

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



**Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων**

**Διοίκηση Επιχειρήσεων για Στελέχη (Executive MBA)**

## **Διπλωματική εργασία**

**Τίτλος Εργασίας: «Πρότυπα Ποιότητας Σκυροδέματος»**

**Φοιτητής**

**ΑΞΙΩΤΗΣ-ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΒΑΣ. ΤΑΤΑΡΟΠΟΥΛΟΣ**

**Επιβλέπων**

**ΜΠΟΧΩΡΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΠΕΙΡΑΙΑΣ**

**Ημερομηνία υποβολής : 18/4/2019**

## Παράρτημα Β: Βεβαίωση Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας



### ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΣΤΕΛΕΧΗ

#### ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

(περιλαμβάνεται ως ξεχωριστή (δεύτερη) σελίδα στο σώμα της διπλωματικής εργασίας)

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, του Πανεπιστημίου Πειραιώς, στη Διοίκηση Επιχειρήσεων για Στελέχη : E-MBA» με τίτλο

..... Πρότυπα Ποιότητας Σκυροδέματος.....

έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, αναφέρονται στο σύνολό τους, κάνοντας πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτητή/ τριάς.....

Όνοματεπώνυμο..... Τσαρσιόπουλος Αζιώτης - Νικόλαος

Ημερομηνία..... 18-04-2019.....

## Περίληψη

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εξετάζει τα Πρότυπα Ποιότητας Σκυροδέματος, τόσο σε Ευρωπαϊκό, όσο και σε εθνικό επίπεδο. Ειδικότερα, αναλύονται βασικές έννοιες που σχετίζονται με την ποιότητα, όπως είναι η έννοια της ποιότητας, η ολική ποιότητα, η διοίκηση ολική ποιότητας κτλ. Εν συνεχεία, παρουσιάζονται τα πρότυπα ISO, που εφαρμόζονται τόσο για την παραγωγή προϊόντων, όσο και για την παροχή υπηρεσιών. Έπειτα, εξετάζεται διεξοδικά η έννοια του σκυροδέματος, οι χρήσεις του και οι ιδιότητες, ενώ ακολούθως αναλύονται διεξοδικά τα ισχύοντα πρότυπα τόσο σε ευρωπαϊκό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο Ελλάδος, λαμβάνοντας υπόψη τις τελευταίες τροποποιήσεις που έχουν γίνει.

Σκοπός της εργασίας, είναι να εξετάσει αναλυτικά τα πρότυπα και τις προδιαγραφές σκυροδέματος και το πως αυτές επιδρούν σε ολόκληρη την παραγωγική διαδικασία του, αλλά και το πόσο επηρεάζουν τις κατασκευές, τόσο από πλευράς ασφαλείας, όσο και από οικονομικής απόψεως. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται είναι η βιβλιογραφική αναζήτηση σε διεθνείς βάσεις δεδομένων, όπως είναι το Scopus και το Google Scholar, με ιδιαίτερα έμφαση σε τεχνικά περιοδικά, όπου αναλύουν κυρίως θέματα κατασκευών. Επίσης, αξιοποιήθηκαν συγγράμματα αλλά και υλικό που προέρχεται από την βιβλιοθήκη του τμήματος.

## Abstract

This Diploma Thesis examines the Concrete Quality Standards at both European and national level. In particular, basic quality concepts, such as quality concept, total quality, total quality management, etc. are analyzed. Next, the ISO standards are applied, both for the production of products and for the provision of services. Subsequently, the concept of concrete, its uses and properties are examined in detail, followed by a detailed analysis of the existing standards both at European level and at the level of Greece, taking into account the latest modifications made.

The purpose of the work is to analyze the standards and specifications of concrete and how these affect the whole of its production process, but also how much it affects constructions, both in safety and in economic terms. The methodology used is the bibliographic search in international databases, such as Scopus and Google Scholar, with particular emphasis on technical journals, where they mainly analyze construction issues. Textbooks and material from the department library were also used.

Keywords: Quality, Concrete, Concrete Quality Standards

## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωσή της καθώς και σε αυτούς που συνέβαλαν συνολικά σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Πρώτα από όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου Κύριο Μποχώρη Γεώργιο για την ανάθεση και την επίβλεψη της μεταπτυχιακής μου διατριβής, καθώς και για την αψεγάδιαστη συνεργασία και καθοδήγηση που μου παρείχε σε όλο τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής και όλους τους διδάσκοντες του τμήματος Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων για τις γνώσεις που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω και την οικογένεια μου για την στήριξη που μου παρείχε και σε αυτό το στάδιο των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη

Abstract

Ευχαριστίες

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Δομή & Σκοπός

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Βασικές έννοιες ποιότητας

- 1.1 Εισαγωγή
- 1.2 Η έννοια της ποιότητας
- 1.3 Η έννοια της ποιότητας στο σκυρόδεμα
- 1.4 Υλικά Σύνθεσης Σκυροδέματος
  - 1.4.1 Ποιότητα Σκυροδέματος με βάση το Τσιμέντο
  - 1.4.2 Ποιότητα Σκυροδέματος με βάση το Ποσοστό Ρευστών
  - 1.4.3 Ποιότητα Σκυροδέματος με βάση το Ποσοστό Ιπτάμενης Τέφρας
  - 1.4.4 Ποιότητα Σκυροδέματος με βάση το Ποσοστό Αδρανών Υλικών
- 1.5 Ιστορική αναδρομή ποιότητας
- 1.6 Κόστος ποιότητας
- 1.7 Ιστορική αναδρομή του κόστους ποιότητας
- 1.8 Προγραμματισμός ποιότητας
- 1.9 Συστήματα ποιότητας
- 1.10 Ολική ποιότητα

- 1.11 Διοίκηση ολικής ποιότητας
- 1.12 Έλεγχος της ποιότητας
- 1.13 Μέθοδοι βελτίωσης της ποιότητας
- 1.14 Κύκλοι ποιότητας
- 1.15 Σύγχρονες τάσεις στην εφαρμογή μεθόδων ποιότητας
- 1.16 Βραβεία Ολικής Ποιότητας

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Τα πρότυπα ISO

- 2.1 Έλεγχος ποιότητας
- 2.2 Περιβαλλοντική σημασία παραγωγής - χρήσης
- 2.3 Έλεγχος ποιότητας στη βιομηχανία
- 2.4 Πιστοποίηση ποιότητας και σύγχρονες αντιλήψεις
- 2.5 Αρχές Διαχείρισης
- 2.6 Μετάβαση σε νέα κανονιστικά πλαίσια.
- 2.7 ISO 9000
- 2.8 ISO 14000
- 2.9 ISO 3166
- 2.10 ISO 26000 – Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη
- 2.11 ISO 50001 – Διαχείριση Ενεργειακών Πόρων
- 2.12 ISO 31000 Διαχείριση Κινδύνων

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Το σκυρόδεμα

- 3.1 Εισαγωγή
- 3.2 Ιστορική αναδρομή εφαρμογών σκυροδέματος σε τεχνικά έργα
- 3.3 Παραγωγή τσιμέντου διεθνώς και στην Ελλάδα
- 3.4 Τσιμέντο
  - 3.4.1 Παραγωγή τσιμέντου-Πρώτες ύλες
  - 3.4.2 Χρήσεις τσιμέντου
  - 3.4.3 Ιδιότητες τσιμέντου
  - 3.4.4 Τύποι τσιμέντων
- 3.5 Αδρανή
- 3.6 Βασικές ιδιότητες σκυροδέματος
- 3.7 Η βιομηχανία τσιμέντου στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Πρότυπα ποιότητας σκυροδέματος

- 4.1 Ευρωπαϊκοί Κώδικες και Πρότυπα

#### ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ





# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 1: Οι είκοσι χώρες-περιοχές με την παραγωγή τσιμέντου σε παγκόσμιο επίπεδο για τα έτη 2010 έως 2015 (Ποσότητες σε εκατομμύρια τόνους)
- Πίνακας 2: Οι είκοσι κορυφαίες τσιμεντοβιομηχανίες σε παγκόσμιο επίπεδο
- Πίνακας 3: Κυριότερα μεγέθη και μεγέθη CEMBUREAU
- Πίνακας 4:Κυριότερα συστατικά τσιμέντου και συμβολισμοί τους
- Πίνακας 5: Επιτρεπόμενα ονομαστικά μεγέθη δοκιμίων που είναι διαθέσιμα για χρήση (σε mm) με βάση το EN 12390-1
- Πίνακας 6: Αντοχές δοκιμίων σύμφωνα με το EN 12390-1
- Πίνακας 7: Κύρια συστατικά του τσιμέντου σύμφωνα με το πρότυπο EN 197-1
- Πίνακας 8: Τύποι τσιμέντου και σύνθεση τους σύμφωνα με το Πρότυπο EN 197-1
- Πίνακας 9: Μηχανικές και φυσικές απαιτήσεις σύμφωνα με το πρότυπο EN 197-1
- Πίνακας 10: Εφαρμογή του EN 206-1
- Πίνακας 11:Κατηγορίες συμπύκνωσης σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1
- Πίνακας 12: Κατηγορίες Εξάπλωσης σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1
- Πίνακας 13: Κατηγορίες δοκιμής Κάθισης σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1
- Πίνακας 14: Κατηγορίες δοκιμής Vebe σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1
- Πίνακας 15: Κατηγορίες θλιπτικής αντοχής για κανονικού βάρους και βαρέα σκυροδέματα σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1
- Πίνακας 16: Κατηγορίες θλιπτικής αντοχής για ελαφροσκυροδέματα σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1
- Πίνακας 17: Κατηγορίες πυκνότητας για ελαφροσκυροδέματα σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 1: Συνολική παραγωγή τσιμέντου κατά την περίοδο 2007-2016
- Σχήμα 2: Ετήσια παραγωγικότητα τσιμέντου στην Ελλάδα ανά εταιρεία (εκ. τν)
- Σχήμα 3: Πωλήσεις τσιμέντου στην ελληνική αγορά κατά την διάρκεια των ετών 2007-2016
- Σχήμα 4: Εξαγωγές φαιού τσιμέντου και κλίνκερ από την Ελλάδα την περίοδο 2007-2016
- Σχήμα 5: Παγκόσμια παραγωγή τσιμέντου για τα έτη 1920-2010
- Σχήμα 6: Εξέλιξη παραγωγής τσιμέντου σε κάθε ήπειρο την περίοδο 2001 έως 2015
- Σχήμα 7: Κατανομή της παγκόσμιας παραγωγής τσιμέντου για το έτος 2015
- Σχήμα 8: Πρώτες ύλες για την παραγωγή τσιμέντου
- Σχήμα 9: Αναλυτικό διάγραμμα ροής διεργασιών παραγωγής τσιμέντου
- Σχήμα 10: Ιδιότητες αδρανών που επηρεάζουν τις ιδιότητες του σκυροδέματος
- Σχήμα 11: Πλαίσιο Προτύπων και Κανονισμών του CEN για τα έργα από σκυρόδεμα

## Δομή & Σκοπός

Κύριος σκοπός της παρακάτω μεταπτυχιακής διατριβής αποτελεί η ενδελεχής βιβλιογραφική έρευνα στο ευρύτερο θέμα της έννοιας της ποιότητας στο χώρο του σκυροδέματος με ότι συνεπάγεται για τη βιομηχανία αλλά και το παραγόμενο προϊόν.

Τα αρχικά κεφάλαια εστιάζουν στην ανάλυση της έννοιας της ποιότητας δίνοντας βάση στην θεματολογία της παραγωγής σκυροδέματος κάτω από συγκεκριμένες ποιοτικές σταθερές καθώς και κανονισμούς. Μέρος του πρώτου κεφαλαίου αποτελεί μια ιστορική αναδρομή επάνω στη χρήση του σκυροδέματος και την εξέλιξη του παράλληλα με τις κατασκευαστικές νόρμες και νέες μελέτες. Επίσης δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην έννοια της ποιότητας αναφορικά σε ένα γενικό πλαίσιο καθώς και ειδικά για την εφαρμογή του ποιοτικού σκυροδέματος στον κατασκευαστικό τομέα. Άξιο αναφοράς αποτελεί το γεγονός πως παρατίθεται και μια πιο λεπτομερής ανάλυση της εξάρτησης της ποιότητας στο σκυρόδεμα σε συσχετισμό με κάποια από τα βασικά υλικά του.

Στη συνέχεια στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση στην σχέση που έχει η βιομηχανία του σκυροδέματος με την ενεργειακή κατανάλωση αλλά και τις σύγχρονες πρακτικές της σε συνεχή πάντα συσχετισμό με την συνολική ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος. Θίγονται ζητήματα όπως τα κανονιστικά πλαίσια που εφαρμόζονται πάνω στην βιομηχανία, ο ενεργειακός καταναλωτικός ρυθμός κατά την παραγωγή καθώς και η σημασία εφαρμογής συγκεκριμένων κανονισμών οι οποίοι όχι μόνον διασφαλίζουν την ποιότητα αλλά και στην ομαλή, πάντα φιλική προς το περιβάλλον παραγωγή.

Το τρίτο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO). Γίνεται αναφορά στην ιστορική εξέλιξη του οργανισμού καθώς και στους λόγους που οδήγησαν στην αρχική σύλληψη της ιδέας σύστασης του. Τέλος υπάρχει μια μικρή αναφορά στην ανάγκη συνεχής παρακολούθησης του με σκοπό την πετυχημένη επικαιροποίηση του παράλληλα πάντοτε με τις σύγχρονες τάσεις της βιομηχανίας αλλά και τις αγορές εργασίας.

## Εισαγωγή

Είναι γεγονός ότι η παγκοσμιοποίηση της οικονομίας, οι εναλλαγές των φάσεων του οικονομικού κύκλου, καθώς και η διαρκής εξέλιξη των νέων τεχνολογιών, έχουν συμβάλλει καθοριστικά στον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων, αλλά και στην ίδια την φύση της εργασίας. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι μεταβολές αυτές επηρεάζουν τον άνθρωπο ως εργαζόμενο, ως καταναλωτή, ως πολίτη σε τέτοιου βαθμοί που οι διοικήσεις των οικονομικών μονάδων και οργανισμών βρίσκονται αντιμέτωπες με μια σειρά από προβλήματα τα οποία αφορούν τις αυξημένες απαιτήσεις της νέας εποχής. (Κέφης , 2014)

Έτσι οι αλλαγές και οι συνθήκες που επικράτησαν τα τελευταία χρόνια στην παγκόσμια οικονομία επέβαλαν στις επιχειρήσεις ένα κοινό χαρακτηριστικό που είναι η ποιότητα. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα σύστημα αξιών, αρχών προτύπων και μεθόδων δράσης που εξασφαλίζει την πλήρη αξιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού, την ικανοποίηση των πελατών, αλλά και των πολιτών, καθώς και την βελτιστοποίηση της απόδοσης των επιχειρήσεων. Η ποιότητα μπορούμε να πούμε ότι έχει μετρήσιμα, ποσοτικά και πρακτικά χαρακτηριστικά τα οποία διαμορφώνουν ένα πεδίο διαρκώς βελτίωσης από την πλευρά των επιχειρήσεων. (Λογοθέτης , 1992)

Επιστημονική προσέγγιση της ποιότητας έγινε με την εφαρμογή των αρχών της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας (ΔΟΠ), η οποία ως έννοια διατυπώθηκε για πρώτη φορά από τον Deming κατά την διάρκεια της δεκαετίας του 1950. Στη συνέχεια η ΔΟΠ υιοθετήθηκε από τις Ιαπωνικές επιχειρήσεις και σήμερα αποτελεί μια σύγχρονη διοικητική πρακτική σε ολόκληρο τον κόσμο. (Θερίου , 2002)

Η παρούσα εργασία διαρθρώνεται σε πέντε κεφάλαια. Πιο αναλυτικά, στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται βασικές έννοιες της ποιότητας όπως είναι η έννοια της ποιότητας, το κόστος ποιότητας, ενώ επιχειρείται μια ιστορική αναδρομή στην έννοια της ποιότητας. Επίσης, γίνεται αναφορά στα συστήματα ποιότητας, στην ολική

ποιότητα, στον έλεγχο ποιότητα. Ακόμη, παρουσιάζονται οι μέθοδοι βελτίωσης της ποιότητας, οι κύκλοι ποιότητας, όπως και το Ευρωπαϊκό Μοντέλο EFQM.

Στο δεύτερο κεφάλαιο εξετάζονται τα πρότυπα ISO. Πιο αναλυτικά, το ISO 9000, το ISO 14000, το ISO 31666, το ISO 26000 το οποίο αναφέρεται στην Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη, το ISO 50001 που αφορά την Διαχείριση Ενεργειακών Πόρων, καθώς και το ISO 31000 το οποίο επικεντρώνεται στην Διαχείριση Κινδύνων.

Στο τρίτο κεφάλαιο εξετάζεται το σκυρόδεμα, όπου γίνεται μια ιστορική αναδρομή εφαρμογών του σκυροδέματος σε τεχνικά έργα, ενώ αποτυπώνεται η παραγωγή τσιμέντου διεθνώς και στην Ελλάδα. Στη συνέχεια, εξετάζεται το τσιμέντο, τα αδρανή καθώς και οι βασικές ιδιότητες του σκυροδέματος. Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στα Πρότυπα Ποιότητας Σκυροδέματος που ισχύουν σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ στο πέμπτο κεφάλαιο εξετάζεται διεξοδικά το ισχύουν πλαίσιο που αφορά την Ελλάδα σχετικά με τα Πρότυπα Ποιότητας Σκυροδέματος.

## ΚΕΦΆΛΑΙΟ 1: Βασικές έννοιες ποιότητας

### 1.1 Εισαγωγή

Ο πολιτισμός οποιασδήποτε χώρας μετράται και λογίζεται από τα συνολικά πολιτισμικά αλλά και κατασκευαστικά εκπονήματα του λαού του. Ειδικά τα κατασκευαστικά του έργα, όπως γέφυρες, πολυώροφα κτίρια και βιομηχανικά έργα, λόγω της υψηλής χρηστικής αξίας τους, του μεγαλόπρεπου συνήθως παρουσιαστικού τους αλλά κυρίως λόγω της αντοχής τους κατά το πέρασμα των καιρών, τα καθιστά ένα βασικό πολιτισμικό γνώρισμα των διαφόρων λαών.

Η επιτυχής ανάπτυξη αυτών των μεγάλων έργων αλλά και η πολυετής διατήρηση τους δίνει την δυνατότητα εξαγωγής των παρακάτω συμπερασμάτων: αρχικά ότι υπήρχαν επιτυχημένα συστήματα διαχείρισης και επίβλεψης της ποιότητας που εφαρμόζονταν κατά την κατασκευή τους καθώς και το γεγονός πως η σωστή επίβλεψη και επιλογή των διαδικασιών κατασκευής και χρήσης συγκεκριμένης ποιότητας υλικών προσέδωσε το χαρακτηριστικό της χρονικής διάρκειας στα προαναφερθείσα έργα.

Όσον αφορά τα υλικά χρήσης παραδοσιακά, το σκυρόδεμα και ο χάλυβας είναι τα κύρια υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευαστική βιομηχανία. Στην αρχαία Αίγυπτο, χρησιμοποιούσαν σκυρόδεμα στα κτίρια και στους ναούς τους. Χρησιμοποιούσαν θρυμματισμένη πέτρα σαν συσσωμάτωμα και πηλό ως κόλλα. Οι Αρχαίοι Έλληνες επίσης, χρησιμοποίησαν το σκυρόδεμα στα κτίριά τους και το ονόμαζαν “σαντόριν τόφα” καθώς και Οι Ρωμαίοι χρησιμοποίησαν ένα υλικό που μοιάζει με τσιμέντο και το ονόμαζαν “pozzolana” (Mohamed, 2011).

Οι περισσότεροι άνθρωποι (επαγγελματίες, τεχνίτες κ.ο.κ) που είναι εξοικειωμένοι με τη βιομηχανία του σκυροδέματος, μπορούν εύκολα να εντοπίσουν καθώς και να αναγνωρίσουν τις υψηλές πρακτικές καθορισμού της ποιότητας στην κατασκευή αλλά και χρήση του σκυροδέματος. Αναφορικά η τακτική μέτρηση της σωρευτικής υγρασίας και η διόρθωση αυτής είναι μια τέτοια πρακτική όπως επίσης και η τακτική επαλήθευση της ακρίβειας των συσκευών μέτρησης (Obla, 2015).

Ο ήδη υπάρχον, μεγάλος αριθμός επιχειρήσεων που είναι σε θέση να προσφέρουν προετοιμασμένα αλλά και ελεγμένα υλικά - μίγματα ετοιμού σκυροδέματος

συμβάλει τα μέγιστα στην προσπάθεια για τη βελτίωση της συνολικής ποιότητας.

## 1.2 Η έννοια της ποιότητας

Κατά μία άποψη η λέξη ποιότητα (quality) προέρχεται από την λατινική λέξη «qualita» που σημαίνει «από τι» και φαίνεται να χρησιμοποιήθηκε στα αρχαία χρόνια από τον Ρωμαίο ρήτορα και πολιτικό Cicero (106-43 π.Χ.). (Klefsjo, 2003) Κατά μία άλλη άποψη η λέξη ποιότητα προέρχεται ετυμολογικά από την αρχαία ελληνική λέξη «ποιότης», η οποία έχει ρίζα το «ποιός-τι λογής», ενώ σημαίνει το ποιόν, τη φύση ή την εσωτερική υπόσταση ενός προσώπου ή πράγματος, όπως και το σύνολο των ιδιοτήτων οι οποίες χαρακτηρίζουν ένα εμπόρευμα σε σχέση με τα ομοειδή του. Να αναφέρουμε ότι θεωρητικά η ποιότητα είναι υποκειμενική έννοια καθώς εξαρτάται από τον κριτή. (Κέφης, 2014)

Στα τέλη του 19ου αιώνα και στις αρχές του 20ου αιώνα, υπήρξαν σημαντικές αλλαγές στα σχήματα των κτιρίων, καθώς οι αρχιτέκτονες και οι κατασκευαστές άλλαξαν - τροποποίησαν τις ιδέες και τις απόψεις τους. Ήρθαν αντιμέτωποι με τις ιδέες της Ευρωπαϊκής Αναγέννησης για τη χρήση κολώνων και τόξων - θόλων για την επιτυχή λειτουργικότητα των κτιρίων. Η εφαρμογή του σκυροδέματος σαν υλικό κατά την κατασκευή των παραπάνω ήταν η καλύτερη καθώς και η πιο οικονομική λύση για την αρχιτεκτονική μελέτη, σχεδίαση αλλά και κατασκευή αυτής.

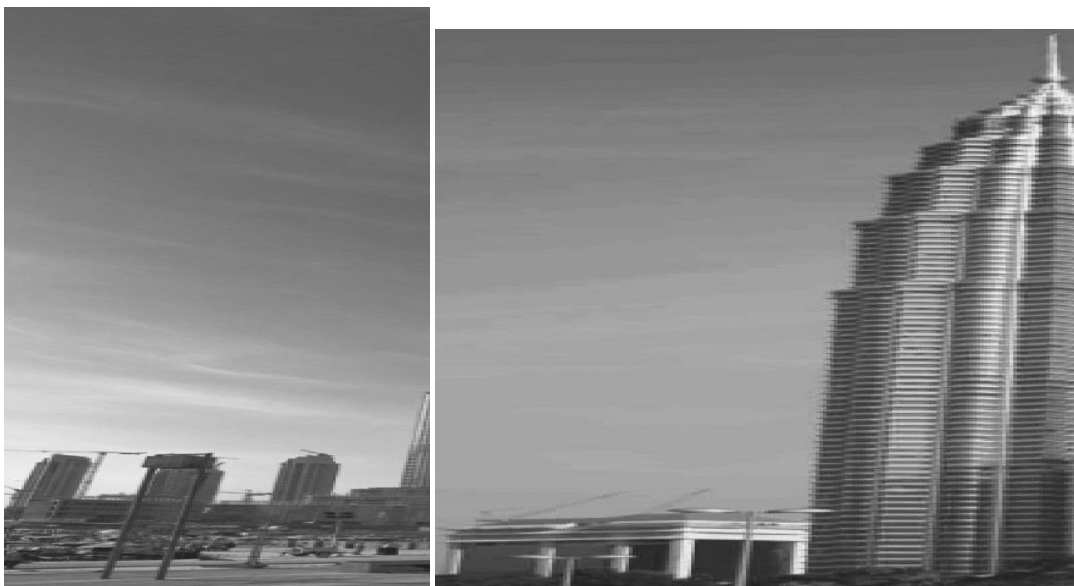
Δύο από τα ψηλότερα κτίρια στον κόσμο είναι ο Πύργος του Ντουμπάι (Σχήμα 1.1) και οι περίφημοι δίδυμοι πύργοι PETRONAS στη Μαλαισία (Σχήμα 1.1). Αποτελεί εξαιρετα μεγάλο ενδιαφέρον και είναι άξιο αναφοράς στο παρόν σημείο το γεγονός, πώς μόνο μια απόκλιση της τάξεως του εκατοστού θα επηρέαζε αυτά τα κτίρια.

Η ποιότητα των κατασκευαστικών υλικών είναι η λέξη κλειδί για την επίτευξη αυτών των μεγάλων έργων. Ιστορικό ανάλογο των αναφερόμενων επιτυχημένων κατασκευαστικά έργων αποτελούν οι πυραμίδες στην Αίγυπτο όπως παρουσιάζονται (Σχήμα 1.2), οι οποίες έχουν ηλικία άνω των 7000 ετών.

Η έννοια της ποιότητας όπως ορίζεται και από τους (Goetsch and Davis, 2014) έχει ποικίλες παραμέτρους οι οποίες και την καθορίζουν. Η ποιότητα είναι μια

δυναμική κατάσταση που σχετίζεται με προϊόντα, υπηρεσίες, ανθρώπους, διαδικασίες και περιβάλλοντα που ικανοποιούν τις ανάγκες αλλά και τις προσδοκίες των πελατών βοηθώντας στην παραγωγή ανώτερου επιπέδου αξίας.

Σε παράλληλη ερμηνεία προχωράει και ο Tummala, R. (2007), όπου παραθέτει το λογισμό της ποιότητας ως “καταλληλότητα χρήσης” (fitness for use) μέσω των χαρακτηριστικών της ποιότητας που κατέχονται από ένα προϊόν ή μια υπηρεσία που προορίζονται να καλύψουν τις ανάγκες των πελατών, και ελλείψεις προϊόντων που οδηγούν σε δυσαρέσκεια προϊόντων ή υπηρεσιών από τους πελάτες



Σχήμα 1.1 Πύργος του Dubai (αριστερά) καθώς επίσης και πύργοι “Petronas” (δεξιά)  
(Τα σχήματα τροποποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς της

διπλωματικής από (Mohamed, 2011, p. 2,3))





Σχήμα 1.2 Αιγυπτιακή Σφήγκα (Τα σχήματα τροποποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς της διπλωματικής από (Mohamed, 2011, p.3))

Ο Juran J.M. (1989), διαχώρισε την διοικητική διαδικασία για την επίτευξη ποιοτικών διεργασιών ως τον ποιοτικό σχεδιασμό, τον ποιοτικό έλεγχο και την βελτίωση ποιότητας. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται τριλογία Juran και μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στη διαχείριση της ποιότητας. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο ποιοτικό σχεδιασμό (σχεδιασμός για ποιότητα) για τον προσδιορισμό των επιθυμητών αναγκών των πελατών. Οι σχεδιαστές θα πρέπει στη συνέχεια να προχωρήσουν στην ανάπτυξη των προϊόντων καθώς και σε σχέδια που να ανταποκρίνονται σε αυτές τις ανάγκες.

Ένα μεγάλο πρόβλημα στην συνολική θεώρηση της ποιοτικής κατασκευής ενός έργου, αποτελούσε η υποκειμενική φύση της έννοιας της ποιότητας. Η πιστοποίηση της ποιότητας και η αναγωγή της σε αντικειμενικά κριτήρια, προέκυψε ως βασική οργανωτική πρακτική βοηθώντας τις εταιρείες παγκοσμίως να δημιουργήσουν ορθολογικές παραγωγικές διαδικασίες. Ως εκ τούτου, η παραπάνω ανάγκη για μια καθολική αναγνώριση της ποιότητας στο φάσμα των υλικών αλλά και των υπηρεσιών που παρέχονται έστρωσε το δρόμο για την βαθμονόμηση ενός συνόλου έμφυτων χαρακτηριστικών τα οποία ικανοποιούν συγκεκριμένες απαιτήσεις.

Στο άρθρο του ο Garvin, D.A. (1987) καθορίζει οκτώ διαστάσεις στο ευρύ φάσμα της έννοιας της ποιότητας :

Απόδοση: τα κύρια χαρακτηριστικά λειτουργίας ενός προϊόντος.

Χαρακτηριστικά: χαρακτηριστικά που συμπληρώνουν τη βασική λειτουργία τους.

Αξιοπιστία: πιθανότητα ότι το προϊόν δεν θα δυσλειτουργεί πριν από μία καθορισμένη χρονική περίοδο.

Συμμόρφωση: βαθμό στον οποίο ο σχεδιασμός και η λειτουργία του προϊόντος φέρει χαρακτηριστικά τα οποία πληρούν τα καθιερωμένα πρότυπα.

1. Αντοχή: η αναμενόμενη διάρκεια ζωής του προϊόντος. (Ο χρόνος για την τεχνική απαξίωση των δομικών αλλά και λειτουργικών χαρακτηριστικών του).
2. Υπηρεσία: ταχύτητα, ευγένεια, ικανότητα και ευκολία επισκευής. (Οι όροι εγγύησης, διαθεσιμότητα εξυπηρέτησης πελατών κτλ.)
3. Αισθητική: πώς το προϊόν μοιάζει, αισθάνεται, ο ήχος, η γεύση, η οσμή (ανάλογα με τη φύση του προϊόντος).
4. Αντιληπτή ποιότητα: φήμη και άλλα έμμεσα μέτρα ποιότητας.

Καθώς η παγκοσμιοποίηση εγκαθιδρύεται σχεδόν σε όλη την παραγωγική διαδικασία αλλά και στις υπηρεσίες που προσφέρονται, τα διεθνή πρότυπα καθορισμού της ποιότητας κερδίζουν τη σημασία και την αποδοχή αυξάνοντας επίσης και την δημοτικότητα τους (Mukherjee, 2019). Ωστόσο, δεν υπάρχει μοντέλο που να μπορεί να προσφέρει μία ιδανική, ενιαία λύση για όλες τις οργανωτικές απαιτήσεις.

Ένας τρόπος για την επίτευξη των παραπάνω είναι μια ολοκληρωτική θεώρηση που θα παρέχει ένα κατάλληλο εμπειρικό γνώμονα, για τη μελέτη της διασυννοριακής διάδοσης μιας ενιαίας θεώρησης της ποιότητας. Η πιο σημαντική και διαδεδομένη ποιοτική πρακτική στον κόσμο συνδέεται με την οικογένεια των πιστοποιητικών 9000 που χορηγεί ο Διεθνής Οργανισμός για την τυποποίηση (ISO), με έδρα τη Γενεύη, Ελβετία

Ο στόχος της είναι να προωθηθεί η ανάπτυξη της τυποποίησης με σκοπό τη διευκόλυνση της διεθνούς συνεργασίας την ανταλλαγή αγαθών και υπηρεσιών και

την ανάπτυξη συνεργασία στους τομείς των πνευματικών, επιστημονικών, τεχνολογικών και οικονομικών δραστηριοτήτων για τη διάδοση των προτύπων ISO.

Μια σύντομη χρονολογική αναφορά των πιο σημαντικών προτύπων για τα συστήματα ποιότητας παρουσιάζονται παρακάτω (Mukherjee, 2019):

- MIL-U-9858 για σύστημα ποιότητας
- MIL-I-45208 για το σύστημα επιθεώρησης τόσο για τις ΗΠΑ,
- AQAP (Allied Quality Assurance Publication) 1, 4, 9 (4 και 9 για επιθεώρηση Σύστημα). Η AQA-1 κάλυψε την κατασκευή, την επιθεώρηση και τη δοκιμή των υλικών καθώς και των προϊόντων. Απορρίπτοντας το AQAP, το Ηνωμένο Βασίλειο εισήγαγε μια σειρά τριών αμυντικών προτύπων:
- Def. Stan. 05-21, -24 και -29 (μόνο για επιθεώρηση). Το AQAP ευθυγραμμίζεται με το Def. Stan. Αργότερα, το BS 5750 εμφανίστηκε το 1979.

Η σειρά προτύπων ISO 9000 όπως έγινε αναφορά παραπάνω στο παρόν κεφάλαιο καλύπτει αρκετά πρότυπα που αφορούν τα συστήματα διαχείρισης ποιότητας και συναφείς διαδικασίες. Τα συγκεκριμένα πρότυπα υιοθετήθηκαν ως εθνικά πρότυπα από πολλές χώρες. Αυτή η δυνατότητα εφαρμογής οφείλεται στο γεγονός ότι τα πρότυπα ISO 9000 δεν είναι εξειδικευμένα για τη βιομηχανία ούτε για κάθε χώρα.

Το αρχικό σύνολο προτύπων που έχουν υποβληθεί σε διάφορες αναθεωρήσεις, οι οποίες, σε ορισμένες περιπτώσεις, υπονοούσαν την απόσυρση ορισμένων από αυτά, ήταν (Mukherjee, 2019):

- ISO 9000 - Πρότυπα Διαχείρισης Ποιότητας και Διασφάλισης Ποιότητας - Οδηγίες για επιλογή και χρήση.
- Συστήματα ποιότητας ISO 9001 - Μοντέλο Διασφάλισης Ποιότητας στο σχεδιασμό / ανάπτυξη, παραγωγή, εγκατάσταση και συντήρηση.

- Συστήματα ποιότητας ISO 9002 - Μοντέλο διασφάλισης ποιότητας στην παραγωγή και εγκατάσταση.
- Συστήματα ποιότητας ISO 9003 - Μοντέλο διασφάλισης ποιότητας στην τελική επιθεώρηση και δοκιμή.
- ISO 9004 - Στοιχεία συστήματος διαχείρισης ποιότητας και ποιότητας Υποστηρικτικά πρότυπα για το λεξιλόγιο / ορολογία :
- ISO 8402 (1986) IS 13999 τώρα IS 10201 Μέρος I (1988)

Από τα τρία πρότυπα 9001, 9002 και 9003, το πρώτο προοριζόταν για οργανισμούς που ασχολούνται με το σύνολο των δραστηριοτήτων από το σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός προϊόντος ή συστήματος μέσω της εγκατάστασής του στην τοποθεσία του πελάτη για την εξυπηρέτησή του κατά τη λειτουργία του.

Το δεύτερο προοριζόταν για τις οργανώσεις που δεν εμπλέκονται σε δραστηριότητες σχεδιασμού και διαχείρισης / συντήρησης, και το τρίτο ήταν ουσιαστικά οι εφαρμόσιμο κατά την προμηθευτική διαδικασία των οργανισμών. Οι οργανισμοί απλώς προμηθεύουν προϊόντα, επιθεωρώντας τα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της αποθήκευσης και της παράδοσης διασφαλίζοντας ότι η ποιότητα δεν επηρεάζεται κατά τη διάρκεια της παραλαβής - παράδοσης.

Το 2000, όταν αναθεωρήθηκαν τα πρότυπα για δεύτερη φορά, ο τίτλος για το μοντέλο ενός “Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας” αντικαταστάθηκε από το “Απαιτήσεις για Ποιότητα Σύστημα Διαχείρισης”. Όλα τα τρία πρότυπα 9001, 9002 και 9003 συγχωνεύθηκαν ένα ISO 9001 (Mukherjee, 2019).

### Αρχές διαχείρισης της ποιότητας

Με την έννοια της διαχείρισης ποιότητας, νοείται ο κάθε βασικός και περιεκτικός κανόνας που αφορά τη διοίκηση και τη λειτουργία ενός φορέα, έτσι ώστε να υπάρχει συνεχής και σε βάθος χρόνου βελτίωση των επιδόσεων του εν λόγω φορέα απέναντι στους πελάτες. Οι σημαντικότερες αρχές διαχείρισης της ποιότητας είναι οι ακόλουθες:

- Επειδή η ύπαρξη και η επιβίωση της κάθε επιχείρησης στηρίζεται στους πελάτες της θα πρέπει να μπορεί να αντιλαμβάνεται τις τρέχουσες αλλά και τις μελλοντικές τους ανάγκες, να ικανοποιεί τις απαιτήσεις που αυτοί έχουν, καθώς και να προσπαθεί να ξεπερνά τις προσδοκίες που αυτοί θέτουν.
- Οι επικεφαλείς μιας επιχείρησης θα πρέπει να καθιερώσουν αρμονική συνεργασία εντός της επιχείρησης, δημιουργώντας και διατηρώντας ένα περιβάλλον, στο οποίο όλοι θα εμπλέκονται προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της επιχείρησης.
- Το ανθρώπινο δυναμικό αποτελεί βασική συνιστώσα της επιχείρησης. Όταν το προσωπικό ασχολείται πλήρως με την επιχείρηση, τότε οι ικανότητες που διαθέτει μπορούν να χρησιμοποιηθούν προς όφελος της επιχείρησης.
- Είναι γεγονός ότι ένα επιθυμητό αποτέλεσμα μπορεί να επιτευχθεί πιο εύκολα, όταν οι πηγές και οι σχετιζόμενες δραστηριότητες μπορούν να συνδυαστούν σε μια ενιαία διεργασία.
- Η απόδοση μιας επιχείρησης καθώς και η αποτελεσματικότητα της μπορούν να βελτιωθούν όταν υπάρχει αναγνώριση, κατανόηση καθώς και διαχείριση ενός συστήματος αλληλοσχετιζόμενων διεργασιών.
- Η διαρκής βελτίωση αποτελεί μόνιμο και αντικειμενικό στόχο μιας επιχείρησης.
- Η λήψη αποτελεσματικών και ορθολογικών αποφάσεων θα πρέπει να στηρίζεται στην ανάλυση των αντίστοιχων δεδομένων και των πληροφοριών.
- Η επιχείρηση και οι προμηθευτές της είναι ανεξάρτητοι, ενώ όταν αναπτύσσεται μεταξύ τους αμοιβαία επωφελής σχέση, τότε αυξάνεται η ικανότητα και των δύο να προχωρήσουν στην βελτίωση της εμπορικής τους αξίας. (Κωσταγιόλας & Χλωμούδης , 2011)

Μέσω της εφαρμογής των αρχών αυτών, μπορούν να επιτευχθούν πολλοί από τους στόχους που έχει θέσει η διοίκηση ολικής ποιότητας και εκφράζονται μέσω των κριτηρίων των αριστείων για την ποιότητα. Οι στόχοι αυτοί είναι οι ακόλουθοι:

- Η ικανοποίηση των πελατών, εφόσον απολαμβάνουν κάποιο προϊόν το οποίο ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις τους, είναι αξιόπιστο, διαθέσιμο όταν το χρειάζονται και εύκολα συντηρήσιμο.
- Η ικανοποίηση των εργαζομένων, εφόσον αυτοί εργάζονται κάτω από τις καλύτερες συνθήκες εργασίας, υγείας και ασφάλειας, απολαμβάνοντας σταθερότητα της απασχόλησης.
- Η ικανοποίηση των προμηθευτών, εφόσον υπάρχει σταθερή σχέση με τους προμηθευόμενους, ευνοϊκές συνθήκες για ανάπτυξη και αμοιβαία κατανόηση.
- Η ικανοποίηση των μετόχων και επενδυτών, εξαιτίας της αυξημένης απόδοσης που έχει η επένδυσή τους, της αύξησης του μεριδίου της αγοράς καθώς και των βελτιωμένων λειτουργικών αποτελεσμάτων.
- Η ικανοποίηση του κοινωνικού συνόλου, αφού πλέον μπορούν και πληρούνται όλες οι αναγκαίες κανονιστικές και νομικές απαιτήσεις, μειώνονται οι πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ενώ βελτιώνονται οι συνθήκες ασφάλειας και υγείας στους χώρους που βρίσκονται γύρω από την επιχείρηση. (Κωσταγιόλας & Χλωμούδης, 2011)

### **1.3 Η έννοια της ποιότητας στο σκυρόδεμα**

Ο στόχος της ποιότητας για το σύνολο ενός κατασκευαστικού έργου και η επιτόπια εκπόνηση της κατασκευαστικής διαδικασίας ορίζεται ουσιαστικά ως ποιοτική μέσω της παροχής ενός συστήματος διασφάλισης αυτής και του ποιοτικού ελέγχου μέσω της συμμόρφωσης των έργων με τις απαιτήσεις του σχεδιαστή καθώς και των απαιτούμενων προδιαγραφών.

