

## ΑΙ ΜΟΝΙΜΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΑΙ ΤΟΥ ΛΙΜΕΝΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΚΑΙ Η ΖΗΜΙΑ ΤΗΣ 15 ΙΟΥΝΙΟΥ 1909

(*Ἐκ τῆς ἐπισημοῦ ἐκθέσεως τῆς 15 Ἰουλίου ἐ. ἔ. τοῦ Ἐπιθεωρητοῦ τῶν Δημ. Ἔργων Ἀ. Γκίνη.*)

## 1. Γενικότητες.

Δεκαετία ὁλόκληρος διέρρευσε ἀφ' ὅτου ἐγένετο ἔναρξις τῆς κατασκευῆς τοῦ λιθοκτίστου μέρους τῶν δεξαμενῶν τοῦ λιμένος Πειραιῶς, ἀποτελούσης ἀντικείμενον τῆς ἐν ἐνεργείᾳ ἐργολαβίας τῶν Δ. Πετιμερμέρ καὶ Κ. Ρασπίνη.

Τὸ ἀρχικὸν σχέδιον τῶν ἔργων τούτων, ἐν ταῖς γενικαῖς αὐτοῦ γραμμαῖς, συνίστατο εἰς τὴν κατασκευὴν μονίμου φράγματος ἀποκλείοντος τὸν μυχὸν τοῦ ὄρου Κανθάρου καὶ τὴν ἐντὸς τοῦ ἀποκεκλεισμένου χώρου ἐν ξηρῷ (δι' ἀντλήσεων) ἐκτέλεσιν διὰ τοιχοποιίας τοῦ λοιποῦ σώματος τῶν δεξαμενῶν, χρησιμευσομένου ἐν τέλει τοῦ μονίμου φράγματος ὡς μετωπιαίου τοίχου τῶν δεξαμενῶν, πλὴν τῶν πρὸ τῶν στομίων τούτων τεμαχίων, τὰ ὅποια κατεδαφίζόμενα θὰ ἔδιδον διέξοδον εἰς τὰ στόμια ταῦτα.

Ἡ δαπάνη τῶν ἔργων τούτων προϋπελογίσθη εἰς δραχ. 2622879, ποσὸν ὕπερ μετὰ τὴν ἐπὶ δημοπρασίᾳ ἐκπίπτωσιν περιορίσθη εἰς δρ. 2176989. Ἐκ τοῦ ποσοῦ τούτου ἐξαιροῦνται αἱ ἀπρόοπτοι δαπάναι τῶν ἀντλήσεων τῶν ἀπαιτουσῶν δύναμιν ἀτμομηχανῆς πέραν τῶν 40 ἀτμοίππων (ἄρθρον 70 τῆς οἰκείας συγγραφῆς).

Κατὰ πρῶτον κατεσκευάσθη τὸ μόνιμον φράγμα, ἐφαρμοσθέντος διὰ τοὺς ἐκβραχισμοὺς καὶ τὴν τοιχοποιίαν τοῦ συστήματος τῶν κινητῶν κιβωτιῶν διὰ πεπιεσμένου ἀέρος. Αἱ σχετικαὶ ἐργασίαι προὐχώρησαν τακτικῶς καὶ ἐν συνεχείᾳ, ἀποπερατωθεῖσαι κατ' Αὐγουστον τοῦ 1901. Ἡ λιθοδομὴ τοῦ φράγματος ἐγένετο διὰ κονιάματος ἐξ ὑδραυλικῆς ἀσβέστου τοῦ Teil κατ' ἀναλογία 400 χγ. ἀσβέστου ἀνά κυβ. μέτρον ἄμμου, ἣ δὲ μετὰ τὴν συντέλεσιν τοῦ φράγματος ἐπακολουθήσασα βαθμιαία ἐκκένωσις τῆς ὑπὸ τοῦ φράγματος ἀποκλεισθείσης θαλάσσης λεκάνης κατέδειξε ἀμέσως τὴν ἄκραν ἐπιτυχίαν αὐτοῦ καὶ ἰδίᾳ ὑπὸ ἔποσιν στεγανότητος, ἣ ὅποια καὶ παραμένει ἕκτοτε ἀμετάβλητος.

Μετὰ τὴν ἐκκένωσιν τῶν ὑδάτων τοῦ ὄπισθεν τοῦ φράγματος χώρου, ἤρξαντο αἱ ἐκσκαφαὶ τῆς ἐπικαθημένης τοῦ βραχώδους (ἀσβεστολιθικῆς φύσεως) ὑπεδάφους ἄμμου καὶ

ἰλύος, καθὼς καὶ οἱ ἀναγκαῖοι διὰ τὰ θεμέλια καὶ τὰ σώματα τῶν Δεξαμενῶν ἐκβραχισμοὶ καὶ αἱ λιθοδομαὶ τούτων. Αἱ ἐργασίαι αὗται διὰ λόγους οικονομικωτέρας τοῦ ἔργου ἐκτελέσεως, ἐγένοντο τμηματικῶς, ἐφ' ὅσον δὲ ἤρξανεν ἡ ἐκβραχίζομένη ἐπιφάνεια καὶ τὸ βάθος τῶν ἐκβραχισμῶν, ἐπὶ τοσοῦτον ἤρξανε καὶ ἡ ποσότης τῶν διεισδύσεων, εἰς τρόπον ὥστε κατ' Αὐγουστον τοῦ 1902, τῆς στάθμης τῶν ὑδάτων τηρουμένης εἰς τὸ βάθος 11,20 μ. τὸ ἐνδεδειγμένον ἔργον τῶν ἀντλιῶν ἐφθάσε τοὺς 80 ἀτμοίππους, ἦτοι τὸ διπλάσιον τοῦ διὰ τοὺς ἐργολάβους ὑποχρεωτικῶν ἔργων τῶν ἀντλήσεων, πέραν τοῦ ὁποίου αἱ ἀντλήσεις ἦσαν εἰς βάρος τοῦ λιμενικοῦ ταμείου. Ἐγενήθη τότε ἡ γνωστὴ διαφωνία περὶ τὴν ἐρμηνείαν τοῦ ἄρθρου 70 τῆς οἰκείας συγγραφῆς, ἣ ὅποια ἐγένετο ἀφορμὴ τῆς πρώτης διακοπῆς τῶν ἐργασιῶν, πραγματοποιηθεῖσα κατ' Αὐγουστον τοῦ 1902.

Χάρις εἰς τὸ ἄρθρον τούτου τῆς συγγραφῆς, καὶ τὸν σχετικὸν προϋπολογισμόν, τὸ λιμενικὸν ταμεῖον Πειραιῶς εἶχε νὰ ὑποστῇ πρόσθετον δαπάνην τῶν ἀντλήσεων, μὴ προβλεπομένην. Συνεπῶς ἡ καθ' ὅτανδῆποτε ἐρμηνείαν ἐφαρμογῆ τοῦ ἄρθρου τούτου ἐπεφύλασσε τῷ λιμενικῷ ταμεῖῳ ὑποχρεώσεις προσθέτους. Τούτου ἕνεκεν ἡ διαφωνία καὶ ἡ ἐπακολουθήσασα διακοπὴ τῶν ἔργων ἔσχε καὶ τὴν καλὴν τῆς ὄψιν, διότι ἔδωκεν ἀφορμὴν καὶ καιρὸν εἰς τοὺς ἀρμοδίους νὰ σκεφθῶσι περὶ τοῦ καταλληλοτέρου τρόπου τῆς ἐξακολουθήσεως τῶν ἐργασιῶν, μετ' ὄρισμένης ἐκ τῶν προτέρων ὑποχρεώσεις τοῦ λιμενικοῦ ταμείου.

