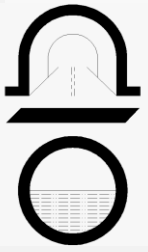


Ελληνική Επιτροπή Σηράγγων & Υπογείων Έργων (Ε.Ε.Σ.Υ.Ε.)



Member of International Tunnelling & Underground Space Association (I.T.A.)

www.eesy.gr

ITA-AITES
World Tunnel
Congress 2023

Expanding underground
knowledge & passion to make
a positive impact on the world



Support Athens Candidacy



#AthensWTC2023

Υποψηφιότητα Αθήνας για το WTC 2023

Expanding Underground

Knowledge & passion to make a positive impact on the world

Τα νέα & οι εκδηλώσεις μας

Ενδιαφέρουσες εξελίξεις

Νέες εκδόσεις

1st annual meeting of European tunnelling professors and PhD students

Η σημασία του ελέγχου πλήρωσης του θαλάμου εκσκαφής για μηχάνημα EPB-TBM

Tunnel losses: causes, impact, trends and risk engineering management

Τεχνικές προκλήσεις κατά τη μελέτη και κατασκευή του μητροπολιτικού σιδηροδρόμου της Ντόχα

Το Δελτίο Των Σηράγγων

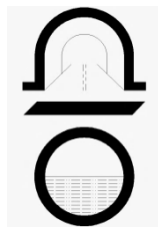
Μάρτιος 2020



Το δελτίο των Σηράγγων

Ε.Ε.Σ.Υ.Ε. - Μέλος της Ι.Τ.Α.

www.eesyge.gr



Επικοινωνία για το Δελτίο των Σηράγγων: marilia.balasi@gmail.com

Editorial

1^ο τεύχος του Δελτίου των Σηράγγων για τη φετινή χρονιά με πλούσιο ενημερωτικό και φωτογραφικό υλικό από τις πιο ενδιαφέρουσες εξελίξεις στο χώρο των υπογείων, εντός και εκτός συνόρων.

Με χαρά ανακοινώνουμε στα μέλη και στους φίλους της ΕΕΣΥΕ ότι στις 10-01-2020 κατατέθηκε επίσημα στη Διεθνή Ένωση Σηράγγων (ITA-AITES) ο Φάκελος Υποψηφιότητας της Αθήνας για τη διοργάνωση του Παγκόσμιου Συνεδρίου Σηράγγων του 2023 (World Tunnel Congress – WTC 2023). Σχετικές πληροφορίες παρατίθενται στο παρόν τεύχος.

Για μια ακόμα χρονιά η ΕΕΣΥΕ και φίλοι της Επιτροπής παραβρέθηκαν στην ετήσια κοπή της πίτας. Παραθέτουμε φωτορεπορτάζ από τη συνάντηση στο Μέγαρο Μουσικής Αθηνών καθώς και από την παρουσίαση που ακολούθησε, της υποψηφιότητας της Ελληνικής Επιτροπής για το συνέδριο WTC 2023. Με επιτυχία επίσης διοργανώθηκε στις 4/12/2019 η επίσκεψη στον υπό κατασκευή σταθμό του Μετρό Πειραιά, με αφορμή τον εορτασμό της Αγίας Βαρβάρας (περισσότερο υλικό θα βρείτε στη συνέχεια).

Για τα άρθρα που μοιράστηκαν μαζί μας, ευχαριστώ θερμά τους Θωμά Κωνσταντή, Σπύρο Κωνσταντή, Παναγιώτη Σπυρίδη, Ευριπίδη Ζαμπίρα & Νικόλαο Σπυρόπουλο, Ηλία Μιχάλη, Δημήτρη Γεωργίου. Ευχαριστώ επίσης τους συναδέλφους Δημήτρη Αλιφραγκή, Βαγγέλη Περγαντή, Γιάννη Φίκιρη και Γιώργο Τσιφουτίδη για τη συμβολή τους στο παρόν τεύχος.

Υπενθυμίζουμε τέλος, για όσους ενδιαφέρονται, τη διεξαγωγή του παγκόσμιου συνεδρίου σηράγγων 2020, στην Κουάλα Λουμπούρ της Μαλαισίας (WTC 2020), το οποίο και μετατέθηκε για τον ερχόμενο Σεπτέμβριο (11/9-17/9) στα πλαίσια των μέτρων που λαμβάνονται παγκοσμίως λόγω του ιού Covid-19. Για εγγραφές δείτε εδώ <https://www.wtc2020.my/4/583/registration/>

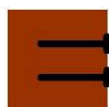
Καλή ανάγνωση!

Μαριλία Μπαλάση

Περιεχόμενα

1. ΤΑ ΝΕΑ & ΟΙ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ ΜΑΣ	- 4 -
2. ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΥΣΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ	- 15 -
3. TUNNEL LOSSES: CAUSES, IMPACT, TRENDS AND RISK ENGINEERING MANAGEMENT	- 19 -
4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ ΤΗΣ ΝΤΟΧΑ, ΕΝΟΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΕΡΓΟΥ ΜΕΓΑ – ΚΛΙΜΑΚΑΣ	- 27 -
5. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ ΕΚΣΚΑΦΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ ΜΕ ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΕΡΒ-ΤΒΜ.....	- 35 -
6. 1 st ANNUAL MEETING OF EUROPEAN TUNNELLING PROFESSORS AND PHD STUDENTS	- 37 -
7. ΤΑ ΝΕΑ ΤΗΣ ΙΤΑ	- 39 -
8. ΝΕΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ/ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΕΣ	- 39 -
9. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΣ ΑΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΤΟΥΣ 2019.....	- 41 -

Εταίροι – Χορηγοί της ΕΕΣΥΕ



ΕΔΑΦΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε.

Υπερείδου 9, 105 58 Αθήνα, Τηλ: 210-32.22.050, e-mail: admin@edafos.gr, www.edafos.gr



ΣΟΦΙΣΤΙΚΗellas A.E.



ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΙ



Απλοί Εταίροι ΕΕΣΥΕ



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.eesyeg.org/902rhothetarhoomicron-3.html>

1. ΤΑ ΝΕΑ & ΟΙ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ ΜΑΣ

Παρουσίαση υποψηφιότητας για το World Tunnel Congress 2023 & Κοπή πίτας

Η Επιτροπή Σηράγγων & Υπογείων Έργων υποδέχτηκε τα μέλη και τους φίλους της την Τετάρτη 12 Φεβρουαρίου, στο Μέγαρο Μουσικής Αθηνών για την καθιερωμένη κοπή της πρωτοχρονιάτικης πίτας.

Είχαμε έτσι την ευκαιρία να ξαναβρεθούμε με συναδέλφους, να ενημερωθούμε για τις εξελίξεις του χώρου και να ανανεώσουμε το ετήσιο ραντεβού μας.

Βασική είδηση της νέας χρονιάς αποτέλεσε η κατάθεση της υποψηφιότητας της ΕΕΣΥΕ για τη διεκδίκηση του ITA – AITES World Tunnel Congress (WTC) 2023.

Το προτεινόμενο θέμα του συνεδρίου είναι:

Expanding Underground

Knowledge & passion to make a positive impact on the world



Για τη διεκδίκηση μίλησαν ο πρόεδρος της επιτροπής κ. Γιάννης Φίκιρης, η κ. Γωγώ Μεντή Congress Director της εταιρείας Convin (professional congress organiser) και η κ. Ελίζα Τσολάκου General Manager του ACVB Athens (Γραφείο Επισκεπτών και Συνεδρίων του δήμου Αθηναίων).

Το Παγκόσμιο Συνέδριο Σηράγγων (WTC) αποτελεί ετήσια διοργάνωση κορυφαίου κύρους της Διεθνούς Ένωσης Σηράγγων & Υπογείων Έργων (International Tunnelling and Underground Space Association, ITA - AITES) και πραγματοποιείται εντός/εκτός Ευρώπης εναλλάξ ανά έτος.



ASSOCIATION
INTERNATIONALE DES TUNNELS
ET DE L'ESPACE SOUTERRAIN
ITA
INTERNATIONAL TUNNELLING
AND UNDERGROUND SPACE
ASSOCIATION
AITES

Οι συμμετοχές στο συνέδριο ξεπερνούν τους 2000 συνέδρους που προέρχονται από όλον τον κόσμο, ενώ περιλαμβάνει επίσης μεγάλη Τεχνική έκθεση όπου συμμετέχουν συστηματικά οι μεγαλύτερες παγκοσμίως εταιρίες που δραστηριοποιούνται στον τομέα μελέτης, κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης σηράγγων και υπογείων έργων (κατασκευαστικές, μελετητικές, μηχανημάτων, εξοπλισμού, υλικών, λογισμικού κτλ).

Είναι η κορυφαία συνάντηση του κλάδου και λαμβάνει εκτενή προβολή σε τοπικό και διεθνή Τύπο. Αποτελεί πόλο έλξης για μεγάλο αριθμό επαγγελματιών και στελεχών Υπηρεσιών / Εταιριών (opinion leaders) που λαμβάνουν “καθοριστικές αποφάσεις”, ενώ παράλληλα προσφέρει την ευκαιρία για εκπαίδευση και ανάπτυξη στον τομέα των σηράγγων, σε ολόκληρο τον κόσμο. Το WTC αποτελεί την ιδανική ευκαιρία για την προβολή εταιρειών, καινοτόμων τεχνολογιών και υπηρεσιών, προϊόντων και διευκόλυνσης κοινών δράσεων συνεργασίας.

Παράλληλα με το συνέδριο διεξάγεται και η ετήσια Γενική Συνέλευση της ITA, συζητούνται όλα τα θέματα που αφορούν την Ένωση, εγκρίνονται προϋπολογισμοί και αποφασίζεται η δημιουργία νέων επιτροπών/ομάδων εργασίας.

Ο φάκελος διεκδίκησης υποβλήθηκε επισήμως τη 10^η Ιανουαρίου 2020 και θα παρουσιαστεί και υποστηριχτεί στο φετινό Παγκόσμιο Συνέδριο (WTC 2020) που θα γίνει στην Κουάλα Λουμπούρ της Μαλαισίας το Σεπτέμβριο του 2020 όπου και θα ληφθεί η απόφαση ανάθεσης του WTC 2023, μετά από ψηφοφορία των 78 κρατών μελών της ΙΤΑ-ΑΙΤΕΣ. Στο πλαίσιο της διεκδίκησης και για τη μεγαλύτερη προβολή της υποψηφιότητας, η ΕΕΣΥΕ έχει δημιουργήσει ειδική ιστοσελίδα (<https://athenswtc2023.gr/>) όπου παρουσιάζεται ο φάκελος της υποψηφιότητας, θα δημοσιεύονται σχετικά νέα/συνεντεύξεις και θα προβάλλονται οι χορηγοί της υποψηφιότητας.

Το συνέδριο WTC δεν έχει φιλοξενηθεί ποτέ στη χώρα μας, ενώ έτερος διεκδικητής αυτού για το έτος 2023 είναι η Τουρκία. Υπενθυμίζεται ότι η ΕΕΣΥΕ είχε προ δεκαετίας (2010) επίσης υποβάλει αντίστοιχη υποψηφιότητα όμως δεν κέρδισε για μόλις 4 ψήφους διαφορά (36-32) από τη μόνη έτερη τότε υποψήφια χώρα Ελβετία (πόλη διοργάνωσης: Γενεύη).

Διαδικασία επιλογής PCO (Professional Conference Organizer)

Γράφει ο Δ. Αλιφραγκής

Μετά την ομόφωνη απόφαση του ΔΣ της ΕΕΣΥΕ το Σεπτέμβριο 2019 για τη διεκδίκηση της διοργάνωσης του Παγκόσμιου Συνεδρίου Σηράγγων του 2023 (WTC 2023) στην Αθήνα, τον Οκτώβριο 2019 το ΔΣ της ΕΕΣΥΕ ήλθε σε επαφή και πραγματοποίησε συναντήσεις με την Εταιρεία Ανάπτυξης και Τουριστικής Προβολής Αθηνών (ΕΑΤΑ – ACVB) με σκοπό τη συνεργασία για τη προετοιμασία του Φακέλου Διεκδίκησης. Κρίθηκε απαραίτητη η συνεργασία με εξειδικευμένη εταιρεία διοργάνωσης συνεδρίων (PCO). Από την ΕΑΤΑ προτάθηκαν 5 εταιρίες διοργάνωσης συνεδρίων ως υποψήφιες PCO οι οποίες ήταν οι εξής: AFEA, ERA, CONVIN, ARGO, ERASMUS.

Κριτήριο της προεπιλογής των ανωτέρω εταιριών αποτέλεσε η συμμετοχή τους, ως μέλη, στον διεθνή οργανισμό IAPCO (International Association of Professional Congress Organizers <https://www.iapco.org/>) ο οποίος είναι αναγνωρισμένος φορέας και στον οποίο η ένταξη προϋποθέτει αυστηρή αξιολόγηση.

Στο πλαίσιο της διαδικασίας επιλογής ενός από τις υποψήφιες PCO, το ΔΣ της ΕΕΣΥΕ πραγματοποίησε σειρά συναντήσεων και με τις 5 εταιρίες συζητώντας το προφίλ της κάθε μίας, τις απαιτήσεις του συνεδρίου και τις απαιτούμενες υπηρεσίες για την προσπάθεια διεκδίκησης. Ακολούθησε αποστολή στοιχείων και προτάσεων από την κάθε υποψήφια και το ΔΣ αξιολογώντας όλους τους παράγοντες κατέληξε σε τρεις εταιρίες (short list) για περαιτέρω αναλυτική αξιολόγηση, συγκεκριμένα στις AFEA, ERA, CONVIN. Τα κριτήρια αξιολόγησης ήταν τα ακόλουθα:

α) Εμπειρία στη διοργάνωση συνεδρίων από διεθνείς οργανισμούς με συμμετοχή αντίστοιχη των WTC, β) Παρεχόμενες υπηρεσίες κατά τη διάρκεια διεκδίκησης του συνεδρίου, κάλυψη εξόδων για την πραγματοποίηση των απαιτούμενων από την ΙΤΑ ενεργειών, γ) Οικονομικά στοιχεία εταιρειών, έλεγχος ισολογισμών.

Μετά την αξιολόγηση των επιπρόσθετων στοιχείων που ζητήθηκαν από τις ανωτέρω 3 εταιρείες, το ΔΣ της ΕΕΣΥΕ αποφάσισε ομόφωνα το Νοέμβριο 2019 την επιλογή της CONVIN ως προτιμητέας PCO για τη διεκδίκηση της διοργάνωσης του Διεθνούς Συνεδρίου WTC 2023 της ΙΤΑ. Κριτήρια επιλογής αποτέλεσαν η συμφωνία της CONVIN στο σχέδιο ιδιωτικού συμφωνητικού που είχε σταλεί και στους 3 υποψηφίους PCO, η οργάνωση και ο εξοπλισμός των εγκαταστάσεων της εταιρείας που διαπιστώθηκε και από επιθεώρηση, η διάθεση χρηματοδότησης της διεκδίκησης, η οικονομική προσφορά και η αποδοχή του οικονομικού ρίσκου της διοργάνωσης.

Η συνεργασία με την CONVIN προχώρησε άριστα έκτοτε και η βοήθεια τους στο ΔΣ της ΕΕΣΥΕ αλλά και στη δημιουργηθείσα Οργανωτική Επιτροπή της Υποψηφιότητας ήταν σημαντική καθώς η μεγάλη εμπειρία τους σε παρόμοιου μεγέθους διοργανώσεις συνεδρίων καθώς και τα διατιθέμενα μέσα και υλικά υπήρξαν πολύτιμα. Το επιστέγασμα όλης αυτής της πολύμηνης προσπάθειας ήταν η έγκαιρη και επιτυχημένη προετοιμασία του Φακέλου Διεκδίκησης του WTC 2023 που κατατέθηκε επίσημα στην ΙΤΑ στις 10 Ιανουαρίου 2020.



