

## **ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΡΩΝ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

### **1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ Χ**

#### **ΓΕΝΙΚΑ:**

Προκειμένου να εκτελεστούν με ασφάλεια, και ταχύτητα οι εργασίες εκσκαφής και αντιστήριξης της σήραγγας, επιλέχτηκε κατάλληλη τεχνική η οποία διακρίνεται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- i) Προλαμβάνει εκτεταμένες παραμορφώσεις και κατά μείζονα λόγο αστοχία του πετρώματος.
- ii) Παρέχει τον απαιτούμενο χρόνο για την εφαρμογή των ενδεδειγμένων κατά περίπτωση μέτρων προσωρινής αντιστήριξης της βραχομάζας.
- iii) Προκαλεί την ελάχιστη δυνατή διατάραξη στο περιβάλλον την εκσκαφή πέτρωμα.
- iv) Επιτρέπει την κατάλληλη προσαρμογή των εργασιών εκσκαφής αλλά και υποστήριξης ανάλογα με τις εκάστοτε επί τόπου αντιμετωπιζόμενες συνθήκες.

Τα ανωτέρω βασικά χαρακτηριστικά της τεχνικής της εκσκαφής, που έχει επιλεγεί αποτελούν Θεμελιώδεις αρχές της Νέας Αυστριακής Μεθόδου Όρυξης Σηράγγων **(N.A.T.M.)**

## 2. ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ :ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

- α) προετοιμασία μετώπου εξόδου -κατασκευή σήραγγας προστασίας: 20/8/00-7/9/00
- β) κυρίως σήραγγα:  
Α φάση : 8/9/00-28/2/01  
Β φάση : 1/3/01-31/5/01
- γ) προετοιμασία μετώπου εισόδου - κατασκευή σήραγγας προστασίας  
20/6/00-16/11/00

## 3. ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΣΤΟ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ

Η προσπέλαση στο εργοτάξιο γίνεται από τον επαρχιακό δρόμο Ιωαννίνων - Τύριας, από το κατασκευασμένο τμήμα της Εγνατίας Οδού, από κατασκευασμένους παράπλευρους (Service Road) και από εργοταξιακούς δρόμους που διανοίχθηκαν με την έγκριση της επίβλεψης .

## 4. ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΣΗΡΑΓΓΑΣ

Τα μέτρα αντιστήριξης που προβλέπεται να χρησιμοποιηθούν αποβλέπουν στη διατήρηση της ικανότητας ανάληψης φορτίου από την περιβάλλουσα την εκσκαφή βραχομάζα.

Για τη διατήρηση της ικανότητας ανάληψης φορτίου από τη μάζα του πετρώματος θα πρέπει τα φαινόμενα χαλάρωσης, κυρίως κάθετα στα επίπεδα των στρώσεων του ιλυολίθου και ψαμμίτη, να ελαχιστοποιηθούν.

Έτσι τα μέτρα αντιστήριξης με την σειρά εφαρμογής τους είναι:

- α) Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα ινοπλισμένο με χαλύβδινες ίνες σε ποσότητα  $50\text{kg/m}^3$  (1η στρώση) στο θόλο και στο μέτωπο)
- β) Ακολουθεί η τοποθέτηση των πλαισίων αντιστήριξης. Προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί μεταλλικό δικτυωτό πλαίσιο (Lattice Girder )
- γ) Αμέσως μετά, τοποθετούνται αγκύρια τύπου Swellex Standard σε ποσοστό 50%.
- δ) Μετά την τοποθέτηση των αγκυρίων σε ποσοστό 50% διαστρώνεται το δεύτερο στρώμα εκτοξευόμενου ινοπλισμένου σκυροδέματος πάχους 10cm.

- ε) Ακολουθεί η τοποθέτηση του υπόλοιπου 50% των αγκυρίων Swellex.
- στ) Μετά κατασκευάζεται η δοκός πέλματος πλαισίων.
- ζ) Τέλος ακολουθούν οι αγκυρώσεις πέλματος πλαισίων και η διάστρωση του υπόλοιπου εκτοξευομένου σκυροδέματος.

Ο έλεγχος της αποτελεσματικής εφαρμογής των μέτρων αντιστήριξης γίνεται με τη μέτρηση των συγκλίσεων κυρίως δια της μεθόδου των ακίδων, (τριών σημείων ανά 10μ προχώρησης, ένα στην κλείδα και δύο στις παρειές), αφού οι πληροφορίες που παρέχουν είναι αφ' ενός μεν κύριες και αφ' ετέρου άμεσα εμφανίσιμες, ενώ παράλληλα δεν δημιουργούν προβλήματα (καθυστέρηση) στην παραγωγική διαδικασία όπως π.χ. η παρακολούθηση με εκτασιόμετρα.

