

ZLATNI REZ

GOLDEN RATIO

Sanja Zlatić

Stručni članak

Sažetak: Matematika i arhitektura su uvijek bile bliske ne samo zbog toga što arhitektura ovisi o razvoju matematike i njenim otkrićima, već i zbog njihove zajedničke težnje redu i ljepoti, formi nekih građevina u prirodi, odnosno formi u konstrukciji. Matematika je neophodna za shvaćanje strukturalnog koncepta građevina. Također je potrebna kod vizualnog uređivanja elemenata ili kao 'alat' za postizanje harmonije u prirodi, ali i sa svemirom. Sa zlatnim rezom susrećemo se svakodnevno, a da toga nismo ni svjesni. Prisutan je u rastu biljaka od dana klicanja pa sve do cvatnje, u obliku tijela životinja i u građi ljudskog tijela. Korištenje zlatnog reza proteže se kroz antiku, renesansu i modernizam, sve do današnjih dana. Koristi se u arhitekturi, graditeljstvu, kiparstvu, slikarstvu, glazbi, fotografiji i dizajnu. Zlatni rez ili božanska proporcija najsavršeniji je rez u prirodi, potpuno savršen ljudskom oku, harmonija između izrazite preciznosti i kaotične nesavršenosti.

Ključne riječi: graditeljstvo, zlatni rez, zlatni pravokutnik, zlatna spirala

Professional paper

Abstract: Mathematics and architecture have always been close, not only because architecture depends on the development of mathematics and its discoveries, but also because of their common aspirations towards order and beauty, the form of some countryside buildings, or the form of construction. Mathematics is essential for understanding the structural concept of buildings. It is also crucial in visual editing of elements, but can sometimes act as a 'tool' to achieve harmony in nature and the universe. We can see the golden ratio every day without being aware of it. It can be found in the growth of plants from a sprout to the flower, also in the different shapes of animal bodies and human built. The usage of the golden ratio extends all through the antique period, the Renaissance, modernism and up to the present day. It is commonly used in architecture, construction engineering, sculpture, art, painting, music, photography and design. The golden ratio or the divine proportion is the most perfect ratio in nature, simply perfect to the human eye. It is a harmony between extreme precision and chaotic imperfection.

Key words: construction, golden ratio, golden rectangle, golden spiral

1. UVOD

Zlatni rez prisutan je u svim aspektima ljudskog života. Gdje god opazimo iznimnu ljepotu i sklad, najčešće ćemo otkriti prisutnost zlatnog reza. To je pojam koji povezuje matematiku, prirodu, tehniku i umjetnost na vrlo neobičan i zanimljiv način.

Postoji li nešto zajedničko između crkve Notre Dame u Parizu, ljudskog tijela, dizajna Twittera i kreditne kartice, te običnog puža? Odgovor je da. Jedan, jedini broj – 1.6180339887. Matematička konstanta koju označavamo grčkim slovom Φ (fi) i nazivamo ju zlatnim rezom. Čarolija zlatnog reza ili božanske proporcije nalazi se u porama matematike, arhitekture, glazbe i mnogih drugih znanstvenih disciplina. Zlatni rez čini matematiku univerzalnom znanosti, otkrivajući njegovu prisutnost u različitim životnim područjima i razdobljima ljudskog postojanja. Taj broj inspirirao je mnoge mislioce raznih znanstvenih disciplina kao ni jedan drugi koji se ikad pojavio u povijesti matematike. [1, 2]

Kažemo da su dvije veličine u zlatnom rezu ako se manji dio odnosi prema većem kao što se veći dio odnosi

prema ukupnom, tj. ako vrijedi:

$$\frac{m}{M} = \frac{M}{m+M} = \lambda \quad (1)$$

Uvrstimo li $m = M\lambda$ u lijevi dio jednadžbe, dobivamo:

$$\frac{M\lambda}{M} = \frac{M}{M\lambda+M} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{\lambda+1} \quad (2)$$

Sređivanjem dolazimo do kvadratne jednadžbe

$$\lambda^2 + \lambda - 1 = 0 \quad (3)$$

čije pozitivno rješenje iznosi:

$$\lambda = \frac{-1+\sqrt{5}}{2} \approx 0.6180339887 \dots \quad (4)$$

Ovaj broj označavamo malim grčkim slovom φ , $\varphi = 0.6180339887$.

Zapišemo li jednadžbu (1) u obliku

$$\frac{M}{m} = \frac{m+M}{M} = \lambda, \quad (5)$$

dobivamo kvadratnu jednadžbu

$$\lambda^2 - \lambda - 1 = 0 \quad (6)$$

čije pozitivno rješenje iznosi:

$$\lambda = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \approx 1.6180339887 \dots \quad (7)$$

Dobiveni broj označavamo velikim grčkim slovom Φ , $\Phi = 1.6180339887$.

