



Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung



BG BAU



ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΕΣ ΕΚΣΚΑΦΕΣ

Ενδυνάμωση του Τμήματος Επιθεώρησης Εργασίας καθώς και του ευρύτερου δημόσιου τομέα και των ιδιωτικών επιχειρήσεων, με σκοπό τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας στους τομείς των κατασκευών, των εξορυκτικών βιομηχανιών και των λιμενικών εργασιών.

Αρ.Συμβ.: CY2005/17/643.03.01.01

Γενικά μέτρα για την ασφάλεια των εκσκαφών

Σχετικά με την ασφάλεια των εκσκαφών τονίζονται τα

1. Για τον καθορισμό των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των εκσκαφών, κάθε είδους και τύπου, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη μεταξύ των άλλων και τα παρακάτω:

A) Το είδος και τα μηχανικά χαρακτηριστικά του πετρώματος.

B) Τα επίπεδα ολίσθησης στο χώρο της εκσκαφής και στο γειτονικό χώρο.

Γ) Τα υδρολογικά χαρακτηριστικά του χώρου της εκσκαφής και του περιβάλλοντος χώρου.

Δ) Τα κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής.

2. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στον καθορισμό της γωνίας πρανούς σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο σε όλες τις φάσεις της εργασίας, εφόσον αυτή γίνεται σε μια μόνο βαθμίδα ή στις ενδιάμεσες και τελική φάση, αν η εργασία γίνεται σε περισσότερες βαθμίδες. Η γωνία πρανούς πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μη δημιουργείται κίνδυνος κατολίσθησης ή κατακρήμνισης.

3. Απαγορεύεται σε κάθε περίπτωση η εκσκαφή με γωνία πρानούς μεγαλύτερη από 90° (αρνητική κλίση πρानούς).
4. Η τελική γωνία πρानούς για συνεκτικά και υγιή πετρώματα δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 60° . Κατ' εξαίρεση, η γωνία αυτή μπορεί να αυξάνεται μέχρι τις 70° , εφόσον εφαρμόζονται ειδικά μέτρα ή μέθοδοι (π.χ. πρότμηση, απαλή όρυξη κλπ.).
5. Η γωνία πρानούς σε όλες τις φάσεις εργασίας για σαθρά, αμμώδη, προσχωσιγενή και γενικά επιρρεπή σε κατολίσθηση πετρώματα, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 45° .

6. Επιτρέπεται κατ' εξαίρεση η όρυξη επιμήκων ταφροειδών εκσκαφών βάθους μέχρι 1,7m και μικρού πλάτους για ερευνητικούς σκοπούς και ειδικές χρήσεις (π.χ. κατασκευή υπόγειων δικτύων νερού, ηλεκτρικού ρεύματος, αποχέτευσης), με παρέκκλιση από τα οριζόμενα πιο πάνω, εφόσον στη διάρκεια της όλης εργασίας έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα για την ασφάλεια των εργαζομένων (π.χ. η απαραίτητη στύλωση ή στήριξη των πρανών) και μετά το τέλος της η εκσκαφή επιχωματωθεί ή γίνει σταθεροποίηση των πρανών της, με κατάλληλη επένδυση ή στήριξη όπου αυτό είναι αναγκαίο, σε περίπτωση που χρειάζεται να παραμείνει ανοικτή.
7. Κάθε εκσκαφή πρέπει να σχεδιάζεται ή και προστατεύεται με τρόπο, ώστε να αποτρέπεται όσο το δυνατόν η εισροή των επιφανειακών νερών.
8. Κάθε εκσκαφή κλειστού τύπου, που περιβάλλεται από επιφάνειες εσωτερικής απορροής, πρέπει να προστατεύεται από την εισροή νερών με την όρυξη περιμετρικής τάφρου κατάλληλων διαστάσεων και κλίσης.

9. Στις εκσκαφές ανοικτού τύπου πρέπει να ορύσσεται κατάλληλη τάφρος προστασίας, μόνο στις περιπτώσεις κινδύνων απότομης εισροής μεγάλων ποσοτήτων νερού.
10. Σε περίπτωση που κοντά στην εκσκαφή ρέουν ή υπάρχουν μεγάλες ποσότητες νερού (χείμαρροι, ποτάμια, λίμνες κλπ.), πρέπει να κατασκευάζονται τα κατάλληλα υδραυλικά έργα (π.χ. φράγματα, έργα εκτροπής ροής) για την αποφυγή κινδύνων κατάκλυσης.
11. Στις εκσκαφές κλειστού τύπου, πρέπει να γίνεται αποστράγγιση των υδάτων που εισρέουν με όρυξη υπόγειων εκσκαφών (π.χ. στοά αποστράγγισης) ή και με άντληση με κατάλληλο αντλητικό δίκτυο. Η δυναμικότητα της αποστράγγισης ή της άντλησης καθορίζεται με βάση τα υδρολογικά χαρακτηριστικά του χώρου της εκσκαφής και του περιβάλλοντος χώρου καθώς και τα κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής.

Επιφανειακά μέτωπα

Για τα επιφανειακά μέτωπα τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Κάθε εκσκαφή, για την ασφαλή και ορθολογική εκτέλεση της εργασίας, πρέπει να υποδιαιρείται σε βαθμίδες ύψους το πολύ 15m.
2. Ο καθορισμός του πλάτους της εκσκαφής γίνεται με βάση το κριτήριο της ασφαλούς και ορθολογικής λειτουργίας του μηχανικού εξοπλισμού, που ασχολείται. Στις ενδιάμεσες φάσεις εργασίας, το πιο πάνω πλάτος δεν μπορεί να μικρότερο, για την περίπτωση απασχόλησης τροχοφόρων μηχανημάτων, από 12m, ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις από 6m. Η βαθμιδωτή διαμόρφωση θα διατηρείται και μετά το τέλος του έργου.

3. Κατ' εξαίρεση επιτρέπεται ο καθορισμός ύψους βαθμίδας μεγαλύτερου από το προβλεπόμενο, μόνο στις παρακάτω περιπτώσεις:

A) Η εκσκαφή εκτελείται με εκσκαπτικά μηχανήματα, που έχουν μεγαλύτερη από 15m ακτίνα κατακόρυφης δράσης, σύμφωνα με τα επίσημα prospecta ή πιστοποιητικά του κατασκευαστή. Εξυπακούεται ότι το ύψος του μετώπου και στην περίπτωση αυτή δεν μπορεί να ξεπερνάει την παραπάνω ακτίνα δράσης του μηχανήματος.

B) Η εκσκαφή εκτελείται για την αποκάλυψη κοιτάσματος σε σταθερά και συμπαγή πετρώματα και εφόσον εφαρμόζονται ειδικά μέτρα ή μέθοδοι για τη σταθεροποίηση των πρανών, με βάση την εγκεκριμένη τεχνική μελέτη, οπότε το ύψος της βαθμίδας μπορεί να αυξάνεται μέχρι τα 20m.

4. Η διαμόρφωση των βαθμίδων σε κάθε περίπτωση αρχίζει από τα υψηλότερα σημεία της εκσκαφής και προχωράει διαδοχικά στα χαμηλότερα.

5. Η εξόρυξη στην υψηλότερη βαθμίδα πρέπει να σταματάει σε απόσταση το λιγότερο 8m από τα όρια του μεταλλευτικού ή λατομικού χώρου. Με φροντίδα της Διεύθυνσης του έργου, στο παραπάνω τελευταίο τμήμα, πρέπει να γίνεται απομάκρυνση των επισφαλών όγκων και να δημιουργούνται βαθμίδες ασφαλείας μικρού ύψους ή πρηνή μικρής κλίσης.
6. Αν για την εξόρυξη γίνεται χρήση εκρηκτικών υλών, πρέπει να ορύσσονται σε κάθε μέτωπο κατακόρυφα ή παρακατακόρυφα διατρήματα (καρφιά).
7. Κατ' εξαίρεση επιτρέπεται η όρυξη οριζόντιων ή παραοριζόντιων διατρημάτων (ντούκια) μόνο στις περιπτώσεις της αρχικής διαμόρφωσης των βαθμίδων, της εξόρυξης όγκων μαρμάρου με χρήση πυρίτιδας ή ειδικού εξοπλισμού, της εκμετάλλευσης κοιτασμάτων με ειδικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά, της ανατίναξης αποτυχημένων υπονόμων και της διαμόρφωσης του δαπέδου βαθμίδας ή της εκσκαφής.

8. Απαγορεύεται σε κάθε περίπτωση στη διάρκεια της νύχτας κάθε εργασία, που έχει σχέση με εκρηκτικές ύλες (μεταφορά τους στα μέτωπα, γόμωση, πυροδότηση).
9. Η απομάκρυνση των επισφαλών όγκων από τα μέτωπα πρέπει να γίνεται με μηχανικά μέσα.
10. Κατ' εξαίρεση επιτρέπεται το ξεσκάρωμα με ειδικά εργαλεία από τον αδειούχο ξεσκαρωτή ή και με χρήση εκρηκτικών υλών από τον αδειούχο γομωτή, μόνο σε περίπτωση ανάγκης για απομάκρυνση επισφαλών όγκων, που βρίσκονται κοντά στο φρύδι του πρανούς και δεν είναι δυνατή η απομάκρυνσή τους με το μηχανικό μέσο, που χρησιμοποιείται ή και με ξεσκάρωμα αντίστοιχα, καθώς και στην περίπτωση εξόρυξης όγκων μαρμάρου.
11. Στις πιο πάνω περιπτώσεις πρέπει να λαμβάνονται όλα τα μέτρα, ανάλογα με την περίπτωση, για την ασφαλή εκτέλεση της εργασίας, όπως απομάκρυνση σε απόσταση ασφαλείας του προσωπικού και των μηχανημάτων και πρόσδεση του ξεσκαρωτή με ζώνη ασφαλείας και σχοινί αντοχής σε φόρτιση, το λιγότερο 500 κιλών, από κατάλληλο και σταθερό σημείο.

12. Σε κάθε εκσκαφή πρέπει να επιλέγεται ο τρόπος εξόρυξης, έτσι ώστε το υλικό που εξορύσσεται να έχει διαστάσεις, που επιτρέπουν την ασφαλή φόρτωση και μεταφορά του με τα μηχανικά μέσα, που χρησιμοποιούνται.
13. Σε περίπτωση που παρά τα πιο πάνω εξορύσσονται όγκοι μεγαλύτερων διαστάσεων, τότε πρέπει να γίνεται δευτερογενής θραύση τους με μηχανικά μέσα.
14. Κατ' εξαίρεση επιτρέπεται η δευτερογενής θραύση με χρήση εκρηκτικών υλών, μόνο όταν η παραγωγή τέτοιων όγκων είναι μικρή και σποραδική και δεν υπάρχει κατάλληλο μηχανικό μέσο. Στην περίπτωση αυτή η θραύση πρέπει να γίνεται μόνο στο χώρο του μετώπου και αφού προηγουμένως έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα ασφαλείας.

Χωροθέτηση μεταλλευτικών και λατομικών εργασιών

Για τη χωροθέτηση των μεταλλευτικών και λατομικών εργασιών τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Στην εκπόνηση της τεχνικής μελέτης για μεταλλευτικές ή λατομικές εργασίες κάτω από ή κοντά σε οικήματα, έργα δημόσιας ωφέλειας, πυλώνες ή στύλους γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος ή τηλεπικοινωνιών, περιοχές αρχαιολογικού ή τουριστικού ενδιαφέροντος ή φυσικού κάλους, καθώς και στη διάρκεια της εκτέλεσής τους, πρέπει να προβλέπονται και να λαμβάνονται, μεταξύ των άλλων και ειδικά μέτρα προστασίας των πιο πάνω περιοχών ή κατασκευών.

2. Για τη χωροθέτηση επιφανειακών μεταλλευτικών ή λατομικών εργασιών κοντά σε βιομηχανικά κτίσματα, οικίες, έργα κοινής ωφέλειας, πλατείες, γυμναστήρια, νεκροταφεία και λοιπούς κοινόχρηστους χώρους και εφόσον δεν χρησιμοποιούνται για την εκτέλεσή τους εκρηκτικές ύλες, πρέπει να αφήνεται απόσταση ασφαλείας το λιγότερο 250m από εκείνες που έχουν άμεσες επιπτώσεις στα φυσικά χαρακτηριστικά του γειτονικού και του ευρύτερου χώρου (π.χ. κατολισθήσεις πρανών, ρωγματώσεις, δονήσεις από μηχανήματα, σκόνη από εκσκαφές ή αποθέσεις). Σε περίπτωση που γίνεται χρήση εκρηκτικών υλών, το πιο πάνω όριο διπλασιάζεται.

3. Για τη χωροθέτηση επιφανειακών μεταλλευτικών ή λατομικών εργασιών κοντά σε εθνικούς, επαρχιακούς και δημοτικούς δρόμους και εφόσον επιτρέπεται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εκσκαφών σε σχέση με τη γεωμορφολογία της περιοχής, η πιο πάνω ελάχιστη απόσταση καθορίζεται σε 50m. Τα παραπάνω δεν ισχύουν για δρόμους, που έχουν διανοιχθεί για την εξυπηρέτηση του έργου και δεν έχουν καμιά αστική ή κοινοτική προσπέλαση. Σε περίπτωση που γίνεται χρήση εκρηκτικών υλών, το πιο πάνω όριο καθορίζεται σε 300m.

4. Για τη χωροθέτηση επιφανειακών μεταλλευτικών ή λατομικών εργασιών κοντά σε θέσεις στύλων γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής τάσης ή μέσης-χαμηλής τάσης και τηλεπικοινωνιών, η πιο πάνω ελάχιστη απόσταση καθορίζεται αντίστοιχα σε 70m και 50m. Σε περίπτωση που γίνεται χρήση εκρηκτικών υλών, η ελάχιστη απόσταση καθορίζεται σε 150m από το νοητό κατακόρυφο επίπεδο, που περνάει από τις γραμμές μεταφοράς. Τα προβλεπόμενα παραπάνω δεν ισχύουν για τις γραμμές μεταφοράς, που εξυπηρετούν τη λειτουργία του έργου, με την προϋπόθεση ότι δεν επηρεάζουν την ασφάλεια και λειτουργία των εξωτερικών δικτύων.

5. Κατ' εξαίρεση για περιπτώσεις περιορισμένης χρήσης εκρηκτικών υλών σε περιστασιακές ή υποβοηθητικές ή μικρής έκτασης και διάρκειας εργασίες (π.χ. διάνοιξη δρόμων, κατάρριψη επισφαλών όγκων από το φρύδι πρανούς), η ελάχιστη επιτρεπόμενη απόσταση από κτίσματα που κατοικούνται, έργα κοινής ωφέλειας και κοινόχρηστους δρόμους, καθορίζεται σε 50m.

6. Ειδικά για διάνοιξη δρόμων προσπέλασης από κύριο δρόμο επιτρέπεται η περιορισμένη χρήση εκρηκτικών υλών και για αποστάσεις μικρότερες από 100m, μετά από ειδική άδεια της αρμόδιας Αστυνομικής Αρχής και αφού ληφθούν με φροντίδα της Διεύθυνσης του έργου όλα τα απαραίτητα πρόσθετα μέτρα για την ασφάλεια των περιοίκων και των διερχόμενων πέριξ της περιοχής.

Γενικά μέτρα για την ασφάλεια της επιφάνειας

Για την ασφάλεια της επιφάνειας τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Στη διάρκεια λειτουργίας κάθε έργου πρέπει να λαμβάνονται όλα τα μέτρα για την ασφάλεια και προστασία της επιφάνειας και γενικότερα του περιβάλλοντος χώρου, που προβλέπονται στην τεχνική μελέτη. Αν ωστόσο στην εξέλιξη του έργου αρχίζουν να δημιουργούνται επιπτώσεις στην επιφάνεια (π.χ. ρωγμές, καθιζήσεις, κατολισθήσεις), που δεν είχαν προβλεφθεί στη μελέτη ή που ο τρόπος αντιμετώπισής τους δεν αποδείχτηκε αποτελεσματικός, πρέπει άμεσα η Διεύθυνση του έργου να λάβει πρόσθετα μέτρα ασφάλειας και να ειδοποιήσει την αρμόδια Επιθεώρηση Μεταλλείων.
2. Απόκρημνες περιοχές, που δημιουργούνται στη διάρκεια λειτουργίας του έργου, πρέπει να απομονώνονται περιφερειακά με φράχτη από συρματοπλέγμα ή άλλη μόνιμη κατασκευή, ύψους το λιγότερο 1,2m. Η περίφραξη πρέπει να γίνεται σε απόσταση το λιγότερο 8m από το φρύδι του πρανούς, ενώ κατά διαστήματα πρέπει να τοποθετούνται προειδοποιητικές πινακίδες.

3. Λοιπές επιφανειακές εκσκαφές (π.χ. τρανσέρες, ορύγματα) ή φρέατα ή κεκλιμένα ή χώροι επικίνδυνοι για ρωγματώσεις ή καθιζήσεις, που δημιουργούν κινδύνους για την ασφάλεια ανθρώπων ή ζώων, πρέπει να σκεπάζονται ή να περιφράσσονται, ανάλογα με την περίπτωση, με μόνιμη και ασφαλή κατασκευή και να τοποθετούνται προειδοποιητικές πινακίδες.
4. Γεωτρήσεις που προορίζονται για αξιοποίηση πρέπει να περιφράσσονται με μόνιμη κατασκευή, να σωληνώνονται και να απομονώνεται το στόμιό τους με ασφαλή συνδυασμό βανών. Αντίθετα, στόμια γεωτρήσεων, που πρόκειται να εγκαταλειφθούν, πρέπει να σφραγίζονται με μόνιμο κάλυμμα σκυροδέματος επαρκούς πάχους.
5. Σε περίπτωση σύνδεσης ή διασταύρωσης δρόμων του έργου με σιδηροδρομικές γραμμές ή ασφαλτοστρωμένους δημόσιους δρόμους, πρέπει μετά από έγκριση του Οργανισμού Σιδηροδρόμων Ελλάδας ή της αρμόδιας Υπηρεσίας του Υπουργείου Δημοσίων Έργων, αντίστοιχα, να εφαρμόζονται ειδικές κυκλοφοριακές διατάξεις ή και να κατασκευάζονται τα απαιτούμενα έργα.

6. Η ευθύνη του εκμεταλλευτή για την ασφάλεια της επιφάνειας συνεχίζεται και μετά το τέλος του έργου, μέχρι τη συμμόρφωση με τα μέτρα, που θα καθορίσει η αρμόδια Επιθεώρηση Μεταλλείων.
7. Παλιές μεταλλευτικές ή λατομικές εκσκαφές, πρέπει να προστατεύονται σύμφωνα με τα παραπάνω από τον εκμεταλλευτή ή στην περίπτωση, που δεν υπάρχουν μεταλλευτικά ή λατομικά δικαιώματα, από τον ιδιοκτήτη του εδάφους.

Αποθέσεις υλικών

Για τις αποθέσεις υλικών τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Ο χώρος και ο τρόπος απόθεσης, καθώς και η τελική διαμόρφωση των αποθέσεων στείρων, πρέπει να επιλέγονται στην εκπόνηση της τεχνικής μελέτης, ώστε να εξασφαλίζονται η ορθολογική λειτουργία του έργου, η ευστάθεια των πρανών και η δυνατότητα αποκατάστασης του τοπίου.
2. Τα σχετικά κριτήρια, που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην παραπάνω μελέτη είναι:
 - A) Ύπαρξη τμήματος κοιτάσματος, που βρίσκεται στον ίδιο χώρο με εκείνο, που θα γίνει η απόθεση ή και σε γειτονικό χώρο.
 - B) Μορφολογία και χλωρίδα του χώρου απόθεσης.
 - Γ) Πετρολογικά, εδαφολογικά, υδρολογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά του χώρου απόθεσης.

Δ) Πετρολογικά και μηχανικά χαρακτηριστικά, καθώς και ποσότητα του για απόθεση στείρου.

Ε) Δυνατότητα επαναφοράς ή απόθεσης του στείρου στα κενά της εκμετάλλευσης.

ΣΤ) Γειτνίαση με οικισμούς, δρόμους, έργα κοινής ωφέλειας, αρχαιολογικούς ή τουριστικούς χώρους κλπ.

3. Πέρα από τα παραπάνω, για άλλα υλικά, που δεν κατατάσσονται στην κατηγορία των στείρων, με τη στενή έννοια του όρου, όπως μεταλλεύματα με χαμηλή ποιότητα ή πετρώματα, που συνεξορύσσονται με το μέταλλευμα ή το χρήσιμο πέτρωμα και για τα οποία διαφαίνονται προοπτικές μελλοντικής αξιοποίησης, πρέπει να γίνεται ξεχωριστή απόθεση και γενικά να λαμβάνονται μέτρα για την ευχερή απόληψή τους, όταν το επιτρέπουν οι οικονομοτεχνικές συνθήκες.

4. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται για την απόθεση υλικών (π.χ. λιγνίτης, άνθρακας, πυρίτες), που παρουσιάζουν κίνδυνο αυτανάφλεξης, κύρια στην κατεύθυνση αποτροπής του πιο πάνω κινδύνου και αποφυγής της εξάπλωσής του στο γειτονικό και ευρύτερο χώρο.

5. Ο χώρος απόθεσης πρέπει να βρίσκεται μακριά από οικισμούς, κτίσματα, δημόσιους δρόμους, εγκαταστάσεις, δασικές εκτάσεις κλπ.
6. Η επιφάνεια του χώρου απόθεσης, καθώς και της ευρύτερης περιοχής, πρέπει να είναι αποψιλωμένη και καθαρή από υλικά, που μπορούν να μεταδώσουν πυρκαγιά (π.χ. καύσιμα, λιπαντικά, χαρτιά, ξυλεία).
7. Οι αποθέσεις των υλικών πρέπει να γίνονται σε μικρό ύψος και μεγάλη επιφάνεια.
8. Η απόληψη του υλικού από τις αποθέσεις πρέπει να γίνεται προγραμματισμένα, ώστε να προηγείται διαδοχικά η απομάκρυνση του υλικού, που έχει αποθεθεί πρωτύτερα.
9. Να γίνεται, όπου είναι δυνατό, συχνή αναμόχλευση των σωρών.
10. Να γίνεται συστηματικός έλεγχος της θερμοκρασίας του σωρού ή κάθε άλλου δείκτη, που μπορεί να λειτουργήσει προειδοποιητικά.

11. Να λαμβάνονται σε περίπτωση ανάφλεξης όλα τα αναγκαία μέτρα για την απομάκρυνση της εστίας ή την απομόνωση του σωρού για την κατάσβεση της φωτιάς και την παρεμπόδιση εξάπλωσής της στο γύρω χώρο (π.χ. διαβροχή με νερό, φράγμα άμμου ή χώματος).
12. Η εργασία προσωπικού και μηχανημάτων σε σωρούς και αποθέσεις επιτρέπεται μόνο όταν υπάρχουν ασφαλείς συνθήκες, με τη λήψη των αναγκαίων μέτρων για την αποφυγή ενδεχόμενων καθιζήσεων, κατολισθήσεων, αναφλέξεων κλπ.

Προστασία από δονήσεις και θορύβους

Για την προστασία από δονήσεις και θορύβους τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Σε κάθε χώρο, που γίνεται χρήση εκρηκτικών υλών, πρέπει να ρυθμίζονται με τέτοιο τρόπο οι παράμετροι των εκρήξεων (διάταξη, μήκος, διάμετρος, φορτίο ανά χρόνο έκρηξης, γόμωση και πυροδότηση διατρημάτων), ώστε να ελαχιστοποιούνται στο μέτρο του δυνατού οι επιπτώσεις στον περιβάλλοντα χώρο.
2. Ειδικότερα, κατά την έκρηξη των υπονόμων απαγορεύεται:
Α) Η εκτίναξη κομματιών πετρώματος έξω από τα όρια του εργοταξίου με μεταλλευτική δραστηριότητα ή έξω από το λατομικό χώρο. Κατ' εξαίρεση, η διάταξη αυτή δεν έχει εφαρμογή για συνεχόμενους λατομικούς χώρους ή μεταλλευτικά εργοτάξια άλλου εκμεταλλευτή, εφόσον οι εκμεταλλευτές έρχονται σε συνεννόηση για τον από κοινού προγραμματισμό των εργασιών στις όμορες περιοχές.

Β) Η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των σημείων του εδάφους, σε θέσεις κτισμάτων και δημοσίων έργων, που παρουσιάζουν ευαισθησία στις δονήσεις, να είναι μεγαλύτερη από 50mm/sec. Ειδικά, για την προστασία περιοχών ή κατασκευών, που παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία στις δονήσεις, πρέπει να περιορίζεται το πιο πάνω όριο ταχύτητας και να γίνεται χρήση δονησιογράφου.

Γ) Να δημιουργούνται σοβαρές οχλήσεις από τους κρότους στις γειτονικές κατοικημένες περιοχές. Στην περίπτωση αυτή, οι εκρήξεις δεν πρέπει να γίνονται στις ώρες κοινής ησυχίας.

3. Σε κάθε έργο, πρέπει να ρυθμίζεται με τέτοιο τρόπο η λειτουργία των μηχανημάτων και να λαμβάνονται όλα τα κατάλληλα μέτρα, ώστε να περιορίζονται οι στάθμες του θορύβου στα όρια των κατοικημένων περιοχών, σύμφωνα με τις προβλεπόμενες νομικές διατάξεις.

Ειδικά μέτρα προστασίας και αποκατάστασης

Για την προστασία και αποκατάσταση του περιβάλλοντος τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Η χωροθέτηση κάθε επέμβασης (θέση και προσανατολισμός) πρέπει να επιλέγεται με τρόπο, ώστε να προκαλείται η μικρότερη δυνατή αισθητική αλλοίωση του τοπίου. Σε περίπτωση που η επιλογή θέσης δεν μπορεί να δώσει ικανοποιητικό αποτέλεσμα, πρέπει να γίνεται προσπάθεια τεχνητής απόκρυψης της επέμβασης (ζώνες πρασίνου, αναχώματα κλπ.).
2. Κάθε επιφανειακή εκσκαφή πρέπει να γίνεται με βαθμίδες κατάλληλων γεωμετρικών χαρακτηριστικών, ώστε να δημιουργείται η μικρότερη δυνατή αισθητική αλλοίωση του τοπίου και να διασφαλίζεται η αποκατάστασή του κατά στάδια και στο σύνολο.

3. Πρέπει να γίνεται ξεχωριστή εξόρυξη και απόθεση της φυτικής γης και να διατηρείται αυτή κατάλληλα για μελλοντική επαναχρησιμοποίησή της.
4. Σωροί αποθέσεων στείρων, που παραμένουν μετά το τέλος της δραστηριότητας, πρέπει να διαμορφώνονται κατάλληλα και αν είναι δυνατό σε βαθμίδες και να ενισχύονται με δένδροφυτεύσεις ή άλλου είδους φυτεύσεις, ώστε να εναρμονίζονται με το οικοσύστημα της περιοχής.

Γόμωση των διατρημάτων

Για τη γόμωση των διατρημάτων τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Ο γομωτής-πυροδότης πριν από τη χρησιμοποίηση των εκρηκτικών υλών, καθώς και των μέσων έναυσης και πυροδότησης, πρέπει να ελέγχει την ποιότητα και την καλή κατάστασή τους. Σε περίπτωση που διαπιστώσει οποιαδήποτε ατέλεια, πρέπει άμεσα να αναφερθεί στον ιεραρχικά ανώτερό του για τη λήψη των κατάλληλων οδηγιών και μέτρων.
2. Για την επιλογή εκρηκτικής ύλης (είδος, συσκευασία, διαστάσεις), πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά του πετρώματος, η διάμετρος του διατρητικού εξοπλισμού και η γενική κατάσταση του περιβάλλοντος χώρου.

3. Η γόμωση των διατρημάτων πρέπει να γίνεται με προσοχή και με τέτοιο τρόπο, ώστε οι υπόνομοι να είναι έτοιμοι για πυροδότηση στην προκαθορισμένη ώρα, που γνωστοποιείται στο προσωπικό με την έναρξη εργασίας της βάρδιας.
4. Στη διάρκεια της γόμωσης πρέπει να απομακρύνονται από το μέτωπο όλα τα άτομα, εκτός από τον γομωτή-πυροδότη, τον βοηθό του και το προσωπικό επιστασίας-επίβλεψης.
5. Απαγορεύεται αυστηρά η χρησιμοποίηση κάθε σιδερένιου εργαλείου κατά τη χρήση των εκρηκτικών υλών. Οι τακαδόροι πρέπει να είναι πάντοτε ξύλινοι ή ορειχάλκινοι ή από άλλο ειδικό αντιστατικό υλικό. Πριν από την επισκευή τους, πρέπει να καθαρίζονται εσωτερικά και εξωτερικά από τυχόν υπολείμματα εκρηκτικής ύλης.
6. Η προσαρμογή των καψυλλίων στη θρυαλλίδα ασφαλείας πρέπει να γίνεται μόνο με ειδική πένσα. Η προσαρμογή του καψυλλίου στην εκρηκτική θρυαλλίδα πρέπει να γίνεται με συγκολλητική ταινία. Απαγορεύεται η τοποθέτηση των καψυλλίων στη θρυαλλίδα, καθώς και ο σπλισμός των φυσιγγίων μέσα ή κοντά στις αποθήκες εκρηκτικών υλών ή καψυλλίων ή στις θέσεις, που βρίσκονται ή εργάζονται άνθρωποι.

7. Ο οπλισμός (αρμάτωμα) των φυσιγγίων πρέπει να γίνεται με τη βοήθεια ειδικής ξύλινης ή ορειχάλκινης βελόνας. Η θρυαλλίδα ή οι αγωγοί των ηλεκτρικών καψυλλίων πρέπει να προσδένονται στο έναυσμα.
8. Το μήκος της θρυαλλίδας ασφαλείας για κάθε υπόνομο πρέπει να είναι ρυθμισμένο, έτσι ώστε να παρέχεται στον πυροδότη αρκετό χρονικό διάστημα για να απομακρυνθεί σε ασφαλή θέση κατά την έναυση και της τελευταίας υπονόμου. Το μήκος αυτό προσδιορίζεται ανάλογα με τη μεγαλύτερη ταχύτητα καύσης, που έχει προκύψει από τις δοκιμές, καθώς και από την απόσταση του μετώπου από την ασφαλή θέση του γομωτή-πυροδότη και του βοηθού του. Σε κάθε περίπτωση, το μήκος της θρυαλλίδας κάθε υπονόμου πρέπει να μην είναι μικρότερο από 1,2m, ενώ έξω από το στόμιο της υπονόμου να εξέχει το λιγότερο 20cm.
9. Εφόσον για τη γόμωση διατρημάτων με υγρασία χρησιμοποιείται πυρίτιδα, πρέπει αυτή να τοποθετείται στο διάτρημα με μορφή φυσιγγίων, που έχουν προστατευτικό από την υγρασία περίβλημα. Σε κάθε άλλη περίπτωση, η γόμωση πρέπει να γίνεται χύμα με ειδικά χωνιά από ψευδάργυρο ή άλλο αντιστατικό υλικό.

10. Σε όλες τις περιπτώσεις γόμωσης διατρημάτων με πυρίτιδα, πρέπει να υπάρχει οπλισμένο φυσίγγιο με θρυαλλίδα ασφαλείας, που το κάτω άκρο της θα διαμορφωθεί σε κόμβο. Στη συνέχεια χαράζονται εγκοπές μέχρι τον πυρήνα της θρυαλλίδας, που να απέχουν μεταξύ τους το λιγότερο 4cm. Το άκρο αυτό τοποθετείται στο φυσίγγιο, πριν να γεμίσει τέλεια, ώστε όλες οι εγκοπές (το λιγότερο 3) να καλυφθούν από πυρίτιδα. Η θρυαλλίδα πρέπει να προσδένεται κατάλληλα στο πάνω άκρο του φυσιγγίου. Το οπλισμένο φυσίγγιο τοποθετείται πάντοτε τελευταίο στην είσοδο του διατρήματος.
11. Στην περίπτωση γόμωσης των διατρημάτων με δυναμίτιδα πρέπει να μεταφέρονται επιτόπια μόνο τα προκαθορισμένα και απόλυτα αναγκαία φυσίγγια. Τα φυσίγγια δυναμίτιδας πρέπει να τοποθετούνται στο διάτρημα όπως είναι και με ελαφριά ώθηση από τον τακαδόρο.
12. Σε περίπτωση διακεκομμένης γόμωσης χρησιμοποιείται μόνο εκρηκτική θρυαλλίδα σε όλο το μήκος του διατρήματος. Απαγορεύεται αυστηρά η διεύρυνση του πυθμένα των διατρημάτων με εκρηκτικές ύλες (παράκαμα).

13. Σε περίπτωση πνευματικής ή συνεχούς γόμωσης πρέπει τα μηχανήματα γόμωσης να πληρούν τις προδιαγραφές του κατασκευαστή, ιδιαίτερα σε ότι αφορά στη μη δημιουργία στατικών ή παράσιτων ρευμάτων (γείωση, αντιστατικοί σωλήνες γόμωσης κλπ.).
14. Η επιγόμωση πρέπει να γίνεται με χώμα ή άλλο λεπτό άφλεκτο υλικό χωρίς χαλίκια. Κατ' εξαίρεση σε ειδικές περιπτώσεις (κατακλυσμένα από νερό ή υποθαλάσσια διατρήματα), ρόλο επιγόμωσης μπορεί να παίξει και το νερό. Η επιγόμωση πρέπει να γίνεται με προσοχή για την αποφυγή φθοράς της θρυαλλίδας ή των καλωδίων. Σε οριζόντια ή ανερχόμενα διατρήματα, το υλικό επιγόμωσης πρέπει να τοποθετείται σε ειδικά φυσίγγια.
15. Απαγορεύεται η αφαίρεση εκρηκτικής ύλης από διάτρημα που γομώθηκε, καθώς και η απομάκρυνση της επιγόμωσης με πεπιεσμένο αέρα.

Πυροδότηση των υπονόμων

Για την πυροδότηση των υπονόμων τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Μετά από την ολοκλήρωση της φάσης της γόμωσης ακολουθεί η πυροδότηση των υπονόμων από τον αδειούχο γομωτή-πυροδότη. Απαγορεύεται να παραμείνουν γομωμένα διαστήματα, που δεν πυροδοτήθηκαν μετά το τέλος της βάρδιας.
2. Πριν από την πυροδότηση πρέπει να ειδοποιηθούν όλοι οι εργαζόμενοι, που βρίσκονται σε επικίνδυνη ακτίνα, για να προφυλαχθούν σε ασφαλή και προκαθορισμένα από τον επιβλέποντα μέρη, καθώς και εκείνοι που διέρχονται ή εργάζονται σε γειτονικά έργα.

3. Δεν επιτρέπεται η πυροδότηση πριν να εξακριβωθεί ότι όλοι έχουν προφυλαχθεί, οι δίοδοι για απομάκρυνση των πυροδοτών μετά το τέλος της πυροδότησης είναι ελεύθερες και έχει δοθεί το κατάλληλο σε κάθε περίπτωση ειδικό σήμα έναρξης της πυροδότησης (ηχητικό υποχρεωτικά για τα υπαίθρια).
4. Όλο το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την πυροδότηση και μέχρι να δοθεί από τον πυροδότη το ειδικό σήμα τέλους των εκρήξεων (ηχητικό, αλλά διαφορετικό από εκείνο της έναρξης), πρέπει να φυλάσσονται με φρουρούς όλες οι δίοδοι και να δίνονται από αυτούς πρόσθετα κατάλληλα σήματα.
5. Για την προστασία των εργαζομένων από τις εκρήξεις, πρέπει να επιλέγονται φυσικά καταφύγια και εφόσον δεν υπάρχουν τέτοια πρέπει να κατασκευάζονται τεχνητά καταφύγια.
6. Μετά την έκρηξη των υπονόμων, ο γομωτής-πυροδότης πρέπει να εξετάσει το αποτέλεσμα των εκρήξεων και να αναφέρει την κατάσταση του μετώπου στον ιεραρχικά ανώτερό του. Εφόσον διαπιστωθεί ότι όλοι οι υπόνομοι έχουν εκραγεί, το αρμόδιο στέλεχος της ιεραρχίας μπορεί να δώσει οδηγίες και εντολές για την ασφαλή συνέχιση της εργασίας.

7. Απαγορεύεται η αποχώρηση του γομωτή-πυροδότη και του βοηθού του, εφόσον η εργασία γίνεται σε μια βάρδια ή η επόμενη βάρδια δε διαθέτει γομωτή-πυροδότη, πριν να εξακριβώσουν ότι όλοι οι υπόνομοι, που έχουν γομωθεί από αυτούς, έχουν εκραγεί κανονικά. Σε περίπτωση συνεχούς λειτουργίας, απαγορεύεται η αποχώρηση του γομωτή-πυροδότη πριν αυτός ενημερώσει τον αντικαταστάτη του.

Πυροδότηση με θρυαλλίδα

Για την πυροδότηση με θρυαλλίδα τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Απαγορεύεται η σύγχρονη πυροδότηση περισσότερων από 15 υπονόμων με θρυαλλίδα ασφαλείας.
2. Μαζί με την έναρξη της πυροδότησης των υπονόμων με θρυαλλίδα ασφαλείας, πρέπει να ανάβεται και ένα κομμάτι από την ίδια θρυαλλίδα (τέμπο), που το μήκος του δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το μισό της μικρότερης θρυαλλίδας, που έχει χρησιμοποιηθεί σε υπόνομο.
3. Μετά το τέλος της καύσης του τέμπο, ο πυροδότης και ο βοηθός πρέπει να απομακρύνονται ακόμα και αν δεν έχει τελειώσει η πυροδότηση όλων των υπονόμων. Η έναυση των υπονόμων πρέπει να γίνεται μόνο με ειδική θρυαλλίδα.

4. Για κάθε ανατίναξη των υπονόμων με θρυαλλίδα ασφαλείας, πρέπει δύο άτομα να μετρούν τον αριθμό των εκρήξεων. Σε καμιά περίπτωση δεν επιτρέπεται η επιστροφή του γομωτή στο μέτωπο πριν να περάσουν 30min το λιγότερο από την τελευταία έκρηξη.

Ηλεκτρική πυροδότηση

Για την ηλεκτρική πυροδότηση τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Η επιλογή των ηλεκτρικών καψυλλίων, των οργάνων ελέγχου και των συσκευών πυροδότησης, καθώς και ο σχεδιασμός του κυκλώματος γίνονται από τον επιβλέποντα, που πρέπει να δώσει γραπτές και αναλυτικές οδηγίες στους γομωτές-πυροδότες.
2. Στην επιλογή των ηλεκτρικών καψυλλίων, εκτός από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πετρωμάτων, καθώς και εκείνα του περιβάλλοντος χώρου, πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερα υπόψη η πιθανότητα δημιουργίας ανεξέλεγκτων ηλεκτρικών ρευμάτων (διαρροές, παράσιτα-επαγωγικά ρεύματα, στατικά φορτία, ιονισμός κλπ.).

3. Στις πιο πάνω περιπτώσεις, όπως και κοντά σε γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, πνευματικής γόμωσης, περιοχές επιδεκτικές σε κεραυνούς κλπ., πρέπει να χρησιμοποιούνται καψύλλια με μειωμένη ηλεκτρική ευαισθησία, των οποίων η απαιτούμενη για την έναυση ενέργεια ανά μονάδα αντίστασης της γέφυρας του ηλεκτρικού καψυλλίου, να μην είναι μικρότερη από $5\text{mWsec}/\Omega$. Για την ανίχνευση των παραπάνω ρευμάτων μπορεί να χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές.
4. Πριν από τη χρησιμοποίηση των ηλεκτρικών καψυλλίων, πρέπει να γίνεται έλεγχος της αντίστασης με ειδικό ωμόμετρο, δειγματοληπτικά ή στο σύνολό τους. Τα ηλεκτρικά καψύλλια κάθε κυκλώματος πρέπει να έχουν την ίδια αντίσταση.
5. Οι αγωγοί πυροδότησης πρέπει να έχουν ισχυρή μόνωση, ώστε να αποφεύγονται στο μέτρο του δυνατού οι επιδράσεις των ανεξέλεγκτων ηλεκτρικών ρευμάτων. Μέχρι την τελική σύνδεση, τα καλώδια των ηλεκτρικών καψυλλίων πρέπει να είναι βραχυκυκλωμένα και στην περίπτωση καψυλλίων με μεγάλη ηλεκτρική ευαισθησία μονωμένα.

6. Μετά το τέλος της γόμωσης ακολουθεί η σύνδεση των καψυλλίων μεταξύ τους, καθώς και με τους αγωγούς πυροδότησης. Οι συνδέσεις αυτές πρέπει να γίνονται με προσοχή και να εξασφαλίζουν τη συνέχεια του κυκλώματος.
7. Σε κάθε αγωγό πυροδότησης παρεμβάλλονται δύο το λιγότερο διακοπές με ζεύγη ρευματοληπτών-ρευματοδοτών, που αποκαθίστανται διαδοχικά κατά την οπισθοχώρηση του γομωτή-πυροδότη από το μέτωπο προς τη θέση ελέγχου και πυροδότησης του κυκλώματος. Η θέση αυτή πρέπει να παρέχει πλήρη ασφάλεια. Μετά την οπισθοχώρησή του στην πιο πάνω θέση, ο γομωτής-πυροδότης βεβαιώνεται για την απομάκρυνση του προσωπικού.
8. Πριν από την πυροδότηση, γίνεται έλεγχος του κυκλώματος με ειδικό ωμόμετρο. Στις συνηθισμένες περιπτώσεις των κυκλωμάτων σειράς, δεν επιτρέπεται η πυροδότηση των υπονόμων εάν η ένδειξη του ωμόμετρου είναι μεγαλύτερη από το όριο της συσκευής πυροδότησης για τον συγκεκριμένο τύπο του ηλεκτρικού καψυλλίου, που χρησιμοποιείται στο κύκλωμα. Σε περίπτωση που διαπιστωθεί μη ορατή διακοπή του κυκλώματος ή αντίσταση μεγαλύτερη από το όριο της συσκευής, σύμφωνα με τα παραπάνω, πρέπει να ειδοποιείται άμεσα ο ιεραρχικά ανώτερος. Για κάθε άλλο κύκλωμα, ο έλεγχος και η πυροδότηση των υπονόμων πρέπει να γίνεται με ειδικές γραπτές οδηγίες του επιβλέποντα.

9. Ο γομωτής-πυροδότης μετά τον έλεγχο του κυκλώματος και εφόσον βεβαιωθεί ότι έχουν ληφθεί όλα τα μέτρα για την απαγόρευση διόδου κάθε ατόμου προς το μέτωπο, εκτελεί την πυροδότηση.
10. Σε κάθε έργο ή υποδιαίρεσή του, όπου εκτελούνται ηλεκτρικές πυροδοτήσεις, όλα τα μηχανήματα εκτός από τα αυτοκινούμενα μέσα, πρέπει να γειώνονται με αγωγό αντίστασης μικρότερης από 1Ω . Οι μηχανές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τα μεταλλικά δίκτυα σωληνώσεων, οι σιδηροδρομικές γραμμές και γενικά κάθε εγκατάσταση με καλή ηλεκτρική αγωγιμότητα, πρέπει να γειώνονται κατάλληλα σε μικρά διαστήματα.

Αποτυχημένες υπόνομοι

Για τις αποτυχημένες υπονόμους τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Αν μετά την έκρηξη ή κατά την απομάκρυνση των προϊόντων της έκρηξης, διαπιστωθεί ύπαρξη υπονόμων που δεν έχουν εκραγεί, ο γομωτής-πυροδότης πρέπει να τοποθετήσει ενδεικτική πινακίδα στο μέτωπο. Η θέση και ο αριθμός των υπονόμων που δεν έχουν εκραγεί, το ονοματεπώνυμο εκείνου στον οποίο ανατέθηκε η επέμβαση, καθώς και ο τρόπος και τα αποτελέσματα της επέμβασης, καταχωρούνται ενυπόγραφα από το αρμόδιο στέλεχος της ιεραρχίας στο θεωρημένο ειδικό βιβλίο αποτυχημένων υπονόμων, που τηρείται σε κάθε έργο όπου γίνονται πυροδοτήσεις.
2. Στο μέτωπο, όπου υπάρχουν αποτυχημένες υπόνομοι, απαγορεύεται κάθε εργασία εκτός από εκείνη για την καταστροφή των υπονόμων. Η εργασία αυτή γίνεται με μεγάλη προσοχή από τον γομωτή-πυροδότη, που έχει κριθεί ο καταλληλότερος από την Διεύθυνση του έργου για τις σχετικές εργασίες και οπωσδήποτε με την παρουσία του αρμόδιου επιστάτη ή εργοδηγού ή και εφόσον υπάρχει ανάγκη του επιβλέποντα.

3. Εάν η γόμωση που δεν έχει εκραγεί, περιέχει ηλεκτρικά καψύλλια με άθικτους αγωγούς, ελέγχεται η δυνατότητα νέα πυροδότησης. Αν όμως διαπιστωθεί ότι αυτό δεν είναι δυνατό, οι αγωγοί των καψυλλίων πρέπει να βραχυκυκλώνονται και να μονώνεται η σύνδεσή τους.
4. Η καταστροφή των υπονόμων πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τον παρακάτω τρόπο: Ανοίγεται ένα καινούργιο παράλληλο διάτρημα σε απόσταση ασφαλείας από την αποτυχημένη υπόνομο, που ορίζεται στο δεκαπλάσιο το λιγότερο της διαμέτρου του διατρήματος. Το διάτρημα αυτό, στη συνέχεια, πρέπει να γομωθεί και πυροδοτηθεί κανονικά.
5. Κατ' εξαίρεση και σε ειδικές περιπτώσεις, στις οποίες κατά την κρίση του άμεσου επιβλέποντα δεν είναι δυνατή η αποτελεσματική εφαρμογή του παραπάνω τρόπου, μπορεί να εφαρμόζεται με επιτόπια παρουσία το λιγότερο του εργοδηγού, ένας από τους παρακάτω τρόπους:
 - A) Απομακρύνεται προσεκτικά το υλικό επιγόμεσης και στη συνέχεια τοποθετείται ένα κατάλληλο έναυσμα πάνω στη γόμωση, που δεν έχει εκραγεί. Μετά προστίθεται νέο υλικό επιγόμεσης και τελικά γίνεται η πυροδότηση. Η απογόμεση, επιγόμεση και πυροδότηση γίνονται με τα μέσα και τον τρόπο, που καθορίζει ο παραπάνω επιβλέπων.

Β) Αφαιρούνται προσεκτικά η επιγύμωση και η γόμωση, με νερό ή νερό και πεπιεσμένο αέρα, που διοχετεύεται από κατάλληλα διαμορφωμένο σωλήνα, ο οποίος έχει κατασκευασθεί από ορείχαλκο ή άλλη αντιστατική ύλη, μέχρι την καθολική εκκένωση του διατρήματος.

6. Απαγορεύονται η εκβάθυνση ή διεύρυνση του υπόλοιπου διατρήματος, που απομένει μετά την έκρηξη.

Καταστροφή εκρηκτικών υλών και καψυλλίων

Για την καταστροφή των εκρηκτικών υλών και των καψυλλίων τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Ακατάλληλες εκρηκτικές ύλες και καψύλλια πρέπει στο μέτρο του δυνατού να επιστρέφονται στον προμηθευτή με παράδοση στον τόπο του έργου. Σε περίπτωση όμως που αυτό δεν είναι δυνατό, οι εκρηκτικές ύλες πρέπει να καταστρέφονται με ελεγχόμενη καύση σε απομακρυσμένη και ασφαλή θέση στο χώρο του έργου και σύμφωνα με τις οδηγίες του επιβλέποντα.
2. Κοινά καψύλλια και ηλεκτρικά καταστρέφονται με έκρηξη σε υπόνομο, αφού προηγουμένως έχουν κοπεί με ειδικούς κοπτήρες τα υπόλοιπα της θρυαλλίδας ή οι αγωγοί σε απόσταση 10cm από τον κάλυκα του καψυλλίου.

Μηχανήματα εξόρυξης και φόρτωσης

Για τα μηχανήματα εξόρυξης και φόρτωσης τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Όλα τα ελαστιχοφόρα μηχανήματα πρέπει να έχουν φώτα πορείας, διεύθυνσης, στροφής δεξιά και αριστερά, κόκκινα φώτα προπορείας, φώτα φρεναρίσματος και οπισθοπορείας και ειδικά για τις υπαίθριες εργασίες ηχητικό όργανο οπισθοπορείας. Τα ερπυστριοφόρα μηχανήματα πρέπει να έχουν ηχητικά όργανα και το λιγότερο φώτα εργασίας και κόκκινα φώτα προπορείας.
2. Η επιλογή των μηχανημάτων, μερών, εξαρτημάτων και ειδικών κατασκευών τους πρέπει να γίνεται από τον αρμόδιο σε κάθε περίπτωση Διπλωματούχο Μηχανικό, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες και το σκοπό που πρόκειται να εξυπηρετήσουν, ώστε με το συνδυασμό τους να παρέχεται επαρκής βαθμός ασφάλειας και να εξασφαλίζεται η ορθολογική λειτουργία του συστήματος ή της εγκατάστασης.

3. Όλα τα καινούργια μηχανήματα πρέπει να είναι κατασκευασμένα με βάση έγκυρες διεθνείς προδιαγραφές και να συνοδεύονται από γραπτή εγγύηση του κατασκευαστή τους. Τα μεταχειρισμένα μηχανήματα, για τα οποία δεν έχει δοθεί η παραπάνω εγγύηση, πρέπει να συνοδεύονται από γνωμάτευση του αρμόδιου Διπλωματούχου Μηχανικού για την καλή και ασφαλή λειτουργία τους.
4. Κάθε μηχάνημα πρέπει να χρησιμοποιείται αποκλειστικά μόνο για το σκοπό, που έχει κατασκευαστεί.
5. Απαγορεύεται αυστηρά η παραβίαση των ορίων λειτουργίας και φόρτισης κάθε μηχανήματος, που υπάρχουν στα επίσημα prospecta ή προδιαγραφές του κατασκευαστή. Τα σχετικά στοιχεία των προδιαγραφών πρέπει να σημειώνονται σε ειδικές πινακίδες, που ενσωματώνονται σε εμφανή θέση πάνω σε κάθε μηχάνημα.

6. Κάθε κατασκευή ή συμπλήρωση μηχανήματος, που έχει κριθεί εντελώς απαραίτητη για τη βελτίωση των συνθηκών λειτουργίας του, επιτρέπεται μόνο μετά από σχετική μελέτη του αρμόδιου Διπλωματούχου Μηχανικού και εφόσον δεν υπάρχει παραβίαση των προδιαγραφών.
7. Κάθε μηχανήμα, που παρά τις επισκευές και συντηρήσεις, δεν παρέχει ασφάλεια στη λειτουργία του, πρέπει με ευθύνη του εργοδότη, μετά από εισήγηση του επιβλέποντα, να αποσύρεται.
8. Όλα τα μέρη μηχανών και μηχανημάτων, που κινούνται ή στρέφονται, πρέπει να απομονώνονται, όπου είναι δυνατό, με προστατευτικά καλύμματα ή πλέγματα.
9. Κάθε μηχανήμα πρέπει να είναι εφοδιασμένο με τα κατάλληλα όργανα ελέγχου και μηχανισμούς αποφυγής ανεξέλεγκτης λειτουργίας.

10. Οι χειριστές των μηχανημάτων πρέπει να τα επιθεωρούν πριν από την έναρξη λειτουργίας τους. Αν στην παραπάνω επιθεώρηση ή στη διάρκεια εργασίας διαπιστωθεί βλάβη, οφείλουν να ειδοποιήσουν άμεσα τον ιεραρχικά ανώτερό τους.
11. Οι χειριστές των μηχανημάτων πρέπει μετά το τέλος της εργασίας τους και εφόσον δεν αρχίζει η εργασία της επόμενης βάρδιας, να τα κλειδώνουν και να τα ασφαλίζουν με όλα τα κατάλληλα και απαραίτητα μέσα.
12. Η εργασία ή διέλευση των μηχανημάτων σε περιοχές, όπου υπάρχουν υπόγεια ή εναέρια ηλεκτροφόρα καλώδια, πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή και αφού ληφθούν όλα τα μέτρα για αποφυγή βραχυκυκλώματος ή και ηλεκτροπληξίας. Στην περίπτωση που το μηχάνημα κινείται, ο χειριστής πρέπει να καθοδηγείται, στις μετακινήσεις και ελιγμούς, από τον βοηθό του και γενικά όπου ο κίνδυνος είναι έντονος, πρέπει να διακόπτεται στην περιοχή της σχετικής εργασίας το ηλεκτρικό ρεύμα.

