

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 9ΗΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 1972

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΓΡΗΓ. ΚΑΣΙΜΑΤΗ

---

ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΙΣ ΜΗ ΜΕΛΟΥΣ

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ.— **Νυκτεριναί αναστροφαι θερμοκρασίας επιφανείας έν Ἀθήναις (Σταθμός ραδιοβολίσεων Ἑλληνικοῦ), ὑπό Ἰωάννου Γ. Δικαιάκου\***. Ἀνεκοινώθη ὑπό τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Ἡλ. Μαριολοπούλου.

1. **Εἰσαγωγή.** Τὸ φαινόμενον τῶν νυκτερινῶν αναστροφῶν θερμοκρασίας επιφανείας, κατὰ τὸ ὅποιον, ὡς γνωστόν, σημειοῦται αὐξήσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος ἀπὸ τῆς επιφανείας τοῦ ἐδάφους μέχρι στάθμης τινός, εἶναι κυρίως ἄμεσον ἢ ἔμμεσον ἀποτέλεσμα τῆς νυκτερινῆς ψύξεως τοῦ ἐδάφους (1). Τοῦτο, ἔκτος τοῦ καθαρῶς θεωρητικοῦ ἐνδιαφέροντος, παρουσιάζει μέγα ἐνδιαφέρον διὰ τὰ προβλήματα διαδόσεως τῶν μικροκυμάτων (2) καὶ ἰδίᾳ διὰ τὸ πρόβλημα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς ρυπάνσεως (3), τὸ ὅποιον ἔχει ἤδη καταστῆ φλέγον λόγῳ τῆς ἐξαιρετικῶς πυκνῆς τροχαίας κινήσεως εἰς τὰ ἀστικά κέντρα ὡς καὶ τῆς ἐντὸς καὶ πέριξ αὐτῶν μεγάλης ἐξαπλώσεως τῆς βιομηχανίας.

Σκοπὸς τῆς παρούσης μελέτης εἶναι ἡ ἐξέτασις τῆς συνισταμένης καὶ τῶν συνιστωσῶν τῆς συχνότητος τῶν αναστροφῶν θερμοκρασίας επιφανείας, αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν εἰς τὸν Σταθμὸν ραδιοβολίσεων Ἑλληνικοῦ τὴν 2αν τοπικὴν ὥραν, ὡς καὶ ἡ ἐξέτασις τῆς ἐπιδράσεως, τὴν ὁποῖαν ἀσκεῖ τὸ φαινόμενον ἐπὶ τῶν διαφόρων μετεωρολογικῶν στοιχείων. Ἐπίσης, ἐξετάζεται ἡ πιθανότης ἐμφανίσεως τοῦ φαινομένου ὑπὸ ὠρισμένης καιρικῆς συνθήκας, ὡς καὶ ὁ ρόλος αὐτοῦ

---

\* JOHN G. DIKAIACOS, **Nocturnal Surface - Temperature - Inversions in Athens (Radiosonde Station of Hellinikon).**

εἰς τὸ νυκτερινὸν κλίμα τῶν Ἀθηνῶν. Ὁ ρόλος οὗτος ἀποκαλύπτεται διὰ τοῦ ἐπινοηθέντος ὑφ' ἡμῶν βαθμοῦ ἐπιδράσεως  $m_{\chi}^{\psi}$  φαινομένου τινὸς  $\psi$  εἰς τὴν ἔτησίαν κύμανσιν κλιματικοῦ τινος στοιχείου  $\chi$ . Τέλος ἐξετάζονται ὁ διαδοχικὸς ἀριθμὸς ἡμερῶν ἀναστροφῆς καὶ αἱ διάφοροι παράμετροι τῶν ἐξαιρετικῶς ἰσχυρῶν ἀναστροφῶν.

**2. Μετεωρολογικὸν ὕλικόν.** Διὰ τὴν παροῦσαν μελέτην ἐξητάσθησαν λεπτομερῶς 3432 διαγραμμάτα ραδιοβολίσεων (τῆς 2<sup>ας</sup> πρωινῆς ὥρας) τοῦ Σταθμοῦ τοῦ Ἑλληνικοῦ, αἱ ὁποῖα ἐξετελέσθησαν κατὰ τὴν περίοδον 1960-1970. Ἐκ τῶν διαγραμμάτων τούτων ἐλήφθησαν αἱ τιμαὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος τόσον παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐδάφους (εἰς ὕψος 1.5 m) ὅσον καὶ εἰς τὴν στάθμην τῶν 1000 mb, τὸ ὕψος τῆς ὁποίας ἐπίσης κατεγράφη. Ἐκ τοῦ ἰδίου Σταθμοῦ ἐπιφανείας ἐλήφθησαν καὶ κατεγράφησαν αἱ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τιμαὶ τῆς σχετικῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος, τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, τῆς διευθύνσεως καὶ ταχύτητος τοῦ ἀνέμου, ὡς καὶ αἱ τιμαὶ τῆς ὀρατότητος καὶ νεφώσεως διὰ τὴν 2<sup>αν</sup> τοπικὴν ὥραν. Δι' ἐξαιρετικῶς ἰσχυρὰς ἀναστροφὰς ὑπελογίσθησαν ἐκ τῶν διαγραμμάτων τῶν ραδιοβολίσεων αἱ τιμαὶ τοῦ μεγέθους αὐτῶν  $\Delta T$ , τοῦ βάθους  $h$  (τοῦ ὕψους τῆς κορυφῆς αὐτῶν) καὶ τῆς ἐντάσεώς των  $\Gamma$  ( $\Delta T/\Delta z$ ). Τέλος, προέβημεν εἰς εἰδικὰς προσωπικὰς παρατηρήσεις κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους 1966 καὶ κατὰ τὴν περίοδον ἀπὸ 1/3/1972 μέχρι 30/7/1972. Ὅσακις, δηλονότι, κατὰ τὴν μεταμεσονύκτιον ραδιοβόλισιν εἰς τὸν Σταθμὸν τοῦ Ἑλληνικοῦ ἐσημειοῦτο ἀναστροφή ἐπιφανείας, κατὰ τὴν πρωίαν καὶ πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου παρετηροῦμεν ἐξ ὑψηλοῦ τινος σημείου τῶν Τουρκοβουνίων Κυψέλης ὅτι, εἰς τὰς πλείστας τῶν περιπτώσεων, ἠωρεῖτο ἄνωθεν τοῦ μεγαλυτέρου τμήματος τῶν Ἀθηνῶν τὸ γνωστὸν λόγῳ τῶν ἀναστροφῶν νέφος ἐξ aerosols.

