

ΕΠΙΡΡΟΗ ΠΑΡΑΘΑΛΛΑΣΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΜΕΛΩΝ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Χαρακτηριστικά χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος

- Κατά τα πρότυπα του ΕΛΟΤ και του Νέου Κανονισμού Τεχνολογίας Οπλισμού Σκυροδέματος ΚΤΧ 2008 στην Ελλάδα σήμερα χρησιμοποιούνται οι χάλυβες B500A και B500C.
- Στην επιφάνεια και εξωτερικό περίβλημα των χαλύβων αυτών υπάρχει η σκληρή μαρτενσιτική δομή η οποία έχει μεγάλη μηχανική αντοχή αλλά μειωμένη πλαστιμότητα.

Αίτια και μηχανισμοί διάβρωσης

- Το υδατικό διάλυμα των πόρων του σκυροδέματος είναι έντονα αλκαλικό εξαιτίας της υδρασβέστου [$Ca(OH)_2$]
- Το σκυρόδεμα αποτελεί ένα φυσικό εμπόδιο στην επαφή του οπλισμού με τα διάφορα διαβρωτικά συστατικά του περιβάλλοντος
- Δυο διαδικασίες μπορούν να το καταστρέψουν : Η ενανθράκωση, η αντίδραση δηλαδή του CO_2 με το $Ca(OH)_2$ και η παρουσία χλωριόντων πάνω από μια ορισμένη τιμή
- Η διείσδυση των χλωριόντων μπορεί να προκαλέσει διάβρωση ακόμη και σε συνθήκες υψηλού pH. Τότε λέμε ότι ο οπλισμός ‘αποπαθητικοποιείται’ (depassivation) και η διάβρωση ξεκινά.

ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

Η διάβρωση συνδέεται με την παραγωγή οξειδίων του σιδήρου τα οποία αυξάνουν τον όγκο του σιδηροπλισμού

Έχουμε απώλεια της μάζας του οπλισμού, δηλαδή μειώνεται η ενεργός διατομή του και άρα μειώνεται η στατική επάρκεια της κατασκευής

Οι ρηγματώσεις αυξάνουν τη διαπερατότητα του σκυροδέματος σε διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και χλωριόντα (Cl^-) δημιουργώντας έτσι τις προϋποθέσεις για νέες ρηγματώσεις και τη γρήγορη διάβρωση του οπλισμού.

Το ορατό αποτέλεσμα εκτός από την εκτίναξη στο σκυρόδεμα της επικάλυψης είναι η κόκκινη-καφέ σκουριά πάνω στη ράβδο και οι κηλίδες σκουριάς που φαίνονται στις ρηγματώσεις στο σκυρόδεμα.

Δεν θα υπάρξουν δυνάμεις διαστολής για να σπάσουν το σκυρόδεμα, οπότε η διάβρωση δεν μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτή.

ΜΟΡΦΕΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

- Γενική ή ομοιόμορφη διάβρωση
- Τοπική διάβρωση
- Διάβρωση με βελονισμούς (pitting)
- Διάβρωση σε σχισμές (crevice)
- Περικρυσταλλική διάβρωση (intergranular)
- Διάβρωση λόγω ανάπτυξης εξωτερικής διαφοράς δυναμικού
- Γαλβανική δράση (galvanic)
- Ηλεκτρολυτική διάβρωση
- Διάβρωση με μηχανική καταπόνηση (stress-corrosion)

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

- Η διάβρωση των οπλισμών του σκυροδέματος εντοπίζεται από τις συνέπειες της πάνω στο σκυρόδεμα.
- Τα σημάδια που μαρτυρούν ύπαρξη διαβρωμένου οπλισμού, εύκολα μπορούν να εντοπιστούν μετά από παρατήρηση του κτιρίου από τον μηχανικό.
- Η οπτική επιθεώρηση μιας κατασκευής διευκολύνεται εάν από πριν ο μηχανικός έχει συντάξει έναν τυπικό κατάλογο των οπτικών ελέγχων που πρέπει να κάνει επιτόπου.

