

ZVJEZDARNICA HPD-a I GEODETSKI FAKULTET

Razvoj položajne astronomije u Hrvatskoj u 20. stoljeću

Doc. dr. sc. Drago Špoljarić, prof. dr. sc. Nikola Solarić

Povijest astronomije u Hrvata do dvadesetoga stoljeća bilježi nekoliko velikih znanstvenika koji su se, između ostaloga, bavili i položajnom astronomijom. Spomenimo samo najvažnije: *Ruđer Bošković* (Čolić, 1992a, Dadić, 1987.), *Mirko Danijel Bogdanić* (Dadić, 1993., Kren, 1991./92.), *Đuro Pilar* (Kren, 1990./91.) i *Ivo Benko* (Dadić, 1993.).

Na početku 20. stoljeća u hrvatskoj je astronomiji nezaobilazno djelovanje *dr. Otona Kučere*, inicijatora, osnivača i prvog upravitelja *Zvezdarnice Hrvatskoga naravoslovnog društva* ali i jednoga od osnivača, profesora i prvog predstojnika *Geodetskog tečaja* na Šumarskoj akademiji (Jurišić, 1994., Kren, 2002.).

Osnutak *Zvezdarnice* i *Geodetskog tečaja* početak je izobrazbe i popularizacije astronomije i visokoškolske nastave sferne astronomije, a dakako i početak razvoja položajne astronomije dvadesetoga stoljeća u Hrvatskoj.

Sferna i praktična (položajna) astronomija na *Zvezdarnici*

Na poticaj *dr. Otona Kučere*, *Hrvatsko naravoslovno društvo* je 1902. godine donijelo zaključak “da proširi područje djelovanja društvenoga tim, da dotadanoj geografskoj sekciji i ornitološkoj centrali pripoji treću novu sekciju astronomičku i da s tim u svezi uredi društveni opservatorij astronomički u Zagrebu”. Iste je godine osnovana *Astronomska sekcija* i *Odbor Hrvatskoga naravoslovnog društva za uređenje astronomičkog opservatorija u Zagrebu* (M., 1955.). Već za nekoliko mjeseci skupio je taj odbor dio sredstava za željeznu kupolu i kupljeni su instrumenti: veliki durbin promjera objektiva od 162 mm i žarišne daljine 1951 mm, polarizacijski helioskop, ura s utezima za pomicanje durbina pri praćenju prividnog gibanja zvijezda, meridijanski

krug (mali pasažni instrument) Mailhat iz Pariza, astronomska ura njihalica Rapf iz Beča, kronograf Riefler, položajni mikrometar, sekstant, fotografska kamera i drugo.

Na prijedlog *dr. Kučere* izabran je Popov toranj kao najprikladnije mjesto za *zvezdarnicu*. U kolovozu i rujnu 1903. adaptirana je terasa tornja i postavljena željezna kupola. Na izvanrednom mjesečnom sastanku Društva 5. prosinca 1903. otvorena je *Zvezdarnica* u prisutnosti izaslanika vlade, grada Zagreba, Jugoslavenske akademije, Sveučilišta i mnogih prijatelja astronomije. Inicijator osnivanja *Zvezdarnice* *dr. Kučera* postaje i njen prvi upravitelj (Kren, 2002.).

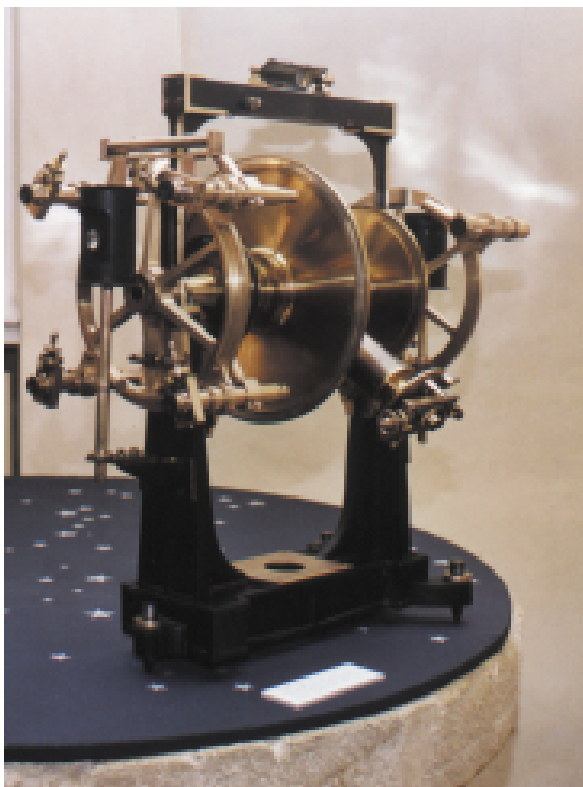
Uz popularizaciju astronomije (održavanje predavanja i primanje posjetitelja) *Zvezdarnica* je usmjerila svoju djelatnost i na stručni rad. Na godišnjoj skupštini 1905. godine izvješćuje *dr. O. Kučera* o planu i programu rada prema kojem je potrebno: rektificirati položaj glavnog durbina i istražiti njegova optička svojstva, izračunati efemeride za potrebe sferne astronomije te redovito određivati vrijeme i geografsku širinu Popova tornja, obaviti mikrometrička mjerenja Mjeseca i Sunca i drugo (M., 1955.).

