

CADRANE SOLARE GRECEȘTI ȘI ROMANE ÎN DOBROGEA

Până în prezent se cunosc patru cadrane solare descoperite în Dobrogea. Ele reprezintă de altfel totalitatea exemplarelor găsite pe teritoriul României.

Prima piesă este un fragment de cadran solar provenind de la Histria, cu ocazia săpăturilor făcute în anul 1950. A fost descoperit în zona sacră a cetății, unde fusese folosit ca material de umplutură în construcții târzii. Astăzi se află expus în Muzeul Național de Antichități din București, cu nr. L 2023 (Fig. 1).

Executată din marmoră albă cu dungi vineții, piesa are forma unei părți dintr-o concavitate săpată într-un bloc prismatic drept. Blocului i s-au păstrat un plan orizontal și unul vertical. Concavitatea, perfect sferică, este lucrată cu mare precizie. Raza sferei este 157 mm.

Pe partea păstrată, se observă două linii convergente de jos în sus, spre un punct superior care a existat dincolo de spărtură. De la dreapta la stînga alte două linii paralele le intersectează pe primele. Toate aceste linii sînt arce de cerc, foarte fin săpate cu dalta. Deschiderea dăltuiturii nu depășește 0,8 mm. Linia convergentă din stînga este tăiată oblic, în partea superioară, de un segment de curbă pe care sînt săpate cinci litere mari grecești, scrise invers, ca în oglindă. Ele par a reprezenta sfîrșitul și începutul a două cuvinte: ...ΟΣ ΧΡΟ... Pe linia convergentă din dreapta sînt trasate liniuțe indicatoare orizontale, șase în dreapta și șapte în stînga. Cu excepția primei și ultimei, celelalte sînt marcate cu majuscule grecești perfect citibile de jos în sus, de la B la M. Litera Λ are ruptă partea din dreapta. Este normal să se presupună că prima liniuță a fost marcată cu A, ultima cu N. (Fig. 2).

Analizînd forma literelor și comparîndu-le cu cele de pe alte monumente epigrafice descoperite la Histria, Emilian Popescu propune datarea piesei noastre la sfîrșitul sec. IV î.e.n. sau cel mai tîrziu începutul sec. III î.e.n.

Al doilea exemplar a fost descoperit în comuna Cumpăna — cca 12 km SV de Constanța — în anul 1960 de către cercetătorii muzeului