Για παράδειγμα, στην περίπτωση σχεδιασμού που πραγματοποιείται υπό τις οδηγίες από το Βρετανικό Πρότυπο (BS), ο ποιοτικός έλεγχος στην τοποθεσία θα

πρέπει να ακολουθείται από τα πρότυπα “BS” και εάν ο σχεδιασμός έγινε σύμφωνα με τον κώδικα του American Concrete Institute (ACI), η ποιότητα κατασκευής πρέπει να συμμορφώνεται αντίστοιχα με τον “ACI”.

Στο συγκεκριμένο σημείο είναι απαραίτητο να αναφερθεί το γεγονός πως παρόλο που το πλήρωμα κατασκευής στο εργοτάξιο δεν συμμετείχε στον σχεδιασμό και τη μηχανική μελέτη του έργου, θα πρέπει να ακολουθεί με σαφήνεια τις προδιαγραφές των σχεδιαστών όπως αυτές ορίζονται παραδείγματος χάριν από τους προαναφερθέντες οδηγούς ποιότητας. Ο κύριος στόχος της διαχείρισης της ποιότητας επί τόπου είναι η μείωση της διακύμανσης όλων των φάσεων κατασκευής από την παραλαβή των υλικών που πρέπει να αντιστοιχούν στην επιτρεπόμενη απόκλιση που αναφέρεται στις προδιαγραφές.

Το κύριο πρόβλημα στην διασφάλιση της ποιότητας κατασκευής του έργου είναι η διακύμανση της ποιότητας του ίδιου του σκυροδέματος που χρησιμοποιείται. Η αντοχή του σκυροδέματος μετράται με τη δοκιμή αντοχής σε σκυρόδεμα μετά από 28 ημέρες κάτι το οποίο προκύπτει από την συστηματική και επαναλαμβανόμενη σύνθλιψη πολλών δειγμάτων ώστε να υπάρξει μια διακύμανση (και καταγραφή αυτής) της αντοχής. Επιπλέον, το δείγμα σκυροδέματος βυθίζεται σε νερό για 28 ημέρες. Ο παραδοσιακός τρόπος σκλήρυνσης είναι ο ψεκασμός νερού για 7 ημέρες, συνεπώς η αντοχή του δείγματος σκυροδέματος θα είναι διαφορετική από τη δύναμη του σκυροδέματος στο στοιχείο δομής του (Mohamed, 2011).

Ο στόχος του συστήματος ποιότητας ως σύνολο για το έργο είναι να εξασφαλιστεί ότι οι διαδικασίες κατασκευής και παραλαβής των υλικών είναι εντός των προδιαγραφών ώστε η μεταβολή της αντοχής και του φορτίου να είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων του συντελεστή ασφαλείας στο σχεδιασμό (Mohamed, 2011).

Όπως αναφέρει και στο βιβλίο του ο Obla K. (2015), το επερχόμενο κόστος ενός κατασκευαστικού έργου λόγω χρήσης κακής ποιότητας σκυροδέματος μπορεί να μετρηθεί με την παρακολούθηση των παρακάτω, συνήθως για περίοδο 12 μηνών”:

- Ποσότητα απορριφθέντος σκυροδέματος (ως ποσοστό του παραγόμενου σκυροδέματος) για μη συμμόρφωση με τις προδιαγραφές του έργου όπως

η ύφεση, το περιεχόμενο αέρα, η πυκνότητα, και τη θερμοκρασία, κατά περίπτωση.

- Κόστος για την επισκευή, την αντικατάσταση ή τον μετριασμό των προβλημάτων συγκεκριμένου σκυροδέματος (πυρήνες κλπ.). Επειδή το σκυρόδεμα δεν πληρούσε τις απαιτήσεις ή τις προσδοκίες του αγοραστή ή των προδιαγραφών.
- Η αντίληψη της ποιότητας της εταιρείας για τον πελάτη μέσω μιας ετήσιας έρευνας (κατάταξη ως άριστη, πολύ καλή, καλή, δίκαιη και φτωχή).
- Ο αριθμός των σχετικών με την ποιότητα αξιώσεων.
- Η μεταβλητότητα της αντοχή σε θλίψη, όπως μετριέται με τυπική απόκλιση από τα πέντε σε κορυφαίες πωλήσεις μίγματα.

Τα δύο πρώτα μέτρα είναι αρκετά προφανή. Στο απορριφθέν σκυρόδεμα, ακόμη και αν είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίηση του, οι κατασκευαστές εξακολουθούν να χάνουν χρήματα από άποψη χρόνου χρήσης φορτηγών και ανθρωποωρών για τη μεταφορά του. Το κόστος επισκευής σκυροδέματος που έχει υποστεί διεργασίες σκλήρυνσης, μπορεί να περιλαμβάνει δοκιμές πυρήνα, αξιολόγηση ρωγμών και ούτω καθεξής, και μπορεί να εξελιχθεί σε πολύ ακριβή διαδικασία.

Το τρίτο μέτρο, που είναι η αντίληψη της ποιότητας της εταιρείας στα μάτια του πελάτη, είναι επίσης πολύ σημαντικό και θα πρέπει να παρακολουθείται κάθε χρόνο από τους παραγωγούς σκυροδέματος. Οι εταιρείες πρέπει να καταβάλουν κάθε δυνατή προσπάθεια για την ανάπτυξη και τη διασφάλιση της φήμης τους. Η αντίληψη του πελάτη για την ποιότητα μιας επιχείρησης αποτελείται από διάφορους παράγοντες, όπως το προσωπικό και τις εγκαταστάσεις.

Συνήθως, εάν οι πελάτες πιστεύουν ότι θα αποκτήσουν ένα ποιοτικό προϊόν με λίγες πιθανότητες αστοχίας, μπορεί να πληρώσουν περισσότερα για αυτό. Όταν συμβαίνουν τα αναπόφευκτα προβλήματα, οι πελάτες είναι πιθανότερο να είναι πιο πρόθυμοι να δουν τη δική τους λειτουργία, το εργαστήριο δοκιμών ή άλλους παράγοντες πέραν του παραγωγού σκυροδέματος.



Το τέταρτο μέτρο είναι αρκετά εύκολο να εντοπιστεί και η ιδέα πίσω από αυτό είναι ότι κάθε αξίωση περιλαμβάνει ένα κόστος απλά για να το αντιμετωπίσει κανείς, ακόμη και αν δεν οδηγεί στο πραγματικό κόστος που μπορεί να εντοπιστεί από τα δύο πρώτα μέτρα. Το τελικό μέτρο είναι εξαιρετικά σημαντικό σε οποιαδήποτε μεταποιητική βιομηχανία.

## 1.4 Υλικά Σύνθεσης Σκυροδέματος

Η προσέγγιση καθορισμού ενός ποιοτικού σκυροδέματος απαιτεί την πλήρη και καθολική κατανόηση των συμμετεχόντων υλικών κατά την παρασκευή του. Το σκυρόδεμα αποτελείται από δύο κύρια μέρη: το πρώτο μέρος είναι το συσσωμάτωμα (aggregate part), (χονδρόκοκκο και λεπτό) και το άλλο είναι το συγκολλητικό (adhesive part), το οποίο είναι ένα μείγμα τσιμέντου και νερού. Έτσι τα κύρια συστατικά είναι το χονδρό και λεπτό αδρανές, το τσιμέντο, το νερό και τα πρόσθετα. Αυτά τα πρόσθετα προστίθενται στο μίγμα για να βελτιώσουν τις ιδιότητες του σκυροδέματος και κατ' επέκταση την ποιότητα του (Mohamed, 2011). Προφανώς και η διαδικασία της επιτυχημένης πρόσμιξης αυτών προϋποθέτει, να προστεθούν σε συγκεκριμένα ποσοστά για να αποφευχθούν αρνητικές επιπτώσεις από εσφαλμένες προετοιμασίες.

Για την κατασκευή – δημιουργία ενός σκυροδέματος που συμμορφώνεται με τις προδιαγραφές (όπως ορίζονται από τις προαναφερθείσες ποιοτικές σταθερές π.χ. ISO κτλ.), πρέπει να επιτευχθεί η σωστή πρόσμιξη κάθε συστατικού στο μείγμα του σκυροδέματος. Είναι γνωστό ότι το ίδιο το σκυρόδεμα είναι ασθενές κάτω από εφελκυστική τάση, έτσι χρησιμοποιείται οπλισμός από χάλυβα σε σκυρόδεμα για να αντέξει την εφελκυστική τάση, και αυτομάτως αυξάνει την απόδοση και ποιότητα του. Σε όλο τον κόσμο, το οπλισμένο σκυρόδεμα αποτελεί σημαντικό στοιχείο της κατασκευαστικής βιομηχανίας. Είναι πιο οικονομικό στις περισσότερες περιπτώσεις από άλλες εναλλακτικές λύσεις και η ευκολία σχηματισμού του στα αρχικά στάδια προσδίδει ευκολία στις διαφορετικές αρχιτεκτονικές μελέτες

Ο χάλυβας είναι το πιο σημαντικό στοιχείο στις δομές από οπλισμένο σκυρόδεμα, καθώς μεταφέρει ένα μεγάλο μέρος των καταπονήσεων. Ως εκ τούτου, η παραγωγή

των χαλύβδινων ράβδων πρέπει να υπόκειται σε αυστηρό σύστημα ποιοτικού ελέγχου, ώστε να διασφαλίζεται ότι ακολουθεί τα διεθνή πρότυπα και τις προδιαγραφές του έργου. Αυτές οι δοκιμές θα πρέπει να γίνονται με κατάλληλο τρόπο με έγκυρες συσκευές βαθμονόμησης για να δώσουν ακριβή αποτελέσματα. Το εργαστήριο στο σύνολό του πρέπει να ακολουθεί σύστημα διασφάλισης ποιότητας και ο εξοπλισμός πρέπει να βαθμονομείται περιοδικά. Επιπλέον, τα δείγματα πρέπει να λαμβάνονται σωστά σύμφωνα με τις τυποποιημένες προδιαγραφές και να περάσουν όλες τις απαραίτητες δοκιμές και ανασκοπήσεις βάσει του συστήματος ποιότητας (Mohamed, 2011).

Η χρήση υλικών για πρόσφυση κατά την δημιουργία του σκυροδέματος είναι πολύ παλιά. Όπως αναφέρθηκε και στα παραπάνω κεφάλαια σε μια σύντομη ιστορική διαδρομή πάνω στις πρακτικές κατασκευής σκυροδέματος, οι αρχαίοι Αιγύπτιοι χρησιμοποίησαν ασβεστοποιημένο ακάθαρτο γύψο. Οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι χρησιμοποίησαν ασβεστολιθικό ασβεστόλιθο και αργότερα έμαθαν να προσθέσουν άμμο και θρυμματισμένη πέτρα ή τούβλα και σπασμένα πλακάκια. Αυτά ήταν και τα πρώτα σκυροδέματα στην ανθρώπινη ιστορία.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον ιστορικά παρουσιάζει το γεγονός πως μιας και το ασβεστολιθικό κονίαμα δεν σκληραίνει κάτω από το νερό, για την κατασκευή υποβρύχιων έργων, οι Ρωμαίοι αλέθαν μαζί ασβέστη και ηφαιστειακή τέφρα ή λεπτώς αλεσμένα καμένα κεραμίδια. Το ενεργό πυρίτιο και η αλουμίνα στην τέφρα και τα κεραμίδια σε συνδυασμό με τον ασβέστη χρησιμοποιούνταν για να παράγει αυτό που έγινε γνωστό και ως ποζολανικό τσιμέντο από το χωριό Pozzuoli, κοντά στο Βεζούβιο, όπου βρέθηκε η ηφαιστειακή τέφρα. Το όνομα του ποζολανικού τσιμέντου χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα για να περιγράψει τα τσιμέντα που λαμβάνονται απλά με την άλεση του φυσικού υλικού σε κανονική θερμοκρασία (Mohamed, 2011)..

Προς το παρόν, υπάρχουν διαφορετικοί τύποι τσιμέντου για να διαλέξετε και οι διάφορες εναλλακτικές λύσεις εξαρτώνται από τη σύσταση του σχεδιαστή στις προδιαγραφές του έργου και τα σχέδια με βάση τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τις απαιτούμενες δυνάμεις. Οι κύριοι τύποι τσιμέντου, σύμφωνα με τα Βρετανικά Πρότυπα και ASTM, παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.1.

## Cement Types

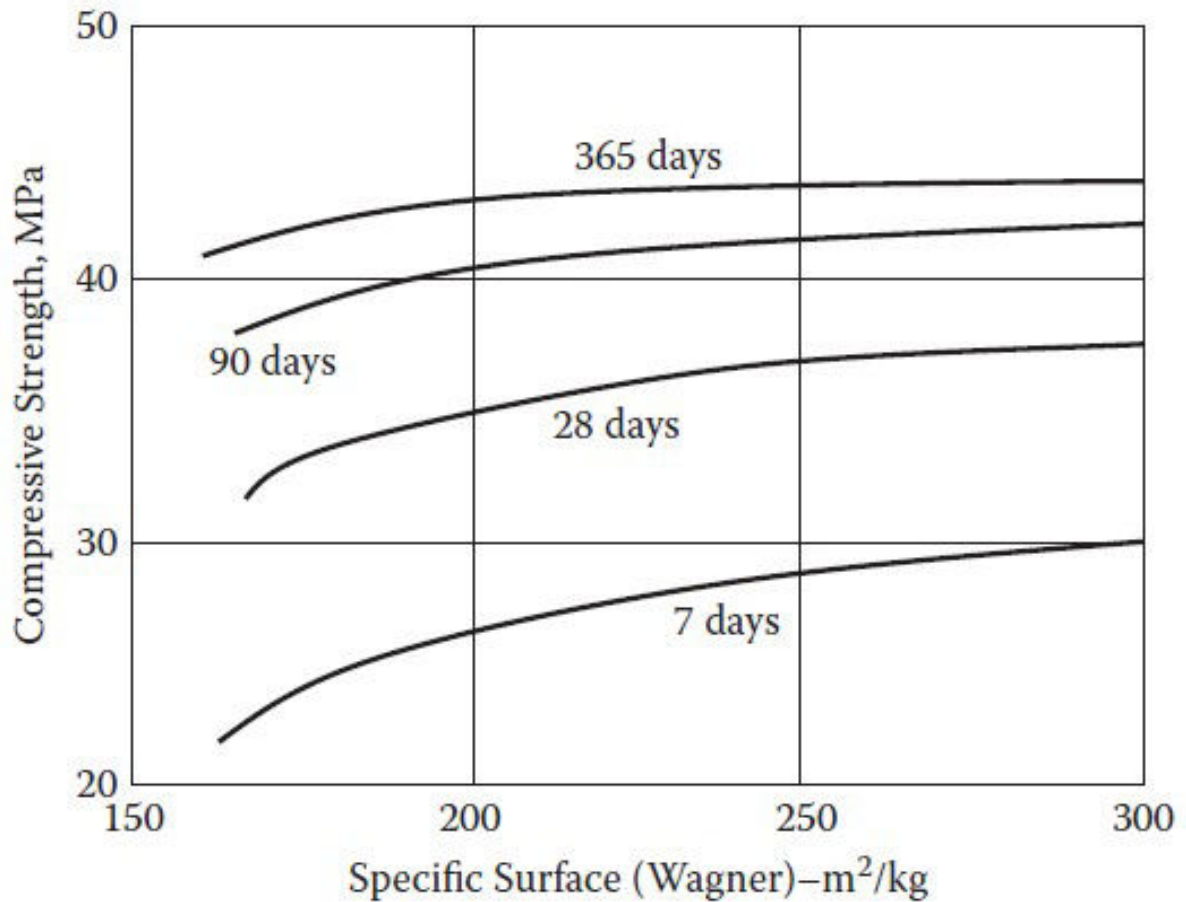
ASTM Description	British Description
Type I	Ordinary Portland cement
Type III	Rapid hardening Portland Extra rapid hardening Portland Ultra high early strength Portland
Type IV	Low heat Portland
Type II	Modified cement
Type V	Type V sulfate resisting Portland
Type IS	Portland blast furnace White Portland
Type IP & P	Portland pozzolana
Type S	Slag cement

Πίνακας 1.1 Συγκεντρωτικός πίνακας διαφόρων τύπων σκυροδέματος. (Τα σχήματα τροποποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς της διπλωματικής από

(Mohamed, 2011, p. 48)).

Τα δομικά χαρακτηριστικά των υλικών του τσιμέντου είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του σκυροδέματος. Εάν τα σωματίδια του τσιμέντου είναι μεγάλα, δεν μπορεί να αντιδράσει πλήρως με το νερό, καθώς θα υπάρχουν υπόλοιπα μέρη στο πυρήνα του τσιμέντου που δεν θα μπορούν να έρθουν σε επαφή με το νερό. Το νερό διαδίδεται μέσω των σωματιδίων του τσιμέντου το οποίο στη συνέχεια αρχίζει να αφυδατώνεται, προκαλώντας αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία είναι η κύρια αιτία ρωγμών καθώς και μη σταθεροποίησης του συνολικού όγκου του

Η μείωση του μεγέθους των σωματιδίων του τσιμέντου (λεπτόκοκκα) θα βελτιώσει τη συνοχή και την αντοχή αλλά επίσης θα μειώσει και το νερό που κινείται προς τα πάνω στην επιφάνεια του σκυροδέματος. Το σχήμα 1.3 παρουσιάζει τη σχέση μεταξύ της αντοχής του σκυροδέματος και των συγκεκριμένων λεπτόκοκκων σε διαφορετικές ηλικίες (Neville, 1983).



Σχήμα 1.3 Διάγραμμα περιγραφής σχέσης μεταξύ ειδικής επιφάνειας των δομικών υλικών του σκυροδέματος και την εκτιμώμενη αντοχή αυτών (Τα σχήματα τροποποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς της διπλωματικής από (Mohamed, 2011, p. 50)).

#### 1.4.1 Ποιότητα Σκυροδέματος με βάση το Τσιμέντο

Όσον αφορά αρχικά την ποιότητα του τσιμέντου κατά την παραγωγή και μίξη σκυροδέματος στο βιβλίο του ο Obla, K. (2015) εντοπίζει τις παρακάτω θεωρήσεις, αρχικά ορίζει πως η ιδιότητα παραγωγής τσιμέντου από μια συγκεκριμένη πηγή ποικίλλει μεταξύ των διαφόρων αποστολών (shipments) όπως επίσης και το γεγονός πως η αντοχή του τσιμέντου, όπως μετράται με κύβους κονιάματος, έχει συσχετιστεί με την αντοχή του σκυροδέματος.

Για να μειωθεί η επίδραση της μεταβλητότητας της δοκιμής, είναι σημαντικό να παρασκευαστούν διάφορες παρτίδες κύβων και σκυροδέματος από το ίδιο δείγμα τσιμέντου ή να συγκριθούν κινητοί μέσοι όροι από 5 έως 10 διαδοχικά αποτελέσματα δοκιμών δείγματος. Στο ίδιο κεφάλαιο κάνει αναφορά για τον καθορισμένο τύπο δοκιμής ποιότητας του τσιμέντου ASTM C917. Η ASTM C917 είναι η τυποποιημένη μέθοδος δοκιμής για την αξιολόγηση της ομοιομορφίας της τσιμεντοκονίας από μία μόνο πηγή.

Το C917 τυπικά γίνεται στο κυρίαρχο τσιμέντο που πωλείται σε ένα εργοστάσιο τσιμέντου. Για τους προαναφερθέντες λόγους οι παραγωγοί σκυροδέματος θα πρέπει να παρακολουθούν τις αναφορές δοκιμών ASTM C917 και να τις χρησιμοποιούν για να λαμβάνουν αποφάσεις αγοράς ώστε να επιτυγχάνουν μικρότερη μεταβλητότητα σκυροδέματος και να αποτρέπουν και / ή να αντιμετωπίζουν πιθανά προβλήματα χαμηλής αντοχής τα οποία μπορεί και να προκύψουν.

Πιο αναλυτικά οι παραγωγοί τσιμέντου πρέπει να χρησιμοποιούν αναφορές δοκιμών C917 για να συγκρίνουν τις εγκαταστάσεις τσιμέντου, να κατανοήσουν καλύτερα τους λόγους για τη μεταβλητότητα της αντοχής και να προσπαθήσουν να το μειώσουν τα όποια κακώς κείμενα εντοπίζουν.

Αν υπάρξουν μεταβολές της διαδικασίας στο εργοστάσιο τσιμέντου ή εάν τα αποτελέσματα δοκιμών αντοχής C917 των 7 ημερών δεν πληρούν τα συμφωνηθέντα όρια ελέγχου, οι παραγωγοί τσιμέντου πρέπει να το γνωστοποιούν στους παραγωγούς σκυροδέματος ώστε να μπορούν να αναλάβουν τις ανάλογες δράσεις.

Άλλωστε είναι σημαντικό Είναι ο κατασκευαστής σκυροδέματος και ο κατασκευαστής τσιμέντου να εργάζονται ως ομάδα, καθώς είναι προς το συμφέρον τόσο του συγκεκριμένου καλού ποιοτικού τύπου με χαμηλή μεταβλητότητα όσο και μειωμένων προβλημάτων χαμηλής αντοχής. Η καλή κατανόηση των διακυμάνσεων της ισχύος του τσιμέντου μέσω της αποτελεσματικής χρήσης του ASTM C917 είναι βασική από αυτή την άποψη (Obla, 2015).

#### **1.4.2 Ποιότητα Σκυροδέματος με βάση το Ποσοστό Ρευστών**

Σε σύγκριση με άλλα συστατικά, υπάρχουν αρκετές πηγές (και πιθανά σφάλματα) από το οποίο μίγμα νερού το οποίο και ενσωματώνεται σε ένα μείγμα σκυροδέματος. Τα πρότυπα ποιότητας όπως καθορίζονται από τους κώδικες ASTM C94 και ACI 117 δηλώνουν ότι το συνολικό νερό ανάμειξης θα πρέπει να είναι σε ένα ποσοστό εντός του  $\pm 3\%$  της απαιτούμενης ποσότητας από την αναλογία του μείγματος. Στον ASTM C94 επίσης ξεκαθαρίζεται πως είναι απαιτητό, το προστιθέμενο νερό να βρίσκεται ποσοστιαία εντός του  $\pm 1\%$  του συνολικού σχεδιασμού νερού ανάμειξης.

Σημαντικό σε αυτό το σημείο να τονισθεί πως τα παραπάνω ποσοστά δεν λαμβάνουν υπόψιν και δεν καθορίζουν τις απαιτήσεις ακρίβειας για τις εξωτερικές και αρκετά πιθανές κατά την κατασκευαστική διαδικασία πηγές υγρασίας, όπως το νερό που προστίθεται από τη δεξαμενή στο φορτηγό μεταφοράς του σκυροδέματος.

Όσον αφορά άλλες πιθανές μορφές ρευστών που επηρεάζουν την ποιότητα του σκυροδέματος κατά την παρασκευή του οι κώδικες ASTM C94 and ACI 117 δηλώνουν ότι για το σκυρόδεμα που έχει συμπιεστεί με αέρα, η ανοχή είναι  $\pm 1,5\%$  (Obla, 2015).

Ένας συνήθης και σχετικά εμπειρικός κανόνας είναι ότι κάθε 1% αύξηση του περιεχομένου του αέρα θα μειώσει τη θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος κατά 5%. Έτσι, η μεταβολή του περιεχομένου αέρα  $\pm 1,5\%$  θα οδηγήσει σε μεταβολή της θλιπτικής αντοχής  $\pm 7,5\%$ . Στην περίπτωση του αερομεταφερόμενου σκυροδέματος (air entered concrete), δεδομένου ότι η περιεκτικότητα σε αέρα κυμαίνεται στο  $\pm 1,5\%$  της μέσης τιμής 95% του χρόνου, η προκύπτουσα διακύμανση της θλιπτικής αντοχής πρέπει να είναι  $\pm 7,5\%$  της μέσης αντοχής 95% του χρόνου.

Κατά γενική ομολογία και με βάση τους συνεχούς και πολυπληθείς ελέγχους σε διάφορα μίγματα, η παροχή αέριων ρευστών αλλά και τα ποσοστά υγρασίας κατά την μίξη του σκυροδέματος έχουν σημαντική επίδραση στην τελική ποιότητα του. Η μεταβολή της περιεκτικότητας στο νερό ανάμειξης και η περιεκτικότητα σε αέρα έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλει σημαντικά στη μεταβολή της αντοχής σε θλίψη. Έτσι, για να επιτευχθεί μια χαμηλή τυπική απόκλιση της ισχύος των 28 ημερών, είναι σημαντικό για τον παραγωγό να στοχεύει μια σε χαμηλή διακύμανση του νερού ανάμειξης και του αέρα (Obla, 2015).

### 1.4.3 Ποιότητα Σκυροδέματος με βάση το Ποσοστό Ιπτάμενης Τέφρας

Ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον συστατικό το οποίο χρησιμοποιείται κατά κόρων από τις αρχές του 1960 είναι η ιπτάμενη τέφρα (flying ash). Λόγω της βιωσιμότητας και των πλεονεκτημάτων απόδοσης, η χρήση της συνεχίζει να αυξάνεται. Η τέφρα η οποία χρησιμοποιείται, είναι ένα βιομηχανική υποπροϊόν που παράγεται λόγω καύσης άνθρακα. Λαμβάνεται με ηλεκτροστατική ή μηχανική κατακρήμνιση των αιωρούμενων σωματιδίων στα καυσαέρια κλιβάνων που καίνε κονιοποιημένο άνθρακα και μπορεί να είναι πυριτικής ή ασβεστούχου φύσης (Moropoulou and Lampropoulos, 2014).

Η παραγωγή του υπό συζήτηση υλικού είναι λοιπόν ένα έμμεσο παράγωγο στα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Για το παραπάνω λόγο είναι κατανοητό πως οι ηλεκτροπαραγωγικές εγκαταστάσεις επικεντρώνονται προφανώς κυρίως στη βελτιστη παραγωγή ενέργειας και δεν ασχολούνται με την ποιότητα της ιπτάμενης τέφρας ή τη μεταβλητότητα της ποιότητας αυτής.

Οι ιδιότητες λοιπόν του υλικού μπορούν να αλλάξουν, ανάλογα με τον τύπο και την προέλευση του χρησιμοποιούμενου άνθρακα, αλλά και τα μείγματα άνθρακα που χρησιμοποιούνται στον καυστήρα. Στην περίπτωση παραγωγής ιπτάμενης τέφρας πυριτικής φύσεως, έχει ποζολανικές ιδιότητες, στη εναλλακτική περίπτωση ασβεστούχου φύσεως μπορεί να έχει, επιπρόσθετα, υδραυλικές ιδιότητες (Moropoulou and Lampropoulos, 2014).

Συγκεκριμένα και όσον αφορά την Ελλάδα και την εγχώρια παραγωγή ιπτάμενης τέφρας στο ακαδημαϊκό τους υλικό οι Moropoulou και Lampropoulos (2014) παραδίδουν τα παρακάτω στοιχεία: “ Η απώλεια πύρωσης της ιπτάμενης τέφρας, που προσδιορίζεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 196-2, με χρόνο όμως πύρωσης 1 h, δεν πρέπει να υπερβαίνει το 5,0 % κατά μάζα. Στην Ελλάδα, οι ποσότητες της ιπτάμενης τέφρας που παράγονται ετησίως εκτιμώνται γύρω στους 12 εκατομμύρια τόνους, το μεγαλύτερο ποσοστό των οποίων παράγεται από τη ΔΕΗ και συγκεκριμένα από τους

ατμοηλεκτρικούς σταθμούς της επιχείρησης σε Κοζάνη, Πτολεμαΐδα και Μεγαλόπολη. Ειδικότερα, το 80% της παραγόμενης ελληνικής τέφρας προέρχεται από την περιοχή μεταξύ Κοζάνης και Πτολεμαΐδας, ενώ το 20% από την περιοχή της Μεγαλόπολης.

Από την παραγόμενη αυτή ποσότητα μόνο το 10% αξιοποιείται στην Ελλάδα ενώ στην Ευρώπη το ποσοστό εκμετάλλευσης φτάνει γύρω στο 18%, κυρίως γιατί η ποιότητα της ελληνικής τέφρας την καθιστά λόγω ανομοιογένειας, λεπτότητας και άλλων χαρακτηριστικών, λιγότερο αξιοποιήσιμη σε σχέση με τις ευρωπαϊκές ιπτάμενες τέφρες.”

Η ποιότητα τώρα του σκυροδέματος σε συσχέτισμό με την ποσοστιαία παροχή ιπτάμενης τέφρας κατά την παραγωγή του και με βάση τα αποτελέσματα της πειραματικών μελετών τα οποία έχουν εκπονηθεί, υποδεικνύουν ότι διαφορετικές αποστολές – πακέτα (shipments) ιπτάμενης τέφρας από μια δεδομένη πηγή μπορεί να συμβάλλουν σε μια διακύμανση της αντοχής του σκυροδέματος.

Ένας παραγωγός σκυροδέματος που ενδιαφέρεται για τη μείωση αυτής της διακύμανσης μπορεί να προσπαθήσει να προσαρμόσει τις αναλογίες μίγματος σκυροδέματος με βάση την αναμενόμενη διακύμανση της δύναμης που οφείλεται στην ιπτάμενη τέφρα την οποία και αποφασίζει να χρησιμοποιεί.

Σημαντικό ζήτημα είναι η διασφάλιση ότι πληρούνται οι απαιτήσεις ομοιομορφίας C618 για την λεπτότητα, παρέχοντας έτσι τη διαβεβαίωση ότι ο έμπορος ιπτάμενης τέφρας τροφοδοτεί ποιοτική ιπτάμενη τέφρα. Προτείνεται πως ένα αποδεκτό ανώτερο όριο ελέγχου μπορεί να ανέρχεται στο 7% (Obla, 2015).

#### **1.4.4 Ποιότητα Σκυροδέματος με βάση το Ποσοστό Αδρανών Υλικών**

Τα συσσωματώματα αδρανών υλικών συνήθως καταλαμβάνουν περίπου το 75% του όγκου ή του βάρους ενός κυβικού σκυροδέματος. Παρόλο που το παραπάνω ποσοστό είναι μεγάλο ω βαθμό, εξασφαλίζει ότι η ποικιλία - παραλλαγή στη φύση των αδρανών υλικών που χρησιμοποιούνται προσδίδει ιδιότητες με σημαντικό αντίκτυπο σε συγκεκριμένες κατασκευαστικές επιδόσεις, όπως όπως η δύναμη, η



ικανότητα χωρητικότητάς σε νερό, η συνοχή, η σκληρότητα καθώς και η ευκολία ενοποίησης του υλικού. Η ταξινόμηση των συσσωματωμάτων (αδρανών υλικών) έχει πολύ μεγαλύτερη επίδραση στη λειτουργικότητα του σκυροδέματος από ότι η χονδρόκοκκη ταξινόμηση (ASTM STP 169D).

Είναι χρήσιμο να παρακολουθείται το ποσοστό που διατηρείται σε κάθε (ή σε δειγματικό πλήθος) μέγεθος κόσκινου, ειδικά για το λεπτό συσσωμάτωμα, σε ένα διάγραμμα ελέγχου κινητού μέσου 3 ή 5 δοκιμών για τους ακόλουθους λόγους (Obla, 2015):

- Σε λεπτό συσσωμάτωμα, η ποσότητα υλικού που διέρχεται από το κόσκινο 300  $\mu\text{m}$  (No. 50) πρέπει να είναι 15% έως 30% για καλή αντλησιμότητα (ASTM 169D).
- Λεπτά σωματίδια συσσωματώματος μεταξύ 600  $\mu\text{m}$  και 150  $\mu\text{m}$  παγιδεύουν περισσότερο αέρα από είτε τα λεπτότερα είτε τα πιο χονδρά σωματίδια. Υψηλότερες ποσότητες σωματιδίων μικρότερου από 150  $\mu\text{m}$  (No. 100) κοσκινού θα προκαλέσουν σημαντική μείωση του περιεχομένου του αέρα.
- Η ποσότητα λεπτού συσσωματώματος που διέρχεται από το κόσκινο των 300  $\mu\text{m}$  (No. 50) και 150  $\mu\text{m}$  (No. 100) έχει μεγάλη επίδραση στην εργασιμότητα, την τελειότητα, την κολλητικότητα, το δυναμικό διαχωρισμού και την αντοχή του σκυροδέματος.

## 1.5 Ιστορική αναδρομή ποιότητας

Είναι γεγονός ότι η εξέλιξη της ποιότητας και του ελέγχου ποιότητας έχουν διέλθει από διάφορα στάδια από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης έως και

σήμερα. Όμως σύμφωνα με τους ειδικούς που έχουν μελετήσει τα θέματα της ποιότητας, η εξέλιξη αυτή μπορεί να περιγραφεί σε τέσσερις φάσεις, που είναι ο έλεγχος-επιθεώρηση, ο στατιστικός έλεγχος ποιότητας, η διασφάλιση ποιότητας και η στρατηγική διοίκηση της ποιότητας, τα οποία θα αναλυθούν στη συνέχεια περισσότερο. (Ταγαράς, 2001)

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι εξέλιξη των φάσεων της ποιότητας δεν παρουσιάζει ενδιαφέρον μόνο από ιστορικής πλευράς, αλλά μέσω της ανάπτυξης συστημάτων ελέγχου, βελτιώνεται η ποιότητα στο επίπεδο μιας επιχείρησης. Προκειμένου να καταφέρει μια επιχείρηση να εξελίξει την ποιότητα και τα πρότυπα ποιότητας τα οποία δύναται να χρησιμοποιήσει, η μελέτη της ιστορικής πραγματικότητας μπορεί να προσφέρει σημαντική εμπειρία. Δεν θα πρέπει να παραλείψουμε ότι κάθε στάδιο δεν είναι ανεξάρτητο, αλλά χρησιμοποιεί με τον κατάλληλο τρόπο την εμπειρία που υπάρχει και είναι συσσωρευμένη από τα προηγούμενα στάδια. (Τσιότρας, 1995)

#### Έλεγχος-Τυποποίηση

Η τυποποίηση αποτέλεσε το βασικό εργαλείο διασφάλισης ποιότητας από τις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα, έως και το 1920 περίπου, όπου ουσιαστικά γινόταν επιθεώρηση και μέτρηση των παραγόμενων προϊόντων. Αρχικά ο έλεγχος αυτός γινόταν από τον ίδιο τον τεχνίτη, ενώ με την εισαγωγή της επιστημονικής διοίκησης, περίπου το 1900, ο έλεγχος αυτός που αφορούσε την ικανοποίηση των προδιαγραφών άρχισε να διεξάγεται από ειδικούς ελεγκτές. Όμως, να τονίσουμε ότι ο έλεγχος ποιότητας περιοριζόταν στον εντοπισμό και στην επισκευή των ελαττωματικών προϊόντων, χωρίς να υπάρχει ενδιαφέρον για αναγνώριση και διόρθωση των αιτιών στις οποίες οφείλεται η κακή ποιότητα. (Ζαβλανός, 2005)

#### Στατιστικός Έλεγχος Ποιότητας

Η έννοια του στατιστικού ελέγχου ποιότητας ξεκίνησε από το 1920 στις ΗΠΑ, όπου ουσιαστικά αναπτύχθηκε ο έλεγχος ποιότητας αποδοχής και ο έλεγχος ποιότητας της παραγωγικής διαδικασίας. Ο έλεγχος ποιότητας αποδοχής ξεκίνησε έχοντας ως βάση την θεώρηση ότι ο 100% έλεγχος δεν είναι ο περισσότερο αποτελεσματικός τρόπος από οικονομικής απόψεως για τον διαχωρισμό των καλών από τα ελαττωματικά προϊόντα. Για το λόγο αυτό ξεκίνησαν να δημιουργούνται δειγματοληπτικά σχήματα ελέγχου των παρτίδων παραγωγής, σύμφωνα με τα οποία η

απόφαση που λαμβάνονταν για την αποδοχή ή την απόρριψη μιας συγκεκριμένης παρτίδας σχετιζόταν με την ποιότητα που είχα περιορισμένοι αριθμοί μονάδων, τα οποία ανήκαν σε ένα τυχαίο δείγμα της παρτίδας αυτής.

Μέσω του ελέγχου της παραγωγικής διαδικασίας, για πρώτη φορά εισάγεται η έννοια της πρόληψης στον έλεγχο ποιότητας. Προκειμένου να διευκολύνει τη διάκριση μεταξύ τυχαίων και συστηματικών μεταβολών, ο Shewhart, σχεδίασε ορισμένες απλές στατιστικές τεχνικές, όπως και τα αντίστοιχα διαγράμματα ελέγχου, ενώ πρότεινε ορισμένους τρόπους βελτίωσης της ποιότητας, εξαλείφοντας τα αίτια που προκαλούσαν τις συστηματικές μεταβολές. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα διαγράμματα ελέγχου τα οποία χρησιμοποίησε ο Shewhart χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα, ενώ είναι μάλιστα τα ευρέως χρησιμοποιούμενα εργαλεία με τα οποία μπορεί να γίνει έλεγχος ομαλής λειτουργίας των παραγωγικών διαδικασιών.

Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, ο στατιστικός έλεγχος ποιότητας γνώρισε ιδιαίτερα μεγάλη ανάπτυξη, μέσω της δημιουργίας στατιστικών πινάκων και προτύπων. Οι πίνακες και τα πρότυπα αυτά χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να υπάρξει ικανοποιητική ποιότητα όπλων και πυρομαχικών από ένα μεγάλο αριθμό προμηθευτών. Την ίδια εποχή φαίνεται να ξεκινούν και τα πρώτα μαθήματα ποιότητας σε επίπεδο πανεπιστημίου, ενώ λίγο αργότερα, το 1946, δημιουργείται η πρώτη επιστημονική εταιρεία ελέγχου ποιότητας (American Society for Quality Control – ASQC) στις ΗΠΑ.

