

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ “ΡΕΟΥΣΗΣ ΑΜΜΟΥ”
ΠΑΡΑΤΗΡΗΘΕΝΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΙΝ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ
ΕΙΣ ΔΥΤ. ΘΕΣΣΑΛΙΑΝ *

Υ Π Ο
ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΑΛΛΕΡΓΗ

Abstract. During the development of water wells, drilled by I.G.S.R. in Western Thessaly, some of them were filled with fine sand, in others the walls collapsed and the casing was damaged and in some others fine sand was pumped out.

These phenomena were observed only in wells tapping aquifers of fine sand and high head.

From the study of these phenomena it has been ascertained that «quick-sand» conditions exist in these aquifers.

This paper deals with: a general analysis of the «quick-sand» phenomenon, its consequences during the drilling, its symptoms, the interpretation of its mechanism and finally the way for the effective facing of this problem.

Σύνοψις. Κατά την ανάπτυξιν εκτελεσθεισών υπό τοῦ ΙΓΕΥ ὑδρογεωτρήσεων εἰς Δυτικὴν Θεσσαλίαν, παρατηρήθη πλήρωσις τινῶν ἐξ αὐτῶν διὰ λεπτοκόκκου ἄμμου, ἢ κατάρρευσις τῶν τοιχωμάτων καὶ στρέβλωσις τῆς σωληνώσεως ἢ ἀκόμη συνεχῆς ἐξοδος λεπτοκόκκου ἄμμου κατὰ τὴν ἀντλησιν ἐνίων γεωτρήσεων. Τὰ φαινόμενα ταῦτα παρατηροῦντο μόνον εἰς γεωτρήσεις ἐντὸς ὑδροφόρων ὀριζόντων μὲ ὑψηλὸν ὑδραυλικὸν φορτίον καὶ λεπτομερὲς ὕλικόν. Ἐκ τῆς μελέτης τῶν ὡς ἄνω φαινομένων διεπιστώθη ὅτι ταῦτα ὀφείλονται εἰς συνθήκας «ρεούσης ἄμμου» αἵτινες ἐπικρατοῦν εἰς τοὺς ἐν λόγῳ ὑδροφόρους ὀρίζοντας.

Εἰς τὴν παρούσαν δίδεται γενικῶς ἀνάλυσις τοῦ ἐν λόγῳ φαινομένου καὶ τῶν συνεπειῶν αὐτοῦ κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν ὑδρογεωτρήσεων, ἐπισημαίνονται τὰ διάφορα «συμπτώματα» τούτου, δίδεται ἡ ἐρμηνεία καὶ τέλος ὑποδεικνύονται διάφοροι τρόποι ἀντιμετώπισεως τοῦ φαινομένου.

1. Γ Ε Ν Ι Κ Α

Διάφοροι ἀπόψεις διετυπώθησαν κατὰ καιροὺς ὑπὸ τῶν ἐρευνητῶν, οἱ ὅποιοι ἡσχολήθησαν μὲ τὸ φαινόμενον τῆς «ρεούσης ἄμμου». Κατὰ τὸν RAYMOND, τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀφείλεται εἰς ἄμμον, ἥτις εἶναι — ἢ καθίσταται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ὕδατος — ρευστή, δηλαδὴ μετατρέπεται εὐκόλως εἰς κινουμένην ἢ ἡμίρρευστον μάζαν.

Κατὰ τοὺς K. TERZAGHI - R. B. PECK (1961, σελ. 103, Γαλλικῆς μετα-

* GEORGE KALLERGIS.— Quick-sand Phenomena observed during the drilling of water wells in Wertern Thessaly.

φράσεως) «ρέουσα άμμος» είναι μία μάζα φυσικής άμμου κεκορεσμένη ύδατος, έντος της οποίας είναι δυνατόν νά βυθισθοῦν πρόσωπα ή πράγματα.

Αί πρώται έπιστημονικαί παρατηρήσεις επί του έν λόγω φαινομένου έγέ-
νοντο κατά τὸ 1785, ἀλλὰ μόνον κατά τὸ 1900 έμελετήθη τοῦτο ὑπὸ τῶν γεωλό-
γων καί έδαφομηχανικῶν.

Μέχρι τοῦ 2ου Παγκοσμίου πολέμου, αἱ πραγματοποιηθεῖσαι μελέται ήσαν
μᾶλλον θεωρητικῷ περιεχομένου. Ἡ επικρατοῦσα άποψις ήτο ήτι ή «ρέουσα
άμμος» συνίσταται ἐξ άπεστρογγυλωμένων κόκκων άμμου, οἵτινες ὡς μικραὶ σφαῖ-
ραι περιστρέφονται ή μία ἐπὶ της άλλης, ὅταν ἐπ' αὐτῶν άσκεῖται καὶ ή παρα-
μικρὰ πίεσις. Ἐτέρα άποψις ήτο ὅτι οἱ κόκκοι της «ρεούσης άμμου» είναι λιπα-
σμένοι δι' άργίλου ή έτέρων λιπαντικῶν ὑλῶν, με άποτέλεσμα νά ὀλισθαίνουν
πρὸς άλλήλους ὅταν άσκηθῇ ἐπ' αὐτῶν πίεσις.

Πρακτική έμπειρία τοῦ φαινομένου άπεκτήθη κατά την άπόβασιν τοῦ άμε-
ρικανικοῦ στρατοῦ εἰς Εὐρώπην κατά τὸ 1944 - 45, ὅτε καὶ έμελετήθη λεπτομε-
ρῶς ὑπὸ τῶν Ἀμερικανῶν γεωλόγων, κυρίως δὲ ὑπὸ τοῦ καθηγητοῦ E. R. SMITH.

Οὗτος, κατά την εργαστηριακὴν εξέτασιν τοῦ φαινομένου, διεπίστωσεν ὅτι
οἱ κόκκοι της άμμου εἶχον τυχὸν σχήμα καὶ μέγεθος, ήτοι ήτο δυνατόν νά είναι
άπεστρογγυλωμένοι ή γωνιώδεις οὐδέν δὲ λιπαντικὸν μέσον ὑφίστατο μεταξὺ τῶν
κόκκων ή ἐπ' αὐτῶν. Ἐπίσης, οὗτος παρετήρησεν, ὅτι ή ἰδία άμμος δέν ήτο
πάντοτε ρευστή καὶ συνεπῶς ή γενεσιουργὸς αἰτία τοῦ φαινομένου ήτο ή ροή τοῦ
ύδατος. Οὕτως, ὁ έν λόγω έρευνητής, κατέληξεν εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι ἐάν
άπλῶς ή άμμος είναι κεκορεσμένη ὑδατος, αὕτη δέν είναι «ρευστή», ἀλλ' ὅταν
ή πίεσις τοῦ ὑδατος κατά την ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω κίνησίν του καταστῇ ἴση
ή μεγαλύτερα της ἐκ τοῦ βάρους της άμμου προκαλουμένης πιέσεως ή άμμος
καθίσταται «ρευστή».

Γενικῶς ὑφίσταται ποία τις σύγχυσις ἀκόμη καὶ μεταξὺ τεχνικῶν ὅσον
άφορᾷ εἰς τὸ τί ἀκριβῶς είναι ή «ρέουσα άμμος», σύγχυσις ήτις έν πολλοῖς καλ-
λιεργεῖται καὶ ὑπὸ πραγματικῶν ή καὶ φανταστικῶν περιγραφῶν, καθ' ὅς έντος
«ρεούσης άμμου» ἐξηφανίσθησαν κατά καιροὺς ἄνθρωποι¹, ζῶα ή καὶ ἀντι-
κείμενα.

Οὕτως, ἀναφέρεται ὅτι εἰς τὸ Colorado ἐξηφανίσθη έντος ρευστῆς άμμου,
άτμομηχανή βάρους 200 τόννων.

