# ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ISO ΣΕ ΣΧΗΜΑ ΔΙΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ

**Δ.ΤΣΑΜΑΤΣΟΥΛΗΣ[1], Γ.ΜΑΡΙΝΟΣ[2]**
**[1]ΧΑΛΥΨ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ Α.Ε., 17$^{o}$ ΧΛΜ ΕΘΝ. ΟΔΟΥ ΑΘΗΝΩΝ ΚΟΡΙΝΘΟΥ, 19300, ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**
**[2]Α.Γ.Ε.Τ. ΗΡΑΚΛΗΣ, Σ.ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ 49-51, 14123, ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ ΑΤΤΙΚΗΣ**
**d.tsamatsoulis@halyps.gr**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της μελέτης είναι η συνδυασμένη εφαρμογή προτύπων στατιστικής ISO στα αποτελέσματα σχήματος διεργαστηριακών ελέγχων τσιμέντου. Αξιοποιώντας τα πρότυπα αυτά, παρέχεται η δυνατότητα εκτίμησης της επαναληψιμότητας, αναπαραγωγιμότητας και επίδοσης του πληθυσμού των εργαστηρίων αλλά και καθενός ξεχωριστά για κάθε δοκιμή και δείγμα καθώς και σε συνεχή κινούμενη βάση. Με τις αναπτυσσόμενες διαδικασίες διευκολύνεται η λήψη προληπτικών, διορθωτικών καθώς και ενεργειών βελτίωσης.

**Λέξεις – Κλειδιά:** *Διεργαστηριακός έλεγχος, επαναληψιμότητα, αναπαραγωγιμότητα, επίδοση, χάρτης ελέγχου*

## 1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Το αντικείμενο αυτής της μελέτης είναι να παρουσιάσει την συνδυασμένη εφαρμογή μια σειράς προτύπων στατιστικής ISO στους διεργαστηριακούς ελέγχους τσιμέντου, όπως αυτοί εκτελούνται σε ένα διεργαστηριακό σχήμα που περιλαμβάνει 10 εργαστήρια, 3 από τα οποία είναι διαπιστευμένα σύμφωνα με το πρότυπο EN 17025 [1]. Το σχήμα λειτουργεί υπό την αιγίδα της Κλαδικής Επιτροπής Πιστοποίησης Τσιμέντου του ΕΛΟΤ και με την συνεργασία της EUROCERT σύμφωνα με το ISO/IEC Guide 43-1 [2]

Το πεδίο εφαρμογής των ελέγχων καλύπτει όλες τις μηχανικές, φυσικές και χημικές δοκιμές του τσιμέντου σύμφωνα με τα πρότυπα EN 196-1 [3], EN 196-2 [4], EN 196-3 [5], EN 196-5 [6], EN 196-6 [7]. Εννέα δείγματα τσιμέντου ανά έτος, πρώτα ομογενοποιούνται και κατόπιν διανέμονται στα συμμετέχοντα εργαστήρια. Για κάθε δοκιμή παρέχονται δύο αποτελέσματα από κάθε συμμετέχων εργαστήριο. Τα αποτελέσματα επεξεργάζονται με βάση τα παρακάτω πρότυπα: ISO 5725-2:1994 [8], ISO 8258:1991 [9], ISO 2854:1976 [10], ISO/IEC Guide 43-1 [2]

Αξιοποιώντας την συνδυασμένη ενέργεια των ανωτέρω προτύπων μπορεί να εκτιμηθεί και αξιολογηθεί η επαναληψιμότητα, η αναπαραγωγιμότητα και η επίδοση κάθε εργαστηρίου σε μοναδικά αποτελέσματα αλλά και σε συνεχή βάση. Η στατιστική κάθε προτύπου θέτει ορισμένους περιορισμούς όσον αφορά την ανακάλυψη των σημείων εκτός ελέγχου. *Όμως κάθε πειραματικό σημείο για το οποίο υπάρχει αμφιβολία, δεν μπορεί να αποκλειστεί αυθαίρετα, αλλά μόνο εάν η αξιολόγηση στηρίζεται σε καθορισμένους και τυποποιημένους κανόνες.* Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την συνδυασμένη δράση των αναφερθέντων προτύπων. Σε περίπτωση που ένα σημείο δεν μπορεί να αξιολογηθεί ως εκτός ορίων με βάση ένα ορισμένο πρότυπο, μπορεί πιθανά να εξαιρεθεί με βάση άλλο πρότυπο ή και όλη η δοκιμή πρέπει πιθανά να αποκλειστεί. Η αξιολόγηση σε συνεχή βάση μπορεί επίσης να αποκαλύψει μικρές αλλαγές και τάσεις.

Στην μελέτη δίνονται παραδείγματα επεξεργασίας των αποτελεσμάτων θλιπτικής αντοχής για τα αποτελέσματα των ετών 2003-2004.

