



20 NOV. 1958

ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

ΤΗΣ

ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΣ ΤΟΥ ΕΥΡΙΠΟΥ

ΥΠΟ Κ. Α. ΑΙΓΙΝΗΤΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΙΣΤΟΡΙΚΟΝ

1. *Ἀρχαῖαι παρατηρήσεις.* — Τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας τῆς θαλάσσης, καὶ ἰδίᾳ τῶν παλλιρροϊκῶν ρευμάτων τῶν κόλπων καὶ τῶν πορθμῶν αὐτῆς, ἐκίνησεν ἀνέκαθεν ζῶηρδὸν τὸ ἐνδιαφέρον καὶ τὴν περιέργειαν τοῦ ἀνθρώπου, ὅχι μόνον ἀπὸ ἀπόψεως πρακτικῆς, λόγῳ τοῦ στενοῦ συνδέσμου τούτου πρὸς τὴν Ναυτιλίαν, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ ἀπόψεως φιλοσοφικῆς, ἕνεκα τῆς μυστηριώδους καὶ περιέργου φύσεως αὐτοῦ. Ἄν καὶ ἡ Μεσόγειος θάλασσα δὲν παρουσιάζει εὐρείαν παλλιρροϊκὴν κύμανσιν, ἐν τούτοις οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες ἐμελέτησαν ἐπισταμένως καὶ ἀνεκάλυψαν διαφόρους ιδιότητες καὶ αὐτὴν τὴν ταυτότητα τῆς περιόδου τῆς κινήσεως τῆς παλιρροίας πρὸς τὴν περίοδον τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς Σελήνης.

Ὁ Νεύτων ὅμως εἶναι ἐκεῖνος, ὅστις, ἀνακαλύψας τὴν παγκόσμιον βαρύτητα, ἠδυνήθη νὰ ἐξηγήσῃ πρῶτος, κατὰ τὸν 17^{ον} αἰῶνα, τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας, ὡς ἀποτέλεσμα τῆς διαφορᾶς τῆς ἑλξεως τοῦ Ἥλιου καὶ ἰδίως τῆς Σελήνης ἐπὶ τοῦ κέντρου καὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς. Ἐκτοτε τὸ ζήτημα τῆς παλιρροίας, ἀναχθὲν εἰς μηχανικὸν πρόβλημα, ἐτάχθη μεταξὺ τῶν δυσκολωτέρων προβλημάτων τῆς Οὐρανίου Μηχανικῆς. Ἀλλὰ μεταξὺ τῶν μεγάλων ἀνακαλύψεων τοῦ ὑψηλοῦ τούτου μαθηματικοῦ κλάδου ἐκείνη, ἡ ὁποία περισσότερον προεκάλεσε τὸν θαυμασμόν καὶ τὴν ἐκτίμησιν τοῦ ἀνθρώπου, καθὼς στενῶς συνδεομένη πρὸς τὴν Γῆν καὶ τὴν ἐπ' αὐτῆς ζῶην αὐτοῦ, εἶναι ἡ πρόγνωσις τῆς ὥρας καὶ τοῦ ὕψους τῆς παλιρροίας. Ἀρκεῖ νὰ ζήσῃ τις ὀλίγον παρὰ τὰς ἀκτὰς τῆς θαλάσσης, διὰ νὰ ἐννοήσῃ τὴν σπουδαιότητα, ἡ ὁποία ἀποδίδεται ἐν αὐταῖς εἰς τὴν πρόγνωσιν τῆς πορείας καὶ τὴν φύσιν τοῦ φαινομένου τούτου. Ἐπὶ τῆς παλιρροίας τῆς θαλάσσης ὁ ἄνθρωπος βλέπει, ἰδίως ὅρμασι, τὴν ἐπὶ τῆς Γῆς ἐνέργειαν τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ

τὴν διὰ τῆς ἑλξεως αὐτῶν παραγομένην περιοδικῶς κίνησιν καὶ αὐξομείωσιν τοῦ ὕψους τῆς θαλάσσης.

Ὁ πολὺς Laplace, ὅστις ἐχάραξε καὶ ἤνοιξε νέας ὁδοὺς εἰς τὸ ἀνθρώπινον πνεῦμα πρὸς ἔρευναν τῶν οὐρανίων φαινομένων, ἀφῆκε σειρὰν ὅλην θαυμαστῶν ἀνακαλύψεων ἐπὶ τῶν μυστηρίων ἰδίως τοῦ πλανητικοῦ ἡμῶν συστήματος· ἀλλ' οὐδεμία τούτων, αἱ ὁποῖαι δικαίως κατέστησαν αὐτὸν διάσημον, ἐθαυμάσθη καὶ συνεκίνησε τὸν πολλὸν κόσμον τόσον, ὅσον ἡ πρόγνωσις τῶν παλιρροιῶν τῆς θαλάσσης.

Διὰ τοῦτο καὶ τὸ πρόβλημα τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου, ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος, ἐκίνησε τὸ γενικὸν ἐνδιαφέρον καὶ τὴν περιέργειαν ὅλου τοῦ κόσμου, καὶ μάλιστα τοῦ ἐπιστημονικοῦ καὶ τοῦ ναυτικοῦ· ἀπὸ δύο καὶ ἡμισείας, τοῦλάχιστον, χιλιετηρίδων, τὸ πρόβλημα τοῦτο ἀποτελεῖ τὸ μυστηριώδες παλιρροϊκὸν ζήτημα τῆς Ἐπιστήμης. Τὰ ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος γνωστὰ ρεύματα τοῦ Εὐρίπου, λόγῳ τῆς ἐκάστοτε ἐξαιρετικῶς μεγάλης συχνότητος τῆς ἀλλαγῆς τῆς φορᾶς καὶ τῆς περιοδικῶς μεγάλης ταχύτητος αὐτῶν, κατήντησαν παροιμιώδη καθ' ὅλον τὸν κόσμον. Ἐντεῦθεν οἱ ἀρχαῖοι ἐκάλουν εὐρίπους, τοὺς συχνάκις μεταβάλλοντας γνώμην καί, ἐν γένει, τὰ εὐμετάβλητα πράγματα. Τοιαῦτα ρεύματα παρατηροῦνται βεβαίως καὶ εἰς ἄλλα στενὰ τῆς Μεσογείου θαλάσσης, ἀλλ' ἀσθενέστερα κατὰ τὴν ὁρμὴν καὶ ἦττον ἀνώμαλα κατὰ τὴν συχνότητα τῆς ἀλλαγῆς τῆς φορᾶς. Πρὸς τούτοις ἢ ἄνευ προφανοῦς ἢ γνωστοῦ αἰτίου λίαν συχνή καὶ ἀκανόνιστος ἀλλαγή τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος τοῦ Εὐρίπου καὶ ἡ περιοδικῶς λίαν ὁρμητικὴ δύναμις αὐτοῦ δὲν ἀποτελοῦν μόνον περίεργον φυσικὸν φαινόμενον ἐκπλήσσον τὸν θεώμενον αὐτό, ἀλλὰ παρέχουν καὶ ἐμπόδια καὶ δυσχερείας εἰς τοὺς διαπλέοντας τὸν Εὐρίπον ναυτιλλομένους, ἀναγκαζομένους, διὰ τὰ διέλθωσι τὸν πορθμόν, νὰ ἀναμένωσι τὴν εἰς ἐπαρκῆ βαθμὸν ἐλάττωσιν τῆς ταχύτητος τοῦ ρεύματος αὐτοῦ.

Περὶ τὸ πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου, συνεπεῖα τῆς σπουδαιότητος καὶ τῆς μεγάλης φήμης αὐτοῦ, ἡσχολήθησαν ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος πλείστοι συγγραφεῖς καὶ φυσιοδίφαι καί, ἰδίᾳ, φιλόσοφοι, ἀστρονόμοι, μαθηματικοί, ναυτικοί, γεωγράφοι, περιηγηταὶ καὶ ἐν γένει οἱ περὶ τὴν Ὠκεανογραφίαν ἀσχοληθέντες ἐπιστήμονες, ὡς ὁ Ἀριστοτέλης, ὁ Στράβων, ὁ Pomponius Mela, ὁ Τίτος Λίβιος, ὁ Σουΐδας, ὁ Πλίnius, ὁ Σενέκας καὶ ἄλλοι ἐκ τῶν ἀρχαίων καὶ πολλοὶ ἐκ τῶν νεωτέρων ἐπιστημόνων καὶ περιηγητῶν.

Πλὴν τῶν φυσιοδιφῶν καὶ τῶν ναυτικῶν, τὸ πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου διήγειρε τὸ ἐνδιαφέρον καὶ τὴν φαντασίαν καὶ αὐτοῦ τοῦ λαοῦ ἐν Ἑλλάδι· ἐντεῦθεν ἐδημιουργήθησαν περὶ αὐτοῦ διάφοροι μῦθοι καὶ παραδόσεις. Ὑπάρχει παράδοσις, ἀναφερομένη ὑπὸ διαφόρων παλαιῶν καὶ νεωτέρων συγγραφέων, καθ' ἣν ὁ μέγας Ἀριστοτέλης, μὴ δυνηθεὶς νὰ λύσῃ τὸ ζήτημα τοῦτο, ἠὲρτοκτόνησεν ἐξ ἀπελπισίας, ριφθεὶς εἰς τὰ ὕδατα τοῦ Εὐρίπου. Ἡ παράδοσις ὅμως αὕτη εἶναι ἀπλοῦς μῦθος· ὁ

Ἀριστοτέλης ἀπέθανε βεβαίως εἰς τὴν Χαλκίδα, ἀλλ' ἐκ φυσικοῦ θανάτου. Ὡς γνωστόν, μετὰ τὸν θάνατον τοῦ Ἀλεξάνδρου, οἱ ἐν Ἀθήναις μακεδονίζοντες, μεταξὺ τῶν ὁποίων φυσικῶς ἦτο καὶ ὁ Ἀριστοτέλης, μισοῦμενοι διὰ τοῦτο ὑπὸ τῶν Ἀθηναίων, ἐκινδύνεον νὰ θανατωθῶσιν. Ὁ Ἀριστοτέλης, κατηγορηθεὶς τότε ὑπὸ τοῦ ἱεροφάντου Εὐρυμέδοντος, ὅτι ἀπηύθυνε δῆθεν ὕμνον πρὸς τὸν βασιλέα τοῦ Ἀταρνέως καὶ τῆς Ἀσσοῦ τῆς Μυσίας, ὡς εἰς θεόν, καὶ ἐννοήσας τὸν ἐντεῦθεν ἐπικείμενον κίνδυνον τῆς ζωῆς του, ἀνεχώρησεν ἐξ Ἀθηνῶν καὶ κατέφυγε τῷ 323 π. Χ. εἰς τὴν ἐν Εὐβοίᾳ Χαλκίδα, ὅπου ὑπῆρχον συγγενεῖς αὐτοῦ ἐκ μητρὸς. Διὸ καὶ, δικαιολογῶν τὴν φυγὴν του, εἶπεν, ὡς γνωστόν, τότε, ὅτι φεύγω, διότι «οὐ βούλομαι Ἀθηναίους δις ἐξαμαρτεῖν εἰς φιλοσοφίαν», ὑπαινισσόμενος οὕτω τὸν ἄδικον θάνατον τοῦ Σωκράτους. Εἰς τὴν Χαλκίδα ὁ Ἀριστοτέλης παρέμεινε μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ Αὐγούστου τοῦ 322 π. Χ., ὅτε ἀπέθανεν ἐκεῖ εἰς ἡλικίαν 62 ἐτῶν (384-322) ἐκ χρονίας νόσου τοῦ στομάχου.

Κατὰ τὸ διάστημα αὐτὸ τῆς ἐν Χαλκίδι διαμονῆς του, καθὼς καὶ κατὰ τὰς προγενεστέρας ἐκεῖ ἐπανειλημμένας καὶ συνήθεις παραμονάς του, ὁ μέγας φιλόσοφος καὶ φυσιοδίφης ἀναμφιβόλως ἐμελέτησε τὸ πρόβλημα τῆς περιφήμου παλιρροίας· ἀλλὰ, δυστυχῶς, πλὴν γενικῶν τινων φαινομένων μετὰ τῆς θεωρίας αὐτῶν ἐκ τῶν σχετικῶν αὐτοῦ ἐπὶ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου παρατηρήσεων προφανῶς προσερχομένων, οὐδὲν ἄλλο στοιχεῖον τῶν παρατηρήσεών του ἐπὶ τοῦ εἰδικοῦ ζητήματος τοῦ Εὐρίπου ἀφῆκεν ἢ διεσώθη εἰς τὰ συγγράμματα αὐτοῦ. Καὶ ὑπῆρξε τοῦτο μεγίστη ζημία διὰ τὴν ἀκριβῆ γνῶσιν τῶν διαφορῶν ιδιοτήτων τοῦ φαινομένου καί, ἐπομένως, διὰ τὴν κατανόησιν τῆς φύσεως τοῦ ὅλου προβλήματος κατὰ τε τοὺς παλαιοὺς καθὼς καὶ κατ' αὐτοὺς ἀκόμη τοὺς μέχρι πρὸ δλίγων δεκαετηρίδων νεωτέρους χρόνους.

Αἱ παρατηρήσεις καὶ αἱ σχετικαὶ μελέται τοῦ ἀπαραμίλλου τούτου καὶ τόσον ὀξυδερκοῦς παρατηρητοῦ καὶ φυσιοδίφου δὲν θὰ κατέληγον, βεβαίως, λόγῳ τῆς συγχρόνου ἀτελοῦς καταστάσεως τῆς Ἐπιστήμης, εἰς εὗρεσιν ὅλων τῶν γενικῶν καὶ εἰδικῶν φυσικῶν αἰτίων τοῦ φαινομένου καί, ἐπομένως, εἰς πλήρη λύσιν ὅλων τῶν σχετικῶν ζητημάτων τοῦ περιφήμου τούτου προβλήματος, θὰ ἦσαν ὅμως ἔκτοτε πολύτιμος καὶ σπουδαία συμβολὴ εἰς τὴν μελέτην καὶ τὴν λύσιν αὐτῶν, διότι θὰ παρείχον, ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος, ἀκριβῆ αὐτοῦ περιγραφὴν, τὴν ὁποίαν ἐν μέρει μόνον καὶ ὅλως ἐλλιπῶς, μόλις ἀπὸ τοῦ 17ου αἰῶνος, διὰ τῶν ἀτελῶν καὶ μὴ συστηματικῶν παρατηρήσεων τοῦ ἱησουΐτου Babin, ἀλλ' ἰδίως καὶ ἀκριβέστερον ἀπὸ τῶν τελευταίων δεκαετηρίδων τοῦ 19ου αἰῶνος, διὰ τῶν συστηματικῶν καὶ ἀκριβῶν παρατηρήσεων τοῦ Ἀγγλοῦ ὑδρογράφου Mansell καὶ τοῦ Ἑλλήνου ἀξιωματικοῦ τοῦ Ναυτικοῦ Μιαούλη, ἀπέκτησεν ἡ Ἐπιστήμη.

Ἐθεωρήθη ἀνέκαθεν, ὅτι ὁ Ἀριστοτέλης δὲν ἠδυνήθη νὰ ἐξηγήσῃ τὰ ἀνώ-

μαλα ρεύματα τοῦ Εὐρίπου· καὶ ὁμοῦ αὐτῶν ἀκριβῶς, ὡς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, ἀφῆκε τὴν ἀκριβῆ ἐξήγησιν μετὰ μέρους τῶν σχετικῶν αἰτίων, διὰ τῆς ὑπ' αὐτοῦ πρώτου διατυπωθείσης, τόσον συντόμως καὶ τόσον ἀκριβῶς, εἰς ὀλίγας γραμμάς, γενικῆς θεωρίας τῶν *ταλαντώσεων* (*seiches*), ὡς προξένων τῶν συχνῶν ἀλλαγῶν τῆς φορᾶς τῶν ρευμάτων ὅλων τῶν φυσικῶν διωρύγων, τῶν πορθμῶν καὶ ἐν γένει τῶν θαλασσίων στενῶν καθῶς, ἐπομένως, καὶ τοῦ Εὐρίπου. Ἐκεῖ δέ, βεβαίως, ἐμελέτησε τὸ φαινόμενον τοῦτο καὶ ἐκ τῆς παρατηρήσεως αὐτοῦ ἐνεπνεύσθη καὶ εὔρε τὴν γενικὴν λύσιν ὅλων τῶν τοιούτων προβλημάτων.

Τοῦναντίον δέ, τὰ *κανονικὰ ρεύματα*, ἃν καὶ οὐδὲν τὸ ἀνεξήγητον παρουσιάζοντα εἰς τὸν Ἀριστοτέλη, καθὼ σύμφωνα πρὸς τὰς γνωστὰς εἰς αὐτὸν κανονικὰς περιοδικὰς κινήσεις τῆς παλιρροίας εἰς τὰς ἀκτὰς, αὐτὰ ἔτι μᾶλλον ἠδύναντο νὰ παρουσιάσωσιν εἰς αὐτὸν ζητήματα δύσλυτα, ἃν ἐγνώριζε τὰς ἀνωμαλίας των. Ἀλλ' αὐτὰς δὲν ἦτο δυνατόν νὰ γνωρίζῃ, ἀφοῦ ἠγνόει τοὺς σχετικοὺς νόμους τῶν κανονικῶν παλιρροιῶν.

Ἡ παράδοσις, ὅτι ὁ Ἀριστοτέλης ἀπηλπίσθη διὰ τὴν λύσιν τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου δὲν εἶναι μόνον φαντασιώδης καὶ ἀντίθετος πρὸς τὰ πράγματα, ἀλλὰ καὶ ὅλως ἀναξία τῆς ἐξαιρετικῆς μεγαλοφυΐας τοῦ Σταγειρίτου. Ὁ Ἀριστοτέλης βεβαίως πολλὰ μεγάλα προβλήματα ὀρθῶς ἔλυσε καὶ ἄλλα ἐνόμισεν, ὅτι ἔλυσεν· ἀλλὰ καὶ πολλὰ, ἐπιχειρήσας νὰ λύσῃ, ἐν γνώσει ἀφῆκεν ἄλυτα, χωρὶς ποτε διὰ τοῦτο νὰ ἀπογοητευθῇ ἐκ τῆς καταπληκτικῆς δυνάμεως τῆς μεγαλοφυΐας του μέχρι αὐτοκτονίας. Ἐκτὸς ὁμοῦ τοῦ Ἀριστοτέλους, ἡ φαντασία τοῦ λαοῦ, ὑπὸ τῆς δυσεξηγήτου ιδιορρυθμίας τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου ἐξεγειρομένη, καὶ ἄλλους Ἕλληνας καὶ ξένους παρατηρητὰς αὐτῆς ἐπνίξεν, ἐξ ἀπελπισίας δῆθεν, εἰς τὰ ὕδατα τῆς Χαλκίδος, διὰ τὴν ἀδυναμίαν αὐτῶν πρὸς λύσιν τοῦ περιφήμου τούτου ὠκεανογραφικοῦ προβλήματος.

Ἄν καὶ τὸ φαινόμενον τῶν παλιρροιῶν, ὡς εἴπομεν ἤδη, δὲν εἶναι πολὺ αἰσθητὸν εἰς τὴν Μεσόγειον, ὅσον ἀλλαχοῦ, ὡς π.χ. εἰς τὰ παράλια τοῦ Ἀτλαντικοῦ, οἱ Ἕλληνες δὲν ἐβράδυναν, ἐν τούτοις, πολὺ νὰ τὸ παρατηρήσωσιν ἐν αὐτῇ. Εἰς τὰ στενὰ τοῦ Εὐρίπου, τῆς Μεσσηνίας καὶ τοῦ Κορινθιακοῦ κόλπου, ὡς καὶ ἀλλαχοῦ τῶν πολυαριθμῶν κόλπων καὶ ἄλλων στενῶν τῶν ἐλληνικῶν θαλασσῶν καὶ τῆς Μεσογείου ἐν γένει, ἐνθα συμβαίνουν ρεύματα καὶ λίαν αἰσθηταὶ πλημμυρίδες καὶ ἀμπώτιδες, εὔρους μέχρι ἐνὸς μέτρου, καθῶς καὶ εἰς τὴν Ἐρυθρὰν θάλασσαν, τὰ παλιρροϊκὰ ρεύματα εἶχον προκαλέσει ἐνωρὶς τὴν προσοχὴν καὶ τὰς παρατηρήσεις τῶν Ἑλλήνων νηυτικῶν ἰδίως. Περὶ τῶν παλιρροϊκῶν φαινομένων τῶν πορθμῶν ἐν γένει, ὁ Στράβων γράφει, ὅτι ἐν αὐτοῖς τὰ φαινόμενα ταῦτα παρουσιάζονται ὑπὸ διαφόρους μορφάς· οὕτως, ἐνῶ ἐν τῇ Σικελικῇ τὸ ρεῦμα μεταβάλλει φορὰν τετράκις τοῦ ἡμερονυκτίου, ἐν τῇ Χαλκιδικῇ ἀλλάσσει δεκατετράκις (Α' 3, 12). Περὶ

δὲ τοῦ Ὀμήρου, ὅστις λέγει, ὅτι εἰς τὸν Σικελικὸν πορθμὸν τὸ ρεῦμα μεταβάλλεται ἐξάκις τοῦ ἡμερονυκτίου, ἐνῷ πράγματι μεταβάλλεται τετράκις, (τρὶς μὲν γὰρ τ' ἀνίσχουσιν ἐπ' ἡμαυ, τρεῖς δ' ἀναροιβδεῖ δεινὸν), γράφει, ὅτι τοῦτο ἔπραξεν οὗτος οὐχὶ ἐξ ἀγνοίας, ἀλλ' ἐκ ποιητικῆς ἀδείας, ὅπως παρασταθῇ τὸ φαινόμενον ὡς δεινὸν (Α', 2, 36).

Ὁ Πλίνιος, ὁ Σουΐδας, ὁ Σενέκας καὶ ὁ Pomponius Mela γράφουν, ὡς καὶ ὁ Στράβων, ὅτι τὸ ρεῦμα τοῦ Εὐρίπου μεταβάλλει φορὰν ἐπτάκις τῆς ἡμέρας, ἥτοι δεκατετράκις τοῦ ἡμερονυκτίου. Ὁ δὲ Ἀντίφιλος ὁ Βυζάντιος, ἐν τινι ἐπιγράμματι αὐτοῦ, συγγέων καὶ αὐτός, ὡς ὅλοι οἱ ἀρχαῖοι, τὰ ρεύματα πρὸς τὰς παλιρροίας, λέγει, ὅτι ὁ Εὐριπος ἔχει καθ' ἐκάστην ἐξ πλῆμας καὶ ἐξ ρηχίας.

Ἀλλὰ καὶ τοῦ Ἀτλαντικοῦ Ὠκεανοῦ τὰς παλιρροίας παρετήρησαν καὶ ἐγνώριζον καλῶς οἱ Ἕλληνες· πρῶτος δὲ ἐξ αὐτῶν ὁ Πυθέας παρετήρησε καὶ ἐμελέτησε τὰ ἐκεῖ παλιρροϊκὰ φαινόμενα, ὁ δὲ Ἀριστοτέλης παρέσχε καὶ ἐξηγήσεις αὐτῶν. Πρὸς τούτοις, ὁ Σέλευκος παρετήρησε τὰ τῆς παλιρροίας εἰς τὴν Ἐρυθρὰν θάλασσαν καὶ τὸν Ἰνδικὸν Ὠκεανὸν καὶ ἐσημείωσε καὶ ἐπεχείρησε νὰ ἐξηγήσῃ τὰς διαφορὰς αὐτῆς κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους.

2. Ἀρχαῖαι θεωρίαι περὶ τῆς παλιρροίας ἐν γένει. — Οἱ Ἕλληνες, διὰ τῶν παρατηρήσεων αὐτῶν ἐπὶ τῶν παλιρροϊκῶν φαινομένων, ταχέως διέκριναν καὶ ἀνεῦρον τὰς σχέσεις των πρὸς τὴν κίνησιν τῆς Σελήνης, ὡς καὶ τινὰ τῶν αἰτίων καὶ τῶν ιδιοτήτων αὐτῶν καὶ τῶν ἐξ αὐτῶν ρευμάτων, ἃν καί, ἔνεκα τῆς ἀνωμαλίας καὶ τοῦ πολυπλόκου τῶν φαινομένων τούτων, δὲν ἠδυνήθησαν, ἐλλείψει τῶν σχετικῶν ἐπιστημονικῶν μέσων, ὡς ἐκ τῆς συγχρόνου τότε καταστάσεως τῆς Ἐπιστήμης, νὰ ἐξακριβώσωσι τοὺς νόμους καὶ ἰδίως τὰ γενικὰ καὶ τὰ τοπικὰ αὐτῶν αἷτια. Ὁ Πυθέας εἶχεν ἤδη διακρίνει, ὅτι ἡ Σελήνη ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς παραγωγῆς τῆς παλιρροίας. Κατὰ δὲ τὸν Στράβωνα, ὁ Ἐρατοσθένης ἐγνώριζε καλῶς τὴν σχέσιν τοῦ φαινομένου τούτου πρὸς τὴν κίνησιν τῆς Σελήνης, τὴν ἐκ τῶν μεταβολῶν τῆς κλίσεως τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης ἐκατέρωθεν τῆς διευθύνσεως τῆς κατακορύφου παραγωγῆς τῆς παλιρροίας, καθὼς καὶ τὴν ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ ὕψους αὐτῆς ἐκατέρωθεν τῶν πορθμῶν προέλευσιν τῶν ἐν αὐτοῖς παρατηρουμένων ρευμάτων¹. Ἀφ' ἐτέρου ὁ Σέλευκος ἀπέδιδε τὰς ὑπ' αὐτοῦ παρατηρηθείσας διαφορὰς τῆς παλιρροίας κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους εἰς τὴν θέσιν τῆς Σελήνης ἐν τῇ Ζωδιακῷ².

Ἀλλ' ἐκ τῶν ἀρχαίων ἐκεῖνος, ὁ ὁποῖος ἠρεύνησε καὶ ἐγνώρισε τὸ γενικὸν παλιρροϊκὸν ζήτημα εὐρύτερον καὶ βαθύτερον παντὸς ἄλλου, εἶναι ὁ Ποσειδώνιος. Οὗτος ἐγνώριζε καλῶς τὴν ἡμερησίαν, τὴν μηνιαίαν καὶ τὴν ἐτησίαν περίοδον τῶν παλιρροϊῶν, αὐτὸς δὲ προήγαγε τὴν θεωρίαν αὐτῶν εἰς βαθμόν, τὸν ὁποῖον αὕτη δὲν ἠδυνήθη νὰ ὑπερβῇ μέχρι τοῦ 17^{ου} αἰῶνος³.

¹ ΣΤΡΑΒΩΝΟΣ : Α' 3, 11. 12.² ΣΤΡΑΒΩΝΟΣ : Γ' 5, 9.³ ΣΤΡΑΒΩΝΟΣ Γ' 5, 8.

Ἄλλὰ καὶ ὁ Ἀριστοτέλης ἐγνώριζε τὴν στενὴν σχέσιν τῆς παλιρροίας πρὸς τὴν κίνησιν τῆς Σελήνης· τοῦτο δὲ προκύπτει σαφῶς καὶ ἀναντιρρήτως ἐκ τοῦ ἐπομένου χωρίου τοῦ *Περὶ Κόσμου* ἔργου αὐτοῦ: «Πολλοὶ τε ἀμπώτεις λέγονται καὶ κυμάτων ἄρσεις συμπεριοδεύειν αἰεὶ τῇ Σελήνῃ κατὰ τινὰς ὠρισμένους καιροὺς» (4, 35).

Ἐκ τοῦ χωρίου τούτου συνάγεται ἀσφαλῶς, ὅτι ὁ Ἀριστοτέλης καὶ ἄλλοι ἀρχαῖοι, ἐγνώριζον τὴν κανονικὴν ἡμερησίαν περίοδον τῆς παλιρροίας, ὡς ἴσῃν πρὸς τὴν σεληνιακὴν ἡμέραν καί, ἐπομένως, τὴν ἡμερησίαν ἐπιβράδυνσιν αὐτῆς σχετικῶς πρὸς τὴν ἡλιακὴν ἡμέραν καὶ ἐθεώρουν τὴν ἡμερησίαν περίοδον τῆς παλιρροίας ὡς ἴσῃν πρὸς τὴν τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τῆς Σελήνης ἐν ἐκάστῳ τόπῳ· διότι λέγει, ὅτι ἡ παλίρροια συμπεριοδεύει αἰεὶ τῇ Σελήνῃ καὶ οὐχὶ τῇ Ἠλίῳ. Πρὸς τούτοις, ἐκ τοῦ αὐτοῦ χωρίου συνάγεται, ὅτι ὁ Ἀριστοτέλης δὲν ἐγνώριζε μόνον τὰς πλημμυρίδας καὶ τὰς ἀμπώτιδας, ἀλλὰ καὶ ὅτι αὗται συμβαίνουν καθ' ὠρισμένους καιροὺς κανονικῶς, ἥτοι περιοδικῶς καὶ ὅτι εἶναι πολλοί, ὅτι παρατηροῦνται, δηλαδή, εἰς πολλοὺς τόπους.

Ὅτι δὲ τοιαύτη εἶναι, ἀναμφιβόλως, ἐνταῦθα ἡ ἔννοια τῆς λέξεως πολλοί, ὅτι ἀναφέρεται δηλαδή εἰς διαφόρους τόπους καὶ οὐχὶ εἰς ἓνα καὶ τὸν αὐτόν, συνάγεται ἐκ τοῦ αὐτοῦ χωρίου, εἰς τὸ ὁποῖον προφανῶς ὁμιλεῖ περὶ τῶν κανονικῶν παλιρροιῶν, ἀφοῦ λέγει, ὅτι συμπεριοδεύουσι τῇ Σελήνῃ, ἥτοι ἔχουν τὴν αὐτὴν περίοδον καὶ ἐπανέρχονται μετ' αὐτῆς. Ἐν ᾧ ἀλλαχοῦ, ὡς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, ἀναφέρει, ὅτι ἡ θάλασσα ταλαντεύεται καί, ἐπομένως, ῥέει δεῦρο ἀκχεῖςε πολλάκις τῆς ἡμέρας, ἥτοι οὐχὶ ὡς ἡ κανονικὴ παλίρροια, καὶ παρέχει μάλιστα καὶ τὸν λόγον τοῦ φαινομένου.

Ἐντεῦθεν προκύπτει, ὅτι ἡ ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ καθηγητοῦ κ. Endros διατυπωθεῖσα γνώμη εἰς τὴν ἀξιόλογον αὐτοῦ: *περὶ τῶν παλιρροιῶν, τῶν ταλαντώσεων καὶ τῶν ρευμάτων τῶν θαλασσῶν παρὰ τῷ Ἀριστοτέλει πραγματεῖαν*¹, ὅτι ὁ Ἀριστοτέλης καὶ οἱ Ἕλληνες ἐν γένει δὲν εἶχον εὖρει σχέσιν τινὰ μεταξὺ τῆς πορείας τῆς κανονικῆς παλιρροίας τῆς Χαλκίδος καὶ τῆς τοῦ Ἠλίου καὶ τῆς Σελήνης, λόγῳ τῆς βραχύτητος τῆς ἡμερησίας περιόδου αὐτῆς, ἐνῷ αὕτη πανταχοῦ, ὅπου παρήγοντο παλιρροὶ καὶ ἀνυψώσεις τοῦ ὕδατος μέχρις ἐνὸς μέτρου, ὡς ἐν Χαλκίδι, ἦτο γνωστή, δὲν φαίνεται ὀρθή· διότι οὐ μόνον οὐδαμοῦ ὑπὸ οὐδενὸς τῶν ἀρχαίων ἀναφέρεται ἡ δυσπαρατήρητος ἄλλως, διὰ τὴν ἐποχὴν ἐκείνην, ιδιότης αὕτη τοῦ κανονικοῦ ρεύματος τοῦ Εὐρίπου ὡς ἀνωμαλία αὐτοῦ, ὡς ἀναφέρεται ἡ συχνότης τοῦ ἀκανονίστου, ἀλλὰ καὶ δὲν ἀποτελεῖ αὕτη, ὡς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, ἐξαιρετικὸν καὶ ἀποκλειστικὸν φαινόμενον τοῦ Εὐρίπου, ἀλλὰ γενικὸν φυσικὸν φαινόμενον, κατὰ βαθμὸν μόνον διαφέρον ἐκεῖ.

¹ Die Gezeiten, Seiches und Strömungen des Meers bei Aristoteles, *Sitzungsber. d. K. Bayer. Ak. der. Wiss.* (math.—phys. Kl.), Nov. 1915.

Ὅμοιως, δὲν εἶναι ἀκριβὲς ἡ ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ συγγραφέως, εἰς τὴν αὐτὴν πραγματείαν, ἐκ παρανοήσεως βεβαίως χωρίου τινὸς τῶν *Μετεωρολογικῶν* τοῦ Ἀριστοτέλους (Βιβλ. Β', Κεφ. 8), ἐνθα οὗτος πραγματεύεται περὶ τῶν σεισμῶν καὶ ἀποδίδει αὐτοὺς ἀποκλειστικῶς εἰς τὴν *εἰσορὴν* ἐντὸς καὶ τὴν *ἐκροὴν* ἐκτὸς τῆς Γῆς τῶν ἐντὸς τῶν πόρων αὐτῆς ἐγκεκλεισμένων *πνευμάτων*, ἐξαχθεῖσα γνώμη, ὅτι ὁ Ἀριστοτέλης ἐθεώρει τὴν μὲν πλημμυρίδα ὡς *εἰσορὴν* τοῦ ὕδατος ἐντὸς τῆς Γῆς, τὴν δὲ ἄμπωτιν ὡς *ἐκροὴν* τοῦ ὕδατος ἐξ αὐτῆς καὶ οὐχὶ ὡς κύμανσιν τῆς θαλάσσης. Τοιοῦτο φαινόμενον, τοῦ ὁποίου ἡ παρατήρησις θὰ ἦτο εὐκολος, εἶναι ἀδύνατον νὰ πιστεύσωμεν, ὅτι ἐφαντάσθη ὁ ὀξυδερκέστατος ὡς παρατηρητὴς Ἀριστοτέλης.

Τὸ ἐν λόγῳ χωρίον ἔχει ὡς ἐξῆς: «Καὶ αἱ νύκτες δὲ τῶν ἡμερῶν νηνεμώτεραι διὰ τὴν ἀπουσίαν τὴν τοῦ ἡλίου ὥστ' εἶσω γίνεται πάλιν ἡ ὥσις, ὥσπερ ἄμπωτις εἰς τοῦναντίον τῆς ἔξωθεν πλημμυρίδος καὶ πρὸς ὀρθρον μάλιστα τὴν καῦτα γὰρ καὶ τὰ πνεύματα πέφυκεν ἄρχεσθαι πνεῖν. Ἐὰν οὖν εἶσω τύχη μεταβάλλουσα ἡ ἀρχὴ αὐτῶν, ὥσπερ Εὐριπος, διὰ τὸ πλῆθος, ἰσχυρότερον ποιεῖ τὸν σεισμόν.»

Ὁ Ἀριστοτέλης ἐνταῦθα, προφανῶς, δὲν ταυτίζει τὸν τρόπον τῆς παραγωγῆς τῶν δύο φαινομένων, ἤτοι τῶν σεισμῶν καὶ τῆς παλιρροίας, ἀλλὰ παραβάλλει ἀπλῶς τὸ φαινόμενον τῆς εἰς τὴν Γῆν περιοδικῆς *εἰσορῆς* καὶ τῆς ἐξ αὐτῆς *ἐκροῆς* τῶν πνευμάτων, τῶν, κατ' αὐτόν, παραγόντων τὸν σεισμόν, πρὸς τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ἄμπωτις περιοδικῶς ῥέει καὶ αὐτὴ ἐκ τῆς ξηρᾶς ἀντιθέτως πρὸς τὴν ἔξωθεν ἐρχομένην καὶ πρὸς τὴν ξηρὰν περιοδικῶς ῥέουσιν πλημμυρίδα. Ἐὰν δέ, λέγει, συμβῇ νὰ μεταβάλῃ ἀρχὴν ἢ πνοὴ πρὸς τὰ ἔσω, ὡς συμβαίνει εἰς τὸν Εὐριπον, ὅπου ἡ ἄμπωτις διευθύνεται (οὕτω *φαίνεται*) πρὸς τὴν ξηρὰν, ἀντὶ νὰ ῥέῃ πρὸς τὴν θάλασσαν, τότε ὁ σεισμὸς γίνεται ἰσχυρότερος.

Ὅθεν ἡ λέξις τοῦ χωρίου *ἔξωθεν*, ἡ ὁποία, κατὰ τὸν κ. Endros, ἔπρεπε νὰ γραφῇ *ἔξω*, ὡς καλῶς εἰς τινὰς ἐκδόσεις ἀντικαθίσταται, ἔχει καλῶς, ἀφοῦ ἡ πλημμυρίς ῥέει, πράγματι, ἐν γένει εἰς τὰς ἀκτὰς *ἔξωθεν*, ἤτοι πρὸς τὴν ξηρὰν. Διότι ὁ Ἀριστοτέλης ἐνταῦθα μόνον τὴν ἐξαιρετικὴν περίπτωσιν τῆς τυχαίας μεταβολῆς τῆς ἀρχῆς τῆς πνοῆς παραβάλλει πρὸς τὴν (*φαινομένην*) ἐξαιρετικὴν φορὰν τῆς διευθύνσεως τῆς ἀμπώτιδος εἰς τὸν Εὐριπον· ἐνῶ προηγουμένως ὁμιλεῖ γενικῶς περὶ τῆς κανονικῆς φορᾶς τῆς ἀμπώτιδος καὶ τῆς πλημμυρίδος τῶν θαλασσῶν ἐν γένει, τὰς ὁποίας, ἀναμφιβόλως, ἔχει παρατηρήσει καὶ καλῶς δὲ γνωρίζει, ὅτι ἡ πλημμυρίς ἐρχεται *ἔξωθεν*.

Ὅθεν ἡ λέξις *ἔξωθεν* ἔχει καλῶς ἐκεῖ. Ἀλλ' ἐκ τοῦ χωρίου τούτου συνάγεται ὡσαύτως, ὡς ὀρθῶς φρονεῖ καὶ ὁ κ. Endros, ὅτι ὁ Ἀριστοτέλης ἐγνώριζε καλῶς τὰ κανονικὰ ρεύματα τοῦ Εὐρίπου, ὡς ἐγνώριζε καὶ ὀρθῶς ἐξήγει μάλιστα, καθὼς

θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, τὰ ἀκανόνιστα ρεύματα αὐτοῦ, ἀφοῦ παραβάλλει αὐτὰ πρὸς τὰ περιοδικὰ πνεύματα, τὰ παράγοντα τοὺς σεισμούς.

Ὅτι δὲ ὁ Ἀριστοτέλης δὲν ἐθεώρει τὴν παλίρροιαν ὡς εἰσροὴν ἐντὸς καὶ ἐκροὴν ἐκτὸς τῶν πνευμάτων, ὡς ἐνόμισεν ὁ κ. Endros, προκύπτει καὶ ἐκ τοῦ ἐπομένου χωρίου τῶν *Δοξογράφων*: «*Ἀριστοτέλης καὶ Ἡρακλείδης ὑπὸ τοῦ ἡλίου τὰ πλεῖστα τῶν πνευμάτων κινοῦντος καὶ συμπεριφέροντος, ὅφ' ὧν μεταβαλλόντων μὲν προωθουμένην ἀνοιδεῖν τὴν Ἀτλαντικὴν θάλασσαν καὶ κατασκευάζειν τὴν πλήμμυραν, καταληγόντων δ' ἀντιπερισπωμένην ὑποβαίνειν, ὅπερ εἶναι τὴν ἄμπωτιν.*» Ἐντεῦθεν συνάγεται, ὅτι ὁ Ἀριστοτέλης ἀπέδιδεν εἰς τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἀνέμου τὴν ἀνύψωσιν, ἥτοι τὴν πλημμυρίδα τῆς Ἀτλαντικῆς θαλάσσης, ἥτις, λήγοντος τοῦ ἀνέμου, ἔρρεεν ἀντιθέτως, ἥτοι ὡς ἄμπωτις. Ὅθεν ὁ Ἀριστοτέλης ἀπέδιδεν εἰς τὸν ἄνεμον, ὡς κύριον αἴτιον, τὴν παραγωγὴν, εἰς δὲ τὸ ἀπότομον τῶν ἀκτῶν, ὡς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, τὸ μέγα εὖρος, τῶν εἰς τὰς ἀκτὰς τοῦ Ἀτλαντικοῦ παρατηρουμένων μεγάλων παλίρροιων. Τὸ χωρίον τοῦτο, τὸ ὁποῖον ἀπαντᾷ πολλὰ τοῦ κ. Endros, ὅστις ἀμφισβητεῖ τὴν γνησιότητα αὐτοῦ, ἐπειδὴ διδάσκει ἀντίθετα πρὸς τὴν ὑπ' αὐτοῦ ἐκ τοῦ ἀμέσως ἀνωτέρω χωρίου τοῦ Ἀριστοτέλους ἐξαχθεῖσαν διάφορον θεωρίαν τούτου, περὶ τῆς αἰτίας τῆς παραγωγῆς τῶν παλίρροιων.

Ἀλλὰ καὶ ἐκ τοῦ ἐπομένου χωρίου τῶν *Προβλημάτων* τοῦ Ἀριστοτέλους, περὶ τῆς ἀθηντικότητος τοῦ ὁποίου ἐπίσης ἀμφιβάλλει ὁ κ. Endros, προκύπτει ὡσαύτως, ὅτι ἡ ἐν λόγῳ ἐρμηνεία τοῦ κ. Endros δὲν εἶναι ἀκριβής: «*Διὰ τί αἱ τροπαὶ πνέουσιν; ἢ διὰ τὸ αὐτὸ καὶ οἱ εὖριποι ρέουσιν; μέχρη γὰρ τοῦ ρεῖν καὶ ἡ θάλασσα φέρεται καὶ ὁ ἀήρ· εἴθ' ὅταν ἀντιπέση καὶ μηκέτι δύνῃται τὰ ἀπόγεια προάγειν διὰ τὸ μὴ ἰσχυρὰν ἔχειν τὴν ἀρχὴν τῆς κινήσεως καὶ φορᾶς πάλιν ἀνταποδίδωσιν.*» Ἐνταῦθα ὁ Ἀριστοτέλης ἐξηγεῖ εἰδικῶς τὰ ρεύματα τῶν στενῶν ἐν γένει καί, ἐπομένως, καὶ τὰ τοῦ Εὐρίπου τῆς Χαλκίδος, καὶ ἀποδίδει τὴν ἐν αὐτοῖς παλίρροιαν εἰς τὴν κινήτικὴν ἐνέργειαν τοῦ ὕδατος, ἥτις ἀφοῦ ἐξαντληθῇ, παύει τὸ ὕδωρ ρέον καὶ ἐπιστρέφει διὰ τῆς ρύμης του κατ' ἀντίθετον φορὰν, ἥτοι κινεῖται καθ' ὃν τρόπον καὶ τὸ ἐκκρεμές. Ὅθεν, ἐντεῦθεν συνάγεται εἰδικώτερον καὶ ἀσφαλέστερον ἀκόμη, ὅτι ὁ Ἀριστοτέλης δὲν ἐθεώρει τὴν παλίρροιαν τοῦ Εὐρίπου καὶ ἐν γένει τῶν θαλασσῶν ὡς εἰσροὴν καὶ ἐκροὴν τοῦ ὕδατος ἐντὸς καὶ ἐκτὸς τῆς Γῆς.

Τὴν ἀνωτέρω τοῦ Ἀριστοτέλους παρατήρησιν τῆς ἐν τῇ Εὐρίπῳ μὴ κανονικῆς φορᾶς τῆς ἀμπώτιδος, ὡς διευθυνομένης πρὸς τὴν ξηρὰν, ἐπανέλαβε βραδύτερον καὶ ὁ Babin, ὅστις γράφει, ὅτι, ἐνῶ εἰς τοὺς ὠκεανούς, ἀνυφουμένου τοῦ ὕδατος, τὸ ρεῦμα ρέει πρὸς τὴν ξηρὰν, καὶ κατερχομένου τοῦ ὕδατος τὸ ρεῦμα ἀποσύρεται πρὸς τὴν θάλασσαν, εἰς τὸν Εὐριπον συμβαίνει τι διάφορον, διότι ἡ ἀνύψωσις αὐτοῦ παρατηρεῖται, ὅταν τὸ ὕδωρ του ρέῃ πρὸς τὰς νήσους τοῦ Ἀρχιπελάγους,

ἐνθα ἡ θάλασσα εἶναι μείζων, ἡ δὲ ταπεινώσις διαρρέει πρὸς τὴν Θεσσαλίαν. Πράγματι, εἰς τὸν Εὐρίπον τὸ Β. ρεῦμα, τὸ καλούμενον ρεῦμα τῆς πλημμυρίδος, ρέει πρὸς τὴν ἀνοικτὴν θάλασσαν τοῦ Αἰγαίου, τὸ δὲ Ν. ρεῦμα, τὸ καλούμενον ρεῦμα τῆς ἀμπώτιδος, φαίνεται, λόγῳ τῆς τοπογραφικῆς διαμορφώσεως τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου, ρέον πρὸς τὴν ξηράν. Μόνον παρὰ τὴν Χαλκίδα, λέγει ὁ κ. Endros, παρουσιάζεται τοιαύτη ἀνωμαλία, ἥτις κατὰ πρῶτον ἐκίνησε τὴν προσοχὴν τοῦ Babin. Ἀλλ' ἡ τοιαύτη φορὰ τῶν ρευμάτων τοῦ Εὐρίπου, ἥτις πολὺ πρὸ τοῦ Babin εἶχε παρατηρηθῇ καὶ ἀναφέρεται, ὡς εἶδομεν ἀνωτέρω, ὑπὸ τοῦ Ἀριστοτέλους, ἐνῶ φαίνεται ἐκ πρώτης ὄψεως καὶ ἐθεωρήθη ὑπὸ τινων ὡς πραγματικὴ ἀνωμαλία, εἶναι ὄντως ἡ κανονικὴ τῆς ἐκεῖ παλιρροίας πορεία. Θὰ ἦτο βεβαίως ἀνωμαλία ἀνεξήγητος καὶ ἀδύνατος μάλιστα, ἂν ἐπρόκειτο περὶ κόλπου κλειστοῦ· ἀλλὰ, προκειμένου περὶ διώρυγος ἀνοικτῆς ἐκατέρωθεν πρὸς τὴν θάλασσαν, οὐδεμία ἀνωμαλία ὑφίσταται, ἀφοῦ εἰς τὰ τοιαῦτα στενὰ τὰ ρεύματα δὲν ρέουν ὅτε μὲν πρὸς τὴν ξηράν ὅτε δὲ πρὸς τὴν θάλασσαν, ἀλλὰ πάντοτε πρὸς τὸ ἐν καὶ ὅτε πρὸς τὸ ἄλλο τῶν δύο στομίων των, ἥτοι πάντοτε πρὸς τὴν θάλασσαν, ὡς συμβαίνει καὶ ἐν τῷ Εὐρίπῳ. Ἐὰν δέ, ἐκ τυχαίας ἐκεῖ τοπογραφικῆς διαμορφώσεως, τὸ ἐν τούτων φαίνεται διευθυνόμενον πρὸς τὴν ξηράν, τοῦτο δὲν ἀποτελεῖ ἀνωμαλίαν ἀξίαν καὶ προσοχῆς ἢ χρήζουσιν ἐξηγήσεώς τινος. Ἄλλως, τὰ εἰς τὰς τοιαύτας διώρυγας ρεύματα οὔτε ἀπλῶς πλημμυρίδες, οὔτε ἀπλῶς ἀμπώτιδες εἶναι, ἀλλὰ μικτά, ἥτοι κατὰ τὸ ἥμισυ διαρκούσης τῆς πλημμυρίδος καὶ κατὰ τὸ ἥμισυ διαρκούσης τῆς ἀμπώτιδος.

Πρὸς τούτοις, ὁ Ἀριστοτέλης εἶχε καὶ ἄλλας περὶ τῶν παλιρροϊκῶν καὶ τῶν ὑδραυλικῶν φαινομένων καὶ τῶν ἐξ αὐτῶν ρευμάτων ἀκριβεῖς γνώσεις καὶ πολλὰ τούτων ὀρθῶς, καθ' ὃν ἀκριβῶς τρόπον καὶ ἡ νεωτέρα Ἐπιστήμη, ἐξήγησεν. Οὕτω π. χ. περὶ τῶν εἰς τὰς ἀκτὰς τοῦ Ἀτλαντικοῦ, ἐν συγκρίσει πρὸς τὰς ἐπὶ τῆς ἐκεῖ ἰσπανικῆς ἀκτῆς, παρατηρουμένων μεγάλων παλιρροϊῶν, ὁ Ποσειδώνιος, κατὰ τὸν Στράβωνα (Βιβλ. Γ', 3, 3) λέγει: «ἡ δὲ καὶ τὸν Ἀριστοτέλην, φησὶν Ποσειδώνιος, οὐκ ὀρθῶς αἰτιᾶσθαι τὴν παραλίαν τῶν πλημμυρίδων καὶ τῶν ἀμπώτεων· παλιρροεῖν γὰρ φάναι τὴν θάλατταν διὰ τὸ τὰς ἀκτὰς ὑψηλὰς τε καὶ τραχείας εἶναι δεχομένας τε τὸ κῦμα σκληρῶς καὶ ἀνταποδιδούσας. Τἀναντία γὰρ τῇ Ἰβηρίᾳ θινώδεις εἶναι καὶ ταπεινὰς τὰς πλείστας, ὀρθῶς λέγων». Ὁ Ἀριστοτέλης ἐνταῦθα, ὡς πεκρατρεῖ καὶ ὁ κ. Endros, τὸ μέγα ὕψος τῶν ἐκεῖ παλιρροϊῶν ὀρθῶς ἀποδίδει εἰς τὴν ἀνάκλασιν τοῦ ὕδατος ἐπὶ τῶν ἀποτόμων ἀκτῶν, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰς ἰσπανικὰς, ἐνθα ἡ παλιρροία, λόγῳ τῆς χθαμαλότητος αὐτῶν, δὲν ἀνέρχεται τόσον ὑψηλὰ.

Ἐκ τῶν ἀρχαίων καὶ ὁ Τίτος Λίβιος ὀρθῶς διεῖδε τὴν ἀστρονομικὴν αἰτίαν τῶν παλιρροϊῶν, ἀποδώσας αὐτὰς εἰς τὸν Ἥλιον καὶ τὴν Σελήνην, τὰ ὅποια κατὰ τὴν περὶ τὴν Γῆν περίοδον αὐτῶν, λέγει, σύρουν τὰ ὕδατα τῆς θαλάσσης ὡς θεράποντάς των.

3. Νεώτεραι παρατηρήσεις ἐπὶ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου. —

Ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος μέχρι τοῦ 17^{ου} αἰῶνος, οὐδεμία εὐρίσκεται περὶ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου παρατήρησις ἢ σχετικὴ ἐπιστημονικὴ ἔρευνα. Ἡ πρώτη σειρά συστηματικῶν παρατηρήσεων, κατὰ τοὺς τελευταίους αἰῶνας, ἀλλ' οὐχὶ ἀρκετὰ ἀκριβῆς, οὐδὲ λεπτομερὴς καὶ ἱκανὴ πρὸς ἀποκάλυψιν τῶν στοιχείων καὶ τῶν διαφόρων ἀνωμαλιῶν τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου, ἂν καὶ ἀρκετὰ μακρὰ εἰς χρονικὴν διάρκειαν, ἐγένετο τῷ 1669 ὑπὸ τοῦ Ψησοῦτου Jacques Paul Babin, ὅστις διέμεινεν ἐπὶ dietίαν τότε εἰς τὴν Χαλκίδα. Τὰ ἀποτελέσματα τῶν παρατηρήσεων αὐτοῦ μετὰ περιγραφῆς τοῦ Εὐρίπου διεσώθησαν εἰς ἐπιστολὴν, τὴν ὁποίαν ἀπέστειλεν ὁ Babin εἰς τὸν Ἀββᾶν Pecoil. Τὴν ἐπιστολὴν ταύτην ἐδημοσίευσαν ὀλίγον βραδύτερον οἱ J. Spon καὶ G. Wheler εἰς τὸ ὑπ' αὐτῶν ἐκδοθὲν Voyage d'Italie, de Dalmatie, de Grèce et du Levant, fait aux années 1675 et 1676, t. II, p. 162-201. La Haye 1724.

Κατὰ τὰς παρατηρήσεις τοῦ Babin, τὸ ρεῦμα τοῦ Εὐρίπου εἶναι κανονικόν, ὥς τὰ τοῦ ὠκεανοῦ, ἐπὶ 18-19 ἡμέρας τοῦ μηνὸς περὶ τὰς συζυγίας, καὶ ἀκανόνιστον, ἥτοι παρουσιάζει 12-24 πλημμυρίδας καὶ 12-24 ἀμπώτιδας τὸ ἡμερονύκτιον περὶ τοὺς τετραγωνισμοὺς τῆς Σελήνης. Παρατηρητέον ἐνταῦθα, ὅτι καὶ ὁ Babin συγχέει, ὥς καὶ πολλοὶ ἀρχαῖοι, τὰ ρεύματα πρὸς τὰς παλιρροϊκὰς πλημμυρίδας καὶ ἀμπώτιδας τῆς θαλάσσης.

Ὀλίγον βραδύτερον ὁ Ἑνετὸς P. M. Coronelli, ἐν τῷ κατὰ τὸ ἔτος 1687 ἐκδοθέντι ἱστορικῷ καὶ τοπογραφικῷ συγγράμματι αὐτοῦ περὶ τῆς Πελοποννήσου καὶ τῆς Εὐβοίας (σελ. 234-240, Frankfurt 1687) παρέχει εἰκόνα καὶ περιγραφὴν τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου καὶ παρατηρήσεις τινὰς ἀτελεῖς ἐπὶ τῆς παλιρροίας αὐτοῦ ἐκ τῶν τοῦ Babin.

Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν παρατηρήσεων τοῦ Babin ἐμελέτησε μετ' ὀλίγα ἔτη, τῷ 1703, τὰ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου ὁ Φλαμανδὸς Dapper, βραδύτερον δέ, μετὰ τὰ μέσα τοῦ παρελθόντος αἰῶνος, ὁ διακεκριμένος Ἑλβετὸς φυσιοδίφης καὶ καθηγητῆς τῆς Ἀκαδημίας τῆς Λωζάννης F. A. Forel. Κατὰ τὸν παρελθόντα αἰῶνα, ὁμοίως, ἡσχολήθησαν ὀλίγον ἐπὶ τοῦ ζητήματος τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου ὁ Friedel Nager, ὁ προκάτοχος ἡμῶν, Διευθυντῆς τοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν, J. Schmidt, ἀλλ' ἰδίως συστηματικώτερον καὶ ἐπὶ μακρὸν ἐπὶ τόπου καὶ ἀποτελεσματικώτερον πάντων ὁ πλοίαρχος τοῦ Β. Ναυτικοῦ τῆς Ἀγγλίας καὶ διακεκριμένος ὕδρογράφος Arthur Mansell, ἐν συνεργασίᾳ, ἐπὶ τινά χρόνον, μετὰ τοῦ Ἑλλήνος τότε ὑποπλοιάρχου Ἀνδρ. Μιαούλη.

Ὁ Mansell, ὅστις, ὥς γράφει ὁ ἴδιος πρὸς τὸν Forel, ἀπὸ τοῦ 1830, ἦτοι ἐκ παιδικῆς ἡλικίας, ἐπὶ 36 ἔτη ἔζη εἰς τὴν Μεσόγειον καὶ εἰργάζετο εἰς τὴν σύνταξιν ὕδρογραφικῶν χαρτῶν αὐτῆς, ἐγκατεστάθη ἐπὶ τέλους τῷ 1866 εἰς τὴν Χαλ-

κίθα και ἔκτοτε ἐξετέλεσεν ἐκεῖ, ἐπὶ μακρὰν σειρὰν ἐτῶν, μέχρι τοῦ θανάτου αὐτοῦ, τακτικὰς παρατηρήσεις καὶ μελέτας ἐπὶ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου, μετὰ δὲ τοῦ Ἄνδρ. Μιαούλη καὶ συγχρόνους τινὰς παρατηρήσεις ἐν Αἰδηψῷ καὶ Σκιάθῳ. Τὴν συνεργασίαν ταύτην τοῦ Μιαούλη ἐξετίμα πολὺ καὶ ὡμολόγει ὡς πολύτιμον ὁ Mansell. «ἀνευ τῆς βοηθείας αὐτῆς, γράφει ἐν ἐπιστολῇ πρὸς τὸν Forel, θὰ ἦτο ἀδύνατον νὰ σημειώσω τίποτε πέραν τῆς ἀνυψώσεως καὶ ταπεινώσεως τοῦ ὕδατος παρὰ τὴν γέφυραν καὶ ὀλίγον βερεϊότερον αὐτῆς, ὑπὸ τὰ παράθυρα τῆς οἰκίας μου.» Ἐν γένει δὲ ὁ Mansell εἰς τὰς πρὸς τὸν Forel ἐπιστολάς του ἐξαίρει τὴν βοήθειαν, τὴν ὁποίαν παρέσχεν εἰς αὐτὸν ὁ Ἑλληὴν ἀξιωματικὸς τοῦ Ναυτικοῦ κατὰ τὴν ἐν Χαλκίδι, Σκιάθῳ καὶ Αἰδηψῷ διαμονὴν του, ὡς πλοίαρχος μικρᾶς ἡμιολίας.

Ὁ Mansell, στερούμενος παλιρροιογράφων, ἐξετέλει τὰς παρατηρήσεις του κατ' ἀρχὰς μὲν διὰ δύο παλιρροιομέτρων, τὰ ὁποῖα, ὡς γράφει, εἶχε τοποθετήσει εἰς τὴν αὐτὴν περίπου ἀπόστασιν πρὸς Β καὶ πρὸς Ν τῆς γεφύρας· τὸ πρὸς Β εὐρίσκετο ἐπὶ τῆς δυτικῆς ἀκτῆς, τὸ δὲ πρὸς Ν εἰς τὸ ἄκρον τῆς προκυμαίας τοῦ φρουρίου. Βραδύτερον ἐτοποθέτησε καὶ τρίτον πρὸς Δ, κάτωθεν τοῦ Κανέθου (Καραμπαμπᾶ). Καὶ ὁ Μιαούλης δὲ γράφει, ὅτι μετεχειρίζετο τρία παλιρροιόμετρα, ἦτοι δύο εἰς τὸν Β λιμένα, εἰς ἀπόστασιν 130 καὶ 630 ποδῶν, καὶ ἄλλο εἰς τὸν Ν, εἰς ἀπόστασιν 300 ποδῶν ἀπὸ τοῦ πορθμοῦ. Τὴν ταχύτητα δὲ τοῦ ρεύματος ἐμέτρουν, ὡς γράφει ὁ Μιαούλης, δι' ἀκριβοῦς δρομομέτρου Massey. Δυστυχῶς, αἱ παρατηρήσεις αὗται τῶν δύο ναυτικῶν εἶναι ἀτελεῖς κατὰ τοῦτο, ὅτι ἐγίνοντο, κατ' ἀνάγκην, μόνον τὴν ἡμέραν. Ἀλλ' αὗται παρέσχον τὴν πρώτην ἀκριβῆ καὶ λεπτομερῆ ἰδέαν περὶ τῶν διαφόρων φάσεων, τῶν ἀνωμαλιῶν καὶ τῶν λοιπῶν στοιχείων τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου. Τὰ ἀποτελέσματα τῶν παρατηρήσεων αὐτοῦ, μετὰ τινων μόνων, δυστυχῶς, ἐκ τῶν πινάκων αὐτῶν καὶ τῶν ἐκ τούτων συμπερασμάτων του ἐπὶ τῶν διαφόρων ιδιοτήτων καὶ τῶν ιδιορρυθμῶν φαινομένων τῆς παλιρροίας ταύτης ἀνεκοίνωσεν ὁ Mansell, τῷ 1880, εἰς τὸν Forel μετὰ τῆς ρητῆς ἀδείας, ὅπως χρησιμοποίησιν αὐτὰ κατὰ βούλησιν.

4. Νεώτερα δημοσιεύματα. — Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν παρατηρήσεων τοῦ Babin, τῶν μόνων τότε γνωστῶν, ἀφοῦ αἱ τοῦ Mansell δὲν εἶχον δημοσιευθῇ, οὐδὲ ἀποσταλῇ πρὸς αὐτὸν εἰσέτι τινὲς ἐξ αὐτῶν, ὡς ἐστάλησαν κατόπιν χειρόγραφοι, ὁ Forel ὑπέβαλε, τῷ 1879, εἰς τὴν Ἀκαδημίαν τῶν ἐπιστημῶν τῶν Παρισίων διατριβὴν, δημοσιευθεῖσαν εἰς τὰ *Comptes Rendus* αὐτῆς (τ. II, σελ. 861), διὰ τῆς ὁποίας ἐπεχείρησε νὰ λύσῃ τὸ πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου, ὡς πρὸς τὰ ἐκ τῶν παρατηρήσεων τοῦ Babin προκύπτοντα δύο ζητήματα αὐτοῦ, ἦτοι τὸ κανονικὸν καὶ τὸ ἀκανόνιστον ρεῦμά του.

Μετὰ τὸν Forel, τῷ 1882, ἐπὶ τῶν ἰδίων καὶ ἐπὶ τῶν μακρῶν παρατηρήσεων

καὶ ἐρευνῶν τοῦ Mansell στηριζόμενος ὁ Μιαούλης ἐδημοσίευσε σπουδαίαν πραγ-
ματείαν (*Περὶ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου*), εἰς τὴν ὁποίαν παρέθεσε μετὰ δια-
φόρων ἐπὶ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου παρατηρήσεων, στοιχείων, πληροφοριῶν,
συμπερασμάτων καὶ 10 πίνακας, περιέχοντας τὰς ὥρας τῆς ἀλλαγῆς τῆς φορᾶς
τοῦ ρεύματος, τὴν ταχύτητα αὐτοῦ, τὸ εὖρος τῆς αὐξομειώσεως τοῦ ὕψους τῆς
στάθμης του, τὰς ὥρας τῆς πλημμυρίδος καὶ τῆς ἀμπώτιδος, ὠριαίας παρατηρήσεις
ἐπὶ τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τοῦ Β καὶ τοῦ Ν λιμένος, μετεωρολογικὰς παρατη-
ρήσεις, σχεδιόγραμμα τοῦ πορθμοῦ καὶ ἐν γένει διάφορα χρήσιμα στοιχεῖα τοῦ
παλιρροϊκοῦ τούτου φαινομένου. Τὸ ἔργον τοῦτο δὲν ἔλυσεν, οὐδὲ ἐσκόπει βεβαίως
νὰ λύσῃ τὸ περίφημον παλιρροϊκὸν πρόβλημα, ὑπῆρξεν ὅμως πολύτιμον, διότι
κατέστησε γνωστὰ τὸ πρῶτον, δυστυχῶς ἐν περιλήψει μόνον, πλὴν τῶν ἰδίων παρα-
τηρήσεων καὶ ἐρευνῶν, τὰ κυριώτερα ἀποτελέσματα τῆς πρώτης καὶ μόνης μέχρι
τῆς ἐποχῆς ἐκείνης μακρᾶς, ἀλλὰ καὶ ἀκριβοῦς συγχρόνως, σειρᾶς συστηματικῶν
παρατηρήσεων τοῦ Mansell ἐπὶ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου, καὶ ἀπεκάλυψε τινα
τῶν κυριωτέρων ἰδιορρυθμῶν καὶ ἀγνώστων ἕως τότε ζητημάτων τοῦ παροιμιώδους
τούτου προβλήματος. Διὰ τοῦ ἔργου αὐτοῦ ὁ Μιαούλης παρέσχεν ὄχι μόνον ἀκριβῆ
εἰκόνα τινῶν ἐκ τῶν κυρίων χαρακτήρων τοῦ φαινομένου καὶ ἀκριβῆ περιγραφὴν
αὐτοῦ, ἐπὶ τῶν ὁποίων ἐβασίσθησαν κατόπιν σοβαραὶ ἐπιστημονικαὶ ἐρευναι, ὑπὸ
τοῦ ἔργου τούτου προκληθεῖσαι, ἀλλὰ καὶ πίνακας πρακτικῆς σημασίας καὶ ἄλλας
πρακτικὰς ὁδηγίας καὶ πληροφορίας λίαν χρήσιμους εἰς τοὺς ναυτικούς, τοὺς δια-
πλέοντας τὸν πορθμὸν τῆς Χαλκίδος. Ἡ πραγματεία τοῦ Μιαούλη ἐνέχει βεβαίως
καὶ παρερμηνείας τινὰς εἰς λεπτομερείας τοῦ φαινομένου, ἀλλὰ καὶ ὀρθὰς ἀντιλή-
ψεις τῶν πραγμάτων καὶ ἐν γένει στοιχεῖα σοβαρά, ἐπὶ τῶν ὁποίων δύναται νὰ
στηριχθῇ μελέτη, οὐχὶ βεβαίως πρὸς πλήρη γνῶσιν καὶ λύσιν τοῦ προβλήματος,
ἀλλ' ἐπαρκῆ πρὸς κατανόησιν τινῶν τῶν κυριωτέρων χαρακτήρων τοῦ φαινομένου
καὶ ἀκριβῆ ἐξήγησιν μέρους αὐτῶν. Ἡ πραγματεία τοῦ Μιαούλη δικαίως ἔτυχε
μεγάλης προσοχῆς καὶ πολλῶν ἐπαίνων παρὰ ξένων διακεκριμένων εἰδικῶν ἐπιστη-
μόνων, οἵτινες ἐμελέτησαν αὐτὴν ἐπισταμένως καὶ εἰργάσθησαν ἐπὶ τῇ βάσει τῶν
στοιχείων τῆς ἐπὶ τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου ἢ ἐδημοσίευσαν σχετικὰς κριτικὰς.
«Εἰς τὸν πλοίαρχον Μιαούλην, γράφει ὁ διακεκριμένος Γερμανὸς καθηγητὴς
κ. Endros, περαίνων τὴν περὶ παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου σπουδαίαν διατριβὴν του,
ὀφείλομεν, ὅτι ἐδημιουργήθη βαθυτέρα ἔννοια ἐπὶ τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου».
Δικαιότερον ὅμως θὰ ἦτο ἂν ἐλέγετο, ὅτι εἰς τὸν Mansell καὶ τὸν Μιαούλην ὀφεί-
λομεν τοῦτο.

Μετὰ τὸν Μιαούλην, ἀξιόλογον μελέτην ἐπὶ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου ἐδη-
μοσίευσεν ὁ διακεκριμένος ὠκεανογράφος καθηγητὴς κ. O. Krümmel ὑπὸ τὸν τίτλον:
Zum Problem des Euripus, εἰς τὸ σπουδαῖον γεωγραφικὸν περιοδικόν: *Peter-*

manns. Mitteilungen (1888, Heft 11). Τὸ ἄρθρον αὐτὸ τοῦ καθηγητοῦ κ. Krümmel εἶναι κυρίως ἀνάλυσις καὶ κριτικὴ τοῦ ἔργου τοῦ Μιαούλη καὶ τῆς διατριβῆς τοῦ Forel μετὰ ἰδίων σκέψεων καὶ γνωμῶν περὶ τῶν αἰτίων τινῶν ἐκ τῶν ἐν τῷ Εὐρίπῳ παρατηρουμένων παλιρροϊκῶν φαινομένων· συνοδεύεται δὲ καὶ ὑπὸ χαρτῶν τῶν περὶ τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον χωρῶν καὶ τῶν βυθομετρήσεων αὐτοῦ. Ὁ κ. Krümmel, δικαίως ἀποκρούων τὸν ἰσχυρισμὸν τοῦ Μιαούλη περὶ τῆς ἀνακριθείας τῆς ὑπὸ τοῦ Forel προταθείσης λύσεως τοῦ ζητήματος τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος τοῦ Εὐρίπου διὰ τῶν *ταλαντώσεων* (*seiches*), δέχεται, τοῦναντίον, τὴν λύσιν αὐτὴν ὡς ὀρθήν. Κακῶς δὲ ἀποκρούων ὡς μὴ ὀρθὰς τὰς παρατηρήσεις ὡς καὶ τὸ ἐξ αὐτῶν συμπέρασμα τοῦ Μιαούλη, περὶ τῆς ἀναστροφῆς τῶν ὥρῶν τῆς παλιρροίας μετὰ τὸ πέρας τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος, ὡς καὶ τὸ τῆς βραχύτητος τῆς ἡμερησίας περιόδου τῆς παλιρροίας, δέχεται, τοῦναντίον, ὡς ἀκριβεῖς ἄλλας σκέψεις καὶ γνώμας τοῦ Μιαούλη, ὡς π. χ. τὴν ἐπίδρασιν τῶν περὶ τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον ποταμῶν καὶ πηγῶν ἐπὶ τῆς ἐν αὐτῷ παλιρροίας, καὶ καταλήγει εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι: «ἐπὶ πλείστων σημείων τοῦ ζητήματος τούτου ἔχει δοθῇ λύσις ὑπὸ τοῦ Μιαούλη, διὰ τῶν σημαντικῶν ἐρευνῶν του, προσέτι δὲ ἐδόθη ὥθησις ὑπ' αὐτοῦ πρὸς ἐκτέλεσιν νεωτέρων ἀκριβῶν παρατηρήσεων.»

Ὁ κ. Krümmel γράφει τινὰ περὶ τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου καὶ εἰς τὸ σπουδαῖον ὠκεανογραφικὸν ἔργον του: *Handbuch der Ozeanographie*, II, Stuttgart 1911, ὡς καὶ ἐν τῇ προηγουμένῃ ἐκδόσει τοῦ αὐτοῦ ἔργου.

Λίαν ἐνδιαφέρον ἄρθρον ἐπὶ τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου ἐδημοσίευσε κατόπιν ὁ ἐπιφανὴς καθηγητὴς τῆς Γεωγραφίας τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Bonn κ. A. Philippson εἰς τὸ *Real Enzykl. d. Klass. Alt.* VI, Stuttgart, 1909, τοῦ Pauly. Ὁ κ. Philippson ἐν αὐτῷ, μετὰ τοπογραφικὴν, γεωλογικὴν καὶ γεωγραφικὴν τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου καὶ ἰδίᾳ τοῦ πορθμοῦ περιγραφὴν, παρέχει σύντομον εἰκόνα τῆς ἐν αὐτῷ παλιρροίας, ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ ἔργου τοῦ Μιαούλη καὶ τοῦ ἁρθρου τοῦ κ. Krümmel.

Ὁ μηχανικὸς κ. Δ. Καλύβας, ὅστις διηύθυνε τὰς πρὸς διαπλάτυνσιν καὶ ἐκβάθυνσιν τοῦ πορθμοῦ τελευταίας ἐργασίας καί, ὡς ἐκ τούτου, ἔσχε τὴν εὐκαιρίαν νὰ παραμείνῃ ἐπὶ διετίαν καὶ πλεόν εἰς τὴν Χαλκίδα καὶ μελετήσῃ τὰ τῆς ἐκεῖ παλιρροίας, ἐδημοσίευσε πραγματείαν: *Περὶ τῆς παλιρροίας ἐν γένει καὶ εἰδικῶς τῆς τοῦ Εὐρίπου, 1892.* Ὁ κ. Καλύβας, ὅστις ἐν ἀρχῇ τῆς πραγματείας του ἐκθέτει μετ' ἐπιστημονικῆς ἀκριθείας, στοιχειωδῶς, τὸ γενικὸν ζήτημα τῆς παλιρροίας τῶν θαλασσῶν, ἐπὶ τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου, καθ' ὃ γράφει: «δὲν ἔχει ἀξίωσιν νὰ δώσῃ τὴν μαθηματικὴν ἀκριβῆ καὶ πλήρη ἐξήγησιν τοῦ παραδόξου τούτου φαινομένου» (σελ. 4), ἀλλὰ, στηριζόμενος κυρίως ἐπὶ τῶν ἐν τῇ πραγματείᾳ τοῦ Μιαούλη παρεχομένων πινάκων καὶ ἄλλων στοιχείων, τινὰ τῶν ὁποίων ἔσχεν ἐξ

ιδίων παρατηρήσεων, επιχειρεῖ νὰ ἐξηγήσῃ τὰς εἰς τὸν πορθμὸν παρατηρουμένας ἀταξίας τῆς παλιρροίας, τὰς ὁποίας ἀποδίδει «εἰς τὴν ἐν τῷ Ν λιμένι συνάντησιν τῶν δύο ἀντιθέτως χωρουσῶν πλημμυρίδων» (σελ. 22).

Ὁ καθηγητὴς κ. Ι. Σαρρῆς, ὅστις διέμεινεν ἐν Χαλκίδι καὶ ἐμελέτησεν ἐπίσης ἐπὶ τόπου τὰ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου, ἐδημοσίευσεν ὁμοίως φυλλάδιον ὑπὸ τὸν τίτλον: *Τὰ παλιρροϊκὰ φαινόμενα τοῦ Εὐρίπου, 1921*, εἰς τὸ ὁποῖον, ἔχων ὑπ' ὄψιν τὸ ἔργον τοῦ Μιαούλη καὶ ἰδίας παρατηρήσεις, ἐκθέτει ὑπὸ τύπον δημῶδη, χάριν τῶν πολλῶν, τὰ τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου καὶ επιχειρεῖ τὴν λύσιν ὄλων σχεδὸν τῶν γνωστῶν εἰς αὐτὸν ζητημάτων τούτου.

Ἀμφότεραι αἱ πραγματεῖαι αὗται, δεικνύουσαι ἱκανὰς γνώσεις ἐπὶ τῶν παλιρροϊκῶν ζητημάτων, εἶναι ἀξιόλογοι καὶ περιέχουν χρησίμους πληροφορίες ἐξ ἰδίων παρατηρήσεων τῶν συγγραφέων καὶ ὀρθὰς τινὰς σκέψεις περὶ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου.

Σπουδαίαν διατριβὴν ἐπὶ τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου ἀνεκοίνωσεν εἰς τὴν Ἀκαδημίαν τοῦ Μονάρχου τῷ 1914 ὁ καθηγητὴς κ. Α. Endros¹, διὰ τῆς ὁποίας, ἐπὶ τῇ βάσει τῆς πραγματείας τοῦ Μιαούλη, ἠρεύνησε, τῇ βοήθειᾳ τῶν νεωτέρων μεθόδων, τὸ πρόβλημα. Ὁ κ. Endros προηγουμένως, τῇ προτροπῇ, ὡς γράφει, τοῦ καθηγητοῦ κ. Η. Ebert, ὅστις, ταξειδεύσας εἰς τὴν Ἑλλάδα, παρετήρησεν ἐπὶ τόπου τὰ ἀξιοσημεῖωτα ρεύματα, εἶχεν ὑπολογίσει τῷ 1906 καὶ δημοσιεύσει κατόπιν² «τὰς διαρκείας τῶν περιόδων τῶν δυνατῶν *ταλαντώσεων* (seiches), καὶ ὑποδείξει συγχρόνως ταύτας ἐν μέσῳ τῶν πολυπλόκων ρευμάτων, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ παράγωνται ἐντὸς στενοῦ, ἀποτελουμένου (ὡς ὁ Εὐβοϊκὸς κόλπος) ἐκ δύο ἀνεξαρτήτως ἀλλήλων κυμαινομένων λεκανῶν ὕδατος, τοῦθ' ὅπερ δέχεται καὶ ὁ κ. Krümmel ἐν τῇ νεωτέρᾳ ἐκδόσει τῆς Ὠκεανογραφίας αὐτοῦ (τ. II, 1911, σ. 182)».

Ἐν τῇ νέᾳ καὶ εὐρυτέρᾳ πραγματείᾳ αὐτοῦ ὁ κ. Endros, ἐκθέτων λεπτομερῶς τὰ συμπεράσματα αὐτοῦ, ἐξ ἐπισταμένης ἀναλύσεως καὶ μελέτης τῶν παρατηρήσεων τοῦ Μιαούλη, προτείνει λύσεις τινὰς τῶν ἐξ αὐτοῦ προκυπτόντων ζητημάτων, ἄλλας ἐπαρκῶς ἠτιολογημένας καὶ ἄλλας ἄνευ ἀποδείξεων.

Πλὴν τῆς σπουδαίας πραγματείας ταύτης, ὁ κ. Endros ἐδημοσίευσεν, ὡς εἶδομεν ἀνωτέρω, τῷ 1915, καὶ ἑτέραν μελέτην, σχετικὴν πρὸς τὴν παλιρροίαν τοῦ Εὐρίπου καὶ τὰς περὶ αὐτῆς καὶ τὰ παλιρροϊκὰ φαινόμενα ἐν γένει ἰδέας τοῦ Ἀριστοτέλους.

Μετὰ τὸν κ. Endros, σπουδαίαν ἐπίσης πραγματείαν ἐπὶ τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου, ἐδημοσίευσεν εἰς τὰ *Πρακτικὰ τῆς Ἀκαδημίας τῆς Βιέννης*³ τῷ

¹ Zum Problem des Euripus, *Sitzung. d. Kgl. Bayer Ak. d. Wis.*, 1914.

² *Pet. Mitt.* 1908, Heft. IV, 86-87.

³ Zur Theorie des Euripus - Strömungen, *Sitzungsber. d. K. K. Akademie d. Wiss. in Wien*, 1916, 1093 - 1148, Wien 1916.

1916 ὁ διακεκριμένος καθηγητὴς τῶν μαθηματικῶν ἐν τῇ Πανεπιστημίῳ τοῦ Graz καὶ εἰδικῶς περὶ τὰς παλιρροίας, ὡς καὶ ὁ πατὴρ αὐτοῦ, καὶ μάλιστα τὰς τῆς Μεσογείου¹, ἀσχοληθεῖς, κ. Dr. R. Sterneck. Ἐπὶ τῇ βάσει κυρίως τοῦ ἔργου τοῦ Μιαούλη, ἀλλὰ καὶ δι' ἄλλων, μεταξὺ τῶν ὁποίων καὶ ἰδίων, παρατηρήσεων εἰς διαφόρους Σταθμούς, ἐκτὸς τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου, ἀνὰ τὸ Αἰγαῖον, πρὸς δὲ βοηθοῦμενος καὶ ὑπὸ τῶν σπουδαίων ἐρευνῶν αὐτοῦ καὶ τοῦ πατρὸς του ἐπὶ τῶν παλιρροίων τῆς Μεσογείου, ὁ κ. Sterneck προβαίνει ἐν τῇ πραγματείᾳ αὐτῇ εἰς εὐρεῖαν σπουδὴν, διὰ τῶν νεωτέρων μεθόδων, τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου.

Διὰ τὴν λύσιν διαφόρων ζητημάτων τοῦ προβλήματος τούτου ὁ κ. Sterneck συμφωνεῖ ἐντελῶς μετὰ τοῦ κ. Endros, διὰ τина δὲ ἐξ αὐτῶν ἐκθέτει καὶ τὰς ἀναλυτικὰς ἀποδείξεις τῶν σχετικῶν λύσεων, διὰ τῶν τύπων τῆς Ὑδροδυναμικῆς.

Αἱ δύο αὗται ἔρευναι, αἱ ὁποῖαι συμπληροῦσιν ἀλλήλας, ἀκολουθοῦσαι τὴν ὀρθὴν ἐπιστημονικὴν ὁδὸν τῆς ἐρεύνης τοῦ παλιρροϊκοῦ τούτου προβλήματος, ἀποτελοῦσι, μετὰ τοῦ ἄρθρου τοῦ κ. Krümmel, σπουδαίαν συμβολὴν εἰς τὴν ὁλοκληρωτικὴν καὶ ἀκριβῆ λύσιν αὐτοῦ.

