

ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΠΡΑΝΩΝ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΔΙΩΡΥΓΑΣ ΤΗΣ ΚΟΡΙΝΘΟΥ

Παπαντωνίου Λ¹., Ρόζος Δ.², Μιγκίρος Γ.¹

¹ Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γενικό, Τομέας Γεωλογικών Επιστημών & Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Ορυκτολογίας & Γεωλογίας, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα, paplyd@aua.gr, bagm@aua.gr

² Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχ. Μεταλλείων- Μεταλλουργιών, Τομέας Γεωλογικών Επιστημών, Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας & Υδρογεωλογίας, Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφου, 157 80, Αθήνα, rozos@metal.ntua.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία διερευνά τις γεωλογικές-τεχνικογεωλογικές συνθήκες κατά μήκος της Διώρυγας της Κορίνθου. Στο πλαίσιο αυτό χαρτογραφείται και αξιολογείται η εν γένει γεωλογική δομή και η ρηξιγενής τεκτονική, καθορίζονται οι περιοχές με εντατικά φαινόμενα αλλοίωσης-μεταβολής αναγλύφου, κυρίως από διάβρωση και υποσκαφή και οριοθετούνται οι θέσεις αστοχίας των πρανών. Για την καλύτερη κατανόηση των αιτιών των προβλημάτων αυτών, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ανάλυση κυρίως των χρήσεων γης και των μεταβολών της στο χρόνο. Το γεγονός αυτό διαπιστώθηκε ότι επηρεάζει συστηματικά το τεχνικό έργο της Διώρυγας της Κορίνθου. Η μελέτη και καταγραφή των προβληματικών και επικίνδυνων για αστοχίες περιοχών κάλυψε όλο το μήκος της διώρυγας, από την περιοχή της Ποσειδωνίας, στα δυτικά, μέχρι την περιοχή των Ισθμίων, στα ανατολικά.

ENGINEERING GEOLOGICAL CONDITIONS AND SLOPE FAILURES ALONG THE CORINTH CANAL

Papantoniou L.¹, Rozos D.², Migiros G.¹

¹ Agricultural University of Athens, Department of Science, Division of Geological Science & Atmospheric Environment, Laboratory of Mineralogy & Geology, 75 Iera Odos str., 118 55 Athens, paplyd@aua.gr, bagm@aua.gr

² National Technical University of Athens, School of Mining & Metallurgical Engineering, Section of Geological Sciences, Laboratory of Engineering Geology & Hydrogeology, 9 Iroon Polytechniou str., 157 80 Zografou, Athens, rozos@metal.ntua.gr

ABSTRACT

This paper studies the engineering geological conditions along the Corinth Canal. Following geological mapping, analysis and evaluation of the tectonic framework of the study area, with particular emphasis on the fault zones, we define localities where severe erosional processes and intensive relief modifications are taking place. These localities are prone to slope failure. These phenomena that disturb the efficient operation of the Corinth Canal are highly influenced by the temporal modifications occurring on the land use. This study maps and reports all current and potential slope failures occurring along the Corinth Canal, covering the area of Posidonia, towards the west, up to the area of Isthmia, towards the east.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Διώρυγα της Κορίνθου αναπτύσσεται μεταξύ της Πελοποννήσου και της Στερεάς Ελλάδας, από το ανατολικότερο μέρος του Κορινθιακού κόλπου, μέχρι το δυτικότερο του Σαρωνικού κόλπου, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ (130ο-310ο). Το συνολικό μήκος της ανέρχεται στα 6.343 m, μαζί με τους προλιμένες Ισθμίων, προς τον Σαρωνικό και Ποσειδωνιάς, προς τον Κορινθιακό, που καταλαμβάνουν συνολικά τα 540 m (Παπαγιαννοπούλου, 1989). Στους προλιμένες ενσωματώνονται οι βυθιζόμενες γέφυρες, που αποτελούν τμήμα των οδικών δικτύων που εξυπηρετούν εκτός Π.Α.Θ.Ε, την επικοινωνία μεταξύ Στερεάς Ελλάδας και Πελοποννήσου.

Στην παρούσα εργασία εξετάζονται οι υφιστάμενες γεωλογικές - τεχνικογεωλογικές συνθήκες κατά μήκος της Διώρυγας της Κορίνθου, σε συνδυασμό και με τις παρατηρούμενες αστοχίες στα πρηνή της. Επισημαίνεται ότι τα πρηνή της Διώρυγας έχουν ένα μέγιστο ύψος 60 m, στη θέση της παλιάς οδικής γέφυρας.