**3. Δυνατότης ἐπισημάνσεως τῶν ἀναστροφῶν θερμοκρασίας ἐπιφανείας ἐκ τῶν διαγραμμάτων τῶν ραδιοβολίσεων καὶ κριτήριον ἐπιλογῆς αὐτῶν.** Ἐξ ἐπισταμένης ἐξετάσεως ὄλων τῶν ὑπ' ὄψιν διαγραμμάτων, διεπιστώθη ὅτι εἰς μέγα πλῆθος διαγραμμάτων ἐσημειοῦτο ἀΐξεις τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους μέχρι τοῦ ὕψους τῶν 200 ἕως τῶν 300 m, κατὰ μέσον ὄρον, καὶ μὲ μέσον ρυθμὸν ἀΐξεσεως περίπου  $0.75^{\circ} \text{C}/100 \text{ m}$ . Μέχρι τοῦ ὕψους τούτου ἡ κλίσις τῆς καμπύλης τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος διετεθεῖτο ἐν πολλοῖς σταθερά, ἐνῶ ἡ στάθμη τῶν 1000 mb σπανίως ὑπερέβαινε τὸ ὕψος τῆς κορυφῆς τῶν ἀναστροφῶν. Αἱ ἐν λόγῳ διαπιστώσεις ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὰ πορίσματα τῶν προσωπικῶν ἡμῶν παρατηρήσεων ἄγουν ἀσφαλῶς εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι τὸ φαινόμενον τῶν νυκτερινῶν ἀναστροφῶν θερμοκρασίας ἐπιφα-

νείας δύναται νὰ ἐπισημανθῆ εἰς τὸ λεκανοπέδιον τῶν Ἀθηνῶν διὰ τῶν διαγραμμάτων τῶν ραδιοβολίσεων τοῦ Σταθμοῦ τοῦ Ἑλληνικοῦ.

Λαβόντες ὑπ' ὄψιν τὴν ἀνυψωτικὴν ταχύτητα τῆς ραδιοβολίδος, ἡ ὁποία κατὰ μέσον ὄρον εἶναι περίπου 6 m/sec, ὡς καὶ τὴν σταθερὰν χρόνον τοῦ θερμοστοιχείου αὐτῆς, ἡ ὁποία κυμαίνεται μεταξὺ 0.1 καὶ 0.2 sec (4), ἐθέσαμεν τὸ ἀκόλουθον κριτήριον ἐπιλογῆς τῶν ἀναστροφῶν :

$$\Gamma_{100} \equiv \Delta T / \Delta z \geq 0 \quad (1)$$

Κατ' αὐτὸ ἐλάβομεν ὑπ' ὄψιν τὴν ἀπόλυτον τιμὴν τῆς κατακορύφου θερμοβαθμίδος, ἐκπεφρασμένης εἰς  $^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$ , ἣτις ἐνταῦθα ὑπολογίζεται ἐκ τῆς θερμομετρικῆς διαφορᾶς  $\Delta T$  μεταξὺ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους καὶ τῆς στάθμης τῶν 1000 mb, ὡς καὶ ἐκ τοῦ σχετικοῦ (ὡς πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν) γεωδυναμικοῦ  $\Delta z$  τῆς ἰδίας στάθμης (5). Ἡ συχνότης τῶν οὕτως ἐπιλεγομένων ἀναστροφῶν ἐξαγομένη ἐκ μοναδικῆς ἐντὸς μιᾶς νυκτὸς δειγματοληψίας θὰ ἐμφανίζεται κατ' ἀνάγκην μειωμένη. Τοῦτο ὅμως δὲν ἀποτελεῖ μειονέκτημα τῆς παρουσίας ἐρεῦνης ἀλλὰ πλεονέκτημα, διότι αἱ ἐν λόγῳ ἀναστροφῶν ἀντιπροσωπεύουν περιπτώσεις ἀναστροφῶν διαρκείας. Πρόσθετον πλεονέκτημα τῆς παρουσίας ἐπιλογῆς εἶναι τὸ γεγονός, ὅτι αἱ καμπύλαι μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος καὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ἀνέμου μετὰ τοῦ ὕψους (temperature - and wind - profiles) εἶναι ἀντιπροσωπευτικαὶ τῶν μέσων καμπυλῶν τῆς νυκτὸς (6).

4. **Ἐτησία κατανομὴ τῆς ἐντάσεως τῶν ἀναστροφῶν** Ἡ ἐτησία κατανομὴ τῆς ἐντάσεως  $\Gamma_{100}$  τῶν ἀναστροφῶν θερμοκρασίας ἐπιφανείας εἰς τὸν Σταθμὸν τοῦ Ἑλληνικοῦ ἐμφανίζει τὰς τιμὰς, τὰς περιεχομένας εἰς τὸν πίνακα 1, ἔνθα ὡς διάστημα τάξεως ἐλήφθη ἡ τιμὴ  $0.49^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$  μὲ κατώτατον ὄριον τὸ μηδέν.

Ἐκ τῶν τιμῶν τοῦ πίνακος τούτου, ὡς καὶ ἐκ τοῦ ὑπ' ἀριθ. 1 σχήματος, συνάγεται ὅτι τόσον ἡ ἀπόλυτος ὅσον καὶ ἡ σχετικὴ συχνότης τοῦ φαινομένου

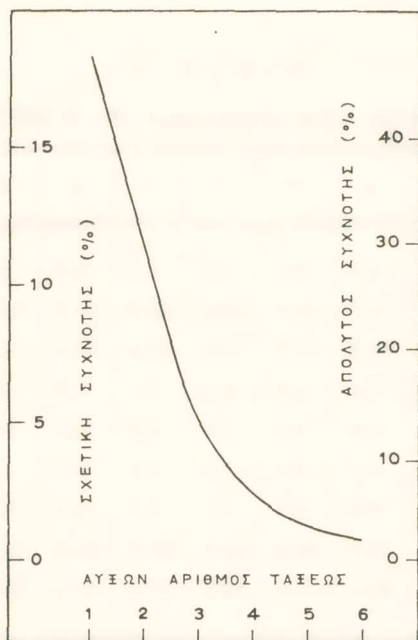
#### Π Ι Ν Α Κ Ε 1.

