

## 2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ

### 2.1. Γεωγραφία - Μορφολογία της Περιοχής του Έργου

Η περιοχή μελέτης και κατασκευής της διδυμης σήραγγας Kwai Tsing βρίσκεται στο Χονγκ Κονγκ στην ανατολική Ασία (Σχήμα 2.1) και συγκεκριμένα στη νότια ακτή της Κίνας. Αποτελείται από το κύριο νησί του Χονγκ Κονγκ, ένα τμήμα της ηπειρωτικής Κίνας το Kowloon και τα New Territories, καθώς και από 260 μικρά νησιά και χερσονήσους, εκ των οποίων το μεγαλύτερο είναι το Lantau Island. Από τη συνολική έκταση (2.755 km<sup>2</sup>) που καταλαμβάνει το Χονγκ Κονγκ, περίπου το 40% (1104 km<sup>2</sup>) αποτελείται από στεριά και το υπόλοιπο καλύπτεται από θάλασσα. Το συνολικό μήκος των ακτογραμμών του ανέρχεται στα 733 km.



Σχήμα 2.1: Γεωγραφική τοποθέτηση της περιοχής μελέτης

Η τοπογραφία της περιοχής χαρακτηρίζεται από βουνά και λόφους με απότομες πλαγιές, πολλές από τις οποίες καταλήγουν απευθείας στη θάλασσα. Τα βουνά αποτελούνται κυρίως από ηφαιστειακά πετρώματα και μερικοί λόφοι δομούνται από γρανίτη. Η υψηλότερη κορυφή είναι η Ta Mo Shan (957μ.), ενώ η χαμηλότερη η Lo Chau Mun (66 μ.).

Η κατασκευή των σιδηρόδρομων (Σχήμα 2.2, 2.3, 2.4) έγινε στην αστική περιοχή Kowloon με στόχο να αποτελέσει λύση στο πρόβλημα της καθημερινής μετακίνησης μεγάλου αριθμού επιβατών. Συγκεκριμένα, ο συνολικός πληθυσμός του Χόνγκ Κονγκ, αναμένεται να έχει αυξηθεί από το 1996 που ήταν στα 6,2 εκατ., σε παραπάνω από 8 εκατ. ως το 2011 και συγκεκριμένα η περιοχή όπου μελετάται η σιδηρόδρομος Tsing Tsuen από 800.000 που ήταν σε 1,35 εκατ. δηλ. περίπου 70% αύξηση! Με την ολοκλήρωση του Kowloon - Canton Railway Corporation εξυπηρετούνται πάνω από 340.000 επιβάτες την ημέρα.



Σχήμα 2.2 : Χάραξη σιδηρόδρομου

Σχήμα 2.3: Τρισδιάστατη δορυφορική απεικόνιση της περιοχής μελέτης με τη βοήθεια του προγράμματος γραφικής απεικόνισης της Γης, Google Earth





Σχήμα 2.4: Κάτοψη σήραγγας από την αστική περιοχή Κοωλοοι

## 2.2. Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά της Δίδυμης Σήραγγας Tsing Tsuen

Οι σήραγγες Kwai Tsing (KCRC Contract DB320) έχουν μήκος 3,6 km και είναι τμήμα της δυτικής σιδηροδρομικής γραμμής Kowloon Canton μεταξύ των σταθμών Mei Foo και Tsuen Wan στην περιοχή New Territories του Χονγκ Κονγκ.

Το συγκεκριμένο έργο, συνολικού μήκους 3,6 km, χωρίστηκε σε τρεις επιμέρους σήραγγες, την Ha Kwai Chung (HKCT), την **Tsing Tsuen** (TTT) και την σήραγγα Tsuen Wan (TWT).

- Η δίδυμη σήραγγα HKCT έχει μήκος 1,7 km όπου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Drill and Blast.
- Η σήραγγα TTT έχει μήκος 1,8 km, αποτελείται από δύο ξεχωριστές σήραγγες 8,75m διαμέτρου και διανοίχθηκαν με μηχάνημα ολομέτωπου κοπής TBM (Tunnel Boring Machine).
- Η σήραγγα TWT αποτελείται από 140 μέτρα σήραγγας με εκσκαφή και επανεπίχωση (cut and cover) στο στόμια εισόδου και εξόδου των σηράγγων.

