

Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ Σ.Τ.Ε.  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ  
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

## ΜΑΡΜΑΡΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΑΝΟΒΑΛΤΟΥ ΚΟΖΑΝΗΣ



Για την εργασία συνεργάστηκαν:  
ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ ΔΕΣΠΟΙΝΑ  
ΜΙΧΑΗΛ ΣΟΦΙΑ  
ΤΖΙΤΖΗ ΜΑΡΙΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ  
ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

1978

# ΜΑΡΜΑΡΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΑΝΟΒΑΛΤΟΥ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΠΡΟΛΟΓΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ I

I.1	Εισαγωγή - Ιστορικό	σελ.	1
I.2	Θέση - Μορφολογία	σελ.	5
I.3	Γενικά περί Μαρμάρου	σελ.	8
I.4	Γεωλογία - Τεκτονική	σελ.	8
I.5	Ιστός - Υφή - Ορυκτολογία μαρμάρων Τρανοβάλτου	σελ.	12
I.6	Χημική σύσταση	σελ.	14
I.7	Φυσικομηχανικές ιδιότητες	σελ.	15

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

II.1	Γενικά για την εκμετάλλευση	σελ.	18
II.2	Προϊόντα λατομείου	σελ.	19
II.3	Φάσεις της εκμετάλλευσως στα λατομεία Τρανοβάλτου	σελ.	19
II.3.1	Προσπέλαση	σελ.	20
II.3.2	Αποκάλυψη	σελ.	20
II.3.2.1	Εκρηκτικές ύλες	σελ.	22
II.3.3	Περιχάραξη - προετοιμασία των μετώπων για την εξόρυξη των ογκομαρμάρων	σελ.	26
II.3.4	Εξόρυξη ογκομαρμάρων	σελ.	30
II.4.1	Συρματοκοπή τύπου Διαμαντέ	σελ.	31
II.3.5	Αποκόλληση και ανατροπή του εξορυχθέντος όγκου.		
Ορθογωνισμός	σελ.	37	
II.3.6	Αποκομιδή - Απόρριψη στείρων εκμετάλλευσης	σελ.	41
II.3.7	Φόρτωση - Μεταφορά όγκων	σελ.	42

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ III

III.1	Προβλήματα αποκατάστασης λατομείου	σελ.	43
III.1.1	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	σελ.	43
III.1.2	Μεθόδευση της αποκατάστασης	σελ.	45
III.1.3	Θεσμικό πλαίσιο	σελ.	51
III.1.4	Συμπεράσματα	σελ.	52
III.2	Αποκατάσταση συνεπειών από την εκμετάλλευση	σελ.	53
III.3	Η συμβολή του Ι.Γ.Μ.Ε. στην αξιοποίηση του μαρμαρικού πλούτου της Δυτική Μακεδονίας	σελ.	55

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

IV.1	Εχθροί του μαρμάρου	σελ.	60
IV.2	Χρήση και συντήρηση του μαρμάρου	σελ.	66

### ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

σελ. 69

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (Φωτογραφικό υλικό)

σελ. 71

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

σελ. 78

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα μάρμαρα της περιοχής Τρανοβάλτου είναι το αντικείμενο της μελέτης που ακολουθεί. Ανατέθηκε σε εμάς να το αναπτύξουμε ως θέμα της πτυχιακής μας εργασίας από τον καθηγητή του Τ.Ε.Ι. Πατρών κ. Ματσούκη.

Προσπαθήσαμε να δώσουμε μια πλήρη εικόνα της κατάστασης που επικρατεί στα Λατομεία Τρανοβάλτου.

Στην προσπάθειά μας αυτή μας βοήθησαν οι ιδιοκτήτες και οι εργαζόμενοι στα λατομεία της περιοχής με στοιχεία και πληροφορίες που μας παραχωρήσανε.

Ευχαριστούμε όλους όσους μας βοήθησαν και ιδιαίτερα τον καθηγητή μας κ. Ματσούκη που με την εμπειρία και τις παρατηρήσεις του βοήθησε στην βελτίωση και καλύτερη παρουσίαση της εργασίας αυτής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

### Ι.1 Εισαγωγή - Ιστορικό

Είναι γνωστό ότι η Ελλάδα πλεονεκτεί σε σχέση με τις άλλες μαρμαροφόρες χώρες, γιατί διαθέτει σε διάφορες περιοχές μια μεγάλη ποικιλία λευκών και ημίλευκων μαρμάρων σε αξιόλογα αποθέματα, που προσελκύουν το ενδιαφέρον της διεθνούς αγοράς. Λατομεία μαρμάρου και εργοστάσια κοπής και κατεργασίας υπάρχουν σε ολοκλήρη τη χώρα, μπορεί όμως να διακρίνει κανείς ορισμένες περιφέρειες, όπου η εξόρυξη και η επεξεργασία του μαρμάρου είναι ιδιαίτερα εντατική.

Οι περιφέρειες αυτές, που μπορούν να χαρακτηριστούν και σαν κέντρα παραγωγής και επεξεργασίας μαρμάρου στη χώρα μας, είναι από Βορρά προς Νότο οι εξής:

- η περιφέρεια Δράμας - Καβάλας μαζί με τη Θάσο
- ... η περιφέρεια Ιωαννίνων
- η περιφέρεια Κοζάνης - Βέροιας
- η περιφέρεια Αττικής
- η περιφέρεια Αργολίδας

Στις περιφέρειες αυτές εξορύσσονται κατά κανόνα μάρμαρα χαρακτηριστικού συνήθως χρωματισμού και ποιότητας.

Τα γνωστά λευκά μάρμαρα και ημίλευκα του Τρανοβάλτου στο Ν. Κοζάνης άρχισαν να αξιοποιούνται από τις αρχές της δεκαετίας του 1950 και πολύ γρήγορα καταξιώθηκαν με την άριστη ποιότητά τους.

Σήμερα οι επιχειρήσεις μαρμάρου της περιοχής δίνουν καθημερινά τον αγώνα τους να ξεπεράσουν τα μεγάλα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην πρωτογενή παραγωγή και να αυξήσουν το μερίδιό τους στη διεθνή αγορά.

Δεδομένου ότι τα μαρμαροφόρα κοιτάσματα της περιοχής παρουσιάζουν σοβαρό ενδιαφέρον και οι προοπτικές αξιοποίησης τους διαγράφονται ευνοϊκές, η περιοχή του Τρανόβαλτου εντάχθηκε στα Σχέδια Περιφεριακής Ανάπτυξης (Σ.Π.Α.) Δυτικής Μακεδονίας, με

σκοπό να γίνουν οι απαραίτητες μελέτες και να διατυπωθούν προτάσεις για την ορθολογική εκμετάλλευσή τους.

Τα μάρμαρα που παράγονται στην περιοχή είναι πολύ καλής ποιότητας και έχουν γνωρίσει σημαντική επιτυχία τόσο στην εγχώρια όσο και στην διεθνή αγορά, η οποία όπως είναι γνωστό έχει ιδιαίτερες προτιμήσεις στα λευκά και ημίλευκα υλικά.

Ήδη σήμερα πολλές κατασκευές στην Ελλάδα έχουν επενδυθεί και διακοσμηθεί με διάφορους τύπους μαρμάρων που παράγονται στην περιοχή Τρανοβάλτου και έχουν δώσει πολύ καλά αποτελέσματα τόσο από αισθητική όσο και από τεχνική άποψη. Παράλληλα όμως αυξάνονται και οι εξαγωγές των μαρμάρων αυτών τόσο σε όγκους όσο και σε πλάκες και πλακίδια, προς τις σημαντικότερες αγορές σε ολόκληρο τον κόσμο, και τα μέχρι σήμερα στοιχεία από την εξαγωγική δραστηριότητα των επιχειρήσεων της περιοχής, φανερώνουν ότι υπάρχουν μεγάλες προοπτικές, να κατακτήσουν τα υλικά αυτά μεγαλύτερο μερίδιο στη διεθνή αγορά μαρμάρου.

Από πληροφορίες ανθρώπων που γνωρίζουν καλά πως άρχισε και πως εξελίχθηκε η εκμετάλλευση των μαρμάρων στην περιοχή Τρανοβάλτου, φαίνεται ότι τα λατομεία μαρμάρου της περιοχής ανακαλύφθηκαν τελείως συμπτωματικά. Λέγεται ότι στις αρχές της δεκαετίας του 1950 ο στρατός χρειάστηκε πέτρα για διάφορα έργα που έκανε στο Τρανόβαλτο και η περιοχή "Μπιστέρια" κρίθηκε κατάλληλη για αυτό το σκοπό.

Ανάμεσα στο προσωπικό που έκανε την εξόρυξη της πέτρας υπήρχαν και δύο μαρμαράδες που αναγνώρισαν αμέσως την αξία του πετρώματος.

Το νέο κυκλοφόρησε στους κύκλους των μαρμαράδων της Θεσσαλονίκης και της Λάρισας και το 1953, με την έξαρση της οικοδομικής δραστηριότητας μετά την υποτίμηση της δραχμής. Ο ΛΑΛΟΥΜΗΣ από την Θεσ/νίκη άνοιξε το πρώτο λατομείο στο Τρανόβαλτο. Τον επόμενο χρόνο ακολούθησαν ο Ε. Σκούταρης από την Λάρισα και αργότερα διάφοροι άλλοι. Έτσι άρχισε να αναπτύσσεται λατομική δραστηριότητα σε απόσταση 2 Km δυτικά από το χωριό του

Τρανοβάλτου σε μια μάλλον περιορισμένη έκταση σε σχέση με τον αριθμό των λειτουργούντων λατομείων.

Από την άλλη μεριά, οι κάτοικοι της περιοχής, οι οποίοι μέχρι το 1963 είχαν σαν κύρια δραστηριότητα την γεωργία και την κτηνοτροφία, από όπου και αντλούσαν όλα τους τα εισοδήματα, άρχισαν να δραστηριοποιούνται στον τομέα της εξόρυξης και κατεργασίας των μαρμάρων Τρανοβάλτου.

Αξίζει να αναφερθεί ότι το κύμα μετανάστευσης των κατοίκων της επαρχίας προς τις διάφορες μεγαλουπόλεις δεν επηρέασε τους κατοίκους της περιοχής αυτής, οι οποίοι έχοντας βρεί μόνιμη απασχόληση στα γύρω λατομεία και εργοστάσια μαρμάρου, αρνήθηκαν να ασχοληθούν με άλλες εργασίες μακριά από την ιδιαίτερη πατρίδα τους.

Λίγο μετά την έναρξη της εκμετάλλευσης, η παραγωγή άρχισε να διοχετεύεται στην Αθήνα και στις διάφορες αγορές του εξωτερικού (Γερμανία, Κύπρο, Λίβανο, Ιταλία, Γαλλία και Β. Αφρική).

Η περιοχή άρχισε να εξελίσσεται, οι νέοι εξοικειώθηκαν πλέον με την καινούργια δουλειά και μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα αντικατέστησαν τους ειδικευμένους τεχνίτες από άλλα μέρη της Ελλάδας που δούλευαν στα λατομεία.

Βέβαια πρέπει να τονιστεί ότι όλα αυτό το διάστημα, από την πρώτη εξόρυξη στην περιοχή, μέχρι σήμερα - που τα λατομεία είναι πλέον περισσότερα από δέκα - η εκμετάλλευση δεν προχώρησε ορθολογικά με αποτέλεσμα οι λατομικές επιχειρήσεις να αντιμετωπίζουν πολλά προβλήματα και η πρωτογενής παραγωγή να μην αναπτύσσεται όσο θα μπορούσε.

Μία από τις σημαντικές συνέπειες της μη ορθολογικής εκμετάλλευσης των μαρμάρων της περιοχής, είναι κάλυψη μαρμαροφόρων κοιτασμάτων με λατύπη, γεγονός που δυσχεραίνει σοβαρά την εξόρυξη.

Σήμερα οι επιχειρήσεις μαρμάρου που λειτουργούν στην περιοχή Τρανοβάλτου είναι 11. Διαθέτουν σχεδόν όλες λατομεία και είναι εξοπλισμένες με μηχανήματα σύγχρονης τεχνολογίας για την κοπή και το φινίρισμα των μαρμάρων. Στα λατομεία και τα εργοστάσια της

περιοχής απασχολούνται συνολικά περίπου 300 άτομα από το Τρανόβαλτο αλλά και από τις γύρω περιοχές.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ολόκληρη η λατομική έκταση είναι κοινοτική, δηλαδή όλα τα λατομεία είναι μισθωμένα από την κοινότητα Τρανοβάλτου. Οι άδειες εκμετάλλευσης των λατομείων όλων των παραπάνω λατομείων έχουν δεκαπενταετή διάρκεια. τα μισθώματα που καταβάλλονται στην Κοινότητα είναι το πάγιο μίσθωμα που καθορίζονται σύμφωνα με την λατομική έκταση κάθε επιχείρησης και το αναλογικό μίσθωμα που ανέρχεται στο 8% της αξίας της πρώτης ύλης για τα μάρμαρα βάσει τιμολογίου και στο 10% για τα υποπροϊόντα (ρετάλια) βάσει τιμολογίου. Τα έσοδα της Κοινότητας από τα μισθώματα των λατομείων της περιοχής δεν είναι ευκαταφρόνητα. Αρκεί να σημειωθεί ότι το 1993 ανήλθαν στα 23 εκατομμύρια δραχμές.



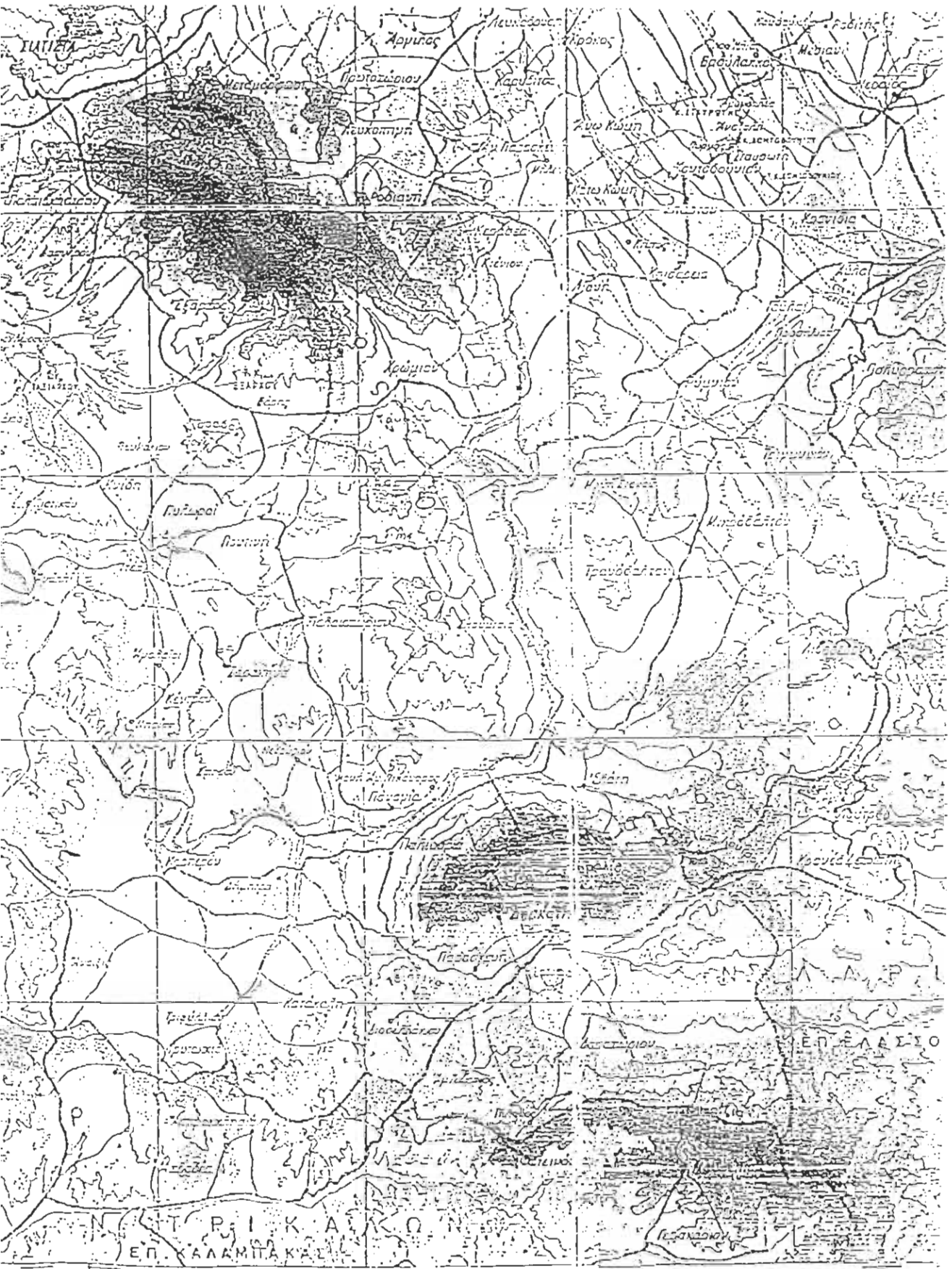
## 1.2 Θέση - Μορφολογία

Η υπό μελέτη περιοχή βρίσκεται 3,5 Km νότια της ιζηματογενούς λεκάνης Κοζάνης - Σερβίων και 1,5 Km περίπου δυτικά του χωριού τρανοβάλτου (χάρτης 1).

Αποτελεί την πιο ενδιαφέρουσα περιοχή εξόρυξης λευκού και τεφρόλευκου μαρμάρου του Ν. Κοζάνης, αλλά και Πανελλαδικά λόγω καλών ποιοτικών χαρακτηριστικών όπως προκύπτουν από τις φυσικομηχανικές ιδιότητες, την χημική ανάλυση και την ορυκτολογική σύσταση.

Τοπογραφικά η περιοχή τοποθετείται σε γεωγραφικό πλάτος  $40^{\circ} 03' 45''$  -  $40^{\circ} 07' 50''$  και γεωγραφικό μήκος  $21^{\circ} 48' 30''$  -  $21^{\circ} 50' 45''$  και υψόμετρο 850m - 990m.

Η διεύθυνση των στρωμάτων μαρμάρου είναι Β - Ν έως Β -  $30^{\circ}$  Δ με κλίση  $25^{\circ}$  -  $30^{\circ}$  από Δ - ΒΔ έως Δ - ΝΔ. Η εκμετάλευση αναπτύσσεται σε μια ζώνη με διεύθυνση Β - Ν στη θέση Αλωναράχη. (Χάρτης II)



Χάρτης 1: Γεωγραφικός χάρτης. Κλίμακα 1:20.000

Χάρτης 11: Γεωλογικός χάρτης και τομή.

Κλίμακα 1:50.000

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

**ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ**

ΠΛΙΣΤΟΚΑΤΙΟ-ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΤΙΟ  
 -βασιλιά και σύγχρονα  
 κορήματα και κώνοι  
 κορημάτων

ΠΙ-ΡΕ  
 -λιμνάζες και χερσαίες  
 αποθέσεις

**ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ**

-σύμπλεγμα οφιόλιθων

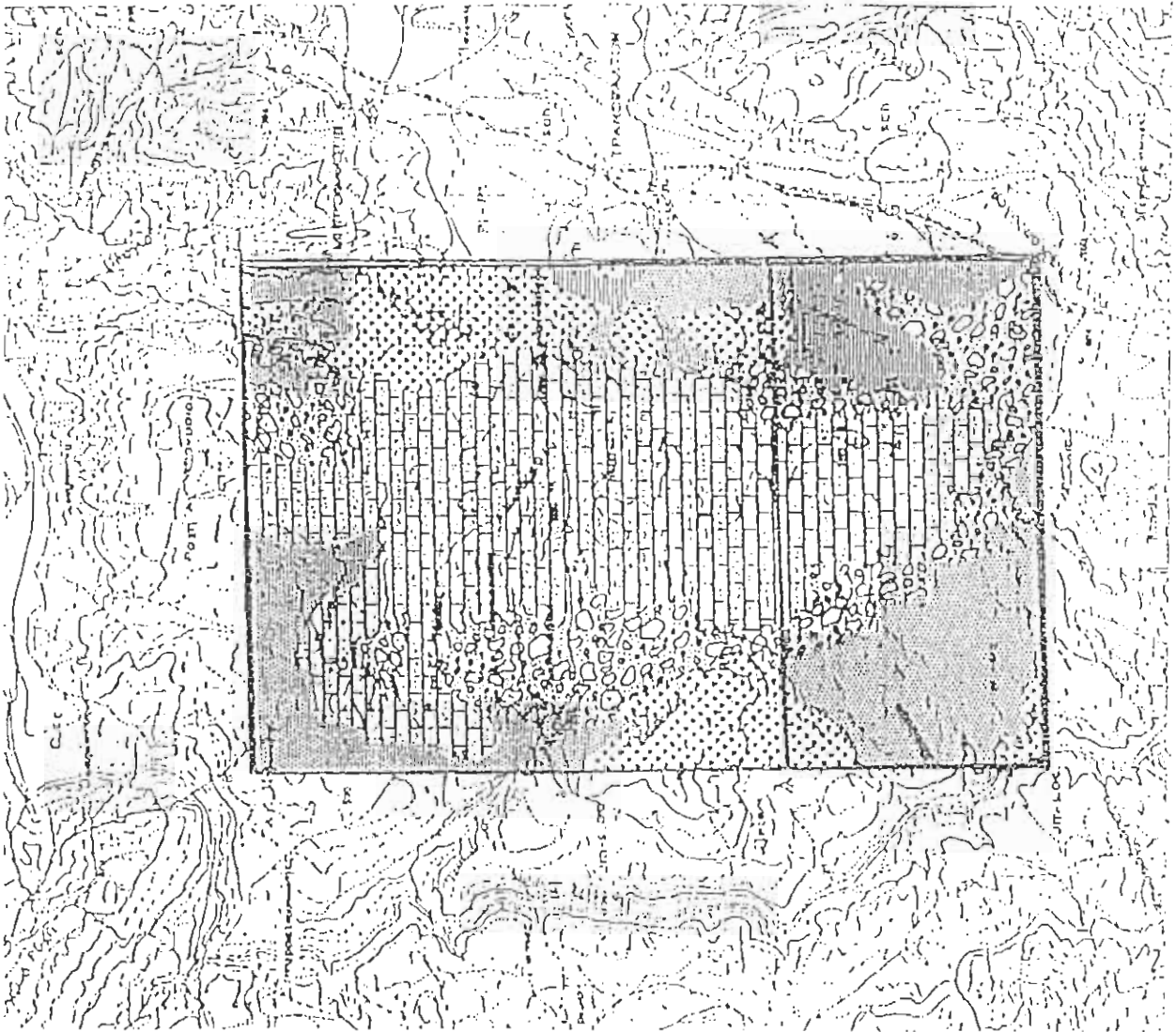
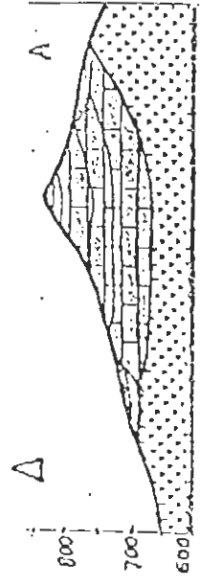
**ΑΝ. ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ-ΑΝ. ΚΡΗΤΙΑΚΟ**

-κρυσταλλικοί σβεστολιθοί

**ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣΧΙΣΤΩΔΗΣ**

-εχιστόλιθοι και γυένιοι

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ Α - Α'



### 1.3 Γενικά περί μάρμαρου

Γεωλογικά, πετρολογικά, "Μάρμαρο" είναι το πέτρωμα που έχει προέλθει από την ανακρυστάλλωση του ασβεστόλιθου.