13.

Όλα τα μηχανήματα πρέπει να διαθέτουν:

A) Θάλαμο ασφαλείας, εφόσον προβλέπεται από τον κατασκευαστή τους, μέσα στον οποίο πρέπει να βρίσκεται ο χειριστής στη διάρκεια λειτουργίας.

B) Φορητό φαρμακείο εφοδιασμένο με τα απαραίτητα φάρμακα και μέσα, σύμφωνα με τις οδηγίες του γιατρού του έργου.

Γ) Φορητό πυροσβεστήρα με ένδειξη ημερομηνίας λήξης.

Δ) Μηχανισμούς πέδησης, καθώς και λοιπά πρόσφορα μέσα (π.χ. σφήνες), για την ακινητοποίησή τους στη διάρκεια στάσης.

Ε) Εργαλεία και μέσα, ανάλογα με την περίπτωση, για την άμεση αντιμετώπιση ανατροπών, εκτροχιασμών και λοιπών βλαβών.

14.

Απαγορεύεται η επιβίβαση στα μηχανήματα κάθε άλλου ατόμου εκτός από τον χειριστή τους και τον βοηθό του, εφόσον υπάρχει και δεύτερη θέση στο θάλαμο χειρισμού, καθώς και η επιβίβαση ή αποβίβαση οποιουδήποτε ατόμου, εφόσον το όχημα βρίσκεται σε κίνηση. Κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται η επιβίβαση και αποβίβαση των τεχνιτών συντήρησης και επισκευής, εφόσον το μηχανήμα βρίσκεται σε στάση. Η επιβίβαση και αποβίβαση πρέπει να γίνονται πάντα από τις προκαθορισμένες από τον κατασκευαστή του μηχανήματος θέσεις.

15. Η μεταφορά προσωπικού επιτρέπεται μόνο στην περίπτωση οχήματος ειδικά κατασκευασμένου και διαρρυθμισμένου.
16. Η κίνηση των μηχανημάτων πρέπει να γίνεται με προσοχή και στα πλαίσια των διαδρομών και ορίων ταχύτητας, που έχουν προκαθοριστεί από το αρμόδιο στέλεχος της ιεραρχίας.
17. Η προς τα πίσω κίνηση των μηχανημάτων πρέπει να γίνεται αφού πρώτα ο χειριστής διαπιστώσει τη λειτουργία των αντίστοιχων φωτεινών ή και ηχητικών οργάνων (όπου επιβάλλονται), καθώς και ότι κανένα άτομο ή γενικά κίνδυνος δεν υπάρχει στον πίσω χώρο. Ειδικά στις περιπτώσεις που δεν υπάρχει επαρκής ορατότητα ή δυνατότητα πλήρους ελέγχου από τον χειριστή, επιβάλλεται η καθοδήγησή του από τον αντίστοιχο βοηθό ή το ειδικά εξουσιοδοτημένο άτομο.
18. Οι χειριστές πρέπει να σταθμεύουν τα μηχανήματά τους στις προκαθορισμένες θέσεις και να φροντίζουν για την πλήρη ακινητοποίησή τους με κάθε πρόσφορο μέσο (πέδηση, ταχύτητα, σφήνες κλπ.).

19. Οι θέσεις εργασίας των μηχανημάτων πρέπει να επιλέγονται με τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερότητα του μηχανήματος, καθώς και η προστασία του χειριστή και του βοηθού του από καταπτώσεις, κατολισθήσεις, ανατροπές και πτώσεις.
20. Σε περίπτωση εργασιών σε επικίνδυνες θέσεις (π.χ. εξοφλήσεις με μεγάλα κενά, θέσεις επιρρεπείς σε κατολισθήσεις κλπ.), ο χειρισμός του μηχανήματος πρέπει να γίνεται από ασφαλή απόσταση και στο μέτρο του δυνατού με τηλεχειρισμό.
21. Τα διατρητικά και εκσκαπτικά μηχανήματα πρέπει στο μέτρο του δυνατού να βρίσκονται στη διάρκεια της παραγωγικής εργασίας σε οριζόντια θέση.
22. Τα διατρητικά μηχανήματα, εφόσον δεν εκτελούν υγρή διάτρηση, πρέπει να είναι εφοδιασμένα με κονιοσυλλέκτες για τη συλλογή της σκόνης, που δημιουργείται στη διάρκεια της διάτρησης.

23. Δεν επιτρέπεται η εξόρυξη με εκσκαφείς και φορτωτές από επιφανειακά μέτωπα, με ύψος μεγαλύτερο από την κατακόρυφη ακτίνα δράσης του κάδου.
24. Όταν γίνεται εκσκαφή σε βάθος, πρέπει η απόσταση του μηχανήματος από το χείλος της εκσκαφής να είναι όσο το δυνατό μεγαλύτερη, ανάλογα και με τη συνεκτικότητα του πετρώματος. Κάθε τέτοια εργασία απαγορεύεται, εφόσον υπάρχει κίνδυνος κατολίσθησης των πρανών, ενώ συνέχιση της εργασίας μπορεί να γίνει μόνο με οδηγίες του αρμόδιου επιβλέποντα.
25. Απαγορεύεται αυστηρά η άνοδος κάθε εργαζομένου πάνω στον κάδο των μηχανημάτων. Κατ' εξαίρεση επιτρέπεται μόνο σε περίπτωση πλήρους ακινητοποίησης για λόγους συντήρησης ή επισκευής.

26. Οι χειριστές των μηχανημάτων δεν επιτρέπεται να τα βάζουν σε κίνηση, εφόσον βρίσκονται άτομα μέσα στο πεδίο δράσης. Επιτρέπεται η προσέγγιση αποκλειστικά και μόνο εξουσιοδοτημένων ατόμων στα μηχανήματα, όταν αυτά βρίσκονται σε λειτουργία και εφόσον αυτό είναι σε γνώση του χειριστή τους.
27. Κατά τη διακοπή εργασίας, οι κάδοι των μηχανημάτων πρέπει να επαναφέρονται στο έδαφος.
28. Απαγορεύεται η μεταφορά με φορτωτές, εκρηκτικών ή εύφλεκτων υλών και φιαλών αερίου. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις επιτρέπεται και η χρησιμοποίησή τους σαν ανυψωτικών μηχανημάτων μετά από έγγραφη εντολή του επιβλέποντα.

Σύστημα φόρτωσης και μεταφοράς

Για το σύστημα φόρτωσης και μεταφοράς τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του συστήματος, την έκταση και το είδος των εργασιών, καθώς και το είδος και τη δυναμικότητα του απασχολούμενου μηχανικού εξοπλισμού, ο συντονισμός των επιμέρους εργασιών του συστήματος, ανατίθεται σε ειδικά εξουσιοδοτημένο στέλεχος της ιεραρχίας.
2. Οι χώροι συγκέντρωσης, μεταφοράς και φόρτωσης υλικών πρέπει να είναι με τέτοιο τρόπο διαρρυθμισμένοι, ώστε η εργασία να γίνεται ανεμπόδιστα και χωρίς κίνδυνο για τους εργαζομένους.
3. Στα σημεία του συστήματος, που μπορεί να εμφανιστούν κίνδυνοι για τους εργαζομένους, πρέπει να τοποθετούνται πινακίδες με ενδεικτικές επιγραφές.

4. Οι πιο πάνω χώροι, καθώς και κάθε χώρος εργασίας, πρέπει να διατηρούνται καθαροί με συλλογή των απορριμμάτων ή περιττών υλικών και γενικά κάθε αντικειμένου, που δεν είναι άμεσα χρήσιμο για την εργασία.

5. Για τον περιορισμό της διαφυγής της σκόνης, που δημιουργείται στη διάρκεια της φόρτωσης και μεταφοράς, πρέπει να λαμβάνονται όλα τα δυνατά μέτρα (π.χ. διαβροχή υλικού και δρόμων, κάλυψη υλικού, απομόνωση χώρων κλπ.)

Φόρτωση και μεταφορά με αυτοκινούμενα μηχανήματα

Για τη φόρτωση και μεταφορά με αυτοκινούμενα μηχανήματα τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Στους διανοιγόμενους από δημόσιες οδούς προς τα έργα δρόμους, πρέπει να υπάρχει ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας 30m και μέγιστη κλίση 8%.
2. Στους δευτερεύοντες δρόμους μέσα στο χώρο του έργου, πρέπει να υπάρχει ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας 25m και μέγιστη κλίση 12%.
3. Στις βαθμίδες εξόρυξης, στις οποίες κινούνται τροχοφόρα μηχανήματα, πρέπει να υπάρχει ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας 12m και μέγιστη κλίση 12%.
4. Το πλάτος καταστρώματος του δρόμου πρέπει να είναι ανάλογο με τις διαστάσεις των μηχανημάτων, που διακινούνται, σε καμιά όμως περίπτωση μικρότερο από 5m.

5. Όταν ο δρόμος περνάει πάνω από απόκρημνες περιοχές ή πρανή με επικίνδυνες κλίσεις ή βάθη, τα πλησιέστερα όρια του δρόμου, πρέπει να απέχουν από το φρύδι του πρανούς το λιγότερο 2m, για την περίπτωση συμπαγούς σταθερού πετρώματος και 4m για όλες τις άλλες περιπτώσεις.
6. Οι δρόμοι πρέπει να έχουν προειδοποιητικές πινακίδες για όρια ταχύτητας και προτεραιότητες σε σημεία διασταυρώσεων με άλλους δρόμους ή για σήμανση λοιπών εμποδίων και επικίνδυνων σημείων.
7. Οι δρόμοι και οι διαβάσεις πρέπει να συντηρούνται επαρκώς, ώστε να πραγματοποιείται ασφαλής διακίνηση και να καταβάλλεται φροντίδα, ώστε να διατηρούνται οι δρόμοι και γενικά οι χώροι κίνησης των μηχανημάτων ελεύθεροι από κάθε εμπόδιο.

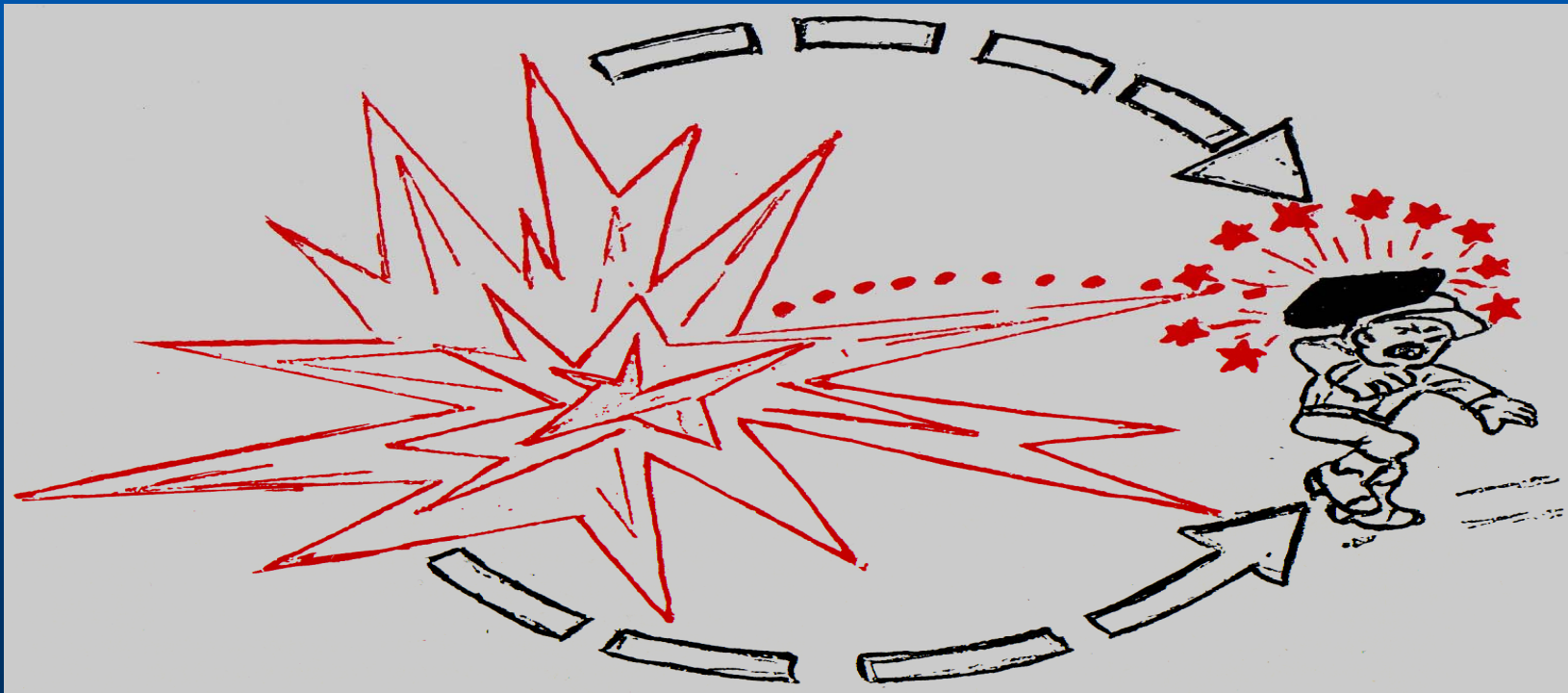
8. Η προσέγγιση των οχημάτων κοντά στα εκσκαπτικά ή φορτωτικά μηχανήματα γίνεται με ειδικό σήμα του χειριστή του ή του ειδικά εξουσιοδοτημένου ατόμου. Ο τρόπος φόρτωσης με μηχανικά μέσα ρυθμίζεται με εντολές του αρμόδιου στελέχους της ιεραρχίας.
9. Απαγορεύεται η υπερπλήρωση ή υπερχείλιση με υλικό των κάδων και σκαφών των μηχανημάτων, ώστε να αποφεύγεται η πτώση κομματιών υλικού.
10. Στη διάρκεια της ανατροπής δεν επιτρέπεται σε κανένα άτομο η προσέγγιση στο χώρο του οχήματος και της ανατροπής του υλικού.
11. Δεν επιτρέπεται η κίνηση οχήματος πριν να επανέλθει η σκάφη του στην οριζόντια θέση.

12. Στις θέσεις εκκένωσης των οχημάτων στην περίπτωση αποθέσεων σε πρανή και εφόσον δεν υπάρχει εξουσιοδοτημένο άτομο για την καθοδήγηση του οδηγού, πρέπει να υπάρχει ειδική βαθμίδα με ύψος το λιγότερο 40cm. Η βαθμίδα αυτή πρέπει να καθαρίζεται τακτικά.
13. Στις θέσεις εκκένωσης σε πλατείες απόθεσης, πρέπει να έχει διασφαλιστεί η σταθερότητα του δαπέδου.

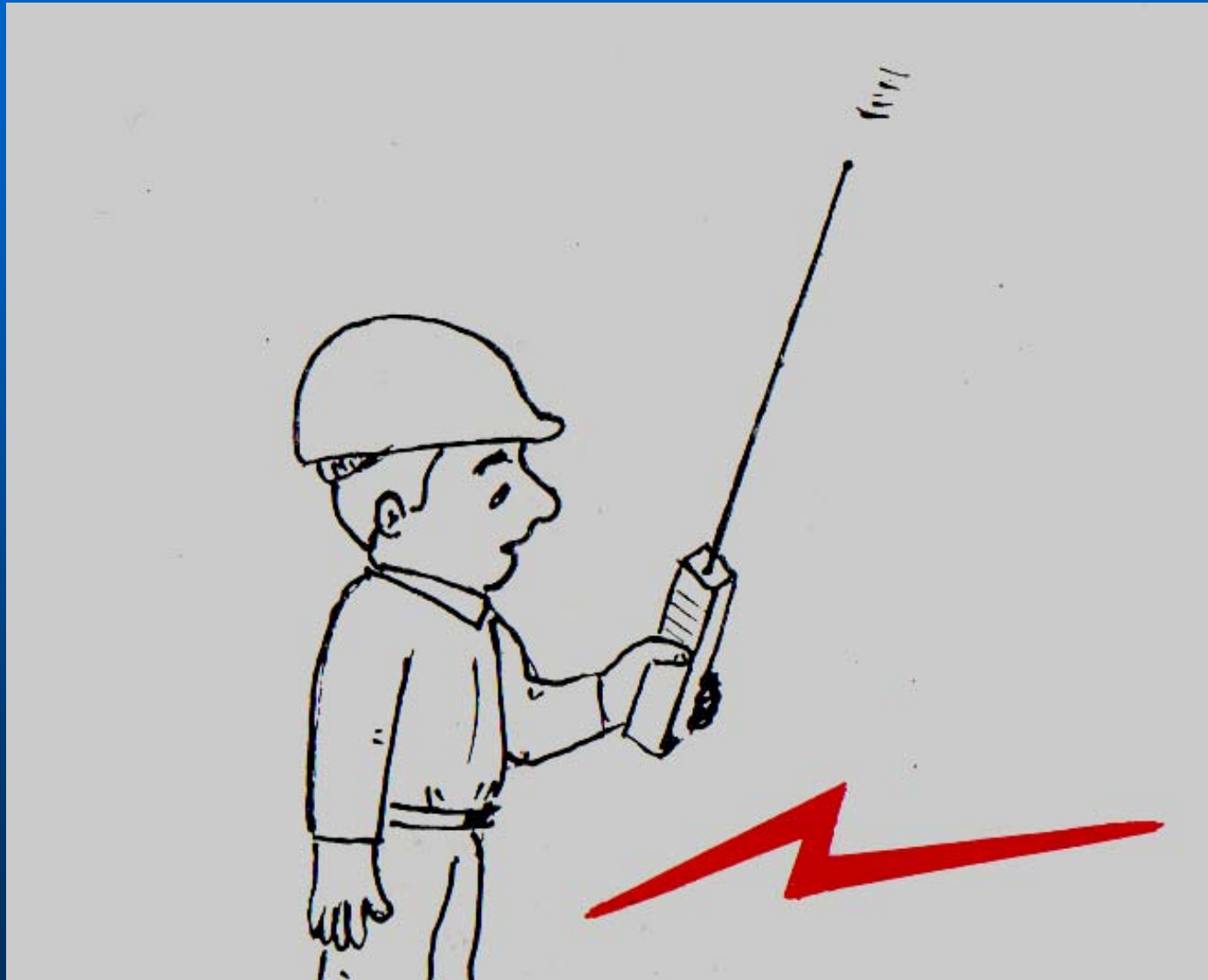
Οδηγίες για την επιφάνεια

Για την επιφάνεια τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Κατά την ανατίναξη των φουρνέλων μην απομακρύνεστε από την ασφαλή θέση, που σας έχει υποδείξει ο επιστάτης και ο γομωτής. Η επικίνδυνη περιοχή της έκρηξης είναι μεγαλύτερη από όσο νομίζετε. Προσέξτε να μην είστε μέσα σε αυτή.



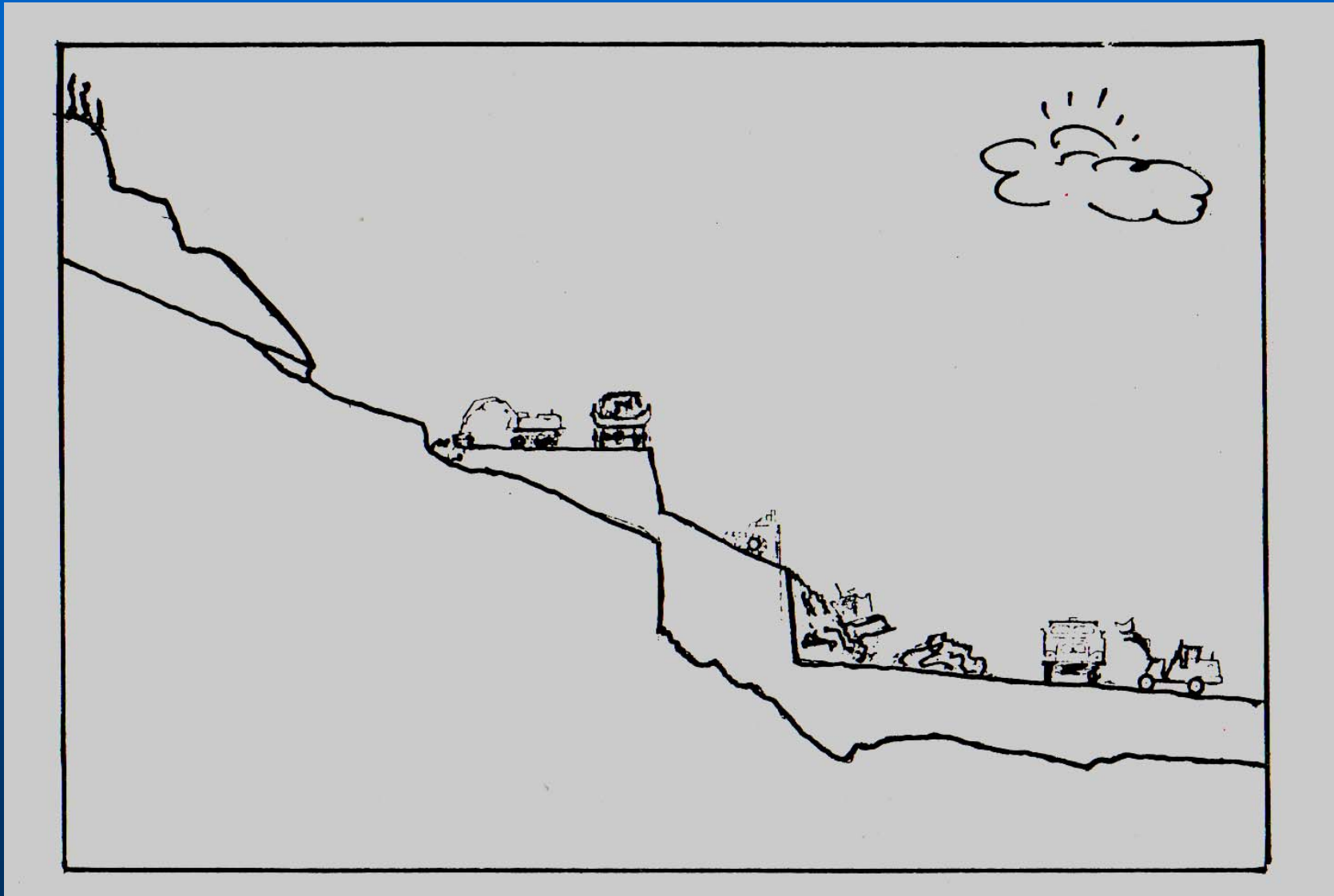
2. Αποφεύγετε τη χρησιμοποίηση ασυρμάτου όταν έχει καταιγίδα.



3. Οι δρόμοι, που κινούνται τα οχήματα και τα μηχανήματα, πρέπει να είναι καθαροί από πέτρες, ξύλα κτλ. και να μην έχουν λακκούβες και σαμάρια, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος ανατροπής ή καταπόνησης κάποιου οχήματος ή μηχανήματος.



4. Μη στέκεστε ποτέ κοντά στα αυτοκίνητα, που φορτώνουν τα μηχανήματα.



5. Μην πλησιάζετε στην άκρη των πρανών, υπάρχει κίνδυνος να υποχωρήσουν. Επίσης, ποτέ μην κάθεστε κοντά στο πόδι των πρανών.
6. Το φρύδι των πρανών πρέπει να είναι πάντοτε ελεύθερο από συσσωρεύσεις υλικών.
7. Τα πρανή πρέπει να είναι πάντοτε καθαρά και ξεσκαρωμένα.
8. Μετά από μια ανατίναξη ή μετά από βροχή και ιδιαίτερα το χειμώνα (λόγω της συστολής και διαστολής των πετρωμάτων), πρέπει να δίνετε μεγάλη προσοχή στα πρανή του εργοταξίου, διότι υπάρχει μεγάλος κίνδυνος αποκόλλησης και πτώσης βράχων. Επίσης, απαραίτητα κάθε πρωί πρέπει να γίνεται ένας καλός έλεγχος στα πιο ψηλά σημεία του εργοταξίου.

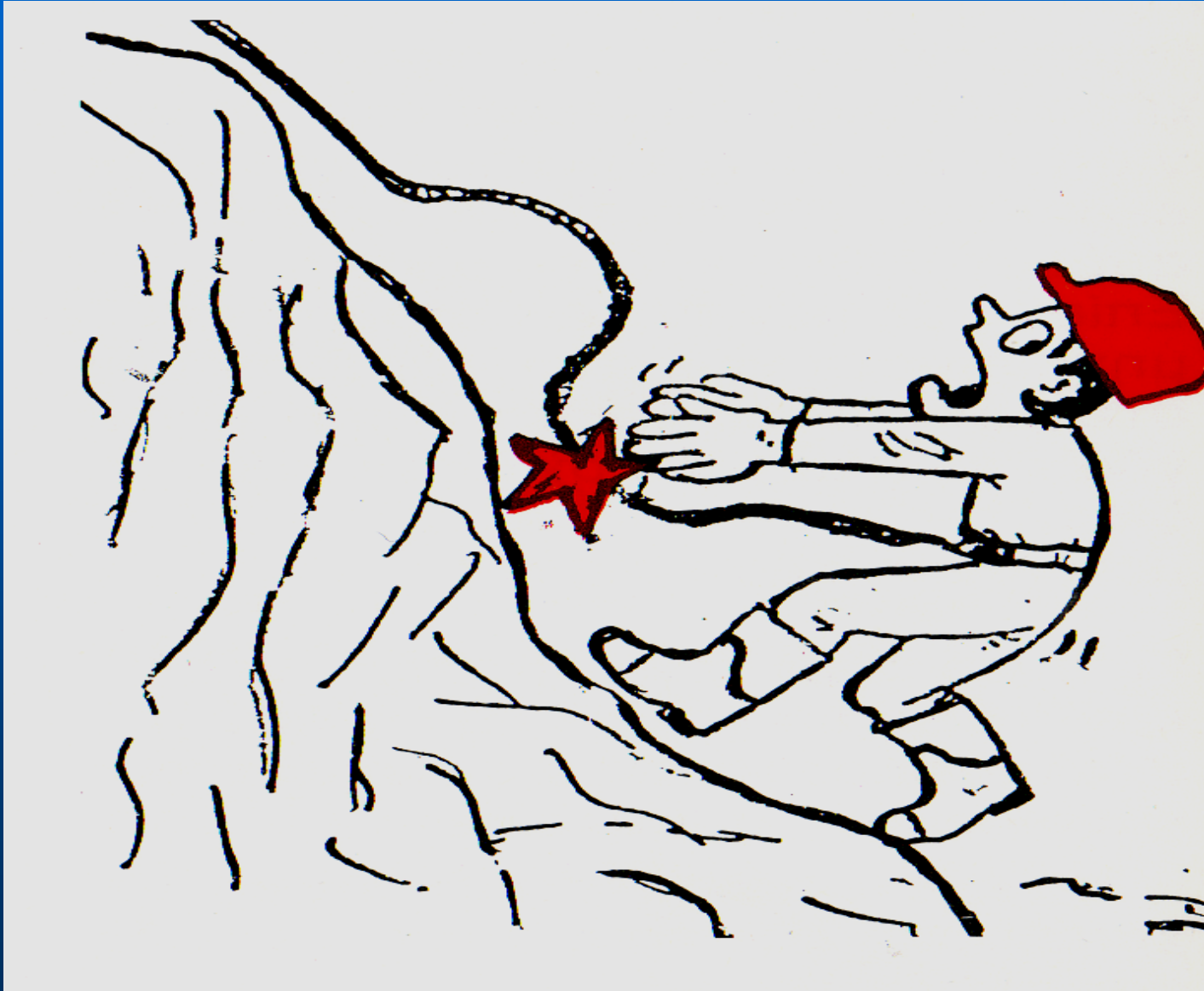
Οδηγίες για τους ξεσκαρωτές

Για τους ξεσκαρωτές τονίζονται τα ακόλουθα:

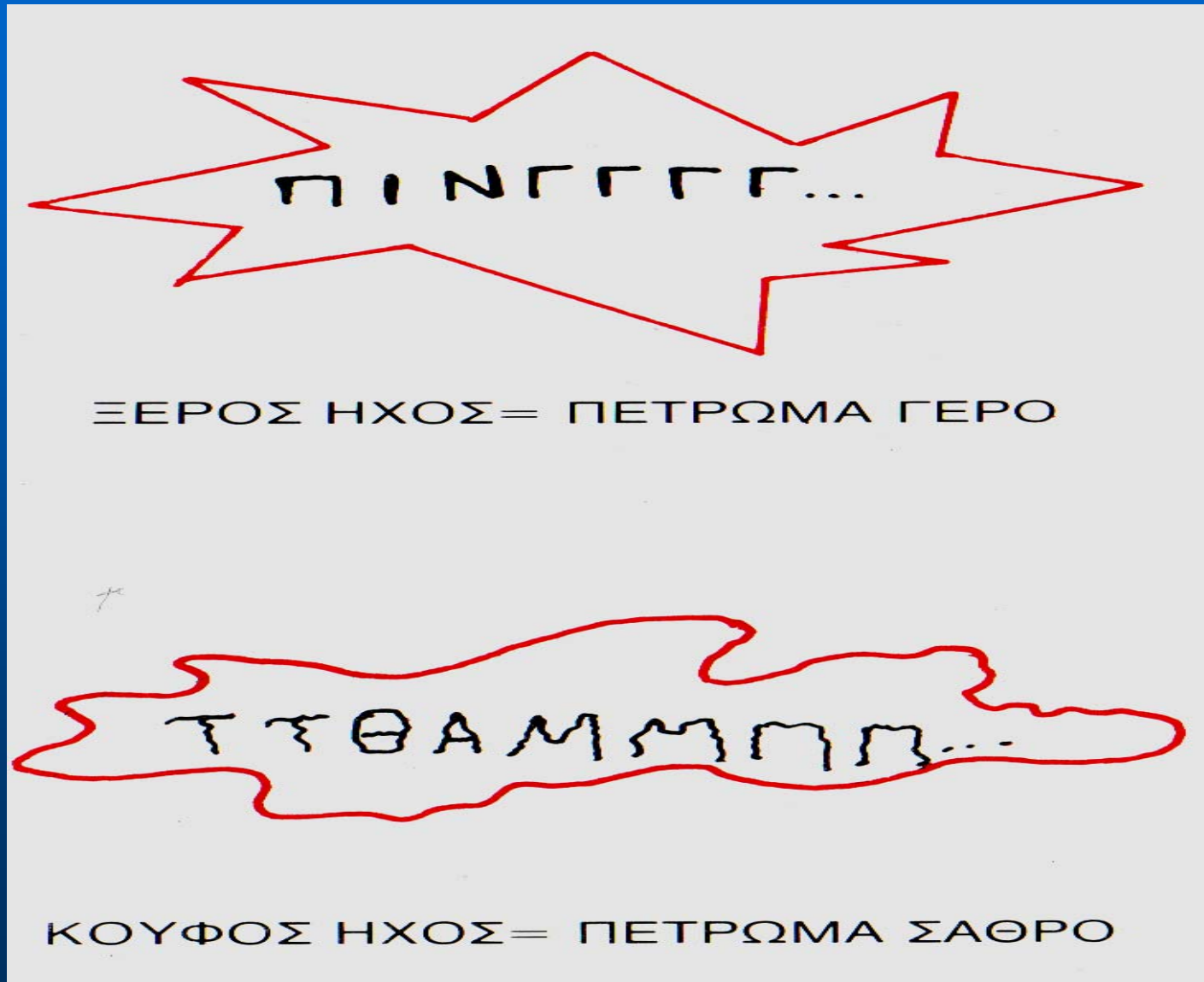
1. Ενημερωθείτε από τον επιστάτη για τα διάφορα σημεία, που χρειάζονται ξεσκάρωμα και ελέγξτε καλά την περιοχή και τα σπασίματα για να ξέρετε που θα πατήσετε και πώς θα ξεσκαρώσετε.
2. Ελέγξτε καθημερινά το σχοινί και τη ζώνη ασφαλείας να είναι σε καλή κατάσταση. Το σχοινί πρέπει να είναι αντοχής σε φόρτιση το λιγότερο 500 κιλά.
3. Να χρησιμοποιείτε λοστό ξεσκαρώματος με αιχμηρή άκρη.
4. Ειδοποιείστε τον επιστάτη να απομακρύνει τα μηχανήματα και τους εργαζομένους κάτω από εκεί που κάνετε ξεσκάρωμα.

5.

Σιγουρευτείτε για το ασφαλές αγκύρωμα του σχοινοῦ. Αν γλιστρήσετε αυτό θα σας συγκρατήσει.



6. Μάθετε να ξεχωρίζετε από τον ήχο ποιο πέτρωμα είναι γερό και ποιο σαθρό.



8. Να αρχίζετε το ξεσκάρωμα πάντοτε από πάνω προς τα κάτω.

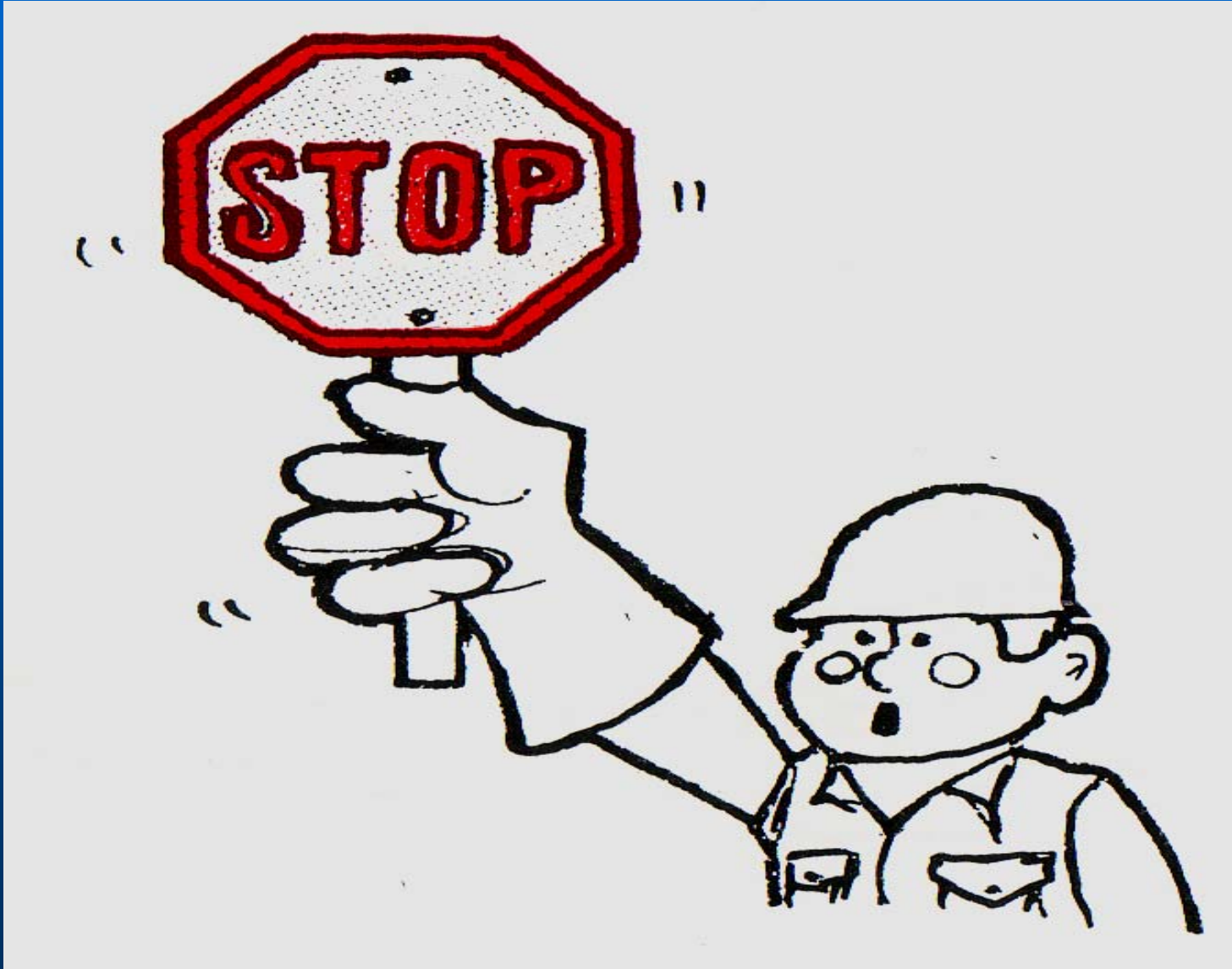


Οδηγίες για τους τουμπαδόρους

Για τους τουμπαδόρους τονίζονται τα ακόλουθα:

1. Να έχετε τη νύχτα τον ατομικό σας φωτισμό (φακό) για την καθοδήγηση των οδηγών.
2. Να μην απομακρύνεστε από την τούμπα και να μη μετακινείστε κρεμασμένοι στις σκάλες και στις καρότσες των οχημάτων.
3. Σταματήστε το άδειασμα και ειδοποιείστε αμέσως τον επιστάτη, όταν δείτε ότι η πλατεία έχει ραγίσματα.
4. Να αποφεύγετε το άδειασμα των οχημάτων σε θέσεις όπου δουλεύει ο φορτωτής. Αν όμως είναι ανάγκη να αδειάσουν, τότε πρέπει να εξακριβωθεί προηγουμένως ότι η πλατεία είναι ασφαλής (δεν έχει υποσκαφθεί) και ότι ο φορτωτής έχει απομακρυνθεί την ώρα που αδειάζει το όχημα.

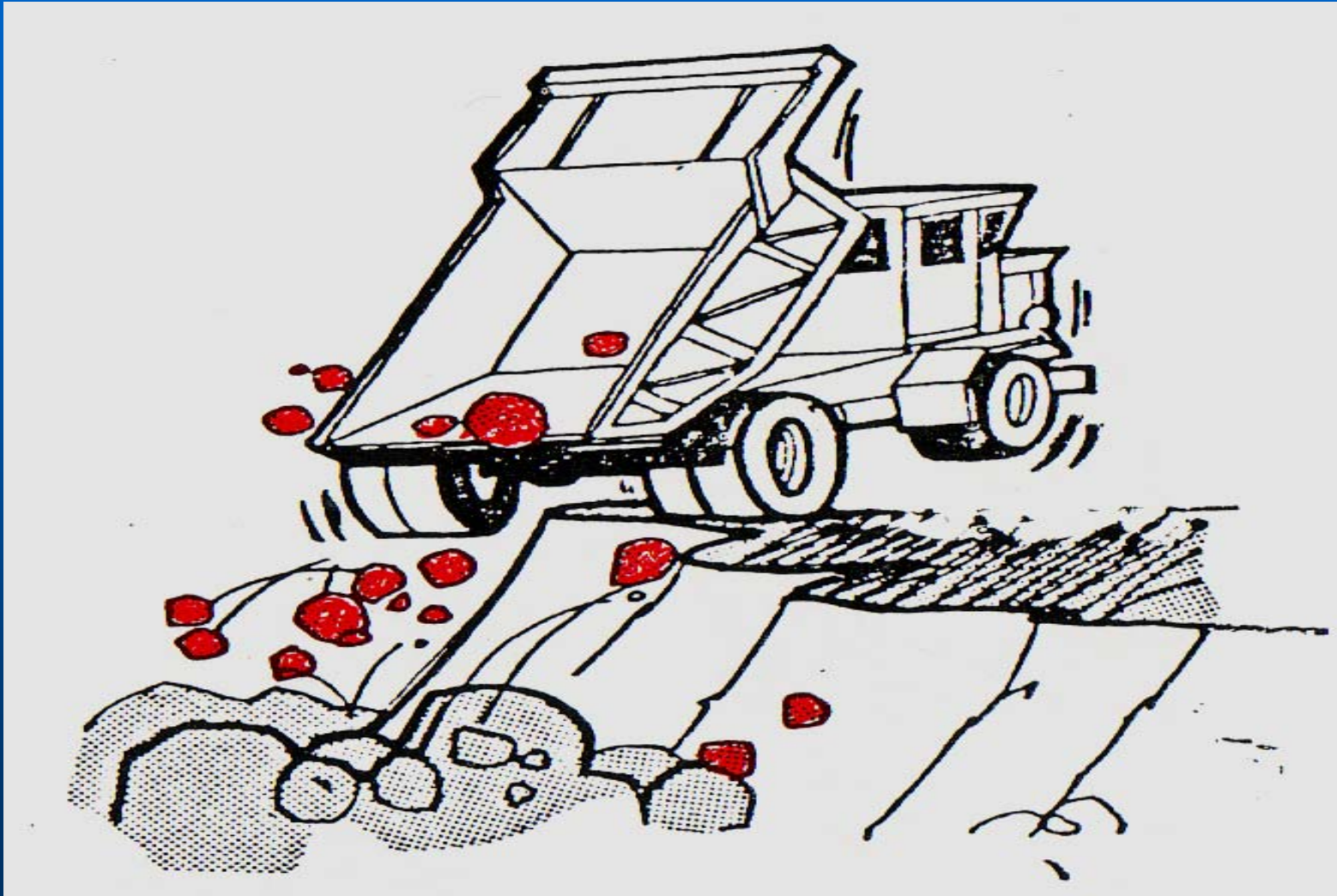
5. Να ακούτε με προσοχή τις οδηγίες του επιστάτη για το πού θα αδειάσετε.



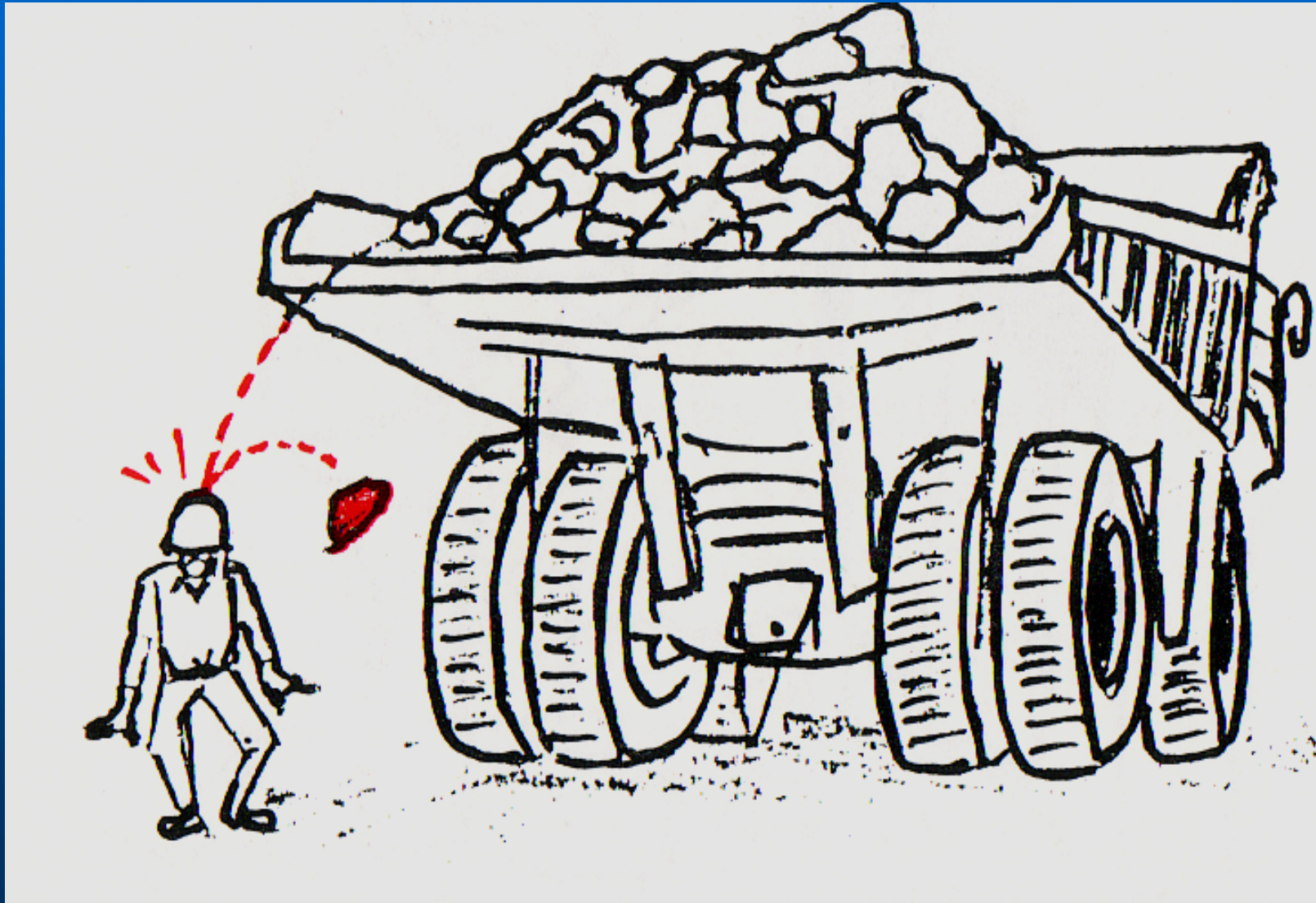
6. Να στέκεστε σε θέση ασφαλείας, όταν το αυτοκίνητο κάνει ανατροπή και να μην επιτρέψετε σε κανένα άτομο να πλησιάσει.



7. Να φροντίζετε η τούμπα να είναι ομαλή και οριζόντια και σε καμιά περίπτωση να μην έχει κλίση προς την πλατεία της τούμπας.



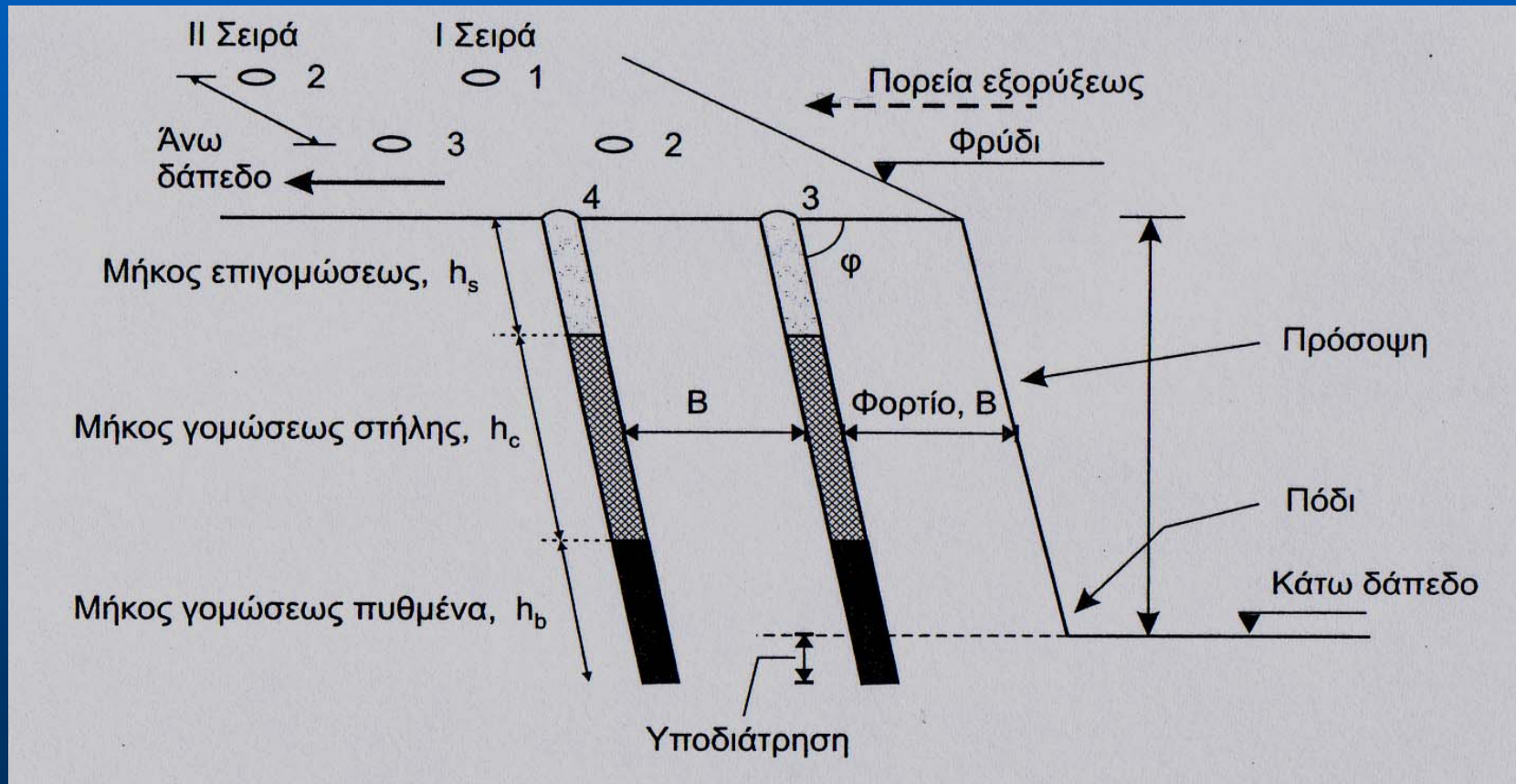
8. Να στέκεστε σε θέση ασφαλείας από τα μηχανήματα μεταφοράς.



