

UDK 389.15:389.161(091)  
Stručni članak

# 200 godina metra

Božidar KANAJET – Zagreb\*

*SAŽETAK. Danas se može sve izmjeriti. Mudri ljudi kažu da se mogu izmjeriti i snaga i pamet, a neizravno i – glupost. Dobro bi bilo kad bi se moglo izmjeriti i poštenje! Ali, pustimo šalu! U životu nam trebaju razne mjere, jer stari mjernici nisu badava govorili: Mjera-ujera (moja mjera – moje poštenje). Želimo li znati koliko je što dugačko, široko, visoko, duboko, debelo – mjerimo metrom.*

*Ključne riječi: mjera, prametar, metar.*

## 1. Uvod

U povijesti je svakako važan trenutak kad je čovjek počeo brojiti i mjeriti. Jednoznačnost mjernih podataka vrlo je važna u svakodnevnom životu, u opisivanju svijeta, pri razmjeni dobara te u mnogim drugim djelatnostima. Zbog različitosti razvoja u pojedinim su državama nastale razlike u njihovim zakonima, pojavila su se mnoga svrsishodna tumačenja i verzije pojma mjera. U usvajanju veličine za mjerenje duljine dužine čovjek je ponajprije krenuo od dijelova svog tijela kao što su palac, pedalj, stopa, lakat. Poznat nam je primjer Dubrovačke Republike, gdje je kao etalon dužine služila duljina podlaktice do vrha prstiju na spomeniku vitezu Orlando, postavljenu ispred crkve sv. Vlaha. To je tzv. Orlandov stup koji je ugarsko-hrvatski kralj Žigmund darovao gradu Dubrovniku. Kip je izradio Antun Dubrovčanin 1417. godine, a predstavlja simbol sudačke vlasti, odnosno simbol autonomije srednjovjekovnih gradova. Riječ je dakle o mjernoj jedinici *Lakat viteza Orlando*, koju su Dubrovčani uklesali u postolje spomenika u vidu jedne crte od 51,2 centimetra s jasno označenim krajevima.

## 2. Mjerne jedinice

Poznata je jedinica za duljinu *Yard* (*lakat = 91,44 cm*) svojedobno određena udaljenošću između nosa i palca ispružene lijeve ruke engleskoga kralja Henrika I. Jedinica *Inch* (kod nas *palac*, njemački *Zoll 2,54 cm*) bila je određena ukupnom dulji-

\* Prof.dr.sc. Božidar Kanajet, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb.

nom triju zrna ječma koje je jednog dana engleski kralj Eduard II. nasumce istrgnuo iz sredine ječmenoga klasa. *Foot* je *stopa*, a iznosi 30,48 cm. U literaturi se navodi da je oko 1800. samo u Badenskom vojvodstvu bilo u uporabi 112 različitih *lakata*, 92 mjere za površinu, 65 mjera za drvo, 163 mjere za žito, 123 akova i vedara, 80 funti.

U Indiji se ponegdje i danas udaljenost mjeri po tome koliko se daleko čuje *mukanje krava*, a na otoku Borneu kokošje *kokodakanje*. Jedinica za udaljenost koju upotrebljavaju Tibetanci je *posuda s čajem*. To je udaljenost koju propješači čovjek, potrebna da se u međuvremenu vrela čaj toliko ohladi da se može piti, tj. oko 3 kilometra. U Italiji se udaljenost mjerila čujnošću crkvenog zvona. Arapi-beduini izmjerili su mnoge udaljenosti po čitavoj obali Sredozemlja *devinim korakom*. Poznato je da deva u svom neumornom i strpljivom hodu ima relativno trajno ujednačen korak. Poznato je i mjerenje zemljišta domašajem strelice. Veće površine mjerile su se jedinicom *obilazak*. To je granica posjeda koji pješak može obići od ranog jutra do podneva.

Prvi jednoznačni, zakonom propisani mjerni sustav imali su Babilonci za vladavine Hamurabija (1728.-1686. god.pr.Kr.). Bila je to bakrena palica duljine 110,35 cm i mase 41,5 kg.