Αἱ ἀπὸ 5 Φεβρουαρίου 1903 προτάσεις τῶν ἐργολάβων περὶ ἀποπερατώσεως τῆς ἐργολαβίας των κατ' ἀποκοπὴν (à forfait) ἐπὶ ὀρισμένῳ τιμηματί (2750000 δραχ.) καὶ ἐπὶ ἰδίῳ κινδύνῳ ὑπῆρξε τὸ πρῶτον καὶ κύριον βῆμα πρὸς ἀπαλλαγὴν τοῦ λιμενικοῦ ταμείου ἀπὸ τὰς ἀορίστους ὑποχρεώσεις, ἃς τῷ ὑπέβαλεν ἡ ἀρχικὴ συγγραφή καὶ ὁ προϋπολογισμός. Μετὰ πολλὰς δὲ διαπραγματεύσεις, κατὰ τὸ διάστημα τῶν ὁποίων ἐγένετο καὶ ὑπὸ ἄλλων (τοῦ μηχανικοῦ Η. Ἀγγελοπούλου καὶ τοῦ Λ. Ρόσελ ὡς ἀντιπροσώπου τοῦ γαλλικοῦ οἴκου Schneider-Canné) παρόμοιαι προτάσεις, προϋτιμήθησαν διὰ τὸ συμφερότερον, αἱ προτάσεις τῶν ἀρχικῶν ἐργολάβων Πετιμερμέρ καὶ Ρασπίνη καὶ συνετάχθη ἐν τέλει τὸ νέον συμβόλαιον τῆς κατ' ἀποκοπὴν ἐργολαβίας, περιορισθέντος τοῦ κατ' ἀποκοπὴν τιμηματός εἰς τὸ ποσὸν τῶν 2650000 δραχμῶν, ἀντὶ τοῦ ὁποίου οἱ ἐργολάβοι ἀνέλαβον τὴν ὑποχρέωσιν τῆς ἐκτελέσεως τῶν ὑπολειπομένων ἐργασιῶν τοῦ λιθοκτίστου μέρους τῶν δεξαμενῶν κατὰ τὰ ἐγκεκριμένα



σχέδια και τὰς ἐν τῷ ἰδίῳ συμβολαίῳ καθοριζομένας τροποποιήσεις και προσθήκας τῶν σχεδίων τούτων και κατὰ τοὺς ὅρους τοῦ ἀρχικοῦ συμβολαίου, ὅσον ἀφορᾷ τὴν ποιότητα και καλὴν ἐκτέλεσιν τῶν ἐργασιῶν, ἀφιέμενοι κατὰ τ' ἄλλα ἐλεύθεροι εἰς τὴν ἐκλογὴν τῶν μέσων και μεθόδων ἐκτελέσεως ἐπὶ ἰδίᾳ αὐτῶν εὐθύνη και κινδύνῳ. Τὸ κατ' ἀποκοπὴν συμφωνηθὲν ποσὸν ἐκ δρ. 2650000, προστιθέμενον εἰς τὸ κατὰ τὸν ἀρχικὸν προϋπολογισμόν ποσὸν τῶν ἐκτελεσθεισῶν πρὸ τῆς συνομολογήσεως τῆς νέας συμφωνίας ἐργασιῶν ἐκ δρ. 1153437, ἀναβιβάζει τὴν ὀλικὴν δαπάνην τοῦ λιθοκτίστου μέρους τῶν Δεξαμενῶν εἰς δραχμὰς. . . . . 3803437 ἀντι τῆς ἀρχικῶς ἐγκριθείσης ἐκ δρ. 2137989 ἢ δὲ διαφορὰ ἐκ δρ. . . . . 1665448 ἀφορᾷ τὰς δαπάνας τῶν ἀντλήσεων και τὰς προσθήκας και τροποποιήσεις περὶ ὧν γίνεται λόγος ἐν τῷ νέῳ συμβολαίῳ.

Αἱ μετὰ τὴν σύνταξιν τοῦ νέου συμβολαίου τῆς κατ' ἀποκοπὴν ἐργολαβίας ἐπαναληφθεῖσαι ἐργασίαι διεκόπησαν και αὐθις κατὰ Ὀκτώβριον τοῦ 1907, τὴν φορὰν ταύτην συνεπεῖα καθαρῶς οἰκονομικῶν δυσχερειῶν, αἱ ὁποῖαι ἀρθεῖσαι ἐν τέλει διὰ τῆς πραγματοποιήσεως τοῦ δευτέρου ὑπὲρ τῶν δεξαμενῶν δανείου ἐκ 3600000 (ἢ μεταξὺ τοῦ ποσοῦ τούτου και τοῦ τῆς κατ' ἀποκοπὴν ἐργολαβίας διαφορὰ ἀφορᾷ τὰς μηχανικὰς ἐγκαταστάσεις τῶν δεξαμενῶν), ἐπέτρεψαν τὴν ἐπανάλειψιν τῶν ἐργασιῶν, γενομένην κατὰ Μάρτιον τοῦ 1908. Ἐκτοτε αἱ ἐργασίαι ἔβαινον γοργῶς και ἀπροσκόπτως και εὐρίσκοντο περὶ τὸ τέρμα, ὅποτε τῇ 15 Ἰουνίου ἐ. ἔ. συνέβη ἡ ζημία τῆς μεγάλης δεξαμενῆς περὶ ἧς κατωτέρω ὁ λόγος.

## 2. Περὶ τῆς κατ' ἀποκοπὴν ἐργολαβίας.

Ἔνεκα τοῦ οἰκονομικῶς δυσαναλόγου πρὸς τὸ λιμενικὸν ταμεῖον τοῦ ἔργου τῶν δεξαμενῶν, τοῦ ὁποίου αἱ δαπάναι ἠῤῥξαν σημαντικῶς διὰ τῆς προσθήκης τῶν μὴ ἐν τῷ ἀρχικῷ προϋπολογισμῷ προβλεπομένων δαπανῶν τῶν ἀντλήσεων, καθὼς και ἔνεκα τῆς κατὰ πάσης τεχνικῆς τροποποιήσεως τῶν ἀρχικῶν σχεδίων πολεμικῆς, ὡς συνέβη μὲ τὴν διαπλάτνυσιν τῆς μεγάλης δεξαμενῆς, ἡ ὁποία ἐν τέλει ἐπετεύχθη κατόπιν μεγάλου ἀγώνος (δρα ὑπ' ἀρ. 199 τῆς 7 Μαΐου 1902 πρᾶξιν τοῦ Συμβουλίου τῶν Δημοσίων Ἔργων) καθὼς και μετὰ τὰς ἀποτυχούσας προτάσεις περὶ ἀντικαταστάσεως τῆς θηραϊκοκονίας τῶν λιθοδομῶν τῶν δεξαμενῶν δι' ὕδραυλικῶν κονιάματος ἐξ ὑδραυλικῆς ἀσβέστου τοῦ Teil καὶ ἄλλων τρο-

ποποιήσεων προταθεισῶν παρ' ἡμῶν κατὰ διαφόρους ἐποχάς, ἐπρυτάνευσεν κατὰ τὰς διαπραγματεύσεις τῆς νέας κατ' ἀποκοπὴν συμφωνίας, πνεῦμα φειδοῦς περὶ τὰς τροποποιήσεις και προσθήκας τῶν ἀρχικῶν σχεδίων, δι' ὅ περιωρίσθησαν αὐταὶ εἰς τὰ ὑπὸ τῶν ἐργολάβων ἐν ταῖς προτάσεσιν αὐτῶν περὶ τῆς κατ' ἀποκοπὴν ἀναλήψεως τοῦ ἔργου ὑποδεικνυόμενα, ἦτοι τὴν αὔξησιν τοῦ πάχους τῶν πλαγιotoίχων και τῆς κοιτοστρώσεως σὺν τῇ χρήσει σιμεντοκονίας εἰς τὴν μετὰ τοῦ ὑπεδάφους ἐπαφῆν αὐτῆς.

Τὸ ὑπέδαφος ἐφ' οὗ ἐδράζοντο αἱ δεξαμεναὶ παρουσιάζει ἐναλλαγὴν περὶ ὧν στρωμάτων ἀργιλλοασβεστολιθικῆς φύσεως, τοῦτέστι πετρωμάτων ἐν γένει διαβρόχων, τῶν ὁποίων ἡ στερεότης εὐρίσκεται ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὴν διαπερατικότητά ἦτοι τὰ μαλακώτερα στρώματα ὡς μᾶλλον ἀργιλλώδη εἰσὶν ἦττον διαπερατὰ τῶν σκληροτέρων τῶν μᾶλλον ἀσβεστολιθικῶν. Τὰ πετρώματα ταῦτα ἀνήκουσιν εἰς τὴν αὐτὴν οἰκογένειαν τῶν ἀσβεστολιθικῶν πετρωμάτων τῆς Πειραικῆς χερσονήσου, ἐν οἷς ὀρύσσονται τὰ γνωστὰ λατομεῖα τοῦ Πειραιῶς, μέγα μέρος δὲ τῶν λιθοδομῶν τῶν δεξαμενῶν προῆλθεν ἐκ τῶν ὀρυγμάτων τοῦ ὑπεδάφους τούτου ὅτι κυρίως χαρακτηρίζει τὸ ὑπέδαφος τοῦτο εἶναι ὅτι τὰ ἀνώτερα στρώματα παρουσιάζονται ἐν γένει συμπαγέστερα και σκληρότερα τῶν ὑποκειμένων (δρα και ἔκθεσιν Ροσολύμου τῆς 23 Σεπτεμβρίου 1903 σελ. 14 ἐντύπου).

