

Επαναφορά Περιβάλλοντος στο Μεταλλείο Αμιάντου

Eur Ing Kyriacos Kyrou

BSc MSc PhD CEng MICE

Executive Engineer, Water Development Department, Cyprus

Η Κύπρος θεωρείται σαν μιά από τις πιο σημαντικές πηγές αμιάντου στην αρχαιότητα ειδικά κατά την Κλασσική Ελληνική και την Ρωμαϊκή περίοδο.

- Σεντόνια αποτέφρωσης νεκρών
- Φυτίλια
- Υποδήματα
- Προστατευτικά επιχρίσματα για κτίρια

Το Μεταλλείο Αμιάντου βρίσκεται στην καρδιά του δάσους του Τρόοδου σε μια σημαντικά σερπεντινοποιημένη εμφάνιση χαρτσβουργίτη στο κέντρο του Οφειολιθικού Συμπλέγματος του Τρόοδου



Asbestos
Mine

- Εξόρυξη χρυσοτιλικού αμιάντου
- Η μεταλλευτική άδεια καλύπτει έκταση 6,5 τετραγωνικών χιλ.
- Επιφανειακή εκμετάλλευση
- Η εξόρυξη άρχισε το 1904

- Οι μεταλλευτικές εργασίες ήταν αρχικά περιορισμένες και γίνονταν με την χρήση αξίνας και φτυαριού
- Το 1950 πλήρης μηχανοποίηση όλων των διαδικασιών περιλαμβανομένων της εξόρυξης , της άλεσης του υλικού, απορρόφησης τών ορυκτών ινών και του εμπλουτισμού.



Zypern, Amisundos









BITTER LEMONS

Lawrence Durrell (1954)

“.....It lies against the side of a mountain which has been clumsily raped. The houses, factories and shacks are powdered white as if after a heavy snowfall ; mounds of white snow rise in every direction, filling the still airs of the mountain with the thin dust of asbestos . Men and women walked about in this moon-landscape, powdered into ghoulis insignificance by the dust....”

- Ορυκτές ίνες 1,4 to 1,6% του αλεσμένου μεταλλεύματος. Ετήσια παραγωγή ινών 20.000-40.000 tons
- Μεταξύ 1904 και 1988 περίπου 130.000.000 tons βράχου είχαν ανορυχθεί και 1.000.000 tons ινών αμιάντου είχαν παραχθεί.

- Σημαντικά οικονομικά οφέλη
- Αρνητική επίδραση στο περιβάλλον
- τεράστιο open pit
- τεράστιοι σωροί μπάζων
- μόλυνση εδάφους/νερού
- αστάθεια πρανών μπάζων
- άγονη κατάσταση μπάζων





Mine Operators

- 1905 Cesar Trombetta
- 1916 Compania Miner(Austria)
- 1919 seized by Government
- 1919 sold to S.Araouzos
- 1934 sold to Cyprus Mines(99 yr lease)
- 1985 Cyprus Mines faces financial troubles
- 1986 sold to Limassol Metropolis
- 1988 operations suspended
- 1990 Company liquidated

Η ξαφνική αναστολή εργασιών το 1988, άφησε όχι μόνο το πρόβλημα της αστάθειας των πρανών αλλά και το μεγάλο πρόβλημα της περιβαλλοντικής ερήμωσης . Αυτά απαιτούσαν άμεση λήψη διορθωτικών μέτρων

Η ξαφνική αναστολή εργασιών δεν επέτρεψε την εφαρμογή των προγραμματισμένων διαδικασιών επαναφοράς του περιβάλλοντος

Επαναφορά Περιβάλλοντος

- 1995 προκαταρκτική αξιολόγηση όλων των παραμέτρων
- Δράση από πολυκλαδική τεχνική επιτροπή
- Έμφαση στην σταθεροποίηση των πρανών
- Τα κατάντι πρανή των μπάζων βρίσκονταν περίπου 1 Km ανάντι της κοινότητας Κάτω Αμιάντου

- Υιοθετήθηκε πολύ φιλόδοξο σχέδιο για σταθεροποίηση των πρανών, επαναφορά του περιβάλλοντος των χώρων της περιοχής του μεταλλείου και αναδάσωση τής περιοχής ούτως ώστε ο χώρος να επανέλθει στην προτέρα κατάσταση του

Μπάζα

Παλαιά μπάζα – έκταση 35 Ha

Νέα μπάζα στην κοιλάδα Λούματα τους
Αετούς -1,3 Km αποστραγγ. σήραγγα
- όγκος 60 MCM
- ύψους 100m

