

Greenwichki Kraljevski opservatorij

Željka Baćan*

1. Uvod

Posjetiti London, jedan od najljepših europskih gradova, za mene je, kao studenticu geodezije, značilo biti u ishodištu »prostora i vremena«.

U jugoistočnom dijelu Londona, okružen zelenilom Greenwichkog parka, još od sedamnaestog stoljeća ponosno stoji Kraljevski opservatorij (Royal Observatory, Greenwich), poznata londonska zvjezdarnica duge tradicije, a danas samo muzej. To mjesto, gdje se »sastaju« istok i zapad (multi i tristošezdeseti stupanj geografske duljine), bilo je nezaobilazan dio mog obilaska glavnog grada Ujedinjenog Kraljevstva. Stajati jednom nogom na zapadu, a drugom na istoku uistinu budi maštu.

U blizini poznatih greenwichkih muzeja - Nacionalnog pomorskog muzeja (National Maritime Museum), Kraljičine kuće (The Queen's House) i Planetarija Petera Harrisona, smjestio se Kraljevski opservatorij, mjesto na koje se svakodnevno slijevaju rijeke turista. Greenwichki kraljevski

opservatorij najpoznatiji je kao dom početnog meridijana svijeta (Prime Meridian of the World) i Greenwichkog srednjeg vremena (Greenwich Mean Time, GMT).

2. Greenwichki kraljevski opservatorij od 17. stoljeća do danas

U doba velikih pomorskih otkrića je najteži izazov pomorcima, ali i onodobnim znanstvenicima, bilo rješavanje problema longitude, odnosno što preciznijeg određivanja geografske duljine. Da bi se došlo do odgovarajućeg rješenja, osnovani su opservatoriji u mnogim europskim gradovima: Londonu, Berlinu i Parizu, s ciljem boljeg upoznavanja neba te određivanjima položaja zvijezda, što je bilo od osobitog značaja za navigaciju. Tako je 12. lipnja 1675. izdan dekret engleskog kralja Charlesa II. o osnivanju Kraljevskog opservatorija u Greenwichu (PE, 1975). Opservatorij je projektirao jedan od najpoznatijih svjetskih arhitekata Sir Christopher Wren,

a kamen temeljac položen je 10. kolovoza 1675. godine na najvišem mjestu u Greenwichkom parku. Građevinski materijal potreban za izgradnju zvjezdarnice dale su poznate engleske tvrđave, Tilbury Fort i srednjovjekovni Tower of London, a doneseni su i stari brodski jarboli kao potpora dugim teleskopima.

U jesen 1676. godine Opservatorij je postao dom prvom kraljevskom astronomu Johnu Flamsteedu, koji je kvadrantom, dvama malim dalekozorima, dvjema urama njihalicama i velikim sekstantom započeo svoja motrenja neba i katalogiziranja zvijezda. Flamsteed se problemom longitude bavio četrdeset godina, a zgrada u dvorištu Opservatorija u kojoj je radio i danas se, njemu u čast, zove Flamsteedova kuća (Flamsteed House).

Unatoč intenzivnom višegodišnjem radu astronomu u opservatorijima diljem Europe, još uvijek nije bila ustanovljena praktična metoda kojom bi se odredila zemljopisna duljina na moru. Stoga je nemogućnost određivanja udaljenosti broda

[*] Željka Baćan, Preddiplomski studij geodezije i geoinformatike, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, e-mail: zbacan@geof.hr



Slika 2. Ulaz u Kraljevski opservatorij, Greenwich

istočno ili zapadno od polazne luke bila uzrok mnogobrojnim pomorskim nesrećama i brodolomima. Najpoznatiji i najstrašniji brodolom toga doba dogodio se 22. listopada 1707. godine, kada je zbog krivo procijenjene zemljopisne duljine dvije tisuće vojnika engleske flote izgubilo život kraj otočja Scilly, uz jugozapadnu obalu Engleske. Osim što je netočna procjena longitude navodila brodove u propast, donosila je i velike gospodarske štete jer su brodovi uvijek morali ploviti istim pomorskim putovima, gdje su pak bili lak plijen gusarima.

