

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 26^{ΗΣ} ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 1981

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΙΩΑΝΝΟΥ Ν. ΚΑΡΜΙΡΗ

ΓΕΩΔΑΙΣΙΑ.— Γεωδαιτική διάθλασις και κατακόρυφος θερμοβαθμὶς εἰς τὴν περιοχὴν τῆς Θεσσαλονίκης, ὑπὸ *A. I. Γούναρη - A. N. Μαυρίδου - A. A. Παπαδημητρίου* *. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Ἰωάννου Ξανθάκη.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ἡ γεωδαιτικὴ διάθλασις ἐνδιαφέρει ἀπὸ πολλῶν ἀπόψεων τὰς γεωδαιτικὰς ἐπιστήμας. Οὕτως :

1) Ἐπηρεάζει τὰς μετρήσεις τῶν κατακορύφων, ἐνίοτε δὲ καὶ τῶν ὀριζοντίων γωνιῶν εἰς τὴν Γεωδαισίαν.

2) Ἐπηρεάζει τὴν μορφήν τῆς τροχιᾶς τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν ἀκτινοβολιῶν (ὀπτικῶν ἀκτινοβολιῶν, μικροκυμάτων, ραδιοκυμάτων κλπ.) διὰ μέσου τῆς γήινης ἀτμοσφαιρας, γεγονὸς τὸ ὁποῖον ἔχει ἰδιαιτέραν σημασίαν τόσον διὰ τὴν ἠλεκτρομαγνητικὴν μέτρησιν τῶν ἀποστάσεων εἰς τὴν Ἐπίγειον Γεωδαισίαν, ὅσον καὶ διὰ τὴν Δορυφορικὴν Γεωδαισίαν.

Διὰ τοὺς λόγους αὐτοὺς ἡ συστηματικὴ μελέτη τῆς γεωδαιτικῆς διαθλάσεως εἰς τὰς διαφόρους περιοχὰς τῆς Γῆς εἶναι θεμελιώδους σημασίας διὰ τὰς γεωδαιτικὰς ἐπιστήμας.

Τόσον ὅμως ἡ γεωδαιτικὴ διάθλασις, ὅσον καὶ πλεῖστα ἄλλα φαινόμενα τῆς Ἀτμοσφαιρικῆς Φυσικῆς καὶ τῆς Μετεωρολογίας σχετίζονται στενώτατα πρὸς

* A. I. GOUNARIS - L. N. MAVRIDIS - A. L. PAPADIMITRIOU, **Terrestrial Refraction and Vertical Temperature Gradient in the Area of Thessaloniki.**

τὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος μετὰ τοῦ ὕψους, δηλαδὴ πρὸς τὴν κατακόρυφον θερμοβαθμίδα.

Μέχρι σήμερον ἐλάχιστοι ἔρουναι σχετικαὶ πρὸς τὴν γεωδαιτικὴν διάθλασιν καὶ τὴν κατακόρυφον θερμοβαθμίδα ἔχουν γίνεи εἰς τὸν ἑλλαδικὸν χῶρον. Οὕτως, ὁ Παπαδημητρίου (1970) καὶ οἱ Mavridis and Papadimitriou (1971, 1973) ἐμελέτησαν τὴν γεωδαιτικὴν διάθλασιν εἰς τὴν περιοχὴν τῆς Θεσσαλονίκης, ἐνῶ οἱ Badellas et al. (1980) ἐμελέτησαν τὴν μεταβολὴν μετὰ τοῦ ὕψους τοῦ δείκτου διαθλάσεως τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος διὰ τὰ μικροκύματα εἰς τὴν αὐτὴν περιοχὴν.

Εἰς τὸ πρῶτον μέρος τῆς παρουσίης ἐργασίας (2 - 4) μελετᾶται ἡ γεωδαιτικὴ διάθλασις εἰς τὴν περιοχὴν τῆς Θεσσαλονίκης.

Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν χρησιμοποιοῦνται τὰ ἐξαγόμενα 1924 προσδιορισμῶν τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως, οἱ ὅποιοι καλύπτουν 128 ἡμέρας τῶν ἐτῶν 1969 ἕως 1974. Τὸ ὕλικόν τοῦτο χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν συστηματικὴν μελέτην τῆς ἡμερησίας πορείας τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως καὶ τῶν μεταβολῶν αὐτῆς κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους καὶ ἀπὸ ἔτους εἰς ἔτος.

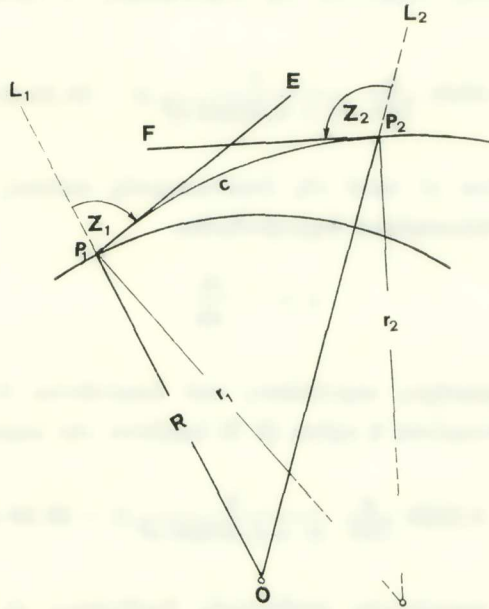
Εἰς τὸ δευτέρον μέρος τῆς ἐργασίας (5 - 7) ἀναπτύσσεται κατ' ἀρχὴν μία μέθοδος προσδιορισμοῦ τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος ἐκ τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως. Ἐν συνεχείᾳ ἐφαρμόζεται ἡ μέθοδος αὕτη διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος εἰς τὴν περιοχὴν Θεσσαλονίκης τῇ βοηθείᾳ τῶν τιμῶν τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως ποὺ ὑπελογίσθησαν εἰς τὸ πρῶτον μέρος τῆς ἐργασίας. Τὸ ὕλικόν τοῦτο χρησιμοποιεῖται ἀκολουθῶς διὰ τὴν συστηματικὴν μελέτην τῆς ἡμερησίας πορείας τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος καὶ τῶν μεταβολῶν αὐτῆς κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους καὶ ἀπὸ ἔτους εἰς ἔτος. Τέλος, τῇ βοηθείᾳ τῆς μέσης ἡμερησίας πορείας τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος ποὺ εὗρέθη κατὰ τὸν τρόπον αὐτόν, ὑπολογίζονται «θεωρητικαὶ τιμαὶ» τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως καὶ συγκρίνονται πρὸς τὰ παρατηρηθείσας τιμάς.

2. ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΗΝ ΔΙΑΘΛΑΣΙΝ

Ὡς γνωστόν, ὅταν σκοπεύωμεν δι' ἐνὸς θεοδολίχου τὸ σημεῖον P_2 ἐξ ἐνὸς σημείου P_1 ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, τότε αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες διαδίδονται κατὰ μῆκος τῆς καμπύλης τροχιάς C . Ἐάν, συνεπῶς, παραστήσωμεν διὰ Z_1, Z_2 τὰς φαινόμενας ζενιθίας ἀποστάσεις τῶν σημείων P_2 καὶ P_1 ὡς πρὸς τὰ σημεῖα P_1 καὶ P_2 ἀντιστοίχως, θὰ ἔχωμεν (σχ. 1) :

$$Z_1 = \widehat{L_1 P_1 E}, \quad Z_2 = \widehat{L_2 P_2 F},$$

ἐνθα P_1L_1 καὶ P_2L_2 εἶναι αἱ κατακόρυφοι τῶν σημείων P_1, P_2 , αἱ ὁποῖαι κατὰ πρῶτην προσέγγισιν δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς συμπίπτουσαι πρὸς τὰς γεωκεντρικὰς ἀκτῖνας OP_1L_1 καὶ OP_2L_2 , καὶ P_1E, P_2F εἶναι αἱ ἐφαπτόμεναι τῆς καμπύλης C εἰς τὰ σημεῖα P_1 καὶ P_2 ἀντιστοίχως. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ r_1



Σχ. 1. Ὁρισμός τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως.

καὶ r_2 τὰς ἀκτῖνας καμπυλότητος τῆς καμπύλης C εἰς τὰ σημεῖα P_1 καὶ P_2 καὶ διὰ R τὴν ἀκτῖνα τῆς Γ ῆς, ὑποτιθεμένης σφαιρικῆς, τότε αἱ ποσότητες

$$K_1 = \frac{R}{r_1}, \quad K_2 = \frac{R}{r_2} \quad (2.1)$$

παρέχουν ἐξ ὁρισμοῦ τὴν τιμὴν τοῦ τοπικοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως εἰς τὰ σημεῖα P_1 καὶ P_2 . Ἀποδεικνύεται ὅτι

$$K = \frac{R}{n} \frac{dn}{dh} \eta \mu Z, \quad (2.2)$$

ὅπου K ὁ τοπικὸς συντελεστὴς γεωδαιτικῆς διαθλάσεως εἰς τὸ σημεῖον P διὰ σκοπεύσεις ὑπὸ ζενιθίαν ἀπόστασιν Z , n ὁ ἀπόλυτος δείκτης διαθλάσεως τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος διὰ τὰς θεωρουμένας ὀπτικὰς ἀκτινοβολίας καὶ $dn : dh$ ἡ κατακόρυφος βαθμὶς τοῦ n .

Ἐν βοήθειᾳ τῶν νόμων τοῦ Gladstone καὶ τῶν τελείων ἀερίων καὶ τῆς συνθήκης ὑδροστατικῆς ἰσορροπίας τῆς ἀτμοσφαίρας ἡ σχέσις (2.2) λαμβάνει τὴν μορφήν

$$K = 0.2325 \frac{p}{760} \frac{1}{(1 + 0.00366 t)^2} (1 - 29.39 \tau) \eta m Z, \quad (2.3)$$

ὅπου p , t καὶ τ εἶναι αἱ τιμαὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος καὶ τῆς κατακόρυφου θερμοβαθμίδος

$$\tau = - \frac{dt}{dh}$$

εἰς τὸ σημεῖον P .

Εἰς τὰς περισσοτέρας περιπτώσεις ποὺ ἀπαντῶνται εἰς τὴν Γεωδαισίαν εἶναι $\eta m Z \simeq 1$, καὶ ἐπομένως ἡ σχέσις (2.3) λαμβάνει τὴν μορφήν

$$K = 0.2325 \frac{p}{760} \frac{1}{(1 + 0.00366 t)^2} (1 - 29.39 \tau), \quad (2.4)$$

ἐνθα K ὁ τοπικὸς συντελεστὴς γεωδαιτικῆς διαθλάσεως εἰς τὸ σημεῖον P δι' ὀριζοντίας σκοπεύσεις. Εἰς τὰ ἐπόμενα, ὅσας θὰ ὀμιλῶμεν περὶ τοπικοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως, θὰ ἐννοοῦμεν τὸν συντελεστὴν τοῦτον.

Ἐκ τῆς σχέσεως (2.4) διαπιστοῦται ὅτι ἡ τιμὴ τοῦ τοπικοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν τιμῶν τῶν μετεωρολογικῶν στοιχείων p , t καὶ τ . Καὶ αἱ μὲν τιμαὶ τῶν p καὶ t δύνανται νὰ μετρηθοῦν ἀπ' εὐθείας, δὲν ἰσχύει ὅμως τὸ αὐτὸ διὰ τὸ τ .

Ἡ τιμὴ τοῦ τοπικοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως μεταβάλλεται ἀπὸ σημείου εἰς σημεῖον τῆς καμπύλης C . Χάριν ἀπλότητος ὅμως δεχόμεθα, συνήθως, κατὰ πρῶτην προσέγγισιν ὅτι διὰ μίαν δεδομένην στιγμὴν τὸ K διατηρεῖ σταθερὰν τιμὴν κατὰ μῆκος τῆς τροχιᾶς C , δηλαδή, ὅτι ἡ καμπύλη C εἶναι τόξον περιφερείας κύκλου μὲ ἀκτῖνα

$$r = \frac{R}{K}. \quad (2.5)$$

Μὲ βάσιν τὴν ὑπόθεσιν ταύτην ἔχουν ἀναπτυχθῇ αἱ ἀκόλουθοι δύο μέθοδοι προσδιορισμοῦ τῆς τιμῆς τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως :

1) Ἡ μέθοδος τῶν ἀπλῶν σκοπεύσεων εἰς τὴν ὁποίαν προσδιορίζεται ἡ τιμὴ K_1 τοῦ τοπικοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως εἰς τὸ σημεῖον P_1 τῇ βοηθείᾳ τῆς σχέσεως

$$K_1 = 1 - \frac{2R}{S_{12}^2} (\Delta h_{12} - S_{12} \sigma \varphi Z_1). \quad (2.6)$$

2) Ἡ μέθοδος τῶν ἀμοιβαίων σκοπεύσεων εἰς τὴν ὁποίαν προσδιορίζεται ὁ μέσος συντελεστὴς γεωδαιτικῆς διαθλάσεως K κατὰ μῆκος τοῦ τόξου $P_1 P_2$ τῇ βοηθείᾳ τῆς σχέσεως

$$K = 1 - (Z_1 + Z_2 - 200^s) \frac{R}{S_{12}}. \quad (2.7)$$

Εἰς τὰς σχέσεις (2.6) καὶ (2.7) τὰ S_{12} καὶ Δh_{12} εἶναι ἀντιστοίχως ἡ ὀριζοντία ἀπόστασις καὶ ἡ ὑψομετρικὴ διαφορὰ τῶν σημείων P_1, P_2 .

