

# SUSTAVI POVIJESNIH MJERA

## Uvod u istraživanje hrvatske metrologije I

Sena Sekulić-Gvozdanović

Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Primljeno: 15. veljače 1994.

### Sažetak

Članak obrađuje rijetko analiziranu temu s područja metrologije, važnu ne samo za gospodarsku povijest, nego u svojoj morfologiji i šuplje kamene mjere i kao vrijedan kulturno-povijesni spomenik. Prikazan je razvoj mjera u starih orijentalnih naroda kao dio njihove kulture, filozofije i bitnog činitelja u ljudskom životu, zatim razvoj mjera u antičkom svijetu Helade i Rima, koji su dio svog djelovanja i života također vezali za svoj sustav mjera, te daljnji razvoj mjera u europskome srednjovjekovnom i novovjekome povijesnom kretanju. Cilj povijesne metrologije jest da na specifičan način neposredno razumije ekonomiku ljudskog društva, a primjena suvremenih računala znatno će izmijeniti metode istraživanja povijesne metrologije i historiografije uopće.

### 1. UVOD

Čim je čovjek izašao iz najprimitivnijeg stadija razvoja, mjera je postala prijeko potrebna. Bila je polazište za otkrivanje i primjenu prirodnih zakona. Sve su mjere, zapravo, nagodba - sravnivanje - izjednačavanje. Određene će veličine nestati, ali će se njihova mjera i dalje primjenjivati na iste veličine. Kao jedinične veličine čovjek je od samog početka rabio mjere što ih je nalazio na svom tijelu ili pri svom radu - prst, palac, širinu šake, ispruženu duljinu ruke, lakat, stopu, pedalj, nogu, korak ...hvat, jutro oranja, tovar i sl. Sve potječe od čovjeka, a spomenute su mjere u odraslih osoba uglavnom bile identične. Izreka "čovjek je mjera svega što postoji" pripisuje se Pitagori (oko 560-480 prije Krista), ali je mnogo starija. Dokaz su riječi *prst, palac, pedalj, stopa, lakat...* na svim jezicima.

Za mjerenje površine polja služili su koračaji. U stotinama stopa, koliko je u jednom dahu mogao tjerati bika, orač je uzorao svoje brazde i isto ih toliko stopa izorao poprijeko da širina bude jednaka duljini. To je područje od stotinu koračaja u Grka i Rimljana bila osnovna mjera za površinu.

Samo je mali korak od prirodnih mjera do primjene *umjetnih mjera i brojeva* bez kojih se ne može zamisliti gradnja. Među najstarijim graditeljima **Egipćani** su imali i najstarije norme. Kako među starim piscima ponajprije spominje Herodot, prvi su proveli pravu izmjeru zemlje. Godimice je Nil blatnim glibom preplavljivao oznake posjeda, iz godine u godinu ispravnim se mjerenjem određivao posjed. Taj je poredak star koliko i egipatska kultura.

Stari su Pitagorejci tvrdili da *broj* izražava bit svih stvari. Sveti Augustin postavio je broj na osobito važno mjesto u filozofiji. Biskup Izidor iz Seville slikovito je odredio značenje broja rekavši oko 600. godine: "Uzmi cjelini broj i sve će se razbiti."

Ni jednostavna mjera ulja ne može se odrediti bez mjera i utega, ulje je u starini kvantificirano utegom. I određivanje *šupljih mjera* može se provesti samo pomoću broja. Broj je, dakle, veza između mjere i utega.

Brojevi 1 - 10 temelj su *decimalnog sustava*. Svi su narodi brojili pomoću deset čovjekovih prstiju. Deset je za Pitagorejce bio broj nebeskih tijela. Aristotel, doduše, izvješćuje kako su Pitagorejci poznavali samo devet nebeskih tijela: Sunce, Mjesec, Zemlju i šest planeta, pa su hipotetički zamišljali još jedno nebesko tijelo da ih bude deset. I dupliranje tog broja - 20 - dospjelo je sve do našeg vremena: u Velikoj je Britaniji 1 litra = 20 solida, 1 funta = 20 šilinga, 1 livra = 20 soua.

No u antičko doba, kao i u srednjem vijeku, uglavnom se upotrebljavao *heksagezimalni sustav*. Brojka dvanaest pak potječe iz babilonskog vremena. Poznata je važnost *tuceta*. Sustav su pronašli **Sumerani**, prethodnici Babilonaca, i to za označavanje cijelih brojeva i razlomaka, što im je omogućilo da se jednako lako služe razlomcima kao i cijelim brojevima.

**Babilonci** su imali mnoštvo tablica za množenje, pomoću kojih su mogli složiti šezdesetine - heksagezimalne razlomke - kao da su cijeli brojevi, baš kao što mi danas postupamo s njima kao s cijelim brojevima, pa nakon množenja decimalnu točku stavljamo na pravo mjesto. Naviknutima na decimalni sustav, nama se danas možda čini heksagonalni sustav složenim, ali je to više zbog navike, a ne zbog stvarnih teškoća tog sustava. Do danas se ipak zadržao za minute i sekunde, te za dijeljenje kruga, a i u pojmu tuceta - 12 komada. Brojkom 12 bili su obilježeni i rimski *asi*, odnosno *libre* te mjere za rimsku *stopu*. Libra se dijelila na 12 *uncae*, 12 palaca.

Usput napominjemo da su već Babilonci otkrili svojevrsni "Pitagorin poučak", prema kojemu je kvadrat hipotenuze pravokutnog trokuta jednak zbroju kvadrata dviju kateta, a otkrivši postupak pronalazača pravokutnog trokuta, kojima su stranice iskazane cijelim brojevima pretekli su Pitagoru i njegove grčke sljedbenike za 1500 godina.

Iz babilonskih je vremena i tipičan broj 28. Čovjek ima, naime, 10 prstiju, ali i 28 vidljivih članaka. Hanftmann kaže da je 28 bio zaključni broj svih ulica. Tisućljećima se smatrao cjelinom. Zato ne začuđuje da je *egipatski lakat* iz XII. dinastije imao 28 *prsta* (ne palaca!), iako su Egipćani inače imali decimalni brojni sustav, ali bez poznavanja znaka za ništicu.

Broj 28 i Pitagorejci su još u srednjem vijeku smatrali savršenim, a označen je kao *numerus perfectus*. U "*Liberu Mathematicalisu*" Bernwarda iz Hildesheima taj je broj uputa za podučavanje Otona III. (980-1002). Bernward je iz Boethiusa preuzeo "savršene brojeve":  $1 + 2 + 4 + 7 + 14 = 28$ .

Kad je riječ o starim narodima treba još spomenuti da su Kinezi i Indijci bili skloni decimalnom sustavu.

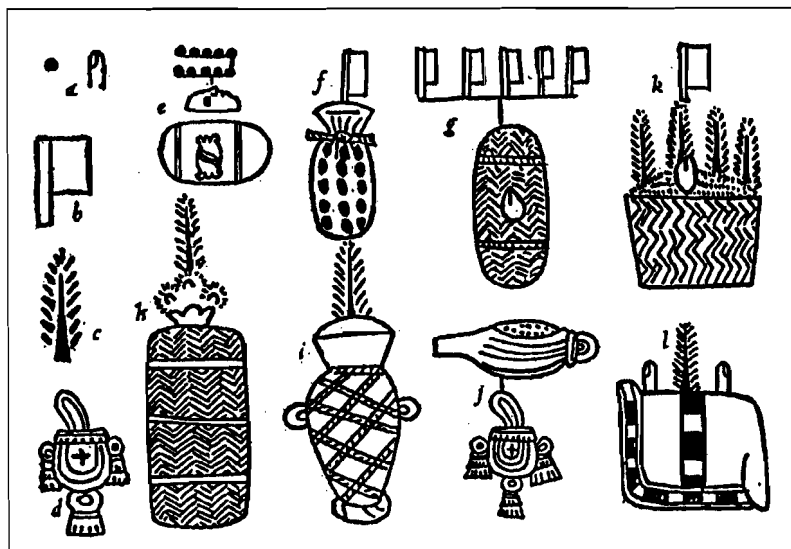
**Kineski** se sustav mjera isprva služio promjenjivim mjerama zasnovanim na ljudskom tijelu, i to do oko 300. g. prije Krista, kad je zagovornik decimalnog sustava bio Mo-Ti.

**Indijski** je brojčani sustav od samog početka bio strogo decimalan. Priručnik o metrici - *Čandra Sutra* - pripisuje se Pingalu (20. g. prije Krista), a imao je i nulu. Indijsku *Masanaru* napisao je nepoznati arhitekt praktičar na temelju djela koje potječe iz postgupskog razdoblja (dakle poslije 7. st. prije Krista), a prvih je deset poglavlja posvetio mjerama.

## 2. PISANI IZVORI

U pisanim izvorima iz starine očuvani su i spisi *metrologije*. Najstariji spomen o metrološkim piscima nalazimo u Galena (r. 131. u Pergamonu, umro 201. u Rimu). Spominje Dardaniosa kao suatora djela *Περὶ σταδίου* (*Peri stadhmôn*). Pisao je za cara Konstantina ili malo kasnije a koristio se dobrim izvorima, pa je od njega očuvana obavijest o predsolonovskome atičkom talentu. Djelo istog naslova (*Περὶ σταδίου*) pisao je na prijelazu iz 4. u 5. st. Diodoros. Obradio je talent i njegove dijelove te tečaj atičkoga srebrnog talenta, uz odnos prema solidu i bakrenoj kovanici tog razdoblja. Bilo je i manjih ulomaka. Malo se djelo *Περὶ μέτρον καὶ σταδίου καὶ τὸν δὲ λαυτὸν αὐτὰ* pripisivalo Anonimcu, danas metrologu Benediktincu. Postoje i ploče s duljinskim i plošnim mjerama te šupljim mjerama iz rimske provincije Egipta s Heronovim imenom. Ne znamo je li riječ o Heronu Aleksandrijskom s kraja 2. st. prije Krista i je li Heronova *Geometrija* (ili, kako se u drugom izvoru naziva, *Heronova geodezija*) služila kao praktični udžbenik.

Slika1  
Aztečki brojevi i metode brojenja



Heronovi odlomci uvršteni su i u uvod jednog spisa *Didymosa* iz Aleksandrije s naslovom *Μετρα μαρμαριον και παντοιον κσιλον*.

Na Heronove i Didymosove spise nadovezuje se i traktat *Περι ταλαντων*. Pojavio se i rukopis *Περι σταδημων*, potpisan imenom Juliusa Africanusa, a bio je dio velikoga skupnog djela *Κεστοι*. Autor mu sigurno nije samo Africanus, kao ni Heron ili Didymos. Smatra se da je djelo nastalo na prijelazu iz 1. u 2. st. prije Krista i da je publicirano u Aleksandriji, pa su ga nazvali djelom Anonimusa Aleksandrijskog. Vjerojatno je hebrejskog podrijetla ulomak *Περι μετρον*. Na kraju Calenova djela dana je zbirka metroloških dijelova. Postoji i brojni drugih izvora, ali spomenimo bar djelo velike egipatske kraljice Kleopatre s naslovom *Κομοτικε τηνε* u kojemu se navodi popis mjera i utega za pomasti i mirisna ulja - *Εκ των Κλεοπατριασ κοσμετικον περι σταδημων και μετρον*. Svi su ti odlomci, doduše, u današnjem obliku nađeni približno na prijelazu iz 4/5. st., ali se temelje na sličnim starijim popisima i vrlo se vjerojatno podudaraju s originalom.