## 2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ISO 5725-2

### 2.1 Δοκιμή Cohran

Η επαναληψιμότητα κάθε εργαστηρίου - εντός του εργαστηρίου απόκλιση - $s_r$ ,υπολογίζεται από δύο αποτελέσματα Σύμφωνα με το πρότυπο ISO 5725 -2 η δοκιμή που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο παρατηρήσεων εκτός ορίων είναι η δοκιμή Cohran η οποία εκτελείται με εφαρμογή της παρακάτω στατιστικής:

$$C = \frac{s_{MAX}^2}{\sum_{i=1}^{p} s_i^2} \qquad (1)$$

Όπου

p : Αριθμός των συμμετεχόντων εργαστηρίων
$s_{MAX}$ : Μέγιστη επαναληψιμότητα
C : Στατιστική της δοκιμής Cohran

(i) Εάν η στατιστική της δοκιμής, C, είναι μεγαλύτερη της κρίσιμης τιμής για 1% πιθανότητα, τότε το αποτέλεσμα του εργαστηρίου θεωρείται ως εκτός ορίων – outlier - και εξαιρείται από τους περαιτέρω υπολογισμούς
(ii) Εάν η τιμή του είναι μικρότερη από την κρίσιμη τιμή για 1% πιθανότητα αλλά μεγαλύτερη από την κρίσιμη τιμή για 5% πιθανότητα τότε το αποτέλεσμα θεωρείται ως απομακρυσμένο - straggler – δηλ. ύποπτο να είναι εκτός ορίων – αλλά δεν εξαιρείται από τους παραπέρα υπολογισμούς
(iii) Εάν η τιμή του C είναι μικρότερη από την κρίσιμη τιμή για 5% πιθανότητα τότε το αποτέλεσμα είναι αποδεκτό ως σωστό.

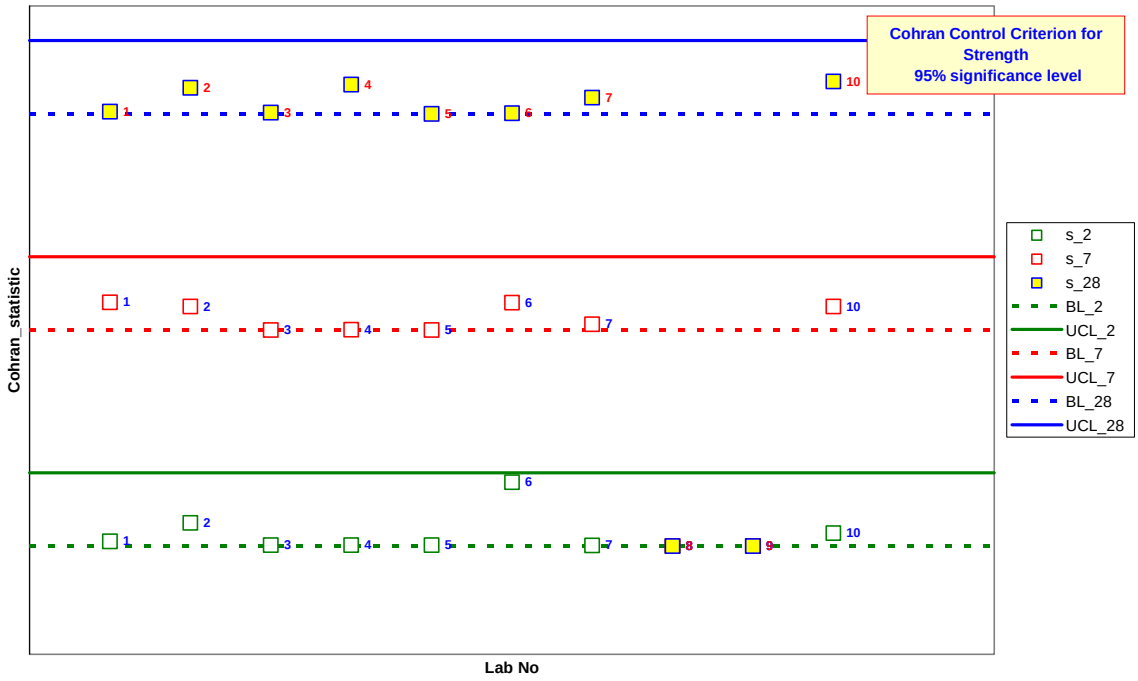
Οι κρίσιμες τιμές της δοκιμής παρέχονται σε πίνακες του προτύπου ISO 5725-2.

Στο σχήμα 1 δίνεται ένα παράδειγμα εφαρμογής του τεστ Cohran με την μορφή χάρτη ελέγχου

Ως άνω όριο ελέγχου – upper control limit, UCL έχει τεθεί η κρίσιμη τιμή για 95% επίπεδο εμπιστοσύνης. Το γεγονός αυτό σημαίνει πως εάν ένα σημείο υπολογιστεί ως απομακρυσμένο – straggler – αυτό ισχύει με πιθανότητα 95%.