Η περιοχή μελέτης, με βάση τα αποτελέσματα διαχρονικής ανάλυσης, έχει υποστεί σημαντικές μεταβολές εξαιτίας τόσο των αλλαγών χρήσεων γης και κατασκευής μεγάλων τεχνικών έργων, όσο και της αδυναμίας ή και κακής συντήρησης των υφιστάμενων έργων και κυρίως των έργων προστασίας. Το γεγονός αυτό είχε ως αποτέλεσμα τον άμεσο επηρεασμό των πρηνών της Διώρυγας, από αστοχίες που προκύπτουν λόγω υποβάθμισης των γεωμηχανικών χαρακτηριστικών των γεωλογικών σχηματισμών από τη δράση πρωτογενών (γεωλογική δομή, τεκτονική, κλπ.), αλλά και δευτερογενών παραγόντων (διαβρώσεις, αύξηση πίεσης νερού των πόρων, κ.λπ.). Ο συνδυασμός των παραγόντων αυτών είναι συχνός σε περιοχές της Βόρειας Πελοποννήσου με τη γνωστή δυναμική εξέλιξη (Ρόζος, 1989).

2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η Διώρυγα της Κορίνθου γεωλογικά δομείται από μια σειρά καλά διαβαθμισμένων μαργών Πλειοκαινικής ηλικίας, της οποίας υπέρκειται κλασικά ιζήματα Πλειστοκαινικής ηλικίας από εναλλαγές κροκαλοπαγών, άμμων και αργίλων (Philippson, 1892, Freyberg, 1973). Η απόθεση των ιζημάτων αυτών έλαβε χώρα κατά την διάρκεια συνεχούς μεταβολής του παλαιογεωγραφικού περιβάλλοντος, με ταυτόχρονη εντατική παρουσία συνιζηματογενούς ρηγματογόνου τεκτονικής. Την Ολοκαινική περίοδο, η περιοχή βρίσκεται κάτω από συνθήκες εντατικής διάβρωσης με δημιουργία ποτάμιων και παράκτιων αποθέσεων (Μπορνόβας et al., 1971, Γαϊτανάκης et al., 1985) (Σχ. 1).

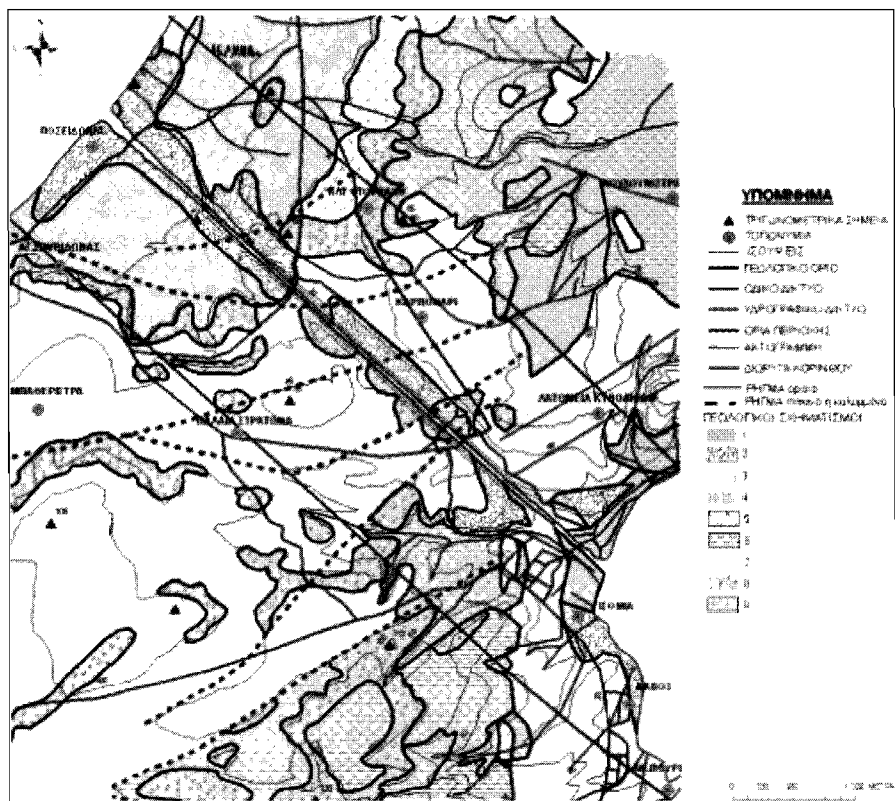
Σημαντική είναι η παρουσία κατά μήκος της Διώρυγας κανονικών ρηγμάτων, διεύθυνσης ΒΑΑ-ΝΔΔ έως και Α-Δ, που διακόπτουν τους Πλειο-Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς. Τα ΒΑΑ-ΝΔΔ διεύθυνσης ρήγματα παρουσιάζουν μετάπτωση προς βόρεια και τα Α-Δ διεύθυνσης ρήγματα παρουσιάζουν μετάπτωση προς νότια με εμφανή σε όλες τις περιπτώσεις τη μετακίνηση των στρωμάτων (Μαριολάκος & Στείρος, 1986). Συστηματικά οι ρηξιγενείς δομές δείχνουν ένα συνιζηματογενή χαρακτήρα. Χαρακτηριστικό είναι ότι μερικά από τα ρήγματα που παρατηρούνται στην Διώρυγα χαρακτηρίζονται ως ενεργά, πλαγιοκαονικά, τα οποία και δημιουργούν εντατικές συνθήκες στην κατασκευή των τεχνικών έργων.

