

## Uvod

Kolegij *Pomorska geodezija I* uveden je u nastavni plan Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u listopadu 1996. godine kao obavezni predmet za studente VII. semestra na usmjerenju *Satelitska i fizikalna geodezija*, dok je studentima ostalih usmjerenja preporučan kao izborni predmet. Odmah treba istaknuti da ovaj kolegij na doista jedinstven način kombinira sadržaje kako iz satelitske (navigacija) i fizikalne geodezije (određivanje srednje razine mora kao osnove visinskog datuma), tako i iz inženjerske geodezije (mjerjenje dubina) i geoinformacijskih sustava (hidrografski prostorno-vremenski informacijski servis za porječja i priobalna područja).

Značenje hidrosfere za ljudsku vrstu i našu domovinu ne treba posebno naglašavati: Zemlja je vodeni planet (kopno čini tek 29% površine), dok je akvatorij Republike Hrvatske po površini približno jednak njenom teritoriju.

Ovaj prilog prikazuje osnovne geodetske zadatke vezane uz hidrosferu koji se obrađuju u predmetnom kolegiju. Geodeti moraju dobro poznavati specifičnosti uvjeta izvođenja mjerenja na vodi. Dok je na kopnu neophodno određivati položaj u tri dimenzije, mirna vodena površina se za manja područja u većini slučajeva može smatrati plohom konstantne visine. S

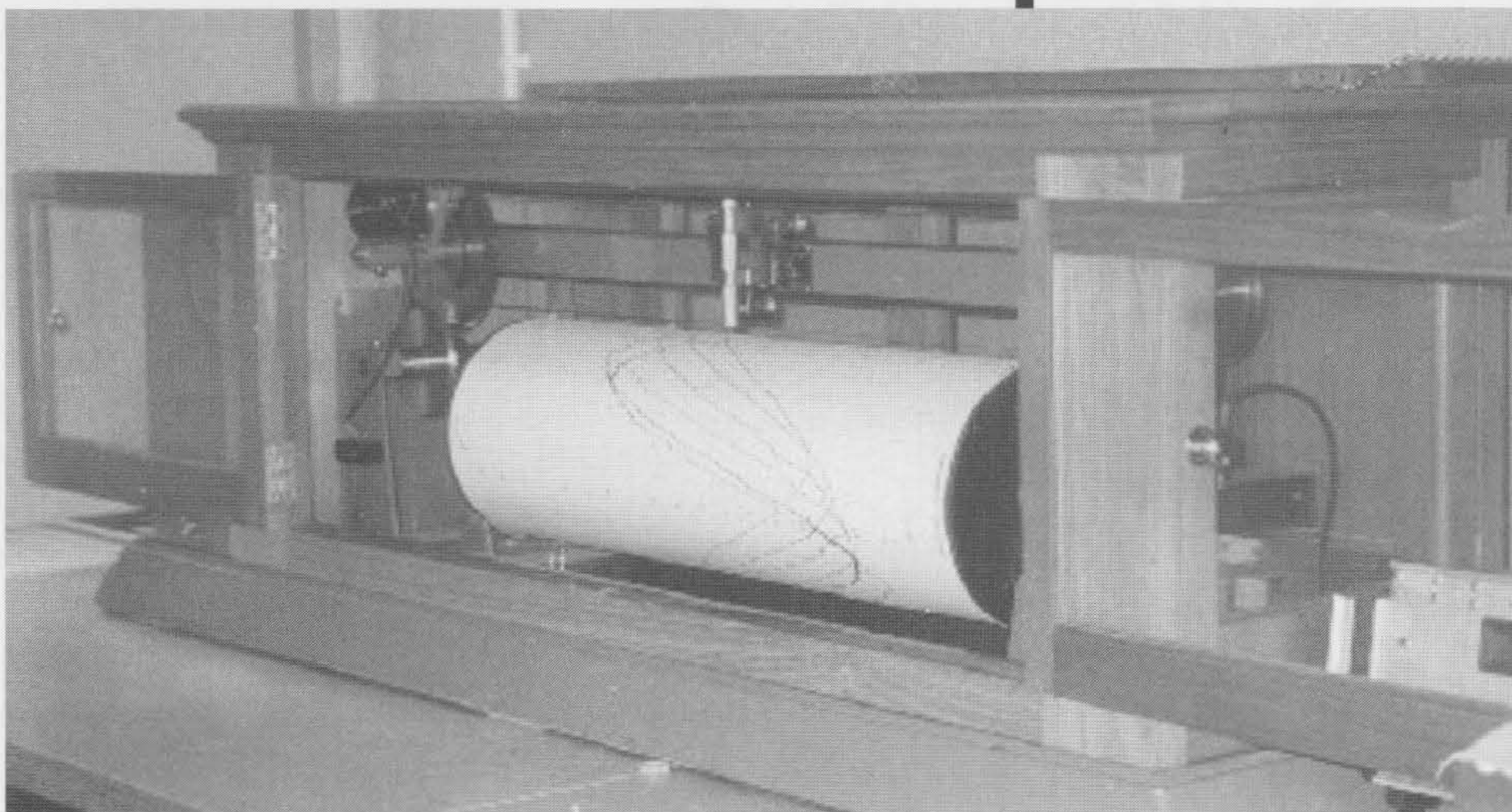
druge strane, na kopnu je moguće stabilizirati referentne točke za što je vodena površina izrazito nepogodna. Osim toga, izbor karakterističnih točaka pri detaljnoj geodetskoj izmjeri na kopnu je jednostavan - mi *vidimo* objekte, a to pod vodom nije slučaj. Neprozirnost čini vodu nepogodnom za optičke geodetske metode. Suvremena geodezija na kopnu i u zraku počiva na elektromagnetskim valovima, koji se pod vodom ne mogu primijeniti, jer se vrlo slabo šire. Zato se pod vodom - umjesto svjetlosnih i elektromagnetskih - koriste zvučni valovi.

