

Καθοδική Προστασία (CP) του οπλισμού στο σκυρόδεμα



Ανθεκτικότητα Σκυροδέματος

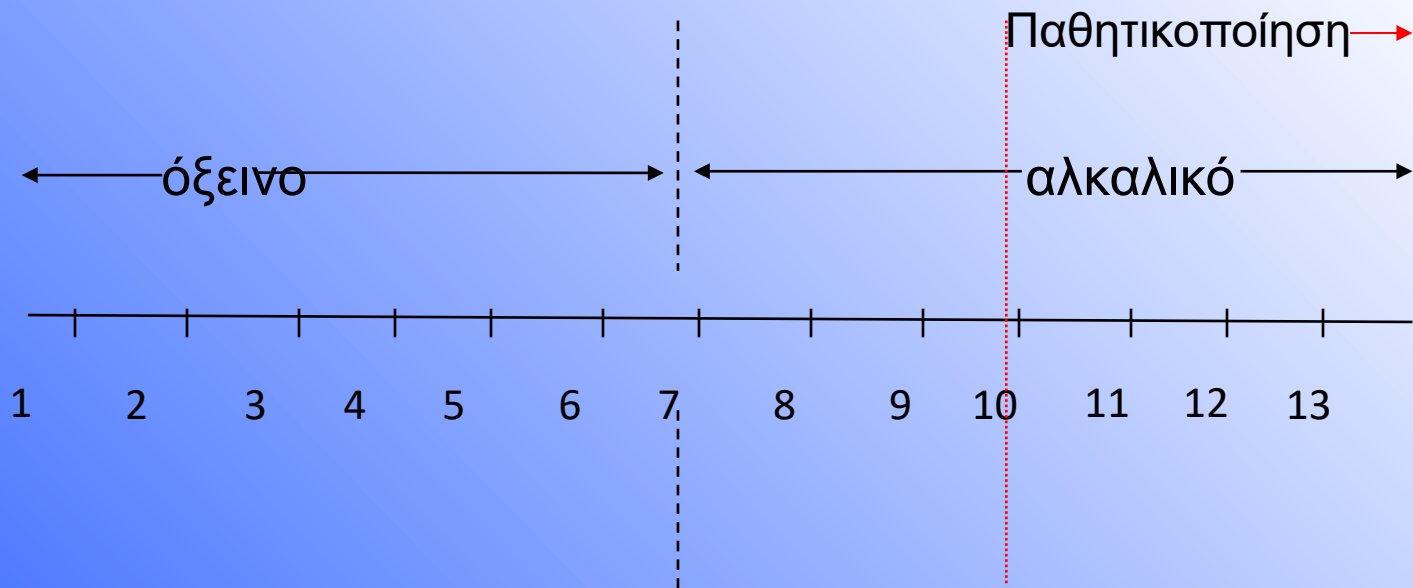
Ανθεκτικότητα είναι η ικανότητα διάρκειας στον χρόνο για μεγάλο διάστημα χωρίς σημαντική φθορά.

Ένα ανθεκτικό υλικό βοηθά το περιβάλλον εξοικονομώντας πόρους και μειώνοντας τα απόβλητα και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της επισκευής και της αντικατάστασης



Χάλυβας σε σκυρόδεμα

- Παθητικοποίηση χάλυβα σε αλκαλικό περιβάλλον με $pH \geq 9,5$
- Ενυδάτωση τσιμέντου Portland $> CSH + Ca(OH)_2$ με $pH = 12 - 13$

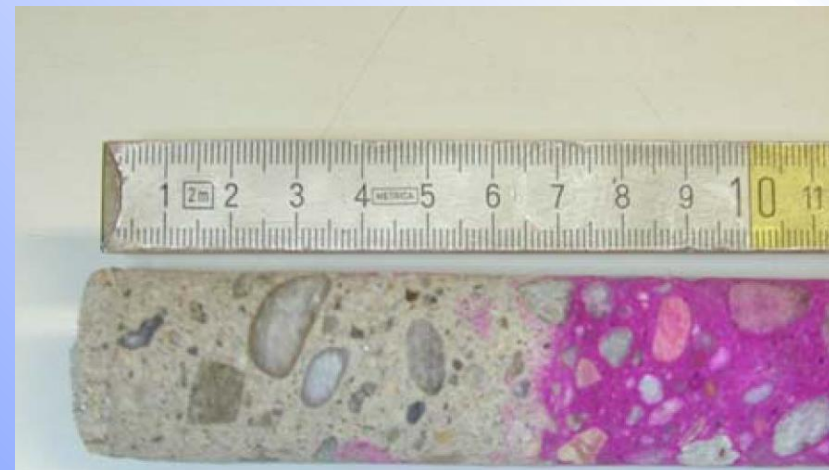
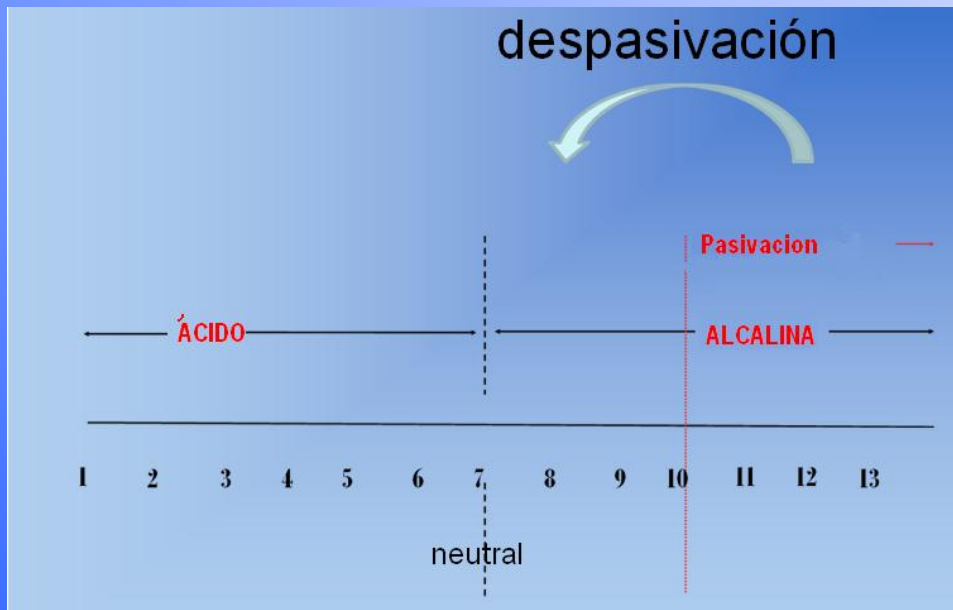


Παράγοντες που επηρεάζουν τη διάβρωση του οπλισμού

- Αποπαθητικοποίηση του χάλυβα
- Περιβαλλοντικοί ρύποι
- Διαθεσιμότητα οξυγόνου και υγρασίας
- Ηλεκτρική ειδική αντίσταση του σκυροδέματος
- Μόλυνση από χλωριόντα και θειικά άλατα

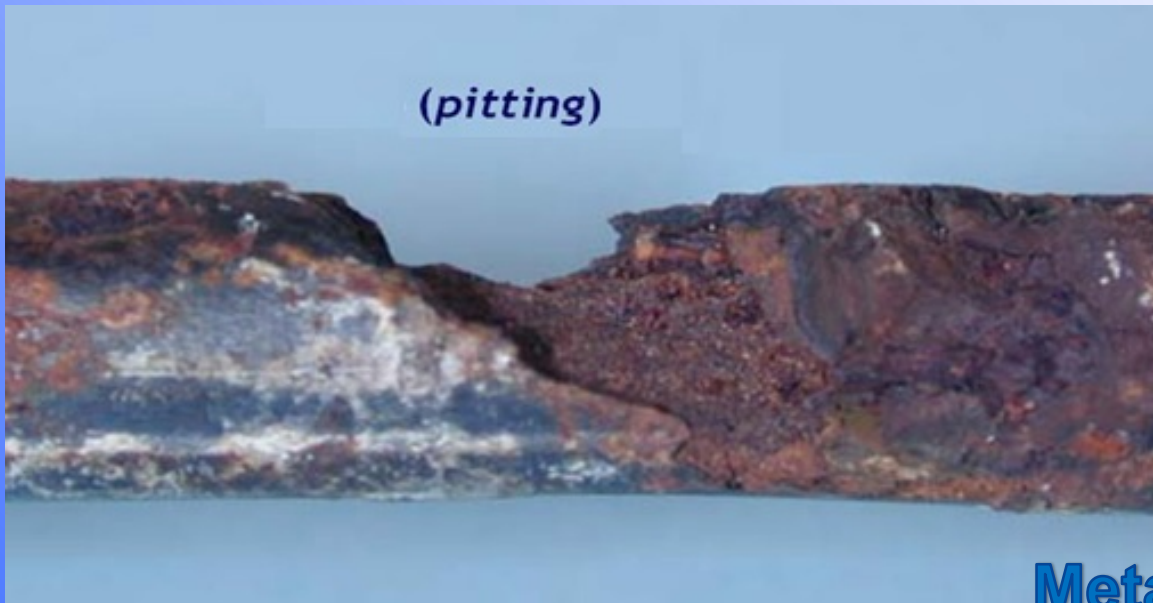
Βασικές αιτίες ρωγμών και θρυμματισμού του σκυροδέματος

- Ανθράκωση
- ✓ Όξινηση του σκυροδέματος (μείωση pH) λόγω CO_2 με $\text{Ca}(\text{OH})_2$ σε CaCO_3 (ανθρακικό ασβέστιο pH=8-9)



Χλωρίδια

- Η διάβρωση είναι δυνατή σε αλκαλικό περιβάλλον
- Τα χλωρίδια σχηματίζουν οξέα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας δημιουργίας κοιλωμάτων
- Τα χλωρίδια είναι υγροσκοπικά και έλκουν υγρασία στο σκυρόδεμα
- Η αναλογία επιφάνειας ανόδου/καθόδου της διάτρησης είναι πολύ μικρή = αυξημένοι ρυθμοί διάβρωσης



