

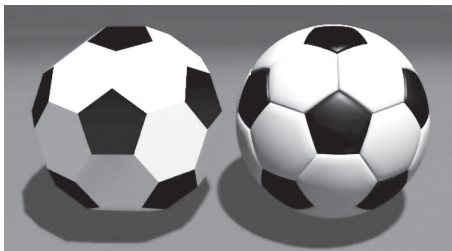


ORIGAMI

Franka Miriam Brückler, Zagreb

NOGOMET NAKON NOGOMETA

Prošlo je nogometno prvenstvo. Nijemci su prvaci, dok se Hrvati baš i nisu proslavili. No, lopta je i dalje okrugla i kotrlja se, a najvažnija sporedna stvar na svijetu i dalje je većini vrlo zanimljiva... Ako te pitam kojom bi sličicom ilustrirao/la tekst, web-stranicu ili prezentaciju o nogometu, vjerujem da bi ti prvo na pamet pala nogometna lopta. I to ne ovogodišnja Brazuca, pa ni mnoge druge novije lopte, nego jedna vrlo stara – Telstar – poznatija kao „bubamara”.

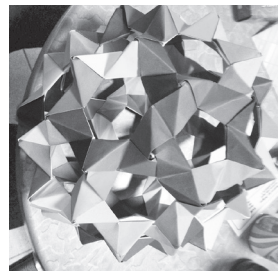


Slika 1. Ikona nogometne lopte – klasična „bubamara” i pripadno geometrijsko tijelo (izvor: Wikipedia)

U „bubamari” se krije mnogo matematike (a i kemije – na internetu potražite pojam „fuleren”). Ona je zapravo napuhani krnji ikozaedar, jedno od Arhimedovih tijela (vidite sliku 1). To znači da je riječ o tijelu omeđenom pravilnim peterokutima i šesterokutima, i to ne bilo kako. Svaki od 12 peterokuta okružen je šesterokutima, a svaki od 20 šesterokuta okružen je naizmjenično peterokutima i šesterokutima. Štoviše, ako želite sastaviti tijelo od 12 pravilnih peterokuta i 20 pravilnih šesterokuta tako da se u svakom vrhu susreću po jedan peterokut i dva šesterokuta, jedini način da ga složite je upravo krnji ikozaedar *aka* „bubamara”. Jedan od načina da se u to uvjerite je izrada origami modela.¹

Za razliku od modela u prethodnim nastavcima, ovaj model bit će bridni – savijati ćete bridove „bubamare” i onda ih spojiti te tako dobiti „kavez” (vidite sliku 2).

Slika 2. „Kavez bubamare” – gotov model



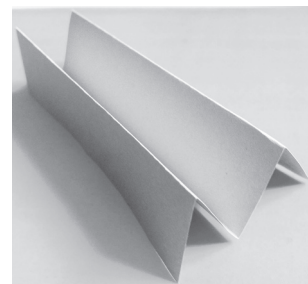
¹Usput, evo i jednog pitanja za vas: zašto ne postoji tijelo omeđeno samo pravilnim šesterokutima?



Možda ćete se sada prepasti: trebate napraviti ni manje ni više nego 90 modula! Naime, „bubamara” ima točno toliko bridova (tj. šavova kojima su spojeni peterokuti i šesterokuti). No, slijede dvije dobre vijesti. Prvo, svi moduli su jednaki i jednostavni za savinuti, što znači da ćete se, nakon što izradite prvih nekoliko, ubrzati u njihovu savijanju. Drugo, iako će spajanje na prvi pogled biti zbunjujuće, ne samo da ćete ubrzo „skužiti foru”, nego je stvar i dosta stabilna, tj. nije problem ako jedan dan ne stignete sve pospajati – možete ostaviti do prekida pospajani dio da čeka i sutra nastaviti, neće se raspasti. Ako vam ni ove dvije dobre vijesti nisu otklonile strah – podijelite posao s bratom, sestrom, prijateljima, roditeljima...²

Dosta priče, idemo raditi! Pronađite 90 jednakih kvadratnih listova papira (preporučam ne prevelike da lopta ne bi ispala ogromna; kvadrati iz uredskih „tornjeva” i blokova papira, kakvi se jeftino mogu kupiti u papirnicama, sasvim su prikladni). Svaki od tih listova trebate saviti u takozvani PHiZZ-modul koji je osmislio Thomas Hull, profesor matematike na sveučilištu *Western New England* u Springfieldu (SAD), poznat po svom radu na matematici savijanja papira.

Savijanje PHiZZ-modula je jednostavno. Prvo savijte list pola, duž simetrale dviju nasuprotnih stranica, a zatim tako nastale polovice još jednom napola, tako da nova dva pregiba pokazuju u suprotnom smjeru od prvog, odnosno tako da dobijete malu harmoniku od papira (slika 3).