**Ἀπόλυτοι καὶ σχετικαὶ συχνότητες ἀναστροφῶν ἐντάσεως διαφόρου τάξεως.**

Ἀριθ. (j) τάξεως	1	2	3	4	5	6
Ἀπόλ. συχνότης (%)	45.9	30.1	13.1	6.4	3.0	1.4
Σχετικὴ » (%)	17.7	11.6	5.0	2.4	1.2	0.6



ἀκολουθεῖ ὁμαλῶς φθίνουσιν μετὰ τῆς ἐντάσεως, καμπύλην. Ἡ ἐτησία τιμὴ τῆς σχετικῆς συχνότητος, ἢ ὁποῖα σημειωτέον ἐκφράζει καὶ τὴν πιθανότητα ἐμφανίσεως τοῦ φαινομένου, ἀνέρχεται εἰς τὸ ἐξαιρετικῶς ὑψηλὸν ἐπίπεδον τοῦ 38,4%. Τοῦτο εἶναι λίαν ἀξιοσημεῖωτον, δοθέντος ὅτι, ἂν ληφθῆ ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ κατάστασις κατὰ τὰς ἀναστροφὰς περιγράφεται — ὡς θὰ ἴδωμεν κατω-



Σχ. 1. Κατανομή ἐντάσεως ἀναστροφῶν.

τέρω — ὑπὸ ἀσθενῶν ἀντικυκλωνικῶν, αἰθριῶν καὶ νηνέμων κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον καταστάσεων, ὀφείλομεν νὰ δεχθῶμεν ὅτι τὸ φαινόμενον τῶν ἀναστροφῶν συμβάλλει ἐνεργῶς εἰς τὴν διαμόρφωσιν τοῦ νυκτερινοῦ κλίματος τῶν Ἀθηνῶν, τοῦ ὁποίου καὶ ἀποτελεῖ οὐσιῶδες χαρακτηριστικὸν γνώρισμα.

5. **Ἐτησία κύμανσις τῆς συνισταμένης συχνότητος τῶν ἀναστροφῶν καὶ τῶν συνιστωσῶν αὐτῆς.** Εἰς τὸν πίνακα 2 δίδονται αἱ μηνιαῖαι τιμαὶ τῆς συνισταμένης συχνότητος τῶν ἀναστροφῶν ( $F_i$ ) καὶ τῶν συνιστωσῶν αὐτῆς ( $F_{ij}$ ) τ. ἔ. τῶν συχνοτήτων τῶν ἀναστροφῶν, αἱ ὁποῖαι ἀνήκουν εἰς τὰς αὐτὰς τῆς προηγουμένης παραγράφου τάξεις  $j$  ἐντάσεως  $\Gamma_{100}$ . Αἱ ἐν λόγῳ συχνότητες δίδονται ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν καὶ ὑπολογίζονται διὰ τῶν σχέσεων :

$$F_i = 100 (n_i / N_i) \qquad f_{ij} = 100 (n_{ij} / N_i) \qquad (2)$$

όπου  $n_i$  και  $n_{ij}$  ο μηνιαίος αριθμός όλων των αναστροφών και ο των άνηκουσών εις έκαστην τάξιν αντίστοιχος, και  $N_i$  ο συνολικός μηνιαίος αριθμός ραδιοβολίσεων. Ἡ συνιστώσα  $f_{ij}$  δίδεται ἀναλελυμένη εις τὰς συχνότητες  $f_i^1$  και  $f_i^0$ , ἤτοι εις τὰς συχνότητες τῶν αναστροφῶν με  $\Gamma_{100}$  μικροτέραν τῶν  $0.49^\circ \text{C} / 100 \text{ m}$  ἀφ' ἑνὸς και τῶν περιπτώσεων ἰσοθέριμου διαστρώσεως ἀφ' ἑτέρου. Δίδεται ἐπίσης και ἡ συχνότης  $f_i$  ὅλων τῶν ἀμιγῶν αναστροφῶν.

Π Ι Ν Α Κ Σ 2.

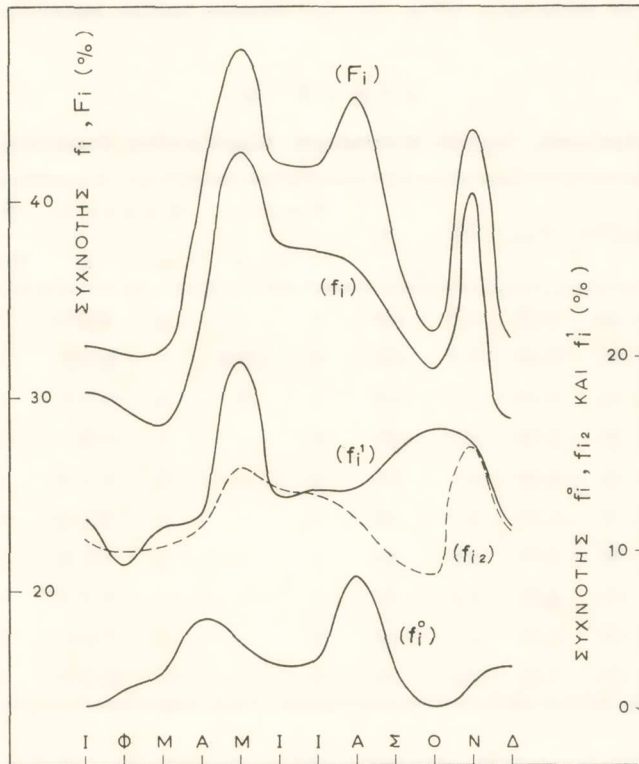
Μηνιαῖαι τιμαὶ συχνότητων  $F_i$ ,  $f_i$  και  $f_{ij}$ .

