

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΣΗΡΑΓΓΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

Μέλος της International Tunnelling Association (ITA)



Το Δελτίο των Σηράγγων Μάρτιος 2026



www.eesyeg.gr

@eesyeg@gmail.com



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΣΗΡΑΓΓΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

Διοικητικό Συμβούλιο της ΕΕΣΥΕ

Τα πρόσωπα πίσω από την εκπροσώπηση και τη δράση



Ανδρέας Μπενάρδος

Πρόεδρος ΔΣ
Καθηγητής ΕΜΠ
Μηχ. Μεταλλείων-Μεταλλουργός



Μαριλία Μπαλάση

Αντιπρόεδρος ΔΣ
Όμικρον Κάπα Μελετητική Α.Ε.
Πολιτικός Μηχανικός, MSc



Δημήτριος Αλιφραγκής

Γενικός Γραμματέας
Ελληνικό Μετρό Α.Ε.
Πολιτικός Μηχανικός



Χρυσόθεμις Παρασκευοπούλου

Ταμίας
Επίκουρη Καθηγήτρια ΕΜΠ
Μηχ. Μεταλλείων-Μεταλλουργός



Παύλος Νομικός

Μέλος
Καθηγητής ΕΜΠ
Μηχ. Μεταλλείων-Μεταλλουργός
Πολιτικός Μηχανικός



Νικόλαος Ρούσσοσ

Μέλος - Πρώην Πρόεδρος
RnR Engineers PC
Μηχ. Μεταλλείων-Μεταλλουργός, MSc



Βασίλειος Μαρίνος

Εκδότης
Πρόεδρος ΙΑΕΓ
Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ
Τεχνικός Γεωλόγος, PhD, MSc, DIC

Στο ΔΣ επίσης συμμετέχει ως προσκεκλημένος ο
Πρόεδρος της Ομάδας Νέων της ΕΕΣΥΕ.



Δημήτριος Γεωργίου

Πρόεδρος Ομάδας Νέων
Μηχ. Μεταλλείων-Μεταλλουργός
PhD, MSc, ATENEIA



Μέτωπο Στομίου (Editorial)

Εκεί όπου ξεκινά η χάραξη των υπόγειων διαδρομών

Το Δελτίο των Σηράγγων

Μάρτιος 2026 (1^ο τεύχος 2026)



Η εκκίνηση κάθε υπόγειου έργου αποτελεί πάντα ένα ιδιαίτερο σημείο αναφοράς, όπου η γνώση, η εμπειρία και η τεχνική κατάρτιση συνδυάζονται για τη δημιουργία νέων διαδρομών στο υπέδαφος. Με αυτό το πνεύμα, το νέο τεύχος του Δελτίου Σηράγγων της Ελληνικής Επιτροπής Σηράγγων και Υπογείων Έργων (Ε.Ε.Σ.Υ.Ε.) σηματοδοτεί την επανεκκίνηση της έκδοσης μετά τον Σεπτέμβριο του 2023. Το διάστημα που μεσολάβησε επέτρεψε τη συγκέντρωση πλούσιου νέου υλικού, το οποίο αποτυπώνει ένα ευρύτερο φάσμα δράσεων, έργων και εξελίξεων στον δυναμικό τομέα των υπόγειων έργων.

Η νέα έκδοση έρχεται με ανανεωμένη δομή και εμπλουτισμένο περιεχόμενο, ενσωματώνοντας νέες θεματικές που αποτυπώνουν τη δυναμική εξέλιξη των υπόγειων έργων. Στις σελίδες της παρουσιάζονται έργα σε εξέλιξη, σύγχρονες τεχνολογικές προσεγγίσεις και χαρακτηριστικές μελέτες, καλύπτοντας το σύνολο του κύκλου ζωής των έργων, από τον σχεδιασμό έως την κατασκευή και τη λειτουργία.

Παράλληλα, αναδεικνύονται σημαντικά έργα που υλοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, αναδεικνύοντας την πολύτιμη εμπειρία και τεχνογνωσία που έχει αποκτηθεί. Η καταγραφή και διάχυση αυτής της γνώσης, ως παρακαταθήκη για τις επόμενες γενιές μηχανικών, αποτελεί έναν από τους βασικούς στόχους του ανανεωμένου δελτίου.

Το περιεχόμενο του δελτίου διαμορφώνεται μέσα από τη συμβολή των μελών της Ε.Ε.Σ.Υ.Ε. και της Ομάδας Νέων Μελών, δημιουργώντας έναν ζωντανό χώρο συνάντησης της εμπειρίας και της νέας γνώσης. Σε αυτόν συνυπάρχουν η πολύτιμη εμπειρία μηχανικών που έχουν συμμετάσχει σε μεγάλα έργα υποδομών και η δυναμική ματιά της νεότερης γενιάς επιστημόνων. Παράλληλα, φιλοξενούνται αφιερώματα και προσωπικές διαδρομές ανθρώπων που σφράγισαν τον χώρο των υπόγειων έργων, τιμώντας τη συμβολή τους στην εξέλιξη της επιστημονικής γνώσης και της τεχνικής πρακτικής, ενώ ειδικές ενότητες αναδεικνύουν εμπειρίες από έργα και ζητήματα που προέκυψαν κατά τη μελέτη και την κατασκευή τους.

Η συντακτική ομάδα καλεί τα μέλη της Ε.Ε.Σ.Υ.Ε., αλλά και την ευρύτερη τεχνική κοινότητα, να συμβάλουν ενεργά στην περαιτέρω ανάπτυξη του δελτίου, μέσα από την παρουσίαση έργων, τεχνικών εμπειριών και προβληματισμών. Σε έναν τομέα όπου η γνώση και η εμπειρία αποτελούν θεμέλιο για την επιτυχή υλοποίηση των έργων, η συστηματική καταγραφή και ανταλλαγή τους αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Με αυτή τη φιλοδοξία, το Δελτίο Σηράγγων της Ε.Ε.Σ.Υ.Ε. επιδιώκει να λειτουργήσει ως ένας ανοιχτός χώρος τεχνικής ενημέρωσης και ανταλλαγής γνώσης, ώστε κάθε νέα διαδρομή κάτω από την επιφάνεια της γης να συνοδεύεται και από μια αντίστοιχη διαδρομή γνώσης για την τεχνική κοινότητα.



Καλή ανάγνωση!

Ο υπεύθυνος εκδότης
Βασίλης Π. Μαρίνος
Αναπλ. Καθηγητής ΕΜΠ

Μια Φωτογραφία – Μια Ιστορία

Κάθε εικόνα αφηγείται ένα υπόγειο αφήγημα



Υπογειοποίηση της Λεωφόρου Ποσειδώνος στο Ελληνικό Η παραλιακή αλλάζει επίπεδο

Καθημερινά χιλιάδες οχήματα κινούνται στη Λεωφόρο Ποσειδώνος, έναν από τους σημαντικότερους οδικούς άξονες της αθηναϊκής παραλιακής. Την ίδια στιγμή εξελίσσεται η υπογειοποίησή της με την κατασκευή σήραγγας μήκους περίπου 1,5 km και τριών λωρίδων κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, που υλοποιείται με τη μέθοδο cut-and-cover. Η εικόνα αποτυπώνει μια σπάνια στιγμή συνύπαρξης: την καθημερινή ζωή της πόλης στην επιφάνεια και, ταυτόχρονα, την εξέλιξη ενός από τα σημαντικότερα έργα της αστικής ανάπλασης του Ελληνικού.





Τομή του Δελτίου Σηράγγων

1 Διαδρομές της ΕΕΣΥΕ	1
2 Η ΕΕΣΥΕ στον Παγκόσμιο Χάρτη	9
3 Οι υπόγειες δράσεις της Ομάδας Νέων Μελών ΕΕΣΥΕ	18
4 Υπόγεια Έργα υπό κατασκευή στην Ελλάδα	22
5 Υπόγεια Ορόσημα του Κόσμου	29
6 Θύμησες παλιές (υπόγειες) από τον Ιωάννη Μπακογιάννη.....	39
7 Υπόγειο Παρελθόν από το Μιλτιάδη Φωτιάδη	43
8 ΔΠΜΣ ΕΜΠ «Σχεδιασμός & Κατασκευή Υπόγειων Έργων». Η υπόγεια εκπαίδευση από μέσα	47
9 Ψηφιακά Εργαλεία και Καινοτομία στα Υπόγεια Έργα	54
10 Τιμητική Αναφορά στον Dr Evert Hoek	57
11 Σηραγγικά Παράδοξα.....	67
12 Επιστημονικά Συνέδρια – Ημερίδες	68
13 Βιβλία – Νέες Εκδόσεις.....	69
14 Γίνε Μέλος της ΕΕΣΥΕ	71
15 Πρόσκληση Συμμετοχής στο Επόμενο Τεύχος.....	72



1 Διαδρομές της ΕΕΣΥΕ

Νέα, Δράσεις & Εκδηλώσεις

Εκδήλωση 1. Επετειακή εκδήλωση για τα 30 χρόνια της ΕΕΣΥΕ



Η Ελληνική Επιτροπή Σηράγγων και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ – Greek Tunnelling Society) γιόρτασε την 30ή επέτειό της από την ίδρυσή της, την Πέμπτη 23 Οκτωβρίου 2025 στην Αθήνα, με μία εμπνευσμένη εκδήλωση που ξεπέρασε κάθε προσδοκία.

Η γιορτή ένωσε ολόκληρη την «οικογένεια» της ΕΕΣΥΕ, μέλη, συνεργάτες, θεσμικούς εκπροσώπους και φίλους, σε μια βραδιά γεμάτη συγκίνηση, έμπνευση και αναδρομή σε τρεις δεκαετίες αφοσίωσης και συμβολής στην ανάπτυξη των υπόγειων έργων στην Ελλάδα. Πέρα από την αναγνώριση της πλούσιας ιστορίας της, η εκδήλωση ανέδειξε με αυτοπεποίθηση το μέλλον του κλάδου των σηράγγων και των υπόγειων κατασκευών, επιβεβαιώνοντας τον ρόλο της ΕΕΣΥΕ ως κινητήριας δύναμης καινοτομίας, διάδοσης γνώσης και συνεργασίας.

Όπως τόνισε ο Πρόεδρος της ΕΕΣΥΕ, Καθηγητής Ανδρέας Μπενάρδος: «Ο τομέας των υπόγειων έργων στην Ελλάδα έχει εξελιχθεί σε πυλώνα βιώσιμης ανάπτυξης των υποδομών. Η ΕΕΣΥΕ θα συνεχίσει να προάγει την τεχνική αριστεία, την εκπαίδευση και τη συνεργασία, κοιτώντας με αισιοδοξία τα επόμενα 30 χρόνια.»



Εικόνα 1. Επετειακή εκδήλωση για τα 30 χρόνια της ΕΕΣΥΕ



Εικόνα 2. Επετειακή εκδήλωση για τα 30 χρόνια της ΕΕΣΥΕ

Τιμώντας τους Ιδρυτές

Κορυφαία στιγμή της βραδιάς αποτέλεσε η τελετή τιμητικών βραβεύσεων, αφιερωμένη στα μέλη του πρώτου Διοικητικού Συμβουλίου της ΕΕΣΥΕ, για το όραμα και τα θεμέλια που έθεσαν το 1995:

- Δρ. Βάσω Σταυροπούλου, Πρόεδρος
- Ομ. Καθ. Ιωάννης Οικονομόπουλος (†), Αντιπρόεδρος
- κ. Μενέλαος Κωνσταντάκος, Γενικός Γραμματέας
- Ομ. Καθ. Αλέξανδρος Σοφιανός, Εκδότης
- κ. Πέτρος Λασκαράτος, Ταμίας
- κ. Νικόλαος Καζίλης, 1ος Εκπρόσωπος της ΕΕΣΥΕ στην ΙΤΑ-ΑΙΤΕΣ
- κ. Ευάγγελος Κολώνιας (†), Μέλος

Ήταν ιδιαίτερα συγκινητικές οι στιγμές των βραβεύσεων και η παρουσία πολλών ανθρώπων που συνέβαλαν στην πορεία και την εξέλιξη της ΕΕΣΥΕ όλα αυτά τα χρόνια. Μέσα από τις βραβεύσεις αυτές, η Επιτροπή εξέφρασε την ευγνωμοσύνη της προς όλους όσους υπηρέτησαν και συνεχίζουν να υπηρετούν τον φορέα με αφοσίωση, πάθος και εθελοντικό πνεύμα επί τρεις δεκαετίες.



Εικόνα 3. Βραβεύσεις των μελών του πρώτου Διοικητικού Συμβουλίου της ΕΕΣΥΕ



Εικόνα 4. Βραβεύσεις των μελών του πρώτου Διοικητικού Συμβουλίου της ΕΕΣΥΕ

Στο πλαίσιο της εκδήλωσης προβλήθηκε επίσης ένα επετειακό βίντεο αφιερωμένο στα 30 χρόνια της ΕΕΣΥΕ, το οποίο περιλαμβάνει προσωπικές μαρτυρίες των μελών του πρώτου Διοικητικού Συμβουλίου καθώς και πρώην προέδρων της Επιτροπής. Το βίντεο επιμελήθηκε η ιδιαίτερα δραστήρια ομάδα των Greek Tunneling Society Young Members, με τη συμβολή της κας Ν. Σκεντέρας και των κ.κ. Ν. Αντωνιάδη και Ι. Δράκου.

Το βίντεο είναι διαθέσιμο στον ακόλουθο σύνδεσμο: <https://youtu.be/YZMFenOAUso>

Επίσημοι Προσκεκλημένοι και Κεντρικές Παρεμβάσεις

Την εκδήλωση τίμησαν με την παρουσία και τους χαιρετισμούς τους:

- ο Υφυπουργός Υποδομών & Μεταφορών κ. Νικόλαος Ταχιάος,
- ο Πρόεδρος της International Tunneling and Underground Space Association (ITA-AITES) κ. Andrea Pigorini,
- ο Πρόεδρος του ACUUS και Καθ. ΕΜΠ Δημήτριος Καλιαμπάκος.

Η κεντρική ομιλία πραγματοποιήθηκε από τον κ. Ιωάννη Μπακογιάννη, Μεταλλειολόγο Μηχανικό και πρώην Πρόεδρο της ΕΕΣΥΕ, με θέμα «Στα υπόγεια είναι η θέα», αναδεικνύοντας τη βαθύτερη τεχνική και κοινωνική σημασία των υπόγειων έργων, αλλά και προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες και στοιχεία για το σύνολο των υπογείων έργων που έχουν κατασκευαστεί στην Ελλάδα.



Εικόνα 5. Χαιρετισμός Υφυπουργού Υποδομών & Μεταφορών κ. Νικόλαος Ταχιάος (αριστερά). Κεντρική ομιλία από τον κ. Ιωάννη Μπακογιάννη (δεξιά)



Μπροστά στις Προκλήσεις του Μέλλοντος των υπόγειων έργων στην Ελλάδα – συζήτηση κορυφαίων στελεχών του κλάδου

Στο πλαίσιο της επετειακής εκδήλωσης πραγματοποιήθηκε Η βραδιά ολοκληρώθηκε με μία υψηλού επιπέδου συζήτηση πάνελ για το μέλλον των υπόγειων έργων στην Ελλάδα, με συντονιστή τον κ. Ιωάννη Φίκιρη, Δ/νων Σύμβουλο της ΕΔΑΦΟΣ Α.Ε. και Αντιπρόεδρο της ΙΤΑ-ΑΙΤΕΣ. Στο πάνελ συμμετείχαν διακεκριμένοι εκπρόσωποι της πολιτείας αλλά και του κλάδου:

- Δημήτριος Αναγνώπουλος, Πολιτικός Μηχανικός, Γενικός Γραμματέας Υποδομών, με πολυετή εμπειρία στη διοίκηση και διαχείριση μεγάλων δημόσιων έργων και καθοριστικό ρόλο στη χάραξη της στρατηγικής των υποδομών της χώρας.
- Αναστάσιος Αρανίτης, Γενικός Διευθυντής του Ομίλου Aktor Group, με μακρά εμπειρία στην υλοποίηση σύνθετων έργων υποδομής στην Ελλάδα και το εξωτερικό.
- Βασίλης Καραγκιουλές, Γενικός Διευθυντής Έργων Υποδομών της ΜΕΤΚΑ, με πάνω από 25 χρόνια εμπειρίας στη διαχείριση και ολοκλήρωση μεγάλων τεχνικών έργων.
- Αλέξανδρος Μιχαηλίδης, Αναπληρωτής Διευθύνων Σύμβουλος και Γενικός Τεχνικός Διευθυντής της ΤΕΡΝΑ S.A., με συμμετοχή σε εμβληματικά έργα υποδομής στην Ελλάδα και διεθνώς.
- Νικόλαος Ρηγόπουλος, Τεχνικός Διευθυντής του Ομίλου AVAX Group, με πάνω από 30 χρόνια εμπειρίας και συμμετοχή στην κατασκευή σημαντικών έργων σιράγγων και υπόγειων κατασκευών σε όλη τη χώρα.

Η συζήτηση ανέδειξε τις σύγχρονες προκλήσεις, τις εμπειρίες από μεγάλα έργα υποδομής και τις προοπτικές εξέλιξης των υπόγειων έργων στην Ελλάδα, μέσα από τη ματιά ανθρώπων που διαμορφώνουν ενεργά το τεχνικό τοπίο της χώρας.



Εικόνα 6. Πάνελ συζήτησης για το μέλλον των υπόγειων έργων στην Ελλάδα

Η εκδήλωση πραγματοποιήθηκε στο Anassa City Events στην Αθήνα με την επιμέλεια της AFEA Congress και ολοκληρώθηκε με ένα κοκτέιλ στον κήπο που έδωσε την ευκαιρία σε όλους να περάσουν μια όμορφη βραδιά.



Εκδήλωση 2. Εορτασμός Αγίας Βαρβάρας 2025



Η Ελληνική Επιτροπή Σηράγγων και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ) τίμησε και το 2025 την Αγία Βαρβάρα, προστάτιδα των εργαζομένων στα υπόγεια έργα, συνεχίζοντας μια σημαντική παράδοση για την κοινότητα των σηράγγων και των υπόγειων κατασκευών.

Ο εορτασμός της Αγίας Βαρβάρας αποτελεί διαχρονικά σημείο αναφοράς για την τεχνική κοινότητα που δραστηριοποιείται στον σχεδιασμό, τη μελέτη και την κατασκευή υπόγειων έργων, καθώς συνδέεται συμβολικά με την ασφάλεια, την αφοσίωση και τη συλλογική προσπάθεια που απαιτείται για την υλοποίηση τέτοιων έργων.

Στο πλαίσιο των δράσεων του 2025, ο εορτασμός πραγματοποιήθηκε στις 4 Δεκεμβρίου 2025, στον ιστορικό χώρο του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, συγκεντρώνοντας μέλη της ΕΕΣΥΕ, μηχανικούς, ερευνητές και επαγγελματίες του κλάδου των υπόγειων έργων.

Στο πλαίσιο της ίδιας εκδήλωσης πραγματοποιήθηκε και η επετειακή εκδήλωση «10+1 χρόνια Ομάδα Νέων ΕΕΣΥΕ», η οποία περιλάμβανε παρουσιάσεις και συζήτηση στρογγυλής τράπεζας με νέους μηχανικούς του κλάδου. Περισσότερες πληροφορίες για τη συγκεκριμένη δράση παρουσιάζονται στην Ενότητα 8: «Οι υπόγειες δράσεις της Ομάδας Νέων Μελών ΕΕΣΥΕ».

Η εκδήλωση αποτέλεσε μια σημαντική ευκαιρία συνάντησης και ανταλλαγής απόψεων μεταξύ μελών της επιστημονικής και τεχνικής κοινότητας, ενισχύοντας τους δεσμούς της κοινότητας των υπόγειων έργων και αναδεικνύοντας τον ενεργό ρόλο της ΕΕΣΥΕ στην προώθηση της γνώσης και της συνεργασίας στον κλάδο.



Εικόνα 7. Εορτασμός Αγίας Βαρβάρας 2025 και επετειακή εκδήλωση «10+1 χρόνια Ομάδα Νέων ΕΕΣΥΕ»

Εκδήλωση 3. Κοπή Πρωτοχρονιάτικης Πίτας της ΕΕΣΥΕ 2026



Στις 10 Φεβρουαρίου 2026 πραγματοποιήθηκε η καθιερωμένη εκδήλωση κοπής της Πρωτοχρονιάτικης Πίτας της Ελληνικής Επιτροπής Σηράγγων και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ), σε ιδιαίτερα ζεστό και φιλικό κλίμα. Η εκδήλωση αποτέλεσε μια ευχάριστη ευκαιρία συνάντησης των μελών και φίλων της Επιτροπής, προσφέροντας τη δυνατότητα ανταλλαγής ευχών για το νέο έτος, συζήτησης γύρω από τις εξελίξεις στον τομέα των υπόγειων έργων και ενίσχυσης των δεσμών της επιστημονικής και επαγγελματικής κοινότητας που δραστηριοποιείται στον χώρο των σηράγγων και των υπόγειων κατασκευών.



Στο πλαίσιο της εκδήλωσης πραγματοποιήθηκε η κοπή της πίτας, ενώ τυχεροί της βραδιάς που κέρδισαν τα φλουριά ήταν ο Νικόλαος Roussos και ο Μιλτιάδης Φωτιάδης, στους οποίους ευχόμαστε μια χρονιά γεμάτη υγεία και επιτυχίες. Η ΕΕΣΥΕ ευχαριστεί θερμά όλα τα μέλη και τους φίλους που παρευρέθηκαν και τίμησαν με την παρουσία τους την εκδήλωση, συμβάλλοντας στη δημιουργία μιας ιδιαίτερα ευχάριστης και συναδελφικής ατμόσφαιρας για την έναρξη της νέας χρονιάς.



Εικόνα 8. Εκδήλωση κοπής της Πρωτοχρονιάτικης Πίτας της ΕΕΣΥΕ στην Αθήνα (10 Φεβρουαρίου 2026).



Εικόνα 9. Εκδήλωση κοπής της Πρωτοχρονιάτικης Πίτας της ΕΕΣΥΕ στην Αθήνα (10 Φεβρουαρίου 2026).



Εικόνα 10. Εκδήλωση κοπής της Προτοχρονιάτικης Πίτας της ΕΕΣΥΕ στην Αθήνα (10 Φεβρουαρίου 2026).

Δράση 1. Θεσμός υποτροφιών και χορηγιών της ΕΕΣΥΕ



Η Ελληνική Επιτροπή Σηράγγων και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ), στο πλαίσιο της ενίσχυσης της νέας γενιάς επιστημόνων και μηχανικών που δραστηριοποιούνται στον τομέα των υπόγειων έργων, εγκαινίασε από το 2026 πρόγραμμα υποτροφιών και χορηγιών για την υποστήριξη της συμμετοχής νέων μελών της σε διεθνή επιστημονικά συνέδρια.

Η πρωτοβουλία αυτή εντάσσεται στη συνολικότερη προσπάθεια της Επιτροπής για την προώθηση της επιστημονικής αριστείας και της διεθνούς δικτύωσης των νέων επιστημόνων, δίνοντας τη δυνατότητα σε υποψήφιους διδάκτορες, μεταπτυχιακούς φοιτητές και νέους επαγγελματίες να παρουσιάσουν τα ερευνητικά τους αποτελέσματα σε διεθνές επίπεδο.

Το πρόγραμμα απευθύνεται σε μέλη της ΕΕΣΥΕ έως 35 ετών με επιστημονικό αντικείμενο σχετικό με τις σήραγγες και τα υπόγεια έργα. Οι υποτροφίες υποστηρίζουν τη συμμετοχή σε διεθνή επιστημονικά συνέδρια για την





παρουσίαση εργασιών, καλύπτοντας μέρος των σχετικών εξόδων συμμετοχής. Για κάθε έτος προβλέπεται η χορήγηση έως δύο υποτροφιών, με μέγιστο ποσό ενίσχυσης έως 750 € ανά δικαιούχο.

Η αξιολόγηση

των αιτήσεων πραγματοποιείται από το Διοικητικό Συμβούλιο της ΕΕΣΥΕ. Μέσα από τον θεσμό αυτό, η Επιτροπή επιδιώκει να ενισχύσει ουσιαστικά τη συμμετοχή νέων επιστημόνων στη διεθνή επιστημονική κοινότητα και να συμβάλει στην ανάπτυξη της επόμενης γενιάς ειδικών στον σχεδιασμό και την κατασκευή σηράγγων και υπόγειων κατασκευών.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΣΗΡΑΓΓΩΝ και ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΕΡΓΩΝ (Ε.Ε.Σ.Υ.Ε.)

Αναγνωρισμένο Επιστημονικό Σωματείο
Μέλος της Διεθνούς Ένωσης Σηράγγων & Υπογείων Έργων (ITA)
Πανόρμου 22, ΤΚ.11523 Αθήνα, Ελλάδα
eesye.gr@gmail.com / www.eesye.gr

Χορηγίες/Υποτροφίες ΕΕΣΥΕ

Κάλυψη Εξόδων Συμμετοχής σε Συνέδριο και παρουσίασης επιστημονικής εργασίας

Δικαιούχοι, ποσά και θέματα που αφορούν την Χορηγία/Υποτροφία της ΕΕΣΥΕ:

- Δινητικοί Δικαιούχοι: Υποψήφιοι Διδάκτορες (ΥΔ), Μεταπτυχιακοί Φοιτητές (ΜΦ) ΑΕΙ, ή/και νέοι συνάδελφοι, οι οποίοι είναι μέλη της ΕΕΣΥΕ, με αντικείμενο σχετικό με το πεδίο των σηράγγων και υπογείων έργων, καθώς και τους εν γένει σκοπούς και στόχους της ΕΕΣΥΕ. Δικαιούχοι είναι άτομα ηλικίας έως 35 ετών.
- Χρόνος/Περίοδος Προκήρυξης Χορηγιών/Υποτροφιών από την ΕΕΣΥΕ: Ετησίως, έως τις 31 Ιανουαρίου του εκάστοτε έτους
- Μέγιστος Αριθμός Υποτροφιών ανά έτος: Δύο (2). Στην περίπτωση όπου οι αιτούντες είναι ΥΔ ή ΜΦ, ισχύει περιορισμός μίας (1) υποτροφίας ανά επιβλέποντα Καθηγητή.
- Μέγιστο Ποσό Υποτροφίας: 750 €

Δικαιολογητικά:

- Αίτηση του υποψηφίου προς την ΕΕΣΥΕ
- Σύντομο βιογραφικό σημείωμα
- Επιστολή / σύμφωνη γνώμη του επιβλέποντα Καθηγητή (στην περίπτωση ΥΔ ή ΜΦ)
- Βεβαίωση ιδιότητας μέλους ΕΕΣΥΕ (τακτικό, έκτακτο)
- Βεβαίωση αποδοχής Περίληψης (abstract) ή ολοκληρωμένης εργασίας (full paper)

Όροι & Διευκρινίσεις:

- Η υποτροφία χορηγείται μόνο σε υποψήφιο που δεν έχει επαρκή οικονομική κάλυψη για τη συμμετοχή του σε Συνέδριο (από Πανεπιστήμιο ή εταιρεία). Ο/η υποψήφιος/α υποχρεούται να προσκομίσει σχετική υπεύθυνη δήλωση.
- Η αίτηση για υποτροφία θα πρέπει να υποβάλλεται τουλάχιστον δύο (2) μήνες πριν την ημερομηνία έναρξης του συνεδρίου ή, σε περίπτωση καθυστέρησης έγκρισης της εργασίας, το αργότερο πέντε (5) ημέρες μετά την ημερομηνία έγκρισης.
- Υπότροφος ΕΕΣΥΕ που έχει λάβει κατά το παρελθόν υποτροφία δεν μπορεί να επανυποβάλει αίτηση για νέα υποτροφία πριν την παρέλευση δύο (2) ετών από το χρόνο λήψης της.
- Ο/Η Υπότροφος της ΕΕΣΥΕ υποχρεούται να αναγράψει στο σώμα του κειμένου του άρθρου και στο τέλος της παρουσίασης σχετική αναφορά αναγνώρισης (acknowledgment) της οικονομικής συνεισφοράς της ΕΕΣΥΕ.
- Κάθε Επιβλέπων Καθηγητής μπορεί να αποστείλει μόνο μια επιστολή υποστήριξης ΥΔ ή ΜΦ του για κάθε προκήρυξη της υποτροφίας ΕΕΣΥΕ.
- Η καταβολή του ποσού της υποτροφίας θα πραγματοποιείται μετά το πέρας του συνεδρίου και τη συμμετοχή του/της Υποτρόφου αφού προσκομιστεί σχετική Βεβαίωση Συμμετοχής.
- Ο/Η Υπότροφος δύναται να χρησιμοποιεί τον τίτλο «Υπότροφος ΕΕΣΥΕ» για το έτος το οποίο επιλέχθηκε για να λάβει την υποτροφία.
- Η αξιολόγηση όλων των αιτήσεων γίνεται από το ΔΣ της ΕΕΣΥΕ, το οποίο διατηρεί το δικαίωμα να μην δώσει την υποτροφία είτε σε περίπτωση μη τήρησης των όρων είτε για οποιοδήποτε άλλο σημαντικό λόγο.
- Σε περίπτωση υποβολής περισσότερων των 2 αιτήσεων χορηγιών/υποτροφιών, η ΕΕΣΥΕ διατηρεί το δικαίωμα επιλογής των υποτρόφων προς χρηματοδότηση ή ακόμα και της τροποποίησης του ποσού της υποτροφίας, ώστε να γίνει αντίστοιχος επιμερισμός στους υποψηφίους.
- Η ΕΕΣΥΕ δεν υποχρεούται να αιτιολογήσει την επιλογή των υποτρόφων. επίσης, δεν προβλέπεται διαδικασία υποβολής ένστασης από υποψήφιους υπότροφους.
- Το πρόγραμμα χορηγιών/υποτροφιών της ΕΕΣΥΕ θα υλοποιείται ετησίως και για όσο χρονικό διάστημα το ΔΣ της ΕΕΣΥΕ το κρίνει σκόπιμο.

Εικόνα 11. Προκήρυξη του προγράμματος υποτροφιών και χορηγιών της ΕΕΣΥΕ για τη στήριξη της συμμετοχής νέων επιστημόνων σε διεθνή επιστημονικά συνέδρια.





2 Η ΕΕΣΥΕ στον Παγκόσμιο Χάρτη

Διεθνής Δράση & Συνεργασίες

Διεθνής Δράση 1. Συμμετοχή της ΕΕΣΥΕ στο Executive Council της ITA μέσω του Vice-President κ. Ιωάννη Φικίρη

1 Η Ελληνική Επιτροπή Σηράγγων και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ) εκπροσωπείται στο ανώτατο διοικητικό όργανο της International Tunnelling and Underground Space Association (ITA-AITES) μέσω του κ. Ιωάννη Φικίρη, ο οποίος κατέχει τη θέση του Vice-President της ITA και συμμετέχει στο Executive Council (ExCo) της διεθνούς ένωσης.

Η παρουσία του κ. Φικίρη στο Executive Council της ITA ενισχύει τη διεθνή εκπροσώπηση της ελληνικής κοινότητας σηράγγων και υπόγειων έργων και συμβάλλει ενεργά στη διαμόρφωση των στρατηγικών κατευθύνσεων της Ένωσης σε θέματα ανάπτυξης υπόγειων υποδομών, ανταλλαγής τεχνογνωσίας και προώθησης της επιστημονικής συνεργασίας μεταξύ των εθνικών επιτροπών.

Η συμμετοχή αυτή αποτελεί σημαντική διάκριση για την ελληνική επιστημονική και τεχνική κοινότητα, ενώ παράλληλα ενισχύει τη διεθνή παρουσία της ΕΕΣΥΕ στο παγκόσμιο δίκτυο των οργανισμών που δραστηριοποιούνται στον σχεδιασμό και την κατασκευή σηράγγων και υπόγειων έργων.

Εικόνα 12. Ο κ. Ιωάννης Φικίρης, Vice-President της International Tunnelling and Underground Space Association (ITA-AITES) για τη θητεία 2023-2026 και μέλος του Executive Council της Ένωσης.

Διεθνής Δράση 2. Εκλογή του Καθ. Ανδρέα Μπενάρδου στη θέση General Manager του διεθνούς οργανισμού ACUUS

2 Μια σημαντική διάκριση για την ελληνική επιστημονική κοινότητα σημειώθηκε στο πλαίσιο του διεθνούς συνεδρίου ACUUS 2025 (19th ACUUS World Conference), που πραγματοποιήθηκε στις 4-7 Νοεμβρίου 2025 στο Βελιγράδι της Σερβίας. Κατά τη διάρκεια της Γενικής Συνέλευσης του οργανισμού, ο Καθηγητής του ΕΜΠ και Πρόεδρος της Ελληνικής Επιτροπής Σηράγγων και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ), κ. Ανδρέας Μπενάρδος, εξελέγη ομόφωνα στη θέση του General Manager του διεθνούς οργανισμού ACUUS (Associated Research Centers for Urban Underground Space).

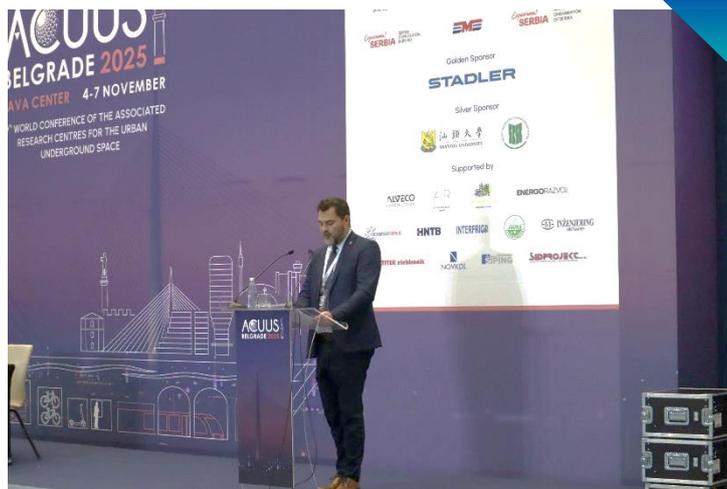


Το ACUUS είναι ένας διεθνής μη κυβερνητικός οργανισμός που αποτελεί κορυφαίο σημείο αναφοράς για τον σχεδιασμό και την αξιοποίηση του αστικού υπόγειου χώρου. Ο οργανισμός στοχεύει: (1) Στην προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης των πόλεων μέσω της χρήσης του υπόγειου χώρου. (2) την ανταλλαγή τεχνογνωσίας μεταξύ ερευνητικών κέντρων, πανεπιστημίων, δημόσιων φορέων και του ιδιωτικού τομέα. (3) Στη δημιουργία λύσεων για τα σύγχρονα αστικά προβλήματα, όπως ο υπερπληθυσμός και η κλιματική αλλαγή, μεταφέροντας υποδομές και δραστηριότητες κάτω από την επιφάνεια της γης. Το ACUUS 2025 συγκέντρωσε ειδικούς από όλο τον κόσμο και παρουσιάσεις που κάλυψαν ένα ευρύ φάσμα θεμάτων, από την αξία και τις δυνατότητες του αστικού υπόγειου χώρου έως τις περιβαλλοντικές, τεχνικές, επιχειρηματικές και διαχειριστικές προκλήσεις που διαμορφώνουν το μέλλον του.

Η ελληνική επιστημονική κοινότητα είχε ισχυρή παρουσία στο συνέδριο. Εκτός από τον Καθ. Α. Μπενάρδο, συμμετείχαν ο Καθ. Δημήτρης Καλλιαμπάκος (Πρόεδρος ACUUS), η Καθ. Μαρία Μενεγάκη, η Καθ. Χρυσοθέμις Παρασκευοπούλου (μέλος Δ.Σ. ΕΕΣΥΕ), καθώς και οι Αθανάσιος Μαυρίκος, Ντόρις Σκεντέρας (Young Members ΕΕΣΥΕ), Κωνσταντίνος Μπαμπούσης και Δημήτριος Παπαδομαρκάκης, συμβάλλοντας στον διεθνή διάλογο για την ανάπτυξη βιώσιμων λύσεων υπόγειου αστικού χώρου.

Η εκλογή του Καθ. Α. Μπενάρδου σε αυτή την καίρια διοικητική θέση αποτελεί αναγνώριση του έργου του και ενισχύει τον ρόλο της Ελλάδας στη διαμόρφωση της διεθνούς ατζέντας για τις υπόγειες υποδομές. Η θητεία του ξεκινά σε μια κρίσιμη περίοδο, καθώς η ανάπτυξη των «έξυπνων» και ανθεκτικών πόλεων βασίζεται ολοένα και περισσότερο στην καινοτόμο διαχείριση του υπεδάφους.

Ευχόμαστε στον Καθηγητή καλή επιτυχία στα νέα του καθήκοντα και μια γόνιμη θητεία, η οποία αναμφίβολα θα προσδώσει προστιθέμενη αξία στην ελληνική και διεθνή κοινότητα σηράγγων και υπογείων έργων.