Η αίθουσα Allegro του Μεγάρου Μουσικής



Οι 2 νικητές των φλουριών της πίτας, κ. Σεφέρογλου & κ. Μουλακάκη και ο πρόεδρος της επιτροπής Γιάννης Φίκιρης



Μέλη ΔΣ της ΕΕΣΥΕ, εκπρόσωποι των Convin & ACVB. Από αριστερά: Αλιφραγκής Δ., Ρούσσος Ν., Μεντή Γ., Μουλακάκη Η., Τσολάκου Ε., Περγαντής Β., Φίκιρης Γ., Μπαλάση Μ.



Παρουσίαση της υποψηφιότητας της Αθήνας. Γιάννης Φίκιρης (ΕΕΣΥΕ), Γωγώ Μεντή (Cpnrvin), Ελίζα Τσολάκου (ACVB)



Μέλη της Οργανωτικής Επιτροπής της υποψηφιότητας. Από αριστερά: Μπαλάση Μ., Αλιφραγκής Δ., Περργαντής Β., Ντουνιάς Γ., Μαρίνος Β., Ρούσσος Ν., Μπακογιάννης Γ., Φίκιρης Γ., Μπενάρδος Α.

Η ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΥΠΟΨΗΦΙΟΤΗΤΑΣ



Ιωάννης Φίκιρης
♦ Πρόεδρος Ο.Ε.



Δημήτριος Λίτσας



Δημήτριος Παππάς



Δημήτριος Αλιφραγκής



Μαριλία Μπαλάση



Ιωάννης Μπακογιάννης



Ευάγγελος Περργαντής



Νικόλαος Ρούσσος



Γεώργιος Ντουνιάς



Νικόλαος Καζίλης



Χρυσόθεμις Παρασκευοπούλου



Μιχαήλ Αγγελόπουλος



Βασίλης Μαρίνος



Μιχάλης Μπαρδάνης



Κωνσταντίνος Τσιαμούρας



Ανδρέας Μπενάρδος



Γεώργιος Λεουτσάκος



Γεώργιος Αγγίσταλης

Η ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ (ΑΠΟ ΕΛΛΑΔΑ) ΤΗΣ ΥΠΟΨΗΦΙΟΤΗΤΑΣ



Ο.μ. Καθηγητής ΕΜΠ
Θεοδόσης Τάσιος



Ο.μ. Καθηγητής ΕΜΠ
Πάυλος Μαρίνος



Γεώργιος Αναγνώστου



Χρήστος Βρεττός



Νικόλαος Βλαχόπουλος



Χρήστος
Αναγνωστόπουλος



Παναγιώτης Βέττας



Δημήτριος Ζέκκος



Μιχάλης Καββαδάς



Κυριαζής Πιτιλάκης



Χρήστος
Τσατσανίφος



Δημήτρης Κολύμπας



Σταύρος
Ραπτόπουλος



Βασίλης Χαλκιάς



Ηλίας Μιχάλης

Η ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ (ΔΙΕΘΝΗΣ) ΤΗΣ ΥΠΟΨΗΦΙΟΤΗΤΑΣ



Dr. Nick Barton



Antonia Comaro



Prof. Mark Diederichs



Dr. Vojtech Gall



Prof. Robert Galler



Prof. Matous Hilar



Dr. Evert Hoek



Martin Knights



Dr. Davorin Kolic



Prof. Lord Robert Mair



Mehmed Mesihovic



Charles Nairac



Jairo Pascoal Júnior



Prof. Danielle Peila



Philippe Pons



Dr. Jamie Standing



Mohamed El Tani



Dr. Fathi Tarada



Prof. Dr. Eng. Victor Tashev



Prof. Dr. Ing. Markus



Adrian Tola



Prof. Zvonko Tomanovic



Prof. Giulia Viggiani



Ass. Prof. Shahab Yasrobi

Πρόσκληση Χορηγικής Υποστήριξης Υποψηφιότητας ΕΕΣΥΕ

Η υποψηφιότητα της ΕΕΣΥΕ για τη διοργάνωση του Παγκοσμίου Συνεδρίου Σηράγγων (WTC 2023) απαιτεί μακράς διάρκειας εργασίες προετοιμασίας του φακέλου υποβολής της πρότασης, απασχόληση εξειδικευμένων συνεργατών και θα απαιτήσει σημαντικές δαπάνες προβολής το επόμενο εξάμηνο [π.χ. εκπροσώπηση Ελληνικής αποστολής στο συνέδριο, διοργάνωση δείπνου υποψηφίων χωρών στο συνέδριο WTC 2020 στη Μαλαισία κατά τα προβλεπόμενα στην ΙΤΑ – ΑΙΤΕΣ, διαφήμιση υποψηφιότητας στα σχετιζόμενα μέσα ενημέρωσης του κλάδου (π.χ. τεχνικά περιοδικά κτλ), στο διαδίκτυο, στις σελίδες κοινωνικής δικτύωσης κτλ].

Μέρος των δαπανών που έχουν προγραμματιστεί να πραγματοποιηθούν από την ΕΕΣΥΕ, αναζητείται να καλυφθούν από πακέτα Χορηγιών, με κλιμακούμενα ανταποδοτικά οφέλη, στην προσπάθεια μεγιστοποίησης της ανάδειξης των πλεονεκτημάτων της υποψηφιότητας της “ΑΘΗΝΑΣ”.

Στο τέλος του παρόντος τεύχους αποστέλλεται συνημμένα το χορηγικό πακέτο υποστήριξης της προβολής της υποψηφιότητας της Αθήνας για το WTC2023 και ευελπιστούμε στη θετική ανταπόκριση των Υπηρεσιών και των εταιρειών που δραστηριοποιούνται στον τομέα μελέτης, κατασκευής, λειτουργίας ή συντήρησης σηράγγων και υπογείων έργων.

Χορηγοί Υποψηφιότητας ΕΕΣΥΕ

Gold Sponsors



Silver Sponsors



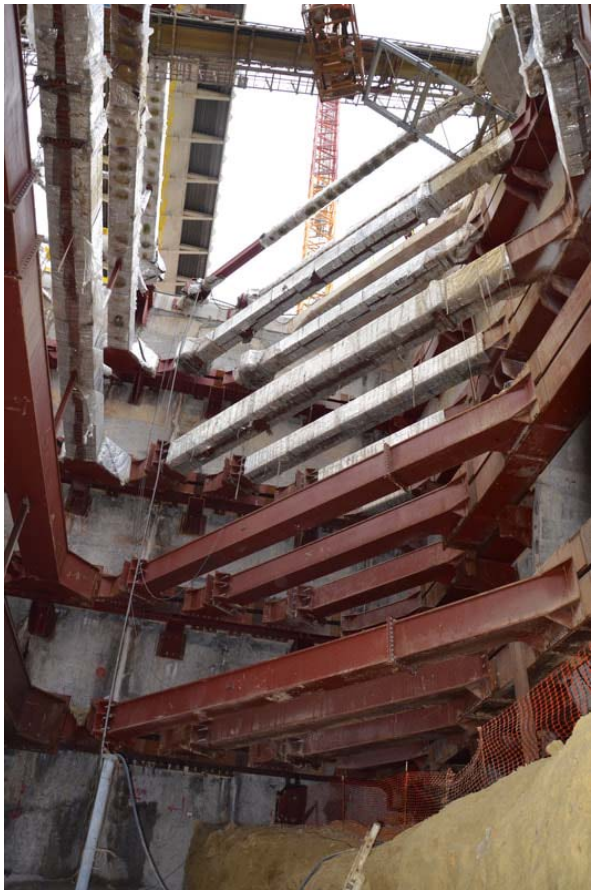
Τεχνική επίσκεψη στον υπό κατασκευή σταθμό Μετρό Πειραιά

Η ΕΕΣΥΕ διοργάνωσε την 4-12-2019, με την ευκαιρία του εορτασμού της Αγ. Βαρβάρας, προστάτιδας των εργαζομένων στα υπόγεια έργα, τεχνική επίσκεψη στον υπό κατασκευή σταθμό ΜΕΤΡΟ του Πειραιά. Η κατασκευή του νέου αυτού σταθμού παρουσιάζει σημαντικές τεχνικές προκλήσεις λόγω της εγγύτητάς του με το Λιμάνι του Πειραιά και σημαντικά νεοκλασικά κτίρια.

Κατά την επίσκεψη πραγματοποιήθηκε ενημέρωση / παρουσιάσεις στα εργοταξιακά γραφεία από συναδέλφους της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ και της αναδόχου κοινοπραξίας «J&P – ΑΒΑΞ Α.Ε. – GHELLA SPA – ALSTOM TRANSPORT S.A.» και εν συνεχεία πραγματοποιήθηκε επιτόπου επίσκεψη στο υπόγειο έργο.

Φωτογραφίες από την επίσκεψη





2. ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΥΣΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ

Τα νέα της ΕΡΓΟΣΕ

(Πηγή: Δελτίο Τύπου ΕΡΓΟΣΕ 4/2/2020)

<https://www.ergose.gr/deltio-typou-symmetochi-tis-ergose-se-oikonomiko-foroym-stin-alvania/>

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΗΣ ΕΡΓΟΣΕ ΣΕ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΦΟΡΟΥΜ ΣΤΗΝ ΑΛΒΑΝΙΑ

Οικονομικό Φόρουμ πραγματοποιήθηκε στα Τίρανα στις 30 Ιανουαρίου 2020. Το θέμα ήταν «Η συμβολή των υποδομών και των κατασκευών στην ενίσχυση της οικονομίας της Αλβανίας», τις εργασίες άνοιξε ο Πρωθυπουργός Έντι Ράμα.

Η ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε συμμετείχε με κύριο ομιλητή τον Πρόεδρο κ. Χρόνη Ακριτίδη, ο οποίος μεταξύ άλλων αναφέρθηκε στην εξωστρέφεια της εταιρείας, στη συμβολή της για την ανάπτυξη του ομίλου, καθώς και για τα έργα που συμμετέχει στην Αλβανία.

Πιο συγκεκριμένα, τα έργα αυτά αφορούν στη συμμετοχή του ΕΡΓΟΣΕ στην διαγωνιστική διαδικασία για τη σιδηροδρομική σύνδεση Τιράνων – Δυρραχίου καθώς και τη μελέτη σκοπιμότητας για τη γραμμή Κρυσταλλοπηγή – Πόγραδετς που θα συνδέσει τις δύο χώρες.

Είναι από τα πρώτα σιδηροδρομικά έργα που πραγματοποιούνται μετά το 1991 στη γειτονική χώρα. Κλείνοντας ο κ. Ακριτίδης είπε: «Επενδύοντας στον σιδηρόδρομο είναι σαν να επενδύεις στην ασφάλεια, στην αξιοπιστία και στην προστασία του περιβάλλοντος. Τα οφέλη δεν είναι μόνο οικονομικά για τις κυβερνήσεις αλλά και κοινωνικά για όλη τη χώρα».

Νορβηγία: σήραγγα πλοίων

Γιώργος Τσιφουτίδης

Η θαλάσσια σήραγγα μήκους 1.7km, 36m πλάτους x 50m ύψους στο φιόρντ Molde βρίσκεται πιο κοντά στην υλοποίηση. Η νορβηγική υπηρεσία παράκτιων θεμάτων (Norway coastal agency) Kystverket, προχώρησε σε νέα γεωλογική μελέτη και έλαβε νέα στοιχεία από οριζόντιες γεωτρήσεις κατά μήκος του 60% του υπό μελέτη τούνελ που συνέβαλαν σε καλύτερη γνώση των σχηματισμών και των αναμενόμενων τάσεων, την αναθεώρηση των υφιστάμενων μελετών της Atkins και την τελική μείωση του αρχικά προβλεφθέντος κόστους κατασκευής. Το έργο πιθανόν να εγγραφεί στον προϋπολογισμό του 2020 και να αρχίσει να εκτελείται το 2022 με χρόνο περαίωσης των εκσκαφών περίπου στα 3 χρόνια!

Norway trims ship tunnel cost

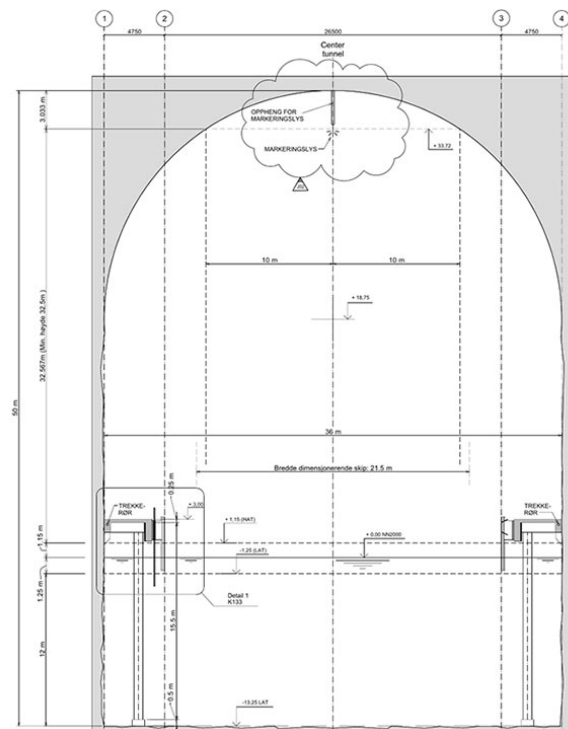
By Patrick Reynolds

(Πηγή: TunnelTalk)

<https://www.tunneltalk.com/Norway-21Nov2019-Norway-ship-tunnel-update.php>

The cost of the long-planned ship tunnel project in Norway has been significantly reduced thanks to extra site investigation work and other design revisions. While the cost reduction for the 1.7km long, 36m wide x 50m high project is below levels required by the Government transport plan, the revision came too late for the project to be included in the recent national budget and will have to wait for the next round of the national budget approvals. Terje Andreassen, Project Manager of the Norway coastal agency Kystverket, said, "that means a minimum one year delay," putting back potential contract award and start of major excavations to 2022, if the project is approved in the next budget round in late 2020.

Further geological investigations and review of plans for the ship tunnel by Kystverket followed a second round of external quality assurance studies, by Atkins and Oslo Economics, following five years of Phase 1 investigations. The findings of the Phase 2 study were given to the Ministry of Transport and Communications in May 2018. The project was then estimated to be about a third more than the Nkr2.7 billion (or about US\$320 million in 2016 prices) allowed in the national transport plan.(...)



(Εικόνα: TunnelTalk. Η διατομή της σήραγγας)

Kystverket undertook the extra investigations and value analysis over the first half of 2019. The outcome was a revised project cost estimate of just less than Nkr2.7 billion (US\$295 million in 2019 prices), beating the allowable level in the earlier 2016 prices, but the gap is even greater when the level is price-adjusted to today at almost Nkr3 billion (US\$328 million in 2019 prices). Consultants advising on the overall design are

Norconsult, Dr Techn Olav Olsen, and Snøhetta. There was no early contractor involvement to help develop the plans said Andreassen.