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
$f^0$	2.3	3.0	3.8	6.5	5.3	4.2	4.4	8.8	4.1	2.0	3.3	4.0
$f_{i1}$	11.6	9.3	11.3	11.9	18.9	12.8	13.2	13.2	15.1	16.3	15.4	11.4
$f_i^1$	10.6	10.0	10.3	11.2	14.3	13.2	12.9	11.7	9.6	8.8	15.4	11.1
$f_{i2}$	5.6	5.9	4.1	5.8	3.8	3.8	6.3	7.0	4.5	3.9	6.4	3.7
$f_{i3}$	1.7	3.0	1.0	3.2	2.6	4.9	2.2	3.3	2.7	1.0	2.0	2.0
$f_{i4}$	0.3	0.7	0.7	1.1	2.3	2.4	2.2	0.7	1.4	0.7	1.3	0.3
$f_{i5}$	0.3	0.3	1.0	0.4	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7		0.3
$f_{i6}$	30.2	29.3	28.5	33.6	42.6	37.8	37.5	36.6	33.9	31.4	40.5	28.9
$F_i^1$	32.6	32.2	32.3	40.1	47.9	42.0	41.9	45.4	38.0	33.3	43.8	32.9

Τόσον ἐκ τῶν τιμῶν τοῦ πίνακος τούτου ὅσον και ἐκ τοῦ ἀκολουθοῦντος σχήματος 2 ἔπεται ὅτι ἡ ἐτησία πορεία τῆς συνισταμένης συχνότητος τῶν αναστροφῶν εἶναι ἰδιαζόντως χαρακτηριστική. Κύριον γνώρισμα ταύτης εἶναι ἡ τριπλῆ κύμανσις με τρία ὀξέα και ὑψηλὰ μέγιστα κατὰ τοὺς μῆνας Μάϊον ( $47.9\%$ ), Αὐγουστον ( $45.4\%$ ) και Νοέμβριον ( $43.8\%$ ) και με τρία βαθέα ἐλάχιστα κατὰ τοὺς μῆνας Φεβρουάριον ( $32.2\%$ ), Ἰούλιον ( $41.9\%$ ) και Ὀκτώβριον ( $33.3\%$ ). Ἡ διαδοχὴ τῶν μεγίστων πραγματοποιεῖται ἀνὰ τρίμηνον, ἐνῶ αἱ τιμαὶ των φθίνουσι σχεδὸν γραμμικῶς ἀπὸ τοῦ πρωτεύοντος μεγίστου. Ἡ ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἐλαχίστου μέχρι τοῦ ἀκολουθοῦντος μεγίστου, ταχύτης μεταβολῆς τῆς συχνότητος εἶναι λίαν σημαντικὴ και μεγίστη ( $10.5\%$ /μῆνα) κατὰ τὴν ἀπὸ τοῦ Ὀκτωβρίου πρὸς τὸν Νοέμβριον μετάβασιν.

Αἱ συνιστώσαι τῆς συχνότητος ἐμφανίζουσι διπλῆν ἢ τριπλῆν ἐτησίαν κύμανσιν. Τὰ ἰδιαίτερα αὐτῶν γνωρίσματα μεταβιβάζονται εις τὴν συνισταμένην, ἐπὶ

τῆς ὁποίας διακρίνονται λίαν σαφῶς. Ἡ μηνιαία κατανομή τῆς ἐντάσεως τῶν ἀναστροφῶν ἐμφανίζει τὴν αὐτὴν περίπου εἰκόνα μὲ τὴν τῆς ἐτησίας κατανομῆς, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον ἀποδεικνύει τὴν σταθερότητα τοῦ χαρακτῆρος τῆς κατανομῆς τῆς ἐντάσεως τοῦ φαινομένου. Ἐπίσης, σταθερότητα χαρακτῆρος παρουσιάζει καὶ



Σχ. 2. Ἐτησία κύμανσις τῆς συχνότητος τῶν ἀναστροφῶν καὶ τῶν συνιστωσῶν αὐτῆς.

ἡ μορφή τῆς ἐτησίας κυμάνσεως, ὡς διεπιστώθη ἐκ τιμῶν, αἱ ὁποῖαι ἐξήχθησαν ἐκ περιόδου μικροτέρας τῆς ὑπ' ὄψιν ἑνδεκαετοῦς.

Εἶναι φανερόν ὅτι τὰ ἀνωτέρω συμπεράσματα ἀφοροῦν καὶ εἰς τὴν πιθανότητα ἐμφάνισης τοῦ φαινομένου τῶν ἀναστροφῶν, διότι αἱ σχέσεις 2 παρέχουν ἐξ ὁρισμοῦ τὴν πιθανότητα ταύτην, ἐκφραζομένην ἐπὶ τοῖς ἑκατόν.

#### 6. Ἐξαιρετικαὶ περιπτώσεις ἀναστροφῶν θερμοκρασίας ἐπιφανείας.

Εἰς τὸν πίνακα 3 δίδονται αἱ ἡμερομηνιαί, καθ' ἃς ἐσημειώθησαν ἐξαιρετικῶς ἰσχυραὶ ἀναστροφαί, ἥτοι ἀναστροφαί μὲ  $\Gamma_{100}$  μεγαλυτέραν τῶν  $3^\circ\text{C}/100\text{ m}$ . Δι'



εκάστην τῶν περιπτώσεων δίδεται ἡ τιμὴ τῆς ἐντάσεως  $\Gamma_{100}$  εἰς  $^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$ , τοῦ μεγέθους  $\Delta T$  εἰς  $^{\circ}\text{C}$ , τοῦ βάθους  $h$  εἰς  $\text{m}$ , τῆς διευθύνσεως  $d$  καὶ τῆς ταχύτητος  $v$  τοῦ ἀνέμου εἰς  $\text{knots}$  τόσον εἰς τὴν βάσιν τῆς ἀναστροφῆς ὅσον καὶ εἰς τὴν κορυφὴν αὐτῆς. Δὲν παραλείπεται νὰ δοθοῦν αἱ τιμαὶ τῆς ὁρατότητος εἰς βαθμίδας τῆς διεθνoῦς κλίμακος ὡς καὶ αἱ τιμαὶ τῆς νεφώσεως ὁμοῦ μετὰ τοῦ εἴδους τῶν νεφῶν ἐξ ὧν συνίσταται αὕτη. Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου προκύπτει ὅτι ἐξαιρε-