Poznat je i rukopis ciparskog biskupa Epiphaniosa, također s iscrpnim prikazima mjera, a neki drugi tekstovi upućuju na Eusebios, biskupa Kajzerije i Palestine, ili na svetog Maximusa.

Metrološka literatura **Rimljana** dijeli se na dva osnovna dijela: a) na duljinske i površinske mjere, te utege i b) na šuplje mjere. Za prve su važna djela Collumela, Balbusa, Frantinusa i Hyginusa te Isidorove *Etimologiae*. Za druge je važan *Distributio Volusiusa Maeciánusa* te

Priscianusa. Vrlo su važni i podaci iz djela drukčije tematike, čiji su autori, primjerice, Aristotel, Teofrast i Polimarih. Postoji, naravno, novija i nova literatura, koju navodimo na kraju ovog rada, u popisu literature.

U Egiptu je predominantna jedinična mjera 33,3 cm, poznata u literaturi kao *mali lakat*, ali se upotrebljavala i veća mjera - *kraljevski lakat*, od 52,4 cm. Te su mjere u međusobnom odnosu  $\Pi/2$ . Zamjenjuju se razlomkom  $11/7$ , što rezultira iznenađujućom točnošću:

$$2 \times 11/7 = 3,14286 \quad \Pi = 3,14159.$$

No ta se jedinica (33,3 cm) upotrebljavala već na Malti, u sredozemnom području najstarijih kamenih hramova kamenog doba, starijih od egiptskih piramida brončanog doba. Jedinica 33,3 cm upotrebljavala se i tijekom cijelog trajanja Krete, kulture za koju se danas pouzdano znade da je mlađe od malteške. Ta se jedinica upotrebljava sve do pojave *bizantinske stope*, čak se nije mijenjala ni nakon što su osvajači različitih religija i rasa upadali u Bizantsko Carstvo. I danas se još upotrebljava mjerna jedinica *čilima* iz Anatolije. Bizantski sustav mjera, dakako, potječe iz kasnoantiknog vremena, a grčka stopa od 12 palaca ima 32,8 cm. Bizantska je, dakle, stopa jednaka grčkoj, kao što je bizantska funta jednaka rimskoj, a rimski *modius castrensis* jednak je bizantskome morskom vaganu, u suvislom sustavu mjera za težinu, duljinu i zapreminu, koje čine funta, *megarikon*, *morski vagan*, *lakat*, *hvat*... a može se dokazati i veza između šupljih žitnih mjera i mjera za površinu zemljišta.

No daleko bi nas odvela općenita rasprava o svim povijesnim mjerama. Zbog zanimljivih nalaza na našem hrvatskom području ograničit ćemo se zasada na *šuplje mjere*.

\* \* \*

Stari narodi nisu tako lako stigli do mjera za volumen i težinu kao do mjera za površinu. Prvobitno se u *vrču* čuvalo ulje i vino, a veće ili manje posude služile su za spremanje plodina ili žitarica i bile su toliko velike koliko je mogao ponijeti jedan čovjek. Iz tih jednostavnih pretpostavki već je rano proistekao zatvoreni međusobni odnos mjera. Kako je posuda, služeći kao šuplja mjera, imala pravilan oblik, lako je pronađen odnos prema duljinskoj mjeri, ali je pomoću količine vode koja je mogla stati u posudu određene težine. Najjednostavniji sustav imali su stari Egipćani. Babilonci su pak peti dio kubature svog lakta odredili kao jedinicu šuplje mjere, a dijelili su je na šestine vode kojom je ta šuplja mjera bila ispunjena. Objašnjavali su je i šupljim mjerama Egipćana.

Grci su mjere i utege preuzeli iz Prednje Azije, ali su ih dalje razvijali poznatim istraživačkim duhom. Egejski i staropeloponeški sustavi najtješnje su povezani s babilonskim normama, a važan korak dalje postavio je Solon svojim mjernim redom.

Svojim šupljim mjerama, koje su upravo kubatura rimske stope, **Rimljani** su se nadovezali na antički sustav. Razmjerno kasno i upravo na italjskom tlu prenesene su međusobno srodne zakonske formule, čiju sličnost unatrag možemo pratiti prema sustavima Egipćana i naroda Prednje Azije.

Od starine su se razlikovale *šuplje mjere za tekućine* od šupljih mjera za *rastresite suhe tvari*. Razlog ne treba tražiti daleko - *vrč* ili *kanta* za mjerenje vina ili ulja razlikovale su se po obliku, a često i po materijalu od mjera za žitarice, ovisno o različitim potrebama iznosa tih mjera.

### 3. STARI VIJEK

#### 3.1. Mjerni sustavi Egipta i Prednje Azije

Lakatne mjere starih **Egipćana** prenose mnogi spomenici. Jomard je 1822. opisao drveno mjerilo iz Memfisa (*Description d'un étalon métrique orné d'héroglyphes*, Pariz, 1822), koje ima finu podiobu lakta ne samo do širine prstiju, već sve do šezdesetina. Tri su strane mjernog štapa ispisane hijeroglifima koji otkrivaju kako je mjerni štاپ postavljen u grob Amon-em-Apeta, za vladavine kralja Horemhiba potkraj 15. st. prije Krista. Drugi je takav mjerni štاپ, također iz Memfisa, prema jednom napisu, stavljen je u grob kraljevskog pisara i službenika prvog reda, imenom Maia, u doba kralja XIX. ili XX. dinastije, dakle između 1400-1100. g. prije Krista. Najvažniji je papirus Britanskog muzeja s tekstom iz 1700. g. prije Krista, u kojem piše da je originalni mjerni štاپ izrađen za faraona XII. dinastije Amemhata III., dakle 2300. g. prije Krista. Na štapu su mjerila obaju egipatskih lakata, s lijeve velikoga, kraljevskog, a s desne strane malog lakta. *Veliki kraljevski lakat* prastara je norma za šuplje mjere, izračunana kao 525-527 mm (oko 53 cm, a u tom se rasponu kreće i babilonski i rimski lakat). *Mali lakat* iznosi 45 cm, a njegova manja podjela, *šaka* duga je 7,5 cm.

Prema prastarim pismenim spomenicima Egipatska šuplja mjera višestruko je djeljiva, a glavna, koja se pojavljuje sve do kasnoga Rimskog Carstva jest *artabe* (koja nije utvrđena u napisima te je prema Herodotu i Aristofanu perzijsko-medijskog podrijetla). Epiphanius tvrdi da je  $\alpha\rho\tau\alpha\beta\epsilon$  u egipatskome pučkom jeziku  $\epsilon\rho\tau\omicron\omicron$ , a taj se izraz očuvao sve do doba Kopta. *Artabe* se smatra četvrtinom kubature egipatskoga kraljevskog lakta, što je 36,18-36,54 litre. (Babilonska i hebrejska *epha* od 36,37 l također je poznata kao egipatska mjera.) *Hin* je mnogo manja mjera, u grčkim izvorima označena kao egipatska - 0,45 l. Volumenom je slična babilonskoj *šestini*, hebrejskom *logu* i kasnije grčko-rimskom *sekstariju*. To je mala trbušasta amfora bez postolja i ručaka, s vidljivim gornjim rubom za lijevanje. Velika mjera od 160 *hina* odgovara polovici kubature kraljevskoga ili velikoga egipatskog lakta. U obračunu mjera u Medinet Habu postoji mjera od 40 *hina*. Heksagezimalna šuplja mjera spominje se u napisu Tutmosisa III. iz Karnaka, čiji je *ment*, tj. *mina*, pročitani i prevedeni kao *kanta*. Ako se

shvati kao šezdesetina *artabe*, iznosi 60,8 centilitara i identičan je jediničnoj mjeri *paperusa Ebers - tenetom*.

Poznato je da su **Babilonci** bili sjajni astronomi. Uz seksagezimalni sustav poznavali su i duodecimalnu razdiobu, prije svega broja mjeseci Sunčeve godine. Grčki  $\sigma\alpha\rho\sigma$  odgovara jednako zvučućemu asirskom *šaru*, što znači mjera, a  $\sigma\sigma\sigma\sigma\sigma$  je greciziran oblik riječi šezdeset.

O **babilonsko-asirskim** šupljim mjerama nemamo neposrednih odataka iz klasične starine. Na iskripcijama su pronađeni znakovi čije je čitanje hipotetično, ali ih možemo uspostaviti iz perzijskih, hebrejskih, feničkih i egipatskih šupljih mjera te se uspostavio sustav glavnih babilonskih šupljih mjera kao *achane*, *chomer*, *epha* (egipatski *artabe*), *maris*, *kapithe* i *šezdesetina*.

Na **perzijskom** se dvoru pojavljuje *maris* kao mjera za tekućine, te *achane*, a u Hebrejaca se za suhe tvari rabi riječ *epha*. U to je doba postojala kulturna razmjena između Egipta i Sirije, s jedne strane, te Perzije s druge, no povratak broja 60 upućuje na utjecaj Babilonije na Perziju te dokazuje da je Babilonija izvor sustava. Da bi se odredile babilonske šuplje mjere, ponajprije posežemo za grčkim izvorima, u kojima je *maris* postavljen kao 60 *sektarija* = 32,83 l, a *artabele* kao 72 *sektarija* = 39,39 l, što daje odnos 5:6. No još i u kasnorimsko vrijeme provincijski *maris* ima 55 *sektarija*, a i iz drugih odnosa daje različite veličine. Najvjerojatnijim se čini da je *epha* (*artabe*) sadržavao 6,37 l, *maris* 30,31 l, *kapithe* 2,02 l, a *šezdesetina* 0,505 l. Babilonski i egipatski sustav susrećemo u *artabeu* jer je vrlo mala razlika između egipatskog *artabea* i babilonske *ephe*. Naime, babilonski je lakat bio samo 7 mm veći od egipatskoga, a u praksi se gotovo i ne razlikuje.

Kako su egipatski kraljevski i babilonski lakat podjednaki, a ta je mjera iz Egipta vjerojatno stigla u Babiloniju, **Feničane** možemo smatrati prenositeljima koji su imali isti lakat. Prema grčkom traktatu iz 501. g prije Krista može se vidjeti da ista mjera vrijedi i u Siriji, sve do kasnih rimskih vremena. Fenički *koros* ima 30 *sata*, a *saton* 1,5 *modiusa*.

Ima posrednih vijesti (Diodor) da su **Kartažani** preuzeli fenički sustav mjera.

U **hebrejskom** mjernom sustavu postoje različite veličine za lakat. Židovski su učenici, bilo za rimske vladavine u Aleksandriji, bilo za kalifa u Egiptu ili u drugim provincijama, osim hebrejske i staroegipatske poznavali i dvije druge veličine, od 536 i 547 mm, koje su odgovarale arapskom *crnom laktu*. Podrobniji podaci odnosa duljinskih i šupljih mjera o *eherne Meer* iz Salomonova hrama također su promjenjivi i mnogoznačni, a omogućuju brojne pretpostavke. No šuplje se mjere uvelike otkrivaju u svetim hebrejskim knjigama, pa se njihov sustav može rekonstruirati, usporediti s vijestima iz *Talmuda*, kao i s podacima Josipa, Epifaniusa i drugih pisaca grčkoga govornog područja.

