

# Piramide u Egiptu i kompleks oko piramida

---

**Perčić, Ana**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:294208>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-01**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI  
ODJEL ZA INTERDISCIPLINARNE, TALIJANSKE I KULTUROLOŠKE STUDIJE

Ana Perčić

**PIRAMIDE U EGIPTU I KOMPLEKS OKO PIRAMIDA**

**ZAVRŠNI RAD**

Pula, 2017.

SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI

Ana Perčić

**PIRAMIDE U EGIPTU I KOMPLEKS OKO PIRAMIDA**

**ZAVRŠNI RAD**

JMBAG: 0303015830, izvanredni student

Studijski smjer: Kultura i turizam

Predmet: Povijest civilizacija

Znanstveno područje: humanističke znanosti

Znanstveno polje: povijest

Znanstvena grana: stara povijest

Mentor: prof. dr. sc. Klara Buršić-Matijašić

Pula, veljača 2017.



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani \_\_\_\_\_Ana Perčić\_\_\_\_\_, kandidat za prvostupnika \_KiT\_\_\_\_\_ ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student:

\_\_\_\_\_Ana Perčić\_\_\_\_\_



## IZJAVA o korištenju autorskog djela

Ja, \_\_\_\_\_Ana Perčić\_\_\_\_\_ dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom „Piramide u Egiptu i kompleks oko piramida“ koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama. Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, \_\_\_15.02.2017.\_\_\_\_\_(datum)

## Sažetak

Od svih sedam čuda antičkog svijeta, samo piramide još uvijek stoje. Svake godine ove strukture posjeti više od milijun turista kako bi posvjedočili ovim nevjerojatnim postignućima antičkog čovjeka. Diljem Egipta raspršeno je 107 piramida , ali piramide na području Gize su svakako najpoznatije. One su najveće, najbolje očuvane i najposjećenije piramide od svih.

*Of the seven wonders of the ancient world, only the pyramids still stand. Each year the pyramids are visited by millions of tourists who stare in wonder at the achievement of ancient man. One hundred and seven pyramids are scattered throughout Egypt, but the pyramids on the Giza Plateau are the famous ones. They are the largest, best preserved, and most visited of all the pyramids.*

Ključne riječi: piramide, Giza, faraoni, egipatski hramovi, misterij.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Cilj završnog rada .....	1
2. EGIPAT .....	2
2.1. Geografski položaj Egipta .....	2
2.2. Kronologija razvoja Egipatske države .....	3
2.3. Povijesni razvoj Egipta.....	4
3. PIRAMIDE.....	8
3.1. Đoserova (stepenasta) piramida.....	9
3.2. Piramide u Gizi .....	13
3.2.1. Keopsova piramida.....	15
3.2.2. Kefrenova piramida .....	17
3.2.3. Mikerinova piramida .....	19
3.3. Misterij izgradnje piramida .....	21
4. PROGRAM „SCANPYRAMIDS“ .....	23
4.1. Inovativne tehnologije korištene u misiji „Scanpyramids“.....	24
4.1.1. Infracrvena termografija.....	24
4.1.2. Modulirana termografija.....	25
4.1.3. Detekcija mionskih zraka.....	26
4.1.4. Fotogrametrija i laser.....	27
5. ZAKLJUČAK .....	29
POPIS LITERATURE.....	30
POPIS ILUSTRACIJA.....	33

## **1. UVOD**

Od svih kreacija čovječanstva, rijetka su ta koja su privlačila toliko pažnje i pridobila toliko poštivanja kao što su egipatske piramide. Građene kako bi štatile i sačuvale vladarevo tijelo nakon njegove smrti, kako bi mogao uživati vječni život, piramide su postale internacionalna turistička atrakcija ubrzo nakon njihove izgradnje. Sve do danas izazivaju divljenje kulturi iz koje su nastale prije više od 4 tisuće godina. Doba piramida (ili vrijeme Starog kraljevstva) nastalo je iz gotovo tisuću godina kulturološkog razvoja nizine rijeke Nil. To je vrijeme kada su kraljevi i kraljice zapovijedali da se kamen pretvori u arhitektonsko umjetničko djelo u kojem su se oni htjeli prikazati vječnim – piramide.

### **1.1. Cilj završnog rada**

Cilj završnog rada je strukturna analiza postojećih piramida i njihovih pripadajućih kompleksa, uz objašnjenja vremena i okolnosti u kojima su nastale.



## 2. EGIPAT

### 2.1. Geografski položaj Egipta

Egipat je izdužena, plodna zemlja smještena na sjeveroistoku Afrike. Prema sjeveru, zemlja se širi u područje poznato kao Delta ili Donji Egipat koji zauzima skoro 11.000 km<sup>2</sup>. Prema jugu nalazi se Gornji Egipat, poznat i pod nazivom Dolina, sa više od tisuću kilometara dužine. Rijeka Nil je 6.437 km duga od čega 966 km prolazi kroz Egipat. Teritorijalno Egipat je bio podijeljen na Donji i Gornji Egipat, a administrativno u 42 noma, od kojih je 20 bilo u Donjem, 20 u Gornjem Egiptu, a dva noma su bila granična noma. Tijekom rimskog razdoblja broj noma smanjen je na 33 a u kasnoantičkom periodu na 23. Aleksandrija je na svojem vrhuncu brojila oko 500 000 stanovnika dok je cijeli Egipat u rimskom razdoblju brojio oko 9 milijuna stanovnika.<sup>1</sup>



**Slika 1 Geografski položaj Donjeg i Gornjeg Egipta**  
Dostupno na: Janko, V., *Stari Egipat*, 2010.

<sup>1</sup>TOMORAD, M., 2012, 5.

Rijeka Nil teče sjeverno od središnje Afrike, kroz dine i klifove Egipatske pustinje sve do Sredozemnog mora. U brojnoj literaturi rijeka Nil se opisuje u obliku cvijeta lotusa, koji je od antičkog vremena simbol regeneracije života.<sup>2</sup> Duga, uska rijeka Nil predstavlja stabljiku, dok je delta u kojoj se rijeka širi u obliku trokuta poput cvijeta. Sa istoka, juga i zapada Egipat je 'zaštićen' pustinjama. Sahara se nalazi na egipatskoj zapadnoj granici te ju rijeka Nil dijeli. Zapadna pustinja pokriva oko 2/3 Egipta, dok je Istočna pustinja bogata mineralima i dragim kamenjem.

## 2.2. Kronologija razvoja Egipatske države

Egipatskom su državom u najvećem dijelu njezine duge prošlosti vladale razne vladarske obitelji koje nazivamo dinastijama. Dinastije su se izmjenjivale na vlasti u razdobljima jačanja pojedinih gradskih središta i stoga ih često nazivamo prema njihovim imenima. Tijekom četiri tisuće godina egipatske povijesti na vlasti se nalazilo više od 30 dinastija. Razvoj egipatske civilizacije dijelimo na sljedeća razdoblja:

- Pretpovijest – 4000 godina pr.Kr. i ranije.
- Arhajski period Egipta – od 3100. do 2686. godine pr. Kr. (I. i II. dinastija). Prva dinastija obilježena je likom Menesa kojem se pripisuje čuvena kamena paleta. Druga dinastija predstavlja epohu u kojem je stvoren Memfis i izgrađene su prve stepenaste piramide.
- Stara država – od 2686. do 2181. godine pr. Kr. (III.- VI. dinastija). Ostvarena su bitna dostignuća na mnogim područjima koja će biti detaljnije opisana u nastavku rada.
- Prvo međurazdoblje – od 2181. do 2133. godine pr. Kr. (VII. - X. dinastija). U ovom razdoblju Egipat je doživio nešto poput feudalnog doba ili srednjeg vijeka.
- Srednja država – od 2133. do 1786. godine pr. Kr. (XI. i XII. dinastija). U ovom razdoblju procvat doživljavaju radovi u keramici i metalu.
- Drugo međurazdoblje – od 1786. do 1650. godine pr. Kr. (XIII. - XVI. dinastija).

---

<sup>2</sup>ARNOLD, D., 1999., 4.