Ρηγμάτωση παράλληλα στους οπλισμούς	**Αποφλοίωση σκυροδέματος**	**Εκτίναξη επικάλυψης**	**Κηλίδες σκουριάς στην επιφάνεια του σκυροδέματος**

ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

- Μέτρηση βάθους ενανθράκωσης
- Μέτρηση περιεκτικότητας χλωριόντων
- Έμμεσες ηλεκτροχημικές μέθοδοι
- Μέτρηση του βάθους των ρωγμών
- Μέτρηση επιφανειακής υγρασίας σκυροδέματος
- Έλεγχος πάχους επικάλυψης
- Μέτρηση της απορροφήσεως νερού από το σκυρόδεμα

ΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ EN206-1

Το πρότυπο **EN 197-1** προδιαγράφει σε γενική μορφή τους εξής πέντε τύπους τσιμέντου

Συστατικό	Συμβολισμός
Κλίνκερ	K
Ποζολάνη φυσική	P
Ποζολάνη φυσική ψημένη	Q
Ιπτάμενη Τέφρα πυριτική	V
Ιπτάμενη Τέφρα ασβεστούχος	W
Ψημένος σχιστόλιθος	T
Ασβεστόλιθος	L
Σκωρία υψικαμίνου	S
Πυριτική παιπάλη	D

- **Το νερό**
  - Η βασική απαίτηση έναντι του νερού είναι να μην περιέχει συστατικά που μπορούν να βλάψουν ή να επηρεάσουν τις αντιδράσεις ενυδάτωσης. Τα όρια αναλογίας του νερού προς τσιμέντο κυμαίνονται γενικά μεταξύ 0.6 και 0.4
- **Τα αδρανή**
  - Ως αδρανή υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν, θεωρητικά, οποιαδήποτε υλικά συγκεντρώνουν τις τρεις βασικές απαιτήσεις: επαρκή αντοχή, επαρκή πρόσφυση και χημική ανεκτικότητα με την τσιμεντοκονία. Τα καταλληλότερα πετρώματα είναι τα ασβεστολιθικά ή τα πυριτικά.

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

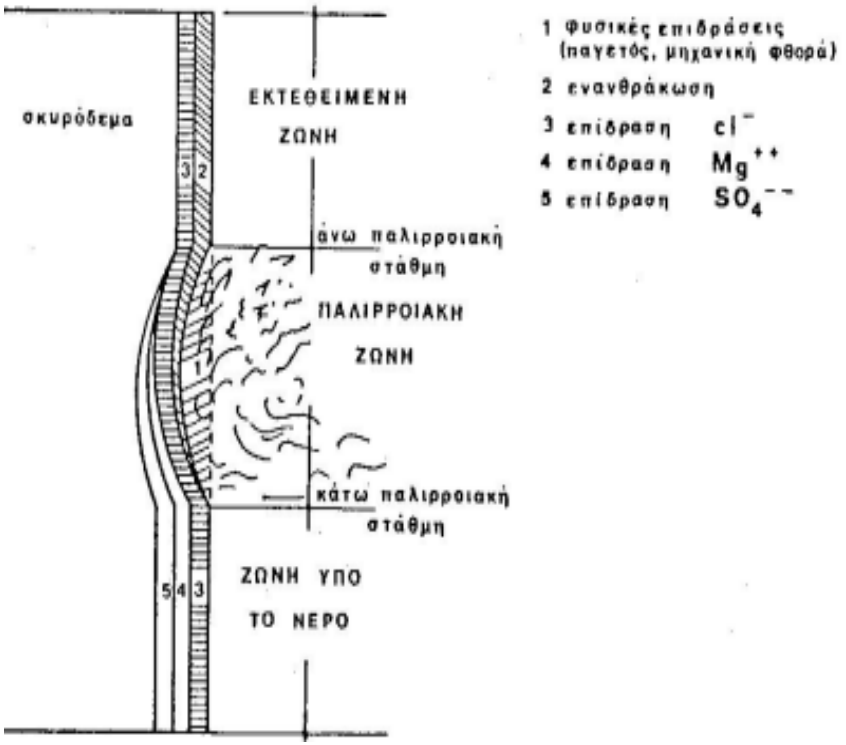
Τα πλεονεκτήματα της καλής συντήρησης

- Η βάση σχεδιασμού ανάπτυξη αντοχών λόγω επαρκούς ενυδάτωσης.
- Η σημαντική μείωση των ρωγμών που θα επέφερε ένας ταχύς ρυθμός εξάτμισης του νερού.
- Καλύτερη εμφάνιση του μπετόν και καλύτερες επιφανειακές αντοχές.
- Λιγότερο διαπερατό μπετόν άρα και προστασία από τα διάφορα διαβρωτικά περιβάλλοντα.