Εἰς τὴν μέθοδον τῶν ἀπλῶν σκοπεύσεων ἐκτελοῦμεν σκοπεύσεις μόνον ἀπὸ τὸ σημεῖον P_1 πρὸς τὸ σημεῖον P_2 , πρέπει ὅμως νὰ γνωρίζωμεν ἐκ τῶν προτέρων τὴν ὑψομετρικὴν διαφορὰν τῶν δύο σημείων.

Ἀντιθέτως, εἰς τὴν μέθοδον τῶν ἀμοιβαίων σκοπεύσεων δὲν ἀπαιτεῖται μὲν νὰ γνωρίζωμεν τὴν τιμὴν τῆς ὑψομετρικῆς διαφορᾶς Δh_{12} μεταξὺ τῶν σημείων P_1 καὶ P_2 , πρέπει ὅμως νὰ ἐκτελέσωμεν ταυτοχρόνους σκοπεύσεις ἐκ τοῦ P_1 πρὸς τὸ P_2 καὶ ἐκ τοῦ P_2 πρὸς τὸ P_1 .

Ὅπως ἐλέγχθη καὶ ἀνωτέρω, ἀμφοτέραι αἱ μέθοδοι στηρίζονται εἰς τὴν ὑπόθεσιν ὅτι ἡ τροχιά τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων μεταξὺ τῶν σημείων P_1, P_2 εἶναι τόξον περιφερείας κύκλου, καὶ ἐπομένως εἶναι

$$K_1 = K_2 = K = \frac{1}{2} (K_1 + K_2). \quad (2.8)$$

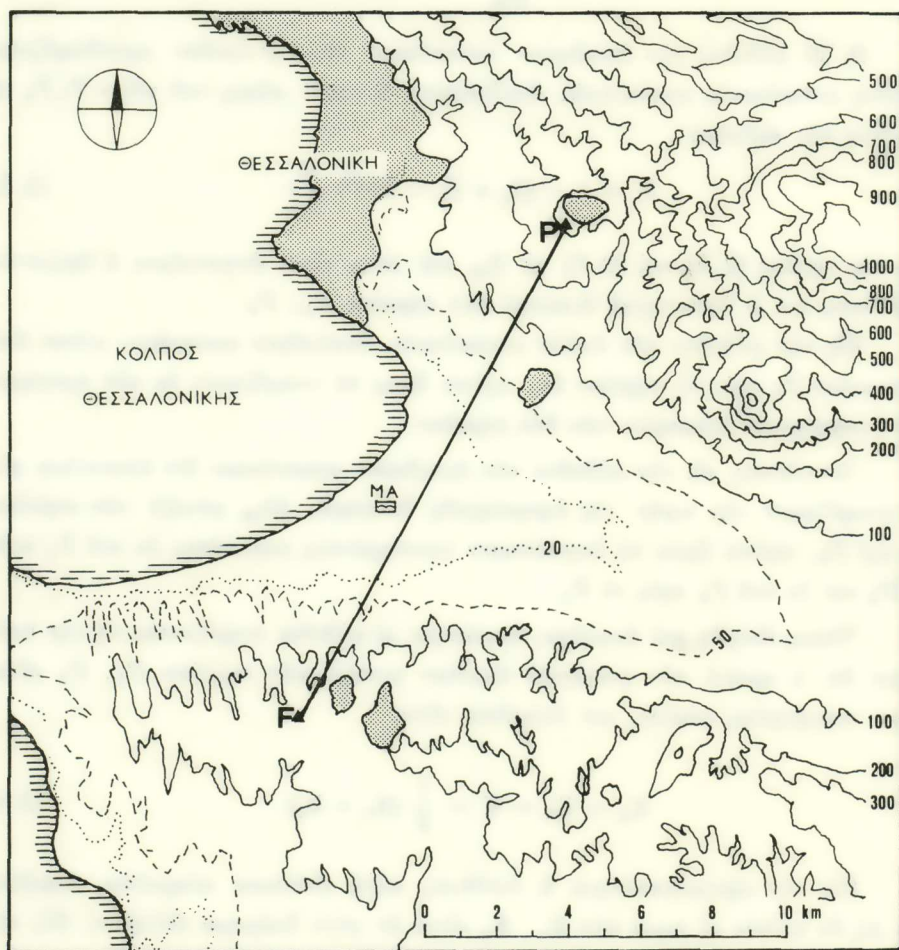
Εἰς τὴν πραγματικότητα ἡ ὑπόθεσις αὕτη οὐδέποτε πληροῦται ἀκριβῶς, καὶ ὥς ἐκ τούτου αἱ τιμαὶ τῶν K_1, K_2 εἶναι ἐν γένει διάφοροι ἀλλήλων. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ὀρίζομεν, συνήθως, καὶ πάλιν τὸν μέσον συντελεστὴν γεωδαιτικῆς διαθλάσεως K τῇ βοηθείᾳ τῆς σχέσεως

$$K = \frac{1}{2} (K_1 + K_2). \quad (2.9)$$

3. ΥΛΙΚΟΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ

Αἱ μετρήσεις εἰς τὰς ὁποίας στηρίζεται ἡ παροῦσα ἐργασία ἐγένοντο εἰς τὴν εὐρύτεραν περιοχὴν τῆς Θεσσαλονίκης (σχ. 2) μεταξὺ τῶν σταθμῶν Φανερ Τούμπα (F) καὶ Πανόραμα (P).

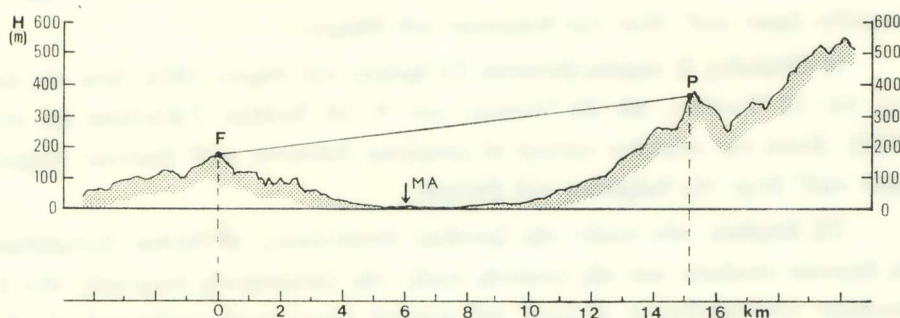
Εἰς τὸ μέσον τῆς ἀποστάσεως τῶν δύο σταθμῶν εὐρίσκεται τὸ ἀεροδρόμιον τῆς Θεσσαλονίκης (τὸ ὁποῖον σημειοῦται εἰς τὸ σχ. 2 μὲ τὸ σύμβολον MA), ὅπου



Σχ. 2. Ἡ περιοχή τῶν μετρήσεων (F = Φανερ Τούμπα καὶ P = Πανόραμα).

ἐκτελοῦνται καθ' ἐκάστην κατὰ τὴν 14^η ΕΩΕ (Ἐπίσημος Ὁρα Ἑλλάδος) παρατηρήσεις ἀνωτέρας ἀτμοσφαίρας τῇ βοηθείᾳ ραδιοβολήσεων. Ἡ ὁριζοντία ἀπόστασις τῶν δύο σταθμῶν εὐρέθῃ ἴση πρὸς $S = 15122.55$ m, ἐνῶ τὰ ἀπόλυντα

υψόμετρά των εἶναι ἀντιστοίχως ἴσα πρὸς 177 m καὶ 361 m περίπου. Ἡ ἀκριβὴς τιμὴ τῆς υψομετρικῆς διαφορᾶς Δh τῶν δύο σταθμῶν εὐρέθη τῇ βοηθείᾳ γεωμετρικῆς χωροσταθμῆσεως ἴση πρὸς 183.168 m. Τὸ σχ. 3 δίδει τὴν κατὰ μῆκος τομὴν μεταξὺ τῶν δύο σταθμῶν. Ἐξ ἐκάστου σταθμοῦ ἐγένοντο τῇ βοηθείᾳ θεοδολίχου ἀκριβείας (ἐχρησιμοποιήθησαν θεοδόλιχοι τῶν τύπων KERN DKM3 καὶ WILD T3) μετρήσεις τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως τοῦ ἐτέρου σταθμοῦ. Ταυτοχρόνως, εἰς ἕκαστον σταθμὸν ἐμετροῦντο αἱ τιμαὶ τῶν μετεωρολογικῶν στοιχείων, ἥτοι τῆς



Σχ. 3. Κατὰ μῆκος τομὴ μεταξὺ τῶν σταθμῶν Φανερ Τούμπα (F) καὶ Πανόραμα (P).

θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος, σχετικῆς ὑγρασίας, ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, νεφώσεως καὶ ταχύτητος καὶ διευθύνσεως τοῦ ἀνέμου. Ὅλαι αἱ ἀνωτέρω μετρήσεις ἐπανελαμβάνοντο κατὰ τὰς διαδοχικὰς ἀκεραίας ὥρας, ἐλήφθη δὲ ἰδιαιτέρως μέριμνα, ὥστε αἱ δύο ζενιθιαὶ ἀποστάσεις νὰ μετροῦνται ταυτοχρόνως.

Αἱ μετρήσεις αἱ ὁποῖα ἐχρησιμοποιήθησαν κατὰ τὴν παρούσαν ἐργασίαν δύνανται νὰ καταταγοῦν εἰς τὰς ἀκολούθους πέντε χρονικὰς περιόδους:

1) Περίοδος Α περιλαμβάνουσα 28 ἡμέρας τοῦ θέρους 1969, ἥτοι τὰς ἡμέρας 21 Ἰουλίου, 23 Ἰουλίου, 3 Αὐγούστου, 7 - 11 Αὐγούστου, 13 - 17 Αὐγούστου καὶ 15 - 19 Σεπτεμβρίου (Παναγιωτίδης καὶ συν., 1969 καὶ Παπαδημητρίου, 1970). Κατὰ τὴν περίοδον ταύτην αἱ μετρήσεις ἐγένοντο καθ' ἐκάστην ἀκεραίαν ὥραν ἀπὸ τῆς 7^h μέχρι τῆς 18^h ΕΩΕ.

2) Περίοδος Β περιλαμβάνουσα 26 ἡμέρας τῆς ἀνοιξέως 1971, ἥτοι τὰς ἡμέρας 23 Μαρτίου, 28 Μαρτίου, 4 - 8 Ἀπριλίου, 21 Ἀπριλίου - 1 Μαΐου, 4 - 5 Μαΐου, 9 Μαΐου καὶ 11 - 15 Μαΐου (Ἀγιακάτσικας καὶ συν., 1971, Λίναρης καὶ συν., 1971). Κατὰ τὴν περίοδον ταύτην αἱ μετρήσεις ἐγένοντο καθ' ἐκάστην ἀκεραίαν ὥραν ἀπὸ τῆς 8^h μέχρι τῆς 17^h ΕΩΕ.

3) Περίοδος C περιλαμβάνουσα 32 ημέρας τοῦ θέρους 1971, ἥτοι τὰς ἡμέρας 17 - 18 Ἰουνίου, 20 - 27 Ἰουνίου, 10 - 19 Ἰουλίου, 2 - 9 Αὐγούστου καὶ 11 - 12 Αὐγούστου (Μποζινέκης καὶ συν., 1971, Λίναρης καὶ συν., 1971). Κατὰ τὴν περίοδον ταύτην αἱ μετρήσεις ἐγένοντο καθ' ἐκάστην ἀκεραίαν ὥραν ἀπὸ τῆς 8^h μέχρι τῆς 17^h ΕΩΕ.

4) Περίοδος D περιλαμβάνουσα 18 ημέρας τοῦ θέρους 1972, ἥτοι τὰς ἡμέρας 30 Ἰουλίου - 2 Αὐγούστου καὶ 19 Αὐγούστου - 1 Σεπτεμβρίου (Ἀσπρίδης καὶ συν., 1972). Κατὰ τὴν περίοδον ταύτην αἱ μετρήσεις ἐγένοντο καθ' ἐκάστην ἀκεραίαν ὥραν καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ 24ώρου.

5) Περίοδος E περιλαμβάνουσα 24 ημέρας τοῦ θέρους 1974, ἥτοι τὰς ἡμέρας 14 - 18 Ἰουνίου, 20 - 28 Ἰουνίου καὶ 9 - 18 Ἰουλίου (Ἀγιάλεω καὶ συν., 1974). Κατὰ τὴν περίοδον ταύτην αἱ μετρήσεις ἐγένοντο καθ' ἐκάστην ἀκεραίαν ὥραν καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ 24ώρου.