Μετά των αποκλεισμό των σημείων εκτός ορίων, υπολογίζεται η μέση επαναληψιμότητα για το δεδομένο επίπεδο δοκιμής από την σχέση (2):

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} s_i^2}{N}} \qquad (2)$$




Σχήμα 1. Τεστ Cohran για θλιπτική αντοχή 2, 7 και 28 ημερών δοκιμίων τσιμέντου σύμφωνα με το EN 196-1

## 2.2 Δοκιμή Grubb

Η μεταξύ των εργαστηρίων απόκλιση, $s_L$, εκτιμάται από την απόκλιση των μέσων τιμών που παρέχουν τα συμμετέχοντα εργαστήρια. Για να μελετηθεί εάν η μέση τιμή που δίνεται από ένα εργαστήριο αποκλίνει από την μέση τιμή όλων των εργαστηρίων – grand average – αξιοποιείται η δοκιμή Grubb. Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές αυτής της δοκιμής οι οποίες πρέπει να εφαρμόζονται διαδοχικά:

- Για ένα εκτός ορίων αποτέλεσμα, μέγιστο ή ελάχιστο.
- Για δύο εκτός ορίων αποτελέσματα, μέγιστα ή ελάχιστα.

Η στατιστική για ένα εκτός ορίων αποτέλεσμα – μέγιστη τιμή – είναι η παρακάτω:

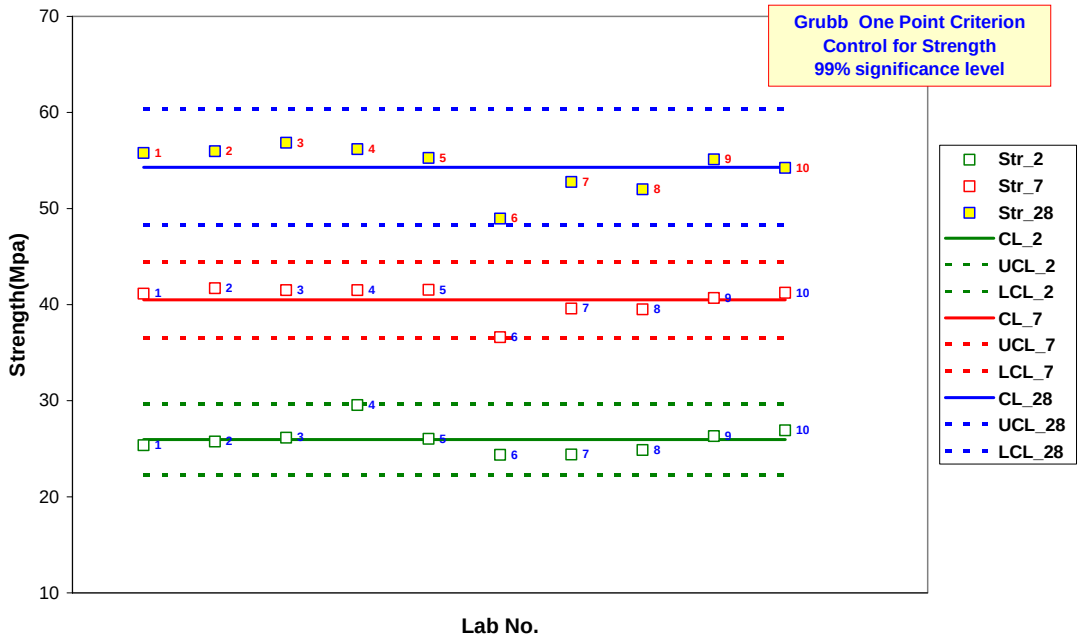
$$G_p = \frac{(X_p - X_{aver})}{s} \qquad (3)$$

Όπου

s : Η τυπική απόκλιση των μέσων τιμών των εργαστηρίων.
$X_p$ : Η μέγιστη τιμή
$X_{Aver}$ : Η μέση τιμή όλων των μέσων τιμών των εργαστηρίων

Για να χαρακτηριστεί ένα αποτέλεσμα ως εκτός ορίων, απομακρυσμένο ή σωστό ακολουθείται η διαδικασία που αναπτύχθηκε στην παράγραφο 2.1 για την δοκιμή Cohran όπου η τιμή της στατιστικής που δίνεται από την εξίσωση (2) η από αντίστοιχες εξισώσεις για έλεγχο δύο τιμών συγκρίνονται με τις κρίσιμες τιμές της δοκιμής Grubb οι οποίες παρέχονται σε πίνακες του προτύπου ISO 5725-2.