Εικόνα 13. Στιγμιότυπα από το διεθνές συνέδριο ACUUS 2025 στο Βελιγράδι. Στην επάνω εικόνα ο Καθ. Ανδρέας Μπενάρδος κατά τη διάρκεια των εργασιών του συνεδρίου και στην κάτω εικόνα τα μέλη της ελληνικής αποστολής.

Διεθνής Δράση 3. Συμμετοχή μελών της ΕΕΣΥΕ στο προεδρείο του ITACET University Network

Με ιδιαίτερη χαρά ανακοινώνουμε ότι ο κ. Ιωάννης Φικίρης (πρώην Πρόεδρος της ΕΕΣΥΕ και νυν Vice-President της ΙΤΑ) και η Καθηγήτρια Χρυσοθέμις Παρασκευοπούλου (Ταμίας του Διοικητικού Συμβουλίου της ΕΕΣΥΕ) εκπροσωπούν την Ελληνική Επιτροπή Σηράγγων και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ) στην επιτροπή του Δικτύου Πανεπιστημίων της ΙΤΑ-CET (ITA-CET Committee on University Network). Ο κ. Φικίρης αναλαμβάνει τον ρόλο του Tutor της επιτροπής, ενώ η κα. Παρασκευοπούλου τον ρόλο της Chair του University Network.





Επίσης, η ΕΕΣΥΕ θα ήθελε να συγχαρεί τον Καθηγητή Markus Thewes καθώς και τον Καθηγητή Sandeep Potnis για τις νέες θέσεις που αναλαμβάνουν επίσης στην επιτροπή.

Η εκλογή των μελών της ΕΕΣΥΕ σε αυτές τις θέσεις και η συμμετοχή τους σε αυτήν την παγκόσμια πλατφόρμα ανταλλαγής γνώσης και καινοτομίας στον τομέα των σιράγγων και των υπόγειων έργων αποτελεί ιδιαίτερη τιμή για την Επιτροπή. Η ΕΕΣΥΕ τους εύχεται μια δημιουργική και επικοινωνιακή θητεία και κάθε επιτυχία στο έργο τους.

Παράλληλα, η ΕΕΣΥΕ θα ήθελε να ευχαριστήσει θερμά τον Καθηγητή Georg Anagnostou (ETH Zurich), μέλος της ΕΕΣΥΕ και Πρόεδρο της Επιστημονικής Επιτροπής του συνεδρίου WTC 2023, ο οποίος αποχωρεί από την προεδρία της εν λόγω επιτροπής για τη μέχρι σήμερα πολύτιμη συμβολή του στην ανάπτυξη του ITA-CET University Network. Του ευχόμαστε καλή συνέχεια και μια δημιουργική νέα περίοδο μετά την ολοκλήρωση της μακρόχρονης προσφοράς του.

What's new on the Steering Board?

It is with regret that the ITA-CET Committee says goodbye to a valued member, Professor Georg Anagnostou, from ETH Zurich in Switzerland, who for over ten years was the Leader of the Committee's Activity Group 3, in charge of developing the ITA university network. We wish him a long and fulfilling retirement.

He is replaced in this position by Chrysothemis Paraskevoπούλου, Associate Professor at the University of Leeds, UK, who will be assisted by Professor Markus Thewes, from Ruhr Universität Bochum, Germany. Both are long-standing members of the ITA-CET Committee.

We are also delighted to welcome to the Steering Board Professor Sandeep Potnis, from MIT World Peace University, Pune, India. Professor Potnis has been an active Committee member for several years and will be taking on a new role within the Steering Board, in charge of developing the university network and its activities in Asia.



Georg Anagnostou
Ex university network Leader



Chrysothemis Paraskevoπούλου
New university network Leader



Markus Thewes
University network Vice-leader



Sandeep Potnis
University network Vice-leader for Asia



Ioannis Fikiris
New ITA-CET Tutor

Following the WTC elections and the changes to the composition of the ITA Executive Council, Mr Ioannis Fikiris has been appointed the new Tutor in charge of overseeing the work of the ITA-CET Committee.

Mr Fikiris was President of the Greek Tunneling Society from 2017 – 2021. He has been a member of the ITA's Executive Council since 2020 and currently holds the position of ITA Vice-President. He was also the chair of the Organizing Committee of the World Tunnel Congress 2023 that was held in Athens.

Outside the ITA, Mr Fikiris is the CEO at EDAFOS Engineering Consultants S.A., a leading geotechnical engineering consulting firm, based in Athens, Greece.

The ITA-CET Steering Board warmly welcomes him as a new member.

Εικόνα 14. Η νέα σύνθεση του Steering Board του ITA-CET University Network, με τη συμμετοχή μελών της ΕΕΣΥΕ στο προεδρείο της επιτροπής.

Διεθνής Δράση 4. Η ΕΕΣΥΕ εντάσσεται στην Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Μηχανικών Εκρηκτικών (EFEE)



Η Ελληνική Επιτροπή Σιράγγων και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ) εντάσσεται στην Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Μηχανικών Εκρηκτικών (European Federation of Explosives Engineers – EFEE) και ορίζεται επίσημος Εθνικός Εκπρόσωπος στην Ελλάδα

Η Ελληνική Επιτροπή Σιράγγων και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ) συμμετείχε με ιδιαίτερη επιτυχία στην Ετήσια Συνεδρίαση του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ομοσπονδίας Μηχανικών Εκρηκτικών (European Federation of Explosives Engineers – EFEE), η οποία πραγματοποιήθηκε στην Αθήνα τον Νοέμβριο 2025. Η σημαντική αυτή διήμερη συνάντηση αποτέλεσε ορόσημο για την ΕΕΣΥΕ, ενισχύοντας τη διεθνή συνεργασία και την ευθυγράμμιση κοινών τεχνικών και επιστημονικών στόχων.

Την ΕΕΣΥΕ εκπροσώπησαν ο Καθηγητής Ανδρέας Μπενάρδος, Πρόεδρος της ΕΕΣΥΕ και η Καθηγήτρια Χρυσοθέμι Παρασκευοπούλου, Ταμίας της ΕΕΣΥΕ. Στη συνεδρίαση συμμετείχε επίσης ο Καθηγητής Θεόδωρος Μιχαλακόπουλος, εκπροσωπώντας το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο στον τομέα της μηχανικής εκρηκτικών. Την ΕΕΣΥΕ συνόδευσαν ακόμη εκπρόσωποι της ELTEK (Hellenic Explosives Technologies), μιας ιδιαίτερα δυναμικής ελληνικής εταιρείας στον τομέα παραγωγής εκρηκτικών, αναδεικνύοντας τον ισχυρό δεσμό μεταξύ ακαδημαϊκής κοινότητας, επιστημονικών φορέων και βιομηχανίας.

Announcement

GTS officially joined European Federation of Explosives Engineers (EFEE) as the National Association Member representing Greece




Εικόνα 15. Η ΕΕΣΥΕ εντάσσεται στην EFEE.





Ως άμεσο αποτέλεσμα της συνεδρίασης, η ΕΕΣΥΕ εντάχθηκε ως μέλος και επίσημος εθνικός εκπρόσωπος της Ελλάδας στην EFEE. Ο θεσμικός αυτός ρόλος καθιστά την ΕΕΣΥΕ το κεντρικό σημείο αναφοράς για τη χώρα στον ευρωπαϊκό διάλογο που αφορά τη σιραγοποιία, τη μεταλλευτική και τη μηχανική εκρηκτικών.

Η συμμετοχή αυτή δημιουργεί ένα ισχυρό πλαίσιο συνεργασίας μεταξύ των κοινοτήτων της σιραγοποιίας, της μεταλλευτικής και της μηχανικής εκρηκτικών, με κοινούς στόχους την ασφαλή και βιώσιμη κατασκευή υπόγειων, μεταλλευτικών και τεχνικών έργων, την καινοτομία στις τεχνικές ανατίναξης και εκσκαφής, την ανταλλαγή γνώσης και την προώθηση βέλτιστων πρακτικών σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Η ένταξη στην EFEE προσφέρει στα μέλη της ΕΕΣΥΕ άμεση πρόσβαση σε ένα εκτεταμένο ευρωπαϊκό δίκτυο ειδικών, ερευνητικών πρωτοβουλιών, τεχνικών οδηγιών και ευκαιριών επαγγελματικής ανάπτυξης, ενώ ταυτόχρονα ενισχύει θεσμικά τη φωνή της Ελλάδας σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Την εκπροσώπηση της ΕΕΣΥΕ στην EFEE θα αναλάβουν η Καθηγήτρια Χρυσοθέμις Παρασκευοπούλου και ο Καθηγητής Θεόδωρος Μιχαλακόπουλος, συμβάλλοντας ενεργά στο έργο της Ομοσπονδίας και διασφαλίζοντας την ισχυρή και συνεχόμενη ελληνική παρουσία στις μελλοντικές της δράσεις.

Η συνεργασία αυτή σηματοδοτεί ένα σημαντικό βήμα προόδου για την ΕΕΣΥΕ, επιβεβαιώνοντας τον θεσμικό της ρόλο, τη δέσμευσή της στη διεθνή συνεργασία και την προώθηση της σιραγοποιίας, της μεταλλευτικής και των υπόγειων έργων στην Ευρώπη.

Διεθνής Δράση 5. Συμμετοχή της ΕΕΣΥΕ στο European Underground & Tunnel Forum (EUTF) 2025

Με επιτυχία ολοκληρώθηκε η συμμετοχή της Ελληνικής Επιτροπής Σιραγγών και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ) στις εργασίες του European Underground & Tunnel Forum (EUTF), το οποίο διεξήχθη στις 16 και 17 Οκτωβρίου 2025 στην περιοχή Bellinzona-Giubiasco της Ελβετίας. Η συμμετοχή αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της ένταξης της ΕΕΣΥΕ στο European Underground & Tunnel Forum, η οποία ανακοινώθηκε επίσημα στις 13 Μαΐου 2025, καθιστώντας την Ελλάδα ένα από τα κράτη-μέλη του Forum που συνεργάζονται για την προώθηση των υπόγειων έργων και της βιώσιμης αξιοποίησης του υπόγειου χώρου στην Ευρώπη.

Η Ελλάδα, ως ένα από τα συμμετέχοντα κράτη-μέλη του Forum, εκπροσωπήθηκε από υψηλόβαθμη αντιπροσωπεία. Την επιτροπή εκπροσώπησαν ο Πρόεδρος, Καθ. Α. Μπενάρδος και η Αντιπρόεδρος, κα Μ. Μπαλάση. Παράλληλα, έντονη ήταν η παρουσία της νέας γενιάς μηχανικών, με τη συμμετοχή των κ.κ. Δ. Γεωργίου (Πρόεδρος ΕΕΣΥΕ_ΥΜ) και Ν. Σκεντέρας (Αντιπρόεδρος ΕΕΣΥΕ_ΥΜ) στις ειδικές συνεδριάσεις των Νέων Μελών (Young Members – YM EUTF).



Εικόνα 16. Ανακοίνωση της ένταξης της Ελληνικής Επιτροπής Σιραγγών και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ) στο European Underground & Tunnel Forum (EUTF), (Μαΐος 2025).



Εικόνα 17. Τεχνική επίσκεψη ελληνικής αποστολής στο νότιο εργοτάξιο της 2^{ης} Οδικής Σήραγγας του Gotthard στο πλαίσιο του EUTF (10/ 2025).

Κατά τη διάρκεια του διήμερου έλαβαν χώρα τα εξής:

- **Τεχνική Επίσκεψη:** Την πρώτη ημέρα, η ελληνική αποστολή συμμετείχε σε τεχνική επίσκεψη στο νότιο εργοτάξιο της 2^{ης} Οδικής Σήραγγας του Gotthard, όπου πραγματοποιήθηκε αναλυτική παρουσίαση του έργου και ξενάγηση στις εγκαταστάσεις, προσφέροντας πολύτιμη τεχνογνωσία για ένα από τα σημαντικότερα υπόγεια έργα της Ευρώπης.
 - **Στρατηγικές Συναντήσεις:** Τη δεύτερη ημέρα, οι εργασίες φιλοξενήθηκαν στα κεντρικά γραφεία της Lombardi Engineering Ltd στο Giubiasco, όπου πραγματοποιήθηκαν παράλληλες συνεδριάσεις του Διοικητικού Συμβουλίου του EUTF (EUTF Board) και των Νέων Μελών (YM EUTF), οι οποίες κατέληξαν σε κοινή συνεδρίαση για τον καθορισμό της μελλοντικής στρατηγικής του Forum.
- Η συμμετοχή της ΕΕΣΥΕ υπογραμμίζει την εξωστρέφεια του κλάδου των υπόγειων έργων στην Ελλάδα και τη δέσμευση για συνεχή ανταλλαγή γνώσης με τα μέλη της ευρωπαϊκής κοινότητας σήραγγων και υπόγειων υποδομών.

Διεθνής Δράση 6. Συμμετοχή μελών της ΕΕΣΥΕ σε Working Groups της ITA-AITES



Μέλη της Ελληνικής Επιτροπής Σηράγγων και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ) συμμετέχουν ενεργά στις επιστημονικές και τεχνικές επιτροπές της International Tunnelling and Underground Space Association (ITA-AITES), συμβάλλοντας στην ανάπτυξη κατευθυντήριων οδηγιών, την ανταλλαγή τεχνογνωσίας και την προώθηση της διεθνούς συνεργασίας στον τομέα των σήραγγων και των υπόγειων έργων.

Ειδικότερα, μέλη της ΕΕΣΥΕ συμμετέχουν στα ακόλουθα Working Groups της ITA-AITES:

- ITATECH: Καθ. Ανδρέας Μπενάρδος
- WG 2 – Research: Δημήτριος Λίτσας
- WG 3 – Contractual Practices in Underground Construction: Σπύρος Κωνσταντής
- WG 12 – Sprayed Concrete Use: Παρασκευή Γιούτα-Μήτρα
- WG 20 – Urban Problems – Underground Solutions: Καθ. Χρυσοθέμις Παρασκευοπούλου, Καθ. Ανδρέας Μπενάρδος
- WG 21 – Life Cycle Asset Management (Animateur): Καθ. Πάνος Σπυρίδης

Παράλληλα, ο Δημήτριος Γεωργίου συμμετέχει στο Young Members Group της ITA-AITES, ενισχύοντας τη συμμετοχή της νέας γενιάς μηχανικών στις διεθνείς δράσεις της Ένωσης.

Η παρουσία των μελών της ΕΕΣΥΕ στις επιτροπές και ομάδες εργασίας της ITA-AITES συμβάλλει ενεργά στην ανάπτυξη της διεθνούς τεχνογνωσίας στον τομέα των υπόγειων έργων και ενισχύει την παρουσία της ελληνικής επιστημονικής κοινότητας στο παγκόσμιο δίκτυο σήραγγας.



Διεθνής Δράση 7. Συμμετοχή της ΕΕΣΥΕ στο World Tunnel Congress 2025 (Stockholm)



Το World Tunnel Congress 2025 (WTC 2025) πραγματοποιήθηκε στη Στοκχόλμη της Σουηδίας από τις 9 έως τις 15 Μαΐου 2025, συγκεντρώνοντας την παγκόσμια κοινότητα των σιράγγων και των υπόγειων έργων στο ετήσιο συνέδριο της International Tunnelling and Underground Space Association (ITA-AITES).

Η Ελληνική Επιτροπή Σιράγγων και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ) συμμετείχε στις εργασίες του συνεδρίου. Ο Πρόεδρος της ΕΕΣΥΕ, Καθηγητής Ανδρέας Μπενάρδος, συμμετείχε στις δύο συνεδριάσεις της Γενικής Συνέλευσης της ITA (ITA General Assembly), καθώς και στις συναντήσεις της Working Group 20

(Urban Problems – Underground Solutions) και της ITA-CET, που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του συνεδρίου. Η συμμετοχή αυτή ενισχύει τη διεθνή παρουσία της ΕΕΣΥΕ και συμβάλλει ενεργά στην ανταλλαγή τεχνογνωσίας και στη συνεργασία της ελληνικής κοινότητας σιράγγων με το διεθνές δίκτυο των οργανισμών που δραστηριοποιούνται στον σχεδιασμό και την κατασκευή υπόγειων έργων.



Εικόνα 18. Πρόεδρος της ΕΕΣΥΕ, Καθηγητής Ανδρέας Μπενάρδος στο ITA General Assembly WTC2025

Διεθνής Δράση 8. Συμμετοχή της ΕΕΣΥΕ στο Southeastern Europe Tunnelling Conference (SETC) 2025



Το Southeastern Europe Tunnelling Conference 2025 (SETC-2025) πραγματοποιήθηκε στο Βελιγράδι της Σερβίας, συγκεντρώνοντας επιστήμονες, μηχανικούς και εκπροσώπους οργανισμών από τον χώρο των σιράγγων και των υπόγειων έργων της ευρύτερης περιοχής της Νοτιοανατολικής Ευρώπης. Το συνέδριο αποτέλεσε σημαντική πλατφόρμα ανταλλαγής τεχνογνωσίας και παρουσίασης σύγχρονων τεχνικών εξελίξεων στον τομέα της σιραγοποιίας και των υπόγειων υποδομών.

Η Ελληνική Επιτροπή Σιράγγων και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ) εκπροσωπήθηκε στις εργασίες του συνεδρίου από τον Πρόεδρό της, Καθηγητή Ανδρέα Μπενάρδο, καθώς και από την πλειοψηφία των μελών του Διοικητικού της Συμβουλίου, συμβάλλοντας στον διεθνή διάλογο για την ανάπτυξη των υπόγειων υποδομών στην ευρύτερη περιοχή της Νοτιοανατολικής Ευρώπης.

Στο πλαίσιο των εκδηλώσεων του συνεδρίου πραγματοποιήθηκε επίσης η τελετή απονομής των ITA Tunnelling Awards 2025, κατά την οποία τιμήθηκε ο Σταθμός Βενιζέλου του Μετρό Θεσσαλονίκης, αναδεικνύοντας τη διεθνή αναγνώριση της ελληνικής τεχνογνωσίας στον σχεδιασμό και την κατασκευή υπόγειων έργων.



Διεθνής Δράση 9. Χρυσό Βραβείο ITA Tunnelling Awards 2025 για το Σταθμό Βενιζέλου του Μετρό Θεσσαλονίκης



Με μεγάλη χαρά ανακοινώνεται ότι ο Σταθμός Βενιζέλου του Μετρό Θεσσαλονίκης τιμήθηκε με το Χρυσό Βραβείο (Gold Award) στην κατηγορία “Elevated Thinking – Underground: Shaping the Future” στα ITA Tunnelling Awards 2025. Η απονομή πραγματοποιήθηκε στο Sava Center στο Βελιγράδι, στο πλαίσιο των εκδηλώσεων της Παγκόσμιας Ένωσης Σηράγγων (ITA-AITES) και αναγνωρίζει την καινοτόμο προσέγγιση που ακολουθήθηκε για την ενσωμάτωση της αρχαιολογικής κληρονομιάς σε ένα σύγχρονο υπόγειο τεχνικό έργο μεταφορών.

Κατά την κατασκευή του σταθμού Βενιζέλου αποκαλύφθηκε τμήμα του αρχαίου Decumanus Maximus με καταστήματα και οικίες, γεγονός που ανέτρεψε την αρχική μελέτη και οδήγησε σε μακρά και ενδελεχή διαβούλευση για την προστασία των αρχαιοτήτων αλλά και την ταυτόχρονη συνέχιση των εργασιών για την κατασκευή του Σταθμού Βενιζέλου. Η τελική λύση — που περιελάμβανε την προσωρινή απομάκρυνση και την επανένταξη των αρχαιοτήτων στον νέο σχεδιασμό του σταθμού — έδωσε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός από τα σημαντικότερα παραδείγματα διεθνώς ενσωμάτωσης αρχαιολογικών ευρημάτων σε σύγχρονη υποδομή μεταφορών, καθώς και τη δημιουργία του πρώτου μεγάλου «ζωντανού μουσείου» εντός ενός λειτουργικού σταθμού μετρό. Αυτή η πρωτοποριακή σύνδεση τεχνικής και πολιτιστικής προστασίας αναφέρθηκε ρητά από την κριτική επιτροπή των βραβείων.

Η Ελληνική Επιτροπή Σηράγγων και Υπόγειων Έργων είναι ιδιαίτερα ευτυχής για αυτήν τη διεθνή διάκριση. Το βραβείο αντανακλά την εξαιρετική τεχνική κατάρτιση και τον επαγγελματισμό των Ελλήνων μηχανικών, των αρχαιολόγων αλλά και όλων των φορέων που συνεργάστηκαν για να μετατρέψουν μια πολύπλοκη πρόκληση σε ένα πρότυπο έργο υποδομής και πολιτισμού.

Η επιτυχία του σταθμού Βενιζέλου υπενθυμίζει ότι η ανάπτυξη υποδομών υψηλής ποιότητας πρέπει να σχεδιάζεται και να υλοποιείται συμπεριλαμβάνοντας ενεργά την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς όχι ως πρόσθετο βάρος αλλά ως αναπόσπαστο στοιχείο του σχεδιασμού. Ο συνδυασμός τεχνικής αριστείας και σεβασμού προς την ιστορία και τον δημόσιο χώρο αποτελεί πρότυπο για μελλοντικά έργα υπόγειων υποδομών στο εσωτερικό & διεθνώς.



Εικόνα 19. Μέλη της ελληνικής αποστολής κατά την απονομή του Χρυσού Βραβείου στον Σταθμό Βενιζέλου του Μετρό Θεσσαλονίκης στα ITA Tunnelling Awards 2025, Βελιγράδι



Εικόνα 20. Απονομή του Χρυσού Βραβείου στον Σταθμό Βενιζέλου του Μετρό Θεσσαλονίκης στα ITA Tunnelling Awards 2025, Βελιγράδι.



Εικόνα 21. Απονομή του Χρυσού Βραβείου στον Σταθμό Βενιζέλου του Μετρό Θεσσαλονίκης στην κατηγορία “Elevated Thinking – Underground: Shaping the Future” στα ITA Tunnelling Awards 2025, Βελγιάδι.

Διεθνής Δράση 10. Υπογραφή Μνημονίου Συνεργασίας (MoU) μεταξύ ΕΕΣΥΕ και Pakistan Tunneling & Trenchless Society (PTTS)



Η σύσφιξη των σχέσεων και η προώθηση της γνώσης μεταξύ επιστημονικών ενώσεων αποτελεί θεμέλιο λίθο για την πρόοδο του κλάδου των υπόγειων έργων. Στο πλαίσιο αυτό, στις 12 Μαΐου 2025, ανακοινώθηκε η υπογραφή Μνημονίου Συνεργασίας (Memorandum of Understanding – MoU) μεταξύ της Ελληνικής Επιτροπής Σηράγγων και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ) και της Pakistan Tunneling & Trenchless Society (PTTS).

Το Μνημόνιο υπεγράφη από τον Πρόεδρο της ΕΕΣΥΕ, Καθηγητή Ανδρέα Μπενάρδο και τον Αντιπρόεδρο της PTTS, κ. Asif Riaz και σηματοδοτεί ένα σημαντικό βήμα στην ενίσχυση των διεθνών δεσμών και στην προώθηση της συνεργασίας στον τομέα της έρευνας, της ανταλλαγής τεχνογνωσίας και της επαγγελματικής ανάπτυξης στον χώρο των υπόγειων έργων και των τεχνολογιών trenchless.

Βασικό μέλημα της Ελληνικής Επιτροπής Σηράγγων και Υπογείων Έργων (ΕΕΣΥΕ) παραμένει η διάδοση της γνώσης και της κουλτούρας ανάπτυξης υπόγειων έργων, καθώς και η προσφορά βοήθειας και τεχνογνωσίας σε άλλους αδελφούς οργανισμούς, συμβάλλοντας έτσι στην ενίσχυση της διεθνούς συνεργασίας και στην πρόοδο του κλάδου των σηράγγων και των υπόγειων υποδομών. Η εν λόγω συνεργασία δημιουργεί επίσης νέες ευκαιρίες διασύνδεσης μεταξύ ακαδημαϊκών ιδρυμάτων, επιστημονικών φορέων και επαγγελματικών οργανισμών, καθώς και επιχειρηματικές προοπτικές για τις τεχνικές κοινότητες των δύο χωρών. Η συνεργασία αυτή αποτελεί ένα ακόμη βήμα ενίσχυσης της διεθνούς παρουσίας της ΕΕΣΥΕ και της ανάπτυξης δεσμών συνεργασίας με επιστημονικούς και τεχνικούς οργανισμούς σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η ΕΕΣΥΕ εκφράζει επίσης τις θερμές ευχαριστίες στον πρώην Πρόεδρό της κ. Ν. Ρούσσο, ο οποίος πρωτοστάτησε και βοήθησε αποφασιστικά στην υλοποίηση αυτού του Μνημονίου Συνεργασίας.



Εικόνα 22. Υπογραφή Μνημονίου Συνεργασίας (MoU) μεταξύ ΕΕΣΥΕ και PTTS



Διεθνής Δράση 11. Διεθνείς επιστημονικές δραστηριότητες και keynote lectures του Av. Καθ. ΕΜΠ Βασίλη Μαρίνου (IAEG President)



Η διεθνής παρουσία της ελληνικής επιστημονικής κοινότητας στον τομέα της σηραγοποιίας και της τεχνικής γεωλογίας ενισχύθηκε σημαντικά μέσα από τις επιστημονικές δραστηριότητες του Αναπληρωτή Καθηγητή του ΕΜΠ Βασίλη Μαρίνου, μέλους του Διοικητικού Συμβουλίου της ΕΕΣΥΕ και Προέδρου της International Association for Engineering Geology and the Environment (IAEG).

Κατά το τελευταίο έτος πραγματοποίησε επτά keynote lectures, προσκεκλημένες διαλέξεις και εξειδικευμένα μαθήματα σε διεθνείς επιστημονικές διοργανώσεις: (1) technical tour στη Νέα Ζηλανδία με μαθήματα και διαλέξεις σε θέματα



Εικόνα 23. Technical tour Av. Καθ. Βασίλη Μαρίνο στη Νέα Ζηλανδία με μαθήματα και διαλέξεις σε θέματα Rock Mechanics & Rock Slope and Tunnelling Engineering (Μάρτιος 2025).

Rock Mechanics & Rock Slope and Tunnelling Engineering (Μάρτιος 2025), (2) technical tour στην Αυστραλία με μαθήματα και διαλέξεις σε θέματα Rock mass classifications and Tunnelling Engineering (Μάρτιος 2025), (3) προσκεκλημένη διάλεξη στο Workshop on Soft Rocks (ISRM) στο Porto της Πορτογαλίας, με πολυάριθμες εφαρμογές σε πρακτικές σηραγοποιίας (Μάιος 2025), (4) διάλεξη στο 7th International Summer School on Urban Underground Space, (5) προσκεκλημένη ομιλία στο 78th Canadian Geotechnical Society (CGS) Conference – GeoManitoba, με τίτλο “The role of Engineering Geology in Application and Examples of Ground Risk Management and Mitigation in different engineering sectors”, (6) keynote lecture στο 15th IAEG Asian Regional Conference με τίτλο “Advancements in Tunnelling: the Role of Engineering Geology in Design and Construction over the Last 30 Years”, (7) keynote lecture στο EGCON (International Conference on Engineering Geology & Geohazards) με τίτλο “Engineering geological characterisation in geotechnical engineering. Case studies with emphasis on the rock mass behaviour appraisal in slope stability and tunnelling”.





3 Οι υπόγειες δράσεις της Ομάδας Νέων Μελών ΕΕΣΥΕ

Δράσεις, ιδέες και παρουσία της νέας γενιάς στον κλάδο

Η ΕΕΣΥΕ, κατόπιν της απόφασης της Διεθνούς Ένωσης Σηράγγων (ITA-AITES) για την ίδρυση της «Ομάδας Νέων» με στόχο τη στήριξη νέων επαγγελματιών στον τομέα των σηράγγων και των υπόγειων έργων, αποφάσισε το 2014 τη δημιουργία της Ελληνικής «Ομάδας Νέων ΕΕΣΥΕ». Στην ομάδα συμμετέχουν νέοι επαγγελματίες από μελετητικές και κατασκευαστικές εταιρείες, καθώς και από τον ακαδημαϊκό χώρο, οι οποίοι αποτελούν δυναμικό και θεμελιώδες μέρος του κλάδου. Τον Απρίλιο του 2025 συγκροτήθηκε νέο διοικητικό συμβούλιο της «Ομάδας Νέων ΕΕΣΥΕ». Το διοικητικό συμβούλιο απαρτίζεται από τον κ. Δ. Γεωργίου (Πρόεδρο), την κα. Ντ. Σκεντέρας (Αντιπρόεδρο), τον κ. Ι. Δράκο (Γραμματέα) και τον κ. Ν. Αντωνιάδη (Μέλος). Σκοπός της ομάδας νέων είναι να προάγει την επιστήμη και τον τομέα των υπογείων έργων στους νέους μηχανικούς, μέσω εκδηλώσεων και δράσεων, υπό την αιγίδα της ΕΕΣΥΕ. Με στόχο αυτό λοιπόν, εντός του 2025, έχουν πραγματοποιηθεί επιτυχώς οι ακόλουθες δράσεις:

Τεχνική επίσκεψη σε εργοτάξια της υπό κατασκευή Γραμμής 4Α, της ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΤΡΟ

Στις 20/6/2025 και 24/9/2025, πραγματοποιήθηκαν τεχνικές επισκέψεις στα εργοτάξια των επιστάθμων ΓΝΑ και Βεΐκου αντίστοιχα, με συμμετοχή περισσότερων από 20 νέων μηχανικών και γεωλόγων ανά τεχνική επίσκεψη. Στις επισκέψεις αυτές έγινε παρουσίαση από τα στελέχη της ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. αλλά και του κατασκευαστή του Έργου, Όμιλος ΑΒΑΞ, των υπό συμβατικά διάνοιξη σηράγγων των επίσταθμων, με αναλυτική παρουσίαση της μεθόδου κατασκευής των σηράγγων. Οι συμμετέχοντες ξεναγήθηκαν στους χώρους των εργοταξίων και είχαν τη δυνατότητα να δουν τα στάδια κατασκευής των σηράγγων, όπως και να συνομιλήσουν για τεχνικά θέματα με τους επιβλέποντες μηχανικούς.



Εικόνα 24. Τεχνική επίσκεψη στη σήραγγα του επιστάθμων ΓΝΑ



Συμμετοχή στο EUTF meeting 2025

Στις 16-17/10/2025, η Ομάδα Νέων παρευρέθηκε στην ετήσια συνάντηση του European Underground and Tunnel Forum (EUTF) στη Bellinzona της Ελβετίας. Μια εξέχουσα ευρωπαϊκή ένωση επιστημονικών σωματείων στην οποία η Ελλάδα είχε την χαρά να ενταχθεί το 2025. Στη ένωση αυτή συμμετέχουν χώρες όπως, η Αυστρία, το Βέλγιο, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ελβετία, η Ιταλία, η Ισπανία, η Ολλανδία και η Πορτογαλία. Στα πλαίσια της συνάντησης αυτής, η ομάδα μας είχε τη δυνατότητα να συνεργαστεί και να συζητήσει με τις υπόλοιπες ομάδες νέων σχετικά με θέματα προώθησης του κλάδου των υπογείων έργων στους νέους, όπως και τη διοργάνωση κοινών δράσεων. Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκε τεχνική επίσκεψη στο 2ο κλάδο της υπό κατασκευής οδικής σήραγγας βάσης Άλπεων, Gotthard tunnel, μήκους 16,9 km.



Εικόνα 25. Ομάδα Νέων ΕΕΣΥΕ παρευρέθηκε στην ετήσια συνάντηση του EUTF 2025 στη Bellinzona της Ελβετίας

Διαδικτυακό Σεμινάριο (Webinar) με προσκεκλημένο ομιλητή τον Johnny Poulsen, CEO της Dolenco Tunnel System

Στις 11/11/2025 πραγματοποιήθηκε διαδικτυακή παρουσίαση από τον CEO της εταιρείας Dolenco Tunnel Systems, κ. Johnny Poulsen, με αντικείμενο την καινοτομία της εταιρείας Dolenco σχετικά με την υδατοστεγάνωση υπογείων έργων και την διαχείριση των υδάτων στα υπόγεια έργα. Την παρουσίαση παρακολούθησαν περισσότεροι από 30 συμμετέχοντες.

SPEAKER

Johnny Poulsen

CEO, Dolenco
Tunnel Systems



#gtsym_webinars



Εικόνα 26. Ανακοίνωση παρουσίασης Johnny Poulsen



Επετειακή εκδήλωση 10+1 χρόνια Ομάδα Νέων ΕΕΣΥΕ

Το 2025 έκλεισε για την ΕΕΣΥΕ και την Ομάδα Νέων με μια ιδιαίτερα σημαντική εκδήλωση, την επετειακή εκδήλωση 10+1 χρόνια Ομάδα Νέων ΕΕΣΥΕ.

Ανήμερα του εορτασμού της προστάτιδας των υπογείων έργων, Αγίας Βαρβάρας, στις 4/12/2025 πραγματοποιήθηκε στον ιστορικό χώρο του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου στην οδό Πατησίων και συγκεκριμένα στην αίθουσα αγαλμάτων, ο εορτασμός τόσο των 10+1 ετών από την ίδρυση της Ομάδας Νέων της ΕΕΣΥΕ, όσο και ο εορτασμός της προστάτιδας Αγίας Βαρβάρας. Στην εκδήλωση αυτή πραγματοποιήθηκαν χαιρετισμοί από τον Πρόεδρο της ΕΕΣΥΕ, Καθ. Α. Μπενάρδο, την πρώην Πρόεδρο της Ομάδας Νέων και Ταμία της ΕΕΣΥΕ, Καθ. Χ. Παρασκευοπούλου και από τον κ. Χ. Στειακάκης, CEO της GEOSYSTA ΕΠΕ. Ακολούθησε παρουσίαση της δράσης της Ομάδας Νέων της ΕΕΣΥΕ έως σήμερα, ενώ η εκδήλωση ολοκληρώθηκε με συζήτηση στρογγυλής τράπεζας από νέους μηχανικούς, τόσο από τον τομέα της κατασκευής όσο και της μελέτης σηράγγων και υπογείων έργων. Το panel πλαισίωσαν οι Δρ. Β. Γκίκας, Γ. Μαυροδάκος, Σ. Μπακογιάννης και Β. Ξυνού. Κατά τη συζήτηση τέθηκαν ζητήματα που αφορούν τις επαγγελματικές προοπτικές των νέων σήμερα στα υπόγεια έργα και τη ζήτηση της αγοράς, καθώς και τις καθημερινές προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει ένας νέος μηχανικός υπόγειων έργων.

Στο πλαίσιο της διάθεσης την γνώσης, της μετάδοσης της υπάρχουσας εμπειρίας καθώς και της διευκόλυνσης της πρόσβασης των νέων επαγγελματιών στη γνώση και σε ευκαιρίες καριέρας, οι περισσότερες δράσεις, μεταξύ των οποίων και η επετειακή εκδήλωση, είναι διαθέσιμες προς παρακολούθηση στο κανάλι του YouTube: [Young Members Group of GTS](#).

Συνεχίζοντας στο ίδιο πνεύμα και με ακόμη περισσότερα μέλη να εισέρχονται στο επιστημονικό αυτό σωματείο, οι δράσεις θα συνεχιστούν το 2026. Για περισσότερες πληροφορίες μπορείτε να παρακολουθείτε τα social media της ΕΕΣΥΕ και της Ομάδας Νέων της ΕΕΣΥΕ.



Εικόνα 27. Επετειακή εκδήλωση 10+1 χρόνια Ομάδα Νέων ΕΕΣΥΕ



Εικόνα 28. Επετειακή εκδήλωση 10+1 χρόνια Ομάδα Νέων ΕΕΣΥΕ

Συμμετοχή της Ομάδας Νέων Μελών της ΕΕΣΥΕ στο ITA Young Members Global Event – St Barbara’s Day

Η Ομάδα Νέων Μελών της ΕΕΣΥΕ συμμετείχαν ενεργά στον εορτασμό της Αγίας Βαρβάρας, προστάτιδας των εργαζομένων στα υπόγεια έργα, καθώς και στην Παγκόσμια Ημέρα Υπογείων Έργων (World Tunnel Day), στο πλαίσιο της διεθνούς διαδικτυακής ημερίδας που διοργανώθηκε στις 4 Δεκεμβρίου 2025 από τη International Tunnelling and Underground Space Association (ITA) και το ITA Young Members (ITAYm), με τίτλο “Bespoke Tunnels, Unique Solutions”.

Η ημερίδα αποτέλεσε μια ιδιαίτερα σημαντική διεθνή δράση για την ανάδειξη της επιστημονικής γνώσης, της καινοτομίας και της βιωσιμότητας στα υπόγεια έργα, συγκεντρώνοντας 70 εισηγητές από 36 χώρες παγκοσμίως. Οι παρουσιάσεις κάλυψαν ένα ευρύ φάσμα εξειδικευμένων λύσεων σηράγγων και υπόγειων κατασκευών, αναδεικνύοντας τις προκλήσεις και τις σύγχρονες πρακτικές του κλάδου σε διεθνές επίπεδο.