Ἡ «ρέουσα άμμος» δέν είναι εἶδος άμμου, ὡς πολ-
λοὶ εἰδικοὶ καὶ μὴ πιστεύουν, ἀλλὰ συνθῆκη καὶ ροῆς,

1. Είναι αδύνατος ή εξαφάνισις, δηλαδή ή βύθισις, έντος «ρεούσης άμμου» ἀνθρώ-
πων καὶ ζῶων, καθ' ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος της «ρεούσης άμμου» ἀνέρχεται ὡς θὰ ἀνα-
φερθῇ εἰς $\frac{e_2 + e}{1 + e}$ ε, δηλαδή είναι πολὺ μεγαλύτερον ἐκείνου τοῦ ὑδατος (έγγίζει τὰ
2 gr/cm³) καὶ κατά συνέπειαν τὸ σῶμα τῶν ἀνθρώπων ή τῶν ζῶων ἐπιπλέει έντος
ταύτης.

αΐτινες λαμβάνουν χώραν εἰς ἀμμόδεις ἢ, σπανιότερον καὶ μὴ σχηματισμούς.

Φαινόμενα «ρεούσης ἄμμου» παρατηροῦνται ἀκόμη καὶ εἰς ἀλλουβιακὰς πηγὰς, δηλαδὴ εἰς πηγὰς αἵτινες ἀναβλύζουν ἐξ ἀλλουβιακῶν σχηματισμῶν (π.χ. πηγαὶ Μικροῦ καὶ Μεγάλου Κεφαλοβρύσου Δυτ. Θεσσαλίας). Ἐνταῦθα ἡ πηγὴ διατηρεῖ διὰ τῆς ἀναβλύσεως τοῦ ὕδατος τὴν πρὸς τὰ ἄνω πίεσιν.

Ἀξιοσημείωτον εἶναι τὸ γεγονός ὅτι ἀναφέρονται περιπτώσεις ἀπολιθωμένης «ρεούσης ἄμμου» εἰς τοὺς ψαμμίτας τοῦ Καμβρίου, πλησίον τοῦ Kingston (Ὀντάριο), ὑπὸ τὴν μορφήν κυλινδρικῶν δομῶν διαμέτρου 2-10 ποδῶν καὶ ὕψους 20 ποδῶν.

2. ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΕΚΤΕΛΕΣΕΩΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΕΝΤΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΕΙΣ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΠΑΡΑΤΗΡΕΙΤΑΙ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΝ «ΡΕΟΥΣΗΣ ΑΜΜΟΥ»

Ὡς ἀνεφέρθη, φαινόμενα «ρεούσης ἄμμου» εἶναι δυνατόν νὰ λάβουν χώραν εἰς οἰουοδήποτε χαλαροὺς σχηματισμούς. Συνηθέστερον ὅμως τὰ φαινόμενα ταῦτα ἀπαντῶνται εἰς λεπτοκόκκους ἄμμους, κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν γεωτρήσεων, δεδομένου ὅτι, σὺν τοῖς ἄλλοις, αἱ λεπτόκοκκοι ἄμμοι παρουσιάζουν μεγαλύτεραν ἐπιφάνειαν ἐν σχέσει πρὸς ἀδρομερεῖς σχηματισμούς τοῦ ἰδίου ὄγκου.

Τὸ φαινόμενον τῆς «ρεούσης ἄμμου» εἶναι λίαν σύνηθες εἰς τὰς ἀκτάς, εἰς τὰς κοίτας τῶν ποταμῶν, εἰς ἀλλουβιακὰ πεδία καὶ τέλος εἰς περιοχὰς παγετωδῶν ἀποθέσεων, μὲ ἰδιαιτέραν δὲ συχνότητα παρουσιάζεται εἰς περιοχὰς ἔνθα ἀναπτύσσονται ὑδροφόροι ὀρίζοντες ὑπὸ πίεσιν.

Λίαν σύνηθες εἶναι τὸ φαινόμενον τῆς «ρεούσης ἄμμου» εἰς ἐκσκαφὰς ἐντὸς ἀμμοδῶν ἀποθέσεων κεκορεσμένων ὕδατος καὶ διὸ ὅταν ἡ ἐκσκαφὴ λαμβάνει χώραν κάτωθι τῆς στάθμης τοῦ ὑδροφόρου ὀρίζοντος.

Ἀναφέρονται περιπτώσεις, καθ' ἃς παρατηρήθησαν φαινόμενα «ρεούσης ἄμμου» εἰς βάθη μερικῶν ἑκατοντάδων μέτρων ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐδάφους. Ἐνίοτε τὸ πάχος τῶν στρωμάτων «ρεούσης ἄμμου» ὑπερβαίνει τὰ 50 μ.

Τὸ πρόβλημα ἐκτελέσεως γεωτρήσεων ἐντὸς σχηματισμῶν οἱ ὅποιοι παρουσιάζουν φαινόμενα «ρεούσης ἄμμου», συνίστανται εἰς

- δυσχερεῖας κατὰ τὴν διάτρησιν,
- δυσχερεῖας κατὰ τὴν σωλήνωσιν καὶ τὴν ἀνάπτυξιν τῶν ὑδρογεωτρήσεων,
- δυσχερεῖας κατὰ τὴν ἄντλησιν καὶ γενικώτερον τὴν ἐκμετάλλευσιν τῶν ὑδρογεωτρήσεων.

Αἱ δυσχερεῖαι κατὰ τὴν διάτρησιν συνίστανται εἰς τὴν ἀδυναμίαν διατηρήσεως ἀνοικτῆς τῆς ὁπῆς, λόγῳ καταπτώσεων ἢ αἰφνιδίας εἰσορῆς ρέοντος ὑλικοῦ ἐντὸς αὐτῆς, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ἐνδεχομένην παγίδευσιν τῶν κοπτικῶν ἄκρων τοῦ γεωτρύπανου ἢ ἀκόμη καὶ τῆς διατρητικῆς στήλης τούτου.

Τὸ πρόβλημα εἶναι ἐξόχως δυσεπίλυτον κατὰ τὴν χρησιμοποίησιν κρουστικῶν γεωτρύπανων — εἰς ἃς περιπτώσεις χρησιμοποιοῦνται περιστροφικὰ γεωτρυ-

πανα, ἡ «ρέουσα ἄμμος» ἀντιμετωπίζεται εὐκολώτερον λόγῳ τοῦ χρησιμοποιουμένου πολτοῦ κατὰ τὴν διάτρησιν — ὅτε, πέραν τῆς προσωρινῆς σωληνώσεως, τὸ μόνον μέσον ἀντιμετωπίσεως τούτου εἶναι ἡ χρῆσις τῆς ποδοβαλβίδος.

Ἐτέρα συνέπεια τοῦ ἐν λόγῳ φαινομένου εἶναι ὅτι τὰ κατὰ τὴν διάτρησιν λαμβανόμενα δείγματα δὲν εἶναι ἀντιπροσωπευτικά, καθ' ὅτι δὲν εἶναι γνωστὸν ποῖον τμῆμα τῶν διατρηθέντων στρωμάτων ἀντιπροσωπεύουν ταῦτα, ἐνῶ, λόγῳ τῆς πρὸς τὰ ἄνω ροῆς τοῦ ὕδατος, τὰ λεπτομερῆ κλάσματα τῶν ἀμμούχων στρωμάτων τείνουν νὰ ἀποχωρισθοῦν τῶν ἀδρομερεστέρων τοιούτων. Δέον νὰ σημειωθῇ, ὅτι ἐὰν ἡ γεώτρησης δὲν σωληνοῦται κατὰ τὴν προχώρησιν, τότε τὰ λαμβανόμενα δείγματα περιέχουν ποσοστὸν ἐκ τῆς «ρεούσης ἄμμου».