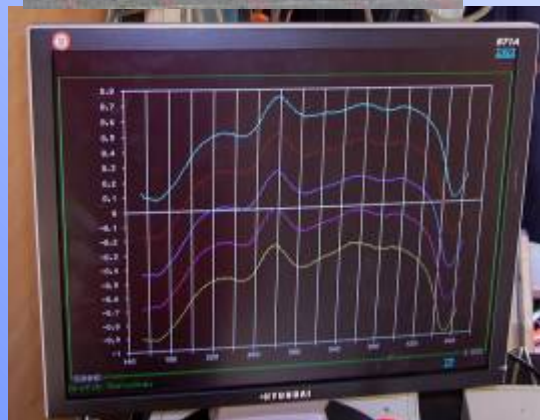
Παραδείγματα ζημιών



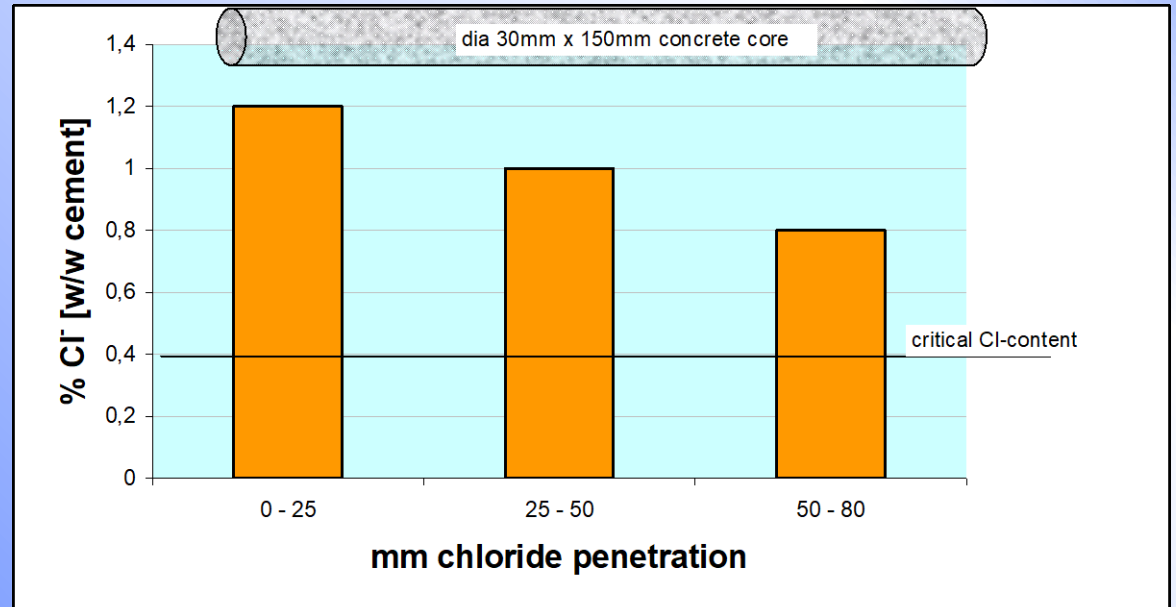


Δραστηριότητες Μηχανικού

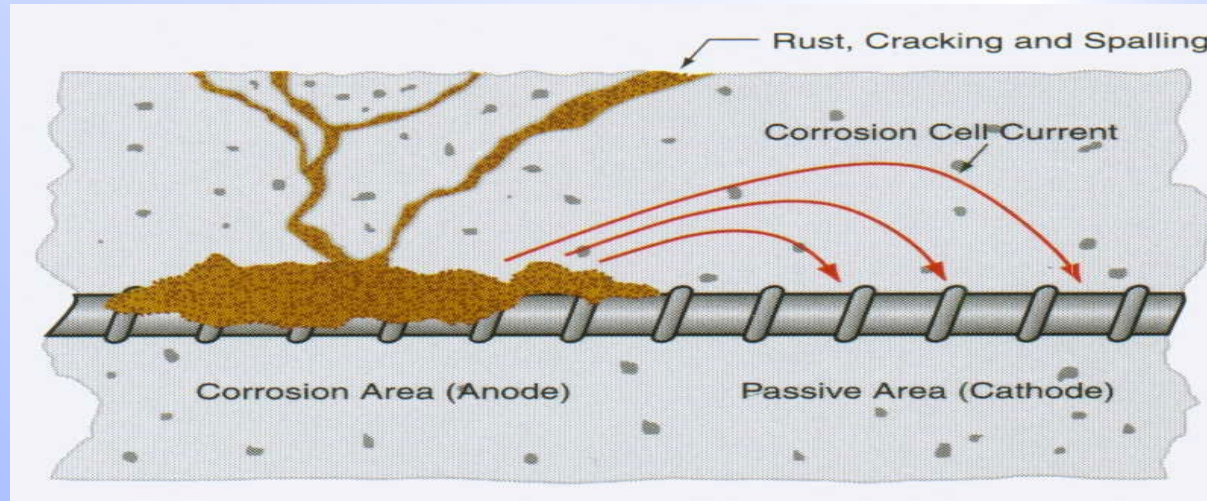
- Προεπιθεωρήσεις κατασκευών
- Ανίχνευση και παρακολούθηση διάβρωσης
- Παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών για διάβρωση
- Ανάπτυξη προϊόντων



Περιεκτικότητα σε χλωρίδια



Χαρτογράφηση ηλεκτρικού πεδίου



- Εάν δεν φαίνεται οπτική βλάβη, αλλά ενδέχεται να υπάρχει διάβρωση του οπλισμού.
- Επιλογή μεθόδου επισκευής για οικονομικούς λόγους

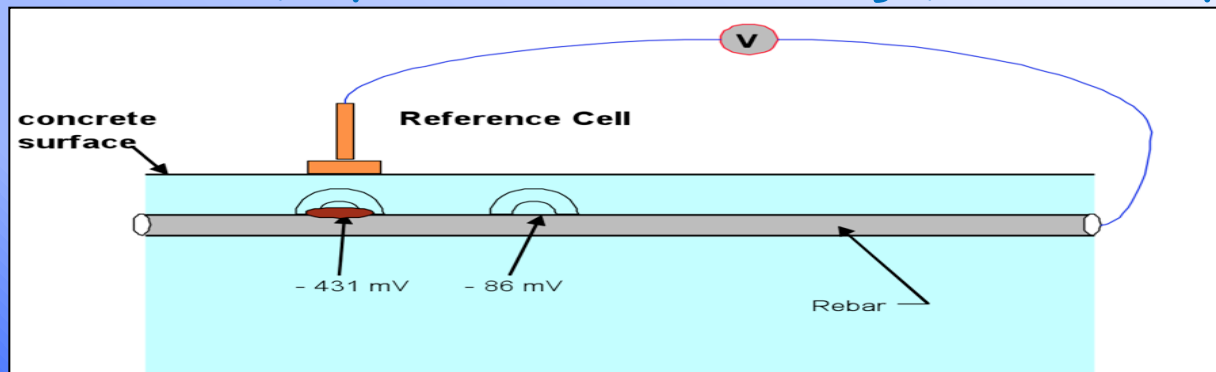
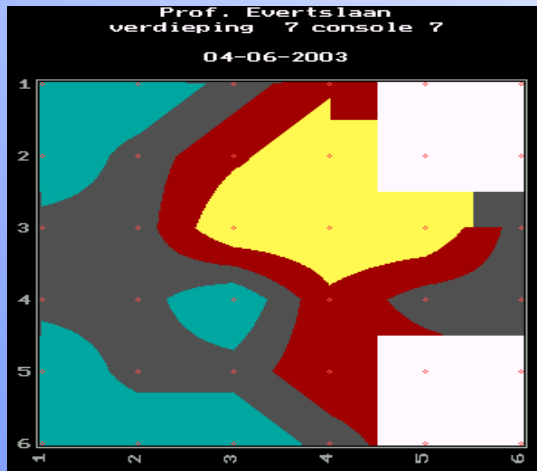


fig. 4 potentialmapping

Προέλεγχος Ηλεκτρικού Πεδίου



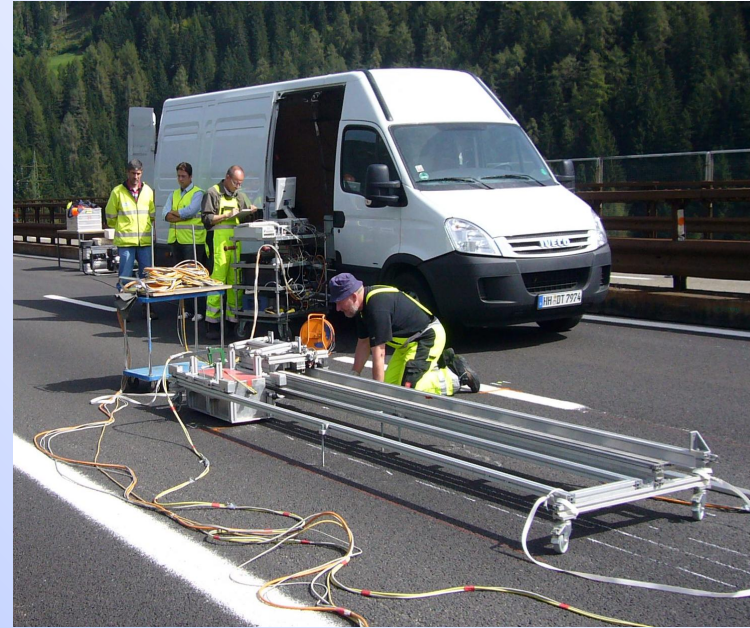
| 5.65 | 26.60 | 27.65 | 28.50 | 29.45 | 30.40 | 31.35 | 32.30 | 33.25 | 34.20 | 35.15 | 36.10 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -150 | -145 | -185 | -180 | -290 | -350 | -285 | -200 | -200 | -235 | -220 | -205 |
| -165 | -145 | -235 | -225 | -290 | -305 | -270 | -270 | -240 | -235 | -240 | -230 |
| -190 | -210 | -155 | -245 | -300 | -305 | -370 | -195 | -195 | -240 | -215 | -195 |
| -145 | -180 | -165 | -215 | -260 | -345 | -305 | -180 | -205 | -190 | -165 | -145 |
| -270 | -290 | -275 | -340 | -420 | -555 | -520 | -380 | -270 | -255 | -290 | -290 |
| -155 | -195 | -170 | -200 | -265 | -405 | -310 | -195 | -175 | -195 | -185 | -230 |
| -395 | -395 | -420 | -505 | -550 | -600 | -545 | -540 | -420 | -395 | -390 | -350 |
| -555 | -540 | -570 | -565 | -620 | -685 | -705 | -665 | -555 | -535 | -500 | -500 |
| -660 | -610 | -620 | -715 | -725 | -690 | -665 | -615 | -580 | -635 | -575 | -555 |
| -680 | -680 | -670 | -725 | -690 | -675 | -620 | -595 | -615 | -555 | -520 | -485 |
| -695 | -650 | -620 | -645 | -670 | -600 | -625 | -625 | -650 | -645 | -615 | -515 |
| -615 | -620 | -570 | -565 | -505 | -550 | -600 | -620 | -600 | -620 | -650 | -525 |
| -380 | -350 | -310 | -360 | -315 | -445 | -555 | -535 | -445 | -295 | -380 | -325 |
| -500 | -500 | -405 | -405 | -405 | -620 | -625 | -640 | -565 | -490 | -625 | -445 |
| -230 | -230 | -250 | -240 | -245 | -190 | -270 | -340 | -370 | -310 | -230 | -300 |
| -180 | -175 | -165 | -180 | -175 | -205 | -215 | -275 | -250 | -215 | -230 | -340 |
| -170 | -190 | -120 | -125 | -135 | -225 | -205 | -160 | -205 | -180 | -185 | -185 |

Color cards

Metalnastri S.r.l.