Hebrejske su mjere *kor*, *letech*, *bath* (*epha*), *sea* (*saton*), *hin*, *assarón* (*omer*), *kab* i *log*. Helenistički su pisci običavali izjednačavati hebrejski *log* s grčko-rimskim *sektarijem*. Prema Ezekijelu, *kor* (*chomer*) glavna je šuplja mjera za tekućine i suhe tvari, a ima 10 *epha* ili *batha*. Epifanios tu hebrejsku mjeru naziva  $\eta\sigma\rho$ , pri čemu upotrebljava i helenistički oblik  $\kappa\omicron\rho\omicron\sigma$  a izjednačava je sa 10 *modija*, kasnije čak  $\eta\sigma\mu\omicron\rho$ . *Letech* je u Epifanija mjera za suhe tvari ( $\lambda\epsilon\delta\epsilon\kappa$ ). *Epha* je mjera za suhe tvari, a *bath* za tekuće. Josip izjednačuje  $\beta\alpha\delta\omicron\sigma$  sa 72 *sektarija* = 1 atički *metretes*, iz čega se vidi da se ta hebrejska mjera izvodi iz egipatskog *artabe*. Zakonski propisi *treće Mojsijeve knjige* (19,35,36) o ispravnim mjerama i utezima glavnom mjerom za suhe tvari navode *epha*, a za tekućine *hin*. *Sea* (*saton*) = helenistički  $\sigma\alpha\tau\omicron\nu$  - prema *Talmudu* je trećina *ephe*. U *Talmudu* je to mjera za tekuće i za suhe tvari, a u helenističkim izvorima samo žitna mjera. *Hin* je u trećoj Mojsijevoj knjizi glavna mjera za tekućinu. To je šestina *batha* polovica *sea*, 12 *loga*. U Ezekijela *hin* je šestina *ephe*, a postoji dioba na polovicu, četvrtinu, trećinu i šestinu. Poznat je i sveti i veliki *hin*.

*Assaron* ili *issaron* (*omer*) u Epifanija  $\eta\sigma\mu\omicron\rho$ , pojavljuje se u Starom zavjetu kao mjera za suhe tvari, kao desetina *ephe*. *Kab* se spominje u *Drugoj knjizi kraljeva* kao mjera za tekućine i za suhe tvari. Sadrži 4 *loga*, a šestina je *sea*, kako se tvrdi u *Talmudu*. Ptolomejski  $\eta\sigma\mu\omicron\rho$  od 6 *sektarija* naziva se  $\kappa\alpha\beta\omicron\sigma$ . U Epifanija je to četvrtina *modiusa*, pri čemu se misli na *modius* od 24 *sektarija*. Kao dijelovi *kaba* u *Talmudu* se spominje polovica, četvrtina i osmina. *Log* je mjera za ulje (česta u Mojsijevim knjigama), a dijeli se na polovice, četvrtine, osmine, šestnaestine i šezdesetčetvrtine. *Sea* ima 24, a *hin* 12 *loga*. Kako je već spomenuto, *leteh* i *efa* samo su mjere za suhe tvari, *bat* i *hin* samo za tekućine, a *kor*, *sea*, *kab* i *log* za oboje. Prema usporedbama hebrejskih s grčko-rimskim mjerama, *epha* sadrži oko 36 l, *kor* je 363,7 l, *lateh* 181,83 l, *sea* je 12,12 l, *hin* 6,06 l, *sveti hin* 4,55 l, *assarón* 3,64 l, *kab* 2,02 l, te *log* 0,51 l.

U **perzijskom** sustavu mjera perzijski lakat što ga Herodot naziva kraljevskim nije ništa drugo do babilonski lakat. Šuplje mjere za suhe tvari su *achane*, *artabe* i *kapetis*, a za tekućine  $\mu\alpha\rho\iota\sigma$ , koji se dijeli na šezdesetine i sadrži 5/6 babilonske *efe* odnosno 5/9 perzijske *artabe*. Prema Herodotu, u perzijsku *artabe* stane 51 atička *hojnikena* = 55,81 l. Četvrtina *artabe* sadrži 13,64 l, što je jednako 25 rimskih *sektarija*, prema čemu je u kasnorimsko doba normiran provincijski *modius*.

Usporedimo li perzijski *kapetis* s babilonskim *kapithe*, uočiti ćemo sličnost nazivlja i srodnost s hebrejskim *kabom*. Svakako se može utvrditi babilonski izvor za perzijski mjerni sustav za suhe tvari. Jedino još nije sigurno pripada li *adiks* babilonskome ili autohtonome perzijskom sustavu (prema grčkim izvorima, iznosi 4 *hojnikena* = 4,38 l).



### 3.2. Grčke mjere

Prema različitim spekulacijama, najstarije su **grčke** mjere postojale prema uzoru na mali egipatski lakat, ali je i veći egipatski lakat (dakle, također babilonski i fenički) utjecao na malu mjeru, pa je pokušaj izjednačavanja pri prijelazu s heksagezimalnoga babilonskog na decimalni grčki sustav rezultirao staloženim izjednačivanjem obaju sustava i njihovom prilagodbom svakodnevnim mjerama.

Apolonov hram u Bassi građen je prema mjeri stope od 314,3 mm, a stopa Atenina hrama u Egini iznosi oko 315 mm. Zeusov hram u Nemeji izgrađen je prema stopi od 317 mm, a slično je i s hramom Apolona Didimejskog u Miletu.

Opća oznaka šuplje mjere za tekućine i suhe tvari pojavljuje se u Homera kao  $\mu\epsilon\tau\rho\nu$ . Ta je mjera zacijelo nastala prema feničkom *satonu* i ima točno ili otprilike 12,12 l. Fenički je *saton* temelj i za daljnju, manju podiobu mjera najstarijega i najpoznatijega grčkog sustava šupljih mjera - **eginskoga**.

Kako je već spomenuto, od starine su se razlikovale šuplje mjere za tekućine i šuplje mjere za rastresite suhe tvari. *Vrč* ili *kanta* za mjerenje vina ili ulja razlikovali su se po obliku, često i po materijalu, od mjera za žitarice (ovisno o različitim potrebama iznosa).

Kao u svih starih naroda, i u Grka su se mjere razlikovale po veličini i nazivima. Dok još nije bilo preciznijih podatak o *eginskim* mjerama, bilo je očito da su veće od **atičkih**. Također se pokazalo da je **lakedemonska** šuplja mjera u određenom odnosu prema eginskim utezima, pa je napokon zaključeno da je eginska mjera jednaka lakedemonskoj. **Atička** mjera nije imala lokalno značenje - primjenjivala se i na Siciliji, pa su je preuzeli i Rimljani.

U Ateni je postojala stroga kontrola ispravnih mjera, a strogo ju je provodila državna vlast - *metronomi*. Mjere su bile baždarene i zamčene pečatom, svake su se godine javno izlagale i kontrolirale, a za prekršitelje su bile uvedene stroge kazne.

*Za tekućine* su rabljene grčke atičke mjere *metretés*, *hus*, *sekstes*, *kotile* i *oksibafon*.

Glavna je mjera bila  $\mu\epsilon\tau\rho\epsilon\tau\epsilon\sigma$  nazivana također  $\alpha\mu\phi\omicron\rho\epsilon\upsilon\sigma$  ili  $\kappa\alpha\delta\omicron\sigma$ . Podioba je bila *duodecimalna* jer se  $\mu\epsilon\tau\rho\epsilon\tau\epsilon\sigma$  dijelio na 12  $\eta\omicron\epsilon\sigma$ , a  $\eta\omicron\upsilon\sigma$  na 12  $\kappa\omicron\tau\iota\lambda\alpha\alpha$ . Četvrtina *kotile* bila je  $\omicron\kappa\omicron\iota\beta\alpha\phi\omicron\nu$ , a šestina  $\kappa\lambda\alpha\delta\omicron\sigma$ .

*Hus* ili *choeus*, (u Rimljana *congius*) obuhvaćao je 6 *sekstesa*, kako objašnjava Kleopatra u bilješkama o važnim mjerama i utezima u *Libri cosmetici* u kojoj navodi da *chus* ima 12 *atičkih cotilaea*, a šest *sekstarija*. To također potvrđuju Plinije i Diskorides.

Za suhe i rastresite tvari grčke su mjere *medimnos*, *ekteús* (*modios*), *hemiektion*, *hoiniks*, *sekstes* i *kotile*. Upotrebljavale su se i osobite posude za polovicu, odnosno trećinu *medimnosa* te za dvostruki, trostruki, a vjerojatno i peterostruki *hoiniks*. Smatra se da je *hoiniks* sadržavao toliko pšenice koliko je bilo potrebno za jednodnevnu čovjekovu prehranu. Pod tim su nazivom spominjane i mnoge druge mjere za žito izvedene iz atičke, osobito ptolomejski *hoiniks*, koji je sadržavao 3 atičke *koitile*. Tukidid izvještava da je *koitile* upotrebljavala za suhe tvari. Čini se da se izraz  $\eta\epsilon\mu\nu\alpha$  za atičku *koitilu* (polovica *sekstesa*), unatoč tome što je zvučao grčki, proširio na Zapad tek posredovanjem Rimljana.

I u atičkome i eginskom sustavu *medimnos* se odnosi prema *metretesu* kao 4 : 3 (eginski *medimnos* iznosi 72,74 l, a *metretes* 54,56 l; atički *medinos* sadrži 52,526 l, a *metretes* 39,395. Dakle, približni su iznosi za *metretes* 39 l, hus 3 l, *sekstes* pola litre, *kotile* četvrt litre, a za *medimnos* 52 i pola l, dok *hoiniks* sadrži jednu litru).

Usporedimo li eginske šuplje mjere s prednjoazijskim i egipatskim, možemo ustvrditi da je *metretes* jednak perzijskoj *artabe* ili 1,5 babilonsko-feničkoj *epha*. *Metretesova* dvanaestina *hus* odgovara perzijskome *addixu* i "svetom" *hinu* Hebrejaca, pa i egipatskoj *ephi*. I mnoge su provincijske mjere preko eginskog sustava povezane s babilonskima. *Medimnos*, kao mjera od dvije babilonsko-feničke *ephe*, odgovara ujedno egipatskoj velikoj *mjeri*, njegova šestina *hekteus* nije drugo do fenički *saton*, a njegova dvanaestina *hemiektion* hebrejski *hin*.

U eginskom sustavu *hekteus* sadrži 12,12 l, *hemiektion* 6 06 l, *dihoinikon* 3,03 l, *hoiniks* 1,52 l, *dikotilon* 0,76 l, *kotile* 0,38 l.

Kao što je uveo zakone i druge vrijednosti, Solon je i svoj atički sustav šupljih mjera izveo iz azijskih i eginskih mjera. Svakoj nominali eginskog sustava dodao je 1/12 njezina iznosa, pa je za odgovarajuću atičku nominalu izveo odnos 3:2. No Solonov red ima specifično mjesto među starim sustavima, pa je izjednačivanje atičkih vrijednosti s babilonskima i eginskima u praksi dosta otežano.

Još se raspravlja o tome koja je najstarija grčka mjera. Prema starim izvješćima, kralj Fedon, koji je vladao u Argosu u 6. ili 7. st. prije Krista, prvi je odredio grčke mjere i prvi kovao zlatne i srebrne kovanice (nazvane po njemu *fedon*), no najstarije su kovanice pronađene na otoku Eginu. Vidno su se razlikovale od tzv. eginskog utega, povezanoga sa starom peloponeskom duljinskom i šupljom mjerom. Iz 9. st. prije Krista potječe starospartanski ili Likurgov uteg, koji su stari Spartanci nazivali eginskim i vjerojatno je bio identičan eginskoj kovanici. Iz geneze peloponeskog sustava zamjetno je da glavno značenje imaju šuplje mjere, po uzoru na babilonsko-feničke. Preuzete su onakvima kakve su stigle iz Azije i samo prozване grčkima, a u Likurgovo su vrijeme uvrštene u zakonik. Smatra se, međutim, da vjerojatno potječu s Krete, koja je bila preplavljena feničkom kulturom, pa su kretske

elementi oblikovali sustav Likurgova kruga i njemu se kao zakonodavcu pripisalo to otkriće. Fedon, dakle, nije morao pronaći nikakve nove mjere, ali je njegova zasluga u reguliranju postojećih.