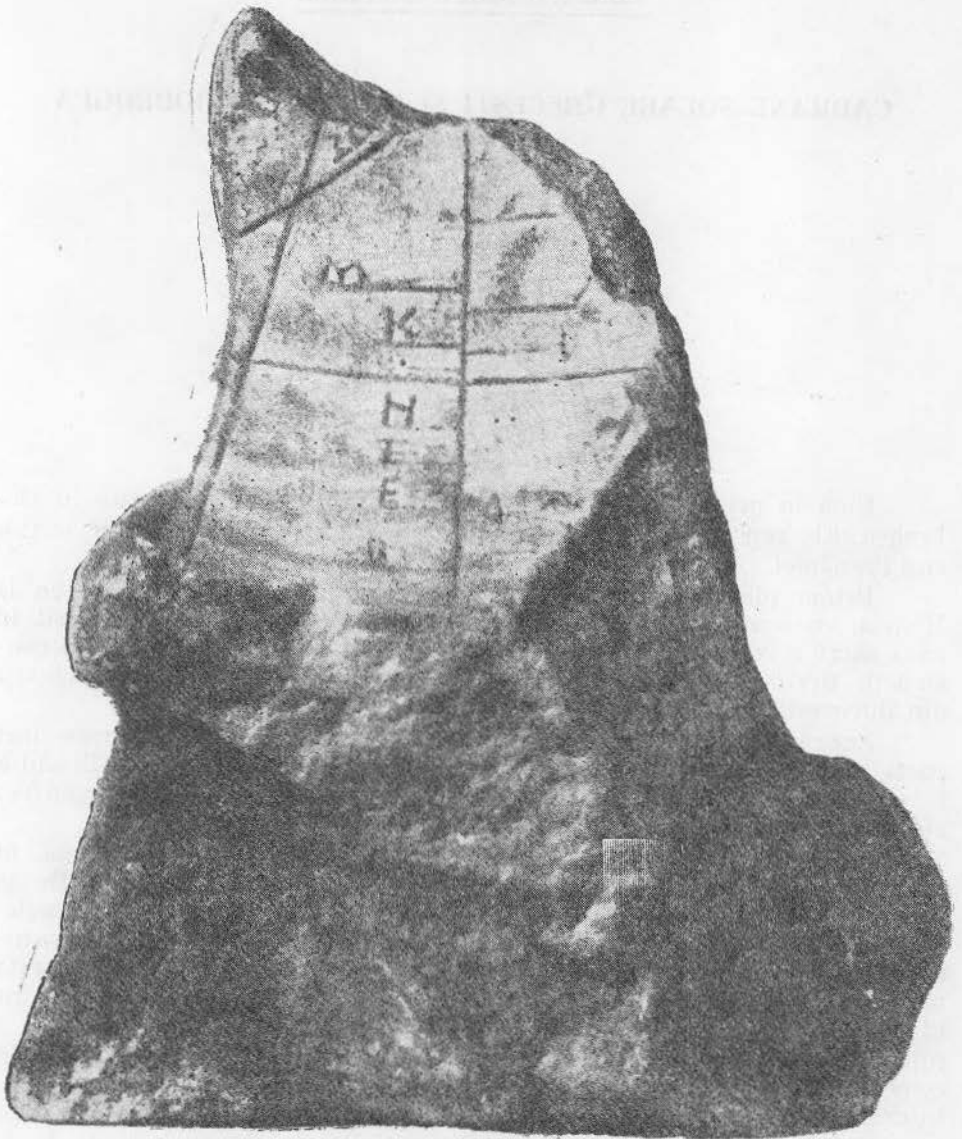


Fig. 1

regional de arheologie. Se află expus la Muzeul Arheologic din Constanța (Fig. 3). Un studiu asupra lui a fost făcut de S. Comănescu¹.

¹ Silviu Comănescu — *Déchiffrement et interprétation du cadran solaire de Cumpăna (Dobruđa)* — în *Acta Antiqua Philippopolitana*, Sofia 1963. (Comunicare ținută la Plovdiv în cadrul celei de a 6-a Conferințe Internaționale de studii clasice a țărilor socialiste).