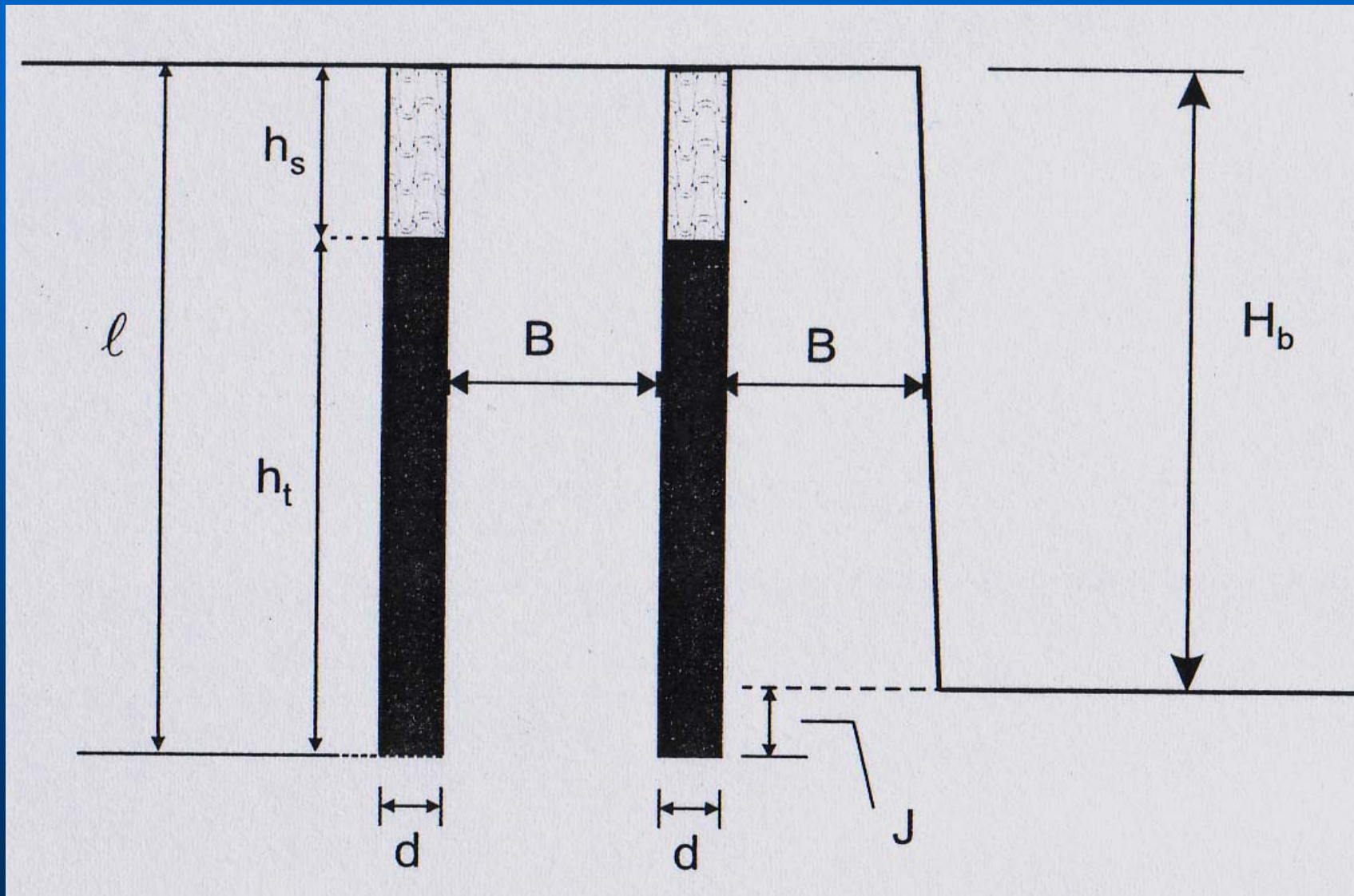
Υπαίθριες ανατινάξεις σε μέτωπο βαθμίδας

Για τις υπαίθριες ανατινάξεις σε μέτωπο βαθμίδας τονίζονται τα ακόλουθα:

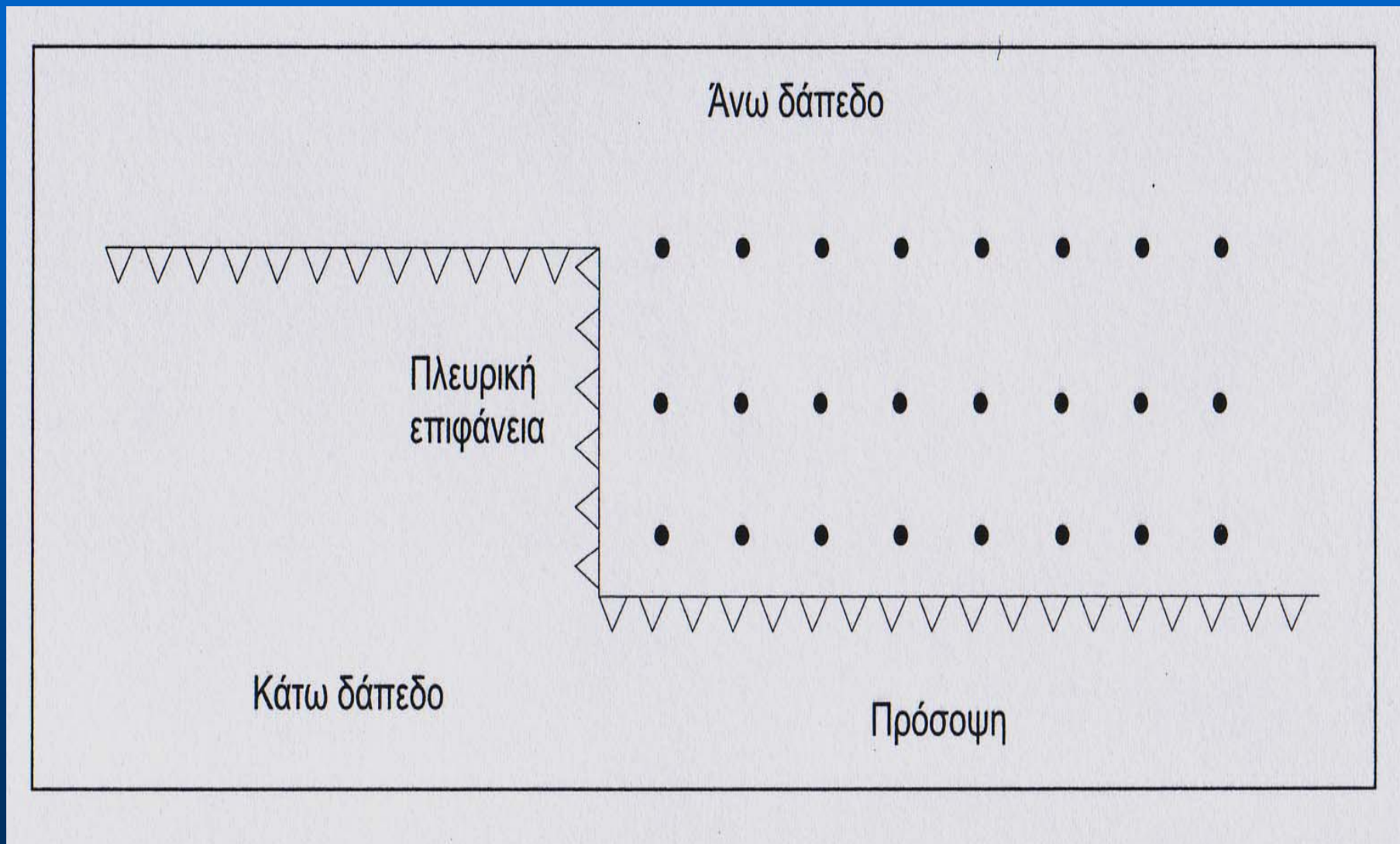
Υπαίθριο μέτωπο μορφής βαθμίδας με παρακατακόρυφη πρόσοψη



Υπαίθριο μέτωπο μορφής βαθμίδας με κατακόρυφη πρόσοψη



Διαμόρφωση τριών ελεύθερων επιφανειών σε υπαίθρια ανατίναξη σε μέτωπο βαθμίδας



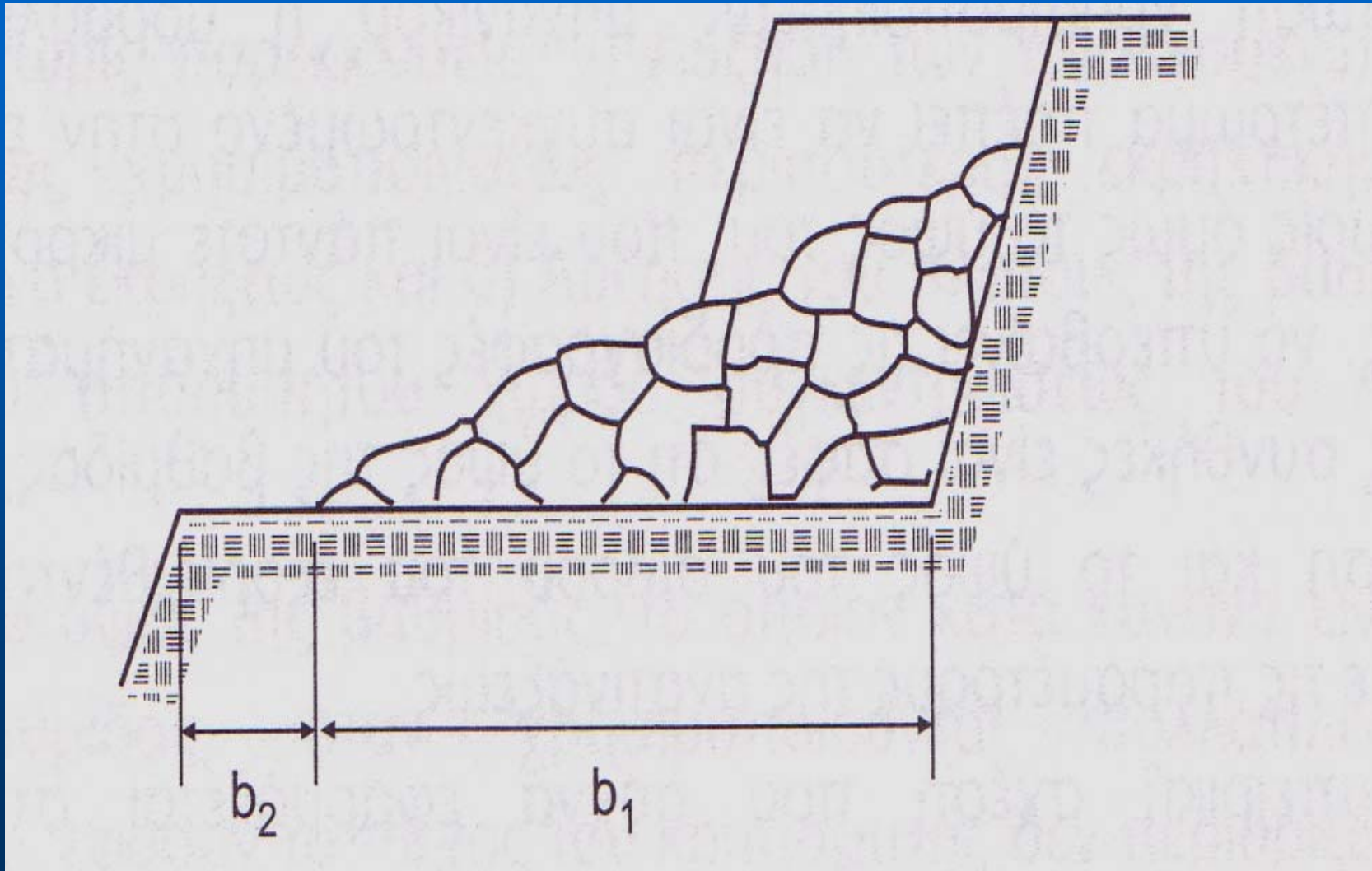
Πλάτος Βαθμίδας

Για το πλάτος βαθμίδας τονίζονται τα ακόλουθα:

Υφίσταται πάντοτε ένα ελάχιστο πλάτος βαθμίδας, όπως αυτό μετρείται οριζοντίως κατά την κάθετη διεύθυνση προς την πρόσοψη της βαθμίδας (πρανές), για κάθε ύψος βαθμίδας και συνθήκες εξορύξεως, του οποίου η τιμή καθορίζεται από τις απαιτήσεις αποδοτικής και ασφαλούς εκμεταλλεύσεως του εξοπλισμού φορτώσεως και αποκομίσεως του εξορυχθέντος πετρώματος.

Το πλάτος αυτό είναι προφανώς μεγαλύτερο του πλάτους b_1 , που θα καταλάβει ο εξορυχθείς όγκος, κατά την ποσότητα b_2 .

Γεωμετρικά μεγέθη b_1 και b_2 , που συνδέονται με τον υπολογισμό του πλάτους της βαθμίδας



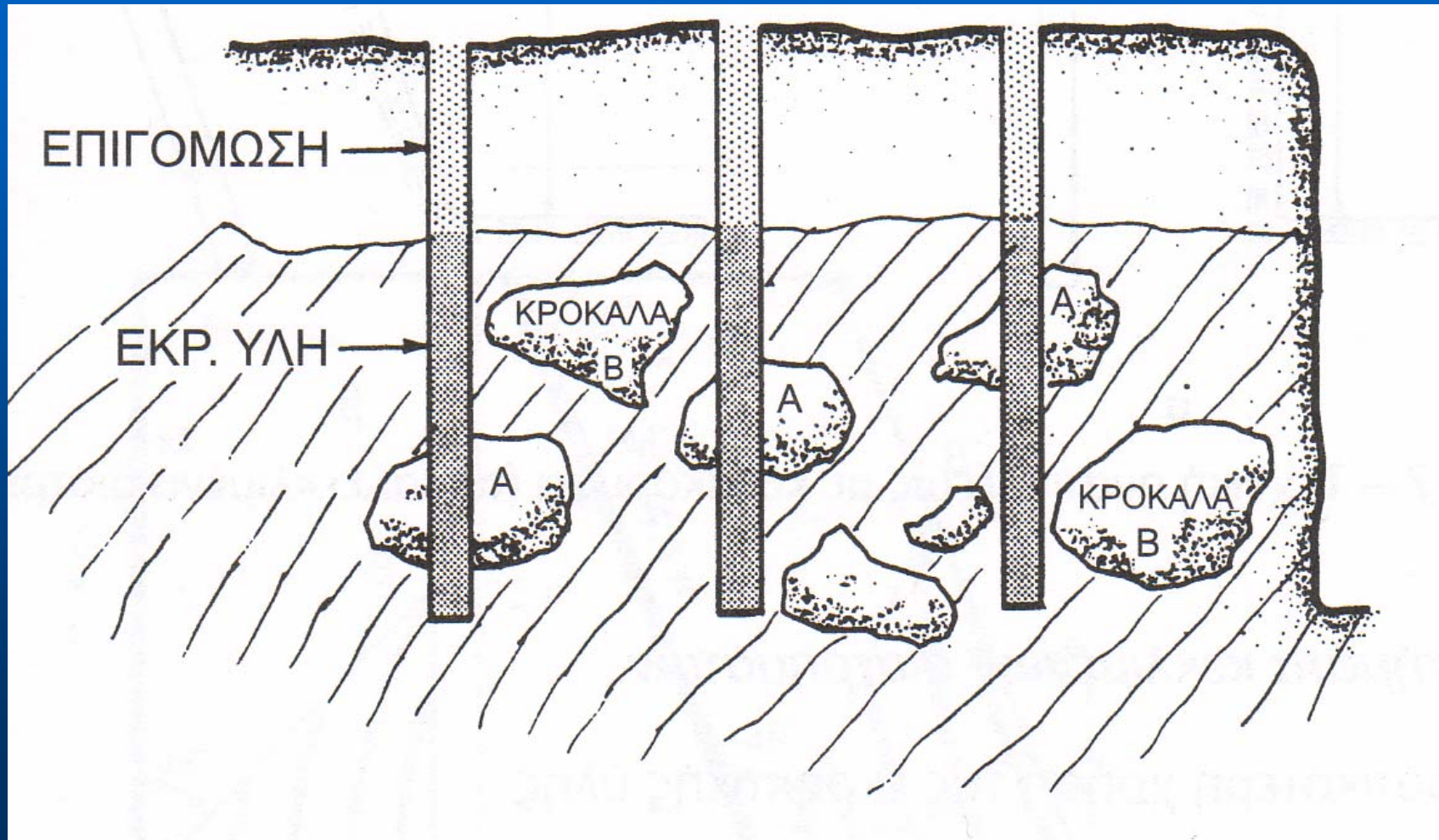
Καθορισμός των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των διατρημάτων

Για τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διατρημάτων τονίζονται τα ακόλουθα:

Μεγάλη διάμετρος των διατρημάτων συνεπάγεται μεγάλη εκρηγνυόμενη ποσότητα εκρηκτικής ανά υπόνομο, η οποία προκαλεί υψηλό θόρυβο, ισχυρές δονήσεις εδάφους και εκτίναξη τεμαχίων σε μεγάλη απόσταση, ιδιαίτερα όταν το έναυσμα έχει τοποθετηθεί υψηλά στο διάτρημα. Σε αυτή την περίπτωση επιβάλλεται μεγαλύτερο μήκος επιγομώσεως, το οποίο όμως οδηγεί στη μη ικανοποιητική κατανομή της εκρηκτικής ύλης εντός του διατρήματος.

Συνέπεια αυτού είναι να παράγονται κατά την ανατίναξη μεγάλα τεμάχια, προερχόμενα από την περιοχή της επιγομώσεως. Ως καλύτερη λύση προβάλλει εκείνη της μείωσης της διαμέτρου των διατρημάτων και αύξησης του αριθμού τους, με διατήρηση του μήκους της επιγομώσεως σε εκείνο, που επιβάλλεται (1,2 φορές το φορτίο).

Η παρουσία κροκαλών σε μαλακό πέτρωμα επιβάλλει πυκνή όρυξη μικρής διαμέτρου διατρημάτων για να θραυσθούν οι κροκάλες (οι κροκάλες, που σημειώνονται με Α θα θραυσθούν, ενώ με Β δε θα θραυσθούν)



Υποδιάτρηση του διατρήματος

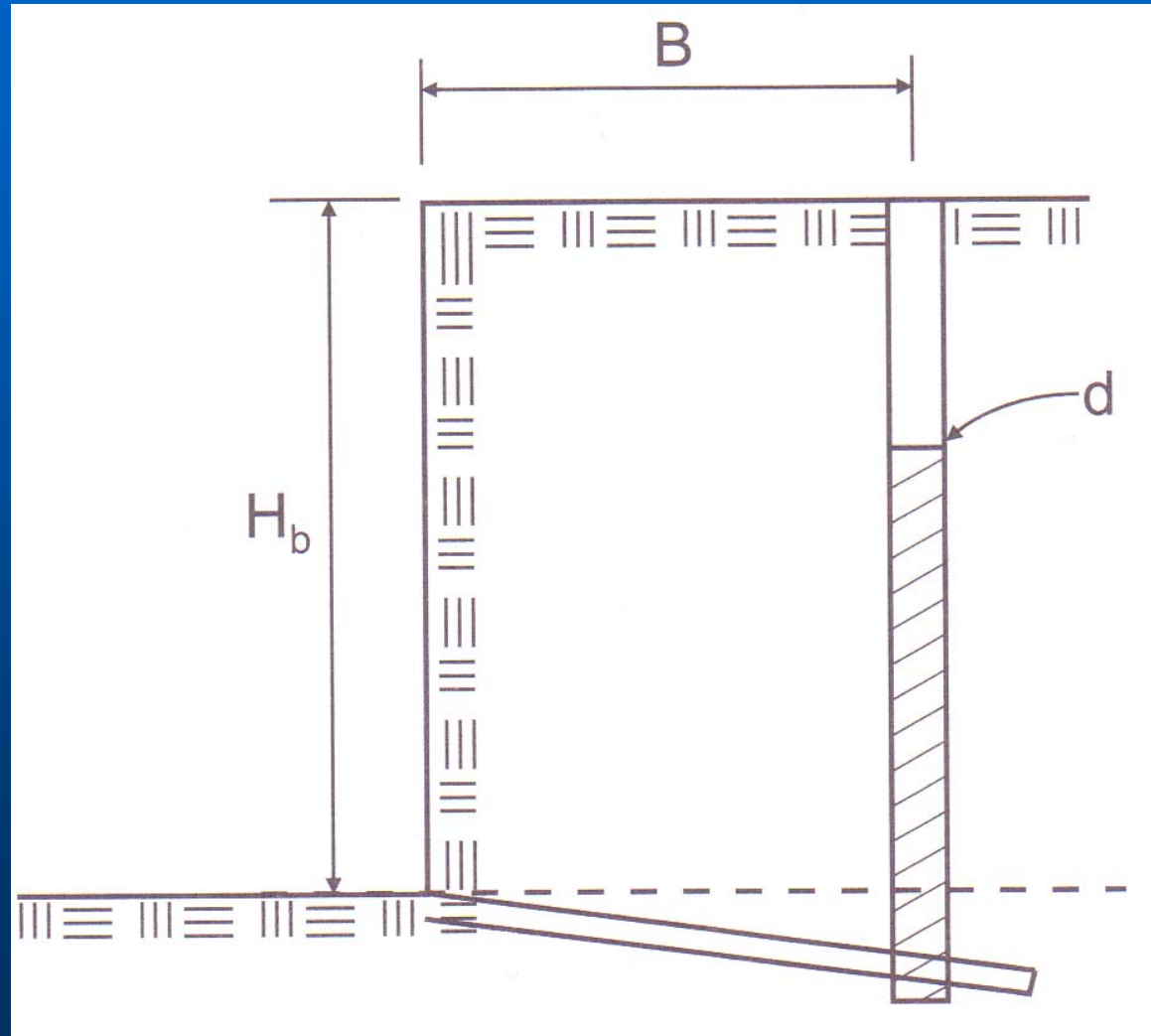
Για την υποδιάτρηση του διατρήματος τονίζονται τα ακόλουθα:

Για κατακόρυφα διατρήματα η υποδιάτρηση ανέρχεται συνήθως στο $\frac{1}{3}$ του φορτίου ή το 10% του ύψους της βαθμίδας, ενώ σε κεκλιμένα μπορεί να μειωθεί στο 5%.

Μείωση του μήκους της υποδιατρήσεως μπορεί να προκύψει όταν τα δομικά χαρακτηριστικά του πετρώματος στην περιοχή του ποδιού της βαθμίδας είναι ευνοϊκά για τη θραύση του πετρώματος (ασυνέχειες παράλληλες προς το δάπεδο της βαθμίδας), ενώ η αύξηση προκύπτει όταν το πέτρωμα είναι συμπαγές.

Πολλές φορές η αύξηση του μήκους της υποδιατρήσεως συνοδεύεται από τη χρησιμοποίηση ισχυρότερης εκρηκτικής ύλης στον πυθμένα του διατρήματος ή ακόμη και στην όρυξη περιορισμένου αριθμού οριζοντίων ή συνηθέστερα με μικρή κλίση προς τα κάτω διατρημάτων (ντούκια) στο πόδι της βαθμίδας.

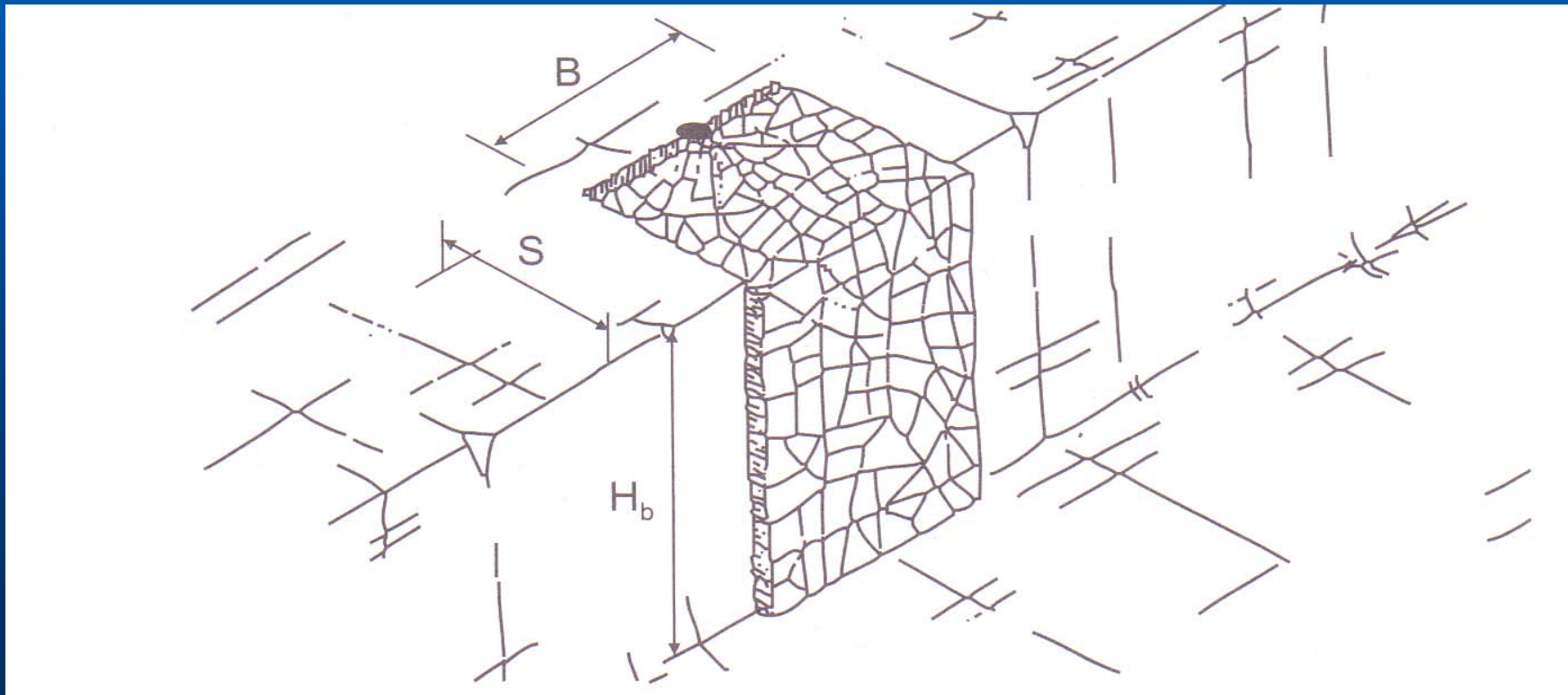
Όρυξη ελαφρώς κεκλιμένου διατρήματος στο πόδι της βαθμίδας για να βοηθηθεί η θραύση του πετρώματος στην περιοχή αυτή.



Εξορυσσόμενος θεωρητικά όγκος ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

Για τον εξορυσσόμενο θεωρητικά όγκο πετρώματος τονίζονται τα ακόλουθα:

Εξορυσσόμενος θεωρητικά όγκος πετρώματος σε υπαίθρια βαθμίδα από έκρηξη μιας υπονόμου



Επιλογή του χρόνου εκρήξεως των υπονόμων

Για την επιλογή του χρόνου εκρήξεως των υπονόμων τονίζονται τα ακόλουθα:

Η επιλογή του χρόνου επιβραδύνσεως βασίζεται στην αρχή ότι κάθε επόμενη έκρηξη υπονόμου πρέπει να περιβάλλεται από όσο το δυνατόν περισσότερες ελεύθερες επιφάνειες, ώστε κατά την έκρηξη να γίνεται η μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του μηχανισμού της εξ ανακλάσεως θραύσης του πετρώματος.

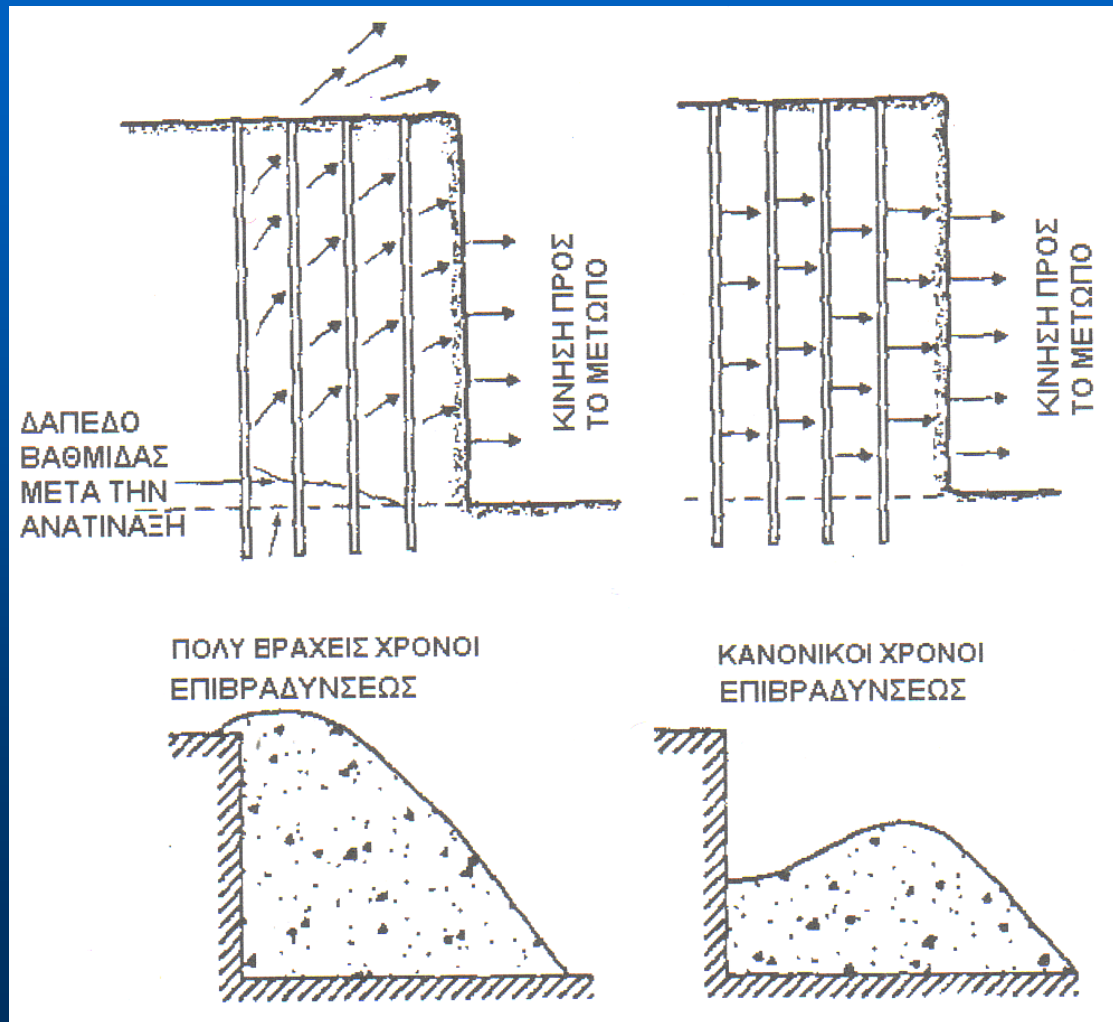
Η ικανοποίηση της αρχής αυτής απαιτεί όμως το πέτρωμα, που εξορύχθηκε από την έκρηξη της προηγούμενης υπονόμου, να έχει μετακινηθεί έστω και ελάχιστα από τη φυσική του θέση, πριν εκραγεί η αμέσως επόμενη υπόνομος.

Από την άλλη πλευρά δεν πρέπει να αγνοείται το γεγονός ότι όταν πραγματικά επιτυγχάνεται η ταυτόχρονη έκρηξη μιας ομάδας υπονόμων σε ανατίναξη βαθμίδας, τότε λόγω της συμβολής των κρουστικών κυμάτων από γειτονικές υπονόμους, μπορεί να αποσπασθεί μεγαλύτερος όγκος πετρώματος, άρα να αυξηθεί η απόσταση μεταξύ των διατρημάτων από ότι σε μία επιβραδυνόμενη ανατίναξη και ακόμη ότι οι βραχείς χρόνοι επιβραδύνσεως δίνουν καλύτερο θρυμματισμό, λόγω της συμβολής των κρουστικών κυμάτων από γειτονικές υπονόμους, σε σύγκριση με μεγάλους χρόνους επιβραδύνσεως.

Στην περίπτωση ανατινάξεως πολλών σειρών υπονόμων η επιλογή του κατάλληλου χρόνου επιβραδύνσεως είναι μεγαλύτερης σημασίας, γιατί τότε τόσο ο θρυμματισμός όσο και η μετακίνηση του πετρώματος επηρεάζονται από τη διαθεσιμότητα των ελεύθερων επιφανειών.

Εάν δεν έχουν σχηματισθεί ελεύθερες επιφάνειες από τις προηγούμενες εκρήξεις, τότε δημιουργείται μια εσωτερική έκρηξη μορφής κρατήρα, που έχει ως συνέπεια πτωχό θρυμματισμό, εκτόξευση του πετρώματος προς τα άνω, μικρή μετατόπιση του πετρώματος, έντονη ηχορρύπανση, ισχυρή εδαφική δόνηση, ρωγμάτωση του νέου πρανούς του μετώπου και μη ικανοποιητική θραύση του πετρώματος στο πόδι της βαθμίδας.

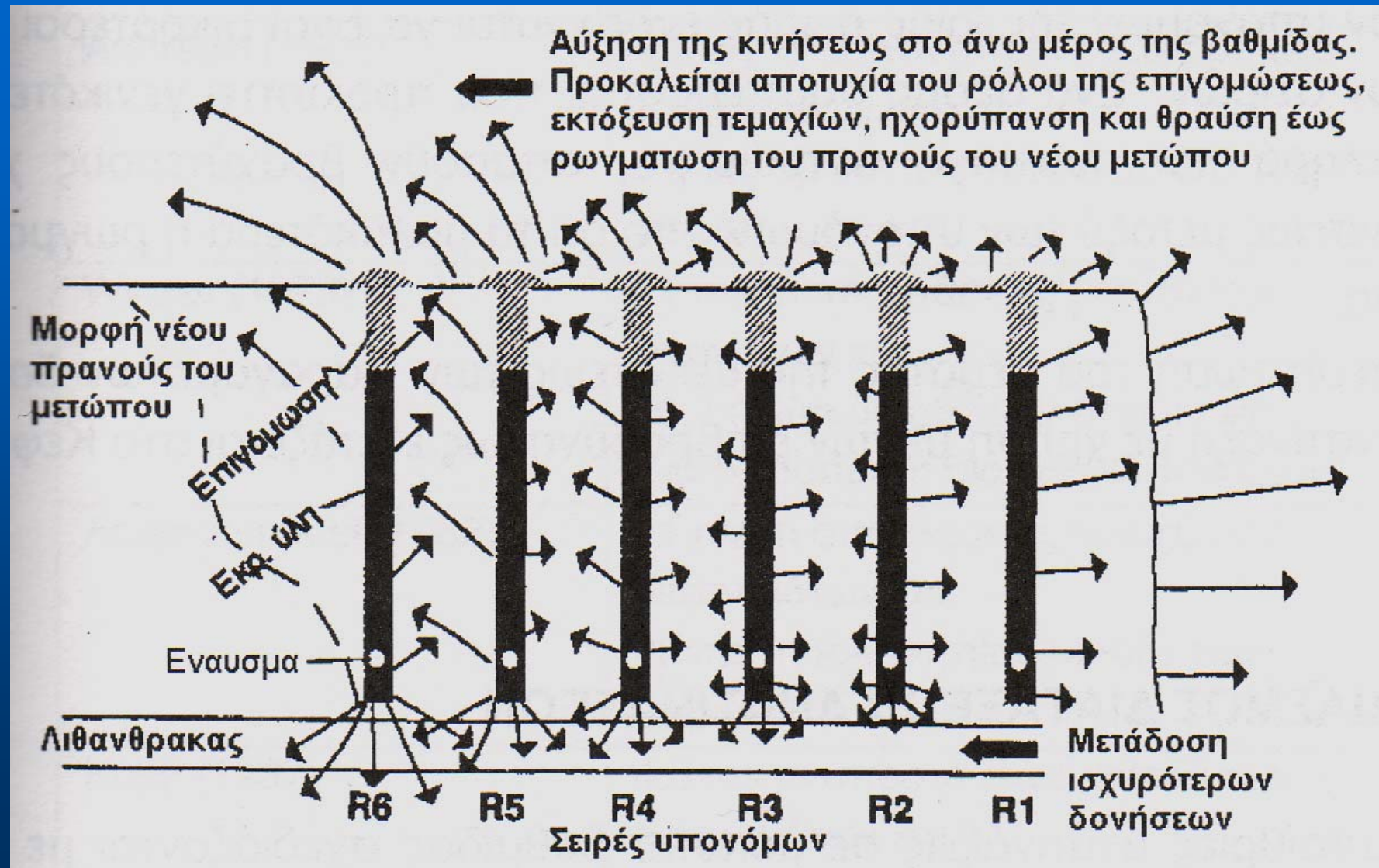
Επίδραση του χρόνου επιβραδύνσεως μεταξύ σειρών υπονόμων στην κατεύθυνση εξορύξεως του πετρώματος, τη θραύση στο πόδι της βαθμίδας και στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του εξορυχθέντος σωρού



Όταν επιλέγονται πολύ βραχείς χρόνοι εκρήξεως μεταξύ των σειρών, το εξορυσσόμενο πέτρωμα της δεύτερης και των επόμενων σειρών, αδυνατώντας να μετακινηθεί προς την ελεύθερη επιφάνεια, ωθείται προς τα άνω, προκαλώντας αποτυχία του ρόλου της επιγομώσεως, έντονη ηχορρύπανση, εκτόξευση τεμαχίων σε μεγάλη απόσταση, ρωγμάτωση του πρανούς του νέου μετώπου (backbreak), ελαττωματική θραύση στο πόδι της βαθμίδας και ισχυρή εδαφική δόνηση.

Οι χρόνοι επιβραδύνσεως μεταξύ των υπονόμων της ίδιας σειράς ενδείκνυνται να είναι μικρότεροι εκείνων μεταξύ των σειρών. Επίσης, τα σκληρά και συμπαγή πετρώματα απαιτούν βραχύτερους χρόνους επιβραδύνσεως μεταξύ των υπονόμων από ότι τα μαλακότερα ή ρωγματωμένα πετρώματα.

Αποτελέσματα επιλογής πολύ μικρού χρόνου επιβραδύνσεως



Σχεδιασμός διατάξεων ανατινάξεων με μια σειρά διατρημάτων

Για τον σχεδιασμό των ανατινάξεων με μια σειρά διατρημάτων τονίζονται τα ακόλουθα:

Στην περίπτωση της μιας σειράς διατρημάτων διακρίνονται οι περιπτώσεις της ταυτόχρονης έκρηξης όλης της σειράς και εκείνης με επιβράδυνση κάθε υπονόμου σε σχέση προς την έκρηξη της γειτονικής υπονόμου.

Στην περίπτωση ταυτόχρονης έκρηξης μιας σειράς υπονόμων, λόγω της συμβολής των κρουστικών κυμάτων από τις γειτονικές υπονόμους, η απόσταση S μεταξύ των διατρημάτων πρέπει να είναι μεγαλύτερη εκείνης της αντίστοιχης επιβραδυνόμενης για να:

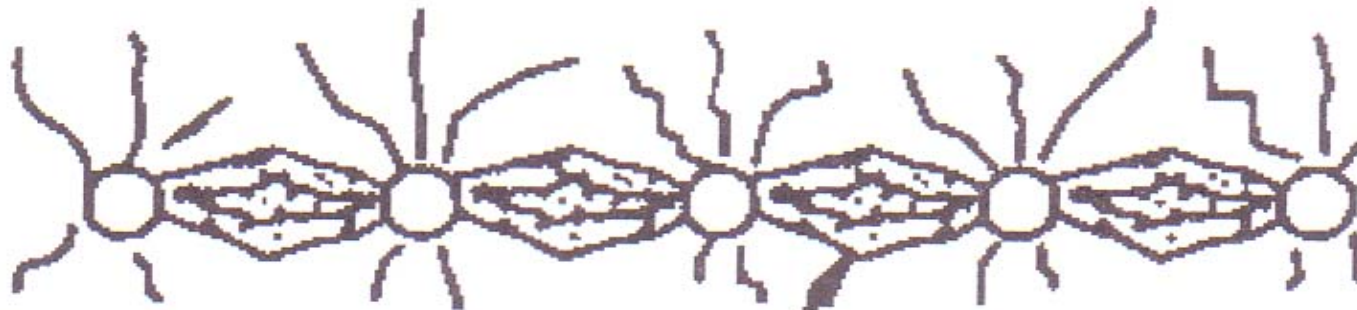
A) αποφευχθεί η ρωγμάτωση του σχηματιζόμενου νέου πρανούς καθώς και η απώλεια ενέργειας κατά την ωστική φάση διαμέσου της ζώνης θρυμματισμού, που θα σχηματισθεί με τη συνένωση των ακτινικών ρωγμών προσκείμενων υπονόμων

B) περιορισθεί η ηχητική ρύπανση και η εκτόξευση λίθων (flyrock) σε μεγάλη απόσταση καθώς και η εδαφική δόνηση

Εάν όμως η απόσταση S μεταξύ των διατρημάτων είναι πολύ μεγάλη, τότε το σχηματιζόμενο νέο πρηνές είναι ανώμαλο και ο θρυμματισμός δε θα είναι ικανοποιητικός.

Στην περίπτωση επιβραδυνόμενων εκρήξεων θα εμφανισθούν πάλι ανάλογα προβλήματα, εάν η απόσταση μεταξύ των διατρημάτων είναι πολύ μικρή ή πολύ μεγάλη.

Περίπτωση ταυτόχρονης εκρήξεως μιας σειράς υπονόμων
με μικρή μεταξύ τους απόσταση S

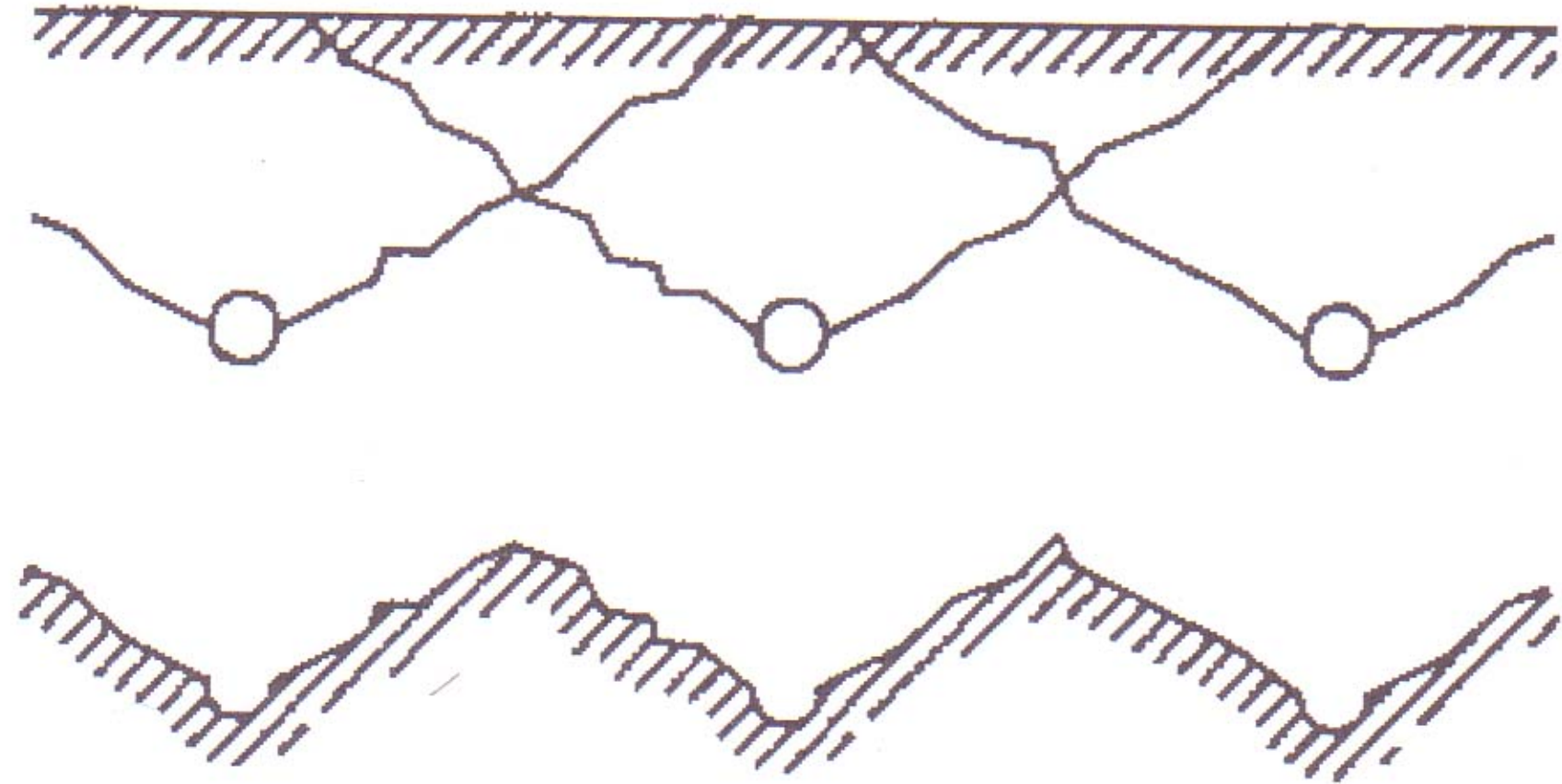


Ζώνη έντονου
θρυμματισμού



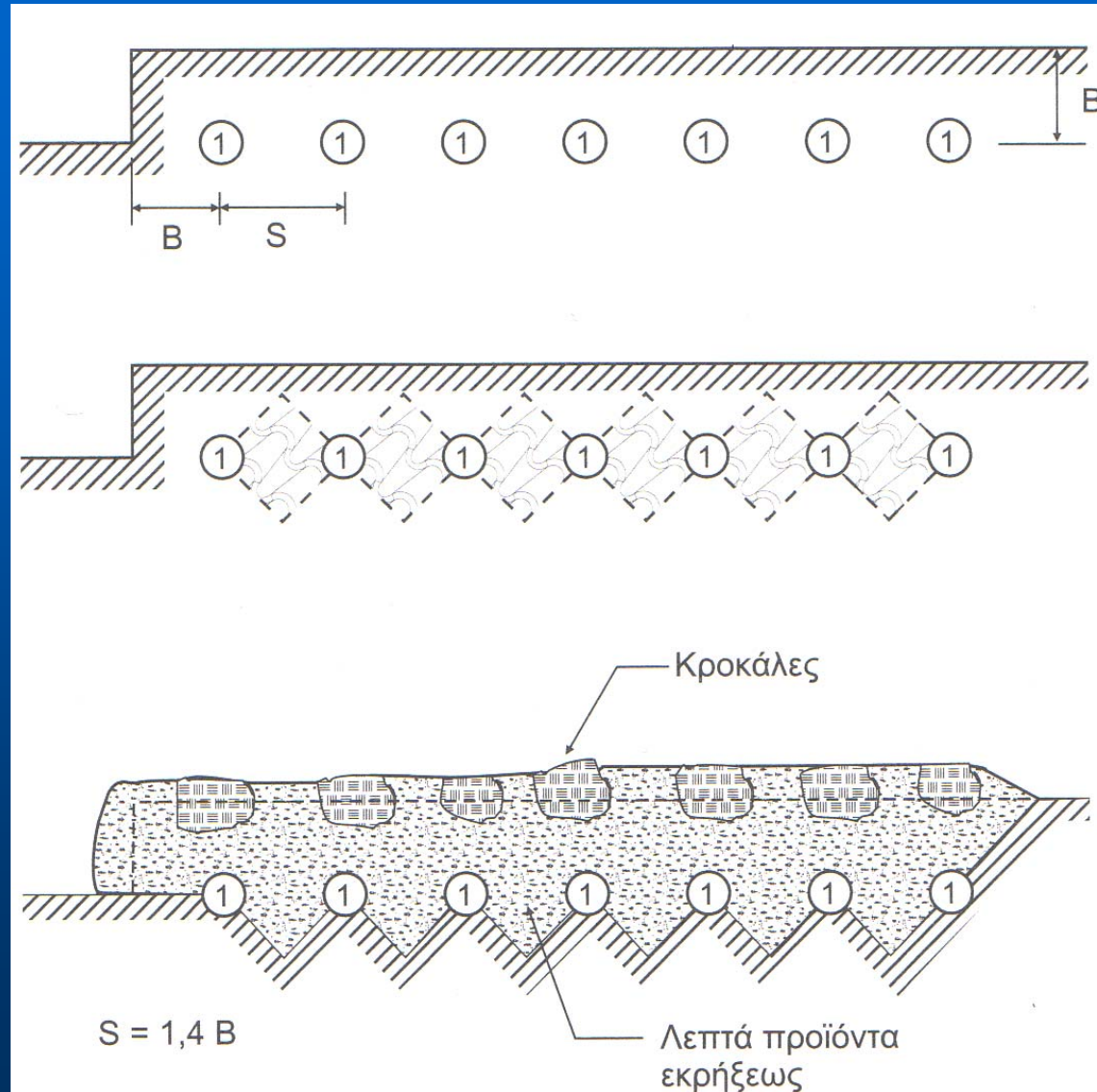
Τελική διαμόρφωση πρανούς

Περίπτωση ταυτόχρονης εκρήξεως μιας σειράς υπονόμων
με μεγάλη μεταξύ τους απόσταση S



Τελική μορφή πρανούς

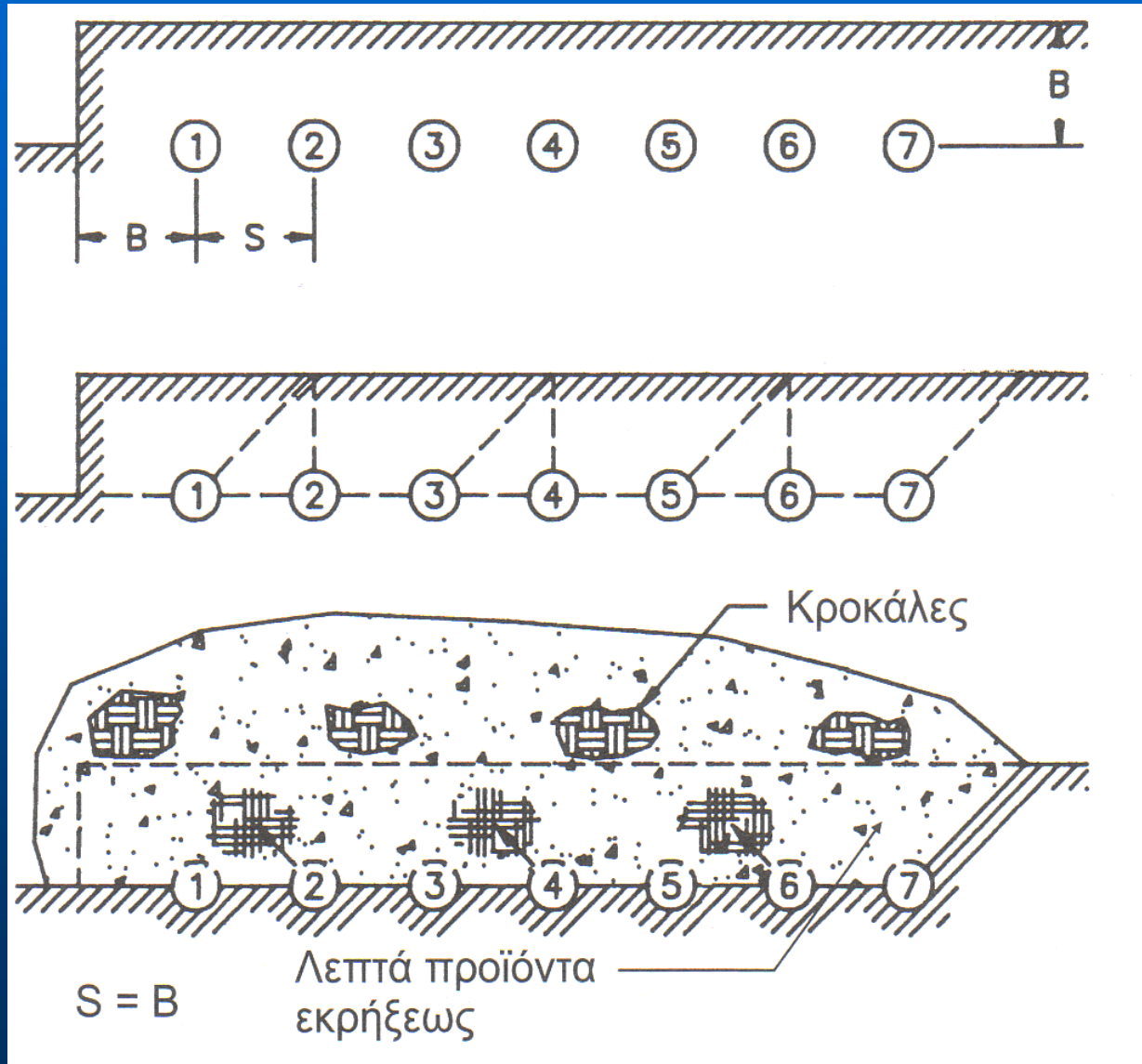
Περίπτωση ταυτόχρονης εκρήξεως μιας σειράς υπονόμων με $S=1,4B$



Στην παραπάνω περίπτωση λόγω της ταυτόχρονης έκρηξης όλων των υπονόμων, υπάρχει ενίσχυση των ακτινικών ρωγμών πέριξ των διατηρημάτων καθώς και απώλεια ενέργειας κατά μήκος της γραμμής θραύσεως του πετρώματος.

Η απώλεια αυτή ενέργειας έχει ως συνέπεια τη μη ικανοποιητική θραύση του πετρώματος, ιδιαίτερα στο πόδι της βαθμίδας, καθώς και την παραγωγή μεγάλων τεμαχίων.