Ὁ καθηγητὴς κ. Ἀλκ. Μάζης ἐδημοσίευσεν ἐσχάτως ἐν Ἀθήναις εἰς τὴν *Επιστημονικὴν Ἠχώ* (Δεκέμβριος 1927) ὑπὸ τὸν τίτλον *Ἡ παλιρροία τοῦ Εὐρίπου*, διατριβὴν, περιέχουσαν ἀποτελέσματα τῶν ὑπ' αὐτοῦ, ὡς προϊσταμένου τοῦ ἐν Χαλκίδι Θαλασσογραφικοῦ Σταθμοῦ τῆς Ὑδρογραφικῆς Ὑπηρεσίας τοῦ Ὑπουργείου τῶν Ναυτικῶν, γενομένων παρατηρήσεων ἐπὶ τῆς παλιρροίας. Τὰ στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα παρέχει ὁ κ. Μάζης ἐπιβεβαιοῦσιν, εἰς τина δὲ σημεία καὶ συμπληροῦσι ἢ διορθῶνουν τὰ ὑπὸ τοῦ Μιαούλη δημοσιευθέντα. Δυστυχῶς, ὁ κ. Μάζης δὲν ἐδημοσίευσεν τοὺς λεπτομερεῖς πίνακας τῶν παρατηρήσεων, ἐφ' ὧν ἐστηρίχθη καὶ οἱ ὁποῖοι εἶναι χρήσιμοι καὶ ἐνίοτε ἀπαραίτητοι πρὸς μελέτην τῶν παλιρροϊκῶν φαινομένων. Ὅπωςδὴποτε ὅμως, ἡ διατριβὴ τοῦ κ. Μάζης εἶναι πολὺ χρήσιμος, τινὰ δὲ τῶν ἐν αὐτῇ στοιχείων, ὡς καὶ ἄλλα σχετικὰ ἐξ ὧν εἶχε τὴν εὐγενῆ καλωσύνην νὰ θέσῃ εἰς τὴν διάθεσιν ἡμῶν, καὶ διὰ τὰ ὁποῖα εὐχαριστοῦμεν αὐτὸν θερμῶς καὶ ἐνταῦθα, θέλομεν χρησιμοποιεῖσι κατωτέρω.

5. Τὸ ἔργον τοῦ Mansell. — Ἡ πραγματεία τοῦ Μιαούλη, περιέχουσα οὐχὶ τὰς λεπτομερεῖς καὶ μακρὰς σειρὰς τῶν παρατηρήσεων τοῦ Mansell, ἀλλὰ, μετὰ τινων ἰδίων, περίληψιν μόνον ἐκείνων, εἶναι βεβαίως πολύτιμος, ἀλλ' οὐχὶ καὶ ἐπαρκὴς πρὸς κατανόησιν τοῦ ὅλου προβλήματος τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου. Δυστυχῶς, οἱ πίνακες τῆς ὅλης σειρᾶς τῶν παρατηρήσεων τοῦ Mansell, ἄγνωστον διατί, οὐδέποτε ἐδημοσιεύθησαν οὐδαμῶς. Ἄγνωστον δὲ ἐπίσης καὶ ποῦ εὕρισκονται

¹ R. v. Sterneck jun., Zur Theorie d. Gezeiten d. Mittelmeeres, *Sitzungsber. d. K. K. Akad. d. Wiss.* 122, 11a, 1913 καὶ Über d. Gezeiten des Aegäischen Meeres, *Ebenda*, Sitzung vom 10. Dezember 1914, Anz. Nr. 26.

ἤδη. Εὐτυχῶς, κατὰ τύχην, περιτῆλθον εἰς χεῖρας ἡμῶν καὶ ἐσώθησαν σπουδαῖα τμήματα αὐτῶν, ὡς καὶ τὰ ἐκ τῶν σχετικῶν ἐρευνῶν συμπεράσματα τοῦ διακεκριμένου ὑδρογράφου, ὡς ἐξῆς:

Ἐν ἔτει 1880, ὀλίγον μετὰ τὴν ὑπὸ τοῦ Forel δημοσίευσιν τῆς ἐπὶ τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου διατριβῆς αὐτοῦ, διεξήχθη, ἐξ ἀφορμῆς αὐτῆς, μεταξὺ τοῦ Forel καὶ τοῦ Mansell, μακρὰ ἐπὶ τοῦ θέματος τούτου ἀλληλογραφία. Κατ' αὐτὴν ὁ Mansell, τῇ αἰτήσῃ τοῦ Forel, ἀπέστειλεν εἰς αὐτόν, πλὴν τῶν ἐπὶ τοῦ ἐν λόγῳ προβλήματος ἰδίων σκέψεων καὶ συμπερασμάτων εἰς σειρὰν ἑπτὰ ἐπιστολῶν, καὶ δέκα λεπτομερεῖς πίνακας τῶν παρατηρήσεων αὐτοῦ, ἀποσπασθέντας, ὡς γράφει, ἐκ τοῦ σχετικοῦ ἡμερολογίου του, μετὰ ἐξ σχεδιαγραμμάτων τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου, περιεχόντων καὶ τὰ διάφορα βάθη τῆς θαλάσσης. Συγχρόνως ὁ Mansell παρείχεν εἰς τὸν Forel ρητῶς τὴν ἄδειαν, ὅπως δημοσιεύσῃ ὅλα τὰ στοιχεῖα αὐτὰ κατὰ βούλησιν: «*Εἴσθε ἐλεύθερος, ἔγραφε, νὰ δημοσιεύσητε πρὸς ὄφελος τοῦ ἐπιστημονικοῦ κόσμου οἵασδήποτε ἢ καὶ πάσας τὰς ἐγγράφους ταύτας πρὸς ὑμᾶς ἀνακοινώσεις μου.* "Ὅσον μεγαλυτέρα ἢ δημοσίευσis, τόσον περισσότεραι αἱ ἐλπίδες μου, δι' ὅτι θὰ φθάσω εἰς ὀρθὴν λύσιν τῶν ἐνδιαφερόντων τούτων προβλημάτων».

Ἡ ἀλληλογραφία αὕτη, μετὰ τῶν σχετικῶν πινάκων καὶ χαρτῶν, παρέμενον εἰς τὴν διάθεσιν τοῦ Forel, μὴ χρησιμοποιηθέντα οὐδὲ δημοσιευθέντα οὐδαμῶς ὑπ' αὐτοῦ. Οὕτως ἀπέβαινεν ἄχρηστος ἢ μακρὰ καὶ πολυτίμος ἐργασία καὶ ματαία ἢ βάσιμος ἐλπίς τοῦ ἀειμνήστου Ἀγγλοῦ ὑδρογράφου περὶ τῆς ἐξ αὐτῆς λύσεως τοῦ προβλήματος. Εὐτυχῶς, τυχαία σύμπτωσις συνετέλεσε νὰ περιέλθωσι τὰ ἀπὸ διαφόρων ἀπόψεων χρήσιμα καὶ σπουδαῖα ταῦτα στοιχεῖα εἰς χεῖρας ἡμῶν. Κατὰ τὸ φθινόπωρον τοῦ ἔτους 1907, συναντηθεὶς ἐν ἐπιστημονικῇ συνεδρίῳ εἰς τὴν Χάγην μετὰ τοῦ Forel καὶ τυχαίως συζητῶν μετ' αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου, ἔσχον τὴν εὐκαιρίαν νὰ μάθω τὰ ἀνωτέρω· ὅθεν παρεκάλεσα αὐτὸν τότε, ἐὰν δὲν ἐσκέπτετο νὰ προβῇ αὐτὸς εἰς μελέτην εὐρυτέραν τοῦ ζητήματος καὶ δημοσίευσιν τοῦ πολυτίμου τούτου διὰ τὴν Ἐπιστήμην ὕλικοῦ, ὅπως παραχωρήσῃ αὐτὸ εἰς ἐμέ, ἵνα τὸ χρησιμοποιήσω εἰς σχετικὴν μελέτην μου. Ὁ Forel ἐδέχθη λίαν προθύμως τὴν πρότασιν καὶ μοὶ ἀπέστειλε, πράγματι, τὴν 8ην Δεκεμβρίου 1907 εἰς Ἀθήνας ὅλας τὰς ἐπιστολάς μετὰ τινων σχεδιαγραμμάτων τοῦ Mansell καὶ τοὺς εἰς τὸ τέλος τῆς παρούσης πραγματείας δημοσιευομένους πίνακας, καθὼς καὶ ἐπιστολήν, δι' ἧς μεταβιβάζει συγχρόνως εἰς ἐμὲ τὴν εἰς αὐτὸν ὑπὸ τοῦ Mansell χορηγηθεῖσαν ἄδειαν τῆς χρησιμοποίησεως καὶ δημοσιεύσεως κατὰ βούλησιν τῶν στοιχείων καὶ ἐγγράφων τούτων. «*Παρατηρῶν, ἔγραφε κατὰ Δεκέμβριον τοῦ 1907, τὰς ἐν Χάγῃ σημειώσεις μου, εὕρισκω τὴν ὑπόσχεσίν μου νὰ σᾶς στείλω τὰς ἐπιστολάς καὶ τοὺς πίνακας τοῦ πλοιάρχου Mansell ἐπὶ τῶν ρευμάτων τοῦ Εὐρίπου καὶ τῆς Χαλκίδος. Ἐκπληρῶ τὴν ὑπόσχεσίν μου ταύτην, ἀποστέλλων ὑμῖν αὐτοὺς*

μετὰ τῶν γραμμῶν τούτων... Ἐλπίζω νὰ τὰ λάβετε ἐν καλῇ καταστάσει. Διαβιβάζω ὑμῖν αὐτὰς σὰς ἐξουσιοδοτῶ νὰ τὰς μελετήσετε, καὶ τὰς δημοσιεύσετε κατὰ βούλησιν...»

Πολλαπλὰ ἄλλαι ἐπιστημονικαὶ ἀσχολίαι, μᾶλλον ἐπείγουσαι, δέν μοι ἐπέτρεψαν μέχρι τοῦδε τὴν μελέτην καὶ δημοσίευσιν τῶν ἐν λόγῳ πινάκων καὶ τὴν χρησιμοποίησιν τῶν σχετικῶν ἐπιστολῶν. Πλὴν τούτου ὅμως, εἰς τὴν ἀναβολὴν συνέβαλε καὶ ἡ ἐλπίς τῆς ἐκτελέσεως προηγουμένως καὶ ἄλλων πληρεστέρων παλιρροιογραφικῶν παρατηρήσεων μετὰ συγχρόνων μετεωρολογικῶν εἰς τὰ πρὸς τοῦτο πρόσφορα μέρη, περὶ τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον, πρὸς συμπλήρωσιν τῶν, κατ' ἀνάγκην, ἀτελῶν καὶ ἐλλιπῶν παρατηρήσεων τῶν ἀειμνήστων Mansell καὶ Μιαούλη, ἄνευ παλιρροιογράφου καὶ μόνον, ἐπομένως, τὴν ἡμέραν παρακολουθησάντων τὸ φαινόμενον τοῦ Εὐρίπου.

6. Αἱ παρατηρήσεις τῆς Ὑδρογραφικῆς Ὑπηρεσίας τοῦ Ὑπουργείου τῶν Ναυτικῶν. — Καὶ εὐτυχῶς, ἡ ἐλπίς ἡμῶν αὕτη δέν ὑπῆρξε ματαία. Πράγματι, ἀπὸ τοῦ Μαρτίου 1921 ἡ Ὑδρογραφικὴ Ὑπηρεσία τοῦ Ὑπουργείου τῶν Ναυτικῶν ἱδρύσε Θαλασσογραφικὸν Σταθμὸν παρὰ τὴν Γέφυραν τοῦ Εὐρίπου καὶ ἤρχισε παρατηρήσεις τῆς παλιρροίας αὐτοῦ διὰ τοποθετήσεως παλιρροιογράφου καὶ παλιρροιομέτρου ἐν τῷ Β. λιμένι τῆς Χαλκίδος, ἀπὸ δὲ τοῦ Ἀπριλίου 1921 μέχρι τέλους Μαρτίου 1923 καὶ δι' ἄλλου παλιρροιομέτρου εἰς τὴν εἴσοδον τοῦ Β. λιμένος (Κακὴ κεφαλὴ). Πρὸς τούτοις, ἀπὸ τοῦ Ἀπριλίου 1921 παρατηρεῖται παλιρροιομέτρον εἰς τὸν Ν λιμένα, ἀπὸ δὲ τοῦ Μαρτίου 1921, ἐπὶ διετίαν περίπου, παρετηρήθη παλιρροιομέτρον καὶ παρὰ τὴν εἴσοδον τοῦ λιμένος τῆς Αὐλίδος (Μποῦρτζι).

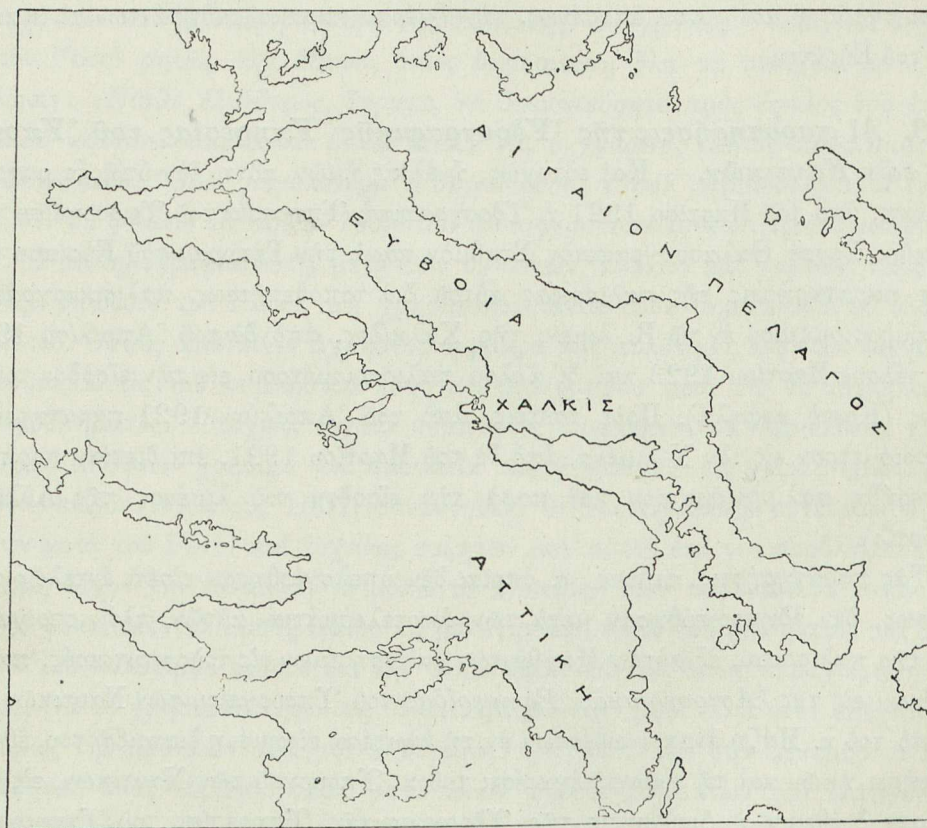
Τὰς παρατηρήσεις ταύτας, αἱ ὁποῖαι δέν ὑπελογίσθησαν εἰσέτι ἐντελῶς καί, ἐπομένως, δέν ἐδημοσιεύθησαν μετὰ τῶν ἀποτελεσμάτων αὐτῶν, πλὴν στοιχείων τινῶν τῆς παλιρροίας ἐξ αὐτῶν ἐξαχθέντων καὶ χρησίμων εἰς τοὺς ναυτικούς, παρατιθεμένων εἰς τὰς Ἀστρονομικὰς Ἐφημερίδας τοῦ Ὑπουργείου τῶν Ναυτικῶν καὶ τῶν ὑπὸ τοῦ κ. Μάττη ἀνακοινωθέντων ἐν τῇ ἀνωτέρῳ εἰρημένῃ διατριβῇ του, ἔθεσε, τῇ αἰτήσῃ ἡμῶν καὶ τῇ εὐμενεῖ ἐγκρίσει τοῦ κ. Ὑπουργοῦ τῶν Ναυτικῶν, εἰς τὴν ἡμετέραν διάθεσιν ἡ Διεύθυνσις τῆς Ὑδρογραφικῆς Ὑπηρεσίας τοῦ Ὑπουργείου τούτου, πρὸς τὴν ὁποίαν ἐκφράζομεν καὶ ἐνταῦθα ἡμῶν εὐχαριστίας ἡμῶν. Τὰ παλιρροϊκὰ στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα ἐπορίσθημεν ἀμέσως ἐκ τῶν παλιρροιογραφικῶν ταινιῶν καὶ τῶν παλιρροιομετρικῶν παρατηρήσεων, τὰς ὁποίας ἀντεγράψαμεν καὶ ὑπελογίσσαμεν ἐκ τῶν σχετικῶν βιβλίων τῆς Ὑδρογραφικῆς Ὑπηρεσίας, ὥς καὶ τὰ ὑπὸ τοῦ κ. Μάττη δημοσιευθέντα, συμπληροῦντα εἰς τινὰ σημεῖα τὰ τῶν πινάκων τοῦ Mansell καὶ τῆς πραγματείας τοῦ Μιαούλη, ἐχρησίμευσαν πρὸς συμπλήρωσιν καὶ ἐπι-

σφράγισιν τῶν ἐπὶ τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου συμπερασμάτων ἡμῶν, εἰς τὰ ὅποια εἶχομεν ἤδη καταλήξει ἄνευ τῶν νέων τούτων παρατηρήσεων, ὀλίγον πρὶν ἢ λάβωμεν γνῶσιν αὐτῶν, ἐπὶ τῇ βάσει μόνον τῶν προηγουμένων ἐργαζόμενοι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΕΥΡΙΠΟΥ

7. Περιγραφὴ τοῦ Εὐρίπου. — Ἡ νῆσος Εὐβοία, (σχ. 1), κειμένη παρὰ τὴν Βοιωτίαν, ἐκτείνεται ἀπὸ ΒΔ πρὸς ΝΑ. τοῦ Αἰγαίου καὶ ἔχει μῆκος μὲν 160 περίπου χιλιομέτρων, μέγιστον δὲ πλάτος 50 περίπου χιλιομέτρων μεταξὺ Χαλκί-

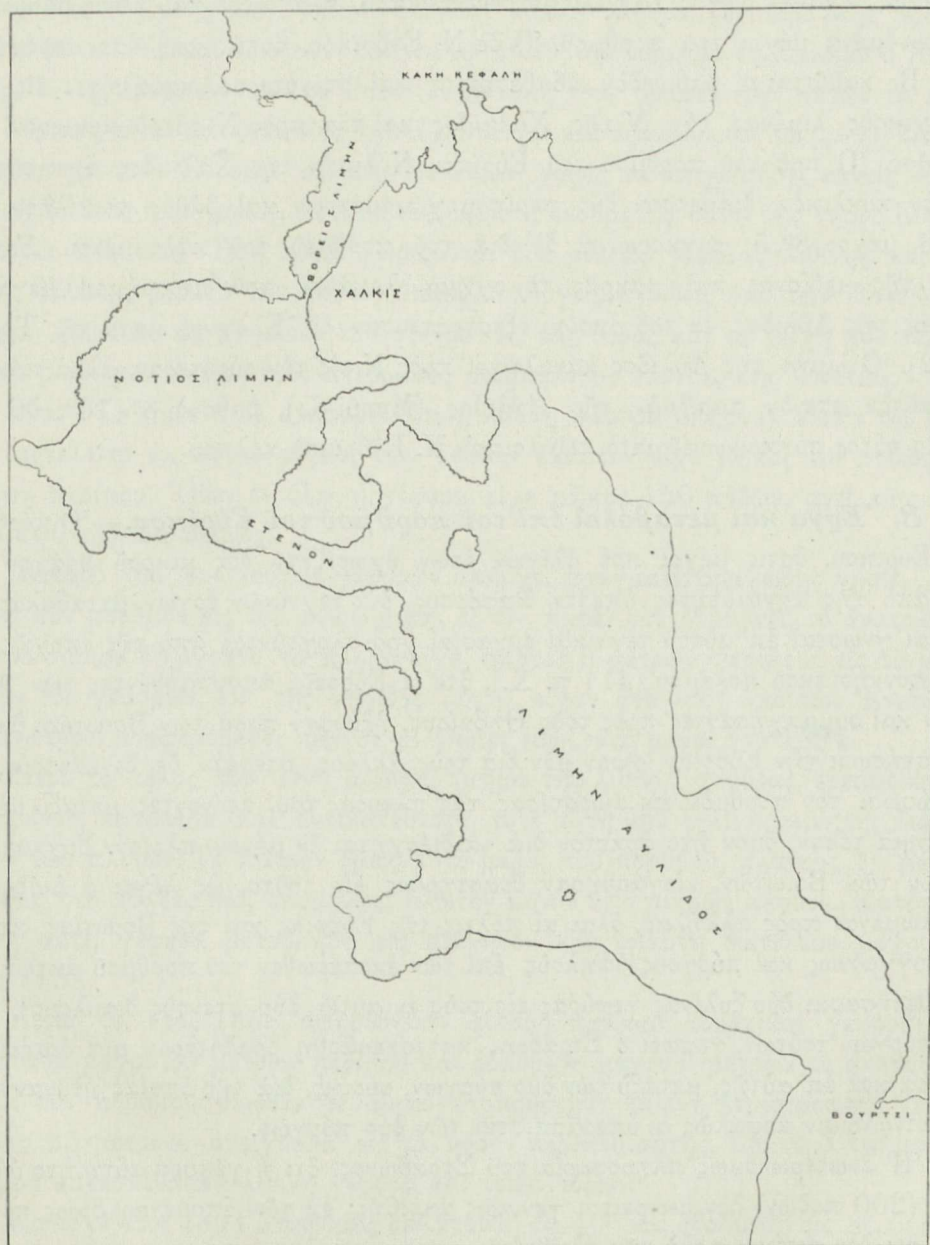


Σχ. 1

δος καὶ Κύμης. Ἡ Εὐβοία χωρίζεται ἤδη πρὸ τῆς Χαλκίδος ἀπὸ τῆς Βοιωτίας ὑπὸ στενῆς τετραγωνικῆς λωρίδος θαλάσσης, μήκους 40 μ., πλάτους 40 μ. καὶ βάθους 8^μ, 50, τοῦ καλουμένου πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου¹, ὅστις συνδέει τὸν Β. πρὸς τὸν Ν. Εὐβοϊκὸν κόλπον, διὰ τῶν ὁποίων συγκοινωνεῖ οὗτος μετὰ τοῦ Αἰγαίου

¹ Τὸ στενὸν αὐτὸ καὶ μόνον καλοῦμεν ἐνταῦθα πορθμὸν τοῦ Εὐρίπου.

διὰ τῶν κατὰ τὸ Ἀρτεμίσιον πρὸς Β καὶ τὸν Γεραιστὸν πρὸς Ν στομιῶν αὐτῶν.
 Ὁ Β. Εὐβοϊκός, μετὰ τοῦ στενοῦ τοῦ Ὁρεοῦ μέχρι τοῦ Ἀρτεμισίου ἀκρωτηρίου,



Σχ. 2

ἔχει μῆκος 140 χιλιομέτρων περίπου, πλάτος μέχρι 20 χιλ. καὶ βάθος μέχρι 439 μέτρων· ὁ δὲ Ν. Εὐβοϊκὸς μέχρι τοῦ ἀκρωτηρίου Γεραιστοῦ ἔχει μῆκος 100 χιλιο-

μέτρων περίπου, μικρότερον πλάτος, ὡς καὶ μικρότερον βάθος μέχρι 73 μέτρων. Ὁ Β. Εὐβοϊκὸς καταλήγει πρὸ τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου εἰς τὸν Β λιμένα τῆς Χαλκίδος, ἔχοντα μῆκος 15 χιλιομέτρων περίπου, πλάτος δὲ καὶ βάθος βαθμηδὸν σμικρυνόμενα μέχρι τοῦ πορθμοῦ. Ὁ δὲ Ν. Εὐβοϊκός, ὅστις, καθ' ὅσον προχωρεῖ πρὸς Β, καθίσταται βαθμηδὸν ἀβαθέστερος καὶ στενότερος, καταλήγει εἰς δύο διαδοχικοὺς λιμένας, τὸν Ν τῆς Χαλκίδος καὶ τὸν πρὸς Ν αὐτοῦ κείμενον τῆς Αὐλίδος. Ὁ πρὸ τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου Ν λιμὴν τῆς Χαλκίδος ἔχει σχῆμα σχεδὸν κυκλικόν, διάμετρον δύο περίπου χιλιομέτρων καὶ βάθος ποικίλλον ἀπὸ 20^μ, 8 μέχρι 8^μ, 5· συγκοινωνεῖ δὲ διὰ τοῦ πορθμοῦ τοῦ καλουμένου Στενοῦ μετὰ τῆς μεῖζονος καὶ μακρᾶς τὸ σχῆμα λεκάνης τοῦ περιφήμου μεγάλου λιμένος τῆς Αὐλίδος, ἐκ τοῦ ὁποίου ἐξεστράτευσαν οἱ Ἑλληνας κατὰ τῆς Τροίας (σχ. 2). Ὁ λιμὴν τῆς Αὐλίδος καταλήγει πρὸς Ν εἰς τὸν εὐρύτερον, ἀλλὰ πάντως καὶ αὐτὸν στενὸν πορθμὸν τῆς Αὐλίδος (Μποῦρτζι), βάθους 8^μ-16^μ, διὰ τοῦ ὁποίου οὗτος συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ λοιποῦ Ν. Εὐβοϊκοῦ κόλπου.

8. Ἔργα καὶ μεταβολαὶ ἐπὶ τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου.—Ὁ πορθμὸς τοῦ Εὐρίπου, ὅστις μέχρι πρὸ ὀλίγων ἐτῶν ἐχωρίζετο διὰ μικροῦ βράχου εἰς δύο, ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος ὑπέστη διαφόρους, διὰ τεχνικῶν ἔργων, μεταβολάς. Αἱ πρῶται γνωσταὶ ἐπ' αὐτοῦ τεχνικαὶ ἐργασίαι χρονολογοῦνται ἀπὸ τῆς ἐποχῆς τοῦ Πελοποννησιακοῦ πολέμου (411 π. Χ.), ὅτε οἱ Εὐβοεῖς, ἀποσπασθέντες τῶν Ἀθηναίων καὶ συμμαχήσαντες πρὸς τοὺς Θηβαίους, ἠξίωσαν παρὰ τῶν Βοιωτῶν, διὰ νὰ καταστήσωσι τὴν Εὐβοϊαν νῆσον μὲν διὰ τοὺς ἄλλους, στερεὰν δὲ δι' ἑαυτοὺς, νὰ ἐπιχώσωσι τὸν πορθμὸν εἰς ἀμφοτέρας τὰς πλευράς του, ἀφίνοντες μεταξὺ αὐτῶν διάστημα τόσον, ὅσον ἦτο ἀρκετὸν διὰ νὰ διέρχεται ἕν μόνον πλοῖον. Συγκατατεθέντων τῶν Βοιωτῶν, εἰργάσθησαν δραστηρίως εἰς τοῦτο, ὡς λέγει ὁ Διόδωρος, ἀμιλλώμενοι πρὸς ἀλλήλας, ὅλαι αἱ πόλεις τῆς Εὐβοίας καὶ τῆς Βοιωτίας, κτίσασαι συγχρόνως καὶ πύργους ὑψηλοὺς ἐπὶ τῶν ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ ἀκτῶν καὶ τοποθετήσασαι δύο ξυλῖνας γεφύρας εἰς τοὺς ἐν αὐτῇ δύο στενοὺς διαύλους¹. Πρὸ τῶν πύργων τούτων, γράφει ὁ Στράβων, κατεσκευάσθη βραδύτερον μία δίπλεθρος γέφυρα καὶ ἐπ' αὐτῆς, μεταξὺ τῶν δύο πύργων, σύριγξ, διὰ τῆς ὁποίας ἠδύναντο νὰ συγκοινωνῶσιν ἀσφαλῶς οἱ ὑπερασπισταὶ τῶν δύο πύργων.

Ἡ ἀνωτέρω ὅμως πληροφορία τοῦ Στράβωνος, ὅτι ἡ γέφυρα αὕτη ἦτο δίπλεθρος (200 ποδῶν) δὲν θεωρεῖται γενικῶς ἀκριβής· ἐκ τῶν ἐπομένων ὅμως προκύπτει, ὅτι δὲν ἀπέχει πολὺ τῆς ἀληθείας.

Ἐπὶ τῆς βασιλείας τοῦ Ἰουστινιανοῦ ἡ μία ξυλίνη αὕτη γέφυρα ἀντικατεστάθη ὑπὸ κινήτων σανίδων, διὰ τῶν ὁποίων ἐγίνετο ἡ συγκοινωνία τῶν δύο ἀκτῶν.

¹ ΣΤΡΑΒΩΝΟΣ Θ, 2, 8.

Βραδύτερον κατεσκευάσθη νέα ξυλίνη γέφυρα εις τὴν θέσιν τῆς ἀρχαίας, ἄνωθεν δὲ τῆς ὑπὸ τῶν Εὐβοέων γενομένης προσχώσεως, ἐξαφανισθείσης, φαίνεται, σὺν τῷ χρόνῳ, ὑπὸ τῆς ροῆς τῶν ὑδάτων, ἐκτίσθη λιθίνη γέφυρα εὐρυτέρα τῆς πρώτης. Αἱ δύο αὗται γέφυραι ἐσώζοντο ἀκόμη τῷ 1669, ὅτε διέμενεν ἐν Χαλκίδι ὁ Babin, ὅστις, ἐν τῇ πρὸς τὸν Ἀββᾶν Recoil ἐπιστολῇ του, γράφει περὶ αὐτῶν τὰ ἑξῆς: «Ὁ Εὐριπος εἶναι πάντοτε οἶος ἦτο ἄλλοτε.... καὶ ἐξακολουθεῖ νὰ βρέχῃ διὰ τῶν κυμάτων του τὴν Εὐβοίαν καὶ τὴν Βοιωτίαν, χωρὶς νὰ ἐπιχειρήσῃ κανεὶς νὰ τὸν κλείσῃ δι' ἐνὸς φράγματος, ὡς θὰ ἦτο εὐκόλον, ἐνουμένης οὕτω τῆς νήσου Εὐβοίας μετὰ τῆς Βοιωτίας. Ἦδη αὗται χωρίζονται διὰ μικρᾶς γεφύρας λιθίνης καὶ μιᾶς ἄλλης ξυλίνης, μεταξὺ τῶν ὁποίων ὑπάρχει πύργος, κτισθεὶς ὑπὸ τῶν Ἑνετῶν ἐπὶ βράχου, κειμένου εἰς τὸ μέσον τοῦ στενοῦ· εἰς τὰς θύρας καὶ τὰ τεῖχη τοῦ πύργου τούτου βλέπομεν ἀκόμη τοὺς πτερωτοὺς μαρμαρίνους λέοντας τῆς Ἑνετίας.»

Καὶ ὁ Coronelli δὲ ἀναφέρει, ὅτι ἡ λιθίνη γέφυρα ὑπῆρχεν εἰσέτι τῷ 1687 καὶ ἀπετελεῖτο ἐκ πέντε τόξων, τῶν ὁποίων ἕκαστον εἶχε μῆκος 30 ποδῶν ἢ 9 μέτρων περίπου. Ὅθεν ἐν ὅλῳ ἡ γέφυρα εἶχε μῆκος 150 ποδῶν, ἀντὶ τῶν ἀνωτέρω 200 τοῦ Στράβωνος.

Μεταξὺ τῶν δύο τούτων γεφυρῶν ὑπῆρχε, πράγματι, βραχὺδης νησίς, χωρίζουσα τὸν πορθμὸν εἰς δύο ἄνισα μέρη, ἐξ ὧν, κατὰ τὸν Mansell, τὸ ἀνατολικόν, διὰ τοῦ ὁποίου διήρχοντο τὰ πλοῖα, εἶχε πλάτος 9 μέτρων περίπου· εἰς τὸ μέσον δὲ τῶν δύο γεφυρῶν, ἐπὶ τῆς νησίδος αὐτῆς, εἶχον ἀνεγερθῇ ὑπὸ τῶν Ἑνετῶν οἱ δύο ἀνωτέρω ἀναφερόμενοι πύργοι, οἱ ὁποῖοι ἐσώζοντο μέχρι τοῦ 1894.

Περὶ τὸ τέλος τοῦ 18^{ου} αἰῶνος, τμῆμα τῆς λιθίνης γεφύρας, ἐρειπωθὲν διὰ τοῦ χρόνου, κατέπεσε καὶ ἀντικατεστάθη τότε αὕτη ὑπὸ ξυλίνης κινητῆς διὰ τὴν διόδον τῶν πλοίων. Τὸ δυτικὸν ὅμως αὐτὸ μέρος τοῦ πορθμοῦ, πλάτους 15 μέτρων περίπου, ἦτο ἀβαθὲς καί, ἐπομένως, πλωτὸν μόνον ὑπὸ μικρῶν πλοίων. Κατόπιν ἡ ξυλίνη αὕτη γέφυρα μετεβλήθη εἰς ἀκίνητον καὶ τοιαύτη διετέλεσε μέχρι τοῦ ἔτους 1858.

Κατὰ τὸ ἔτος 1858, ἀφηρέθησαν αἱ δύο παλαιαὶ τουρκικαὶ γέφυραι καὶ ἐπλατύνθη μέχρι 20 μέτρων περίπου καὶ ἐβαθύνθη μέχρι 6 μέτρων τὸ ἀνατολικόν τμῆμα τοῦ πορθμοῦ. Ἄνωθεν δὲ αὐτοῦ ἐτοποθετήθη ξυλίνη περιστροφικὴ γέφυρα μήκους 35 μέτρων, ἀνοίγουσα εἰς τὸ μέσον περίπου αὐτῆς. Εἰς τὸ Δ τμῆμα τοῦ πορθμοῦ κατεσκευάσθη λιθίνη γέφυρα ἐπὶ τριῶν τόξων.

Κατὰ τὸ ἔτος 1894 ὁ πορθμὸς ἐπλατύνθη εἰς 40^μ καὶ ἐβαθύνθη εἰς 8^μ, 5, ἀντικατασταθείσης τῆς ξυλίνης γεφύρας διὰ σιδηρᾶς περιστροφικῆς. Ὁ χώρος δὲ τῆς Βοιωτικῆς ἀκτῆς, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐγένετο κατὰ τὸν Πελοποννησιακὸν πόλεμον ἡ ἐπίχωσις καὶ ὑπῆρχε πρό τιος ἡ λιθίνη γέφυρα, κατεχώσθη καὶ μετεβλήθη εἰς πλατεῖαν¹.

¹ Στ. Καλλία: Ἡ Χαλκὶς σ. 35, 1897.

Πλήν ὅμως τῶν ἐπὶ τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου γενομένων τότε ἔργων, μεταβολαὶ ἐγένοντο συγχρόνως καὶ εἰς τοὺς δύο ἄλλους πρὸς Ν αὐτοῦ πορθμούς, τὸν Στενὸν καὶ τὸν τῆς Αὐλίδος. Κατὰ τὸν κ. Καλύβαν (σελ. 24), πρὸ τῶν ἔργων αὐτῶν, ἡ διατομή τοῦ Στενοῦ ἦτο δεκαπλασία τῆς τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου· μετὰ δὲ τὴν ἐκβάθυνσιν θὰ ἔμενεν αὕτη σχεδὸν ἡ αὐτή, ἐνῶ ἡ τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου θὰ ἐγένετο τριπλασία, τὸ δὲ στενὸν τῆς Αὐλίδος θὰ ἐβαθύνετο. Ἐὰν δὲ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν, ὅτι ἐπὶ τῆς ἰδιαιτέρας μορφῆς τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου ἐπιδρᾷ φυσικῶς καὶ ἡ τοπογραφικὴ διαμόρφωσις αὐτοῦ, ἂν τυχὸν ἤθελον παρατηρηθῇ ἤδη ἀλλοιώσεις στοιχείων τινῶν αὐτῆς, θὰ ἠδύναντο νὰ ἀποδοθῶσιν εἰς τὰς τοπογραφικὰς ταύτας μεταβολάς. Ἄλλ', ὡς θὰ ἴδωμεν, τοιαῦται οὐσιώδεις ἀλλοιώσεις δὲν ἐπῆλθον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΣ ΤΟΥ ΕΥΡΙΠΟΥ

9. Πηγαί.—Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν μέχρι τοῦδε γενομένων ἀκριβῶν παρατηρήσεων καὶ ἄλλων ἐρευνῶν καὶ ἰδίως τῶν ὑπὸ τῶν Mansell, Μιαούλη, Μάτζη, τῆς Ὑδρογραφικῆς Ὑπηρεσίας τοῦ Ὑπουργείου τῶν Ναυτικῶν καὶ κυρίως τῶν ὑφ' ἡμῶν, ἐκ τῶν ὑπολογισμῶν καὶ τῆς μελέτης τῶν ἐκ τῶν παρατηρήσεων τούτων ἐξαχθέντων στοιχείων, ἡ παλίρροια τοῦ Εὐρίπου ἔχει ὡς ἑξῆς:

10. Τὸ κανονικὸν ρεῦμα.—Εἰς τὸν πορθμὸν τοῦ Εὐρίπου παρατηρεῖται ρεῦμα, κινούμενον ὅτε μὲν πρὸς Β. ὅτε δὲ πρὸς Ν. Ἀλλὰ τὸ σύστημα τῶν μεταβολῶν τούτων τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος ἐμφανίζεται ὑπὸ δύο διαφόρους φάσεις ἢ τύπους: "Ἀλλοτε τὸ ρεῦμα, παρουσιάζον δύο *πλήμης* (*hautes mers*) καὶ δύο *ρηχίας* (*basses mers*), ὡς καὶ ἡ κανονικὴ σεληνογλιακὴ παλίρροια, μεταβάλλει φορὰν τακτικῶς τετράκις ἐντὸς μιᾶς σχεδὸν σεληνιακῆς ἡμέρας, διὸ καὶ καλεῖται *κανονικόν*· ἄλλοτε πάλιν μεταβάλλει φορὰν ἀτάκτως καὶ συνήθως πλεόν ἢ τετράκις ἐντὸς μιᾶς σεληνιακῆς ἡμέρας, μὴ ἀκολουθοῦν οὐδένα νόμον ἢ κανόνα, διὸ καὶ καλεῖται *ἀκανόνιστον*.

Τὸ ρεῦμα εἶναι κανονικὸν περὶ τὰς συζυγίας ἐπὶ 22-23 ἡμέρας τοῦ συνοδικοῦ μηνός, ἀκανόνιστον δὲ ἐπὶ δύο ἕως τρεῖς ἡμέρας, κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς ἢ ἐπὶ 5-7 ἡμέρας καθ' ἕκαστον συνοδικὸν μῆνα.

Ἡ ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς τοῦ κανονικοῦ ρεύματος γίνεται οὐχὶ ὡς συνήθως εἰς τὰς ἀκτάς, ἤτοι περὶ τὴν πλήμην καὶ τὴν ρηχίαν, ἀλλ' εἰς τὸ μέσον τῆς πλημμυρίδος πρὸς Β καὶ εἰς τὸ μέσον τῆς ἀμπώτιδος πρὸς Ν, δηλαδή περὶ τὴν *ἡμιπαλίρροϊαν*, καθὼς εἰς τὰς μεγάλας διώρυγας καὶ τινὰς ποταμούς. Ὅταν τὸ Β ρεῦμα φθάσῃ εἰς τὸ ἀνώτατον ὕψος του (τὴν *πλήμην*), περὶ τὴν ὁποίαν ἔχει καὶ τὴν

μεγίστην ταχύτητα αὐτοῦ, τὸ μὲν ὕψος τοῦ βαθμηδὸν κατέρχεται, ἡ δὲ ταχύτης τοῦ ἐλαττοῦται ἐπὶ 3 ὥρας περίπου· τότε ἡ στάθμη αὐτοῦ φθάνει περὶ τὸ μέσον ὕψος τῆς (ἡμιπαλίρροια) καὶ ἀφοῦ τὸ ὕδωρ ἡρεμήσῃ ἐπὶ 2 τὸ πολὺ λεπτά, ἄρχεται πάλιν κινούμενον, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον φορὰν, ἥτοι πρὸς Β, ἐνῶ τὸ ὕψος τοῦ ἐξακολουθεῖ βαθμηδὸν ἐλαττούμενον, ἡ δὲ ταχύτης τοῦ αὐξάνει ἐπὶ ἐτέρας 3 ὥρας περίπου. Οὕτως, ἀφοῦ τὸ ὕδωρ φθάσῃ εἰς τὸ κατώτατον ὕψος τοῦ (τὴν ρηχίαν) καὶ περὶ τὸ μέγιστον τῆς ταχύτητός του, ἄρχεται πάλιν ὑψούμενον, ἐνῶ ἡ ταχύτης τοῦ βαθμηδὸν ἐλαττοῦται ἐπὶ 3 ὥρας περίπου, ὅτε τὸ ρεῦμα, μετὰ νέαν ἡρεμίαν, ἐπὶ δύο τὸ πολὺ λεπτά, ἀρχίζει καὶ πάλιν νὰ ῥέῃ ἀντιθέτως, ἥτοι πρὸς Ν, καὶ οὕτω καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς κανονικῆς περὶ τὰς συζυγίας περιόδου. Ἐφ' ὅσον πλησιάζουν οἱ τετραγωνισμοί, ἡ μὲν ταχύτης τοῦ ρεύματος ἐλαττοῦται, αἱ δὲ προηγούμεναι τῶν ἀλλαγῶν στάσεις καθίστανται διαρκέστεραι.

11. Τὸ ἀκανόνιστον ρεῦμα.—Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ἢ τῆς ἐπομένης ἐκάστου τετραγωνισμοῦ τῆς Σελήνης ἄρχεται ἡ καλουμένη ἀκαταστασία ἢ ἀταξία τοῦ ρεύματος, καθ' ἣν ἡ φορὰ καὶ ἡ συχνότης τῶν ἀλλαγῶν αὐτοῦ εἶναι ὅλως ἀκανόνιστοι. Κατὰ τὴν ἀκανόνιστον ταύτην περίοδον ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος ἄλλοτε μεταβάλλεται ἕως πεντάκις ἐντὸς μιᾶς ὥρας, πολλάκις ἕως 12 ἢ καὶ πλέον φορὰς τὴν ἡμέραν, ἐνίοτε τὸ ρεῦμα μένει στάσιμον ἐπὶ ἡμίσειαν ἢ καὶ ὁλόκληρον ὥραν, ἄλλοτε διατηρεῖ ἐπὶ δώδεκα συνεχεῖς ὥρας τὴν αὐτὴν φορὰν καὶ ἐνίοτε πάλιν, ἀλλὰ σπανίως ἐν καιρῷ νηνεμίας, ἀλλάσσει φορὰν κανονικῶς, ἥτοι κατὰ τὰς κανονικὰς μόνον ὥρας, τὰς ἀντιστοιχοῦσας εἰς τὰς τῆς κανονικῆς περιόδου. Ἐνίοτε, ὀλίγον πρὸ τῶν τετραγωνισμῶν, παρατηροῦνται πρὸ τῆς ἀρχῆς τῶν κανονικῶν ρευμάτων, μετὰ τὴν στάσιν δηλ. τοῦ ὕδατος, βραχεῖαι ἐναλλαγαὶ τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος· τότε λέγεται ὅτι ἐπίκειται ἡ ἀταξία τοῦ ρεύματος, ἥτις ἄρχεται ὄντως μετ' ὀλίγον, κατὰ τὴν ἡμέραν ἢ τὴν ἐπομένην, ὡς εἴπομεν ἤδη, τοῦ τετραγωνισμοῦ τῆς Σελήνης.

Ὁ Babin γράφει, ὅτι, κατὰ τὰς ἰδίας παρατηρήσεις καὶ τὰς πληροφορίας τῶν μυλωθρῶν, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἀκαταστασίας, ἐντὸς μιᾶς φυσικῆς ἡμέρας ἥτοι ἐντὸς 24 ἢ 25 ὥρῶν, παρατηροῦνται 11-14 πλημμυρίδες καὶ 11-14 ἀμπώτιδες καὶ ὅτι κακῶς οἱ ἀρχαῖοι βεβαιοῦν, ὅτι παρατηροῦνται μόνον 7 πλημμυρίδες καὶ 7 ἀμπώτιδες. Ἐνταῦθα ὁ Babin πλανᾶται καὶ σφάλλεται ποικιλοτρόπως. Ἐν πρώτοις συγχέει, ὡς εἴπομεν ἤδη, καθὼς καὶ τινες ἀρχαῖοι συγγραφεῖς, τὰ ρεύματα πρὸς τὰς κανονικὰς παλιρροϊκὰς πλημμυρίδας καὶ ἀμπώτιδας. Ἀφ' ἐτέρου, οἱ ἀρχαῖοι, οἱ ὅποιοι δὲν ἀναφέρουν τὸ κανονικὸν ἀλλὰ μόνον τὸ ἀκανόνιστον ρεῦμα, ἀποδίδουν εἰς αὐτό, καθ' ὃ σαφῶς προκύπτει ἐξ ὅλων τῶν σχετικῶν χωρίων, οὐχὶ 7 ἀλλὰ 14 ἀλλαγὰς κατὰ ἡμερονύκτιον· ὁ ἀριθμὸς 7 ἀναφέρεται ὑπ' αὐτῶν εἰς

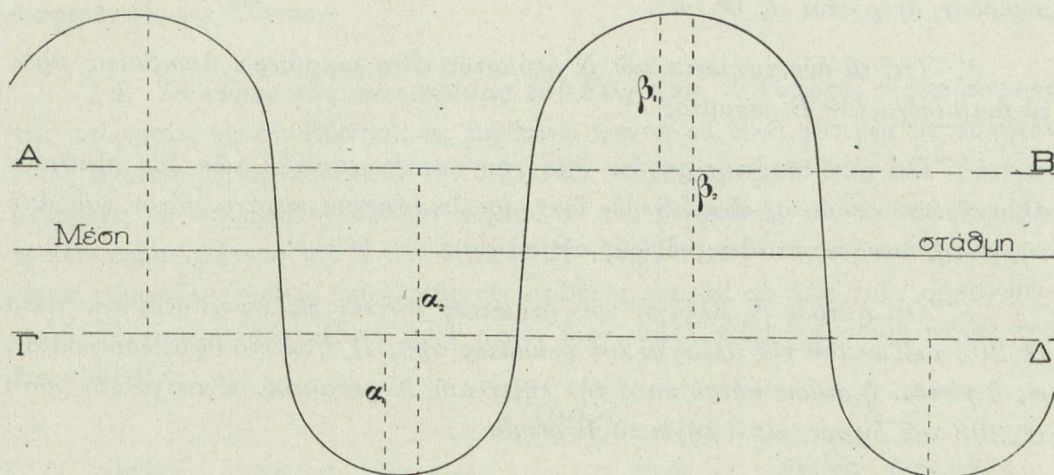
τὴν ἡμέραν μόνην καὶ οὐχὶ εἰς τὸ ἡμερονύκτιον, ὥς ἐσφαλμένως ὑπέθεσεν ὁ Babin. Ὅθεν ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀρχαίων εἶναι ἀκριβέστερος τοῦ ὑπὸ τοῦ Babin παρεχόμενου, ὅστις εἶναι ὑπερβολικός. Πράγματι, οὐδέποτε παρετηρήθησαν τόσον πολλαὶ ἀλλαγαὶ ἐντὸς μιᾶς ἡμέρας. Ἐὰν δὲ συμβαίνουν ἐνίστε, ὥς συμβαίνουν ὄντως, πλείονες τῶν δύο ἢ καὶ τῶν τριῶν ἐντὸς μιᾶς ὥρας, τοῦτο δὲν ἐξακολουθεῖ καθ' ὅλας τὰς ὥρας τοῦ ἡμερονυκτίου, διὰ τὰ ἐπιτρέπεται νὰ συναγάγωμεν ἐξ αὐτοῦ, ὥς πλανηθεὶς συνεπέρανεν ὁ Babin, ὅτι ὁ ἡμερήσιος ἀριθμὸς τῶν ἀλλαγῶν τοῦ ἀκανόνιστου ρεύματος ἀνέρχεται μέχρι 28, ἤτοι εἰς ἀριθμόν, τὸν ὁποῖον ὀρθῶς ἀποκρούει καὶ ὁ Μιαούλης ὡς ὑπερβολικόν (σελ. 12). Ἄλλ' ὁ ἀριθμὸς οὗτος, ὅστις παρεπλάνησε καὶ τὸν Forel εἰς ἐσφαλμένους ὑπολογισμούς, ὥς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, πρέπει νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀνακριθῆς ὅχι μόνον ὡς ἀσύμφωνος πρὸς τὰς παρατηρήσεις, ἀλλὰ καὶ πρὸς αὐτὴν τὴν κατωτέρω ἐκτιθεμένην θεωρίαν τῶν αἰτίων, τὰ ὅποια παράγουν τὰς ἀλλαγὰς ταύτας τοῦ ρεύματος.

Πρὸς τὰ ἀνωτέρω συμφωνεῖ καὶ ὁ Mansell, ὅστις, εἰς μίαν τῶν πρὸς τὸν Forel ἐπιστολῶν του, γράφει: «Κατὰ τὴν ἀκανόνιστον περίοδον, τὸ ρεῦμα ἐνίστε παραμένει στάσιμον ἐπὶ ἡμίσειαν ὥραν, ἔπειτα αἰφνιδίως ὀρμᾷ πρὸς τὴν μίαν ἢ τὴν ἄλλην διεύθυνσιν ἐπὶ ἡμίσειαν ὥραν καὶ πλέον. Παρατήρησα αὐτὸ νὰ μεταβάλλῃ φορὰν τρίς, σπανίως δὲ καὶ πεντάκις, ἐντὸς μιᾶς ὥρας, ἄνευ αἰσθητῆς τινος αἰτίας. Ὁ καιρὸς ἦτο τελείως ἡρεμος καὶ ὁ οὐρανὸς ἀνέφελος». Ὁ δὲ Μιαούλης ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ θέματος γράφει: «Ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος, κατὰ τὰς τρεῖς ταύτας ἡμέρας (τῆς ἀκαταστασίας), ὅτε μὲν γίνεται πρὸς Β ἐπὶ 12 ὥρας, ὅτε δὲ πρὸς Ν, ἄλλοτε δεκάκις τῆς ἡμέρας μεταβάλλεται, ἄλλοτε τετράκις τῆς ὥρας καὶ ἄλλοτε πάλιν μένει στάσιμος ἐπὶ ὥραν περίπου (σελ. 10-11).

12. Διάφοροι ιδιότητες τῆς παλιρροίας κατὰ τὴν κανονικὴν περίοδον αὐτῆς. — Ἐκ τῆς μετρήσεως καὶ τοῦ ὑπολογισμοῦ μακρᾶς σειρᾶς παλιρροιογραφικῶν καμπύλων τοῦ Β λιμένος (Μάϊος - Ὀκτώβριος 1926) καὶ πολλῶν σχετικῶν παλιρροιομετρικῶν παρατηρήσεων τοῦ Ν, συνηγάγομεν τὰ ἐπόμενα μέσα ἀποτελέσματα:

	Ὡραι	Λεπτὰ
Διάρκεια πρώτου τμήματος ἀμπώτιδος β_2 (Σχ. 3) ἀπὸ τῆς στιγμῆς τῆς πλήμης τοῦ Β λιμένος μέχρι τῆς ἀλλαγῆς τοῦ ρεύματος πρὸς Β	3	58,0
Διάρκεια δευτέρου τμήματος ἀμπώτιδος α_1 ἀπὸ τῆς ἀλλαγῆς τοῦ ρεύματος πρὸς Ν μέχρι τῆς στιγμῆς τῆς ρηχίας τοῦ Β λιμένος	1	59,3
Διάρκεια τοῦ πρώτου τμήματος τῆς πλημμυρίδος α_2 ἀπὸ τῆς στιγμῆς τῆς ρηχίας τοῦ Β λιμένος μέχρι τῆς ἀλλαγῆς τοῦ ρεύματος πρὸς Β	3	52,7
Διάρκεια τοῦ δευτέρου τμήματος τῆς πλημμυρίδος β_1 ἀπὸ τῆς ἀλλαγῆς τοῦ ρεύματος πρὸς Β μέχρι τῆς στιγμῆς τῆς πλήμης τοῦ Β λιμένος	2	21,1

	Ώραι	Λεπτά
Διάρκεια πλημμυρίδος (άνόδου στάθμης) Β λιμένος ($\alpha_2 + \beta_1$)	6	13,8
Διάρκεια ἀμπώτιδος (καθόδου στάθμης) Β λιμένος ($\beta_2 + \alpha_1$)	5	37,3
Διαφορά		16,5
Διάρκεια Β ρεύματος	6	19,1
Διάρκεια Ν ρεύματος	5	52,0
Διαφορά		27,1



Σχ. 3

	Μέτρα
Εύρος πλημμυρίδος ($\alpha_2 + \beta_1$)	0,568
Εύρος ἀμπώτιδος ($\beta_2 + \alpha_1$)	0,566
Βάθος ρηχίας του Β λιμένος α_1 από της στάθμης ἀλλαγῆς καὶ τῆς ἀρχῆς του Ν ρεύματος	0,171
Βάθος ρηχίας του Β λιμένος α_2 από της στάθμης ἀλλαγῆς καὶ τῆς ἀρχῆς του Β ρεύματος	0,375
Διαφορά	0,204
Ύψος πλήμης Β λιμένος β_1 από της στάθμης ἀλλαγῆς καὶ τῆς ἀρχῆς του Β ρεύματος	0,193
Ύψος πλήμης Β λιμένος β_2 από της στάθμης ἀλλαγῆς καὶ τῆς ἀρχῆς του Ν ρεύματος	0,395
Διαφορά	0,202
Μέση διαφορά ὕψους στάθμης ἀλλαγῆς του Β καὶ του Ν ρεύματος	0,203
Βάθος ρηχίας Β λιμένος από της μεταξὺ τῶν δύο σταθμῶν ἀλλαγῆς μεσαίας στάθμης	0,273
Ύψος πλήμης Β λιμένος από της ἀνω μεσαίας στάθμης	0,294
Διαφορά	0,021

Ἐντεῦθεν συνάγομεν τὰ ἐξῆς σχετικὰ πρὸς τὴν κανονικὴν περίοδον καὶ τὸν Β λιμένα, κατὰ μέσον ὄρον, συμπεράσματα:

α'. "Οτι ἡ πλημμυρὶς διαρκεῖ $16^{\lambda},5$ πλέον τῆς ἀμπώτιδος, ἀντιθέτως πρὸς τὰ παρατηρούμενα συνήθως εἰς τὰς ἀκτίας, ἔνθα ἡ διάρκεια τῆς ἀμπώτιδος εἶναι συνήθως μείζων τῆς τῆς πλημμυρίδος.

β'. "Οτι ἡ διάρκεια τοῦ *B* ρεύματος ὑπερέχει τῆς τοῦ *N* κατὰ $27^{\lambda},1$.

γ'. "Οτι τὸ μέσον εὗρος τῆς παλιρροίας τοῦ *B* λιμένος, κατὰ τὴν κανονικὴν περίοδον, ἀνέρχεται εἰς $0^{\mu},567$.

δ'. "Οτι τὰ δύο τμήματα τοῦ *N* ρεύματος εἶναι μικρότερα ἀμοιβαίως πρὸς τὰ ἀντίστοιχα τοῦ *B* ρεύματος.

ε'. "Οτι τὸ βάθος τῆς ρηχίας ὑπὸ τὴν μεσαίαν μεταξὺ τῶν δύο σταθμῶν ἀλλαγῆς τοῦ ρεύματος εἶναι σχεδὸν ἴσον, ὑπολειπόμενον κατὰ τι μόνον τοῦ ἀπὸ τῆς αὐτῆς μεσαίας στάθμης ὕψους τῆς πλήμης.

ς'. "Οτι ἡ πρὸς *N* ἀλλαγὴ τοῦ ρεύματος γίνεται εἰς ὕψος στάθμης κατὰ $0^{\mu},203$ μείζον τοῦ τῆς ἀλλαγῆς τοῦ ρεύματος πρὸς *B*, ἦτοι: τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος, εἰς ὃ γίνεται ἡ στάσις αὐτοῦ κατὰ τὴν λήξιν τοῦ *N* ρεύματος, εἶναι μείζον κατὰ $0^{\mu},203$ τοῦ ὕψους, εἰς ὃ λήγει τὸ *B* ρεῦμα.

ζ'. "Οτι ἡ ἀλλαγὴ τοῦ *B* ρεύματος προηγεῖται κατὰ $2^{\omega} 21^{\lambda},1$ τῆς σιγμῆς τῆς πλήμης τοῦ *B* λιμένος, ἡ δὲ τοῦ *N* ρεύματος κατὰ $1^{\omega} 59^{\lambda},3$ τῆς τῆς ρηχίας τοῦ αὐτοῦ λιμένος.

13. Ἡ ἡμερησία περίοδος τοῦ κανονικοῦ ρεύματος.—Καθ' ἃ ἐξάγεται ἐκ τῶν ἀνωτέρω ὑπολογισμῶν ἡμῶν, τὸ ρεῦμα τοῦ Εὐρίπου, κατὰ τὴν κανονικὴν αὐτοῦ περίοδον, μεταβάλλει φορὰν τετράκις τῆς ἡμέρας, οὐχὶ ὅμως ἐντὸς μιᾶς μέσης σεληνιακῆς ἡμέρας ($24^{\omega} 50^{\lambda},6$), ἀλλ' ἐντὸς $24^{\omega} 22^{\lambda},2$. "Οθεν ἡ ἡμερησία περίοδος αὐτοῦ εἶναι αἰσθητῶς βραχυτέρα τῆς μέσης περιόδου τῆς ἀνω μεσουρανήσεως τῆς Σελήνης.

Κατὰ τὸν Mansell ἡ μέση αὕτη ἡμερησία ἐπιβράδυνσις σχετικῶς πρὸς τὴν μέσην ἡλιακὴν ἡμέραν τοῦ κανονικοῦ ρεύματος εἶναι 23^{λ} , κατὰ τὸν Μιαούλην 24^{λ} , κατὰ τὸν κ. Μάτζην 34^{λ} , κατὰ τὴν Ὑδρογραφικὴν Ὑπηρεσίαν τοῦ Ὑπουργείου τῶν Ναυτικῶν $20^{\lambda} - 30^{\lambda}$ καὶ κατὰ τὸν κ. Sterneck $27^{\lambda},6$. Ἀλλ' ἡ ὑφ' ἡμῶν εὑρεθεῖσα ἐκ μακρᾶς σειρᾶς πηλιρροιογραφικῶν παρατηρήσεων εἶναι βεβαίως ἡ ἀκριβεστέρα.

Τὴν βραχύτητα τῆς ἐπιβραδύνσεως ταύτης ἀμφισβητεῖ εἰς τὸ σχετικὸν ἄρθρον του, ὡς εἶδομεν, ὁ κ. Krümmel, συμφωνῶν πρὸς τὴν ἐν τῷ *Mediterranean Pilot* (vol. IV, London 1882) δημοσιευομένην, ἣτις ἀνέρχεται εἰς 40^{λ} περίπου. Ἐὰν εἰς ταῦτα, λέγει, προστεθῇ καὶ ἡ διάρκεια τῆς στάσεως τοῦ ρεύματος, ἣτις δύναται

να υποτεθῇ, ὅτι ἀνέρχεται εἰς 10^λ , εὐρίσκονται οὕτω τὰ κανονικά 50^λ . Ὅθεν τολμῶ, λέγει, να θεωρήσω ὡς μὴ ἀποδεδειγμένην τὴν ὑπὸ τοῦ Μιαούλη ὀριζομένην ἡμερησίαν ἐπιβράδυνσιν εἰς 24^λ . Ἀλλ' ὁ κ. Krümmel δὲν ἔχει δίκαιον, ὅχι μόνον διότι ὅλαι αἱ νεώτεραι ἀκριβεῖς παρατηρήσεις ἐπιβεβαιοῦσιν ἀσφαλῶς τὸ συμπέρασμα τοῦ Mansell καὶ τοῦ Μιαούλη, ἀλλὰ καὶ διότι τὸ φαινόμενον τῆς βραχύτητος ταύτης εἶναι, ὡς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, φυσικὸν καὶ γενικόν, κατὰ βαθμὸν μόνον διαφέρον εἰς τὸν Εὐριπον.

14. Τὸ εὖρος τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου. — Τὸ εὖρος τῆς κυμάνσεως τῆς παλιρροίας εἰς τὸν Εὐριπον, ὡς συμβαίνει πανταχοῦ, εἶναι φυσικῶς μεταβλητὸν ἐντὸς ἐκάστου μηνὸς καὶ κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους. Κατὰ τὰς ἄνω ἡμετέρας μετρήσεις τῶν παλιρροισγραφικῶν καμπύλων τοῦ Β λιμένος καὶ τῶν παλιρροιομετρικῶν παρατηρήσεων τοῦ Ν τῶν ἐτῶν 1921 - 1926 τὸ περὶ τὰς συζυγίας μέγιστον εὖρος τῆς ἀυξομειώσεως τοῦ ὕψους τῆς στάθμης, ὡς καὶ τὸ περὶ τοὺς τετραγωνισμοὺς ἐλάχιστον εὖρος εἶναι, κατὰ μέσον ὅρον, κατὰ τοὺς διαφόρους μῆνας τοῦ ἔτους ὡς ἐξῆς:

B. ΛΙΜΗΝ

Μῆνες	Μεγ. συζ.	Ἐλαχ. τετρ.	Μῆνες	Μεγ. συζ.	Ἐλαχ. τετρ.
Ἰανουάριος	$0,784^\mu$	$0,093^\mu$	Ἰούλιος	$0,706^\mu$	$0,201^\mu$
Φεβρουάριος	0,820	0,125	Αὐγούστος	0,720	0,121
Μάρτιος	0,861	0,080	Σεπτέμβριος	0,736	0,100
Ἀπρίλιος	0,840	0,110	Ὀκτώβριος	0,760	0,078
Μάιος	0,771	0,156	Νοέμβριος	0,770	0,140
Ἰούνιος	0,725	0,228	Δεκέμβριος	0,739	0,131

Κατὰ τὰς ἰσημερίας περὶ τὰς συζυγίας τὸ μέγιστον εὖρος τῆς παλιρροίας τοῦ Β λιμένος εἶναι, κατὰ μέσον ὅρον, $0^\mu,86$ περίπου, κυμαίνεται δὲ μεταξὺ $0^\mu,75$ καὶ $1^\mu,20$ κατὰ δὲ τὰς τροπὰς εἶναι $0^\mu,73$. Τὸ ἐλάχιστον εὖρος, περὶ τοὺς τετραγωνισμοὺς, κυμαίνεται μεταξὺ $0^\mu,10$ καὶ $0^\mu,20$ περίπου. Τὸ εἰήσιον μέσον εὖρος τῆς παλιρροίας κατὰ τὴν κανονικὴν περίοδον, ἥτοι περὶ τὰς συζυγίας, ὡς εἶδομεν ἀνωτέρω, ἀνέρχεται εἰς $0^\mu,567$.

Κατὰ τὸν Mansell τὸ μέσον μέγιστον ὕψος τῆς παλιρροίας περὶ τὰς συζυγίας τῶν ἰσημεριῶν εἶναι $0^\mu,876$, ἥτοι τὸ αὐτὸ σχεδὸν πρὸς τὸ ἄνω ὕψ' ἡμῶν εὐρεθέν. Ὅθεν, παρὰ τὰς ἐν τῷ Εὐρίπῳ γενομένας τοπογραφικὰς μεταβολάς, τὸ στοιχεῖον τοῦτο δὲν μετεβλήθη ἐν αὐτῷ.

Εἰς τοὺς πίνακας τοῦ Μιαούλη τὸ μέγιστον εὖρος τῆς κυμάνσεως περὶ μὲν τὰς συζυγίας τῶν ἰσημεριῶν εἶναι $0^\mu,99$, περὶ δὲ τὰς τῶν τροπῶν $0^\mu,66$.

N. ΔΙΜΗΝ

Μήνες	Μεγ. συζ.	Ἐλαχ. τετρ.	Μήνες	Μεγ. συζ.	Ἐλαχ. τετρ.
Ἰανουάριος	0,325	0,109	Ἰούλιος	0,242	0,094
Φεβρουάριος	0,342	0,114	Αὐγουστος	0,258	0,096
Μάρτιος	0,338	0,103	Σεπτέμβριος	0,289	0,099
Ἀπρίλιος	0,332	0,093	Ὀκτώβριος	0,297	0,100
Μάιος	0,329	0,103	Νοέμβριος	0,282	0,111
Ἰούνιος	0,279	0,110	Δεκέμβριος	0,318	0,099

Τὸ μέγιστον εὖρος τῆς αὐξομειώσεως τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τοῦ N λιμένος, κατὰ μέσον ὅρον, εἶναι κατὰ μὲν τὰς συζυγίας τῶν ἰσημεριῶν 0^μ,34, κατὰ δὲ τὰς τῶν τροπῶν 0^μ,30 περίπου· κυμαίνεται δὲ μεταξὺ 0^μ,25 καὶ 0^μ,40, ἥτοι ὑπολείπεται αἰσθητῶς καὶ αὐτοῦ τοῦ ἡμίσεος τῶν ἀντιστοίχων εὐρῶν τοῦ B λιμένος.

Κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς τὸ ἐλάχιστον εὖρος τῆς κυμάνσεως τῆς στάθμης τοῦ N λιμένος εἶναι κατὰ τε τὰς ἰσημερίας καὶ τὰς τροπὰς, κατὰ μέσον ὅρον, 0^μ,10 περίπου, ἥτοι ὑπολείπεται μὲν ἐν γένει, ἀλλ' οὐχὶ πολὺ, τῶν ἀντιστοίχων εὐρῶν τοῦ B λιμένος.

Κατὰ σημεῖωμα τῆς Ὑδρογραφικῆς Ὑπηρεσίας, τὸ εὖρος τῆς παλιρροίας περὶ τὰς συζυγίας εἰς μὲν τὸν B λιμένα κυμαίνεται μεταξὺ 0^μ,75 καὶ 1^μ,10 εἰς δὲ τὸν N λιμένα μεταξὺ 0^μ,30 καὶ 0^μ,60.

Κατὰ τὸν Mansell, τὸ εὖρος τῆς παλιρροίας τοῦ N λιμένος εἶναι σχεδὸν εἶον καὶ τὸ τῆς Μεσογείου ἐν γένει. Ἀκριθέστερον ὅμως θὰ ἦτο ἂν ἐλέγετο οὐχὶ τῆς Μεσογείου, ἀλλὰ τοῦ Αἰγαίου ἐν γένει. Καὶ ὄντως, αἱ ἀνωτέρω τιμαὶ αὐτοῦ δὲν διαφέρουν πολὺ αἰσθητῶς τῶν γνωστῶν τιμῶν τοῦ εὗρους τῆς κυμάνσεως τῆς στάθμης εἰς τοὺς διαφόρους σταθμοὺς τοῦ Αἰγαίου, ἔνθα ἐγένοντο μέχρι τοῦδε σχετικαὶ παρατηρήσεις· αἱ τιμαὶ αὗται εἶναι, πράγματι, ὡς ἐν Σκιάθῳ, 0^μ,30 περίπου. Τοῦτο δὲ ἔπρεπε νὰ συμβαίνει, συμφώνως καὶ πρὸς τὴν θεωρίαν, ὡς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω.

Ἄλλ' ἡ μεταβολὴ τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τοῦ N λιμένος εἶναι λίαν ἀνώμαλος. Ἄλλοτε, περὶ τὴν ἡμιπαλίρροϊαν, ἐντὸς ἡμισείας ὥρας, μεταβάλλεται κατὰ 0^μ,25 καὶ ἄλλοτε, περὶ τὰς ἄκρας φάσεις, παραμένει σχεδὸν σταθερὰ ἐπὶ ὥρας, καὶ κατόπιν πάλιν μεταβάλλεται ταχέως.

Σημειωτέον ἦδη, ὅτι ἡ πορεία, τὴν ὁποίαν ἀκολουθοῦν τὰ εἰς τοὺς δύο προηγουμένους πίνακας εὖρη τῆς παλιρροίας, κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους, δὲν εἶναι ἐντελῶς κανονικὴ. Αἱ κατὰ τοὺς χειμερινοὺς μῆνας παρατηρούμεναι ἀνωμαλίας ὀφείλονται βεβαίως καὶ εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἀνέμων, οἱ ὁποῖοι τότε, καθὼς συχνότεροι καὶ σφοδρότεροι, συντελοῦσιν εἰς αἰσθητὴν αὐξομείωσιν τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων.

15. Τὸ παράδοξον φαινόμενον τῆς ἐκάστοτε ἀντιθέσεως τῶν φάσεων τῆς παλιρροίας εἰς τοὺς δύο λιμένας. — Πολλάκις ἡ αὐξομείωσις

τοῦ ὕψους τῆς στάθμης εἰς τοὺς ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου δύο λιμένας δὲν εἶναι σύγχρονος καὶ μάλιστα ἐνίοτε εἶναι ἀντίθετος, ἥτοι ἐνῶ φαίνεται πλημμυρίς εἰς τὸν ἕνα, παρατηρεῖται συγχρόνως ἄμπωτις εἰς τὸν ἄλλον, δηλαδή ἀνύψωσις τῆς στάθμης ἀφ' ἐνὸς καὶ ταπεινώσις αὐτῆς ἀφ' ἑτέρου· ἐνίοτε μάλιστα εἶναι πλήμμη πρὸς Ν καὶ ρηχία πρὸς Β ἢ καὶ τὸ ἀντίθετον.

Τὸ ἐκ πρώτης ὄψεως παράδοξον τοῦτο φαινόμενον¹, τὸ ὁποῖον ἀνεκοίνωσεν ὁ Mansell εἰς μίαν τῶν ἐπιστολῶν του πρὸς τὸν Forel, ἐπροξένησε κατάπληξιν εἰς τοῦτον, ὅστις ἀπήντησεν ἐκφράζων ἀμφιβολίας περὶ τῆς ἀκριθείας τῆς παρατηρήσεως ταύτης. Ὁ Mansell εἰς νέαν ἐπιστολήν του, μετ' ἄκρας καὶ βασίμου πεποιθήσεως ἐπιβεβαιῶν αὐτό, γράφει: «Πῶς ἐξηγεῖται τὸ παράδοξον αὐτὸ φαινόμενον, ὡς γράφετε, καθ' ὃ εἰς ἀπόστασιν 200 ποδῶν ἔχομεν πλημμυρίδα πρὸς Β καὶ ἄμπωτιν συγχρόνως πρὸς Ν.; Ὑπάρχουν παρατηρήσεις, αἱ ὁποῖαι ἀποδεικνύουν τὸ γεγονὸς καὶ δὲν χωρεῖ ἀμφισβήτησις τῶν ἀριθμῶν. Σᾶς μεταδίδω πραγματικὰς παρατηρήσεις διὰ πᾶν ὅ,τι παρέχω. Τὸ αἷτιον παραμένει ἀκόμῃ, ἐπὶ τοῦ παρόντος τοῦλάχιστον, ἄνευ ἀπαντήσεως...»

Καὶ εἶχεν ὄντως δίκαιον ὁ Mansell βεβαιῶν τὴν ἀκρίθειαν τῆς παρατηρήσεως τοῦ, κατὰ τὸν Forel, παραδόξου τούτου φαινομένου, ὅπερ ὁμως ἐξηγεῖται εὐκόλως, ὡς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω.

16. Ἡ διάρκεια τοῦ ρεύματος.—Καθ' ἃ εἶδομεν ἀνωτέρω, ἡ μέση διάρκεια τοῦ Β ρεύματος ($6^{\circ} 19^{\lambda}, 1$) ὑπερβαίνει τὴν τοῦ Ν ($5^{\circ} 52^{\lambda}, 0$) κατὰ $27^{\lambda}, 1$. Καὶ ὁ κ. Endros παρετήρησεν, ὅτι ἡ διάρκεια τοῦ Ν ρεύματος εἶναι συνήθως κατωτέρα τῆς τοῦ Β. Ἡ διάρκεια αὕτη, λέγει, ἐλαττοῦται συνεχῶς μέχρι τῶν τετραγωνισμῶν, εἴτα δὲ ἐκ νέου αὐξάνει οὕτως, ὥστε, κατὰ μέσον ὅρον, μόνον κατὰ τὸ ἐν τρίτον τῆς ἡμέρας δυνάμεθα νὰ συναντήσωμεν διεύθυνσιν ρεύματος ἀπὸ Ν πρὸς Β μετὰ ταχύτητος μάλιστα λίαν μικρᾶς. Ὡς μέσην διάρκειαν τοῦ Ν ρεύματος ὁ κ. Endros δέχεται $3^{\circ}, 7$.

Ἡ τιμὴ ὁμως αὕτη εἶναι ὑπερβολικῶς μικρὰ καὶ ἐξ αὐτῆς, φαίνεται, συνήγαγεν ὁ κ. Endros τὸ ἄνω ἐπίσης ὑπερβολικὸν συμπέρασμα, ὅτι κατὰ τὸ τρίτον μόνον τῆς ἡμέρας παρατηρεῖται Ν ρεῦμα.

Κατὰ τοὺς ἡμετέρους ὑπολογισμοὺς μακρᾶς σειρᾶς παρατηρήσεων, ὁ μέσος ὅρος τῆς διαρκείας τοῦ Ν κανονικοῦ ρεύματος ὅλων τῶν ἡμερῶν τοῦ σεληνιακοῦ μηνὸς οὐδέποτε κατέρχεται ὑπὸ τὰς $5^{\circ} 30^{\lambda}$ καὶ συνήθως κυμαίνεται μεταξὺ $5^{\circ} 30^{\lambda}$ καὶ $6^{\circ} 15^{\lambda}$. Ἀλλὰ καὶ ὁ ἀνωτέρω κανὼν, ὢν, κατὰ τὸν κ. Endros, ἀκολουθεῖ ἡ διάρκεια τοῦ Ν ρεύματος, σχετικῶς πρὸς τὰς φάσεις τῆς Σελήνης, δὲν ἐπαληθεύεται ὑπὸ τῶν παρατηρήσεων. Ἡ διάρκεια τοῦ Ν ρεύματος μεταβάλλεται

¹ Τὸ φαινόμενον τοῦτο, ἂν καὶ παράδοξον ὄντως ἐκ πρώτης ὄψεως, δὲν εἶναι ἐν τούτοις μοναδικόν εἰς τὸν Εὐρίπον· παρατηρεῖται καὶ ἀλλαχοῦ καὶ ἐντελέστερον μάλιστα, ὡς εἰς τὴν Α καὶ τὴν Δ λεκάνην τῆς Μισογείου, ὅπου πρόκειται περὶ δύο λεκανῶν κυμαινομένων συγχρόνως καὶ ἀνεξαρτήτως ἀλλήλων.

συνήθως μεταξύ τῶν ἀνωτέρω ὁρίων, ἡ δὲ τοῦ Β μεταξύ $6^{\circ}5^{\lambda}$ καὶ $6^{\circ}35^{\lambda}$, σπανιώ-
τατα ἀνερχομένων ἀμφοτέρων μέχρι τῶν 7° περίπου· ἀλλ' αἱ μεταβολαὶ αὗται δὲν
ἀκολουθοῦν οὐδένα συστηματικὸν νόμον ἢ κανόνα οἰονδήποτε.

17. Ταχύτης τοῦ ρεύματος τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου.—Ἡ ταχύτης τοῦ
ρεύματος τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου παρουσιάζει ἐν μέγιστον περὶ τὰς συζυγίας τῶν
ἡμεριῶν, ἀνερχόμενον εἰς 13-15 χιλιόμετρα ($8-8\frac{1}{2}$ μίλια) καὶ ἐν ἐλάχιστον περὶ
τὰς τῶν τροπῶν: $8-8\frac{1}{2}$ χιλιόμετρων ($5\frac{1}{2}$ μιλίων) τὴν ὥραν. Μετὰ τὰς συζυγίας ἡ
ταχύτης τοῦ ρεύματος ἐλαττοῦται συνεχῶς μέχρι τῶν τετραγωνισμῶν, καθ' οὓς αὕτη
κυμαίνεται, κατὰ μέγιστον ὅρον, μεταξύ $2-3\frac{1}{2}$ χιλιόμετρων (1-2 μίλια) τὴν ὥραν.

Κατὰ σημεῖωμα τῆς Ὑδρογραφικῆς Ὑπηρεσίας, ἡ μέση μεγίστη ταχύτης τοῦ
ρεύματος, κατὰ τὰς συζυγίας, ἀνέρχεται εἰς 6 μίλια, ἡ δὲ μέση ἐλάχιστη, κατὰ τὰς
τρεῖς ἡμέρας μετὰ τοὺς τετραγωνισμούς, εἰς 2,5 μίλια τὴν ὥραν. Ἡ ταχύτης τῶν
7 μιλίων, λόγῳ τῶν ἐπικρατούντων πολλάκις Β ἀνέμων, εἶναι συνήθης. Ἐξαιρετι-
κῶς παρετηρήθη μεγίστη ταχύτης, φθάσασα εἰς 9 μίλια κατὰ τὴν πανσέληνον τοῦ
Αὐγούστου 1924, ὅτε συνέβη καὶ ἔκλειψις Σελήνης. Ἡ ἐπίδρασις τοῦ ἀνέμου εἶναι
μείζων κατὰ τὰς ἡμέρας τῶν μικρῶν παλιρροιῶν, δυναμένη νὰ ἔχῃ ὡς ἀποτέλεσμα
ἀντίθετον μεταβολὴν τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος.

Ἡ ταχύτης τοῦ ρεύματος, αὐξάνουσα ταχέως μετὰ τῆς διαφορᾶς τῆς στάθμης
τῶν δύο λιμένων, φθάνει τὰ $\frac{3}{4}$ αὐτῆς μίαν ὥραν μετὰ τὴν ἀλλαγὴν τῆς φορᾶς τοῦ
ρεύματος, καὶ κατόπιν βαίνει βραδέως αὐξανομένη μετὰ τῆς διαφορᾶς ταύτης μέχρι
τοῦ ἀνωτάτου ὁρίου αὐτῆς, τὸ ὁποῖον παρατηρεῖται κατὰ τὰς ὥρας τῆς πλήμης καὶ
τῆς ρηχίας. Ἡ ὁρμὴ τοῦ ρεύματος τοῦ Εὐρίπου τότε εἶναι τοιαύτη, ὥστε ὁμοιάζει
πρὸς ὁρμητικὸν χεῖμαρρον καὶ καθιστᾷ τὴν δι' αὐτοῦ διάβασιν τῶν πλοίων δυσχερῇ
καὶ ἐπικίνδυνον διὰ τὰ μικρὰ πλοῖα καὶ αὐτὰ τὰ ἀτμόπλοια. Ἀπὸ τῆς 2^{ας} μέχρι τῆς
4^{ης} ὥρας περίπου μεθ' ἐκάστην ἀλλαγὴν φορᾶς, ἡ ταχύτης τοῦ ρεύματος διατηρεῖται
σχεδὸν σταθερὰ ὡς καὶ τὸ ὕψος αὐτοῦ. Ἡ μετὰ τὴν ἀλλαγὴν αὐξησης εἶναι ταχυτέρα
τῆς πρὸ τῆς ἀλλαγῆς ἀντιστοίχου μειώσεως τῆς ταχύτητος τοῦ ρεύματος.

Ἡ ταχύτης τοῦ ρεύματος ἐλαττοῦται πέραν τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου. Οὕτως,
εἰς τὸ Στενὸν καὶ εἰς τὸν πορθμὸν τῆς Αὐλίδος, τὸ ρεῦμα ἔχει ταχύτητα ἐν γένει
 $2\frac{1}{2}$ μιλίων τὸ πολὺ, εἰς τὴν Αἰδηψὸν 1 - $1\frac{1}{2}$ μιλ., εἰς τὴν ἀκτὴν τῆς Ἀταλάντης
2 - $2\frac{1}{2}$ μιλ., καὶ εἰς τὰς Λιχάδας νήσους $2\frac{1}{2}$ - 3 μιλ. τὴν ὥραν, ἐνίοτε δὲ καὶ πλέον
περὶ τὰς συζυγίας.

Ἐντεῦθεν συνάγεται: ὅτι παρὰ τὰς εἰς τὸν πορθμὸν τοῦ Εὐρίπου γενομένας
μεταβολὰς τοῦ πλάτους καὶ τοῦ βάθους αὐτοῦ, ἡ ταχύτης τοῦ ρεύματος, καθὼς,
ὡς εἶδομεν ἤδη, καὶ τὸ εὖρος τῆς ἀξομειώσεως τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος, δὲν
μετεβλήθησαν αἰσθητῶς.

18. Ἡ ἀναστροφὴ τῶν ὥρῶν τοῦ ρεύματος. — Κατὰ τὴν ἐπάνοδον τοῦ κανονικοῦ ρεύματος, ἦτοι περὶ τὴν τρίτην ἡμέραν μετὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς, αἱ ὥραι τῆς πλήμης καὶ τῆς ρηχίας, ὡς καὶ αἱ τῆς ἀλλαγῆς τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος, φαίνονται ἀνεστραμμέναι σχετικῶς πρὸς τὰς ἀντιστοίχους τῆς τελευταίας τακτικῆς παλιρροίας τῆς προηγούμενης τακτικῆς περιόδου. Αἱ ὥραι δηλαδὴ τῆς πρώτης κανονικῆς μετὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς παλιρροίας εἶναι αἱ αὐταὶ πρὸς τὰς τῆς τελευταίας τῆς προηγούμενης κανονικῆς περιόδου, ἀλλὰ μετὰ φορᾶς ρεύματος καὶ φάσεως παλιρροίας ἀντιθέτου, ὡς νὰ εἶχεν ἐν τῷ μεταξὺ λείψει μία ἄμπωτις. Οὕτως, εἰς τὴν σειρὰν τῆς ρηχίας παρατηρεῖται πλήμη, εἰς δὲ τὴν σειρὰν τοῦ Ν ρεύματος Β ρεῦμα.