Δραστηριότητες προ επιθεώρησης

- Ανίχνευση διάβρωσης προεντεταμένων ή μετατεταμένων καλωδίων
- Μαγνητικές παρεμβολές
- Φρακτογραφική Ανάλυση
- Μεταλλουργικές μελέτες
- Έρευνα ιστορικών περιπτώσεων



Πλεονεκτήματα επιθεώρησης

- ΑΝΙΧΝΕΥΕΙ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΕΚ ΤΩΝ ΠΡΟΤΕΡΩΝ
- ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
- ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΔΙΑΒΡΩΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ
- ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ
- ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΑΥΞΗΣΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
- ΠΡΟΛΗΨΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

Τι είναι η Καθοδική Προστασία (CP)

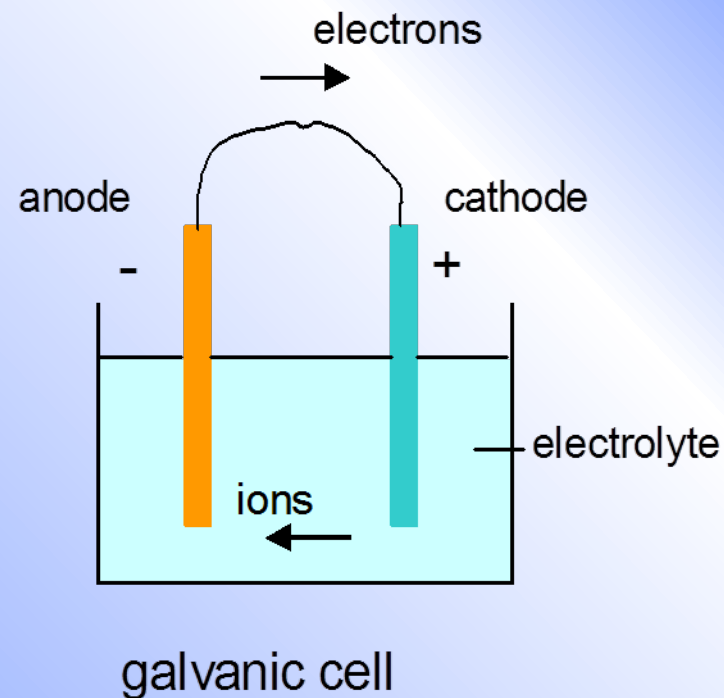
- Η CP είναι μια μέθοδος προστασίας του σιδήρου και του χάλυβα από την ηλεκτροχημική διάβρωση

Standard Reduction Potential Table (at 25°C, 101kPa, 1M)

| Half-Reaction | volts |
|---|-------|
| $\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$ | -3.04 |
| $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$ | -1.68 |
| $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$ | -0.76 |
| $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$ | -0.44 |
| $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ | -0.41 |
| $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$ | -0.26 |
| $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$ | -0.13 |
| $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ | 0.00 |
| $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ | 0.34 |
| $\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ | 0.52 |
| $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ | 0.77 |
| $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ | 0.80 |
| $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ | 0.82 |
| $\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-$ | 1.07 |
| $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$ | 1.36 |
| $\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}$ | 1.52 |

Weak Oxidizing Agents / Strong Reducing Agents

Strong Oxidizing Agents / Weak Reducing Agents



Γιατί Καθοδική Προστασία (CP) σκυροδέματος ?

- Η παραδοσιακή επέμβαση και επισκευή θα επαναφέρει τις ρωγμές, το ξεφλούδισμα και τη φθορά.
- Κίνδυνος και ασφάλεια σχετικά με την ακεραιότητα της κατασκευής, όπως π.χ. πτώση τεμαχίων σκυροδέματος.
- Μακροζωία των κατασκευών.
- Μειωμένο Κόστος.
- Αποδεδειγμένο και αποτελεσματικό σύστημα.
- Αποτελεσματικό σε περίπτωση χλωριδίων.

Γαλβανικό σύστημα

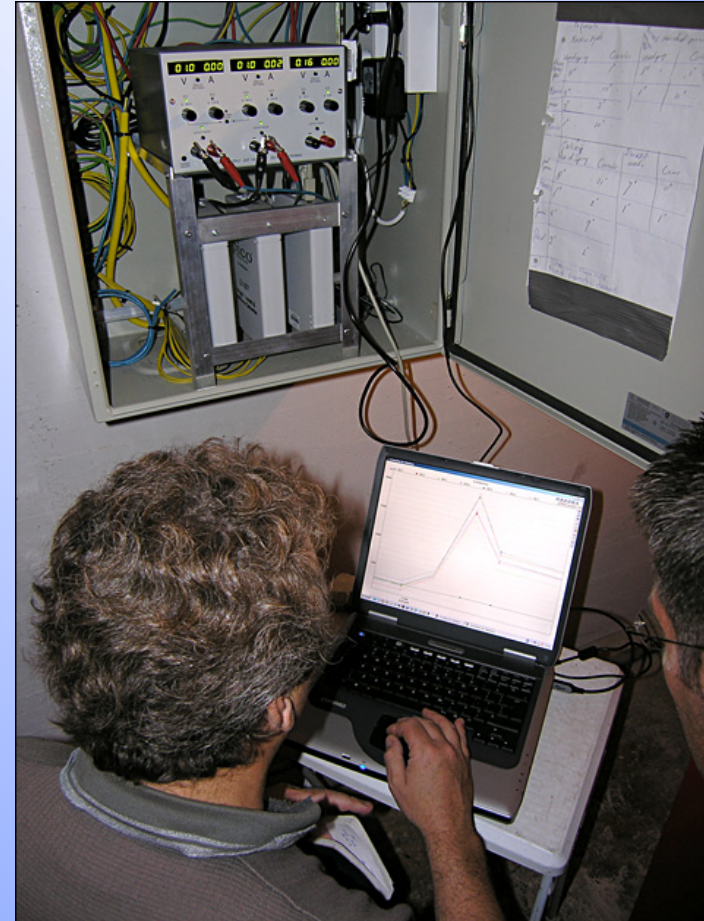
Ηλεκτροχημική
ΤΑΣΗ VOLT

ΧΑΛΥΒΑΣ - 0,44 V

ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ
- 0,76V



Ανορθωτές (πηγή τροφοδοσίας)



ΓΑΛΒΑΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

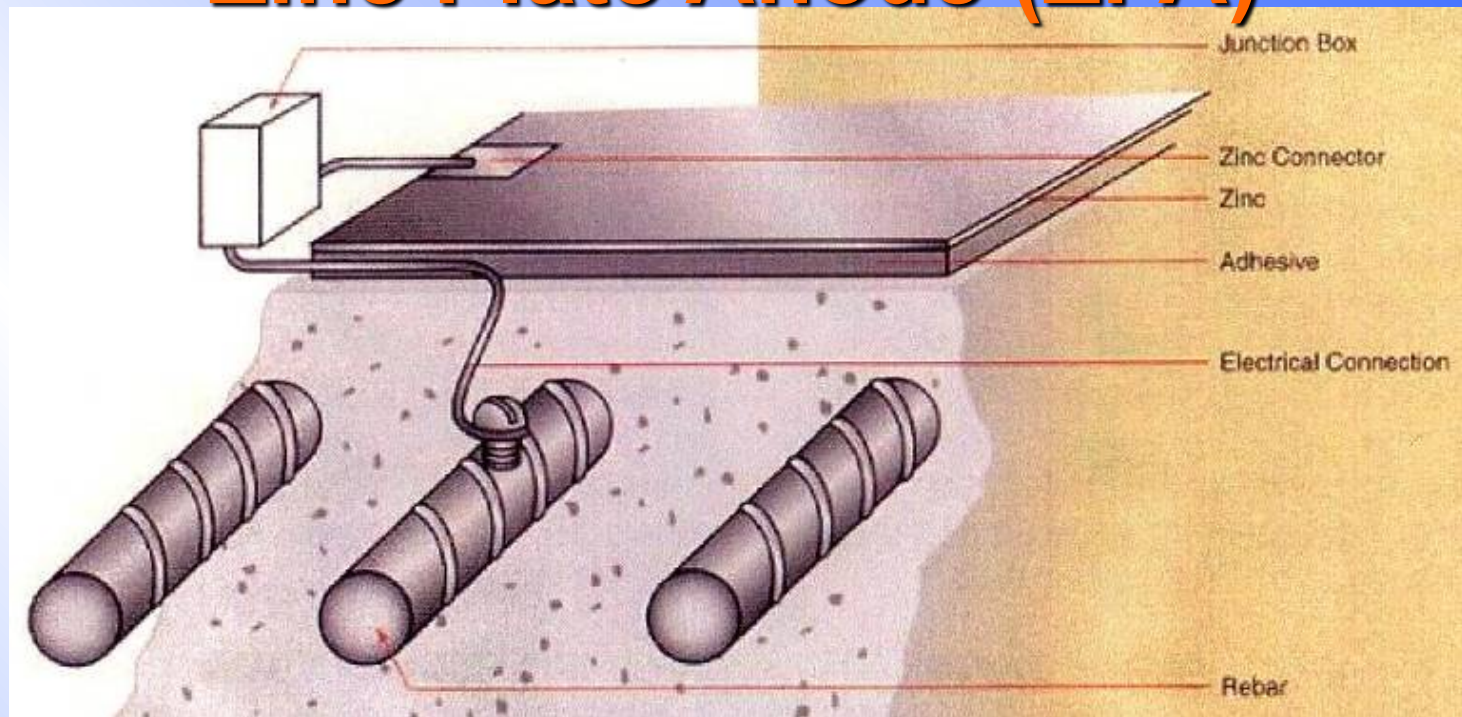
ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΑΝΟΔΙΑ

- Ανόδια από πλάκες ψευδαργύρου (ZPA)
- MPS Έλεγχος διάβρωσης

ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΑΝΟΔΙΑ

- GSC Superanode
- Rollanode

Zinc Plate Anode (ZPA)



Το ZPA είναι ένα φύλλο ψευδαργύρου υψηλής καθαρότητας επικαλυμμένο με μια ιονικά αγώγιμη κόλλα. Εφαρμόζεται απευθείας στην εξωτερική επιφάνεια του σκυροδέματος. Η στρώση ψευδαργύρου συνδέεται ηλεκτρικά με τον χαλύβδινο οπλισμό. Με αυτόν τον τρόπο το ηλεκτρικό κύκλωμα ολοκληρώνεται καθώς το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει διαμέσου της συγκολλητικής στρώσης και του σκυροδέματος μέσω ιοντικής αγωγιμότητας. Μόλις πραγματοποιηθεί η ηλεκτρική σύνδεση, το ρεύμα θα ρέει και το ZPA θα αρχίσει να καταναλώνεται και να θυσιάζεται.

ΖΡΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΟΙΚΟΔΟΜΕΣ



Metalnastri S.r.l.

ΣΡΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Διόρθωση Hilti IDP 0/2



Hilti DBZ 6/4,5
Μεταλλική στρέωση

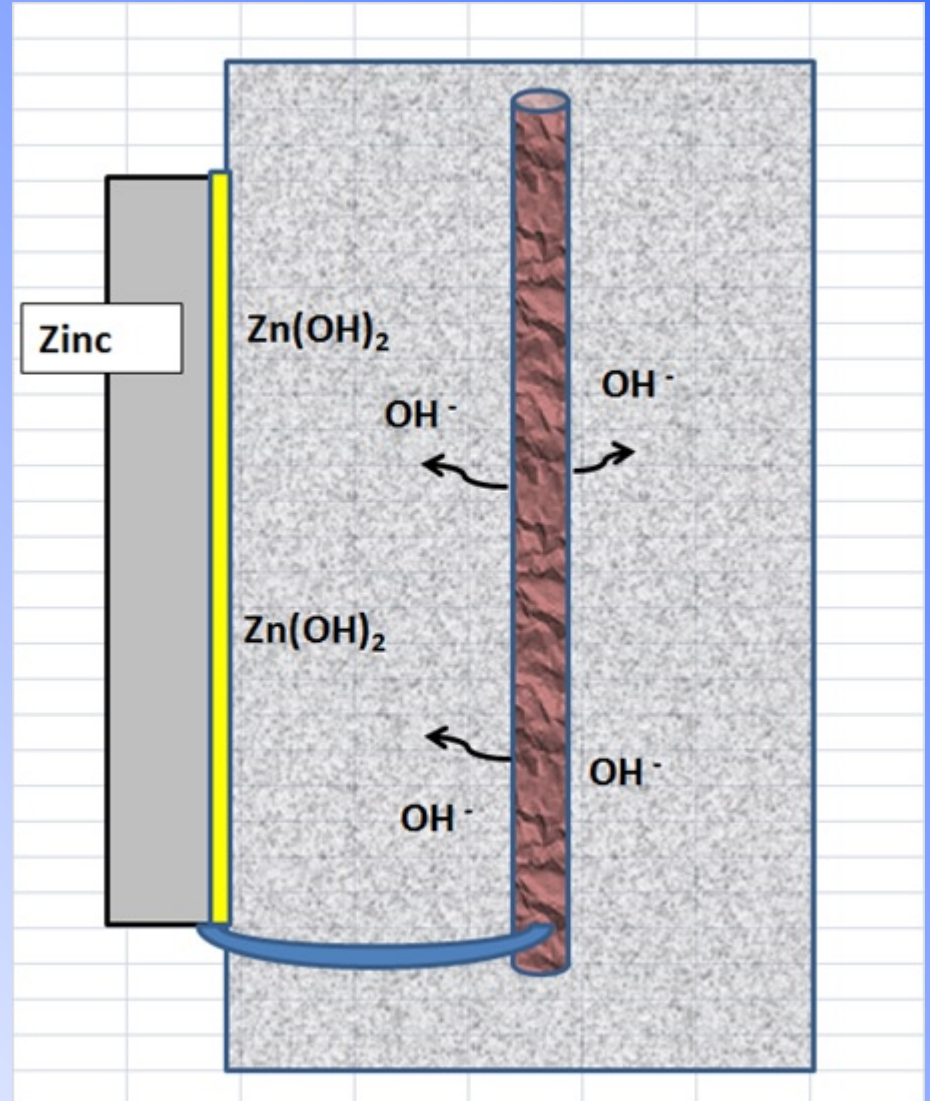


Metalnastri S.r.l.

ΖΡΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΥΠΟΔΟΜΕΣ



Παθητικοποίηση ψευδαργύρου



Σε αλκαλικό περιβάλλον λαμβάνει χώρα η παθητικοποίηση του ψευδαργύρου, λόγω του υδροξειδίου του ψευδαργύρου $Zn(OH)_2$ που είναι αδιάλυτο προϊόν.

Η ηλεκτρική αντίσταση είναι υψηλή, αποφεύγοντας οποιοδήποτε ιοντικό ρεύμα μεταξύ του φύλλου ψευδαργύρου και του σκυροδέματος

GSC Superanode



GSC Superanode



Τα GSC SuperAnodes είναι κατασκευασμένα από πλαστικοποιημένο ψευδάργυρο καθαρότητας > 99,95% που καλύπτεται από δύο στρώσεις διαφορετικής πάστας ενεργοποιητή ανόδου ψευδαργύρου.

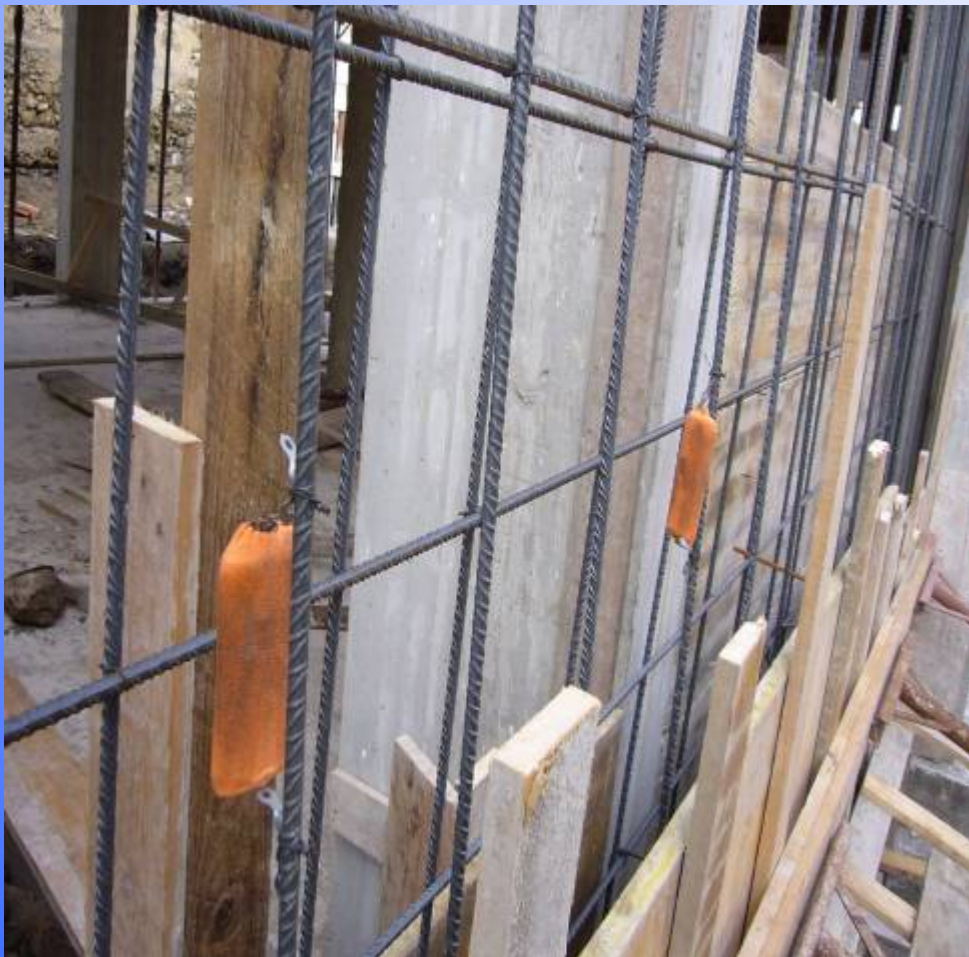
Κάθε ανόδιο σφραγίζεται υπό κενό σε πλαστική σακούλα για να αποφευχθεί η μόλυνση κατά τη διάρκεια της αποστολής και της αποθήκευσης.

Πριν από την εφαρμογή, η συσκευασία αφαιρείται και το ανόδιο είναι έτοιμο για εγκατάσταση.

Τα GSC Superanodes παρέχονται στα ακόλουθα μεγέθη:

| | | |
|----------|-------|---------------------------|
| GSC10/10 | ----- | mm 100 x mm 55 x h. mm 12 |
| GSC10/20 | ----- | mm 100 x mm 55 x h. mm 15 |
| GSC30/10 | ----- | mm 300 x mm 50 x h. mm 10 |
| GSC30/20 | ----- | mm 300 x mm 50 x h. mm 12 |

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΟΙΚΟΔΟΜΕΣ



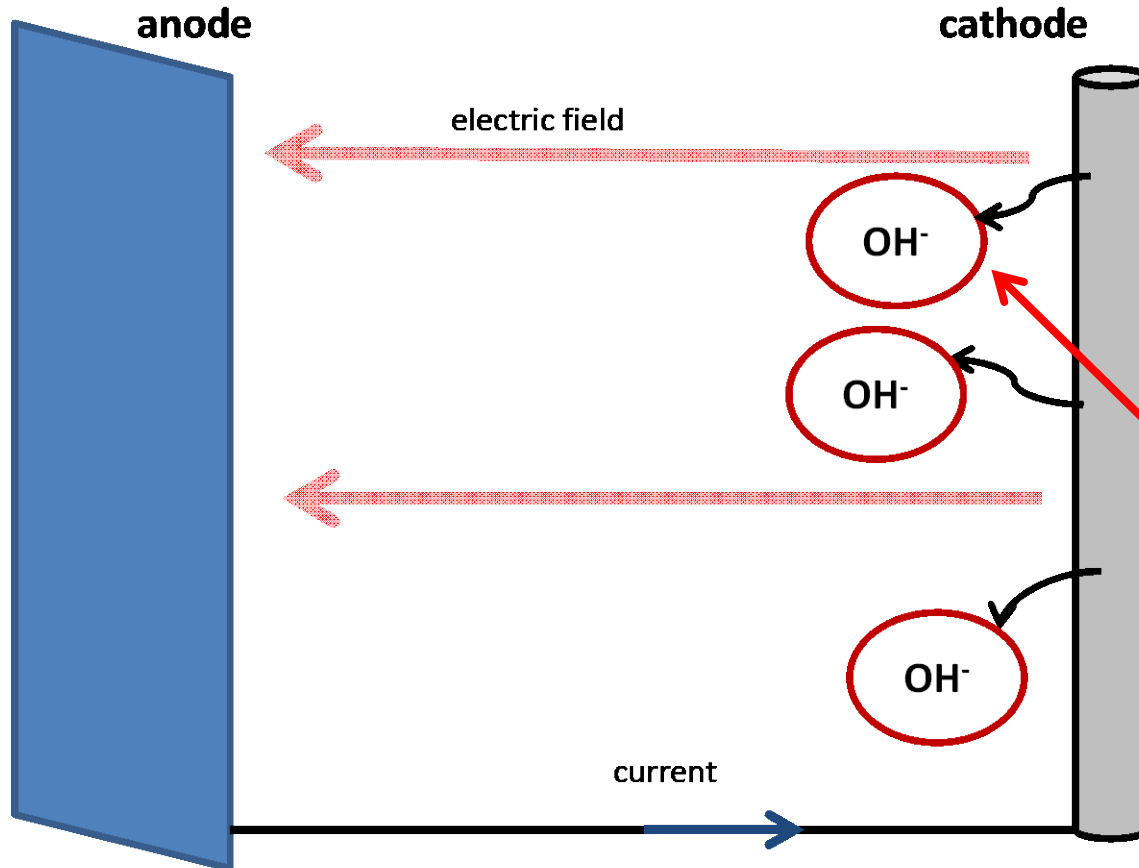
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΥΠΟΔΟΜΕΣ



ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΥΠΟΔΟΜΕΣ



Ευεργετική επίδραση στο σκυρόδεμα



electrochemical cathodic reaction :