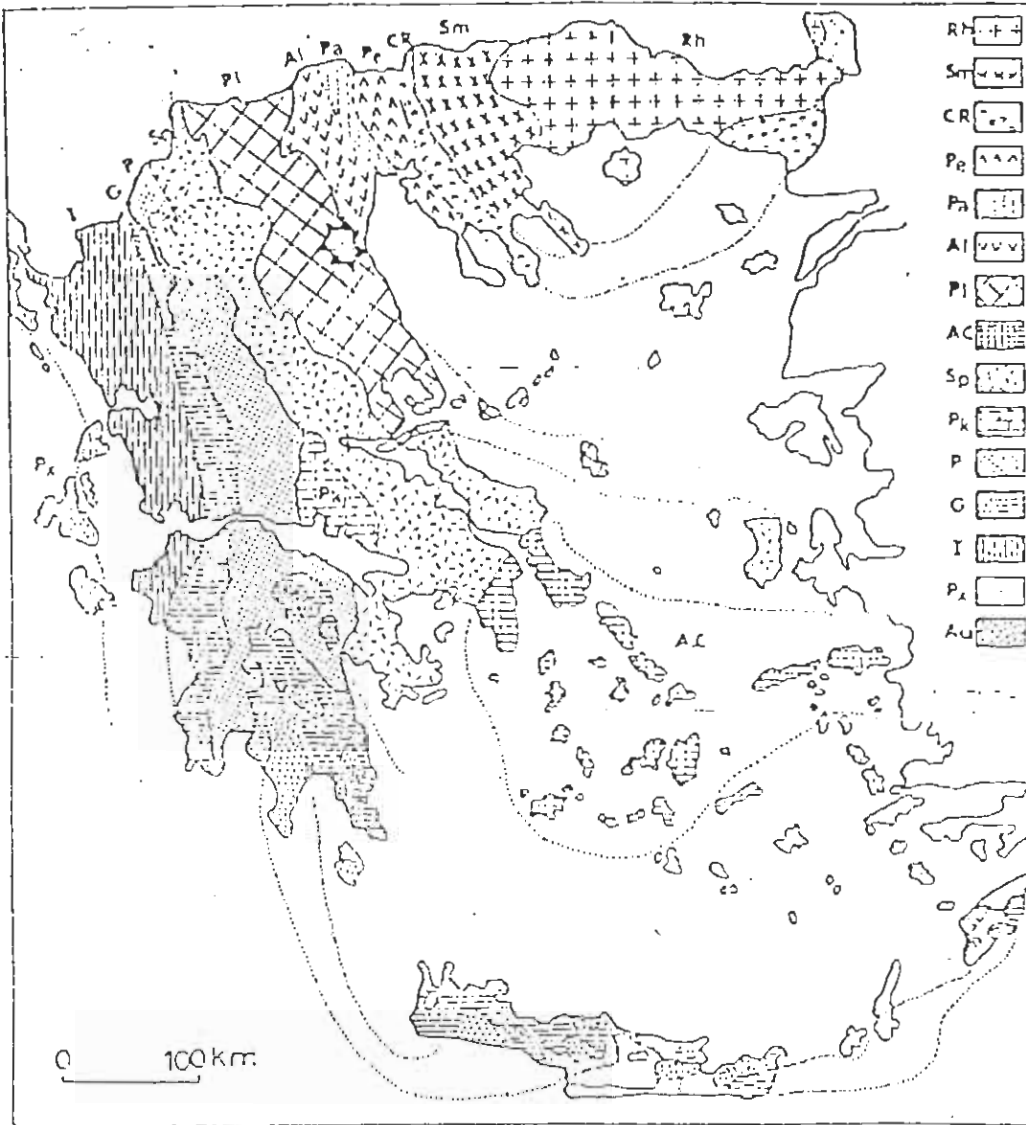
Στον ασβεστόλιθο οι κόκκοι του ασβεστίτη είναι πολύ μικροί αόρατοι ακόμα και στο μικροσκόπιο. Όταν όμως ο ασβεστόλιθος βρεθεί σε βαθύτερα μέρη του φλοιού της γής όπου επικρατούν ψηλότερες πιέσεις και θερμοκρασίες από τις συνηθισμένες, υφίσταται τη λεγόμενη μεταμόρφωση, δηλαδή μεταμορφώνεται σ' ένα πέτρωμα με κύριο συστατικό πάλι τον ασβεστίτη, με διαφορετική όμως κοκκομετρική σύσταση (ιστός). Οι αρχικοί αόρατοι κόκκοι του ασβεστίτη, μέσω της διαδικασίας της ανακρυστάλλωσης, συνενώνονται προς μεγαλύτερους κόκκους, που γίνονται ορατοί ακόμα και με γυμνό μάτι. Αυτό το πέτρωμα με τον αλλαγμένο ιστό του ασβεστίτη είναι το μάρμαρο.

Τεχνολογικά τα μάρμαρα του Τρανοβάλτου ανήκουν στην κατηγορία των γνήσιων μαρμάρων, δηλαδή των μαρμάρων που δημιουργήθηκαν με τον τρόπο που αναφέρθηκε.

### 1.4 Γεωλογία - Τεκτονική

Τα μάρμαρα Τρανοβάλτου ανήκουν λιθοστρωματογραφικά και τεκτονικά στη βάση των Τριαδικών - Ιουρασικών ανθρακικών πετρωμάτων της Πελαγονικής Ενότητας (σχ. 1).

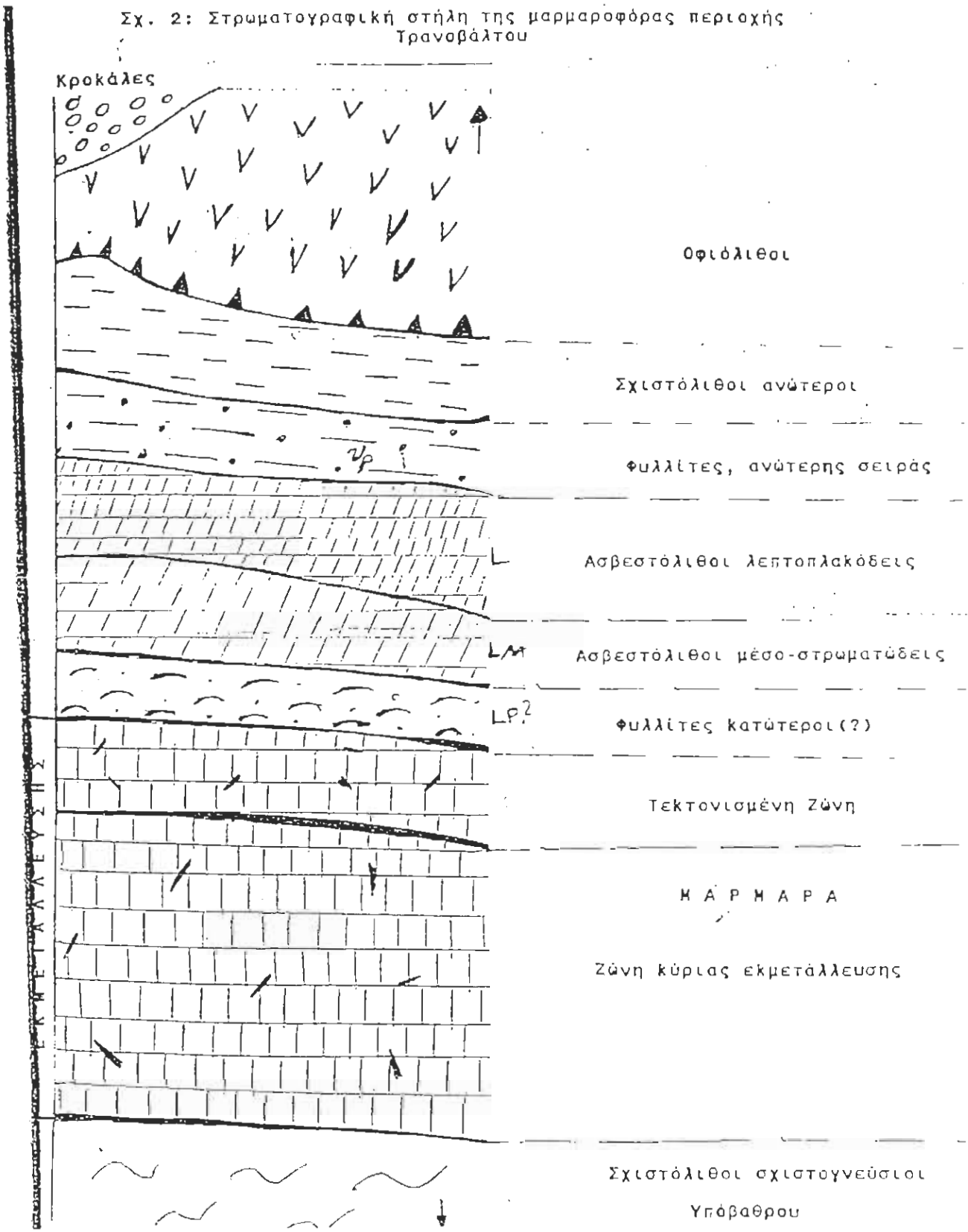
Τα υποκείμενα στρώματα των μαρμάρων αποτελούνται από σχιστόλιθους και σχιστογνεύσιους της πελαγονικής ζώνης ενώ υπέρκεινται τεκτονικά οι κατώτεροι φυλλίτες (χωρίς να είμαστε σίγουροι), ασβεστόλιθοι λεπτοπλακώδεις και μεσο-στρωματώδεις,



Σχ.1: Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών. Rh: Μάζα της Ροδόπης, Sm: Σερβομακεδονική μάζα, CR: Περιοδοσική ζώνη (Pe: Ζώνη Παιονίας, Pa: Ζώνη Παϊκού, Al: Ζώνη Αλμωπίας) = Ζώνη Αξιού, PI: Πελαγονική ζώνη, Ac: Αττικο - Κυκλαδική ζώνη, Sp: Υποπελαγονική ζώνη, Pk: Ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας, P: Ζώνη Πίνδου, G: Ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης, I: Ιόνιος ζώνη, Pk: Ζώνη Παξών ή Προαπούλια, Au: Ενότητα «Ταλέα όρη - πλακώδεις ασβεστόλιθοι» πιθανόν της Ιονίου ζώνης.

(Κατά Mountrakis et al. 1985).

Σχ. 2: Στρωματογραφική στήλη της μαρμαροφόρας περιοχής Τρανοβάλτου



φυλλίτες ανώτερης σειράς, σχιστόλιθοι και οφιόλιθοι του Βούρινου (σχ. 2).

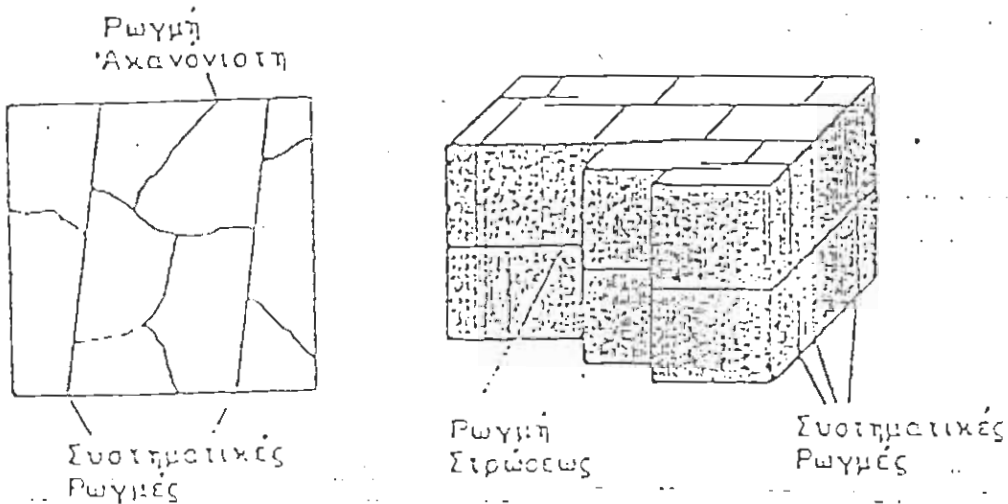
Οι έντονες ορογενετικές κινήσεις της περιοχής, είχαν σαν αποτέλεσμα το μάρμαρο να υποστεί έντονο τεκτονισμό, πτυχώσεις, και ρωγμές σ' όλες τις κλίμακες, με συνέπεια να έχουμε μικρό συντελεστή αποληψιμότητας κατά την εκμετάλευσή του.

Ρωγμή είναι μια θραυσιγενής επιφάνεια του πετρώματος η οποία είναι περισσότερο ή λιγότερο επίπεδη. Αν δούμε τη ρωγμή κατά μήκος θα παρατηρήσουμε ότι δεν έχει επέλθει αισθητή μετακίνηση των εκατέρωθεν αυτής τεμαχίων. Οι ρωγμές είναι αυτές που καθορίζουν το μέγεθος του ογκόλιθου που πρόκειται να εξορυχθεί, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται το κόστος εξόρυξης.

Οι ρωγμές είναι αποτέλεσμα θλιπτικών, εφελκυστικών και διατμητικών τάσεων. Μπορούν να ταξινομηθούν σε:

**Συστηματικές:** που είναι περισσότερο επίπεδες και δημιουργούν συστήματα ρωγμών παράλληλων εως σχεδόν παράλληλων. Ονομάζονται και βασιλικοί κομοί.

**Ακανόνιστες:** που είναι συνήθως καμπύλες που καταλήγουν σε συστηματικές ρωγμές. Ονομάζονται κομοί (σχ. 3).



Σχ. 3 : Είδη ρωγμών

Το άνοιγμα των ρωγμών κυμαίνεται από μερικά εκατοστά έως μερικά μέτρα. Τις περισσότερες φορές αυτά τ' ανοίγματα αποτελούν δίκτυο αγωγών για το νερό, που μετά τις ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις εισέρχεται μέσω αυτών σε βαθύτερα στρώματα, μεταφέροντας οξείδια (Fe, Mn, Mg, κ.α.), άργιλλο και συντριμένο πέτρωμα. Τα τελευταία αποτελούν το υλικό πλήρωσης των ρωγμών, υλικό το οποίο έχει μεγάλη σημασία για την εξόρυξη των ογκολίθων καθώς και για την ασφάλεια του εργατοτεχνικού προσωπικού του λατομείου. Στην περίπτωση μάλιστα που οι ρωγμές πληρώνονται από ασβεστίτη, χαλαζία, δολομίτη δίνουν στο μάρμαρο διακοσμητικά χρωματικά σχέδια.

Το νερό όμως, που διέρχεται μέσα από τις ρωγμές δρα και ως διαλυτικό μέσο για το  $\text{CaCO}_3$  παρουσιάζοντας έτσι συχνά, σε πολλές θέσεις του μαρμάρου, καρστικά φαινόμενα.

### 1.5 Ιστός - Υφή - Ορυκτολογία μαρμάρων Τρανοβάλτου

Τα μάρμαρα Τρανοβάλτου έχουν γρανοβλαστικό ιστό και σύμφωνα με το μέγεθος των κόκκων τους χαρακτηρίζονται από λεπτοκοκκώδη ιστό (0,33 - 0,1 mm). Όσο για την υφή τους αυτή είναι λεπτοκρυσταλλική και ελαφρώς προσανατολισμένη.

Τα κύρια ορυκτολογικά συστατικά είναι:

Ασβεστίτης ( $\text{CaCO}_3$ )

Δολομίτης ( $\text{CaCO}_3$  .  $\text{MgCO}_3$ )

Χαλαζίας ( $\text{SiO}_2$ )

Μοσχοβίτης

Αυτά επηρεάζουν αισθητά τις τεχνικές ιδιότητες και το χρώμα του μαρμάρου. Έτσι:

Ο χαλαζίας μειώνει την ικανότητα στιλβώσεως και αυξάνει την αντοχή σε μηχανικές και αποσθρωτικές επιδράσεις σε αντίθεση με τον δολομίτη που τις μειώνει με αποτέλεσμα το μάρμαρο να φθείρεται ταχύτερα. Ο μοσχοβίτης πάλι αυξάνει τη σχιστότητα. Το μεγάλο



ποσοστό του ασβεστίτη σε συνδυασμό με τα χαμηλά ποσοστά των υπολοίπων συστατικών δίνουν το λευκό χρώμα με τις διάφορες αποχρώσεις.

Πιο συγκεκριμένα στην περιοχή εξορύσσονται, σε σχέση με το χρώμα, οι εξής τύποι μαρμάρων:

- Λευκά (Ασβεστίτης)
- Λευκά με λίγες γκρι αποχρώσεις
- Ημίλευκα με σύννεφα
- Μαύρα με λευκές ρίγες

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνεται η επί τοις εκατό κατά βάρος περιεκτικότητα των κυρίων ορυκτολογικών συστατικών του μαρμάρου Τρανοβάλτου.

**Πίνακας: Η % Κ.β ορυκτολογική σύσταση των μαρμάρων  
Τρανοβάλτου**

<b>Ορυκτολογική σύσταση Mineralogical Composition</b>	<b>βάρος % Weight %</b>
<b>Ασβεστίτης [Calcite]</b>	<b>98%</b>
<b>Δολομίτης [Dolomite]</b>	<b>1%</b>
<b>Χαλαζίας [Quartz]</b>	<b>0,5%</b>
<b>Μοσχοβίτης [Moscovite]</b>	<b>0,5%</b>

## 1.6 Χημική σύσταση

Για την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών του μαρμάρου όπως γνωρίζουμε, είναι ανάγκη να έχουμε υπόψη μας εκτός των άλλων ιδιοτήτων και τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων. Πράγματι το ποσοστό συμμετοχής των διαφόρων οξειδίων καθορίζει και την καταλληλότερη χρήση του μαρμάρου.

Οι χημικές αναλύσεις που έγιναν σε αντιπροσωπευτικά δείγματα από διάφορα σημεία του κοιτάσματος των μαρμάρων στην περιοχή Τρανοβάλτου, έδωσαν σε περιεκτικότητες επί % κ.β τη χημική σύσταση που φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας: Η χημική σύσταση των μαρμάρων Τρανοβάλτου**

Χημικές ανάλυση Chemical Analysis	Βάρος % Weight %
CaO	53,5
MgO	2,15
SiO <sub>2</sub>	0,11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,20
K <sub>2</sub> O	0,02
Na <sub>2</sub> O	0,04
MnO	0,01
CO <sub>2</sub>	44,40

### 1.7 Φυσικομηχανικές ιδιότητες

Οι φυσικομηχανικές ιδιότητες καθορίζουν τη συμπεριφορά του μαρμάρου στη διάτρηση (η ταχύτητα διάτρησης αντιστρόφως ανάλογη της αντοχής σε θλίψη και της σκληρότητας του μαρμάρου) και στη κοπή αντιστρόφως ανάλογη της σκληρότητας του μαρμάρου).

Στην περιοχή Τρανοβάλτου οι φυσικομηχανικές ιδιότητες που προέκυψαν μετά από δοκιμές τεχνικής καταλληλότητας που πραγματοποιήθηκαν σε αντιπροσωπευτικά δοκίμια μαρμάρου, σύμφωνα με τους κανονισμούς βόρειας Αμερικής (πρότυπα ASTM) και της Γερμανίας (πρότυπα DIN) έχουν καταχωρηθεί στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας:

Φυσικομηχανικές ιδιότητες Physical & Mechanical Properties	
Ιδιότητες	Τιμές
Φαινόμενο ειδικό βάρος	2718 Kg/m <sup>3</sup>
Απορροφητικότητα	0,12 % (κ.β.)
Αντοχή σε θλίψη	1,184 Kg/cm <sup>2</sup>
Αντοχή σε κάμψη	227 Kg/cm <sup>2</sup>
Μέτρο ελαστικότητας	705,4 Kg/cm <sup>2</sup>
Αντοχή στη τριβή	5,92 mm
Μικροσκληρότητα	139,7 Kg/mm <sup>2</sup>

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο βαθμός σπουδαιότητας που έχουν ορισμένες από τις φυσικομηχανικές ιδιότητες των μαρμάρων, που αναφέρονται στο προηγούμενο κεφάλαιο, ανάλογα με τη χρήση τους.

Με τέσσερις αστερίσκους (\*\*\*\*) χαρακτηρίζεται ο εξαιρετικά υψηλός βαθμός σπουδαιότητας, με τρεις (\*\*\*) ο μεγάλος, με δύο (\*\*) ο μέτριος και με έναν αστερίσκο (\*) ο μικρός βαθμός σπουδαιότητας.

Από τον πίνακα αυτόν, όπου αναφέρονται μερικές χαρακτηριστικές μόνο χρήσεις των μαρμάρων, είναι προφανής η σημασία των φυσικομηχανικών ιδιοτήτων στην επιλογή της καταλληλότερης χρήσης τους.

Μάρμαρα π.χ. με μεγάλη υδατοπερατότητα (υψηλό συντελεστή εμποτισμού) είναι ακατάλληλα για εξωτερικές ορθομαρμαρώσεις και επικαλύψεις στεγών και εντελώς ακατάλληλα για εξωτερικές δαπεδοστρώσεις. Ομοίως μάρμαρα με μικρή αντοχή στην κρούση μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ορθοστρώσεις, αλλά όχι σε δαπεδοστρώσεις και κυρίως σε επιστρώσεις κλιμάκων.

Σημειώνεται επίσης ότι ορισμένες ιδιότητες των μαρμάρων επηρεάζουν το κόστος αυτών και επομένως έμμεσα τη χρήση τους.

Για παράδειγμα αναφέρεται η Μικροσκληρότητα Κνοορ που παίζει σημαντικό ρόλο στο κόστος κοπής των μαρμάρων.

Πίνακας:

Βαθμός σπουδαιότητας των φυσικομηχανικών ιδιοτήτων των μαρμάρων ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται

ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ					
	Ορθομαρμαρώσεις		Δαπεδοστρώσεις		Επιστρώσεις κλιμάκων	Επικαλύψεις Στεγών
	Εξωτερικές	Εσωτερικές	Εξωτερικές	Εσωτερικές		
Ογκομετρικό βάρος	*	*	*	*	*	*
Υδατοπερατό- τητα	***	*	*****	**	**	***
Θλιπτική Αντοχή	**	**	***	***	***	**
Εφελκυστική Αντοχή	***	***	**	**	*****	**
Αντοχή στη φθορά / τριβή	*	*	*****	*****	*****	*
Αντοχή σε κρούση	*	*	***	***	*****	**
Συντελεστής θερμ.διαστολή ς	*****	**	***	**	**	*
Αντοχή σε αραια οξέα	***	*	*****	***	***	***

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

### II.1 Γενικά για την εκμετάλλευση

Τα κοιτάσματα μαρμάρου που υπάρχουν στην Ελλάδα εμφανίζονται κυρίως σε στρωματοειδή μορφή, μικρού, μέσου ή μεγάλου πάχους με κλίσεις στρωμάτων διάφορες.

Η εκμετάλλευση των μαρμάρων γίνεται με υπαίθριες ή υπόγειες μεθόδους. Κριτήρια για την εκλογή της μεθόδου εκμετάλλευσης είναι: κατά κύριο λόγο η σχέση αποκάλυψης. Η σχέση αποκάλυψης είναι ο λόγος του όγκου του άχρηστου γενικά πετρώματος που πρέπει να εξορυχθεί (υπερκείμενα στείρα, πέτρωμα που είναι ακατάλληλο για την παραγωγή ογκομαρμάρου) προς το σύνολο των ογκομαρμάρων που θα εξορυχθούν και κατά δεύτερο λόγο:

- Η επέκταση του κοιτάσματος σε βάθος (σε κοιτάσματα μικρής έκτασης, σε βάθος μερικές δεκάδες μέτρα, η υπόγεια εκμετάλλευση κρίνεται ασύμφορη).
- Η τεκτονική μορφή του κοιτάσματος (έντονα τεκτονισμένες ζώνες αυξάνουν την σχέση αποκάλυψης).  
Η τοπογραφία του κοιτάσματος (αν είναι έντονο ή όχι το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής).  
Η ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος (η υπόγεια εκμετάλλευση δεν επιφέρει περιβαλλοντολογικές καταστροφές).

Συνήθως στα κοιτάσματα μαρμάρου που εκμεταλλεύομαστε στην Ελλάδα, το πάχος των υπερκείμενων στειρών είναι μικρό με αποτέλεσμα να εφαρμόζεται υπαίθρα εκμετάλλευση.

Η υπόγεια εκμετάλλευση καθίσταται ασύμφορη με τα παραπάνω δεδομένα στον Ελλαδικό χώρο και όπου αυτή εφαρμόζεται, κυρίως στην Ιταλία, γίνεται με την μέθοδο θαλάμων και στύλων.

## II.2 Προϊόντα Λατομείου

Κύριο προϊόν της εκμετάλευσης στο λατομείο είναι το ογκομάρμαρο.

Τα ογκομάρμαρα είναι ορθογωνισμένοι όγκοι μαρμάρου που τα μήκη των ακμών κυμαίνονται από 1 μέχρι 3 μέτρα, με αποτέλεσμα το βάρος τους να κυμαίνεται από 3 tn έως 10 tn. Το ορθογωνισμένο σχήμα των όγκων επιβάλλεται για να περιοριστούν οι απώλειες κατά την διάρκεια της επεξεργασίας τους στα σχιστήρια για την παραγωγή πλακών. Επιδιώκονται όσο το δυνατόν μεγαλύτερων διαστάσεων ογκομάρμαρα για την αποδοτικότερη επεξεργασία του. Αυτό όμως δεν μπορεί να γίνεται σε απεριόριστο βαθμό γιατί το μάρμαρο όπως αναφέρθηκε παρουσιάζεται έντονα τεκτονισμένο.