Ἐντεῦθεν ἐθεωρήθη ὑπὸ τοῦ Μιαούλη, ὅτι ὑφίσταται ἐκάστοτε εἰς τὸν Εὐρίπον ἀνεξήγητος ἀντιστροφὴ τῶν ὥρῶν τῆς παλιρροίας καὶ τοιαύτη, ὥστε, κατὰ τὴν 11^{ην} καὶ τὴν 26^{ην} ἡμέραν ἐκάστου σεληνιακοῦ μηνός, τὴν μεταμεσημβρινὴν πλημμυρίδα δὲν ἀκολουθεῖ ἄμπωτις, ἀλλ' ἄλλη μετὰ 6 ὥρας πλημμυρίς, ἦτοι συμβαίνει ἔλλειψις μιᾶς ἄμπώτιδος, ἣτις δὲν παρατηρεῖται, λέγει, ἐν Αἰδηψῷ.

Καὶ ὑπὸ τοῦ κ. Krümmel ἐπίσης, ἐν τῇ σχετικῇ διατριβῇ του, τὸ φαινόμενον αὐτὸ ἀναφέρεται ὡς ἔλλειψις μιᾶς ἄμπώτιδος κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς. Κατὰ τὴν 9^{ην} σεληνιακὴν ἡμέραν, γράφει ὁ κ. Krümmel, ἡ ἑσπερινὴ πλημμυρίς (κατὰ τὸν Μιαούλην) δὲν παρακολουθεῖται ὑπὸ ἄμπώτιδος, ἀλλ' ὑπὸ δευτερευούσης τινὸς πλημμυρίδος. Ὁ κ. Krümmel ὅμως, θεωρῶν τὸ φαινόμενον ὡς μὴ ἀποδεικνυόμενον ὑπὸ τῶν παρατηρήσεων, ἀρνεῖται τὴν ὑπαρξίν αὐτοῦ, γράφων: «Τὰς παρατηρήσεις ταύτας (τοῦ Μιαούλη) ἔχω παραστήσει γραφικῶς, τολμῶ δὲ νὰ ἐκφράσω τὴν πεποίθησιν, ὅτι δὲν ἐξαρκοῦν, ὥστε νὰ χρησιμεύσουν ὡς τεκμήρια τῆς ὑπὸ τοῦ Μιαούλη βεβαιουμένης ἐπιβραδύνσεως τῆς παλιρροίας καὶ τῆς ἐλλείψεως τῆς ἄμπώτιδος κατὰ τὴν 11^{ην} καὶ τὴν 26^{ην} ἡμέραν τοῦ σεληνιακοῦ μηνός».

Ἀλλὰ τὸ φαινόμενον τοῦτο, τὸ ὅποῖον ὁ Μιαούλης θεωρεῖ ὡς ἀποτελοῦν μετὰ τοῦ τῆς ἐκάστοτε βραχύτητος τῆς ἡμερησίας ἐπιβραδύνσεως τῆς παλιρροίας, τὸ κύριον καὶ ἰδιότυπον πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου, θὰ ᾗτο βεβαίως ἀδύνατον, ἂν ἐπρόκειτο ὄντως περὶ τοιαύτης ἐλλείψεως· ὡς θὰ ἴδωμεν ὅμως κατωτέρω, δὲν πρόκειται ποσῶς περὶ τούτου, ἀλλὰ περὶ φυσικῆς καὶ ἀπλουστάτης συνεπείας τῆς ἡμερησίας ἐπιβραδύνσεως τῆς παλιρροίας. Οἱ κ.κ. Endros καὶ Sterneek, τοῦναντίον, ὀρθῶς δέχονται τὴν ἀκρίβειαν τῆς ὑπάρξεως τοῦ φαινομένου, ἀλλ' ἀποδίδουν εἰς αὐτὸ, νομίζομεν, μείζονα τῆς τοῦ δέοντος σημασίαν εἰς αἷτια καὶ ἀποτελέσματα.

19. Ἡ ἡμερησία ἀνωμαλία. — Ἡ ἐκ τῆς ἡμερησίας ἀνωμαλίας διαφορὰ τοῦ εὗρους τῶν δύο διαδοχικῶν πλημῶν ἐκάστης σεληνιακῆς ἡμέρας, ἣτις, ὡς γνωστόν, αὐξάνει τὴν μίαν τούτων καὶ ἐλαττώνει τὴν ἄλλην, λαμβάνουσα τὰς μεγί-

στας τιμάς της, κατὰ τὰς συζυγίας, εἶναι $0^{\mu},15 - 0^{\mu},20$ ἐν τῇ Ν λιμένι καὶ $0^{\mu},02 - 0^{\mu},08$ ἐν τῇ Β. Αἱ διαφοραὶ αὗται, ὡς καὶ ἄλλαι ἐξ ἄλλων αἰτίων προερχόμεναι, ἐξαφανίζονται πολλάκις ὑπὸ τοῦ ἀνέμου, τῆς μεταβολῆς τῆς βαρομετρικῆς πιέσεως καὶ ἐν γένει τῶν μετεωρολογικῶν φαινομένων.

20. Διαφορὰ μεγίστων παλιρροϊκῶν στοιχείων κατὰ τὰς δύο συζυγίας. — Τὰ παλιρροϊκὰ στοιχεία λαμβάνουν, ὡς εἶδομεν, καὶ εἰς τὸν Εὐρίπτον τὰς μεγίστας τιμάς των κατὰ τὰς δύο συζυγίας. Ἀλλὰ καὶ ἐνταῦθα τὰ μέγιστα ἐκάστου στοιχείου δὲν εἶναι τὰ αὐτὰ κατὰ τὰς δύο συζυγίας ἐκάστου σεληνιακοῦ μηνός.

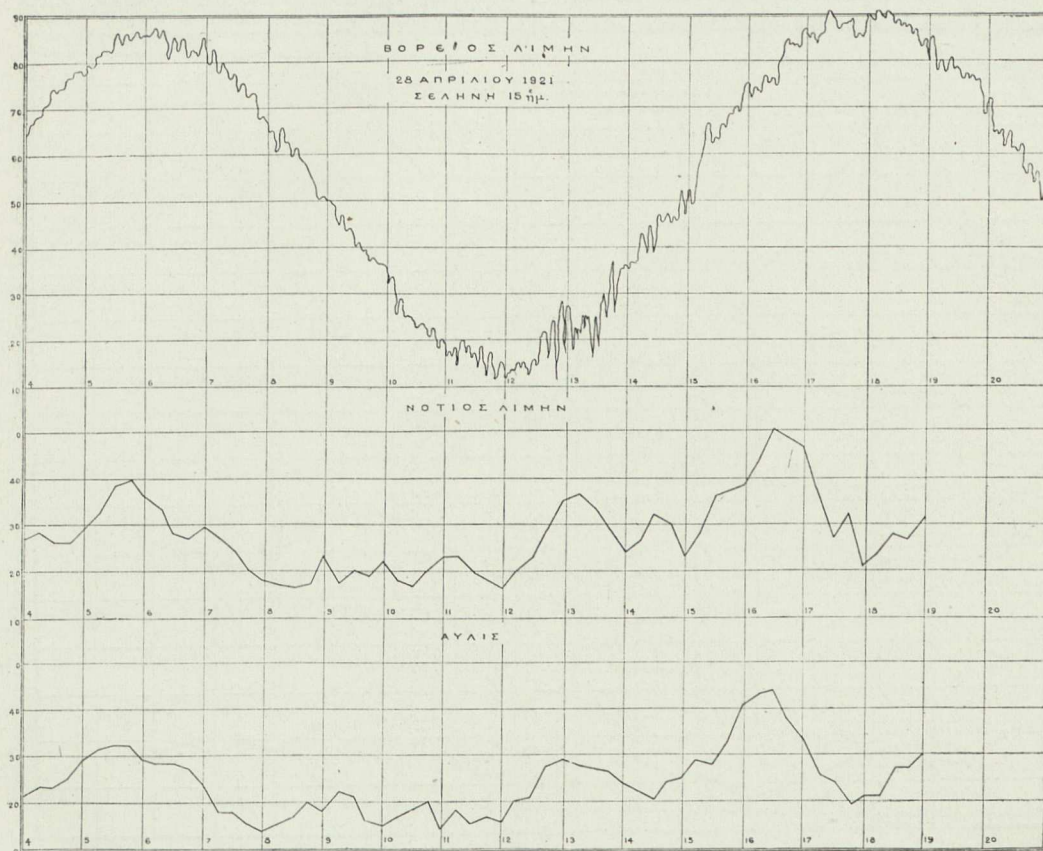
21. Αἱ ἀκανόνιστοι κυμάνσεις τοῦ Ν λιμένος. — Εἰς τὸν Ν λιμένα, ἀντὶ τῶν δύο κανονικῶν παλιρροϊῶν, παρατηρεῖται καθ' ἐκάστην, κατὰ τε τὴν κανονικὴν καὶ τὴν ἀκανόνιστον περίοδον, σειρά ὅλη πολλῶν κυμάνσεων κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἥττον μικρῶν, διαφόρων περιόδων καὶ εὐρῶν, καὶ τῶν ὁποίων αἱ ἀποστάσεις τῶν μεγίστων καὶ ἐλαχίστων, ἄλλοτε μείζονες καὶ ἄλλοτε ἐλάσσονες, οὐδένα νόμον ἢ κανόνα ἀκολουθοῦν. Συνεπεία τῶν ἀκανονίστων τούτων κυμάνσεων, ὁ Ν λιμὴν φαίνεται εἰς διηνεκὴ ἢ μόνιμον πολλαπλὴν αὐξομείωσιν τοῦ ὕψους τῆς στάθμης του, ἄσχετον πρὸς τὴν σεληνογηλιακὴν παλίρροιαν. Τὸ μέγεθος τῶν ἀκανονίστων τούτων κυμάνσεων, συνήθως μικρόν, ὑπερβαίνει πολλάκις τὸ τῆς κανονικῆς παλιρροίας, τὴν ὁποίαν τότε ἐξαφανίζει ἐντελῶς, ἰδίᾳ περὶ τοὺς τετραγωνισμοὺς τῆς Σελήνης.

Πρὸς σπουδὴν τῆς διηνεκοῦς πολλαπλῆς κινήσεως τοῦ Ν λιμένος, ὁμοίαν καὶ πηράλληλον τῆς ὁποίας, ἀλλὰ μικροτέρου εὗρους, παρουσιάζει καὶ ὁ παρακείμενος καὶ μετ' αὐτοῦ ἀμέσως, διὰ τοῦ Στενοῦ, συγκοινωνῶν λιμὴν τῆς Αὐλίδος, ἐλλείπει παλιρροιογραφικῶν καμπύλων, ἐγράψαμεν, ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἀνὰ 15^{λ} καὶ 30^{λ} γενομένων ἐν αὐτοῖς, κατὰ τὰ ἔτη 1921, 1926 καὶ 1927, ὑπὸ τοῦ Θαλασσογραφικοῦ Σταθμοῦ Χαλκίδος, παλιρροιομετρικῶν παρατηρήσεων, 315 καμπύλας τοῦ Ν λιμένος, ἐξ ὧν 68 διὰ τῶν ἀνὰ τέταρτον τῆς ὥρας, καὶ 47 τοῦ τῆς Αὐλίδος, τὰς ὁποίας ἐθέσαμεν, χάριν ἀκριβοῦς συγκρίσεως, κάτωθεν τῶν ἐκ τῶν πρωτοτύπων ἀντιγραφεισῶν ἀντιστοίχων παλιρροιογραφικῶν τοῦ Β λιμένος. Δυστυχῶς αἱ καμπύλαι αὗται τῶν δύο πρὸς Ν τοῦ πύρρου τοῦ Εὐρίπου λιμένων δὲν περιλαμβάνουν ὁλόκληρον τὸ ἡμερονύκτιον, διότι αἱ σχετικαὶ παρατηρήσεις ἐγένοντο ἐπὶ 15-18 ὥρας μόνον τούτου· παρέχουν ὅμως ἀρκετὰ σαφῆ εἰκόνα τοῦ ἐν λόγῳ φαινομένου καὶ πολλὰ ἀκριβῆ στοιχεία αὐτοῦ.

Ἐκ τῆς μελέτης τῶν καμπύλων τούτων συνηγάγομεν τὰ ἐπόμενα συμπεράσματα:

1^{ον}. Αἱ κανονικαὶ καὶ αἱ ἀκανόνιστοι κυμάνσεις τοῦ Ν λιμένος εἶναι ἐν γένει ἀνεξάρτητοι τῶν τοῦ Β· αἱ φάσεις καὶ αἱ περίοδοι αὐτῶν εἶναι διάφοροι.

2^{ον}. Αἱ ἡμερήσιαι κανονικαὶ κυμάνσεις τῆς σεληνοηλιακῆς παλιρροίας ἐνίοτε ἐμφανίζονται ἀμφότεραι (σχ. 4), ἄλλοτε παρατηρεῖται μία μόνη (σχ. 5) καὶ ἄλλοτε οὐδεμία ἐξ αὐτῶν (σχ. 6). Ἡ τρίτη περίπτωσις εἶναι ἡ συνήθης καὶ πολὺ συχνοτέρα τῶν δύο πρώτων· κατ' αὐτὴν ἡ καμπύλη παρουσιάζει ἀνώμαλον μορφήν μετὰ ποικίλων κατὰ τὸ εὖρος, τὴν περίσδον καὶ τὸν ἀριθμὸν ἀκανονίστων κυμάνσεων. Αἱ δύο πρῶται παρατηροῦνται καὶ αὐταὶ ἀσφαλῶς ἐνίοτε, ἀλλὰ πάντοτε αἱ καμ-



Σχ. 4

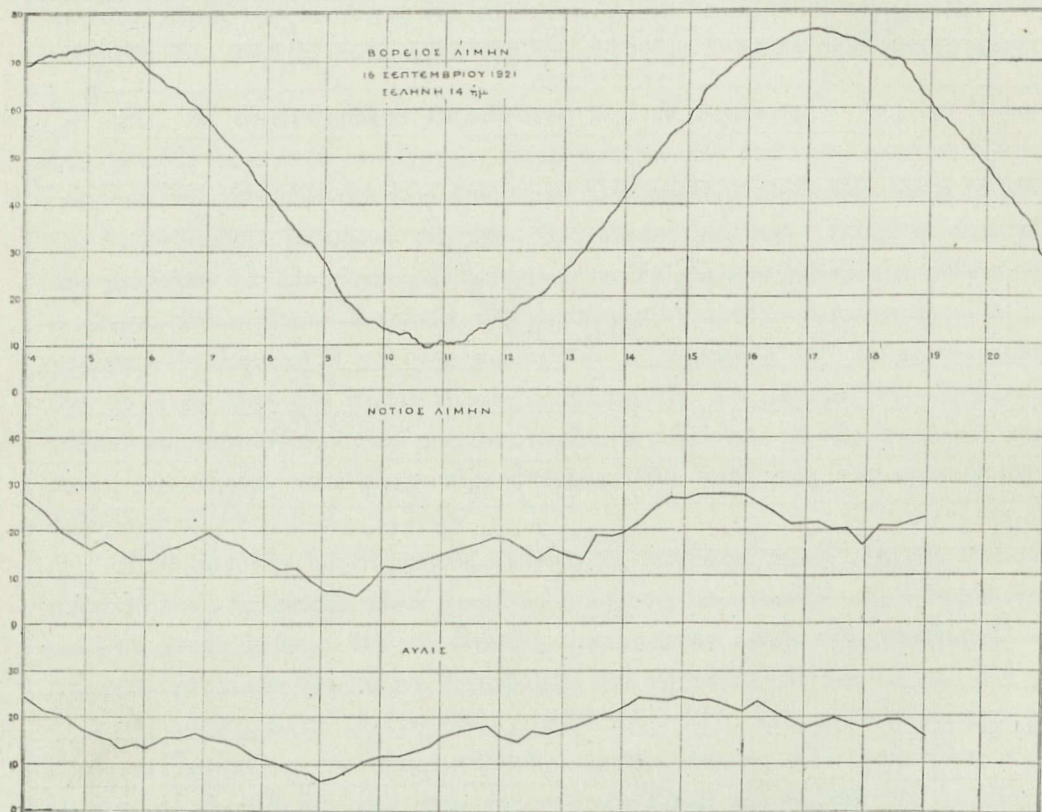
πύλαι αὐτῶν φέρουν μικροτέρας ἀκανονίστους κυμάνσεις. Ὅθεν ἡ ὑπὸ τοῦ κ. Endros διατυπωθεῖσα γνώμη, ὅτι εἰς μόνον τὸν Β λιμένα ἔχομεν τὸν ἡμιημερήσιον τύπον, εἰς δὲ τὸν Ν ἐπικρατεῖ ὁ ἡμερήσιος, δὲν εἶναι ἀκριβής. Ἐν αὐτῇ αἱ ἀκανόνιστοι κυμάνσεις (ταλαντώσεις, *seiches*), συχνάκις πολλαὶ καὶ πολλάκις ἰσχυρότεραι τῶν κανονικῶν, ὑπερισχύουν καί, καλύπτουσαι ταύτας, μεταμορφώνουν οὕτω ἐντελῶς τὰς σχετικὰς καμπύλας.

3^{ον}. Αἱ ἡμερήσιαι κανονικαὶ καμπύλαι τῆς παλιρροίας, ἀπλαῖ καὶ διπλαῖ, παρατηροῦνται καθ' ὅλους τοὺς μῆνας τοῦ ἔτους καὶ κυρίως κατὰ τὰς συζυ-

γίας, σπανίως δὲ καὶ κατ' αὐτοὺς τοὺς τετραγωνισμοὺς ἀκόμη τῆς Σελήνης.

4ον. Αἱ καμπύλαι τοῦ λιμένος τῆς Αὐλίδος εἶναι ἐν γένει ἐντελῶς παράλληλοι τῶν τοῦ Ν, ἀλλ' αἱ κυμάνσεις αὐτῶν ἔχουν εὖρος κατὰ τὸ ἥμισυ περίπου μικρότερον τοῦ εὖρους τῶν τοῦ Ν, ἄλλοτε προηγούμεναι, ἄλλοτε ἐπόμεναι καὶ ἄλλοτε σύγχρονοι ἐκείνων.

5ον. Αἱ καμπύλαι τῶν δύο αὐτῶν Ν λιμένων ἐμφανίζονται ὑπὸ πολλὰς καὶ

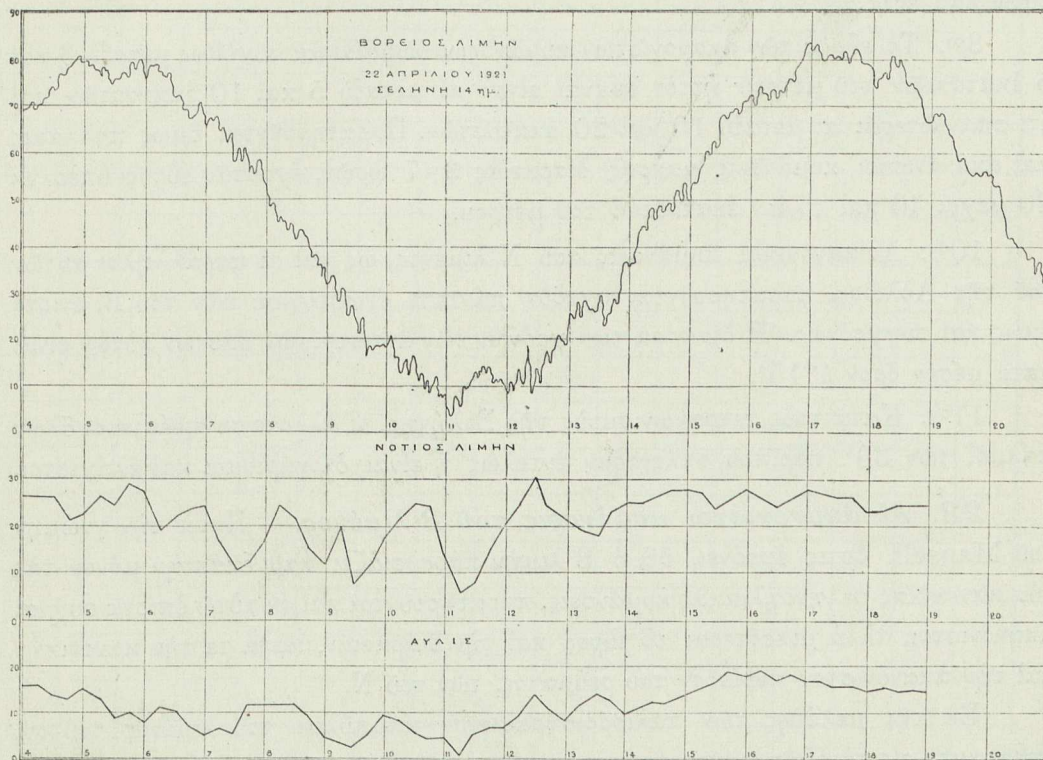


Σχ. 5

διαφόρους μορφάς. Ἐντὸς τῶν 15-18 ὥρων τῶν παρατηρήσεων φέρουν αὐταὶ ἄλλοτε 10-16 κυμάνσεις διαφόρων μεγεθῶν κατὰ τε τὸ εὖρος καὶ τὴν περίοδον, ἄλλοτε ἀποτελοῦνται ἐκ μιᾶς δωδεκαώρου ἢ δύο μεγάλων ὀκταώρων ἢ τριῶν καὶ τεσσάρων βραχυτέρων, μετὰ ἢ ἄνευ τινῶν μικρῶν, ἄλλοτε ἐκ πολυαρίθμου σειρᾶς μόνον μικρῶν, ἄλλοτε ἐκ μιᾶς κανονικῆς ἐξαώρου περίπου μετὰ μιᾶς ἢ πλείονων μικροτέρων ἀκανονίστων, ἄλλοτε ἐκ μιᾶς μόνον κανονικῆς ἄνευ ἄλλων ἀκανονίστων, τοῦ ὑπολοίπου τῆς καμπύλης ὄντος σχεδὸν εὐθυγράμμου, καὶ ἄλλοτε ἐκ σειρᾶς μικρῶν μόνον, διαρκείας 30^λ. περίπου καὶ εὖρους 3 ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου. Κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς ἰδίως, αἱ καμπύλαι τῶν δύο Ν λιμένων εἶναι ἐνίστα

σχεδόν εὐθύγραμμοι μετὰ μιᾶς ἢ δύο μόνον ἐλαφρῶν καὶ σπανιώτερον ἄνευ κυμάνσεων· ἐνίοτε, καὶ κατ' αὐτοὺς τοὺς τετραγωνισμούς, παρατηροῦνται, καθὼς καὶ κατὰ τὰς συζυγίας τῆς Σελήνης, κανονικαὶ καμπύλαι ἄνευ οὐδεμιᾶς ἀκανονίστου κυμάνσεως. Συνήθως ὅμως, ὁ ἡμερήσιος ἀριθμὸς τῶν ἀκανονίστων κυμάνσεων (ταλαντώσεων) τοῦ Ν λιμένος ἀνέρχεται εἰς 10-16 περίπου.

6ον. Αἱ καμπύλαι τῶν τριῶν λιμένων εἶναι κανονικώτεροι καὶ ὁμαλότεροι ἄνευ μεγάλων ἀκανονίστων κυμάνσεων κατὰ τὰς ἐποχὰς τοῦ ἔτους καὶ τὰς ἡμέρας



Σχ. 6

ἐν γένει τῆς ἡρεμίας τῆς ἀτμοσφαίρας, καὶ ἰδίως κατὰ τοὺς ἕξ μῆνας: Μάρτιον - Αὐγουστον· τοῦναντίον δέ, εἶναι ἀνώμαλοι κατὰ τὰς ἐποχὰς καὶ τὰς ἡμέρας τῶν μεγάλων καὶ ραγδαίων ἀτμοσφαιρικῶν μεταβολῶν, καὶ ἰδίως κατὰ τοὺς λοιποὺς ἕξ μῆνας: Σεπτέμβριον - Φεβρουάριον.

7ον. Πνέοντος σφοδροῦ ἀνέμου αἱ καμπύλαι φέρουν ἐν γένει πολλὰς καὶ μεγάλας πολλάκις κυμάνσεις· τοῦναντίον δὲ παρατηροῦνται ἡμέραι, καθ' ἃς, κρατούσης νηγεμίας, αἱ καμπύλαι εἶναι ὁμαλαὶ ἄνευ μεγάλων ἢ μικρῶν κυμάνσεων. Ἀλλὰ συμβαίνει καὶ τὸ ἀντίθετον, ἥτοι παρατηροῦνται ἡμέραι, καθ' ἃς, καίπερ κρατούσης τελείας νηγεμίας, αἱ καμπύλαι φέρουν πολλὰς καὶ τινὰς μεγάλας ἀκα-

νονίστους κυμάνσεις. Ἐνίοτε, κρατούσης νηνεμίας, τὸ ἥμισυ τῆς καμπύλης εἶναι ὀμαλόν, ἄνευ ἀκανονίστων κυμάνσεων, τὸ δὲ ἕτερον ἥμισυ, πνέοντος σφοδροῦ ἀνέμου, εἶναι ὅλως ἀνώμαλον καὶ λίαν κυματῶδες.

8^{ον}. Αἱ περίοδοι τῶν ἀκανονίστων κυμάνσεων τοῦ Ν λιμένος εἶναι, κατὰ κατιούσαν σειρὰν συχνότητος, περίπου: 30^λ, 60^λ, 45^λ, 90^λ, 75^λ, 120^λ, 105^λ, 145^λ, 180^λ, 135^λ. Αἱ συνηθέστεραι ὅλων εἶναι αἱ τρεῖς πρῶται καὶ μάλιστα ἡ τῶν 30^λ περίπου· μετ' αὐτάς ἔπονται αἱ τρεῖς ἐπόμεναι καὶ ἰδίως ἡ πρώτη ἐξ αὐτῶν, καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

9^{ον}. Τὸ εὖρος τῶν ἀκανονίστων κυμάνσεων κυμαίνεται συνήθως μεταξὺ 3 καὶ 5 ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου· ἦττον συχναὶ εἶναι αἱ μεταξὺ 5 καὶ 10 ἑκατοστῶν καὶ ἔτι σπανιώτεραι αἱ μεταξὺ 10 καὶ 20 ἑκατοστῶν. Παρατηροῦνται ὅμως πολλάκις καὶ ἀκανόνιστοι κυμάνσεις μακρᾶς διαρκείας 3 - 7 ὥρων, ἔχουσαι εὖρος ὑπὲρ τὰ 20 μέχρι 40 καὶ πλέον ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου.

10^{ον}. Αἱ κανονικαὶ κυμάνσεις τοῦ Ν λιμένος, ὡς καὶ αἱ παράλληλοι αὐτῶν τοῦ τῆς Αὐλίδος, παρατηροῦνται σχεδὸν πάντοτε ἐνωρίτερον τῶν τοῦ Β, ἐνίοτε ὅμως καὶ συγχρόνως. Ἡ διαφορὰ τῶν χρόνων τῶν ἀντιστοίχων φάσεων αὐτῶν εἶναι κατὰ μέσον ὅρον 1^ω15^λ.

11^{ον}. Κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς τῆς Σελήνης, οἱ ἄλλοτε συνηθέστεροι ὅλων παλμοὶ τῶν 30^λ. περίπου ἐκλείπουν ἐντελῶς ἢ εἶναι ὀλιγάριθμοι καὶ ἐλάχιστοι.

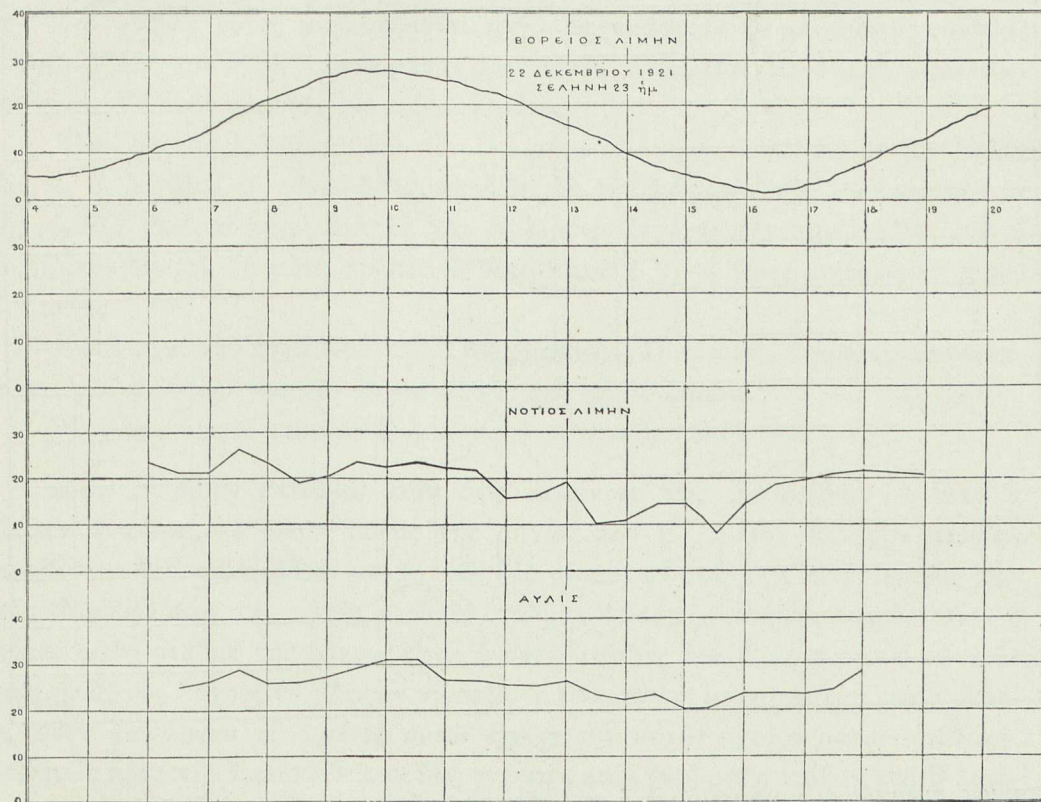
22. Αἱ ἀκανόνιστοι κυμάνσεις τοῦ Β λιμένος. — Παρὰ τὴν γνώμην τοῦ Mansell, ὅστις ἐφρόνει, ὅτι ὁ Β λιμὴν παρουσιάζει καθ' ἑκάστην μόνον τὰς δύο κανονικὰς σεληνοηλιακὰς κυμάνσεις, παρατηροῦνται καὶ ἐν αὐτῷ ἐπίσης συχναὶ ἀκανόνιστοι, ἀλλὰ μικρότεροι τὸ εὖρος καὶ τὴν διάρκειαν, κατὰ τε τὴν κανονικὴν καὶ τὴν ἀκανόνιστον περίοδον τοῦ ρεύματος, τῶν τοῦ Ν.

Ἐκ τῆς μελέτης τῶν παλιρροιογραφικῶν καμπύλων τοῦ λιμένος τούτου, ἐφθάσαμεν εἰς τὰ ἑξῆς συμπεράσματα:

1^{ον}. Αἱ δύο ἡμερήσιαι κύριαι κυμάνσεις ἐμφανίζονται ἀνελλιπῶς πάντοτε εὐρεῖαι περὶ τὰς συζυγίας, ἀλλὰ καὶ σαφῶς εὐδιάκριτοι περὶ τοὺς τετραγωνισμοὺς τῆς Σελήνης, καὶ κατ' αὐτάς ἀκόμη τὰς ἡμέρας τῆς σεληνιακῆς ταύτης φάσεως, μετὰ περιόδου ὅμως, περὶ τοὺς τετραγωνισμούς, αἰσθητῶς μακροτέρας τῆς περὶ τὰς συζυγίας (σχ. 7). Συμβαίνει σπανίως ἢ διπλῇ ἡμερησίᾳ σεληνοηλιακῇ κύμανσις νὰ εἶναι λίαν ἀσθενὴς περὶ τοὺς τετραγωνισμούς, τείνουσα νὰ ἐξαφανισθῇ ὑπὸ τῶν ἀκανονίστων κυμάνσεων· πάντως ὅμως εἶναι καὶ τότε αὕτη ἀσθενὴς μὲν, ἀλλ' ἄρκετὰ εὐδιάκριτος. Ἀπαξ μόνον ἤδη ἐντὸς ἐνὸς ἔτους παρατηρήθη μία ἀπλῇ μόνον κύμανσις, περιόδου 16 ὥρων περίπου, φέρουσα ἱκανὸν ἀριθμὸν ἀκανονίστων κυμάνσεων.

2ον. Αἱ εἰς τὸν Β λιμένα παρατηρούμεναι ἀκανόνιστοι κυμάνσεις εἶναι συνήθως μικραί, ἐμφανίζονται δὲ καθ' ὅλον τὸν σεληνιακὸν μῆνα. Συνηθέστερον αὐταὶ εἶναι αἰσθηταὶ περὶ τὴν ὥραν τῆς πλήμης, περὶ τὰς συζυγίας· εὐρύτεραι ὅμως καὶ πολυπληθέστεραι φαίνονται περὶ τοὺς τετραγωνισμοὺς τῆς Σελήνης.

3ον. Ὁ ἡμερήσιος ἀριθμὸς τῶν κυμάνσεων τούτων κυμαίνεται συνήθως μεταξὺ 10 καὶ 15, ἀνερχόμενος ἐνίοτε μέχρι 30 καὶ κατερχόμενος μέχρι τῶν 2.



Σχ. 7

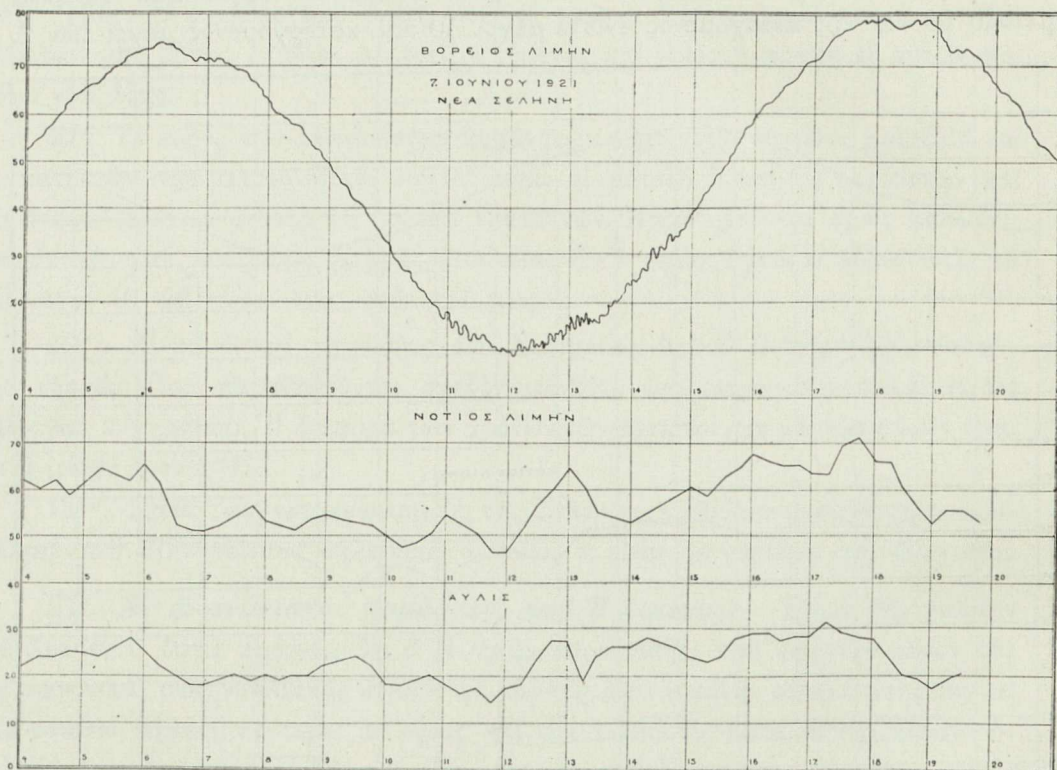
4ον. Τὸ εὖρος τῶν ἀκανονίστων κυμάνσεων τοῦ Β λιμένος κυμαίνεται συνήθως μεταξὺ 2 καὶ 5, σπανιώτερον ἀνέρχεται μέχρι 7 καὶ ἔτι σπανιώτερον μέχρι 10 ἑκατοστίων τοῦ μέτρου.

5ον. Αἱ περίοδοι αὐτῶν, κατὰ κατιοῦσαν σειρὰν συχνότητος, εἶναι : 30^λ, 45^λ, 90^λ, 60^λ, 75^λ, 105^λ. Ἐκ τούτων πολὺ συχνότερα τῶν ἄλλων εἶναι ἡ πρώτη· μετ' αὐτὴν ἔπονται αἱ τέσσαρες ἐπόμεναι, σπανιωτέρα δὲ ὅλων εἶναι ἡ τελευταία.

6ον. Πλὴν τῶν ἄλλων ἀκανονίστων κυμάνσεων, διαρκούσης τῆς κανονικῆς περιόδου, περὶ τὰς ἡμέρας ἰδίως τῶν συζυγιῶν, αἱ καμπύλαι τοῦ Β λιμένος παρουσιάζουν πάντοτε μακρὰν σειρὰν πολυαριθμῶν μικρῶν παλμῶν, διαρκοῦσαν ἐπὶ 3 1/2-

4 ὥρας, συμμετρικῶς περὶ τὴν ρηχίαν, καὶ συμπίπτουσιν πρὸς τὴν περίοδον τῆς μεγάλης ταχύτητος τοῦ ἐντὸς τοῦ Β λιμένος πίπτοντος τότε Ν ρεύματος (σχ. 8). Ὅμοιους παλμοὺς φέρει ἡ καμπύλη καὶ ἐφ' ὅσον πνέῃ ἰσχυρὸς ἄνεμος εἰς τὰ σύγχρονα πρὸς τὸν ἄνεμον τμήματα αὐτῆς.

7ον. Τὸ εὖρος τῶν παλμῶν τούτων συνήθως κυμαίνεται μεταξὺ 2 καὶ 3,



Σχ. 8

σπανίως ἀνερχόμενον μέχρι 4 ἢ 5 καί, ἔτι σπανιώτερον, μέχρι 6 ἢ 7 ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου· πολλάκις δὲ εἶναι πολὺ μικρὸν καὶ δυσδιάκριτον.

Ἡ περίοδος τῶν ἐν λόγῳ παλμῶν κυμαίνεται μεταξὺ 2 καὶ 10 λεπτῶν.

23. Διάφορα στοιχεῖα τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου. — Ἡ ἡμεροσία ἐπιβράδυνσις τῆς παλιρροίας σχετικῶς πρὸς τὴν μεσουράνησιν τῆς Σελήνης παρουσιάζει ἀνωμαλίας τινὰς ἐνίοτε καὶ μεταβάλλεται λίαν αἰσθητῶς ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡμέραν, ἀλλὰ συνήθως ἀκολουθεῖ τὸν ἐξῆς κανόνα: Εὐθὺς ὡς ἀποκατασταθῇ τὸ κανονικὸν ρεῦμα, ἦται 2-3 ἡμέρας μετὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς, αὕτη ἀνέρχεται εἰς μὲν τὸν Β λιμένα εἰς 6-6½ ὥρας, εἰς δὲ τὸν Ν. εἰς 5 ὥρας περίπου· κατόπιν αὕτη βαίνει ἐλαττωμένη μέχρι τῆς πρὸ τῶν τετραγωνισμῶν ἡμέρας κατὰ 25-30

λεπτά περίπου κατὰ μέσον ὅρον καθ' ἐκάστην, κατερχομένη οὕτω ἕως τὰς 3 ὥρας περίπου εἰς τὸν Β και ἕως τὰς 2 ὥρας περίπου εἰς τὸν Ν λιμένα.

Ἡ ἐπιβράδυνσις τῆς μεγίστης πλήμης σχετικῶς πρὸς τὴν μεσουράνησιν τῆς Σελήνης κατὰ τὰς ἡμέρας τῶν δύο συζυγιῶν τοῦ μηνὸς ἀνέρχεται εἰς μὲν τὸν Β λιμένα εἰς $28^{\circ}50'$ εἰς δὲ τὸν Ν. εἰς $27^{\circ}35'$.

Ὁ χρόνος ἀποκαταστάσεως τοῦ λιμένος εἶναι διὰ τὸν Β λιμένα $5^{\circ}30'$. Διὰ τὸν Ν ὁ χρόνος οὗτος μεταβάλλεται μεγάλως ἐκάστοτε, κυμαινόμενος συνήθως μεταξὺ $3^{\circ}15'$ καὶ $5^{\circ}30'$. κατὰ μέσον ὅρον οὗτος ἀνέρχεται εἰς $4^{\circ}15'$, ὑπολείπομενος κατὰ $1^{\circ}15'$ περίπου τοῦ τοῦ Β λιμένος.

Ὁ κ. Sterneck δέχεται διὰ τὸν Β λιμένα τὴν τιμὴν $4^{\circ}6'$, διὰ δὲ τὸν Βόλον καὶ τὸ Β Αἰγαῖον ἐν γένει $3^{\circ}1'$. ἀποδίδει δὲ τὴν διαφορὰν τῆς $1^{\circ}5'$ εἰς τὴν ἐκ τῆς τριβῆς ἐπιβράδυνσιν. Διὰ δὲ τὸν Ν λιμένα δέχεται τὴν τιμὴν $3^{\circ}4'$, ἐνῷ ὁ κ. Endros θεωρεῖ, ὅτι αὕτη πρέπει νὰ εἶναι κατὰ $2\frac{1}{2}$ - 3 ὥρας μικροτέρα τῆς τοῦ Β λιμένος.

Κατὰ σχετικὸν σημείωμα τῆς Ὑδρογραφικῆς Ὑπηρεσίας, ὁ χρόνος ἀποκαταστάσεως εἶναι $5^{\circ}30'$ διὰ τὸν Β καὶ $3^{\circ}45'$ διὰ τὸν Ν λιμένα.

Ἡ μονὰς ὕψους τοῦ μὲν Β λιμένος εἶναι $0^{\circ},43$, τοῦ δὲ Ν $0^{\circ},17$.

24. Ἡ μέση στάθμη τῶν δύο λιμένων τῆς Χαλκίδος. — Καθ' ἃ εἶδομεν ἀνωτέρω, τὸ μέσον βάθος τῆς ρηχίας τοῦ Β λιμένος ὑπὸ τὴν μεσαίαν μεταξὺ τῶν δύο σταθμῶν ἀλλαγῆς τῶν δύο ρευμάτων στάθμην, εἶναι σχεδὸν ἴσον πρὸς τὸ μέσον ἀπὸ τῆς αὐτῆς μεσαίας στάθμης ὕψος τῆς πλήμης αὐτοῦ. Ὅθεν ἡ μεσαία αὕτη στάθμη τοῦ ὕδατος εἶναι ἡ μέση στάθμη τοῦ Β λιμένος. Ἡ αὕτη δὲ στάθμη, δι' οὗς λόγους θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, εἶναι καὶ ἡ μέση στάθμη τοῦ Ν λιμένος· ὅθεν ἀμφότεροι οἱ λιμένες οὗτοι ἔχουν τὴν αὐτὴν σχεδὸν μέσην στάθμην, ἀντιθέτως πρὸς τὴν διατυπωθεῖσαν ἤδη γνώμην, καθ' ἣν ἡ μέση στάθμη τοῦ Β λιμένος εἶναι ὑψηλοτέρα τῆς τοῦ Ν, κατὰ μὲν τὸν κ. Endros κατὰ $0^{\circ},15$, κατὰ δὲ τὸν κ. Sterneck κατὰ $\frac{1}{2}$ μέχρι 6 ἀγγλικῶν δακτύλων.

25. Ἡ ἐπίδρασις τῶν διαφορῶν ἀνέμων καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. — Οἱ ἄνεμοι ἔχουν, φυσικῶς, λίαν αἰσθητὴν ἐπίδρασιν, ἀναλόγως τῆς διευθύνσεως καὶ τῆς δυνάμεως αὐτῶν, ἐπὶ τοῦ ὕψους, τῆς ταχύτητος καὶ τῆς διάρκειας τοῦ ρεύματος τοῦ Εὐρίπου. Οἱ Β ἄνεμοι δύνανται νὰ παρατείνωσι τὴν διάρκειαν τοῦ Β καὶ οἱ Ν τοῦ Ν ρεύματος κατὰ μίαν τὸ πολὺ ὥραν. Ἡ ἐπίδρασις ὅμως αὕτη δὲν εἶναι καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ αὐτοῦ ἀνέμου ἢ αὐτῆ. Κατὰ τὴν πρώτην ἡμέραν π.χ. σφοδροῦ Ν ἀνέμου, τὸ ρεῦμα ἀλλάσσει ἐνωρίτερον τοῦ δέοντος πρὸς Β καὶ λαμβάνει μεγάλην ταχύτητα, ἥτις φθάνει μέχρι $8-8\frac{1}{2}$ μιλίων τὴν ὥραν περὶ τὰς συζυγίας· ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐπομένην ἡμέραν τὸ ρεῦμα παραδόξως ρεῖ πρὸς

Ν μετ' ἴσης ταχύτητος καὶ μετὰ τοῦ αὐτοῦ σχεδὸν ὕψους ἐναντίον τοῦ ἀνέμου. Ἰσχυρὸς ΒΑ ἄνεμος δὲν ἐπιδρᾷ πολὺ ἐπὶ τοῦ ρεύματος, ἀλλὰ τὰ ὕδατα ἐκατέρωθεν τοῦ Εὐρίπου εἶναι τότε πολὺ χαμηλά. Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν Β θυελλῶν ἐν τῇ Αἰγαίῳ, παρετηρήθη ταπείνωσις τῶν ὑδάτων τοῦ Εὐρίπου εἰς βάθος 18 ἀγγλικῶν δακτύλων ὑπὸ τὴν συνήθη στάθμην των· τὸναντίον δέ, ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν χαμηλῶν βαρομετρικῶν πιέσεων καὶ ἰσχυρᾶς ΝΔ θυέλλης, ὡς γράφει ὁ Mansell, ἐπανελημμένως τὸ ὕδωρ ἀνῆλθεν ὑπὲρ τοὺς 5 - 6 πόδας μέχρι τοῦ ὕψους τῆς γεφύρας καὶ κατέκλυσε τοὺς ὅρμους πρὸς Β.

26. Ἡ παλίρροια εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου.—

Ἡ πλήμνη παρατηρεῖται κατὰ μίαν περίπου ὥραν ἐνωρίτερον εἰς τὴν Σκιάθον καὶ κατὰ 50^λ περίπου εἰς τὸν ὅρμον Θεσμὰ τῆς Αἰδηψοῦ ἢ ἐν Χαλκίδι, κατὰ μέσον ὅρον. Ἀλλ' ἡ ἀλλαγὴ τοῦ ρεύματος εἰς τὸν ὅρμον τῆς Αἰδηψοῦ γίνεται κατὰ τρεῖς ὥρας, κατὰ μέσον ὅρον, ἐνωρίτερον ἢ ἐν Χαλκίδι.

Τὸ μέσον εὖρος τῆς κυμάνσεως τῆς παλιρροίας ἐν Σκιάθῳ, ὅπερ εἶναι περίπου τὸ τῆς ἀνοικτῆς θαλάσσης τοῦ Β Αἰγαίου, κυμαίνεται μεταξὺ 0^μ,30 περὶ τὰς συζυγίας καὶ 0^μ,10 περὶ τοὺς τετραγωνισμούς.

Τὸ μέσον εὖρος τῆς κυμάνσεως τῆς παλιρροίας εἰς τὸν ὅρμον τῆς Αἰδηψοῦ κυμαίνεται μεταξὺ 0^μ,20 καὶ 0^μ,75, ἥτοι εἶναι κατὰ τινὰ ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου μικρότερον τοῦ τῆς Χαλκίδος.

Τὰ ἀνωτέρω ποσὰ τοῦ εὖρους τῆς παλιρροίας τῆς Σκιάθου καὶ τῆς Αἰδηψοῦ, στηριζόμενα ἐπὶ μικρᾶς μόνον σειρᾶς παρατηρήσεων, δὲν δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς ὀριστικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΟΥ ΕΥΡΙΠΟΥ

ΚΑΙ ΑΙ ΜΕΧΡΙ ΤΟΥΔΕ ΠΡΟΤΑΘΕΙΣΑΙ ΛΥΣΕΙΣ ΑΥΤΟΥ

27. Τὰ ζητήματα τοῦ προβλήματος.— Τὸ καλούμενον πρόβλημα τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου, ὡς προκύπτει ἐκ τῆς προηγουμένης περιγραφῆς αὐτῆς, δὲν εἶναι ἔν μόνον καὶ ἀπλοῦν παλιρροϊκὸν ζήτημα, ἀλλὰ θέμα πολυμερὲς καὶ πολύπλοκον, ἀποτελούμενον ἐκ σειρᾶς ὅλης παλιρροϊκῶν καὶ ὁδραυλικῶν ζητημάτων· τούτων ἄλλα μὲν εἶναι ἀλληλένδετα, καὶ ἄλλα ὅλως ἀνεξάρτητα τῶν λοιπῶν· ἄλλα ἰδιότυπα τοῦ Εὐρίπου μόνον, καὶ ἄλλα κοινὰ εἰς τοὺς πορθμούς, τὰς διώρυγας, τὰ θαλάσσια στενὰ ἐν γένει καὶ τινας μεγάλους ποταμούς.

Μεταξὺ τῶν συγγραφέων, οἱ ὅποιοι μέχρι τοῦδε ἐμελέτησαν τὸ πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου ἢ ὅπωςδῆποτε ἡσχολήθησαν ἐπ' αὐτοῦ, ἄλλοι ἐθεώρησαν τὰ μὲν καὶ ἄλλοι τὰ δὲ ἐκ τῶν ζητημάτων αὐτοῦ· τινὰ δὲ ἐξ αὐτῶν διὰ πρῶτην φερὰν προκύπτουν

ἤδη ἐκ τῆς ἡμετέρας μελέτης. Κατὰ τοὺς ἀρχαίους Ἑλληνας συγγραφεῖς, τὸν Τίτον Λίβιον, τὸν Babin καὶ αὐτὸν τὸν Forel, τὸ πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου συνίσταται ἀπλῶς καὶ μόνον εἰς τὸ ζήτημα τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος. Ὁ Mansell περιορίζει αὐτὸ κυρίως εἰς τὸ κανονικὸν καὶ τὸ ἀκανόνιστον ρεῦμα, ὃ δὲ Μιαούλης, ὡς εἶδομεν, τὸ ἰδιότυπον πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου διαβλέπει εἰς τὸ ζήτημα τῆς ἀναστροφῆς τῶν ὥρων τοῦ ρεύματος 2 - 3 ἡμέρας μετὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς τῆς Σελήνης καὶ εἰς τὴν βραχύτητα τῆς ἡμερησίας περιόδου τῆς παλιρροίας, οὐχὶ δέ, ὡς οἱ ἀρχαῖοι, εἰς τὰς συχνὰς καὶ ἀνωμάλους ἀλλαγὰς τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος, τὰς ὁποίας ἀποδίδει εἰς τοὺς ἀνέμους καὶ ἄλλα τοιαῦτα αἰτία· ἐντεῦθεν ἰσχυρίζεται, ὅτι ὁ Forel, ἐπιχειρήσας νὰ ἐξηγήσῃ διὰ τῶν ταλαντώσεων τὸ ἀκανόνιστον ρεῦμα, δὲν εἶχε λύσει, ὡς ἐνόμισε, τὸ πραγματικὸν πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου. Οἱ λοιποὶ ἐκ τῶν νεωτέρων συγγραφέων περιωρίσθησαν, κατ' ἀνάγκην, εἰς μόνὰ τὰ ζητήματα, τὰ ὁποία προέκυπτον ἐκ τῶν εἰς τὴν διάθεσιν αὐτῶν ἀτελῶν παρατηρήσεων, τὰς ὁποίας ἐδημοσίευσεν ὁ Μιαούλης.

28. Ἡ λύσις τοῦ ζητήματος τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος ὑπὸ τοῦ Ἀριστοτέλους. — Μεταξὺ τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων, πλὴν τοῦ Ἀριστοτέλους, ὅστις ὄντως, ὡς θὰ ἴδωμεν ἀμέσως, πρῶτος ἔλυσε τὸ κατὰ τὴν ἀρχαίαν ἀντίληψιν πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου, ἐξηγήσας ὀρθῶς τὸ φαινόμενον τῆς συχνῆς ἐν αὐτῷ ἀλλαγῆς τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος, καὶ τοῦ Ἐρατοσθένους, ὅστις, ὡς θὰ ἴδωμεν, ἐπίσης ὀρθῶς διέγνωσε τὴν αἰτίαν τοῦ τε κανονικοῦ καὶ τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος τοῦ Εὐρίπου, οὐδεὶς ἄλλος ἐπεχείρησε νὰ ἐξηγήσῃ τὰ εἰς τὸν πορθμὸν αὐτοῦ παρατηρούμενα κανονικὰ ἢ ἀκανόνιστα παλιρροϊκὰ φαινόμενα. Ὁ Στράβων, ὅστις, ὡς εἶδομεν ἤδη, ἀναφέρει μόνον, ὅτι ἡ παλιρροία εἰς τοὺς πορθμοὺς ἐν γένει παρουσιάζεται ὑπὸ διαφόρους τύπους, καὶ εἰς μὲν τὸν Σικελικὸν τὸ ρεῦμα μεταβάλλεται τετράκις, εἰς δὲ τὸν Χαλκιδικὸν δεκατετράκις τοῦ ἡμερονυκτίου, γράφει: «τὴν δ' αἰτίαν ἐν ἄλλοις σκεπτέον» (Θ. 2. 8).

Ἐκ τῶν λοιπῶν ὁ Τίτος Λίβιος, μὴ συμμερίζομενος τὴν γνώμην τῶν λοιπῶν ἀρχαίων, ὅτι πρόκειται περὶ παλιρροϊκῶν φαινομένων, ἀποδίδει τὸ ἀκανόνιστον ρεῦμα εἰς τὸν ἄνεμον, γράφων ὅτι: ὁ Εὐριπος δὲν ἔχει ἐπτὰ πλημμυρίδας καὶ ἐπτὰ ἀμπώτιδας κανονικῶς καθ' ἐκάστην ἡμέραν, ὡς φημίζεται, ἀλλὰ ρέει ἀκανονίστως ἄλλοτε πρὸς τὸ ἐν μέρος καὶ ἄλλοτε πρὸς τὸ ἄλλο, συμφώνως πρὸς τὸν ἄνεμον (Tit. Livius, lib. XXVIII, C. 6, 10).

Ὁ ἄνεμος εἶναι, βεβαίως, ἐν τῶν αἰτίων τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος καὶ τὸ φαινόμενον αὐτὸ δὲν εἶναι, ἀναμφιβόλως, ἀποτέλεσμα παλιρροϊκῆς ἐνεργείας, ἥτοι πλυμμυρίδος καὶ ἀμπώτιδος, ὡς ὀρθῶς γράφει ὁ Τίτος Λίβιος, ἀλλὰ τοῦναντίον ἐξαφάνισις αὐτῶν. Οὗτος ὅμως δὲν ἀποβλέπει ἐνταῦθα εἰς τὴν πραγματικὴν ἐκά-

στοτε ἐπίδρασιν καὶ τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τοῦ φαινομένου, οὐδὲ σκοπεῖ νὰ διακρίνη αὐτὴν ἀπὸ τῆς καθαρᾶς παλιρροϊκῆς· ἀλλὰ φρονεῖ, ὅτι πρόκειται ἀπλῶς περὶ τῶν συνήθων ἀποτελεσμάτων τῆς ἐνεργείας τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης.

Ἄν καί, κατὰ τὴν κοινὴν παράδοσιν, ὁ Ἀριστοτέλης ἠὺτοκτόνησε, μὴ δυνηθεὶς νὰ λύσῃ τὸ πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου, ἐν τούτοις αὐτὸς εἶναι ὁ πρῶτος ἐκ τῶν ἀρχαίων, ὅστις ἔλυσε ὄντως αὐτό, ἀλλ' ὥς πρὸς μόνον τὸ ζήτημα, εἰς ὃ περιωρίζετο τοῦτο ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος μέχρι τοῦ 19^{ου} αἰῶνος, ἦτοι σχετικῶς πρὸς τὸ ζήτημα τῆς φύσεως καὶ τῶν αἰτίων τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος. Καὶ δὲν ἔλυσε ἀπλῶς καὶ μόνον τὸ ζήτημα τοῦτο τοῦ Εὐρίπου, ἀλλὰ διὰ μιᾶς ὅλα τὰ τοιαῦτα ζητήματα ὅλων τῶν πορθμῶν, τῶν κόλπων καὶ τῶν στενῶν ἐν γένει τῆς θαλάσσης. Πράγματι, εἰς τὰ *Μετεωρολογικὰ* αὐτοῦ (Βιβλ. Β, κεφ. 1) γράφει: «*Ρέουσα δ' ἡ θάλαττα φαίνεται κατὰ τὰς στενότητας εἶπον διὰ τὴν περιέχουσαν γῆν εἰς μικρὸν ἐκ μεγάλου συνάγεται πελάγους, διὰ τὸ ταλαντεύεσθαι δεῦρο κἀκεῖσε πολ- λάκις. Τοῦτο δ' ἐν μὲν πολλῷ πλήθει θαλάττης ἄδηλον. Εἰ δέ, διὰ τὴν στενότητα τῆς γῆς, ὀλίγον ἐπέχει τόπον, ἀναγκαῖον τὴν ἐν τῷ πελάγει μικρὰν ταλάντωσιν ἐκεῖ φαίνεσθαι μεγάλην.*»

Τὸ χωρίον αὐτό, ὡς ὀρθῶς γράφει καὶ ὁ κ. Endros, ὅστις πρῶτος ἐπραγματεύθη τὸ ζήτημα τοῦτο εἰς τὴν ἀνωτέρω εἰρημένην σχετικὴν πραγματείαν αὐτοῦ, θὰ ἠδύνατο κάλλιστα νὰ εἰσαχθῇ, ὡς ἔχει, εἰς νέον βιβλίον Ὁκεανογραφίας. Ἐν αὐτῷ ὁ Ἀριστοτέλης πρὸ 2200 ἐτῶν διατυπώνει ὡς νόμον τὰς ταλαντώσεις τῆς θαλάσσης, αἱ ὁποῖαι παρατηροῦνται ὅχι μόνον εἰς τὸν Εὐρίπον, ἀλλ' ἐν γένει εἰς τοὺς κόλπους, τοὺς λιμένας, τὰς λίμνας καὶ καθόλου εἰς μικρὰς θαλασσίας λεκάνας καὶ στενότητας. Τὰς ταλαντώσεις ταύτας ἀνεκάλυψε καὶ ἐξήγησεν ἐκ νέου διὰ τὰς λίμνας πρὸ πεντηκονταετίας, μετὰ πολυτεῖς ἐπιτοπίους ἐρεῦνας, ὁ γνωστὸς Ἑλβετὸς φυσιοδίφης Forel, ἀποδώσας ὀρθῶς εἰς αὐτὰς τὰς κυμάνσεις τῆς λίμνης τῆς Γενεύης, τὰς ἐκεῖ καλουμένας *seiches*· ταύτας ἐθεώρησεν ἐπίσης ὀρθῶς κατόπιν ὡς αἰτίας καὶ τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος τῆς Χαλκίδος. Ἐκ τοῦ ἄνω χωρίου ὁμως προκύπτει σαφῶς, ὅτι τὰς ταλαντώσεις τῆς θαλάσσης, αἱ ὁποῖαι μόλις κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη, μετὰ τὰς σχετικὰς λιμνικὰς ἐρεῦνας τοῦ Forel, ἀπεδείχθησαν καὶ ἐξηγήθησαν, ὁ Ἀριστοτέλης ἐγνώριζε πρὸ δύο χιλιετηρίδων περίπου καὶ δι' αὐτῶν ἐξήγησεν ὀρθῶς τὰ ἀκανόνιστα ρεύματα τοῦ Εὐρίπου καὶ τῶν θαλασσίων στενῶν ἐν γένει.

Πρὸς τούτοις, ὡς παρατηρεῖ ὁ κ. Endros, ἡ ὑπὸ τοῦ Ἀριστοτέλους χρησιμοποιομένη λέξις *ταλάντωσις*, εἰς δῆλωσιν τῶν *seiches*, ἐκφράζει ἄριστα τὸ φαινόμενον τοῦτο καὶ κατὰ τρόπον μὴ ἐπιτυγχανόμενον ὑπὸ οὐδεμιᾶς ἄλλης γλώσσης. Πράγματι, τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι παρόμοιον πρὸς τὴν κίνησιν τοῦ *τάλαντος* (ζυγοῦ)· κατ' αὐτὸ ἡ θάλασσα ἢ ἡ λίμνη, συνεπιεῖα τῆς ἐπιδράσεως διαφόρων μηχαν-

νικῶν ἐνεργειῶν, *ταλαντεύεται*, ἤτοι ἀνέρχεται ἀφ' ἐνὸς καὶ κατέρχεται ἀφ' ἑτέρου, ὡς τὰ δύο ἄκρα τοῦ ζυγοῦ. Οὕτω λοιπὸν πρῶτος ὁ Ἀριστοτέλης εἶχεν ἐμβαθύνει εἰς τὸ πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου, ὅσον τοῦλάχιστον καὶ ὁ Forel κατὰ τοὺς τελευταίους χρόνους, καὶ εἶχεν ὀρθῶς ἐξηγήσει τὸ ζήτημα τῶν ταχέως ἐναλλασσομένων ἀκανονίστων ρευμάτων τῶν θαλασσίων στενῶν. Ἀλλ' εἰς τὸ ἀνωτέρω χωρίον ὁ Ἀριστοτέλης δὲν περιορίζεται εἰς μόνας τὰς ταλαντώσεις, ἀλλὰ διατυπώνει ἐν ὁλίγοις σαφῶς καὶ ἀκριβῶς καὶ τὸν ὑδραυλικὸν νόμον, καθ' ὃν αἱ κυμάνσεις τῆς θαλάσσης, εἰσερχόμεναι ἐντὸς στενοῦ καὶ ἀβαθοῦς χώρου, φαίνονται μεγάλαι καὶ τάνάπαλιν, ἐξηγῶν οὕτω τὰ εἰς τὰς ἀκτὰς παρατηρούμενα σχετικὰ παλιρροϊκὰ καὶ ὑδραυλικὰ φαινόμενα.

Εἶναι ἀπορίας ἄξιον, ὅτι τὸ ἀνωτέρω σπουδαιότατον χωρίον τῶν *Μετεωρολογικῶν* τοῦ Ἀριστοτέλους καὶ ἡ δι' αὐτοῦ διδομένη ἀκριβὴς ἐξήγησις τῆς φύσεως καὶ τοῦ αἰτίου τοῦ περιφήμου ἀκανονίστου ρεύματος τοῦ Εὐρίπου παρῆλθον ἀπαράτηρητα τόσον ὑπὸ τῶν ἀρχαίων, ὅσον καὶ ὑπὸ τῶν νεωτέρων συγγραφέων καὶ ἐπιστημόνων, ἂν καὶ σαφῶς καὶ ρητῶς περιγράφεται ἐν αὐτῷ τὸ ἐν λόγῳ φαινόμενον. Τοῦτο ἴσως ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι τὸ πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου, λόγῳ τοῦ ιδιοτύπου αὐτοῦ χαρακτηῖρος, εἶχε θεωρηθῇ ὡς ἀπρόσιτον καὶ ἄλυτον. Εἶναι ἀληθές, ὅτι πρὸ τοῦ κ. Endros ἀναφέρει τὸ χωρίον αὐτὸ ὁ Berger¹, ἀλλ' ἄνευ τῆς ὀρθῆς σημασίας του, δεχόμενος, ὅτι ἐξ αὐτοῦ συνάγεται, ὅτι ὁ Ἀριστοτέλης ἐθεώρει τὰς ταλαντώσεις ταύτας ὡς *παλιρροϊκὰς*. Πράγματι ὅμως τὸ ἐναντίον, νομίζομεν, ὅτι ἐξάγεται, ἀφοῦ λέγει ρητῶς, ὅτι ἡ θάλασσα *ταλαντεύεται κατ' αὐτὰς πολλάκις*, ἤτοι *πολλάκις* τῆς ἡμέρας, ἐνῶ καλῶς ἐγνώριζεν, ὡς εἶδομεν προηγουμένως, ὅτι ἡ *παλίρροια* ἔχει τὴν αὐτὴν περίοδον μετὰ τῆς *Σελήνης* καί, ἐπομένως, ὅτι αὕτη δὲν συμβαίνει *πολλάκις* τῆς ἡμέρας. Πλὴν δὲ τούτου, καὶ ἐξ ἄλλων χωρίων, ἐκ τῶν ὁποίων, ὡς θὰ ἴδωμεν, προκύπτει, ὅτι ὁ Ἀριστοτέλης ἐγνώριζε καὶ τὰ κυριώτερα αἷτια τῶν ταλαντώσεων, συνάγεται ἀσφαλῶς, ὅτι δὲν ἐθεώρει ταύτας ὡς ἀποτέλεσμα τῆς ἀστρονομικῆς παλιρροίας, ἤτοι ὡς παλιρροϊκὰς κινήσεις, οὐδὲ συνέχεεν, ὡς ἄλλοι ἀρχαῖοι συγγραφεῖς, τὰς ἀλλαγὰς τοῦ ρεύματος πρὸς τὰς παλιρροϊκὰς πλημμυρίδας καὶ ἀμπώτιδας.

Πράγματι, πλὴν τοῦ φαινομένου τῶν ταλαντώσεων, ὁ Ἀριστοτέλης ἐγνώριζε καὶ τινὰ τῶν κυριωτέρων αἰτίων αὐτῶν, εἰς τὰ ὁποῖα καὶ σήμερον ἀποδίδονται αὐταί· ὡς τοιαῦτα δὲ ἐθεώρει τοὺς ἀνέμους, τὰς θερμὰς πηγὰς καὶ τοὺς σεισμούς.

Ἐκ τῆς μελέτης διαφόρων χωρίων, ὡς συμπεραίνει καὶ ὁ κ. Endros, συνάγεται, ὅτι ὁ Ἀριστοτέλης σχετίζει τὸ φαινόμενον τῶν ταλαντώσεων τοῦ Εὐρίπου μετὰ τῶν ἐκεῖ, εἰς τε τὴν θάλασσαν καὶ τὴν ξηράν, συμβαινόντων συχνῶν σεισμῶν, ὡς καὶ μετὰ τῶν θερμῶν πηγῶν, αἱ ὁποῖαι ὑπάρχουν εἰς τὰς παρὰ τὸν Εὐβοϊκὸν

¹ H. BERGER. Geschichte d. wiss. Erdkunde d. Griechen. Leipzig, 1889, 2, 114.

κόλπον ἀκτᾶς. Γνωρίζομεν δὲ ἤδη, ὅτι ὄντως αἱ πηγαὶ καὶ οἱ σεισμοὶ δύνανται νὰ παραγάγῃσι κύματα μεγάλου μήκους, ἐμφανιζόμενα εἰς τὰς ἀκτᾶς ὡς ταλαντώσεις (seiches). Ὡς πρὸς τὸν ἄνεμον, ὡς εἶδομεν ἤδη ἀνωτέρω, ὁ Ἀριστοτέλης ἐγνώριζεν ἀσφαλῶς τὴν ἐνέργειαν αὐτοῦ καὶ τὴν ἀνύψωσιν καὶ ταπείνωσιν, τὴν ὁποίαν ἐπιφέρει εἰς τὴν στάθμην τῆς θαλάσσης. Διὰ δὲ τὰ σεισμικὰ κύματα, ἐν συνδυασμῷ μετὰ τοῦ ἀνέμου, τὸν ὁποῖον θεωρεῖ ὡς ἐν τῶν κυρίων αἰτίων τῶν ταλαντώσεων τῆς θαλάσσης, ρητῶς ἀναφέρει εἰς ἄλλο χωρίον αὐτοῦ τὴν παραγωγὴν μεγάλων κυμάτων, τὰ ὁποῖα ἐκρῆγγονται καὶ ποιοῦσι τὸν κατακλυσμόν, ὅταν τὰ σεισμικὰ κύματα συναντῶνται καὶ ὠθοῦνται ὑπὸ τοῦ ἀνέμου.

Ὅθεν ἐντεῦθεν συνάγεται, ὡς λέγει καὶ ὁ κ. Endros, ὅτι ὁ Ἀριστοτέλης ἐκ τῶν τριῶν κυρίων αἰτίων τῆς παραγωγῆς τῶν ταλαντώσεων, ἦτοι τοῦ ἀνέμου, τῶν σεισμῶν καὶ τῆς βαρομετρικῆς πίεσεως, ἐγνώριζε τὰ δύο. Τὸ τρίτον, ἦτοι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, λέγει ὁ κ. Endros, ἦτο ἄγνωστον εἰς τοῦτον. Ἀλλ' ὁ Ἀριστοτέλης, ὡς ἐδείξαμεν εἰς τὸ *Climat d'Athènes* καὶ εἰς τὸ *Κλίμα τῆς Ἑλλάδος* (τ. Α'), ἐγνώριζε καλῶς καὶ εἶχεν αὐτὸς ἀποδείξει μάλιστα τὸ βάρος τοῦ ἀέρος· ὅθεν ἄγνωστον μόνον εἶναι ἂν ἐγνώριζε καὶ τὰς κατὰ τόπους καὶ καιροὺς μεταβολὰς αὐτοῦ καὶ ἀπέδιδεν εἰς αὐτὰς ἐνέργειαν πρὸς παραγωγὴν μεταβολῶν τῆς στάθμης τῆς θαλάσσης καί, ἐπομένως, τῶν ταλαντώσεων αὐτῆς.

Ἐὰν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν, λέγει ὁ κ. Endros, ὅτι καὶ σήμερον ἀκόμη τὰ αἷτια τῶν ταλαντώσεων δὲν ἔχουν εὑρεθῇ διὰ παρατηρήσεων, ἀλλ' ἐξ ἀναλογίας πρὸς τὰς ταλαντώσεις τῶν μικρῶν λιμνῶν, ὀφείλομεν νὰ θαυμάσωμεν τὰς γνώσεις τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων καὶ ἰδίως τοῦ μεγάλου Σταγειρίτου.

Ὅθεν ἡ παράδοσις καὶ ἡ κρατοῦσα ἐν γένει γνώμη, ὅτι ὁ Ἀριστοτέλης δὲν ἠδυνήθη νὰ ἐξηγήσῃ τὰ ἀκανόνιστα ρεύματα τοῦ Εὐρίπου, εἶναι ἐντελῶς ἀνακριβής· τοῦναντίον, ἀποδεικνύεται ἐκ τῶν ἀνωτέρω, ὅτι ὅχι μόνον ὀρθῶς ἐνόησε τὴν ἀληθῆ φύσιν τοῦ φαινομένου τούτου, ἀλλὰ καὶ ὀρθῶς ἐξήγησεν αὐτό. Ἀλλ' ὁ Ἀριστοτέλης, πλὴν τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος τοῦ Εὐρίπου, εἶχε καλῶς παρατηρήσει καὶ μελετήσῃ, ἀναμφιβόλως, καὶ τὸ κανονικόν, τοῦ ὁποῖου ιδιότητές τινες δὲν διέφυγον τὴν ἐξαιρετικῶς ὀξυδερκῇ παρατηρητικότητά του. Οὕτως, ὡς εἶδομεν ἀνωτέρω, καλῶς διείδεν, ὅτι τὸ ρεῦμα τῆς πλημμυρίδος φαίνεται ρέον ἐκεῖ ἀντιθέτως πρὸς τὴν συνήθη εἰς τὰς ἀκτᾶς φορὰν αὐτοῦ, ἦτοι πρὸς τὴν ξηράν. Καὶ δὲν εἶχε βεβαίως ὑπ' ὄψιν τοῦ ἐνταῦθα τὸ ἀκανόνιστον ρεῦμα, τὸ ὁποῖον ἀποδίδει εἰς τὰς ταλαντώσεις καὶ εἶναι ἄσχετον πρὸς τὴν ἐκεῖ πλημμυρίδα ἢ τὴν ἄμπωτιν, ρέον ἄλλοτε πρὸς Β καὶ ἄλλοτε πρὸς Ν, ἀνεξαρτήτως τῶν παλιρροϊκῶν φάσεων, ἀλλ' ἀναμφιβόλως τὸ κανονικόν, τὸ ὁποῖον ὄντως, φαίνεται ἔχον τοιαύτην ιδιότητα.

Ἐὰν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν, λέγει ὁ κ. Endros, τὰς μεγάλας ἀνωμαλίας τῶν παλιρροϊῶν, ἦτοι τὰς τοῦ κανονικοῦ ρεύματος, αἱ ὁποῖαι εἰς ὅλας τὰς ἐποχὰς ἀπε-

τέλεσαν πρόβλημα δύσκολον, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν, ὅτι μόνον αὐταὶ ἦσαν ἐκεῖναι, τὰς ὁποίας προσεπάθησε νὰ ἐξηγήσῃ ματαίως ὁ Ἀριστοτέλης, καὶ αἱ ὁποῖαι θὰ ἠδύναντο, διὰ τῆς αἰνιγματώδους ἐμφανίσεώς των, νὰ ταραξῶσι τὸν νοῦν τοῦ μεγάλου φιλοσόφου. Ἡ ἀξία ὅμως αὐτοῦ, λέγει, δὲν μειοῦται ἐκ τῆς ἀδυναμίας ταύτης, διότι ἡ ἐν λόγῳ ἐξηγήσις μέχρι τῶν νεωτέρων χρόνων εἰσέτι ἦτο ἀδύνατος.

Ἀλλὰ, πλὴν τῆς ἀτελείας τῆς Ἐπιστήμης ἐπὶ τῆς ἐποχῆς τοῦ Ἀριστοτέλους καὶ μέχρι τῶν νεωτέρων χρόνων, καθ' οὓς ἡ θεωρία τῶν παλιρροιῶν καὶ ἰδιά ἡ Ἀρμονικὴ Ἀνάλυσις παρέχει τὰ μέσα πρὸς ἐξακριβώσιν τῶν διαφόρων ἰδιοτήτων τοῦ φαινομένου, δὲν ἦτο δυνατόν, δι' ἀπλῆς παρατηρήσεως αὐτοῦ, ἔστω καὶ Ἀριστοτελείου, νὰ ἐξαχθῶσιν αἱ διάφοροι ἀνωμαλῖαι καὶ τὰ διάφορα στοιχεῖα τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου.

29. Ἡ ἐξήγησις τῶν ρευμάτων τοῦ Εὐρίπου καὶ τῆς παλιρροίας ἐν γένει ὑπὸ τοῦ Ἐρατοσθένους. — Γενικώτερον τοῦ Ἀριστοτέλους, ἀλλ' ἄνευ τῶν σχετικῶν αἰτίων, διετύπωσε τὴν αὐτὴν σχεδὸν θεωρίαν ὁ Ἐρατοσθένης. Κατὰ τὸν Στράβωνα, ὁ Ἐρατοσθένης θεωρεῖ ὡς αἰτίαν τῶν εἰς τὸν Εὐρίπον καὶ τοὺς πορθμοὺς ἐν γένει παρατηρουμένων ρευμάτων τὴν ἐκατέρωθεν αὐτῶν ἐκάστοτε διαφορὰν τοῦ ὕψους τῆς στάθμης ἢ τὴν κλίσιν τῆς ἐπιφανείας τῆς ἐκεῖ θαλάσσης σχετικῶς πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς βαρύτητος ἢ τῆς κατακορύφου. Τὴν αὐτὴν δὲ αἰτίαν ἀποδίδει ὁ Ἐρατοσθένης καὶ εἰς τὰς παλιρροίας τῶν θαλασσῶν καθόλου, τὰς ὁποίας θεωρεῖ ὡς τῆς αὐτῆς φύσεως πρὸς τὰς πλημμυρίδας καὶ τὰς ἀμπώτιδας τῶν στενῶν τῆς θαλάσσης ἐν γένει καὶ ὡς σχετικὰς πρὸς τὴν κίνησιν τῆς Σελήνης. Ὁ Στράβων, ἀναφέρων ταῦτα, εἰρωνεύεται καὶ ἐπικρίνει σφοδρῶς τὴν θεωρίαν τοῦ Ἐρατοσθένους ὡς μὴ φυσικὴν καὶ ἀντικειμένην πρὸς τὴν περὶ τῶν ἡρεμούντων ὑδάτων ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους, συμφώνως, φαίνεται, πρὸς τὰς γνώμας τοῦ Προσειδωνίου καὶ τοῦ Ἀθηνοδώρου, τὰς ὁποίας, ὡς γράφει ἐν ἀρχῇ τοῦ ἔργου του (Α 1, 9), ἀκολουθεῖ, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, προκειμένου «περὶ τῶν πλημμυρίδων τοῦ ὠκεανοῦ».

Ἐν τούτοις, ἡ παλιρροϊκὴ θεωρία τοῦ Ἐρατοσθένους εἶναι ἐκείνη, ἣτις ἀκριβῶς ἐξηγεῖ οὐ μόνον τὸ κανονικὸν καὶ τὸ ἀκανόνιστον ρεῦμα τοῦ Εὐρίπου, διὰ τῆς διαφορᾶς τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῆς θαλάσσης ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ ἐν γένει τὰ ρεύματα τῶν πορθμῶν, ὡς καὶ αὐτὴν τὴν γενικὴν παλιρροίαν τῆς θαλάσσης, διὰ τῆς κλίσεως τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς σχετικῶς πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς βαρύτητος, ἥτοι συμφώνως πρὸς τὴν ἰσχύουσαν ἀκριβῆ ἐπιστημονικὴν θεωρίαν, καθ' ἣν αὕτη ὀφείλεται σχεδὸν ἀποκλειστικῶς εἰς τὴν συνεπιεία τῆς ὀριζοντίου συνιστώσης τῆς ἑλξεως τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου περιοδικὴν μεταβολὴν τῆς διευθύνσεως τῆς βαρύτητος. Ὅθεν ἔλειψεν εἰς τὸν Ἐρατοσθένη ἡ γνώσις τῆς ἀρχῆς τῆς παγκοσμίου ἑλξεως, ὅπως διίδῃ καὶ τὸ αἴτιον τῆς περιοδικῆς ταύτης

κλίσεως τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης σχετικῶς πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς βαρύτητος.

Εἶναι δὲ περίεργον, ὅτι καὶ ἡ θεωρία αὕτη τοῦ Ἑρατοσθένους παρῆλθε μέχρι τοῦδε ἀπαρατήρητος οὐ μόνον προκειμένου περὶ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου, τῆς ὁποίας ἀκριβῶς ἐξηγεῖ ἀμφοτέρω τὰ ρεύματα, ἀλλὰ καὶ διὰ τὴν γενικὴν παλίρροϊαν τῆς θαλάσσης, τῆς ὁποίας τὴν προέλευσιν ὀρθῶς δεικνύει.

