

Η ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΣΤΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

ΝΤΟΜΟΥΧΤΣΗΣ ΑΘΑΝΑΤΟΣ

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία τονίζεται η χρησιμότητα των εκρηκτικών υλών στην κατεδάφιση κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα, στην επισκευή των δομικών στοιχείων και ειδικότερα στην καθαίρεση του σκυροδέματος και στην αποκάλυψη των οπλισμών. Αρχικά δίνεται έμφαση στην ανάγκη για νέες μεθόδους καθαίρεσης του σκυροδέματος και παρουσιάζονται συνοπτικά οι σημαντικότερες που χρησιμοποιούνται σήμερα. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στους διάφορους τύπους εκρηκτικών. Αναπτύσσονται αναλυτικότερα η μέθοδος μερικής καθαίρεσης και ολικής καθαίρεσης των δομικών στοιχείων με μικρο-εκρήξεις, καθορίζοντας την απαιτούμενη ποσότητα και τον τρόπο κατανομής της εκρηκτικής ύλης. Παρουσιάζεται η μέθοδος κατεδάφισης με ελεγχόμενη χρήση παραθέτοντας το πεδίο εφαρμογής της, τις παραμέτρους που λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό, τα πλεονεκτήματα έναντι άλλων μεθόδων και δύο εφαρμογές της. Τέλος αναφέρονται τα απαραίτητα μέτρα ασφάλειας και υγιεινής που χρειάζεται να παρθούν.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καθαίρεση και ειδικότερα η καθαίρεση του σκυροδέματος αποτελεί ένα πεδίο αυξημένης σημαντικότητας. Αυτό συμβαίνει γιατί κτίρια σε όλο τον κόσμο συχνά υφίστανται σοβαρή ζημιά, συνεπεία της διάβρωσης, των φυσικών καταστροφών, και περισσότερο στον ελληνικό χώρο, εξαιτίας των σεισμών. Επίσης κτίρια βλάπτονται σοβαρά και από τις πυρκαγιές, τις εκρήξεις, ή τα ατυχήματα που προκαλούνται από σφάλμα σχεδιασμού ή χειρισμού. Δευτερευόντως η ανάπτυξη των πόλεων απαιτεί μια αύξηση δημόσιων και ιδιωτικών υπηρεσιών, συμπεριλαμβάνοντας κτίρια γραφείων, καταστήματα, νοσοκομεία, εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας και άλλες μεγάλες κατασκευές. Σε μερικές περιπτώσεις αυτές οι υπηρεσίες δεν είναι δυνατό να μεταφερθούν και τα κτήρια πρέπει να ανακατασκευαστούν ή να επεκταθούν.

Η ανάγκη λοιπόν για επέκταση, ανακατασκευή και επισκευή των κατασκευών οδηγεί στην απαίτηση νέων αποτελεσματικών μεθόδων τόσο για την ολική κατεδάφιση των κατασκευών, όσο και για τη μερική καθαίρεση των δομικών στοιχείων. [3]

2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΘΑΙΡΕΣΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σήμερα για την καθαίρεση μελών από οπλισμένο σκυρόδεμα και την κατεδάφιση κατασκευών περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω.

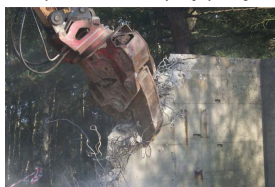
Μέθοδοι σύνθλιψης.

Χρησιμοποιούνται τα υδραυλικά κινούμενα «σαγόνια» για να συντρίψουν και να αφαιρέσουν το σκυρόδεμα. Υπάρχουν δύο είδη μηχανικού εξοπλισμού.

α. Οι θραυστήρες με βραχίονα που βρίσκουν εφαρμογή στην καθαίρεση καταστρωμάτων γεφυρών, τοίχων, υποστυλωμάτων και άλλων μελών που το πλάτος τους δεν ξεπερνά τα 1.8 μέτρα

β. Οι φορητοί θραυστήρες που χρησιμοποιούνται για μέλη με πάχος μικρότερο των 0.3 m.

Οι μέθοδοι εφαρμόζονται μόνο για ολική καθαίρεση των μελών.



Μέθοδοι κοπής

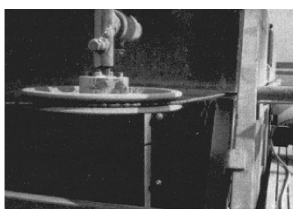
Επιτυγχάνουν την πλήρη κοπή του μέλους από σκυρόδεμα και την αφαίρεση του ως μία μονάδα. Για την κοπή του σκυροδέματος και τη δημιουργία ανοιγμάτων σε πλάκες, τοίχους ανάλογα με το πάχος του στοιχείου χρησιμοποιούνται:

α. Η υδροβολή, για πάχος ως 500mm, με υψηλή πίεση του νερού μεταξύ 200-340 MPa

β. Μηχανικός εξοπλισμός με λεπίδα διαμαντιού για πάχος < 600 mm (εικόνα)

γ. Μηχανικός εξοπλισμός με καλώδιο διαμαντιού, για πάχος > 600 mm. (εικόνα)

Οι μέθοδοι είναι επιβλαβείς στις ράβδους οπλισμού και συνεπώς αφορούν την ολική καθαίρεση των δομικών στοιχείων.



Μέθοδοι πρόσκρουσης

Χρησιμοποιούν το επαναλαμβανόμενο χτύπημα μιας συγκεκριμένης επιφάνειας σκυροδέματος με μια μάζα για το σπάσιμο και την καθαίρεση της. Κύριος εξοπλισμός είναι:

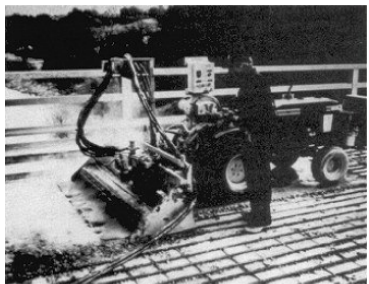
α. Ο σπαστήρας με βραχίονα με τον οποίο είναι δυνατή η αφαίρεση του σκυροδέματος ολοκληρωτικά ή η αφαίρεση του ως ένα συγκεκριμένο βάθος.

β. Ο φορητός σπαστήρας (κομπρεσέρ) χρησιμοποιείται για εργασίες αφαίρεσης περιορισμένου όγκου σκυροδέματος και σε περιοχές με περιορισμένη πρόσβαση.



Μέθοδοι τριβής

Κύρια μέθοδος είναι η υδροβολή, η οποία χρησιμοποιείται για την αφαίρεση του σκυροδέματος από επιφάνειες όταν το προς αφαίρεση πάχος είναι της τάξης των 150 mm ή μικρότερο. Δε βλάπτει το σκυρόδεμα που απομένει και αποκαλύπτει τις ράβδους οπλισμού χωρίς να τις καταστρέφει. Είναι πολύ χρήσιμη μέθοδος στην επισκευή και ενίσχυση δομικών στοιχείων. Παρουσιάζει όμως δύο σημαντικά μειονεκτήματα, το κόστος και η απαίτηση μεγάλων ποσοτήτων ύδατος που ξεπερνούν τα 4000 λίτρα ανά ώρα. (πίεση 138 MPa). [4]



Μέθοδος καθαίρεσης με μικρο-εκρήξεις.

