

Dr. Nikola Neidhardt — Zagreb

Razmatranja povodom jednog novog instrumenta

Uvod

Izgleda, da se razvoj ljudskih saznanja kreće u valovima. Neki princip, načelo, neka spoznaja, polako dolazi na površinu, da zatim utone i tek se nakon dužeg ili kraćeg vremena opet pojavi, eventualno u drugome obliku.

Starogrčki atomisti filozofski su razrađivali pojam atoma. A tek danas, hiljade godina iza njih, dolazi veliki val atomskog doba, da čovječanstvu donese blagostanje ili propast.

Pred 300 godina je Leibnitz razrađivao binarni sustav brojeva, kod kojeg je osnov 2, a ne 10 kao kod dekadskog sustava. Taj Leibnitzov sistem tek je danas u elektronskim računskim strojevima našao praktičnu primjenu.

Zar nema sličnih pojava i u izgradnji geodetskih instrumenata?

Bošković je konstruirao staklene klinove, koje je 200 godina zatim Bosshardt primijenio u konstrukciji autoredukcionog tahimetra REDTA firme Zeiss, a u najnovije doba firma Wild u konstrukcij svog instrumenta RDH.

Heron Aleksandrinac, otac geodetske nauke, opisao je nivelacioni instrument, koji je zapravo imao *automatsko horizontiranje*. Moderni nivelacioni instrument s automatskim horizontiranjem konstruiran je tek danas 2000 godina iza Herona. To je Zeissov Ni2. Heronov nivelir nije bio s libelom već staklena spojna posuda oblika razvučenog slova U, ispunjena vodom, preko čijih razina se je viziralo. Voda se sama horizontirala. Ni2 je doduše posve drugačije građen, ali ima automatsko horizontiranje. On radi na principu profinjenog viska.

Još stariji nivelacioni instrument od Heronovog bio je t. zv. horobates t. j. klupa s viskovima, koji su se namještali na izvjesne marke, dakle bez automatskog horizontiranja.

Ni2 je i na principu viska i s automatskim horizontiranjem.

Kod razvoja vrlo veliku ulogu igra ljudska misao, izgrađena u teoriji. Nivelacioni instrumenti s libelama bili su na pr. isprva čvrsti, a ne s durbinima za prelaganje. Teoretsko izučavanje dovelo je do saznanja, da se izvjesne sistemske pogreške mogu eliminirati prelaganjem durbina. Počeli su se, dakle, graditi nivelacioni instrumenti sa prelaganjem. Firme, koje proizvode geodetske instrumente, upravo su se natjecale u tome. Međutim u novije doba kao da jenjava val tako građenih nivelira. Sve se više upotrebljavaju »dummy« tipovi (kako ih Amerikanci nazivaju).

Analogno je teorija istražila upliv ekscentričnosti osi teodolita i konstatirala, da se pomoću dva dijametralna noniusa eliminira ekscentričnost glavne

osi odnosno ekscentričnost središta limba obzirom na glavnu os. Počeli su se graditi teodoliti gotovo isključivo sa dva noniusa ili mikroskopa. Samo najpriprostiji mali tahimetri ostali su s jednim nonijem. A evo, u naše vrijeme kao da i u tome val jenjava. Zeissov Th4 više nema dijametralna čitanja limba, premda služi ne samo za poligoniranje, već i triangulaciju nižeg reda.

U prošlom stoljeću došao je u geodeziji do punog zamaha i veliki val t. zv. *numeričke izmjere*. Kroz stoljeća i stoljeća prije toga mjerenja su pretežno bila s geodetskim stolom, *grafička*. Ali numerička izmjera sve je više preotimala maha nad grafičkom. Rekao bi, da je to pratilo razvoj matematskih teorija prošlog i prepošlog stoljeća. Izgradilo se je teoriju brojeva, teoriju gomilišta, terije beskonačno malih veličina, teoriju limesa itd. Približiti se nečem za iznos manji od bilo kako malog iznosa i t. d. Zar u numeričkoj izmjeri u principu također ne postoji težnja, da se problemi izmjere riješe tako, da zadovolje bilo koji zahtjev, koji se konkretno na njih postavi. Da točnost odgovora traženoj, odnosno, da pogreška rezultata bude manja od određenih granica. I ne samo to, već u načelu, da se omogući, da se može postići *bilo koja točnost*, koju zamislimo. Samo broj repeticija onda mora tome odgovarati a može se i izračunati koliko je i kakovih repeticija potrebno. Teoretski to je velika prednost numeričke spram grafičke izmjere. Kod grafičke broj repeticije nije ništa značilo. Ako je geometar crtu na stolu repetirao i povukao još jednom, nije ništa poboljšao, već naprotiv, pokvario rezultat.