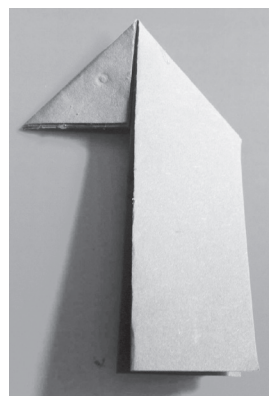


Slika 3. Početak savijanja PHiZZ-modula

Spljoštite harmoniku i držite je tako da strana s dva „otvora” gleda prema tebi. Savijte lijevi gornji kut nadolje – vidite sliku 4. Desni „rep” presavijte nadolje tako da se poravna s prethodno savijenim dijelom (slika 5).



Slika 4. Drugi korak savijanja PHiZZ-modula

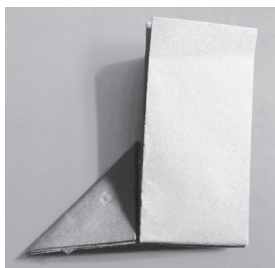


Slika 5. Treći korak savijanja PHiZZ-modula

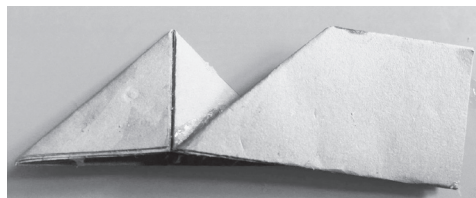
²A ako vam ni to još nije dosta, napravite samo 30 modula i sastavite bridni model pravilnog dodekaedra, tijela omeđenog s 12 pravilnih peterokuta.



Sad prethodno savijeni „rep” savijte na gore tako da se novi pregib poravna s donjim rubom trake (slika 6), a zatim ostatak savijte ulijevo tako da se i „rep” poravna s donjim rubom (slika 7).

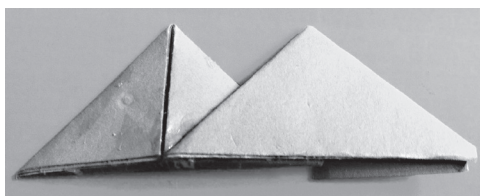


Slika 6. Četvrti korak savijanja PHiZZ-modula



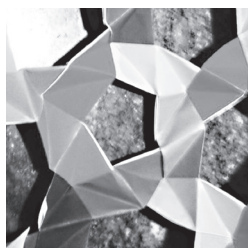
Slika 7. Peti korak savijanja PHiZZ-modula

Još malo pa gotovo: desni gornji kut savijte prema straga tako da konačni modul poprimi izgled kao na slici 8. Gotov je prvi modul! Sad još 89 puta isto...



Slika 8. Gotovi PHiZZ-modul

Je li svih 90 gotovo? Onda možete krenuti na sastavljanje. Ono je dosta jednostavno ako obratite pažnju na sljedećih par stvari. Prvo, u svakom se vrhu sastaju tri brida, dakle tri modula. Drugo, po jedan trokut („uho”) jednog modula ide u pregib drugog, i to tako da se pregib „uha” poravna s drugim po redu (brojeno od kraja modula) pregibom modula u koji prvi umećemo – tako da prvi modul točno „sjedne” u drugi.³ Okolina svakog vrha izgleda kako je prikazano na slici 9, tj. po tri se modula slažu „ukrug” oko vrha: „uho” prvog u drugi, „uho” drugog u treći i „uho” trećeg u prvi modul. Okolina svakog vrha time poprima oblik plašta trostrane piramide.



Slika 9. Spajanje modula

Dakle, krenite na spajanje. Pritom mislite na to da je svaki peterokut obrubljen s, naravno, pet bridova, a svaki od njih pripada po jednom šesterokutu, dok bridovi šesterokuta naizmjenično pripadaju peterokutima i šesterokutima. I ne zaboravite: svaki vrh istodobno pripada po jednom peterokutu i dvama šesterokutima. Već nakon prvih dvadesetak iskorištenih modula, tj. bridova, vaš će se model početi lijepo zaobljavati! Dobru zabavu do sljedećeg broja...

³Lijepi prikazi savijanja i slaganja, s ponešto engleskog teksta, mogu se naći i na internetskoj stranici https://www.usd.edu/arts-and-sciences/math/upload/The_PHiZZ_Unit.pdf ili pak na YouTubeu pod <https://www.youtube.com/watch?v=vFYw47Wx2N8> i <https://www.youtube.com/watch?v=dH-uTRd14XU>

