

Vodeći svjetski proizvođači geodetskih instrumenata

Boris Skopljak¹, mr. sc. Marko Šljivarić²

1. Povijesni razvoj

Može se slobodno ustvrditi da geodezija postoji od samih početaka civiliziranog čovječanstva, još otkako je prvi čovjek pokušavao premjeriti svoju nastambu. Tragovi praktične geodetske djelatnosti datiraju iz vremena mezopotamijskih kultura, Babilonaca i Asiraca, te ostalih drevnih naroda iz doline Eufrata i Tigrisa u vremenu

oko 6000. g. p.n.e. U Mezopotamiji je cjelokupni život ovisio o navodnjavanju te su rađeni kanali duljine i do 160 km, zatim poznate građevine poput Babilonske kule i Semiramidinih visećih vrtova te se sa sigurnošću može reći da su to bili veoma složeni građevinski pothvati koji su zahtijevali veoma dobro i precizno premjeravanje te je uloga geodeta bila jako važna. Kasnije antičke kulture,

Grci i Rimljani, unose još više novina u geodetsku izmjeru

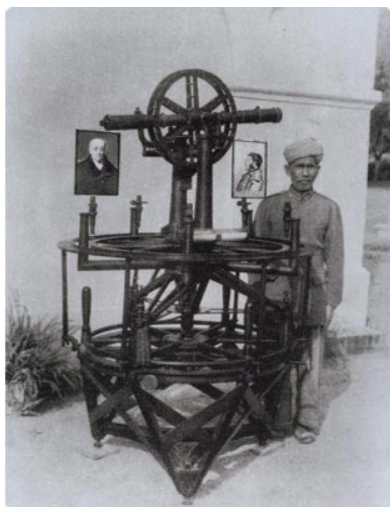


Slika 1: Primitivni lanac za mjerenje duljina

[1] Boris Skopljak, usmjerenje: inženjerska geodezija i upravljanje prostornim informacijama, bskopljak@geof.hr

[2] mr. sc. Marko Šljivarić, dipl. ing. geod., Katedra za instrumentalnu tehniku, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, msljivar@geof.hr

te rade još složenija zdanja i građevine. Razvojem ljudske civilizacije razvija se i geodezija te nastaje potreba za sve suvremenijom opremom i instrumentima. Najstarije upotrebljavane naprave služile su kada je trebalo ustanoviti da li je nešto vertikalno ili horizontalno. Da bi odredili smjer sjever-jug stari su narodi vješali visak (lat. viscus = utroba, tj. prema utrobi Zemlje) iznad sredine horizontalnog kruga i preko njega vizirali zvijezde. Za mjerenje dužine uglavnom su se koristile letve i konopci. Grci već koriste metalne vrpce i lance. Egipćani razvijaju sprave za iskolčavanje pravih kutova - hijeroglif - u prijevodu znači pravi kut. Tijekom stoljeća, s otkrićem sve naprednijih materijala i otkrića optičkih svojstava tvari evoluiraju i geodetski instrumenti da bi se krajem 18. stoljeća pojavili teodoliti u onom obliku u kakvu ih danas poznajemo. Prvi teodoliti su znali težiti i do pola tone i nisu svima bili dostupni. Svoj potpuni razvoj doživljavaju u 20. stoljeću kada nastaju prvi moderni, lako prijenosni teodoliti dostupni široj masi. U drugoj polovini prošloga stoljeća lansiranjem prvog satelita svijet se okreće no-



Slika 2: Teodolit iz 1830. za izmjeru Indije Britanskog kraljevskog geograskog društva

vim GPS tehnologijama. Danas već imamo totalne stanice s implementiranim GPS sustavom. Sukladno razvoju instrumenata raste i civilna potreba za mjernim uređajima te nekad mala obiteljska poduzeća evoluiraju do današnjih multinacionalnih kompanija koji čine važan dio svjetskog gospodarskog sustava. Predviđa se da će se na svjetskom tržištu, samo za GPS opremu 2008. godine utrošiti oko 22 milijarde američkih dolara. U ovom članku Vam stoga donosimo pregled vodećih imena u svijetu geodetskih instrumenata kako bismo se što bolje upoznali s proizvođačima opreme koji nam omogućavaju da budemo to što jesmo - geodeti.