Συνήθεις τρόποι συντήρησης

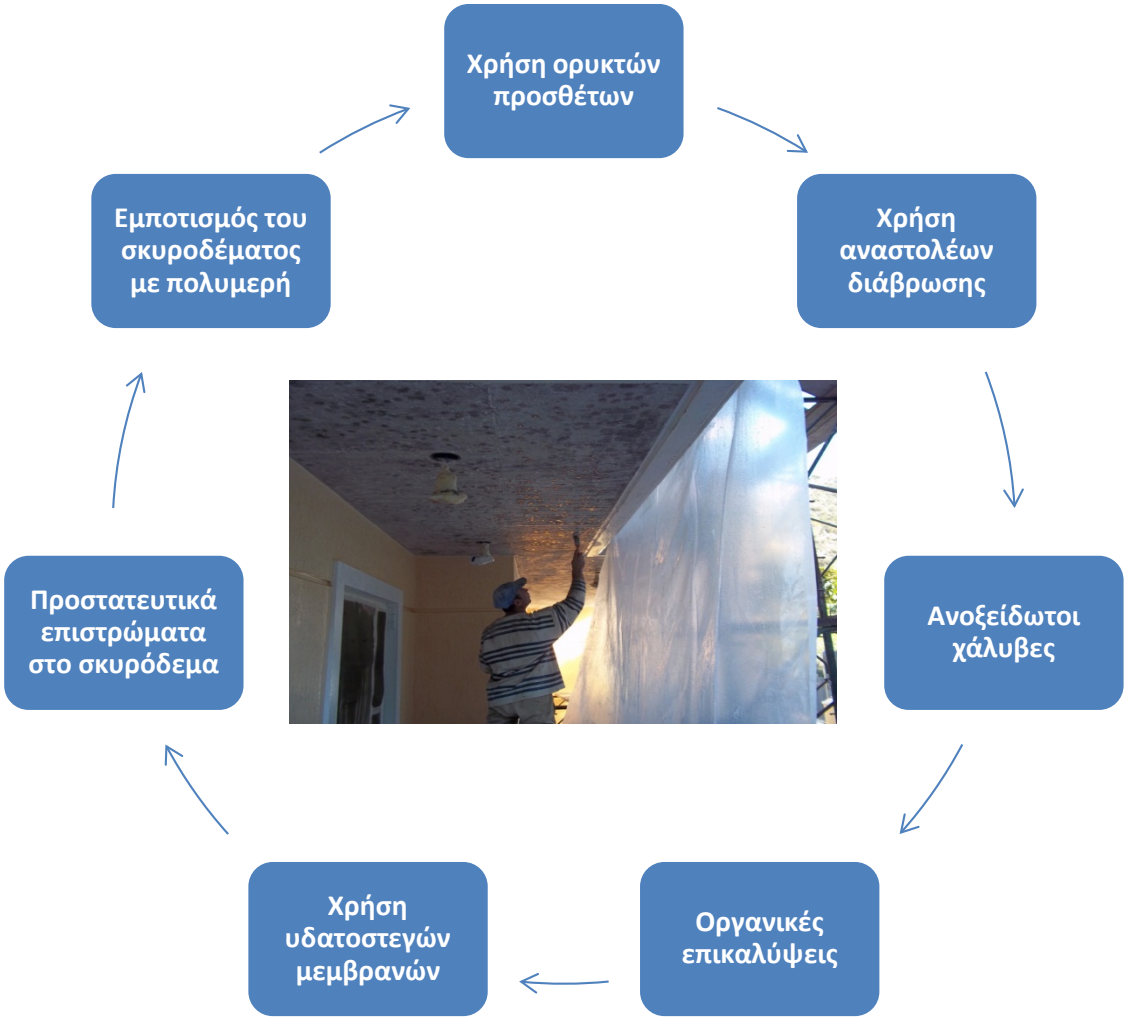
- Φυσικά εμπόδια – φράγματα κατά της εξάτμισης όπως π.χ. φύλλα πολυαιθυλενίου, λινάτσες, μουσαμάδες, ειδικά χαρτιά κλπ.
- Βρέξιμο της επιφάνειας με πλήρη εμβάπτιση, δημιουργία ομίχλης υδρατμών με ψεκασμό κλπ.
- Υγρά υλικά που δημιουργούν αντιεξατμιστικές μεμβράνες.

ΦΘΟΡΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ Η ΟΠΟΙΑ ΕΡΧΕΤΑΙ ΣΕ ΑΜΕΣΗ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ ΝΕΡΟ



- Μια θαλάσσια κατασκευή η οποία έρχεται σε άμεση επαφή με το θαλάσσιο νερό, μπορεί να διακριθεί σε διάφορες ζώνες
- Στις ζώνες αυτές καθεμία από τις προαναφερθείσες φυσικές και χημικές ιδιότητες εμφανίζεται με διαφορετική ένταση
- Ζώνη υπό το νερό
- Παλιρροιακή ζώνη
- Εκτεθειμένη ζώνη

ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ



ΗΠΙΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

- Η επαναλκαλοποίηση είναι μια διαδικασία η οποία εφαρμόζεται στο σκυρόδεμα με σκοπό να αυξήσει την αλκαλικότητα του σκυροδέματος, όταν αυτό έχει λόγω ενανθράκωσης ή άλλων αιτιών μειωθεί.
- Τα χλωριόντα αφαιρούνται από το σκυρόδεμα ηλεκτροχημικά μιας και η μέθοδος βασίζεται στην αρχή της ηλεκτρωσμώσεως.
- Οι ρητίνες αποτελούν ένα υλικό που μπορεί να γεμίσει το κενό μιας ρωγμής, επιτυγχάνοντας τελικά την πλήρη συνέχεια του υλικού. Επίσης λόγο της σύστασής τους, παρεμποδίζουν την ελεύθερη διείσδυση οξυγόνου και υγρασίας, των κύριων δηλαδή συστατικών της οξειδωτικής διαδικασίας.
- Η καθοδική προστασία χρησιμοποιείται ευρέως ως μέθοδος προστασίας των οπλισμών έναντι διαβρώσεως σε σημαντικές κατασκευές.
  - Η αρχή της μεθόδου συνίσταται στην εφαρμογή ηλεκτρικού δυναμικού αντίθετου με το δυναμικό διάβρωσης ώστε ο χάλυβας να γίνει κάθοδος ενός ηλεκτρικού κελιού χωρίς πλέον να οξειδώνεται.
- Επισκευή με ινοπλισμένα τσιμεντοειδή κονιάματα με υψηλή συγκέντρωση σε αναστολείς διαβρώσεως.

ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ (1)



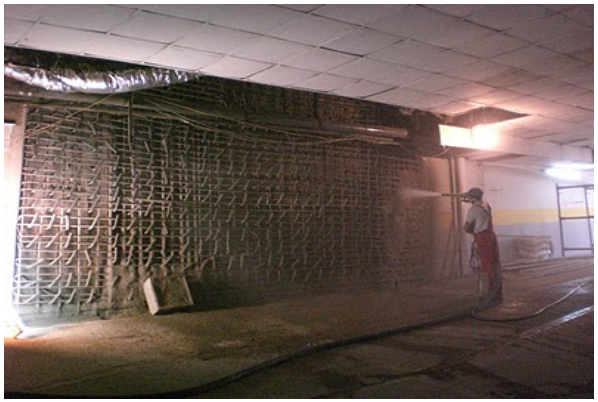
Καμπτική ενίσχυση πλάκας με μεταλλικά ελάσματα



Ενίσχυση υποστυλώματος με μεταλλικό μανδύα



Ενίσχυση υποστυλώματος και δοκών με μεταλλικό μανδύα



Εκτόξευση σκυροδέματος

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΙΝΟΠΛΙΣΜΕΝΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ (FRP)

Το πρόβλημα της αναβάθμισης που αντιμετωπίζουν οι παλαιότερες ανεπαρκώς οπλισμένες κατασκευές με πολλές συσσωρευμένες βλάβες μπορεί να επιλυθεί κυρίως με τη χρήση μανδυών από ινοπλισμένα πολυμερή, ως μέσο ενίσχυσης αλλά και ως αδιαπέραστου εμποδίου

Τα σύνθετα αυτά υλικά, θα λειτουργήσουν τελικά ως εξωτερικά επικολλημένος οπλισμός που θα παραλάβει τις εφελκυστικές τάσεις.

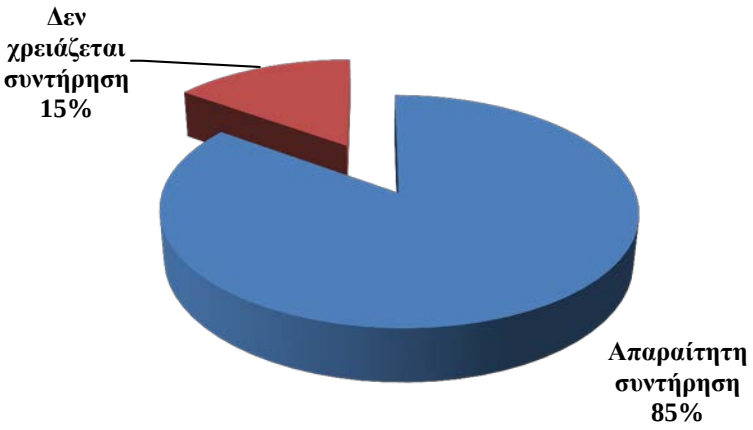
Αυτή η μέθοδος αποκατάστασης θεωρείται αρκετά αποτελεσματική, ωστόσο εφαρμόζεται όταν το πρόβλημα είναι ιδιαίτερα έντονο, δηλαδή οι διαστάσεις των ρωγμών είναι σημαντικές και η απλή ρητινένεση δεν μπορεί να αποδώσει ως μέθοδος επισκευής