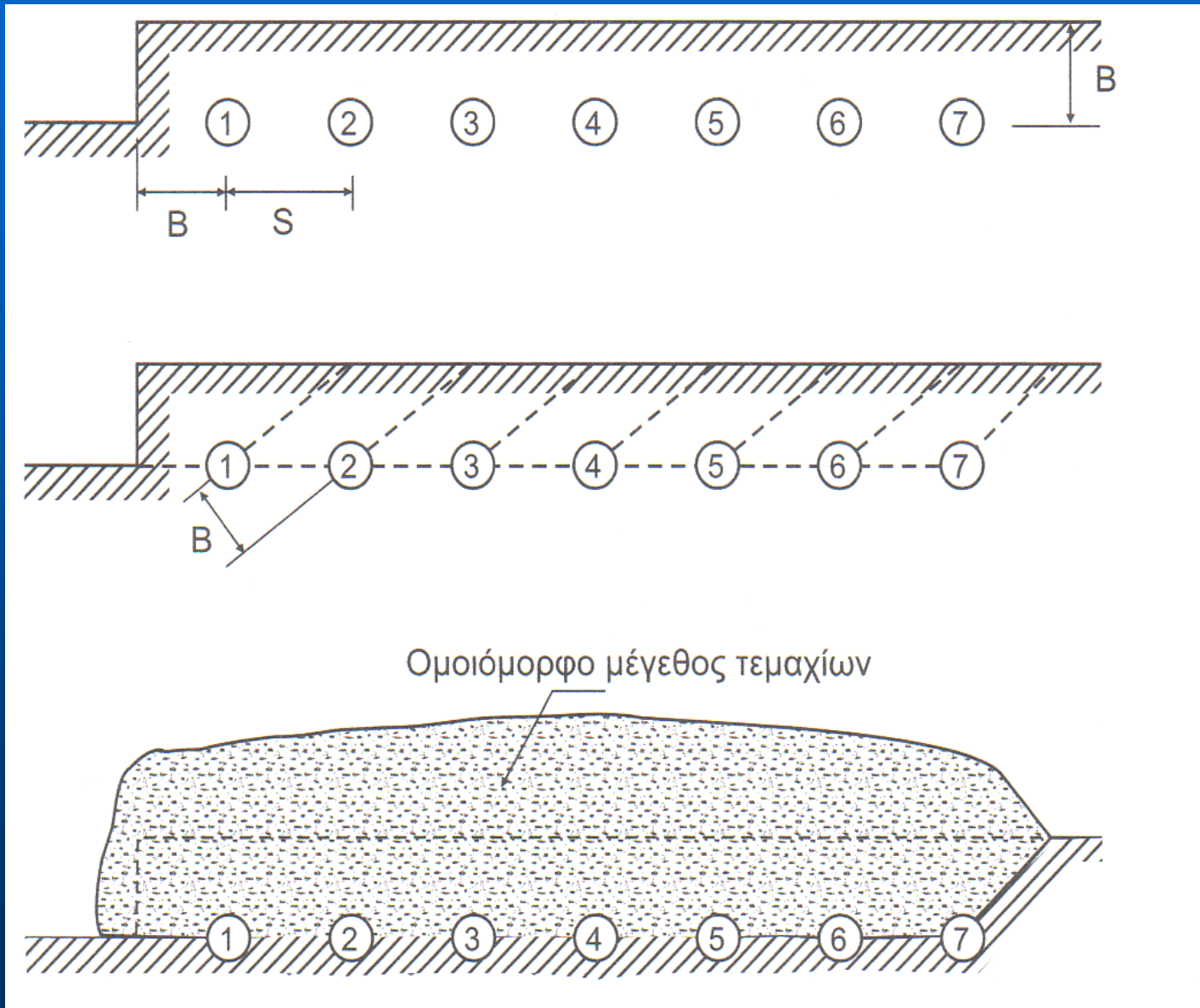
Περίπτωση επιβραδυνόμενων εκρήξεων με $S=B$



Στην παραπάνω περίπτωση οι εκρήξεις πραγματοποιούνται κατά σειρά με επιβράδυνση, αρχίζοντας από την υπ'αριθμόν1. Κάθε έκρηξη ολοκληρώνεται πριν συμβεί η επόμενη, με αποτέλεσμα να υπάρχει πλήρης εκμετάλλευση της διαθέσιμης ενέργειας για τη θραύση του πετρώματος.

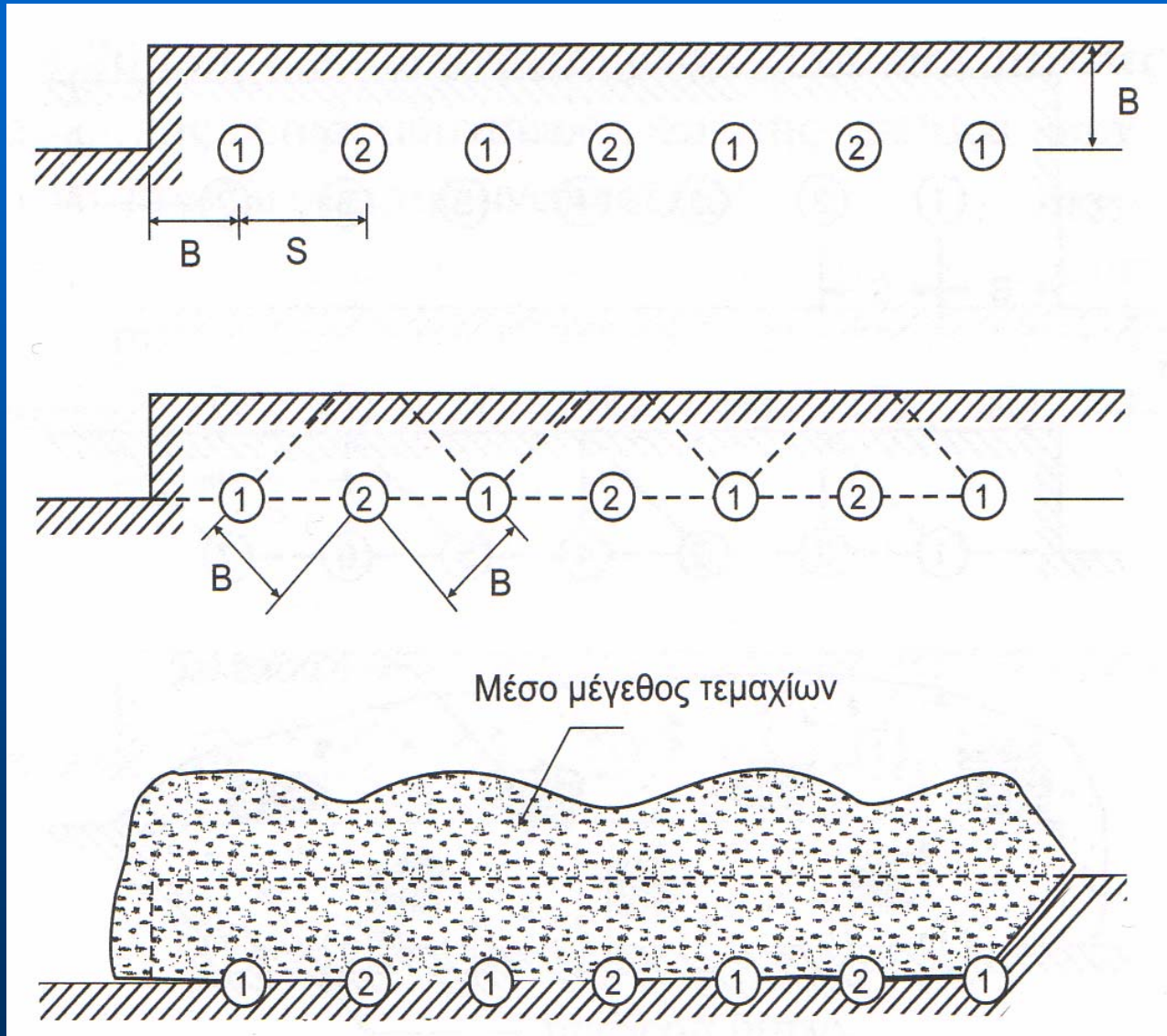
Επειδή οι συνθήκες εξορύξεως στην προκειμένη περίπτωση, όπου $S=B$, διαφοροποιούνται μεταξύ των υπονόμων 1,3,5,7 και 2,4,6, οι πρώτες θα παράγουν χονδρομερέστερο θρυμματισμό σε σύγκριση με τις δεύτερες, οι οποίες όμως θα ωθήσουν το θραυσμένο πέτρωμα μακρύτερα.

Περίπτωση επιβραδυνόμενων εκρήξεων με $S=1,4B$



Στην παραπάνω περίπτωση κάθε υπόνομος εξορύσσει τον ίδιο όγκο πετρώματος εκτός από την υπόνομο υπ'αριθμόν1. Για το λόγο αυτό ο θρυμματισμός του πετρώματος είναι ομοιόμορφος.

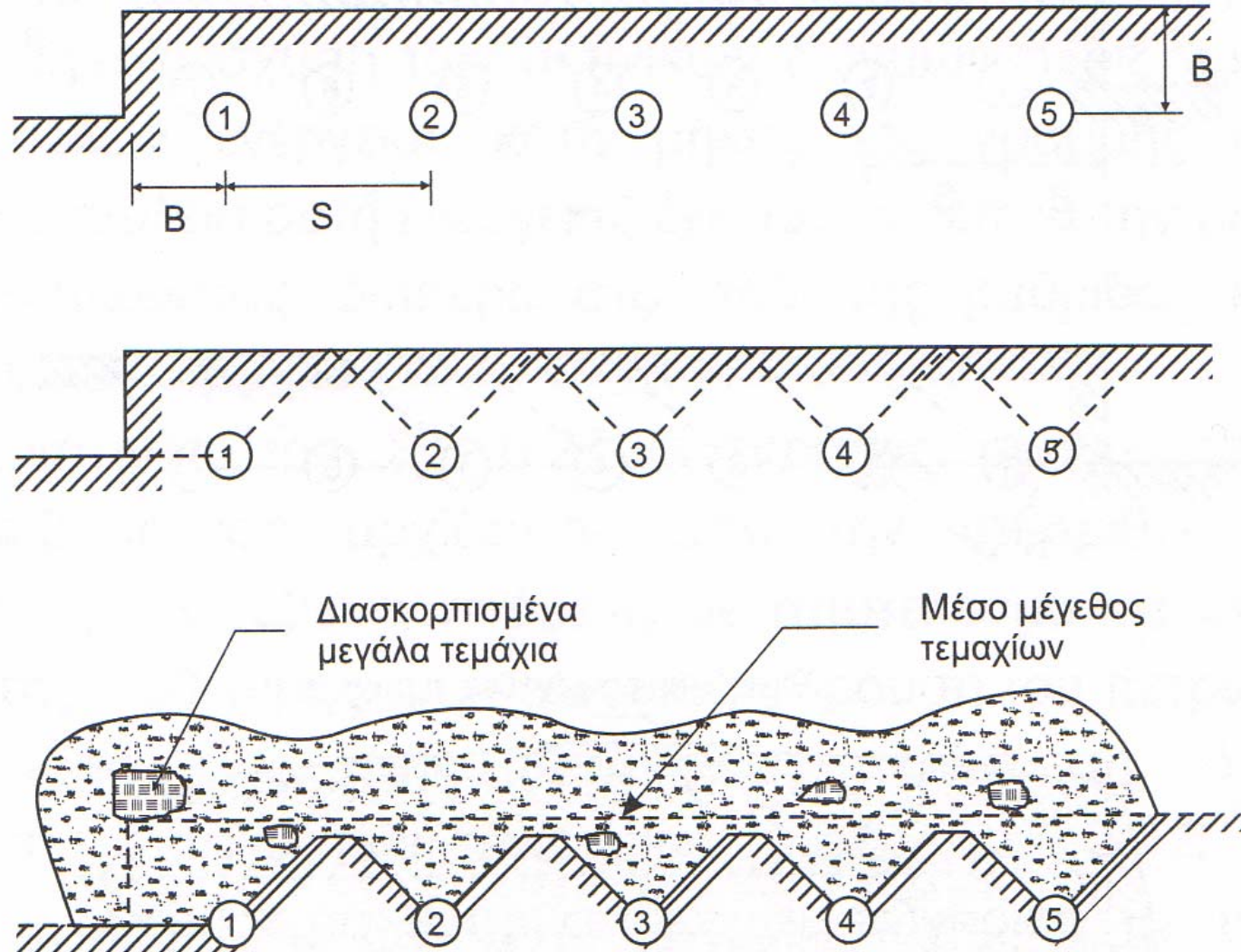
Περίπτωση εναλλακτικώς επιβραδυνόμενων εκρήξεων με $S=1,4B$



Στην παραπάνω περίπτωση αντί να υπάρχει σταδιακή επιβράδυνση από υπόνομο σε υπόνομο, υπάρχει μια μόνο επιβράδυνση, κατά την οποία εκρήγνυνται ταυτοχρόνως οι υπόνομοι, που φέρουν τον αριθμό 2.

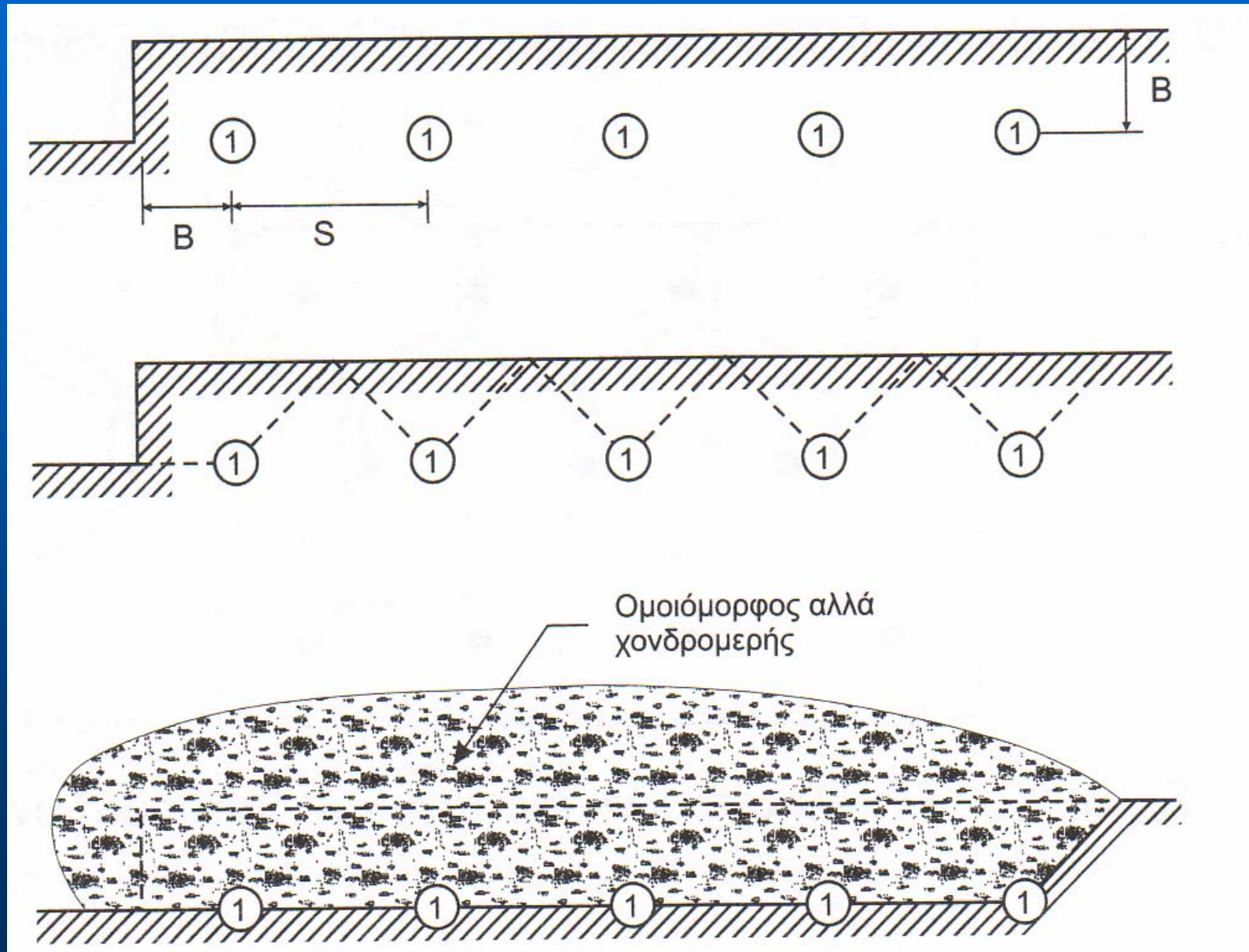
Ο προς εξόρυξη όγκος μεταξύ των υπονόμων με αριθμό 1 και εκείνων με αριθμό 2 διαφοροποιείται συγκριτικά και κατ' επέκταση και ο θρυμματισμός.

Περίπτωση επιβραδυνόμενων εκρήξεων με $S=2B$



Στην παραπάνω περίπτωση όπου η απόσταση μεταξύ των διατρημάτων έχει αυξηθεί σε $2B$, η σταδιακή εξόρυξη του πετρώματος με χρήση μέσων επιβράδυνσης δεν είναι ικανοποιητική και μεγάλοι όγκοι του πετρώματος παραμένουν στη θέση τους στο μέτωπο μεταξύ των υπονόμων.

Περίπτωση ταυτόχρονης εκρήξεως με $S=2B$

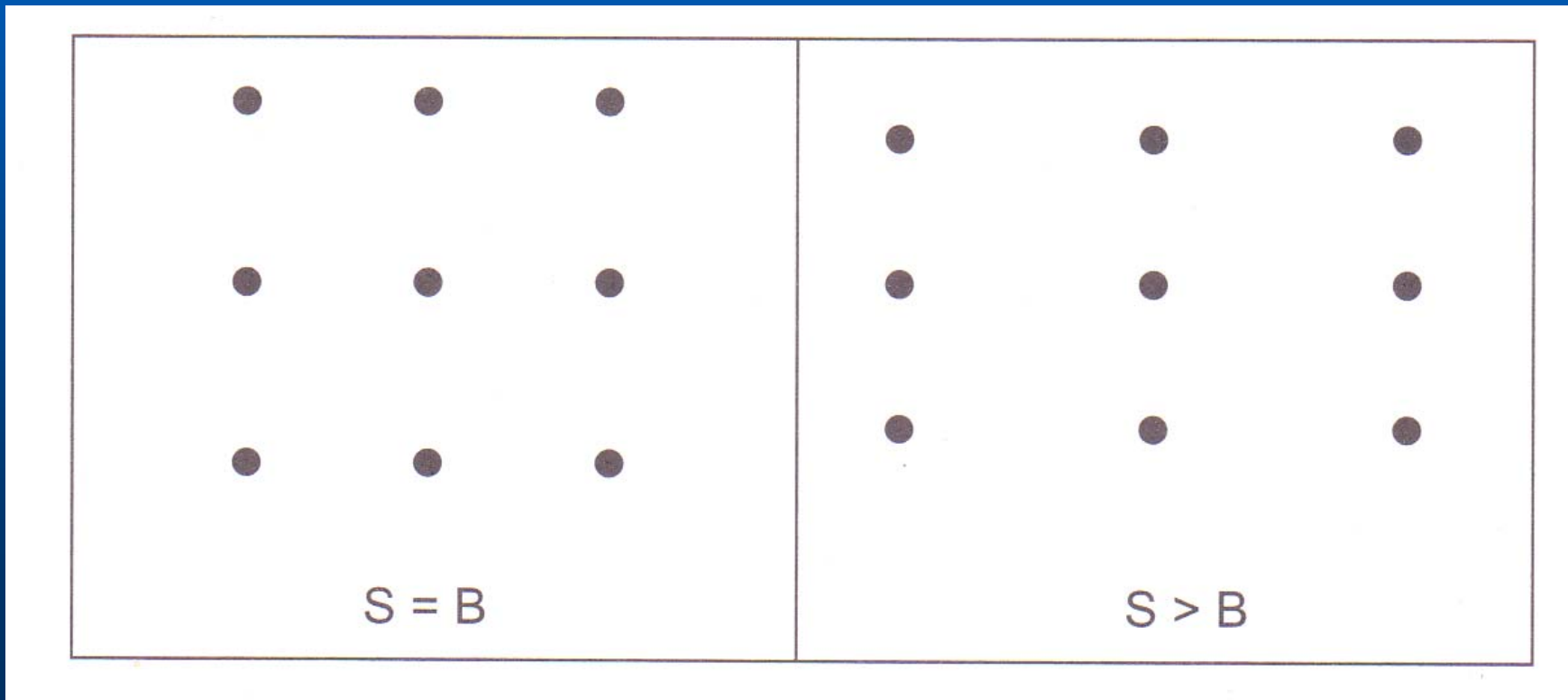


Στην παραπάνω περίπτωση εάν πραγματοποιηθεί ταυτόχρονη έκρηξη των υπονόμων, το αποτέλεσμα από πλευράς όγκου εξορύξεως θα είναι καλύτερο και ο θρυμματισμός θα είναι μεν ομοιόμορφος αλλά χονδρομερής. Η ταυτόχρονη έκρηξη μιας σειράς υπονόμων παρέχει μεγαλύτερα τεμάχια πετρώματος σε σχέση προς την επιβραδυνόμενη.

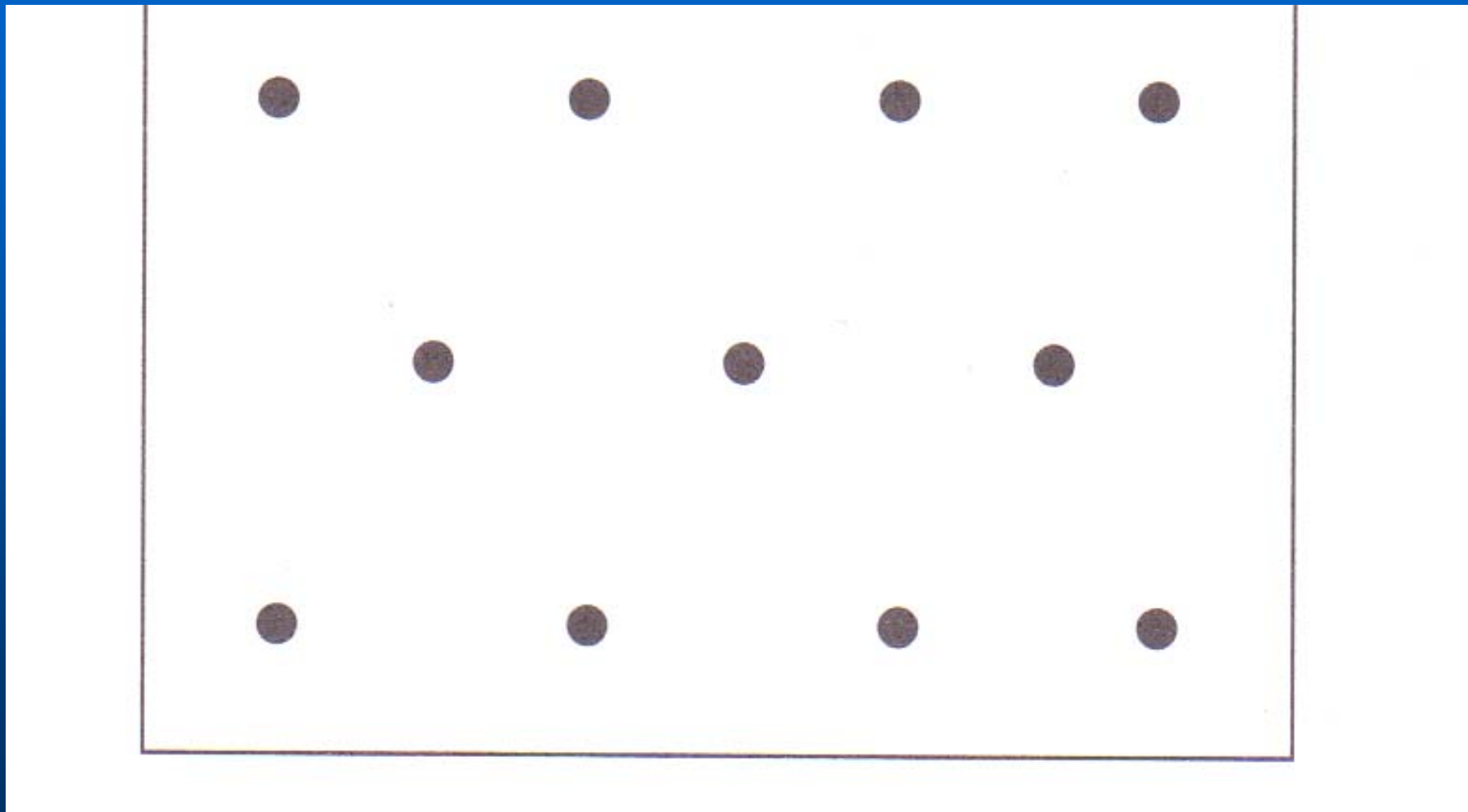
Σχεδιασμός διατάξεων ανατινάξεων με πολλαπλές σειρές διατρημάτων

Για τον σχεδιασμό των ανατινάξεων με πολλαπλές σειρές διατρημάτων τονίζονται τα ακόλουθα:

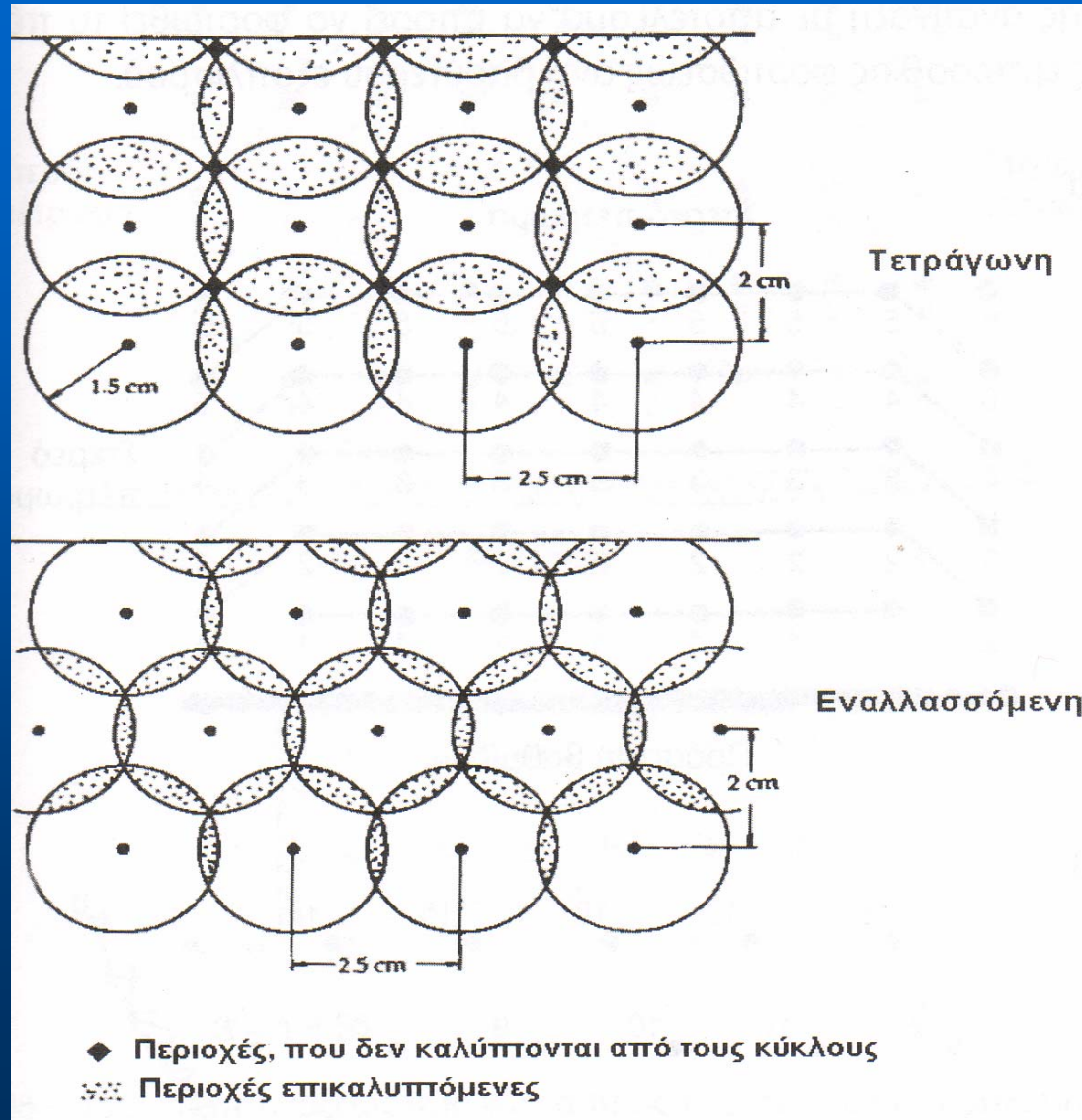
Τετράγωνη (α) και ορθογώνια (β) διάταξη διατρημάτων



Εναλλασσόμενη διάταξη των διατρημάτων

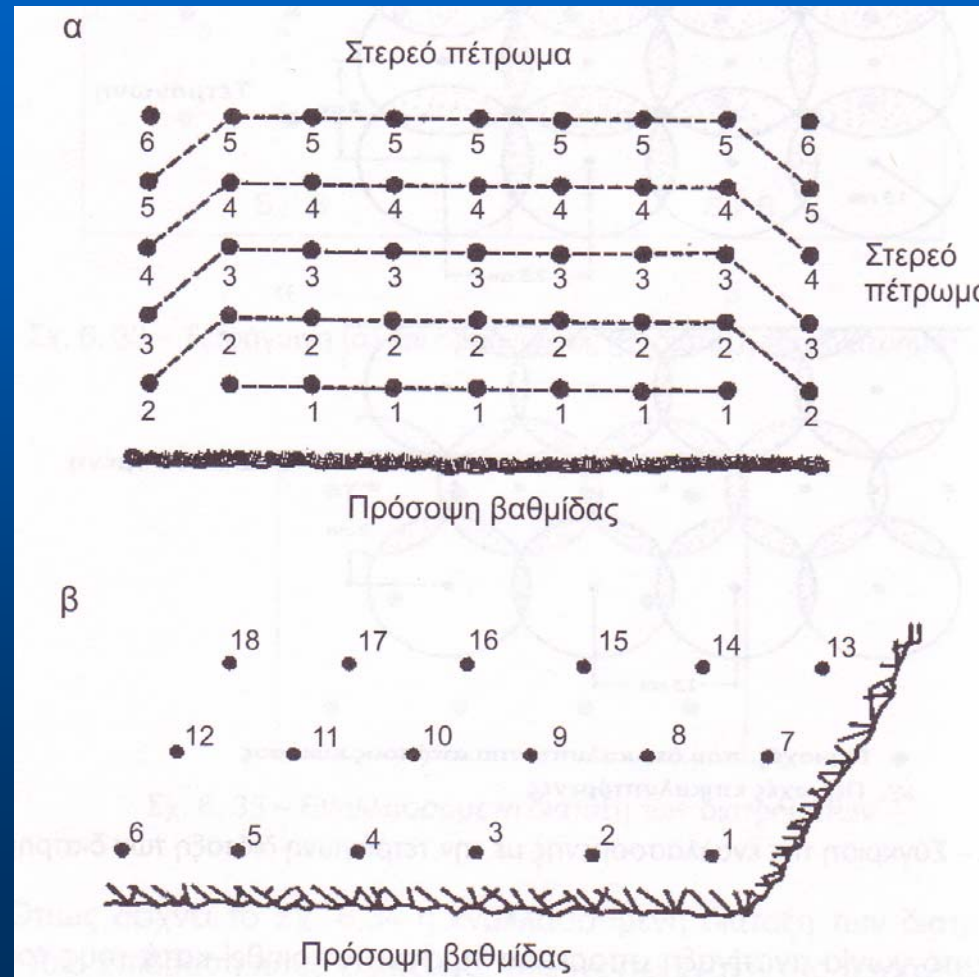


Σύγκριση της εναλλασσόμενης με την τετράγωνη διάταξη των διατρημάτων



Η εναλλασσόμενη διάταξη των διατρημάτων, για την ίδια επίδραση κάθε εκρήξεως, πλεονεκτεί έναντι της τετράγωνης, διότι υπάρχει ομοιόμορφη επικάλυψη μεταξύ των κύκλων και καθόλου κενά μεταξύ τους.

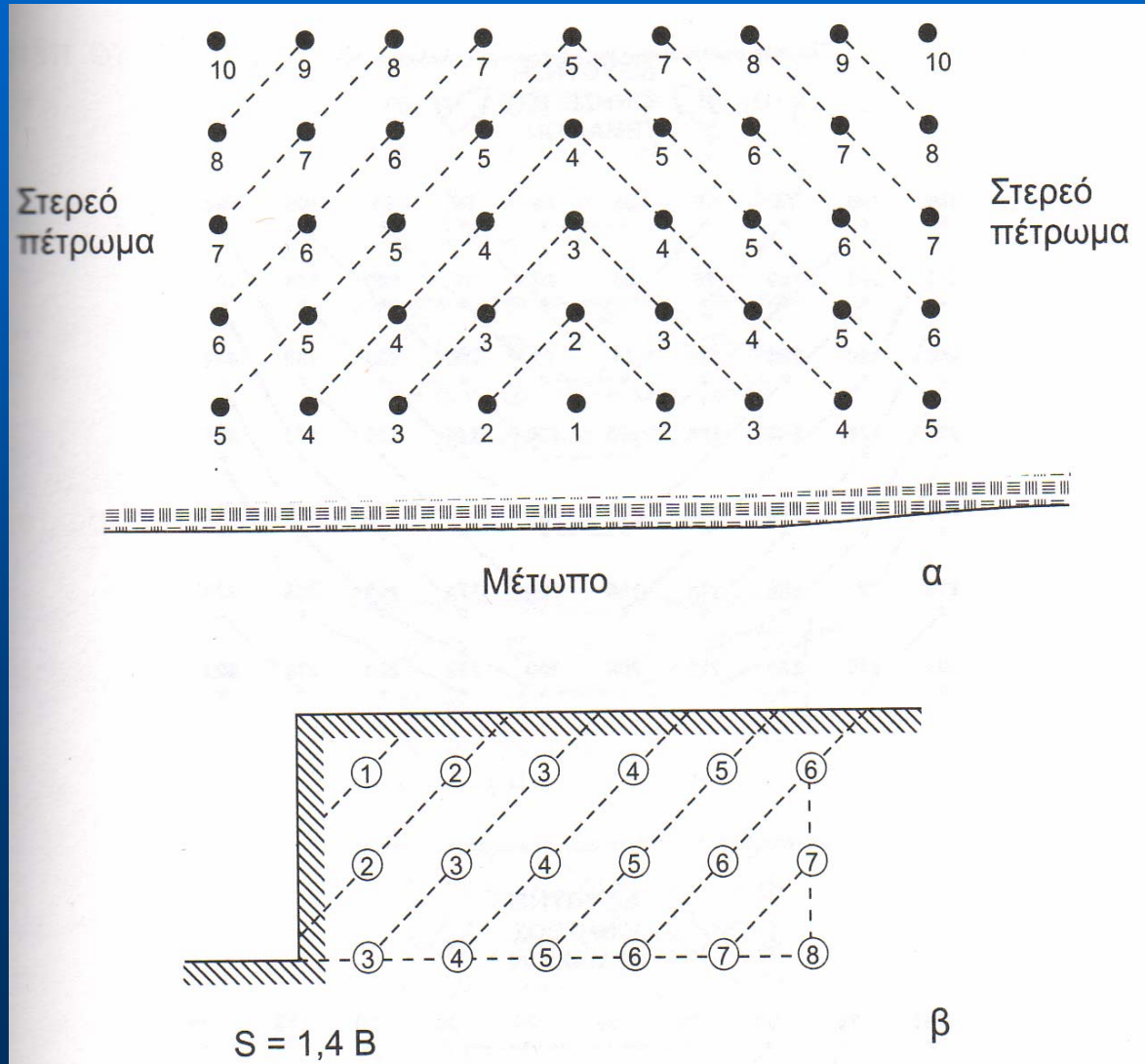
Σχέδια παράλληλης ανατινάξεως: (α) ταυτόχρονη έκρηξη όλων των υπονόμων κάθε σειράς, (β) επιβραδυνόμενη έκρηξη κάθε υπονόμου της σειράς. Οι αριθμοί αναφέρονται στην χρονική σειρά εκρήξεως



Στην παράλληλη ανατίναξη οι εκρήξεις γίνονται σειρά προς σειρά προς την πλευρά του μετώπου εξορύξεως, με παρεμβολή των ίδιων χρόνων επιβραδύνσεως μεταξύ των σειρών. Η έκρηξη των υπονόμων της ίδιας σειράς μπορεί να γίνει ταυτόχρονα ή σταδιακά.

Στην ανατίναξη αυτή το θραυσμένο πέτρωμα εναποτίθεται σε μεγάλη επιφάνεια και η φόρτωσή του είναι εύκολη με χαμηλού ύψους μηχανήματα φορτώσεως.

Σχέδια ανατινάξεως υπό γωνία προς το μέτωπο: (α) Σφηνοειδές σχέδιο ανατινάξεως, (β) Πλευρικό σχέδιο ανατινάξεως

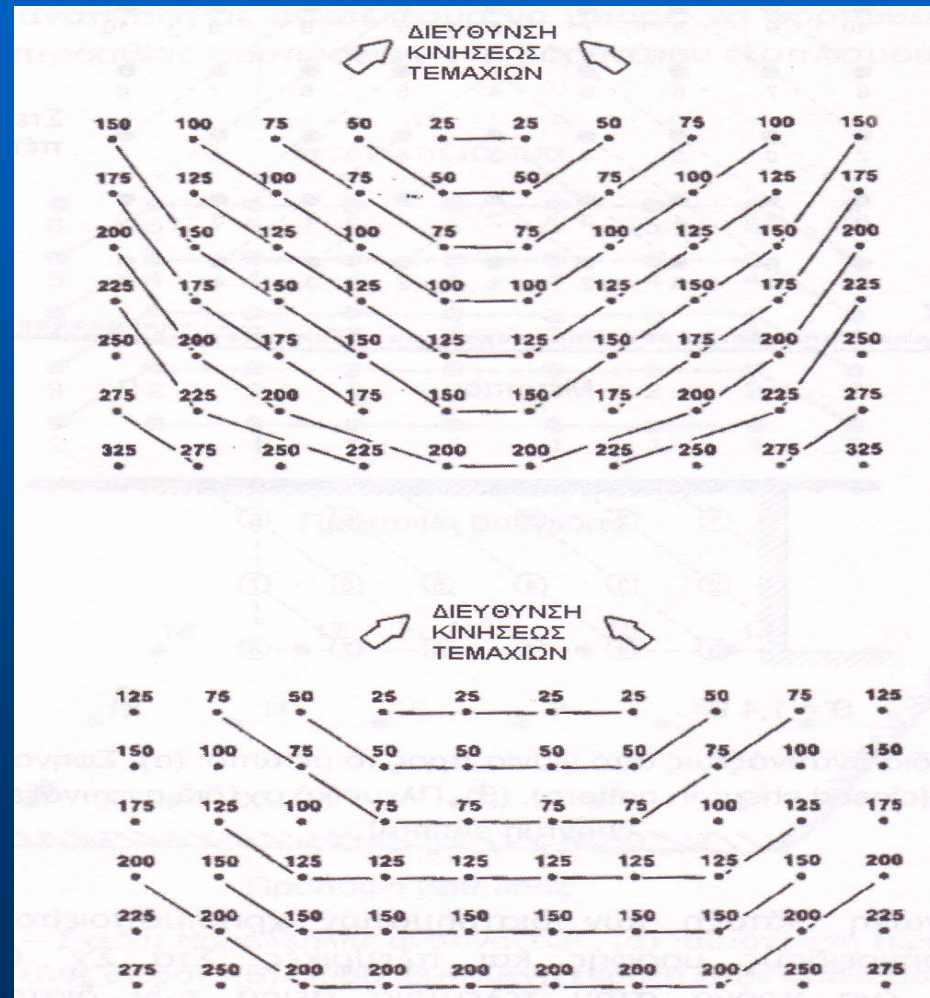


Κατά τον πρώτο τρόπο η ανατίναξη πραγματοποιείται σε σφηνοειδή διάταξη σχηματίζοντας δύο γραμμές εκρήξεως των διατρημάτων, που τέμνουν υπό γωνία το μέτωπο συμμετρικά. Η ανατίναξη αυτή χρησιμοποιείται επίσης για την αρχική διάνοιξη της πλευρικής ελεύθερης επιφάνειας στη βαθμίδα.

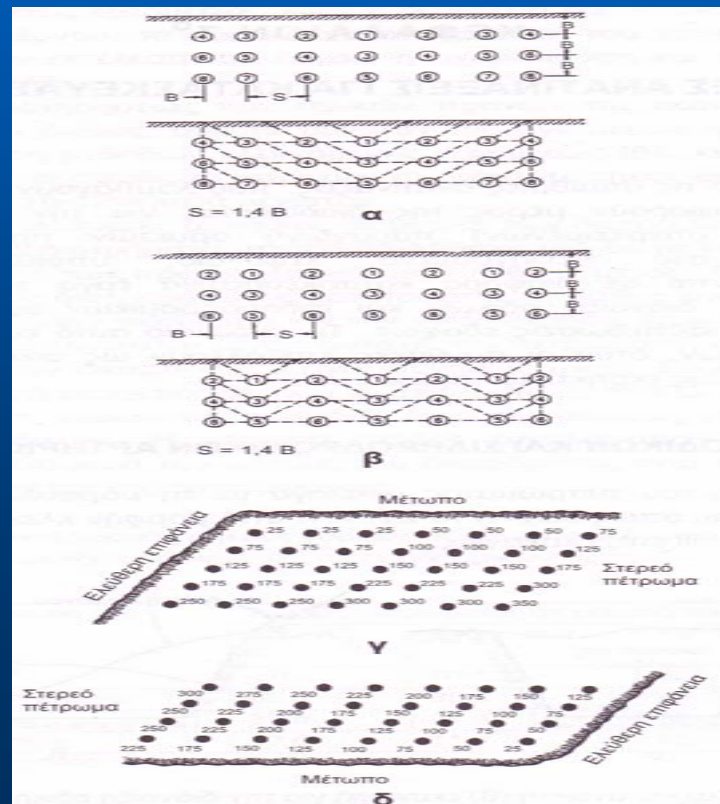
Πλεονεκτήματα της ανατινάξεως αυτής είναι ότι εξασφαλίζεται συγκέντρωση του εξορυχθέντος πετρώματος προς το κέντρο της εξορύξεως και επιτυγχάνεται καλύτερος θρυμματισμός του πετρώματος, καθώς τα τεμάχια του εξορυχθέντος πετρώματος συγκρούονται στον αέρα μεταξύ τους πριν πέσουν στο δάπεδο της βαθμίδας.

Κατά τον δεύτερο τρόπο η ανατίναξη πραγματοποιείται πλευρικά σε μία γραμμή εκρήξεως των υπονόμων, που τέμνει την μεγάλη μήκους πλευρά του μετώπου. Η ανατίναξη αυτή διατάσσει το εξορυγμένο πέτρωμα σε μεγαλύτερη επιφάνεια από ότι η σφηνοειδής ανατίναξη, με αποτέλεσμα να μπορεί να φορτωθεί το πέτρωμα με φορτωτές εμπρόσθιας φορτώσεως αντί βαρύτερου εξοπλισμού.

Σφηνοειδούς μορφής ανατίναξη με ευρεία αρχική εγκοπή
(οι αριθμοί αναφέρονται στις ονομαστικές επιβραδύνσεις
καψυλλίων ms)



Διάφορα σχέδια ανατινάξεως: (α) και (β) παραλλαγές της σφηνοειδούς μορφής ανατινάξεως, (γ) παράλληλη αλλά σε μικρό μήκος του μετώπου, (δ) πλευρική ανατίναξη με παράλειψη ενός χρόνου εκρήξεως στην τελευταία σειρά. Οι αριθμοί 1-10 αναφέρονται στην ονομαστική σειρά εκρήξεως των υπονόμων, ενώ εκείνοι 25-350 στους χρόνους επιβραδύνσεως σε ms



Η τετράγωνη διάταξη των διατρημάτων χρησιμοποιείται γενικά για ανατινάξεις σφηνοειδούς μορφής και πλευρικές. Στα σχήματα (γ) και (δ) παραλείποντας ένα χρόνο στην τελευταία σειρά των διατρημάτων και χρησιμοποιώντας γωνία μετώπου μεγαλύτερη των 90° , επιτυγχάνεται μείωση της ρωγματώσεως του σχηματιζόμενου νέου πρανούς, καθιστώντας με τον τρόπο αυτό ασφαλέστερη και ευκολότερη τη διάτρηση της πρώτης σειράς των διατρημάτων της επόμενης ανατίναξης.

Η όρυξη των διατρημάτων σε ορθογώνιο σχέδιο ακολουθείται συνήθως στην εναλλασσόμενη διάταξη για την επίτευξη καλύτερης κατανομής της εκρηκτικής ύλης. Κατά κανόνα η ανατίναξη γίνεται παράλληλα προς το μέτωπο με ταυτόχρονη έκρηξη ενός αριθμού υπονόμων, εκτός αν επιβάλλονται περιορισμοί από την ένταση των δονήσεων, οπότε περιορίζεται ανάλογα ο αριθμός τους.

Γενικά επιτυγχάνεται καλή μετακίνηση του εξορυχθέντος πετρώματος και χαμηλό ύψος του για εύκολη φόρτωση.

Μέθοδοι ελεγχόμενης ανατίναξης-Μέθοδος προτμήσεως

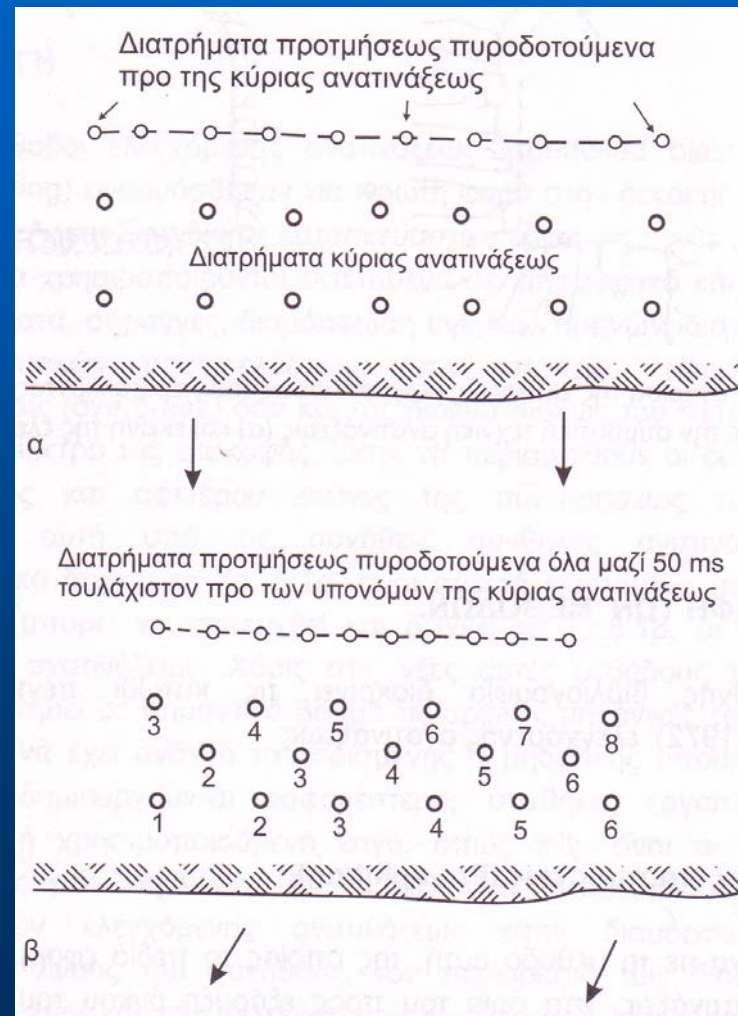
Για τη μέθοδο προτμήσεως τονίζονται τα ακόλουθα:

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, στα όρια του προς εξόρυξη όγκου του πετρώματος διανοίγεται μια σειρά πυκνών διατρημάτων, των οποίων η όρυξη απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή προς αποφυγή παρεκκλίσεων. Όλα τα υπόψη διατρήματα γομώνονται με ασθενή αποζευγμένη γόμωση 300-700gr/m, ανάλογα με τη φύση του προς εξόρυξη πετρώματος και την μεταξύ των διατρημάτων απόσταση.

Τα διατρήματα αυτά εκρήγνυνται όλα μαζί είτε πριν από την κύρια ανατίναξη, ως ανεξάρτητη φάση με φορτίο πρακτικά άπειρο, είτε πρώτα στη σειρά της κύριας ανατίναξης με προπορεία τουλάχιστον 50ms.

Με τη μέθοδο προτμήσεως επιτυγχάνεται η θραύση του πετρώματος μόνο κατά τη διεύθυνση του επιπέδου των διατρημάτων, με αποτέλεσμα να σχηματισθεί ένα επίπεδο θραύσης, που δρα ως φράγμα στο κρουστικό κύμα, που θα παραχθεί από την κύρια ανατίναξη.

Διάταξη διατρημάτων στη μέθοδο προτμήσεως-α. ταυτόχρονη έκρηξη πριν από την κύρια ανατίναξη, β. ταυτόχρονη έκρηξη με προπορεία τουλάχιστον 50ms σε σχέση προς την κύρια ανατίναξη



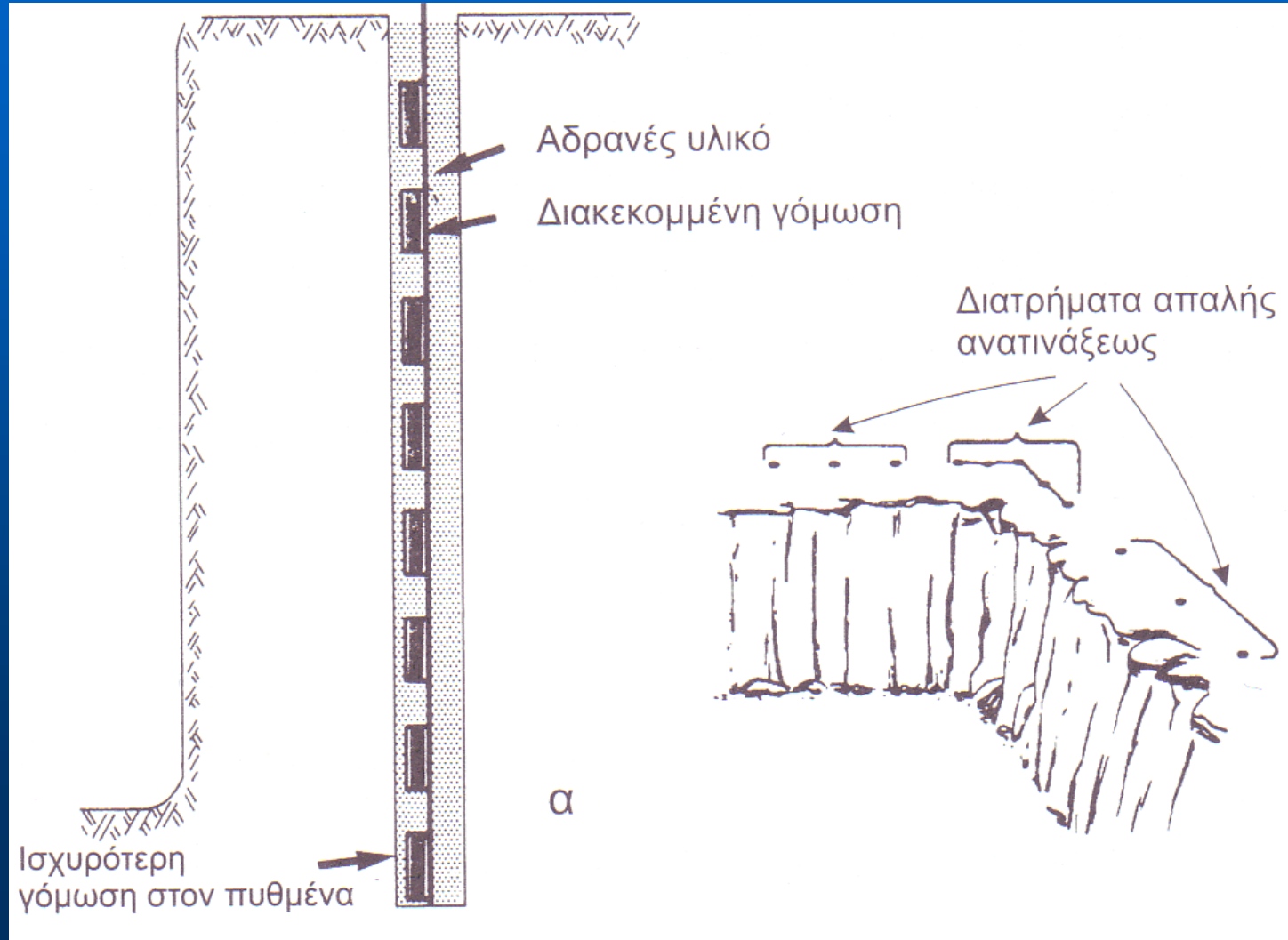
Μέθοδοι ελεγχόμενης ανατίναξης-Μέθοδος απαλής ανατινάξεως

Για τη μέθοδο απαλής ανατινάξεως τονίζονται τα ακόλουθα:

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, διανοίγεται στην περίμετρο της εκσκαφής μια σειρά διατρημάτων σε μικρή μεταξύ τους απόσταση, τα οποία γομώνονται με συνεχή ή με διακεκομμένη γόμωση και με ισχυρότερη γόμωση στον πυθμένα.

