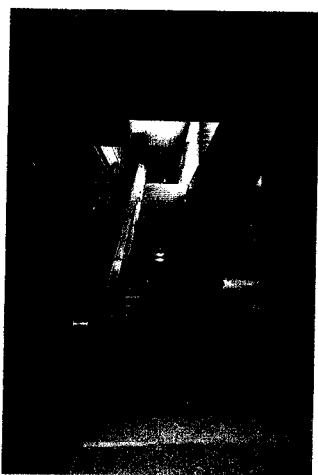


ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ

«Τρέχουν» τα έργα προς Ελληνικό

Τα «Εργοταξιακά Θέματα» επισκέπτονται τα έργα στην επέκταση της γραμμής 2 του μετρό προς το Ελληνικό. Η ολοκλήρωσή τους μέσα στην άνοιξη του 2011 θα εξυπηρετεί πάνω από 80.000 επιβάτες ημερησίως. Του ΗΛΙΑ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗ



Με την ολοκλήρωση του έργου, η απόσταση από το σταθμό «Ελληνικό» έως το κέντρο της Αθήνας (Σύνταγμα) θα διανύεται σε 15 λεπτά, ενώ με το αυτοκίνητο σε ώρες αιχμής χρειάζονται περίπου 40 λεπτά.

Οι τελευταίες «πινελιές» απομένουν για να τεθεί σε λειτουργία ένα μεγάλο έργο στην Αθήνα. Πρόκειται για την επέκταση της γραμμής 2 προς το Ελληνικό, η οποία θα προσθέσει στο δίκτυο του μετρό της Αθήνας 5,5 χλμ. υπόγειας γραμμής και 4 νέους σταθμούς («Ηλιούπολη», «Άλιμος», «Αργυρούπολη», «Ελληνικό»). Με την ολοκλήρωση του έργου αυτού θα εξυπηρετείται συγκοινωνιακά η ευρύτερη περιοχή κατά μήκος του άξονα της λεωφόρου Βουλιαγμένης, δηλαδή οι περιοχές των δήμων Αγίου Δημητρίου, Ηλιούπολης, Αργυρούπολης, Άλιμου και Ελληνικού.

Σύμφωνα με στελέχη της Αττικό Μετρό Α.Ε., με την προσθήκη της εν λόγω επέκτασης στο δίκτυο του μετρό εκτιμάται ότι η ημερήσια επιβατική κίνηση του μετρό αναμένεται να αυξηθεί κατά 80.000 επιβάτες. Αντίθετα, στην οδική κυκλοφορία εκτιμάται ότι θα υπάρξει μείωση της τάξεως των 50.000 μετακινήσεων με ΙΧ ημερησίως. Αξίζει να σημειωθεί ότι η απόσταση από το σταθμό «Ελληνικό» έως το κέντρο της Αθήνας (Σύνταγμα) θα διανύεται σε 15 λεπτά, ενώ με το αυτοκίνητο σε ώρες αιχμής χρειάζονται περίπου 40 λεπτά.

Για την πορεία των εργασιών των τριών σταθμών, τα «Εργοταξιακά Θέματα» επισκεφτήκανε τα αντίστοιχα εργοτάξια. Εκεί συναντήσαμε τον κ. Κούτσα Κυριάκο, μη-

χανικό έργου στο εργοτάξιο του Ελληνικού, καθώς και τον κ. Κίτσο Κώστα, διευθυντή του έργου της επέκτασης, οι οποίοι μας ξενάγησαν στο χώρο.

ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Σήμερα έχουν ήδη εκτελεστεί κατασκευαστικές εργασίες σε 14 εργοταξιακούς χώρους (σταθμοί, φρέατα εξαερισμού, υπόγειος χώρος εναπόθεσης συρμών του έργου) κατά μήκος της λεωφόρου Βουλιαγμένης, δίχως να επηρεάζεται η κυκλοφορία των οχημάτων και διατηρώντας ανέπαφο το πράσινο στην κεντρική νησίδα της λεωφόρου. Ο κ. Κίτσος επισημαίνει στα «Ε.Θ.» ότι το μηχάνημα διάνοξης σπράγγων (TBM) με αφετηρία το φρέαρ «Σούρμενα», αθόρυβα και δίχως καμία όχληση στη λειτουργία της πόλης, έχει ήδη ολοκληρώσει το υπόγειο ταξίδι του. Σύμφωνα με την Αττικό Μετρό Α.Ε., το έργο αναμένεται να παραδοθεί στο επιβατικό κοινό την άνοιξη του 2011.