- Nova država – od 1650. do 1085.godine pr. Kr. (XVII. – XX. dinastija). U ovom se razdoblju grade grobnice i hramovi.
- Kasno razdoblje – od 1085. do 332. godine pr. Kr. (XXI. – XXX. dinastija). U kasnom razdoblju vladaju posljednje dinastije.
- Makedonsko razdoblje – od 332. do 304. godine pr. Kr. Aleksandrija sve više jača, a grčka uprava dolazi na mjesto egipatske.
- Doba Legida ili Ptolemejevića – od 304. do 30. godine pr.Kr. Nadgleda se obnova hramova, putova i kanala. Aleksandrija je postala najveći i najvažniji grad u Sredozemlju.
- Rimsko razdoblje – od 30. godine pr.Kr. do 395. godine. Egipat postaje dio Rimskog Carstva.
- Bizantsko razdoblje – od 395. do 641. godine. Pljačke i uništavanje, ljudi se pod prisilom preobraćuju na kršćanstvo.<sup>3</sup>
- Arapsko razdoblje – od 641. godine. Sfinga i hramovi postupno nestaju pod pijeskom, ciklus egipatske civilizacije se konačno zatvorio. Oni koji su prihvatili kršćanstvo postaju današnji Kopti a većina ih prelazi na islam.<sup>3</sup>

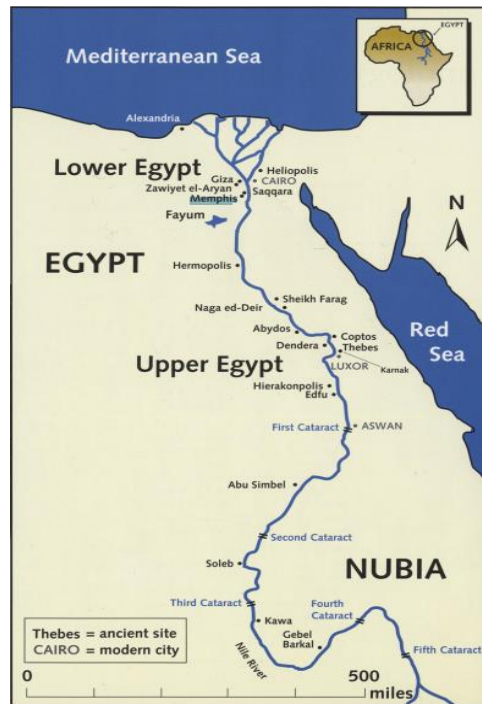
### **2.3. Povijesni razvoj Egipta**

Pod pojmom starog Egipta podrazumijeva se egipatska država i civilizacija od prapovijesti do rimskih osvajanja. Prva upotreba pisma, koja označava početak povijesnog perioda datirana je u doba prije ujedinjenja Egipta, u doba kulture Nakada II. Prvo poznato uređivanje pisma i pisani izvori potiču iz doba Nulte dinastije, u vrijeme ujedinjenja egipatske države.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> LIVRAGA, J.A., 1995, 25.

<sup>4</sup> VRANIĆ, J., 2002, 22.



Slika 2 Donji i Gornji Egipat

Dostupno na: <http://www.carnegiemn.org/>, pristupljeno 08.06.2016.

Na razvoj kulture Egipta neminovno je utjecala rijeka Nil jer je osiguravala izvor vode, ali i jer je iza sebe ostavljala plodnu zemlju koja je lakoćom donosila urode. Do oko 3000. pr. Kr, stanovništvo koje je bilo podijeljeno na Gornji i Donji Egipat, te su bili ujedinjeni vladarom Narmerom.<sup>5</sup>

Kao prvi egipatski faraon, Narmerova kruna nosila je bijele i crvene simbole kao znak ujedinjenog Egipta.<sup>6</sup> Faraon je imao apsolutnu kontrolu nad svojom zemljom te je imao slobodu i prava činiti kako mu je volja, jer se sve i svi smatralo njegovim vlasništvom. U narednih 400 godina, Egipćani su razvili vlastiti sustav navodnjavanja, izumili plugove za oranje tla te kontinuirano širili hijeroglifsko pismo. Period Starog egipatskog kraljevstva započelo je sa Trećom dinastijom 2686. pr. Kr. te se narednim 500 godina poznato kao 'Doba piramida'. Uz stabilno, centralizirano vodstvo, Egipat je postajao sve bogatiji. Mastabe, i kasnije piramide, gradile su se kao kraljeve grobnice, mnogo prije njihove smrti. Trgovina se proširila sve do Libanona, koji je poznat po svom visokokvalitetnom cedru te današnje Somalije, iz koje se izvozila mirisna smola. Mnogobrojne, organizirane vojske branile su egipatske granice i

<sup>5</sup>Dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=42979>, pristupljeno 08.06.2016.

<sup>6</sup>BREWER, D., 1999., 2-3., u: *Egypt and the Egyptians*, Cambridge : Cambridge University Press, ur. TEETER, E.

trgovinske rute. Egipatski zanatlije izrađivali su brojne rukotvorine iz lokalnih i uvezenih sirovina.<sup>7</sup>

Vidljiv je razvoj vještine građenja u kamenu. U razdoblju 4. dinastije grade se velike piramide s kompleksima njihovih hramova. Piramide faraona 4. dinastije protežu se duž istočnog ruba Zapadne pustinje preko relativno prostranog područja na dužini većoj od 140 kilometara u pravcu sjever - jug. Za vrijeme 5. dinastije dolazi do procvata kiparstva. Piramide i pripadajući kompleksi i dalje se grade ali su znatno manjeg opsega. Ostaci grobnica građenih u tom razdoblju danas predstavljaju još samo gomile kamenja naslaganih u obliku piramida. Piramide su podignute u blizini grada Memfisa. Kod razdoblja 6. dinastije posebno je značajna građevinska djelatnost koja je zaživjela u cijeloj zemlji. Kraljevske piramide po razmjerima su manje nego piramide faraona 4. dinastiji, a nalaze se u Sakari. Faraoni 5. i 6. dinastije podizali su svoje piramide na rubu pustinje blizu Memfisa, a mnoge grobnice sve se češće podižu u provinciji.<sup>8</sup>

Oko 2181. pr. Kr., pred kraj Starog kraljevstva, nekoliko godina stalnih poplava dovelo je do gladi i nestašice. Vladari i svećenici međusobno su se okrivljavali, dok je moć izmicala iz faraonskih ruku. U to vrijeme, egipatska centralizirana vladavina se urušila, a zemlja se ponovno odvojila na zasebne provincije, svaka sa svojim vladarom.<sup>9</sup> S vremenom, pojavili su se prinčevi iz Tebe (Thebes)<sup>10</sup> koji su ponovno ujedinili Egipat i stvorili Srednje egipatsko kraljevstvo. Nakon ponovno uspostavljenog mira, raste snaga i moć Egipta. Trgovina ponovno cvjeta, ne samo u području rijeke Nil, već se širi i uzduž istočne obale Sredozemnog mora i sve do Bliskog Istoka. Egipćani osvajaju Nubiju, današnji Sudan te grade velike utvrde kako bi zaštitili svoj teritorij.<sup>11</sup> Umjetnost, zanati i literatura su bile jako bitne stavke u ovoj kulturi, kao i pravičnost za sve. Poštivali su se stariji ljudi zbog njihove mudrosti i i znanja tradicije. Međutim, faraonova moć je bila dobra samo u mjeri koliko je i sam faraon bio dobar.

---

<sup>7</sup>SILIOTTI, A., 1997, 5.

<sup>8</sup> LANGE, K.,HIRMER, M, 1995, 50

<sup>9</sup> Ibidem.

<sup>10</sup>Teba je bila glavni grad Waseta, četvrte gornjoegipatske nome (izraz "Waset" se koristio i za sam grad). Grad je bio prijestolnica Egipta za vrijeme Jedanaeste dinastije (Srednjeg kraljevstva) i veći dio Osamnaeste dinastije (Novog kraljevstva), iako je uprava vjerojatno dijelom ili u potpunosti ostala u Memfisu.

<sup>11</sup> Dostupno na: <http://proleksis.lzmk.hr/19239/>, pristupljeno 08.06.2016.

U vrijeme drugog prijelaznog perioda (između pada Srednje države i početka Nove države) pojavljuju se Hiksi (Heka, Hedi), etnička mješavina južnoazijskih ili semitskih naroda, koji su napali i osvojili područje delte Nila, i odvajajući ju od Gornjeg Egipta.<sup>12</sup> Hiksi su poznati i po uvođenju naplate poreza stanovnicima Donjeg Egipta, razvoju oružja od bronce i općenito jačanju borbe postojeće vojske. Prinčevi iz Tebe uspjeli su svrgnuti Hikse te započinje poznato Zlatno egipatsko doba ili vrijeme Novog kraljevstva. Faraoni ovog doba odlučili su stvoriti ogromno i snažno kraljevstvo. Osvojena je Palestina, Sirija te sva zemlja zapadno od rijeke Eufrat. Robovi, zlato, slonovača i bakar bili su sada lako dostupni i preveženi u Egipat, čineći ga najsnažnijom i najbogatijom nacijom Bliskog Istoka.

---

<sup>12</sup>REDFORD, D.B., 1967, 16.