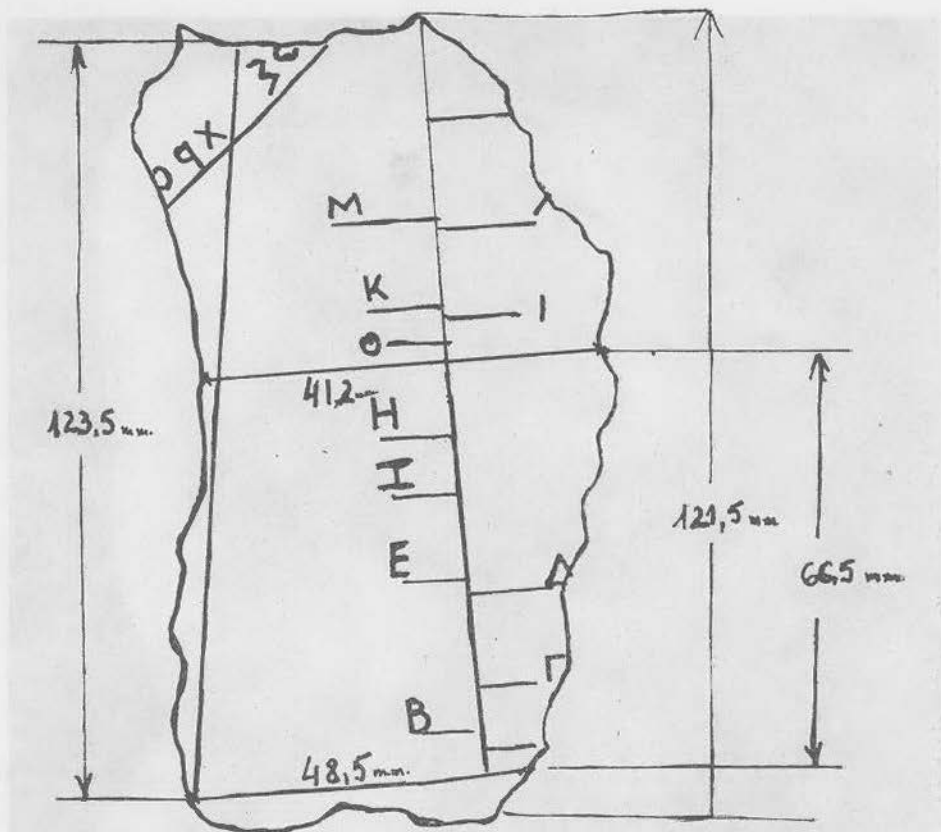


Fig. 2

Piesa este în general bine păstrată. Reprezintă un ansamblu sculptural format din cadranul propriu-zis și un bucraniu care îl ține între coarne. Suprafața cadranului este o porțiune dintr-un cilindru circular drept, cu raza de 160 mm. Pe ea sînt săpate unsprezece linii orare convergente și două curbe paralele transversale (cea echinoctială și cea a solstițiului de iarnă). Întreg ansamblul este îngrijit lucrat, din marmoră albă cu pete vinetii. Trasarea este aproximativă. După maniera de redare a bucraniului, Gabriella Bordenache datează piesa în sec. II e.n.

Al treilea cadran se află în depozitul Muzeului Național de Antichități din București, cu nr. L. 990. Este o piesă inedită, provenind din vechiul fond al muzeului. Nu se cunoaște data și împrejurările descoperirii. Constă dintr-o porțiune de sferă ce se sprijină, cu deschiderea în sus, pe un cap de bărbat. Mîinile care o susțin lateral izbutesc să sugereze imaginea completă a ansamblului: un bărbat — Atlas — sprijină pe cap cadranul solar cumpănindu-l cu brațele. Capul se prelungeste cu un suport prismatic, care susține cadranul pe toată desfăș-



Fig. 3

șurarea lui. Atît suportul cît și un rost de încastrare din spate arată că instrumentul era prins într-o construcție. Materialul din care a fost executată piesa este un calcar de sedimentare moale, de culoare gălbuie, rocă ce se găsește în Dobrogea. Meșterul care a lucrat-o n-a fost un maestru al desenului. Nu există o simetrie a întregului, iar disproporția între cap și mîini este izbitoare. Aceeași stîngăcie se observă și în trasarea liniilor a căror lățime ajunge pînă la 5 mm. Cadranul propriuzis, a cărui grosime medie este de 35 mm., face parte dintr-o sferă cu raza de cca 170 mm. Prezentăm date medii, deoarece o adîncitură în partea de jos modifică raza de curbură. Pe suprafața sferică sînt trasate două semicercuri paralele (curbele solstițiului de iarnă și a echinoctiului) avînd centrul pe o dreaptă imaginară orizontală situată în planul meridian și care pornește dintr-un locaș dreptunghiular în care a fost fixat stilul. Semicercurile sînt întretăiate de unsprezece curbe (orare) care împart suprafața în douăsprezece fusuri (Fig. 4). După maniera de lucru, piesa a fost datată de G. Bordenache la sfîrșitul sec. III e.n.

În sfîrșit, al patrulea cadran a fost descoperit recent la Constanța, de către cercetătorii Muzeului Arheologic al orașului. Starea de conservare este foarte bună. Urmează să fie studiat și publicat de personalul științific al muzeului.

Cadranele solare au fost instrumentele care măsurau ora temporară, adică a douăsprezecea parte din ziua de lumină cuprinsă între răsăritul și apusul soarelui. Este evident că în acest fel durata orelor varia de la o zi la alta². Aceste ore variabile au fost folosite din antichitate pînă la începutul evului mediu³.