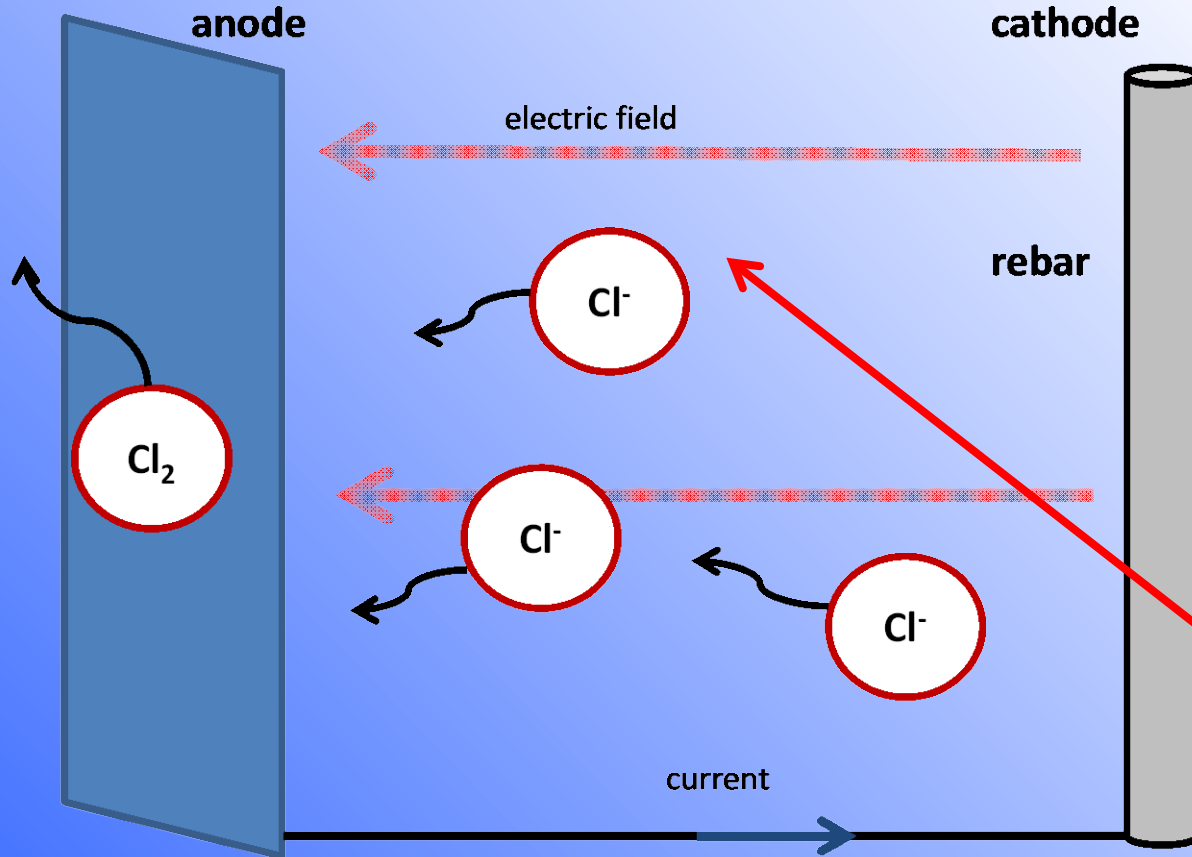
Realkalization

> pH [OH⁻]:

αλκαλοποίηση

Ευεργετική επίδραση στο σκυρόδεμα

CP system



Μείωση της
περιεκτικότητας σε
χλωριόντα Cl₂:

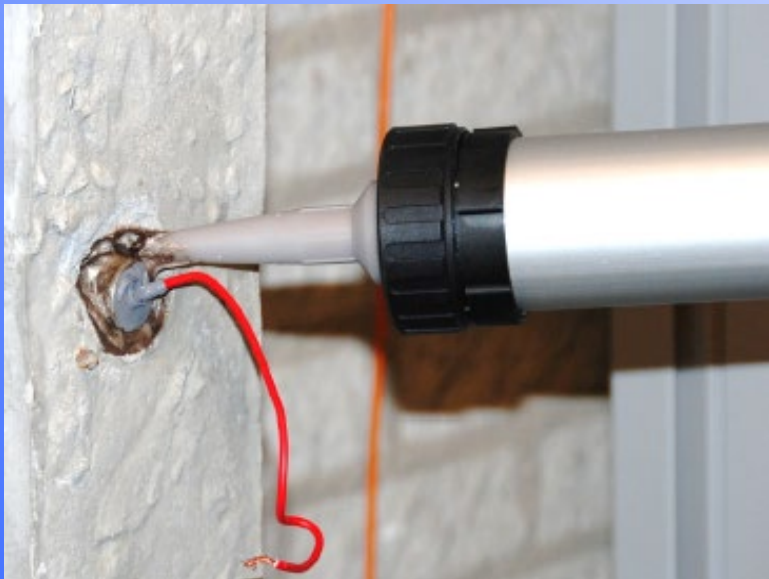
Αποχλωρίωση

Dechlorination

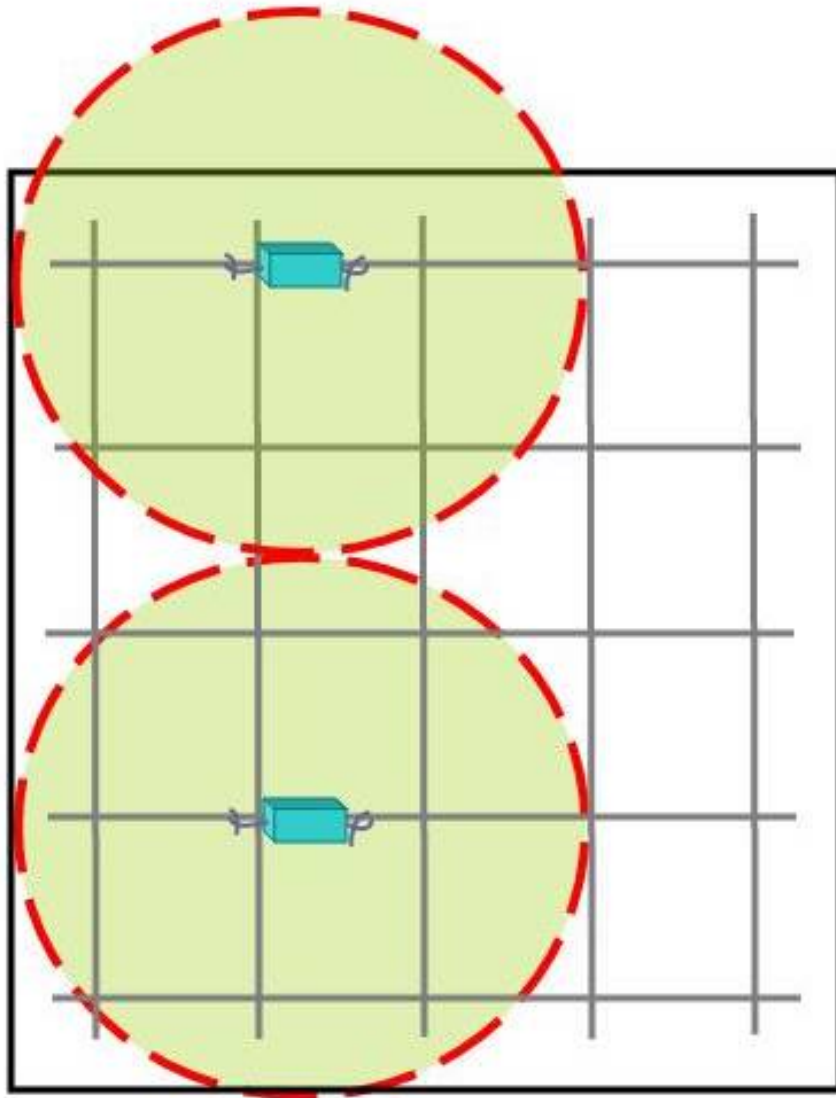
Rollanode

Τα Rollanodes ανόδια έχουν σχεδιαστεί για εγκατάσταση σε προ-διάτρητες οπές σε υπάρχουσα κατασκευή από σκυρόδεμα. Ο ηλεκτρολύτης τοποθετείται μεταξύ των κυλίνδρων του στρώματος ψευδαργύρου για να δώσει επαρκή χωρητικότητα ρεύματος με πρόσθετη ηλεκτρολυτική πάστα που προστίθεται γύρω από το ανόδιο για τη διατήρηση της ηλεκτρικής συνέχειας εντός του σκυροδέματος





Ηλεκτρικό πεδίο



Μηχανική ανοδίου

Το μέγεθος και η διάταξη του ανοδίου εξαρτάται πλήρως από τις τοπικές περιβαλλοντικές παραμέτρους, παρόλο που μπορούν να ληφθούν υπόψη όλες οι πιθανές επιπτώσεις. Ως εκ τούτου, οι υπολογισμοί της διάρκειας ζωής παραμένουν ενδείξεις «καλύτερης εκτίμησης».

Κύριος παράγοντας: Πυκνότητα χάλυβα: m^2 επιφάνειας οπλισμών / m^2 Σκυροδέματος επέμβασης

Μεταβλητές : Ηλεκτρική αντίσταση σκυροδέματος, υγρασία, θερμοκρασία, περιβάλλον κ.λπ.

GSC νέες κατασκευές

GSC SuperAnode 30/10 or 30/20 : 1/2 τεμάχια / m^2 επιφάνειας σκυροδέματος

GSC SuperAnode 10/10 or 10/20 : 2/3 τεμάχια / m^2 επιφάνειας σκυροδέματος

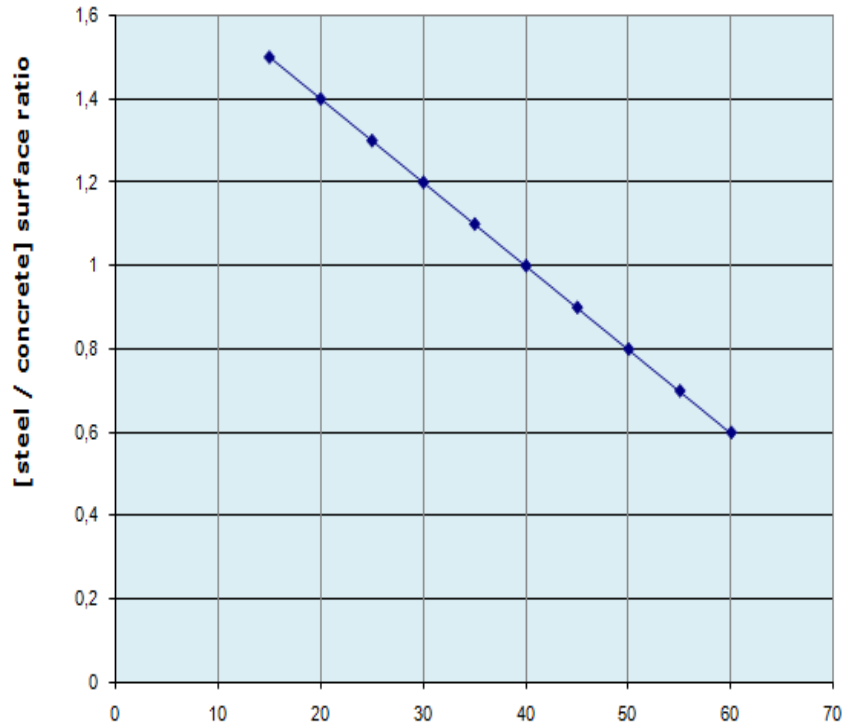
GSC παλαιές κατασκευές

GSC SuperAnode 30/10 or 30/20 : 2/3 piece / m^2 επιφάνειας σκυροδέματος

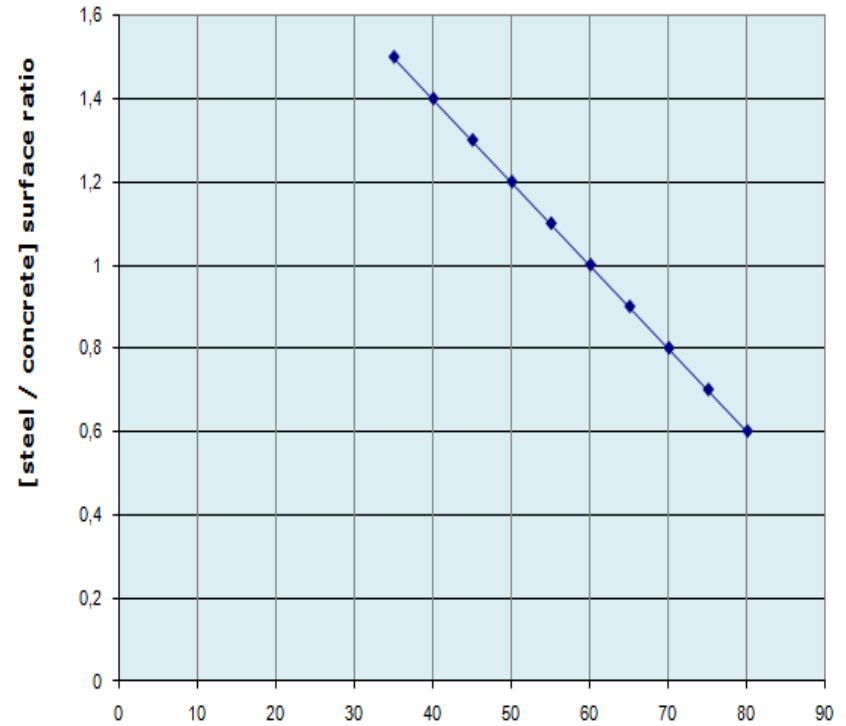
GSC SuperAnode 10/10 or 10/20 : 3/4 pieces / m^2 επιφάνειας σκυροδέματος

ΠΑΛΑΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Απόσταση Ανοδίων



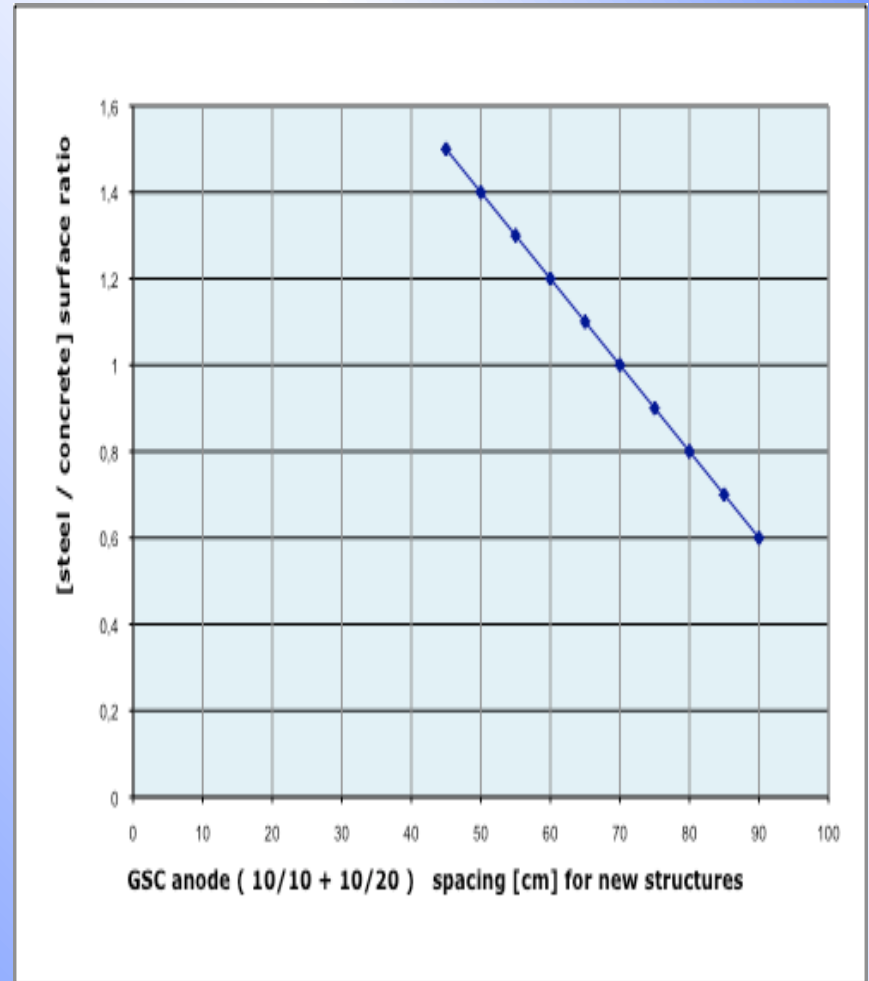
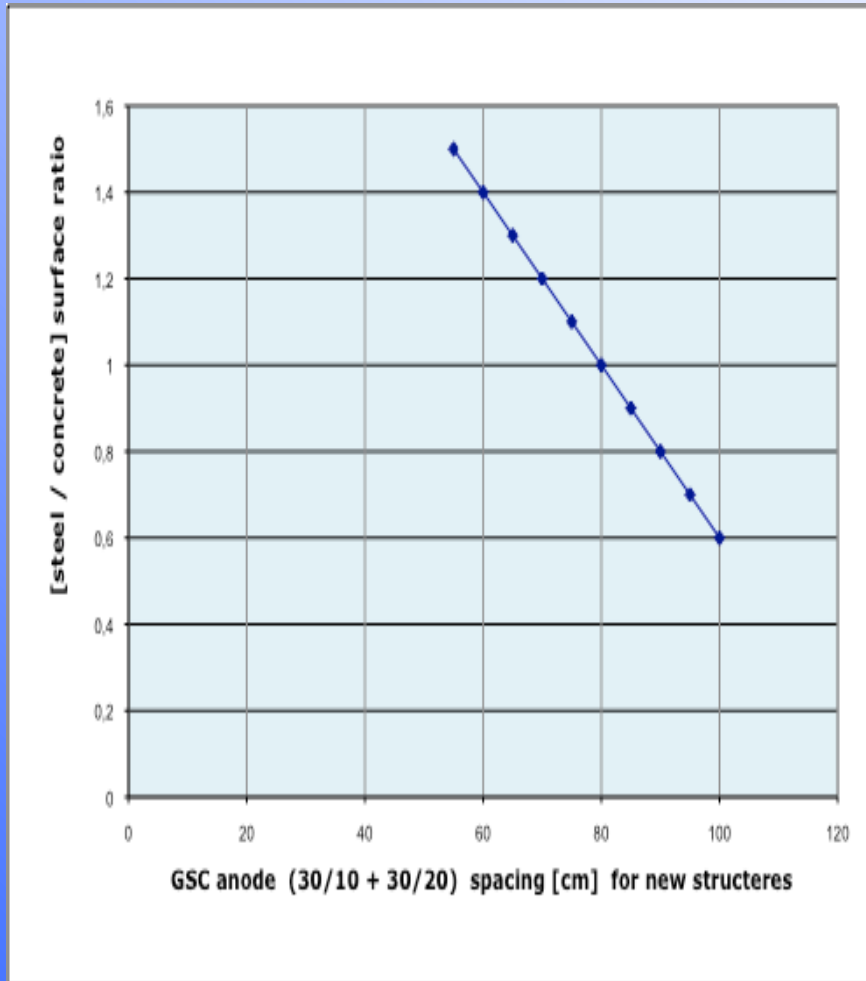
GSC anode (10/10 + 10/20) spacing [cm]



GSC anode (30/10 + 30/20) spacing [cm]

ΝΕΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Καθοδική πρόληψη



ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΑΝΟΔΙΩΝ

Το μέγεθος και η διάταξη των ανοδίων εξαρτάται πλήρως από τις τοπικές περιβαλλοντικές παραμέτρους, παρόλο που όλες οι πιθανές επιπτώσεις μπορούν να ληφθούν υπόψη.

Επομένως, οι υπολογισμοί για την διάρκεια ζωής παραμένουν ενδείξεις «καλύτερης εκτίμησης»..

Θεωρητικά η διάρκεια ζωής του ανοδίου καθορίζεται από:

- 1) **Νόμος Faraday** (ρυθμός ανόδου 12 Kg Ψευδάργυρος/έτος * 1 Ampere)
- 2) **Απόδοση ανόδου**
- 3) **Συντελεστής αξιοποίησης**
- 4) **Ο ρυθμός κατανάλωσης της ανόδου**

ISO 12696

«Οι τρέχουσες εντάσεις ρεύματος που απαιτούνται για ένα τυπικό σύστημα CP για νέες ενισχυμένες κατασκευές θα κυμαίνονται μεταξύ 0,2 και 2 mA/m², ενώ για παλαιότερες οπλισμένες κατασκευές, όπου ο οπλισμός δεν είναι παθητικός. η απαίτηση έντασης ρεύματος θα κυμαίνεται μεταξύ 2 και 20 mA/m² (ISO 12696)».

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΑΝΟΔΙΩΝ ΠΑΛΑΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

| DURATA Anni | CORRENTE mAmps | Q.TA' Zn / Mg Gr | PERDITA PESO Gr / Anno | PESO RESIDUO Gr |
|----------------|-------------------|---------------------|---------------------------|--------------------|
| 1 | 20 | 1350 | -220 | 1130 |
| 2 | 5 | 1130 | -59 | 1071 |
| 3 | 5 | 1071 | -59 | 1012 |
| 4 | 5 | 1012 | -59 | 953 |
| 5 | 5 | 953 | -59 | 894 |
| 6 | 5 | 894 | -59 | 835 |
| 7 | 5 | 835 | -59 | 776 |
| 8 | 5 | 776 | -59 | 717 |
| 9 | 5 | 717 | -59 | 658 |
| 10 | 5 | 658 | -59 | 599 |
| 11 | 5 | 599 | -59 | 540 |
| 12 | 5 | 540 | -59 | 481 |
| 13 | 5 | 481 | -59 | 422 |
| 14 | 5 | 422 | -59 | 363 |
| 15 | 5 | 363 | -59 | 304 |
| 16 | 5 | 304 | -59 | 245 |
| 17 | 5 | 245 | -59 | 186 |
| 18 | 5 | 186 | -59 | 127 |
| 19 | 5 | 127 | -59 | 68 |
| 20 | 5 | 68 | -59 | 9 |

Καθοδική Πρόληψη

- Αυτός ο τύπος προστασίας ονομάζεται **καθοδική πρόληψη** και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για νέες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα ή υπάρχουσες κατασκευές στις οποίες η διαδικασία διάβρωσης δεν έχει ακόμη ξεκινήσει αλλά **πιθανότατα θα προκύψει διάβρωση** λόγω προοδευτικής εισροής επιθετικών ηλεκτρολυτών με την πάροδο του χρόνου.
- Για νέες κατασκευές η **καθοδική πρόληψη** μπορεί να εφαρμοστεί με εύκολο και απλό τρόπο καθώς η τρέχουσα ζήτηση θα είναι σχετικά χαμηλή και επομένως θα είναι μια λύση χαμηλού κόστους για την επίτευξη της σχεδιαστικής διάρκειας ζωής της κατασκευής.