Ως **έκρηξη** καλείται η ταχύτατη αποσύνθεση σε αέρια κυρίως προϊόντα μεγάλης θερμοκρασίας, λόγω της απότομης απελευθέρωσης της εσωτερικής ενέργειας της εκρηκτικής ύλης. Η **εκρηκτική ύλη** είναι κάθε ένωση ή σύστημα, το οποίο μπορεί να αποσυντεθεί ακαριαία από την επίδραση θερμικής ή μηχανικής ενέργειας ή άλλης παρόμοιας διεγέρσεως με απότομο σχηματισμό μεγάλου όγκου αερίων, τα οποία δημιουργούν κρουστικό κύμα μεγάλης έντασης. Ενώ **διάτρημα** καλείται μια κυλινδρική οπή ενός υλικού, εντός της οποίας προκαλείται η ακαριαία αποσύνθεση της εκρηκτικής ύλης με σκοπό τη διάρρηξη του υλικού. Η μέθοδος της «ανατίναξης» στηρίζεται σε αυτή την ιδιότητα του σκυροδέματος να διαρρηγνύεται από το σχηματισμό μεγάλων όγκων αερίου, κατά την έκρηξη μικροποσοτήτων εκρηκτικών. Τα εκρηκτικά τοποθετούνται σε ένα σύνολο διατρημάτων που διανοίγονται, στο προς καθαίρεση μέλος, με συγκεκριμένο βάθος και κλίση και με συγκεκριμένες αποστάσεις μεταξύ τους. [1]

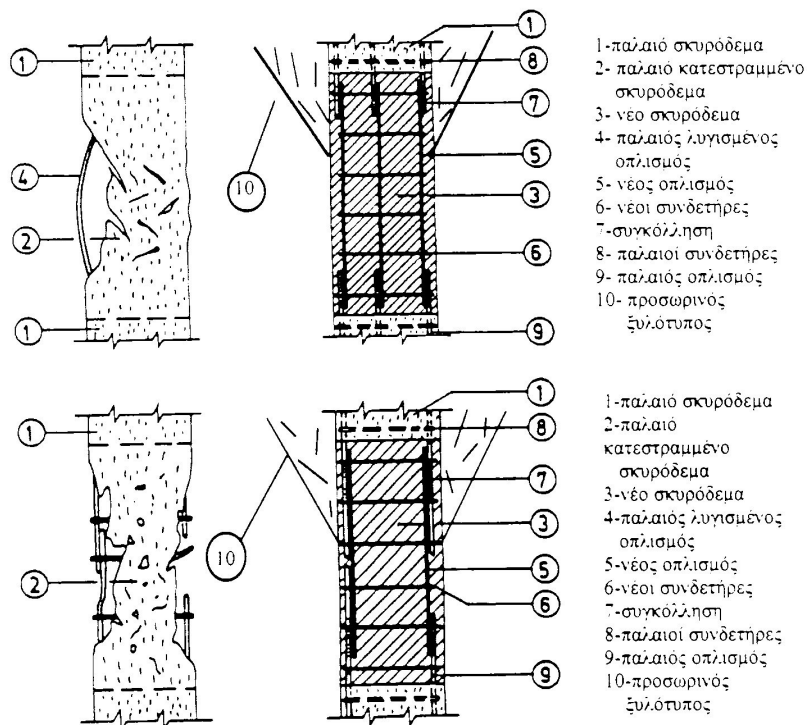


3. ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Η μέθοδος καθαίρεσης και κατεδάφισης με μικρο-εκρήξεις είναι ένα παράδειγμα μιας επιτυχούς ανάπτυξης και εξέλιξης των νέων μεθόδων που συνδυάζει υπό ορισμένες προϋποθέσεις τη μείωση του κόστους και του χρόνου. Η χρησιμότητα της είναι σημαντική καθώς μπορεί να εφαρμοστεί στις τρεις κρίσιμες δυνατές επεμβάσεις σε μία βλαφθείσα κατασκευή, στην επισκευή ή/και ενίσχυση και στην κατεδάφιση της. Χαρακτηριστικά παραδείγματα στα οποία βρίσκει εφαρμογή είναι:

Οι τοπικές επεμβάσεις ίσης διατομής.

Επεμβάσεις με καθαίρεση και αποκατάσταση ίσης διατομής εφαρμόζονται όταν οι βλάβες είναι σοβαρές, όταν δηλαδή εμφανίζεται αποδιοργάνωση του σκυροδέματος ή διάρρηξη που μπορεί να ακολουθείται από άνοιγμα ή διάρρηξη των συνδετήρων και λυγισμό των διαμήκων ράβδων. Συχνά μετά από μία επισκευή τέτοιου είδους ακολουθεί η ενίσχυση με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος. Η καθαίρεση και απομάκρυνση κάθε υλικού σκυροδέματος σε μήκος μεγαλύτερο από αυτό της βλαβείσας περιοχής αποτελεί την πρωταρχική ενέργεια που απαιτείται για την επισκευή του. Η μέθοδος που ακολουθείται ονομάζεται μερική καθαίρεση των δομικών στοιχείων με μικρο-εκρήξεις και αναλύεται λεπτομερέστερα παρακάτω. [6]



Η κατεδάφιση κατασκευών.

Η κατεδάφιση των κατασκευών με ελεγχόμενη χρήση εκρηκτικών είναι μία μέθοδος που οι περιπτώσεις εφαρμογής της στον ελληνικό χώρο είναι ελάχιστες. Εφαρμόζεται κυρίως:

- Σε κατασκευές μεγάλου ύψους ή/και επιφάνειας
- Όπου δεν υπάρχει διαθέσιμος ή κατάλληλος εξοπλισμός
- Όπου δεν μπορεί να προσεγγίσει, να εγκατασταθεί ή να εργασθεί με ασφάλεια και αποδοτικότητα ο απαραίτητος μηχανικός εξοπλισμός.