Την Ελλάδα εκπροσώπησε ο Ι. Δράκος, ο οποίος παρουσίασε την καινοτόμο και βιώσιμη λύση που εφαρμόστηκε στην κατασκευή του Σταθμού Βενιζέλου του Μετρό Θεσσαλονίκης, έργο της Ελληνικό Μετρό Α.Ε.. Η παρουσίαση εστίασε στον επιτυχημένο συνδυασμό τεχνικής αρτιότητας, προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς και λειτουργικής ένταξης ενός μοναδικού αρχαιολογικού συνόλου σε ένα σύγχρονο συγκοινωνιακό έργο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το συγκεκριμένο έργο διακρίθηκε με το 1ο Βραβείο στην κατηγορία “Elevated Thinking Underground: Shaping the Future” στα ITA Tunnelling Awards 2025, (Οκτώβριος 2025) στο Βελιγράδι, επιβεβαιώνοντας τη διεθνή αναγνώριση της ελληνικής τεχνογνωσίας στα υπόγεια έργα.

Η συμμετοχή της ΕΕΣΥΕ και της Ομάδας Νέων Μελών σε τέτοιες διεθνείς πρωτοβουλίες ενισχύει την εξωστρέφεια του ελληνικού τεχνικού κόσμου και προάγει τη διαρκή ανταλλαγή γνώσης και εμπειρίας με την παγκόσμια κοινότητα των υπόγειων έργων.



Εικόνα 29. παρουσίαση της Ελλάδας στο διεθνές διαδικτυακό ITA Young Members Global Event – St Barbara’s Day.



4 Υπόγεια Έργα υπό κατασκευή στην Ελλάδα

Η τρέχουσα πορεία των υπόγειων έργων

Έργο 1. Γραμμή 4 Μετρό Αθήνας – Τμήμα Α «Άλσος Βεΐκου – Γουδής»

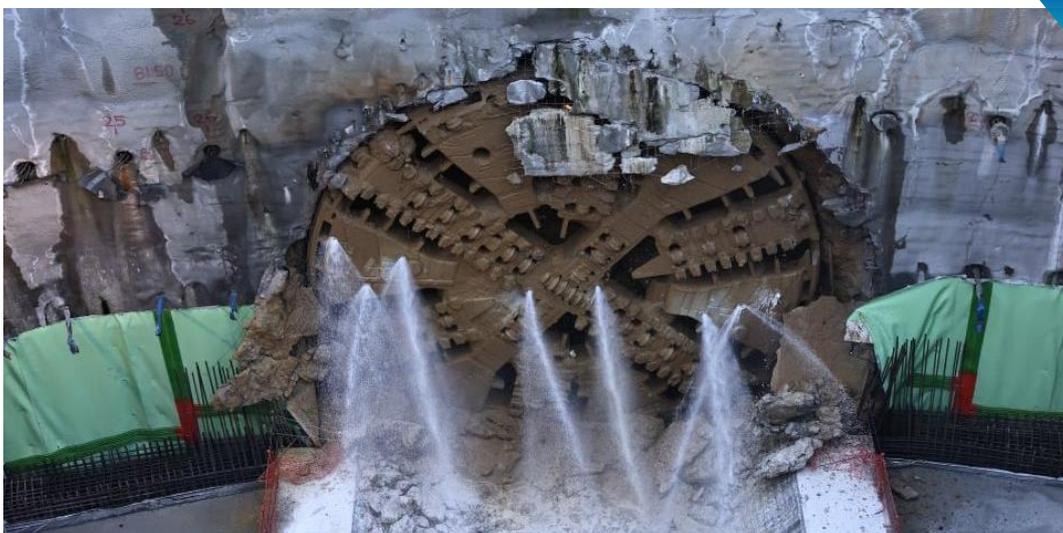


Υπό εξέλιξη βρίσκονται οι εργασίες κατασκευής της νέας Γραμμής 4 του Μετρό της Αθήνας, στο τμήμα «Άλσος Βεΐκου – Γουδής». Η σύμβαση Μελέτη-Κατασκευή (Design & Build), η οποία υπογράφηκε το 2021 με εκτιμώμενο προϋπολογισμό περίπου 1,5 δισ. €, αφορά μια πλήρως αυτοματοποιημένη γραμμή Μετρό μήκους περίπου 13 km, με 15 υπόγειους σταθμούς, η οποία κατασκευάζεται εντός του πυκνοδομημένου αστικού ιστού της Αθήνας. Πρόκειται για το μεγαλύτερο υπόγειο έργο υποδομής που υλοποιείται σήμερα στη χώρα.

Οι κύριες σήραγγες της γραμμής διανοίγονται με τη χρήση δύο μηχανημάτων ολομέτωπης κοπής τύπου EPB TBM («Αθηνά» και «Νίκη»), ενώ παράλληλα πραγματοποιούνται συμβατικές εκσκαφές στους σταθμούς, στα φρέατα και στις ειδικές υπόγειες κατασκευές. Το TBM «Αθηνά» έχει ολοκληρώσει τη διάνοιξη τμήματος σήραγγας μήκους περίπου 5,1 km μεταξύ των φρεάτων Κατεχάκη και Ευαγγελισμός, όπου πραγματοποιήθηκε breakthrough, ενώ το δεύτερο TBM «Νίκη» συνεχίζει τη διάνοιξη από το Άλσος Βεΐκου προς τον Ευαγγελισμό. Η συνολική πρόοδος εκσκαφής των κύριων σηράγγων της γραμμής προσεγγίζει το 60–65% του συνολικού μήκους, ενώ σε αρκετούς σταθμούς βρίσκονται σε εξέλιξη οι εργασίες κατασκευής των μόνιμων κατασκευών και των δομικών στοιχείων των υπόγειων εγκαταστάσεων.

Κύριος Έργου: *Ελληνικό Μετρό Α.Ε.*

Ανάδοχος Κατασκευής: *Κ/Ε ΑΒΑΞ Α.Ε. – GHELLA S.p.A. – ALSTOM Transport S.A.*



Εικόνα 30. 12/02/2026 Breakthrough «Αθηνάς» στο φρέαρ Ευαγγελισμού.



Έργο 2. Μετρό Θεσσαλονίκης – Επέκταση προς Καλαμαριά



Υπό εξέλιξη βρίσκονται οι εργασίες ολοκλήρωσης της επέκτασης του Μετρό Θεσσαλονίκης προς την περιοχή της Καλαμαριάς, μετά την έναρξη λειτουργίας της κύριας γραμμής του μετρό στα τέλη του 2024. Το έργο περιλαμβάνει περίπου 4,8 km δίδυμων σηράγγων και πέντε νέους υπόγειους σταθμούς, επεκτείνοντας το δίκτυο του μετρό προς τα νοτιοανατολικά της πόλης.

Οι κατασκευαστικές δραστηριότητες έχουν εισέλθει στο τελικό στάδιο, με τις κύριες κατασκευές του έργου να έχουν ουσιαστικά ολοκληρωθεί. Σε εξέλιξη βρίσκονται κυρίως οι εργασίες εγκατάστασης του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, οι δοκιμές λειτουργίας των συστημάτων και οι εργασίες αποπεράτωσης των σταθμών και των υποδομών της γραμμής. Η ολοκλήρωση της επέκτασης και η έναρξη λειτουργίας της αναμένονται το 2026.

Κύριος Έργου: Ελληνικό Μετρό Α.Ε.

Ανάδοχος: ΑΚΤΩΡ Α.Τ.Ε.

Έργο 3. Βόρειος Οδικός Άξονας Κρήτης (ΒΟΑΚ)



Σε εξέλιξη βρίσκονται εργασίες κατασκευής και προετοιμασίας σε τμήματα του Βόρειου Οδικού Άξονα Κρήτης (ΒΟΑΚ – Εθνική Οδός 90), ενός από τα σημαντικότερα έργα οδικών υποδομών που υλοποιούνται σήμερα στην Ελλάδα. Το έργο αφορά την αναβάθμιση του κύριου βόρειου οδικού άξονα της Κρήτης σε μήκος περίπου 200 km και αποτελεί τμήμα των ευρωπαϊκών οδικών αξόνων E75 & E65. Το έργο περιλαμβάνει σημαντικό αριθμό οδικών σηράγγων, με περίπου 15 δίδυμες σήραγγες συνολικού μήκους της τάξης των 13–14 km, οι οποίες προβλέπεται να κατασκευαστούν κυρίως με

συμβατικές μεθόδους εκσκαφής. Οι σήραγγες αυτές αναπτύσσονται σε διάφορα τμήματα του άξονα και αποτελούν βασικά τεχνικά έργα για τη βελτίωση της λειτουργικότητας και της ασφάλειας της διαδρομής, καθώς η νέα χάραξη του αυτοκινητοδρόμου αντικαθιστά τμήματα του υφιστάμενου οδικού δικτύου με περιορισμένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και αυξημένες απαιτήσεις οδικής ασφάλειας.

Στα επιμέρους τμήματα του έργου έχουν εγκατασταθεί τα κύρια εργοτάξια και έχουν ξεκινήσει οι πρώτες εργασίες εκσκαφής σε ορισμένες από τις σήραγγες, καθώς η υλοποίηση του άξονα εξελίσσεται σε επιμέρους κατασκευαστικά τμήματα με διαφορετικά συμβατικά σχήματα και σταδιακή ανάπτυξη των εργοταξίων κατά μήκος της χάραξης. Το κύριο ενεργό μέτωπο διάνοιξης εντοπίζεται στη δίδυμη σήραγγα Σελιναρίου, στο τμήμα Νεάπολη – Άγιος Νικόλαος, όπου βρίσκονται σε εξέλιξη εργασίες εκσκαφής και υποστήριξης.



Εικόνα 31. Εργασίες γόμωσης στο μέτωπο εκσκαφής (Εκδρομή «Πάυλος Μαρίνος», 12/2025)



Στα υπόλοιπα τμήματα του άξονα βρίσκονται σε εξέλιξη κυρίως εργασίες προετοιμασίας εργοταξίων και ανάπτυξης των απαραίτητων τεχνικών υποδομών για την πλήρη ανάπτυξη των υπόγειων έργων τα επόμενα χρόνια. Η συνολική πρόοδος των τμημάτων του έργου που περιλαμβάνουν υπόγεια έργα εκτιμάται σήμερα περίπου στο 10–20 % της κατασκευής.

Τμήμα Χερσόνησος – Νεάπολη (ΣΔΙΤ)

Κύριος του έργου: Ελληνικό Δημόσιο (Υπουργείο Υποδομών & Μεταφορών)

Ανάδοχος κατασκευής: Κ/Ξ ΤΕΡΝΑ Α.Ε. – ΑΚΤΩΡ Α.Τ.Ε. – ΙΝΤΡΑΚΑΤ Α.Ε.

Τμήμα Νεάπολη – Άγιος Νικόλαος

Κύριος του έργου: Ελληνικό Δημόσιο (Υπουργείο Υποδομών & Μεταφορών)

Ανάδοχος κατασκευής: ΑΚΤΩΡ Α.Τ.Ε.

Τμήμα Χανιά – Ηράκλειο (Παραχώρηση)

Κύριος του έργου: Ελληνικό Δημόσιο

Παραχωρησιούχος: ΓΕΚ ΤΕΡΝΑ Α.Ε.

Ανάδοχος κατασκευής: ΤΕΡΝΑ Α.Ε.

Έργο 4. Έργο Αντλησιοταμίευσης Αμφιλοχίας – Υπόγεια Έργα



Σε εξέλιξη βρίσκονται οι εργασίες κατασκευής των υπόγειων έργων του συστήματος αντλησιοταμίευσης στην περιοχή της Αμφιλοχίας, ενός από τα μεγαλύτερα έργα αποθήκευσης ενέργειας που υλοποιούνται σήμερα στη Νοτιοανατολική Ευρώπη. Το έργο αναπτύσσεται στην περιοχή της λίμνης Καστρακίου και αποτελεί σημαντική υποδομή για την ενίσχυση της ευελιξίας και της αξιοπιστίας του ελληνικού ηλεκτρικού συστήματος. Το έργο περιλαμβάνει εκτεταμένο σύστημα υδραυλικών σηράγγων συνολικού μήκους περίπου 3 km, καθώς και σειρά κατακόρυφων φρεάτων μεγάλου βάθους, τα οποία σε ορισμένες περιπτώσεις φθάνουν περίπου 230–260 m. Οι υπόγειες εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν επίσης μεγάλους θαλάμους για τη στέγαση των υδροηλεκτρικών μονάδων, που αποτελούν τον βασικό πυρήνα του συστήματος αντλησιοταμίευσης. Το έργο περιλαμβάνει δύο άνω ταμειυτήρες και έναν κάτω ταμειυτήρα, ενώ η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του συστήματος ανέρχεται περίπου σε 680 MW.

Οι εργασίες εκσκαφής των κύριων υπόγειων τμημάτων προχωρούν παράλληλα με την ανάπτυξη των επιφανειακών εγκαταστάσεων και των ταμειυτήρων του έργου. Η συνολική πρόοδος της κατασκευής εκτιμάται σήμερα περίπου στο 40–60 %, ενώ η ολοκλήρωση των κατασκευαστικών εργασιών και η έναρξη λειτουργίας του έργου αναμένεται τα επόμενα χρόνια.

Κύριος του έργου: ΤΕΡΝΑ Ενεργειακή Α.Ε.

Ανάδοχος κατασκευής: ΤΕΡΝΑ Α.Ε.



Εικόνα 32. Εργασίες εκσκαφής σε μέτωπο σήραγγας (Εκδρομή «Παύλος Μαρίνος», 12/2025)



Έργο 5. Οδικές Σήραγγες Οδικής Σύνδεσης Νέου Αεροδρομίου Καστελίου Κρήτης



Σε εξέλιξη βρίσκονται οι εργασίες κατασκευής των οδικών σήραγγων που αποτελούν μέρος της νέας οδικής σύνδεσης του υπό κατασκευή Διεθνούς Αεροδρομίου Ηρακλείου στο Καστέλι με το εθνικό οδικό δίκτυο της Κρήτης.

Το έργο περιλαμβάνει δύο δίδυμες οδικές σήραγγες συνολικού μήκους περίπου 5 km, οι οποίες διανοίγονται με συμβατικές μεθόδους εκσκαφής, καθώς και σειρά σημαντικών τεχνικών έργων κατά μήκος της νέας χάραξης που θα συνδέει το νέο αεροδρόμιο με τον Βόρειο Οδικό Άξονα Κρήτης (ΒΟΑΚ) και το υπόλοιπο οδικό δίκτυο του νησιού. Η οδική σύνδεση του νέου αεροδρομίου με το κύριο οδικό δίκτυο της Κρήτης αποτελεί βασική υποδομή για τη λειτουργία του νέου διεθνούς αεροδρομίου, το οποίο αναμένεται να αντικαταστήσει το υφιστάμενο αεροδρόμιο «Νίκος Καζαντζάκης» στο Ηράκλειο και να αναβαθμίσει σημαντικά τις μεταφορικές υποδομές του νησιού.

Οι εργασίες εκσκαφής και υποστήριξης προχωρούν στα κύρια μέτωπα διάνοιξης, παράλληλα με την εξέλιξη των επιφανειακών έργων της νέας οδικής αρτηρίας. Η συνολική πρόοδος του έργου εκτιμάται σήμερα περίπου στο 50–65 % της κατασκευής, με τις υπόγειες εργασίες να αποτελούν κρίσιμο τμήμα της υλοποίησης της νέας υποδομής.

Κύριος του έργου: *Ελληνικό Δημόσιο (Υπουργείο Υποδομών & Μεταφορών)*

Ανάδοχος κατασκευής: *ΤΕΡΝΑ Α.Ε.*



Εικόνα 33. Στόμιο σήραγγας Νέου Αεροδρομίου Καστελίου Κρήτης (Εκδρομή «Παύλος Μαρίνος», 12/2025)

Έργο 6. Υπογειοποίηση Λεωφόρου Ποσειδώνος – Ελληνικό



Σε εξέλιξη βρίσκονται οι εργασίες υπογειοποίησης τμήματος της Λεωφόρου Ποσειδώνος στην περιοχή του Ελληνικού, στο πλαίσιο της μεγάλης αστικής ανάπλασης του πρώην αεροδρομίου της Αθήνας.

Το έργο περιλαμβάνει την κατασκευή υπόγειας οδικής σήραγγας συνολικού μήκους περίπου 1,5 km, με υπόγειο τμήμα περίπου 1,15 km και τρεις λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση. Η κατασκευή πραγματοποιείται με τη μέθοδο ανοικτής εκσκαφής και επανεπίχωσης (cut-and-cover) και αποτελεί βασικό συγκοινωνιακό έργο για την αναδιοργάνωση της κυκλοφορίας στο παραλιακό μέτωπο της Αθήνας, καθώς με την ολοκλήρωση της σήραγγας η κυκλοφορία της λεωφόρου θα μεταφερθεί σε υπόγειο επίπεδο, επιτρέποντας την ενοποίηση του μητροπολιτικού πάρκου του Ελληνικού με το παράκτιο μέτωπο.

Οι κύριες κατασκευές σκυροδέματος της σήραγγας βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο ολοκλήρωσης, ενώ παράλληλα εξελίσσονται εργασίες εγκατάστασης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και διαμόρφωσης των επιφανειακών χώρων. Η συνολική πρόοδος του έργου εκτιμάται σήμερα περίπου στο 70–80 % της κατασκευής.

Κύριος του έργου: *Lamda Development S.A.*

Ανάδοχος κατασκευής: *ΑΒΑΞ Α.Ε.*



Έργο 7. Υπόγειο Τμήμα Εθνικής Σιδηροδρομικής Γραμμής – Αθήνα



Σε εξέλιξη βρίσκονται οι εργασίες κατασκευής του υπόγειου τμήματος της εθνικής σιδηροδρομικής γραμμής στην Αθήνα, το οποίο ξεκινά από τον Κεντρικό Σιδηροδρομικό Σταθμό Αθηνών (Σταθμός Λαρίσης) και αποτελεί σημαντικό έργο αναβάθμισης της σιδηροδρομικής υποδομής στην πρωτεύουσα.

Το έργο αφορά την κατασκευή τετραπλής σιδηροδρομικής γραμμής συνολικού μήκους περίπου 2,36 km, από τα οποία περίπου 1,9 km αναπτύσσονται πλήρως σε υπόγεια διάταξη. Η νέα γραμμή κατασκευάζεται σε μεγάλο βαθμό εντός της ζώνης κατάληψης της υφιστάμενης επιφανειακής σιδηροδρομικής γραμμής, ενώ δύο από τις τέσσερις γραμμές προορίζονται κυρίως για την εξυπηρέτηση του προαστιακού σιδηροδρόμου και οι υπόλοιπες για υπεραστικά και διαπεριφερειακά δρομολόγια.

Οι εργασίες εκτελούνται σε ιδιαίτερα περιορισμένο αστικό περιβάλλον, με την υφιστάμενη σιδηροδρομική γραμμή να παραμένει σε λειτουργία κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Για την ασφαλή εκτέλεση των εργασιών εφαρμόζεται εκτεταμένο σύστημα γεωτεχνικής και δομικής παρακολούθησης, καθώς το έργο περιλαμβάνει κατασκευή σε μικρή απόσταση από υφιστάμενα κτίρια και τεχνικά έργα, ενώ σε ορισμένα σημεία η νέα υπόγεια γραμμή διέρχεται κοντά από λειτουργούσα σήραγγα Μετρό και άλλες υπόγειες υποδομές. Το έργο βρίσκεται σε εξέλιξη με τις κύριες υπόγειες κατασκευές να προχωρούν σταδιακά, ενώ παράλληλα διατηρείται η λειτουργία της υφιστάμενης σιδηροδρομικής γραμμής.

Κύριος του έργου: ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε.

Ανάδοχος κατασκευής: ΙΝΤΡΑΚΑΤ Α.Ε.

Έργο 8. Σήραγγα Κλεισούρας – Οδικός Άξονας Καστοριάς – Πτολεμαΐδας, Βόρεια Ελλάδα



Σε εξέλιξη βρίσκονται οι εργασίες κατασκευής της σήραγγας Κλεισούρας, η οποία αποτελεί βασικό τεχνικό έργο του οδικού άξονα που συνδέει την Καστοριά με την Πτολεμαΐδα στη Δυτική Μακεδονία. Το έργο αποσκοπεί στη βελτίωση της οδικής σύνδεσης μεταξύ των δύο περιοχών και στην αναβάθμιση της οδικής ασφάλειας στη διέλευση από την ορεινή περιοχή της Κλεισούρας.

Το έργο περιλαμβάνει την κατασκευή κύριας οδικής σήραγγας μήκους περίπου 1.365 m, καθώς και παράλληλης σήραγγας διαφυγής μήκους περίπου 1.380 m, οι οποίες διανοίγονται με συμβατικές μεθόδους εκσκαφής. Η παράλληλη σήραγγα λειτουργεί ως σήραγγα ασφαλείας και συνδέεται με την κύρια σήραγγα μέσω εγκάρσιων διαβάσεων, σύμφωνα με τα σύγχρονα πρότυπα ασφάλειας για οδικές σήραγγες.

Οι εργασίες εκσκαφής έχουν προχωρήσει σημαντικά, ενώ παράλληλα εκτελούνται εργασίες υποστήριξης και επένδυσης στα ήδη διανοιγμένα τμήματα της σήραγγας. Η πρόοδος της εκσκαφής έχει υπερβεί περίπου το 60–70 % του συνολικού μήκους των σηράγγων, με τις κατασκευαστικές εργασίες να συνεχίζονται στα κύρια μέτωπα διάνοιξης

Κύριος του έργου: Εγνατία Οδός Α.Ε.

Ανάδοχος κατασκευής: ΑΚΤΩΡ Α.Τ.Ε.



Εικόνα 34. Εργασίες γόμωσης στο μέτωπο εκσκαφής (Εκδρομή «Παύλος Μαρίνος», 12/2025)



Έργο 9. Οδικός Άξονας Μπράλος – Άμφισσα, Στερεά Ελλάδα



Σε εξέλιξη βρίσκονται οι εργασίες κατασκευής του νέου οδικού άξονα Μπράλος – Άμφισσα, ενός σημαντικού έργου οδικής υποδομής στη Στερεά Ελλάδα που αποσκοπεί στη βελτίωση της σύνδεσης της κεντρικής Ελλάδας με την περιοχή της Φωκίδας και το λιμάνι της Ιτέας.

Το έργο αφορά την κατασκευή νέου οδικού τμήματος συνολικού μήκους περίπου 25 km, το οποίο περιλαμβάνει δύο κύριες οδικές σήραγγες μήκους περίπου 2,1 km και 2,5 km, καθώς και σειρά γεφυρών και άλλων σημαντικών τεχνικών έργων κατά μήκος της χάραξης. Οι σήραγγες διανοίγονται με συμβατικές μεθόδους εκσκαφής και αποτελούν βασικά τεχνικά έργα του άξονα, καθώς επιτρέπουν τη διέλευση της χάραξης από την ορεινή περιοχή της Οίτης και βελτιώνουν σημαντικά τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της διαδρομής. Οι εργασίες εκσκαφής και υποστήριξης προχωρούν στα κύρια μέτωπα διάνοιξης των σηράγγων, ενώ παράλληλα εξελίσσονται τα επιφανειακά τεχνικά έργα του οδικού άξονα. Η συνολική πρόοδος του έργου εκτιμάται ότι βρίσκεται περίπου στο μέσο της κατασκευαστικής φάσης

Κύριος του έργου: Ελληνικό Δημόσιο (Υπουργείο Υποδομών & Μεταφορών)

Ανάδοχος κατασκευής: ΑΒΑΞ Α.Ε.



Εικόνα 35. Εργασίες εκσκαφής στο μέτωπο της σήραγγας (Εκδρομή «Παύλος Μαρίνος», 12/2025)

Έργο 10. Μεταλλεία της Ελληνικός Χρυσός (Ολυμπιάδα, Χαλκιδική)



Σε εξέλιξη βρίσκονται οι υπόγειες μεταλλευτικές εργασίες στο μεταλλείο Ολυμπιάδας, που ανήκει στο συγκρότημα των Μεταλλείων Κασσάνδρας στη ΒΑ Χαλκιδική και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα σύγχρονα υπόγεια μεταλλευτικά έργα στην Ελλάδα. Η εκμετάλλευση των πολυμεταλλικών θειούχων κοιτασμάτων πραγματοποιείται αποκλειστικά μέσω υπόγειου δικτύου στοών, ραμπών πρόσβασης και θαλάμων εξόρυξης, το οποίο αναπτύσσεται σε πολλαπλά επίπεδα σε σημαντικά βάθη κάτω από την επιφάνεια.

Η πρόσβαση στο κοίτασμα πραγματοποιείται μέσω κεκλιμένων ραμπών και κατακόρυφων φρεάτων, ενώ το υπόγειο δίκτυο περιλαμβάνει κύριες στοές μεταφοράς, στοές εξαερισμού και βοηθητικές στοές εξυπηρέτησης.

Η ανάπτυξη των υπόγειων εκσκαφών συνοδεύεται από συστήματα υποστήριξης της βραχώμαζας, όπως αγκυρώσεις, εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και μεταλλικά πλαίσια, ανάλογα με τις γεωτεχνικές συνθήκες του πετρώματος.



Εικόνα 36. Υπόγειες μεταλλευτικές εγκαταστάσεις Ολυμπιάδας (Εκδρομή «Παύλος Μαρίνος», 12/2025)



Η μεταλλευτική εκμετάλλευση πραγματοποιείται με σύγχρονες υπόγειες μεθόδους εξόρυξης, ενώ η μεταφορά του μεταλλεύματος γίνεται μέσω υπόγειων συστημάτων μεταφοράς προς τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας στην επιφάνεια. Παράλληλα, λειτουργούν εκτεταμένα συστήματα υπόγειου αερισμού, αποστράγγισης και γεωτεχνικής παρακολούθησης, τα οποία εξασφαλίζουν την ασφαλή λειτουργία του υπόγειου έργου και τον έλεγχο των γεωτεχνικών συνθηκών.

Το υπόγειο μεταλλευτικό έργο της Ολυμπιάδας αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα μεγάλης κλίμακας υπόγειας μεταλλευτικής ανάπτυξης στον ελλαδικό χώρο, με εκτεταμένο δίκτυο στοών και σημαντικές τεχνικές εφαρμογές στον σχεδιασμό και την υποστήριξη υπόγειων εκσκαφών.

Κύριος του έργου: *Ελληνικός Χρυσός Α.Ε.*

Ανάδοχος κατασκευής: *Ελληνικός Χρυσός Α.Ε.*

Έργο 11. Ορυχείο Λιγνίτη Προσηλίου (Σέρβια Κοζάνης)



Στην περιοχή του Προσηλίου, κοντά στα Σέρβια Κοζάνης, αναπτύσσονται υπόγειες μεταλλευτικές εργασίες για την εκμετάλλευση λιγνιτικού κοιτάσματος. Η εκμετάλλευση πραγματοποιείται μέσω συστήματος υπόγειων στοών πρόσβασης και εγκάρσιων στοών σύνδεσης που αναπτύσσονται κατά μήκος του λιγνιτικού στρώματος και εξυπηρετούν τις ανάγκες εξόρυξης και μεταφοράς του υλικού.

Το υπόγειο έργο περιλαμβάνει κύριες στοές μεταφοράς και βοηθητικές στοές εξυπηρέτησης, οι οποίες επιτρέπουν την πρόσβαση στο λιγνιτικό στρώμα και την ανάπτυξη των μετώπων εκμετάλλευσης. Οι υπόγειες εκσκαφές συνοδεύονται από έργα υποστήριξης και από συστήματα αερισμού και αποστράγγισης για την ασφαλή λειτουργία του μεταλλείου.

Η ανάπτυξη του υπόγειου δικτύου στοών επιτρέπει την εκμετάλλευση του λιγνιτικού κοιτάσματος σε σημαντικό μήκος, ενώ η μεταφορά του εξορυσσόμενου υλικού πραγματοποιείται μέσω υπόγειων συστημάτων μεταφοράς προς τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας στην επιφάνεια. Το έργο αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα υπόγειας εκμετάλλευσης λιγνιτικών κοιτασμάτων στον ελληνικό χώρο.

Κύριος του έργου: *Μ.Ε.Τ.Ε. Α.Ε.*

Ανάδοχος κατασκευής: *Μ.Ε.Τ.Ε. Α.Ε.*



Εικόνα 37. Μεταλλευτικές εργασίες στο ορυχείο Λιγνίτη Προσηλίου (Εκδρομή «Παύλος Μαρίνος», 12/2025)



5 Υπόγεια Ορόσημα του Κόσμου

Σημεία αναφοράς της υπόγειας μηχανικής διεθνώς

Τεχνικές προκλήσεις κατά τη μελέτη και κατασκευή του μητροπολιτικού σιδηροδρόμου της Ντόχα, ενός υπογείου έργου μέγα – κλίμακας



Ηλίας Κ. Μιχάλης. Πολ. Μηχ. Ε.Μ.Π., MSc, DIC, Σύμβουλος Γεωτεχνικών και Υπογείων Έργων

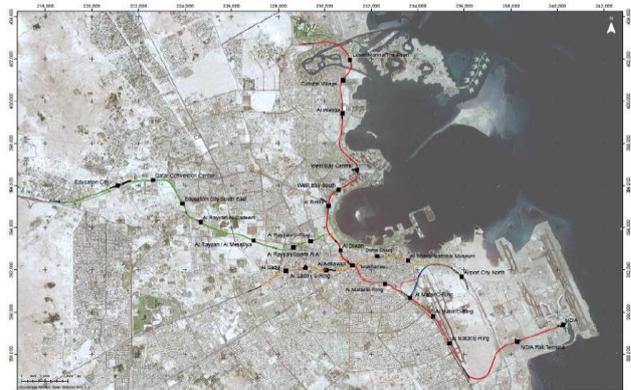
Πρώην Διευθυντής Υπογείων Έργων της Qatar Rail, αποσπασμένος από την Deutsche Bahn International. INFRA ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Ε., Σύμβουλος Γεωτεχνικών και Υπογείων Έργων της ΣΑΛΦΩ και ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο μητροπολιτικός σιδηρόδρομος της Ντόχα του Κατάρ, αποτέλεσε το μεγαλύτερο έργο υποδομής, το οποίο μελετήθηκε και κατασκευάστηκε στη Μέση Ανατολή κατά το διάστημα 2010-2019. Το βασικό μέγεθος του έργου περιλαμβάνει 118.6km σηράγγων διαμέτρου 7.2m, 18.3km επίγειας και υπερυψωμένης χάραξης και 37 σταθμούς (Εικόνα 38). Το εν λόγω μέγεθος, σε συνδυασμό με το πολύ ασφυκτικό χρονοδιάγραμμα κατασκευής του, κατέστησε το εγχείρημα υλοποίησης του έργου μία με τις μεγαλύτερες τεχνικές προκλήσεις των τελευταίων ετών.

Στα πλαίσια αυτών των προκλήσεων θα πρέπει να αναφερθούν η ταυτόχρονη λειτουργία 21 μηχανημάτων ολομέτωπης κατασκευής (TBM) τύπου EPB, για τη διάνοιξη του συνολικού μήκους των σηράγγων σε διάστημα 21 μηνών, καθώς και η πλέον εκτεταμένη χρήση παγκοσμίως (έως και σήμερα) της τεχνολογίας σκυροδέματος, οπλισμένου με μεταλλικές ίνες, για την κατασκευή των στοιχείων προκατασκευασμένης επένδυσης των εν λόγω σηράγγων.

Η ορθή τεκμηρίωση των παραπάνω βασικών επιλογών για την υλοποίηση του έργου, βασίστηκε στην ανάγκη ικανοποίησης των αυξημένων ποιοτικών απαιτήσεων κατασκευής, στην αξιολόγηση των κυρίαρχων γεωτεχνικών και υδρογεωλογικών συνθηκών, κατά μήκος του έργου, αλλά και στην κατά το δυνατόν ορθότερη εκτίμηση των τεχνικών κινδύνων διάνοιξης, αλλά και λειτουργίας των σηράγγων κατά την 120ετή διάρκεια ζωής τους.



Εικόνα 38. Χάρτης του Μητροπολιτικού Σιδηροδρόμου της Ντόχα – Υπόγεια Χάραξη.



2. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ & ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

2.1 Γενικά

Η αλληλουχία των γεωτεχνικών ενοτήτων, που διερευνήθηκαν και αξιολογήθηκαν κατά το σχεδιασμό των σηράγγων και των σταθμών των υπογείων τμημάτων του έργου, συνοψίζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Γεωτεχνικές ενότητες κατά μήκος της χάραξης του έργου

Γεωτεχνική Ενότητα	Περιγραφή	Τυπικό πάχος (m)
Εδαφικές αποθέσεις	Τεχνητές αποθέσεις, Ιζηματογενείς εδαφικές αποθέσεις, Αποσαθρωμένες εδαφικές στρώσεις	2 – 7
Αβεστόλιθος <i>Simsima</i> (*)	Ασθενής αβεστόλιθος κίτρινης απόχρωσης, κατά θέσεις κερματισμένος, με υψηλό βαθμό αποσάθρωσης και με έντονα χαρακτηριστικά καρστικοποίησης (Εικόνα 40 α, β, Εικόνα 41 α, β)	20 - 30
Ιλυόλιθος <i>Midra</i> (*)	Ασθενής ιλυόλιθος καφέ χρώματος	2 – 7
Αβεστόλιθος <i>Rus</i> (*)	Πολύ ασθενής έως ασθενής αβεστόλιθος, κατά θέσεις έντονα κερματισμένος, με ενστρώσεις γύψου (κατά θέσεις) και τοπικά έντονα χαρακτηριστικά καρστικοποίησης (Εικόνα 42 α, β και γ)	≥ 30

(*) Βραχώδες υπόβαθρο

Επισημαίνεται ότι οι επιφανειακές εδαφικές αποθέσεις δεν έχουν υποστεί στερεοποίηση, ενώ οι στρώσεις του βραχώδους υποβάθρου έχουν διαγενεθεί, χωρίς ωστόσο να έχουν υποστεί τη διαδικασία μεταμόρφωσης, λόγω υψηλών θερμοκρασιών και πιέσεων.

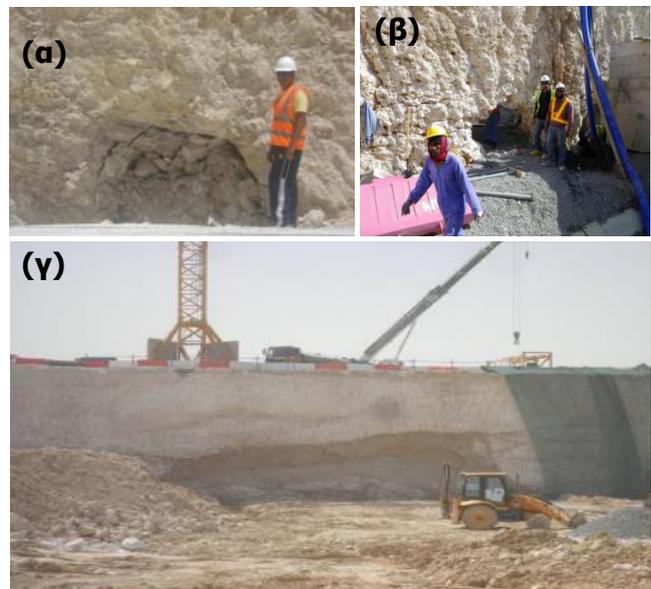
Η περιορισμένη τεκτονική δραστηριότητα στην ευρύτερη περιοχή του Κατάρ, είχε ως αποτέλεσμα η στρωσιγένεια (εκ της ιζηματογένεσης), να είναι η κύρια ασυνέχεια της δομής όλων των σχηματισμών του βραχώδους υποβάθρου (Εικόνα 39). Αυτό ακριβώς το χαρακτηριστικό της δομής τους, σε συνδυασμό με την παρουσία καρστικών μορφών εντός των ασβεστολιθικών σχηματισμών (Εικόνα 41α, β & Εικόνα 42γ) αποτέλεσε τους κύριους παράγοντες περιορισμού της χρήσης γνωστών συστημάτων ταξινόμησης βραχομαζών, όπως το GSI (Hoek, 1994) και το RMR89 (Bieniawski, 1989), αλλά και την ανάγκη δημιουργίας του κατάλληλου πλαισίου ορθής χρησιμοποίησής τους, για τον προσδιορισμό, μέσω αυτών των συστημάτων, των γεωτεχνικών παραμέτρων σχεδιασμού των βραχωδών σχηματισμών του Πίνακα 1.



Εικόνα 39. Στρωσιγένεια του βραχώδους υποβάθρου. Διακρίνεται η καφέ χρώματος ιλυολιθική στρώση (*Midra Shale*) μεταξύ των ασβεστολιθικών στρώσεων (*Simsima Limestone* και *Rus formation*).