Παρόλο που ανακαλύφθηκαν και εξελίχθηκαν νέες μέθοδοι που αφορούσαν τον στατιστικό έλεγχο ποιότητας, οι μέθοδοι που αναφέρθηκαν δεν έπαψαν να χρησιμοποιούνται και σε επόμενες φάσεις της ιστορικής εξέλιξης. Ενδεικτικό είναι ότι μετά το 1980, νέα ώθηση δόθηκε στην ανάπτυξη του στατιστικού ελέγχου ποιότητας, ο οποίος επικεντρώθηκε στη βελτίωση της ποιότητας κατά το στάδιο της σχεδίασης προϊόντων και παραγωγικών διαδικασιών χρησιμοποιώντας στατιστικές παραμέτρους. (Αδαμίδης, 2015)

### Διασφάλιση ποιότητας

Με την εισαγωγή της διασφάλισης ποιότητας (Quality Assurance), εισήχθησαν νέες έννοιες και μέθοδοι, πέρα από τις στατιστικές μεθόδους, ενώ έγινε επέκτασή

τους, πέρα από την παραγωγή σε όλους τους τομείς δραστηριότητας των επιχειρήσεων. Η περίοδος αυτή της εξέλιξης της διασφάλισης ποιότητας ουσιαστικά διήρκησε από το 1950 έως και το 1980, ενώ μπορούμε να πούμε ότι περιλαμβάνει τις ακόλουθες συνιστώσες:

- Το κόστος ποιότητας: Η έννοια του κόστους ποιότητας εισήχθη για πρώτη φορά το 1951 μέσω του συγγράμματος Quality Control Handbook, το οποίο κατέχει εξέχουσα θέση ακόμα και σήμερα.
- Τον ολικό έλεγχο ποιότητας: Σύμφωνα με τον ολικό έλεγχο ποιότητας (Total Quality Control – TQC), η ευθύνη της ποιότητας δεν σχετίζεται μόνο με τα τμήματα παραγωγής και ποιοτικού ελέγχου, αλλά αφορά ολόκληρη την επιχείρηση, καθώς και όλες τις φάσεις σχεδίασης, αγοράς πρώτων υλών, παραγωγής, διανομής και εξυπηρέτησης των πελατών.
- Ανάλυση αξιοπιστίας: Έως και το 1950 δεν είχε δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην έννοια της αξιοπιστίας, η οποία αποτελεί ουσιαστικά την χρονική διάσταση της ποιότητας. Όμως, τα επόμενα χρόνια η θεωρία της αξιοπιστίας αναπτύχθηκε λόγω της σημαντικής ανάπτυξης που διαπιστώθηκε στον τομέα των ηλεκτρονικών και των σχετικών αναγκών βελτίωσης της ποιότητας στις διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές.
- Μηδενικά ελαττώματα: Η συνιστώσα αυτή της διασφάλισης ποιότητας εστιάζει στον ρόλο που καλείται να διαδραματίσει ο ανθρώπινος παράγοντας και φαίνεται να ξεκίνησε η ανάπτυξή της από το 1961 από την εταιρεία Martin, η οποία προχωρούσε στην κατασκευή πυραύλων για τον αμερικανικό στρατό. Η κατασκευή προϊόντων με μηδενικά ελαττώματα κατέστη δυνατή λόγω της ύπαρξης των κατάλληλων κινήτρων, της έμφασης που δόθηκε στην ποιότητα, της σωστής παρακολούθησης και της διαχείρισης ενός προγράμματος έχοντας ως στόχο την διεξαγωγή εργασιών χωρίς σφάλματα. Για την θεωρία αυτή γράφτηκε μάλιστα και σύγκραμα από τον Crosby, ο οποίος υποστήριζε ότι η τέλεια ποιότητα είναι και τεχνικά εφικτή και οικονομικά επιθυμητή. (Ταγαράς, 2001)

Στρατηγική διοίκηση της ποιότητας

Πρόκειται για την πιο σύγχρονη τάση, η οποία εφαρμόστηκε και εφαρμόζεται όλο και περισσότερο στις βιομηχανίες οι οποίες έχουν θέσει ως προτεραιότητα την ποιότητα. Παρόλο που δεν υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο ορόσημο για την εφαρμογή της συγκεκριμένης στρατηγικής, φαίνεται να εφαρμόζεται από τα μέσα της δεκαετίας του 1980. Την εξέλιξη αυτή ακολούθησε η άποψη ότι η ποιότητα δεν είναι ένα πρόβλημα το οποίο επιζητεί διαρκώς λύση αλλά πρόκειται για έναν τομέα ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει ως ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για την επιχείρηση, ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό την θέση της στην αγορά. Η στρατηγική διοίκησης της ποιότητας βασίζεται στις ακόλουθες θέσεις:

- Η ποιότητα συνιστά βασικό στοιχείο ενίσχυσης του ανταγωνισμού:  
Πρόκειται για πολυδιάστατη έννοια και έτσι δίνει τη δυνατότητα για τον χειρισμό της ως εργαλείο ενίσχυσης της ανταγωνιστικότητας μιας επιχείρησης, δίνοντας έμφαση στις διαστάσεις οι οποίες εξυπηρετούν με αποτελεσματικότερο τρόπο τους στρατηγικούς στόχους που έχει θέσει η επιχείρηση.
- Η ποιότητα ενός προϊόντος προσδιορίζεται από την αγορά: Ουσιαστικά η ποιότητα ενός προϊόντος προσδιορίζεται από τους καταναλωτές οι οποίοι σκοπεύουν να χρησιμοποιήσουν το προϊόν. Οι μηχανικοί που σχεδιάζουν το προϊόν δεν μπορούν να ορίζουν αυθαίρετα τις προδιαγραφές που χρειάζονται, αλλά αντίθετα θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις επιθυμίες που εκφράζουν οι ίδιοι οι πελάτες αναφορικά με το προϊόν και τις απαιτήσεις του.
- Η ποιότητα δεν είναι απόλυτη: Η ποιότητα είναι σχετική έννοια, δηλαδή αποτιμάται λαμβάνοντας υπόψη τη σύγκριση με την ποιότητα αντίστοιχων προϊόντων και ανταγωνιστών.
- Η ικανοποίηση των πελατών και συνεπώς και η ποιότητα του προϊόντος, δεν μπορούν να περιοριστούν στον χρόνο της αγοράς, ωστόσο επεκτείνονται και προσδιορίζονται καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του προϊόντος. (Κέφης, 2014)

Ουσιαστικά μπορούμε να πούμε ότι με την ανάπτυξη της στρατηγικής διοίκησης ποιότητας, δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στην έρευνα αγοράς μέσω της οποίας μπορούν

να εκτιμηθούν οι ανάγκες και οι επιθυμίες που έχουν οι καταναλωτές, καθώς και ο βαθμός ικανοποίησης τους από τα προσφερόμενα προϊόντα. Ακόμη, μέσω αυτής της στρατηγικής δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στο συνολικό κόστος που επωμίζεται ο καταναλωτής καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του προϊόντος και όχι μόνο κατά το στάδιο της αγοράς του. Το συνολικό κόστος του προϊόντος σε όλο τον κύκλο ζωής του περιλαμβάνει τα έξοδα συντήρησης και επισκευών.

Η υιοθέτηση της στρατηγικής διοίκησης ποιότητας καθώς και η διαρκής προσπάθεια ανάπτυξης συστημάτων αλλά και νοοτροπίας συνεχούς βελτίωσης της ποιότητας, έχουν προϋπόθεση να υπάρχει μια μακροπρόθεσμη προοπτική, η οποία πολλές φορές απουσιάζει από μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις, εν αντιθέσει με τις μεγαλύτερες, όπου έχουν μεγαλύτερη εξοικείωση με την έννοια της ποιότητας και της διοίκησης ποιότητας γενικότερα. Όμως, όπως έχει αποδειχθεί, η συστηματική προσπάθεια βελτίωσης της ποιότητας που εντάσσεται στα πλαίσια της στρατηγικής διοίκησης έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του μεριδίου αγοράς, ενώ παράλληλα μειώνεται το συνολικό κόστος ποιότητας. (Ταγαράς, 2001)

## **1.6 Κόστος ποιότητας**

Τα τελευταία χρόνια είναι γεγονός ότι έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στο κόστος, καθώς επιδρά σε μεγάλο βαθμό στο συνολικό κόστος της επιχείρησης και επομένως επηρεάζει και τη λειτουργική κερδοφορία της. Το κόστος ποιότητας μπορεί να κυμαίνεται από 4% έως και 40% των συνολικών πωλήσεων που πραγματοποιεί η επιχείρηση. (Montgomery , 1997) Για πολλά χρόνια κυρίαρχη άποψη ήταν η καλή ποιότητα μπορεί να επιτευχθεί μόνο με καλύτερο κόστος, ενώ ορισμένοι ασπάζονται αυτή την άποψη ακόμα και σήμερα. Η άποψη αυτή σχετίζεται με την αντίληψη ότι το κόστος ποιότητας αποτελείται μόνο από το κόστος των ενεργειών όπως είναι η πρόληψη των σφαλμάτων και η αξιολόγηση, που έχουν ως στόχο τη βελτίωση της ποιότητας. Όμως να επισημάνουμε ότι το συνολικό κόστος ποιότητας αποτελείται τόσο από το κόστος καλής ποιότητας, που αφορά την πρόληψη και την αξιολόγηση, όσο και από το κόστος κακής ποιότητας το οποίο σχετίζεται με την εμφάνιση ελαττωμάτων, είτε στο εσωτερικό της επιχείρησης, είτε όταν το προϊόν φθάνει στον

καταναλωτή. Ειδικότερα τα στοιχεία κόστους παρουσιάζονται αναλυτικότερα στη συνέχεια:

### Κόστος πρόληψης

Το κόστος πρόληψης αποτελείται από τα ακόλουθα σημαντικότερα στοιχεία:

- Σχεδιασμός και προγραμματισμός συστήματος ποιότητας.
- Συλλογή και ανάλυση των στοιχείων.
- Μελέτη των αναγκαίων τεχνικών προδιαγραφών.
- Σχεδιασμός των προϊόντων και των παραγωγικών διαδικασιών.
- Προληπτικός έλεγχος ποιότητας των παραγωγικών διαδικασιών.
- Αναγκαία εκπαίδευση του προσωπικού.
- Δημιουργία και ενημέρωση του εγχειριδίου ποιότητας καθώς και άλλων απαραίτητων κειμένων. (Ταγαράς, 2001)

### Κόστος αξιολόγησης

Το κόστος αξιολόγησης αφορά τις δραστηριότητες που έχουν να κάνουν με τις μετρήσεις, με τις αξιολογήσεις καθώς και με τις πιστοποιήσεις των πρώτων υλών και των ενδιάμεσων αλλά και των τελικών προϊόντων. Τα σημαντικότερα συστατικά του κόστους αξιολόγησης είναι τα ακόλουθα:

- Το κόστος που αφορά τον προγραμματισμό των ελέγχων αποδοχής των εισερχόμενων υλικών και των τελικών προϊόντων που παράγονται.
- Το κόστος που αφορά το προσωπικό και τις συσκευές ελέγχου.
- Το κόστος για αναλώσιμα υλικά που χρησιμοποιούνται κατά το στάδιο του ελέγχου.

- Το κόστος συντήρησης των συσκευών και των υλικών ελέγχου.
- Τα ελεγχόμενα προϊόντα, στις περιπτώσεις που υπάρχει καταστροφικός έλεγχος. (Summers, 2006)

#### Κόστος εσωτερικών αστοχιών

Το κόστος των εσωτερικών αστοχιών αφορά το κόστος των ελαττωμάτων τα οποία εντοπίζονται στο εσωτερικό της επιχείρησης, πριν τα προϊόντα αυτά αποσταλούν στους πελάτες. Το κόστος των εσωτερικών αστοχιών συντίθεται στα ακόλουθα συστατικά:

- Στην αχρήστευση και απώλεια υλικών.
- Στην απόρριψη των ελαττωματικών προϊόντων.
- Στην επανακατεργασία και στον επανέλεγχο.
- Στην ακινησία των μηχανών και στην μειωμένη παραγωγικότητα που εμφανίζεται.
- Στον χρόνο που απαιτείται από τον μηχανικό και τους εργατοτεχνίτες.
- Στην μείωση του κέρδους που γίνεται λόγω των εκπτώσεων.  
(Κωσταγιόλας & Χλωμούδης , 2011)

#### Κόστος εξωτερικών αστοχιών

Το κόστος εξωτερικών αστοχιών σχετίζεται με τα σφάλματα τα οποία εντοπίζουν οι πελάτες, εφόσον το προϊόν φθάσει στην αγορά. Τα στοιχεία του εν λόγω κόστους είναι τα ακόλουθα:

- Το κόστος που αφορά τις εγγυήσεις, τις επιστροφές και τις επισκευές.
- Το κόστος που σχετίζεται με την ανάκληση του προϊόντος ή της παρτίδας παραγωγής.
- Το κόστος που αφορά τα δικαστικά έξοδα.



- Το κόστος που σχετίζεται με την απώλεια φήμης και με την καλή πίστη.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το κόστος αυτό μπορεί με δυσκολία να αποτυπωθεί, ιδίως όταν αφορά την φήμη και την σπίλωση του ονόματος. Όμως να τονίσουμε ότι αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο κόστους ποιότητας, και η ενδεχόμενη παραγνώρισή του, τροποποιεί το τελικό κόστος που αφορά την ποιότητα. (Ταγαράς, 2001)

## 1.7 Ιστορική αναδρομή του κόστους ποιότητας

Οι πρώτοι που ασχολήθηκαν με το κόστος ποιότητας καθώς και του αναγκαίου προσδιορισμού του ήταν Αμερικάνοι. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι ο ορισμός του κόστους ποιότητας έχει υποστεί πλήθος αλλαγών με τα χρόνια ως προς το περιεχόμενο. Στις πρώτες αναφορές στον όρο Κόστος Ποιότητας περιλαμβάνονταν μόνο οι επιθεωρήσεις, οι διορθώσεις, η επανάληψη στην εργασία και οι εγγυήσεις. Γενικά το Κόστος ποιότητας φαίνεται να χρησιμοποιείται κατά τα μέσα της δεκαετίας του '50 από τότε που ο Feigenbaum έκανε την κατηγοριοποίηση του κόστους ποιότητας σε κόστος πρόληψης-αποτίμησης-αποτυχίας (prevention – appraisal - failure) όπου και κατανοήθηκε καλύτερα από τις επιχειρήσεις. Παρατηρείται ότι αυτή η κατηγοριοποίηση χρησιμοποιείται μέχρι και στις μέρες μας και τότε είχαν εκτιμήσει ότι τα κόστη έχουν ως εξής: το 70% του κόστους ποιότητας είναι το κόστος αποτυχίας, το 25% του κόστους ποιότητας είναι το κόστος αποτίμησης, το 5% του κόστους ποιότητας είναι το κόστος πρόληψης και ότι το σύνολο του κόστους ποιότητας μπορεί να κυμαίνεται από 4 έως 14% του κύκλου εργασιών της επιχείρησης.

Πάνω στο Κόστος της Ποιότητας η ASQC (American Society for Quality Control), εξέδωσε έναν οδηγό όπου γίνονταν αναφορά στους ορισμούς του Feigenbaum. Πάνω στην έκδοση αυτή γίνανε αναθεωρήσεις και νέες εκδόσεις από την American Society for Quality Control. Ακολούθησαν και άλλοι οργανισμοί που εξέδωσαν πρότυπα πάνω στο κόστος ποιότητας. Γενικά το κόστος ποιότητας χρησιμοποιούνταν από κατασκευαστικές εταιρίες αλλά τα τελευταία χρόνια υιοθετείται από διάφορου τύπου εταιριών όπως και επιχειρήσεις παροχής

υπηρεσιών. (Dennis , 1997)

## 1.8 Προγραμματισμός ποιότητας

Ο προγραμματισμός θεωρείται μία από τις προτεραιότητες που θέτει το μάνατζμεντ, ενώ παρέχει κατεύθυνση σε ολόκληρο τον οργανισμό, για αυτό θεωρείται και ιδιαίτερα σημαντικός. Όταν δεν υπάρχει προγραμματισμός ποιότητας είναι πολύ σύνηθες να διαπιστώνεται σπατάλη πόρων καθώς επίσης και απώλεια φήμης. Κατά την διάρκεια του προγραμματισμού γίνεται αξιολόγηση, τόσο του παρόντος, όσο και του παρελθόντος προκειμένου να καταστεί δυνατή η διασφάλιση του μέλλοντος. Επιπροσθέτως, ο προγραμματισμός των δράσεων περιλαμβάνει και την παρακολούθηση των αποτελεσμάτων, που προκύπτουν από τις δράσεις αυτές.

Στα θετικά του προγραμματισμού της ποιότητας συγκαταλέγεται το γεγονός ότι βοηθάει τα διευθυντικά στελέχη να προσδιορίζουν τις στρατηγικές που θα ακολουθήσουν και να τις προσαρμόζουν στο διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον, είτε αυτό είναι εσωτερικό, είτε εξωτερικό. Επιπρόσθετα, μέσα από τον προγραμματισμό ποιότητας μπορούν να προκύψουν πληροφορίες, με βάση τις οποίες μπορούν να ληφθούν εύστοχες αποφάσεις. Τέλος, ένα ακόμη θετικό στοιχείο που απορρέει από τον προγραμματισμό της ποιότητας σχετίζεται με τον συντονισμό μεταξύ των στοιχείων του οργανισμού. Ωστόσο, ο προγραμματισμός της ποιότητας ελλοχεύει και κάποια αρνητικά χαρακτηριστικά, όπως είναι η έλλειψη δοκιμών των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τον προγραμματισμό, ο περιορισμός της δημιουργικότητας, καθώς επίσης και η αύξηση του κόστους που πολλές φορές δεν αντισταθμίζεται από τα οφέλη που προκύπτουν.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι ο προγραμματισμός της ποιότητας έχει αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία για την ανταγωνιστικότητα ενός οργανισμού, ενώ οι θεωρίες που

αφορούν το γενικό μάνατζμεντ μπορούν να εφαρμοστούν με τον ίδιο τρόπο στον προγραμματισμό ποιότητας. Ακόμη, το πρόγραμμα ποιότητας, θα πρέπει να συνιστά επέκταση του στρατηγικού προγραμματισμού και όχι αντικατάστασή του, τουλάχιστον σε αρχικό επίπεδο.

Προκειμένου να εφαρμοστεί ο προγραμματισμός της ποιότητας σε έναν οργανισμό θα πρέπει να γίνουν τα ακόλουθα βήματα:

- Η ανάλυση του περιβάλλοντος: Η ανάλυση αυτή γίνεται προκειμένου να διασφαλιστεί ότι στους πελάτες παρέχεται το προϊόν ή υπηρεσία που επιθυμούν. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι η ανάλυση αυτή περιλαμβάνει συνήθως μια SWOT ανάλυση, δηλαδή μια ανάλυση των δυνατοτήτων, των αδυναμιών, που θεωρούνται εσωτερικοί παράγοντες, καθώς επίσης και μια ανάλυση των ευκαιριών και των απειλών που εντάσσονται στο εξωτερικό περιβάλλον.
- Η αποστολή της ποιότητας: Μέσω της αποστολής της ποιότητας, δίνεται έμφαση στα σημεία στα οποία δίνει βαρύτητα η διοίκηση του οργανισμού. Ουσιαστικά, η αποστολή ποιότητας αποτελεί μια στάθμιση της ποιότητας και αποτελεί σημαντικό σημείο αναφοράς για ολόκληρο το ανθρώπινο δυναμικό.
- Η χάραξη μιας πολιτικής που αφορά την ποιότητα: Η εν λόγω πολιτική θα πρέπει να δίνει κατευθύνσεις για όλα όσα θα πρέπει να υλοποιήσει ο οργανισμός στην πράξη, να μπορεί να εφαρμοστεί σε ολόκληρες κατηγορίες συστημάτων και εργασίες, να είναι αφενός καθοδηγητική, αφετέρου δε να μπορεί να βοηθάει και όχι να παρεμποδίζει τις δραστηριότητες που αφορούν την ποιότητα και τέλος να μπορεί να εφαρμόζεται σε ολόκληρο τον οργανισμό.
- Η θέσπιση στρατηγικών στόχων που αφορούν την ποιότητα: Οι στρατηγικοί στόχοι που αφορούν την ποιότητα θα πρέπει να είναι προσδιορίσιμοι, εφαρμόσιμοι, μετρήσιμοι, καθώς επίσης και συγκεκριμένοι ως προς τον χρόνο.
- Η εκπόνηση προγραμμάτων δράσης που σχετίζονται με την ποιότητα: Θα πρέπει να τονίσουμε ότι τα προγράμματα δράσης θεωρούνται αναγκαία

προκειμένου να εξασφαλιστεί η συνέχεια του προγράμματος ποιότητας. Επιπλέον, μέσα από τα προγράμματα δράσης, οι υφιστάμενοι έχουν την δυνατότητα να ασκήσουν μεγαλύτερη επιρροή στην αποτελεσματικότητα του προγράμματος ποιότητας.

- Η υλοποίηση στρατηγικής της ποιότητας: Πρόκειται για ένα από τα σημαντικότερα στάδια που αφορά την στρατηγική της ποιότητας που δύναται να περιλαμβάνει την εκπαίδευση και επιμόρφωση του προσωπικού, την συμμετοχή τους, την αλλαγή νοοτροπίας, τα τεχνολογικά ζητήματα, τις διαδικασίες, τις οργανωτικές δομές, καθώς επίσης και τις δομές ανταμοιβής.
- Η παρακολούθηση και η αξιολόγηση των επιδόσεων στην ποιότητα: Στο τελευταίο αυτό στάδιο γίνεται ένας διαχειριστικός έλεγχος ποιότητας, όπου ουσιαστικά εξετάζονται οι επιδόσεις του προγράμματος ποιότητας. (James , 1996)

## 1.9 Συστήματα ποιότητας

Καθώς οι παράγοντες και οι λειτουργίες που σχετίζονται με τον έλεγχο και την διαχείριση της ποιότητας είναι τόσοι πολλοί, καθίσταται αναγκαίο μια εταιρεία και μια βιομηχανική μονάδα να διαθέτει ένα ολοκληρωμένο σύστημα διασφάλισης της ποιότητας, το οποίο να είναι σε θέση να καθορίζει, να προσδιορίζει, να τεκμηριώνει και ιδίως να συντονίζει όλες τις απαραίτητες ενέργειες.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι ιδιαιτερότητες που υπάρχουν σε διάφορες μονάδες παραγωγής καθώς και στις αγορές τις οποίες εξυπηρετούν, έχουν ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει ένα μοναδικό και πανομοιότυπο σύστημα ποιότητας, για όλες τις περιπτώσεις και για όλες τις επιχειρήσεις. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένα κοινά στοιχεία τα οποία θα πρέπει να υπάρχουν σε κάθε σύστημα ποιότητας, τα οποία είναι τα ακόλουθα:

Η συγκεκριμένη πολιτική ποιότητας και ο προγραμματισμός

Προκειμένου να είναι αποτελεσματικό ένα σύστημα διασφάλισης ποιότητας, θα πρέπει να υπάρξει συγκεκριμένη στρατηγική και στόχοι, οι οποίοι θα θέτουν τις κατευθύνσεις και τις προτεραιότητες του συστήματος. Οι στρατηγικές επιλογές που ακολουθούνται αποφασίζονται από τα ηγετικά κλιμάκια, με τους στόχους που θέτουν να είναι σαφής και ρεαλιστικοί σε σχέση με τον χρονικό προγραμματισμό ανάπτυξης του συστήματος. Τέλος, η παροχή κινήτρων που σχετίζονται με την ποιότητα στο προσωπικό μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος διασφάλισης ποιότητας. (Κωσταγιόλας & Χλωμούδης , 2011)

#### Καταγραφή προϊόντων και παραγωγικών διαδικασιών

Τις περισσότερες φορές τα συστήματα παραγωγής είναι πολύπλοκα και το πλήθος των προϊόντων στα οποία απευθύνονται μεγάλο και έτσι είναι δύσκολη η ανάλυση στα συστατικά τους στοιχεία και ο εντοπισμός των κρίσιμων σημείων τα οποία σχετίζονται με την ποιότητα. Προκειμένου να υπάρξει συστηματική καταγραφή και ανάλυση των παραγωγικών διαδικασιών, χρησιμοποιούνται τα διαγράμματα διαδικασίας, ενώ ταυτόχρονα με αυτή την καταγραφή γίνεται η καταγραφή των χαρακτηριστικών ποιότητας του κάθε προϊόντος καθώς και των παραγόντων που τα επηρεάζουν. (Ταγαράς, 2001)

#### Σχεδιασμός προϊόντος και σύνταξη προδιαγραφών

Η επιλογή των κατάλληλων τεχνικών προδιαγραφών είναι ιδιαίτερα ουσιώδης και σύνθετη διαδικασία. Πέρα από τα επιθυμητά μεγέθη τα οποία καταγράφονται κατόπιν έρευνας αγοράς, υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί οι οποίοι οφείλονται στις τεχνικές δυνατότητες των παραγωγικών διαδικασιών, στις τεχνικές δυνατότητες που έχουν οι προμηθευτές πρώτων υλών, στην ακρίβεια που έχουν τα όργανα μέτρησης, στις μεθόδους ελέγχου, καθώς και στη σχετική νομοθεσία και στα διεθνή πρότυπα. Συνεπώς, μπορούμε να πούμε ότι οι τελικές προδιαγραφές ενός προϊόντος προκύπτουν κατόπιν συμβιβασμού όλων αυτών που αναφέρθηκαν και τα οποία βρίσκονται σε διαρκή αναθεώρηση. Κεντρικό ρόλο στην σύνταξη των προδιαγραφών έχουν αποκτήσει τα τελευταία χρόνια οι τεχνικές βελτίωσης της ποιότητας με τη χρήση στατιστικών πειραμάτων τα οποία χρησιμοποιούνται με αυξανόμενο ρυθμό, είτε κατά τη φάση σχεδιασμού νέων προϊόντων, είτε κατά το στάδιο της επανεξέτασης των παραμέτρων σχεδίασης υπαρχόντων προϊόντων, καθώς και των αντίστοιχων παραγωγικών διαδικασιών. (Τσιότρας , 1995 )

### Έλεγχος ποιότητας παραγωγικών διαδικασιών

Οι δυνατότητες καθώς και η ομαλή λειτουργία των διαδικασιών παραγωγής ελέγχονται με τα διαγράμματα ελέγχου και τις άλλες τεχνικές ελέγχου παραγωγικής διαδικασίας. Καθώς κάθε διάγραμμα ελέγχου χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση μόνο ενός χαρακτηριστικού της ποιότητας από τα πολλά που διαμορφώνουν οι διαδικασίες παραγωγής, καθίσταται αναγκαίο να γίνει μια αξιολόγηση των χαρακτηριστικών της ποιότητας, έτσι ώστε το σύστημα να μπορεί να εκμεταλλεύεται με τον βέλτιστο τρόπο τις περιορισμένες δυνατότητες ελέγχου. Κάθε χαρακτηριστικό αξιολογείται με βάση τις εκτιμήσεις της συχνότητας εμφάνισης προβλημάτων καθώς και με βάση το εύρος της οικονομικής συνέπειας που δημιουργούν τα προβλήματα αυτά. Προκειμένου να υπολογιστεί η συχνότητα προβλημάτων και οι οικονομικές συνέπειες, αντί της πλήρους οικονομικής ανάλυσης χρησιμοποιείται η χρήση διαγραμμάτων Pareto. Σύμφωνα με αυτή την ανάλυση τα χαρακτηριστικά της ποιότητας κατατάσσονται σε κατηγορίες (Α,Β,Γ) αναφορικά με τις δύο διαστάσεις, οι οποίες και συνδυάζονται έτσι ώστε να προσδιορίσουν τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της ποιότητας. (Tagaras , et al., 1994)

### Έλεγχος ποιότητας πρώτων υλών από προμηθευτές

Με βάση τον έλεγχο ποιότητας αποδοχής διενεργείται ο έλεγχος ποιότητας των υλικών τα οποία παραλαμβάνονται από τους εξωτερικούς προμηθευτές. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι όταν υπάρχει μεγάλο πλήθος χαρακτηριστικών ποιότητας εισερχόμενων υλικών, καθίσταται αναγκαίο να γίνει μια κατάταξη τους με βάση την σπουδαιότητα και την επιλογή αυτών που είναι αναγκαίο να ελέγχονται συστηματικά, όπως συμβαίνει και στην περίπτωση ελέγχου των παραγωγικών διαδικασιών. Να σημειώσουμε ότι τα συστήματα ελέγχου προβλέπουν συχνά και με συγκεκριμένο τρόπο επεξεργασίας των στοιχείων που αφορούν τον έλεγχο αποδοχής για τον κάθε προμηθευτή, έχοντας ως σκοπό όχι μόνο την αξιολόγηση των προμηθευτών, αλλά κυρίως την έγκαιρη ενημέρωση αναφορικά για τα προβλήματα ποιότητας τα οποία εντοπίζονται. Τέλος, να επισημάνουμε ότι ένα ολοκληρωμένο σύστημα ποιότητας περιλαμβάνει και τους προμηθευτές, τους οποίους δεν αντιμετωπίζει ως ανταγωνιστές, αλλά ως συνεργάτες έχοντας ως κοινό στόχο την επίλυση των προβλημάτων προς αμοιβαίο όφελος. (Ταγαράς, 2001)

### Παρακολούθηση προϊόντων εκτός εταιρείας

Ένα σύστημα ποιότητας θα πρέπει να είναι σε θέση να παρακολουθεί και τα προϊόντα τα οποία βρίσκονται έξω από την εταιρεία, συμβάλλοντας έτσι στην αποτίμηση της εξέλιξης ορισμένων κρίσιμων χαρακτηριστικών ποιότητας σε σχέση με τον χρόνο ζωής ή λειτουργίας, όπως επίσης και με την υποστήριξή τους σε περίπτωση αστοχιών. Για την επίτευξη λοιπόν των σκοπών αυτό το σύστημα ποιότητας διαθέτει ένα μεγάλο φάσμα μεθόδων, όπως είναι η έρευνα αγοράς, η ανάλυση αξιοπιστίας, καθώς και τα στατιστικά πειράματα προκειμένου να γίνει εξακρίβωση της συμπεριφοράς που παρουσιάζουν τα προϊόντα σε διαφορετικές συνθήκες συντήρησης αλλά και λειτουργίας. (Ταγαράς, 2001)

### Περιοδικός έλεγχος λειτουργιών του συστήματος

Οι ενέργειες που προβλέπονται είναι δυνατό είτε να ατονήσουν, είτε να εφαρμοσθούν με λάθος τρόπο για πολλούς και διάφορους λόγους, όπως είναι για παράδειγμα η ανακριβής μεταφορά οδηγιών προς κάποιον εργατοτεχνίτη ή μια ενδεχόμενη μηχανική βλάβη σε κάποιο από τα όργανα μέτρησης. Επομένως, καθίσταται αναγκαίο το σύστημα να προβλέπει ένα τρόπο με τον οποίο θα γίνεται περιοδικός επανέλεγχος της σωστής εκτέλεσης των λειτουργιών του συστήματος καθώς και διόρθωση των όποιων αποκλίσεων παρατηρούνται. (Tagaras , et al., 1994)

### Συνεχείς αναθεωρήσεις του συστήματος

Το σύστημα διασφάλισης ποιότητας δεν μπορεί να θεωρηθεί ως στατικό ή οριστικό. Οι διαρκείς μεταβολές που συμβαίνουν στις εξωτερικές συνθήκες της αγοράς, στις εσωτερικές συνθήκες της παραγωγικής μονάδας στην τεχνογνωσία και στην νομοθεσία απαιτούν μια διαρκή επαγρύπνηση έτσι ώστε να μπορούν να αναθεωρούνται τα στοιχεία με βάση τα πιο πρόσφατα δεδομένα. Ωστόσο, να σημειώσουμε ότι όλες οι αλλαγές που πραγματοποιούνται θα πρέπει να τεκμηριώνονται εγκαίρως με ορισμένη διαδικασία σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη. Ιδιαίτερα σημαντικός θεωρείται ο ρόλος του εγχειριδίου ποιότητας, το οποίο μπορεί να τεκμηριώσει το σύστημα ποιότητας, ενώ ενημερώνεται άμεσα σε κάθε μεταβολή που συμβαίνει.

### Επιλογή και εκπαίδευση του προσωπικού

Προκειμένου να υπάρξει επιτυχημένη λειτουργία του συστήματος ποιότητας, ιδιαίτερη σημασία δίνεται στον ρόλο που καλείται να διαδραματίσει ο ανθρώπινος παράγοντας. Όσο πλήρης και άψογη μπορεί να είναι η σχεδίαση ενός συστήματος ποιότητας, η ορθή και βέλτιστη εφαρμογή του σχετίζεται από τον ανθρώπινο παράγοντα και ιδιαίτερα από την αποδοχή του συστήματος, από τα άτομα τα οποία το διαχειρίζονται. Η συμβολή των εργατοτεχνιτών καθίσταται ιδιαίτερα χρήσιμη κατά το στάδιο κατασκευής των διαγραμμάτων ροής και των διαγραμμάτων αιτίας-αποτελέσματος, εξαιτίας της εμπειρίας και της γνώσης που αυτή δημιουργείται από την διαρκή ενασχόληση με συγκεκριμένες παραγωγικές διαδικασίες και προϊόντα. Η λειτουργία του συστήματος διασφάλισης ποιότητας σε καθημερινή βάση σε κάθε θέση εργασίας συνιστά ευθύνη του κάθε εργαζομένου, με τον ρόλο που καλείται να διαδραματίσει το αντίστοιχο τμήμα του ελέγχου ποιότητας να είναι συντονιστικός. (Tagaras , et al., 1994)

## **1.10 Ολική ποιότητα**

Με την έννοια της ολικής ποιότητας νοείται η συμμετοχή όλου του ανθρώπινου δυναμικού μιας επιχείρησης σε μια αλυσίδα διαδικασιών και ατόμων, δηλαδή πελατών και προμηθευτών, έχοντας ως βασικό στόχο τη διατήρηση και τη βελτίωση του επιπέδου ποιότητας των παραγόμενων αγαθών και των προσφερόμενων υπηρεσιών. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα ολοκληρωμένο σύστημα διοίκησης στο οποίο εμπλέκονται αφενός τα στελέχη, αφετέρου δε οι εργαζόμενοι, το οποίο χρησιμοποιεί ορισμένες μετρήσιμες μεθόδους προκειμένου να υπάρξει διαρκής βελτίωση των διαδικασιών ενός οργανισμού, έτσι ώστε να υπάρχει η μεγαλύτερη δυνατή ικανοποίηση των εσωτερικών και των εξωτερικών πελατών της επιχείρησης. Προκειμένου να υπάρξει ολική ποιότητα θα πρέπει να υπάρξει αποδοχή ορισμένων αρχών, καθώς οι αρχές αυτές μπορούν να επηρεάσουν τις αποφάσεις που θα ληφθούν ή τις προτεραιότητες που θα τεθούν. (Grove , 1996)

Οι βασικές αρχές της Ολικής Ποιότητας είναι οι ακόλουθες:

- Η δέσμευση της ηγεσίας.
- Η έννοια του εξωτερικού και του εσωτερικού πελάτη.



- Η ικανοποίηση που λαμβάνει ο καταναλωτής.
- Να ικανοποιείται η φιλοσοφία των μηδέν λαθών.
- Η παροχή συνεχούς εκπαίδευσης.
- Η διαρκής βελτίωση. (Κέφης , 2014)

Πιο αναλυτικά, η δέσμευση και η συμμετοχή των στελεχών της επιχείρησης, σχετίζεται με την γενική διεύθυνση που δημιουργεί το όραμα, θέτει τους στόχους της επιχείρησης, παρακινεί και επιβραβεύει τους εργαζομένους. Τα στελέχη της επιχείρησης θα πρέπει να διαθέτουν χρόνου προκειμένου να λύνονται τα ζητήματα που αφορούν την ποιότητα, ενώ στα καθήκοντά τους θα πρέπει να είναι η διαμόρφωση των οργανωτικών αξιών των συνεργατών μιλώντας για ποιότητα και χρησιμοποιώντας την ορολογία της ποιότητας. Κατ' αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μια κουλτούρα η οποία θέτει την ποιότητα στο επίκεντρο έχοντας επίδραση στις αποφάσεις που λαμβάνονται.

Αναφορικά με τον πελάτη να επισημάνουμε ότι δεν είναι μόνο ο αποδέκτης και ο χρήστης του τελικού αγαθού ή της υπηρεσίας, δηλαδή ο εξωτερικός πελάτης, αλλά θεωρείται ο οποιοσδήποτε στον οποίο ένα άτομο μπορεί να παρέχει πληροφορίες, υπηρεσίες ή τα μέσα προκειμένου να συνεχίσει τη δική του εργασία εντός του εσωτερικού περιβάλλοντος της επιχειρηματικής μονάδας, όπου και μιλάμε για τον εσωτερικό πελάτη. Αξίζει να επισημάνουμε ότι οι επιχειρήσεις οι οποίες δεν έδωσαν σημασία στους εσωτερικούς τους πελάτες, δηλαδή στους ίδιους τους εργαζόμενους τους, βρέθηκαν αντιμέτωπες με τον κίνδυνο διακοπής λειτουργίας.

Ως θεμελιώδεις αρχή της Ολικής Ποιότητας μπορεί να θεωρηθεί η ικανοποίηση του πελάτη, η οποία συνιστά και την κινητήρια δύναμη για την πραγματοποίηση μεγάλων αλλαγών στον οργανισμό ή στην επιχείρηση, στα συστήματα, στις διαδικασίες, στον εξοπλισμό, στα μέσα και στα προϊόντα.

Η φιλοσοφία των μηδέν λαθών προϋποθέτει ότι το ανθρώπινο δυναμικό του οργανισμού θα είναι άριστα εκπαιδευμένο έτσι ώστε να μπορεί να αντιμετωπίζει τα προβλήματα τα οποία προκύπτουν καθώς και να προβαίνει άμεσα στην επίλυσή τους.

Η εκπαίδευση συνιστά τον βασικότερο μηχανισμό που μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγή νοοτροπίας στον οργανισμό ή στην επιχείρηση. Τα εκπαιδευτικά

προγράμματα τα οποία πρόκειται να εφαρμοστούν, δύναται να γίνουν τόσο εντός της επιχείρησης, όσο και έξω και από την επιχείρηση. Ανεξάρτητα από τον τρόπο εκπαίδευσης που θα χρησιμοποιηθεί, δηλαδή αν είναι σύγχρονος ή αν είναι παραδοσιακός, κοινός στόχος είναι η άρτια εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού.

Τέλος, να αναφέρουμε ότι το μάνατζμεντ έχει επικεντρωθεί στην υιοθέτηση και εφαρμογή καινοτομικών επιτευγμάτων, όπως είναι οι νέες εφευρέσεις, η τεχνολογία καθώς και οι αυτοματισμοί. (Κέφης , 2014)

### Εμπόδια για την επίτευξη της Ολικής Ποιότητας

Κατά την εφαρμογή της Ολικής Ποιότητας, μπορεί να προκύψουν ορισμένα εμπόδια τα οποία κατηγοριοποιούνται σε τρεις βασικές κατηγορίες που είναι τα εμπόδια αντίληψης, τα εμπόδια κουλτούρας και τα εμπόδια που σχετίζονται με το εσωτερικό περιβάλλον.