Παράλληλα με τα ογκομάρμαρα παράγονται και τα ξωφάρια ή μώλοι.

Τα ξωφάρια ή μώλοι είναι όγκοι με ακανόνιστο σχήμα και έχουν σχετικά μεγάλες διαστάσεις. Από αυτούς έχουμε τη δυνατότητα να παράγουμε κυρίως πλακίδια, εξαιτίας όμως του ακανόνιστου σχήματος τα ξωφάρια απαιτούν μεγαλύτερη κατανάλωση σε ενέργεια και μεγαλύτερη φθορά κοπτικών εργαλείων ανά παραγόμενο τετραγωνικό μέτρο πλακών απ' ότι στα ογκομάρμαρα.

Ακόμη οι παραγόμενες πλάκες είναι μικρότερες απ' αυτές των ογκομαρμάρων και κατά συνέπεια μικρότερης αξίας.

## II.3 Φάσεις της εκμεταλλεύσεως στα λατομεία Τρανοβάλτου

Οι διαδοχικές φάσεις εκμετάλευσης είναι οι παρακάτω:

- 1) Προσπέλαση
- 2) Αποκάλυψη
- 3) Περιχάραξη - Προετοιμασία των μετώπων για την εξόρυξη των ογκομαρμάρων
- 4) Εξόρυξη ογκομαρμάρων
- 5) Αποκόλληση και ανατροπή του εξορυχθέντος όγκου. Ορθογωνισμός
- 6) Αποκομιδή - Απόρριψη στείρων εκμετάλλευσης
- 7) Φόρτωση - Μεταφορά όγκων

### II.3.1 Προσπέλαση

Οι προσπελάσεις αφορούν την διάνοιξη του βασικού δικτύου δρόμων που θα μας οδηγήσουν στο κοίτασμα, καθώς και στα μέτωπα εργασίας. Για την κύρια προσπέλαση απαιτείται η χάραξη του δικτύου σε χάρτη κλίμακας 1 : 2000 ενώ για τις δευτερεύουσες προσπελάσεις στα μέτωπα χάραξη σε χάρτη κλίμακας 1 : 1000 έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ομαλή κλίση και το μήκος των δρόμων. Αυτή η κλίση δεν πρέπει να υπερβαίνει το 10% και κατά προτίμηση είναι 6 - 8 %. Το πλάτος των δρόμων προσπέλασης είναι 4 - 8 m.

Εκτός από την κατασκευή των παραπάνω δρόμων είναι απαραίτητη και η διαμόρφωση μιας πλατείας σε κάθε μέτωπο εξορύξεως, δηλαδή ενός σχετικά επιπέδου χώρου στον οποίο γίνεται η συγκέντρωση των προϊόντων του λατομείου πριν από την φόρτωσή τους.

Για τις εργασίες αυτές χρησιμοποιούνται ερπυστριοφόροι φορτωτές τύπου HANOMAG K5 και KATERPILLAR 955K, εκρηκτικές ύλες όταν το έδαφος είναι βραχώδες ή ερπυστριοφόροι φορτωτές και προωθητήρες γαιών τύπου D7, D8, D9 εφοδιασμένοι με Ripper (μηχανικό άροτρο), όταν το έδαφος είναι μαλακό.

### II.3.2 Αποκάλυψη

Στόχος της φάσεως αυτής είναι το ξεσκεπάσμα των στρωμάτων μαρμάρου από τα υπερκείμενα υλικά που τα καλύπτουν.

Γι' αυτό και είναι απόλυτα αναγκαίο να υπάρχει ένα σημαντικό προβάδισμα στην πρόοδο του μετώπου αποκαλύψεως από τα μέτωπα εξόρυξης για λόγους καλής διοργάνωσης εργασίας, διευκόλυνσης της εξορύξεως των προϊόντων λατομείου και ασφάλειας.

Η αποκάλυψη του κοιτάσματος συνίσταται στην αρχική αποκάλυψη και στην συνεχιζόμενη. Στην αρχική αποκάλυψη γίνεται η εξόρυξη εκείνων των υπερκειμένων στειρών που είναι απαραίτητο να απομακρυνθούν για να μπορεί ν' αρχίσει η εξόρυξη των πρώτων



ογκομαρμάρων. Η συνεχιζόμενη που ακολουθεί αμέσως μετά την αρχική είναι απαραίτητη για να μην εμποδίζεται η παραπέρα εκμετάλευση του μαρμαροφόρου ορίζοντα μέχρι τέλους της ζωής του λατομείου.

Ο τρόπος και τα μέσα που θα χρησιμοποιηθούν για την αποκάλυψη εξαρτώνται από το είδος των υπερκειμένων πετρωμάτων και πως αυτά συνδέονται με τα στρώματα του μαρμάρου. Στην περίπτωση μας πρόκειται για σκληρά ή ημίσκληρα πετρώματα στενά συνδεδεμένα με το στρώμα μαρμάρου.

Όπου το πέτρωμα εμφανίζεται έντονα τεκτονισμένο χρησιμοποιείται μηχανοκίνητος εξοπλισμός που αποτελείται από ερπυστριοφόρο προωθητήρα, νύχι και εκσκαπτικό πτύο (τσάπα) (σχ. 4).



Σχ. 4: Τσάπα ή εκσκαπτικό πτύο

Πολλές φορές όμως συμβαίνει να συναντάται συμπαγής όγκος στείρου πετρώματος, που είναι λογικά αδύνατο να αποκολληθεί μόνο με τα παραπάνω μηχανήματα, γι' αυτό και χρησιμοποιείται κι εκρηκτική ύλη. Αυτό γίνεται για να βοηθήσει την αποκόλληση, αφού μετά την έκρηξη τα ελκυόμενα αέρια χαλαρώνουν την συνοχή των πετρωμάτων.

Παρατηρούνται ακόμη, στα όρια επαφής του μαρμάρου με σχιστόλιθο, ασβεστολιθικοί όγκοι οι οποίοι κατά την μεταμόρφωση δεν μετατράπηκαν σε μάρμαρο αλλά σε κάτι μεταξύ ασβεστολίθου και σχιστόλιθου. Το υπερκείμενο αυτό πράσινο σερπεντινιτικό μάρμαρο καλείται "τσερέπα". Η σχετικά μεγάλη σκληρότητα των τμημάτων αυτών καθιστά τη λειτουργία του μηχανολογικού εξοπλισμού αντιοικονομική και επικίνδυνη γι' αυτό σχεδόν πάντα είναι αναγκαία η χρήση εκρηκτικών υλών.

Τα τελευταία χρόνια, στην αποκάλυψη εκτός των εκρηκτικών χρησιμοποιείται και η διαμαντοσυρματοκοπή. Αυτή η μέθοδος (που θα αναλυθεί διεξοδικά στο κεφάλαιο της εξόρυξης) προβλέπεται να αντικαταστήσει πλήρως τα εκρηκτικά, ιδιαίτερα στις θέσεις που εμφανίζονται συνεκτικοί όγκοι μεγάλων διαστάσεων και υπάρχει πιθανότητα στο εσωτερικό τους να περικλείεται μάρμαρο εκμεταλλεύσιμο, και στα σημεία επαφής του κοιτάσματος μαρμάρου με το στείρο πέτρωμα.

### II.3.2.1 Εκρηκτικές ύλες

Για την αποκόλληση του στείρου πετρώματος με χρήση εκρηκτικών υλών, γίνεται μια σειρά διεργασιών με πρώτη φάση την όρυξη διατρημάτων.

Ανάλογα με το μέγεθος, τον όγκο και τη θέση του πετρώματος στο μέτωπο εξόρυξης, η αποκόλληση του πραγματοποιείται σε οριζόντιο ή σε κατακόρυφο επίπεδο. Στο συγκεκριμένο λατομείο σχεδόν πάντα τα διατρήματα ορύσσονται οριζόντια (τα λεγόμενα ντούκια) με τη χρήση απλής αερόσφυρας (πιστόλας). Αυτή αποτελεί το βασικό

διατρητικό εργαλείο, είναι κρουστική και λειτουργεί με πεπιεσμένο αέρα 7 ατμοσφαιρών.

Η συνεχής τροφοδοσία της με σταθερής πίεσης αέρα επιτυγχάνεται μέσω ενός αεροσυμπιεστή που είναι μόνιμα εγκατεστημένος σε μέρος αρκετά πιο ψηλά από την πλατεία του λατομείου. Ο πεπιεσμένος αέρας μέσω σωλήνωσης φτάνει στο αεροφυλάκειο και με την βοήθεια ελαστικών σωλήνων μπορεί να δοθεί στα εργαλεία που θα τον χρησιμοποιήσουν. Το λατομείο διαθέτει 3 εμβολοφόρους πετρελαιοκίνητους αεροσυμπιεστές αλλά τις περισσότερες φορές επαρκεί ένας για τις διάφορες εργασίες ημερησίως και συνήθως χρησιμοποιούν τον πιο κανούργιο, της εταιρίας Atlas Copco.

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά αεροσυμπιεστή της Atlas Copco

Τύπος:DT2 E

Πίεση λειτουργίας: 7Atm

Μέγιστη πίεση : 8,8 Kg / cm<sup>2</sup>

Στροφές κινητήρα : 1050 rpm

Πίεση λίπανσης : 2.1 Kp / cm<sup>2</sup>

Πίεση διαφυκτήρα : 7 Kp / cm<sup>2</sup>

Έχει τη δυνατότητα παροχής αέρα σε 2 αερόσφυρες

Τα διατρήματα δεν ορύσσονται ακανόνιστα αλλά στη διαχωριστική επιφάνεια των στρωμάτων και σε αποστάσεις 50 - 100 cm μεταξύ τους. Υπάρχουν βέβαια περιπτώσεις σκληρού πετρώματος ή εμφανίσεις κάποιων ρωγμών όπου η απόσταση μεταξύ των διατρημάτων αυξάνεται σε 1 - 1,5 m. Να τονιστεί ότι σπάνια η όρυξη γίνεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο. Για την γόμωση έπειτα των διατρημάτων η εκρηκτική ύλη που χρησιμοποιείται είναι η μαύρη πυρίτιδα. Αυτή ανήκει στην κατηγορία των βραδύκαυστων εκρηκτικών υλών, με κύρια χαρακτηριστικά της η πολύ μικρή ταχύτητα εκρήξεως.

η ανάπτοιξη μικρών πιέσεων και η σταδιακή και βραδεία ενέργεια (ωστική ενέργεια).

Η μαύρη πυρίτιδα είναι φθηνή, υγροσκοπική με χρόνο ανάφλεξης 1 sec και αποτελείται από:

1) Νιτρικό Κάλιο ( $\text{KNO}_3$ )	75%
2) Καυστικό Υλικό (ξυλάλευρο)	15%
3) Θείο (S)	10%

Το  $\text{KNO}_3$  παρέχει το απαιτούμενο οξυγόνο για την καύση του ξυλάλευρου και του S. Το S αυξάνει την ταχύτητα καύσης και διευκολύνει την ανάφλεξη της πυρίτιδας.

Η μαύρη πυρίτιδα αναφλέγεται εύκολα με τριβή ή κρούση και καίγεται ζωηρά. Η ταχύτητα καύσης φτάνει τα 400 - 500 m / s και εξαρτάται από το μέγεθος των κόκκων οι οποίοι είναι συνήθως σφαιρικοί. Όσο μικρότεροι και περισσότερο λείοι είναι αυτοί, τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα εκρήξεως αυτών.

Η πυρίτιδα διατίθεται στο εμπόριο σε τέσσερις ισχυρότητες με: 60%, 65%, 70% και 75%  $\text{KNO}_3$  κοκκώδη κατάσταση εντός γαλβανισμένων βαρελιών ή σε σκόνη εντός φυσιγγιών. Η εκρηκτική ύλη που χρησιμοποιείται στο συγκεκριμένο λατομείο βρίσκεται σε γαλβανισμένα βαρέλια. Αργότερα ο ειδικός στα εκρηκτικά εργάτης εμπειρικά κατασκευάζει ένα είδος φυσιγγιού κυλλινδρικής μορφής (χαρτί) μήκους 30cm περίπου, το οποίο και θα τοποθετηθεί στο διάτρημα που έχει ήδη ορυχθεί.

Το μέσο με το οποίο καθίσταται δυνατή η από απόσταση μετάδοση της φλόγας στη μάζα της μαύρης πυρίτιδας, κατά κάποιο τρόπο συνεχή και με σταθερή ταχύτητα, είναι η θρυαλίδα ασφαλείας.

Η θρυαλίδα ασφαλείας (κοινώς φυτίλι) έχει εξωτερική διάμετρο 6 mm, αποτελείται από ένα πυρήνα πλήρη με μαύρη πυρίτιδα κωνιώδους μορφής (63%  $\text{KNO}_3$ , 13% ξυλάνθρακας, 24% κωνιώδους μορφής θείο). Η μέση ταχύτητα του πυρήνα αυτού είναι 60 m / s. Γύρω από τον πυρήνα περιτυλίσσεται βαμβακερό νήμα σε δύο, τρεις ή και περισσότερες στρώσεις κατά ελικοειδή τρόπο. Μεταξύ των στρώσεων παρεμβάλλεται μονωτικό υλικό και στρώμα χάρτου.

Η πυρίτιδα του πυρήνα είναι το ενεργό συστατικό, ενώ ο σκοπός του περιμβλήματος είναι η προφύλαξη του πυρήνα από την υγρασία ή από την μηχανική καταστροφή. Για ν' αποφεύγεται η μηχανική καταστροφή ολικά των βραδύκαυστων θρυαλίδων, αυτές διατίθενται στο εμπόριο επάνω σε ξύλινα ή πλαστικά πηνία περιτυλίξεως.

Πριν από την χρήση της η θρυαλίδα πρέπει να κόβεται σε απόσταση 3 cm από το παλιό άκρο, διότι η πυρίτιδα του πυρήνα στο τμήμα αυτό μπορεί να έχει αδειάσει ή να είναι υγρή. Η κοπή γίνεται πάντα υπό ορθή γωνία ως προς τον πυρήνα της πυρίτιδας και το άκρο αυτό εισάγεται στην αξονική οπή του φυσιγγιού, αφού κάνουμε έναν κόμπο και χαραχθεί 5 cm μέχρι ν' αποκαλυφθεί ο πυρήνας της πυρίτιδας. Λοξή τομή της πυρίτιδας δεν επιτρέπεται επειδή με τον τρόπο αυτό υγροποιείται και αδειάζει εύκολα η πυρίτιδα του πυρήνα.

Μετά την παραπάνω κατασκευή (τοποθέτηση της θρυαλίδας στο φυσίγγι) αρχίζει η φάση της γομώσεως, δηλαδή η εργασία τοποθέτησης της εκρηκτικής ύλης μέσα στο διάτρημα.

Τα φυσίγγια της εκρηκτικής ύλης ωθούνται με τον γομωτήρα μέσα στο διάτρημα το ένα μετά το άλλο και συμπιέζονται. Εάν δεν συμπιεστεί καλά το κάθε φυσίγγι μετά την τοποθέτησή του στο διάτρημα θα έχουμε ανομοιόμορφη πυκνότητα γομώσεως, πράγμα που επηρεάζει δυσμενώς την ισχύ του εκρηκτικού.

Οι ισχυρές κρούσεις, για την συμπίεση των φυσιγγίων απαγορεύονται διότι υπάρχει κίνδυνος ανεξέλεγκτης έκρηξης (έκρηξη απροσδόκητη).

Ακολουθεί η επιγόμευση κατά την οποία συμπληρώνεται μερικώς ή ολικώς με αδρανές υλικό (χαλίκια) ο χώρος του διατρήματος που παρέμεινε ελεύθερος μετά τη γόμωση. Σκοπός της είναι η αεροστεγής επικάλυψη της στήλης γομώσεως με αδρανές υλικό μέχρι να επέλθει πλήρης αποσύνθεση της εκρηκτικής ύλης, και η αύξηση του εκρηκτικού κύματος.

Όσο πιο επιμελημένη γίνεται η εργασία, τόσο αποδοτικότερη είναι η αποτελεσματικότητα της έκρηξης κυρίως για την πυρίτιδα, η οποία αποσυντίθεται πλήρως μόνο σε εντελώς κλειστό χώρο.

Αφού τελειώσουν οι παραπάνω εργασίες, να προσέχουμε το μήκος της θρυαλίδας που θα τοποθετηθεί στην καθορισμένη σειρά

πυροδότησης, να μην είναι μικρότερο από 1,5 m. Εφόσον τακτοποιηθεί η θρυαλίδα, ακολουθεί η πυροδότηση, η οποία επιτυγχάνεται με διάφορους πυροδότες (κοινό πυρείο, φλόγα ασετυλίνης, βεγγαλικός πυροδότης).

Μετά την έκρηξη λαμβάνει χώρα η φόρτωση και μεταφορά των στείρων υλικών που έχουν αποκολληθεί ή που θ' αποκολληθούν στη συνέχεια. Δίνεται ιδιαίτερη προσοχή σε περιοχές όπου υπάρχει πιθανότητα εμφάνισης υγειούς μαρμάρου αρκετά ή μη μεγάλων διαστάσεων.

Συνηθίζεται στα λατομεία Τρανοβάλτου στις θέσεις αποκάλυψης που χρησιμοποιείται η συρματοκοπή, όταν εντοπίζεται μάρμαρο προς εκμετάλλευση, να έχουμε και εξόρυξη ογκομαρμάρου. Δηλαδή παρατηρούμε έναν συνδυασμό αποκάλυψης και εξόρυξης.

### II.3.3 Περιχάραξη - προετοιμασία των μετώπων για την εξόρυξη των μαρμάρων

Πριν αναφερθούμε αναλυτικά στην περιγραφή της περιχάραξης και της εξόρυξης κρίνουμε σκόπιμο να ορίσουμε τις χαρακτηριστικές επιφάνειες των μαρμάρων με την ονοματολογία που χρησιμοποιείται στη μαρμαρική τέχνη. Έτσι:

**Πρόσωπο** : Ορίζεται η επιφάνεια που είναι παράλληλη προς την στρώση (νερά).

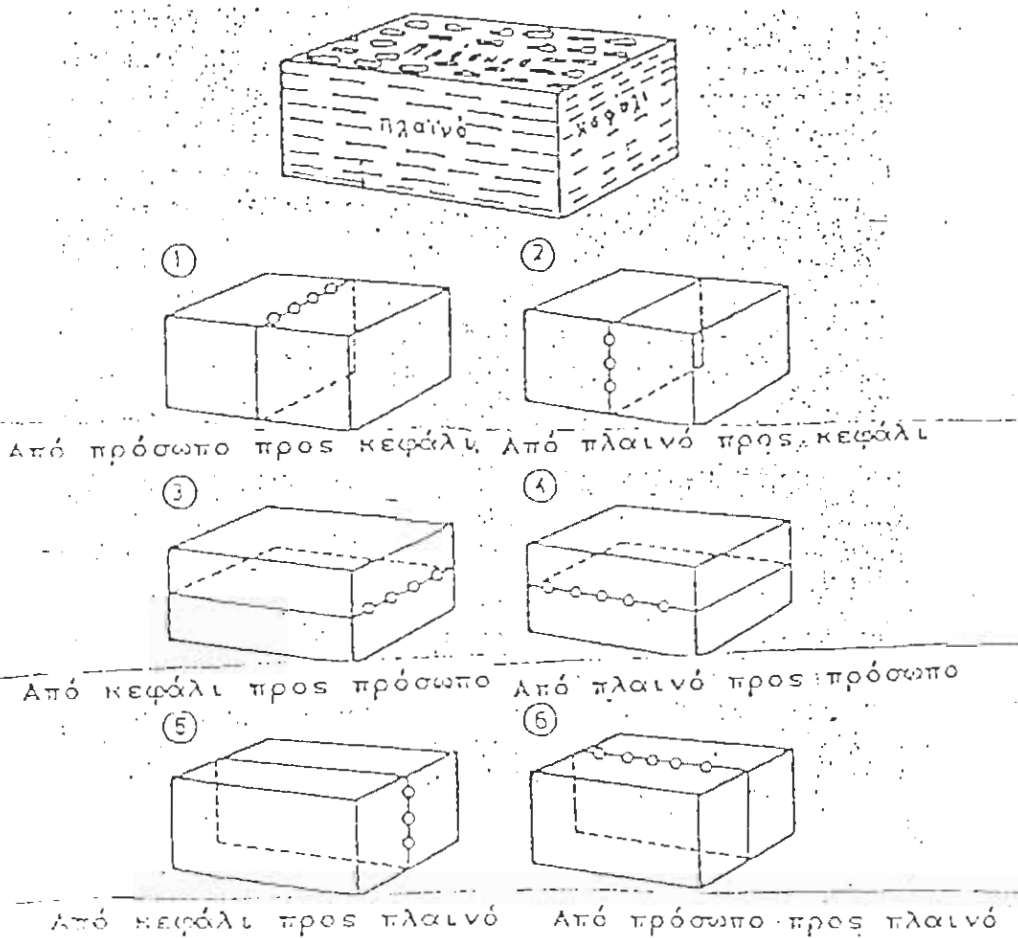
**Μουρέλο** : Ορίζεται η επιφάνεια που είναι παράλληλη προς την παράταξη και κάθετη στη στρώση (παράταξη είναι η τομή που σχηματίζουν το κεκλιμένο επίπεδο ενός στρώματος και το οριζόντιο επίπεδο (είναι ευθεία γραμμή)).

**Κεφάλι** : Ορίζεται η επιφάνεια που είναι κάθετη στις δύο προηγούμενες επιφάνειες. (σχ. 6)

Στόχος της περιχάραξης και προετοιμασίας είναι να προσδιοριστούν όσο το δυνατόν καλύτερα τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του προς εξόρυξη όγκου, να διαπιστωθεί αν έχει

ελαττώματα και να διερευνηθεί, αν είναι δυνατό να εξορυχθεί με μια προσπάθεια ή είναι τμηματική η εξόρυξη του "πάγκου".

Επίσης διερευνάται αν υπάρχουν αρκετές ελεύθερες επιφάνειες, ώστε να διευκολυνθεί η εξόρυξη του όγκου, κι αν δεν υπάρχουν τότε δημιουργούνται.



Σχήμα 6: Επιφάνειες σχισίματος ενός ογκομαρμάρου.  
(Οι σειρές των μικρών κύκλων δείχνουν την κατεύθυνση του γαζώματος με την αερόσφουρα.)

Πολύ συχνά η φάση αυτή είναι ενιαία με της εξόρυξης, με την έννοια ότι και κατ' αυτήν την φάση εξορύσσονται μάρμαρα, ανάλογα με τους κοισματολογικούς χαρακτήρες του μαρμάρου και την εφαρμοζόμενη τεχνολογία κατά την εξόρυξη.

Θα πρέπει ν' αναφέρουμε ότι κατά την εξόρυξη του μαρμάρου από το μητρικό πέτρωμα, απαιτούνται τρεις τουλάχιστον ελεύθερες επιφάνειες. Οι δύο απ' αυτές έχουν ελευθερωθεί, η μία (το πρόσωπο) κατά την αποκάλυψη και η άλλη (το μουρέλο) κατά την ανάπτυξη από την προσπέλαση. Η τρίτη ελεύθερη επιφάνεια θα δημιουργηθεί από τις εργασίες περιχάραξης - προετοιμασίας, όπου η δημιουργία της αποτελεί το λύσιμο του μαρμάρου.

Η διαδικασία που ακολουθείται για το λύσιμο του μαρμάρου είναι:

Καθαρίζονται όσοι "κομοί" έχουν αρκετά μεγάλο πλάτος και ερευνάται ποιοί από τους ομορούς (γειτονικούς) όγκους, είναι χρήσιμοι και ποιοί άχρηστοι. Επίσης αναζητούμε τις ζώνες στείρων που εμφανίζονται στο μέτωπο και τις ζώνες μαρμάρων όπως αυτές ορίζονται από τα τεκτονικά πετρώματα.

Ο τρόπος και οι τεχνικές επέμβασης εξαρτώνται από την ύπαρξη ή όχι κομών στην περιοχή επέμβασης, παραλλήλων προς την επιδιωκόμενη επιφάνεια. Στην περίπτωση εμφάνισης δύο κεντρικών κομών παραλλήλων προς τα "κεφάλια", που διαχωρίζουν σαφώς το περιεχόμενο πέτρωμα από το υπόλοιπο, η εξόρυξη του θα μπορούσε να γίνει εφόσον το μεταξύ των κομών πέτρωμα είναι άχρηστο, με προσεκτική χρήση εκρηκτικών υλών και με όρυξη κατακορύφων ή οριζοντίων διατρημάτων (Φ 34 mm), γομουμένων συνεχώς ή διακοπτόμενα με μαύρη πυρίτιδα.