(Εικόνες: TunnelTalk. Φωτορεαλιστική απεικόνιση του πλοίου στο στόμιο της σήραγγας)

Longitudinal core sampling

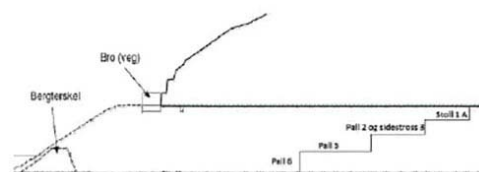
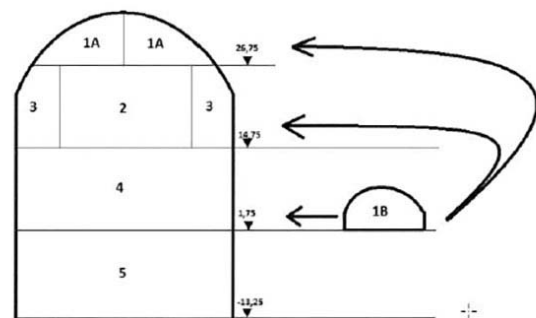
A key strategy in the extra work to cut project costs was to get more and better geological data. (...) Kystverket hired contractor Diamant Wire Teknikk to perform the longitudinal core drilling, and drill steering was done by Devico AS, which completed a similar task for the proposed 15.5km long Romsdal subsea road tunnel in Norway. Planned to be built in the same region, the Romsdal tunnel is also awaiting funding approvals as part of a larger, multi-project fixed link fjord crossing.

(...) The original plan, he said, was to drill the whole length of the tunnel for the longitudinal core sampling but limited time led to only 60% of the alignment being probed. The core samples are 50mm in diameter and 1m in length, taken from along a path steered to run under the centre of the tunnel crown. Following the core sampling, groundwater inflow tests were performed along the core holes, at the actual depth of the tunnel. The previous site investigation mainly performed limited inclined core drilling close to the portal areas and those did not reach down to the tunnel level, said Andreassen. However, a single vertical core hole did go as deep and was used to retrieve rock samples for laboratory testing and also, on site, insitu stress testing was done, in 2016, he added. In the portal areas, site investigation also included refraction seismic investigations in the sea and above where the portals are to be excavated.

"We have determined where the most variation of rock quality is expected along the alignment," said

Andreassen. Findings "did not change the understanding of the geology but we got more precise information" about the amount of different rock types, and "information on ϕ cracking and the orientation of gaps". Overall, the rock along the tunnel alignment is better than previously expected, and there is a more favourable rock stress direction, although some more local leakage of water, he added. The more precise data on rock type, characteristics and stress distribution, and location of weak zones, have helped to reduce uncertainty and risk for future tunnelling works which call for large, multiple bench excavations and some use of pre-excavation grouting in weaker zones.

Andreassen acknowledged the improved understanding of the geology would allow for better, faster tunnelling progress but said client planning did not address construction time but focused on the cost/m3 of drill+blast excavation. The tunnel will be larger and longer than a typical underground cavern for hydropower machine hall. Tunnelling will be similar with a crown heading and benches, except at a larger scale with five benches to be excavated in stages. (...)



(Εικόνα: TunnelTalk. Οι φάσεις εκσκαφής)

Procurement

If funding is approved in the next national budget round, procurement of the project would get underway about one or two months later with prequalification and a competitive dialogue process in bids. Main construction should then commence the following year. Kystverket plans to award the works as a single design-build contract with the client retaining all geological risk. (...)

Excavation is expected to take three years, including the final step of blasting and dredging the temporary coffer dams at the portals to allow excavation to more than 13m below mean sea level. The overall project is planned to take four years to complete.

While there are tunnels for small boats and barges in different parts of the world, Andreassen said "nothing exists for passage of large ocean-going vessels such as being planned by Kystverket".

Εκκίνηση εργασιών της γραμμής HS2 στη Μεγάλη Βρετανία

Το σιδηροδρομικό έργο HS2 έλαβε το πράσινο φως από την κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου (Φάσεις 1 & 2a). 40χλμ σήραγγας περιλαμβάνονται στη Φάση 1 του έργου η οποία θα ξεκινήσει τον Απρίλιο.

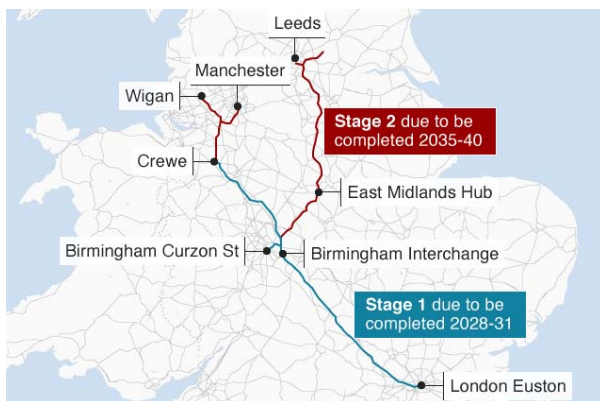
Boris Johnson announces HS2 to go ahead in full

By Tris Thomas

(Πηγή: Tunnelling Journal)

<https://tunnellingjournal.com/boris-johnson-announces-hs2-go-ahead-full/>

HS2 will go ahead the UK Prime Minister, Boris Johnson has confirmed. In a statement to Parliament he set out that after careful consideration of the independent Oakervee review, the decision has been taken to proceed with HS2. With the right reforms in place, HS2 will become the spine of the country's transport network, bringing our biggest cities closer together, boosting productivity and rebalancing.



(Image: Tunnelling Journal)

Phase 1 alone contains some 40km of tunnel along the route.

Prime Minister Boris Johnson said: "Dramatic improvements to local transport and the decision to proceed with HS2 will shift this country's centre of gravity away from the capital and transform connectivity between our towns and cities. I am drawing a clear line under the mismanagement of the past – HS2 must be delivered more efficiently and cost-effectively so that communities feel its benefits more quickly, particularly those in the North."

Douglas Oakervee's independent review into HS2 has been published in full. After thorough analysis of the benefits and impacts of the project, work on Phase 1 (the route between London and Birmingham) is set to start in April. Government will revive the legislation to deliver Phase 2a (connecting Birmingham to Crewe) as soon as possible so that preparation works can move forward.

The Prime Minister told Parliament that he is committed to Phase 2b of the project, extending high-speed rail from the West Midlands to the North. In order to work out how best to deliver Northern Powerhouse Rail and Phase 2b more effectively, government will draw up an integrated plan for rail in the North, informed by an assessment from the National Infrastructure Commission.

This will work to identify the most effective sequencing of all relevant investments in the north, and look at how the two schemes can work together alongside wider investment in transport for the North and Midlands. It will also have a focus on ensuring that lessons are learned from Phase 1 of HS2 to drive down costs. (...)

The PM outlined a number of measures to instil discipline and financial order to the project, including:

- Appointing a dedicated minister with specific oversight and accountability for HS2
- Redefining HS2 Ltd's role so that they can give maximum focus to successfully delivering Phase 1 and 2a, and making new delivery arrangements for Euston station and the design and construction of Phase 2b, to ensure better value for money and on time delivery
- Improved transparency through regular reports to Parliament from the responsible minister

(...) The main Civils Works Packages on Phase 1 have already been awarded to:

Area South

S1: Euston Tunnels and Approaches – SCS JV (Skanska Construction UK Ltd, Costain Ltd, STRABAG AG)

S2: Northolt Tunnels – SCS JV (Skanska Construction UK Ltd, Costain Ltd, STRABAG AG)

Area Central

C1: Chiltern Tunnels and Colne Valley Viaduct – Align JV (Bouygues Travaux Publics, VolkerFitzpatrick, Sir Robert McAlpine)

C2: North Portal Chiltern Tunnels to Brackley – EK JV (Carillion Construction Ltd, Eiffage Genie Civil SA, Kier Infrastructure and Overseas Ltd)

C3: Brackley to South Portal of Long Itchington Wood Green Tunnel – EK JV (Eiffage Genie Civil SA, Kier Infrastructure and Overseas Ltd)

Area North

N1: Long Itchington Wood Green Tunnel to Delta Junction and Birmingham Spur – BBV JV (Balfour Beatty Group Ltd, VINCI Construction Grands Projets, VINCI Construction UK Ltd, VINCI Construction Terrassement)

N2: Delta Junction to WCML Tie-In – BBV JV (Balfour Beatty Group Ltd, VINCI Construction Grands Projets, VINCI Construction UK Ltd, VINCI Construction Terrassement)

Καινοτόμες χρήσεις υπογείων χώρων

Όλο και περισσότερες αλλά και διαφορετικές χρήσεις του υπογείου χώρου μελετώνται τα τελευταία χρόνια. Έτσι η εταιρεία SCAUT ερευνά τη δημιουργία υπόγειων δομών για αποθήκευση ηλεκτρονικών δεδομένων αλλά και για καλλιέργεια βρώσιμων προϊόντων. Προφανή πλεονεκτήματα η ασφάλεια, οι σταθερές συνθήκες περιβάλλοντος και η οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας.

New perspectives below ground

(Πηγή: TunnelTalk)

<https://www.tunneltalk.com/Switzerland-30Jan2020-New-perspectives-below-ground.php>

TunnelTalk reporting

The Swiss Center of Applied Underground Technologies (SCAUT) is an industry initiative with the aim of developing and using underground urban space in a more focused way. Its conceptual studies are used to analyse innovative uses of underground space from a technological and economic standpoint, while its technology projects are used to bring innovative technology to the point of readiness for application.

Storing data underground

Underground data centres are one of the innovative concepts being explored by SCAUT and its industry partners. As our world becomes increasingly digital, interlinked and intelligent, there is a rapidly increasing need for data collection, computing and storage. Automation, 5G, robotics, the Internet of Things and artificial intelligence enable many new applications and business models, but the volume of data produced will continue to grow exponentially. This has to be processed close to source, known as edge computing, due to – among other factors – efficiency and latency times. A lot of mini and micro data centres are needed to do this.



(Image: TunnelTalk. Prototype underground data storage centre)

(...) With limited space above ground and increased prices of real estate in cities, SCAUT has developed the concept of Edge Computing Underground, and the first prototype for an underground data storage centre was opened in the Hagerbach test facility in Switzerland using underground rooms to house edge data centres. The concept was developed in collaboration with industry partners Datwyler Cabling Solutions and Amberg Engineering as a cost-effective, space-saving and secure solution for the challenges of the smart cities of the future. (...) Advantages of storing data underground include security, protection, keeping data close to source and putting existing derelict spaces to use. Stable climate conditions also mean low energy consumption. (...)

Underground green farming

Another example of innovative use of urban underground space is underground green farming. As areas available for farming become ever more scarce, the future of food supply could lie underground. Together with industry partners,

SCAUT has developed and commissioned the first prototype for sustainable underground food production by using aquaponics. The industry consortium is composed of the partners Amberg Group, as specialist for the design and development of the underground space; AMP from France with special expertise in aquaponic systems; and the German company Pacelum, specialised in agricultural lighting.

The aquaponics system works in a cycle: The water from the fish tanks, which is enriched with nutrients via fish waste, serves as a food source for the plants and is then returned to the water cycle. The prototype in the test tunnel at Hagerbach consists of three areas – fish tank, salad culture in raised beds and biofilter plant. The fish are grown in two water tanks; optimised lighting, hydroponic gutters and tidal table systems are installed for growing vegetables; and processing of the fish water is done by means of a mechanical filtration followed by biological filters.



(Image: TunnelTalk. Underground green farming concept)

The aim is to develop a concept to overcome food shortages and achieve food security for mega cities and urban regions, while reducing the impact on the environment. The benefits also include short transport paths, fresh products, a recycling economy, and optimisation of production conditions. In the future, the use of underground space in urban areas should reduce the transport costs for food and the associated traffic volume as well as exhaust emissions. Furthermore, the constantly stable climatic conditions underground also reduce the CO2 footprint of cities, as less heating or cooling is required.

The project focuses on an interdisciplinary and comprehensive approach. It addresses the UN global goals for sustainable development and the concept of a circular economy. At the core is the idea of integrating urban needs and uses within underground space, thereby reducing impact on the urban environment. **With this approach, the project won the 2019 ITA award for Innovative Underground Space Concept of the Year.**

Digital system solutions

Providing the conditions for developing and testing new technologies, the Tunnel Digitalisation Center (TDC) at the Hagerbach Test Gallery allows demonstration and simulation in a realistic environment. Offering the unique opportunity to experience the interaction and transformation from real to digital in a real tunnel environment, innovative concepts can be demonstrated live at full scale, leading to a better understanding of complex operations and processes, as well as a high level of cost-efficiency.

3. TUNNEL LOSSES: CAUSES, IMPACT, TRENDS AND RISK ENGINEERING MANAGEMENT

By:

Thomas Konstantis, *Dipl.Eng NTUA (Civil) MSc MSc Eurlng, Marsh Ltd London UK*

Spyridon Konstantis, *Dipl.Eng NTUA (Civil) MSc MSc APMP Eurlng CEng MICE, RULER Ltd (www.rulerconsult.com) Partner and Co-Founder*

Panagiotis Spyridis, *Dr. Dipl. Dipl. ING CEng MICE, RULER Ltd (www.rulerconsult.com) Partner and Co-Founder*

ABSTRACT

Tunneling and Underground works are unequivocally subject to a diversity of inherent uncertainties associated with the geotechnical, hydro-geological and environmental regime that surrounds them. On many occasions, these uncertainties can provoke loss events of considerable consequences. The present contribution elaborates on losses that the insurance market has suffered in the recent years, following a construction failure event. These losses are being considered and analysed on a quantitative basis through evaluation of cost related data, with explicit discretization of the applied construction methodology and of the subsequent developed failure type since both of which are considered of major importance. Given the identified persistence and regularity of some loss-contributing factors, recommendations are provided on the basis of a proactive risk engineering management approach that are envisaged to reinforce the understanding of project risks and alleviate the incurred insurance cost.

1. INTRODUCTION

The underground construction sector has always been a very challenging area for all involved parties, including the insurance market. Main reason for that remains the uniqueness of the uncertainties sources and the subsequent inherent risks that the tunnelling and underground projects are exposed to. In many instances, these risks materialize, leading to loss events with substantially high impact on reinstatement cost and incurred delays, which depending among others on the insurance coverage will have to be bared by the Insurance market.

In the recent decades and as the tunneling industry boomed and expanded with many major and significant projects undertaken around the world, the insurance market was faced with additional challenges. Increased competition during tender coupled with the scale and complexity of the projects and politically driven decision making exerted pressure on the project timelines, completion dates and budget. The pressure for on-time or even early project completion- to avoid liquidated damages or achieve bonus payments, respectively- along with cost reduction efforts and the incentive for innovative construction approaches, are some of the factors which contributed towards increased probability of failure events. That, in turn, put additional pressure on the Insurance market which had experienced a significant amount of losses with substantial cost. One of the triggered mitigation actions was the introduction of the Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works (ITIG, 2006 & 2012; MunichRe 2006, Wannick, 2007, Spencer, 2008, Adeyemo, 2011).

In the present contribution, an effort was made to demonstrate that there are certain factors that are persistently involved in tunnel losses. These losses are being considered and analyzed on a quantitative basis through evaluation of cost related data, with explicit discretization of the applied construction methodology and of the subsequent developed failure type. On the basis of the conclusions that can be drawn, recommendations are provided in the framework of a pro-active and targeted risk engineering and management approach and attitude that can highly improve the situation with significant gains for the insurance market and benefits for the involved project. The importance and benefits of proactive risk engineering management in the insurance industry have been qualitatively outlined by (Denney, Tillie and Konstantis, 2014).

2. TUNNEL LOSSES AND HAZARD SOURCES

As already highlighted above, the international insurance market has suffered major losses in the past years related to construction projects that involve tunnels and underground works. A very comprehensive list of major and noticeable tunnel failures in the past almost 50 years can be found in CEDD, 2005. Additional information including insurance losses cost data and the corresponding incurred delays can be found in Reiner, 2011, IMIA WGP48, 2006 and MunichRe Group, 2006. The above four references constitute the data sources of the present contribution. When a tunnel loss or damage occurs, reinstatement activities may exceed those implemented in the initial construction process. Consequently, the corresponding reinstatement cost may step well beyond the original construction cost. Experience has shown that cost of reinstatement could be several times the original cost. In the present contribution, a quantitative analysis of the foregoing documented and publicly available tunnel losses is carried out. In the following lines of this subsection, the main hazard sources of tunnel and underground work projects are outlined.