3 ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΠΡΑΝΩΝ

Η φυσική κατάσταση και η τεχνικογεωλογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν τα πρηνή της Διώρυγας, αποτέλεσε και το κύριο αντικείμενο της έρευνας προκειμένου να αναδειχθούν θέσεις ισχυρών διαβρώσεων και αστοχιών - κατολισθήσεων, που προκαλούν προβλήματα στη λειτουργία της.

Η συστηματική μελέτη των διαχρονικών αλλαγών των χρήσεων - κάλυψης γης κατά μήκος της Διώρυγας, ως αποτέλεσμα της δράσης φυσικών αλλά κυρίως ανθρωπογενών παραγόντων, έδειξε ότι αποτελούν τα κυρίαρχα αίτια της υποβάθμισης των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών των πρηνών της Διώρυγας και για το λόγο αυτόν, το κύριο ενδιαφέρον, από πλευράς χαρτογράφησης και μελέτης, δόθηκε στις θέσεις εντατικών μεταβολών.

Αρχικά, οι αλλοιώσεις του αναγλύφου με την κατασκευή του έργου της διάνοιξης της Διώρυγας το 1893 ήταν σημαντικές, εξαιτίας τόσο των ίδιων εκσκαφών, όσο και των πολλών αποθεσιοθαλάμων των υλικών της εκσκαφής (περιοχές Ισθμίων, Ποσειδωνιάς, αλλά και άλλες θέσεις, Σχ. 1).



Σχήμα 1: Γεωλογικός χάρτης περιοχής μελέτης. 1: Ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί 2: Υλικά εκσκαφής από τη διάνοιξη της Διώρυγας 3: Άμμοι και κροκάλες 4: Αλλουβιακές αποθέσεις 5: Σύγχρονοι κώνιοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα 6: Ελουβιακοί σχηματισμοί 7: Ερυθρά αργιλομιγής άμμος, 8: Κροκαλοπαγή, μάργες, άμμοι και ασβεστόλιθοι 9: Μάργες.