- δ. Σε ορισμένες βαριές μεταλλικές κατασκευές.
- ε. Σε συμπαγή ογκώδη στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος [2]



4. ΤΥΠΟΙ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

Τα εκρηκτικά διακρίνονται σε ισχυρά ή διαρρηκτικά εκρηκτικά, που χαρακτηρίζονται από πολύ μεγάλες ταχύτητες αντιδράσεων και υψηλές πιέσεις, και σε ασθενή ή προωθητικά, που καίγονται σχετικά πιο αργά με ένα χαρακτηριστικό τύπο καύσης που ονομάζεται κατάκαυση (ή ανάφλεξη) και αναπτύσσουν πολύ χαμηλότερες πιέσεις. [10]

Οι διαφορές μεταξύ αναφλέξεως- εκρήξεως περιγράφονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα σε ότι αφορά την αποσύνθεση, την ταχύτητα, και τα αποτελέσματα της αποσύνθεσης, καθώς και την τεχνική τους εφαρμογή.[1]

α/α	Ανάφλεξη	Έκρηξη
1. Αποσύνθεση	Ατελής αποσύνθεση σε πολλές ζώνες	Πρακτικώς πλήρης αποσύνθεση σε μια ζώνη.
2. Αρχή της αποσυνθέσεως	Κατά κανόνα με φλόγα (θερμότητα)	Κατά κανόνα με διέγερση (κρουστικό κύμα).
3. Ταχύτητα αποσυνθέσεως	Εξαρτάται από την πίεση και τη θερμοκρασία της αδιάσπαστης εκρηκτικής ύλης. Ταχύτητα αναφλέξεως 1 mm/sec - 100 m/sec	Είναι πρακτικώς ανεξάρτητη της πιέσεως και της θερμοκρασίας της αδιάσπαστης εκρηκτικής ύλης. Ταχύτητα εκρήξεως 1.000 m/sec - 10.000 m/sec.
4. Προϊόντα αποσυνθέσεως	Τα προϊόντα αναφλέξεως ευρίσκονται υπό μειωμένη πίεση και έχουν μικρότερη πυκνότητα απ' ό,τι η αδιάσπαστη εκρηκτική ύλη. Προωθούνται από αυτήν με μεγαλύτερη ταχύτητα απ' ό,τι η ταχύτητα αναφλέξεως.	Τα προϊόντα αποσυνθέσεως ευρίσκονται σε πολύ μεγαλύτερη πίεση και έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα απ' ό,τι η αδιάσπαστη εκρηκτική ύλη. Προωθούνται με κάπως μικρότερη ταχύτητα από την ταχύτητα εκρήξεως της εκρηκτικής ύλης.
5. Τεχνική εφαρμογή	Κυρίως για σκοπούς θερμάνσεως, για παραγωγή έργου στους κινητήρες και ως μέσο ωθήσεως στα όπλα.	Κυρίως στην επαγγελματική και στρατιωτική τεχνική της εκρήξεως.

Η μερική και ολική καθαίρεση μελών από οπλισμένο σκυρόδεμα και η κατεδάφιση των κατασκευών με τη μέθοδο μικρο-εκρήξεων γίνεται με τη χρήση ισχυρών εκρηκτικών με ταχύτητα εκρήξεως από 2000 m/sec ως 7000 m/sec[3]. Στην πράξη για την καθαίρεση του σκυροδέματος χρησιμοποιούνται οι:

Δυναμίτιδες και κυρίως ζελατοδυναμίτιδες.

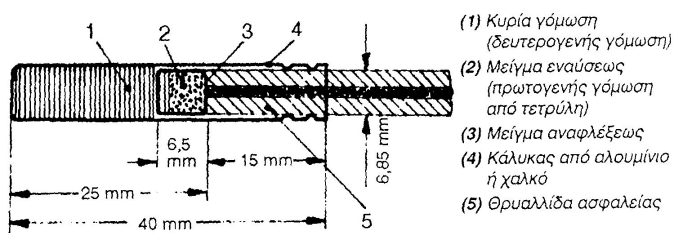
Ως δυναμίτιδες χαρακτηρίζονται γενικά οι ισχυρές εκρηκτικές ύλες που έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό τους τη νιτρογλυκερίνη. Στις ζελατοδυναμίτιδες η περιεχόμενη νιτρογλυκερίνη βρίσκεται ζελατοποιημένη με νιτροκυτταρίνη (νιτροβάμβακα). Η ανθεκτικότητα στο νερό είναι καλή για την ζελατοδυναμίτιδα 20% N.G.L. (σε νιτρογλυκερίνη) ως και εξαιρετική για την ζελατοδυναμίτιδα 60%. Η ταχύτητα εκρήξεως κυμαίνεται ανάλογα με το ποσοστό N.G.L. από 4800m/sec και 6700 m/sec.

Αμμωνίτιδες.

Οι αμμωνίτιδες είναι κατά βάση ελεύθερες από νιτρογλυκερίνη και περιέχουν μόνο μικρή ποσότητα αυτής 2 ως 6% για αύξηση της ταχύτητας εκρήξεως. Έχουν ως βάση το νιτρικό αμμώνιο με μικρή πρόσμειξη δευτερευόντων συστατικών όπως τρινιτροτολουένιο (T.N.T). Έχουν χαμηλή ως μέτρια ανθεκτικότητα στην υγρασία και μικρή ευαισθησία σε κρούση και τριβή. Ανάλογα με το ποσοστό N.G.L. η ταχύτητα εκρήξεως κυμαίνεται από 2000 m/sec ως 4000 m/sec.[1]

5. ΟΡΙΣΜΟΙ – ΕΝΝΟΙΕΣ

- Γόμωση: Είναι η εργασία τοποθέτησης της εκρηκτικής ύλης εντός του διατρήματος. Με τον ίδιο όρο χαρακτηρίζεται επίσης η ποσότητα τη εκρηκτικής ύλης, η οποία εισάγεται εντός του διατρήματος.
- Επιγόμωση: Είναι η εργασία αεροστεγούς εμφράξεως του άνω μέρους του διατρήματος με αδρανές υλικό. Με τον ίδιο όρο χαρακτηρίζεται επίσης το υλικό της εμφράξεως.
- Μέσα εναύσεως: Τα μέσα εναύσεως είναι συστήματα, με τα οποία επιτυγχάνεται από απόσταση και με απλή διέγερση σε μια δεδομένη στιγμή η ασφαλής έκρηξη των εκρηκτικών υλών. Διακρίνονται σε θρυαλλίδες (ασφαλείας και ακαριαία), σε καψύλλια (ηλεκτρικά καψύλλια πυρίτιδος και κοινά καψύλλια δυναμίτιδος) και σε ενισχυτές.