Πρὸς τὴν τοιαύτην φύσιν τοῦ ὑπεδάφους προσαρμόζεται ἡ περὶ αὐξήσεως τοῦ πάχους τῆς κοιτοστρώσεως διάταξις ἐν τῷ νέῳ συμβολαίῳ, καθ' ἣν τῆς αὐξήσεως ἐξαίρουνται αἱ θέσεις εἰς αἷς ἤθελε συναντηθῆ συμπαγῆς βράχου ὅποτε ἀποβαίνει περιττὴ ἡ αὔξησις. Οὕτω τὸ πάχος τῆς κοιτοστρώσεως ποικίλλει εἰς μὲν τὴν μεγάλην δεξαμενὴν ἀπὸ 1,80 μέχρι 2,55 μ. (εἰς τὸν ἄξονα) εἰς δὲ τὴν μικρὰν ἔμενε σχεδὸν τὸ αὐτὸ τοῦ ἀρχικοῦ σχεδίου (1,75 μ. εἰς τὸν ἄξονα) ὁ δὲ ὅρος τῆς ἐν ἀνάγκη χρήσεως σιμεντοκονίας εἰς τὴν μετὰ τοῦ ὑπεδάφους ἐπαφῆν τῆς κοιτοστρώσεως ἐτηρήθη πιστῶς, ἐπιβληθείσης ὑπ' αὐτῆς τῆς φύσεως τῶν πραγμάτων τῆς ἀφθόνου χρήσεως σιμεντοκονίας ὡς ἐκ τῆς πληθώρας τῶν ὑδάτων, τὰ ὁποῖα ἄλλως θὰ παρεκάλουν τὴν πρόοδον τῆς τοιχοποιίας. Οὕτω τὸ μετὰ σιμεντοκονίας κτισθὲν στρώμα τῆς κοιτοστρώσεως ἔχει ἐν ἀμφοτέραις ταῖς δεξαμεναῖς μέσον πάχος 0,60 μ.

## 3. Περὶ τοῦ πάχους τῆς κοιτοστρώσεως.

Ἐνταῦθα ἐπεδιώχθη ἡ ἀρχὴ τῆς συγκολλήσεως τῆς τοιχοποιίας τῆς κοιτοστρώσεως μετὰ



τοῦ πετρώδους ὑπεδάφους κατὰ τρόπον ὥστε νὰ συμπράτῃ κατὰ τῆς εἰς ὄρισμα σημεῖα (ρωγμὰς καὶ σχισμάδας τοῦ διαπερατοῦ ὑπεδάφους) τῆς ὑποεπιφανείας τῆς κοιτοστρώσεως ἐνεργούσης ὑποπίεσεως τῶν (συγκοινωνούντων μετὰ τῆς θαλάσσης διὰ μέσον τῶν ρωγμῶν καὶ σχισμῶν τῶν ἀσβεστολιθικῶν πετρωμάτων τοῦ ἐδάφους) ὑπογείων ὑδάτων σὺν τῇ ἰδίᾳ ἀντοχῇ τῆς δίκην ἡμιπεπακτωμένης δοκοῦ ἐργαζομένης κοιτοστρώσεως καὶ ἡ μετὰ τοῦ πετρώδους ὑπεδάφους πρόσφυσις τῆς κοιτοστρώσεως ταύτης.

Ἡ τοιαύτη ἀρχὴ δὲν εἶναι οὔτε ἀδικαιολόγητος οὔτε νέα ἔχον παραδείγματα τὰς δεξαμενὰς τῆς Μασσαλίας<sup>1</sup>, τοῦ Χερβούργου<sup>2</sup> καὶ τῆς Πόλας<sup>3</sup>, αἱ ὁποῖαι ἐθεμελιώθησαν ἐπὶ παρομοίου διαπερατοῦ βραχώδους ἐδάφους· καὶ εἰς μὲν τὰς δεξαμενὰς τῆς Μασσαλίας τὸ πάχος τῆς κοιτοστρώσεως ἔφθασε τὰ 2,50 μ. (τοιχοποιία μετὰ κονιάματος ἐξ ὑδραυλικῆς ἀσβέστου) εἰς τὴν δεξαμενὴν τοῦ Χερβούργου τὰ 1,50 μ. καὶ εἰς τὴν τῆς Πόλας τὰ 1,20 μ. (σκυροκονίαμα ἐκ θηραϊκοκονίας)<sup>4</sup>· εἶναι δὲ καὶ δεδικαιολογημένη διότι ὅπου αὕτη ἐπιτυγχάνει οὐνεπαίγει, ὡς εὐνόητον, μεγάλην οἰκονομίαν.

Παρ' ἡμῶν φαίνεται ἀποτυχοῦσα ἡ ἀρχὴ αὕτη (τὸ αὐτὸ συνέβη καὶ εἰς τὴν δεξαμενὴν τῆς Πόλας) εἰς τὰς θέσεις ἐκεῖνας ἐν αἷς εἶχον μεν πληθῶραν διεισδύσεων καὶ τοιαύτη ἀκριβῶς ὑπῆρξεν ἡ θέσις (Α καὶ Β—Α πλευρὰ τοῦ μυχοῦ Κανθάρου) ἐν ἣ ἐγένετο ἡ ζημία τῆς μεγάλης δεξαμενῆς, διακριθεῖσα ἀπ' ἀρχῆς διὰ τὸ λίαν διαπερατὸν τοῦ κατὰ τὰ ἄλλα στερεοτάτου ὑπεδάφους (ἄρα καὶ ἐντυπον ἔκθεσις τοῦ μηχανικοῦ Ροσολύμου σελ. 14, 15) ἐν τῇ θέσει λοιπὸν ταύτῃ ἡ ὑποπίεσις, ὡς ἐκ τῶν πολλῶν σημείων προσβολῆς τῆς ὑποεπιφανείας τῆς κοιτοστρώσεως, ὑπερέβη τὴν ἀντοχὴν τῆς κοιτοστρώσεως ταύτης ἠδὲξημένην κατὰ τὴν πρόσφυσιν τῆς ὑπερβάσεως ταύτης τὸ ἀποτέλεσμα ὑπῆρξεν ἡ ἐπελθοῦσα ζημία. Ὅτι δὲ τὸ καταστραφὲν τμήμα κοιτοστρώσεως ἐνεῖχεν ἀρκετὰ σημεῖα συγκολλήσεως, ἐπομένως ὅτι συνειργάσθη εἰς τὴν ἀντοχὴν τῆς κοιτοστρώσεως καὶ ἡ πρόσφυσις, εἶναι ἀναμφισβήτητον καὶ ἀποδεικνύεται δι' ὑπολογισμῶν ὅτι ἂν μὴ ὑπῆρχεν ἡ πρόσφυσις, ἡ κοιτόστρωσις ἔδει νὰ εἶχεν

ἀνατιναχθῆ ὑπὸ πίεσιν πολὺ μικροτέραν ἐκείνης, ἢ ὅποια ἀνεπτύχθη ἐν τῇ πραγματικότητι, ἀντιστοιχοῦσα εἰς στήλην ὕδατος 9,50 μ. (ἡ ἐξόγκωσις καὶ διάρρηξις τοῦ καταστραφέντος τμήματος κοιτοστρώσεως ἐπῆλθεν ὅταν τὰ ἐξωτερικὰ ὕδατα ἔφθασαν εἰς τὴν στάθμην 1,68 μ. ὑπὸ τὴν ἐν τοῖς σχεδίοις καθωρισμένην κατωτάτην στάθμην τῆς θαλάσσης, τῆς θεμελιώσεως εὐρίσκομένης εἰς τὸ βάθος 11,50 μ. ὑπὸ τὴν αὐτὴν στάθμην ἄρα στήλη ὕδατος πίεσεως 11,15—1,68=9,47 μ.).

Τὸ δὲ γεγονός ὅτι τὸ ὑπόλοιπον τμήμα τῆς κοιτοστρώσεως τῆς μεγάλης δεξαμενῆς καθὼς καὶ ἡ κοιτόστρωσις τῆς μικρᾶς δεξαμενῆς (ἀπὸ τῆς ὁποίας μάλιστα ἔλειπεν ἡ πλακόστρωσις), οὐδὲν ἔπαθεν ἐκ τῆς ἀναπτύξεως ἐν λόγῳ πίεσεως εἶναι δευτέρα ἰσχυρὰ ἀπόδειξις ὅτι ἡ πρόσφυσις εἰς τὰς θέσεις ἐκεῖνας ἐργάζεται ἐπὶ τῷσοῦτον ὥστε, μετὰ τῆς ἀντοχῆς τῆς κοιτοστρώσεως, νὰ ἐξουδετερώη ὑποπίεσιν ἀντιστοιχοῦσαν εἰς στήλην ὕδατος 9,50 μ. ἦτοι εἰς πραγματικὴν πίεσιν, ἀφαιρουμένου δηλονότι τοῦ βάρους τῆς κοιτοστρώσεως, 5000 χιλιογρ. ἀνὰ τετρ. μέτρον.