## Pozicioniranje na vodi i batimetrija

Pomorstvo i navigacija imaju milenijsku tradiciju. Ipak, u ne tako dalekoj prošlosti problem određivanja položaja brodova na otvorenom moru bio je nerješiv. Naime, dok je geografsku širinu bilo moguće dovoljno točno odrediti iz položaja Sunca i zvijezda, za precizno određivanje geografske duljine bilo je potrebno poznavati razliku vremena trenutnog položaja broda i vremena u matičnoj luci.

Tako se je dana 22. listopada 1707., pri povratku s uspješnog vojnog pohoda u Sredozemlju, četiri od pet brodova engleske flote nasukalo i potonulo kod Scilskih otoka, nadomak matične luke. Poginulo je svih 2000 mornara i oficira. Do katastrofe je došlo zbog pogrešne predodžbe o geografskoj duljini trenutačne lokacije broda. Uz

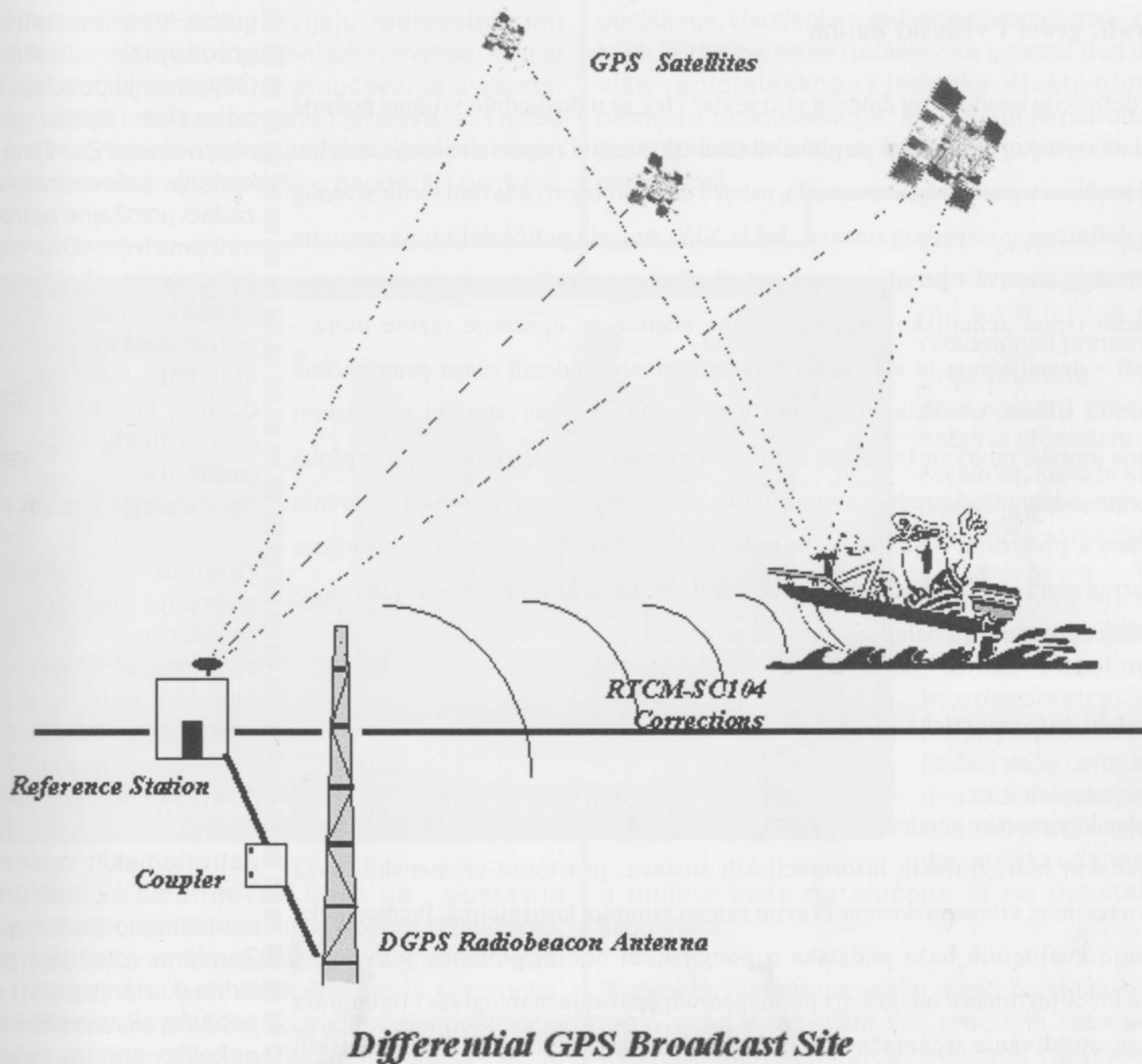
brojne nerazjašnjene nestanke trgovačkih brodova, bio je to dovoljan razlog da britanski Parlament 1714. godine donese "Longitude Act" kojim je raspisana nagrada u visini kraljevske otkupnine od 20.000 £ za praktično



upotrebljivu metodu određivanja geografske duljine na moru. Za rješenje postavljenog problema trebalo je više od pola stoljeća, od kada su brodski kronometri nezaobilazan dio kapetanskih kabina.

Navigacija doživljava procvat razvojem radio-tehnologije u prvoj polovici XX. stoljeća, kada se poslije katastrofe Titanica počinju naglo razvijati i akustičke metode. U razdoblju između dva svjetska

dometa poznate pod nazivom Loran (*long range*), od kojih je Loran-C i danas aktivan i aktualan. Poslije Drugog svjetskog rata razvijen je sustav Omega koji je imao globalnu pokrivenost, ali je s razvojem satelitskih tehnika postao suvišan. Globalni sustav za satelitsko pozicioniranje je i bio razvijen s osnovnom namjenom navigacije na otvorenim morima i u zraku. Sastavni dijelovi, mjerne metode i geodetske primjene satelitskih



rata, svjetske vojne sile uložile su velike napore u unapređenje komunikacijskih tehnologija i tehnika pozicioniranja, naročito za pomorske i podmorske borbene jedinice te zrakoplove. Američka vojska stvara prve radio-navigacijske sustave velikog

sustava proučavaju se opsežno u drugim kolegijima.