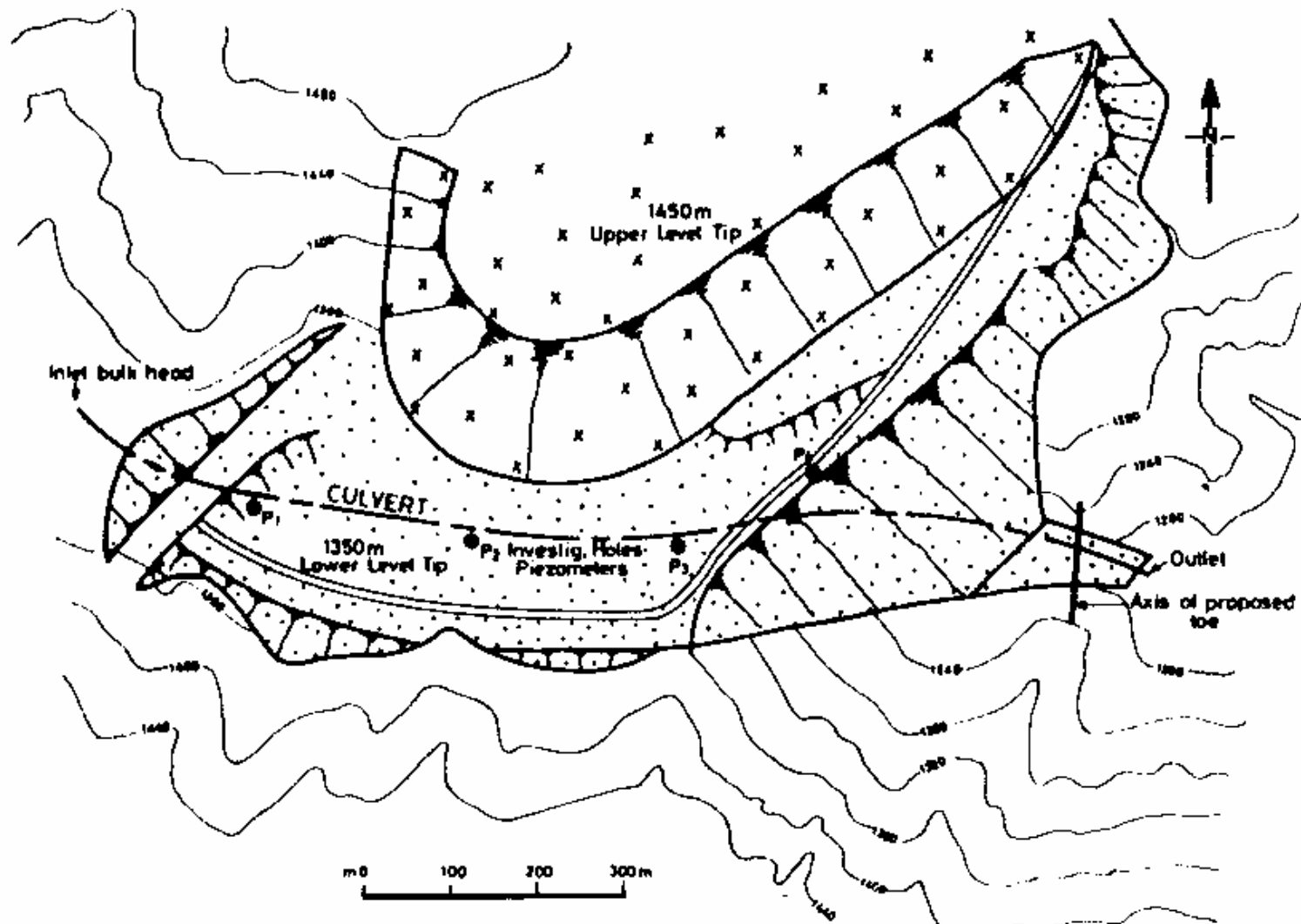


Fig. 1 Plan of Loumata Tip and Investigation Boreholes later turned to Piezometers. Elevation in meters amsl

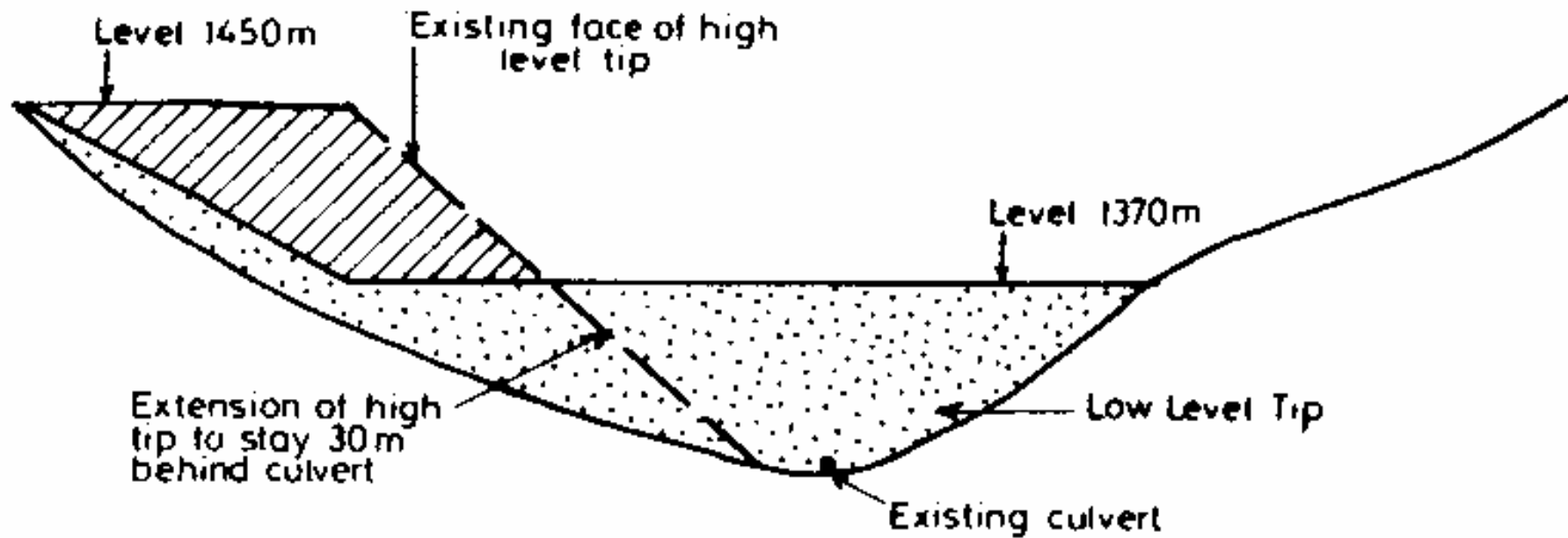


Fig.3 Typical Cross Section across Loumata Valey Tip.