Οι εργασίες της επέκτασης Άγιος Δημήτριος - Ελληνικό αφορούν μεταξύ άλλων:

- Τέσσερις υπόγειους σταθμούς μετρό (κατά σειρά «Ηλιούπολη», «Άλιμος», «Αργυρούπολη» και «Ελληνικό») οι οποίοι κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο του ανοικτού ορύγματος (cut and cover).
- Σήραγγα μήκους 4,83χλμ. εκ των οποίων ένα μικρό αρχικό τμήμα (237μ.) είναι μεταβλητού πλάτους συγκλή-

νοντας από τριπλή σε διπλή τροχιά, ενώ το υπόλοιπο είναι διατομής διπλής τροχιάς έως το πέρας του έργου. Το πρώτο τμήμα κατασκευάστηκε με τη μέθοδο του ανοιχτού ορύγματος ενώ το υπόλοιπο με το TBM.

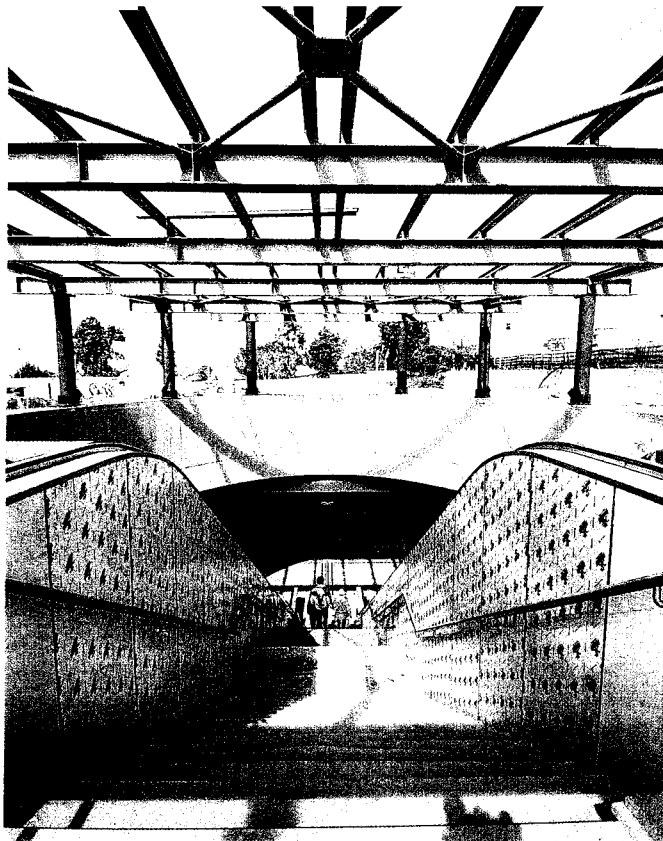
● Σήραγγα πρόσβασης μήκους 211 μ. περίπου από την κύρια σήραγγα προς το Αμαρυστάσιο, η οποία κατασκευάστηκε εν μέρει με συμβατικές μεθόδους υπόγειας διάνοιξης και εν μέρει με ανοιχτή εκσκαφή.

ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Στις 8 Μαρτίου 2006 υπογράφηκε η σύμβαση για την υπόγεια επέκταση της γραμμής και το έργο ξεκίνησε το Μάιο του 2006. Όλοι οι νέοι σταθμοί έχουν μήκος 120 μ. και αποτελούνται από 3 επίπεδα, ενώ διαθέτουν εισόδους - εξόδους και στις δύο πλευρές της λεωφόρου Βουλιαγμένης. Η κατασκευή της σήραγγας πραγματοποιήθηκε με μηχανήματα ολομέτωπης κοπής (TBM-EPB) με διάμετρο 9,5 μ., ενώ οι σταθμοί, τα φρέατα αερισμού και ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, καθώς και το αμαρυστάσιο κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο του ανοιχτού ορύγματος.