Sedam godina nakon spomenute nesreće problem longitude još uvijek nije bio riješen. Stoga je engleski parlament Zakonom o longitudi obećao, za ono doba golemu, nagradu onome čija će se metoda određivanja geografske duljine na moru s točnošću od pola stupnja, dvije trećine stupnja ili unutar jednog stupnja, primjenjivati na višetjednim putovanjima oceanom iz Velike Britanije do bilo koje luke u Zapadnoj Indiji. Nagrada je iznosila 20 000, 15 000 ili 10 000 funti, ovisno o postignutoj točnosti određivanja longitude (Sobel, 2000). Zakonom o longitudi, usvojenim 8. srpnja 1714., ustanovljeno je sudsko vijeće Odbor za longitudu, koje je imalo slobodu odlučivanja o dobitniku nagrade, a sastojao se od znanstvenika, predstavnika vlade i pomorskih časnika.

3. Harrisonov kronometar - rješenje problema

Ispunivši svoju zadaću, Odbor za longitudu je raspušten 1828. godine. Naime, 1773. godine je dodijelio Johnu Harrisonu nagradu za koju se on desetljećima neumorno borio, unatoč osporavanjima njegova izuma od strane astronoma i samog Odbora. Harrison je konstruirao H-1 kronometar (grč. chronos = vrijeme, metron = mjera), prvi sat koji je dovoljnom točnošću pokazivao vrijeme. »Engleski

vršanjem prvog modela iz 1737. su nastali H-2 (1741.), H-3 (1759.) i H-4 (1760.) kronometri. Oni su izloženi u Flamsteedovoj kući, gdje je Harrison 1730. prvi put pokazao svoj izum drugom kraljevskom astronomu Halleyu, vjerojatno poznatijem po kometu koji danas nosi njegovo ime. Muzejski izlošci H-1, H-2 i H-3 još uvijek rade, dok H-4 stoji u staklenom kavezu »zamrznut u vremenu«. Upravo je H-4, najpoznatiji Harrisonov kronometar, na prvom probnom putovanju od Portsmoutha u Engleskoj do Jamajke dokazao svoju praktičnost i preciznost jer je ukupna pogreška pri plovidbi u oba smjera bila ispod dvije minute. Nakon još nekoliko probnih putovanja, potvrđeno je da se pomoću malog broskog kronometra zemljopisna duljina doista može odrediti dovoljno precizno. Konačno je riješen jedan od najvećih znanstvenih problema toga doba.

4. Kraljevski astronomi - vladari Opservatorija

Prvi kraljevski astronom John Flamsteed (1675.-1719.) je na temelju svojih promatranja izračunao geografsku širinu Greenwicha, izradio prvi veliki moderni katalog zvijezda Historia Coelestis Britannica i poznatu knjigu zvjezdanih karata Atlas Coelestis.

Nakon njegove smrti je drugim kraljevskim astronomom imenovan Edmond Halley (1720.-1742.), za kojega je metoda lunarne udaljenosti (metoda mjesečevih mijena)

urar John Harrison, genij za mehaniku i pionir znanosti prijenosnih preciznih uređaja za mjerenje vremena, tome je posvetio čitav svoj život. Postigao je ono, što je Newton smatrao nemogućim: izumio je sat koji će točno vrijeme poput vječnog plamena prenositi iz matične luke do bilo kojeg udaljenog kutka svijeta.» (Sobel, 2000). Usa-

