

ΕΚΤΑΚΤΟΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 6ΗΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 1979

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΚΑΙΣΑΡΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΥ

---

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ.— Ὁ προσδιορισμὸς τῶν χρόνων ἐξωτερικῶν ἐπαφῶν κατὰ τὴν ἡλιακὴν ἐκλείψει μετὰ τὴν μέθοδο τῶν κοινῶν χορδῶν καὶ οἱ σχετικὲς μετρήσεις ἀπὸ τὴν δακτυλιοειδῆ ἐκλείψει τῆς 20ῆς Μαΐου 1966, ὑπὸ Δημητρίου Διαλέτη καὶ Θεοδώρου Προκάκη\*. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Ἰωάννου Ξανθάκη.

Ὁ προσδιορισμὸς τῶν χρόνων ἐπαφῆς ἡλιακοῦ καὶ σεληνιακοῦ δίσκου κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν ἡλιακῶν ἐκλείψεων ἔχει σκοπὸν τὴν εὑρεση συστηματικῶν διαφορῶν μεταξὺ τῶν παρατηρουμένων τιμῶν καὶ τῶν ὑπολογιζομένων βάσει τῶν στοιχείων τοῦ Bessel. Γιὰ τὸ λόγον αὐτὸ ἐπαναμβάνονται μετρήσεις αὐτοῦ τοῦ εἴδους σὲ κάθε ἡλιακῇ ἐκλείψει.

Οἱ μέθοδοι ποὺ κατὰ καιροὺς ἀναπτύχθηκαν γιὰ τὸν προσδιορισμὸν τῶν χρόνων ἐπαφῆς διὰ παρατηρήσεως, παρουσιάζουν ἰδιαίτην ποικιλίαν.

Τὸ πρόβλημα ποὺ προσέκυψε ἀπὸ μεγάλο ἀριθμὸν μετρήσεων ἀπὸ διαφόρους παρατηρητὲς γιὰ ἱκανοποιητικὸν ἀριθμὸν ἐκλείψεων εἶναι ὅτι ὄχι μόνον δὲν βρέθηκαν συστηματικὲς διαφορῆς, ἀλλὰ ἀντίθετα τὸ μέγεθος τῆς διασπορᾶς τῶν μετρουμένων τιμῶν ἀπὸ τὴν ὑπολογισθεῖσα ἀπὸ τὰ στοιχεῖα Bessel ἦταν ἰδιαίτερα

---

\* D. DIALETIS - TH. PROKAKIS, **The determination of the external contact-time of Solar eclipses by the use of common strings and the measurements from the annular eclipse of May 20, 1966.**

μεγάλο και με ακανόνιστες μεταβολές από έκλειψη σὲ έκλειψη. Τὸ γεγονός αὐτὸ μᾶς ὀδηγεῖ στὸ συμπέρασμα ὅτι εἴτε οἱ μέθοδοι ὑπολογισμοῦ καὶ παρατηρήσεων δὲν εἶναι ικανοποιητικές, εἴτε ἡ μέθοδος Bessel προσδιορισμοῦ τῶν χρόνων ἐπαφῆς δὲν παρέχει τὴν ἀπαιτούμενη ἀκρίβεια καὶ μάλιστα ὅτι τὰ σφάλματα ποὺ παρουσιάζονται δὲν εἶναι συστηματικά.

Στὴν παρούσα ἐργασία ἐπιχειρεῖται μιὰ λεπτομερῆς διερεύνηση τοῦ θέματος, προτείνονται ὀρισμένες βελτιώσεις γιὰ τὸν τρόπο παρατηρήσεως καὶ δίνονται οἱ σχετικὲς μετρήσεις γιὰ τὴν έκλειψη τῆς 20ῆς Μαΐου 1966 γιὰ τὴν ὁποία ὑπῆρχε ἤδη φωτογραφικὸ ὑλικὸ ἀπὸ ἀποστολὴ τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν.

Ἐπειδὴ τὸ ὑλικὸ παρατηρήσεως ἦταν περιορισμένο σὲ πλῆθος φωτογραφιῶν ἔγινε προσπάθεια νὰ ἐπιτύχουμε τὰ μέγιστα μὲ τὴν κατάλληλη ἐπεξεργασία.

#### ΟΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ :

Κατὰ τὴ διάρκεια τῆς ἐκλείψεως τῆς 20/5/66 ἐργάστηκαν πέντε ἀποστολὲς τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν. Τὸ πρόγραμμα τῶν παρατηρήσεων τῆς ἀποστολῆς στὴν Κάρυστο περιεῖχε καὶ τὸν προσδιορισμὸ τῶν χρόνων ἑξωτερικῶν ἐπαφῶν ἡλιακοῦ καὶ σεληνιακοῦ δίσκου μὲ φωτογραφικὴ παρατήρηση.

Χρησιμοποιήθηκε τὸ τριπλὸ ἡλιακὸ τηλεσκόπιο τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν, τὸ ὁποῖο τοποθετήθηκε στὴν κορυφὴ ὄμαλου λόφου ἐπὶ ἐξέδρας ἕψους τριῶν μέτρων, ὥστε νὰ βελτιωθεῖ κατὰ τὸ δυνατὸ ἡ ποιότητα τῶν εἰδώλων. Ἡ λήψη τῶν φωτογραφιῶν ἔγινε μὲ ἡλιογραφικὸ θάλαμο Zeiss ποὺ προσαρμόστηκε στὸ τηλεσκόπιο τῶν 15 ἑκατοστομέτρων.

Ἡ διάμετρος τοῦ ἡλιακοῦ εἰδώλου στὴν ἐστία τοῦ θαλάμου ἦταν 76 mm. Χρησιμοποιήθηκαν φωτογραφικὲς πλάκες P5 τῆς Gevaert. Οἱ φωτογραφίαι ἐλήφθησαν μὲ ικανοποιητικὲς συνθήκες παρατηρήσεως (2,0 στὴν κλίμακα Kierpenheuer), 10 σὲ διάστημα 3 min περίπου μετὰ τὴν πρώτη ἐπαφὴ καὶ 11 σὲ διάστημα 4 min περίπου πρὶν ἀπὸ τὴν τελευταία. Ὁ ἀριθμὸς τῶν φωτογραφιῶν δὲν μπορεῖ νὰ θεωρηθεῖ ικανοποιητικός.