Τῇ βοηθείᾳ τῶν τιμῶν τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως αἱ ὁποῖαι ἐμετρήθησαν εἰς ἕκαστον σταθμὸν καὶ τῆς γνωστῆς τιμῆς τῆς ὑψομετρικῆς διαφορᾶς τῶν δύο σταθμῶν ὑπελογίσθησαν αἱ τιμαὶ τοῦ τοπικοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως K_F καὶ K_P διὰ τοὺς δύο σταθμοὺς Φανερ Τούμπα καὶ Πανόραμα ἐκ τῆς σχέσεως (2. 6). Τῇ βοηθείᾳ τῶν οὕτως εὑρεθεισῶν τιμῶν τῶν K_F καὶ K_P ὑπελογίσθη ἐν συνεχείᾳ ἡ τιμὴ τοῦ μέσου συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως K κατὰ μῆκος τοῦ τόξου τοῦ συνδέοντος τοὺς σταθμοὺς Φανερ Τούμπα καὶ Πανόραμα τῇ βοηθείᾳ τῆς σχέσεως¹

$$K = \frac{1}{2} (K_F + K_P).$$

4. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΟΥ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΜΕΤΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

Οἱ Mavridis and Papadimitriou (1971, 1973) ἐμελέτησαν τὴν μεταβολὴν τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως εἰς τὴν περιοχὴν τῆς Θεσσαλονίκης χρησιμοποιοῦντες τὸ ὑλικὸν παρατηρήσεων τῆς περιόδου Α καὶ μέρος τοῦ ὑλικοῦ παρατηρήσεων τῶν περιόδων Β καὶ C. Διὰ νὰ καταστήτῃ δυνατὴ μία περισ-

1. Αἱ τιμαὶ τῶν K_F , K_P καὶ K δὲν διορθώθησαν λόγῳ ἀποκλίσεως τῆς κατακορύφου. Ἀλλωστε, ἡ διόρθωσις αὐτὴ εἶναι ἀφ' ἐνὸς μὲν πολὺ μικρά, ἀφ' ἑτέρου δὲ σταθερά, καὶ ὥς ἐκ τούτου δὲν ἐπηρεάζει τὴν μεταβολὴν τοῦ K μετὰ τοῦ χρόνου, ἡ ὁποία ἀποτελεῖ τὸ κύριον ἀντικείμενον τῆς παρούσης ἐργασίας.

σότερον ένδελεχής μελέτη τοῦ ὅλου φαινομένου, εἰς τὴν παροῦσαν ἐργασίαν ἐχρησιμοποιήθη τὸ ὕλικόν παρατηρήσεων τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ σύνολον τῶν περιόδων Α ἕως Ε. Τῇ βοήθειά τοῦ ὕλικου τούτου ἐγένοντο αἱ ἀκόλουθοι διερευνήσεις :

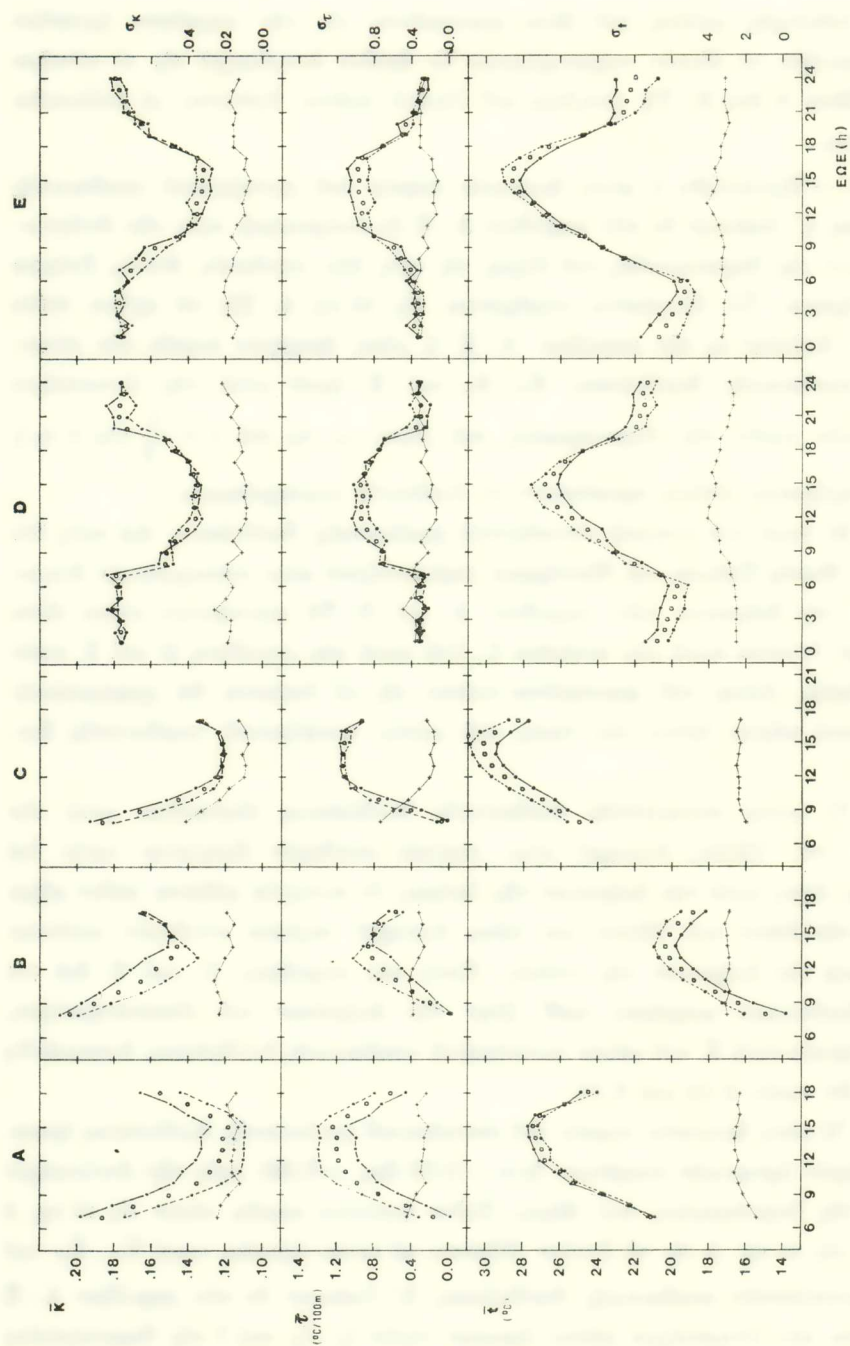
4. 1.—Ἐμελετήθη ἡ μέση ἡμερησία πορεία τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως δι' ἐκάστην ἐκ τῶν περιόδων Α - Ε ἐν συσχετισμῷ πρὸς τὴν ἀντίστοιχον πορείαν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος, εἰς τοὺς δύο σταθμοὺς Φανερ Τούμπα καὶ Πανόραμα. Τὰ ἐξαγόμενα παρέχονται εἰς τὸ σχ. 4. Εἰς τὸ σχῆμα τοῦτο δίδεται δι' ἐκάστην ἐκ τῶν περιόδων Α - Ε ἡ μέση ἡμερησία πορεία τῶν συντελεστῶν γεωδαιτικῆς διαθλάσεως K_F , K_P καὶ K ὁμοῦ μετὰ τῆς ἀντιστοίχου πορείας τῶν τιμῶν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος t_F , t_P καὶ $t = \frac{1}{2} (t_F + t_P)$.

Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου προκύπτουν τὰ ἀκόλουθα συμπεράσματα :

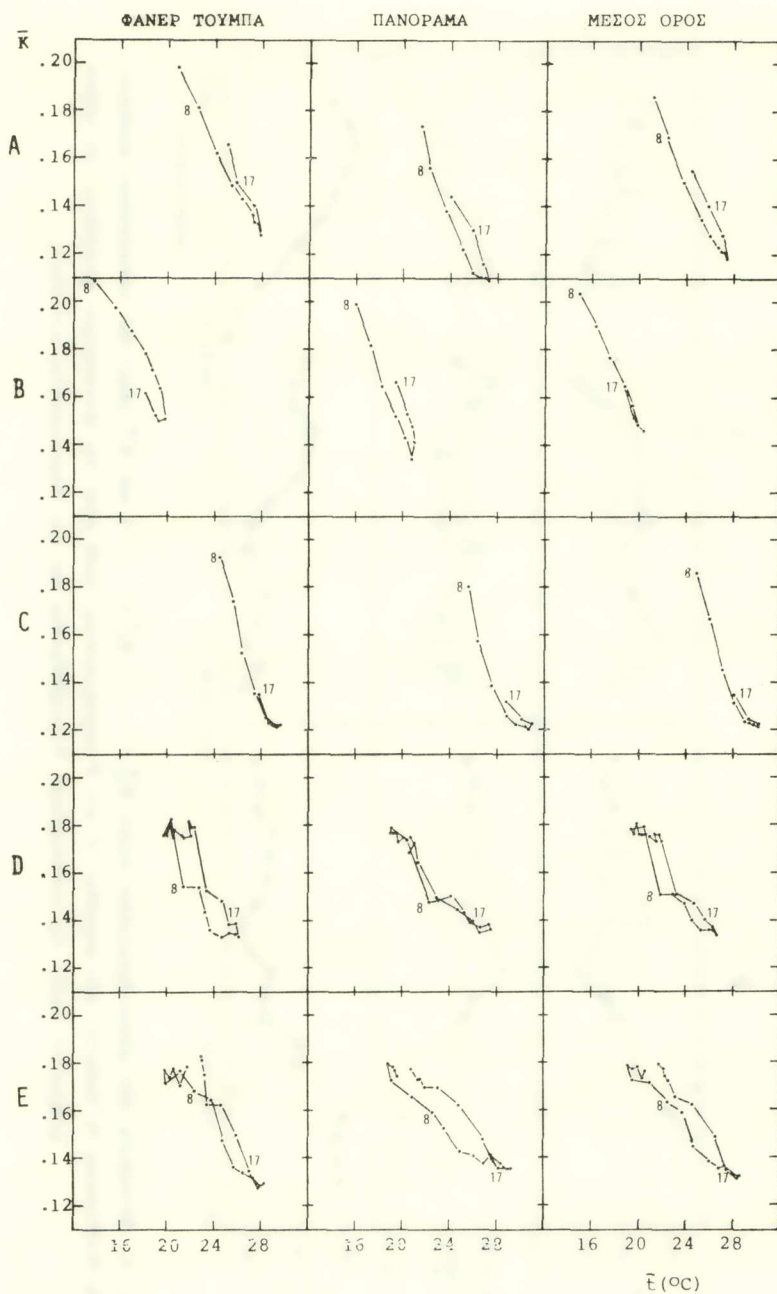
α) Αἱ τιμαὶ τοῦ τοπικοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως διὰ τοὺς δύο σταθμοὺς Φανερ Τούμπα καὶ Πανόραμα παρουσιάζουν μίαν συστηματικὴν διαφορὰν κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν περιόδων Α καὶ Β. Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι ὀλιγώτερον ἔντονον κατὰ τὴν περίοδον C, ἐνῶ κατὰ τὰς περιόδους D καὶ Ε παύει νὰ ὑφίσταται. Λόγω τοῦ φαινομένου τούτου εἰς τὰ ἐπόμενα θὰ χρησιμοποιήσωμεν κατὰ κύριον λόγον τὰς τιμὰς τοῦ μέσου συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως.

β) Ὁ μέσος συντελεστῆς γεωδαιτικῆς διαθλάσεως ἐλαττοῦται μετὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ Ἡλίου, διατηρεῖ μίαν περίπου σταθερὰν ἐλάχιστην τιμὴν ἐπὶ ὥρισμένας ὥρας κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας, ἐν συνεχείᾳ αὐξάνει πάλιν μέχρι περίπου τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου, καὶ τέλος διατηρεῖ περίπου σταθερὰν μεγίστην τιμὴν κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς νυκτός. Κατὰ τὰς περιόδους D καὶ Ε διὰ τὰς ὁποίας διαθέτομεν μετρήσεις καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ εἰκοσιτετραώρου, ἡ μέση ὥριαία τιμὴ \bar{K} τοῦ μέσου συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως διεκνυμάνθη μεταξὺ τῶν τιμῶν 0.13 καὶ 0.18.