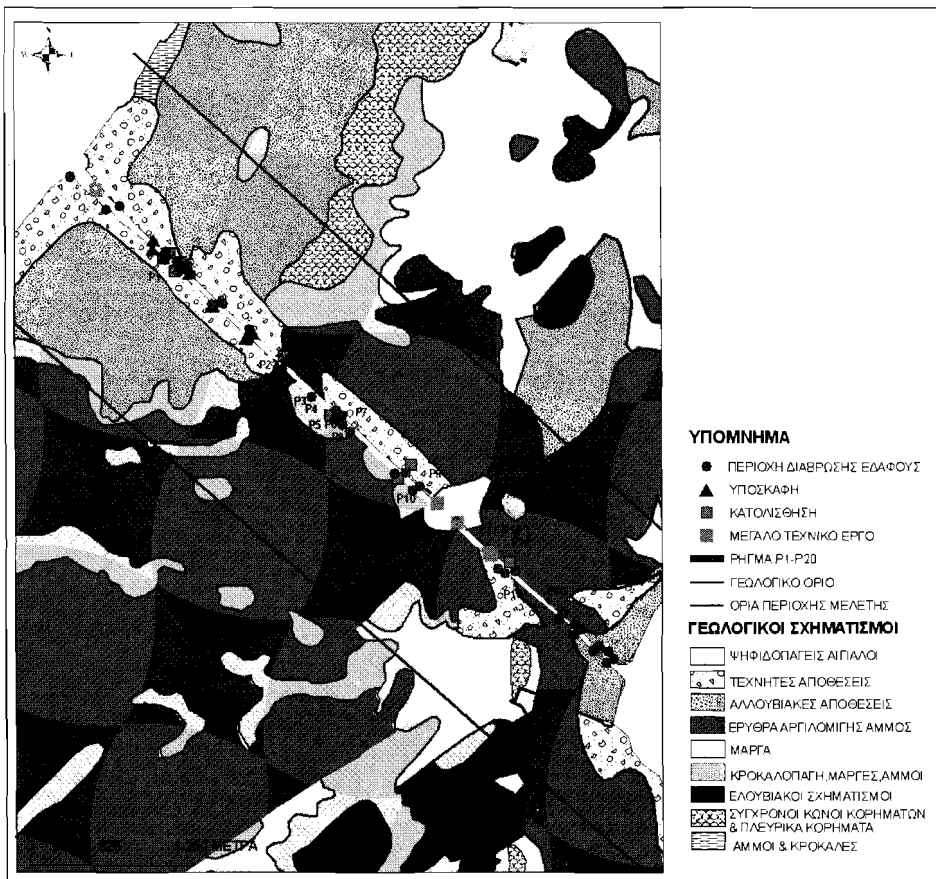
Ως σημαντική αλλαγή πρέπει να ληφθεί και η διακοπή της γεωλογικής, τεκτονικής και γεωμορφολογικής συνέχειας, με κυρίαρχο τη διακοπή των ρεμάτων ενός ενιαίου υδρογραφικού δικτύου. Σε μεταγενέστερους της κατασκευής της Διώρυγας χρόνους, αλλαγές του αναγλύφου και των χρήσεων γης, προήλθαν από την κατασκευή κυρίως τεχνικών έργων οδοποιίας και σιδηρόδρομου, περίοδοι 1955-1959, 1995, 1998, 2004.

Η διαχρονική επίδραση των μεταβολών αυτών, στη φυσική κατάσταση των Πλειο - Πλειστοκαινικών ιζημάτων, μαζί με τις υφιστάμενες κλιματικές συνθήκες, τη σεισμικότητα και τις λοιπές ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, είχε ως συνέπεια τη συνεχή τοπικά υποβάθμιση της γεωμηχανικής συμπεριφοράς των σχηματισμών.

Οι θέσεις των διαβρώσεων, κατολισθήσεων και υποσκαφών των πρανών μελετήθηκαν και χαρτογραφήθηκαν σε σχετικό τεχνικογεωλογικό χάρτη (Σχ. 2). Οι αστοχίες προκαλούν περιοδικά ολισθήσεις ή και καταπτώσεις εδαφικών μαζών μέσα στη Διώρυγα με αποτέλεσμα τη διακοπή της λειτουργίας της, προκειμένου να εκτελεστούν εργασίες συλλογής και απομάκρυνσης των μετακινηθέντων υλικών. Κύριες περιοχές διαβρώσεων εντοπίζονται στα πρανή και των δυο εισόδων της Διώρυγας (Ποσειδωνία και Ίσθμια) και κυρίως στους χώρους που είχαν χρησιμοποιηθεί για την απόθεση των υλικών εκσκαφής της.

Τα κατολισθητικά φαινόμενα εντοπίζονται κυρίως στα πρανή με πολύ μεγάλη κλίση, όπου η ανθρωπογενής πίεση πάνω στα παλαιά τεχνικά έργα και η δράση του νερού από κακή αποστράγγιση εξαπίας της παντελούς έλλειψης συντήρησης των έργων αποστράγγισης, προκαλούν χαλάρωση, αλλά και μεταβολές στη φυσική κατάσταση των σχηματισμών.

Τέλος, οι υποσκαφές εντοπίζονται στις θέσεις καταστροφής της αρχικής επένδυσης από προσκρούσεις πλοίων και κυρίως δράση του κυματισμού από την κίνησή τους.