2. LEICA - jedan "brand", a 3 globalne kompanije

Leica Geosystems LEICU danas sačinjavaju tri velike kompanije. Leica Camera AG koja se usredotočila na razvoj i proizvodnju uređaja i opreme za fotografiranje. Leica Microsystems je svoje djelovanje usmjerila na proizvodnju i dizajniranje optičkih sustava visoke tehnologije za analizu mikrosustava koji su implementirani u visokofisticiranim područjima znanosti, istraživačkoj i laboratorijskoj medicini, poglavito dijagnostici i geometrijskim ili fizikalnim modelima ljudskog tijela te istraživanju industrijskih materijala u brojnim znanstvenim i stručnim područjima. Našem području zanimanja je najbliža Leica Geosystems koja se bavi razvojem instrumenata za snimanje, analizu i prezentaciju prostornih podataka. Začeci tvrtke Leica Geosystems datiraju još iz 1819. godine kada se osniva "Kern & Co"

u Aarau u Švicarskoj. Nešto malo više od sto godina od osnutka, točnije 1921., Heinrich Wild razvija u malom napuštenom mlinu u Heerbruggu istoimenu tvrtku Wild Heerbrugg, te model T2, koji donosi revoluciju u svijetu geodezije budući da je to prvi moderni optičko-mehanički teodolit. Bio je razmjerno mali veličinom i lako se prenosio što je bio veliki napredak u odnosu na tadašnje instrumente koji su za najpreciznije izmjere znali težiti i do pola tone. Nekoliko godina kasnije Wild također razvija prvu kameru za aerofotogrametriju, model C2 te prvi analogni fotogrametrijski ploter na svijetu. Današnje sjedište tvrtke "Leica Geosystems" je u Heerbruggu, blizu St. Gallena, u Švicarskoj. Tvrtka broji nedjele oko 2400 zaposlenih u 23 zemlje svijeta. Od 2005. tvrtka se nalazi u većinskom vlasništvu korporacije "Hexagon AB" iz Švedske koja broji oko 8200 zaposlenika i ostvaruje godišnju prodaju od oko 1,327 milijardi \$ od čega velik dio donosi Leica Geosystems. U posljednja dva stoljeća tvrtka je pretrpjela razne transformacije, no cijelo to vrijeme prednjači u inovacijama na tržištu geodetskih instrumenata što omogućuje da vizija Heinricha Wilda živi i danas.



Slika 3: Teodolit Wild T2

TRIMBLE se od početka nameće kao vodeći svjetski inovator na području GPS tehnologije te je ujedno i vodeći svjetski proizvo-

3. TRIMBLE/NIKON- još uvijek svježe partnerstvo



đač opreme za GPS izmjeru. Tvrtka je osnovana 1978. sa sjedištem u Sunnyvaleu, država California te je u ovom našem pregledu uvjerljivo najmlađa kompanija. Trimble danas zapošljava više od 2300 ljudi u više od 20 zemalja svijeta. Ukupni kapital Trimblea iznosi oko 734 milijuna \$, što je porast u iznosu od 18% u odnosu na 466 milijuna \$ ostvarenih 2002. godine. Trimble u današnjem svijetu predstavlja jedno od najvažnijih imena u svijetu geodezije te će zasigurno još mnogo vremena to i ostati.



NIKON je jedan od vodećih svjetskih proizvođača naprednih i visokopreciznih optičkih instrumenata. Nikon dizajnira i proizvodi opremu koja se koristi pri proizvodnji poluvodiča i LCD (liquid crystal display) tehnologije, kao i instrumenata za izmjeru. Nikon se također bavi razvojem i proizvodnjom digitalnih kamera, fotoaparata, kao i ostalih visoko sofisticiranih optičkih uređaja za opću i industrijsku upotrebu. Tvrtka je osnovana 1917. godine u Tokiju (Japan) gdje joj je i danas sjedište te broji 18725 stalno zaposlenih te 4325 zaposlenih suradnika. Osnovni kapital tvrtke iznosi 311 milijuna \$, a ostvarena dobit u protekloj godini iznosi 6,2 milijarde \$, ne računajući



Slika 4: Trimble GPS kontroler R7



Slika 5: Nikon-ova totalna stanica DTM-502

promet od 4,42 milijarde dolara koji su ostvarili suradnici.

NIKON/TRIMBLE CO. - spajanje ova dva giganta dogodilo se u ožujku 2003. po načelu ravnopravnog partnerstva. Cilj tog udruživanja bio je osvajanje cjelokupnog tržišta geodetskih, tj. mjernih instrumenata budući da je Nikon do tog trenutka važio kao jedan od vodećih svjetskih proizvođača optičkih totalnih stanica, a Trimble kao vodeći svjetski proizvođač opreme za GPS izmjeru. Trimble tako postaje glavni zastupnik Nikona u svijetu, a Nikon omogućava na ovaj način Trimbleu da svoje instrumente za GPS izmjeru efektivno plasira na azijskom tržištu i poglavito u Japanu budući da je to jedno od vodećih svjetskih tržišta.