Rimljani su ucrtavali pravce kretanja legija, iskolčivali i podjeljivali zemljišta te projektirali i gradili tzv. rimske ceste. Za dužinsku mjeru imali su *stopalo*, a to je odgovaralo današnjoj duljini 0,2959 m, i *milju* veličine 1478 m. Veličanstveni graditeljski pothvati, trgovačka putovanja i vojni pohodi kopnom i morem, kao i funkcioniranje državne vlasti moralo se temeljiti na mjerenju fizikalnih veličina kao što su npr. masa, količina, duljina i vrijeme. U Mezopotamiji život je ovisio o navodnjivanju. Oko 6.000 godina stare iskopine upućuju na postojanje kanala duljine i do 160 km! Za izgradnju takva kanala, kao i cjelokupnog sustava za navodnjivanje, sigurno se zahtijevalo visokorazvijeno zemljomjerstvo.

*Milja* je veličina za mjerenje većih udaljenosti. Naziv potječe iz latinskog mille pasus tj. tisuću duplih koraka.

poljska milja	8534,0 m	ruska milja	1066,781 m
ugarska milja	8353,6 m	talijanska milja	1820 m
austrijska milja	7585,94 m	američka statutna milja	1609,343 m
stara pruska milja	7532,48 m	engleska statutna milja	1609,34 m
geografska milja	7420 m	rimska ili srednjovjekovna milja	1478 m
francuska milja	5559 m	norveška nautička milja	7529 m
turska milja	5010 m	nautička milja	1852 m
<b>hrvatska milja</b>	<b>2226 m</b>	engleska nautička milja	1853,18 m

### 3. Ideja prirodnih pramjera

U Francuskoj se u prvoj polovini XVIII. stoljeća javlja ideja o decimalnom sustavu. Povijesna Francuska revolucija utrla je putove mnogočemu vrijednome pa tako i znanosti koju nazivamo metrologija, a bavi se metodama mjerenja fizikalnih veličina, izradom mjernih uređaja te reprodukcijom i pohranjivanjem mjernih jedinica. Francuskoj je Akademiji 1790. godine povjeren zadatak da izradi projekt jedinstve-

nog sustava mjera "za sve narode i sva vremena". Prametar je trebalo odrediti po nekoj prirodnoj veličini, tako da ga mogu prihvatiti svi narodi, a sve stare i različite "kraljevske" i druge mjere trebale su biti ukinute. Odlučeno je da se za jedinicu dužine usvoji 40-milijuntinka duljine pariškog meridijana i da se nazove *metar*. Mjericima su Delambre i Méchain, a nastavili Arago, Biot, Monge i Meunier sa suradnicima od 1791. do 1798. godine uz mnogo teškoća i životnu opasnost, jer su političke i životne prilike bile nestabilne. Baza je bila dugačka 6075,98 toise (1 toise približno 1,949 m). Na temelju dobivenih rezultata načinjen je prototip *metra*, tzv. *arhivski meter*. Istraživački radovi, probe i izradba *pramjere* trajali su 14 godina. To je šipka od platiniridija (90% platine i 10% iridija). Metar je definiran razmakom između dvije srednje crtice na prototipu pri temperaturi od 0 °C. U obradbi mjernih rezultata sudjelovalo je 26 europskih znanstvenika dvije godine.

Nacionalno vijeće Francuske podržalo je prijedlog biskupa i državnika *Talleyranda* (*astronom i geodet*) i 10. prosinca 1799. godine usvojilo metar za jedinicu dužine. Za francuskom idejom o jedinstvenom sustavu mjera krenule su i druge države uvodeći vrlo praktični decimalni sustav. Međutim trebalo je još 76 godina da se usvoji ideja o potrebi univerzalnoga međunarodnoga decimalnog metarskog sustava, ali samo u 17 država. Bilo je to prije 124 godine, tj. 20. svibnja 1875. godine.

#### 4. Zemljomjerstvo

Dok se u francuskoj stvarala ideja o metru, u Hrvatsku stiže naredba 10. veljače 1786. gdje zapovjedi kralj Josip II, neka se izmjeri sav posjed kmetova, plemstva i svećenstva. U tu svrhu pošalje kralj 1. svibnja 1786. u Ugarsku i Hrvatsku 750 časnika i mjernika. Mjeseca lipnja zaputi se dapače i sam preko Graca u Zagreb i Karlovac obidje i čitavo Primorje, gdje prouči stanje naših luka i učini odredbe, kako bi se digla pomorska trgovina. Iz Primorja krene kroz granično područje u Banovinu (Banske pukovnije, Kordun = kordon-pogranična straža) i Slavoniju dodje u Zemun. Razgledavši još utvrde petrovaradinske, podje kralj u Ugarsku i dalje u Erdelj, Bukovinu i Galiciju. Kralj je na putu stvarao odredbe za gradnju cesta i prokopa, za popravak školstva i za napredak gospodarstva. Znao je, da ga plemstvo mrzi radi uređivanja katastra. Ogorčeno je plemstvo bunilo kmetove, da će morati plaćati veće poreze, radi čega se i uređuje katastar. No da predusretne bunu, smjesti kralj u Ugarsku i Hrvatsku 80.000 vojnika. Ipak posao slabo napredovao, jer je bilo premalo mjernika. Zato su morali zemlju mjeriti također učitelji, pisari, dapače i seljaci, radi čega bijaše katastar pun pogrešaka. Koncem god 1787. htjede Josip, da se na temelju tog katastra i procjene zemljišta – prema tržišnim prilikama u pojedinim županijama – izračuna porezna snaga i raspišu novi porezi. Ali u tome ga smete rat s Turcima.