Η παρούσα εργασία αφορά το δεύτερο τμήμα του έργου, την σήραγγα δηλ. **Tsing Tsuen** και στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται πιο αναλυτικά τα κύρια χαρακτηριστικά της:

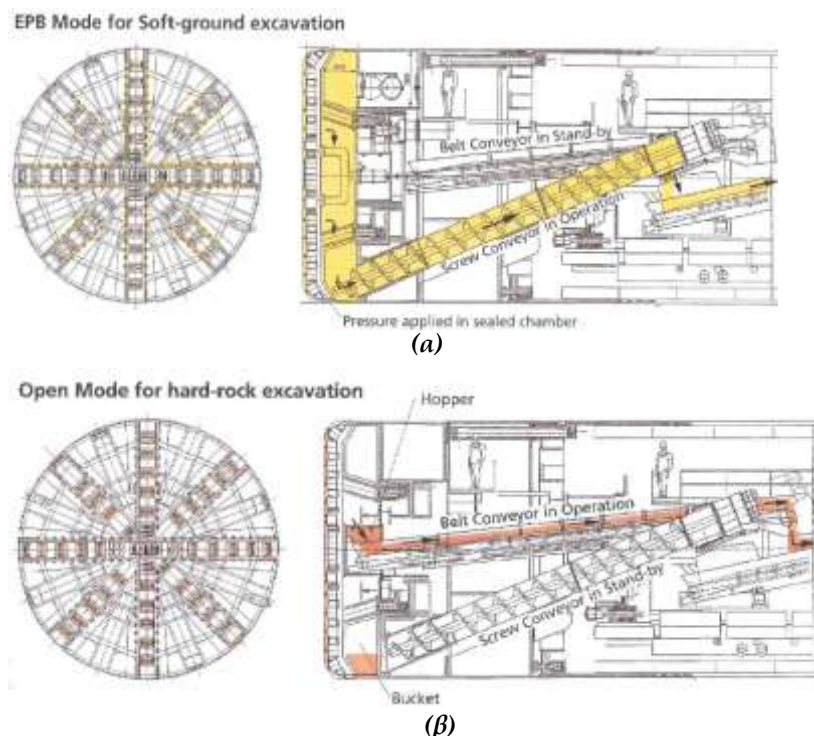
	<b>Μήκος Σήραγγας</b>	<b>1840 m</b>
	<b>Διάμετρος Εκσκαφής</b>	<b>8.75 m</b>
<b>Επένδυση</b>	<b>Μήκος Δακτυλίου</b>	<b>1.8 m</b>
	<b>Πάχος Δακτυλίου</b>	<b>400 mm</b>
	<b>Εσωτερική Διάμετρος</b>	<b>7.625 m</b>
	<b>Απόσταση μεταξύ εγκάρσιων</b>	<b>90 m</b>

*Πίνακας 2.1: Κύρια χαρακτηριστικά σήραγγας*

Λόγω των μεταβαλλόμενων γεωτεχνικών συνθηκών κατά μήκος των σηράγγων το μηχάνημα ολομέτωπης κοπής TBM που επιλέχθηκε έχει την δυνατότητα να

Λειτουργεί και στα μαλακά υλικά (αργιλικά με άμμο και αλλούβιες αποθέσεις) και στα σκληρά πετρώματα με μέση μονοαξονική αντοχή (UCS) κυμαινόμενη από 80-250 MPa, αλλάζοντας τον τρόπο λειτουργίας του ανάλογα με τον τύπο πετρώματος που γίνεται η εκσκαφή σε Earth Pressure Balanced (EPB) και Open Mode.