I kakogod izgleda, da je s numeričkom izmjerom u principu — teoretski — problem riješen, granice proširene, ipak se u naše doba i ta izmjera velikim dijelom zamijenjuje *ponovno grafičkom*. Jer fotogrametriju moramo smatrati u principu vraćanjem na grafičku izmjeru, samo naravno, u znatno drugačijem obliku. Kod aerofotogrametrije geodetski stol kao da je uzletio, a njegovu ploču zamijenila fotografska ploča ili film.

Slaba strana numeričke izmjere je u tome, da se ona pretežno ipak iskorisćuje ne numerički *nego grafički*. Mjere se na pr. okomice na centimetar, ali samo za izvjesne točke detalja, a između njih se zanemaruju visine lukova i od pola metra, jer da to odgovara točnosti izrade plana. Zar to nije slična disonanca kao i ona kod komasacija, kad se mjeri točno na promile, a bonitira netočno i na desetke procenata.

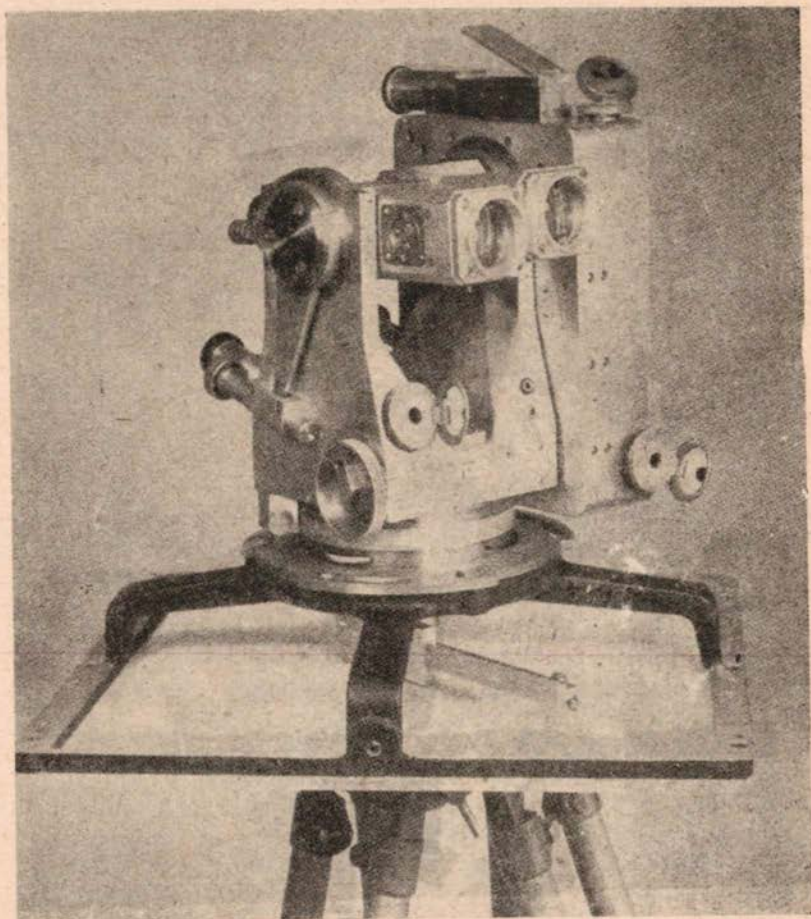
»Izmjeriti« i »izmiriti« dva su pojma (premda u ikavštini ista riječ). Numerička i grafička su *izmjere*, koje još nažalost međusobno nisu posve *izmirene*.