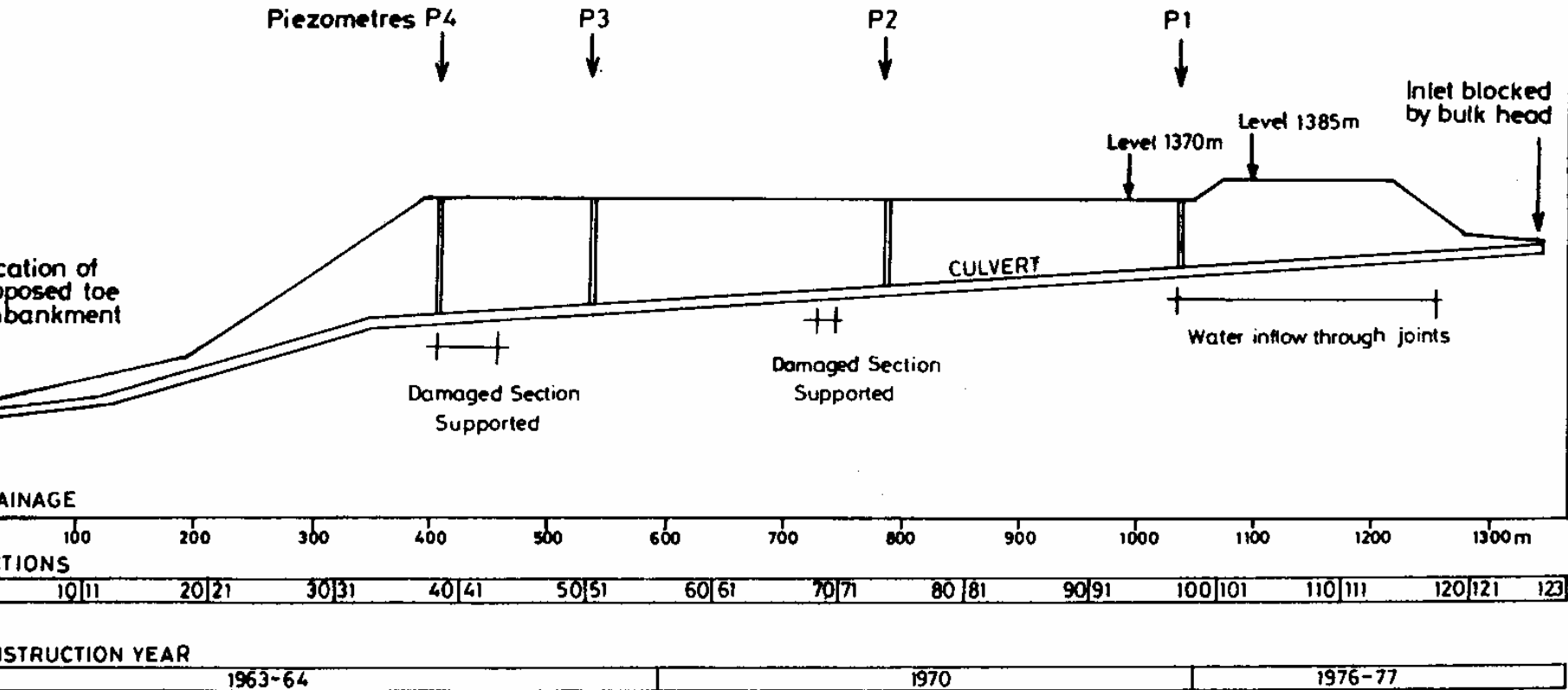


Fig.2 Longitudinal Section along culvert and existing Loumata Valley Tip

Διαμόρφωση Μπάζων

Υπαγορεύονται απο λόγους ασφάλειας, περιβαλλοντικούς και πρακτικούς λόγους

Σκοπός

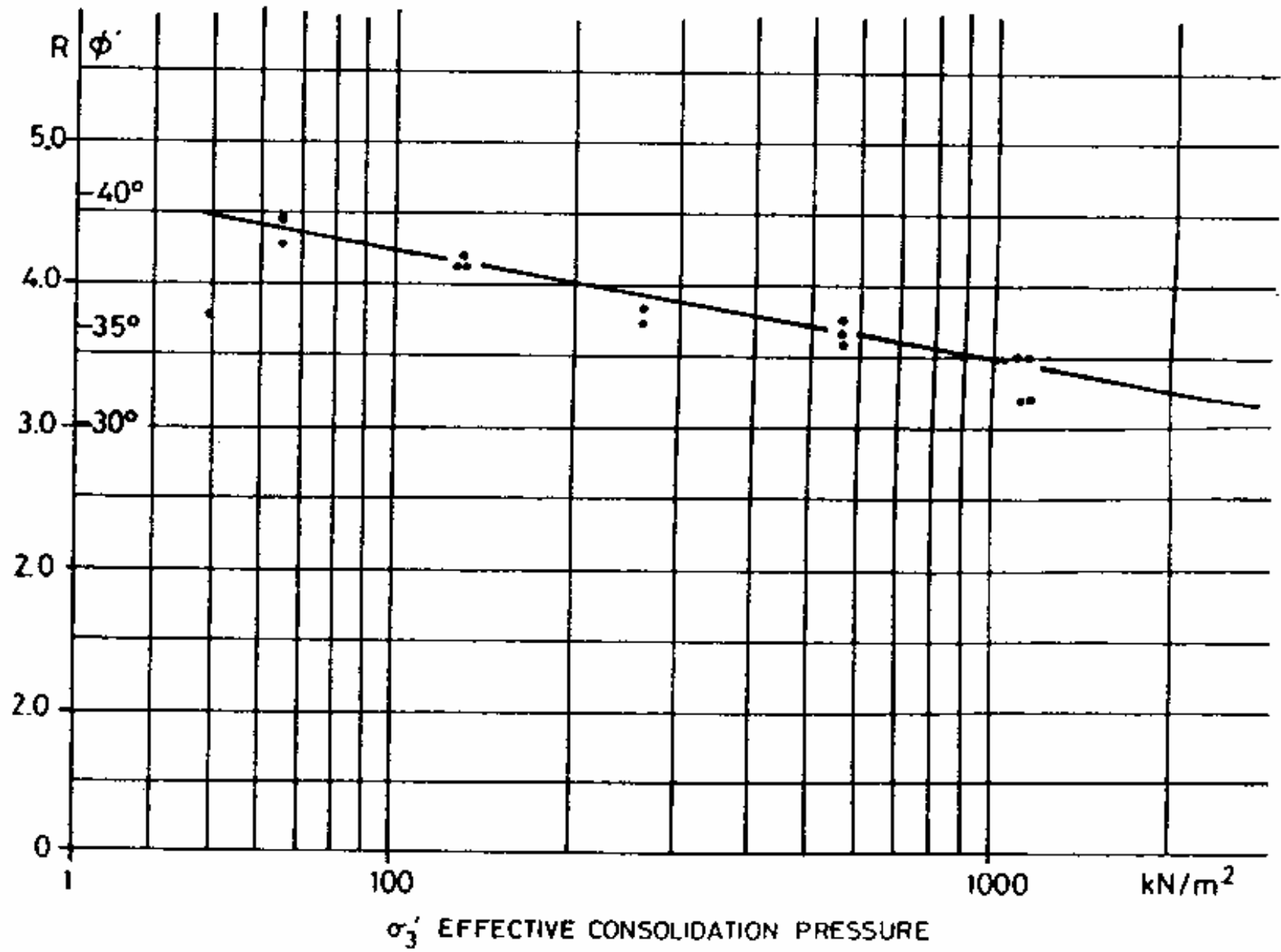
- σταθεροποίηση
- Ελαχιστοποίηση επιφανειακών ροών
- κλίσεις που να συνάδουν με το περιβάλλον
- κλίσεις που να επιτρέπουν εργασίες αναδάσωσης