Već smo spomenuli da je eginska mjera veća od atičke. Šuplja mjera uobičajena u **Sparti** - lakedemonska - normirana je, čini se, na jednakim osnovama kao eginska. Pravila o količini živežnih namirnica i vina, koji su nabavljani za zajedničke obroke (Herodot, a kasnije i Plutarh, navodi da su Spartanci u zajedničkim obrocima dobivali mjesečno 1 *medimnos* žita i 8 *koena* vina), oblikovana su kao sastavni dio Likurgovih zakona. Svi mjerni elementi - površinske i šuplje mjere te utezi, prikupljeni su u jedinstveni sustav nazvan eginskim, jer se grobni *obol*, prema pouzdanim izvješćima, tako zvao.

Prema normama tog sustava, *medimnos* ima 72,7 l, a *chus* 4,55 l. Izračunano je da je lakedemonki *medimnos* oko 1/2 atičkoga, lakedemonki *chus* 3/8 do 1/2 atičkoga, odnosno da se lakedemonska šuplja mjera odnosi prema atičkoj kao 12:8 ili kao 11:8.

Svaki je Spartanac morao mjesečno dati oko 73 l ječme, 36,5 l vina, 3 kg sira i 1,5 kg smokava.

No u provinciji je postojao i specifičan, uobičajeni sustav mjera koje su se bitno razlikovale od eginskih ili atičkih. U **Aheji**, na mramornom spomeniku iz Gytheiona, postoji pet pravilnih, s gornje strane zaokruženih, a s donje produbljenih volumena, za odvod tekućine, pa je ta mjera očito služila kao standard. Veličina te mjere je 15,26 l, a prema napisu na rubu, označena je kao  $\eta\upsilon\sigma$ . Polovica se vjerojatno nazivala  $\eta\epsilon\mu\eta\theta\upsilon\upsilon\nu$ , četvrtina od 3,8 l  $\eta\epsilon\mu\epsilon\kappa\tau\omicron\nu$ , a dvije rupe bile su šezdesetine. Zvale su se  $\kappa\omicron\tau\text{ϩ}\lambda\epsilon$ , a sadržavale su 0,94 l.

Iznosi tih mjera bitno se razlikuju od eginskih i atičkih, ali u razdiobi postoji sličnost među tim sustavima. Eginski  $\epsilon\kappa\tau\epsilon\upsilon\sigma$  fenički *saton* odnosi se prema gitejenskom  $\eta\upsilon\sigma\upsilon$  kao 4:5. Eginski *hekteus* odnosi se prema dvostrukome gitejenskom *husu* kao 2:5, i to je most prema babilonskom sustavu. Eginski je *hekteus* identičan *satonu*, a *maris* je babilonska mjera koja je prema *satonu* u odnosu 5:2. Dakle, gitejenski je *hus* polovica babilonskog *marisa*, što potvrđuje i mjerenje vodom. Mogu se izvesti i drugi omjeri u vezi s *metretesom* i *medimnosom*.

Mjere sa širega grčkog područja i grčkih otoka Samosa, Hiosa, Delosa, Korkire, Paphosa, Lesbosa, Maksosa i Rodosa, samo ćemo letimično spomenuti, i to samo neke iz niza specifičnih i sličnih. Prema Epifaniju, u **Beotiji** je bila uobičajena mjera  $\alpha\pi\omicron\rho\rho\nu\mu\alpha$ , a iznosila je 6,02 l, te  $\sigma\alpha\tau\epsilon\sigma$ , koji se smatrao i tebanskom mjerom. Beotijski je *koiniks*, prema Teofrastu, bio mnogo veći od istoimene atičke mjere, identičan eginskom *koiniksu* od 1,52 l. Postojala je i zajednička mjera za tekućine i suhe tvari -  $\kappa\omicron\phi\iota\nu\sigma$ , koja je iznosila 3 atička *koena*, tj. točno 9,09 l. Kao

žitna mjera spominje se i  $\alpha\eta\alpha\upsilon\epsilon$ , vjerojatno istovjetan istoimenoj perzijskoj mjeri.

U 8. i 7. st. prije Krista Kalkidika i Eritreja na Eubeji bila su istaknuta mjesta jonskog društva Male Azije i otoka. Svoje su kolonije proširili na tračko jezično područje, a kasnije i na Siciliju i južnu Italiju. Pretežito se izvezio bakar, a tim je putem teklo i zlato s Orijenta, bijelo zlato Lidije i srebro iz kalkidičkoga gorja u više od 30 kolonijalnih gradova. **Kretska** Filostratosova vinska mjera  $\alpha\mu\phi\omicron\rho\epsilon\iota\sigma\ \omicron\iota\ \epsilon\kappa\ \text{Κ}\rho\epsilon\tau\omicron\varsigma$  upućuje na eginske mjere, pa se, kako je već spomenuto, pretpostavlja da staropeloponeski sustav potječe s Krete.

Sustav šupljih mjera s **Cipra** sličan je feničkim i babilonskim sustavima, ali pokazuje osobitost bitnu za razumijevanje eginskog sustava. Prema Epifaniju, velika žitna mjera *mnasis* dijeli se na 10 dijelova, a tada se naziva *modius* (što odgovara količini 17 rimskih *sektarija*, odnosno 9,0 l). Šest mjera od 17 *sektarija* daje perzijski *artabe*, a u ciparskome *modiusu* prepoznaje se i odgovarajuća mjera slična velikom *hinu*, tj. dvostrukome perzijskom *adiksu* ili *svetom hinu*. Postojao je i najveći od grčkih *medimnosa*, veći i od eginskoga. Poznato je bilo i dijeljenje *medimnosa* na šest ciparskih *modimusa*, a uobičajena je bila i druga duodecimalna razdioba. *Knasis* je sadržavao 90,9 l, ciparski *modius* 9,09 l, njegova polovica 4,55 l (što je bilo jednako perzijskom *adiksu* ili eginskom *husu*), šezdesetina *mnasisa* je 1,52 l (što je i eginski *koiniks*).

U riječi  $\mu\nu\alpha\omicron\sigma$  ili  $\mu\alpha\nu\alpha\omicron\sigma$  uočava se srodnost s riječju *maneh* =  $\mu\nu\alpha$  = šezdesetina, što je kasniji eginski *koiniks*.

*Mnasis* je trostruki babilonski *maris*, a njegova polovica *diption* identična je salaminskome *medimnosu* = 22,73 l.

U **Makedoniji** su šuplje mjere vjerojatno bile jednake atičkima. Pojavljuje se i specifični makedonski  $\mu\alpha\rho\iota\sigma$ , koji odgovara sadržaju 6 atičkih *kotila*. Aristotel iskazuje kvantitetu stočne hrane i vode što je može ponijeti jedan slon u makedonskim *medimnosima* i *metretesima*. To znači da je slonu potrebno 14 *metretesa* vode za piće najednom i još 8 za večer, što je zajedno, prema atičkoj mjeri, 8,67 *hektolitara* (to nije mnogo i otprilike iznosi 12,5 pruskih vjedara, a poznato je a slonovi ljeti piju 30 vjedara).

I **pontski** je sustav mjera srodan babilonskome. Pontski je *maris* polovica istoimene babilonske mjere, pontski je *koiniks* poput eginskog *koiniksa* jednak makedonskome *marisu*.

U Ushaku, u **Frigiji** (blizu starog Flaviopolisa) pronađeno je mjerilo od 555 mm, podijeljeno na polovicu, četvrtinu i osminu. Mramorni blok u koji je urezano to mjerilo na gornjoj površini ima sedam kružnih udubljenja koja su upisana kao  $\kappa\upsilon\pi\rho\omicron\sigma$ ,  $\mu\omicron\delta\iota\omicron\sigma$ ,  $\eta\omicron\iota\nu\iota\kappa\omicron\sigma$ ,  $\eta\omicron\nu\delta\rho\omicron\upsilon$   $\kappa\omicron\sigma\epsilon\sigma\tau\epsilon\sigma$ ,  $\omicron\iota\kappa\omicron\tau\iota\lambda\omicron\nu$ ,  $\kappa\omicron\tau\iota\lambda\epsilon$   $\epsilon\lambda\alpha\iota\nu\rho\alpha$ ,  $\kappa\omicron\sigma\epsilon\sigma\tau\epsilon\sigma$ . Spomenik potječe iz 1.

st., a mjere pokazuju srodnost s pontskim *kiprosom*, te njegovim podiobama. *Kipros* i *modios* Ushake vjerojatno su jednaki istoimenim pontskim mjerama od 14,6 l, odnosno polovici toga, a čini se da je i *kotile elajera* srodna pergamonskoj *kotili* za ulje.

Pontske mjere za tekućine su *maris* i *hidrija*, a za suhe tvari *veliki modij*, *kipros*, *mali modij*, *koniks* i sirska-aleksandrijski *sekstar*. Očito je sustav feničkog podrijetla jer su Feničani prodrli i do primorskih krajeva Ponta. Pontski *maris* (*kipros*) sadrži 14,6 l, *veliki modij* 17,51 l, *mali modij* (*hidrija*) 7,29 l, *hoiniks* 1,46 l, a *sekstar* 0,73 l.

U Maloj Aziji, na otocima i, osobito, na Lesbosu upotrebljavao se *kipros* i njegova polovična vrijednost.

U starosirijskom sustavu pojavljuje se mjera za žito sirijski *metretes* (sirijski *artabe*) od 60,62 l, *maris* je polovica *matretesa*, dakle 30,31 l, *sabiṯa* (*saton*) od 12,12 l, sirijski *sekstarius* od 0,67 l, koji se razlikuje od rimskog *sekstarija* u odnosu 4:3 i koji je stigao u Siriju za vrijeme rimske vladavine. Kao sirijska mjera pojavljuje se i  $\kappa\omicron\lambda\lambda\alpha\delta\omicron\nu$  te dvostruki *koladon* ka  $\gamma\rho\omicron\nu\sigma\alpha\tau\omicron\nu$ . Prvi ima 25, a drugi 50 *sekstariusa*. Drugi je - u latinskom prijevodu *satum in liquidis* - mjera za tekućine, a identičan je *bádosu* ili *bátosu* tj. hebrejskome *bathu*, a služila je osobito za mjerenje ulja i imala točno 50 *sekstariusa*.

Podrijetlo *sekstarija*, koji se prema rimskome odnosi kao 4:3, svakako treba povezati sa Sirijom, premda ga Epifanije naziva aleksandrijskim.

### 3.3. Mjere Rima i rimskih provincija

Rimljani su svoje šuplje mjere normirali prema atičkima, pa su se zatim rimske mjere ponovno proširile u pokorenu Grčku. To se osobito odnosi na šestinu rimskog *congiusa* - *sekstarius*, što su ga Grci preuzeli u svoj sustav pod nazivom  $\kappa\omicron\sigma\epsilon\sigma\tau\epsilon\sigma$ . S rimskim se gospodstvom glavna mjera - *sekstarius* - proširila posvuda, pa tako i u našu Istru i Dalmaciju. Isto se dogodilo i sa četvrtinom sekstara - *quartariusom*, koji odgovara grčkom  $\tau\epsilon\tau\alpha\rho\tau\omicron\nu$ .

Činjenica da su Rimljani računali šuplje mjere prema atičko-sicilskim uzorima ne znači da su te mjere bile baš sasvim jednake solonskima.