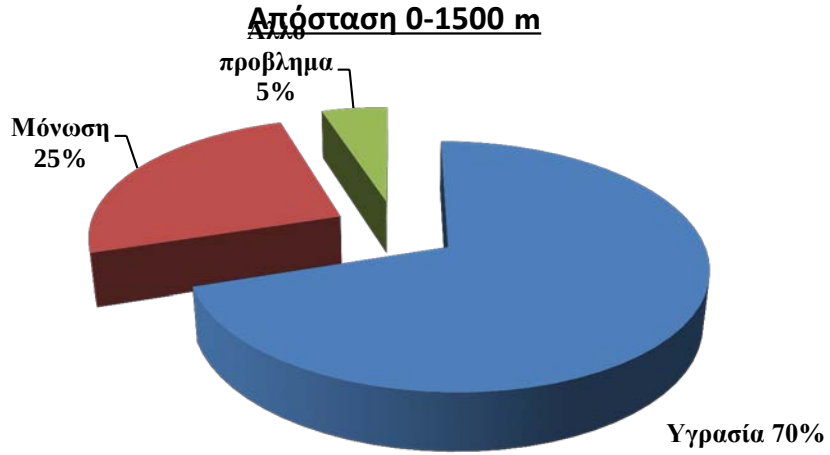
τα υφάσματα με σύνθετα υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν προς ενίσχυση δοκών και πλακοδοκών , όμως εκεί που πραγματικά η χρήση τους θεωρείται επιβεβλημένη, είναι η ενίσχυση των κρίσιμων στοιχείων του φέροντος οργανισμού.

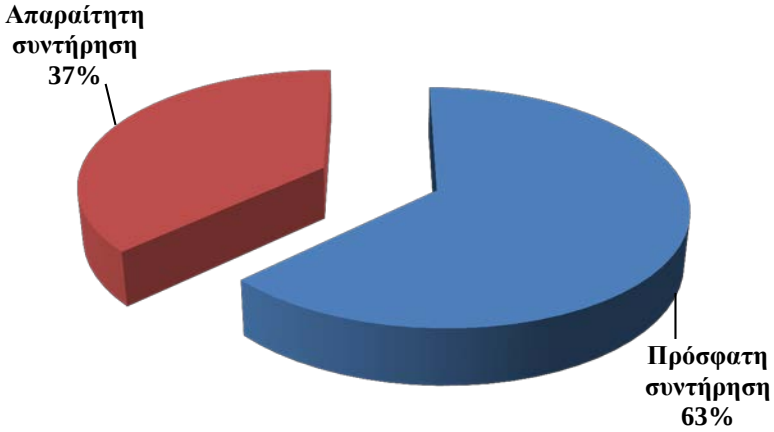
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ - ΕΡΕΥΝΑ

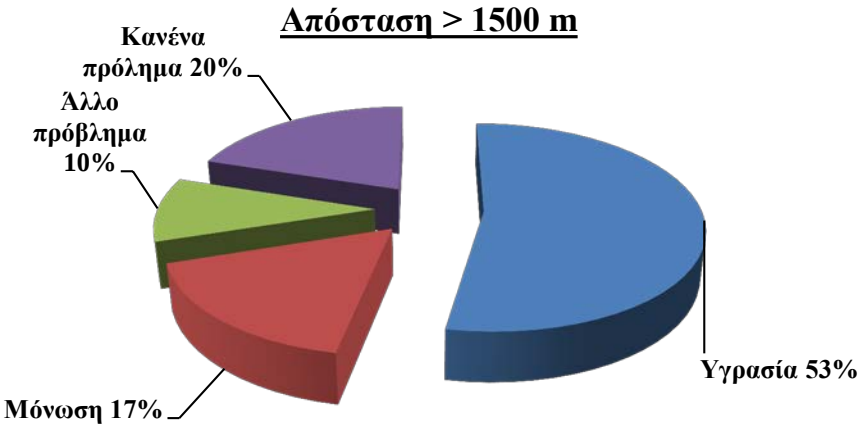
- Το κόστος μιας κατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα, είναι αρκετά υψηλό.
- Έτσι ο κάθε εργοδότης επιθυμεί μα έχει μεγάλη διάρκεια ζωής με όσο το δυνατόν χαμηλότερο κόστος.
- Στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε, ερωτήθηκαν 67 ιδιοκτήτες κατασκευών γύρω από τα εξής θέματα:
  - Απόσταση από τη θάλασσα και συντήρηση
  - Ενημέρωση
  - Κίνητρα συντήρησης
  - Οικονομικός τομέας
  - Τομέας βλαβών
  - Μακροχρόνια προβλήματα κατασκευής
- Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε σε παραθαλάσσια περιοχή της Ελλάδας, στο νησί της Ρόδου κατά την περίοδο **Ιανουαρίου – Σεπτεμβρίου** του έτους 2013.
- Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε ήταν δειγματοληπτική με σκοπό να ληφθεί μια γενική εικόνα γύρω από τους παραπάνω τομείς.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ (1) -ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