Καθοδική Πρόληψη



ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΑΝΟΔΙΩΝ ΝΕΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

| DURATA Anni | CORRENTE mAmps | Q.TA' Zn / Mq Gr | PERDITA PESO Gr / Anno | PESO RESIDUO Gr |
|----------------|-------------------|---------------------|---------------------------|--------------------|
| 1 | 1 | 460 | -12 | 448 |
| 2 | 1 | 448 | -12 | 436 |
| 3 | 1 | 436 | -12 | 424 |
| 4 | 1 | 424 | -12 | 412 |
| 5 | 1 | 412 | -12 | 400 |
| 6 | 1 | 400 | -12 | 388 |
| 7 | 1 | 388 | -12 | 376 |
| 8 | 1 | 376 | -12 | 364 |
| 9 | 1 | 364 | -12 | 352 |
| 10 | 1 | 352 | -12 | 340 |
| 11 | 1 | 340 | -12 | 328 |
| 12 | 1 | 328 | -12 | 316 |
| 13 | 1 | 316 | -12 | 304 |
| 14 | 1 | 304 | -12 | 292 |
| 15 | 1 | 292 | -12 | 280 |
| 16 | 1 | 280 | -12 | 268 |
| 17 | 1 | 268 | -12 | 256 |
| 18 | 1 | 256 | -12 | 244 |
| 19 | 1 | 244 | -12 | 232 |
| 20 | 1 | 232 | -12 | 220 |
| 21 | 1 | 220 | -12 | 208 |
| 22 | 1 | 208 | -12 | 196 |
| 23 | 1 | 196 | -12 | 184 |
| 24 | 1 | 184 | -12 | 172 |
| 25 | 1 | 172 | -12 | 160 |
| 26 | 1 | 160 | -12 | 148 |
| 27 | 1 | 148 | -12 | 136 |
| 28 | 1 | 136 | -12 | 124 |
| 29 | 1 | 124 | -12 | 112 |
| 30 | 1 | 112 | -12 | 100 |
| 31 | 1 | 100 | -12 | 88 |
| 32 | 1 | 88 | -12 | 76 |
| 33 | 1 | 76 | -12 | 64 |
| 34 | 1 | 64 | -12 | 52 |
| 35 | 1 | 52 | -12 | 40 |
| 36 | 1 | 40 | -12 | 28 |
| 37 | 1 | 28 | -12 | 16 |
| 38 | 1 | 4 | -12 | 4 |

Η ένταση ρεύματος που απαιτείται για ένα τυπικό σύστημα CP για νέες ενισχυμένες κατασκευές θα κυμαίνονται μεταξύ 0,2 και 2 mA/m²

Standard ISO 12696

“Cathodic Protection of Steel in concrete”

8.6 Criteria of protection : Interpretation of performance assessment data

The data collected in accordance with 8.5 shall be reviewed and interpreted in respect of the following or such criteria as modified by the particular requirements of the structure, its environment or developing expertise in respect of criteria of protection for steel in concrete.

No instant off steel/concrete potential more negative than -1100 mV with respect to Ag/AgCl/0,5 M KCl shall be permitted for plain reinforcing steel or -900 mV for prestressing steel.

NOTE 1 Prestressing steel may be sensitive to hydrogen embrittlement and, due to the high tensile loading, failure can be catastrophic. It is essential that caution is exercised in any application of cathodic protection to prestressed elements.

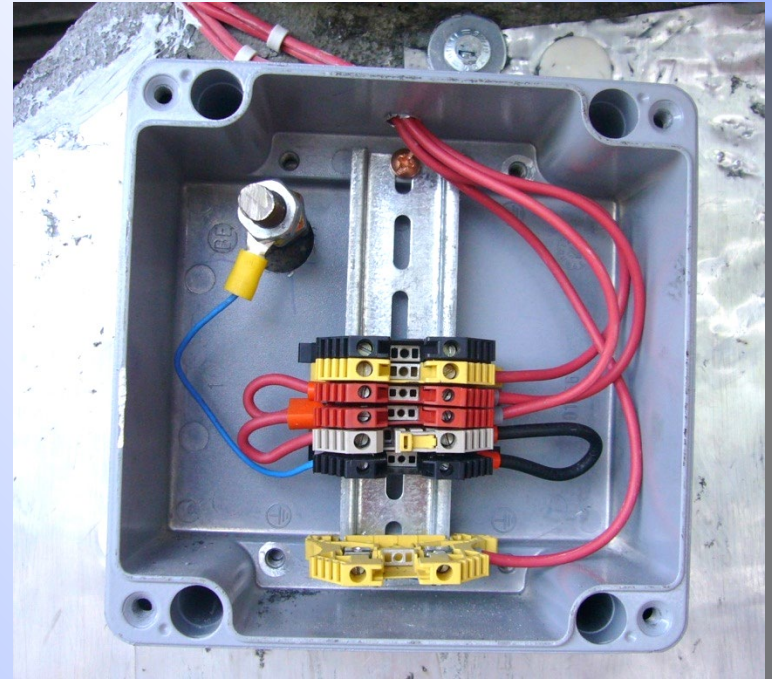
For any structure, any representative steel in concrete location shall meet any one of the criteria given in items a) to c).

- a) An “instantaneous off” potential more negative than -720 mV with respect to Ag/AgCl/0,5 M KCl or:
- b) a potential decay over a maximum of 24 h of at least 100 mV from instantaneous off or:
- c) a potential decay over an extended period (typically 24 h or longer) of at least 150 mV from the instant off subject to a continuing decay and the use of reference electrodes (not potential decay sensors) for the measurement extended beyond 24 hours.

Σύστημα παρακολούθησης



Ηλεκτρόδιο αναφοράς Ag/AgCl



Κουτί σύνδεσης

(ISO)12696

“ Καθοδική Προστασία του χάλυβα σε σκυρόδεμα ”

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ



Metalnastri S.r.l.

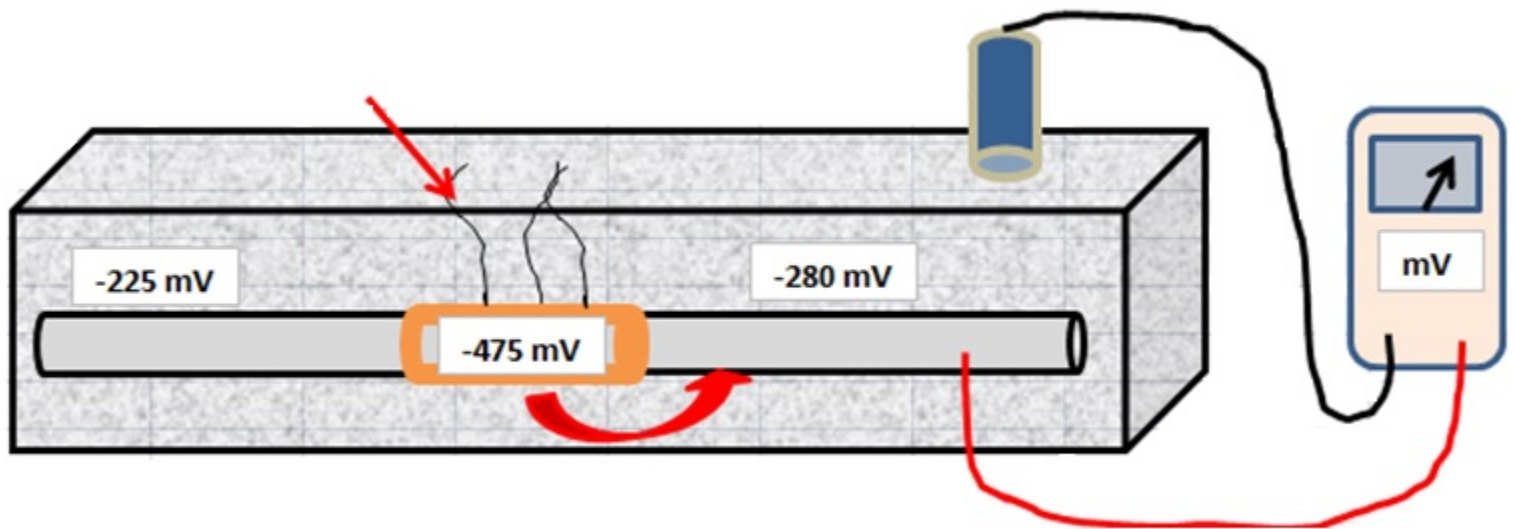
Δοκιμή Αποπόλωσης ΖΡΑ

Τιμές Αποπόλωσης σύμφωνα με το πρότυπο ISO12696

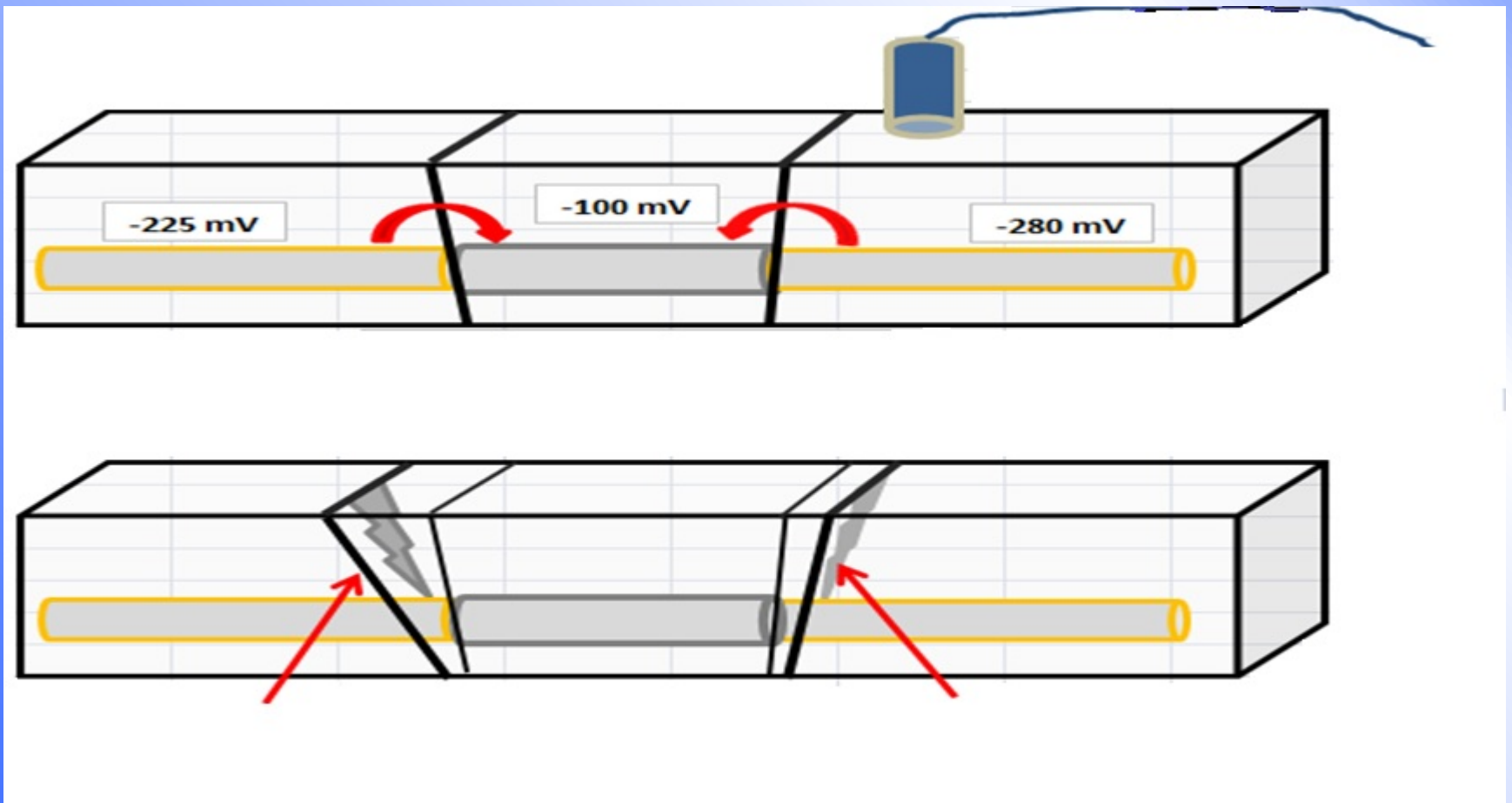
| | | Πόλ ωση | Άμεση Αποπόλωση | Αποπόλωση σε 1 ώρα | Αποπόλωση μετά από 4 ώρες | Αποπόλωση μετά από 8 ώρες |
|------------------------|--------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Κατασκευή 1</i> | Μέσο | -0,481 | -0,425 | -0,337 | -0,311 | <u>-0,304</u> |
| | 10 cm | -0,385 | -0,364 | -0,257 | -0,228 | <u>-0,225</u> |
| | 20 cm | -0,364 | -0,350 | -0,276 | -0,253 | <u>-0,249</u> |
| | | | | | | - |
| <i>Κατασκευή 2</i> | Μέσο | -0,584 | -0,466 | -0,357 | -0,299 | <u>-0,275</u> |
| | 10 cm | -0,487 | -0,387 | -0,336 | -0,325 | <u>-0,313</u> |
| | 20 cm | -0,455 | -0,353 | -0,311 | -0,296 | <u>-0,286</u> |