### 3. PIRAMIDE

Velike piramide nastale od pustinjskog pijeska, ostaju i danas jedan od najvećih misterija Egipta koji svake godine privuče milijune turista. Točno 107 piramida nalazi se u Egiptu, ali one koje čine kompleks u Gizi su svakako najpoznatije.<sup>13</sup> Dok su još bili za života, faraoni su dali izgrađivati ove ogromne grobnice za sebe, svoje obitelji, sluge ali i sve svoje materijalno dobro koje su htjeli ponijeti sa sobom u drugom životu. Ono što je posebno naglašeno kod Egipćana i njihove kulture je snažno vjerovanje u život nakon smrti, o čemu najbolje govori saga o Izidi i Ozirisu koji su vladali Egiptom na početku svih početaka.<sup>14</sup> Iz ljubomore, njihov brat Set je skovao plan kako ih se riješiti. Postoje različite verzije mita, a najčešća tvrdi kako je Set ubio Ozirisa, koji je uz pomoć Izida i Anubisa (bog-šakal) oživio i zatim postao vladar carstva mrtvih. Kada bi čovjek umro, njegova bi duša došla u podzemlje - Duat, gdje bi mu se sudilo. Bog-šakal ili Anubis bi mi vagao grijehe, a ako bi duša prošla Horus bi ju odveo do Ozirisa, uz Izidu i Neftisa. Pokojnik bi uživao u pogrebnom životu.<sup>15</sup>

Najpoznatije piramide nalaze se zapadno od rijeke Nil u Gizi. Upravo su tamo pokopana tri kralja, a čuva ih velika Sfinga. Povjesničari procjenjuju kako je bilo potrebno više od 100.000 radnika i skoro 20 godina kako bi se završila najveća od tri piramide – Keopsova.<sup>16</sup> Geometrijsko gledano, piramida je tijelo sastavljeno od baze (mnogokut, najčešće trokut ili pravokutnik) i stranica (trokuti). Piramide u arhitekturi označavaju povećanje građevine oblika geometrijskog tijela piramide. U vrijeme egipatske povijesti ranih dinastija, imućni ljudi su sahranjivani u specifičnim stepenastim građevinama poznatim kao *mastabe*, detaljnije opisane u narednom potpoglavlju.

---

<sup>13</sup>BRIER, B., 2008, 7., u: *Secret of The Great Pyramid*, ur. HOUDIN, J.

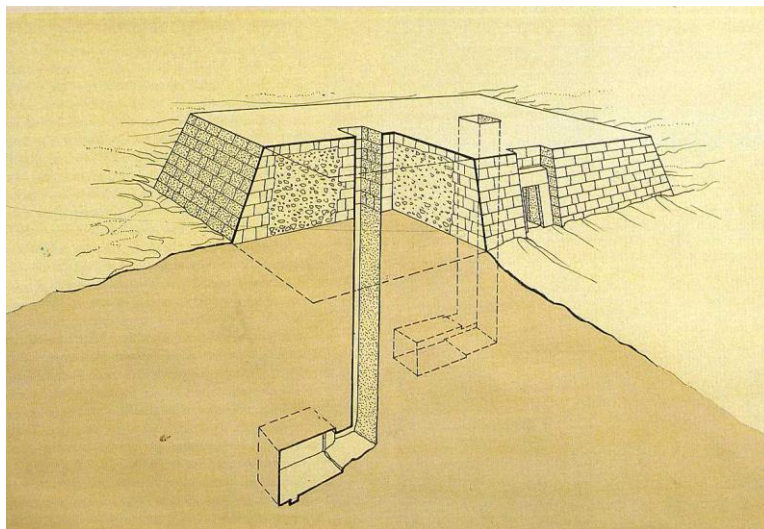
<sup>14</sup>Izida i Oziris su prema mitu bili blizanci koji su se zaljubili u utrobi svoje majke Nut.

<sup>15</sup>SILIOTTI, A., 1997, 5.

<sup>16</sup>WILKINSON, R., 1994, 2-3.

### 3.1. Đoserova (stepenasta) piramida

Prvu povijesno zabilježenu piramidu arhitektonski je oblikovao Imhotep od mastaba, za faraona Đosera sjeverozapadno od Memfisa. Izgrađena je za vrijeme treće dinastije u periodu Stare države. Mastaba je bila pravokutna građevina od nepečenih opeka s ravnim krovom i zakošenim zidovima sagrađena kao grobnica mnogih znamenitih drevnih Egipćana. Mastaba dolazi od arapske riječi za klupu, jer izdaleka izgleda kao klupa od opeke. U mastabi bi se iskopala duboka komora, a njeni zidovi pokrili s kamenom, blatnim opekama ili drvetom. Nad zemljom se blato nasipalo kako bi se označio grob.<sup>17</sup>



**Slika 3 Struktura mastabe**

Dostupno na: [www.ancient-egypt.info](http://www.ancient-egypt.info), pristupljeno 10.06.2016.

Đoserova piramida nastala je od šest mastaba različite veličine sagrađenih jedna na drugoj te se smatra jednom od najstarijih kamenih građevina, visine oko 60 metara. Piramida nalikuje stubištu, jer se po egipatskoj religiji faraonova duša trebala popeti na nebo kako bi se sjedinila s bogom Raom.<sup>18</sup> Zbog ovog pothvata, u kasnijim godinama su Imhotepa, inače kraljevskog fizičara, Egipćani proglasili bogom. Mastabe s unutarnjim stepeništem vjerojatno su poslužile kao inspiracija za sljedeću fazu evolucije pogrebnih struktura. Đoserova piramida još se naziva i stepenasta piramida.

<sup>17</sup> Dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Mastaba>, pristupljeno 08.06.2016.

<sup>18</sup> VERNER, M., 2001, 106.





**Slika 4 Stepenasta Đoserova piramida**

**Dostupno na: [www.starapovijest.eu](http://www.starapovijest.eu), pristupljeno 11.06.2016.**

Stepenasta piramida nije samo prva kamena struktura ovih dimenzija, već je i jedna od najljepših. Piramida je napravljena od 330.000 kubičnih metara kamenje i gline. Tunel ispod piramide oblikuje labirint dužine 5.5 km. Piramida u svom centralnom dijelu ima 15 hektara te je cijeli kompleks okružen vapnenačkim zidom koji sadrži 13 lažnih ulaza kao i pravi ulaz na jugoistočnoj strani. Na sjevernoj strani piramide nalazi se hram sa kipom Ka<sup>19</sup> (dok je na svim ostalim piramidama hram postavljen na istočnoj strani). Na istočnoj strani hrama nalazi se tzv. serdab, mala zatvorena struktura u kojoj se nalazi kip Ka.<sup>20</sup>



**Slika 5. Ka statua**

**Dostupno na: [www.touregypt.net](http://www.touregypt.net), pristupljeno 12.06.2016.**

---

<sup>19</sup>Kip Ka je tip egipatske statue čija je svrha omogućiti mjesto spokoja za Ka (životna sila ili duh) osobe nakon njezine smrti.

<sup>20</sup>VERNER, M.,2001, 106.

Velik broj struktura je izgrađeno unutar kompleksa, kao što je serija kapelica na gotovo svim stranama piramide koji su služile za provođenje rituala.



**Slika 6 Kapelica u sklopu Đoserove piramide**

**Dostupno na: [www.touregypt.net](http://www.touregypt.net), pristupljeno 12.06.2016.**

Na jugoistočnoj strani kompleksa, odmah pored kapelice je struktura koja je služila kao sud prije nego što kralj „pređe“ u život nakon smrti. Na južnom dijelu kompleksa nalazi se i enigmatska tzv. ‚južna grobnica‘ sa kapelicom. Sastoji se od serije tunela koji oponašaju one pronađene ispod same piramide. Što je u njima zakopano se ne zna.<sup>21</sup> Ispod piramide nalazi se nevjerojatno mnoštvo tunela i komora u čijem centru se nalazi 28 metara duboka rupa te na njezinom dnu, grobnica kralja Đosera. Nedavna iskapanja otkrila su fragmente granitnog sarkofaga te još čitljiva imena kraljica.<sup>22</sup> Stepenasta piramida je jedina piramida u Starom Kraljevstvu u kojoj su 11 kraljevih kćeri pokopane, tvrdi Zahi Hawass, bivši ministar zemlje za antikvitete.<sup>23</sup>

Dva su glavna prolaza koja vode kroz podzemlje te se račvaju u tri smjera. Postoji i specijalni tunel u kojem se nalazi hrana kao i nezavršena komora koja je vjerojatno imala ulogu podzemne palače u kojoj je kralj boravio nakon smrti. Brojni sarkofazi i ljudski ostaci pronađeni su u ovim tunelima. Zanimljivo je kako je evolucija od

---

<sup>21</sup>WENKE, R., et.al., 1988, 5.

<sup>22</sup>Dostupno na: <http://www.livescience.com/23050-step-pyramid-djoser.html>, pristupljeno 12.06.2016.

<sup>23</sup>Dostupno na : <https://www.youtube.com/watch?v=t5VslidNp83s>, pristupljeno 12.06.2016.

stepenaste piramide do prave piramide bilo jako brza. Nekoliko nasljednika Đosera u Trećoj dinastiji je pokušalo sagraditi stepenastu piramidu, ali su umrli prije njihove konačne izgradnje.<sup>24</sup>

Prve prave piramide datiraju iz vremena prvog kralja Četvrte dinastije (2570. g. Pr. Kr. – 2450 g. Pr. Kr.), Snofru, koji je sagradio tri velike piramide u blizini Memfisa. Snofru je započeo izgradnju prve piramide kao stepenaste, ali je pred kraj vladavine nadogradio glatko bočno punjenje blokova, pretvarajući stepenastu piramidu u pravu. Snofrina druga piramida, poznata i pod nazivom Savijena piramida u Dašuru sa 60 stupnjeva zakrivljenosti.<sup>25</sup>



**Slika 7 Savijena piramida iz vremena Snofru**

**Dostupno na: [www.historyarchaeology.wordpress.com](http://www.historyarchaeology.wordpress.com), pristupljeno 14.06.2016.**

Kada je piramida dosegla svoju punu visinu, pojavili su se konstrukcijski problemi koji su zahtijevali smanjenje zakrivljenosti sa 55 stupnjeva na konačnih 43. Ova promjena dala je piramidi jako specifičan i prepoznatljiv oblik zakrivljenosti. U toj piramidi, kao i svim kasnije izgrađenim na području Gize, komore su izgrađene

---

<sup>24</sup>BREWER, D., 1999, 9.