Σὲ κάθε λήψη γινόταν αὐτόματα ἡ καταγραφὴ τοῦ χρόνου σὲ ταινία χρονογράφου μὲ ἀκρίβεια τῆς τάξεως ἑκατοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου. Στὴν ἴδια ταινία γραφόταν καὶ ὁ χρόνος χρονομέτρου τὸ ὁποῖο εἶχε ὑποστρεῖ τις ἀπαραίτητες συγ-

κρίσεις πριν και μετά από την έκλειψη ώστε η ακρίβεια στον προσδιορισμό του χρόνου λήψεως να είναι πράγματι της τάξεως του εκατοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου.

Ἡ ἐμφάνιση τῶν φωτογραφικῶν πλακῶν ἔγινε ὁμοίομορφα. Οἱ μετρήσεις τῶν ἀρνητικῶν ἔγιναν μὲ τὴ μετρητικὴ μηχανὴ Ridell τοῦ Ἀστρονομικοῦ Σταθμοῦ Πεντέλης ἡ ὁποία μετρεῖ ἀποστάσεις τῆς τάξεως τοῦ 1 μικροῦ.

#### Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΧΡΟΝΩΝ ΤΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΕΠΑΦΩΝ ΓΙΑ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ ΤΟΠΟ

Γιὰ τὸ θεωρητικὸ ὑπολογισμὸ τῶν χρόνων ἐπαφῆς χρησιμοποιήσαμε τὴν προσεγγιστικὴ μέθοδο Bessel, ὅπως ἀκριβῶς ἐφαρμόζεται ἀπὸ τὶς ἀστρονομικὲς ἐφημερίδες. Οἱ ἡμιδιάμετροι ἡλίου καὶ σελήνης μετρήθηκαν χωρὶς τὴν ὑπάρχουσα ἄλλω καὶ ὡς τιμὴ ἡμιδιαμέτρου τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου στὴν ἀπόσταση μιᾶς ἀστρονομικῆς μονάδας λαμβάνεται ἡ 15' 59''.63. Τὰ γενικὰ στοιχεῖα τῆς ἐκλείψεως λαμβάνονται ἀπὸ τὴν ἀστρονομικὴ ἐφημερίδα.

Γιὰ τὸν ὑπολογισμὸ τῶν χρόνων γιὰ συγκεκριμένο τόπο πρέπει, ἀφοῦ ὑπολογισθοῦν οἱ γεωκεντρικὲς συντεταγμένες  $\varrho \cdot \sin \varphi'$  καὶ  $\varrho \cdot \cos \varphi'$  ἀπὸ τὸ γεωδαμικὸ πλάτος  $\varphi$  καὶ μῆκος  $\lambda$  μὲ τὴ βοήθεια τῶν γενικῶν στοιχείων  $\chi, y, \sin d, \cos d, \mu$  καὶ  $l_1$  καὶ τὶς ὠριαῖες μεταβολὲς  $\chi'$  καὶ  $y'$  γιὰ προσεγγιστικὸ χρόνο ποὺ προσδιορίζεται ἀπὸ τὸ χάρτη τῆς ἐκλείψεως, νὰ βροῦμε τὴν κατάλληλη διόρθωση  $\tau$  γιὰ τὸ χρόνο αὐτό.

$$\tau = \frac{L}{\eta} \cos \psi = \frac{D}{\eta^2} \quad \text{ὅπου}$$

$$D = (\chi - \xi)(\chi' - \xi') + (y - \eta)(y' - \eta')$$

$$\eta = u'^2 + v'^2 = (\chi' - \xi')^2 + (y' - \eta')^2$$

$$\cos \psi = \cos \left\{ \sin^{-1} \left[ \frac{(uv' - u'v)}{L \cdot \eta} \right] \right\} = \cos \left\{ \sin^{-1} \left[ \frac{(\chi - \xi)(y' - \eta') - (\chi' - \xi')(y - \eta)}{L \cdot \eta} \right] \right\}$$

$$L = 1 - \zeta \tan f \quad \text{καὶ} \quad \xi = \varrho \cos \varphi' \sin h$$

$$\eta = \varrho \sin \varphi' \cos d - \varrho \cos \varphi' \sin d \cos h$$

$$\zeta = \varrho \sin \varphi' \sin d + \varrho \cos \varphi' \cos h \cos d$$

$$\xi' = \mu' \varrho \cos \varphi' \cos h, \quad \eta' = \mu' \xi \sin d - \zeta d', \quad h = \mu - \lambda - 1.0027 \Delta T.$$

Ἡ ὅλη μέθοδος εἶναι προσεγγιστική, γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ ἐπαναλαμβάνεται μέχρι νὰ πετύχουμε τὴν ἀπαιτούμενη ἀκρίβεια, μὲ διαδοχικὲς προσεγγίσεις.

Ὁ ὑπολογισμὸς ἔγινε μὲ τὸν ἠλεκτρονικὸ ὑπολογιστὴ τοῦ Ἰονοσφαιρικῶ Ἰνστιτούτου τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν. Γιὰ τὸν τόπο παρατηρήσεων μὲ συντεταγμένες  $\varphi = 38^{\circ} 02' 14''.83$  καὶ  $\lambda = -24^{\circ} 24' 11''.85$  καὶ ὑψόμετρο 60 μέτρα βρήκαμε ὅτι ἡ πρώτη ἐπαφὴ πραγματοποιήθηκε τὴν **08<sup>h</sup> 05<sup>m</sup> 43<sup>sec</sup>. 61 U. T.** καὶ ἡ τελευταία τὴν **11<sup>h</sup> 06<sup>m</sup> 07<sup>sec</sup>. 24 U. T.**

Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΧΡΟΝΩΝ ΕΠΑΦΗΣ  
ΔΙΑ ΔΙΑΔΟΧΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΚΟΙΝΩΝ ΧΟΡΔΩΝ

Εἶναι αὐτονόητο ὅτι δὲν εἶναι δυνατὸ νὰ προσδιοριστοῦν μὲ ἀκρίβεια, μὲ ἀπλὴ ὀπτική παρατήρηση οἱ χρονικὲς στιγμὲς τῶν ἐπαφῶν ἠλιακοῦ καὶ σεληνιακοῦ δίσκου λόγῳ τῶν ὑπηρερχομένων μεγάλων σφαλμάτων ποὺ ὀφείλονται στὸν παρατηρητή. Γιὰ τὸν λόγο αὐτὸ ἐφαρμόζονται ἀπλὲς μέθοδοι προσδιορισμοῦ τῶν χρόνων. Κοινὴ ἀρχὴ ὅλων τῶν μεθόδων εἶναι ἡ ἑξῆς:

Παρατηροῦμε (ὀπτικῶς ἢ φωτογραφικῶς) ἐπὶ τοῦ ἠλιακοῦ δίσκου τὴν ἐξελιξὴ κάποιου γεωμετρικοῦ μεγέθους τὸ ὁποῖο κατὰ τὴν διάρκειά της ἐκλείψεως μεταβάλλεται συναρτήσῃ τοῦ χρόνου. Κατόπιν βρίσκουμε τὴν ἀναλυτικὴ συνάρτηση μεταβολῆς καὶ ἀφοῦ προσδιορίσουμε τὸ μέγεθος κατὰ τὴ στιγμὴ τῆς ἐπαφῆς, μέσῳ τῆς ἀναλυτικῆς συναρτήσεως, βρίσκουμε τὸ χρόνο ἐπαφῆς.

Ἡ μέθοδος τῶν κοινῶν χορδῶν συνίσταται στὴ μέτρηση τῶν κοινῶν χορδῶν τῶν δύο δίσκων γιὰ χρονικὰ διαστήματα μετὰ τὴν πρώτη καὶ πρὶν ἀπὸ τὴν τελευταία ἐπαφὴ. Κατόπιν βρίσκουμε τὴ συνάρτηση μεταβολῆς τῆς κοινῆς χορδῆς C συναρτήσῃ τοῦ χρόνου καὶ τελικὰ τὸ χρόνο ποὺ ἀντιστοιχεῖ στὸ  $C = 0$ .

Ἐνῶ ἡ μέθοδος φαινομενικὰ εἶναι ἀπλὴ καὶ ἀκριβής, πλῆθος δυσκολιῶν ἀνακύπτει κατὰ τὴν ἐφαρμογὴ της. Θὰ ἐξετάσουμε πῶς παρουσιάζεται τὸ πρόβλημα.

Ἄν δεχθοῦμε ὅτι τὰ προφίλ τῶν δύο δίσκων εἶναι ἀπαλλαγμένα ἀπὸ ἀνωμαλίαις καὶ ὅτι ἡ σχετικὴ κίνησή τους εἶναι ὁμαλὴ εὐθύγραμμη γιὰ μικρὰ χρονικὰ διαστήματα μετὰ τὴν πρώτη καὶ πρὶν ἀπὸ τὴν τελευταία ἐπαφὴ, λαμβάνουμε (σχῆμα 1).



Υπολογίσαμε τις τιμές της  $R(AB^2, \varrho)$  διὰ διάφορα  $AB$  καὶ  $\varrho$  (πίνακας 1). Ἀπὸ τὴν (1) μέσω τῆς (2) λαμβάνουμε τελικῶς

$$AB^2 = [(\varrho + 1)^2 - \Delta^2] - X^2 - R(AB^2, \varrho) \quad \eta$$

$$y = AB^2 = [(\varrho + 1)^2 - \Delta^2 - V^2 t_\mu^2] + 2V^2 t_\mu t - V^2 t^2 - R(AB^2, \varrho) \quad (3)$$

ἢ ὁποία εἶναι συνάρτηση τῆς μορφῆς

$$y = AB^2 = a + bt + ct^2 - R(AB^2, \varrho). \quad (3a)$$

Τὸ πρόβλημα πλέον συνίσταται στὴν εὕρεση τῶν συντελεστῶν  $a, b, c$ , βάσει τῶν τιμῶν τῶν παρατηρηθεισῶν χορδῶν, μὲ ἀριθμητικὴ μέθοδος.

Φαινομενικὰ ἡ εὕρεση τῆς παραβολῆς ποὺ προσαρμόζεται στὰ δεδομένα τῶν μετρήσεων εἶναι εὐκόλη. Ἐν τούτοις μιὰ σειρὰ ἀπὸ σφάλματα τὰ ὁποῖα ἔχουν ἤδη ὑπεισέλθει καὶ ἡ περιορισμένη ἀκρίβεια τῶν ἀριθμητικῶν μεθόδων εὐρέσεως τῶν συντελεστῶν, κάνουν τὸ πρόβλημα δύσκολο.

#### ΤΑ ΥΠΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΧΡΟΝΩΝ ΕΠΑΦΗΣ ΔΙΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΤΩΝ ΚΟΙΝΩΝ ΧΟΡΔΩΝ

Τὰ σφάλματα αὐτὰ εἶναι τριῶν εἰδῶν.

α) Τὰ σφάλματα ποὺ ὀφείλονται στὶς παρατηρήσεις. Αὐτὰ μπορεῖ νὰ εἶναι συστηματικὰ (χρονογράφος, μετρητικὴ μηχανή, κλειστρὸ φωτογραφικῆς μηχανῆς, ἐλαττωματικὴ φωτοευαίσθητὴ ἐπιφάνεια) ἢ τυχαῖα (λόγω ἀτμοσφαιρικῶν συνθηκῶν κατὰ τὴν παρατήρηση (seeing), λόγω μὴ καταλλήλου ἐπεξεργασίας τῆς φωτογραφικῆς πλάκας, λόγω παρατηρητοῦ).

β) Τὰ σφάλματα ποὺ ὀφείλονται στὶς ὑποθέσεις στὶς ὁποῖες βασίστηκε ἡ ἀνάλυσή μας, τὰ ὁποῖα πάλι μπορεῖ νὰ εἶναι τυχαῖα (τοπικὲς ἀνωμαλίαι τοῦ σεληνιακοῦ προφίλ) ἢ συστηματικὰ (φαινομένη σχετικὴ κίνηση τῶν δύο σωμάτων ὄχι εὐθύγραμμη καὶ ὁμαλὴ ἔστω καὶ γιὰ μικρὰ χρονικὰ διαστήματα).

γ) Τέλος τὰ σφάλματα ποὺ ὀφείλονται στὴν ἀριθμητικὴ μέθοδος ποὺ θὰ χρησιμοποιήσουμε γιὰ τὴν εὕρεση τῶν συντελεστῶν  $a, b, c$ .