Principiul de construcție al cadranelor era materializarea traiectoriilor aparente ale soarelui pe o suprafață de recepție cu ajutorul umbrei aruncată de un punct material. Prima suprafață concepută a fost interiorul unei emisfere așezată cu deschiderea spre zenit, reprezentînd contraimaginea bolții cerești. Umbra vîrfului unui stil vertical, plasat chiar în centrul sferei descria pe suprafață o curbă conformă cu cea parcursă de soare. Timpul necesar umbrei vîrfului ca să treacă peste a douăsprezecea parte din această curbă era același cu cel în care soarele descria a douăsprezecea parte din cursa lui diurnă, deci cu ora temporară⁴. Practic nu se trasau decît cele trei curbe de bază de la solstiții și echinoctiu. Se împărțea fiecare în douăsprezece părți și unindu-se punctele de diviziune se obțineau unsprezece linii orare care determinau cele douăsprezece spații orare. Așa trebuie să fi arătat primele cadrane solare construite empiric, în legătură cu care Herodot afirmă : „grecii au luat de la babilonieni polosul cu gnomonul și împărțirea

² Pentru compararea duratei a două evenimente și pentru calculul astronomic se folosea ora echinoctială aproximativ egală cu ora noastră.

³ Alături de măsurarea timpului zilei cu ajutorul umbrei aruncate de corpul omului.

⁴ În toate considerațiile făcute, traiectoriile aparente ale soarelui se socotesc cercuri pe sfera cerească iar viteza de parcurgere constantă.



Fig. 4

zilei în douăsprezece părți”⁵. Dacă pentru timpul în care a trăit Herodot existența polosului este controversată⁶, la începutul sec. IV î.e.n., fără îndoială, se construiau asemenea indicatoare de oră temporară⁷.

După cum reiese din cele expuse, construcția lor nu necesita cunoștințe speciale. Pretindeau însă un an întreg de observare a traiectoriilor soarelui și aveau dezavantajul că nu puteau fi folosite decât pentru locul unde se trasau. Matematicienii și astronomii sec. IV î.e.n. au perfecționat cadranele solare dând posibilitatea construirii lor oriunde, și oricând. Pentru aceasta, alături de cunoștințele de până atunci — planul meridian al locului, timpul echinocțiilor și solstițiilor, oblicitatea eclipticei — era necesar să se cunoscă un element nou, „clima” sau „enclima”, care suprapune noțiunea noastră de latitudine. Pentru greci *clima* însemna raportul dintre lungimea unui gnomon și lungimea umbrei sale, măsurate la amiaza zilei de echinocțiu. Eudoxos din Knidos⁸ calculează

⁵ Herodot II, 109.

⁶ Rehm, in *RE* s.v. *Horologium* p. 2418, 30—60.

⁷ Către 410 î.e.n. Democrit scrie chiar un tratat despre polos (Diog. Laert. IX, 7, 13). Scaphe sive hemispherium al lui Aristarch sau arachne al lui Eudoxos, amintite de Vitruviu, sînt cadrane solare de tipul polosului.

⁸ Eudoxos din Knidos, matematician astronom și filozof (399—355) scrie „Phainomena”, puse în versuri de Aratos și comentate de Hipparch. La el se înfîlțește prima dată noțiunea de „clima”.

clima pentru Knidos și află raportul 3/4. Aceste rapoarte ajung cu timpul să fie cunoscute pentru toate locurile, iar Hipparch va întocmi în sec. II î.e.n. tabele de „climata“.

Cunoscându-se oblicitatea eclipticei⁹ și clima unui loc, se putea construi, oricând, un cadran solar calculat științific. Pentru aceasta se executa mai întâi un plan al cadranelor — analemma — care însemna proiectarea pe planul meridian al locului a curbilor de bază reprezentând traiectoriile solstițiale și echinoctiale, în raport cu planul orizontal.

Suprafața de recepție a umbrei, la început sferică, a devenit mai târziu cilindrică, conică și apoi plană. Pentru fiecare tip s-au stabilit analeme. În sec. III î.e.n. existau deja tabele de latitudini și tratate de analeme. Pentru cadranele cu suprafața de recepție sferică având stilul orizontal cu vârful în centrul sferei, o analemmă completă ne-a rămas de la Vitruviu¹⁰.

Formele cadranelor s-au transformat cu timpul suprimându-se părțile inutile sau trășindu-se curbe suplimentare, fiecare tip purtând alt nume după aspectul său, sau după indicațiile date.