Διατομή κοινού καψυλλίου δυναμίτιδος No 8

- Εύρος μετώπου V: Το εύρος μετώπου είναι η ελάχιστη απόσταση από το κέντρο του διατρήματος προς την ελεύθερη επιφάνεια και αντιστοιχεί στην ακτίνα ενέργειας του εκρηκτικού κύματος. Ο καθορισμός του εύρους μετώπου εξαρτάται από την απόσταση και τη διάμετρο των διατρημάτων. Όσο μεγαλύτερη είναι η διάμετρος τόσο μεγαλύτερη είναι και η ακτίνα του εκρηκτικού κύματος, δηλαδή τόσο μεγαλύτερο είναι το εύρος μετώπου (V). Για ιδιαίτερα μικρό εύρος μετώπου θα υπάρξει κατά την έκρηξη μεγάλη εκτίναξη υλικού ενώ για ιδιαίτερα μεγάλο εύρος μετώπου θα προκληθεί μετά την έκρηξη δημιουργία επισφαλών όγκων υλικού.[1]

6. ΜΕΡΙΚΗ ΚΑΘΑΙΡΕΣΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕ ΜΙΚΡΟ-ΕΚΡΗΞΕΙΣ

Η ανάγκη για επισκευή μετά από έντονη σεισμική δραστηριότητα δημιούργησε την απαίτηση μιας αποτελεσματικής και μειωμένου κόστους μεθόδου, για την καθαίρεση του σκυροδέματος και την ταυτόχρονη αποκάλυψη των ράβδων οπλισμού στα μέλη που υπέστησαν βλάβες. Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση μικροποσοτήτων εκρηκτικών σε ένα σύνολο διατρημάτων που διανοίγονται στο προς καθαίρεση μέλος. Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για την καθαίρεση σκυροδέματος από υποστυλώματα, δοκούς, τοίχους και πλάκες το πάχος των οποίων δεν είναι μικρότερο των 150 mm.

Τα κατάλληλα εκρηκτικά είναι τα ισχυρά καθώς με τη μεγάλη ταχύτητα εκρήξεως τους αποσχίζουν το σκυρόδεμα πιο καθαρά από τον οπλισμό. Η πυροδότηση με τη χρήση ms-διακοπτών ή με ms-καψύλλια με χρόνους μεταξύ 20 και 30 ms επιτυγχάνει την επιθυμητή διεύθυνση του εκρηκτικού κύματος και τον περιορισμό των δονήσεων (επιτυγχάνεται συμβολή κυμάτων). Η επίδραση του εκρηκτικού κύματος στο σκυρόδεμα είναι μία δύσκολη και περίπλοκη διαδικασία και για το λόγο αυτό ο υπολογισμός της απαιτούμενης ποσότητας εκρηκτικών βασίζεται στη χρήση εμπειρικών στοιχείων, όπως του παρακάτω πίνακα, και στην εμπειρία του επικεφαλής-γομωτή. [3]

Υλικό	Γόμωση ¹ (Kg/m ³)	Απόσταση διατρημάτων (m)
Άοπλο σκυρόδεμα και τοιχοποιία, χαμηλής ποιότητας	0.15 – 0.40	0.70 – 0.80
Άοπλο σκυρόδεμα και τοιχοποιία, καλής ποιότητας	0.30 – 0.40	0.60 – 0.70
Οπλισμένο σκυρόδεμα, μικρής αντοχής	0.40 – 0.60	0.40 – 0.50
Οπλισμένο σκυρόδεμα, μεσαίας αντοχής	0.60 – 1.50	0.30 – 0.50
Οπλισμένο σκυρόδεμα, μεγάλης αντοχής	1.50 – 2.00	0.25 – 0.50

Είναι σημαντικό πριν τη διάνοιξη των οπών να αποφορτίζεται πλήρως το μέλος. Έτσι αν πρόκειται για υποστύλωμα γίνεται προσωρινή υποστήλωση, π.χ. με κριώματα, για την ανάληψη των φορτίων και την αποφυγή ολικής καθαίρεσης του, τόσο κατά τη διάνοιξη των διατρημάτων, όσο και κατά την έκρηξη της εκρηκτικής ύλης.

Η μέθοδος μερικής καθαίρεσης με μικρο-εκρήξεις είναι αποδοτική όταν μετά την αποκάλυψη των ράβδων οπλισμού ακολουθεί υδροβολή με πίεση 40 – 70 MPa ή χρήση κατάλληλου μηχανικού εξοπλισμού για το τελικό στάδιο καθαρισμού των ράβδων, από κάθε υλικό σκυροδέματος. [4]



¹ Αναφέρεται στη συνολική ποσότητα ισχυρού εκρηκτικού ανά κυβικό μέτρο του προς καθαίρεση υλικού.

7. ΟΛΙΚΗ ΚΑΘΑΙΡΕΣΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕ ΜΙΚΡΟ-ΕΚΡΗΞΕΙΣ

Στην ολική καθαίρεση δομικών στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα οι πυροδοτήσεις πρέπει να γίνονται ηλεκτρικά ή με ακαριαία θρυαλλίδα και με τη χρήση ms-διακοπών ή ms-καυόλλων με χρόνους των 12.5 ms. Ο υπολογισμός της απαιτούμενης ποσότητας της εκρηκτικής ύλης γίνεται με τη βοήθεια εξισώσεων. Στην περίπτωση οπλισμένου σκυροδέματος ο υπολογισμός της γόμωσης προσδιορίζεται για κάθε διάτρημα από τις ακόλουθες σχέσεις του Chalon.

- Για πάχος μέλους $D \leq 0.70$ m: $Q_t = (V+1/6 \cdot V)^2 \cdot q \cdot H$
- Για πάχος μέλους $D \geq 0.70$ m: $Q_t = (V+1/3 \cdot V)^2 \cdot q \cdot H$

όπου: Q_t - γόμωση κάθε διατρήματος
 V - το εύρος μετώπου
 q - η ειδική γόμωση
 H - το βάθος διατρήματος

Για τον ικανοποιητικό θρυμματισμό του σκυροδέματος του στοιχείου, το βάθος των διατρημάτων λαμβάνεται συνήθως ίσο με τα 3/4 του πάχους του στοιχείου, το εύρος μετώπου V είναι ίσο με το βάθος των διατρημάτων και η εκρηκτική ύλη κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλα τα διατρήματα. Όταν τα εύρη μετώπων, τα οποία παρόλο το πρόσθετο εύρος $1/6 \cdot V$ και $1/3 \cdot V$, παραμένουν μικρότερα από 0.30 m τότε λαμβάνονται κατά τον υπολογισμό της γομώσεως ίσα με 0.30 m.

Η ειδική γόμωση q υπολογίζεται με βάση τη σχέση $q = f \cdot e \cdot s \cdot u \cdot d_H$ και λαμβάνει υπόψη την τιμή πλαστικότητας f του σκυροδέματος, την τιμή θραυστικότητας e του εκρηκτικού, την τιμή δομής s του σκυροδέματος, την τιμή συντελεστού τάσεως και διεύθυνσης διατρημάτων u και την τιμή συντελεστή επιγόμωσης d_H .

- Η τιμή πλαστικότητας f του σκυροδέματος εξαρτάται από την αναλογία τσιμέντου προς τα υπόλοιπα υλικά του σκυροδέματος και είναι ανάλογη της αντοχής του σε θραύση, όπως διακρίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

Οπλισμένο σκυρόδεμα	Αντοχή σε θραύση ⁱⁱ (MPa)	Τιμή πλαστικότητας f
Αναλογία τσιμέντου 1:4	26.7	0.3
Αναλογία τσιμέντου 1:6	17.8	0.2
Αναλογία τσιμέντου 1:9	8.9	0.1

- Η τιμή θραυστικότητας e εξαρτάται από τον τύπο του εκρηκτικού. Για ζελατοδυναμίτιδες παίρνει τιμές μεταξύ 1.1 – 1.3, και για αμμωνίτιδες από 1.3 ως 1.6.
- Η τιμή δομής του σκυροδέματος s εξαρτάται από την αναλογία τσιμέντου προς τα υπόλοιπα υλικά και τη διεύθυνση του διατρήματος.