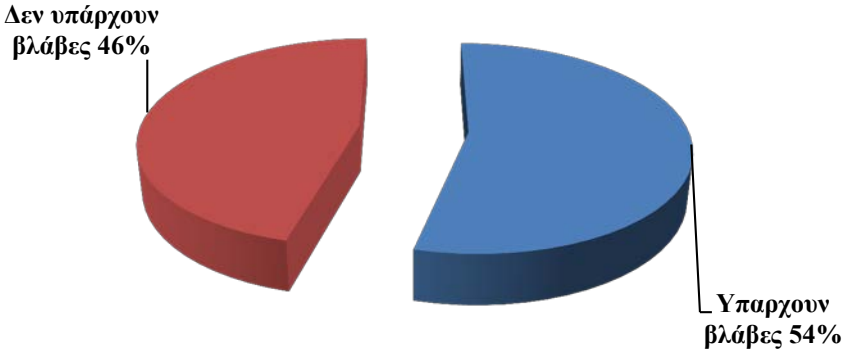


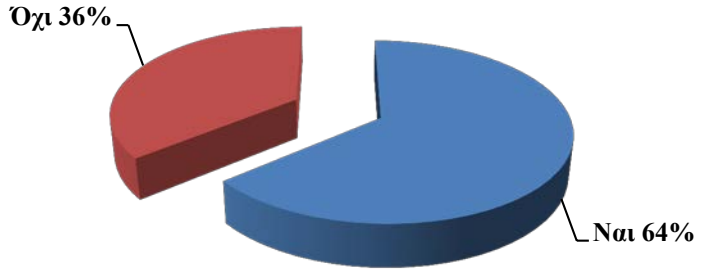


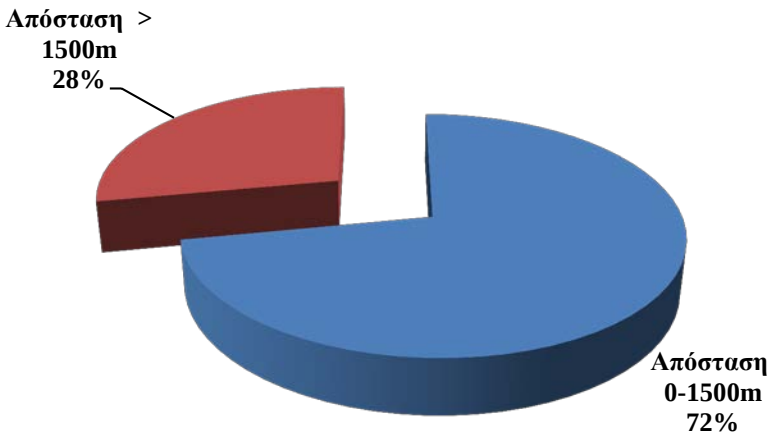


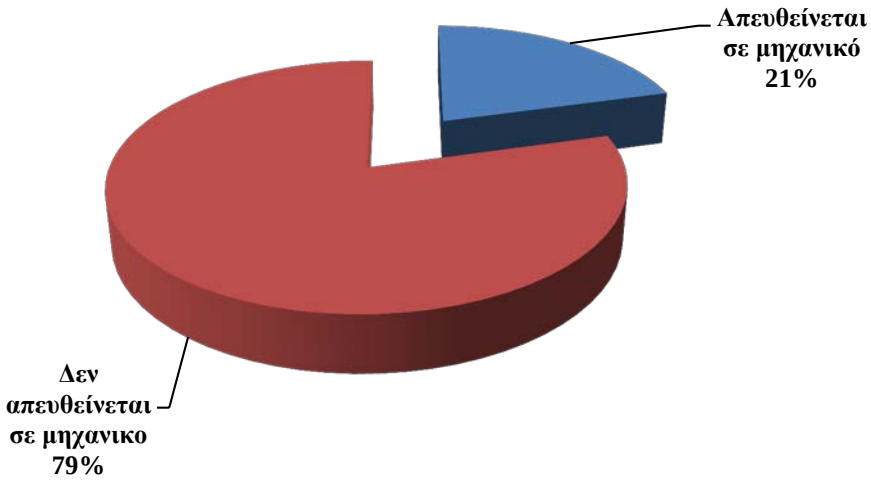


ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ (2) - ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΙΔΙΟΚΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