Rimljani su iz atičkog *metretesa* izgradili svoju *amforu*, koja se odnosi prema *metretesu* kao 2:3 i čija težina vode iznosi upravo 1 atički *talent*. Ta je mjera upravo kubatura rimske *stope*.

*Amfora* je bila glavna mjera za tekućine. Dvadeset dijelova amfore je *culleus-bure*, a služilo je uglavnom za vino.

Razdioba *amfore*:

amphora	1							
urna	2	1						
congius	8	4	1					
sextarius	48	24	6	1				
hemina	96	48	12	2	1			
quartarius	192	96	24	4	2	1		
acetabulum	384	192	48	8	4	2	1	
cyanthus	576	288	72	12	6	3	1	1/2

Sustav je sličan grčkome, pa su i nazivi jedinica, osim *urne*, *sextarija* i *kvaritarija*, nalik grčkima. Činjenica da je *amfora* upravo antički *talent* govori da istovjetnost nije slučajna. Naziv *congius* je grčki κογγε, a *acetabulum* je ακουβατον.

Osobitost sustava je podjela *congiusa* na šestine -*sextarije* - a šestina na četvrtine - *quartarije*. Oba naziva upućuju na grčke κοσεσσεσ ι τεταρτον. *Hemina* je za liječničku uporabu imala duodecimalnu razdiobu.

Glavna mjera za *suhe* i *rastresite* tvari bio je *modius*, trećina *quadrantala* = 16 *sextariusa*. Veća mjera od *modiusa* bila je *amfora*, koja prema Plautu odgovara *trimodiumu*. *Modius castrensis* - otprilike dvostruki *modius* - ostao je provincijska mjera. Catonov *modius olearius* služio je za mjerenje maslina (ne ulja!), a *semimodij* je pola *modija*.

Razdioba *modiusa*:

modius	1							
semimodius	2	1						
sextarius	16	8	1					
hemina	32	16	2	1				
quartarius	64	32	4	2	1			
acetabulum	128	64	8	4	2	1		
cyanthus	192	96	12	6	3	1	1/2	

Postoje tri načina određivanja rimskih šupljih mjera (pretvaranja u litre): izračunavanje *amfore* kao kubature rimske stope, premjeravanje šuplje mjere vodom i određivanje *amfore* prema rimskoj funti.

Tim ćemo postupkom ustanoviti da je *amfora* 25 l, *kongij* 2 l, *sextarij* 1/2 l, *hemina* 1/4 l, te *modij* 9 l (sve, dakako, otprilike).<sup>1</sup>

O ispravnosti rimskih mjera za vrijeme Republike i Carstva brinuli su *edili*. Kasnije je ta dužnost prenesena na prefekte gradova. Zakonsko određivanje šupljih mjera ostalo je neizmijenjeno sve do bizantskog vremena. Još je Heron iz Carigrada (živio je u 10. st.) izjednačio *amforu* s jednom rimskom kubičnom stopom, a njezinu vodenu težinu sa 80 italskih litri (λιτραι Ιταλικαι).

Za rimske vladavine u rimskim se provincijama šuplje mjere nisu znatnije mijenjane. Tako se u **Palestini**, u *Novom testamentu*, spominje κοροσ σιτον, βατοσ ελαιυ i njemu odgovarajuća *epha*, mjera za suhe stvari te *bath*, mjera za tekućine, uz naznake njihovih iznosa (αλευρον σατα τρια). Usto postoji ηοινικσ, polovica *kaba*, te αλαβαστρον, srebrna posuda označena i kao λιτρα, a jednaka je polovici rimskog *sextarius* ili, prema hebrejskom sustavu, polovici *loga*. U Ptolomejsko-rimskom sustavu rimska se stopa odnosila prema egipatskome kraljevskom laktu kao 6:0.

Slika 2.  
Oznake rimskih šupljih mjera

Notae mensurarum:	Q Q	quadrantal
	Q <sup>s</sup> Q <sup>s</sup>	urnae
	ξ z	congi
	)	sextarii ad vinum
	ξ ξ,	sextarii ad granum
	) <sub>s</sub>	heminae
	Q Q <sub>t</sub>	quartarii
	C v C <sub>v</sub>	cyathy
	Ṁ Ṁ <sub>1</sub>	modii
	Ṁ <sub>s</sub>	semimodii

U području *šupljih mjera* rimski se i ptolemejski sustavi međusobno razlikuju. Od staroegipatskih mjera Ptolemejevići su imali veliku mjeru od 160 *hina* i njegovu polovicu *artabe* a obje su mjere pripadala babilonskom sustavu, proširenome u prednjoazijskim državama te u područjima pomorske trgovine. No grčki je egipatsko-lakedemoonski *medimnos* odgovarao egipatskoj velikoj mjeri, a *hekteus* feničkome *satonu*. Sve su šuplje mjere ustanovljene prema antičkoj normi, pa iznosi nisu znatno povišeni. To je *medimnos* od 78,8 l, a odgovarajuća je egipatska mjera sadržavala 73 l. *Artabe* je povišen sa 36,45 l na 39,39 l,

tj. na iznos atičkog *metretesa*, a *saton* sa 12,12 l na εκτευσ od 13,13 l. Glavna mjera za suhe stvari bio je ptolomejski *medimnos*, jednak 1 1/2 *medimnosa* ili 2 *metretesa* atičke mjere, odnosno, kako je već spomenuto, 78,8 l. Rabljen je i *artabe* (39,4 l), *ekteus* (13,13 l), *hemiektion* (6,55 l), *hus* (3,28 l), *hoiniks* (0,82 l), te *kotile* (0,27 l).

*Artabe* se pojavljuje kao ptolomejska mjera u Polibija, a spominje se i u natpisu *Rosette*. U tom se natpisu pojavljuje κεραμον vina kao mjera za tekućine jednaka *artabeu*, za suhe stvari.

Pri preuzimanju provincije Ptolemejevića Rimljani su zadržali njihov sustav mjerenja, osim *sekstarija*, kao mjere od 2 *kotile*. No čini se da je u jeziku *sektarij* promijenio naziv u *hin*, pa su se egipatske mjere malo razlikovale ood rimskih.

Na **helenističkome** govornom području postojao je μοδιος, koji se znatno razlikovao od rimskog *modiusa*. Prozvali su ga *provincijalnim modiusom*. Taj je *modius* u sicilskom sustavu imao 1 1/3 rimskog *modiusa* (rimski je *modij* približno iznosio 9 l). Rimljani su ga računali kao 11,82 l. Ta je procjena imala praktičnu vrijednost pri utovaru žita na brodove. Naime, kubikaža od 10 *provincijalnih modiusa* = 118,2 l (ili 13 1/2 rimskih *modiusa*) odgovarala je dimenzijama broda a da pri tome okov bude siguran.

Ptolomejski je sustav šupljih mjera u osnovnim iznosima oblikovan prema eginskom sustavu, čija je razdioba bila 1,5 put veća od istoimenih atičkih mjera. Samo su *hus* i *kotile* preuzete bez promjene. Normirane su prema rimskom *sektaru*, pri čemu su *hus* i *kotile* za 1/12 veći od istoimenih eginskih mjera.

Od provincijalnih mjera *medimnos* sadrži 55,81 l, *metretes* 39,39 l, *amforeus* 19,69 l, *hus* 4,92 l, *ksestes* 0,55 l, a *kotile* 0,41 l.

No različiti su sustavi međusobno izmiješani: atičko-rimski s *metretesima* i *sektarijima*, eginski s udarom atičkih mjera *krou hus* i *kotile*, kao i prvotne eginske mjere sadržane u *medimnosu*.

Među provincijalno-egipatskim mjerama mjera za sjemenke naziva se σποριμος μοδιος, a odgovara joj latinski *modius castrensis* (= 2 rimska *modija* = 17,51 l). Naziv potječe iz rimskih vojnih logora, u kojima je vjerojatno bio uobičajen dvostruki *modius* te *castrensis congius* kao dvostrukost istoimene rimske mjere. Provincijalna mjera *castrensis congius* jednaka je *hinu*, trećina mu je hebrejski *kab*, a šestina atički *koiniks*. Bilo je i drugih provincijalnih žitnih mjera označenih kao *modios*. *Modij* od 20 *sektarija* iznosio je 10,94 l, otprilike kao hebrejski *modij*, a od njega se razlikovao pontski *kipros* od 20 aleksandrijskih ili 26 2/3 rimskih *sektarija*. *Modij* od 22 *sektara* je feničko-hebrejski *saton* ili sirijsa *sabitha*. *Modij* od 25 *sektarija* iznosio je 13,68 l, a bio je



četvrtina perzijskoga *artabea*. Poznate su i druge kombinacije od 30,32 ili 17 *sekstarija* (*sekstarij* od 9,30 l na Cipru).

Različite su bile i *kotile*: provincijalna, egipska, helenistička, hipiatrijska, antičko-ptolemejska, aleksandrijska, liječnička. Dijeljenje prepolavljanje najprije je počelo s liječničkim *kotilama*, a kasnije je prodrlo u cjelokupni sustav.

Sav grčki i rimski sustav šupljih mjera temeljio se na prepolavljanju i utrećivanju te, uopće, na duodecimalnom grupiranju, mjera a stari su Egipćani svoje sitne mjere djelomice oblikovali na prepolavljanju, a djelomice na šezdesetinama i trisetninama.

**Sicilski se *medimnos*** (Polibije osim antičke šuplje mjere navodi i σκε-λκοσ μεδιμνοσ spominje na mnogo mjesta gdje se navješćuje cijena pšenice u Galiji i Rimu. Kao da su se razlikovale - Ciceron je leontinski *medimnos* računao kao 6 rimskih *modija*, Kepos kao 7 rimskih *modija* antički *medimnos* - no sicilski je *medimnos* nesumnjivo jednak antičkome. Sicilski je *medimnos* proširen u Italiji i na Zapadu, ali je bio poznat i na Istoku. U helenističkim se izvorima spominje sicilski *medimnos* i pripadajuća podjela, čak je i blisko povezan s feničko-hebrejskim sustavom. Naime, 4 1/2 *modija*, koji prema Epifaniju čine sicilski *medimnos*, nisu rimska već feničko-hebrejska. Naziv sicilski *medimnos* ne označava razliku te mjere prema antičkoj već širenje sicilskog *medimnosa* izjednačivanjem s prednjoazijskim sustavima.

Prema izvješću Diodora o daru što ga je Agatoklo 306. g. primio od Kartažana, 200 000 žita vrijedio je 900.000 drahmi srebra ili 90 000 drahmi zlata.

Iz pismene predaje poznata je i šuplja mjera iz Tauromeniona. Za suhe stvari upotrebljavao se μεδιμνοσ, i njegova polovica ημεδιμνοσ, ali i ηεμεκτον. Godine 191-163. glavna je mjera za tekućinu καθοσ, koji se dijelio na 6 προηοια προηοσα, 6 μετρα, μετροα, 2 κοτιλα. Oko 172. g. pri obračunu više nema *metrona* nego se rabi njegova trostruka mjera τριμετροσ, dakle polovica προηοσα. Kako je *kotile* iz Tauromeniona jednak antičkome, onda je *prohos* jednak antičkom *husu*, a *kados* je polovica antičkog *metretesa*. *Metron* točno odgovara rimskom *sekstanu*, što potvrđuje da su Rimljani antičku mjeru upoznali tek na Siciliji, i odatle je preuzeli.

Iz **Herakleje** su u inskripcijama poznate šuplje mjere za suhe stvari μεδιμνοσ (52,53 l), ηυσ (3,28 l), καθδιηον (2,19 l), ηοινικσ (0,73 l).