Τα διατρήματα αυτά εκρήγνυνται αργότερα ταυτοχρόνως ή με μικρό βήμα επιβραδύνσεως μεταξύ τους, όταν έχει ολοκληρωθεί η κύρια εκσκαφή και έχει απομείνει μικρό πάχος πετρώματος (φορτίο) μέχρι την οριογραμμή εξορύξεως.

(α) Γόμωση διατρήματος στην περίπτωση χρησιμοποίησης διακεκομμένης γόμωσης, (β) διάταξη διατρημάτων στη μέθοδο της απαλής ανατίναξης



Μέθοδοι ελεγχόμενης ανατίναξης-Μέθοδος πυκνής διατρήσεως

Για τη μέθοδο πυκνής διατρήσεως τονίζονται τα ακόλουθα:

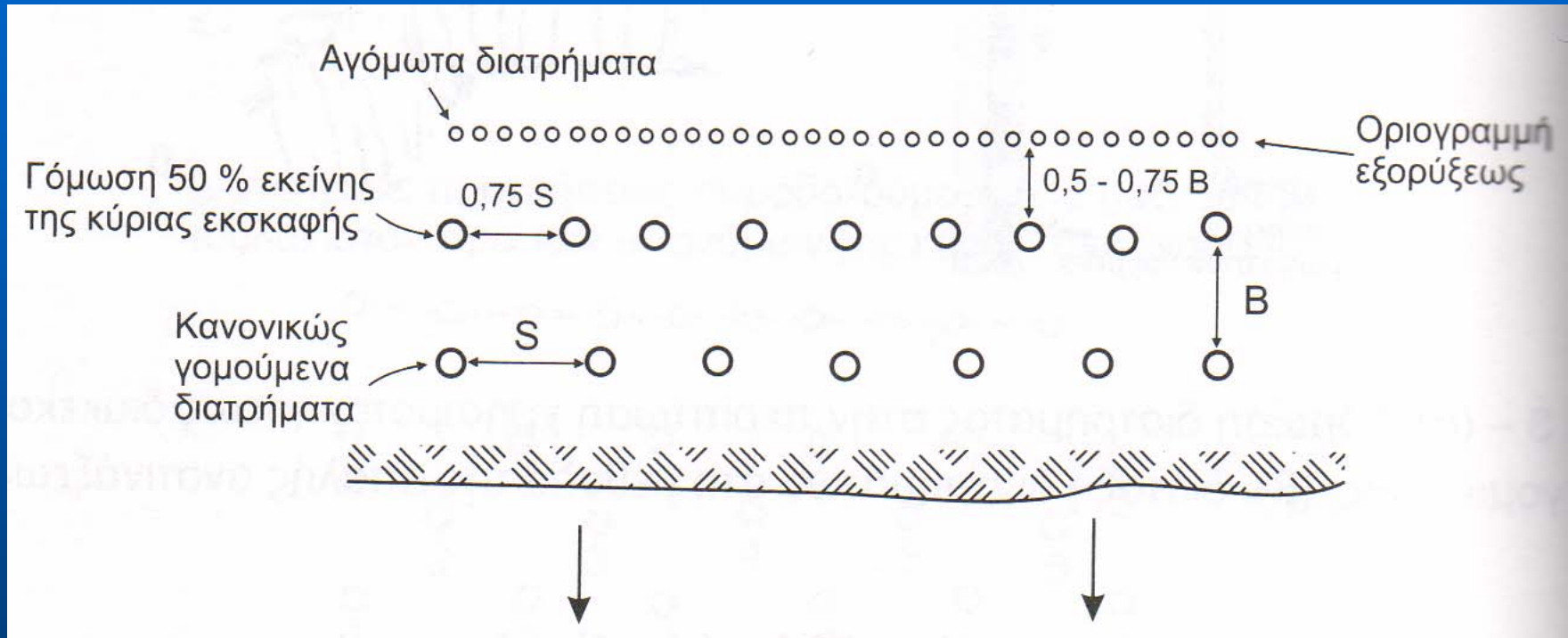
Η μέθοδος αυτή συνίσταται στη διάνοιξη μιας σειράς πολύ πυκνών διατρημάτων στην οριογραμμή της εξόρυξης, τα οποία παραμένουν αγόμωτα και αποσκοπούν στο σχηματισμό ενός επιπέδου ήσσονος αντιστάσεως μεταξύ του προς εξόρυξη και του παραμένοντος πετρώματος.

Με την κύρια έκρηξη η πυκνή αυτή σειρά των διατρημάτων με τα διατρήματα σε απόσταση μεταξύ τους 2-4 φορές τη διάμετρό τους, δρα ως μία ασυνεχής διαχωριστική επιφάνεια επί της οποίας ανακλάται το κρουστικό κύμα και με αυτόν τον τρόπο εμποδίζεται η διέλευσή του προς την άλλη πλευρά.

Για το σχηματισμό πλήρους διαχωριστικής επιφάνειας ορισμένα από τα διατρήματα της πυκνής διάτρησης (ανά 2 έως 4 και σπανιότερα όλα) γομώνονται με συνεχή, αλλά πολύ χαμηλής διαρρηκτικότητας εκρηκτική ύλη και πυροδοτούνται ταυτοχρόνως 25 τουλάχιστον ms πριν από την έκρηξη των πλησιέστερα ευρισκόμενων υπονόμων της κύριας εκσκαφής.

Το αποτέλεσμα βελτιώνεται ακόμη περισσότερο εάν στην πλησιέστερη σειρά διατρημάτων της κύριας εκσκαφής τοποθετηθεί ασθενέστερη από την κανονική γόμωση της εκρηκτικής ύλης.

Διάταξη διατρήσεων στη μέθοδο της πυκνής διατρήσεως



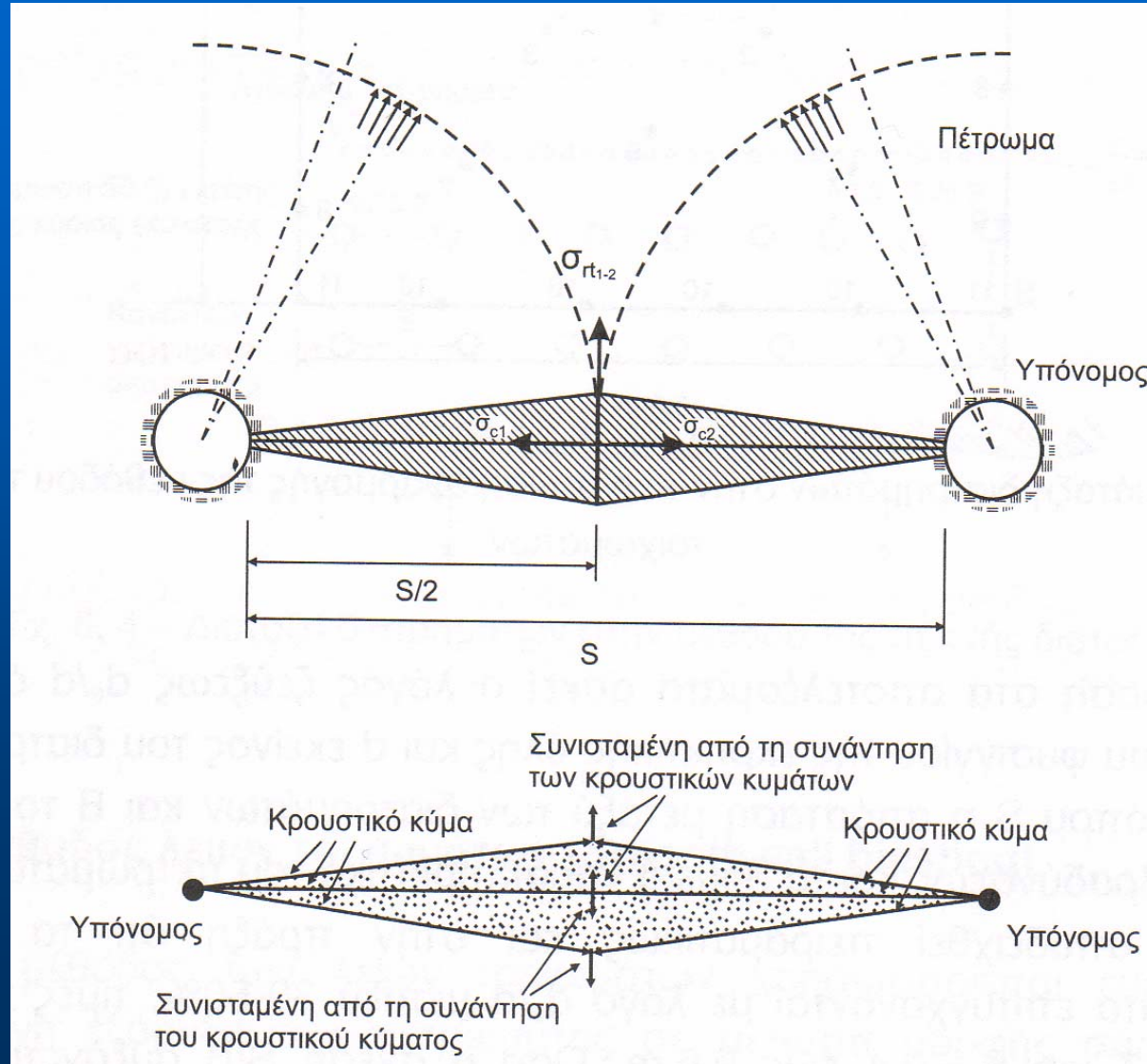
Παράμετροι της ελεγχόμενης ανατίναξης

Για τις παραμέτρους της ελεγχόμενης ανατίναξης τονίζονται τα ακόλουθα:

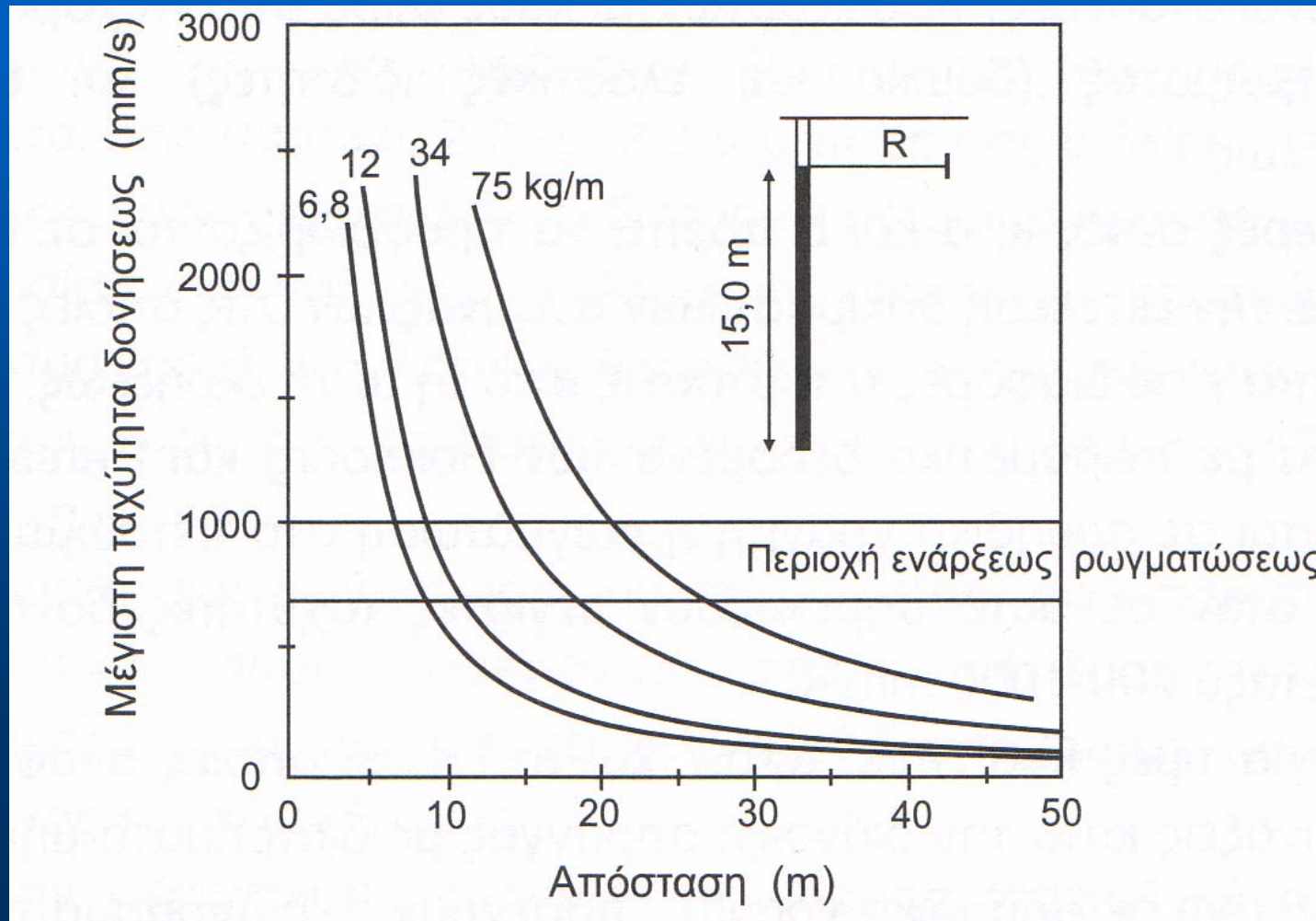
Τα χαρακτηριστικά του πετρώματος συμβάλλουν σημαντικά στο βαθμό επιτυχίας της ελεγχόμενης ανατίναξης. Ομοιογενή πετρώματα με υψηλές μηχανικές ιδιότητες είναι ιδανικά για την εφαρμογή της υπόψη τεχνικής εξορύξεως, ενώ τα ανομοιογενή και ρωγματωμένα είναι τα πλέον ακατάλληλα, διότι δε μπορεί να ελεγχθεί επαρκώς σε αυτά η διάδοση των ρωγμών γύρω από το διάτρημα κατά την έκρηξη. Κλειστές ρωγμές ή γεμάτες με υλικό προκαλούν λιγότερη υπέρθραυση από ότι οι ανοικτές ρωγμές.

Όταν το επίπεδο των ασυνεχειών είναι παράλληλο προς το πρανές, τότε επιτυγχάνεται το καλύτερο αποτέλεσμα με τη διαμόρφωση ενός καθαρού και λείου πρανούς. Καθώς διαφοροποιείται η κλίση του επιπέδου των ασυνεχειών σε σχέση προς εκείνη του πρανούς και από ομόρροπη γίνεται αντίρροπη, το πρανές γίνεται τραχύτερο και πιο επικίνδυνο για πτώση τεμαχίων του πετρώματος.

Θραύση του πετρώματος μεταξύ δυο διατρημάτων στην περίπτωση ελεγχόμενης ανατίναξης



Προσδιορισμός της μέγιστης ταχύτητας των σωματιδίων του πετρώματος σε σχέση με την απόσταση μετρήσεως από το σημείο εκρήξεως και τη γραμμική πυκνότητα γομώσεως για υπαίθριες ανατινάξεις



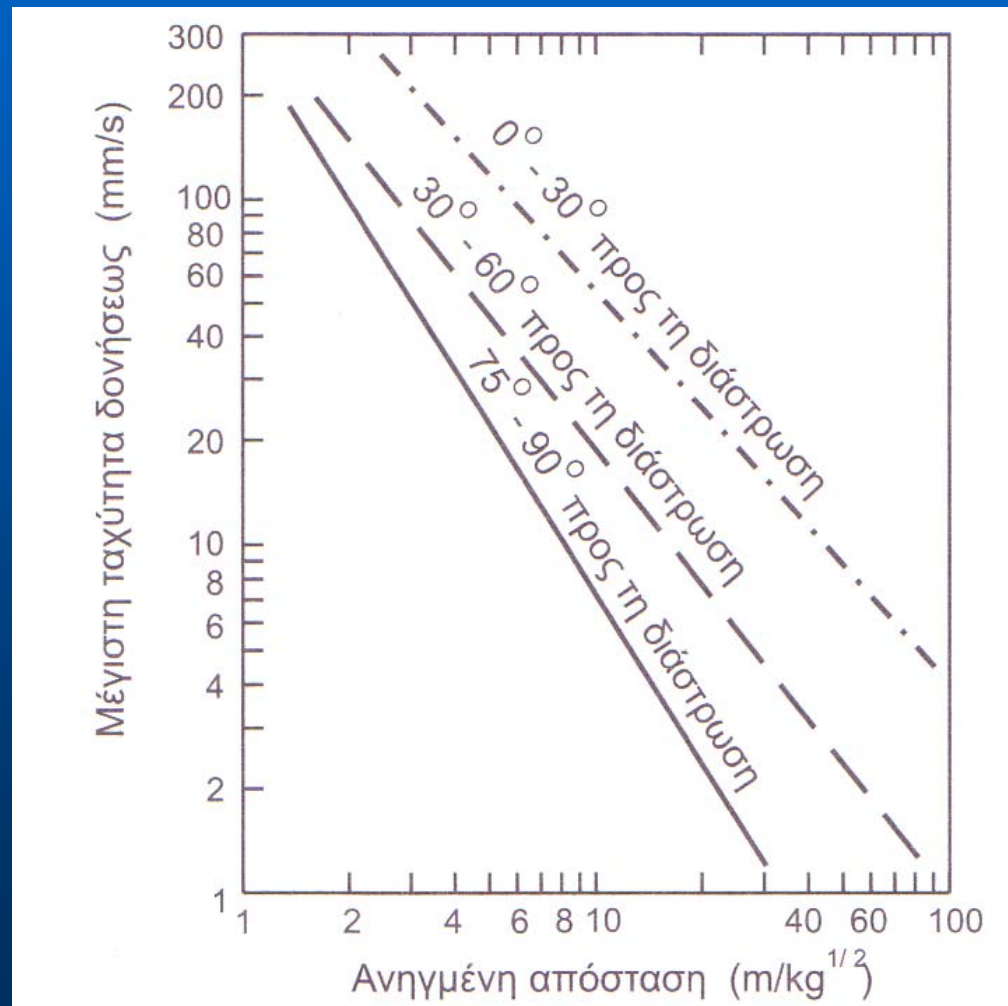
Εκρηκτικές ύλες που χρησιμοποιούνται στις μεθόδους ελεγχόμενης ανατίναξης

Εμπορική ονομασία εκρηκτικής ύλης	Παραγωγός	Διάμετρος φυσιγγίου (mm)	Γραμμική πυκνότητα γομώσεως (kg/m)	Είδος εκρηκτικής ύλης
Iremite Presplit	IRECO	Φ22	0,48	Γαλάκτωμα
F-pipe charge	Forcitr	Φ11	0,11	NG-εκρ.ύλη
F-pipe charge	Forcitr	Φ17	0,22	NG-εκρ.ύλη
Gurit	Nitro Nobel	Φ11	0,11	NG-εκρ.ύλη
Gurit	Nitro Nobel	Φ17	0,24	NG-εκρ.ύλη
Red-E-split-A	Austin	Φ22	0,45	Ημιζελατίνη
Red-E-split-B	Austin	Φ29	0,84	Αμμωνιοδυναμίτιδα
Red-E-split-C	Austin	Φ22	0,34	Αμμωνιοδυναμίτιδα
Power split	Atlas Powder	Φ22	0,47	Γαλάκτωμα
Power split	Atlas Powder	Φ25	0,62	Γαλάκτωμα
Power split	Atlas Powder	Φ51	2,45	Γαλάκτωμα
Larvikit	Dyno Norway	Φ17	0,26	NG-εκρ.ύλη
Emulite 20	Nitro Nobel	Χύμα Φ38	0,22	Γαλάκτωμα-ANFO-Πολυστερίνη
Emulite 50	Nitro Nobel	Χύμα Φ38	0,50	Γαλάκτωμα-ANFO-Πολυστερίνη
Isanol 25/75	--	Χύμα Φ43	0,34	ANFO-Πολυστερίνη
Nabit	Nitro-Nobel	Φ22	0,39	NG-εκρ. ύλη

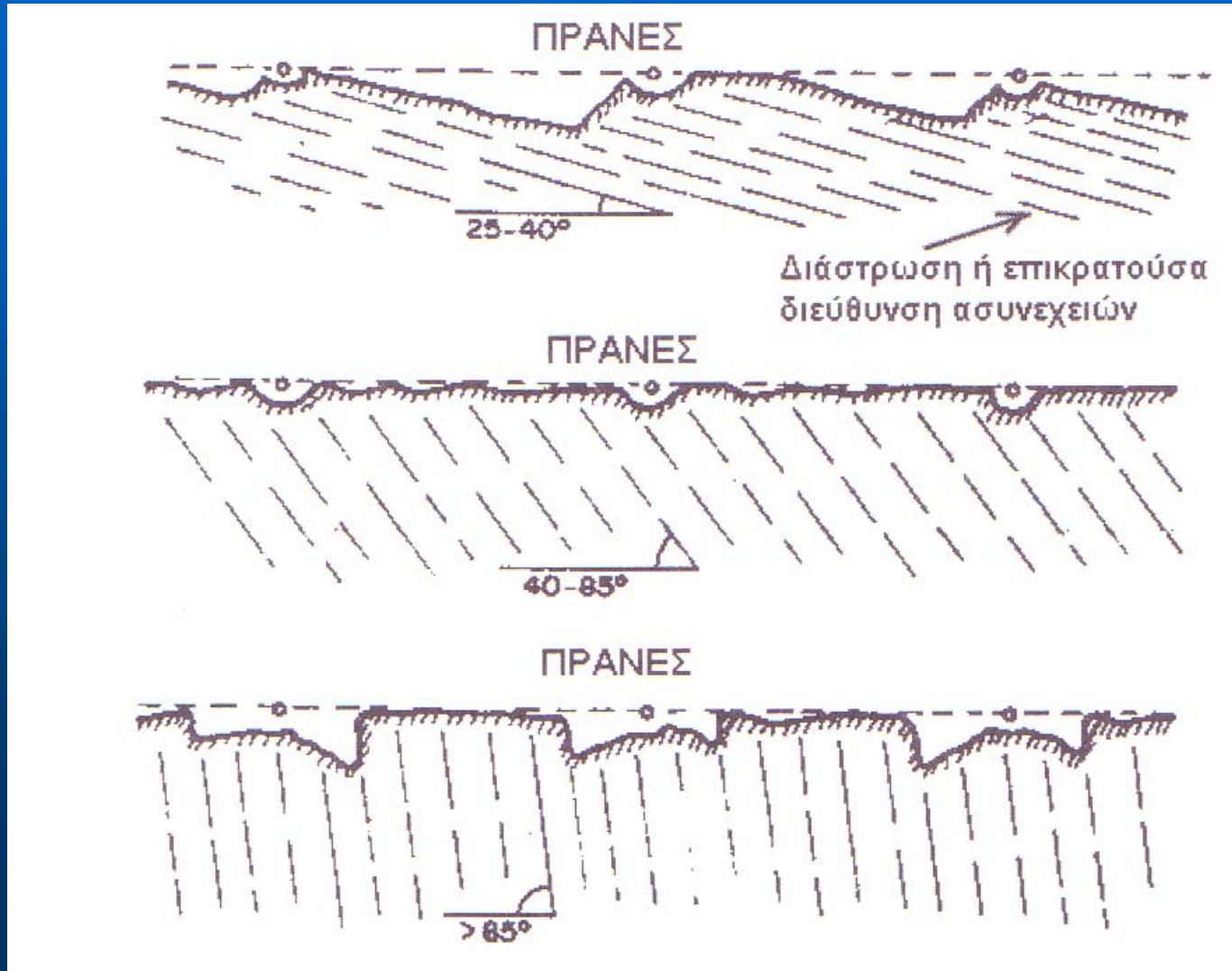
Επίδραση του προσανατολισμού της διαστρώσεως του πετρώματος στη διαμόρφωση του τελικού πρηνούς εκσκαφής



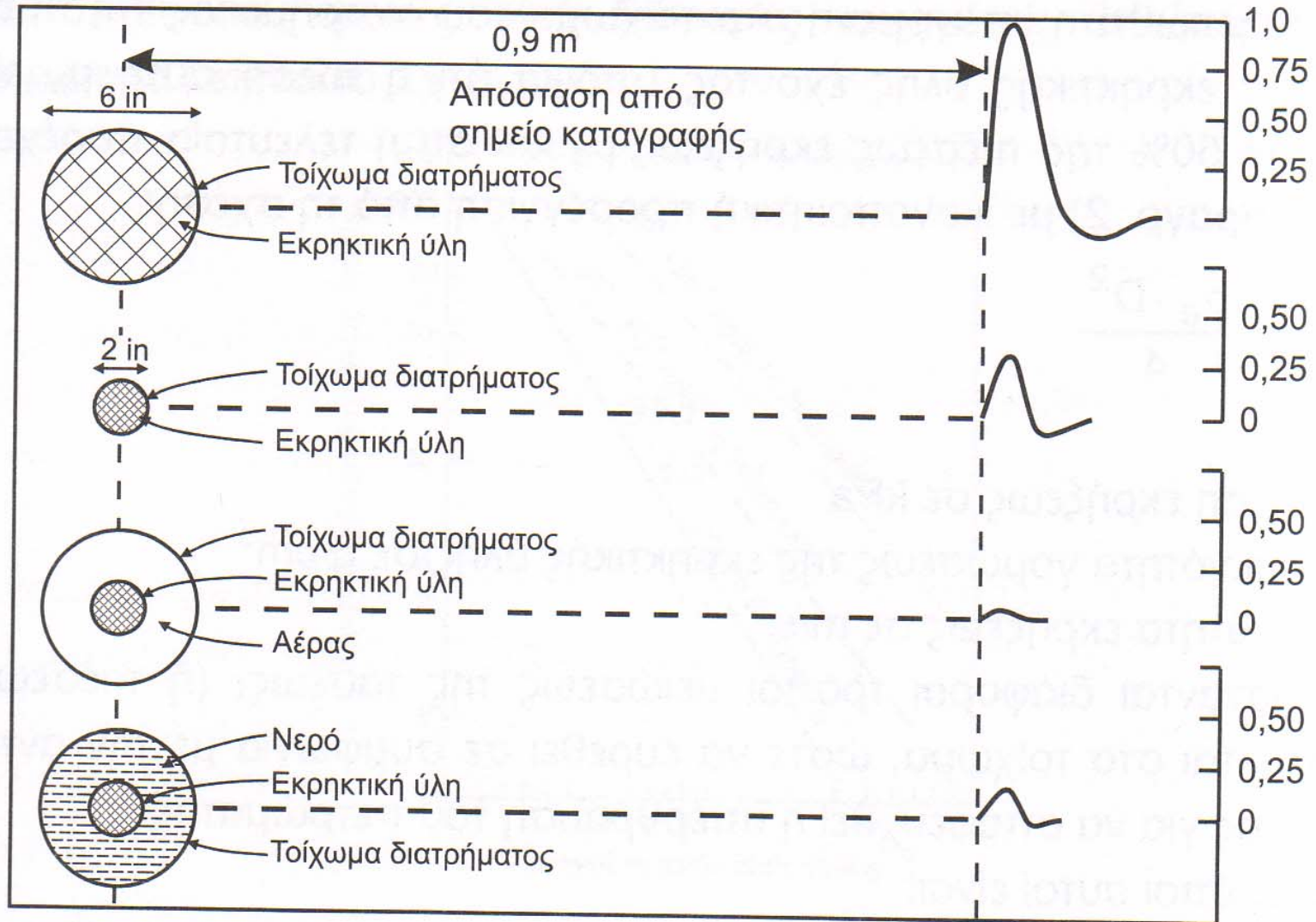
Επίδραση της γωνίας, που σχηματίζει το ίχνος του πρανούς με το οριζόντιο επίπεδο με τη διεύθυνση διαστρώσεως του πετρώματος στη μετάδοση της μέγιστης ταχύτητας δονήσεως των σωματιδίων



Επίδραση της σχηματιζόμενης γωνίας μεταξύ της διαστρώσεως και του ίχνους του πρανούς στην υπέρθραυση του πετρώματος



Σύγκριση μεταξύ κανονικής και αποζευγμένης γόμωσης με διάκενο αέρα και νερό



Για να περιορισθεί η γύρω από το διάτρημα θραύση του πετρώματος πρέπει να μειωθεί η επαγόμενη στο τοίχωμα του διατρήματος πίεση από την έκρηξη της εκρηκτικής ύλης, έχοντας υπόψη ότι η πίεση αυτή p_b είναι της τάξεως του 50% της πίεσης εκρήξεως p_d .

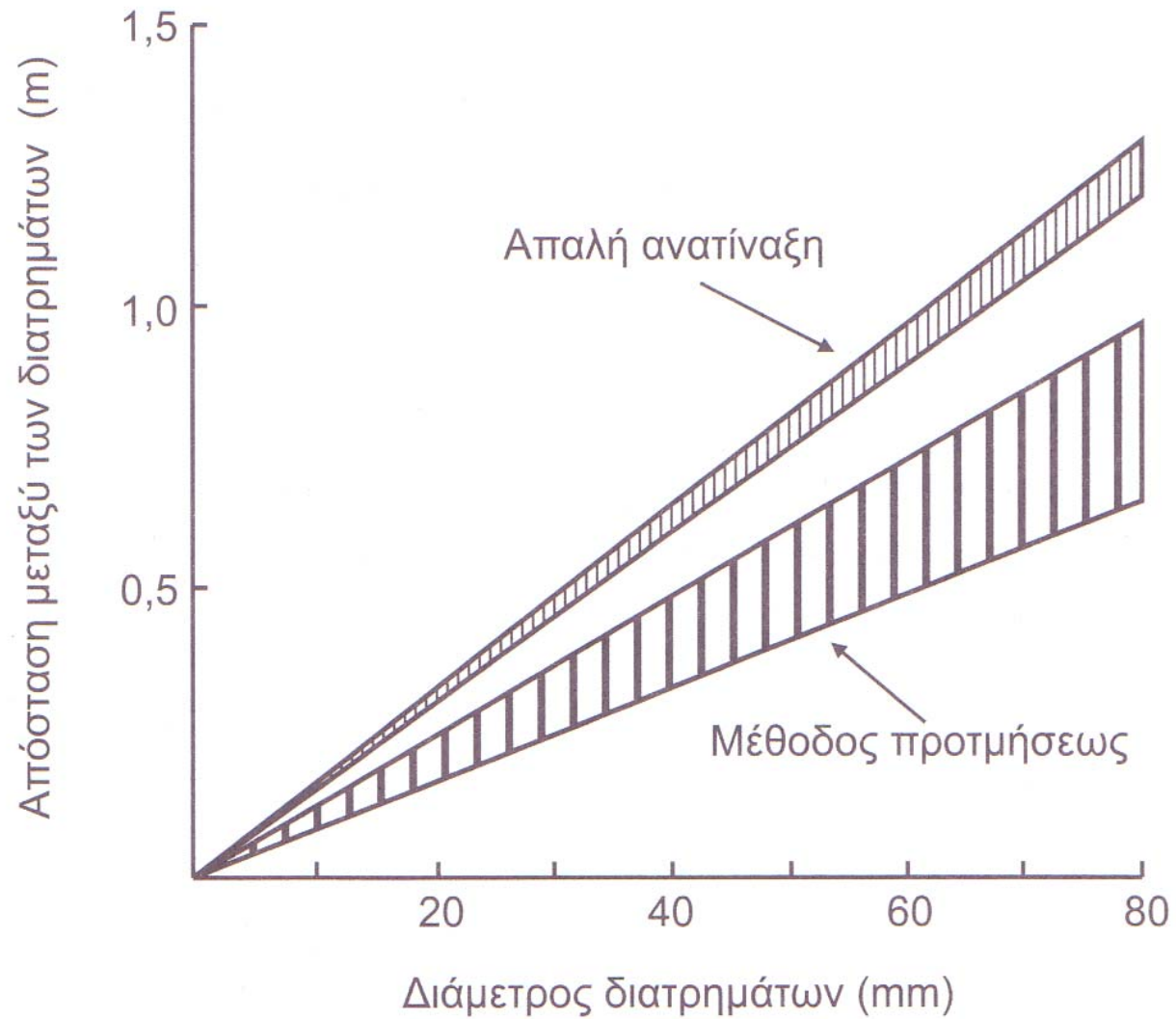
Υφίστανται διάφοροι τρόποι μειώσεως της τάσης, που αναπτύσσεται στο τοίχωμα, ώστε να ευρεθεί σε συμφωνία με την αντοχή του πετρώματος, για να αποφευχθεί η υπέρθραυση. Οι τρόποι αυτοί είναι:

A) Μείωση της πυκνότητας γόμωσης αλλά και της ισχύος της αραιώνοντας την εκρηκτική ύλη με αδρανές υλικό (π.χ. σφαιρίδια πολυστερίνης, ροκανίδι κλπ.). Με τον τρόπο αυτό μειώνεται όχι μόνο η πυκνότητα γόμωσης, αλλά και η ταχύτητα εκρήξεώς της, με αποτέλεσμα η ελάττωση της πίεσης εκρήξεως να είναι σημαντική και κατ' επέκταση η τάση p_b να μειωθεί.

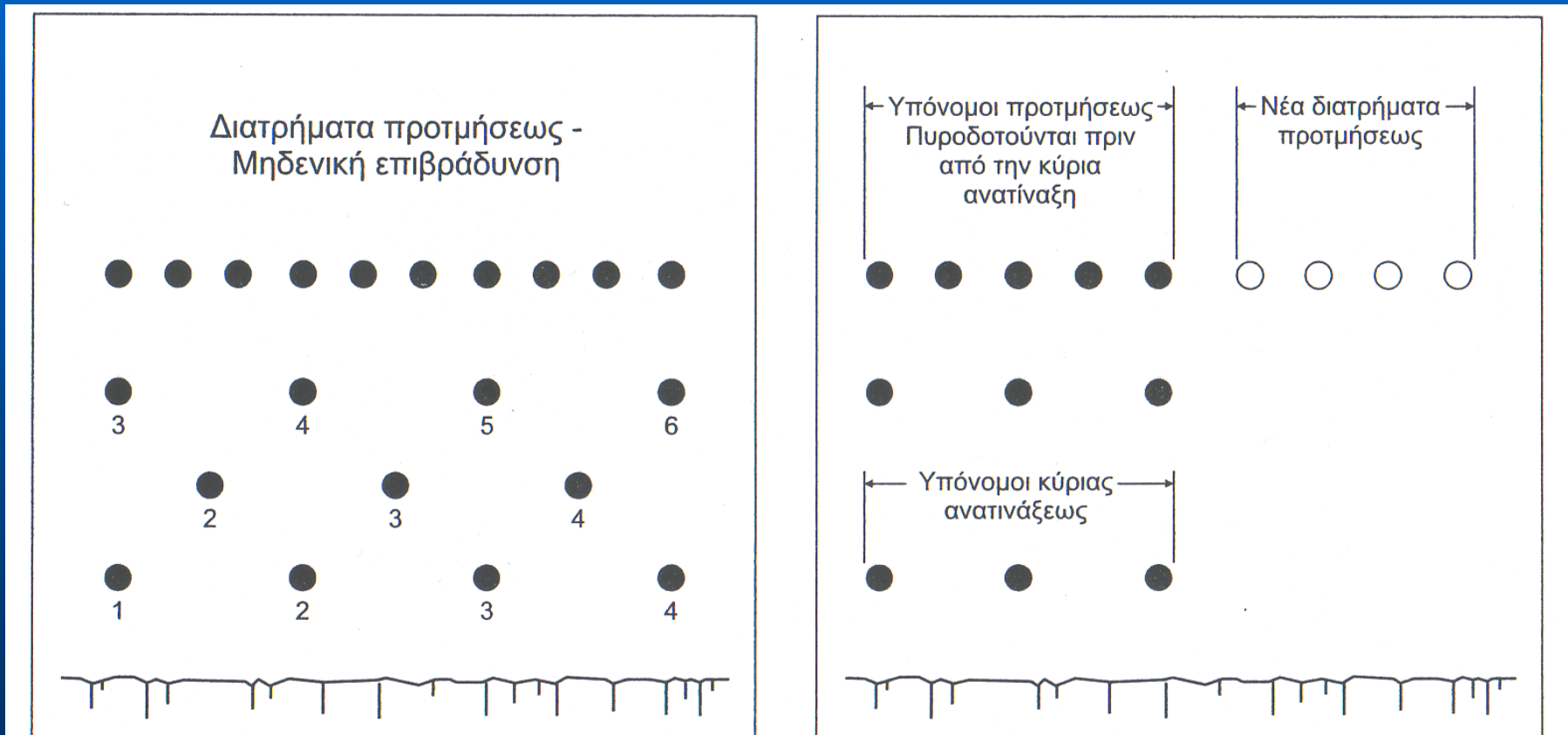
Β) Χρήση διατρημάτων μικρότερης διαμέτρου από εκείνη, στην οποία η εκρηκτική ύλη επιτυγχάνει τη μέγιστη ταχύτητα εκρήξεως. Δεδομένου ότι πρακτικά η μικρότερη διάμετρος διατρήσεως είναι συνήθως 32mm και σπανιότερα 25mm, ο τρόπος αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο στις εκρηκτικές ύλες, που αναπτύσσουν τη μέγιστη ταχύτητα εκρήξεώς τους σε μεγαλύτερη διάμετρο.

Γ) Με την παρεμβολή μεταξύ της εκρηκτικής ύλης και του τοιχώματος του διατρήματος διακένου αέρα, το οποίο ενεργεί ως μέσο μείωσης της πίεσης εκρήξεως.

Συνήθειες σχέσεις του λόγου S/d για τις περιπτώσεις προτιμήσεως και απαλής ανατίναξης



Μέθοδος προτμήσεως. (α) ταυτόχρονη έκρηξη όλων των υπονόμων στο επίπεδο κοπής, (β) διαχωρισμός των υπονόμων στο επίπεδο κοπής σε ομάδες, καθεμιά από τις οποίες εκρήγνυται ταυτόχρονα



Είδη και χαρακτηριστικά των παραγομένων κατά τις ανατινάξεις κυμάτων

Για τα είδη και τα χαρακτηριστικά των παραγομένων κατά τις ανατινάξεις κυμάτων τονίζονται τα ακόλουθα:

Τα κύματα, τα οποία εκδηλώνουν την παρουσία τους στο περιβάλλον, ήτοι στις κατασκευές, σε ευαίσθητα όργανα και τον άνθρωπο, μέσω των προκαλούμενων δονήσεών τους, διαχωρίζονται σε κύματα χώρου και σε επιφανειακά κύματα. Τα πρώτα, που οδεύουν εντός του φλοιού της γης, διακρίνονται σε θλιπτικά και σε διατμητικά. Τα δεύτερα, που είναι επίσης διαφόρων μορφών, οδεύουν στην επιφάνεια του εδάφους.

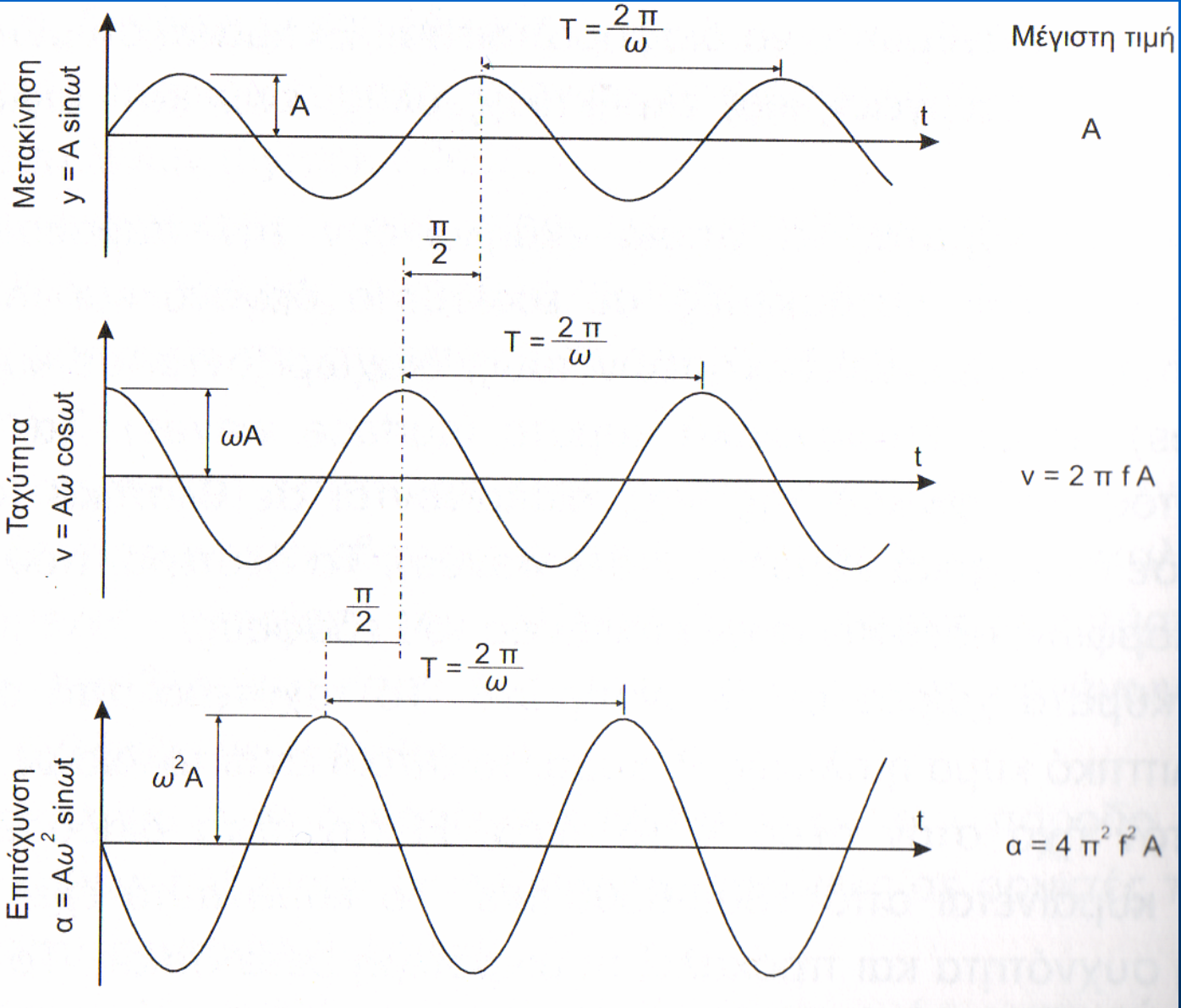
Τα κύματα χώρου φθάνουν πρώτα. Το ταχύτερο από αυτά είναι το διαμήκες θλιπτικό κύμα ή αλλιώς P κύμα, το οποίο είναι το ίδιο με το κύμα, που μεταφέρει τον ήχο στον αέρα ή το νερό. Η ταχύτητα διαδόσεώς του στα πετρώματα κυμαίνεται από 1.800-6.000m/s. Το κύμα αυτό έχει συνήθως τη μεγαλύτερη συχνότητα και προκαλεί τη μικρότερη μετατόπιση.

Το διατμητικό ή αλλιώς κύμα S οδεύει με ταχύτητα 0,33-0,50 του προηγούμενου, έχει συνήθως μικρότερη συχνότητα και προκαλεί μεγαλύτερη μετατόπιση από εκείνη του κύματος P. Τελευταία φθάνουν τα επιφανειακά κύματα, από τα οποία το κυριότερο είναι συνήθως το κύμα Rayleigh ή αλλιώς R κύμα, που ταξιδεύει με ταχύτητα μικρότερη εκείνης της ταχύτητας του κύματος S.

Πλησίον του χώρου της ανατινάξεως και οι τρεις τύποι κυμάτων οδεύουν μαζί κατά ένα σύνθετο τρόπο και είναι πολύ δυσχερές ως αδύνατος ο διαχωρισμός τους. Τα επιφανειακά κύματα μπορεί να απαιτούν μια απόσταση ίση προς το ήμισυ έως ένα μήκος κύματός τους μέχρι να αναπτυχθούν κανονικά, ενώ όταν η τοπογραφία είναι ανώμαλη δεν αναπτύσσονται κανονικά και μπορεί η διάδοσή τους να διακοπεί, όταν συναντήσουν μια βαθιά τάφρο.

Μακρύτερα από την πηγή τους ο διαχωρισμός τους γίνεται σαφής και για τον λόγο αυτό η χρονική διάρκεια της δονήσεως γίνεται μεγαλύτερη, ενώ η ένταση όλων των κυμάτων μειώνεται με την απόσταση.

Ημιτονοειδής παρουσίαση του κύματος



Επίδραση αποστάσεως

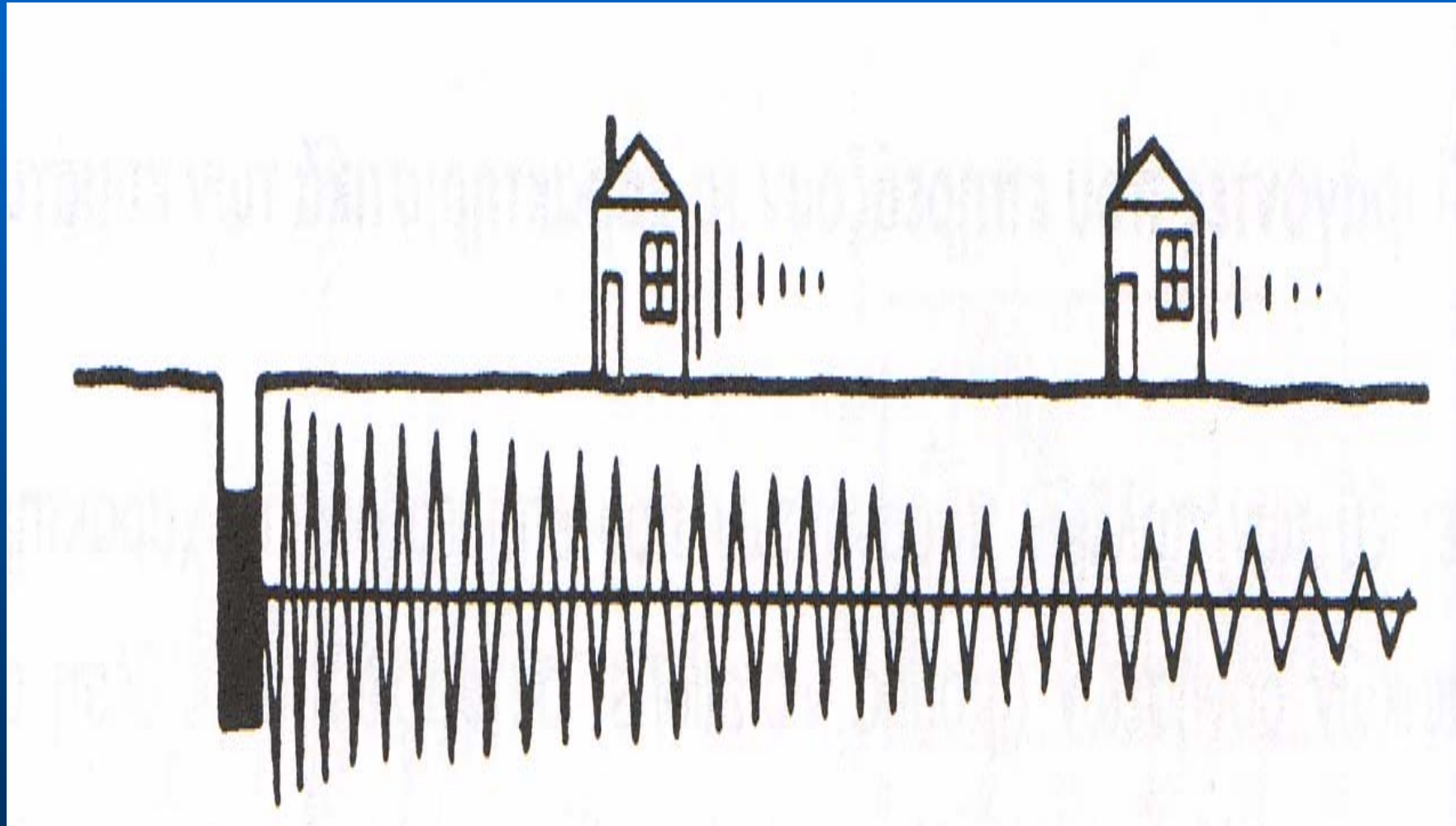
Για την επίδραση της αποστάσεως στα χαρακτηριστικά των εδαφικών δονήσεων σε οποιαδήποτε θέση από το σημείο της ανατινάξεως τονίζονται τα ακόλουθα:

Κάθε κυματοπαλμός αποσβένεται σε συνάρτηση με την απόσταση από το σημείο γενέσεώς του, καθώς η ενέργεια την οποία μεταφέρει αναλύσκεται για τη διάδοση του κύματος και παράλληλα διαχέεται σε διαρκώς και μεγαλύτερο όγκο του πετρώματος.

Η ένταση του κύματος στους περισσότερους γεωλογικούς σχηματισμούς μειώνεται κατά το $1/3$ περίπου της προηγούμενης τιμής της κάθε φορά, που διπλασιάζεται η απόσταση. Έτσι, π.χ. στα 60m η ένταση της δονήσεως είναι περίπου το $1/3$ εκείνης, που σημειώνεται στα 30m, ενώ στα 120m είναι μόλις το $1/9$. Η ίδια χονδρική σχέση ισχύει και αντιθέτως, δηλαδή η ένταση στα 30m πρέπει να αναμένεται ότι είναι 9 φορές πιο μεγάλη από εκείνη, που σημειώνεται στα 120m.

Σημειώνεται επίσης ότι το εδαφικό υλικό και τα πετρώματα φιλτράρουν τον κυματικό παλμό, εξαλείφοντας τις υψηλές συχνότητες δονήσεως, με αποτέλεσμα σε μεγάλες αποστάσεις να επικρατούν οι χαμηλές συχνότητες.