Θὰ ἀναφερθοῦμε ἀναλυτικὰ σὲ κάθε εἶδος ἀπὸ τὰ προαναφερθέντα σφάλματα, γιὰ τὶς παρατηρήσεις τῆς ἐκλείψεως τῆς 20ῆς Μαΐου 1966 τὶς ὁποῖες καὶ ἐπεξεργασθήκαμε.

## Π Ι Ν Α Κ Α Σ 1.

## Τιμές τής συναρτήσεως R(Y, ρ) για διάφορα Y και ρ.

Y/P	1.08	1.06	1.04	1.02	1.00	0.995	0.990	0.985	0.980	0.975	0.970	0.960	0.950
0.1	151ex-6	86ex-6	39ex-6	10ex-6	0	644ex-9	2.5ex-6	5ex-6	10ex-6	16ex-6	23ex-6	42ex-6	67ex-6
0.2	310 "	178 "	80 "	20 "	0	1.3ex-6	5.3 "	12 "	21 "	33 "	48 "	87 "	138 "
0.3	477 "	274 "	124 "	31 "	0	2 "	8 "	18 "	33 "	52 "	75 "	135 "	214 "
0.4	653 "	375 "	170 "	43 "	0	2.7 "	11 "	25 "	45 "	71 "	103 "	186 "	294 "
0.5	837 "	481 "	218 "	55 "	0	3.5 "	14 "	32 "	58 "	91 "	133 "	239 "	378 "
0.6	1023 "	593 "	269 "	68 "	0	4.4 "	17 "	40 "	72 "	113 "	164 "	296 "	468 "
0.7	1237 "	712 "	323 "	82 "	0	5.3 "	21 "	48 "	86 "	136 "	198 "	356 "	564 "
0.8	1455 "	837 "	380 "	97 "	0	6.2 "	25 "	57 "	102 "	161 "	233 "	421 "	666 "
0.9	1685 "	970 "	441 "	113 "	0	7.3 "	29 "	66 "	119 "	187 "	271 "	489 "	776 "
1.0	1928 "	1111 "	506 "	129 "	0	8.3 "	33 "	76 "	136 "	215 "	312 "	563 "	893 "
1.2	2463 "	1421 "	648 "	166 "	0	10 "	43 "	98 "	176 "	277 "	403 "	727 "	1154 "
1.4	3071 "	1775 "	811 "	208 "	0	13 "	54 "	124 "	222 "	350 "	508 "	918 "	1459 "
1.6	3769 "	2183 "	1000 "	258 "	0	16 "	67 "	153 "	275 "	434 "	631 "	1143 "	1819 "
1.8	4579 "	2658 "	1220 "	315 "	0	20 "	83 "	189 "	339 "	535 "	779 "	1412 "	2252 "
2.0	5530 "	3218 "	1482 "	384 "	0	25 "	102 "	231 "	416 "	658 "	957 "	1740 "	2782 "

α) Σφάλματα που οφείλονται στις παρατηρήσεις.

Δίνουμε στον πίνακα 2 τις τιμές του μήκους των χορδών για την έκλειψη της 20ης Μαΐου καθώς και το πιθανό σφάλμα που οφείλεται στη μέτρηση της χορδής με την μετρητική μηχανή Ridell.

Το σφάλμα αυτό δημιουργείται λόγω της δυσκολίας του προσδιορισμού των όριων της χορδής, οφείλεται δε ή δυσκολία αυτή όχι στη μετρητική μηχανή αλλά στη βαθμιαία μείωση της οπτικής πυκνότητας στα άκρα της χορδής. Στο σφάλμα αυτό περιλαμβάνεται και το σφάλμα του παρατηρητού ό οποίος έκανε τις μετρήσεις. Είναι δε ανεξάρτητο του μήκους της χορδής.

Η βαθμιαία μείωση της πυκνότητας οφείλεται στη διάχυση του φωτός επί της φωτογραφικής επιφάνειας, στο seeing και στις ιδιότητες των κρυστάλλων που αποτελούν την φωτοεναίσθητη επιφάνεια. Ο μόνος τρόπος για να μειώσουμε το σφάλμα αυτό είναι να αξιόσουμε τη διάμετρο του ειδώλου. Δυστυχώς όμως το φωτογραφικό υλικό προϋπήρχε και οι διαστάσεις του ήλιακού δίσκου ήταν αυτές που προαναφέρθηκαν.

Το seeing επιφέρει και μεταβολή του μήκους της χορδής. Εάν το πλήθος των παρατηρήσεων για κάθε έπαφή ήταν μεγάλο ( $> 30$ ), θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ότι το μέσο σφάλμα λόγω seeing είναι μηδέν. Δυστυχώς διαθέτουμε μόνο 10 παρατηρήσεις για κάθε έπαφή. Επί πλέον, δέν υπήρχε σύστημα αυτόματου διαλογής συνθηκών παρατηρήσεως (seeing monitor) για να γνωρίζουμε σε ποιές στιγμές το seeing ήταν ιδιαίτερα άσχημο. Επειδή το seeing ήταν καλό (ποιότης 2 στην κλίμακα Kierpenheuer), το μέγιστο σφάλμα για την ήλιακή ακτίνα ήταν για είδωλο διαμέτρου  $\approx 7.6$  cm της τάξεως  $\pm 0.008$  cm.

Υπάρχει επίσης σφάλμα 0.04 — 0.06 sec στους χρόνους, διότι ο χρονογράφος κατέγραψε με ακρίβεια εκατοστοῦ του δευτερολέπτου την αρχή λήψεως της φωτογραφίας και όχι τη στιγμή του σχηματισμοῦ της λανθάνουσας εικόνας επί της πλάκας. Το σφάλμα αυτό είναι δυνατό να εξουδετερωθῆ με την χρησιμοποίηση μικρῶν χρόνων λήψεως, δηλ. 1/125 ἕως 1/250 sec.

Θεωρήσαμε σκόπιμο, για να εξουδετερώσουμε ὀρισμένα ἀπὸ τὰ σφάλματα αὐτά, νὰ βροῦμε τὶς διορθωμένες χορδὲς  $AB_s = AB_t \frac{\bar{D}}{D}$  ὅπου  $AB_t$  ἡ μετρηθεῖσα χορδὴ τῆ χρονικῆ στιγμῆ  $t$ ,  $\bar{D}$  ἡ μέση διάμετρος τοῦ ἡλιου στὸ σύνολο τῶν φωτογραφιῶν γιὰ τὴν πρώτη καὶ ἀντιστοίχως γιὰ τὴν τελευταία έπαφή καὶ  $D$  ἡ διάμετρος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου στὴ συγκεκριμένη εἰκόνα.



## Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2.

Δεδομένα παρατηρήσεως πρώτης και τελευταίας επαφής από την έκλειψη της 20-5-1966.

α/α	Π ρ ώ τ η έ π α φ ή			Τ ε λ ε υ τ α ί α έ π α φ ή		
	Μήκος χορδής	Πιθανό σφάλμα	U. T. λήψεως	Μήκος χορδής	Πιθανό σφάλμα	U. T. λήψεως
1	1.2235 cm	± 0.0008 cm	08 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 47.47 <sup>s</sup>	2.5553 cm	± 0.0006 cm	11 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 37.62 <sup>s</sup>
2	1.3804 »	± 0.0018 »	07 02.68	2.4217 »	± 0.0009 »	01 13.90
3	1.5669 »	± 0.0016 »	07 29.38	2.3463 »	± 0.0017 »	01 28.05
4	1.7662 »	± 0.0027 »	07 54.82	2.1874 »	± 0.0017 »	02 03.54
5	1.9518 »	± 0.0038 »	08 23.48	2.1099 »	± 0.0007 »	02 21.72
6	2.0626 »	± 0.0007 »	08 45.38	1.9796 »	± 0.0014 »	02 46.22
7	2.1501 »	± 0.0007 »	09 04.14	1.8947 »	± 0.0020 »	03 03.82
8	2.2555 »	± 0.0009 »	09 21.28	1.8248 »	± 0.0012 »	03 18.80
9	2.3553 »	± 0.0011 »	09 40.45	1.6863 »	± 0.0020 »	03 44.24
10	2.4378 »	± 0.0002 »	09 56.86	1.5644 »	± 0.0018 »	04 02.22
11				1.2014 »	± 0.0025 »	04 56.72
Διάρκεια χρόνου παρατηρήσεως: 3.1565 <sup>min</sup>			Διάρκεια χρόνου παρατηρήσεως: 4.3183 <sup>min</sup>			

Ἐπιτυγχάνουμε ἔτσι ἓνα εἶδος νορμαλισμοῦ τῆς χορδῆς. Πιθανὸ συστηματικὸ σφάλμα τῆς μετρητικῆς μηχανῆς Ridell δὲν ἔχει προσδιοριστεῖ.

β) Σφάλματα ποὺ ὀφείλονται στὶς ὑποθέσεις ἐπὶ τῶν ὀποίων βασίστηκε ἡ ἀνάλυσή μας.

Τὰ τυχαῖα σφάλματα τῆς κατηγορίας αὐτῆς ὀφείλονται στὶς ἀνωμαλίες τοῦ σεληνιακοῦ προφίλ. Θὰ προσδιορίσουμε τὸ ἐπὶ τῆς μετρομένης χορδῆς σφάλμα ποὺ ὀφείλεται στὶς ἀνωμαλίες αὐτές.

Ἀπὸ τὴν (1) λαμβάνουμε :

$$d(AB^2) = 2 \left( 1 - \frac{\varrho^2 - 1}{\Delta^2 + \chi^2} \right) d\varrho^2$$

καὶ ἂν περιοριστοῦμε στὸν κύριο ὄρο

$$d(AB^2) = 2 d\varrho^2 = 4 \varrho d\varrho \approx 4 d\varrho.$$

Μονάδα μετρήσεως τοῦ  $\varrho$  λαμβάνεται ἡ ἡλιακὴ ἀκτίνα. Πρέπει νὰ σημειώσουμε ὅτι κοντὰ στὶς ἐξωτερικὲς ἐπαφῆς  $\Delta^2 + \chi^2 = SL^2 \approx 2$ .

Ἄν περιοριστοῦμε στὸ σφάλμα ποὺ δημιουργεῖται στὸ ἓνα ἄκρο τῆς μετρομένης χορδῆς  $d(AB^2) \simeq 2d\varrho$ .

Οἱ περισσότερες ἀπὸ τὶς ἀνωμαλίες τοῦ σεληνιακοῦ προφίλ περιορίζονται σὲ μικρὰ τόξα, ἀλλὰ ὑπάρχουν καὶ ἀνωμαλίες ποὺ ἀπλώνονται σὲ σχετικὰ ἐκτεταμένες περιοχὲς (ἕως  $20^\circ$ ) μὲ μέγεθος  $2''$  ἕως  $3''$ . Τέτοιες ἀνωμαλίες τοῦ προφίλ φτάνουν τὰ  $0.002$  τῆς σεληνιακῆς ἀκτίνας, δηλαδὴ γιὰ τὴ συγκεκριμένη περίπτωσι  $0.015$  cm. Τὸ σφάλμα αὐτὸ εἶναι ἀρκετὰ σοβαρό. Γιὰ παρατηρήσεις ποὺ πληροῦν ὅλες τὶς προϋποθέσεις ποὺ καθορίσαμε σχετικὰ μὲ τὸ seeing, τὴν ἀκρίβεια τῶν χρόνων, τὸ μεγάλο ἀριθμὸ μετρομένων χορδῶν κλπ., οἱ ἀνωμαλίες τοῦ προφίλ καὶ ἡ ἐπίδρασή του ἐπὶ τοῦ μήκους τῶν χορδῶν εἶναι δυνατὸ νὰ προσδιοριστοῦν μὲ βία τὴν θέση τῆς σελήνης καὶ τοὺς ἄτλαντες τοῦ σεληνιακοῦ προφίλ.

γ) Σφάλματα που όφείλονται στην αριθμητική μέθοδο προσδιορισμού των συντελεστών.

Η αριθμητική μέθοδος την οποία χρησιμοποιούμε για τον προσδιορισμό των συντελεστών  $a, b, c$ , της παραβολής (3α) είναι συχνά πηγή σοβαρών σφαλμάτων. Τοῦτο όφείλεται στο ότι όλες οι μέθοδοι της αριθμητικής ανάλυσεως, αποβλέπουν στην εύρεση παραβολής ή όποια προσαρμόζεται κατά τὸ δυνατό καλύτερα στο σύνολο των δοθέντων σημείων και όχι σε κάποιο συγκεκριμένο από αυτά.