U 1908. *Zvezdarnica* dobiva novog suradnika *dr. Vladoja Drapczynskoga*, koji će zamjenjivati upravitelja te obavljati mjerenja s meridijanskim krugom. Stoga *dr. V. Drapczyński* 1910. boravi mjesec dana na *zvezdarnici* u Puli radeći na teorijskom i praktičnom izučavanju meridijanskog kruga. Osobita je važnost bila posvećena meridijanskom krugu, koji je konačno 1911. smješten na *Zvezdarnicu*, a *dr. V. Drapczyński* preuzima i službu vremena.

Tijekom 1913. nabavljena je nova ura, sinkronizirana glavnom *zvezdarničkom* urom njihalicom, a predviđalo se započeti mjerenja s meridijanskim krugom. U rujnu 1914. prof. *Adam*

pl. Kugler zamjenjuje dr. V. Drapczyńskog i započinju redovita mjerenja meridijanskim krugom i određivanja točnog vremena, koje je bilo potrebno za motrenja na Zvezdarnici i seizmička mjerenja na Meteorološkom zavodu kao i davanje podnevnog signala (M., 1935.). Dvije godine kasnije, 1916., prof. A. Kugler zaključuje da smještaj meridijanskog kruga na dosta visokom Popovom tornju ne zadovoljava zahtjevima potrebnim za ispravno smještanje tog instrumenta.

Nova uprava *Hrvatskog naravoslovnog društva* s predsjednikom dr. Franom Tućanom odlučuje izdavati astronomski kalendar. Prvo je godište kalendara nazvanog *Bošković* izašlo 1918. Kalendar je redovito izlazio do 1926. godine kada, zbog financijskih teškoća prestaje izlaziti. Te godine dr. O. Kučera definitivno napušta svaku javnu djelatnost, a Zvezdarnica dolazi pod upravu Geofizičkog zavoda (Kren, 2002.). Ondašnji upravitelj Zvezdarnice dr. Stjepan Škreb, koji je poput nekih prije njega, ponovno zaključio da Zvezdarnica nije pogodna za znanstveni rad i da treba poslužiti u nastavne svrhe Sveučilišta. Nedugo nakon toga zaključeno je da Zvezdarnica nije pogodna niti za tu svrhu.



Meridijanski krug R. MAILHAT, Paris (oko 1870.).

U ljeto 1934. profesor Nikolaj Abakumov, s Tehničkog fakulteta u Zagrebu, obavlja pokusna astronomska određivanja geografske širine Popovog tornja meridijanskim krugom Mailhat i univerzalnim instrumentima Hammermüller i Starke (Abakumov, 1936.). Iako je osnovna nakana mjerenja bila ispitivanje zvezdarničkih instrumenata prof. Abakumov ukazuje da terasa Popovog tornja nije pogodna za precizna astrometrijska određivanja.

Na godišnjoj skupštini *Hrvatskoga prirodoslovnog društva* 1938. konstatirano je da je Zvezdarnica u takvom stanju da na njoj nije moguć znanstveni rad te se definitivno odustalo od ideje dr. O. Kučere, o razvoju Zvezdarnice kao znanstvene ustanove. Meridijanski krug i ure njihalice prenesene su u novo izgrađeni sveučilišni opservatorij za položajnu astronomiju u Maksimiru.

Od 1938. pa sve do kraja II. svjetskog rata Zvezdarnica je zapuštena i zatvorena za posjetitelje. Osnivanjem *Astronomsko-geofizičke sekcije Hrvatskoga prirodoslovnog društva* 1945. godine ponovno je uređena Zvezdarnica i, u kolovozu iste godine, otvorena za ljubitelje neba (Kren, 2002.).

U razdoblju iza drugog svjetskog rata obnovljeno je izlaženje *Kalendara Bošković*. Za dvijestotu obljetnicu velikog astronomsko-geodetskog rada *Ruđera Boškovića* u 1950. pokrenuto je ponovno izlaženje astronomskog kalendara pod imenom *Almanah Bošković*. Almanah je s prekidima izlazio do 1976. godine. Prvi je urednik bio dr. Radovan Vernić, a daljnja godišta uređuje prof. dr. Leo Randić. Posljednja dva izdanja uredio je akademik Žarko Dadić (Kren, 2002.).

Svojevrsni nastavljatelj tradicije *Almanaha Bošković* postao je 1974. godine utemeljeni zvezdarnički časopis *Bolid*, u kojem su, nakon ugasnuća *Almanaha*, u početku priređivane efemeride za pojedinu godinu, a kasnije kao poseban broj, svake godine izlazi *Mali astronomski godišnjak* (Kren, 2002.).