<sup>25</sup><http://www.nationalgeographic.com/pyramids/bent.html>, pristupljeno 15.06.2016.

unutar same piramide, umjesto ispod nje kao što je to prije bio slučaj. Snofrunova treća i posljednja piramida, u kojoj je vjerojatno i pokopan, sagrađene su pod 43 stupnja zakrivljenosti. Pretpostavlja se kako je Snofru za svoje piramide i hramove pomaknuo 3,6 milijuna kubičnih metara kamena, što je skoro milijun više od ijednog kralja prije i nakon njega.<sup>26</sup>

### 3.2. Piramide u Gizi

Visoravan Gize je vjerojatno arheološko najistraživanije geografsko područje na svijetu. Poznatu ju čine kompleksi tri piramide – Keopsova, Kefrenova i Mikerinova. Piramide u Gizi smatraju se najstarijim građevinama čovječanstva. Udaljene oko 15 kilometara od grada Kaira te se nalaze na ulici piramida. Najveća od njih pripada faraonu Keopsu koji je vladao 2558. pr. Kr. - 2532. pr. Kr. Srednja po veličini je Kefrenova piramida, dok je posljednja i najmanja Mikerinova piramida. Cijeli kompleks je 1979. godine dio UNESCO-va popisa mjesta svjetske baštine u Africi, zajedno sa gradom Memfisom i nekropolama u Abusiru, Dahšuru i Sakari.<sup>27</sup>



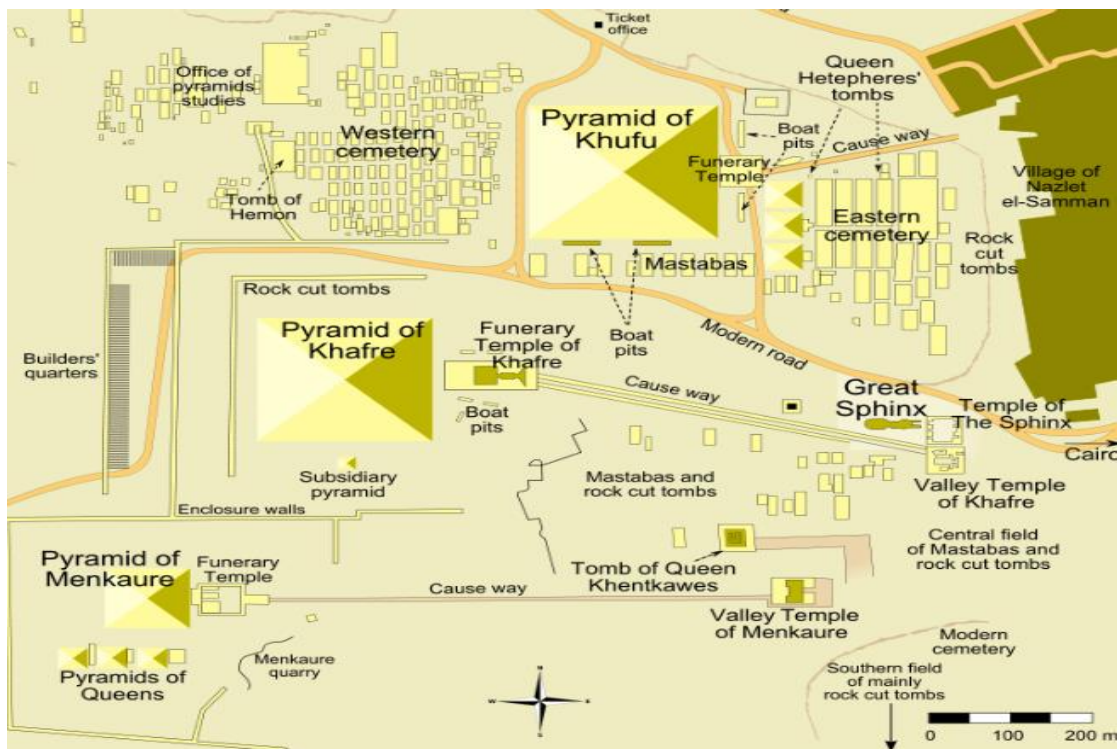
Slika 8 Keopsova, Kefrenova i Mikerinova piramida u Gizi

Dostupno na: Yvonne J Markowitz, et.al, *Egypt in the age of the pyramids*, highlights from the Harvard University Museum.pdf, 2005., str.142.

<sup>26</sup>STADELMANN, R, 1997, 1-16.

<sup>27</sup><http://whc.unesco.org/en/list/86>, pristupljeno 25.06.2016.





Slika 9 Kompleks piramida u Gizi

Dostupno na:

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Piramide\\_u\\_Gizi#/media/File:Giza\\_pyramid\\_complex\\_\(map\).svg](https://hr.wikipedia.org/wiki/Piramide_u_Gizi#/media/File:Giza_pyramid_complex_(map).svg),  
pristupljeno 15.06.2016.

U blizini Keopsove piramide nalaze se i tri manje piramide Kefrenovih kraljica te moguće njegove majke, Heteferes. Ovaj kompleks piramida broji i piramidalne strukture Kefrenovog sina, Kafra i unuka Mikerina ali i brojne očuvane statue kralja koje su imale ulogu prihvaćanja darova u obliku hrane te su se smatrale počivališnim mjestom kraljeve duše.<sup>28</sup> Bezbrojne skulpture i statue pronađene su u sve tri piramide. Bez obzira na broj i kvalitetu skulptura pronađenih u Mikerinovom hramu, njegova je piramida sa oko 65 metara visine, znatno manja od njegovih prethodnika. Trend velikog naglaska na hramove nastavlja se kroz Petu i Šestu dinastiju sa piramidama Sakkare i Abusira. S posljednjim kraljem Pete dinastije, Unasom javljaju se i zapisi unutar piramida, poznati pod nazivom Piramidalni tekstovi ili hijeroglifi kojima se prenosilo kraljeva bliskost s bogovima, ilustrirala njegova uloga u održavanju reda u univerzumu te podrška u životu nakon smrti.<sup>29</sup>

<sup>28</sup>BREASTED, J., 1906.

<sup>29</sup> Ibidem.

Sa istočne strane Kefrenove piramide nalazi se Sfinga. Izdubljena u prirodnoj stijeni, tijekom vladavine Kefrena kako bi glavom predstavljala vladajuću monarhiju i tijelo lava.



**Slika 10 Velika sfinga u Gizi**

Dostupno na: [www.znanje.org](http://www.znanje.org), pristupljeno 16.06.2016.

Gotovo svaki vladar nakon Kefrena predstavljao je sebe kao Sfingu, ikonu moći koja je postala sinonim kraljevanja. U vremenu Novog egipatskog kraljevstva, više od tisuću godina kasnije, Sfinga iz Gize štovana je kao Harmakhis koja čuva stražu.<sup>30</sup>

### **3.2.1. Keopsova piramida**

Izgrađena prema nalogu faraona Kufu iz 4. dinastije, oko 2560. pr. Kr. (što je njegov egipatski naziv, ali je čest i grčki – Keops), Keopsova piramida se često naziva i Velika piramida. Iako je samo nekoliko metara viša od piramide pored nje, ali zbog kompleksa unutarnjih komora i prolaza, ova piramida spada u pravo svjetsko čudo.<sup>31</sup>

---

<sup>30</sup>ROSALIE, D., 2000, 89.

<sup>31</sup>WENKE, R., 1988, 34.

Izgradnja Velike piramide je navodno trajala oko 20 godina uz pomoć 100.000 radnika. Nakon pripreme terena i postavljanja više od 2.300,00 kamenih blokova svakih težine u prosjeku dvije i pol tone (više u poglavlju 3.3.), postavljen je završni pokrivni sloj koji je činio vanjsku strukturu piramide jako glatkom. Osim poznate sfinge, na južnoj strani piramide je 1954. godine pronađen Sunčev brod. Vjeruje se kako je brod dužine 43 metara simbolično predstavljao sredstvo koje će Keopsova povesti u njegov zagrobni život.<sup>32</sup>



**Slika 11 Sunčev brod uz Keopsovu piramidu**

**Dostupno na: [www.urbancult.hr](http://www.urbancult.hr), pristupljeno 19.06.2016.**

Cijela struktura sagrađena je od preko 2 milijuna kamenih blokova te je njezina originalna visina iznosila oko 146 metara. Kut stranica iznosi 51 stupanj a svaka je strana orijentirana prema jednoj od četiri strane svijeta. Ulaz u piramidu ostao je nepoznat sve do 9. stoljeća kada je kalif Al Mamun u svojem istraživanju piramide nije na njega 'naletio'. Ulaz u piramidu smješten je na sjevernoj strani, dok se kraljevska grobnica nalazi u središtu piramide.

