

ΕΠΑΝΑΔΙΑΝΟΙΞΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ Σ2 ΤΗΣ ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ

2ο Μέρος Παρουσίασης

Η παρουσίαση είναι εστιασμένη στο κατασκευαστικό τμήμα, με έμφαση στον ειδικό εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των βελτιωτικών αντιστηρικτικών μέτρων, που προηγήθηκαν της αποκατάστασης της διατομής της Σήραγγας.

Παρουσιάζεται από τον Περικλή Σιώζιο Πολιτικό Μηχανικό
Εργοταξίαρχη του έργου εκ μέρους του Αναδόχου -
Κατασκευαστή ΑΚΤΩΡ Α.Τ.Ε

ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΚΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ.

Οι εργασίες αυτές περιελάμβαναν:

1. **Βελτίωση ζώνης εδάφους πάχους 5 μέτρων περιμετρικά των βλαφθέντων κλάδων της σήραγγας με τη μέθοδο jet grouting.**

Για το σκοπό κατασκευάστηκαν 5.000 οπές σε κάρναβο 1,20X1,20 μέτρα συνολικού μήκους διάτρησης 140.000 μέτρων, εκ' των οποίων τα 45.000 μέτρα βελτιώθηκαν με jet grouting.

2. **Σταθεροποίηση της κατολίσθησης με την κατασκευή διατμητικών κλειδιών (μπαρετών)**

Πρόκειται για συστοιχία από διαφράγματα από οπλισμένο σκυρόδεμα, διαστάσεων 6,8μ. μήκους X 1,0μ. πλάτος και 45 μέτρων βάθους, που κατασκευάστηκαν προκειμένου να παραλάβουν τις ωθήσεις της κατολίσθησης κατά την επαναδιάνοιξη και αποκατάσταση της σήραγγας. Για την κατασκευή τους απαιτήθηκαν συνολικά 14.500 μ³ σκυροδέματος και 2.000.000 κιλά χάλυβα.

Η κατασκευή των εδαφοπασσάλων με την τεχνική jet grouting απέβλεπε:

- Στη βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών της βραχώμαζας στην περίμετρο των προβληματικών τμημάτων των προς αποικατάσταση κλάδων της σήραγγας,
- Στη διασφάλιση ασφαλών συνθηκών κατά την εκτέλεση των εργασιών αποικατάστασης του υπογείου έργου και
- Στη βελτιστοποίηση της άμεσης υποστήριξης.



ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ (JET GROUTING)

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την διενέργεια του JET-GROUTING, αποτελούνταν από :

- 2 παρασιευαστήρια παραγωγής τσιμεντενέματος
- 2 πρέσες τσιμεντενέματος υψηλής πίεσης των 450 bar
- 4 διατρητικά εξοπλισμένα με σύστημα jet.
- Λοιπά παρελκόμενα όπως δίκτυα μεταφοράς νερού, τσιμεντενέματος , κάδοι αποθήκευσης και ανάδευσης του τσιμεντενέματος κ.λ.π



Παρασκευαστήρια τσιμεντενέματος

Ο εξοπλισμός
παρασκευής του
τσιμεντενέματος
αποτελούνταν από:

- 1 αυτόματη μονάδα ανάμιξης της Tecniwell δυναμικότητας 20 κ.μ./ώρα
- 1 αυτόματη μονάδα ανάμιξης ΠΡΙΟΒΟΛΟΣ δυναμικότητας 20 κ.μ./ώρα
- Κάθε μονάδα υποστηρίζονταν από 2 σιλό τσιμέντου και είχε ηλεκτρονική ζυγαριά για τη ζύγιση του τσιμέντου ηλεκτρονικό μετρητή για το νερό και καταγραφικό.



Αντλίες τσιμεντενέσεων υπερ-υψηλής πίεσης Jet Grouting

Χρησιμοποιήθηκαν δύο (2)
αντλίες υπερ-υψηλής πίεσης jet
grouting MDT τύπου MP7M .