4. TOPCON - mali div iz "zemlje izlazećeg Sunca"



TOPCON predstavljamo kao konstantu u svijetu geodezije. Tvrtku čine četiri segmen-

ta tj. područja djelovanja: optički uređaji, oprema za industrijske pogone, oftalmološki i medicinski instrumenti te na kraju ono što nas zanima: razvoj i proizvodnja instrumenata za izmjeru zemljišta. Možemo reći da tvrtku ponajviše ulaže u razvoj tehnologije za proizvodnju instrumenata za izmjeru zemljišta te sukladno tomu, najveću zaradu ostvaruju upravo na tom području. U posljednje vrijeme jako su se usredotočili na razvoj GPS opreme kao i ostalih instrumenata poput totalnih stanica i teodolita. Tvrtka je utemeljena u rujnu 1932. sa sjedištem u Tokiju (Japan), a već 1949. pušta svoje dionice na burzama u Tokiju i Osaki da bi 1960. bio pripojen "Tokyo Shubare Electric Co." (današnja Toshiba) koja je danas vlasnik 40% dionica Topcon. Topcon ima 19 podružnica u svijetu, od čega se 6 nalazi u Europi. 1970. godine osniva se prvo sjedište Topcon u Europi, u Rotterdamu (Nizozemska). Tvrtka danas broji oko 4700 zaposlenih s godišnjim prometom od 1,27 milijardi \$.



Slika 6: TopCon-ova totalna stanica GPT-7000i



Slika 7: Sokkia-ina totalna stanica SET 510 L

5. SOKKIA – prisutna svugdje

SOKKIA

SOKKIA donedavno, unatrag 25 godina, nije predstavljala neko zvučno ime u proizvodnji geodetskih instrumenata, no zahvaljujući dobrom marketingu te nešto povoljnijim cijenama u odnosu na neka zvučnija imena u ovoj djelatnosti izborila je svoje mjesto na tržištu te je danas jako raširen "brand" u svijetu geodezije. Tvrtka je osnovana 1920. u Tokiju pod imenom Sokkisha, a 1992. godine mijenja ime u Sokkia Co.. Odmah po osnivanju započinje s proizvodnjom "transita" što je preteča današnjeg teodolita u jednom malom dućanu u Tokiju da bi se s vremenom širila što se tiče i obujma proizvoda koje nudi te prodajnih mjesta. Već više od 80 godina, Sokkia predstavlja jednog od vodećih inovatora i opskrbljivača u svijetu geodezije. Područje razvoja, tj.

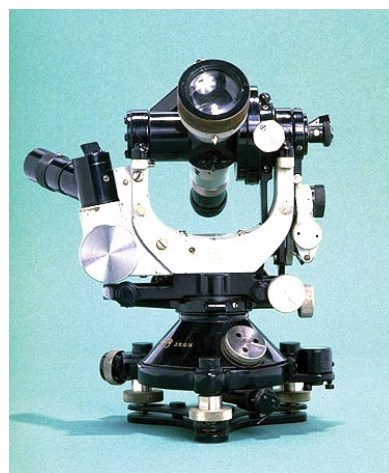
djelovanja veže isključivo uz geodeziju što uključuje proizvodnju i prodaju geodetskih instrumenata počevši od GPS-a, elektroničkih totalnih stanica i daljinomjera, do električnih i optičkih teodolita, nivelira i lasera. Asortiman GPS opreme Sokkia započinje ostvarivati kroz suradnju s američkom tvrtkom Ashtech. Tvrtka danas ima zastupništva po cijelom svijetu te zapošljava negdje oko 1500 ljudi, od toga 130 u Europi. Godišnji promet Sokkie se procjenjuje na oko 188 milijuna \$ i u stalnom je porastu.