Οπλισμένο σκυρόδεμα	Διεύθυνση διατρήματος	Τιμή δομής s
Αναλογία τσιμέντου 1:4	Κατακόρυφη, Οριζόντια	1.1
Αναλογία τσιμέντου 1:6	Κατακόρυφη, Οριζόντια	2.0
Αναλογία τσιμέντου 1:9	Κατακόρυφη, Οριζόντια	6.0

ⁱⁱ Μέση τιμή αντοχής σε θραύση (ενδεικτικά)

Η ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΣΤΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

- Ο συντελεστής τάσεως u εξαρτάται από το είδος του τεχνικού έργου, το είδος της γόμωσης (κατανομημένη ή συγκεντρωμένη) και τη διεύθυνση του διατρήματος.
- Ο συντελεστής επιγόμεσης d_H εξαρτάται από τον τρόπο τοποθέτησης της εκρηκτικής ύλης και της επιγόμεσης.

Στην περίπτωση που επιθυμητή είναι η ισχυρή χαλάρωση του προς καθαίρεση μέλους με δημιουργία ρωγμών χρησιμοποιούνται οι σχέσεις του Chalon πολλαπλασιασμένοι με ένα εμπειρικό συντελεστή W . Συνεπώς:

$$Q_t = (V+1/6 \cdot V)^2 \cdot q \cdot H \cdot W \quad \text{για } D \leq 0.70 \text{ m}$$

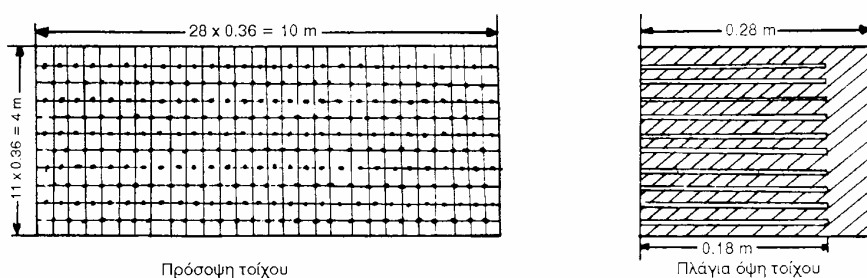
$$Q_t = (V+1/3 \cdot V)^2 \cdot q \cdot H \cdot W \quad \text{για } D \geq 0.70 \text{ m.}$$

Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από τη διεύθυνση του διατρήματος, την επιθυμητή χαλάρωση και ρηγμάτωση. Η τιμή W δίνεται ως μέση τιμή για το οπλισμένο σκυρόδεμα 0.3–0.5, με την προϋπόθεση, ανάλογα με την περίπτωση και το αποτέλεσμα που επιθυμείται, να διορθώνεται.

Οι παρακάτω μέθοδοι αναφέρονται στην καθαίρεση των δομικών στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα με τη χρήση εκρηκτικής ύλης. Η μέθοδος εκρήξεως που θα χρησιμοποιηθεί, η θέση των διατρημάτων, η διεύθυνση, το βάθος και η απόσταση μεταξύ αυτών μεταβάλλονται ανάλογα με τις περιπτώσεις δομικών στοιχείων.

- Καθαίρεση τοιχείου (τοιχος αντιστήριξης, τοίχος δεξαμενής νερού)

Για την καθαίρεση τοίχου ορίζονται οριζόντια διατρήματα. Το βάθος των διατρημάτων, το οποίο είναι και εύρος μετώπου, πρέπει να ανέρχεται στα 2/3 ως και 3/4 του πάχους του τοιχείου. Η απόσταση μεταξύ των διατρημάτων, καθώς και η απόσταση μεταξύ των σειρών, είναι, για εύρος μετώπου μικρότερο από 0.25 m, το διπλάσιο αυτού $E=2 \cdot V$, ενώ για εύρος μετώπου ίσο ή μεγαλύτερο από 0.25 m, $E=0.25$ m.

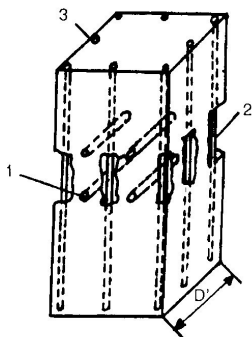


Διάταξη διατρημάτων κατά την ανατίναξη τοίχου από οπλισμένο σκυρόδεμα

- Καθαίρεση υποστυλώματος.

Για την καθαίρεση υποστυλώματος ορίζονται σε τρία επίπεδα, οριζόντια διατρήματα με βάθος ίσο με τα 3/4 του πάχους του υποστυλώματος. Μία σειρά διατρημάτων βρίσκεται κοντά στη βάση του, η άλλη στο μέσο και η τρίτη στο πάνω μέρος του. Τα τρία επίπεδα διευκολύνουν την πτώση ολόκληρου του υποστυλώματος και κατά συνέπεια ολόκληρου του σκελετού. Για την τοποθέτηση της απαιτούμενης ποσότητας εκρηκτικού είναι αναγκαία η όρυξη περισσότερων διατρημάτων στο εύρος μετώπου V και η ομοιόμορφη κατανομή της σε όλα τα διατρήματα. Επειδή το εύρος μετώπου ισούται με το βάθος διατρήματος, για κάθε υποστήλωμα προκύπτει μεγαλύτερο του 0.25 m, και σε αυτή την περίπτωση τα διατρήματα

διανοίγονται σε απόσταση μεταξύ τους 0.25 m. Όμως είναι δυνατόν να μη θρυμματισθούν στον επιθυμητό βαθμό τα υποστρώματα και για το λόγο αυτό συνιστάται πριν από τη γόμωση να αφαιρείται το σκυρόδεμα που υπάρχει στο τμήμα μεταξύ των διατρημάτων και να κόπτεται στο μέρος αυτό ο αποκαλυπτόμενος οπλισμός, όπως αυτό διακρίνεται και στο σχήμα.



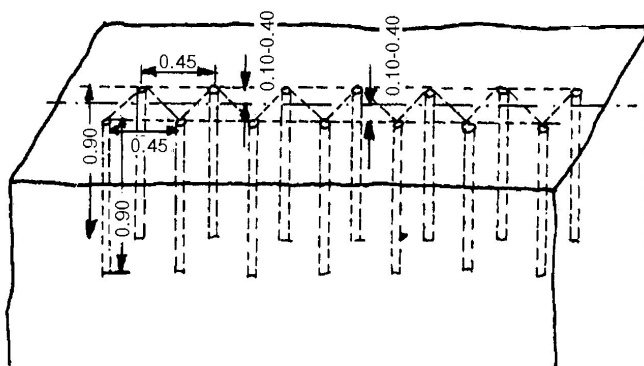
Διάταξη διατρημάτων κατά την ανατίναξη κολώνας από οπλισμένο σκυρόδεμα. Ο οπλισμός κόπτεται στο επίπεδο των διατρημάτων.