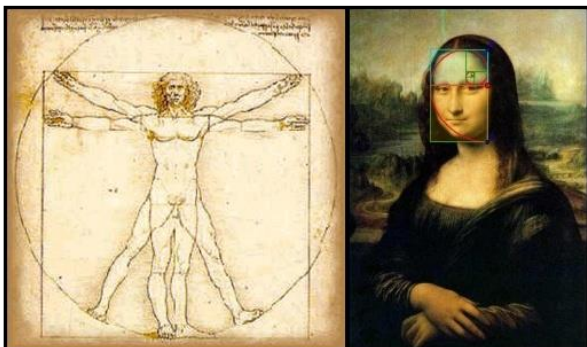
2. ZLATNI REZ KROZ POVIJEST

Zlatni rez može se pronaći još u pričama Starog zavjeta. U Knjizi izlaska 25,10 Bog kaže Mojsiju: „Od bagremova drva neka naprave Kovčeg: dva i po lakta dug, lakat i po širok i lakat i po visok“. Ove mjere čine oblik koji je savršeno proporcionalan prema pravilu zlatnog reza. [5]

Teorija zlatnog reza započeta je u antici, a svoj procvat imala je u renesansi kada su umjetnici, matematičari, fizičari i astrolozi tražili savršenstvo u kompozicijama poznatih struktura. Grčki kipar Fidije u 5. st. pr. Kr. primijenio je zlatni rez u dizajnu svojih skulptura i gradnji Partenona. Platon (grčki filozof, 5. i 4. st. pr. Kr.) u „Timoteju“ opisuje pet pravilnih geometrijskih tijela kao temelj harmonične strukture svijeta. Zlatni rez igra ključnu ulogu u dimenzijama i oblikovanju nekih od ovih tijela. [4, 5]

Grčki matematičar Euklid prvi je ovaj broj uočio i matematički izrazio. Oko 300 godina prije Krista napisao je knjigu „Elementi“ u kojoj navodi prvu zabilježenu definiciju zlatnog reza. [1, 5]

Stoljeće prije Krista sva znanja starih Grka objedinio je rimski arhitekt Marcus Vitruvius Polio u svom kapitalnom djelu „De architectura libri decem“ ili „Deset knjiga o arhitekturi“, posvećenom imperatoru Augustu. Pisao je o simetriji hramova, a njihove proporcije uspoređuje s razmjerima čovječjeg tijela. Vitruvije je ucertao ljudsko tijelo u kružnicu, što je mnogo stoljeća kasnije ponovno interpretirao Leonardo Da Vinci.



Slika 1. Leonardo da Vinci - Vitruvijev čovjek [6] i Mona Lisa [7]

Mnogi renesansni umjetnici koristili su zlatni rez na svojim slikama i skulpturama da bi postigli ravnotežu i ljepotu. Prema nekoliko izvora, Leonardo da Vinci upotrijebio ga je za određivanje osnovnih proporcija „Posljednje večere“ i „Mona Lise“ (slika 1.). [5]

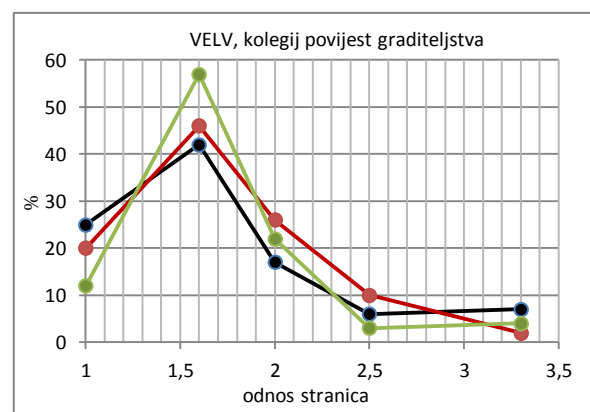
U godini 1202., razdoblju cvata gotike, Leonardo iz Pise, zvan Filius Bonaccio (Fibonacci), proučavao je razmnožavanje zečeva te je tako došao do zaključka da oni u održanju vrste slijede zakon zlatnog reza. Počeo je brojati i zapisivati sume novorođenih zečeva. Počevši od prva dva zeca, broj novih zečeva je rastao progresijom: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89... Svaki sljedeći broj jednak je zbroju prethodna dva. Omjer dvaju uzastopnih članova jednak je 1.618, tj. omjeru zlatnog reza. Ovaj niz poznat nam je pod nazivom Fibonaccijev niz. [8]

Luca Pacioli (talijanski svećenik, 15. i 16. st.) u „De divina proportione“ objašnjava zašto se zlatni rez može smatrati božanskom proporcijom. Kepler (njemački astronom, 16. i 17. st.) kaže da je zlatni rez „skupocjeni dragulj“. Charles Bonnet, švicarski prirodnjak i filozof, u 18. st. proučava filotaksiju biljaka (način rasta). U rastu biljaka uočava redovitu pojavu dvaju susjednih Fibonaccijevih brojeva i proporcije zlatnog reza. [9]

3. ZLATNI REZ – NAJUGODNIJI LJUDSKOM OKU

Pravokutnik kod kojeg je omjer dulje stranice prema kraćoj jednak Φ nazivamo zlatnim pravokutnikom.