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκλίσεων θα επιβεβαιώνει ή θα αυξομειώνει τις ποσότητες των εκάστοτε εφαρμοζόμενων μέτρων αντιστήριξης.

Οι γεωμηχανικές μετρήσεις αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της Ν.Α.Τ.Μ. κυρίως κατά τη διάνοιξη της σήραγγας αφού επαληθεύουν ή επαναπροσδιορίζουν τις παραδοχές των στατικών υπολογισμών αλλά και τα εφαρμοζόμενα μέτρα αντιστήριξης.

Με βάση αυτά που αναπτύχθηκαν παραπάνω, τα μέτρα αντιστήριξης θα πρέπει να παρέχουν:

- α) αμεσότητα εφαρμογής
- β) αμεσότητα ενέργειας και αξιοπιστίας
- γ) πλήρη και απόλυτη επαφή με την περιβάλλουσα βραχομάζα
- δ) εύκολη, γρήγορη και ακριβή τοποθέτηση.

## **5. ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΩΠΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

Η προσβολή της σήραγγας γίνεται ταυτόχρονα στα δύο μέτωπα ,έτσι δεν αναμένεται να ορυχθεί σήραγγα από τη μια μεριά με μήκος μεγαλύτερο από 450 μέτρα .

Χρησιμοποιείται φουσητικό σύστημα αερισμού με χρήση εύκαμπτων αγωγών προσαγωγής αέρα και τοποθέτηση ανεμιστήρων . Ο εισαγόμενος αέρας θα είναι απαλλαγμένος από κάθε μόλυνση γι' αυτό και το στόμιο αναρρόφησης θα βρίσκεται 30μ. από το στόμιο της σήραγγας.

Μετά την ανατίναξη θα πραγματοποιείται αερισμός για την απαγωγή των καπνών για κατάλληλο χρόνο. Στο χρονικό αυτό διάστημα δεν θα επιτρέπεται η είσοδος στο προσωπικό. Το προσωπικό θα χρησιμοποιεί μάσκες προσώπου για ατομική προστασία.

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΕΡΑ

Απαιτήσεις σε αέρα:

1. **5,66m<sup>3</sup>/min για κάθε εργαζόμενο**
2. **2 m<sup>3</sup>/min για κάθε ίππο (HP)**

Χρησιμοποιείται αγωγός διαμέτρου 1200mm τύπου VENTIFLEX. Η απόσταση του αγωγού από το μέτωπο θα είναι 30-40 μ.

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ

- α) μέγιστος αριθμός εργαζομένων :9  
 $Q_1=9*5,66=51\text{m}^3/\text{min}$
- β) 2 ανατρεπόμενα φορτηγά κινούμενα φορτωμένα ισχύος 260HP  
 $Q_2=260*(0,8)*4=832\text{m}^3/\text{min}$   
όπου 0,8 συντελεστής ιπποδυνάμεως
- γ) 2 ανατρεπόμενα φορτηγά κινούμενα άδεια  
 $Q_3= 260*(0,6) *4=624\text{m}^3/\text{min}$
- δ) 2 φορτωτές ισχύος 175HP έκαστος  
 $Q_4=175*(0, 8)*4=560\text{m}^3/\text{min}$

Άρα η απαιτούμενη παροχή είναι:

$Q_{ολ}=(51+832+624+560)=2.067 \text{ m}^3/\text{min} =34,45 \text{ m}^3/\text{sec}$  έστω  $34 \text{ m}^3/\text{sec}$  διότι πήραμε διπλάσιο ποσό αέρος για κάθε ίππο HP

Το προβλεπόμενο μήκος σήραγγας αναμένεται να φτάσει τα 450 μ

Η πτώση πίεσης (ή στατική πίεση) λόγω τριβών του αέρα στον αεραγωγό είναι:

$$P_{st}=0,1 *(\lambda/D^5)*L*Q_0^a$$

όπου:  $P_{st}$  = πτώση πίεσης σε mmH<sub>2</sub>O ή kp/m<sup>2</sup>

$\lambda$  = συν/τής, λαμβάνεται από τη βιβλιογραφία 0,024

D = διάμετρος αγωγού

Q = εκθέτης ίσος προς 1,7

Q<sub>0</sub> = παροχή σε m<sup>3</sup>/sec

Άρα έχουμε :  $P_{st} = 0,1*(0,024/1,2^5) *450*34^{1,7}=174 \text{ kp/m}^2$

με προσαύξηση 25% έχουμε  $P_{st} \sim 218 \text{ Kp/m}^2$

και η δυναμική πίεση είναι:

$$P_d = 0,097*(Q^2/D^4) = 0,097*34^2/1.2^4= 54 \text{ Kp/m}^2$$

Και η απαιτούμενη ισχύς του ανεμιστήρα είναι:

$$N = Q_0 * (P_{st} + P_d)/ 60* 102*0,85$$

και είναι **N = 106 KW**

Χρησιμοποιούνται δύο ανεμιστήρες σε σειρά συνολικής ισχύος 120 KW, διοχετεύοντας καθαρό αέρα στο μέτωπο (Φυσητικό σύστημα).

## 6. ΑΝΤΛΗΣΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

Στο μέτωπο εξόδου της σήραγγας η κλίση είναι 2,38 % προς την έξοδο. Έτσι το υπόγειο νερό οδηγείται, μέσω καταλλήλου αυλακιού που έχει κατασκευαστεί, στην επιφάνεια. Από το ίδιο αυλάκι απορρέει και το νερό της διάτρησης (για προχώρηση και για αγκυρώσεις).

Στην είσοδο, όπου η κλίση είναι αντίθετη (2,38%) απαιτείται άντληση του νερού που θα συγκεντρώνεται στο μέτωπο. Η παροχή νερού που θα πρέπει να αντληθεί εκτιμάται ότι θα είναι περίπου **350lit/min** ή  $0,006\text{m}^3/\text{sec}$  ή  $21\text{m}^3/\text{h}$ .

Από την είσοδο αναμένεται το μέγιστο μήκος προχώρησης να είναι 300μ περίπου, έτσι η υψομετρική διαφορά είναι:

$$\Delta H = 300 * 2,38\% = \underline{7,14 \text{ m}} \quad (1)$$

Για τον υπολογισμό της ισχύος της αντλίας, υπολογίζεται πρώτα οι απώλειες λόγω τριβών στην σωλήνωση. Για τις γαλβανιζέ σωληνώσεις 3" (76,2mm) είναι:

$$\text{σχετική τραχύτητα} = K/D = 0,01525 * 10^{-2} / 0,0762 = 0,002 \quad (2)$$

$$\text{και αριθμός Reynolds: } Re = u * D / \nu = 1,28\text{m/sec} * 0,0762 / 1,01 * 10^{-6} \quad (3)$$

Από τις (2) & (3) και από το διάγραμμα Moody βρίσκουμε την τιμή του συντελεστή τριβής  $f$  να είναι  $f = 0,0255$  (4)

$$\text{Άρα } h_f = i * L / D * u^2 / 2g \Rightarrow h_f = 0,0255 * 300 / 0,0762 * 1,28^2 / 2 * 9,8 \Rightarrow h_f = \underline{8,39 \text{ m}} \quad (5)$$

Οι απώλειες λόγω σύνδεσης και κάμψης των σωληνώσεων είναι:

$$h_1 = k * u^2 / 2g$$

Θα χρησιμοποιηθούν σωληνώσεις με μήκος 6μ το κάθε κομμάτι, άρα σύνολο συνδέσεων θα είναι  $300/60=50$ . Θεωρούμε  $k=0,3$ , άρα  $h_1 = 50 * 0,3 * 1,28^2 / 2 * 9,8 = \underline{1,25\text{m}}$

$$\text{Οπότε } H_T = \Delta H + h_f + h_1 \Rightarrow H_T = 4,5 + 8,39 + 1,25 = 16,78 \text{ m}$$

Επειδή το αντλούμενο νερό δεν είναι καθαρό προσ αυξάνουμε κατά 50% και είναι

$$H_T = 0,5 * 16,78 = 25,17 \text{ m} . \text{ Έτσι θεωρούμε σαν ολικό ύψος τα } \underline{26 \text{ m}}$$

Η απαιτούμενη ισχύς της αντλίας θα είναι :

$$N = \gamma * Q + H_T / 0,75 \text{ (kpm/sec)} \Rightarrow N = 1.200 * 0,006 * 26 / 0,75 \text{ kpm/sec} = 249,50 \text{ kpm/sec} \\ = 2.495 \text{ Nm/sec} = \underline{2,5\text{KW}}$$

Η αντλία που θα χρησιμοποιηθεί θα ικανοποιεί τα μεγέθη:

$$\mathbf{Q=350lit/min, H_T=26m \text{ και ισχύς } 2,5\text{KW}}$$

## 7. ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Για τον φωτισμό των υπόγειων εργασιών, εκτός από τον φωτισμό και τους προβολείς των μηχανημάτων έχουν τοποθετηθεί:

1) λαμπτήρες πυρακτώσεως σε όλο το μήκος της στοάς ισχύος 100W σε απόσταση 4μ μεταξύ τους .