Σε μια άλλη περίπτωση ζώνης στείρων που δεν παρατηρείται χαρακτηριστικός κομός παράλληλος προς τα κεφάλια, τότε με μια τομή με συρματοκοπή τύπου διαμαντέ επιτυγχάνουμε την δημιουργία κομού (τεχνητός κομός), διευκολύνοντας έτσι την εξόρυξη της ζώνης στείρων.



Στην περίπτωση που δεν εμφανίζονται ζώνες στείρων απόλυτα εξακριβωμένες, αλλά υπάρχει υποψία για υγιές πέτρωμα με μικρό συντελεστή απόληψης, ενδείκνυται η δημιουργία δύο τεχνητών ελαφρώς συγκλινόντων κομών με συρματοκοπή και εκσκαφή του μεταξύ τους πετρώματος, με εξόρυξη οριζοντίων διατρημάτων (ντούκια) διαμέτρου 40 mm και με απόσταση το ένα από το άλλο 0,3 - 0,5 m με αερόσφουρα και γόμωση τους με μαύρη πυρίτιδα. Οι διαστάσεις της τομής του πετρώματος κατ' αυτόν τον τρόπο καθορίζονται από τα κοισματολογικά χαρακτηριστικά και από τις δυνατότητες του διατιθέμενου μηχανολογικού εξοπλισμού. Έτσι το βάθος (μήκος) της τομής μπορεί να φθάσει τα 10 m ή και περισσότερο, το δε πλάτος (απόσταση τεχνητών κομών) δεν μπορεί να είναι μικρότερα των 3 m για μικρού βάθους τομές ή των 5 m για τομές μεγάλου βάθους, εφόσον το εξορυσσόμενο πέτρωμα θα "τραβηχτεί" με ερπυστριοφόρο φορτωτή. Για τομές μέσου βάθους το πλάτος μπορεί να ελαχιστοποιηθεί στα όρια του πτύου του υδραυλικού εκσκαφέα εφ' όσον αυτός χρησιμοποιηθεί για το καθάρισμα της τομής.

Πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερα ότι η χρησιμοποίηση εκρηκτικών για το "λύσιμο" των μαρμάρων πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτικά σε οποιαδήποτε περίπτωση, διότι αστοχία σ' αυτήν την φάση σημαίνει και ανεπανόρθωτες ζημιές στα παρακείμενα μάρμαρα (σπασίματα κ.λ.π.).

### II.3.4 Εξόρυξη ογκομαρμάρων

Η εξόρυξη είναι η πιο ουσιαστική φάση της εκμετάλλευσης διότι εδώ έχουμε την παραγωγή ογκομαρμάρων. Ανάλογα τώρα με τη μορφή εκσκαφής του κοιτάσματος και τη θέση του ως προς την επιφάνεια του εδάφους, διακρίνουμε τρεις τύπους επιφανειακής εξόρυξης:

- α) Ορθές βαθμίδες (ανοικτές - κλειστές). Εδώ η εξόρυξη γίνεται σε κατακόρυφη ή κεκλιμένη επιφάνεια στο κάτω άκρος της οποίας διαμορφώνεται ένα οριζόντιο επίπεδο.
- β) Τα κατά την φυσική έννοια μετώπα (επίπεδα ιζηματογέννεσης). Μ' αυτόν τον τρόπο το πέτρωμα αποσπάται παράλληλα προς την φυσική επιφάνεια του εδάφους και εξορύσσεται σε ισοπαχείς πλάκες.
- γ) Τάφροι. Εδώ η εξόρυξη γίνεται σε μακρόστενη ζώνη ασήμαντου βάθους.

Η μέθοδος εξόρυξης που εφαρμόζεται σήμερα στα λατομεία Τρανοβάλτου είναι αυτή των ανοικτών ορθών βαθμίδων και μάλιστα κατά την κατακόρυφη έννοια προχώρησης των μετώπων. Η κατεύθυνση του μετώπου γίνεται από τους ανώτερους ορίζοντες μαρμάρου προς τους κατώτερους.

Το ύψος των βαθμίδων κυμαίνεται από 6 ως 10 m. Κι αυτό γιατί για ύψος βαθμίδας μεγαλύτερο των 10 m δυσχεραίνεται η εξόρυξη, αφού ο διατιθέμενος στην αγορά μηχανολογικός εξοπλισμός δεν επαρκεί να καλύψει ικανοποιητικά τις ανάγκες εξόρυξης.

Πιο συγκεκριμένα, η απόσπαση των ογκομαρμάρων επιτυγχάνεται με την χρήση συρματοκοπής τύπου διαμαντέ.

### II.3.4.1 Συρματοκοπή τύπου διαμαντέ

Η χρήση της συρματοκοπής παρουσιάζει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

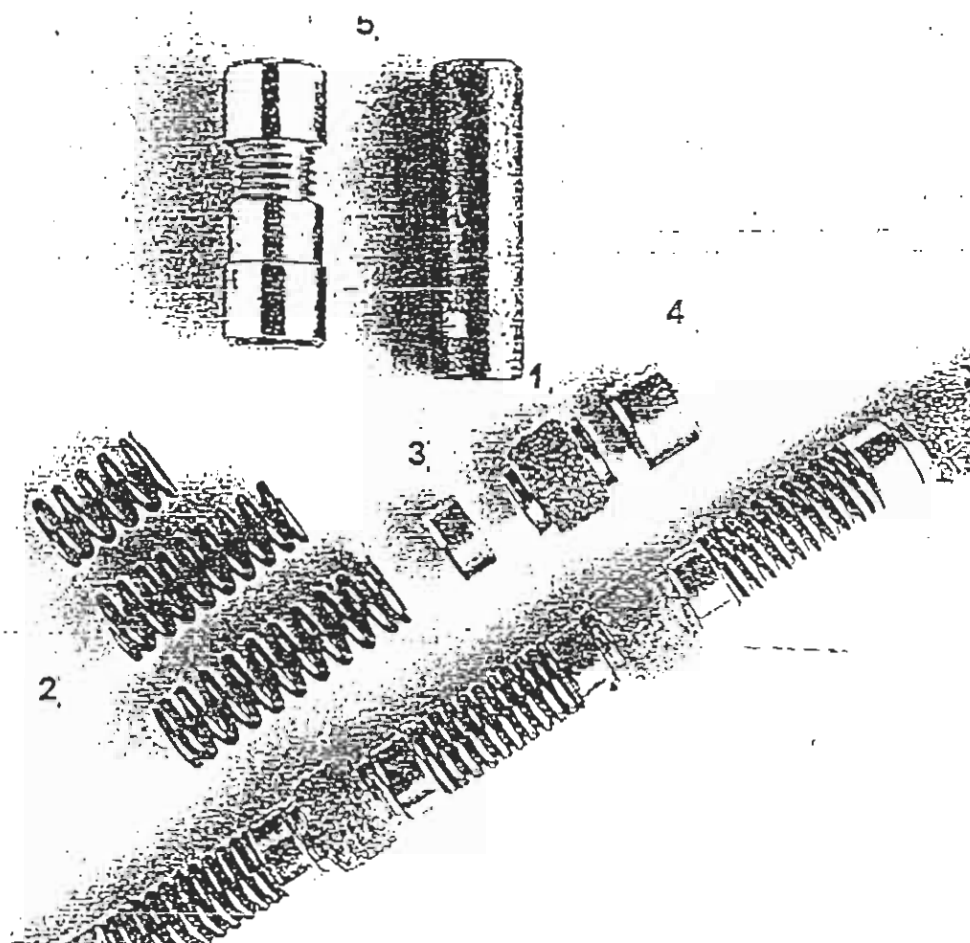
- Μεγαλύτερη παραγωγικότητα - υψηλή ταχύτητα κοπής
- Αύξηση αποληψιμότητας του κοιτάσματος
- Μικρότερο κόστος
- Μείωση των εργασιών ορθογωνισμού στην επόμενη φάση
- Μεγαλύτερη ασφάλεια λόγω μη χρησιμοποίησης εκρηκτικών
- Καλύτερες συνθήκες εργασίας για το προσωπικό
- Έλεγχο της ποιότητας των εξορυσσόμενων μαρμάρων
- Μεγαλύτερη εποπτεία του κοιτάσματος
- Λιγότερη εξάρτηση από ειδικευμένο προσωπικό

Με την συρματοκοπή δίνεται η δυνατότητα να κοπούν μεγάλοι "πάγκοι" μαρμάρου και με κατάλληλο συνδυασμό με τις ρωγματώσεις του κοιτάσματος αυξάνεται η ποσότητα και η ποιότητα του εξορυσσόμενου μαρμάρου.

Κατά τη μέθοδο αυτή η κοπή των όγκων μαρμάρου γίνεται με τη φθορά που προκαλείται από τη συνεχή κίνηση ενός σύρματος διαμαντέ πάνω στο πέτρωμα.

Το σύρμα διαμαντέ (σχ. 7) αποτελείται από ένα συρματοσχοίνο περίπου 5 mm, 7Χ7 κλώνων, στο οποίο είναι περασμένος (υπό τύπο χανδρών) ένας αριθμός κοπτικών σωμάτων, διαμέτρου 10 mm περίπου. Για να τηρούνται σταθερές οι αποστάσεις μεταξύ των κοπτικών σωμάτων και για να επιτρέπεται η σίγουρη ολίσθηση του σύρματος τοποθετούνται συνδυασμένοι ορειχάλκινοι δακτύλιοι (διαχωριστής, συγκρατήρας) και ελατήρια. Ανά μέτρο σύρματος είναι τοποθετημένα 30 με 80 κοπτικά σώματα.

Τα κοπτικά σώματα ή πέρλες αποτελούνται από ένα χαλύβδινο πυρήνα πάνω στον οποίο έχει εναποτεθεί σκόνη πολυκρυσταλλικών διαμαντιών (PCD) μέσα σε πλάκα από μαλακό μέταλλο.



Σχ. 7: Σύρμα τύπου διαμαντέ

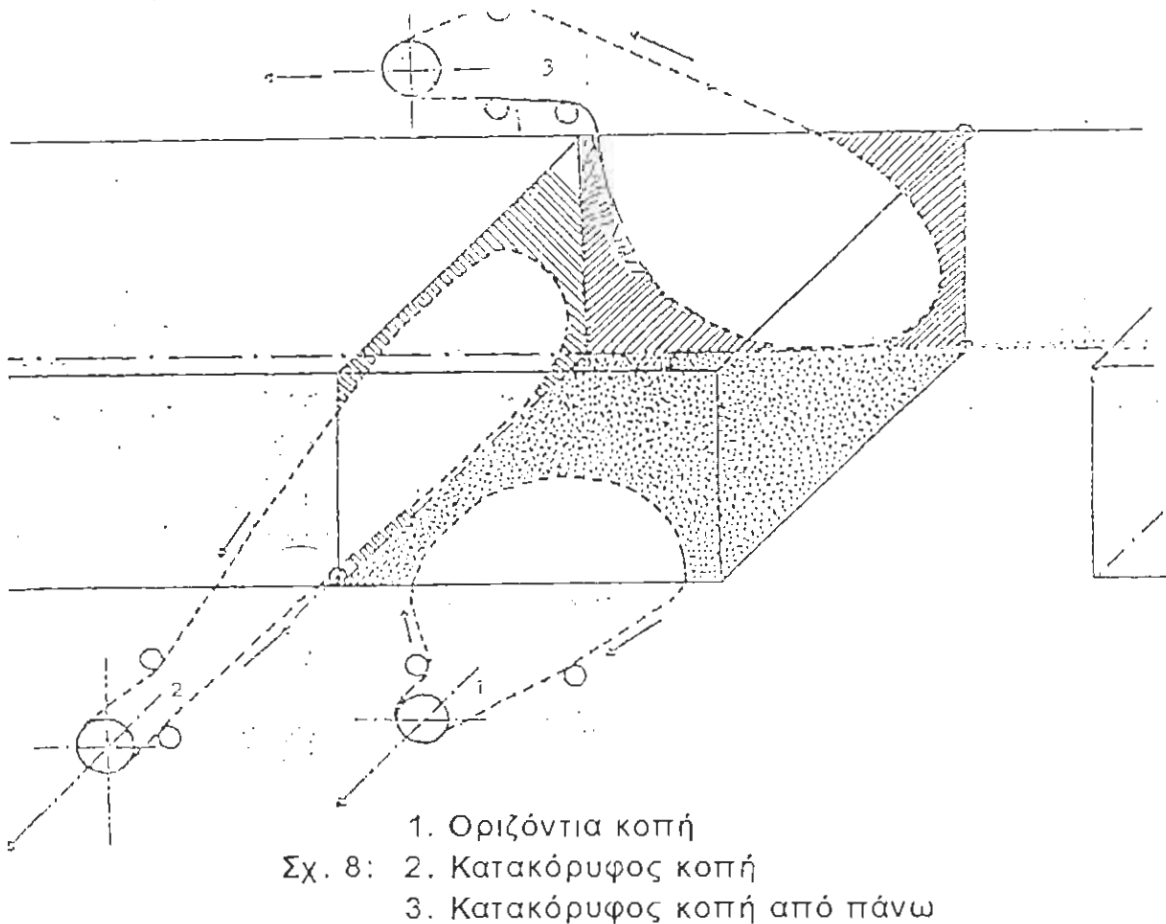
1. Κοπτικό σώμα (διαμαντένια χάνδρα)
2. Ελατήρια
3. Διαχωριστής
4. Συγκρατήρας
5. Σύνδεσμοι (κοχλιώσεις)

Το στρώμα αυτό έχει πάχος 0,7 mm ανθεκτικό στη τριβή και ένα υπόστρωμα από καρβίδιο τουγκστενίου. Το καρβίδιο που είναι μαλακότερο καταναλώνεται πριν από το πολυκρυσταλλικό διαμάντι (PCD) με αποτέλεσμα το κοπτικό στοιχείο να διατηρείται αναλώσιμο καθόλη την διάρκεια της κοπής. Η εναπόθεση της σκόνης PCD γίνεται με ηλεκτρολυτική μέθοδο (elektroplated) ή με τη μέθοδο της συμπτήξεως (concretion).

Το σύρμα διαμαντέ έρχεται στο εμπόριο σε τυποποιημένα μήκη των 10 ή 20 mm τα οποία με τη βοήθεια ειδικών κοχλιώσεων μπορούν να ενωθούν μεταξύ τους σε μεγαλύτερα τμήματα. Στο

σημείο σύνδεσης το εξωτερικό τμήμα φέρει επιπλέον ενίσχυση από στρώμα πολυκρυσταλλικού διαμαντιού (PCD).

Για να αρχίσει η κοπή στον προς εξόρυξη όγκο πετρώματος, που οι διαστάσεις του είναι προκαθορισμένες και είναι πολλαπλάσιες των διαστάσεων του όγκου που μπορούν να δεχτούν τα μηχανήματα επεξεργασίας, ορύσσονται διατρήματα συντρέχοντα, κάθετα μεταξύ τους και κάθετα στις τρεις επιφάνειες όπου επιδιώκεται η τομή. Στη συνέχεια το σύρμα διαμαντέ "αγκαλιάζει" τον όγκο που πρόκειται να κοπεί μέσω των δύο κάθε φορά συντρεχόντων διατρημάτων. Τα ελεύθερα άκρα του σύρματος συνδέονται μεταξύ τους με τις κοχλιώσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως ώστε να αποτελούν ατέρμονα στεφάνη (σχ. 8). Τα διατρήματα αυτά έχουν διάμετρο από 35 - 65 mm ανάλογα με τη δυσκολία που παρουσιάζει το πέρασμα του συρματοσχοίνου αλλά και ανάλογα με το διατρητικό μηχάνημα που υπάρχει διαθέσιμο.



Σχ. 8: 1. Οριζόντια κοπή  
2. Κατακόρυφος κοπή  
3. Κατακόρυφος κοπή από πάνω

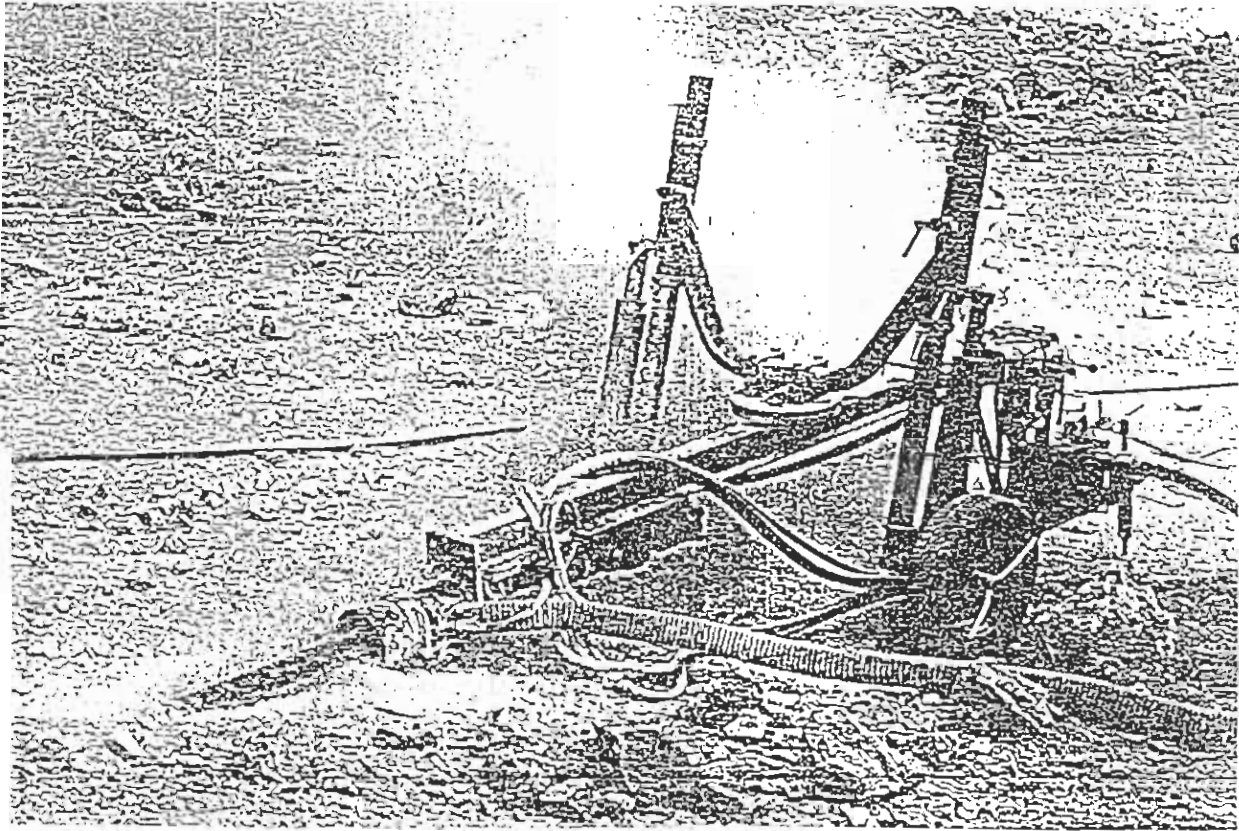
Ενδείκνυται όταν γίνονται οι τομές και στις τρεις επιφάνειες, να προηγείται η οριζόντια τομή για να μην υπάρξει κίνδυνος εγκλωβισμού του αδαμαντοφόρου σύρματος από τη μετακίνηση του όγκου λόγω τυχόν υπάρχουσών διακλάσεων.

Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι όσο πιο μεγάλη είναι η επιφάνεια κοπής τόσο μεγαλύτερη είναι και η αποδοτικότητα της τεχνικής διότι μειώνονται οι νεκροί χρόνοι της μηχανής από μετακινήσεις από θέση σε θέση.

Αποφεύγονται οι επιπλέον προπαρασκευαστικές εργασίες που απαιτεί μια νέα επιφάνεια κοπής. Τα διατρήματα ορύσσονται με W.D της Benetti (σχ. 9), με διάμετρο του κοπτικού του άκρου 3 1/2" - 4" (90 - 140 mm) και με κοινές αερόσφυρες των 24 Kg με στελέχη ολόσωμα.

#### Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών κοπής W.D της Benetti 840

Τύπος	W.D. 692
Πίεση λειτουργίας	7 bar
Κατανάλωση αέρα	8 m <sup>3</sup> /min
Μήκος	1,80 - 1,85 m



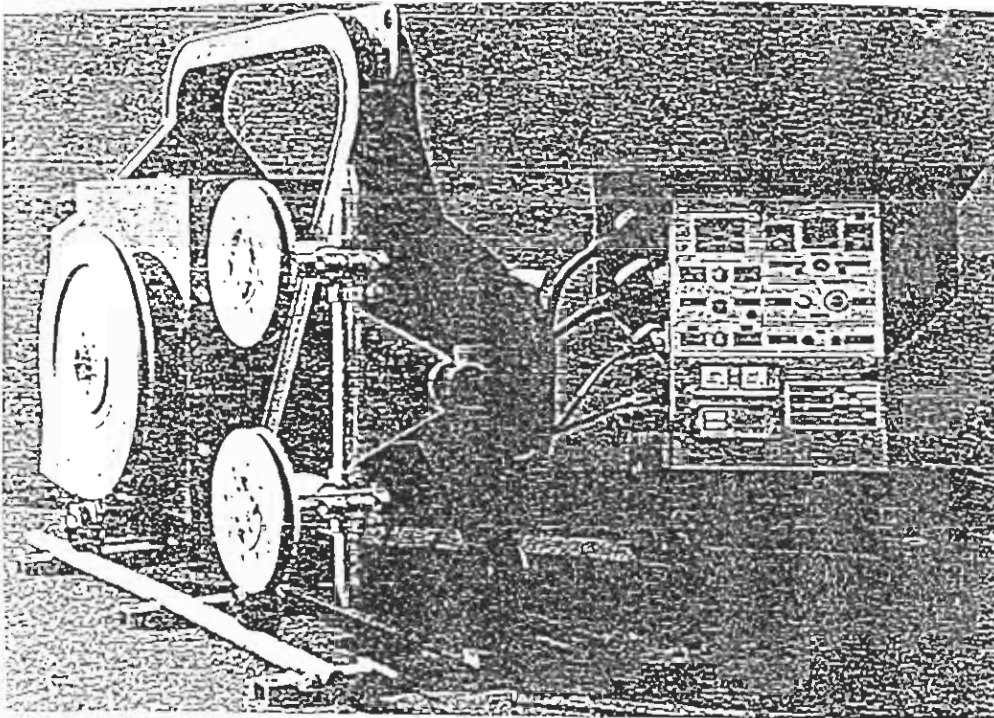
Σχ. 9: Wagon Drill 692 της Benetti macchine

Στη συνέχεια με τη βοήθεια **κινητήριου μηχανισμού** που περιστρέφει μια ειδική τροχαλία, η οποία παρασύρει το αδαμαντοφόρο σύρμα επιτυγχάνεται η συνεχής κίνηση του τελευταίου μέσα στη τομή που έχει δημιουργηθεί στο μάρμαρο. Ο κινητήριος μηχανισμός είναι τοποθετημένος σε ειδικές σιδηροτροχιές. Μεταξύ αυτών υπάρχει ένας οδοντωτός τροχός με τη βοήθεια του οποίου επιτυγχάνεται το τέντωμα του αδαμαντοφόρου σύρματος, το οποίο έτσι βρίσκεται σε συνεχή επαφή υπό πίεση με το πέτρωμα. Η επιφάνεια κοπής ψύχεται συνεχώς με νερό (σχ. 10).

Για την περιστροφή της τροχαλίας χρησιμοποιείται ηλεκτρικός κινητήρας, η τροφοδοσία του οποίου γίνεται από το τοπικό δίκτυο διανομής ηλεκτρικού ρεύματος.