Na nastavi povijesti graditeljstva (Veleučilište u Varaždinu, studij graditeljstva) učinjen je pokus. Studentima je ponuđeno 5 pravokutnika različitih omjera stranica. Trebali su odabrati pravokutnik koji je najugodniji njihovom oku. Studenti su svake godine najviše odabirali pravokutnik čiji je omjer stranica jednak Φ , tj. odabrali su zlatni pravokutnik (slika 2.).



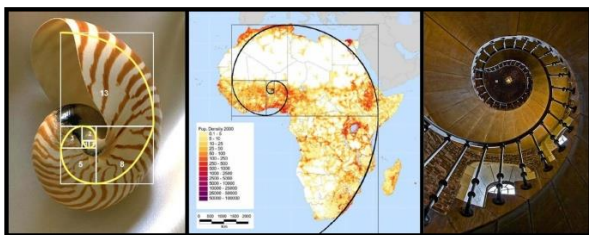
Slika 2. Zlatni pravokutnik – najugodniji ljudskom oku [10]

Zlatni rez prisutan je svuda oko nas. Svjesno ili nesvjesno ljudi ga koriste u svim životnim područjima i smatraju ga najugodnijim ljudskom oku.

4. ZLATNI REZ – SVUDA OKO NAS

U svijetu oko nas postoji pregršt primjera zlatnog reza. Prisutan je u rastu biljaka, u građi tijela životinja kao i u građi ljudskog tijela. Spirala, ključno oruđe po ukusu prirode, dugo je smatrana i jednim od najvažnijih. Zlatna ili logaritamska spirala je spirala utemeljena na zlatnom rezu. Njen rast je savršeno jednak, kao i ostali aspekti zlatnog reza, jer su u tu spiralu ugrađeni svi divni misteriji sklada i ravnoteže broja Φ . Konstruirajući zlatnu spiralu dobivamo kvadrate čije su površine Fibonaccijevi brojevi. [5]

Zlatna spirala nalazi se svuda oko nas. Negdje više, a negdje manje uočljiva. Jedan od najljepših primjera zlatne spirale u prirodi je puž Nautilus (indijska lađica) koji kao da je izrastao po zakonu zlatnog reza (slika 3.). Kada bismo izračunali odnos svakog spiralnog promjera prema sljedećem, dobili bismo broj Φ .



Slika 3. Zlatna spirala svuda oko nas [8, 12, 13]

Pogledamo li građu češera, možemo uočiti 8 spiralnih redova sjemenki u smjeru kazaljke na satu i 13 spiralnih redova u smjeru suprotnom od kazaljke na satu. Brojevi 8 i 13 su susjedni brojevi Fibonaccijevog niza i njihov je omjer 1.62. Kod suncokretovih sjemenki također primjećujemo zlatne spirale u dva smjera. U jednom smjeru sjemenke se nalaze u 34 spiralnih redova, dok se u drugom smjeru nalaze u 55 redova. Broj sjemenki u jednom je redu tih spirala 21, a u drugom redu 34. Brojevi 21, 34 i 55 susjedni su brojevi Fibonaccijevog niza. Ovakve spirale možemo uočiti i u rastu brokule, ananasa te kod raznih kaktusa i cvjetova. Također, laticice ruže iz sredine prema vanjskom dijelu cvijeta pupaju u obliku zlatne spirale [1, 9].



Slika 4. I biljke rastu prema pravilu zlatnog reza [12, 14, 15, 16, 17]

Jeste li ikada brojali laticice na nekom cvijetu? Broj latica većine cvjetova je Fibonaccijev broj. Osim broja latica, i u samom rastu biljke pojavljuje se broj Φ . Zakretanjem za određeni kut kod oblikovanja novih grana, listova i cvjetova biljka osigurava optimalan

raspored grana, listova i cvjetova. Optimalan je raspored u smislu količine sunca koju će svaki od novih izdanaka primati, i pri tome što manje zaklanjati sunce onima koji se nalaze ispod njega. Optimalan je i u pogledu izlaganja svoje površine kiši, koja će se kasnije slijevati niz stabljiku biljke sve do korijena. Svaka nova grana, list ili cvijet koji se počne razvijati u središnjem dijelu biljke raste u novom smjeru i uvijek je pod istim kutom zakrenut u odnosu na onaj prethodni. Optimalan raspored dobiva se jedino ako taj kut iznosi 137.5° , a to je zlatni kut. [17, 18]

Prerežemo li jabuku na pola, uočiti ćemo da se sjemenke jabuke nalaze u obliku pentagrama čiji su odsječci u odnosu Φ [5]. U pčelinjoj zajednici, košnici, uvijek je manji broj mužjaka. Podijelimo li broj ženki sa brojem mužjaka pčela u košnici, dobit ćemo broj Φ . Osim broja potomaka, pčele izgrađuju domove proporcionalnima svetoj geometriji – saće. [11]

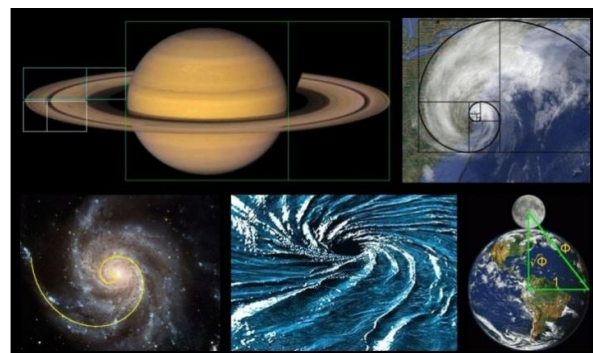
Građa tijela mnogih životinja u omjeru je zlatnog reza, npr. leptiri, puževi, dupini, ptice, pingvini, mravi i mnoge druge životinje. I naša su tijela ispunjena zlatnim spiralama. Možemo je uočiti u našem uhu, u stisnutoj šaci, pramenu kose, otisku prsta, pa čak i u strukturi DNK. Savršeno ljudsko tijelo u omjeru je 1:1.618.



