

## MATEMATIKA U MODERNOJ ARHITEKTURI

Zaga Šćepanović, Slatina

Poveznica između matematike i arhitekture postoji još od davnih vremena, a njihovo međusobno ispreplitanje i danas je nerazdruživo. Neki od najranijih primjera matematičkih principa u arhitekturi su piramide u Egiptu i grčki hramovi. Arhitekti su ujedno bili matematičari, a matematičari su ujedno bili arhitekti. Jedan od temeljnih principa arhitekture je stabilnost građevine, koje ne može biti bez točne mjere. Upravo je matematika ta koja je važna pri stvaranju korisnog prostora. Važan dio arhitekture je i vanjski izgled, tj. ljepota koja se postiže također matematikom. To uključuje simetriju, geometrijske oblike, razne uzorke. Bez osnovnog razumijevanja matematike nemoguće je živjeti u čvrstom, izdržljivom i svrsishodnome prostoru. Danas postoji velik broj građevina za čiji su vanjski izgled motiv bila geometrijska tijela, plohe i krivulje.



**Torre pendente di Pisa** jedan je od najpoznatijih zvonika cilindričnog oblika. Njegova je izgradnja počela još davne 1173. godine, a ime arhitekta do danas je nepoznanica. Zvonik, zajedno s još trima dijelovima (katedralom, krstionicom i grobnicom), čini kompleks zvan *Campo dei Miracoli* i jedan je od impresivnih primjera rimske arhitekture. Do vrha tornja vodi nas 297 stuba spiralnog stubišta. Toranj je bio zatvoren od 1990. do 2001. godine zbog učvršćivanja temelja jer se svake godine sve više naginjao. Kut naginjanja uspjeli su smanjiti za  $1.5^\circ$ . Danas se mjerenja vrše svakodnevno, a posljednja učinjena intervencija trebala bi spriječiti daljnje naginjanje tornja sljedećih 300 godina.

**Zadatak:** Visina tornja na najnižoj strani iznosi 55.86 metara, a duljina njoj nasuprotne strane tornja je 55.98 metara. Pod koliko je stupnjeva danas nagnut toranj s obzirom na vertikalu? Pod koliko je stupnjeva toranj bio nagnut prije izvršenja radova?

Ako cilindar presječemo ravninom pod nekim kutom u odnosu na njegovu bazu, u presjeku ćemo dobiti krivulju poznatu pod nazivom elipsa. Pravi primjer oblika elipse je planetarij u Kopenhagenu.



**Tycho Brahe Planetarium**, nazvan po danskom astronomu, otvoren je 1989. godine. Jedan je od svjetski najnaprednijih planetarija koji pruža jedinstven doživljaj svim zaljubljenicima u astronomiju. Osim izložbi, unutra se nalazi i IMAX kino koje nudi neponovljiv doživljaj svim posjetiteljima – osjećaj da si dio putovanja do mnogih različitih mjesta i svjetova.

**Zadatak:** Velika os ove elipse predstavlja dulju dijagonalu romba, dok mala mala os predstavlja kraću dijagonalu romba. Razlika duljina dijagonala romba jednaka je 4 m, a površina romba  $240 \text{ m}^2$ . Kako glasi jednadžba ove elipse?



**Air Force Academy Cadet Chapel**, crkva čija je gradnja završena 1963. godine, ima oblik trostrane prizme s visinom od 46 m. Cijelo zdanje rađeno je od čelika, aluminijske i stakla. Zanimljivo je da unutar nje postoje zasebne kapelice za protestante, katolike, židove i budiste te još dvije prostorije za pripadnike ostalih vjeroispovijesti. Svaka kapelica ima svoj ulaz pa se mise mogu održavati istovremeno bez ikakve međusobne smetnje. Danas se smatra jednim od najljepših primjera moderne američke arhitekture.

**Zadatak:** Ako Air Force Academy Cadet Chapel promatramo kao trostranu prizmu, njezinu bazu čini jednakokrtačan trokut s krakovima duljine 48 m. Ako znamo da je duljina crkve jednaka 85 m, koliki je volumen ove prizme iz realnog svijeta?



Jedan od simbola Rotterdama su kuće u obliku kocke, tzv. **Rotterdam Cube houses**. Tih 40 kuća, složene jedna uz drugu, nagnute su pod kutom od  $55^\circ$  i smještene su u samom centru grada.

Kuće je dizajnirao Piet Blom 1984. godine. Ideja vodilja za njihovu izgradnju bila je napraviti „zelenu površinu” unutar velikoga grada. Svaka kuća predstavlja jedno drvo, a sve kuće zajedno čine šumu. Na boravak u tim kućama treba se naviknuti jer to uistinu nisu uobičajene kuće. Zanimljivo je to da nijedan zid, pa tako ni prozori, nije ravan, već je nagnut pod kutom od  $55^\circ$ , zbog čega je otprilike četvrtina prostora neiskoristiva.



Unutrašnjost je podijeljena na tri razine. S najviše razine pruža se prekrasan pogled jer je vrh svake od tih kuća pravilna trostrana piramida čije su sve bočne strane u staklu.

**Zadatak:** Duljina brida baze te piramide je  $\frac{12\sqrt{3}}{5}$  m, a duljina njenih bočnih bridova je 2.4 m. Kolika je površina pod staklom?



Godine 2009. kuće su renovirane i pretvorene u hostel. Svi posjetitelji koji dođu mogu dobiti uvid u to kako je moguće živjeti u prostoru s kosim zidovima.