predstavljala mogući način određivanja geografske duljine. Halleya je na mjestu kraljevskog astronoma zamijenio James Bradley (1742.-1762.), koji je Opservatorij potpuno opremio instrumentima i sagradio nove prostorije za njihov smještaj. Potom je Nathaniel Bliss samo dvije godine upravljao zvjezdamicom, da bi petim kraljevskim astronomom postao Nevil Maskelyne (1765.-1811.), Harrisonov zakleti neprijatelj koji ga je onemogućavao u nastojanjima da dobije nagradu i da se Harrisonov kronometar prizna kao »instrument« za određivanje geografske duljine. Treba istaknuti da je Maskelyne osnovao Nautical Almanac, godišnjak koji od 1830. godine izdaje zvjezdamica u suradnji s Uredom za longitude. Redakcija godišnjaka smještena je u samoj zvjezdarnici, dok je njegov urednik aktualni kraljevski astronom. Šesti kraljevski astronom John Pond (1811.-1835.) je 1833. godine postavio crvenu »vremensku kuglu« (time ball) na vrh Flamsteedove kuće, u dvorištu zvjezdarnice, koja se još i danas svakodnevno u 12 sati i 55 minuta penje do vjetrovlje i tamo stoji tri minute, potom se nastavlja penjati do vrha jarbola gdje stoji još dvije minute. Točno u 13 sati kugla pada i kao javni vizualni vremenski signal daje znak brodovima na rijeci Temzi da provjere vrijeme na svojim kronometrima. (URL-1)

Za vrijeme kraljevskog astronoma Georgea Biddella Airya (1835.-1881.), zvjezdamica je potpuno obnovljena, a izgrađena je i kupola u kojoj je smješten veliki ekvatorijal. Biddell Airy je postavio meridijanski (pasažni) instrument čime je odredio četvrtu greenwichku meridijansku crtu. Sir Martin Rees petnaesti je kraljevski astronom koji djeluje od 1995. godine.

5. Greenwichki meridijan - 0° geografske duljine

Jedan od značajnijih povijesnih doga-



Slika 3. Vremenska kugla nalazi se na vrhu Flamsteedove kuće.

daja koji se vežu uz londonsku zvjezdarnicu je Međunarodna meridijanska konferencija u Washingtonu 1884. godine, kada su predstavnici dvadeset i pet svjetskih zemalja odlučili da Greenwichki meridijan postane početni ili nulti meridijan. Ova je konferencija imala golemi značaj u smislu uspostavljanja vremenskog standarda (definiranje vremenskih pojaseva i pripadajućeg vremena), a tada donesene rezolucije vrijede i danas. (URL-2)

Znamo da je geografska duljina λ kut između nultog (početnog) meridijana i meridijana koji prolazi nekom točkom na Zemljinoj površini. Meridijane ili podnevnike (lat. meridies = polovica dana) možemo definirati kao polukružnice na Zemljinoj sferi koje spajaju Sjeverni i Južni pol (URL-3). Za razliku od paralela ili usporednica, svi su meridijani jednaki, pa se bilo mnogo teže dogovoriti koji će meridijan biti početni.

Greenwichki meridijan je početni meridijan za sva određivanja geografskih duljina i središnji meridijan prve vremenske zone ili pojasa. Označavamo ga s 0° , dok njemu nasuprotni meridijan označavamo s 180° . Pri određivanju položaja neke točke na Zemlji navodi se udaljenost od početnog meridijana u smjeru istoka od 0° do 360° ili od 0° do 180° prema istoku, odnosno 0° do 180° prema zapadu. Zanimljivo je spomenuti da Greenwichki meridijan prolazi Europom i Afrikom kroz osam zemalja: Ujedinjeno Kraljevstvo, Francuska, Španjolska, Alžir, Mali, Burkina Faso, Togo i Gana.

6. Greenwichko srednje vrijeme (GMT) i pojasno (zonsko) vrijeme

Javno mjerenje vremena danas se temelji na skali općeg (svjetskog) vremena



Slika 4. Greenwichki (početni) meridijan u dvorištu Opservatorija.

koja aproksimira prividno dnevno gibanje Sunca. Greenwichko srednje vrijeme (Greenwich Mean Time) je srednje sunčevno vrijeme s obzirom na Greenwichki meridijan. Pripadno pojasno vrijeme nazivamo svjetskim vremenom. Svjetsko vrijeme možemo matematički definirati kao funkciju greenwichkog zvjezdanog (sideričkog) vremena, a određujemo ga neposrednim opažanjem dnevnih gibanja zvijezda, odnosno opažanjem prolaza zvijezda poznatih rektascenzija (URL-4). Zvezdano vrijeme (lat. sidereus = zvjezdan) u svakom je trenutku povezano sa satnim kutom i rektascenzijom zvijezde. Rektascenzija, jedna od koordinata položaja zvijezda u nebeskom ekvatorskom koordinatnom sustavu, jednaka je zvjezdanom vremenu kada opažamo zvijezdu u meridijanu u gornjoj kulminaciji (satni kut jednak nuli). Prolaz proljetne točke kroz meridijan mjesta uzima se kao početni trenutak mjerenja zvjezdanog mjesnog vremena. Zvezdano vrijeme upotrebljavamo za određivanje položaja zvijezda, a primjenjuje se u astronomiji, geodeziji i navigaciji.