Ρευστοποίηση

- Η ρευστοποίηση συμβαίνει όταν τα εδαφικά υλικά βρίσκονται κάτω απο συνθήκες πλήρους κορεσμού και ταυτόχρονης αποκυκλιζόμενης φόρτισης όπως στην περίπτωση ενός ισχυρού σεισμού
- Λαμβάνοντας υπόψη τη στάθμη νερού, τιμές SPT, κοκκομέτρηση συμπεραίνεται ότι η ρευστοποίηση είναι αδύνατη

Ανάλυση ευστάθειας Πρανών

- Στατικές συνθήκες
- Σεισμική φόρτιση (ψευδοστατική μέθοδος)
- Υπολογισμός παραμορφώσεων(Newmark, 1965)



Variation of stress R and angle of shearing resistance ϕ' with consolidation pressure

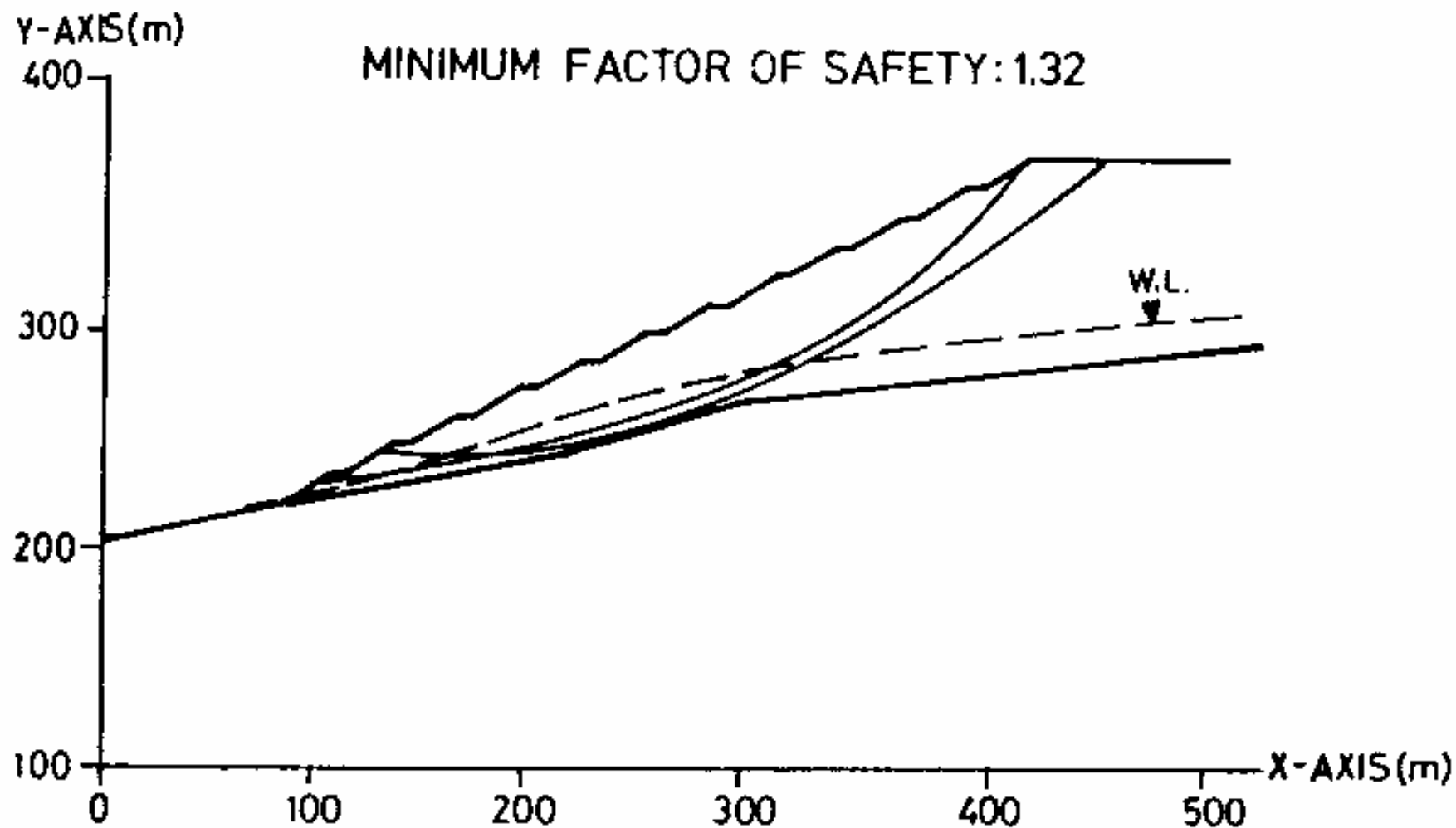


Fig. 6 Loumata Tip Static Analysis

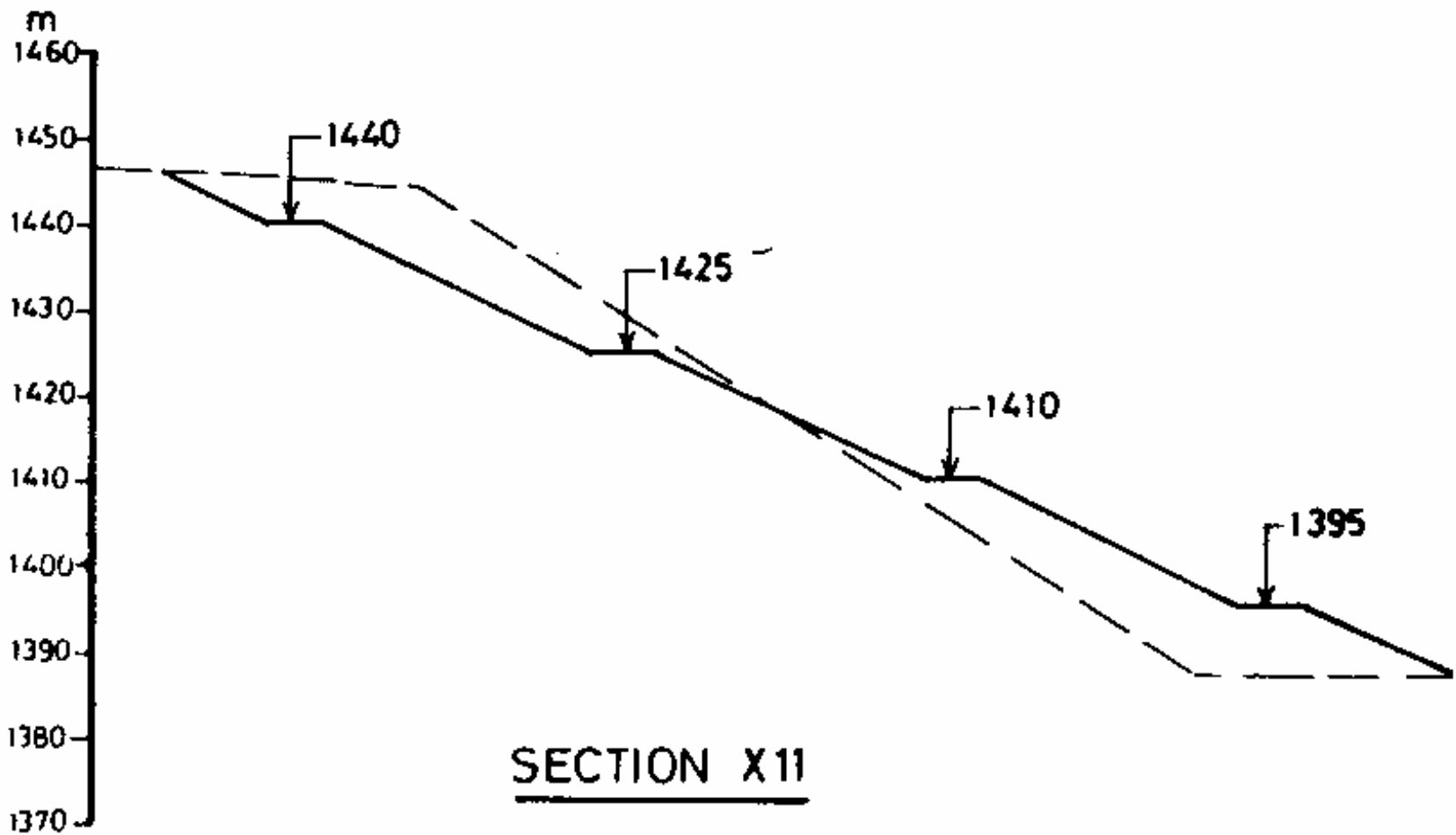
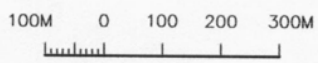
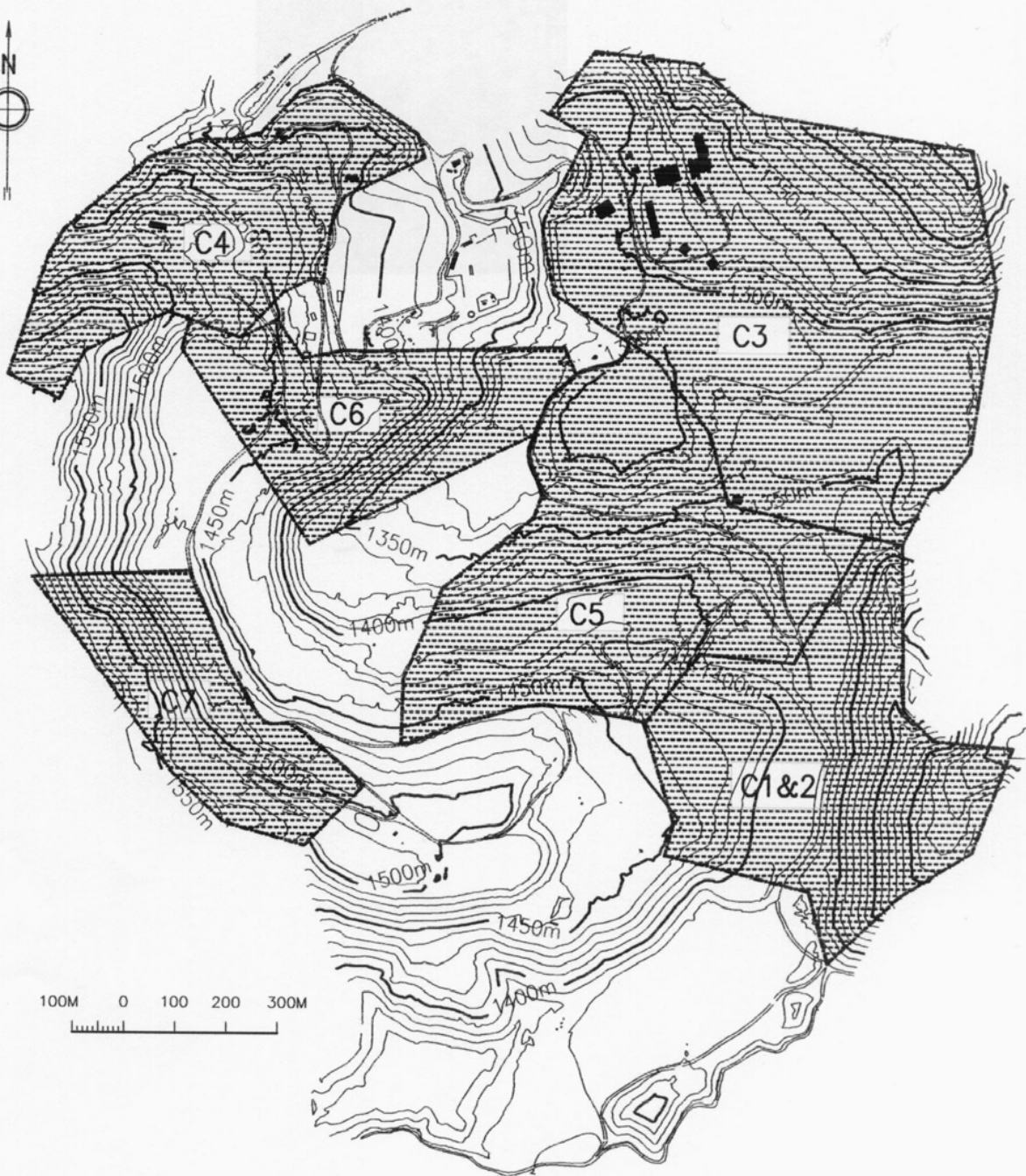