Daljnja djelovanja na Zvezdarnici bila su pretežito popularizacijskoga i obrazovnog karaktera, te nije bilo stručnoga rada baziranoga na dosezima suvremene položajne astronomije. No, vrijedno je spomenuti da je prof. dr. Leo

Randić, u dogovoru s upraviteljem Zvezdarnice *dr. Gabrijelom Divjanovićem* i *Hrvatskim prirodoslovnim društvom*, inicirao i ostvario nabavku Zeissova projektora za planetarij, te koordinirao sve radove oko izgradnje planetarija u zgradi Tehničkog muzeja u Zagrebu. Planetarij je i danas u službi brojnim školskim i inim grupama iz Zagreba i cijele Hrvatske, ali i učenicima i studentima u stjecanju temeljnih predodžbi iz sferne astronomije i astrognozije. U sličnu namjenu mogu se ubrojiti i zvezdarnička kartografska izdanja, posebice vrteća karta neba.

Spomenimo također da je dugi niz godina na Zvezdarnici djelovao *Zlatko Britvić dipl. ing. geod.*, koji je mnogobrojnim srednjoškolcima predavao sfernu i praktičnu astronomiju.

Položajna astronomija na Geodetskom fakultetu

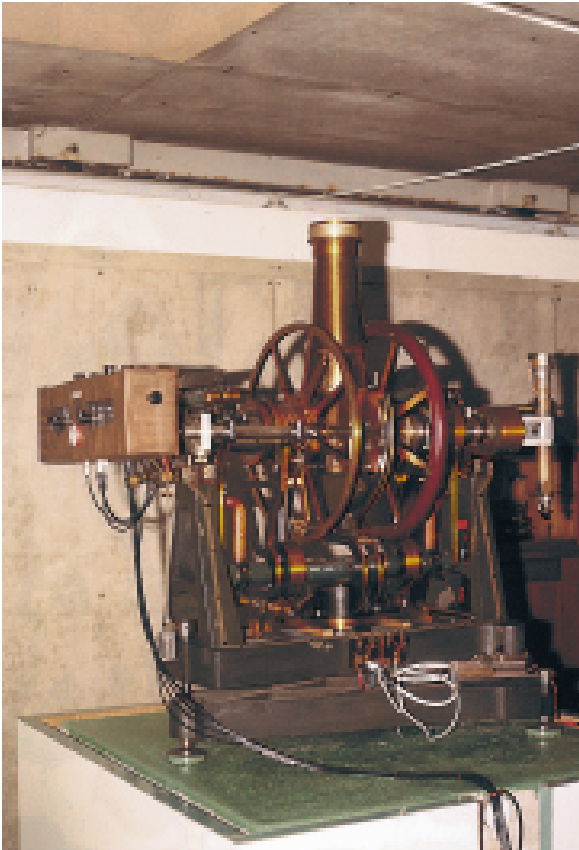
Nakon neuspjelog pokušaja osnivanja katedre za astronomiju u 1906., *dr. O. Kučera* je školske godine 1908./09., na Šumarskoj akademiji Mudroslovnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, uveo *Geodetski tečaj* s jednakim nastavnim

programom kakav su imali geodetski studiji na Visokoj tehničkoj školi u Beču i Pragu (Dadić, 1982., Kren, 2002., Solarić i dr., 1993.). Prema tome tu godinu možemo smatrati početkom kontinuirane geodetske visokoškolske nastave u Hrvatskoj, iako je nastava geodezije na zagrebačkom sveučilištu postojala prije više od dva stoljeća što svjedoči udžbenik Martina Sabolovića: *Exercitationes Gaeodeticae*, izdan na latinskom jeziku 1775. godine (URL 1). Na *Geodetskom tečaju*, uz ostale predmete u III. i IV. semestru, predavana je i Sferna astronomija (Jurišić, 1994.), te se može smatrati da je 1908. godina zapravo i početak sveučilišne nastave sferne i praktične astronomije.

Geodetski je tečaj 1919. godine prešao na Visoku tehničku školu. Sljedeće godine tečaj je prerastao u Geodetski odjel Tehničke visoke škole, koja je 1926. ušla u sastav Sveučilišta kao Tehnički fakultet s odgovarajućim odjelima, te je tako bio definiran akademski status nastave geodezije. Geodetsko-kulturno-tehničkom odjelu pripadale su tri katedre, a na Katedri za višu geodeziju predavana je i sferna i praktična astronomija (URL 1).