Uz činjenicu da su *medimnos* i *hus* antičke mjere te da *kadihon*, kao i u Tauromenionu, iznosi polovicu *hemihektone* (tj. 1/24 *medimnosa*), proistječe zaključak da je *hoiniks* sadržan u *kadihonu* najmanje triputa. Dvanaest *hoiniksa* reducira se na 4 *kadiksa*, 8 *hoiniksa*, 2 *kadiksa* i 2 *hoiniksa*

Glavna atička mjera za tekućine nađena je i u Španjolskoj. U madridskome muzeju znanosti očuvane su tri alabasterske posude nađene kod Velez-Magne, a predočuju mjeru jednoga atičkog metretesa, uz četvrtinu i sedamdesetdvadesetinu. Posuda ima oblik vitke amfore s razmjerno malim ručkama. Najveća je mjera 38,8 l, sljedeća je 9,7 l, a najmanja 0,64 l (drugo mjerenje pokazuje 39 l; 9,9 l i 0,54 l). Glavna je, dakle, mjera određena prema atičkome *metretesu* i iznosi 39,39 l. Polovicu španjolskog *metretesa* nalazimo kao  $\alpha\mu\phi\omicron\rho\epsilon\upsilon\sigma$  u egipatskom sustavu, četvrtinu u spomenutim posudama, osminu u *housu* egipatskog sustava. Usto u Španjolskoj, kao i u Egiptu, nalazimo rimski *sekstar* kao devetinu provincijalnog *housa*.

Samo ćemo spomenuti mjere islamskih zemalja. Utezi i mjere bili su pod strogim nadzorom. Iz prvih razdoblja islama postoje *žigovi*, koji su označavali sadržaj uporabnih posuda. Neke su vaze imale zabilješke što su svjedočile da su sadržajem analogne mjeri iz vremena Muhameda. Uzorna mjera ili "pramjera" u duljini lakta bila je postavljena na dobro vidljivome mjestu na glavnoj tržnici.

#### 4. SREDNJI I NOVI VIJEK

U srednjem su vijeku pronađene nove mjere, koje su prilagođene tehničkom napretku, a da pritom nije napušten antički metrološki sustav.

Razumijevanje za brojeve što su ga iskazivali učenjaci potjecalo je iz kršćanske tradicije. *Broj, vaga i mjere* u srednjem su vijeku bile svete, božanske veličine kojima su pristup imali samo klerikalci, osobito benediktinci, pa je "biti dobro odgojen" značilo bitti benediktinac.

Benediktinsku stopu od 332,9 mm mnogi istraživači nazivaju karolinškom stopom. Karlo Veliki je šuplje mjere i utege preuzeo od benediktinaca iz Monte Cassina. Još prije njega zabilježen je jedan od najstarijih pokušaja unifikacije mjera na dvoru Childerica II. oko 650. godine. Karlo Veliki pokušao je provesti unifikaciju, ali je taj pokušaj ostao bez rezultata. Naime, feudalna vlastela djeluju upravo suprotno. Uvode vlastite sustave, pa se pojavljuje mnoštvo različitih mjera čija su pretvaranja jednih u druge postala vrlo nesigurna.

Poznato je pismo opata Theodemara iz Monte Cassina Karlu Velikom u kojemu među ostalim piše: "*Diraximus quoque pondo quattor librarum, ad cuius equalitatem ponderis panis debeat fieri, qui in quaternas quadras singularum librarum iuxta sacre textum regule possit dividi. Quod pondus sicut ab ipso patre est institutum, in hoc est loco repertum.*" Prijevod: "Odredili smo, dakle, težinu od četiri libre, što odgovara težini kruha, koji se prema tekstu svetog pravila može podijeliti na četiri četvrtine od jedne libre. Ta mjera, kako je određena od samog oca (opata) utvrđena je na tome mjestu." Pismo potječe iz vremena od 787. do 797., tj. između posjeta Karla Velikog Monte Cassinu i opatove smrti. Iz *Leove kronike*

iz Monte Cassina poznato je da je Karlo Veliki odmah nakon povratka zamolio opata i njegove monahe da preustroje samostane njegova kraljevstva te da je opat toj molbi udovoljio poslavši sve što je zatraženo u pismu.

Poznato je da su se benediktinci služili sa 8 *apotekaia* - apotekarskih mjera za tekućine (izložene pod brojem M 70 u farmaceutskom muzeju u Baselu) od ploča debelih 1-2 mm u obliku kocke s nazivom mjere, broja i utega. Te su mjere za tekućine bile standardne, proizvedene na temelju *libre*, poznate kao grčka *mina* (oko 368,25 g) i *stope* duljine 328,2 mm.

Primjenjivala se i stopa tada upotrebljavana u Parizu te pariška mjera *cheopina* kao zakonska mjera iz tog vremena, a masa se uspoređivala s vodom, prema mjeri iz grada Troyesa.

Pokušaji unifikacije trgovačkih mjera uspijevaju najprije za težinske i duljinske mjere, a mnogo sporije za šuplje - zapreminske mjere.

U Engleskoj se *Magnum Chartom* 1215. g. uvodi jedinstvenost mjera za cijelo područje države jer se posvuda, kao i u Europi, pojavilo mnoštvo različitih mjera, pa je pretvaranje jednih u druge postalo vrlo nesigurno.

Prvi pokušaj integracije ugarskih mjera javlja se već 1405. g., kada je kao osnovna mjera uzeta *kraljevska mjera* grada Budima. Ipak je pravu integraciju proveo tek zakon iz 1874. g., uvodeći metrički sustav.

Do kraja 10. st. Hrvati su uglavnom upotrebljavali najosnovnije rimske mjere određene veličine, bilo onakve kakve su do njih stigle, bilo prilagođujući svoje mjere njima. Prihvaćena je *amfora*, *cubulus* i *sextarius (starum)*, pa i *vagan*. No već u 13. st. uz latinske se mjere pojavljuju narodni nazivi mjera. Dokazano je da su lokalne mjere imali istarski gradići te Dubrovnik, hrvatski jadranski otoci i neki obalni gradovi (opširnije o tome u II. dijelu ovoga rada).

Marija Terezija je 1754. naredila da se primjenjuju bečke mjere a carskom odlukom iz 1761. uvedene su *apotekarske mjere*. U *Slavonskom urbaru* Marije Terezije iz 1736. i *Hrvatskom urbaru* iz 1774. propisana je *požunska* (ugarska) *mjera*. Zagrebačka je županija 1764. naredila seoskim sucima da "... imaju paziti na mere vinske...da nigdo drugach/ne sme/ nego na pravichno danu požunsku meru niti kaj kupiti niti prodati..."

Iz doba marije Terezije očuvana su brojna izvješća o putovanjima poduzetim radi ispitivanja trgovačkih prilika u Europi i proširenja trgovačkih veza. Od brojnih mjera koje se u izvješćima spominju treba istaknuti mjere Graza, Rijeke, Venecije i mnogih talijanskih gradova. Spominju se i *požunske* (bratislavske) mjere, uvedene u Vojnoj krajini 1777. godine.

Za nas su najzanimljivije *venecijanske* solne mjere *moggio* (naš *spud*) i *staiò* (naš *star*). Korijenje veencijanskih (baš kao i bizantskih) mjera treba tražiti u starijim civilizacijama - grčkoj, rimskoj i hebrejskoj, uz arapske i uopće islamske utjecaje. Sustav mjera cijelog Sredozemlja, međutim, unatoč svim razlikama, ima nešto postojano i zajedničko. To je, u biti, stabilnost sustava, no s razlikama koje navode na oprez pri proučavanju. Najveće razlike stvarali su tehnički uvjeti transporta mjera.

Mjere na hrvatskoj obali (posebno u Šibeniku i Pagu), te ciparske mjere u prvi se mah razlikuju od sredozemnoga metrološkog sustava, no mnogi istražitelji smatraju da se ipak savršeno uklapaju u nju.

Postojale su metode i postupci kojima su trgovci u Veneciji i u zemljama s kojima je Venecija trgovala pokušavali prevariti jedni druge. Venecija je zarađivala na razlici u mjerama utovara i prodaje, a kako se to odnosilo i na naše krajeve, treba o tome nešto reći.

Venecija je bila vodeća sila u trgovini solju (solane Paga!) i potpuno je monopolizirala poreze, te provela istraživanja radi usporedbe lokalnih mjera sa svojim. Zadaća nije bila laka zbog sljedećih razloga:

1. venecija se opskrbljivala solju s jadranskih i sredozemnih obala, a zapreminske težine soli u Piranu, Chiogiji, Ibizi ili Cipru bile su vrlo različite;
2. roba se prodavala prema obujmu (volumenu šuplje mjere), a ne prema vagi iako je težina izvaganosti određivala naziv mjere;
3. sol iz Chioggije, primjerice, isporučivala se prema *centinnaio di mozetti*, a druga se sol uvozila u Veneciju (prozvana morska sol) mjerena prema venecijanskome *moggio*;
4. ista je sol često težinski varirala prema postotku vlage (ili slanosti), a to je također ovisilo o odstajanosti.

Dakle, prije nego se postigne manje-više prihvatljiv ekvivalent za sve strane - državu i proizvođače - bilo je potrebno izraziti fizički aspekt soli - podrijetlo, granulaciju, vlagu, odstajanost... Potrošači, doduše, nisu konzultirani, ali je Venecija radi smiranja pučanstva novoosvojenih područja bila voljna davati ispravnu i dobru mjeru. Svaka je greška povećavala ili smanjivala državni ili proizvođački profit. Ispitivanja su se provodila gotovo pola stoljeća dok je pronađena dovoljno precizna izjednačenost težine i mjere Venecije te različitih gradova Terra ferme jer su se posvuda rabile brojne lokalne mjere i računanja težine. Oko 1480. g. Venecija se napokon složila s normativnim sustavom koji je bio usklađen sa sezonskim varijabilnostima težine i temeljio se na prosječnim brojevima što su se izračunavali nakon ispitivanja kvantitete soli već pohranjene u punim skladištima.

Osim malobrojnih iznimaka (Val Lagarina) u 16. st. šuplje su mjere za suho žito i sol izjednačene, što znači da su težine tih potrošnih roba bile različite iako su ispunjavale slične volumene.

Venecija nije težila unificiranju države glede vlastitih mjera. Nametnula ih je samo najbližim gradovima - Trevisu u Friulima te gradiću Polesineu, i prilagodila Vicenzu Padovi da bi ih odvojila od Verone. Inače, mjere su se u venecijanskim posjedima dijelile na tri područja: 1. maritimno područje od Istre do Polesine, kroz Friuli i lagunu, gdje su se u 16. st. upotrebljavale iste mjere (vjerojatno posuđene iz Istre), 2. područje kontinentalne Venecije, u kojoj su snažne *signorije* Padove i Verone očuvale svoje mjere i 3. lombardijska provincija, koja je ostala vjerna milanskom sustavu. Venecija nije bila dovoljno lukava da učvrsti standardizaciju ni u svojoj metropoli, srcu države.

U kontinentalnoj Hrvatskoj udomaćile su se srednjoeuropske šuplje mjere. Po uzoru na austrijski *Eimer*, u Hrvatskoj se udomaćilo *vedro*. Sud se punio "vrhom" (koliko može stati) ili "razom" (poravnavanjem, što je otežavalo točnost. Za mjerenje su služili sudovi - čup, čabar, kaca, barilo, *vedro*. Lečko je *vedro* iznosilo 56,6 l, a požunsko 54,3 l.