Απόσβεση κύματος σε συνάρτηση με την απόστασή του από την πηγή



Γεωλογία της περιοχής

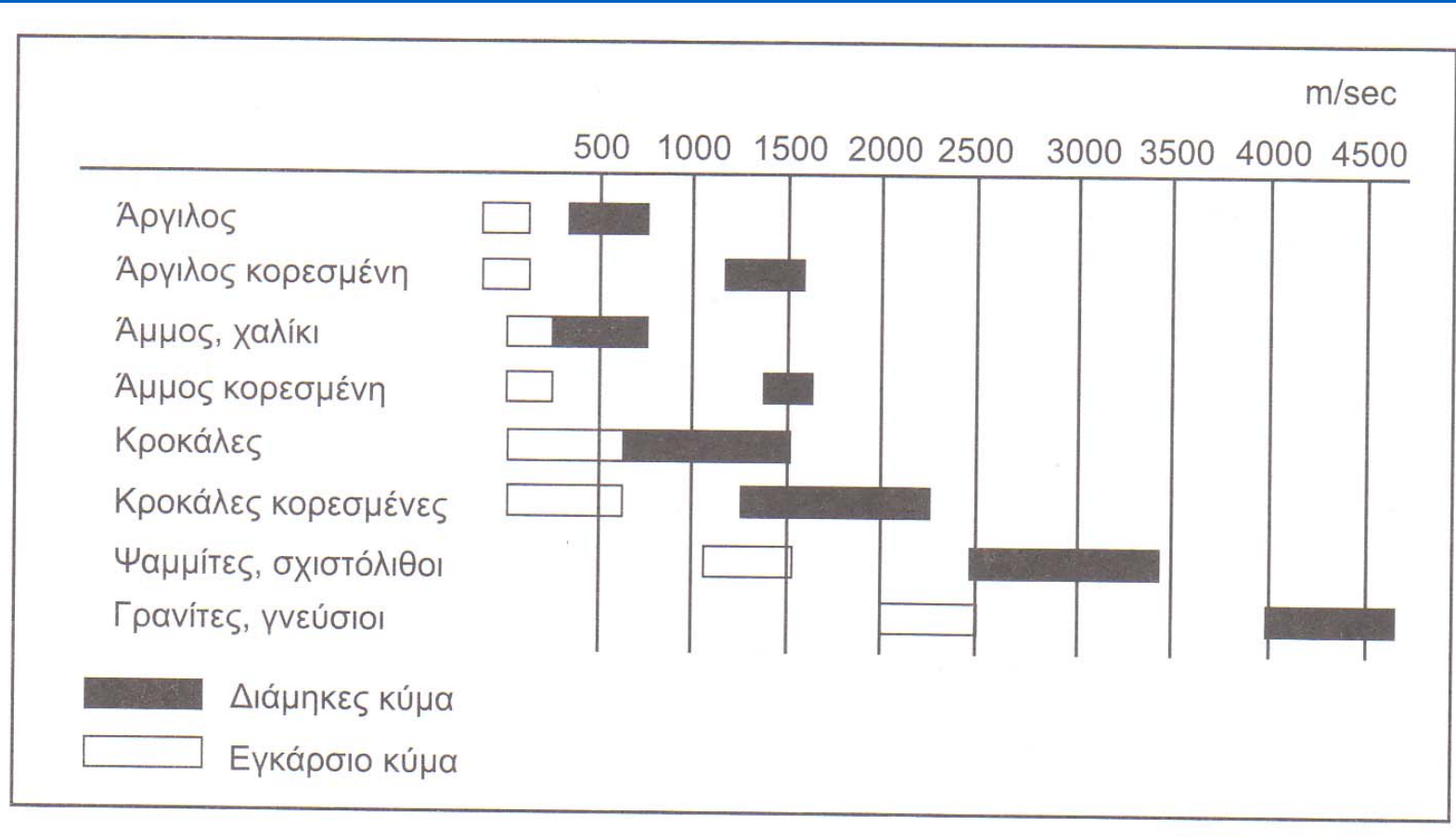
Για την επίδραση της γεωλογίας της περιοχής στα χαρακτηριστικά των εδαφικών δονήσεων σε οποιαδήποτε θέση από το σημείο της ανατινάξεως τονίζονται τα ακόλουθα:

Σε ομοιογενή και συμπαγή πετρώματα η διάδοση των κυμάτων είναι ομοιόμορφη προς όλες τις διευθύνσεις, πράγμα που δε συμβαίνει σε σύνθετες γεωλογικές δομές, που η διάδοσή τους διαφοροποιείται σε συνάρτηση με τη διεύθυνση διάδοσης, με αποτέλεσμα να υπάρχουν διαφορετικοί δείκτες αποσβέσεως.

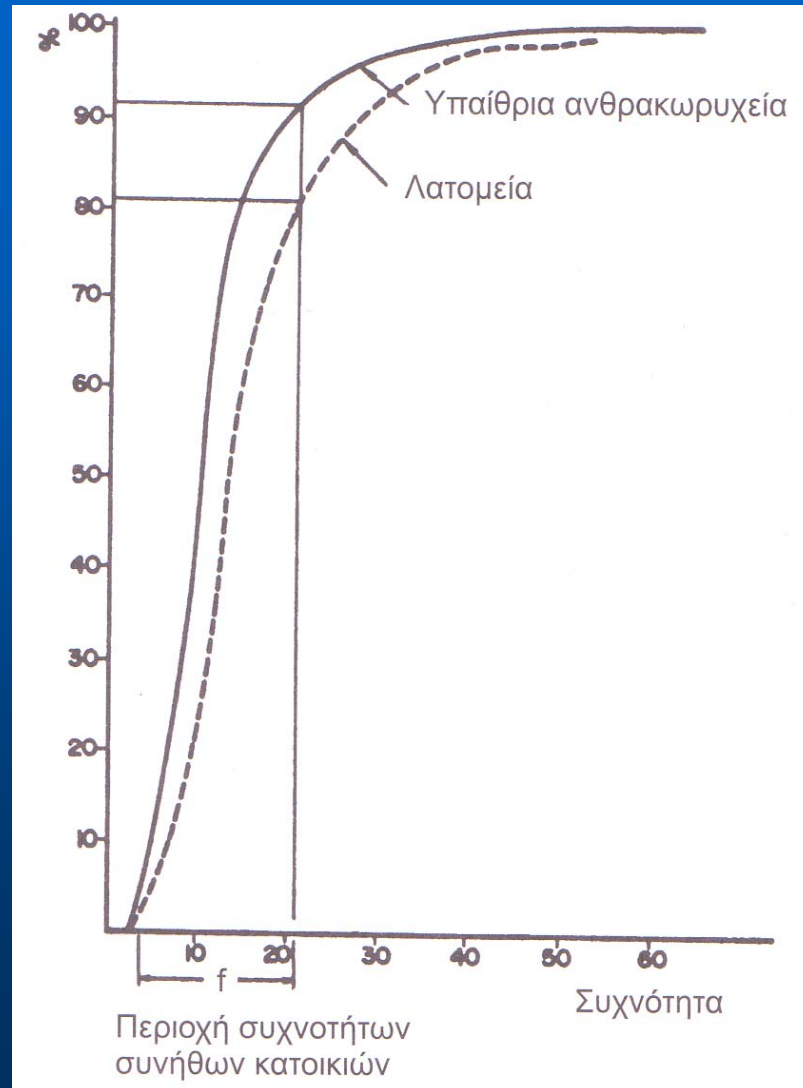
Όταν το πέτρωμα καλύπτεται από σημαντικού πάχους χαλαρά υπερκείμενα, που έχουν μικρότερο μέτρο ελαστικότητας, η ταχύτητα διαδόσεως μειώνεται καθώς και η συχνότητα, ενώ η μετατόπιση των σωματιδίων αυξάνει με το πάχος των υπερκειμένων. Η μείωση της συχνότητας συνοδεύεται από μεγαλύτερη διάρκεια της επιδράσεως του κύματος, δημιουργώντας αύξηση των κινδύνων προκλήσεως ζημιάς σε γειτονικές κατασκευές.

Οι συχνότητες, που παρατηρούνται σε υπαίθρια ανθρακωρυχεία είναι μικρότερες εκείνων, που παρατηρούνται σε λατομεία και τεχνικά έργα λόγω παρουσίας εδαφικού υπερκειμένου με μικρότερα μηχανικά χαρακτηριστικά και χρήσης μεγαλύτερου μήκους στήλης γομώσεως της εκρηκτικής ύλης.

Ταχύτητες διαδόσεως του διαμήκους και του εγκάρσιου κύματος εντός διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών



Δεσπόζουσες συχνότητες σε ανατινάξεις υπαίθριων ανθρακωρυχείων και λατομείων



Ταχύτητες διαδόσεως των P και S κυμάτων σε διάφορους τύπους πετρωμάτων με και χωρίς ασυνέχειες

Τύπος πετρώματος	Θλιπτικό κύμα, P (m/s)		Εγκάρσιο κύμα, S (m/s)	
	Έντονα ρωγματομένο	Σχετικά άθικτο	Έντονα ρωγματομένο	Σχετικά άθικτο
Ασβεστόλιθος	2000	5900	1000	3100
Μεταμορφωμένα πετρώματα	2100	3500	100	1700
Βασάλτης	2300	4500	1100	2200
Γρανίτης	2400	5000	1200	2500
Άργιλος	400	1700	200	800

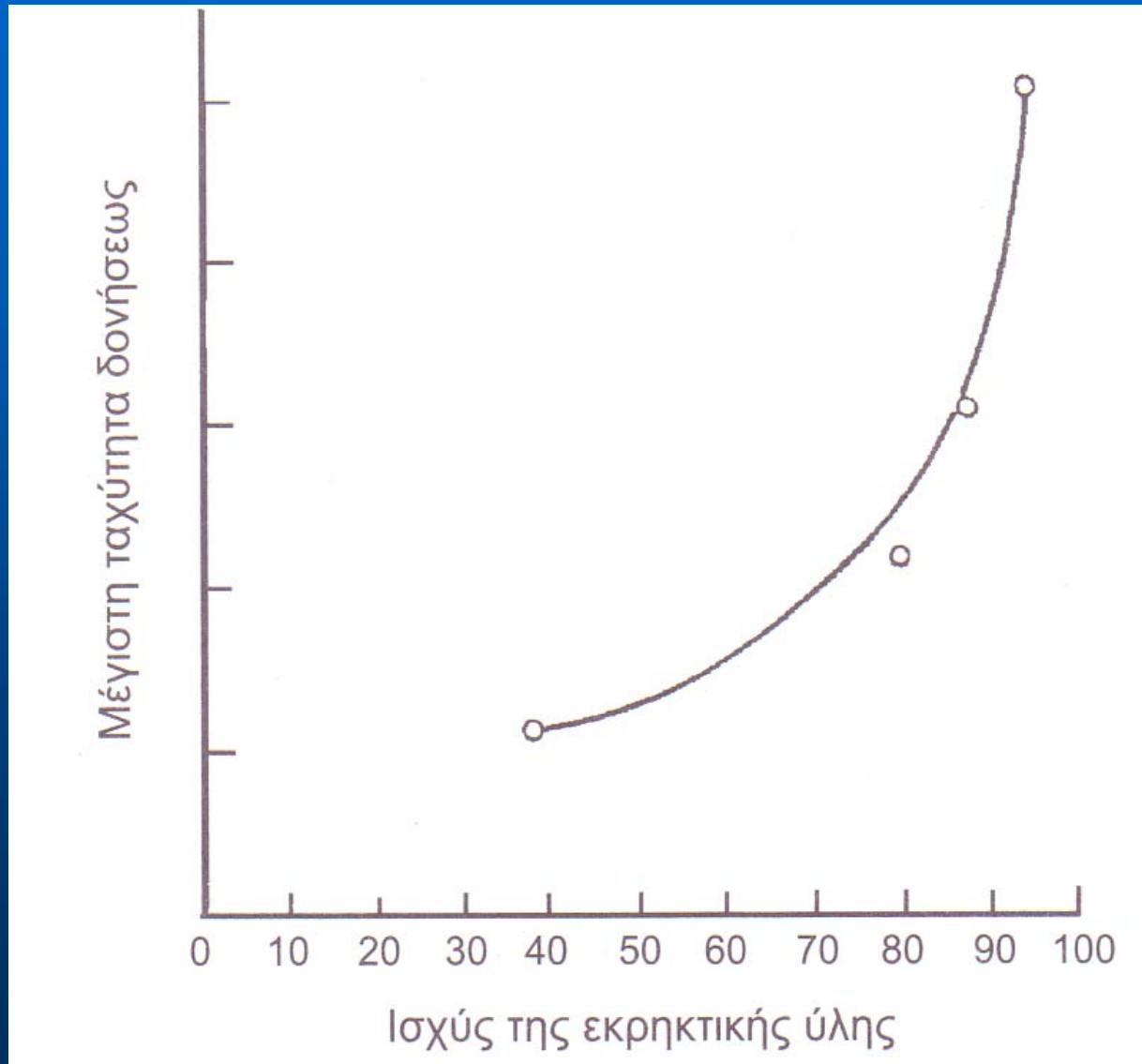
Επίδραση είδους και ποσότητας εκρηκτικής ύλης

Για την επίδραση του είδους και της ποσότητας της εκρηκτικής ύλης στα χαρακτηριστικά των εδαφικών δονήσεων σε οποιαδήποτε θέση από το σημείο της ανατινάξεως τονίζονται τα ακόλουθα:

Στην περίπτωση ανατινάξεως με επιβράδυνση η ποσότητα εκρηκτικής ύλης, που εκρήγνυται ανά χρόνο επιβραδύνσεως, ασκεί την κυριότερη επίδραση στην ένταση της δονήσεως και όχι η ολική ποσότητα εκρηκτικής ύλης ανά ανατίναξη, υπό την προϋπόθεση ότι ο ελάχιστος χρόνος επιβραδύνσεως, που παρεμβάλλεται μεταξύ των διαδοχικών εκρήξεων είναι αρκετός, ώστε να αποφευχθεί η αθροιστική επίδραση μεταξύ των κυμάτων, που παράγουν οι σταδιακές εκρήξεις λόγω επιβραδύνσεως.

Από πλευράς ποσότητας εκρηκτικής ύλης, μικρές ποσότητες επάγουν δονήσεις με υψηλές συχνότητες και μικρό πλάτος κύματος σε αντιδιαστολή με μεγάλες ποσότητες, που επάγουν το αντίθετο αποτέλεσμα.

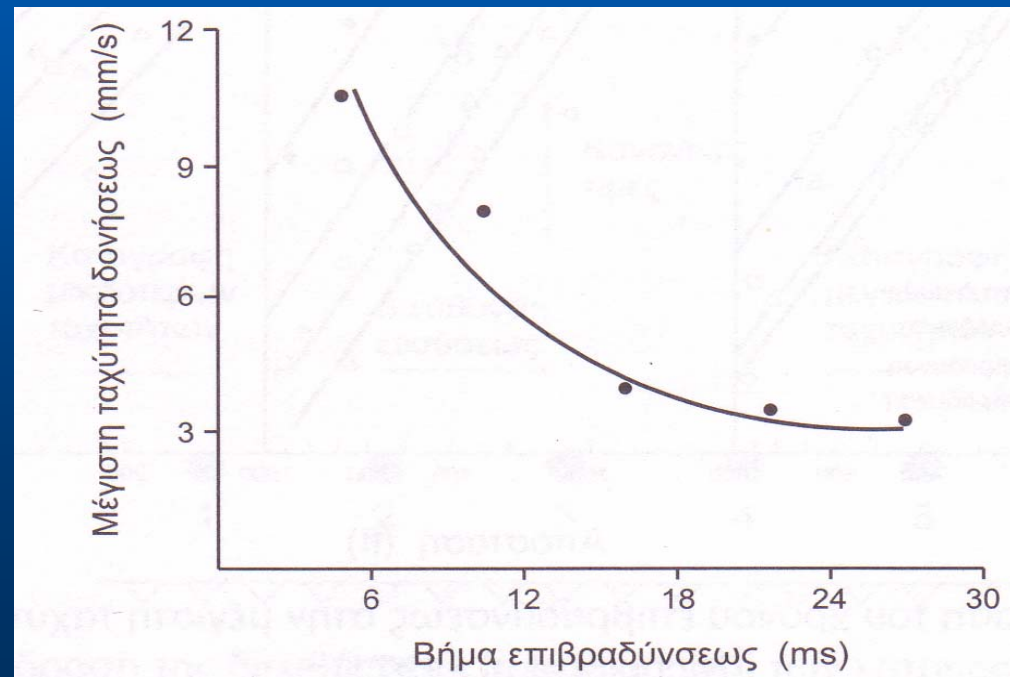
Επίδραση της ισχύος της εκρηκτικής ύλης στην ταχύτητα δονήσεως



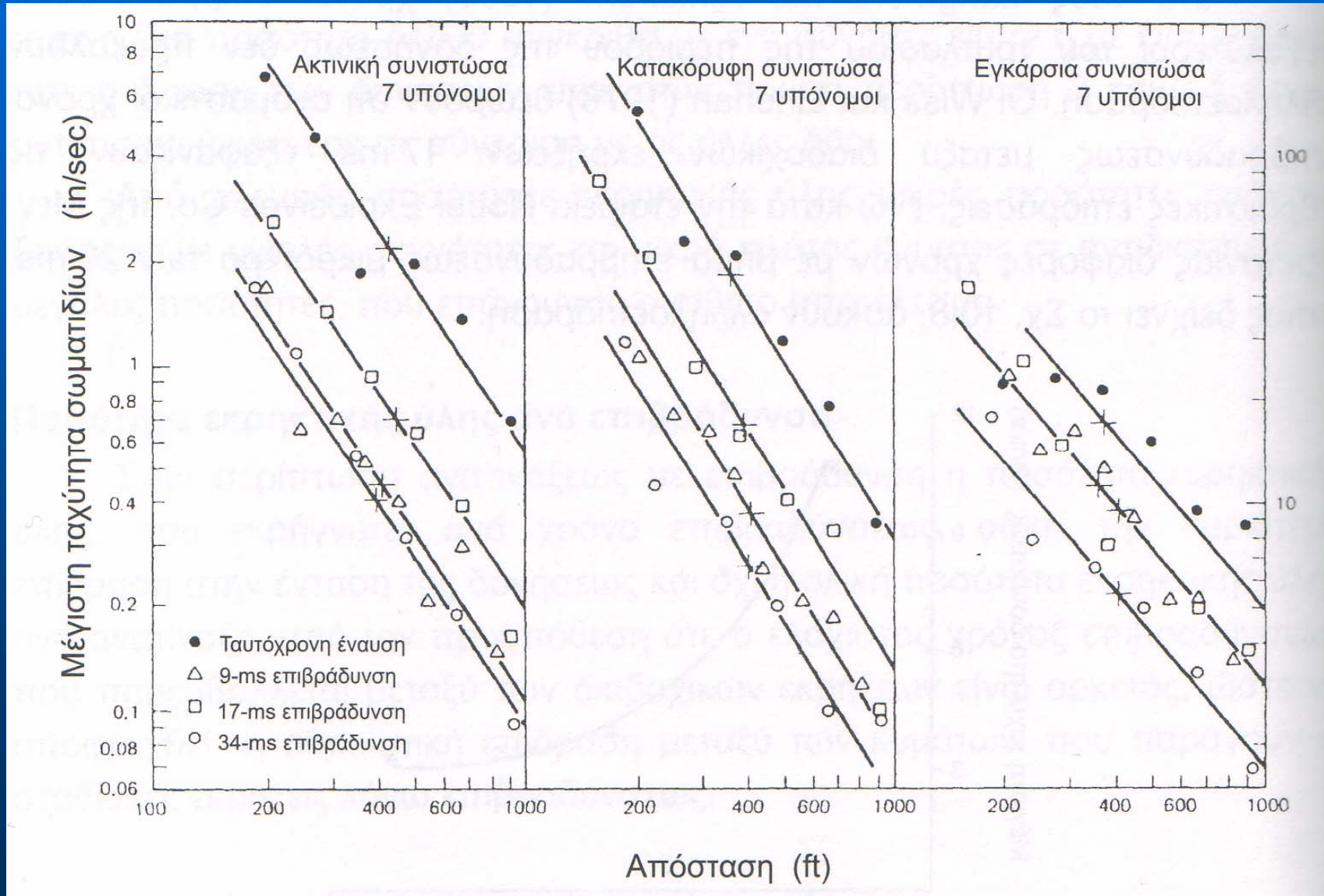
Επίδραση του χρόνου επιβραδύνσεως

Για την επίδραση του χρόνου επιβραδύνσεως στα χαρακτηριστικά των εδαφικών δονήσεων σε οποιαδήποτε θέση από το σημείο της ανατινάξεως τονίζονται τα ακόλουθα:

Επίδραση του χρόνου επιβραδύνσεως στη μέγιστη ταχύτητα δονήσεως



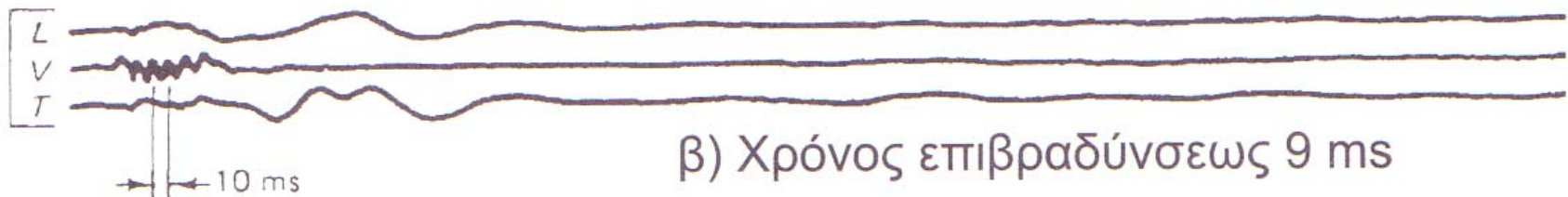
Επίδραση του χρόνου επιβραδύνσεως στη μέγιστη ταχύτητα δονήσεως



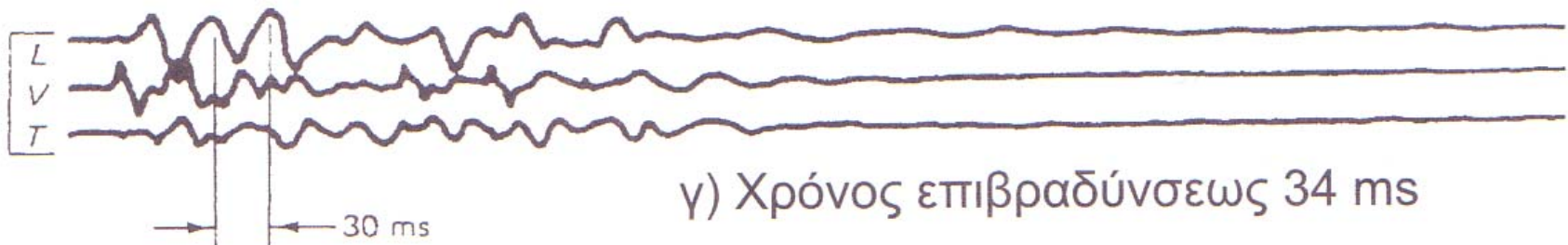
Επίδραση του χρόνου επιβραδύνσεως επί της συχνότητας δονήσεως



α) Ταυτόχρονη έκρηξη



β) Χρόνος επιβραδύνσεως 9 ms

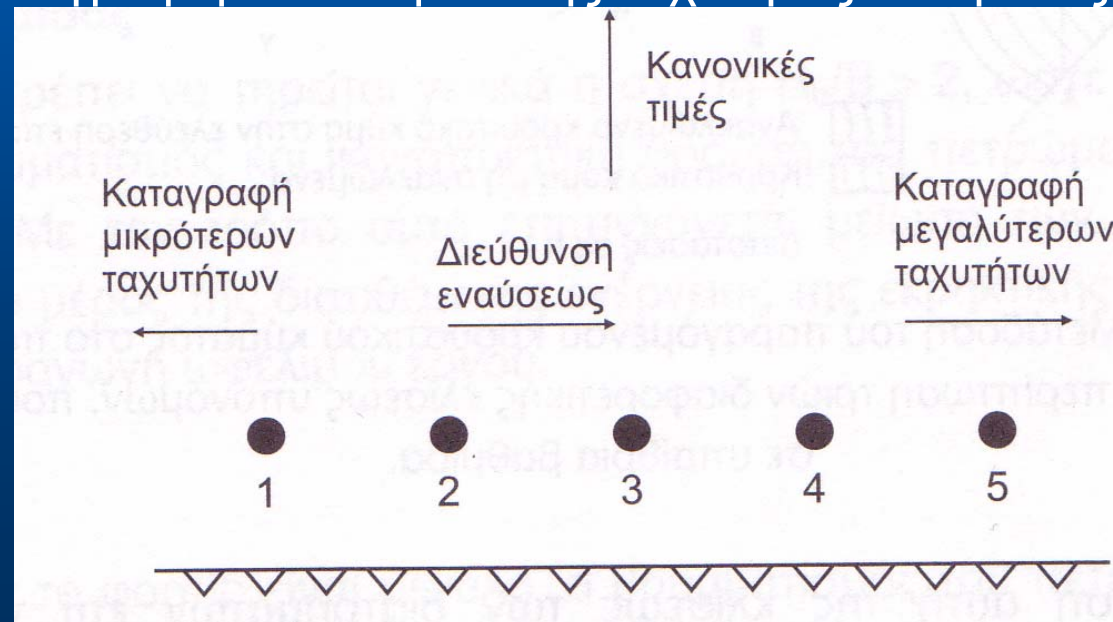


γ) Χρόνος επιβραδύνσεως 34 ms

Επίδραση της διεύθυνσης εναύσεως των διατρημάτων

Για την επίδραση της διεύθυνσης εναύσεως των διατρημάτων στα χαρακτηριστικά των εδαφικών δονήσεων σε οποιαδήποτε θέση από το σημείο της ανατινάξεως τονίζονται τα ακόλουθα:

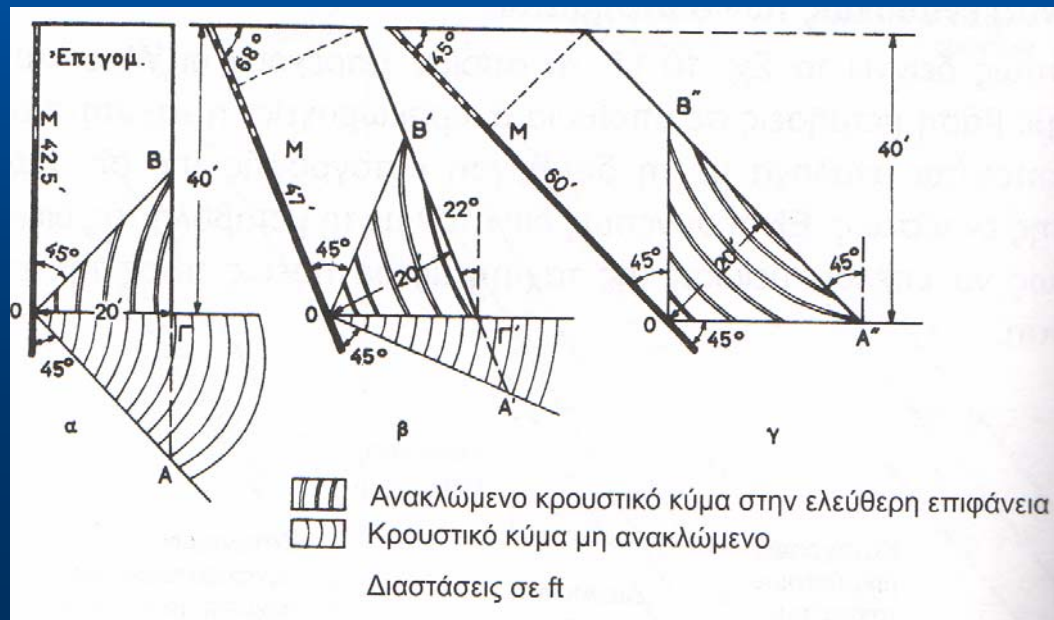
Επίδραση της διεύθυνσης εναύσεως επί των καταγραφομένων τιμών της ταχύτητας δονήσεως



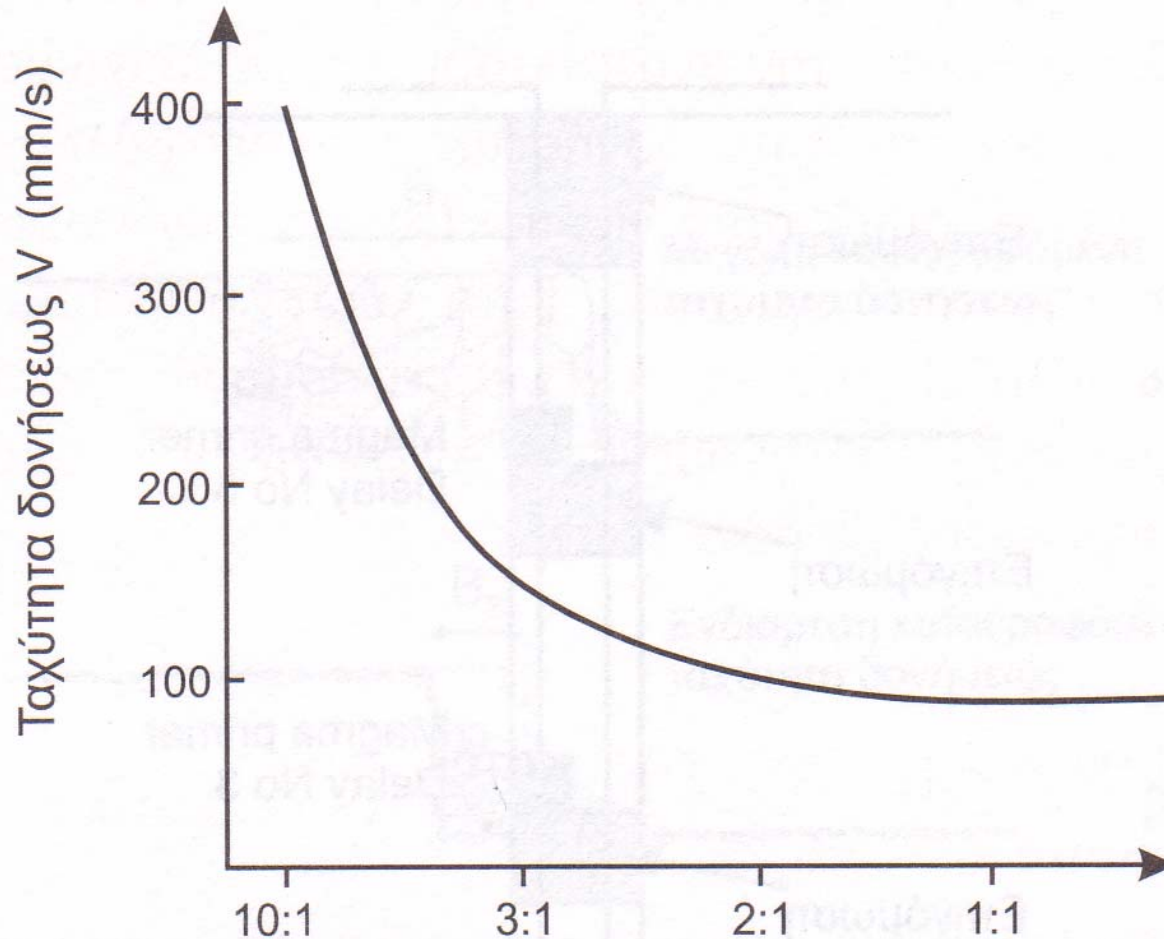
Επίδραση της κλίσης των διατρημάτων

Για την επίδραση της κλίσης των διατρημάτων στα χαρακτηριστικά των εδαφικών δονήσεων σε οποιαδήποτε θέση από το σημείο της ανατινάξεως τονίζονται τα ακόλουθα:

Μετάδοση του παραγόμενου κρουστικού κύματος στο περιβάλλον πέτρωμα για την περίπτωση τριών διαφορετικής κλίσεως υπονόμων, που εκρήγνυνται σε υπαίθρια βαθμίδα



Επίδραση της κλίσεως των διατρημάτων επί της ταχύτητας δονήσεως



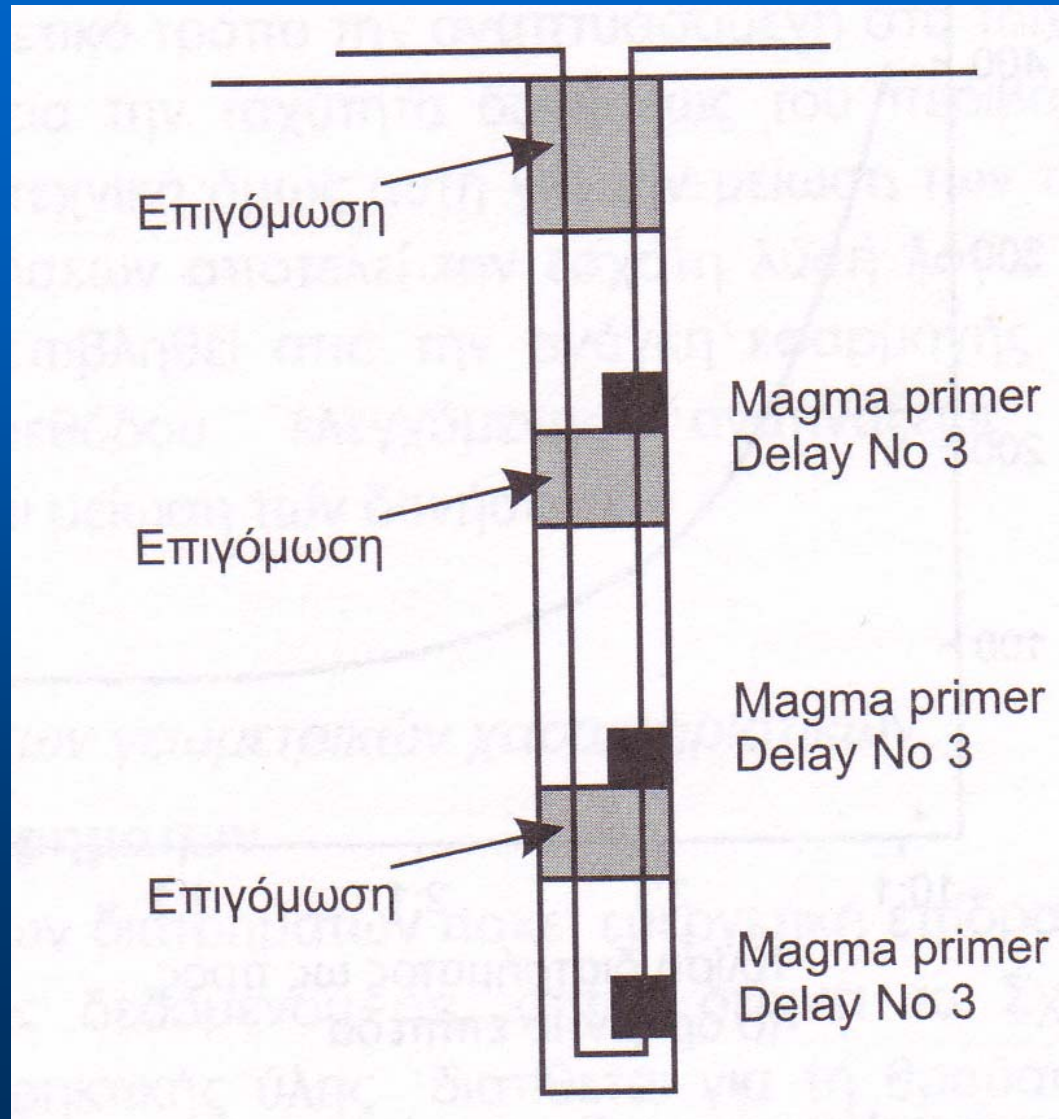
Κλίση διατρήματος ως προς το οριζόντιο επίπεδο

Επίδραση της διαμέτρου των διατρημάτων

Για την επίδραση της διαμέτρου των διατρημάτων στα χαρακτηριστικά των εδαφικών δονήσεων σε οποιαδήποτε θέση από το σημείο της ανατινάξεως τονίζονται τα ακόλουθα:

Η αύξηση της διαμέτρου των διατρημάτων επιφέρει αύξηση της ταχύτητας δονήσεως, διότι η ποσότητα της εκρηκτικής ύλης, που εκρήγνυται ανά χρόνο επιβραδύνσεως, αυξάνεται. Η περίπτωση αυτή μπορεί να ελεγχθεί με χρήση διακεκομμένης γομώσεως και έναυση σε διαφορετικούς χρόνους.

Διακεκομμένη γόμωση με επιβραδυνόμενη έναυση των επιμέρους γομώσεων



Επίδραση του φορτίου

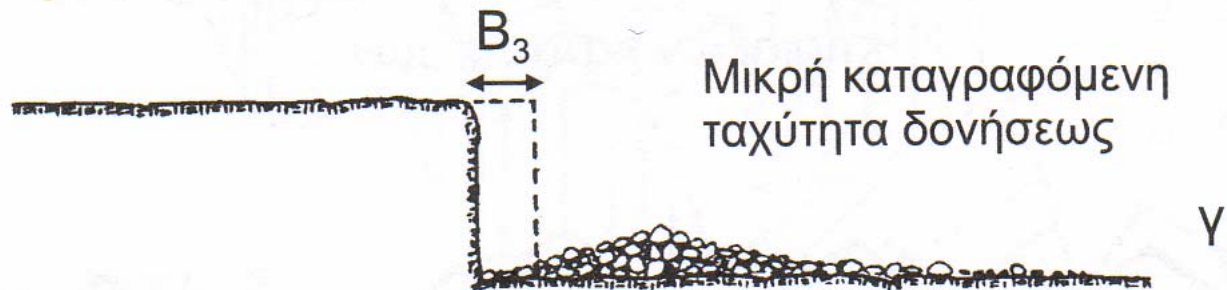
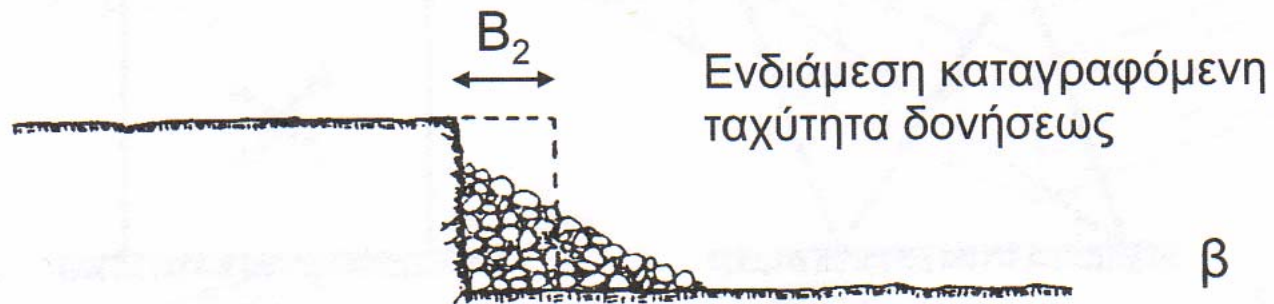
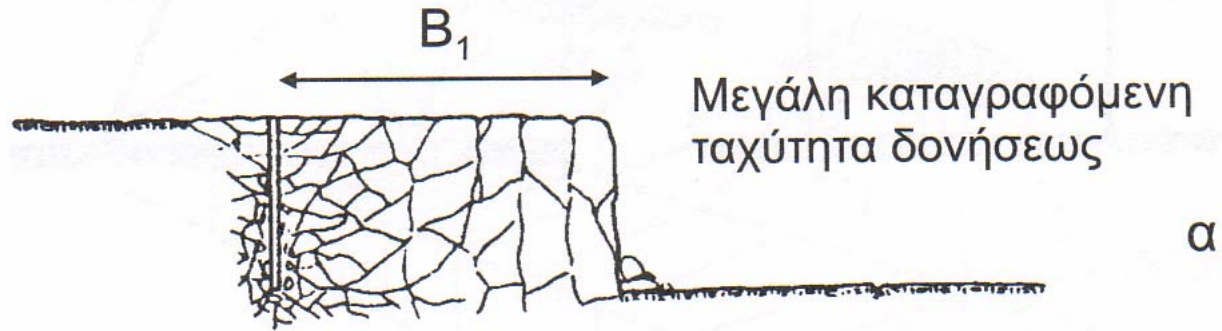
Για την επίδραση του φορτίου στα χαρακτηριστικά των εδαφικών δονήσεων σε οποιαδήποτε θέση από το σημείο της ανατινάξεως τονίζονται τα ακόλουθα:

Όταν το φορτίο είναι μεγάλο, ο θρυμματισμός του πετρώματος δεν είναι ικανοποιητικός, όπως δείχνει το σχήμα (α). Σε αυτή την περίπτωση μεγάλο μέρος της ενέργειας της εκρηκτικής ύλης διοχετεύεται στο περιβάλλον πέτρωμα με τη μορφή σεισμικής ενέργειας, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της εντάσεως των εδαφικών δονήσεων.

Αντίθετα, μικρό φορτίο, όπως δείχνει το σχήμα (γ), έχει ως αποτέλεσμα τον λεπτομερή θρυμματισμό του πετρώματος, τη μείωση των εδαφικών δονήσεων, αλλά και την εκτόξευση τεμαχίων του πετρώματος σε μεγάλη απόσταση, με παράλληλη δημιουργία στην ατμόσφαιρα έντονου κύματος πιέσεων.

Είναι σαφές ότι μεταξύ των δυο ακραίων αυτών περιπτώσεων, πρέπει να αναζητηθεί η ορθή επιλογή του φορτίου, ώστε το αποτέλεσμα να ακολουθεί την εικόνα του σχήματος (β).

Επίδραση του φορτίου επί της ταχύτητας δονήσεως



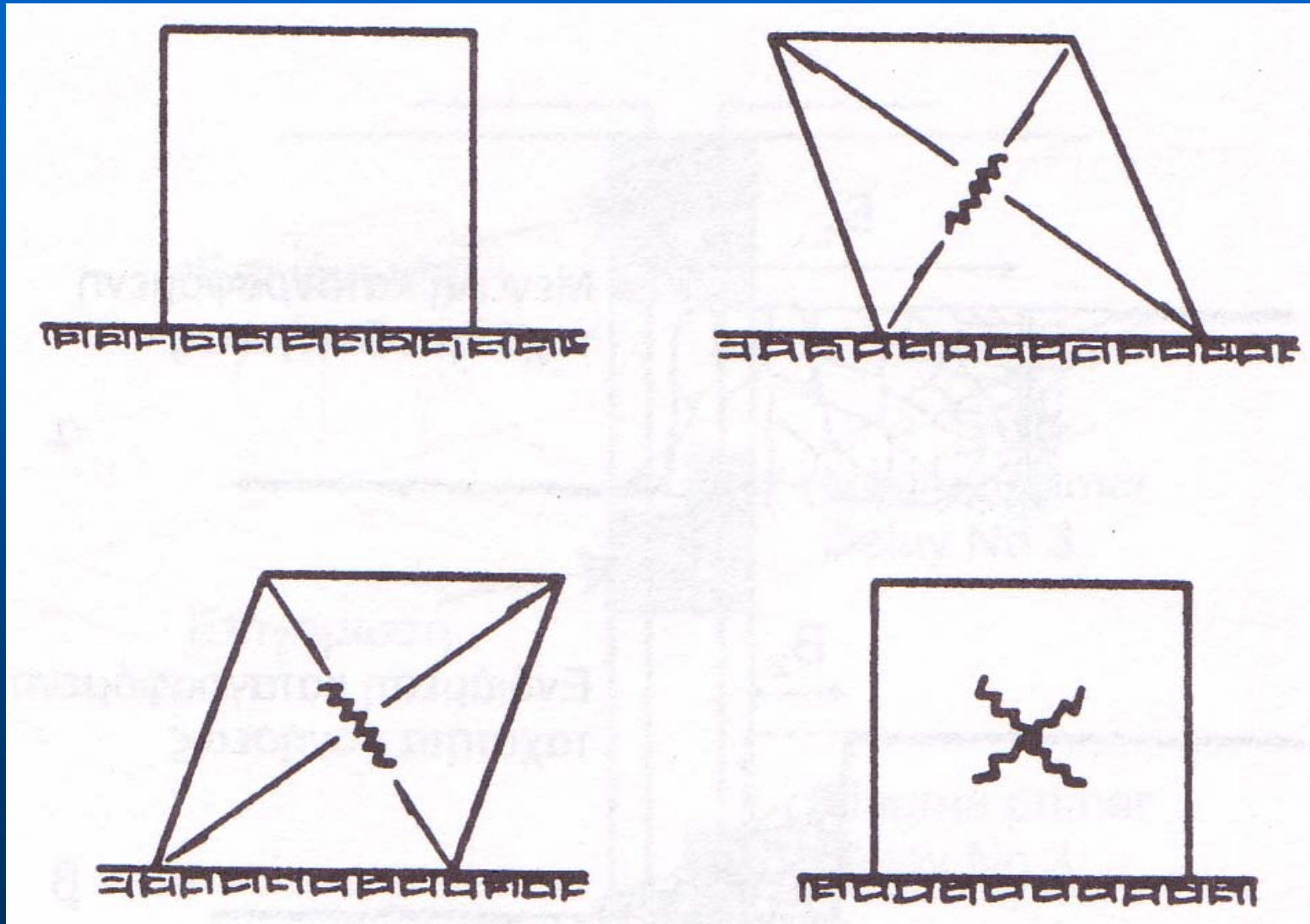
Επιπτώσεις των δονήσεων στα κτίρια

Για την επίδραση των δονήσεων στα κτίρια τονίζονται τα ακόλουθα:

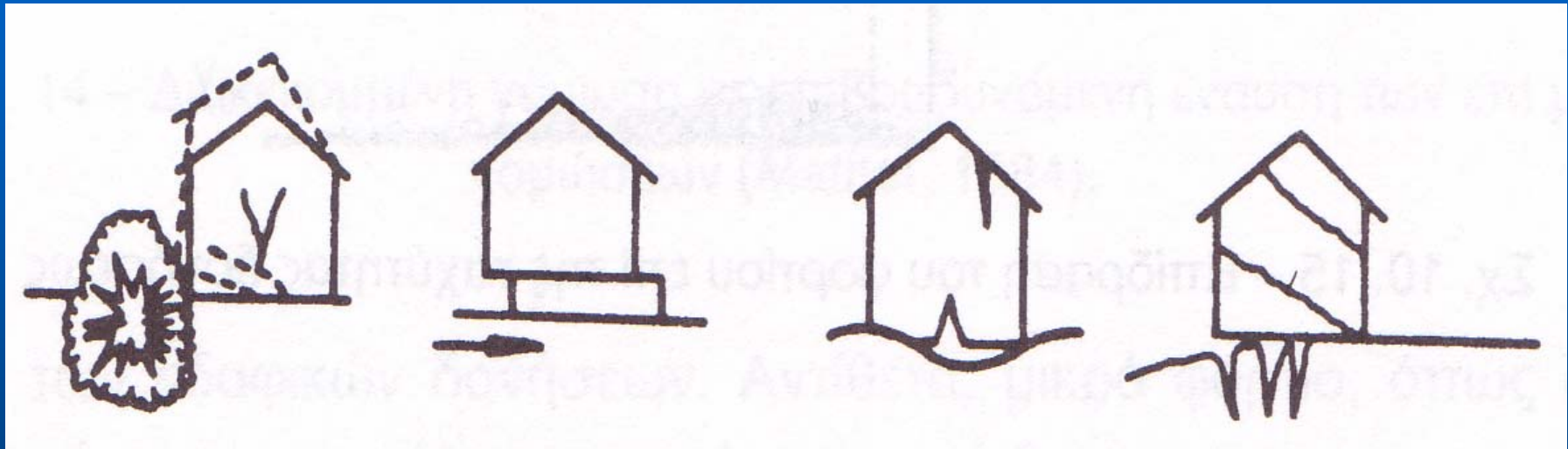
Μια παράμετρος, που ασκεί μεγάλη επίδραση στις δυνατές επιπτώσεις των δονήσεων στις κατασκευές, είναι η σχέση της δεσπόζουσας συχνότητάς τους προς τη φυσική συχνότητα ή αλλιώς ιδιοσυχνότητα της κατασκευής. Στην περίπτωση κατά την οποία η δεσπόζουσα συχνότητα προσεγγίζει ή ισούται προς τη φυσική συχνότητα της κατασκευής, τότε εμφανίζεται το φαινόμενο του συντονισμού, με πολύ δυσμενείς μεγεθυντικές επιδράσεις στην κατασκευή.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην περίπτωση κατά την οποία μειώνεται η ανά χρόνο επιβραδύνσεως ποσότητα της εκρηκτικής ύλης και αυξάνεται ο χρόνος επιβραδύνσεως μεταξύ των υπονόμων για την ελάττωση της ταχύτητας δονήσεως. Στην περίπτωση αυτή είναι δυνατόν να δημιουργηθούν επικίνδυνες συχνότητες με τιμές πλησίον εκείνων του συντονισμού.

