

Arhimedov palimpsest

Branimir Dakić, Zagreb



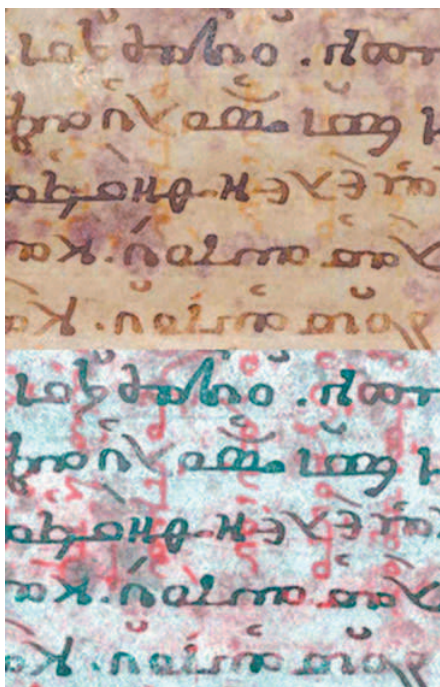
Na naslovnoj stranici jednih od najuglednijih svjetskih dnevnih novina, New York Timesa, 29. listopada 1998. godine pojavila se vijest da je na dražbi u čuvenoj kući Christie's za 2 milijuna dolara nepoznatom kupcu prodana jedna stara, neugledna knjiga.

Istoga je dana na dražbi u kući *Christie's* uistinu bilo vrlo uzbudljivo. U jutarnjim satima prodana je doktorska disertacija nobelovke Marie Curie s posvetom Ernestu Rutherfordu ispisanom njezinom rukom. Prodano je zatim i prvo izdanje Darwinova djela *Podrijetlo vrsta* pa Einsteinova publikacija o specijalnoj relativnosti iz 1905. godine. Toga 29. listopada poslijepodne nastavljena je prodaja a u ponudi se našlo više vrijednih rukopisa i tekstova, između ostalog i rijetko, prvoobjavljeno djelo o neeuclidskoj geometriji Lobačevskog.

No glavni se događaj u kući *Christie's* ipak odvijao u podne kada je na posebnoj miniaukciji ponuđena jedna naoko neugledna i očerupana knjiga s istaknutom početnom cijenom od 480 000 dolara. Prethodnog je dana grčka ortodoksna crkva pokušala spriječiti aukciju. Oспорavano je vlasništvo nekoj francuskoj obitelji u čijem

je posjedu knjižica bila od 1920. godine kada ju je jedan njezin član kupio na legalan način. Osporavanju se priključila i jeruzalemska patrijaršija





tvrdeći da je knjižica ukradena. Uoči same aukcije sud je donio odluku da se ide u prodaju. Uslijedilo je uzbuđljivo nadmetanje između tadašnjeg grčkog ministra kulture, koji je htio otkupiti knjigu za svoju zemlju i zastupnika nepoznatog kupca. Ovaj drugi odnio je pobjedu s već spomenuta 2 milijuna dolara.

A o kakvoj je knjižici riječ? Zbog čega se oko nje digla tolika bura i što je to u njoj vrijedno tolikog novca?

Knjiga je *palimpsest*, pergament s kojega je ostrugan stari kako bi se upisao novi tekst. U obliku u kojem je prodana ona je molitvenik s početka 13. stoljeća ispisan rukom nekog svećenika. No taj je svećenik prethodno odstranio raniji zapis iz 10. stoljeća, a taj je bio najstariji i najvjerodostojniji prijepis originalnih Arhimedovih radova. Tragajući za povijesnim izvorima geometrije, danski filolog i povjesničar Johan Ludvig Heiberg (1854.–1928.) početkom 20. stoljeća, točnije 1906. godine, našao je molitvenik u jednoj crkvenoj knjižnici u Konstantinopolu (Istanbulu) i uočio kako se ispod postojećeg skriva neki drugi tekst. Iznenađenje je bilo potpuno kad je shvatio o kakvom se tekstu ra-

di. Knjižica je netragom nestala da bi se devedeset godina kasnije pojavila u puno lošijem stanju no što je to bila. Srećom, Heiberg je neke stranice prepisao i time ih sačuvao.