## Π Ι Ν Α Κ Ε 3.

## Ἐξαιρετικῶς ἰσχυραὶ ἀναστροφαὶ θερμοκρασίας ἐπιφανείας.

α/α	Ἡμερομηνία	$\Gamma_{100}$	$\Delta T$	h	Βάσις		Κορυφή		Νέφωσης	
					v	d	v	d	Ὅγκοι	Εἶδος
1	17 - 2 - 69	3.00	3.3	110	0	—	4	WSW	0	—
2	23 - 10 - 70	3.08	3.7	120	3	ESE	7	SSW	5	Ci, Cs
3	22 - 5 - 69	3.18	4.7	148	3	N	5	NNW	0	—
4	2 - 6 - 69	3.35	6.7	200	0	—	5	NW	6	Ci
5	6 - 7 - 65	3.57	4.1	115	0	—	2	WNW	0	—
6	20 - 8 - 70	3.85	2.7	70	0	—	2	WSW	0	—
7	16 - 3 - 70	3.89	3.5	90	0	—	2	NNW	0	—
8	5 - 7 - 65	5.06	4.3	85	0	—	4	WNW	0	—
9	24 - 4 - 63	6.00	5.4	90	0	—	3	NNE	0	—
10	31 - 5 - 69	7.11	6.4	90	0	—	10	NNW	0	—

τικῶς ἰσχυραὶ ἀναστροφαὶ δὲν ἐμφανίζονται κατὰ τοὺς μῆνας Νοέμβριον, Δεκέμβριον καὶ Ἰανουάριον. Ἡ μεγίστη σημειωθείσα τιμὴ ἐντάσεως ἀναστροφῆς εἶναι  $7.11^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$ . Ἡ μεγίστη τιμὴ μεγέθους εἶναι  $6.7^{\circ}\text{C}$  καὶ ἡ μεγίστη τιμὴ βάθους (ὑψους κορυφῆς)  $200 \text{ m}$ . Αἱ ἐν λόγῳ ἀναστροφαὶ ἐμφανίζονται ὑπὸ συνθήκας νηνεμίας εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, ἐνῶ ἡ ταχύτης τοῦ ἀνέμου εἰς τὰς κορυφὰς τῶν ἀναστροφῶν παρουσιάζει τιμὰς μεταξὺ 2 καὶ 5  $\text{knots}$  καὶ εἰς δύο μόνον περιπτώσεις 7 καὶ 10  $\text{knots}$ . Ἀξιοσημείωτον εἶναι ὅτι κατὰ τὰς ἀναστροφὰς παρατηρεῖται αἶθριος οὐρανὸς καὶ ὑψηλὸς βαθμὸς ὁρατότητος. Ἡ σημειουμένη μεγάλη νέφωσις τῶν ὑπ' ἀριθ. 2 καὶ 4 ἀναστροφῶν συνίσταται ἐκ νεφῶν Ci καὶ Cs.

7. Ἄριθμὸς διαδοχικῶν ἡμερῶν ἀναστροφῆς. Ἡ συχνότης ἐμφανίσεως τῶν ἀναστροφῶν εἰς μεμονωμένας περιπτώσεις ἢ καθ' ὁμάδας τῶν 2, 3, 4,.. ἕως

καὶ τῶν 11 (κατὰ μέγιστον) διαδοχικῶν ἡμερῶν παρέχεται ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν δι' ἑκάστον μῆνα καὶ δι' ὀλόκληρον τὸ ἔτος εἰς τὸν πίνακα 4. Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου συνάγεται ὅτι ὁ ἐτήσιος ἀριθμὸς τῶν μεμονωμένως ἐμφανιζομένων ἀναστροφῶν ἀποτελεῖ μόνον τὸ  $\frac{1}{3}$  τοῦ συνόλου τῶν ἀναστροφῶν. Πλέον τοῦ ἡμίσεος κατανέμεται εἰς ομάδας τῶν 2, 3, ἕως καὶ 5 διαδοχικῶν ἡμερῶν, ἐνῶ ποσοστὸν 10.2% τῶν ἀναστροφῶν ἐμφανίζεται εἰς ομάδας τῶν 6 ἡμερῶν καὶ ἄνω μόνον

Π Ι Ν Α Κ Ε 4.

Συχνότητες διαδοχικῶν ἡμερῶν ἀναστροφῆς (%).

Διαδ. ἀριθ. ἡμερ.	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ε
1	37.7	45.2	27.9	32.3	23.1	30.2	29.3	19.3	21.8	33.3	38.9	46.7	31.6
2	26.0	46.6	23.3	19.4	11.5	22.9	20.2	11.4	31.7	37.3	28.3	37.3	25.6
3	19.5	8.2	20.9	12.9	23.1	15.6	24.2	13.6	17.8	12.0	8.8	4.0	15.3
4	10.4		9.3		11.5	12.5	4.0	13.6	7.9	10.7	10.6	5.3	8.1
5	6.5		11.6	16.1	9.6	10.4	15.2		14.9	6.7	8.8	6.7	9.9
6			7.0	7.5	5.8			6.8	5.9		5.3		2.8
7					6.7		7.1	15.9					3.2
8						8.3		9.1					1.5
9					8.7			10.2					1.7
10				11.8									1.0

κατὰ τοὺς ἀπὸ Ἀπριλίου μέχρι καὶ Σεπτεμβρίου μῆνας. Ὁ μέγιστος ἀριθμὸς διαδοχικῶν ἡμερῶν ἀναστροφῆς τῆς ἐξεταζομένης ἑνδεκαετοῦς περιόδου εἶναι τὸ ἀπὸ 20ῆς μέχρι καὶ 30ῆς Ἀπριλίου 1970 σημειωθὲν διάστημα 11 ἡμερῶν. Κατ' αὐτό, ὁ καιρὸς τὴν νύκτα ἦτο αἴθριος μὲ μέσην νέφωσιν 2.8 ὄγδοα, νήνεμος μὲ μέσην ταχύτητα ἀνέμου μόλις 0.27 knots, ἡ δὲ ἰσοβαρική κατάσταση ἦτο κατὰ τὸ πλεῖστον ἀσθενῆς ἀντικυκλωνική. Τέλος, τὴν αὐτὴν περίπου εἰκόνα ἀπὸ πλευρῆς καιροῦ ἐνεφάνισαν καὶ αἱ μακρότεραι ομάδες διαδοχικῶν ἡμερῶν ἑκάστου μηνός.