- (1) Διατρήματα
- (2) Αποκαλυπτόμενο τμήμα του οπλισμού
- (3) Οπλισμός

• Καθαίρεση θεμελιώσεων.

Για τις ανατινάξεις διαφόρων θεμελιώσεων από οπλισμένο σκυρόδεμα, χρησιμοποιούνται σχεδόν πάντοτε κάθετα διατρήματα. Σε οπλισμένα θεμέλια μεγάλου πάχους τα διατρήματα για καλύτερο θρυμματισμό της μάζας ορίζονται σε σχήμα τριγώνου (ζικ-ζακ). Το βάθος των διατρημάτων ανέρχεται σε 3/4 ως 4/5 του πάχους του θεμελίου. Η απόσταση μεταξύ των διατρημάτων είναι ίση με το εύρος μετώπου, όταν αυτό είναι μεγαλύτερο από 0.25 m και ίση με το διπλάσιο εύρος όταν αυτό είναι μικρότερο από 0.25 m.

Σε οπλισμένες θεμελιώσεις μικρού πάχους τα διατρήματα ορίζονται 0.10 ως 0.40 δεξιά και αριστερά από το μέσο του πλάτους των θεμελίων. Όσο πιο πυκνός είναι ο οπλισμός τόσο πιο πυκνά πρέπει να ορίζονται τα διατρήματα. Ο υπολογισμός γομώσεως των διατρημάτων γίνεται σύμφωνα με τη σχέση του Chalon : $Q_t = (V+1/3 \cdot V)^2 \cdot q \cdot H$ [1]



Τριγωνική διάταξη διατρημάτων για καλύτερο θρυμματισμό

8. ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ

Σύμφωνα με τους βασικούς κανόνες σχεδιασμού της μεθόδου κατεδάφισης με ελεγχόμενη χρήση εκρηκτικών, κάθε κατασκευή αποτελεί μία ξεχωριστή περίπτωση και δεν εφαρμόζεται με τον ίδιο τρόπο σε κάθε κατασκευή, ακόμη και αν πρόκειται για όμοιες κατασκευές. Το μέρος της εργασίας αυτό λοιπόν θα κινηθεί καθαρά σε θεωρητικό επίπεδο, παραθέτοντας συνοπτικά το πεδίο εφαρμογής της μεθόδου, τις παραμέτρους που λαμβάνονται υπόψη και τις απαραίτητες εργασίες για την επιτυχία και ασφάλεια της μεθόδου.

Η κατεδάφιση με χρήση εκρηκτικών αποτελεί μία εξειδικευμένη εφαρμογή εκρηκτικών και εφαρμόζεται στην κατεδάφιση – καθαίρεση κατασκευών ακόμη και μέσα ή κοντά σε κατοικημένες περιοχές ή πολύ κοντά σε κτίσματα, κατασκευές και εγκαταστάσεις που δεν πρέπει να υποστούν βλάβες. Προϋποθέτει τη χρησιμοποίηση ελάχιστης ενέργειας (μικρή ποσότητα εκρηκτικών) συγκεντρωμένης στην αφαίρεση ή εξασθένιση κρίσιμων συνδέσμων ή κύριων υποστηριγμάτων ώστε κατά την εφαρμογή της η κατασκευή να αναγκαστεί να μετακινηθεί και να καταρρεύσει ελεγχόμενα με τη βαρύτητα. Δεν αποτελεί «λύση» για κάθε περίπτωση κατεδάφισης αλλά παρουσιάζει πολύ ενδιαφέροντα πλεονεκτήματα σε ορισμένους τύπους κατασκευών.

Οι κατασκευές που συνθέτουν το πεδίο εφαρμογής της μεθόδου είναι γέφυρες, Silos, δεξαμενές, πολυώροφα κτίρια (τουλάχιστον 3-4 ορόφων ή/και με μεγάλη επιφάνεια) , βιομηχανικά κτίρια, φράγματα και γενικά όπου υπάρχουν αδυναμίες στη χρήση συμβατικού μηχανικού εξοπλισμού με ασφάλεια και απόδοση.

Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό είναι:

1. Η κατασκευή: Σε ό,τι αφορά τη στατική και δυναμική της συμπεριφορά, τα κατασκευαστικά της στοιχεία, τους αρμούς διαστολής και τη συμμετοχή τους στη φάσεις της πτώσης και τα προϋπάρχοντα προβλήματα, βλάβες και αστοχίες.
2. Ο περιβάλλον χώρος: Η ύπαρξη γειτονικών κατασκευών και η ικανοποίηση των ελάχιστων αποστάσεων, η επίδραση των δονήσεων που πιθανολογούνται στις γειτονικές κατασκευές, το γεωλογικό υπόβαθρο και η επιθυμητή κατεύθυνση- θέση πτώσης.
3. Τα εκρηκτικά: Οι τύποι και οι ποσότητες των εκρηκτικών, τα επίπεδα και οι θέσεις γομώσεων, το σύστημα πυροδότησης, καθώς αναγκαία είναι και μία δοκιμαστική εφαρμογή για να αξιολογηθούν η επιλογή της εκρηκτικής ύλης και η αποτελεσματικότητα των μέτρων περιορισμού των εκτινάξεων.
4. Οι εργασίες προετοιμασίας: Η εξασθένιση ή αφαίρεση τμημάτων που μπορεί να παρεμποδίσουν την πτώση, η απομάκρυνση υλικών που μπορεί να εκτιναχθούν κατά την πτώση και κατασκευή αναχωμάτων στο χώρο της πτώσης.
5. Ο έλεγχος των δονήσεων: Εκτίμηση αναμενόμενων επιπέδων ταχύτητας δόνησης (PPV), επιλογή του κατάλληλου τύπου δονησιογράφων και διαδικασία αξιολόγησης των καταγραφικών δεδομένων. Οι δονησιογράφοι διακρίνονται σε μηχανικούς (Vibrograph , Combigraph , Ampligraph) και σε ηλεκτρικούς (Ultra- violet Vecorders , Vibracorder).
6. Η μέρα της κατεδάφισης: Λειτουργία και επάνδρωση του κέντρου ελέγχου, ομάδες αποκλεισμού της περιοχής και χρησιμοποίηση ενδοεπικοινωνίας.
7. Η επόμενη μέρα: Επιθεώρηση της περιοχής μετά την κατεδάφιση (post-blast survey), ο αποκλεισμός χώρου σωρού και μετακίνηση επικίνδυνων κομματιών, συγκέντρωση των δονησιογράφων, καθαρισμός δρόμων και κοινόχρηστων χώρων από υλικά, σκόνη και ανακύκλωση ή απόρριψη των υλικών κατεδάφισης. [2]

Η ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΣΤΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

Παράδειγμα κατεδάφισης με ελεγχόμενη χρήση εκρηκτικών.