Inače, Heiberg je osim po otkriću *Arhimedova palimpsesta* poznat i po vrlo vrijednim prijevodima, prije svega Euklidovih *Elementa*. Upravo je taj njegov prijevod poslužio kao temelj za poznati engleski prijevod Sir Thomasa Little Heatha. Heiberg je od 1896. do 1924. bio profesor na Sveučilištu u Kopenhavnu. Kad je već riječ o prijevodima, dobro je spomenuti kako se među više od 200 njegovih publikacija uz spomenute Euklidove *Elemente* nalaze i djela Arhimeda, Apolonija iz Perga, Ptolomeja, Herona iz Aleksandrije i drugih. Neka od njih i danas su nezaobilazni izvori za proučavanje antičke povijesti i kulture.



Johan Ludvig Heiberg (1854. – 1928.)

Danas rukopis, sada već naširoko poznat pod nazivom *Arhimedov palimpsest*, mnogi drže neprocjenjivo vrijednim. Jedini je to izvor iz kojega se može iščitati Arhimedov *Traktat o postupcima provjere matematičkih tvrdnji*. Tu je i jedina danas poznata kopija njegovog originalnog rada *O plutajućim tijelima*, tu su zatim i rukopisi *O mjerenju kruga*, *O kugli i valjku*, *O spiralama*, *O ravnoteži ploha*. Tu je konačno i svojevrsna zagonetka, u

zanimljiva matematika



William Noel i Reviel Netz proučavaju stranicu Arhimedovog palimpsesta u konzervatorskom laboratoriju u Waltersu

nimni je kupac knjigu proslijedio u *The Walters Art Museum* u Baltimoreu gdje su se stručnjaci pod vodstvom Reviela Netza, profesora povijesti znanosti na Stanfordu i Williama Noela, staratelja rukopisa i starih knjiga u *Walters Art Museum*u, (voditelj projekta) prihvatili njegova istraživanja. Tijekom nekoliko godina spektralnom analizom i drugim suvremenim tehnikama pročitano je gotovo 80% teksta.

Čitatelje upućujemo na internetsku adresu

www.archimedespalimpsest.org/

na kojoj će doznati pojedinosti ovog zanimljivog projekta.

engleskom izričaju nazvana *stomachion*, o kojoj je riječ u ovom broju MiŠ-a.

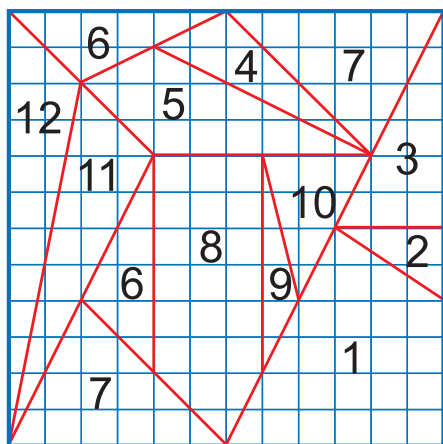
Dodajmo kako palimpsest uz Arhimedove radove sadrži i neke druge tekstove, primjerice komentare Aristotelovih *Kategorija* koji se pripisuju Aleksandru iz Afrodisijade (2. – 3. st.)

A što se događalo s *Arhimedovim palimpsestom* nakon prodaje na dražbi u kući *Christie's*? Ano-



Στομάχιον

Dio Arhimedova palimpsesta je i jedna neobična i vrlo zanimljiva geometrijska zagonetka nazvana stomachion. Može se još zateći pod nazivima Arhimedova kutija, ostomakion i sintemakion. Mnogi je drže najstarijim puzzleom na svijetu.



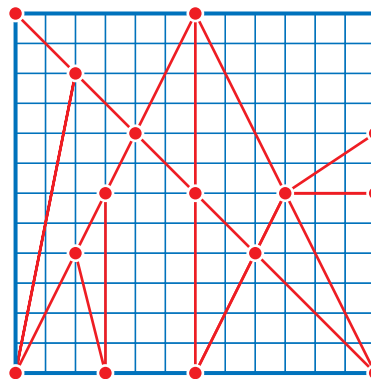
Slika 1.

Radi se zapravo o slagalici koju čini 14 dijelova nastalih posebnim razrezivanjem kvadrata. Premda su mogući razni zadaci o slaganju dijelova slagalice u određene oblike, ipak je temeljni zadatak složiti od njih kvadrat. Odgovor na pitanje na koliko je različitih načina to moguće učiniti bio je otvoren sve do 2003. godine.

Slagalicu čine jedanaest trokuta, dva četverokuta i jedan peterokut. Među njima su dva para sukladnih trokuta (označeni brojevima 6 i 7).