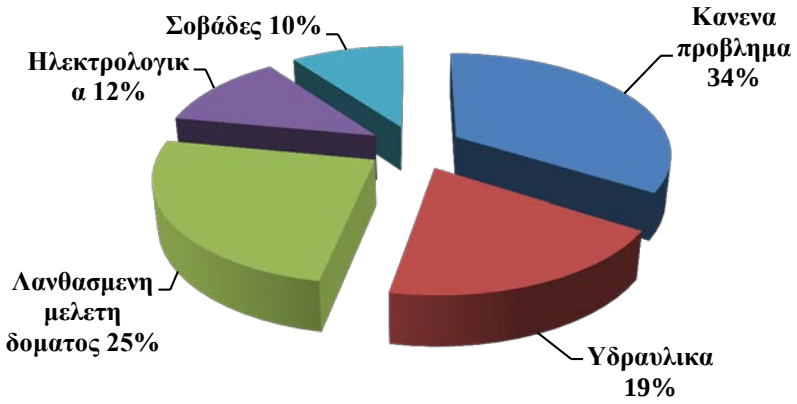


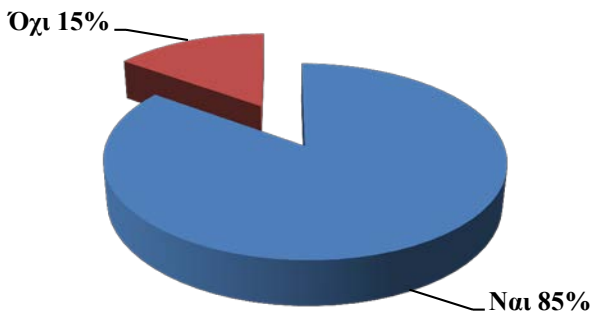


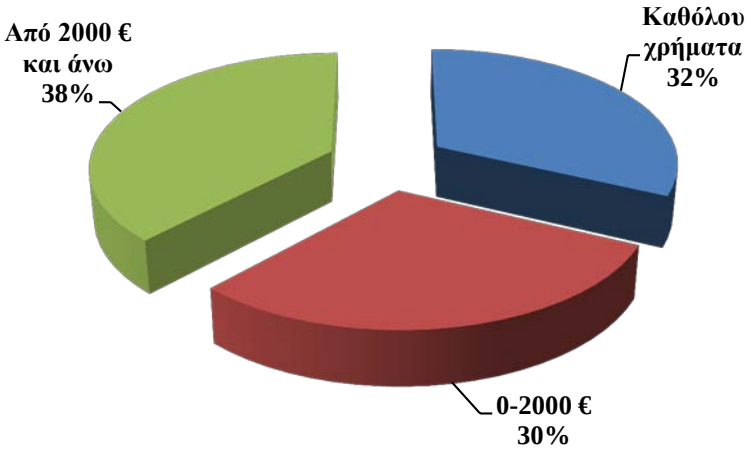


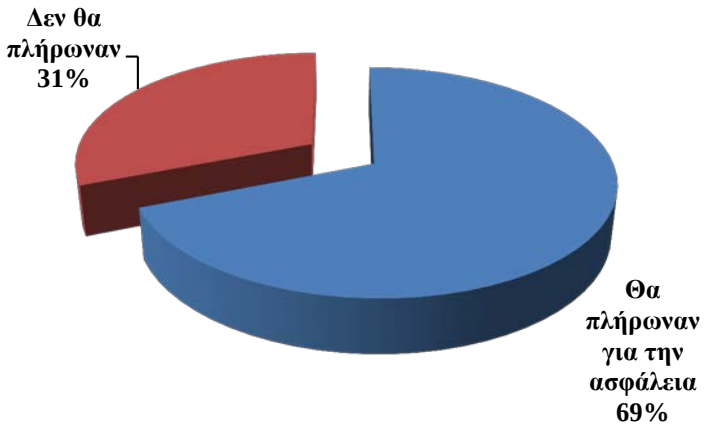


ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ (3) - ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