Στην πραγματικότητα όμως μᾶς ενδιαφέρει μιὰ συγκεκριμένη ιδιότητα της παραβολής, ή όσον τὸ δυνατό καλύτερη προσαρμογή της στο σημείο για τὸ όποιο  $AB^2 = 0$ . Τὸ πρόβλημα λοιπὸν ἐντοπίζεται στο ότι δὲν μπορούμε νὰ γνωρίζουμε τὸ σφάλμα της προσεγγίσεως για τὸ συγκεκριμένο σημείο παρὰ μόνο τὸ μέσο σφάλμα ή τὸ μέγιστο σφάλμα για τὸ σύνολο των σημείων. Δεδομένου δὲ ότι ὁ συντελεστής  $C$  τοῦ δευτεροβαθμίου ὄρου είναι ἔξαιρετικά μικρός, τὸ πρόβλημα καθίσταται δυσκολώτερο.

Χρησιμοποιήσαμε τρεῖς διαφορετικές μεθόδους προσδιορισμοῦ των συντελεστών.

A) τὴ μέθοδο των ἐλαχίστων τετραγώνων.

B) τὴ μέθοδο min-max.

Γ) τὴν προσεγγιστικὴ μέθοδο που προτείνει ὁ J. Dommanget.

Παραθέτουμε τὰ αποτελέσματα με μορφή συγκριτικοῦ πίνακα (πίνακας 3), ὅπου ἀναφέρονται οι τρεῖς μέθοδοι προσδιορισμοῦ τοῦ χρόνου σε δύο παραλλαγές ή κάθε μία. Τὰ αποτελέσματα αυτά συγκρίνονται με τὸ θεωρητικὸ ὑπολογισμὸ με βάση τὰ στοιχεία Bessel.

Δίνουμε για τὴν πρώτη ἐπαφή τὶς τιμές των διαφορῶν ὑπολογισθείσης και μετρηθείσης χορδής για τὶς διάφορες μεθόδους προσεγγίσεως καθὼς και τὰ πιθανὰ σφάλματα, ὥστε νὰ είναι δυνατὸς ὁ προσδιορισμὸς τοῦ πιθανοῦ σφάλματος για τὸν προσδιορισθέντα χρόνο (πίνακας 4).

Τὰ ἴδια αποτελέσματα δίνονται και για τὴν τελευταία ἐπαφή για τὶς μεθόδους 1 ἔως 4 μόνο (πίνακας 5).

Ὅπως εὔκολα διαπιστώνουμε, παρὰ τὸ ότι οι προσεγγίσεις που ἐπιτυγχάνονται και με τὶς τρεῖς μεθόδους είναι

## Π Ι Ν Α Κ Α Σ 3.

Οί χρόνοι έπαφής όπως ύπολογίστηκαν με διάφορες προσεγγιστικές μεθόδους και οί διαφορές τους από τó θεωρητικά ύπολογισμένο χρόνο.

Μέθοδος προσεγγίσεως	Πρώτη έπαφή		Τελευταία έπαφή	
	Χρόνος	Δt	Χρόνος	Δt
(1) Προσέγγισις δι' ευθείας $AB^2 = at + b$ . Έλάχιστα τετράγωνα. Χορδές διορθωμένες βάσει διαμέτρου ειδώλου . . . . .	8 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 43.91 <sup>s</sup>	+ 0.03 <sup>s</sup>	11 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 6.63 <sup>s</sup>	- 0.61 <sup>s</sup>
(2) Προσέγγισις δι' ευθείας $AB^2 = at + b$ . Έλάχιστα τετράγωνα. Χορδές μετρηθείσες . . . . .	8 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup>	- 1.61 <sup>s</sup>	11 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 7.08 <sup>s</sup>	- 0.16 <sup>s</sup>
(3) Προσέγγισις διά παραβολής $AB^2 = a + bt + ct^2$ . Έλάχιστα τετράγωνα, χορδές διορθωμένες . . . . .	8 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 52.83 <sup>s</sup>	+ 9.22 <sup>s</sup>	11 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 14.50 <sup>s</sup>	+ 7.26 <sup>s</sup>
(4) Προσέγγισις διά παραβολής $AB^2 = a + bt + ct^2$ . Έλάχιστα τετράγωνα, χορδές μετρηθείσες . . . . .	8 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 42.24 <sup>s</sup>	- 1.37 <sup>s</sup>	11 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 10.87 <sup>s</sup>	+ 3.63 <sup>s</sup>

(Συνέχεια του πίνακα 3)

Μέθοδος προσεγγίσεως	Πρώτη επαφή		Τελευταία επαφή	
	Χρόνος	Δt	Χρόνος	Δt
(5) Προσέγγισις διά παραβολής $AB^2 = a + bt + ct^2$ . Μέθοδος Min - Max, χορδές μετρηθείσες . . .	8 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 23.69 <sup>s</sup>	- 19.92 <sup>s</sup>		
(6) Προσέγγισις διά παραβολής $AB^2 = a + bt + ct^2$ . Χορδές διορθωμένες, ελήφθη ὑπ' ὄψιν ἢ R (Y, ρ)	8 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 39.54 <sup>s</sup>	- 4.07 <sup>s</sup>	11 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 14.5 <sup>s</sup>	+ 7.26 <sup>s</sup>
(7) Προσέγγισις διά παραβολής $AB^2 = a + bt + ct^2$ . Χορδές μετρηθείσες, ελήφθη ὑπ' ὄψιν ἢ R (Y, ρ)	8 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 42.24 <sup>s</sup>	- 1.37 <sup>s</sup>	11 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 14.86 <sup>s</sup>	+ 7.62 <sup>s</sup>
Προδιορισμὸς χρόνων ἐπαφῆς διὰ τῆς προσεγγιστικῆς μεθόδου τῶν ἀστρονομικῶν ἐφημερίδων με βάση τὰ στοιχεία Bessel τῆς ἐκλείψεως . . .	8 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 43.61 <sup>s</sup>		11 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 07.24 <sup>s</sup>	

## Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4.

Διαφορές μεταξύ παρατηρημένης και υπολογισμένης κοινής χορδής για τις διάφορες μεθόδους προσεγγίσεως και πιθανά σφάλματα στην πρώτη έπαφή.