Σχήμα 2: Τεχνικογεωλογικός χάρτης περιοχής μελέτης.

4 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΙΔΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ

Η λεπτομερής έρευνα επικεντρώθηκε στις περιοχές:

- (α) της Ποσειδωνίας,
- (β) της ευρύτερης περιοχής των νέων γεφυρών του Π.Α.Θ.Ε. και του σιδηρόδρομου και
- (γ) των Ισθμίων.

Στις περιοχές αυτές έχουν εκτελεστεί σημαντικά τεχνικά έργα και επομένως αποτελούν χώρους θεμελίωσης, όπου το τεχνικογεωλογικό περιβάλλον θα πρέπει να μην υφίσταται δραστικές μεταβολές - πιέσεις.

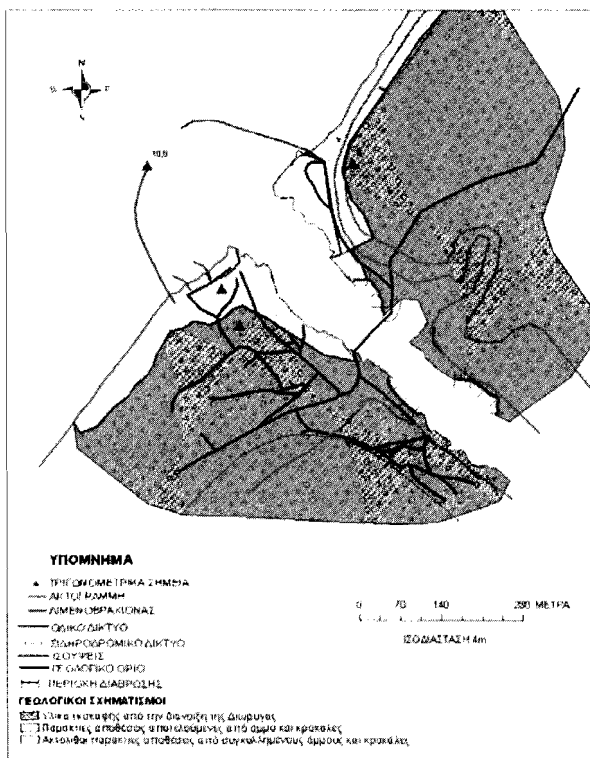
Οι θέσεις ειδικών μελετών επιλέχθηκαν βάσει των δεδομένων και παρατηρήσεων που προέκυψαν από το σύνολο της μελέτης της Διώρυγας και κυρίως από την υπαίθρια εργασία. Πρόκειται για θέσεις που παρουσιάζουν στοιχεία αλλοίωσης του αναγλύφου, αλλαγές στις χρήσεις - κάλυψης γης και γενικά αλλαγές και αστοχίες τόσο από φυσικές διεργασίες, όσο και από ανθρωπογενείς πιέσεις (επεμβάσεις και δραστηριότητες) σημαντικού ενδιαφέροντος.

4.1 Ποσειδωνία

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στην περιοχή της Ποσειδωνίας είναι Τεταρτογενείς και Πλειοκαινικοί. Τα Πλειοκαινικά ιζήματα περιορίζονται στο νότιο τμήμα με ασυνεχείς επιφανειακές εμφανίσεις, που καλύπτονται κατά τόπους από ελουβιακό μανδύα, του οποίου η ανάπτυξη ευνοείται λόγω της ήπιας μορφολογίας. Οι Τεταρτογενείς αποθέσεις υπάρχουν σε όλη την έκταση της περιοχής. Μεγάλο ποσοστό της παρακείμενης περιοχής στη Διώρυγα καταλαμβάνουν οι

αποθεσιοθάλαμοι των υλικών εκσκαφής της Διώρυγας. Τα υλικά αυτά αναπτύσσονται κατά μήκος της Διώρυγας και πλησίον των πρानών της. Σε μια στενή λωρίδα κατά μήκος της ακτογραμμής προς τον Σαρωνικό κόλπο και κατά μήκος της Διώρυγας αναπτύσσονται παράκτιες αποθέσεις αποτελούμενες από σύγχρονες άμμους και κροκάλες (Σχ. 3). Στο νότιο πρानές της Διώρυγας της Κορίνθου, εσωτερικά του λιμενοβραχίονα της Ποσειδωνίας, η ακτογραμμή εμφανίζει ψηφιδωπαγείς αιγιαλούς (beach rocks), σε μήκος 100 m περίπου. Οι ψηφιδωπαγείς αιγιαλοί εμφανίζονται 0,15 m έως 0,50 m υψηλότερα της επιφάνειας της θάλασσας.