8. Βαθμὸς ἐπίδρασεως  $m_{\chi}^{\psi}$  φαινομένου τινὸς  $\psi$  εἰς τὴν ἐτησίαν κύμανσιν κλιματικοῦ τινος στοιχείου  $\chi$ . Ἐὰν  $\bar{\chi}$  καὶ  $\bar{E}$  εἶναι ἀντιστοίχως ἡ μέση ἐτησία τιμὴ καὶ τὸ ἐτήσιον εὖρος κλιματικοῦ τινος στοιχείου  $\chi$ ,  $\bar{\chi}_{\psi}$  ἡ μέση



έτησία τιμή τοῦ αὐτοῦ στοιχείου μὴ περιέχουσα τὰς κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ φαινομένου  $\psi$  τιμὰς του, τότε τὸν ὑπὸ τῆς σχέσεως

$$m_{\chi}^{\psi} = 100 (\chi_{\psi} - \bar{\chi}) / \bar{E} \quad (3)$$

ὀριζόμενον ἀδιάστατον ἀριθμὸν, ἐκπεφρασμένον  $\%$ , ὀνομάζομεν βαθμὸν ἐπιδράσεως φαινομένου τινὸς  $\psi$  εἰς τὴν ἑτησίαν κύμανσιν κλιματικοῦ τινος στοιχείου  $\chi$ . Ἡ τιμὴ τοῦ  $m_{\chi}^{\psi}$  δύναται νὰ καταστῇ θετικὴ ἢ ἀρνητικὴ καὶ νὰ ὑπερβῇ τὸ 100  $\%$ . Ὁ ἐν λόγῳ βαθμὸς παρέχει τὴν δυνατότητα νὰ συναγάγωμεν ἀμέσως ποῖα τῶν κλιματικῶν στοιχείων, πῶς καὶ πόσον ἐπηρεάζονται ὑπὸ τινος φαινομένου, ὡς καὶ ποῖον ἐκ τῶν διαφόρων φαινομένων ἐπιηρεάζει περισσότερο ἐν καὶ τὸ αὐτὸ κλιματικὸν στοιχεῖον.

Αἱ ἐν λόγῳ δυνατότητες, τὰς ὁποίας παρέχει ὁ εἰσαγόμενος βαθμὸς ἐπιδράσεως, ὡς φαίνεται ἐκ τῆς σχέσεως (3), ἐπεκτείνονται ἔτι ἐπὶ περιπτώσεων λίαν ἀσθενῶν ἐπιδράσεων ἑνὸς φαινομένου ἐπὶ τῆς ἑτησίας κυμάνσεως κλιματικοῦ τινος στοιχείου. Ἐκ πάντων τῶν ἀνωτέρω καθίσταται προφανὴς ἡ ἀξία καὶ ἡ ἀνάγκη εἰσαγωγῆς τοῦ βαθμοῦ ἐπιδράσεως  $m_{\chi}^{\psi}$  εἰς τὰς συναφεῖς ἐρεῦνας.

Ἡ ἐφαρμογὴ τῆς σχέσεως (3) διὰ τὴν θερμοκρασίαν, τὴν σχετικὴν ὑγρασίαν, τὴν ὄρατότητα, τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, τὴν νέφωσιν καὶ τὴν ταχύτητα τοῦ ἀνέμου, παρέχει τὰς εἰς τὸν πίνακα ὃ τιμὰς τοῦ βαθμοῦ ἐπιδράσεως. Ἐκ τῶν τιμῶν τούτων προκύπτει ἀμέσως ὅτι ἡ ἐπίδρασις τῶν ἀναστροφῶν εἰς τὴν ἑτησίαν κύμανσιν τῆς θερμοκρασίας, τῆς σχετικῆς ὑγρασίας καὶ τῆς ὄρατότητος, εἶναι πολὺ μικρά. Σημαντικὴ ὅμως εἶναι ἡ αὔξησις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἡ μείωσις τῆς νεφώσεως καὶ ἐξόχως σημαντικὸς ὁ ὑποβιβασμὸς τῆς ταχύτητος τοῦ ἀνέμου κατὰ τὰς ἀναστροφάς. Λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς ὑψηλῆς τιμῆς τῆς συχνότητος

#### Π Ι Ν Α Κ Ε 5.

Τιμαὶ βαθμοῦ ἐπιδράσεως  $\%$ .

$m_T^a$	$m_{\sigma}^a$	$m_V^a$	$m_P^a$	$m_N^a$	$m_v^a$
+ 1.80	- 1.32	- 2.22	- 9.88	+ 10.76	+ 48.68

τῶν ἀναστροφῶν (38.4  $\%$ ), ἡ αὔξησις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως εἶναι σχετικῶς μικρά. Ἀντιθέτως ἡ μείωσις τῆς νεφώσεως δὲν εἶναι σχετικῶς μικρά, δοθέντος ὅτι αἱ ἀναστροφαὶ σημειοῦνται ἀκόμη καὶ ὑπὸ συνθήκας νεφοσκεποῦς οὐρανοῦ

ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι τὰ νέφη τὰ ὁποῖα συνιστοῦν αὐτὴν εἶναι μεγάλου ὕψους καὶ σχεδὸν διαφανῆ εἰς τὴν ὑπέρυθρον ἀκτινοβολίαν.

Τὰ ἀνωτέρω ἀποκαλύπτουν ἀφ' ἑαυτῶν τὸν ρόλον τοῦ φαινομένου εἰς τὸ νυκτερινὸν κλίμα τῶν Ἀθηνῶν, διὰ τὸ ὁποῖον τὸ φαινόμενον τῶν ἀναστροφῶν ἀποτελεῖ κύριον χαρακτηριστικὸν γνώρισμα.