Pojasno (zonsko) vrijeme temelji se na meridijanskoj podijeli Zemlje na 24 vremenske zone, u kojima su središnji meridijani pojasa razmaknuti za 15° geografske duljine. Kao što smo rekli, pojasno (zonsko) vrijeme u kojem je Greenwichki meridijan središnji meridijan nazivamo svjetsko ili opće vrijeme (Universal Time). To je ujedno pojasno vrijeme za neke države zapadne Europe. Koordinirano (usklađeno) svjetsko vrijeme UTC (Universal Time Coordinated) vremenska je skala pojasnog vremena i temelj je općepriznatog građanskog vremenskog sustava. Primjerice, vrijeme u gradu Zagrebu određujemo kao UTC+1h npr. ako je 12:00 sati u Londonu, onda je 13:00 sati u Zagrebu.

7. Kraljevski opservatorij na prijelazu stoljeća

Vrijeme se danas odbrojava atomskim satovima, a sinkronizira se i prenosi GPS-om. Milenijski sat (Millennium clock), jedna od posjetiteljima osobito zanimljivih atrakcija Opservatorija, nalazi se u blizini početnog meridijana u dvorištu Opservatorija. Zaslon milenijskog sata (preciznost sata milijunti dio sekunde) prikazuje broj punih dana proteklih od početka milenija, a ispod toga točno vrijeme u satima, minutama, sekundama i stotinkama sekundi. Taj je sat otkucao 00:00 GMT za početak 2000. godine, odnosno novog milenija (!?).

Greenwichki park i kompleks zgrada nekadašnje Kraljevske pomorske škole, sada sveučilišta, Opservatorija, Nacionalnog pomorskog muzeja s Kraljičinom ku-



Slika 5. Milenijski sat.

ćom (XVII. st.) uvršteni su 1997. na UNESCO-v popis svjetske kulturne baštine.

Danas se u starom Kraljevskom opservatoriju u Greenwichu više ne obavljaju astrometrijska motrenja; on je ponajprije muzej s prebogatom astronomskom tradicijom i mnoštvom izloženih astronomskih instrumenata. Iako se od 1957. godine zbog intenzivnog razvoja industrije te onečišćenja okoliša i atmosfere znanstvena i stručna mjerenja obavljaju u zvjezdarnici u dvorcu Herstmonceaux u grofoviji East Sussex, Greenwichki je meridijan i dalje ostao početni meridijan za određivanje geografske duljine, ali i središnji meridijan prve vremenske zone ili pojasa (URL-5).

Literatura

- Sobel, D. (2000): Longituda, Naklada Jesenski i Turk, Zagreb
- Pomorska enciklopedija, svezak Ch-Hy, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, 1975.
- URL-1: Greenwichka vremenska kuća, <http://www.nmm.ac.uk/server/show/ConWebDoc.20912> (29.10.2007.)
- URL-2: Međunarodna meridijanska konferencija, <http://www.greenwich2000.com/millennium/info/conference.htm> (29.10.2007.)
- URL-3: Predavanja iz kolegija Osnove geoinformatike prof. dr. sc. Nade Vučetić, <http://www.geof.hr/~nvucetic/ogipred2711-27106.pdf> (29.10.2007.)
- URL-4: Predavanja iz kolegija Geodetska astronomija prof. dr. sc. Drage Špoljarića, Vrijeme, vremenske skale i uredaji za mjerenje vremena, <http://www.geof.hr/~dspoljar/> (29.10.2007.)
- URL-5: Wikipedia: Kraljevski opservatorij, Greenwich, http://en.wikipedia.org/wiki/Royal_Observatory,_Greenwich (29.10.2007.)