Εικόνα 40. Αβεστόλιθος *Simsima*. (α) Αποσαθρωμένη και καρστικοποιημένη φάση (RQD<25%), (β) Υγιής φάση (RQD> 50%).



Εικόνα 41. Αβεστόλιθος *Simsima*. (α) Καρστικό έγκοιλο με υλικό κατάπτωσης, (β) & (γ) Ανοικτά καρστικά έγκοιλα

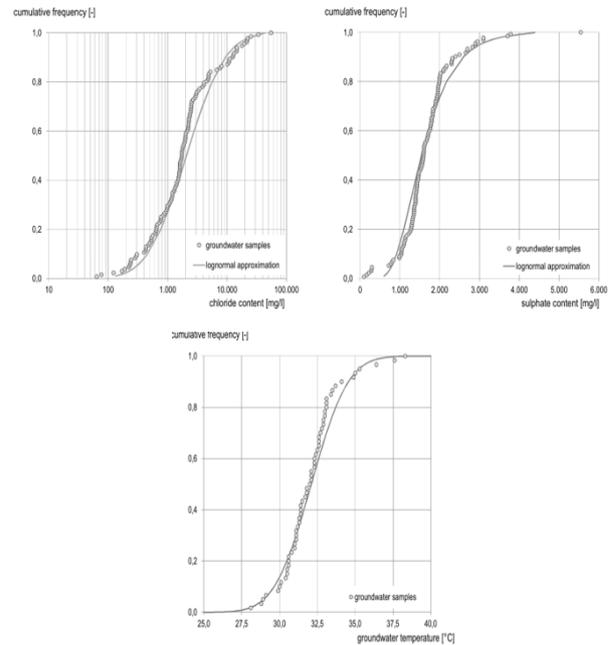


Εικόνα 42. Ασβεστόλιθος Rus. (α) Έντονα κερματισμένη φάση (RQD<25%), (β) Συμπαγής φάση (RQD>50%) και (γ) Καρστικό έγκοιλο.

Εντοπίστηκαν δύο διακριτοί υδροφόροι ορίζοντες, ο πρώτος εντός των σχετικά αβαθών ασβεστολιθικών σχηματισμών (Simsima limestone), σε βάθη μικρότερα των 20m, κι ο δεύτερος εντός των στρώσεων των ασβεστολιθικών σχηματισμών (Rus formation), σε βάθη μεγαλύτερα των 30m.

Οι εν λόγω υδροφόροι ορίζοντες είναι κατά θέσεις αρτεσιανοί. Χαρακτηρίζονται από υψηλές θερμοκρασίες (320C – 350C) αλλά και υψηλές περιεκτικότητες χλωριούχων (έως και 55.000 mg/l) και θεικών (έως και 5.500 mg/l), δηλαδή συνιστούν συνθήκες, οι οποίες καθιστούν το γεωτεχνικό περιβάλλον του έργου εξαιρετικά επιθετικό προς τις κατασκευές σκυροδέματος (τελικές επενδύσεις σηράγγων, κελύφη υπόγειων σταθμών, θεμελιώσεις γεφυρών και υπερυψωμένων σταθμών). Εξ αυτού κυρίως του λόγου, επιλέχθηκε η εφαρμογή της τεχνολογίας οπλισμένου σκυροδέματος με μεταλλικές ίνες, ως η πλέον δόκιμη τεχνική λύση για την προκατασκευή των στοιχείων της τελικής επένδυσης των σηράγγων.

Η Εικόνα 43 παρουσιάζει τις κατανομές των μετρήσεων χλωριούχων, θεικών και θερμοκρασίας σε επιλεγμένα δείγματα υπογείου ύδατος.



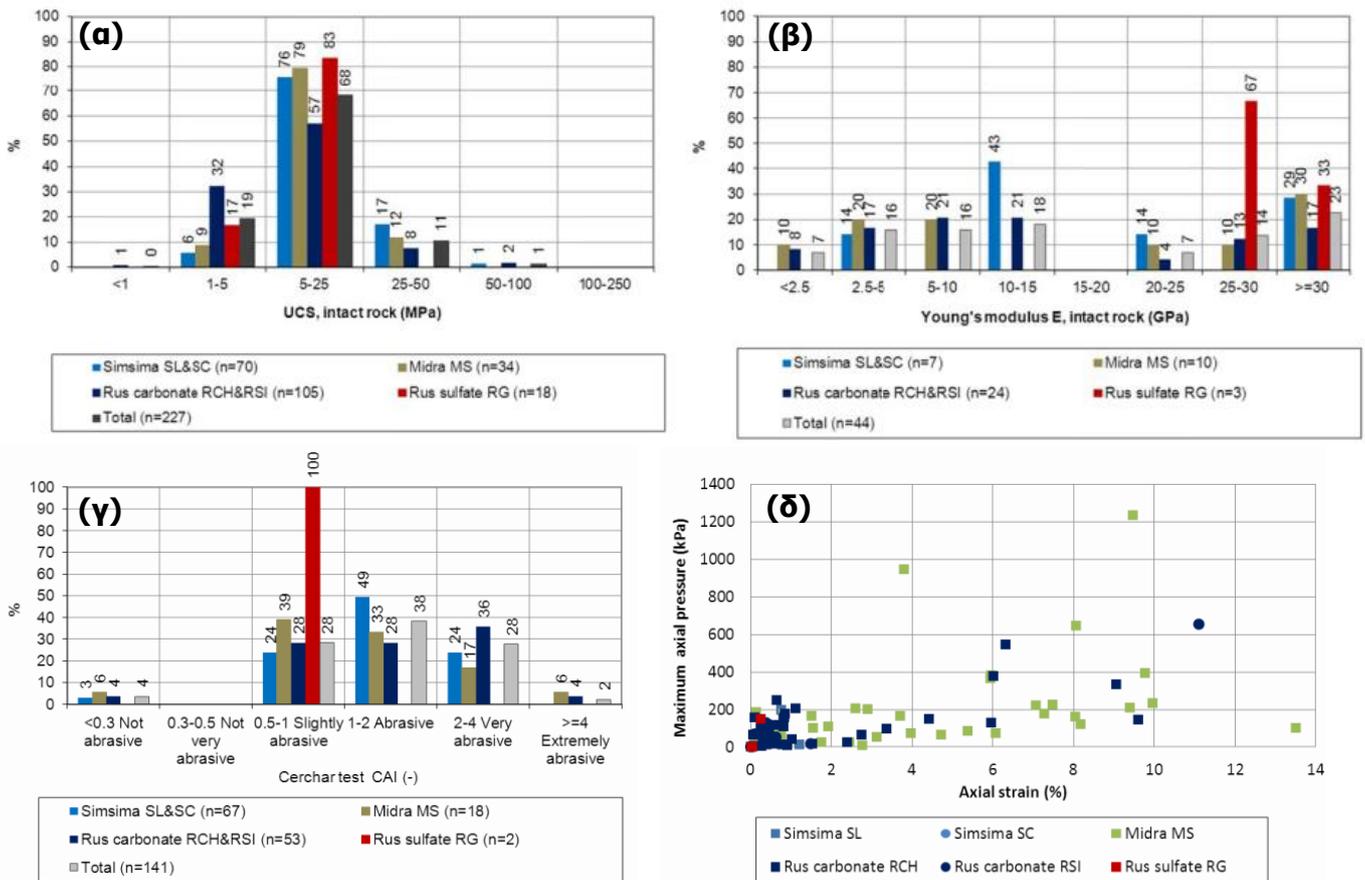
Εικόνα 43. Κατανομές μετρήσεων χλωριούχων θεικών και θερμοκρασίας σε δείγματα υπογείου ύδατος.

2.2 Γεωτεχνικές Έρευνες – Βασικά συμπεράσματα

Τόσο κατά την διάρκεια εκπόνησης της προκαταρκτικής μελέτης, όσο και κατά τη φάση των οριστικών μελετών του έργου, εκτελέστηκαν εκτενή γεωτεχνικά προγράμματα ερευνών, με στόχο την κατά το δυνατόν ακριβέστερη εκτίμηση των γεωτεχνικών συνθηκών, κατά μήκος της χάραξης. Τα προγράμματα αυτά αποτελούνταν από: (α) γεωτρήσεις, των οποίων τα βάθη ξεπέρασαν τα 30km εν συνόλω, (β) εκτεταμένες γεωφυσικές έρευνες, κατάλληλες για τη διερεύνηση καρστικών εγκοίλων για βάθη έως και 30m, καθώς και (γ) μεγάλο αριθμό επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών, για τη μέτρηση κυρίως της αντοχής, παραμορφωσιμότητας, διόγκωσης και τραχύτητας (abrasiveness) των απαντώμενων σχηματισμών. Οι Εικόνα 44 α, β, γ και δ παρουσιάζουν την στατιστική επεξεργασία σημαντικού και αντιπροσωπευτικού αριθμού μετρήσεων των αντοχών, παραμορφωσιμότητας, τραχύτητας & διόγκωσης των βραχωδών σχηματισμών του Πίνακα 1.

Προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα για τους βραχώδεις σχηματισμούς του Πίνακα 1: (α) Το χαρακτηριστικό εύρος των αντοχών της «αρραγούς» φάσης είναι: $\sigma_{ci} = 5\text{MPa} - 25\text{MPa}$, με το κάτω όριο να είναι αντιπροσωπευτικό των αντοχών του Ασβεστολίθου Rus, (β) Οι εργαστηριακές τιμές του Μέτρου Ελαστικότητας της «αρραγούς» φάσης Ει κυμαίνονται εντός του διαστήματος τιμών: 2.5GPa έως 30GPa, με αποτέλεσμα οι τιμές του δείκτη MR, εκ της σχέσεως $E_i = MR \cdot \sigma_{ci}$ (Palmstrom & Singh, 2001) να κυμαίνονται από 600 έως 1100. Η

προαναφερθείσα διακύμανση του δείκτη MR είναι χαρακτηριστική για τους ιζηματογενείς βραχώδεις σχηματισμούς (Hoek & Diederichs, 2006), (γ) Το χαρακτηριστικό εύρος τιμών του δείκτη τραχύτητας CAI = 0.5 – 3 και (δ) Η τάση διόγκωσης μετρήθηκε, ως επί το πλείστον, κάτω της τιμής των 200KPa, με ελάχιστες τιμές της να βρίσκονται εντός του ορίου 600KPa - 1200 KPa, οι οποίες μετρήθηκαν σε δείγματα της ενότητας του ιλυολίθου Midra.



Εικόνα 44. Στατιστική επεξεργασία εργαστηριακών δοκιμών των βραχωδών ενότητων. (α) Αντοχή «αρραγούς φάσης», (β) Μέτρο Ελαστικότητας «αρραγούς» φάσης, (γ) Δείκτης τραχύτητας & (δ) Τάση διόγκωσης

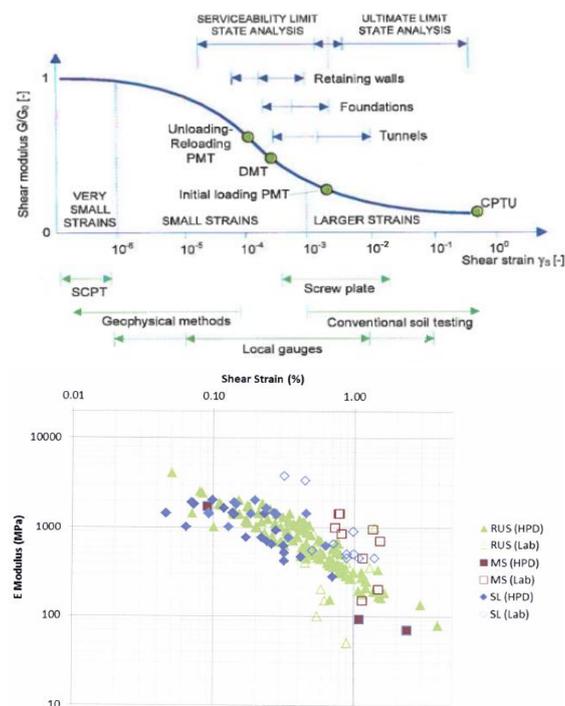
2.3 Μεθοδολογία αξιολόγησης γεωτεχνικών παραμέτρων σχεδιασμού

Η ανάγκη βελτιστοποίησης του σχεδιασμού των τελικών επενδύσεων των σηράγγων με την εφαρμογή της τεχνολογίας οπλισμένου σκυροδέματος με μεταλλικές ίνες, ικανοποιήθηκε και με την εφαρμογή της παρακάτω μεθοδολογίας εκτίμησης του μέτρου ελαστικότητας E_{tm} των βραχωδών σχηματισμών του Πίνακα 1.

- Βραχομάζες με $RQD < 50\%$: $E_{rm} = E_{pl} \cdot e^{(([RMR] - 89 - 100) / 36)}$ (Galera et al., 2007). Η τιμή του E_{pl} εκτιμήθηκε μέσω της αξιολόγησης του 2^{ου} & 3^{ου} κύκλου αποφόρτισης – επαναφόρτισης των επιτόπου δοκιμών πρεσσιομέτρου.
- Βραχομάζες με $RQD \geq 50\%$: Για κάθε μία εκ των βραχωδών ενότητων του Πίνακα 1, εκτιμήθηκε η καμπύλη απομείωσης της τιμής E_{tm} , συναρτήσει της διατμητικής παραμόρφωσης γ , με χρήση των



αποτελεσμάτων του συνόλου των δοκιμών ανά ενότητα (δηλ. των γεωφυσικών δοκιμών, των επιτόπου πρεσιομετρήσεων και των εργαστηριακών δοκιμών), ακολουθώντας τη σαφή μεθοδολογία της Εικόνα 45α. Την Εικόνα 45β παρουσιάζει τις καμπύλες E_{pm} συναρτήσεως της διατμητικής παραμόρφωσης γ , για το σύνολο των βραχωδών ενοτήτων του Πίνακα 1, έτσι όπως αυτές προέκυψαν από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του συνόλου των εκτελεσθεισών δοκιμών ανά βραχώδη ενότητα. Επισημαίνεται ότι για την περίπτωση διάνοιξης των σηράγγων με TBM σε λειτουργία πλήρως υποστήριξης του μετώπου, ένα εύρος διατμητικής παραμόρφωσης από 0.2% έως 0.4% κρίθηκε ως εύλογη παραδοχή, ενώ για την περίπτωση λειτουργίας των TBM χωρίς υποστήριξη μετώπου, το αντίστοιχο εύλογο εύρος τιμών διατμητικής παραμόρφωσης που υιοθετήθηκε ήταν 0.5% έως 0.8%. Τα προαναφερθέντα εύρη διατμητικών παραμορφώσεων χρησιμοποιήθηκαν για τον καθορισμό της τιμής σχεδιασμού του μέτρου Ελαστικότητας των βραχωδών ενοτήτων, μέσω των καμπυλών την Εικόνα 45β.



Εικόνα 45. (α) Θεωρητική καμπύλη απομείωσης του μέτρου διατμήσεως συναρτήσεως της διατμητικής παραμόρφωσης. (β) Καμπύλες απομείωσης του μέτρου Ελαστικότητας για τους βραχώδεις σχηματισμούς του Μετρό της Ντόχα.

3. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ ΚΑΙ ΒΑΘΜΟΥ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Η αξιολόγηση των συνθηκών διάνοιξης των σηράγγων χρησιμοποιήθηκε κατά τα αρχικά στάδια σχεδιασμού του έργου για τον καθορισμό των διαφορετικών τύπων κι επιπέδων κινδύνων, κατά μήκος των υπογείων χαράξεων του έργου. Επιπλέον αποτέλεσε τη βάση για την ορθή εκτίμηση του απαιτούμενου αριθμού μηχανημάτων ολομέτωπης κοπής (TBM), έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η ολοκλήρωση του συνολικού μήκους των σηράγγων (118.6km) σε χρονικό διάστημα, το οποίο δεν θα ξεπερνούσε του 21 μήνες.

Ο βαθμός κρισιμότητας των συνθηκών διάνοιξης των σηράγγων με TBM, καθορίστηκε συνδυάζοντας: (α) τα αποτελέσματα της λεπτομερούς αξιολόγησης των επικρατουσών γεωτεχνικών, γεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών, κατά μήκος των υπογείων χαράξεων, (β) τις επικρατούσες συνθήκες του αστικού περιβάλλοντος της Ντόχα, στις περιοχές διέλευσης και (γ) την εκτίμηση της πιθανότητας εκδήλωσης μηχανισμών αστοχίας, όπως η αστάθεια μετώπου, αλλά και η εκδήλωση μεγάλων εδαφικών μετακινήσεων (πιο συγκεκριμένα επιφανειακών καθιζήσεων).

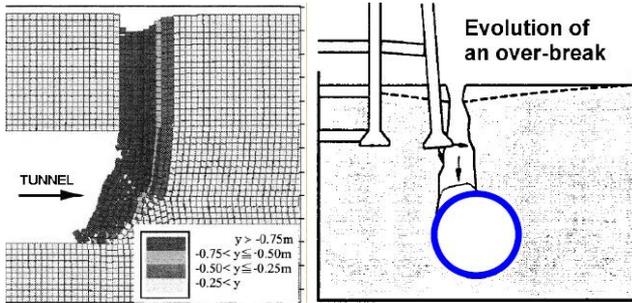
Με βάση την αξιολόγηση του συνόλου των διαθέσιμων δεδομένων εκ της αρχικής φάσης γεωτεχνικής διερεύνησης (δηλ. 8km γεωτρήσεων και πλήθος επιτόπου γεωφυσικών ερευνών), αποφασίστηκε ότι τα κρίσιμα χαρακτηριστικά των σχηματισμών, τα οποία είναι δυνατόν να επηρεάσουν σε σημαντικό βαθμό τις συνθήκες των υπογείων διανοίξεων, είναι:

- ο βαθμός καρστικοποίησης των ασβεστολιθικών σχηματισμών (π.χ. τύπος, μέγεθος καρστικών, αλλά και η γεινίαση τους με τις διατομές των σηράγγων), σε συνδυασμό με την ύπαρξη εκτεταμένων ζωνών αποσάθρωσης, αλλά και
- ο βαθμός «επιθετικότητας» των υπογείων υδάτων, με την έννοια της ποσότητας των αναμενόμενων εισρεόμενων ποσοτήτων εντός των σηράγγων.

Η προς εκδήλωση κίνδυνοι εκ των παραπάνω χαρακτηριστικών, σχετίζονταν άμεσα με τη δημιουργία αστοχιών μετώπου (τοπικού ή γενικευμένου χαρακτήρα), αλλά και με την



εκδήλωση μηχανισμού σημαντικών εδαφικών μετακινήσεων, έως και της επιφανείας του εδάφους (Εικόνα 46), οι οποίες θα ήταν δυνατόν να προκαλέσουν βλάβες σε ανωδομές ανώτερης της κατηγορίας 2, σύμφωνα με την διεθνώς αναγνωρισμένη κατηγοριοποίηση του Ινστιτούτου Δομοστατικών Μηχανικών του Ην. Βασιλείου (Πίνακας 2).



Εικόνα 46. Γενικευμένη αστοχία μετώπου συνδυασμένη με καθιζήσεις, που προκαλούν σημαντικές ζημιές σε ανωδομές.

Οι κίνδυνοι αυτοί έρχονταν αντιμέτωπης και τελικά απομειώθηκαν, σε σημαντικό βαθμό, μέσω της υιοθέτησης του κατάλληλου τύπου μηχανήματος ολομέτωπης κοπής, αλλά και του εξ αρχής καθορισμού των προβληματικών περιοχών, κατά μήκος των υπογείων χαράξεων, όπου η πιθανότητα εκδήλωσης των προαναφερθέντων κινδύνων εκτιμήθηκαν ως υψηλοί.

Πίνακας 2. Κατηγορίες Βλαβών Κτιρίων με αναφορά στην ευκολία επισκευής των και στα αντίστοιχα εύρη οριακής εφελκυστικής παραμόρφωσης.

Κατηγορία ορατών βλαβών	Συνήθης βαθμός κινδύνου	Περιγραφή τυπικής βλάβης*/Ευκολία επισκευής
0	Αμελητέος	Τριχοειδείς ρωγμές μικρότερες του 0.1 mm περίπου
1	Πολύ μικρός	Λεπτές ρωγμές οι οποίες ευκόλως αντιμετωπίζονται με βάψιμο. Η βλάβη περιορίζεται γενικώς στα "τελειώματα" εσωτερικής τοιχοποιίας. Επιθεώρηση από κοντινή απόσταση είναι δυνατόν να αποκαλύψει μερικές ρωγμές σε εξωτερικά τούβλα ή εξωτερική τοιχοποιία. Τυπικά εύρη ρωγμών έως 1mm.
2	Μικρός	Ρωγμές ευκόλως πληρούμενες. Συνήθως απαιτείται βάψιμο. Επαναδιανοιχθείσες ρωγμές είναι δυνατόν να καλυφθούν με κατάλληλα υλικά. Οι ρωγμές είναι ορατές εξωτερικά και μπορεί να απαιτηθεί καθαρισμός και πλήρωση για λόγους υδατοστεγανότητας. Πόρτες και παράθυρα μπορεί να παρουσιάζουν μικρή δυσκολία σε άνοιγμα/κλείσιμο. Τυπικά εύρη ρωγμών έως 5mm.
3	Μέτριος	Οι ρωγμές απαιτούν μερική αποκάλυψη (άνοιγμα) και μπορεί να επιδιορθωθούν από εξειδικευμένους τεχνίτες. Καθαρισμός των εξωτερικών τούβλων και πιθανώς μικρός αριθμός τούβλων θα πρέπει να αντικατασταθεί. Πόρτες και παράθυρα δεν ανοιγοκλείνουν. Οι σωληνώσεις μπορεί να σπάσουν. Η υδατοστεγανότητα συνήθως έχει τρωθεί. Τυπικά εύρη ρωγμών μεταξύ 5 και 15 mm. Μερικές φορές οι ανωτέρω βλάβες μπορεί να παρουσιαστούν και για ρωγμές εύρους 3mm.
4	Σοβαρός	Εκτεταμένες εργασίες επανακατασκευής, συμπεριλαμβανομένων αντικατάστασης τμημάτων τοιχοποιίας κυρίως επάνω από πόρτες και παράθυρα. Πόρτες και παράθυρα παραμορφώνονται και το δάπεδο παρουσιάζει σημαντική κλίση**. Οι τοίχοι αποκλίνουν σημαντικά από την κατακόρυφο ή εμφανίζουν φουσκώματα, μερική απώλεια στήριξης των δοκών. Σπάσιμο σωληνώσεων. Τυπικά εύρη ρωγμών μεταξύ 15mm έως 25mm, αλλά εξαρτάται επίσης και από το πλήθος των ρωγμών
5	Πολύ Σοβαρός	Απαιτούνται σημαντικές επιδιορθώσεις συμπεριλαμβανομένης μερικής ή πλήρους επανακατασκευής. Οι δοκοί έχουν απωλέσει τις στηρίξεις των, οι τοίχοι παρουσιάζουν σημαντική κλίση και χρειάζονται υποστήριξη. Τα παράθυρα έχουν σπάσει λόγω παραμόρφωσης. Κίνδυνος αστάθειας. Τυπικά εύρη ρωγμών μεγαλύτερα των 25mm, αλλά εξαρτάται και από το πλήθος των ρωγμών.

Τονίζεται ότι οι προβληματικές περιοχές χαρακτηρίζονταν από:

- την παρουσία καρστικών εγκοίλων, συνδυασμένης με μεγάλη πιθανότητα ύπαρξης εκτεταμένων ζωνών αποσάθρωσης, οι οποίες θα ήταν δυνατόν να επηρεάσουν σημαντικά την πρόοδο των μηχανημάτων ολομέτωπης κοπής
- την υψηλή πιθανότητα δημιουργίας γενικευμένου μηχανισμού αστοχίας μετώπου
- την υψηλή πιθανότητα μεγάλων εισροών υπογείων υδάτων και
- την υψηλή πιθανότητα εκδήλωσης καθιζήσεων επιφανείας, ικανών να δημιουργήσουν βλάβες σε υφιστάμενες ανωδομές μεγαλύτερης της κατηγορίας 2, σύμφωνα με τον Πίνακα 2.

Τονίζεται ότι ο κατάλληλος τύπος TBM που επιλέχθηκε ήταν αυτός του κλειστού τύπου, με δυνατότητα άσκησης πίεσης σταθεροποίησης στο μέτωπο (Earth pressure balance). Στις εκτιμηθείσες ως προβληματικές περιοχές, επικεντρώθηκε η προσπάθεια λεπτομερέστερης γεωτεχνικής διερεύνησης και προγραμματίστηκε η κατάλληλη απομείωση των ρυθμών προώθησης των μηχανημάτων ολομέτωπης κοπής, για την κατά το δυνατόν απομείωση των προαναφερθέντων κινδύνων.



4. ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΠΡΟΟΔΟΥ ΜΗΧΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΤΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Για τον κατά το δυνατόν πιο εξορθολογισμένο σχεδιασμό του έργου, απαιτήθηκε να γίνει η εκτίμηση του συνολικού αριθμού των μηχανημάτων ολομέτωπης κοπής (TBM), που θα ήταν αναγκαίος για την ολοκλήρωση της κατασκευής του συνόλου των σηράγγων, στο απαιτητικό χρονοδιάγραμμα των 21 μηνών.

Ο συνολικός αριθμός των TBM υπολογίστηκε επί τη βάση της εκτίμησης της μέσης ημερήσιας προώθησης τους (TBMARA), μέσω της εφαρμογής της μαθηματικής εξίσωσης (1) (Grandori, 2007):

$$TBM_{ARA} (m/day) = 60x \left(\frac{RME}{100}\right) x C_d x C_e x C_L + 0.23x(RME) - 14.5 \quad (1)$$

όπου:

- RME είναι ο δείκτης εκσκαψιμότητας, ο οποίος υπολογίζεται μέσω του Πίνακα 3
- $C_d = 1.2058 - 0.058De$ (De είναι η διάμετρος εκσκαφής της σήραγγας)

- $C_e = 0.5 + C_c + C_m + C_a$
- $C_c = 0$ έως 0.2. Αναλόγως της εμπειρίας του κατασκευαστή σε έργα σηράγγων με μηχανοποιημένη διάνοιξη.
- $C_m = 0$ έως 0.15. Αναλόγως της ποιότητας του προσωπικού του κατασκευαστή στο εν λόγω έργο σήραγγας με μηχανοποιημένη διάνοιξη.
- $C_a = 0$ έως 0.15. Αναλόγως των συνθηκών διαχείρισης του TBM, οι οποίες επικρατούν στην περιοχή του έργου ως ακολούθως: (α) Χρόνος μεταφοράς του TBM στη θέση του έργου συμπεριλαμβανομένου του χρόνου εκτελωνισμού: <1 μηνός = 0.075, >1 μηνός = 0 και (β) Διαθεσιμότητα επιτόπου του έργου ανταλλακτικών του TBM: Μη διαθεσιμότητα = 0, Διαθεσιμότητα = 0.075.
- $CL = 0.85$ έως 1.00. Αναλόγως του μήκους της υπό διάνοιξη σήραγγας: (α) Μήκος σήραγγας: 0km – 4km = 0.85, (β) Μήκος σήραγγας: 4km – 8km = 0.90, (γ) Μήκος σήραγγας: 8km – 12km = 0.95 και (δ) Μήκος σήραγγας > 12km = 1.

Πίνακας 3. Σύστημα εκσκαψιμότητας RME (Bieniawski et al, 2008)

Παράμετρος	Εύρη Τιμών									
	< 5	5 - 30	30 - 90	90 - 180	> 180					
Αντοχή «αρραγούς» φάσης βραχομάζας (MPa)	< 5	5 - 30	30 - 90	90 - 180	> 180					
Βαθμονόμηση	4	14	25	14	0					
Διατρησιμότητα (DRI) (Bruland, 1999)	> 80	80 - 65	65 - 50	50 - 40	< 40					
Βαθμονόμηση	15	10	7	3	0					
Ασυνέχειες βραχομάζας στο μέτωπο της σήραγγας	Ομοιογένεια		Αριθμός ασυνεχειών / m					Προσανατολισμός ασυνεχειών ως προς τον άξονα της σήραγγας		
	Ομοιογενείς	Μικτές	0-4	4-8	8-15	15-20	>20	Κάθετος	Λοξός	Παράλληλος
Βαθμονόμηση	10	0	2	7	15	10	0	5	3	0
Χρόνος αυτούποστήριξης (hr)	0	< 5	5-12			12 - 48	>48			
Βαθμονόμηση	> 100	50 - 100	20 - 50			< 20	0			
Εισροές υπογείων υδάτων (lt/sec)	0	1	2			3	5			
Βαθμονόμηση	0	1	2			3	5			

Με κατάλληλη εφαρμογή της εξίσωσης (1), την αναγκαία θεώρηση των κατάλληλων τιμών των προαναφερθεισών παραμέτρων και την εκτίμηση του δείκτη εκσκαψιμότητας (RME) για τις βραχώδεις γεωτεχνικές ενότητες κατά μήκος των σηράγγων του έργου, εκτιμήθηκαν τα εύρη τιμών της μέσης ημερήσιας προώθησης των TBM (TBMARA (m/day), τα οποία συνοψίζονται στον Πίνακα 4.

Με βάση τις τιμές TBMARA του Πίνακα 4, υπολογίστηκε κατά τη φάση δημοπράτησης του έργου, ότι 21 μηχανήματα ολομέτωπης κοπής θα ήταν δυνατόν να κατασκευάσουν το σύνολο των 118.6km σηράγγων, σε διάστημα ίσο και μικρότερο των 21 μηνών, σύμφωνα με το ιδιαίτερος απαιτητικό χρονοδιάγραμμα του έργου. Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι το όλο εγχείρημα υλοποιήθηκε επιτυχώς





εντός χρονοδιαγράμματος με τον προαναφερθέντα αριθμό TBM.

Πίνακας 4. Εκτιμήσεις δείκτη εκσκαψιμότητας και μέσης ημερήσιας προχώρησης των TBM

	RME	TBM _{ARA} (m/day)
Υπόγεια Βόρεια Κόκκινη Γραμμή	40 - 55	12 – 15.5
Υπόγεια Νότια Κόκκινη Γραμμή	40 - 55	12 – 15.5
Υπόγεια Πράσινη Γραμμή	50 – 60	13 – 17.5
Χρυσή Γραμμή	45 – 60	12.5 – 16.5

5. ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΕΛΙΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

Μία εκ των βασικότερων παραμέτρων σχεδιασμού των τελικών επενδύσεων των σηράγγων αποτέλεσε ο συνδυασμός μίας βέλτιστης τεχνικοοικονομικά λύσης (με συμβατική απαίτηση διάρκειας ζωής 120 ετών) με ένα εξαιρετικά επιθετικό στις κατασκευές σκυροδέματος γεωτεχνικό περιβάλλον, με παρουσία, κατά θέσεις, σημαντικών ποσοτήτων υπογείων υδάτων, τα οποία χαρακτηρίζονται από υψηλές θερμοκρασίες (320C – 350C) και υψηλές περιεκτικότητες χλωριούχων (έως και 55.000 mg/l) και θεικών (έως και 5.500 mg/l).

Επιλέχθηκε η λύση χρησιμοποίησης μεταλλικών ινών, ως στοιχείων «ελαφρού» οπλισμού των τελικών επενδύσεων από σκυρόδεμα (πάχους 30cm – 33cm και ποιότητας C50/60) για το σύνολο σχεδόν του μήκους των σηράγγων του έργου, οι οποίες έχουν εσωτερική διάμετρο 6.17m και είναι σε μορφή, που υπαγορεύει το «γενικό κωνικό» σύστημα, με 6 τεμάχια + 1 τεμάχιο κλειδί (universal tapered ring system), όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 47.

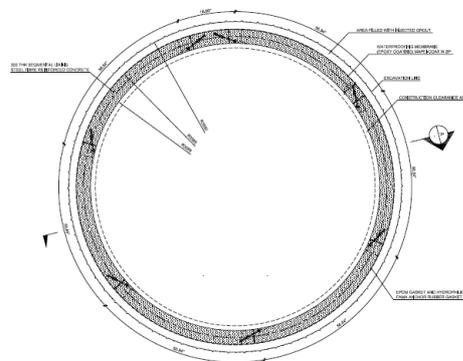
Τα όρια εφαρμογής της προαναφερθείσης λύσης προσδιορίστηκαν με βάση:

- τη θεώρηση πλήρους γεωστατικού φορτίου
- τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά παραμορφωσιμότητας (παράγραφος 2.3. της παρούσης δημοσίευσης), αλλά και τον τύπο και βαθμό καρστικοποίησης των επικρατουσών ασθενών ασβεστολιθικών σχηματισμών
- την εξετασθείσα (μέσω μεγάλου αριθμού εργαστηριακών δοκιμών) μετ’ ελαστική (post cracking) συμπεριφορά των επενδύσεων σκυροδέματος με μεταλλικές ίνες οπλισμού,

σύμφωνα με το κανονιστικό πλαίσιο μελετών CEB Fib Model Code 2010

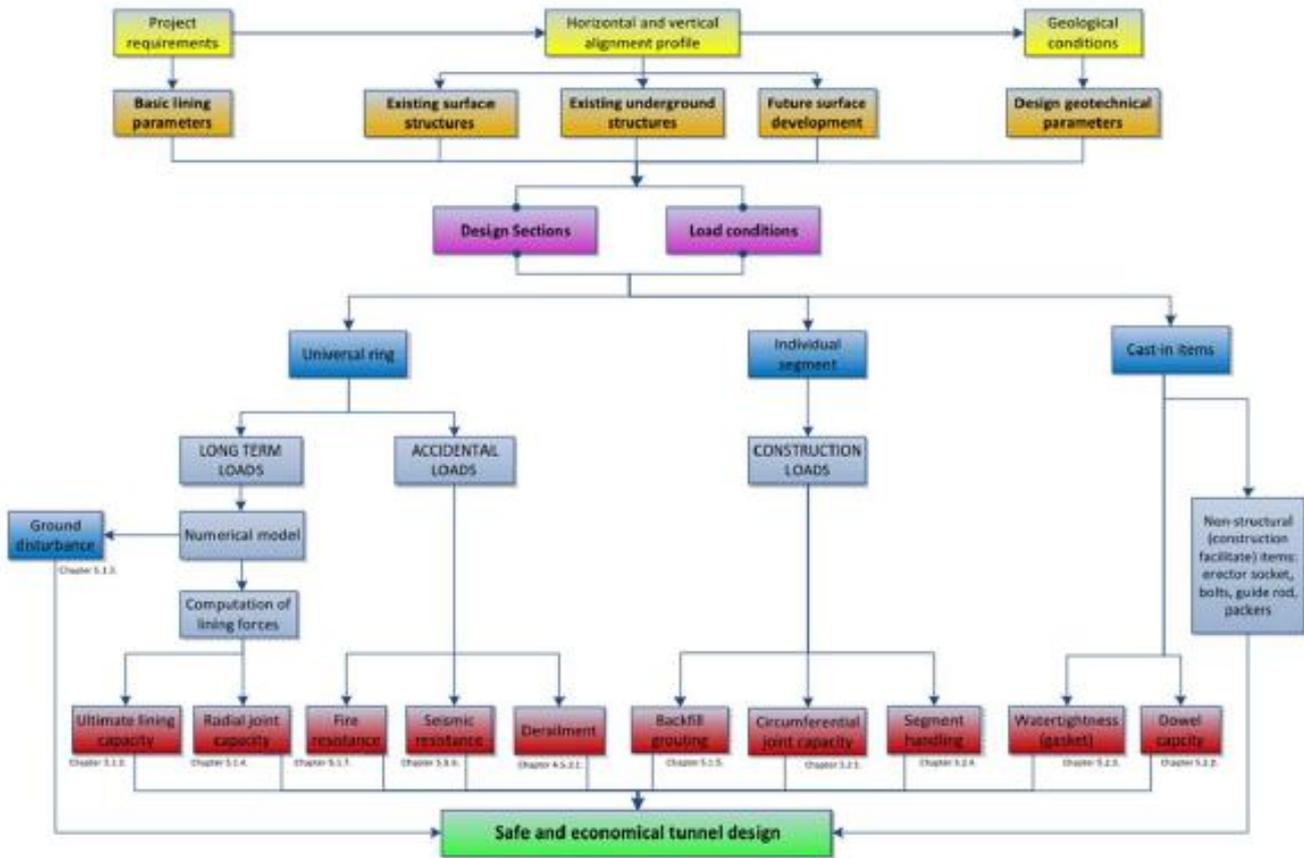
- τον ενδεδειγμένο έλεγχο στατικής επάρκειας των τεμαχίων και των αρμών των τελικών επενδύσεων, έναντι των αναπτυσσόμενων εφελκυστικών τάσεων, σε βραχυχρόνιες συνθήκες φόρτισης, κατά τη μεταφορά και τοποθέτηση των τεμαχίων αυτών εντός των σηράγγων, αλλά και κατά την προώθηση των μηχανημάτων ολομέτωπης κοπής (TBM) και
- την επαλήθευση λειτουργικότητας των τελικών επενδύσεων, έναντι των τυχηματικών φορτίσεων σεισμού και φωτιάς με χρήση κατάλληλης δοσολογίας ινών πολυπροπυλενίου, σύμφωνα με τις Προδιαγραφές σχεδιασμού του έργου.