Slika 5. Zlatni rez u prirodi [12, 14, 19, 20]

Pogledamo li u nebo, vodu ili vjetar uočiti ćemo u njemu oblik zlatne spirale. Velike oluje kao što su uragan i tornado upravo spiralnog su oblika [1].

Svemir je prepun spiralnih galaksija. Jedna od njih je Mliječni put, odnosno Mliječna staza, dakle galaksija u kojoj se nalazi naš Sunčev sustav. Zlatnu spiralu možemo uočiti i u satelitskoj snimci oluje „Irena“ te u vrtlogu vode. Planet Saturn također je u omjeru zlatnog reza. Promotrimo li udaljenost Zemlje od mjeseca, uočiti ćemo da se i ovdje pojavljuje broj Φ . [1, 21]



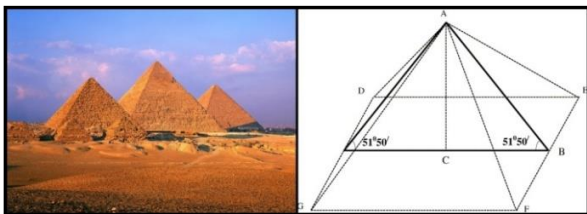
Slika 6. Zlatni rez u svemiru [13, 20, 21, 22]

Zlatni rez nalazimo i u glazbi. Smatra se da ljepota zvuka violine dolazi iz njenog dizajna u omjeru zlatnog reza. Središte zakrivljenosti luka je u 'zlatnoj poziciji' s obzirom na ukupnu dužinu violine. Tipkovnica klavira slijedi Fibonacciev niz. Tipke su podijeljene u grupe. U svakoj grupi ima ih 13 i to podijeljenih na 8 bijelih i 5 crnih.

5. ZLATNI REZ U GRADITELJSTVU

Velika piramida u Gizi ili Keopsova piramida najstarije je od sedam svjetskih čuda Staroga svijeta i jedino koje je očuvano. Izgrađena je oko 2500 godina prije Krista kao grobnica faraona Keopsa.

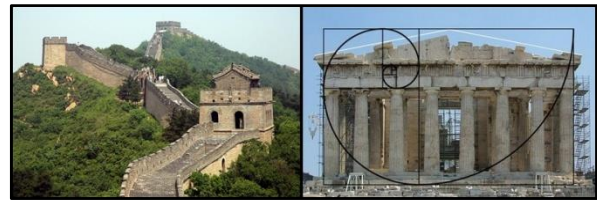
Kao geometrijsko tijelo sastavljena je od četiri jednakostranična trokuta smještena na kvadratičnu osnovu. Stranice tlocrtnog kvadrata iznose oko 230.40m, a prvobitna visina piramide bila je 146.60 m. [23]



Slika 7. Keopsova piramida u Gizi [24]

S obzirom na to da je ABC pravokutan trokut (slika 7.), prema Pitagorinom poučku vrijedi $|AB|^2 = |AC|^2 + |BC|^2$. Dakle, duljina hipotenuze AB iznosi 186.45 m. Podijelimo li duljinu hipotenuze s duljinom manje katete dobivamo: $186.45 : 115.2 = 1.618 = \Phi$. Odnos hipotenuze prema visini piramide iznosi: $186.45 : 146.60 = 1.272 = \sqrt{\Phi}$. Označimo li manju katetu s 1, duljina visine iznosi $\sqrt{\Phi}$, a duljina hipotenuze Φ . Ovaj trokut naziva se egipatskim, a pravokutnik izveden iz njega nazvan je Keopsovim pravokutnikom. Taj je važan lik zastupljen u cijeloj likovnoj umjetnosti Egipta: u mnogim građevinama, u kompoziciji oslikanih površina, oblicima sarkofaga te u „ukrasnim“ predmetima različitih vrsta i namjena. [23]

Kineski zid (slika 8.), sagrađen oko 3000 g. pr. Kr., izgrađen je na osnovama zlatnog reza [2]. U grčkoj arhitekturi kao mjerilo za planiranje služio je zlatni rez. Smatra se da su ga starogrčki arhitekti koristili u konstrukciji Partenona (slika 8.) i mnogih drugih grčkih građevina, skulptura te kompozicija slika. Partenon, antički hram posvećen božici Ateni, izgrađen je u 5. st. prije Krista na atenskoj akropoli. Simbol je antičke Grčke i jedan od najpoznatijih svjetskih spomenika kulture. Dominira atenskom Akropolom i najskladnija je građevina svih vremena. Zlatni pravokutnik pojavljuje se na nekoliko mjesta u dizajnu Partenona. Možemo ga uočiti u pročelju i tlocrtu hrama. Omjeri veličina pojedinih dijelova hrama, sve do najsitnijih, predstavljaju omjer zlatnog reza. Grčki su umjetnici ovaj princip razumijevali ne samo kao odnos dužina, nego i kao odnos površina, zavladaвши na taj način beskrajem lijepih oblika.