Τὸ σχετικὸν χωρίον τοῦ Στράβωνος παραθέτομεν ἐνταῦθα ὁλόκληρον, λόγῳ τῆς σπουδαιότητος καὶ τοῦ ἐνδιαφέροντος αὐτοῦ:

«Ὁ δ' οὕτως ἡδὺς ἔστιν ὥστε καὶ μαθηματικὸς ὢν οὐδὲ τὴν Ἀρχιμήδους βεβαιοῖ
 »δόξαν, ὅτι φησὶν ἐκεῖνος ἐν τοῖς περὶ τῶν ὀχουμένων, παντὸς ὕγρου καθεστηκότος καὶ
 »μένοντος τὴν ἐπιφάνειαν σφαιρικὴν εἶναι, σφαίρας ταῦτό κέντρον ἐχούσης τῇ γῇ ταύτην
 »γὰρ τὴν δόξαν ἀποδέχονται πάντες οἱ μαθημάτων πως ἀπάμενοι· ἐκεῖνος δὲ τὴν ἐντὸς
 »θάλατταν, καίπερ μίαν οὔσαν, ὥς φησιν, οὐ νομίζει ὑπὸ μίαν ἐπιφάνειαν τετάχθαι,
 »ἀλλ' οὐδὲ τοῖς σύνεγγυς τόποις· καὶ μάρτυράς γε τῆς τοιαύτης ἀμαθίας ἀρχιτέκτονας
 »ἄνδρας ποιεῖται, καὶ τῶν μαθηματικῶν καὶ τὴν ἀρχιτεκτονικὴν μέρος τῆς μαθηματικῆς
 »ἀποφηνάμενον. φησὶ γὰρ καὶ Δημήτριον διακόπτειν ἐπιχειρῆσαι τὸν τῶν Πελοποννησίων
 »ἰσθμὸν πρὸς τὸ παρασχεῖν διάπλουν τοῖς στόλοις, κωλυθῆναι δ' ὑπὸ τῶν ἀρχιτεκτόνων
 »ἀναμετρησάντων καὶ ἀπαγγειλάντων μετεωροτέραν τὴν ἐν τῷ Κορινθιακῷ κόλπῳ θάλατ-
 »ταν τῆς κατὰ Κεγχρεάς εἶναι, ὥστε, εἰ διακόψει τὸ μεταξὺ χωρίον, ἐπικλυσθῆναι ἂν
 »ἅπαντα τὸν περὶ Αἴγιναν πόρον καὶ αὐτὴν Αἴγιναν καὶ τὰς πλησίον νήσους, καὶ
 »μηδὲ τὸν διάπλουν ἂν γενέσθαι χρήσιμον. διὰ δὲ τοῦτο καὶ τοὺς εὐρίπους ῥοώδεις εἶναι,
 »μάλιστα δὲ τὸν κατὰ Σικελίαν πορθμόν, ὃν φησιν ὁμοιοπαθεῖν ταῖς κατὰ τὸν ὠκεανὸν
 »πλημμυρίσι τε καὶ ἀμπώτεσι· δις γὰρ μεταβάλλειν τὸν ροὴν ἐκάστης ἡμέρας καὶ νυκτός,
 »καθάπερ τὸν ὠκεανὸν δις μὲν πλημμυρεῖν δις δὲ ἀναχωρεῖν· τῇ μὲν οὖν πλημμυρίδι ὁμο-
 »λογεῖν τὸν ἐκ τοῦ Τυρρηνικοῦ πελάγους εἰς τὸ Σικελικὸν καταφερόμενον ὡς ἂν ἐκ μετεω-
 »ροτέρας ἐπιφανείας, ὃν δὴ καὶ κατιόντα ὀνομάζεσθαι, ὁμολογεῖν· δ' ὅτι καὶ κατὰ τὸν
 »αὐτὸν καιρὸν ἄρχεται τε καὶ παύεται καθ' ὃν αἱ πλημμυρίδες ἄρχεται μὲν γὰρ περὶ τὴν
 »ἀνατολὴν τῆς σελήνης καὶ τὴν δύσιν, λήγει δ' ὅταν συνάπτη τῇ μεσουρανήσει ἐκάτερα,
 »τῇ τε ὑπὲρ γῆς καὶ τῇ ὑπὸ γῆς· τῇ δὲ ἀμπώτει τὸν ἐναντίον, ὃν ἐξιόντα καλεῖσθαι, ταῖς
 »μεσουρανήσει τῆς σελήνης ἀμφοτέραις ἐναρχόμενον, καθάπερ αἱ ἀμπώτεις, ταῖς δὲ συνά-
 »ψεσι ταῖς πρὸς τὰς ἀνατολὰς καὶ δύσεις πανόμενον».

«Περὶ μὲν οὖν τῶν πλημμυρίδων καὶ τῶν ἀμπώτεων εἰρήκασιν ἱκανῶς Ποσειδωνίος
 »τε καὶ Ἀθηνόδωρος· περὶ δὲ τῆς τῶν πορθμῶν παλιρροίας, ἐχόντων καὶ αὐτῶν φυσικῶ-
 »τερον λόγον ἢ κατὰ τὴν νῦν ὑπόθεσιν, τοσοῦτον εἰπεῖν ἀπόρη, ὅτι οὔτε εἰς τρόπος τοῦ
 »ῥοώδεις εἶναι τοὺς πορθμούς, ὃ γε κατ' εἶδος (οὐ γὰρ ἂν ὁ μὲν Σικελικὸς δις ἐκάστης
 »ἡμέρας μετέβαλλεν, ὡς οὗτός φησιν, ὁ δὲ Χαλκιδικὸς ἐπτάκις, ὁ δὲ κατὰ Βυζάντιον οὐδὲ
 »μετέβαλλεν, ἀλλὰ διετέλει τὸν ἔκρουον μόνον ἔχων τὸν ἐκ τοῦ Ποντικοῦ πελάγους εἰς τὴν
 »Προποντίδα, ὡς δὲ Ἰππαρχος ἱστορεῖ, καὶ μονὰς ποτε ἐποιεῖτο), οὐτ' εἰ τρόπος εἰς εἴη,
 »ταύτην ἂν ἔχοι τὴν αἰτίαν, ἣν φησιν ὁ Ἑρατοσθένης, ὅτι ἡ ἐφ' ἐκάτερα θάλαττα ἄλλην
 »καὶ ἄλλην ἐπιφάνειαν ἔχει· οὐδὲ γὰρ ἐπὶ τῶν ποταμῶν τοῦτο γένοιτ' ἂν, εἰ μὴ καταρρά-
 »κτας ἔχοιεν· ἔχοντες δὲ οὐ παλιρροοῦσιν, ἀλλ' ἐπὶ τὸ ταπεινότερον αἰεὶ φέρονται. καὶ
 »τοῦτο δὲ συμβαίνει διὰ τὸ κεκλιμένον εἶναι τὸ ρεῦμα καὶ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ· ὥστ' οὐχ
 »ὅτι παλιρροοῦντας, ἀλλ' οὐδὲ καθεστῶτας καὶ μένοντας, συρροίας μὲν ἐν αὐτοῖς οὔσης, μὴ

»μιας δὲ ἐπιφανείας, ἀλλὰ τῆς μὲν ὑψηλοτέρας τῆς δὲ ταπεινότερας. πελάγους δὲ τίς ἂν
 »φαίη κεκλιμένην ἐπιφάνειαν ; καὶ μάλιστα κατὰ τὰς σφαιροποιούσας ὑποθέσεις τὰ τέτ-
 »ταρα σώματα, ἃ δὴ καὶ στοιχεῖα φαμέν' οὐ γὰρ ὥσπερ ἡ γῆ κατὰ ἕξιν ἐσχημάτισται
 »στερεὰ οὐσα, ὥστε καὶ κοιλάδας ἔχειν συμμενούσας καὶ ἀναστήματα, οὕτω καὶ τὸ ὕδωρ,
 »ἀλλ' αὐτῇ τῇ κατὰ τὸ βάρος ὁσπῇ τὴν ὄχθιν ἐπὶ τῆς γῆς ποιεῖται καὶ τοιαύτην λαμ-
 »βάνει τὴν ἐπιφάνειαν οἷαν ὁ Ἀρχιμήδης φησίν». (ΣΤΡΑΒΩΝΟΣ Α', 3, 11. 12)

30. Αἱ νεώτεροι γνώμαι καὶ λύσεις. — Ὁ Babin, ὅστις ἐφρόνει ὡς πρὸς
 μὲν τὸ κανονικὸν ρεῦμα, ὅτι δὲν διευθύνεται ὡς ἐν τῷ ὠκεανῷ, δηλαδὴ πρὸς τὴν
 ξηρὰν ἐν περιπτώσει πλημμυρίδος καὶ ἀντιθέτως ἐν περιπτώσει ἀμπώτιδος, ὡς
 πρὸς δὲ τὸ ἀκανόνιστον, τὸ ὁποῖον καὶ ἐθεώρησεν ὡς τὸ κυρίως πρόβλημα τοῦ
 Εὐρίπου, ὅτι συνίσταται εἰς ἀνωμαλίαν τῶν κυμάτων τῆς πλημμυρίδος καὶ τῆς
 ἀμπώτιδος, μὴ τολμῶν κἂν νὰ θίξῃ τὸ πρόβλημα τοῦτο, καθὼ θάῃμα ἀνώτερον
 τῶν ἀνθρωπίνων δυνάμεων, γράφει: «Εἰς τὸ στοιχεῖον αὐτὸ βλέπομεν πολλὰ θαύ-
 ματα, τὰ ὅποια δὲν δυνάμεθα νὰ ἐξηγήσωμεν, οὐδὲ νὰ γνωρίσωμεν ἐντελῶς τὰς
 αἰτίας των. Ὁ Θεὸς ἐπεφύλαξεν εἰς ἑαυτὸν τὴν γνῶσιν τῶν δυνάμεων τούτων, διὰ
 νὰ θαυμάζωμεν ἔτι περισσότερον τὴν παντοδυναμίαν του».

Μετὰ τὸν Ἀριστοτέλη, ὁ Forel εἶναι ὁ πρῶτος μεταξὺ τῶν νεωτέρων, ὅστις
 εἰς τὴν ἀνωτέρω ἀναφερομένην διατριβὴν αὐτοῦ ἐπεχείρησεν, ἐπὶ τῇ βάσει τῶν
 παρατηρήσεων τοῦ Babin, νὰ λύσῃ τὸ πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου. Ἐν αὐτῇ ὁ Forel
 γράφει, ὅτι: «τὸ πρόβλημα λύεται εὐκόλως, ἐὰν ζητήσωμεν διπλὴν καταγωγὴν εἰς
 τὰ ρεύματα τοῦ Εὐρίπου. Ὅταν εἶναι κανονικά, εἶναι ἀποτέλεσμα τῶν σεληνοη-
 λιακῶν παλιρροιῶν τοῦ Αἰγαίου· ὅταν εἶναι ἀκανόνιστα, εἶναι ἀποτέλεσμα ταλαν-
 τώσεων (seiches) τῆς διώρυγος τῆς Ἀταλάντης, ἀναλόγων πρὸς τὰς λιμνικὰς
 ταλαντώσεις, τὰς πρὸ πολλοῦ γνωστὰς εἰς τὴν λίμνην Lemman¹. Ἡ ἐνέργεια τῶν
 παλιρροιῶν δὲν χρήζει ἀποδείξεως· ὁσάκις ἡ παλίρροια ὑφύεται εἰς τὸ Αἶγαίον, τὸ
 ρεῦμα παράγεται εἰς τὸν Εὐρίπον, ἀνερχόμενον ἀπὸ ΝΑ πρὸς ΒΔ· ὅταν ἡ παλίρροια
 κατέρχεται τοῦτο κινεῖται ἀντιθέτως. Ὑπάρχουν δύο παλίρροιαι καθ' ἑκάστην σελη-
 νοηλιακὴν ἡμέραν· οὕτως ἐξηγοῦνται αἱ τέσσαρες μεταβολαὶ τοῦ ρεύματος, ὅταν
 εἶναι κανονικόν. Ἡ ἐνέργεια τῶν ταλαντώσεων εἶναι ἐπίσης ἀπλή. Αἱ μελέται ἡμῶν
 τῶν δέκα τελευταίων ἐτῶν ἀπέδειξαν τὴν ὑπαρξιν εἰς τὰς κλειστάς λεκάνας τῶν

¹ Seiches ὀνομάζονται ἀπὸ πολλοῦ ἐν Γενεύῃ ἀπότομοι καὶ ἐξαιρετικῶς ἰσχυραὶ κυμάνσεις τοῦ
 ὕδατος, παρατηρούμεναι ἐνίοτε εἰς τὸ πρὸ τῆς πόλεως ταύτης στενὸν καὶ ἀβαθὲς ἄκρον τῆς λίμνης Lemman,
 συνεπεία τῶν ὁποίων, ἀποσυρομένου τοῦ ὕδατος, τὰ ἐκεῖ ὀρμούντα πλοῖα παρέμενον ἐνίοτε ἐπὶ τῆς
 ξηρᾶς (à sec). Τὰ σιάνια ταῦτα κύματα, τὰ ὅποια παρατηροῦνται κυρίως εἰς τὰς λίμνας, ἀλλὰ καὶ εἰς
 τὰς θαλάσσας, ἐμελέτησεν ἐπισταμένως ἐπὶ τῆς λίμνης τῆς Γενεύης ἐπὶ μακρὰν σειρὰν ἐτῶν καὶ ἐξηγήσας
 πρῶτος ὁ Forel, συντελέσας οὕτω μεγάλως εἰς τὴν ἔρευναν τοῦ φαινομένου τούτου, ἐξηκολούθησαν δὲ
 μετ' αὐτὸν ὁ κ. Grimmel καὶ ἄλλοι. Ἐκάστη λίμνη παρουσιάζει χαρακτηριστικὰς τοιαύτας κυμάνσεις
 κατὰ μῆκος καὶ πλάτος αὐτῆς, αἱ ὅποιαι προκαλοῦν δι' ἀνακλάσεως καὶ συμβολῶν ἄλλας. Τὴν ἐξήγησιν
 τοῦ φαινομένου τούτου εἰς μάτην ἐπεδίωξαν νὰ ἀνεύρωσι πρὸ τοῦ Forel καὶ ἄλλοι ἐρευνῆται τῶν λιμνι-
 κῶν ζητημάτων.

Ἑλβετικῶν λιμνῶν ρυθμικῶν κινήσεων τῆς μάζης τοῦ ὕδατος κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν κυρίων διαμέτρων τῆς λίμνης, καὶ ἰδίως κατὰ τὸ μεγαλύτερον πλάτος της. Ἡ πρὸς παλμὸν ἐκκρεμοῦς ὁμοιάζουσα μονόδεσμος σταθερὰ κύμανσις αὕτη ἐκδηλοῦται εἰς τὴν ἀκτὴν διὰ διαδοχικῶν κινήσεων πλημμυρίδος καὶ ἀμπώτιδος, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται *ταλαντώσεις* (*seiches*)· εἰς τὰς διώρυγας, αἱ ὁποῖαι συγκοινωνοῦν τοὺς λιμένας μετὰ τῶν λιμνῶν, ἐμφανίζεται αὕτη διὰ διαδοχικῶν ρευμάτων εἰσόδου καὶ ἐξόδου. Αἱ ταλαντώσεις παράγονται ὑπὸ διαφορῶν μηχανικῶν ἐνεργειῶν, μεταξὺ ἄλλων ὑπὸ τῶν τοπικῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, ὑπὸ τῶν ἀνέμων, ὑπὸ τοῦ καθοδικοῦ ἀνέμου τῶν τοπικῶν καταιγίδων κλπ.....»

Κατόπιν τῆς δημοσιεύσεως τῆς διατριβῆς ταύτης, τὸ ζήτημα τοῦ Εὐρίπου θεωρήθη ὑπὸ πολλῶν ὡς ὀριστικῶς πλέον λελυμένον. Ἀλλὰ, καθ' ἃ θὰ ἴδωμεν, δὲν εἶναι τοῦτο ἀκριβές, ὅχι μόνον διότι ὁ Forel θίγει ἐνταῦθα δύο μόνον ἐκ τῶν πολλῶν ζητημάτων τοῦ Εὐρίπου, ἐξ ὧν τὸ μὲν τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος δὲν ἔλυσεν μὲν ἐντελῶς, ἐξήγησεν ὅμως ἐν μέρει συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν τοῦ Ἀριστοτέλους, ἄνευ ὅμως πλήρων ἀποδείξεων ἢ μάλλον μετ' ἐσφαλμένων ὑπολογισμῶν, τὸ δὲ τοῦ κανονικοῦ ρεύματος οὔτε ἔλυσεν, οὔτε κἂν κατενόησε, πραγματευθεὶς αὐτό, τοῦναντίον, ὡς θὰ ἴδωμεν, ὅλως ἐσφαλμένως. Ἐν γένει δὲ ὁ Forel ἐσφαλὴ ἐν αὐτῇ τῇ βάσει τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου, θεωρήσας τὰ ἐκεῖ ρεύματα ὡς προερχόμενα τὰ μὲν κανονικὰ ὑπὸ μόνων τῶν παλιρροιῶν τοῦ Ν λιμένος, τὰ δὲ ἀκανόνιστα ὑπὸ μόνων τῶν ταλαντώσεων τοῦ Β, ἐνῷ δι' ἀμφοτέρω τὰ εἶδη ταῦτα τῶν ρευμάτων *συμβαίνει ἀκριβῶς τὸ ἀντίθετον*.

Ἡ ἐργασία ὅμως τοῦ Forel, ἂν δὲν ἔλυσεν τὸ πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου, παρέσχεν ὅμως σπουδαίαν ὑπηρεσίαν καὶ συμβολὴν εἰς τὴν λύσιν τοῦ αἰνιγματώδους ζητήματος τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος· ἀναμφισβητήτως δὲ εἰς αὐτὸν ἀνήκει ἡ τιμή, ὅτι πρῶτος μεταξὺ τῶν νεωτέρων ἐπιστημόνων, δύο χιλιετηρίδας μετὰ τὸν Ἀριστοτέλη, ἐσχέτισεν τὸ ζήτημα αὐτὸ πρὸς τὰς ταλαντώσεις καὶ ὑπέδειξε τὴν ὁρθὴν ἐξήγησιν καὶ τὸν ὁρθὸν δρόμον τῆς λύσεως αὐτοῦ. Βεβαίως αἱ ταλαντώσεις δὲν εἶναι ἡ μόνη καὶ ἀποκλειστικὴ αἰτία τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος, ὡς ὑπέθετεν ὁ Forel· τὸ φαινόμενον, ὡς θὰ ἴδωμεν, εἶναι *πολυπλοκώτερον* ἢ ὅσον ἐπίστευεν ὁ διακεκριμένος Ἑλβετὸς φυσιοδίφης, οὐδὲ παράγεται δι' αὐτῶν ἐκ τοῦ Β. Εὐβοϊκοῦ κόλπου, ὡς ὑπέθεσεν, οὔτε ἔχουν αὗται τὰς περιόδους, τὰς ὁποίας ἐξ ἐσφαλμένης περὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀλλαγῶν τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος γνώμης τοῦ Babin ὑπέλογισεν. Ὅθεν ὀρθῶς διαμαρτύρεται εἰς τὴν σχετικὴν πραγματείαν του ὁ Μιαούλης, γράφων ὅτι ὁ Forel δὲν ἔλυσεν τὸ πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου· ὥφειλεν ὅμως ν' ἀναγνωρίσῃ ὁ Μιαούλης, καθ' ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὸ ἀκανόνιστον ρεῦμα, ὅτι ὁ Forel ὑπέδειξε πρῶτος ἐκ τῶν νεωτέρων τὴν ὁρθὴν, κατὰ μέγιστον μέρος, ἐξήγησιν αὐτοῦ.

Ὁ Mansell, γράφων πρὸς τὸν Forel, θεωρεῖ, ὅτι αἱ παλίρροιαι τοῦ Εὐρίπου εἶναι σεληνογηλιακαί, ὅμοιαι κατὰ πολὺ πρὸς τὰς τῆς Μάγχης, χωρὶς νὰ διακρίνη τὰ αἴτια τῶν ἐκεῖ παρατηρουμένων ρευμάτων καὶ ιδιορρυθμῶν παλιρροϊκῶν διαφορῶν καὶ φαινομένων. Ἐκπλήσσεται δέ, ὡς εἶδομεν, καὶ ἀδυνατεῖ νὰ ἐξηγήσῃ τὸ φαινόμενον τῆς συγχρόνου ἐμφανίσεως πλημμυρίδος εἰς τὸν ἕνα καὶ ἀμπώτιδος εἰς τὸν ἄλλον λιμένα, εἰς μικρὰν ἀπόστασιν ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ. Ὅμοίως, ὡς πρὸς τὸν χαρακτήρα τοῦ κανονικοῦ ρεύματος, μὴ δυνάμενος νὰ ἐξηγήσῃ αὐτόν, γράφει: «Τὸ παλιρροϊκὸν κύμα πιστεύω, ὅτι ἔρχεται ἀπὸ ΝΑ. καὶ ἀφ' οὗ διέλθῃ τὸν πορθμὸν τῆς Ὀζιάς κατέρχεται εἰς τὸν Εὐρίπον. Ἀλλ' εἰς τὸν Εὐρίπον ἔχομεν μόνον ἡμῖς παλιρροίας ἀπὸ Β. κατὰ τὰς τρεῖς τελευταίας ὥρας τῆς πλημμυρίδος. Πρὸς Ν. συμβαίνει τὸ αὐτὸ φαινόμενον· κατὰ τὰς τρεῖς τελευταίας ὥρας τῆς πλημμυρίδος ἡ παλίρροια ἔρχεται ἀπὸ Ν· πῶς δυνάμεθα νὰ ἐξηγήσωμεν τὴν ἡμιπαλίρροϊαν αὐτήν; Εἰς τὸ πρόβλημα αὐτὸ ἀδυνατῶ νὰ ἀπαντήσω» Τὰς διηνεκῶς ἀκανονίστους πολλαπλὰς κυμάνσεις τοῦ Ν. λιμένος ὁ Mansell ἀποδίδει εἰς τὰ εἰς αὐτὸν εἰσρέοντα ἐκ Ν. καὶ Β., ἐν εἴδει ποταμῶν, ρεύματα, προκαλοῦντα ἐκεῖ αὐτὰς λόγῳ τῆς ἐκτάσεως αὐτοῦ, ἐνῶ, λέγει, εἰς τὸν Β. λιμένα, λόγῳ τοῦ περιορισμένου χώρου, δὲν παράγονται τοιαῦται. Ἡ αἰτία αὐτή, ὡς θὰ ἴδωμεν, ἐν μέρει μόνον ὑφίσταται καὶ κακῶς τόσο γενικῶς διατυπῶται ὑπὸ τοῦ Mansell. Ἐν γένει ὁ Mansell, ἂν καὶ πολλὰ στοιχεῖα συνεισέφερε πρὸς γνῶσιν καὶ λύσιν τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου, φαίνεται ἀπελπισθεὶς, καθ' ὃ γράφει εἰς τὸν Forel, νὰ λύσῃ τὰ ἰδιότυπα ζητήματα τῆς παλιρροίας αὐτοῦ: «Ἡ αἰτία, γράφει, λυποῦμαι νὰ τὸ λέγω, δὲν εἶναι σαφὴς καὶ πιστεύω, ὅτι δὲν θὰ καταλήξω εἰς τίποτε, πλὴν ἂν κατορθώσω νὰ ἐκτελέσω παρατηρήσεις συγχρόνως εἰς τὸ Στενὸν καὶ τὸ Μπουρτζι. Αἱ παρατηρήσεις, ἅς ἡδυνήθην νὰ συλλέξω, ἤνοιξαν μόνον τὸ ζήτημα. Ἀδύνατον νὰ ἐκτελέσω τὸ ἀρχικόν μου σχέδιον, ἥτοι παρατηρήσεις πρὸς Β. καὶ πρὸς Ν., αἱ ὁποῖαι θὰ ἔλυον τὸ ζήτημα τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου, τὸ ὁποῖον βασανίζει τὸν κόσμον ἐπὶ αἰῶνας». Καὶ ὄντως, δικαίως ἡδύνατο νὰ καυχηθῇ ὁ διακεκριμένος Ἕλληνας ὑδρογράφος, ὅτι, διὰ τῶν συστηματικῶν καὶ ἀκριβῶν παρατηρήσεων αὐτοῦ, ἤνοιξε τὸν δρόμον πρὸς τὴν ὀρθὴν ἐρευναν καὶ λύσιν τοῦ προβλήματος, ἀδιαφόρως ἂν, ἀγνοῶν τὴν θεωρίαν τῶν παλιρροϊῶν, δὲν ἡδυνήθη νὰ ἐξηγήσῃ διάφορα ζητήματα αὐτοῦ.

Ὁ Μιαούλης περὶ τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος ὁρθῶς λέγει ὅτι: «αἰτία τούτου εἶναι ἡ μικρὰ αὐξησης καὶ μείωσης τῆς θαλάσσης, ἥτις ἐπηρεάζεται ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς καταστάσεως τῶν θερμῶν ὑδάτων τῆς Αἰθιόπης καὶ τῶν ἄλλοτε ὁμοίων ὑπαρξάντων ἐν τῇ παραλίᾳ τῶν Ὑγίεινῶν Λουτρῶν (νῦν Γιάλτρα καλουμένων), τῶν θερμῶν ὑδάτων τῶν Θερμοπυλῶν καὶ τῶν ποταμῶν τῆς Λαρύμνης καὶ τοῦ Σπερχεῖου». Τὴν ἀέναον ὁμῶς κίνησιν τοῦ Ν. λιμένος κακῶς ἀποδίδει εἰς τὴν

εισβολήν τοῦ ρεύματος, ὅταν τοῦτο ἀνέρχεται ἐκ τοῦ Αἰγαίου πελάγους. Εἰς δὲ τὸ ζήτημα τῆς ἀναστροφῆς τῶν ὥρῶν τῆς πλημμυρίδος, τῆς ἀμπώτιδος καὶ τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος, τὴν 11^{ην} καὶ τὴν 26^{ην} ἡμέραν τοῦ σεληνιακοῦ μηνός, ἀποδίδει ὑπερβολικὴν σπουδαιότητα, θεωρῶν αὐτὸ μετὰ τοῦ τῆς βραχύτητος τῆς ἡμερησίας περιόδου τῆς παλιρροίας, ὡς ἀποτελοῦν τὸ πρόβλημα τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου. Ὁ Μιαούλης ὅμως δὲν ἀξιοῖ, ὅτι παρέχει τὴν λύσιν τοῦ προβλήματος, ἀλλὰ, τοῦναντίον, γράφει, ὅτι ἐδημοσίευσεν τὸ ἔργον του, ὅπως χρησιμεύσῃ ὡς ὁδηγὸς τῶν διαδόχων του, τῶν ἐπιθυμούντων νὰ ἀσχοληθῶν ἐκτενέστερον περὶ τὴν παλιρροίαν τοῦ Εὐρίπου, καὶ οὕτω μὴ ἀπολεσθῶσιν αἱ ἐπὶ τόσον χρόνον ἐπίπονοι παρατηρήσεις τοῦ Mansell καὶ αὐτοῦ.

Ὁ κ. Krümmel τὸ μὲν κανονικὸν ρεῦμα θεωρεῖ ἀπλῶς ὡς ἐκδήλωσιν τῶν παλιρροίων τοῦ Αἰγαίου καὶ σύμφωνον πρὸς τὴν θεωρίαν τῶν παλιρροϊκῶν κυμάτων, ἥτοι ὡς ὀριζοντίαν μετάρθουν τῶν μορίων τοῦ ὕδατος κατὰ τὴν θεωρίαν τῶν εἰς τὰς διώρυγας παρατηρουμένων ρευμάτων, προερχομένων ἐκ τῆς μεταβολῆς τῆς στάθμης τῆς θαλάσσης, μεθ' ἧς συγκοινωνεῖ ἡ διώρυξ, οὐχὶ δὲ ὡς προῖον τοπικῆς αἰτίας, ἥτοι οὐχὶ ὡς συνέπειαν τῆς ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ διαφορᾶς τῆς στάθμης. Συμβαίνει, λέγει, εἰς τὸ στενὸν τῆς Χαλκίδος τετράκις ἀλλαγὴ ρεύματος ἐντὸς 24 ὥρῶν, ὡς παράγεται αὕτη ὑπὸ τῶν παλιρροίων καὶ εἰς ἄλλα ὁμαλὰ ὕδατα. Ὁ κ. Krümmel ἀναφέρει ἀπλῶς τὴν γνώμην ταύτην, ἀλλ' οὐδεμίαν ἀπόδειξιν ἢ ἄλλο οἶονδ' ἕποτε ἐπιχείρημα προβάλλει πρὸς ὑποστήριξιν αὐτῆς. Ὡς πρὸς τὸ ἀκανόνιστον ρεῦμα συμφωνεῖ ἐντελῶς πρὸς τὴν ὑπὸ τοῦ Forel, διὰ τῆς θεωρίας τῶν ταλαντώσεων, παρεχομένην ἐξήγησιν. Εἰς δὲ τὴν τελευταίαν ἔκδοσιν τῆς Ὁκεανογραφίας του, προκειμένου περὶ τῶν ἀκανονίστων κυμάνσεων, ἀποδεχόμενος τὴν σχετικὴν γνώμην τοῦ κ. Endros, γράφει: «Ἐπειδὴ ὁ Β. καὶ ὁ Ν. λιμὴν τῆς Χαλκίδος μόνον διὰ στενῆς διόδου συγκοινωνοῦν, αἱ διαφοραὶ τῆς στάθμης πρὸς Β. καὶ πρὸς Ν. τῆς γεφύρας παράγουν ρεῦμα, εὐθὺς ὡς αἱ φάσεις τῶν ταλαντώσεων γίνουσι διάφοροι». Ἀλλὰ καὶ τὴν γνώμην ταύτην ἀναφέρει, ὡς καὶ ὁ κ. Endros, ἀπλῶς, ἄνευ σχετικῆς ἀποδείξεως. Ἀποκρούει δέ, ὡς εἶδομεν, τὴν ὑπὸ τοῦ Μιαούλη ὑποδειχθεῖσαν ἐξαιρετικὴν βραχύτητα τῆς ἡμερησίας περιόδου τῆς παλιρροίας, ὡς καὶ τὴν ἀναστροφὴν τῶν ὥρῶν τῆς παλιρροίας.

Ὁ κ. Καλύδας ἀναφέρει τρεῖς μόνον ἐκ τῶν ἀνωμαλιῶν ἢ ἀταξιῶν, ὅπως τὰς ὀνομάζει, τῆς παλιρροίας, ἥτοι τὸ ἀκανόνιστον ρεῦμα, τὴν βραχύτητα τῆς ἡμερησίας περιόδου καὶ τὴν ἀναστροφὴν τῶν ὥρῶν. Ὡς αἰτίαν δὲ αὐτῶν θεωρεῖ «τὴν ἐν τῷ λιμένι συνάντησιν τῶν δύο ἀντιθέτως χωρουσῶν πλημμυρίδων».

Ὁ κ. Σαρρῆς ἀποδίδει τὴν παραγωγὴν τῶν ρευμάτων τοῦ Εὐρίπου εἰς τὴν αὐξομείωσιν τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τοῦ Β. λιμένος. Τὸ παλιρροϊκὸν κύμα τῆς Μεσογαίου θεωρεῖ, ὅτι διαχωρίζεται ὑπὸ τῆς Εὐβοίας εἰς δύο κλάδους, ἐξ ὧν ὁ μὲν

εἰς εἰσέρχεται εἰς τὸν Ν. Εὐβοϊκὸν κόλπον, ὁ δὲ ἕτερος διὰ τοῦ Β. Εὐβοϊκοῦ κόλπου φθάνει εἰς τὸν πορθμὸν κατὰ τι βραδύτερον τοῦ ἄλλου λόγῳ τῆς μείζονος ἀποστάσεως, ἣν διατρέχει. Ὡς αἰτίαν τῆς διαφορᾶς τοῦ εὗρου τῆς παλιρροίας εἰς τοὺς δύο λιμένας θεωρεῖ κυρίως, ὅτι τὸ εἰς τὸν Ν. λιμένα σχηματιζόμενον ρεῦμα συμπιέται μετὰ τῆς ἀμπώτιδος. Τὴν βραχύτητα τῆς ἡμερησίας περιόδου τῆς παλιρροίας ἀποδίδει εἰς παράτασιν τῆς πλημμυρίδος τοῦ Β. λιμένος κατὰ τὰς δύο πρώτας ἡμέρας τοῦ κανονικοῦ ρεύματος. Τὴν δὲ ἀκατάπαυστον κύμανσιν τοῦ Ν. καὶ τὴν μικρότεραν τοῦ Β. λιμένος θεωρεῖ ὡς ἑλλειψιν ἰσορροπίας σχετικῶς πρὸς τὸν λοιπὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον. Τὸ ἀκανόνιστον ρεῦμα θεωρεῖ ὡς προσερχόμενον συνεπεῖα ἐπιδράσεως τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τῆς ἀσθενοῦς τότε σεληνοηλιακῆς παλιρροίας.

Ὁ κ. Endros, ἐν τῇ προειρημένῃ περὶ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου πραγματεῖα του, ἀντιθέτως πρὸς τὸν κ. Krümmel, θεωρεῖ τὸ κανονικὸν ρεῦμα ὡς προεὶδν τῆς διαφορᾶς τῆς στάθμης, τῆς ἐπικρατούσης ἐκάστοτε πρὸς Β. ἢ πρὸς Ν. τῶν δύο λιμένων τῆς Χαλκίδος, κυμαινομένων ἀνεξαρκήτως ἀλλήλων, χωρὶς ὅμως νὰ δώσῃ ἀπόδειξιν τούτου ἢ νὰ δείξῃ τὸ ἀδύνατον τῆς ἐνιαίας κυμάνσεως καθ' ὅλην τὴν ἑκτασιν τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου. Ὡς αἰτίας δὲ τῆς ἐκάστοτε διαφορᾶς τῆς στάθμης δέχεται: τὰς διαφορὰς τῆς παλιρροίας εἰς τοὺς δύο λιμένας, ἄνευ ὑποδείξεως τοῦ αἰτίου αὐτῶν, τὰς ταλαντώσεις καὶ τὰ μετωρολογικὰ φαινόμενα. Ὡς πρὸς τὰ ἀκανόνιστα ρεύματα, ὁ κ. Endros ἀποδίδει αὐτά, συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν τοῦ Ἀριστοτέλους καὶ τοῦ Forel, εἰς τὰς ταλαντώσεις, αἵτινες, κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς, ὅτε ἡ διαφορὰ τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων εἶναι μικρά, λόγῳ τῆς μεγάλης τιμῆς τῆς ἡλιακῆς συνιστώσης S_2 σχετικῶς πρὸς τὴν σεληνιακὴν M_2 , ὑπερσχύουν αὐτῆς συνεπεῖα τούτου καὶ παράγουν τότε τὰς συχνὰς μεταβολὰς τοῦ ρεύματος. Τὸ θαλάσσιον ρεῦμα, τὸ διερχόμενον διὰ τοῦ Ὀρεοῦ καὶ τοῦ στενοῦ τῆς Χαλκίδος πρὸς Ν., παράγεται, ἐν μέρει τοῦλάχιστον, ὑπὸ τῶν ρευμάτων αὐτοῦ τούτου τοῦ Εὐρίπου, δι' ὧν διωχτεύθη πρὸς Ν. ποσότης ὕδατος πλέον ἢ τετραπλασία τῆς ἀντιθέτως πρὸς Β. συγχρόνως διοχτευθείσης. Ἀναλύων δὲ τὰς ἀξιολόγους ὡς λέγει, παρατηρήσεις, τὰς περιεχομένας εἰς τοὺς πίνακας τοῦ ἔργου τοῦ Μιαούλη, συμπεραίνει, ὅτι, παρὰ τὰς ἐγερθείσας ἀντιρρήσεις, ἡ ὑπὸ τούτου διατυπωθεῖσα ἀναστροφὴ τῶν ὥρων, εἰς ἣν ὀφείλεται ἡ κατὰ ἢ μετὰ τοὺς τετραγωνισμούς παρατηρουμένη ἀνωμαλία, ἔχει πλήρως καταδειχθῇ καὶ θεμελιωθῇ ὑπ' αὐτῶν, καὶ ὅτι ὁρθῶς ὁ Μιαούλης ἐθεώρησεν αὐτὴν ὡς οὐσιῶδες μέρος τοῦ ζητήματος τοῦ Εὐρίπου. Ἐν γένει, ὡς λέγει καὶ ὁ κ. Sterneck, ἡ ἐργασία τοῦ κ. Endros φέρει μᾶλλον περιγραφικὸν χαρακτήρα, ἄνευ τῶν σχετικῶν ἀποδεικτικῶν θεωριῶν, τονιζομένου ἐν αὐτῇ, ὅτι τὰ φαινόμενα τῶν παλιρροιῶν ἐν Χαλκίδι παρουσιάζουν ὅλως ἰδιαιτέρας καὶ ἀνεξηγήτους ἀνωμαλίας.

Ὁ κ. Sterneck, τὸναντίον, προσπαθεῖ νὰ ἀποδείξῃ, ὅτι τὰ φαινόμενα τὰ

ὅποια ἀποτελοῦν τὴν βάσιν τῶν ζητημάτων τοῦ Εὐρίπου δύνανται νὰ ἐξηγηθῶσι θεωρητικῶς τελείως. Τὰ ἐν Χαλκίδι φαινόμενα συνδέει πρὸς τὴν ὑπ' αὐτοῦ ἐκτεθεῖσαν θεωρίαν τῶν παλιρροιῶν τῆς Μεσογείου. Κατόπιν ἐρευνᾷ λεπτομερῶς τὸ ζήτημα τῶν ταλαντώσεων, ἀποδεχόμενος καὶ αὐτὸς ταύτας ὡς τὰς μόνας αἰτίας τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος. Συμφώνως πρὸς τὴν ὑπὸ τοῦ κ. Endros διατυπωθεῖσαν γνώμην, ὅτι δηλαδὴ τὸ κανονικὸν ρεῦμα εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ἐκάστοτε διαφορᾶς τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων, προβαίνει εἰς τὴν θεωρητικὴν ἀποδείξιν τοῦ θεμελιώδους ζητήματος: ὅτι οὔτε κατὰ τὰς παλιρροϊκὰς κινήσεις, ἤτοι τοῦ κανονικοῦ ρεύματος, οὔτε κατὰ τὰς ταλαντώσεις, ἤτοι τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος, δύνανται νὰ παραχθῇ κοινὸν πεδίου κυμάνσεων πρὸς Β. καὶ πρὸς Ν. τοῦ στενοῦ τῆς Χαλκίδος καί, ἐπομένως, διὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ ρεύματος μόνον ἡ διαφορὰ τῆς στάθμης εἶναι σημαντικὴ. Τὴν διαφορὰν δὲ τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων ὁ κ. Sterneck ἐξηγεῖ, εὐρίσκων αὐτὴν σύμφωνον πρὸς τὰ ἀποτελέσματα τοῦ ὑπολογισμοῦ τῆς κυμάνσεως τῶν δύο ἀπὸ τῆς ἀνοικτῆς θαλάσσης πρὸς τὴν Χαλκίδα ἀγόντων στενῶν, τῇ βοηθείᾳ ἀριθμητικῆς ὁλοκληρώσεως τῶν σχετικῶν πρὸς τὴν κύμανσιν ταύτην διαφορικῶν ἐξισώσεων τῆς Ὑδροδυναμικῆς.

Ὁ κ. Μάζης τὸ ρεῦμα τοῦ Εὐρίπου ἀποδίδει εἰς τὴν διαφορὰν τοῦ εὗρους τῆς παλιρροίας εἰς τοὺς δύο λιμένας, ἀλλ' ἄνευ αἰτιολογίας ἢ ἀποδείξεως οἰσodήποτε. Διάφορα δὲ ἄλλα φαινόμενα τῆς παλιρροίας ἀποδίδει εἰς τὸ ὅτι ἡ θάλασσα πάλ्लεται εἰς τὸν Εὐρίπον ταχύτερον ἢ εἰς τὸν λοιπὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον, τοῦθ' ὅπερ, ὡς θὰ ἴδωμεν, δὲν εἶναι καὶ δὲν δύνανται νὰ εἶναι ἀκριβές. Πρὸς τοῦτοις, τὴν ἰδέαν τῆς ἀναστροφῆς τῶν ὥρῶν τοῦ ρεύματος θεωρεῖ ἐσφαλμένην, ὡς καὶ τὴν ἰδέαν, ὅτι κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς ὁ Εὐρίπος εὐρίσκεται ἐν ἀταξίᾳ, διότι ἐάν, λέγει, κατὰ τὰς τρεῖς σχετικὰς ἡμέρας δὲν ὑπάρχουν ἔξωθεν ἐπιδράσεις, θὰ ἔχωμεν τότε κανονικὰς κυμάνσεις.

31. Ἡ σημερινὴ θέσις τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου.—Τὸ πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου, ὡς εἶδομεν, δὲν εἶναι ἀπλοῦν, ἀλλὰ πολὺπλοκον καὶ πολυσύνθετον· ἐνέχει σειρὰν ὅλην ζητημάτων, ἐκ τῶν ὁποίων τινὰ μὲν εἶναι ἀλληλένδετα καὶ ἄλλα ὅλως ἀνεξάρτητα ἀλλήλων. Οἱ ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος μέχρι σήμερον μελετήσαντες τὸ πρόβλημα τοῦτο δύο μὲν τῶν κυρίων αὐτοῦ ζητημάτων, τὰ τῶν αἰτίων καὶ τῆς φύσεως τοῦ κανονικοῦ καὶ ἀκανονίστου ρεύματος, ἄλλοι οὕτως καὶ ἄλλοι ἄλλως ἐπραγματεύθησαν, ἀλλ' οὐχὶ πάντοτε πλήρως καὶ μετὰ τῶν ἀναγκαίων ἀποδείξεων· ἄλλα τῶν ζητημάτων αὐτοῦ ἐπιτυχῶς μὲν ἀλλ' ἀτελῶς ἢ ἐλλιπῶς ἢ ἄνευ ἀποδείξεων ἐξήγησαν· ἄλλα οὐδόλως ἢ κακῶς ἐπραγματεύθησαν· ἄλλα παρενόησαν, καὶ ἄλλα ἐντελῶς ἠγνόησαν, ἐλλείπει τῶν ἀναγκαίων παλιρροϊκῶν στοιχείων.

Ὅθεν ἡ γενικὴ καὶ πλήρης λύσις τοῦ προβλήματος τούτου δὲν ἐπετεύχθη

εἰσέτι μέχρι τοῦδε καὶ δὲν ἦτο δυνατόν νὰ ἐπιτευχθῇ, ἀφοῦ ἔλειπον εἰς τοὺς μὲν ὅλα τὰ ἀναγκαῖα ἐφόδια, αἱ ἀπαραίτητοι μακραὶ καὶ ἀκριβεῖς παλιρροιογραφικαὶ ἢ παλιρροιομετρικαὶ παρατηρήσεις καὶ τὰ ἐξ αὐτῶν ἀναγκαῖα στοιχεῖα, εἰς τοὺς δὲ ἢ ἀπαραίτητος θεωρία τῶν παλιρροίων.

Τὴν γενικὴν ταύτην λύσιν, ἐντὸς τῶν ὁρίων, τὰ ὁποῖα ἐπιτρέπουν τὰ εἰς τὴν διάθεσιν ἡμῶν ἀκριβῆ στοιχεῖα, θέλομεν ἐκθέσει εἰς τὴν παροῦσαν πραγματείαν, ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἡμετέρων σχετικῶν ἐρευνῶν, λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν καὶ πάσας τὰς μέχρι τοῦδε γενομένας σοβαρὰς μελέτας καὶ ἰδίᾳ τὰ σπουδαῖα ἔργα τῶν κ. κ. Krümmel, Endros καὶ von Sterneck υἱοῦ. Βεβαίως εἰς πολλὰ σημεῖα δὲν συμφωνοῦμεν πρὸς τὰς εἰς τὰς μελέτας ταύτας ἐκτιθεμένας γνώμας καὶ ἀντιλήψεις, εἰς ἄλλα δὲ συμπληροῦμεν τὰς σχετικὰς λύσεις τῶν δὲ ἀκολουθοῦμεν δέ, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, καὶ τὸν αὐτὸν τρόπον τῆς λύσεως τῶν ζητημάτων. Ἡ μερικὴ δὲ αὕτη εἰς τινὰ μέρη ἀσυμφωνία καὶ ἢ εἰς τινὰ ἄλλα ἀναγκαῖα συμπλήρωσις εἶναι φυσικὴ συνέπεια τὸ μὲν τῆς διαφορᾶς τῶν γνωμῶν καὶ τῶν μεθόδων, τὸ δὲ τῆς διαφορᾶς στοιχείων ἢ τῆς διαθέσεως νέων· διότι ἔχομεν ὑπ' ὄψιν ἡμῶν μακρὰς ἀκριβεστέρας παρατηρήσεις καί, ἐπομένως, τὰ ἐξ αὐτῶν προκύπτοντα ζητήματα ἐμφανίζονται ὑπὸ πληρεστέραν ἢ καὶ διάφορον ἐνίοτε μορφήν ἢ εἶναι ὅλως νέα καὶ δύνανται, ὡς καὶ τὰ σχετικὰ στοιχεῖα, νὰ ἀλλοιωσωσιν ἐν μέρει ἢ ἐν ὅλῳ τὰς ἐπὶ τῶν λοιπῶν προγενεστέρας σκέψεις καὶ λύσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄

Η ΓΕΝΙΚΗ ΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΕΥΡΙΠΟΥ

32. Γενικά. — Τὸ πρόβλημα τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου, ὡς ὅλα τὰ εἰς τοὺς ἀθαθεῖς κόλπους, τὰς μεγάλας φυσικὰς ἢ τεχνητὰς διώρυγας καὶ ἐν γένει τὰς ἀκτὰς παρατηρούμενα παλιρροϊκὰ φαινόμενα, εἶναι μικτόν, ἥτοι ἀποτελεσμα ὅχι μόνον γενικῶν ἀστρονομικῶν αἰτίων, ἀλλὰ καὶ διαφόρων ἐτέρων ἐπιδράσεων, ὡς τοπογραφικῶν, μετεωρολογικῶν, μηχανικῶν καὶ πολλῶν ἄλλων τοιούτων. Ὅθεν πρὸς ἐπίλυσιν αὐτοῦ ὀφείλομεν νὰ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ἡμῶν, ἀφ' ἑνὸς μὲν τὴν *Γενικὴν θεωρίαν τῶν παλιρροϊῶν* καὶ μάλιστα τὴν *Ἀρμονικὴν Ἀνάλυσιν*, ἀφ' ἑτέρου δὲ τοὺς νόμους τῆς Ὑδραυλικῆς καὶ τῶν λοιπῶν σχετικῶν κλάδων τῆς Ἐπιστήμης.

Ἐκ τῶν ζητημάτων τοῦ προβλήματος, προκειμένου περὶ τῆς γενικῆς λύσεως αὐτοῦ, θὰ ἐξετάσωμεν ὅχι μόνον ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα, καθὼ ἰδιότυπα εἰς τὸν Εὐρίπον, ἀποτελοῦν τὸ κύριον πρόβλημα αὐτοῦ καὶ διαφοροτρόπως ἐμελετήθησαν ἢ ἐξηγήθησαν, ἀλλὰ καὶ πάντα τὰ λοιπά, τὰ ὁποῖα εἴτε κακῶς ἢ ἀτελῶς τινες ἐπραγματεύθησαν, εἴτε, καθὼ ἄγνωστα μέχρι τοῦδε, οὐδόλως ἐθίχθησαν.

33. Δευτερεύοντα κύματα. — Ἡ θεωρία τῶν παλιρροϊῶν στηρίζεται, ὡς

γνωστόν, ἐπὶ δύο θεμελιωδῶν ἀρχῶν τῆς Μηχανικῆς : τῆς ἀρχῆς τῆς ἐπαλληλίας (*superposition*) τῶν μικρῶν κινήσεων καὶ τῆς ἀρχῆς τῆς περιοδικότητος τῶν ἐκ περιοδικῶν δυνάμεων προερχομένων κινήσεων.

Κατὰ τὴν πρώτην τῶν ἀρχῶν τούτων, ὅταν διάφοροι μικραὶ δυνάμεις ἐνεργῶσι συγχρόνως καὶ ταράσσουν τὴν ἰσορροπίαν ρευστοῦ τινος, πᾶν μόριον αὐτοῦ λαμβάνει ἐξ αὐτῶν πολλὰ μικρὰν μετὰθεσιν ἢ πολλὰ μικρὰν ταχύτητα, τὰ δὲ ἀποτελέσματα τῶν ἐνεργειῶν τούτων εἶναι ἀνεξάρτητα ἀπ' ἀλλήλων καί, ἐπομένως, ἀλληλοσφρεύονται. Τὸ ὅλικόν δὲ ἀποτέλεσμα ἐκάστης ἐξ αὐτῶν εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν μερικῶν ἀποτελεσμάτων, ὑπολογιζόμενον ὡς ἐὰν ἐκάστη δύναμις ἐνῆργει χωριστά.

Κατὰ τὴν δευτέραν τῶν ἄνω ἀρχῶν, τὴν ὑπὸ τοῦ Laplace διατυπωθεῖσαν τὸ πρῶτον, πᾶσα περιοδικὴ δύναμις προκαλεῖ περιοδικὰς κινήσεις τοῦ συνόλου τῶν μορίων, ἐπὶ τῶν ὁποίων ἐνεργεῖ· αἱ δύο περίοδοι εἶναι ἴσαι καὶ ἡ διαφορὰ τῶν φάσεων αὐτῶν εἰς ὠρισμένον σημεῖον εἶναι σταθερά. Ἡ ἀρχὴ αὕτη δὲν ἀπεδείχθη ὑπὸ τοῦ Laplace καὶ εἶναι δύσκολον νὰ ἀποδειχθῇ· ἄλλως δὲ ὑπόκειται εἰς ὠρισμένους περιορισμούς, ἐφαρμόζεται ὅμως βεβαίως, ὅταν καὶ ἡ πρώτη ἀληθεύῃ, ἥτοι ἐπὶ παλμικῶν κινήσεων συστημάτων, εἰς τὰ ὁποῖα αἱ μεταθέσεις τῶν ὕλικῶν σημείων εἶναι ἀρκετὰ μικραί, ὥστε νὰ δυνάμεθα νὰ παραλείψωμεν τὰ τετράγωνα καὶ τὰ γινόμενα αὐτῶν.

Ἡ παλίρροια τῆς θαλάσσης, ὡς γνωστόν, εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς διαφορᾶς τῆς ἑλξεως τοῦ Ἥλιου καὶ τῆς Σελήνης ἐπὶ τοῦ κέντρου καὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, καὶ ἰδίως τῆς ὀριζοντίου συνιστώσης αὐτῆς. Ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς δυνάμεως ταύτης, ἥτις εἶναι ἐλαχίστη καὶ περιοδική, πᾶν μόριον τοῦ ὕδατος τῆς θαλάσσης λαμβάνει μικρὰν παλμικὴν ὀριζοντίαν κίνησιν. Ὅθεν συμφώνως πρὸς τὴν πρώτην ἀρχήν, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν χωριστὰ τὰς ἐνεργείας τοῦ Ἥλιου καὶ τῆς Σελήνης ἐπὶ τῆς θαλάσσης καὶ νὰ εὕρωμεν τὴν πλήρη σεληνοηλιακὴν παλίρροϊαν, ἀθροίζοντες τὴν ἡλιακὴν καὶ τὴν σεληνιακὴν.

Κατὰ τὴν δευτέραν ἀρχὴν αἱ κυμάνσεις τῆς θαλάσσης πρέπει νὰ εἶναι περιοδικαὶ καὶ τῆς αὐτῆς περιόδου πρὸς τὰς δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι τὰς προκαλοῦν. Ἀλλὰ τοῦτο δὲν εἶναι ἀπολύτως ἀκριβές, διότι αἱ σχετικαὶ ἐξισώσεις τῆς Ὑδροδυναμικῆς, παραλειπομένων τῶν γινομένων καὶ τοῦ τετραγώνου τῶν μεταθέσεων, ἄγουν πάλιν εἰς ἄλλας, εἰς τὰς ὁποίας περιέχονται ὅχι μόνον αἱ πραγματικαὶ περιοδικαὶ δυνάμεις, ἀλλὰ καὶ φανταστικαί, ἔχουσαι ὡς περιόδους κλάσματα τῶν πρώτων. Ὅθεν, πλὴν τῶν κυρίων κυμάτων, τῶν ὁποίων αἱ περίοδοι εἶναι αἱ αὐταὶ πρὸς τὰς τῶν ἐνεργουσῶν πραγματικῶν δυνάμεων, πρέπει νὰ ἔχωμεν καὶ ἄλλα, δευτερεύοντα, τῶν ὁποίων αἱ περίοδοι εἶναι ὑποπολλαπλάσια τῶν περιόδων τῶν κυρίων κυμάτων ἢ σύννητοι ἐξ αὐτῶν.

Ἀφ' ἐτέρου, ὁ νόμος τῶν παλίρροϊῶν ὑφίσταται σοβαρὰς μεταβολὰς καὶ τὸ

φαινόμενον ἀλλοιοῦται αἰσθητῶς, καθ' ὅσον προχωρεῖ παραγωγικῶς ἐπὶ τῶν σχετικῶς ἀβαθῶν πυθμένων παρὰ τὰς ἀκτάς, καὶ τοῦτο μάλιστα περὶ τοὺς τετραγωνισμούς, καὶ τοσοῦτον περισσότερον, ὅσον ὁ λιμὴν καὶ ἡ ἀκτὴ ἐν γένει κεῖται ἀπώτερον τῆς ἀνοικτῆς θαλάσσης, εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς ξηρᾶς. Ἡ ἀρχὴ τῆς ἐπαλληλίας τῶν μικρῶν κινήσεων, ἀληθῆς ἐπὶ τῶν μεγάλων βαθῶν, ὅπου ἐπιτρέπει νὰ θεωρῶμεν τὸ ὅλον ἀστρονομικὸν κύμα, τὸ σχηματιζόμενον εἰς τὴν ἀνοικτὴν θάλασσαν, ὡς ἄθροισμα τῶν ἀνεξαρτήτων ἀλλήλων μερικῶν κυμάτων, δὲν ἐπιτρέπει πλέον τοῦτο, ὡς ἔδειξεν ὁ Airy, ἐπὶ τῶν μικρῶν βαθῶν καί, ἐπομένως, δὲν ἐφαρμόζεται πλέον ἐκεῖ, διότι αἱ διαδοχικαὶ φάσεις τοῦ φαινομένου μεταβάλλουν ἀρκετὰ τὸ εὖρος καὶ τοὺς ὅρους τῆς ἐκδηλώσεως αὐτοῦ, καὶ οὕτω ταῦτα παράγονται ὑπὸ διαφόρους ὅρους. Τὰ φαινόμενα, τὰ ὁποῖα τότε παρουσιάζονται, καταδειχθέντα τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ λόρδου Kelvin, εἶναι ὅλως ἀνάλογα πρὸς τὰ ὑπὸ τοῦ Helmholtz εὑρεθέντα ἐπὶ τῶν ἀκουστικῶν κυμάνσεων τῶν μορίων τοῦ ἀέρος. Ἐντεῦθεν προκύπτει, ὅτι οὕτω καὶ ἡ ἑτέρα ἀρχή, ἡ τῆς περιοδικότητος τῶν κινήσεων τοῦ Laplace, δὲν εἶναι πλέον ἐντελῶς ἀκριβής καί, παρὰ τὰ κύρια ἀστρονομικὰ κύματα, ἐμφανίζονται καὶ ὑδραυλικά καὶ δευτερεύοντα, ἀνώτερα καλούμενα, τῶν ὁποίων αἱ περίοδοι εἶναι ὑποπολλαπλάσια τῆς ἡμισείας ἡμέρας, καὶ ἄλλα σύνθετα, τῶν ὁποίων αἱ περίοδοι προέρχονται ἐκ τοῦ συνδυασμοῦ δύο ἐκ τῶν ἀστρονομικῶν. Ἐντεῦθεν συνάγεται, ὅτι διὰ νὰ ἔχωμεν πλήρη μορφὴν τῆς παλιρροίας εἰς τινα τόπον, πρέπει, πλὴν τῶν κυρίων ἀστρονομικῶν κυμάτων, νὰ ἔχωμεν ὑπ' ὄψιν καὶ τὰ ἀνώτερα ἢ καὶ τὰ σύνθετα ὡς καὶ τὰ μετεωρολογικά, ἥτοι τὰ ἐκ μετεωρολογικῶν αἰτίων προερχόμενα, καὶ τὰ ὑδραυλικά, τὰ ὁποῖα ὅλα ὁμοῦ περιπλέκουν τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας ἐντὸς τῶν διωρύγων, τῶν κόλπων καὶ ἐν γένει πλησίον τῶν ἀκτῶν τῶν ἀβαθῶν θαλάσσων.¹ Ὅθεν, προκειμένου περὶ λωρίδος θαλάσσης σχετικῶς ἀβαθοῦς, εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς ξηρᾶς κειμένης, οἷος ὁ Εὐβοϊκὸς κόλπος, ἢ ἐν αὐτῇ ἐκδήλωσις ἐπὶ τοῦ κυρίου παλιρροϊκοῦ κύματος καὶ ἄλλων εἰσέτι καὶ ἡ ἐντεῦθεν αἰσθητὴ ἀλλοίωσις τῆς κανονικότητος αὐτοῦ εἶναι φαινόμενον ὅλως φυσικόν, προβλεπόμενον ὑπ' αὐτῆς τῆς θεωρίας.

Τὰ ἀνώτερα καὶ τὰ σύνθετα κύματα εἶναι ἀπαραίτητα εἰς τὴν Ἀρμονικὴν Ἀνάλυσιν, διὰ τῆς ὁποίας, ὡς θὰ ἴδωμεν, ἡ πολύπλοκος παλιρροϊκὴ κίνησις τῆς θαλάσσης ἀναλύεται εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτῆς, τὰ ὁποῖα ἀλληλοσυνωρεύονται εἰς τὴν ἀνοικτὴν θάλασσαν.

34. Ἡ Ἀρμονικὴ Ἀνάλυσις καὶ τὰ ἀρμονικὰ κύματα τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου. — Τῆς παλιρροίας οὐσης ἀποτελέσματος τῶν παρελκτικῶν δυνάμεων τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου, ὁ Laplace πρῶτος ἔσχεν, ὡς γνωστόν, τὴν

¹ P. HATT. Théorie élémentaire des marées. (An. du Bureau des Longitudes, 1905)

ιδέαν τῆς ἀναπτύξεως τῶν δυναμικῶν τῶν παρελκόντων τούτων ἄστρον εἰς περιοδικὴν (ἁρμονικὴν ἀγγλιστί) ἤτοι εἰς τριγωνομετρικὴν σειρὰν, τῆς ὁποίας οἱ ὅροι νὰ εἶναι συναρτήσεις γραμμικαὶ τοῦ χρόνου, θεωρῶν ἕκαστον ἐξ αὐτῶν ὡς δυναμικὸν πλαστοῦ ἄστρου, ἔχοντος ὁμαλὴν κυκλικὴν κίνησιν ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ παράγοντος ἴδιον κῶμα, ἔχον περίοδον τὴν τῆς κινήσεως τοῦ σχετικοῦ ἄστρου. ὕψος δὲ καὶ φάσιν ἐξαρτώμενα ἐκ τοῦ λιμένος καὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ἄστρου. Ἄλλ' ὁ Laplace ἔδειξε μὲν πῶς δυνάμεθα νὰ ἀναπτύξωμεν εἰς σειρὰν καὶ νὰ εὐρώμεν τὰς ἀντιστοίχους ἀναλυτικὰς παραστάσεις τῶν διαφορῶν κυμάτων ἢ συνιστωσῶν τῆς παλιρροίας, ἀλλὰ παρέλειψε νὰ ἀναπτύξῃ αὐτά, περιορισθεὶς νὰ εὕρῃ τὸ ὅλικόν ἄθροισμα τῶν κυμάτων, ἤτοι τὸ σύνολον τῆς κυμάνσεως τῆς θαλάσσης ὑπὸ πεπερασμένην μορφήν. Τὸ ἔργον τοῦτο τοῦ Laplace ἀνέπτυξαν βραδύτερον Ἕλληες ἐπιστήμονες καὶ κυρίως ὁ λόρδος Kelvin, ὅστις ἐπανελάβε μὲν τὴν ιδέαν τοῦ Laplace, ἀλλ' ἐκαινοτόμησε, χρησιμοποιοῦν ἀπ' εὐθείας τὰ στοιχεῖα, τὰ εὐρίσκόμενα διὰ τοιαύτης ἀποσυνθέσεως, καὶ κυρίως ἐπινοῶν τὰς καταλλήλους μεθόδους, δι' ὧν δυνάμεθα ἐκ τῶν στοιχείων τῶν παρεχομένων ὑπὸ τῆς παρατηρήσεως νὰ εὕρισκωμεν τὰς τιμὰς τῶν κυμάτων τούτων. Ἡ ἀρχὴ αὕτη τοῦ Laplace, ἐπεκταθεῖσα εἰς τὸ σύνολον τῶν μεθόδων, διὰ τῶν ὁποίων παρίσταται ἡ παλιρροϊκὴ κίνησις τῆς θαλάσσης ὡς ἄθροισμα διαφορῶν περιοδικῶν κινήσεων ἢ κυμάτων, ἐκλήθη Ἀρμονικὴ Ἀνάλυσις τῶν κυμάτων. Ἐκαστον τῶν κυμάτων τούτων παρίσταται δ' ἰδίου συμβόλου. Τὸ μέσον ἡμήμερήσιον σεληνιακὸν κῶμα παρίσταται διὰ τοῦ M_2 τὸ μέσον ἡμήμερήσιον ἡλιακὸν κῶμα διὰ τοῦ S_2 καὶ τὸ ἀστρικοὸν ἡμήμερήσιον σεληνοηλιακὸν διὰ τοῦ K_2 . Τῶν κυμάτων τούτων¹, τὰ ὁποῖα, μετὰ τῶν τριῶν ἡμερησίων ἤτοι: τοῦ σεληνιακοῦ O , τοῦ σεληνοηλιακοῦ K_1 καὶ τοῦ ἡλιακοῦ P , εἶναι οἱ κυριώτεροι παράγοντες τῆς σεληνοηλιακῆς παλιρροίας καὶ αἱ κυριώτεραι ἁρμονικαὶ σταθεραί, ἐπαρκεῖς πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ παλιρροϊκοῦ συστήματος ἐκάστου τόπου, αἱ τιμαὶ εἰς τὸν Εὐριπον εἶναι αἱ ἑξῆς:

Β. Λιμὴν	Ν. Λιμὴν
$M_2 = 0,238$	$M_2 = 0,109$
$S_2 = 0,161$	$S_2 = 0,059$
$K_2 = 0,036$	$K_2 = 0,011$

Αἱ ἄνω τιμαὶ τῶν ἁρμονικῶν σταθερῶν τοῦ Β. λιμένος εἶναι σχεδὸν αἱ αὐταὶ πρὸς τὰς ὑπὸ τῶν κ.κ. Endros καὶ Sterneck εὑρεθείσας, πλὴν τῆς τοῦ K_2 , ἥτις ἐνταῦθα εἶναι αἰσθητῶς μικροτέρα τῆς τοῦ κ. Endros, ὀλίγον δὲ μικροτέρα τῆς τοῦ κ. Sterneck. Τὰς ἀντιστοίχους τιμὰς τοῦ Ν. λιμένος ὁ μὲν κ. Sterneck, ἐλλείψει

¹ Τὸ M_2 ἔχει περίοδον 12ωρ,42, τὸ S_2 12ωρ καὶ τὸ K_2 ἴσην πρὸς τὸ ἡμῖσι τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας. Τὸ ἄθροισμα $M_2 + S_2 + K_2$ παριστᾷ τὸ μέσον ὕψος τῆς παλιρροίας κατὰ τὰς ἰσημερινὰς συζυγίας, ἤτοι τὴν μονάδα ὕψους αὐτῆς, μεταβαλλόμενον κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους καὶ αὐξομειούμενον ὑπὸ τοῦ K_2 . Τὸ $M_2 + S_2 - K_2$ παριστᾷ τὸ μέσον ὕψος τῆς παλιρροίας κατὰ τὰς συζυγίας τῶν τροπῶν.

ἐπαρκῶν πρὸς τοῦτο στοιχείων, δὲν ὑπελόγισεν, ὁ δὲ κ. Endros μόνον κατὰ προσέγγισιν ἠδυνήθη νὰ ὑπολογίσῃ, διότι, ὡς γράφει, ἐκεῖ ἡ παλιρροϊκὴ κίνησις εἶναι μικρὰ καὶ καλύπτεται σχεδὸν τελείως ὑπὸ τῶν ταλαντώσεων. Οὕτως ἐξηγεῖται καὶ ὁ λόγος, δι' ὃν αἱ τιμαί, ἅς εὑρε, διαφέρουν μεγάλως τῶν ἀνωτέρω ἡμετέρων. Ὁ λόγος $\frac{S_2}{M_2}$, ὁ ὁποῖος δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς τὸ ἰσοδύναμον πρὸς τὸν λόγον τῶν παλιρροϊκῶν ἐνεργειῶν τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης, εἶναι εἰς τὸν Β. λιμένα 0,68, ἥτοι πολὺ ἀνώτερος τοῦ κατὰ τὴν στατικὴν θεωρίαν τῶν παλιρροϊῶν ¹ κανονικοῦ, ὅστις, ἂν λάβωμεν ὡς λόγον τῶν μαζῶν τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης 81,5, εἶναι 0.46. Εἰς τὸν Ν. λιμένα ὁ λόγος οὗτος εἶναι μόνον 0,54, ἥτοι δὲν διαφέρει τόσο πολὺ τοῦ κανονικοῦ, ἀλλὰ καὶ ἐκεῖ ὑπερέχει κατὰ τι αὐτοῦ. Ὁ λόγος $\frac{K_2}{S_2}$ εἰς μὲν τὸν Β. λιμένα εἶναι: 0,22 εἰς δὲ τὸν Ν. 0,19, ἥτοι εἰς ἀμφοτέρους ἔχει τιμὴν μικροτέραν τῆς κανονικῆς 0.27.

Αἱ ἄνω διαφοραὶ τῶν πραγματικῶν ἀπὸ τῶν θεωρητικῶν τιμῶν τῶν ἐν λόγῳ στοιχείων, δὲν εἶναι πρωτοφανεῖς καὶ ἰδιότυποι τοῦ Εὐρίπου μόνον. Πράγματι, κατὰ τὰς μέχρι τοῦδε γενομένας παρατηρήσεις, ἡ ἔστω καὶ κατὰ προσέγγισιν σύμπτωσις τῶν τοιούτων τιμῶν σπανίως παρατηρεῖται· αἱ τοιαῦται δὲ διαφοραὶ δὲν ἀκολουθοῦν κανόνα τινὰ καὶ πολλάκις παραμένουν καὶ ὅλως ἀνεξήγητοι. Εἰς τὸν Ἰνδικὸν ὠκεανὸν π.χ. ὁ λόγος $\frac{S_2}{M_2}$ εἶναι ἐν γένει μείζων τῆς θεωρητικῆς τιμῆς του. Ἐν τούτοις εἰς τὸν Εὐρίπον ἡ μεγάλη τιμὴ τοῦ λόγου $\frac{S_2}{M_2}$ ἐξηγεῖται ἐντελῶς, ὡς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω.

35. Καταγωγὴ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου.—Τὸ Αἶγαῖον πέλαγος περιλαμβάνεται μεταξὺ δύο ἡπείρων, τῆς Εὐρώπης πρὸς Δ. καὶ τῆς Ἀσίας πρὸς Α., ἐκτεινομένων σχεδὸν κατὰ τὴν διεύθυνσιν δύο μεσημβρινῶν· οὕτως αἱ ἀκταὶ τῆς Ἑλληνικῆς χερσονήσου πρὸς Δ. καὶ τῆς Μ. Ἀσίας πρὸς Α. ἀποτελοῦν δύο φράγματα, πρὸ τῶν ὁποίων σταματᾷ ἡ πρόοδος τῶν κυμάτων τῆς εἰς τὸ Αἶγαῖον σχηματιζομένης μικρᾶς σεληνοηλιακῆς παλιρροίας, κινουμένων ἄλλοτε πρὸς Α. καὶ ἄλλοτε πρὸς Δ.

¹ Ἡ στατικὴ θεωρία τῶν παλιρροϊῶν ἢ ἡ θεωρία τῆς ἰσορροπίας, καθ' ἣν ἡ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης πρέπει νὰ λαμβάνῃ, ἀνά πᾶσαν στιγμὴν, τὸ σχῆμα, τὸ ὁποῖον ἀρμόζει εἰς τὴν στιγμιαίαν ἰσορροπίαν τῶν δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἐνεργοῦν ἐπ' αὐτῆς, παρέχει μὲν εὐκόλως τὴν ἐξήγησιν τινῶν τῶν σπουδαιότερων φαινομένων τῶν παλιρροϊῶν, ἀλλὰ δὲν συμφωνεῖ ἐντελῶς πρὸς τὰ πραγματικὰ φαινόμενα· εἶναι δὲ πρὸς τοῦτοις καὶ θεωρητικῶς ἀπαράδεκτος, διότι ἡ κίνησις τῶν ὑγρῶν μορίων δὲν συμβιβάζεται πρὸς αὐτήν. Τὰ ὑγρά μόρια, κινούμενα πρὸς τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας τείνουν νὰ τὴν ὑπερβῶσι, συνεπεία τῆς ἀδρανείας, ὡς τὸ ἐκκρεμές. Ὅθεν τὸ ζήτημα πρέπει νὰ ἐξετασθῇ ἀπὸ δυναμικῆς ἀπόψεως, καὶ οὕτω τὸ πρόβλημα τῶν παλιρροϊῶν ἀνάγεται εἰς τὴν *Δυναμικὴν τῶν ρευστῶν*· οὕτως ἐπραγματεύθη πρῶτος αὐτὸ ὁ Laplace, εἰς ὃν ὀφείλεται ἡ *Δυναμικὴ θεωρία τῶν παλιρροϊῶν*, ἀντιθέτως πρὸς τὸν Νεύτωνα, εἰς ὃν ἀνήκει ἡ *Στατικὴ θεωρία* αὐτῶν. Ἡ ὑδροδυναμικὴ θεωρία, καθὸ συμφωνοτέρα πρὸς τὰ πράγματα, εἶναι ἀκριβεστέρα· διὸ καὶ ἡ σπουδὴ τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροϊῶν ἀπαιτεῖ τὴν χρῆσιν τῶν τύπων καὶ τῶν μεθόδων τῆς *Υδροδυναμικῆς*

Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς πλημμυρίδος τὸ παλιρροϊκὸν κύμα τοῦ Αἰγαίου, προσκροῦον ἐπὶ τῆς Α. ἀκτῆς τῆς Εὐβοίας, χωρίζεται, ἄγνωστον ἀκριβῶς ποῦ, λίαν πιθανῶς ὅμως, λόγῳ τοῦ σχηματισμοῦ τῆς ἀκτῆς ταύτης, περὶ τὸ ἀκρωτήριον τῆς Κύμης, εἰς δύο διαφόρους κλάδους. Ἐκ τούτων ὁ μὲν εἰς ἀνερχόμενος πρὸς Β. εἰσέρχεται, ὡς καὶ τὸ ἀπ' εὐθείας ἐκ τοῦ Β. Αἰγαίου εἰσδύον παλιρροϊκὸν κύμα, διὰ τοῦ στενοῦ τοῦ Ὁρεοῦ, εἰς τὸν Β. Εὐβοϊκὸν κόλπον· ὁ δὲ ἄλλος, κατερχόμενος πρὸς Ν., εἰσέρχεται ὁμοίως εἰς τὸν Ν. Εὐβοϊκὸν κόλπον.

Ἀλλὰ τὰ δύο ταῦτα παλιρροϊκὰ κύματα τοῦ Αἰγαίου δὲν εἶναι τὰ μόνα, οὐδὲ τὰ κυριώτερα τῶν εἰς τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον εἰσερχομένων· διότι ἀφ' ἑνὸς τὸ Αἰγαῖον, καθὼ μικρὰ θάλασσα, δὲν δύναται νὰ ἔχῃ ἰδίᾳς τόσον αἰσθητάς, ὅσον αἱ ἐν αὐτῇ, παρατηρούμεναι παλίρροιαι, καὶ ἀφ' ἑτέρου διὰ μόνης τῆς παλιρροίας αὐτοῦ δὲν ἐξηγοῦνται τινὰ τῶν ἐν τῇ Εὐρίπῃ παρατηρουμένων φαινομένων. Πράγματι, τὰ παλιρροϊκὰ φαινόμενα θαλάσσης τινὸς εἶναι τοσοῦτῃ μᾶλλον αἰσθητά, ὅση ἢ ἔκτασις αὐτῆς εἶναι μεΐζων. Τὸ δυναμικὸν τοῦ Ἥλιου καὶ τῆς Σελήνης μεταβάλλεται ὀλίγον μόνον ἀπὸ ἑνὸς σημείου εἰς ἄλλο εἰς τὰς μικρὰς θαλάσσας, καὶ ἡ ἐνέργεια αὐτοῦ πκράγει οὕτως ἀνεπαισθήτους κυμάνσεις· μόνον στατικὴ παλίρροια¹ παράγεται ἐν αὐταῖς. Αἱ ἀνεπαίσθητοι ἑλξεις, αἱ ἐπιφερόμεναι ἐπὶ ἐκάστου χωριστὰ μορίου τοῦ ὕδατος ὑπὸ τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἥλιου, μεταβιβαζόμεναι ἐπὶ ὁλοκλήρου τῆς μάζης αὐτοῦ, καθίστανται αἰσθηταὶ καὶ παράγουν, ὡς γνωστόν, τὰς παλιρροίας· οὕτως αὗται εἰς μὲν τὰς μικρὰς καὶ ἀβαθεῖς θαλάσσας, τοὺς κόλπους, τὰς διώρυγας καὶ τοὺς λιμένας πρέπει νὰ εἶναι μηδαμιναὶ ἢ ἀσήμαντοι, ἀλλ' εἰς τὰς μεγάλας καὶ βαθείας εἶναι σημαντικά. Ὅθεν ὁ σχηματισμὸς ἰδίως λίαν αἰσθητῆς παλιρροίας, ἀπαιτῶν, κατὰ ταῦτα, μεγάλην μᾶζαν ὕδατος, δὲν φαίνεται δυνατὸς εἰς τὴν μικρὰν σχετικῶς τὴν ἔκτασιν καὶ τὸ βάθος θάλασσαν τοῦ Αἰγαίου.

Ἀνάγκη λοιπόν, πρὸς ἐξήγησιν τῶν ἐν αὐτῇ παρατηρουμένων παλιρροϊῶν, νὰ ζητήσωμεν τὴν κυρίαν καταγωγὴν των ἐκτὸς αὐτοῦ. Καὶ ἀναμφιβόλως δὲν εἶναι βέβαιον, ὅτι πρέπει νὰ ἀνατρέχωμεν πάντοτε μακρὰν, διὰ νὰ ἀνεύρωμεν τὴν προέλευσιν τῶν εἰς τὰς διαφόρους θαλάσσας παρατηρουμένων παλιρροϊῶν· ἀλλὰ δὲν δυνάμεθα καὶ νὰ ἀρνηθῶμεν τὴν προέλευσιν καὶ παραγωγὴν παλιρροϊῶν ἐκ γειτονικῶν λεκανῶν, ὅταν μάλιστα τὰ ἐν αὐταῖς φαινόμενα παρουσιάζωνται ὡς ἀνεξήγητα ἄλλως. Τὸ Αἰγαῖον δὲν ἔχει τὴν ἱκανότητα τῆς παραγωγῆς τῶν ἐν αὐτῇ παλιρροϊῶν καὶ τῆς διὰ μόνου αὐτοῦ ἐξηγήσεως τοῦ μεγέθους καὶ τῶν διαφορῶν φαινομένων τῶν παρατηρουμένων εἰς αὐτάς. Τὸ Αἰγαῖον πρέπει νὰ θεωρηθῇ οὕτως

¹ Ἡ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς ἑλκτικῆς ἐνεργείας τοῦ Ἥλιου καὶ τῆς Σελήνης, θεωρουμένης ὡς σταθερᾶς, λαμβανομένη μορφή ὑπὸ τῆς ἐπιφανείας τῶν θαλασσῶν καλεῖται στατικὴ παλίρροια. Τὴν παλίρροϊαν, ὡς εἶδομεν, ἐξήτασεν ὁ Νεύτων, διὰ τῆς στατικῆς θεωρίας τῶν παλιρροϊῶν αὐτοῦ, δι' ἧς ἐξήγησε πρῶτος, ἐπὶ τῇ βάσει τῆς παγκοσμίου ἑλξεως, τὰ παλιρροϊκὰ φαινόμενα τῆς θαλάσσης.

ὡς κόλπος τῆς Α. λεκάνης τῆς Μεσογείου¹, εἰς τὸν ὁποῖον μεταδίδονται παραγωγικῶς τὰ παλιρροϊκὰ κύματα αὐτῆς, ὡς εἰς τὴν Μάγχην τὰ ἐκ τοῦ Ἀτλαντικοῦ καὶ τῆς Β. θαλάσσης προερχόμενα. Ἡ παλιρροία τοῦ Εὐρίπου ἐθεωρήθη μέχρι τοῦδε ὡς προὶν μόνης τῆς τοῦ Αἰγαίου. Ἀλλ' ἄνευ τῆς ἐκ τῆς Α. Μεσογείου προερχομένης, ἡ ἐξήγησις τῆς μεγάλης διαφορᾶς τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως τῶν δύο λιμένων τῆς Χαλκίδος παραμένει, ὡς θὰ ἴδωμεν, ἀνεξήγητος, ἐνῷ δι' αὐτῆς ἐξηγεῖται πλήρως καὶ ἀκριβῶς. Ἀφ' ἐτέρου δέ, ἡ ἀπόλυτος ταυτότης τοῦ λόγου τῶν ἁρμονικῶν κυμάτων τῆς Α. Μεσογείου (0,49) καὶ τοῦ Αἰγαίου πελάγους (0,49) ὡς καὶ τῶν ὁμοίων λόγων τῶν δύο λιμένων τῆς Χαλκίδος, ὅταν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ἡ ἀπὸ τῶν δύο στομιῶν τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου μέχρις αὐτῶν αὐξήσις τῶν λόγων τούτων, πρὸς δὲ καὶ οἱ χρόνοι ἀποκαταστάσεως διαφόρων ἄλλων σημείων τοῦ Αἰγαίου πελάγους, μὴ ἐξηγούμενοι ἄλλως, ἐπισφραγίζουν μετὰ μεγάλης ἀκριβείας τὴν θεωρίαν ταύτην, ἥτις ἀποτελεῖ θεμελιῶδες ζήτημα τοῦ προβλήματος

¹ Ἡ Μεσόγειος, σχετικῶς πρὸς τὰς ἐν αὐτῇ παλιρροίας, δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς διηρημένη ὑπὸ τῆς Σικελίας καὶ τῆς Ἰταλίας εἰς δύο διαφόρους λεκανᾶς: τὴν Α. καὶ τὴν Δ. Μεσόγειον. Εἰς τὴν Α. Μεσόγειον αἱ παλιρροίαι δὲν διαφέρουν πολὺ ἐκείνων, αἱ ὁποῖαι θὰ παρατηροῦντο, ἐὰν ἐπρόκειτο περὶ ὅλως κλειστῆς λεκάνης. Κατὰ τὸν G. H. Darwin, ἡ στατικὴ θεωρία τῶν παλιρροίων ἐφαρμόζεται ἀναμφιδόλως ἐπὶ μεγάλων λιμνῶν καθὼς καὶ ἐπὶ θαλασσίων λεκανῶν τοῦ μεγέθους τῆς Α. καὶ τῆς Δ. λεκάνης τῆς Μεσογείου. Διότι ἡ ἔκτασις τῶν τοιούτων λεκανῶν εἶναι σχετικῶς πολὺ μικρά καὶ, ἐπομένως, ἡ περίοδος τῆς ἐλευθέρας κυμάνσεως εἶναι πολὺ βραχεῖα, σχετικῶς πρὸς τὴν τῆς βεδιασμένης κυμάνσεως· ὅθεν ἡ βεδιασμένη κύμανσις δύναται νὰ θεωρηθῇ συμφώνως πρὸς τὴν στατικὴν θεωρίαν. Ἡ στάθμη τῆς Α. Μεσογείου κυμαίνεται περὶ τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτῆς, ὅπερ εὐρίσκεται πλησίον τῆς Κρήτης, ὅπου διὰ τοῦτο ἡ παλιρροία πρέπει νὰ εἶναι σχεδὸν μηδαμινή, αἱ δὲ ἐκ τοῦ σημείου αὐτοῦ ἀρχόμεναι ὁμοπαλιρροϊκαὶ γραμμαὶ πρέπει νὰ βαίνουν πυκνότεραι κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μεσημβρινοῦ. Καὶ ὧντος, εἰς τὴν Κρήτην αἱ παλιρροίαι εἶναι αἱ ἀσθενέστεραι ὅλων (0,04), τὸ σύνολον δὲ τῶν παρατηρήσεων συμφωνεῖ πρὸς τὰ ἀνωτέρω. Τὰ ἐκεῖ παρατηρούμενα εὖρη εἶναι ἐν γένει σύμφωνα πρὸς τὰ ἐπὶ τῇ βάσει τῆς στατικῆς θεωρίας ὑπολογιζόμενα. Εἰς τὴν Δ. Μεσόγειον τὸ φαινόμενον εἶναι πολυπλοκώτερον, διότι ἐφαρμόζεται μὲν καὶ ἐν αὐτῇ ἡ στατικὴ θεωρία, ἀλλὰ πρέπει νὰ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν καὶ τὸ ἐκ τοῦ Ἀτλαντικοῦ εἰσερχόμενον κύμα. Ἡ ἐπ' αὐτῆς ὁμῶς ἐπίδρασις τῆς Α. λεκάνης εἶναι πολὺ μικρά, ὡς καὶ ἡ ἐκ τοῦ Ἀτλαντικοῦ λόγω τῆς στενότητος τοῦ ἀνοίγματος τοῦ στενοῦ τοῦ Γιβραλτάρ. Συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν τῶν παλιρροίων τῆς Μεσογείου τοῦ Darwin, ὡς καὶ τὴν τοῦ N. Sterneck, τὸ ποσὸν τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον εἰσρεῖ εἰς τὴν Α. λεκάνην ἐκ τῆς Δ. καὶ τὰνάπαλιν, κατὰ τὸν χρόνον τῶν συζυγιῶν, ἀπὸ τῆς 9ης μέχρι τῆς 3ης ὥρας καὶ ἀπὸ τῆς 3ης μέχρι τῆς 9ης ὥρας περίπου, διὰ μὲν τοῦ στενοῦ τῆς Τύνιδος ἀνέρχεται εἰς 42 κυβικὰ χιλιόμετρα, διὰ δὲ τοῦ στενοῦ τῆς Μεσσηνίας ἀνέρχεται εἰς 11 κυβικὰ χιλιόμετρα περίπου. Τὸ δὲ ποσόν, τὸ ὁποῖον, ἐπίσης κατ' ἀμφοτέρωθεν τὰς μελέτας ταύτας, εἰσρεῖ συγχρόνως ἐκ τοῦ Ἀτλαντικοῦ ὠκεανοῦ, διὰ τοῦ στενοῦ τοῦ Γιβραλτάρ εἰς τὴν Δ. λεκάνην καὶ τὰνάπαλιν, ἀνέρχεται εἰς 70 κυβικὰ χιλιόμετρα περίπου. Αἱ εἰς τὸ στενὸν γενομένηαι παρατηρήσεις δεικνύουν, ὅτι τὸ εὖρος ἐλαττοῦται ἐκ Δ. πρὸς Α. τόσον ταχέως, ὥστε καταντᾷ νὰ εἶναι ὀλίγα ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου μόνον πρὸς Α. τοῦ Γιβραλτάρ.