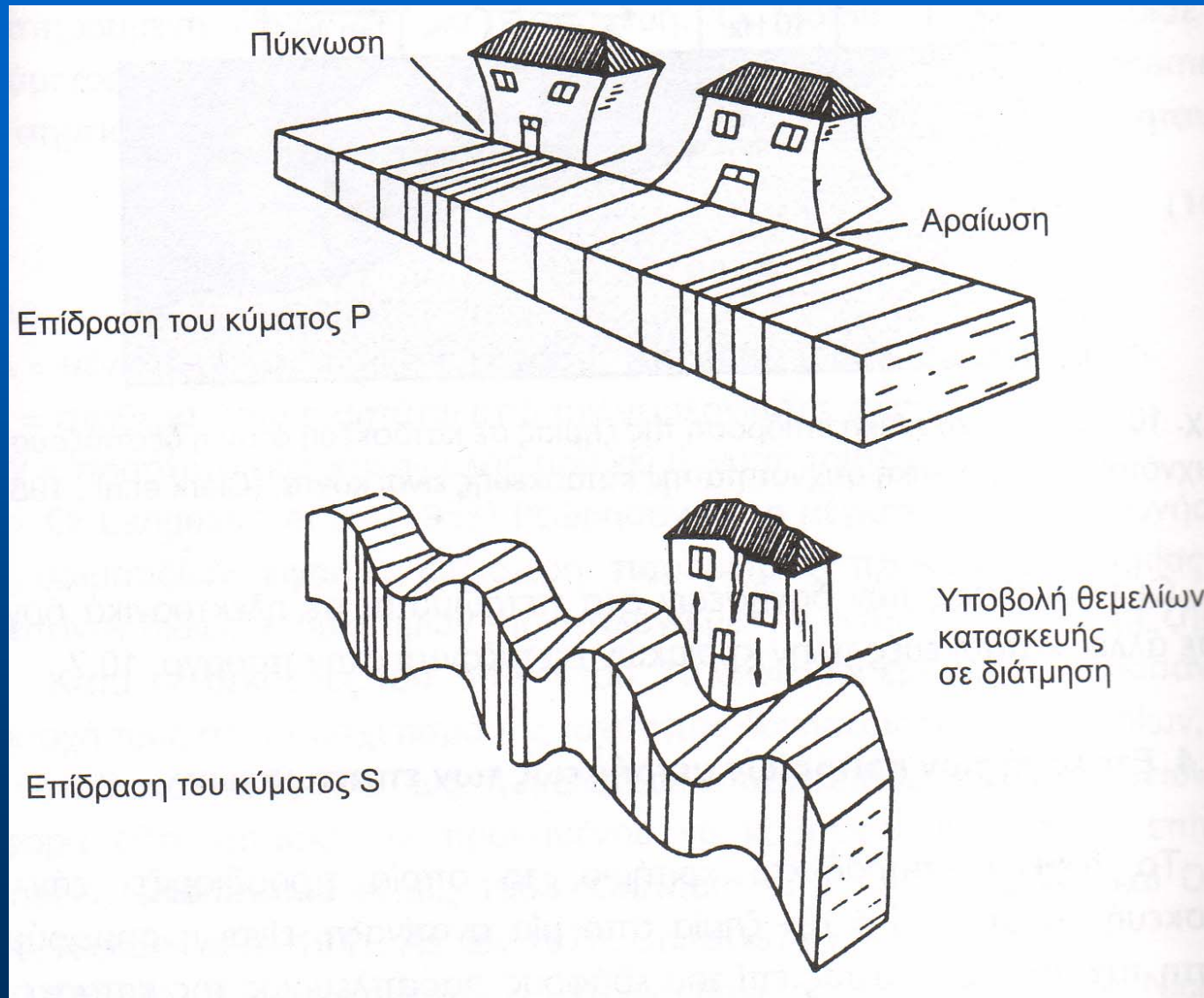
Σχηματισμός επιφανειακών ρωγμών χιαστί μορφής στην τοιχοποιία κτιριακών κατασκευών



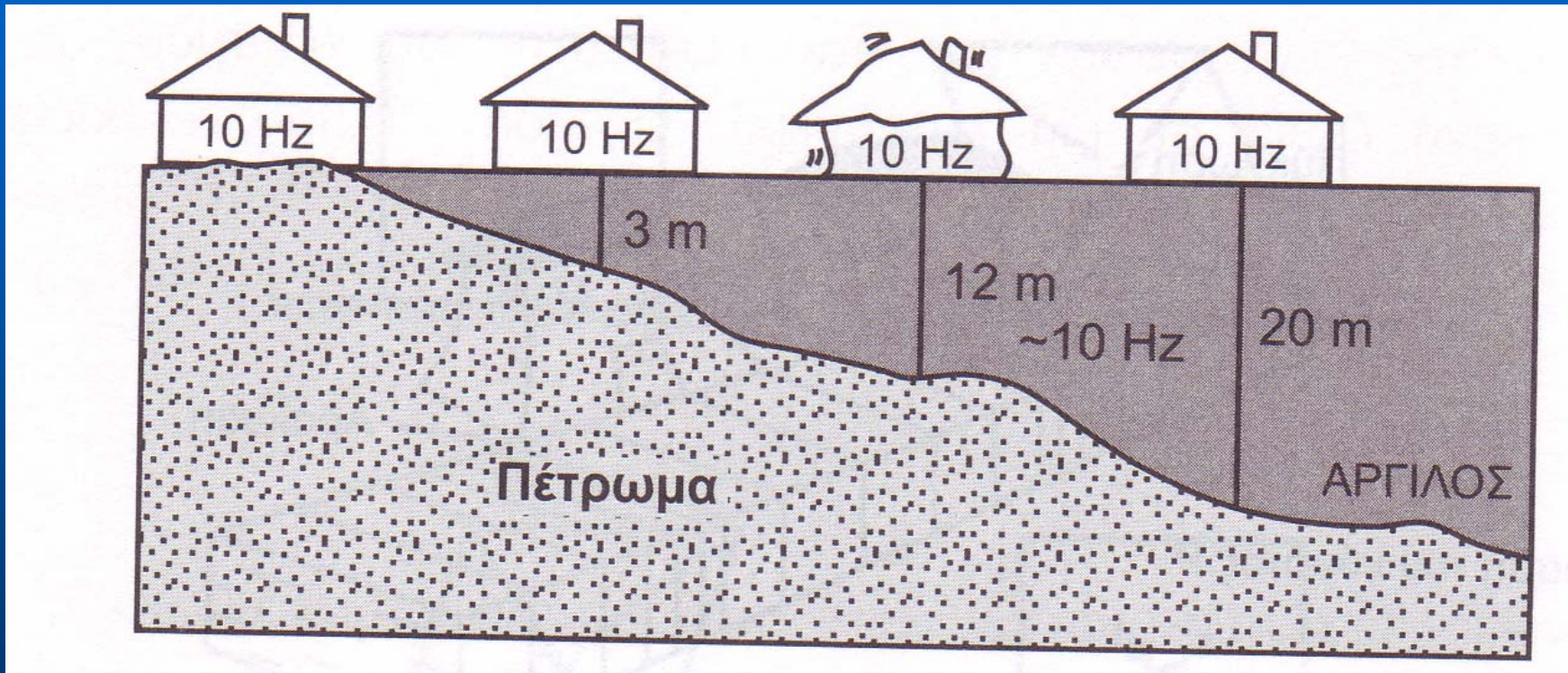
Είδη μεγάλων ζημιών σε κτιριακές κατασκευές



Επίδραση των δονήσεων των κυμάτων P και S στις κτιριακές κατασκευές



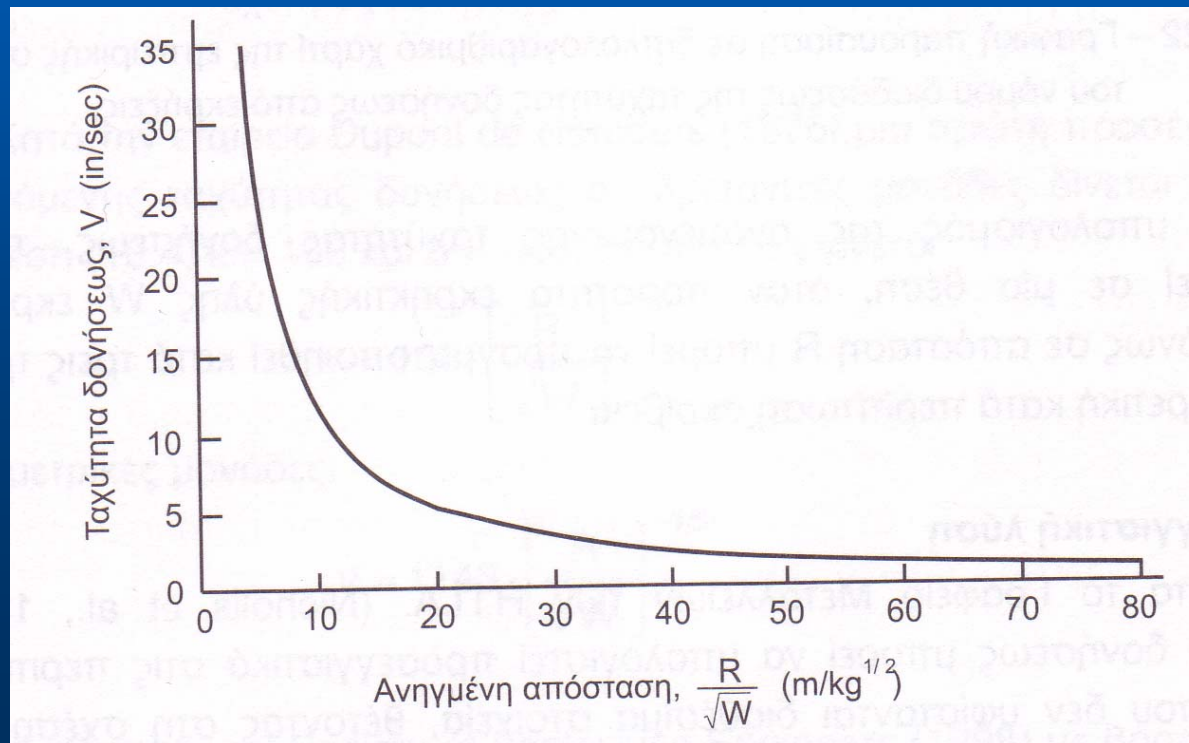
Μεγεθυντική επίδραση της ζημιάς σε κατασκευή, όταν η δεσπόζουσα συχνότητα και η φυσική συχνότητα της κατασκευής είναι κοντά



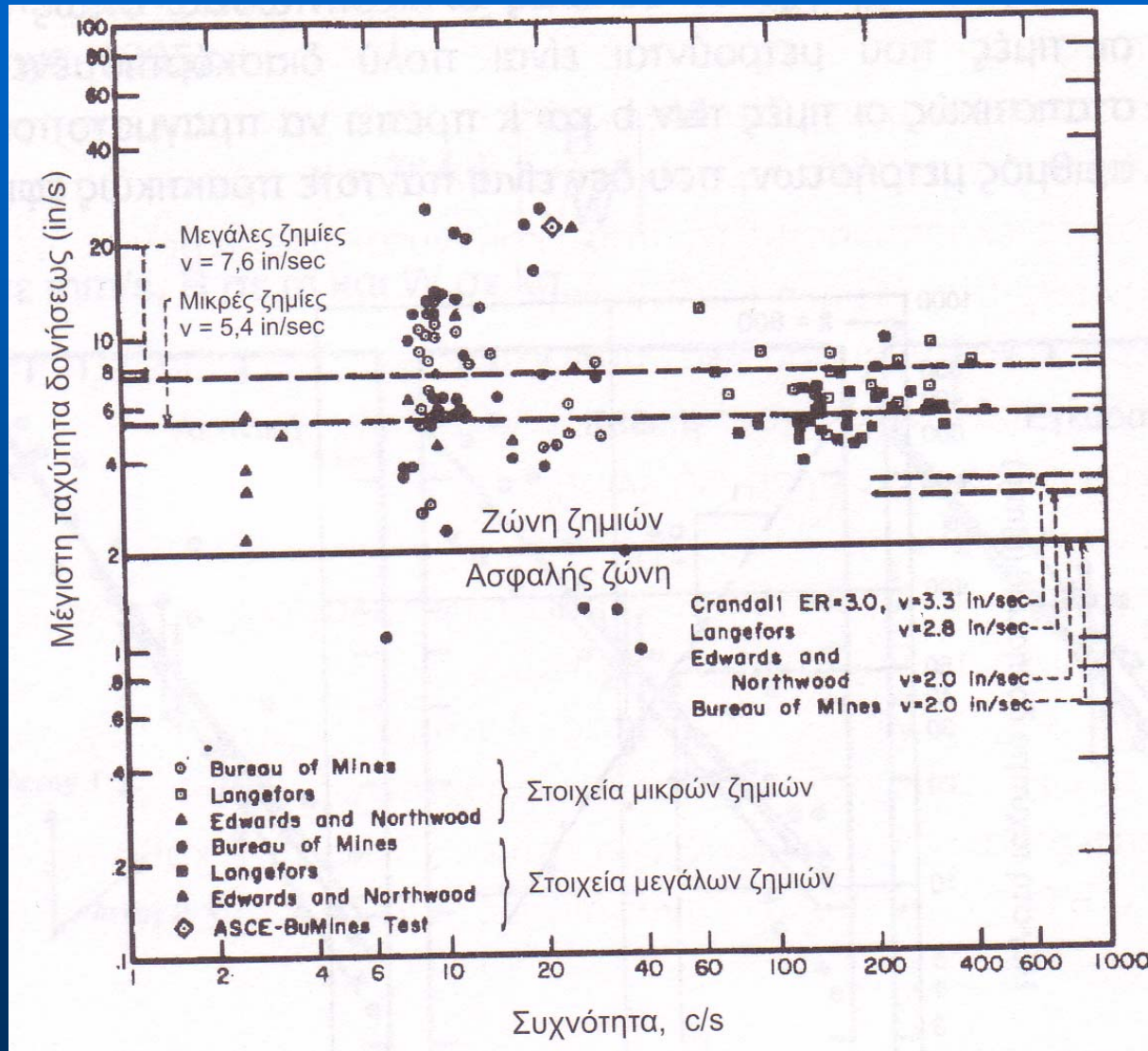
Μέγιστη ταχύτητα δονήσεως

Για τη μέγιστη ταχύτητα δονήσεως τονίζονται τα ακόλουθα:

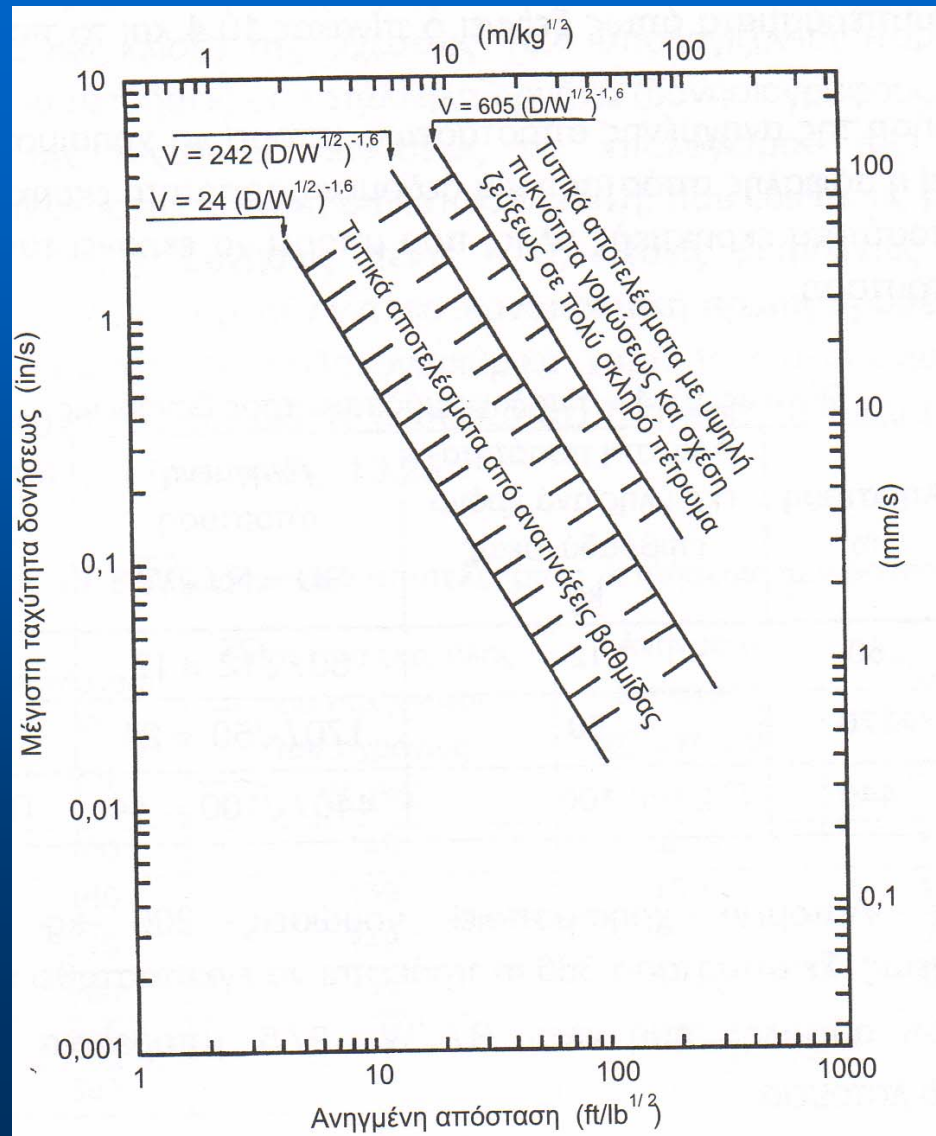
Γραφική παρουσίαση της σχέσεως μεταξύ ταχύτητας δονήσεως και ανηγμένης απόστασης με βάση στοιχεία 2.178 καταγραφών σε λατομεία αδρανών υλικών



Συσχετισμός μέγιστης ταχύτητας δονήσεως με την πιθανότητα προκλήσεως ζημιάς σε κατασκευή



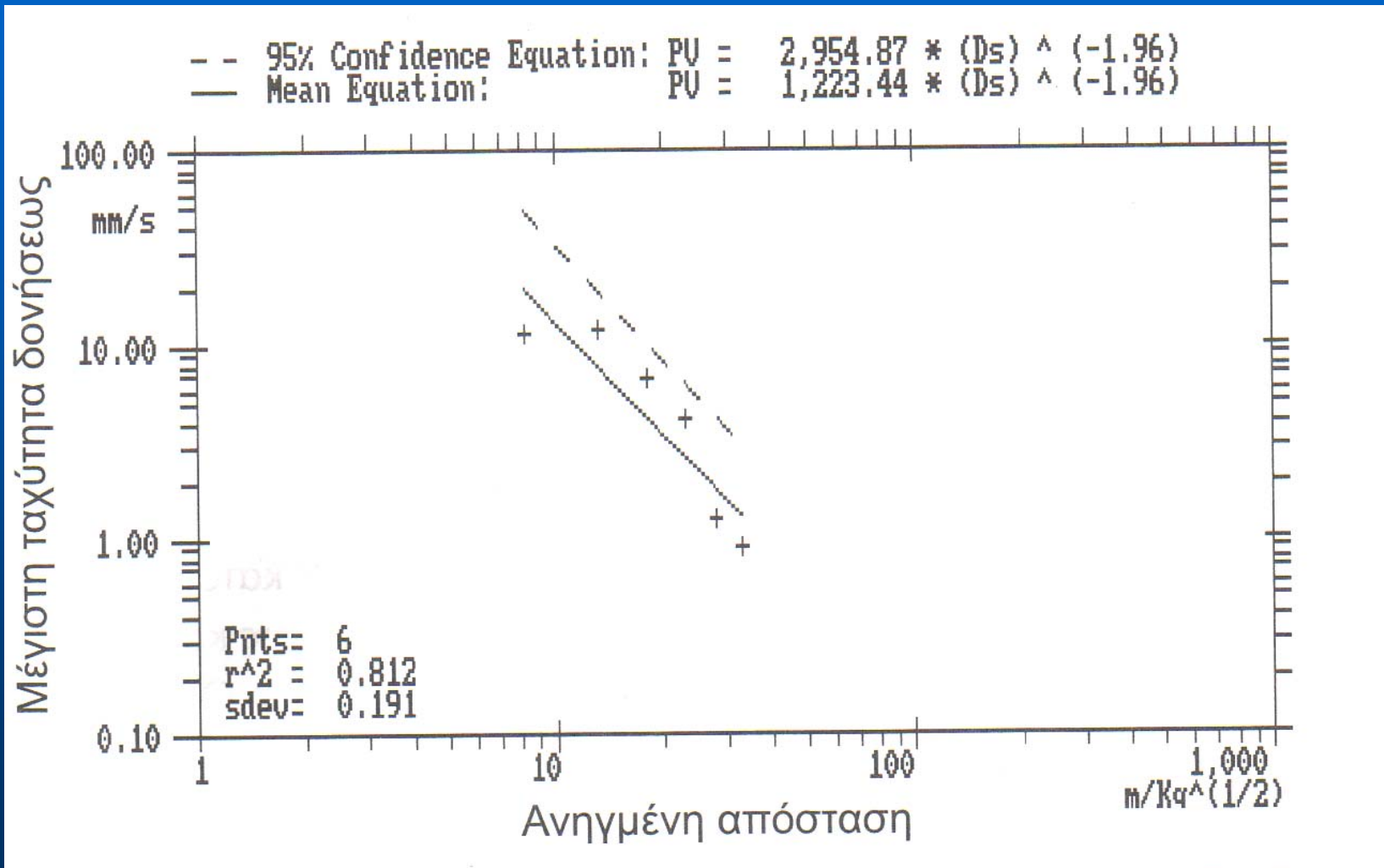
Σχέση μεταξύ της μέγιστης ταχύτητας δονήσεως και της ανηγμένης αποστάσεως



Υπολογισμός ταχύτητας δονήσεως

Έκρηξη	Απόσταση (m)	Μέγιστη ποσότητα εκρ. ύλης ανά χρόνο επιβραδύνσεως (kg)	Ανηγμένη απόσταση $SD = R * W^{0,5}$	Συμπέρασμα
1	60	12	$60 * 12^{0,5} = 17$	Επικίνδυνη
2	170	50	$170 * 50^{0,5} = 24$	Ασφαλής
3	440	100	$440 * 100^{0,5} = 44$	Πολύ ασφαλής

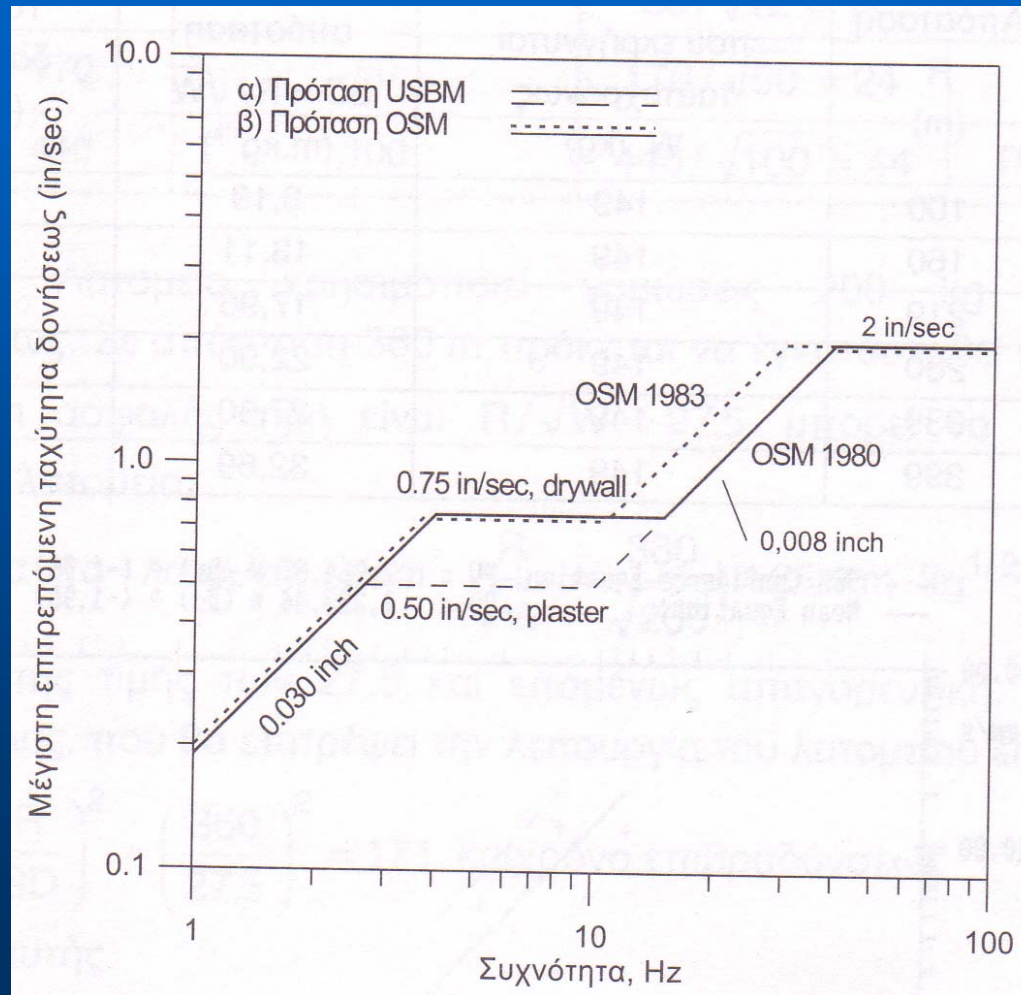
Χάραξη σχέσεως ανηγμένης απόστασεως και ταχύτητας δονήσεως σε διπλολογαριθμικό χαρτί



Πειραματικά αποτελέσματα μετρήσεως των δονήσεων

Έκρηξη	Απόσταση R (m)	Ποσότητα εκρ. ύλης που εκρήγνυται ταυτοχρόνως W (kg)	Ανηγμένη απόσταση $SD = R * W^{0,5}$ (m * kg ^{-0,5})	Ταχύτητα δονήσεως (mm/sec)
1	100	149	8,19	11,68
2	160	149	13,11	11,94
3	219	149	17,96	6,86
4	280	149	22,90	4,19
5	339	149	27,80	1,27
6	399	149	32,69	0,89

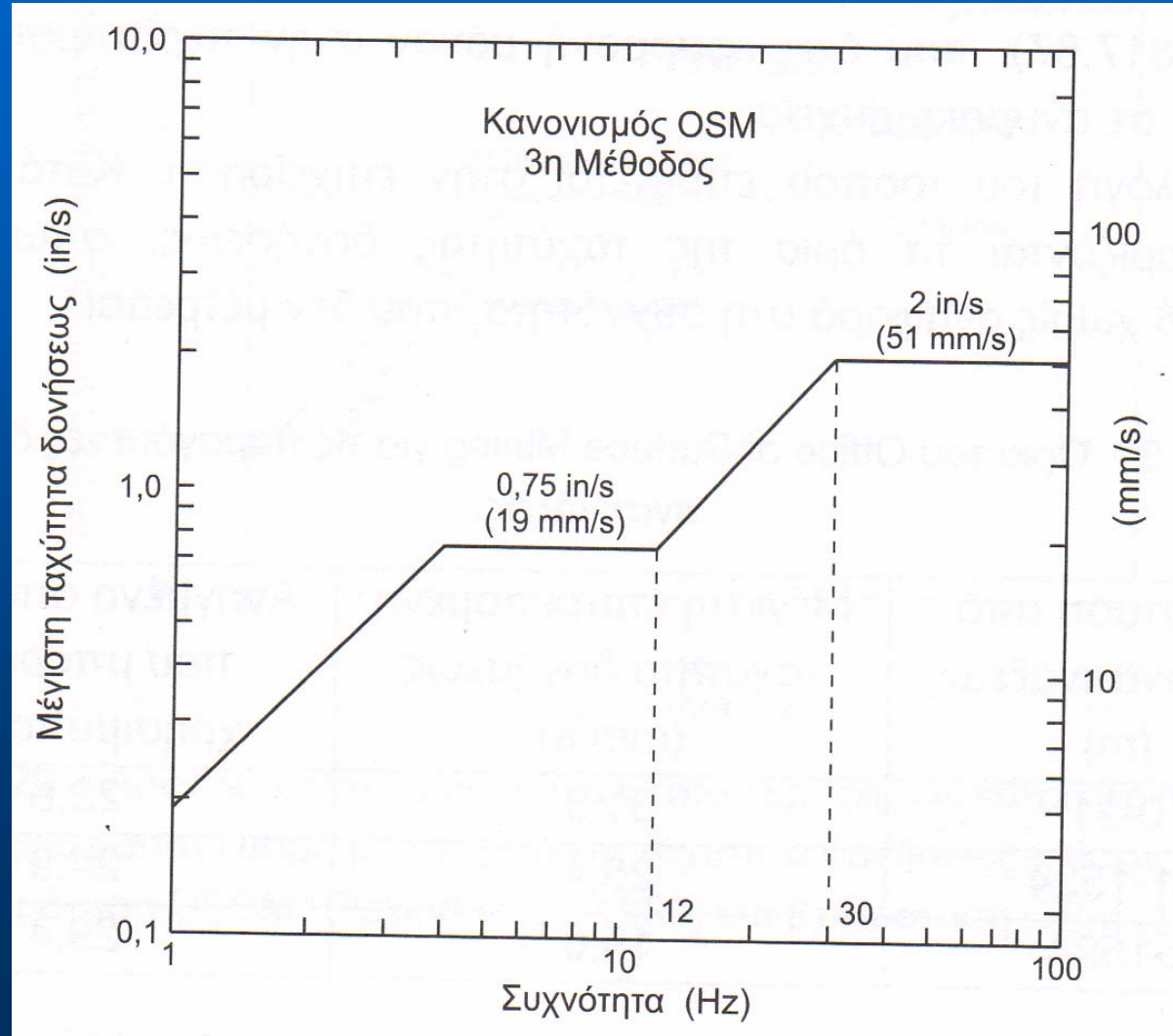
Ασφαλή επίπεδα δονήσεων από εκρήξεις σε κατοικίες συνήθους κατασκευής σε συσχετισμό με την μέγιστη ταχύτητα δονήσεως και τη συχνότητα. (α) πρόταση USBM και (β) πρόταση OSM



Όρια του Office of Surface Mining για τις παραγόμενες δονήσεις από ανατινάξεις

Απόσταση από θέση ανατίναξης (m)	Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα δονήσεως (mm/sec)	Ανηγμένη απόσταση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί
0-91	31,8	22,6
91-1524	25,4	24,9
> 1524	19,0	29,4

Ασφαλή επίπεδα δονήσεων σε συνάρτηση με τη συχνότητα δονήσεως σε συνήθους κατασκευής κατοικίες κατά το Office of Surface Mining των ΗΠΑ

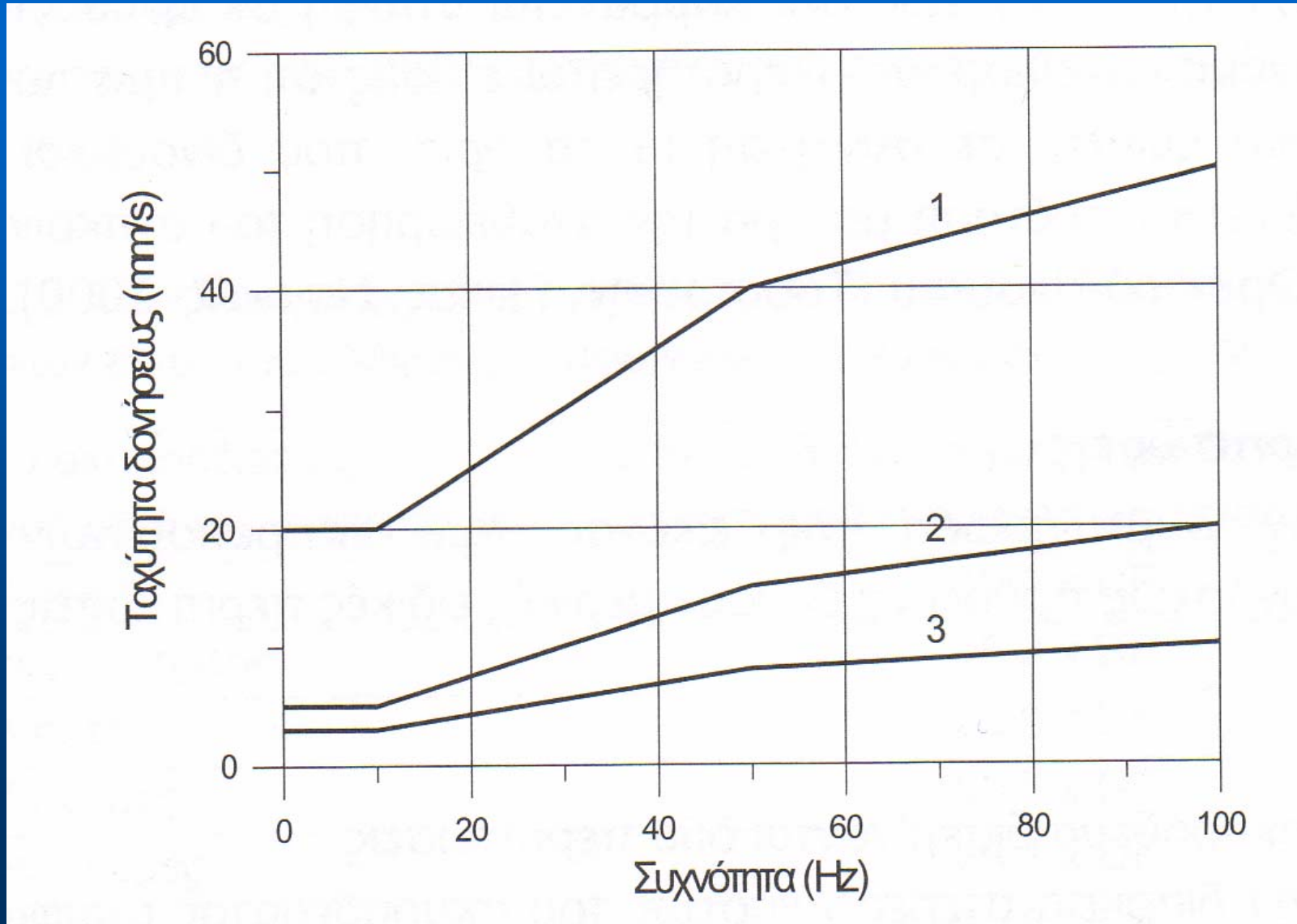


Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές της ταχύτητας δονήσεως των σωματιδίων σε συνάρτηση με τη συχνότητα για διάφορα είδη κατασκευών (DIN 4150, 1984)

Είδος κατασκευής	Ταχύτητα δονήσεως (mm/sec)		
	< 10 Hz	10-50 Hz	50-100 Hz*
1. Κτίρια γραφείων και εργοστάσια	20	20-40	40-50
2. Συνήθεις κατασκευές οικιών	5	5-15	15-20
3. Κατασκευές που λόγω της ευαισθησίας τους δεν εντάσσονται στις κατηγορίες 1 και 2	3	3-8	8-10

* Για συχνότητες μεγαλύτερες των 100 Hz εφαρμόζονται οι μέγιστες τιμές της τελευταίας δεξιά στήλης

Γραφική παρουσίαση του γερμανικού κανονισμού ασφαλών ορίων δονήσεως του εδάφους DIN 4150 (1984)



Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές της μέγιστης συνιστώσας της ταχύτητας δονήσεως σε συνάρτηση με τη συχνότητα για διάφορα είδη κατασκευών σύμφωνα με τον Ινδικό κανονισμό

Είδος κατασκευής	Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα (mm/sec)	
	$f \leq 24\text{Hz}$	$f \geq 24\text{Hz}$
Συνήθεις κατασκευές οικιών	5	10
Βιομηχανικά κτίρια	12,5	25
Ιστορικά μνημεία, ευαίσθητες κατασκευές, κατασκευές ηλικίας ≥ 50 ετών	2	5

Σύγκριση Ελληνικού Κανονισμού Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών και Σύγχρονων Κανονισμών

Όσον αφορά τη σύγκριση του Ελληνικού Κανονισμού Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών με τους Σύγχρονους Κανονισμούς τονίζονται τα ακόλουθα:

Στον Ελληνικό Κανονισμό η συχνότητα, στην οποία συμβαίνει η μέγιστη ταχύτητα δονήσεως δε λαμβάνεται υπόψη σε αντίθεση με όλους τους σύγχρονους κανονισμούς.

Παρατηρείται επίσης ότι η τιμή των 50mm/s είναι εξαιρετικά υψηλή σε σύγκριση με τα όρια, που δίνουν οι υπόλοιποι κανονισμοί.

Μείωση των παραγόμενων δονήσεων από ανατινάξεις

Όσον αφορά τη μείωση των παραγόμενων δονήσεων από ανατινάξεις τονίζονται τα ακόλουθα:

A) Πρέπει να γίνεται επιλογή του κατάλληλου βήματος επιβραδύνσεως μεταξύ των υπονόμων, ώστε να μην παρατηρούνται φαινόμενα ενισχύσεως της ταχύτητας δονήσεως, λόγω υπερθέσεως των κυματικών παλμών δύο επάλληλων εκρήξεων. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν χρησιμοποιούνται μέσα επιβραδύνσεως με ονομαστικό βήμα χρόνου 15m/s ή 20m/s, διότι έχει παρατηρηθεί πειραματικά απόκλιση τιμών μέχρις 8m/s στους χρόνους επιβραδύνσεως των συνήθων καψυλλίων ms.

B) Πρέπει να χρησιμοποιούνται μέσα επιβραδύνσεως με υψηλή ακρίβεια για τη μείωση των κινδύνων υπερθέσεως των κυματικών παλμών λόγω μικρότερων τυπικών αποκλίσεων του χρόνου επιβράδυνσης.

Γ) Πρέπει να γίνεται επιλογή της ορθής διεύθυνσης εναύσεως των διατρημάτων.

Δ) Ο βαθμός ζεύξεως της εκρηκτικής ύλης με το διάτρημα επηρεάζει το ποσοστό μεταφοράς της εκρηκτικής ενέργειας προς το πέτρωμα και κατά συνέπεια την ένταση της δονήσεως. Οι εκρηκτικές ύλες σε χύμα μορφή πληρούν καλύτερα το διάτρημα σε σχέση με τις συσκευασμένες και μεταφέρουν πιο αποδοτικά την ενέργειά τους προς το πέτρωμα, διότι είναι παντού σε επαφή με τα τοιχώματά του.

Ε) Κατακερματισμένα και κροκαλοπαγή πετρώματα με υψηλό πορώδες, λόγω της χαμηλής συνοχής μεταξύ των τεμαχίων τους, δε μεταφέρουν τη σεισμική ενέργεια τόσο ικανοποιητικά όσο τα συμπαγή. Σε μεγαλύτερο βάθος, όπου συναντάται ο υδροφόρος ορίζοντας, η απόδοση της μεταφοράς ενέργειας βελτιώνεται και οι δονήσεις είναι ισχυρότερες.

ΣΤ) Μείωση των δονήσεων επέρχεται συνήθως όταν αυξάνεται ο αριθμός των υπονόμων, στον οποίο κατανέμεται η ίδια συνολική ποσότητα εκρηκτικής ύλης. Γόμωση π.χ. ανά χρόνο επιβραδύνσεως 1kg σε 100 διατρήματα θα προκαλέσει μείωση της εντάσεως των δονήσεων σε σύγκριση με εκείνη, που θα παραχθεί από μια υπόνομο με 100kg εκρηκτικής ύλης, ενώ παράλληλα η συχνότητα των δονήσεων θα είναι μεγαλύτερη.

Ζ) Ο λόγος ύψος βαθμίδας προς το φορτίο πρέπει να είναι μεγαλύτερος του 2.

Σχηματική διάταξη των τριών περιπτώσεων ανατινάξεως 40 υπονόμων ταυτοχρόνως και με επιβράδυνση

① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ①

① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ①

40 υπόνομοι εκρηγνυόμενοι ταυτόχρονα

MS2 ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ②

MS1 ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ①

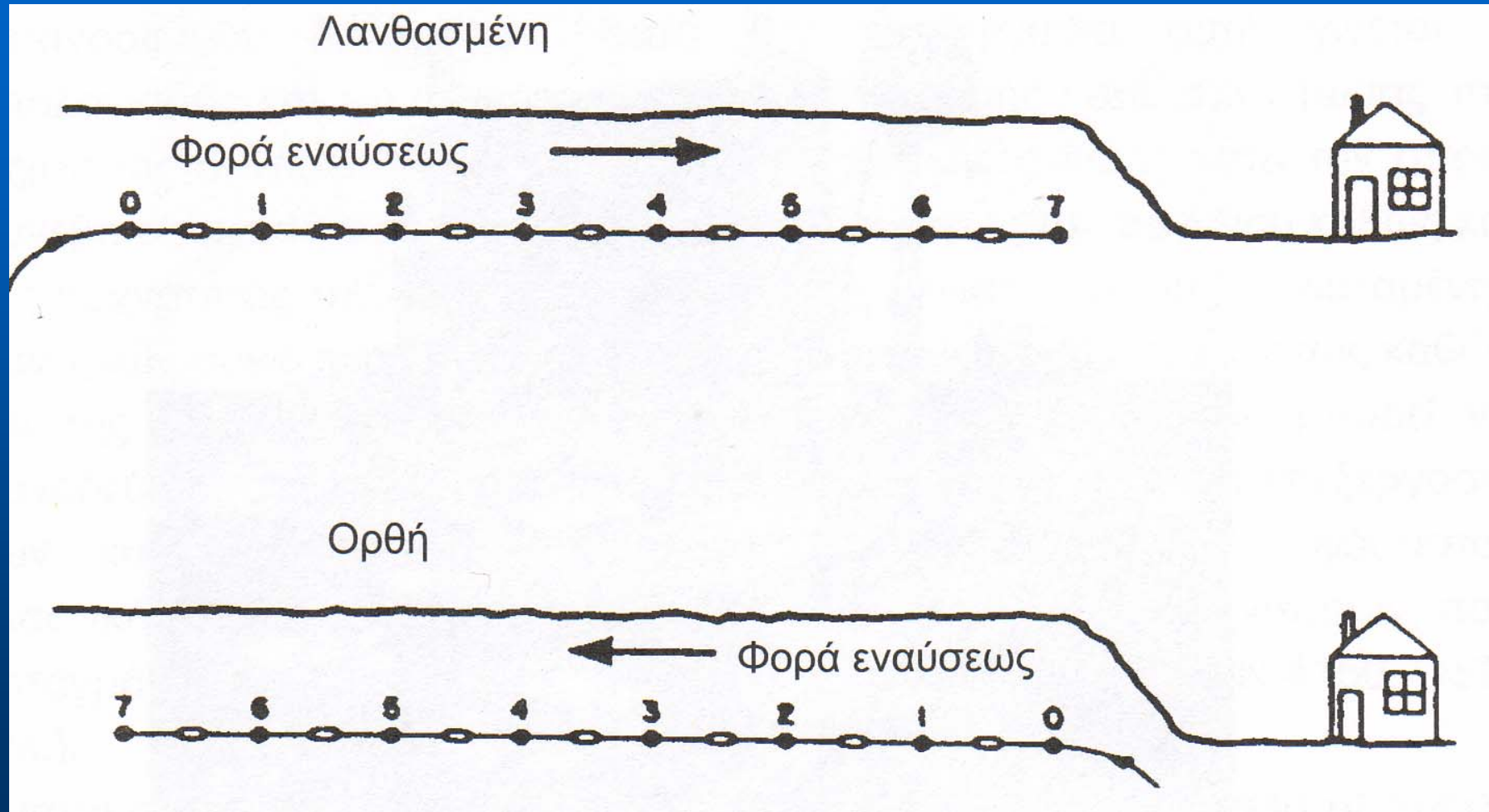
20 υπόνομοι εκρηγνυόμενοι ανά χρόνο επιβραδύνσεως

MS3 ③ ③ ③ ③ ③ ③ ③ ③ ③ ③ ④ ④ ④ ④ ④ ④ ④ ④ ④ ④ MS4

MS1 ① ① ① ① ① ① ① ① ① ① ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② MS2

10 υπόνομοι εκρηγνυόμενοι ανά χρόνο επιβραδύνσεως

Επιλογή της ορθής διεύθυνσεως εναύσεως για μείωση της ταχύτητας δονήσεως προς την διεύθυνση της κατοικίας



Ωστικό κύμα των ανατινάξεων

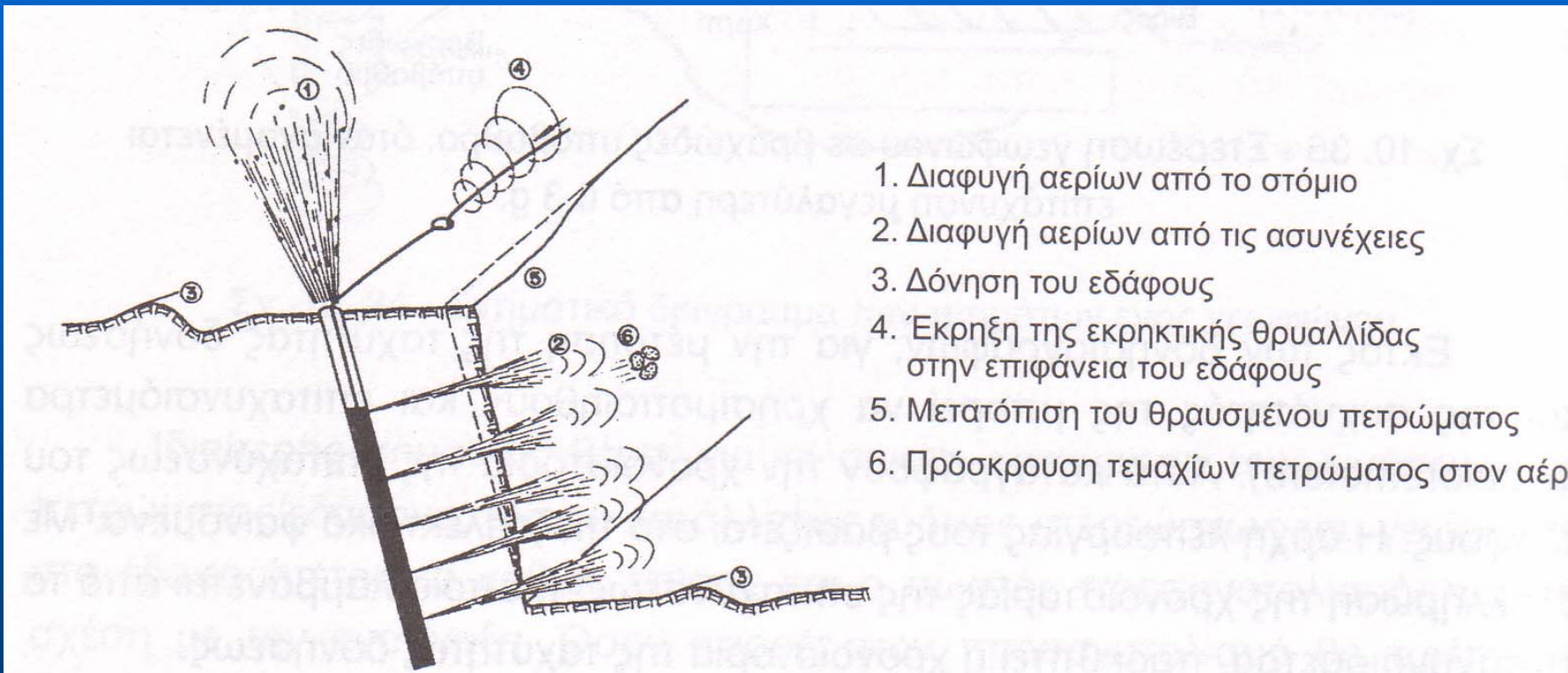
Όσον αφορά το ωστικό κύμα των ανατινάξεων τονίζονται τα ακόλουθα:

Εκτός από τις εδαφικές δονήσεις, οι ανατινάξεις δημιουργούν ατμοσφαιρικά κύματα, που καλούνται ωστικά κύματα ή κύματα υπερπίεσεως, επειδή προκαλούν στην ατμόσφαιρα πίεση μεγαλύτερη από αυτή που πάντοτε υπάρχει.

Τα κύματα αυτά είναι θλιπτικά κύματα, παρόμοια με εκείνα εντός του νερού ή του εδάφους (P κύματα, διότι δεν υπάρχουν στον αέρα διατμητικά κύματα) και ταξιδεύουν με την ταχύτητα διαδόσεως του ήχου στον αέρα.

Συνεπώς σε μια ανατίναξη, εάν γίνουν αισθητά, αυτό θα γίνει πολύ αργότερα από την δόνηση του εδάφους, αφού τα εδαφικά κύματα P ταξιδεύουν 5-20 φορές ταχύτερα.

Πηγές προκλήσεως του ωστικού κύματος σε μια ανατίναξη



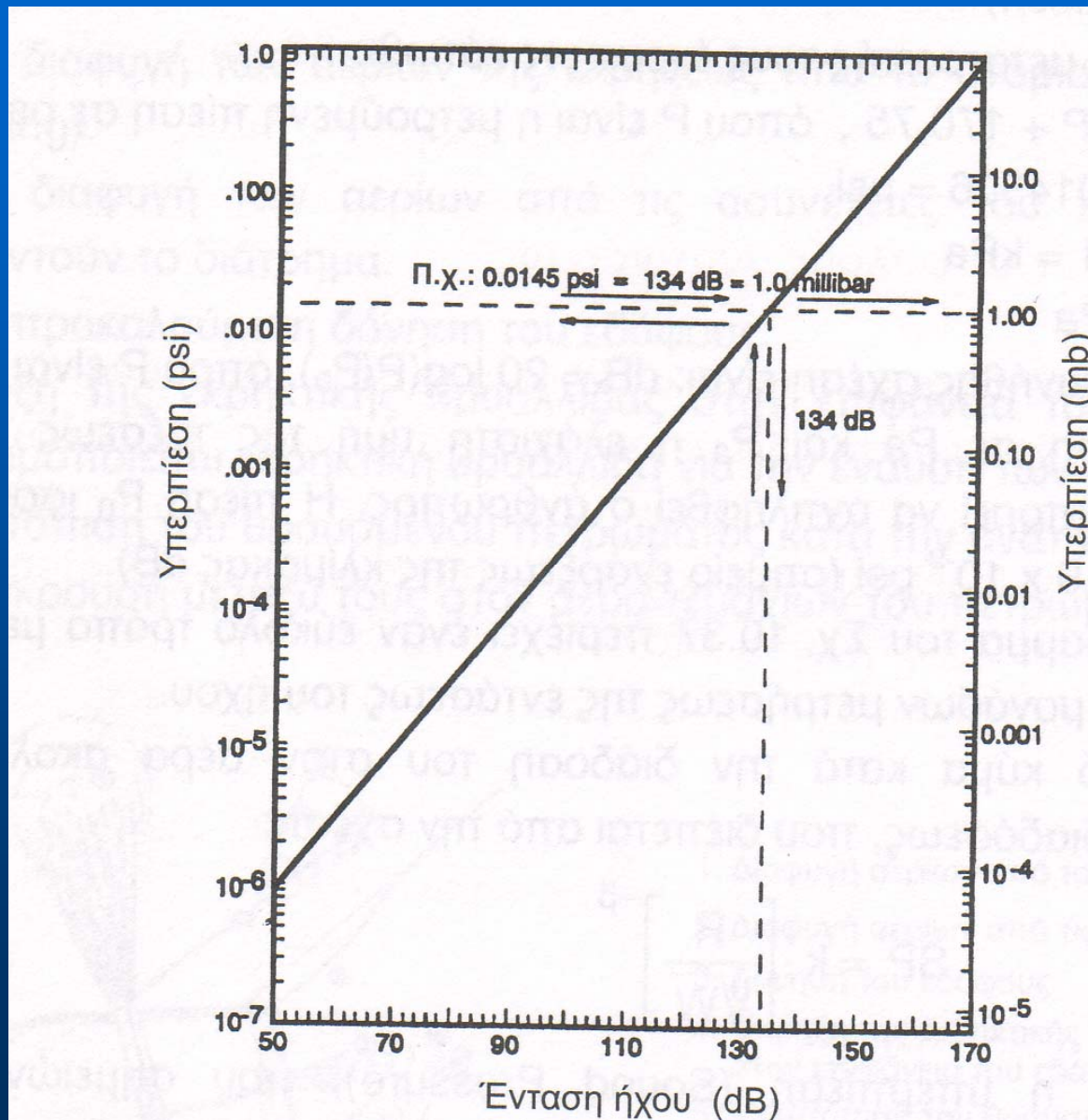
Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του ωστικού κύματος

Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του ωστικού κύματος τονίζονται τα ακόλουθα:

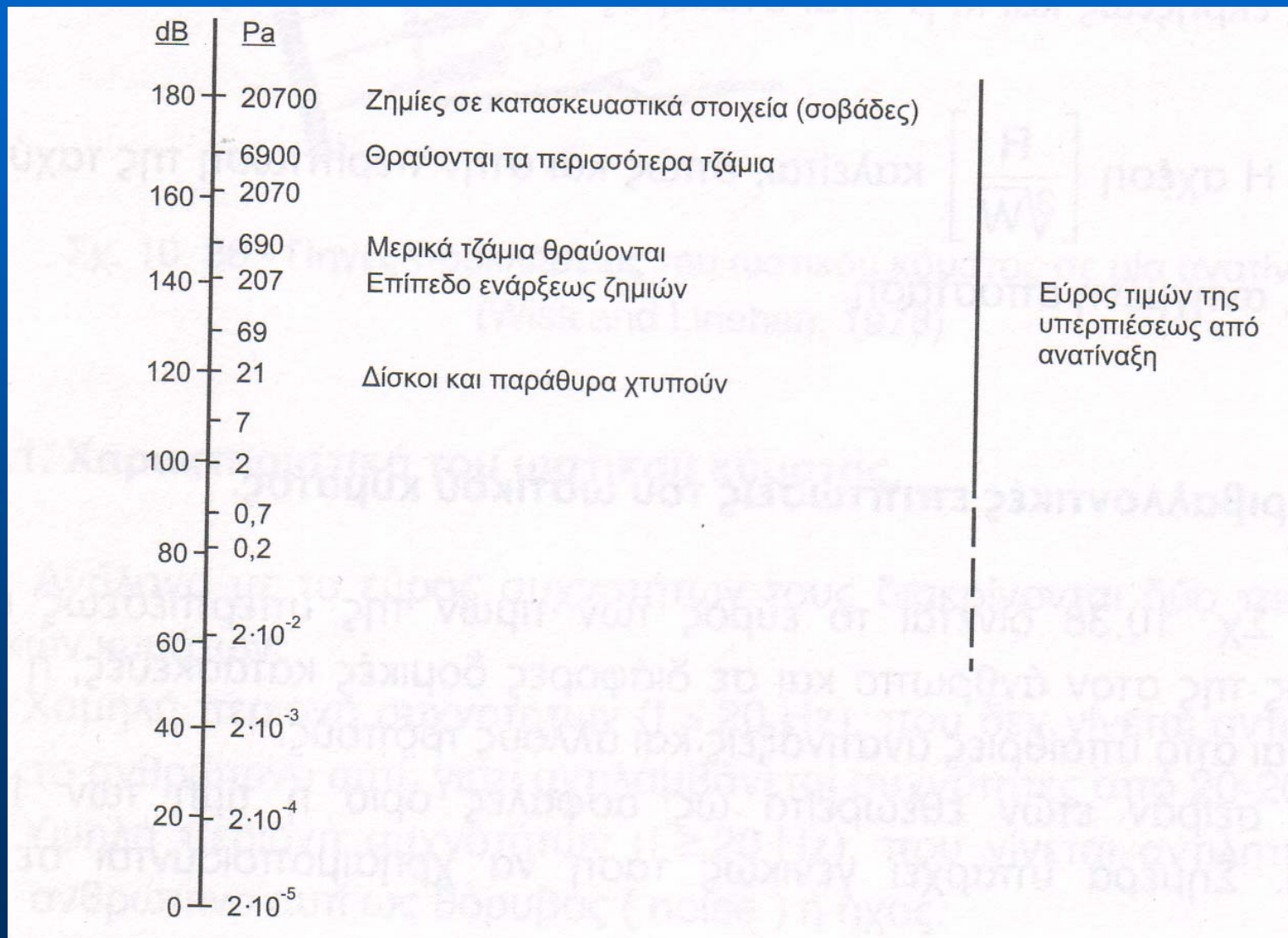
Επί σειρά ετών θεωρείτο ως ασφαλές όριο η τιμή των 140dB (0,029psi). Σήμερα υπάρχει γενικώς τάση να χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση ανατινάξεως, τα χαμηλότερα εκείνα όρια, που εφαρμόζονται στις μεγάλες υπαίθριες εκμεταλλεύσεις πρώτων υλών.