Στα εμπόδια αντίληψης περιλαμβάνονται η δυσκολία της απομόνωσης κάποιου προβλήματος, η τάση του στενού καθορισμού του προβλήματος, η αδυναμία της θεώρησης του προβλήματος από όλες τις πλευρές του, καθώς και η αδυναμία της χρησιμοποίησης όλων των εισροών και των πληροφοριών. (Λιαρμακόπουλος , 2003)

Στα εμπόδια κουλτούρας, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι υπάρχουν ορισμένες προκαταλήψεις που οδηγούν σε σκέψεις όπως είναι οι ακόλουθες:

- Η φαντασία και ο στοχασμός θεωρούνται ως χάσιμο χρόνου.
- Το παιχνίδι είναι μόνο για τα παιδιά.
- Η τεκμηρίωση, η λογική, οι αριθμοί και η πρακτική θεωρούνται θετικά στοιχεία.
- Το αίσθημα, η ενόραση, η ποιοτική κρίση, καθώς και η ευχαρίστηση θεωρούνται στοιχεία αρνητικά.
- Το παραδοσιακό προτιμάται σε σχέση με την αλλαγή.
- Οποιοδήποτε πρόβλημα και να υπάρχει μπορεί να επιλυθεί με επιστημονική σκέψη και με χρήματα. (Κέφης , 2014)

Όσον αφορά τα εμπόδια που προκύπτουν από το εσωτερικό περιβάλλον, αυτά μπορεί να είναι τα ακόλουθα:

- Η έλλειψη συνεργασίας αλλά και εμπιστοσύνης μεταξύ των συναδέρφων.
- Η ύπαρξη αυταρχικών στελεχών, τα οποία υπερεκτιμούν τις ιδέες που έχουν αυτοί, ενώ δεν επιβραβεύουν τις ιδέες των άλλων.
- Η διάσπαση προσοχής που επικρατεί, όπως είναι για παράδειγμα τα τηλέφωνα, οι επισκέψεις, τα προσωπικά προβλήματα, η συναισθηματική φόρτιση.
- Η έλλειψη της υποστήριξης στην εφαρμογή των νέων ιδεών.
- Ο φόβος του λάθους, της αποτυχίας και του ριψοκίνδυνου.
- Η αδυναμία ανοχής της ασάφειας και της αμφιβολίας.
- Η προτίμηση στην κριτική των ιδεών και όχι στη δημιουργία τους.
- Η αδυναμία χαλάρωσης.
- Η αδυναμία διάκρισης του πραγματικού από το φανταστικό.
- Ο φόβος του αρνητικού χαρακτηρισμού των ιδεών από τους άλλους.  
(Λιαρμακόπουλος , 2003)

### **1.11 Διοίκηση ολικής ποιότητας**

Ως Διοίκηση Ολικής Ποιότητας νοείται μια φιλοσοφία διοίκησης η οποία αποσκοπεί στη βελτίωση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας της επιχείρησης ως σύνολο. (Πετρίδου , 2011) Εν αντιθέσει με διάφορες απόψεις που έχουν εκφρασθεί η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας δεν συνιστά μια μέθοδο για την επίτευξη της βέλτιστης λειτουργικής διαδικασίας μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού αλλά ούτε και μία μέθοδο που έχει ως στόχο τον ακριβή προγραμματισμό των εργασιών. Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας, είναι μια μέθοδος που υποστηρίζει και

στοχεύει στις διαρκείς αλλαγές καθώς και στην προσαρμογή σε ένα σύγχρονο διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Η φιλοσοφία της ΔΟΠ μπορεί να στηριχθεί στα ακόλουθα:

- Η ποιότητα δεν αποτελεί μια τεχνική λειτουργία και επομένως δεν αφορά μόνο ένα τμήμα της επιχείρησης. Αντίθετα, πρόκειται για μια συστηματική διαδικασία η οποία μπορεί να επεκταθεί σε όλη την επιχείρηση.
- Η ποιότητα στα πλαίσια ενός οργανισμού ή μιας επιχείρησης είναι μέλημα όλων και για το λόγο αυτό θα πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη οργανωτική δομή προκειμένου να εφαρμοστεί.
- Η επίτευξη της ποιότητας μπορεί να επιτευχθεί με βάση τα εξωτερικά κριτήρια του καταναλωτή και όχι με βάση τα κριτήρια που θέτει η επιχείρηση. Η ποιότητα, όπως έχουμε ήδη αναφέρει και προηγουμένως, θα πρέπει να στηρίζεται σε εξωτερικά κριτήρια του καταναλωτή και όχι σε εσωτερικά που αφορούν την επιχείρηση. Ουσιαστικά, η ποιότητα στηρίζεται στις επιθυμίες και στις ανάγκες του αγοραστή και όχι σε εσωτερικές παραμέτρους όπως είναι η απόδοση και η κερδοφορία.
- Τα μέτρα που αφορούν την επίτευξη της ποιότητας, θα πρέπει να στηρίζονται στην εφαρμογή της νέας τεχνολογίας, είτε αυτά καλύπτουν τον σχεδιασμό, είτε την μέτρηση και τον έλεγχο.
- Η επίτευξη μιας εκτεταμένης βελτίωσης της ποιότητας στηρίζεται στη συμμετοχή και στη συμβολή όλων των εργαζομένων του οργανισμού ή της επιχείρησης, και όχι στη συμβολή μιας ομάδας ειδικών. (Doherty & Horne , 2002)

Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας χαρακτηρίζεται από ορισμένους αντικειμενικούς σκοπούς που είναι οι ακόλουθοι:

- Η καλύτερη ποιότητα τόσο αγαθών, όσο και υπηρεσιών.
- Η ταχύτερη ανταπόκριση στην επεξεργασία των αναγκών που εκφράζει ο καταναλωτής.

- Η μεγαλύτερη ευελιξία που αφορά την προσαρμογή των εναλλασσόμενων απαιτήσεων των καταναλωτών.
- Ένας ακόμη σκοπός είναι η επίτευξη χαμηλότερου κόστους που μπορεί να γίνει μέσω της βελτίωσης της ποιότητας και της εξάλειψης των χρονοβόρων διαδικασιών, οι οποίες δεν προσθέτουν αξία. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί και διαφυλάσσεται η αποτελεσματικότητα της επιχείρησης σε σχέση με το λειτουργικό κόστος που αυτή έχει.
- Η βελτίωση της αξιοποίησης του ανθρώπινου δυναμικού του οργανισμού ή της επιχείρησης.
- Η αύξηση της ικανότητας της επιχείρησης να καινοτομεί.
- Η ευελιξία, η ελαστικότητα, καθώς και η προσαρμογή του οργανισμού ή της επιχείρησης στις μεταβολές που συμβαίνουν στο περιβάλλον.
- Η αύξηση του βαθμού της αξιοποίησης των νέων τεχνολογιών.
- Η ανάπτυξη μιας μόνιμης νοοτροπίας στους εργαζομένους προκειμένου η προσπάθεια που αφορά την επίτευξη των στόχων να γίνεται ως φυσιολογική έκφραση της οργανωτικής κουλτούρας που έχει η επιχείρηση. (McDonald, 1994)

#### Χαρακτηριστικά της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας

Τα βασικά χαρακτηριστικά της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας είναι η δέσμευση, η γνώση και η συμμετοχή.

- Δέσμευση των διοικητικών στελεχών προκειμένου να υπάρξει συνεχής υποστήριξη οποιασδήποτε προσπάθειας που οδηγεί στην εξασφάλιση της ποιότητας.
- Γνώση, υπό την έννοια της συνεχούς επιμόρφωσης και εκπαίδευσης των εμπλεκόμενων στην διαδικασία της ποιοτικής ανεύρεσης έτσι ώστε να αποφεύγονται λάθη, παραλείψεις και παρατυπίες.
- Συμμετοχή όλων των εργαζομένων στην ανεύρεση των προβλημάτων, στην ανάλυσή τους, στις προτάσεις επίλυσης, στη στοχοθεσία αν είναι εφικτό καθώς και στην διαδικασία της λήψης αποφάσεων. (Σπανός, 1993)

## Λόγοι υιοθέτησης της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας

Τα στελέχη μιας επιχείρησης αλλά και ενός οργανισμού, υιοθετούν τις αρχές Διοίκησης Ολικής Ποιότητας εξαιτίας του ανταγωνισμού και της ανάγκης επιβίωσης της επιχείρησης ή του οργανισμού. Η επιβίωση αλλά και η μετέπειτα κερδοφορία σχετίζεται με την σχέση που υπάρχει μεταξύ του καθαρού κέρδους και του κόστους. Η μεγιστοποίηση του κέρδους είναι άμεση συνάρτηση της αποδοχής των προϊόντων από τους καταναλωτές. Πέρα όμως από αυτόν τον λόγο ένας ακόμα για τον οποίο υιοθετείτε η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας είναι μια σύγχρονη διαφορετική αντίληψη, σύμφωνα με την οποία ενισχύεται η δημοκρατικότητα, η συμμετοχικότητα, καθώς και η αγαστή συνεργασία μεταξύ των στελεχών και των εργαζομένων προς όφελος της ίδιας της επιχείρησης. (Δημητριάδης & Μιχιώτης, 2007)

### **1.12 Έλεγχος της ποιότητας**

Μια από τις σημαντικότερες λειτουργίες του μάνατζμεντ είναι ο έλεγχος ποιότητας, ενώ η Διοίκησης Ολικής Ποιότητας περιλαμβάνει τον βήμα προς βήμα έλεγχο της παραγωγικής διαδικασίας. (Κέφης, 2014) Σύμφωνα με το πρότυπο ISO 8402, ο έλεγχος ποιότητας μπορεί να οριστεί ως «οι λειτουργικές τεχνικές και δραστηριότητες που χρησιμοποιούνται για την εκπλήρωση των απαιτήσεων ποιότητας». Ανάλογα με τον τύπο του ελεγχόμενου χαρακτηριστικού οι τεχνικές ελέγχου ποιότητας μπορούν να διακριθούν σε δύο κύριες κατηγορίες που είναι οι εξής:

- Οι τεχνικές ελέγχου με μέτρηση, όπου κάποιο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό μέτρησης υπολογίζεται με συγκεκριμένη κλίμακα, ενώ καταγράφονται τα ακριβή αποτελέσματα των μετρήσεων για την κάθε μονάδα του προϊόντος το οποίο ελέγχεται υπό την προϋπόθεση ότι το χαρακτηριστικό αυτό ακολουθεί στον πληθυσμό των παραγομένων προϊόντων κάποια γνωστή κατανομή πιθανότητας, συνήθως την κανονική κατανομή.
- Οι τεχνικές όπου ο έλεγχος γίνεται με διαλογή και κάθε μονάδα του προϊόντος ελέγχεται και κατατάσσεται σε μια κατηγορία, δηλαδή καλή ή

ελαττωματική, λαμβάνοντας υπόψη κάποιο χαρακτηριστικό ποιότητας και ανάλογα με το αν αυτό βρίσκεται εντός ή εκτός προδιαγραφών αντίστοιχα.

Κάθε μία από τις τεχνικές αυτές που αναφέρθηκαν παρουσιάζει τα δικά της χαρακτηριστικά όπως και τις προϋποθέσεις εφαρμογής, ενώ κριτήριο για το ποια από αυτές θα χρησιμοποιηθεί είναι η δυνατότητα εφαρμογής τους κατά περίπτωση καθώς και το κόστος τους. (James , 1996)

Τα ακριβή σημεία ελέγχου αλλά και το είδος του ελέγχου, δηλαδή αν θα είναι δειγματοληπτικός ή θα αφορά το 100% του συνόλου, αποφασίζεται από τα διοικητικά στελέχη της επιχείρησης, ανάλογα με τα προϊόντα τα οποία παράγονται και τα προϊόντα τα οποία διακινούνται. Σε κάθε περίπτωση, προκειμένου να θεωρηθεί αποτελεσματική μια τεχνική ελέγχου ποιότητας θα πρέπει να ανταποκρίνεται στον σκοπό για τον οποίο έχει εφαρμοστεί, όπου ο σκοπός αυτός είναι ο έλεγχος των αποκλίσεων του προϊόντος από ένα επιθυμητό επίπεδο ποιότητας. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι ο έλεγχος δεν περιορίζεται μόνο στο τελικό στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας, αλλά επεκτείνεται και στα ενδιάμεσα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας αλλά και στην έναρξη της παραγωγικής διαδικασίας, δηλαδή στην παραλαβή των προϊόντων. (Δημητριάδης & Μιχιώτης , 2007)

Μπορούμε να διακρίνουμε δύο μεγάλες περιοχές που αφορούν τον έλεγχο ποιότητας, όπου η πρώτη είναι ο έλεγχος της παραγωγικής διαδικασίας και η δεύτερη είναι ο έλεγχος αποδοχής. Εφαρμόζοντας τον έλεγχο της παραγωγικής διαδικασίας αντί να ελέγχεται το τελικό αποτέλεσμα της παραγωγής, δηλαδή μια ολόκληρη παρτίδα παραγωγής για να εντοπίσουμε ελαττωματικά προϊόντα, επιχειρείται να εξασφαλιστεί η αποφυγή της δημιουργίας ελαττωματικών προϊόντων προκειμένου να προληφθεί η αύξηση της αναλογίας τους στον παραγόμενο πληθυσμό. Για το λόγο αυτό η μορφή ελέγχου αυτού του είδους είναι γνωστή και ως προληπτικός έλεγχος ποιότητας. Όσον αφορά τον έλεγχο αποδοχής λαμβάνονται δείγματα από μια μεγάλη παρτίδα προϊόντων τα οποία έχουν παραχθεί στο παρελθόν με τις ίδιες συνθήκες παραγωγής και κατά την ίδια χρονική περίοδο, έχοντας ως σκοπό την αποδοχή ή την απόρριψή της, με βάση τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών. Οι παρτίδες που ελέγχονται είτε περιέχουν εξαρτήματα και πρώτες ύλες που λαμβάνει η επιχείρηση από τους προμηθευτές της, είτε ενδιάμεσα, είτε τελικά προϊόντα τα οποία παράγονται

στις εγκαταστάσεις της επιχείρησης. Οι παρτίδες που απορρίπτονται έχουν διαφορετική κατάληξη, είτε επιστρέφονται στον προμηθευτή, είτε καταστρέφονται, είτε εντοπίζονται και επιδιορθώνονται στο σύνολο των ελαττωματικών, ύστερα από 100% έλεγχο ολόκληρης της παρτίδας. Οι πιο σημαντικές τεχνικές ελέγχου της παραγωγικής διαδικασίας είναι τα διαγράμματα ελέγχου μέσης τιμής και διασποράς, τα διαγράμματα ελαττωματικών, ενώ οι συνηθέστερες τεχνικές ελέγχου είναι η απλή, η διπλή, η πολλαπλή και η συνεχής δειγματοληψία. (Λαγοδήμος , 2003)

### **1.13 Μέθοδοι βελτίωσης της ποιότητας**

Προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα χρησιμοποιείται ένα ευρύ φάσμα μεθόδων όπως είναι οι γενικές οργανωτικές μέθοδοι, τα απλά γραφικά εργαλεία καθώς και οι ειδικές ποσοτικές τεχνικές. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι όλες αυτές οι μέθοδοι υπάρχει δυνατότητα να συνδυαστούν προκειμένου να αντιμετωπιστεί το σύνθετο αυτό πρόβλημα που έγκειται στην βελτίωση της ποιότητας. Οι οργανωτικές μέθοδοι εστιάζουν στην κινητοποίηση και στη συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα μέσω της παροχής της κατάλληλης οργανωτικής δομής και των αντίστοιχων κινήτρων. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται τα προγράμματα μηδενικών ελαττωμάτων καθώς και οι κύκλοι ποιότητας. Στόχος των προγραμμάτων μηδενικών ελαττωμάτων είναι να πεισθούν με διάφορους τρόπους οι εργαζόμενοι ότι η ποιότητα αποτελεί προτεραιότητα και ότι η παραγωγή τέλειων προϊόντων μπορεί να γίνει μόνο αν υπάρξει συστηματική προσπάθεια για να εξαλειφθούν όλες οι πιθανές αιτίες εμφάνισης ελαττωμάτων.

Όπως θα δούμε και στη συνέχεια οι κύκλοι ποιότητας είναι μικρές ομάδες εργαζομένων οι οποίες συναντώνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα με στόχο να επιλύσουν προβλήματα που σχετίζονται με την ποιότητα, καθώς και να προτείνουν αποτελεσματικούς τρόπους εκτέλεσης των καθηκόντων τους για να βελτιωθεί η ποιότητα και να αυξηθεί η παραγωγικότητα μέσα σε καλύτερες και ασφαλέστερες συνθήκες εργασίας. (Oakland , 1993)

#### Απλές γραφικές μέθοδοι



Οι γραφικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται προκειμένου να καταφέρουν να μετασχηματίσουν τον μεγάλο όγκο αριθμητικών στοιχείων σε απλές γραφικές παραστάσεις, οι οποίες είναι χρήσιμες και κατανοητές από όλα τα κλιμάκια της επιχείρησης ή του οργανισμού. Οι περισσότερες επιχειρήσεις και οργανισμοί χρησιμοποιούν πλέον επτά συγκεκριμένες απλές γραφικές μεθόδους, που είναι οι ακόλουθες:

- Διάγραμμα διαδικασίας: Τα εν λόγω διαγράμματα παρουσιάζουν γραφικά τη διαδοχή των δραστηριοτήτων οι οποίες συνθέτουν την διαδικασία παραγωγής, εφαρμόζοντας ειδικά σύμβολα για τις ενέργειες, τους ελέγχους, τις μεταφορές, τις αποθηκεύσεις, καθώς και τις καθυστερήσεις. Στόχος των διαγραμμάτων διαδικασίας είναι να συμβάλλουν στην πλήρη κατανόηση της λειτουργίας του συστήματος παραγωγής, αναδεικνύοντας τις ασάφειες που συνοδεύουν την λειτουργία, ενώ παράλληλα διαμορφώνουν έναν κοινό κώδικα επικοινωνίας. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι κάθε παραγωγική διαδικασία μπορεί να αποτυπωθεί γραφικά από πολλά διαγράμματα, τα οποία παρουσιάζουν διαφορετικό βαθμό ανάλυσης δίνοντας έμφαση σε κάθε τομέα. Ουσιαστικά κάθε φορά που κατασκευάζεται ένα τέτοιο διάγραμμα θα πρέπει να γίνεται με στόχο να μπορεί να εξυπηρετήσει αυτούς τους σκοπούς, χωρίς να εκφράζει ανούσιες λεπτομέρειες.
- Διάγραμμα αιτίας-αποτελέσματος: Το συγκεκριμένο διάγραμμα παρουσιάζει σχηματικά τη σύνδεση των χαρακτηριστικών ποιότητας με τους παράγοντες που τα επηρεάζουν, δηλαδή με τις αιτίες. Σκοπός του διαγράμματος είναι ο εντοπισμός των συνιστωσών των χαρακτηριστικών ποιότητας καθώς και των διαφόρων σχέσεων και αλληλεξαρτήσεων. Το διάγραμμα αιτίας αποτελέσματος κατασκευάζεται σε δύο στάδια, όπου στο πρώτο γίνεται ορισμός και αποσαφήνιση του χαρακτηριστικού της ποιότητας που μελετάται και στο δεύτερο γίνεται ιεραρχική καταγραφή των πιθανών αιτιών εμφάνισης προβλημάτων σχετικά με το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό ποιότητας.
- Φύλλο καταχώρησης: Πρόκειται για ένα απλό εργαλείο συλλογής και καταγραφής των στοιχείων, όπου πέρα από τα δεδομένα που συλλέγονται,

αναγράφει και τον τύπο του εξαρτήματος ή της κατεργασίας που αφορούν, την ημερομηνία, τον ελεγκτή και οτιδήποτε άλλο κριθεί αναγκαίο. Μέσω των φύλλων καταχώρησης δίνεται η δυνατότητα συνοπτικής παρουσίασης στοιχείων με τρόπο ο οποίος να μπορεί να διευκολύνει την εξαγωγή συμπερασμάτων. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι επειδή το φύλλο καταχώρισης περιέχει ορισμένα περιληπτικά στοιχεία, χρησιμοποιείται συνδυαστικά με την καταχώριση στοιχείων σε κάποια βάση δεδομένων ηλεκτρονικού υπολογιστή.

- Ιστόγραμμα: Το ιστόγραμμα απεικονίζει γραφικά τη συχνότητα συγκεκριμένου μεγέθους, με σκοπό την αναγνώριση της κατανομής της διασποράς των τιμών του συγκεκριμένου μεγέθους. Προκειμένου να κατασκευαστεί ένα ιστόγραμμα με αποτελεσματικό τρόπο θα πρέπει τα όρια των κλάσεων να είναι ακέραιοι αριθμοί ή απλοί δεκαδικοί, είτε να επιλέγονται έχοντας ως κριτήριο τη δυνατότητα εξαγωγής άμεσων συμπερασμάτων. Επίσης, θα πρέπει το πλάτος των κλάσεων να είναι σταθερό, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει σύγκριση των συχνοτήτων σε κάθε κλάση. Τέλος, ο αριθμός των κλάσεων θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος έτσι ώστε να φαίνεται η κατανομή των τιμών, αλλά όχι και τόσο μεγάλος έτσι ώστε να εμφανίζονται πολλές κλάσεις με μικρές συχνότητες ή και κενά στο ιστόγραμμα. (Τσιότρας, 1995)
- Διάγραμμα Pareto: Πρόκειται για μια απλή γραφική μέθοδο κατάταξης των αιτιών προβλημάτων ποιότητας, ανάλογα με το πόσο συχνά εμφανίζονται. Σκοπός του διαγράμματος Pareto είναι να συμβάλλουν στον εντοπισμό των σημαντικότερων από άποψη συχνότητας προβλημάτων.
- Διάγραμμα διασποράς: Πρόκειται για ένα διάγραμμα x-y όπου ουσιαστικά είναι μια σχηματική απεικόνιση της σχέσης που υπάρχει μεταξύ των δύο μεταβλητών. Ο σκοπός της χρήσης του διαγράμματος διασποράς είναι να διερευνήσει τις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των συνιστωσών της ποιότητας και των αντίστοιχων τελικών χαρακτηριστικών, καθώς και γενικότερα να γίνει μια ανάλυση και παρουσίαση δεδομένων όπως επίσης και έλεγχος απόκλισης από τη θεωρητική σχέση που υπάρχει μεταξύ των δύο μεταβλητών.

- Διάγραμμα ελέγχου: Το διάγραμμα ελέγχου είναι ένα ειδικό διάγραμμα διασποράς, το οποίο παρουσιάζει την πορεία ορισμένων χαρακτηριστικών ποιότητας σε σχέση με τον χρόνο παραγωγής. Προκειμένου να δημιουργηθεί το διάγραμμα ελέγχου, λαμβάνονται συγκεκριμένα δείγματα από την παραγωγική διαδικασία ανά τακτά χρονιά διαστήματα και οι τιμές αυτές σημειώνονται στο διάγραμμα. Η χρήση των διαγραμμάτων ελέγχου έχει ως στόχο να εντοπιστούν μεταβολές που αφορούν την παραγωγική διαδικασία καθώς και την απάλειψη των αιτιών που τις προκαλούν. Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη για τον σχεδιασμό του διαγράμματος ελέγχου είναι η θέση των ορίων ελέγχου, το μέγεθος των δειγμάτων και η συχνότητα της δειγματοληψίας. (Ταγαράς, 2001)

#### **1.14 Κύκλοι ποιότητας**

Όπως ήδη έχουμε αναφέρει και προηγουμένως, οι κύκλοι ποιότητας είναι ομάδες ατόμων που συνήθως αποτελούνται από τέσσερα έως και οκτώ άτομα, τα οποία χρησιμοποιούν τεχνικές προκειμένου να καταφέρουν να αντιμετωπίσουν τα ζητήματα που άπτονται της ποιότητας. Για πρώτη φορά έκαναν την εμφάνισή τους στην Ιαπωνία, ενώ κυρίως μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο κατάφεραν να ενσωματωθούν στη λειτουργία των επιχειρήσεων έτσι ώστε να καταφέρουν να βελτιώσουν τα παραγόμενα προϊόντα. Οι ομάδες αυτές ουσιαστικά αποτέλεσαν πεδίο συνεργασίας μεταξύ του αμερικανικού τρόπου ελέγχου ποιότητας και της ομαδικής εργασίας που διέπει την ιαπωνική φιλοσοφία. Η επιτυχία της ομάδας επιτυγχάνεται με την κατάλληλη στήριξη της διοίκησης, με την μεθοδική εκπαίδευση των μελών της, με την ανάδειξη των προσόντων τους, με την προθυμία αλλά και με τη δέσμευση όλων για συνεργασία και κοινή δράση. Τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή των κύκλων ποιότητας είναι σημαντικά τόσο για τους ίδιους τους εργαζόμενους όσο και για τον οργανισμό ή την επιχείρηση συνολικά. (Λιαρμακόπουλος, 2003)

Τα σημαντικότερα οφέλη είναι τα ακόλουθα:

- Η παρακίνηση των εργαζομένων.

- Η καλλιέργεια της ομαδικότητας και του πνεύματος συνεργασίας.
- Η αξιοποίηση των δυνατοτήτων του ανθρώπινου δυναμικού.
- Η επικοινωνία και η ορθή χρήση των πληροφοριών.
- Η δημιουργία μιας αίσθησης ενότητας.
- Ο μετριασμός των συγκρούσεων.
- Η μείωση των αποχωρήσεων και των παραιτήσεων.

Είναι γεγονός ότι οι κύκλοι ποιότητας επιδρούν στα χαρακτηριστικά των ατόμων-μελών της ομάδας, στις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους, στην εκτίμηση των προϊσταμένων προς τους υφιστάμενους, στην στάση των εργαζομένων απέναντι στην επιχείρηση κτλ. Συνοψίζοντας, να αναφέρουμε ότι ένας κύκλος ποιότητας δεν αποτελεί μια ακόμη ομάδα εργασίας που λαμβάνει τη κλασική μορφή που γνωρίζουμε. Πρόκειται ουσιαστικά για ομάδα η οποία παύει να υπάρχει εφόσον ολοκληρώσει τον σκοπό της που είναι η καταγραφή των προτεινόμενων λύσεων για ένα ορισμένο πρόβλημα. (Κέφης , 2014)

### **1.15 Σύγχρονες τάσεις στην εφαρμογή μεθόδων ποιότητας**

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί νέες τάσεις αναφορικά με την κατασκευή προϊόντων που περιλαμβάνουν υλικά που είναι λιγότερο επιβλαβή για το περιβάλλον, όπως επίσης καλύτερες συνθήκες εργασίας για τους εργαζομένους, μεγαλύτερη αντοχή στον χρόνο, αλλά και στην χρήση. Επιπροσθέτως, στις σύγχρονες τάσεις περιλαμβάνονται καινοτομίες που αναπτύσσονται από τις επιχειρήσεις, προσαρμογή σε υψηλότερα πρότυπα ασφάλειας και υγιεινής καθώς και άλλες παραμέτρους που σχετίζονται με την έννοια της ποιότητας. Παράλληλα και στον τομέα της παροχής υπηρεσιών, τα τελευταία χρόνια έχει τεθεί στο επίκεντρο η κάλυψη των αναγκών του πελάτη, ο σεβασμός προς τις απαιτήσεις του, καθώς επίσης και οι ολοκληρωμένες τεχνικές υποστήριξης του. (Shanka , 2012)

Συνεπώς για να καταφέρουν οι επιχειρήσεις να επιβιώσουν και να αναπτυχθούν σε ένα διαρκώς ανταγωνιστικό περιβάλλον θα πρέπει να δώσουν έμφαση, αφενός

στην βελτίωση της ποιότητας, αφετέρου δε στην μείωση του κόστους παραγωγής. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι, σύμφωνα με τις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί κατά την διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, έχει αποδειχθεί ότι η ποιότητα αποτελεί προτεραιότητα για τον καταναλωτή στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, καθώς όταν υπάρχει υψηλή τιμή, η υψηλή τιμή απόκτησης ισοσκελίζεται από την αξία που μπορεί να δώσει το προϊόν, καθώς επίσης και οι υπηρεσίες που βρίσκονται κοντά σε αυτό. (Hallak , 2006)

## 1.16 Βραβεία Ολικής Ποιότητας

Ήδη από την δεκαετία του 1980 οι επιχειρήσεις διαπίστωσαν ότι ένας τρόπος για να επιβιώσουν αλλά και για να βελτιώσουν την ανταγωνιστικότητά τους ήταν να εστιάσουν στην ποιότητα. Έτσι σε αυτά τα πλαίσια δημιουργήθηκαν εθνικά και διεθνή βραβεία ποιότητας τα οποία επικεντρώθηκαν στην προώθηση της ιδέας της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. Μεταξύ αυτών, τα πιο γνωστά βραβεία ήταν το βραβείο Deming (Deming Application Prize), το βραβείο Baldrige (Malcom Baldrige National Quality Award), καθώς και το Ευρωπαϊκό Βραβείο Ποιότητας ( European Quality Award). Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι υπάρχουν και ορισμένα βραβεία ποιότητας τα οποία απευθύνονται σε συγκεκριμένο κλάδο επιχειρήσεων.

### Βραβείο Deming

Καθιερώθηκε για πρώτη φορά στην Ιαπωνία από την Ένωση Ιαπόνων Επιστημόνων και Μηχανικών το 1951 προς τιμήν του μεγάλου Αμερικανού φυσικού, μαθηματικού και στατιστικολόγου W. Edwards Deming, ο οποίος είχε συμβάλει στην καθιέρωση σε διεθνές επίπεδο των Στατιστικών Τεχνικών Ελέγχου Ποιότητας.

Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι το βραβείο απονέμεται τόσο σε ιδιωτικές, όσο και σε δημόσιες επιχειρήσεις. Οι κατηγορίες στις οποίες απευθύνεται το βραβείο είναι οι ακόλουθες:

- Οι μικρές ιαπωνικές επιχειρήσεις.
- Οι διευθύνσεις και τα τμήματα μεγάλων εταιρειών.
- Οι εταιρείες του εξωτερικού.

Το βραβείο Deming καθιερώθηκε προκειμένου να επιβεβαιώσει την επιτυχημένη εφαρμογή των δραστηριοτήτων του ολικού ελέγχου ποιότητας. Σήμερα στην σύγχρονη εποχή του το βραβείο Deming αξιολογεί τις επιχειρήσεις σύμφωνα με τα ακόλουθα κριτήρια:

- Πολιτική και σχεδιασμός επιχείρησης
- Οργάνωση και διοίκηση
- Έλεγχος ποιότητας, επιμόρφωση και διάχυση πληροφοριών που αφορούν την ποιότητα
- Ανάλυση στοιχείων
- Προτυποποίηση
- Έλεγχος διασφάλισης ποιότητας
- Διασφάλιση ποιότητας
- Αποτελέσματα
- Μελλοντικά σχέδια

#### Βραβείο Baldrige

Το εν λόγω γραφείο καθιερώθηκε το 1987 προκειμένου να προωθηθεί η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση πάνω σε ζητήματα που άπτονται της ποιότητας. Το βραβείο Baldrige απονέμεται σε τρεις κατηγορίες επιχειρήσεων που είναι οι βιομηχανικές, οι εταιρείες παροχής υπηρεσιών, καθώς και οι μικρές επιχειρήσεις.

Τα κριτήρια με τα οποία αξιολογούνται οι επιχειρήσεις είναι τα ακόλουθα:

- Ηγεσία
- Ανάλυση πληροφοριών
- Σχεδιασμός της στρατηγικής της ποιότητας
- Ανάπτυξη και διοίκηση του ανθρώπινου δυναμικού
- Διαχείριση των διαδικασιών ποιότητας

- Ποιοτικά και παραγωγικά αποτελέσματα
- Ικανοποίηση του πελάτη (Κέφης , 2014)

### Το Ευρωπαϊκό Μοντέλο Αριστεία EFQM

Το Ευρωπαϊκό Μοντέλο Αριστείας (EFQM) είναι ένα μοντέλο αυτοαξιολόγησης στο οποίο προσδιορίζονται εννιά κριτήρια με βάση τα οποία μπορούν να αξιολογούνται οι δραστηριότητες και οι διαδικασίες ενός οργανισμού. Η διαδικασία αυτή της αυτοαξιολόγησης ουσιαστικά μπορούμε να πούμε ότι είναι μια συστηματική και τακτική επισκόπηση των αποτελεσμάτων που παράγει ο οργανισμός καθώς και των δραστηριοτήτων που αναπτύσσει. (Τσιότρας , 2002)

Σύμφωνα με το μοντέλο EFQM υπάρχει ένα σύνολο κριτηρίων με βάση τα οποία αξιολογείται ο οργανισμός για τον τρόπο λειτουργίας τους και για τις επιδόσεις του. Πιο συγκεκριμένα το μοντέλο αυτό περιλαμβάνει τα κριτήρια που αφορούν παράγοντες που είναι σχετικοί με τον τρόπο λειτουργίας και την κουλτούρα του οργανισμού και καλούνται προϋποθέσεις, διαμορφωτές ή καταλύτες . Τέτοιου είδους κριτήρια είναι η ηγεσία, το ανθρώπινο δυναμικό, οι πολιτικές, οι στρατηγικές και οι συνεργασίες. Επίσης, υπάρχουν τα κριτήρια τα οποία αφορούν παράγοντες σχετικούς με τα αποτελέσματα των δραστηριοτήτων που αναπτύσσει ο οργανισμός ή επιχείρηση, όπως είναι τα κύρια επιχειρηματικά αποτελέσματα, η ικανοποίηση που βιώνουν οι εργαζόμενοι, η ικανοποίηση από την πλευρά των πελατών, οι κοινωνικές επιπτώσεις κτλ. (Πετρίδου , 2011)

Το μοντέλο αριστείας EFQM μπορεί να λειτουργήσει με τους ακόλουθους τρόπους:

- Ως εργαλείο αυτοαξιολόγησης, με τα συμπεράσματα που προκύπτουν να αξιοποιούνται για τον σχεδιασμό διορθωτικών ενεργειών και για τον στρατηγικό σχεδιασμό.
- Ως μέσο συγκριτικής αξιολόγησης (Benchmarking) σε σχέση με άλλες επιχειρήσεις χρησιμοποιώντας δείκτες απόδοσης, ενώ μπορεί να

λειτουργήσει ως εργαλείο γνωστοποίησης των βέλτιστων επιχειρηματικών πρακτικών.

- Ως οδηγός για τον εντοπισμό περιοχών που επιδέχονται βελτίωση.
- Ως βάση για το κοινό επιχειρηματικό λεξιλόγιο και ως τρόπος σκέψης, αποτελώντας ουσιαστικά μια κοινή γλώσσα διοίκησης.
- Ως βάση για τη βελτίωση της δομής του διοικητικού συστήματος της επιχείρησης. (Πετρίδου , 2011)

Από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό για τη Διοίκηση της Ποιότητας EFQM έχει θεσμοθετηθεί το Ευρωπαϊκό Βραβείο Επιχειρηματικής Αριστείας (EFQM) το οποίο είναι ένα πρακτικό εργαλείο που βοηθά τους οργανισμούς ανεξάρτητα από το είδος τους, το μέγεθός τους, τη δομή τους, να εντοπίσουν τα δυνατά και αδύνατα σημεία που έχουν, έτσι ώστε να μπορέσουν να βελτιστοποιήσουν την απόδοσή τους.

Οι αρχές από τις οποίες διέπεται το εν λόγω βραβείο είναι οι ακόλουθες:

- Η εστίαση στον πελάτη.
- Ο προσανατολισμός στο αποτέλεσμα.
- Η ηγεσία και η προσήλωση στον στόχο.
- Διοίκηση με διαδικασίες και γεγονότα.
- Ανάπτυξη και συμμετοχή του ανθρώπινου δυναμικού.
- Συνεχής μάθηση, βελτίωση και καινοτομία.
- Ανάπτυξη συνεργασιών.
- Εταιρική κοινωνική ευθύνη. (Χυτήρης , 2006)



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Τα πρότυπα ISO**

### **Βιβλιογραφική επισκόπηση (Ποιότητας – Βιομηχανίας)**

Σε αυτό το στάδιο της πτυχιακής, γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση επάνω σε καίρια ζητήματα της βιομηχανίας παραγωγής και διάθεσης σκυροδέματος όπως αυτά ορίζονται από την επίκαιρη βιομηχανική άποψη.

Αναφορικά, αναλύονται έννοιες όπως η περιβαλλοντολογική εποπτεία της κατασκευής του σκυροδέματος, εναλλακτικά ανακυκλώσιμα υλικά και οι ποιότητα αυτών καθώς και ο έλεγχος και η συντήρηση του βιομηχανικού εξοπλισμού. Με βάση τα παραπάνω εξάγεται ως συνολικό παράγωγο αυτού του κεφαλαίου η επίδραση των βιομηχανικών διεργασιών παραγωγής σκυροδέματος, στην συνολική ποιότητα αυτού.

#### **2.1 Έλεγχος ποιότητας**

Αύξηση του ενεργειακού κόστους και των περιβαλλοντικών κανονισμών αποτελεί παράγωγο των προσπαθειών για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης στον κατασκευαστικό τομέα ανά τον κόσμο. Ο βιομηχανικός τομέας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τους διαθέσιμους ενεργειακούς πόρους για να παρέχει ενέργεια για τη μετατροπή των πρώτων υλών σε χρήσιμα προϊόντα. Η ανάγκη να γίνουν αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται και παρέχεται σε όλες τις βιομηχανικές διεργασίες αποτελεί τη μεγαλύτερη πρόκληση για τους μηχανικούς, να προχωρήσουν δηλαδή προς την κατεύθυνση της βιωσιμότητας (Kluczek and Olszewski, 2017).

Ο ενεργειακός έλεγχος θεωρείτε ευρέως ως ένας από τους πλέον οικονομικά αποδοτικούς τρόπους βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης καθώς και της ποιότητας με τη διερεύνηση των ενεργειακών ροών εντός μιας επιχείρησης καθώς και μέσα σε μεμονωμένες μονάδες επεξεργασίας. Παρόλο που το ISO 50001 επικεντρώνεται σε θέματα ενέργειας, οι έλεγχοι πιστοποίησης έχουν πολλές παρόμοιες ιδιότητες με τα περιβαλλοντικά πρότυπα όσον αφορά τη δομή, τη διαδικασία εφαρμογής και την παρακολούθηση αυτών. (McKane et al., 2007; Trianni et al., 2014; ISO 14001, 2015)

Οι περισσότερες πρακτικές ελέγχου επικεντρώνονται στο επιχειρησιακό επίπεδο βελτίωσης, το επίπεδο του συστήματος είναι πιο σημαντικό για την επίτευξη συνεχούς βελτίωσης. Η πιστοποίηση του προτύπου υποστηρίζει όχι μόνο τη βελτίωση της

παραγωγής και τη χρήση ενέργειας, αλλά και τη βελτίωση των περιβαλλοντικών αποτελεσμάτων και των οικονομικών πλεονεκτημάτων (MacDonald, 2005; Dovi et al., 2009). Από αυτή την άποψη, ο ενεργειακός έλεγχος μπορεί να εκτελεστεί με διαφορετικούς άξονες ανάλυσης ανάλογα με τις ανάγκες της επιχείρησης και μπορεί να κατηγοριοποιηθεί στους παρακάτω τύπους: walk-through, mini-audit και maxi-audit (Cagno et al., 2010).

Αναγνωρίζονται τρεις τύποι ενεργειακών ελέγχων: ένας έλεγχος οδηγιών (walk through), ένας ενδιάμεσος έλεγχος και ένας εκτεταμένος ενεργειακός έλεγχος. Παρόλο που η παραπάνω ταξινόμηση είναι χρήσιμη για την εξέταση μεμονωμένων εγκαταστάσεων, επικεντρώνεται στο πεδίο και τις επιπτώσεις των περιβαλλοντικών ελέγχων για τα πραγματικά και πιθανά περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με τη διαχείριση της ροής υλικού και ενέργειας και τη ρύθμιση των περιβαλλοντικών επιδόσεων (Heras-Saizarbitoria et al., 2013).

Με βάση τους Kluczek and Olszewski (2017), οι ενεργειακοί έλεγχοι θα πρέπει να ξεκινούν με το ερωτηματολόγιο πριν από τον έλεγχο (pre-audit questionnaire), περιλαμβανομένων των πιο βασικών πληροφοριών σχετικά με τις διαδικασίες του χώρου παραγωγής. Είναι σημαντικό να διατυπώνετε ένα ενημερωτικό ερωτηματολόγιο σύντομο, το οποίο να είναι εύκολο να κατανοήσει το μηχανολογικό προσωπικό μη προσανατολισμένο στην ενεργειακά προσανατολισμένη βιωσιμότητα.

Το συμπληρωμένο ερωτηματολόγιο πρέπει να παρέχει πληροφορίες σχετικά με το προφίλ παρασκευής, τα επεξεργασμένα υλικά, το τελικό προϊόν και την κλίμακα παραγωγής, δίνοντας συμβουλές στους ελεγκτές σχετικά με πιθανές διαδικασίες μετατροπής ενέργειας. Επιπλέον, ένα ερωτηματολόγιο θα πρέπει να περιλαμβάνει την ετήσια χρήση και το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου (ή άλλων καυσίμων), νερού, μεταποιημένων αερίων (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> κ.λπ.) και ενδεχομένως πληροφορίες σχετικά με τις πιο ενεργειακές εντάσεις μηχανές / διαδικασίες.

Με βάση αυτές τις πληροφορίες, ο ελεγκτής θα πρέπει να έχει μια γενική εικόνα της ενεργειακής μετατροπής και της ροής του εργοστασίου, επιτρέποντας τον προσδιορισμό των περιοχών των πιθανών βελτιώσεων (Telukdarie, et al., 2006).

Η φάση της αρχικής ανάλυσης των διαδικασιών περιλαμβάνει μια προκαταρκτική συνάντηση με την ομάδα μηχανικών, η οποία σχετίζεται με τη διαδικασία κατασκευής και τους τύπους μετατροπής ενέργειας.

Η ομάδα ελέγχου αποτελείται από ειδικευμένους μηχανικούς ή συμβούλους με επαρκή εμπειρία στη διεξαγωγή ενεργειακών ελέγχων, οι οποίοι συνεργάζονται με εκπροσώπους της εταιρείας (διευθυντές εγκαταστάσεων, μηχανικοί συντήρησης). Αυτό το στάδιο ελέγχου συσχετίζεται με την επισκόπηση και την παρατήρηση των προβλημάτων που συζητήθηκαν παραπάνω (Telukdarie, et al., 2006; Saidur, R., Mekhilef, 2010).