Οι τέσσερις σταθμοί της επέκτασης έχουν σε όλους τους τομείς την ίδια φιλοσοφία σχεδιασμού και λειτουργίας. Πρόκειται για υπόγειους σταθμούς σε τέσσερα επίπεδα (H/M χώρων, έκδοσης εισιτηρίων, αποβαθρών και σιδηοτροχιών) και με παρόμοιες διαστάσεις σε κάτοψη, ο καθένας με δύο εισόδους (η μία πάνω από το σταθμό και η άλλη στην απέναντι πλευρά της λ. Βουλιαγμένης). Οι όποιες διαφοροποιήσεις σε διαστάσεις, βάθος, θέση εισόδων κλπ. αφορούν την προσαρμογή του κάθε σταθμού στα δεδομένα της χάραξης της σήραγγας και στη μορφολογία της κάθε περιοχής.

Επίσης, όλοι οι σταθμοί κατασκευάζονται με την ίδια μεθοδολογία, δηλαδή από έγχυτο οπλισμένο σκυρόδεμα υψηλής αντοχής, και από ίδιο στατικό σύστημα τοίχων, δοκών, πηλακών κλπ. εντός ανοιχτού ορύγματος αντιστηριζόμενου από αγκυρωμένους φρεατοπασσάλους σκυροδέματος. Τέλος, η εσωτερική διάταξη των χώρων και το είδος των αρχιτεκτονικών τελειωμάτων, καθώς και ο τύπος - διάταξη του H/M εξοπλισμού και συστημάτων διέπονται από την ίδια φιλοσοφία για όλους τους σταθ-



Σύμφωνα με στελέχη της Αττικό Μετρό Α.Ε., με την προσθήκη της εν λόγω επέκτασης στο δίκτυο του μετρό εκτιμάται ότι η ημερήσια επιβατική κίνηση θα αυξηθεί κατά 80.000 επιβάτες.

ΚΑΤΩ: «Μία από τις ιδιαιτερότητες του μετρό της Αθήνας είναι ότι η κατασκευή του αποτελείσε αφορμή για την υλοποίηση ενός οπουδαιού αρχαιολογικού έργου» επισημαίνει ο κ. Κούτσας στον Ηλία Αντωνιάδη.

μους. Οι σταθμοί κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο της ανοιχτής εκσκαφής (Cut & cover, ή αλλιώς εκσκαφή και επανεπίκωση). Αυτό ισχύει τόσο για το «κουτί», το κύριο τμήμα των σταθμών, όσο και για τις εισόδους. Σύμφωνα με τον κ. Κούτσα, εξαίρεση αποτελούν οι γαλιρίες των προσβάσεων κάτω από τη λεωφόρο Βουλιαγμένης, οι οποίες κατασκευάστηκαν με τη συμβατική μέθοδο της υπόγειας διάνοιξης (NATM) ώστε να μην προκληθεί όχληση της οδικής κυκλοφορίας.

Η μεθοδολογία της ανοιχτής εκσκαφής είναι απλή ως σύλληψη. Αρχικά σκάβεται το ορύγμα και αντιστήριζονται τα πρανή του καταλήθηνως (στα έργα του μετρό τα πρανή προβλέπονται πάντοτε κατακόρυφα). Ακολούθως «χτίζεται» ο μόνιμος φορέας του σταθμού ή της σήραγγας ξεκινώντας από τη θεμελίωση προς τα επάνω,

δηλαδή όπως μια συνήθης οικοδομή. Τέλος, επικώνεται η κατασκευή ως την τελική επιθυμητή στάθμη του εδάφους και αποκαθίσταται η περιοχή. Αναλυτικότερα τα στάδια έχουν ως εξής:

● Εκτελούνται γεωτεχνική / γεωλογική έρευνα και δοκιμές (επί τόπου και εργαστηριακές) για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του εδάφους στην περιοχή όπου έχει σχεδιασθεί να γίνει η κατασκευή.