Fig.4 Typical Section adopted in the 1996 Reprofiting Contract

Συμβόλαια Χωματουργικών

- Η διαμόρφωση τών μπάζων αποτελούσε ένα γιγαντιαίο έργο όχι μόνο λόγω των τεραστίων όγκων μπάζων αλλά και λόγω του άγριου τοπογραφικού ανάγλυφου τής περιοχής και τών δύσκολων καιρικών συνθηκών
- Συμβόλαια μεσαίου μεγέθους για λόγους προϋπολογισμού και άλλους πρακτικούς λόγους
- Μέχρι σήμερα έχουν συμπληρωθεί 7 συμβόλαια που αντιπροσωπεύουν 70% των χωματουργικών εργασιών

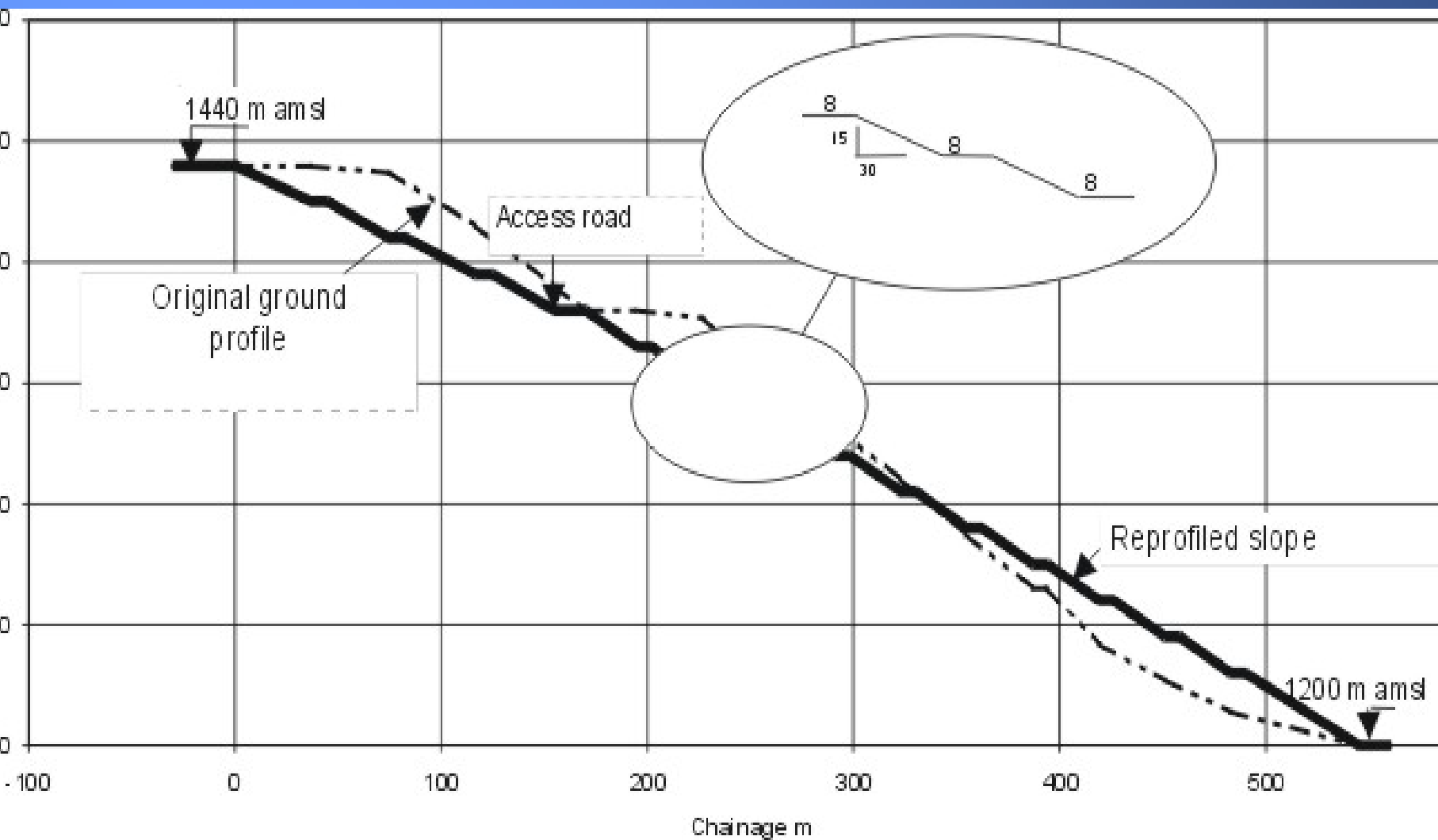


- Οι χωματουργικές εργασίες που συμπληρώθηκαν μέχρι σήμερα περιλαμβάνουν την εκσκαφή και μετακίνηση 3.6 ΕΚΜ υλικού με ολικό κόστος £1.7 εκ. (€2.9 εκ.)
- Οι εργασίες άρχισαν το 1996 με στόχο να συμπληρωθούν σε διάστημα 10 χρόνων





