

## N O T E

---

### Expunere istorică și critică asupra măsurătorilor pământului.

(Urmare <sup>1)</sup>)

#### *Posidonius.*

A doua măsurătoare științifică a pământului, făcută în epoca antică, este atribuită lui Posidonius.

Posidonius este un filosof stoician, care s'a născut la Apameia, în Siria, cam pe la 135 a. C. El învață la Atena și înființează la Rodos o școală de astronomie, la fel cu cea din Alexandria.

Posidonius a măsurat meridianul pământesc întrebuițând aceeași metodă ca și Eratosthene, cu singura deosebire că în loc să se folosească de soare în operațiunea astronomică, a utilizat o stea de prima mărime a cerului austral, anume steaua Canopus.

Între Grecia și Egipt erau de mult atât relațiuni intelectuale cât și comerciale. Navigatorii greci cunoșteau bine coasta Egiptului și făceau dese curse între Rodos și Alexandria. Pe timpul acela marinarii puteau să măsoare distanțele pe mare cu ușurință, folosindu-se de un aparat „Loch”. Loch-ul era un sector făcut din scândură de lemn, care este lastat pe latura curbă cu o bordură de plumb, pentru ca să se țină vertical în apă. Cele trei colțuri ale lochului sunt legate cu sfoară, în forma gurei unui zmeu. Însă inversată. Dela gura zmeului urmează o sfoară lungă de aproximativ 300 metri, care este prevăzută din distanță în distanță cu niște noduri așezate la distanțe egale unele de altele. Sfoara era înfășurată pe un mșor mare portativ. Când marinarul voia să măsoare viteza vasului, arunca lochul în apă și aștepta ca lochul să fie destul de depărtat, pentru a nu fi influențat de remuurile vasului, apoi marinarul lua sfoara în mână și lăsa să-i treacă prin mână nodurile ei, într'un timp oarecare, ce era măsurat cu ceasornicul de nisip, numit anpuleta și se deducea astfel viteza. La aparatele cele vechi nodurile erau plasate la aproximativ 15,50 m., adică la 120-a parte dintr'o milă marină (1852 metri) și cum 30 secunde este tot 120-a parte din o oră, numărul nodurilor dădea numărul milelor pe care vasul îl parcurgea în o oră. Cu acest aparat primitiv se

---

1) A se vedea pagina 544. No. 11—12 al Buletinului Societ. Politecnice 1921.

puteau obține distanțele pe mare cu o eroare de aproximativ  $\frac{1}{25}$  —  $\frac{1}{20}$  din lungimea măsurată.

Distanța dintre Alexandria și Rodos putea fi deci măsurată în acest fel; ea era cunoscută ca având 5000 stade <sup>1)</sup>. Operațiunea geodezică era deci efectuată, căci se cunoștea distanța dintre cele două localități. Să vedem acum operațiunea astronomică.

Posidonius, ca profesor de astronomie la Rodos, a observat că steaua Canopus avea culminațiunea zero, adică apărea la orizont în momentul trecerii ei la meridian, pentru ca apoi să dispară din nou. Aceiași stea, văzută dela Alexandria, tot în momentul trecerii sale la meridian, se ridica până la  $7^{\circ}.30'$ . Din această observațiune se înțelege că lungimea de arc dela Rodos la Alexandria este de  $7^{\circ}.30'$ , dar  $7^{\circ}.30'$  reprezintă a 48 a parte din întreaga circumferință, căci:

$$\frac{7^{\circ}.30'}{360^{\circ}} = \frac{1}{48}$$

Lungimea arcului de meridian dela Alexandria la Rodos este deci a 48-a parte din întregul meridian. Un raționament ușor ne conduce acum a afla întreaga lungime a meridianului și anume: Dacă a 48-a parte din meridian are o lungime de 5000 stade, atunci lungimea totală va fi de  $48 \times 5000 = 240.000$  stade. Rezultatul este diferit cu 10.000 stade de evaluarea lui Eratosthene.

Evaluând în metri valoarea lungimei meridianului găsită de Posidonius, obținem

$$240\,000 \times 600 \times 0,27 = 38.880.000 \text{ metri}$$

valoare eronată cu mai mult de un milion de metri decât măsurătorile moderne. care ne dau pentru lungimea meridianului valoarea de aproximativ 40 000.000 metri.

Să vedem acum. care sunt cauzele cari au dat lui Posidonius această mare diferență în măsurătoarea pământului. Aceste cauze sunt două:

1. Orașele Alexandria și Rodos nu sunt pe acelaș meridian; între ele este o diferență de longitudine de  $1^{\circ}.38'$ .

2. Refracțiã astronomică nu era cunoscută lui Posidonius, ea fiind descoperită târziu de un profesor olandez, Snellius, care a trăit pe la 1591—1624.

Totuși aceste două cauze de erori nu puteau să dea rezultatul așa de depărtat de adevăr, de aceea au făcut pe unii astronomi — precum Faye, profesorul dela Școala Politehnică din Paris — să reia calculul măsurătorii pământului făcut de Posidonius și să afirme că această măsurătoare este numai atribuită lui Posidonius și că de fapt nu este făcută de el. Iată în detaliu motivul:

Calculându-se astăzi coordonatele stelei Canopus la epoca lui

1) Un stad are 600 picioare și piciorul este 0,27 metri.