Κατά τη διάρκεια του επόμενου σταδίου των ελέγχων, οι ελεγκτές καθορίζουν πιθανές δραστηριότητες εξοικονόμησης ενέργειας. Από το σημείο αυτό, όλες οι περαιτέρω δραστηριότητες κατευθύνονται προς μια συγκεκριμένη, μεθοδολογικά ορθή ενεργειακή αξιολόγηση. Οι ελεγκτές αποφασίζουν για τα στοιχεία συλλογής, τα έγγραφα, τις μετρήσεις, τα χαρακτηριστικά του εξοπλισμού κατασκευής και τα μεταποιημένα υλικά, τις γενικές ροές ενέργειας κλπ. Όλες οι δραστηριότητες που ορίζονται στο προηγούμενο βήμα εκτελούνται με βάση τις μετρήσεις και το μπλοκ συλλογής δεδομένων.

Σε αυτό το στάδιο όπως ορίζουν και οι Kluczek and Olszewski (2017), συνιστάται στους ελεγκτές να “ξανασυναντηθούν” με το προσωπικό, τις εγκαταστάσεις και να επανεξετάσουν το αρχικό θεώρημα καθώς και να προτείνουν πιθανές συστάσεις. Η ανάλυση της ενεργειακής κατανάλωσης και η τελική έκθεση καταρτίζονται με βάση τις πληροφορίες που συλλέγονται. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτό είναι το πιο έντονο και χρονοβόρο μέρος του ενεργειακού ελέγχου. Όλες οι υποθέσεις και η ανάλυση που οδηγεί στα παρουσιαζόμενα οφέλη πρέπει να τεκμηριώνονται και να εξηγούνται, επιτρέποντας περαιτέρω έλεγχο ή αναπαραγωγή από το προσωπικό του εργοστασίου. Τα συμπεράσματα από τον ενεργειακό έλεγχο θα πρέπει να επαρκούν για την πραγματοποίηση του επόμενου σταδίου στο ΣΠΔ σύμφωνα με το πρότυπο ISO 50001. Στο τελευταίο στάδιο της διαδικασίας ελέγχου περιλαμβάνεται η έκθεση εφαρμογής. Ο ελεγκτής επικοινωνεί με την εταιρεία

αργότερα, συνήθως 6 μήνες μετά την τελική έκθεση, για να επαληθεύσει τις παρατηρήσεις και τις συστάσεις του.

Με την επανάληψη του ενεργειακού ελέγχου, η εταιρεία μπορεί να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση όπως απαιτείται από την πιστοποίηση συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης, π.χ. το πρότυπο ISO 50001. Μέσω αυτού του προτύπου, οι εταιρείες είναι σε θέση να επιτύχουν μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και να έχουν θετικές επιπτώσεις σε άλλα περιβαλλοντικά θέματα και ενεργειακό κόστος (Eccleston et al., 2011; Böttcher and Müller, 2016).

## **2.1 Περιβαλλοντική σημασία παραγωγής - χρήσης**

Ο ετήσιος ρυθμός αύξησης της παραγωγής τσιμέντου είναι 4% λόγω των ταχέων και αυξανόμενων ρυθμών κατασκευής στις αναπτυσσόμενες χώρες με βάση το Παγκόσμιο Επιχειρηματικό Συμβούλιο για την Αειφόρο Ανάπτυξη 2015 (Kusuma et al., 2015). Τις τελευταίες δεκαετίες, η ιστορία και εξέλιξη του σκυροδέματος και της επίπτωσης του στα κατασκευαστικά έργα συνδέεται στενά με την ανάπτυξη του τσιμέντου Portland.

Στις τελευταίες δεκαετίες, ο κατασκευαστικός κλάδος έχει αναγνωριστεί ως ένας από τους βιομηχανικούς κλάδους με τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καθώς οι εργασίες κατασκευής και κατεδάφισης οδηγούν σε σημαντική παραγωγή αποβλήτων και, επιπλέον, η παραγωγή δομικών υλικών αντιπροσωπεύει έναν από τους σημαντικότερους καταναλωτές φυσικών πόρων και ενέργειας παγκόσμιος (Dahlbo et al, 2015; Braga et al, 2017; Rangel et al., 2019).

Καθώς έχει αυξηθεί η ανησυχία για το μέλλον του πλανήτη, είναι κατανοητό πώς μεγάλο κεφάλαιο στην ποιότητα του σκυροδέματος αλλά και την ενεργειακή κατανάλωση που συνδέεται με την παραγωγή αλλά και εφαρμογή του κατέχει η συμμόρφωση με τους κανονισμούς και οδηγίες της αειφόρου ανάπτυξης και κατασκευής.

Ενισχύοντας τα παραπάνω οι Kusuma et al., (2015) παραθέτουν πώς, τα κτίρια είναι ένας από τους βαρύτερους καταναλωτές φυσικών πόρων και αντιπροσωπεύουν σημαντικό ποσοστό της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Στην πραγματικότητα, ο οικοδομικός τομέας είναι υπεύθυνος για το

40% περίπου της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας και για το 30% των παγκόσμιων εκπομπών θερμοκηπίου.

Για να επιτευχθεί ένα ακόμα υψηλότερο επίπεδο βιωσιμότητας, ο τομέας της προσφοράς – παραγωγής σκυροδέματος εργάζεται εδώ και πολλά χρόνια σε μια σειρά μέτρων που αποσκοπούν στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της παραγωγής σκυροδέματος.



Σχήμα 2.1 Κυκλικό διάγραμμα χωρικής ταξινόμησης των διαφόρων παραμέτρων τα οποία και καθορίζουν το “βιώσιμο σκυρόδεμα” (Τα σχήματα τροποποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς της διπλωματικής από (Kusuma et al., 2015, p. 755)).

Μια βιώσιμη δομή - ποιότητα σκυροδέματος είναι αυτή που είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε ο συνολικός κοινωνικός αντίκτυπος καθ 'όλη τη διάρκεια της ζωής του κύκλου του να είναι ο ελάχιστος δυνατός. Ο σχεδιασμός με γνώμονα τη βιωσιμότητα περιλαμβάνει τη συνεκτίμηση των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων συνεπειών της δομής του υλικού. Μια ολοκληρωμένη διαδικασία

βιώσιμου σχεδιασμού μπορεί να μειώσει το κόστος των έργων και το λειτουργικό κόστος της ανάπτυξης.

Η επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης απαιτεί μεθόδους και εργαλεία για να βοηθηθεί η ποσότητα και να συγκριθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη δημιουργία και την παροχή αγαθών και υπηρεσιών που χρησιμοποιούνται από την κοινωνία μας.

Η ανακύκλωση των κατασκευαστικών αποβλήτων είναι μια επιχείρηση που είναι εξαιρετικά σημαντική και δύσκολη κατά την εκπόνηση της για την προστασία του περιβάλλοντος. Ένας από τους πιθανούς τρόπους εφαρμογής των οικοδομικών

αποβλήτων, από την κατεδάφιση κατασκευών από σκυρόδεμα, είναι η επαναχρησιμοποίησή τους ως αδρανών υλικών ανακυκλωμένου σκυροδέματος (RCAs) στην παραγωγή νέων κατασκευαστικών σκυροδεμάτων (Liu et al., 2018; Otieno, 2018; Thomas et al., 2018; Verian et al., 2018).

Η εξάντληση των παρθένων αδρανών πηγών δίνει παραπάνω σημασία στην παραπάνω θεώρηση. Αυτό έχει προκαλέσει την ανάγκη μιας εναλλακτικής πηγής πρώτων υλών. Τα τελευταία χρόνια, η έρευνα σχετικά με την ανακύκλωση σκυροδέματος έχει αποκτήσει σημαντική προσοχή από τη βιομηχανία αλλά και την ακαδημαϊκή κοινότητα όχι μόνο για οικονομικούς λόγους αλλά και κατά ένα μεγάλο βαθμό περιβαλλοντολογικούς (Andal et al., 2016)

Ο κατάλληλος διαχωρισμός των συντριμμίων μιας κατασκευής επιτρέπει την επιλογή των κατακερματισμένων αποβλήτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα ως το σύνολο για ένα νέο σκυρόδεμα ή ως το δευτερεύον αδρανές για διάφορα είδη στρώσεων άμμου. Η ποιότητα των αποβλήτων κατασκευής έχει μεγάλη επίδραση στις ιδιότητες του λαμβανόμενου RCA.

Είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει γνώση στη σύνθεση, τον τύπο και τις ιδιότητες των υλικών που μπορούν να περιέχονται στα απόβλητα μιας κατασκευής. Η σύνθεση των αποβλήτων κατασκευών είναι αρκετά διαφορετική και πολλές φορές παρατηρείται σημαντική επικράτηση υλικών από σκυρόδεμα και τούβλα. Οι ανεπιθύμητες ουσίες στην RCA περιλαμβάνουν: κονίαμα, κεραμικά, ξύλο, χώμα, πλαστικά, γυαλί (Koper et al., 2017).

Ακόμη και αν το περιεχόμενο τέτοιων ρύπων είναι μερικές εκατοστιαίες μονάδες (π.χ. ένα κλάσμα του ποσοστού στην περίπτωση βαφών με βάση το οξικό βινύλιο), οι

μολυντές μπορούν να προκαλέσουν σημαντική μείωση της αντοχής σε θλίψη στο νέο υλικό που θα παραχθεί (Koper et al., 2017).

Σήμερα, η περιεκτικότητα σε ρύπους σε RCA μειώνεται με την εφαρμογή διαφόρων τεχνικών διαχωρισμού ανάλογα με το κλάσμα και τον τύπο του υλικού. Ο κατάλληλος διαχωρισμός, μαζί με την κατάλληλη σύνθλιψη των συντριμμιών κατασκευής, αποφασίζει για τη δυνατότητα της συνολικής εφαρμογής στην παραγωγή σκυροδέματος. Ο κατάλληλος διαχωρισμός επιτρέπει την επιλογή των κατακερματισμένων αποβλήτων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας ως αδρανή για ένα νέο σκυρόδεμα ή ως το δευτερεύον αδρανές για διάφορα είδη στρώσεων άμμου.

Βάσει των αποτελεσμάτων των παραπάνω έρευνών, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι η κατηγορία αντοχής του πρωτογενούς σκυροδέματος, από την οποία το δευτερογενές συσσωμάτωμα προέρχεται, έχει τη μεγάλη επίδραση στις ιδιότητες αντοχής τόσο του αδρανούς όσο και του σκυροδέματος που κατασκευάζεται από το αδρανές.

Τα ερευνητικά αποτελέσματα και αναλύσεις επιτρέπουν να δηλωθεί ότι: η αντοχή σε θλίψη του πρωτεύοντος σκυροδέματος, που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την RCA, έχει βασική επίδραση στις φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του αδρανούς.

Δοκιμές αντοχής σε θλίψη έδειξαν ότι η αύξηση της ποσότητας RCA στο μείγμα είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της αντοχής σε θλίψη. Ωστόσο, το σκυρόδεμα που κατασκευάστηκε με RCA διατηρημένης ποιότητας έδειξε μεγαλύτερη αντοχή σε σύγκριση με το ίδιο σκυρόδεμα που περιείχε εμπορικό RCA. Το ίδιο συμπέρασμα ισχύει για τον διαχωρισμό της αντοχής εφελκυσμού (Andal et al., 2016).

Επίσης, όσο υψηλότερη είναι η αντοχή σε θλίψη του πρωτογενούς σκυροδέματος και όσο χαμηλότερος είναι ο δείκτης κοκκοποίησης, τόσο χαμηλότερη είναι η περιεκτικότητα σε ορυκτή σκόνη αλλά και τόσο χαμηλότερη είναι η απορρόφηση νερού του αδρανούς που λαμβάνεται από το σκυρόδεμα. (Π.χ. η απορρόφηση νερού από την καλύτερη ποιότητα RCA προσεγγίζει το 5%). Τέλος, η περιεκτικότητα σε ορυκτά συσσωματώματα, που προέρχεται από θραύση σκυροδέματος, κυμαίνεται μεταξύ 0,3 και 1% (Koper et al., 2017).

Η βελτίωση της ποιότητας του σκυροδέματος είναι σημαντική σε σχέση με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τη βιωσιμότητα. Όπου ο στόχος είναι να μειωθεί η χρήση τσιμέντου στο μείγμα σκυροδέματος. Όπως γνωρίζουμε στη διαδικασία κατασκευής, το τσιμέντο χρειάζεται πολλή ενέργεια και παράγει πολύ άνθρακα. Η βελτιστοποίηση της ομαδικής διαβάθμισης, η χρήση τσιμεντοειδών υλικών και η επιλογή των κατάλληλων προσμείξεων από σκυρόδεμα, επίσης με χαμηλή τυπική απόκλιση, σωστή συντήρηση εγκαταστάσεων και αναμείκτη, παρακολούθηση θερμοκρασίας σκυροδέματος και περιβάλλοντος και παρακολούθηση της ακρίβειας των παρτίδων μπορεί να συμβάλει στη μείωση της ενέργειας και των αποβλήτων που συνδέονται με την παραγωγή, είναι η κύρια έννοια της βιωσιμότητας.

## **2.2 Έλεγχος ποιότητας στη βιομηχανία**

Όπως αναφέρεται και από το άρθρο των Al-Muhaisen and Santarisi (2002), σε σχέση με την τεχνολογική ανάπτυξη της βιομηχανίας του σκυροδέματος, η επίδραση της παραγωγικότητας αλλά και της ποιότητας μετακινείται όλο και περισσότερο από την ανθρώπινη συμμετοχή στην μηχανική. Η σημασία της συντήρησης αυξήθηκε, καθώς η υψηλή παραγωγικότητα και η ποιότητα μπορούν να επιτευχθούν με την ανάπτυξη και την οργανωμένη συντήρηση του βιομηχανικού εξοπλισμού. Προφανώς η παραπάνω διαδικασία εμπεριέχει πρακτικές ελέγχου κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο εξοπλισμός να διακόπτεται για συντήρηση σε προγραμματισμένο χρονοδιάγραμμα διακοπής – επισκευής (Al-Muhaisen and Santarisi, 2002).

Για να επιτευχθεί η σωστή παραγωγικότητα και ποιότητα των προϊόντων, είναι σημαντικό οι βιομηχανίες να έχουν προμηθευτεί τον σωστό εξοπλισμό από την αρχή. Η συντήρηση αυτού για να έχει σημασία και αντίκτυπο στην συνολική ποιότητα του σκυροδέματος δεν ξεκινά να εφαρμόζει όταν παραδοθεί και έχει εγκατασταθεί ο εξοπλισμός, αλλά από ένα πρώιμο στάδιο.

Ο αριθμός των βιομηχανικών μονάδων που καταβάλλουν σημαντικές προσπάθειες για να εξετάσουν τη σχετική τους ικανότητα να διατηρούν αξιόπιστο εξοπλισμό με ανταγωνιστικό κόστος αυξάνεται συνεχώς. Ορισμένες εταιρείες χρησιμοποιούν την παραδοσιακή προσέγγιση των ερευνών ή των ελέγχων που παρέχονται από συμβούλους. Από την αντίπερα όχθη κατασκευαστές χρησιμοποιούν



μια προσέγγιση συγκριτικής αξιολόγησης για να βοηθήσουν στην ποσοτικοποίηση των δυνατοτήτων και να συγκριθούν με άλλα δεδομένα.

Πιο συγκεκριμένα, ο έλεγχος ή η συγκριτική αξιολόγηση είναι η πρακτική της μέτρησης των επιδόσεων σε σχέση με ένα πρότυπο. Η μετρούμενη απόδοση μπορεί να είναι η παραγωγή, η συντήρηση ή κάποιος άλλος τύπος παροχής υπηρεσιών της βιομηχανίας. Το πρότυπο μπορεί να οριστεί από μια μεμονωμένη εταιρεία βάσει των επιδόσεων των ανταγωνιστών ή σε συγκρίσιμα δεδομένα της βιομηχανίας. Κάποιοι κατασκευαστές το χρησιμοποιούν για να μάθουν για πρακτικές που έχουν αποδειχθεί ότι οδηγούν σε αύξηση της απόδοσης, και στη συνέχεια εφαρμόζουν τις πρακτικές αυτές στις δικές τους λειτουργίες.

Όπως αναφέρεται και από το McQueen (1999), υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι άσκησης συγκριτικής αξιολόγησης,

- Η εσωτερική συγκριτική αξιολόγηση, όπου οι υπεύθυνοι παραγωγής καθορίζουν τα πρότυπα που ισχύουν για κάθε μία από τις τοποθεσίες που δημιουργείται το προϊόν, και στη συνέχεια καταγράφουν τον τρόπο με τον οποίο πληρούνται τα ήδη θεσμοθετημένα από αυτούς πρότυπα.
- Η βιομηχανική συγκριτική αξιολόγηση, όπου η απόδοση της επιχείρησης μετράται έναντι άλλων οργανισμών του ίδιου κλάδου.
- Η συγκριτική αξιολόγηση των καλύτερων πρακτικών, όπου η απόδοση μετράται σε σχέση με άλλες εταιρείες που θεωρούνται ηγέτες της βιομηχανίας, ανεξάρτητα από τις υπάρχουσες εσωτερικές πρακτικές της επιχείρησης.

Πιο συγκεκριμένα και για μια βιομηχανία όπως αυτή της παραγωγής σκυροδέματος ο σωστός και συνεχής έλεγχος του συστήματος συντήρησης του εξοπλισμού θα καθορίσει την αποτελεσματικότητα καθώς και την βιωσιμότητα των υπαρχουσών λειτουργιών. Θα τονίσει τις δυνάμεις και τις αδυναμίες του συστήματος και θα βοηθήσει στον σωστό σχεδιασμό και έλεγχο των δραστηριοτήτων του. Επίσης, παρέχει μεθοδολογία ή ένα νέο κανονιστικό πλαίσιο για τη συνεχή βελτίωση της αποτελεσματικότητας της συντήρησης μέσω του ελέγχου των κύριων

υποσυστημάτων, όπως η διαχείριση συντήρησης, η λειτουργία συντήρησης και η διαχείριση του εξοπλισμού (Duffuaa, S.O., Raouf, A. and Campbell, 1999).

Λόγω της αύξησης του αυτοματισμού, οποιαδήποτε ανάλυση θα έχει σοβαρό αντίκτυπο παραγωγή και τα μέτρα για την ελαχιστοποίηση και τη μείωση των βλαβών γίνονται Ως εκ τούτου, οι κύριοι στόχοι των δραστηριοτήτων συντήρησης στις εγκαταστάσεις τσιμέντου είναι η διατήρηση του εξοπλισμού και της εγκατάστασης.

Για να επιτευχθεί αυτό, όλες οι δραστηριότητες συντήρησης πρέπει να εκτελούνται και να εκτελούνται με υψηλό επίπεδο μέσω ακριβούς σχεδιασμού και προγραμματισμού για όλους τους πόρους. Επιπλέον, το πρώτο βήμα με τον τρόπο αυτό είναι ο έλεγχος των υπαρχόντων το σύστημα συντήρησης, που είναι ο κύριος σκοπός αυτής της εργασίας.

### **2.3 Πιστοποίηση ποιότητας και σύγχρονες αντιλήψεις**

Η ιστορία του ISO ξεκίνησε το 1946, όταν εκπρόσωποι από 25 χώρες συναντήθηκαν στο Ινστιτούτο Πολιτικών Μηχανικών στο Λονδίνο και αποφάσισαν να δημιουργήσουν έναν νέο διεθνή οργανισμό «για να διευκολύνουν τον διεθνή συντονισμό και την ενοποίηση των βιομηχανικών προτύπων». Στις 23 Φεβρουαρίου 1947 ο νέος οργανισμός, ISO, άρχισε επίσημα να λειτουργεί. Έκτοτε, έχουν δημοσιεύσει πάνω από 22416 διεθνή πρότυπα που καλύπτουν σχεδόν όλες τις πτυχές της τεχνολογίας και της μεταποίησης (ISO, 2018).

Σήμερα εντοπίζονται μέλη από 162 χώρες και 785 τεχνικές επιτροπές και υποεπιτροπές για να φροντίζουν για την διαχείριση αλλά και ανάπτυξη των παραπάνω προτύπων. Περισσότεροι από 135 άνθρωποι εργάζονται με πλήρη απασχόληση για την Κεντρική Γραμματεία ISO στη Γενεύη της Ελβετίας (ISO, 2018).



Σχήμα 3.1 Στη παρούσα φωτογραφία παρουσιάζονται οι πρώτοι ιδρυτές και συντελεστές του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης (ISO). (Τα σχήματα τροποποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς της διπλωματικής από (ISO, 2018)).

---



Σχήμα 3.2 Τα πρώτα γραφεία του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης (ISO). (Τα σχήματα τροποποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς της διπλωματικής από (ISO, 2018)).

Το ISO ιδρύθηκε με την ιδέα να δοθεί απάντηση σε μια θεμελιώδη ερώτηση όπως μεταφέρεται και από τον ίδιο τον οργανισμό: *"ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος για να γίνει αυτό;"*

Η έναρξη έγινε με τα προφανή πράγματα όπως τις μονάδες μέτρησης καθώς και τα διάφορα σημεία αναφοράς. Τα τελευταία 50 χρόνια έχει εξελιχθεί σε μια οικογένεια προτύπων που καλύπτουν ένα εξαιρετικά μεγάλο φάσμα όπως από τα παπούτσια που χρησιμοποιούν αθλητές, μέχρι και τα δίκτυα Wi-Fi.

Τα Διεθνή Πρότυπα εξασφαλίζουν, ότι οι καταναλωτές μπορούν να έχουν εμπιστοσύνη και ότι τα προϊόντα τους είναι ασφαλή, αξιόπιστα και καλής ποιότητας. Τα πρότυπα ISO για την οδική ασφάλεια, την ασφάλεια παιχνιδιών και την ασφαλή ιατρική συσκευασία είναι μόνο μερικά από αυτά που συμβάλουν στην καθημερινή ανθρώπινη ασφάλεια. Πέρα από εταιρείες και οργανισμούς, οι ρυθμιστικές αρχές και οι κυβερνήσεις βασίζονται σε πρότυπα ISO για να βοηθήσουν στην ανάπτυξη και ρύθμιση καλύτερων κανονιστικών πλαισίων.

Το πρότυπο ISO 9001, προδιαγράφει τις απαιτήσεις για ένα σύστημα διαχείρισης ποιότητας εφαρμόσιμο από έναν οργανισμό που πρέπει να αποδείξει την ικανότητά του να παρέχει με συνέπεια ένα συγκεκριμένο προϊόν ή υπηρεσία που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του πελάτη και τις ισχύουσες κανονιστικές απαιτήσεις ενώ παράλληλα στοχεύει στην ενίσχυση της ικανοποίησης των πελατών μέσω της αποτελεσματικής εφαρμογής του συστήματος με διαδικασίες για συνεχή βελτίωση του συστήματος και διασφάλιση της συμμόρφωσης προς τον πελάτη και των εφαρμοστέων κανονιστικών απαιτήσεων (ISO, 2015).

Χρειάζεται πολλοί άνθρωποι να συνεργαστούν για να αναπτύξουν ένα πρότυπο. Οι εμπειρογνώμονες συγκροτούν μια τεχνική επιτροπή που είναι υπεύθυνη για ένα συγκεκριμένο θέμα. Ξεκινούν τη διαδικασία με την ανάπτυξη ενός σχεδίου που ανταποκρίνεται σε μια συγκεκριμένη ανάγκη της αγοράς. Στη συνέχεια γίνεται

κοινή χρήση για σχολιασμό και περαιτέρω συζήτηση. Η διαδικασία ψηφοφορίας είναι το κλειδί της συναίνεσης. Εάν αυτό επιτευχθεί τότε το σχέδιο βρίσκεται στο δρόμο του να γίνει πρότυπο ISO. Εάν δεν επιτευχθεί συμφωνία, τότε το σχέδιο θα τροποποιηθεί περαιτέρω και θα ψηφιστεί εκ νέου. Από την πρώτη πρόταση έως την τελική δημοσίευση, η ανάπτυξη ενός προτύπου συνήθως διαρκεί περίπου 3 χρόνια. Οι κύριες αρχές στις οποίες βασίζεται η δημιουργία των προτύπων με βάση τον οργανισμό ISO (2018) :

#### 1. Τα πρότυπα ISO ανταποκρίνονται σε μια ανάγκη στην αγορά

Το ISO δεν αποφασίζει ποτέ να αναπτύξει ένα νέο πρότυπο, αλλά ανταποκρίνεται σε ένα αίτημα της βιομηχανίας ή άλλων ενδιαφερομένων, όπως είναι οι ομάδες καταναλωτών. Συνήθως, ένας κλάδος ή μια ομάδα του κλάδου επικοινωνεί την ανάγκη για ένα πρότυπο για το εθνικό μέλος του που έπειτα έρχεται σε επαφή με το ISO.

#### 2. Τα πρότυπα ISO βασίζονται στην παγκόσμια γνώμη εμπειρογνομόνων

Τα πρότυπα ISO αναπτύσσονται από ομάδες εμπειρογνομόνων από όλο τον κόσμο, οι οποίες ανήκουν σε μεγαλύτερες ομάδες που ονομάζονται τεχνικές επιτροπές. Αυτοί οι εμπειρογνώμονες διαπραγματεύονται όλες τις πτυχές του προτύπου, συμπεριλαμβανομένου του πεδίου εφαρμογής του, των βασικών ορισμών και του περιεχομένου του.

#### 3. Τα πρότυπα ISO αναπτύσσονται μέσω μιας διαδικασίας πολλαπλών φορέων

Οι τεχνικές επιτροπές αποτελούνται από εμπειρογνώμονες της σχετικής βιομηχανίας, αλλά και από ενώσεις καταναλωτών, ακαδημαϊκούς κύκλους, ΜΚΟ και κυβέρνηση.

#### 4. Τα πρότυπα ISO βασίζονται στη συναίνεση

Η ανάπτυξη προτύπων ISO είναι μια προσέγγιση βασισμένη στη συναίνεση και λαμβάνονται υπόψη τα σχόλια όλων των ενδιαφερομένων.

Τα τελικά πρότυπα βασίζονται σε οκτώ αρχές διαχείρισης της ποιότητας που αποτελούν τη βάση των προτύπων της σειράς ISO 9000. Οι αρχές διαχείρισης ποιότητας προέρχονται από τις γνώμες των εμπειρογνομόνων της επιτροπής διαχείρισης ποιότητας του ISO και οι επεξηγηματικές και κανονιστικές οδηγίες στο ISO 9001 επιχειρούν να παράσχουν ένα πλαίσιο το οποίο, να ακολουθήσει αυτές τις αρχές.

Οι απαιτήσεις του προτύπου ISO 9001 επιχειρούν να είναι γενικές και εφαρμόσιμες σε όλους, ανεξάρτητα από τον τύπο, το μέγεθος και το προϊόν που παρέχουν. Παρόλο που εμφανίζει κύρια εφαρμογή και χρησιμοποιείται κυρίως από επιχειρήσεις, είναι επίσης εφαρμόσιμο και σε μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς. Η χρήση του προτύπου ISO 9001 για την ανάπτυξη συστημάτων διαχείρισης της ποιότητας έχει αποδειχθεί γενικά ότι έχει ευεργετικά αποτελέσματα για την οικονομική και επιχειρησιακή απόδοση μιας εταιρείας στο ανεξάρτητες επιστημονικές μελέτες. Τα πρότυπα ISO επιβλέπονται ανά πενταετία και αναθεωρούνται, αν χρειαστεί. Αυτό βοηθά να διασφαλιστεί το γεγονός ότι παραμένουν χρήσιμα εργαλεία για την αγορά. Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν σήμερα οι επιχειρήσεις και οι οργανώσεις είναι πολύ διαφορετικές από τις αντίστοιχες που αντιμετώπιζαν πριν από λίγες δεκαετίες και το πρότυπο ISO 9001 έχει λάβει υπόψιν του αυτές της νέες παραμέτρους (ISO, 2015).

Για παράδειγμα, η αυξημένη παγκοσμιοποίηση έχει αλλάξει τον τρόπο που οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί συχνά λειτουργούν με την εφαρμογή πιο σύνθετων αλυσίδων παροχής από ό, τι στο παρελθόν. Επιπλέον, εντοπίζονται συνεχώς αυξητικές τάσεις στις προσδοκίες από τους πελάτες και όποια άλλα ενδιαφερόμενα μέρη. Αυτό προφανώς επιτυγχάνεται από την ευκολότερη πρόσβαση στις πληροφορίες. Η σημερινή ευρύτερη κοινωνία έχει ισχυρότερη θέση και φωνή από ποτέ άλλοτε και για αυτό το πρότυπο ISO 9001 πρέπει να αντικατοπτρίζει αυτές τις αλλαγές προκειμένου να παραμείνει σχετικό με την αγορά και τις ευμετάβλητες τάσεις της.

## 2.4 Αρχές Διαχείρισης

Οι προαναφερθείσες οκτώ αρχές διαχείρισης αποτελούν ουσιαστικά το πυρήνα και τη βασική καθοδήγηση για μια γενική και καθολική διαχείριση της έννοιας της ποιότητας όπως παρουσιάζονται παρακάτω :

1. Εστίαση στον πελάτη. Οι οργανισμοί εξαρτώνται από τους πελάτες τους και ως εκ τούτου πρέπει να κατανοήσουν τις τρέχουσες και μελλοντικές ανάγκες τους καθώς επίσης, θα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις του καθώς και να προσπαθούν να ξεπεράσουν τις προσδοκίες τους.
2. Ηγετικές Ικανότητες. Οι ηγετικοί ρόλοι καθορίζουν την ενότητα του σκοπού και της κατεύθυνσης μιας οργανωμένης εταιρείας. Θα πρέπει να δημιουργούν και να διατηρούν ένα εσωτερικό περιβάλλον στο οποίο να μπορούν να συμμετάσχουν πλήρως οι άνθρωποι που απαρτίζουν το δυναμικό της εταιρείας με σκοπό την επίτευξη των στόχων του οργανισμού.
3. Ανθρώπινη Συμμετοχή. Οι άνθρωποι σε όλα τα επίπεδα είναι η ουσία ενός οργανισμού και η πλήρης συμμετοχή τους καθιστά δυνατή τη χρησιμοποίηση των ικανοτήτων τους προς όφελος του οργανισμού.
4. Διαδικασία προσέγγισης. Ένα επιθυμητό αποτέλεσμα επιτυγχάνεται πιο αποτελεσματικά όταν οι δραστηριότητες και οι σχετικοί πόροι διαχειρίζονται ως διαδικασία (process).
5. Συστηματική προσέγγιση στη διοίκηση. Ο προσδιορισμός, η κατανόηση και η διαχείριση των διάφορων αλληλοσυνδεδεμένων διαδικασιών καθιστά ένα

σύστημα το οποίο συμβάλλει στην αύξηση της αποτελεσματικότητας του οργανισμού αλλά και στην επίτευξη των στόχων της.

6. Συνεχής Βελτίωση. Η συνεχής βελτίωση της συνολικής οργάνωσης και των επιδόσεων πρέπει να αποτελεί μόνιμο στόχο της εταιρείας.
  
7. Πραγματική προσέγγιση στη λήψη αποφάσεων. Οι αποτελεσματικές αποφάσεις βασίζονται στην ανάλυση των δεδομένων και πληροφοριών ως παράγωγα των καθημερινών διεργασιών της επιχείρησης.
  
8. Αμοιβαίως ωφέλιμες σχέσεις με τους προμηθευτές. Μια οργάνωση και οι προμηθευτές της, αλληλεξαρτώνται. Μια αμοιβαία σχέση, επωφελεί καθώς και ενισχύει την ικανότητα και των δύο να δημιουργούν αξία

## **2.5 Μετάβαση σε νέα κανονιστικά πλαίσια.**

Όλα τα πρότυπα ISO επανεξετάζονται ανά πενταετία για να διαπιστωθεί εάν απαιτείται αναθεώρηση για να διατηρηθεί η ισχύουσα και σχετική για την αγορά εφαρμογή τους. Το πρότυπο ISO 9001: 2015 έχει σχεδιαστεί για να ανταποκρίνεται στις τελευταίες τάσεις και να είναι συμβατό με άλλα συστήματα διαχείρισης όπως το ISO 14001.

Η πιο αισθητή αλλαγή στα πρότυπα ποιότητας είναι η νέα δομή που παρουσιάζει (ISO, 2015). Το πρότυπο ISO 9001: 2015 ακολουθεί το ίδιο σύνολο ως δομή με τα άλλα πρότυπα συστήματος διαχείρισης ISO διευκολύνοντας τον καθένα (εταιρείες & οργανισμούς) χρησιμοποιώντας πολλαπλά συστήματα διαχείρισης. Μια άλλη σημαντική διαφορά είναι η εστίαση στη σκέψη που βασίζεται στον κίνδυνο. Μια άλλη σημαντική διαφορά που εντοπίζεται στα νέα πλαίσια είναι η εστίαση στη σκέψη που βασίζεται στην πρόβλεψη μελλοντικών ρίσκων. Αν και αυτό σαν πλαίσιο ήταν πάντα μέρος του προτύπου ISO, η νέα έκδοση δίνει μεγαλύτερη προβολή.

Η νέα έκδοση του προτύπου φέρνει στον χρήστη έναν αριθμό νέων παροχών, όπως για παράδειγμα (ISO, 2015) :



- Δίνει μεγαλύτερη έμφαση στην εμπλοκή της ηγεσίας.
- Βοηθά στην αντιμετώπιση οργανωτικών κινδύνων και ευκαιριών με δομημένο τρόπο.
- Χρησιμοποιεί απλοποιημένη γλώσσα και κοινή δομή και όρους, τα οποία είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε οργανισμούς που χρησιμοποιούν πολλαπλά συστήματα διαχείρισης, όπως για το περιβάλλον, την υγεία και την ασφάλεια ή την επιχειρηματική συνέχεια.
- Αντιμετωπίζει αποτελεσματικότερα τη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού
- Είναι πιο φιλικό προς το χρήστη για υπηρεσίες και γνώση οργανώσεις.

## 2.6 ISO 9000

Ο Διεθνής Οργανισμός ISO, το 1987 προχώρησε στην καθιέρωση πέντε Διεθνών Προτύπων Διασφάλισης Ποιότητας, τα οποία έγιναν γνωστά ως ISO 9000. Πρόκειται ουσιαστικά, για ένα διεθνές σύνολο εντύπων τα οποία διατυπώνονται από τα μέλη της Τεχνικής Επιτροπής ISO/TC 176. Τα πρότυπα της σειράς ISO 9000, έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να μπορούν να βοηθούν τους οργανισμούς και τις επιχειρήσεις, να διασφαλίζουν την ικανοποίηση των αναγκών, αφενός των πελάτων, αφετέρου δε των υπολοίπων ενδιαφερομένων μερών. Επιπροσθέτως, η εφαρμογή των προτύπων της σειράς ISO 9000, διασφαλίζει ότι η επιχείρηση ή ο οργανισμός, είναι σε θέση να εφαρμόσει τις αναγκαίες κανονιστικές απαιτήσεις που αφορούν είτε την παροχή υπηρεσιών, είτε την παραγωγή κάποιου προϊόντος.

Ουσιαστικά, μπορούμε να πούμε ότι τα πρότυπα της σειράς ISO 9000 έχουν άμεση σχέση με τα στοιχεία που αφορούν τα συστήματα διαχείρισης ποιότητας, όπου περιλαμβάνονται και οι επτά αρχές διαχείρισης της ποιότητας, στην βάση των οποίων έγινε η ανάπτυξη και η εξέλιξη της σειράς ISO 9000. Με βάση την έκδοση του ISO 9001 για το έτος 2005, τα στοιχεία αυτά αφορούν τα ακόλουθα:

- Την αιτιολόγηση των πράξεων ή των αποφάσεων, ή τον λόγο για τον οποίο λαμβάνεται μια απόφαση.
- Τις απαιτήσεις που σχετίζονται με την εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης ποιότητας (QMS).

- Τον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζει μια επιχείρηση τα συγκεκριμένα συστήματα ή εναλλακτικά, το πως σκοπεύει μια επιχείρηση να προχωρήσει στην εφαρμογή του QMS.
- Τον τρόπο με τον οποίο η επιχείρηση προσεγγίζει την διαδικασία εφαρμογής του QMS, δηλαδή ουσιαστικά, ποιοι τομείς ελέγχονται για την ποιότητα που προσφέρουν καθώς και πως η ποιότητα αυτή αναμένεται να βελτιωθεί.
- Τις απαιτήσεις των προϊόντων ή των υπηρεσιών που αναμένεται να παρέχονται, όπου ουσιαστικά αποτελεί μια στρατηγική μελέτη της θέσης των προϊόντων και υπηρεσιών, όπως επίσης και των αγορών στόχων που επιδιώκουν να επεκταθούν.
- Την πολιτική ποιότητας, όπως και τους στόχους ποιότητας που τίθενται από την ίδια την επιχείρηση ή εναλλακτικά, την πολιτική μέσω της οποίας αναμένεται να υπάρξει βελτίωση των προϊόντων και υπηρεσιών.
- Τον ρόλο τον οποίο καλείται να διαδραματίσει η ανώτατη διοίκηση της επιχείρησης, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο αυτή επεμβαίνει στην καθημερινότητα της παραγωγής και παροχής υπηρεσιών, τα μελλοντικά της πλάνα, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνεται την επένδυση στην ποιότητα.
- Την τεκμηρίωση των όσων εξάγονται αναφορικά με τα μεγέθη της εταιρείας, δηλαδή για ποιο λόγο έγιναν ορισμένες ενέργειες, τι σκοπό είχαν, αν επιτεύχθηκαν οι στόχοι, τι αλλαγές υπήρξαν στο κομμάτι της ποιότητας σε σχέση με τον αρχικό σχεδιασμό.
- Την αξιολόγηση του QMS, που συνιστά ιδιαίτερα σημαντικό κομμάτι καθώς μέσω αυτής της αξιολόγησης διαπιστώνεται κατά πόσο αυτή μπορεί να συμβάλλει στην βελτίωση των μεγεθών της επιχείρησης.
- Την διαρκή βελτίωση, καθώς ο ανταγωνισμός δεν παύει να λειτουργεί, ενώ οι τομείς της επιχείρησης που χρήζουν βελτίωση είναι αρκετοί και δημιουργούνται διαρκώς νέα δεδομένα στην αγορά.

- Τον ρόλο που διαδραματίζουν οι στατιστικές τεχνικές, καθώς από τους αριθμούς προκύπτουν ρεαλιστικά δεδομένα, όταν χρησιμοποιούνται με σωστό τρόπο και συνεπώς θα πρέπει να επιλέγονται με την δέουσα προσοχή οι τεχνικές με τις οποίες παρουσιάζονται και αναλύονται τα διάφορα δεδομένα, όπως επίσης και ο τρόπος με τον οποίο ερμηνεύονται τα αποτελέσματα που εξάγονται. (Bovaird & Loffler, 2009)

Επιπρόσθετα, οι επτά συν μία αρχές της ποιότητας αναλύονται ως ακολούθως:

- Ο πελάτης βρίσκεται το επίκεντρο: Μία εκ των σημαντικότερων αρχών της εφαρμογής των συστημάτων διαχείρισης της ποιότητας είναι η σημασία που δίνει ένας οργανισμός στην ικανοποίηση των αναγκών των πελατών του. Σήμερα, το να είναι σε θέση μια εταιρεία να αντιλαμβάνεται τις ανάγκες των ανθρώπων και να τους εξυπηρετεί με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο, καθώς επίσης και να προσαρμόζεται με ταχύτητα στις νέες ανάγκες που προκύπτουν, είναι το σημαντικότερο στοιχείο μιας ποιοτικής υπηρεσίας ή ενός ποιοτικού προϊόντος.
- Ο ρόλος της ηγεσίας: Είναι γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια έχει γίνει διαχωρισμός μεταξύ της διοίκησης και της ηγεσίας, καθώς οι δύο αυτοί όροι εκφράζουν διαφορετικές πρακτικές του ίδιου ρόλου. Στην διοίκηση, ο υπεύθυνος είναι το πρόσωπο το οποίο δίνει εντολές που αναμένει να υλοποιηθούν, χωρίς ωστόσο το άτομο αυτό να ζητά την άποψη των υφισταμένων του, ενώ συνήθως ο τρόπος διοίκησής του μπορεί να χαρακτηριστεί ως απρόσωπος. Από την άλλη, ο ηγέτης μπορεί να χαρακτηριστεί από υψηλή συναισθηματική νοημοσύνη, δηλαδή ουσιαστικά από την αντίληψη που έχει να αντιλαμβάνεται το πως αισθάνονται ή το τι χρειάζονται οι υφιστάμενοί του, ενώ ο ηγέτης επιδιώκει να δημιουργηθεί ένα καλύτερο κλίμα συνεργασίας. Η ηγεσία λοιπόν, εφόσον ασκείται με τον τρόπο που περιγράφεται παραπάνω, βελτιώνει την αποδοτικότητα μιας ομάδας και συμβάλλει καθοριστικά στην βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων από την επιχείρηση υπηρεσιών.
- Η ανάμιξη του ανθρώπινου παράγοντα: Αναμφίβολα, σε κάθε επίπεδο ιεραρχίας μιας επιχείρησης υπάρχουν άνθρωποι οι καταλαμβάνουν

ορισμένες θέσεις, έχοντας σημαίνοντα ρόλο στην διεκπεραίωση των υποθέσεων και της διαδικασίας παραγωγής. Η πλήρης ανάμιξη των ανθρώπων αυτών στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων τους δίνει την δυνατότητα αξιοποίησης των ικανοτήτων τους, τόσο σε ατομικό, όσο και σε συλλογικό επίπεδο.