Preluate de romani, cadranele solare nu mai sînt obiect de interes științific. Construcția lor devine adevărată industrie, la care concureau tabelele astronomilor și matematicienilor, analemele trasate de arhitecți după modelul deja stabilit și măiestria executanților. Viața romană fiind legată de oră, cadranele abundă pe tot cuprinsul imperiului, în for, la circ, la terme și în vilele particulare.

Cu toate că se consideră că romanii doar au preluat aceste instrumente de măsurat ora temporară, fără a aduce nimic în plus¹¹, socotim că lor trebuie să le atribuim o transformare a cadranelor sferice în sensul rotirii planelor curbilor de bază pînă la poziția verticală¹². Transformarea ușura construcția cu ajutorul șabloanelor, dar dădea aproximații mai mari la citirea orelor.

Studiul unui cadran antic, descoperit, comportă recunoașterea tipului de cadran, refacerea analemei lui și calcularea datelor de construcție. Dintre aceste date, cea mai importantă este latitudinea locului pentru care a fost făcut să funcționeze.

Dacă în cazul unui exemplar întreg problema este rezolvabilă cu ajutorul cunoștințelor transmise de Vitruviu și cu rezultatele cercetărilor din secolele XVIII, XIX și începutul sec. XX, în cazul unui fragment se cer studii și metode noi.

Rezultatele unui asemenea studiu, făcut de noi¹³ ne-au dat posibilitatea să calculăm latitudinea unui cadran solar chiar și în cazul în care, pe un fragment descoperit, nu putem măsura decît o divi-

⁹ Pînă în sec. II î.e.n. valoarea ei e calculată 24°; la Ptolomeu 23° 40'.

¹⁰ Vitruviu, *Despre arhitectură* IX, 7.

¹¹ Ardaillon în *Dictionnaire des antiquités grecques et romaines*, par Darremberg et Saglio s.v. Horologium, p. 258.

¹² De tipul celui de la Bettwiller (Alsacia) publicat de R. Rohr în *Cahiers Alsaciens d'Archéologie* Tome X, 1966.

¹³ Se va publica sub titlul „Contributions à l'étude des cadrans solaires“, în *Dacia* XIII.

ziune orară echinoctială și una solstițială. În lumina acestui studiu, care cuprinde explicații mai ample de funcționare și refaceri de analeme, dăm pe scurt interpretarea matematică a pieselor prezentate la începutul comunicării.

Fragmentul L 2023 de la Histria a făcut parte dintr-un cadran solar cu suprafața de recepție sferică, avînd stilul orizontal cu vîrfurile în centrul sferei, de tipul amintit de Vitruviu ca „hemicyclium excavatum ex quadrato ad enclimamque succisum“. Lungimea stilului era egală cu raza sferei de 157 mm. Pe fragment se păstrează părți din cele două linii orare care încadrau ora a șasea. Cea din dreapta este chiar linia mediană din planul meridianului. Cele două curbe paralele reprezintă părți din curbele de bază ale solstițiului de vară și echinoctiului. Cadranul indica orele pentru latitudinea de $44^{\circ}31'$ (latitudinea Histriei este $44^{\circ}30'$). Pe linia orară mediană liniuțele marcate cu majuscule grecești arătau la amiază — cînd umbra vîrfului stilului cădea pe ele — intrarea soarelui în constelațiile zodiacale și începutul anotimpurilor. Cadranul era deci și calendar. Curba oblică ce taie linia orară din stînga făcea parte din sistemul care marca cu cît creștea ziua respectivă față de ziua cea mai scurtă de la solstițiul de iarnă. Acest sistem comporta două linii simetrice în raport cu linia mediană, pornind de la intersecția acestora cu curba solstițiului de iarnă, delimitîndu-se astfel un triunghi sferic. Prin analogie cu un cadran asemănător IG XIV 1307 = CIG III 6179¹⁴, și cu cel plan de la Delos, cele două frînturi de cuvinte scrise invers, ar putea fi întregite astfel :

[Πόσος χρόνος πάσης ἡμέρας παρήκει]

cu sensul : „cum crește durata fiecărei zile“. (Fig. 5). În acest fel cadranul da și o indicație astronomică care putea fi folosită pentru agricultură sau navigație.