Μὴ ὑπολογίζοντες εἰς τὴν πρόσφυσιν κατ' ἀνάγκην θὰ δεχθῶμεν ὅτι, μὴ ὑπαρχούσης συγκολλήσεως, αἱ ὑποπίεσεις ἐξασκοῦνται ἐφ' ὅλης τῆς ἐπιφανείας τῆς κοιτοστρώσεως. Ὑπὸ τοιούτους ὄρους οἱ ὑπολογισμοὶ δίδουσιν, (ἐκλαμβανομένης τῆς κοιτοστρώσεως ὡς δοκοῦ ἡμιπεπακτωμένης ροπῆς κάμψεως  $\frac{PL^2}{12}$ ), διὰ τὴν

κοιτόστρωσιν τῆς μεγάλης δεξαμενῆς Πειραιῶς, πάχος 5 μέχρι 7 μέτρων, ἀναλόγως τοῦ βαθμοῦ τῆς εἰς κάμψιν ἀντοχῆς τῆς τοιχοποιίας τῆς κοιτοστρώσεως.

Τοιαῦτα πάχη συνεπιφέροντα ὑπερβολικὰς δαπάνας καὶ δυσχερεῖας τεχνικὰς δὲν εὐρίσκουσιν ἐφαρμογὴν παρὰ μόνον ἐκεῖ ἔνθα οἱ σχετικοὶ ὑπολογισμοὶ συμφωνοῦσι μὲ τὴν πρᾶξιν, ἦτοι εἰς ἐδάφη ἀμμόδη, ἐπομένως ἐδάφη τελείως διαπερατὰ παρ' οἷς δὲν δύναται νὰ γίνῃ λόγος περὶ συγκολλήσεως καὶ προσφύσεως τῆς τοιχοποιίας ἐπὶ τοῦ ἐδάφους· ὅπου ὅμως τὸ ἔδαφος εἶναι μὲν κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἦττον διαπερατόν, ἀλλὰ καὶ πετρώδες, ἐκεῖ λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν καὶ ἡ πρόσφυσις καὶ περιορίζεται τὸ πάχος τῆς κοιτοστρώσεως, ὡς ἐγένετο ἐν Μασσαλίᾳ, Χερβούργῳ καὶ Πόλᾳ.

Τὸ εἰς τὰς δεξαμενὰς τῆς Μασσαλίας ἐφαρμοσθὲν πρὸς ἐξουδετέρωσιν τῆς ὑποπίεσεως μέτρον τῆς περισυλλογῆς τῶν ὑπογείων ὑδάτων καὶ διοχετεύσεως αὐτῶν εἰς τὴν ὑπόνομον τῶν ἀντλήσεων τῆς ἐκμεταλλεύσεως θὰ ἦτο παρ' ἡμῶν, ἔνεκα τῆς πληθῶρας τῶν ὑπογείων ὑδά-

1. Bassins de radoub de Marseille par A. L. Sébilotte.

2. Travaux maritimes par Rochemont.

3. Der Bau der Trockendocks von Triest und Pola von Heider.

4. Εἰς τὰς δεξαμενὰς τοῦ Bremerhaven ἐγένετο χρῆσις παρεμφεροῦς κονιάματος ἐξ ἀσβέστου, τρασίας γῆς καὶ ἄμμου. Die Bremerhaven von Rudloff, 1903, σελ. 106.



των (ἐκ τῶν ρωγμῶν τοῦ καταστραφέντος τμήματος κοιτοστρώσεως διαρρέουσι σήμερον ὑφάλμυρα ὑπόγεια ὕδατα ἀνερχόμενα εἰς 1000 κ. μ. τὴν ὥραν, ἐν συνόλῳ δὲ τὸ ποσὸν τῶν ὑπογείων ὑδάτων ἐφθασε κατὰ τὴν περίοδον τῶν ἐργασιῶν μέχρι 3500 κ. μ. τὴν ὥραν, ἀπασχολῆσαν ἀντίλας δυνάμεως 400 ἵππων) ὄχι μόνον τεχνικῶς ἀλλὰ καὶ οἰκονομικῶς ἀνεφάρμοστον, διότι θὰ ἠῤῥξανε ἐπερβολικῶς τὰς δαπάνας ἐκμεταλλεύσεως κατὰ τὸ ποσὸν δαπάνης ὅπερ θὰ ἐχρειάζετο διὰ τὰς κατὰ τὸν χρόνον τῆς λειτουργίας τῶν δεξαμενῶν ἀντλήσεις τόσου μεγάλου ποσοῦ ὑπογείων ὑδάτων· ἐν αὐτῇ τῇ Μασσαλίᾳ ἠναγκάσθησαν, διὰ λόγους οἰκονομίας, νὰ φράξωσι βραδύτερον τοὺς συλλεκτικούς ὀχετοὺς τῶν τριῶν ἐκ τῶν τεσσάρων δεξαμενῶν.

Ἐπίσης ἀνεφάρμοστον ἐπὶ τοῦ προκειμένου, διὰ τὸν αὐτὸν λόγον τῆς πληθώρας τῶν σχισμῶν καὶ ραγῶν τοῦ ὑπεδάφους, ἔξ ὧν ἐκρέουσιν ἀφθονα τὰ ὑπόγεια ὕδατα, θὰ ἦτο τὸ ἐνιαχοῦ ἐφαρμοσθὲν (δεξαμενὴ τοῦ λιμένος Bordeau ὄρα Rochement τόμ. I σελ. 555) σύστημα τῆς διὰ σωλῆνων ἀπομονώσεως τῶν πηγῶν καὶ πληρώσεως αὐτῶν διὰ πεπιεσμένου σιμεντοκονιάματος σύστημα, ὅπερ εὐρίσκει ἐφαρμογὴν μόνον ὅταν πρόκειται περὶ μικροῦ ἀριθμοῦ μεμονωμένων καὶ εὐσυλλήπτων πηγῶν.

#### 4. Περὶ τοῦ ὑλικοῦ τῆς κοιτοστρώσεως.

Ἡ κοιτόστρωσις ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ κατωτέρου στρώματος τοιχοποιίας διὰ σιμεντοκονίας τοῦ εὐρισκομένου εἰς ἄμεσον ἐπαφὴν μετὰ τοῦ πετρώδους ὑπεδάφους, καὶ τοῦ ὑπερκειμένου στρώματος τοιχοποιίας διὰ θηραϊκοκονίας φερούσης εἰς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς τὴν ἐκ πλακῶν Βεζουβίου καὶ λαξευτῶν κυβολίθων (εἰς τὸν ἄξονα) ἐπένδυσιν, ἐντειχισμένην διὰ σιμεντοκονίας. Ὁμολογῶ ὅτι ἡ κοιτόστρωσις θὰ ἦτο στερεωτέρα, ἔάν ἡ τοιχοποιία αὐτῆς ἦτο ὁμογενεστέρα, ἦτοι ἐκτίζετο καθ' ὅλον αὐτῆς τὸ πάχος διὰ κονιάματος ἔξ ὑδραυλικῆς ἀσβέστου (ὡς εἶχον προτείνει ἄλλοτε) ἢ διὰ σιμεντοκονίας, τοῦθ' ὅπερ δὲν ἐγένετο, συμφώνως πρὸς τὸ ἐπικρατῆσαν καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῶν ἐργασιῶν πνεῦμα τῶν ἄκρων οἰκονομιῶν. Ἄλλως τε ὑπὸ ἐποψιν ἀπολύτου ἀντοχῆς τῆς κοιτοστρώσεως, ἐλάχιστα εἶχομεν νὰ ὠφελῆθῶμεν ἐκ τῆς τοιαύτης τροποποιήσεως, ἀφοῦ οὐδὲ τότε ἠθέλομεν ἀποφύγει τὴν γενομένην ζημίαν, δεδομένου ὅτι ἡ διάσπασις πλακῶν Βεζουβίου ἐκ τῶν τῆς πλακοστρώσεως τοῦ καταστραφέντος τμήματος κοιτοστρώσεως, ἀποδεικνύει ὅτι ἀνεπτύχθησαν κατὰ τὴν διάρρηξιν

τάσεις φθάνουσαι τὰ 25 χιλιογρ. ἀνὰ τετρ. ἐκ.