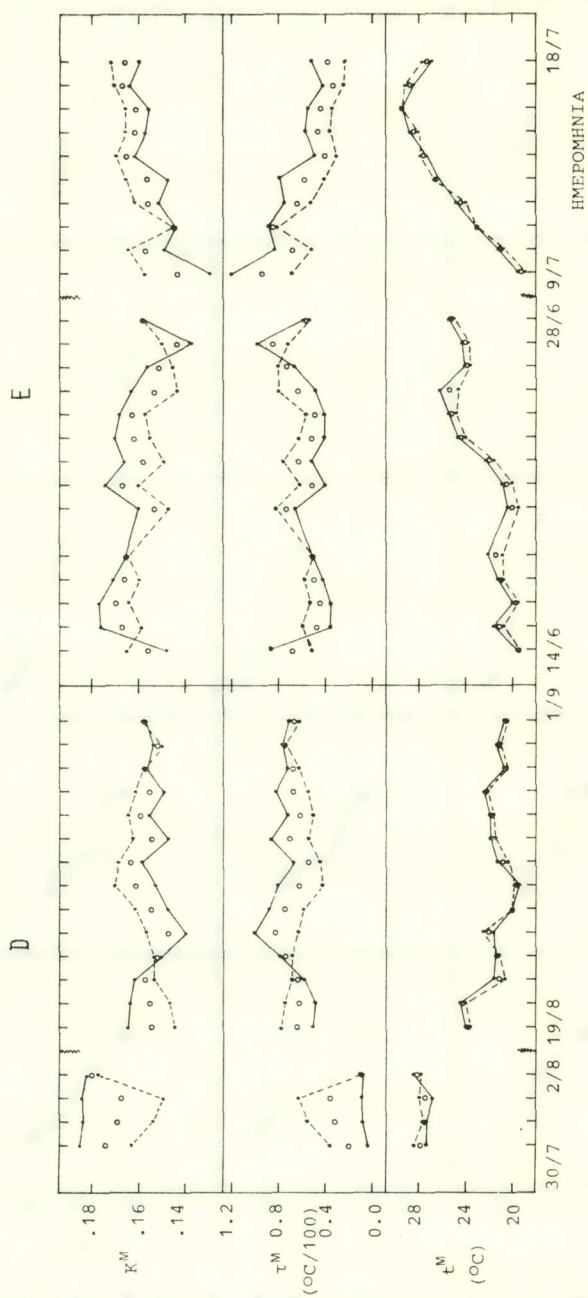
γ) Ἡ μέση ἡμερησία πορεία τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως ἐμφανίζει ἰσχυρὰν ἀρνητικὴν συσχέτισιν ($r = -0.89$ ἕως -0.99) πρὸς τὴν ἀντίστοιχον πορείαν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος. Τοῦτο φαίνεται σαφῶς τόσον εἰς τὸ σχ. 4 ὅσον καὶ εἰς τὸ σχ. 5 εἰς τὸ ὁποῖον δίδονται αἱ μέσαι ὥριαῖαι τιμαὶ \bar{K}_F , \bar{K}_P καὶ \bar{K} τῶν συντελεστῶν γεωδαιτικῆς διαθλάσεως δι' ἐκάστην ἐκ τῶν περιόδων Α - Ε συναρτήσῃ τῶν ἀντιστοίχων μέσων ὥριαίων τιμῶν \bar{t}_F , \bar{t}_P καὶ \bar{t} τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος. Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου προκύπτει ἐπὶ πλέον ὅτι εἰς τὰς περισσοτέρας τῶν περιπτώσεων οἱ κλάδοι τῶν βρόγχων (\bar{K}_F, \bar{t}_F) , (\bar{K}_P, \bar{t}_P) καὶ (\bar{K}, \bar{t})



Σχ. 4. Μέση ήμερησια πορεία των συντελεστών γεωδαιτικής διαθλάσεως K_F ($\cdot\cdot\cdot\cdot$), K_P ($\cdot\cdot\cdot\cdot$) και K ($\circ\circ$) δι' έκαστην των περιόδων Α-Ε κεχωρισμένως, όμοι μετὰ τῆς ἀντιστοίχου πορείας τῆς κατακόρυφου θερμοβαθμίδος καὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος. Εἰς τὸ αὐτὸ σχῆμα παρέχεται ὑπὸ ἰδίαν κλίμακα καὶ ἡ διασπορὰ σ ($+-+$) τῶν τιμῶν τῶν K , τ καὶ t διὰ τὴν ἀντίστοιχον ὥραν τοῦ εἰκοσιτετράωρου.



Σχ. 5. Σχέσις μεταξύ των μέσων ωριαίων τιμών \bar{K}_F , \bar{K}_P και \bar{K} του συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως δι' ἑκάστην τῶν περιόδων Α-Ε κεχωρισμένως καὶ τῶν ἀντιστοιχῶν μέσων ωριαίων τιμῶν \bar{T}_F , \bar{T}_P καὶ \bar{T} τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος.

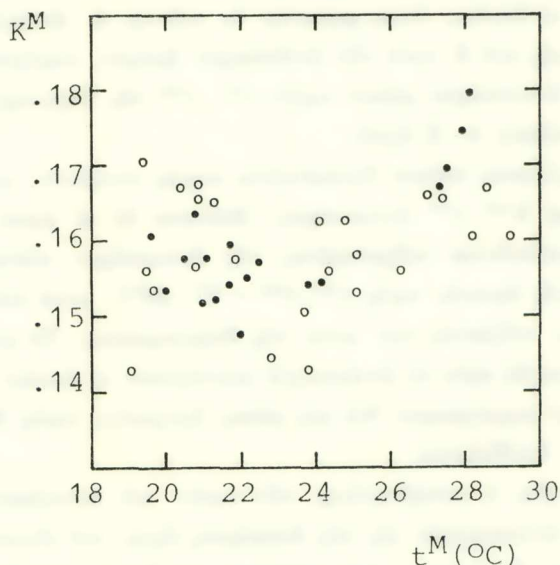


Σχ. 6. Μεταβολή των μέσων ημερησίων τιμών K^M ($\cdot-\cdot-\cdot$), K^M (\dots) και K^M ($\circ\circ$) του συντελεστού γεωδαιτικής διαθλάσεως δι' ἐκάστην των περιόδων D και E κεχωρισμένως ὁμοῦ μετὰ τῆς ἀντιστοίχου μεταβολῆς τῶν μέσων ημερησίων τιμῶν τῆς καταχορήγου θερμοβαθμίδος καὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος.

πὸν ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς μεταμεσημβρινὰς ὥρας κεῖνται ὑπεράνω τῶν κλάδων πὸν ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς προμεσημβρινὰς ὥρας.

4. 2.—Ἐμελετήθησαν αἱ μεταβολαὶ τῆς ἡμερησίας πορείας τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους καὶ ἀπὸ ἔτους εἰς ἔτος. Οὕτως :

α) Ἐμελετήθη ἡ μεταβολὴ τῆς μέσης ἡμερησίας τιμῆς τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡμέραν. Τὸ σχ. 6 δίδει τὰς μέσας ἡμερησίας τιμὰς K_F^M , K_P^M καὶ K^M τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως ὁμοῦ μὲ τὰς ἀντιστοίχους μέσας ἡμερησίας τιμὰς τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος διὰ τὰς περιό-



Σχ. 7. Σχέσις μεταξὺ τῶν μέσων ἡμερησίων τιμῶν K^M τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως δι' ἑκάστην ἡμέραν παρατηρήσεως τῶν δύο περιόδων D (·) καὶ E (ο) ὁμοῦ καὶ τῶν ἀντιστοίχων τιμῶν t_M τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος.

δους D καὶ E διὰ τὰς ὁποίας διαθέτομεν μετρήσεις καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ 24ώρου. Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου δὲν προκύπτει σαφῆς συσχέτισις μεταξὺ τῆς μεταβολῆς τῶν μέσων ἡμερησίων τιμῶν τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡμέραν καὶ τῆς ἀντιστοίχου μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος. Διὰ νὰ μελετηθῇ λεπτομερέστερον τὸ φαινόμενον κατεσκευάσθη τὸ σχ. 7

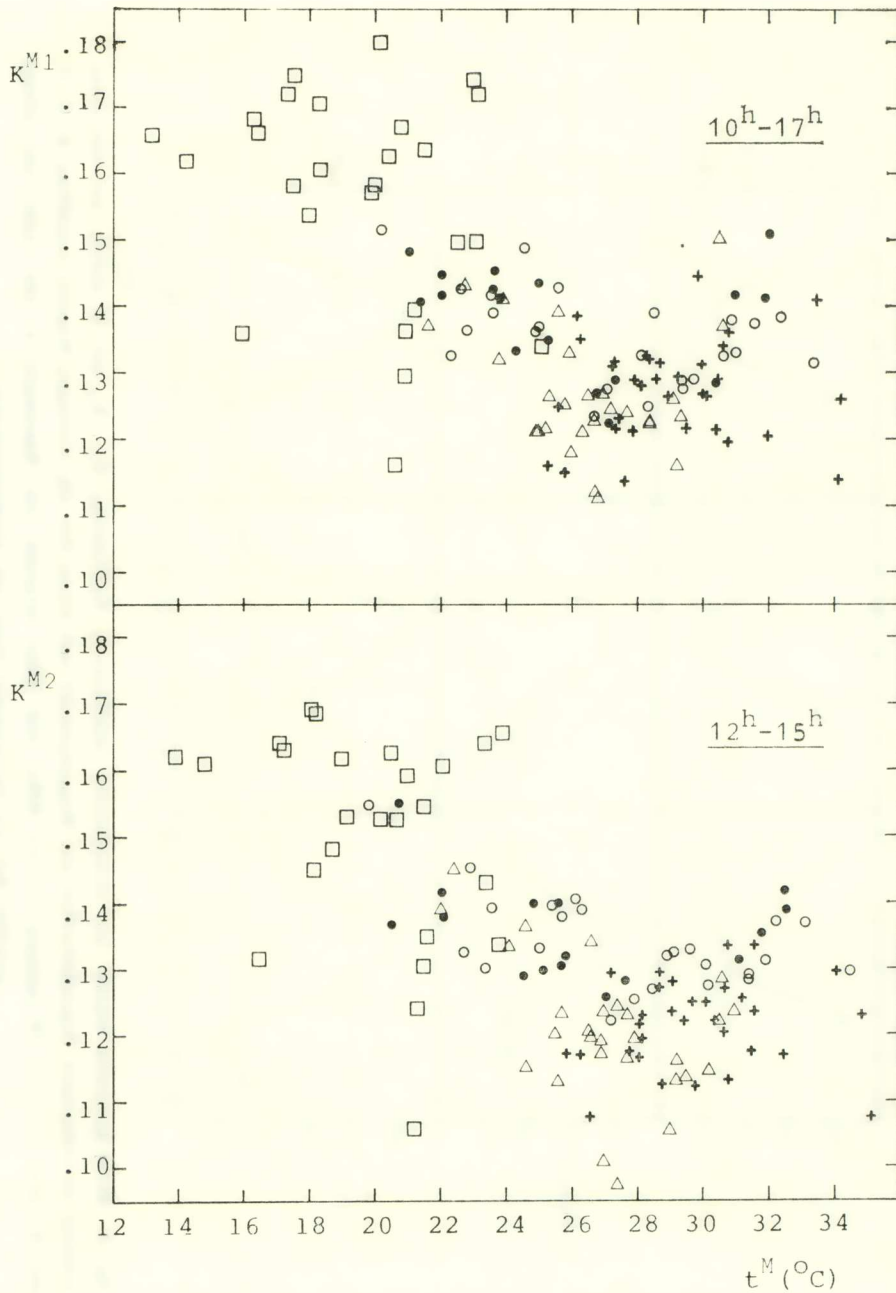
εἰς τὸ ὁποῖον παρέχονται αἱ μέσαι ἡμερήσιαι τιμαὶ K^M τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως συναρτήσῃ τῶν ἀντιστοιχῶν τιμῶν t^M τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος διὰ τὰς περιόδους D καὶ E ὁμοῦ. Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου διαπιστοῦται μία σαφὴς συσχέτισις μεταξὺ τῶν τιμῶν K^M καὶ t^M . Μάλιστα δὲ ἡ τιμὴ τοῦ K^M ἀρχικῶς μὲν ἐλαττοῦται ἀύξανομένης τῆς τιμῆς τοῦ t^M , μέχρι μιᾶς ὁριακῆς τιμῆς $t^M = 22 - 24^{\circ}\text{C}$, μετὰ ταῦτα ὅμως αὐξάνει ἀύξανομένης τῆς τιμῆς τοῦ t^M .

β) Ἐμελετήθη ἡ μεταβολὴ τῆς ἐλαχίστης τιμῆς τοῦ μέσου συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡμέραν. Πρὸς τοῦτο ὑπελογίσθησαν αἱ μέσαι τιμαὶ K^{M1} καὶ K^{M2} τοῦ K διὰ τὰ χρονικὰ διαστήματα $12^h - 15^h$ ΕΩΕ καὶ $10^h - 17^h$ ΕΩΕ ἀντιστοιχῶς ἐκάστης ἡμέρας παρατηρήσεων τῶν περιόδων A - E. Αἱ τιμαὶ αὗται, αἱ ὁποῖαι, ὅπως φαίνεται ἐκ τοῦ σχ. 4, ἀποτελοῦν ἓνα μέτρον τῆς ἐλαχίστης τιμῆς τοῦ K κατὰ τὴν ἀντίστοιχον ἡμέραν, παρέχονται εἰς τὸ σχ. 8 συναρτήσῃ τῶν ἀντιστοιχῶν μέσων τιμῶν t^{M1} , t^{M2} τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος, δι' ὅλας τὰς περιόδους A - E ὁμοῦ.