$\Delta(\Pi - Y)$  cm - Π ρ ώ τ η έ π α φ ή

$\alpha/\alpha$	Χρόνος	Μέθοδος 1	Μέθοδος 2	Μέθοδος 3	Μέθοδος 4	Μέθοδος 5
1	08 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 47.47 <sup>s</sup>	0.00012	-0.00981	0.05104	-0.00928	-0.08804
2	07 02.68	0.01845	0.01127	0.05431	0 01149	-0.03152
3	07 29.38	-0.00904	-0.01259	0.00947	-0.01271	-0.01221
4	07 54.82	0.01048	0.00954	0.01881	0.00928	0.03583
5	08 23.48	0.01337	0.01484	0.01486	0.01458	0.05804
6	08 45.38	-0.00458	-0.00153	-0.00593	-0.00174	0.04792
7	09 04.14	-0.02131	-0.01705	-0.02382	-0.01719	0.03408
8	09 21.28	-0.00693	-0.00164	-0.00962	-0.00166	0.04842
9	09 40.45	-0.00479	0.00155	-0.00680	0.00168	0.04787
10	09 56.86	-0.00277	0.00441	-0.00357	0.00470	0.04561
		$\bar{\Delta} = -0.0007$	$\bar{\Delta} = -0.0001$	$\bar{\Delta} = 0.0098$	$\bar{\Delta} = -0.000085$	$\bar{\Delta} = 0.0186$
		$\sigma_{\Delta} = 0.01183$	$\sigma_{\Delta} = 0.01059$	$\sigma_{\Delta} = 0.02581$	$\sigma_{\Delta} = 0.01056$	$\sigma_{\Delta} = 0.04744$

## Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5.

Διαφορές μεταξύ παρατηρημένης και υπολογισμένης χροδής για τις διάφορες μεθόδους προσεγγίσεως και πιθανά σφάλματα για την τελευταία έπαφη.

$\Delta(\Pi - Y)$  cm - Τ ε λ ε υ τ α ί α έ π α φ ή

α/α	Χρόνος	Μέθοδος 1	Μέθοδος 2	Μέθοδος 3	Μέθοδος 4
1	11 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 37.62 <sup>s</sup>	0 00147	0.00294	-0 00666	-0.00506
2	01 13.90	0.01277	0.01396	0.01068	0.01188
3	01 28.05	-0.00368	-0.00262	-0 00383	-0.00279
4	02 03.54	-0.00778	-0 00707	-0.00420	-0.00354
5	02 21.72	-0.00161	-0.00107	0.00320	0.00368
6	02 46.22	-0.01359	-0.01332	-0.00802	-0.00784
7	03 03.82	-0.00895	-0 00890	-0.00353	-0.00356
8	03 18.80	0.00082	0.00066	0.00557	0.00532
9	03 44.24	0.00624	0.00567	0.00847	0.00791
10	04 02.22	-0.00603	-0.00689	-0.00682	-0.00768
11	04 56.72	0.02422	0.02188	0.00367	0.00175
		$\bar{\Delta} = 0.00035$	$\bar{\Delta} = 0.00476$	$\bar{\Delta} = -0.000133$	$\bar{\Delta} = 0.0000636$
		$\sigma_{\Delta} = 0.01080$	$\sigma_{\Delta} = 0.01036$	$\sigma_{\Delta} = 0.006635$	$\sigma_{\Delta} = 0.0065394$

## Π Ι Ν Α Κ Α Σ 6.

Σφάλματα μετρομένων χορδών που όφείλονται στους διάφορους παράγοντες.

Είδος σφάλματος	Πρώτη έπαφή	Τελευταία έπαφή
1. Σφάλματα επί των μετρομένων χορδών		
α) Μέγιστο πιθανό σφάλμα λόγω άπροσδιοριστίας στη μέτρηση της χορδής (cm) . . . . .	$\pm 0.0038$	$\pm 0.0025$
β) Λόγω seeing (cm) . . . . .	$\pm 0.0080$	$\pm 0.0080$
γ) Λόγω άνωμαλιών του σέληνιακού προφίλ (cm) . . . . .	$\pm 0.015$	$\pm 0.015$
δ) Μέγιστο πιθανό σφάλμα λόγω προσεγγίσεως υπό παραβολής (cm) . . . . .	$\pm 0.04$	$\pm 0.02$
2. Σφάλματα εις τους καταγραφέντες χρόνους		
Σφάλμα λόγω μεγάλου χρόνου Έκθέσεως (sec) . . . . .	$- 0.05$	$\pm 0.05$
Μέσο πιθανό σφάλμα προσδιορισμού χρόνου λόγω σφαλμάτων επί των μετρομένων χορδών . . . . .	$\pm 1.5 \text{ sec}$	$\pm 1 \text{ sec}$



ἀρκετά ικανοποιητικές, οἱ διαφορὲς στὸν προσδιορισμὸ τῶν χρόνων, ἰδιαίτερα γιὰ τὴν τελευταία ἐπαφή εἶναι μεγάλες, καὶ μάλιστα δὲν ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὴν ἀκρίβεια τῆς προσεγγίσεως. Ἔτσι, ἐνῶ εἶναι σαφέστατο ὅτι γιὰ τὴν τελευταία ἐπαφή ἡ καλύτερη προσέγγιση γίνεται στὴν περίπτωση (4), ἡ μικρότερη διαφορὰ μεταξὺ παρατηρηθέντος καὶ ὑπολογισθέντος χρόνου παρουσιάζεται στὴν περίπτωση (2).

Ἄρα μικρότερη διαφορὰ μεταξὺ παρατηρηθέντος καὶ ὑπολογισθέντος χρόνου σὲ μιὰ περίπτωση μὲ μιὰ μέθοδο δὲν συνεπάγεται ἀκριβέστερη προσεγγιστικὴ μέθοδο γιὰ τὸ σύνολο τῶν χορδῶν.

Κατὰ τὸ παρελθὸν γιὰ τὴν αὐτὴ ἔκλειψη καὶ μὲ τὴν αὐτὴ ἐπεξεργασία, διαφορετικὲς σειρὲς παρατηρήσεων ἀπὸ τὸν αὐτὸ τόπο ὄδηγοῦσαν σὲ χρόνους ἐντελῶς διαφορετικούς.