Sam sarkofag je napravljen od crvenog granita, kao i zidovi grobnice. Suvremena znanost je proučavala i fotografirala Veliku piramidu više nego ijednu drugu, ali još uvijek postoje brojne misterije i nepoznanice vezane uz nju. Postoje komore i prolazi čija je svrha još uvijek nepoznata. Od svih misterija, najveći je upravo kako je Velika piramida sagrađena. Egipćani su poznati kao narod koji je bilježio sve podatke, od brojka ubijeni neprijatelja do imena faraonove djece, čak i

---

<sup>32</sup>NOUR, M.Z., 1984, 35.

kulinarskih recepata. Postoje medicinski zapisi, kratke priče sa ekspedicija, ali niti jedan dokument koji je zabilježio proces i način izgradnje piramida.<sup>33</sup>

### 3.2.2. Kefrenova piramida

Kefrenova piramida, druga po veličini, napravljena je od granitnih blokova te specifične crvenkaste boje granitnih blokova. U sklopu istočne strane piramide nalaze se i ostaci hrama sagrađenog za obavljanje prigodnih rituala. Način izgradnje Kefrenove piramide prati glavne nacрте Keopsove, iako je dimenzijama nešto manja.



Slika 12 Kefrenova piramida

Dostupno na: <http://world-pyramids.com/en/world-pyramids/africa/egypt-pyramids/giza-plateau/second-pyramid.html#.V2asCPmLSM8>, pristupljeno 21.06.2016.

Unutar pogrebne komore, istraživači su otkrili jamu u podu, vjerojatno sagrađenu za prve kanopske škrinje u piramidama koje se pak vežu uz proces mumifikacije. Prilikom balzamiranja pokojnika, vade se organi koji se spremaju u kanopske žare koje s vremenom zamjenjuje kanopska škrinjica ili kutija. U grčko-rimskom razdoblju upravo su ove škrinjice karakteristične za spremanje organa pokojnika. Izrađivane su većinom od drveta. Vanjska strana škrinjice bila je oslikana prikazima božanstava Tot

---

<sup>33</sup>BRIER, B., 2008, 8.



i Re-Horakti, Izida i Ozirisa. Sve škrinje imaju zajedničko božanstvo koje je gotovo nezaobilazno u ovom segmentu, a to je Anubis.<sup>34</sup>



**Slika 13 Kanopske žare**

**Dostupno na: [www.memphistours.com](http://www.memphistours.com), pristupljeno 22.06.2016.**

Kasnije piramide biti će znatno manje, sa većim naglaskom na hramove oko njih negoli unutrašnjost piramide. Francuski arheolog pronašao je Kefrenov kip 1860. godine nizvodno od piramide. Kao zamjena za kraljevo tijelo, ovakve statue imale su ulogu primanja hrane te su služile kao 'odmorište' njegove duše. Sjedeća statua Kefrena je najbolje očuvana od 23 koje su originalno postavljene u njegovom hramu, što samo pokazuje napredak egipatskih umjetnika od vremena Ranog kraljevstva.<sup>35</sup>

---

<sup>34</sup>PERNJAK, D., 2013, 26.

<sup>35</sup>ASTON, B., 2000, 77.



**Slika 14 Kefrenova sjedeća statua**

**Dostupno na: Yvonne J Markowitz, et.al, *Egypt in the age of the pyramids*, highlights from the Harvard University Museum, 2005., str.24.**

Osim statue, poznata je i sfinga koja se nalazi na istočnoj strani Kefrenove piramide. Nastala je prirodnim rezbarenjem kamena tijekom Kefrenove vladavine kako bi nalikovala glavi vladara i tijelu lava.

### **3.2.3. Mikerinova piramida**

Najmanja od tri piramide na platou Gize je Mikerinova piramida te se nalazi dijelom na platou poznatim kao Mokattam, istočno od Kaira. Piramida je grobnica Mikerena, petog faraona četvrte egipatske dinastije. Ona uključuje kraljevu piramidu, pripadajuće hramove i tri kraljičine piramide. Ova piramida presvučena je bijelim vapnenačkim kamenom, osim nižih dijelova koji su sagrađeni od crvenog granita. Piramida je visoka 65 metara, ima 102.2 metra sa 104.6 metara u osnovi te nagib od otprilike 51 stupnja.

Kao i njezini najbliži pretci, Mikerinova piramida ima aksijalno istočno-zapadnu orijentaciju, poravnavajući stranice građevine prema sjeveru.<sup>36</sup>



**Slika 15 Mikerinova piramida**

**Dostupno na:**

**[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cairo,\\_Gizeh,\\_Pyramid\\_of\\_Menkaure,\\_Egypt,\\_Oct\\_2005.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cairo,_Gizeh,_Pyramid_of_Menkaure,_Egypt,_Oct_2005.jpg), pristupljeno 22.06.2016.**

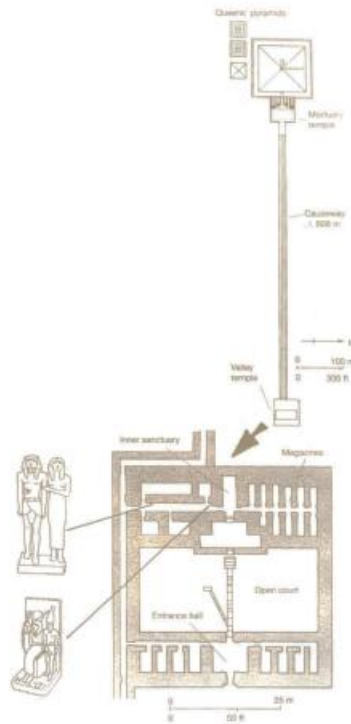
Ravnanje prema sjeveru obavljeno je jako precizno, predstavljajući važnost strana svijeta u Doba piramida. Istraživač Mark Lehner tvrdi da su Egipćani određivali sjever mjerenjem pomicanja sunca i njegovih sjena kako bi dobili savršeni kvadrat na tlu koji su potom ravnali i po njemu gradili u visinu. Kamena platforma služila je kao osnova za blokove postavljene u horizontalnim stepenicama ili redovima. Privremene rampe, sastavljene od vapnenačkog iverja i gipsa služile su za transport teških blokova u vis.<sup>37</sup> Prilaz pogrebnom hramu nalazi se na sjevernoj strani piramide, oko 4 metara iznad temelja. Silaznim prolazom ulazi se u drvenu komoru iz koje se izlazi drugim prolazom sa tri rešetkasta bloka. Ovi veliki graniti kameni postavljeni su da bi onemogućili provale i zatvorili ulaz u horizontalni prolaz koji vodi prema pretkomori.<sup>38</sup> Nacrt je vidljiv detaljnije na slici 16.

---

<sup>36</sup> MARKOWITZ, Y., 2005, 145.

<sup>37</sup> LEHNER, M., 1997, 17.

<sup>38</sup> Ibidem.



**Slika 16 Unutrašnjost Mikerinove piramide**

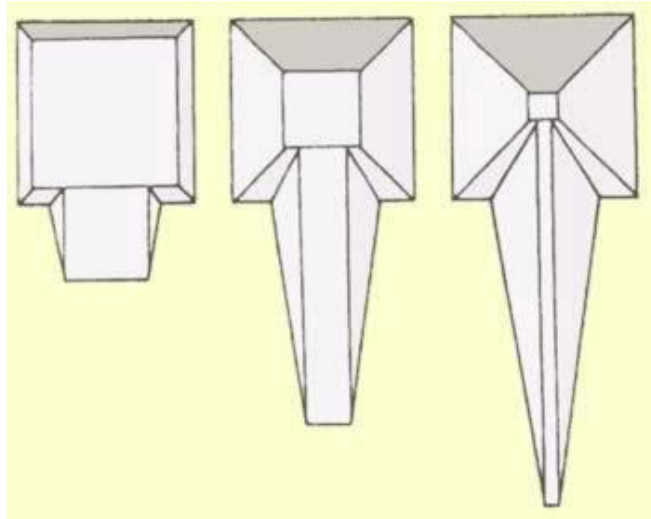
**Dostupno na: Yvonne J Markowitz, et.al, *Egypt in the age of the pyramids*, highlights from the Harvard University Museum, 2005., str.145.**

Ukrašen kraljev sarkofag uklonio je 1837. godine Richard William Howard, engleski oficir koji je navodno koristio dinamit prilikom istraživanja piramide. Nažalost, sarkofag je izgubljen prilikom transporta u Englesku u potonuću broda blizu Španjolske obale.<sup>39</sup>

### **3.3. Misterij izgradnje piramida**

Do danas, poznato je jako puno informacija o egipatskim piramidama, alatu koji je pritom korišten, načinu transportiranja kamenih blokova kao i načinu njihova slaganja. Međutim, postoji i oskudica informacija kada je pitanja proces podizanja kamenih blokova sa tla u piramidalne superstrukture.

<sup>39</sup>LEHNER M., 1997, 50-53.