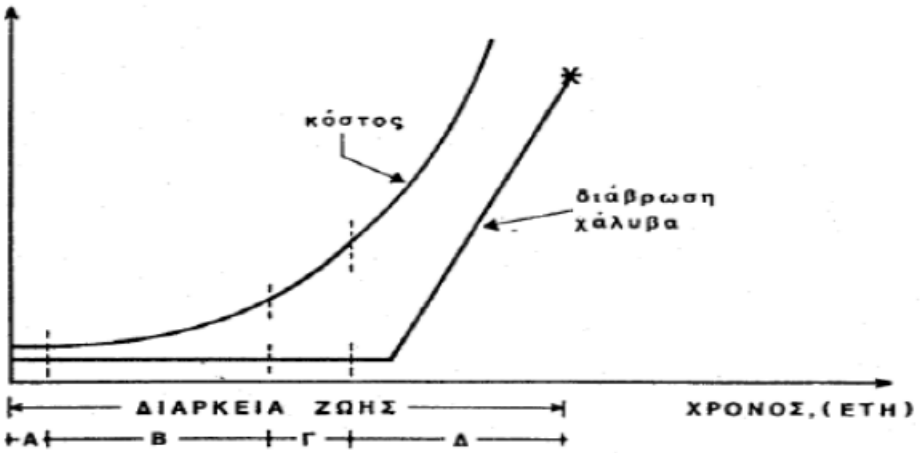








ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ



Η μελέτη διάφορων περιπτώσεων όπου εξετάστηκε το κόστος συντήρησης της επισκευής και ο βαθμός που είχε προχωρήσει η διάβρωση, παρατηρούμε πως όσο προχωράει ο χρόνος (άρα και η διάβρωση), τόσο το κόστος αυξάνεται.

Γι αυτό τον λόγο πρέπει οι ιδιοκτήτες, όσο το δυνατόν γρηγορότερα να παίρνουν τα απαραίτητα μέτρα κατά της διάβρωσης, και να συντηρούν την κατασκευή γιατί με αυτόν τον τρόπο η συντήρηση της, θα τους κοστίσει λιγότερο.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (1)

Η διάβρωση του χάλυβα στο οπλισμένο σκυρόδεμα έχει ιδιαίτερα καταστροφικές επιπτώσεις στις αντίστοιχες κατασκευές παρουσία υγρασίας και οξυγόνου.

Επιβάλλεται η παρακολούθηση της διάβρωσης του σιδηροπλισμού των κατασκευών και θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στον τομέα αυτό ο οποίος σχετίζεται με την ζωή των κατασκευών.

Η προστασία της κατασκευής ξεκινάει από την πρώτη κιόλας μέρα του έργου, όπου οι πρακτικές κατασκευής στην Ελλάδα δεν κινούνται πάντα στα όρια των κανονισμών και γίνονται λάθη

Το πρώτο και βασικότερο μέτρο πρόληψης είναι η παραγωγή ενός σωστού και αδιαπέρατου σκυροδέματος με χαμηλό λόγο Ν/Τ, σωστό πάχος επικάλυψης, σωστά συμπυκνωμένο και συντηρημένο και να τηρεί όλες τις προϋποθέσεις από τον εκάστοτε κανονισμό.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (2)

Από τις υπόλοιπες ήπιες μεθόδους αυτές που συνήθως εκτελούνται στις κατασκευές είναι:

Η μέθοδος των αναστολέων διάβρωσης, όπου είναι μια σημαντικά οικονομικότερη λύση από αυτή της καθοδικής προστασίας και δεν απαιτείται παρά μόνο η αρχική ανάμιξη του αναστολέα διάβρωσης στο σκυρόδεμα	Η μέθοδος των οργανικών επικαλύψεων είναι μια απλή και φθηνή λύση. Προϋπόθεση για την σωστή εφαρμογή είναι η χρήση του κατάλληλου υποστρώματος (αστάρι) πριν την εφαρμογή της επικάλυψης.	Η χρήση των ανοξείδωτων χαλύβων είναι μια καλή αλλά σχετικά ακριβή λύση και εφαρμόζεται κυρίως σε κτήρια ιδιαίτερης σημασίας.	Οι υπόλοιπες ήπιες μέθοδοι έχουν περιορισμένες εφαρμογές.	Επιπλέον η επισκευή με ινοπλισμένο τσιμεντοκονίαμα, είναι εύκολη στην εφαρμογή αλλά δεν μπορει να αντιμετωπίσει εκτεταμένη διάβρωση του οπλισμού και δεν ενδείκνυται για μεγάλες επιφάνειες λόγω κόστους.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ!!

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ?