Ἰδιαιτέρως δυσχερὲς εἶναι τὸ πρόβλημα τῆς δειγματοληψίας εἰς περίπτωσιν χρησιμοποίησεως κρουστικῶν γεωτρύπανων, λόγῳ ἀποχωρισμοῦ τῶν διαφόρων κλασμάτων τῆς ἄμμου, κατὰ τὴν διάτρησιν.

Κατὰ τὴν σωληνώσιν τῶν γεωτρήσεων, λόγῳ τοῦ φαινομένου τῆς «ρεούσης ἄμμου», καθίσταται δυσχερὲς ἡ προώθησις τῆς σωληνώσεως ἐντὸς τῆς γεωτρήσεως. Ἐνίοτε τὸ ὕλικόν τὸ ὁποῖον ρέει ἐντὸς τῆς γεωτρήσεως καθίσταται συμπαγές, λόγῳ φορτίσεως τούτου ἐκ τοῦ συνεχῶς συσσωρευομένου ὑλικοῦ, ὁπότε ἡ σωληνώσις καθίσταται πλέον ἀδύνατος καὶ πρέπει νὰ συνδυασθῇ αὕτη μὲ ἐπαναδιάτρησιν. Τοῦτο συμβαίνει κυρίως ὅταν τὸ πάχος τοῦ στρώματος τῆς «ρεούσης ἄμμου» ὑπερβαίνει τὰ 5 μέτρα.

Ἀλλὰ τὸ βασικώτερον πρόβλημα εἶναι ἡ ἐξουδετέρωσις τῶν πλευρικῶν πιέσεων, αἵτινες ἀσκοῦνται ὑπὸ τῆς «ρεούσης ἄμμου» ἐπὶ τῆς σωληνώσεως τῆς γεωτρήσεως. Ἡ πλευρικὴ πίεσις τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἐν στρώμα «ρεούσης ἄμμου» κεκορεσμένης ὕδατος, εἶναι ἴση περίπου πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς κατακορύφου πίεσεως. Εἰς περίπτωσιν ὅμως ὑπερκορεσμοῦ τοῦ ἐν λόγῳ στρώματος δι' ὕδατος, τότε ἡ πλευρικὴ πίεσις (collapse pressure), ἰσοῦται πρὸς τὴν κατακόρυφον πίεσιν, δοθέντος ὅτι τὸ σύστημα ὕδωρ - ἄμμος τείνει νὰ συμπεριφερθῇ ὡς ρευστόν.

Ἡ πλευρικὴ πίεσις τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἐπὶ τῆς σωληνώσεως τῆς γεωτρήσεως ἡ «ρέουσα ἄμμος», δύναται νὰ συγκριθῇ μόνον μὲ τὴν πίεσιν τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἡ ἄργιλος κατὰ τὴν διόγκωσίν της, πλὴν ὅμως ἐνῶ ἡ διόγκωσις τῆς ἄργιλου καὶ κατὰ συνέπειαν ἡ ἀσκουμένη πίεσις αὐξάνει βραδέως καὶ βαθμιαίως, ἡ ἐκ τῆς «ρεούσης ἄμμου» προκαλουμένη πίεσις ἐκδηλοῦται ἀκαριαίως. Αὕτη δύναται νὰ προκαλέσῃ στρέβλωσιν ἢ ἀκόμη καὶ σύνθλιψιν τῆς σωληνώσεως, ὅταν τὰ τοιχώματα ταύτης εἶναι λεπτά.

Εἰς αἷς περιπτώσεις χρησιμοποιεῖται περιστροφικὸν γεωτρύπανον, ὅτε ἡ «ρέουσα ἄμμος» ἀντιμετωπίζεται κατὰ τὴν διάτρησιν διὰ χρησιμοποίησεως πολτοῦ καταλλήλου πυκνότητος, ἡ σύνθλιψις τῆς σωληνώσεως τῆς γεωτρήσεως ἢ τῶν φίλτρων ταύτης, κατὰ κανόνα λαμβάνει χώραν κατὰ τὸν καθαρισμὸν ἢ τὴν ἀντλησιν.

Κατὰ τὴν ἀνάπτυξιν τῶν ὑδρογεωτρήσεων τὸ κύριον πρόβλημα τὸ ὁποῖον δημιουργεῖ ἡ «ρέουσα ἄμμος» εἶναι ἡ πλῆσωσις τῆς γεωτρήσεως ὑπὸ τοῦ ρέοντος ὑλικοῦ ἅμα τῇ ἐνάρξει τῶν ἐργασιῶν καθαρισμοῦ τῆς γεωτρήσεως καὶ ἀπομα-

κρύνσεως τοῦ πλακοῦντος (cake) τὸν ὁποῖον ἔχει δημιουργήσει ὁ πολτός εἰς τὰ τοιχώματα τῆς γεωτρήσεως.

Ἀναφέρονται περιπτώσεις, διεπιστώθη δὲ τοῦτο καὶ κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν ὑδρογεωτρήσεων εἰς Θεσσαλίαν, καθ' ἣς ἡ «ρεούσα ἄμμος» ἔφθασεν ἐντὸς σωληνωμένης γεωτρήσεως ὑπὲρ τὰ 30 μ. ἄνωθεν τοῦ βάθους εἰς ὃ συνηντήθησαν τὸ πρῶτον τὰ στρώματα «ρεούσης ἄμμου». Μὲ ἰδιαιτέραν συχνότητα παρουσιάζεται τὸ φαινόμενον τῆς «ρεούσης ἄμμου» εἰς λεπτοκόκκους ἀρτεσιανούς ὑδροφόρους ὀρίζοντας, ὥς θὰ ἴδωμεν κατὰ τὴν ἐρμηνείαν τοῦ φαινομένου.

Εἰς περίπτωσιν καθ' ἣν ἐν φρέαρ, διαπεροῦν ὑδροφόρα στρώματα εἰς ἅτινα παρουσιάζεται τὸ φαινόμενον τῆς «ρεούσης ἄμμου», ἀντλεῖται συνεχῶς, τότε δὲν ἐξέρχεται ἐξ αὐτοῦ ἄμμος. Ἀντιθέτως, ἐὰν ἡ ἀντλήσις λαμβάνει χώραν μὲ διακοπὰς ὑφίστανται περισσότεραι πιθανότητες ἐκδηλώσεως τοῦ φαινομένου καὶ ἐξόδου ἄμμου μετὰ τοῦ ἀντλουμένου ὕδατος.

Τοῦτο εἶναι γνωστὸν καὶ εἰς τοὺς ἀγρότας, δι' ὃ ὅταν οὗτοι κατασκευάζουν φρέατα ἅτινα δίδουν ἀρτεσιανὸν ὕδωρ, ἀφείουν ταῦτα νὰ ρέουν συνεχῶς καὶ οὐχὶ μόνον κατὰ τὰς ὥρας ἀρδεύσεως, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ἀσκοπὸν σπατάλην ὕδατος.

3. ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ «ΡΕΟΥΣΗΣ ΑΜΜΟΥ» ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΙΝ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΕΙΣ ΔΥΤΙΚΗΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΝ

Κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν ὑδρογεωτρήσεων, ἐντὸς τῶν πλαισίων τῆς ἐρεῦνης τοῦ δυναμικοῦ τῶν ὑπογείων ὑδάτων Θεσσαλίας, διεπιστώθησαν φαινόμενα «ρεούσης ἄμμου» εἰς σημαντικὸν ἀριθμὸν ἐξ αὐτῶν.

Σημαντικαὶ δυσχέρειαι δὲν παρουσιάσθησαν κατὰ τὴν διάτρησιν, λόγῳ χρησιμοποίησεως πολλοῦ ἐκ μπεντονίτου, (διάτρησις διὰ περιστροφικῶν γεωτρυπάνων).