**Slika 17 Primjer rampe u izgradnji piramida**

**Dostupno na: [www.touregypt.net](http://www.touregypt.net), pristupljeno 25.06.2016.**

Dok su već spomenute rampe najšire i najbolje poznata tehnika, one nisu sveobuhvatni pristup jer ne omogućavaju podizanje blokova na sam vrh piramide. Većina istraživača sugerira da je u procesu morala sudjelovati određena naprava u obliku poluge uz rampe. Nažalost, ne postoje praktični testovi koji bi demonstrirali isto, sastavljeni od materijala i tada dostupne tehnologije.<sup>40</sup> Većina metoda koje koriste rampe mogu pomoći u izgradnji 2/3 piramide, ali ne mogu podići kameni blok na sam vrh. Zbog geometrijskih ograničenja piramidalnog oblika, svako povećanje u vertikalnoj udaljenosti smanjuje dostupnu širinu i dubinu strukture na koju se može postaviti rampa.<sup>41</sup>

Kako je piramida rasla, rampu je trebalo produžiti i proširiti, a baza je bivala proširena, inače bi se urušila. Vrlo je vjerojatno da se za izgradnju svake piramide koristilo nekoliko rampi.<sup>42</sup>

---

<sup>40</sup>LEPRE, J.P.,1990, 252.

<sup>41</sup>SCOTT, R., 2005.

<sup>42</sup> Ibidem.

#### 4. PROGRAM „SCANPYRAMIDS“

U listopadu 2015. godine pokrenut je program pod vodstvom egipatskog Ministarstva antikviteta te koordiniran od strane Tehničkog fakulteta u Kairu i francuskog HIP Instituta<sup>43</sup>. Cilj programa je uz pomoć visoke tehnologije poput radiografskih mionskih valova (kozmičke čestice), infracrvene termografije, fotogrametrije, skenera i 3D rekonstrukcija istražiti središnje i skrivene dijelove egipatskih piramida, bez njihova oštećivanja i otvaranja kako bi se zadržale sve njihove vrijednosti.<sup>44</sup> Tehnologiju je nemoguće iskoristiti bez stručnjaka koji će njima upravljati pa su na ovom projektu angažirani stručnjaci s tri svjetski poznata sveučilišta – Tehnički fakultet u Kairu, Sveučilište Laval u Quebecu i fakultet Nagoya u Japanu.

Misteriji koji se hoće razjasniti su način izgradnju, posebno u slučaju Keopsove piramide, za koju je još uvijek nemoguće opisati proces nastanka te drugi koji je i potaknuo cijeli program – unutarnja struktura piramide. Kada se uspoređuju nacrti raznih piramida, nailazi se na brojne neobjašnjive anomalije. S obzirom da su zamišljenje kao posljednje utočište faraona Starog Kraljevstva morale su biti sigurne, stoga su se njihovi graditelji koristili brojnim trikovima i zaprekama da zaštite ostatke svojih vladara. Razna istraživanja provedena do sada, sa slabijom ili skoro nikakvom tehnologijom nego danas, zabilježila su slike skrivenih prostorija. Znanstvena misija ScanPyramids fokusira se na četiri djela Četvrte dinastije: Savijena piramida, Crvena piramida te na Giza platou Keopsova i Kefrenova piramida.

Naglasak cijelog projekta je na korištenje neinvazivnih visoko razvijenih tehnologija. Dvije infracrvene termografske misije oblikovati će termalne mape piramida i otkriti njihovu gustoću u gradnji i na taj način pokazati gdje bi se još mogle nalaziti skrivene prostorije. Detekcija mionskim valovima zraka želi točno vizualizirati postojanje nepoznatih struktura unutar samih građevina. Paralelno sa istraživačkom misijom, kompanija Iconem realizirati će fotogrametrijsku kampanju koristeći dronove kako bi reproducirala izgradnju Giza platoa u 3D tehnologiji. Svi modeli će biti

---

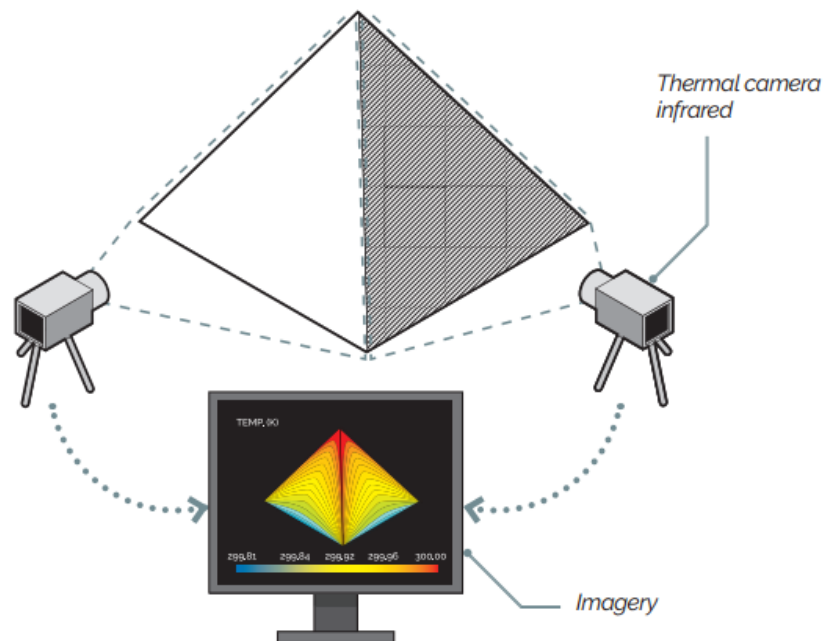
<sup>43</sup> HIP – kratica za Heritage (nasljedstvo), Innovation (inovacija) i Preservation (očuvanje).

<sup>44</sup> [http://www.scanpyramids.org/assets/components/pyramids/pdfs/About\\_ScanPyramids-en.pdf](http://www.scanpyramids.org/assets/components/pyramids/pdfs/About_ScanPyramids-en.pdf), pristupljeno 13.12.2016.

dostupni istraživačima i javnosti pod sponzorstvom HIP instituta, a cijela misija trebala bi završiti krajem 2016. godine.<sup>45</sup>

#### 4.1. Inovativne tehnologije korištene u misiji „Scanpyramids“

##### 4.1.1. Infracrvena termografija



Schema 1 Korištenje infracrvene termografije u otkrivanju piramida

Dostupno na: <http://www.scanpyramids.org/>, pristupljeno 12.12.2016.

Infracrvenu termografiju implementirao je Jean-Claude Barre, kao jednu od korisnijih metoda u razumijevanju složenih građevina poput piramida. Ova tehnologija se bazira na fizičkom zakonu prema kojem svi materijali emitiraju neku razinu energetske radijacije u skladu s njihovom temperaturom. Materijali emitiraju infracrvene valove mjerljive kamerama opremljenim sensorima. Zahvaljujući digitalnom modelu, kamere stvaraju slike u kojem svaka boja odgovara određenoj temperaturi. Ova metoda često se koristi kako bi se otkrio gubitak topline u slabo izoliranim kućama. Hladan zrak prikazuje se plavom bojom, dok je izvor topline crvene boje. Ove specijalizirane kamere također mogu kvantificirano prikazati razinu

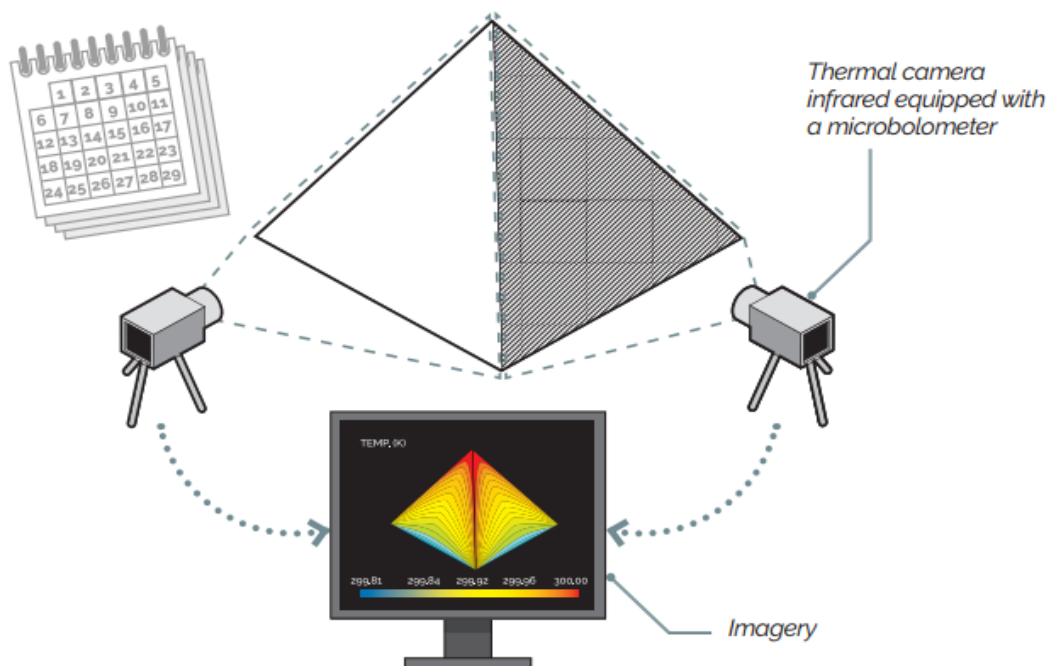
<sup>45</sup> [http://www.scanpyramids.org/assets/components/pyramids/pdfs/About\\_ScanPyramids-en.pdf](http://www.scanpyramids.org/assets/components/pyramids/pdfs/About_ScanPyramids-en.pdf), pristupljeno 13.12.2016.



emisije materijala. Svi materijali imaju svoju razinu apsorpcije, transmitiranja i radijacije. Kada su u pitanju piramide, metoda je vrlo jednostavna – razlika u emitiranju čestica pomoći će u otkrivanju korištenih materijala u unutrašnjosti građevina, koje izvana sada imaju istu boju zbog utjecaja vremena, pijeska i zagađenja.<sup>46</sup>

Ono što najviše zanima znanstvenike je otkrivanje hladnih područja koja će ukazati na još neotkrivene sakrivene špilje, prostorije i hodnike duboko u piramidama. Operativno, program radi snimke sve četiri strane piramida pola sata prije zore, kada je građevina na svojoj najnižoj temperaturi. Na toj temperaturi, koja će poslužiti kao nulta temperatura, snimanje će se ponavljati u podneva i pred večer. U samo nekoliko dana, Jean Barre će snimiti stotine tisuća slika koje će se međusobno uspoređivati operativnim programom.<sup>47</sup>

#### 4.1.2. Modulirana termografija



Schema 2 Korištenje modulirane termografije u otkrivanju piramida

Dostupno na: <http://www.scanpyramids.org/>, pristupljeno 12.12.2016.