Slika 8. Kineski zid [25]; Partenon u Grčkoj, 5. st. [6]

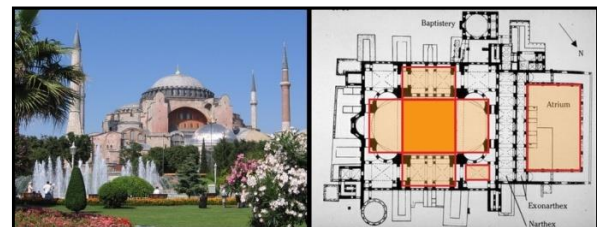
Panteon ili hram svih bogova (slika 9.) rijedak je antički spomenik sačuvan do naših dana. Cjelovit je, iako građen u različitim fazama. Na tlocrtu Panteona linija zlatnog reza nalazi se upravo na mjestu gdje se spajaju ulaz i kupola. [23]

Konstantinov slavoluk (slika 9.), podignut u neposrednoj blizini Koloseuma, najveći je i najsloženiji slavoluk iz Rimskog Carstva. Dimenzije njegovih glavnih elemenata očito su u omjeru zlatnog reza, omiljenog kod rimskih arhitekata. [27, 28]



Slika 9. Panteon, Rim [29]; Konstantinov slavoluk, Rim [28]

Aja Sofija ili Crkva svete mudrosti u Istanbulu (slika 10.) predstavlja remek-djelo bizantske arhitekture i umjetnosti. Njena unutrašnjost u svom dizajnu ima nekoliko zlatnih pravokutnika. [30, 28]



Slika 10. Aja Sofija, Istanbul, 6. st [30, 28]

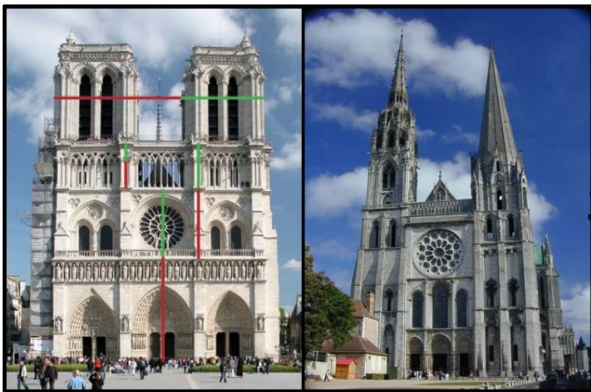
Crkva sv. Marka u Veneciji (slika 11.), primjer bizantske arhitekture, poznata je zbog svoje jedinstvenosti u smislu bogate i veličanstvene unutrašnjosti. Zbog raskošnog dizajna, pozlaćenih bizantskih mozaika i svog statusa kao simbola mletačkog bogatstva i moći, od 11. stoljeća građevina se naziva Chiesa d'Oro (Crkva od zlata). U njenom tlocrtu možemo uočiti nekoliko zlatnih pravokutnika. [31, 28]



Slika 11. Crkva svetog Marka, Venecija, 12. st [31, 28]

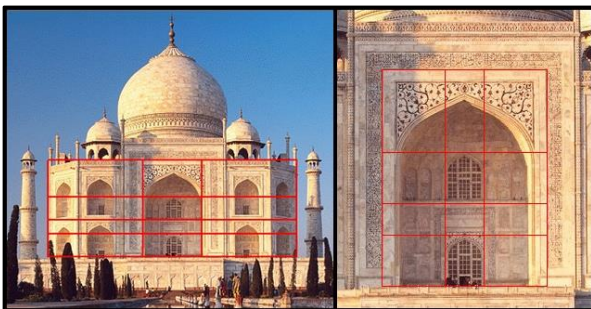
Graditelji srednjovjekovnih crkvi i katedrala projektiranju su prilazili na prilično isti način kao i Grci. Njihov je cilj bio harmonična struktura i ljepota. Ove veličanstvene crkve i katedrale držale su se projektiranja savršenih omjera, na isti način kao i Partenon. Iznutra i izvana ove su građevine imale zamršenu konstrukciju utemeljenu na zlatnom rezu i ostalim pravilima proporcija. [5]

Zapadno pročelje najpoznatije gotičke katedrale, Notre Dame (slika 12.), obiluje odnosima definiranim zlatnim rezom [5]. Katedrala u Chartresu (slika 12.) sagrađena je između 1194. i 1260. godine. Luk njene srednje lađe bio je najveći u svoje doba. Nitko ne zna kako su graditelji izračunali luk, nitko ne zna zašto su vjerovali da će biti dobar, ali uređenje unutrašnjosti utemeljeno je precizno na petokrakoj zvijezdi i oličenje je zlatnog reza. [5]