Ὑποθέσωμεν ἤδη τὰς δύο λεκανὰς τῆς Μεσογείου ἐντελῶς κλειστάς. Καθ' ἃ εἵπομεν, αἱ παλιρροίαι θὰ διέπωνται ὑπὸ τῆς στατικῆς θεωρίας καὶ ἐν ἐκάστη αὐτῶν, ἐπειδὴ τὰ μήκη διαφέρουν ὀλίγον μόνον, αἱ κυμάνσεις θὰ γίνωνται σχεδὸν συγχρόνως. Ὅθεν εἰς τὰ παρακείμενα μέρη αὐτῶν θὰ παρατηρηθῇ συγχρόνως ρηχία ἀφ' ἑνὸς καὶ πλήμνη ἀφ' ἐτέρου. Ἐὰν ἤδη θεωρήσωμεν τὰ στενὰ ὡς ἀνοικτὰ καὶ τὰς λεκανὰς συγκοινωνούσας δι' αὐτῶν, ὡς πράγματι συμβαίνει, αἱ ὁμοπαλιρροϊκαὶ γραμμαὶ θὰ εἶναι πολὺ πυκναί, διὰ νὰ παρατηρηθῇ μεταβολὴ σχεδὸν 6 ὥρῶν ἀπὸ τῆς μᾶς εἰς τὴν ἄλλην λεκάνην. Πλησίον τῆς Σικελίας οἱ χρόνοι πλήμνης διαφέρουν κατὰ 5 ὁλοκλήρους ὥρας (H. POINCARÉ. Leçons de Mécanique Céleste, 3, p. 394).

τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου καὶ μίαν τῶν κυρίων βάσεων τῆς λύσεως αὐτοῦ. Εἶναι δὲ γνωστόν, ὅτι τὸ κυριώτερον χαρακτηριστικὸν τῆς καταγωγῆς τῆς παλιρροίας τόπου τινὸς ἐξ ἄλλου κέντρου, εἰς τὸ ὁποῖον αὕτη τὸ πρῶτον γεννᾶται, εἶναι ἡ ἐν αὐτοῖς ταυτότης τοῦ λόγου $\frac{S_2}{M_2}$.

Τὰ διὰ τοῦ Αἰγαίου ἐκ τῆς Α. λεκάνης τῆς Μεσογείου κυρίως εἰσερχόμενα εἰς τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον διὰ τῶν δύο αὐτοῦ στομίων παλιρροϊκὰ κύματα παράγουν σχεδὸν ἀποκλειστικῶς τὰς ἐν αὐτῷ παρατηρουμένας παραγώγους παλιρροίας. Διότι, πράγματι, αἱ εἰς τὸν κόλπον τοῦτον παρατηρούμεναι κυμάνσεις τῆς θαλάσσης πρέπει νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἐλεύθεραι¹, ἥτοι ὡς προσερχόμεναι ἀπὸ τῆς ἐκτὸς αὐτοῦ ἀνοικτῆς θαλάσσης, μετὰ τῆς ὁποίας συγκοινωνεῖ. Διότι, ἔνεκα τῆς στενότητος τοῦ κόλπου καὶ τοῦ σχετικῶς μικροῦ βάθους καὶ μήκους αὐτοῦ, ἡ παραγωγή τοπικῆς ἀστρονομικῆς παλιρροίας, μὴ ὑπαρχούσης ἐν αὐτῷ τῆς πρὸς τοῦτο ἱκανῆς ἐκτάσεως χώρου καὶ ποσότητος ὕδατος, εἶναι, καθ' ἃ εἵπομεν ἀνωτέρω, ἀσήμαντος, ἂν μὴ μηδαμινή. Τὸ παλιρροιογόνον δυναμικὸν εἶναι σχεδὸν σταθερὸν καθ' ὅλην αὐτοῦ τὴν ἑκτασιν καὶ, ἐπομένως, ἡ ἐν αὐτῷ παρατηρουμένη παλιρροία πρέπει νὰ θεωρηθῇ ὡς σχεδὸν ἀποκλειστικῶς ἐρχομένη ἑξ ὧθεν, ἥτοι ὡς παράγωγος, ἀπεικονίζουσα ἐξωγκωμένην τὴν παλιρροίαν τῆς Α. λεκάνης τῆς Μεσογείου καὶ τῆς τοῦ Αἰγαίου, τῶν ὁποίων εἶναι ἡ ἰσχυροτέρα ἐκδήλωσις. Ὅθεν αἱ κυμάνσεις τοῦ κόλπου τούτου, ὀφειλόμεναι εἰς τὸν παλμὸν τῆς ὀριζοντίας στάθμης τῆς ἐκτὸς αὐτοῦ ἀνοικτῆς θαλάσσης, κυμαινομένης συνεπεῖα τῆς ἐν αὐτῇ σεληνοηλιακῆς παλιρροίας, εἶναι κυρίως ὑδραυλικὰ φαινόμενα, προσερχόμενα ἐξ ἀστρονομικῶν αἰτίων καὶ διεπόμενα ὑπὸ τῶν νόμων τῆς βαρύτητος καὶ καθόλου ὑπὸ τῶν νόμων τῆς Ὑδραυλικῆς· ἡ δὲ ταχύτης, τὸ ὕψος καὶ ἡ διάρκεια τοῦ ρεύματος ἐπηρεάζονται αἰσθητῶς ὑπὸ τοῦ βάθους τοῦ κόλπου καὶ ἐν γένει ὑπὸ τῆς τοπογραφικῆς διαμορφώσεως τῶν ἀκτῶν αὐτοῦ².

36. Ἡ φύσις καὶ τὰ αἷτια τοῦ κανονικοῦ ρεύματος. — Κατὰ τρεῖς διαφόρους τρόπους ἐπεχείρησαν μέχρι τοῦδε νὰ ἐξηγήσωσι τὸ κανονικὸν ρεῦμα τοῦ Εὐρίπου: α') Ὡς ἀποτέλεσμα τῆς σεληνοηλιακῆς παλιρροίας τοῦ Αἰγαίου,

¹ Αἱ κυμάνσεις τῶν ὕδατων λέγονται ἐλεύθεραι (libres), ὅταν ὑπὸκεινται εἰς μόνην τὴν βαρύτητα. βεβιασμένα δὲ (forcées), ὅταν εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος προστίθενται καὶ περιοδικαὶ δυνάμεις· ἡ περίοδος τῆς βεβιασμένης κυμάνσεως εἶναι ἡ τῆς ἐνεργούσης περιοδικῆς δυνάμεως.

² Ἡ ταχύτης τοῦ ὑδραυλικοῦ φαινομένου ὀρίζεται, ὡς γνωστόν, ὑπὸ τοῦ βάθους τοῦ κόλπου ἢ τῆς διώρυγος ἢ τῆς θαλάσσης ἐν γένει καὶ μεταβάλλεται μετ' αὐτοῦ, ἀξάνουσα οὕτω μετὰ τοῦ ὕψους τῆς φάσεως τῆς παλιρροίας, καὶ ἐλαττουμένη μετ' αὐτοῦ. Ἐνῶ ἡ ταχύτης τοῦ ἀστρονομικοῦ φαινομένου εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ βάθους καὶ ἴση πρὸς τὴν κατὰ μήκος μετάθεσιν τοῦ παρέλκοντος ἀστρου. Πρὸς δὲ τὸ εὖρος τῆς παραγωγῆς παλιρροίας ἀξάνει, συμφῶνως πρὸς τὸν νόμον τοῦ Ἀριστοτέλους, ἐλαττουμένου τοῦ βάθους, ἐνῶ συμβαίνει τὸ ἀντίθετον εἰς τὴν ἀστρονομικὴν. Τὸ ὕψος τοῦ κύματος, καθ' ὅσον πλησιάζει πρὸς τὰς ἀκτὰς, μεταβάλλεται κατ' ἀντίστροφον λόγον τῆς τετάρτης ρίζης τοῦ βάθους καὶ κατ' ἀντίστροφον λόγον πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τῶν ὀριζοντίων διαστάσεων αὐτῶν.

ρέον πρὸς Β. κατὰ τὴν ἐν τῷ Αἰγαίῳ πλημμυρίδα καὶ πρὸς Ν. κατὰ τὴν ἐν αὐτῷ ἄμπωτιν. β') Ὡς ἀποτέλεσμα τῆς ἐν τῷ Αἰγαίῳ παλιρροίας, συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν τῶν εἰς τὰς διώρυγας παραγομένων παλιρροϊκῶν ρευμάτων καὶ γ') ὡς ἀποτέλεσμα τῆς ἐκάστοτε διαφορᾶς τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων τῆς Χαλκίδος. Τὴν πρώτην τῶν ὑποθέσεων τούτων διετύπωσεν ὁ Forel, τὴν δευτέραν ὁ κ. Krümmel καὶ τὴν τρίτην πρῶτος, γενικῶς περὶ τῶν ρευμάτων τῶν πορθμῶν, ὁ Ἐρατοσθένης, καὶ ἐσχάτως εἰδικῶς περὶ τοῦ Εὐρίπου ὁ κ. Endros. Καὶ αἱ τρεῖς δὲ αὗται γινώμιναι διευτυπώθησαν ἀπλῶς, ἄνευ ἀποδείξεώς τινος οἰασομένης. Ὁ Forel, ὅστις πρῶτος ἐκ τῶν νεωτέρων ἐπεχείρησε νὰ ἐξηγήσῃ τὰ τοῦ κανονικοῦ ρεύματος τοῦ Εὐρίπου, θεωρεῖ αὐτό, ὡς εἶδομεν ἀνωτέρω, ἀπλῶς ὡς ἀποτέλεσμα τῆς σεληνοηλιακῆς παλιρροίας τοῦ Αἰγαίου, μὴ χρῆζον μάλιστα οὐδεμιᾶς ἀποδείξεως: «Ὅσάκις ἡ παλίρροια ὑφθαίεται εἰς τὸ Αἰγαῖον, λέγει, τὸ ρεῦμα παράγεται εἰς τὸν Εὐρίπον, ἀνερχόμενον ἀπὸ ΝΑ πρὸς ΒΔ, ὅταν δὲ ἡ παλίρροια κατέρχεται, τὸ ρεῦμα κινεῖται ἀντιθέτως»¹.

Ἄλλ' ὁ Forel, ἐλλείψει τῶν ἀναγκαίων στοιχείων, δὲν ἐνόησεν οὔτε τὴν φύσιν τοῦ κανονικοῦ ρεύματος, οὔτε τὰς ιδιότητας αὐτοῦ, καὶ οὕτως ὑπέπεσεν εἰς σειρὰν ὀλὴν ἀνακριβειῶν καὶ σφαλμάτων. Πράγματι, ἐν πρώτοις δὲν εἶναι ἀκριβές, ὅτι τὸ ρεῦμα εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς παλιρροίας τοῦ Αἰγαίου μόνης, ἐνῶ, ὡς εἶπομεν ἤδη, αἱ ιδιότητες αὐτοῦ καὶ διάφορα φαινόμενα δεικνύουν, ὅτι προέρχεται κυρίως ἐκ τῆς παλιρροίας τῆς Α. λεκάνης τῆς Μεσογείου ἢ μᾶλλον ἐκ τῆς ὅλης Μεσογείου. Ἐπίσης δὲν εἶναι ἀκριβές, ὅτι τὸ Ν. ρεῦμα εἶναι ρεῦμα πλημμυρίδος καὶ τὸ Β. ρεῦμα ἀμπώτιδος· τὸ ἀντίθετον ὑπετίθετο ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος, ἀπ' αὐτῆς τῆς ἐποχῆς τοῦ Ἀριστοτέλους, ὅστις, ὡς εἶδομεν, εἶχε παρατηρήσει καὶ μελετήσει τὸ κανονικὸν ρεῦμα καὶ ἐθεώρησε, καθὼς καὶ ὁ Babin βραδύτερον, ὡς ἐξαιρετικὸν φαινόμενον τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου, ὅτι τὸ ρεῦμα φαίνεται ρέον πρὸς τὴν θάλασσαν κατὰ τὴν πλημμυρίδα καὶ πρὸς τὴν ξηρὰν κατὰ τὴν ἄμπωτιν. Ἀλλὰ καὶ ἡ φύσις καὶ ἡ αἰτία τοῦ ρεύματος αὐτοῦ δὲν εἶναι ὅποιαι ἀναφέρονται ὑπὸ τοῦ Forel. Πράγματι, ἐὰν τὸ ρεῦμα ἐγεννᾶτο, ὡς ἐνόμισεν ὁ Forel, θὰ ἔρρεε πρὸς Β. ἢ πρὸς Ν. καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς πλημμυρίδος, ἀντιθέτως δὲ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς ἀμπώτιδος. Ἐνῶ, ὡς εἶδομεν, τό τε Β. καὶ τὸ Ν. κανονικὸν ρεῦμα τοῦ Εὐρίπου ἀντιστοιχοῦν κατὰ τὸ ἥμισυ πρὸς τὴν πλημμυρίδα καὶ κατὰ τὸ ἕτερον ἥμισυ πρὸς τὴν ἄμπωτιν. Ἀφ' ἑτέρου, ἂν ὥντως συνέβαινε, ὅτι ὑπέθεσεν ὁ Forel, ἡ πλήμῃ θὰ παρετηρεῖτο ἐνωρίτερον καὶ ἡ ρηχία βραδύτερον εἰς τὸν πορθμὸν τοῦ Εὐρίπου, παρὰ εἰς τὴν Σκίαθον καὶ τὴν Αἰδηψὸν, ἐνῶ, ὡς

¹ Ὁ Forel. θεωρεῖ τὸ Ν. ρεῦμα ὡς ἀνήκον εἰς τὴν πλημμυρίδα, διότι ὑποθέτει, ὅτι αὕτη πρέπει νὰ βαίῃ καὶ ἐκεῖ. ὡς πανταχοῦ, πρὸς τὴν ξηρὰν, τὸ δὲ Β. ὡς ἀνήκον εἰς τὴν ἄμπωτιν, καθὼς ἔχουν διευθύνειν ἐκεῖ πρὸς τὴν θάλασσαν.

εἶδομεν, καὶ ἡ πλήμη, καθὼς καὶ ἡ ρηχία, παρατηροῦνται βραδύτερον εἰς τὸν πορθμὸν ἢ εἰς τοὺς δύο αὐτοὺς τόπους· ἀφ' ἑτέρου δὲ καὶ οἱ χρόνοι ἀποκαταστάσεως τῶν δύο λιμένων θὰ ἦσαν τότε σχεδὸν οἱ αὐτοί, ἐνῶ, ὡς εἶδομεν, διαφέρουν πολὺ ἀπ' ἀλλήλων. Ἀλλὰ καὶ ἂν ἀκόμη τὸ ρεῦμα τῆς πλημμυρίδος ἔρρεεν ἐκ Β. καὶ τὸ τῆς ἀμπώτιδος ἐκ Ν. κατὰ τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Forel, ἦτοι καὶ πάλιν κατὰ τὴν περίπτωσιν τῆς ἐνιαίας κυμάνσεως τοῦ ὕδατος ἀπ' ἄκρου εἰς ἄκρον τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου, καὶ τότε ὅχι μόνον οἱ χρόνοι ἀποκαταστάσεως τῶν δύο λιμένων τῆς Χαλκίδος θὰ ἦσαν καὶ πάλιν οἱ αὐτοί, ἀλλὰ, πρὸς τούτοις, ἡ μὲν ρηχία θὰ παρετηρεῖτο ἐνωρίτερον, ἡ δὲ πλήμη βραδύτερον εἰς τὴν Χαλκίδα παρὰ εἰς τὴν Σκιάθον καὶ τὴν Αἰδηψόν, ἐνῶ ἀμφότεραι παρατηροῦνται βραδύτερον εἰς τὸν πορθμὸν. Εἶναι δὲ φανερόν καὶ δὲν χρήζει καὶ ἀποδείξεως, ὅτι, κατὰ τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Forel, θὰ εἶχομεν, ὡς καὶ ἐὰν τὸ ρεῦμα ἔρρεεν ἀντιθέτως, ἀλλαγὴν τοῦ ρεύματος, ἦτοι ταχύτητα αὐτοῦ μηδαμινήν, οὐχὶ περὶ τὴν ὥραν τῆς μέσης παλirroίας, ὡς εἶδομεν, ὅτι πράγματι συμβαίνει, ἀλλὰ περὶ τὰς ὥρας τῆς πλήμης καὶ τῆς ρηχίας, τοῦθ' ὅπερ πράγματι οὐδέποτε παρατηρεῖται. Ὁμοίως ἡ μεγίστη ταχύτης τοῦ ρεύματος θὰ παρετηρεῖτο περὶ τὴν μέσην παλirroίαν, ἐνῶ αὕτη πράγματι παρατηρεῖται, ὡς εἶδομεν, περὶ τὴν πλήμην καὶ τὴν ρηχίαν. Ἡ τοιαύτη δὲ ἐνιαία κύμανσις, οἷαν ὑπέθεσεν ὁ Forel, εἶναι ἀντίθετος ὅχι μόνον πρὸς τὰς παρατηρήσεις, ἀλλ' ἀποκρούεται καὶ ὑπ' αὐτῆς τῆς μηχανικῆς θεωρίας τῶν παλirroίων ἐντὸς τῶν διωρύγων καὶ τῶν πορθμῶν, τῶν μὴ ἐχόντων ἰδίαν παλirroίαν. Πράγματι, ὡς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, ἡ θεωρία αὕτη δεικνύει, ὅτι, διὰ νὰ συμβαίῃ τοιαύτη ἐνιαία κύμανσις, ἀπαιτεῖται ἡ τριβὴ ἐν αὐτοῖς νὰ εἶναι μηδαμινή, τοῦθ' ὅπερ ἀδύνατον ἐν κόλπῳ οἷος ὁ Εὐβοϊκὸς καὶ ἀντίθετον ὡσαύτως πρὸς τὰς ἐκεῖ παρατηρήσεις.

Τὸ κανονικὸν ρεῦμα τοῦ Εὐρίπου, οἷον παρατηρεῖται, κατὰ δύο τρόπους δύναται, συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν, νὰ παραχθῇ: α'.) ὡς ὀριζοντία μεταθέσις ἢ κύμανσις τῶν μορίων τοῦ ὕδατος, ἦτοι ὡς ρεῦμα, προσερχόμενον ἐκ τῆς παλirroϊκῆς μεταβολῆς τῆς στάθμης τῆς θαλάσσης, μεθ' ἧς συγκοινωνεῖ, συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν τῶν παλirroίων τῶν διωρύγων, καὶ β'.) ὡς ἀποτέλεσμα τῆς ἐκάστοτε διαφορᾶς τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων.

Πράγματι, κατὰ τὴν μηχανικὴν θεωρίαν τῶν ἐξ ἐλευθέρων κυμάτων παλirroίων, αἱ φυσικαὶ καὶ τεχνηταὶ διώρυγες, ὡς καὶ οἱ πορθμοὶ καὶ οἱ ποταμοί, οἱ μὴ ἔχοντες ἰδίαν παλirroίαν καὶ συγκοινωνοῦντες μετὰ τῆς ἀνοικτῆς θαλάσσης, ὑπόκεινται εἰς τὰς αὐξομειώσεις τῆς στάθμης αὐτῆς· τὸ ὕδωρ τῆς ἀνοικτῆς θαλάσσης, εἰσερχόμενον ἐντὸς τούτων, ὅταν ἡ ἐν αὐτοῖς τριβὴ εἶναι σημαντικὴ, παράγει ρεῦμα μικτόν, ἦτοι: ρεῦμα πλημμυρίδος, ὅπερ προχωρεῖ βαθμηδὸν ἀπὸ τοῦ στόμου πρὸς τὸ ἐσωτερικὸν αὐτῶν καὶ ἀντικαθίσταται μετὰ τινα χρόνον ὑπὸ τοῦ ἀντι-

θέτου, τοῦ τῆς ἀμπώτιδος. Τὸ ἐκ τῆς πλημμυρίδος παράγωγον ρεῦμα ἄρχεται, κατὰ τὴν θεωρίαν, λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς ἐπιδράσεως τῆς τριβῆς, εἰς τὸ στόμιον τῶν ἄνευ ἰδίας παλιρροίας διωρύγων, καθὼς καὶ εἰς οἰονδήποτε ἄλλο σημεῖον αὐτῶν, κατὰ τὴν στιγμὴν τοῦ μέσου αὐτῆς, ἥτοι τρεῖς περίπου ὥρας μετὰ τὴν ρηχίαν, ἥ δὲ ταχύτης τοῦ αὐξάνει καὶ φθάνει εἰς τὸ μέγιστον αὐτῆς περὶ τὴν ὥραν τῆς πλήμης· κατόπιν αὕτη ἐλαττοῦται, μηδενιζομένη κατὰ τὴν ὥραν πάλιν τοῦ μέσου τῆς ἀμπώτιδος. Τότε τὸ ρεῦμα τοῦτο ἀντικαθίσταται ὑπὸ τοῦ ἀντιθέτου, τοῦ τῆς ἀμπώτιδος, τοῦ ὁποῦ καὶ αὐτοῦ ἡ ταχύτης αὐξάνει μέχρι τῆς στιγμῆς τῆς ρηχίας καὶ μηδενίζεται εἰς τὸ τέλος τῆς σχετικῆς περιόδου, ἥτοι περὶ τὸ μέσον τῆς ἐπομένης πλημμυρίδος.

Σημειωτέον, ὅτι, ὅπως ἐπικρατήσῃ τὸ ἀνωτέρω σύστημα τῶν ρευμάτων, πρέπει ἢ διῶρυξ νὰ εἶναι ἀτέρμων ἢ τοῦλάχιστον νὰ ἔχῃ ἱκανὸν πρὸς τοῦτο μῆκος καὶ ὄχι πολὺ σχετικῶς βάθος. Μικρὸς πορθμός, μικρὰ θαλασσία λεκάνη, μικρὰ διῶρυξ, συγκοινωνοῦντα μετὰ μεγάλης θαλάσσης, δὲν παρουσιάζουν τὸ φαινόμενον αὐτὸ πλήρως· τὸ ρεῦμα ἐν αὐτοῖς ὑφθαί διαρκούσης τῆς πλημμυρίδος καὶ ἄρχεται ταπεινούμενον μετὰ χρόνον τινὰ μετὰ τὸ τέλος αὐτῆς, χρόνον κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον μακρὸν, ἐλάσσονα πάντως τῶν τριῶν ὥρῶν καὶ κυμαινόμενον ἀπὸ 3 ὥρῶν μέχρις ὀρίου μικροτέρου τῆς μιᾶς ὥρας, μεθ' ὃν ἀλλάσσει φοράν, ρέον ἐπὶ ἴσον χρόνον κατὰ τὴν νέαν ταύτην φοράν, μετὰ τὸ τέλος τῆς ἀμπώτιδος. Ὁ χρόνος, καθ' ὃν τὸ ρεῦμα τῆς πλημμυρίδος παρατείνεται ἐντὸς τῆς ἀμπώτιδος καὶ ἀντιστρόφως, ἐξαρτᾶται ἐκ διαφόρων τοπικῶν αἰτίων. Ἡ παράτασις δὲ αὕτη εἶναι κανονικὴ καὶ σύμφωνος πρὸς τὴν μηχανικὴν θεωρίαν τῶν παλιρροιῶν, καθὸ φυσικὴ συνέπεια τῆς ρύμης καὶ τῆς ἀδρανείας τοῦ ὕδατος, κακῶς δὲ θεωρεῖται ὑπὸ τινων ὡς παράδοξος, ἐνῷ ἢ μὴ ὑπαρξίς αὐτῆς θὰ ἦτο ἐξαιρετικὴ καὶ ἀντίθετος πρὸς τοὺς νόμους τῆς Μηχανικῆς. Ἡ ἐξαιρέσις αὕτη δύναται νὰ παρουσιασθῇ καὶ παρατηρεῖται μόνον εἰς τὰς πολὺ μικρὰς θαλάσσας, ὡς π. χ. εἰς τοὺς πολὺ μικροὺς κόλπους, ἐνθα, πράγματι, ἡ ἀλλαγὴ τοῦ ρεύματος συμπίπτει συγχρόνως μετὰ τῆς πλήμης ἢ τῆς ρηχίας, ἄνευ αἰσθητῆς ἐπιβραδύνσεως.

Δυνάμεθα εὐκόλως νὰ ἐννοήσωμεν, καὶ ἄνευ τῶν σχετικῶν ὑπολογισμῶν, τοὺς στοιχειώδεις μηχανικοὺς καὶ ὑδραυλικοὺς λόγους, ἐνεκα τῶν ὁποίων τὸ μέγιστον τῆς ταχύτητος τοῦ ρεύματος πρέπει νὰ συμπίπτῃ περίπου μετὰ τῆς πλήμης ἢ τῆς ρηχίας καὶ τὰ δύο ρεύματα νὰ συνίστανται κατὰ τὸ ἥμισυ ἐκ τῆς πλημμυρίδος καὶ κατὰ τὸ ἕτερον ἥμισυ ἐκ τῆς ἀμπώτιδος. Πράγματι, ἐὰν θεωρήσωμεν τμήμα τοῦ ρεύματος, περιλαμβανόμενον μεταξὺ δύο κατακορύφων ἐπιπέδων καθέτων ἐπὶ τῶν δύο ἀκτῶν τῆς διώρυγος ἢ τοῦ κόλπου, ἢ στάθμῃ αὐτοῦ θὰ ἀνέλθῃ, ἢ θὰ κατέλθῃ, ἢ θὰ μείνῃ ἀμετάβλητος, καθ' ὅσον ἡ εἰσαγωγὴ τοῦ ὕδατος, διὰ τοῦ ἐνὸς τούτων, εἶναι μείζων ἢ ἐλάσσων ἢ ἴση τῆς διὰ

τοῦ ἐτέρου ἐξαγωγῆς¹. Ὅταν ἡ στάθμη μένη ἀμετάβλητος, τὸ ρεῦμα εὐρίσκεται εἰς τὸ μέγιστον τῆς ταχύτητος αὐτοῦ, διότι εἶναι φανερόν, ὅτι ἡ παλιρροϊκὴ αὕτη φάσις, ἥτις, ὡς καὶ αἱ λοιπαί, μεταδίδεται διαδοχικῶς εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τῆς διώρυγος, χωρίζει δύο τμήματα τοῦ ρεύματος, εἰς τὰ ὁποῖα τὸ ρεῦμα εἶναι ἰσχυρότερον εἰς τὰ ὀρίζοντα αὐτὴν ἐπίπεδα ἀπὸ τῶν τμημάτων τούτων, καὶ ἀσθενέστερον εἰς τὰ δύο ἀντίθετα· ἐπομένως, εἰς τὸ ἐν τῶν τμημάτων τούτων, τὸ ὁποῖον προηγείται κατὰ τὴν πλημμυρίδα καὶ ἔπεται κατὰ τὴν ἄμπωτιν, ἡ στάθμη ἀνέρχεται κατὰ τὴν πρώτην καὶ κατέρχεται κατὰ τὴν δευτέραν· ἐνῶ εἰς τὸ ἄλλο, τὸ ὁποῖον προηγείται κατὰ τὴν ἄμπωτιν καὶ ἔπεται κατὰ τὴν πλημμυρίδα, ἡ στάθμη ἀνέρχεται κατὰ τὴν ἄμπωτιν καὶ κατέρχεται κατὰ τὴν πλημμυρίδα.

Ὅθεν μετὰ τῆς φάσεως τοῦ μεγίστου τῆς ταχύτητος τοῦ ρεύματος τῆς πλημμυρίδος καὶ τῆς ἀμπώτιδος, συμπίπτει καὶ τὸ μέγιστον ἢ τὸ ἐλάχιστον τοῦ ὕψους τῆς στάθμης, ἥτοι ἡ πλήμη ἢ ἡ ρηχία, κατὰ τὰς ὁποίας ἡ μεταβολὴ τῆς ταχύτητος τοῦ ρεύματος εἶναι ἀσθενεστάτη ἢ μηδαμινή. Ἀφ' ἐτέρου, εὐκόλως δεικνύεται, ἐπίσης, ὅτι αἱ ὥραι τῆς ἀλλαγῆς τοῦ ρεύματος, αἱ ὁποῖαι εἶναι αἱ τῆς ταχυτέρας ἀλλαγῆς τῆς φάσεως, ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὰς ὥρας τῆς μέσης παλιρροίας, καθ' ἣν ἡ μεταβολὴ τῆς στάθμης εἶναι ἐπίσης μεγίστη ἐντὸς ὁρισμένου χρόνου². Πράγματι, κατὰ τὴν ὥραν ταύτην, τὸ ὕψος τῆς στάθμης αὐξάνει μετὰ τῆς μεγίστης αὐτοῦ ταχύτητος καί, ἐπομένως, ἡ ταχύτης τῆς φάσεως μεταβαίνει ἐντὸς ἐλαχίστου χρόνου ἐκ τοῦ μηδενὸς εἰς τιμὴν λίαν αἰσθητήν.

Κατὰ τὴν αὐτὴν μηχανικὴν θεωρίαν τῶν παλιρροϊῶν, ὁ ὑπολογισμὸς ἄγει εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι θὰ ἔχωμεν ρεῦμα ἀμπώτιδος εἰς τὴν διώρυγα ἢ τὸν πορθμόν, ἐφ' ὅσον ταπεινοῦται ἡ ἀνοικτὴ θάλασσα, καὶ ρεῦμα πλημμυρίδος ἐφ' ὅσον ὑψοῦται αὕτη, ὡς ὑπέθεσεν ὁ Forel διὰ τὸν Εὐριπον· ἀλλ' ἡ ταχύτης αὐτῶν θὰ μηδενίζεται κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς πλήμης ἢ τῆς ρηχίας καὶ θὰ εἶναι μεγίστη κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς μέσης παλιρροίας, ἐὰν δὲν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ἡ τριβή. Ἀλλ' ἡ τριβὴ εἶναι, ὡς γνωστόν, σημαντικὴ εἰς μικρὰ σχετικῶς βάθη, παραλείπεται δὲ εἰς τὰ πολὺ μεγάλα καὶ εἰς αὐτοὺς ἀκόμη τοὺς πορθμοὺς καὶ τὰς διώρυγας, ὅταν τὰ βάθη ἀνέρχωνται εἰς πολλὰς ἑκατοντάδας μέτρων³. Ἀλλὰ

¹ Οὕτως ἐξηγεῖται καὶ ἡ αὐξομείωσις τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος κατὰ τὰς παλιρροίας, ἐνῶ αὗται, ὡς εἵπομεν ἤδη, εἶναι ἀποτέλεσμα σχεδὸν ἐντελῶς τῆς ἐνεργείας τῆς ὀριζοντίου συνιστώσης τῆς παρελκτικῆς ἐνεργείας τοῦ Ἥλιου καὶ τῆς Σελήνης καί, ἐπομένως, ἡ ἐξ αὐτῶν κινήσις τοῦ ὕδατος εἶναι σχεδὸν ὀριζοντία. Ἡ μεταβολὴ τοῦ ὕψους τῆς στάθμης εἶναι ἀποτέλεσμα ἀνταγωνισμοῦ καὶ ἀντιθέσεως ὀριζοντίων ρευμάτων καὶ ἐν γένει διαφορᾶς ὀριζοντίων ταχυτήτων.

² P. H. HATT. Des marées, p. 8.

³ Ὁ συντελεστὴς τῆς τριβῆς τῆς διώρυγος καὶ τοῦ πορθμοῦ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ βάθους καὶ ἀνάλογος τῆς περιόδου τοῦ παλιρροϊκοῦ κύματος. Ὅθεν ἔχει μείζονα ἐπιδράσιν ἐπὶ τῶν μεγάλης περιόδου κυμάνσεων, ὡς ἡ κυρία, καὶ ἐλάσσονα διὰ τὰς ταχείας κυμάνσεις. Παράγει δὲ πολὺ μικρὰν μεταβολὴν τοῦ εὗρους καὶ μικρὰν ἐλάττωσιν τῆς ταχύτητος, ἥτοι ἐπιβράδυνσιν τῆς παλιρροίας.

τοῦτο δὲν συμβαίνει εἰς τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον· καὶ ἂν ἡ τριβὴ εἶναι πολὺ μικρὰ καὶ ἡ ἐπίδρασις αὐτῆς σχεδὸν ἀσήμαντος εἰς τὴν θάλασσαν τῆς Ἀταλάντης, ὅπου τὸ βάθος τοῦ ὕδατος κυμαίνεται μεταξὺ 350—400 μέτρων, εἶναι ὅμως σημαντικὴ εἰς τὰ λοιπὰ μέρη τοῦ Β Εὐβοϊκοῦ καὶ καθ' ὅλον τὸν Ν Εὐβοϊκὸν κόλπον, ἰδίᾳ δὲ εἰς τοὺς τρεῖς στενοὺς πορθμούς, τῶν ὁποίων ἡ στενότης, καὶ μάλιστα τοῦ πρὸ τῆς Χαλκίδος, συντελεῖ σημαντικῶς εἰς τὴν αὔξησιν τῆς τριβῆς καί, ἐπομένως, εἰς αἰσθητὴν ἐλάττωσιν τῆς ταχύτητος καὶ βαθμιαίαν ἐκμηδένισιν τῆς κυμάνσεως. Πρὸς δέ, καὶ αἱ εἰς διάφορα σημεῖα τοῦ κόλπου γενόμεναι παρατηρήσεις, εἰς τὰ ὁποῖα ἡ μεγίστη ταχύτης τοῦ ρεύματος παρατηρεῖται οὐχὶ περὶ τὴν μέσσην παλirroίαν, ὥς ἀπαιτεῖ ἡ τοιαύτη θεωρία, ἀλλὰ περὶ τὴν πλήμην καὶ τὴν ρηχίαν, δεικνύουν ὅτι αὕτη δὲν ἐφαρμόζεται ἐν αὐτῇ.

Εἶναι εὐκόλον ἐπίσης νὰ ἴδωμεν, ὅτι καὶ ἡ διαφορὰ τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων δύναται νὰ παραγάγῃ, καὶ ἀναγκαίως παράγει, ρεύματα ἀκριβῶς ὥς τὰ ἐν τῇ Εὐρίπῳ παρατηρούμενα. Πράγματι, ὅταν περὶ τὸ μέσον π.χ. τῆς πλημμυρίδος, ἐπελθούσης ἰσότητος ὕψους στάθμης καί, ἐπομένως, ἰσορροπίας μεταξὺ τῶν δύο λιμένων, συμβαίνει, στάσις τοῦ ρεύματος, εἶναι φανερόν, ὅτι μετ' ὀλίγον, ὕψουμένης, λόγῳ τοῦ μείζονος εὗρους τῆς κυμάνσεως τοῦ Β. λιμένος, τῆς στάθμης αὐτοῦ ταχύτερον τῆς τοῦ Ν., θὰ ἀρχίσῃ νὰ ρέῃ τὸ Β. ρεῦμα μετὰ ταχύτητος μικρᾶς μὲν κατ' ἀρχάς, αὐξανομένης ὅμως, ἐφ' ὅσον καὶ ἡ διαφορὰ τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων διὰ τὸν αὐτὸν λόγον αὐξάνει. Τὸ Β. ρεῦμα θὰ ἐξακολουθῇ ρέον μέχρι τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν ἡ στάθμη τῶν δύο λιμένων ἐπαναλαμβάνει τὸ αὐτὸ ὕψος, ἥτοι περὶ τὰ μέσα τῆς ἐπομένης ἀμπώτιδος, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ὁποίας, ὁμοίως, λόγῳ ἐπίσης τοῦ μείζονος εὗρους τῆς κυμάνσεως τοῦ Β. λιμένος, ἡ στάθμη αὐτοῦ ταπεινοῦται ταχύτερον τῆς τοῦ Ν. καί, ἐπομένως, ἐπέρχεται στιγμὴ, καθ' ἣν κατέρχεται καὶ τὸ ὕψος τούτου καί, συνεπῶς, ἐπέρχεται νέα στάσις αὐτοῦ. Μετὰ μικρὸν χρόνον, ἐξακολουθούσης τῆς στάθμης τοῦ Β. λιμένος νὰ κατέρχεται, διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, ταχύτερον τῆς τοῦ Ν., πρέπει νὰ ἀρχίσῃ ρέον τὸ Ν. ρεῦμα μετὰ ταχύτητος αὐξανομένης μετὰ τῆς διαφορᾶς τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων καὶ οὕτω καθεξῆς.

Τὰ ρεύματα λοιπὸν τοῦ Εὐρίπου εἶναι δυνατόν νὰ παράγονται κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄνω συστήματα· ἀλλὰ κατὰ ποῖον ἐξ αὐτῶν παράγονται ὄντως; Μέχρι τοῦδε αἱ γνώμαι, ὥς εἵπομεν ἤδη, εἶχον διχασθῇ. Κατὰ μὲν τὸν κ. Krümmel τὸ κανονικὸν ρεῦμα τοῦ Εὐρίπου παράγεται συμφώνως πρὸς τὴν πρώτην τῶν ἀνωτέρω θεωριῶν· ἀλλ' ὁ κ. Krümmel ἐξέφρασεν ἀπλῶς τὴν γνώμην ταύτην, χωρὶς νὰ δώσῃ οὐδεμίαν ἀπόδειξιν ἢ αἰτιολογίαν πρὸς ὑποστήριξιν τῆς ἀκριβείας αὐτῆς. Τοῦναντίον, ὁ κ. Endros, ἀπέδωκεν ἐν γένει, ὥς καὶ ὁ Ἐρατοσθένης, τὰ ρεύματα τοῦ Εὐρίπου, εἰς τὴν ἐκάστοτε διαφορὰν τῆς στάθμης τῶν δύο λιμέ-

νων, ἥτις τείνει νὰ ἐκλείψῃ διὰ μέσου τοῦ στενοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου. Κατὰ τὰς συζυγίας, τὰ ρεύματα ὀρίζονται, κατὰ τὸν κ. Endros, ὑπὸ τῶν ἐπικρατουσῶν παλιρροίων τοῦ Β. λιμένος καὶ ἀλλάσσουν φορὰν ἀνὰ ἕξ ὥρας, συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν. Ἀμφότεροι οἱ κόλποι, λέγει, συνδέονται διὰ τόσον στενοῦ μέρους θαλάσσης, ὥστε αἱ κυμάνσεις δὲν συνεχίζονται διὰ μέσου τούτου, ἀλλ' ἐλάχιστα διαφοραὶ στάθμης δύνανται νὰ παράγουν ρεῦμα· οὕτω δὲ πάλιν ἡ μᾶζα τοῦ ὕδατος ἀναγκάζεται νὰ κινῆται ὀρμητικῶς πρὸς Ν. καὶ εἶτα πρὸς Β., καὶ εὐθὺς πάλιν μετὰ τοῦτο ἰσορροπεῖ. Ἀλλὰ καὶ ὁ κ. Endros ἠρκέσθη νὰ διατυπώσῃ τὴν γνώμην ταύτην, δὲν παρέσχεν ὅμως οὐδεμίαν ἀπόδειξιν αὐτῆς.

Ὁ κ. Sterneck ἀποδέχεται ὡς ὀρθὴν τὴν γνώμην τοῦ κ. Endros, καθ' ἣν εἶναι ἀδύνατος κοινὴ κύμανσις καθ' ὅλον τὸν Εὐβοϊκόν, καὶ ὅτι ἡ παραγωγὴ τοῦ ρεύματος ὀφείλεται εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς διαφορᾶς τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων· εἰς τὸ συμπέρασμα δὲ τοῦτο κατέληξεν, ἀφοῦ ἀπέδειξε θεωρητικῶς, ὅτι οὔτε κατὰ τὰς παλιρροϊκὰς κινήσεις, οὔτε κατὰ τὰς ταραντώσεις δύναται νὰ παραχθῇ κοινὸν πεδίων κυμάνσεως πρὸς Β. καὶ πρὸς Ν. τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου, ἂν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν εἰς τοὺς ὑπολογισμοὺς τὴν ἐπίδρασιν τῆς τριβῆς καὶ ἰδίως τὴν στενότητα αὐτοῦ. Ἐντεῦθεν λοιπὸν συνεπέρανεν, ὅτι μόνη ἡ διαφορὰ τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῶν δύο παρὰ τὴν Χαλκίδα λιμένων ἐνεργεῖ πρὸς παραγωγὴν τῶν ἐκεῖ ρευμάτων. Φρονεῖ δέ, ὅτι, καὶ ἂν ἤθελε πλατυνθῇ ὁ πορθμὸς μέχρι 30 μ. (καὶ ὡς εἶδομεν ἐν ἀρχῇ, ἐπλατύνθη ὄντως βραδύτερον ἀπὸ 20" εἰς 40") καὶ πάλιν δυνάμεθα νὰ ἀναμένωμεν μεταβολήν, μόλις ἀξιοσημείωτον, ὡς πρὸς τὸ γνωστὸν παλιρροϊκὸν φαινόμενον τοῦ Εὐρίπου.

Ἄν καὶ ὑφισταμένης τῆς διαφορᾶς τοῦ ὕψους τῶν δύο λιμένων, ἡ παραγωγὴ τοῦ ρεύματος εἶναι προφανεή, ἐξ ὧσων εἵπομεν σχετικῶς ἀνωτέρω, καὶ μάλιστα οἷα παρατηρεῖται ἐν τῷ Εὐρίπῳ, ἥτοι μὲ ταχύτητα μηδαμινὴν μὲν, δηλαδὴ μὲ ἀλλαγὴν φορᾶς, ὅταν καὶ ὅπου ἡ διαφορὰ αὕτη καθίσταται μηδαμινὴ καὶ οὐχὶ συμφώνως πρὸς τὴν ἀνωτέρω θεωρίαν τῶν ἐντὸς τῶν κόλπων παλιρροίων, ἥτοι οὐχὶ περὶ τὴν μέσσην στάθμην, μὲ μεγίστην δὲ ταχύτητα περὶ τὴν πλήμην καὶ τὴν ρηχίαν, ἐν τούτοις δυνάμεθα νὰ δείξωμεν θεωρητικῶς, ὅτι ἡ παραγωγὴ ἐνιαίας κυμάνσεως ἐντὸς τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου δὲν εἶναι δυνατὴ, πρὸς δὲ καὶ δι' ἄλλων ἀκόμῃ ἐκ τῆς παρατηρήσεως ἀποδείξεων νὰ ἐπιβεβαιώσωμεν τὸ θεωρητικὸν τοῦτο συμπέρασμα.

Πράγματι, ἐάν, τῇ βοήθειᾳ τῶν διαφορικῶν ἐξισώσεων τῆς Ὑδροδυναμικῆς τῶν σχετικῶν πρὸς τὰς εἰς τὰς διώρυγας καὶ τοὺς πορθμοὺς παραγομένας παλιρροίας, μελετήσωμεν τὰς εἰς τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον δυνατὰς κυμάνσεις, εὐρίσκομεν, ὅτι, ἐὰν δὲν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ἡ τριβή, καὶ παρὰ τὴν πρὸ τῆς Χαλκίδος στενότητα τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου, εἶναι δυνατὴ ἡ παραγωγὴ ἐνιαίας κυμάνσεως καθ'

δλον τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον. Λαμβανομένης ὁμως ὑπ' ὄψιν καὶ τῆς τριβῆς, ἣτις *πράγματι* ὑφίσταται, καθ' ἃ εἶδομεν ἀνωτέρω εἰς τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον, ἡ ταχύτης τοῦ ρεύματος δὲν δύναται νὰ ὑπερβῇ ὠρισμένον ὄριον, ἡ δὲ στενότης τοῦ πορθμοῦ, ἡ ὁποία καὶ μετὰ τὴν διαπλάτυνσιν εἶναι πάντοτε σημαντική, ἀντιδρῶσα συνεχῶς κατὰ τῆς κινήσεως τῶν μορίων τοῦ ὕδατος, ἐπιφέρει βαθυμῆδὲν τὴν μείωσιν καὶ ἐπὶ τέλους τὴν ἐκμηδένισιν αὐτῆς, ἐμποδίζουσα οὕτω τὴν παραγωγὴν ἐνιαίας παλιρροϊκῆς κυμάνσεως. Τὸ αὐτὸ ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τὰς ταλαντώσεις (seiches)· καὶ αὐταὶ παράγονται χωριστὰ ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου, μὴ οὔσης δυνατῆς ἐνιαίας ἐξ αὐτῶν κυμάνσεως καθ' ὅλον τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον.

Ὅθεν, ἔνεκα κυρίως τῆς στενότητος τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου, τὰ ἐκατέρωθεν αὐτοῦ τμήματα τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου κυμαίνονται, εἴτε λόγῳ τῆς παλιρροίας, εἴτε λόγῳ τῶν ταλαντώσεων (seiches), ὡς νὰ ᾔσαν δύο ἀνεξάρτητοι ἀλλήλων θαλάσσιαι λεκάναι¹, τὸ δὲ διὰ τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου ρέον ρεῦμα εἶναι ἀποτελεσμα μόνῃς τῆς διαφορᾶς τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων τῆς Χαλκίδος, τῶν δι' αὐτοῦ συνδεομένων.

Καθ' ἃ εἶδομεν ἀνωτέρω, κατὰ τὸν Στράβωνα (Α. 3. 12), καὶ ὁ Ἐρατοσθένης ἐθεώρει ὡς αἰτίαν τῆς εἰς τοὺς πορθμοὺς παρατηρουμένης παλιρροίας τὴν ἐκατέρωθεν αὐτῶν διαφορὰν τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῆς θαλάσσης: «ὅτι ἡ ἐφ' ἐκάτερα θάλαττα ἄλλην καὶ ἄλλην ἐπιφάνειαν ἔχει», ἥτοι, προκειμένου περὶ τοῦ Εὐρίπου, εἶχε διίδει τὴν ἀληθῆ αἰτίαν ὅχι μόνον τοῦ κανονικοῦ, ἀλλ' ὡς θὰ ἴδωμεν, καὶ αὐτοῦ τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος.

Ἀλλὰ τὸ θεμελιῶδες διὰ τὴν παλιρροίαν τοῦ Εὐρίπου θεωρητικὸν συμπέρασμα, ὅτι δὲν ὑφίσταται ἐνιαία κύμανσις, εἶναι ἄρ' αὖ γε ἀσφαλὲς καὶ βεβαιοῦται ὑπὸ τῶν *πραγμάτων*; Ἐχομεν ἀπόδειξιν αὐτοῦ, προσερχομένην ἐξ αὐτῆς τῆς *παρατηρήσεως*; Τοιαύτη πραγματικὴ ἀπόδειξις, ἐπισφραγίζουσα ἀσφαλῶς τὸ

¹ Τὸ αὐτὸ φαινόμενον παρατηρεῖται, ὡς εἶπομεν ἤδη, καὶ εἰς τὴν Μεσόγειον, ὅπου ἔνεκα τοῦ χωρισμοῦ αὐτῆς εἰς Α. καὶ Δ. Μεσόγειον, αἱ δύο αὗται λεκάναι τῆς κυμαίνονται συγχρόνως μὲν, ἀλλ' ἀνεξαρτήτως ἀλλήλων ἐκάστη, σχεδὸν ὡς νὰ ᾔσαν ἐντελῶς χωρισμέναι καὶ δὲν συνεκινῶνουν πρὸς ἀλλήλας. Μεταξὺ τῆς Σικελίας καὶ τῆς Τύνιδος, καθὼς καὶ εἰς τὸ στενὸν τῆς Μεσσηνίας, παρατηρεῖται, δι' οὗς λόγους εἶπομεν, ταχεῖα μεταβολὴ τῶν ὁμοπαλιρροϊκῶν καμπύλων, ἥτοι ἀπότομος μεταβολὴ τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῆς θαλάσσης καὶ διαφορὰ χρόνου ἀποκαταστάσεως 6 ὥρῶν περίπου. Ἐντεῦθεν ὁ κ. KRÜMMEL (Ὁκεανογραφία, 2, 1911, σελ. 368) ἐθεώρησεν, ὅτι τὰ ἐκεῖ παρατηρούμενα ἰσχυρὰ παλιρροϊκὰ ρεύματα προέρχονται, ὡς τὰ τοῦ Εὐρίπου, ἐκ τῆς διαφορᾶς τῆς στάθμης τῆς Α. καὶ Δ. λεκάνης τῆς Μεσογείου. Ἀλλ' ἐὰν τοῦτο ᾔτο ἀκριβές, ἔπρεπε, προφανῶς, ὡς παρατήρησε καὶ ὁ κ. Sterneck, ἐπειδὴ ὁ χρόνος ἀποκαταστάσεως τοῦ λιμένος ἀνέρχεται πρὸς Β. μὲν τοῦ στενοῦ εἰς 9 ὥρας πρὸς Ν. δὲ αὐτοῦ εἰς 3 ὥρας, τὸ ρεῦμα νὰ μεταβάλλῃ φορὰν ὅταν καὶ ἡ διαφορὰ στάθμης μεταβάλλῃ σημεῖον, κατὰ τὴν 6 καὶ τὴν 12 ὥραν, ἐνῶ, πράγματι, μεταβάλλει ἀκριβῶς κατὰ τὴν 3 καὶ 9 ὥραν, τοῦθ' ὅπερ συμφωνεῖ πρὸς τὴν θεωρίαν τῆς παλιρροϊκῆς κυμάνσεως ἐντὸς τῶν διωρύγων. Ὅθεν, ἂν καὶ εἰς τὸ στενὸν τῆς Μεσσηνίας, ὡς καὶ εἰς τὸ στενὸν τῆς Τύνιδος, ὑφίσταται μεγάλη διαφορὰ ὕψους τῆς στάθμης ἐκατέρωθεν τῶν στενῶν, τὰ ρεύματα ἐκεῖ δὲν προέρχονται ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῆς Α. καὶ Δ. λεκάνης τῆς Μεσογείου, ὡς συμβαίνει εἰς τὸν Εὐρίπον, ἀλλὰ συμφώνως πρὸς τὴν εἰρημένην θεωρίαν.

ἀποτέλεσμα τοῦτο τῆς θεωρίας, δὲν ἐδόθη εἰσέτι, καὶ θεωροῦμεν, ὅτι θὰ ἦτο λίαν ἀναγκαῖον πρὸς πλήρη βεβαίωσιν τῆς ἀκριβείας τοῦ συμπεράσματος τούτου νὰ δοθῇ. Ἀφ' ἑτέρου, καὶ τὸ ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ τούτου συμπεράσματος συναγόμενον θετικὸν συμπέρασμα, ὅτι δηλαδή, ἀφοῦ δὲν ὑπάρχει ἐνιαία κύμανσις, παραγομένη κατὰ τὴν σχετικὴν θεωρίαν, τὰ ρεύματα τῆς Χαλκίδος θὰ προέρχωνται ἐκ τῆς διαφορᾶς τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων, εἶναι ἄρα γε καὶ αὐτὸ βέβαιον καὶ ἀσφαλές; Ἐδόθη ποτὲ ἀποδείξεις αὐτοῦ; Οὐδέποτε, οὐδεμία, οὔτε θεωρητική, οὔτε ἐκ τῆς παρατηρήσεως εἶχε δοθῇ μέχρι τοῦδε πρὸ τῆς ἀνωτέρω ὑφ' ἡμῶν ἀναφερομένης, ἣτις καὶ αὐτὴ χρήζει πληρεστεράς ἐπιβεβαιώσεως, δι' ἄλλων ἀκόμη ἀποδείξεων. Εὐτυχῶς, τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἡμετέρων ὑπολογισμῶν καὶ μελετῶν τῶν μέχρι τοῦδε γενομένων παρατηρήσεων παρέσχον ἡμῖν διαφόρους τοιαύτας ἀποδείξεις ἀμφοτέρων τῶν ἄνω συμπερασμάτων, ἥτοι τοῦ τε θετικοῦ καὶ τοῦ ἀρνητικοῦ, τὰς ἐξῆς:

α) Ἐὰν ὄντως οἱ δύο ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου κόλποι κυμαίνωνται ὅλως ἀνεξαρτήτως ἀλλήλων, ὥς ἀπαιτεῖ ἡ θεωρία, τὸ δὲ ρεῦμα προέρχεται ἐκ τῆς διαφορᾶς τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων, τότε περὶ τὸ μέσον π.χ. τῆς ἀμπώτιδος, ὅτε ἡ στάθμη τῶν δύο παρὰ τὴν Χαλκίδα λιμένων εὐρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς ὕψος καὶ ἐπέρχεται ἡ στάσις τοῦ ρεύματος, τῆς στάθμης τοῦ Ν. λιμένος εὐρισκομένης κατὰ τι ὑψηλότερον τῆς τοῦ λοιποῦ Ν. Εὐβοϊκοῦ κόλπου, πρέπει νὰ ρέῃ ρεῦμα ἐξ αὐτοῦ, διὰ τοῦ Στενοῦ, ὥς καὶ ἐκ τοῦ λιμένος τῆς Αὐλίδος, διὰ μέσου τοῦ πορθμοῦ αὐτῆς, πρὸς Ν., ὅταν δὲ μετ' ὀλίγον, λόγῳ τοῦ μείζονος ἔυρους τῆς παλιρροίας τοῦ Β. λιμένος καί, ἐπομένως, τῆς ταχύτερας ταπεινώσεως τῆς στάθμης τοῦ Β., ἡ στάθμη αὐτοῦ κατέλθῃ ὑπὸ τὴν τοῦ Ν., νέον ρεῦμα πρέπει νὰ ἀρχίσῃ ρέον καὶ ἐκ τοῦ Ν. πρὸς τὸν Β. λιμένα. Οὕτω πρέπει νὰ ἔχωμεν συγχρόνως ἐκ τοῦ Ν. λιμένος δύο ἀσθενῆ μὲν ἀλλὰ προφανῶς ἀντίθετα ρεύματα, τὸ ἐν πρὸς Β. καὶ τὸ ἄλλο πρὸς Ν. Πράγματι δέ, καθ' ἃ ἀναφέρουν οἱ κ. κ. Καλύδας καὶ Σαρρῆς¹, τὸ φαινόμενον τοῦτο, τὸ ἀσφαλῶς βεβαιοῦν τὴν ἀκρίβειαν τοῦ ἄνω ἀποτελέσματος τῆς θεωρίας, καὶ ἀποδεικνύον, ὅτι τὸ ρεῦμα εἶναι προῖδον μόνον τῆς διαφορᾶς τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων, συμβαίνει παρὰ τὴν Χαλκίδα· ὀλίγον μετὰ τὴν στάσιν τοῦ Β. ρεύματος παρατηροῦνται ὄντως ἐν τῇ Ν. λιμένι ἐπὶ τινα χρόνον τὰ δύο ἀντίθετα ταῦτα ρεύματα. Ἀλλὰ τὸ φαινόμενον αὐτὸ δὲν διαρκεῖ ἐπὶ πολὺ μετὰ πάροδον ὀλίγου χρόνου ἀπὸ τῆς στάσεως τοῦ Β. ρεύματος, ἐπειδὴ αἱ ταχύτητες τῶν ἐκ τοῦ Β. λιμένος ἐκρεόντων δύο ρευμάτων εἶναι ἀντίθετοι, ἡ

¹ Ο κ. Καλύδας γράφει, ὅτι: «πολλάκις ἐν τῇ στενῇ τῆς Αὐλίδος καὶ ἐν αὐτῇ τῇ Στενῇ ἐπικρατεῖ ρεῦμα ἀντίθετον τοῦ κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην ἐν τῇ πορθμῷ τοῦ Εὐρίπου ὑπάρχοντος» (σελ. 15) Ἐπίσης ὁ κ. Σαρρῆς γράφει: Εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἐνάρξεως τοῦ Ν. ρεύματος τὸ ὕδωρ, πρὶν ἔτι ἀρχίσῃ νὰ ρέῃ εἰς τὸν Β. λιμένα, ἐξέρχεται εἰς τὸν Ν. Εὐβοϊκόν. Ἀρχομένου καὶ τοῦ πρὸς Β. ἄκρου, γίνονται ρεύματα κατ' ἀμφοτέρα τὰ στόμια ἀντίθετα.» (σελ. 28.)

στάθμη αὐτοῦ κατέρχεται ταχέως ὑπὸ τὴν τοῦ λιμένος τῆς Αὐλίδος καὶ τότε τὸ ὕδωρ τούτου εἰσέρχεται ὀρμητικῶς, διὰ τοῦ Στενοῦ, ἐντὸς τοῦ Ν. λιμένος καὶ συγχρόνως ἐκ τοῦ Ν. Εὐβοϊκοῦ εἰς τὸν τῆς Αὐλίδος· οὕτως ἀποκαθίσταται ταυτίτης φορᾶς τοῦ ρεύματος καὶ εἰς τὰ τρία στενά. Τὸ ρεῦμα τοῦτο εἶναι, προφανῶς, ἀποτέλεσμα τῆς ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ εὗρους τῆς κυμάνσεως τῶν δύο λιμένων ταχυτέρας μειώσεως τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τοῦ Β. λιμένος καί, συνεπῶς, δὲν θὰ παρήγето ἄνευ αὐτῆς.

β'.) Ἐὰν οἱ δύο ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου λιμένες δὲν ἐκυμαίνοντο ἀνεξαρτήτως ἀλλήλων, ἀλλ' ὑφίστατο ἐνιαία κύμανσις ἐντὸς αὐτῶν, δὲν θὰ ἦτο δύνατον νὰ εἴχομεν τὸ παράδοξον, ὥντως, φαινόμενον τῆς τόσον μεγάλης διαφορᾶς τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως τῶν δύο εἰς ἀπόστασιν ὀλίγων μέτρων κειμένων καὶ διὰ τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου συγκοινωνούντων λιμένων, καθὼς καὶ τὸ ἐξ αὐτοῦ προερχόμενον ἐπίσης παράδοξον φαινόμενον τῆς συγχρόνου ἐμφανίσεως πλημμυρίδος εἰς τὸν ἓνα λιμένα καὶ ἀμπώτιδος εἰς τὸν ἄλλον¹. Διότι, καθ' ἃ δεικνύεται εὐκόλως ἐν τῇ θεωρίᾳ τῶν εἰς τοὺς κόλπους, τὰς διώρυγας καὶ τὰ θαλάσσια στενὰ ἐν γένει παλιρροϊῶν, ἐν περιπτώσει ἐνιαίας κυμάνσεως καὶ ὑφισταμένης τριβῆς, αἱ διάφοροι φάσεις τοῦ ὕψους τῆς στάθμης καὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ρεύματος, διαδίδονται ἐν αὐτοῖς μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος: ($v = \sqrt{gh}$), αἱ δὲ ἄκραι τιμαὶ ἐκατέρου τῶν δύο τούτων φαινομένων, δηλαδὴ τῶν δύο φάσεων τῆς παλιρροίας, (τῆς πλήμης καὶ τῆς ρηχίας) ἀφ' ἑνὸς καὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ρεύματος ἀφ' ἑτέρου, συμβαίνουν συγχρόνως. Ὅθεν, ἐὰν ὑπῆρχεν ἐνιαία κύμανσις, θὰ ἦτο ἀδύνατος ἡ παρατήρησις τῆς μεγάλης ταύτης διαφορᾶς τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως καὶ τῆς συγχρόνου ἐμφανίσεως πλημμυρίδος καὶ ἀμπώτιδος εἰς τοὺς δύο λιμένας.

γ'.) Κατὰ τὴν θεωρίαν τῶν παλιρροϊῶν, ἐντὸς τῶν θαλασσίων στενῶν, ἡ ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος πρέπει νὰ συμβῇ περὶ τὸν χρόνον καὶ περὶ τὸ ὕψος τῆς μέσης παλιρροίας, ἐνῶ, ὡς εἶδομεν, εἰς τὸν Εὐριπον ἡ ἀλλαγὴ αὕτη συμβαίνει πρὸς Β. μὲν πολὺ χαμηλότερον, ἐπομένως δὲ καὶ πολὺ βραδύτερον αὐτῆς, πρὸς Ν. δὲ πολὺ ὑψηλότερον καί, ἐπομένως, πολὺ ταχύτερον αὐτῆς· ἡ ἀλλαγὴ δὲ συμβαίνει τότε μόνον, ὅταν ἡ διαφορὰ τῆς στάθμης, εἰς ἣν τὸ ρεῦμα ὀφείλεται, μεταβάλλῃ σημεῖον. Εἰς τὴν διώρυγα τοῦ Σουέζ π. χ., κατὰ τὴν θεωρίαν, τὸ ρεῦμα τῆς πλημμυρίδος πρέπει νὰ μηδενίζεται 55 λ. περίπου μετὰ τὴν μέσῃ παλιρροίαν, ὅτε θὰ ἄρχεται τὸ ρεῦμα τῆς ἀμπώτιδος, μηδενιζόμενον καὶ αὐτὸ 55 λ. πρὸ τῆς μέσης παλιρροίας, ἐὰν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν καὶ ἡ τριβή·

¹ Τὸ φαινόμενον τοῦτο, τὸ ὁποῖον ὥντως φαίνεται παράδοξον δὲν εἶναι ἐν τούτοις μοναδικὸν εἰς τὸν Εὐριπον: Πράγματι, ὡς εἶδομεν ἤδη ἀνωτέρω, παρουσιάζεται καὶ ἀλλαχοῦ καὶ μάλιστα πληρέστερον ὡς π. χ. ἐκατέρωθεν τῶν δύο λεκανῶν, τῆς Α. καὶ τῆς Δ. τῆς Μεσογείου παρὰ τὴν Σικελίαν.

ἄνευ αὐτῆς τὰ ἰσχυρότερα ρεύματα θὰ παρατηροῦντο περὶ τὴν μέσῃν παλίρροιαν. Καὶ ὄντως, τὰ ἀνωτέρω ἀποτελέσματα τοῦ ὑπολογισμοῦ συμφωνοῦν πρὸς τὴν παρατήρησιν, καθ' ἣν τὰ ρεύματα εἰς τὴν διώρυγα τοῦ Σουέζ, ὡς καὶ ἀλλαχοῦ, ὅπου ἐφαρμόζεται ἡ ἄνω θεωρία, μηδενίζονται περὶ τὴν μέσῃν παλίρροιαν καὶ καθίστανται μέγιστα περὶ τὴν πλήμην καὶ τὴν ρηχίαν. Ἐνῶ εἰς τὸν Εὐρίπον δὲν παρατηροῦνται ταῦτα, διότι τὸ ὕψος τῆς στάθμης καὶ ὁ χρόνος τῆς ἀλλαγῆς τοῦ ρεύματος διέπονται καὶ κανονίζονται, προφανῶς, ὑπὸ τῆς διαφορᾶς τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων.

δ'). Κατὰ τὴν αὐτὴν ἀνωτέρω θεωρίαν, ἡ ταχύτης τοῦ ρεύματος ἐντὸς τῶν θαλασσίων στενῶν εἶναι συνάρτησις τοῦ εὗρους τῆς παλιρροίας, ἐπομένως τὸ μέγιστον αὐτῆς, ὡς καὶ ἡ ἐξ αὐτῆς ἐξαρτωμένη διάρκεια τῆς πλημμυρίδος καὶ τῆς ἀμπώτιδος, ἐξαρτῶνται ἐξ αὐτοῦ. Ὅθεν τὰ μὲν μέγιστα τῆς ταχύτητος εἰς πᾶν σημεῖον πρέπει νὰ παρατηρῶνται περὶ τοὺς χρόνους μὲν τῆς πλήμης καὶ τῆς ρηχίας, ἀλλ' εἰς ἱκανὴν ἀπ' αὐτῶν ἀπόστασιν, λόγῳ τῆς τριβῆς, ἡ δὲ διάρκεια τῆς ἀμπώτιδος νὰ εἶναι αἰσθητῶς μείζων τῆς τῆς πλημμυρίδος. Οὕτως εἰς τὴν διώρυγα τοῦ Σουέζ π.χ., κατὰ τὴν θεωρίαν, τὸ μέγιστον τῆς ταχύτητος τοῦ ρεύματος πρέπει νὰ παρατηρῇται τοῦ μὲν τῆς πλημμυρίδος 55 λεπτὰ πρὸ τῆς πλήμης, τοῦ δὲ τῆς ἀμπώτιδος 55 λεπτὰ μετὰ τὴν ρηχίαν, τοῦθ' ὅπερ συμφωνεῖ καὶ πρὸς τὴν παρατήρησιν. Εἰς τὸν Εὐρίπον ὁμοίως, ἡ μὲν μεγίστη ταχύτης τοῦ ρεύματος παρατηρεῖται σχεδὸν συγχρόνως μετὰ τῆς πλήμης καὶ τῆς ρηχίας, ἡ δὲ ἀμπωτις, ἀντὶ νὰ εἶναι μακροτέρα, εἶναι, ἀντιθέτως πρὸς τὴν ἐν λόγῳ θεωρίαν, κατὰ τι βραχυτέρα τῆς πλημμυρίδος, διότι ταῦτα κανονίζονται, οὐχὶ κατὰ τοὺς ἐν αὐτῇ ὅρους, ἀλλ' ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων.

Ὅθεν οὕτως ἐδείχθη ἤδη πλήρως, ἥτοι διὰ τε τῆς θεωρίας καὶ τῆς παρατηρήσεως, ὅτι τὸ ρεῦμα τοῦ Εὐρίπου εἶναι ἀποκλειστικὸν ἀποτέλεσμα τῆς διαφορᾶς τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων τῆς Χαλκίδος καί, ἐπομένως, τὰ ἐκατέρωθεν καὶ μακρὰν τοῦ πορθμοῦ παρατηρούμενα ἀσθενέστερα ρεύματα προέρχονται ἐξ αὐτοῦ, ἥτοι ἐκ τῆς αὐτῆς διαφορᾶς.

37. Τὰ αἷτια τῆς ἐκάστοτε μεγάλης διαφορᾶς τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων. — Τὰ αἷτια τὰ παράγοντα ἐκάστοτε τὴν διαφορὰν τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων τῆς Χαλκίδος¹ κατὰ τὴν κανονικὴν περίοδον, διάφορα καὶ διαφόρου φύσεως, ἄλλα συστηματικὰ καὶ ἄλλα τυχαῖα, εἶναι: α') ἡ ποσότης τοῦ ὕδατος, ἥτις συστηματικῶς φθάνει διάφορος εἰς τοὺς δύο

¹ Ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι ἐνίοτε τόσο μεγάλη, ὥστε καθίσταται ὀφθαλμοφανής. Ὁ Mansell γράφει περὶ αὐτῆς τὰ ἑξῆς: «Ἰστάμενοι ἐπὶ τῆς γεφύρας καὶ βλέποντες πρὸς Β. παρατηροῦμεν, ὅτι τὰ ὕδατα εἶναι, τοῦλάχιστον, κατὰ ἓνα πόδα ὑψηλότερα.» Ἐντεῦθεν τὸ ρεῦμα ἐκεῖ λαμβάνει ἐκάστοτε τοιαύτην ὁρμὴν, ὥστε κατὰ τὰς ὥρας τῆς μεγάλης αὐτοῦ ταχύτητος φαίνεται ὡς ὁρμητικὸς χεῖμαρος.

λιμένας τῆς Χαλκίδος, εἰσρέουσα ἐντὸς τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου ἐκ τοῦ Αἰγαίου πελάγους, διὰ τῶν δύο στομιῶν τοῦ κόλπου τούτου, κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς πλημμυρίδος περὶ τὰς συζυγίας. β') αἱ ποικίλαι *ταλαντώσεις* (*seiches*). γ') οἱ ἄνεμοι, αἱ διαφοραὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως καὶ ἐν γένει αἱ ἀτμοσφαιρικαὶ διαταράξεις. δ') αἱ παρὰ τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον θερμαὶ πηγαί. ε') τὰ τοπικὰ ρεύματα. ς') οἱ σεισμοὶ καὶ ἐν γένει πᾶν παραγωγικὸν ἀκανονίστου κυμάνσεως τῆς θαλάσσης αἷτιον.

Ἐκ τούτων, τὸ κυριώτερον αἷτιον τῆς παραγωγῆς τῆς διαφορᾶς ταύτης εἶναι ἡ μεγάλη διαφορὰ τοῦ ποσοῦ τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον φθάνει εἰς τοὺς δύο λιμένας. Πράγματι, ἀφοῦ ἡ παλιρροία, ἡ ὁποία παρατηρεῖται ἐντὸς τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου, εἶναι παράγωγος καί, ἐπομένως, ἡ ἐν αὐτῇ κύμανσις τοῦ ὕδατος ὀφείλεται εἰς τὰς διαδοχικὰς ἀξομειώσεις τῆς στάθμης τῆς ἐκτὸς αὐτοῦ θαλάσσης, μεθ' ἧς συγκοινωνεῖ, δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ὑδραυλικὸν φαινόμενον, διεπόμενον ὑπὸ τῶν νόμων τῆς βαρύτητος καὶ ὑπαγόμενον εἰς τοὺς σχετικοὺς τύπους τῆς Ὑδροδυναμικῆς. Ὅθεν τὰ εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ κόλπου παρατηρούμενα παλιρροϊκὰ εὗρη δύνανται νὰ ὀρισθῶσι διὰ τῶν σχετικῶν διαφορικῶν ἐξισώσεων αὐτῶν, λαμβανομένου ὑπ' ὄψιν, ὅτι ὁ χρόνος καὶ τὸ εὖρος τῶν διαφορῶν παλιρροϊκῶν φάσεων τοῦ στομίου εἶναι τὰ αὐτὰ πρὸς τὰ ἀντίστοιχα στοιχεῖα τῆς ἐκεῖ ἐξωτερικῆς θαλάσσης. Πρὸς ἐκτέλεσιν τοῦ ὑπολογισμοῦ τούτου, διαιροῦμεν τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον ἀπὸ τῆς Χαλκίδος μέχρι τῶν δύο στομιῶν του, ὡς καὶ τοὺς παρ' αὐτὸν μικροτέρους κόλπους, ἥτοι τὸν Παγασητικόν, τὸν Μαλιακὸν καὶ τὸν τῆς Αἰδηψοῦ, διὰ σειρᾶς κατακορύφων ἐπιπέδων καθέτων ἐπὶ τῶν δύο ἁκτῶν, εἰς τμήματα, τῶν ὁποίων ὑπολογίζομεν τὰς διαστάσεις ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἐκ τοῦ σχετικοῦ ἀγγλικοῦ χάρτου ἐξαγομένων στοιχείων, καὶ εὐρίσκομεν τὰ διὰ τῶν ἐπιπέδων τούτων, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς πλημμυρίδος ἢ τῆς ἀμπώτιδος, διερχόμενα ποσὰ ὕδατος· διὰ τῶν ἐν λόγῳ δὲ διαφορικῶν ἐξισώσεων συνάγομεν διαδοχικῶς τὴν ἀξομείωσιν τῆς στάθμης εἰς ἐκάστην τῶν ἐν λόγῳ τομῶν μέχρι τῶν δύο τελευταίων, τῶν ἐπὶ τῶν δύο στομιῶν τοῦ κόλπου, συναρτήσῃ τῶν ζητούμενων εὐρῶν τῶν δύο λιμένων.

Οὕτως ἀφοῦ καταλήξωμεν εἰς τὰς δύο τελευταίας τομάς, τὰς κειμένας παρὰ τὰ δύο στόμια τοῦ κόλπου, τῶν ὁποίων γνωρίζομεν τὸ παλιρροϊκὸν εὖρος, συνάγομεν, τῇ βοήθειᾳ τῶν γνωστῶν τούτων εὐρῶν, τὴν θεωρητικὴν τιμὴν τοῦ ζητούμενου ὕψους τῆς παλιρροίας εἰς τοὺς δύο λιμένας. Ἐὰν λάβωμεν ὡς τιμὴν τοῦ εὗρους τῆς παλιρροίας, κατὰ τὰς συζυγίας, εἰς τὰ δύο στόμια τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου, τὸ ἐν Σκιάθῳ παρατηρηθὲν ὑπὸ τοῦ Mansell καὶ τοῦ Μιαούλη, ἥτοι 0^μ,30, ὅπερ φαίνεται, ὅτι εἶναι καὶ τὸ γενικὸν εὖρος ὁλοκλήρου τοῦ Αἰγαίου πελάγους κατὰ τὰς συζυγίας¹, εὐρίσκομεν ὡς *θεωρητικὰς τιμὰς* τοῦ εὗρους τῆς παλιρροίας διὰ

¹ Διὰ τὸ Δεδεαγάτς δ κ. Sterneck εὑρεν ὡς εὖρος 0^μ,29 καὶ ἀποκατάστασιν λιμένος 4^μ,8· τὰ αὐτὰ περίπου ἀποτελέσματα δέχεται καὶ διὰ τὸν Βόλον (4^μ,1 καὶ 0^μ,29), εἰς τὴν Θεσσαλονίκην (4^μ,0 καὶ 0^μ,30).

μὲν τὸν Β. λιμένα 0^μ.85, διὰ δὲ τὸν Ν. 0^μ.34, ἤτοι ἀκριβῶς τὰς ὑπὸ τῆς παρατηρήσεως παρεχόμενας (0^μ.86 καὶ 0^μ.34).

Ὁ κ. Sterneck, ἐν τῷ ὑπολογισμῷ αὐτοῦ, ἔλαβε διὰ μὲν τὸ Β. στόμιον 0^μ.277 διὰ δὲ τὸ Ν. 0^μ.198 καὶ εὗρεν ὡς θεωρητικὰς τιμὰς, διὰ μὲν τὸν Β. λιμένα 0^μ.788 διὰ δὲ τὸν Ν. 0^μ.227, ἤτοι τιμὰς, αἱ ὁποῖαι δὲν ἀπέχουν σχετικῶς πολὺ τῶν ἀληθῶν αἱ διαφοραί, τὰς ὁποίας παρουσιάζουν πρὸς τὰς ἀληθεῖς, ὀφείλονται εἰς τὴν ἀνακρίβειαν τῶν ὑπ' αὐτοῦ ληφθέντων παλιρροϊκῶν εὐρῶν τῶν δύο στομιῶν.

Ὁ κ. Endros ἐκ μόνου τοῦ λόγου, ὅτι τὸ ἀπὸ Β. πρὸς Ν. ρέον ρεῦμα ἔχει, ὡς νομίζει, πλεόν ἢ διπλασίαν, κατὰ μέσον ὅρον, συχνότητα καθ' ἐκάστην, ἡ δὲ κύμανσις τῆς στάθμης πρὸς Β. εἶναι διπλασία τῆς πρὸς Ν., συμπεραίνει, ἄνευ ἄλλων σχετικῶν ὑπολογισμῶν, ὅτι τὸ πρὸς Ν. ρέον ὕδωρ εἶναι τετραπλάσιον καὶ πλεόν τοῦ πρὸς Β. τοῦ πορθμοῦ ρέοντος. Ἄλλ' ὁ ἀριθμὸς αὐτὸς εἶναι βεβαίως ὑπερβολικὸς.

Τὴν διαφορὰν τοῦ ποσοῦ τοῦ ὕδατος, ὅπερ φθάνει, περὶ τὰς συζυγίας, εἰς τοὺς δύο παρὰ τὴν Χαλκίδα λιμένας, καθιστᾷ, ἐν τινι μέτρῳ, μᾶλλον αἰσθητὴν εἰς ὕψος στάθμης ἐν αὐτοῖς ἢ τοπογραφικὴ διαμόρφωσις τούτων. Πράγματι, τὸ παλιρροϊκὸν κύμα, διὰ τὴν φθάσιν μέχρι τῶν δύο στομιῶν τοῦ στενοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου, προχωρεῖ εἰς μὲν τὸν Β. λιμένα ἐκ τοῦ πολὺ εὐρύτερου καὶ βαθύτερου Β. Εὐβοϊκοῦ κόλπου, συνεχῶς στενοχωρούμενον ἐντὸς τῆς βαθμυγῶν στενωτέρας, χωνοειδοῦς τὸ σχῆμα καὶ ἀβαθεστέρας λεκάνης τοῦ λιμένος τούτου· ἐνῶ, τοῦναντίον, διὰ τὴν φθάσιν τὸ κύμα ἐκ τοῦ Ν. Εὐβοϊκοῦ κόλπου εἰς τὸν Ν. λιμένα εἰσέρχεται ἐν πρώτοις διὰ τοῦ στενοῦ πορθμοῦ τῆς Αὐλίδος καὶ ἀναπτύσσεται εἰς τὴν ἐπιμήκη καὶ πολὺ εὐρύτεραν κατ' ἐπιφανείαν καὶ βαθύτεραν τοῦ πορθμοῦ τούτου λεκάνην τοῦ λιμένος τῆς Αὐλίδος, κατόπιν δὲ ὁμοίως, διὰ τοῦ ἐτέρου πορθμοῦ, τοῦ Στενοῦ, εἰς τὸν κυκλικὸν σχεδόν, ἀλλὰ πολὺ εὐρύτερον τοῦ Στενοῦ, Ν. λιμένα. Ἄλλ' ὡς γνωστόν, ἐκ τοῦ νόμου τοῦ Ἀριστοτέλους, ὅταν παραγωγικὸν κύμα εἰσέρχεται ἀπὸ εὐρύτερου καὶ βαθύτερου εἰς στενώτερον καὶ ἀβαθέστερον χώρον, ἡ μὲν ταχύτης τοῦ ἐλαττοῦται, ἀλλὰ τὸ ὕψος τοῦ αὐξάνει κατ' ἀντίστροφον λόγον τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τοῦ εὗρους τῆς ἐπιφανείας καὶ τῆς τετάρτης ρίζης τοῦ βάθους. Τὸ ἀντίθετον, προφανῶς, συμβαίνει, ὅταν τὸ κύμα εἰσέρχεται, διὰ στενοῦ πορθμοῦ, ἐντὸς εὐρύτερας λεκάνης, ἀναπτυσσόμενον οὕτως ἐντὸς αὐτῆς ἐπὶ μείζονος ἐπιφανείας¹.

Ἡ ἀνωτέρω εὑρεθεῖσα διαφορὰ τοῦ ποσοῦ τοῦ ὕδατος εἶναι ἡ κυρία καὶ σχε-

¹ Ἐν γένει δὲ κατέληξε καὶ οὗτος ἐν τῇ Ὑδροδυναμικῇ θεωρίᾳ τῶν ἡμυμερησίων παλιρροϊῶν τῆς Μεσογείου εἰς τὸ συμπέρασμα : «ὅτι ὁλόκληρον τὸ Β. ἄκρον τοῦ Αἰγαίου πελάγους ἔχει περίπου 4^ω ἀποκατάστασις λιμένος καὶ 0^μ.30 περίπου εὗρος παλιρροίας κατὰ τὰς συζυγίας.»