Legate cu datarea propusă de Em. Popescu, toate aceste rezultate mai spun ceva. La sfîrșitul sec. IV î.e.n. sau începutul sec. III î.e.n. sîntem în perioada în care, — la distanța doar de cîteva decenii de primele cadrane calculate științific — nu apăruseră încă tabele de „climata“. Latitudinea trebuia calculată la fața locului, de către un specialist al gnomonului. În cazul fragmentului nostru, aceasta pretindea o observare științifică a cerului pe o perioadă de un an, făcută de un astronom sau matematician chiar la Histria. Este greu de presupus că trasarea analemei după criteriile deja cunoscute și execuția în marmură n-a avut loc tot acolo sub supravegherea specialistului.

Constatăm deci — cel mai tîrziu la începutul sec. III î.e.n. — o remarcabilă activitate și preocupări științifice, astronomice și matematice în vechea cetate milesiană de la gurile Dunării. Cunoscîndu-se legăturile dintre cetățile vest-pontice, aceste preocupări nu puteau fi și nu puteau rămîne numai un apanaj al Histriei. Existența unei atmosfere de preocupări științifice, în cetățile vest-pontice, atestată acum material prin fragmentul de la Histria, poate explica formarea unei mari personalități

¹⁴ Găsit la Roma pe Esquilin la Orti Palombra, datînd din epoca imperială (H. Diels, *Antike Technik*, Berlin, 1920, p. 169).

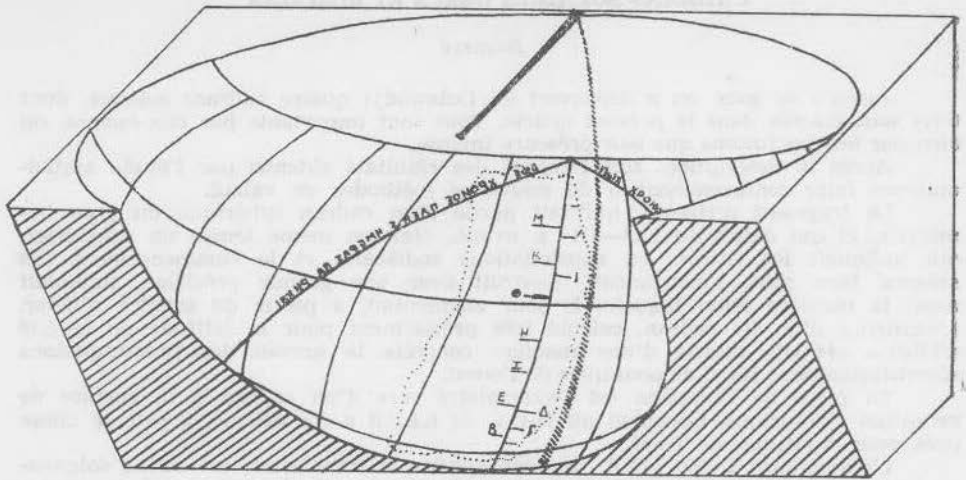


Fig. 5

științifice în această parte a lumii grecești : geograful și istoricul Demetrios din Callatis ¹⁵.

Cadranul de la Cumpăna ridică și el probleme spinoase. Din literatura de specialitate avută la îndemână nu sîntem informați despre descoperirea unei piese cu suprafața de recepție cilindrică ¹⁶, deși trecerea de la sferă la con era normal să se facă prin cilindru. Singurul indiciu în această privință este un desen al lui Vitruviu în care este redat și un asemenea cadran tot sub numele de hemiciclu ¹⁷. Prezența în sec. II e.n. a unui exemplar cilindric nu poate fi o speculație întîmplătoare făcută de un specialist izolat. Piese asemănătoare trebuie să fi existat și în secolele anterioare.

Studiul nostru a comportat refacerea analemmei acestui tip de cadran și găsirea metodei de calcul a latitudinii. La nivelul de trasare aproximativă a cadranului latitudinea de $44^{\circ}07'$ aflată nu ne surprinde. Nu trebuie să uităm că tabelele lui Hipparch și cele foarte apropiate ale lui Ptolemeu dădeau latitudinea gurilor Dunării egală cu $47^{\circ}4'$. Cadranul a funcționat pentru latitudinea Tomis-ului dînd indicații orare ¹⁸.