Slika 12. Crkva Notre Dame, Pariz [32]; Katedrala u Chartresu, Francuska [33]

U gradnji Taj Mahala (slika 13.) također je korišten zlatni rez. To je razlog zbog kojeg izgleda tako savršeno. Pravokutnici koji su korišteni za vanjske okvire glavne zgrade zlatni su pravokutnici. Okvir glavnih vrata također je u obliku zlatnog pravokutnika. [34]



Slika 13. Taj Mahal, Indija, 1653. [35]

Arhitekt Le Corbusier, jedan od začetnika moderne arhitekture, bavio se proporcijama i odnosima građevina s prirodom. Razvio je Modulor, arhitektonski mjerni sustav koji koristi zlatni rez. Njegova Villa Stein (slika 14.), sagrađena 1927. godine u Garchesu, primjer je korištenja zlatnog reza u modernoj arhitekturi. Njen pravokutni tlocrt, visina i unutarnja struktura aproksimiraju zlatnom rezu. Le Corbusier je smjestio sistem harmonije i proporcija u centar svoje filozofije dizajna, smatrao je da je matematički poredak svemira

blisko vezan uz zlatni rez i Fibonaccijev niz. Villa Stein je sagrađevina na izoliranom prostoru, okružena vrtovima, s odajama za poslugu uz željezna pristupna vrata. Kockasti dojam je razbijen samo ovalnim oblicima, inspiriranih prozorima velikih prekoatlantskih luksuznih brodova. Međutim, i dalje prevladava klasični princip u oba oblika. Vertikalno uređenje prostora je prilično čisto i logično. Upravo to što se Le Corbusier strogo držao određenih proporcija, a pročelja i tlocrti su u zlatnom rezu, vilu čini ugodnu oku. [36] Le Corbusier koristi Modulor za sve svoje građevine. Njegova Villa Savoye (slika 14.), smještena u predgrađu Pariza, jedna je od najpoznatijih kuća moderne arhitekture. Kuća se nalazi na pilotima s ciljem da se podigne od zemlje i da se što bolje iskoristi prostor. Neobičan dizajn i prijelazi između katova (spiralna stubišta i rampe) omogućuju ljudima da, krećući se kroz prostor, dožive sklad između arhitektonskih oblika i igre svjetla. Kao i crkva Notre Dame u Ronchampu, Villa Savoye izgleda drugačije iz svakog kuta. [37, 38]



Slika 14. Villa Stein, Garches, Francuska [36]; Villa Savoye, Poissy, Francuska [39]

Najrevolucionarnija zgrada Le Corbusiera je njegova crkva Notre Dame u Ronchampu u Francuskoj (slika 15.). Crkva je iracionalnog dizajna, masivnih zidova koji se uvijaju i izvijaju kao da su od papira, krova koji izgleda kao ogromni šesir ili prepolovljeni brod, i sitnih periodičnih otvora koji smisao dobivaju tek iznutra tvoreći predivnu (božansku) igru svjetla. [40]

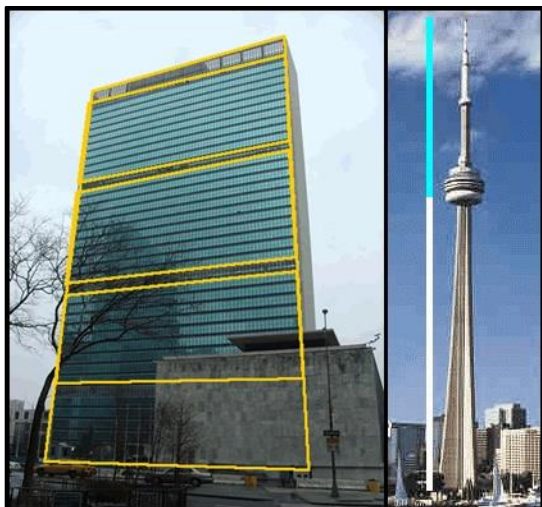
Švicarski arhitekt Mario Botta u dizajnu kuće u Origliu (slika 15.) koristio je zlatni rez kao omjer između središnjeg i bočnog dijela kuće. [41]



Slika 15. Le Corbusiera, Notre Dame, Ronchamp, Francuska [42]; Mario Botta, Origlio [41]

Prilikom gradnje zgrade Ujedinjenih naroda (slika 16.), sagrađene u istočnom dijelu Manhattana, tim arhitekata koristio je omjer zlatnog reza na nekoliko različitih načina. Pogledamo li omjer visine i širine prozora zgrade možemo primijetiti da su mnogi prozori dizajnirani u omjeru zlatnog reza. Omjer širine cijele zgrade i visine svakih 10 katova također je jednak zlatnom rezu. [43]

CN toranj u Torontu (slika 16.) sadrži zlatni omjer u svom dizajnu. Visina na kojoj je vidikovac iznosi 342 metra, što u odnosu na visinu cijelog tornja od 533.33 metra čini točno 1.618, tj. zlatni broj. [35]