2.1 Geology – Geotechnical Conditions

The behavior of a tunnel and ultimately its execution success is massively depended on the overall properties (physical and mechanical) of its surrounding geo-materials and how these have been realistically identified and incorporated into the corresponding design and dealt with before, during and even after the construction process. The underground water regime can further influence the ground “properties” and potentially deteriorate the conditions under which the tunnel is going to be constructed. Unexpected and significant ground features, like faults, constitute a major risk during construction.

2.2 Tunnel Construction Method

Tunnel excavation method can vary depending on many factors, such as ground conditions, tunnel depth, contractors experience, machinery availability, etc. Indicatively, some of the most common methods used are: Tunnel Boring Machine (TBM); NATM; Drill & Blast (D&B); Roadheader; Hand Excavation and; Cut & Cover.

A combination of the above may be used in a single project, subject to alternations in ground, topological and other factors which could be related for instance to commercial and planning considerations. Each tunnel construction method carries a different risk profile.

2.3 Design Approach

The success of a tunnelling project is inextricably related to the governing rationale of the design. Adequacy of design necessitates profound knowledge of the ground and surrounding conditions combined with awareness of the designer’s expertise and competence. Errors, omissions or misinterpretation of key elements, such as ground stresses, support measures requirements, deformational expectations, etc may put the tunnel safety and its whole scheme at risk.

2.4 Construction Execution and Workmanship

This is related to the flawless implementation of the selected construction and excavation method. A well-established construction management plan and workmanship specifications, encompassing meticulously the principals of sequential excavation and support steps in the example of conventional tunnelling, the timely and proper installation of support measures and comprehending the importance of targeted monitoring and pro-active advance ground probing, is of utmost importance in deterring major failure events.

3. TUNNEL LOSSES ANALYSIS

3.1 Objective

The main objective of the conducted analysis is to provide both a qualitative and quantitative evaluation of the available tunnel failures and insurance losses data, so that a clearer structured picture of the suffered losses can be deduced, aiming at the identification of the main factors behind a tunnel failure and the recommendation of mitigation measures.

The first part of the analysis covers tunnel failures in general, with emphasis on the various major contributing factors, whereas the second part deals with the actual losses that Insurance market has suffered, following a tunnel failure event. Tunnel failure can be defined as an unanticipated and unwanted event, inclusive of physical loss or damage, with potentially severe consequences that may adversely impact on the project’s budget, schedule and safety of humans and assets.

3.1.1 Ground Conditions

As shown from the analysis and presented in Figure 1, almost two thirds of the failures have occurred in soil type geomaterials surrounding the tunnel which can be vaguely attributed to their reduced strength and deformability characteristics as opposed to the rock type ground. It is noted that Figure 1 reflects only the mentioned impact of ground conditions neglecting, however, all other loss-triggering factors.

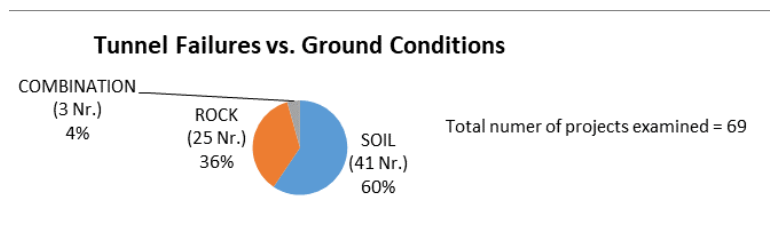


Figure 1. Tunnel failures and ground conditions (IMIA 2006, CEDD 2015, MunichRe 2006, Reiner 2011)

3.1.2 Construction Method

From Figure 2 below, it could be concluded that almost one third of the tunnel failures belong to the mechanized tunnelling method, whereas NATM method follows marginally close. However, if the comparison is conducted on a “Mechanized” vs. “Non-Mechanized” method basis, then the “Non-Mechanized/Conventional” method takes the lead with almost two thirds of the cases. The interdependence and interaction between the geomaterial and the adopted construction method can decisively determine the potential failure type.

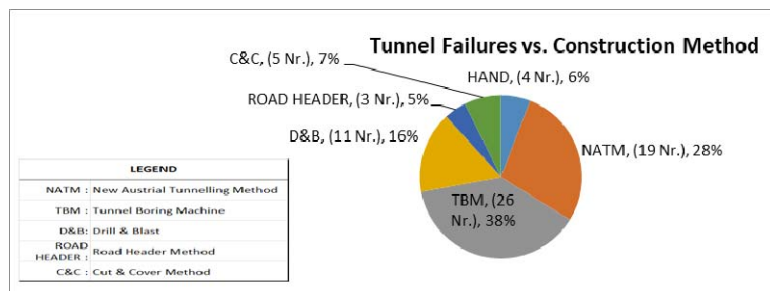


Figure 2. Tunnel failures & construction method (IMIA 2006, CEDD 2015, MunichRe 2006, Reiner 2011)

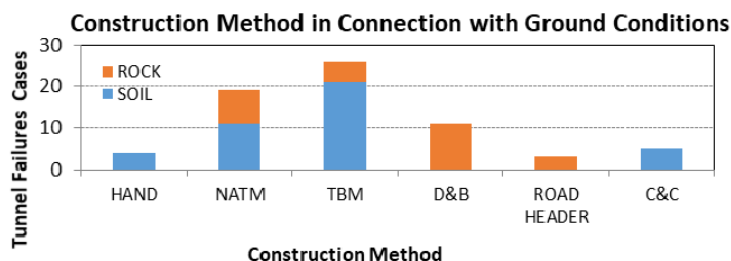


Figure 3. Tunnel failures vs construction method & ground (IMIA 2006, CEDD 2015, MunichRe 2006, Reiner 2011)

What is equivalently interesting is that the vast majority of both TBM & NATM tunnel failures are triggered more by the existence of soil-like conditions rather than rock-like as shown in Figure 3. This could be generally attributed to the reduced mechanical and deformational characteristics of the soil-like ground, which in turn could lead to a failure event via excessive deformations, loosening of their texture, excessive exerted stresses and structural instability.

This conclusion is further confirmed and validated when the failure types are examined.

3.1.3 Failure Type

Given the availability of information on tunnel failures, a structured and circumstantial approach was followed revealing the most prominent failure types.

From Figure 4 below, it can be concluded that face instability/failure constitutes by far the most prominent cause, counting almost half of the examined cases. Deformations of a tunnel section start developing in some distance ahead of the advancing face. If these are ignored, miscalculated or not properly mitigated (in

a timely and structural manner), they become uncontrollable leading to instabilities and failures, subject to the strength and deformational characteristics of the ground. An initial assessment of face stability conditions can be essential in deterring upcoming failure events and is a key success factor for tunnelling works, especially for shallow tunnels (like most of the urban metro tunnels) in challenging and difficult ground conditions (as soil-like proven to be). Support failure types – either as a result of overstress or insufficient support measures installation – equals to almost a quarter of the examined cases. It is of utmost importance to formulate a robust support scheme with a proper timely installation sequence in order to avoid potential failures.

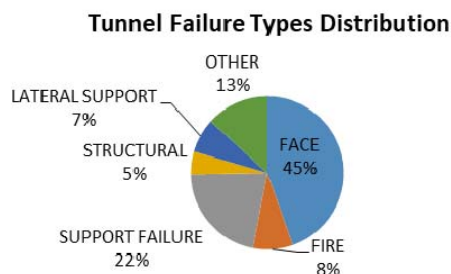


Figure 4. Tunnel failure types

A more detailed insight into the failure types explicitly highlights the contribution of ground conditions and the primary role of soil-like conditions, as shown on Figure 5. As it can be shown, the support failure in the rock conditions may be attributed to the load excess deriving from a sliding wedge and/or the insufficiency in the support capacity and resilience.

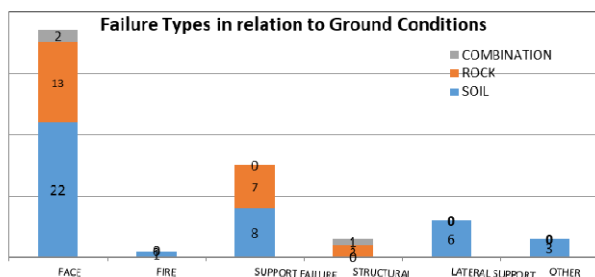


Figure 5. Tunnel failure types and surrounding ground conditions

3.1.4 Loss Frequency

In Figure 6, the insurance losses frequency distribution is highlighted; however the shortfall of insurance related information on specific tunnel losses events is evident, primarily attributed to commercial sensitive information.

Insurance losses seem to span a wide range of values, even exceeding 150USDm. However, they exhibit a rather normal distribution for values up to 50USDm, with a mean value of approximately 10 to 15USDm, but an elongated tail towards higher values and a peak in the range of 100+USDm. The bell-shaped probability density function for this distribution appears to be in good agreement with most tunnel limits in the majority of placed Insurances Policies. However, we may also identify cases with high impact/low probability effects (also referred to as ‘black swan event’, widely described by Nassim Nicholas Taleb, 2010).

3.1.5 Project Delays

Based also on the limited data regarding the incurred delays imposed upon the project completion, delays imposed upon the project completion, it can be deduced that that these span from relatively low (i.e. 1 month) to substantially high figure (i.e. 4 years) for very limited cases as shown on Figure 7 which outlines the frequency distribution of project delays, with a “reasonable” time interval of 3 months.

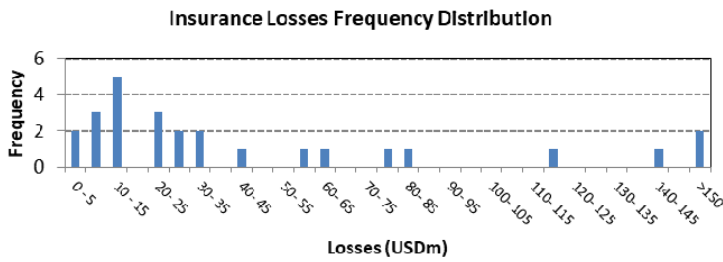


Figure 6. Distribution of Insurance related tunnel losses

As it can be seen, there is almost a normal distribution for delays up to approximately 1 years' time. These values could be considered in good agreement with common practice experience. Delays up to 3 years' time seem to be quite often and regular, whereas more severe ones can be considered as limited and particular cases. In addition, effort was put in identifying any potential relationship between the insurance cost and the corresponding delays that the same project has suffered. Figure 8 illustrates this, with the potential of a linear trend being established, neglecting of course the extreme cases.

One interesting finding is that there are cases illustrating a very small economic loss but with significant time delays.

3.1.6 Quantitative Losses

Figure 9 illustrates the cost the insurance market sustained in relation to the various failure triggering causes. As it can be seen, half of the cost is due to fires in the tunnels, especially during their operation. Very characteristic examples of fire events include the Eurotunnel fires (both in 1996 and 2008), the fire in the Montblanc tunnel and also the Tauerntunnel fire event in 1999 in Austria.

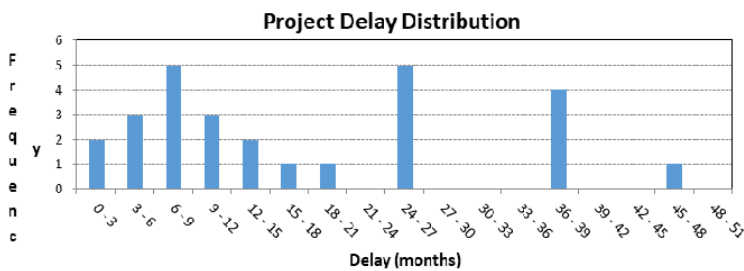


Figure 7. Frequency distribution of project delays

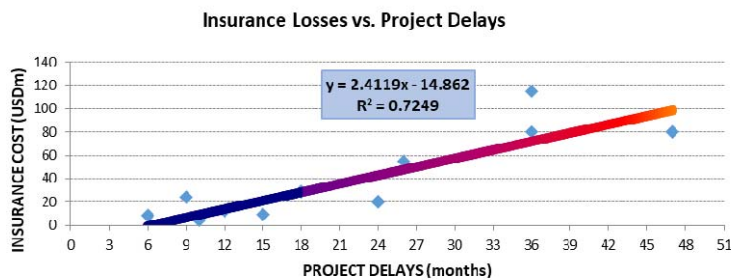


Figure 8. Relationship between insurance cost and corresponding delays

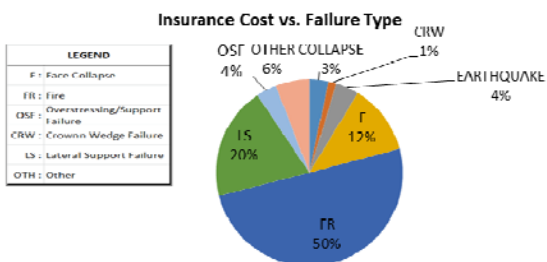


Figure 9. Insurance cost per tunnel failure type

Failures caused by collapse of lateral support count for one fifth of the total incurred cost. Most prominent representative failures include the Singapore MRT/Nicoll Highway collapse in 2004 and the Cologne Metro collapse in 2009. Both collapses had direct and indirect third party impacts, such as fatalities, property damages and businesses interruption. With regards to tunnel collapses during construction, face instabilities stand out as the principal cause related to corresponding insurance cost. A different assessment correlating insurance cost with the actual tunneling construction method is presented in Figure 10. The higher percentage of the Cut & Cover method is attributed to the Cologne Metro collapse, which also includes an unknown amount related to third party liability. TBM losses seem to overrun the NATM related, perhaps due to the inclusion of higher values of the machinery (e.g. TBM and back-up system) used and the associated reinstatement costs. It has to be mentioned, however, that all major fire events have not been included in the figure as they relate to operational tunnels.

4. RISK ENGINEERING MANAGEMENT

From the examination and evaluation of the existing information, three main categories of interest emerge as the most important and most influential related to a tunnel failure, i.e. Geology – Hydrogeology – Geotechnics; Design and ;Construction Management. Those categories sum up to approximately 80% of the overall causes of underground failures (see also Reiner, 2011).

4.1 Geology/Hydrogeology

The geological conditions and the hydrogeological regime can have a significant impact on the performance of the tunnel project construction and increase the probability of provoking a loss event. Prominent failure causes can emerge from the lack and knowledge shortage and can be directly attributed to the inadequate ground investigation schemes. Failure to identify any weak ground area or notable ground feature, like shear fault zones, can lead to disastrous results.

Insurance Cost vs. Construction Method

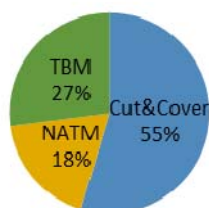


Figure 10. Insurance cost per tunnel construction method

Low-bearing geological structures located at the tunnel's crown can be catastrophic creating a knock-on effect initiated by a simple over excavation and resulting in excessive surface subsidence, subject to the tunnel's depth. This can be particularly destructive in case of shallow urban tunnel projects with significant exposure to third party properties, as illustrated in Figure 11 where in the vast majority of the failures, the overburden ranges from 2m to 30m. Moreover, these depths are also prone to creating a "chimney like" failure mode, with enormous consequences for the overlying structures, both at grade and underground (e.g. utilities).