Za pomorsku geodeziju od posebnog su interesa akustički sustavi za navigaciju: polja odašiljača zvučnih valova postavljenih na morskom dnu u blizini prometnih luka imaju ulogu sličnu

poljima stalnih geodetskih točaka na kopnu. Akustičke se metode koriste i za navigaciju podmornica, podvodna istraživanja te za precizno navođenje platformi za bušenje. Osim za pozicioniranje plovila, akustičke su metode nezamjenjive za precizno mjerenje dubina. Ultrazvučni dubinomjeri ili ehosonderi su potisnuli klasične, neposredne metode mjerenja dubina, a u kombinaciji s GPS-tehnologijom predstavljaju moćno sredstvo za ekonomično pridobivanje točnih trodimenzionalnih koordinata morskog, jezerskog ili riječnog dna u jedinstvenom koordinatnom sustavu. Povezivanjem tako dobivenih koordinata sa srednjom razinom vode koju opažaju mareografi, dobivaju se stvarne dubine dna u realnom vremenu.

### Mareografi, geoid i visinski datum

Problem definicije geodetskog datuma vrlo je star i tek se u posljednje vrijeme počinje realizirati na svjetskoj razini. Dok su globalni satelitski sustavi za pozicioniranje načelno riješili taj problem u geometrijskom smislu, ostaje i dalje problem rješavanja jedinstvenog fizikalno definiranih visinskog sustava. Još iz XIX. stoljeća potiče definicija osnovne plohe visinskog sustava - geoida - uz pomoć idealizirane površine oceana zamišljeno produženom ispod zemaljskog kopna. Brojne stanice za opažanje razine mora - mareografi - desetljećima iz sata u sat bilježe kretanje vodenih masa prouzročene plimotvornim silama, morskim strujama i vjetrom. Danas, zahvaljujući satelitskim opažanjima morske površine (satelitska altimetrija) znamo da ekvipotencijalna ploha geoida često odstupa od srednje razine mora. Dugotrajna mareografska mjerenja kombinirana s preciznim nivelmanskim radovima upućuju i na sekularne promjene srednje razine mora i u interdisciplinarnoj suradnji s oceanografijom daju svoj doprinos interpretaciji i prognozi globalnih klimatskih promjena

### Hidrografski informacijski sustavi

Važan zadatak pomorske geodezije je stvaranje teorijskih temelja i praktična realizacija višenamjenskih hidrografskih informacijskih sustava: prostorno-vremenskih baza podataka u realnom vremenu dostupnih svim zainteresiranim korisnicima. Pretpostavka za stvaranje kvalitetnih baza podataka o pomorskom dobru, plovnim putovima i pripadajućim objektima su integracija permanentnih opažanja mareografa i limnigrafa (uređaji za utvrđivanje trenutne razine slatkih voda) i aktualnih batimetrijskih podataka s dinamičkim pozicijama pokretnih objekata.

*doc. dr. sc. Damir Medak*  
Geodetski fakultet, Zavod za geomatiku,  
[www.geof.hr/~dmedak](http://www.geof.hr/~dmedak)

Iz općenite definicije astronomije kao znanosti o svemiru proizlazi da je astronomija multidisciplinarna znanost, koja se sastoji od niza znanstvenih i stručnih područja, i čija se istraživanja izravno ili neizravno prožimlju s istraživanjima u drugim prirodnim i tehničkim znanostima. Ponajprije astronomiju dijelimo na klasičnu i modernu. Jedna je grana klasične astronomije i položajna astronomija. Određivanje položaja i kretanja nebeskih tijela, mjerenje nepravilnosti Zemljine rotacije i kretanje polova samo su neki zadaci položajne astronomije ili astrometrije. Dio položajne astronomije u kojoj opažanjem nebeskih tijela određujemo astronomske koordinate stajališta na Zemlji (širinu i duljinu) ili određujemo smjer prema nekoj točki na Zemlji (azimut) nazivamo geodetskom astronomijom.

Optička astrometrijska mjerenja obavljaju se vrlo preciznim i složenim instrumentima. Najprecizniji su fundamentalni astrometrijski instrumenti (meridijanski krug, veliki pasažni instrument), a postavljeni su samo na nekoliko desetaka astronomskih opservatorija. Tim se instrumentima kontinuirano prati nepravilnost Zemljine rotacije i promjena širine (kretanje pola) i određuju nebeske ekvatorske koordinate nekoliko stotina zvijezda. Za izradu zvjezdanih kataloga koordinate zvijezda obično određujemo ekvatorskim instrumentima od prije određenih koordinata odabranih zvijezda. Za razliku od fundamentalnih, astronomsko-geodetski instrumenti (univerzalni instrument),