Επισημαίνεται ότι ειδικές τελικές επενδύσεις, υβριδικού τύπου (με χρήση μεταλλικού οπλισμού και ινών), χρησιμοποιήθηκαν στις περιοχές συνδέσεων των σηράγγων των συρμών του Μετρό με τις εγκάρσιες συνδετήριες σήραγγες, καθώς και σε εκείνες τις περιοχές χάραξης, όπου ο συνδυασμός φορτίσεων και γεωτεχνικών συνθηκών απαιτούσε πρόσθετη στατική αντοχή, η οποία ξεπερνούσε εκείνη των διατομών σκυροδέματος με μεταλλικές ίνες.



Εικόνα 47. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά τελικής επένδυσης (Δακτύλιος «Γενικού/ (Universal)» συστήματος).

Το παρακάτω διάγραμμα ροής (Εικόνα 48) παρουσιάζει τη μεθοδολογία σχεδιασμού των τελικών επενδύσεων του Μητροπολιτικού σιδηροδρόμου της Ντόχα. Η εν λόγω μεθοδολογία προτείνεται να υιοθετηθεί και σε άλλα υπόγεια έργα, με βάση την επιτυχή εφαρμογή της, αλλά και την αποκτηθείσα εμπειρία στο προαναφερθέν έργο, του οποίου η κλίμακα, όπως έχει εξηγηθεί αναλυτικά, ξεπερνάει τα έως τώρα γνωστά και συνήθη μεγέθη.



Εικόνα 48. Διάγραμμα ροής της μεθοδολογίας σχεδιασμού της τελικής επένδυσης των σηράγγων σιδηρών του Μητροπολιτικού Σιδηροδρόμου της Ντόχα.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο μητροπολιτικός σιδηρόδρομος της Ντόχα του Κατάρ, αποτέλεσε το μεγαλύτερο έργο υποδομής, το οποίο μελετήθηκε και κατασκευάστηκε στη Μέση Ανατολή κατά το διάστημα 2010-2019.

Το μέγεθος του υπογείου τμήματος του έργου, ίσο με 118.6km σηράγγων, σε συνδυασμό με το πολύ ασφυκτικό χρονοδιάγραμμα κατασκευής του, κατέστησε το εγχείρημα υλοποίησης του έργου μία με τις μεγαλύτερες τεχνικές προκλήσεις των τελευταίων ετών.

Η προσπάθεια βέλτιστου σχεδιασμού του έργου υλοποιήθηκε μέσω της αξιολόγησης των υδρογεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών, με σκοπό την ακριβέστερη δυνατή εκτίμηση των προσομοιωμάτων γεωτεχνικής συμπεριφοράς των σχηματισμών, οι οποίοι διερευνήθηκαν εκτενώς κατά μήκος της χάραξης του έργου. Επιλέχθηκε η λύση χρησιμοποίησης μεταλλικών ινών, ως στοιχείων

«ελαφρού» οπλισμού των τελικών επενδύσεων από σκυρόδεμα.

Οι εκτιμήσεις του τύπου, αλλά και του συνολικού αριθμού των μηχανημάτων ολομέτωπης κοπής (TBM), που ήταν αναγκαίος για την ολοκλήρωση της κατασκευής του συνολικού μήκους των σηράγγων, έγιναν επιτυχώς με την υιοθέτηση του συστήματος του δείκτη εκσκαψιμότητας του Bieniawski (Rock Mass Excavability Index System) και τη χρήση της μεθόδου Grandori για τον υπολογισμό της μέσης ημερήσιας προώθησης των εν λόγω μηχανημάτων.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bieniawski, Z.T. (1989), Engineering Rockmass Classification, New York, Wiley.
- Bieniawski, Z.T., Celada, B., Galera, J.M., Tardaguila, I. (2008), “New Applications of the Excavability Index for selection of TBM types and predicting their performance”. Proc. of World Tunnelling Congress, Underground Facilities for





- better environment and safety, India, pp. 1618 – 1629.
- Bruland, A. (1999), “Hard Rock Tunnel Boring – Drillability statistics of Drillability Test results”, PhD. NTNU.
 - Galera, J.M., Alvarez, M., Bieniawski, Z.T. (2007), “Evaluation of the deformation modulus of rock masses using RMR: Comparison with dilatometer tests”. Proc. of the ISRM Workshop W1, Spain, Taylor & Francis, pp.71-77.
 - Grandori, R. (2007), “TBM Performances and Rock Mass Excavability RME Classification System”, Spain, Madrid Workshop
 - Hoek, E. (1994), “Strength of Rock and Rockmasses”. ISRM News, Vol. 2, pp. 4 – 16.
 - Hoek, E., Diederichs, M. (2006), “Empirical estimates of rockmass modulus”. Int. J. Rock Mech. Min. Sci., Vol. 4, pp. 203-215.
 - Palmstrom, A., Singh, R. (2001), “The deformation modulus of rockmasses: comparisons between in-situ tests and indirect estimates”. Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 16, pp. 115-131.





6 Θύμησες παλιές (υπόγειες) από τον Ιωάννη Μπακογιάννη

Η ματιά των ανθρώπων μέσα στα υπόγεια έργα



Ιωάννης Μπακογιάννης Μεταλλειολόγος Μηχανικός ΕΜΠ

Αποφοίτησε από τη Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών του ΕΜΠ το 1980.

Επαγγελματική εμπειρία σχετιζόμενη με υπόγεια έργα:

- 1975 – 1978: Παρακολούθησε εργασίες στις σήραγγες Προφήτη Ηλία, Γκιώνας και Σίφωνα Άμφισσας.

ΠΡΩΤΗ ΦΟΡΑ ΣΤΑ ΥΠΟΓΕΙΑ

Η πρώτη επαφή μου με τα υπόγεια έργα έγινε το καλοκαίρι του 1976 ως φοιτητής στη σήραγγα Προφήτη Ηλία του υδραγωγείου Μόρνου στην είσοδο αμέσως μετά τον σίφωνα Άμφισσας. Κλασική μέθοδος διάνοιξης με διάτρηση - ανατίναξη σε ασβεστόλιθους της ζώνης Παρνασσού Γκιώνας. Όμως αυτή η πρώτη επαφή και γνωριμία εξελίχθηκε σχεδόν τραυματικά καθώς την πρώτη εβδομάδα στο εργοτάξιο βιώσαμε την απώλεια συναδέλφου γεωλόγου από εργατικό δυστύχημα μέσα στη σήραγγα. Μετά από σκέψη και αμφιταλαντεύσεις αποφάσισα και το συνέχισα (απορρίπτοντας την επάνοδο ως μπάρμαν στους Δελφούς).

- 1981 – 1982: Μεταλλειολόγος στους Βωξίτες Παρνασσού.
- 1983: Περιβαλλοντικές μελέτες υπογείων μεταλλευτικών έργων.
- 1990 – 2009: Επιβλέπων υπόγειων έργων.
- 2010 – 2021: Υπηρεσίες Έργων Παραχώρησης.

Σχετιζόμενες με υπόγεια έργα δραστηριότητες

- Συμμετοχή στις Ομάδες για τη σύνταξη των ΟΜΟΕ, ΕΤΕΠ, Προδιαγραφών εκτοξευομένου σκυροδέματος για υπόγεια έργα.
- Σύνταξη της Οδηγίας 2004/54/EC, ενσωμάτωση αυτής με το ΠΔ 230/2007, μέλος της ΔΑΣ (2008 - 2021), αρμόδιος και για τη σύνταξη των μεθοδολογιών ανάλυσης επικινδυνότητας.
- Μέλος της European Road Tunnel Safety Committee (2008 – 2020).
- Μέλος της PIARC Technical Committee Road Tunnel Operation (2008 -2019).
- Πρόεδρος ΕΕΣΥΕ (2011 – 2014), μέλος ΔΣ.
- Συγγραφέας παρουσιάσεων σε συνέδρια και εκδηλώσεις (7 σε ελληνικά και 10 σε διεθνή συνέδρια) και 4 Εσωτερικών Εκθέσεων.

ΜΕΤΡΑ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

1982 μεταλλευτική στοά στους Βωξίτες Παρνασσού συναντάμε εργαζόμενο χωρίς κράνος, λάμπα και με αθλητικά παπούτσια. Ακολουθεί ο παρακάτω διάλογος στην τοπική διάλεκτο:

ΕΡ. Γιατί δεν φοράς κράνος;

ΑΠ. Είμαι ανύπαντρος και το κράνος μου τραβάει τις τρίχες θα φαλακρύνω και δεν θα μπορώ να βρω γυναίκα.

ΕΡ. Λάμπα γιατί δεν έχεις;

ΑΠ. Λέπω

ΕΡ. Καλά εγώ πως θα σε λέπω και δεν θα σε πατήσω με το αυτοκίνητο;

ΑΠ. Κάνω έτσι και πάω στο παραμέντο.

ΕΡ. Γιατί δεν φοράς τα άρβυλα που σας έχουμε δώσει;





ΑΠ. Ξέρεις εμένα με τρώει το νύχι στο μεγάλο δάκτυλο και κάνω έτσι και το ξω (ξύνω), με τα άρβυλα που έχουν μπροστά σίδερο δεν μπορώ να το ξω.

Μιας και τα μέτρα ατομικής προστασίας δεν μπορούσαν να προσαρμοστούν στις ανάγκες του συγκεκριμένου εργαζόμενου μετατάχθηκε ως τουμπαδόρος και περάτωσε επιτυχώς τον εργασιακό του βίο ως νοσοκόμος υπό τον ιατρό εργασίας της εταιρείας.

ΣΗΡΑΓΓΑ ΕΥΗΝΟΥ – ΜΟΡΝΟΥ

Εκτενείς πληροφορίες για τη μελετητική προσέγγιση και την κατασκευαστική διαδικασία υπάρχουν στην ιστοσελίδα της ΕΕΣΥΕ https://www.eesy.gr/wp-content/uploads/2025/03/NEMMΔΣ_bakogiannis.pdf

Ειδικότερα θέματα κατασκευαστικής δραστηριότητας.

Α. Η προσκόμιση των TBM

Το ορεινό επαρχιακό οδικό δίκτυο, ειδικά προς τον Άγιο Δημήτριο, στις αρχές της δεκαετίας του 1990 ήταν περιορισμένων γεωμετρικών χαρακτηριστικών. Η προσκόμιση των TBM ήταν μια δύσκολη και σημαντικού ρίσκου δραστηριότητα. Η μια νταλικά είχε μείνει σε μια στροφή για δύο ημέρες με το δρόμο κλειστό παρόλες τις επεμβάσεις και βελτιώσεις που είχαν προηγηθεί (Εικόνα 49).



Εικόνα 49. Μεταφορά τμήματος TBM προς τη σήραγγα Ευήνου-Μόρνου μέσω του ορεινού επαρχιακού δικτύου (αρχές δεκαετίας 1990).

Β. Η μόνιμη λειτουργία της σήραγγας μετά την πλήρωση του ταμειυτήρα

Η ανάγκη για την διασφάλιση της ύδρευσης της Αθήνας, μετά την περιπέτεια της λειψυδρίας των αρχών της δεκαετίας 1990, οδήγησε στην

διαμόρφωση ενός συστήματος προσωρινής υδροληψίας το οποίο τέθηκε σε λειτουργία με την διάνοιξη της σήραγγας Ευήνου Μόρνου στις 9-4-1995. Το σύστημα λειτουργούσε με ένα προσωρινό πρόφραγμα και συνεπώς υπό διαφορετικές υδραυλικές συνθήκες από αυτές της μόνιμης λειτουργίας με το φράγμα Ευήνου σε πλήρη λειτουργία. Η διαρρύθμιση που είχε επιλεγεί απέτρεπε την είσοδο κροκαλών και χαλικιών αλλά δεν συγκρατούσε την ιλύ των νερών του ποταμού. Με την πρόοδο προς ολοκλήρωση της κατασκευής του φράγματος διακόπηκε η προσωρινή λειτουργία της σήραγγας και προωθήθηκε η κατασκευή των υπολειπομένων εργασιών της σήραγγας και ειδικότερα η κατασκευή του θαλάμου θυροφραγμάτων και η εγκατάσταση των συστημάτων θυροφραγμάτων κ.λπ. Τότε διαπιστώθηκε ότι κατά την προσωρινή λειτουργία υπήρξε απόθεση ιλύος στη διατομή της σήραγγας η οποία έφτανε σε ύψος έως και 1 μέτρο. Από πλευράς αναδόχου ετέθησαν θέματα διακινδύνευσης της δομής της σήραγγας σε περίπτωση που η ιλύς αυτή θα δημιουργούσε “πώματα” στο κύριο σώμα της σήραγγας αλλά και στα φρέατα εξαερισμού και προτάθηκε ο καθαρισμός της σήραγγας σε όλο το μήκος της.

Η υπηρεσία ανάλαβε εσωτερικά την επιστημονική διερεύνηση της μηχανικής και υδραυλικής συμπεριφοράς του ιζήματος σε συνθήκες οριστικής λειτουργίας (μέγιστη στάθμη ταμειυτήρα) και κατέληξε στην ανάληψη του ρίσκου για την λειτουργία της σήραγγας χωρίς να προηγηθεί απομάκρυνση του ιζήματος. Τις πρώτες ώρες στην έξοδο της σήραγγας στον Κόκκινο έβγαινε ένα σκούρο υγρό για το οποίο τα σχόλια ήταν ότι μάλλον είχαν πέσει μέσα τα πεντοχίλιαρα για τον καθαρισμό. Μετά από περίπου τρεις ώρες είχαμε ένα διαυγέστατο νερό που το απόλαυσαν οι Αθηναίοι χωρίς ίχνος γεύσης και οσμής πεντοχίλιανου.

Γ. Θάλαμος θυροφραγμάτων – συναρμογή με σήραγγα

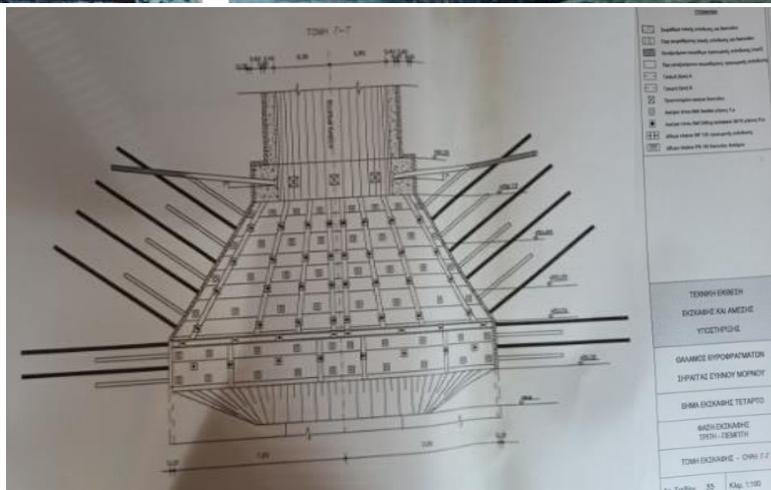
Στην περίπτωση της μελετητικής διερεύνησης της μόνιμης επένδυσης της συναρμογής της σήραγγας Ευήνου-Μόρνου με τον θάλαμο θυροφραγμάτων η αγνόηση της δράσης των αγκυρίων είχε σαν αποτέλεσμα μια αρκετά βαριά οπλισμένη επένδυση.



Η προβληματική κατασκευαστική διαρρύθμιση για την τοποθέτηση του οπλισμού, λόγω και της πολύπλοκης γεωμετρίας της συναρμογής και των συνοδών έργων, οδήγησε στην διερεύνηση άλλων λύσεων κατασκευαστικώς απλούστερων & υλοποιήσιμων σε όσο το δυνατόν μικρότερο χρονικό διάστημα.

Ανάλογα με τις υιοθετούμενες παραδοχές είναι δυνατόν να προκύψουν ιδιαίτερα αποκλίνοντα αποτελέσματα στη μορφή και το χαρακτήρα της μόνιμης επένδυσης. Στο βαθμό που η μόνιμη επένδυση προσομοιώνεται σαν μια διακριτή φέρουσα κατασκευή φορτιζόμενη από τη βραχώμαζα, τότε η παρουσία του οπλισμού είναι μάλλον αναπόφευκτη για να καλύψει τις εισαγόμενες ροπές και εφελκυστικές τάσεις. Υπό την θεώρηση της μόνιμης επένδυσης ως ένα συστατικό ενός συνολικού ‘‘σύμμικτου’’ φέροντος συστήματος που αποτελείται από την περιβάλλουσα βραχώμαζα, την αρχική υποστήριξη, την μόνιμη επένδυση και τις

τσιμεντενέσεις, η παρουσία οπλισμού στην επένδυση δεν συνεισφέρει αντίθετα επιβαρύνει την κατασκευή της σε κόστος, χρόνο και απολαμβανόμενη ποιότητα. Η λύση που επελέγη ήταν η τοποθέτηση μόνιμων αγκυριών και συνυπολογισμός αυτών στην ανάληψη φορτίων της μόνιμης επένδυσης η οποία έτσι προέκυψε άοπλη. Χρησιμοποιήθηκαν αυτοδιάτρητα μόνιμα αγκύρια της ISCHEBECK ενώ αυξήθηκε ο αριθμός τους ώστε να λειτουργήσουν σε χαμηλό φορτίο και να καλυφθεί η περίπτωση αστοχίας κάποιων από αυτά, με ανακατανομή των φορτίων των γειτονικών αγκυριών και μείωση της πιθανότητας παρουσίας ερπυστικών φαινομένων. Η χρήση αυτοδιάτρητων αγκυριών (σελιντρί στην εργοταξιακή διάλεκτο) επιβλήθηκε λόγω κατάπτωσης των τοιχωμάτων των διατρημάτων, εξαιτίας του νερού διάτρησης και της φύσης των γεωυλικών (αργιλικός σχιστόλιθος με εναλλαγές ιλύολιθου και πηλιτών).



Εικόνα 50. Συναρμογή σήραγγας Ευήνου-Μόρνου με τον θάλαμο θροφραγμάτων: φωτογραφίες κατασκευής και σχέδιο φάσεων εκσκαφής.



ΣΗΡΑΓΓΑ ΑΓΙΟΥ ΗΛΙΑ

Η σήραγγα διαπερνά τον ορεινό όγκο Αμάραντα και αποτελεί τμήμα της Παραϊόνιας Οδού στον Ν. Αιτωλοακαρνανίας. Η σήραγγα έχει συνολικό μήκος 800 m, με περιτύπωμα διατομής 5 m x 8 m. Από το δυτικό μέτωπο η σήραγγα διανοίχθηκε σε σχηματισμό ανυδρίτη, ενώ από το ανατολικό τμήμα σε σχηματισμούς μάργας. Η διάνοιξη σε γενικές γραμμές εξελίχθηκε σύμφωνα με τις μελετητικές προβλέψεις. Στο τμήμα του ανυδρίτη έπρεπε να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην ύπαρξη και εντοπισμό καρστικών εγκοίλων που μπορούσαν να εμφανιστούν

σε οποιοδήποτε τμήμα της διατομής (δάπεδο, οροφή, τοιχώματα). Ο εμβληματικός σήραγγας μπάριμπα Θόδωρος Ρίζος ανέλαβε το έργο αυτό.

Στο τμήμα των μαργών οι εργασίες εξελισσόταν ομαλά ώσπου σε δύο σημεία παρουσιάστηκαν προβλήματα κατάρρευσης καθώς η μάργα είχε γίνει κάτι σαν λάσπη (Εικόνα 51). Αυτό που εντοπίστηκε ήταν ότι ακριβώς στις θέσεις αυτές είχαν ορυχθεί οι ερευνητικές γεωτρήσεις οι οποίες είχαν διατρήσει υπερκείμενο σχηματισμό κροκαλοπαγών με υδροφορία και το νερό που κατείσδυε αποδιοργάνωνε πλήρως τον μαργαϊκό σχηματισμό.



Εικόνα 51. Σήραγγα Αγίου Ηλία: καταρρεύσεις στο τμήμα των μαργών κατά τη διάνοιξη, λόγω αποδιοργάνωσης του σχηματισμού από κατείσδυση νερού.



7 Υπόγειο Παρελθόν από το Μιλτιάδη Φωτιάδη

Στιγμιότυπα από τον κόσμο των υπόγειων έργων

Μιλτιάδης Φωτιάδης.

Μεταλλειολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Πρόεδρος & Δ/νων Σύμβουλος, εκτελεστικό μέλος Δ.Σ. ΑΕΓΕΚ

Έχει διατελέσει στέλεχος και δ/ντής έργων μεγάλων τεχνικών εταιριών (ΣΚΑΠΑΝΕΥΣ Α.Τ.Ε και κοινοπραξίες της ΕΛΟΚ ΕΤΕΡ στο εξωτερικό ενδεικτικά στο IPAN και Λιβύη). Ως Δ/ντής έργων έχει εκτελέσει μεγάλα έργα οδοποιίας στο εξωτερικό και στην Ελλάδα και ειδικότερα μεταξύ άλλων τις σήραγγες Παράκαμψης Ναυπάκτου, Αγ. Ηλία, Σ1 + Σ4 Παναγοπούλας Αιγίου, Μετσόβου, Τυμφρηστού, Τεμπών Μαλακάσας και Αγ. Κυριακής κ.α. Ήταν εκ των ιδρυτών μέτοχων και στέλεχος της τεχνικής Εταιρίας ΑΤΕ ΟΜΑΣ Α.Ε. η οποία συγχωνεύθηκε με απορρόφηση το 2002 από την Εταιρία ΕΥΚΛΕΙΔΗΣ της οποίας αποτέλεσε στέλεχος έως το 2006 οπότε και απορροφήθηκε από την Εταιρία ΑΕΓΕΚ με την οποία ο ίδιος συνεργάστηκε έως το 2008 έχοντας την εποπτεία κατασκευής πολλών έργων και εν συνεχεία αντίστοιχα με την Εταιρία ΑΕΓΕΚ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ Α.Ε. έως το 2013 οπότε και συνταξιοδοτήθηκε.



Τα σύντομα στιγμιότυπα που ακολουθούν λειτουργούν ως ένα μικρό «ημερολόγιο» υπόγειων έργων, αποτυπώνοντας χαρακτηριστικές εικόνες από εργοτάξια, ορυχεία και τεχνικές εγκαταστάσεις σε διαφορετικές χώρες και χρονικές περιόδους. Από ανθρακωρυχεία της Ισπανίας και της Αγγλίας έως εργοτάξια σιηράγγων και φραγμάτων, παρουσιάζουν πλευρές της καθημερινότητας και των τεχνικών συνθηκών που συνόδευαν την ανάπτυξη των υπόγειων έργων εκείνης της εποχής.

(1) 1966. Las moulas (τα μουλάρια). Βρίσκομαι με το πρόγραμμα ανταλλαγής σπουδαστών σε ένα ανθρακωρυχείο στη Βόρεια Ισπανία (περιοχή της Palencia) σ' ένα χωριό, συγκεκριμένα στο Santibañe de la Peña.

Η όλη κατάσταση αρκετά πρωτόγονη. Συγκεκριμένα για να κατέβεις στην ψυχή του ορυχείου χρησιμοποιούσες μία κεκλιμένη σήραγγα, όπου πάνω σε ράγες ανεβοκατέβαινε ένα βαγονέτο αναρτημένο σ' ένα συρματόσχοινο.

Για τις εσωτερικές μεταφορές εντός του ορυχείου χρησιμοποιούσαν κάτι μουλάρια που έσερναν και

βαγονέτα!! Στον περιορισμένο χώρο του ορυχείου τα θηριώδη αυτά ζώα φαινόταν ακόμα πιο τεράστια.

Με είχαν απ' αρχής προειδοποιήσει να προσέχω τα συγκεκριμένα μουλάρια.

Κάποια στιγμή κι ενώ είμαστε στην κάτω αφετηρία του κεκλιμένου ακούω φωνή «προσέχετε προσέχετε κατεβαίνουν τα ζώα» (Las moulas, Las moulas!) όταν το συγκεκριμένο βαγονέτο (πλατφόρμα) κατέβαζε τους εργαζόμενους της επόμενης βάρδιας, το «Las moulas», «Las moulas» ήταν το αστείο τους

(2) 1969. Ανθρακωρυχείο Sunderland (Αγγλία).

Πάλι με το πρόγραμμα ανταλλαγών σπουδαστών βρίσκομαι με έναν ακόμη συνάδελφο (τον Μαντά Διονύσιο) σ' ένα ανθρακωρυχείο στα βόρεια της Αγγλίας (στο Sunderland).

Με δύο φρέατα βάθους 400 μέτρων έκαστο (για λόγους ασφάλειας και αερισμού) κατεβαίνεις σ' ένα βάθος κάτω από το πυθμένα της θάλασσης.

Στην συνέχεια το ορυχείο εκτεινόταν σε μια περιοχή με ακτίνα 6 km.





Στο ορυχείο λόγω της αυστηρής απαγόρευσης καπνίσματος κλπ. Μεγάλο μέρος των εργαζομένων είχε καφετιά δόντια λόγω του tabaco που μασούσαν. Ορυχείο προηγμένο για την εποχή του, με Βηματήζουσα υδραυλική υποστήριξη, περιοχές που είχαν εγκαταλειφθεί λόγω παρουσίας μεθανίου κλπ. Και μόνον ότι βρίσκεσαι κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας, με ότι αυτό σημαίνει, σ' έκανε να αισθάνεσαι περίεργα. Οπότε στην πρώτη ερώτησή μας αν για κάποιο λόγο υπάρξει είσοδος θαλασσινού νερού τι γίνεται? Γελώντας μας καθισύχασαν «θα δούμε ψάρια και θα δράσουμε ανάλογα».....

(3) Φράγμα Κανναβιού (Κύπρος). Κατασκευή σήραγγας εκτροπής σ' ένα φράγμα που κατασκευάζαμε στην Κανναβιού στην Κύπρο. Μόλις ξεκινήσαμε την χρήση εκρηκτικών οι εκεί επιβλέποντες Κύπριοι ζήτησαν την εκκένωση της περιοχής σε ακτίνα 300 μέτρων (λόγω μη εμπειρίας σε χρήση εκρηκτικών). Βέβαια μετά τις πρώτες ανατινάξεις αποσύρθηκε και η απαγόρευση (διότι αντελήφθησαν ότι δεν υπήρχε πρόβλημα).

(4) Ο Γιώργος Σημαντήρας. Επιστρέφοντας σχετικά πρόσφατα από την Πελοπόννησο στις δίδυμες σήραγγες που υπήρχαν στην Αττική Οδό (πρώην μαύρη ώρα?) υπήρχε μετονομασία σε Γεώργιος Σημαντήρας. Τότε ήρθε στο μυαλό μου ένα περιστατικό με τον καλό μας συνάδελφο Γιώργο Σημαντήρα. Είμαστε στη Λιβύη όπου έχουμε πάει στον οικισμό της Κ/Ξ Ηπειρωτική – Νεοδομή όπου μας φιλοξένησαν για το βράδυ. Είχαμε πάει με τον Γιώργο προκειμένου να δούμε τις συνθήκες για την πιθανότητα δρόμου από Kufra προς Σουδάν (σύνορα). Κατάκοποι μας έχει πάρει ο ύπνος, ο Γιώργος αφ' ενός ροχάλιζε, ταυτόχρονα όμως κάπνιζε (μανιώδης καπνιστής). Τον κοιτούσα και δεν ήξερα τι να κάνω???? Ο Γιώργος συνέχιζε να καπνίζει, όταν το τσιγάρο του έκαψε το δάχτυλο, έσβησε το τσιγάρο και άλλαξε πλευρό.

(5) Σήραγγα Dover – Calais (Dover, Ηνωμένο Βασίλειο – Calais, Γαλλία). Βγαίνοντας από τις σήραγγες της Κακιάς Σκάλας με σταμάτησε

τροχονόμος για υπερβολική ταχύτητα. Τρέχατε με 120 χλμ/ώρα όταν για τις σήραγγες είναι δεδομένο το 90χλμ/ώρα.

Κρίμα του απάντησα και να σκεφτείς ότι αυτή είναι η δουλειά μου!

Μα βέβαια συνεχίζει είναι δυνατόν να διασχίζεις την Μάγχη με την καινούρια σήραγγα Dover - Calais και να τρέχεις όσο θέλεις!!!!

Όπα του λέω, τώρα όμως εσείς υποπέσατε σε γκάφα. Στην σήραγγα που μνημονεύσατε τα οχήματα μετακινούνται αλλά πάνω σε σιδηροδρομικά βαγόνια. Υποθέτω όμως ότι μετά την παρατήρησή μου, δικαιούμαι το να μη με γράψετε.

(6) Τα πρώτα χρόνια των υπόγειων έργων. Τα μέσα που διαθέταμε τα πρώτα χρόνια κατασκευής υπόγειων έργων στη χώρα μας με τα σημερινά δεδομένα ήταν ημέρα με την νύχτα.

Κάποια στιγμή ακόμα και για την σκυροδέτηση, δεν είχαν βγει στην αγορά οι εμβολοφόρες πρέσες μετετόν (που σήμερα έχουν κατακλύσει την αγορά).

Επειδή οι Ιταλοί προηγούντο πήγαμε ένα ταξίδι στην Γενοβα και αρχίσαμε να κοιτάζουμε τι κάνουν οι Ιταλοί συνάδελφοι μας.

Κάποια στιγμή σ' ένα διάλειμμα με το αμαξάκι που είχαμε νοικιάσει, είπαμε να πάμε στο Monaco. Όταν όμως φθάσαμε στα σύνορα οι Γάλλοι τελωνειακοί μας ζήτησαν τα χαρτιά του αυτοκινήτου. Εμείς όμως πήγαμε στην κυριολεξία αδιάβαστοι.

Οπότε λέω του τελωνειακού sorry δικό μας το λάθος και κάνω να στρίψω για πίσω. Μας κοίταξε πάλι και μας λέει θα σας αφήσω να περάσετε με την υπόσχεση όμως ότι δεν θα παίξετε υπερβολικά χρήματα στο casino!!

(7) Σήραγγα Καρακολίθου (παλαιά Εθνική Οδός Αθηνών-Κορίνθου, περιοχή Κακιάς Σκάλας). Περνώντας την σήραγγα Καρακολίθου θα δει κανείς δύο δοκάρια (?) ένα από κάθε πλευρά να διατρέχουν την σήραγγα.

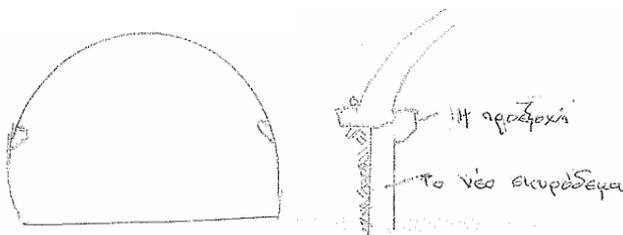
Υπέβαλα την ερώτηση σε πολλούς συναδέλφους, τι ακριβώς ήταν αυτή η κατασκευή αλλά δεν βρήκα απάντηση από κανέναν. Τελικά διαπιστώσαμε τα εξής, όπως μας τα μετέφερε ο αρμόδιος μηχανικός:

- Επειδή αδυνατούσαμε να σκυροδετήσουμε ολόκληρη την διατομή της σήραγγας, γινόταν η





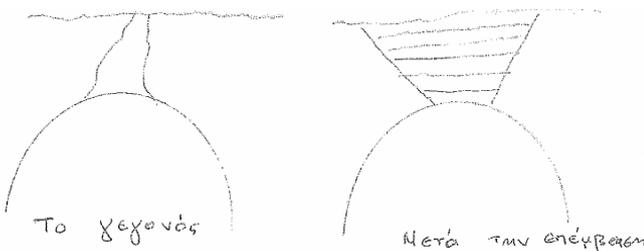
- διάνοιξη της πρώτης φάσης και η σκυροδέτηση της ανωδομής.
- Σε δεύτερη φάση διανοιγόταν τα κάτω μέρος και η σκυροδέτηση προχωρούσε ακολουθώντας τη διάνοιξη έτσι ώστε οι αρμοί να βρίσκονται στο μέσον της νέας καλουπιάς. Το μήκος κάθε καλουπιάς ήταν 5 ή 6 μέτρα. Η εκσκαφή και σκυροδέτηση των κάτω τμημάτων γινόταν σε ντουλάπια.
 - Δημιουργούσανε μία τεχνητή προεξοχή στο κάτω καλούπι ούτως ώστε το λεπτόρρευστο σκυρόδεμα να αναγκάζεται να συμπληρώσει τα κενά κάτω από την προηγούμενη καλουπιά (λόγω της βαρύτητας) και συγκοινωνούντων δοχείων.



Εικόνα 52. Σήραγγα Καρακολίθου θα δει κανείς δύο δοκάρια (?) ένα από κάθε πλευρά να διατρέχουν την σήραγγα

(8) Σήραγγα Τυμφρηστού (Καρπενήσι – Ευρυτανία). Ξεκινώντας το δεύτερο μέτωπο εκσκαφής βρεθήκαμε σε μία πηγή νερού που με το σχετικά αργιλώδες υλικό της εισόδου γινόταν ένας στην κυριολεξία χυλός που έρεε μεταξύ των σωλήνων spilling.

Δεν άργησε τελικά το φαινόμενο να φθάσει μέχρι στην επιφάνεια.



Εικόνα 53. Σχηματική απεικόνιση του φαινομένου εισροής νερού στην εκσκαφή της σήραγγας Τυμφρηστού και της αντιμετώπισής του με δημιουργία επιφανειακής χοάνης και πλήρωση με στρώσεις ελαφρού σκυροδέματος.

Τότε κάνουμε το εξής για να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα.

- Διευρύνουμε την εκσκαφή από την επιφάνεια δίνοντας ένα σχήμα χωνιού που όταν γεμίσει να αυτοαντιστηρίζεται.

- Γεμίσαμε την τεχνητή χοάνη με στρώσεις ελαφρού σκυροδέματος.
- Στις στρώσεις σκυροδέματος ενσωματώσαμε φελιζόλ μεγέθους παγοκολόνας που το δέναμε για να μη σηκωθούν (λόγω άνωσης).
- Το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε επιτυχώς.

(9) Αποστραγγιστικές σήραγγες Παναγοπούλας. Κατασκευάζαμε δύο αποστραγγιστικές σήραγγες Σ1 και Σ4 στην περιοχή της Παναγοπούλας.

Η εκσκαφή των σήραγγων έγινε και από τα τέσσερα μέτωπα (σε χρόνο ρεκόρ).

Όταν πήγα στο έργο είχε ξεκινήσει ήδη.

Οριζοντιογραφικά παρά το γεγονός ότι και οι δύο σήραγγες ήταν σε καμπύλη συνέπεσαν άψογα.

Αλλά υπήρξε στην σήραγγα Σ1 υψομετρική διαφορά 1 μέτρου (το ένα μέτωπο με το άλλο) διότι δεν έγινε απ' αρχής έλεγχος των δύο repairs.

Για καλή μας τύχη επειδή ήταν αποστραγγιστικές σήραγγες καταφέραμε και διορθώσαμε το πρόβλημα και δεν έγινε αντιληπτή η αστοχία μας.

(10) Έργα στο Ιράν (Ιρανική Επανάσταση). Από του τέλους του 1977 βρέθηκα με την Ελληνική Εταιρεία «ΣΚΑΠΑΝΕΥΣ» σε τεράστια έργα οδοποιίας στο «IPAN».

Ταυτόχρονα ετοιμαζόμαστε για κάποια σιδηροδρομικά έργα με σήραγγες κλπ .στην ίδια χώρα.

Μας βρίσκει εκεί η Ιρανική Επανάσταση, ο ερχομός του Χομεϊνί, η ανατροπή του Σάχη κτλ. Κτλ.

Μέσα σ' όλα τα άλλα το «IPAK» επιτίθεται στο «IPAN» και βομβαρδίζει το αεροδρόμιο της Τεχεράνης. Το γεγονός με βρίσκει στο Λονδίνο απ' όπου επιστρέφω πάραυτα στην Αθήνα προκειμένου να πάρω οδηγίες.

Μετά τις συνεννοήσεις και φυσικά αφού πήρα αρκετά χρήματα μαζί μου φεύγω για Τζεντα –Νταχράμ – Καράτσι (Πακιστάν) και εκείθε στην Quetta (σύνορα με Αφγανιστάν) με συνοδεύει ένας μηχανολόγος της εταιρείας που έτυχε να βρίσκεται με άδεια στο Πακιστάν. Νοικιάζουμε λοιπόν ένα φορτοταξί Toyota και τα τρία άτομα ξεκινάμε να διασχίσουμε την έρημο. Από Πακιστάν στο Ιρανικό Baluchistan.