● Γίνεται η μελέτη εκσκαφής και προσωρινής αντιστήριξης (υπολογισμοί και σχέδια), με βάση τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του εδάφους που προέκυψαν στο προηγούμενο στάδιο, και στη συνέχεια η μελέτη του μόνιμου φορέα της κατασκευής.

● Πριν την έναρξη των κυρίως εργασιών εκτελούνται οι απαιτούμενες αρχαιολογικές έρευνες στην περιοχή όπου θα εκτελεστούν οι εκσκαφές, μετατοπίζονται τα δίκτυα κοινής ωφέλειας (ΕΥΔΑΠ, ΔΕΗ, ΟΤΕ κλπ.) και πραγματοποιούνται οι ενδεχόμενες κυκλοφοριακές παρακάμψεις.

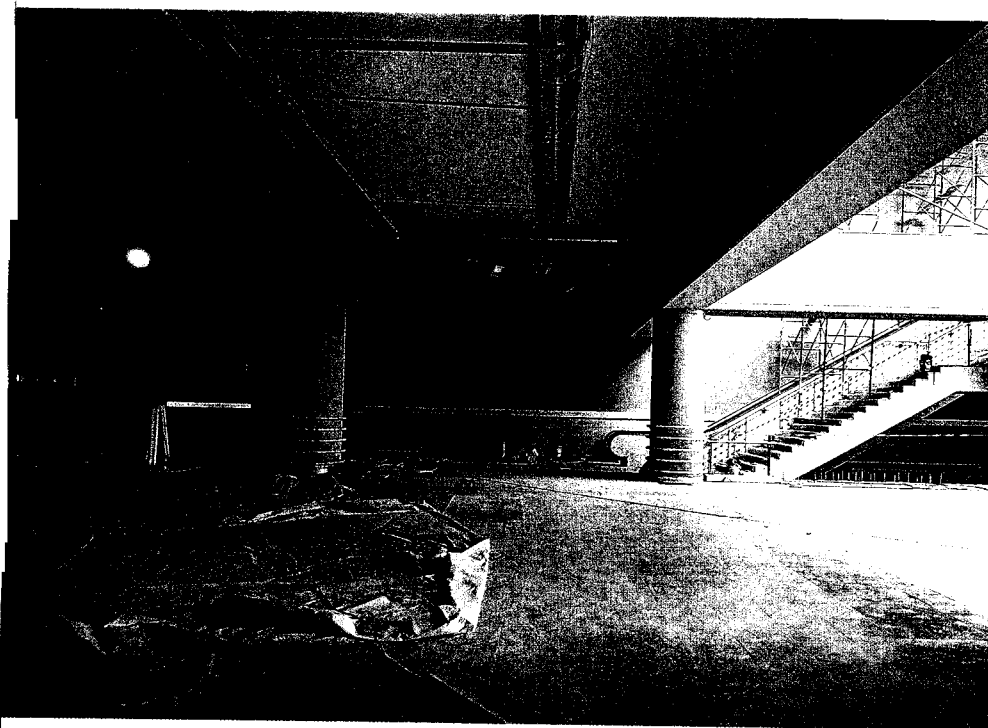
● Η προσωρινή αντιστήριξη της εκσκαφής αποτελείται από πασσάλους σκυροδέματος με διάμετρο της τάξεως των 0,8 - 1 μ., που τοποθετούνται σε αποστάσεις 1,5 - 2,5 μ. περιμετρικά της προβλεπόμενης εκσκαφής. Η πασσαλοστοιχία συνδέεται στην κορυφή της με ισχυρή δοκό σκυροδέματος (κεφαλόδεσμο).