Astronomski paviljon Geodetskog fakulteta



Pasažni instrument Askania-Werke (oko 1910.) s fotoelektricnim uređajem za automatsku registraciju vremena prolaza zvijezda kroz vidno polje

Godinu dana nakon osnutka Geodetsko-kulturno-tehničkog odjela Tehničkog fakulteta *prof. N. Abakumov*, preuzevši kolegije više geodezije i astronomije od *prof. dr. Antona Faschinga*, uočava da praktični radovi iz astronomije uopće ne postoje, iako je potreban instrumentarij već bio nabavljen. Naime, Geodetski je zavod posjedovao kronometar, sekstant, univerzalni instrument Starke a ubrzo je kupljen i kronometar za zvjezdano vrijeme (Abakumov, 1942a). Nastava sferne i praktične astronomije nije mogla ostati samo teorijskog karaktera već je trebalo omogućiti praktičan i znanstveni rad na opservatoriju. Prirodno je bilo da se u tu svrhu koristi prostor Zvezdarnice, koja je imala vlastite astrometrijske instrumente. Tako na primjer, u rujnu 1928. izrađen je na Popovom tornju diplomski rad iz položajne astronomije. I nakon toga su na Zvezdarnici u nekoliko navrata obavljana astrometrijska mjerenja i održana predavanja iz sferne i praktične astronomije.

Ispitivanja *prof. N. Abakumova* iz 1934. definitivno su pokazala da Zvezdarnica na Popovom tornju nije povoljna za nesmetan astronomski rad i za precizna astrometrijska mjerenja (Abakumov, 1936.). Prema tome, za sustavni stručni i znanstveni rad iz položajne astronomije potrebno je izgraditi opservatorij.

Osnivanje opservatorija provedeno je privatnom inicijativom i privatnim sredstvima uz stručnu suradnju gotovo svih odjela Tehničkog fakulteta (Randić, 1963., Schillhard, Palčić, 1937.). Sjednicom Inicijativnog odbora, u jesen 1935., počinje akcija za izgradnju opservatorija. Odbačena je ideja o izgradnji opservatorija u dvorištu Tehničkog fakulteta ili u dvorištu susjedne srednje škole a najpovoljnija je lokacija izabrana u Maksimiru, nedaleko Švicarske kuće. Projekt vodi prorektor *prof. ing. Đuro Stipetić* a pored mnogih koji su darovali instrumente i donacijama sudjelovali u izgradnji astronomskog paviljona bili su *prof. N. Abakumov* s Tehničkog fakulteta, koji postaje prvim upraviteljem i *prof. S. Škreb*, direktor geofizičkog zavoda i ondašnji upravitelj Zvezdarnice HPD-a.

U srpnju 1936. počinje gradnja opservatorija u Maksimiru, a već u kolovozu 1937. preneseni su i postavljeni instrumenti da bi u rujnu počela prva mjerenja (Abakumov, 1942a). Krajem rujna iste godine prva je opažanja izveo *prof. N. Abakumov*, a tri dana kasnije odbor za izgradnju službeno je predao maksimirsku zvezdarnicu Sveučilištu. U Statutu Astronomskog zavoda iz 1938. godine navedeno je da opservatorij (astronomski paviljon) služi za upotpunjavanje teorijskih i praktičnih znanja studenata iz položajne astronomije, za opažanja i ispitivanja različitih metoda položajne astronomije, za kontinuirano određivanje geografske širine, duljine i vremena, za znanstvena istraživanja oblika geoida iz astro-geodetskih mjerenja i drugo.

Redovita motrenja u astronomskom paviljonu počinju u veljači 1938. godine opažanjima *prof. N. Abakumova* i *prof. Stjepana Horvata*. U to se doba u paviljonu nalaze sljedeći instrumenti: pasažni instrument s vertikalnim krugom Askania-Werke (Berlin Friedenau), mali pasažni (meridijanski) instrument s vertikalnim krugom Mailhat (Pariz) vlasništvo Zvezdarnice HPD-a, univerzalni instrument Starke (Beč),

astronomski sat Rapf s invarnim Rieflerovim njihovom, uređaj za primanje vremenskih radio signala i kratkovalni radioprijamnik, kronograf Hipp, dva kronometra Ditisheim (Beč), te meteorološki pribor (barometar, dva aneroida, barograf i dva psihrometra) te Eötvösov variometar.

Profesor N. Abakumov Talcottovom metodom određuje geografsku širinu, a *prof. S. Horvat* određuje apsolutne deklinacije 53 zvijezde u zenitu s pomoću okularnog mikrometra (N. Abakumov, 1938./39. i S. Horvat, 1942.). Opažanja *prof. Abakumova* traju 14 mjeseci, a iz opažanja 2412 parova zvijezda izvedena je geografska širina paviljona i krivulja pomicanja polova Zemlje za razdoblje u kojem su obavljena opažanja. Prvo preliminarno određivanje geografske duljine astronomskog paviljona u Maksimiru učinjeno je 1940. godine. Ponovljeno je određivanje geografske širine paviljona, koje je poslužilo za korekciju utjecaja pomicanja Zemljinih polova pri određivanju geografske širine astronomske točke Sljeme (N. Abakumov, L. Randić, 1941./42. i 1943.), obavljeno je i ispitivanje hoda astronomskog sata pomoću ritmičkih signala (L. Randić, 1941./42.) i drugo.