Jedan od najzanimljivijih i najpoznatijih prostora za shopping je Melbourne Central jer je to mjesto gdje se isprepliče klasična, stara arhitektura s onom modernom, suvremenom.

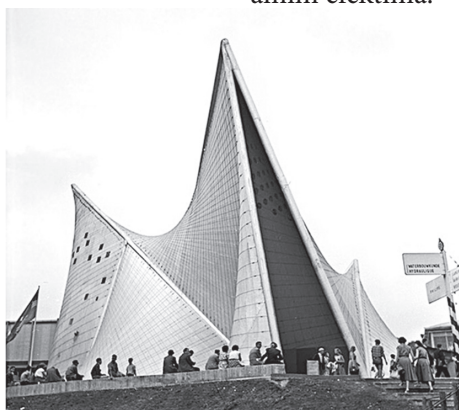


**The Glass Cone** najveći je stakleni objekt takve vrste na svijetu. Ovaj stožac ima 20 katova, težak je 490 tona i prekriven s 924 staklene ploče. Postavljen je 1999. godine iznad starinskog tornja iz 1888. godine i čini jedan dio kompleksa shopping-centra. Osim trgovina, u ovom se prostoru nalaze i mnogi uredi te čak željeznička stanica.

**Zadatak:** Visina staklenog stošca je 84 m. Ako je kut koji zatvara ta visina s izvodnicom stošca jednak  $25^\circ$ , izračunaj kolika je površina koju čine 924 staklene ploče.



Jedan od zanimljivijih arhitektonskih postignuća je **The Philips Pavilion**. Dizajnirali su ga članovi ureda Le Corbusier za sajam Expo '58 u Bruxellisu. Ovaj paviljon proizvod je koji je trebao proslaviti tehnološki napredak nakon završetka rata. Tvrtka Philips skupila je arhitekta, umjetnike i kompozitore kako bi stvorili jedinstven umjetnički dojam. Paviljon čini skupina od devet asimetričnih hiperboličnih paraboloida. Ono što je bilo izvan svog vremena jest oblik građevine unutar koje se slušala elektronička glazba praćena neviđenim vizualnim efektima.



Doživljaj je elektronička kompozicija koja svira pri ulazu i izlazu posjetitelja iz paviljona. Corbusier je želio ostaviti snažan audiovizualni dojam. Glazbenu kompoziciju prati jak vizualni dio koji se sastoji od niza fotografskih projekcija i različitih svjetlosnih prikaza.

I danas je ta kompozicija avangarda koju dosta ljudi ne razumije, a možemo samo zamisliti kako je tek bilo onih godina kada se paviljon otvorio (tih godina televizori su još bili crno-bijeli). ☺

Glazbu možete poslušati na sljedećoj adresi:  
<http://www.youtube.com/watch?v=D7AliTeKBUc>



Ovo su samo neki od fantastičnih primjera geometrije u arhitekturi. Sljedeći put kada budete vani, kada malo prošetate mjestom u kojemu živite, pogledajte zgrade pokraj kojih prolazite. Uočićete matematiku koja se u njima ocrtava. Bez matematike ne bi bilo ni građevina, a bez građevina ne bi bilo ni gradova ni sela. A bez njih... Iako toga možda niste svjesni, matematika je svugdje oko nas. Zapamtite to. ☺

### Literatura

1. *10 Amazing Examples of Architecture Inspired by Mathematics*, dostupno na: <http://flavorwire.com/330293/> (23. 9. 2013.)
2. *About Leaning Tower of Pisa*, dostupno na: <http://www.towerofpisa.info/> (23. 9. 2013.)
3. *About the Planetarium*, dostupno na: <http://www.planetariet.dk/english> (23. 9. 2013.)
4. *Cadet Chapel*, dostupno na: <http://www.sacred-destinations.com/usa/colorado-cadet-chapel> (29. 9. 2013.)
5. *Cubic Houses (Kubuswonig)*, dostupno na: <http://www.galinsky.com/buildings/cubichouses/> (2. 10. 2013.)
6. *Cube Housing*, dostupno na: <http://www.mimoo.eu/projects/Netherlands/Rotterdam/Cube%20Housing> (2. 10. 2013.)
7. *Geometry of the Spirit*, dostupno na: <http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424052748704407804575425563559138100> (29. 9. 2013.)
8. *Le Corbusier: Philips Pavilion*, dostupno na: <http://digital.lib.umd.edu/worldsfairs/record?pid=umd:1011> (3. 10. 2013.)
9. *Mathematics and Architecture*, dostupno na: <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/HistTopics/Architecture.html> (30. 9. 2013.)
10. *Melbourne Central*, dostupno na: <http://www.upfromaustralia.com/melcen.html> (2. 10. 2013.)
11. *Melbourne Central*, dostupno na: <http://www.kisho.co.jp/page.php/226> (2. 10. 2013.)
12. *Pavilion*, dostupno na: <http://architectuul.com/architecture/philips-pavilion> (3. 10. 2013.)
13. *Rotterdam Cube Houses*, dostupno na: <http://www.holland.com/us/tourism/article/rotterdam-cube-houses.htm> (2. 10. 2013.)
14. *The Cadet Chapel*, dostupno na: <http://www.usafa.edu/hc/visitors.cfm> (29. 9. 2013.)
15. *Tycho Brahe Planetarium – Copenhagen*, dostupno na: <http://www.copenhagenedk/cph-map/CPH-Planetarium.asp> (23. 9. 2013.)

Rješenja zadataka provjerite na str. 70