² Αἱ κύμανσις τῆς θαλάσσης, γράφει ὁ Laplace, ἐντὸς στενοῦ χώρου δύνανται νὰ καταστῶσι πολὺ μεγάλαι, ἡ δὲ ἀνάκλασις αὐτῶν ἐπὶ τῶν ἀντιθέτων πλευρῶν δύναται νὰ τὰς αὐξήσῃ ἔτι περισσότερον. (Mec. Cel. Liv. IV p. 256). Σημειωτέον, ὅτι ὁ νόμος οὗτος ἐφαρμόζεται προκειμένου περὶ παραγῶγον

δὸν ἀποκλειστικὴ αἰτία τῆς διαφορᾶς τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων περὶ τὰς συζυγίας. Τὰ λοιπὰ αἰτία εἶναι ὅλως δευτερεύοντα καί, πλὴν τοῦ τῆς τοπογραφικῆς διαμορφώσεως τῶν δύο λιμένων, τὰ ἄλλα ἐκτάκτως μόνον ἐνεργοῦσιν. Καὶ συντελοῦσι μὲν, ὡς θὰ ἴδωμεν, ταῦτα κυρίως εἰς τὴν παραγωγὴν τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος περὶ τοὺς τετραγωνισμούς, πολὺ μικρὰν ὅμως ἔχουν ἐπίδρασιν συνήθως ἐπὶ τῆς περὶ τὰς συζυγίας διαφορᾶς ταύτης τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων καὶ τοῦ ἐξ αὐτῆς προερχομένου κανονικοῦ ρεύματος, σπανίως μόνον παράγοντα τινὰ ἐξ αὐτῶν, ὡς ὁ ἄνεμος, λίαν αἰσθητὸν ἀποτέλεσμα ἐπὶ τῆς διαρκείας καὶ τοῦ ὕψους τῶν ρευμάτων.

Ἦδη δύναται νὰ ἐξηγηθῇ εὐκόλως καὶ ἐντελῶς καὶ ἡ μεγάλη τιμὴ τοῦ λόγου $\frac{S_2}{M_2}$ ὡς προκύπτουσα ἐκ τῆς παλιρροίας τῆς Α. λεκάνης τῆς Μεσογείου, λαμβανομένης ὑπ' ὅψιν καὶ τῆς αὐξήσεως, ἣν λαμβάνουν αἱ ἁρμονικαὶ σταθεραὶ M_2 καὶ S_2 ἀπὸ τοῦ στομίου τοῦ Β. Εὐβοϊκοῦ κόλπου μέχρι τοῦ Β. λιμένος. Πράγματι, ὡς εἶδομεν ἤδη, ἡ παλιρροία τοῦ Εὐρίπου εἶναι ἐκδήλωσις ὅχι μόνον τῆς ἐν τῇ Αἰγαίῳ πελάγει παραγομένης ἐπιτοπίου μικρᾶς παλιρροίας, ἀλλ' ἰδίως τῆς ἐκ τῆς Α. λεκάνης τῆς Μεσογείου προερχομένης, τῆς ὁποίας τὸ Αἰγαῖον δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς κόλπος. Ἡ Α. λεκάνη τῆς Μεσογείου, κυμαινομένη συγχρόνως μετὰ τῆς Δ., ἐφ' ἧς ἐπιδρῶσι πρὸς τούτοις ὀλίγον καὶ αἱ παλιρροίαι τοῦ Ἀτλαντικοῦ, παρουσιάζει κατὰ τοὺς ἐν τῇ περὶ τῶν παλιρροίων τῆς Μεσογείου πραγματεῖα τοῦ κ. Sterneck ὑπολογισμοὺς αὐτοῦ, εἰς τὴν ἰδιαίτεράν κύμανσιν αὐτῆς, τιμὴν διὰ τὸν λόγον $\frac{S_2}{M_2}$ ἴσην πρὸς 0.49.

Πράγματι, ὡς εἶπομεν ἤδη, ἡ Α., ὡς καὶ ἡ Δ. λεκάνη τῆς Μεσογείου, κυμαίνονται σχεδὸν συμφώνως πρὸς τὴν στατικὴν θεωρίαν. Ἀλλ' ἐὰν ἡ στατικὴ θεωρία ἐφηρμόζετο ἀκριβῶς ἐπὶ τῆς παλιρροίας τῆς Α. Μεσογείου, ἡ τιμὴ αὕτη ἔπρεπε νὰ ᾔτο πανταχοῦ ἀκριβῶς ἡ ὑπ' αὐτῆς παρεχόμενη, ἥτοι 0.46. Ἀλλ' ἡ θεωρία αὕτη, κατὰ προσέγγισιν μόνον ἐφαρμόζεται ἐνταῦθα. Συμφώνως δὲ πρὸς τὴν ἀκριβέστερον ἐφαρμοζομένην Ὑδροδυναμικὴν θεωρίαν, τὸ εὖρος τῆς κυμάνσεως τῆς τοιαύτης παλιρροίας, ἐξαρτώμενον ἐκ τῆς σχέσεως τῆς περιόδου τῆς κυμαινομένης λεκάνης ($8^{\circ}, 54$) πρὸς τὴν περίοδον τῆς παλιρροιογόνου δυνάμεως ($12^{\circ}, 12$), καθίσταται οὕτω 0.49. Ἡ παρατήρησις δὲ δεικνύει, ὅτι καὶ εἰς τὸ Αἰγαῖον ἡ τιμὴ τοῦ λόγου τούτου εἶναι ἀκριβῶς ἡ αὐτή, ἥτοι 0.49. Ἀλλ' ἡ τιμὴ αὕτη τοῦ λόγου $\frac{S_2}{M_2}$ ὑφίσταται νέαν αὐξήσιν ἀπὸ τῶν στομίων τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου μέχρι τῶν δύο

παλιρροίας, διότι προκειμένου περὶ τῆς ἀστρονομικῆς ἰσχύει ὁ ἀντίθετος. Ἀλλως δέ, προκειμένου περὶ τοῦ ἀστρονομικοῦ κύματος, συνεπεία τοῦ ὁποίου ἡ ἀνύψωσις τοῦ ὠκεανοῦ παράγει τὴν εἰς τὰς ἀκτὰς παρατηρουμένην παράγωγον παλιρροϊκὴν κίνησιν, δὲν πρέπει νὰ λησμονῇται, ὅτι ἡ ρύμη τῆς μεγάλης μάξης τοῦ ὠκεανοῦ, ἥτις οὕτω μετατίθεται ἐν μέρει τοῦλάχιστον, εἰς μᾶζαν ὕδατος ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικροτέραν, καθ' ὅσον ἐλαττοῦται τὸ βάθος τῆς θαλάσσης πρὸς τὰς ἀκτὰς, εἶναι αἰτία αὐξήσεως τῆς ταχύτητος τοῦ ρεύματος τῆς παλιρροίας, ἐξ ἧς προκύπτει καὶ αὐξήσις τοῦ εὗρους τῆς κατακορύφου κινήσεως.

λιμένων τῆς Χαλκίδος, καθισταμένη, κατὰ τοὺς ἡμετέρους ὑπολογισμοὺς, ἀκριβῶς ἴση πρὸς τὴν ὑπὸ τῆς παρατηρήσεως παρεχομένην δι' ἀμφοτέρους τοὺς λιμένας τούτους καὶ ἐπισφραγίζουσα οὕτω μετὰ τῆς τοῦ Αἰγαίου τὴν ἀνωτέρω θεμελιώδη ὑπόθεσιν ἡμῶν περὶ τῆς κυρίας καταγωγῆς τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου ἐκ τῆς Α. λεκάνης τῆς Μεσογείου.

Κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ κ. Sterneck, ἡ θεωρητικὴ αὕτη τιμὴ διαφέρει ὀλίγον τῆς ὑπὸ τῆς παρατηρήσεως παρεχομένης· διὰ τὸν Β. λιμένα ἀνέρχεται εἰς 0.60 μόνον. Ἀλλ' ἡ μικρὰ αὕτη διαφορὰ προέρχεται ἐκ τοῦ σφάλματος τῆς ληφθείσης τιμῆς τοῦ εὗρους τῶν παλιρροιῶν εἰς τὸ στόμιον τοῦ κόλπου.

Σημειωτέον, ὅτι ἡ ἀπὸ τοῦ στομίου τοῦ κόλπου μέχρι τῶν δύο λιμένων ἐπερχομένη αὔξησης τῆς τιμῆς τῶν ἀρμονικῶν κυμάτων M_2 καὶ S_2 εἶναι διὰ τὸ S_2 αἰσθητῶς μείζων τῆς τοῦ M_2 εἰς ἀμφοτέρους τοὺς λιμένας, ἰδίως δὲ πολὺ περισσότερον εἰς τὸν Β. Ἐντεῦθεν ὁ λόγος $\frac{S_2}{M_2}$ τοῦ Β. λιμένος καθίσταται πολὺ μεγαλύτερος ὅχι μόνον τῆς θεωρητικῆς τιμῆς 0.46 ἀλλὰ καὶ αὐτῆς τῆς τοῦ λόγου $\frac{S_2}{M_2}$ τοῦ Ν. λιμένος. Οὕτως, αἱ ὑπὸ τῶν παρατηρήσεων εὐρεθεῖσαι τιμαὶ τοῦ λόγου $\frac{S_2}{M_2}$ δι' ἀμφοτέρους τοὺς λιμένας τῆς Χαλκίδος ἐξηγοῦνται πληρέστερα ὑπὸ τῆς θεωρίας τῶν παλιρροιῶν τῆς Μεσογείου καί, συνεπῶς, οὐδὲν τὸ ἀνώμαλον παρουσιάζουν εἰς τὸν Εὐριπον.

38. Τὰ αἷτια τῆς παραγωγῆς τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος. — Καθ' ἃ εἶδομεν ἀνωτέρω, ὁ Forel, ὡς καὶ πρὸ αὐτοῦ ὁ Ἀριστοτέλης, ἐθεώρησεν, ὅτι αἱ συχναὶ καὶ ἀκανόνιστοι ἀλλαγαὶ τοῦ ρεύματος, περὶ τοὺς τετραγωνισμούς, εἶναι ἀποτέλεσμα τῶν αὐξομειώσεων τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων, προερχομένων ἐκ διαφόρων μηχανικῶν αἰτίων, ἰδίως μετεωρολογικῶν, ξένων πρὸς τὴν σεληνογηλιακὴν παλίρροιαν, τῶν αὐτῶν δὲ πρὸς τὰ εἰς τὰς λίμνας παράγοντα τὰς ὑπ' αὐτοῦ τὸ πρῶτον ἐκεῖ ἐξηγηθείσας ταλαντώσεις (seiches). Κατὰ τὴν ἐν λόγῳ θεωρίαν, αἱ ταλαντώσεις αὗται, αἱ ὁποῖαι εἶναι ἐνίοτε πολὺ εὐρύτεραι τῶν περὶ τοὺς τετραγωνισμοὺς παλιρροιῶν τοῦ Εὐρίπου, ἀνίσχυροι μὲν νὰ ὑπερισχύσωσι τῆς περὶ τὰς συζυγίας μεγάλης ἐκάστοτε διαφορᾶς τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων καί, συνεπῶς, νὰ μεταβάλῃ τὴν κανονικότητα τοῦ ρεύματος κατ' αὐτάς, δύνανται ὅμως, περὶ τοὺς τετραγωνισμούς, νὰ καλύψωσι καὶ ἀλλοιώσωσιν ἐπαρκῶς τὰ μικρὰ καὶ ὀλίγον διαφέροντα τότε ὕψη τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων καί, ἐπομένως, νὰ ἐπιφέρωσιν οὕτω, διὰ τῆς μεταβολῆς τῆς διαφορᾶς αὐτῶν, ἀλλαγὴν ἢ παράτασιν τῆς κανονικῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος, πολλάκις τῆς ἡμέρας ἐνίοτε ἐπαναλαμβανομένην.

Ἐπειδὴ αἱ λίμναι ἔχουν μικρὰν σχετικῶς ἑκτασιν δὲν δύνανται νὰ ἔχουν, ὡς εἶδομεν, αἰσθητὰς σεληνογηλιακὰς παλιρροίας. Ἀλλ' ὅταν αὗται ἀπομακρύνονται τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑπὸ μηχανικῆς τινος ἐνεργείας, παράγουν

ἐλευθέρας κυμάνσεις ἢ ταλαντώσεις. Κατὰ τὸν Forel, αἱ τοιαῦται ταλαντώσεις τοῦ ὕδατος, καθ' ὅς ἡ λίμνη ταλαντεύεται ἐκατέρωθεν μέσου τινὸς ἄξονος, παράγονται, ὡς εἵπομεν ἤδη, ὑπὸ διαφορῶν μηχανικῶν ἐνεργειῶν, ὡς τοπικῶν καὶ ἀποτόμων μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἀνέμων, ἀποτόμων θυελλῶν, σιφῶνων, καταιγίδων, ραγδαίων βροχῶν, πτώσεων μεγάλων χιονοστιβάδων ἢ γητίνων ὄγκων, ἀλλὰ, συνηθέστερον, ὑπὸ μετεωρολογικῶν διαταράξεων ἐπὶ περιωρισμένων ἐπιφανειῶν, ἐν μέσῳ ἡρέμου περιοχῆς. Αἱ ἐνέργειαι αὗται ἐπιφέρουν προσωρινὴν μεταβολὴν τῆς διευθύνσεως τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, ἥτις προκαλεῖ, εὐθὺς ὡς παύσει ἡ σχετικὴ ἐνέργεια, σειρὰν ρυθμικῶν κυμάνσεων κατὰ τὰς κυρίας διαμέτρους, καὶ μάλιστα κατὰ μῆκος τῆς λεκάνης, μέχρις ἀποκαταστάσεως τῆς ἰσορροπίας τῆς στάθμης αὐτῆς. Αἱ σειραὶ αὗται τῶν ταλαντώσεων ἄρχονται μετὰ τὴν διάβασιν τοῦ κυκλῶνος καὶ ἐν γένει τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαταράξεως, τὰ δὲ σχετικὰ κύματα ἐκτείνονται εἰς ὁλόκληρον τὴν μᾶζαν τοῦ ὕδατος, ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας μέχρι τοῦ πυθμένου. Ἀναλόγως δὲ τῆς θέσεως, εἰς τὴν ὁποίαν ἐνεργεῖ ἡ αἰτία τῆς κυμάνσεως, ἡ μᾶζα τοῦ ὕδατος ὑποδιαιρεῖται εἰς ἐν ἢ πλείονα τμήματα, ἕκαστον τῶν ὁποίων παρουσιάζει ἰδίας ἰσοχρόνους κυμάνσεις, συμμετρικὰς εἰς δύο γειτονικὰ τμήματα, ἥτοι στάσιμα κύματα: μονόδεσμα, δίδεσμα, πλειόδεσμα, τὰ ὁποῖα, ὡς ἐδείχθη ἤδη ὑπὸ τῆς παρατηρήσεως καὶ τοῦ πειράματος, προκαλοῦν ἐντὸς τῶν ἀβαθῶν λεκανῶν ὀριζοντίας μετατοπίσεις τοῦ ὕδατος, δηλαδὴ ρεύματα, ἐμφανιζόμενα εἰς τὰς ἀκτὰς ὡς πλημμυρίδες καὶ ἀμπώτιδες, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται ταλαντώσεις (*seiches*). Ὁ ἀριθμὸς τῶν κοιλιῶν τῆς κυμάνσεως ὑπερβαίνει κατὰ μονάδα τὸν τῶν δεσμῶν αὐτῆς. Ἐντὸς ἐκάστης λεκάνης δύναται νὰ παραχθῇ ἄπειρος ἀριθμὸς στασίμων κυμάτων, ἕκαστον τῶν ὁποίων ἔχει ἰδίαν, διάφορον τῆς τῶν ἄλλων, περίοδον, ἐντὸς τῆς ὁποίας τὸ κύμα διατρέχει δις, ἐν περιπτώσει ἐνὸς δεσμοῦ, τὸ μῆκος τοῦ κυμαινόμενου τμήματος. Καὶ ὄντως, ὡς παρατηρήθη ἤδη, εἰς τὰς λίμνας, τοὺς κόλπους καὶ τὰς θαλάσσας ἐν γένει σπανίως συμβαίνει μία μόνη ταλάντωσις· συνήθως παρατηρεῖται σειρὰ ταλαντώσεων μετὰ διαφόρων περιόδων. Τὰ κύματα ταῦτα διαδέχονται ἀλλήλα μετὰ κυμάνσεων ἰσοχρόνων καὶ μετὰ εὗρους βαθμηδὸν μειουμένου μέχρι τοῦ μηδενὸς. Ἡ ἐκμηδένισις τοῦ εὗρους τῶν ταλαντώσεων εἶναι ἐξαιρετικῶς βραδεῖα, διαρκοῦσα εἰς τὴν λίμνην Lemna μέχρι δέκα ἡμερῶν ἐνίοτε.

Καθ' ὃ ἐδείξαν ἤδη αἱ παλιρροιογραφικαὶ παρατηρήσεις, ταλαντώσεις συμβαίνουν, ἐφ' ὅσον ἐπέρχονται εὐνοϊκοὶ πρὸς τοῦτο ὅροι, ὅχι μόνον εἰς τὰς λίμνας, ἀλλ' εἰς ὅλους τοὺς κόλπους, τοὺς λιμένας καὶ ἐν γένει εἰς ὅλας τὰς θαλασσίας λωρίδας καὶ τὰς ἀκτὰς τῆς θαλάσσης· πανταχοῦ εἰς τὰς τοιαύτας θαλάσσας παρατηροῦνται ἐκάστοτε περιοδικαὶ κυμάνσεις, ἀνάλογοι πρὸς τὰς λιμνικὰς ταλαντώσεις, ἐξαρτώμεναι ἐκ τῶν σχέσεων τῶν μεγεθῶν τοῦ εὗρους, τοῦ βάθους καὶ τοῦ σχήματος αὐτῶν. Εἰς τὰς ταλαντώσεις τῶν κόλπων καὶ τῶν λιμνῶν παρατηρεῖται, ὅτι τὸ

μὲν ὕψος τοῦ πρώτου κύματος εἶναι τὸ μέγιστον, ἢ δὲ περίοδος αὐτοῦ ἢ μακροτέρα τῶν τῶν ἐπομένων κυμάνσεων, αἱ ὁποῖαι ἔχουν ρυθμὸν ὁμαλότερον. Ὅταν τὰ κύματα παράγονται ἐντὸς ἀποτόμῳ στενοῦ καὶ ἀβαθοῦς κόλπου, κατ' ἀνάγκην γίνονται ὑψηλότερα, ἀντιστρόφως ἀναλόγως πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τοῦ βάθους αὐτῆς. Κατὰ τὸν τύπον τοῦ Merian ὑπὸ τὴν ἀπλουστέραν μορφήν του, ἡ περίοδος τῆς ταλαντώσεως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ μῆκος τοῦ κυμαινομένου ὕδατος: $t = \frac{2\pi}{\sqrt{g h}}$.

Αἱ μακρᾶς περιόδου ταλαντώσεις ἐντὸς μικρῶν λεκανῶν δύνανται νὰ προέρχωνται ἐκ γειτονικῶν θαλασσῶν, καθὼς π. χ. αἱ εἰς τοὺς δύο λιμένας τῆς Χαλκίδος παρατηρούμεναι ἐκ τοῦ Αἰγαίου πελάγους ἢ καὶ τῆς λοιπῆς Μεσογείου.

Αἱ ταλαντώσεις, αἱ ὁποῖαι σχηματίζονται ἰδίως εἰς θαλάσσας, ἐχούσας πολλοὺς κόλπους καὶ στενὰ ἐν γένει, εἶναι πολὺ διαδεδομένα εἰς τὴν Μεσόγειον θάλασσαν καὶ ἰδίως εἰς τοὺς λιμένας καὶ τὰς στενὰς θαλάσσας τῆς πολυπλόκου τὴν μορφήν Α. λεκάνης αὐτῆς, καὶ μάλιστα εἰς τὸ Αἰγαῖον πέλαγος, παρὰ τὰς μεγάλας καὶ μικρὰς νήσους καὶ χερσονήσους, προερχόμεναι κυρίως ἐξ ἀτμοσφαιρικῶν διαταράξεων καὶ καθοδικῶν ἀνέμων (ἀεροκαταρρακτῶν), ἀλλὰ καὶ τινες ἐκ τῶν πολυειδῶν συμβολῶν, τῶν ὀφειλομένων εἰς τὰς ἐπὶ τῶν ἀποκρήμνων ἀκτῶν ἀνακλάσεις τῶν κυμάτων. Ταλαντώσεις παρετηρήθησαν ἤδη, ὡς γνωστόν, εἰς τὸν λιμένα τῆς Δήμνου ὑπὸ τοῦ Α. Thomson, εἰς ἀμφότερα τὰ ἄκρα τῆς διώρυγος τῆς Κορίνθου ὑπὸ τοῦ Ρώσσου ναυάρχου Makaroff (μελετηθεῖσαι ὑπὸ τοῦ Wegemann), εἰς τὸ δυτικὸν ἄκρον τῆς Αἰγίνης καὶ ἀλλαχοῦ τῆς Μεσογείου, δυνάμεναι νὰ καλύπτωσιν ἐνίοτε τὰς κανονικὰς παλιρροίας. Ὅθεν τοιαῦται ταλαντώσεις πρέπει ἀναμφιδόλως νὰ συμβαίνωσι καὶ εἰς τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον, προερχόμεναι ἐκ μηχανικῶν ἐνεργειῶν, καὶ ἰδίᾳ ἀτμοσφαιρικῶν διαταράξεων, ὡς ὑπέθεσεν ὁ Forel, ἐπιχειρήσας νὰ λύσῃ δι' αὐτῶν τὸ ἀρχαῖον ζήτημα τῶν ἐν τῇ Εὐρίπῳ ἀκανονίστων ρευμάτων, συμφώνως πρὸς τὴν σχετικὴν θεωρίαν τοῦ Ἀριστοτέλους. Καὶ εἶναι μὲν ἀληθές, ὅτι, ὡς προκύπτει ἐκ τῆς μελέτης τῶν παλιρροϊκῶν καμπύλων τοῦ Β. καὶ ἔτι μᾶλλον ἐκ τῶν τοῦ Ν. λιμένος, αἱ εἰς τοὺς λιμένας τούτους παρατηρούμεναι διαδοχικαὶ ταλαντώσεις αὐτῶν, οὔτε κανονικὸν ρυθμὸν, ὡς ὁ τοῦ ἐκκρεμοῦς, παρουσιάζουν, οὔτε ἰσόχρονοι εἶναι, οὔτε βαίνουν βαθμηδὸν ἐλαττούμεναι τὸ εὖρος, οὔτε διακοῦν ἐπὶ μακρὸν καὶ πολλάκις ἐπὶ σειρὰν ἡμερῶν, ὡς αἱ τῶν λιμνῶν· ἀλλ' ἐκ τούτου δὲν συνάγεται, ὅτι δὲν εἶναι τῆς αὐτῆς φύσεως, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, πρὸς ἐκείνας, ἀν καὶ δὲν ἔχουν τὰς χαρακτηριστικὰς ιδιότητας αὐτῶν· διότι δὲν πρέπει νὰ λησμονῇται, ὅτι εἰς τὴν θάλασσαν, καὶ μάλιστα εἰς τὸ Αἰγαῖον καὶ τὸν Εὐρίπον κυρίως, ὅπου πολλὰ αἷτια, συχνάκις ἐπαναλαμβανόμενα, παράγουν ταλαντώσεις, αὗται δὲν δύνανται νὰ παρουσιάζουν τοὺς χαρακτήρας καὶ τὰς ιδιότητας τῶν εἰς τὰς συνήθως ἡρέμους λίμνας ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν μόνον παραγομένων. Ἐν τούτοις, ὡς θὰ ἴδωμεν, οὔτε τὸ ἀκανόνιστον ρεῦμα τοῦ Εὐρίπου ὀφείλεται ἀποκλειστικῶς καὶ

μόνον εἰς τὰς ταλαντώσεις, ὡς ὑπέθεσεν ὁ Forel, οὔτε ὅλαι αἱ εἰς αὐτὸν καὶ τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον ἐν γένει συμβαίνουσαι ἢ ἐξωθεν τούτων προερχόμεναι ταλαντώσεις ὀφείλονται εἰς τὰ ἀτμοσφαιρικὰ καὶ τὰ λοιπὰ αἷτια, τὰ ὅποια ἀναφέρει οὗτος.

Ὁ ἄνεμος εἶναι βεβαίως ἐν τῶν κυριωτέρων αἰτίων τῆς ἀκαταστασίας τοῦ ρεύματος τοῦ Εὐρίπου ὡς προκύπτει ἐξ αὐτῆς τῆς παρατηρήσεως. Ἐντεῦθεν παράγονται πολλάκις ἀκανόνιστα κύματα, ἔχοντα εὖρος ἀνάλογον πρὸς τὴν δύναμιν τοῦ ἀνέμου. Τὰ κύματα δὲ ταῦτα προξενοῦν ἀλλαγὰς ἢ παρατάσεις τοῦ ρεύματος, ἀντιστοιχοῦσας εἰς τὰς τοῦ ἀνέμου. Ἀντιθέτως δέ, καθ' ἃ παρετήρησαν ἤδη ἐπανειλημμένως ὁ Μιαούλης καὶ ὁ κ. Μάζης, κρατούσης εὐδίας, αἱ ἀλλαγαὶ τοῦ ρεύματος εἶναι ἐνίοτε κανονικαὶ καὶ κατ' αὐτοὺς τοὺς τετραγωνισμοὺς, ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὰς κανονικὰς ὥρας ἀλλαγῆς αὐτοῦ, μετ' ἐπιβραδύνσεως ὅμως μείζονος τῆς τῶν ἀλλαγῶν τοῦ περὶ τὰς συζυγίας ρεύματος. Οὕτω συνδέονται, ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει, αἱ ὥραι τῆς κανονικῆς περιόδου τοῦ ρεύματος μετὰ τῶν τῆς ἀκανονίστου, ἄνευ διαμέσου ἀνωμάλου φάσεως, ἥτοι ἄνευ παρεμβολῆς τῆς ἀκαταστασίας αὐτοῦ. Τοῦτο ὅμως, τὸ ὅποιον δὲν εἶναι σύνηθες, ἀλλὰ μᾶλλον σπάνιον, ἀποδεικνύει μὲν ὡς βεβαίαν τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ἀνέμου καὶ τῶν ἀτμοσφαιρικῶν διαταράξεων ἐπὶ τῆς παραγωγῆς τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος, ἀφοῦ οὐδέποτε ἄνευ συγχρόνου εὐδίας παρατηρεῖται κανονικὸν ρεῦμα, ἀλλ' οὐχὶ καὶ τὴν ἀποκλειστικὴν ἐνέργειαν αὐτοῦ καὶ μόνου· διότι πολλάκις, καὶ τελείας νηνεμίας κρατούσης, ἄνευ διαφορᾶς ἢ μεταβολῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ὡς γράφει ὁ Mansell πρὸς τὸν Forel, παρατηρεῖται περὶ τοὺς τετραγωνισμοὺς ἢ ἐν λόγῳ ἀκαταστάσις τοῦ ρεύματος.

Ἐν τῶν κυρίων αἰτίων τῶν ταλαντώσεων τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου εἶναι ἀναμφιβόλως οἱ ἐπὶ τῆς Δ. ἀκτῆς τῆς Εὐβοίας ἐκ τοῦ Ὀλύμπου, τῆς Ὀχης, τῆς Δίρφους καὶ τῶν ἄλλων ὑψηλῶν ὀρέων αὐτῆς πνέοντες, ὡς καὶ οἱ πολλαχοῦ τῶν λοιπῶν ἀκτῶν τῆς Ἑλλάδος εἰς θερμοὺς κόλπους ἐνσκήπτοντες, ὡς ὀρμητικοὶ ἀεροκαταρράκται, λίαν ἐπικίνδυνοι εἰς τὴν ναυτιλίαν, σφοδροὶ τοπικοὶ ἄνεμοι, οἱ ὑπὸ τῶν ἀρχαίων καλούμενοι *καταιγίδες*. Οἱ ἄνεμοι οὗτοι, μετὰ μεγάλης ὀρμῆς καὶ ὑπὸ μεγάλην γωνίαν συχνάκις τύπτοντες, ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου, τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον, ταρασσούν ἰσχυρῶς μέχρι τοῦ πυθμένος τὴν μᾶζαν τοῦ ὕδατος αὐτοῦ καί, συνεπῶς, παράγουν πραγματικὰς ἐν αὐτῷ ταλαντώσεις μεγάλου σχετικῶς εὖρους, αἱ ὅποια ἐπὶ μακρὸν χρόνον διαρκοῦσαι, συντελοῦν μεγάλως εἰς τὴν παραγωγὴν τῶν ἀκανονίστων ρευμάτων ὡς καὶ τῆς διηνεκοῦς κυμάνσεως ἀμφοτέρων τῶν λιμένων, καὶ ἰδίᾳ τοῦ Ν.

Ἄλλ' οἱ τοπικοὶ ἄνεμοι καὶ αἱ μετεωρολογικαὶ διαταράξεις ἐν γένει, ὡς καὶ τὰ λοιπὰ μὴ συστηματικὰ φαινόμενα, ἐκτάκτως μόνον συμβαίνουν, ἐνῶ, ὡς εἶδομεν, τὰ ἀκανόνιστα ρεύματα καὶ ἡ διηνεκὴς κύμανσις τοῦ Ν. ἰδίως λιμένος καί, ἐπομέ-

νως, αἱ παράγουσαι αὐτὰ ταλαντώσεις τῶν δύο λιμένων παρατηροῦνται σχεδὸν διαρκῶς καθὼς καὶ εἰς ἡμέρας νηνεμίας καὶ ἐν γένει εὐδίας· ὅθεν θὰ ὑπάρχουν βεβαίως καὶ ἄλλα αἰτία τοπικὰ καὶ μὴ τοιαῦτα, τυχαῖα καὶ συστηματικά, προκαλοῦντα τὰς ἐκεῖ παρατηρουμένας διαρκῶς, περιοδικὰς καὶ μὴ, ταλαντώσεις. Ἐν ἐκ τούτων, συστηματικώτερον παντὸς ἄλλου ἐνεργοῦν, εἶναι ἀναμφιβόλως ἡ ὀρμητικὴ πτώσις τοῦ ὕδατος τοῦ κανονικοῦ ρεύματος περὶ τὴν ὥραν τῆς πλήμης καὶ τῆς ρηχίας, κατὰ τὴν διάρκειαν ἰδίως τῆς μεγάλης διαφορᾶς τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων, καί, ἐπομένως, τῆς μεγάλης ταχύτητος αὐτοῦ. Τὸ Β. ρεῦμα, ἐφ' ὅσον πίπτει ἐντὸς τῆς κλειστῆς σχεδὸν λεκάνης τοῦ Ν. λιμένος, περὶ τὴν ὥραν τῆς ρηχίας αὐτοῦ, μεθ' ὀρμῆς ἱκανῆς, ὅπως παραγάγῃ αἰσθητὰς ἐν αὐτῷ κυμάνσεις, αὗται, μεταβιβαζόμεναι, διὰ τοῦ στενοῦ, καὶ ἐντὸς τῆς ἐτέρας ἐπίσης σχεδὸν κλειστῆς λεκάνης τοῦ λιμένος τῆς Αὐλίδος, προκαλεῖ τὰς ἐντὸς ἀμφοτέρων τῶν λιμένων παρατηρουμένας πολυπληθεστέρας πασῶν ταλαντώσεις, τῶν ὁποίων ἡ περίοδος, κατὰ τὸν τύπον τοῦ Merian, πρέπει νὰ ἀνέρχεται εἰς 33 λ. περίπου. Αἱ κυμάνσεις αὗται, ὅμοιαι πρὸς τὰς εἰς δύο διαφόρου μεγέθους συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα παραγομένας, πρέπει νὰ εἶναι, καὶ εἶναι ὄντως, μᾶλλον αἰσθηταὶ εἰς τὸν Ν. λιμένα, διπλάσιαι: τῶν τοῦ λιμένος τῆς Αὐλίδος, τοῦ ὁποίου ἡ μὲν ἐπιφάνεια εἶναι διπλάσια τὸ δὲ μέσον βάθος τὸ αὐτὸ περίπου πρὸς τὸ τοῦ Ν. λιμένος.

Τὸ αὐτὸ πρέπει νὰ συμβαίνει καὶ εἰς τὸν Β. λιμένα, περὶ τὴν ὥραν τῆς ρηχίας αὐτοῦ, ὅτε ἡ ταχύτης τοῦ Ν. ρεύματος εἶναι μεγάλη. Πράγματι δέ, ἐπὶ τῶν παλιρροιογραφικῶν καμπύλων τοῦ λιμένος τούτου παρατηροῦνται, περὶ τὸ σημεῖον τῆς ρηχίας, ἐπὶ $3\frac{1}{2}$ - 4 ὥρας περίπου συνήθως, μακραὶ σειραὶ κυμάνσεων, εὗρους συνήθως 2 - 3 ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου καὶ διαρκείας 2 - 10 λεπτῶν. Εἰς τὸν Β. λιμένα δι' εὐρέος στομίου συγκοινωνοῦντα πρὸς τὸν Β. Εὐβοϊκὸν κόλπον ἢ μᾶλλον ἀποτελοῦντα μίαν συνεχῆ μετ' αὐτοῦ μεγάλην λεκάνην, αἱ κυμάνσεις αὗται δὲν δύνανται νὰ λάβωσι τὰς διαστάσεις τῶν ἐν τῇ μικρᾷ καὶ κλειστῇ σχεδὸν λεκάνῃ τοῦ Ν. παρατηρουμένων. Τοιαῦται περιοδικαὶ κυμάνσεις, ἀλλὰ μικρότερου εὗρους, πρέπει νὰ παράγονται εἰς τὸν Ν. λιμένα καὶ κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ Ν. ρεύματος, ὡς ἐκ τῆς ἐν αὐτῷ ροῆς ἀντιστοίχου ρεύματος, διὰ τοῦ Στενοῦ.

Πρὸς τούτοις, εἰς παραγωγὴν ταλαντώσεων ἐντὸς τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου συντελοῦν ἐν μέρει καὶ οἱ ἐν αὐτῷ χυνόμενοι ποταμοὶ ὡς καὶ αἱ παρὰ τὸν κόλπον τοῦτον θερμαὶ πηγαί, ὡς ἀναφέρει καὶ ὁ Μιαούλης ἐν τῇ ὀρθῇ αὐτοῦ ἐρμηνείᾳ τῶν αἰτίων τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος: «Αἰτία δὲ τοῦ φαινομένου τούτου, λέγει, εἶναι ἡ μικρὰ αὐξομείωσις τῆς θαλάσσης, ἥτις ἐπηρεάζεται ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς καταστάσεως, τῶν θερμῶν πηγῶν τῆς Αἰδηψοῦ καὶ τῶν ἄλλοτε ὁμοίως ὑπαρξασῶν ἐν τῇ παραλίᾳ τῶν Ὑγρινῶν Λουτρῶν (νῦν Γιάλτρα), τῶν θερμῶν ὑδάτων τῶν Θερμοπυλῶν καὶ τῶν ποταμῶν τῆς Λαρυμνῆς καὶ τοῦ Σπερχεῖοῦ» (σελ. 11).

Πράγματι, ὡς γνωστόν, τὰ εἰς τὰς λίμνας ἢ κλειστάς θαλάσσας χυνόμενα θερμὰ ὕδατα σχηματίζουν θερμὸν στρώμα, ὑπερκειμένον τοῦ ψυχροῦ, εἰς δὲ τὴν διαχωρίζουσιν τὰ δύο ταῦτα στρώματα ἐπιφάνειαν ἐκδηλοῦνται περιοδικὰ στάσιμα κύματα, τὰ ὁποῖα καλοῦνται ἐσωτερικαὶ ταλαντώσεις (*seiches internes*) ἢ *ταλαντώσεις θερμοκρασίας*.

Ἀφ' ἐτέρου, σπουδαία πηγὴ κυμάνσεων τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου εἶναι αἱ εἰς τὸ Αἰγαῖον καὶ τὴν λοιπὴν Μεσόγειον ὑπὸ πολλῶν καὶ διαφόρων αἰτίων παραγόμεναι καὶ δι' αὐτοῦ ἐκεῖ μεταβιβαζόμεναι ταλαντώσεις. Μεταξὺ τῶν τοιούτων αἰτίων, πλὴν τῶν μετεωρολογικῶν καὶ τῶν λοιπῶν, τὰ ὁποῖα ἐξεθέσαμεν ἤδη, συγκαταλέγονται καὶ αἱ εἰς τοὺς διαφόρους ὅρμους, κόλπους καὶ ἐν γένει ἀκτὰς τῆς Μεσογείου πολυειδεῖς *συμβολαὶ* ἐκ τῶν ἐπὶ ἀποκρήμνων ἀκτῶν ἀνακλάσεων προερχόμεναι.

Πρὸς δέ, ἡ καμπύλη τῆς ἐκ τῆς Α. λεκάνης τῆς Μεσογείου προερχομένης κυρίας παλirroίας πρέπει νὰ φέρῃ καὶ τὰς μικροτέρας κυμάνσεις τῆς ἐκ τῆς μικρᾶς τοπικῆς τοῦ Αἰγαίου καὶ τῆς ἔτι μικροτέρας τῆς θαλάσσης τῆς Ἀταλάντης. Αἱ μικραὶ καὶ δευτερεύουσιν αὗται παλirroiai προστίθενται εἰς τὴν κυρίαν, ἀλλ' αἱ φάσεις αὐτῶν, καθὼς μὴ σύγχρονοι πρὸς τὰς τῆς μεγάλης, θὰ ἐκδηλοῦνται ἐπὶ τῶν καμπύλων αὐτῆς εἰς μικρὰς ἀκανονίστους κυμάνσεις. Εὐνόητον δέ, ὅτι αἱ τελευταῖαι αὗται θὰ ἐμφανίζωνται αἰσθητότεραι εἰς τὸν μικρὸν κλειστὸν Ν. λιμένα ἢ εἰς τὸν ἀνοικτὸν πρὸς τὸν Β. Εὐβοϊκὸν κόλπον Β. λιμένα.

Συνεπεία ὅλων τῶν ἄνω λόγων ὁ μὲν Ν. λιμὴν φαίνεται διηνεκῶς κυμαινόμενος, ἐνῶ ὁ Β. παρουσιάζει τὸ φαινόμενον τοῦτο εἰς πολὺ μικρότερον βαθμὸν.

Ἐντεῦθεν συνάγεται, ὅτι ὁ Forel ὀρθῶς μὲν ἐθεώρησεν, ὡς ὁ Ἀριστοτέλης πρὸ αὐτοῦ, τὰς ταλαντώσεις ὡς τὰς κυρίας αἰτίας τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος, ἀλλὰ πλὴν τῶν αἰτίων, εἰς τὰ ὁποῖα ἀπέδωκεν αὐτάς, ὑπάρχουν πολλὰ ἄλλα συστηματικώτερα καὶ συνηθέστερα, συντελοῦντα εἰς παραγωγὴν αὐτοῦ καθὼς καὶ τῆς διηνεκοῦς κυμάνσεως τοῦ Ν. λιμένος. Ἀφ' ἐτέρου, ὁ Forel ἔσφαλεν, ἀποδῶσας τὴν παραγωγὴν τῆς συχνότητος τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος εἰς τὴν ἐνέργειαν τῶν ταλαντώσεων τοῦ Β. λιμένος, ἐνῶ συμβαίνει ὅλως τὸ ἀντίθετον· πράγματι, αἱ ταλαντώσεις τοῦ Ν. λιμένος, καθὼς εὐρύτεραι καὶ πολυπληθέστεραι, εἶναι ἐκείναι, αἱ ὁποῖαι προκαλοῦν συνηθέστερον τὰς ἀκανονίστους ἀλλαγὰς τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος τούτου. Προσέτι ὁ Forel ἐπλανήθη, παρεξηγήσας καὶ λαβὼν ὡς ἀκριβῆ τὸν ὑπὸ τοῦ Babin ἀναφερόμενόν ἀριθμὸν τῶν ἀλλαγῶν τῆς φορᾶς τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος. Διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τούτου ὑπολογίσας ὁ Forel τὴν περίοδον τῶν ἐν τῇ θαλάσῃ τῆς Ἀταλάντης ὑποθετικῶν, ὡς λέγει, ταλαντώσεων καὶ θεωρήσας, ὅτι αὕτη, περιλαμβανομένη μεταξὺ 100-200 λεπτῶν, ἐφαρμόζεται εἰς τὰς 11-14 παλirroίας τῆς ἡμέρας, ἀπαιτούσας 103-131 λεπτά, γράφει «δικαιοῦμαι νὰ ἀπο-

δώσω τὰς παλιρροίας ταύτας τῶν ἀκανονίστων ρευμάτων τοῦ Εὐρίπου εἰς ταλαντώσεις τῆς θαλάσσης τῆς Ἀταλάντης».

Ἄλλ' ὥς εἶδομεν ἤδη, ὁ ἀριθμὸς οὗτος τοῦ Babin εἶναι ἐσφαλμένος, διότι οὐδέποτε παρατηρήθησαν τόσον πολλαὶ ἀλλαγαὶ τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος ἐντὸς 12 ὥρων. Ἄλλως, διὰ νὰ συμβῶσι τόσαι ἀλλαγαί, ἐντὸς τῆς αὐτῆς ἡμέρας, θὰ ἔπρεπε νὰ εἴχομεν ἀνάλογον ἀριθμὸν ταλαντώσεων κατ' αὐτήν, καὶ κυρίως εὖρος ὅλων αὐτῶν ἀνώτερον τοῦ τῆς κανονικῆς παλιρροίας, καὶ ἐν γένει διαφόρους ὅρους ὅλως εὐνοϊκοὺς πρὸς τοῦτο, οἱ ὅποιοι δυσκόλως δύνανται νὰ συμπέσωσι συγχρόνως.

Ὁ Forel, ἔχων ὑπ' ὄψιν τὴν ἰδέαν τοῦ Babin, ὅτι ἡ πρὸς B. ροὴ τοῦ ρεύματος εἶναι ἀμπωτις πρὸς τὴν ξηράν, τὸ δὲ ἀντίθετον ρεῦμα πλημμυρὶς πρὸς τὴν θάλασσαν καί, ἐπιμένων εἰς τὴν ἰδέαν του, ὅτι τὸ ρεῦμα τῆς πλημμυρίδος ρεῖ ἐκ N. τὸ δὲ τῆς ἀμπώτιδος ἐκ B. γράφει: «Οὕτως ἐπίσης, οἱ συγγραφεῖς λέγουν, ὅτι τὰ ὕδατα τοῦ Εὐρίπου ἀνέρχονται, ὅταν τὸ ρεῦμα ρεῖ πρὸς τὸ Αἰγαῖον, καὶ κατέρχονται, ὅταν τὸ ρεῦμα ρεῖ πρὸς τὴν θάλασσαν τῆς Ἀταλάντης· ἡ παρατήρησις αὕτη δεικνύει τὴν ὑπαρξίν τοπικῆς πλημμυρίδος καὶ ἀμπώτιδος τῆς θαλάσσης τῆς Ἀταλάντης, καὶ ὅτι αἱ τοπικαὶ αὗται παλίρροιαι δὲν δύνανται νὰ εἶναι ταλαντώσεις. Ἄλλ' αἱ παράδοξοι αὗται σχέσεις μεταξὺ τῆς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος καὶ τῆς πλημμυρίδος καὶ ἀμπώτιδος τῆς θαλάσσης, δὲν δύνανται, κατὰ τὴν γνώμην μου, νὰ ἀναφέρονται ἢ εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν ταλαντώσεων ἢ σεληνοηλιακῇ παλίρροια τοῦ Αἰγαίου πρέπει, τοῦναντίον, νὰ παραγάγῃ ρεύματα εἰσόδου εἰς τὸν Εὐρίπον, ὅταν ἡ θάλασσα ὑψοῦται, καὶ τὰνάπαλιν».

Ἡ σμικρότης τῆς διαφορᾶς τοῦ ὕψους τῆς πλήμης τῶν δύο λιμένων, περὶ τοὺς τετραγωνισμούς, ἔχει ὡς κυρίαν αἰτίαν τὸ ἐξαιρετικὸν μέγεθος τοῦ κυρίου ἡλιακοῦ κύματος σχετικῶς πρὸς τὸ κύριον σεληνιακόν. Πράγματι, ὡς εἶδομεν ἤδη, ὁ λόγος $\frac{S_2}{M_2}$ τοῦ B. λιμένος ἀνέρχεται εἰς 0,68, ἐν ᾧ κατὰ τὴν στατικὴν θεωρίαν τῶν παλιρροίων ἔπρεπε νὰ εἶναι 0,46. Συνέπεια τούτου εἶναι, ὅτι κατὰ τὴν ἐποχὴν τῶν τετραγωνισμῶν, ὅτε τὸ κύριον ἡλιακὸν κύμα S_2 ἀφαιρεῖται ἀπὸ τοῦ κυρίου σεληνιακοῦ M_2 , καὶ μάλιστα καθ' ἃς ἐποχὰς καὶ τὸ K_2 ἐνοῦται μετὰ τοῦ S_2 , τὸ ὕψος τῆς πλήμης τοῦ B. λιμένος τῆς Χαλκίδος καθίσταται πολὺ μικρὸν καὶ σχεδὸν οἶον τὸ τοῦ N. λιμένος. Ὅθεν οὕτως ἡ ἐπίδρασις τότε τῶν ἀνεξαρτήτων τῆς σεληνοηλιακῆς παλιρροίας αἰτίων κατορθώνει νὰ ὑπερισχύσῃ πολλὰκις αὐτῆς, παράγουσα κύματα ὑπερβαίνοντα καὶ καλύπτοντα τὰ παλιρροϊκὰ καί, ἐπομένως, ἐπιφέρουσα διαφορὰν στάθμης συχνάκις ἀλλάσσουσιν σημεῖον· οὕτω λοιπὸν ἀλλοιώνει τὴν κανονικότητα τοῦ ρεύματος καὶ παράγει τὴν παροιμιώδη ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος ἀκαταστασίαν αὐτοῦ. Αἱ τοιαῦται ταλαντώσεις, παραγόμεναι, ὡς εἶπομεν, ὅχι μόνον ἐπὶ τοῦ B. Εὐβοϊκοῦ κόλπου, ὡς ὑπέθεσεν ὁ Forel, ἀλλ' ἐπ' ἀμφοτέρων τῶν πλευρῶν τοῦ πορθμεῦ τοῦ Εὐρίπου ἐκάστοτε, ἐπιφέρουσιν οὕτω συχνὰς μετα-

βολὰς τῆς μεταξὺ αὐτῶν κανονικῆς διαφορᾶς τῆς στάθμης, καί, ἐπομένως, συχνὰς ἀλλαγὰς τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος. Ὡς ἐκ τούτου ἐπίσης ἐνῶ κατὰ τὴν κανονικὴν περίοδον, τὸ Β. ρεῦμα ρεεῖ πάντοτε ἀπὸ τοῦ μέσου τῆς πλημμυρίδος μέχρι τοῦ μέσου τῆς ἀμπώτιδος, καὶ τὸ Ν. πάντοτε ἀντιθέτως, κατὰ τὴν ἀκανόνιστον δύναται νὰ συμβῇ ὅλως τὸ ἐναντίον, συνεπεῖα ἀκανονίστου ἐν τῷ Ν. ἢ τῷ Β. λιμένι καταπτώσεως ἢ ἀνυψώσεως τῆς στάθμης ὑπὸ ἢ ὑπὲρ τὴν τοῦ ἐτέρου λιμένος.

Πολλάκις ἡ ἀκαταστασία τοῦ ρεύματος ἄρχεται οὐχὶ τὴν ἡμέραν τῶν τετραγωνισμῶν, ἀλλὰ τὴν ἐπομένην· τοῦτο, τὸ ὁποῖον εἶχε προκαλέσει τὴν ἐκπληξιν τοῦ Forel¹, εἶναι βεβαίως συνέπεια τῆς ἐπιβραδύνσεως τῆς ἐλαχίστης παλιρροίας σχετικῶς πρὸς τὰς ἡμέρας τῶν τετραγωνισμῶν τῆς Σελήνης, οὕτως ἡ περίοδος ἐκάστου ἀκανονίστου ρεύματος ἀντιστοιχεῖ, φυσικῶς, εἰς τὰς τρεῖς συνεχεῖς ἡμέρας, καθ' ἃς παρατηρεῖται ἡ μικροτέρα παλίρροια εἰς τὰς ἀκτὰς ἐν γένει. Ἐνίοτε ὅμως, ὡς εἶδομεν, αἱ ταλαντώσεις προξενοῦν ἀκανονίστους ἐναλλαγὰς τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος καὶ ὀλίγον πρὸ τῶν τετραγωνισμῶν, μετὰ τὴν στάσιν τοῦ ὕδατος, πρὸ τοῦ κανονικοῦ ρεύματος, τοῦτο δὲ εἶναι προάγγελος, ὡς λέγεται, τῆς ἐπικειμένης ἀκαταστασίας τοῦ ρεύματος.

39. Ἡ διαφορὰ τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως τῶν δύο λιμένων.—

Καθ' ἃ εἶδομεν ἤδη, ὁ χρόνος ἀποκαταστάσεως εἰς μὲν τὸν Β. λιμένα εἶναι 5^ο 30^λ ἐν δὲ τῷ Ν. 4^ο 15^λ μόνον, ὑπολειπόμενος τοῦ πρώτου κατὰ 1^ο 15^λ περίπου, κατὰ μέσον ὅρον. Ὁ τοῦ στενοῦ τῆς Αὐλίδος (Μπουρτζι) ὑπολείπεται τοῦ τοῦ Ν. λιμένος, ὡς καὶ ὁ τῆς Κακοκεφαλῆς τοῦ τοῦ Β., κατὰ 5^λ περίπου, κατὰ μέσον ὅρον.

Ἡ διαφορὰ αὕτη μεταξὺ τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως τῶν δύο εἰς ἀπόστασιν ὀλίγων μέτρων κειμένων λιμένων τῆς Χαλκίδος καὶ ἐν γένει, ὡς εἶδομεν ἤδη, ἡ διαφορὰ μεταξὺ τοῦ χρόνου τῆς πλήμης καὶ τῆς ρηχίας αὐτῶν, εἶναι ἀρκετὰ σημαντικὴ καὶ ἀξία πολλῆς προσοχῆς. Τὸ φαινόμενον τοῦτο δὲν εἶναι βεβαίως πρωτοφανὲς καὶ ἴδιον τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου μόνον· τοῦναντίον, ὁ χρόνος ἀποκαταστάσεως τοῦ λιμένος, ἔχων ὡς ἓνα τῶν κυριωτέρων αὐτοῦ παραγόντων τὴν τοπογραφικὴν διαμόρφωσιν τῶν ἀκτῶν καὶ ἄλλα τοπικὰ αἷτια, εἶναι συνήθως, ὡς γνωστόν, λίαν διάφορος εἰς ἐγγύτατα ἀλλήλων κειμένους τόπους. Τὰ τοπικὰ αὐτὰ αἷτια, χωρὶς νὰ μεταβάλλουν κατ' οὐδὲν τοὺς παλιρροϊκοὺς νόμους, ἔχουν, κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον, μεγάλην ἐπίδρασιν ἐπὶ τοῦ μεγέθους καὶ τῆς ὥρας τῶν διαφόρων φάσεων τῆς παλιρροίας τοῦ λιμένος. Εἰς τὴν Δουγκέρκην π.χ. ὁ χρόνος ἀποκαταστάσεως ἀνέρχεται εἰς 12^ο 3^λ, ἐνῶ εἰς τὸ Λοριὰν εἶναι μόνον 3^ο 32^λ.

¹ Πράγματι, ὁ Forel, γράφων πρὸς τὸν Mansell, εἶχεν ἐκφράσει ἀμφιβολίας περὶ τούτου· διὸ ὁ Mansell ἀπήντησεν εἰς αὐτόν: «ὅτι ἡ ἀκανόνιστος περίοδος ἐπέρχεται κατὰ τὴν ἡμέραν τῶν τετραγωνισμῶν τῆς Σελήνης, εἶναι γεγονός... Τὰ στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα σὰς στέλλω, εἶναι ἀκριβῆ ἀντίγραφα τοῦ σημειωματαρίου μου».....

Ἐν τούτοις, ἡ τόσον μεγάλη αὕτη διαφορὰ δύο εἰς ἀπόστασιν ὀλίγων μέτρων κειμένων καὶ διὰ πορθμοῦ ἀμέσως συγκοινωνούντων λιμένων θὰ ἦτο παράδοξος καὶ ἀνεξήγητος, ἂν ἤθελε θεωρηθῇ, ὅτι αἱ εἰς τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον παρατηρούμεναι παράγωγοι παλίρροιαί εἶναι ἀποτέλεσμα μόνης τῆς ἐν τῇ Αἰγαίῳ συμβαινούσης σεληνογλιακῆς παλιρροίας. Πράγματι, τὸ ἀμέσως ἐκ τοῦ Αἰγαίου εἰσερχόμενον εἰς τὸν Β. Εὐβοϊκὸν κόλπον παράγωγον παλιρροϊκὸν κύμα, καίπερ διατρέχον διάστημα μείζον, φθάνει ἐν τούτοις συγχρόνως εἰς τὸν πορθμὸν τοῦ Εὐρίπου μετὰ τοῦ εἰς τὸν Ν. Εὐβοϊκὸν κόλπον εἰσρέοντος, λόγῳ τοῦ αἰσθητῶς μείζονος μέσου βάθους τοῦ Β. κόλπου. Καὶ ὄντως, τὸ μέσον βάθος τοῦ Β. κόλπου κυμαίνεται περὶ τὰ 40^μ, τὸ δὲ τοῦ Ν. περὶ τὰ 60^μ μόνον. Ὅθεν, ἐὰν ἐφαρμόσωμεν τὸν γνωστὸν τύπον: $v = \sqrt{gh}$, ἔνθα v εἶναι ἡ ταχύτης τοῦ παραγώγου κύματος ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου, g ἡ ἰσχὺς τῆς βαρύτητος καὶ h τὸ μέσον βάθος τῆς θαλάσσης¹, εὐρίσκομεν, ὅτι τὸ μὲν Β. κύμα διατρέχει ἐντὸς μιᾶς ὥρας 131 τὸ δὲ Ν. 90 μόνον χιλιόμετρα, ἥτοι τὸ μὲν πρῶτον φθάνει εἰς τὸν πορθμὸν τοῦ Εὐρίπου, ἀφοῦ διατρέξῃ 140 χιλιόμετρα ἐντὸς 1^ο 5^λ τὸ δὲ δεύτερον, ἀφοῦ διατρέξῃ 100 χιλιόμετρα ἐντὸς 1^ο 6^λ, ἥτοι σχεδὸν συγχρόνως.

Καὶ τὰ ἀποτελέσματα αὐτὰ εἶναι ἐντελῶς σύμφωνα πρὸς τὰς παρατηρήσεις. Πράγματι, καθ' ἃ εἶδομεν ἤδη, ἡ διαφορὰ τῆς ὥρας τῆς πλήμης ἢ τῆς ρηχίας εἰς τὸν πορθμὸν τοῦ Εὐρίπου καὶ τὴν παρὰ τὸ Ἀρτεμίσιον ἀκρωτήριον νῆσον Σκίαθον, κατὰ τὰς ἐκεῖ συγχρόνους παρατηρήσεις τοῦ Mansell καὶ τοῦ Μιαούλη, εἶναι μία περίπου ὥρα.

Ὅθεν, ἐὰν ἡ παλίρροια τοῦ Εὐρίπου προήρχετο ὄντως ἐκ τῆς τοῦ Αἰγαίου κυρίως, ἔπρεπεν οἱ χρόνοι ἀποκαταστάσεως τῶν δύο ἐκατέρωθεν αὐτοῦ λιμένων νὰ ἦσαν σχεδὸν οἱ αὐτοί. Ἀλλ' ἡ παλίρροια τοῦ Αἰγαίου, ὡς εἵπομεν ἤδη προηγουμένως, δὲν εἶναι ὁ κύριος παράγων τῆς τοῦ Εὐρίπου αὕτης προσέρχεται κυρίως ἐκ τῆς Α. λεκάνης τῆς Μεσογείου, διαβιβάζεται δὲ διὰ τοῦ Αἰγαίου, τὸ ὅποιον πρέπει οὕτω νὰ θεωρῇται ὡς κόλπος αὐτῆς. Καὶ πράγματι, ἐὰν θεωρήσωμεν τὴν ὑπόθεσιν ταύτην ὡς ἀκριβῆ, τὸ παλιρροϊκὸν κύμα τῆς Α. Μεσογείου, διὰ νὰ φθάσῃ μέχρι τοῦ Β. λιμένος τῆς Χαλκίδος, πρέπει νὰ δαπανήσῃ πολὺ μείζονα χρόνον ἐκείνου, τὸν ὅποιον θὰ δαπανήσῃ, διὰ νὰ φθάσῃ μέχρι τοῦ Ν. λιμένος· ἡ διαφορὰ δὲ

¹ Ὁ τύπος οὗτος ἐφαρμόζεται ἐπιτυχῶς καὶ παρέχει ἐν γένει ἀκριβῆ ἀποτελέσματα εἰς τὰς στενὰς θαλάσσας. Δὲν ἐφαρμόζεται δὲ εἰς τὰς ἀκτὰς, εἰς τὰς ὁποίας τὸ παλιρροϊκὸν κύμα προσπίπτει καθέτως· ἐκεῖ δὲν ὑφίσταται αἰσθητὴ διαφορὰ χρόνου διὰ τὰς διαφόρους φάσεις τῆς παλιρροίας εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τῶν ἀκτῶν, ὡς π. χ. εἰς τὴν ἀκτὴν τῆς Σαχάρας, εἰς τὴν Α. ἀκτὴν τῆς Ἀφρικῆς περὶ τὸ ἀκρωτήριον τῆς Καλῆς Ἑλπίδος, ἐπὶ τῆς Α. ἀκτῆς τῶν Ἠνωμένων Πολιτειῶν τῆς Ἀμερικῆς. Ἀλλ' ἡ περίπτωσις αὕτη, ἥτις θὰ ὑφίστατο διὰ τὴν Α. ἀκτὴν τῆς Εὐβοίας, ἂν τὸ παλιρροϊκὸν κύμα προήρχετο ἐκ τοῦ Αἰγαίου μόνον, δὲν ὑπάρχει πράγματι προκειμένου περὶ τῆς ἐκ τῆς Α. Μεσογείου προελεύσεως αὐτοῦ. Ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ ἔχομεν προφανῶς προοδευτικὸν κύμα, ἐπὶ τῆς πορείας τοῦ ὁποίου ἐφαρμόζεται ὁ τύπος οὗτος, τοῦθ' ὅπερ ἐνισχύει ἰσχυρῶς τὴν ἂνω ὑπόθεσιν ἡμῶν.

τῶν χρόνων τούτων, ἥτις ἰσοῦται πρὸς τὸν χρόνον, ὅστις ἀπαιτεῖται διὰ νὰ διατρέξῃ τὸ μεταξὺ τῶν δύο στομιῶν τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου, ἤτοι τῶν δύο ἄκρων τῆς Εὐβοίας, διάστημα, ἰσοῦται ἀκριβῶς πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως τῶν δύο ἐν λόγῳ λιμένων. Πράγματι, ἐὰν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν, ὅτι τὸ μὲν διάστημα αὐτὸ ἰσοῦται πρὸς 170 περίπου χιλιόμετρα, τὸ δὲ μέσον βάθος τῆς θαλάσσης ἐν αὐτῷ εἶναι 150 μέτρα περίπου, εὐρίσκομεν, διὰ τοῦ ἀνωτέρω τύπου, ὅτι ὁ χρόνος οὗτος ἰσοῦται πρὸς $1^{\circ} 14^{\lambda}$ περίπου, ἤτοι σχεδὸν ἀκριβῶς πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως τῶν δύο λιμένων.

Ἄλλ' ἐτέραν λίαν ἰσχυρὰν ἐπίσης ἐκ τῆς παρατηρήσεως ἀπόδειξιν τῆς ἐκ τῆς Α. Μεσογείου κυρίως προελεύσεως τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου ἀποτελεῖ ὁ χρόνος ἀποκαταστάσεως τοῦ λιμένος τῆς παρὰ τὸ Β. ἄκρον τῆς Εὐβοίας κειμένης νήσου Σκιάθου. Πράγματι, ὁ χρόνος οὗτος, κατὰ τὰς ἐκεῖ καὶ ἐν Χαλκίδι συγχρόνους παρατηρήσεις τοῦ Mansell καὶ τοῦ Μιαούλη, ὑπολείπεται κατὰ μίαν ὥραν περίπου τοῦ τοῦ Β. λιμένος, ἤτοι εἶναι: $4^{\circ} 30^{\lambda}$ περίπου. Ὁ χρόνος ἀποκαταστάσεως τοῦ ἐτέρου ἄκρου τῆς Εὐβοίας, τοῦ Ν., ὑπολειπόμενος τοῦ χρόνου τῆς ἀποκαταστάσεως τοῦ Ν. λιμένος κατὰ τὸν χρόνον, ὃν δαπανᾷ τὸ παλιρροϊκὸν κύμα διὰ νὰ φθάσῃ μέχρις αὐτοῦ, ἤτοι, κατὰ $1^{\circ} 5^{\lambda}$, εἶναι $3^{\circ} 10^{\lambda 1}$. Ἐὰν τὸ παλιρροϊκὸν κύμα προήρχετο ἐκ τοῦ Αἰγαίου πελάγους, ἐπειδὴ θὰ προσέπιπτε καθέτως ἐπὶ τῆς Α. ἀκτῆς τῆς Εὐβοίας ὡς καὶ τῆς Σκιάθου, ὡς καὶ ἂν ἦτο στάσιμον, θὰ ἔπρεπεν οἱ χρόνοι ἀποκαταστάσεως τῶν δύο τούτων σημείων νὰ ἦσαν οἱ αὐτοί. Ἄλλ' οἱ χρόνοι οὗτοι διαφέρουν κατὰ $1^{\circ} 20^{\lambda}$, ἤτοι ἀκριβῶς κατὰ τὸν χρόνον, ὅστις ἀπαιτεῖται, κατὰ τὸν σχετικὸν τύπον, συμφώνως πρὸς τὴν ἡμετέραν ὑπόθεσιν, ὅπως τὸ ἐκ τῆς Α. Μεσογείου κυρίως προερχόμενον κύμα διανύσῃ τὸ μεταξὺ τῶν δύο αὐτῶν σημείων διάστημα. Ὑπὲρ τῆς αὐτῆς ὑποθέσεως συνηγοροῦσι καὶ οἱ χρόνοι ἀποκαταστάσεως τοῦ Βόλου, τῆς Θεσσαλονίκης, τοῦ Δεδεαγᾶτος καὶ ἐν γένει τοῦ Β. Αἰγαίου πελάγους ($4^{\circ}, 1$), ἐνθα τὸ παλιρροϊκὸν κύμα, συμφώνως πρὸς τὸν σχετικὸν τύπον, φθάνει εἰς τὸ Ν. ἄκρον τῆς Εὐβοίας ἐντὸς μιᾶς ὥρας περίπου.

Κατὰ τὸν κ. Endros, ἡ ἀποκατάστασις τοῦ Ν. λιμένος πρέπει νὰ εἶναι $2\frac{1}{2}$ ἕως 3 ὥρας μικροτέρα τῆς τοῦ Β., διότι ὁ ἡμερήσιος παλιρροϊκὸς τύπος εἶναι ἐκεῖ καθωρισμένος. Ἀλλά, καθ' ἃ εἶδομεν ἤδη, τοῦτο δὲν εἶναι ἀκριβές· τοῦναντίον, ὁ

¹ Ὁ κ. Sterneek, ἐποθέτων τὸν χρόνον ἀποκαταστάσεως εἰς τὸ Ν. ἄκρον τῆς Εὐβοίας ἴσον πρὸς $3^{\circ} 24^{\lambda}$, ἤτοι ἴσον περίπου πρὸς τὸν τῆς Σκιάθου, δέχεται οὕτω ἢ ὅτι τὸ παλιρροϊκὸν κύμα προσπίπτει καθέτως ἐπὶ τῶν δύο τούτων σημείων καὶ, ἐπομένως, ὅτι προέρχεται ἀποκλειστικῶς ἐκ τοῦ Αἰγαίου ἢ, ὡς καὶ ἔντως συμβαίνει, καθὼς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω ὅτι ὑφίσταται στάσιμον κύμα καὶ, ἐπομένως, ὅτι πανταχοῦ τοῦ Αἰγαίου ὁ χρόνος ἀποκαταστάσεως εἶναι ὁ αὐτός. Ἀλλ' ἡ γνώμη αὕτη ἀποκρούεται ὑπὸ τῆς παρατηρήσεως ἐπὶ πολλῶν σημείων τοῦ Αἰγαίου, τῶν ὁποίων ἄλλως οἱ χρόνοι ἀποκαταστάσεως ἀντιστοιχοῦν ἀκριβῶς πρὸς προοδευτικὴν ταχύτητα τοῦ κύματος ἴσην πρὸς \sqrt{gh} . Ὅθεν ἡ ὑπαρξὶς προοδευτικοῦ κύματος εἰς τὸ Αἶγαϊον ἐκδηλοῦται οὕτω εὐκρινῶς. Διὰ νὰ ἐξηγήσῃ δὲ ὁ κ. Sterneek τὴν διαφορὰν τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως τῶν δύο λιμένων ἀναγκάζεται νὰ καταφύγῃ εἰς τὴν σφαλερὰν ὑπόθεσιν, ὅς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, τῆς τριβῆς.

ήμιημερήσιος παλιρροϊκὸς τύπος παρατηρεῖται ἐνίοτε περί τε τὰς συζυγίας καὶ τοὺς τετραγωνισμοὺς καὶ εἰς τὸν Ν. λιμένα, ἐξαφανιζόμενος ὅμως συνήθως ἐκεῖ ὑπὸ τῶν πολλῶν ἰσχυρῶν πολλάνις ταλαντώσεων.

Ἀφ' ἐτέρου, ὁ κ. Sterneck, *υποθέτων*, ὅτι ἡ ἀποκατάστασις τοῦ λιμένος εἰς τὸ Ν. ἄκρον εἶναι ἡ αὐτὴ πρὸς τὴν τοῦ Β. ἄκρου τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου, ἀποδίδει τὴν διαφορὰν μεταξὺ τῶν ἀποκαταστάσεων τῶν δύο λιμένων τῆς Χαλκίδος, τὴν ὁποῖαν ὑπολογίζει εἰς $1^{\circ} 12'$, εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῆς τριβῆς, ἥτις εἰς μὲν τὸν Β. Εὐβοϊκὸν κόλπον, καθὼ ἐπιμηκέστερον τοῦ Ν. πρέπει, κατ' αὐτόν, νὰ ἀνέρχεται εἰς $1^{\circ} 30'$ εἰς δὲ τὸν Ν., καθὼ βραχύτερον, εἰς 18 λεπτὰ μόνον. Ἀλλ' ἂν ἡ τριβὴ ἦτο ἡ αἰτία τῆς διαφορᾶς τῶν δύο χρόνων ἀποκαταστάσεως ἔπρεπε, τοῦναντίον, ἡ ἐπίδρασις αὐτῆς νὰ εἶναι πολὺ μεγαλυτέρα εἰς τὸν Ν. Εὐβοϊκὸν κόλπον, τοῦ ὁποῖου τὸ μέσον βάθος εἶναι μόνον, ὡς εἶδομεν ἤδη, 60^m , καὶ περιέχει ἐπὶ πλέον δύο στενοὺς πορθμούς, παρὰ εἰς τὸν Β., τοῦ ὁποῖου τὸ μέσον βάθος εἶναι *υπερδιπλάσιον*, ἀνερχόμενον εἰς 140^m . Ὅθεν οὐδόλως ἐνδείκνυται νὰ καταφύγωμεν εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῆς τριβῆς πρὸς ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου τούτου, ὅπερ τόσον ἀπλῶς καὶ ἀκριβῶς ἐξηγεῖται ὑπὸ τῆς ἡμετέρας θεωρίας, ἐπιβεβαιουμένης ὑπὸ τε τοῦ ὑπολογισμοῦ καὶ ἄλλων ἀκόμη ἀσφαλῶν ἀποτελεσμάτων τῆς παρατηρήσεως, ἥτοι τῆς ἀπολύτου ταυτότητος τῆς τιμῆς τοῦ λόγου $\frac{S_2}{M_2}$ τῆς Α. Μεσογείου καὶ τοῦ Αἰγαίου πελάγους, τῆς συμφωνίας τοῦ αὐτοῦ λόγου τῶν δύο λιμένων τῆς Χαλκίδος καὶ τῆς Α. Μεσογείου, ὅταν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ἡ ἀπὸ τῶν δύο στομιῶν τοῦ κόλπου μέχρις αὐτοῦ αὐξήσις, ὡς εἶδομεν ἤδη, κτλ.

Ὁ κ. Sterneck δὲν ἔλαβεν ὑπ' ὄψιν, πρὸς ἐξήγησιν τῆς διαφορᾶς ταύτης τῶν ἀποκαταστάσεων τῶν δύο λιμένων, τὴν ἐκ τῆς Α. Μεσογείου προέλευσιν τῆς ἐν τῇ Εὐρίπῳ παλιρροίας, διότι, ὡς γράφει ἐν τῇ Ὑδροδυναμικῇ θεωρίᾳ τῶν ἡμιημερησίων παλιρροϊῶν τῆς Μεσογείου, ἐκ τῆς σχετικῆς αὐτῷ ἐρεύνης ἔχει καταλήξει εἰς τὸ συμπέρασμα: «ὅτι ὁλόκληρος ἡ Μεσόγειος, ἐξαιρουμένων τῶν στενῶν τῆς Τύνιδος καὶ τῆς Μεσσηνίας, πρέπει νὰ ἔχῃ χρόνον ἀποκαταστάσεως λιμένος κατὰ προσέγγισιν $4^{\circ} 3'$ ἢ $10^{\circ} 3'$ καὶ ὅτι ἐν αὐτῇ ὑφίστανται στάσιμα καὶ οὐχὶ προοδευτικὰ παλιρροϊκὰ κύματα», οὕτω δὲ θεωρεῖ προσέτι, ὅτι, καὶ ἡ τιμὴ τοῦ λόγου $\frac{S_2}{M_2}$ εἰς τὸ Αἶγαϊον, ἥτις, κατὰ τὰς παρατηρήσεις, εἶναι οἷα καὶ ἐν τῇ Α. Μεσογείᾳ, αὐξάνεται ἀπὸ 0.49 εἰς 0.53. Ἀλλ' ἐὰν ὄντως καὶ εἰς τὸ Αἶγαϊον ὑφίσταντο στάσιμοι κυμάνσεις καὶ οὐχὶ προοδευτικὸν παλιρροϊκὸν κύμα, ὡς ἰσχυρίζεται ὁ κ. Sterneck, τότε ὁ τύπος $v = \sqrt{gh}$ τῆς ταχύτητος τοῦ προοδευτικοῦ κύματος δὲν θὰ ἐφηρμόζετο ἐνταῦθα ἐνῶ, ὡς προκύπτει ἐκ τῶν διαφορῶν παρατηρήσεων, καθ' ἃ εἵπομεν ἤδη, οὗτος ἐφαρμόζεται, καὶ μετὰ μεγάλης ἀκριβείας μάλιστα, ἀποδεικνύων προφανῶς τὴν ἀκρίθειαν τῆς ὑποθέσεως ταύτης. Ὡς γνωστὸν δέ, ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ ὑδραυλικοῦ φαινομένου ὁρίζεται, συμφώνως πρὸς τὸν ἀνωτέρω τύπον,

συναρτήσει τοῦ βάθους τῆς διώρυγος καί, ἐπομένως, μεταβάλλεται μετ' αὐτοῦ, ἐνῶ τὸ ἀστρονομικὸν φαινόμενον διαδίδεται μετὰ ταχύτητος ἀνεξαρτήτου τοῦ βάθους καὶ σταθερῶς ἴσης πρὸς τὴν τῆς κινήσεως κατὰ μῆκος τοῦ παλιρροιογόνου ἄστρου.

Τῆς διαφορᾶς τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως τῶν δύο λιμένων τῆς Χαλκίδος κυρίως συνέπεια εἶναι προφανῶς καὶ τὸ παράδοξον, κατὰ τὸν Forel καὶ τὸν Mansell, φαινόμενον, καθ' ὃ εἰς ἀπόστασιν 200 ποδῶν, ὡς γράφει ὁ Mansell, παρατηρεῖται συγχρόνως πλημμυρὶς εἰς τὸν B. καὶ ἄμπωτις εἰς τὸν N. λιμένα. Πράγματι, ἀφοῦ ἡ πλήμῃ καὶ ἡ ρηχία τοῦ N. λιμένος προηγούνται κατὰ $1^{\circ} 15'$ περίπου, κατὰ μέσον ὅρον, τῶν τοῦ B., εἶναι φυσικὸν νὰ ἀνέρχεται τὸ ὕδωρ εἰς τὸν N. λιμένα, ἀρξαμένης ἤδη ἐν αὐτῷ τῆς πλημμυρίδος, ἐνῶ ἐξακολουθεῖ νὰ κατέρχεται ἡ στάθμῃ αὐτοῦ ἐν τῷ B., ἐξακολουθούσης εἰσέτι ἐν τούτῳ τῆς ἀμπώτιδος, καὶ τανάπαλιν. Ἀλλὰ τὸ φαινόμενον τοῦτο συμβαίνει πολλάκις καὶ κατὰ τὴν σύγχρονον πορείαν εἰς τοὺς δύο λιμένας τῶν παλιρροϊκῶν φάσεων, λόγῳ τῶν συχνῶν καὶ μεγάλων πολλάκις ταλαντώσεων τοῦ N. λιμένος, κατερχομένης ἢ ἀνερχομένης ἐν αὐτῷ τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος παρὰ τὴν ἀντίθετον σεληνογηλιακὴν παλιρροϊκὴν ἐνέργειαν, ἐνῶ, κρατούσης μόνης ταύτης, θὰ συνέβαινε τὸ ἀντίθετον, ὅπερ καὶ συμβαίνει ἐν τῷ B. λιμένι ἄνευ συγχρόνου ἐπιδράσεως ἐκεῖ τούτων.

40. Ἡ ἡμερησία ἐπιβράδυνσις τῆς παλιρροίας σχετικῶς πρὸς τὴν μεσουράνησιν τῆς σελήνης. — Τὴν αὐτὴν αἰτίαν, ἥτοι τὴν ἐκ τῆς A. Μεσογείου κυρίως καταγωγὴν τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου, πρέπει ἐπίσης νὰ θεωρήσωμεν καὶ ὡς συντελοῦσαν αἰσθητῶς εἰς τὴν ἡμερησίαν ἐπιβράδυνσιν αὐτῆς σχετικῶς πρὸς τὴν μεσουράνησιν τῆς Σελήνης, ἥτοι εἰς τὴν ἐπιβράδυνσιν τῆς φάσεως τῆς παλιρροίας ἐν τῷ Εὐρίπῳ σχετικῶς πρὸς τὴν τῆς παλιρροιογόνου δυνάμεως. Ἡ ἐπιβράδυνσις αὕτη, ὡς γνωστὸν, εἰς τοὺς ὠκεανοὺς εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς μεταβολῆς τοῦ βάθους τῆς θαλάσσης. Πράγματι, κατὰ γνωστὸν θεώρημα τοῦ Laplace, ἡ ἡμερησία ἐπιβράδυνσις εἰς τὰς θαλάσσας θὰ ἦτο μηδαμινή, εἰὰν τὸ βάθος τῆς θαλάσσης ἐξηριτᾶτο ἐκ μόνου τοῦ πλάτους. Ἀλλὰ τὸ θεώρημα τοῦτο δὲν εἶναι ἀκριβές, ὅταν ὁ νόμος τῶν μεταβολῶν τοῦ βάθους εἶναι οἰοσδῆποτε ἄλλος, καί, ἐπομένως, τὸ θεώρημα δὲν ἐφαρμόζεται εἰς τὰς πραγματικὰς θαλάσσας. Ὅθεν ὁ νόμος τῆς μεταβολῆς τοῦ βάθους θεωρεῖται ὡς ἡ μόνη αἰτία τῆς τοιαύτης ἐπιβραδύνσεως. Ἐν τούτοις, συγγραφεῖς τινες ἀπέδωκαν ἐσφαλμένως εἰς τὸ θεώρημα τοῦτο γενικὴν ἐφαρμογὴν ἐν τῇ Φύσει καὶ ἐνόμισαν, ὅτι ἡ ἡμερησία ἐπιβράδυνσις τῆς παλιρροίας, ἥτις συμφώνως πρὸς αὐτὸ δὲν θὰ ὑπῆρχεν, ὀφείλεται εἰς τὴν τριβὴν. Ἀλλ', ὡς γνωστὸν, ἡ τριβὴ εἰς τοὺς ὠκεανοὺς εἶναι ἀνεπαίσθητος, καὶ ἐπομένως ἀνίκανος νὰ παραγάγῃ αἰσθητὴν ἐπιβράδυνσιν· ἐν ᾧ ἡ ἐπιβράδυνσις εἶναι γενικὴ εἰς τὰς παλιρροίας. Μόνον δὲ εἰς τὰς διώρυγας καὶ ἐν γένει εἰς τὰς

στενὰς καὶ τὰς ἀβαθεῖς θαλάσσας εἶναι ἡ τριβὴ αἰσθητὴ, καὶ δύναται μάλιστα νὰ εἶναι πολὺ μεγάλη, ὅταν τὸ βάθος εἶναι μικρόν, ἂν καὶ εἰσέτι ἡ ἐπίδρασις αὐτῆς δὲν ἔχει ἐντελῶς μελετηθῇ¹. Ἐπίσης εἰς τοὺς κόλπους μικροῦ σχετικῶς βάθους, εἰς τὰς ἐκβολὰς τῶν ποταμῶν, εἰς τὰς διώρυγας καὶ τὰ στενὰ ἐν γένει, ὅπου ἡ παλίρροια εἶναι ἀποκλειστικῶς παράγωγος, ἥτοι μεταβιβάζεται ἄλλοθεν, διέπεται μόνον ὑπὸ τῶν νόμων τῆς Ὑδραυλικῆς. Ὅθεν καὶ εἰς τὸν Εὐρίπον, ὅπου ἡ παλίρροια εἶναι σχεδὸν ἀποκλειστικῶς παράγωγος, διαβιβαζομένη διὰ τοῦ Αἰγαίου ὡς διὰ διώρυγος, ἡ ἐκ τῆς Α. Μεσογείου καταγωγὴ αὐτῆς συντελεῖ, λόγῳ τῆς ἐξ αὐτῆς ἀποστάσεως τοῦ Εὐρίπου, εἰς αὐξήσιν τῆς ἡμερησίας ἐπιβραδύνσεως κατὰ τὸν χρόνον, ὃν συμφώνως πρὸς τὸν σχετικὸν τύπον τῆς ταχύτητος τοῦ παλιρροϊκοῦ κύματος δαπανᾷ τοῦτο, ὅπως φθάσῃ μέχρι τοῦ πορθμοῦ.

41. Ἡ ἡλικία τῆς παλιρροίας. — Ἡ αὐτὴ αἰτία συντελεῖ ὡσαύτως καὶ εἰς τὴν αὐξήσιν τῆς ἡλικίας τῆς παλιρροίας ἐν τῷ Εὐρίπῳ, ἥτις εἰς τὰς μεγάλας θαλάσσας προέρχεται ἀποκλειστικῶς ἐκ τῆς διαφορᾶς τῶν φάσεων τῶν δύο κυρίων παλιρροϊκῶν κυμάτων, ἥτοι τοῦ σεληνιακοῦ καὶ τοῦ ἡλιακοῦ. Ἡ διαφορὰ αὕτη, πλὴν ὀλίγων ἐξαιρέσεων, περιλαμβάνεται σχεδὸν πάντοτε μεταξὺ 0° καὶ 90°. ὅθεν πρέπει νὰ παρατηρῇται σχεδὸν πάντοτε ἐπιβράδυνσις 1 ἕως 3 ἡμερῶν τῆς μεγίστης παλιρροίας ἀπὸ τῆς σχετικῆς συζυγίας. Ἐὰν ἡ διαφορὰ αὕτη ᾗτο μηδαμινή, ἡ μεγίστη παλίρροια θὰ συνέβαινε κατὰ τὴν ἡμέραν τῆς συζυγίας καὶ ἡ ἐλαχίστη κατὰ τὴν τῶν τριγωνισμῶν.