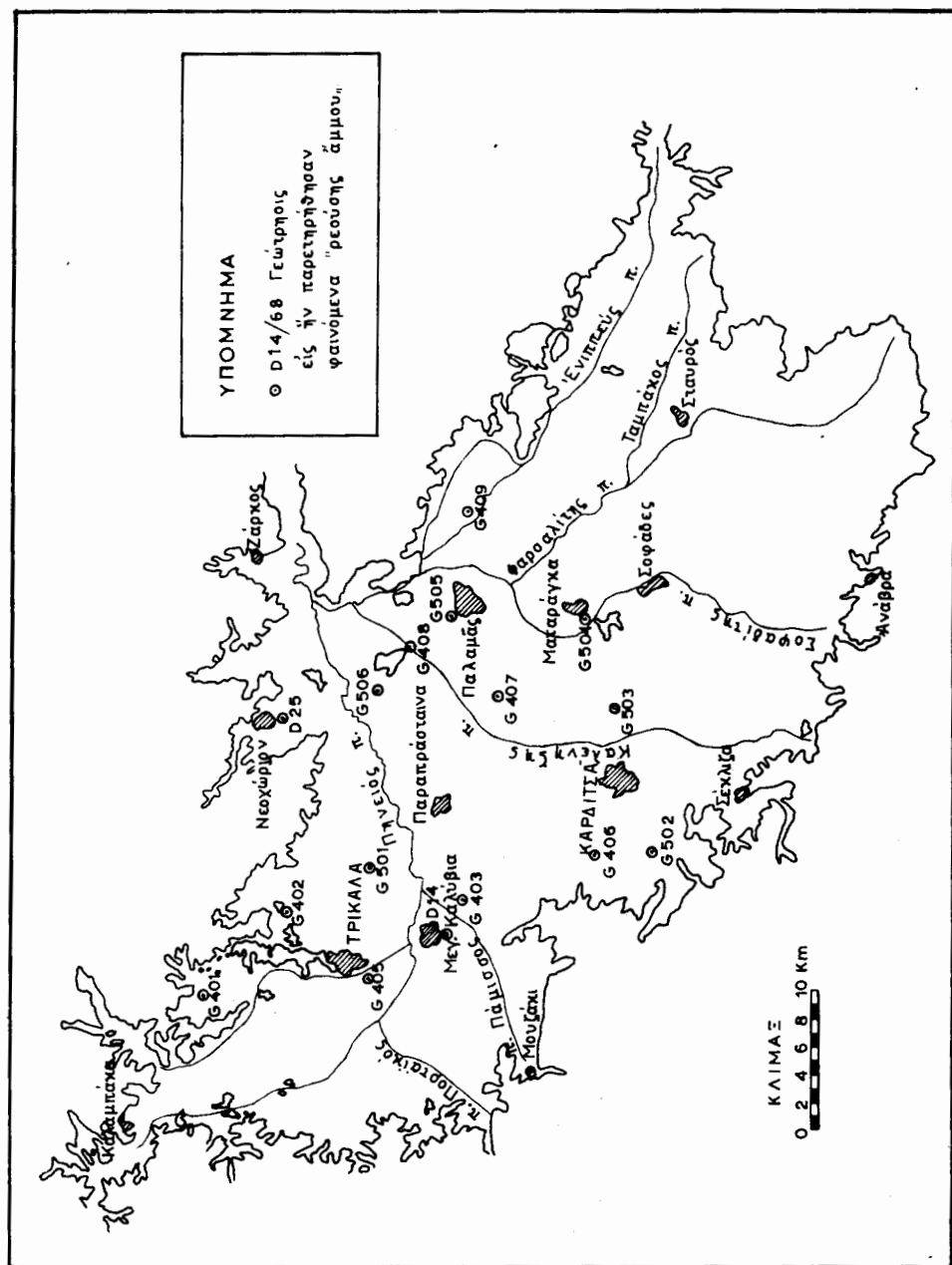
Ὑπῆρξεν ὅμως δυσχέρεια εἰς τὸν προσδιορισμὸν, ἐνίστε, τῆς ἀκριβοῦς λιθολογικῆς συστάσεως τῶν διατρουμένων σχηματισμῶν, λόγῳ τῆς παρουσίας «ρεούσης ἄμμου», ἥτις παρουσιάζετο εἰς στρώματα ἅτινα δὲν περιεῖχον ἄμμον. Τὸ μειονέκτημα τοῦτο ἐξουδετεροῦτο διὰ τῆς μετὰ τὴν διάτρησιν ἐκτελέσεως γεωφυσικῶν μετρήσεων ἐντὸς τῶν γεωτρήσεων.

Εἰς ἀπλοῦς καὶ βεβαίως καθόλου ἀκριβῆς τρόπος ἐπιστημάνσεως τοῦ ὕλικου τοῦ ὁποῖον διατρεῖται, εἶναι ἡ ἐνδείξις τοῦ μανομέτρου τῆς πηλαντλίας τοῦ γεωτρυπάνου.

Γενικῶς κατὰ τὴν διάτρησιν ἀργίλων παρατηροῦνται χαμηλαὶ ἐνδείξεις, ἐνῶ κατὰ τὴν διάτρησιν ἄμμων παρατηροῦνται ὑψηλαὶ ἐνδείξεις τοῦ μανομέτρου.

Αἱ ἐκ τῶν φαινομένων ρεούσης ἄμμου ἐπιπτώσεις ὑπῆρξαν λίαν ἐμφανεῖς εἴτε κατὰ τὴν ἀνάπτυξιν τῶν γεωτρήσεων εἴτε κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν δοκιμαστικῶν ἢ δοκιμῶν ἀντλήσεων.

Οὕτω, κατὰ τὴν ἀνάπτυξιν (καθαρισμὸν) τῶν γεωτρήσεων, δσάκις ἐχρησιμοποιεῖτο ἀήρ ὑπὸ πίεσιν (airlift) διὰ τὴν ἀπαλλαγὴν τῶν τοιχωμάτων τῶν γεωτρήσεων ἐκ τοῦ πλακοῦντος τὸν ὁποῖον εἶχεν σχηματίσει ἐπ' αὐτῶν ὁ κατὰ τὴν διάτρησιν χρησιμοποιηθεὶς πολτός, ἐλάμβανε χώραν πλήρωσις τῆς γεωτρήσεως διὰ



Σχ. 1. Αἱ θέσεις τῶν γεωτρήσεων εἰς ἃς παρατηρήθησαν φαινόμενα «ρεούσης ἄμμου».

λεπτοκόκκου άμμου. Ύπῆρξεν περίπτωσις, καθ' ἣν γεώτρησις συνολικοῦ βάθους 232 μέτρων ἐπληρώθη δι' άμμου μέχρι τοῦ βάθους 103 μέτρων (γεώτρησις G505/69 εἰς Παλαμάν Καρδίτσης).

Εἰς ἑτέραν περίπτωσιν, κατὰ τὸν καθαρισμὸν τῆς γεωτρήσεως δι' ἀντλήσεως, ἐπῆλθεν κατάρρευσις τῶν τοιχωμάτων τῆς γεωτρήσεως καὶ στρέβλωσις τῆς ὀριστικῆς σωληνώσεως (Γεώτρησις D25/70 εἰς Νεοχώριον Τρικάλων). Τὸ αὐτὸ φαινόμενον παρατηρήθη καὶ κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν δοκιμῆς ἀντλήσεως εἰς τὴν γεώ-



Εἰκ. 1. Στρέβλωσις τῆς σωληνώσεως εἰς γεώτρησιν D14/68 (Μεγάλα Καλύβια Τρικάλων), λόγῳ καταρρεύσεως τῶν τοιχωμάτων τῆς γεωτρήσεως, κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν δοκιμῆς ἀντλήσεως.

τρησιν D14/68 (Μεγάλα Καλύβια Τρικάλων), καθ' ἣν κατέρρευσαν τὰ τοιχώματα τῆς γεωτρήσεως καὶ ἐπαγιδεύθη ἡ ἀντλία ἐντὸς ταύτης (εἰκ. 1).