Nakon II. svjetskog rata 1946. godine Geodetski je odjel dobio naziv Geodetski i melioracioni odsjek Tehničkog fakulteta. Od bivših odjela Tehničkog fakulteta 1956. nastaju četiri nova fakulteta, a jedan od njih je bio Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet. AGG fakultet je u takvom ustroju ostao do 1962. kada je osnovan samostalan Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu (URL 1).

Krajem 1940tih nastavljena su motrenja u astronomskom paviljonu i tada su nabavljeni: zenit teleskop Askania-Werke (Berlin Friedenau), precizni sat Strasser, Zeissov durbin azimutalne montaže promjera objektiva 130 mm, te tiskajući kronograf. Poslije su kupljena tri kronometra, dva pomorska sekstanta, Wildov dodatak za astrolab s prizmom i Roelofsova prizma za opažanje Sunca.

Zahvaljujući pomoći Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti otpočela su 1951. godine redovita opažanja Talcottovom metodom (D. Popović, prof. L. Randić i prof. P. Terzić), ali su 1960. obustavljena zbog pomanjkanja financijskih sredstava (Randić, 1963.).

U 1961. godini nabavljeni su: moderni univerzalni instrument Wild T4 s priborom, kronometar, kronograf, radioprijamnik te precizni aneroid i termometar. Deset godina kasnije kupljen je kvarcni sat Patek Philippe s automatskom korekcijom sata prema vremenskim radiosignalima.

Osim opažачkih radova u astronomskom paviljonu izučavana su i teorijska rješenja u položajnoj astronomiji.

Polovinom pedesetih *prof. dr. Leo Randić* izlaže osnove nove metode za određivanje položaja točke na Zemljinoj površini iz položaja zenita među zvijezdama (Randić, 1952., 1953a). Predlaže idejni projekt novog instrumenta za brzo određivanje položaja u navigaciji, zrakoplovstvu i pri ekspedicijama (Randić, 1956.). Nadalje, *prof. L. Randić* predlaže znatno pojednostavljene postupke za grafičko odabiranje zvijezda za opažanje po Pjevcovljevoj i ostalim metodama (Randić, 1953b). Autor je također ispitao mogućnost usavršavanja Pjevcovljeve metode za određivanje geografske širine i predložio nove formule za redukciju na temelju zamisli da se reduciraju trenuci opažanja, a ne izračunate širine. Poboljšavanjem metode omogućena je njena primjena za utvrđivanje sekularnih promjena geografske širine, jer su parovi zvijezda pri toj



Univerzalni instrument Wild T4

metodi manje “osjetljivi” na precesijske promjene. Provedena su ispitivanja o primjeni Pjevcovljeve i Zingerove metode pri opažanju astrolabom s prizmom, napravljene su karte neba u pravokutnom koordinatnom sustavu, oleate i izbor zvijezda u okviru nekoliko diplomskih radova. Rezultati opažanja astrolabom ukazivali su na prednost izbora programa opažanja, ako se zvijezde odabiru tako da se može primijeniti metoda Pjevcova odnosno Zingera. To je također potvrdio *prof. dr. Predrag Terzić* u svojim detaljnim ispitivanjima u okviru habilitacijske radnje.

Profesor Terzić je 1977. odredio razliku geografskih duljina astronomskog paviljona Maksimir i Opservatorija Hvar, a također i geografsku širinu Opservatorija Hvar (Terzić, 1980., 1983.). Ta su određivanja izvedena maksimalnom točnošću koja se može postići univerzalnim instrumentom Wild T4. Prema ideji *prof. dr. Nikole Solarića*, pri tim je mjerenjima upotrebljavan uređaj za precizno određivanje korekcije sata primanjem vremenskih radiosignala kad su radiosmetnje velike.

U okviru disertacijske radnje *profesora N. Solarića*, izrađen je 1979. fotoelektrični uređaj na pasažnom instrumentu za registraciju vremena prolaza zvijezda s pet nivoa amplitudne diskriminacije s kojim je povećana točnost, a i automatiziran postupak obrade mjerenja (Solarić, 1980.).

Sredinom osamdesetih nabavljen je elektronički teodolit Kern E2 i razvijena je oprema za simultano (istodobno) određivanje astronomske širine i duljine (Solarić, 1985.). Opremu čine: astrolab (nivelir Zeiss Ni 2 i prizma), programabilno računalo (danas notebook), specijalni relej i dugovalni radioprijamnik.

Iz preciznih koordinata nultog stupa astronomskog paviljona određena je 1984. godine temeljna točka za astronomska mjerenja na geoidnim točkama. U odnosu na tu referentnu točku određuju se pomoću Zeiss Ni2 astrolaba, astronomska širina i duljina geoidnih točka u cijeloj Hrvatskoj (Čolić i dr., 1992b, Pribičević i dr., 2001.).