**9. Πιθανότητες ἐμφανίσεως ἀναστροφῆς θερμοκρασίας ἐπιφανείας ὑπὸ αἰθρίου καὶ νηνέμους καιρικὰς καταστάσεις.** Ἐὰν  $p_{ac}$  εἶναι ὁ μηνιαῖος ἀριθμὸς ἀναστροφῶν ἐμφανιζομένων ὑπὸ συνθήκας νηνεμίας,  $p_c$  ὁ μηνιαῖος ἀριθμὸς νηνεμιῶν,  $p_{an3}$  ὁ μηνιαῖος ἀριθμὸς ἀναστροφῶν μὲ νέφωσιν μικροτέρων ἢ ἴσην τῶν  $3/8$  καὶ  $p_a$  ὁ συνολικὸς μηνιαῖος ἀριθμὸς ἀναστροφῶν, τότε αἱ πιθανότητες ἐμφανίσεως τοῦ φαινομένου ὑπὸ τὰς ἐν λόγω συνθήκας νηνεμίας καὶ νεφώσεως, ἐκπεφρασμέναι  $\%$ , δίδονται ὑπὸ τῶν ἀκόλουθων σχέσεων:

$$P_{ac} = 100 (p_{ac} / p_c) \quad \text{καὶ} \quad P_{an3} = 100 (p_{an3} / p_a) \quad (4)$$

Αἱ διὰ τῶν σχέσεων τούτων ὑπολογισθεῖσαι μηνιαῖαι τιμαὶ τῶν ἐν λόγω πιθανότητων περιέχονται εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα 6, πλὴν τῶν τιμῶν τῆς πιθανότητος  $P_{an3}$  διὰ τοὺς ἀπὸ τοῦ Μαΐου μέχρι καὶ τοῦ Ὀκτωβρίου μῆνας, διότι κατ' αὐτοὺς ἡ μέση τιμὴ τῆς νεφώσεως (ἐξαιρουμένων τῶν τιμῶν αὐτῆς κατὰ τὰς ἀναστροφὰς) δὲν ὑπερέβη τὰ  $3/8$ . Ἐκ τῶν τιμῶν τοῦ πίνακος τούτου συνάγεται ὅτι ἡ πιθανότης

## Π Ι Ν Α Κ Ε 6.

Μηνιαῖαι τιμαὶ πιθανότητων  $P_{ac}$  καὶ  $P_{an3}$  ( $\%$ ).

	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ
$P_a$	58.2	53.2	40.0	44.1	51.7	50.8	50.0	50.4	51.4	52.8	55.9	51.4
$P_{an3}$	65.0	74.4	75.2								81.4	70.7

ἐμφανίσεως ἀναστροφῆς ὑπὸ συνθήκας νηνεμίας εἶναι μεγίστη τὸν Ἰανουάριον (58.2  $\%$ ), ἐλαχίστη τὸν Μάρτιον (40  $\%$ ), ἐνῶ ἡ μέση αὐτῆς ἐτησίαι τιμὴ εἶναι 50.56  $\%$ . Ἐξ ἄλλου, ἡ μεγίστη τιμὴ τῆς πιθανότητος ἐμφανίσεως τῶν ἀναστροφῶν ὑπὸ συνθήκας νεφώσεως μικροτέρας ἢ ἴσης τῶν  $3/8$  ἐμφανίζεται κατὰ τὸν μῆνα Νοέμβριον (81.4  $\%$ ), κατὰ δὲ τοὺς λοιποὺς μῆνας κυμαίνεται μεταξὺ τῶν τιμῶν 65.0 καὶ 75.2  $\%$ .

Ἐξαιρετικῶς ὑψηλὰς θετικὰς συσχετίσεις καὶ ἀξιόλογον γραμμικὴν συσσω-

ρευσιν ἐμφανίζουσι μεταξύ των οἱ ἀριθμοὶ  $\eta_a$  καὶ  $\eta_c$  ὡς καὶ οἱ  $\eta_a$  καὶ  $\eta_{aNS}$ . Οὕτως οἱ ὑπολογισθέντες γραμμικοὶ συντελεσταὶ συσχέτισεως  $r_{\eta_a}$ ,  $\eta_c$  καὶ  $r_{\eta_a}$ ,  $\eta_{aNS}$  ἐμφανίζουσι ἀντιστοίχως τὰς τιμὰς  $+0.93$  καὶ  $+0.98$  αἱ δὲ ὑπολογισθεῖσαι ἐξισώσεις τῶν εὐθειῶν παλινδρομήσεως τῶν ἰδίων σημείων εἶναι :

$$\eta_a = 11.65 + 0.95\eta_c \quad \text{καὶ} \quad \eta_a = 2.49 + \eta_{aNS} \quad (5)$$

#### S U M M A R Y

As it is known, the surface - temperature - inversions at night, which are mainly the direct or indirect effect of the nocturnal cooling of the earth's surface, in addition to their theoretical interest, are of great importance to the problems of the microwave-propagation and especially to the problem of air pollution, which has become so crucial nowadays.

In this study titled «The Surface - Temperature - Inversions during the Night» the writer examines the components and the resultant frequency of the mentioned inversions, which take place at the Radiosonde - Station of Hellinikon at 02.00 L. T. He examines the intensity-spectrum of these inversions, as well as their number in successive days, their probability of occurrence under clear and calm nights and, finally, the parameters of some extremely strong inversions. He points out the rôle of the inversions for the nocturnal climate of Athens by means of the degree of influence  $m_{\chi}^{\psi}$  of a phenomenon ( $\psi$ ) in the annual course of a climatic element ( $\chi$ ). This degree of influence is introduced by the writer.

The study is based on 3432 nocturnal radiosonde-diagrams, covering the 11-year period 1960 - 1970. The cases of inversions are marked on these diagrams and then they are selected according to a special criterion.

The most significant points in the study are :

a) The intensity-spectrum follows a smooth curve which drops quickly as the intensity goes up. The annual frequency of the inversions has the extremely high value 38.4 %.

b) The characteristic triple annual fluctuation of the inversions frequency and the steadiness in time of its shape.



c) The characteristic double or triple annual fluctuation of the components of the frequency.

d) The high percentage (60%) of the inversions, which occur in groups of 2, 3, up to 11 (the maximum) successive days, during which weak anticyclonic weather dominates with calm and clear nights.

e) The high values of the degree of influence  $m_N^a$  and  $m_v^a$  which are +10.76% and +48.68% correspondingly.

f) The very high values of the coefficients of correlation ( $r_{\eta_a, \eta_c} = +0.93$  and  $r_{\eta_a, \eta_{AN3}} = +0.98$ ), as well as the high values of probabilities  $P_{ac} = 50.56\%$  and  $P_{AN3} = 74.1\%$ .

g) The above mentioned phenomenon is one of the most important features of the nocturnal climate of Athens.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΔΙΚΑΙΑΚΟΣ, J. G. 1971.— «The Nocturnal Cooling Regime of the Earth's Surface». (Dissertation for the D.I.C.). London.
2. SHEPPARD, P. A. 1946.— «The Structure and Refractive Index in the Lower Atmosphere . . .». Physical Society. London.
3. DETRIE, J. P. 1969.— «La Pollution Atmospherique». I.P.N. Paris.
4. SION, E. E. 1955.— «Time Constants of Radiosonde Thermistors». Am. Met. Soc. (36).
5. ΔΙΚΑΙΑΚΟΣ, I. Γ. 1972.— «Θερμοδυναμική και Στατική της 'Ατμοσφαιρας» 'Αθήναι.
6. MASHKOVA, G. B. 1965.— «Atmospheric Stratification Characteristics in Inversions». Trans. from Russian. Jerusalem.