O tim, osobito našim šupljim mjerama bit će detaljnije pisano u posebnoj studiji.

## 5. VAGA I METAR

### 5.1. Vaga

Iako vaga nije predmet ove studije, zbog njezine važnosti u metrologiji donosimo kratku povijest tog jedinoga mjernog pronalaska koji se tijekom povijesti u načelu nije mijenjao. Vage još radi na načelima zakona sile teže, a fizički zakon: teret + poluga; sila x moment, temeljno je načelo konstrukcije vage.

Od iskona je vaga smatrana mističnom spravom. Prema svojoj čudesnoj astrologiji, koja djelomice vrijedi i danas., Babilonci su podijelili godinu i označili zvijezda. U tom čarobnome životinjskom nizu jedino je *vaga* "mrtvi" instrument, ali pokazuje koliko je u antici bila važna. Njezin se pronalazak tijekom povijesti pripisivao svim bogovima i osobama: Babilonci su je pripisivali Marduku, Egipćani Totu, Židovi Kainu (kao prvome biblijskom trgovcu) i Mojsiju, Grci - koji je spominju na mnogo mjesta u Ilijadi - smatrali su izumiteljem vage nekoga Kironova učenika, a osim Pitagore spominje se i kralj Phidon iz Argosa (sredinom 7. st. prije Krista). Rimljani navode kralja Servija Tulija. Od bogova su, prema nekim shvaćanjima, Hermes i Merkur donijeli vagu na zemlju. Rimljani su personificirali Pravdu kao boginju s vagom u ruci, a u kršćanskoj religiji je sveti Mihovil "mjerač duša".

Nije poznato mjesto "rođenja" *vage*, ali je to vjerojatno drevni Orijent, a precizne se vage Perua i Kine još znanstveno istražuju. Smatra se da

su nastale već prije 10 000 godina prije Krista na babilonsko-sumerskom prostoru. Drvene su nestale, ali su ostale kamene vage iz razdoblja civilizacije rijeke Indusa (Mohendodara i Harape), te sumerske iz razdoblja II. dinastije Ura. Drvene vage nisu služile za trgovanje već za mjerenje plemenitih metala i poreza te žrtvenih predmeta u hramu. Nad njima su bdjeli svećenici, pa iz toga proistječe "svetost mjerenja".

Što je vaga starija, teže ju je iskopati u neoštećenom stanju. Najstarijom se pronađenom vagom smatra "pravaga" što se čuva u berlinske muzeju vaga (plamena Magas iz indijskog Asama). To je poluga u sredini koje je zavezan konop. Takva je poluga od crvenog vapnenca nađena i u grobnici iz amratskog razdoblja starog Egipta, oko 5000. g. prije Krista. Tu je neolitičku vagu iz prahistorijske ruševine Nagada u Egiptu iskopao Petri. U egipatskim su grobnicama nađeni i utezi od vapnenca s oznakama jedinica. Vrlo stara vaga iz Perua iskopana je u Puertu i Lauri, a vlasništvo je muzeja Amane u Limi.

U **Egipćana** je postojao pravi kult vage. Nil se smatrao golemim brvnom za vaganje. prema Menesu (2900. g. prije Krista), utemeljeni je grad Memfis smatran "vagom Zemlje". Hijeroglif *FA* znak su vage - sjedeća osoba s lijevom rukom na tijelu, a desnom iznad glave. Već 1450. g. prije Krista u Egiptu se pojavljuje vaga s pomičnim utegom, a Aristotel je prvi opisao to načelo. Znao je da su veće vage osjetljivije, pa stoga i ispravnije. Smatra se da je Arhimed izumio ručnu vagu s polugom. Agora u Grka nije samo glavni trg i sastajalište narodne skupštine, već tržnica s dućanima i prijenosnim tezgama. Kakvoću robe nadzirali su *agoronomoi*, a vaganje je bilo *metronomoi*.

Zlatne vage **Ahejaca** nisu služile samo za mjerenje plemenitih metala nego su stavljane u grobnice da nebeski sudac može izmjeriti dobra i loša djela umrlih. Takvu je vagu našao Schliemann u trećem grobu nekropole Mikene u Argolidi. Potječe iz vremena 1570-1520. g. prije Krista.

**Rimljani** su preuzeli vagu, utege i mjere od Grka, ali su već prije toga posjedovali vlastiti decimalni sustav, o čemu svjedoče nađeni utezi i bakrene šipke jednake težine. U 6. st. prije Krista na italском je prostoru bio uobičajen duodecimalni sustav, ali ga je u 5. st. prije Krista normirao Servije Tulije i proširio cijelom Italijom. Najstarija rimska vaga je poluga bez jezičca (jezičac - ligula pojavljuje se tek krajem rimskoga carskog vremena), a prikazana je na frizu grobnog kamena pekara M. Virgiliusa Eurysacesa. To je tzv. *trutuina* ili *statera*, a uteg s friza zove se *aequipondium*. U arapskom je svijetu vaga poznata pod nazivom *rummana*, a u srednjem vijeku kao *romanum*. Najveće su rimske vage nađene 1904. g. u Boscorealeu i Pompejima.

U **islamskom svijetu** u 13. st. mogu se na minijaturama vidjeti vage na polugu. Saud-Ibn-Ali, Izraeličanin obraćenik, izrađivao je "vage na

vodu", namijenjene otkrivanju krivotvorene robe, a Birûnî je otkrio uređaj kojim se mjerila gustoća tvari.

Znanstveni pristup vaganju osmišljen je u galilejskoj epohi. U svojim je djelima Galileo Galilei (1564-1642) opisao preciznu vagu *saggiatore*, kojom se mogla mjeriti težina manja od 1/60 grama =  $10^{-3}$  g.

Od davnine sve do danas mehanička je vaga radila na načelu poluge. Takvo mjerenje može dati točnost od  $10^{-8}$ , pa i  $10^{-9}$ , a to je jedan od glavnih razloga što se mjerenje na načelu ravnokrake poluge zadržalo do danas. No sve veći zahtjevi za preciznošću i osjetljivošću kad je riječ o vrijednim metalima i draguljima, uz sve temeljitija znanstvena istraživanja, težio je poboljšanju mehanizma fulkruma (*fulcrum* - uporište, oslonac) i svih ostalih dijelova, dok nije konstruirana precizna vaga s piezoelektričnim ili elektrostatičkim fenomenom oscilacije, kojim se i danas služimo.

Naime, nakon mehaničkih vaga koje su postojale tisućama godina, Bauerberg je 1959. g. prvi pronašao električnu preciznu vagu. To se otkriće temeljilo na činjenici da je promjena osnovne frekvencije oscilirajućeg kristala proporcionalna masi tvari koja se slaže na njegovoj površini. Ta se vaga nazivala piezoelektričnom ili kvarcnom kristalnom vagom. Samo deset godina kasnije, 1969. godine, ta je vaga postigla osjetljivost  $10^{-10}$ , a Patashnich i Henneway predložili su i oscilirajuću fiber-vagu, čija je osjetljivost  $10^{-11}$ . Budući da je precizna mehanička vaga dosegla svoj vrhunac, danas se razvijaju elektronske precizne vage koje rade na načelu različitih elektronskih pojava.

## 5.2. Metar

Zbor enormnih različitosti običajnih ili zakonskih mjera posvuda u civiliziranim zemljama svijeta nastojanje za jedinstvenom mjerom konačno su u svim kulturnim zemljama rezultirala *metričkim sustavom* (još se samo u Velikoj Britaniji i SAD upotrebljavaju stari, donekle različiti, sustavi zajednički nazvani *anglosakskim sustavom mjera*). U metrologiji se ustalio izraz *mjere* i *utezi*, i to za geometrijske veličine *mjere*, a za težinu *utezi*.

*Metar* (grč. μέτρον - mjera, mjerilo; lat. *metrum*) postao je, dakle, jedinica za mjerenje dužine u tzv. metričkom sustavu, određenome internacionalnim prototipom što se čuva u Međunarodnom uredu za mjere u Sèvresu u Francuskoj. To je metalna šipka od posebne slitine (90% Pt i 10% Ir) posebnog presjeka da bi bila što lakša i da se ne bi svijala. Razmak između dvije crte na srednjem dijelu motke (neutralni sloj), pri temperaturi  $0^{\circ}\text{C}$  i tlaku od 1 atmosfere, označava *duljinu jednog metra*.

Godine 1795. metar je bio zamišljen kao duljina četrdeset milijunskog dijela Zemljina meridijana koji prolazi kroz parišku zvjezdarnicu. Pri mjerenju meridijana, međutim, nastala je greška zbog koje je tzv.

*arhivski metar* (pohranjen u Archives Nationales u Parizu) bio 0,00856 prekratak, pa je 1985. na kopiji prototipa ta greška ispravljena. Ako se prototip izgubi ili mu se s vremenom promijeni duljina (zbog promjene kristalne strukture slitine), a da bi se mogao u svako doba ponovno rekonstruirati, metar je uspoređen s veličinom valne duljine crvene kadmijeve spektralne linije. Utvrđeno je da udaljenost između dva zareza na internacionalnom prototipu iznosi 1553163,5 valnih duljina crvene kadmijeve linije u suhom zraku pri 14°C i tlaka od 1 atmosfere.

Usavršenje geodetskog mjerenja neznatno je modificiralo definiciju metra, ali se smatralo uputnim ne mijenjati utvrđeni standard. Naše je poznavanje Zemlje ionako limitirano na sedam decimala.

## 6. ZAKLJUČAK

Glavna zadaća povijesne metrologije jest utvrđivanje vrijednosti mjera i određivanje područja njihove primjene, te neposredno razumijevanje ekonomike i ljudskog društva na specifičan način.

Pretvaranje starih mjera u moderne vrlo je rizično. Nastojimo li prodrijeti u njihovu stvarnost, treba prije svega imati na umu činjenicu da su bile apstraktno koncipirane i da nisu imale znanstvenu preciznost našega metričko-decimalnog sustava. Čest je slučaj da se pod istim nazivom kriju različite mjere, a homonimija onemogućuje uvid u razliku.

Mjere se i tijekom vremena mijenjaju prema lokalnim razvojnim procesima iako su u početku vrijedile za mnogo šira područja. Neke su pak ostale neizmijenjene tijekom dugih vremenskih razdoblja, osobito ako su se rabile većim središtima, pa se ta norma nametnula širokim zemljopisnim područjima. Ipak ni te mjere nisu bile imune na promjene tijekom dugih stoljeća, pa je vrlo rizično srednjovjekovnim mjerama davati onu vrijednost što su je imale u času primjene metričko-decimalnog sustava.

U živim ekonomskim strukturama i raznolikim društvenim sustavima predecimalni su se sustavi stalno razvijali, bili otvoreni promjenama, preinakama, prilagođivanju i integriranju. Nije im ponestajalo elemenata naslijeđenih iz prošlosti, koji su se uspjeli održati kada su već bili izgubili funkcionalnost, zahvaljujući to poštovanju antiknih institucija i ukorijenjenosti običaja. Nije bilo teorijskih načela, koja bi ih regulirala, nisu bili zatvoreni, a uz osnovne mjerne jedinice postojale su mjere različitog podrijetla i primjene. Dekle, predecimalni metrički sustavi bili su sklop vrlo heterogenih elemenata s karakteristikama ekonomskog sustava kojemu su pripadali. Raznolikost mjera odražava i socijalna zbivanja. Mjere koje su u nekim krajevima feudalni gospodari nametali seljacima kmetovima u svezi s davanjima često su se razlikovale od mjera što su se pod istim nazivom upotrebljavale na tržištu i u drugim uvjetima. Mjera je trebala biti to veća što je pritisak koji je feudalni sustav provodio nad seljakom bio veći.