Dijelovi imaju redom površine: 3, 3, 6, 6, 6, 6, 9, 12, 12, 12, 12, 21, 24, a to su $1/48$, $1/24$, $1/16$, $1/12$ i $1/6$ od 144 što je pak ukupna površina kvadrata.

Promatramo li razrezani kvadrat kao graf, zanimljivo je uočiti kako su sva čvorišta u sjecištima pravaca kvadratične mreže. Stoga se površina pojedinog dijela slagalice može izračunati Pickovom formulom. Naime, za tako smještene mnogokute vrijedi formula

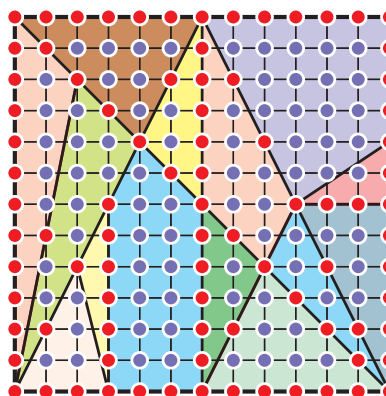


Slika 2.

$$P = u + \frac{r}{2} - 1,$$

u kojoj je u broj čvorova u nutrim poligona, a r broj čvorova koji su na njegovu rubu.

Promotrite pažljivo sliku 3. i za pojedini dio slagalice koristeći se *Pickovom formulom* izračunajte površinu pojedinog dijela.



Slika 3.

Jedno od najprirodnijih pitanja jest na koliko se različitih načina, ne računajući različitim one slučajeve koji nastaju iz jednoga raznim transformacijama kao što su simetrija i sl., može od 14 dijelova *stomachiona* složiti kvadrat. Dva braćna para matematičara Persi Diaconis i Susan Holmes sa Stanforda te Ronald Graham i Fan Chung sa Sveučilišta u San Diegu dali su odgovor: Taj broj je jednak 536. U studenom 2003. Bill Cutler je primjenom računala povrdio točnost rezultata.



I na kraju zaključimo priču o ovoj lijepoj slagalici pitanjem: Što je zapravo Arhimed njome htio postići? Zar je zaista riječ o običnoj zagonetci čiji je smisao bila razonoda? Složit ćete se kako je to



Slika 4. Rješenja

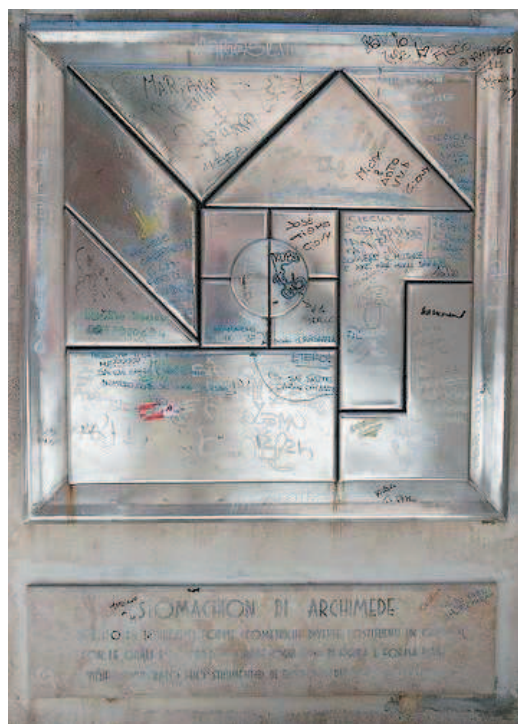
uistinu malo vjerojatno. Prije bi se, prateći Arhimedove zamisli, moglo reći kako je *stomachion* nastao pri njegovu traganju za nekim geometrijskim rješenjem određenog problema. Možda je pokušavao naći još neki zoran dokaz Pitagorina poučka? Ili je u pozadini ideja određivanja površine mnogokuta? Tko zna.

No u svakom slučaju igricu se može zaigrati i u nastavi. Kako bi to izgledalo, možete vidjeti na jednoj pripremi nastavnika na internetskoj adresi

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=L720>

Igricu možete zaigrati no prethodno izrežite dijelove prema priloženom na

<http://www.puzzles.com/PuzzlePlayground/Stomachion/StomachionPrintPlay.pdf>



Stomachion na otočiću Ortigia u Siracuzi.