Σημαντικές διαβρώσεις εντοπίζονται στις παράκτιες αποθέσεις και στους χώρους των αποθεσιοθαλάμων των υλικών εκσκαφής της Διώρυγας. Έτσι η δυτική απόληξη της Αρχαίας Διορκού, έχει υποστεί διάβρωση από τον κυματισμό, ενώ πολλά τεμάχια της έχουν αποκολληθεί και έχουν πέσει μέσα στη Διώρυγα. Επίσης, ένα τμήμα της καλύπτεται από ψηφιδωπαγείς αιγιαλούς, οι οποίοι εμφανίζουν μέγιστο πλάτος 5 m και βρίσκονται 0,5 m υψηλότερα από την επιφάνεια της θάλασσας. Η εμφάνιση των ψηφιδωπαγών αιγιαλών που επικαλύπτουν την Δίοκλο υποδεικνύει σχετική πτώση του επιπέδου της από την εποχή της κατασκευής της. Η πτώση αυτή οφείλεται σε ευστατικές κινήσεις και σε ρηγματογόνο τεκτονισμό που οδήγησε σε άνοδο της περιοχής. Το σύνολο των πιέσεων από τα φαινόμενα αυτά οπωσδήποτε εντάσσονται στους πρωτογενείς παράγοντες εκδήλωσης των αστοχιών των πρानών.



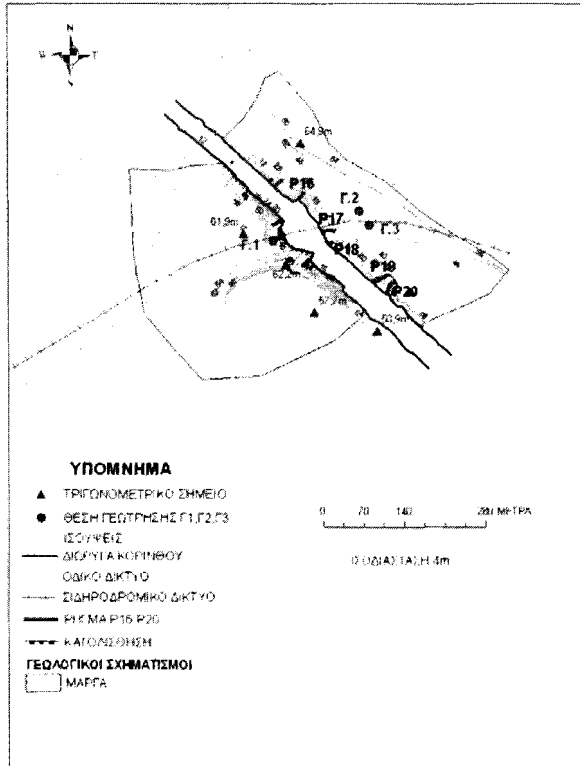
Σχήμα 3: Τεχνικογεωλογικός χάρτης περιοχής Ποσειδωνίας.

Και στις δυο πλευρές της Διώρυγας παρατηρούμε την ύπαρξη διάβρωσης, με συνοδές αστοχίες των πρανών και υποσκαφών, λόγω καταστροφής της αρχικής επένδυσης του καναλιού, των επιφανειακά διακινούμενων χειρσαίων υδάτων και του κυματισμού από τα διερχόμενα πλοία. Και οι δυο πλευρές έχουν πληρωθεί με rip-rap για να ελαχιστοποιηθεί η περαιτέρω διάβρωση και να σταθεροποιηθεί η ακτή. Το rip-rap ακολουθεί τη φυσική μορφολογία της ακτής, χωρίς να παρεμποδίζει την διέλευση των πλοίων που διαπλέουν τη Διώρυγα της Κορίνθου ή την φυσική ροή του νερού. Τα rip-rap έχουν τοποθετηθεί μέχρι τον πυθμένα της θάλασσας, για να μειώνουν την ταχύτητα του νερού που προκαλείται από τη διέλευση των πλοίων.