Ένας τυπικός χάρτης ελέγχου για την δοκιμή αυτή παρέχεται στο σχήμα 2. Τα άνω και κάτω όρια ελέγχου - UCL, LCL αντίστοιχα – έχουν ληφθεί για κρίσιμες τιμές με επιπέδου εμπιστοσύνης 99%. Δηλαδή οποιοδήποτε σημείο εκτός της εκτιμώμενης ζώνης είανι εκτός ορίων με πιθανότητα σφάλματος 1%.




Σχήμα 2. Χάρτης ελέγχου με εφαρμογή της δοκιμής Grubb's για ένα σημείο – μέγιστο ή ελάχιστο.

Από το σχήμα 2 παρατηρείται ότι το σημείο 6 για ηλικίες αντοχής 7 και 28 ημερών βρίσκεται κοντά στα κάτω όρια αλλά δεν εξαιρείται. Πιθανά η εφαρμογή άλλων προτύπων μπορεί να αποκαλύψει ορισμένες χρήσιμες τάσεις έτσι ώστε τα εργαστήρια να βοηθηθούν να λάβουν προληπτικές ή διορθωτικές ενέργειες.

## 2.3 Υπολογισμός της αναπαραγωγιμότητας

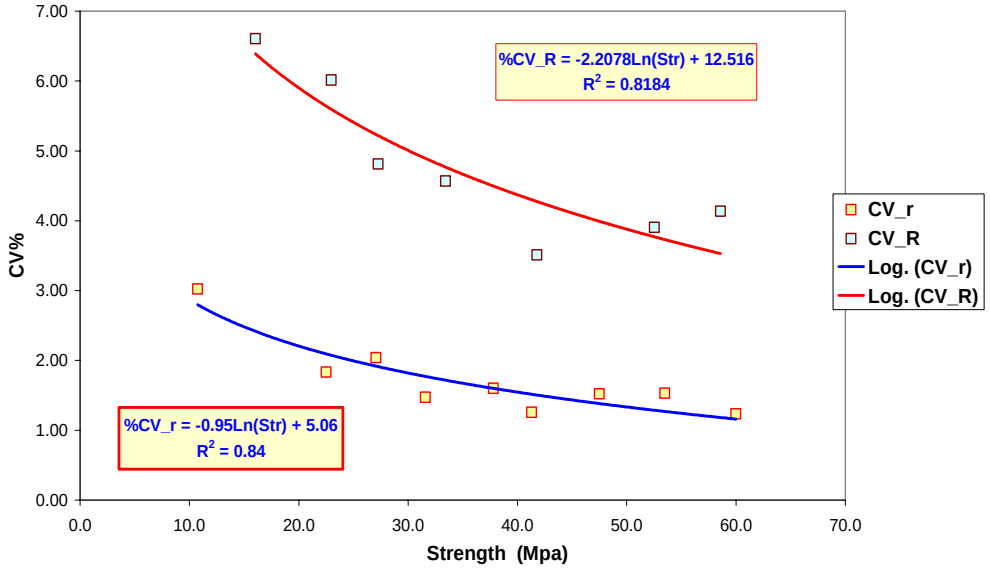
Μετά την εξαίρεση των πιθανών σημείων εκτός ορίων η διασπορά της αναπαραγωγιμότητας υπολογίζεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$s_R^2 = s_r^2 + s_L^2 \qquad (4)$$

Από την σχέσεις (2) και (4) και το επίπεδο της δοκιμής, δηλ. την μέση τιμή όλων των εργαστηρίων μπορούν να υπολογιστούν οι αντίστοιχοι συντελεστές μεταβλητότητας - $\%CV_R$ και $\%CV_r$ για την αναπαραγωγιμότητα και επαναληψιμότητα της δοκιμής.

## 2.4 Συνάρτηση μεταξύ $\%CV_R$ , $\%CV_r$ και επιπέδου δοκιμής

Εάν υπάρχει ένας επαρκής αριθμός αποτελεσμάτων, τότε μπορεί να διερευνηθεί η συνάρτηση μεταξύ των συντελεστών μεταβλητότητας επαναληψιμότητας και αναπαραγωγιμότητας και του επιπέδου. Οι συναρτήσεις αυτές δίνονται στο σχήμα 3, όπου τα επίπεδα αντοχής ταξινομήθηκαν και λήφθηκαν οι αντίστοιχες μέσες τιμές σε εύρη 5 Mpa .




Σχήμα 3. $\%CV_r$ , $\%CV_R$ συναρτήσει του επιπέδου δοκιμής.