Zanimljivo je, međutim, da se za naše područje Istre može dokazati jednakost ili velika sličnost mjera u vrlo različito oblikovanim volumenima naših *kamenica*. Uz suvremene mogućnosti usporedbe vjerojatno će biti ustanovljene još veće analogije posvuda na Sredozemlju. Primjena suvremenih računala u povijesti znanosti potpuno će izmijeniti istraživačke metode povijesne metrologije i historiografije uopće. Stvoreni u početku samo za obavljanje računskih operacija, digitalni su se strojevi tijekom vremena pokazali pogodnima za primjenu na različitim znanstvenim područjima. Njihovo se područje djelovanja uvelike proširilo izvan granica automatizacije računskih operacija, što se danas očituje i u povijesnim istraživanjima.

## Bilješka

<sup>1</sup> Rimske su mjere imale određene *znakove* koje susrećemo na različitim spomenicima, u samostanskim rukopisima i u knjižnici Volusiusa Metianusa "De asse", tj. u knjizi Johanesa Aventinusa Boiusa *Mjere i utezi*. To su: *kvadrantal-amfora, urna, congius, sextarius, hemina* itd..

## Literatura

1. *Acta Metrologiae Historicae II*, Zbornik kongresa povijesne metrologije, Linz, 3-5.X.1986, Trauner Verlag, Linz, 1989.
2. Agricola, G., *Metrologie*, VeB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1959.
3. Aharoni, Y., *The use of Hieratic Numerals in Hebrew Ostraca and the Shekel Weights* BASOR 184, 1966.
4. Alberti, H.J.von, *Mas und Gewichte*, Akademie Verlag, Berlin, 1957.
5. *Beiträge zur Technikgeschichte*, VDJ Verlag, Düsseldorf, 1958.
6. Berriman, A.e., *Historical Metrology*, Dent. M.Y. Button, London, 1953.
7. Bischoff, E., *Die Mystik und Magie der Zahlen*, Berlin, 1920.
8. Böckhs, A., *Metrologische Untersuchungen über Gewichte, Münze, Füsse und Masse des Alterthums in ihren Zusammenhängen*, Berlin, 1838.
9. Bohnert, H., *Weltübersicht des Massenheiten*, Ham. Welt-Wirtschaft Archiv, Hamburg, 1919.
10. Bücher, G., *Massen und Masse*, Lux, Murnau vor München 1948.
11. Cagnazzi, *Sui valoridelle misurae dei pesi degli antichi Romani, Neapel, 1825*.
12. Christian, W., *Zahlungsmittel, Masse, Gewichte*, H.Es.v.Oelsen, Berlin, 1930.
13. Dachs, V.D.H., *Zur Geschichte des Weinhandels auf der Donau von Ulm bis Regensburg*, Verhandlung des Hist. Vereins, Band 83, 1933.
14. Eisenlohr, A., *Ein mathematisches Handbuch der alten Aegypter*, Ed.I., Leipzig, 1877.
15. Eischmid, J.C., *De ponderibus et mensuris veterum Romanorum, Graecorum, Hebraeorum*, Argentorati, 1708.
16. Franz Marie-Luise von., *Zahl und Zeit*, Ernst Klett Verlag, Stuttgart, 1970.
17. Fras, F.J., *Topographie der Karlstädter Gränze*, Agram, 1835.
18. Grossmann, U., *Studien zur Zahlensymbolik des Frühmittelalters*, Zeitschrift für katholische Theology, Bd. 76, 1954.
19. Haase, R., *Neue Forschungen über Pythagoras*, Antaios, Bd. 8, 1967.
20. Hanftmann, E., *Die Benediktiner als Architekten bis in die Zeit der Gothik*, Studien und Mitteilungen zur Geschichte der Benediktinerordens, 48, 1930.
21. Haupt, W., *Masse, Währungen*, Werte f.Wirtgessellschaft f.National-Ökonomie, Stuttgart, 1939.
22. Hensel, W., *Die Slawen in Frühen Mittelalter*, Ihre Materielle Kultur, Berlin, 1965.

23. Herkov, Z., Kurelac, M., *Bibliographia metrologiae historicae*, Historijski institut JAZU, Zagreb, 1971. Pars secunda, 1973.
24. Herkov, Z., *Das alte Augsburger und Wiener Apothekepfund - die Grund - masse eines mitteleuropäischen Masssystems - Wirtschaftskräfte und Wirtschaftswege 2*, Stuttgart, 1978.
25. Hilliger, B., *Studien zur mittelalterlichen Massen und Gewichten*, Historische Vierteljahrsschrift 3, 1900.
26. Hinz, W., *Islamische Masse und Gewichte umgerechnet ins metrische System*, Handbuch der Orientalistik, E.I., Heft 1, Leiden, 1955.
27. Hocquet, J.C., *Patrimonio tecnico e integrazione culturale in Adriatico*, Quaderni Storici 40, 1979.
28. Hofmann, J.E., *Vom Einfluss der antiken Mathematik auf das mittelalterliche Denken*, Miscellanea Mediaevalia, Bd. I, 1962.
29. Hübner, E., *Die antiken Bildwerke in Madrid*, Berlin, 1862.
30. Huitsch, F., *Die Gewichte des Altertums*, izd. XVIII, br. II, 1899.
31. Karajan, T.G.von, *Beiträge zur Geschichte der Landesfürstlichen Münze Wiens im Mittelalter*, Beč, 1838.
32. Kiss, I.H., *Staat, Mass und Gesellschaft, Fragestellung am Beispiel des Königreichs Ungarn, 15-19 Jahrhundert*, Zbornik Historijskog Instituta JAZU, Zagreb, 1974.
33. Kottman, A., *Fünftausend Jahre Messen und Bauen*, I. Hoffmann Verlag, Stuttgart, 1981.
34. Kottmann, A., *Der Fuss der minoischen Griechen im Vergleich mit ägyptischen Massenheiten*, Acta Metrologiae Historicae II, Trauner Verlag, Linz, 1989.
35. Kracke, H., *Glanz und Elend der Matheematik*, Tübingen, 1968.
36. Kula, W., *Les mesures et les hommes*, Pariz, 1984.
37. Legendre, M., *Survivance des mesures traditionnelles en Tunisie*, Presses Univ. de France, pariz, 1958.
38. Lengyel, L., *Das geheime Wissen der Kelten*, Freiburg, 1972.
39. *Methodology of the Social Sciences*, transl. E.A. Shils & W.A. Finch, Tree Press, Glencoe, Illinois, SAD, 1949.
40. Meyer, H., *Die Zahlenallegorese im Mittelalter, Methode und Gebrauch*, Münsterische Mittelalter-Schriften, izd. 25, München, 1975.
41. Otruba, G., *Novci, mjere i utezi polovice 18. st. na području sjevernog Sredozemlja do Sjevernog i Baltičkog mora*
42. Paucher, *Metrologie der alten Griechen und Römer*, Dorpeter Jahrb. für Literatur, sv. V, 1835.
43. Petrie, F., *Measures and Weights*, Mathusen, London, 1934.
44. Pfeiffer, E., *Russische Dessätine v.J.1550...*, Zbornik Historijskog instituta JAZU, vol. 7, Zagreb, 1974.
45. Pfeiffer, E., *Die alten Langen-und Flächenmasse, geometrische Darstellungen und arithmetische Werte*, Scripta Mercaturae Verlag, St. Katharinen, 1989.
46. Powell, M.A., *Sumerian Numeration and Metrology*, University of Minnesota, doktorska disertacija, 1971.
47. Pratschke, G., *Das rechte Mass, Welt-anthologie*, Europ. Verlag, Beč, 1977.
48. Rumler, K., *Uebersicht der Masse, Gewichte und Währungen der vorzüglichsten Staaten und Handelsplätze von Europa, Asien, Afrika und Amerika*, Beč, 1849.
49. Saige, *Traité de métrologie ancienne et moderne*, Pariz, 1834.
50. Spaer, A., *A Group of Iron Age Stone Weights*, Israel Exploration Journal, vol. 32, 1982.
51. Trasselli, C., *Appunti di metrologia e numismatica Siciliana*, Archivio di Stato, Palermo, 1969.
52. Varedi-Rainer, P.von, *Architektur und Harmonie-Zahl, Mass und Proportion in der abendländischen Baukunst*, Köln, 1982.
53. Verdenhalven, F., *Alte Masse, Münzen und Gewichte aus dem Deutschen Sprachgebiet*, Degener, Neustadt a.d. Ausch, 1968.
54. Villena, V., *Weights and Measures in Islamic Spain*, Acta Metrologiae III, Linz, 1985.
55. Wallenwein, H.E., *Altägyptische Metrologie und Kosmologie*, Acta Metrologiae Historicae II, Trauner Verlag, Linz, 1989.
56. Wilkinson, J.G., *Manners and Customs of the Ancient Egyptians*, vol.II, London, 1978.
57. Winckelmann, J., *Wirtschaft und Gesellschaft*, Mohr, 1922, Tübingen, 1972.

58. Witthöft, H., *Münzfuss, Kleingewichte, Pondus Caroli und die Grundlegung des Nordeuropäischen Mass- und Gewichtswesens in Fränkischer Zeit*, Scripta Mercaturae Verlag, St. Katharinen, 1984.
59. Witthöft, H., Binding, G., Schneider, I., Zimmermann, A., *Die historische Metrologie in den Wissenschaften*, Scripta Mercaturae Verlag, St. Katharinen, 1989.
60. Witthöft, E., Birkenfeld, W., Dirmeier, V., Elker, R.S., Reulecke, J., *Menschen, Dinge und Umwelt in der Geschichte*, Scripta Mercaturae Verlag, St. Katharinen, 1989.
61. Ziegler, H., *Der Mensch als Rechte Proportion in Bezug auf den Homo-mensura-Satz des Protagoras*, Humanismus und Technik 28, 1985.
62. Ziegler, H., *Die Kölner Mark in neuen Licht*, Hansische Gewichtsblätter 98, Köln, 1980.
63. Ziegler, H., *Die Zahl als Rechtes Verhältnis im Ternar: Mass, Zahl und Gewicht im Spätmittelalter*, Scripta Mercaturae Verlag, St. Katharinen, 1989.
64. Zimmermann, A., *Mensura, Mass, Zahl, Zahlensymbolik im Mittelalter*, sv. 1, Berlin/New York, 1983.
65. Zupko, E.R., *A dictionary of English weights and measures*, Madison, London, 1968.
66. Zupko, E.R., *British weights & measures, A History from Antiquity to the 17<sup>th</sup> century*, Univ. of Wisconsin Press, Madison, Wisc., London, 1977.
67. Zupko, E.R., *French weights & measures before the Revolution*, Indian Univ. Press, Bloomington, London, 1978.
68. Zupko, E.R., *Italian weights and measures*, Philadelphia, 1981.

## Summary

### **SYSTEMS OF HISTORICAL MEASURES** Introduction into an examination of Croatian metrology/I

**Sena Sekulić-Gvozdanović**

*The article deals with an aspect of metrology rarely analyzed, important not only in economic history but, due to morphology (hollow stone measures), in the history of culture, as well. It shows the development of measures among ancient oriental peoples as a part of their culture, philosophy and an important factor in their lives. It also shows the development of measures in the classical world of Greece and Rome, in whose activities and life their system of measures had great importance. The development of measures in medieval Europe and modern times is also presented. Studying the history of metrology provides deeper understanding of economic life, and the use of modern computers will considerably modify methods of research into the history of metrology and history in general.*