- Η προσέγγιση των διαδικασιών: Τα επιθυμητά αποτελέσματα επιτυγχάνονται με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, όταν οι δράσεις που έχουν αναληφθεί και οι διαθέσιμοι πόροι που υπάρχουν διαχειρίζονται με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να αποτελούν μια διαδικασία-σειρά καθηκόντων προς εκτέλεση. Αυτό συμβαίνει καθώς με τον τρόπο αυτό μπορούν και προσδιορίζονται με περισσότερη ακρίβεια οι στόχοι αλλά και τα μοτίβα μέσω των οποίων μπορούν να διεκπεραιωθούν οι ενέργειες. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα καλύτερης και αποδοτικότερης διαχείρισης των ανθρώπινων και υλικών πόρων.
- Η προσέγγιση του συστήματος διαχείρισης ποιότητας: Οι στόχοι που έχουν τεθεί αναφορικά με την ποιότητα μπορούν να επιτευχθούν με περισσότερη ευκολία όταν υπάρχει αναγνώριση, κατανόηση, καθώς και διαχείριση ως ενιαίο σύστημα των διαδικασιών οι οποίες αλληλοσχετίζονται. Μια από τις βασικές τεχνικές προσέγγισης, είναι η συγκέντρωση των καίριων παρατηρήσεων καθώς και η συστηματική ενσωμάτωση σε αυτές των κατάλληλων πληροφοριών, μέσα από μια σειρά διαδικασιών, που έχουν ως τελική κατάληξη την δημιουργία ενός μοντέλου το οποίο έχει τη δυνατότητα να προβλέπει ή να προειδοποιεί για τυχόν σφάλματα ή και για αποκλίσεις. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η προσέγγιση του συστήματος διαχείρισης κρίνεται ως μια αναγκαία διαδικασία, προκειμένου να δημιουργηθεί υψηλή ποιότητα προϊόντων και υπηρεσιών.
- Η τάση για διαρκής βελτίωση: Η τάση για διαρκής βελτίωση μπορεί να αποτελέσει για την επιχείρηση ένα σταθερό στόχο και μπορεί να επιτευχθεί μέσω της πιστής εφαρμογής των βασικών αρχών. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Προτύπων (International Organization for Standardization – ISO), δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην προσήλωση της

διοίκησης στην διαρκή βελτίωση ενός οργανισμού, καθώς έτσι διασφαλίζεται η ανάπτυξη στενών σχέσεων συνεργασίας με τους πελάτες.

- Η προσέγγιση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων: Οι αποφάσεις που οδηγούν σε απτά αποτελέσματα στηρίζονται στην ανάλυση των υφιστάμενων δεδομένων, καθώς επίσης και στην σωστή πληροφόρηση της διοίκησης. Συνεπώς, θα πρέπει να μετρούνται και να αξιολογούνται τα προϊόντα, οι διαδικασίες και η διαρκής απόδοση των επιμέρους τμημάτων της επιχείρησης. Η ανάλυση των δεδομένων αποτελεί ιδιαίτερα σημαντική πηγή πληροφόρησης δίνοντας τη δυνατότητα λήψης αποφάσεων, οι οποίες στηρίζονται σε γεγονότα και όχι σε εικασίες. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μια πιο πλήρη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών.
- Οι αμοιβαία επωφελείς σχέσεις μεταξύ της επιχείρησης και των προμηθευτών: Η πρόσθετη αυτή αρχή στηρίζεται στην λογική εξυπηρέτησης συμφερόντων και στις δύο πλευρές συνεργασίας. Τόσο η επιχείρηση, όσο και οι προμηθευτές της, αποτελούν ουσιαστικά μια ομάδα και η ανάπτυξη αμοιβαία επωφελοδύς σχέσης έχει ως αποτέλεσμα την βελτίωση των συνεργασιών και την δημιουργία αξίας. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι γίνεται διαχωρισμός των πελατών σε εξωτερικούς πελάτης, όπου περιλαμβάνονται οι προμηθευτές, οι δημόσιοι φορείς καθώς και οι πελάτες και σε εσωτερικούς πελάτες, όπου περιλαμβάνεται το προσωπικό και οι μέτοχοι. Ακόμη, να τονίσουμε ότι όλες αυτές οι σχέσεις θα πρέπει να διαχειρίζονται με τον κατάλληλο τρόπο και να καλλιεργούνται με την δέουσα προσοχή και τον απαραίτητο σεβασμό, έτσι ώστε να μπορεί να διασφαλιστεί ότι η συνεργασία συνεχίζεται και οδηγεί σε θετικές επιπτώσεις για όλους τους εμπλεκόμενους. (Bovaird & Loffler, 2009)

Η σειρά ISO 9000 αποτελείται από πέντε έντυπα, από τα οποία το ISO 9001, ISO 9002 και ISO 9003 και τα πρότυπα ISO 9000 και ISO 9004 είναι έντυπα οδηγιών. (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος , 1993) Στη συνέχεια παρουσιάζονται εν συντομία τα πρότυπα της σειράς ISO 9000. (Αδαμίδης, 2015)

## ISO 9000

Το εν λόγω πρότυπο προσδιορίζει τις βασικές οδηγίες που αφορούν την επιλογή και τη χρήση Προτύπων Διασφάλισης Ποιότητας. Μέσω του συγκεκριμένου προτύπου προέκυψαν σημαντικά οφέλη για τις μικρές και τις μεσαίες επιχειρήσεις, οι οποίες κατάφεραν και έβαλαν σε μια σειρά τις λειτουργίες τους, ορθολογικοποιώντας την παραγωγική διαδικασία.

## ISO 9001

Το συγκεκριμένο πρότυπο αναφέρεται σε μια «αλυσίδα αξίας», όπου περιλαμβάνει τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την παραγωγή, την εγκατάσταση καθώς και την εξυπηρέτηση του πελάτη.

## ISO 9002

Το εν λόγω πρότυπο χρησιμοποιείται όταν υπάρχει ανάγκη ένας προμηθευτής να επιβεβαιώσει τη συμμόρφωση των προϊόντων του με καθορισμένες απαιτήσεις που αφορούν την παραγωγική διαδικασία και την εγκατάσταση.

## ISO 9003

Το ISO 9003 έχει περιορισμένη εφαρμογή, ενώ ο ρόλος του είναι να προδιαγράψει τις απαιτήσεις ενός Συστήματος Ποιότητας, το οποίο καλύπτει τον τελικό έλεγχο και τις δοκιμές.

## ISO 9004

Με το εν λόγω πρότυπο ποιότητας, δίνονται οι γενικές κατευθύνσεις και οδηγίες αναφορικά με την οργάνωση της επιχείρησης προς την κατεύθυνση της ανάπτυξης και εφαρμογής ενός Συστήματος Ποιότητας. Ουσιαστικά, το πρότυπο αυτό εξετάζει τις συμβάσεις, το λογισμικό, τη συντήρηση καθώς και την αξιοπιστία του συστήματος.

## ISO 9001:2000

Με την εισαγωγή και καθιέρωση του προτύπου ISO 9001:2000, καταργήθηκε ο όρος Διασφάλιση Ποιότητας και εισήχθη ο νέος όρος «Διαχείριση Ποιότητας». Μέσω της διαχείρισης ποιότητας δίνεται ιδιαίτερη έμφαση σε διεργασίες και τομείς όπως η επιδίωξη για συνεχή βελτίωση, η εγκατάσταση συγκεκριμένων δεικτών που

αναλύουν, μετρούν και συμβάλλουν στη βελτίωση της απόδοσης του οργανισμού. Ουσιαστικά το πρότυπο ISO 9001:2000 στηρίζεται σε πέντε βασικές ενότητες που είναι οι ακόλουθες:

- Το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας
- Η Ευθύνη της Διοίκησης
- Η Διαχείριση Πόρων
- Η Παραγωγή Αγαθών και η Προσφορά Υπηρεσιών
- Η Μέτρηση, Ανάλυση και η Βελτίωση.N (Τσιότρας , 2002)

Μέσω του ISO 9001:2000 καταργήθηκαν τα πρότυπα της σειράς που αναφέρθηκαν προηγουμένως με εξαίρεση το ISO 9000 και το ISO 9004, τα οποία ουσιαστικά έδιναν τις κατευθυντήριες γραμμές εφαρμογής. Τα επόμενα χρόνια αναπτύχθηκε μια σειρά από νέα πρότυπα ISO, τα σημαντικότερα εκ των οποίων ήταν τα ακόλουθα:

- Το ISO 9000:2008, το οποίο ουσιαστικά έθετε τις προϋποθέσεις για ένα Σύστημα Διαχείρισης της Ποιότητας.
- Το ISO 9000:2005, το οποίο κάλυπτε τα βασικά σχέδια και τη γλώσσα.
- Το ISO 9004: 2009, το οποίο επικεντρωνόταν στον τρόπο με τον οποίο ένα Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματικό και αποδοτικό.
- Το ISO 19011: 2011, το οποίο έθετε τις κατευθυντήριες γραμμές αναφορικά με τον εσωτερικό και τον εξωτερικό έλεγχο του Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας.

Αξίζει να αναφερθούμε λίγο περισσότερο στο σύστημα ISO 9000: 2015 καθώς είναι το πιο δημοφιλές και θέτει τα κριτήρια για μια ποιοτική διοίκηση, ενώ βρίσκει εφαρμογή σε μεγάλο πλήθος επιχειρήσεων και οργανισμών σε παγκόσμιο επίπεδο. Το πρότυπο αυτό έχει τις βάσεις του στις αρχές της Ολικής Ποιότητας, όπως είναι η ικανοποίηση, η εστίαση στους πελάτες, τα κίνητρα για τους εργαζομένους, η δέσμευση της διοίκησης για την τήρηση των αρχών της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. (Κέφης , 2014)

Η διαδικασία πιστοποίησης κατά το πρότυπο ISO 9000 αποτελείται από τέσσερα στάδια που είναι τα παρακάτω:

- 1<sup>ο</sup> στάδιο: Προσδιορίζεται η κατάσταση του συστήματος ποιότητας καθώς και ο βαθμός της προετοιμασίας που έχει γίνει.
- 2<sup>ο</sup> στάδιο: Γίνεται προετοιμασία του συστήματος για το στάδιο της πιστοποίησης.
- 3<sup>ο</sup> στάδιο: Γίνει έλεγχος τεκμηρίωσης του συστήματος, όπου ουσιαστικά γίνεται μια αποτίμηση του συστήματος.
- 4<sup>ο</sup> στάδιο: Γίνεται απολογισμός και αποτίμηση, ενώ προχωράει και η διαδικασία της πιστοποίησης. (Ταγαράς, 2001)

### ISO 9000-Έκδοση 2015

Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να κάνουμε στην αναθεώρηση του προτύπου ISO 9000-Έκδοση 2015, καθώς έγιναν σημαντικές αλλαγές με πρώτη την αλλαγή που αφορά τις αρχές της διοίκησης ποιότητας. Ουσιαστικά, η στιγμή αυτή θεωρήθηκε ως η απαρχή μιας άλλης εποχής στην ανάπτυξη των συστημάτων διαχείρισης ποιότητας. Σύμφωνα με την πρόσφατη έκδοση του 2015, υπάρχουν λιγότερες προδιαγραφές σε σχέση με τις προηγούμενες εκδόσεις, ενώ η πρόσφατη έκδοση αυτή μπορούμε να πούμε ότι εστιάζει περισσότερο στην απόδοση του οργανισμού. Αυτό επετεύχθη μέσω της εφαρμογής του κύκλου «Σχεδίαση-Πράξη-Έλεγχος-Δράση», σε όλα τα επίπεδα του οργανισμού.

Οι σημαντικότερες αλλαγές που διαπιστώνουμε στο πρότυπο ISO 9000-Έκδοση 2015, είναι οι ακόλουθες:

- Η εφαρμογή ενός υψηλού επιπέδου δομής, η οποία περιλαμβάνει δέκα βαθμίδες, ενώ κάθε νέο πρότυπο που εκδίδεται από τον οργανισμό θα τις περιέχει.
- Δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στη δημιουργία ενός συστήματος διαχείρισης, το οποίο ταιριάζει στις ιδιαίτερες ανάγκες του κάθε οργανισμού.
- Δημιουργήθηκε η απαίτηση από όσους βρίσκονται στην κορυφή της ιεραρχίας του κάθε οργανισμού να συμμετέχουν και να λογοδοτούν,



προκειμένου η ποιότητα να μπορεί να ευθυγραμμιστεί με μια ευρύτερη επιχειρησιακή στρατηγική.

- Το σκεπτικό που εφαρμόστηκε στο πρότυπο και στηρίζεται στον κίνδυνο, καθιστά το συνολικό σύστημα διαχείρισης εργαλείο πρόληψης, ενισχύοντας την προσπάθεια για διαρκή βελτίωση.
- Περιλαμβάνονται λιγότερες κανονιστικές απαιτήσεις που αφορούν την τεκμηρίωση και οι οργανισμοί πλέον έχουν τη δυνατότητα να αποφασίσουν ποια δεδομένα θα πρέπει να αξιοποιήσουν και σε τι είδους μορφή θα πρέπει να είναι τα συγκεκριμένα δεδομένα.
- Το πρότυπο αυτό, στην νέα του έκδοση, προσαρμόζεται με τα άλλα κύρια πρότυπα των συστημάτων διαχείρισης, εφαρμόζοντας κοινή δομή και αντίστοιχα κοινό κείμενο.
- Στο πρότυπο ISO 9000-Έκδοση 2015, υπάρχουν αρχές Διαχείρισης Γνώσης, δηλαδή νέων ή υπαρχόντων δεδομένων
- Γίνεται παύση έκδοσης των Οδηγών Ποιότητας και Διαχείρισης, εφόσον πλέον δεν εντάσσεται στις απαιτήσεις του οργανισμού κάτι τέτοιο. (Bacivarov, 2015)

## 2.7 ISO 14000

Τα πρότυπα της σειράς ISO 14000 σχετίζονται με τη διαχείριση του περιβάλλοντος, ενώ τα πλέον σύγχρονα, δηλαδή το ISO 14001:2015 και ISO 14004:2015 επικεντρώνονται σε συστήματα που αφορούν τη διαχείριση του περιβάλλοντος. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το συγκεκριμένο πρότυπο δεν καθιερώνει συγκεκριμένες απαιτήσεις για την περιβαλλοντική επίδοση, πέρα από τη δέσμευση ότι αυτός που θα λάβει την πιστοποίηση πρόκειται να συμμορφωθεί με την νομοθεσία και τους ισχύοντες κανονισμούς. Επίσης, να αναφέρουμε ότι στα πρότυπα της σειράς αυτής υπάρχουν ορισμένες κοινές αρχές διαχείρισης με τα συστήματα της σειράς ISO 9000. (Αραβώσης, 2003)

Η σειρά των ISO 14000 περιέχει τα ακόλουθα πρότυπα, τα οποία σχετίζονται με τα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης της Ποιότητας:

- ISO 14004:1997
- ΕΛΟΤ EN ISO 14001:1997
- ISO/TR 14032:1999
- ΕΛΟΤ EN ISO 14041:1999
- ΕΛΟΤ EN ISO 14040:2000
- ISO 14042:2000
- ΕΛΟΤ EN ISO 14043:2000
- ISO/TR 14049:2000
- ISO 14015:2001
- ISO/TS 14048:2002
- ISO 14050:2002

Επιπλέον, υπάρχουν και τα ακόλουθα περιβαλλοντικά πρότυπα και διακηρύξεις:

- ISO 14021:1999
- ISO 14024:1999
- ISO 14020:2000
- ISO 14025:2000 (Νούλη , 2001-2002)

### ISO 14001

Το ISO 14001 προσδιορίζει τις προδιαγραφές που θα πρέπει να έχει ένα Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, έτσι ώστε να μπορεί να μια επιχείρηση ή ένας οργανισμός να διαμορφώσει την κατάλληλη πολιτική και να προσδιορίσει τους στόχους του, με γνώμονα τις νομοθετικές απαιτήσεις και τις πληροφορίες σχετικά με τις κυριότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Το σύστημα ISO 14001 χρησιμοποιείται όταν μια οικονομική μονάδα επιδιώκει:

- Την διατήρηση και την βελτίωση του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης.
- Τη διασφάλιση ότι η επιχείρηση συμμορφώνεται με την δηλωθείσα περιβαλλοντική πολιτική.
- Να αποδείξει σε άλλους ότι έχει συμμορφωθεί με την περιβαλλοντική πολιτική.
- Να ζητήσει πιστοποίηση του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης από κάποιον εξωτερικό οργανισμό. (Αραβώσης , 2003)

Στόχος ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης ISO 14001 είναι η αναγνώριση, ο έλεγχος, η παρακολούθηση, καθώς επίσης και η διαρκής βελτίωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων οι οποίες μπορούν να προκύψουν από την άσκηση της επιχειρηματικής δραστηριότητας. (Νούλη , 2001-2002)

#### ISO 14001:2015

Το εν λόγω πρότυπο προσδιορίζει τα κριτήρια και τις απαιτήσεις που τίθενται προκειμένου να υπάρχει ένα αποτελεσματικό Σύστημα Διαχείρισης του Περιβάλλοντος. Υπάρχει δυνατότητα χρήσης από οποιαδήποτε επιχείρηση ή οργανισμό, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο κλάδος στον οποίο δραστηριοποιείται. Η εφαρμογή του προτύπου αυτού αποτελεί σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι του ανταγωνισμού. Μέσω της εφαρμογής του αναδεικνύεται το φιλικό προς το περιβάλλον προφίλ της επιχείρησης, ενώ μειώνονται οι αρνητικές επιπτώσεις που ενδεχομένως θα προέκυπταν από την λειτουργία της εν λόγω επιχείρησης. (Κέφης , 2014)

#### ISO 14004: 2015

Τα συγκεκριμένα Συστήματα Διαχείρισης του Περιβάλλοντος περιλαμβάνουν τις βασικές αρχές αυτών των συστημάτων καθώς και ορισμένες υποστηρικτικές τεχνικές.

#### ISO 14064-1:2006

Είναι Πρότυπο για την Πράσινη Ανάπτυξη, όπου μετρά τις εκροές αερίων, ενώ παράλληλα προτείνονται μέτρα για την μείωσή τους.

#### ISO 14006: 2011

Είναι ένα Σύστημα Διαχείρισης του Περιβάλλοντος, το οποίο δίνει οδηγίες που αφορούν τον σχεδιασμό και τη λειτουργία των φιλικών προς το περιβάλλον επιχειρήσεων. (Κέφης , 2014)

## **2.8 ISO 3166**

Το συγκεκριμένο πρότυπο ποιότητας χρησιμοποιείται προκειμένου να μπορούν να αναγνωρίζονται σε διεθνές επίπεδο τα ονόματα των κρατών. Η χρήση του προτύπου μπορούμε να πούμε ότι γίνεται σε ένα ευρύ πλαίσιο ενεργειών και εργασιών, ενώ παράλληλα συμβάλει στην μείωση των λαθών που αφορούν την αναγνώριση των λαθών καθώς και στη μείωση του χρόνου. (Κέφης , 2014)

## **2.9 ISO 26000 – Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη**

Το πρότυπο ISO 26000-Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη προσδιορίζει τον βαθμό της κοινωνικής υπευθυνότητας με τον οποίο λειτουργεί μια επιχείρηση. Δηλαδή, αποτιμάται κατά πόσο η επιχείρηση σέβεται και φροντίζει την υγεία των πολιτών καθώς και την ευημερία της κοινωνίας. Το πρότυπο ISO 26000 περί Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης, προσδιορίζει με σαφήνεια την έννοια της κοινωνικής ευθύνης, ενώ συμβάλλει έτσι ώστε οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί ανεξάρτητα από τον κλάδο στον οποίο δραστηριοποιούνται και ανεξάρτητα από το μέγεθός τους και την τοποθεσία που βρίσκονται να μπορούν να αναπτύξουν πρακτικές για αμφίδρομη σχέση μεταξύ των επιχειρήσεων και της κοινωνίας με οφέλη και για τις δύο εμπλεκόμενες πλευρές. (Κέφης , 2014)

## **2.10 ISO 50001 – Διαχείριση Ενεργειακών Πόρων**

Το σύστημα ποιότητας ISO 50001 που αφορά την διαχείριση των ενεργειακών πόρων απονέμεται σε επιχειρήσεις οι οποίες χρησιμοποιούν με ορθολογικό τρόπο

τους φυσικούς πόρους, μελετούν και αναπτύσσουν νέες πηγές ενέργειας που είναι περισσότερο φιλικές προς το περιβάλλον, ενώ παράλληλα αναπτύσσουν και εξελίσσουν διαρκώς εναλλακτικά συστήματα διαχείρισης ενέργειας, όπως είναι το EMS- Energy Management System.

Πιο συγκεκριμένα με το ISO 50001:2011 προσδιορίζονται ορισμένα κριτήρια για τις επιχειρήσεις που είναι τα ακόλουθα:

- Η διαμόρφωση και η υλοποίηση μιας νέας πολιτικής που αφορά την ενέργεια, η οποία θα εστιάζει στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που πρόκειται να προκύψουν από την πολιτική αυτή.
- Ο σχεδιασμός και η κατάλληλη υλοποίηση των διορθωτικών παρεμβάσεων στις περιπτώσεις που αυτό καταστεί αναγκαίο, δηλαδή όταν υπάρξει απόκλιση από τους τιθέμενους στόχους.
- Η συνεχής βελτίωση των μεθόδων διαχείρισης των ενεργειακών πόρων της επιχείρησης. (Τσιότρας, 2002)

## **2.11 ISO 31000 Διαχείριση Κινδύνων**

Στόχος της εφαρμογής του προτύπου ποιότητας ISO 31000 – Διαχείριση Κινδύνων είναι να βοηθήσει τις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς να αντιδράσουν με καλύτερο τρόπο στις διαρκείς μεταβαλλόμενες συνθήκες ενός δυναμικού και έντονα αβέβαιου περιβάλλοντος. Το εν λόγω πρότυπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιαδήποτε επιχείρηση, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το μέγεθος και ο κλάδος δραστηριοποίησής του. Στόχος του ISO 31000:2009, είναι να καταγράψει τις αρχές, το περίγραμμα, τη διαδικασία που θα πρέπει να ακολουθήσουν οι επιχειρήσεις έτσι ώστε να καταφέρουν να αποφύγουν ή να ελαχιστοποιήσουν τον κίνδυνο. Αξίζει να επισημάνουμε ότι άλλα πρότυπα τα οποία ασχολούνται με την διαχείριση κινδύνου είναι το ISO Guide 73:2009, σύμφωνα με το οποίο μπορεί να γίνει μια πλήρης ανάλυση των όρων οι οποίοι αφορούν τη διαχείριση του κινδύνου καθώς και το

πρότυπο ISO/IEC 31010:2009, το οποίο επικεντρώνεται στην αξιολόγηση του κινδύνου. (Κέφης, 2014)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Το σκυρόδεμα

### 3.1 Εισαγωγή

Σε παγκόσμιο επίπεδο το σκυρόδεμα συνιστά το πιο διαδεδομένο και ευρέως χρησιμοποιούμενο υλικό, γεγονός που στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στον ιδανικό συνδυασμό κόστους και ιδιοτήτων που έχει. Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά του σκυροδέματος είναι ότι παρουσιάζει εξαιρετική ανθεκτικότητα στην επίδραση του νερού, έχει τη δυνατότητα να αποκτήσει μια ποικιλία σχημάτων και μεγεθών. Επίσης, για την παρασκευή του απαιτούνται μειωμένες ενεργειακές απαιτήσεις, όπως και μειωμένη διαθεσιμότητα πρώτων υλών. (Mehta , 1986)

Εξαιτίας της μεγάλης εφαρμογής που έχει το σκυρόδεμα σε κάθε μορφή δόμησης και καθώς αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του φέροντα οργανισμού των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα, η κατανάλωση σε σκυρόδεμα μιας χώρας που μετράται σε κυβικά μέτρα ανά κάτοικο συνιστά ένα δείκτη που προσδιορίζει την ανάπτυξη της συγκεκριμένης χώρας. (Οικονόμου , 2009)

Το σκυρόδεμα είναι ένα τεχνητό υλικό, ουσιαστικά μπορούμε να πούμε ότι είναι τεχνητός λίθος και χαρακτηρίζεται από πολλαπλές και διαρκώς βελτιούμενες και διευρυνόμενες ιδιότητες. Στην βασική του μορφή το σκυρόδεμα με την οποία και χρησιμοποιείται περισσότερο αποτελείται από ένα μίγμα που είναι ομογενοποιημένο με ελεγχόμενες αναλογίες, έχοντας ως συστατικά το τσιμέντο σε σκόνη, το νερό, την άμμο καθώς και σκύρα, είτε φυσικής, είτε τεχνητής προέλευσης. Αρχικά, το σκυρόδεμα βρίσκεται σε μια ρευστή κατάσταση, ενώ όσο περνάει ο χρόνος, μέσα από εξωθερμικές διεργασίες στερεοποιείται και έτσι αποκτά φέρουσα ικανότητα. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι ιδιότητες που αποκτά το σκυρόδεμα στον χρόνο, όπως είναι η αρχική ανάμιξη, η διακίνηση, η διάστρωση, η συντήρηση, καθώς επίσης και η μακροχρόνια ανθεκτικότητα, μπορούν να ελεγχθούν ανάλογα με την εφαρμογή μέσω της προσθήκης στο μίγμα χημικών πρόσθετων που μπορούν και αποδίδουν στο τελικό προϊόν συγκεκριμένες ιδιότητες. (Λεγάκις , 1997)

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, το σκυρόδεμα βρίσκει ευρύτατη αποδοχή στον τομέα της δόμησης σε παγκόσμιο επίπεδο, ανεξάρτητα από τις επικρατούσες κλιματολογικές και οικονομικές συνθήκες.

Οι σημαντικότεροι λόγοι για τους οποίους συμβαίνει αυτό είναι οι ακόλουθοι:

- Το σκυρόδεμα παρουσιάζει άριστη αντοχή στην δράση του νερού, ενώ δεν φθείρεται σε σημαντικό βαθμό σε σχέση με άλλα δομικά υλικά, όπως είναι για παράδειγμα το ξύλο και ο σίδηρος. Το γεγονός αυτό σχετίζεται και με τις πρώτες εφαρμογές σκυροδέματος που αφορούσαν την διαχείριση του νερού, όπως ήταν η κατασκευή δεξαμενών και καναλιών νερού. Στις μέρες μας, το σκυρόδεμα βρίσκει ευρεία χρήση στην κατασκευή φραγμάτων, καναλιών αλλά και οδοστρωμάτων. Ενδεικτικό είναι ότι τα δομικά στοιχεία τα οποία είναι εκτεθειμένα στην υγρασία, όπως είναι οι πάσσαλοι, τα θεμέλια, τα πέδιλα, τα πατώματα, τα δοκάρια, οι κολώνες, οι στέγες, οι εξωτερικοί τοίχοι και οι σωλήνες, είναι αρκετά συνηθισμένο να κατασκευάζονται από οπλισμένο και προεντεταμένο σκυρόδεμα.
- Τα δομικά στοιχεία που έχουν κατασκευαστεί από σκυρόδεμα, είναι εφικτό να διαμορφωθούν σε διάφορα σχήματα και μεγέθη με σχετικά μεγάλη ευκολία. Το σκυρόδεμα εφόσον είναι φρέσκο έχει τη δυνατότητα να ρέει σε κάποιο προκατασκευασμένο καλούπι και έτσι μπορεί να λάβει το επιθυμητό σχήμα. Αφού περάσει κάποιο χρονικό διάστημα, το σκυρόδεμα αποκτά στέρεα μορφή και έτσι το καλούπι αφαιρείται.
- Είναι γεγονός ότι στις περισσότερες περιπτώσεις, το σκυρόδεμα είναι το πλέον διαθέσιμο υλικό και συνήθως βρίσκεται σε χαμηλό κόστος. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει και προηγουμένως τα κύρια συστατικά από τα οποία συντίθεται το σκυρόδεμα είναι το νερό, τα αδρανή υλικά και το τσιμέντο Portland, τα οποία θεωρούνται φθηνά, ενώ μπορεί κανείς να τα βρει με σχετική ευκολία, σε διάφορα μέρη του κόσμου σε ανταγωνιστικό κόστος. (Kumar & Monteiro , 2009)

Συγκριτικά με τον χάλυβα, το σκυρόδεμα φαίνεται να έχει περισσότερα πλεονεκτήματα για χρήση ως δομικό υλικό σε σχέση με τον χάλυβα. Τα κυριότερα εξ αυτών είναι τα ακόλουθα:



- Αναφορικά με τη συντήρηση: Το σκυρόδεμα δεν διαβρώνεται, ενώ δεν χρειάζεται κάποιου είδους επιφανειακή επεξεργασία και η δύναμή του παρουσιάζει αύξηση με τον χρόνο. Κατά συνέπεια, οι κατασκευές από σκυρόδεμα απαιτούν λιγότερη συντήρηση. Από την άλλη, οι μεταλλικές κατασκευές είναι αρκετά σύνηθες να αντιμετωπίζουν διάβρωση, ιδίως σε υπεράκτιες εφαρμογές ή όταν είναι εγκατεστημένες κοντά σε θαλάσσια περιοχή. Επιπλέον, οι μεταλλικές κατασκευές απαιτούν δαπανηρή επιφανειακή επεξεργασία, καθώς επίσης και άλλες μεθόδους προστασίας, όπως είναι για παράδειγμα η καθοδική προστασία, γεγονός που συνεπάγεται υψηλό κόστος συντήρησης και επισκευής.
- Η αντοχή σε φωτιά: Η αντοχή που επιδεικνύει το σκυρόδεμα στην περίπτωση εκδήλωσης πυρκαγιάς συνιστά ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα στην χρήση του, ενώ αποτελεί παράγοντα ασφαλείας ιδίως για τις εφαρμογές σε υπεράκτιο περιβάλλον. Καλύπτοντας τα μεταλλικά στοιχεία από οπλισμένο και προεντεταμένο σκυρόδεμα, εκτός από την δομική ευστάθεια που δημιουργείται, παρέχεται προστασία από υπερβολική θερμότητα.
- Η αντοχή σε κυκλική φόρτιση: Στο σκυρόδεμα, στην πλειοψηφία των κωδίκων που βρίσκονται σε ισχύ, η αντοχή σε κόπωση επιτρέπεται να είναι μόνο το 50% της αντοχής του. Από την άλλη, η αντοχή σε κόπωση των μεταλλικών κατασκευών σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό από τα πεδία τάσεων, τους αρμούς συγκόλλησης, την διάβρωση και τα σκασίματα. (Τσακαλάκης, 2010)

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το σκυρόδεμα, παρόλο που είναι χαμηλού κόστους προϊόν, γνωρίζει ιδιαίτερα σημαντική τεχνολογική ανάπτυξη και συνιστά ένα ποιοτικό υλικό με υψηλή απόδοση. Λαμβάνοντας υπόψη τις διαρκώς βελτιούμενες ιδιότητες και εφαρμογές του, καθώς και την ανάγκη για οικονομικότερη και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των κατασκευών, το σκυρόδεμα καθίσταται ένα βιομηχανικό υλικό που έχει μεγάλη κοινωνική προσφορά, καθώς συμβάλλει στον μετριασμό της περιβαλλοντικής όχλησης, είτε άμεσα, είτε έμμεσα, καθώς και στην προστασία και βελτίωση της ποιότητας ζωής του κοινωνικού συνόλου. (Kumar Metha & Monteneiro , 2006)

### 3.1 Ιστορική αναδρομή εφαρμογών σκυροδέματος σε τεχνικά έργα

Το τσιμέντο ως υλικό υπάρχει στη φύση για περισσότερα από δώδεκα εκατομμύρια χρόνια, καθώς παραγόταν με φυσικό τρόπο, όταν η γη υφίσταντο φυσικές μεταβολές. Ωστόσο, αρκετά χρόνια αργότερα, οι άνθρωποι ανακάλυψαν τον τρόπο με τον οποίο μπορούσαν να παρασκευάζουν το τσιμέντο ως δομικό υλικό. (INTERBETON , 2018)

Η ιστορία του σκυροδέματος είναι απόλυτα συνυφασμένη με την ιστορία του τσιμέντου, το οποίο αποτελεί ένα από τα κύρια συστατικά του. Πρόκειται για μια ιστορία 9.000 ετών, η οποία συνεχίζεται έως σήμερα αφού αφορά σε ένα διαρκώς εξελισσόμενο υλικό με άπειρες έως τώρα εφαρμογές και ακόμη περισσότερες προοπτικές χρήσης στο μέλλον.

Το αρχαιότερο γνωστό σκυρόδεμα χρονολογείται από το 7.000 π.Χ. και είναι ουσιαστικά ένα μίγμα ασβέστη με πέτρες που σχηματίζει ένα δάπεδο στη Νότια Γαλιλαία του Ισραήλ. Το εν λόγω σκυρόδεμα ανακαλύφθηκε το 1985 και η σύστασή του περιλαμβάνει μίγμα ασβέστη με πέτρες. Έκτοτε και μέσα στην διάρκεια των χρόνων χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι τύποι κονιαμάτων και παραλλαγών τσιμέντου που ουσιαστικά αποτέλεσαν τον πρόδρομο των σύγχρονων τσιμέντων και σκυροδεμάτων. Χαρακτηριστικά αναφέρονται:

- Το Σινικό Τείχος το 3.000 π.Χ. το οποίο κατασκευάστηκε με τσιμεντοειδή υλικά. Την ίδια περίοδο, οι αρχαίοι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν άχυρο προκειμένου να αυξήσουν την αντοχή των πλίνθων κατά την διαδικασία της ξήρανσής τους. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται κονιάματα που περιείχαν γύψο ως πρώτη ύλη καθώς επίσης και κονιάματα που περιείχαν ασβεστόλιθο.
- Μίγματα από ασβέστη και ηφαιστειακή γη που προέρχονταν από τη Θήρα ή την Νίσυρο φαίνεται να χρησιμοποιήσαν οι Έλληνες προκειμένου να προχωρήσουν στην κατασκευή του λιμανιού του Πειραιά (Ζέα).

- Ακόμη, στον αρχαϊκό ναό της Αρτέμιδας, χρησιμοποιήθηκαν μίγματα ασβέστη, τριμμένης ηφαιστειακής γης, καθώς επίσης και μαρμαρόσκονης προκειμένου να γίνει συγκόλληση σπασμένων μαρμάρινων τεμαχίων. (Τσακαλάκης, 2010)
- Κατά την διάρκεια των ετών από το 300 π.Χ. έως και το 476 μ.Χ. οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν ποζολάνες που προέρχονταν από το χωριό Pozzuoli, το οποίο και έδωσε το όνομά του στα ηφαιστειακά υλικά. Με την χρήση των υλικών αυτών, κατασκευάστηκε η Αππία Οδός, τα ρωμαϊκά λουτρά, το Κολοσσαίο, το Πάνθεο της Ρώμης, ο αγωγός νερού Pont du Gard που βρίσκεται στην περιοχή της νότιας Γαλλίας, καθώς και το αρχαίο θέατρο που βρίσκονταν στην Πομπηία. Σύμφωνα με αναφορές, ένα μέρος ασβέστη αντιστοιχούσε σε τέσσερα μέρη άμμου, ενώ σύμφωνα με τον Βιτρούβιο, η σύνθεση ήταν 2 μέρη ποζολάνης προς ένα μέρος ασβέστη. (INTERBETON , 2018)

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η προσθήκη στο σκυρόδεμα διαφόρων υλικών που γινόταν από τους Ρωμαίους, προκειμένου να βελτιωθούν οι ιδιότητες. Συνήθως, προσθέτανε αίμα ζώων, προκειμένου να αυξηθεί η εργασιμότητα του σκυροδέματος, καθώς επίσης και η αντοχή του στον παγετό. Επίσης, προσθέτανε τρίχες αλόγου το οποίο ουσιαστικά μπορεί να θεωρηθεί ως πρόδρομο υλικό των πλαστικών και χαλύβδινων ινών που βρίσκουν σήμερα εφαρμογές στο ινοπλισμένο σκυρόδεμα. Μεταξύ του 1200 και 1500 μ.Χ. διαπιστώνεται πτώση της ποιότητας των υδραυλικών υλικών, ενώ η χρήση ασβέστη και ποζολάνης σταματά έως και το 1300. (Hegger , et al., 2006)

Το 1179, ο Bry Higgins προχώρησε στην ανάπτυξη μιας ευρεσιτεχνίας που σχετίζονταν με την παραγωγή υδραυλικού τσιμέντου (stucco) το οποίο μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως εξωτερικό επίχρισμα. (INTERBETON , 2018) Ύστερα από αρκετά χρόνια και πλήθος κατασκευών, το 1793 ουσιαστικά διαμορφώθηκε το τσιμέντο στην μορφή που χρησιμοποιείται σήμερα. Ο μηχανικός John Smeaton, διαπίστωσε ότι η ασβεστοποίηση ασβεστολιθικών πετρωμάτων τα οποία περιείχαν άργιλο παράγει ασβέστη, που έχει τη δυνατότητα να σκληραίνει κάτω από την επιφάνεια του νερού (υδραυλικός ασβέστης). Το υλικό αυτό χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ξανακτιστεί ο φάρος στο Eddystone της Κορνουάλης, του οποίου η

κατασκευή ξεκίνησε το 1756, ωστόσο υπήρχε αδυναμία ολοκλήρωσης χωρίς την ύπαρξη συνδετικού υλικού που δεν θα επηρεαζόταν από το νερό. (Hegger , et al., 2006)

Λίγα χρόνια αργότερα, ο εφευρέτης James Parker, πατένταρε το έναν τύπο τσιμέντου (φυσικό υδραυλικό τσιμέντο), το οποίο παρασκευάζεται θερμαίνοντας τον ακάθαρτο ασβεστόλιθο, ο οποίος περιέχει άργιλο. Το τσιμέντο αυτό ονομάστηκε τσιμέντο Parker προς τιμήν του, ή Ρωμαϊκό τσιμέντο. Την περίοδο 1812-1813, ο Γάλλος Luis Vicat, προχώρησε στην παρασκευή συνθετικού υδραυλικού ασβέστη, κάτι που έγινε μέσω της θέρμανσης συνθετικών μιγμάτων ασβεστόλιθου και αργίλου.