Ἄλλοτε θεωρεῖτο, ὅτι ἡ ἐπιβράδυνσις τῆς μεγίστης παλιρροίας σχετικῶς πρὸς τὰς συζυγίας παριστᾷ τὸν χρόνον, τὸν ὅποιον δαπανᾷ τὸ παλιρροϊκὸν κύμα, διὰ νὰ φθάσῃ εἰς τὰς ἀκτὰς ἐκ τοῦ τόπου τῆς παραγωγῆς του. Εἰς τὴν Βρέστην π.χ. ἡ μεγίστη παλίρροια παρατηρεῖται 36 ὥρας περίπου μετὰ τὰς συζυγίας καὶ ἐνομιζέτο, ὅτι ἡ παλίρροια ἐχρειάζετο τόσας ὥρας διὰ νὰ φθάσῃ ἐκεῖ ἐκ τοῦ Εἰρηνικοῦ Ὠκεανοῦ, ὅπου, ἐπειδὴ ἡ θάλασσα εἶναι ἐκεῖ ἐλευθέρα, ἐγεννᾶτο αὕτη ἐκ τῆς παλιρροιογόνου ἐνεργείας τοῦ Ἥλιου καὶ τῆς Σελήνης. Συμφώνως πρὸς τὴν ὑπόθεσιν ταύτην, κατὰ τὴν ἐποχὴν τῶν συζυγιῶν, ἥτοι κατὰ τὴν ἐποχὴν τοῦ μεγίστου

• ¹ Εἶναι περίεργον, ὅτι ἡ κ. E. Chandon, κατὰ πρόσφατον ἀνακοίνωσιν αὐτῆς (C. R. 5 Mars 1928), εὗρεν, ὅτι ἡ τριβὴ δὲν ἔχει αἰσθητὴν ἐπίδρασιν ἐπὶ τῶν παλιρροϊῶν τῆς Ἐρυθρᾶς θαλάσσης καὶ τῆς διώρυγος τοῦ Σουέζ, ἥτις ἐν τούτοις ἔχει πολὺ μικρὸν βάθος· ἐν' ᾧ, τοῦναντίον, ὁ κ. Blondel εἶχεν εὑρεῖ, ὅτι, ἡ τριβὴ εἰς τὴν Ἐρυθρὰν θάλασσαν εἶναι λίαν αἰσθητὴ καὶ ἐπιδρᾷ σπουδαίως ἐπὶ τῶν παλιρροϊῶν αὐτῆς. Ἄλλ' ἐὰν ἡ τριβὴ δὲν εἶχεν ὄντως αἰσθητὴν ἐπίδρασιν ἐπὶ τῶν παλιρροϊῶν τῆς διώρυγος τοῦ Σουέζ, ὡς συνεπέραναν ἐκ τῆς ἐργασίας αὐτῆς ἡ κ. Chandon, ἔπρεπε τὰ ρεύματα τῆς διώρυγος ταύτης νὰ παρουσιάζουν τὴν μεγίστην αὐτῶν ταχύτητα κατὰ τὴν μέσσην παλίρροϊαν ἐνῷ ἡ παρατήρησις δεικνύει, ὅτι περὶ τὴν φάσιν ταύτην μὴδενίζονται, τὴν δὲ μεγίστην ταχύτητα αὐτῶν παρουσιάζουν περὶ τὴν πλήμην καὶ τὴν ῥηχίαν, ἥτοι συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν ἐπὶ τῇ ὑποθέσει αἰσθητῆς τριβῆς. Ὅθεν νομίζομεν, ὅτι τὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸ τῆς κ. Chandon, χρήζει ἀναθεωρήσεως.

τῆς ἐνεργείας τῶν δύο τούτων ἄστρον, δύο κύματα ἐγεννῶντο ἐν συμβολῇ εἰς τὸ κοινὸν αὐτὸ λίκνον τῶν παλιρροίων καὶ μετετοπίζοντο ἀκολουθῶς ὁμοῦ μέχρι τῶν ἀκτῶν. Ἡ ὑπόθεσις δὲ αὕτη ἐφαίνετο τοσοῦτῳ μᾶλλον ἀκριβής, διότι δυνάμεθα νὰ παρακολουθήσωμεν τὴν πορείαν τοῦ κύματος ἐπὶ τῶν ἀκτῶν τῆς Μάγχης, ἐπὶ τῶν ὁποίων προφανῶς ἡ ἐπιβράδυνσις αὐξάνει βαθμηδόν, κατὰ τὸν σχετικὸν θεωρητικὸν τύπον, συναρτήσῃ τοῦ βάθους τῆς διώρυγος. Ἀλλὰ δὲν δύναται νὰ ὑποστηριχθῇ σοβαρῶς, ὅτι ὁ Ἀτλαντικὸς Ὠκεανός, ἔχων τόσον μέγα βάθος καὶ ἐκτεινόμενος εἰς μῆκος 90° καὶ πλάτος 180° περίπου, δὲν δύναται νὰ παραγάγῃ τὰς ἐν αὐτῷ παρατηρουμένας παλιρροίας καὶ ὅτι χρησιμεύει μόνον ὡς διώρυξ, μεταβιβάζουσα τὰς ἐκ τοῦ Εἰρηνικοῦ ἐπερχομένας.

Ἡ ἐπιβράδυνσις αὕτη δὲν δύναται ὡσαύτως νὰ ἐξηγηθῇ εἰς τοὺς ὠκεανοὺς διὰ τῆς τριβῆς, ὡς ἐνόμισάν τινες, ἀφ' οὗ ἡ τριβὴ εἶναι ἀσήμαντος ἐν αὐτοῖς καί, ἐπομένως, ἀνίκανος νὰ παραγάγῃ τοιαῦτα ἀποτελέσματα. Οἱ σχετικοὶ τύποι τοῦ Young καὶ τοῦ Airy, διὰ νὰ παράσχῃ τὴν λύσιν τοῦ ζητήματος, θὰ ἔπρεπε νὰ θεωρηθῇ ἡ τιμὴ τῆς τριβῆς ἀδικαιολογήτως πολὺ μεγάλη καὶ μάλιστα μόνον εἰς τὸν Ἀτλαντικὸν Ὠκεανόν. Ἄλλως ἡ εἰσαγωγή τῆς τριβῆς ὑπὸ τοῦ Airy, πρὸς ἐξήγησιν τῆς ἐπιβραδύνσεως τῆς παλιρροίας, προήλθεν ἐξ ἐσφαλμένης ἐρμηνείας τοῦ θεωρήματος τοῦ Laplace.

Ἀλλὰ τὸ παλιρροϊκὸν κύμα, ὅπως εἰς τὰς ἀκτὰς τῆς Μάγχης ἀκολουθεῖ ἀκριβῶς τὸν γνωστὸν νόμον τῆς ταχύτητος τῶν ρευμάτων ἐντὸς τῶν διωρύγων καὶ τῶν στενῶν ἐν γένει, οὕτω καὶ εἰς τὰς Α. ἀκτὰς τῆς Εὐβοίας, ὡς καὶ ἐντὸς τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου, μέχρις οὗ φθάσῃ εἰς τὸν πορθμὸν τοῦ Εὐρίπου, διέπεται ἐπίσης ὑπὸ τῶν νόμων τῆς Ὑδραυλικῆς, ἀφοῦ δὲν εἶναι τοπικόν, ἀλλ' ἡ κίνησις αὐτοῦ μεταβιβάζεται, διὰ τοῦ Αἰγαίου, εἰς τὰς δύο διώρυγας ἐκ τῆς Α. Μεσογείου καί, ἐπομένως, δαπανᾷ πρὸς τοῦτο χρόνον καὶ συντελεῖ οὕτω εἰς αὐξήσιν τῆς ἡλικίας τῆς παλιρροίας τῆς Χαλκίδος. Ἐὰν δὲ ἡ ἐπιβράδυνσις τῆς μεγίστης παλιρροίας σχετικῶς πρὸς τὰς συζυγίας συνέβαινε κατὰ τὴν παλαιὰν ὑπόθεσιν, αὕτη ἔπρεπε νὰ ᾔτο ἐν τῷ Εὐρίπῳ, ὅπου τὸ παλιρροϊκὸν κύμα φθάνει ἐκ μικρᾶς σχετικῶς ἀποστάσεως ἀπὸ τῆς Α. Μεσογείου, πολὺ μικροτέρα τῶν 29 ὥρων, ἀφοῦ εἰς τὴν Βρέστην ἡ ἐπιβράδυνσις αὐτοῦ εἶναι 36 ὥραι, ἐρχομένου κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην, τοῦ κύματος ἀπὸ τοῦ ἀσυγκρίτως μᾶλλον ἀπέχοντος αὐτῆς Εἰρηνικοῦ ὠκεανοῦ.

42. Ἡ τρίωρος διαφορὰ τῶν ὥρῶν ἀλλαγῆς τοῦ ρεύματος ἐν Χαλκίδι καὶ Αἰδηψῷ. — Εἰς τὸν πίνακα VII αὐτοῦ μετ' ἀπορίας ὁ Mansell παρατηρεῖ, ὅτι ἂν καὶ ἡ ἀλλαγὴ τοῦ ρεύματος συμβαίνει ἐν Αἰδηψῷ κατὰ τρεῖς ὥρας περίπου ἐνωρίτερον ἢ ἐν Χαλκίδι, ὑπάρχει ἐν τούτοις μίᾳς μόνον ὥρας διαφορὰ μεταξὺ τῶν χρόνων, καθ' οὓς παρατηρεῖται εἰς τοὺς δύο τόπους ἡ πλήμνη, ἡ μέση

παλιρροία και ἡ ρηχία. Ἀλλὰ τὸ φαινόμενον αὐτὸ εἶναι ὅλως φυσικὸν καὶ ἐξηγεῖται εὐκόλως συμφώνως πρὸς τοὺς ὑπολογισμοὺς καὶ τὴν θεωρίαν. Πράγματι, καθ' ὃ εἶδομεν ἤδη, προκειμένου περὶ προσδευτικοῦ κύματος, αἱ διαφοροὶ φάσεις τῆς παλιρροίας διαδίδονται μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος, μεθ' ἧς καὶ τὸ κύμα αὐτό. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ρεῦμα δαπανᾷ, κατὰ τὰς παρατηρήσεις, μίαν περίπου ὥραν μετὰ τὴν Αἰδηψοῦ καὶ Χαλκίδος, ἡ διαφορὰ τῶν χρόνων τῶν διαφόρων φάσεων τῆς παλιρροίας εἰς τοὺς δύο αὐτοὺς τόπους, θὰ εἶναι, καὶ εἶναι ὄντως, μία ὥρα περίπου.

Ἄλλ' ὥς πρὸς τὴν ἀλλαγὴν τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος τὰ πράγματα ἔχουν ἄλλως. Πράγματι, ὡς εἵπομεν ἤδη, κατὰ τὴν θεωρίαν, εἰς μὲν τὰς μεγάλας διώρυγας ἡ ἀλλαγὴ τοῦ ρεύματος πρέπει νὰ γίνῃ περὶ τὸ μέσον τῆς παλιρροίας, ἐνῶ εἰς τὸν ὄρμον τῆς Αἰδηψοῦ αὕτη πρέπει νὰ συμβῇ μίαν περίπου ὥραν μετὰ τὴν ἐκεῖ πλήμην ἢ τὴν ρηχίαν, ὡς συμβαίνει συνήθως εἰς τοὺς μικροὺς καὶ κλειστοὺς κόλπους, ἥτοι δύο περίπου ὥρας πρὸ τῆς ἐκεῖ μέσης παλιρροίας. Καὶ ἐπειδὴ ἡ ἐν Αἰδηψῷ μέση παλιρροία συμβαίνει μίαν ὥραν ἐνωρίτερον τῆς ἐν Χαλκίδι μέσης παλιρροίας, καθ' ἣν ἀλλάσσει ἐκεῖ φορὰν τὸ ρεῦμα, ἡ ἀλλαγὴ ἐν Αἰδηψῷ πρέπει νὰ συμβαίνει τρεῖς περίπου ὥρας πρὸ τῆς ἐν τῷ Εὐρίπῳ.

43. Ἡ βραχύτης τῆς ἡμερησίας περιόδου τῆς παλιρροίας καὶ τῆς ἀλλαγῆς τοῦ ρεύματος. — Κατὰ τοὺς ἡμετέρους ὑπολογισμοὺς, ἐπὶ τῇ βάσει τῶν παλιρροιογραφικῶν παρατηρήσεων τοῦ Β. λιμένος, ἡ μέση διάρκεια τῆς ἡμερησίας περιόδου τῆς παλιρροίας καὶ τῆς ἀλλαγῆς τοῦ ρεύματος, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς κανονικῆς περιόδου, εἰς τὸν Εὐρίπον εἶναι $24^{\circ} 22'$, ἥτοι, κατὰ μέσον ὄρον, κατὰ $28^{\circ} 4'$ βραχυτέρα τῆς μέσης ἡμερησίας περιόδου τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τῆς Σελήνης ($24^{\circ} 50', 6$). Ἡ βραχύτης αὕτη ἐθεωρήθη ὡς ἐξαιρετικὸν φαινόμενον ἐν τῷ Εὐρίπῳ καὶ ὑπὸ τινων μάλιστα ἐνομίσθη παραδόξως, ὅτι ἐκεῖ ἡ παλιρροϊκὴ κύμανσις εἶναι ταχύτερα τῆς εἰς τὸν λοιπὸν κόλπον καὶ τὴν ἀνοικτὴν θάλασσαν ἐν γένει.

Πρὸς ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου τούτου ἐπενοήθησαν ὑπὸ διαφόρων συγγραφέων διάφοροι αἰτίαι· ἐνῶ ὡς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, ἔπρεπε νὰ θεωρηθῇ εὐθὺς ἐξ ἀρχῆς ὡς φυσικὸν φαινόμενον, σύμφωνον πρὸς τὴν θεωρίαν καὶ πρὸς τὰ σχετικὰ στοιχεῖα τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου, κατὰ βαθμὸν μόνον διαφέρον τοῦ εἰς ὅλας τὰς ἀκτὰς παρατηρουμένου, τὸ αὐτὸ δὲ πρὸς τὸ καὶ ἀλλαχοῦ, ὅπου ὁ λόγος $\frac{S_2}{M_2}$ ὑπερέχει πολὺ τοῦ κανονικοῦ, συμβαῖνον. Εἶναι δὲ περίεργον, ὅτι καὶ αὐτὸς ὁ κ. Krümmel ἠπατήθη καὶ ἐθεώρησε τὴν βραχύτητα ταύτην ὡς ἀδύνατον, καὶ ἐντεῦθεν ἠναγκάσθη νὰ ἀμφισβητήσῃ μάλιστα, ὡς εἶδομεν, οὐ μόνον αὐτήν, ὡς μὴ ἀποδεδεικνυμένην ὑπὸ τῶν παρατηρήσεων τοῦ Μιαούλη, ἀλλὰ καὶ τὴν ἀναμφισβήτητον ἀκρίβειαν τῶν παρατηρήσεων του τούτων, ὡς γράφει καὶ ὁ κ. Sterneck. Ἄλλ' αἱ

μὲν παρατηρήσεις εἶναι βεβαίως ἀκριβεῖς, ἡ δὲ βραχύτης αὕτη εἶναι βεβαία καὶ ἀναμφιβόλως γενικὴ καθ' ὅλον τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον, ὡς καὶ εἰς τὸ Αἰγαῖον πέλαγος καὶ τὴν Μεσόγειον ἐν γένει.

Πράγματι, κατὰ τὴν θεωρίαν, ἡ ἡμερησία περίοδος τῆς παλιρροίας δὲν εἶναι σταθερά, ἀλλὰ μεταβάλλεται αἰσθητῶς μετὰ τῆς φάσεως τῆς Σελήνης, τῶν ἀποστάσεων αὐτῆς ἀπὸ τῆς Γῆς, τῶν ἀποκλίσεων τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης καὶ τῶν ἀνωμαλιῶν τῆς κινήσεως αὐτῆς· εἶναι μερίστη περὶ τοὺς τετραγωνισμούς, ὅταν ἰδίως ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς τὸ περίγειον αὐτῆς καὶ ὁ Ἥλιος περὶ τὰ ἰσημερινὰ σημεῖα, ἢτοι περὶ τὰς ἰσημερίας, καὶ ἐλαχίστη περὶ τὰς συζυγίας, καὶ μάλιστα ὅταν ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς τὸ ἀπόγειον αὐτῆς καὶ ὁ Ἥλιος περὶ τὰ ἰσημερινὰ σημεῖα¹. Κατὰ τὴν θεωρίαν, ἡ περὶ τὰς συζυγίας περίοδος ἀνέρχεται, κατὰ μέσον ὅρον, εἰς $24^{\circ} 38^{\lambda}$, ἢτοι εἶναι βραχυτέρα κατὰ 13^{λ} περίπου τῆς μέσης σεληνιακῆς ἡμέρας,² περὶ δὲ τοὺς τετραγωνισμούς εἰς $25^{\circ} 6^{\lambda}$, ἢτοι τότε ἡ ἐπιβράδυνσις αὐτῆς εἶναι σχεδὸν διπλασία τῆς πρώτης. Ἄλλ' αἱ τιμαὶ αὗται κυμαίνονται μεγάλως, ἰδίως περὶ τοὺς τετραγωνισμούς, συνεπεία, ὡς εἵπομεν ἤδη, τῶν μεταβολῶν τῶν ἀποκλίσεων τῶν ἄστρον, τῆς παραλλάξεως τῆς Σελήνης, τῶν μεγάλων ἀνωμαλιῶν τῆς κινήσεως αὐτῆς καὶ τῶν μεταβολῶν τῶν στοιχείων τῆς παλιρροίας.

Ἐν γένει δὲ παρατηρεῖται, ὅτι ἡ ἡμερησία περίοδος τῆς παλιρροίας εἶναι μικροτέρα τῆς μέσης σεληνιακῆς ἡμέρας ὀλίγον πρὸ τῶν συζυγιῶν καὶ μετ' αὐτάς, κατόπιν αὐξάνει ταχέως ἐπὶ βραχὺ χρονικὸν διάστημα ἐπὶ τινος ἡμέρας περὶ τοὺς τετραγωνισμούς. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ παρατηρεῖται καὶ εἰς τὸν Εὐριπον, ὡς καὶ εἰς τὴν Σκιάθον, τὴν Αἰδηψόν, τὸ Αἰγαῖον πέλαγος καὶ ἐν γένει ἀνὰ τὴν Μεσόγειον³, ἢτοι περὶ μὲν τὰς συζυγίας ἡ μέση περίοδος τῆς παλιρροίας εἶναι αἰσθητῶς βραχυτέρα τῆς μέσης σεληνιακῆς ἡμέρας ($24^{\circ} 50^{\lambda}$, 6), περὶ δὲ τοὺς τετραγωνισμούς, ἐπὶ βραχὺ χρονικὸν διάστημα, τριῶν περίπου ἡμερῶν, αὕτη αὐξάνει ταχέως καθισταμένη πολὺ μεῖζων αὐτῆς.

Τοῦτο εἶναι καταφανὲς καὶ δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν ἀμέσως δι' ἀπλοῦ μόνον βλέμματος, ἐπὶ τῶν παλιρροιογραφικῶν καμπύλων τοῦ Β. λιμένος. Τὸ πλάτος καί, ἐπομένως, ἡ περίοδος αὐτῶν βαίνει βαθμηδὸν αὐξουσα, τὸ δὲ ὕψος ταπεινούμενον, καθ' ὅσον ἀπομακρυνόμεθα τῶν συζυγιῶν. Ἀποτόμως δὲ καὶ μεγάλως τὸ πλάτος

¹ LAPLACE: Mec. Cel., Liv. IV, p. 322, 329, 337.

² Συνεπεία τῶν μεταβολῶν τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς Σελήνης κατ' ὀρθὴν ἀναφοράν, αἱ ὁποῖαι εἶναι πολὺ μεγάλαι, καὶ πολὺ μεῖζονες τῶν τοῦ Ἡλίου, ἡ σεληνιακὴ ἡμέρα μεταβάλλεται ἀπὸ $24^{\circ} 38^{\lambda}$ μέχρι $25^{\circ} 6^{\lambda}$, ἢτοι ἡ ἄνω μεσουράννησις τῆς Σελήνης παρουσιάζει ἐπιβράδυνσιν, κυμαινομένην μεταξὺ 38^{λ} καὶ $1^{\circ} 6^{\lambda}$, ἡ δὲ συνήθως ἀναφερομένη τιμὴ αὐτῆς 50^{λ} , 6 εἶναι ἡ μέση.

³ Ὁ κ. STERNBECK συνήγαγε, συμφώνως πρὸς τὴν στατικὴν θεωρίαν τῶν παλιρροιῶν, ὡς μέσην τιμὴν ἐπιβράδυνσεως τῆς παλιρροίας περὶ τὰς συζυγίας 36^{λ} , 6· ἡ τιμὴ δὲ αὕτη εἶναι ἀκριβὴς καὶ ἡ αὐτὴ πρὸς τὴν ἐκ παρατηρήσεων 14 σταθμῶν, διεσπαρμένων ἀνὰ τὴν Μεσόγειον, ἐξαχθεῖσαν περὶ τὰς συζυγίας ὁμοίως.

αὐτῶν εὐρύνεται εὐθὺς περὶ τοὺς τετραγωνισμούς· τότε ἐμφανίζει ἐλάχιστα ὕψη καὶ μέγιστα πλάτη. Ὅσάκις δὲ, κατὰ τὴν ἀκανόνιστον περίοδον, παρατηροῦνται κανονικαὶ παλίρροιαι, αὗται ἐπέρχονται, ὡς εἶδομεν, ἤδη, μετὰ μακρᾶς περιόδου, ἥτοι μετὰ πολὺ μεγάλης ἐπιβραδύνσεως, ἀνερχομένης ὑπὲρ τὰς 2 καὶ ἐνίοτε ὑπὲρ τὰς 3 ὥρας. Οὕτως, συνδυαζομένη πρὸς τὴν μέσῃν τῆς κανονικῆς περιόδου, παρέχει διὰ τὴν μέσῃν τιμὴν τῆς ἡμερησίας περιόδου, δι' ἑκάστον ἥμισυ τοῦ σεληνιακοῦ μηνός, τὴν μέσῃν κανονικὴν τιμὴν $24^{\circ}50^{\lambda},6$ περίπου. Τοῦτο δὲ προκύπτει ἀμέσως καὶ ἐκ τῶν πινάκων τῶν παρατηρήσεων ἐν γένει, διότι, ἐὰν ρίψωμεν ἀπλοῦν βλέμμα ἐπ' αὐτῶν, βλέπομεν ἀμέσως, ὅτι ἡ πρώτη παλίρροια ἐκάστης κανονικῆς περιόδου ἐπέρχεται εἰς ὥρας, διαφερούσας κατὰ 12 ὥρας περίπου τῆς πρώτης παλιρροίας τῆς προηγουμένης κανονικῆς περιόδου, ἥτοι τῆς πρὸ 14,5 ἡμερῶν περίπου παρατηρηθείσης καὶ, ἐπομένως, μετὰ μέσης ἡμερησίας ἐπιβραδύνσεως $50^{\lambda},6$ (διότι $14,5 \times 50^{\lambda},6$ ἰσοῦται πρὸς 12 ὥρας περίπου).

Τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα παρέχει καὶ ἡ γενικὴ θεωρία τῶν παλιρροιῶν. Πράγματι, ἐὰν εἰς τοὺς σχετικούς τύπους αὐτῆς τοὺς παρέχοντας τὰς τιμὰς τῆς ὑπεροχῆς ἀπὸ 24 ὡρῶν τῆς ἡμερησίας περιόδου τῆς παλιρροίας θέσωμεν τὰς τιμὰς τῶν ἀρμονικῶν κυμάτων M_2 καὶ S_2 τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου¹, εὐρίσκομεν, ὅτι περὶ τὰς συζυγίας ἢ ὑπεροχῇ αὐτῆς ἀπὸ 24 ὡρ. πρέπει νὰ εἶναι ἐκαὶ 30^{λ} περίπου, κατὰ μέσον ὅρον, περὶ δὲ τοὺς τετραγωνισμούς πενταπλασία, ἥτοι $2^{\circ}36^{\lambda}$ περίπου. Ἐὰν δὲ εἰς τοὺς σχετικούς τῆς θεωρίας τύπους θέσωμεν τὰς τιμὰς τῶν ἐκάστοτε εἰς τὸν Εὐρίπον παρατηρουμένων παλιρροϊκῶν εὐρῶν, βλέπομεν, ὅτι, συνεπείᾳ τῶν κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους μεταβολῶν αὐτῶν καὶ τῶν ἀνωμαλιῶν τῆς κινήσεως τῆς Σελήνης, αἱ ἄνω εὐρεθεῖσαι τιμαὶ παρουσιάζουν λίαν αἰσθητὰς μεταβολάς, ἰδίως κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς. Ἐν γένει δέ, ὁ ἐπὶ τῇ βάσει τῆς θεωρίας καὶ τῶν σχετικῶν τιμῶν τῶν παλιρροϊκῶν στοιχείων τοῦ Εὐρίπου ὑπολογισμὸς παρέχει, διὰ τὴν ἡμερησίαν περίοδον τῆς παλιρροίας ἐν αὐτῷ, τιμὰς πολὺ μικροτέρας τῆς τῆς μέσης σεληνιακῆς ἡμέρας περὶ τὰς συζυγίας, πολὺ δὲ μείζονας αὐτῶν, ἀλλ' ἐπ' ὀλίγας μόνον ἡμέρας, περὶ τοὺς τετραγωνισμούς.

Ἄμεσος συνέπεια τῆς σχετικῆς βραχύτητος τῆς ἡμερησίας περιόδου τῆς παλιρροίας, κατὰ τὴν κανονικὴν περίοδον, εἶναι, ὡς εἶδομεν, ἡ κατ' αὐτὴν παρατηρουμένη βαθμιαία ἐλάττωσις τῆς ἐπιβραδύνσεως τῆς παλιρροίας σχετικῶς πρὸς τὴν μεσουράνησιν τῆς Σελήνης.

Ἡ αὕτη ἀκριβῶς μείωσις ἔπρεπε νὰ παρατηρῇται, ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡμέραν,

¹ Οἱ τύποι οὗτοι εἶναι κλάσματα καὶ συναρτήσεις τοῦ M_2 καὶ τοῦ S_2 , ἔχουσαι εἰς τὸν ἀριθμητὴν αὐτῶν τὸ S_2 , καὶ M_2 τὸν παρονομαστήν, περὶ μὲν τῆς συζυγίας τὸ ἄθροισμα $M_2 + S_2$ περὶ δὲ τῶν τετραγωνισμῶν τὴν διαφορὰν $M_2 - S_2$. Ὅθεν καὶ ἡ ἐν λόγῳ τιμὴ τῆς ἡμερησίας περιόδου τῆς Σελήνης πρέπει νὰ εἶναι τοσοῦτη μείζων ὅσῳ τὸ S_2 εἶναι μείζον καὶ ἡ διαφορὰ $M_2 - S_2$ ἐλάσσων, ὡς ἐν τῇ Εὐρίπῳ συμβαίνει.

καὶ εἰς τὴν τρίωρον διαφορὰν τῶν φάσεων τῆς παλιρροίας ἐν Χαλκίδι καὶ Αἰδηψῷ, ἐὰν ἡ βραχύτης τῆς ἡμερησίας περιόδου τῆς παλιρροίας δὲν ἦτο κοινὴ εἰς ἀμφοτέρους τοὺς τόπους τούτους, ἦτοι ἐὰν ὄντως ἐν Αἰδηψῷ ἡ ἡμερησία περίοδος ἦτο κανονικὴ ($24^{\circ} 50,^{\lambda} 6$) ὡς ἐσφαλμένως γράφει ὁ Μιαούλης (σ. 16). Ἀλλὰ τοιοῦτο φαινόμενον δὲν παρατηρεῖται πράγματι· τοῦναντίον, ἐκ τῶν σχετικῶν συγχρόνων παρατηρήσεων προκύπτει, ὅτι ἡ τρίωρος διαφορὰ διατηρεῖται κατὰ μέσον ὅρον σταθερά. Ἡ σταθερότης δὲ αὕτη δεικνύει, ὡς εἶναι φυσικόν, τὴν γενικότητα τῆς ἐν τῷ Εὐρίπῳ παρατηρουμένης βραχύτητος καθ' ὅλον τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον καὶ ἐκτὸς αὐτοῦ ἐν τῷ Αἰγαίῳ.

Ὁμοίως καὶ ὁ κ. Sterneck, ἐν τῇ περὶ τῶν παλιρροιῶν τῆς Μεσογείου μελέτῃ αὐτοῦ, κατέληξεν εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι ἡ περίοδος τῆς παλιρροίας εἰς τὸ Αἰγαῖον εἶναι 12° , 3 καί, ἐπομένως, ἡ ἡμερησία περίοδος $24^{\circ} 36^{\lambda}$, ἦτοι κατὰ 14^{λ} περίπου βραχυτέρα τῆς μέσης ἡμερησίας περιόδου τῆς Σελήνης περὶ τὰς συζυγίας.

44. Ἐξήγησις τῆς φαινομένης ἀναστροφῆς τῶν ὥρῶν τῆς παλιρροίας τὴν τρίτην ἡμέραν μετὰ τοὺς τετραγωνισμούς. — Καθ' ἃ εἶδομεν ἤδη, ὁ Μιαούλης παρετήρησεν, ὅτι, ἀνὰ πᾶν ἥμισυ τοῦ σεληνιακοῦ μηνός, ἦτοι ἀνὰ πᾶν δεκαπενθήμερον περίπου, αἱ φάσεις τῆς παλιρροίας καὶ ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος ἐπαναλαμβάνονται αἱ αὐταὶ καὶ κατὰ τὰς αὐτὰς περίπου ὥρας, ἐντὸς τῆς κανονικῆς περιόδου. Ἀλλὰ τρεῖς ἡμέρας μετὰ τοὺς τετραγωνισμούς τῆς Σελήνης ἐπέρχεται ἀναστροφή τῶν ὥρῶν τῆς παλιρροίας ἐν γένει, καί, ἐπομένως, ἡ πλήμνη καὶ ἡ ρηχία, ὡς καὶ ἡ φορὰ τοῦ πρώτου ρεύματος τῆς νέας κανονικῆς περιόδου, εἶναι ἀντίθετοι τῶν τοῦ τελευταίου τῆς προηγουμένης, ἦτοι αἱ ὥραι αὐτῶν ἀναστρέφονται καὶ τὴν ὥραν τοῦ Β. ρεύματος λαμβάνει τὸ Ν., τὴν δὲ ὥραν τῆς ρηχίας ἡ πλημμυρίς. Ἐπίσης δὲ εἰς ταῦτα πρέπει νὰ προστεθῇ, ὅτι, δι' ὁμοίους λόγους, καὶ ἡ πλήμνη καὶ ἡ ρηχία τοῦ τελευταίου τούτου ρεύματος πρέπει νὰ εἶναι, καὶ εἶναι ὄντως, ἀντίθετοι τῶν ἀντιστοίχων παλιρροϊκῶν φάσεων τῆς ὥρας τοῦ πρώτου ρεύματος τῆς περιόδου αὐτῶν. Εἰς τὴν σειρὰν δηλαδὴ τῆς ρηχίας τοῦ τέλους παρατηρεῖται πλήμνη ἐν ἀρχῇ, καὶ ἀντὶ τοῦ Β. ρεύματος Νότιον, καὶ τὰνάπαλιν.

Ἀλλὰ τὸ ἀνωτέρω φαινόμενον, τὸ ὁποῖον ἐθεωρήθη ὑπὸ τοῦ Μιαούλη καὶ ἄλλων ὡς παράδοξον καὶ ιδιότυπον τῆς παλιρροίας τῆς Χαλκίδος, καὶ ἀτόπως ὡς ἀποτελοῦν μόνον αὐτὸ μετὰ τῆς βραχύτητος τῆς ἡμερησίας περιόδου αὐτῆς τὸ πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου, (σ. 17) εἶναι φυσικὴ συνέπεια τῆς διαφορᾶς περὶ τὰς συζυγίας καὶ τοὺς τετραγωνισμούς διαρκείας τῆς ἡμερησίας περιόδου τῆς παλιρροίας καὶ ἀπλούστατον ἀριθμητικὸν ἀποτέλεσμα αὐτῆς· πρέπει δὲ νὰ παρατηρηθῇαι πανταχοῦ τῶν ἀκτῶν τῆς θαλάσσης, ὅπου αἱ τιμαὶ τῶν ἀρμονικῶν κυμάτων M_2

καὶ S_2 εἶναι οἱ ἐν τῇ Εὐρίπῳ καί, ἐπομένως, ὅταν ὑφίσταται οἷα καὶ ἐκεῖ ὑπεροχὴ τῆς ἡμερησίας περιόδου κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς. Πράγματι, ἄς ὑποθέσωμεν π. χ., ὅτι τὸ πρῶτον ρεῦμα κανονικῆς τινος περιόδου παρατηρεῖται περὶ τὴν 12 ὥραν· τὸ δεύτερον θὰ παρατηρηθῇ, φυσικῶς, περὶ τὴν 6 ὥραν, τῆς ἡμιπερίόδου ἐκάστης κανονικῆς παλιρροίας οὔσης ἐξάωρου περίπου. Εἶναι φανερόν, ὅτι ἐκ τῶν ἀκολουθῶν κανονικῶν ρευμάτων τὰ μὲν Β. θὰ ἀντιστοιχοῦν εἰς περιττόν, τὰ δὲ Ν. εἰς ἄρτιον ἀριθμὸν ἐξάωρων περίπου, ἥτοι τὰ μὲν Β. θὰ ἐπέρχονται περὶ τὴν 12 ὥραν τὰ δὲ Ν. περὶ τὴν 6 ὥραν. Ἀλλὰ, συνεπεία τῆς ἡμιώρου περίπου ἡμερησίας ἐπιβραδύνσεως, μετὰ 11 ἕως 12 ἡμέρας, ὅτε παρατηρεῖται τὸ τελευταῖον ρεῦμα ἐκάστης κανονικῆς περιόδου, θὰ ἔχῃ τοῦτο ἐπιβραδυνθῇ, σχετικῶς πρὸς τὸ πρῶτον κατὰ 6 ὥρας περίπου, ἥτοι εἰς τὴν ὥραν αὐτοῦ θὰ ἔχῃ προστεθῇ ἓν ἐξάωρον καί, συνεπῶς, αὕτη θὰ ἔχῃ μεταβῇ εἰς τὴν ἀντίθετον σειράν, τὴν τῶν περιττῶν ἐξάωρων, ἂν ἀνῆκεν εἰς τὴν τῶν ἀρτίων καὶ τἀνάπαλιν, ἥτοι εἰς τὴν τοῦ Β. ρεύματος θὰ ἔχωμεν Ν. ρεῦμα καὶ εἰς τὴν τῆς πλήμης ρηχίαν, καὶ τἀνάπαλιν. Ὅμοίως, ἐὰν παρατηρήσωμεν, ὅτι, συνεπεία τῆς διώρου περίπου, κατὰ μέσον ὅρον, ἡμερησίας ἐπιβραδύνσεως κατὰ τὰς τρεῖς ἡμέρας, τὰς μεταξὺ τοῦ τελευταίου ρεύματος κανονικῆς τινος περιόδου καὶ τοῦ πρώτου τῆς ἐπομένης, προστίθεται εἰς τὸ πρῶτον τῆς δευτέρας ταύτης περιόδου ἓν ἐξάωρον, πρέπει οὕτω καὶ τὸ ρεῦμα τοῦτο νὰ εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ τελευταῖον τῆς προηγουμένης περιόδου, ἀλλ' εἰς ὥραν τῆς ἀντιθέτου σειρᾶς, ἥτοι θὰ ἔχῃ τὰς ὥρας αὐτοῦ ἀνεστραμμένας.

Ἡ πλάνη τοῦ κ. Μιαούλη, καὶ παραδόξως καὶ τοῦ κ. Krümmel, οἱ ὅποιοι ἐθεώρησαν τὸ φαινόμενον αὐτὸ ὡς ἐξαιρετικὸν καὶ ὡς ἀποτελοῦν ἔλλειψιν μιᾶς ἀμπώτιδος, κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς, προῆλθεν, διότι παρέβλεψαν, ὅτι ἡ διάρκεια τῆς περιόδου τῆς παλιρροίας δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ κατὰ τε τὰς συζυγίας καὶ τοὺς τετραγωνισμούς, ἀλλὰ πολὺ διάφορος, κατὰ γενικὸν κανόνα. Ἐντεῦθεν ὁ κ. Krümmel, ὡς εἶδομεν, ἔφθασεν εἰς τὸ ἀνακριβὲς συμπέρασμα, ὅτι τὸ φαινόμενον εἶναι ἀδύνατον καί, ὅτι, ἐπομένως, αἱ παρατηρήσεις τοῦ Μιαούλη εἶναι ἐσφαλμέναι.

Σημειωτέον ἤδη, ὡς παρετήρησαν καὶ οἱ κ. κ. Endros καὶ Sterneek, ὅτι, ἐπειδὴ ἡ ἡμερησία περίοδος, κατὰ τὰς συζυγίας καὶ τοὺς τετραγωνισμούς, δὲν εἶναι πάντοτε ἡ αὐτή, δι' οὓς λόγους εἶπομεν ἀνωτέρω, ἡ ἀναστροφὴ αὕτη δὲν παρουσιάζεται πάντοτε ἐπίσης πλήρης, ἥτοι εὐκρινής. Ὅθεν, ὅταν ἡ ὑπεροχὴ αὐτῶν ἀπὸ 24 ὥρων εἶναι πολὺ μικρὰ περὶ τὰς συζυγίας, αἱ φάσεις τῆς τελευταίας παλιρροίας ἐκάστης περιόδου θὰ διαφέρωσι τῶν τῆς πρώτης οὐχὶ κατὰ ἓν πλήρες ἐξάωρον, ἀλλὰ κατὰ ποσὸν αἰσθητῶς μικρότερον. Ὅμοίως, ἐπειδὴ ἡ ὑπεροχὴ αὕτη, περὶ τοὺς τετραγωνισμούς, κατὰ τὰς ἡμερίας, εἶναι πολὺ μεγάλη ἀνερχομένη εἰς 3 ὥρας περίπου καὶ πλέον, ἡ ἀναστροφὴ πρέπει νὰ παρατηρῇται τότε μετὰ δύο περίπου ἡμέρας· κατὰ τὰς τροπὰς, ὅτε αὕτη εἶναι μικρὰ, θὰ ἐπέρχεται μετὰ

τέσσαρας ημέρας, ἤτοι δὲν θὰ ἐμφανίζεται τότε εὐκρινῶς πλήρης ἀναστροφή· κατὰ δὲ τοὺς μεταξὺ χρόνους θὰ ἐπέρχεται μετὰ τρεῖς ημέρας, κατὰ μέσον ὄρον, μετὰ τοὺς τετραγωνισμούς. Οὕτως ἐξηγεῖται, ὡς παρατήρησε καὶ ὁ κ. Endros, ἡ πλάνη τοῦ Μιαούλη, νομίσαντος, ὅτι δὲν υφίσταται βραχύτης τῆς ἡμερησίας περιόδου καί, ἐπομένως, καὶ τὸ φαινόμενον τῆς ἀναστροφῆς ἐν Αἰδηψῷ· διότι ὅλαι αἱ ἐκεῖ παρατηρήσεις του ἐγένοντο περὶ τὴν θερινὴν τροπὴν, ὅτε ἡ ἡμερησία περιόδου δὲν διαφέρει πολὺ τῆς κανονικῆς αὐτῆς τιμῆς.

Ὅθεν τὸ φαινόμενον τῆς ἀναστροφῆς ἐν τῷ Εὐρίπῳ εἶναι ἄμεσος συνέπεια τῆς βραχύτητος τῆς κατὰ τὴν κανονικὴν περίοδον ἡμερησίας περιόδου, ἥτις καὶ αὕτη εἶναι φυσικὸν ἀποτέλεσμα τῶν τιμῶν τῶν ἁρμονικῶν κυμάτων M_2 καὶ S_2 .

45. Ἡ διαφορὰ τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῆς ἀλλαγῆς τῆς φορᾶς τῶν ρευμάτων. — Καθ' ἃ εἶδομεν ἤδη, ἡ πρὸς Ν. ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος γίνεται εἰς ὕψος στάθμης κατὰ $0^{\mu},203$ ἀνώτερον τοῦ τῆς ἀλλαγῆς τοῦ ρεύματος πρὸς Β., ἤτοι ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος, εἰς ἣν γίνεται ἡ στάσις αὐτοῦ κατὰ τὴν λήξιν τοῦ Ν. ρεύματος εἶναι πολὺ ὑψηλοτέρα κατὰ $0^{\mu},203$ ἐκείνης, εἰς τὴν ὁποίαν λήγει τὸ Β. ρεῦμα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι ἄμεσος συνέπεια τῆς διαφορᾶς τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως καὶ ἐν γένει τῆς διαφορᾶς τῶν χρόνων τῶν διαφόρων φάσεων τῆς παλιρροίας εἰς τοὺς δύο λιμένας. Πράγματι, ἡ πλήμνη παρατηρεῖται, ὡς εἶδομεν, εἰς τὸν Ν. λιμένα πολὺ ἐνωρίτερον κατὰ $1^{\mu} 15^{\lambda}$ περίπου, κατὰ μέσον ὄρον, ἢ εἰς τὸν Β. Ὅθεν ὅταν συμβαίνει ἡ ἀμέσως πρὸ αὐτῆς στάσις τοῦ ὕδατος, ἤτοι ὅταν ἡ στάθμη τοῦ Β. λιμένος ἀνερχομένη μετὰ τὴν ἐν αὐτῷ ρηχίαν φθάσῃ εἰς τὸ ὕψος τῆς στάθμης τοῦ Ν. καὶ ἄρχεται τὸ Β. ρεῦμα, ἡ στάθμη τοῦ Ν. λιμένος ἔχει ἤδη ἀπὸ ἱκανοῦ χρόνου, ἴσου πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως τῶν δύο λιμένων, ὑπερβῇ τὸ ὕψος τῆς ἐν αὐτῷ μέσης παλιρροίας. Καὶ ἀντιθέτως, ὅταν συμβαίνει ἡ πρὸ τῆς ῥηχίας τοῦ Ν. λιμένος στάσις τοῦ ὕδατος καί, ἐπομένως, ἡ στάθμη τοῦ Β. λιμένος, κατερχομένη μετὰ τὴν ἐν αὐτῷ πλήμνην, φθάσῃ εἰς τὸ ὕψος τῆς στάθμης τοῦ Ν. καὶ ἄρχεται τὸ Ν. ρεῦμα, ἡ στάθμη τοῦ Ν. λιμένος ἔχει ἤδη ἀπὸ ἐπίσης μακροῦ σχετικῶς χρόνου κατέλθει ὑπὸ τὸ ὕψος τοῖς ἐν αὐτοῖς μέσης παλιρροίας.

46. Ἡ μέση στάθμη τῶν δύο λιμένων. — Καθ' ἃ εἶδομεν ἤδη, ὁ μὲν κ. Endros δέχεται ὅτι ἡ μέση στάθμη τοῦ Β. λιμένος εἶναι ὑψηλοτέρα τῆς τοῦ Ν. κατὰ $0^{\mu},15$, ὁ κ. Sterneek κατὰ $\frac{1}{2}$ μέχρι 6 ἀγγλικῶν δακτύλων, ἤτοι κατὰ $0^{\mu},013$ — $0^{\mu},152$. Ἀλλ' ἡ γνώμη αὕτη δὲν εἶναι σύμφωνος πρὸς τὰς παρατηρήσεις, καί, ἐπομένως, δὲν εἶναι ἀκριβής. Πράγματι, εἶναι εὐκόλον ἤδη, ὡς εἵπομεν καὶ προηγουμένως, νὰ ἴδωμεν, ὅτι ἀμφότεροι οἱ λιμένες τῆς Χαλκίδος ἔχουν τὴν

αὐτὴν μέσῃν στάθμῃν, καὶ ὅτι αὕτη εὐρίσκεται εἰς τὸ μέσον τῶν ἄνω δύο ὑψῶν, εἰς τὰ ὁποῖα συμβαίνουν αἱ ἀλλαγαὶ τῆς φορᾶς τῶν δύο ρευμάτων. Πράγματι, ἐὰν ὑπολογίσωμεν τὸ μέσον ὕψος τῆς πλήμης καὶ τὸ μέσον βάθος τῆς ῥηχίας τοῦ Β. λιμένος ἀπὸ τῆς ἐν λόγῳ μέσης στάθμης, βλέπομεν, ὅτι ταῦτα εἶναι σχεδὸν ἴσα· ἐντεῦθεν λοιπὸν συνάγεται ἀμέσως, ὅτι, καθ' ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὸν Β. λιμένα, ἡ στάθμη αὕτη εἶναι ἡ μέση στάθμη αὐτοῦ. Ὡς πρὸς δὲ τὸν Ν. λιμένα, τὸ αὐτὸ συμπέρασμα εἶναι ἐπίσης προφανές. Πράγματι, ἐὰν ἡ μέση στάθμη τοῦ Ν. λιμένος εὐρίσκετο εἰς ἄλλο ἐπίπεδον, διάφορον τοῦ τῆς μέσης στάθμης τοῦ Β. λιμένος, τότε τὰ δύο ἐπίπεδα, εἰς τὰ ὁποῖα συναντῶνται αἱ στάθμαι τῶν δύο λιμένων καὶ εἰς τὰ ὁποῖα συμβαίνει ἡ ἀλλαγὴ τοῦ ρεύματος, δὲν θὰ ἦσαν συμμετρικὰ ὡς πρὸς τὴν μέσῃν στάθμῃν τοῦ Β. λιμένος, τοῦθ' ὅπερ ἀντίθετον πρὸς τὰς παρατηρήσεις. Ἐνῶ, ἐὰν τοὺναντίον ἡ μέση στάθμη τοῦ Ν. λιμένος συμπίπτῃ μετὰ τῆς τοῦ Β., τότε καὶ τὰ ἐπίπεδα ταῦτα πρέπει νὰ εἶναι συμμετρικά, ὡς καὶ πράγματι, εἶναι, πρὸς τὴν μέσῃν στάθμῃν τοῦ Β. λιμένος. Ὅθεν δυνάμεθα νὰ ἀποφανθῶμεν ἀσφαλῶς, ὅτι ἀμφότεροι οἱ λιμένες τῆς Χαλκίδος ἔχουν τὴν αὐτὴν μέσῃν στάθμῃν, καὶ ὅτι ἡ ὑπὸ τῶν κ. κ. Endros καὶ Sterneck ὑποστηρικθεῖσα γνώμη, ὅτι ἡ τοῦ Β. λιμένος ὑπερέχει τῆς τοῦ Ν. δὲν εἶναι σύμφωνος πρὸς τὰς παρατηρήσεις.

Ἡ πλάνη αὕτη προέκυψε, νομίζομεν, διότι ἡ στάθμη ἀλλαγῆς τοῦ ρεύματος πρὸς Ν. εἶναι ὑψηλότερα, ὡς εἶδομεν, τῆς στάθμης ἀλλαγῆς τοῦ ρεύματος πρὸς Β. ἐντεῦθεν τὴν φαινομένην ταύτην διαφορὰν τοῦ ὕψους τῆς μέσης στάθμης τῶν δύο γειτονικῶν λιμένων ἐδέχθησαν οἱ κ. κ. Endros καὶ Sterneck ὡς πραγματικὴν. Ὁ κ. Endros ἀποδίδει τὴν διαφορὰν ταύτην εἰς τὴν ἐμφάνισιν ἡμερησίων συνιστώσων παρὰ τὸν Ν. λιμένα ὡς καὶ εἰς τὰς μετεωρολογικὰς ἐπιδράσεις. Εἰς ταῦτα ὅμως δὲν συμφωνεῖ ὁ κ. Sterneck, ὅστις θεωρεῖ τὴν ὑπαρξίν τῶν τοιούτων διαφορῶν στάθμης μεταξὺ τῶν δύο λιμένων ὡς ἀποτελοῦσαν, πλὴν τῶν παλιρροϊῶν καὶ τῶν ταλαντώσεων (seiches), τρίτην τινὰ σπουδαίαν συνιστῶσαν ἐν τῇ παραγωγῇ τῶν ρευμάτων τοῦ Εὐρίπου. Ὡς πρὸς δὲ τὴν αἰτίαν τοῦ φαινομένου, ὁ κ. Sterneck ἀποδίδει ταύτην εἰς τὴν διαφορὰν τῶν κυμάνσεων τοῦ Αἰγαίου, αἱ ὁποῖαι τελοῦνται ἐκ παραλλήλου πρὸς τὰς τῆς Ἀδριατικῆς καὶ ὀφείλονται εἰς τὰς διαφορὰς τῆς ὑπὲρ τὴν Μεσόγειον ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ὡς καὶ εἰς τοπικὰς ἐπιδράσεις τῶν ἀνέμων.

Ἀλλὰ δὲν νομίζομεν, ὅτι εἶναι δυνατόν νὰ ἐξηγηθῇ, διὰ τυχαίων αἰτίων διαρκῶς μεταβαλλόντων φορὰν καὶ δύναμιν, ὡς τὰ μετεωρολογικὰ, συστηματικὸν φαινόμενον, ὡς τὸ τῆς ὑποστηριζομένης διαφορᾶς τῆς μέσης στάθμης τῶν δύο λιμένων. Τὰ τοιαῦτα αἷτια δύνανται νὰ καταστήσωσι, καὶ καθιστῶσι βεβαίως, τὴν μέσῃν στάθμῃν τῶν δύο λιμένων μεταβλητὴν, ἀλλ' οὐχὶ σταθερῶς τὴν τοῦ Β. ὑψηλότεραν τῆς τοῦ Ν. Καὶ ὄντως δέ, ἡ μέση στάθμη τῶν λιμένων, συνεπεία

τοιούτων αιτίων, μεταβάλλεται ἐκτάκτως καὶ μάλιστα μεταξὺ εὐρυτέρων τῶν ἄνω ὁρίων. Κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς δὲ τοῦ κ. Μάξη, ἡ τοῦ Β. κυμαίνεται κατὰ 0^μ,23, ἡ δὲ τοῦ Ν. κατὰ 0^μ,14. Ἀφ' ἐτέρου, καὶ ἡ γνώμη τοῦ κ. Sterneek, ὅτι οἱ Β. καὶ οἱ Ν. ἄνεμοι ἀνυφώνουν τὴν στάθμην τοῦ Β. ἄκρου τοῦ Αἰγαίου, δὲν εἶναι ἀκριβής. Πράγματι, ὡς εἶδομεν ἤδη, οἱ Ν. ἄνεμοι ἀνυφώνουν ὄντως τὴν στάθμην τοῦ Β. ἄκρου τοῦ Αἰγαίου καὶ ἐπομένως, καὶ τὴν τοῦ Β. λιμένος τῆς Χαλκίδος, ἀλλ' οἱ Β. ἀντιθέτως τὴν ταπεινώνουν, καὶ μετ' αὐτῆς καὶ τὴν τοῦ Εὐβοϊκοῦ ἐν γένει, ἀντισταθμίζοντες οὕτω τὴν τοιαύτην ἐνέργειαν τῶν Ν.

47. Ἡ διάφορος διάρκεια τῶν δύο ρευμάτων. — Καθ' ἃ εἶδομεν προηγουμένως, ἡ μέση διάρκεια τοῦ Ν. ρεύματος εἶναι μικροτέρα τῆς τοῦ Β. κατὰ 27^λ,1. Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς μικρᾶς διαφορᾶς τοῦ βάθους τῆς ρηχίας ἀπὸ τοῦ ὕψους τῆς πλήμης τοῦ Β. λιμένος. Πράγματι, ὡς εἶδομεν ἤδη, τὸ μέσον βάθος τῆς ρηχίας τοῦ Β. λιμένος, μετρούμενον ἀπὸ τῆς μέσης στάθμης αὐτοῦ, εἶναι μικρότερον τοῦ μέσου ὕψους τῆς πλήμης τοῦ κατὰ 0^μ,021. Ἀλλὰ τὸ Ν. ρεῦμα ἄρχεται ὀλίγον μετὰ τὸ μέσον τῆς ἀμπώτιδος τοῦ Β. λιμένος καὶ λήγει ὀλίγον μετὰ τὸ μέσον τῆς ἐπομένης πλημμυρίδος αὐτοῦ, ἥτοι διατρέχει τὰ ὕψη α₁ καὶ α₂ (Σχ. 3), τῶν ὁποίων τὸ ἄθροισμα εἶναι μικρότερον τῶν ὑψῶν β₁ καὶ β₂, τὰ ὁποῖα διατρέχει τὸ Β. ρεῦμα κατὰ 0^μ,042. Ἐὰν δὲ ὑπολογίσωμεν τὸν χρόνον, ὅστις ἀπαιτεῖται, ὅπως τὸ Β. ρεῦμα διατρέξῃ μετὰ τῆς μέσης ταχύτητος τὸ διάστημα τοῦτο, εὐρίσκομεν τὸν ἀριθμὸν 27^λ,4, ἴσον σχεδὸν πρὸς τὴν ἐν λόγῳ διαφοράν.

Ὁ κ. Endros θεωρεῖ ὡς αἰτίαν τῆς σχετικῆς βραχύτητος τῆς διαρκείας τοῦ Ν. ρεύματος, ὅτι, κατὰ τὸν χρόνον τῆς πλήμης τοῦ Β. λιμένος, ἡ στάθμη τοῦ Ν. λιμένος εὐρίσκεται εἰς τὸ μέσον ὕψος αὐτῆς καί, ἐπομένως, τὸ ὕψος πίεσεως εἶναι τότε τὸ ἥμισυ τοῦ εὗρους τῆς παλιρροίας τοῦ Β. λιμένος. Ὄταν δὲ κατόπιν, μετὰ 6 ὥρας περίπου, ἐπέρχεται ἡ ρηχία πρὸς Β., ἡ πρὸς Ν. στάθμη εἶναι κατωτέρα τῆς μέσης· οὕτω τὸ Ν. ὕψος πίεσεως σμικρύνεται, καὶ ἐντεῦθεν βραχύνεται συγχρόνως ἡ διάρκεια τῆς πρὸς Ν. ὑψηλότερας στάθμης. Ἐλαττουμένου δὲ εἴτα τοῦ ὕψους τῆς πλήμης τῶν πρὸς Β. παλιρροϊῶν, ἐνῶ αἱ πρὸς Ν. παλίρροιαι, λόγῳ τοῦ ἡμερησίου τύπου αὐτῶν, δὲν μεταβάλλονται ὁμοίως, ἡ Ν. στάθμη ἀνυψοῦται καὶ εὐρίσκεται ὑψηλότερον τῆς Β. ἐπ' ὀλίγας μόνον ὥρας, κατὰ τινὰς δακτύλους.

Πρὸς τούτοις, κατὰ τὸν κ. Endros καὶ συμφώνως πρὸς τὴν ἄνω θεωρίαν αὐτοῦ, ἡ διάρκεια τοῦ Ν. ρεύματος ἐλαττοῦται κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς βαθμηδὸν καὶ ἔπειτα πάλιν αὐξάνει περὶ τὰς συζυγίας. Ἀλλὰ τοῦτο δὲν προκύπτει ἐκ τῆς ὑπ' ὅφιν ἡμῶν μακρᾶς σειρᾶς παρατηρήσεων. Ἐκ τούτων συνάγεται, ὅτι ἡ μέση διάρκεια τοῦ Ν. ρεύματος δὲν ἀκολουθεῖ τὸν ἀνωτέρω ὑπὸ τοῦ κ. Endros διατυπωθέντα κανόνα, ἀλλὰ κυμαίνεται καθ' ὅλον τὸν σεληνιακὸν μῆνα περὶ τὴν

ὕψ' ἡμῶν ὑπολογισθεῖσαν τιμὴν, ἀπομακρυνομένη αὐτῆς λίαν αἰσθητῶς ἐνίοτε, ἀλλ' οὐχὶ μέχρι τοῦ ὑπὸ τοῦ κ. Endros ἀναφερομένου ὁρίου.

Ἀφ' ἑτέρου, ἐν γένει ἡ θεωρία αὕτη τοῦ κ. Endros δὲν συμφωνεῖ πρὸς τὰς παρατηρήσεις καί, ἐπομένως, δὲν εἶναι ἀκριβής. Πράγματι, ὡς εἶδομεν ἤδη, ἡ μὲν μέση στάθμη τῶν δύο λιμένων εἶναι ἡ αὐτή, ἡ δὲ διαφορὰ τῶν χρόνων μεταξὺ τῶν ἐν αὐτοῖς ἄκρων παλιρροϊκῶν φάσεων ἀνέρχεται εἰς $1^{\circ} 15^{\lambda}$ κατὰ μέσον ὅρον, καὶ οὐχὶ εἰς 3° καὶ πλέον, ὡς ἐφρόνει ὁ κ. Endros, συμπεραίνων οὕτω τὴν στάθμην τοῦ Ν. λιμένος, κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς πλήμης τοῦ Β., εἰς τὸ μέσον ὕψος αὐτῆς. Ὅταν δὲ κατόπιν ἐπέρχεται ἡ ρηχία πρὸς Β., ἡ πρὸς Ν. στάθμη ἔχει ἤδη διέλθει αὐτῆς πρὸ $1^{\circ} 15^{\lambda}$ κατὰ μέσον ὅρον καί, ἐπομένως, ἡ διαφορὰ τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων τότε δὲν διαφέρει αἰσθητῶς τῆς κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς πλήμης τοῦ Β. Ὅθεν, οὐδεμία διαφορὰ πίεσεως ὑφίσταται κατ' ἀμφοτέρας τὰς περιπτώσεις ταύτας καί, συνεπῶς, ἡ σχετικὴ θεωρία εἶναι ἀβάσιμος.

Καὶ ἡ μέση δὲ διάρκεια τοῦ Β. ρεύματος δὲν μεταβάλλεται μὲν πολὺ, ἀλλὰ καὶ δὲν ἀκολουθεῖ καὶ αὐτὴ κανόνα τινὰ ἐντὸς τοῦ σεληνιακοῦ μηνός.

48. Διάρκεια πλημμυρίδος καὶ ἀμπώτιδος. Βάθος ρηχίας καὶ ὕψος πλήμης. — Ὡς γνωστόν, συνήθως εἰς τὰς ἀκτάς, ἀντιθέτως πρὸς τὰ εἰς τὸν Εὐριπον παρατηρούμενα, τὸ βάθος τῆς ρηχίας εἶναι μείζον τοῦ ὕψους τῆς πλήμης, καθὼς καὶ ἡ διάρκεια τῆς ἀμπώτιδος εἶναι μείζων τῆς τῆς πλημμυρίδος. Τὸ φαινόμενον τοῦτο, τὸ ὅποιον εἶναι συνέπεια τῆς ἐνεργείας τῶν ἀνωτέρων κυμάτων, ἀποτέλεσμα τῶν ὁποίων εἶναι νὰ ἐλαττώνωσι τὴν διάρκειαν τῆς πλημμυρίδος καὶ νὰ αὐξάνωσι τὴν τῆς ἀμπώτιδος, ἐξηγεῖται μηχανικῶς διὰ τοῦ τύπου $v = \sqrt{gh}$ τῆς ταχύτητος τοῦ ρεύματος, μετὰ τῆς ὁποίας, ὡς εἶπομεν ἤδη, μεταδίδονται καὶ αἱ διαφοροὶ παλιρροϊκαὶ φάσεις, συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν τῶν παλιρροϊῶν ἐντὸς τῶν διωρύγων¹. Πράγματι, ἐκ τοῦ τύπου αὐτοῦ συνάγεται, ὅτι ἡ διάδοσις τοῦ παλιρροϊκοῦ κύματος εἶναι τοσοῦτον ταχύτερα, ὅσην τὸ ὕψος αὐτοῦ h εἶναι μείζον. Ὅθεν καὶ ὁ χρόνος, ὁ παρερχόμενος ἀπὸ τῆς ρηχίας μέχρι τῆς πλήμης πρέπει νὰ εἶναι ἐλάσσων τοῦ ἀπὸ τῆς πλήμης μέχρι τῆς ρηχίας, καὶ τὸ ἀπὸ τῆς μέσης στάθμης ὕψος τῆς πλήμης πρέπει νὰ εἶναι ἕλασσον τοῦ ἀντιστοίχου βάθους τῆς ρηχίας· διότι ἡ τιμὴ τοῦ h ἀπὸ τῆς μέσης στάθμης μέχρι τῆς πλήμης καί, ἐπομένως, ἡ ταχύτης τοῦ ρεύματος εἶναι μείζων τῆς ἀπὸ τῆς αὐτῆς στάθμης μέχρι τῆς ρηχίας. Ἡ ἐντεῦθεν προερχομένη ὑπεροχὴ τῆς διάρκειας τῆς ἀμπώτιδος ἀπὸ τῆς πλημμυρίδος δεικνύεται εὐκόλως καὶ διὰ τῶν τύπων τῆς θεωρίας τῶν παλιρροϊῶν. Πράγματι, ἡ παράγωγος τοῦ ὕψους y τῆς παλιρροίας ὡς πρὸς τὸν χρόνον t , ἢ $\frac{dy}{dt}$, ἀποτελεῖται

¹ Τούτου ἕνεκα καὶ αἱ διαφοροὶ φάσεις τῆς παλιρροίας διαδέχονται ἀλλήλας μετὰ διαφόρου ταχύτητος· ἡ πλήμη κινεῖται ταχύτερον τῆς μέσης παλιρροίας καὶ ἡ μέση παλίρροια ταχύτερον τῆς ρηχίας.

ἐκ δύο ὄρων, ἐξ ὧν ὁ μὲν πρῶτος ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ κύριον παλιρροϊκὸν κύμα, ὁ δὲ δεύτερος εἰς τὸ δευτερεῦον ἢ ἀνωτέρας τάξεως, τοῦ ὁποῖου ἡ γωνία α εἶναι διπλασία τῆς τοῦ πρώτου. Ἐὰν εἰς τὴν διαφορικὴν ταύτην ἐξίσωσιν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν μόνον τὸν πρῶτον ὄρον, τὸν ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὸ κανονικὸν κύμα, βλέπομεν, ὅτι ἡ παράγωγος $\frac{dy}{dt}$ μηδενίζεται διὰ τὰς τιμὰς $\alpha = 0$ καὶ $\alpha = \pi$, ἐξ ὧν ἡ μὲν πρώτη ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ μέγιστον, ἥτοι τὴν πλήμην, ἡ δὲ δευτέρα εἰς τὸ ἐλάχιστον, ἥτοι εἰς τὴν ρηχίαν. Ὅθεν αἱ τιμαὶ αὗται μηδενίζουσι τὴν παράγωγον καί, ἐπομένως, παρέχουσι τὰ μέγιστα καὶ τὰ ἐλάχιστα τοῦ y , ἥτοι τὴν πλήμην καὶ τὴν ρηχίαν, θὰ διήρουν, ἐὰν δὲν ὑπῆρχε τὸ δευτερεῦον κύμα, τὴν παλίρροϊαν εἰς δύο ἴσα μέρη. Δὲν συμβαίνει ὅμως τοῦτο ὡς ἐκ τῆς ὑπάρξεως τοῦ δευτέρου ὄρου, ἥτοι τοῦ δευτερεύοντος κύματος, συνεπεία τοῦ ὁποῖου, διὰ τὰς τιμὰς ταύτας τῆς πλήμης καὶ τῆς ρηχίας 0 καὶ π , ἡ παράγωγος δὲν μηδενίζεται καὶ εἶναι δι' ἀμφοτέρας ἀρνητική. Ὅθεν ἡ πλήμη συμβαίνει ἐνωρίτερον, ἡ δὲ ρηχία βραδύτερον τῆς κανονικῆς ὥρας αὐτῆς. Ἐντεῦθεν ἐπέρχεται μείωσις τοῦ χρονικοῦ διαστήματος, τοῦ χωρίζοντος τὴν πλήμην ἀπὸ τῆς ρηχίας καί, ἐπομένως, ἡ μεταξὺ δύο πλημῶν ρηχία δὲν πίπτει εἰς τὸ μέσον αὐτῶν. Ἐν Βρέστη π. χ. ἡ ἀμπωτις διαρκεῖ 16^h, εἰς δὲ τὴν Βουλώνην 2^o 8^h περισσότερον τῆς πλημμυρίδος.

Ἀλλὰ ταῦτα, τὰ ὁποῖα παρατηροῦνται πολλαχοῦ τῶν ἀκτῶν ἐν γένει, δὲν ἐφαρμόζονται ἐνταῦθα. Πράγματι, καθ' ἃ δεικνύεται ὑπὸ τῆς θεωρίας τῶν ἐντὸς τῶν διωρύγων παλιρροϊῶν, ἡ ταχύτης τοῦ ρεύματος, ἥτις εἶναι καὶ ἡ τῆς διαδόσεως τῶν διαφορῶν φάσεων τῆς παλιρροίας ἐν αὐταῖς, εἶναι συνάρτησις τοῦ ὕψους τῆς παλιρροίας καί, ἐπομένως, ὡς εἴπομεν ἤδη, αὕτη πρέπει νὰ εἶναι μείζων ὑπὲρ ἢ ὑπὸ τὴν μέσῃν στάθμην καὶ ἀνωτέρα κατὰ τὴν πλημμυρίδα ἢ κατὰ τὴν ἀμπώτιδα· ἐνῷ εἰς τὸν Εὐριππον, ὅπου τὰ παρατηρούμενα ρεύματα δὲν παράγονται συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν ταύτην, ἀλλὰ, προέρχονται ἐκ τῆς διαφορᾶς τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων, ἡ ταχύτης αὐτῶν δὲν εἶναι συνάρτησις τοῦ ὕψους τῆς παλιρροίας, ἀλλὰ συνάρτησις κυρίως τῆς διαφορᾶς ταύτης. Ὅθεν ἐξ αὐτῆς ἐξαρτᾶται τὸ ὕψος τῆς πλήμης καὶ τὸ βάθος τῆς ρηχίας, ὡς καὶ ἡ διάρκεια τῆς πλημμυρίδος καὶ τῆς ἀμπώτιδος ἐν αὐτῇ. Οὕτως ἐξηγεῖται καὶ ἡ ἐν τῷ Εὐρίπῳ παρατηρουμένη μηδαμινὴ σχεδὸν διαφορὰ μεταξὺ τῶν χρόνων τῆς μεγίστης ταχύτητος τοῦ ρεύματος καὶ τῶν τῆς ρηχίας· ἐνῷ εἰς τὰς διώρυγας, συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν, αὕτη εἶναι λίαν αἰσθητή, λόγῳ τῆς τριβῆς. Οὕτως ἐξηγεῖται ἐπίσης καὶ ἡ ἐλάχιστη διαφορὰ τῆς διαρκείας τῆς πλημμυρίδος ἀπὸ τῆς ἀμπώτιδος ἀντὶ τῆς συνήθους εἰς τὰς διώρυγας καὶ τὰς ἀκτάς, ἐν γένει, πολὺ μείζονος καὶ ἀντιθέτου σημείου. Αἱ ἰδιότητες δὲ αὗται, ὡς εἶδομεν ἤδη, ἐπιβεβαιώνουν καὶ αὐταὶ τὴν ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων παραγωγὴν τοῦ κανονικοῦ ρεύματος.

49. Διαφορὰ τῶν μεγίστων παλιρροϊκῶν στοιχείων κατὰ τὰς δύο διαδοχικὰς συζυγίας. — Ἡ διαφορὰ αὕτη, ὡς γνωστὸν, εἶναι φυσικὴ συνέπεια τῆς ἐκκεντρότητος τῆς σεληνιακῆς τροχιάς, συνεπείᾳ τῆς ὁποίας ἡ ἀπόστασις τῆς Σελήνης ἀπὸ τῆς Γῆς δὲν εἶναι σταθερά, ἀλλὰ μεταβάλλεται, καὶ μετ' αὐτῆς καὶ ἡ παλιρροιογόνος ἐνέργεια τῆς Σελήνης, καθισταμένη οὕτω διάφορος ἀπὸ συζυγίας εἰς συζυγίαν. Ἐντεῦθεν τὰ παλιρροϊκὰ μέγιστα στοιχεῖα περὶ τὰς συζυγίας εἶναι πανταχοῦ διάφορα κατὰ τὰς δύο διαδοχικὰς ἐξ αὐτῶν.

50. Ἡ ἐκάστοτε διάφορος ἐπίδρασις τοῦ αὐτοῦ ἀνέμου ἐπὶ τοῦ ὕψους, τῆς ταχύτητος καὶ τῆς διαρκείας τοῦ ρεύματος. — Τὰ εἰς τὸν Εὐρίπτον παρατηρούμενα ἐνίοτε καὶ ὡς παράδοξα χαρακτηρισθέντα φαινόμενα τῆς ἀντιθέτου ἐκάστοτε ἐπιδράσεως τοῦ αὐτοῦ ἀνέμου ἐπὶ τοῦ ὕψους, τῆς ταχύτητος καὶ τῆς διαρκείας τοῦ ρεύματος ἐξηγοῦνται εὐκόλως ὡς ἑξῆς:

Παρατηρήθη, ὅτι, πνέοντος ἰσχυροῦ Ν ἀνέμου, περὶ τὰς συζυγίας, κατὰ μὲν τὴν πρώτην ἡμέραν τὸ Ν ρεῦμα ἄρχεται ἐνωρίτερον τοῦ δέοντος, καὶ ρεεῖ ἐπὶ 7 - 7 1/2 ὥρας μετὰ μεγάλης ταχύτητος (8 - 8 1/2 μιλίων). Τὴν δευτέραν ὁμῶς καὶ τὰς ἐπομένους ἡμέρας τοιοῦτου ἀνέμου, τὸ Β ρεῦμα ρεεῖ μετ' ἐπίσης μεγάλης ταχύτητος καὶ μετὰ ὑψηλῆς στάθμης, ἀντιθέτως πρὸς τὸν ἀνεμον. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ ἐξηγεῖται εὐκόλως, ἐὰν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν, ὅτι τὰ ὕδατα τῆς Μεσογείου, καὶ ἰδίως τοῦ Αἰγαίου, ὠθούμενα ὑπὸ τῶν Ν ἀνέμων πρὸς Β., συσσωρεύονται ἀναγκαιῶς εἰς τὰς ἀκτὰς τῆς Μακεδονίας καὶ τῆς Θράκης, μὴ εὐρίσκοντα δὲ ἐλευθέραν διέξοδον ἐκεῖθεν πρὸς Α., ἕνεκα τῆς στενότητος τῶν Δαρδανελλίων, ῥέουν, κατ' ἀνάγκην, πρὸς Δ. καί, εἰσερχόμενα εἰς τὸν Β. Εὐβοϊκὸν κόλπον, φθάνουν, συνεπῶς, εἰς τὸν πορθμὸν τοῦ Εὐρίπου μετὰ μεγάλης ταχύτητος καὶ μεγάλου ὕψους, ἂν καὶ ἔχοντα διεύθυνσιν ἀντίθετον τῆς τοῦ ἀνέμου.

Ἀφ' ἐτέρου, οἱ ἰσχυροὶ Β. ἄνεμοι δὲν ἐπιδρῶσιν ἀναλόγως τῆς δυνάμεως αὐτῶν ὁμοίως ἐπὶ τοῦ ρεύματος τοῦ Εὐρίπου· τοῦναντίον, τὰ ὕδατα, ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου, εἶναι κατ' αὐτὸν πολὺ χαμηλά. Τοῦτο εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ἀντιθέτου πρὸς τὸν Ν. ἐνεργείας τῶν Β. ἀνέμων εἰς τὸ Αἶγαϊον. Πράγματι, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν Β. θυελλῶν εἰς τὸ Αἶγαϊον, τὰ ὕδατα αὐτοῦ ὠθοῦνται πρὸς Ν. καί, ἐπομένως, ἡ στάθμη αὐτῶν κατέρχεται ἐν αὐτῷ αἰσθητῶς. Ὅθεν, ὡς ἐκ τούτου, καὶ ἡ στάθμη τῆς θαλάσσης ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου κατέρχεται τότε πολὺ χαμηλότερον τοῦ κανονικοῦ αὐτῆς ὕψους, μέχρι ἡμίσεος σχεδὸν μέτρου ἐνίοτε.

51. Τὰ αἷτια τῆς διηνεκοῦς πολλαπλῆς κυμάνσεως τοῦ Ν. καὶ τοῦ Β. λιμένος. — Πλὴν τῆς σεληνιακῆς παλιρροίας, ὡς εἶδομεν, οἱ δύο λιμένες τῆς Χελιδὸς, καὶ μάλιστα ὁ Ν., προυνισιάζουν, κατὰ τε τὰς συζυγίας καὶ τοὺς τετρα-

γωνισμούς, σειρὰν καὶ ἄλλων κυμάνσεων, ἀσχέτων πρὸς αὐτήν, ποικίλων τὸ ὕψος καὶ τὴν περίοδον. Τὰ αἷτια τῆς διηνεκοῦς ταύτης πολλαπλῆς κυμάνσεως τῶν δύο τούτων λιμένων εἶναι βεβαίως πολλὰ καὶ διάφορα, ἄλλα τυχαῖα καὶ ἄλλα συστηματικά, ἄλλα ἐντὸς καὶ ἄλλα ἐκτὸς τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου, τὰ αὐτὰ δὲ πρὸς τὰ προκαλοῦντα τὰς ταλαντώσεις καὶ τὰς λοιπὰς μὴ σεληνοηλικὰς κυμάνσεις, εἰς ἃς ὀφείλονται, περὶ τοὺς τετραγωνισμούς, τὰ ἀκανόνιστα ρεύματα.

Πρὸς ὑπολογισμόν τῆς τιμῆς τῆς περιόδου τῶν ἐντὸς λεκάνης τινὸς παραγομένων μονοδέσμων στασίμων κυμάτων, ἦτοι τοῦ χρόνου t , καθ' ὃν τὸ τοιοῦτο κύμα διατρέχει δις λεκάνην μήκους l , ἔχομεν διαφορὸν τύπον, ἐξ ὧν ὁ ἀπλουστερος, ὃν εἶδομεν ἤδη, εἶναι ὁ τοῦ R. Merian, $t = \frac{2l}{\sqrt{g h}}$, ἰσχύων ἐν τῇ ἀπλουστερᾷ πασῶν τῶν μονοδέσμων περιπτώσεων κυμάνσει καὶ ὅταν ἡ διάμετρος l τῆς λεκάνης σχετικῶς πρὸς τὸ βάθος αὐτῆς εἶναι πολὺ μεγάλη, ὁ δὲ πυθμὴν κανονικός. Εἰς τὰς θαλάσσας ὅμως καὶ εἰς τὰς λιμνικὰς λεκάνας, εἰς τὰς ὁποίας οἱ πυθμένες καὶ τὸ σχῆμα ἐν γένει δὲν ἔχουν τὴν ὑπὸ τοῦ τύπου τούτου ὑποτιθεμένην κανονικότητα, αἱ δι' αὐτοῦ ὑπολογιζόμεναι τιμαὶ παρουσιάζουν, κατ' ἀνάγκην, διαφορὰς τινὰς πρὸς τὰς παρατηρουμένας.

Πρὸς ὑπολογισμόν τῆς περιόδου τῶν στασίμων κυμάτων ἐντὸς ἀνωμάλου λεκάνης ὁ Du Boys ἀντικατέστησε τὸν τύπον τοῦ Merian δι' ἄλλου πληρεστερου καί, ἔτι ἀκριβεστερον, δι' ἰδίου, ὁ Prof Chrystal, ἐπὶ τῇ βάσει πλήρους θεωρίας αὐτοῦ, τῆς ὁποίας ἡ ἀκρίβεια ἀπεδείχθη ἐντελῶς ἐν τῇ ἐφαρμογῇ αὐτῆς εἰς τὰς ταλαντώσεις τῆς λίμνης τῆς Γενεύης. Ὅμοίως καὶ τοῦ Chrystal ὁ τύπος, ὅστις καὶ ἐν τῇ ὑπὸ τῶν Ἰαπώνων Hondra καὶ Genossen δοθείσῃ ἀπλουστερᾷ μορφῇ αὐτοῦ χρησιμοποιοῦμενος, εἶναι λίαν πολὺπλοκος καὶ ἐπιπόνου χρήσεως, παρέσχεν ἀκριβῆ ἀποτελέσματα, ἐφαρμοσθεὶς ὑπ' αὐτῶν ἐπὶ τῶν τοιούτων κυμάνσεων τῶν θαλασσίων ἀκτῶν. Καθ' ἃ δὲ ἔδειξαν οἱ Ἰάπωνες, προκειμένου περὶ λεκανῶν, αἱ ὁποῖαι συγκοινωνοῦν μετὰ τῆς ἀνοικτῆς θαλάσσης, ὁ μὲν δεσμός κεῖται εἰς τὸ στόμιον, ἡ δὲ περίοδος τότε εἶναι: $t = \frac{4l}{\sqrt{g h}}$, ἔνθα l εἶναι ἡ ἀπόστασις τοῦ στομίου ἀπὸ τοῦ ἐσωτερικοῦ πέρατος τῆς λεκάνης. Ὁ Hondra παρέχει ἄφ' ἑτέρου τύπου πρὸς ὑπολογισμόν τῆς περιόδου ἐντὸς δύο λεκανῶν, συνδεομένων διὰ στενοῦ τινος, ὡς ἐν τῇ περιπτώσει τοῦ B. καὶ τοῦ N. λιμένος, καὶ τῇ τοῦ N. λιμένος μετὰ τοῦ τῆς Αὐλίδος. Ἐν ἣ δὲ περιπτώσει ἡ λεκάνη συνδέεται μετὰ τῆς ἀνοικτῆς θαλάσσης διὰ δευτέρου στενοῦ, ἔχομεν ἄλλον τύπον, ὡς καὶ ὅταν πρόκειται περὶ λεκάνης, ἀνοικτῆς ἀμφοτέρωθεν, ὡς ὁ Εὐβοϊκὸς κόλπος.

Σημειωτέον πρὸς τούτοις, ὅτι οἱ τύποι οὗτοι παρέχουν τὴν κυρίαν ἢ τὴν ἀπλῆν διάρκειαν τῆς κυμάνσεως, ἦτοι τὴν τῶν μονοδέσμων κυμάτων. Ἀλλὰ παρατηροῦνται, ὡς εἴπομεν ἤδη, καὶ κυμάνσεις, παρουσιάζουσαι δύο καὶ πλείονας δεσμούς καὶ ἔχουσαι περίοδον μικροτέραν ἢ μεγαλυτέραν κατὰ τι τοῦ ἡμίσεος,

τοῦ τρίτου κτλ. τῆς τῶν ἀπλῶν, ἀναλόγως τῆς διαμορφώσεως τοῦ πυθμένος.

Αἱ μετὰ περιόδου ἡμισείας περίπου ὥρας κυμάνσεις τοῦ Ν. λιμένος, αἱ ὁποῖαι ἔχουν, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, μικρὸν εὖρος, 3 ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου περίπου, καὶ ὀφείλονται, ὡς εἵπομεν ἤδη, προφανῶς εἰς τὴν πτώσιν τοῦ Β. ρεύματος ἐν αὐτῷ, ἐξαφανίζονται δὲ περὶ τοὺς τετραγωνισμούς, διότι τότε προφανῶς ἡ ὁρμὴ τοῦ Β. ρεύματος εἶναι μικρὰ καὶ αἱ ἐξ αὐτοῦ κυμάνσεις, ἐπομένως, ἀνεπαίσθητοι, ἔχουν περίοδον συμφωνοῦσαν ἀρκετὰ πρὸς τὴν ὑπὸ τοῦ τύπου τοῦ Merian παρεχομένην. Πράγματι, ἐὰν ὑπολογίσωμεν διὰ τοῦ τύπου τούτου: $t = \frac{2l}{\sqrt{gh}}$ τὴν περίοδον τῶν ἐν λόγῳ κυμάνσεων, θέτοντες ἐν αὐτῷ ἀντὶ τοῦ l τὸ ὅλον μῆκος τῶν δύο λιμένων ὁμοῦ, ἥτοι τοῦ Ν. καὶ τοῦ τῆς Αὐλίδος, ἀντὶ δὲ τοῦ h τὸ μέσον βάθος αὐτοῦ, εὐρίσκομεν τὴν τιμὴν αὐτῆς 33^{λ} , ἣτις προσαρμόζεται καλῶς πρὸς τὴν ἐκ τῶν καμπύλων εὐρεθεῖσαν τιμὴν τῶν 30^{λ} περίπου.

Ἡ μελέτη τῶν καμπύλων τῶν τριῶν λιμένων, ἐξ ὧν προκύπτει, ὅτι δὲν ὑφίστανται ταλαντώσεις ἐν αὐτοῖς, ἔχουσαι κοινὴν περίοδον, ἀλλὰ, τοῦναντίον, ὅτι αὗται εἶναι ἐν γένει ὅλως διάφοροι καὶ ἐνίοτε ὅλως ἀντίθετοι, πρὸς δὲ καὶ ἡ παρατήρησις τῶν ὡρῶν τῆς ἀλλαγῆς τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος δεικνύουν προφανῶς, ὅτι, ὅπως ἡ σεληνογηλικὴ παλίρροια, οὕτω καὶ αἱ ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου συμβαίνουσαι ταλαντώσεις, εἶναι ἀνεξάρτητοι ἀλλήλων, ἥτοι δὲν ὑφίσταται κοινὴ κίνησις ἐκατέρωθεν αὐτοῦ, συμφώνως πρὸς τὰ συμπεράσματα τῆς θεωρητικῆς ἐρεῦνης, τὰ ὁποῖα εἶδομεν προηγουμένως.