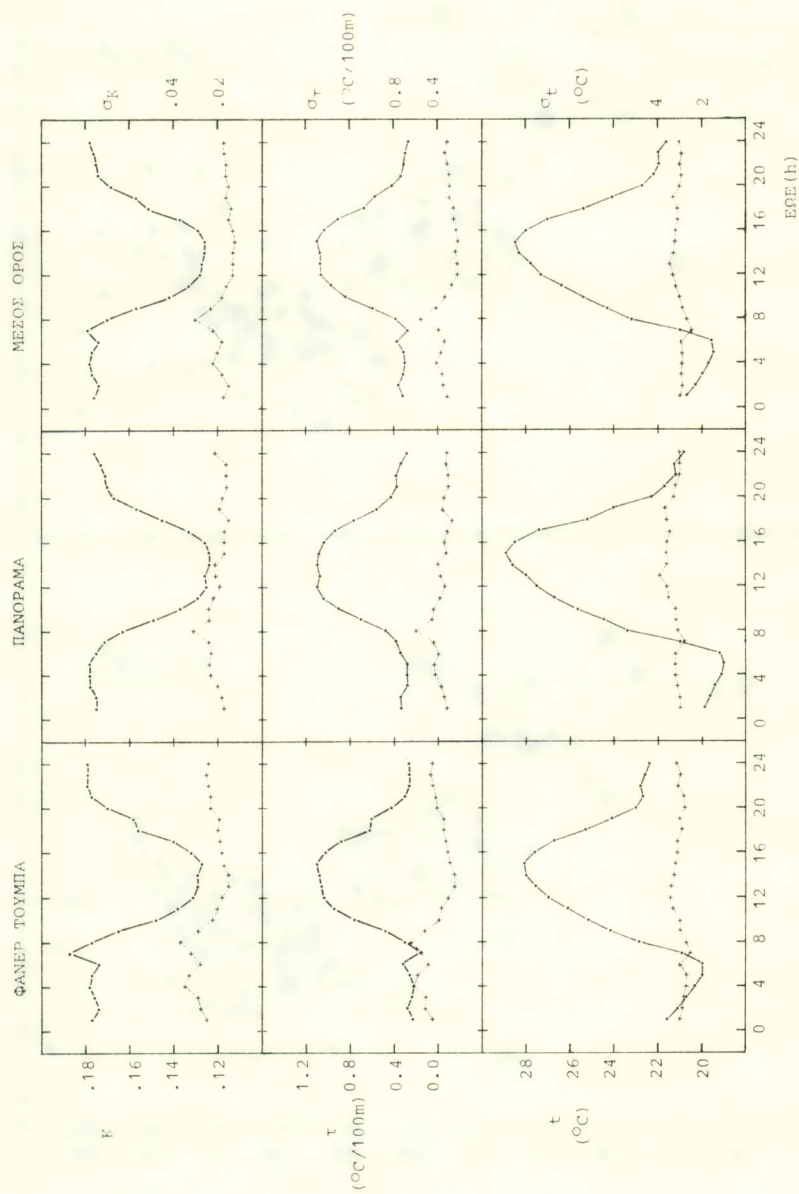
Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου διαπιστοῦται σαφὴς συσχέτισις μεταξὺ τῶν τιμῶν τῶν K^{M1} , t^{M1} καὶ K^{M2} , t^{M2} ἀντιστοιχῶς. Μάλιστα δὲ αἱ τιμαὶ τῶν K^{M1} , K^{M2} ἀρχικῶς μὲν ἐλαττοῦνται ἀύξανομένης τῆς ἀντιστοίχου μέσης θερμοκρασίας t^{M1} , t^{M2} μέχρι μιᾶς ὁριακῆς τιμῆς t^{M1} , $t^{M2} = 27 - 28^{\circ}\text{C}$, μετὰ ταῦτα ὅμως ἐμφανίζεται μία τάσις αὐξήσεώς των μετὰ τῆς θερμοκρασίας. Τὸ φαινόμενον τοῦτο συσχετίζεται ἀσφαλῶς πρὸς τὸ ἀντίστοιχον φαινόμενον τὸ ὁποῖον ἐπεσημάνθη εἰς τὴν προηγουμένην παράγραφον διὰ τὰς μέσας ἡμερησίας τιμὰς K^M τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως.

γ) Ἐμελετήθη ἡ μεταβλητότης τῶν τιμῶν τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως πού ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς διαφόρους ὥρας τοῦ εἰκοσιτετραώρου ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡμέραν δι' ἐκάστην τῶν περιόδων A - E κεχωρισμένως. Εἰς τὰ διαγράμματα τῆς πρώτης σειρᾶς τοῦ σχ. 4 παρέχονται ὑπὸ κλίμακα αἱ τιμαὶ τῆς διασπορᾶς σ τῶν τιμῶν τοῦ K δι' ἐκάστην ὥραν τοῦ εἰκοσιτετραώρου τῆς ἀντιστοίχου περιόδου παρατηρήσεων. Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου διαπιστοῦται ὅτι ἡ διασπορὰ σ καθίσταται ἐλαχίστη καὶ ἴση περίπου πρὸς ± 0.01 κατὰ τὰς ὥρας $10^h - 17^h$ ΕΩΕ.

δ) Ἐπειδὴ αἱ γεωδαιτικαὶ μετρήσεις διεξάγονται κυρίως κατὰ τοὺς θερινοὺς μῆνας εἶναι χρήσιμον νὰ ἔχωμεν πληροφορίας διὰ τὴν μέσην ἡμερησίαν πορείαν τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως κατὰ τὴν περίοδον ταύτην. Εἰς τὸ σχ. 9 παρέχεται ἡ μέση ἡμερησία πορεία τῶν τιμῶν τῶν συντελεστῶν γεωδαιτικῆς διαθλάσεως K_P , K_P καὶ K πού ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰς τέσσαρας θερινὰς περιόδους ὁμοῦ.



Σχ. 8. Σχέσεις μεταξύ των μέσων τιμών K^{M1} και K^{M2} του συντελεστού γεωδαιτικής διαθλάσεως διὰ τὰ χρονικά διαστήματα $12^h - 15^h$ ΕΩΕ και $10^h - 17^h$ ΕΩΕ ἀντιστοίχως ἑκάστης ἡμέρας παρατηρήσεων τῶν πέντε περιόδων Α (Δ), Β (□), Γ (+), Δ (·) καὶ Ε (ο) ὁμοῦ καὶ τῶν ἀντιστοίχων μέσων τιμῶν t^{M1} καὶ t^{M2} τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος.



Σχ. 9. Μέση ημερησία πορεία των συντελεστών γεωδαιτικής διαθλάσεως K_F , K_P και K_K καθώς και των αντίστοιχων κατακορύφων θερμοβαθμίδων και θερμοκρασιών του αέρος διά τās τέσσαρας θερινάς περιόδους A, C, D και E όμοις (· · ·). 'Η γραμμή (+—+) δίδει υπό ίδιαν κλίμακα τήν διαστοράν σ τών τιμών τών αὐτῶν μεγεθῶν διά τήν αντίστοιχον ὥραν τοῦ εἰκοσιτετραώρου.

Εἰς τὸ αὐτὸ σχῆμα δίδεται ὑπὸ κλίμακα καὶ ἡ διασπορὰ σ τῶν τιμῶν τοῦ K_F , K_P καὶ K δι' ἐκάστην ὥραν τοῦ εἰκοσιτετραώρου διὰ τὰς τέσσαρας ταύτας περιόδους παρατηρήσεων. Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου διαπιστοῦται ὅτι ἡ διασπορὰ σ_K καθίσταται ἐλαχίστη καὶ ἴση περίπου πρὸς ± 0.01 κατὰ τὰς ὥρας $10^h - 17^h$ ΕΩΕ.

5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΘΕΡΜΟΒΑΘΜΙΔΟΣ ΕΚ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΟΥ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ

5.1. Ἡ γνῶσις τῶν τιμῶν τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος εἰς μίαν περιόχην καὶ τῶν μεταβολῶν αὐτῆς τόσον κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας ὅσον καὶ ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡμέραν, παρουσιάζει ἰδιαίτερον ἐνδιαφέρον ἀπὸ πολλῶν ἀπόψεων. Εἰς τὴν Ἐπίγειον Γεωδαισίαν μᾶς ἐνδιαφέρει κυρίως ἡ κατακορύφος θερμοβαθμὶς διὰ ὕψη μερικῶν ἐκατοντάδων μέτρων ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους, τόσον διὰ τὴν μελέτην τῆς γεωδαιτικῆς διαθλάσεως ὅσον καὶ διὰ τὴν ἠλεκτρομαγνητικὴν μέτρησιν τῶν ἀποστάσεων. Ἀντιθέτως, εἰς τὴν Δορυφορικὴν Γεωδαισίαν μᾶς ἐνδιαφέρει ἡ κατακορύφος θερμοβαθμὶς διὰ πολὺν μεγαλύτερα ὕψη. Ἡ κυριωτέρα πηγὴ πληροφοριῶν περὶ τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος ἦσαν μέχρι σήμερον αἱ ραδιοβολήσεις, αἱ ὁποῖαι διεξάγονται κυρίως ἀπὸ τοὺς μετεωρολόγους διὰ τὴν διερευνήσιν τῶν μετεωρολογικῶν συνθηκῶν εἰς τὴν ἀνωτέραν ἀτμόσφαιραν. Πλὴν ὅμως αἱ ραδιοβολήσεις αὗται εἶναι ἐξαιρετικῶς περιορισμένης συχνότητος. Οὕτω λ. χ., εἰς τὸν ἐλλαδικὸν χῶρον γίνονται κατ' ἀνώτατον ὅριον δύο ραδιοβολήσεις ἀνὰ 24ωρον (ἦτοι τὴν 2^h καὶ 14^h ΕΩΕ) εἰς τοὺς τρεῖς σταθμοὺς ἀνωτέρας ἀτμοσφαίρας τῆς χώρας, ἦτοι εἰς τὰς Ἀθήνας (Ἀεροδρόμιον Ἑλληνικοῦ), Θεσσαλονίκην (Ἀεροδρόμιον Μίκρας) καὶ Ἡράκλειον (Ἀεροδρόμιον Ἡρακλείου). Πλὴν ὅμως διὰ διαφόρους λόγους καὶ κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν τοῦ προγράμματος τούτου ἐμφανίζονται, τελικῶς, πολυάριθμα κενά, ἀκόμη καὶ κατὰ τὴν τελευταίαν δεκαετίαν. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καθίσταται σαφὲς ἡ μεγάλη σημασία τὴν ὁποίαν ἔχει ἡ ἀνάπτυξις ἐτέρων ἀπλουστερῶν μεθόδων διὰ τὴν μελέτην τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος.

5.2. Ἐκ τῆς σχέσεως (2.4) ὅμως διαπιστοῦται ὅτι, ὅταν προσδιορίσωμεν τῇ βοηθείᾳ τῆς μεθόδου τῶν ἀπλῶν ἢ τῶν ἀμοιβαίων σκοπεύσεων τὴν τιμὴν τοῦ τοπικοῦ ἢ τοῦ μέσου συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως, τότε δυνάμεθα ἐπιδύοντες τὴν σχέσιν ταύτην ὡς πρὸς t νὰ προσδιορίσωμεν καὶ τὴν τιμὴν τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος, καθ' ὅσον αἱ τιμαὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος t καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως p μᾶς εἶναι γνωσταί.

5.3. Τοιουτοτρόπως, ἔχομεν μίαν νέαν μέθοδον προσδιορισμοῦ τῆς τιμῆς τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος ἐκ τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως. Ἡ μέθοδος αὕτη μᾶς ἐπιτρέπει νὰ προσδιορίσωμεν τὴν τιμὴν τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος εἰς τὴν στιβάδα τῆς ἀτμοσφαίρας ἢ ὁποία περιλαμβάνεται μεταξὺ δύο ἐπιγείων σταθμῶν P_1 καὶ P_2 τῇ βοηθείᾳ ἐπιγείων μετεωρολογικῶν παρατηρήσεων καὶ ἀπλῶν γεωδαιτικῶν μετρήσεων. Συγκεκριμένως, ὅταν γνωρίζωμεν ἐκ τῶν προτέρων τὴν ὀριζοντίαν ἀπόστασιν S_{12} καὶ τὴν ὑψομετρικὴν διαφορὰν Δh_{12} μεταξὺ τῶν σταθμῶν P_1 , P_2 , ἀρκεῖ νὰ μετρήσωμεν τὰς τιμὰς t_1 , p_1 τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως εἰς τὸν σταθμὸν P_1 , καὶ νὰ προσδιορίσωμεν, τῇ βοηθείᾳ ἀπλῶν σκοπεύσεων διὰ θεοδολίχου, τὴν φαινομένην ζενιθίαν ἀπόστασιν Z_1 τοῦ σταθμοῦ P_2 ὡς πρὸς τὸν σταθμὸν P_1 (σχ. 1), ὁπότε ὑπολογίζωμεν εὐκόλως καὶ τὴν τιμὴν t_1 τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος εἰς τὴν στιβάδα τῆς ἀτμοσφαίρας ποὺ περιλαμβάνεται μεταξὺ τῶν σταθμῶν P_1 , P_2 τῇ βοηθείᾳ τῶν σχέσεων (2.4) καὶ (2.6). Ἀλλὰ καὶ ὅταν γνωρίζωμεν μόνον τὴν ὀριζοντίαν ἀπόστασιν S_{12} , οὐχὶ δὲ καὶ τὴν ὑψομετρικὴν διαφορὰν Δh_{12} μεταξὺ τῶν σταθμῶν P_1 , P_2 , τότε ἀρκεῖ νὰ μετρήσωμεν καὶ πάλιν τὰς τιμὰς t_1 , p_1 , καὶ t_2 , p_2 τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως εἰς τοὺς σταθμοὺς P_1 , P_2 καὶ νὰ προσδιορίσωμεν τῇ βοηθείᾳ ταυτοχρόνων ἀμοιβαίων σκοπεύσεων διὰ θεοδολίχου μεταξὺ τῶν σταθμῶν P_1 , P_2 τὰς τιμὰς τῶν φαινομένων ζενιθίων ἀποστάσεων Z_1 , Z_2 τῶν σταθμῶν P_1 , P_2 ὡς πρὸς ἀλλήλους (σχ. 1), ὁπότε ὑπολογίζωμεν εὐκόλως καὶ τὴν τιμὴν t τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος εἰς τὴν στιβάδα τοῦ ἀέρος ποὺ περιλαμβάνεται μεταξὺ τῶν σταθμῶν P_1 , P_2 τῇ βοηθείᾳ τῶν σχέσεων (2.4) καὶ (2.7).

Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης ὑπελογίσθησαν αἱ τιμαὶ t_F , t_P καὶ t τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος εἰς τὴν στιβάδα τῆς ἀτμοσφαίρας ποὺ περιλαμβάνεται μεταξὺ τῶν σταθμῶν Φανερὸ Τούμπα καὶ Πανόραμα αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὰς ἐκ τῶν μετρήσεων προκυψάσας τιμὰς τῶν συντελεστῶν γεωδαιτικῆς διαθλάσεως K_F , K_P καὶ K κατὰ τὰς 1924 ὥριαίας μετρήσεις τῶν 128 ἡμερῶν τῶν περιόδων Α - Ε. Ἀπεκτίθη, τοιουτοτρόπως, πλούσιον ὕλικὸν παρατηρήσεων διὰ τὴν μελέτην τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος εἰς τὴν ἀντίστοιχον περιοχὴν.

5.4. Διὰ νὰ ἐλέγξωμεν τὴν ἀκρίβειαν τῶν τιμῶν τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος αἱ ὁποῖαι ὑπολογίζονται διὰ τῆς ἀνωτέρω μεθόδου, προέβημεν εἰς τὴν σύγκρισιν τῶν τιμῶν τούτων διὰ τὴν 14^h ΕΩΕ πρὸς τὰς τιμὰς τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος διὰ τὴν αὐτὴν ἡμέραν καὶ ὥραν ποὺ προκύπτουν ἀπὸ τὰς ραδιοβολήσεις αἱ ὁποῖαι ἐγένοντο εἰς τὸ Ἀεροδρόμιον Μίκρας (Σαββαΐδης, 1981). Τὰ ἐξαγόμενα παρέχονται εἰς τὸν πίνακα 1. Εἰς τὸν πίνακα τοῦτον παρέχονται δι'

Π Ι Ν Α Κ 1.

Μέση τιμή $\overline{\Delta\tau}$ και διασπορά $\sigma_{\Delta\tau}$ τών τιμών της διαφορᾶς $\Delta\tau = \tau - \tau^R$, ἔνθα τ καὶ τ^R εἶναι ἀντιστοίχως αἱ τιμαὶ τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος διὰ τὴν 14^h ΕΩΕ τών κοινῶν ἡμερῶν αἱ ὑπολογιζόμεναι διὰ τῆς μεθόδου τῆς § 5.3 καὶ ἐπὶ τῇ βάσει τών ἐξαγομένων τών ραδιοβολήσεων.

Περίοδος παρατηρήσεων	Ἀριθμὸς ἡμερῶν	$\overline{\Delta\tau}$ °C / 100 m	$\sigma_{\Delta\tau}$ °C / 100
A	26	0.23	0.44
B	11	.12	.32
C	12	.19	.29
D	18	— 0.07	.30
E]	24	.07	.29

ἐκάστην τῶν περιόδων Α - Ε ἡ μέση τιμὴ $\overline{\Delta\tau}$ καὶ ἡ διασπορὰ $\sigma_{\Delta\tau}$ τῶν διαφορῶν $\Delta\tau = \tau - \tau^R$, ἔνθα τ ἡ κατακόρυφος θερμοβαθμὶς διὰ τὴν στιβάδα τοῦ ἀέρος ποὺ περιλαμβάνεται μεταξὺ τῶν σταθμῶν Φανερ Τούμπα καὶ Πανόραμα ἡ ὑπολογιζομένη ἐκ τῆς ἀντιστοίχου τιμῆς τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως K καὶ τ^R ἡ κατακόρυφος θερμοβαθμὶς διὰ τὴν αὐτὴν στιβάδα ἡ ὑπολογιζομένη ἐκ τῶν ραδιοβολήσεων, ἀμφότεραι διὰ τὴν 14^h ΕΩΕ τών κοινῶν ἡμερῶν. Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου διαπιστοῦται ὅτι ἡ μέση τιμὴ $\overline{\Delta\tau}$ τῆς διαφορᾶς $\Delta\tau = \tau - \tau^R$ εἶναι κατ' ἀπόλυτον τιμὴν τῆς τάξεως τοῦ 0.1 - 0.2° C/100 m, ἐνῶ ἡ ἀντίστοιχος διασπορὰ εἶναι τῆς τάξεως τοῦ $\pm 0.3 - 0.4$ °C/100 m. Ἡ ἀκρίβεια αὐτὴ πρέπει νὰ θεωρηθῇ ἱκανοποιητικὴ, λαμβανομένου ὑπ' ὄψιν ὅτι διὰ τὰ ὕψη τῶν ὀλίγων ἑκατοντάδων μέτρων ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους ὁ προσδιορισμὸς τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος τῇ βοηθειᾷ ραδιοβολήσεων εἶναι λίαν ἐπισφαλῆς.

6. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΘΕΡΜΟΒΑΘΜΙΔΟΣ ΜΕΤΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

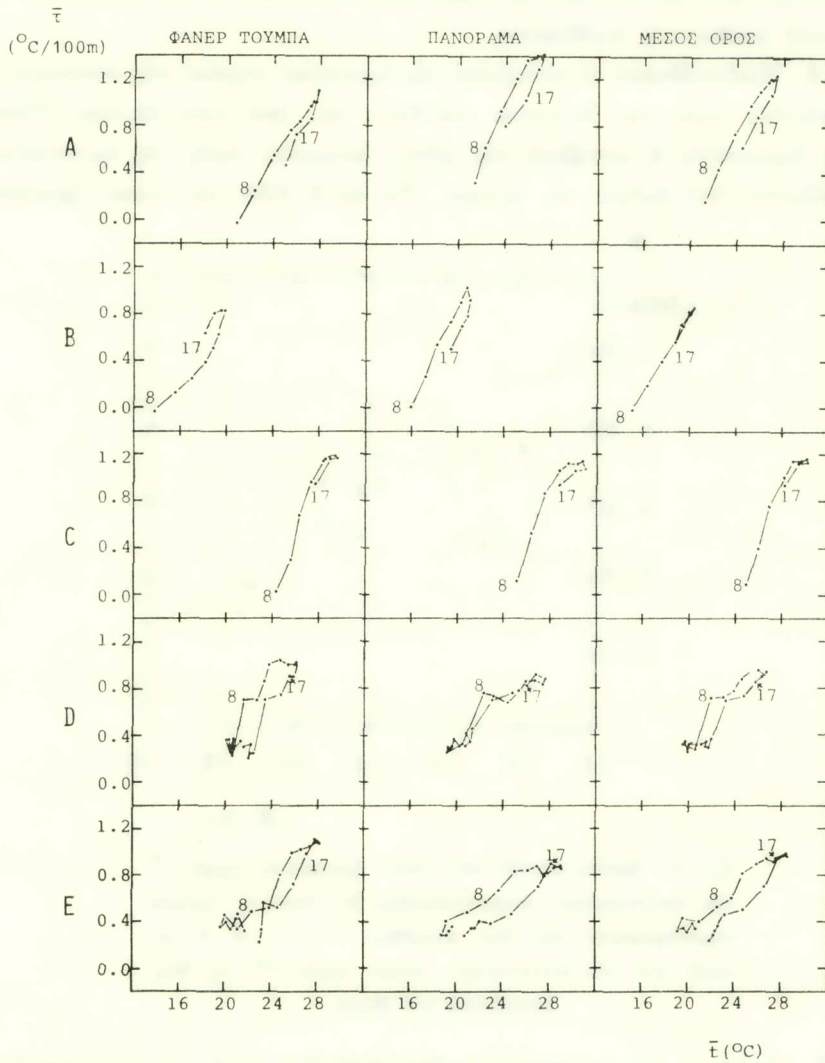
Τῇ βοηθειᾷ τῶν τιμῶν τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος αἱ ὁποῖαι εὐρέθησαν εἰς τὴν παράγραφον 5.3 ἐμελετήθη ἡ μεταβολὴ τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος μετὰ τοῦ χρόνου. Οὕτως :

6. 1. Ἐμελετήθη ἡ μέση ἡμερησία πορεία τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος δι' ἐκάστην τῶν περιόδων Α - Ε κεχωρισμένως ἐν συσχετισμῷ πρὸς τὴν ἀντίστοιχον πορείαν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος εἰς τοὺς δύο σταθμοὺς Φανερ Τούμπα καὶ Πανόραμα. Τὰ ἐξαγόμενα παρέχονται εἰς τὸ σχ. 4. Εἰς τὸ σχῆμα τοῦτο δίδεται δι' ἐκάστην τῶν περιόδων Α - Ε ἡ μέση ἡμερησία πορεία τῶν τιμῶν t_F , t_P καὶ t τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος ὁμοῦ μετὰ τῆς ἀντιστοίχου πορείας τῶν τιμῶν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος t_F , t_P καὶ $t = \frac{1}{2} (t_F + t_P)$. Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου προκύπτουν τὰ ἀκόλουθα συμπεράσματα:

α) Αἱ τιμαὶ τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος αἱ ὁποῖαι προκύπτουν ἀπὸ τὰς τιμὰς K_F , K_P τοῦ τοπικοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως διὰ τοὺς σταθμοὺς Φανερ Τούμπα καὶ Πανόραμα παρουσιάζουν μίαν συστηματικὴν διαφορὰν κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν περιόδων Α καὶ Β. Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι ὀλιγώτερον ἔντονον κατὰ τὴν περίοδον C, ἐνῶ κατὰ τὰς περιόδους D καὶ Ε παύει νὰ ὑφίσταται. Πρόκειται, δηλαδή, περὶ ἐνὸς φαινομένου ἀναλόγου πρὸς τὸ ἥδη σημειωθὲν διὰ τὴν περίπτωσιν τοῦ τοπικοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως. Λόγῳ τοῦ φαινομένου τούτου, εἰς τὰ ἐπόμενα θὰ χρησιμοποιήσωμεν κατὰ κύριον λόγον τὰς τιμὰς τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος t ποὺ ὑπολογίζονται μὲ βάσιν τὸν μέσον συντελεστὴν γεωδαιτικῆς διαθλάσεως K .

β) Ἡ κατακορύφος θερμοβαθμὶς t ποὺ ὑπολογίζεται μὲ βάσιν τὸν μέσον συντελεστὴν γεωδαιτικῆς διαθλάσεως K αὐξάνει μετὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ Ἡλίου, διατηρεῖ μίαν περίπου σταθερὰν μεγίστην τιμὴν ἐπὶ ὥρισμένης ὥρας κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας, ἐν συνεχείᾳ ἐλαττοῦται καὶ πάλιν μέχρι περίπου τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου, καὶ τέλος διατηρεῖ περίπου σταθερὰν ἐλαχίστην τιμὴν κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς νυκτός. Κατὰ τὰς περιόδους D καὶ Ε διὰ τὰς ὁποίας διαθέτομεν μετρήσεις καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ εἰκοσιτετραώρου, ἡ κατακορύφος θερμοβαθμὶς \bar{t} διεκυμάνθη μεταξὺ τῶν τιμῶν $0.3^\circ\text{C}/100\text{ m}$ καὶ $1.0^\circ\text{C}/100\text{ m}$.