Zadnjih je dva desetljeća razvijeno u Odjelu za astronomiju, Zavoda za višu geodeziju (sada Zavoda za geomatiku) 11 novih automatiziranih astronomskih metoda mjerenja. Praktičnost i

preciznost tih metoda ispitivana je u astronomskom paviljonu u Maksimiru i na Opservatoriju Hvar. Ovdje možemo istaći automatiziranu registraciju vremena s pomoću Hewlett Packardom HP41CX pri određivanju astronomske širine i duljine astrolabom Zeiss Ni2 (Solarić 1991a). Ta je metoda primijenjena pri istodobnom određivanju astronomskih koordinata na preko 200 geoidnih točaka diljem Hrvatske za određivanje astrogeodetskog geoida. Osim toga, posebno naglasimo automatizirani postupak određivanja azimuta astronomskim metodama pomoću elektroničkog teodolita Kern E2 i HP41CX, a kasnije i prijenosnim računalom (Solarić, 1991b, Solarić i dr., 1988., 1989., 1990., 1992., 1993.). Metoda je našla značajnu primjenu pri nezavisnoj kontroli geodetskih mreža iznad dugih tunela (Solarić i dr., 2003.).

U okviru doktorske disertacije *dr. D. Špoljarića* razvijen je novi automatizirani postupak simultanog određivanja astronomskih koordinata s pomoću Zeiss Ni2 astrolaba i terenskog računala i uz primjenu GPS senzora (Špoljarić, 2002.). Novi mjerni sustav omogućuje neposrednu registraciju UTC vremena primanjem GPS signala i obradu mjerenja odmah na terenu, što je veliko unapređenje u odnosu na prijašnje takve sustave.

U šezdesetpetgodišnjoj povijesti astronomskog paviljona Geodetskog fakulteta u Zagrebu učinjena su mnoga astrometrijska mjerenja i ispitivanja i napravljeno je nekoliko disertacijskih i diplomskih radova. Pored značajnog znanstvenog rada u paviljonu su održavane i studentske vježbe iz položajne i geodetske astronomije. Međutim, suvremena, vrlo sofisticirana, doplerovska, laserska i radiointerferometrijska određivanja zamijenila su optička astrometrijska i astrogeodetska mjerenja. Zbog nemogućnosti nabavke vrlo skupog suvremenog instrumentarija optička astrometrijska određivanja u paviljonu nisu danas tako učestala, intenzivna i važna kao prije.

Važno je spomenuti i da su dugogodišnja mnogobrojna i različita djelovanja i dogovori među znanstvenicima različitih struka rezultirala osnivanjem *Opservatorija Hvar* Geodetskog fakulteta, na kojem se provode redovita astrofizička motrenja, te mjerenja iz geodetske astronomije.

Nastava sferne i praktične (položajne) astronomije na Geodetskom fakultetu

Položajna astronomija i to poglavito onaj njezin dio koji se bavi određivanjem položaja točaka i smjera na Zemljinoj površini, imao je značajnu ulogu u postavljanju i orijentaciji osnovnih trigonometrijski geodetskih mreža (triangulacija I. reda) s kojih se određuju koordinate svih točaka u prostoru kao i pri određivanju astrogeodetskog geoida. Upravo je to razlog zašto su nastava i znanstveni rad iz položajne (sferne i praktične) astronomije u Hrvatskoj vezani uz razvoj nastave i znanstvenog rada na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Počeci su održavanja nastave iz sferne astronomije u školskoj godini 1908./09., kada je na *Geodetskom tečaju* u III. i IV. semestru predavana sferna astronomija. U to je doba sfernu najvjerojatnije predavao *dr. Oton Kučera* (Jurišić, 1994., Vujasinović, 1994.). Naime, *dr. O. Kučera* 1899. postaje nastavnikom matematike i fizike s mehanikom na Šumarskoj akademiji, a 1909. godine izabran je za izvanrednog profesora (Dadić, 1982.). Od 1922. do 1927. sfernu je predavao *prof. dr. Anton Fasching* (Janković, 1970., str. 76, 77). Njega je naslijedio *prof. Nikolaj P. Abakumov*, koji je znatno unaprijedio nastavu iz ovog predmeta (Abakumov, 1949.). Neko je vrijeme astronomiju predavao poznati profesor matematike *prof. dr. Željko Marković*, a sfernu *prof. N. Abakumov* (nastavni plan 1929./30., Janković, 1970., str. 15). *Prof. N. Abakumov* uvodi predmet Položajna astronomija koju uz Sfernu i predaje sve do odlaska s fakulteta 1951. godine (Janković 1970., str. 18). Nakon odlaska *prof. N. Abakumova* Sfernu i Praktičnu astronomiju na Geodetskom fakultetu predaje *prof. dr. Leo Randić*.