Τέλος εἰς ἀριθμὸν τινα γεωτρήσεων, παρατηρήθη συνεχὴς ἔξοδος λεπτοκόκκου άμμου εἴτε κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἀντλήσεως εἴτε κατὰ τὴν διάρκειαν λειτουργίας τῆς γεωτρήσεως ὡς ἀρτεσιανοῦ φρέατος.

Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην δημιουργεῖται ἐνίοτε καθίζησις τοῦ ἐδάφους, ἰδιαιτέρως ὅταν ἐξέλθῃ μετὰ τοῦ ἀντλυνόμενου ὕδατος σημαντικὴ ποσότης άμμου (γεώτρησις D16/68 Λαζαρίνας).

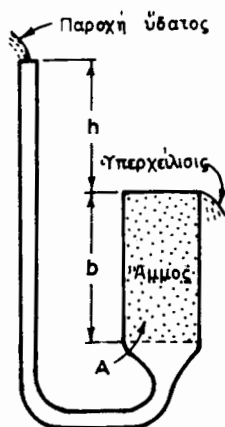
Χαρακτηριστικὸν εἶναι ὅτι τὰ ἐν λόγῳ φαινόμενα παρατηρήθησαν πάντοτε ἀποκλειστικῶς εἰς ὑδροφόρους ὀρίζοντας ὑπὸ πίεσιν, συνισταμένους ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἐκ λεπτοκόκκου άμμου. Ἰδιαιτέρως ἔντονα ὑπῆρξαν τὰ φαινόμενα «ρεοῦσης άμμου» εἰς ἀρτεσιανούς ὑδροφόρους ὀρίζοντας μετὰ λίαν ὑψηλὸν φορτίον, καὶ μετὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἦττον λεπτομερὲς ὑδροφόρον ὕλικόν. Αἱ δύο αὗται συνιῆται συνυπάρχουν εἰς τὸ κεντρικὸν τμήμα τῆς λεκάνης δυτικῆς Θεσσαλίας (σχ. 1) ἐνθα καὶ τὰ φαινόμενα «ρεοῦσης άμμου» ἦσαν συνηθέστερα καὶ ἐντονώτερα.

4. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ «ΡΕΟΥΣΗΣ ΑΜΜΟΥ»

Ὡς προαναφέρθη «ρέουσα ἄμμος» δὲν εἶναι εἶδος ἄμμου ἀλλὰ συνθήκαι ροῆς, ἀπαντῶμεναι συνήθως εἰς ἁμμώδεις σχηματισμούς, πλὴν ὅμως δυνάμεναι νὰ συναντηθοῦν καὶ εἰς ἐτέρους χαλαροὺς σχηματισμούς, οἷα σὴποτε κοκκομετρικῆς διαβαθμίσεως ἀπὸ τῆς ἱλὸς μέχρι χαλίκων.

Αἱ προϋποθέσεις δημιουργίας τοιούτων συνθηκῶν ροῆς συναντῶνται συχνότερον εἰς λεπτομερεῖς ἀπεστρογγυλωμένους κόκκους ἄμμου παρ' ὅσον εἰς ἀδρομερεστέρους σχηματισμούς καὶ τοῦτο ὥς θὰ ἴδωμεν περαιτέρω ἐξηγεῖται ἐκ τοῦ νόμου τοῦ Stokes.

Μίαν πρώτην προσεγγιστικὴν ἀντίληψιν τῆς ροῆς ὑπὸ συνθήκας «ρεούσης ἄμμου» δύναται νὰ λάβῃ τις ἐὰν ἐπιχειρήσῃ τὴν ἐκσκαφὴν καὶ διατήρησιν ὅπῃς



Σχ. 2. Πειραματικὴ ἐρμηνεία τοῦ φαινομένου τῆς «ρεούσης ἄμμου» (κατὰ D. W. Taylor).

μὲ τοιχώματα σχεδὸν κατακόρυφα, ἐντὸς ἄμμου εὐρισκομένης εἰς μεταλλικὸν δοχεῖον καὶ ὑπερκεκορεσμένης δι' ὕδατος. Ἡ τοιαύτη ἐκσκαφὴ εἶναι δυνατὴ μόνον ἐφ' ὅσον τὸ ὕδωρ ἐκρέει μέσω τῆς ἄμμου διὰ τοῦ πυθμένος τοῦ μεταλλικοῦ δοχείου.

Ἐὰν ἀντιστραφῇ ἡ φορὰ τῆς ροῆς τοῦ ὕδατος, ἐὰν δηλαδὴ διαβιβασθῇ ὕδωρ ἐκ τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου πρὸς τὰ ἄνω μέσῃ τῆς ἄμμου, ἡ τελευταία καθίσταται «ρευστή», ἐὰν δὲ τὸ ὕδωρ διαβιβάζεται ὑπὸ πίεσιν ἡ ἄμμος αἰωρεῖται ἐντὸς τοῦ δοχείου.

Ἐκ τοῦ σχήματος 2 ἐμφαίνεται ὅτι ἡ πίεσις τοῦ ὕδατος ἥτις ἀσκεῖται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας A τῆς ἄμμου εἶναι $(h + b) \epsilon_1$, δηλαδὴ ἡ πρὸς τὰ ἄνω δύναμις ἡ ἀσκουμένη ἐπὶ τῆς ἐν λόγῃ ἐπιφανείας εἶναι $(h + b) \epsilon_1 A$, ἔνθα ϵ_1 τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὕδατος. Ὅταν ἡ δύναμις αὕτη ἐξουδετερώσῃ τὸ βάρος τῆς ἄμμου, ἡ τελευταία καθίσταται «ρευστή», εὐρισκομένη ἐν αἰωρήσει ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἔχομεν

$$(h + b) \epsilon_1 A = \frac{\epsilon_2 + e}{1 + e} \epsilon_1 b A$$

καὶ ἐκ ταύτης προκύπτει ὅτι $\frac{h}{b} = \frac{\varepsilon_2 - 1}{1 + e}$ ἔνθα ε_2 τὸ εἰδικὸν βάρος τῆς ἄμμου καὶ e τὸ πορώδες αὐτῆς.

Ἐκ τῆς τελευταίας ταύτης σχέσεως προκύπτει ὅτι διὰ τὴν ἔναρξιν τῆς «ροῆς» τῆς ἄμμου, ἀπαιτεῖται μία πρὸς τὰ ἄνω ὑδραυλικὴ κλίσις ἴση πρὸς $\frac{\varepsilon_2 - 1}{1 + e}$. Ἡ κλίσις αὕτη καλεῖται κρίσιμος ὑδραυλικὴ κλίσις καὶ γενικῶς ἰσοῦται μὲ τὴν μονάδα. Ὄταν ἡ ὑδραυλικὴ κλίσις ὑπερβαίῃ τὴν μονάδα, εἶναι δυνατόν νὰ προκαλέσῃ «ροήν» ἀκόμη καὶ εἰς χάλικας, καθ' ὅτι ὡς εἶδομεν ἄνωτέρω, τὸ φαινόμενον τῆς ρεοῦσης ἄμμου εἶναι ἀνεξάρτητον τοῦ μεγέθους τῶν κόκκων τοῦ ὑλικοῦ τὸ ὁποῖον «ρέει». Ὁ λόγος διὰ τὸν ὁποῖον τὸ φαινόμενον τῆς «ρεοῦσης ἄμμου» εἶναι συνηθέστερον εἰς τὰς λεπτοκόκκους ἄμμους ἐρμηνεύεται ἀπὸ τὸν νόμον τοῦ Darcy¹ καὶ τὸν νόμον τοῦ Stokes.