γ) Ἡ μέση ἡμερησία πορεία τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος ἐμφανίζει ἰσχυρὰν θετικὴν συσχέτισιν ($r = 0.87$ ἕως 0.99) πρὸς τὴν ἀντίστοιχον πορείαν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος. Τοῦτο φαίνεται σαφῶς τόσον εἰς τὸ σχ. 4 ὅσον καὶ εἰς τὸ σχ. 10, εἰς τὸ ὁποῖον δίδονται αἱ μέσαι ὠριαῖαι τιμαὶ \bar{t}_F , \bar{t}_P , \bar{t} τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος δι' ἐκάστην ἐκ τῶν περιόδων Α - Ε συναρτήσιν τῶν ἀντιστοίχων μέσων ὠριαίων τιμῶν \bar{t}_F , \bar{t}_P καὶ \bar{t} τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος. Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου προκύπτει ἐπὶ πλέον ὅτι εἰς τὰς περισσοτέρας τῶν περιπτώσεων οἱ κλάδοι τῶν βρόχων (\bar{t}_F , \bar{t}_P), (\bar{t}_P , \bar{t}_F) καὶ (\bar{t} , \bar{t}) ποὺ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς μεταμεσημβρινὰς ὥρας κεῖνται κάτωθεν τῶν κλάδων ποὺ ἀντιστοιχοῦν εἰς

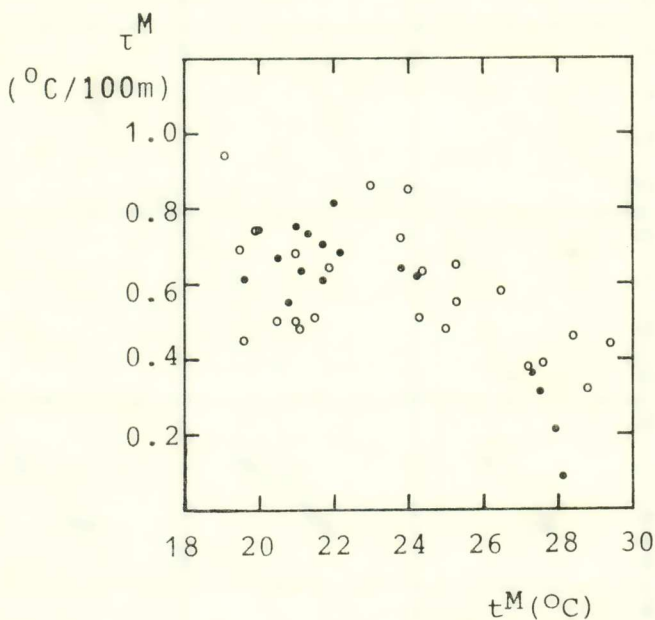


Σχ. 10. Σχέσις μεταξύ των μέσων ωριαίων τιμών \bar{T}_F , \bar{T}_P και \bar{T} της κατακορύφου θερμοβαθμίδος δι' ἐκάστην των περιόδων A - E κεχωρισμένως και των αντίστοιχων μέσων ωριαίων τιμών \bar{T}_F , \bar{T}_P και \bar{T} της θερμοκρασίας του αέρος.

τὰς προμεσημβρινὰς ὥρας. Τὸ φαινόμενον τοῦτο μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ἐρμηνεύσωμεν τὸ ἀντίστοιχον φαινόμενον ποὺ εἶχε διαπιστωθῇ ἀνωτέρω διὰ τὴν περίπτωσιν τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως.

6. 2. Ἐμελετήθησαν αἱ μεταβολαὶ τῆς ἡμερησίας πορείας τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους καὶ ἀπὸ ἔτους εἰς ἔτος. Οὕτως :

α) Ἐμελετήθη ἡ μεταβολὴ τῆς μέσης ἡμερησίας τιμῆς τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡμέραν. Τὸ σχ. 6 δίδει τὰς μέσας ἡμερησίας



Σχ. 11. Σχέσις μεταξὺ τῶν μέσων ἡμερησίων τιμῶν τ^M τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος δι' ἐκάστην ἡμέραν παρατηρήσεως τῶν δύο περιόδων D (·) καὶ E (○) ὁμοῦ καὶ τῶν ἀντιστοιχῶν μέσων τιμῶν t^M τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος.

τιμὰς τ_F^M , τ_P^M καὶ τ^M τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος ὁμοῦ μὲ τὰς ἀντιστοιχοῦς μέσας ἡμερησίας τιμὰς τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος, διὰ τὰς περιόδους D καὶ E διὰ τὰς ὁποίας διαθέτομεν τιμὰς τοῦ τ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ 24ώρου. Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου δὲν προκύπτει σαφῆς συσχέτισις μεταξὺ τῶν μέσων ἡμερησίων τιμῶν τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡμέραν καὶ τῆς ἀντιστοίχου μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος.

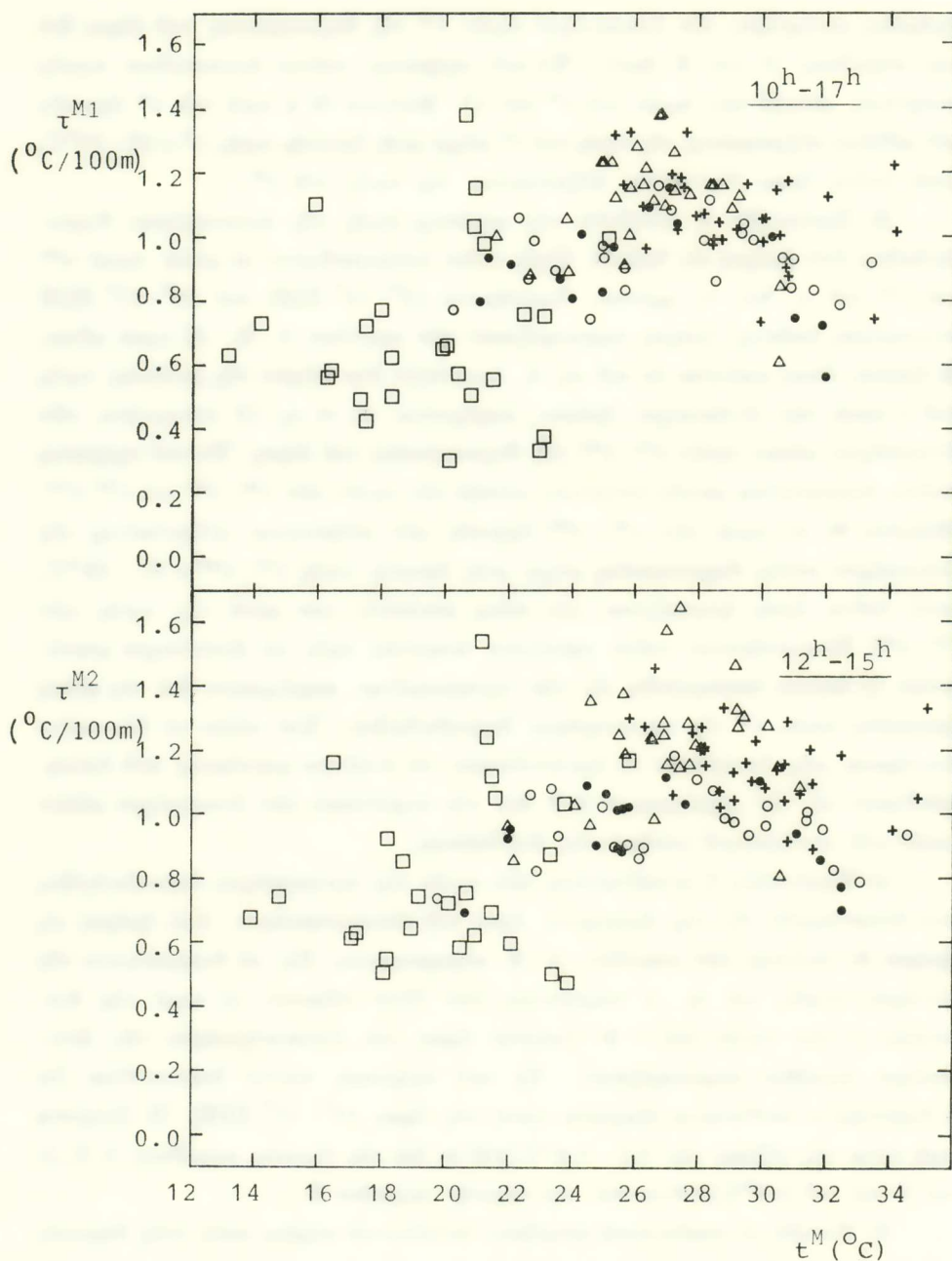
Διὰ νὰ μελετηθῇ λεπτομερέστερον τὸ φαινόμενον κατεσκευάσθη τὸ σχ. 11 εἰς τὸ ὁποῖον παρέχονται αἱ μέσαι ἡμερήσιαι τιμαὶ τ^M τῆς κατακορύφου θερμο-

βαθμίδος συναρτήσει των αντιστοιχών τιμών t^M της θερμοκρασίας του αέρος δια τὰς περιόδους D και E ὁμοῦ. Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου διαπιστοῦται σαφῆς συσχέτισις μεταξὺ τῶν τιμῶν τοῦ t^M καὶ t^M . Μάλιστα δὲ ἡ τιμὴ τοῦ t^M ἀρχικῶς μὲν αὐξάνει αὐξανομένης τῆς τιμῆς τοῦ t^M μέχρι μιᾶς ὁριακῆς τιμῆς $t^M=22-24^{\circ}\text{C}$, μετὰ ταῦτα ὅμως ἐλαττοῦται αὐξανομένης τῆς τιμῆς τοῦ t^M .

β) Ἐμελετήθη ἡ μεταβολὴ τῆς μεγίστης τιμῆς τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡμέραν. Πρὸς τοῦτο ὑπελογίσθησαν αἱ μέσαι τιμαὶ t^{M1} καὶ t^{M2} τοῦ t , διὰ τὰ χρονικὰ διαστήματα 12^h-15^h ΕΩΕ καὶ 10^h-17^h ΕΩΕ ἀντιστοιχῶς ἐκάστης ἡμέρας παρατηρήσεων τῶν περιόδων A - E. Αἱ τιμαὶ αὗται, αἱ ὁποῖαι, ὅπως φαίνεται ἐκ τοῦ σχ. 4, ἀποτελοῦν ἓνα μέτρον τῆς μεγίστης τιμῆς τοῦ t κατὰ τὴν ἀντίστοιχον ἡμέραν, παρέχονται εἰς τὸ σχ. 12 συναρτήσει τῶν ἀντιστοιχῶν μέσων τιμῶν t^{M1} , t^{M2} τῆς θερμοκρασίας τοῦ αέρος. Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου διαπιστοῦται σαφῆς συσχέτισις μεταξὺ τῶν τιμῶν τῶν t^{M1} , t^{M1} καὶ t^{M2} , t^{M2} . Μάλιστα δὲ αἱ τιμαὶ τῶν t^{M1} , t^{M2} ἀρχικῶς μὲν αὐξάνονται αὐξανομένης τῆς ἀντιστοιχοῦ μέσης θερμοκρασίας μέχρι μιᾶς ὁριακῆς τιμῆς t^{M1} , $t^{M2}=27-28^{\circ}\text{C}$, μετὰ ταῦτα ὅμως ἐμφανίζεται μία τάσις μειώσεώς των μετὰ τῆς τιμῆς τῶν t^{M1} , t^{M2} . Τὸ φαινόμενον τοῦτο σχετίζεται ἀσφαλῶς πρὸς τὸ ἀντίστοιχον φαινόμενον τὸ ὁποῖον ἐπεσημάνθη εἰς τὴν προηγουμένην παράγραφον διὰ τὰς μέσας ἡμερησίας τιμὰς t^M τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος. Ἐπὶ πλέον τὰ δύο ταῦτα φαινόμενα μᾶς ἐπιτρέπουν νὰ ἐξημενύσωμεν τὰ ἀνάλογα φαινόμενα ποὺ ἐπεσημάνθησαν εἰς τὴν παράγραφον 4.2 διὰ τὴν περίπτωσιν τῶν ἀντιστοιχῶν μέσων τιμῶν τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως.

γ) Ἐμελετήθη ἡ μεταβλητότης τῶν τιμῶν τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος ποὺ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς διαφόρους ὥρας τοῦ εἰκοσιτετραώρου, ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡμέραν δι' ἐκάστην τῶν περιόδων A - E κειχωρισμένως. Εἰς τὰ διαγράμματα τῆς δευτέρας σειρᾶς τοῦ σχ. 4 παρέχονται ὑπὸ ἰδίαν κλίμακα αἱ τιμαὶ τῆς διασπορᾶς σ τῶν τιμῶν τοῦ t δι' ἐκάστην ὥραν τοῦ εἰκοσιτετραώρου τῆς ἀντιστοιχοῦ περιόδου παρατηρήσεων. Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου διαπιστοῦται ὅτι ἡ διασπορὰ σ καθίσταται ἐλαχίστη κατὰ τὰς ὥρας 10^h-17^h ΕΩΕ. Ἡ ἐλαχίστη τιμὴ εἶναι τῆς τάξεως τῶν $0.2-0.3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ διὰ τὰς θερινὰς περιόδους A, C, D καὶ E καὶ τοῦ $0.3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ διὰ τὴν ἐαρινὴν περίοδον B.

δ) Ἐπειδὴ αἱ γεωδαιτικαὶ μετρήσεις διεξάγονται κυρίως κατὰ τοὺς θερινοὺς μῆνας, εἶναι χρήσιμον νὰ ἔχωμεν πληροφορίας διὰ τὴν μέσιν ἡμερησίαν πορείαν τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος κατὰ τὴν περίοδον ταύτην. Εἰς τὸ σχ. 9 παρέχεται ἡ μέση ἡμερησία πορεία τῶν τιμῶν τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος t_F , t_P



Σχ. 12. Σχέσεις μεταξύ των μέσων τιμών τ^{M1} και τ^{M2} της κατακορύφου θερμοβαθμίδος δια τα χρονικά διαστήματα 12^h-15^h ΕΩΕ και 10^h-17^h ΕΩΕ αντίστοιχως εκάστης ημέρας παρατηρήσεων των πέντε περιόδων Α (Δ), Β (□), Γ (+), Δ (·) και Ε (ο) όμοι και των αντίστοιχων μέσων τιμών t^{M1} και t^{M2} της θερμοκρασίας του αέρος.