Η εκσκαφή πραγματοποιείται με συμβατικά μηχανικά μέσα (εκσκαφείς, σφύρες κλπ.) έως ένα καθορισμένο από τη μελέτη βάθος, και στη συνέχεια τοποθετούνται προεντεταμένα αγκύρια στο έδαφος μέσω των πασσάλων. Τα αγκύρια αυτά έχουν μεγάλο μήκος (της τάξεως των 15 - 25 μ.) και προεντείνονται με την προβλεπόμενη από τη μελέτη δύναμη. Κατόπιν εφαρμόζεται δομικό πλέγμα σε όλη την περίμετρο του σκάμματος και τοποθετείται εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Κατόπιν, συνεχίζεται η εκσκαφή ως την επόμενη στάθμη και τοποθετείται και προεντείνεται άλλη μια σειρά αγκυρίων.

Ο κύκλος αυτός συνεχίζεται έως την τελική στάθμη εκσκαφής όπου θα θεμελιωθεί η κατασκευή. Σε περίπτωση παρουσίας υπογείων υδάτων στις επιφάνειες του σκάμματος, αυτά συλλέγονται με συστηματικά διατρήματα / σωληνώσεις βάθους συνήθως 6-8 μ. επί της αντιστήριξης ➤



ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ



Οι εργασίες της επέκτασης Αγ. Δημήτριος - Ελληνικό του μετρό «τρέχουν» με γοργούς ρυθμούς παρ' όσα περιλαμβάνουν σύνθετες και πολύπλοκες κατασκευαστικές εργασίες.

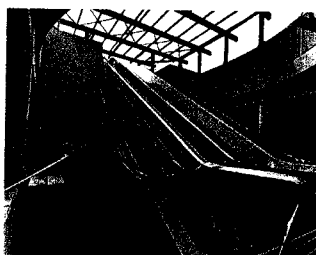
► / εκσκαφής και απομακρύνονται με κατάλληλο σύστημα αποστράγγισης. Η τελική στάθμη της εκσκαφής των σταθμών είναι περίπου 27 μ. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

- Το σύστημα υδατοστεγάνωσης της κατασκευής, όπως συμβαίνει πλέον σε όλο το νέο δίκτυο του μετρό, τοποθετείται περιμετρικά της κατασκευής. Το σύστημα αυτό αποτελείται από φύλλα πολύ χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλενίου με θερμοπλαστικές ιδιότητες, που έχουν μεγάλη αντίσταση στη γήρανση και αλλοίωση, και είναι προστατευμένο από γεώφρασμα.

- Η κατασκευή του φέροντος οργανισμού γίνεται κατά φάσεις αρχίζοντας από τη θεμελίωση. Ακολουθούν τα τοίχια και κατόπιν η κατασκευή των ενδιάμεσων τοιχίων και πλάκων. Η κατασκευή αρχίζει με την τοποθέτηση των σιδηρών οπλισμών της πλάκας θεμελίωσης (ή γενικής κοιτόστρωσης) ύψους περίπου 2 μ., όπως προβλέπεται από τη μελέτη. Κατόπιν γίνεται η έγχυση του σκυροδέματος (κατηγορίας αντοχής C30/37) κατά φάσεις κατά μήκος της κατασκευής, με πρόβλεψη καταλήτων συστολικών αρμών.

Παρομοίως γίνεται και η κατασκευή των υπολοίπων στοιχείων της μόνιμης κατασκευής. Ο φέρων οργανισμός του σταθμού αποτελείται από περιμετρικό τοίχωμα πάχους 1,2 μ.,

«Η Αττικό Μετρό Α.Ε. εφαρμόζει σύνθετη και πολυδιάστατη στρατηγική με έμφαση στο ρόλο των τεχνικών ασφαλείας για την κατασκευή του έργου» τονίζει ο κ. Κίτσος στα «Ε.Θ.».



«Θέα» από το εσωτερικό του υπό κατασκευή σταθμού του μετρό στο Ελληνικό.