Cadranul L 990 este de tipul sferic transformat. Refacerea analemmei lui a dat posibilitatea calculului latitudinii prin cîteva considerații geometrice simple. Cifra de $44^{\circ}15'$, calculată de noi, nu poate spune cu precizie nimic despre locul unde a fost folosit. Oricît ne-am deplasa, însă, spre nord sau spre sud nu ieșim de pe teritoriul Dobrogei.

¹⁵ Demetrios din Callatis, istoric și geograf, către sfîrșitul sec. III i.e.n., a cărui operă în 20 vol. e menționată de Diog. Laert, 5, 83.

¹⁶ Studiile publicate pînă în 1920 nu amintesc de piese cilindrice. Ulterior nu avem cunoștință despre descoperirea vreunui cadran cilindric.

¹⁷ Vitruviu IX, 8, pl. 72, 2.

¹⁸ Latitudinea Tomis-ului este $44^{\circ}10'$.

CADRANS SOLAIRES GRECS ET ROMAINS

Résumé

Jusqu'à ce jour, on a découvert en Dobroudja quatre cadrans solaires, dont trois sont étudiés dans le présent article. Tous sont importants par eux-mêmes, ou bien par les conclusions que leur présence impose.

Après la description, suit l'exposé des résultats obtenus par l'étude mathématique faite conformément à de nouvelles méthodes de calcul.

Le fragment d'Histria, qui fait partie d'un cadran sphérique du type hémicycle, et qui datait du IX^e—III^e s. av.n.è., était en même temps un calendrier, qui indiquait les entrées en constellations zodiacales et le commencement des saisons. Bien plus, l'instrument, construit avec une grande précision, indiquait aussi la manière selon laquelle le jour augmentait, à partir du solstice d'hiver. L'existence d'un tel cadran, calculé très précisément pour la latitude de la cité d'Histria (44°31'), atteste d'une manière concrète le niveau des préoccupations scientifiques dans les cités pontiques de l'ouest.

La pièce de Cumpăna est l'exemplaire rare d'un cadran à la surface de réception cylindrique. Construit au II-e s. de n.è., il a été calculé, à peu de chose près, pour la latitude de Tomi.

L'exemplaire L 990 MNA, du type sphérique transformé, est moins soigneusement réalisé, mais le calcul de la latitude le situe également sur le territoire de la Dobroudja.

GRIECHISCHE UND RÖMISCHE SONNENUHREN

Zusammenfassung

Bisher wurden in der Dobrudscha vier Sonnenuhren gefunden. Drei davon werden in vorliegendem Aufsatz untersucht. Alle sind an und für sich oder durch die Schlüsse, die sie zulassen, von Bedeutung. Nach der Beschreibung folgt die Darstellung der Ergebnisse des mathematischen Studiums, das mittels einer neuen Rechenmethode über sie durchgeführt wurde.

Das Bruchstück, das in Histria gefunden wurde, gehört zu einer sphärischen Sonnenuhr von halbkreisförmigem Typus, datiert in das 4—3.Jh.v.u.Z., und dient zu gleicher Zeit auch als Kalender, der den Eintritt in die Sternbilder und den Beginn der Jahreszeiten anzeigt. Das sehr genau gebaute Gerät bietet sogar an, wie der Tag im Verhältnis zur Wintersonnenwende zunimmt. Das Vorhandensein einer derartigen Sonnenuhr, die für die Breite der Festung Histria (44°31') genau ausgerechnet war, bestätigt die wissenschaftlichen Betätigungen in den westpontischen Festungen sachlich.

Das Exemplar vom Cumpăna ist ein seltenes Stück, mit zylindrischer Aufnahmefläche, das im 2.Jh.u.Z. gebaut wurde und etwa für die Breite von Tomi berechnet ist.

Das Exemplar L 900 MNA vom kugeligen Typus und umgeändert ist etwas weniger sorgfältig gearbeitet, Berechnung der Breite bestimmt es ebenfalls für das Gebiet der Dobrudscha.