Όταν το TBM βρίσκεται εντός του μαλακού εδάφους τότε λειτουργεί με την μέθοδο εξισορρόπησης της πίεσης του εδάφους (EPB), όπου η πίεση εφαρμόζεται σε έναν αεροστεγή θαλάμο εντός του οποίου βρίσκεται συνέχεια μίγμα θρυμματισμένου υλικού με πολφούς για την υποστήριξη του μετώπου της σήραγγας με πίεση 3-5 bar. Τα θραύσματα απομακρύνονται με την βοήθεια μεταφορικής ταινίας μορφής κοχλίας (βλ. Σχήμα 2.5.α.). Στις περιπτώσεις όπου η εκσκαφή γίνεται σε μικτά μέτωπα ή ρωγματωμένα πετρώματα η εκσκαφή γίνεται είτε με την μέθοδο EPB είτε με την αεροσυμπιεζόμενη λειτουργία. Στις περιπτώσεις εκσκαφής μέσα σε σκληρά πετρώματα η διάνοιξη γίνεται με την χρήση του ανοιχτού τύπου (Open Mode) όπως λειτουργεί συνήθως το TBM κατά την εξόρυξη πετρωμάτων. Σε αυτήν την περίπτωση δεν ασκείται καμία πίεση στο μέτωπο της σήραγγας. Οι κοπτικοί δίσκοι θρυμματίζουν το πέτρωμα και οι περιστρεφόμενοι κάδοι οδηγούν το υλικό σε μια χοάνη. Το υλικό αυτό τροφοδοτείται σε μεταφορική ταινία που στη συνέχεια το απομακρύνει μακριά από την περιοχή της εκσκαφής (βλ. Σχήμα 2.5.β.).



Σχήμα 2.5: Λειτουργία του TBM με: α) EPB, β) Ανοιχτού τύπου

Στον Πίνακα 2.2 παρουσιάζεται η αλληλουχία του τρόπου λειτουργίας του TBM ανάλογα με την θέση του εντός της σήραγγας:

Αρχικό μήκος	Τελικό μήκος	Επιλογή λειτουργίας
0	600	Ανοιχτού τύπου
600	800	Αεροσυμπιεζόμενο
800	1260	Ανοιχτού τύπου
1260	1300	Αεροσυμπιεζόμενο
1300	1341	EPB
1341	1420	Αεροσυμπιεζόμενο
1420	1820	EPB

*Πίνακας 2.2: Κύριο γεωλογικό προφίλ*

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της λειτουργίας του TBM καθώς και η φωτογραφία του συγκεκριμένου τύπου TBM παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.3. Για την υποστήριξη της σήραγγας μετά την εκσκαφή χρησιμοποιούνται προκατασκευασμένοι δακτύλιοι από σκυρόδεμα, οι οποίοι τοποθετούνται πίσω από το TBM αμέσως μετά την εκσκαφή.

Μετά το πέρας της εξόρυξης της πρώτης σήραγγας, η κεφαλή του TBM, για να μεταφερθεί στο αρχικό τμήμα της εκσκαφής της δεύτερης σήραγγας, αποσυναρμολογήθηκε και μεταφέρθηκε οδικώς. Το υπόλοιπο τμήμα του TBM οδηγήθηκε μέσω της σήραγγας, ακολουθώντας αντίστροφη πορεία από την εκσκαφή.

<b>Γενικά χαρακτηριστικά</b>	
Διάμετρος Εκσκαφής	8.75 m
Ελάχιστη ακτίνα σήραγγας	400 m
Μέγιστη κλίση σήραγγας	4%
Συνολικό μήκος	108 m
Συνολικό βάρος	1 400 t
Αδειασμα υλικού	1 m κατά μήκος της ταινίας μεταφοράς
Χορηγούμενη ηλεκτρική ισχύς	11 kV
Μέγιστη εγκατεστημένη ισχύς	Συνολική εγκατεστημένη ισχύς: 4 100 W
<b>Θώρακας σε 3 μέρη</b>	
Συνολικό βάρος	860 t
Κυρίως θώρακας	Ώθηση: 0-5200 tons 13 ζεύγη ωθητικών εμβόλων Ταχύτητα εκσκαφής: 080mm/m
Κοπτική Κεφαλή (CH)	9 κινητήρες με ισχύ: 240 kW ο καθένας Στροφές: 0-3 rpm 61 κοπτικούς δίσκους (18-10")
Αρθρωτό κέλυφος (tail skin)	
<b>Οπισθοδομή</b>	
6 πλατφόρμες, 90 m Σύστημα εκτόξευσης: 0-49 m <sup>3</sup> /h	

Πίνακας 2.3: Κύρια χαρακτηριστικά του TBM