Od 1972. godine sfernu je astronomiju predavao *prof. dr. L. Randić*, a položajnu *prof. dr. Predrag Terzić*. U akademskoj god. 1984./85. zbog pravnih razloga u svezi s matičnošću fakulteta za pojedine nastavne predmete Sferna astronomija dobiva naziv Geodetska astronomija I, a Praktična naziv Geodetska astronomija II, a gradivo pritom ostaje neizmijenjeno (Terzić, 1982., 1988.).

Nakon odlaska u mirovinu *prof. dr. Lea Randića* i *prof. dr. Predraga Terzića* predavanja iz Geodetske astronomije I od 1987. i Geodetske astronomije II od 1988. drži *prof. dr. Nikola Solarić*. Reformom nastave na Geodetskom fakultetu promijenjeni su i nazivi kolegija Geodetske astronomije I i II u Geodetska astronomija i Posebne metode geodetske astronomije.

Od 2002. nakon odlaska u mirovinu *prof. dr. Nikole Solarića* predavanja i vježbe iz geodetske astronomije drži *dr. Drago Špoljarić*.



*Elektronički teodolit Kern E2
i prenosno računalo*

LITERATURA

- Abakumov, N. P. (1936): Pokus određivanja širine zvjezdarnice Hrvatskog prirodoslovnog društva u Zagrebu, Glasnik Hrvatskoga prirodoslovnog društva u Zagrebu, godište 41-48. (za god. 1929-1936).
- Abakumov, N. P. (1941): Određivanje geografske širine astronomskog paviljona Tehničkog fakulteta u Zagrebu. Prirodoslovna istraživanja, Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti Zagreb, sv. 23.
- Abakumov, N. P. (1942a): Astronomski zavod. Tehnički fakultet Hrvatskog sveučilišta u Zagrebu, Spomenica 1942.-1943., urednik Horvat S., str. 174-178.
- Abakumov, N. P. (1942b): Određivanje geografske duljine astronomskog paviljona Tehničkog fakulteta u Zagrebu. Godišnjak Geodetskog odsjeka Tehničkog fakulteta.
- Abakumov, N. P. (1949): Sferna astronomija (skripta). Izdanje N. S. O.-e Zagrebačkog sveučilišta, Sveučilišna litografija, Zagreb.
- Abakumov, N. P., Randić, L. (1948): Utjecaj kolebanja geografske širine na položaj astronomske tačke Sljeme. Prirodoslovna istraživanja, Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti Zagreb, sv. 23.
- Čolić, K. (1992a): Ruđer Bošković (1711.-1787.) als Geodät und Geophysiker. Mitteilungen der geodätischen Institute der Techn. Univ. Graz, Folge 75, 1-58.
- Čolić, K., Bašić, T., Petrović, S., Pribičević, B., Ratkajac, M. (1992b): Istraživanja Zemljinog polja sile teže u Hrvatskoj i Sloveniji (1975. - 1992.). Zbornik geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja 1962.-1992., Geodetski fakultet, 123-136.
- Čubranić, N. (1961): Geodetski rad Ruđera Boškovića. Zavod za višu geodeziju AGG fakulteta u Zagrebu, 1-148.
- Dadić, Ž. (1982): Povijest egzaktnih znanosti u Hrvata od kraja 18. stoljeća do početka 20. stoljeća. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.
- Dadić, Ž. (1987): Ruđer Bošković. Školska knjiga, Zagreb.
- Dadić, Ž. (1993): Astronomija u Hrvata do utemeljenja Zvezdarnice Hrvatskoga prirodoslovnog društva. Zbornik radova u povodu 90. obljetnice Zvezdarnice u Zagrebu, Zvezdarnica HPD-a, Zagreb.
- Horvat, S. (1942a): Određivanje apsolutnih deklinacija 53 zenitne zvijezde, Godišnjak geodetskog odsjeka Tehničkog fakulteta u Zagrebu.
- Horvat, S. (1942b): Određivanje apsolutnih deklinacija 53 zenitalnih zvijezda. Hrvatska državna izmjera, Zagreb 1942, 5, 101.
- Horvat, S. (1942c): Određivanje kolebanja geografske širine kod Horrebow-Talcottove metode. Hrvatska državna izmjera, Zagreb 1942, 6-9, 120-124.
- Janković, M. (1970): Spomenica 1919-1969. Geodetski fakultet Sveučilište u Zagrebu, 1-133.
- Jurišić, Ž. (1994): Geodezija u Hrvatskoj od 1877. do 1920. godine. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Geodetski fakultet, Zagreb.
- Kren, T. (1990/91): Đuro Pilar, Čovjek i svemir, br. 3-4, 17-19.
- Kren, T. (1991/92): Mirko Danijel Bogdanić, Čovjek i svemir, br. 5-6, 22-24.
- Kren, T. (1993): Pogled u svemirski ocean. Zbornik radova u povodu 90. obljetnice Zvezdarnice u Zagrebu, Zvezdarnica HPD-a, Zagreb.
- Kren, T. (2002): Astronomijski vremeplov. Crtice iz prošlosti hrvatskoga zvezdoznanstva, HKD Sv. Jeronima, Zagreb.
- M. (1955): Zvezdarnica Hrvatskoga prirodoslovnog društva. Almanah Bošković za 1955. godinu, Tipografija, Zagreb.
- Randić, L. (1952): The use of zenith in determination of position on the earth. Glasnik mat. fiz. i astr. Zagreb, sv. 7, 244.