Εγώ βρίσκομαι ψυχολογικά στα τάρταρα, δύο μικρές κασσετούλες με Μαρινέλα και Πάριο παίζουν





ασταμάτητα, κρατώντας με συντροφιά για ν' ακούω Ελληνική φωνή.....

Κάποια στιγμή στο πουθενά σταματάμε. Τι συμβαίνει αναρωτιέμαι, το μυαλό μου είναι ότι ως εδώ ήταν, ο Πακιστανός οδηγός σε συνεργασία με τον Πακιστανό Μηχανολόγο θα με ληστέψουν και θα με σκοτώσουν.....

Τι συμβαίνει ξαναρωτάω.... Δεν βλέπετε μου λέει ο οδηγός το κοντέρ δείχνει 10.000km. So what? Ρωτάω. Πρέπει να κάνω service! Τι service στο πουθενά!!!

Κι όμως κατεβαίνει ο αθεόφοβος σκάβει στην άμμο κάτω από τον κινητήρα έναν λάκκο, βγάζει το τουρμπάνι του, ξεβιδώνει το φίλτρα λαδιού βάζει καινούριο, αδειάζει τα παλιά λάδια, βάζει καινούργια και ξεκινάμε, οπότε μονολόγησα «για σήμερα επέζησα» Στο μέλλον βλέπουμε.....

(11) Σεμινάριο εκρηκτικών της NITRONOBEL (Σουηδία, 1974). Βρισκόμαστε στο τέλος του 1974. Η Σουηδική Εταιρεία NITRONOBEL οργανώνει ένα σεμινάριο (για εκρηκτικά) με προσκεκλημένους Έλληνες Μηχανικούς.

Παίρνουν μέρος Μηχανικοί Τεχνικών εταιρειών, Μεταλλειολόγοι κλπ.

Όταν έφθασα στο ξενοδοχείο που ήταν κλεισμένο από πριν, με το που είδε το διαβατήριό μου ο Receptionist, μου λέει έχω ένα γράμμα για σας. Μένω έκπληκτος γράμμα.... μόλις έφθασα? Υπέθεσα τα χειρότερα, κάτι συμβαίνει στο σπίτι μου! Με τρεμάμενα χέρια ανοίγω το γράμμα και διαβάζω:

Είμαστε στο φροντιστήριο (cabaret) της γωνιάς! Σε περιμένουμε (ακολουθούσαν ονόματα).

Οι συμμαθηταί σου.....

(12) Το ταξί στη Στοκχόλμη (Σουηδία). Στο ίδιο ταξίδι, στην Στοκχόλμη παίρνουμε ένα ταξί μ'έναν συνάδελφο. Μετά από λίγο ο ταξιτζής γυρίζει το ταξίμετρο στο (2). Λέω λοιπόν στον φίλο και συνάδελφο: μας χαρακτήρισε βλαχάκια ο δικός μας και μας έβαλε διπλή ταρίφα. Πριν προλάβω να τελειώσω τη φράση μου ο ταξιτζής το γυρίζει στο (0) και σε άπταιστα Ελληνικά συνεχίζει. «Το ταξί είναι στην διάθεσή σας. Ο ταξιτζής Έλληνας από την Ρόδο που δούλευε τον χειμώνα στην Στοκχόλμη.



Εικόνα 54. Εργασίες στεγάνωσης του υπερχειλιστή (υπόγειο έργο) του φράγματος Γλαρίωνα με εποξειδικό υλικό (ρητίνες), οι οποίες πραγματοποιήθηκαν από εξειδικευμένο συνεργείο από την Ισπανία.



8 ΔΠΜΣ ΕΜΠ «Σχεδιασμός & Κατασκευή Υπόγειων Έργων». Η υπόγεια εκπαίδευση από μέσα

**Η εκπαιδευτική εκδρομή «Παύλος Μαρίνος»
Ένα εμβληματικό εκπαιδευτικό ταξίδι στο πεδίο των υπόγειων έργων**

Βασίλης Μαρίνος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τομέας Γεωτεχνικής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ

Επιστημονικός υπεύθυνος της εκπαιδευτικής εκδρομής «Παύλος Μαρίνος»

Εκπαιδεύοντας την επόμενη γενιά Μηχανικών Υπογείων Έργων επιτόπου στο πεδίο και σε υπό κατασκευή υπόγεια έργα

Το ΔΠΜΣ «Σχεδιασμός και Κατασκευή Υπογείων Έργων» (ΣΚΥΕ) των Σχολών Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών Μηχανικών, Πολιτικών Μηχανικών και Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών – Μηχανικών Γεωπληροφορικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου παρέχει εξειδικευμένες γνώσεις υψηλού επιπέδου σε θέματα σχεδιασμού, χωροθέτησης, κατασκευής και λειτουργίας πάσης φύσεως υπογείων έργων. Στην πολυετή λειτουργία του έχει εκπαιδεύσει το σύνολο σχεδόν του επιστημονικού δυναμικού που ασχολείται με τον σχεδιασμό και την κατασκευή υπογείων έργων, στελεχώνοντας μελετητικές και τεχνικές εταιρείες, δημόσιους φορείς και ερευνητικούς οργανισμούς στην Ελλάδα και στο εξωτερικό.

Η εκπαιδευτική εκδρομή «Παύλος Μαρίνος» του ΔΠΜΣ ΣΚΥΕ αποτελεί μία από τις σημαντικότερες εκπαιδευτικές δραστηριότητες του Προγράμματος, με αντικείμενο τις σήραγγες και τα υπόγεια έργα στην Ελλάδα και έμφαση στη γεωλογία, τον σχεδιασμό και την κατασκευή τους. Πραγματοποιείται στο πλαίσιο των μαθημάτων «Σχεδιασμός Υπογείων Έργων» και «Τεχνική Γεωλογία Υπογείων Έργων», αλλά αποτελεί ταυτόχρονα ένα ιδιαίτερα σημαντικό συμπλήρωμα του εκπαιδευτικού κύκλου διδασκαλίας πολλών μαθημάτων του Μεταπτυχιακού Προγράμματος.

Στο πλαίσιο αυτό προσφέρει στους φοιτητές δια ζώσης παραστάσεις από υπό κατασκευή και λειτουργία υπόγεια έργα, οι οποίες διευκολύνουν την

αφομοίωση των απαραίτητων γνώσεων που τους παρέχονται «από έδρας».

Σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών, στο χειμερινό εξάμηνο κάθε ακαδημαϊκού έτους πραγματοποιείται η μοναδική εκπαιδευτική εκδρομή συλλογής γνώσεων και εμπειριών του Προγράμματος, διάρκειας επτά ημερών, η οποία τα τελευταία χρόνια έχει επεκταθεί σε εννέα ημέρες. Η εκδρομή πραγματοποιείται σε υπό κατασκευή υπόγεια έργα και σήραγγες στην Πελοπόννησο, την Κρήτη, καθώς και στην κεντρική και βόρεια Ελλάδα.

Η εκδρομή αυτή ονομάστηκε «Παύλος Μαρίνος», προς τιμήν του αείμνηστου Ομότιμου Καθηγητή του ΕΜΠ Παύλου Γ. Μαρίνου, ο οποίος οργάνωνε και υλοποιούσε την εκπαιδευτική αυτή δραστηριότητα για περισσότερα από είκοσι χρόνια, από το 1998 έως το 2019.

Στην Ελλάδα παρατηρείται σημαντική ανάπτυξη στην κατασκευή έργων υποδομής και πλήθος σήραγγων έχει ήδη κατασκευαστεί, ενώ πολλές ακόμη βρίσκονται υπό κατασκευή. Δημιουργείται έτσι μια μοναδική ευκαιρία για τον φοιτητή να δει τα έργα αυτά από κοντά, να κατανοήσει τις παραμέτρους που υφίστανται στον σχεδιασμό και την κατασκευή τους στις πραγματικές τους διαστάσεις και να αποκτήσει πολύτιμες εμπειρίες από την άμεση επαφή με το πεδίο.

Ορισμένες από τις σήραγγες που επισκέπτονται οι φοιτητές είναι μεγάλες και διασχίζουν ορεινές μάζες κάτω από ποικίλες, δύσκολες ή ακόμη και «εχθρικές» γεωλογικές συνθήκες. Προσφέρεται έτσι η δυνατότητα να κατανοήσει ο φοιτητής καλύτερα τη σημασία της έγκαιρης και αξιόπιστης γνώσης του





γεωλογικού προσομοιώματος για κάθε σήραγγα και να διαπιστώσει τον ρόλο που αυτό παίζει τόσο στις επιλογές των παραμέτρων σχεδιασμού όσο και στις προσαρμογές του σχεδιασμού κατά την κατασκευή. Οι μεταπτυχιακοί φοιτητές εκπαιδεύονται μπροστά στα μέτωπα εκσκαφής και στα στόμια των σηράγγων σε υπό κατασκευή υπόγεια έργα στην Πελοπόννησο, την Κρήτη, καθώς και στην κεντρική και βόρεια Ελλάδα. Αναλύουν το εύρος τεχνικογεωλογικών καταστάσεων σε διαφορετικά γεωπεριβάλλοντα και τις αντίστοιχες αβεβαιότητες για τον σχεδιασμό των υπογείων έργων. Δοκιμάζουν τις δεξιότητές τους σε πραγματικές συνθήκες, λαμβάνουν πολύτιμες γνώσεις στο πεδίο και, οργανωμένοι σε ομάδες, πραγματοποιούν κάθε βράδυ σύντομες τεχνικές παρουσιάσεις των έργων που επισκέφθηκαν και των ζητημάτων που ανέδειξε κάθε επίσκεψη.

Στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής εκδρομής πραγματοποιούνται:

- τεχνικές επισκέψεις σε μεγάλα υπό κατασκευή υπόγεια έργα, όπου παρουσιάζονται διαφορετικές

μέθοδοι εκσκαφής, διατομές σηράγγων, μέτρα άμεσης υποστήριξης, γεωτεχνικά προβλήματα και οι αντίστοιχες τεχνικές λύσεις

- μαθήματα και ασκήσεις επί τόπου στο πεδίο και στο φυσικό γεωπεριβάλλον (περίπου 12–15 ασκήσεις), όπως ποσοτικός χαρακτηρισμός και ταξινομήσεις βραχώμαζας, σύνταξη γεωλογικών τομών, απλοί υπολογισμοί εκτίμησης συγκλίσεων και μέτρων υποστήριξης, καθώς και εκτίμηση μηχανισμών αστοχίας
- επισκέψεις και συλλογή εμπειριών από μεγάλα υπόγεια έργα που βρίσκονται ήδη σε λειτουργία στη χώρα μας
- καθημερινές βραδινές παρουσιάσεις από τις ομάδες των φοιτητών, με αντικείμενο τα έργα που επισκέφθηκαν, τις γεωλογικές και γεωτεχνικές συνθήκες που παρατήρησαν, καθώς και τα βασικά ζητήματα σχεδιασμού και κατασκευής που ανέδειξε κάθε επίσκεψη



Εικόνα 55. Εκπαιδευτική εκδρομή «Παύλος Μαρίνος», ακαδημαϊκού έτους 2025–2026. Μέτωπο εκσκαφής σήραγγας του ΒΟΑΚ (Τμήμα Χανιά – Ηράκλειο) σε τεκτονικά παραμορφωμένο έντονα πτωχωμένο γραφιτικό σχιστόλιθο με φλέβες ασβεστίτη..



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακό Σπουδών
«Σχεδιασμός και Κατασκευή Υπογείων Έργων»

9ήμερη Εκπαιδευτική Εκδρομή: "Παύλος Μαρίνος"

Στο πλαίσιο των μαθημάτων:

"Τεχνική Γεωλογία Υπογείων Έργων" & "Σχεδιασμός Υπογείων Έργων"
 Υπεύθ. εκδρομής: **Αν. Καθηγητής Β. Π. Μαρίνος (marinosv@civil.ntua.gr)**

Δεκέμβριος 2025

Διαδρομή:

Αθήνα - Κρήτη - Αθήνα - Καλιδρόμο - Πλαταμώνας - Δράμα - Χαλκιδική - Θεσσαλονίκη - Βέροια - Πολύμυλος - Σερβία Κοζάνης - Φιλιππαιοί Γρεβενών - Κηπουριό - Μέτσοβο - Αθήνα.

Τεχνικά αντικείμενα:

1. Τεχνικές επισκέψεις στα μεγάλα υπό κατασκευή έργα, πληθώρα μεθόδων εκσκαφής, διατομών, μέτρων άμεσης υποστήριξης, γεωτεχνικών προβλημάτων και λύσεων.
2. Επισκέψεις & συλλογή εμπειριών από τα υπό λειτουργία υπόγεια έργα.
3. Πλήθος μαθημάτων και ασκήσεων επί τόπου στο πεδίο & φυσικό γεωπεριβάλλον (π.χ. ποσοτικός χαρακτηρισμός, ταξινομήσεις βραχώμαζας, σύνταξη γεωλογικών τομών, απλοί υπολογισμοί εκτίμησης συγκλίσεων & μέτρων υποστήριξης, εκτίμηση μηχανισμού αστοχιών κλπ).



Εικόνα 56. Εκπαιδευτική εκδρομή «Παύλος Μαρίνος», ακαδημαϊκού έτους 2025–2026. Παρουσιάζονται η διαδρομή της εκδρομής και οι βασικοί σταθμοί τεχνικών επισκέψεων σε μεγάλα υπό κατασκευή και λειτουργία υπόγεια έργα της χώρας.



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακό Σπουδών
«Σχεδιασμός και Κατασκευή Υπογείων Έργων»
9ήμερη Εκπαιδευτική Εκδρομή: "Παύλος Μαρίνος"

Στο πλαίσιο των μαθημάτων:
"Τεχνική Γεωλογία Υπογείων Έργων" & «Σχεδιασμός Υπογείων Έργων»
Ακαδημαϊκό έτος 2025-2026

Υπεύθυνος Εκδρομής: Αναπληρωτής Καθηγητής Β. Π. Μαρίνος (marinosv@civil.ntua.gr)

📍 **ΒΟΑΚ, Τμήμα Χανιά–Ηράκλειο (Σήρ. Σ1 & Σ2)**



📍 **QE65 (Βόρειο τμήμα)**



📍 **Σήραγγα προς Καστέλι – νέο αεροδρόμιο**



📍 **Έργα αντλιοσταμείωσης Αμφιλοχίας**



📍 **Υδροηλεκτρικό Έργο Μετσοβίτικου**



📍 **Φλυγερ Θεσσαλονίκης**



📍 **Μεταλλεία Ελληνικός Χρυσός (Ολυμπιάδα)**



📍 **Σήραγγα Μπράλου (Μπράλος–Άμφισσα)**



📍 **Σήραγγα Κλεισούρας**



📍 **Ορυχείο Λιγνίτη Προσλιού (Σέρβια Κοζάνης)**



Συμμετέχον Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Α.Π.Θ. "Εφαρμοσμένη & περιβαλλοντική γεωλογία & γεωκίνηση" (Ειδικότητα «Τεχνική Γεωλογία & Υδρογεωλογία»)

Θερμές ευχαριστίες στις **ΤΕΡΝΑ Α.Ε., ΑΚΤΩΡ Α.Ε., ΑΒΑΞ Α.Ε., ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΧΡΥΣΟΣ Α.Ε., ΜΕΤΕ Α.Ε.,** και **ΑΠΙΟΝ ΚΛΕΟΥΣ Κ/Ξ** για τη χορηγική τους στήριξη στην πραγματοποίηση της εκπαιδευτικής εκδρομής. Ευχαριστούμε όλες τις παραπάνω εταιρείες & τη **ΔΕΗ Α.Ε.** για τη ευκαιρία επίσκεψης στα έργα τους, καθώς και το **ΕΜΠ** για τη μεταφορά των φοιτητών σε αυτά και τη συνολική υποστήριξη του!



Εικόνα 57. Εκπαιδευτική εκδρομή «Παύλος Μαρίνος», ακαδημαϊκού έτους 2025–2026. Στιγμιότυπα από τις τεχνικές επισκέψεις φοιτητών σε μεγάλα υπόγεια έργα υποδομής, ενεργειακά έργα και μεταλλευτικές εγκαταστάσεις στο πλαίσιο εκπαίδευσης στο πεδίο.





Βιωματικές ματιές από μεταπτυχιακούς φοιτητές που εκπαιδεύονται για να χτίσουν το υπόγειο αύριο

Η εκδρομή μέσα από τα μάτια των φοιτητών Σύντομα αποσπάσματα από εμπειρίες & εντυπώσεις φοιτητών Ακαδημαϊκό έτος 2025 -2026

- Η υπόγεια εκπαίδευση 'από μέσα': Εκεί που το κράνος γίνεται η δεύτερη φύση μας.
- Αδιαμφισβήτητα η καλύτερη εκπαιδευτική εκδρομή που έχω συμμετάσχει με διαφορά! Τόσες πολλές εικόνες και συσσωρευμένη εμπειρία σε δέκα μέρες, που δεν τα φτάνουν μήνες διαλέξεων.**
- Θα μείνει για πάντα χαραγμένη στο μυαλό μου η εικόνα κατά την πρώτη μας είσοδο στην πιλοτική σήραγγα στον ΒΟΑΚ. Τόσο απόκοσμα αλλά και όμορφα ταυτόχρονα.
- Η εκδρομή ήρθε να γεφυρώσει τη θεωρία με την πράξη.**
- Ακόμα θυμάμαι την μυρωδιά των εκρηκτικών καθώς περιμέναμε να αεριστεί η σήραγγα για να δούμε το φρέσκο μέτωπο στα έργα αντλησιοταμίευσης Αμφιλοχίας.**
- Χάρη στην εκδρομή, επισκεφθήκαμε μεγάλα έργα από κοντά.
- Κατεβαίνουμε!!! Κράνη, Γιλέκα, Πλαστικοποιημένο, γαλότσες !!!**
- Ήρθαμε σε επαφή με έμπειρους μηχανικούς και εμπλουτίσαμε τις γνώσεις μας.
- Η εκδρομή αποτέλεσε τη πρώτη μας ουσιαστική επαφή με πληθώρα υπογείων έργων, στα οποία είδαμε την εφαρμογή όλων αυτών που διδαχθήκαμε στην αίθουσα.
- Η εκδρομή ήταν ένα ξεχωριστό μάθημα εκτός αίθουσας, αποκτώντας εμπειρία που δεν χωράει στις διαφάνειες.**
- Η πιλοτική σήραγγα στον ΒΟΑΚ έδωσε τη δυνατότητα να δούμε μέτωπο εκσκαφής υπό δύσκολες γεωτεχνικές συνθήκες, σε περιβάλλον σύνθλιψης.
- Με εντυπωσίασε πολύ η όρεξη των έμπειρων μηχανικών που μας φιλοξένησαν να μας μεταλαμπαδεύσουν όσο περισσότερη γνώση μπορούσαν.
- Η εκπαιδευτική εκδρομή Παύλος Μαρίνος αποτέλεσε κλειδί, ώστε να "δέσει" η θεωρία που πήραμε στο αμφιθέατρο.
- Εντυπωσιάστηκα με την κλίμακα και την πολυπλοκότητα του έργου της αντλησιοταμίευσης Αμφιλοχίας.**
- Από την θεωρία... στην πράξη! (ΔΑ)**
- Η πολυπλοκότητα και η κλίμακα κάθε έργου αποτέλεσαν μοναδική και ιδιαίτερα εντυπωσιακή εμπειρία για τις πρώτες εικόνες ως μελλοντικός μηχανικός υπογείων.
- Ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους όσους συντέλεσαν ώστε να πραγματοποιηθεί αυτή η εκπαιδευτική εκδρομή. Εύχομαι και οι επόμενες γενιές να έχουν τη δυνατότητα να ζήσουν αυτή τη μοναδική εμπειρία.
- Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασε το γεγονός ότι παρατηρήσαμε τις διαφορετικές φάσεις του κύκλου εκσκαφής ενός υπόγειου έργου, όπως τη διάτρηση, τη γόμωση, την ανατίναξη και την τοποθέτηση μέτρων υποστήριξης (εκτοξευόμενο σκυρόδεμα). Με αυτόν τον τρόπο κατανοήσαμε καλύτερα κάθε στάδιο της κατασκευαστικής διαδικασίας στην πράξη.**
- Είδαμε από κοντά καινοτόμες και σύγχρονες μεθόδους κατασκευής, όπως το *Raise Boring* στην Αντλησιοταμίευση Αμφιλοχίας.

Μεταπτυχιακοί φοιτητές
ΔΠΜΣ ΣΚΥΕ
ακαδημαϊκού έτους 2025-2026





Τεχνική επισκόπηση του έργου «Σύστημα αντλησιοταμίευσης της Αμφιλοχίας» από τη σκοπιά μιας Μεταπτυχιακής Φοιτήτριας του ΔΠΜΣ ΕΜΠ «Σχεδιασμός & Κατασκευή Υπογείων Έργων»

**Ελπίδα Φράγκου,
Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ,**

Στο πλαίσιο του ΔΠΜΣ «Σχεδιασμός και Κατασκευή Υπογείων Έργων» του ΕΜΠ, η εκπαιδευτική εκδρομή «Παύλος Μαρίνος» αποτέλεσε μια σημαντική ευκαιρία επαφής με μεγάλα τεχνικά έργα που κατασκευάζονται αυτήν την περίοδο στην Ελλάδα. Μέσα από την εκδρομή αυτή, μας δόθηκε η δυνατότητα, ως μεταπτυχιακοί φοιτητές και φοιτήτριες του προγράμματος, να επισκεφθούμε σημαντικά τεχνικά έργα και να αποκτήσουμε άμεση εμπειρία σχετικά με τον σχεδιασμό και την κατασκευή τους. Ανάμεσα στα έργα που παρουσίασαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, ξεχωρίζει το σύστημα αντλησιοταμίευσης της Αμφιλοχίας, το οποίο αποτελεί ένα από τα πλέον σύνθετα και απαιτητικά έργα που υλοποιούνται στην Ελλάδα την παρούσα χρονική περίοδο.

Το έργο περιλαμβάνει πλήθος υπόγειων και επιφανειακών κατασκευών, όπως σήραγγες μεταφοράς νερού, θαλάμους, κατακόρυφα φρέατα, υπόγειους σταθμούς παραγωγής και συνοδά τεχνικά έργα, τα οποία αναπτύσσονται σε ιδιαίτερα απαιτητικές γεωλογικές και τεχνικογεωλογικές συνθήκες. Τα μεγάλα βάθη εκσκαφής, τα υψηλά υπερκείμενα και οι αυξημένες απαιτήσεις ασφάλειας και αξιοπιστίας καθιστούν τον σχεδιασμό και την κατασκευή του έργου μια ιδιαίτερος σύνθετη διαδικασία.

Η μελέτη και κατασκευή του έργου απαιτεί στενό συντονισμό πολλαπλών ειδικοτήτων μηχανικών (γεωτεχνικών, υδραυλικών, δομοστατικών, ηλεκτρομηχανολογικών, ενεργειακών), καθώς και την εφαρμογή προηγμένων μεθοδολογιών σχεδιασμού, παρακολούθησης και προσαρμοστικής κατασκευής. Η κλίμακα, η πολυπλοκότητα και ο

καινοτόμος χαρακτήρας του έργου καθιστούν την αντλησιοταμίευση Αμφιλοχίας πεδίο ιδιαίτερου τεχνικού ενδιαφέροντος, από το οποίο προκύπτουν σημαντικά συμπεράσματα για τη μελέτη και κατασκευή μεγάλων υπόγειων υδραυλικών έργων. Αρχικά, το έργο αποσκοπεί στη δημιουργία δύο υδροηλεκτρικών «υδάτινων μπαταριών» για την αποθήκευση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Στο σύστημα προβλέπονται δύο άνω ταμιευτήρες (Αγίου Γεωργίου και Πύργου) και ένας κάτω ταμιευτήρας (λίμνη Καστρακίου), οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους μέσω συστημάτων σιράγγων μεταφοράς νερού. Κατά τη φάση αυξημένης ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, το αποθηκευμένο νερό διοχετεύεται από τους άνω ταμιευτήρες προς τον κάτω ταμιευτήρα και παράγεται ηλεκτρική ενέργεια, ενώ κατά τη φάση χαμηλής ζήτησης το νερό αντλείται εκ νέου προς τους άνω ταμιευτήρες με τη χρήση στροβιλοαντλιών.

Ιδιαίτερα εντυπωσιακή είναι η κλίμακα του έργου, καθώς καταλαμβάνει συνολική επιφάνεια περίπου 60 km², ενώ έχουν διανοιχθεί 25 km οδοποιίας αποκλειστικά για τις ανάγκες κατασκευής του. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει τη σημαντική οργανωτική και τεχνική πολυπλοκότητα, καθώς απαιτείται η εκτέλεση πολλών παράλληλων εργασιών, που απαιτούν τη συμμετοχή διαφορετικών ειδικοτήτων μηχανικών. Στα συνοδά τεχνικά έργα περιλαμβάνονται, μεταξύ άλλων, φράγματα τύπου RCC για τη κατασκευή των δύο άνω ταμιευτήρων.

Σε κάθε σύστημα Προσαγωγής υπάρχει η Σήραγγα Προσαγωγής, που περιλαμβάνει το έργο της Άνω Υδροληψίας, του Φρέατος Θυροφραγμάτων και του Πύργου Ανάπλασης, το Κατακόρυφο Φρέαρ Προσαγωγής και τη Σήραγγα Υψηλής Πίεσης με τις αντίστοιχες διακλαδώσεις. Σε κάθε σύστημα προβλέπεται η κατασκευή τριών κατακόρυφων φρεάτων (έξι συνολικά), τα οποία διανοίγονται με τη μέθοδο Raise Boring. Η μέθοδος αυτή παρέχει υψηλή γεωμετρική ακρίβεια, προκαλεί περιορισμένη διατάραξη του περιβάλλοντος πετρώματος και έχει αυξημένη ασφάλεια κατά την εκτέλεση των εργασιών σε σχέση με συμβατικές μεθόδους εκσκαφής κατακόρυφων έργων. Τα προϊόντα εκσκαφής των φρεάτων απομακρύνονται





μέσω της σήραγγας προσαγωγής και έτσι επιτυγχάνεται αρκετά γρήγορος και αποτελεσματικός ρυθμός εκσκαφής, παρά το μεγάλο βάθος στο οποίο σκάπτονται.



Εικόνα 58. Κατασκευή κατακόρυφου φρέατος (εκδρομή «Παύλος Μαρίνος» ΔΠΜΣ ΣΚΥΕ, 12/2025).

Η επιλογή της θέσης του έργου βασίστηκε σε βελτιστοποιημένο σχεδιασμό ως προς την υδραυλική λειτουργία και τη γεωτεχνική καταλληλότητα. Ωστόσο, οι γεωλογικές και τεχνικογεωλογικές συνθήκες, σε συνδυασμό με τις υψηλές απαιτήσεις στεγανότητας, δημιουργούν σημαντικές τεχνικές προκλήσεις. Κρίσιμος παράγοντας αποτελεί η υδατοστεγανότητα του συστήματος, τόσο κατά τη φάση κατασκευής όσο και κατά τη φάση λειτουργίας, ώστε να αποφεύγονται εισροές κατά την εκσκαφή και απώλειες νερού κατά τη λειτουργία του έργου. Οι αυξημένες απαιτήσεις ως προς την ευστάθεια και τη στεγανότητα του συστήματος συνεπάγονται την εφαρμογή εκτεταμένων μέτρων υποστήριξης στα υπόγεια έργα και μέτρων αντιστήριξης στα επιφανειακά, όπως η ανάπτυξη πολλαπλών αγκυρώσεων στα πρηνή της οδοποιίας που έχει διανοιχθεί για εργοταξιακούς λόγους.

Κατά την κατασκευή των σήραγγων, λόγω των συστημάτων διακλάσεων και της ανομοιογένειας των σχηματισμών του φλύσχη, παρατηρούνται κατά θέσεις σημαντικές εισροές υδάτων. Οι εισροές αυτές αντιμετωπίζονται με συνδυασμό μεγάλων αντλιοστασίων αποστράγγισης και την εφαρμογή

τσιμεντενέσεων περιμετρικά της εκσκαφής, όπου απαιτείται, με στόχο τη μείωση της διαπερατότητας του πετρώματος και τη βελτίωση της στεγανότητας. Για τον υπόγειο σταθμό παραγωγής, ο οποίος βρίσκεται σε βάθος περίπου 40 m κάτω από τη στάθμη της λίμνης Καστρακίου, κατασκευάζεται πασσαλοδιάφραγμα με στόχο την εξασφάλιση της υδατοστεγανότητας και της ευστάθειας της κατασκευής.

Συνολικά, ο σχεδιασμός και η κατασκευή των έργων βασίζονται σε προσαρμοστικές γεωτεχνικές μεθόδους, με διαρκή παρακολούθηση της συμπεριφοράς των βραχωδών σχηματισμών και προσαρμογή των μέτρων υποστήριξης και στεγανοποίησης, σύμφωνα με τις επιτόπου τεχνικογεωλογικές συνθήκες.

Τα ανωτέρω καταδεικνύουν τον σύνθετο χαρακτήρα του έργου, στο οποίο ο συνδυασμός προηγμένων κατασκευαστικών μεθόδων, με στοχευμένα και σύνθετα μέτρα υποστήριξης και υδατοστεγάνωσης, μαζί με την σωστή συνεργασία μεταξύ των διαφορετικών ειδικοτήτων μηχανικών, αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχή υλοποίηση του έργου και τη λειτουργική αξιοπιστία του συστήματος. Έργα σαν την Αντλησιοταμίευση Αμφιλοχίας συνιστούν καινοτόμες ενεργειακές λύσεις για τον Ελλαδικό χώρο και προσφέρουν πολύτιμες γνώσεις για τη μελέτη και κατασκευή μεγάλων υπόγειων και επιφανειακών υδραυλικών έργων, ιδιαίτερα για νέους και νέες μηχανικούς.



Εικόνα 59. Σήραγγα προσαγωγής (εκδρομή «Παύλος Μαρίνος» ΔΠΜΣ ΣΚΥΕ, 12/2025).



9 Ψηφιακά Εργαλεία και Καινοτομία στα Υπόγεια Έργα

Λογισμικά, αισθητήρες & ΑΙ στην υπηρεσία του υπόγειου χώρου

Εικονική Πραγματικότητα (VR) ως Εργαλείο Γεωλογικής Χαρτογράφησης: Η Εφαρμογή στα Υπόγεια Λατομεία της Πάρου

Ιωάννης Φαρμάκης, Τεχνικός Γεωλόγος Α.Π.Θ., PhD, Data Scientist/ML Engineer

Ο Ιωάννης Φαρμάκης είναι Τεχνικός Γεωλόγος (Α.Π.Θ.) και κάτοχος διδακτορικού από το Queen's University (Καναδάς), με αντικείμενο την εφαρμογή 3D point clouds και Machine Learning στη μοντελοποίηση και παρακολούθηση βραχωδών πρανών. Έχει εργαστεί ως Research Associate στο University of Newcastle (Αυστραλία) στην ανάπτυξη μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης για την παρακολούθηση πρανών και την πρόβλεψη βραχοπτώσεων. Σήμερα είναι Postdoctoral Researcher στο Πανεπιστήμιο Sapienza της Ρώμης και στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ, στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου HELP4Land του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ., όπου δραστηριοποιείται ως Data Scientist/ML Engineer στην ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης κατολισθήσεων.

1. Εισαγωγή

Η διαχείριση του γεωλογικού κινδύνου σε υπόγεια έργα βασίζεται παραδοσιακά στην επιτόπια χαρτογράφηση, μια διαδικασία συχνά χρονοβόρα και ενίοτε επικίνδυνη, ειδικά σε περιβάλλοντα με περιορισμένη προσβασιμότητα και έλλειψη φωτισμού. Ωστόσο, στην σύγχρονη εποχή της 4ης βιομηχανικής επανάστασης ή αλλιώς εποχή της ψηφιοποίησης (digitization era), τεχνολογίες όπως η εικονική πραγματικότητα (VR – virtual reality) μέσα από πιστές ψηφιακές αναπαραστάσεις της πραγματικότητας (reality capture) έχουν πλέον γίνει καθημερινότητα. Κάθε βιομηχανική επανάσταση έχει οφέλη και μειονεκτήματα, προκλήσεις, ευκαιρίες και αβεβαιότητες, όμως στην συγκεκριμένη περίπτωση τα πλεονεκτήματα είναι ήδη εμφανή: αύξηση της παραγωγικότητας, αποδοτικότητας και ποιότητας των διαδικασιών, μεγαλύτερη ασφάλεια για τους εργαζόμενους μειώνοντας εργασίες σε επικίνδυνα περιβάλλοντα και ενίσχυση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων με δεδομοκεντρικά εργαλεία.

Ο μηχανικός του σήμερα, αξιοποιώντας μια ποικιλία συσκευών (από το κινητό του τηλέφωνο μέχρι εξειδικευμένους σαρωτές λέιζερ), έχει την δυνατότητα να «μεταφέρει» το υπόγειο έργο στο

γραφείο, επιτρέποντας του να επωφεληθεί όλων αυτών των πλεονεκτημάτων. Έτσι λοιπόν μπορεί να πραγματοποιήσει λεπτομερείς μετρήσεις και αναλύσεις, συνεργατικά, σε ένα ασφαλές και ελεγχόμενο ψηφιακό περιβάλλον, με την δυνατότητα να αυτοματοποιήσει επαναλαμβανόμενες διαδικασίες.

2. Η Πρόκληση των Λατομείων της Πάρου

Τα αρχαία υπόγεια λατομεία μαρμάρου στο Μαράθι Πάρου αποτέλεσαν το ιδανικό πεδίο δοκιμής λόγω των εξαιρετικά δύσκολων συνθηκών τους. Ένα δίκτυο στοών μήκους 7 χλμ σε απόλυτο σκοτάδι, με χαμηλά ύψη οροφής (συνήα κάτω από 1,5 m), συσσωρευμένα κορήματα και απότομα βαθιά περάσματα. Η συμβατική χαρτογράφηση σε τέτοιες συνθήκες θα εξέθετε τους ερευνητές σε σημαντικούς κινδύνους για παρατεταμένο χρόνο.

Έτσι κατασκευάστηκε ψηφιακό ομοίωμα (από τις προσβάσιμες και θεωρητικά ασφαλέστερες περιοχές των στοών) και μια εφαρμογή εικονικής περιήγησης που θα παρείχε ψηφιακή πρόσβαση και στα υπόλοιπα τμήματα που πιθανώς έκρυβαν κρίσιμες για την μελέτη πληροφορίες.





3. Τεχνική Υλοποίηση & Λειτουργικότητα

Η ανάπτυξη της εφαρμογής βασίστηκε σε μια ολοκληρωμένη ροή εργασιών ψηφιοποίησης, η οποία συνδύασε τη συλλογή δεδομένων υψηλής ακρίβειας με τη χρήση προηγμένων μηχανών γραφικών για βιντεοπαιχνίδια.

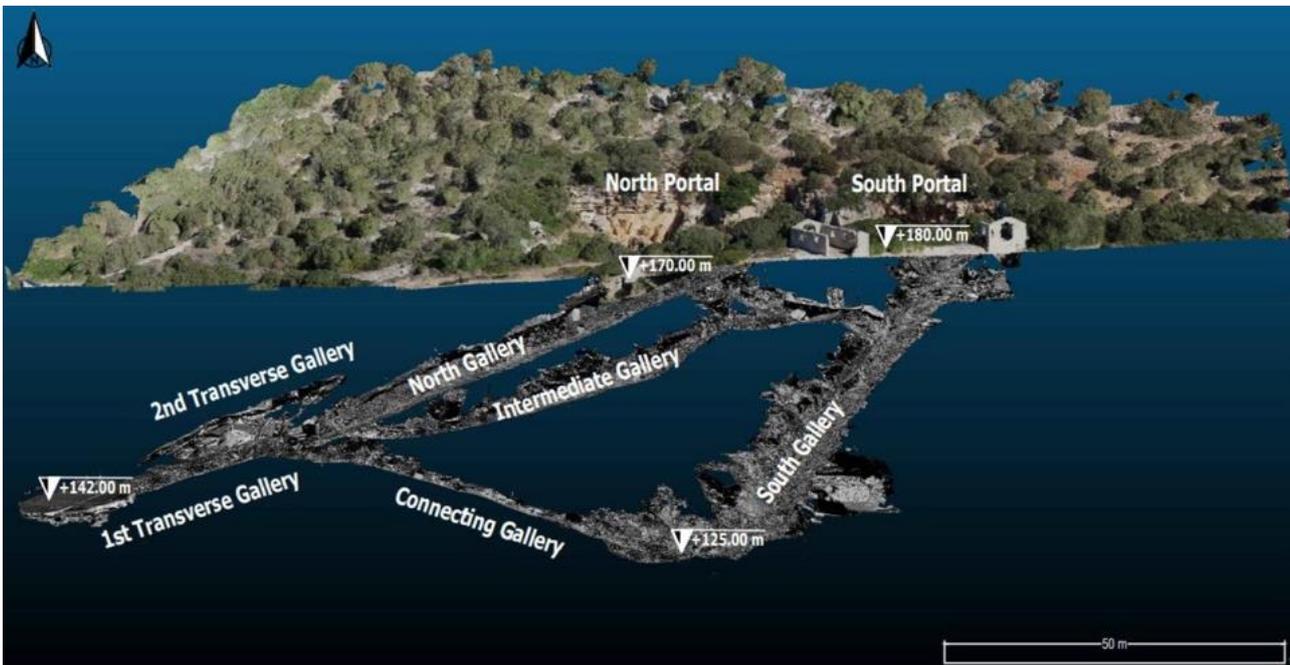
3.1. Συλλογή και προετοιμασία δεδομένων

Η διαδικασία της ψηφιακής αποτύπωσης υλοποιήθηκε σε δύο διακριτές αλλά αλληλοσυμπληρούμενες φάσεις, συνδυάζοντας την εξωτερική και την υπόγεια πληροφορία. Η αποτύπωση των εξωτερικών πρανών και των εισόδων (portals) πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μη επανδρωμένου αεροσκάφους (UAV/Drone). Η μέθοδος αυτή επέτρεψε την παραγωγή ενός πυκνού τρισδιάστατου μοντέλου με ακρίβεια κάτω του

εκατοστού, προσφέροντας το απαραίτητο γεωαναφερμένο πλαίσιο (RTK-based georeferencing) για τη σύνδεση με την υπόγεια έρευνα.