Συναρτήσεις αυτού του τύπου είναι χρήσιμες για διάφορους λόγους:

- Επιτυγχάνεται μια επέκταση της πρόβλεψης επαναληψιμότητας και αναπαραγωγιμότητας, που δεν περιλαμβάνεται στο πρότυπο PrEn 196-1:2004, όπου μόνο για την αντοχή 28 ημερών δίνονται αναμενόμενες τιμές για την επαναληψιμότητα σε στενό και μακρό χρονικό ορίζοντα, 2.5 and 3.5% αντίστοιχα και για την αναπαραγωγιμότητα, 4%.
- Κάθε εργαστήριο μπορεί να εκτιμήσει την θέση του, όσον αφορά την επαναληψιμότητα. Εάν οι τιμές του εργαστηρίου είναι υψηλότερες από τις προβλεπόμενες, θα πρέπει να λάβει μέτρα.
- Διαφορετικά διεργαστηριακά σχήματα μπορούν να συγκριθούν όσον αφορά την αναπαραγωγιμότητά τους.

# 3. ΧΑΡΤΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ISO 8258:1991

## 3.1 Χάρτες ελέγχου επαναληψιμότητας

Για την κατασκευή του χάρτη ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

(i) Για κάθε ξεχωριστή δοκιμή I, υπολογίζεται η μέση επαναληψιμότητα $s_r(I)$ καθώς επίσης και η τυπική απόκλιση της επαναληψιμότητας $s_{sr}(I)$

(ii) Η κεντρική γραμμή του χάρτη (CL) υπολογίζεται από την μέση τιμή των $s_r(I)$ για όλα τα I, $s_Av_r$ .

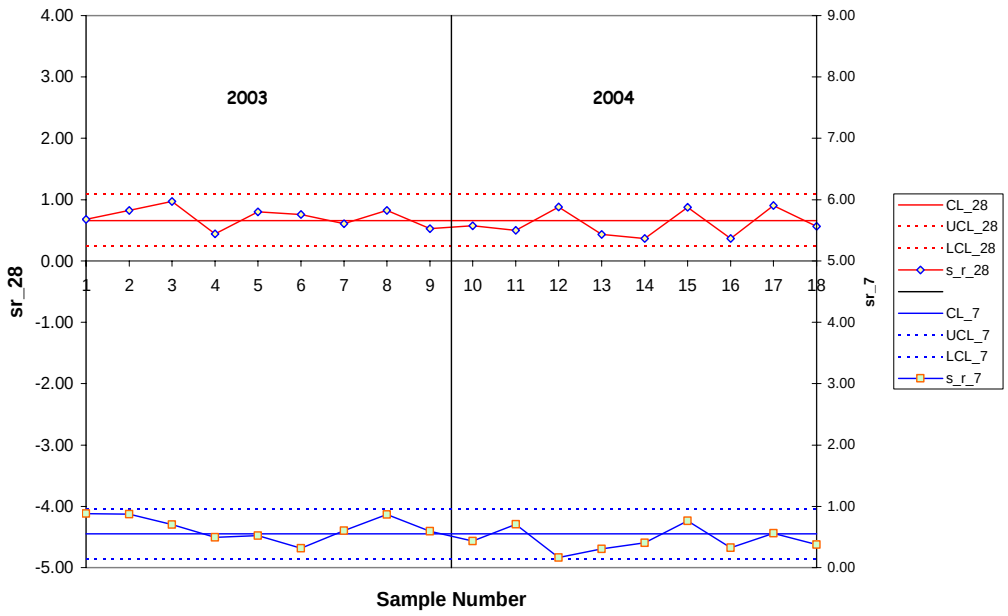
(iii) Υπολογίζεται η μέση τυπική απόκλιση όλων των $s_{sr}(I)$, $s_Av_{sr}$

(iv) Η τυπική απόκλιση της μέσης τιμής $s_Av_r$ είναι $s_Av_{sr}/sqrt(n)/c_4$. Ο συντελεστής $c_4$ είναι συνάρτηση του αριθμού των αποτελεσμάτων και δίνεται στον αντίστοιχο πίνακα του προτύπου.

(v) Η κεντρική γραμμμή, CL, και τα άνω και κάτω όρια ελέγχου, UCL, LCL – δίνονται από την εξίσωση (5)

$$UCL = s_Av_r + 3\frac{s_Av_{sr}}{c_4\sqrt{n}} \quad , \quad CL = s_Av_r \quad , \quad LCL = s_Av_r - 3\frac{s_Av_{sr}}{c_4\sqrt{n}} \qquad (5)$$

Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στο σχήμα 4.




Σχήμα 4. Χάρτης ελέγχου επαναληψιμότητας.