Ιστορικά Περιπτώσεων

Παράδειγμα ζημιών



Γαλβανικό στοιχείο



Τυπικό σύστημα επισκευής (μετά από 2 χρόνια)



Ιδανικό σύστημα επισκευής



Ανόδια
10/10

Επισκευή προβλήτας (GSC)



Επίσκευή προβλήτας (GSC)



Επισκευή προβλήτας (GSC)



Επισκευή προβλήτας (GSC)



Επισκευή γέφυρας αυτοκινητοδρόμου

ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Σοβαρή διάβρωση

Περιεκτικότητα σε χλωρίδια

ΛΥΣΗ

Επιθεώρηση

Μηχανική λύση

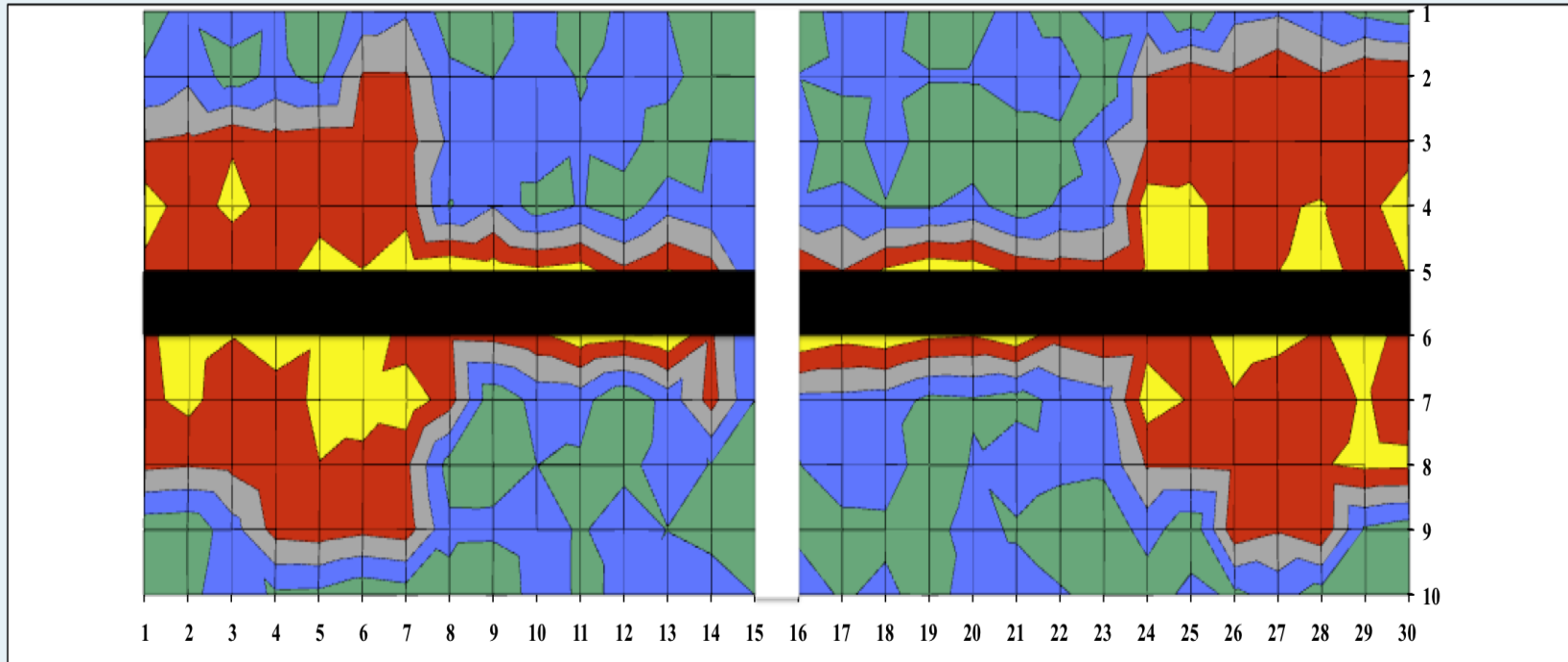
CP Galvanic System



Επίσκεψη γέφυρας αυτοκινητοδρόμου



ΕΠΙΣΚΕΥΗ γέφυρας αυτοκινητοδρόμου



potentials in mV CSE

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 33 | -26 | -93 | -31 | 103 | -58 | -133 | 70 | 102 | -121 | 133 | -62 | -1 | 73 | | 143 | -118 | -119 | 109 | 37 | -36 | 81 | -107 | -77 | 142 | -108 | -133 | -43 | 41 | 107 |
| 2 | -12 | -120 | 72 | -41 | 42 | -319 | -317 | -30 | 3 | -111 | 16 | -116 | -84 | 142 | | -8 | -63 | -71 | -13 | -14 | -121 | -128 | 138 | -307 | -427 | -328 | -426 | -324 | -447 | -433 |
| 3 | -302 | -333 | -434 | -364 | -390 | -399 | -369 | -122 | -138 | -146 | -26 | -84 | 118 | -4 | | -126 | 143 | -140 | 118 | 93 | 103 | 55 | -144 | -303 | -348 | -318 | -388 | -323 | -351 | -330 |
| 4 | -534 | -367 | -498 | -386 | -314 | -383 | -396 | 13 | -145 | 79 | -12 | 92 | -100 | -31 | | -37 | -87 | 13 | 13 | -51 | 86 | -20 | -52 | -529 | -510 | -364 | -431 | -466 | -367 | -599 |
| 5 | -406 | -402 | -314 | -309 | -600 | -455 | -549 | -591 | -532 | -482 | -522 | -336 | -462 | -368 | | -440 | -304 | -476 | -565 | -533 | -415 | -375 | -351 | -467 | -508 | -372 | -444 | -592 | -313 | -460 |

| 6 | -424 | -515 | -457 | -600 | -485 | -597 | -368 | -334 | -347 | -413 | -545 | -502 | -590 | -325 | | -575 | -509 | -550 | -476 | -455 | -559 | -354 | -414 | -394 | -370 | -547 | -510 | -429 | -538 | -371 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 7 | -410 | -500 | -345 | -328 | -505 | -517 | -555 | -369 | 111 | -48 | -61 | 141 | -60 | -363 | | -109 | -104 | -82 | 37 | 17 | 60 | -42 | -88 | -529 | -439 | -428 | -323 | -385 | -464 | -383 |
| 8 | -337 | -314 | -341 | -439 | -447 | -412 | -332 | 61 | 52 | -1 | 23 | 47 | -77 | 6 | | 6 | -134 | -137 | 135 | -18 | -128 | -64 | -37 | -318 | -321 | -342 | -353 | -439 | -486 | -479 |
| 9 | 101 | 116 | -87 | -362 | -386 | -341 | -377 | -33 | -30 | -93 | 21 | -100 | 3 | 46 | | 53 | 69 | 56 | 59 | -71 | 30 | 139 | 123 | -73 | 116 | -400 | -323 | -429 | 23 | 79 |
| 10 | 56 | 62 | -130 | 28 | 35 | 121 | 78 | 45 | 134 | -75 | 20 | -18 | -139 | -77 | | -141 | 27 | -59 | 113 | -128 | -120 | -26 | 75 | 100 | -59 | 30 | -57 | 68 | 0 | 50 |

ΖΡΑ Εφαρμογή στην γέφυρα Αυτοκηνιτόδρομου Milano - Serravalle



ΓΕΦΥΡΑ CISA



Μηχανικές Παράμετροι

- 4) Νέα κατασκευή
- 5) Πυκνότητα χάλυβα 1,3-1,4 m²/σκυρόδεμα
- 6) Απόσταση 60 cm
- 7) Διάρκεια ζωής συστήματος 40 χρόνια



Παρακολούθηση



Παρακολούθηση



Παρακολούθηση

Έλεγχος με ημερομηνία 05/08/2010

| | Πόλωση ON | Άμεση Πόλωση off | Άμεση Πόλωση Off σε 1 ώρα | Αποπόλωση σε 1 ώρα | Ρεύμα |
|--------|-----------|------------------|---------------------------|--------------------|---------------|
| Test 1 | -0.716 V | -0.340 V | -0.300 V | 0.416 V | <u>3,5 mA</u> |
| Test 2 | -0.788 V | -0.390 V | -0.361 V | 0.427 V | |
| Test 3 | -0.738V | -0.350 V | -0.321 V | 0.417 V | |

Έλεγχος με ημερομηνία 05/10/2010

| | Πόλωση ON | Άμεση Πόλωση off | Άμεση Πόλωση Off σε 1 ώρα | Αποπόλωση σε 1 ώρα | Ρεύμα |
|--------|-----------|------------------|---------------------------|--------------------|---------------|
| Test 1 | -0.704 V | -0.300 V | -0.285 V | 0.419 V | <u>1,5 mA</u> |
| Test 2 | -0.775 V | -0.366 V | -0.353 V | 0.422 V | |
| Test 3 | -0.719 V | -0.314 V | -0.303 V | 0.416 V | |

Έλεγχος με ημερομηνία 18/01/2011

Παρακολούθηση

Έλεγχος με ημερομηνία 23/03/2011

| | Πόλωση ON | Άμεση Πόλωση off | Άμεση Πόλωση Off σε 1 ώρα | Αποπόλωση σε 1 ώρα | Ρεύμα |
|--------|-----------|------------------|---------------------------|--------------------|---------------|
| Test 1 | -0,782 V | -0,445 V | -0,306 V | 0,476 V | <u>0,7 mA</u> |
| Test 2 | -0,817 V | -0,460 V | -0,351 V | 0,466 V | |
| Test 3 | -0,856 V | -0,600 V | -0,395 V | 0,461 V | |

Έλεγχος με ημερομηνία 29/06/2011

| | Πόλωση ON | Άμεση Πόλωση off | Άμεση Πόλωση Off σε 1 ώρα | Αποπόλωση σε 1 ώρα | Ρεύμα |
|--------|-----------|------------------|---------------------------|--------------------|---------------|
| Test 1 | -0,782 V | -0,445 V | -0,306 V | 0,476 V | <u>0,7 mA</u> |
| Test 2 | -0,817 V | -0,460 V | -0,351 V | 0,466 V | |
| Test 3 | -0,856 V | -0,600 V | -0,395 V | 0,461 V | |

Γιατί γαλβανικό σύστημα

- Δεν απαιτείται εγκατάσταση καλωδίωσης ή εξωτερική πηγή ενέργειας.
- Απλή και εύκολη εγκατάσταση.
- Οικονομικά αποδοτικό
- Προσφέρει επαρκές ρεύμα σε ξηρό περιβάλλον (κατά ISO 12696).
- Μακροζωία

ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