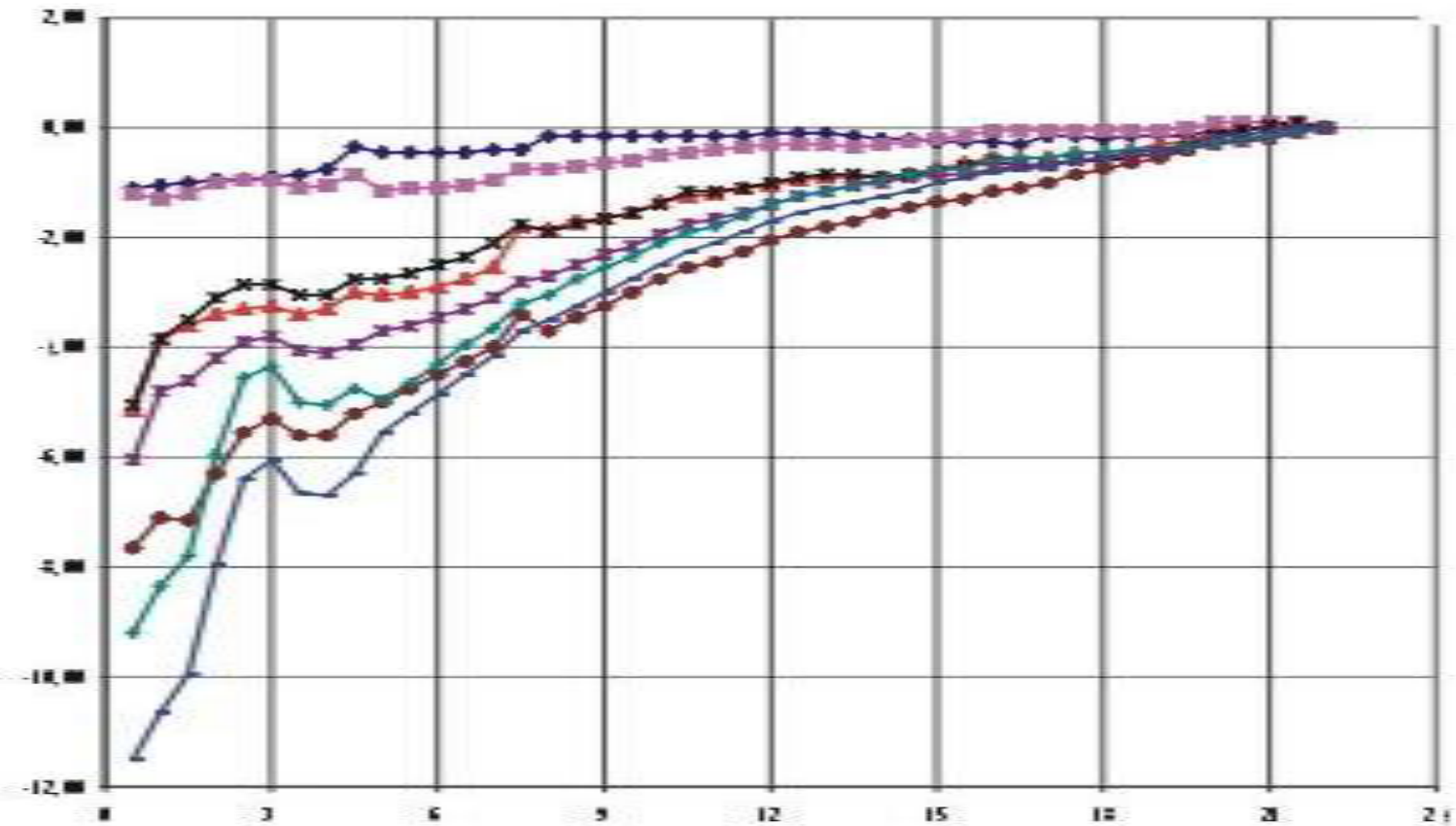




Παρακολούθηση Μετακινήσεων

- Για λόγους ασφαλείας και καλύτερης κατανόησης της μηχανικής συμπεριφοράς των μπάζων
- μέτρηση επιφανειακών και εις βάθος μετακινήσεων στάθμης νερού
- Οι μέχρι σήμερα μετακινήσεις δείχνουν μικρές μετακινήσεις τύπου ερπισμού στην περιοχή παλαιών μπάζων .

AMANTO 5 MME
OLD WASTE TIPS - INCLINOMETER HOLE 11-AB PLANE



Αναδάσωση - Αναχλόαση

- Η αναδάσωση αναχλόαση αποτελεί αναπόσπαστο μέρος των εργασιών επαναφοράς του περιβάλλοντος
- Εκτελείται από το Τμήμα Δασών σε συνεννόηση με τήν Τεχνική Επιτροπή.

- Στις επίπεδες αναβαθμίδες σκάβονται δύο ορύγματα βάθους 0.8 m στα οποία τοποθετείται χώμα.
- Η απόσταση μεταξύ των ορυγμάτων είναι 5 m για πρόσβαση φορτηγών που μεταφέρουν χώμα.
- Όλες οι οριζόντιες επιφάνειες καλύπτονται με χώμα πάχους 30 εκ.

- Στα πρανή δημιουργούνται δύο μικρές ενδιάμεσες αναβαθμίδες πλάτους 1,2 m, και σκάβονται ορύγματα που γεμίζουν με χώμα.
- Όλες οι κεκλιμένες επιφάνειες καλύπτονται με χώμα και προστατεύονται με μπλεγμένα κλαδιά δέντρων (thatching)
- Γύρω στις 4000 κ.μ. χώματος απαιτούνται για την αναδάσωση / αναχλόαση ενός εκταρίου.

- Η δεντροφύτευση γίνεται κατά μήκος όλων των ορυγμάτων
- Όλες οι επιφάνειες σπέρνονται με μείγμα σπόρων.