## 3.2 Χάρτης ελέγχου αναπαραγωγιμότητας

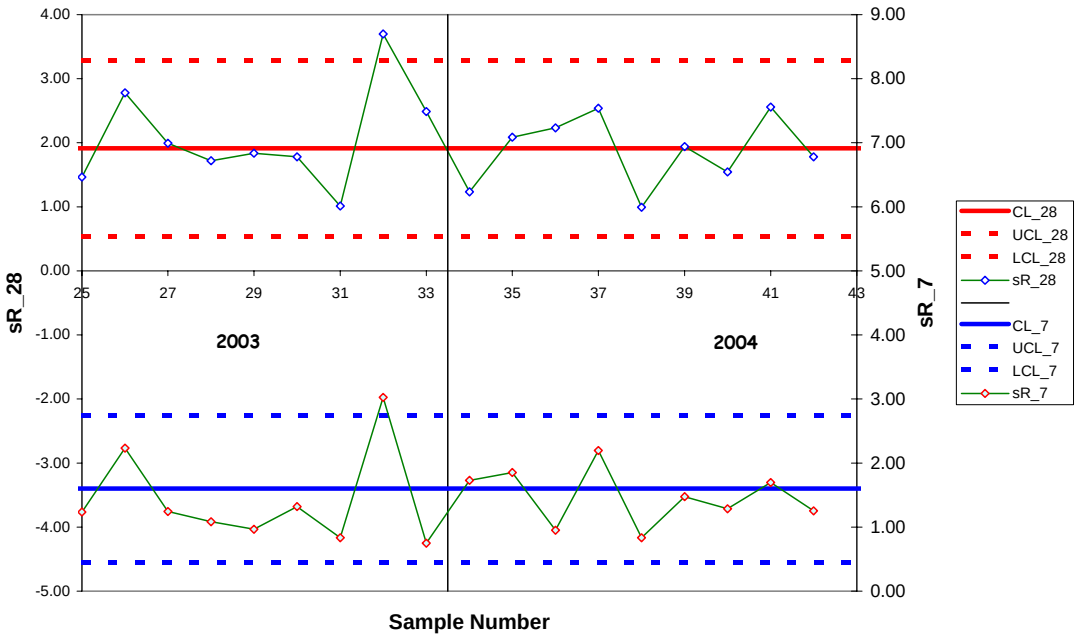
Η παρακάτω διαδικασία ακολουθείται στην περίπτωση αυτή:

(i) Η μέση αναπαραγωγιμότητα $s_{RAver}$ υπολογίζεται από τις αναπαραγωγιμότητες όλων των δοκιμών

(ii) Τα όρια ελέγχου υπολογίζονται από την εξίσωση (6)

$$UCL = s_{RAver} + 3\frac{s_{RAver}\sqrt{1-c_4^2}}{c_4} \quad , \quad CL = s_{RAver} \quad , \quad LCL = s_{RAver} - 3\frac{s_{RAver}\sqrt{1-c_4^2}}{c_4} \qquad (6)$$

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 5.




Σχήμα 5. Χάρτης ελέγχου αναπαραγωγιμότητας

Η εφαρμογή του χάρτη ελέγχου αποδεικνύει ότι ένα σημείο ευρίσκεται εκτός ελέγχου. Βέβαια μια παρατήρηση εκτός ελέγχου δεν αποκαλύφθηκε με την εφαρμογή του ISO 5725-2. Αυτή ακριβώς είναι η σημασία της εφαρμογής του ISO 8258. Στην περίπτωση αυτή τα αποτελέσματα κάθε εργαστηρίου του εκτός ελέγχου σημείου πρέπει να ελεγχθούν, εάν τυχόν υπάρχει απόκλιση σε κάποιο ή και κάποια από αυτά. Εάν αυτό ισχύει και ανακαλυφθεί η αιτία το αποτέλεσμα του ξεχωριστού εργαστηρίου εξαιρείται και η διαδικασία επαναλαμβάνεται. Διαφορετικά πρέπει να εξαιρεθεί όλη η συγκεκριμένη δοκιμή που έδωσε εκτός ελέγχου αποτέλεσμα και να υπολογιστούν τα νέα όρια ελέγχου.

## 4. ΕΠΙΔΟΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ISO 2854:1976

Με την εφαρμογή αυτού του προτύπου δίνεται η δυνατότητα σε κάθε εργαστήριο να αξιολογήσει εάν τα αποτελέσματα που παρέχει, διαφέρουν σημαντικά, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% από την αληθή τιμή της δοκιμής, υπολογιζόμενη από τον μέσο όρο όλων των αποτελεσμάτων. Με άλλα λόγια εάν τα αποτελέσματα κάθε μεμονωμένου εργαστηρίου βρίσκονται στο εντός του διαστήματος εμπιστοσύνης της αληθούς τιμής για 95% επίπεδο εμπιστοσύνης. Για να εκτιμηθεί το παραπάνω χρησιμοποιείται η εξίσωση (7). Στην περίπτωση που RM ≤ 1, το εργαστήριο με πιθανότητα 95% παρέχει την αληθή τιμή.

$$RM = \frac{ABS(X_{Aver} - X_{Lab})}{t(0.95, \nu - 1)\frac{s_R}{\sqrt{\nu}}} \qquad (7)$$

Η εξίσωση (7) είναι εφαρμόσιμη για το αποτέλεσμα μιας δοκιμής. Στην περίπτωση που απαιτείται μία σε συνεχή βάση παρακολούθηση τότε η παρακάτω μορφή κινητού μέσου - Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) – μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