Κατὰ τὸν νόμον λοιπὸν τοῦ Darcy, ὅταν ἡ ὑδραυλικὴ κλίσις ἰσοῦται πρὸς τὴν μονάδα ἡ ταχύτης ροῆς τοῦ ὕδατος ἰσοῦται πρὸς τὴν περατότητα αὐτοῦ. Κατὰ συνέπειαν φαινόμενα «ρεοῦσης ἄμμου» δὲν δύνανται νὰ λάβουν χώραν εἰς ἀδρομερῇ ὑλικά εἰμὴ μόνον ὅταν ἡ πρὸς τὰ ἄνω ταχύτης ροῆς τοῦ ὕδατος εἶναι μεγάλη, δηλαδὴ ὅταν τὸ φορτίον εἶναι μεγάλο (περίπτωσης ὑδροφόρων ὀριζόντων ὑπὸ πίεσιν).

Κατὰ τὸν νόμον τοῦ Stokes ἡ ταχύτης ἡ ἀπαιτουμένη διὰ τὴν ἀνύψωσιν ἢ διατήρησιν ἐν αἰωρήσει κόκκων ἄμμου, ἢ καὶ χαλίκων μεταβάλλεται μετὰ τοῦ τετραγώνου τῆς διαμέτρου τῶν κόκκων. Οὕτως, ὅσον ἐλαττοῦται ἡ διάμετρος τῶν κόκκων, τόσον μικροτέρα ταχύτης ροῆς καὶ κατὰ συνέπειαν φορτίον ἀπαιτεῖται διὰ τὴν δημιουργίαν συνθηκῶν «ρεοῦσης ἄμμου».

Ἐχει ἀποδειχθῇ — καὶ τοῦτο εἶναι συνέπεια τῶν ἀνωτέρω ἀναφερθέντων — ὅτι αἱ πλέον ἀσταθεῖς ἄμμοι εἶναι ἀπεστρογγυλωμένοι τῶν ὁποίων τὸ ἐνεργὸν μέγεθος (Diametre Efficace, D_{10}) ἀνέρχεται εἰς 0,1 χλστ. καὶ ὁ συντελεστὴς ὁμοιομορφίας (Coefficient d'Uniformité, $\frac{D_{60}}{D_{10}}$) εἶναι μικρότερος τοῦ 5.

Ἐὰν ἡ μέση διάμετρος τῶν κόκκων τῆς ἄμμου εἶναι 0,5 χλστ. ἡ ταχύτης ροῆς — πρὸς τὰ ἄνω — τοῦ ὕδατος ἡ ἀπαιτουμένη ἵνα ἀνυψωθῇ ἡ ἄμμος εἶναι 0,17 ft/sec, ἐνῶ ἵνα μία ἀδρομερῆς ἄμμος καταστῇ ρευστὴ ἀπαιτεῖται ὅπως ἡ ταχύτης ροῆς τοῦ ὕδατος μέσῳ αὐτῆς ἀνέρχεται τοῦλάχιστον εἰς 2,5 ft/sec.

Οὕτω, δοθέντος ὅτι αἱ μικραὶ ταχύτητες ροῆς τοῦ ὕδατος — ἐκ τῶν ὑδροφόρων στρωμάτων πρὸς γεωτρήσεις — εἶναι καὶ αἱ πλέον συνήθεις, κατὰ κανόνα ἡ «ρέουσα ἄμμος» παρατηρεῖται εἰς λεπτομερῇ ὑλικά.

Ἀλλὰ πέραν τῶν ἀναφερθέντων, τὸ ἐντὸς τῶν ὑδροφόρων ἀμμοδῶν στρωμάτων ἐμπεριεχόμενον ὕδωρ ἔχει ὡς συνέπειαν καὶ τὴν ἐλάττωσιν τῆς ἀντιστά-

1. Κατὰ τὸν νόμον τοῦ Darcy $v = -ki$, ἔνθα v ἡ ταχύτης ροῆς τοῦ ὕδατος, i ἡ ὑδραυλικὴ κλίσις καὶ k ὁ συντελεστὴς περατότητος τοῦ ὑλικοῦ διὰ τοῦ ὁποίου κινεῖται τὸ ὕδωρ.

σεως εἰς τὴν διάτμησιν καὶ τελικῶς τὸν μηδενισμόν ταύτης, ὅτε ἡ ἄμμος καθίσταται «ρευστή».

Ὅντως, κατὰ τὸν νόμον τοῦ Coulomb ἡ ἀντίστασις εἰς τὴν διάτμησιν (s) δίδεται, ὡς γνωστόν, ὑπὸ τῆς σχέσεως $s = c + (p - u)$ εἴπω ἔνθα :

c = συνοχή τῆς ἄμμου

p = κατακόρυφος τάσις

u = ὑπερπίεσις τῶν πόρων

ω = γωνία ἐσωτερικῆς τριβῆς

Ὅταν $u = p$, τότε ἡ ἀντίστασις εἰς τὴν διάτμησιν μηδενίζεται, δοθέντος ὅτι ἡ συνοχή τῆς ἄμμου πρακτικῶς εἶναι πολὺ μικρά, καὶ αὕτη καθίσταται «ρευστή».

Ἡ γωνία ἐσωτερικῆς τριβῆς εἶναι μεγαλυτέρα εἰς τὰς ἄμμους μὲ γωνιώδεις ἔναντι ἐκείνων μὲ ἀπεστρογγυλωμένους κόκκους. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον τὸ φαινόμενον τῆς «ρεοῦσης ἄμμου» εἶναι συνηθέστερον εἰς τὰς ἄμμους μὲ ἀπεστρογγυλωμένους κόκκους.

Ἐκ τῶν προαναφερθέντων προκύπτει τὸ συμπέρασμα, ὅτι ἡ ἐκδήλωσις τοῦ φαινομένου τῆς «ρεοῦσης ἄμμου» εἶναι πλεόν συνήθης εἰς ἀμιγῶς ἀμμόδεις ὑδροφόρους ὁρίζοντας ὑπὸ πίεσιν, ἔνθα ἐπικρατοῦν λεπτομερὴ ἀπεστρογγυλωμένα στοιχεῖα, ὁφείλεται δὲ ἀποκλειστικῶς καὶ μόνον εἰς τὴν κίνησιν τοῦ ὕδατος μέσφ τῶν κόκκων τῆς ἄμμου.

Κατὰ συνέπειαν, ἅπασαι αἱ ἐργασίαι, αἵτινες κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν τῶν ὑδρογεωτρήσεων διευκολύνουν τὴν κίνησιν τοῦ ὕδατος πρὸς τὴν γεώτρησιν διευκολύνουν καὶ τὴν ἐκδήλωσιν τοῦ φαινομένου τῆς «ρεοῦσης ἄμμου».

5. ANTIMETΩΠΙΣΙΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ «ΡΕΟΥΣΗΣ ΑΜΜΟΥ» ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΙΝ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Ὡς προανεφέρθη, τὸ φαινόμενον τῆς «ρεοῦσης ἄμμου» δύναται νὰ ἐκδηλωθῇ εἰς οἰονδήποτε χαλαρὸν σχηματισμόν, ὅταν δι' αὐτοῦ λαμβάνει χώραν ροὴ τοῦ ὕδατος μὲ ἱκανὴν ταχύτητα. Κατὰ συνέπειαν, ὁ πλεόν ἐνδεδειγμένος τρόπος ἀντιμετωπίσεως τοῦ φαινομένου ἔγκειται εἰς τὴν παρεμπόδισιν τῆς ροῆς τοῦ ὕδατος ἢ τὴν ἐπιβράδυνσιν ταύτης.

Κατὰ τὴν ἀνόρυξιν γεωτρήσεων διὰ περιστροφικῶν γεωτρυνάνων ἐντὸς σχηματισμῶν παρουσιαζόντων τὸ ἐν λόγφ φαινόμενον συνιστᾶται ἡ χρησιμοποίησις πολτοῦ ἐκ μπετονίτου. Ἡ πυκνότης τοῦ πολτοῦ ἀνῆλθεται ὅταν ἡ ταχύτης ροῆς τοῦ ὕδατος — δηλαδή τοῦ φορτίου — εἶναι ὑψηλή. Εἶναι δυνατόν διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ πολτοῦ νὰ προστεθῇ βαρύτες ἢ γαληνίτης. Τέλος, εἰς ἔτι δυσμενεστέρας περιπτώσεις, ἐπιβάλλεται ἡ προσωρινὴ σωλήνωσις κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς διατρήσεως.