Last but certainly not least at all, is the importance of the underground water regime. The actual water level together with its fluctuation plays an important role in the stability and safety margins of the underground/tunnelling works. Combined with its exerted pressure (sometimes when having perched aquifers or artesian conditions) can create likely conditions to trigger a failure incident.

4.2 Design

Design and design errors occupy a substantial portion of the underground works failure causes and according to Reiner, 2011, they constitute around 40% of the overall plausible causes. An element of significant importance is related to tunnel face stability. As per the previous analysis, face instability is related to almost half of the failure cases. A thorough and specialized analysis of face stability conditions at the design stage is a key factor for deterring any potential failure incidents. The accuracy and validity of the face stability analysis should always be subject to sufficient field data obtained from a detailed and project-specific ground investigation scheme. However and due to the inherent variations, face stability assessment

under uncertainty must be carried out on the basis of probabilistic analysis as presented by Konstantis 2011 and 2013. During construction, regular, consistent and systematic face mapping and instrumentation and monitoring is rendered crucial in obtaining real time information allowing for realistic evaluation of the existing stability conditions, validation of the design's assumptions and further improvements and value engineering. Realistic estimation and simulation of the stresses exerted by the surrounding ground to the tunnel is essential in the process of properly adjusting the desired and efficient tunnel profile. Ground-structure interaction is key in understanding the behavioural model which will then allow for improvements aiming at increasing the safety level and optimizing the design, as presented by Konstantis and Spyridis, 2013.

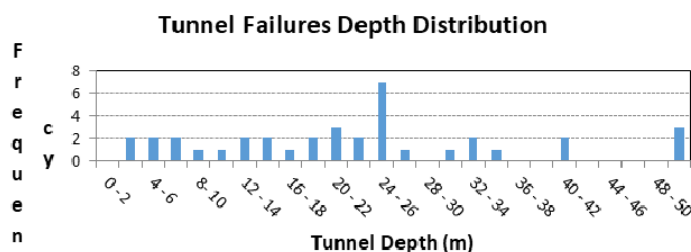


Figure 11. Tunnel failures depth distribution

4.3 Construction Execution and Workmanship

All the above mentioned losses highlight the importance of a robust and applicable construction management plan, regardless of the chosen excavation method and the selected construction equipment. Of utmost importance is the adherence to the approved and substantiated construction sequence deriving from the design stage analysis, including the timely installation of the support measures. Deviations from that principle could lead to catastrophic results. Proper and targeted instrumentation & monitoring plans are extremely essential to validate the expected behavior, allowing for an economical and risk mitigated construction. The composition and qualifications of the construction personnel is one of the most decisive factors of the project's overall performance. Lack of qualified/experienced personnel on site during construction (coupled with limited site investigation data) could be a source of forthcoming disasters.

4.4 Discussion

Despite the inherent uncertainties associated with the design and construction of tunnels and underground works and the various aspects and factors with significant and potentially destructive influence, there are things to be done and actions to be taken from the conceptual stage to operation, in order to mitigate, or even eliminate, construction failures and their consequences. These actions and the associated mitigation measures must be part of formalized risk registers, which can actually become contract documents (R. Goodfellow, J. O'Carroll, S. Konstantis, 2014).

During the early and tender stages, all the available and relative information must be conveyed to the tenderers to enable a proper risk assessment and evaluation which will in turn influence accordingly the design approach and construction methodology and equipment to be used, thus reducing the probability of failure events. Equally important is the ground investigation scheme. Its extent, suitability and relevance to the individual project can be crucial in timely identifying the exact ground conditions and the existence of any major features capable of jeopardizing the safety of the works. The design stage has the dynamic to influence the risk profile of a project. A proper and well established design management plan and philosophy is always the first line of defence against future failures and corresponding losses. As mentioned by (Reiner, 2011), design errors contribute a significant percentage of the tunnel failures. In this regard, probabilistic assessments under uncertainty can provide a decision framework for design improvement and optimization (see for instance Konstantis and Spyridis, 2013).

Moving on to the construction stage, it is absolutely imperative that the design is implemented without deviations. Probe drilling ahead of the tunnel face can be extremely beneficial and avert any forthcoming disaster by providing critical information on the existing conditions to be encountered.

Risk Engineering Management must encompass the above (indicative and non-exhaustive) elements in a structured manner, adopting a pro-active approach that spans from the conceptual and insurance pre-

placement stage until the completion and handover of the project. The first step is to undertake a benchmarking exercise against the Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works in an effort to review the risk management frameworks of the project. In addition, Risk Engineering surveys must be carried out at regular intervals with the aim to identify the ongoing risk profile of the project and ensure continuous adherence to the Code of Practice principles. In view of providing a proper and adequate coverage of the tunnelling works, the tunnel loss limits adopted in the Insurance Policy is a key driving element. Project hazards and associated risk scenarios and assessments must provide a realistic estimation of the Probable Maximum Loss.

5. CONCLUSIONS

Tunnels and Underground works face the risk of experiencing a failure event followed by a substantial loss and delay to be covered by the Insurance market. This contribution has elaborated on the (publicly available) tunnel failure incidents to date and subsequent insurance market losses. The loss events were examined, with the emphasis on the quantitative cost analysis and the related project delays. A potential linear relationship between cost and time delays seems to be established, excluding however the extreme cases. Insurance market losses tend to reduce in direct proportion to timely recognizing, comprehending and managing of the emerging risks, as also stipulated in the Code of Practice. A proactive risk engineering management attitude and probabilistic approaches (see also ITA, 2006) can efficiently contribute in reducing the size and frequency of major incidents, especially by integrating all important lessons learnt from past years in a continuous live updating process.

REFERENCES

- Adeyemo, A.: Risk Management of Tunnelling Projects. IRM Construction SIG. 2011
- B. P. Denney, B.P., Tillie, S., Konstantis, S. 2014. Proactive risk management - Helping to drive down insurance premiums and project costs
- ITA WG 2 – Guidelines for Tunnelling Risk Assessment, ITA – AITES 2006, Seoul
- ITIG: A Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works. 2006 and 2012
- IMIA WGP 48 (06):ALOP/DSU coverage for tunnelling risks?. 39th Annual Conference – Boston, 2006
- Konstantis, S. 2011. Assessing Face Stability. Tunnels and Tunnelling International, September 2011
- Konstantis, S., Spyridis, P. Design Optimization of Segmental Tunnel Linings based on Probabilistic Finite Elements Analyses. In Novák and Vořechovský (eds.) Proceedings of the 11th
- Konstantis, S. 2013. Face Stability Assessment and Ground Deformation Analysis for Soft Ground TBM Tunnels. World Tunnel Congress 2013, Geneva
- Engineering and Development Department (CEDD), April 2015. Catalogue of Notable Tunnel Failures – Case Histories (up to April 2015)
- MunichRe. The Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works Future Tunnelling Insurance from the Insurers’ Point of View ITA Conference Seoul, April 25, 2006
- Reiner, H.: Developments in the Tunnelling Industry following introduction of the Tunnelling Code of Practice. Amsterdam 21st September 2011 IMIA Annual Conference
- R. Goodfellow, J. O’Carroll, S. Konstantis, 2014. Can the Risk Register become a Contract Document? North American Tunneling Conference 2014
- Spencer, M.: The Tunnel Code of Practice for Risk Management – 5 Years On, IMIA Short Paper. 2008
- Taleb, Nassim Nicholas (2010) [2007], The Black Swan: the impact of the highly improbable, May 2012
- Wannick, P.,H., Tunnel Code of Practice” as Basis for Insuring Tunnel Projects, Tunnel 8/2007

4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ ΤΗΣ ΝΤΟΧΑ, ΕΝΟΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΕΡΓΟΥ ΜΕΓΑ – ΚΛΙΜΑΚΑΣ

Γράφει ο:

Ηλίας Κ. ΜΙΧΑΛΗΣ, Πολ. Μηχ. Ε.Μ.Π., MSc, DIC, Τεχνικός Διευθυντής Arcadis Σιγκαπούρης¹

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 (Σχήμα 1). 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, βασίσθηκε 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.



Σχήμα 1. Χάρτης του Μητροπολιτικού Σιδηροδρόμου της Ντόχα – Υπόγεια Χάραξη.

2. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ 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
Ασβεστόλιθος Simsima (*)	Ασθενής ασβεστόλιθος κίτρινης απόχρωσης, κατά θέσεις κερματισμένος, με υψηλό βαθμό αποσάθρωσης και με έντονα χαρακτηριστικά καρστικοποίησης (Σχήματα 3α, 3β, 4α και 4β)	20 - 30
Ιλυόλιθος Midra (*)	Ασθενής ιλυόλιθος καφέ χρώματος	2 – 7
Ασβεστόλιθος Rus (*)	Πολύ ασθενής έως ασθενής ασβεστόλιθος, κατά θέσεις έντονα κερματισμένος, με ενστρώσεις γύψου (κατά θέσεις) και τοπικά έντονα χαρακτηριστικά καρστικοποίησης (Σχήμα 5α, β και γ)	≥ 30

(*) Βραχώδες υπόβαθρο

¹ πρώην Διευθυντής Υπογείων Έργων της Qatar Rail, αποσπασμένος από την Deutsche Bahn International

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 (Σχήμα 2). Αυτό ακριβώς το χαρακτηριστικό της δομής τους, σε συνδυασμό με την παρουσία καρστικών μορφών εντός των ασβεστολιθικών σχηματισμών (Σχήματα 4α, 4β και 5γ) 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.



Σχήμα 2. Στρωσιγένεια του βραχώδους υποβάθρου. Διακρίνεται η καφέ χρώματος ιλυολιθική στρώση (Midra Shale) μεταξύ των ασβεστολιθικών στρώσεων (Simsima Limestone και Rus formation).



(α)



(β)

Σχήμα 3. Ασβεστόλιθος Simsima. (α) Αποσαθρωμένη και καρστικοποιημένη φάση (RQD<25%), (β) Υγιής φάση (RQD> 50%).



(α)



(β)



(γ)

Σχήμα 4. Ασβεστόλιθος Simsima. (α) Καρστικό έγκοιλο με υλικό κατάπτωσης, (β) και (γ) Ανοικτά καρστικά έγκοιλα

Εντοπίσθηκαν δύο διακριτοί υδροφόροι οριζόντες, 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.



(α)



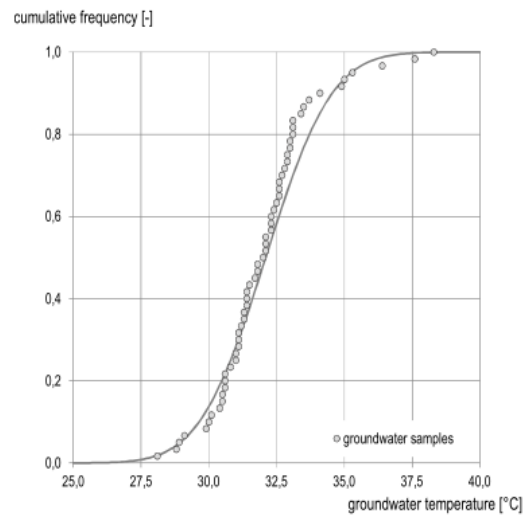
(β)



(γ)

Σχήμα 5. Ασβεστόλιθος Rus. (α) Εντονα κερματισμένη φάση (RQD<25%), (β) Συμπαγής φάση (RQD>50%) και (γ) Καρστικό έγκοιλο.

Οι εν λόγω υδροφόροι ορίζοντες είναι κατά θέσεις αρτεσιανοί. Χαρακτηρίζονται από υψηλές θερμοκρασίες (32°C – 35°C) 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.

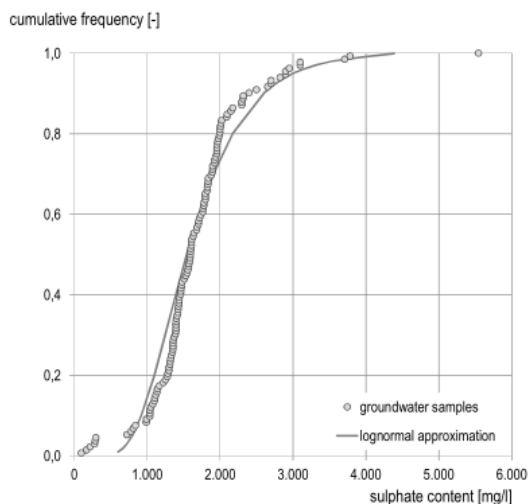
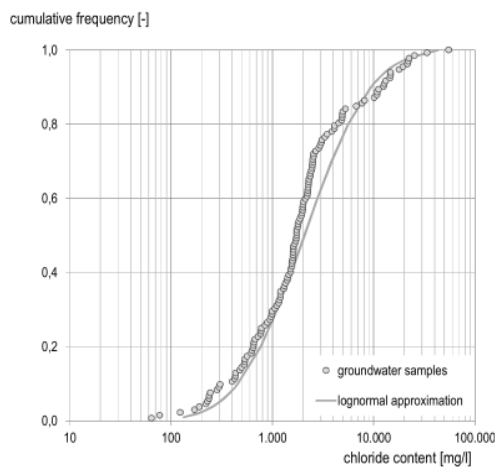


Το Σχήμα 6 παρουσιάζει τις κατανομές των μετρήσεων χλωριούχων, θεικών και θερμοκρασίας σε επιλεγμένα δείγματα υπογείου ύδατος.

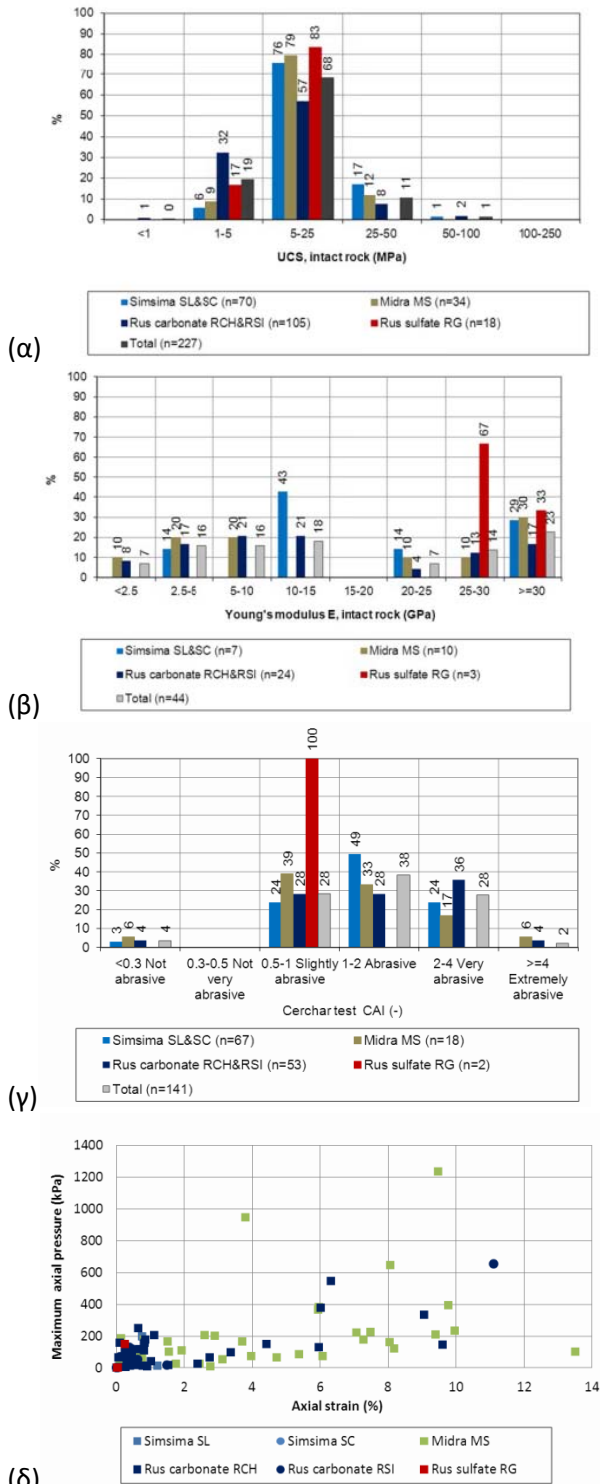
2.2 Γεωτεχνικές Έρευνες – Βασικά συμπεράσματα

Τόσο κατά την διάρκεια εκπόνησης της προκαταρκτικής μελέτης, όσο και κατά τη φάση των οριστικών μελετών του έργου, εκτελέσθηκαν 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 30μ, καθώς και (γ) μεγάλο αριθμό επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών, για τη μέτρηση κυρίως της αντοχής, παραμορφωσιμότητας, διόγκωσης και τραχύτητας (abrasiveness) των απαντώμενων σχηματισμών. Τα σχήματα 7α, 7β, 7γ και 7δ παρουσιάζουν την στατιστική επεξεργασία σημαντικού και αντιπροσωπευτικού αριθμού μετρήσεων των αντοχών, παραμορφωσιμότητας, τραχύτητας και διόγκωσης των βραχωδών σχηματισμών του Πίνακα 1.

Πρόέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα για τους βραχωδείς 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 E_i κυμαίνονται εντός του διαστήματος τιμών: 2.5GPa έως 30GPa, με αποτέλεσμα οι τιμές του δείκτη MR, εκ της σχέσεως $\bar{\sigma}_t = MR \sigma_{ci}$ (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 υλολίθου Midra.



Σχήμα 7. Στατιστική επεξεργασία εργαστηριακών δοκιμών των βραχωδών ενότητων. (α) Αντοχή

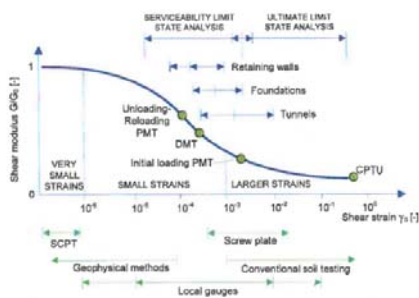
«αρραγούς φάσης, (β) Μέτρο Ελαστικότητας «αρραγούς» φάσης,

(γ) Δείκτης τραχύτητας και (δ) Τάση διόγκωσης.

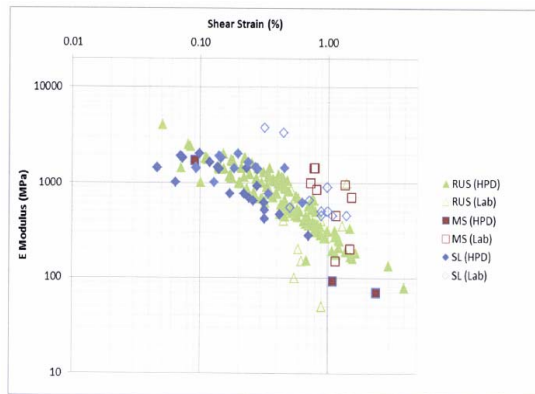
2.3 Μεθοδολογία αξιολόγησης γεωτεχνικών παραμέτρων σχεδιασμού

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

- Βραχομάζες με $RQD < 50\%$: $E_{rm} = E_{pl} \frac{RQD}{20}$ (Galera et al., 2007). Η τιμή του E_{pl} εκτιμήθηκε μέσω της αξιολόγησης του 2^{ου} και 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_{rm} , συναρτήσει της διατμητικής παραμόρφωσης γ , με χρήση των αποτελεσμάτων του συνόλου των δοκιμών ανά ενότητα (δηλ. των γεωφυσικών δοκιμών, των επιτόπου πρεσσιομετρήσεων και των εργαστηριακών δοκιμών), ακολουθώντας τη σαφή μεθοδολογία του Σχήματος 8α. Το Σχήμα 8β παρουσιάζει τις καμπύλες E_{rm} συναρτήσει της διατμητικής παραμόρφωσης γ , για το σύνολο των βραχωδών ενότητων 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 παραμορφωσης 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 ενότητων, μέσω των καμπυλών του Σχήματος 8β.



(α)



(β)

Σχήμα 8. (α) Θεωρητική καμπύλη απομείωσης του μέτρου διατμήσεως συναρτήσει 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

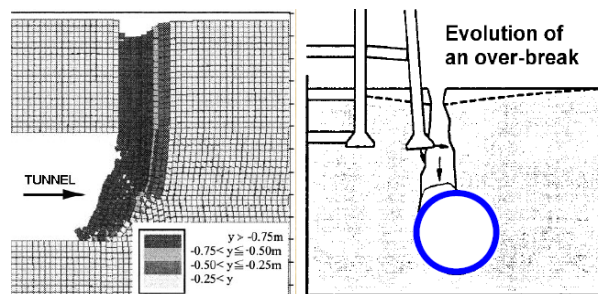
Η αξιολόγηση των συνθηκών διάνοιξης των σηράγγων χρησιμοποιήθηκε κατά τα αρχικά στάδια σχεδιασμού του έργου για τον καθορισμό των διαφορετικών τύπων κι επιπέδων κινδύνων, κατά μήκος των υπογείων χαράξεων του έργου. Επιπλέον αποτέλεσε τη βάση για την ορθή εκτίμηση του απαιτούμενου αριθμού μηχανημάτων 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, καθορίσθηκε συνδυάζοντας: (α) τα αποτελέσματα της λεπτομερούς αξιολόγησης των επικρατούσων 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), αποφασίσθηκε 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 (Σχήμα 9), οι οποίες θα ήταν δυνατόν να προκαλέσουν βλάβες σε ανωδομές ανώτερης της κατηγορίας 2, σύμφωνα με την διεθνώς αναγνωρισμένη κατηγοροποίηση του Ινστιτούτου Δομοστατικών Μηχανικών του Ην. Βασιλείου (Πίνακας 2).



Σχήμα 9. Γενικευμένη αστοχία μετώπου συνδυασμένη με καθιζήσεις, που προκαλούν σημαντικές ζημιές σε ανωδομές.

Οι κίνδυνοι αυτοί έρχονταν αντιμετώπισης 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.

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 ολομέτρωτης 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 ολομέτρωτης κοπής, για την κατά το δυνατόν απομείωση των προαναφερθέντων κινδύνων.

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 αντικαταστάσης 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 συμπεριλαμβανόμενης 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.

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 υπολογίσθηκε επί τη βάση της εκτίμησης της μέσης ημερήσιας προώθησης τους (TBM_{ARA}), μέσω της εφαρμογής της μαθηματικής εξίσωσης (1) (Grandori, 2007):

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

όπου:

- RME είναι ο δείκτης εκσκαψιμότητας, ο οποίος υπολογίζεται μέσω του Πίνακα 3
- $C_d = 1.2058 - 0.058D_e$ (D_e 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 διάνοια.
- $C_m = 0$ έως 0.15. Αναλόγως της ποιότητας του προσωπικού του κατασκευαστή στο εν λόγω έργο σήραγγας με μηχανοποιημένη διάνοια.
- $C_a = 0$ 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.
- $C_L = 0.85$ έως 1.00. Αναλόγως του μήκους της υπό διάνοια 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.

Με κατάλληλη εφαρμογή της εξίσωσης (1), την αναγκαία θεώρηση των κατάλληλων τιμών των πρναφερθεισών 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

(TBM_{ARA} (m/day)), τα οποία συνοψίζονται στον Πίνακα 4 που ακολουθεί.

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

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

Με βάση τις τιμές TBM_{ARA} του Πίνακα 4, υπολογίσθηκε 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

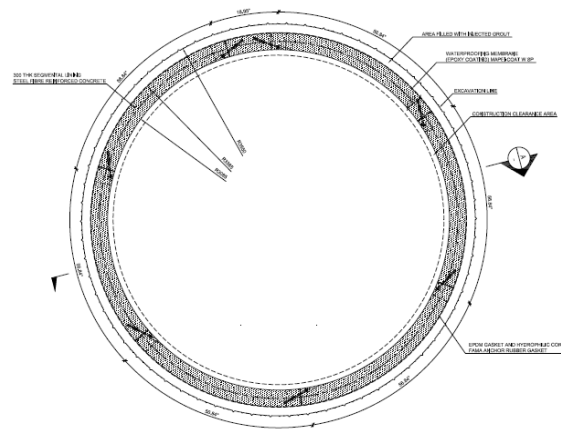
Μία εκ των βασικότερων παραμέτρων σχεδιασμού των τελικών επενδύσεων των σηράγγων αποτέλεσε ο συνδυασμός μίας βέλτιστης τεχνικοοικονομικά λύσης (με συμβατική απαίτηση διάρκειας ζωής 120 ετών) με ένα εξαιρετικά επιθετικό στις κατασκευές σκυροδέματος γεωτεχνικό περιβάλλον, με παρουσία, κατά θέσεις, σημαντικών ποσοτήτων υπογείων υδάτων, τα οποία χαρακτηρίζονται από υψηλές θερμοκρασίες (32°C – 35°C) 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 στο Σχήμα 10.

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 επικρατούσων ασθενών ασβρεστολιθικών 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) καθώς και
- την επαλήθευση λειτουργικότητας των τελικών επενδύσεων, έναντι των τυχατικών 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.



Σχήμα 10. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά τελικής επένδυσης (Δακτύλιος «Γενικού / (Universal)» συστήματος).

Το παρακάτω διάγραμμα ροής (Σχήμα 11) 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.

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.

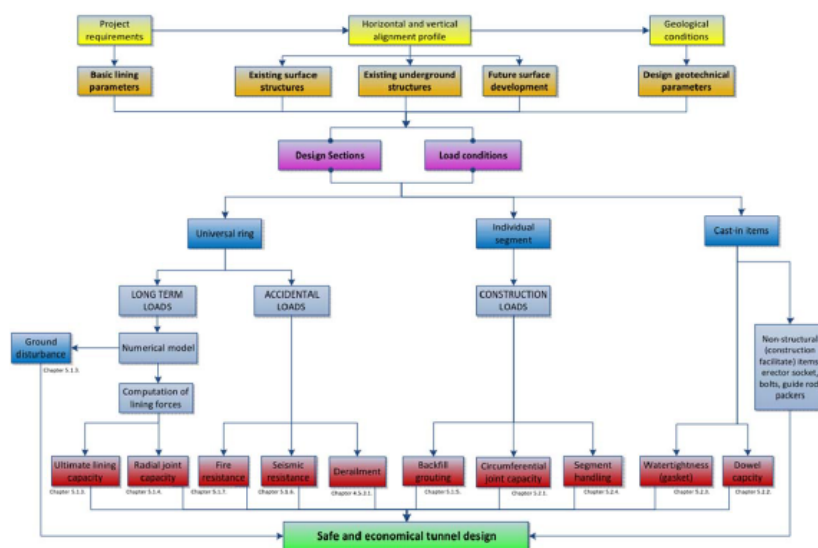
Το μέγεθος του υπογείου τμήματος του έργου, ίσο με 118.6km σηράγγων, σε συνδυασμό με το πολύ ασφικτικό χρονοδιάγραμμα κατασκευής του, κατέστησε το εγχείρημα υλοποίησης του έργου μία με τις μεγαλύτερες τεχνικές προκλήσεις των τελευταίων ετών.

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.



Σχήμα 11. Διάγραμμα ροής της μεθοδολογίας σχεδιασμού της τελικής επένδυσης των σηράγγων συρμών του Μητροπολιτικού Σιδηροδρόμου της Ντόχα.

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.

5. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ ΕΚΣΚΑΦΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ ΜΕ ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΕΡΒ-TBM

Γράφουν οι:

Ευριπίδης Ζαμπίρας, Πολιτικός Μηχανικός, Τμήμα Μηχανικής Διάνοιξης Σηράγγων, ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.

Νικόλαος Σπυρόπουλος, Μηχανικός εργοταξίου TBM, ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.

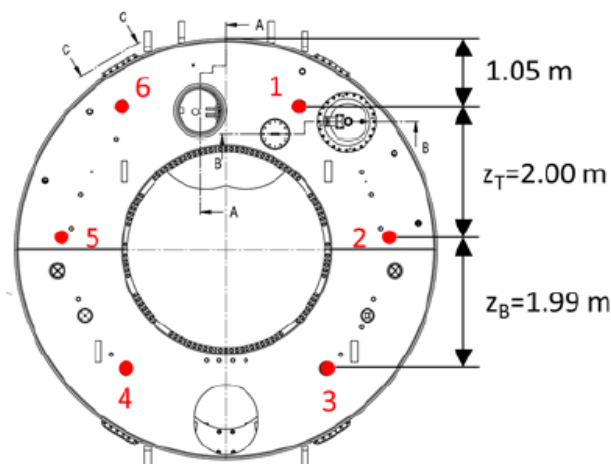
Η μέτρηση και η αξιολόγηση των τιμών πίεσης μετώπου από τους αισθητήρες εντός του θαλάμου εκσκαφής ενός μηχανήματος ΕΡΒ, από μόνα τους δεν εξασφαλίζουν την επίτευξη ευστάθειας του μετώπου κατά την διάνοιξη της σήραγγας, την απαιτούμενη πλήρωση του θαλάμου και ότι ο εδαφικός πολφός διαθέτει την κατάλληλη σύσταση, πυκνότητα και ικανότητα να μεταφέρει τις απαιτούμενες τάσεις στο μέτωπο εκσκαφής. Ταυτόχρονα με την απαιτούμενη εφαρμογή και διατήρηση των τιμών πιέσεων που προκύπτουν από τους υπολογισμούς, κατά την διάρκεια προχώρησης και στάσεων του μηχανήματος απαιτείται η δημιουργία και διατήρηση ενός

ομοιογενούς εδαφικού πολφού στον θάλαμο, κατάλληλης πυκνότητας και χαμηλής διαπερατότητας για την αποφυγή ξαφνικής εισροής υδάτων, χαλαρών εδαφικών υλικών και ελαχιστοποίηση μεγάλων αυξομειώσεων των πιέσεων στους αισθητήρες. Για τη δημιουργία ενός εδαφικού πολφού με τα ανωτέρω χαρακτηριστικά, κατά τη διάρκεια εκσκαφής εισπνέζονται στον θάλαμο ειδικά αφροβελτιωτικά (αφρός, αέρας, νερό) ή πολυμερή υπό συγκεκριμένη δοσολογία και παραμέτρους (FIR, FER, κλπ). Η μη ορθή χρήση αφροβελτιωτικών και η αδυναμία σωστής μίξης με το γεωυλικό στον θάλαμο, μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία θυλάκων αέρα (air bubble) στην περιοχή της στέψης του θαλάμου καθώς και υπερβολικά ρευστού πολφού. Η δημιουργία θύλακα αέρα μπορεί να οδηγήσει σε διάφορα προβλήματα κατά την διάνοιξη όπως: σημαντική πτώση πίεσης κατά τις στάσεις του μηχανήματος, αδυναμία διατήρησης της απαιτούμενης πίεσης (συνεχόμενες αυξομειώσεις πίεσης) με συνέπεια μειωμένη ευστάθεια, πιθανότητα εισροής υδάτων και γεωυλικού στον θάλαμο στην περίπτωση διαφυγής του εγκλωβισμένου αέρα, με συνέπεια αυξημένη απώλεια όγκου και απότομες εκτονώσεις πίεσης προς τον κοχλία ή προς την επιφάνεια.