Μὴ λησμονῶμεν δὲ ὅτι αἱ τάσεις αὗται ἀνεπτύχθησαν, τῆς στάθμης τῶν ἐξωτερικῶν ὑδάτων εὐρισκομένης 1,68 χαμηλότερον τῆς κατωτάτης στάθμης τῆς θαλάσσης, ἐπομένως ὅτι ἐν πλήρει φορτίῳ (στάθμη θαλάσσης) δὲν θὰ ἦτο δυνατὸν ν' ἀνθέξῃ οἰασθῆποτε φύσεως κοιτόστρωσις, ἔστω καὶ πάχους 2,50 μ. ἂν μὴ συνέπρατε κατὰ τῆς ὑποπιέσεως ἢ μετὰ τοῦ πετρώδους ὑπεδάφους πρόσφυσις τῆς τοιχοποιίας τῆς κοιτοστρώσεως. Εἴπομεν δ' ἐν τοῖς προηγουμένοις ὅτι οἱ ὑπολογισμοὶ δίδουσι πάχος κοιτοστρώσεως 5-7 μ. διὰ τὴν περίπτωσιν τῆς ἐν πλήρει φορτίῳ καὶ καθ' ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν ὑποπιέσεως.

#### 5. Καθορισμὸς τῆς γενομένης ἐν τῇ μεγάλῃ δεξαμενῇ τοῦ Πειραιῶς ζημίας καὶ παραδείγματα παρομοίων ζημιῶν εἰς ἄλλας δεξαμενάς.

Ὁλόκληρον τμήμα τῆς κοιτοστρώσεως τῆς μεγάλης δεξαμενῆς, ἀπὸ τῆς εἰς τὸ βάθος τῆς δεξαμενῆς καμπύλης μέχρι μήκους 46 μ. ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς καμπύλης ταύτης, ἀπεσπασθὴ σύσσωμον τοῦ πυθμένου καὶ ἐξογκώθη ὁμοιόμορφως, ἀποτελέσαν κυφότητα κανονικῆν, τῆς ὁποίας ὁ ἄξων συμπίπτει μετὰ τοῦ ἄξονος τῆς δεξαμενῆς, περιορίζεται δ' ἐκατέρωθεν ὑπὸ τῶν παρὰ τοὺς πλαγιοτοίχους κόψεων τῶν ἀσκηπῶν ὀχετῶν. Ἡ κορυφὴ τῆς κυφότητος ταύτης ἀνυψώθη μέχρι 0,50 μ. περίπου κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς διαρρηξέως, μεθ' ὃ ἤρξατο βαθμιαία κατάκλισις δλοκλήρου τοῦ ἀποσπασθέντος τμήματος, ἐκλειψάσης τῆς ὑποπιέσεως διὰ τῆς διὰ τῶν σχηματισθεισῶν ρωγμῶν τῆς κοιτοστρώσεως ἐκροῆς τῶν ὑπογείων ὑδάτων. Τὸ ἀποσπασθὲν τμήμα διερράγη κυρίως καὶ κανονικῶς κατὰ τὸν ἄξονα (ἐνθα ἡ μεγαλειτέρα ροπὴ κάμψεως) διαιρεῖται δὲ δι' εὐαρίθμων ἐγκαρσίων ρωγμῶν εἰς μεγάλα τεμάχια τοιχοποιίας, ἔξ οὗ ἐπιββαίουται τὸ ἄλλως καὶ ὑπὸ τῆς ἐπιβλεπούσης τὸ ἔργον τεχνικῆς ἐταιρείας πιστοποιούμενον γεγονός τῆς καλῆς ἐργασίας.

Ἡ αἰτία τῆς γενομένης ζημίας εἶναι καταφανὴς καὶ ὀφείλεται, ὡς εἴπομεν καὶ προηγουμένως, εἰς τὴν ὑπὸ τῶν πιέσεων ὑπερνήκησιν τῆς μετὰ τοῦ πετρώδους ὑπεδάφους προσφύσεως τῆς τοιχοποιίας τῆς κοιτοστρώσεως καὶ τῆς ἀντοχῆς τῆς δίκην ἡμιπετακτωμένης δοκοῦ ἐργαζομένης κοιτοστρώσεως.

Παρομοίαις φύσεως ζημίαι (διαρρηξέεις κοιτοστρώσεων) δὲν εἶναι ἀσυνήθεις εἰς δεξαμενάς. Πρὸς πίστωσιν μνημονεύω τ' ἀκόλουθον γινωστά μοι παραδείγματα :



1. Έκ του συγγράμματος «Travaux maritimes par Rochemont, Tome premier, Κεφ.: Accidents survenus a des Formes».

α.) Δεξαμενή Γάνδης: πάχος κοιτοστρώσεως τὸν ἄξονα 2,65 μ. ἀποτελουμένης ἐκ στρώματος σκυροκονιάματος πάχους 1,80 μ. καὶ ἐκ στρώματος πλινθοδομῆς πάχους 0,85 μ. Τὸ κονίαμα τοῦ σκυροκονιάματος ἀποτελεῖτο ἐκ δύο μερῶν ἀσβέστου τοῦ Tournay 1 μ. τρασσίας γῆς τῆς Andernach καὶ 1 μ. ἄμμον. Τρεῖς μῆνας μετὰ τὴν συντέλεισιν τῆς κοιτοστρώσεως ἐξήντησαν τὰ ὕδατα διὰ τὰ ἀποπερατώσωσι τὴν κοιτόστρωσιν καὶ νὰ κτίσωσι τοὺς πλαγιotoίχους: τότε ἡ κοιτόστρωσις ἐξογκώθη ὑποκύψασα εἰς τὰς πῆσεις μέχρι ὕψους 0,57 μ. εἰς τὴν σημεία, μετ' ὃ διερράγη καὶ ἐσχηματίσθησαν πηγαί: μετὰ τοῦτο ἡ κοιτόστρωσις κατεκάθισεν ὀλίγον.

β.) Κατὰ τὴν ἔναρξιν τῆς λειτουργίας τῆς ὑπ' ἀρ. 6 δεξαμενῆς τοῦ λιμένος Χάβρης σημαντικὴ ζημία ἐγένετο ἐν τῇ κοιτοστρώσει, ἐπὶ τοῦ ἡμίσεως μήκους τοῦ ἄξονος, διὰ τὴν αὐτὴν ὡς ἄνω αἰτίαν, ἀναφανείσης σχισμῆς, ἐνῶ ταῦτοχρόνως ἡ ἐκ πλίνθων ἐπέπνυσις ἀνυψώθη ἑλαφρῶς καὶ τὸ ὕδωρ ἐξήρχετο ἐν ἀφθονίᾳ κλπ.

γ.) Εἰς τὴν μεγάλην δεξαμενὴν τοῦ λιμένος de la Pallice ἀνεφάνη σχισμὴ ἐν τῷ ἄξονι τῆς κοιτοστρώσεως ὑποκύψασης εἰς τὰς ὑποπίσεις καθ' ὄλον σχεδὸν τὸ μήκος αὐτῆς: ἐπὶ πλέον ἀνεκαλύφθησαν σχισμάδες ὀριζόντιοι εἰς τὸ ὕψος τῶν ὀχετῶν τῶν ἀντλήσεων ἐπὶ μεγάλου μήκους τῶν πλαγιotoίχων.

δ.) Έκ τοῦ αὐτοῦ ὡς ἄνω συγγράμματος εἰς σελίδα 555. Μετὰ τὴν περάτωσιν τῆς δεξαμενῆς τοῦ λιμένος Bordeau ὅταν ἤρχισαν ἐξαντιλοῦντες τὰ ὕδατα ἀνεφάνησαν πολυάριθμοι σχισμάδες ἐκ τῆς κοιτοστρώσεως κλπ.

2. Zeitschrift für Bauwesen 1905 σελ. 119. Μετὰ τὴν περάτωσιν τῶν δύο δεξαμενῶν τοῦ λιμένος τοῦ Κιέλου (Kiel) καὶ τὴν ἐξάντησιν τῶν ὑδάτων, ἀνεφάνησαν ρωγμαὶ σημαντικαὶ κατὰ διαφόρους διευθύνσεις εἰς τὴν εἴσοδον καὶ εἰς παρακείμενον τμήμα τοῦ σώματος τῆς μῖας τῶν δεξαμενῶν τούτων. Αἱ ζημίαι αὗται ἀπεδόθησαν εἰς διαφόρους αἰτίας (ὄρα πηγὴν).