Teragraf

Kad smo ovako uočili neke valove razvoja, ne smije nas začuditi, da se za mjerenja klasične geodezije nastoje izgraditi instrumenti, koji bi u poboljšanom obliku dali brzo, jednostavno i dovoljno točno i *grafičku* predstavu terena. Takav jedan pokušaj želim ovdje prikazati. Donekle je u tome sličan nekim starijim tipovima instrumenata, preko kojih je vrijeme već manje više prešlo. Na pr. Puller-Brethauptovu instrumentu svojevremeno nazvanom »Schnellmesser«. Viziralo se kod njega na letvu i odmah mogla pikirati snimljena točka.

Najnoviji pokušaj izgradnje takovog instrumenta je instrument *Arne Bjerhammara*, prikazan u švedskom časopisu Svensk Landmäteri Tidskrift 1955, str. 389—403. Autor ga naziva »Teragraf«.

Instrument ima dva durbina (sl. 1) sa zajedničkim fokusiranjem i zajedničkim okularom, što predstavlja znatan novum. Vizurni pravci obaju durbina zatvaraju paralaktički kut za mjerenje dužina. Taj kut nije stalan. Promjenjiv je, a dužina letve je stalna. Letva se drži vertikalno. Slike obaju krajeva letve dovode se do koincidiranja i na posebnim skalama instrumenta čita vodoravna dužina i visinska razlika ili odmah pikira snimana točka na papir, dasku, nad kojom je instrument montiran. Za svako stajalište stavi se poseban papir baš kao kod spomenutog Pullerovog i sličnih instrumenata.

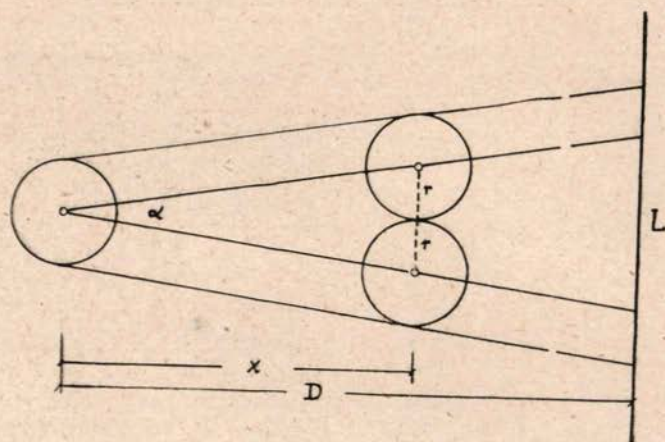


Sl. 1.

Princip dobivanja dužina je slijedeći (sl. 2). Letva je L . Što je letva bliže, to je a veće i obratno. Dva točkica, polumjera r , pomiču se bliže ili dalje prema udaljenosti letve. Onda je $x : D = 2r : L$, odnosno odatle $D = (L : 2r) x$. Jer su L i $2r$ konstantni, na odgovarajući podijeljenoj skali x čita se odmah horizon-

talna dužina ili se s posebnim mehanizmom točka pikira. Instrument ima i vodoravni krug za eventualno numeričko dobivanje vodoravnih kutova, ali nema vertikalni krug.

Instrument je izgradila švedska firma AGA. Ispitivanje točnosti na udaljenostima 16 do 66 m dalo je dobre rezultate t. j. srednje pogreške (numerički) 2,9 do 12,2 mm. Nažalost se dužine mogu mjeriti samo do 75 m. Instrument je težak 7 kg a zajedno sa stolom 10 kg.



Sl. 2.

Zaglavak

Opisani instrument zapravo je i za numeričku i za grafičku izmjeru. On uvodi ne samo novi optički i mehanički način autoredukcije, već smatram, da predstavlja i načelan pokušaj, da se proširi područje i u istom instrumentu spoje numeričke i grafičke mogućnosti. Možda on i ne će doći do velike primjene u praksi, ali će po svojoj prilici postati poticaj i stepenica u daljnjem razvoju geodetskih instrumenata.