Ο τελευταίος λαμπτήρας βρίσκεται σε απόσταση 35μ από το μέτωπο για λόγους προστασίας πριν την ανατίναξη

2) 3 προβολείς ισχύος 1.000W ο καθένας για τον φωτισμό των εργασιών στο μέτωπο.

Οι προβολείς αυτοί τοποθετούνται σε διάφορα σημεία (κινητοί πάνω σε βάση) σύμφωνα με τις εκάστοτε ανάγκες και απομακρύνονται πριν την ανατίναξη. Κατά τη Β' φάση της εκσκαφής λόγω αύξησης του όγκου προς τον φωτισμό θα πυκνώσει το δίκτυο των λαμπτήρων στα 2μ και θα τοποθετηθούν 2 προβολείς ακόμη για τη διευκόλυνση των εργασιών διάτρησης και υποστήριξης.

Επίσης υπάρχουνε και ατομικοί φακοί για την διευκόλυνση των επιμέρους εργασιών και την περίπτωση διακοπής ηλεκτρικής ισχύος.

## 8. ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΖΩΝ ΚΑΙ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ

Για την καλύτερη και ασφαλέστερη κίνηση πεζών και οχημάτων στους χώρους της σήραγγας, επιλέχθηκε η διέλευσή τους να γίνεται σε δύο ξεχωριστούς διαδρόμους, όπως φαίνεται στο επισυναπτόμενο σχέδιο. Παράλληλα διαμορφώθηκε ένα αυλάκι απορροής υδάτων διάτρησης και τυχόν νερού μετώπων εντός της σήραγγας, για την αποφυγή προβλημάτων στην κυκλοφορία των πεζών και των οχημάτων.

Τέλος, η τοποθέτηση των γραμμών ηλεκτρικού ρεύματος, νερού, αέρα και πυροδότησης καθώς και η τοποθέτηση του αεραγωγού του ανεμιστήρα επιλέχθηκε να γίνει στις θέσεις που φαίνονται στο παρακάτω σχέδιο, για την ανεμπόδιστη και ασφαλέστερη κίνηση πεζών και οχημάτων.

## 9. ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΑΝΑΓΚΗΣ

Το έργο βρίσκεται στην επαρχία Δωδώνης Ιωαννίνων, πολύ κοντά στην κοινότητα Τύρια.

Οι αρχές της παρακείμενης περιοχής, οι οποίες και μπορούν να συνδράμουν στην αντιμετώπιση σοβαρού ατυχήματος είναι η αρμόδια Νομαρχία Ιωαννίνων, ο Αστυνομικός Σταθμός Τύριας, το Εργατικό Κέντρο Ιωαννίνων.

Σε όλα τα μέτωπα εργασιών καθώς και σε ορισμένα οχήματα είναι εγκατεστημένη ασύρματη επικοινωνία με το κέντρο του εργοταξίου για την άμεση αντιμετώπιση οποιασδήποτε κατάστασης.

Επίσης διατίθενται στα μέτωπα λεωφορεία και τζιπ για την ευρύτερη εξυπηρέτηση του προσωπικού.

Στα δύο μέτωπα έχουν διαμορφωθεί κατάλληλοι χώροι εστίασης του εργαζόμενου προσωπικού, στους οποίους υπάρχει φαρμακείο για την άμεση παροχή βοθημάτων. Φαρμακείο μεγαλύτερου εύρους υλικού υπάρχει στο χώρο του ιατρείου.

Όλοι οι χώροι εργασίας (μέτωπα) καθώς και το κέντρο του εργοταξίου με τους σχετικούς χώρους του (αποθήκη, συνεργείο κ.λ.π.) είναι εφοδιασμένοι με πυροσβεστήρες κατάλληλους για την αντιμετώπιση των πυρκαγιών.

Σύμφωνα με το επισυναπτόμενο συμφωνητικό έγινε πρόσληψη του παθολόγου ιατρού κ. Α. Β. , ο οποίος και έχει αναλάβει πλήρως τα καθήκοντα του ιατρού εργασίας, και του κ. Γ. Β. ως μηχανικού ασφαλείας.

Γ. Δ.

Μεταλλειολόγος Μηχανικός

Α. Β.

Πολιτικός Μηχανικός