#### 5. Mjernici, zemljomjeri i mjerstvo

U zbirci Zemljomjerstvo-katastar u Tehničkome muzeju nalazi se i knjiga *List zemaljske uprave za hrvatsko-slavonsku vojnu krajinu VIII. (hrv.slav. granično područje) Siečanj do konca Prosinca 1879. Komad I. do XII.* To je knjiga koja ima 531 stranicu, a u njoj je i sljedeći propis *C.kr. glavnog zapovjedništva graničarske zemaljske uprave*

## P R O P I S

u pogledu ovlašćivanja civilnih tehnika za izvršavanje mjerništva u hrvatsko-slavonskom području.

Izpitani i zaprišeženi, te po glavnom zapovjedništvu ovlašteni civilni tehnici diele se na 4 razreda pod d) mjernici i zemljomjeri,

U daljnjem tekstu obrazloženo je što, kako i zašto. Prepisujemo obrazloženje pod

d) mjernici i zemljomjeri, treba da su svršili gornju realku ili gimnaziju. Nadalje treba, da su se mjernici izobrazili u svim novijih vrstih mjeracine, naime u triangulaciji, nivelaciji, mjerenju visina itd., te da su u svih ovih poslovih praktički uvježbani. Zemljomjeri nisu dužni dokazati više naobraženje u tih poslovih, nu moraju posvjedočiti, da su u praktičnom uhvaćenju (Aufnehmen = snimanju – izmjeri), kutnim zrcalom, bolje Kornitzovim kotačem i mjerničkim stolom uvježbani, i da premjerene površine preračunavati i dieliti znaju....

Umirovljeni časnici, koji su se u vojničkim zavodih podučavali u zemljomjerstvu i poslie se u tom poslu praktički uvježbali ili koji su dulje vremena upotrebljavani kod katastra

Slijede 24 paragrafa. U paragrafu 23 piše koliku tko dobije dnevnicu.

- 285 -

3. Poluprč kruga ima  $4^{\circ}58'$ , ili  $5^{\circ}45'$ , ili  $1^{\circ}2574'$ ; neka se u svakom slučaju odredi stranica i ploština upisana mu i oko njega opisana pravilna deseterokuta, petnaesterokuta i dvasterokuta.
4. Poluprč kruga ima  $2^{\circ}75'$ , ili  $3^{\circ}45'$ , ili  $9^{\circ}201'$ ; neka se u svakom slučaju izračuna stranica i ploština upisana mu i oko njega opisana pravilna deseterokuta, četirnaesterokuta i osamnaesterokuta.
5. Imamo  $s = 3^{\circ}36'$  i  $r = 9'$ , neka se izračuna  $F$ .
6. Stranica pravilna trinasterokuta ima  $1^{\circ}35'$ , neka se odredi  $r$  i  $R$ .
7. Ploština pravilna dvasterokuta je  $5^{\circ}7998 \square$ , neka se izračuna  $r$  i  $R$ .

## IV. Razne porabe ravnoga trokutomjstva.

§. 449. Kako će se odrediti daljina dviju točaka u polju, ako se poradi kakve zapreke medju njima ona sama po sebi ne da izmjeriti.

LIK 300. Neke su  $A$  i  $B$  (lik 299) obadri točke, medju kojima se hoće znati daljina, a budući da je medju njima kuma, močvara, brčg ..., to se nemože neposredno mrenje preduzeti. Odaberimo si treću točku  $C$ , a koje se može  $A$  i  $B$  višeti i mriti, pak izmrimo pravce  $CA$  i  $CB$ , kao i kut  $ACB$ . Tu ćemo imati trolkut  $ABC$ , u kojem su poznate dvj stranice i kutom medju njima, a odatle se može po §. 439 izračunati i treća stranica  $AB$ , t. j. tražena daljina.