Βασικό «εργαλείο» που χρησιμοποιείται κατά την διάρκεια διάνοιξης σηράγγων με μηχανήματα EPB για τον έλεγχο πλήρωσης του θαλάμου εκσκαφής, της σύστασης του πολφού και εντοπισμό ύπαρξης θύλακα αέρα στον θάλαμο, είναι ο προσδιορισμός της «φαινόμενης πυκνότητας» του πολφού («apparent density») ή «πυκνότητα θαλάμου». Η «φαινόμενη πυκνότητα» προσδιορίζεται λαμβάνοντας υπόψη την υψομετρική διαφορά μεταξύ των αισθητήρων πίεσης σε κάθε στάθμη και την διαφορά πίεσης μεταξύ των αισθητήρων από κάθε στάθμη, έχοντας έτσι την πυκνότητα του πολφού σε διάφορες στάθμες καθ' ύψος του θαλάμου. Στην πράξη, θα πρέπει να ελέγχεται η «φαινόμενη πυκνότητα» λαμβάνοντας υπόψη επίσης την διαφορά πίεσης και υψομετρική διαφορά μεταξύ των άνω και κάτω αισθητήρων, για τον άμεσο έλεγχο πλήρωσης του θαλάμου και κατανομής των πιέσεων («δένδρο» πιέσεων).

Ανάλογα με την τιμή φαινόμενης πυκνότητας που προκύπτει σε σχέση με την πυκνότητα του νερού (1 t/m^3) και την επιτόπια (in-situ) πυκνότητα του

εδάφους (γ_s), προσδιορίζεται η κατάσταση του



π.χ. η φαινόμενη πυκνότητα στο άνω μισό του θαλάμου είναι:

$$\gamma_{\theta\alpha\lambda} = (P_{\text{aver}2-5} - P_{\text{aver}1-6}) / z_T$$

πολφού εντός του θαλάμου, ως προς την ομοιομορφία, εάν έχει δημιουργηθεί θύλακας αέρα, εάν ο θάλαμος είναι πλήρης κλπ, ως εξής:

«φαινόμενη πυκνότητα» $\gamma_{\theta\alpha\lambda} < 1 \text{ t/m}^3$ (για το άνω τμήμα: ύπαρξη θύλακα αέρα, **γενικά:** πολύ ρευστός πολφός, ύπαρξη μεγάλης ποσότητας αφρού, νερού κλπ).

«φαινόμενη πυκνότητα» $\gamma_{\theta\alpha\lambda} < \text{in-situ}$ πυκνότητα εδάφους (γ_s): ο πολφός διαθέτει ομοιομορφία, ιδανική εφαρμογή αφροβελτιωτικών, θάλαμος γεμάτος, ορθή κατανομή πιέσεων καθ' ύψος του θαλάμου.

«φαινόμενη πυκνότητα» $\gamma_{\theta\alpha\lambda} \geq \text{in-situ}$ πυκνότητα εδάφους (γ_s): κίνδυνος έμφραξης υλικού στα ανοίγματα της κεφαλής και εντός του θαλάμου.

Ο συνεχής έλεγχος και αξιολόγηση της «φαινόμενης πυκνότητας» του πολφού θαλάμου κατά την διάρκεια διάνοιξης της σήραγγας σε συνδυασμό με τις τιμές των πιέσεων των αισθητήρων, δίνει την δυνατότητα στον χειριστή του μηχανήματος να τροποποιεί, όπου απαιτείται, τις παραμέτρους δοσολογίας των αφροβελτιωτικών, να εισπνέζει υλικό αναπλήρωσης στο θάλαμο στην περίπτωση ύπαρξης θύλακα αέρα (π.χ. μπεντονίτη), αποτόνωση αέρα μέσω της βαλβίδας εκτόνωσης στην στέψη για αναπλήρωση του κενού με υλικό εκσκαφής, ταχύτητα περιστροφής κοχλία κλπ.

Από εμπειρία σε έργα κατασκευής σηράγγων με μηχανήματα EPB, έχει αποδειχθεί σε κάποιες περιπτώσεις (π.χ. σε ετερογενή εδάφη) πως ενώ οι καταγραφείσες τιμές των πιέσεων θαλάμου κατά την διάνοιξη βρίσκονται εντός του απαιτούμενου

εύρους βάσει των υπολογισμών, εξετάζοντας την κατάσταση του εδαφικού πολφού και την πληρότητα του θαλάμου (βάσει της ανωτέρω διαδικασίας), προκύπτει πως στην ουσία ο θάλαμος είτε είναι μερικώς γεμάτος με εδαφικό υλικό και μερικώς με θύλακα αέρα υπό πίεση είτε ο θάλαμος είναι πληρωμένος με πολύ ρευστό πολφό, δίνοντας έτσι εσφαλμένη εικόνα ως προς την απαιτούμενη λειτουργία σε EPB και την απαιτούμενη εξασφάλιση ευστάθειας μετώπου. Ειδικότερα κατά τις στάσεις του μηχανήματος (π.χ. για την ανέγερση δακτυλίου, συντήρησης, επέκταση σωληνώσεων κλπ), παρατηρείται στις περιπτώσεις αυτές απότομη πτώση της πίεσης ακόμα και σε τιμές χαμηλότερες είτε της υδροστατικής ή της πίεσης περιβάλλοντος. Σε άλλες περιπτώσεις, μη αποτελεσματικής εφαρμογής αφροβελτιωτικών και ορθής ανάμιξης του εδαφικού πολφού, παρατηρούνται σημαντικές συνεχείς αυξομειώσεις στις καταγραφόμενες πιέσεις, δηλαδή αδυναμία διατήρησης σταθερής απαιτούμενης πίεσης, κάτι που υποδεικνύει πάλι, αδυναμία επαρκούς πλήρωσης θαλάμου με εδαφικό υλικό, ύπαρξης θύλακα αέρα ή εισροών νερού στο θάλαμο σε περίπτωση διαφυγής αέρα στο έδαφος.

Συνεπώς, κατά την άποψη των συνταξάντων, θεωρείται απαραίτητος ο συνεχής έλεγχος της «φαινόμενης πυκνότητας» του πολφού θαλάμου κατά την διάρκεια της διάνοιξης από το προσωπικό και τον επικεφαλής βάρδιας του TBM σε συνδυασμό με τον έλεγχο των πιέσεων και παραμέτρων εισπίεσης αφροβελτιωτικών και πολυμερών. Η μεμονωμένη παρακολούθηση των πιέσεων θαλάμου, δεν δίνει ολοκληρωμένη εικόνα για τις συνθήκες ευστάθειας του μετώπου εκσκαφής και της ευστάθειας του ίδιου του εδαφικού πολφού, ακόμα και εάν οι τιμές των πιέσεων βρίσκονται εντός του εύρους ορίων που προσδιορίζονται στην μελέτη. Επίσης, θα πρέπει στην μελέτη διάνοιξης / υλοποίησης του TBM, πέραν του υπολογισμού των απαιτούμενων πιέσεων που συνήθως δίνεται για τους δυο άνω αισθητήρες της στέψης, να προσδιορίζεται και η απαιτούμενη κατανομή των πιέσεων καθ' ύψος και κατά συνέπεια ένα ελάχιστο όριο της «φαινόμενης πυκνότητας» του πολφού, το οποίο θα πρέπει να διατηρείται κατά την διάνοιξη, ώστε να εξασφαλίζεται η μεταφορά της ενεργητικής πίεσης στο περιβάλλον έδαφος και η επίτευξη ευστάθειας του μετώπου.

Ο προσδιορισμός της «φαινόμενης πυκνότητας» του πολφού είναι ένας έλεγχος που μπορεί να

γίνεται άμεσα από τον χειριστή του TBM και των μηχανικών βάρδιας καθώς και από τους μηχανικούς της επίβλεψης του έργου, ώστε να μπορούν άμεσα να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα διόρθωσης ανά πάσα στιγμή. Επίσης, οι τιμές της «φαινόμενης πυκνότητας / apparent density» μπορούν να υπολογίζονται και να παρέχονται από την εκάστοτε βάση δεδομένων παρακολούθησης του έργου, ώστε να μπορούν να συντάσσονται και συνδυαστικά διαγράμματα με άλλες κρίσιμες παραμέτρους λειτουργίας το TBM, για άμεση αξιολόγηση, ενώ θα πρέπει να παρέχεται και σχετική ένδειξη της τιμής στην κεντρική οθόνη ελέγχου του χειριστή.

Περαιτέρω ανάλυση του εν λόγω θέματος μπορεί να βρεθεί στα παρακάτω άρθρα:

1) *KEEPING THE CHAMBER FULL: MANAGING THE "AIR BUBBLE" IN EPB TUNNELING*, Ehsan Alavi Gharahbagh, Michael A. DiPonio, Peter Raleigh, Brian Hagan

2) *EXAMINATION OF EXCAVATION CHAMBER PRESSURE BEHAVIOR ON A 17.5 M DIAMETER EARTH PRESSURE BALANCE TUNNEL BORING MACHINE*, Kamyar Mosavat, Colorado School of Mines

3) *MECHANIZED TUNNELLING IN URBAN AREAS*, Vittorio Guglielmetti, Piergiorgio Grasso, Ashraf Mahtab, Shulin Xu

4) *APPARENT DENSITY EVALUATION METHODS TO ASSESS THE EFFECTIVENESS OF SOIL CONDITIONING*, Lisa Moria, Ehsan Alavib, Michael Mooney

6. 1st ANNUAL MEETING OF EUROPEAN TUNNELLING PROFESSORS AND PHD STUDENTS

Γράφει ο:

Δημήτρης Γεωργίου, MSc Μηχανικός Μεταλλείων – Μεταλλουργός Ε.Μ.Π.

Στις 5 & 6 Δεκεμβρίου 2019, η ITA και συγκεκριμένα η επιτροπή της για θέματα εκπαίδευσης (ITA – CET), διοργάνωσε για πρώτη φορά στο Πολυτεχνείο του Τορίνο της Ιταλίας (POLITECNICO DI TORINO) την πρώτη συνάντηση μεταξύ καθηγητών και υποψήφιων διδασκόντων από χώρες της ευρωπαϊκής ένωσης, όπου η έρευνά του εστιάζει σε θέματα που άπτονται στο φάσμα της διάνοιξης σηράγγων. Τα πανεπιστήμια και οι φορείς που συμμετείχαν, είναι τα ακόλουθα: National Technical University of Athens (Greece),

ETH Zurich (Switzerland), Technical University of Civil Engineering Bucharest (Romania), Ruhr-Universität Bochum (Germany), University Sapienza of Rome (Italy), Politecnico di Torno (Italy), Montanuniversität Leoben (Austria), University of Leeds (UK), ENTPE (France), Norwegian University of Science and Technology (Norway).

Την πρώτη μέρα (5/12) πραγματοποιήθηκε συνάντηση μεταξύ των καθηγητών (Εικόνα 1) και ξενάγησή τους από τον καθηγητή Prof. Daniele Peila στο εργαστήριο «Tunnelling and Underground Space Laboratory» του Πολυτεχνείου του Τορίνο. Στα πλαίσια αυτής της συνάντησης παρουσιάστηκε η δουλειά και η έρευνα του κάθε πανεπιστήμιου στο αντικείμενο της διάνοιξης σηράγγων.

Παράλληλα το ίδιο βράδυ, πραγματοποιήθηκε μια ανεπίσημη συνάντηση μεταξύ των υποψήφιων διδασκόντων, οι οποίοι γευμάτισαν και γνωρίστηκαν μεταξύ τους (Εικόνα 2).



Εικόνα 1



Εικόνα 2

Το πρωί της 6ης Δεκεμβρίου, πραγματοποιήθηκαν οι παρουσιάσεις των υποψήφιων διδασκόντων στο Lingotto Building (παλαιό εργοστάσιο της Fiat) στο κέντρο του Τορίνο.

Η Ελλάδα εκπροσωπήθηκε από τον ομότιμο καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π. κ. Παύλο Μαρίνο και τον υποψήφιο διδάκτορα του Τομέα Γεωτεχνικής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, κ. Δημήτρη Γεωργίου (Εικόνα 3), όπου παρουσίασε την μέχρι τώρα έρευνά του με τίτλο «Υπολογιστική Διερεύνηση της Ευστάθειας του Μετώπου Σηράγγων», με υπεύθυνο καθηγητή τον κ. Μιχαήλ Καββαδά. Επίσης ελληνική συμμετοχή υπήρχε και από την πλευρά των καθηγητών, με την συμμετοχή του καθηγητή Prof. Γεώργιου Αναγνώστου (ETH Zurich) και της καθηγήτριας Assistant Prof. Χρυσόθεμις Παρασκευοπούλου (University of Leeds).



Εικόνα 3

Το πρόγραμμα των παρουσιάσεων, είναι το ακόλουθο:

- Numerical investigation of tunnel face stability, Dimitris Georgiou, National Technical University of Athens, Greece
- Deep tunnel face stability, Thomas Pferdekaemper, ETH Zurich, Switzerland
- Monitoring of cut and cover tunnels, Flaviou Ioan Nica, Technical University of Civil Engineering Bucharest, Romania
- Process simulation and interactive alignment planning for TBM tunnelling, Annika Jodehl, Ruhr-Universität Bochum, Germany
- The design of the soil conditioning process for EPB-TBM tunnelling, Diego Sebastiani, University Sapienza of Rome, Italy
- Two-component backfilling: a laboratory test campaign, Carmine Todaro, Politecnico di Torno, Italy
- Automated face monitoring in TBM tunnelling, Robert Wenighofer, Montanuniversität Leoben, Austria

- Modelling high-speed railway-induced vibrations around tunnels (ground support), Harry Holmes, University of Leeds, UK
- Impact of tunnel excavation with TBM on piled foundations, Agathe Michalski, ENTPE, France
- Optimization of test methods and design of transition zones in unlined pressure tunnels, Henki Ødegaard, Norwegian University of Science and Technology, Norway.

Στο τέλος των παρουσιάσεων πραγματοποιήθηκε γενική συζήτηση για την πορεία της έρευνας σε θέματα υπογείων έργων στην Ευρώπη (Εικόνα 4). Τέλος αποφασίστηκε η διοργάνωση της νέας αυτής συνάντησης σε ένα περίπου χρόνο από σήμερα, στο Montanuniversität Leoben (Austria).