3. Der Bau der Trockendocks von Triest u. Pola von Heider. Εἰς τὴν Δεξαμενὴν τῆς Πόλας, ἡ κοιτόστρωσις ἐπικαθημένη βραχώδους στρωσιγενοῦς καὶ διαπερατοῦ ὑπεδάφους καὶ ἀποτελουμένη ἐκ θηραϊκόσκυροκονιάματος διερράγη, ὑποκύψασα εἰς τὴν ὑποπίσιν τῶν ὑπογείων ὑδάτων.

### 6. Μέτρα ἀνορθώσεως τῆς γενομένης ζημίας καὶ μέτρα ἐνισχύσεως γενικὰ ὀλοκλήρου τῆς κοιτοστρώσεως τῆς μεγάλης δεξαμενῆς.

Εἶναι φανερὸν ὅτι προκειμένου περὶ τοῦ καταστροφέντος τμήματος τῆς κοιτοστρώσεως τῆς μεγάλης δεξαμενῆς δὲν δύναται νὰ γείνη λόγος περὶ ἐπαναφορᾶς τοῦ πρώην καθεστῶτος ἤτοι περὶ ἀνακατασκευῆς τῆς ἰδίας κοιτοστρώσεως καὶ ἐὰν αὕτη κατασκευασθῇ ἐξ ὀλοκλήρου διὰ σιμεντοκονιάματος, ἄνευ μέτρων ἐξουδετερώσεως τῶν ὑποπίσεων ἢ ἐνισχύσεως τῆς κοιτοστρώσεως, ὁμοίων ἐκείνων τὰ ὁποῖα ἐφηρομόσθησαν ἐκ τῶν ὑστέρων, ἤτοι μετὰ τὸ πάθημα, εἰς τὰς προμνημονευθείσας δεξαμενάς.

Εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν τῆς δεξαμενῆς τοῦ λιμένος Πειραιῶς δὲν ἔχει ἐφαρμογὴν, δι' οὗς λόγους ἐξεθέσαμεν προηγουμένως, τὸ μέτρον τῆς εἰς τοὺς ὑπονόμους τῶν ἀντλήσεων διοχετεύσεως τῶν ὑπογείων ὑδάτων, τὸ ἐφαρμοσθὲν ἐκ τῶν ὑστέρων μὲν εἰς τὴν δεξαμενὴν τῆς Γάνδης, προληπτικῶς δὲ εἰς τὰς δεξαμενάς τῆς Μασσαλίας, οὐδὲ τὸ μέτρον τῆς ἀπομονώσεως καὶ ἐμφράξεως τῶν πηγῶν διὰ πεπιεσμένου σιμεντοκονιάματος, τὸ ἐφαρμοσθὲν ἐκ τῶν ὑστέρων εἰς τὴν δεξαμενὴν τοῦ Bordeau: ἀποκλειόμενον δὲ τοῦ μέτρου τῆς τεχνικῆς αὐξήσεως τοῦ πάχους τῆς κοιτοστρώσεως δι' οὗς λόγους ἐξεθέσαμεν ἐν τοῖς προηγουμένοις, δὲν ἀπομένει ἢ τὸ σύστημα τῆς διὰ σιδηροῦ πλέγματος ἐνισχύσεως τῆς κοιτοστρώσεως, ὡς ἐγένετο ἐκ τῶν ὑστέρων μὲν ἐν τῇ δεξαμενῇ τοῦ Κιέλου, προληπτικῶς δὲ εἰς τὰς τρεῖς δεξαμενάς τοῦ λιμένος Wilhelshafen καὶ ἀλλαχοῦ, ἢ τι παρόμοιον τοῦ συστήματος τούτου.

Ὡς εὐνόητον τὸ μέτρον ἐνισχύσεως δέον νὰ ἐπεκταθῇ προληπτικῶς καὶ ἐπὶ τοῦ μῆπω βλαβέντος τμήματος τῆς κοιτοστρώσεως τῆς μεγάλης Δεξαμενῆς, καθόσον μετὰ τὸ ἐπισυμβᾶν ἀτύχημα δὲν ἐπιτρέπεται νὰ ἔχωμεν πλήρη ἐμπιστοσύνην εἰς τὴν ἐπιτυχίαν τῆς συγκολλησεως ἐπομένως καὶ εἰς τὴν πρόσφυσιν τῆς κοιτοστρώσεως ἐπὶ τοῦ πετρώδους ὑπεδάφους.

Βαίνομεν ἤδη εἰς τὴν ἀνάπτυξιν τοῦ προτεινομένου συστήματος ἀνακατασκευῆς τοῦ καταστροφέντος τμήματος κοιτοστρώσεως τῆς μεγάλης δεξαμενῆς καὶ τῆς ἀναλόγου ἐνισχύσεως τοῦ ὑπολοίπου ἀβλαβοῦς τμήματος αὐτῆς.

α.) Τὸ προτεινόμενον σύστημα βασίζεται ἐπὶ τῆς ἰδέας τοῦ περιορισμοῦ τοῦ ἀνοίγματος (portée) τῆς δίκην πελακτωμένης δοκοῦ ἐργαζομένης κοιτοστρώσεως, τοῦθ' ὅπερ κατορθοῦται διὰ τῆς ὑποδιαίρεσεως τοῦ πλάτους αὐτῆς



εἰς δύο ἴσα μέρη χωριζόμενα δι' ἐνὸς ὑποκειμένου μεσοβάθρου.

Τὸ μεσόβαθρον τοῦτο συνδέεται μετὰ τοῦ βράχου δι' ἐγκαρσίων δοκῶν πακτουμένων ἐντὸς τοῦ βράχου, αἱ ὁποῖαι μεταδίδουσι τούτῳ τῇ μεσολαβήσει ἔλκυστήραν κατακορύφων καὶ τοῦ ἐκ σιδηρῶν δοκῶν συμπλέγματος τὰς ἐπὶ τῶν ἑκατέρωθεν τμημάτων κοιτοστρώσεως ἐνεργοῦσας δυνάμεις (ὑποπιέσεις). Ταυτοχρόνως αὐξάνει τὸ πάχος τῆς κοιτοστρώσεως τοῦ μὲν βλαβέντος τμήματος κατὰ 0,20 κάτωθεν, γενικῶς δὲ κατὰ 0,40 μ. ἄνωθεν διὰ τῆς κατ' ἴσον μέτρον ὑπερυψώσεως τῆς κοίτης τῆς δεξαμενῆς. Ἡ διὰ τῆς ὑπερυψώσεως ταύτης ἐπερχομένη ἐλάττωσις τοῦ βάθους τοῦ σώματος τῆς δεξαμενῆς εἶναι ἀνεπαίσθητος, τοῦ ἀρχικοῦ ἄλλως τε βάθους 9,90 μ. ὑπὸ τὴν κατωτάτην στάθμην τῆς θαλάσσης εὐρισκομένου ἐν δυσαναλογίᾳ πρὸς τὸ βάθος τῆς εἰσόδου ὅπερ εἶναι κατὰ ὀλόκληρον μέτρον μικρότερον, δυσανάλογον δὲ ἀκόμη καὶ πρὸς τὸ πλάτος τῆς δεξαμενῆς.

Ἐπίσης καταργοῦνται οἱ παρὰ τοὺς πλαγιότοιχους ἀσκηεῖς ὄχετοὶ οἱ ἀδυνατίζοντες τὸ πάχος τῆς κοιτοστρώσεως καὶ ἀντικαθίστανται διὰ νέων ὄχετῶν τοποθετημένων παρὰ τὸν ἄξονα περιορισμένων διαστάσεων, ἐπαρκῶν διὰ τὰ ὕδατα διηθήσεως καὶ καθαρισμοῦ τῶν πλοίων, δι' αἷ εἰσι προωρισμένοι, καὶ τοιούτων ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ ἐντὸς τῶν πλακῶν τῆς πλακοστρώσεως χάραξις τῶν ὄχετῶν, ὡς δεικνύει τὸ εἰς τὸ τέλος τῆς παρουσίας ἐκθέσεως σχέδιον (ἴδε συναπτόμενον πῖνακα).

β'.) Ὑπολογισμὸς τῶν υποπιέσεων.

Ὑψος ὕδατων ἄνωθεν τοῦ ἄξονος τοῦ βλαβέντος τμήματος ὑψόμετρον . . . . .	9,40 μ.
Πάχος κοιτοστρώσεως . . . . .	1,80
Ὑψόμετρον θεμελιῶν . . . . .	11,20 μ.
Μεταβολαὶ στάθμης . . . . .	0,50
Ὑψος πιεζομετρικῆς στήλης διὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς . . . . .	11,70 μ.

Καὶ κατὰ συνέπειαν πίεσις ὑδροστατικὴ τοῦ θαλασσίου ὕδατος

$$11,70 \times 1025 = 11992 \text{ γγ.} = 12000 \text{ γγ.}$$

γ.) Ὑπολογισμὸς τῆς ἀνοχῆς τῆς κοιτοστρώσεως.