Τα κύρια χαρακτηριστικά τους είναι:

Κινητήρας

- diesel της DUETZ
- ισχύς: 500 kw, 2'100 rpm
- ταχύτητες: 8
- μέγιστη ροπή: 2890 Nm /1.400rpm

Αντλία

- Έμβολα αντλίας: 100 mm
- μέγιστη εφαρμόσιμη πίεση: 450 bar
- μέγιστη ροή ενέματος :> 280 lt/min



AKTORP

ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα (4) συνολικά διατρητικά μηχανήματα της MDT. Δύο από αυτά έφεραν ιστό μήκους 22μ. το καθένα και τα άλλα δύο έφεραν ιστό μήκους 28 m το καθένα.
- Τα πρώτα εξ' αυτών χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την διενέργεια των jet πάνω από τους θόλους της σήραγγας ενώ τα άλλα δύο στις παρειές της.
- Κάθε διατρητικό ήταν εξοπλισμένο με αυτόματο σύστημα jet και είχε την δυνατότητα εκτέλεσης συνεχούς jet μήκους 18 m τουλάχιστον, που υπερικάλυπτε την απαίτηση της μελέτης που πρόβλεπε συνεχές jet από 5μ στη περιοχή των θόλων της σήραγγας έως 15 μέτρα στις παρειές της.
- Κάθε διατρητικό υποστηρίζονταν από αεροσυμπιεστή παροχής 20μ³/λεπτό και πίεσης 18 bar.



Ενίσχυση της περιβάλλουσας των σηράγγων βραχώμαζας με τη μέθοδο του Jet grouting (Ιούνιος 08-Φεβρουάριος 2009 με 24ωρη εργασία).



Φωτογραφίες από διάφορες φάσεις jet grouting



Επιστρεφόμενο
τοιμεντένεμμα



ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΔΑΦΟΠΑΣΣΑΛΩΝ

- Πασσαλώνονται οι άξονες των εδαφοπασσάλων επί του εδάφους από το τοπογραφικό συνεργείο και σύμφωνα με ημερήσιο πρόγραμμα που εξέδιδε και παρακολουθούσε ο μηχανικός κατασκευής.
- Πραγματοποιείται η διάτρηση των οπών μέχρι το επιθυμητό βάθος.
- Εκτελείται το jet grouting με την ενεργοποίηση του αυτόματου συστήματος και εκτελείται η τσιμεντένεση υπερ-υψηλής πίεσης.
- Τέλος ανασύρεται η διατρητική στήλη, πλένεται το δίκτυο και το γεωτρύπανο μετακινείται σε νέα θέση κ.ο.κ.

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ JET

Σύμφωνα με τις προβλέψεις της μελέτης, εφαρμόστηκε διπλό jet(2-FLUID) αέρας-ένεμμα με τις εξής παραμέτρους:

- λόγος νερού/τσιμέντου: $c/w = 1/1$
- λειτουργική πίεση ενέματος: 450 bar.
- παροχή τσιμεντενέματος: 270 lt/min
- 1 ακροφύσιο διαμέτρου 5 mm
- Χρόνος βήματος: 7 sec
- Μήκος βήματος: 4 cm
- Ταχύτητα περιστροφής: $1 \div 2$ στροφές ανά βήμα
- Πίεση αέρα: $16 \div 18$ bars
- Παροχή αέρα: 20μ3/λεπτό

ΕΠΙΤΕΥΧΘΕΙΣΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ

- Σύμφωνα με τα δεδομένα της μελέτης και όπως αυτά εφαρμόστηκαν στο πεδίο, σε κάθε μέτρο μήκους που εφαρμόστηκε jet διοχετεύτηκαν 800 λίτρα τσιμεντενέματος. Από μετρήσεις που κάναμε ο μέσος όρος του επιστρεφόμενου στην επιφάνεια τσιμεντενέματος υπολογίστηκε σε περίπου 70% και 30% παρέμενε εντός των διατρημάτων.
- Από δειγματοληπτικές γεωτρήσεις που πραγματοποιήσαμε και τις αποστείλαμε για εργαστηριακές δοκιμές επιτύχαμε μια βελτίωση του RQD του εδάφους κατά 60% και οι θλιπτικές αντοχές κυμάνθηκαν από 4Μpa έως και 8 Μpa.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΣΠΑΣΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕΤΑ ΤΟ JET



ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΩΝ ΚΛΕΙΔΙΩΝ (ΜΠΑΡΕΤΩΝ)

Τα βήματα κατασκευής των μπαρετών ήταν :

- Κατασκευή δαπέδων εργασίας.
- Κατασκευή τοιχείων-οδηγών.
- Προεισιαφή σιάμματος.
- Εισιαφή του σιάμματος.
- Καθαρισμός του σιάμματος (εξάμμωση).
- Τοποθέτηση οπλισμού.
- Σκυροδέτηση.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΜΠΑΡΕΤΩΝ

Ο μηχανικός εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των μπαρετών, αποτελούνταν από :

ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΣΚΑΦΗ

- 1 παρασκευαστήριο υγρού μπετονίτη
- 1 συγκρότημα αποθήκευσης και καθαρισμού του υγρού μπετονίτη.
- 1 γερανό BAUER MC64 HD
- 1 κοπτικό BAUER BC 40
- Λοιπά παρελκόμενα όπως δίκτυα μεταφοράς νερού, μπετονίτη , αντλίες κ.λ.π.

ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ

- 2 γερανοί των 80 και 35 τόνων αντίστοιχα
- 1 φορτωτής με φορείο για τη μεταφορά των προκατασκευασμένων σιδηρών κλωβών.
- 1 γερανογέφυρα.
- Συγκρότημα παρασκευής και βαρέλες μεταφοράς σκυροδέματος.
- 2 αντλίες απαγωγής του μπετονίτη.
- 2 πλήρεις σωλήνες με χωνιά για τη σκυροδέτηση.



AKTORP

ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΜΠΕΤΟΝΙΤΗ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2008)



ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΜΠΕΤΟΝΙΤΗ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2008)



ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΑΡΖΑΝΕΤ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2008)



Παράλληλα με τα jet grouting και την ανέγερση του εργοστασίου του μπετονίτη, κατασκευάσαμε τις τρεις σειρές σαρζανέτ και διαμορφώσαμε τα κατώτερα επίπεδα εργασίας.

ΓΕΡΑΝΟΣ BAUER MC64 ΜΕ ΚΟΠΤΙΚΟ BC40



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΟΠΤΙΚΟΥ BC40-ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Το σιαπτικό μηχάνημα λειτουργεί με την αρχή της ανάστροφης κυκλοφορίας.

Τα κυριότερα μέρη του είναι:

1. Βαρύς ατσάλινος σιελετός βάρους 39 τόνων
2. Δίσκοι κοπής
3. Σειρές δοντιών
4. Στόμιο απαγωγής του μπετονίτη και των προϊόντων εισκαψής
5. Φυγοκεντρική αντλία
6. Κλισιόμετρα για έλεγχο κατακορυφότητας.
7. Υδραυλικά κλαπέτα για την διόρθωση της κατακορυφότητας.