Εικόνα 4

7. ΤΑ ΝΕΑ ΤΗΣ ΙΤΑ

Στο Μαϊάμι των ΗΠΑ απονεμήθηκαν τα βραβεία της ΙΤΑ για τα πιο ξεχωριστά και πρωτοπόρα επιτεύγματα στα υπόγεια έργα της χρονιάς που πέρασε. Οι νικητές των βραβείων για το 2019 ήταν οι εξής:

MAJOR PROJECT OF THE YEAR (OVER €500M)

Tuen-Mun - Chek Lap Kok Link - Northern Connection Subsea Tunnel Section

PROJECT OF THE YEAR (BETWEEN €50M AND €500M)

Regional Connector Transit Project

PROJECT OF THE YEAR INCL. RENOVATION (UP TO €50M)

Modernization of the Vladivostok tunnel of the Far Eastern Railway

TECHNICAL PROJECT INNOVATION OF THE YEAR

Toulouse Line A underground stations extension

TECHNICAL PRODUCT/EQUIPMENT INNOVATION OF THE YEAR

Autonomous TBM

SAFETY INITIATIVE OF THE YEAR

Air Quality Working Group: An industry-first collaboration on silica dust control

INNOVATIVE UNDERGROUND SPACE CONCEPT OF THE YEAR

Underground Green Farming

YOUNG TUNNELLER OF THE YEAR

Amanda Kerr

Περισσότερες πληροφορίες στην ιστοσελίδα της ΙΤΑ <https://awards.ita-aites.org/winners>

8. ΝΕΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ/ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΕΣ

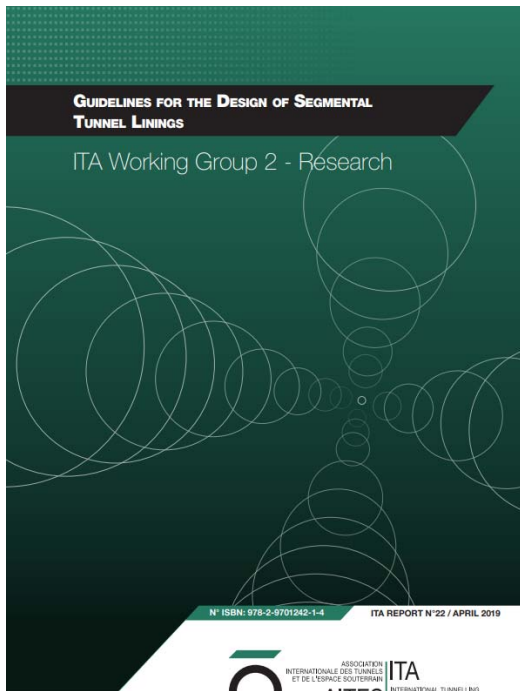
Οι εκδόσεις της ΙΤΑ διατίθενται σε ηλεκτρονική μορφή στην επίσημη ιστοσελίδα της: <https://about.ita-aites.org/publications/search-for-a-publication>

Guidelines for the design of segmental Tunnel Linings

ITA Working group 2

“...This document provides guidelines for the design and construction of one-pass precast reinforced concrete segmental linings for TBM tunnelling in soft ground, weak and fractured hard rock. Two-pass lining systems, which are less frequently used in modern tunnels, are not specifically discussed but the basic guidelines presented in this report will still be applicable.

If required, more information on the two-pass lining system can be found in the ITA WG2 (2000) guidelines. The guidelines and recommendations in this document can be applied to various tunnels including road, railway, subway and water transfer, as well as utility tunnels for potable and waste water, gas pipelines and power cables...”



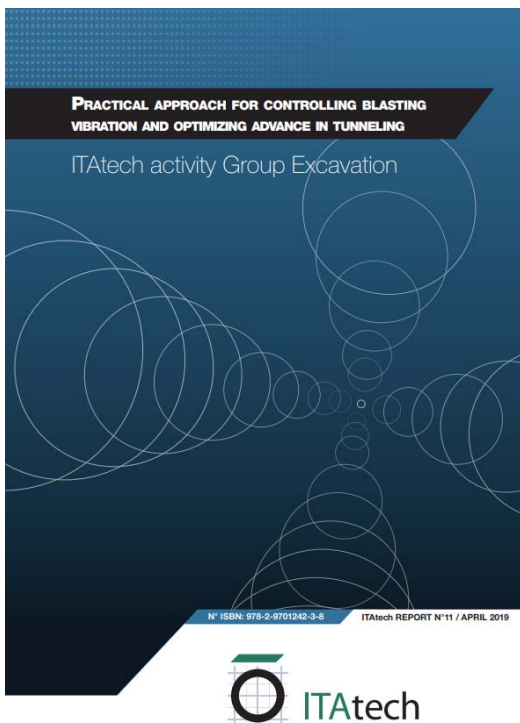
even prohibit its use. Good planning of controlled blasting can often accommodate such restrictions...”

Large Underground Interconnected Infrastructure PIARC Technical Committee D.5



Practical approach for Controlling Blasting Vibration and Optimizing Advance in Tunneling

ITAtch activity group excavation



“...Its objective is twofold:

- extend the panel of networks investigated, both geographically and in terms of their complexity and diversity,
- analyse in a much more thorough manner the particularities of this network nature, including:
 - the geometry and impact of all the constraints related to the interchange points and connections,
 - ventilation facilities: aspects related to traffic assumptions – surface impacts – specific concepts and design – implementation, equipment and facility acceptance tests, and verification of the performances of the overall system,
 - signalling: location of an incident and addressing – signalling devices – evacuation aid,
 - the operation and management of interfaces between the many operators involved in a network – organisation – the multiplicity and complexity of interfaces – safety – traffic management – special care and maintenance provisions...”

“...This document introduces some guidelines to help make the best use of drill-and-blast (D&B) – techniques in underground tunnelling at vibration sensitive locations. Strict vibration limits can considerably restrict D&B work, increase cost or

9. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΣ ΑΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΤΟΥΣ 2019

<u>ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΣ ΑΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ 1.1.2019- 31.12.2019</u>				
Ταμειακό Υπόλοιπο (Καταθέσεις + Μετρητά) την 1.1.2019			4,421.74	
<u>ΕΣΟΔΑ</u>				
Εγγραφές 7 νέων μελών			93.00	
Συνδρομές μελών			2,782.00	
Χορηγίες -Συνδρομές εταιριών			7,103.00	
Είσπραξη από ΤΡΙΑΙΝΑ			0.00	(παραμένει ανείσπρακτο υπόλοιπο 2.698,86 €)
Έκτακτα έσοδα (Δ ΔΟΥ επιστροφή φόρου)			869.49	
Τόκοι καταθέσεων			0.00	
Σύνολο			10,847.49	
<u>ΔΑΠΑΝΕΣ</u>				
Συνδρομές σε ΠΑ(2019-2020) , site κλπ			1,899.41	
Έξοδα εκδηλώσεων, ταξιδίων και συμμετοχή σε συνέδρια			2,221.54	
Αμοιβές Λογιστή			248.00	
WTC 2023 (έξοδα υποψηφιότητας 2019)			3,031.14	
Πληρωμή Φόρων			0.00	
Διάφορα έξοδα (τραπέζης και λοιπά)			69.82	
Σύνολο			-7,469.91	
Είσπραξη οφειλής από SICA (εμφανίστηκε ως συνδρομή το 2018 και εισπράχθηκε 3/1/2019)			1,000.00	
Ταμειακό Υπόλοιπο στις 31.12.2019			8,799.32	
εκ των οποίων:				
Τράπεζες (Alpha Bank) 31.12.2019			10,386.96	
TAMEIO (εκκρεμείς οφειλές από 2019)			-1,587.64	
Σύνολο (ALPHA BANK)			8,799.32	
Ελεγκτική Επιτροπή της ΕΕΣΥΕ				
1. Γιούτα - Μήτρα Παρασκευή				
2. Μπακογιάννης Ιωάννης				
3. Ραπτόπουλος Σταύρος				



Το Διοικητικό Συμβούλιο της Ε.Ε.Σ.Υ.Ε.

2017-2020

Πρόεδρος:	Ιωάννης Φίκιρης, Πολ. Μηχανικός
Αντιπρόεδρος:	Δημήτριος Αλιφραγκής, Πολ. Μηχανικός
Γεν. Γραμματέας:	Δημήτριος Λίτσας, Πολ. Μηχανικός
Ταμίας:	Ευάγγελος Περγαντής, Πολ. Μηχανικός
Εκδότρια ΔΕΛΤΙΟΥ ΣΗΡΑΓΓΩΝ:	Μαριλία Μπαλάση, Πολ. Μηχανικός
Μέλος:	Δημήτριος Παππάς, Πολ. Μηχανικός
Μέλος	Νικόλαος Ρούσσοι, Μετ. Μηχανικός







ITA-AITES World Tunnel Congress 2023

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΧΟΡΗΓΙΚΗΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ
12 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2020

Professional Congress Organizer:



 CONVIN S.A.
29 K.Varnali str, 15233 Chalandri
Athens, Greece
 +30210 6833600
 +30210 6847700
 www.convin.gr

Support Athens Candidacy



#AthensWTC2023

Η **υποψηφιότητα της ΕΕΣΥΕ** για τη διοργάνωση του Παγκοσμίου Συνεδρίου Σηράγγων & Υπογείων Έργων (**WTC 2023**) απαιτήσε μακράς διάρκειας εργασίες προετοιμασίας του φακέλου υποβολής της πρότασης, απασχόληση εξειδικευμένων συνεργατών και **θα απαιτήσει σημαντικές δαπάνες προβολής** το επόμενο τρίμηνο.

Μέρος των δαπανών που έχουν προγραμματιστεί να πραγματοποιηθούν από την ΕΕΣΥΕ, **αναζητείται να καλυφθούν** από πακέτα **Χορηγιών**, με κλιμακούμενα ανταποδοτικά οφέλη, στην προσπάθεια μεγιστοποίησης της ανάδειξης των πλεονεκτημάτων της υποψηφιότητας της "ΑΘΗΝΑΣ". Η υποψηφιότητα είναι αναγκαίο να προβληθεί στα **78 κράτη μέλη** της Διεθνούς Ένωσης Σηράγγων & Υπογείων Έργων (ITA-AITES) καθώς και κατά τη **διάρκεια των εργασιών του WTC 2020** στην Κουάλα-Λουμπούρ της **Μαλαισίας**, όπου θα ληφθεί και η τελική απόφαση κατόπιν ψηφοφορίας των κρατών μελών της ITA-AITES μεταξύ των **δύο μόνων υποψηφίων κρατών (Ελλάδα και Τουρκία)**.

Πακέτα Χορηγιών

Κατηγορίες

Gold sponsor	Από 5.000 € και άνω
Silver sponsor	Από 2.000 € ως 5.000 €
Bronze Sponsor	Έως 2.000 €

Ανταποδοτικά οφέλη

Περιγραφή	Gold	Silver	Bronze
Λογότυπο της Εταιρείας Χορηγού στο website της διεκδίκησης του συνεδρίου (κάτω από την σχετική κατηγορία)	X	X	X
Λογότυπο της Εταιρείας Χορηγού στα newsletters κατά την περίοδο διεκδίκησης του συνεδρίου (κάτω από την σχετική κατηγορία)	X	X	
Λογότυπο της Εταιρείας Χορηγού σε όλα τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (social media campaign) κατά την περίοδο διεκδίκησης του συνεδρίου	X	X	
Λογότυπο της Εταιρείας Χορηγού σε όλο το υλικό προώθησης κατά τη διάρκεια της παρουσίας της Επιτροπής Διεκδίκησης στο WTC 2020, Μαλαισία	X		



Πλάνο δράσεων διεκδίκησης¹

Υποψηφιότητα

9.000 €

- Προετοιμασία φακέλου υποβολής
- Δημιουργία λογοτύπου
- Web banners
- Διαφημιστικό υλικό (μαγνήτες, κονκάρδες, Roll up banners, Flyers Save the Date moto του WTC 2023 Bid, επιστολόχαρτα, κάρτες κτλ)
- Φιλοξενία εκπροσώπου ΙΤΑ για την αξιολόγηση των υποδομών διεξαγωγής του συνεδρίου
- Εκπροσώπηση σε εκδηλώσεις της ΙΤΑ το επόμενο τρίμηνο

Προβολή στα Κοινωνικά Δίκτυα (Social Media)

2.500 €

Δημιουργία μιας καμπάνιας (Social Media Integrated Campaign) η οποία θα προβληθεί το επόμενο τρίμηνο στα Μέσα κοινωνικής δικτύωσης, όπως Facebook, LinkedIn και Twitter, μέσω των οποίων θα προβάλλεται η υποψηφιότητα και θα ανακοινώνονται όλες οι δράσεις εξωστρέφειας της Επιτροπής Διεκδίκησης.

Θα υπάρχει, επίσης, συνεχής αρθρογραφία «Νέα & Ανακοινώσεις» για την προβολή των ενεργειών για το Επιστημονικό αλλά και το ευρύ κοινό.

Promo video

5.000 €

Δημιουργία promo video για την ανάδειξη των πλεονεκτημάτων και δυνατοτήτων, τόσο της Αθήνας ως προορισμού, όσο και του Μεγάρου Μουσικής ως χώρου φιλοξενίας του συνεδρίου. Το συγκεκριμένο Video, που αποτελεί προαπαιτούμενο της υποβολής της υποψηφιότητας, θα προβληθεί κατά τη συνήθη πρακτική της ΙΤΑ στο συνέδριο WTC 2020 στη Μαλαισία τον ερχόμενο Μάιο στην ετήσια Γ.Σ. (17-5-2020) και στην εκλογική συνεδρίαση (20-5-2020).

Προβολή / Διαφήμιση στην ιστοσελίδα Συναφών Οργανισμών / Περιοδικών

3.500 €

Τοποθέτηση web banner του WTC 2023 σε συναφείς ιστοσελίδες (websites) και e-journals με σκοπό την προώθηση της ελληνικής διεκδίκησης

¹ Το παρόν πλάνο δράσεων συνίσταται από τις υποχρεωτικές ενέργειες που οφείλει κάθε υποψήφιο κράτος μέλος να πραγματοποιήσει, βάσει των απαιτήσεων / προδιαγραφών της ΙΤΑ - ΑΙΤΕΣ, καθώς και τις ελάχιστες επιθυμητές ενέργειες που κρίνεται ότι θα πρέπει να υλοποιηθούν για την μεγιστοποίηση της προβολής της Ελληνικής υποψηφιότητας.

**Δημιουργία – Συντήρηση – Ενημέρωση
Ιστοσελίδας Υποψηφιότητας**

4.000 €

Δημιουργία – Συντήρηση – Ενημέρωση Ιστοσελίδας διεκδίκησης του World Tunnel Congress (WTC) 2023: www.athenswtc2023.gr

**Αποστολή Ηλεκτρονικού Ενημερωτικού
Δελτίου νέων διεκδίκησης (Newsletters)**

1.500 €

Μέσω της αποστολής Newsletter, θα ενημερώνονται δημοσιογράφοι ή εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον ευρύτερο τομέα, για τα σημαντικά νέα της διεκδίκησης. Με το τρόπο αυτό θα διατηρείται ενήμερο το επιστημονικό & δημοσιογραφικό κοινό, αλλά και το ευρύ κοινό, για τις σχετικές δράσεις, όπως και για όλες τις ενδιαφέρουσες εξελίξεις που θα σχετίζονται με τους Χορηγούς.

**Παράθεση δείπνου υποψηφίων στο WTC 2020
(υποχρεωτική εκδήλωση Τρίτη 19-5-2020)**

12.000 €

Βάσει των προδιαγραφών της ΙΤΑ, τα υποψήφια κράτη μέλη ειθίσαι να παραθέτουν γεύμα την Τρίτη 19-5-2020 προς εκπροσώπους των κρατών μελών.

**Εκπροσώπηση & Προβολή Υποψηφιότητας
κατά τη διάρκεια του WTC 2020**

18.000 €

- Παρουσία της Ελληνικής ομάδας διεκδίκησης στη Μαλαισία στο WTC 2020 και στη Γενική Συνέλευση της ΙΤΑ - AITES
- Λειτουργία Booth στο χώρο της έκθεσης με εικαστικό και οπτικοακουστικό υποστηρικτικό υλικό
- Συμβολικό δώρο σε κάθε κράτος/μέλος
- Ταχυδρομικά τέλη προς τα υπόλοιπα 77 κράτη μέλη της ΙΤΑ - AITES
- Αναμνηστικά υποψηφιότητας στους συνέδρους WTC 2020 (περίπου 1500)
- Οργάνωση «mastiha cocktail», ως μία κίνηση εξωστρέφειας και προβολής της Ελληνικής φιλοξενίας πριν από την τελική ψηφοφορία

Διαφήμιση κατά τη διάρκεια του WTC 2020

12.000 €

Πακέτο χορηγία στο συνέδριο WTC 2020 που αφορά στην ειδική εφαρμογή - app [Mobile Apps Sponsorship (exclusive sponsorship)] μέσω της οποίας θα εμφανίζεται συνεχώς η Ελληνική υποψηφιότητα στα κινητά τηλέφωνα της συνέδρων.



Support Athens Candidacy



#AthensWTC2023