Λαμβανομένου τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῆς τοιχοποιίας 2400 γγ., θέλομεν ἔχει δυνάμιν ἐνεργοῦσαν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἐπὶ ἐκάστου τετραγ. μέτρον κοιτοστρώσεως:

$$12000 - 2,4 \times 2400 = 6240 \text{ γγ./τετρ. μ.}$$

Προκειμένου περὶ πεπακτωμένης δοκοῦ ἔχουσαν μεγίστην ροπὴν κάμψεως (ᾄρα σχέδιον):

$$M = \frac{6240 \times 6,4^2}{12} = 21299 \text{ γγ. μ.}$$

Ἐπὶ τῇ βάσει τῆς ροπῆς ταύτης ὑπολογίζομεν τὰς μεγίστας ἀρνητικὰς τάσεις (ἐφελκυσμοὺς) εἰς αἷς θὰ ὑποβληθῇ ἡ τοιχοποιία τῆς κοιτοστρώσεως:

Εἰς τὴν θέσιν Α (ἴδε πῖνακα)

$$\sigma = \frac{6 \times 21299}{2,4^2} = 22186 = 2,22 \text{ γγ./τετρ. ἐκ.}$$

Εἰς τὴν θέσιν Β

$$\sigma = \frac{6 \times 21299}{2,55^2} = 19660 = 1,96 \text{ γγ./τετρ. ἐκ.}$$

Τάσεις ἀνεκταὶ διὰ τοιχοποιίαν μετὰ σιμεντοκονίας, λαμβανομένου μάλιστα ὑπ' ὄψιν ὅτι οἱ ὑπολογισμοὶ ἀφορῶσι τὴν δυσμενεστέραν περίπτωσιν καθ' ἣν παρελείψαμεν τελείως τὴν πρόσφυσιν καὶ ἐλάβομεν ὕψος πιεζομετρικῆς στήλης αὐτὴν τὴν κατακορύφον ἀπόστασιν τῶν θεμελιῶν ἀπὸ τῆς στάθμης τῶν ὑδάτων, ἐνῶ ἐν τῇ πραγματικότητι τὸ ὕψος τῆς πιεζομετρικῆς στήλης εἶναι μικρότερον τῆς ἐν λόγῳ ἀποστάσεως, ἔνιοι μάλιστα συγγραφεῖς ἐν οἷς καὶ ὁ εἰδικώτερος περὶ τὰ λιμενικὰ μηχανικὸς Franzins παραδέχονται μόνον τὸ  $\frac{1}{2} - \frac{1}{4}$  ἀναλόγως τῆς πυκνότητος τοῦ διαπερατοῦ ἐδάφους. (Brennecke der Grundbau σελὶς 212).

δ'.) Ὑπολογισμὸς τῆς πακτώσεως τοῦ μεσοβάθρου (ᾄρα σχέδιον εἰς τὸ τέλος). Δοκὸς πακτώσεως κατ' ἀποστάσεις 1,50 μ. Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ὡς ἄνω ὑπολογισμῶν, τὰ ἑκατέρωθεν τοῦ μεσοβάθρου τμήματα κοιτοστρώσεως μεταδίδουσι τούτῳ τὸ φορτίον (ἀντίδρασιν):

$$2 \times \frac{6,40}{2} \times 1,50 \times 6240 = 59904 \text{ γγ.} = 60 \text{ τόνν.}$$

ἐκτὸς τούτου τὸ μεσόβαθρον δέχεται ἀπ' εὐθείας ὑποπιέσεις:

$$13,90 \times 1025 - 4,40 \times 2400 = 3687 \text{ γγ./τετρ. μ.}$$

καὶ διὰ μίαν ἐπιφάνειαν  $2 \times 1,5 = 3,00$  τετρ. μ. ἡ ὑποπίεσις ἀνέρχεται εἰς:

$$3687 \times 3 = 11061 \text{ γγ.}$$

ἐπομένως ἡ ὅλική ἐπὶ τοῦ μεσοβάθρου ἐνεργοῦσα ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω δυνάμεις εἶναι:

$$59904 + 11061 = 70965 \text{ γγ.} = 71 \text{ τόνν.}$$

Ἐκ τῆς δυνάμεως ταύτης δέον ν' ἀφαιρέσωμεν



τήν ἀντιδρῶσαν τριβὴν μεταξὺ τοιχοποιίας καὶ τῶν κατακορύφων παρειῶν τοῦ ἐκβραχισμού, ἦν ἐκτιμῶμεν εἰς 21 τόννους διὰ μῆκος μεσοβάθρου 1,50 μ., συνεπῶς ἀπομένει δύναμις ἐνεργοῦσα ἐπὶ ἐκάστης πακτώσεως ἴση πρὸς 50 τόννους.

Δοκὸς πακτώσεως. Ροπή κάμψεως (ἴδε σχ. 3)

$$M = 25000 \times 0,40 = 10000 \text{ χγ.μ.} = 1000000 \text{ χγ.έ.}$$

Ἐκλέγοντες δύο δοκοὺς σχ. ταῦ ἀριθ. 28 (βάρος ἐκάστης δοκοῦ 47,6 χγ./τρ.μ.) ἔχομεν ροπὴν ἀντιστάσεως (ἴδε πίνακος σχ. 4)

$$W = 2 \times 541 = 1082$$

καὶ τάσιν

$$\sigma = \frac{1000000}{1082} = 924 \text{ χγ./τετρ. ἔκ.}$$

Κατακόρυφοι ἐκλυστήρες. Σιδηραῖ ράβδοι διαμ. 54 χιλιοστ. ἔχουσιν ἐπιφάνειαν διατομῆς 2290 τετρ. χιλ. ἐπομένως τάσις:

$$\sigma = \frac{25000}{22,9} = 1091 \text{ χγ./τετρ. ἔκ.}$$

Λαμβάνομεν, ἕνεκεν τῶν ἔσοχῶν τοῦ ἔλικος τῆς κοχλιοφόρου ράβδου μεγαλειτέραν διάμετρον, ἔστω 64 χιλ.

ε.) Ὑπολογισμὸς τοῦ ἄνω σιδηροπλέγματος.

Μηκίδες. Ὑποθέτοντες τὸ φορτίον ὁμοιόμορφως διανεμημένον ἐπὶ πέντε δοκῶν, τὸ ἀνὰ τρέχον μέτρον δοκοῦ ἀναλογοῦν φορτίον ἔσται

$$\frac{50}{5 \times 1,5} = 6,666 \text{ τόνν.}$$

Δεχόμενοι δὲ δι' ἐκάστην δοκὸν 4 σημεῖα ὑποστηρίξεως, (τρία ἀνοίγματα), ἡ μεγίστη ροπή κάμψεως ἐκάστης δοκοῦ ἔσται:

$$0,08pl^2 = 0,08 \times 6666 \times 1,5^2 = 119988 \text{ χγ. ἔκ.}$$

Βάρος ἀνὰ τρ. μ. 17,8 χγ. (ἴδε σχ. 6)

$$W = 117$$

$$\text{καὶ } \sigma = \frac{119988}{117} = 1025 \text{ χγ./τετρ. ἔκ.}$$

Ἐγκάρσιοι δοκοὶ (ἴδε σχ. 5).

$$\frac{2 \times pl}{2} = 6666 \times 1,5 = 10 \text{ τόνν.}$$

Μεγίστη ροπή κάμψεως

$$10000 (1 + 0,50) - 25000 \times 0,75 = 3750 \text{ χγ. μ.} = 375000 \text{ χγ. ἔκ.}$$

Βάρος τρ. μ. ἐκάστης δοκοῦ 21.7 χγ. (ἴδε σχ. 7)

$$W = 2 \times 161 = 322$$

$$\text{καὶ } \sigma = \frac{375000}{322} = 1154 \text{ χγ./ἔκ.}$$

Βάρος μιᾶς πακτώσεως.

Δοκοῦ πακτώσεως  $2 \times 2,60 \times 47,60 = 247,62$

Ἐκλυστήρος  $2 \times 3,80 \times 25 = 190,00$

Μηκίδων  $5 \times 17,80 \times 1,50 = 133,50$

Ἐγκαρσίων δοκῶν  $2 \times 4,50 \times 21,70 = 195,30$

Περικοχλίον καὶ πλακῶν 33,68

Χιλιόγραμμα 800,00

ς.) Προμέτρους τῶν ἔργων. Τμήμα ἀνακατασκευαστέον.