Στα υπόγεια, λόγω του απόλυτου σκότους και της πολυπλοκότητας των στοών, χρησιμοποιήθηκε ο σαρωτής λέιζερ Leica BLK 360. Η σάρωση ξεκίνησε από τα στόμια ώστε να υπάρχει επικάλυψη με το εξωτερικό φωτογραμμετρικό μοντέλο και προχώρησε στο εσωτερικό με διαδοχικές στάσεις ανά περίπου 5 μέτρα.

Η συνδυαστική αυτή προσέγγιση επέτρεψε τη δημιουργία ενός ενιαίου ψηφιακού ομοιώματος, όπου η ακρίβεια της σάρωσης λέιζερ «κούμπωσε» πάνω στο γεωαναφερμένο μοντέλο της φωτογραμμετρίας, διασφαλίζοντας την απόλυτη χωρική συνοχή του έργου.



Εικόνα 60. Τελικό μοντέλο πλέγματος (mesh) του συγκροτήματος των λατομείων των Νυμφών, το οποίο απεικονίζει τόσο τις εσωτερικές όσο και τις εξωτερικές κατασκευές. Επισημαίνονται οι κύριες στοές και τα στόμια, ενώ παράλληλα αναγράφονται τα αντίστοιχα υψομετρικά επίπεδα για λόγους αναφοράς.

3.2. Ανάπτυξη VR Εφαρμογής

Η τελική εφαρμογή υλοποιήθηκε σε γλώσσα προγραμματισμού C# στο περιβάλλον της μηχανής γραφικών Unity 3D Engine. Η επιλογή της Unity επέτρεψε την ενσωμάτωση διαδραστικών εργαλείων, όπως:

- **Virtual Tour:** Δυνατότητα εικονικής περιήγησης, παρατήρησης και λήψης μετρήσεων πραγματικό χρόνο.

- **Dynamic Lighting:** Ο χρήστης μπορεί να ελέγξει την κατεύθυνση του φωτός για να αναδείξει ασυνέχειες στο πέτρωμα (π.χ. στρώση, ρωγμές).
- **Geological Pins:** Δυνατότητα τοποθέτησης σημείων ενδιαφέροντος με επισυναπτόμενα τεχνικά δεδομένα ή φωτογραφίες.



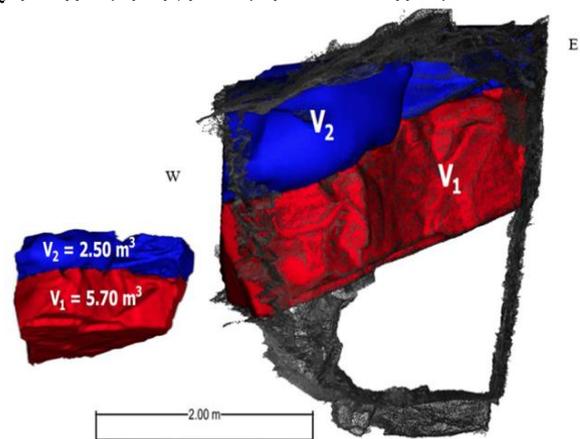
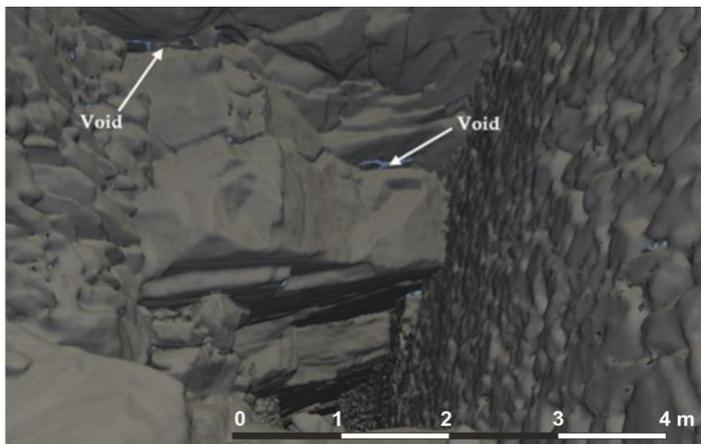


Εικόνα 61. Ανάπτυξη του περιβάλλοντος εικονικής πραγματικότητας (VR) στη μηχανή Unity για τα υπόγεια λατομεία μαρμάρου των Νυμφών. (Αριστερά) Εξωτερικό μοντέλο του εδάφους, συμπεριλαμβανομένων των περιοχών των επιφανειακών στομιών. (Δεξιά) Το υπόγειο σύστημα στοών όπως απεικονίζεται στο περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας για υψηλής ανάλυσης τεχνικογεωλογικές αξιολογήσεις.

3.3. Αξιοποίηση

- **Γεωτεχνική Ταξινόμηση:** Δυνατότητα προσδιορισμού δεικτών όπως GSI και RMR μέσω ψηφιακής επιθεώρησης της τραχύτητας και της δομής της βραχομάζας.
- **Μετρήσεις Ασυνεχειών:** Εξαγωγή στοιχείων προσανατολισμού, απόστασης και εμμόνης των ασυνεχειών απευθείας από το 3D μοντέλο.

- **Ανάλυση Επικινδυνότητας:** Αναγνώριση ασταθών blocks, υπολογισμός του όγκου τους και προσομοίωση μηχανισμών αστοχίας για το σχεδιασμό μέτρων υποστήριξης, με απόλυτη ακρίβεια μετρήσεων.
- **Βελτιστοποίηση Χρόνου:** Ο χρόνος παραμονής στο υπόγειο έργο μειώνεται στο 10% του συμβατικού, καθώς η κύρια εργασία χαρτογράφησης μεταφέρεται στο γραφείο.



Εικόνα 62. (Αριστερά) Απόσπασμα από την εικονική περιήγηση, στη θέση όπου παρατηρούνται ζητήματα ευστάθειας της οροφής με καταρρεύσεις και προεξέχοντες βραχώδεις όγκους στην είσοδο της ενδιάμεσης στοάς. Τα κενά στην οροφή οφείλονται σε αποκόλληση της βραχομάζας. (Δεξιά) Ψηφιακή απεικόνιση των μετρημένων βραχιδών όγκων (V_1 και V_2) στην οροφή του λατομείου, οι οποίοι εμφανίζουν υψηλό κίνδυνο κατάρρευσης λόγω αποκόλλησης της πλάκας της οροφής.

Σχετική Δημοσίευση:

Vassilis Marinos, Ioannis Farmakis, Themistoklis Chatzitheodosiou, Dimitra Papouli, Theodoros Theodoropoulos, Demetris Athanasoulis and Eleni Kalavria (2025). "Engineering Geological Mapping for the Preservation of Ancient Underground Quarries via a VR Application", *Remote Sensing*, 17(3), 544. <https://doi.org/10.3390/rs17030544>



10 Τιμητική Αναφορά στον Dr Evert Hoek

Η αναγνώριση όσων χάραξαν ανεκτίμητες υπόγειες διαδρομές

Βασίλης Μαρίνος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τομέας Γεωτεχνικής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ



Dr Evert Hoek
DSc, F.RAE, F.CAE, NAE
1933 – 2024

1. Εισαγωγή

Ο Evert Hoek υπήρξε μία από τις πλέον εμβληματικές μορφές της Βραχομηχανικής (Rock Mechanics), με καθοριστική συμβολή στον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζεται η μηχανική συμπεριφορά της βραχώμαζας στον σχεδιασμό και την κατασκευή υπόγειων έργων. Το έργο του βασίστηκε όχι μόνο στις θεμελιώδεις έννοιες της γεωτεχνικής μηχανικής αλλά και σε μια τεράστια εμπειρία από πραγματικά έργα, οδηγώντας στην ανάπτυξη μεθόδων άμεσα εφαρμόσιμων στον τεχνικό σχεδιασμό. Πολλές από αυτές τις εμπειρίες αποκτήθηκαν σε πλήθος τεχνικών έργων, κυρίως σηράγγων, στη χώρα μας.

Η συνεισφορά του περιλαμβάνει τη διατύπωση κριτηρίων αστοχίας και την εισαγωγή εργαλείων για τον προσδιορισμό των παραμέτρων της βραχώμαζας, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως διεθνώς έως σήμερα, αλλά και μέτρων υποστήριξης για διάφορες γεωτεχνικές συνθήκες διάνοιξης σηράγγων, από ψαθυρή θραύση έως συνθήκες σύνθλιψης, αποτελούν βασικό μέρος του σχεδιασμού υπόγειων έργων.



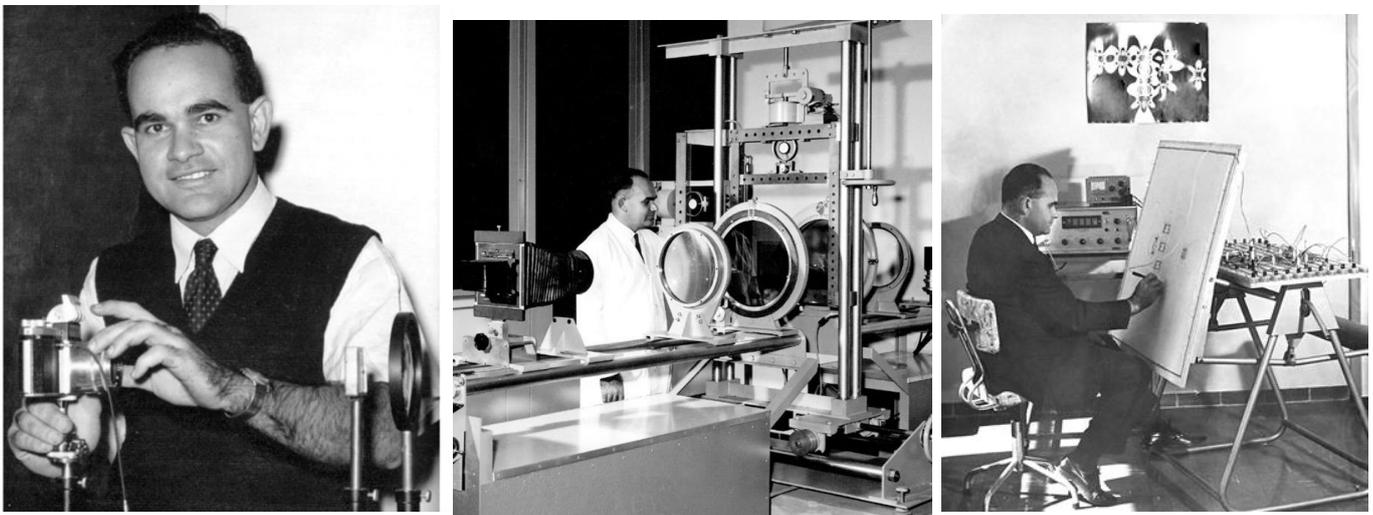
Εικόνα 63. Ο Evert Hoek στο πεδίο.



2. Σπουδές και Επαγγελματική Πορεία

Ο Evert Hoek γεννήθηκε το 1933 στη Νότια Ροδεσία (σημερινή Ζιμπάμπουε). Σπούδασε Μηχανικός Μεταλλείων στο University of Witwatersrand στη Νότια Αφρική, από όπου απέκτησε πτυχίο το 1954 και μεταπτυχιακό δίπλωμα (MSc) το 1957. Η πρώτη του επαγγελματική ενασχόληση (1954–1960) ήταν στον μεταλλευτικό τομέα, σε υπόγειες εκμεταλλεύσεις χρυσού μεγάλου βάθους, όπου αντιμετώπισε προβλήματα ευστάθειας βραχωδών σχηματισμών υπό υψηλές τάσεις, τα οποία συνδέονταν με φαινόμενα θραύσης και εκρηκτικής αποκόλλησης (rockburst), που αποτέλεσαν και το αντικείμενο της πρώιμης ερευνητικής του δραστηριότητας.

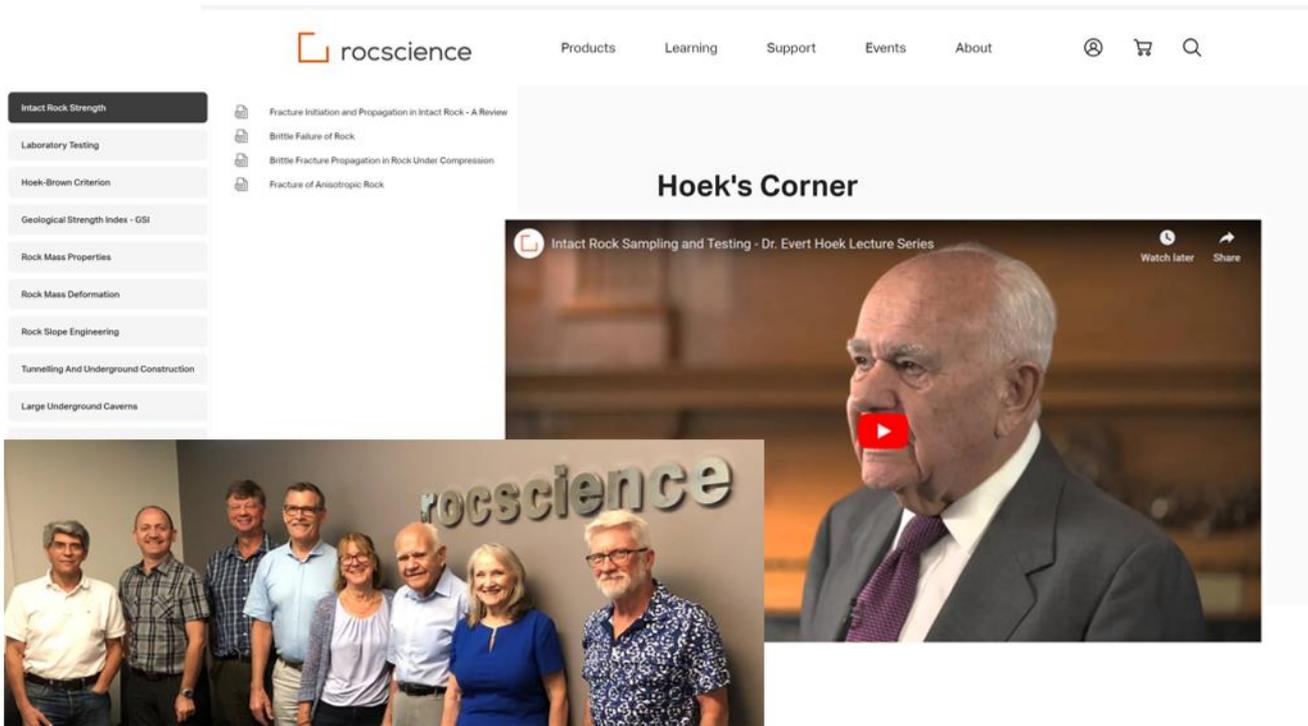
Στη συνέχεια μετέβη στο Ηνωμένο Βασίλειο, όπου πραγματοποίησε διδακτορικές σπουδές στο Imperial College London (Royal School of Mines), τις οποίες ολοκλήρωσε το 1965. Κατά την περίοδο αυτή ασχολήθηκε με τη μηχανική συμπεριφορά των πετρωμάτων και τη θραύση τους υπό συνθήκες υψηλών τάσεων, σε άμεση σύνδεση με προβλήματα που προέκυπταν από βαθιές μεταλλευτικές εκσκαφές, ενώ παράλληλα εκτόνησε τη μελέτη “Rock Fracture under Static Stress Conditions” (1965), η οποία αποτέλεσε ένα από τα πρώτα συστηματικά έργα στο αντικείμενο της θραύσης των πετρωμάτων.



Εικόνα 64. Ο Evert Hoek στα πρώτα στάδια της ερευνητικής του πορείας, σε εργαστηριακές δοκιμές και αναλύσεις μηχανικής συμπεριφοράς πετρωμάτων, θέτοντας τις βάσεις για την ανάπτυξη της σύγχρονης Βραχομηχανικής (<https://www.rocsience.com/>)

Κατά την περίοδο της δεκαετίας του 1960 έως τα μέσα της δεκαετίας του 1970, διετέλεσε μέλος του ακαδημαϊκού προσωπικού στο Imperial College London, στη Royal School of Mines, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην ανάπτυξη της μηχανικής πετρωμάτων ως διακριτού επιστημονικού αντικειμένου. Κατά την περίοδο αυτή εξελίχθηκε ακαδημαϊκά σε ανώτερες βαθμίδες διδασκαλίας και έρευνας στον τομέα της Βραχομηχανικής (Rock Mechanics). Στο Imperial College συμμετείχε στη διαμόρφωση ενός από τα σημαντικότερα ερευνητικά και εκπαιδευτικά κέντρα στον τομέα της βραχομηχανικής (rock mechanics), σε μία περίοδο κατά την οποία το αντικείμενο αποκτούσε για πρώτη φορά σαφή επιστημονική και εφαρμοσμένη ταυτότητα.

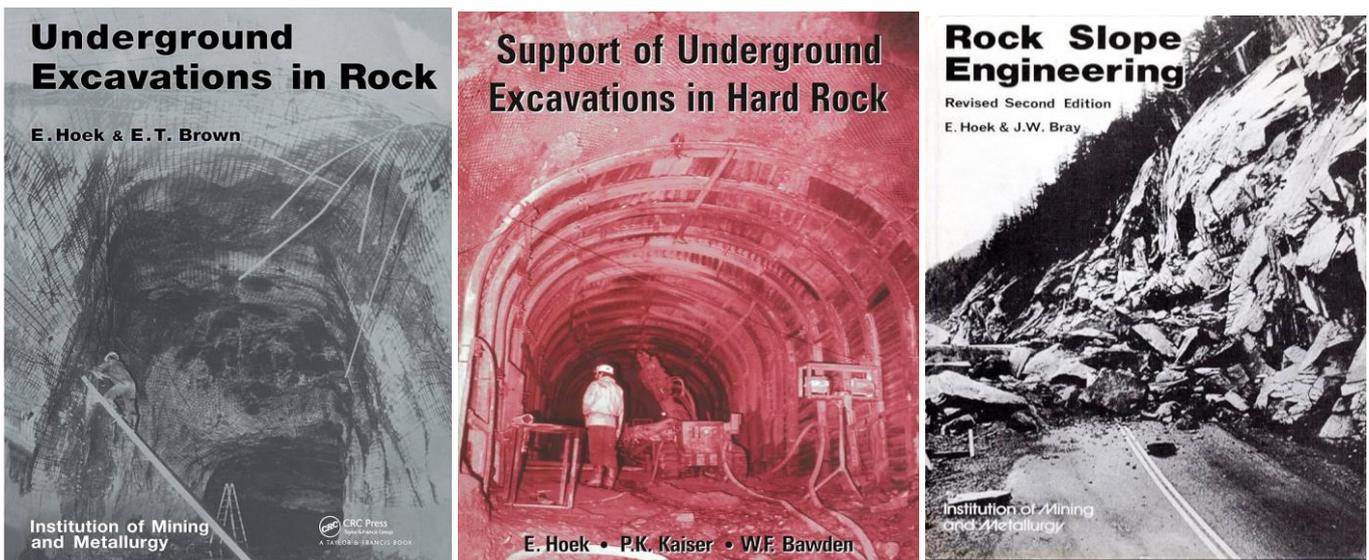
Από τα τέλη της δεκαετίας του 1970 και ιδίως από τη δεκαετία του 1980, η δραστηριότητά του επικεντρώθηκε στη συμβουλευτική μηχανική. Στη συνέχεια εγκαταστάθηκε στον Καναδά, όπου εργάστηκε ως γεωτεχνικός σύμβουλος σε σημαντικά έργα πολιτικού μηχανικού και μεταλλευτικής μηχανικής. Συνεργάστηκε αρχικά με την εταιρεία Golder Associates και αργότερα δραστηριοποιήθηκε ως ανεξάρτητος σύμβουλος, συμμετέχοντας στον σχεδιασμό και την αξιολόγηση υπόγειων έργων διεθνώς, ιδίως σε συνθήκες μεγάλου βάθους και αυξημένων τάσεων. Η επαγγελματική του δραστηριότητα επεκτάθηκε σε μεγάλο αριθμό έργων διεθνώς, καλύπτοντας εφαρμογές σε σήραγγες, υπόγειους θαλάμους, πρηνή και θεμελιώσεις φραγμάτων. Ανέπτυξε στενή συνεργασία με τη Rocscience, συμβάλλοντας καθοριστικά στην ανάπτυξη λογισμικών για την εφαρμογή της Βραχομηχανικής στον γεωτεχνικό σχεδιασμό, βασισμένων σε μεθοδολογίες και κριτήρια που ο ίδιος διαμόρφωσε, με αποτέλεσμα την ευρεία διάδοση υπολογιστικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται έως σήμερα στη διεθνή γεωτεχνική πρακτική.



Εικόνα 65. “Hoek’s Corner” (Rocscience): εκπαιδευτικό υλικό και διαλέξεις του Evert Hoek για τη Βραχομηχανική και τα υπόγεια έργα.

Κατά την περίοδο 1987–1993 διετέλεσε Καθηγητής στο Department of Civil Engineering του University of Toronto, όπου κατείχε και θέση NSERC Industrial Research Chair στη Rock Engineering, διατηρώντας ενεργή σύνδεση μεταξύ έρευνας και εφαρμογής.

Κατά τη διάρκεια της επαγγελματικής του πορείας διατήρησε στενή σχέση με την ακαδημαϊκή κοινότητα μέσω διαλέξεων, συνεργασιών και συγγραφικής δραστηριότητας στον τομέα της Βραχομηχανικής, με εκτεταμένο συγγραφικό έργο που περιλαμβάνει βασικά εγχειρίδια και τεχνικές δημοσιεύσεις ευρείας διεθνούς αναφοράς.



Εικόνα 66. Θεμελιώδη συγγράμματα του Evert Hoek, που διαμόρφωσαν τη σύγχρονη προσέγγιση στον σχεδιασμό υπόγειων έργων και πρανών.



3. Επιστημονική Συμβολή στη Βραχομηχανική (Rock Mechanics) και η επίδρασή της στον σχεδιασμό υπόγειων έργων: το κριτήριο Hoek–Brown και το Geological Strength Index (GSI)

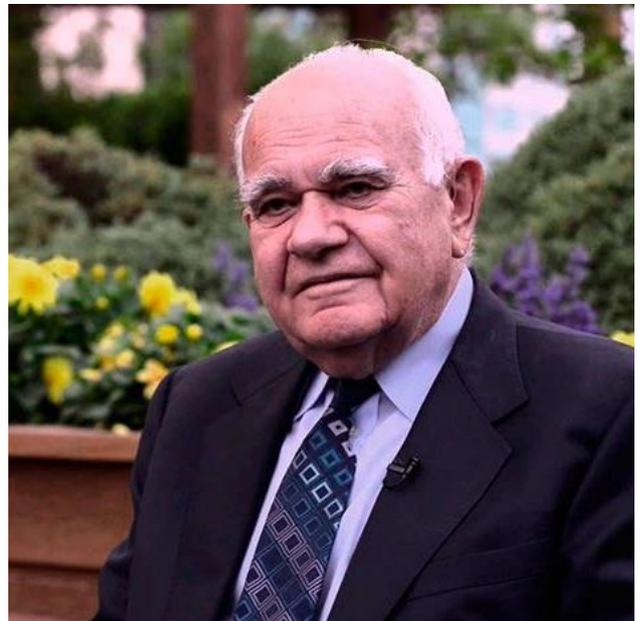
Η επιστημονική συμβολή του Evert Hoek συνδέεται άμεσα με την καθιέρωση της βραχομάζας ως του βασικού γεωτεχνικού μέσου στον σχεδιασμό υπόγειων έργων. Σε ένα πεδίο όπου επί μακρόν κυριαρχούσε η προσέγγιση του ακέρατου πετρώματος, το έργο του ανέδειξε τη σημασία της δομής, της διατάραξης και της γεωμετρίας των ασυνεχειών στη μηχανική απόκριση της βραχομάζας, μετατοπίζοντας το επίκεντρο του σχεδιασμού από εργαστηριακές ιδιότητες σε συνθήκες πεδίου.

Η προσέγγισή του βασίστηκε στη συστηματική συσχέτιση της γεωλογικής δομής με τις παραμέτρους που απαιτούνται για τον γεωτεχνικό σχεδιασμό, επιτρέποντας την ποσοτικοποίηση της συμπεριφοράς της βραχομάζας με όρους άμεσα εφαρμόσιμους σε αναλύσεις ευστάθειας και διαστασιολόγησης. Στο πλαίσιο αυτό, η διατύπωση του κριτηρίου αστοχίας Hoek–Brown (Hoek & Brown, 1980, 1988, 2002) αποτέλεσε καθοριστική εξέλιξη, καθώς εισήγαγε μια μη γραμμική σχέση αντοχής, ικανή να περιγράψει τη συμπεριφορά της βραχομάζας υπό τρισδιάστατες καταστάσεις τάσεων, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις ιδιότητες του άρρηκτου πετρώματος όσο και τη δομή της βραχομάζας.

Η σημασία της προσέγγισης αυτής είναι ιδιαίτερα εμφανής σε συνθήκες έντονης ανομοιογένειας, όπου η βραχομάζα δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί ως ομοιογενές υλικό, αλλά ως ισοδύναμο συνεχές μέσο με διαφοροποιημένες μηχανικές ιδιότητες, οι οποίες εξαρτώνται από τη δομή και την ποιότητα του γεωλικού. Η εξέλιξη και η ευρεία εφαρμογή του κριτηρίου Hoek–Brown οδήγησε στη δυνατότητα εκτίμησης των παραμέτρων αντοχής της βραχομάζας σε επίπεδο έργου, καλύπτοντας το κενό μεταξύ εργαστηριακών δοκιμών και πραγματικών γεωτεχνικών συνθηκών.

Στο πλαίσιο αυτό, η εισαγωγή του Geological Strength Index (GSI) (Hoek, 1994· Hoek, Kaiser & Bawden, 1995· Hoek & Marinos, 2000) αποτέλεσε ένα πρακτικό και αξιόπιστο εργαλείο για την εκτίμηση της ποιότητας της βραχομάζας, βασισμένο στη δομή και την επιφανειακή κατάσταση των ασυνεχειών. Μέσω του GSI κατέστη δυνατή η συστηματική σύνδεση της γεωλογικής πληροφορίας με τις παραμέτρους του κριτηρίου Hoek–Brown, επιτρέποντας την εκτίμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών της βραχομάζας ακόμη και σε περιπτώσεις περιορισμένων γεωτεχνικών δεδομένων, ιδίως σε αδύναμους και ετερογενείς σχηματισμούς. Σημειώνεται άλλωστε ότι η τελευταία γραμμή στο διάγραμμα του GSI που αφορά εξαιρετικά πτωχής ποιότητας βραχομάζας με φυλλώδη/διατμημένη δομή, προέκυψε από την εμπειρία σχεδιασμού και κατασκευής σε έργα του Μετρό των Αθηνών και τη στενή συνεργασία με τον Παύλο Μαρίνο. Αντίστοιχα, τα διαγράμματα του GSI για ετερογενείς βραχομάζες όπως ο φλύσχος, οφιολίθους και μολλλάσες προέκυψαν από εμπειρίες διάνοιξης σηράγγων πλήθους σηράγγων στο Ελληνικό χώρο από έργα κυρίως της Εγνατίας Οδού αλλά και του Μετρό και σιδηροδρόμου υψηλών ταχυτήτων.

Η συνδυασμένη χρήση του κριτηρίου Hoek–Brown και του GSI διαμόρφωσε ένα ενιαίο πλαίσιο προσδιορισμού παραμέτρων σχεδιασμού, το οποίο εφαρμόζεται ευρέως σε υπόγεια έργα, πρανή και θεμελιώσεις σε βραχώδη περιβάλλοντα. Η συμβολή αυτή επέτρεψε τη μετάβαση από εμπειρικές και συχνά αποσπασματικές εκτιμήσεις σε μια συνεκτική και τεκμηριωμένη διαδικασία σχεδιασμού, στην οποία η γεωλογική πληροφορία ενσωματώνεται άμεσα στη μηχανική ανάλυση.



Εικόνα 67. Ο Evert Hoek, ένας από τους θεμελιωτές της σύγχρονης Βραχομηχανικής.



4. Διεθνής Αναγνώριση και Επιστημονικές Διακρίσεις

Η διεθνής αναγνώριση του έργου του Evert Hoek αποτυπώνεται τόσο στη θεσμική του παρουσία όσο και στις διακρίσεις που του απονεμήθηκαν από κορυφαίους επιστημονικούς και τεχνικούς οργανισμούς. Υπήρξε από τα πρώτα μέλη της International Society for Rock Mechanics (ISRM) και διετέλεσε Πρόεδρος της κατά την περίοδο 1979–1983, συμβάλλοντας ουσιαστικά στη συγκρότηση και την εδραίωση της Βραχομηχανικής ως διεθνούς επιστημονικού αντικειμένου.

Η συμβολή του αναγνωρίστηκε από την ISRM με την απονομή της Müller Award, της ανώτατης διάκρισης της Εταιρείας, η οποία απονέμεται για εξαιρετική προσφορά στη Βραχομηχανική. Στο πλαίσιο της διάκρισης αυτής, παρουσίασε τη Müller Lecture (1991) με τίτλο “When is a Design in Rock Engineering Acceptable?”, η οποία αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα της προσέγγισής του στη σύνδεση της θεωρίας με τον πρακτικό σχεδιασμό.

Ο Dr. Evert Hoek τιμήθηκε με την πρόσκληση να δώσει το Glossop Lecture της Geological Society of London (1998), μία από τις σημαντικότερες διακρίσεις στον χώρο της τεχνικής γεωλογίας, σε αναγνώριση της καθοριστικής συμβολής του στη γεφύρωση γεωλογίας και μηχανικής. Η ομιλία του είχε τίτλο «Putting numbers to geology – an engineer’s viewpoint”.

Εξελέγη Fellow της Royal Academy of Engineering (Ηνωμένο Βασίλειο), ενώ υπήρξε επίσης μέλος της Canadian Academy of Engineering και της United States National Academy of Engineering. Οι διακρίσεις αυτές απονέμονται σε επιστήμονες με διεθνώς αναγνωρισμένη συμβολή στην ανάπτυξη της μηχανικής και στην εφαρμογή της σε μεγάλης κλίμακας τεχνικά έργα.

Στο ίδιο πλαίσιο διεθνούς αναγνώρισης εντάσσεται και η απονομή τιμητικού διδακτορικού τίτλου από το Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), ως αναγνώριση της συμβολής του στη Βραχομηχανική και τον σχεδιασμό υπόγειων έργων.

Η παρουσία του στη διεθνή επιστημονική κοινότητα υπήρξε διαρκής, με συμμετοχή σε επιτροπές, επιστημονικές διοργανώσεις και διεθνή συνέδρια, όπου είχε ενεργό ρόλο στη διαμόρφωση κατευθυντήριων γραμμών και πρακτικών σχεδιασμού στον τομέα της Βραχομηχανικής.

Στο πλαίσιο της ευρύτερης συνεισφοράς του στον τομέα των υπόγειων έργων, τιμήθηκε το 2018 με την απονομή του Lifetime Achievement Award από την International Tunnelling Association (ITA), διάκριση που αποδίδεται για τη συνολική συμβολή στη σηραγγοποιία και επιβεβαιώνει τη διαχρονική επίδραση του έργου του σε διεθνές επίπεδο. Στην Ελλάδα έχει βραβευθεί από το σύνολο των επιστημονικών ενώσεων σε εθνικά συνέδρια.



Εικόνα 68. Ο Evert Hoek σε χαρακτηριστικές στιγμές διεθνούς αναγνώρισης: η Müller Lecture (1991), η τελετή απονομής τιμητικού διδακτορικού τίτλου από το Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) (2015) και η απονομή του Lifetime Achievement Award από την ITA (2018).

5. Επιστημονική Δραστηριότητα στην Ελλάδα

Η επιστημονική παρουσία του Evert Hoek στην Ελλάδα συνδέεται κυρίως με τη συμμετοχή του ως τεχνικού συμβούλου – εμπειρογνώμονα σε μεγάλα έργα υποδομών, κατά την περίοδο έντονης ανάπτυξης της σηραγγοποιίας στη χώρα. Από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 (από το 1998) συμμετείχε ως μέλος διεθνούς Panel of Experts της «Εγνατία Οδός Α.Ε.» μαζί με τον Καθ. Παύλο Μαρίνο, συμβάλλοντας στον σχεδιασμό, την αξιολόγηση και την κατασκευή μεγάλου αριθμού δύσκολων σηράγγων του έργου. Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι η δημιουργία του Panel



of Experts έγινε από τον τότε προϊστάμενο σιράγγων της Εγνατίας Οδού, τον Νίκο Καζίλη που θεμελίωσε την συνεργασία ενός εμπειρογνώμονα βραχομηχανικής-γεωτεχνικής μηχανικής και ενός τεχνικής γεωλογίας η οποία και τελικά ωφέλησε το έργο σε πολλαπλά επίπεδα.

Η συμβολή του στις σιράγγες της Εγνατίας Οδού αφορούσε έργα που αναπτύχθηκαν σε γεωλογικά περιβάλλοντα με έντονη εναλλαγή λιθολογιών και παρουσία ασθενών βραχομαζών, όπως ο φλύσχης και τεκτονισμένες βραχομάζες. Στο πλαίσιο αυτό συνέβαλε στη διαμόρφωση προσεγγίσεων για την αξιολόγηση της βραχομάζας και την επιλογή μέτρων υποστήριξης, με βάση την εμπειρία από την κατασκευή μεγάλου αριθμού σιράγγων του έργου. Η εμπειρία από τον σχεδιασμό και την κατασκευή μεγάλου αριθμού σιράγγων της Εγνατίας Οδού αξιοποιήθηκε για τη βελτίωση των μεθοδολογιών ταξινόμησης της βραχομάζας και της κατανόησης της συμπεριφοράς της σε συνθήκες υπόγειων εκσκαφών.

Παράλληλα, η δραστηριότητά του επεκτάθηκε και στα έργα της Ελληνικό Μετρό Α.Ε., τόσο στο πλαίσιο του σχεδιασμού και της κατασκευής των βασικών γραμμών του Μετρό της Αθήνας όσο και συμπεριλαμβανομένων διαδικασιών τεχνικής αξιολόγησης και διαγωνισμού για την επιλογή αναδόχου στο έργο του Μετρό Θεσσαλονίκης. Στα έργα αυτά η συμβολή του επικεντρώθηκε σε ζητήματα ευστάθειας μετώπου, ταξινομήσεων βραχομάζας και επιλογής κατάλληλων μέτρων υποστήριξης, σε συνθήκες αστικού περιβάλλοντος και αυξημένων απαιτήσεων ελέγχου των παραμορφώσεων.

Αντίστοιχα, συμμετείχε και σε σιδηροδρομικά έργα υπό την ευθύνη της ΕΡΓΟΣΕ, συμβάλλοντας στην αντιμετώπιση προβλημάτων σχεδιασμού σε υπόγειες εκσκαφές σε ασθενείς και ετερογενείς βραχομάζες.

Η εμπλοκή του στα έργα αυτά δεν περιορίστηκε σε θεωρητικές κατευθύνσεις, αλλά συνδέθηκε με την επίλυση πραγματικών προβλημάτων σχεδιασμού και κατασκευής, σε συνεργασία με Έλληνες μηχανικούς, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση πρακτικών που εφαρμόστηκαν σε ελληνικές συνθήκες.

6. Ειδική αναφορά για τη συνεργασία του με τον Καθηγητή Παύλο Μαρίνο

Η επιστημονική και επαγγελματική συνεργασία του Evert Hoek με τον Καθηγητή ΕΜΠ Παύλο Μαρίνο αποτέλεσε έναν από τους πλέον ουσιαστικούς άξονες εξέλιξης της Βραχομηχανικής (Rock Mechanics) και Τεχνικής Γεωλογίας, ιδίως σε ό,τι αφορά την κατανόηση και περιγραφή της μηχανικής συμπεριφοράς της βραχομάζας σε σύνθετα γεωλογικά περιβάλλοντα.