Ἔτσι γιὰ τὴν ἔκλειψη τῆς 2/10/59 ταυτόχρονες παρατηρήσεις τῶν S. Arend καὶ J. Dommanget ἔδωσαν ὡς χρόνους ἐπαφῆς  $13^{\text{h}} 00^{\text{m}} 50^{\text{s}}.2 \pm 0.8 \text{ sec}$  καὶ  $13^{\text{h}} 00^{\text{m}} 54^{\text{s}}.6 \pm 0.7 \text{ sec}$ . Ὁ προβλεφθεὶς χρόνος ἀπὸ τὰ στοιχεῖα Bessel ἦταν  $13^{\text{h}} 00^{\text{m}} 49^{\text{sec}}$ .

Γιὰ τὴν ἔκλειψη τῆς 15/2/61 οἱ ἴδιοι παρατηρητὲς ἔδωσαν ὡς χρόνο ἐπαφῆς  $8^{\text{h}} 50^{\text{m}} 3^{\text{s}}.4 \pm 0.5 \text{ sec}$  καὶ  $8^{\text{h}} 50^{\text{m}} 4^{\text{s}}.1 \pm 0.6 \text{ sec}$ , ἐνῶ ὁ προβλεφθεὶς χρόνος ἦταν  $8^{\text{h}} 49^{\text{m}} 49^{\text{s}}$ .

Τὰ γεγονότα αὐτὰ μᾶς ὀδηγοῦν στὸ συμπέρασμα ὅτι τὰ σφάλματα ποὺ ὑπείσρχονται εἶναι τυχαῖα καὶ ὅτι ἡ ἀκρίβεια τῆς μεθόδου ἐνῶ θεωρητικῶς εἶναι ἀριστη, στὴν πράξη ἐμφανίζεται ἰδιαίτερα μικρή.

Στὸν πίνακα 6 δίνουμε συγκεκριμένα τὰ μεγέθη τῶν σφαλμάτων γιὰ τὶς παρατηρήσεις τῆς ἐκλείψεως τῆς 20ῆς Μαΐου 1966. Προφανῶς πρόκειται μόνο γιὰ σφάλματα ποὺ ἐντοπίσαμε, διότι ὅπως ἤδη ἔγινε κατανοητὸ ὑπάρχει μιὰ σειρά τυχαιῶν σφαλμάτων ποὺ δύσκολα ἐντοπίζονται.

#### ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ἀπὸ ὅσα ἤδη ἀναφέραμε εἶναι σαφὲς ὅτι ἡ μέθοδος προσδιορισμοῦ τῶν χρόνων ἐπαφῆς μὲ τὴν μέτρηση τῶν κοινῶν χορδῶν παρουσιάζει ὀρισμένα μειονεκτήματα, λόγῳ τῶν ὑπείσρχομένων τυχαιῶν καὶ συστηματικῶν σφαλμάτων.

Τὰ σφάλματα αὐτὰ εἶναι δυνατὸ νὰ μειωθοῦν στὸ ἐλάχιστο, ἂν ἀκολουθήσουμε μιὰ συγκεκριμένη μεθοδολογία ἢ ὁποία συνίσταται στὰ ἑξῆς :

1. Φωτογράφιση τῶν κοινῶν χορδῶν ἀμέσως μετὰ τὴν πρώτη καὶ μέχρι τὴν τελευταία ἐπαφή μὲ μικροὺς χρόνους ἐκθέσεως σὲ φιλμς ἢ πλάκες ὑψηλῆς ἀντιθέσεως.

2. Μεγάλος ἀριθμὸς φωτογραφιῶν (120 - 180) σὲ κάθε ἐπαφή καὶ ὄχι γιὰ χρονικὰ διαστήματα μεγαλύτερα ἀπὸ 3 λεπτά μετὰ τὴν πρώτη ἢ πρὶν τὴν τελευταία ἐπαφή.

3. Τὸ φωτογραφιζόμενον εἶδωλο θὰ πρέπει νὰ εἶναι ὅσο τὸ δυνατὸ μεγαλύτερο.

4. Μεγάλη ἀκρίβεια τῶν χρόνων, κατὰ τὴν φωτογράφιση.

5. Μελέτη τοῦ σεληνιακοῦ προφίλ καὶ ὑπολογισμὸς τῶν παρουσιαζομένων ἀνωμαλιῶν στὶς μετρούμενες χορδές.

6. Ὅσο τὸ δυνατὸ ἀκριβέστερος ὑπολογισμὸς τῆς συναρτήσεως μεταβολῆς τοῦ μήκους τῆς χορδῆς συναρτήσῃ τοῦ χρόνου.

7. Λειτουργία seeing monitor κατὰ τὴν διάρκεια τῶν παρατηρήσεων μὲ σκοπὸ τὸν ἀποκλεισμὸ τῶν εἰκόνων ποὺ λαμβάνονται μὲ κακὸ seeing.

Μὲ τίς προϋποθέσεις αὐτὲς τὰ τυχαῖα σφάλματα θὰ μειωθοῦν στὸ ἐλάχιστο. Ἐν τούτοις θὰ παραμείνει ἀμφίβολο ἂν τὸ ἀποτέλεσμα ἐκ τῶν παρατηρήσεων θὰ εἶναι πιὸ ἀξιόπιστο ἀπὸ τὸν προβλεπόμενον χρόνο ὑπὸ τῆς μεθόδου Bessel.

#### S U M M A R Y

We determine the contact time of the solar and lunar disc at the beginning and the end of the solar eclipse of May 20, 1966. Our intension is to find the systematic differences between the computed time and the observational one.

We used six different methods for the calculation of the contact time by the use of the observational data. These results and the differences between the computed time and the observational one are given in table 3.

We finally propose some improvements in the method of observation.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- S. Arend, Ciel et Terre, **58**, p. 362, 1942.  
——, Communication de l'Observatoire Royal de Belgique, **229**, p. 1, 1963.  
A. Danjon, L'astronomie 50 année, p. 365, 1936.  
J. Dommange, Communication de l'Observatoire Royal de Belgique, **78**,  
p. 3, 1965.  
——, Ciel et Terre, **77**, p. 213, 1961.  
——, Communications de l'Observatoire Royal de Belgique, **229**, p. 11, 1963.  
Δ. Κατσής, Διάλεξις εις Ε.Μ.Ε. 9/2/1961.  
E. Vandekerkhove, Ciel et Terre, **57**, p. 441, 1941.  
Κ. Χασάπης - Δ. Ήλίας, Memoirs of the National Observatory of Athens,  
**12**, 1965.
-