- Randić, L. (1953a): O konstrukciji vertikale u stereografskoj projekciji. Geodetski list, 7, 9-10, 299-306.
- Randić, L. (1953b): Redukcija opažanja kod Pjevcovljeve metode određivanja geografske širine. Geodetski list, 7, 11-12, 428-429.
- Randić, L. (1956): A device to determine position rapidly without calculation. The journal of the Institute of navigation London, vol. 9, No 1, 11-16.
- Randić, L. (1963): Četvrt stoljeća zvjezdarnice u Maksimiru. Almanah Bošković za 1963, Zagreb, 191-195.
- Randić, L. (1990): Astronomija u Hrvatskoj i njenu Sveučilištu. Sveučilište u razvoju znanosti od 1669. do danas, glavni i odgovorni urednik Z. Kniewald, Sveučilište u Zagrebu, 61-65.
- Pribičević, B., Medak, D., Ratkajec, M. (2001): Astronomsko geodetski radovi na određivanju novih geoidnih točaka u Republici Hrvatskoj. Geodetski list, Vol. 56(79) 2, 77-98.
- Schillhard, V., Palčić, B. (1937): Astronomski paviljon Tehničkog fakulteta u Zagrebu. Geodetski list, I/1, 22-27.
- Solarić, N. (1980): Fotoelektrični uređaj za registraciju vremena prolaza zvijezda. Disertacijska radnja, Geodetski fakultet Zagreb, Zbornik radova, Niz B, sv. 6, 1-127.
- Solarić, N. (1985): Automatische Bestimmung des Richtungswinkels mit dem elektronischen Theodolit Kern E1 mittels Zenitdistanzen der Sonne. XVII Internationaler Kongres FIG, Sofia 19.-28. Juni 1983., Vol.10, 503. 6/1-9. Wissenschaftliche Zeitschrift TU Dresden, Dresden 1985, Heft 6/1984, 114-117.
- Solarić, N. (1991a): Automatic time recording in determination of astronomical latitude and longitude using an astrolabe and an HP41CX. Astrophysics and Space Science 1991, 177, 169-173.
- Solarić, N. (1991b): Automatic grid azimuth by hour angle of the sun, star or a planet. Astrophysics and Space Science 1991, 177, 175-179.
- Solarić, N., Randić, L., Špoljarić, D. (1993): Pogled u svemirski ocean. Zbornik radova u povodu 90. obljetnice Zvjezdarnice u Zagrebu, Zvjezdarnica HPD-a, Zagreb.
- Solarić, N., Špoljarić, D. (1988): Accuracy of the Automatic Grid Azimuth Determination by Observing the Sun Using Kern E2 Theodolite. Surveying and Mapping 1988, 1, 19-28.
- Solarić, N., Špoljarić, D. (1989): Automatische Bestimmung geographischer Breite durch Beobachtung eines Himmelskörpers mit dem elektronischen Theodolit Kern E2. Wiss. Zeitschrift der Techn. Univ. Dresden 38 (1989), Heft 2, 96-99.
- Solarić, N., Špoljarić, D. (1990): Automatic determination of the geographical longitude using an electronic theodolite Kern E2 by observing celestial bodies. Hvar Obs. Bull. 1990, 14, 15-22.
- Solarić, N., Špoljarić, D. (1992): Accuracy of the automatic astronomical azimuth determination by Polaris with Leica - Kern E2 electronic theodolite. Surveying and Land Information System 1992, Vol. 2, 80-85.
- Solarić, N., Veršić, Z., Špoljarić, D. (2003): Independent control of GPS networks above long tunnels by astronomically determined azimuths or bearing angles. Surveying Review (u tisku).
- Špoljarić, D. (2002): Automatizacija simultanog određivanja astronomskih koordinata na geoidnim točkama. Disertacijska radnja, Sveučilište u Zagrebu Geodetski fakultet, zagreb.
- Terzić, P. (1980): Određivanje razlike geodetskih dužina Opservatorija Maksimir i Hvar. Zbornik radova Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Niz A - Radovi Svezak 25, 6-74.
- Terzić, P. (1983): Neki aspekti metoda suvremenih astronomskih određivanja geografske širine, Zbornik radova Geodetskog fakulteta Sveučilšta u Zagrebu, Niz B, disertacije, svezak 7.
- Terzić, P. (1982): Sferna astronomija, Sveučilište u Zagrebu Geodetski fakultet, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.
- Terzić, P. (1988): Geodetska astronomija II. Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.

URL 1: Sveučilište u Zagrebu Geodetski fakultet

<http://www.geof.hr>