Το πρώτο μεγάλο κτίριο που κατεδαφίστηκε στην Ελλάδα με ελεγχόμενη χρήση εκρηκτικών είναι το 17όροφο κτίριο του Ερυθρού Σταυρού στις 21/5/95. Το κτίριο βρισκόταν σε μικρή απόσταση από το Νοσοκομείο Ερυθρού Σταυρού, πολυκατοικίες και πυκνοδομημένο τμήμα στις 2 πλευρές του οικοδομικού τετραγώνου. Τα εκρηκτικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατεδάφιση ήταν: 70 Kg ζελατοδυναμίτιδα, 1100 m ακαριαία θρυαλλίδα, 740 μη ηλεκτρικά καψύλλια κατανεμημένα σε 4 χρόνους επιβράδυνσης και σε 3 ορόφους.



Τα πλεονεκτήματα της κατεδάφισης με εκρηκτικά έναντι άλλων συμβατικών μεθόδων με συμβατικό μηχανικό εξοπλισμό μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω τέσσερις ομάδες.

Ασφάλεια και ποιότητα:

Καταργούνται ή ελαχιστοποιούνται εργασίες σε μεγάλο ύψος, οι οποίες με βάση διεθνείς στατιστικές ευθύνονται για τραυματισμούς και θανατηφόρα ατυχήματα.

Η αντοχή και η στατική ικανότητα της κατασκευής παραμένουν μέχρι τη στιγμή της κατεδάφισης.

Τεχνικές λύσεις:

Βάσεις και θεμελιώσεις μπορούν να σπάσουν αποτελεσματικά.

Είναι κατορθωτή η μείωση του μεγέθους των κομματιών που θα προκύψουν.

Είναι κατά κανόνα γνωστός ο τρόπος, το μέγεθος και η θέση σχηματισμού του σωρού.

Περιβαλλοντικά:

Απαιτείται ελάχιστος χρόνος για την κατεδάφιση και η προκαλούμενη όχληση περιορίζεται

Υπάρχει διαδικασία ελέγχου – καταγραφής των δονήσεων

Κόστος:

Μείωση του κόστους, κυρίως σε μεγάλες κατασκευές και μαζικές κατεδαφίσεις ως και 70% έναντι άλλων μεθόδων. [2]

9. ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ

1. Μεταφορά εκρηκτικών

Τα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά εκρηκτικών πρέπει να βρίσκονται σε καλή κατάσταση λειτουργίας. Η καρότσα να είναι επενδυμένη με ξύλο ή ελαστικό.







Το αυτοκίνητο μεταφοράς εκρηκτικών πρέπει ακόμη να είναι εφοδιασμένο με σήματα προειδοποιητικά για το είδος του φορτίου που μεταφέρουν, με περιστρεφόμενο φανό και πινακίδα με την ένδειξη “ ΠΡΟΣΟΧΗ ΕΚΡΗΚΤΙΚΑ”. [1]

2. Αποθήκευση εκρηκτικών.

Οι αποθήκες εκρηκτικών πρέπει να είναι στεγνές, καθαρές και να αερίζονται καλά.

Τοποθετούνται στις αποθήκες σήματα πυρκαγιάς , απαγόρευσης καπνίσματος και προειδοποίησης για κίνδυνο έκρηξης.

Σήματα ασφαλείας εξωτερικών χώρων, αποθηκών εκρηκτικών υλών και καψυλλιών

Σ Η Μ Α	ΜΗΝΥΜΑ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΕΥΚΡΙΝΟΥΣ ΟΡΑΣΗΣ(m)	ΜΕΓΕΘΟΣ (cm)	ΧΩΡΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	ΤΕΜ.
	Απαγορεύεται η είσοδος στους μη έχοντες ειδική άδεια	20	50	● Είσοδος στη περιφραγμένη περιοχή.	1
		20	50	● Εξωτερικά της περιφραξής.	4
		8	20	● Στην είσοδο της Αποθήκης.	1
		30	75	● Στο δρόμο προσπέλασης.	1
	Εκρηκτικές ύλες.	20	50	● Είσοδος στη περιφραγμένη περιοχή.	1
		20	50	● Εξωτερικά της περιφραξής.	4
		8	20	● Στην είσοδο της Αποθήκης.	1
		30	75	● Στο δρόμο προσπέλασης.	1
	Απαγορεύεται η χρήση γυμνής φλόγας και το κάπνισμα.	20	50	● Είσοδος στη περιφραγμένη περιοχή.	1
		20	50	● Εξωτερικά της περιφραξής.	4
		8	20	● Στην είσοδο της Αποθήκης.	1
	Απαγορεύεται το κάπνισμα	20	50	● Είσοδος στη περιφραγμένη περιοχή.	1
		20	50	● Εξωτερικά της περιφραξής.	4
		8	20	● Στην είσοδο της αποθήκης	1
	Πυροσβεστική μάνικα.	40	90	● Όπου υπάρχει εγκατεστημένος πυροσβεστικός κρουνός και μάνικα , σύμφωνα με τη μελέτη.	
	Πυροσβεστήρας.	50	75X50	● Όπου υπάρχει εγκατεστημένος πυροσβεστήρας σύμφωνα με τη μελέτη.	

Η ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΣΕ ΘΕΣΕΙΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ, ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗΣ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ: ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΠΥΡΟΣΒΕΣΗ

1. Η μεταφορά της πυρκαγιάς στις εκρηκτικές ύλες αποτελεί σοβαρό κίνδυνο με υψηλή πιθανότητα, ειδικά μάλιστα αν αυτές βρίσκονται σε ποσότητες μέσα σε κλειστούς χώρους.
2. Τα μέτρα προφύλαξης αφορούν την απαγόρευση καπνίσματος, χρήση φωτιάς ή φλόγας, χρήση εξοπλισμού παραγωγής θερμότητας όπως οι συσκευές ηλεκτροσυγκόλλησης – κοπής, καθώς και την απαγόρευση χρήσης εξοπλισμού που κατά τη λειτουργία του παράγει σπινθήρες (π.χ. τροχοί) κοντά σε αποθηκευμένα, μεταφερόμενα ή χρησιμοποιούμενα εκρηκτικά.
3. Καύσιμα, λιπαντικά κ.λ.π. δεν πρέπει να βρίσκονται στους χώρους δραστηριοτήτων με εκρηκτικές ύλες. [5]
4. Μια πυρκαγιά, εκεί όπου υπάρχουν ποσότητες εκρηκτικών, μπορεί να καταπολεμηθεί μέχρι ενός σημείου σχετικής ασφάλειας. Όμως δεν μπορεί να γίνει προσπάθεια κατάσβεσης πυρκαγιάς από τη στιγμή που θα εξαπλωθεί αυτή στα εκρηκτικά υλικά. Η μόνη ασφαλής ενέργεια σε αυτές τις συνθήκες είναι η εκκένωση της περιοχής που περιβάλλει το χώρο της πυρκαγιάς. Αν υπάρχουν μικρές ποσότητες εκρηκτικών θα πρέπει να μεταφερθούν σε απόσταση ασφαλείας. [7]
5. Τα κατάλληλα μέσα πυρόσβεσης είναι το νερό, πυροσβεστήρες σκόνης και CO₂ (για επιφάνειες) και χόμα. [5]