**Τεχνικά χαρακτηριστικά ALPHA 840**

Διάμετρος τροχαλίας	1 m
Ταχύτητα περιστροφής τροχαλίας	975 rpm
Ισχύς κινητήρα	40 HP
Τάση ηλ. ρεύματος	980Volt



Σχ. 10: Κινητήριος μηχανισμός για την συρματοκοπή, τύπος ALPHA 840



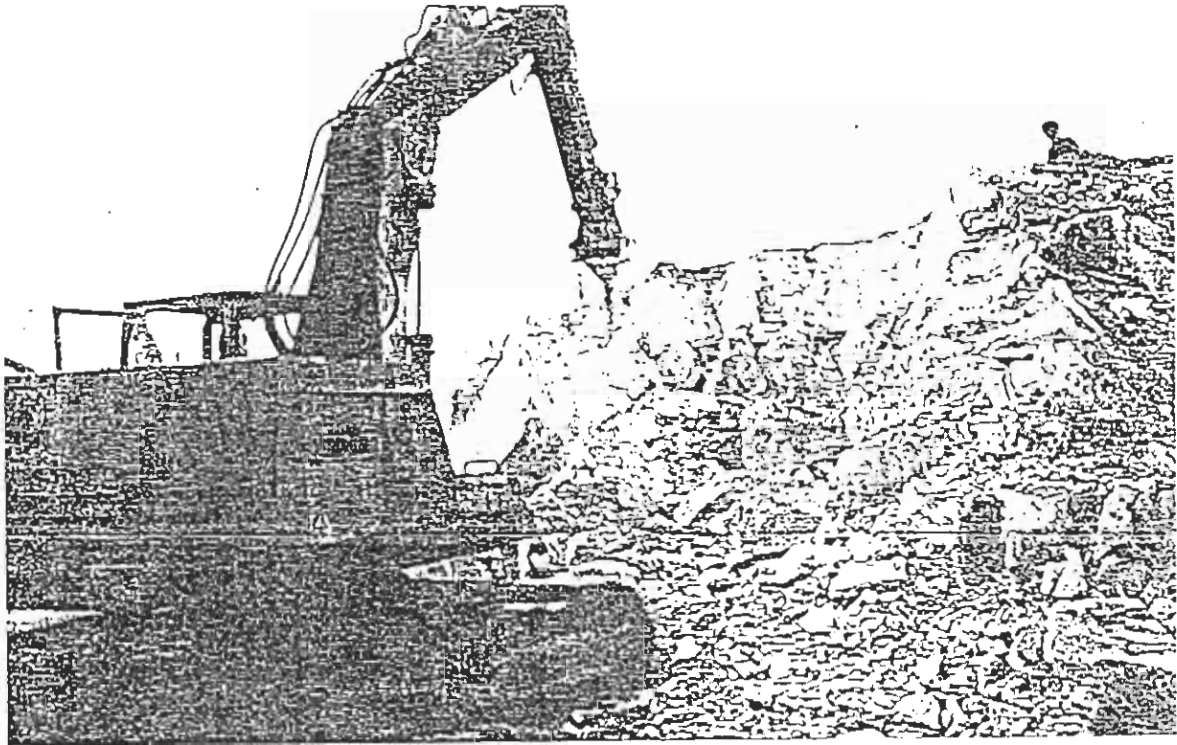
### **II.3.5 Αποκόλληση και ανατροπή του εξορυχθέντος όγκου Ορθογωνισμός**

Μετά την δημιουργία των τομών με τη μέθοδο που αναφέρθηκε παραπάνω ακολουθούν οι εργασίες "τραβήγματος" του όγκου από τη θέση που καταλάμβανε στο μητρικό πέτρωμα, στο δάπεδο του μετώπου. Στη συνέχεια μεταφέρεται ο όγκος στις θέσεις ορθογωνισμού.

Παλαιότερα για την αποκόλληση του όγκου χρησιμοποιούταν πάντα ένα σύστημα βαρούλκων καθώς και για την μετακίνηση μέχρι τη θέση ορθογωνισμού. Σήμερα οι εργασίες αυτές εκτελούνται με τη χρησιμοποίηση ερπυστριοφόρου φορτωτή, και ερπυστριοφόρους υδραυλικούς εκσκαφείς εξοπλισμένους με κατάλληλο νύχι στο βραχίονα αντί κλάδου (σχ. 11).

Αναλυτικότερα στη περίπτωση που ο εξορυγμένος όγκος αποτελεί ενιαίο τεμάχιο μικρού μεγέθους η αποκόλληση και η μετακίνησή του γίνεται από φορτωτή ή τσάπα.

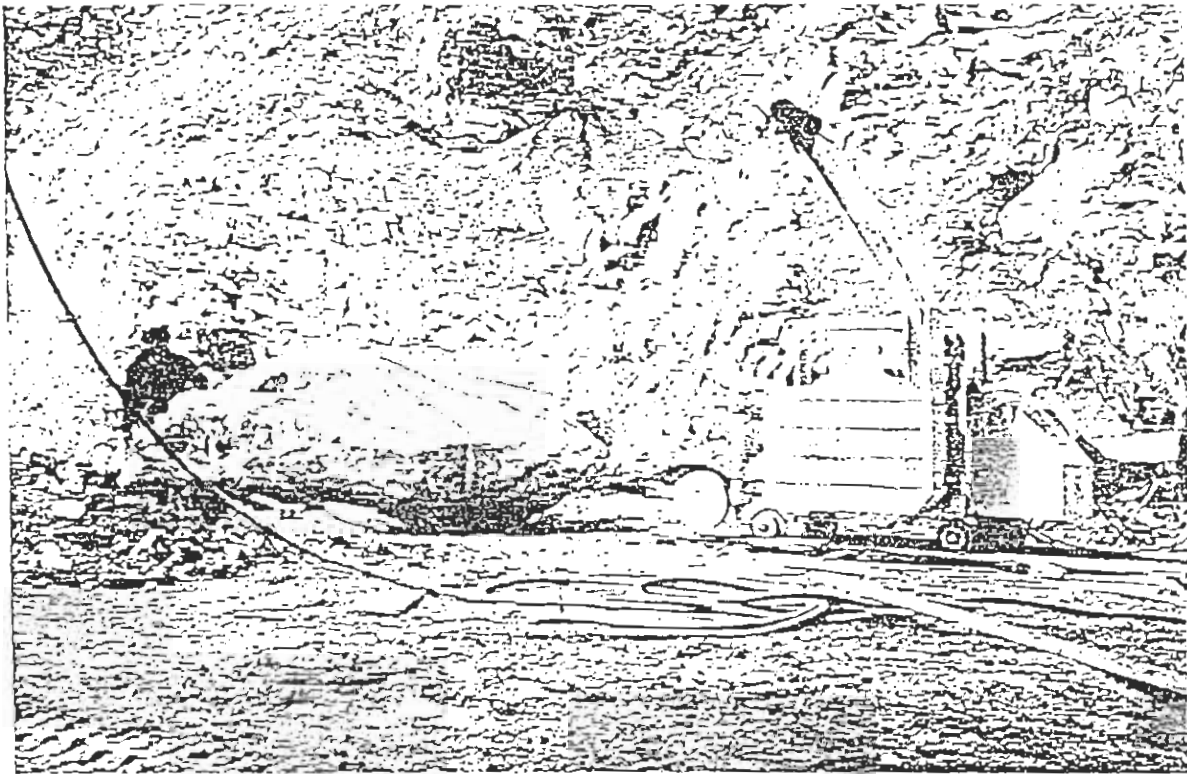
Στη περίπτωση που ο εξορυγμένος όγκος δεν αποτελεί ένα ενιαίο τεμάχιο επιδιώκουμε ο όγκος με τη χρήση νυχιού και φορτωτή να ανατραπεί από τη θέση του. Με την πτώση του ενεργοποιούνται οι διάφορες διακλάσεις και έτσι διαμερίζεται σε μικρότερα τεμάχια. Τα τεμάχια αυτά μπορούν να μετακινηθούν στην πλατεία του λατομείου με τη βοήθεια λαστιχοφόρου φορτωτή ή ερπυστριοφόρου προωθητήρα. Εκεί ολοκληρώνεται ο ορθογωνισμός των όγκων εκείνων που κατά την εξόρυξη δεν έχουν ορθογωνιστεί απ' όλες τις πλευρές ή πραγματοποιείται ο τεμαχισμός τους σε μικρότερους ορθογωνισμένους όγκους, ώστε να είναι δυνατή η φόρτωσή τους σε φορητά αυτοκίνητα για τη μεταφορά τους στα σχιστήρια.



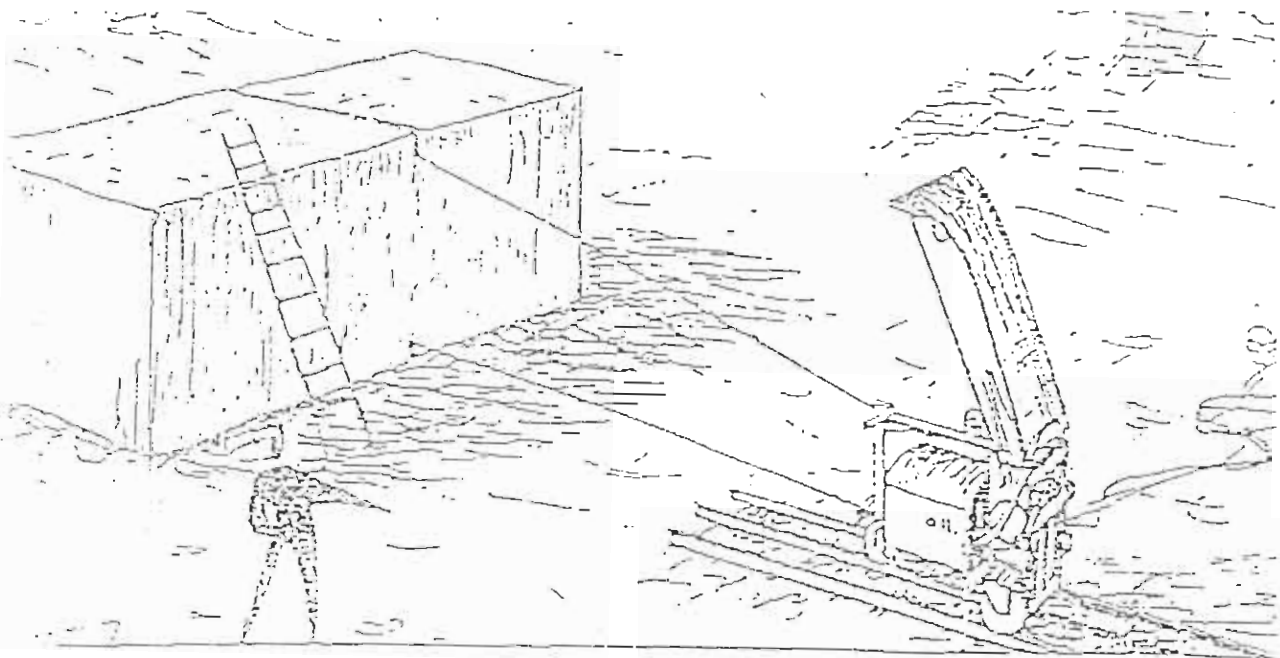
Σχ. 11: Ερπιστριοφόρος υδραυλικός εκσκαφέας (νύχι)

Η εργασία του ορθογωνισμού ονομάζεται και δευτερογενής εξόρυξη. Αυτή επιτυγχάνεται με τη βοήθεια συρματοκοπής (σχ. 12, 13) ή με χρήση πεπιεσμένου αέρα.

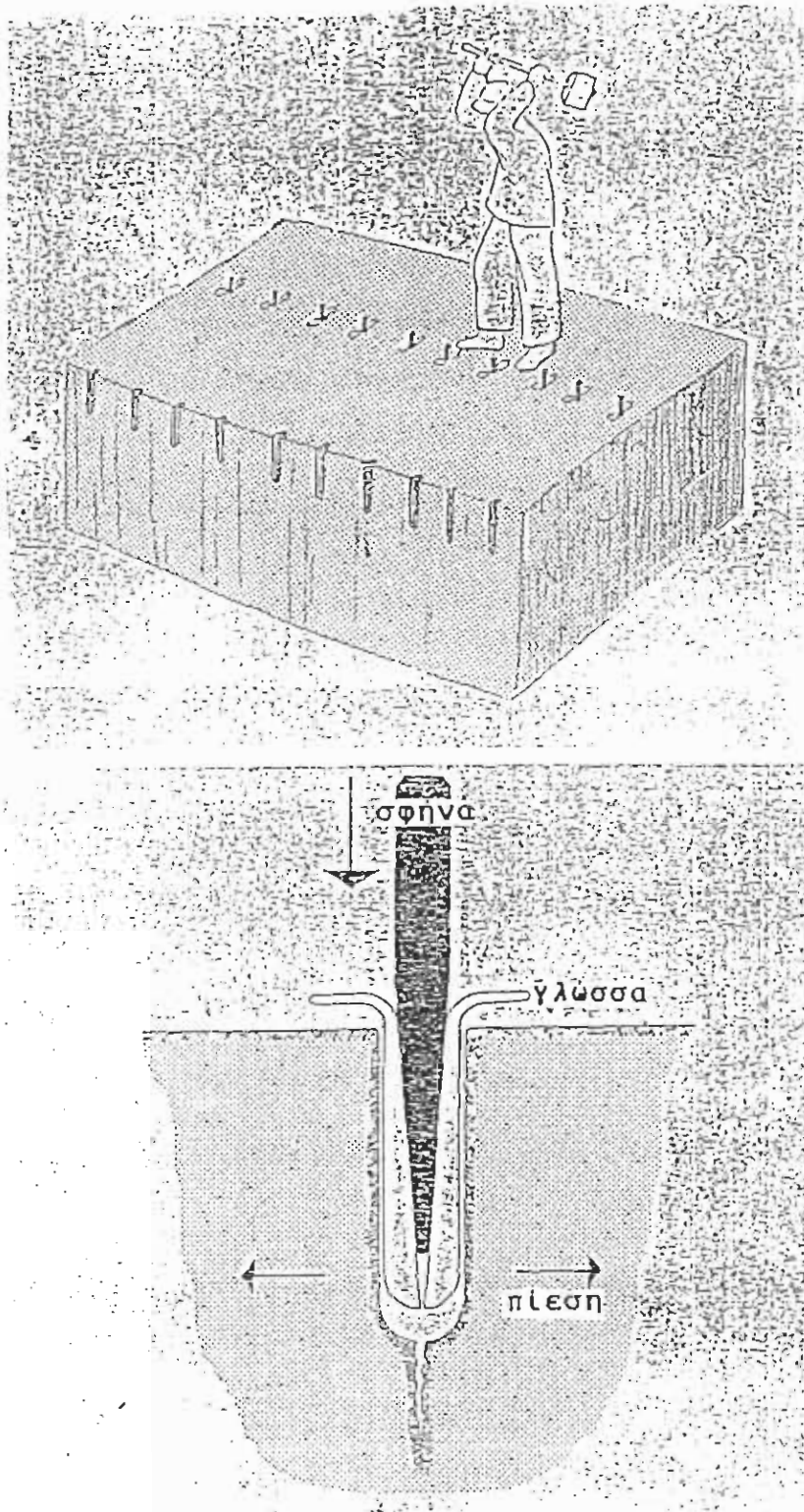
Οι εργασίες ορθογωνισμού με χρήση πεπιεσμένου αέρα συνίσταται στην εξόρυξη διατρημάτων (γάζωμα) παραλλήλων μεταξύ τους και προς την επιφάνεια που επιδιώκεται η κοπή της, σε απόσταση 10 - 20 cm. Αφού ορυχθούν τα διατρήματα τοποθετούνται σφήνες ανά ένα ή δύο διατρήματα (ανάλογα με την επιφάνεια). Αυτές εδράζονται σε ειδικές "γλώσσες" που καθοδηγούν το επίπεδο της



Σχ. 12: Δευτερογενής κοπή ξωφαριού με χρήση συρματοκοπής



Σχ. 13: Σκαρίφημα στο οποίο φαίνεται η εργασία του ορθογωνισμού ογκομαρμάρου (συρματοκοπή)



Σχ. 14: Σκαρίφημα στο οποίο φαίνεται η εργασία ορθογωνισμού με τη χρήση σφηνών (πεπιεσμένου αέρα)

κοπής (σχ. 14). Η αποκόλληση των παραγωγών κομματιών ή ο τεμαχισμός γίνεται χειρωνακτικά δηλ. με το διαδοχικό χτύπημα των σφηνών με κοινό σφυρί.

Ο ορθογωνισμός με τη χρήση συρματοκοπής έναντι του πεπιεσμένου αέρα παρουσιάζει πλεονεκτήματα όπως:

- Μείωση κόστους κατά 20% - 30%
- Αύξηση παραγωγικότητας 3 - 4 φορές
- Καλύτερο έλεγχο του παραγόμενου ογκομαρμάρου

### II.3.6 Αποκομιδή - Απόρριψη στείρων εκμετάλλευσης

Το μέγεθος της παραγωγής των στείρων υλικών καθορίζει μερικές φορές τη λειτουργία του λατομείου, έτσι στα μαρμαροφόρα κοιτάσματα Τρανοβάλτου με συντελεστή % απόληψης 20% (για κάθε 1 m<sup>3</sup> in situ) το μέγεθος της παραγωγής των στείρων είναι αρκετά υψηλό έτσι ώστε να επηρεάζουν σημαντικά την οικονομικότητα των παραγόμενων προϊόντων. Και τούτο διότι και θραύση των στείρων μεγάλου μεγέθους απαιτείται, για την ευχερέστερη φόρτωση τους (χρήση πεπιεσμένου αέρα) και μόνιμος εξοπλισμός φόρτωσης - μεταφοράς (χωματουργικά φορτηγά, νταλίκες, φορτωτές). Άμεσα λοιπόν για τη βελτιστοποίηση της οικονομικότητας των μαρμάρων προβάλλει η απαίτηση αξιοποίησης των στείρων ενώ συγχρόνως δίνεται λύση στο πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος κατά την απόθεση τους.

Σήμερα η απόρριψη των στείρων γίνεται με τον ευκολότερο και φθηνότερο τρόπο, σε θέσεις πλησίον του λατομείου και σε θέσεις που είναι διαπιστωμένο ότι υπάρχει εκμεταλλεύσιμο μάρμαρο, που μακροπρόθεσμα θα δυσχεραίνουν την εκμετάλλευση.

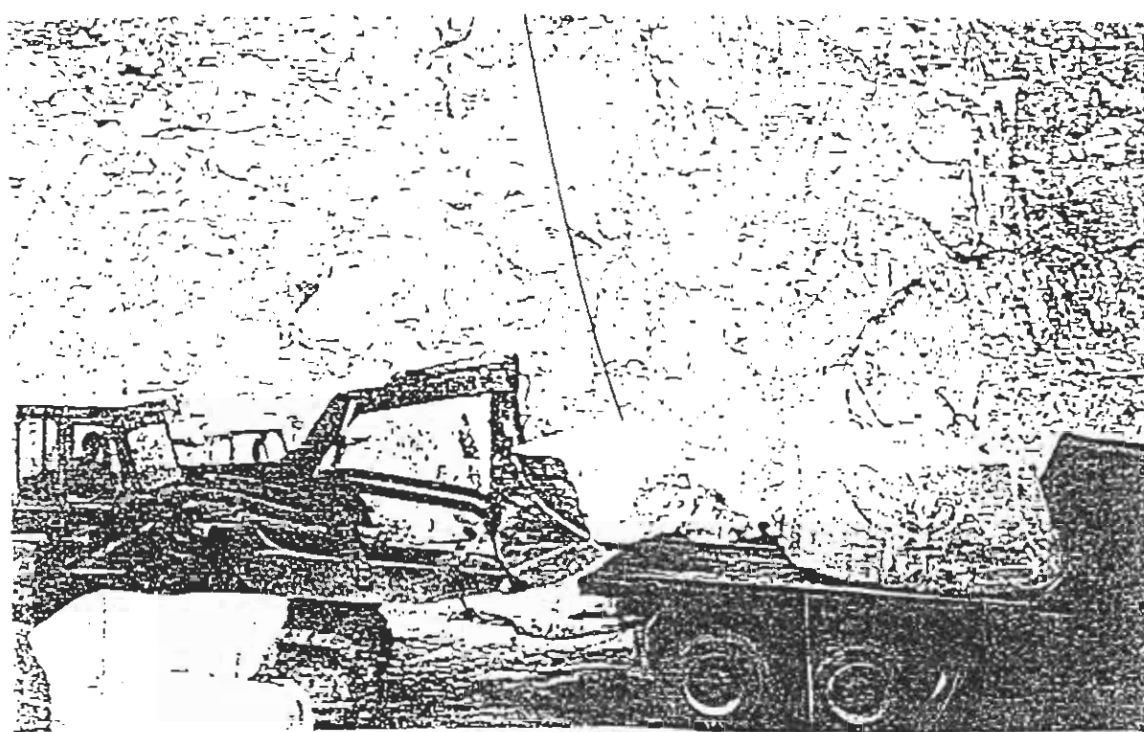


### II.3.7 Φόρτωση - Μεταφορά Όγκων

Η φόρτωση των όγκων (ογκομάρμαρα, ξωφάρια) στ' αυτοκίνητα μεταφοράς (νταλίκες με ανοικτές καρότσες) γίνεται:

- α) Με χρησιμοποίηση φορτωτή ελαστικοφόρου ευθεία στην καρότσα ή πλατφόρμα φορτηγού (σχ. 15).
- β) Με ράμπες μπροστά στις οποίες στέκεται το φορτηγό και ο φορτωτής σπρώχνει τον όγκο στη καρότσα.

Ο προορισμός των όγκων που μεταφέρονται είναι κατά κύριο λόγο τα σχιστήρια που βρίσκονται έξω από το χωριό Τρανόβαλτο και κατά δεύτερο τα σχιστήρια σε άλλες πόλεις (Αθήνα, Λάρισα) μετά από παραγγελία.



Σχ. 15: Φόρτωση ογκομαρμάρου με χρήση ερπιστριοφόρου φορτωτή

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

### ΙΙΙ.1 Προβλήματα αποκατάστασης λατομείων στην περιοχή Τρανοβάλτου

#### ΙΙΙ.1.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Οι επιπτώσεις των εκμεταλλεύσεων μαρμάρου στο περιβάλλον είναι βασικά κοινές με όλες τις εκμεταλλεύσεις αδρανών υλικών και αφορούν:

- α) Την αλλοίωση της μορφολογίας της περιοχής σαν αποτέλεσμα των εκσκαφών και των αποθέσεων στείρων.
- β) Την καταστροφή ή τον περιορισμό υπογείων υδροφόρων οριζόντων ή επιφανειακών απορροών.
- γ) Την δημιουργία απότομων πρανών που μπορεί να προκαλέσουν κατολισθήσεις (σε περίπτωση κακού σχεδιασμού της εκμετάλλευσης).
- δ) Ενοχλήσεις από θορύβους, δονήσεις, σκόνη, κ.λ.π.
- ε) Τον περιορισμό των γεωργοκτηνοτροφικών δραστηριοτήτων και της οικιστικής ανάπτυξης.

Σχετικά με τις παραπάνω επιπτώσεις μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

- Η αισθητική αλλοίωση του τοπίου αποτελεί το σημαντικότερο πρόβλημα που εντείνεται από την ύπαρξη πολλών μικρών εκμεταλλεύσεων.
- Βασική θέση είναι ότι ο σωστός και ορθολογικός σχεδιασμός της εκμετάλλευσης σε συνδυασμό με την έγκαιρη αντιμετώπιση του προβλήματος της επανένταξης του χώρου στο περιβάλλον, μπορούν να περιορίσουν σημαντικά την έκταση και χρονική διάρκεια της αισθητικής αλλοίωσης του τοπίου.

- Η ορθολογική εκμετάλλευση αντιμετωπίζει επίσης και το πρόβλημα της δημιουργίας απότομων πρανών, με τον σωστό σχεδιασμό και ανάπτυξη των βαθμίδων.
- Η αισθητική αλλοίωση του τοπίου προκαλείται κύρια από τις αποθέσεις μπαζών. Αυτά λόγω του μεγάλου όγκου τους, απορριπτόμενα συνήθως σε βουνοπλαγιές, καταλαμβάνουν πολύ μεγάλες εκτάσεις, ενώ λόγω της συνήθως έντονης λευκότητάς τους έρχονται σε μεγάλη αντίθεση με το φυσικό περιβάλλον.
- Η καταστροφή ή ο περιορισμός των υπογείων και επιφανειακών νερών αποτελεί μάλλον ασήμαντο πρόβλημα για τα λατομεία που λειτουργούν στην περιοχή.
- Το πρόβλημα της σκόνης, του θορύβου και των δονήσεων, καθώς και αυτό της δημιουργίας απότομων και μεγάλου ύψους πρανών, συνδέονται άμεσα και με το θέμα της ασφάλειας των εργαζομένων.

Οι εργασίες προστασίας και αποκατάστασης του περιβάλλοντος έχουν σαν στόχο είτε την επαναφορά του τοπίου στην αρχική του μορφή (πράγμα πολύ δύσκολο αν όχι αδύνατο) είτε την απόδοση στο χώρο που έχει αλλοιωθεί από την εκμετάλλευση κάποιας νέας αισθητικά αποδεκτής μορφής και αποδοτικής χρήσης.