Ἐὰν λοιπὸν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν, ὅτι ἐνιαία ταλάντωσις καθ' ὅλον τὸν Εὐβοϊκὸν δὲν εἶναι δυνατὴ, καὶ ὅτι αἱ ἐν αὐτῷ ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου παρατηρούμεναι εἶναι αὐτοτελεῖς καὶ ἀνεξάρτητοι ἀλλήλων, καὶ ὑπολογίσωμεν, διὰ τῶν σχετικῶν τύπων, ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ μεγέθους, τοῦ σχήματος καὶ τοῦ βάθους τῶν διαφόρων λεκανῶν, τὰς δυνατὰς ἐν αὐταῖς περιόδους τῶν ταλαντώσεων, βλέπομεν, ὅτι αἱ ἐκ τοῦ ὑπολογισμοῦ συναγόμεναι τιμαὶ αὐτῶν, διὰ τὰς συνηθεστέρας τοῦλάχιστον ταλαντώσεις, προσαρμόζονται ἀρκετὰ καλῶς πρὸς τὰς ὑπὸ τῆς παρατηρήσεως πρεχομένας. Σημειωτέον ὅμως, ὅτι ὁ μὲν ὑπολογισμός, λόγῳ τοῦ πολυμόρφου καὶ ἀκανονίστου σχήματος τῶν λεκανῶν, μόνον κατὰ προσέγγισιν, κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον μικράν, δύναται νὰ δώσῃ τὴν περίοδον, αἱ δὲ διὰ τῶν παλιρροιομετρικῶν παρατηρήσεων γραφεῖσαι καμπύλαι δὲν δύνανται νὰ ἀπεικονίσωσιν ἀκριβῶς τὰς ταλαντώσεις. Διότι, ἐὰν ἐκ τῶν παλιρροιογραφικῶν καμπύλων τοῦ Β. λιμένος δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν ἀκριβῶς τὴν περίοδον, ὡς καὶ τὸ εὖρος τῶν ταλαντώσεων αὐτοῦ, αἱ ἐκ τῶν ἀνὰ ἡμίσειαν ὥραν, καὶ αὐτῶν ἀκόμη τῶν ἀνὰ τέταρτον τῆς ὥρας, παλιρροιομετρικῶν παρατηρήσεων γραφόμεναι δὲν δύνανται νὰ παράσχωσιν ἀκριβῶς οὔτε τὴν διάρκειαν τῆς περιόδου, οὔτε τὸ εὖρος ἐκάστου κύματος τοῦ Ν. λιμένος καὶ τοῦ τῆς Αὐλίδος. Διὰ τῶν παρατηρήσεων τούτων, εἶναι δυνατὸν ταλαν-

τώσεις διαρκείας ἐλάσσονος ἢ καὶ μείζονος ἀκόμη τοῦ τετάρτου τῆς ὥρας νὰ διαφύγῃσι, νὰ ἐμφανίζονται δέ, τοῦναντίον, ἄλλαι, μὴ ὑφιστάμεναι πραγματικῶς, ἀλλ' ἀποτελούμεναι ἐξ ἄλλων μικρότερας περιόδου. Ἐντεῦθεν δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἀναλύσωμεν μετ' ἀκριθείας τὰς καμπύλας τοῦ Ν. λιμένος, ὥς καὶ τὰς τοῦ τῆς Αὐλίδος· περιορίζομεθα λοιπὸν νὰ ἀριθμήσωμεν καὶ νὰ μετρήσωμεν μόνον τὰς ὑπ' αὐτῶν, κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ τμήματος τῆς ἡμέρας, καθ' ὃ ἐγένοντο παρατηρήσεις, ἐμφανιζομένας ταλαντώσεις, παραλειπομένων οὕτως ὄλων ἐκείνων, αἱ ὁποῖαι κατ' ἀνάγκην ἐξαφανίζονται ἐν αὐταῖς, ἢ συνέβησαν εἰς ὥρας, καθ' ἃς δὲν παρατηρήθησαν. Τοῦναντίον, αἱ παλιρροιογραφικαὶ καμπύλαι τοῦ Β. λιμένος παρέχουν ἀκριθέστερα ἀποτελέσματα· ἀλλὰ καὶ ἐκεῖ, πλὴν τῶν πολλῶ μικροῦ μεγέθους, ὥς αἱ ἐκ τῆς πτώσεως τοῦ ρεύματος προκαλούμεναι, αἱ ὁποῖαι δὲν ἐμετρήθησαν, καθὼς λίαν πολυάριθμοι, δὲν πρέπει νὰ λησμονῇται, ὅτι καὶ ἄλλαι ἐξαφανίζονται, διότι ἡ παλιρροϊκὴ κύμανσις, ὥς πολλὴ ἰσχυρότερα, καλύπτει συνήθως ἐντελῶς τὰς ταλαντώσεις.

Ὡς εἶδομεν ἤδη, αἱ ταλαντώσεις τοῦ Β. λιμένος σπανίως παρουσιάζουν εὐρη ὑπερβαίνοντα τὰ 5 ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου· συνήθως αὗται εἶναι πολλὰ μικραῖ, ἀνερχόμεναι εἰς 2-3 ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου. Τοῦναντίον δέ, εἰς τὸν Ν. λιμένα παρατηροῦνται καθ' ἑκάστην ταλαντώσεις εὗρους τοῦλάχιστον 5 ἑκατοστῶν, ἐνίοτε δὲ 10-20 καὶ πλέον ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου. Τοῦτο συμβαίνει κυρίως ἀφ' ἐνὸς μὲν λόγῳ τῆς ἀπλότητος τῆς μορφῆς τῶν ταλαντώσεων τοῦ Ν. Εὐβοϊκοῦ, ἀφ' ἑτέρου δὲ λόγῳ τοῦ μικροῦ μεγέθους τοῦ Ν. λιμένος. Πράγματι, τὰ διάφορα τμήματα τοῦ πολυπλόκου τὸ σχῆμα Β. Εὐβοϊκοῦ κόλπου προκαλοῦν ἰδιαιτέρας ἑκαστον ταλαντώσεις, αἱ ὁποῖαι ἔχουν περιόδους μὴ συμφωνούσας πρὸς ἀλλήλας, καὶ οὕτω δὲν συντελοῦν εἰς αὐξήσιν, ἀλλὰ, τοῦναντίον, συμβάλλουν εἰς μείωσιν τοῦ εὗρους τῶν ἐξ αὐτῶν προκυπτουσῶν ταλαντώσεων.

Ἀλλ' ὁ κυριώτερος λόγος τῆς τοιαύτης διαφορᾶς πρέπει νὰ ζητηθῇ εἰς τὴν μεγάλην διαφορὰν τοῦ μεγέθους τῶν δύο λεκανῶν τῶν δύο λιμένων. Πράγματι, ἡ μὲν ἐπιφάνεια τοῦ Ν. λιμένος, ὥς καὶ ἡ τοῦ τῆς Αὐλίδος, ἀμφοτέρων σχεδὸν κλειστῶν καὶ συνδεομένων πρὸς τὸν Ν. Εὐβοϊκὸν κόλπον διὰ στενῶν πορθμῶν, εἶναι ἀσυγκρίτως μικρότερα καὶ τὸ βάθος αὐτῶν ἀσυγκρίτως μικρότερον τῶν τῆς θαλάσσης τῆς Ἀταλάντης, μετὰ τῆς ὁποίας ὁ Ν. λιμὴν ἐπικοινωνεῖ δι' εὐρυτάτου στομίου, ἀποτελῶν οὕτω μετ' αὐτοῦ ἐνιαίαν μεγάλην λεκάνην. Ἀπόδειξιν τούτου παρέχουν αἱ εἰς τοὺς δύο τούτους συνεχομένους νοτίους λιμένας παρατηρούμεναι ταλαντώσεις, τῶν ὁποίων αἱ καμπύλαι εἶναι παράλληλοι, τὸ δὲ εὖρος κατὰ τὸ ἥμισυ μικρότερον εἰς τὸν διπλασίας ἐκτάσεως τῆς Αὐλίδος. Συμφώνως ἄλλως πρὸς τὸν γνωστὸν ὕδραυλικὸν νόμον, τὰ κύματα ἐντὸς στενοῦ καὶ ἀβαθοῦς χώρου, ὥς εἶδομεν ἤδη, γίνονται ὑψηλότερα, ἀντιστρόφως ἀναλόγως πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τοῦ πλάτους τῆς λεκάνης καὶ πρὸς τὴν τετάρτην ρίζαν τοῦ μέσου βάθους αὐτῆς.

Ὅθεν αἱ παλίρροιαι τοῦ Β. λιμένος, ὡς ἐκ τῆς συνήθους σμικρότητος τῶν ἐν αὐτῷ ταλαντώσεων, ὅχι μόνον κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς κανονικῆς περιόδου, ἤτοι περὶ τὰς συζυγίας, ὅτε αἱ παλιρροὶκαὶ κυμάνσεις εἶναι λίαν ἰσχυραὶ καὶ δύνανται νὰ καλύπτωσι τὰς πλείστας ἐξ αὐτῶν, ἀλλὰ καὶ κατ' αὐτὴν τὴν ἀκανόνιστον, ἤτοι περὶ τοὺς τετραγωνισμούς, δύνανται νὰ ἐμφανίζωνται λίαν εὐκρινῶς· ἐν ᾧ, τοῦναντίον, εἰς τὸν Ν. λιμένα, ὅπου εἶναι μεγάλα τὰ εὖρη τῶν ταλαντώσεων, μικρὰ δὲ ἡ παλιρροϊκὴ κύμανσις, ἐμφανίζονται συνήθως εὐκρινέστερον τῆς κανονικῆς παλιρροίας ἐκεῖναι. Ἐντεῦθεν ὁ Ν. λιμὴν ἐμφανίζεται διηνεκῶς κυμαίνόμενος, συνηθέστερον δὲ καὶ ἰσχυρότερον τοῦ Β.· αἱ δὲ ταλαντώσεις αὐτοῦ, ἀντίθετοι καὶ πρὸς τὴν ὑπὸ τοῦ Forel διατυπωθεῖσαν γνώμην, εἶναι ἐκεῖναι, αἱ ὅποιαι, λόγῳ τοῦ μεγάλου σχετικῶς εὗρους αὐτῶν, δύνανται, ὑπὸ καταλλήλους ὁρῶν, νὰ ἐπιδρῶσιν ἀποτελεσματικῶς, καὶ ὄντως ἐπιδρῶσιν, ἐπὶ τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος καὶ νὰ παράγωσιν ἀλλαγὰς πολλὰς ἐπαναλαμβανόμενας.

Καθ' ἃ εἵπομεν ἤδη, αἱ εἰς τοὺς δύο λιμένας παρατηρούμεναι ταλαντώσεις ἐξηγουνται, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, ὡς προερχόμεναι ἐκ διαφορῶν τοπικῶν κυρίως μετεωρολογικῶν καὶ ἐν γένει μηχανικῶν αἰτίων. Πλὴν ὅμως τούτων, παρατηροῦνται πολλάκις ἄλλαι τινες, μακρᾶς μάλιστα περιόδου, αἱ ὅποιαι δὲν εἶναι δυνατόν νὰ προέρχωνται ἐκ τῶν αἰτίων τούτων· οὔτε εἶναι ἄλλως δυνατόν νὰ ἀποδώσωμεν τὴν διηνεκὴν κύμανσιν τοῦ Ν. λιμένος εἰς τυχαῖα μόνον καὶ ἐκτάκτως ὑφιστάμενα ἐνίοτε αἷτια, ὡς τὰ μετεωρολογικά. Εἶναι γνωστὸν ἄλλως, ὡς εἵπομεν ἤδη, ὅτι ταλαντώσεις παρατηρούμεναι ἐντὸς μικρῶν λεκανῶν μακρᾶς περιόδου, μὴ δυνάμενης νὰ ἐξηγηθῇ διὰ τοῦ μήκους αὐτῶν, θὰ προέρχωνται ἐξ ἄλλων θαλασσῶν, μετὰ τῶν ὁποίων αὗται συγκοινωνοῦν. Αἱ τοιαῦται δὲ κυμάνσεις πρέπει νὰ θεωρηθῶσιν ὡς προερχόμεναι ὅχι μόνον ἐκ τῶν διαδοχικῶν ὁρῶν τοῦ ἀρμονικοῦ ἀναπτύγματος εἰς σειράν, ἀλλὰ προσέτι καὶ κυρίως ἐκ τῶν συμβολικῶν, ἀνακλαστικῶν ἢ ἄλλων ποικίλων ὑδραυλικῶν ἀποτελεσμάτων τῶν ἀκτῶν καὶ ἐν γένει τῶν τοπογραφικῶν ὁρῶν τῆς πολυμόρφου Α. Μεσογείου καὶ μάλιστα τοῦ πολυνησιακοῦ καὶ πολυκόλπου Αἰγαίου, ἐξ ὧν, ὡς εἵπομεν ἤδη, προέρχεται ἡ παράγωγος παλίρροια τοῦ Εὐρίπου. Εἶναι δὲ γνωστόν, ὅτι κύματα στάσιμα παρατηροῦνται ἰδίως εἰς τὰς θαλάσσας, τὰς ἐχούσας πολλοὺς κόλπους, στενὰ καὶ ἀκτὰς ἀποτόμους.

Πρὸς ἐξακρίβωσιν ὅμως ὅλων τῶν αἰτίων, ὡς καὶ τοῦ βαθμοῦ τῆς ἐπιδράσεως ἐκάστου αὐτῶν, ἀνάγκη παλιρροιογραφικῶν καὶ μετεωρολογικῶν παρατηρήσεων εἰς τὰ πρὸς τοῦτο πρόσφορα περὶ τὴν Εὐβοίαν καὶ ἔτι ἀπώτερον αὐτῆς μέρος. Διότι, ἐν γένει, δὲν εἶναι δυνατόν ἄνευ τῶν ἀναγκαίων παρατηρήσεων, ἐνίοτε δὲ καὶ τῇ βοήθειᾳ αὐτῶν ἀκόμη, νὰ ἐξακριβώσωμεν ὅλα τὰ δευτερεύοντα φαινόμενα, τὰ ὅποια παρατηροῦνται ὅχι μόνον εἰς τὸν Εὐριπον, ἀλλὰ καὶ πανταχοῦ εἰς τὰς

ἀπειρομόρφους ἀκτὰς τῆς Γῆς. Τὸ πρόβλημα τῶν παλιρροιῶν οὐ μόνον ἐν τῇ παρούσῃ καταστάσει τῆς Ἐπιστήμης δὲν ἐλύθη, ἀλλ' οὔτε φαίνεται δυνατόν εἰς τὸ μέλλον νὰ λυθῇ, ἐὰν θέλωμεν νὰ τὸ πραγματευθῶμεν ἐν τῇ συνόλῳ αὐτοῦ καὶ ὑπὸ τοὺς φυσικοὺς ὅρους, ὑφ' οὓς πράγματι παρουσιάζεται, ἥτοι ἂν πρόκειται νὰ ληφθῶσιν ὑπ' ὄψιν ἡ ἀνώμαλος διανομὴ τῶν θαλασσῶν, ἡ ἐπίδρασις τῆς διαμορφώσεως τῶν ἀκτῶν, τὸ ἀνώμαλον βάθος καὶ ἡ τριβὴ τοῦ πυθμένος τῆς θαλάσσης, ἡ ἐνέργεια τῶν ἀνέμων, αἱ μεταβολαὶ τῆς βαρομετρικῆς πιέσεως, τὰ θαλάσσια ρεύματα καὶ ἐν γένει ὅλα τὰ γνωστὰ καὶ ἄγνωστα στοιχεῖα, τὰ ὅποια ἐπιδρῶσιν αἰσθητῶς ἐπὶ τῆς κινήσεως τοῦ ὕδατος τῆς θαλάσσης. Αἱ ἐνέργειαι αὐτῶν, ἐκδηλούμεναι καὶ μεταβιβαζόμεναι, δι' ἀνεξηγήτου πολλάκις ῥύμης (force vive), περιπλέκονται κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε τὰ πραγματικὰ αὐτῶν ἀποτελέσματα, πολυαριθμότερα καὶ μείζονα τῶν ὑπὸ τῆς θεωρίας δεικνυομένων, δὲν δύνανται νὰ ἐξακριβωθῶσιν, οὐδὲ νὰ ἐκτιμηθῶσι δεόντως ἀκόμη. Οὕτως, ἐν ᾧ εἰς τινὰ μέρη, ὡς ἐν τῇ Εὐρίπῳ καὶ ἀλλαχοῦ¹, παρατηροῦνται πλείονες τῶν δύο παλιρροιῶν, ἐντὸς μιᾶς ἡμέρας, ἀλλαχοῦ, ὡς εἰς τὸν κόλπον τοῦ Τογκίνου καὶ τὸν κόλπον τοῦ Μεξικοῦ, συνεπεῖα φαινομένων συμβολῆς, εἰς δὲ τὸν μυχὸν τῆς Ἀδριατικῆς, συνεπεῖα συμβολῆς μεταξὺ τῶν δύο ἡμιημερησίων κυμάτων, παρατηρεῖται μία μόνη παλίρροια. Καὶ ἐν ᾧ ἐν Βρέστη, ἡ ἡμιημερησία παλίρροια εἶναι εἰκοσαπλασία τῆς ἡμερησίας, τὸ ἀντίθετον ἀκριβῶς συμβαίνει ἐν Τογκίνῳ, ὅπου ἡ ἡμιημερησία παλίρροια εἶναι εἰκοσάνκις ἀσθενεστέρα τῆς ἡμερησίας. Ὁμοίως εἰς τὰς ἀκτὰς τῆς Εὐρώπης, ὅπου ὑπάρχουν κόλποι, ὡς ὁ Εὐβοϊκός, διὰ δύο στομίων συγκοινωνοῦντες πρὸς τὴν ἀνοικτὴν θάλασσαν, παρατηροῦνται ἐπίσης παράγωγοι παλίρροιαι μετὰ φαινομένων ἀνωμάτων. Οὕτως εἰς τὴν Α. ἀκτὴν τῆς Ἀγγλίας καὶ τῆς Σκωτίας ἀντίθετα κύματα, ἐρχόμενα ἐκ τοῦ Β. ἄκρου τῆς Σκωτίας καὶ τοῦ στενοῦ τοῦ Dover, παράγουν, συνεπεῖα ἀνακλάσεως καὶ συμβολῆς, εἰς τινὰς μὲν θέσεις δύο παλιρροίας μεγάλου εὗρους, ἐν ἄλλαις, ἐγγὺς τῶν πρώτων κειμέναις, μίαν μόνην μικροτέρου εὗρους, καὶ εἰς ἄλλας διαμέσους τέσσαρας διαφόρους πλήμης ἐντὸς μιᾶς ἡμέρας.

Καὶ εἶναι μὲν ἀληθές, ὅτι, διὰ τῆς προσφάτως ἐπινοηθείσης μεθόδου τοῦ Fredholm, δυνάμεθα νὰ ὁλοκληρώσωμεν τὰς ἐξιώσεις τοῦ προβλήματος τῶν παλιρροιῶν καί, ἐπομένως, νὰ λύσωμεν θεωρητικῶς αὐτό, ἀλλ' ἡ μεγάλη δυσχέρεια τῆς ἀνάγκης τῆς εἰσαγωγῆς ἀναλυτικῶς τοῦ νόμου τοῦ βάθους τῆς θαλάσσης καὶ τοῦ σχήματος τῶν πολυμόρφων ἀκτῶν τῶν ἡπείρων ἄγουσι πρακτικῶς εἰς ὑπολογισμοὺς ἀδιεξόδους. Καὶ ὅταν ἀκόμη περιορισθῶμεν εἰς νόμον βάθους καὶ

¹ Πλὴν τοῦ Εὐρίπου καὶ ἀλλαχοῦ παρατηροῦνται δευτερεύουσαι κυμάνσεις 6, 8 καὶ 10 ἐντὸς μιᾶς ἡμέρας, ὡς καὶ ἀσάθεια τῆς μέσης στάθμης, μεγάλαι διαφοραὶ τοῦ εὗρους τῆς παλιρροίας εἰς γειτονικοὺς λιμένας, ἀνώμαλος διαφορὰ διαρκείας τῆς πλημμυρίδος καὶ τῆς ἀμπώτιδος καὶ ἄλλα τοιαῦτα μὴ κανονικὰ φαινόμενα, τὰ ὅποια ἀδύνατον νὰ ἐξηγήσῃ ἐντελῶς ὅλα ἡ Ἐπιστήμη σήμερον.

σχῆμα ἀκτῶν οὐχὶ ἐπαρκῶς ἀκριβῆ, οἱ ὑπολογισμοί, ἂν καὶ πολὺ ἀπλούστεροι, εἶναι ἀκόμη τόσον πολύπλοκοι, ὥστε ἡ δι' αὐτοὺς πολλή ἐργασία εἶναι δυσανάλογος πρὸς τὸ ἀβέβαιον ἀποτέλεσμα αὐτῆς. Ὅθεν δὲν δυνάμεθα ἀκόμη νὰ ὑπολογίσωμεν τὰς παλιρροίας πραγματικῆς θαλασσίας λεκάνης. Μέχρι τῆς ἐπινοήσεως τῆς μεθόδου τοῦ Fredholm τὸ πρόβλημα τῶν παλιρροιῶν μόνον εἰς εἰδικὰς αὐτοῦ περιπτώσεις ἐπραγματεύθησαν θεωρητικῶς τινές· ἀλλ' αἱ περιπτώσεις αὗται κεῖνται μακρὰν τῶν ὄρων, οἱ ὁποῖοι ὑφίστανται ἐν τῇ Φύσει. Ἐν τούτοις, τοῦτο δὲν ἐμπροδίζει νὰ προλέγωμεν πρακτικῶς τὰς παλιρροίας κανονικῶς καὶ ἀρκετὰ ἀκριβῶς ἰδίως, ὡς εἶδομεν ἤδη, διὰ τῆς Ἀρμονικῆς Ἀναλύσεως.

Μετὰ τὰ ἀνωτέρω, εὐλογον θεωροῦμεν, ὅπως καταλήξωμεν, διὰ τῆς ἐξῆς προφητικῆς ὄντως, διὰ τὴν ἐποχὴν, καθ' ἣν ἐγράφη γνώμη τοῦ Laplace: «Ἡ μεγάλη» ποικιλία τῶν τοπικῶν περιπτώσεων, αἵτινες ἐν ἐκάστῳ λιμένι ἐπιδρῶσιν ἐπὶ τῶν παλιρροιῶν, παράγει μεγάλας διαφορὰς εἰς τὰ φαινόμενα ταῦτα καὶ δὲν ὑπάρχει πιθανῶς οὐδεμία δυνατὴ περίπτωσις, ἥτις δὲν συμβαίνει ἐπὶ τῆς Γῆς» (*Mécanique Céleste*, Livre IV, p. 261).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 5'

ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ

52. Ἡ βαρομετρικὴ ἀναγωγὴ τῶν παρατηρήσεων. — Πλὴν τοῦ ἀνέμου, ὡς γνωστόν, καὶ αἱ μεταβολαὶ τῆς βαρομετρικῆς πιέσεως ἐπιδρῶσιν αἰσθητικῶς ἐπὶ τῆς παλιρροίας· ἡ παραβολὴ τῶν παλιρροιογραφικῶν πρὸς τὰς βαρογραφικὰς καμπύλας τοῦ Εὐρίπου δεικνύει ἀμέσως, ὅτι εἰς τὰς βαρομετρικὰς ὑφέσεις ἀντιστοιχοῦν ἀνυψώσεις τῆς παλιρροίας καὶ τὰνάπαλιν. Πράγματι, ἡ ἰσορροπία τῆς θαλάσσης ἀπαιτεῖ, εἰς τὸ βάθος ὀρισμένης ἰσοστάθμου ἐπιφανείας αὐτῆς, τὸ σύνολον τῶν πιέσεων τῶν ἄνωθεν αὐτῆς στηλῶν τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ ἀέρος νὰ εἶναι πανταχοῦ τὸ αὐτό. Ἐὰν λοιπὸν ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος κατέρχεται εἰς τι σημεῖον κατὰ α ἑκατοστόμετρα τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ὑπὸ τὴν μέσσην αὐτῆς τιμὴν, ἡ στάθμη τῆς θαλάσσης ἀνέρχεται κατὰ ποσὸν ἴσον πρὸς τὸ γινόμενον τοῦ α ἐπὶ 13, ἥτοι ἐπὶ τὸν λόγον τῆς πυκνότητος τοῦ ὑδραργύρου πρὸς τὴν τοῦ ὕδατος. Οὕτω συνηθίζουν εἰς τοὺς Παλιρροιογραφικοὺς Σταθμούς, πρὸς ἀκριβῆ ἐκτίμησιν τῆς πραγματικῆς δυνάμεως τῆς παλιρροίας, νὰ ἀνάγουν τὰ ὕψη αὐτῆς εἰς τὴν μέσσην βαρομετρικὴν πίεσιν τῶν 0,^m76, διορθώνοντες αὐτὰς ἀντιθέτως πρὸς τὴν αὐξομείωσιν τῆς βαρομετρικῆς στήλης.

Ὁ Mansell καὶ ὁ Μιαούλης δέχονται, ὅτι αἱ μεταβολαὶ τῆς βαρομετρικῆς πιέσεως ἐπιδρῶσιν ἐπὶ τοῦ ρεύματος τοῦ Εὐρίπου. Τοῦτο, ὡς φρονεῖ ὁ κ. Krümmel, δὲν εἶναι βέβαιον, ἐπεὶδὴ τὸ ρεῦμα προέρχεται κυρίως ἐκ τῆς διαφορᾶς τῆς στάθ-

μης τῶν δύο ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ λιμένων, ἐπὶ τοῦ ὕψους τῶν ὁποίων ἐπιδρᾷ ἐξ ἴσου ἢ πίεσις.

Ἡ βαρομετρικὴ διόρθωσις τῶν παρατηρήσεων ἐκτελεῖται ἐν τῇ Θαλασσογραφικῇ Σταθμῇ τῆς Χαλκίδος. Ὄφειλω ὅμως ἐνταῦθα νὰ προσθέσω, ὅτι αὕτη εἶναι λίαν ἀμφισβητήσιμος καί, ὥς πιστεύω, οὐχὶ ἀναγκαία, διὰ τὰς ταχείας μεταβολὰς τοῦ βαρομέτρου, αἱ ὁποῖαι δὲν ἀφίνουν ἀρκετὸν χρόνον εἰς τὴν στάθμην τοῦ ὕδατος νὰ παρακολουθῇ αὐτάς.

53. Ἀναγκαῖαι συμπληρωματικαὶ παρατηρήσεις. — Πρὸς πληρεστέραν ἐξακρίβωσιν καὶ συμπλήρωσιν τῶν ἀναγκαίων στοιχείων τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου παρίσταται ἀνάγκη τῶν ἐξῆς:

1) Νὰ τοποθετηθῶσι παλιρροιογράφοι καὶ εἰς τὸν Ν λιμένα, ὥς καὶ εἰς τὸν τῆς Αὐλίδος, εἰς τὸν ὄρμον τῆς Αἰδηψοῦ, εἰς τὴν Σκιάθον καὶ παρὰ τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου καὶ εἰς τινὰ ἄλλα πρόσφορα σημεῖα τοῦ Αἰγαίου πελάγους, καὶ

2) Νὰ γίνωνται σύγχρονοι μετεωρολογικαὶ παρατηρήσεις ἐκατέρωθεν τοῦ πορθμοῦ, περὶ τὰ ἄκρα τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

54. — Ἡ εἰς τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον παρατηρουμένη παλίρροια εἶναι σχεδὸν ἀποκλειστικῶς παράγωγος, προερχομένη οὐχὶ μόνον ἐκ τῆς τοπικῆς παλιρροίας τοῦ Αἰγαίου πελάγους, ὥς ἐσφαλμένως ἐθεωρήθη μέχρι τοῦδε, ἀλλὰ κυρίως ἐκ τῆς Α. λεκάνης τῆς Μεσογείου, κυμαινομένης συγχρόνως μετὰ τῆς Δ. Μεσογείου, ἐφ' ἧς ἐπιδρᾷ ὀλίγον καὶ ἡ παλίρροια τοῦ Ἀτλαντικοῦ ὠκεανοῦ. Οὕτω τὸ Αἶγαϊον πέλαγος πρέπει νὰ θεωρηθῇ ὡς κόλπος τῆς Α. Μεσογείου, διὰ τοῦ ὁποίου διαβιβάζεται ἡ παλίρροια αὐτῆς εἰς τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον καί, ἐπομένως, εἰς τὸν Εὐρίπον. Ἄνευ τῆς ἐκ τῆς Α. λεκάνης τῆς Μεσογείου προερχομένης παλιρροίας ἡ μεγάλη διαφορά τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως τῶν εἰς ἀπόστασιν ὀλίγων μέτρων κειμένων δύο λιμένων τῆς Χαλκίδος παραμένει μετέωρος καὶ ἀνεξήγητος, ἐνῶ, διὰ τῆς θεωρίας ταύτης, οὐδεμία σοβαρὰ ἀντίρρησις δύναται νὰ ἐγερθῇ, οὐδὲ δύναται νὰ ὑποστηριχθῇ, ὅτι δὲν εἶναι δυνατόν νὰ προσέρχωνται παράγωγοι παλίρροιαί ἐκ γειτονικῶν θαλασσίων λεκανῶν. Οἱ χρόνοι ἀποκαταστάσεως τοῦ λιμένος τῆς Σκιάθου, τοῦ Βόλου, τῆς Θεσσαλονίκης, τοῦ Δεδέαγατς, καθὼς καὶ ὅλοι οἱ λόγοι τῶν ἁρμονικῶν κυμάτων $\frac{S_2}{M_2}$ τῶν δύο λιμένων, καὶ ἰδίως ὁ τοῦ Ν., οἱ ὁποῖοι συμπίπτουν ἀκριβῶς μετὰ τοῦ αὐτοῦ λόγου τῆς ἐκ τῆς Α. λεκάνης τῆς Μεσογείου ἐπερχομένης παλιρροίας, ἐπισφραγίζουν, τοῦναντίον, τὴν ἀκρίβειαν τῆς τοιαύτης καταγωγῆς τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου. Εἶναι δὲ γνωστὸν, ὅτι ἡ τοιαύτη ταυτότης εἶναι τὸ σπου-

δαιότερον καὶ ἀπαραίτητον χαρακτηριστικὸν τῆς καταγωγῆς παλιρροίας τινος ἐξ ἄλλου τόπου. Ἡ καταγωγή δὲ αὕτη ἀποτελεῖ ἐν τῶν θεμελιωδῶν ζητημάτων τοῦ προβλήματος τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου καὶ μίαν τῶν κυρίων βάσεων πρὸς λύσιν τινῶν τῶν κυριωτέρων ζητημάτων αὐτοῦ.

55. — Τὸ κανονικὸν ρεῦμα τοῦ Εὐρίπου, τοῦ ὁποῦ τὴν φύσιν καὶ τὰ αἷτια ὅλως ἐσφαλμένως ἐξήγησεν ὁ Forel, δυνατόν νὰ παράγεται εἴτε συνεπείᾳ ἐνιαίας κυμάνσεως καθ' ὅλον τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν τῶν ἐντὸς τῶν διωρύγων παλιρροϊῶν, ὡς ὑπέθεσεν ἀπλῶς, ἄνευ ἀποδείξεως τινος τούτου, ὁ κ. Krümmel, εἴτε συνεπείᾳ τῆς διαφορᾶς τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων τῆς Χαλκίδος, κατὰ τὴν ἐπίσης ἄνευ ἀποδείξεως ὑποστηριχθεῖσαν ὑπὸ τοῦ κ. Endros γνώμην. Ἀποδεικνύεται θεωρητικῶς, ὡς ἀπέδειξεν ἤδη καὶ ὁ κ. Sterneck, ὅτι, μὴ οὕσης δυνατῆς, συνεπείᾳ τῆς τριβῆς καὶ ἰδίως τῆς στενότητος τοῦ πορθμοῦ τοῦ Εὐρίπου, ἐνιαίας κυμάνσεως καθ' ὅλον τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον, οἱ δύο λιμένες κυμαίνονται ἀνεξαρτήτως ἀλλήλων καί, συνεπῶς, ἡ διαφορὰ τῆς στάθμης αὐτῶν εἶναι ἡ αἰτία τῆς παραγωγῆς τοῦ κανονικοῦ ρεύματος. Τῆς θεωρητικῆς ταύτης ἀποδείξεως ἀσφαλῆ ἐπιβεβαιώσιν καὶ συμπλήρωσιν ἐπὶ τῶν πραγμάτων, ἦτοι ἐπὶ τῶν ἐν τῇ Εὐρίπῳ παρατηρουμένων παλιρροϊκῶν φαινομένων, στηριζομένην, ἀναγκαίαν μὲν, ἀλλ' οὐδέποτε μέχρι τοῦδε δοθεῖσαν, συνηγάγομεν διὰ διαφορῶν, ἐκ τῶν ὑπ' ὄψιν ἡμῶν παρατηρήσεων, ἀποδείξεων.

56. — Ἡ περὶ τὰς συζυγίας μεγάλη διαφορὰ τῆς στάθμης τῶν δύο λιμένων, ὡς ἀποδεικνύεται δι' ὑπολογισμῶν, τῇ βοήθειᾳ τῶν σχετικῶν διαφορικῶν ἐξισώσεων τῆς Ὑδροδυναμικῆς, ὀφείλεται κυρίως εἰς τὴν διαφορὰν τῶν ποσῶν τοῦ ὕδατος, τὰ ὁποῖα φθάνουν εἰς τοὺς δύο λιμένας κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς πλημμυρίδος, ἐν ἐλαχίστῃ δὲ μέρει καὶ εἰς τὴν τοπογραφικὴν διαμόρφωσιν αὐτῶν τούτων τῶν λιμένων. Τὰ μετεωρολογικὰ φαινόμενα, αἱ ταλαντώσεις καὶ ἄλλα τοιαῦτα τυχαῖα αἷτια, ἐκτάκτως μόνον συντελοῦσιν εἰς τοῦτο.

57. — Πρῶτος ὁ Ἀριστοτέλης παρέσχε τὴν ἀκριβῆ ἐξήγησιν τοῦ ἀκανονίστου ρεύματος, ἀποδῶσας αὐτὸ εἰς τὰς ταλαντώσεις, τῶν ὁποίων ἐγνώριζε καὶ τινα τῶν αἰτίων. Τὴν αὐτὴν ἐξήγησιν παρέσχε μετὰ 2.200 ἐτῶν, πρῶτος μεταξὺ τῶν νεωτέρων, ὁ Forel, διὰ τῶν seiches, ἐξ ἐσφαλμένων παρατηρήσεων καὶ ὑπολογισμῶν ὁρμώμενος καὶ ἀνακριβῶς ὡς κυρίαν πηγὴν αὐτῶν τὸν Β., ἀντὶ τοῦ Ν. λιμένος, ὑποθέσας καὶ τὰς ταλαντώσεις ὡς μόνας αἰτίας αὐτοῦ θεωρήσας. Ἡ σμικρότης δὲ τῆς διαφορᾶς τοῦ ὕψους τῶν δύο λιμένων, περὶ τοὺς τετραγωνισμούς, λόγῳ τῆς μεγάλης τιμῆς τοῦ λόγου $\frac{S_2}{M_2}$ ἐν τῇ Β. λιμένι, ἐπιτρέπει τότε τὴν ὑπερίσχυσιν τῶν ταλαντώσεων σχετικῶς πρὸς τὴν κανονικὴν παλίρροϊαν, καί, συνεπῶς, τὴν συχνὴν ἀλλαγὴν τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος.

58. — Ἡ μεγάλη διαφορὰ τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως τῶν δύο λιμένων ἐξηγεῖται πλήρως καὶ ἀκριβῶς διὰ τῆς ὑποθέσεως τῆς καταγωγῆς τῆς παραγωγῶς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου κυρίως ἐκ τῆς Α. Μεσογείου. Ἡ τοιαύτη ἐξήγησις ἐπιβεβαιοῦται καὶ ὑπὸ τοῦ ὑπολογισμοῦ, τῆς διαφορᾶς ταύτης εὐρισκομένης δι' αὐτοῦ ἀκριβῶς ἴσης πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν χρόνων, οὗς δαπανᾷ τὸ ἐκ τῆς Α. Μεσογείου ἐπερχόμενον παλιρροϊκὸν κύμα, ὅπως φθάσῃ, εἰσερχόμενον χωριστὰ διὰ τῶν δύο ἄκρων τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου, μέχρι τῶν δύο λιμένων. Φυσικὴ συνέπεια τῆς διαφορᾶς τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως τῶν δύο λιμένων εἶναι καὶ τὸ ὡς παράδοξον καὶ ἀνεξήγητον ὑπὸ τοῦ Forel καὶ τοῦ Mansell χαρακτηρισθὲν φαινόμενον τῆς συγχρόνου ἐμφανίσεως πλημμυρίδος εἰς τὸν ἓνα λιμένα καὶ ἀμπώτιδος εἰς τὸν ἄλλον.

59. — Ἡ βραχύτης τῆς ἡμερησίας περιόδου τῆς παλιρροίας, ἡ ὁποία εἶναι γενικὸν φαινόμενον κατὰ βαθμὸν μόνον διάφορον εἰς τὸν Εὐρίπον, εἶναι φυσικὸν ἀποτέλεσμα τῶν ἁρμονικῶν κυμάτων M_2 καὶ S_2 τοῦ Β. λιμένος· πρέπει δὲ νὰ παρατηρῇται πανταχοῦ, ὅπου αἱ τιμαὶ αὗται εἶναι οἱαὶ παρὰ τὴν Χαλκίδα.

60. — Ἡ μεγάλη διαφορὰ τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος, εἰς τὴν ὁποίαν γίνεται ἡ ἀλλαγὴ τῶν δύο ρευμάτων, εἶναι προφανὴς συνέπεια τῆς μεγάλης διαφορᾶς τῶν χρόνων ἀποκαταστάσεως τῶν δύο λιμένων.

61. — Ἡ ὑπεροχὴ τῆς μέσης διαρκείας τοῦ Β. ρεύματος ἀπὸ τῆς τοῦ Ν. εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς διαφορᾶς τοῦ μέσου βάθους τῆς ρηχίας ἀπὸ τοῦ μέσου ὕψους τῆς πλήμης τοῦ Β. λιμένος. Ἡ ὑπὸ τοῦ κ. Endros διατυπωθεῖσα γνώμη, καθ' ἣν ἡ ὑπεροχὴ αὕτη ὀφείλεται εἰς ὑπεροχὴν πίεσεως, κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ Β. ρεύματος, ἀντικειμένη εἰς τὰς παρατηρήσεις, δὲν εἶναι ἀκριβής.

62. — Ἡ διάφορος ἐκάστοτε ἐπίδρασις τοῦ αὐτοῦ ἀνέμου ὀφείλεται εἰς τὰ ἐπὶ τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τοῦ Αἰγαίου ἀποτελέσματα αὐτοῦ. Τὰ ὕδατα τοῦ Αἰγαίου, ὠθούμενα ὑπὸ τῶν Ν. ἀνέμων, συσσωρεύονται περὶ τὰς ἀκτὰς τῆς Μακεδονίας καὶ τῆς Θράκης, εἰσρέουν εἰς τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον καὶ οὕτω τὸ Β. ρεῦμα ἐν αὐτῇ ρέει μετὰ ἰσχυρᾶς ταχύτητος καὶ μεγάλου ὕψους ἐναντίον τῆς διευθύνσεως τοῦ ἀνέμου, τῇ ἐνεργείᾳ τοῦ ὁποίου τὴν προτεραίαν τὸ ἀντίθετον ρεῦμα, τὸ Ν., ἔρρεεν οὕτως. Ὅμοίως οἱ Β. ἄνεμοι, ὠθοῦντες τὰ ὕδατα τοῦ Αἰγαίου πρὸς Ν., καταβιβάζουσι τὴν στάθμην αὐτῶν καί, ἐπομένως, καὶ τὴν τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου· ἐντεῦθεν τὸ Β. ρεῦμα, παρὰ τὴν ἐπ' αὐτοῦ ἐνέργειαν τοῦ Β. ἀνέμου, εἶναι τότε χαμηλότερον τοῦ συνήθους μέχρι ἡμίσεος μέτρου ἐνίοτε.

63. — Ἡ διηγετικὴ κύμανσις τοῦ Ν. λιμένος καὶ ἡ ἥττον συχνὴ τοῦ Β. λιμένος εἶναι ἀποτέλεσμα τῶν ἐν αὐτοῖς ταλαντώσεων ὡς καὶ τῶν ἐξωθεν τοῦ Εὐβοϊκοῦ κόλπου προερχομένων ἀκανονίστων κυμάνσεων, ὅχι μόνων ἐκ τῶν διαδοχικῶν

ὄρων τοῦ ἀρμονικοῦ ἀναπτύγματος εἰς σειράν, ἀλλὰ προσέτι καὶ κυρίως ἐκ τῶν συμβολικῶν καὶ ἀνακλαστικῶν καὶ ἄλλων ποικίλων ὑδραυλικῶν ἀποτελεσμάτων τῶν ἀκτῶν τῆς πολυμόρφου Μεσογείου καὶ μάλιστα τοῦ πολυσχιδοῦς καὶ πολυκόλπου Αἰγαίου πελάγους. Αἱ κυμάνσεις δὲ αὗται εἶναι μᾶλλον αἰσθηταὶ καὶ πολυπληθέστεραι εἰς τὸν Ν. λιμένα, οὐ μόνον διότι ἐν αὐτῷ εἶναι ἀπλαῖ, ἐνῶ ἐν τῷ Β. χωρίζονται εἰς πλείονας τῆς μιᾶς, ἀλλὰ καὶ διότι ἀφ' ἐνὸς μὲν ἢ ἐν αὐτῷ κανονικὴ παλίρροια εἶναι ἀσθενεστέρα καὶ καλύπτεται εὐκολώτερον ὑπ' αὐτῶν, ἀφ' ἑτέρου δὲ ὁ λιμὴν οὗτος εἶναι ἀσυγκρίτως μικρότερος τοῦ Β., ὅστις ἀποτελεῖ ἐνιαίαν λεκάνην μετὰ τῆς θαλάσσης τῆς Ἀταλάντης.

64. — Ἡ μεγάλη ἰσχὺς τοῦ ρεύματος τοῦ Εὐρίπου ἐπιβάλλει τὴν μελέτην τῆς βιομηχανικῆς ἐκμεταλλεύσεως αὐτοῦ. Τὸ πρόβλημα τῆς χρησιμοποιήσεως τῆς παλιρροϊκῆς ἐνεργείας, μελετήθην ἐσχάτως ἐν Γαλλίᾳ, εἰσῆλθεν ἤδη εἰς τὴν πρακτικὴν ἐφαρμογὴν αὐτοῦ.

65. — Ὡς γενικὸν συμπέρασμα τῆς ὅλης ἡμῶν μελέτης προκύπτει : ὅτι τὸ πρόβλημα τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου ἐνέχει διάφορα ζητήματα, τινὰ μὲν ἰδιότυπα, ἄλλα δέ, τὰ πλείστα, κοινὰ εἰς ὅλα τὰ παλιρροϊκὰ προβλήματα, ἀλλ' οὐδὲν τούτων ὑπερβαίνει τὴν δύναμιν τῆς θεωρίας τῶν παλιρροιῶν· ὅλα δύνανται νὰ ἐξηγηθῶσι καὶ νὰ λυθῶσι δι' αὐτῆς, ἐπὶ τῇ βάσει ἐπαρκῶν καὶ ἀκριβῶν παλιρροιογραφικῶν καὶ μετεωρολογικῶν παρατηρήσεων, εὐμεθόδως καὶ συστηματικῶς ἐκτελουμένων.

ΠΙΝΑΚΕΣ Α. ΜΑΝΣΕΛΛ

CH

Moons age	☾	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
January	8.10	8.20	9.19	10.15	10.30	10.40	11.10	Noon	☾12.20	—	—	5.30
February	8.10	8.10	8.50	9.35	10.10	10.40	11.15	Noon	☾Noon	—	—	6.00
March	8.20	9.00	9.20	9.45	10.15	10.30	11.15	11.30	☾12.10	—	—	6.00
April	8.15	8.50	9.15	9.45	10.10	11.15	Noon	☾Noon	—	—	6.40	6.30
May	8.20	9.00	9.20	9.40	9.50	10.30	☾Noon	☾12.10	—	—	—	6.30
June	7.55	8.20	9.10	9.50	10.15	10.30	Noon	☾12.45	—	—	6.10	6.30
July	8.00	8.30	9.00	10.00	10.30	11.20	11.28	☾11.50	Noon	—	—	—
August	8.10	9.00	9.50	10.45	10.40	11.00	Noon	☾Noon	—	—	6.10	6.50
September	8.10	9.10	10.00	10.10	10.30	11.00	11.40	11.50	☾Noon	—	—	7.00
October	8.10	9.15	10.00	10.20	10.25	10.25	11.50	Noon	☾	—	7.00	7.00
November	8.20	9.30	9.40	10.00	10.45	11.10	11.50	12.10	☾12.20	—	—	6.30
December	8.10	9.30	10.00	10.15	10.50	11.10	Noon	☾Noon	—	—	6.10	7.00

CH

January	2.00	2.20	3.00	3.20	3.40	5.00	6.00	6.30	6.30	—	—	11.30	1
February	1.55	2.00	2.40	3.20	3.45	4.30	5.00	6.00	☾6.00	—	—	Noon	N
March	2.10	3.00	3.10	3.30	4.00	4.40	5.10	5.20	☾6.00	—	—	Noon	N
April	2.20	3.05	3.30	3.40	3.50	5.10	6.00	☾6.00	—	—	Noon	Noon	
May	2.15	3.45	3.40	3.50	3.50	4.20	5.50	☾6.00	—	—	—	Noon	
June	2.30	3.00	3.40	3.55	4.20	4.50	☾5.00	6.00	—	—	Noon	Noon	
July	1.50	2.00	2.40	3.30	4.40	5.00	5.10	☾5.30	6.15	—	—	Noon	13
August	2.30	3.10	3.35	4.00	4.30	5.00	5.40	☾6.00	—	—	11.50	Noon	N
September	2.00	3.00	4.00	4.00	4.15	4.40	5.20	5.40	☾6.15	—	—	Noon	N
October	2.30	3.20	4.10	4.10	4.15	4.15	4.35	5.00	☾	—	12.20	12.50	
November	2.30	3.10	3.40	4.00	4.00	5.00	5.00	6.00	☾6.15	—	—	Noon	
December	2.18	2.50	3.30	4.10	4.50	5.00	6.00	☾6.20	—	—	Noon	Noon	

W

January	NW 4	NW 4	NW 3	NW 2	NW 1	S 1	SE 2	SE 2	SE 3	SW 3	SW 3	SW 1	S
February	W 1	SW 4	NW 2	N 1	NW 1	NW 1	NE 1	NE 1	NE 1	NW 1	NW 1	NE 5	
March	SE 2	E 2	E 1	NW 3	NW 3	N S 1 2	N S 1 2	SE 2	Vble 2	NE 7	NE 6	NW 1	S
April	NW 4	NW 1	NW 3	NW 4	Vble 1	Vble 2	NW 2	NW 7	NW 2	NW 3	NE 5	SE 3	V
May	SW 3	S 3	S 2	SE 2	SE 4	S 1	E 2	NE 4	Vble 3	S 2	S 2	S 1	
June	NW 4	N 3	N 2	NE 2	NE 2	NE 2	NW 4	NW 2	NW 2	N S 1 3	N S 2 3	Vble 4	N
July	NW 4	NW 3	NW 1	NW 2	NW 1	SW 2	N S 1 2	N S 1 2	NE 4	2 2	2 2	NW S 2 2	N
August	NE 5	NE 4	SE 2	SW 4	N SW 1 3	N S 2 3	N 1	NW 2	NE 4	NW 1	NW 4	NW 3	N
September	NE 3	N 3	N 4	NW 4	NW 4	NW 3	NW 3	N S 2 3	NW 3	NW 4	NW 4	NE 4	N
October	NE 8	NE 8	NW 4	NW 4	NW 2	NW 3	N S 2 2	SW 4	NW 4	SW 4	SW 6	SW 4	
November	N 1	SW 5	vble 2	NW 4	NE 4	NE 3	NW 1	NE 5	NW SE 2 2	NE 7	NE 7	NW 7	N
December	NW 2	SW 1	NE 5	NW 5	NE 1	S 2	N 1	SE 4	SW 4	SW 6	SW 5	NW 4	S

TABLE II.—TIDES

												CHANGE	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
January	8.30	8.50	9.30	10.00	11.20	Noon	Noon	Ⓓ12.30	—	—	7.00	7.20	7.50
February	8.35	9.10	10.00	10.15	10.15	11.00	11.10	Ⓓ11.15	11.45	—	—	7.10	7.30
March	8.40	9.10	10.00	10.10	10.20	10.50	—	Ⓓ —	—	7.20	7.45	7.50	7.45
April	8.20	8.40	9.00	9.30	9.55	10.15	10.40	11.00	Ⓓ —	—	7.00	7.00	7.10
May	7.50	8.15	8.40	9.30	9.53	10.20	10.50	11.20	Ⓓ11.50	—	—	7.00	7.20
June	8.20	8.40	9.10	9.40	10.10	10.50	Ⓓ11.30	—	—	7.00	7.20	7.50	8.00
July	8.20	9.00	10.00	11.10	10.20	Noon	Noon	ⒹNoon	—	—	6.30	6.40	7.00
August	8.40	9.20	9.40	10.00	10.30	10.50	11.50	Ⓓ11.50	11.50	—	—	7.20	7.35
September	8.20	9.00	9.50	10.00	10.30	10.50	11.20	Ⓓ11.20	—	—	6.00	7.10	8.10
October	8.45	9.10	9.30	9.40	10.30	10.40	10.50	Ⓓ11.30	Noon	—	6.30	7.00	7.00
November	9.00	9.30	10.00	10.15	10.50	11.00	11.30	ⒹNoon	—	6.00	6.30	6.50	7.10
December	8.10	9.00	9.20	9.40	10.30	11.00	11.30	ⒹNoon	—	—	6.40	7.00	7.20

													CHANGE	
January	2.10	2.40	3.20	4.00	4.50	5.10	5.40	₹5.50	—	—	—	1.00	1.10	1.40
February	2.10	2.30	3.00	3.20	4.30	5.10	5.40	₹6.00	6.00	—	—	1.00	1.30	1.40
March	2.30	3.00	3.40	3.40	4.30	5.00	—	₹ —	—	1.00	1.00	1.05	1.15	1.40
April	2.20	2.40	3.10	3.40	4.10	4.30	4.40	5.50	₹ —	—	Noon	Noon	12.10	1.40
May	2.00	2.40	3.00	3.40	4.30	5.00	5.50	₹6.00	₹ —	—	Noon	1.00	1.40	2.30
June	2.10	2.40	2.50	3.10	3.50	4.10	₹4.50	—	—	11.50	Noon	12.30	1.00	1.20
July	2.15	3.20	4.00	4.20	4.40	5.40	6.00	₹6.10	—	—	11.50	11.40	1.00	1.40
August	2.40	3.00	3.40	3.50	4.00	4.30	5.30	₹5.40	5.50	—	—	12.15	Noon	1.00
September	2.00	3.00	3.40	4.00	4.30	5.00	5.30	₹6.00	—	—	Noon	1.00	2.00	2.30
October	2.00	2.50	3.15	3.15	4.00	4.15	4.30	₹5.40	6.00	—	Noon	1.00	1.00	1.30
November	2.50	3.10	4.00	4.30	4.40	4.50	5.40	₹6.00	—	Noon	Noon	12.30	1.20	1.40
December	2.30	3.00	3.50	4.10	4.30	4.50	5.20	₹6.00	—	—	Noon	12.40	1.10	1.40

TABLE III.—HOURLY RISE AND FALL

JUNE A													
	②	1	2	3	4	5	6	③	8	9	10	11	12
5	2.07	2.07	2.07	2.04	1.10	1.06	1.03	1.00	0.09	1.00	1.07	1.08	1.10
6	2.04	2.04	2.08	2.07	2.03	1.10	1.05	1.02	0.11	1.01	1.04	1.06	1.08
7	2.00	2.00	2.06	2.06	2.05	2.00	1.07	1.05	1.01	1.02	1.02	1.03	1.05
8	1.00	1.07	2.03	2.05	2.03	2.03	1.10	1.07	1.06	1.03	1.02	1.01	0.10
9	1.04	1.03	1.10	2.00	2.02	2.00	2.00	1.09	1.08	1.08	1.03	1.00	0.00
10	0.10	0.11	1.04	1.06	1.10	1.10	1.10	1.10	2.00	1.11	1.05	1.02	0.00
11	0.08	0.07	0.11	1.01	1.05	1.08	1.06	1.07	2.00	2.02	1.10	1.06	1.00
12	1.00	0.04	0.08	0.11	1.01	1.03	1.03	1.06	2.00	2.04	2.00	1.09	1.00
1	1.08	0.08	0.10	0.10	1.00	1.02	1.00	1.02	1.11	2.04	2.02	2.00	1.10
2	1.09	1.02	1.05	1.01	1.01	1.01	0.11	0.11	1.07	2.02	2.04	2.03	2.00
3	1.10	1.09	1.08	1.06	1.05	1.03	0.10	0.09	1.05	1.11	2.02	2.05	2.00
4	2.03	2.02	2.02	1.10	1.09	1.05	1.01	0.10	0.11	1.08	1.11	2.04	2.00
5	2.08	2.07	2.07	2.04	2.00	1.07	1.03	1.00	1.04	1.06	1.10	2.00	2.00
6	2.09	2.08	2.09	2.07	2.04	1.10	1.06	1.00	1.01	1.03	1.06	1.07	2.00
7	2.04	2.03	2.05	2.06	2.06	2.00	1.10	1.04	1.03	1.02	1.02	1.02	1.00
	2.01	2.04	2.00	1.10	1.05	1.02	1.02	1.01	1.03	1.04	1.02	1.05	1.10

IRREGULAR

JULY AN

5	2.07	2.07	2.05	2.04	2.02	1.09	1.05	1.01	1.02	1.03	1.03	1.05	2.00
6	2.04	2.04	2.06	2.05	2.05	2.02	1.08	1.06	1.06	1.06	1.05	1.07	1.07
7	2.00	2.00	2.03	2.04	2.06	2.05	2.01	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05	1.06
8	1.06	1.09	1.11	2.02	2.04	2.06	2.04	2.00	2.00	2.00	1.04	1.02	1.03
9	1.01	1.04	1.07	1.08	2.01	2.03	2.02	2.02	2.02	2.03	1.04	0.11	0.10
10	0.10	0.11	0.01	1.04	1.08	1.09	1.10	2.02	2.01	2.04	1.08	1.00	1.00
11	0.09	0.09	0.10	0.11	1.04	1.05	1.06	1.07	2.00	2.04	1.10	1.03	1.04
12	1.00	0.06	0.07	0.08	0.11	1.01	1.01	1.04	1.10	2.03	2.00	1.06	1.06
1	1.04	1.03	0.10	0.09	0.10	0.10	0.09	1.00	1.06	2.01	2.03	1.10	1.10
2	1.09	1.05	1.04	1.01	1.00	1.01	0.08	0.09	1.03	2.00	2.03	2.03	2.01
3	2.04	2.00	1.06	1.06	1.05	1.01	1.00	1.00	1.03	1.09	2.02	2.05	2.05
4	2.09	2.03	2.01	2.00	1.10	1.04	1.02	1.00	1.03	1.07	2.00	2.06	2.08
5	2.09	2.06	2.05	2.04	2.04	1.09	1.06	1.02	1.03	1.06	1.10	2.02	2.06
6	2.06	2.03	2.07	2.08	2.07	2.00	1.10	1.06	1.06	1.05	1.08	1.07	2.01
7	2.03	2.00	2.05	2.08	2.08	2.04	2.01	2.00	1.09	1.05	1.03	1.04	1.10
	2.00	1.11	2.00	2.00	1.10	1.10	1.07	1.05	1.00	1.00	1.00	1.07	1.10

IRREGULAR

AUGUST AN

5	2.06	2.04	—	2.05	2.04	—	—	—	1.04	1.04	1.04	1.03	1.08
6	2.03	2.06	2.07	2.08	2.07	2.07	2.05	2.00	1.08	1.07	1.05	1.04	1.07
7	1.11	2.00	2.02	2.06	2.06	2.08	2.04	2.03	1.10	1.08	1.05	1.03	1.03
8	1.05	1.08	1.11	2.04	2.04	2.04	2.04	2.05	2.00	1.10	1.04	1.03	1.01
9	0.11	1.02	1.04	1.09	1.09	2.01	2.00	2.03	2.00	1.10	1.07	1.03	0.11
10	0.09	0.10	0.11	1.04	1.06	1.07	1.11	2.01	2.01	1.10	1.09	1.04	0.11
11	0.09	0.08	0.07	0.07	0.11	1.02	1.07	1.07	1.09	1.10	1.08	1.06	1.01
12	0.08	0.06	0.06	0.04	0.07	0.10	1.02	1.03	1.05	1.08	1.08	1.08	1.06
1	1.08	1.02	0.09	0.07	0.08	1.08	0.10	1.00	1.02	1.07	1.07	1.10	1.08
2	2.00	1.06	1.03	1.00	1.00	0.06	0.09	0.10	0.10	1.07	1.07	1.11	1.11
3	2.04	2.00	1.09	1.07	1.05	1.00	0.11	0.09	1.01	1.06	1.07	1.11	2.02
4	2.07	2.05	2.03	2.02	1.08	1.05	1.02	1.01	1.02	1.04	1.05	1.10	2.03
5	2.00	2.08	2.07	2.08	2.02	1.09	1.06	1.04	1.04	1.05	1.04	1.09	2.00
6	1.10	2.08	2.09	2.11	2.05	2.02	1.11	1.09	1.05	1.04	1.04	1.07	1.10
7	1.08	2.03	2.09	2.08	2.07	2.05	2.00	—	1.08	1.05	1.03	1.04	1.08

MEAN RISE AND FALL FOR

2.04 2.02 2.02 2.04 2.00 2.02 1.08 1.08 1.03 0.06 0.04 0.08 1.04

TABLE IV.—CHANGE OF CURRENT.

Day of Month	Moons age	Rise and Fall	Mean R. and F.	Change N	Change S	High water	Low water	Strength of cur.	Wind	Force	Hours	Day of month	Moons age	Rise and Fall	Mean R. and F.	Change N	Change S																													
April 27th 1871	☾	1.06 1.08 1.10 1.11 2.00 1.10 1.08 1.06 1.06 1.04 1.05 1.07 1.09 1.10 1.11	0.08 feet	Stationary 1.00 5.00	5.30 4.00 Stat. 5.30	8.40	2.30	1.5 1 0 2 1.5 2 1	NE NE SE	2 2 3	5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7	June 26th 1871	8	0.09 0.11 1.01 1.06 1.08 2.00 2.00 2.00 1.11 1.07 1.05 0.11 0.04 1.01 1.03	1.03 feet Stat	2.20	Stationary till 8.30 3.00																													
	April 28th 1871	9						1.06 1.07 1.08 1.09 1.10 1.09 1.08 1.07 1.07 1.07 1.07 1.07 1.06	0.04 feet	12.10 1.15 3.45 7.20	5.50 12.30 2.00 4.20		10.20 ?	4.20				1 1.5 1.0 1.0 1.0 0.5 0.5 0.5	NE SE	1 2 2 3 4 5 6 1	June 27th 1871	9	1.00 1.01 1.02 1.03 1.08 1.11 2.02 2.04 2.04 2.02 1.11 1.08 1.06 1.03 1.02	1.04 feet	9.40 3.00 5.00	9.00 10.30 3.20																				
		May 12th 1871						23										1.04 1.00 1.04 1.00 1.05 1.06 1.07 1.07 1.06 1.04 1.03 1.02 1.02 1.03	0.07 feet	11.50 3.25		6.00 Stationary 1.50	Noon				5.40	0.5 0.0 0.5 0.5 1.0 1.5 1.5 1.0	NE NE SE	1 2 2 3 4 5 6 0	August 7-8th 1871	22 ☾	1.19 1.10 2.00 2.02 2.02 2.02 1.10 1.08 1.07 1.06 1.05 1.06 1.08 1.09	0.09 feet	10.00 1.45 Stationary 6.45 6.00	7.00 10.30 Stat. 6.30										
								May 13th 1871										24										1.00 0.10 0.11 1.00 1.02 1.04 1.07 1.10 2.00 2.00 1.10 1.07 1.05 1.02 0.10	1.02 feet	4.20 7.30 7.50		6.10 Stat. 10.30	1.00				6.40	1.0 1.0 1.0 2.0 3.5 4.0 2.0	SE E SE	1 1 2	August 9th	23	1.09 1.10 1.11 1.10 1.10 1.10 1.09 1.09 1.08 1.07 1.07 1.07 1.06 1.06	0.05 feet	2.00	5.00 7.30 6.00

NOTE.—The tide gauge was placed on North side

Day of M.	Day of W.	Bar.			Ther.			Winds			Force			Clouds	Earthquake
		9 a. m.	3 p. m.	9 p. m.	9 a. m.	3 p. m.	9 p. m.	9 a. m.	3 p. m.	9 p. m.	9 a. m.	3 p. m.	9 a. m.		
1	S	³⁰ 26	30	30	61	66	64	NE	—	N	7	6	4	5.9	Ⓓ
2	M	30	28	25	61	63	62	NE	—	—	3	4	1	6.3	
3	T	33	34	38	61	63	60	NW	NE	—	5	2	1	2.7.4	
4	W	35	38	44	61	62	60	NE	—	—	3	4	6	10.10	
5	T	46	41	42	60	62	58	NE	—	—	4	6	2	10.7	Noon
6	F	41	43	45	58	60	59	N	—	—	2	3	1	9.10	
7	S	30	38	41	58	60	68	NE	—	—	2	5	3	10.6	
8	S	38	38	40	59	62	57	NE	—	—	5	6	2	4.7.6	
9	M	36	36	40	60	61	60	NE	E	—	4	6	6	10.10	Ⓔ
10	T	30	24	18	59	61	57	NE	—	—	6	4	3	10.10	
11	W	10	00	00	58	64	53	O	SE	SW	0	1	2	4.0	
12	T	00	²⁹ 85	87	57	66	61	SE	SW	—	1	6	1	1.10.2	R
13	F	95	95	00	59	68	64	SW	—	—	4	6	1	5.9.3	P.T
14	S	90	85	90	66	69	66	SE	—	—	1	¹⁰ 6	8	6.10	F
15	S	95	95	95	62	67	62	SW	W	—	8	⁸ 4	1	3.1.0	<u>12.58</u>
16	M	90	78	67	60	60	62	SE	SW	—	7	5	2	2.7.1	P
17	T	60	49	57	58	60	53	SW	—	NW	3	2	2	5.10.0	Ⓒ
18	W	47	40	65	54	53	51	^{NW} SE	NW	—	2	7	6	6.10.5	R.
19	T	80	74	70	68	53	51	NW	NE	W	7	3	0	3.2.9	
20	F	<u>63</u>	<u>46</u>	²⁹ <u>00</u>	49	52	51	SE	—	W	1	2	4	7.10	R.
21	S	<u>04</u>	37	44	55	54	50	SW	NW	—	7-8	4-6	9	6.10.7	R.
22	S	67	70	70	49	55	51	NE	—	W	1	0	1	3.7	F
23	M	75	86	00	47	55	49	NE	—	—	5-7	1	1	10.3	Ⓔ
24	T	³⁰ 15	15	20	44	54	51	SE	—	—	2	2	1	4.10	
25	W	05	85	00	52	55	51	SE	SW	NW	3	4	2	10.10	R.
26	T	00	90	90	51	58	50	NE	SE	O	1	1	0	10.4	R.
27	F	05	05	10	54	59	51	S	—	SW	2	1	1	1.3.1	H.L
28	S	10	05	00	54	61	59	SE	—	O	1	1	0	4.10	R.
29	S	95	95	00	54	53	56	SW	—	O	1	1	0	2.0	<u>7.30</u>
30	M	10	10	20	54	59	54	O	O	N	0	0	1	0.0	Ⓓ

NOTE.—R. Rain, R heavy rain. S snow in town.

TABLE VI.—SIMULTANEOUS

Day of Month		Moons Age	Hours	Rise and Fall		Mean Rise and Fall		Change of current		Winds	Strength of current	REMARKS AND C.	Day of Month		Moons Age	Hours	Rise and Fall		Mean Rise and Fall		Change of current	
				N	S	N	S	N	S				N	S					N	S	N	S
March 24th 1872																						
13	6											Light wind, hazy all day.	17	6	29	22						
	7											Current 7 kts. N.		7	20	09						
	8	12	08					8.30		S		High water in S. Port		8	29	08						
	9	04	07									about noon.		9	24	19						
	10	-3	08									Low water in N. Port at		10	16	20				10.09		
	11	-4	10									11.30. or 3 hours after		11	09	21						
	12	-3	11							SE 1		Change of current N.		12	05	17						
	1	01	07			33 inches						High water in N. basin 5.30	March 28th 1872	1	06	18			28 inches	14 inches		
	2	10	13			13 inches						Low water in S basin at 5 p. m.		2	08	13						
	3	18	12					3.00						3	13	17						
	4	24	16							SE 1				4	17	17					3.30	
	5	29	05											5	29	13						
	6	29	19											6	33	18						
	6		12									Strong Southerly gale	18	6	26							
	7		09					8.45				Tide very irregular in S. basin.		7	29							
	8	20	08							SE 7.8				8	26							
	9	14	12									High water in S. Port.		9	21							
	10	08	19									11.00 or 11.30	March 29th	10	20	13						
	11	00	21									Low water N. Port		11	11	12				10.50		
	12	00	17			37 inches				SW 7.8		11.30 or noon about		12	06	13			26 inches	07 inches		
	1	05	13			17 inches						3 hours after change N.		1	04	09						
	2	13	18					3.45						2	06	16						
	3	26	24									Water rising and falling in S. basin in consequence of the Southerly gale.		3	12	11 1/2					3.40	
	4	34	23											4	17	12						
	5	37	19							SW 7.6				5	20	10						
	6	34	12											6	27	13						
15	6		05									Light current strong S.	19	6	28	09						
	7		15											7	25	16						
	8	20	16									High water S. noon		8	24	09						
	9	13	13					9.10		W 2.3		Low water N. noon		9	24	12						
	10	07	06											10	17	06						
	11	04	11									Tidal wave very irregular in S. Port	March 30th	11	14	12				10.50		
	12	05	17											12	13	06						
	1	07	14			34 inches				W 21		High water N. 6.00 p.m.		1	06	07			23 inches	10 inches		
	2	13	18			17 inches						Low water S. 6.00 p.m.		2	05	12						
	3	17	16					2.35						3	08	12						
	4	24	16							W 1				4	12	12					4.16	
	5	33	18											5	15	15						
	6	33	12							NW 1				6	26	11						
16	6	28	16											6	18	16						
	7	24	13											7	23	10						
	8	20	12											8	24	19						
	9	16	11											9	24	13						
	10	09	11					10.03		N 2				10	27	10					10.30	
	11	04	11											11	28	16					11.30	
	12	03	13											12	27	15					11.55	
	1	05	15			31 inches								1	12	09			15 inches	11 inches		1.30
	2	10	18			13 inches				N 3				2	13	13						
	3	18	15											3	13	13						
	4	24	17					3.30						4	16	19					4.00	
	5	31	17											5	19	18						5.07
	6	32	18							NE 1				6	23	17						
	7	32	15																			

TABLE VII.—SIMULTANEOUS OBSERVATIONS

Day of Month	Moons Age		N Change		Difference	Low Water		Difference	S Change		Difference	High Water		Difference
			Chalcis	Lipsos		Chalcis	Lipsos		Chalcis	Lipsos		Chalcis	Lipsos	
July 30	13		7.50	5.00	2.50	10.50	10.00	0.50	1.00	10.00	3.00	4.00	3.00	1.00
31	14	☾	8.10	5.30	2.30	11.00	10.30	0.30	2.10	11.00	3.10	5.00	4.00	1.00
August 1	15		9.00	6.00	3.00	Noon	11.40	1.00	2.50	Noon	2.50	6.00	5.30	0.30
2	16		9.30	6.30	3.00	Noon	11.30	0.30	3.30	12.30	3.00	6.50	5.30	1.20
3	17		10.00	7.10	2.50	1.00	Noon	1.00	4.00	1.00	3.00	7.30	6.30	1.30
4	18		10.50	7.36	3.20	1.50	12.20	1.30	5.00	1.30	3.30	8.00	7.00	1.00
5	19		11.00	7.40	3.10	1.50	1.00	1.50	5.10	1.45	3.25	8.00	7.00	1.00
6	20		11.15	8.25	2.40	2.30	1.00	1.30	5.40	2.25	3.15	8.50	7.00	1.50
7	21	☾	Noon	8.50	3.10	3.00	2.00	1.00	6.00	2.50	3.10	9.00	7.30	1.30
8	22		1.45	10.15	3.20	3.50	2.20	1.30	6.30	4.15	2.15	9.30	8.00	1.30
9	23		Irreg.	No tide	—	4.30	3.00	1.30	Irreg.	No tide	—	10.00	8.45	1.15
10	24		Irreg.	No tide	—	5.00	4.00	1.00	Irreg.	No tide	—	10.50	Noon	?
11	25		6.30	3.30	3.00	a. m. 9.00	8.00	1.00	11.30	8.30	3.00	3.00	2.00	1.00
12	26		7.30	3.00	4.30	10.30	9.00	1.30	12.30	9.00	3.30	4.00	3.00	1.00
13	27		7.50	3.40	4.10	10.30	10.00	0.30	12.50	10.00	2.50	4.00	4.00	0.00
14	28		8.20	4.30	3.50	11.00	10.00	1.00	1.20	10.30	2.50	4.00	4.00	0.00
15		☾	8.30	4.30	4.00	Noon	11.00	1.30	2.30	10.30	3.00	5.00	4.00	1.00
Mean					3.10			1.10			2.52			1.10

TABLE VIII.—SIMULTANEOUS OBSERVATIONS

CHALCIS SEPTEMBER													
Hours	14 September												MOON'S
	☉	1	2	3	4	5	6	☾	8	9	10	11	12
6	2.07	2.06	2.07	2.09	—	—	—	—	—	—	1.00	—	1.10
7	2.02	2.08	2.07	2.07	2.09	—	2.08	1.04	—	1.05	1.07	1.07	1.06
8	1.09	2.06	2.05	2.02	2.07	—	2.04	1.07	—	1.06	1.06	1.05	1.04
9	1.04	1.10	1.10	1.06	2.03	—	2.03	1.07	—	1.07	1.03	1.03	1.00
10	0.10	1.06	1.03	1.00	1.09	—	2.01	1.07	—	1.09	1.02	1.01	0.07
11	0.07	10.1	11.07	0.05	1.02	—	1.06	1.09	—	1.09	1.03	1.02	0.09
12	0.07	0.08	0.04	0.05	0.07	—	1.06	1.30	—	1.10	1.09	1.05	1.04
1	1.01	0.04	0.06	0.08	0.04	—	0.11	1.10	—	1.10	1.10	1.09	1.07
2	1.08	0.07	0.10	0.08	0.07	—	1.00	1.10	—	1.09	2.02	2.00	2.00
3	2.01	1.02	1.03	1.02	0.10	—	0.06	1.10	—	1.10	2.02	2.06	2.03
4	2.06	1.02	1.04	2.00	1.05	—	0.10	1.10	—	1.09	2.00	2.07	2.07
5	2.10	2.00	1.05	2.02	2.00	—	1.01	1.06	—	1.07	2.00	2.05	2.06
6	2.09	2.07	2.11	2.08	2.07	—	1.04	1.04	—	1.04	1.10	2.01	2.00
Mean Rise & Fall	2.07	2.07	2.07	2.05	—	—	1.06	—	1.06	1.00	1.07	2.00	2.03
High Tide		7.00	6.00	6.30	7.00	—	—	7.30	—	Noon	3.00	4.00	4.50
Low do		1.00	Noon	1.00	1.00	—	—	1.00	—	6.00	10.00	10.00	10.50

SKIATHOS													
Hours		1	2	3	4	5	6	☾	8	9	10	11	12
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.03
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.00
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.10
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.10
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.09
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.11
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.00
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.02
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.02
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.02
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.04
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.04
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.03
Mean Rise & Fall	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.07
High Tide	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.00
Low do	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.00

Time of high water at Chalcis about 1 hour later than at Skiathos

TABLE IX.—THE CURRENTS OF THE EURIPUS

Moons Age August 1880	Change N	Change S	Average Strength of current	REMARKS	Moons Age	Change N	Change S	Average Strength of current	Moons Age September 1880	Change N	Change S
☉	h. m. 8.20	h. m. 2.45	Miles 6 to 8	During the regular period the current changes every 6 hours.	☉	8.20	2.20	6 to 8	☉	8.20	2.30
1	8.50	3.10	6.8	The daily difference of the change of the tide about 23 minutes.	1	8.43	2.43	6.8	1	8.50	2.50
2	9.30	3.50	5.4	The rise and fall at New and Full Moon about 2ft 11 inches.	2	9.6	3.6	5.7	2	9.20	3.00
3	10.00	4.00	4.3	During the irregular period the current changes frequently at times 5 times in the hour runs sluggishly with about 6 inches rise and fall.	3	9.29	3.29	4.3	3	9.40	3.40
4	10.10	4.10	4.3	After SE and SW gales the current runs with great force to the South, 8 to 8½ knots an hour measured by Patent log.	4	9.52	3.52	4.3	4	10.00	4.10
5	10.25	4.30	3.7	Change of the current corresponds to half tide in both Ports.	5	10.15	4.15	3.2	5	10.30	4.35
6	11.00	5.10	2.2	N and S the waters being on the same level.	6	10.38	4.55	2.1	6	10.50	5.00
☾	11.30	5.40	2.1	High water to the N is Low water to the S and vice versa.	☾	11.1	5.10	2.1	☾	11.00	5.10
8	Irregular		2.½	High water to the N takes place 3 hours after the current has changed S.	8	Irregular		2.½	8	10.05 6.15	4.10 3.10
9	Irregular		2.½	High water in S port 3 hours after the current has changed N.	9	Irregular		2.½	9	2.05 7.10	6.00 5.40
10	6.40	11.20	2.3	The greatest depth of water under the Bridge 21 English Feet, but shoals considerably on the W or Pyrgos side.	10	6.48	12.48	2.3	10	6.50	12.30
11	7.00	1.10	2.3	Width of channel 61 feet.	11	7.11	1.11	2.3	11	7.10	1.00
12	7.20	1.30	4.4	A white and blue flag horizontal is hoisted on a staff to the N and S of the Bridge for Steamers, if shown to the N, vessels on that side can pass and vice versa.	12	7.34	1.34	4.4	12	7.34	1.37
13	7.50	1.50	5.6	A red and white flag on smaller poles for sailing vessels is shown.	13	7.57	1.57	5.6	13	7.52	1.58
☼	8.20	2.20	6.8	Usual time of passing, at change of current or half tide. The waters remain stationary for several minutes.	☼	8.20	2.20	6.8	☼	8.20	2.20
15	9.09	3.10	6.8		15	8.43	2.43	6.8	15	8.46	2.48
16	9.25	3.40	5.7		16	9.06	3.06	5.7	16	9.10	3.10
17	9.45	3.45	4.3		17	9.39	3.29	4.3	17	9.40	3.30
18	10.20	4.30	4.3		18	9.32	3.52	4.3	18	9.54	3.52
19	10.40	4.40	3.3		19	10.15	4.15	3.3	19	10.20	4.30
20	10.50	4.50	3.2		20	10.38	4.38	2.3	20	10.30	4.30
☾	11.25	5.40	2.2		☾	11.01	5.01	2.1	21	10.50	4.40
22	Irregular		2.½		22	Irregular		2.½	☾	11.00	5.06
23	Irregular		1.½		23	Irregular		2.½	23	12.50 7.10	7.0 4.07
24	6.10	11.40	2.3		24	6.25	12.25	2.3	24	7.15 3.10	12.50 6.0
25	6.20	12.10	2.3		25	6.48	12.48	2.3	25	6.20	12.20
26	6.50	12.55	4.4		26	7.11	1.11	3.4	26	6.50	1.0
27	7.30	1.40	4.5		27	7.34	1.34	4.5	27	7.10	1.8
28	7.55	2.00	5.6		28	7.57	1.57	5.6	28	7.38	1.40
☉	0.20	2.40	6.8		☉	8.20	2.20	6.8	29	7.52	2.0
									☉	8.17	2.25

The change of the current of the Euripus, uninfluenced by local winds or other causes.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Κατὰ τὴν σύνταξιν τῆς παρούσης πραγματείας εἵχομεν ὑπ' ὄψιν ἡμῶν τὰ ἐπόμενα ἔργα, ἐκ τινῶν τῶν ὁποίων ἠρύσθημεν ἱκανὰ καὶ χρήσιμα στοιχεῖα καὶ βοηθήματα.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ, Μετεωρολογικά.

ΣΤΡΑΒΩΝΟΣ, Γεωγραφικά.

J. P. BABIN, Ἐπιστολὴ περὶ Εὐρίπου πρὸς τὸν Ἀββᾶν Pecoil. (J. SPON et G. WHEELER, Voyage d'Italie et de Dalmatie, de Grèce et du Levant, fait aux années 1675 et 1676, p. 162-201, La Haye, II. 1724).

F. A. FOREL, C. R. LXXXIV 2, 1879.

A. MANSELL, Ἐπιστολαὶ πρὸς τὸν F. Forel καὶ παλιρροιομετρικοὶ πίνακες (χειρόγραφοι).

A. ΜΙΑΟΥΛΗ, Περὶ τῆς παλιρροίας τοῦ Εὐρίπου, Ἀθῆναι, 1882.

O. KRÜMMEL, Zum Problem des Euripus, *Pet. Mitteilungen*, Heft 11, 1888.

O. KRÜMMEL, Handbuch der Oceanographie, Stuttgart, 1911.

Σ. ΚΑΛΑΙΑ, Ἡ Χαλκίς, Ἀθῆναι, 1897.

LAPLACE, Traité de Mécanique Céleste, VI

MAURICE LEVY, Leçons sur la théorie des marées, Première partie, Paris, 1898.

PH. HATT, Des marées, Paris.

PH. HATT, Explication élémentaire des marées, *Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1904, 1905

H. POINCARÉ, Leçons de Mécanique Céleste, III (Théorie des marées), Paris, 1910.

Δ. ΚΑΛΥΒΑ, Περὶ τῆς παλιρροίας ἐν γένει καὶ εἰδικῶς τῆς τοῦ Εὐρίπου, Ἀθῆναι, 1892.

A. PHILIPPSON, Euripus Pauly Wissowa *Real-Enzyklopädie*, B. 6, 1909.

A. ENDROS, Zum Problem des Euripus, *Sitzung d. Kgl. Bayer Ak. d. Wis*, 1914.

A. ENDROS, Die Gezeiten Seiches und Strömungen des Meeres bei Aristoteles, *Sitzung d. K. B. Ak. d. Wis*, 1915.

R. von STERNECK Jun, Zur Théorie der Euripuströmungen, *Sitzung. d. K. K. Akad. d. Wiss*, Wien, 1916.

Ι. ΣΑΡΡΗ, Τὰ παλιρροϊκὰ φαινόμενα τοῦ Εὐρίπου, Ἀθῆναι, 1921.

A. ΜΑΖΗ, Ἡ παλιρροία τοῦ Εὐρίπου, Ἐπιστημονικὴ Ἡχώ, Νοέμβριος 1927.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΝΑΥΤΙΚΩΝ, Παλιρροιογραφικαὶ καμπύλαι καὶ παλιρροιομετρικαὶ παρατηρήσεις παλιρροίας Εὐρίπου μετὰ σημειώματος, περιέχοντος στοιχεῖα τινὰ ταύτης (χειρόγραφα).

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ	Α΄.	Ίστορικόν	σελ.	1
»	Β΄.	Τοπογραφία τοῦ Εὐρίπου	»	18
»	Γ΄.	Περιγραφή τῆς παλιροῦς τοῦ Εὐρίπου	»	22
»	Δ΄.	Τὸ πρόβλημα τοῦ Εὐρίπου καὶ αἱ μέχρι τοῦδε προταθεῖσαι λύσεις καὶ γνῶμαι.	»	40
»	Ε΄.	Ἡ γενικὴ λύσις τοῦ προβλήματος τοῦ Εὐρίπου	»	53
»	Ϛ΄.	Διάφοροι σημειώσεις ἐπὶ τῶν παλιροῦκῶν παρατηρήσεων . .	»	104
»	Ζ΄.	Συμπεράσματα	»	105
»	Η΄.	Πίνακες A. Mansell	»	109
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ			»	127