6. ZEISS – priznato ime u svijetu geodezije



CARL ZEISS AG jedan je od najstarijih proizvođača geodetske opreme, optičkih sustava i medicinskih uređaja u svijetu. Vjerojatno nema geodeta na svijetu koji nije bar jedanput radio s nekim Zeissovim instrumentom. Na žalost svojih geodetskih fanova, Zeiss od prije neko-

liko godina više ne potpisuje dobro poznatu geodetsku opremu – nivelire, teodolite, tahimetre i totalne stanice. Tvrtka se uglavnom usmjerila na razvoj optičke opreme koja se koristi u veoma širokoj namjeni. Prvotno je osnovana 1846. godine sa sjedištem u Jeni (Njemačka). Osnovao ju je Carl Zeiss, po kojemu tvrtka i nosi ime, te njegovi suradnici Ernst Abbe i Otto Schott kao malu radionicu mehaničkih i optičkih instrumenata. Nakon II. svjetskog rata, pod pritiskom saveznika, dolazi do podjele na dvije tvrtke. Jedna sa sjedištem u Istočnoj Njemačkoj u Jeni, a druga u Zapadnoj Njemačkoj u Heidenheimu. Nakon političkog preokreta Njemačke 1989./90. ove dvije kompanije se ponovo udružuju. Današnje sjedište Zeiss grupe se nalazi u gradiću Oberkochenu u pokrajini Baden-Wuerttemberg. Tvrtka Carl Zeiss je danas globalni vođa u optičko-elektroničkoj industriji koja zapošljava oko 11500 ljudi te ima svoje urede u više od 30 zemalja svijeta te proizvode plasira u više od 100 svjetskih država. Ukupna vrijednost tvrtke se procjenjuje na 3,2 milijarde \$, a u prošloj godini su ostvarili prodaju 2,84 mlrd. \$. 1999. godine dolazi do



Slika 8: Legendarni Zeiss-ov model Th1



Slika 9: Scintrex-ov CG-5 gravimetar

udruživanja "Carl Zeiss Jena GmbH" (dio Carl Zeiss grupe zadužene za razvoj i prodaju geodetskih instrumenata) te tvrtke "Spectra Precision Inc". Sredinom 2000. Trimble preuzima tvrtku "Spectra Precision" te time nastaje "Trimble Jena GmbH" koja je u potpunom vlasništvu Trimble grupe te egzistira kao podružnica Trimblea sa sjedištem u Jeni u Njemačkoj.

7. Ostala "neophodna" oprema za izradu parcelacijskog elaborata

Prema definiciji: Geodezija je znanost koja se bavi izučavanjem oblika i veličine Zemlje, ali također i karakterom njezina gravitacijskog polja. Ukoliko želite saznati točan oblik geoida ispod svoje njive, zasigurno ćete doći do imena SCINTREX, odnosno nekada LACOSTE & ROMBERG. Ukoliko Vas i to ne zadovoljava, nego trebate apsolutni gravimetrijski datum, onda se rješenje za Vas zove AXIS Instruments (Micro-G-Solutions). Ukoliko se trebate orijentirati prema sjeveru, vodeća imena u magnetometrijskoj instrumentalnoj tehnici su BARTINGTON i GEM Systems - oba postoje na našem fakultetu. Za karte koje se izrađuju ae-

rofotogrametrijom, na netreba utipkati pojmove poput INTERGRAPH, VEXCEL, LEICA ili D.Mac Systems. Osim TRIMBLE-ovih 3D skenera, isti mogu biti i od RIEGL-a ili FARO-a. Naši kolege u struci danas sve više koriste digitalni fotoaparati ne samo kao neophodan pribor, već i kao mjerni instrument. Pri kupovini istog sigurno ćemo naići na dobro poznata imena kao što su: CANON, OLYMPUS, SONY, NIKON, FUJI, PENTAX, LUMIX, PANASONIC, SAMSUNG ili KODAK.

8. Integracija senzora – budućnost instrumentalne tehnike

Integracijom raznovrsnih mjernih senzora u jedinstveni opažajući sustav, dobiva se, osim kvantitavnog poboljšanja tehnologije opažanja (brže, obilnije i jeftinije), i jedna sasvim nova dimenzija u kvalitativnom pogledu. Stoga primjerice više nije nužno govoriti o izradi digitalnog modela reljefa na temelju opažanih podataka nekom od klasičnih metoda snimanja, već možemo slobodno uvesti pojam izmjere digitalnog modela reljefa ili digitalnog prostornog modela okoline – bilo eksterijera ili interijera otkako su laserski skeneri cijenom postali dostupni i tvrtkama srednje veličine. Primjer jedne integracije raznovrsnih senzora nam može biti zrakoplov opremljen GPS prijarnikom, inercijalnim sistemom i laserom, čime se praktički automatski izrađuje digitalni model reljefa veoma prostranog područja. Početak integracije različitih senzora u modernoj geodeziji zapravo jest danas jedan od najpopularnijih mjernih uređaja – totalna stanica, kao integracijski sustav koji implementira klasični teodolit, elektronički daljinomjer