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

4.2 Ευρύτερη περιοχή των νέων γεφυρών του Π.Α.Θ.Ε. και του σιδηρόδρομου

Γεωλογικά η περιοχή δομείται ως επί το πλείστον από μάργες Πλειοκαινικής ηλικίας (Σχ. 4). Στην περιοχή αυτή υπάρχουν η γέφυρα της νέας σιδηροδρομικής γραμμής και η οδική γέφυρα του Π.Α.Θ.Ε. Στην περιοχή κατασκευής των δύο γεφυρών, παρουσιάζονται τρία σχετικά μεγάλα ρήγματα (P16, P17, P18, Σχ. 4) με κλίσεις κυμαινόμενες από 75° – 85° , όπως μετρήθηκαν στα πρηνή της Διώρυγας. Τα ρήγματα αυτά είναι πλαγιο-κανονικά με παρουσία ικανού εύρους οριζώντιου εγκάρσιου άλματος, 2,5 m περίπου και κατακόρυφου άλματος 3-4 m περίπου. Πρόκειται για Τεταρτογενή ενεργά ρήγματα, καθώς έχουν προκαλέσει την παραμόρφωση τόσο Πλειοκαινικών, όσο και Πλειστοκαινικών σχηματισμών.



Σχήμα 4: Τεχνικογεωλογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής νέων γεφυρών του Π.Α.Θ.Ε. και του σιδηρόδρομου.

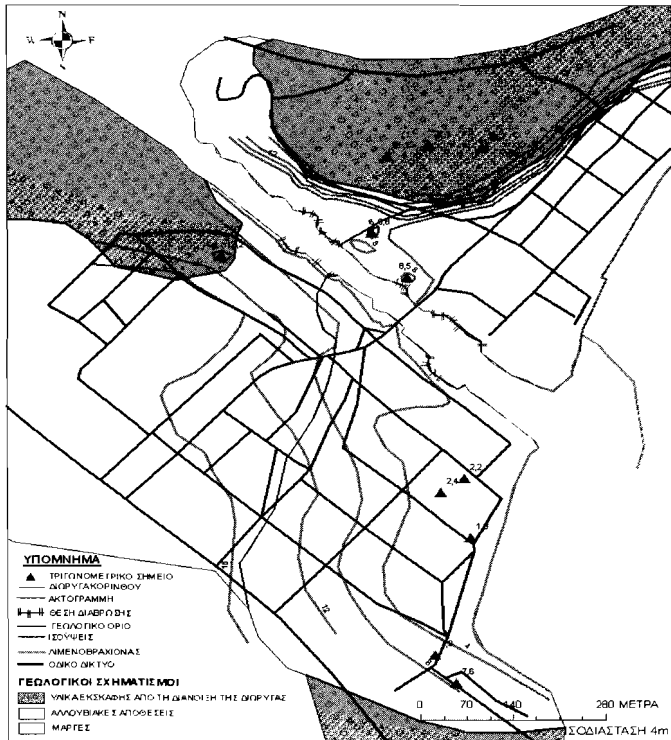
4.3 Ίσθμια

Μάργες Πλειοκαινικής ηλικίας καταλαμβάνουν το κεντρικό τμήμα της περιοχής των Ίσθμίων, ενώ αλλουβιακές αποθέσεις καταλαμβάνουν το νότιο τμήμα της περιοχής και αναπτύσσονται κατά μήκος της ακτογραμμής.

Από υπαίθριες παρατηρήσεις στην περιοχή των Ίσθμίων εντοπίστηκαν και χαρτογραφήθηκαν οι θέσεις των αποθεσιοθαλάμων των υλικών που προήλθαν από τη διάνοιξη της Διώρυγας της Κορίνθου. Καταλαμβάνουν το βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής, όπως απεικονίζονται και στον τεχνικογεωλογικό χάρτη (Σχ. 5).

Οι περιοχές με εντατικά φαινόμενα επιφανειακής διάβρωσης, παρατηρούνται στις μάργες και στις αλλουβιακές αποθέσεις από την επιφανειακή απορροφή των ομβρίων υδάτων, καθώς και από τον κυματισμό που δημιουργούν τα διερχόμενα πλοία. Για το λόγο αυτόν και οι δυο πλευρές έχουν καλυφθεί με rip-rap, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η περαιτέρω διάβρωση και να σταθεροποιηθεί η ακτή.

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.