Το 1824 ο Άγγλος Joseph Aspdin, προχώρησε στην ανακάλυψη του τσιμέντου τύπου Portland, καθώς θέρμανε λεπτά τριμμένη κιμωλία και άργιλο σε ένα κλίβανο ασβεστοποιίας, μέχρις ότου φύγει το διοξείδιο του άνθρακα από το εν λόγω μείγμα. Το κρυσταλλωμένο παράγωγο που προκύπτει από την διαδικασία αυτή αλέθεται στην συνέχεια και ονομάζεται τσιμέντο Portland και έχει λάβει το όνομά του από της εξαιρετικής ποιότητας πέτρες κτισίματος που υπάρχουν στην ομώνυμη περιοχή. Επιπλέον, το 1836 στην Γερμανία διεξήχθησαν οι πρώτοι συστηματικοί έλεγχοι που αφορούσαν την εφελκυστική αντοχή. Το 1849, ο Γάλλος κηπουρός Joseph Monier γέμισε τις γλάστρες με πλέγμα από σιδηρόβεργες, προκειμένου να τις σταθεροποιήσει και έτσι δημιουργήθηκε το οπλισμένο σκυρόδεμα. Μερικά χρόνια αργότερα, το 1889 κατασκευάστηκε η πρώτη γέφυρα από σκυρόδεμα και το 1891, κατασκευάστηκε ο πρώτος δρόμος με σκυρόδεμα στις ΗΠΑ που υπάρχει ακόμα και σήμερα. (Stanley , 1982)

Στην Γαλλία και συγκεκριμένα στο Παρίσι το 1902, σχεδιάζεται και κατασκευάζεται από τον August Perret πολυκατοικία που για πρώτη φορά εφάρμοσε τοπ «σύστημα οπλισμένου σκυροδέματος». Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το κτίριο δεν περιελάμβανε φέρουσες τοιχοποιίες και στηριζόταν ως επί το πλείστον σε υποστηλώματα, δοκούς και πλάκες που ήταν κατασκευασμένες από σκυρόδεμα. Ο ίδιος κατασκεύασε σχεδόν μια δεκαετία μετά το θέατρο Champs Elysees στο Παρίσι, καθιστώντας ουσιαστικά το σκυρόδεμα ως ένα υλικό που γινόταν αρχιτεκτονικά αποδεκτό. Την ίδια εποχή στις ΗΠΑ, στο Οχάιο, κατασκευάστηκε ο πρώτος ουρανοξύστης από σκυρόδεμα. (Hegger , et al., 2006)

Παράλληλα με τον κτιριακό τομέα, ιδιαίτερη ανάπτυξη γνώρισαν οι τομείς της οδοποιίας και της γεφυροποιίας, από τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα, ενώ η ανάπτυξη του οπλισμένου σκυροδέματος υπήρξε καθοριστικής σημασίας για την ικανοποίηση των κοινωνικών αναγκών και των νέων απαιτήσεων που διαμορφώθηκαν σε συνδυασμό με την εμφάνιση του σιδηροδρόμου, αλλά και του αυτοκινήτου.

Ανάλογη ήταν η εξέλιξη και στους τομείς της οδοποιίας και γεφυροποιίας. Εκεί, στα τέλη του 19ου αιώνα η ανακάλυψη του οπλισμένου σκυροδέματος υπήρξε μείζονος σημασίας αφού συνέβαλε στην ικανοποίηση των αναγκών της κοινωνίας, οι οποίες σε συνδυασμό με την εμφάνιση του σιδηρόδρομου και του αυτοκινήτου. (Hegger , et al., 2006)

Στην Ελλάδα, το 1945, έγινε η πρώτη δημοσίευση των μεταφρασμένων Γερμανικών προτύπων DIN 1045 στο περιοδικά Τεχνικά Χρονικά ΤΕΕ, ενώ το 1954 εκδίδεται ο πρώτος Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος. Ακόμη, την χρονική περίοδο 1970-1981, υιοθετήθηκαν οι Γερμανικές Κατηγορίες προτύπων B25, B35. Το 1985 εκδόθηκε ο Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος ( ΦΕΚ 266/Β/9.5.85). Στη συνέχεια, το 1997 έγινε αναθεώρηση του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος με την έκδοση του ΚΤΣ 97, ο οποίος δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ/315/Β/17,4,97, ενώ το 2002 έγινε προσαρμογή του ΚΤΣ-97 στα Ευρωπαϊκά πρότυπα, εισάγοντας τις κατηγορίες κάθισης S1-S5. (INTERBETON , 2018)

Αναφορικά με την βιομηχανία τσιμέντου, ουσιαστικά ξεκίνησε στην Ελλάδα στις αρχές του προηγούμενου αιώνα και εντός χρονικού διαστήματος 32 ετών ιδρύθηκαν και ξεκίνησαν να λειτουργούν οι τέσσερις εταιρείες που αποτέλεσαν τον κλάδο της παραγωγής τσιμέντου. Πιο αναλυτικά, το 1902 ιδρύθηκε η Ανώνυμος Εταιρεία Τσιμέντων «ΤΙΤΑΝ», ενώ σχεδόν μια δεκαετία αργότερα, το 1911 ιδρύθηκε η Ανώνυμος Γενική Εταιρεία Τσιμέντων «ΗΡΑΚΛΗΣ». Επιπλέον, το 1926, ιδρύθηκε η εταιρεία «Τσιμέντα Χαλκίδος Α.Ε.» και το 1934 ιδρύθηκε η εταιρεία «Σ. Κότσιρας & Σία Ε.Π.Ε.», ενώ το 1934 έγινε επανίδρυση της συγκεκριμένης εταιρείας με το όνομα «ΧΑΛΥΨ Α.Ε.». Το 2001 πραγματοποιήθηκε η συγχώνευση των εταιρείας τσιμέντων «ΗΡΑΚΛΗΣ» και της εταιρείας τσιμέντων «Τσιμέντα Χαλκίδος Α.Ε.».

Αξιοσημείωτο είναι ότι ο κλάδος της τσιμεντοβιομηχανίας γνώρισε στην Ελλάδα μεγάλη ανάπτυξη ήδη πριν από τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και πέρα από την

εσωτερική αγορά διαμορφώθηκαν οι κατάλληλες προϋποθέσεις, προκειμένου να πραγματοποιηθούν εξαγωγές. Ιδίως έως και το 1983, οι ρυθμοί με τους οποίους αναπτύσσονταν η ελληνική βιομηχανία τσιμέντου ήταν ραγδαίοι, ακολουθώντας τόσο την εσωτερική ζήτηση που αυξάνονταν λόγω της ανοικοδόμησης, όσο και την αυξημένη ζήτηση που παρατηρούνταν στις γειτνιάζουσες αγορές με την Ελλάδα, όπως είναι οι αγορές του Περσικού Κόλπου, η περιοχή της Ερυθράς Θάλασσας, οι χώρες που βρίσκονται στην Βόρειο και στην Δυτική Αφρική. Ωστόσο, οι εξελίξεις που επικράτησαν στις συγκεκριμένες περιοχές με την εκτίναξη του πετρελαίου το 1973, έστρεψαν τις ελληνικές εξαγωγικές δραστηριότητες τσιμέντου προς άλλες αγορές. Έτσι, η ελληνικές επιχειρήσεις παραγωγής τσιμέντου στηριζόμενες στην υψηλή τεχνολογία και τεχνογνωσία που διαθέτουν, στην άριστη ποιότητα των προϊόντων, καθώς και στο μειωμένο κόστος, ανέπτυξαν εξαγωγική δραστηριότητα σε νέες χώρες που θεωρούνται αναπτυσσόμενες, όπως στις ΗΠΑ και σε άλλες χώρες της Δυτικής Ευρώπης, αλλά και σε άλλες χώρες της Αφρικής και της Ασίας. (Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος, 2018)

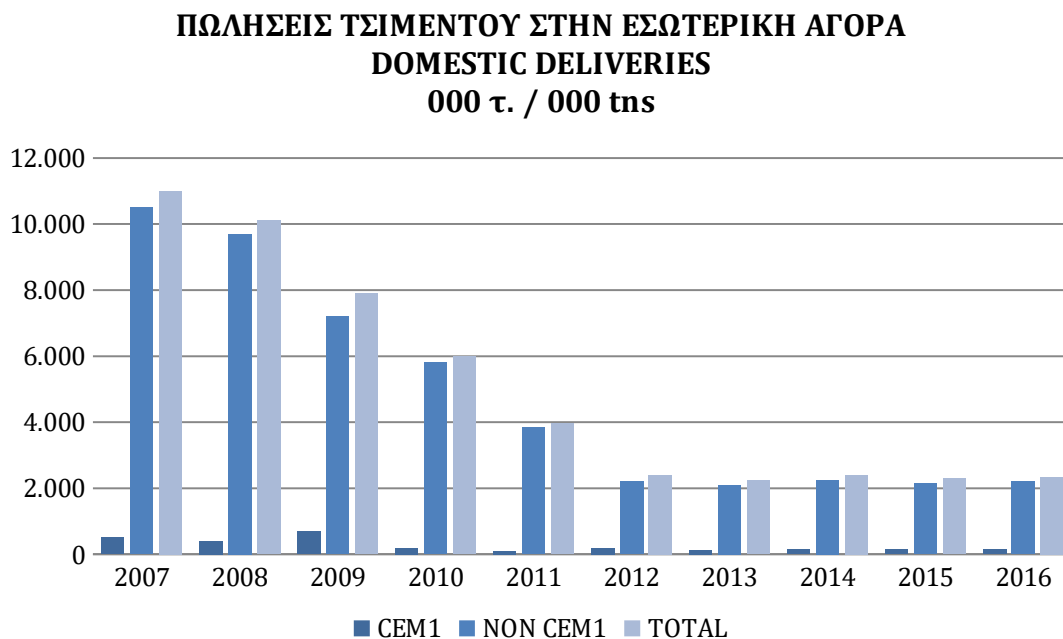
### **3.2 Παραγωγή τσιμέντου διεθνώς και στην Ελλάδα**

Είναι γεγονός ότι ο ρυθμός παραγωγής τσιμέντου, εξαιτίας και της χρήσης του σε έργα ανάπτυξης σχετίζεται με τον γενικότερο ρυθμό ανάπτυξης της οικονομίας. Συνεπώς, η ζήτηση παραμένει σε υψηλά επίπεδα με αυξητικές τάσεις, στις περιοχές όπου παρουσιάζουν ευρύτερα υψηλούς ρυθμούς οικονομικής ανάπτυξης και είναι κυρίως οι αναπτυσσόμενες περιοχές, ενώ βρίσκεται σε χαμηλότερα επίπεδα, τουλάχιστον τις περισσότερες φορές στις αναπτυσσόμενες χώρες. (Meyer, 2013)

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζει η εξέλιξη της παραγωγής τσιμέντου στην Ελλάδα κατά την διάρκεια της περιόδου 2007-2016. Διαπιστώνουμε από το διάγραμμα ότι υπάρχει μία ραγδαία πτώση της παραγωγής από το 2007 έως και το 2011, όπου οι παραγόμενες ποσότητες τσιμέντου κυμαίνονται μόλις στο 40% της παραγωγής του 2007. Τα επόμενα χρόνια, δηλαδή την τριετία 2012-2014, η παραγωγή τσιμέντου αυξάνεται, αλλά δεν μπορεί με τίποτα να προσεγγίσει ούτε τις τιμές του 2010. Επιπρόσθετα, από το διάγραμμα προκύπτει ότι το 2015, υπήρξε μια μικρή

κάμψη στην παραγωγή, πιθανώς σχετιζόμενη με τις οικονομικές εξελίξεις και την επιβολή ελέγχου στην διακίνηση κεφαλαίων, ενώ τέλος το 2016 διαπιστώθηκε μικρή αύξηση. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι στο σχήμα 1, περιλαμβάνεται το εξαχθέν κλίνκερ, ενώ δεν περιλαμβάνεται το λευκό τσιμέντο.

Σχήμα 1: Συνολική παραγωγή τσιμέντου κατά την περίοδο 2007-2016<sup>1</sup>



Στο σχήμα 2, αποτυπώνεται η ετήσια παραγωγική ικανότητα τσιμέντου ανά εταιρεία στην Ελλάδα. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι οι σημαντικότερες εταιρείες στην Ελλάδα που ασχολούνται με την παραγωγή τσιμέντου είναι οι ακόλουθες:

- Ανώνυμος Γενική Εταιρεία Τσιμέντων «ΗΡΑΚΛΗΣ»
- Ανώνυμος Εταιρεία Τσιμέντων «ΤΙΤΑΝ»
- Χάλυψ Δομικά Υλικά Α.Ε. (Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος , 2018)

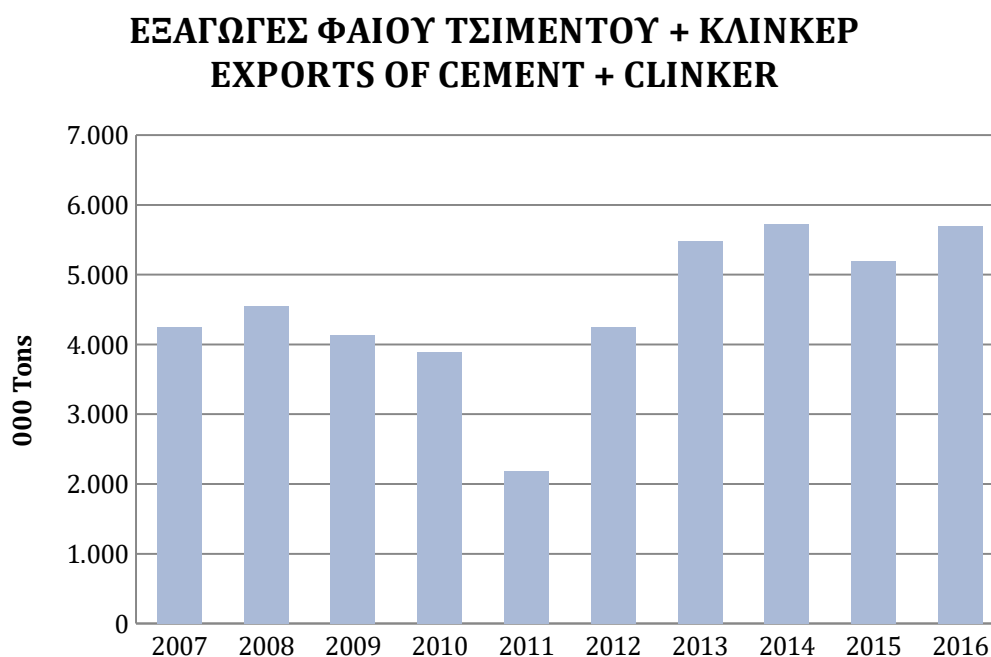
Από το σχήμα 2, διαπιστώνουμε ότι οι εταιρείες «ΤΙΤΑΝ» και «ΗΡΑΚΛΗΣ», παράγουν σχεδόν της ίδιες ποσότητες, με την εταιρεία «ΗΡΑΚΛΗΣ», να έχει ένα μικρό προβάδισμα. Από την άλλη η εταιρεία «Χάλυψ Δομικά Υλικά», υστερεί

1

<http://www.hcia.gr/el/statistical-elements/production/>

σημαντικά παράγοντας μόλις 1 εκ. τόνους τσιμέντου, σε σχέση με τις άλλες δύο εταιρείες που προσεγγίζουν τους 7 εκ. τόνους.

Σχήμα 2: Ετήσια παραγωγικότητα τσιμέντου στην Ελλάδα ανά εταιρεία (εκ. τν)<sup>2</sup>



Στο σχήμα 3, παρουσιάζονται οι πωλήσεις που αφορούν την εσωτερική αγορά, όπου μπορούμε να διαπιστώσουμε μια διαρκής πτώση μεταξύ των ετών 2007 και 2011, ενώ ακολούθως, τα έτη 2012 έως και 2016, διαπιστώνεται μια σταθεροποίηση της αγοράς.

Σχήμα 3: Πωλήσεις τσιμέντου στην ελληνική αγορά κατά την διάρκεια των ετών 2007-2016<sup>3</sup>

2

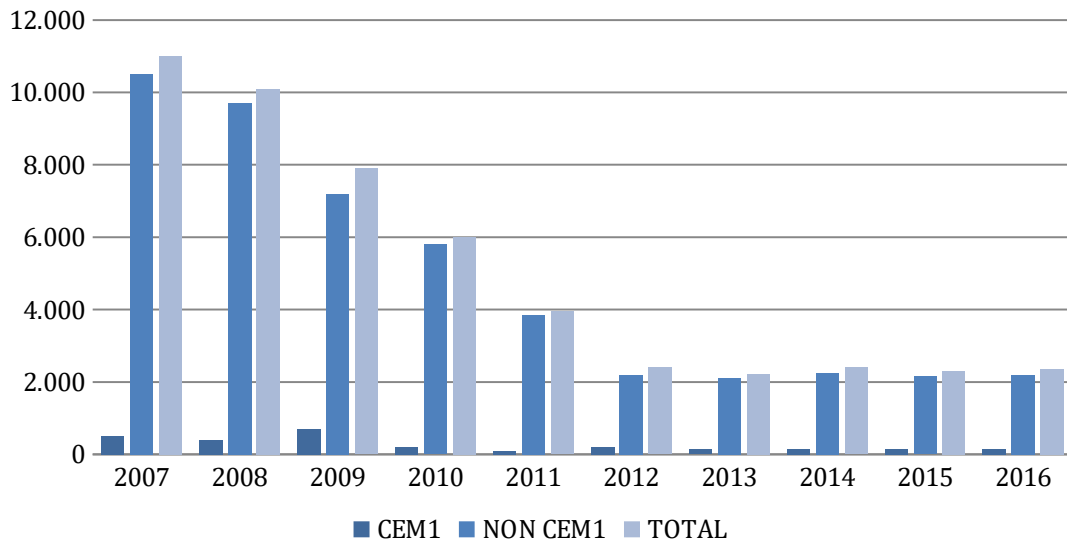
<http://www.hcia.gr/el/statistical-elements/production/>

3

<http://www.hcia.gr/el/statistical-elements/sales/>



**ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ ΣΤΗΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΓΟΡΑ  
DOMESTIC DELIVERIES  
000 τ. / 000 tns**



Όπως έχουμε ήδη αναφέρει η Ελλάδα αποτελεί μια εξαγωγική χώρα σε τσιμέντο εδώ και πολλά χρόνια, σε διάφορες περιοχές. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια εξαιτίας και της εσωτερικής πίεσης στην κατανάλωση εντός της χώρας υπήρξαν αυξητικές τάσεις στις εξαγωγές της τσιμεντοβιομηχανίας. Ειδικότερα, από το σχήμα 4, διαπιστώνουμε ότι μεταξύ το ετών 2009 και 2011 υπήρξε κάμψη στις εξαγωγές φαιού τσιμέντου, ενώ μετά το 2012 επικράτησαν αυξητικές τάσεις, αν και μπορούμε να πούμε ότι την τετραετία 2013 έως 2016 υπήρξαν σταθεροποιητικές τάσεις, με μικρή υποχώρηση των ποσοτήτων που εξήχθησαν το έτος 2015.

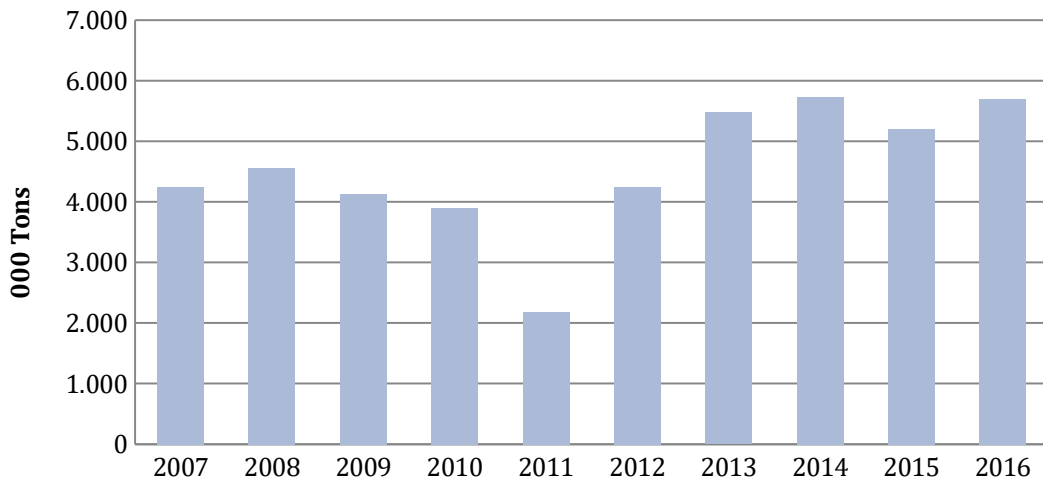
**Σχήμα 4: Εξαγωγές φαιού τσιμέντου και κλίνκερ από την Ελλάδα την περίοδο 2007-2016<sup>4</sup>**

Σύμφωνα με τα στοιχεία που προκύπτουν από την Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος, την περίοδο 2007-2016, οι εξαγωγές τσιμέντου παρουσίασαν ιδιαίτερα σημαντική αύξηση προς τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, ενώ παρουσίασαν αντίστροφη πορεία προς την Ευρώπη που αρχικά διαπιστώθηκε μεγάλη πτώση και εν συνεχεία επετεύχθη σταθεροποίηση. Όσον αφορά την τάση των εξαγωγών προς τις χώρες της Μέσης Ανατολής και της Αφρικής, διαπιστώνουμε ότι αρχικά υπήρξε μια σημαντική πτώση ιδίως το έτος 2013, μετά μια μεγάλη ανάκαμψη την διετία 2014-201

4

<http://www.hcia.gr/el/statistical-elements/exports/>

## ΕΞΑΓΩΓΕΣ ΦΑΙΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ + ΚΛΙΝΚΕΡ EXPORTS OF CEMENT + CLINKER

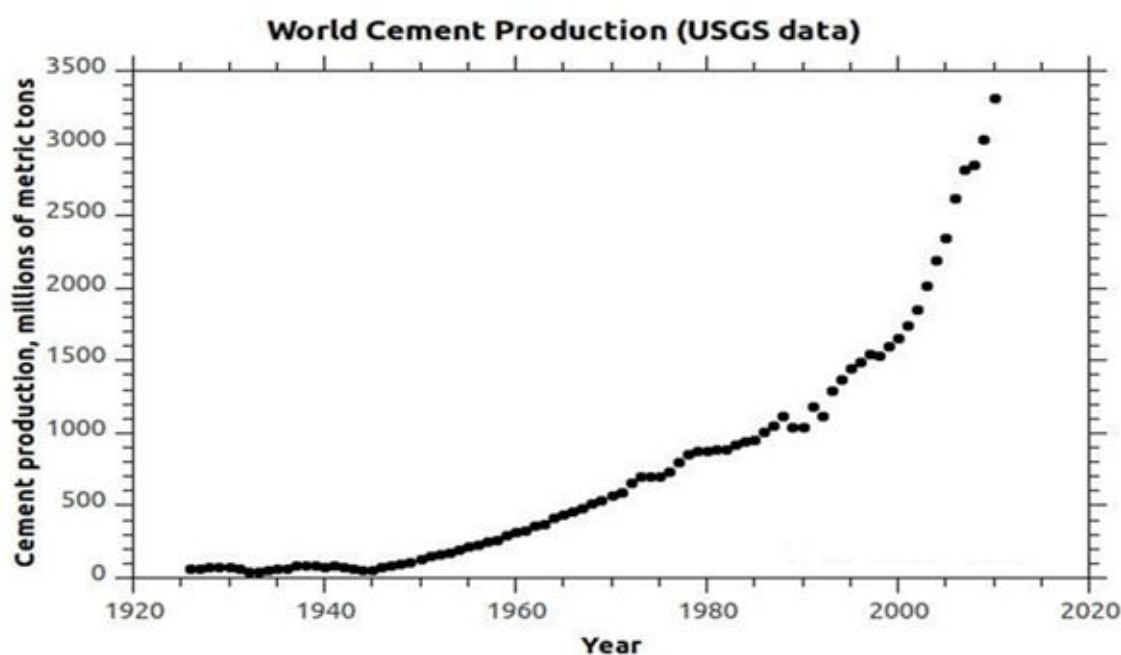


5 και εν τέλει μια μεγάλη ακόμα πτώση για το έτος 2016. (Ενωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος, 2018)

Εν κατακλείδι, διαπιστώνουμε ότι η οικονομική κρίση στην Ελλάδα, που επικράτησε μετά το 2009 επηρέασε καθοριστικά την παραγωγή της τσιμεντοβιομηχανίας. Επιπλέον, εξαιτίας της έλλειψης αναπτυξιακών έργων και υποδομών, οι εταιρείες εστίασαν σε εξαγωγές, παρόλο που μειώθηκε σημαντικά το κέρδος τους ανά παραγόμενη ποσότητα, εξαιτίας του υψηλού κόστους μεταφοράς. Παράλληλα, ιδίως τα πρώτα χρόνια της ύφεσης, είχαν να αντιμετωπίσουν και άλλα προβλήματα, όπως για παράδειγμα είναι η ύφεση σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες, καθώς και τα πολεμικά γεγονότα, της ευρύτερης μέσης ανατολής. Από την σταθεροποίηση που επικρατεί, διαπιστώνουμε ότι η τσιμεντοβιομηχανία κρατά στάση αναμονής, αναφορικά με τις περαιτέρω ενέργειες, καθώς ενδεχόμενη επιστροφή της χώρας σε ισχυρή ανάπτυξη θα διαφοροποιούσε και την ζήτηση για τσιμέντο, εξαιτίας της κατασκευής δημόσιων και ιδιωτικών έργων.

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζει η παγκόσμια παραγωγή τσιμέντου για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα που περιλαμβάνει τα έτη από το 1920 έως και το 2010. Όπως μπορούμε να διαπιστώνουμε η παγκόσμια παραγωγή τσιμέντου παρουσιάζει διαρκώς μια ανοδική τροχιά, με εξαίρεση βέβαια τις περιόδους όπου επικρατούν οι οικονομικές κρίσεις και γενικότερα αναταραχές κάθε είδους.

Σχήμα 5: Παγκόσμια παραγωγή τσιμέντου για τα έτη 1920-2010<sup>5</sup>



Στο σχήμα 6, παρουσιάζει η εξέλιξη της παραγωγή τσιμέντου ανά ήπειρο κατά την διάρκεια της περιόδου 2001 έως 2014. Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε μεγάλη αύξηση της παραγωγής τσιμέντου διαπιστώνεται στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπως είναι η Ασία και η Αφρική. Από την άλλη, οι αναπτυγμένες χώρες θα λέγαμε ότι επιδεικνύουν κάποιου είδους σταθερότητα, με την μεγαλύτερη παραγωγή για τον αναπτυγμένο κόσμο να παρατηρείται στην Ωκεανία, ενώ ακολουθούν οι ΗΠΑ, με σχετικά μικρές τάσεις αύξησης, ενώ η Ευρώπη, ιδίως τα τελευταία χρόνια παρουσίασε ύφεση.

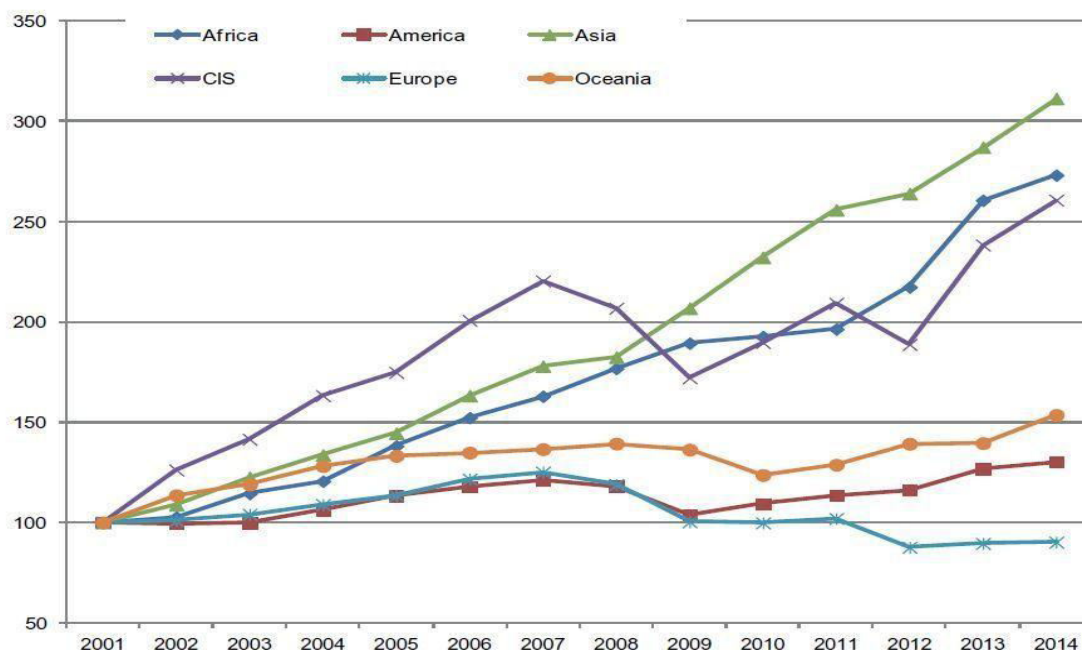
Σχήμα 6: Εξέλιξη παραγωγής τσιμέντου σε κάθε ήπειρο την περίοδο 2001 έως 2015<sup>6</sup>

5

USGS , 2014. *Historical Statistics for Mineral and Material Commodities in the United States*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [minerals.usgs.gov/minerals/pubs/historical-statistics/#cement](http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/historical-statistics/#cement)

6

### World cement production by region - Evolution 2001-2014 (2001=100)



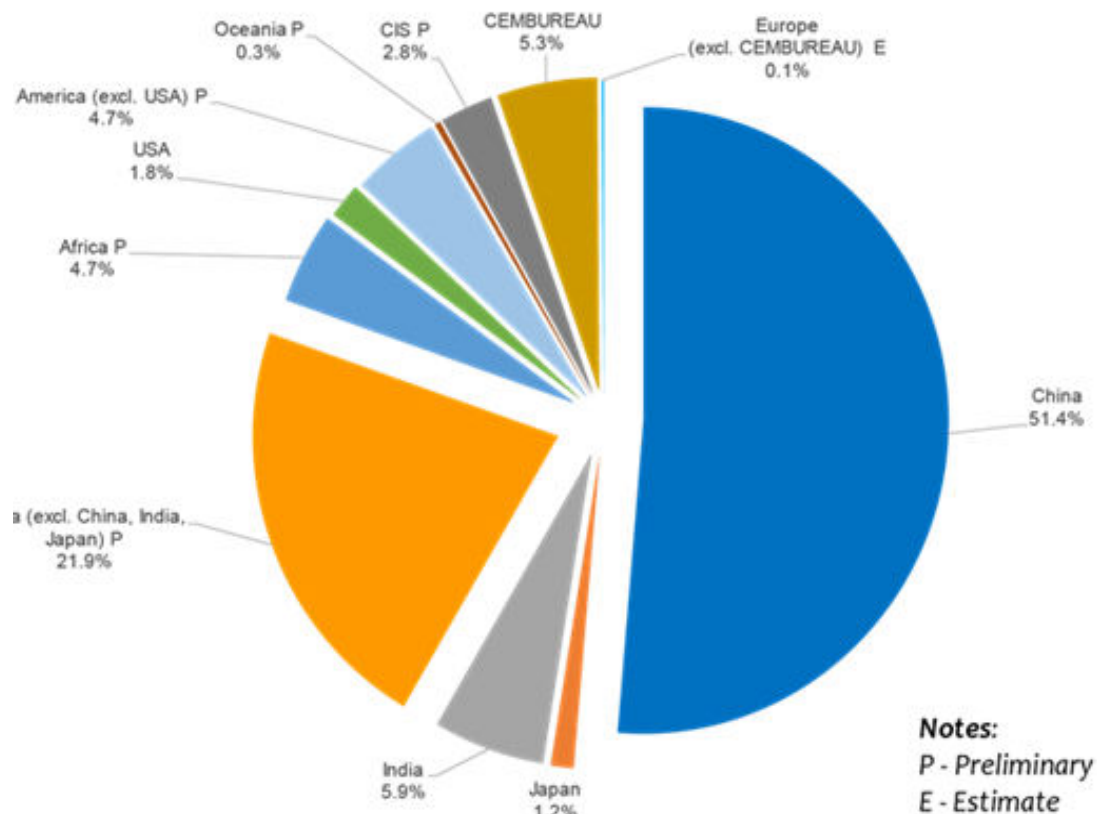
Στο σχήμα 7, παρουσιάζεται η κατανομή της παγκόσμιας παραγωγής τσιμέντου για το έτος 2015. Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε, περίπου το 50% της παγκόσμιας παραγωγής τσιμέντου γίνεται στην Κίνα, ενώ ακολουθούν με ποσοστό περίπου 22% οι χώρες της υπόλοιπης Ασίας, που δεν περιλαμβάνουν την Κίνα, την Ινδία και την Ιαπωνία. Η παραγωγή τσιμέντου στην Αφρική φθάνει το 5% του παγκόσμιο συνόλου, ενώ η Ωκεανία παράγει μόλις το 0,3% της παγκόσμιας παραγωγή. Από την άλλη, οι ΗΠΑ παράγουν για το 2015 το 1,8% της παγκόσμιας παραγωγής, ενώ οι υπόλοιπες χώρες της Αμερικής παράγουν και αυτές ένα ποσοστό της τάξεως του 5%. Η Ευρώπη παράγει και αυτή ένα ποσοστό που ξεπερνά ελαφρώς το 5%, ενώ η Ινδία έχει λίγο περισσότερη παραγωγή φθάνοντας το 6%. Τέλος, η Ιαπωνία παράγει το 1,2% της συνολικής ποσότητας τσιμέντου για το έτος 2015.

**Σχήμα 7: Κατανομή της παγκόσμιας παραγωγής τσιμέντου για το έτος 2015<sup>7</sup>**

CEMBUREAU-The European Cement Association , 2018. *Key Facts & Figures/Key Facts.*

[Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://cembureau.eu/cement-101/key-facts-figures/>



Ο πίνακας 1, αποτυπώνει τις 20 χώρες-περιοχές με την μεγαλύτερη παραγωγή τσιμέντου σε παγκόσμιο επίπεδο για έτη 2010 έως 2015.

**Πίνακας 1: Οι είκοσι χώρες-περιοχές με την παραγωγή τσιμέντου σε παγκόσμιο επίπεδο για τα έτη 2010 έως 2015 (Ποσότητες σε εκατομμύρια τόνους)<sup>8</sup>**

Χώρα	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Κίνα	1.881,9	2.063,2	2.137,0	2.420,0	2.480,0	2.350,0

CEMBUREAU-The European Cement Association , 2018. *Key Facts & Figures/Key Facts*.  
[Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://cembureau.eu/cement-101/key-facts-figures/>

8

CEMBUREAU-The European Cement Association , 2018. *Key Facts & Figures/Key Facts*.  
[Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://cembureau.eu/cement-101/key-facts-figures/>

Ινδία	220,0	240,0	270,0	280,0	260,0	270,0
ΕU-28	192,1	191,6	172,6	166,6	166,8	167,2
Βραζιλία	59,1	63,0	68,8	70,0	72,0	72,0
Τουρκία	62,7	63,4	63,9	72,7	71,2	72,8
Ρωσία	50,4	56,1	53,0	72,0	68,4	69,0
Ινδονησία	39,5	45,2	32,0	56,0	65,0	65,0
Νότιος Κορέα	47,4	48,2	48,0	47,3	63,2	63,0
Ιαπωνία	56,6	56,4	51,3	57,4	53,8	55,0
Σαουδική Αραβία	42,5	48,0	50,0	57,0	55,0	55,0
Μεξικό	34,5	35,4	35,4	34,6	35,0	35,0
Γερμανία	29,9	33,5	32,4	31,5	32,1	31,1
Ιταλία	34,4	33,1	26,2	23,1	24,0	20,8
Γαλλία	18,0	19,4	18,0	17,5	16,4	15,6
Νότιος Αφρική	10,9	11,2	13,8	14,9	13,8	14,0
Καναδάς	12,4	12,0	12,5	12,1	12,8	12,5
Αργεντινή	10,4	11,6	10,7	11,9	11,8	12,2
Ηνωμένο Βασίλειο	7,9	8,5	7,9	8,5	9,3	9,6
Αυστραλία	8,3	8,6	8,8	8,6	9,0	9,1

Από τον πίνακα 1, διαπιστώνουμε ότι στην πρώτη θέση με τεράστια διαφορά από τους υπόλοιπους βρίσκεται η Κίνα, η οποία παρουσιάζει μια διαρκή άνοδο, έως και το 2014, ενώ το 2015 εμφανίζει μια μικρή κάμψη στις ποσότητες παραγωγής τσιμέντου. Στην δεύτερη θέση βρίσκεται η Ινδία, η οποία φαίνεται να έχει σταθεροποιήσει την παραγωγή τσιμέντου κατά την διάρκεια της τετραετίας 2012-2015, ενώ στην τρίτη θέση κατατάσσεται η Ευρωπαϊκή Ένωση, παρουσιάζοντας πτωτικές τάσεις. Ακολουθούν οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής με σημαντικά αυξητικές τάσεις, ενώ στην επόμενη θέση βρίσκεται και η Βραζιλία, που εμφανίζει και αυτή ανοδικές τάσεις. Από την άλλη, στις τελευταίες θέσεις βρίσκεται ο Καναδάς, με σταθερές θα λέγαμε τάσεις, η Αργεντινή, το Ηνωμένο Βασίλειο καθώς και η Αυστραλία, που παρουσιάζουν είτε σταθερές, είτε ελαφρώς αυξητικές τάσεις στην παραγωγή τσιμέντου κατά την διάρκεια των ετών 2010 έως 2015.

Στον πίνακα 2, αποτυπώνονται οι είκοσι μεγαλύτερες βιομηχανίες τσιμέντου, σε παγκόσμιο επίπεδο για το έτος 2011. Από την πίνακα προκύπτει ότι η πλειοψηφία των εταιρειών προέρχεται από την Κίνα, κάτι που είναι απόλυτα λογικό, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η Κίνα όπως είδαμε προηγουμένως αποτελεί την πρώτη χώρα σε παραγωγή τσιμέντου σε όλο τον κόσμο. Ωστόσο, στην πρώτη θέση βρίσκεται

εταιρεία που είναι Γαλλικών συμφερόντων, ενώ η δεύτερη εταιρεία στην κατάταξη εδρεύει και δραστηριοποιείται στην Ελβετία. Επίσης, άλλες εταιρείες που ανήκουν στις είκοσι κορυφαίες προέρχονται από την Γερμανία, την Ιταλία, την Ταϊβάν, την Βραζιλία, την Ιρλανδία, την Ρωσία κτλ.

**Πίνακας 2: Οι είκοσι κορυφαίες τσιμεντοβιομηχανίες σε παγκόσμιο επίπεδο<sup>9</sup>**

Κατάταξη	Εταιρεία /Ομίλος	Χώρα	Παραγωγική ικανότητα (Mt/yr)	Αριθμός παραγωγικών μονάδων
1	Lafarge	Γαλλία	225	166
2	Holcim	Ελβετία	217	149
3	CNBM	Κίνα	200	69
4	Anhui Conch	Κίνα	180	34
5	HeidelbergCement	Γερμανία	118	71
6	Jidong	Κίνα	100	100
7	Cemex	Μεξικό	96	61
8	China Resources	Κίνα	89	16
9	Sinoma	Κίνα	87	24
10	Shanshui	Κίνα	84	13
11	Italcementi	Ιταλία	74	55
12	Taiwan Cement	Ταϊβάν	70	-
13	Votorantim	Βραζιλία	57	37
14	CRH	Ιρλανδία	56	11
15	UltraTech	Ινδία	53	12
16	Huaxin	Κίνα	52	51
17	Buzzi	Ιταλία	45	39
18	Eurocement	Ρωσία	40	16
19	Tiarui	Κίνα	35	11
20	Jaypee	Ινδία	34	16

Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να κάνουμε στην European Cement Association – CEMBUREAU που έχει έδρα στις Βρυξέλλες και αποτελεί την αντιπροσωπευτική οργάνωση της βιομηχανίας τσιμέντου σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο. Τα μέλη της European Cement Association είναι οι επιμέρους εθνικές ενώσεις τσιμεντοβιομηχανίας, καθώς και οι εταιρείες που παράγουν τσιμέντο στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με εξαίρεση τις

9

Global cement, 2012. *Top 20 global cement companies*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <http://www.globalcement.com/magazine/articles/741-top-20-global-cement-companies>

εταιρείες που προέρχονται από την Μάλτα και την Σλοβακία. Επίσης, στην ένωση περιλαμβάνονται εταιρείες που προέρχονται από την Νορβηγία, την Ελβετία και την Τουρκία. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι τόσο η Κροατία, όσο και η Σερβία, αποτελούν συνδεδεμένα μέλη της CEMBUREAU, ενώ έχει γίνει συμφωνία συνεργασίας και με την Κύπρο.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τα σημαντικότερα μεγέθη για την EU-28 και τα μεγέθη που αφορούν την CEMBUREAU.