Το Γραφείο Μεταλλείων των ΗΠΑ θεωρεί την τιμή 134dB (0,0145psi) ως την ανώτατη επιτρεπόμενη. Η τιμή αυτή αντιστοιχεί στο ήμισυ της προηγούμενης των 140dB και ισούται προς εκείνη, που προκαλεί άνεμος ταχύτητας 32km/hr.

Νομόγραμμα μετατροπής των μονάδων εντάσεως του ήχου



Επίδραση της προκαλούμενης εντάσεως της υπερπίεσεως στον άνθρωπο και σε διάφορες δομικές κατασκευές

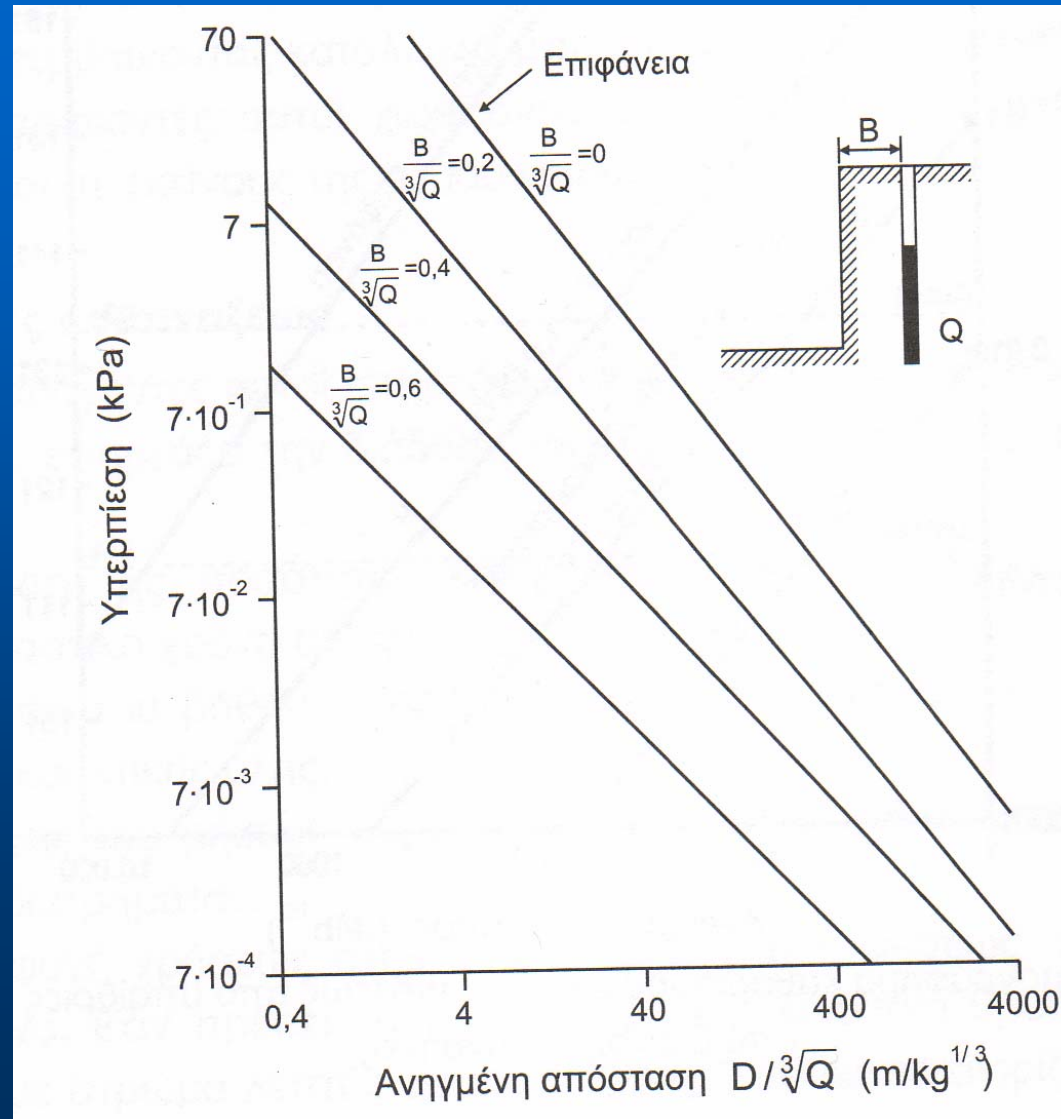


Σχεδιασμός ασφαλούς ανατινάξεως

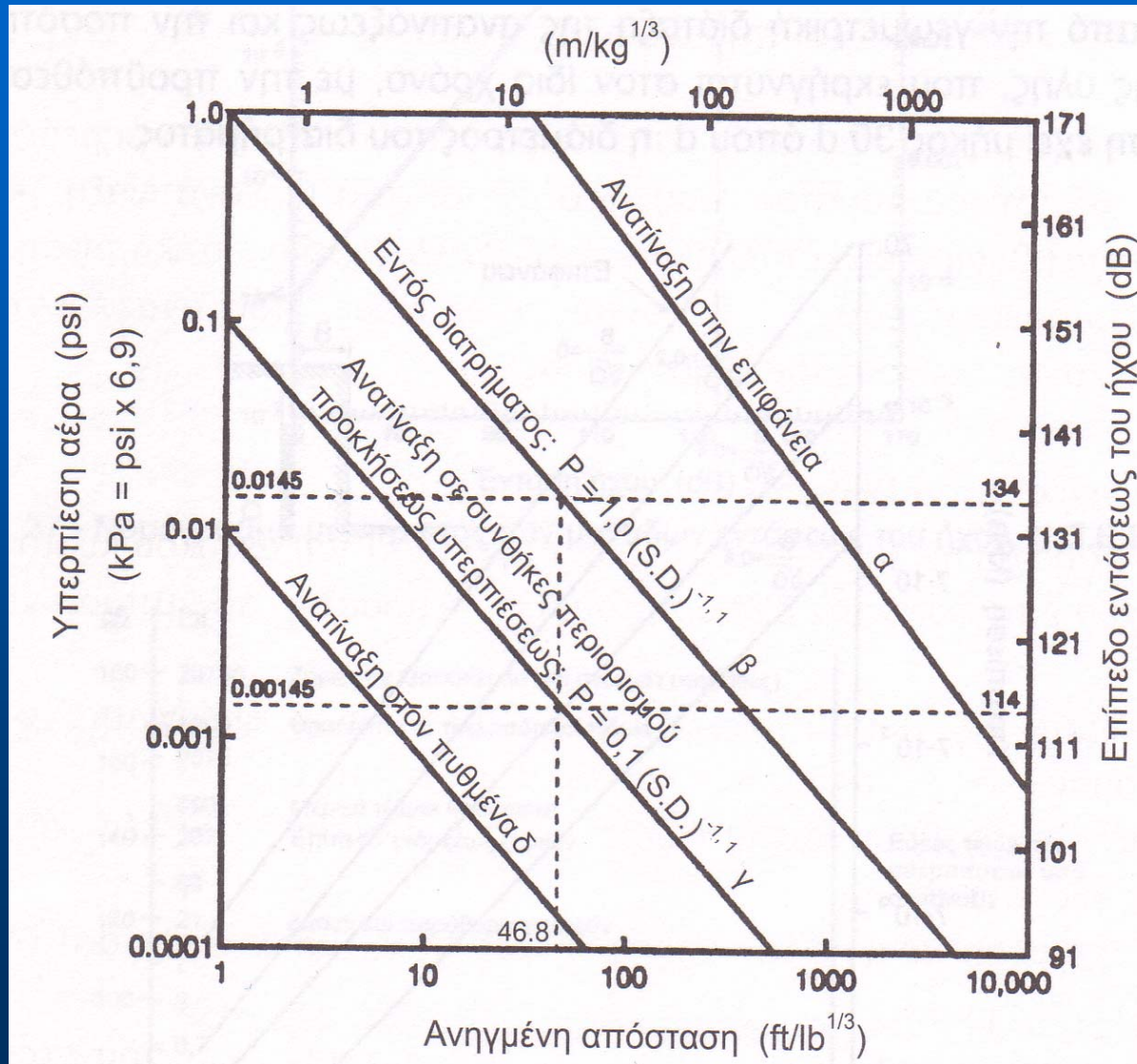
Όσον αφορά το σχεδιασμό ασφαλούς ανατινάξεως τονίζονται τα ακόλουθα:

Για το σχεδιασμό ασφαλούς ανατινάξεως μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε υπαίθριες ανατινάξεις μετώπου βαθμίδας νομόγραμμα για την πρόβλεψη της εντάσεως του ωστικού κύματος από την γεωμετρική διάταξη της ανατινάξεως και την ποσότητα της εκρηκτικής ύλης, που εκρήγνυται στον ίδιο χρόνο, με την προϋπόθεση ότι η επιγόμωση έχει μήκος $30d$, όπου d η διάμετρος του διατρήματος.

Προσδιορισμός της ωστικής πίεσης με βάση τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και την γόμωση των διατρημάτων



Νομογράφημα καθορισμού ωστικής πίεσεως από υπαίθριες ανατινάξεις υπό διάφορες συνθήκες



Μέτρα περιορισμού της ωστικής πίεσεως

Όσον αφορά τον περιορισμό της ωστικής πίεσεως, οι επεμβάσεις, που μπορεί να γίνουν είναι:

A) Μείωση της ποσότητας εκρηκτικής ύλης, που εκρήγνυται στον ίδιο ονομαστικό χρόνο σύμφωνα με το μέσο εναύσεως.

B) Αύξηση του βάθους τοποθέτησεως στο διάτρημα του κέντρου βάρους της εκρηκτικής ύλης.

Γ) Αύξηση του μήκους της επιγομώσεως σε 25d, όπου d η διάμετρος του διατρήματος.

Δ) Αποφυγή χρήσεως στην επιφάνεια μέσω εναύσεως, που εκρήγνυνται έντονα. Εάν πρέπει να χρησιμοποιηθεί εκρηκτική θρυαλλίδα η κάλυψή της με στρώμα λεπτής άμμου πάχους 7-10cm περιορίζει σημαντικά τον θόρυβο.

Ε) Αποφυγή προσανατολισμού της διεύθυνσεως εναύσεως των υπονόμων προς εκείνη, που θα προκληθεί ηχητική όχληση σε συνδυασμό με την επιλογή της κατάλληλης χρονικής βαθμίδας επιβραδύνσεως, ώστε η βαθμιαία προχώρηση της ανατινάξεως να γίνεται με ταχύτητα μικρότερη από εκείνη του ήχου στον αέρα. (340m/s).

Ατμοσφαιρικοί παράγοντες

Όσον αφορά τους ατμοσφαιρικούς παράγοντες τονίζονται τα ακόλουθα:

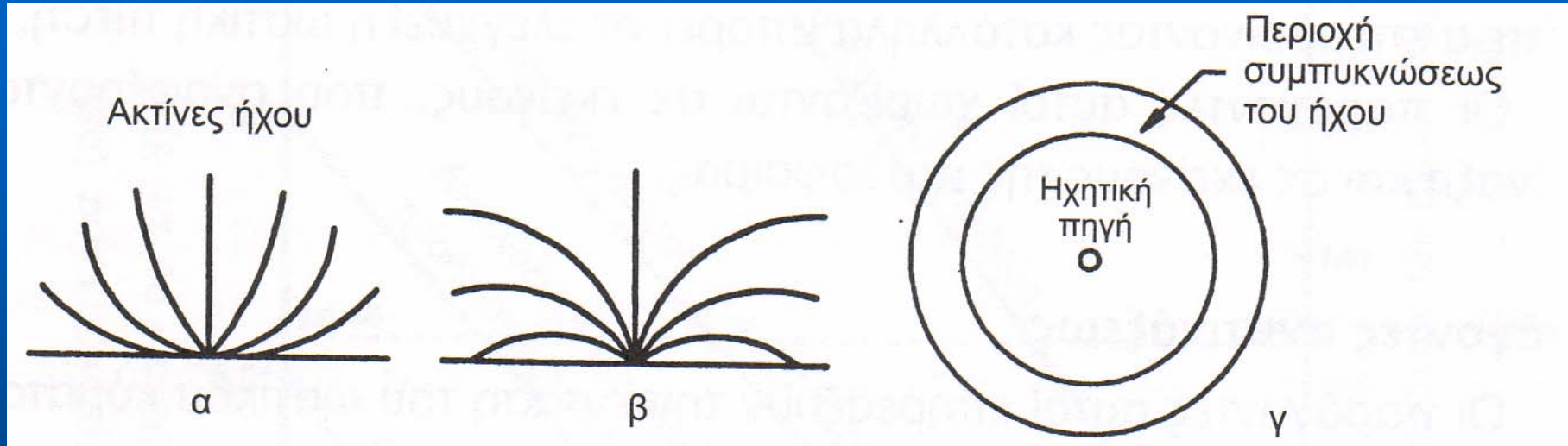
Οι κύριοι ατμοσφαιρικοί παράγοντες, που επηρεάζουν τη διάδοση του ωστικού κύματος, είναι η θερμοκρασιακή αναστροφή και η διεύθυνση του ανέμου.

Σε κανονικές συνθήκες η θερμοκρασία του αέρα μειώνεται κατά $1,9^{\circ}\text{C}$ ανά 305m . Το ίδιο συμβαίνει με την ταχύτητα του αέρα, που μεταβάλλεται κατά $0,5\text{m/s}$ για κάθε αλλαγή της θερμοκρασίας κατά 1°C . Η κανονική αυτή συνθήκη στρέφει τα ηχητικά κύματα προς τα άνω, μακριά από το έδαφος, με αποτέλεσμα να απορροφούνται από την ατμόσφαιρα.

Στην περίπτωση θερμοκρασιακής αναστροφής, που είναι ένα ασύνηθες φυσικό φαινόμενο, η θερμοκρασία του αέρα αυξάνεται με το ύψος, με αποτέλεσμα τα ηχητικά κύματα να επιστρέφουν προς το έδαφος και να δημιουργείται μια περιοχή με ισχυρό θόρυβο.

Ο άνεμος μπορεί να επιδράσει ανάλογα με τη διεύθυνση, που ενεργεί και την έντασή του, στην εστίαση του θορύβου σε μια περιοχή. Η κατασκευή αναχώματος ή άλλης μορφής προστατευτικού φράγματος μεταξύ θέσεως ανατινάξεως και χώρου οχλήσεως μειώνει την επίδραση αυτή.

Κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες (α) και θερμοκρασιακή αναστροφή (β) με ενίσχυση του θορύβου σε μια περιοχή (γ)



Επίδραση διεύθυνσεως ανέμου με συγκέντρωση του θορύβου σε μια περιοχή



Εκτόξευση τεμαχίων πετρώματος

Όσον αφορά την εκτόξευση τεμαχίων πετρώματος τονίζονται τα ακόλουθα:

Η εκτόξευση τεμαχίων του πετρώματος (flyrock) κατά τη διάρκεια ανατινάξεως σε μεγάλες αποστάσεις είναι ένα ανεπιθύμητο συμβάν, το οποίο πρέπει να περιορίζεται λόγω των κινδύνων προκλήσεως ατυχημάτων και υλικών ζημιών.

Σύμφωνα με στοιχεία από διάφορες πηγές, περίπου το 40-60% των ατυχημάτων από ανατινάξεις οφείλεται σε εκτόξευση τεμαχίων του πετρώματος, βάρους μέχρι μερικές εκατοντάδες kg, σε αποστάσεις 300-900m.

Η χρησιμοποίηση διαρκώς ισχυρότερων ανατινάξεων στις υπαίθριες εκμεταλλεύσεις έχει επαυξήσει τα τελευταία χρόνια τον κίνδυνο αυτό και ως εκ τούτου η επιβολή μέτρων ελέγχου του είναι επιβεβλημένη.

Αιτία προκλήσεως της εκτόξευσης τεμαχίων

Οι συνθήκες, οι οποίες ευνοούν την εκτόξευση τεμαχίων του ανατινασσόμενου πετρώματος σε μεγάλες αποστάσεις, μπορεί να αναζητηθούν στα κάτωθι αίτια:

A) Γεωλογικές συνθήκες

Έντονα ρωγματωμένο πέτρωμα, περιοχές πετρώματος με χαμηλά μηχανικά χαρακτηριστικά και η παρουσία εγκοίλων είναι τα συνήθη γεωλογικά αίτια, στα οποία οφείλεται η εκτόξευση τεμαχίων πετρώματος, διότι δημιουργούν περιοχές είτε χαμηλής αντιστάσεως του πετρώματος και επομένως εύκολης θραύσεώς του, είτε συγκεντρώσεως μεγάλης ποσότητας εκρηκτικής ύλης, που δρα ως γόμωση κρατήρα κατά την έναυσή της.

Η μειωμένη τοπικά αντίσταση του πετρώματος στη διάτρησή του υποδεικνύει τις περιοχές αυτές του πετρώματος.

B) Ανεπαρκές φορτίο-Απόσταση μεταξύ υπονόμων

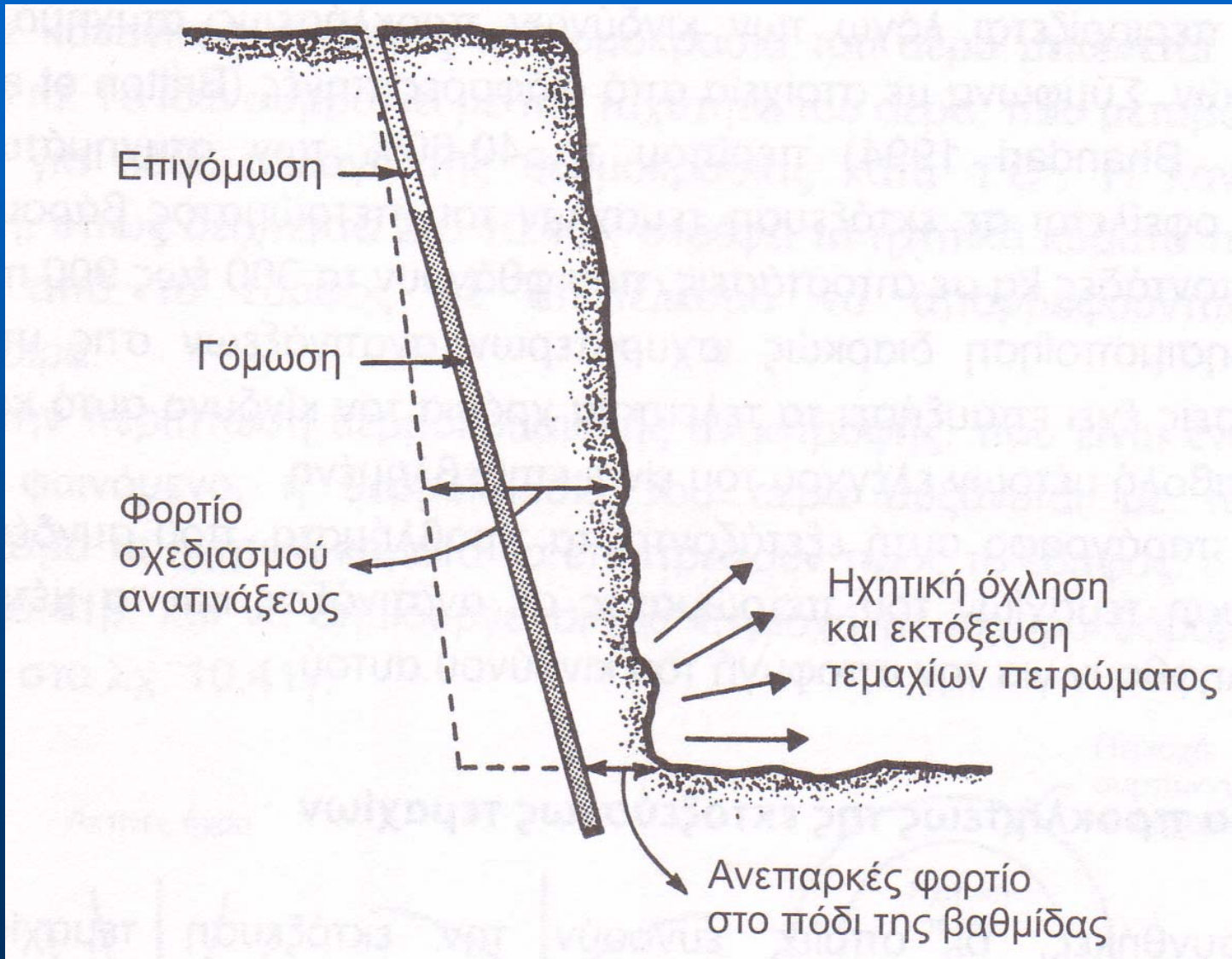
Εάν το φορτίο είναι ανεπαρκές, θα προκληθεί εκτόξευση τεμαχίων του πετρώματος, συνοδευόμενη από ισχυρό θόρυβο. Εάν επίσης το φορτίο είναι μικρότερο από 25 φορές τη διάμετρο του διατρήματος ($B < 25d$), τότε προκύπτει μεγάλη ειδική κατανάλωση, με αποτέλεσμα να διατίθεται περίσσεια ενέργειας, που αναλίσκεται στην εκτόξευση τεμαχίων του πετρώματος.

Εάν αντιθέτως το φορτίο είναι μεγαλύτερο του κανονικού, τότε θα προκληθεί εκτόξευση προς τα άνω του υλικού επιγόμωσης και θα δημιουργηθεί κρατήρας, που θα προκαλέσει εκτόξευση τεμαχίων του πετρώματος.

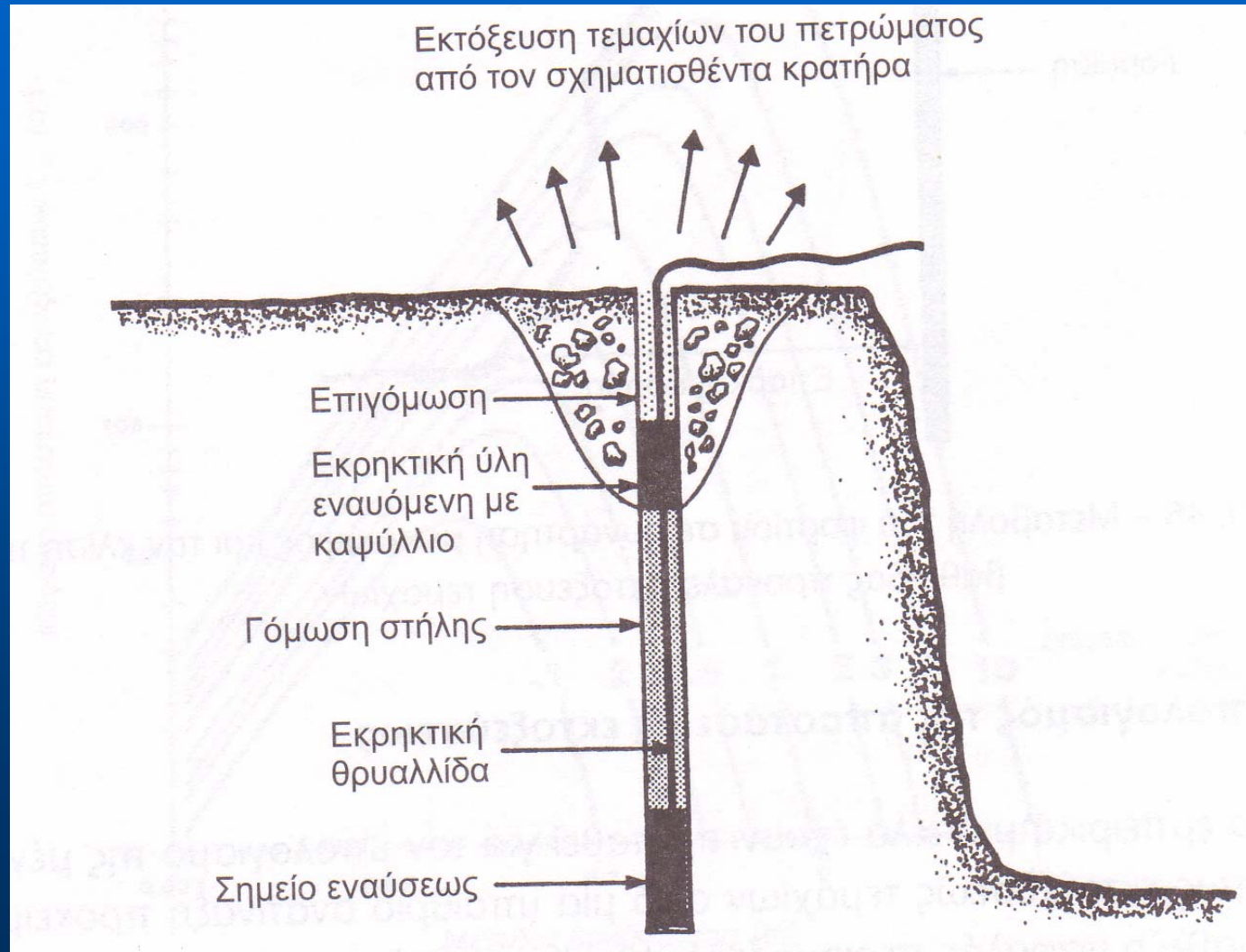
Η χρήση κατακόρυφων διατρημάτων, ιδιαίτερα σε μεγάλου ύψους βαθμίδες, δημιουργεί πάντοτε διαφοροποίηση του φορτίου μεταξύ του άνω και κάτω δαπέδου της βαθμίδας, λόγω της κλίσεως του μετώπου της βαθμίδας. Αυτό έχει ως συνέπεια να δημιουργηθεί περιοχή με μικρότερο του κανονικού φορτίο από όπου προκαλείται η εκτόξευση τεμαχίων με την πρόωρη διαφυγή των αερίων της έκρηξης. Το αποτέλεσμα είναι ακόμη πιο δυσμενές, όταν η έναυση γίνεται υψηλά στο διάτρημα.

Εάν εξάλλου, η απόσταση μεταξύ των υπονόμων είναι μικρότερη του φορτίου, τότε προκαλείται συχνά ο σχηματισμός ενός επιπέδου θραύσεως κατά μήκος της σειράς των υπονόμων, από το οποίο διαφεύγουν νωρίς τα αέρια της εκρήξεως προς την ατμόσφαιρα.

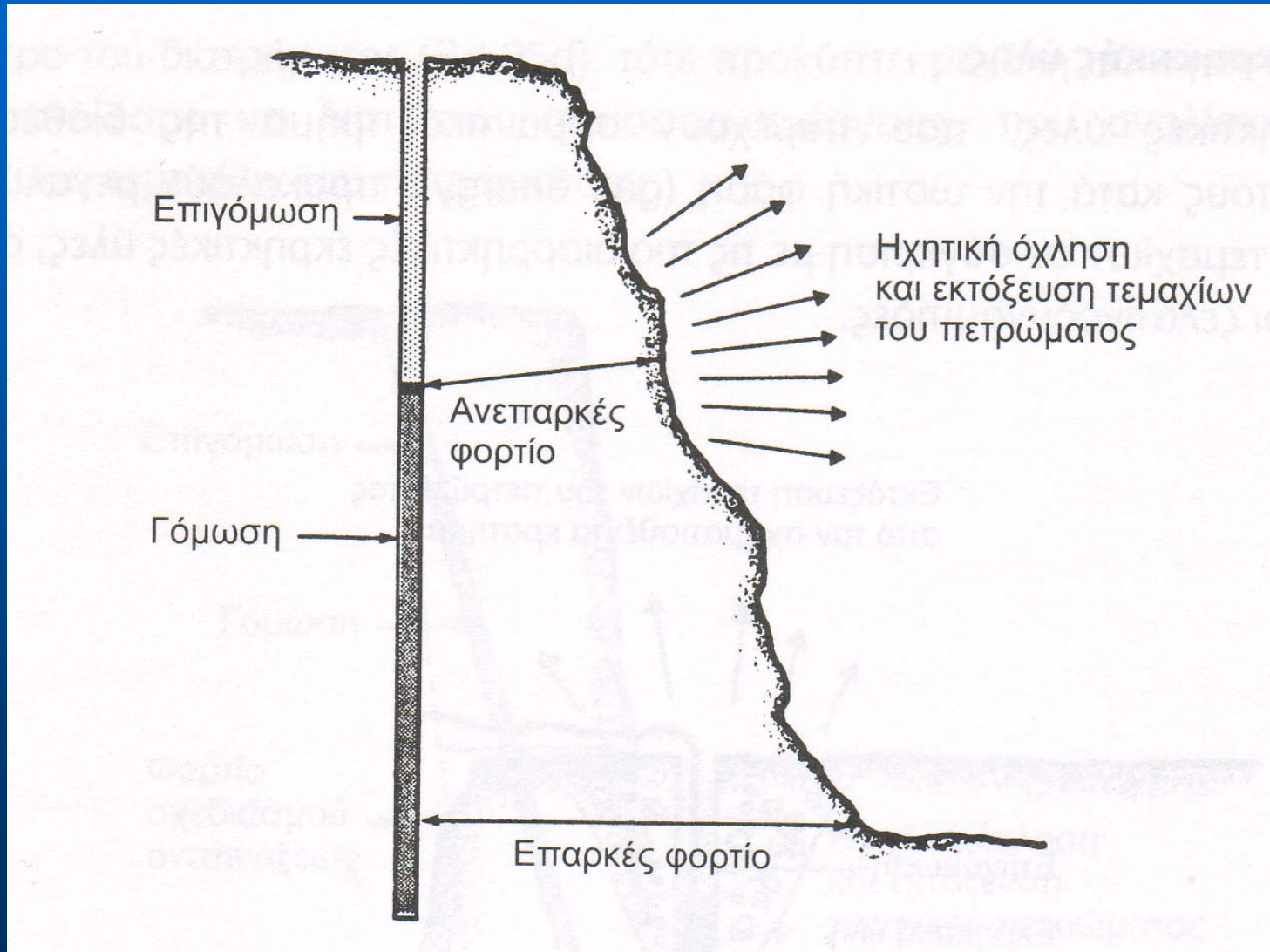
Ανεπαρκές φορτίο, που δημιουργήθηκε από παρέκκλιση του διατρήματος, προκαλεί εκτόξευση τεμαχίων



Φορτίο μεγαλύτερο του κανονικού έχει ως συνέπεια τη δημιουργία κρατήρα και την εκτόξευση τεμαχίων σε μεγάλη απόσταση



Μεταβολή του φορτίου σε συνάρτηση με το ύψος και την κλίση της βαθμίδας προκαλεί εκτόξευση τεμαχίων



Γ) Επιλογή εκρηκτικής ύλης

Εκρηκτικές ύλες, που παρέχουν σημαντικό τμήμα της διαθέσιμης ενέργειάς τους κατά την ωστική φάση, προκαλούν μεγαλύτερη εκτόξευση τεμαχίων σε σύγκριση με τις πιο διαρρηκτικές εκρηκτικές ύλες, όπως είναι π.χ. οι ζελατινοδυναμίτιδες.

Δ) Ανεπαρκής επιγύμωση

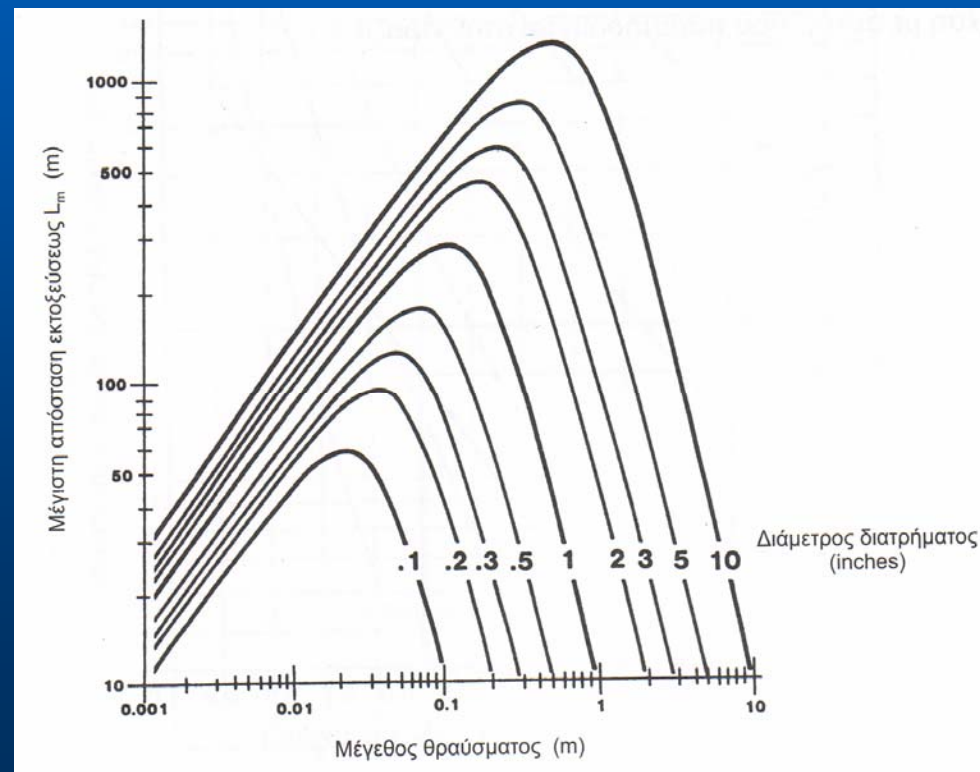
Η επιγύμωση αυξάνει την απόδοση της ανατινάξεως, διότι εξαναγκάζει τα αέρια της εκρήξεως να αναζητήσουν διέξοδο προς την ατμόσφαιρα όχι διαμέσου αυτής, αλλά πλευρικά μέσω του ρωγματωθέντος κατά την κρουστική φάση πετρώματος, που ωθείται προς το πρηνές.

Εάν η επιγύμωση δεν είναι επαρκής, τότε τα αέρια βρίσκουν ευκολότερη διέξοδο διαμέσου αυτής, παρασύροντας κατά την έξοδό τους και τεμάχια του ήδη ρωγματωθέντος πετρώματος, που εκτοξεύονται μακριά, καθώς απέκτησαν σημαντική κινητική ενέργεια.

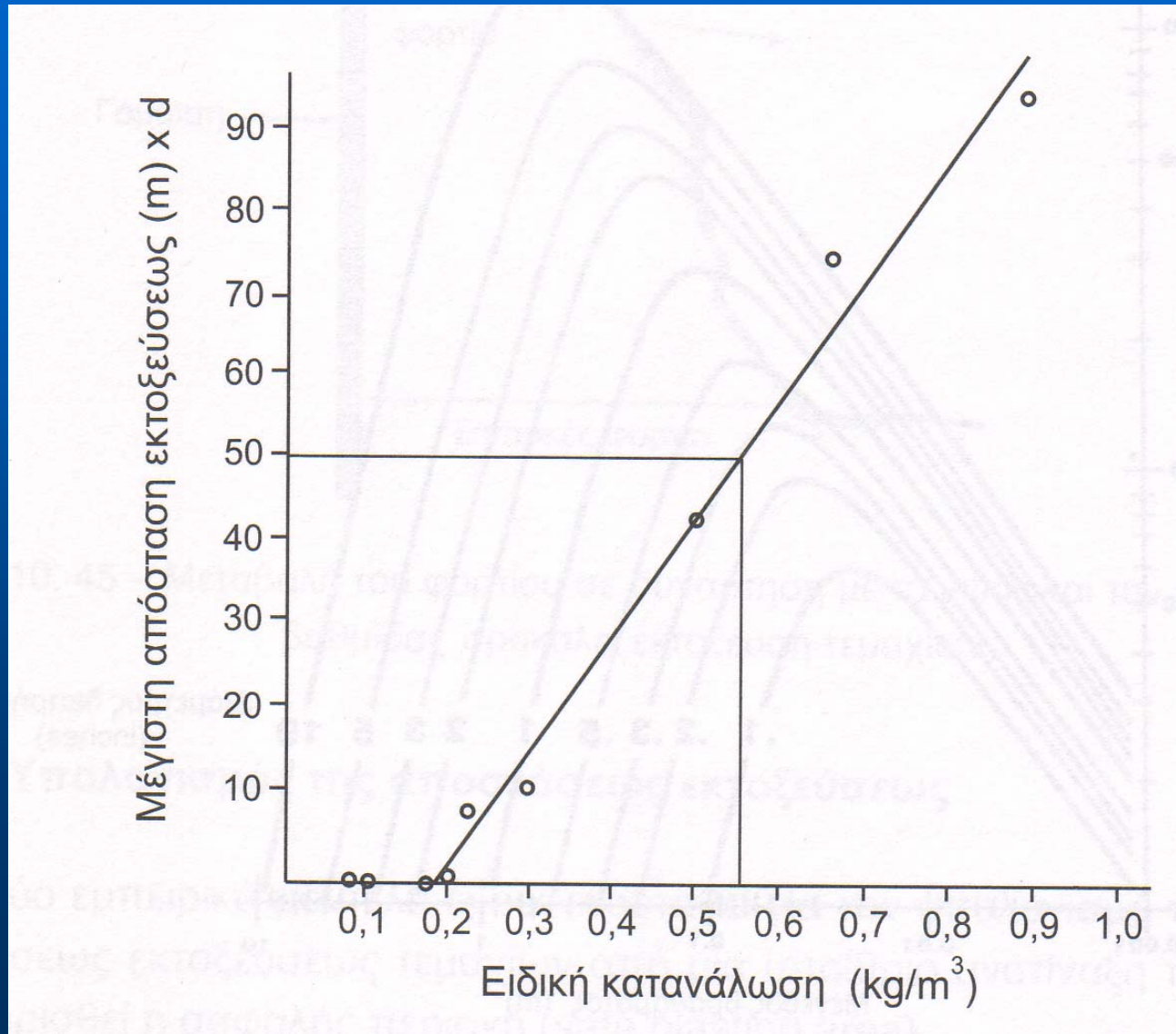
Υπολογισμός της απόστασης εκτοξεύσεως

Για τον υπολογισμό της απόστασης εκτοξεύσεως τονίζονται τα ακόλουθα:

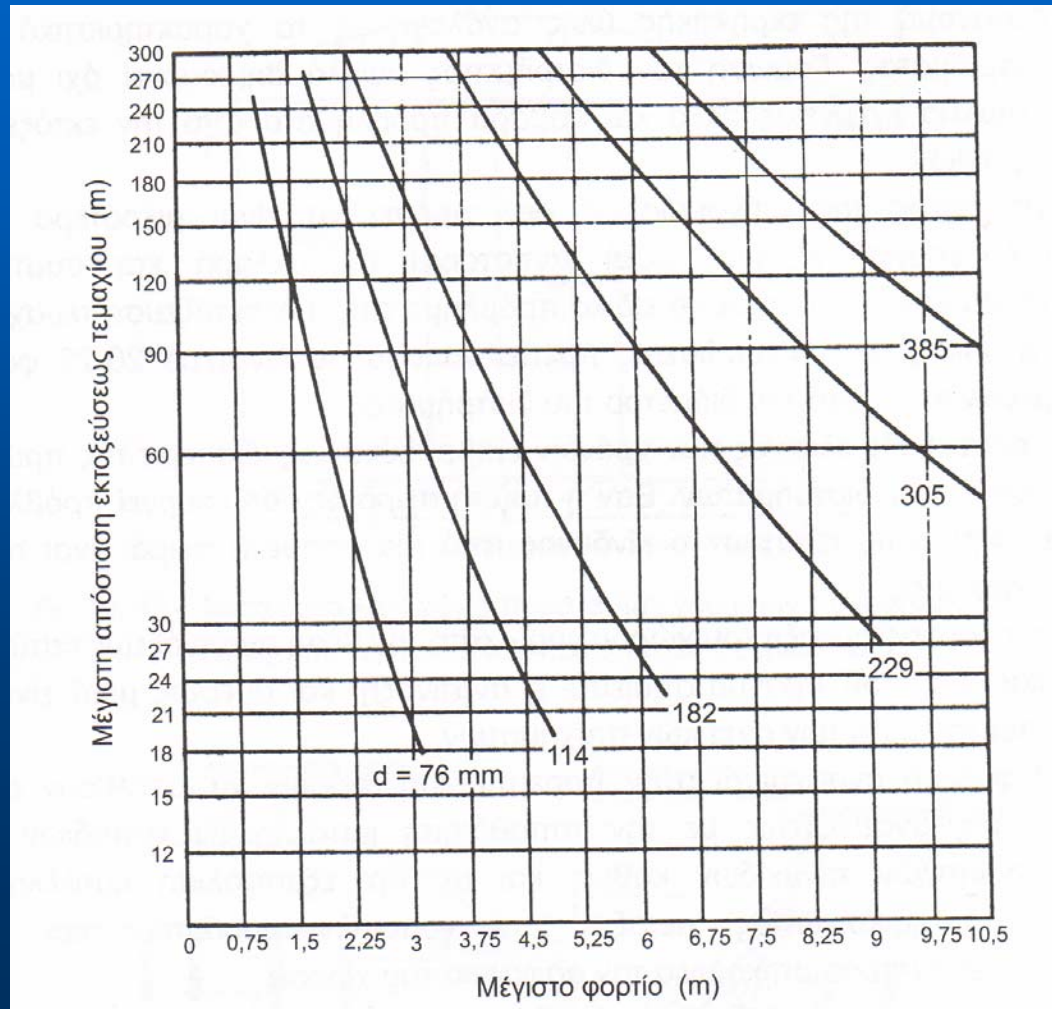
Νομογράφημα υπολογισμού της μέγιστης απόστασης εκτοξεύσεως τεμαχίου του πετρώματος σε συνάρτηση με τη διάμετρό του και εκείνη του διατρήματος



Σχέση της ειδικής κατανάλωσης εκρηκτικής ύλης προς τη μέγιστη απόσταση εκτοξεύσεως τεμαχίου πετρώματος



Νομόγραμμα υπολογισμού της μέγιστης απόστασης εκτοξεύσεως τεμαχίου του πετρώματος σε μία ανατίναξη στην περίπτωση του ασβεστολίθου σε συνάρτηση με το φορτίο και τη διάμετρο του διατρήματος



Μέτρα προστασίας

Όσον αφορά τα μέτρα προστασίας τονίζονται τα ακόλουθα:

Τα μέτρα προστασίας κατά την εκτόξευση τεμαχίων αναφέρονται σε εκείνα, που είναι συνδεδεμένα με το σχέδιο ανατίναξης και στα πρόσθετα ειδικά μέτρα.

Το σχέδιο ανατίναξης πρέπει να παρέχει, όχι μόνο άριστα αποτελέσματα από πλευράς αποδόσεως της εξόρυξης, αλλά και συνθήκες ασφάλειας, στις οποίες προφανώς συμπεριλαμβάνεται και η προστασία από την εκτόξευση τεμαχίων.

Μεταξύ των συνθηκών, που συμβάλλουν στον περιορισμό της εκτόξευσης λίθων, είναι:

A) Αποφυγή χρήσεως βαθμίδων ύψους μεγαλύτερου των 18m για τη μείωση της παρεκκλίσεως των διατρημάτων.

B) Χρήση της μικρότερης πρακτικά δυνατής διαμέτρου των διατρημάτων. Η μεγάλη διάμετρος διατρήματος με την υψηλή γραμμική πυκνότητα, που έχει, επιφέρει αύξηση της απόστασης εκτόξευσης των τεμαχίων.

Γ) Τα ελαφρώς κεκλιμένα διατρήματα, που διανοίγονται προσεκτικά, περιορίζουν σημαντικά την εκτόξευση τεμαχίων του πετρώματος. Τα κατακόρυφα διατρήματα, ιδιαίτερα σε μεγάλου ύψους βαθμίδες, οδηγούν σε διαφοροποίηση του φορτίου μεταξύ στομίου και πυθμένα του διατρήματος, με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος εκτοξεύσεως τεμαχίων σε μεγάλη απόσταση.

Δ) Ανεπαρκές φορτίο προκαλεί πάντα εκτόξευση τεμαχίων σε μεγάλη απόσταση. Υπερβολικό φορτίο προκαλεί εκτόξευση της επιγόμωσης, μαζί με το περιβάλλον αυτή πέτρωμα, για να σχηματιστεί κρατήρας.

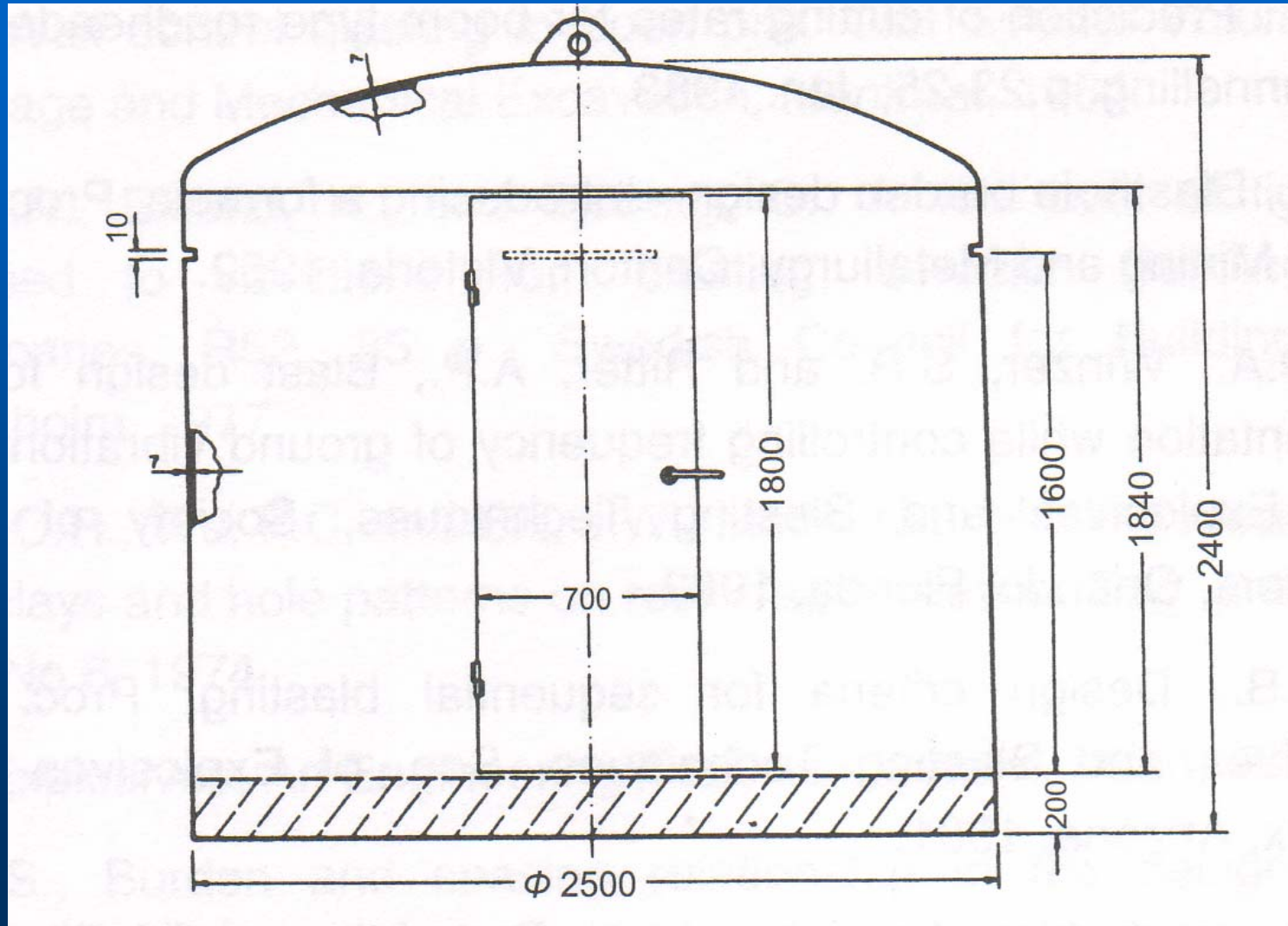
Ε) Κατανομή της εκρηκτικής ύλης ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του πετρώματος. Γόμωση του διατρήματος υψηλά δημιουργεί όχι μόνο απώλεια ενέργειας, αλλά και σοβαρά προβλήματα από την εκτόξευση τεμαχίων.

ΣΤ) Το μήκος της επιγόμεσης δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 0,7*φορτίο. Η τιμή αυτή αντιστοιχεί σε σκληρά και συμπαγή πετρώματα. Εάν υπάρχει ειδικό πρόβλημα από την εκτόξευση τεμαχίων, το μήκος της επιγόμεσης πρέπει να είναι το λιγότερο 20-25 φορές μεγαλύτερο από τη διάμετρο του διατρήματος.

Ζ) Προσεκτικός έλεγχος των χρόνων επιβράδυνσης, ιδιαίτερα της πρώτης σειράς των διατρημάτων. Εάν η πρώτη σειρά δε δημιουργεί πρόβλημα εκτοξεύσεως τεμαχίων, ο κίνδυνος από μια επόμενη σειρά είναι πολύ μικρότερος.

Η) Η ανεπαρκής φύλαξη του χώρου γύρω από τη θέση ανατινάξεως κατά τη διάρκεια, που πραγματοποιείται η ανατίναξη και αμέσως μετά, είναι η αιτία του 50% των σχετικών ατυχημάτων. Η φύλαξη αναφέρεται στην παρεμπόδιση ατόμων να εισέλθουν στην περιοχή της ανατίναξης, με την τοποθέτηση κατάλληλων εμποδίων και προειδοποιητικών πινακίδων, καθώς και με την εξασφάλιση κατάλληλου συστήματος επικοινωνίας μεταξύ των γομωτών-πυροδοτών και του επιφορτισμένου προσωπικού για την ασφάλεια του χώρου. Επίσης, στη φύλαξη περιλαμβάνεται και η απομάκρυνση των εργαζομένων και του εξοπλισμού σε ασφαλή απόσταση. Οι γομωτές-πυροδοτές μπορεί να προστατευθούν με τη χρήση ειδικών φορητών με γερανό καταφυγίων.

Μεταλλικό καταφύγιο προστασίας γομωτών-πυροδοτών
από την εκτόξευση τεμαχίων του πετρώματος σε
ανατινάξεις



Τα πρόσθετα ειδικά μέτρα, που μπορούν να ληφθούν για τον περιορισμό της εκτοξεύσεως τεμαχίων του πετρώματος, είναι πολύ πιο αποτελεσματικά των προηγούμενων, αλλά και πιο χρονοβόρα και δαπανηρά.

Ένα μέτρο συνίσταται στην κάλυψη σε ελάχιστο πάχος 0,9m του χώρου της ανατινάξεως με στρώμα άμμου ή άλλου λεπτόκοκκου υλικού, ώστε να μη θιγεί το μέσον εναύσεως.

Άλλο μέτρο, το οποίο σήμερα χρησιμοποιείται πολύ εκτεταμένα σε ανατινάξεις κοντά σε κατοικημένες περιοχές, είναι η κάλυψη του χώρου της ανατινάξεως με ειδικό ελαστικό πλέγμα (πολλές φορές κατασκευασμένο από παλαιά ελαστικά αυτοκινήτων ή παλαιούς ιμάντες) ή μεταλλικό πλέγμα.

Προστασία του χώρου ανατινάξεως με κάλυψη στρώματος άμμου (α) και με ελαστικό στρώμα ή μεταλλικό πλέγμα (β)