Η συνεργασία αυτή δεν περιορίστηκε σε ακαδημαϊκό επίπεδο, αλλά αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της συμμετοχής τους ως τεχνικών συμβούλων και εμπειρογνομώνων σε σημαντικά υπόγεια έργα, όπου η αντιμετώπιση σύνθετων γεωτεχνικών προβλημάτων απαιτούσε συνδυασμό εμπειρικής γνώσης και αναλυτικών μεθόδων.

Κεντρικό αντικείμενο της συνεργασίας τους αποτέλεσε η διερεύνηση της συμπεριφοράς βραχομαζών ποικίλων λιθολογιών, με έμφαση σε ετερογενείς και έντονα τεκτονισμένες βραχομάζες, καθώς και η ανάγκη προσαρμογής των μεθόδων εκτίμησης της ποιότητάς τους σε γεωλογικά περιβάλλοντα όπου η κλασική προσέγγιση των ταξινομήσεων δεν επαρκεί. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη διερεύνηση φαινομένων συγκλίσεων σιράγγων και στη συσχέτισή τους με τη μηχανική συμπεριφορά της βραχομάζας, συμβάλλοντας στη βελτίωση της αξιολόγησης και του σχεδιασμού μέτρων υποστήριξης.

Η συνεργασία τους αποτυπώθηκε στην εξέλιξη και εφαρμογή του Geological Strength Index (GSI), με καθοριστικό σταθμό τη θεμελιώδη εργασία Marinos & Hoek (2000), “GSI: A Geologically Friendly Tool for Rock Mass Strength Estimation”, η οποία προέκυψε σε σημαντικό βαθμό από την εμπειρία εφαρμογής σε έργα σιράγγων στην Ελλάδα και ιδίως από τις συνθήκες που αντιμετωπίστηκαν στα έργα της Εγνατίας Οδού, συμβάλλοντας στην προσαρμογή της μεθοδολογίας σε σύνθετες γεωλογικές συνθήκες της ελληνικής σιραγγοποιίας. Το GSI, μέσω της γεωλογικής



Εικόνα 69. Παύλος Μαρίνος, Evert Hoek και Βασίλης Μαρίνος σε επιστημονικό συνέδριο



περιγραφής της δομής και της κατάστασης της βραχώμαζας, κατέστη βασικό εργαλείο για τον προσδιορισμό των παραμέτρων αντοχής στον γεωτεχνικό σχεδιασμό.

Η κοινή τους δραστηριότητα, τόσο σε επίπεδο έργων όσο και μέσω της επιστημονικής τους συνεισφοράς, συνέβαλε ουσιαστικά στη βελτίωση της κατανόησης της συμπεριφοράς της βραχώμαζας και στη διαμόρφωση πιο αξιόπιστων προσεγγίσεων για τον σχεδιασμό και την κατασκευή υπόγειων έργων σε διεθνές επίπεδο, με δεκάδες κοινές επιστημονικές εργασίες και τεχνικές δημοσιεύσεις που καλύπτουν ζητήματα βραχομηχανικής και υπόγειων έργων. Ο Dr. Evert Hoek και ο Ομ. Καθ. Παύλος Μαρίνος έμειναν στενοί συνεργάτες και αγαπημένοι φίλοι έως το τέλος της ζωής τους.

Paul Marinos – Evert Hoek: Αναμνήσεις ενός φίλου και συνεργάτη

Απόσπασμα: ... «*One of the strong principles of our consulting was to deliver our Expert report by the end of the visit of the Panel and present it to the client in a special meeting. A practice applied by Evert since he was an Expert. This was very much appreciating by the client and certainly by us, as we had not to pull a tail back home. Thus 1 or 2 days were devoted by the end of the visit for report writing. The members of the panel, many times just the two of us, were writing their section and then exchanged the texts to finalise the report. It is interesting to see the evolution since the 90's of this exchange of texts: initially by handing copy of the text prepared, then by exchanging diskettes, later using memory USB sticks and today of course through e-mail. Who was doing the final editing of the report to be submitted? Rhetoric question, no answer needed.*» ...

Απόσπασμα: ... «*Relative to this, I remember a case where we were staying for the last day of a consulting mission, in a hotel in the suburbs of Thessaloniki and we had to finalise our report to be presented and submitted the following day to the client, Egnatia Odos S.A. Then a storm provoked a black out in the area that lasted the whole night. The hotel had not any auxiliary generator. Although we exhausted the batteries of our laptops there were still a good part remaining to be written. It would be nothing more normal to postpone the submission and send our report from home. No, the report had to be submitted the following morning. And the solution was found: go to the parking place of the hotel and spend the night inside my car working with the help of the car's battery!*»...



Εικόνα 70. «*Receiving the reports to review the design of a number of tunnels and make recommendations during our mission. A usual way of “welcome” for our Panel of Expert work for the Egnatia Highway in northern Greece (2004 or 2005)*»



Εικόνα 71. «*The Panel of Experts for the Metro of Porto, Portugal: Prof. Antonio Silva Cardoso, Dr Evert Hoek, Dr Siegmund Babendererde and Prof. Paul G. Marinos (2002)*»



Εικόνα 72. «The “Hoek Penetration Test”. Paul is handling the test. Mudflow in a zone of the Egnatia Highway—Syrtos slide (2006)»



Εικόνα 73. «Ilarion high earthfill dam under construction in Central Greece. The Panel of Experts: Victor Milligan, Dr Evert Hoek, Prof. Paul G. Marinos (in the middle of 2000's)»

7. Επιλεγμένες Επιστημονικές Δημοσιεύσεις

Η επιστημονική συμβολή του Evert Hoek αποτυπώνεται σε ένα εκτεταμένο και ιδιαίτερα επιδραστικό συγγραφικό έργο. Οι ακόλουθες εργασίες αποτελούν βασικές αναφορές με ιδιαίτερα υψηλό αριθμό βιβλιογραφικών παραπομπών στη διεθνή βιβλιογραφία της Βραχομηχανικής (Rock Mechanics) και του σχεδιασμού υπόγειων έργων.

Επιλεγμένες δημοσιεύσεις E. Hoek (θεμελιώδεις)

- Hoek, E. & Brown, E.T. (1980). *Underground Excavations in Rock*. London: Institution of Mining and Metallurgy.
- Hoek, E. (1983). Strength of jointed rock masses. *Geotechnique*, 33(3), 187–223.
- Hoek, E. (1994). Strength of rock and rock masses. *ISRM News Journal*, 2(2), 4–16.
- Hoek, E., Kaiser, P.K. & Bawden, W.F. (1995). *Support of Underground Excavations in Hard Rock*. Rotterdam: Balkema.
- Hoek, E. (1998). Reliability of Hoek–Brown estimates of rock mass properties. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 35(1), 63–68.
- Hoek, E., Carranza-Torres, C. & Corkum, B. (2002). Hoek–Brown failure criterion — 2002 edition. In: *Proceedings of the 5th North American Rock Mechanics Symposium (NARMS-TAC)*, Toronto, pp. 267–273.
- Hoek, E. & Diederichs, M.S. (2006). Empirical estimation of rock mass modulus. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 43(2), 203–215.

Επιλεγμένες δημοσιεύσεις σε συνεργασία με τον Π. Μαρίνο (θεμελιώδεις)

- Marinos, P. & Hoek, E. (2000). GSI: A geologically friendly tool for rock mass strength estimation. In: *Proceedings of GeoEng2000*, Melbourne, Australia.
- Hoek, E. & Marinos, P. (2000). Predicting tunnel squeezing problems in weak heterogeneous rock masses. In: *Proceedings of GeoEng2000*, Melbourne, Australia.
- Marinos, P. & Hoek, E. (2001). Estimating the geotechnical properties of heterogeneous rock masses such as flysch. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 60(2), 85–92.
- Hoek, E. & Marinos, P. (2007). A brief history of the development of the Hoek–Brown failure criterion. *Soils and Rocks*, 30(2), 85–92.



8. Η απώλεια και οι διεθνείς τιμητικές αναφορές

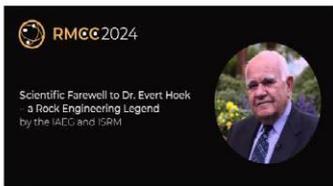
Ο Evert Hoek απεβίωσε στις 6 Ιουλίου 2024 στο Βανκούβερ του Καναδά, αφήνοντας πίσω του ένα ιδιαίτερα ισχυρό επιστημονικό και τεχνικό αποτύπωμα στον τομέα της βραχομηχανικής και βέβαια των σιράγγων και υπογείων έργων. Η απώλειά του αναγνωρίστηκε άμεσα από τη διεθνή επιστημονική κοινότητα ως η απώλεια μιας εμβληματικής μορφής, η οποία συνέβαλε καθοριστικά στη διαμόρφωση των σύγχρονων προσεγγίσεων στον γεωτεχνικό σχεδιασμό.

Ιδιαίτερη σημασία είχε η διοργάνωση της εκδήλωσης “Scientific Farewell for Dr. Evert Hoek”, η οποία πραγματοποιήθηκε τον Οκτώβριο του 2024 στο Όσλο, στο πλαίσιο του 1st International Conference on Rock Mass Classification Systems (RMCC 2024), με τη συνδιοργάνωση του International Society for Rock Mechanics (ISRM) και της International Association for Engineering Geology and the Environment (IAEG). Η εκδήλωση αποτέλεσε επίσημη διεθνή επιστημονική αναγνώριση της συνεισφοράς του, συγκεντρώνοντας κορυφαίους επιστήμονες και μηχανικούς του κλάδου.

Στο πλαίσιο της εκδήλωσης, παρουσιάστηκαν εισηγήσεις αφιερωμένες στο έργο και την επίδρασή του. Ο Καθηγητής John Harrison (University of Toronto) παρουσίασε συνοπτικά την επιστημονική του πορεία, ενώ ο Καθηγητής Βασίλης Μαρίνος, Πρόεδρος της IAEG, ανέδειξε τη συμβολή του στη διαμόρφωση των σύγχρονων προσεγγίσεων εκτίμησης της αντοχής βραχομάζας μέσω του GSI. Επιπλέον, ο Καθηγητής Leandro Alejano, εκπροσωπώντας την ISRM, παρουσίασε διάλεξη αφιερωμένη στη συμβολή του Hoek στη σύγχρονη βραχομηχανική και στον σχεδιασμό υπόγειων έργων. Οι τρεις αυτές ομιλίες αποτέλεσαν το βασικό κορμό της επιστημονικής αποτίμησης του έργου του. Αντίστοιχες τιμητικές αναφορές δημοσιεύθηκαν από διεθνείς οργανισμούς και επιστημονικά δίκτυα, όπως η International Society for Rock Mechanics και η International Association for Engineering Geology and the Environment, καθώς και σε εξειδικευμένα μέσα του κλάδου. Στις αναφορές αυτές, ο Hoek περιγράφεται ως ένας από τους θεμελιωτές της σύγχρονης Βραχομηχανικής, με καθοριστική συμβολή στη γεφύρωση μεταξύ θεωρίας και εφαρμογής. Η συνολική αποτίμηση του έργου του αναδεικνύει όχι μόνο τη συμβολή του στην ανάπτυξη μεθόδων και εργαλείων, αλλά και την επιρροή του στη διαμόρφωση μιας ολόκληρης γενιάς μηχανικών, μέσα από τη διδασκαλία, τις δημοσιεύσεις και τη συμμετοχή του σε μεγάλης κλίμακας τεχνικά έργα διεθνώς.

Scientific Farewell to Dr. Evert Hoek

On 30 and 31 October, the 1st International Conference on Rock Mass Classification Systems occurred in Oslo, Norway (<https://www.rmcc2024.com/>). NGI organized the event in collaboration with IAEG. During the conference, a special farewell tribute was held in memory of Dr. Evert Hoek, a pioneer in rock mechanics and recipient of the first Müller Award from the ISRM, who recently passed away.



Prof. John Harrison from the University of Toronto presented a brief biography of Dr. Hoek. Prof. Vassilis Marinos, President of IAEG, highlighted his remarkable contributions in a lecture titled “Reliably Mastering Rockmass Strength Estimation Using GSI.” Additionally, Prof. Leandro R. Alejano, former ISRM Vice President for Europe, delivered the lecture “From Intact Rock to Rockmass Strength and Practical Rock Engineering Approaches,” representing ISRM in the tribute. These presentations honoured Dr Hoek’s significant legacy in advancing rock mechanics and rock engineering. The scientific farewell for Dr Evert Hoek was published on the ISRM website, courtesy of NGI.

ISRM Tribute to Dr. Evert Hoek (by C. Fairhurst and E.T. Brown)

Dr. Evert Hoek, a long-time international leader in rock engineering, passed away peacefully on July 6, 2024, after a brief illness, at home in Vancouver, Canada. In their own words, his family “adored” him.

The international rock mechanics community grieves with you. We have lost a major leader in our field, a close colleague and friend, but we are all better for having known him.

Evert was born on August 23, 1933, in what was then Rhodesia (now Zimbabwe) in Southern Africa. His parents were farmers. He studied Mechanical Engineering at Cape Town University and met his wife Theo there. They have two children, son Peter and daughter Dorothy (Fairholm). Theo passed away in 2013. Evert married Bonnie in 2014. He retired in 2018. Throughout his remarkable and busy career Evert was a devoted husband and father. A private celebration of Evert’s life has been arranged by Bonnie and the family.

The international rock mechanics community grieves with you. We have lost a world leader in our field, but we are all the better for his major contributions and for having known him.

After receiving his M.Sc. degree in Mechanical Engineering from Cape Town University in 1957, Evert joined the Council for Scientific and Industrial Research (CSIR) laboratory in Pretoria, to conduct research on mechanics and stress analysis. He inherited “a large photo-elastic stress analysis unit”. This had been assembled by a staff member who had decided to retire soon after it was completed.

[Click here to continue reading.](#)

Go to the top of the Newsletter.



INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR ENGINEERING GEOLOGY AND THE ENVIRONMENT
UNION INTERNATIONALE DE GÉOLOGIE DE L'INGÉNIEUR ET DE L'ENVIRONNEMENT

IAEG farewells Dr. Evert Hoek

Dear members of IAEG, colleagues and friends,
We are all saddened by the news of Evert Hoek's passing.

Dr Hoek was a “patron” of rock mechanics and one of the greats in the field of geo-engineering.

Dr Hoek's contributions in engineering geology were of paramount importance. He always used the geological information in his analysis, having very early grasped the notion that not everything is quantifiable without the employment of the human understanding of the natural world.

In all his endeavours he always sought for the engineering geological information before proceeding with any kind of analysis as he understood only too well the importance of uncertainties on the mechanics and the behaviour of the rock mass.

The Hoek-Brown failure criterion and the rock mass classification with the GSI system relied heavily on the engineering geological information.

The 1998 Clossop Lecture “Putting numbers in Geology”, which he delivered, was a milestone for engineering geologists and a pivotal moment for rock mechanics and engineering geology alike. Since then, he laid the tracks on which these disciplines would roll in the coming decades.

His major works—many of which on actual case studies of great significance—have been published not only on rock mechanics but also engineering geological journals. His lectures in conferences and symposia, the webinars in the RockSci website and—of course—his “Hoek's Corner” notes were always his way of communicating with the world of geo-engineering.

All his tremendous efforts of hours he dedicated to create and leave behind these “treasures” of papers, case studies and videos with lectures will be valued for ever and the next generations will have the open access benefits reaping them, be inspired and educated. As he left to all of us and the young professionals to come following his passion and love for his work.

IAEG farewells Dr. Evert Hoek who passed away peacefully on the 6th of July.

The International Association for Engineering Geology and the Environment

TunnelTalk reporting

Remembering Dr Evert Hoek

August 1933 – July 2024

Rock excavation was a passion for Dr Evert Hoek. His name is immediately associated as a pioneer in the science of rock mechanics and as an undisputed giant in the field of rock excavation known the world over as a leader in the practice of deep rock excavation. Through a career-long endeavour to impart his profound understanding of rock mechanics and the creation of underground space, clients, owners, mine operators, contractors, technicians and generations of new recruits to the industry of underground engineering have benefited from Hoek's work and his generous knowledge-sharing.

During his career Hoek was recognised with many awards and posts. In 2000 he was elected to the Honorary Academy of Engineering and was elected also a Fellow of the Royal Academy of Engineering and to the Canadian Academy of Engineering. Among his many notable and memorable lectures are the Rankine Lectures on the strength of jointed rock masses in 1983; the first Müller Lecture of the International Society of Rock Mechanics in 1991 titled *When is Design in Rock Engineering Acceptable?*; and the Terzaghi Lecture of 2000 on large diameter tunnels in bad rock. In 2014, Hoek was recognised with the Tunneler of the Year Award by TAC, the

Εικόνα 74. Διεθνείς τιμητικές αναφορές και αφιερώματα στη μνήμη του Evert Hoek από επιστημονικούς οργανισμούς.





9. Επίλογος: Η επιστημονική του κληρονομιά στην ελληνική σηραγγοποιία

Η επίδραση του Evert Hoek στην ελληνική σηραγγοποιία αποτυπώνεται στον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζεται σήμερα ο γεωτεχνικός σχεδιασμός των υπόγειων έργων. Η εφαρμογή του κριτηρίου Hoek–Brown και του Geological Strength Index (GSI) σε δύσκολες γεωλογικές και γεωτεχνικές συνθήκες, συνέβαλε καθοριστικά στη μετάβαση από εμπειρικές προσεγγίσεις σε πιο τεκμηριωμένες και αξιόπιστες διαδικασίες εκτίμησης των παραμέτρων και ανάλυσης συμπεριφοράς των βραχομαζών. Μέσα από τη συμμετοχή του σε εμβληματικά έργα και τη συνεργασία του με Έλληνες μηχανικούς, διαμορφώθηκαν πρακτικές που εφαρμόζονται έως σήμερα σε σήραγγες και υπόγεια έργα στη χώρα αλλά και διεθνώς, αποτελώντας πλέον μέρος της συλλογικής τεχνικής γνώσης και εμπειρίας. Η κληρονομιά αυτή παραμένει ενεργή, όχι μόνο ως σύνολο μεθοδολογιών, αλλά ως τρόπος σκέψης που συνδέει τη γεωλογική παρατήρηση με τον γεωτεχνικό σχεδιασμό και την κατασκευή.

Ο Evert Hoek θα μείνει στη μνήμη μας όχι μόνο για το σπουδαίο επιστημονικό του έργο, αλλά και για την ευγένεια, την καλοσύνη και τη διακριτική δύναμη με την οποία στήριξε και ενέπνευσε την τεχνική κοινότητα στην Ελλάδα.



Εικόνα 75. Είσοδος στο Στάδιο της Αρχαίας Ολυμπίας. E. Hoek και Καθη. Π. Μαρίνος (2006).



11 Σηραγγικά Παράδοξα

Παράξενα, εντυπωσιακά και απρόοπτα από τα υπόγεια έργα

Η υπόγεια αστοχία που πρόλαβε την παρανομία

Μη εξουσιοδοτημένο έργο με προβληματικό σχεδιασμό

Το πιο αλλόκοτο ριφιφι που έφτασε μέχρι τις σελίδες του Tunnels & Tunnelling

Το Δεκέμβριο του 2005, ένα από τα πιο απρόβλεπτα περιστατικά υπόγειας διάνοιξης καταγράφηκε στο Σαν Σαλβαδόρ. Δύο νεαροί άνδρες, 22 και 18 ετών, επιχειρήσαν να διανοίξουν σήραγγα μήκους περίπου 75 m με στόχο το θησαυροφυλάκιο τοπικής τράπεζας, ξεκινώντας από ένα εγκαταλελειμμένο σπίτι, διασχίζοντας υπόγεια τον αστικό ιστό.

Η επιχείρηση, αν και φιλόδοξη, είχε ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές. Η σήραγγα κατέρρευσε, προκαλώντας τον άμεσο τερματισμό της εκσκαφής και αναγκάζοντας τους επίδοξους διαρρήκτες να εξέλθουν στην επιφάνεια. Εκεί, τους ανέμενε η αστυνομία, που είχε ήδη ειδοποιηθεί από περιοίκους, λόγω «παράξενων υπογείων ήχων»

Αξιοσημείωτο και σίγουρα αταίριαστο με τις συνήθειες περιγραφές σήραγγας, είναι το γεγονός ότι οι δράστες βγήκαν γυμνοί, δηλώνοντας αργότερα ότι η θερμοκρασία στο εσωτερικό ήταν τέτοια που καθιστούσε αδύνατη την παραμονή τους με ρούχα.

Η υπόθεση καταγράφηκε στο περιοδικό Tunnels & Tunnelling International (Δεκέμβριος 2005) όχι για τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κατασκευής, αλλά ως υπενθύμιση των κινδύνων της υπόγειας διάνοιξης χωρίς μελέτη, χωρίς υποστήριξη και κυρίως χωρίς άδεια.

Τα υπόγεια έργα απαιτούν μελέτη, γεωτεχνική κατανόηση και τεχνική υποστήριξη. Ακόμη και στις πιο απρόβλεπτες περιπτώσεις, η σήραγγα αποδεικνύεται πιο αυστηρός κριτής απ' ό,τι ο νόμος.



Εικόνα 76. Η «βάρδια διάνοιξης της σήραγγας» (<http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/4483926.stm>)

Αναφορές: - Tunnels & Tunnelling International, Issue: December 2005

- BBC News Archive, 2005 (<http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/4483926.stm>)



12 Επιστημονικά Συνέδρια – Ημερίδες

Ημερολόγιο δράσεων και προσκλήσεις συμμετοχής

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται επιλεγμένα διεθνή επιστημονικά συνέδρια που πραγματοποιούνται το 2026 στον τομέα των υπόγειων έργων. Οι διοργανώσεις αυτές αποτελούν σημαντικά σημεία συνάντησης της διεθνούς επιστημονικής και τεχνικής κοινότητας, συμβάλλοντας στην ανταλλαγή γνώσης, εμπειριών και καινοτόμων τεχνολογικών εφαρμογών στον σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία των υπόγειων έργων.

01

World Tunnel Congress 2026
Connecting Communities through Underground Infrastructure

15 – 21 May 2026 Montréal, Canada

Διοργάνωση: ITA-AITES
<https://wtc2026.ca>

02

Underground Construction Prague 2026

24 – 27 May 2026 Prague, Czech Republic

Διοργάνωση: Czech Tunnelling Association (ITA NC)
<https://www.ucprague.com>

03

North American Tunneling Conference (NAT 2026)

15 – 18 June 2026 Anaheim, California, USA

Διοργάνωση: Czech Tunnelling Association (ITA NC)
<https://natconference.com>

04

Swiss Tunnel Congress 2026

16 – 18 June 2026 Lucerne, Switzerland

Διοργάνωση: Swiss Tunnelling Society
<https://www.swisstunnel.ch>

05

AFTES International Congress 2026

12 – 14 October 2026 Lille, France

Διοργάνωση: French Tunnelling and Underground Space Association (AFTES)
<https://aftes2026.com>



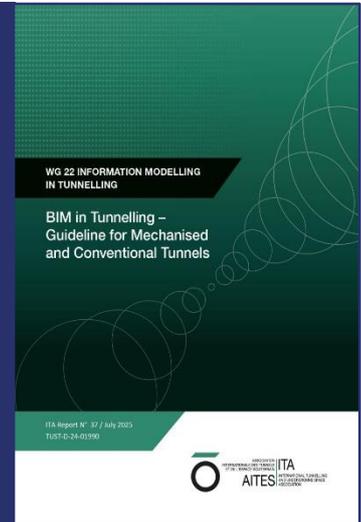
13 Βιβλία – Νέες Εκδόσεις

Σελίδες που ανοίγουν νέες σήραγγες σκέψης

BIM in Tunnelling: Guideline for Mechanised and Conventional Tunnels

ITA-AITES – Working Group 22
 ITA REPORT N°34 / JULY 2025
 Published July 2025
 ISBN: 978-2-9701670-7-5

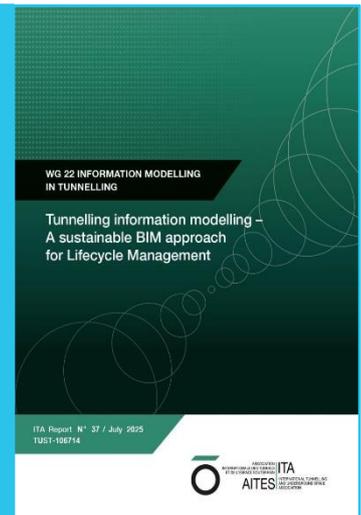
This guideline was prepared by ITA Working Group 22 to support the implementation of Building Information Modelling (BIM) in tunnelling projects. It provides recommendations intended to support the adoption of BIM within tunnelling projects and serves as a reference framework for engineers and owners. The guideline focuses on the modelling of civil elements for tunnel projects, including segmentally lined tunnels excavated with Tunnel Boring Machines as well as tunnels excavated by conventional methods.



Tunnelling Information Modelling – A BIM Approach for a Sustainable Lifecycle Management

ITA-AITES – Working Group 22
 ITA REPORT N°35 / JUNE 2025
 Published June 2025
 ISBN: 978-2-9701670-6-8

This publication introduces the concept of Tunnelling Information Modelling (TIM) as an extension of Building Information Modelling for underground infrastructure projects. It describes how information modelling can support the sustainable lifecycle management of tunnels and underground works, facilitating improved coordination between stakeholders and enabling better management of project information during planning, design, construction and operation.



Guidelines for Selection of Shaft Construction Method

ITA-AITES – Working Group 23
 ITA REPORT N°36 / MARCH 2025
 Published March 2025
 ISBN: 978-2-9701670-9-9

This guideline reviews the various shaft construction methods used in tunnelling and underground construction projects. It discusses the conditions under which each method can be applied and highlights the advantages and limitations of the different techniques. The document provides guidance intended to assist engineers and project owners in selecting safe and efficient shaft construction methods for a wide range of geological and project conditions.





Advancements in Underground Infrastructures

Editors: **Manoj Khandelwal, Danial Jahed Armaghani, Ramesh M. Bhatawdekar, Pijush Samui, Saffet Yagiz**

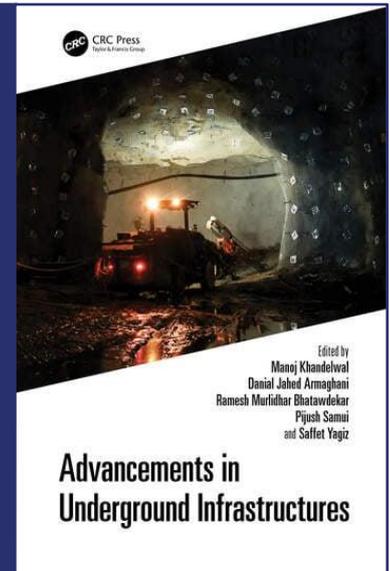
Published March 31, 2025

(458 Pages 231 B/W Illustrations)

ISBN: 9781032373379

CRC Press

Advancements in Underground Infrastructures presents modern analytical tools and modelling approaches applied to underground infrastructure engineering. The volume covers topics related to tunnel design, excavation technologies, monitoring systems and risk assessment methods. Emphasis is placed on the integration of advanced numerical modelling, machine learning techniques and innovative construction technologies aimed at improving the safety, efficiency and sustainability of underground construction projects.



Critical Issues in Selecting Conventional and Mechanized Tunnelling Methods

Authors: **Nuh Bilgin, Cemal Balci**

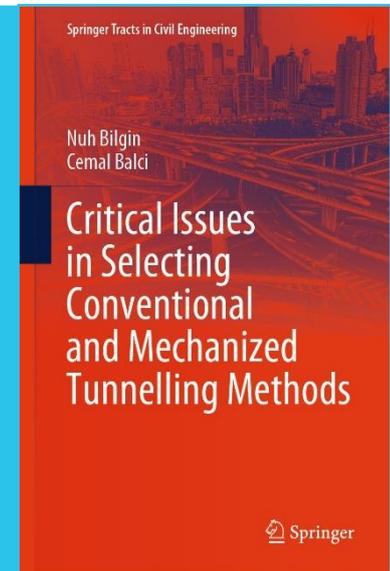
Published 2025

(309 Pages 168 B/W Illustrations)

ISBN: 9783031891137

Springer Nature

This book discusses the critical issues involved in selecting conventional and mechanized tunnelling methods and the lessons learned from past projects. Geological and geotechnical parameters influencing tunnelling methods are examined and both conventional excavation techniques and mechanized tunnelling approaches are reviewed. Factors affecting the choice of excavation method, such as initial investment cost, tunnel length, construction schedule and emerging technologies, are analysed, while examples from international projects illustrate the practical implications of tunnelling method selection.



Deformation and Failure Mechanism of Rock Tunnels under Earthquake Loading

Authors: **Yujing Jiang, Xuepeng Zhang**

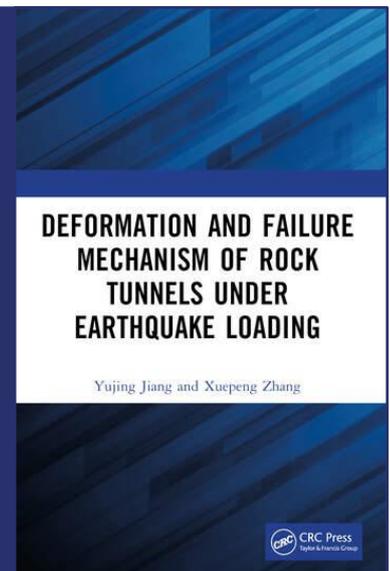
Published May 27, 2025

(344 Pages 173 B/W Illustrations)

ISBN: 9781032513010

CRC Press

Seismic damage to rock tunnels from recent earthquakes indicates an urgent need for seismic assessment and aseismic design of underground structures. This book provides a comprehensive analysis of the behaviour and failure mechanisms of rock tunnels subjected to earthquake loading. Combining theoretical analysis, numerical modelling and engineering case studies, it presents methods for evaluating tunnel stability and improving the seismic design of underground structures in seismically active regions.





14 Γίνε Μέλος της ΕΕΣΥΕ

Για όσους θέλουν να είναι ενεργό μέρος του κλάδου των υπόγειων έργων

Η Ελληνική Επιτροπή Σηράγγων και Υπογείων Έργων προσκαλεί νέους και έμπειρους μηχανικούς και άλλες ειδικότητες, μελετητές, ερευνητές και φοιτητές να γίνουν ενεργά μέλη της.

Με την εγγραφή σου συμμετέχεις σε μια τεχνική κοινότητα που προάγει τη γνώση, διασυνδέει επαγγελματίες του χώρου και εκπροσωπεί την Ελλάδα στη Διεθνή Σήραग्γα (ΙΤΑ).

Σύνδεσμος Εγγραφής:

 www.eesyeg.gr/members/new_registrations/

Πληροφορίες:

 www.eesyeg.gr

 eesyeg@gmail.com



*Εικόνα 77. Στοά Νυμφών,
Αρχαία Λατομεία
Μαρμάρου Μαράθι Πάρου
(<https://parianmarble.gr/>)*



15 Πρόσκληση Συμμετοχής στο Επόμενο Τεύχος

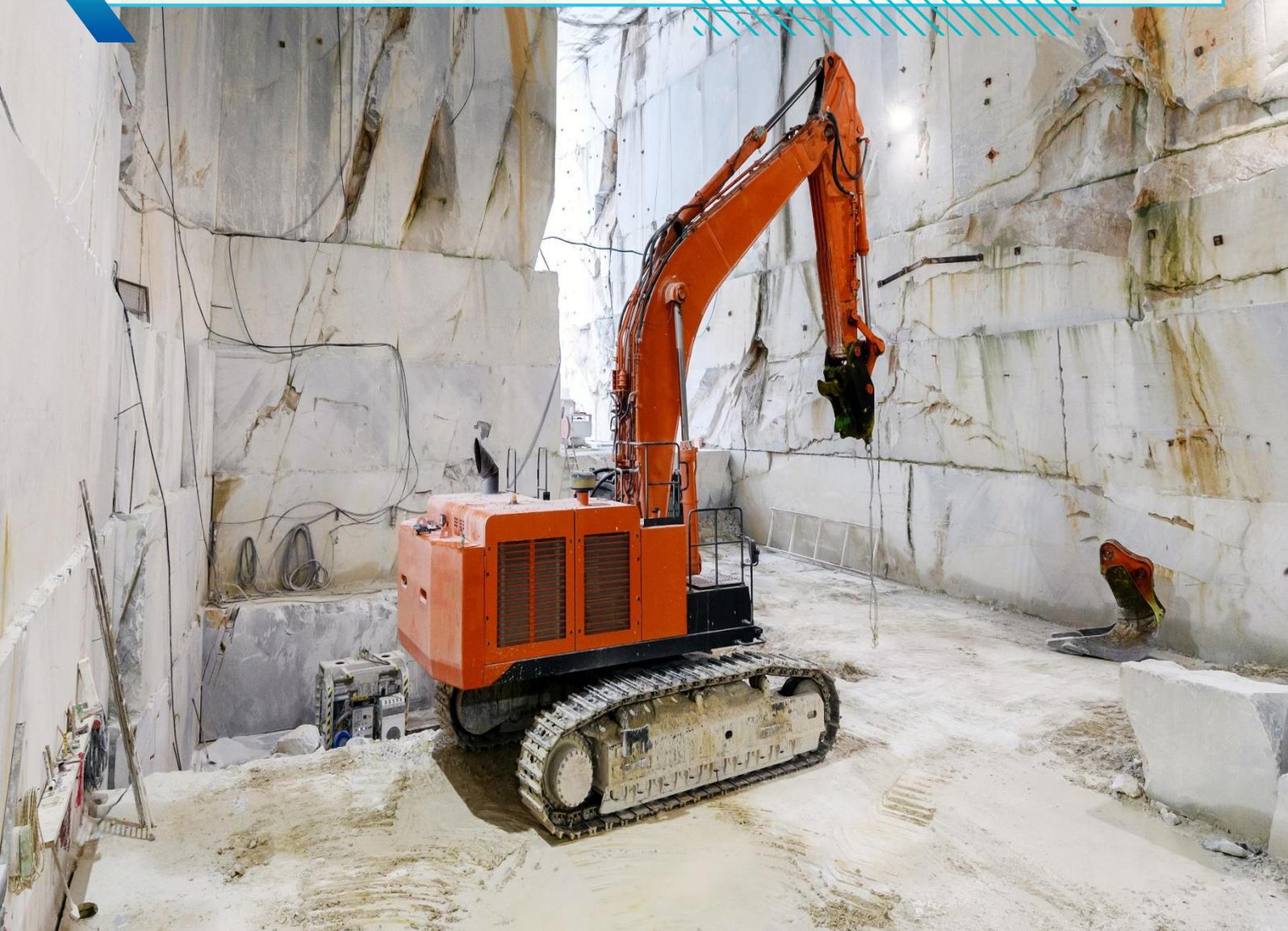
Το Δελτίο είναι ανοιχτό σε εσένα

Η Συντακτική Ομάδα προσκαλεί όλα τα μέλη της ΕΕΣΥΕ να συμμετάσχουν ενεργά στο επόμενο τεύχος του Δελτίου.

Μπορείτε να υποβάλετε άρθρα, τεχνικά σχόλια, σύντομες εμπειρίες από έργα, φωτογραφίες με λεζάντα, ή οτιδήποτε θεωρείτε ότι συμβάλλει στην ανάδειξη του υπόγειου τεχνικού κόσμου. Το Δελτίο επιδιώκει να εκφράζει τη φωνή των μελών της Ένωσης και να αποτελεί ζωντανό χώρο ανταλλαγής εμπειριών, τεχνικής γνώσης και σκέψης.

Αν έχεις κάτι να μοιραστείς, περιμένουμε να το διαβάσουμε!

Υποβολές: eesye.gr@gmail.com





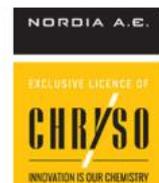
Εταίροι – Χορηγοί της ΕΕΣΥΕ

Με την πολύτιμη υποστήριξή τους
συνεχίζουμε τη χάραξη των υπόγειων διαδρομών

ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ ΧΟΡΗΓΟΙ



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.



ΕΤΑΙΡΟΙ - ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΕΣ



Προβληθείτε εδώ από την ΕΕΣΥΕ:

Οι προϋποθέσεις εγγραφής στην ΕΕΣΥΕ, εταιρειών ή οργανισμών του Δημοσίου καθώς και ιδιωτικών εταιρειών προβλέπονται στο άρθρο 3 του καταστατικού της ΕΕΣΥΕ (<https://www.eesy.gr/katastatiko/>)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΣΗΡΑΓΓΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΕΡΓΩΝ



www.eesyeg.gr



eesyeg@gmail.com



210 3222050



Ιπποκράτους 196, 11471, Αθήνα