Ἀποσυνθέσεις τοιχοποιίας:

$$\left( \frac{6,95^2 \times 3,14}{2} + 14,00 \times 40 \right) 1,80 = 1279,80 \text{ κ.μ.}$$

711

Ἐκβραχισμοί:

$$711 \times 0,20 + 4 \times 2 \times 47 = 330,20 \text{ κ.μ.}$$

Σίδηρα πακτώσεως  $31 \times 800 = 24800$  χιλιόγρ.

Τοιχοποιία μετὰ σιμεντοθηραϊκοκονίας (500 χγ. σιμέντου, 0,33 κ.μ. θηραϊκῆς γῆς κοσκινισμένης καὶ 1 κ.μ. ἄμμου)

$$1279,80 + 330,20 = 1613,00 \text{ κ.μ.}$$

Τμήμα ἐνισχυθησόμενον (ἀπὸ ἀποστάσεως 40 ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς καμπύλης μέχρι τοῦ βόθρου τοῦ πηδαλίου ἤτοι ἐπὶ μήκους 90 μέτρων)

Ἀποσύνθεσις τοιχοποιίας  $90 \times 2 \times 4 = 720$  κ.μ.

Ἐκβραχισμοὶ  $90 \times 2 \times 2 = 360$  »  
1080 »

Τοιχοποιία (μετὰ σιμεντοθηραϊκοκονίας ὡς ἄνω)

$$1080 + 90 \times 18,7 \times 0,45 = 1837 \text{ κ.μ.}$$

Ἀνακεφαλαίωσις:

Ἀποσυνθέσεις  $1279,80 + 720 = 1999,80$  κ.μ.

Ἐκβραχισμοὶ  $330,20 + 360 = 690,20$  »

Τοιχοποιία  $1613 + 1837 = 3450,00$  »

Σίδηρα  $24,8 + 48,8 = 73,6$  τόνν.

ζ.) Προϋπολογισμὸς δαπάνης.

Ἐφαρμόζοντες τὰς τιμὰς τῆς ἀρχικῆς ἐργολαβίας, μετὰ τῆς ἐκπτώσεως τῶν 17%, κατα-



λήγομεν εἰς τὸν ἀκόλουθον προϋπολογισμόν  
δαπάνης τῶν ἀνωτέρω ἔργων :

Ἀποσυνθέσεις	1999,80 × 3,32 =	6639,33
Ἐκβραχισμοὶ	590,20 × 4,99 =	3444,10
Τοιχοποιία	34 50 × 26 =	89700,00
Σίδηρα	73,6 × 837,5 =	46184,00
	Ἀθροισμα	145967,43
Δι' ἀπρόοπτα		14032,57
	Ὅλικὸν ἄθροισμα	160000,00

Τὰ ἔξοδα τῶν ἀντλήσεων, τὰ ὁποῖα θὰ ᾧσιν ἀνάλογα τοῦ χρόνου τῆς διαρκείας τῶν ἐργασιῶν, ὑπολογιζομένης ἀναλόγως τῆς ἐποχῆς τοῦ ἔτους μεταξὺ 2 (θέρου) καὶ 3 (χειμῶν) μηνῶν, καὶ λόγῳ τῆς διπλῆς ἐγκαταστάσεως ἀντλιῶν (πλὴν τῆς ὑπαρχούσης ἐπὶ τοῦ διαφράγματος, θὰ τοποθετηθῶσι νέαι ἀντλίας εἰς τὸ βάθος τῆς δεξαμενῆς διὰ τὰ χαμηλότερα τῆς ἐπιφανείας τῆς κοιτοστρώσεως ὕδατα) δὲν δύνανται νὰ εἶναι μικρότερα τῶν 30000 δραχμῶν κατὰ μῆνα.

#### Περὶ τῆς μικρᾶς δεξαμενῆς.

Ἡ κοιτόστρωσις τῆς Δεξαμενῆς ταύτης ἀνθῆξεν εἰς τὴν ἐξασκηθεῖσαν ὑπολίειον καθ' ἣν ὑπέκλυσε τὸ βλαβὲν τμήμα κοιτοστρώσεως τῆς μεγάλης δεξαμενῆς, τὸ γεγονός δὲ τοῦτο δέον νὰ ἀποδοθῇ εἰς τὸ κατὰ 1,00 μ. μικρότερον ὕψος τῆς πιεζομετρικῆς στήλης παρὰ τῇ μικρᾷ δεξαμενῇ, τῆς ὁποίας ἡ κοιτόστρωσις εὗρισκεται 1,00 μ. ὑψηλότερον τῆς κοιτοστρώσεως τῆς μεγάλης δεξαμενῆς, καὶ ἰδίως εἰς τὸ πολὺ μικρότερον πλάτος τῆς κοιτοστρώσεως ὅπερ μετρούμενον μεταξὺ τῶν ἑξωτερικῶν κόψεων τῶν ἀσκεπῶν ὀχετῶν εἶναι 7,80 μ. ἐνῶ τὸ ἀντίστοιχον πλάτος τῆς μεγάλης δεξαμενῆς εἶναι 13,90 μ. Τοῦτου ἕνεκεν ἡ ροπὴ κάμψεως τῶν ὑποπιέσεων εἰς τὴν κοιτόστρωσιν τῆς μικρᾶς δεξαμενῆς εἶναι ἴση πρὸς τὰ  $\frac{30}{100}$  τῆς ροπῆς

κάμψεως τῆς κοιτοστρώσεως τῆς μεγάλης δεξαμενῆς.

Μεθ' ὅλα ταῦτα ἡ ἐξασκηθησομένη ἐν πλήρει φορτίῳ καὶ ἐπὶ τῇ ὑποθέσει ὅτι ὀλόκληρος ἡ ἐπιφάνεια τῆς κοιτοστρώσεως εἶναι ἀποκεκολλημένη τοῦ πετρώδους ἐδάφους, ροπὴ κάμψεως ἔσεται

$$M = \frac{5200 \times 7,80^2}{12} = 26364 \text{ γγ. μ.}$$

ἡ ὁποία δίδει ἀρνητικὰς τάσεις (ἐφελκυσμὸν)

$$\sigma = \frac{6 \times 26364}{1,85^2} = 46217 \text{ γγ./τ. μ.} = 4,62 \text{ γγ./τ. μ.}$$

τάσεις προφανῶς μὴ ἀνεκτὰς διὰ τοιχοποιίαν.

Ἄλλ' ἐπὶ τοῦ προκειμένου ἔχοντες ὑπ' ὄψιν τὸ γεγονός τῆς ἀντοχῆς τῆς ἐν λόγῳ κοιτοστρώσεως εἰς τὴν ἐξασκηθεῖσαν πίεσιν τὴν προκαλέσασαν τὴν ζημίαν τῆς μεγάλης δεξαμενῆς, ἐπιτρέπεται νὰ ὑπολογίσωμεν ἐπὶ τῆς προσφύσεως καὶ κατὰ συνέπειαν νὰ μὴ θεωρῶμεν ἀπολύτως ἀναγκαίαν, τὸ γε νῦν ἔχον, ἥτιο ἄνευ ὀφθαλμοφανοῦς ἀφορμῆς, τὴν ἐνίσχυσιν καὶ τῆς κοιτοστρώσεως ταύτης· ἂν δὲ βραδύτερον ἐπιβληθῇ τοιαύτη τις ἐνίσχυσις ὑπὸ τῶν πραγμάτων, περίπτωσις οὐχὶ πολὺ πιθανή, ἡ ἐνίσχυσις αὕτη δύναται νὰ γίνῃ εἰς πᾶσαν στιγμὴν διὰ τῆς αὐτῆς δαπάνης καὶ ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, ὑφ' ἧς θὰ ἐγένετο ἀπὸ τοῦδε. Ἡ εὐκολία αὕτη ὀφείλεται εἰς τὸ ὑπερβολικὸν κατὰ τὸ ἐκτελεσθὲν σχέδιον βάθος ἐν σχέσει πρὸς τὸ πλάτος τῆς μικροτέρας δεξαμενῆς ὅπερ βάθος ἐπιτρέπει τὴν ἐνίσχυσιν διὰ τῆς ἐκ τῶν ἄνωθεν αὐξήσεως τοῦ πάχους τῆς κοιτοστρώσεως μετὰ ἢ ἄνευ σιδηροπλέγματος ἀναλόγως τοῦ μέτρου τῆς αὐξήσεως ταύτης, πάντως δὲ ἄνευ μεσοβάθρου, λόγῳ τοῦ μικροῦ πλάτους κοιτοστρώσεως τῆς δεξαμενῆς ταύτης.

ΑΓΓ. ΓΚΙΝΗΣ

Ἐπιθεωρητὴς τῶν Δημ. Ἔργων.