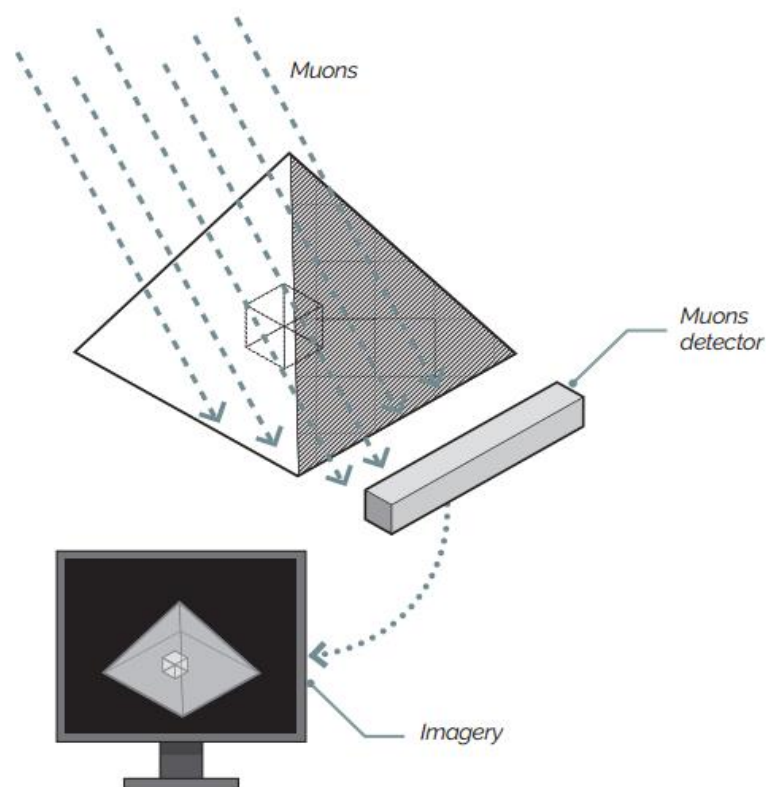
<sup>46</sup> [http://www.scanpyramids.org/assets/components/pyramids/pdfs/About\\_ScanPyramids-en.pdf](http://www.scanpyramids.org/assets/components/pyramids/pdfs/About_ScanPyramids-en.pdf), pristupljeno 14.12.2016.

<sup>47</sup> Ibidem.



Kao što je već objašnjeno, infracrvena termografija se često koristi u zrakoplovnoj industriji za testiranje materijala. Materijal ili objekt se lagano zagrijava. Ako postoji neka unutarnja anomalija koja izvana nije vidljiva, termalna slika će ju pokazati razlikom u boji. Razlika se ne pojavljuje trenutačno, već nakon određenog vremena i ponavljanja mjerenja. Nakon mjerenja, postoje brojne metode poboljšavanja termalnih slika i detektiranju anomalija. Slično tome, razne tehnike zagrijavanja također postoje kako bi se objekt stimulirao. Jedna od takvih tehnika sastoji se od moduliranja izvora zagrijavanja kontinuirano u redefiniranim obrascima i snimanja termalnog odgovora uz pomoć infracrvene kamere. Snimljene slike tada odlaze u fazu analize te se reduciraju na jednu sliku koja okuplja sve informacije u odnosu na moduliranu termografiju. U slučaju velikih građevina poput piramida, solarna radijacija nudi periodične varijacije tijekom duljeg vremenskog perioda.<sup>48</sup>

#### 4.1.3. Detekcija mionskih zraka



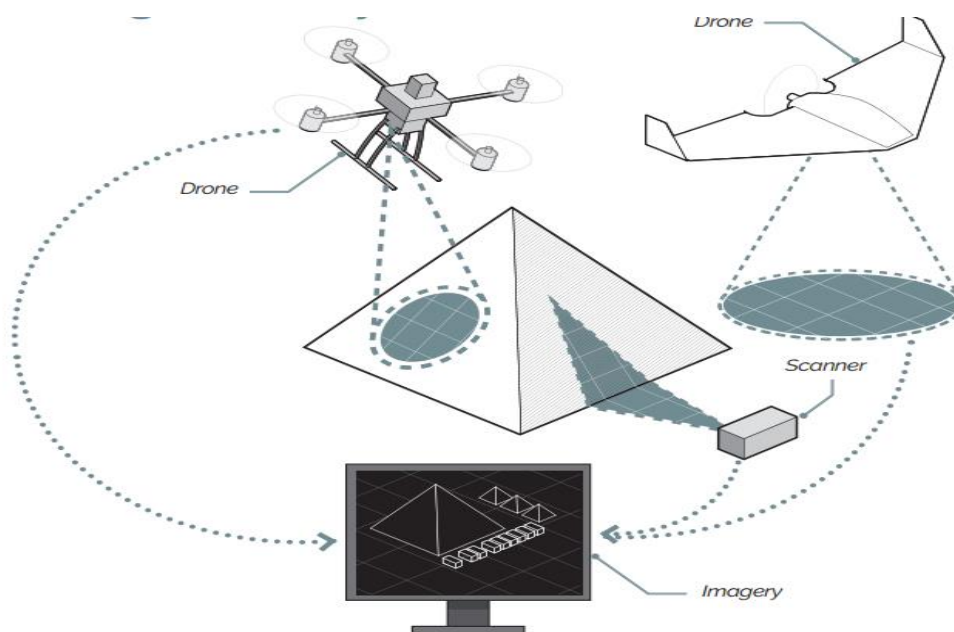
Shema 3 Korištenje mionskih zraka u otkrivanju piramida

Dostupno na: <http://www.scanpyramids.org/>, pristupljeno 13.12.2016.

<sup>48</sup> <http://www.scanpyramids.org/>, pristupljeno 17.12.2016.

Mionske zrake dolaze iz viših slojeva zemljine atmosfere gdje su nastale iz kolizije između kozmičkih zraka galaktičkog okruženja i atomskih nukleusa atmosfere. Mionske zrake padaju na tlo skoro u brzini svjetlosti s kontinuiranom količinom od 10,000 po m<sup>2</sup>/minuta. Najslabije mionskim zrakama su Rentgenske zrake (X-ray) koje se koriste u medicini kako bi vizualizirale kostur i elementarne čestice, kao što su teški elektroni koji mogu jako lako proći kroz bilo koju strukturu, poput velikih i teških kamenja ili planina. Detektori postavljeni na optimalna mjesta (unutar piramida, ispod još neotkrivene prostorije) dopuštaju, akumulacijom mionskih zraka tokom vremena, otkrivanje praznih prostora. Poteškoća kod korištenja ove tehnike je stvaranje visoko osjetljivih detektora koji će prikupiti dovoljnu količinu podataka (u nekoliko dana ili pak mjeseci). Mionska radiografija danas se koristi u proučavanju vulkana, ali i kemijskih emulzija, kako bi se skenirala nuklearni reaktori u Fukušimi.<sup>49</sup>

#### 4.1.4. Fotogrametrija i laser



Shema 4 Korištenje fotogrametrije i lasera u otkrivanju piramida

Izvor: <http://www.scanpyramids.org/>, pristupljeno 13.12.2016.

<sup>49</sup> <https://www.extremetech.com/extreme/201706-muon-scans-confirm-complete-reactor-meltdown-atfukushima-reactor-1>, pristupljeno 13.12.2016.