Κατὰ τὴν διάτρησιν διὰ κρουστικῶν γεωτρυπάνων, τὸ πρόβλημα καθίσταται ἔτι δυσχερέστερον. Διὰ τὴν ἀντιμετώπισιν τῆς «ρεοῦσης ἄμμου» ἐπιβάλλεται ἡ ἐξίσωσις τῶν ὑδροστατικῶν πιέσεων — φορτίων — ἐντὸς καὶ ἐκτὸς τῆς γεωτρήσεως, διὰ διατηρήσεως τῆς γεωτρήσεως συνεχῶς πλήρους ὕδατος, τὸ ὁποῖον διοχετεύεται εἰς τὴν γεώτρησιν.

Ἡ χρῆσις τῆς ποδοβαλβίδος εἰς αὐτὰς τὰς περιπτώσεις δέον ὅπως γίνεται μὲ τὸν ταχύτερον δυνατὸν ρυθμὸν, ἡ δὲ προώθησις τῆς προσωρινῆς σωληνώσεως δέον ὅπως ἐκτελεῖται ἐπίσης ταχέως.

Διὰ τὴν αὔξησιν τοῦ φορτίου ἐντὸς τῆς γεωτρήσεως, εἰς τινὰς περιπτώσεις — ἰδίως προκειμένου περὶ ὑδροφόρων ὀριζόντων ἀρτεσιανῆς πίεσεως — δέον ὅπως προεκτείνεται ἡ σωλήνωσις ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐδάφους, καὶ πληροῦται αὕτη δι' ὕδατος.

Κατὰ τὰ ὡς ἀνωτέρω ἀναφερθέντα ἀντιμετωπίζεται καὶ ἡ σωλήνωσις τῶν γεωτρήσεων ἐντὸς σχηματισμῶν παρουσιαζόντων τὸ φαινόμενον τῆς ρεοῦσης ἄμμου.

Δέον νὰ ἀναφερθῇ ὅμως ὅτι εἰς τοιαύτας περιπτώσεις, ἀκόμη καὶ κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν γεωτρήσεων διὰ περιστροφικῶν γεωτρυπάνων, ἡ ἀφαίρεσις ἐκ τῆς γεωτρήσεως τοῦ «ρέοντος ὑλικοῦ» ἐνδείκνυται ὅπως ἐκτελεῖται διὰ τῆς ποδοβαλβίδος καὶ οὐχὶ διὰ τῆς πηλαντλίας. Καλὸν ἐπίσης εἶναι ὅπως χρησιμοποιεῖται ἡ κατὰ τὸ δυνατόν βαρυτέρα διατρητικὴ στήλη, ἐν σχέσει βεβαίως πάντοτε πρὸς τὴν δυνατότητα τοῦ γεωτρυπάνου.

Τὸ πρόβλημα τῆς ἀντιπροσωπευτικῆς δειγματοληψίας εἶναι καὶ τὸ μᾶλλον δυσεπίλυτον κατὰ τὴν περιστροφικὴν διάτρησιν. Γενικῶς διὰ τοῦ ἐλέγχου τῆς πυκνότητος τοῦ πολτοῦ, δύναται νὰ ἀποφειχθῇ ἔν τινι μέτρῳ ὁ διαχωρισμὸς τῶν κόκκων διαφορετικοῦ μεγέθους, π λ ἡ ν ὅ μ ω ς δ ἐ ν δ ύ ν α τ α ι ν ἂ ἐ ξ ο υ δ ε τ ε ρ ω θ ῇ π λ ἡ ρ ω ς.

Ὁ πλέον ἐνδεδειγμένος τρόπος δειγματοληψίας εἶναι ἡ διάτρησις καὶ δειγματοληψία κατὰ βαθμίδας τῶν 0,5, 1 καὶ 1,5 μ., κατὰ περίπτωσιν καὶ ἐν συνεχείᾳ καθαρισμός. Αὐτονόητον εἶναι ὅτι αἱ βαθμίδες καθ' ἃς θὰ ἐκτελῇται ἡ διάτρησις δέον ὅπως προσαρμόζονται πρὸς τὰς ἐναλλαγὰς τοῦ ὑλικοῦ. Τὸ τελικὸν δείγμα ὅπερ θὰ ληφθῇ δέον ὅπως προέρχεται ἐκ τῆς ἀναμίξεως τοῦ συνόλου τοῦ ληφθέντος ὑλικοῦ καὶ δὲν θὰ πρέπει νὰ ἐκπλυθῇ — ἔστω καὶ ἂν εἶναι ἀναμεμιγμένον μὲ πολτόν.

Δέον νὰ σημειωθῇ ἐπίσης ὅτι εἰς τοιαύτας περιπτώσεις ἐπιβάλλεται ὅπως ἡ ταχύτης διατρήσεως εἶναι σχετικῶς μικρά.

Μεγάλη ἐπὶ τοῦ προκειμένου εἶναι ἡ χρησιμότης τῆς ἐκτελέσεως ἐντὸς τῶν γεωτρήσεων γεωφυσικῶν μετρήσεων (Well Logging) καὶ ὁ συσχετισμὸς τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς διατρήσεως μετὰ τῶν τελευταίων.

Διὰ τὴν ἀπελευθέρωσιν τῶν κοπτικῶν ἄκρων τοῦ γεωτρυπάνου ὅταν ταῦτα ἔχουν ἐγκλωβισθῇ ἐντὸς τῆς γεωτρήσεως λόγῳ τοῦ φαινομένου «ρεοῦσης ἄμμου», ἐπιβάλλεται ἡ ἄμεσος διαβίβασις ὕδατος ἢ ἀέρος ὑπὸ πίεσιν, πρὶν ἢ ἡ ἄμμος καταστῇ συμπαγής.

Κατὰ τὸν καθαρισμὸν — ἀνάπτυξιν — τῶν γεωτρήσεων δέον ὅπως ἀπο-

φεύγεται ή χρησιμοποίησις τοῦ ἀέρος ὑπὸ πίεσιν (Airlift). Ὁ χημικὸς καθαρισμὸς — διὰ χρησιμοποίησεως τανίνης ἢ ἐξαμεταφωσφορικῶν ἀλάτων — ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὴν διατήρησιν ὑψηλοῦ φορτίου ἐντὸς τῆς γεωτρήσεως, διὰ συνεχοῦς προσθήκης καθαροῦ ὕδατος, εἶναι πλέον ἐνδεδειγμένος.

Συνιστᾶται ἐπίσης, ὅπως, κατὰ τὸν καθαρισμὸν τῆς γεωτρήσεως, ἡ δοκιμαστικὴ ἀντλήσις ἐκτελεῖται μὲ μικρὰν ἀρχικῶς παροχὴν, ἣτις βαθμιαίως θὰ αὐξάνεται καθὼς ἡ γεώτρησης θὰ ἀπελευθεροῦται ἐκ τοῦ χρησιμοποιοιθέντος πολτοῦ.

Ἡ προέκτασις τῆς σωληνώσεως ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐδάφους, ὡς ἀνεφέρθη, εἰς τὰς περιπτώσεις τῶν ἀρτεσιανῶν ὑδροφόρων ὀριζόντων μὲ χαμηλὴν γενικῶς πίεσιν καὶ ἡ συνεχὴς προσθήκη ὕδατος οὕτως ὥστε νὰ ἀναστραφῇ ἡ κυκλοφορία, εἶναι εἰς καλὸς τρόπος ἀντιμετωπίσεως τῆς «ρεοῦσης ἄμμου».