Slika 16. UN zgrada, New York [43]; CN toranj, Toronto [35]

6. ZLATNI REZ U HRVATSKOM GRADITELJSTVU

Analiza starohrvatskih crkvice pokazuje da su se u njihovoj gradnji poštovala neke astronomske značajke, ali i geometrijski razmjeri i zakonitosti koje su se uglavnom temeljili na Vitruvijevu djelu o arhitekturi. Cijela trogirsk katedrala (slika 17.) građena je prema matematičkim načelima. Pročelje sa zvonikom ima svoju matematičku strukturu u kojoj dominira zlatni rez. Luneta na portalu i tlocrt katedrale također sadrže zlatni rez. [44]

Vila Spitzer (1931., Zagreb) reprezentabilni je primjer građevine planski građene u zlatnom rezu. Već na prvi pogled zgrada plijeni pažnju svojim dimenzijama. Omjer njene duljine i visine u omjeru je zlatnog reza. Promatrajući pročelja zgrade, možemo uočiti da su neki prozori i sam ulaz u vilu u obliku zlatnog pravokutnika. Također, na nekoliko mjesta u tlocrtu i presjeku zgrade vidljiv je utjecaj zlatnog reza. [7]



Slika 17. Katedrala u Trogiru, Vila Spitzer (Zagreb, 1931.) [7]

Na pročelju vile Katino (slika 18.), građene početkom 20. st. na otoku Šipanu, pronađeno je nekoliko zlatnih pravokutnika. Širina srednjeg dijela pročelja iznosi 12.17m, dok je visina od tla do krova 7.64m. Podijelimo li širinu s visinom vidimo da omjer aproksimira broju Φ .

Lako je uočiti da su lijevi i desni dio također u obliku zlatnog pravokutnika. Visina od tla do vrha ograde iznosi 4.74m, a širina tog dijela 7.66m. Omjer stranica dobivenog pravokutnika jednak je 1.616. Zlatni rez možemo uočiti i u tlocrtu. Središnji krov u obliku je pravokutnika čije su dimenzije $12.72m \times 7.83m$. Omjer stranica tog pravokutnika je 1.62, što znači da je riječ o zlatnom pravokutniku.



Slika 18. Vila Katino, otok Šipan [45]

7. ZLATNI REZ U MODERNOJ TEHNOLOGIJI

Od Pitagore i Euklida, preko renesanse do današnjih dana matematičku konstantu zlatni rez ljudi su pronalazili u svemu – od umjetnosti i arhitekture do prirode. Najnovija primjena zlatnog reza može se vidjeti u novom dizajnu Twittera (slika 19.). Zlatni rez možemo uočiti i u dizajnu mnogih drugih web stranica. [46]

Dimenzije standardne kreditne kartice, osobne iskaznice i raznih drugih kartica iznose $86 \text{ mm} \times 54 \text{ mm}$. Omjer stranica tog pravokutnika je 1.6, što znači da je dizajn kreditne i ostalih kartica u omjeru zlatnog reza.



Slika 19. Dizajn Twittera i kreditne kartice u omjeru zlatnog reza [46]

Zlatni rez možemo uočiti i u dizajnu iPoda (slika 20.). Omjer dužine i širine iPoda Shuffle iznosi 1.59, dok omjer iPoda Classic iznosi 1.67.

Ljepota nije u oku promatrača već se može empirijski izmjeriti korištenjem matematike i božanskim omjerom. To je nešto u što nas pokušava uvjeriti američka računalna tvrtka Apple koja koristi zlatni rez za dizajn svojih mobitela, loga (slika 20.) i aplikacija. Njihov popularni logo u obliku jabuke i iPhone5 u omjeru su zlatnog reza. Aplikacija za iPhone zvana 'Fit or Fugly' testira naše lice pa korištenjem zlatnog reza procjenjuje jesmo li ili nismo privlačni. [47, 48]

Osim tvrtke Apple, i mnoge druge koriste zlatni rez za dizajn svog loga: National geographic, Pepsi, Toyota i mnoge druge. [49]



Slika 20. Zlatni rez u dizajnu iPoda [6], iPhone5 i loga tvrtke Apple [47]

8. ZAKLJUČAK

Život i svijet oko nas je uistinu nevjerojatan, kao i spoznaja da se sva ljepota svijeta i svemira može sažeti u jednom broju kojeg naše oko percipira u svemu što je estetski lijepo i privlačno. Pravilno razumijevanje zlatnog reza od neprocjenjive je vrijednosti za sve načine dizajniranja – od arhitekture, graditeljstva, slikarstva, kiparstva pa sve do web dizajna. Pored uvažavanja činjenice da je suvremeno graditeljstvo, projektiranje i građenje, kao i razvoj znanosti i tehnike u cjelini poprimilo epitete revolucionarnog i u mnogo čemu originalnog, stoji činjenica da dostignuto stanje nije moguće razumjeti bez poznavanja povijesne pozadine.