i registrator podataka. Međutim pod suvremenim integriranim mjerno-opažajkim sustavima prvenstveno podrazumijevamo dinamički orijentirana tehnološka rješenja na različitim pokretnim platformama, tj. letjelici, plovilu ili kopnenom vozilu. Obrada opažanja pojedinih senzora, ukoliko je izvediva u realnom vremenu, može osim pukog prikupljanja podataka poslužiti i za navigaciju. Najrašireniji senzor kod takvih dinamičkih integracija je svakako GPS, kao osnovni uređaj za prostorno pozicioniranje u danom vremenskom trenutku (epohi), a uz njega se integrira još čitav niz senzora raspoloživih u suvremenoj opažajkoj tehnologiji: CCD kamere, INS (inercijalni sistemi), gravimetri, dubinomjeri, laseri itd. Jedan takav razmjerno veoma složen sustav je i VISAT sustav za detaljno opažanje cestovnih putova. Na teretnom automobilu (kombiju) instalirane su dvije CCD kamere kako bi u postprocesnoj obradi bilo moguće uspostaviti stereopar snimaka pogodan za fotogrametrijsku restituciju. Položaj vozila određuje se diferencijalnim GPS pozicioniranjem, dok se visine dobivene GPS-om dodatno korigiraju preko inercijalnog sistema. Stoga ne čudi da gore spomenuti proizvođači tzv. osnovne geodetske opreme – tu se ne misli na vrpce, bolcne i



Slika 10: Senzor



Slika 11: Obični peterometar

trasirke, već na totalne stanice, lasere i GPS prijamnike – svoju poslovnu politiku gotovo svi odreda usmjeruju k nuđenju već gotovih integriranih rješenja na tržištu.

9. Kupnja instrumenta

Svatko od nas geodeta će svoju prvu kupovinu instrumenta nesvjesno obaviti i Getrou, Metrou, kod Peveca i sličnih trgovačkih lanaca kada kupi prvi dvometar za 12 kn. Sljedeći korak će sigurno biti vrpca ili barem peterometar. Ozbiljniji instrumentarij sigurno nećemo kupiti toliko nesvjesno, a pogotovo ne nesavjesno. Osim naših personalnih sklonosti prema Švicarcima ili Japancima – slično kao i kod kupovine automobila, kupnju instrumenta sigurno treba podrediti mnogo važnijim čimbenicima kao što su ekonomska isplativost takve investicije. Iza različitih tehničkih karakteristika, točnosti kutova i duljina kod terestričkih instrumenata, broja kanala ili dometu radio veze kod RTK GPS prijamnika, broju piksela na 'digitalcu' i količini memorije kod svakog suvremenog instrumenta bez obzira na tip ili svrhu i/ili dugotrajnosti baterija, zasigurno treba razmisliti i o mogućnostima obrade izmjerene terenskog podatka odnosno o raspoloživom softveru i računskim progra-

mima nužnim za realizaciju osnovnog geodetskog posla koji u primitivnom obliku uvijek glasi u istom redoslijedu – izmjera, obrada, predstava! Ova potonja može biti u obliku slike, karte, plana ili nekog elaborata, pa ponekad i samo jednog broja – neke duljine ili površine. Želimo reći: nikako ne kupujte Ferrari ukoliko vaša uvriježena dnevna ruta uglavnom ide krivudavim makadamom između vinograda, voćnjaka i zona izvan svih građevinskih, urbanističkih, prometnih propisa i normi, jer se na takvim mjestima mi kolege geodeti uglavnom i susrećemo!

Literatura

Kanajet, B. (2006): Koraci po povijesti zemljomjerstva, Geotehnički fakultet, Zagreb

Macarol, S. (1961): Praktična geodezija, Tehnička knjiga, Zagreb

URL-1: <http://www.leica-geosystems.com/>

URL-2: <http://www.trimble.com/>

URL-3: <http://www.nikon.co.jp/main/eng/>

URL-4: <http://www.topcon.co.jp/eng/>



Slika 12: Leica SmartStation - totalna stanica s integriranim GPS sustavom

[co.jp/eng/](http://www.sokkia.com/)

URL-5: <http://www.sokkia.com/>

URL-6: <http://www.zeiss.de/en/>

URL-7: <http://www.survey-history.org/>

URL-8: <http://www.ngs.noaa.gov/>

URL-9: http://www.answers.com/topic/theodolite#after_ad2

URL-10: <http://www.directionsmag.com/>

URL-11: <http://www.embeddedstar.com/press/content/2003/3/embedded7907.html>

URL-12: <http://www.hexagon.se/> ■



Slika 13: Vexcel UltraCam-D digitalna aerofotogrametrijska kamera