Dašur i plato Gize rekonstruiran u 3D verziji, sa svim svojim građevinama, piramidama i hramovima. To je cilj istraživača Yves Ubelmanna kombinacijom dvije tehnologije: fotogrametrije i dronova. U osnovi fotogrametrije leže kompjutorski algoritmi koji omogućavaju uz prikupljanje brojnih informacija objekta iz raznih gledišta rekonstruiranje 3D objekta. Algoritmi koje koristi Iconem razvijeni su od strane INRIA (francuski nacionalni institut za kompjutorsku znanost i primijenjenu matematiku). Novost kombiniranja fotogrametrije i laserskog snimanja uz pomoć dronova već se koristio u obnavljanju razorenih područja kao što su Sirija i Afganistan. Detalji mikrotopografije dati će također informacije o položaju ili obliku neotkrivenih iskopina koje su vidljive samo zahvaljujući obliku zemlje. Dronovi mogu funkcionirati poput helikoptera s velikom autonomijom u navigiranju, a njihova najveća prednost je prikupljanje slika samo nekoliko metara od građevine, što uz fotogrametriju daje sliku cijele piramide centimetar po centimetar. Ovakvo visoko definiranje omogućiti će geometričku informaciju, posebno u davanju odgovora na slaganje i centriranje kamenih blokova, ali i teksturi i mogućih tragova korištenih alata i konstrukcijskih metoda. Fotogrametrija omogućava rad i kombiniranje različitih metoda u iskorištavanju istog digitalnog modela i omogućiti globalnu interpretaciju lokaliteta. Kako bi misija bilo što obuhvatnije, tim će izvesti analizu laserskih skenera unutar građevina, u prostoru ograničenim i tamnim mjestima gdje fotogrametrija nije moguća.<sup>50</sup>

---

<sup>50</sup> Dostupno na: <http://www.scanpyramids.org/>, pristupljeno 12.12.2016.

## 5. ZAKLJUČAK

U razdoblju Stare države Egipta izgrađene su brojne piramide, od kojih su većina grobnice za faraone. Brojne od njih i danas postoje te predstavljaju superstrukture čija izgradnja i dalje zbunjuje istraživače diljem svijeta. Pregledom brojne literature iz raznih vremenskih perioda (od 1900.-2000-ih godina) može se zaključiti da je egipatsko poimanje života bilo jako duhovno i u potpunosti podređeno bogovima, koji su prema njihovim navođenjima određivali sve zemaljske okolnosti. Sama piramidalna konstrukcija visokih dimenzija upućuje na usmjerenost prema suncu, kao krajnjem cilju. Zaključuje se kako je Velika piramida u Gizi rezultat visoko inteligentnog dizajna a njezina konstrukcija detaljno demonstrira nevjerojatnu preciznost sa širokim geodetskim poznavanjem Zemlje, astronomije, astrofizike, napredne matematike i Newtonovih mehanizama.

S ciljem potpunog shvaćanja cjelokupne slike piramida (njihove izgradnje, korištenih materijala, tehnika) pokrenula se misija 2015. godine pod nazivom Scanpyramids koja bi trebala pokazati sve tajne piramida koristeći se visokom tehnologijom, uz minimalno oštećivanje samih građevina.

## POPIS LITERATURE

1. ARNOLD, D., 1999. - *When the Pyramids Were Built: Egyptian Art of the Old Kingdom*, New York: Rizzoli International Publications, 4.
2. ASTON, B., 2000. - *Stone In Ancient Egyptian Materials and Technology*, Cambridge: Cambridge University Press, 77.
3. BREASTED, J., 1906. - *Ancient Records of Egypt I.*, Chicago: University of Chicago Press.
4. BRIER, B., HOUDIN, J., 2008. - *Secret of The Great Pyramid*, 7.
5. LANGE, K., HIRMER, M., 1995. - *Egipat, arhitektura, plastika, slikarstvo tokom tri milenija*, Jugoslavija, Beograd, 50.
6. LEHNER, M., 1997. - *The Complete Pyramids: Solving the Ancient Mysteries*, London and New York: Thames and Hudson, 17.
7. LEPRE, J.P., 1990. - *The Egyptian Pyramids: A Comprehensive Illustrated Reference*, McFarland & Co. Jefferson, North Carolina, 252.
8. LIVRAGA, J.A., 1995. – *Teba*, Nova Akropola, Zagreb, 25.
9. NOUR, M.Z. et.al., 1984. - *The Cheops Boat*, Oxford, 35.
10. PERNJAK, D., 2013. - *Mumifikacija i pogrebna oprema u Egiptu u helenističkom razdoblju*, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatski studiji, 26.
11. REDFORD, D.B., 1967. - *History and Chronology of the Eighteenth Dynasty of Egypt: Seven Studies*, 16.
12. ROSALIE, D., 2000. - *Mummification In Ancient Egyptian Materials and Technology*, Cambridge University Press, 89.
13. SCHULZ, R., SEIDEL, M., 1998. - *Egypt: The World of the Pharaohs*, Cologne: Köln.
14. SCOTT, R., 2005. - *Construction of the top of the Egyptian pyramids an experimental test of a levering device*, Hussey-Pailos.
15. SILIOTTI, A., 1997. - *Guide to the Pyramids of Egypt*. New York: Barnes and Noble, 5
16. STADELMANN, R, 1997. - *The Development of the Pyramid Temple in the Fourth Dynasty*, British Museum Press, London, 1-16.

17. TEETER, E., (ur.), 1999. - *Egypt and the Egyptians*, Cambridge: Cambridge University Press, 2-3
18. TOMORAD, M., 2012. - *Staroegipatska civilizacija*, (rukopis), 5.
19. VERNER, M., 2001. - *The Pyramids - Their Archaeology and History*, Atlantic Books.
20. VRANIĆ, J., 2002. – *Stari Egipat, Povijest, književnost i umjetnost drevnih Egipćana*, Zagreb, 22.
21. WENKE, R., 1988. - *Koni el-Hisn: Excavation of an Old Kingdom Settlement in the Egyptian Delta*, Journal of American Research Center in Egypt, 5.
22. WILKINSON, R., 1994. - *Symbol and Magic in Egyptian Art*, London : Thames and Hudson, 2-3.

## Popis Internet stranica

1. <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=42979>
2. <http://www.starapovijest.eu/staroegipatska-kraljica-hatsepsut-1479-1458/>
3. [www.carnegiemnh.org](http://www.carnegiemnh.org)
4. [www.ancient-egypt.info](http://www.ancient-egypt.info)
5. [www.starapovijest.eu](http://www.starapovijest.eu)
6. [www.touregypt.net](http://www.touregypt.net)
7. <http://www.livescience.com/23050-step-pyramid-djoser.html>
8. <https://www.youtube.com/watch?v=t5VsldNp83s>
9. [www.historyarchaeology.wordpress.com](http://www.historyarchaeology.wordpress.com), pristupljeno 13.06.2016.
10. [https://hr.wikipedia.org/wiki/Piramide\\_u\\_Gizi#/media/File:Giza\\_pyramid\\_complex\\_\(map\).svg](https://hr.wikipedia.org/wiki/Piramide_u_Gizi#/media/File:Giza_pyramid_complex_(map).svg)
11. [www.znanje.org](http://www.znanje.org)
12. [www.urbancult.hr](http://www.urbancult.hr)
13. <http://world-pyramids.com/en/world-pyramids/africa/egypt-pyramids/giza-plateau/secondpyramid.html#.V2asCPmLSM8>
14. [www.memphistours.com](http://www.memphistours.com)
15. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cairo,\\_Gizeh,\\_Pyramid\\_of\\_Menkaure,\\_Egypt,\\_Oct\\_2005.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cairo,_Gizeh,_Pyramid_of_Menkaure,_Egypt,_Oct_2005.jpg)
16. <http://www.scanpyramids.org/>

## POPIS ILUSTRACIJA

<u>Shema 1 Korištenje infracrvene termografije u otkrivanju piramida</u>	<u>24</u>
<u>Shema 2 Korištenje modularane termografije u otkrivanju piramida</u>	<u>25</u>
<u>Shema 3 Korištenje mionskih zraka u otkrivanju piramida</u>	<u>26</u>
<u>Shema 4 Korištenje fotogrametrije i lasera u otkrivanju piramida</u>	<u>27</u>
<u>Slika 1 Geografski položaj Donjeg i Gornjeg Egipta</u>	<u>2</u>
<u>Slika 2 Donji i Gornji Egipat</u>	<u>3</u>
<u>Slika 3 Struktura mastabe</u>	<u>8</u>
<u>Slika 4 Stepenasta Džozerova piramida</u>	<u>9</u>
<u>Slika 5 Ka statua</u>	<u>9</u>
<u>Slika 6 Kapelica u sklopu Džozerove piramide</u>	<u>10</u>
<u>Slika 7 Savijena piramida iz vremena Snofru</u>	<u>11</u>
<u>Slika 8 Keopsova, Kefrenova i Mikerinova piramida u Gizi</u>	<u>13</u>
<u>Slika 9 Kompleks piramida u Gizi</u>	<u>13</u>
<u>Slika 10 Velika sfiga u Gizi</u>	<u>14</u>
<u>Slika 11 Sunčev brod uz Keopsovu piramidu</u>	<u>15</u>
<u>Slika 12 Kefrenova piramida</u>	<u>16</u>
<u>Slika 13 Kanopske žare</u>	<u>17</u>
<u>Slika 14 Kefrenova sjedeća statua</u>	<u>18</u>
<u>Slika 15 Mikerinova piramida</u>	<u>19</u>
<u>Slika 16 Unutrašnjost Mikerinove piramide</u>	<u>20</u>
<u>Slika 17 Primjer rampe u izgradnji piramida</u>	<u>21</u>