9. LITERATURA

- [1] http://www.youtube.com/watch?v=yAlguC_z7B0 (Dostupno: listopad, 2012.)
- [2] <http://www.math.uniri.hr/~ajurasic/radionica.pdf> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Golden_ratio
- [4] <http://web.studenti.math.pmf.unizg.hr/~acehajic/pocetna.html> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [5] Hemenway, P.: Tajni kod, V.B.Z., Zagreb, 2009.
- [6] <http://rouleauc.blogspot.com/2009/04/more-you-know-golden-ratio.html> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [7] <http://sr.scribd.com/doc/65381141/Zlatni-Rez-u-Zagrebu> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [8] <http://zlatni-rez.blogspot.com/> (listopad, 2012.)
- [9] <http://fotoklub-cakovec.hr/wp/2012/02/geometricnost-fotografije-ii> (listopad, 2012.)
- [10] I. Muhovec, B.; Soldo, M.; Orešković : Podaci iz predmetne nastave povijesti graditeljstva, VELV, 2012.
- [11] <http://zmajevbrlog.blogspot.com/> (listopad, 2012.)
- [12] <http://www.kibardindesign.com/en/special-projects/research/golden-ratio.aspx> (listopad, 2012.)
- [13] <http://inspirationgreen.com/fibonacci-sequence-in-nature.html> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [14] <http://pinterest.com/dollymama63/spiral/>
- [15] <http://ufos1.blogspot.com/> (listopad, 2012.)
- [16] <https://pinterest.com/pin/18436679695779836/>
- [17] <http://web.zpr.fer.hr/ergonomija/2005/elassadi/priroda.html> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [18] <http://daniel91.blogger.hr/post/priroda-otisak-savrsenstva/1232301.aspx> (listopad, 2012.)
- [19] http://www.mathematicianspictures.com/PHI_GOLDEN_RATIO_GOLDEN_MEAN/Phi_Golden_Ratio_Golden_Mean.htm (Dostupno: listopad, 2012.)
- [20] <http://journalofcosmology.com/Cosmology8.html>
- [21] <http://www.phiday.org/phi-golden-ratio/>
- [22] <http://www.jessicacrabtree.com/journal1/tag/leonardo-da-vinci> (Dostupno: Listopad, 2012.)
- [23] Pejaković, M.: Zlatni rez, Art studio Azinović, Zagreb, 2001.
- [24] <http://www.alexanthorn.com/arhiva/strane/misterije/ms22.htm> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [25] <http://laceymend.blogspot.com/2010/10/great-wall-of-china.html> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [26] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Partenon> (rujan, 2012.)
- [27] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Slavoluk> (rujan, 2012.)
- [28] http://kaplanpicturemaker.com/archives/at_golden_rectangle (Dostupno: listopad, 2012.)
- [29] <http://maravillasdelmundo-cvd.blogspot.com/2012/02/panteon-de-agripa.html> (listopad, 2012.)
- [30] http://hunterblatherer.wordpress.com/2009/05/30/visas-permits/img_0843/ (Dostupno: listopad, 2012.)
- [31] <http://famouswonders.com/st-marks-basilica-in-venice/> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [32] <http://www.davidfriddle.com/gm/Arch.3/>
- [33] http://en.wikipedia.org/wiki/Chartres_Cathedral
- [34] <https://sites.google.com/site/funwithfibonacci/architecture/the-taj-mahal> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [35] <http://www.goldennumber.net/architecture/>
- [36] <http://bs.scribd.com/doc/69054356/SEMINARSKI-PROJEKTOVANJE-1-ZAVRSENO> (rujan, 2012.)
- [37] http://www.bc.edu/bc_org/avp/cas/fnart/Corbu.html (Dostupno: listopad, 2012.)
- [38] <http://www.ultimatehouse.tv/article.php?id=2>
- [39] <http://philobiodesign.blogspot.com/2011/04/corbusier-villa-savoye.html> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [40] http://hr.wikipedia.org/wiki/Arhitektura_20._stolje%C4%87a (Dostupno: listopad, 2012.)
- [41] <http://canukeepup.wordpress.com/tag/golden-ratio/>
- [42] <http://puppyoutofbreath.blogspot.com/2012/03/found-on-beach-on-long-island-1946.html> (rujan, 2012.)
- [43] http://jwilson.coe.uga.edu/emaf6680fa06/hobgood/kate_files/golden%20ratio/gr%20arch.html
- [44] http://e.math.hr/math_e_article/br15/bilic_vlajsovic/muh_srednjivijek (Dostupno: listopad, 2012.)
- [45] Conex d.o.o., Zagreb: Vila Katino, otok Šipan, Sanacija postojeće konstrukcije objekta, 2012.
- [46] <http://tehnoklik.net.hr/dizajn-twittera-u-zlatnom-rezu> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [47] <http://iosaffairs.com/tag/collage/> (listopad, 2012.)
- [48] <http://www.jutarnji.hr/template/article/article-print.jsp?id=358118> (Dostupno: listopad, 2012.)
- [49] <http://www.quora.com/Logos/What-are-some-good-techniques-for-making-company-logos>

Kontakt:

Sanja Zlatić, dipl. ing. mat., vanjski suradnik
 Veleučilište u Varaždinu
 J. Križanića 33
 42000 Varaždin
 e-mail: sanja.zlatic@velv.hr