### III.1.2 Μεθόδευση της αποκατάστασης

#### 1) Σχεδιασμός

Το πρώτο και απαραίτητο μέτρο για κάθε προσπάθεια προστασίας και αποκατάστασης του περιβάλλοντος είναι ο έγκαιρος και ορθολογικός σχεδιασμός της εκμετάλλευσης. Ένας τέτοιος σχεδιασμός αποβλέπει σε:

- Ελαχιστοποίηση των ανεπιθύμητων περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της εκμετάλλευσης.  
Οικονομική και αποτελεσματική αποκατάσταση του χώρου μετά το τέλος της εκμετάλλευσης προς παραγωγική χρήση.

Απαραίτητες προϋποθέσεις για τον σχεδιασμό είναι:

- Καθορισμός του τελικού στόχου της αποκατάστασης (επιδιωκόμενη χρήση της γης).  
Καθορισμός των χρονικών ορίων για τη διενέργεια της αποκατάστασης.

Όρος για τη διενέργεια του σχεδιασμού είναι η τοπιολογική ανάλυση του προς εκμετάλλευση του χώρου. Με αυτή επιδιώκεται:

- Να εκτιμηθεί η τοπιολογική αξία του χώρου σήμερα και ιδιαίτερα όπως αυτή δίνεται από τα σημεία ή θέσεις ευαισθησίας (οικισμοί, δρόμοι μεγάλης κυκλοφορίας, τουριστικά μέρη, κ.λ.π.) έτσι ώστε κατά το σχεδιασμό να προσεχτούν ιδιαίτερα τα χαρακτηριστικά εκείνα του τοπίου που πρέπει και μπορούν να διατηρηθούν.  
Να επιτευχθεί στη φάση της αποκατάστασης η δημιουργία μιας συνέχειας στο θιγέν τοπίο και η σύνδεσή του με την πλαστικότητα του περιβάλλοντα χώρου.

Η τοπιολογική ανάλυση απαιτεί πληροφορίες πάνω στα εξής στοιχεία:

- Χαρακτήρας τοπίου
- Τοπογραφία του τοπίου

- Οικολογικά στοιχεία (χλωρίδα, πανίδα)
- Κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής
- Υδρολογία της περιοχής
- Συγκοινωνίες και οικισμοί
- Όρια ιδιοκτησιών.

Στη συνέχεια, με βάση την τοπιολογική ανάλυση, γίνεται ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης. Για να καταλήξει η εργασία αυτή σε ένα συγκεκριμένο σχέδιο, θα πρέπει προηγουμένα να γίνει εκτίμηση των υφισταμένων εναλλακτικών σχεδίων. Οι εναλλακτικές προτάσεις αφορούν τη θέση εγκατάστασης του λατομείου, τη μέθοδο εξόρυξης που θα ακολουθηθεί, τη θέση και τον τρόπο απόθεσης των στείρων υλικών, καθώς και άλλα χαρακτηριστικά της εκμετάλλευσης όπως η προσπέλαση, ο ρυθμός παραγωγής, η τεχνική της αποκατάστασης κ.λ.π. Οποσδήποτε μια εναλλακτική λύση είναι πάντα και η μη πραγματοποίηση της εκμετάλλευσης, αν αυτή κρίνεται περιβαλλοντικά ολέθρια, ενώ ενδιαφέρον παρουσιάζει και η διερεύνηση των δυνατοτήτων διενέργειας υπόγειας εκμετάλλευσης.

Έτσι ο σχεδιασμός ενός λατομείου με περιβαλλοντικά κριτήρια θα πρέπει να περιλαμβάνει 3 βασικά αντικείμενα:

- i) Χωροθέτηση της εκμετάλλευσης - επιλογή τρόπου προσπέλασης και προσανατολισμού της εκσκαφής - επιλογή θέσης και τρόπου απόρριψης των στείρων.
- ii) Επιλογή μεθόδου εξόρυξης που θα εξασφαλίζει τη μεγαλύτερη δυνατή απόληψη ογκομαρμάρων (άρα και μικρότερο όγκο μπαζών) - αξιοποίηση των υποπριόντων της εξόρυξης (ξωφάρια - λατύπη) για παραγωγή μαρμαροψηφίδων ή μαρμαρόσκονης (με ταυτόχρονο οικονομικό όφελος).
- iii) Διαμόρφωση της εκσκαφής - αποτελεί το βασικό πρόβλημα της αποκατάστασης και αφορά τη διαμόρφωση των δαπέδων και πρανών των βαθμίδων και τη διαμόρφωση του τελικού δαπέδου της εκσκαφής εξετάζεται στη συνέχεια.

## 2) Αποκατάσταση της εκσκαφής

### α) Διαμόρφωση των βαθμίδων

Ο στόχος της διαμόρφωσης και αποκατάστασης των βαθμίδων δεν μπορεί να είναι άλλος από τον εξωραϊσμό της όψης τους με αναχλόαση και φυτοκάλυψη. Τούτο γιατί δεν διατίθεται χώρος για άλλη δυνατή χρήση, αλλά και γιατί επιδιώκεται όσο το δυνατόν ταχύτερη μείωση της αισθητικής αλλοίωσης του τοπίου από την εκσκαφή.

Οι βαθμίδες που μένουν μετά το τέλος της εκμετάλλευσης παρουσιάζουν αρκετές δυσκολίες αποκατάστασης. Οι δυσκολίες αυτές οφείλονται:

- Στα βραχώδη απότομα και μεγάλου ύψους πρανή των βαθμίδων
- Στην παντελή απουσία οργανικών και άλλων θρεπτικών ουσιών (φωσφορικές, αζωτούχες κ.λ.π.) από τα μέτωπα και τα δάπεδα των βαθμίδων
- Στην σχετικά υψηλή θερμοκρασία των μετώπων η οποία σε συνδυασμό με το μεγάλο ύψος των μετώπων και την έλλειψη υγρασίας, αποτελεί σοβαρό ανασταλτικό παράγοντα για την ανάπτυξη βλάστησης (τα φυτά δεν μπορούν να "αναπνεύσουν")
- Στα μεγάλα συνήθως υψόμετρα των λατομείων και τους ισχυρούς ανέμους που πνέουν τον χειμώνα, που αποτελούν επίσης ανασχετικούς παράγοντες.

Με βάση τις παραπάνω δυσκολίες, η αποκατάσταση των βαθμίδων μεθοδεύεται ως εξής:

- α) Κατ' αρχήν εξομαλύνεται κάπως το φρύδι κάθε βαθμίδας με τη δημιουργία μίας μικρής "βαθμίδας" (σχ. 1), έτσι ώστε να μειώνεται η "οξύτητα" αυτού και να μπορεί, με τη φύτευση εκεί μικρών θάμνων, να παρεμποδίζεται η διάβρωση στην από κάτω βαθμίδα.
- β) Γίνεται επικάλυψη των δαπέδων των βαθμίδων με φυτική γη για να γίνει δυνατή η εγκατάσταση βλάστησης.

γ) Επιλέγονται τα κατάλληλα είδη φυτών για φύτευση. Τα είδη αυτά πρέπει να εξασφαλίζουν:

- αντοχή στις δυσμενείς κλιματολογικές και εδαφολογικές συνθήκες
- γρήγορη αναχλόαση (πρασίνισμα) των εκτεθειμένων επιφανειών
- ικανοποιητική σε ύψος ανάπτυξη για να αποκρύβεται το μεγάλο ύψους πρανές

δ) Διενεργείται η φύτευση. Όσον αφορά τα πρανή, η πιο κατάλληλη μέθοδος φύτευσης είναι η υδροσπορά λόγω της μεγάλης κλίσης και ύψους τους. Το μίγμα της υδροσποράς πρέπει να περιέχει και κατάλληλη συγκολλητική ουσία ώστε οι σπόροι να συγκρατούνται στην θέση τους και να μην εκπλύνονται από τα πρανή. Η υδατοσπορά ευνοείται από την ύπαρξη ρωγμών στο πέτρωμα μέσα στις οποίες το εκτοξευόμενο μίγμα μπορεί να διεισδύει και να συγκρατείται διευκολύνοντας έτσι τη δημιουργία φυτικής γης.

Στο δάπεδο των βαθμίδων προτείνεται πρώτα η "προειδοποίηση" του εδάφους με εγκατάσταση χαμηλής βλάστησης. Αφού σχηματιστεί αρκετά πλούσιο έδαφος γίνεται δενδροφύτευση. Για να μην δημιουργεί προβλήματα στην ανάπτυξη των δένδρων η σχετικά υψηλή θερμοκρασία του πετρώματος, προτείνεται η φύτευση να μην γίνεται κοντά στο πρανές αλλά προς την άκρη του δαπέδου.

### **β) Διαμόρφωση του τελικού δαπέδου της εκσκαφής**

Η αποκατάσταση αυτού του χώρου εξαρτάται από τη χρήση η οποία θα του αποδοθεί.

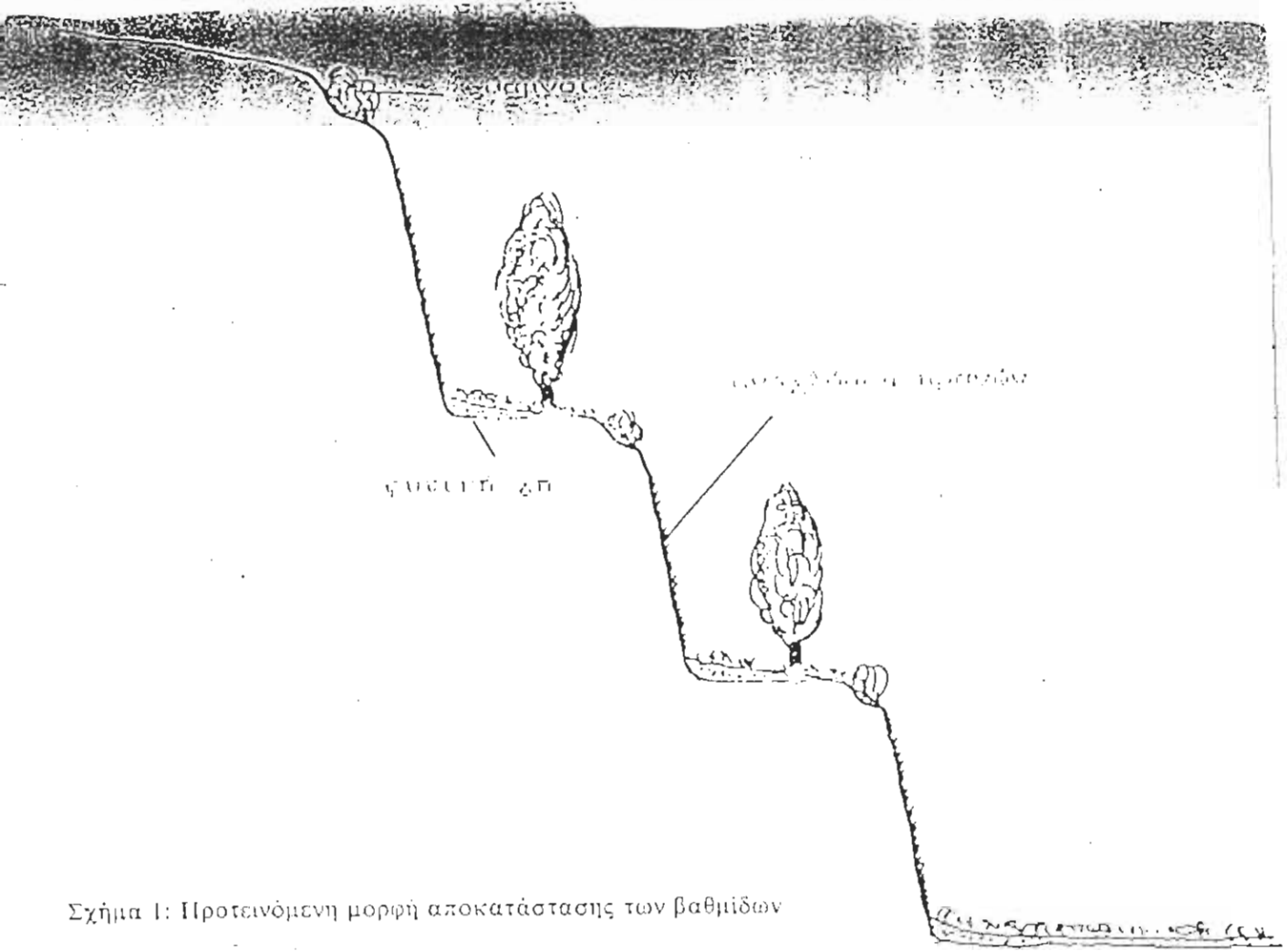
- Σε περίπτωση που ο χώρος δενδροκαλυφθεί στο σύνολό του, απαιτείται επικάλυψη του δαπέδου με φυτική γη ικανοποιητικού πάχους, προετοιμασία του εδάφους με αναχλόαση και μικρούς θάμνους ώστε να εξασφαλίζεται και η απαιτούμενη υγρασία για την βλάστηση και εγκατάσταση του είδους δένδρων που επιλέγεται. Ιδιαίτερη σημασία για την επιτυχία της φύτευσης έχει η εξασφάλιση στα νεαρά φυτά της απαραίτητης ποσότητας νερού και η προστασία του από τα ζώα.
- Συνολικά ο λατομικός χώρος μπορεί να αποκρυφτεί και να εξωραϊστεί με την δημιουργία στο άκρο του τελικού δαπέδου ενός αναχώματος από μπάζα, κάλυψη αυτού με φυτική γη και φύτευση (Σχ. 2). Με αυτό τον τρόπο μειώνονται σημαντικά οι διευθύνσεις θέας προς τον λατομικό χώρο.
- Η αρκετά μεγάλη έκταση του τελικού δαπέδου παρέχει τη δυνατότητα εγκατάστασης κτιρίων ή και περίπτωση μετατροπής του χώρου σε τόπο αναψυχής.

### **γ) Δημιουργία υποδομής για την αποκατάσταση**

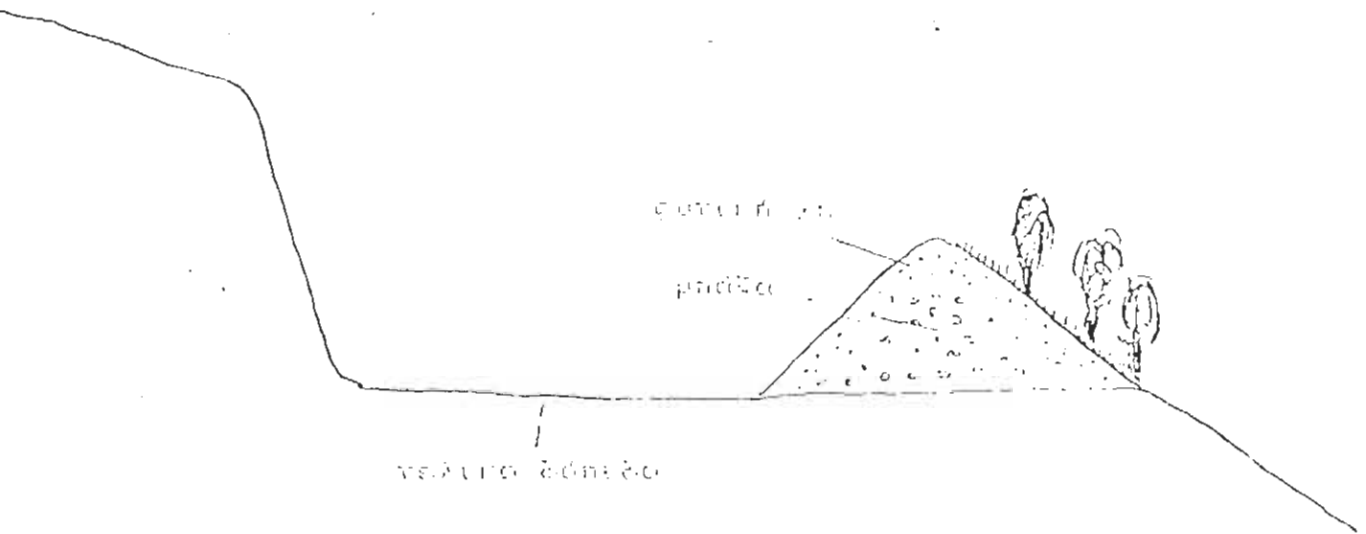
Οι ποσότητες φυτικής γης που θα απαιτηθούν θα πρέπει στο σύνολό τους να μεταφερθούν από χώρο εκτός λατομείου, καθώς στον λατομικό χώρο δεν υπάρχουν αξιολόγες ποσότητες φυτικής γης. Όπου κατά τόπους υπάρχουν ορισμένες άξιες λόγου ποσότητες εδάφους, μπορούν να συλλέγονται ώστε να δημιουργηθεί ένα μικρό στοκ.

Ιδιαίτερη μέριμνα χρειάζεται για την εξασφάλιση αρκετής ποσότητας νερού για πότισμα, ιδίως κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης της βλάστησης (σημαντικές ποσότητες νερού απαιτούνται και κατά την κοπή με αδαμαντοφόρο σύρμα).

Επειδή δεν υφίσταται υδροφόρος ορίζοντας, πρέπει να γίνεται μεταφορά του νερού με σωλήνες, γεγονός βέβαια που επιβαρύνει αρκετά το κόστος αποκατάστασης.



Σχήμα 1: Προτεινόμενη μορφή αποκατάστασης των βαθμιδών



Σχήμα 2: Δημιουργία αναχώματος στο άκρο του τελικού δαπέδου της εκσκαφής και φύτευση της εξωτερικής του επιφάνειας, για μείωση της αισθητικής προσβολής.

### III.1.3 Το θεσμικό πλαίσιο

Με το Ν. 1650/1986 επιχειρείται η δημιουργία νομικού για τη συνολική ρύθμιση της προστασίας του περιβάλλοντος. Ωστόσο για την ενεργοποίηση του νόμου αυτού απαιτείται η έκδοση προεδρικών διαταγμάτων που ακόμα καθυστερούν. Πιο συγκεκριμένα, η νομοθεσία που διέπει τις μεταλλευτικές δραστηριότητες είναι η παρακάτω:

- Νόμος 274/76 "περί τροποποίησης του Μεταλλευτικού Κώδικα", που θεσμοθετεί για πρώτη φορά την υποχρέωση του εκμεταλλευτή για αποκατάσταση των "... θεμελιωδών του περιβάλλοντος χαρακτηριστικών..."
- Νόμος 386/76 "περί εκμεταλλεύσεως λατομείων αδρανών υλικών και απαγορεύσεως της εκμεταλλεύσεως λατομείων μαρμάρου της περιοχής Παντελικού όρους". Αφορά κύρια την απαγόρευση της λειτουργίας λατομείων στη ΝΔ πλευρά της Πεντέλης τη θεατή από την Αθήνα.
- Νόμος 669/77 "περί εκμεταλλεύσεως λατομείων". Είναι γενικός νόμος για τα λατομεία που έχει ατονήσει μετά την εφαρμογή του νέου Κανονισμού Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών και του Ν. 998/79 "περί προστασίας των δασών...".
- Νόμος 998/79. Στο άρθρο 45 καθορίζεται η δυνατότητα για την έγκριση μεταλλευτικής δραστηριότητας μέσα σε δάση μετά από την υποβολή μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων και αντιμετώπισής τους. Οι προδιαγραφές των μελετών αυτών περιλαμβάνονται σε τριυπουργική απόφαση (ΦΕΚ 820 Β' της 28-8-1980).
- Υπουργική απόφαση 11-5η/Φ/17402/1984 για την έγκριση του ΚΜΛΕ, στα άρθρα 4, 85, 86 του οποίου ρυθμίζονται θέματα προστασίας περιβάλλοντος σε εξωδασικό περιβάλλον.
- Οδηγία 409/79 της ΕΟΚ για την προστασία των βιοτόπων και της άγριας ορνιθοπανίδας.

### III.1.4 Συμπεράσματα

Με βάση τα παραπάνω έχουμε να παρατηρήσουμε τα εξής: Μία πρώτη προσέγγιση του θέματος μας οδηγεί ότι η αποκατάσταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από εκμεταλλεύσεις κοιτασμάτων μαρμάρων και αδρανών υλικών πρέπει να προετοιμάζεται από το στάδιο του σχεδιασμού της εκμετάλλευσης.

Ο σωστός και λεπτομερής σχεδιασμός απαλύνει τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και βοηθά στη γρηγορότερη και πιο αποτελεσματική αποκατάσταση του περιβάλλοντος. Επίσης, ο τρόπος αποκατάστασης παλιών εκμεταλλεύσεων είναι σχεδόν ίδιος για κάθε μία περίπτωση.

Όμως αντίθετα απ' ό,τι θα πίστευε κανείς η ύπαρξη ενός σημαντικού σε όγκο θεσμικού πλαισίου δεν βοήθησε στην προστασία και αποκατάσταση του περιβάλλοντος από τις μεταλλευτικές και λατομικές δραστηριότητες. Ο κύριος λόγος γι' αυτό είναι εκτός από την τριυπουργική απόφαση τεχνικών προδιαγραφών, κανένας άλλος νόμος δεν αποτελεί μία συγκεκριμένη αντιμετώπιση. Δεν μπαίνουν ουσιαστικά προδιαγραφές αλλά και τρόποι ελέγχου των αποτελεσμάτων. Από την άλλη πλευρά η εφαρμογή του θεσμικού πλαισίου αυτού καθυστερεί στην εφαρμογή του, π.χ. καθυστερεί ανεπίτρεπτα η έκδοση των Π.Δ. για την εφαρμογή του Ν. 1650/1986.

Εξάλλου η έλλειψη συγκεκριμένων προδιαγραφών οδηγεί πολλές "περιβαλλοντικές μελέτες" να υποβάλλονται όχι τόσο με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος αλλά στη χορήγηση της άδειας εκμετάλλευσης.

Επίσης, εδώ πρέπει να σημειώσουμε, ότι η αντιμετώπιση των προβλημάτων προστασίας και αποκατάστασης του περιβάλλοντος από λατομικές αλλά και μεταλλευτικές δραστηριότητες απαιτεί διεπιστημονική προσέγγιση. Η ισότιμη συμμετοχή όλων των κλάδων των επιστημόνων (μηχ. μεταλλείων, γεωλόγων, γεωτεχνικών) από το στάδιο του σχεδιασμού διασφαλίζει όχι μόνο την καλύτερη αξιοποίηση του δεδομένου κοιτάσματος αλλά και τη γρηγορότερη και σωστότερη αποκατάσταση του περιβάλλοντος.



### III.2 Αποκατάσταση συνεπειών από την Εκμετάλλευση των μαρμάρων περιοχής Τρανοβάλτου

Η εκμετάλλευση του μαρμάρου δημιουργεί μια σημαντική ποσότητα στείρων υλικών (τόσο κατά την εξόρυξη όσο και κατά την επεξεργασία). Η αξιοποίηση αυτών των στείρων υλικών και επαναχρησιμοποίησή τους σε άλλους τομείς, καθώς και η αποκατάσταση - αξιοποίηση των λατομείων Τρανοβάλτου που τελείωσε η εκμετάλλευσή τους είναι σήμερα ένα σημαντικό κεφάλαιο της συνολικής έρευνας για το μάρμαρο. Ο σημαντικότερος παράγοντας για να αξιολογήσουμε τη δυνατότητα χρήσης των παραπροϊόντων (λατυπών, σκόνης και μουργκάνας) είναι η ορυκτοχημική σύσταση του εξορυσσομένου μαρμάρου αφού η καθαρότητά του σε ορισμένα συστατικά (κυρίως ασβέστιο και μαγνήσιο) και η δομή του (αδροκρυσταλλικό, μικροκρυσταλλικό κ.λ.π.) καθορίζουν τη δυνατότητα χρησιμοποίησης των μεν λατυπών του σαν αδρανή υλικά, μαρμαροψηφίδες μωσαϊκών, μαρμαρόσκονης, συνθετικών μαρμάρων, της δε μουργκάνας του για πληρωτικό (Filler) λευκαντικό υλικό στις βιομηχανίες χάρτου, ελαστικών, πλαστικών, για την τσιμεντοβιομηχανία, για κονιάματα και υλικά επενδύσεως τοίχων, για βελτίωση εδαφών στη γεωργία, για ζωοτροφές, για παραγωγή "Αγγλικής αργίλου" κ.λ.π.