Σχήμα 5: Τεχνικογεωλογικός χάρτης περιοχής των Ισθμίων.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Διώρυγα της Κορίνθου παρουσιάζει κατά θέσεις φαινόμενα αστοχιών που μερικές φορές είναι σημαντικά καθώς προκαλούν διακοπές στη λειτουργία της. Πρόκειται για κατολισθήσεις, διαβρώσεις και υποσκαφές ή και συνδυασμός αυτών, που σχετίζονται με (Φωτ. 1-4):

1. Τις φυσικές μεταβολές στο γεωπεριβάλλον, κυρίως διαφορική διάβρωση.
2. Τις μεταβολές χρήσεων γης, με επιβαρύνσεις από τη χρήση και από την κάλυψη των τεχνικών έργων υποστήριξης.
3. Την κακή αποστράγγιση και εγκατάλειψη των ήδη υφιστάμενων σχετικών έργων.
4. Την κατασκευή και λειτουργία τεχνικών έργων, κυρίως συγκοινωνιακών.
5. Τη ναυσιπλοία, έλλειψη τήρησης κανόνων και κανονισμών και ανεπαρκή υποστήριξη από τεχνικά έργα.

Πρόσθετες παράμετροι είναι οι βίαιες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και η αυξημένη σεισμικότητα. Στις θέσεις εντατικής παρουσίας τόσο των φυσικών δράσεων, όσο και των ανθρωπογενών παρεμβάσεων, θα πρέπει να ληφθούν άμεσα μέτρα προκειμένου να εξασφαλιστεί η εύρυθμη λειτουργία του έργου. Για το λόγο αυτόν απαιτείται συνεχής παρακολούθηση και εφαρμογή κατάλληλων έργων ενίσχυσης, κυρίως για την προστασία των ίδιων των πρηνών και καλή αποστράγγιση των παραπλήσιων της Διώρυγας περιοχών.



Φωτ. 1: Ανατολικό και κεντρικό τμήμα του Ισθμού της Κορίνθου με πιέσεις στο περιβάλλον από συγκοινωνιακά έργα και τις αλλαγές χρήσεων γης.



Φωτ. 2: Κατολίσθηση στο κεντρικό τμήμα του Ισθμού της Κορίνθου, κοντά στην παλιά σιδηροδρομική γέφυρα.



Φωτ. 3: Υποσκαφές στο νότιο τμήμα του Ισθμού της Κορίνθου, περιοχή Ισθμίων.



Φωτ. 4: Αστοχίες πρανών στο νότιο τμήμα του Ισθμού της Κορίνθου, περιοχή Ισθμίων.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Γαϊτανάκης, Π., Μέττος, Α., Φυτίκας, Μ., 1985. Γεωλογικός χάρτης «Φύλλο Σοφικόν», κλίμακας 1:50.000, Εκδόσεις ΙΓΜΕ.
- Μαριολάκος, Η., Στείρος, Σ., 1986. Σεισμικές διαρρήξεις και η σημερινή τεκτονική εξέλιξη του Ισθμού της Κορίνθου. Γεωλ. Γεωφ. Μελέτες ΙΓΜΕ, τόμος εκτός σειράς, 243 - 248 σελ.
- Μπορνόβας, Ι., Λαλεχός, Ν., Φιλιππάκης, Ν., 1971. Γεωλογικός χάρτης «Φύλλο Κόρινθος», κλίμακας 1:50.000, Εκδόσεις ΙΓΜΕ.
- Παπαγιαννοπούλου, Ε., 1989. Διώρυγα της Κορίνθου: τεχνικός άθλος και οικονομικό τόλμημα.. Αθήνα : ΕΤΒΑ , 165 σελ.
- Ρόζος, Δ., 1989. Τεχνικογεωλογικές συνθήκες στο Νομό Αχαΐας. Γεωμηχανικοί χαρακτήρες των Πλειοπλειστοκαινικών ιζημάτων. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, 453, Ρίο Πάτρας (με εκτεταμένη περίληψη στα Αγγλικά).
- Freyberg, V., 1973. Geologie des Isthmus von Korinth, Erlangen Geologische Abhandlungen, Heft 95, Junge und Sohn, Universitäts Buchdruckerei Erlangen, 183 pp.
- Philipsson, A., 1892. Der Isthmus von Korinth, Z. Ges. Erdkde. Berlin 25, 98 pp.