- Είδη δέντρων και θάμνων που φυτεύονται :
- *Pinus brutia, Cedrus brevifolia, Rhus coriaria, Robinia pseudoacacia, Cupressus sempervirens, Quercus alnifolia, Arbutus andrachne, Sorbus aria, Juniperus foetidissima, Clematis vitalba, Pistacia terebinthus etc*











Μελέτη επικινδυνότητας(2003)

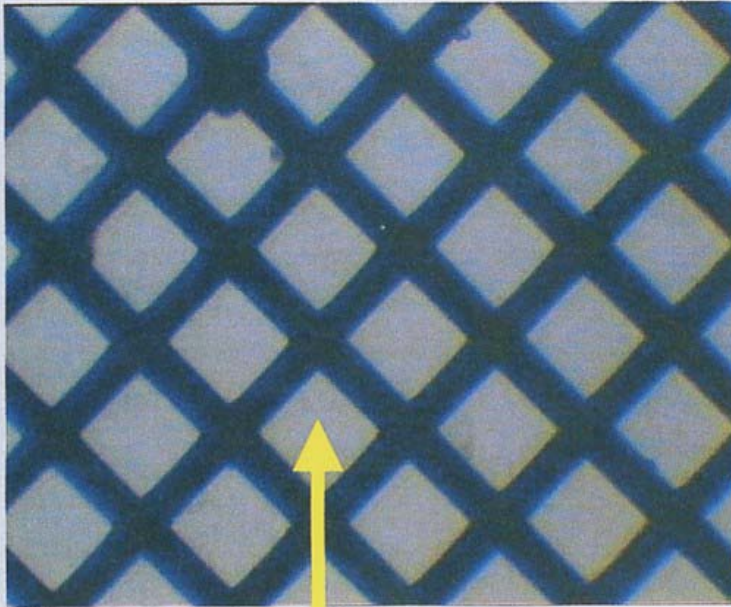
- Ανατέθηκε σε ειδικούς μελετητές για να μελετήσουν τους κινδύνους που δημιουργεί η παρουσία του μεταλλείου, να διαπιστώσει σε ποιά επίπεδα παρουσίας ινών αμιάντου εκτίθενται οι κατοίκοι της περιοχής, να διαπιστωθεί η επικινδυνότητα, να αξιολογηθούν τα μέτρα επαναφοράς του περιβάλλοντος και να προταθούν θεραπευτικά μέτρα για μείωση της επικινδυνότητας.

Asbestos sampling and analyses TEM

(Transmission Electron Microscopy)



Grid



0,0094 mm²



TEM (x 10.000)

Συμπεράσματα

Το 1995 ο στόχος της επαναφοράς των χώρων του Μεταλλείου φαινόταν αδύνατο να επιτευχθεί. Δεν υπήρχε κανένα προηγούμενο ανά το παγκόσμιο.

Με βάση τις μέχρι τώρα ενδείξεις το περιβάλλον στην περιοχή του Μεταλλείου Αμιάντου θα βελτιστοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό τα επόμενα χρόνια

Σας Ευχαριστώ

Kyriacos Kyrou

Executive Engineer

Water Development Department, Nicosia, Cyprus

kyrouk@avacom.net