καὶ τὸ πρὸς ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰς τέσσαρας θερινὰς περιόδους Α, C, D καὶ Ε ὁμοῦ. Εἰς τὸ αὐτὸ σχῆμα δίδεται ὑπὸ ἰδίαν κλίμακα καὶ ἡ διασπορὰ σ τῶν τιμῶν τῶν τ_F , τ_P καὶ τ δι' ἐκάστην ὥραν τοῦ εἰκοσιτετραώρου διὰ τὰς τέσσαρας ταύτας περιόδους παρατηρήσεων. Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου διαπιστοῦται ὅτι ἡ διασπορὰ σ καθίσταται ἐλαχίστη κατὰ τὰς ὥρας $10^h - 17^h$ ΕΩΕ. Ἡ ἐλαχίστη αὕτη τιμὴ εἶναι τῆς τάξεως τοῦ $0.3 - 0.4^\circ \text{C}/100 \text{ m}$ διὰ τὰ τ_F καὶ τ_P καὶ τοῦ $0.2 - 0.3^\circ \text{C}/100 \text{ m}$ διὰ τὸ τ .

7. ΘΕΩΡΗΤΙΚΑΙ ΤΙΜΑΙ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΟΥ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ

Ἐκ τῆς σχέσεως (2.4) προκύπτει ὅτι διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν θεωρητικῶς τὴν τιμὴν τοῦ τοπικοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως εἰς ἓνα τόπον P, ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν τὰς τιμὰς τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος t καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως p , καθὼς καὶ τὴν τιμὴν τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος τ εἰς τὸν τόπον αὐτόν. Καὶ αἱ μὲν τιμαὶ τοῦ t καὶ p δύνανται νὰ μετρηθοῦν ἀπ' εὐθείας. Ἀντιθέτως, ὁ προσδιορισμὸς τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος παρουσιάζει μεγάλας δυσχερείας. Κατ' ἀνάλογον τρόπον, ὅταν ἔχωμεν δύο τόπους P_1 καὶ P_2 δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν θεωρητικῶς τὴν τιμὴν τοῦ μέσου συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως $K = \frac{1}{2} (K_1 + K_2)$ μεταξὺ τῶν τόπων αὐτῶν, ἐφ' ὅσον γνωρίζωμεν τὰς τιμὰς t_1 , p_1 καὶ t_2 , p_2 τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως εἰς τοὺς δύο τόπους, καὶ τὴν τιμὴν τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος τ μεταξὺ τῶν τόπων αὐτῶν. Συνεπῶς, καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν αὕτην εἶναι ἀπαραίτητος ἡ εὕρεσις τῆς τιμῆς τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος. Μία κατὰ χονδροειδῆ προσέγγισιν λύσις θὰ ἦτο νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν τιμὴν τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος ἐκ τῶν τιμῶν τῶν θερμοκρασιῶν τοῦ ἀέρος t_1 καὶ t_2 τῶν μετρηθεισῶν εἰς τοὺς τόπους P_1 καὶ P_2 καὶ τῆς ὑψομετρικῆς διαφορᾶς τῶν τόπων αὐτῶν Δh_{12} , τῇ βοηθείᾳ δηλαδή, τῆς σχέσεως

$$\tau = - \frac{\Delta t_{12}}{\Delta h_{12}}. \quad (7.1)$$

Εὐκόλως φαίνεται ὅμως ὅτι ἡ λύσις αὕτη δύνανται νὰ μᾶς ὀδηγήσῃ εἰς πολὺ ἐσφαλμένας τιμὰς διὰ τὸ τ , λόγῳ τοῦ ὅτι αἱ τοπικαὶ συνθῆκαι εἰς τοὺς δύο σταθμοὺς δύνανται νὰ ἐπηρεάσουν σημαντικῶς τὰς τιμὰς τῆς θερμοκρασίας ποὺ εὐρίσκονται τῇ βοηθείᾳ τῶν μετεωρολογικῶν μετρήσεων ποὺ γίνονται εἰς τοὺς

σταθμούς αὐτούς. Διὰ νὰ ἐξετασθῇ λεπτομερέστερον τὸ θέμα ὑπελογίσθησαν αἱ θεωρητικαὶ τιμαὶ K^{C1} τοῦ μέσου συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως $K = \frac{1}{2}(K_F + K_P)$, ὅπου αἱ τιμαὶ τοῦ K_F καὶ K_P ὑπελογίσθησαν τῇ βοηθείᾳ τῆς σχέσεως (2.4) ἐκ τῶν τιμῶν t_F , p_F καὶ t_P , p_P αἱ ὁποῖαι ἐμετρήθησαν εἰς τοὺς δύο σταθμούς Φανερ Τούμπα καὶ Πανόραμα καὶ τῆς τιμῆς τῆς θερμοβαθμίδος τ τῆς παρεχομένης ὑπὸ τῆς σχέσεως (7.1). Αἱ τιμαὶ αὗται συνεκρίθησαν πρὸς τὰς ἀντιστοίχους παρατηρηθείσας τιμὰς K^{obs} τοῦ K καὶ ὑπελογίσθησαν οὕτως αἱ τιμαὶ τῆς διασπορᾶς

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=N} (K^{obs} - K^{C1})^2}{N}} \quad (7.2)$$

καὶ τῆς ἀντιστοίχου ἀκριβείας

$$\varepsilon = 100 \left(1 - \frac{\sigma}{\bar{K}^{obs}} \right) \%. \quad (7.3)$$

Ὁ πίναξ 2 παρέχει τὰς οὕτω προκυψάσας τιμὰς τῆς ἀκριβείας δι' ἐκάστην ὥραν παρατηρήσεως ἐκάστης περιόδου παρατηρήσεων. Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου διαπιστοῦται ὅτι ἡ ἀκρίβεια τὴν ὁποίαν ἐπιτυγχάνομεν, ὅταν ὑπολογίζωμεν θεωρητικῶς τὴν τιμὴν τοῦ K χρησιμοποιοῦντες τὰς τιμὰς τῆς κατακόρυφου θερμοβαθμίδος τῆς παρεχομένης ὑπὸ τῆς σχέσεως (7.1) εἶναι ἐξαιρετικῶς χαμηλή.

Ἐν συνεχείᾳ προέβημεν εἰς ἓνα δεύτερον ὑπολογισμόν τῆς θεωρητικῆς τιμῆς K^{C2} τοῦ μέσου συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως $K = \frac{1}{2}(K_F + K_P)$, κατὰ τὸν ὁποῖον αἱ τιμαὶ τῶν K_F καὶ K_P εὐρέθησαν ἐκ τῆς σχέσεως (2.4) καὶ τῶν τιμῶν t_F , p_F καὶ t_P , p_P , αἱ ὁποῖαι ἐμετρήθησαν εἰς τοὺς σταθμούς Φανερ Τούμπα καὶ Πανόραμα. Διὰ τὴν κατακόρυφον θερμοβαθμίδα τ_F καὶ τ_P ὅμως ἐχρησιμοποιήθησαν εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην αἱ τιμαὶ αἱ παρεχόμεναι ὑπὸ τοῦ σχήματος 12. Αἱ θεωρητικαὶ αὗται τιμαὶ K^{C2} συνεκρίθησαν καὶ πάλιν πρὸς τὰς ἀντιστοίχους παρατηρηθείσας τιμὰς K^{obs} καὶ ὑπελογίσθησαν αἱ τιμαὶ τῆς διασπορᾶς σ καὶ τῆς ἀκριβείας ε , αἱ ὁποῖαι παρέχονται ὑπὸ τοῦ πίνακος 2. Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου διαπιστοῦται ὅτι ἡ ἀκρίβεια ἡ ὁποία ἐπιτυγχάνεται εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην εἶναι τῆς τάξεως τοῦ 80-90%, δηλαδὴ ἱκανοποιητικὴ καὶ ἐν πάσῃ περιπτώσει ἀσυγκρίτως μεγαλυτέρα ἀπὸ ἐκείνην τὴν ὁποίαν ἔχομεν, ὅταν ὑπολογίζωμεν τὴν κατακόρυφον θερμοβαθμίδα τῇ βοηθείᾳ τῆς σχέσεως (7.1).

Π Ι Ν Α Κ 2.

Τιμαί τής ἀκριβείας ϵ (%) τής ποσότητος $K^{obs} - K^C$ διὰ $\tau = -\Delta t_{FP}/\Delta h_{FP}$
καί τ μέσαι τιμαί $\bar{\tau}$ ἐκ τοῦ σχ. 12.

Ω ρ α	$\tau = -\Delta t_{FP}/\Delta h_{FP}$					$\tau = \bar{\tau}$				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
01				82	67				89	90
02				77	68				89	90
03				76	69				89	89
04				75	71				84	89
05				78	75				88	88
06				77	74				90	88
07	77			77	76	86			88	89
08	64	59	62	48	66	87	84	76	82	88
09	57	62	51	51	66	87	83	79	91	92
10	44	59	30	44	59	89	80	84	89	89
11	31	48	6	25	49	87	79	87	91	90
12	37	36	— 3	30	48	87	80	91	93	92
13	20	36	— 1	26	51	87	84	92	92	90
14	28	34	— 3	28	43	87	87	90	90	92
15	26	35	— 7	25	34	88	83	92	91	93
16	35	37	— 4	34	29	87	85	92	90	92
17	24	46	19	40	32	86	83	91	89	93
18	58			61	48	91			91	89
19				73	75				89	89
20				78	82				91	90
21				79	79				90	90
22				77	71				91	89
23				78	68				88	90
24				82	63				87	92

S U M M A R Y

The value of the coefficient of terrestrial refraction K has been determined with the help of zenith distance measurements carried out between two observing stations situated at a distance of 15122.55 m and absolute heights equal to about 177 m and 361 m in the area of Thessaloniki. A total of 1924 hourly values of K covering 128 days during the years 1969-74 have been thus obtained. On the basis of this material the variation of the value of K during each day and from day to day, as compared with the corresponding variation of air temperature has been studied.

In the second part of the paper a method for the determination of the vertical temperature gradient τ with the help of the coefficient of terrestrial refraction is described. With the help of this method 1924 values of τ for the area under consideration have been determined. On the basis of this material the variation of the value of τ during each day and from day to day as compared with the corresponding variation of air temperature has been studied.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Π. 'Αγιακάτσικα - Β. 'Απλάδα - Χ. Κοτζαμάνη καὶ Α. Χριστοδούλου, Προσδιορισμός τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως K εἰς τὴν περιοχὴν τῆς Θεσσαλονίκης. Διπλωματικὴ ἐργασία, Πανεπιστήμιον Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, σελ. 208, 1971
- Ο. 'Αγιάλεω - Α. 'Αργυροῦ - Ν. Καλλονᾶ - Ν. Κατσαρέλη - Ν. Μαντζαβίνου - Β. Μισαηλίδη - Ι. Νικολάου καὶ Π. Τσουρέλη, Προσδιορισμός τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως εἰς τὴν περιοχὴν τῆς Θεσσαλονίκης, Διπλωματικὴ ἐργασία, Πανεπιστήμιον Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, σελ. 313, 1974.
- Ι. 'ΑΣπρίδη - Δ. Βάπελα - Γ. Βλαχάκη - Γ. Βουγιατζῆ - Β. Μπουντούρη - Ν. Τζαφέτα - Κ. Τσανακτσίδη - Ι. Φαμέλου, Προσδιορισμός τοῦ συντελεστοῦ γεωδαιτικῆς διαθλάσεως K εἰς τὴν περιοχὴν Θεσσαλονίκης, Διπλωματικὴ ἐργασία, Πανεπιστήμιον Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, σελ. 116, 1972.
- A. Badellias - L. N. Mavridis - P. Savaidis and A. Tsioumis, Meteorologika, Publications of the Meteorological Institute of the University of Thessaloniki No. 69, 189, 1980.

- Η. Λίναρη - Β. Παντελίδη - Χ. Παπαβασιλείου και Θ. Παπαδοπούλου, Προσδιορισμός του συντελεστού γεωδαιτικής διαθλάσεως Κ εις την περιοχήν Θεσσαλονίκης. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιον Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, σελ. 118, 1971.
- Λ. Ν. Μavridis and Α. Λ. Papadimitriou, Paper presented to the XVth General Assembly of the IUGG/IAG, Moscow, 1971.
- Λ. Ν. Μavridis and Α. Λ. Papadimitriou, J. of Geophysical Research **78**, 2679, 1973. Publications of the Department of Geodetic Astronomy, University of Thessaloniki, No. 1, 1973.
- Ι. Μποζινέκη - Α. Ταξέ - Ν. Νίκηφορίδη και Δ. Τσιαπραλή, Προσδιορισμός του συντελεστού γεωδαιτικής διαθλάσεως Κ εις την περιοχήν της Θεσσαλονίκης. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιον Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, σελ. 185, 1971.
- Γ. Παναγιωτίδου - Α. Σοφιανάτου - Μ. Τερζιάν και Α. Χουλιάρα, Προσδιορισμός του συντελεστού γεωδαιτικής διαθλάσεως Κ. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιον Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, σελ. 293, 1969.
- Α. Παπαδημητρίου, Μελέτη της γεωδαιτικής διαθλάσεως εις την περιοχήν της Θεσσαλονίκης. Διατριβή επί διδακτορία, Πανεπιστήμιον Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, σελ. VI + 145, 1970.
- Π. Σαβατῆδης, 'Ιδιωτική πληροφορία, 1981.