ΜΕΣΑ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Κράνος: Η χρήση του κράνους είναι υποχρεωτική εκτός γραφείων, χώρων ανάπαυσης, εστίασης και λοιπών βοηθητικών χώρων. Είναι χρώματος:

- Πράσινο για τον τεχνικό ασφαλείας, γιατρό εργασίας και συντονιστή
- Μπλε για μηχανικό επίβλεψης, εργοδηγό και επιστάτη
- Κόκκινο για επικεφαλής, γομωτές – πυροδότες, βοηθούς, αποθηκάριο εκρηκτικών και οδηγό- χειριστή μεταφοράς εκρηκτικών
- Κίτρινο για λοιπούς εργαζόμενους.


Γυαλιά και Μάσκα σκόνης: Πρέπει να διατίθενται από την Υπηρεσία για περιπτώσεις κονιορτού ειδικά σε επιφανειακές εργασίες, όπου υπάρχει σκόνη, και να χρησιμοποιούνται από τους εργαζόμενους.

Φόρμα: Οι φόρμες των με οποιοδήποτε τρόπο ερχόμενων σε επαφή με εκρηκτικές ύλες και καυήλια, πρέπει να μην περιέχουν συνθετικές ύλες για λόγους στατικού ηλεκτρισμού. [5] Επίσης αν η εργασία γίνεται σε χώρους εκτεθειμένους σε υψηλές θερμοκρασίες ή όπου υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς θα πρέπει η φόρμα εργασίας να αποτελείται από βραδύκαυστο υλικό. Αν υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης εμποτίζεται με υλικό που καίγεται και τήκεται δύσκολα. [8]

Αθάνατος Ντομουχτής

Τα μέσα ατομικής προστασίας και η υποχρεωτική ή προαιρετική τους χρήση ανάλογα με την ειδικότητα του εργαζομένου παρουσιάζονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα.[5]

ΜΕΣΑ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΥΛΩΝ ΣΤΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ	 ΚΡΑΝΟΣ	 ΓΥΑΛΙΑ (GOGGLES)	 ΜΑΣΚΑ ΣΚΟΝΗΣ	 ΦΟΡΜΑ	 ΑΔΙΑΒΡΟΧΟ	 ΜΠΟΤΕΣ Ή ΑΡΒΥΛΑ	 ΕΠΕΝΔΥΤΗΣ (ΜΠΟΥΦΑΝ)	 ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟ ΧΙΤΩΝΙΟ
ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ	ΝΑΙ	Προαιρετικά	Προαιρετικά	ΝΑΙ	ΝΑΙ ^(*)	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Προαιρετικά
ΕΡΓΟΔΗΓΟΣ ΕΠΙΣΤΑΤΗΣ	ΝΑΙ	Προαιρετικά	Προαιρετικά	ΝΑΙ	ΝΑΙ ^(*)	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Προαιρετικά
ΕΠΙΚΕΦΑΛΗΣ, ΓΟΜΩΤΗΣ - ΠΥΡΟΔΟΤΗΣ	ΝΑΙ	ΝΑΙ ^(*)	ΝΑΙ ^(*)	ΝΑΙ	ΝΑΙ ^(*)	ΝΑΙ	ΝΑΙ ^(*)	ΝΑΙ ^(*)
ΒΟΗΘΟΙ ΓΟΜΩΤΗ - ΠΥΡΟΔΟΤΗ	ΝΑΙ	ΝΑΙ ^(*)	ΝΑΙ ^(*)	ΝΑΙ	ΝΑΙ ^(*)	ΝΑΙ	ΝΑΙ ^(*)	ΝΑΙ ^(*)
ΑΠΟΘΗΚΑΡΙΟΣ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ ^(*)	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
ΦΥΛΑΚΕΣ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ ^(*)	ΝΑΙ	ΝΑΙ ^(*)	ΟΧΙ
ΟΔΗΓΟΣ - ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	ΝΑΙ	Προαιρετικά	Προαιρετικά	ΝΑΙ	ΝΑΙ ^(*)	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ

^(*) Χρησιμοποιούνται από τον Εργοδότη. Χρησιμοποιούνται ανάλογα με τις συνθήκες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Γεώργιος Ιωαν. Πολυχρονόπουλος.**
“Εκρηκτικές ύλες–Τεχνική εξόρυξης πετρωμάτων–Καθαίρεση των κατασκευών”,
Αθήνα 2001
2. **Ενημερωτικό δελτίο ΤΕΕ – Τεύχος 2090.**
“Η ελεγχόμενη χρήση εκρηκτικών στην κατεδάφιση κτιρίων”, Φεβρουάριος 2000
3. **Lauritzen, Eric K. and Petersen, M.**
“Partial Demolition by Mini Blasting”, Concrete International, June 1991, Vol. 13, No.
6, pp.43-46
4. www.usace.army.mil/inet/usace-docs/eng-manuals/em1110-2-2002/toc.htm
5. **Ν.Παπαδιονυσίου**
“Ασφάλεια στη χρήση εκρηκτικών υλών στα τεχνικά έργα”, ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε., Αθήνα 2001
6. **Δρίτσος Σ. ,**
“Επισκευές και ενισχύσεις Κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα” , Εκδόσεις Παν.
Πατρών, Πάτρα 2004
7. **Β.Σελλούντος, Στ. Πέρδιος, Γ.Παπαιωαννου, Κ.Χουσιανάκος,**
“ΠΥΡΑΣΦΑΛΕΙΑ–Εφαρμοσμένη Πυροπροστασία και Στοιχεία Πυρόσβεσης”
8. **Φ.Ε.Κ. 132B της 21 Φεβ 1989**
“Κανονισμοί για την παραγωγή, αποθήκευση και διάθεση σε κατανάλωση εκρηκτικών
υλών”.
9. www.usace.army.mil/inet/usace-docs/eng-manuals/em385-1-1/toc.htm
10. **Ρήγας Φ.**
“Τεχνολογία Εκρηκτικών Υλών”, Παν. Εκδ. Ε.Μ.Π. , Αθήνα 1997
11. **Τσουτρέλης Χ.**
“Εκρηκτικές Ύλες και Τεχνική Ανατινάξεων”, Παν. Εκδ. Ε.Μ.Π., Αθήνα 1997