από δυο σειρές υποστυλωμάτων επί των οποίων εδράζονται οι δοκοί και από ενδιάμεσες πλάκες πάχους 0,8 μ. μέχρι την πλάκα της οροφής.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η σήραγγα κατασκευάστηκε από μηχανήματα διάνοησης σπράγγων TBM τύπου EPB (Earth Pressure Balance) ώστε να λειτουργεί σε ετερογενή εδάφη. Η αρχή λειτουργίας της μηχανής με ασπίδα EPB, σε ασταθείς εδαφικές καταστάσεις, είναι η ελαχιστοποίηση των επιφανειακών καθιζήσεων, μέσω του ελέγχου της φυσικής εδαφικής πίεσης (υποστήριξη εξισορρόπησης της εδαφικής πίεσης) στο μέτωπο της σήραγγας.

Η πίεση εξισορρόπησης του εδάφους πρέπει να είναι ισοδύναμη ή ελάχιστα υψηλότερη από την επικρατούσα πίεση του περιβάλλοντος εδάφους, για να αντιστέκεται στις μετακινήσεις και τη δυναμική εισροή νερού. Η φυσική πίεση του εδάφους ποικίλλει, ενώ η εξισορρόπηση του μετώπου καθώς το EPB προωθείται επιτυγχάνεται κρατώντας τον θάλαμο της κοπτικής κεφαλής μπροστά από το κλειστό διάφραγμα και τον αέρα μεταφοράς προϊόντων εκσκαφής γεμάτο από υλικό εκσκαφής. Το εξορυγμένο υλικό αποσπάται με ελεγχόμενο τρόπο μέσω ενός μεταφορικού ατέρμονα κοχλίου, μαζί με άλλους ρυθμιστικούς παράγο-

ντες, από το θάλαμο της κοπτικής κεφαλής. Η κεφαλή κοπής του EPB είναι εξοπλισμένη με σταθερούς κοπτικούς δίσκους, σιαγόνες σύνθλιψης και ρυθμιζόμενους έκκεντρος μοχλισμένους κοπτικούς δίσκους, οι οποίοι επιτρέπουν υπερεκκαφή μέχρι και 30 χιλιοστά περιμετρικά της κεφαλής κοπής.

Η ασπίδα EPB είναι ικανή να λειτουργήσει σε «open mode» όπου ο ατέρμων κοχλίας και ο θάλαμος της κεφαλής κοπής δεν λειτουργούν υπό πίεση, και σε «close mode» όπου λειτουργούν υπό πίεση. Το EPB χωρίζεται σε δύο κύρια τμήματα: την κεφαλή ολομέτρησης κοπής και το σύστημα υποστήριξης (back-up). Η κεφαλή κοπής και το σύστημα υποστήριξης του EPB χωρίζονται σε τομείς για την εύκολη μεταφορά και συναρμολόγησή τους στο εκάστοτε εργοτάξιο. Η πίεση λειτουργίας ήταν κοντά στα 2 bar και η εξωτερική διάμετρος της μπροστινής ασπίδας 9,44 μ. Το συνολικό μήκος του EPB είναι 94 μ., ενώ το βάρος του ανέρχεται στους 1.100 τόνους.

Η ασπίδα του EPB σχεδιάστηκε με τρόπο ώστε να αντέχει όλα τα φορτία και τις δυνάμεις που εμφανίζονται από το υπερκείμενο έδαφος, αλλά και από τη λειτουργία του μηχανήματος, κανονική ή διορθωτική. Η ασπίδα χωρίζεται στην πρόσθια, την κεντρική και την οπίσθια.

Η κοπτική κεφαλή που βρίσκεται



στην πρόσθια ασπίδα είναι μια βαριά κατασκευή, που παρέχει την αναγκαία μηχανική υποστήριξη στο μέτωπο της σήραγγας. Περιλαμβάνει ένα συνδυασμό εναλλασσόμενων σιαγόνων σύνθλιψης και κοπτικών δίσκων. Όλα τα κοπτικά εργαλεία της κεφαλής έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να αντικαθίστανται από το πίσω μέρος της κοπτικής κεφαλής μέσα από το θάλαμο αποκομιδής των προϊόντων εκσκαφής.