Buda li n. pr.  $AC = 56'$ ,  $BC = 54'$  i  $ACB = 85^{\circ}29'$ , kolik je pravac  $AB$ ?

§. 450. Neka se odredi daljina dviju točaka u polju, ako je samo jedna izmedju njih pristupna.

LIK 301.



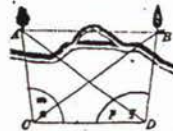
Najprije se odabere treća stališta  $C$  (lik 300), odakle se k jednoj od obadriju točaka  $A$  i  $B$  može mriti, pa se izmri pravac  $CB$ , a zatim kutovi  $C$  i  $B$ . Is ove tri oltose može se po §. 438 izračnati tražena dužina  $AB$ .

Buda li n. pr.  $BC = 52'$ ,  $C = 63^{\circ}15'$ ,  $B = 57^{\circ}18'$ , neka se izračuna  $AB$ .

- 286 -

§. 451. Daljina dviju točaka u polju neka se odredi, ako nijedna izmedju njih nije pristupna.

LIK 301.

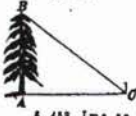


Ima se n. pr. odrediti daljina dviju stabela  $A$  i  $B$  (lik 301), što su s onu stranu rčke. Odaberimo si takova dva stališta  $C$  i  $D$ , da se medju njima može neposredno mriti, i da se sa svakoga mogu vidjeti obadri sadate točke  $A$  i  $B$ . Zatim se izmri pravac  $CD$  i na njegovih krajnjih točkah kutovi  $ACB = m$ ,  $ACD = n$ ,  $CDA = p$  i  $CDB = q$ . Tim je u troluku  $ACD$  odredjena stranica  $CD$  sa svojima prikutima  $m$  i  $p$ , dakle se može izračunati i stranica  $AD$ ; a isto tako može se u troluku  $BCD$  iz stranice  $CD$  i njezinih prikutah  $n = m$  i  $q$  izračunati stranica  $BD$ . Najposli se u troluku  $ADB$  iz stranicah  $AD$  i  $BD$  i kuta  $q - p$ , što je medju njima, odredi traženi pravac  $AB$ .

Imamo n. pr.  $CD = 75'$ ,  $m = 59^{\circ}17'$ ,  $n = 101^{\circ}46'$ ,  $p = 42^{\circ}10'$  i  $q = 108^{\circ}39'$ ; kolika je daljina  $AB$ ?

§. 452. Treba odrediti visinu kojega predmeta, gdje se može doći do njegovoga podnožlja.

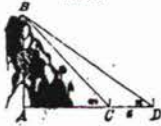
LIK 302.



Neke su n. pr. ima odrediti visina stabla  $AB$  (lik 302). Izmri se daljina medju podnožljem  $A$  stabla i kojom god točkom  $C$ , pa se u ovoj točki izmri kut  $ACB$ . Onda se s ovima drčma oltama iz pravokutnoga troluka  $BAC$  može izračunati visina  $AB$ .

§. 453. Ima se odrediti visina kojega predmeta, a nemože se pristupiti njegovu podnožlju.

LIK 303.



Treba n. pr. izračunati visinu  $AB$  (lik 303) kojega brčga nad obzorom  $AC$ . Odaberu se najprije dva stališta  $C$  i  $D$ , koja su sa  $AB$  u istoj ravnoj ravnini, te se medju njima može neposredno mriti. Zatim se izmri pravac  $CD = s$ , pak se sa njegovih krajnjih točkah odrede kutovi visine  $ACB = m$  i  $ADB = n$ .

U naslovu *Lista zemaljske uprave* piše:



Vidimo da je kroatish-slavonische *Militärgrenze* prevedeno skraćeno sa hrv.-slav. *vojna krajina*. Teritorij branjen od turske vojske je kraj pod vojnom upravom s ograničenim kretanjem civila i dobara. **TO JE GRANIČNO PODRUČJE**. Tako piše na njemačkom jeziku. Međutim, povjesničari i političari i dalje uporno ističu naziv krajina umjesto **PODRUČJE** a krajišnici umjesto **GRANIČARI**.