Για την αποκατάσταση των αργούντων λατομείων με φυτεύσεις η ορυκτοχημική σύσταση του μαρμάρου καθορίζει το είδος και το βάθος της φυτεύσεως, ενώ αποφασιστικό ρόλο στην επιλογή των παραπάνω καθώς επίσης και στην κατανομή της βλάστησης παίζει η στάθμη των υπόγειων νερών στην ευρύτερη περιοχή για τα οποία χρειάζεται να γίνει ιδιαίτερη μελέτη.

Τέλος, η γεωλογική έρευνα μπορεί να βοηθήσει στην επίλυση μιας σειράς προβλημάτων που προκαλούνται από τη λειτουργία των

λατομείων όπως η μεταβολή της στάθμης υδροφόρων οριζόντων, η μεταβολή της παροχής πηγών, κατολισθητικά φαινόμενα και ρωγματώσεις στο έδαφος από τη χρήση των εκρηκτικών κ.λ.π.

Κλείνοντας την εισήγησή μας αυτή θα θέλαμε να τονίσουμε ότι δεν θεωρούμε τη γεωλογική έρευνα στο μάρμαρο πανάκεια για τη λύση όλων των προβλημάτων του, αλλά είναι αδιανόητο να προχωράει πλέον το μάρμαρο σαν βιομηχανικό προϊόν χωρίς να γίνεται συνεχής έρευνα για όλους τους τομείς που το αφορούν.

Όσο πιο γρήγορα η παραπάνω διαπίστωση γίνει κατανοητή απ' όλους τόσο περισσότερο διασφαλίζεται το μέλλον του μαρμάρου Τρανοβάλτου στην αγορά.

### III.3 Η συμβολή του Ι.Γ.Μ.Ε. στην αξιοποίηση του μαρμαρικού πλούτου της Δυτικής Μακεδονίας

Σημαντική είναι η συμμετοχή στην ανάπτυξη της σύγχρονης Ελληνικής μαρμαροβιομηχανίας του μαρμαρικού πλούτου της Δυτικής Μακεδονίας και ειδικότερα του νομού Κοζάνης με τα "μάρμαρα Τρανοβάλτου" που συγκεντρώνουν την κύρια δραστηριότητα εξόρυξης και κατεργασίας στην Περιφέρεια.

Η ανάπτυξη αυτή συμπίπτει με την αλματώδη διόγκωση, την τελευταία εικοσιπενταετία, της οικοδομικής δραστηριότητας στα μεγάλα κυρίως αστικά κέντρα όχι μόνο της Περιφέρειας αλλά και ολόκληρου του Ελλαδικού χώρου.

Οι διαμορφωμένες αυξημένες ανάγκες σε διακοσμητικά πετρώματα ωθούν τον κλάδο του μαρμάρου σε διεύρυνση με την εντατικοποίηση των υπάρχοντων εκμεταλλεύσεων, την προσπάθεια αξιοποίησης διαφόρων νέων εμφανίσεων σε μαρμαροφόρες περιοχές της Περιφέρειας, ενώ παράλληλα οι απαιτήσεις της Διεθνούς αλλά και της Ελληνικής αγοράς για τελικά προϊόντα υψηλής ποιότητας, οδηγούν στον εκσυγχρονισμό των μονάδων κοπής και επεξεργασίας και στη δημιουργία νέων.

Οι νομοί της Περιφέρειας περιλαμβάνουν μια μεγάλη ποικιλία τόσο από λευκά και έγχρωμα γνήσια μάρμαρα και ασβεστολιθικά πετρώματα, όσο και από άλλα πετρώματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη μαρμαρική τέχνη όπως οι γρανίτες και οι οφειτοασβεστίτες.

Ο νομός Κοζάνης όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα συγκεντρώνει σήμερα τη μεγαλύτερη εξορυκτική δραστηριότητα στη Δυτική Μακεδονία με την ανάπτυξη σημαντικών εκμεταλλεύσεων στην περιοχή του Τρανοβάλτου και τελευταία στη Ζωοδόχο Πηγή Βερμίου, σε μάρμαρα λευκά - ημίλευκα που γνωρίζουν εξαιτίας της χρωματικής τους εμφάνισης και των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών μια εξαιρετική ζήτηση τόσο στην εσωτερική όσο και στη Διεθνή αγορά στην οποία και διατίθεται μέρος μόνο της παραγωγής τους.

Το μάρμαρο Τρανοβάλτου παρουσιάζει μια υψηλή κρυσταλικότητα που αυτή κυρίως το χαρακτηρίζει σαν ένα από τα καλύτερα μάρμαρα του Ελλαδικού χώρου, εφάμιλλο του πεντελικού.

Η μεγάλη ζήτηση του μαρμάρου οδήγησε στην έντονη και μη ορθολογική εκμετάλλευσή του με αποτέλεσμα σήμερα οι λατομικές επιχειρήσεις να αντιμετωπίζουν πολλά προβλήματα στην πρωτογενή παραγωγή. Αυτό συνέβει γιατί παρά τον έντονο τεκτονισμό της μαρμαροφόρου περιοχής δημιουργήθηκαν πολλά λατομεία σε μία περιορισμένη έκταση. Η εξόρυξη δεν γινόταν με αναβαθμίδες, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν μέτωπα με μεγάλη κρέμαση, γεγονός που δυσχαιρένει την εξόρυξη και την παραγωγή αφ' ενός και αφ' ετέρου αφήνει αναγκαστικά μεγάλο τμήμα του κοιτάσματος ανεκμετάλειτο.

Μία από τις σημαντικότερες συνέπειες της μη ορθολογικής εκμετάλλευσης είναι και η κάλυψη μεγάλων τμημάτων του μαρμαρικού κοιτάσματος, ακόμη και σήμερα, με λατύπη (μπάζα) που δυσχαιρένει ακόμη περισσότερο την εξόρυξη, περιορίζει την έκταση ακόμη περισσότερο, δημιουργώντας σήμερα μία κατάσταση δύσκολα ανατρέψιμη.

Σήμερα στην περιοχή λειτουργούν πάνω από (10) δέκα λατομεία με συνολική παραγωγή που εκτιμάται σε 8.000 m<sup>3</sup> το χρόνο.

Ο συντελεστής αποληψιμότητας είναι μικρός και δεν ξεπερνά το 10%.

Οι εξορυσσόμενοι τύποι μαρμάρων, είναι χρώματος λευκού, ημίλευκου και τεφρού (Φιμέ). Η μεταβολή των χρωμάτων (λόγω της δυναμομεταμόρφωσης) είναι ακανόνιστη τόσο κάθετα όσο και παράλληλα προς την στρώση, με αποτέλεσμα να χρειάζεται προοδευτική διαλογή τόσο στο λατομείο όσο και κατά τη διάρκεια της τυποποίησης. Τα χρώματα των μαρμάρων που εξορύσσονται έχουν μεγάλη σημασία γιατί η τιμή τους διαφέρει σημαντικά μεταξύ με το λευκό να έχει την πιο υψηλή τιμή και το ποσοστό του στο εξορυσσόμενο πέτρωμα να μην ξεπερνά το 15%.

Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον είναι στα κατώτερα στρώματα του μαρμάρου και στο κεντρικό τμήμα του κοιτάσματος όπου ο

τεκτονισμός δεν είναι τόσο έντονος αλλά και το ποσοστό του λευκού μαρμάρου είναι μεγαλύτερο.

Οι μονάδες δευτερογενούς παραγωγής στην Περιφέρεια (15 περίπου) είναι σημαντικές, εγκατεστημένες κυρίως στο νομό Κοζάνης (6 στην πόλη της Κοζάνης, 5 στα Σέρβια και Τρανόβαλτο) και τυποποιούν ογκομάρμαρα που προέρχονται κυρίως από τις εκμεταλλεύσεις της περιοχής, ή και ογκομάρμαρα που μεταφέρονται από την υπόλοιπη Ελλάδα για τις μεγάλες ανάγκες σε διακοσμητικά πετρώματα των σύγχρονων οικοδομών.

Το Ι.Γ.Μ.Ε., θεωρώντας τη Δυτική Μακεδονία σαν μια σημαντική ενότητα του Ελλαδικού χώρου με ποικιλία διακοσμητικών πετρωμάτων, πραγματοποίησε τα προηγούμενα χρόνια στα πλαίσια των ερευνητικών του προγραμμάτων, λεπτομερή απογραφή όλων των λατομείων μαρμάρων καθώς και των μονάδων τυποποίησης της Περιφέρειας, προκειμένου να γίνουν γνωστά στοιχεία της υφιστάμενης κατάστασης τόσο στον πρωτογενή τομέα όσο και στον τομέα της μεταποίησης.

Πέραν αυτών πραγματοποιήθηκαν μια σειρά από γεωλογικές - κοιτασματολογικές αναγνωρίσεις και εργαστηριακές εξετάσεις (ορυκτολογικές, χημικές αναλύσεις, έλεγχος φυσικομηχανικών ιδιοτήτων) στις κυριότερες μαρμαροφόρες περιοχές των νομών της Περιφέρειας.

Αξιολογώντας το Ι.Γ.Μ.Ε. όλα τα παραπάνω στοιχεία και θεωρώντας πολύ σημαντική τη στήριξη αξιοποίησης των ορυκτών αυτών πόρων, πραγματοποιεί τα τελευταία χρόνια, στα πλαίσια ενός εκτεταμένου πενταετούς ερευνητικού προγράμματος, τις παρακάτω έρευνες σε μαρμαροφόρες περιοχές της Περιφέρειας:

- Στο νομό Κοζάνης ολοκληρώθηκαν έρευνες γεωλογικής και κοιτασματολογικής αναγνώρισης στην ευρεία περιοχή Τρανοβάλτου και Λάβας.

Με δεδομένη τη σημερινή υφιστάμενη κατάσταση εκμετάλευσης στην περιοχή, οι ερευνητικές εργασίες πρόκειται να συνεχιστούν προς την κατεύθυνση της διεύρυνσης των περιοχών εκμετάλευσης των μαρμάρων Τρανοβάλτου, με την οριοθέτηση

μιας μεγαλύτερης σε έκταση μαρμαροφόρου περιοχής με προοπτικές αξιοποίησης.

Παράλληλα θα συνεχιστεί ένα ευρύ πρόγραμμα κοιτασματολογικών αναγνώρισεων σε μαρμαροφόρες περιοχές της Περιφέρειας με προοπτικές αξιοποίησης, όπως στην ευρεία περιοχή του Βερμίου για λευκά μάρμαρα και στους χαρακτηριστικούς ασβεστόλιθους περιοχών της Δραγασιάς Κοζάνης.

Θεωρείται ότι η ολοκλήρωση των επιμέρους αυτών ερευνών του Ι.Γ.Μ.Ε. για τα μάρμαρα θα δώσει τη δυνατότητα για αξιοποίηση ενδεχομένως νέων κοιτασμάτων με παράλληλη στήριξη της Περιφερειακής ανάπτυξης και παρέμβασή μας στην ορθολογικότερη δυνατή αξιοποίηση των μη ανανεώσιμων ορυκτων αυτών πόρων.

Το Ι.Γ.Μ.Ε. Κοζάνης πραγματοποίησε την τελευταία τριετία ερευνητικές εργασίες που ολοκληρώνονται αυτό το διάστημα, με στόχο την διατύπωση προτάσεων στην κατεύθυνση της καλύτερης αξιοποίησης των μαρμάρων. Το κόστος αυτών των εργασιών ανέρχεται σε 14,5 εκατομμύρια.

Τα έργα που πραγματοποιήθηκαν περιλαμβάνουν:

- Εργαστηριακές εξετάσεις για τον ποιοτικό προσδιορισμό του μαρμάρου.
- Γεωλογικές - κοιτασματολογικές και τεκτονικές χαρτογραφήσεις στη περιοχή Τρανοβάλτου.
- Τοπογραφικοί χάρτες σε κλίμακα 1:1.000 όπου αποτυπώνεται η σημερινή υφιστάμενη κατάσταση, στη περιοχή εκμετάλλευσης.
- Δειγματολογικές γεωτρήσεις 6 τον αριθμό με συνολικό βάθος 580 μέτρα.
- Πραγματοποιήθηκαν γεωλογικές και κοιτασματολογικές αναγνώρισεις στην ευρύτερη μαρμαροφόρο περιοχή των Καμβουνίων όρων με στόχο την ανεύρεση νέων περιοχών εκμετάλλευσης ώστε η εξορυκτική δραστηριότητα που αναπτύσσεται στη στενή περιοχή Τρανοβάλτου να επεκταθεί και σε άλλες περιοχές.

- Δόθηκε η κάθε δυνατή βοήθεια στους λατόμους για μια πιο ορθολογική και αποδοτική εκμετάλλευση και επεξεργασία του μαρμάρου.
- Έγινε επεξεργασία όλων των στοιχείων από τις παραπάνω εργασίες και αφού βγήκαν τα κατάλληλα συμπεράσματα διατυπώθηκαν προτάσεις για την καλύτερη αξιοποίηση του κοιτάσματος.
- Αποκλείστηκαν περιοχές που δεν είναι κατάλληλες για εκμετάλλευση και περιορίστηκε ο χώρος που είναι κατάλληλος με παράλληλη εκτίμηση των γεωλογικών και απολήψιμων αποθεμάτων μαρμάρου καθώς και ο συντελεστής αποληψιμότητας.

## ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Οι προτάσεις που διατυπώνονται είναι εν συντομία οι παρακάτω:

### 1) Έργα υποδομής

- α) Ανεύρεση νερού κοντά στη περιοχή εκμετάλλευσης, απαραίτητο για την λειτουργία του νέου μηχανολογικού εξοπλισμού στην εξόρυξη, όπως είναι οι συρματοκοπές.
- β) Διάνοιξη και κατασκευή οδικού δικτύου που να εξυπηρετεί τις σημερινές ανάγκες εκμετάλλευσης.
- γ) Παραχώρηση εκτάσεων έξω από τη μαρμαροφόρο περιοχή για εναπόθεση των μπαζών που σήμερα παράγονται.

2) Ανανέωση μηχανολογικού εξοπλισμού κυρίως στο τομέα της εξόρυξης κατάλληλου για τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου τύπου κοιτάσματος.

3) Αύξηση του συντελεστή αποληψιμότητας με δημιουργία αναβαθμίδων στα λατομεία.

4) Οι περισσότερες εκμεταλλεύσεις (λατομεία) γίνονται σε μικρές εκτάσεις με αποτέλεσμα να μένει αρκετό κοίτασμα ανεκμετάλλευτο. Οι εκτάσεις πρέπει να αυξηθούν σε μέγεθος με ενοποιήσεις λατομείων για καλύτερη απόδοση. Αυτό μπορεί να γίνει με συγκεκριμένα κίνητρα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

### IV.1 Εχθροί του μαρμάρου

Οι εχθροί του μαρμάρου, οι παράγοντες δηλαδή που προκαλούν τη φθορά του, ανήκουν σε δύο κατηγορίες. Είναι οι εσωτερικοί και οι εξωτερικοί εχθροί.

Εσωτερικοί εχθροί του μαρμάρου είναι διάφορα ορυκτά και ουσίες που περιέχονται στη μάζα του, καθώς και ελαττώματα ή ειδικοί τρόποι δομής του υλικού, που μειώνουν την αντοχή του.

Εξωτερικοί εχθροί του μαρμάρου είναι οι δυσμενείς συνθήκες του περιβάλλοντος, η κακή χρήση της επιφάνειας του και, πολύ σημαντικός εχθρός για ορισμένες περιπτώσεις, η λαθεμένη επιλογή είδους μαρμάρου για συγκεκριμένη εφαρμογή ή η λαθεμένη εφαρμογή του.

A.- Η ύπαρξη εχθρών του μαρμάρου, που είναι κρυμμένοι στη μάζα του, οχυρωμένοι ή ανοχύρωτοι (εσωτερικοί εχθροί), πρέπει να διαπιστώνεται έγκαιρα, προτού τοποθετηθεί το μάρμαρο στο έργο. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η διαπίστωση αυτή αποτελεί θέμα γνώσεως, συνδυασμένης με παρατηρητικότητα στις άλλες, απαιτείται ορυκτολογική μελέτη του πετρώματος.

Η σύσταση και η δομή της μάζας του μαρμάρου επηρεάζουν την αντοχή του. Η αντοχή αυτή είναι αυξημένη, όταν το μάρμαρο παρουσιάζει αδιάκοπη συνοχή των ορυκτολογικών συστατικών του. Αντίθετα, η αντοχή του μαρμάρου μειώνεται, όταν υπάρχουν διάφορα ελαττώματα στη μάζα του. Η απολέπιση μαρμαροπλακών δαπέδου με την επίδραση υγρασίας οφείλεται συνήθως στη σαθρή συνοχή των συστατικών του πετρώματος.

Τα ελαττώματα που παρατηρούνται στα μάρμαρα Τρανοβάλτου, είναι:



1. Η παρουσία ορυκτών με μικρή αντοχή ή υδατοδιαλυτών, όπως είναι ο τάλκης, αργιλικά ορυκτά (χώμα, η γύψος, ο χλωρίτης, οι άστριοι -που είναι και βασικό συστατικό του γρανίτη-), διάφορα μέταλλα και ανθρακούχες προσμείξεις.

Ιδιαίτερα σημαντικό ελάττωμα αποτελεί η ύπαρξη υαλωδών προσμείξεων (με συστατικό το χαλαζία, γυαλί). Το γυαλί αυτό που περιέχεται συνήθως σε μικρές ποσότητες, συναντάται συχνά, σε τοπικές συγκεντρώσεις, και είναι ικανό να προκαλέσει και το σπάσιμο της λάμας του μηχανήματος κοπής του ογκομαρμάρου σε πλάκες.

Η ύπαρξη σερπεντίνη στη σύσταση του μαρμάρου αποτελεί την αιτία αποχρωματισμού της μάζας του, με την επίδραση του νερού της βροχής και των ηλιακών ακτίνων, παραγόντων που επηρεάζουν όλα τα ορυκτά με ασταθή σύσταση. Αλλά και η παρουσία οργανικών ουσιών μέσα στη μάζα του μαρμάρου μπορεί να προκαλέσει αλλοιώσεις στο χρωματισμό του, πέρα από τη σημαντική μείωση της αντοχής του.

2. Η ύπαρξη ρωγμών στη μάζα του μαρμάρου. Οι ρωγμές αυτές είναι είτε κλειστές, που είναι εύκολο να διαπιστωθούν με την αφή, είτε ανοιχτές και συχνά με πολύ σημαντικό πλάτος κατά θέσεις. Το ελάττωμα αυτό σε γεμίζει θλίψη, όταν το βλέπεις να διασχίζει ξαφνικά μια υγιέστατη κατά τα άλλα μαρμαρόπλακα.
3. Οι φλέβες, που αποτελούνται από υλικό διαφορετικού χρώματος και συστάσεως από τη θεμελιώδη μάζα του πετρώματος, επηρεάζουν ανάλογα την αντοχή του. Χαρακτηριστικό είναι ότι κατά τη δοκιμή αντοχής του πετρώματος στον παγετό, η μάζα του διαχωρίζεται στη θέση φλέβας, όταν η πρόσφυση του υλικού της φλέβας αυτής είναι σαθρή.

4. Η ύπαρξη αραιών ή πυκνών κομμών, άλλοτε με μικρό μήκος και άλλοτε με πολύ μεγάλο μήκος, που διασχίζει το πέτρωμα. Οι

κορμμοί είναι ύπουλος εχρός, δεν παύουν όμως να διακρίνονται με ευχέρεια. Οι κορμμοί είναι σημαντικό ελάττωμα, γιατί το μάρμαρο σπάζει εύκολα στη θέση αυτών.

5. Το αυξημένο πορώδες του πετρώματος, που συχνά θεωρείται πλεονέκτημά του για ορισμένες εφαρμογές, είναι και αυτό ελάττωμα της μάζας του, που όχι μόνο διευκολύνει τη συγκέντρωση διαφόρων ουσιών ενισχυτικών της καταστροφικής επιδράσεως του νερού της βροχής και του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας, αλλά αποτελεί, σε περίπτωση παγετού, και την αιτία φθοράς μέχρι θρυματισμού της μάζας του. Ο τραβερτίνης για παράδειγμα είναι πέτρωμα με πολύ εκτεταμένο αυτό το "ελάττωμα" στη δομή της μάζας του.

B.- Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στους εξωτερικούς εχθρούς των μαρμάρων Τρανοβάλτου, οι οποίοι πολλές φορές αγνοούνται και οδηγούν στη δημιουργία λαθεμένων μαρμαροκατασκευών.

1. Σημαντικός παράγοντας φθοράς του μαρμάρου, που γενικά δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί, με απλά μέσα, είναι οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, η βροχή, ο ήλιος, ο παγετός, καθώς και διάφορα συστατικά της ατμόσφαιρας. Η φθορά που υφίστανται τα μάρμαρα από την επίδραση του παγετού, αλλά μεγάλη και άλλα μικρότερη, ανάλογα με τη σύσταση και τη δομή της μάζας τους, καθώς και την επίδραση των οξειδίων του άνθρακα, του αζώτου και του θείου στη σταθερότητα του χρωματισμού και της αντοχής τους.

Η συνδυασμένη επίδραση των συστατικών της ατμόσφαιρας, όπου δεν είναι αμέτοχη και η σκόνη, έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία της γκριζόμαυρης στρώσεως πάνω στην επιφάνεια των εξωτερικών μαρμάρων στις πόλεις.

2. Η αυξημένη χρήση δαπέδου ή σκάλας, προκαλεί ανεπανόρθωτη φθορά στο υλικό. Ιδιαίτερα αισθητό είναι το αποτέλεσμα αυτό στις περιπτώσεις επιστρώσεων επιφανειών με μαρμαρόπλακες απaráδεκτα μικρού πάχους, που δεν έχουν την απαραίτητη αντοχή στην κίνηση μεγάλων φορτίων ή, ακόμα, στη μετακίνηση

αντικειμένων στην επιφάνειά τους, έχουν δηλαδή μικρή αντοχή σε τριβή, σε θλίψη, σε κάμψη ή σε κρούση.

3. Πολλά ελαττώματα στην επιφάνεια του μαρμάρου, που αλυσιδωτά οδηγούν σε άλλα πιο σημαντικά, δημιουργούνται από την κοπή, τη λείανση ή τη συντήρηση του υλικού με μεθόδους που δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των κανόνων της Τεχνικής. Ρωγμές μπορεί να δημιουργηθούν στο μάρμαρο και κατά την κοπή του, ιδιαίτερα όταν αυτή γίνεται με ακατάλληλα μηχανήματα.

Ακόμα, ρωγμές δημιουργούνται κατά την εξόρυξη του πετρώματος, με τη χρησιμοποίηση εκρηκτικών υλών. Ας σημειωθεί ότι η αδρή επιφάνεια συντελεί στη συγκέντρωση ρύπων.

4. Οι αφίσες, καθώς και η στερέωση φωτιστικών ή πινακίδων στα μάρμαρα επενδύσεως διαφόρων δομικών στοιχείων είναι εγκληματικός τρόπος συμπεριφοράς έναντι του υλικού και χρήσεως αυτού και οδηγούν πολύ σύντομα σε εκτεταμένη φθορά της μάζας του.
5. Πολύ σύντομα παρατηρούνται φθορές μαρμάρων, που θα είχαν αποφευχθεί, αν είχε χρησιμοποιηθεί καταλληλότερο μάρμαρο για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Η λαθεμένη, δηλαδή, επιλογή υλικού αποτελεί και την αιτία φθοράς αυτού κατά περίπτωση. Τονίζουμε εδώ το πόσο τομηρός είναι ο συνδυασμός πολλών ειδών μαρμάρου, με διαφορετική αντοχή σε φθορά από τριβή, σε κατασκευή δαπέδου.
6. Ας πάμε τώρα σε ένα μεγάλο θέμα, στη λαθεμένη εφαρμογή του μαρμάρου. Το μάρμαρο πρέπει να προφυλάγεται από λέκιασμα που προκαλείται είτε από υπερκείμενες μεταλλικές κατασκευές, είτε από κακής ποιότητας γειτονικά δομικά υλικά (άμμος, τσιμέντο κ.ά.). Μετά από όσα έχουμε αναφέρει σχετικά με την τοποθέτηση πλακών λευκού μαρμάρου, πρέπει να έχει σταματήσει η χρησιμοποίηση κοινού τσιμεντοκονιάματος για τη στερέωσή τους. Είναι σαφές ότι οι λεκέδες που δημιουργούνται

στην επιφάνεια των πλακών από άλατα (επίδραση των αλκαλίων του τσιμέντου σε οργανικές ουσίες της άμμου), δεν είναι δυνατό να εξαλειφθούν. Ιδιαίτερη φροντίδα απαιτείται, όταν τοποθετούνται στο έργο πετρώματα με αυξημένη υδατοπορροφητικότητα.