Vratimo se sada još jednom valu, koji se zapaža u geodetskoj literaturi.

Napredak instrumenata i istraživanja pogrešaka doveli su i dovode do sve strožih zahtjeva i strožih propisa, sve strožih dozvoljenih odstupanja. Smatram, da tu teorija putem brojnih fakulteta i zavoda neosporno djeluje. Međutim prof. ing. G. F. Witt u članku »Enige beschouwingen over de ontwikkeling van de ruilverkavelingstechnik« (Tidschrift voor Kadaster en Landmeetkunde, № 1, 1956) među ostalim kaže, da za geodete postoji opasnost, da se razviju u manijake točnosti. Citiram ga točnije: »Točnost je faktor, koji u geodeziji vlada. Geodet se stalno pita s kojom točnosti treba da vrši određena opažanja i s kakovom metodom treba ta opažanja da obradi, kako bi rezultati bili željene točnosti. Pošto skoro svaki čovjek u svome radu teži usavršavanju, opasnost je velika, da se geodet izrodi u manijaka točnosti«.

U suvremenoj geodetskoj literaturi takovi glasovi protiv vrhunskih točnosti nipošto nisu usamljeni. Witt citira Kurandta, koji kaže: »Moj prijedlog, da se upotrebe manje točne metode, ne znači, da se nemarno i naprečac radi. I najfinija mjerenja zapravo daju samo približne vrijednosti. Točnost je uvijek samo

razlika stepena a ne i bitnost (Mein Vorschlag, weniger genaue Verfahren an zu wenden, bedeutet nicht, dass man nachlässig oder flüchtig arbeiten soll. Auch die feinsten Messungen ergeben letzten Endes nur Näherungswerte. Die Genauigkeit ist immer nur ein Unterschied des Grades, nicht aber der Art)«.

Azijska geodetska konferencija u Dehra Dunu 1955 rekla je pod točkom prvom svojih zaključaka: »Ne smije se tražiti veća točnost od katastarskog premjera nego li odgovara praktičnim zahtjevima«.

Zar to nisu nagovještaji, da su zahtjevi na točnost također u izvjesnom previranju. Možda će se doskora početi graditi i manje točni instrumenti, koji će gotove rezultate davati brže i sigurnije. Ne smijemo naime zaboraviti, da je dosada zapravo od čitave kugle zemaljske vrlo malen dio detaljno izmjeren. A. Brandenberger u članku »Fotogrametrija u turskom katastru« (Schweizerische Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik 1955, № 8) navodi, da je u mjerilima krupnijim od 1 : 25.000 na čitavome svijetu snimljeno tek cca 2% i kaže: »Za vrijednost jedne izmjere i kartiranje važno je vrijeme, trošak i točnost. Do sada se je nažalost točnosti posvećivala prevelika pažnja na račun utrošenog vremena i troška. Zar da se koči program civilizatorskog razvoja 90% zemalja i još 100 godina da zaostaju djelomično i zbog toga, jer su naše metode mjerenja i kartiranja velikim dijelom neekonomične, komplicirane a često i odviše točne«.

Da me ne bi tko krivo shvatio, kao da sam protiv točnosti. Nipošto. Razvoj precizne mehanike i optike omogućava sve veću i veću točnost. To treba iskoristiti. Ali prvenstveno treba nastojati, da se postupci svrsishodno pojednostavne, pojeftine i ubrzaju, kako bi što prije donosili što obilnije plodove, pa prema tome bili i što ekonomičniji. S toga aspekta je za pozdraviti veliki razvoj fotogrametrije s jedne te nastojanja oko izgradnje novih instrumenata za klasičnu geodeziju s druge strane.

RESUMÉE

»Teragraf« (A. Bjerhammar, Svensk Landmäteri Tidskrift 1955) är instrumentet för numeriskt och grafiskt mätning. Autoren betraktar principiell betydelsen av numeriskt och grafiskt kombination.