Τέλος, ἡ χρησιμοποίησις τοῦ καταλληλοτέρου φίλτρου, δι' ἐκάστην περίπτωσιν ρεοῦσης ἄμμου, εἶναι ἐν ἀπὸ τὰ πλέον ἀποτελεσματικὰ μέσα ἀντιμετωπίσεως τοῦ φαινομένου.

Κατ' ἀρχὴν δὲν συνιστᾶται ἡ χρησιμοποίησις φίλτρου ἐκ χαλίκων, δοθέντος ὅτι λόγφ τῆς «ρεοῦσης ἄμμου» τελικῶς θὰ ἀποφραχθῇ τοῦτο. Ὁμοίως δὲν συνιστᾶται ἡ χρησιμοποίησις φιλτροσωλήνων μετὰ κόκκων χαλαζιακῆς ἄμμου διὰ τὸν αὐτὸν ὡς ἀνωτέρω λόγον.

Γενικῶς διὰ τὴν ἀντιμετώπισιν τοῦ φαινομένου τῆς «ρεοῦσης ἄμμου» συνιστᾶται ἡ χρῆσις φιλτροσωλήνων μὲ ἄνοιγμα μεγαλύτερον τοῦ καθιερωμένου διὰ τὰς συνήθεις περιπτώσεις.

Εἰς τὸ πρόσφατον ἀκόμη παρελθὸν ἐθεωρεῖτο ὅτι τὸ ἄνοιγμα τῶν φίλτρων θὰ ἔδει νὰ εἶναι τοιοῦτον, ὥστε νὰ κατακρατῇ τὸ 50 - 80 % τῆς ἄμμου — ἐκ τῆς σχετικῆς καμπύλης κοκκομετρικῆς ἀναλύσεως. Ἀπεδείχθη ὅμως ὅτι ἡ βελτίστη διάμερος τοῦ ἀνοίγματος τῶν φίλτρων δεόν ὅπως συμπίπτει πρὸς τὴν διάμετρον τοῦ 40 % τῶν κόκκων τῆς ἄμμου, ἐνῶ εἰς ὠρισμένας περιπτώσεις δυνατόν νὰ εἶναι τοιαύτη ὥστε νὰ κατακρατῇ μόνον τὸ 25 % τῶν κόκκων.

Εἰς ἣν περίπτωσιν ὅμως τὸ φρέαρ ἔχει διανοιγῇ ἐντὸς σχηματισμῶν παρουσιαζόντων τὸ φαινόμενον τῆς «ρεοῦσης ἄμμου», τότε ἡ διάμερος τοῦ ἀνοίγματος τῶν φίλτρων δεόν νὰ εἶναι τοιαύτη, ὥστε νὰ ἐπιτρέπη τὴν μέσφ αὐτῶν δίοδον τοῦ 60 % ἢ καὶ μεγαλυτέρου ἀκόμη ποσοστοῦ τῶν κόκκων.

Δοθέντος ὅμως ὅτι ἡ ταχύτης εἰσόδου τοῦ ὕδατος εἰς τὸν φιλτροσωλήνα θὰ πρέπει νὰ εἶναι μικροτέρα τοῦ 0,1 ft/sec², τότε εἶναι δυνατόν ὑπὸ τὴν δοθεῖσαν

1. Τὸ εἶδος τῶν ἀνοιγμάτων εἶναι καὶ συνάρτησις τῆς διαμέτρου τοῦ φιλτροσωλήνος, ὑπὸ τὴν ἐννοίαν ὅτι ἡ ταχύτης εἰσόδου τοῦ ὕδατος εἰς τὸν φιλτροσωλήνα πρέπει νὰ εἶναι μικροτέρα τοῦ 0,1 ft/sec καὶ ὅτι ἡ ὀλικὴ ἐπιφάνεια τῶν ἀνοιγμάτων θὰ ἔδει νὰ εἶναι τοιαύτη, ὥστε ὑπὸ τοὺς δύο προαναφερθέντας περιορισμοὺς νὰ δύναται νὰ ἀντληθῇ ἐκ τοῦ φρέατος ἡ ἐπιθυμητὴ ποσότης ὕδατος.

2. Ἐχει ἀποδειχθῇ ἐργαστηριακῶς ὅτι ὅταν ἡ ἐν λόγφ ταχύτης εἶναι μικροτέρα τοῦ 0,1 ft/sec, αἱ ἀπώλειαι λόγφ τριβῆς εἰς τὰ ἀνοίγματα τοῦ φίλτρου εἶναι πρακτικῶς ἀμελητέαι, ὁ δὲ βαθμὸς ἀποθέσεως ἀλάτων καὶ διαβρώσεως εἶναι ὁ μικρότερος δυνατός.

διάμετρον φιλτροσωλήνος νὰ περιορισθῇ ἡ συνολικὴ ἐπιφάνεια τῶν ἀνοιγμάτων. Αὕτη ὑπολογίζεται διὰ διαιρέσεως τῆς ἐπιθυμητῆς πρὸς ἀντλησιν παροχῆς διὰ τῆς ἐν λόγῳ ταχύτητος (0,1 ft/sec).

Ἐπίσης, εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιηθοῦν φιλτροσωλήνες μικροτέρας διαμέτρου, ὅποτε ἐπιτυγχάνεται οἰκονομικωτέρα λύσις τοῦ προβλήματος.

Πέραν ὅλων τῶν εἰς τὴν παροῦσαν παράγραφον ἀναφερθέντων — ἅτινα ἀποτελοῦν γενικωτέρας ἀποδείξεις, διὰ τὴν ἀντιμετώπισιν ἑνὸς φαινομένου λίαν συνήθους, τὸ ὁποῖον ὅμως κατὰ κανόνα δὲν γίνεται ἀντιληπτόν, κατὰ τὴν διάρρησιν, ὑπὸ τῶν χειριστῶν τῶν γεωτρυπάνων, λόγῳ ἀγνοίας, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ μὴν εἶναι δυνατὴ ἡ ἀντιμετώπισίς του — ἡ ὀρθὴ ἀντιμετώπισις τῆς «ρεοῦσης ἄμμου» εἶναι ἄμεσος συνάρτησις τῆς ἐγκαίρου διαγνώσεως καὶ τῆς ἐπιδεξιότητος, ἐμπειρίας καὶ ἐφευρετικότητος τοῦ χειριστοῦ τοῦ γεωτρυπάνου.

Ἀέρον τέλος νὰ ἀναφερθῇ, ὅτι τοιαῦτα φαινόμενα εἶναι δυνατόν νὰ συναντηθοῦν καὶ κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν μεταλλευτικῶν ἔργων, ὅτε ἀντιμετωπίζονται δι' ἐφαρμογῆς τῆς τεχνητῆς ψύξεως τοῦ ἐδάφους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ANONYMOUS, 1965.— What is this thing we call Quicksand. *The Johnson Drillers Journal*, July - August issue, pp. 7 - 10.
- 1965.— Solving well problems in Quicksand. *The Johnson Drillers Journal*, November - December issue, pp. 6 - 7.
- 1966.— Ground water and Wells. (ed. E. Johnson, Inc.) pp. 163-165, 185-199.
- BENNISON, E. W. 1947.— Ground Water, its Development Uses and Conservation, pp. 102, 105 - 106, 182 - 183.
- KAYE, A. C. 1950.— Principles of Soil mechanics as viewed by a geologist. *In Task P. Applied Sedimentation*, pp. 97 - 99.
- KRYNINE, P. D. - JUDD, R. W. 1957.— Principles of Engineering Geology and Geotechnics, pp. 155 - 156, and 347.
- TAYLOR, W. D. 1948.— Fundamental of Soil Mecanics, pp. 130 - 133.
- TERZAGHI, K. - PECK, B. R. 1961.— Mécanique des sols appliquée, p. 103. (Γαλλικὴ μετάφρασις τῆς 4ης Ἀγγλικῆς ἐκδόσεως).