7. Ακόμα, η επένδυση πατώματος με πλάκες από πράσινο ή κόκκινο μάρμαρο, χωρίς να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα, μπορεί να παρουσιάσει, λόγω της υδατοπορροφητικότητας του είδους αυτού πετρώματος, στρέβλωση των πλακών και αποκόλλησή τους από το δάπεδο. Αυτό μπορεί να συμβεί επίσης και με ορισμένα άλλα λευκά ή χρωματιστά μάρμαρα, που παρουσιάζουν αυξημένη υδατοπορροφητικότητα. Ένα τέτοιο μαρμάρينو δάπεδο, αν απορροφήσει νερό (και μέσα από τους αρμούς) μετά από κάποιο σπάσιμο μπαταρίας σε κάποιο διαμέρισμα, θα παρουσιάσει τοπικές στρεβλώσεις των μαρμαροπλακών, που μπορούν να φτάσουν μέχρι και 20 εκ. ύψος πάνω από την κανονική στάθμη του δαπέδου. Μπορεί να φανταστεί κανείς το αποτέλεσμα' δεν θα ανοίγουν οι πόρτες, δεν θα ισορροπούν τα έπιπλα κ.λ.π. γεγονός βέβαια που θα οδηγήσει κατ' ανάγκη στην αντικατάσταση όλων των δαπέδων του διαμερίσματος αυτού.
8. Αποκόλληση μαρμαροπλακών δαπέδου έχουν παρατηρηθεί και σε πολλές παλιές κατασκευές, όπου είχε χρησιμοποιηθεί κονίαμα στερεώσεως των πλακών, κακής ποιότητας. Θα πρέπει να τονιστεί ότι αν στο κονίαμα στερεώσεως των πλακών δαπέδου αναμειχθεί και ασβέστης που δεν έχει ασβεστεί πλήρως, το κονίαμα διογκώνεται τοπικά με την επίδραση υγρασίας και παρουσιάζει τάση που είναι ικανή να αποκολλήσει τις μαρμαρόπλακες, ιδιαίτερα, όταν (όπως συμβαίνει συνήθως) η συγκόλλησή τους είναι και ατελής. Συμβαίνει, δηλαδή, κάτι ανάλογο με το φαινόμενο της "πεταλούδας" που δημιουργείται στα επιχρίσματα των τοίχων και που οφείλεται σε ατελή σβέση του ασβέστη που περιέχουν.

9. Τέλος, η κατασκευή δαπέδου, χωρίς αρμούς με το αναγκαίο πλάτος, αποτελεί σαφή κακοτεχνία.

Ας προστατεύσουμε λοιπόν το μάρμαρο από τους ποικίλους εχθρούς του, προβλέποντας απλά την επίθεση που μπορεί να υποστεί σε κάθε περίπτωση εφαρμογής του και δημιουργώντας την κατάλληλη ασπίδα για την απόκρουσή της. Και βέβαια, σαν ασπίδα δεν εννοούμε το ντύσιμο της μαρμαροκατασκευής με ένα ξύλινο προστατευτικό μανδύα, αλλά την προστασία και συντήρηση του μαρμάρου με κατάλληλα υλικά, καθώς και την εφαρμογή των κανόνων της επιστήμης και της τεχνικής, που παρέχουν άτρωτη, γενικά, κατασκευή. Πρέπει να υπογραμμιστεί εδώ, ότι η προστασία της μαρμαροκατασκευής αξίζει όποια προσπάθεια και δαπάνη, γιατί ορισμένες τουλάχιστον φθορές του υλικού δεν είναι δυνατό να αποκατασταθούν αληθινά, παρά μόνο με την αντικατάστασή του από άλλο μάρμαρο.

## IV.2 Χρήση και συντήρηση του μαρμάρου

Αν πραγματικά υπάρχει ένας τομέας για τον οποίο κανένας κανένας δεν αμφισβητεί πλέον την αναγκαιότητα της γεωλογικής έρευνας, αυτός είναι ο τομέας της χρήσης του μαρμάρου. Η ποιότητα και κατά συνέπεια η καταλληλότητα ενός μαρμάρου για χρήση του στις διάφορες κατασκευές (εσωτερικές και εξωτερικές δαπεδοστρώσεις, εσωτερικές και εξωτερικές επενδύσεις, κλίμακας κ.λ.π.) καθορίζεται σχεδόν αποκλειστικά από τα χημικά - ορυκτολογικά - πετρογραφικά και κυρίως από τα φυσικομηχανικά και τεχνικά του χαρακτηριστικά. Τονίζεται ότι η έρευνα για τις διάφορες χρήσεις του μαρμάρου σε σχέση με τα ορυκτοχημικά ή φυσικομηχανικά του χαρακτηριστικά, είναι μια επιστήμη σε δυναμική εξέλιξη, αφού όλο και περισσότερες "χρήσεις" του μαρμάρου ανακαλύπτονται και μπαίνουν σε εφαρμογή. Σαν παραδείγματα θα αναφέρουμε την "ανακάλυψη" της καλής θερμικής αγωγιμότητας ορισμένων τύπων μαρμάρων που τα κάνει ιδανικά υλικά για εφαρμογή επιδαπέδιας θέρμανσης ή και κατασκευής θερμαντικών σωμάτων, καθώς επίσης τη χρησιμοποίηση ορισμένων πολύ διαφανών μαρμάρων σαν φωτιστικά σώματα.

Επίσης επισημαίνεται ότι αν για τους κατασκευαστές των προηγούμενων τεχνολογικά χωρών η χρησιμοποίηση των παραπάνω παραγόντων (ορυκτοχημικών και φυσικομηχανικών χαρακτηριστικών) αποτελεί κανόνα για τη επιλογή των μαρμάρων, στη χώρα μας δυστυχώς αποτελεί μάλλον εξαίρεση στον κανόνα, με αποτέλεσμα "τραγικά" πολλές φορές λάθη. Σαν χαρακτηριστικά παραδείγματα θα αναφέρουμε τη χρήση μαρμάρων που φέρνουν φλεβίδια ή στρωματίδια με υλικά με μεγάλη φθορά στη τριβή (κρυσταλλικός ασβεστίτης, αργιλικά ορυκτά κ.λ.π.), σε δαπεδοστρώσεις σε κτίρια μεγάλης κυκλοφορίας (σταθμοί αεροδρομίων, τράπεζες κ.α.) ή τη

χρήση μαύρων βιτουμενιούχων ασβεστόλιθων σε εξωτερικές επενδύσεις (όπου λόγω της ηλιοφάνειας προκαλείται εξάτμιση των βιτουμενιούχων και αλλοίωση του μαύρου χρώματος του μαρμάρου) ή τέλος την χρησιμοποίηση ευπαθών στην απορροφητικότητα μαρμάρων (και μάλιστα μη στιλβωμένων !!!) σε χώρους με έντονη χρήση υγρών που προκαλούν λεκέδες (αίθουσες εστιατορίων, καφέ-μπάρ, αίθουσες υποδοχής ξενοδοχείων κ.λ.π.).

Τέλος, θα πρέπει να συμπληρώσουμε ότι τα τελευταία χρόνια οι φυσικομηχανικές ιδιότητες των μαρμάρων χρησιμοποιούνται και για την επιλογή των υλικών συγκόλλησης (τσιμεντοκονιάματα, κόλες δύο συστατικών, ρητίνες, ακρυλικά, σιλικόνες κ.λ.π.) αλλά και για να επιλεγούν άλλα υλικά που μπορούν να συνδυαστούν με το μάρμαρο (μπετόν, γυαλί, μέταλλο κ.λ.π.).

Ένα άλλος τομέας που βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη τα τελευταία χρόνια είναι αυτός της προστασίας, συντήρησης και καθαρισμού των μαρμάρων, ενέργειες ιδιαίτερα αναγκαίες στη σημερινή εποχή που η ατμόσφαιρα είναι κορεσμένη από τη βιομηχανική μόλυνση.

Οι σπουδαιότεροι εξωτερικοί παράγοντες καταστροφής των μαρμάρων είναι η όξινη βροχή των πόλεων, ο παγετός και οι ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές. Η ορυκτοχημική σύσταση και από τις φυσικομηχανικές ιδιότητες η υδατοαπορροφητικότητα, ο συντελεστής θερμικής διαστολής και η αντοχή στα αραιά διαλύματα οξέων, είναι αυτά που καθορίζουν την αντοχή κάθε μαρμάρου στους παραπάνω παράγοντες.

Μπορούμε να πούμε ότι τα μονόμικτα πετρώματα είναι πιο ανθεκτικά από τα πολύμικτα, τα οποία καταστρέφονται πιο γρήγορα στις απότομες ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές λόγω του διαφορετικού συντελεστή θερμικής διαστολής των ορυκτών τους (αν και ακόμη σήμερα δεν υπάρχει ολοκληρωμένη άποψη για τη συμπεριφορά ορισμένων πολύμικτων πετρωμάτων στο χρόνο όπως π.χ. οι γρανίτες.) Επίσης μπορούμε να πούμε ότι μάρμαρα που

περιέχουν άλλα ορυκτά είτε υπό μορφή φλεβιδίων (δολομίτης, χαλαζίας, αργιλικά κ.λ.π.) είτε υπό μορφή εγκλεισμάτων (κρυσταλλικός ασβεστίτης στα απολιθώματα διαφόρων ασβεστόλιθων) είναι πιο ευπαθή στις θερμοκρασιακές μεταβολές και στη διάβρωση από τη βροχή.

Τέλος, γενικά για τις εξωτερικές επενδύσεις πρέπει να αποφεύγονται μάρμαρα με μεγάλο πορώδες γιατί καταστρέφονται πιο εύκολα από τον παγετό.

Η συντήρηση και ο καθαρισμός του μαρμάρου (ιδιαίτερα ιστορικών μνημείων) είναι και αυτή σήμερα μία επιστήμη σε εξέλιξη όπου σημαντικό ρόλο στην επιλογή των υλικών καθαρισμού (επιθέματα γύψου, κιμωλία, σεπιολίτη, λευκαντικά γαζολίνης, υπεροξειδίων του υδρογόνου, μη ιοντικών απορρυμαντικών κ.λπ.) παίζει η ορυκτοχημική σύσταση κάθε μαρμάρου.



## ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εκμετάλλευση των λατομείων της περιοχής Τρανοβάλτου άρχισε πριν 40 περίπου χρόνια, χωρίς να προηγηθεί γεωλογική έρευνα, σωστός προγραμματισμός των προκαταρτικών εργασιών και αξιολόγηση των στοιχείων που θα προέκυπταν. Ακόμη στο μεγαλύτερο ποσοστό κύριος στόχος ήταν η εξόρυξη ογκομαρμάρων με την καλύτερη δυνατή ποιότητα (ληστρική εκμετάλλευση) και μέσω μόνο εκρηκτικών υλών. Αυτό είχε ως συνέπεια σήμερα ο χώρος του λατομείου να είναι έτσι διαμορφωμένος που να εμποδίζει την πραγματοποίηση ορθολογικής εκμετάλλευσης, όπως είναι η δημιουργία κατακορύφων πρανών ύψους πάνω από 20 m. Βέβαια γίνονται προσπάθειες για την συστηματική εκμετάλλευση των λατομείων σύμφωνα με τον τρόπο που αναφέρθηκε στην εργασία, αν και είναι πολύ δύσκολο με τα σημερινά μορφολογικά δεδομένα.

Οι δυσκολίες επιτείνονται ακόμη περισσότερο αν λάβουμε υπόψη μας ότι:

1) Η σύνθεση του προσωπικού είναι κυρίως οι μάστορες, οι χειριστές και οι πιστολαδόροι. Τις περισσότερες φορές μάλιστα χρέη μάστορα ή χειριστή κάνει και ο εκμεταλλευτής του λατομείου. Ακόμη ο εκμεταλλευτής είναι αυτός που αυτοπροσώπος εμπορεύεται το προϊόν, συντονίζει τις εργασίες εξόρυξης και συντήρησης των μηχανημάτων, κόβει τιμολόγια και γενικά εκτός από τις εργασίες εντός του λατομείου ασχολείται και με γραφειοκρατικές εργασίες.

Τις περισσότερες φορές το επίπεδο μόρφωσης του εργατικού προσωπικού και του εκμεταλλευτή είναι χαμηλό (οι περισσότεροι δεν τελείωσαν ούτε το δημοτικό σχολείο). Αυτό αποτελεί το σοβαρότερο εμπόδιο για πάρα πολλά πράγματα που οι ίδιοι θα ήθελαν να κάνουν και τώρα δεν μπορούν.

2) Ο εκσυγχρονισμός των μηχανημάτων εξόρυξης άρχισε μόλις τα δύο τελευταία χρόνια (όπως οι συρματοκοπές τύπου διαμαντέ),

με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η μέγιστη αποληψιμότητα σε ογκομάρμαρα με το μικρότερο δυνατό κόστος παραγωγής.

- 3) Η χρήση των εκρηκτικών υλών έστω και σε περιορισμένες ποσότητες στις εργασίες διάνοιξης των μετώπων σε συνδυασμό με την άγνοια, κατά κανόνα, του τρόπου δράσης των εκρηκτικών υλών, έχουν ως αποτέλεσμα την προσβολή των υγιών όγκων μαρμάρων. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην αδιαμφισβήτητη μείωση της αξίας πολλών όγκων και αποτελεί ένα διαρκές σημείο προστριβών μεταξύ των λατόμων και των αγοραστών των όγκων (σχιστήρια μαρμάρου).
- 4) Τα κατακόρυφα πρηνή δυσκολεύουν την εκμετάλλευση με τη μέθοδο των ορθών βαθμίδων γι' αυτό και σπάνια αυτές γίνονται αντιληπτές.
- 5) Παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση στείρων επειδή ενσωματώνονται σ' αυτά και τα ρετάλια μαρμάρων (λατύπες, ξωφάρια) τα οποία δεν επεξεργάζονται όπως τα ογκομάρμαρα, ενώ θα μπορούσαν να συμβάλλουν σημαντικά στη βελτιστοποίηση του συνολικού κέρδους, με την επεξεργασία τους.
- 6) Ακόμη και σήμερα συνεχίζεται να εξορύσσεται μάρμαρο από όπου αυτό φαίνεται ότι είναι καλό, κάνοντας "ληστρική" εκμετάλλευση και αχρηστεύοντας ή αγνοώντας κοίτασμα που βρίσκεται σε βάθος.
- 7) Τα λατομεία Τρανοβάλτου είναι μικρές επιχειρήσεις με ολιγάριθμο προσωπικό πλην ολίγων εξαιρέσεων (συναιτερισμός Τρανοβάλτου) και η έκταση του κάθε λατομείου περιορίζεται σε μερικές δεκάδες στρέμματα.
- 8) Ο μεγάλος αριθμός των επιχειρήσεων, τα κοινά σύνορα ορίων εκμετάλλευσης και η απόθεση των στείρων σε περιοχές όπου υπάρχει εκμεταλλεύσιμο κοίτασμα είναι παράγοντες που δεν καθιστούν δυνατή την πλήρη ανάπτυξη του κάθε λατομείου.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

---

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΑΠΟ ΤΑ ΛΑΤΟΜΕΙΑ ΤΡΑΝΟΒΑΛΤΟΥ



Φώτο Νο 1: Πατάρια εκμετάλλευσης σε λατομείο Τρανοβάλτου



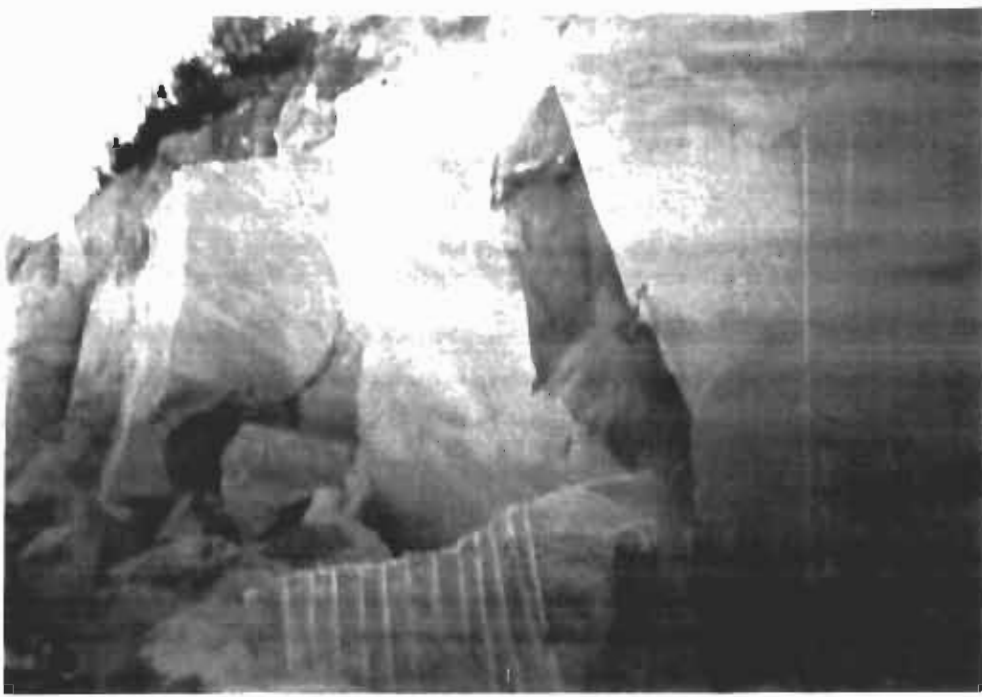
Φώτο Νο 2: Ορθογωνισμένοι όγκοι μαρμάρου



Φώτο Νο 3: Χώρος λατομείου μετά από τελική απόληψη προϊόντος



Φώτο Νο 4: Πρωθητής γαιών και Wagon Drill 692 της Benetti Machine



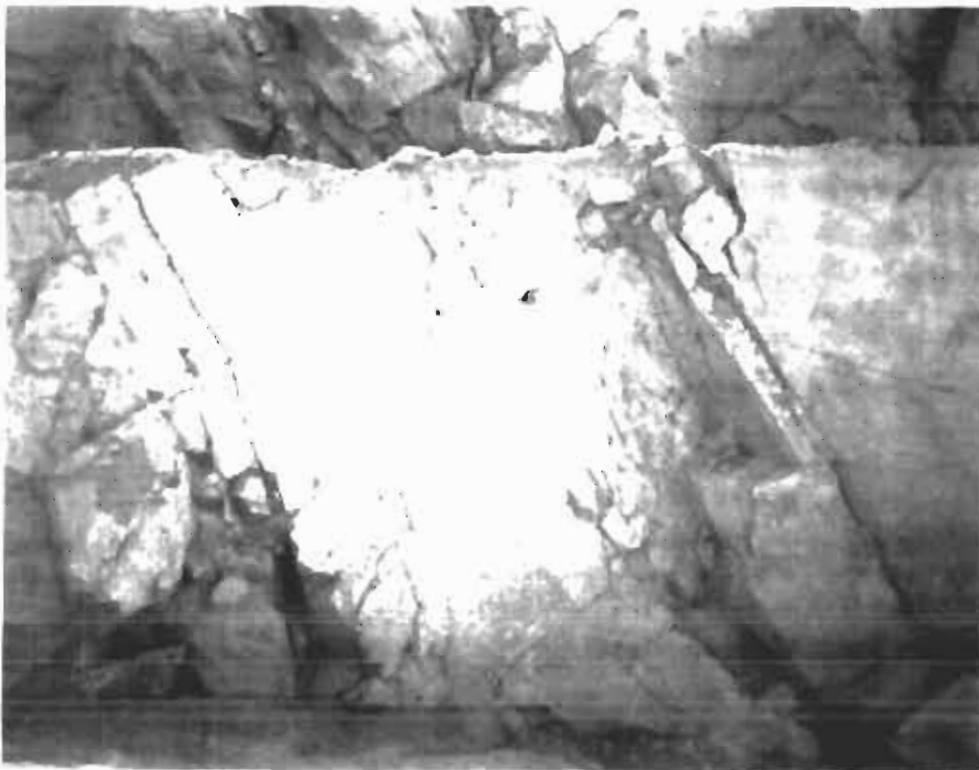
Φώτο Νο 5: Πρόσωπο εκμετάλλευσης



Φώτο Νο 6: Αποψη λατομείου Τρανοβάλτου



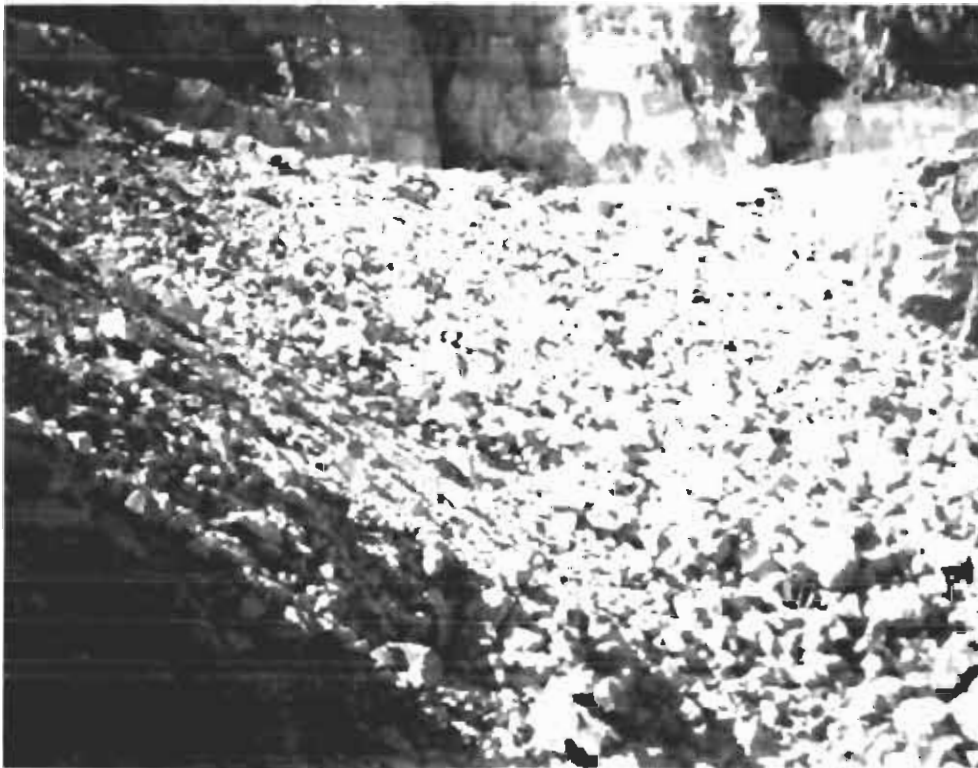
Φώτο Νο 7: Εργασία αποκόλλησης και φόρτωσης ογκομαρμάρου με την βοήθεια τσάπας



Φώτο Νο 8: Συστηματικές και ακανόνιστες ρωγμές στην επιφάνεια των ογκομαρμάρων



Φώτο Νο 9: Πρόσψη ογκομαρμάρων μετά από συρματοκοπή



Φώτο Νο 10: Απώρριψη στείρων εκμετάλλευσης





Φώτο Νο 11: Πανοραμική άποψη χώρου λατομείου Τρανοβάλτου

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- ΓΙΑΡΕΝΗΣ Ο. - ΚΟΪΟΣ Κ. - ΚΩΤΤΑΣ Α.:** "Μαρμαροφόρος περιοχή Διονύσου"
- ΚΕΛΕΣΙΔΗΣ Η.:** "Μαρμαροφόρος περιοχή Τρανοβάλτου"
- ΜΟΣΚΟΦΟΓΛΟΥ Π.:** "Εισαγωγή στην εκμετάλλευση μαρμαροφόρου κοιτάσματος"
- ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΑΚΗ Ι.:** "Μάρμαρα - Στοιχεία γεωλογίας και κοισματολογίας, χαρακτηριστικά του κοιτάσματος προς προσδιορισμό"
- ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ :** "Το ελληνικό μάρμαρο. 25 - 26 Μαΐος 1989"
- ΠΟΛΥΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ Ι.Γ.:** "Εκρηκτικές ύλες - Τεχνική εξόρυξης των πετρωμάτων - Καθέραιση κατασκευών"
- Τ.Ε.Ε.:** "Εξέταση προβλήματος εκμετάλλευσης του Ελληνικού μαρμάρου"
- Τ.Ε.Ε.:** "Σεμινάριο - Σύγχρονες τεχνολογίες στα μάρμαρα. 4- 8 Νοέμβρη 1991"
- ΟΡΦΑΝΙΔΟΥ Ν.:** "Γεωλογικός χάρτης 1:50.000, Γεωγραφικός χάρτης 1:20.000"