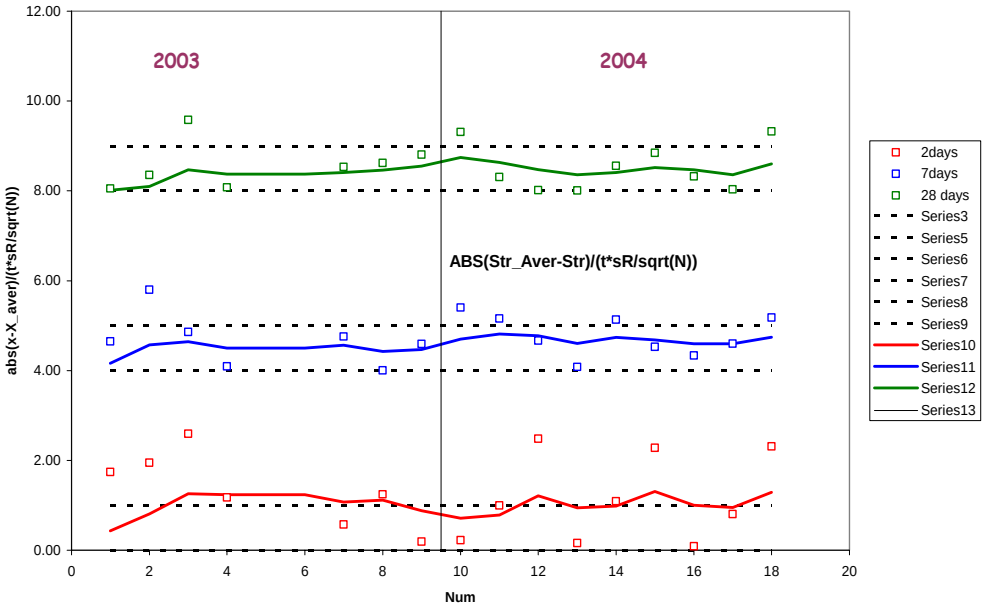
$$EW_RM(I) = \lambda RM(I) + (1-\lambda)EW_RM(I-1) \qquad (8)$$

Όπου

λ : Τιμή μεταξύ 0 και 1.

Οπωσδήποτε το κριτήριο αυτό είναι αρκετά αυστηρό και καθίσταται πλέον αυστηρότερο αυξανομένου του αριθμού των εργαστηρίων.

Χάρτης ελέγχου αυτού τύπου δίνεται στο σχήμα 6.



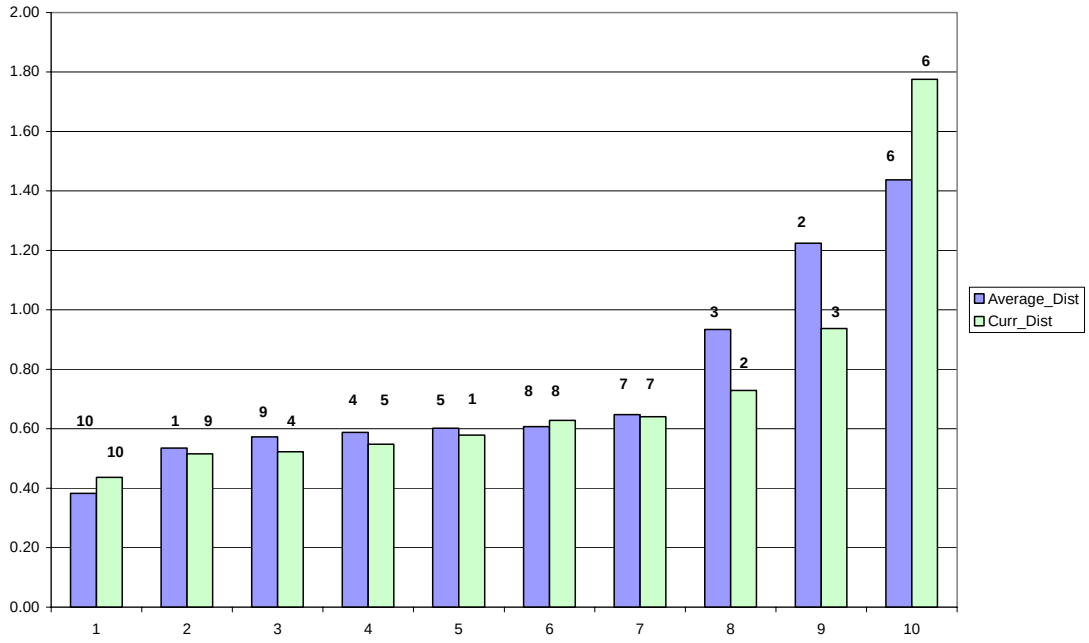

Σχήμα 6. Διαστήματα εμπιστοσύνης αληθών τιμών αντοχής για 2, 7 και 28 ημέρες

## 5. ΕΠΙΔΟΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ISO/IEC GUIDE 43-1:1997

Στην περίπτωση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο τύπος για τον παράγοντα Z:

$$Z = \frac{X_{Aver} - X_{Lab}}{s_R} \qquad (9)$$

Χρησιμοποιώντας την απόλυτη τιμή αυτού του παράγοντα, δίνεται η δυνατότητα διενέργειας σύγκρισης μεταξύ των εργαστηρίων χρησιμοποιώντας την μέση ετήσια ή την τρέχουσα τιμή. Αποτελέσματα αυτού του τύπου δίνονται στο σχήμα 7.




Σχήμα 7. Σύγκριση επίδοσης εργαστηρίων με χρήση του παράγοντα Z.

Στην περίπτωση αυτή το εργαστήριο το οποίο εμφανίζει την μεγαλύτερη απόκλιση σε μονάδες αναπαραγωγιμότητας, πρέπει να λάβει κάποιες διορθωτικές ενέργειες.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ορισμένες στατιστικές τεχνικές που παρέχονται από πρότυπα ISO, εφαρμόστηκαν στον διεργαστηριακό έλεγχο του τσιμέντου.

Η στατιστική κάθε προτύπου θέτει ορισμένους περιορισμούς στην εύρεση των σημείων εκτός ορίων. Όμως οποιοδήποτε ύποπτο ως εκτός ορίων σημείο δεν μπορεί να αποκλειστεί αυθαίρετα, αλλά μόνο εάν η αξιολόγηση στηρίζεται σε καθορισμένους κανόνες. Στην περίπτωση αυτή είναι πιθανό να είναι ευκολότερο να ληφθούν οι διορθωτικές ενέργειες από το αντίστοιχο εργαστήριο.

Για τους λόγους αυτούς αναπτύχθηκαν κάποιες διαδικασίες ώστε να επιτυγχάνεται μια πλέον ολοκληρωμένη αξιολόγηση από την συνδυασμένη χρήσης των στατιστικών προτύπων.

Η αξιολόγηση σε συνεχή βάση παρέχει την δυνατότητα αποκάλυψης μικρών αλλαγών και τάσεων και δίνει επίσης την δυνατότητα αυτό-αξιολόγησης της επίδοσης του εργαστηρίου μέσα στον συνολικό πληθυσμό.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] ΕΛΟΤ EN ISO/IEC 17025, «Γενικές απαιτήσεις για την ικανότητα των εργαστηρίων δοκιμών και διακριβώσεων », ΕΛΟΤ, Αθήνα, 2000.
[2] ΕΛΟΤ ISO/IEC Οδηγός 43-1 «Δοκιμές ικανότητας μέσω διεργαστηριακών συγκρίσεων – Μέρος 1. Ανάπτυξη και λειτουργία σχημάτων δοκιμών ικανότητας», ΕΛΟΤ, Αθήνα, 1999.

[3] ΕΛΟΤ ΕΝ 196-1, «Μέθοδοι δοκιμών τσιμέντου – Μέρος 1 : Προσδιορισμός αντοχών», ΕΛΟΤ, Αθήνα, 2000.
[4] ΕΛΟΤ ΕΝ 196-2 «Μέθοδοι δοκιμών τσιμέντου – Μέρος 2 : Χημική Ανάλυση Τσιμέντου», ΕΛΟΤ, Αθήνα, 2000
[5] ΕΛΟΤ ΕΝ 196-3 «Μέθοδοι δοκιμών τσιμέντου – Μέρος 3 : Προσδιορισμός χρόνου πήξης και σταθερότητας όγκου», ΕΛΟΤ, Αθήνα, 2000
[6] ΕΛΟΤ ΕΝ 196-5 «Μέθοδοι δοκιμών τσιμέντου – Μέρος 5 : Δοκιμή ποζολανικότητας για ποζολανικά τσιμέντα», ΕΛΟΤ, Αθήνα, 2000
[7] ΕΛΟΤ ΕΝ 196-6 «Μέθοδοι δοκιμών τσιμέντου – Μέρος 6 : Προσδιορισμός λεπτότητας», ΕΛΟΤ, Αθήνα, 2000
[8] ISO 5725-2:1994, « Accuracy (Trueness and precision) of measurement methods and results – part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method », ISO Standards Handbook, Fourth Edition, Geneve, 1995, Vol. 2, pp 33-74
[9] ISO 8258:1991, « Sewhart control charts », ISO Standards Handbook, Fourth Edition, 1995, Vol. 2, pp. 355-383.
[10] ISO 2854:1976 «Statistical interpretation of data – Techniques of estimation and tests relating the means and variances», ISO Standards Handbook, Fourth Edition, 1995, Vol. 2, pp. 182-228.