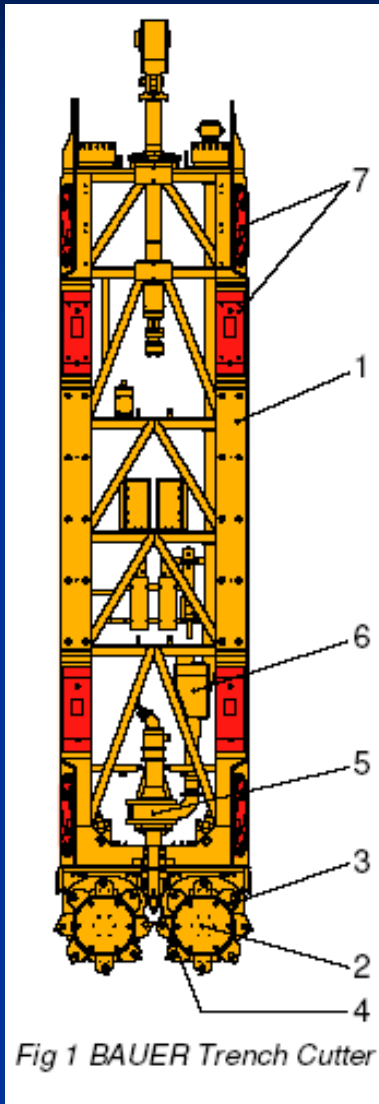


Fig 1 BAUER Trench Cutter



AKTORP

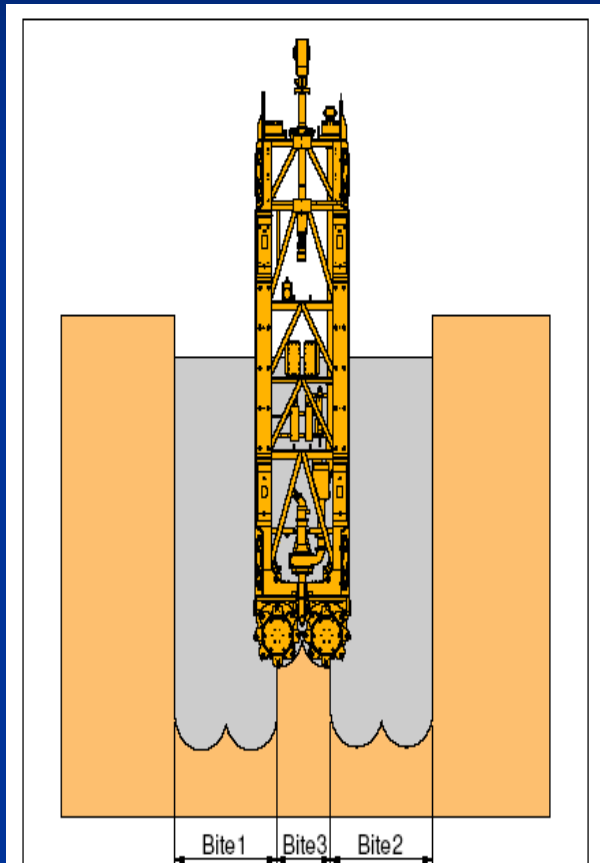
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΔΗΓΩΝ - ΠΡΟΕΚΣΚΑΦΗ

Κατασκευάζονται πριν από την
μπαρέτα για να παρέχουν:

- Καθοδήγηση για την εξασφάλιση της σωστής ευθυγράμμισης της προεκσκαφής.
- Σταθερότητα του άνω μέρους του σιάνματος και προστασία του εδάφους από την αποσταθεροποίηση λόγω του υγρού μπετονίτη.
- Πρόληψη κατάρρευσης της κορυφής του σιάνματος λόγω των φορτίσεων από τον εξοπλισμό κατά τη διάρκεια της εκσκαφής.
- Μέσο στήριξης για την ανάρτηση του οπλισμού.

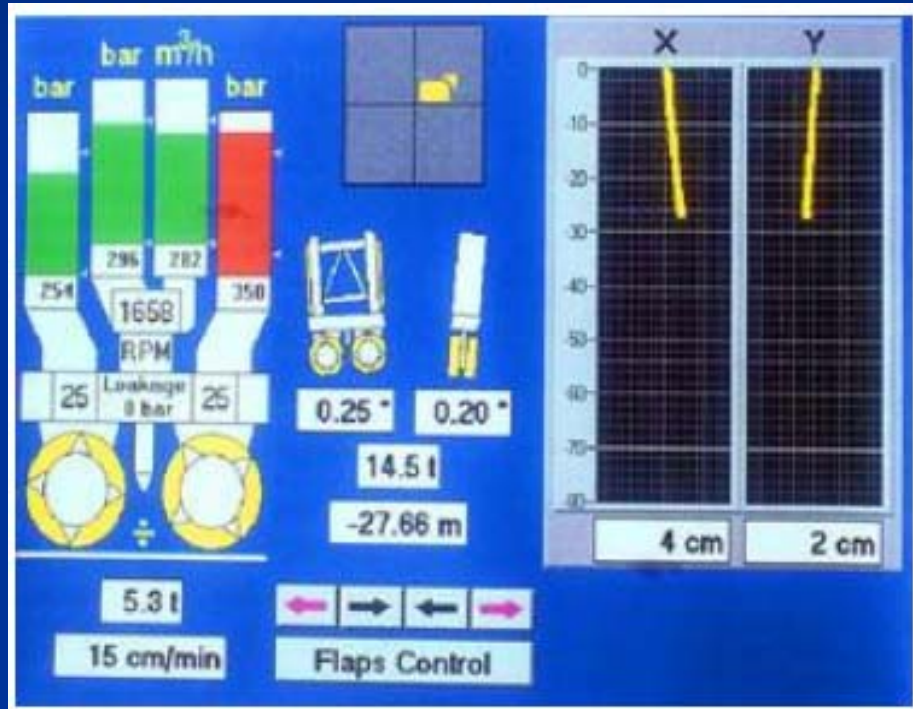


ΕΚΣΚΑΦΗ ΤΟΥ ΣΚΑΜΑΤΟΣ



- Έπειτα από την προετοιμασία του δαπέδου εργασίας, του τοίχου οδηγού και την προεξσκαφή ξεκινούσε η εισσκαφή του σκάματος.
- Για τη απρόσκοπτη λειτουργία του μηχανήματος επιδιώκονταν να δουλεύει κατά το δυνατόν στο ίδιο ή παρόμοια δάπεδα εργασίας.
- Μια τυπική εισσκαφή φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Αρχικά κατασκευάζονται τα 2 σκάμματα δεξιά και αριστερά με μήκος 2.8μ και η εισσκαφή ολοκληρώνεται με την εισσκαφή του κεντρικού τμήματος μήκους 1,2μ.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΤΗΤΑΣ



- Η κατακορυφότητα του σιάμματος μετράται σε ένα ορθογωνικό σύστημα αξόνων με την βοήθεια δύο ανεξάρτητων κλισιομέτρων εγκατεστημένων στο κοπτικό. Το σύστημα καταγράφει την κλίση του κοπτικού κατά την εικαφή και την συσχετίζει με το βάθος. Κατόπιν ο ενσωματωμένος υπολογιστής επεξεργάζεται αυτές τις πληροφορίες. Μία γραφική παράσταση της θέσης του κοπτικού στο σιάμμα παρουσιάζεται σε μία οθόνη μέσα στην καμπίνα χειρισμού. Μία εικόνα της οθόνης που βλέπει ο χειριστής φαίνεται παραπλεύρως.



ΕΞΑΜΩΣΗ - ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

- Μετά την ολοκλήρωση της εικασίας και πριν από τη σκυροδέτηση, ο μπετονίτης στο σιάμμα αντικαθίσταται με άλλον σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Η αντικατάσταση του υγρού μπετονίτη του σιάματος γίνεται με τη χρήση του ίδιου του μηχανήματος. Το κοπτικό κρατιέται λίγο πάνω από τον πυθμένα του σιάματος και η φυγοκεντρική του αντλία αντλεί τον υγρό μπετονίτη και τον προωθεί προς το εργοστάσιο επεξεργασίας. Ισόποση ποσότητα καθαρού μπετονίτη επιστρέφει στο σιάμα από το εργοστάσιο.
- Στη συνέχεια καταβιβάζονται οι προκατασκευασμένοι κλωβοί μέσα στο σιάμα στο βάθος που ορίζεται από τη μελέτη. Αυτό επιτεύχθηκε με ανάρτηση του οπλισμού από το πάνω μέρος του οδηγού. Στις παρειές του κλωβού τοποθετήθηκαν κατάλληλα στοιχεία (αποστάτες) για τη διασφάλιση της απαιτούμενης εκ της μελέτης επικάλυψης των οπλισμών.



ΕΚΣΚΑΦΗ ΜΠΑΡΕΤΩΝ – ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ (ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2008-ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2009 ΜΕ 24 ΩΡΗ ΕΡΓΑΣΙΑ)



ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ

Η σκυροδέτηση ενός σιάμματος γεμάτου με υγρό μπεντονίτη πραγματοποιούνταν χρησιμοποιώντας σωλήνες σκυροδέτησης οι οποίοι εισάγουν φρέσκο σκυρόδεμα στον πυθμένα του σιάμματος. Έτσι επιτυγχάνεται η πλήρωση της μπαρέτας με σκυρόδεμα ενώ ταυτόχρονα εκτοπίζεται προς τα άνω ο υγρός μπεντονίτης ο οποίος μέσω ειδικών αντλιών οδηγείται στο εργοστάσιο καθαρισμού και αποθήκευσής του.

Λόγω του μεγάλου μήκους των μπαρετών απαιτήθηκαν δύο σημεία σκυροδέτησης.



AKTORP

ΑΠΟΣΠΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ ΜΠΑΡΕΤΑΣ



ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΑΠΟ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗ ΝΥΧΤΑ



ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΑΠΟ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗ ΝΥΧΤΑ



ΑΠΟΣΠΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΒΛΑΦΘΕΝΤΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΙΣΚΕΥΗ



ΑΠΟΣΠΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΕΡΓΟΥ (ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2008- ΜΑΡΤΙΟΣ 2009 ΜΕ 24 ΩΡΗ ΕΡΓΑΣΙΑ)

ΑΡΙΣΤΕΡΟΣ ΚΛΑΔΟΣ



ΔΕΞΙΟΣ ΚΛΑΔΟΣ