Για να διατηρηθεί ο έλεγχος του εδάφους σε συνάρτηση με την αποκομιδή των προϊόντων εκσκαφής, η εκσκαφή ξεκινά ρυθμίζοντας στον ατέρμονα κοχλία το άνοιγμα της θύρας αποκομιδής του υλικού. Καθώς τα έμβολα προώθησης του μηχανήματος εκτείνονται, τα προϊόντα εκσκαφής γεμίζουν το θάλαμο της κεφαλής κοπής, με αποτέλεσμα το έδαφος μπροστά από το EPB και μέσα στην κοπτική

ΠΑΝΩ: Η επέκταση της γραμμής 2 θα προσθέσει στο δίκτυο του μετρό της Αθήνας 5,5 χλμ. υπόγειας γραμμής και 4 νέους σταθμούς («Ηλιούπολη», «Άλιμος», «Αργυρούπολη», «Ελληνικό»).

ΔΕΞΙΑ: «Οι δυσκολίες στην κατασκευή ενός έργου μετρό έχουν να κάνουν με τις τεχνικές δυσκολίες κατασκευής ενός υπόγειου έργου τέτοιας κλίμακας, με γεωλογικές και υδρολογικές αβεβαιότητες, με την όχληση του αστικού ιστού της πόλης και –ειδικότερα για την Αθήνα– με τα αρχαιολογικά ευρήματα» αναφέρει ο κ. Κίτσος στον Ηλία Αντωνιάδη.

ΚΑΤΩ: Με προγράμματα συστηματικών τεχνικών ελέγχων και εκπαιδεύσεων για τη χρήση προληπτικών μέτρων ελαχιστοποιείται η πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος.



κεφαλή να είναι υπό πίεση. Οι κυψέλες μέτρησης της πίεσης του εδάφους που βρίσκονται μέσα στο θάλαμο της κοπτικής κεφαλής μετρούν την πίεση του εδάφους και, εάν αυτή υπερβεί ένα συγκεκριμένο όριο, οι υδραυλικά ελεγχόμενες θύρες εκτόωσης της πίεσης, που βρίσκονται στον περιστρεφόμενο ατέρμονα κοχλία, αναγκάζονται να ανοίξουν και επιτρέπουν στο υλικό εκσκαφής να περάσει από τις θύρες αυτές στην πρώτη μεταφορική ταινία. Το σύστημα των μεταφορικών ταινιών έχει ικανότητα μεταφοράς 650 κυβικών μέτρων ανά ώρα εκσκαφής.

Ξεκινώντας από τον ατέρμονα κοχλία και μέσω της σήραγγας το υλικό αποτίθεται σε ταμιευτήρια. Στη συνέχεια ο δακτύλιος από προκατασκευασμένα στοιχεία τοποθετείται στην ούρα της οπίσθιας ασπίδας. Η τοποθέτηση των προκατασκευασμένων στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα γίνεται από ένα σύστημα ανέγερσης (erector), το οποίο λειτουργεί με κενό αέρα (βεντούζα), για την ανύψω-

ση και προσωρινή συγκράτηση των στοιχείων μέχρι την τοποθέτησή τους. Στην περίπτωση που χαθεί η παροχή ισχύος, το σύστημα κενού είναι ικανό να διατηρήσει συγκρατημένο το στοιχείο για 30 λεπτά.

Η τοποθέτηση των προκατασκευασμένων στοιχείων ξεκινά από τον πυθμένα της οπίσθιας ασπίδας του ERB και συνεχίζεται εναλλάξ αριστερά / δεξιά έως την κλείδα. Το ελαστικό παρέμβυσμα, που είναι θερμικά συγκολλημένο στην υποδοχή των όψεων του κάθε προκατασκευασμένου στοιχείου, συμπιέζεται μεταξύ των στοιχείων και των δακτυλίων της σήραγγας, εξασφαλίζοντας υδατοστεγανότητα.

Τα προκατασκευασμένα στοιχεία συνδέονται μεταξύ τους και με τον προηγούμενο δακτύλιο με χαλύβδινα κοχλίες υψηλής αντοχής, διαμέτρου 25 χιλιοστών και μήκους 500 χιλιοστών. Τα προωθητικά έμβολα βοηθούν στη στήριξη των στοιχείων κατά την τοποθέτηση των δακτυλίων της σήραγγας.

Ε#