Posidonius, se constată că această stea în loc să rază orizontul la Rodos, ea se ridică la meridian cu o înălțime de  $1^{\circ}24'5''$  și în loc să aibă la Alexandria culminațiunea  $7^{\circ}30'$  ea nu se ridică decât cu  $6^{\circ}26'$ . Aceste diferențe de observațiune, împreună cu valoarea eronată a lungimei arcului între Alexandria și Rodos, cari au provocat rezultatul atât de diferit de realitate al măsurătoarei, a îndreptățit pe Faye să afirme că această măsurătoare a fost numai atribuită lui Posidonius, fără ca în realitate să fi fost făcute de el observațiile stelei Canopus. Posidonius era arătat de scriitorii vechi, ca Cleomede Strabon și Pliniu, ca astronom abil, iar pe vremea lui la 135 a. C. nu se înșelau astronomii în observațiile lor cu un grad întreg. Se admite deci că pozițiunile stelelor au fost luate de Posidonius din cataloagele vechi existente la acea epocă și că numai calculele au putut fi făcute de el.

Aruncând și aci, ca la măsurătoarea lui Eratosthene, o privire asupra felului cum a fost făcută măsurătoarea pământului, constatăm că rezultă tot două operațiuni distincte :

1. O operațiune geodezică, constând din măsurarea distanței dintre cele două localități : Rodos și Alexandria și

2. O operațiune pur astronomică prin care s'au determinat deplasările zenitului aceleași stele, observând-o din cele două localități deosebite în acelaș timp.

### *Ptolomeu.*

A treia măsurătoare a pământului, făcută în antichitate, este datorită lui Ptolomeu. Claudiu Ptolomeu a trăit între anii 125—160 d. C., și a studiat în Alexandria. El este cel mai renumit astronom al antichității. Opera sa este o carte mare, care coprinde un tratat de geografie, unul de trigonometrie, unul de algebră și unul de astronomie. Cartea aceasta mare a fost tradusă la 817 de arabi în timpul califului de Bagdat, Almamun (809—833), fiul lui Harun al Raschid, sub titlul de *Almagest* <sup>1)</sup>, iar Frederic Barbarosa, împăratul Germaniei (1152—1190), a tradus-o în limba latină sub titlul : *Sintaxa matematica*. În această lucrare Ptolomeu ne spune că a reluat calculele făcute de Eratosthene relative la măsurătoarea pământului și a obținut acelaș rezultat. El socotește 180.000 stade lungimea meridianului. Stadia întrebuițată de Ptolomeu este mai mare decât a lui Eratosthene și anume de 500 stadii la un grad, ceeace dă o lungime de 222,24 m, iar nu 159 m. cât este stadia lui Eratosthene. Lungimea meridianului fiind 180.000 stade și stadia având 222,24 metri, lungimea meridianului în metri va fi :

---

1) *Almagestul* a fost privit timp de 14 veacuri ca *Scriptura Astronomiei*, într'ansul Ptolomeu transmise două erori capitale ale astronomilor celor vechi :

1. Că pământul este imobil în spațiu și

2. Că corpurile cerești se mișcă uniform și circular în jurul pământului.

$$180.000 \times 222.24 = 40.003.200 \text{ metri.}$$

Înainte de a termina, adaug că tratatul de geografie cuprins în *Almagest* enumără numele a foarte multe localități cunoscute pe vremea aceea, cu indicațiunile longitudinei și latitudinei lor. Acest tratat a servit ca călăuză tuturor voiajorilor până în sec. XVI-lea.

### *Astronomii arabi.*

A patra măsurătoare a pământului, socotită ca făcută tot în antichitate, este aceea executată în timpul califului Almamun al 7-lea (809—833), calif din familia Abasizilor. Astronomii arabi au măsurat în anul 827 d. C. un arc de un grad al meridianului în câmpia Mesopotamiei între Sangiac și Medina. Distanțele au fost măsurate cu niște prăjini de lemn. Lungimea unui grad a fost găsită 56 mile arabe. O milă arabă are lungimea de 2100 metri, deci lungimea unui grad găsită de arabi este de

$$56 \times 2100 = 117.600 \text{ metri.}$$

Acest rezultat întrece valoarea obținută în măsurătorile moderne cu peste 6000 metri. Astronomii arabi pretind că au verificat măsurătoarea pământului făcută de Claudiu Ptolomeu, fără însă a ne da metoda întrebuițată de ei, ori indicațiuni asupra felului cum Ptolomeu a măsurat pământul.

### *Rezumatul măsurătorilor antice.*

Din cele ce am văzut, conchidem că antichitatea ne-a dat o singură măsurătoare a pământului serioasă, atât ca principiu cât și ca rezultat și anume măsurătoarea lui Eratosthene; celelalte măsurători nu au principiu nou, iar rezultatul obținut este nesigur.

Privind chestiunea măsurătorilor pământului în ansamblul ei, vedem că se degajează două operațiuni distincte:

1. O operațiune pur geodezică, destinată a evalua distanța cuprinsă între două stațiuni aflate pe acelaș meridian, și
2. O operațiune astronomică, care are ca scop a determina diferența distanțelor zenitale a aceleași stele observată în acelaș timp din două stațiuni deosebite, așezate pe acelaș meridian.

(Va urma)

Inginer **C. Orășanu**  
licențiat în matematici