### O k r u ž n i c a

od 14. siječnja 1876. odjel 2. broj 9134 iz g.1875

*Obziruć se na to, što će počamši od 1. siječnja 1876. u javnom prometu u porabu doći nove mjere i utezi, pronašao je državni ratni ministerij u sporazumu sa c. k. ministerijom...*

## 6. Obljetnica metra

Na 22 sastanku Opće skupštine Međunarodne udruge geodeta u Sun Cityju zamolila je Slovačka udruga geodeta i kartografa (VUGK) da se podrži njihov prijedlog o proglašenju 10. prosinca 1999. god. Međunarodnim danom geodeta. Upravo su geodeti 10. prosinca 1799. predali rezultate svog rada i novu je mjernu jedinicu usvojio francuski parlament. Uprava *FIG-a* podržala je zamisao i odlučila potaknuti članove da lokalno organiziraju obilježavanje kako bi podsjetili javnost da su geodeti bili ključni faktor u promicanju nove jedinice metra.

Autor ovih redaka održao je članovima udruge popularno predavanje i pokazao etalon, lanac i drugi mjerni pribor koji se nalazi u stalnom postavu izložbe Zemljomjerstvo-katastar u Tehničkome muzeju, tj. u geodetskom uredu s početka XIX. stoljeća.

Također je autor sudjelovao u izradbi omotnice s prigodnim poštanskim žigom koja je zajedno s novogodišnjim čestitkama odaslana diljem svijeta.

## 7. Zaključak

S razvojem komunikacije među ljudima, gradovima, državama i kontinentima moralo se ujednačivati mjeriteljstvo. Svjetsko mjerno jedinstvo započelo je Konvencijom o metru 1875. godine, ali je općenito prihvaćeno tek 1960-ih godina, kada je gotovo u cijelom svijetu usvojen Međunarodni sustav mjernih jedinica. Tako jedinice za duljinu: vlas, palac, stopa, pedal, lakat, sežan, hvat, četvorni hvat, katastarsko jutro, ral,

motika (800 m<sup>2</sup>) u nas nisu više zakonske jedinice od 1876., god, što je ponovljeno zakonom o mjernim jedinicama i mjerilima 1976. i odredbom od 31. prosinca 1980. godine.

Godine 1960. metar je definiran određenim brojem valnih duljina elektromagnetskog zračenja i glasi:

*Metar je duljina jednaka 1650763,73 valne duljine zračenja u vakuumu koje odgovara prelazu između razina  $2p_{10}$  i  $5d_5$  atoma kriptonu 86.*

Petnaesta Generalna konferencija za mjere i utege 1975. god. preporučuje za brzinu prostiranja svjetlosti u vakuumu:  $c = 299\,792\,458 (1 \pm 4,10^{-9})$  m/s, a rezolucijom 1983. god. odlučuje:

*Metar je jednak duljini puta koji svjetlost pređe u zrakopraznom prostoru za vrijeme jednog 299 792 458-og dijela sekunde.*

pa definicija iz 1960. godine postaje nevažea.

U svezi napisanoga (*svako je vrijeme imalo svoja mjerila*) čini se da je primjerena primjedba F. Močnika iz 1867. godine *da se snuje, kuje i izmišlja jedino zato da samo nebude što god onako kako je to već tko drugi rekao.*

#### Literatura:

- Benčić, D. (1984): O osnovnoj mjernoj jedinici u geodeziji, Geodetski list, 1/3, Zagreb.  
 Brezinščak, M. (1966): Mjerenje i računanje u tehnici i znanosti, Tehnička knjiga, Zagreb  
 Jakobović, Z. (1981): Leksikon mjernih jedinica, Školska knjiga, Zagreb.  
 Herkov, Z. (1973): Naše stare mjere i utezi, Školska knjiga, Zagreb.  
 Horvat, R. (1906): Novije doba Hrvatske povjesti, str. 8, Zagreb  
 List zemaljske uprave (1879): Propisi. VIII. godina, komad I do XII.  
 Močnik, F. (1867): Pouka u merstvu. Ljudevit Gaj, Zagreb  
 Roić, M. (1999): FIG se sastao u Sun Cityju. Geodetski list, 3, Zagreb  
 Sališčev, K. A. (1941): Osnovi nauke o kartografiji, Moskva  
 Schleich, W. (1919): Kalender für Landmessungswesen und Kulturtechnik, Stuttgart.

## 200 years of a meter

*ABSTRACT. Everything can be measured today. Wise people say that power and wits both can be measured, but indirectly also – stupidity. It would be very nice if honesty could also be measured! But, let us leave jokes aside! We need various measures in our lives, because old surveyors did not say in vain: Measure – faith (my measure – my honesty). If we want to know how long, wide, high or deep something is, we measure it with – a meter.*

*Key words: measure, prototype meter, meter*

*Primljeno: 1999-12-10*