★

Ο Ἀκαδημαϊκὸς κ. Ἡλ. Μαριολόπουλος, παρουσιάζων τὴν ἀνωτέρω ἀνακοίνωσιν, λέγει τὰ ἑξῆς :

«Ὡς γνωστόν, αἱ νυκτεριναὶ ἀναστροφαὶ θερμοκρασίας ἐπιφανείας, αἱ ὁποῖαι εἶναι κυρίως ἄμεσον ἢ ἔμμεσον ἐπακόλουθον τῆς νυκτερινῆς ψύξεως τοῦ ἐδάφους, πέραν τοῦ θεωρητικοῦ ἐνδιαφέροντος, ἐμφανίζουσι μέγα ἐνδιαφέρον διὰ τὰ προβλήματα τῆς διαδόσεως τῶν μικροκυμάτων καὶ ἰδίᾳ διὰ τὸ πρόβλημα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς ρυπάνσεως, τὸ ὁποῖον σήμερον ἔχει καταστῆ φλέγον.

Εἰς τὴν ὑπὸ τὸν τίτλον «Νυκτεριναὶ Ἀναστροφαὶ Θερμοκρασίας Ἐπιφανείας», μελέτην του, ὁ Διδάκτωρ κ. Ἰωάννης Γ. Δικαϊάκος ἐξετάζει τὰς συνιστώσας καὶ τὴν συνισταμένην συχνότητα τῶν ἀναστροφῶν, αἱ ὁποῖαι ἐμφανίζονται εἰς τὸν

Σταθμὸν Ραδιοβολίσεων Ἑλληνικοῦ τὴν 2<sup>αν</sup> τοπικὴν ὥραν. Ἐξετάζεται ἡ κατανομὴ τῶν διαφορῶν ἐντάσεως ἀναστροφῶν, αἱ παράμετροι ἐξαιρετικῶς ἰσχυρῶν ἀναστροφῶν, ὁ ἀριθμὸς διαδοχικῶν ἡμερῶν ἀναστροφῆς καὶ ἡ πιθανότης ἐμφανίσεως τοῦ φαινομένου κατὰ τὴν διάρκειαν νηνέμων καὶ αἰθρίων νυκτῶν. Διὰ τοῦ ὑπὸ τοῦ συγγραφέως ἐπινοηθέντος βαθμοῦ ἐπιδράσεως  $m_{\chi}^{\psi}$  φαινομένου τινὸς ( $\psi$ ) εἰς τὴν ἐτησίαν πορείαν κλιματικοῦ τινος στοιχείου ( $\chi$ ), ἀποκαλύπτεται ὁ ρόλος τῶν ἀναστροφῶν διὰ τὸ νυκτερινὸν κλίμα τῶν Ἀθηνῶν.

Ἡ μελέτη βασίζεται ἐπὶ 3432 διαγραμμάτων νυκτερινῶν ραδιοβολίσεων, αἱ ὁποῖα καλύπτουν τὴν χρονικὴν περίοδον 1960 - 1970, διὰ τῶν ὁποίων ἐπισημαίνονται αἱ περιπτώσεις ἀναστροφῆς καὶ ἐν συνεχείᾳ ἐπιλέγονται αὗται δι' εἰδικοῦ κριτηρίου.

Τὰ πλέον σημαντικὰ σημεῖα τῆς μελέτης ταύτης εἶναι : α) Ἡ ὁμαλῶς φθίνουσα μετὰ τῆς ἐντάσεως συχνότης τῶν ἀναστροφῶν καὶ ἡ λίαν ὑψηλὴ ἐτησία αὐτῆς τιμὴ (38.4%). β) Ἡ ἰδιάζουσα τριπλῆ ἐτησία κύμανσις τῆς συνισταμένης συχνότητος καὶ ἡ μετὰ τοῦ χρόνου σταθερότης τῆς μορφῆς της. γ) Αἱ χαρακτηριστικαὶ διπλαῖ ἢ τριπλαῖ ἐτήσiai κυμάνσεις τῶν συνιστωσῶν συχνότητων. δ) Τὸ ὑψηλὸν ποσοστὸν (60%) τῶν ἐμφανιζομένων εἰς ομάδας τῶν 2, 3, ἕως καὶ 11 (τὸ μέγιστον) διαδοχικῶν ἡμερῶν ἀναστροφῆς, κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν ὁποίων ἐπικρατεῖ ἀσθενὴς ἀντικυκλωνικὸς καιρὸς μὲ αἰθρίους καὶ νηνέμους νύκτας. ε) Αἱ ὑψηλαὶ τιμαὶ τοῦ βαθμοῦ ἐπιδράσεως  $m_N^a = + 10.76\%$  καὶ  $m_v^a = + 48.68\%$  (στ) Ἡ ὑψηλὴ θετικὴ συσχέτισις τοῦ φαινομένου μετὰ τῶν νηνεμιῶν ( $r_{\eta_a, \eta_c} = + 0.93$ ) καὶ τῆς μικρᾶς νεφώσεως ( $r_{\eta_a, \eta_{aNs}} = + 0.98$ ), ὡς καὶ αἱ ὑψηλαὶ τιμαὶ τῶν πιθανοτήτων  $P_{ac} = 50.56\%$  καὶ  $P_{aNs} = 74.1\%$ , δηλαδὴ τῶν πιθανοτήτων ἐμφανίσεως ἀναστροφῆς κατὰ νηνέμους καὶ αἰθρίους νύκτας ἀντιστοίχως. ζ) Τὸ φαινόμενον ἀποτελεῖ ἐν τῶν πλέον ἐνδιαφερόντων χαρακτηριστικῶν γνωρισμάτων τοῦ νυκτερινοῦ κλίματος τῶν Ἀθηνῶν».