**Πίνακας 3: Κυριότερα μεγέθη και μεγέθη CEMBUREAU<sup>10</sup>**

<b>Κατηγορία</b>	<b>Δεδομένα</b>	<b>Έτος</b>
Κλάδος τσιμεντοβιομηχανίας ως ποσοστό του ΑΕΠ EU-28	1,9%	2016
<b>Απασχολούμενοι στον κλάδο της τσιμεντοβιομηχανίας</b>		
EU-28	384.000	2012
CEMBUREAU	413.000	2012
<b>Άμεσες και έμμεσες θέσεις εργασίας που δημιουργεί ο κλάδος του τσιμέντου και του σκυροδέματος</b>		
EU-28	1.080.000	2012
CEMBUREAU	1.150.000	2012
<b>Συνολική προστιθέμενη αξία τσιμέντου και σκυροδέματος</b>		
Άμεση προστιθέμενη αξία EU-28	20δισ	2012
Άμεση προστιθέμενη αξία CEMBUREAU	22δισ	2012
Άμεση και έμμεση προστιθέμενη αξία στην EU-28	56δισ	2012
Άμεση και έμμεση προστιθέμενη αξία στα μέλη CEMBUREAU	60δισ	2012
Συνολική ακαθάριστη προστιθέμενη αξία του κλάδου της τσιμεντοβιομηχανίας στην οικονομία	4,5δισ	2014

10

CEMBUREAU-The European Cement Association , 2018. *Key Facts & Figures/Key Facts.*

[Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://cembureau.eu/cement-101/key-facts-figures/>



Όπως διαπιστώνουμε από τα δεδομένα που παρατίθενται στον πίνακα, ο κλάδος της τσιμεντοβιομηχανίας τόσο στις χώρες της EU-28, όσο και στις χώρες που αποτελούν μέλη της CEMBUREAU συνεισφέρει σημαντικά τόσο στην προστιθέμενη αξία, όσο και στην δημιουργία θέσεων εργασίας.

### **3.3 Τσιμέντο**

#### **3.4.1 Παραγωγή τσιμέντου-Πρώτες ύλες**

Το τσιμέντο είναι κονία που σε ανάμειξη με κατάλληλη ποσότητα νερού αποκτά πλαστικότητα και μπορεί και δημιουργεί το συνδετικό υλικό το οποίο χρησιμοποιείται προκειμένου να παραχθεί το σκυρόδεμα. Ο πιο διαδεδομένος τύπος που χρησιμοποιείται στις διάφορες κατασκευές είναι το τσιμέντου τύπου Portland. Ο τρόπος παραγωγής του περιλαμβάνει την καύση που γίνεται στους 1450 °C των ασβεστολιθικών και των αργιλοπυριτικών πετρωμάτων σε ποσοστά που κυμαίνονται από 75% και 25% αντίστοιχα, ανάλογα με το είδους του τσιμέντου και τις ιδιότητες που επιθυμούμε αυτό να έχει. Από την διαδικασία της καύσης προκύπτει το κλίνκερ, το οποίο αφού πρώτα ψυχθεί οδηγείται σε ανάμειξη με γύψο σε ποσοστό που φθάνει το 5%, αλέθεται και εν συνεχεία παράγεται τελικά το καθαρό τσιμέντο.

Προκειμένου να υπάρξει μείωση της ποσότητας του κλίνκερ, προστίθενται άλλα πρόσθετα τα οποία χαρακτηρίζονται από ιδιότητες πληρωτικών (fillers), δηλαδή πρόκειται ουσιαστικά για φυσικές πρώτες ύλες όπως είναι ποζολάνες, άχνη ασβεστόλιθου, ή βιομηχανικά παραπροϊόντα, όπως είναι η ιπτάμενη τέφρα και η σκωρία των υψικαμίνων. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι τα υλικά αυτά θεωρούνται απολύτως συμβατά με τσιμέντο, καθώς μπορούν και βελτιώνουν τις ιδιότητές του στην παραγωγή σκυροδέματος, όπως ενδεικτικά είναι η βελτίωση της εργασιμότητας, η μείωση της της διαπερατότητας, ενώ παράλληλα συμβάλλουν στην μείωση του κόστους παραγωγής του. (Λουπασάκης, 2013)

Επιπλέον, θα πρέπει να τονίσουμε ότι η κάθε χώρα προβαίνει στην Παρασκευή τσιμέντου αξιοποιώντας τις πηγές των πρώτων υλών που διαθέτει. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα κυριότερα συστατικά του τσιμέντου, καθώς επίσης και

ο συμβολισμός τους.

**Πίνακας 4:Κυριότερα συστατικά τσιμέντου και συμβολισμοί τους<sup>11</sup>**

<b>Συστατικό</b>	<b>Συμβολισμός</b>
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 σχήμα 8 παρουσιάζει τις πρώτες ύλες για την παραγωγή τσιμέντου.

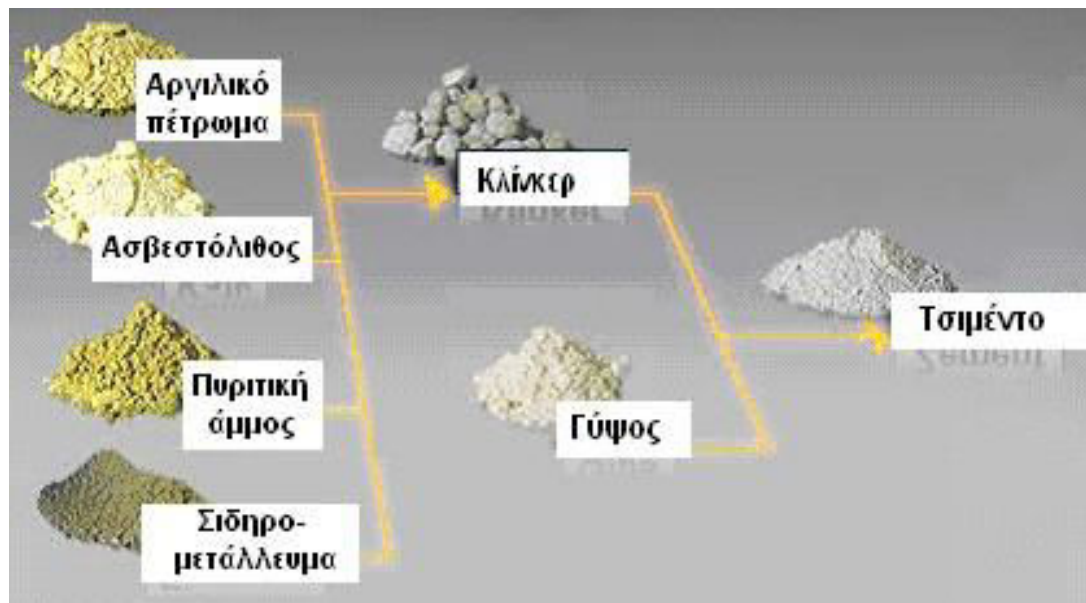
**Σχήμα 8: Πρώτες ύλες για την παραγωγή τσιμέντου<sup>12</sup>**

11

Tsakiridis , P. E., Papadimitriou , G. D., Tsvivilis , S. & Koroneos , C., 2008. Utilization of steel slag for Portland cement clinker production. *Journal of Hazardous Materials* , pp. 805-811.

12

Γεωργίου , Α., Πανταζοπούλου , Μ. & Πέτρου , Μ., 2014. Νέου τύπου τσιμεντοειδή υλικά με αυξημένη ικανότητα εφελκυστικής. *Επιστημονικά Θέματα - Πολιτικός Μηχανικός*, Δεκέμβριος , pp. 42-46.

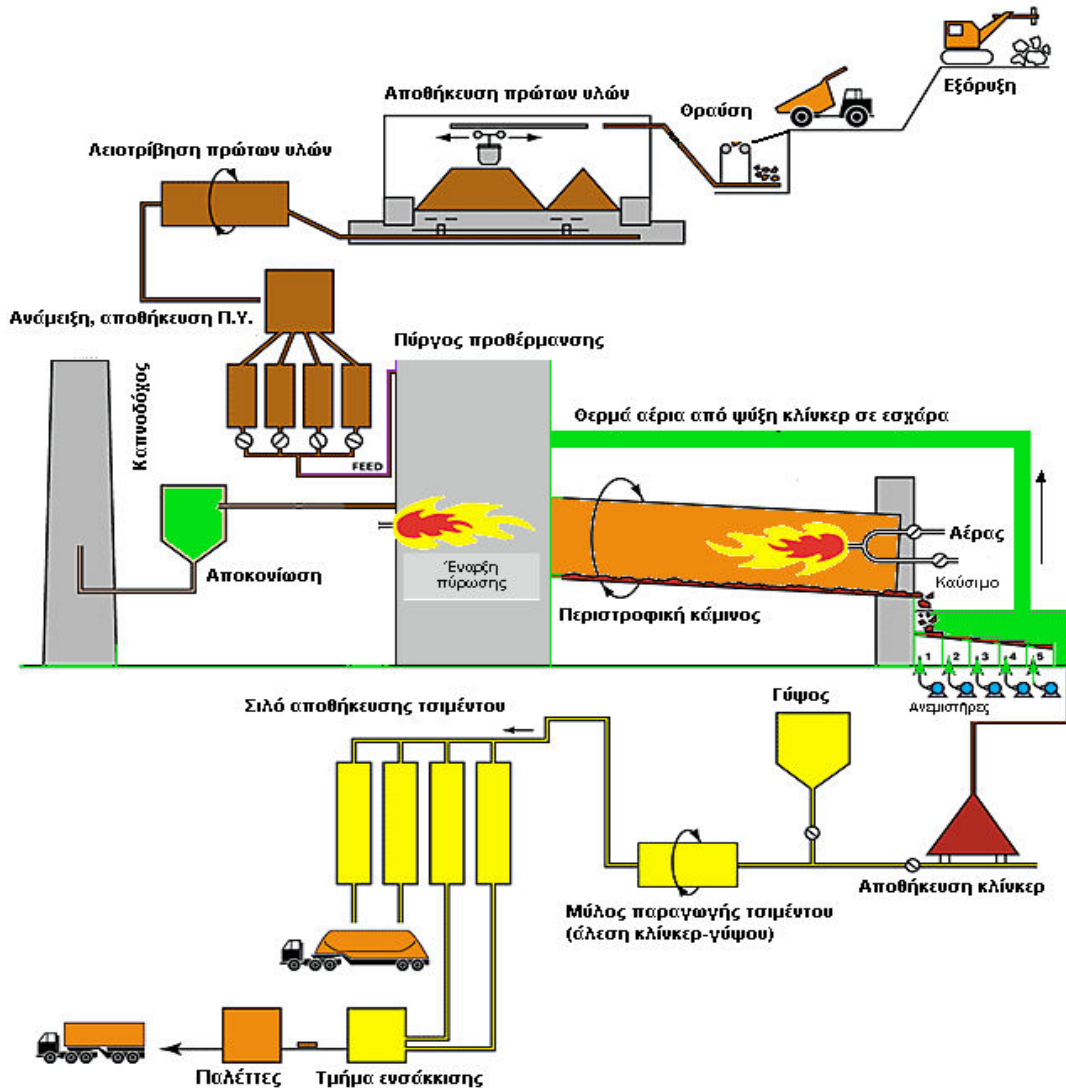


### 3.4.1 Χρήσεις τσιμέντου

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, το τσιμέντο χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη προκειμένου να παρασκευαστεί σκυρόδεμα, καθώς και ένα πλήθος από άλλα δομικά υλικά, όπως είναι οι τσιμεντόλιθοι, οι τσιμεντόπλακες, οι τσιμεντοσωλήνες κτλ. Ακόμη, το τσιμέντο χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη προκειμένου να κατασκευαστούν κονιάματα, ενώ από την ανάμιξή του με άμμο και νερό μπορούν να παραχθούν και τσιμεντοκονιάματα. Αρκετά σύνθητες είναι να χρησιμοποιείται το τσιμέντο, προκειμένου να γίνει ενίσχυση των ασβεστοκονιαμάτων και των γυψοκονιαμάτων, ενώ λιγότερο συχνά χρησιμοποιείται ως πολτός τσιμέντου χωρίς να χρειάζεται προσθήκη άμμου, προκειμένου να γίνει στεγανοποίηση ή κάλυψη των αρμών πλακόστρωτων δαπέδων και ταρατσών. (Τσακαλάκης, 2010)

Το σχήμα 9 παρουσιάζει με αναλυτικό τρόπο το διάγραμμα ροής των διεργασιών παραγωγής τσιμέντου.

Σχήμα 9: Αναλυτικό διάγραμμα ροής διεργασιών παραγωγής τσιμέντου<sup>13</sup>



### 3.4.2 Ιδιότητες τσιμέντου

Οι σημαντικότερες ιδιότητες του τσιμέντου που σχετίζονται με την συμπεριφορά του στις διάφορες χρήσεις που έχει είναι οι ακόλουθες:

- Η λεπτότητα: Η λεπτότητα του τσιμέντου μπορεί να εκφραστεί από την κοκκομετρική του ανάλυση, καθώς επίσης και από τον αριθμό Blaine (ειδική επιφάνεια) σε μονάδες  $m^2/kg$  ή  $cm^2/g$ . Όσο πιο μεγάλη είναι η λεπτότητα του τσιμέντου, τόσο πιο γρήγορη μπορεί να καταστεί η ενυδάτωση και συνεπώς τόσο πιο μεγάλη να είναι η αντοχή σε μικρό χρονικό διάστημα, κυρίως τις πρώτες επτά ημέρες. Ωστόσο, σε περίπτωση που υπάρχει μεγαλύτερη λεπτότητα, αυτό σημαίνει ότι απαιτείται πιο μεγάλη κατανάλωση

ενέργειας και άρα αυξημένο κόστος παραγωγής.

- Η υγεία (διόγκωση): Πρόκειται για την ικανότητα που έχει η σκληρυμένη τσιμεντόπαστα να διατηρεί τον όγκο της ύστερα από την πήξη. Ένα τσιμέντο μπορεί να χαρακτηριστεί ως μη «υγιές», όταν ύστερα από την πάροδο ορισμένου χρονικού διαστήματος από την χρήση του, παρουσιάζει καταστροφική για το σκυρόδεμα διόγκωση, η οποία προκαλεί και διάρρηξη της κατασκευής.
- Η συνεκτικότητα ή συνάφεια, όπου περιγράφει την ιδιότητα της ενυδατωμένης τσιμεντόπαστας να ρέει.
- Η εργασιμότητα: Πρόκειται για την ιδιότητα που έχει το νωπό σκυρόδεμα, η οποία χαρακτηρίζει ουσιαστικά την ευκολία με την οποία αυτό έχει τη δυνατότητα να μεταφέρεται, να διαστρώνεται και να συμπυκνώνεται. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η εργασιμότητα δεν συνιστά απόλυτο μέγεθος και δεν έχει σχέση με την ρευστότητα και τη συνεκτικότητα του νωπού σκυροδέματος, δηλαδή την περιεκτικότητα που έχει το μίγμα νωπού σκυροδέματος σε νερό.
- Ο χρόνος πήξης: Είναι το χρονικό διάστημα το οποίο μεσολαβεί από την στιγμή που γίνεται έναρξη της ανάμιξης του τσιμέντου με το νερό, μέχρις ότου η σχηματιζόμενη πλαστική μάζα χάσει τις πλαστικές και τις συγκολλητικές της ιδιότητες.
- Η αντοχή σε θλίψη: Είναι μια από τις σημαντικότερες ιδιότητες του τσιμέντου, ενώ μετράται σε χρονικά διαστήματα των 2,7 και 28 ημερών. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι τελική θεωρείται η θλιπτική αντοχή των 28 ημερών.
- Η θερμότητα ενυδάτωσης: Είναι η θερμότητα η οποία απελευθερώνεται κατά την διάρκεια της αντίδρασης του τσιμέντου με το νερό. (Kumar & Monteiro , 2009)

### 3.4.3 Τύποι τσιμέντων

Λαμβάνοντας υπόψη τα διαφορετικά χαρακτηριστικά, όπως είναι η διαφορετική

σύσταση, τόσο σε ποιοτικό όσο και σε ποσοτικό επίπεδο, μπορούμε να διακρίνουμε διαφορετικούς τύπους τσιμέντου. Εκτός από το τσιμέντο Portland, το οποίο έχει ήδη εξεταστεί προηγουμένως, διακρίνουμε και άλλους τύπους τσιμέντου που έχουν περισσότερο εξειδικευμένα χαρακτηριστικά, όπως είναι οι εξής:

- Τα αργιλικά τσιμέντα, που περιέχουν ως επί το πλείστον οξείδιο του ασβεστίου, όπως και οξείδιο του αργιλίου, ενώ η περιεκτικότητα σε οξείδιο του αργιλίου αγγίζει το 40-45%. Τα αργιλικά τσιμέντα είναι χρώματος μαύρου και χαρακτηρίζονται από την ταχεία ανάπτυξη αντοχής που μπορεί να συμβεί ακόμα και σε χαμηλές θερμοκρασίες. Ωστόσο, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι κάποιες φορές η αντοχή του τσιμέντου παρουσιάζει μείωση σε σχέση με τον χρόνο και το γεγονός αυτό οφείλεται στην αστάθεια που εμφανίζουν ορισμένα από τα προϊόντα ενυδάτωσης. Συνεπώς, εξαιτίας των παραγόντων αυτό συνίσταται να αποφεύγεται η χρήση αργιλικών τσιμέντων στα δομικά έργα. Οι συνηθέστερες χρήσεις των αργιλικών τσιμέντων είναι για επιδιορθώσεις όπου απαιτείται ταχεία αποκατάσταση καθώς επίσης και σε βιομηχανικά δάπεδα. Επίσης, τα αργιλικά τσιμέντα βρίσκουν εφαρμογές για την εσωτερική προστασία μεταλλικών σωλήνων, είτε λειτουργούν ως διασυνδετικό σε επισκευαστικά και συγκολλητικά κονιάματα. Άλλες χρήσεις που απαντώνται τα αργιλικά τσιμέντα είναι για σκυροδέτηση σε ψυχρές περιοχές, ως πυροπροστατευτικά κονιάματα και σκυροδέματα, είτε χυτά, είτε εκτοξευόμενα τα οποία βρίσκουν εφαρμογές στον κλάδο της μεταλλουργίας και της σιδηρουργίας, στους καπνοδόχους, στους φούρνους καθώς και σε άλλες κατασκευές που λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες, σε θαλάσσιο, αγροτικό, βιομηχανικά ή αστικό διαβρωτικό περιβάλλον, σε πλάκες επίστρωσης επιφανειών και τέλος σε μικρά προκατασκευασμένα στοιχεία. (Γκούντας, 2014)
- Τα ταχύπηκτα τσιμέντα: Η εν λόγω κατηγορία τσιμέντου παρασκευάζεται από ασβεστοαργιλώδη πετρώματα απουσία γύψου, εξαιτίας του οποίου επιβραδύνεται η πήξη. Η πήξη ξεκινά τρία λεπτά μετά την σκυροδέτηση στους 20 °C και ύστερα από δέκα λεπτά συνεχίζεται στους 0 °C. Όταν είναι αναγκαίος κάποιος συγκεκριμένος χρόνος πήξης, τότε γίνεται ανάμειξη των ταχύπηκτων τσιμέντων με ποσότητες συμβατικού τσιμέντου, καθώς

επίσης και με ποσότητες ασβεστόλιθου, είτε με κάποια οξέα έτσι ώστε να υπάρξει επιβράδυνση της πήξης και να γίνει εντός του επιθυμητού χρονικού πλαισίου. Τα ταχύπηκτα τσιμέντα εφαρμόζονται κυρίως στην κατασκευή καναλιών για υδρορροές, στις καπνοδόχους που βρίσκουν χρήση στον κλάδο της βιομηχανίας, στις ειδικές θεμελιώσεις στα σφραγίσματα σωληνώσεων, στα κονιάματα και στις επιδιορθώσεις, όπως επίσης και σε ορισμένες δομικές μονάδες.

- Τα λευκά τσιμέντα, όπου παρασκευάζονται από λευκά ασβεστολιθικά υλικά χωρίς να έχουν μεταλλικές προσμίξεις, κυρίως σιδήρου σε μύλους που πληρούν ειδικές προδιαγραφές και εξαιτίας του γεγονότος αυτού φαίνεται να έχουν σημαντικά υψηλότερο κόστος, σε σχέση με τα κοινά τσιμέντα. Η συγκεκριμένη κατηγορία τσιμέντου βρίσκει χρήσεις εκεί που καθίσταται αναγκαίο να πληρούνται συγκεκριμένες αρχιτεκτονικές και αισθητικές απαιτήσεις.
- Τα τσιμέντα που έχουν μεταβαλλόμενο όγκο, όπου περιέχουν προσμίξεις, που ενισχύουν την ενυδάτωση μετά την πήξη την διόγκωση ή την συρρίκνωση του όγκου των τσιμέντων, έτσι ώστε να αποκτήσουν τις επιθυμητές διαστάσεις. (Kumar & Monteiro , 2009)

Θα πρέπει να επισημάνουμε, ότι πέρα από τις κατηγορίες τσιμέντων που έχουμε ήδη αναφέρει, υπάρχουν και άλλοι τύποι τσιμέντου, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για ειδικές χρήσεις. Πιο αναλυτικά, διακρίνουμε τα τσιμέντα περιορισμένης υδροφιλίας τα οποία παρασκευάζονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μπορούν να αποθηκεύονται σε περιβάλλον που είναι υγρό, χωρίς ωστόσο να δημιουργούνται προβλήματα από την υγρασία. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η ιδιότητα αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε ορισμένες γεωγραφικές περιοχές ή σε ορισμένα έργα, όπως είναι τα έργα οδοποιίας ή εδαφομηχανικής. Ουσιαστικά, το τσιμέντο περιορισμένης υδροφιλίας θεωρείται ένα κοινό τσιμέντο στο οποίο έχουν προστεθεί μικρές ποσότητες λιπαρών οξέων, τα οποία περιβάλλουν τους κόκκους του τσιμέντου με μια προστατευτική στρώση, έτσι ώστε να μην μπορούν να υγραίνονται. Τέλος, να επισημάνουμε ότι προκειμένου να διαλυθεί η συγκεκριμένη προστατευτική στρώση, θα πρέπει να γίνει έντονη ανάμιξη κατά το στάδιο της κατασκευής κονιαμάτων ή σκυροδέματος. (Τριανταφύλλου , 2011)

Επιπροσθέτως, υπάρχουν τσιμέντα τα οποία βρίσκουν εφαρμογές σε επισκευές και επιδιορθώσεις που πραγματοποιούνται με τσιμεντενέσεις. Ο συγκεκριμένος τύπος τσιμέντου παρασκευάζεται από ειδικό μείγμα στο οποίο προστίθενται εποξεικές ρητίνες ή σκληρυντές που οδηγούν σε αυξημένο κόστος. Εξαιτίας του γεγονότος ότι δεν περιέχουν θειούχες ενώσεις ή χλωριούχες προσμίξεις, είναι σε θέση να προστατέψουν με αποτελεσματικό τρόπο τον οπλισμό του σκυροδέματος, ενώ παράλληλα συμβάλλουν στην στεγανοποίηση των ρωγμών του. Ακόμη, υπάρχουν τα πυροπροστατευτικά τσιμέντα, τα οποία έχουν κοινά χαρακτηριστικά με τα αργιλικά τσιμέντα, ωστόσο τα πυροπροστατευτικά τσιμέντα παρουσιάζουν πιο μεγάλη περιεκτικότητα σε άργιλο, που κυμαίνεται από 50% έως και 80% και συνδυάζοντάς τα με τα κατάλληλα αδρανή, δημιουργούνται σκυροδέματα με αντοχή έως και τους 2000°C. Αυτά τα είδη τσιμέντου χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατασκευή χυτών ή για την κατασκευή προκατασκευασμένων πυράντοχων δομικών στοιχείων, όπως επίσης και για την παρασκευή εκτοξευμένου σκυροδέματος το οποίο μπορεί και σκληραίνει γρήγορα. (Παπαγιάννης & Οικονόμου , 1997)

Τέλος, μια ακόμη κατηγορία που αξίζει να αναφέρουμε είναι τα τσιμέντα οδοποιίας. Πιο αναλυτικά, στα σύγχρονα έργα οδοποιίας που κατασκευάζονται, η θεμελίωση κατασκευάζεται από σκύρο ενοποιημένο, που περιέχει λίγο νερό το ποσοστό του οποίου κυμαίνεται μεταξύ 5% και 7%. Εν συνεχεία, το μίγμα αυτό συμπυκνώνεται με μηχανικό τρόπο, ενώ θα πρέπει από την αρχή της ανάμιξης έως και την συμπλήρωση της πύκνωσης το τσιμέντο να παραμείνει εργάσιμο, κάτι που απαιτεί σημαντικό χρόνο. Έτσι, προκειμένου να μπορούν να ικανοποιηθούν οι συγκεκριμένες ανάγκες κατασκευάζονται τσιμέντα τα οποία χαρακτηρίζονται από βραδεία πήξη και μεγάλη περίοδο εργασιμότητα, ενώ οι ιδιότητες αυτές οφείλονται στις ειδικές προσμίξεις που περιέχουν. Λαμβάνοντας υπόψη την αναλογία των προσμίξεων, αλλά και τα αδρανή που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή του τσιμέντου, διακρίνουμε τύπους τσιμέντου που αφορούν τους αυτοκινητοδρόμους, τα μεγάλα έργα οδοποιίας, τις γέφυρες, τις αντιστηρίξεις, τα φράγματα κτλ. (Mehta , 1986)

### **3.4 Αδρανή**



Ως αδρανή νοούνται τα διαβαθμισμένα υλικά που είναι ορυκτής ή βιομηχανικής προέλευσης και μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε με συγκολλητικό μέσο, δηλαδή για παρασκευή κονιαμάτων, σκυροδεμάτων, ασφαλτομιγμάτων κτλ, είτε χρησιμοποιούνται αυτούσια όπως συμβαίνει στα έρμα των σιδηροδρομικών σταθμών, στην κατασκευή στραγγιστηρίων, όπως επίσης και στους βράχους θωράκισης και σε πάσης φύσεως τεχνικά έργα. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι τα αδρανή καταλαμβάνουν περίπου το 60%-80% του συνολικού όγκου του σκυροδέματος. Τα αδρανή δεν παρουσιάζουν χημικές συνδετικές ιδιότητες μεταξύ τους, αλλά παρουσιάζουν φυσική συνοχή που σχετίζεται με την γεωμετρική ταξινόμηση των κόκκων τους και του βάρους. Εξαιτίας του ποσοστού των αδρανών στο σκυροδέμα, αυτό διατηρείται σε χαμηλό κόστος, λαμβάνοντας υπόψη ότι αποτελούν μια φθηνή πρώτη ύλη. Η επιλογή των αδρανών, θα πρέπει να γίνεται με την δέουσα προσοχή, με βάση τα επιδιωκόμενα χαρακτηριστικά τους ως προς τη σύνθεση του σκυροδέματος και κυρίως ως προς την ανθεκτικότητά του. Ακόμη, να αναφέρουμε ότι τα αδρανή που χρησιμοποιούνται για την Παρασκευή σκυροδέματος, θα πρέπει να είναι διαβαθμισμένα σε μέγεθος, να είναι υγιή, καθαρά χωρίς να έχουν επιβλαβείς προσμίξεις, καθώς επίσης να είναι σκληρά και ανθεκτικά. (Τσακαλάκης, 2010)

### Ταξινόμηση αδρανών

Τα αδρανή μπορούν να ταξινομηθούν με διάφορους τρόπους, ορισμένους εκ των οποίων αναφέρουμε στην συνέχεια.

1. Λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος του κόκκου, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο 12620), μπορούν να διαχωριστούν ως εξής:
  - Παιπάλη, με το μέγεθος κόκκου να είναι μικρότερο ( $<$ ) από 0,063mm.
  - Λεπτόκοκκα, που έχουν μέγεθος κόκκων που κυμαίνεται  $0,063 < D < 4$  mm και πρόκειται συνήθως για διάφορα είδη άμμου.
  - Χονδρόκοκκα, που έχουν μέγιστο μέγεθος κόκκου  $D > 4$  mm και ελάχιστο  $d > 2$ mm και είναι ογκόλιθοι, κροκάλες, έρμα, χαλίκι, γαρμπίλι, ρυζάκι.

- Filler, όπου πρόκειται για ένα διαβαθμισμένο λεπτομερές αδρανές υλικό που έχει μέγιστο κόκκο  $D=2\text{mm}$  και διέρχεται σε ποσοστό που κυμαίνεται από 70% έως και 100% από κόσκινο που έχει διάμετρο  $0,063\text{mm}$ . Το αδρανές αυτό προστίθεται σε ορισμένα δομικά υλικά, προκειμένου να προσδώσει συγκεκριμένες ιδιότητες.

2. Με βάση το βάρος τους χωρίζονται σε:

- Κανονικά, όπου η πυκνότητα των κόκκων κυμαίνεται μεταξύ  $2.000$   $3.000 \text{ kg/m}^3$ .
- Ελαφρά, με την πυκνότητα των κόκκων να είναι μικρότερη ( $<$ ) από  $2.000 \text{ kg/m}^3$  και χρησιμοποιούνται κατά την Παρασκευή του ελαφροσκυροδέματος.
- Βαρέα, όπου η πυκνότητα των κόκκων είναι μεγαλύτερη ( $>$ ) από  $3.000 \text{ kg/m}^3$ .

3. Με βάση την προέλευσή τους μπορούν να διαχωριστούν ως εξής:

- Σε φυσικά, τα οποία λαμβάνονται από το φυσικό περιβάλλον και δεν έχουν προβεί σε κανενός είδους επεξεργασία, πέρα από την θραύση, το πλύσιμο και την διαλογή.
- Σε τεχνητά ή βιομηχανικά, τα οποία προκύπτουν ως προϊόντα ή παραπροϊόντα βιομηχανικής δραστηριότητας, όπως είναι για παράδειγμα η σκωρία υψικαμίνου, η ιπτάμενη τέφρα κτλ, που προκύπτουν συνήθως από χημική ή θερμική επεξεργασία των ορυκτών.
- Σε ανακυκλωμένα αδρανή, τα οποία προκύπτουν κατόπιν επεξεργασίας και επαναχρησιμοποίηση δομικών υλικών που προέρχονται από υφιστάμενες οικοδομές, όπως είναι τα υλικά κατεδάφισης.

4. Με βάση την πηγή λήψης τους, τα φυσικά αδρανή μπορούν να διαχωριστούν ως εξής:

- Σε συλλεκτά, όπου προέρχονται από τη φύση κατόπιν φυσικών διεργασιών, όπως είναι η αποσάθρωση, η απολέπιση κτλ.
- Σε θραυστά, όταν προέρχονται από τη θραύση πετρωμάτων. (Duggal, 2008)

### Χαρακτηριστικά αδρανών

Οι προδιαγραφές αντοχής και χρήσης του σκυροδέματος καθορίζουν τα φυσικομηχανικά χαρακτηριστικά των αδρανών που πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Τα χαρακτηριστικά αυτά και γενικότερα η καταλληλότητα των αδρανών ορίζονται σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές από το πρότυπο ΕΛΟΤ 408 και τον ΚΤΣ-97 και σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές προδιαγραφές από το ΕΛΟΤ EN 12620:2002+A1:2008 (για τα κανονικού βάρους και βαρέα αδρανή) και από το EN 13055 (για τα ελαφρά αδρανή).

Τα χαρακτηριστικά – ιδιότητες που πρέπει να ελέγχονται είναι:

- Η αντοχή του μητρικού πετρώματος: Οι ιδιότητες των αδρανών ως προϊόντων ελάττωσης μεγέθους από μεγαλύτερα τεμάχια μητρικού πετρώματος εξαρτώνται κατά βάση από τις ιδιότητες του αρχικού πετρώματος. Για τον λόγο αυτό βάσει του προτύπου ΕΛΟΤ-408 πρέπει το μητρικό πέτρωμα να έχει θλιπτική αντοχή τουλάχιστον 65 ΜΡα. Αξίζει να αναφερθεί ότι στο Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 12620 δεν υπάρχει απαίτηση για έλεγχο του μητρικού πετρώματος.
- Η αντοχή σε επιφανειακή φθορά και κρούση: Τα αδρανή υλικά πρέπει να έχουν ικανοποιητική αντοχή στην καταπόνηση σε φθορά και κρούση. Ελέγχεται με τη συσκευή Los Angeles, η οποία προσδιορίζει την αντίσταση στη φθορά από τριβή και κρούση κατά την ανάμιξη, μεταφορά και διάσπρωση των αδρανών.
- Η ανθεκτικότητα σε αποσάθρωση (υγεία): Είναι η ιδιότητα των αδρανών να μην παρουσιάζουν έντονες αυξομειώσεις όγκου ή απώλεια υλικού λόγω των εναλλασσόμενων καιρικών συνθηκών και κυρίως λόγω διαδικασιών ψύξης – θέρμανσης, διαβροχής – ξήρανσης και ψύξης – απόψυξης. Τα αδρανή που είναι ανθεκτικά στην αποσάθρωση χαρακτηρίζονται ως υγιή.
- Η πραγματική και φαινομενική πυκνότητα: Ως πραγματική πυκνότητα του αδρανούς ( $\rho_s$ ) ορίζεται η πυκνότητα του πετρώματος, δηλαδή ο όγκος της μάζας προς τον όγκο των κόκκων (χωρίς τα μεταξύ τους κενά). Ως φαινόμενη πυκνότητα ( $\rho$ ) ορίζεται η

πυκνότητα του σωρού και ισούται με τον λόγο της μάζας προς τον όγκο του σωρού των αδρανών (μαζί με τα κενά). Εξαρτάται από το βαθμό συμπίκνωσής τους. Ο λόγος  $\rho/\rho_s$  ονομάζεται βαθμός πυκνότητας και δίνει μια γενική εικόνα της γεωμετρικής ποιότητας των αδρανών.

- Υγρασία και ικανότητα απορρόφησης: Η υγρασία απορρόφησης αναφέρεται στην ποσότητα του νερού που απορροφάται στους πόρους του υλικού ως ποσοστό επί τοις εκατό % του ξηρού βάρους του δείγματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η υγρασία απορρόφησης τόσο μικρότερη είναι η ανθεκτικότητα των αδρανών. Τα αδρανή ανάλογα με το βαθμό υγρασίας τους χωρίζονται σε 1) εντελώς ξηρά, 2) ξηρά με λίγη μόνο εσωτερική υγρασία, 3) κορεσμένα και επιφανειακά ξηρά, χωρίς καθόλου επιφανειακή υγρασία αλλά με κορεσμένους τους εσωτερικούς πόρους και 4) υγρά, με κάποια ποσότητα επιφανειακής υγρασίας και κορεσμένους όλους τους εσωτερικούς πόρους. Τα αδρανή ανάλογα με την υγρασία τους μπορούν να διαθέσουν ή να απορροφήσουν νερό από το μίγμα του σκυροδέματος. Ως ικανότητα απορρόφησης υγρασίας ορίζεται η συνολική ποσότητα υγρασίας που απαιτείται για τη μετατροπή των αδρανών από εντελώς ξηρά σε κορεσμένα και επιφανειακά ξηρά και σχετίζεται άμεσα με το πορώδες και την αντοχή των αδρανών.
- Οι μηχανικές ιδιότητες: Η θλιπτική αντοχή και το μέτρο ελαστικότητας εξαρτώνται από το πορώδες και για τα συνηθισμένα αδρανή είναι ανώτερες από τις αντίστοιχες του σκυροδέματος. Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, η ελάχιστη αντοχή αδρανών για την παρασκευή κοινού σκυροδέματος στη χώρα μας είναι 65 MPa (Πρότυπο ΕΛΟΤ-408). Επίσης, αδρανή με αντοχή μεταξύ 45 MPa και 65 MPa ή μικρότερη από 45 MPa μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σκυρόδεμα φέροντος οργανισμού ή για επιχρισμένο οικοδομικό σκυρόδεμα, αντίστοιχα, όταν ικανοποιούν τις απαιτήσεις αδρανών του ΚΤΣ και εφόσον από τη μελέτη σύνθεσης αποδειχθεί ότι επιτυγχάνεται η απαιτούμενη αντοχή του σκυροδέματος για το οποίο προορίζονται.

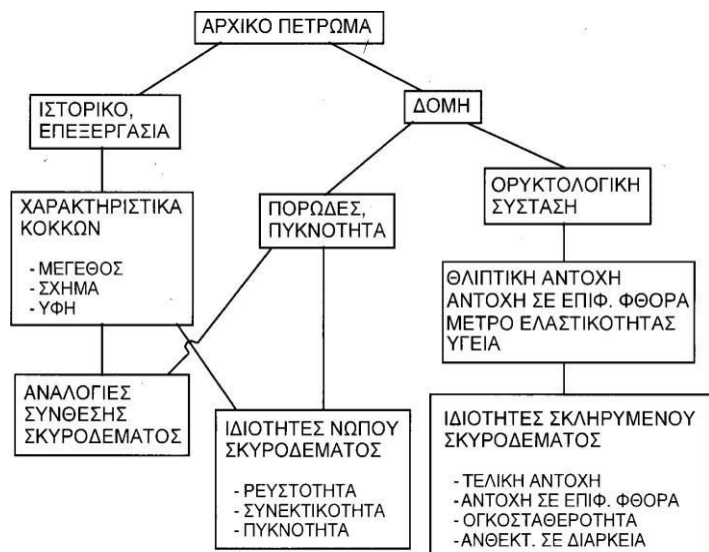
- Το σχήμα και η επιφανειακή υφή: Το σχήμα και η επιφανειακή υφή των αδρανών επηρεάζουν ως επί το πλείστον τις ιδιότητες του νωπού σκυροδέματος και όχι τόσο του σκληρυμένου. Γενικά τα αδρανή πρέπει να έχουν, κατά το δυνατόν, σφαιρική ή κυβική μορφή με τραχεία επιφάνεια. Ένας κόκκος θεωρείται ότι έχει δυσμενή μορφή, όταν η σχέση της μεγαλύτερης προς τη μικρότερη διάστασή του ξεπερνά το 3:1. Το ποσοστό των κόκκων με δυσμενή μορφή δεν επιτρέπεται να ξεπερνά το 50%. Τα γωνιώδη και επιμήκη αδρανή με τραχεία επιφάνεια χρειάζονται μεγαλύτερη ποσότητα τσιμεντοπολτού από τα στρογγυλεμένα για την παρασκευή εργάσιμου σκυροδέματος, με αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους. Από την άλλη, η αύξηση της πολυγωνικότητας των κόκκων βελτιώνει τη στήριξη μεταξύ τους και την πρόσφυση με το κονίαμα.
- Η κοκκομετρική διαβάθμιση: Πρόκειται για την ποσοστιαία % σύνθεση του αδρανούς σε κόκκους διαφόρων μεγεθών. Η καλή κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών συνεπάγεται λιγότερα κενά μεταξύ των κόκκων και ως εκ τούτου συμβάλλει στη μείωση του κόστους του σκυροδέματος καθώς απαιτείται μικρότερη ποσότητα τσιμεντοπολτού για την κάλυψη τους. Επιπλέον τα καλά διαβαθμισμένα αδρανή παρουσιάζουν καλύτερη συνεκτικότητα, ογκοσταθερότητα καθώς και εργασιμότητα του νωπού σκυροδέματος. Η κοκκομετρική διαβάθμιση καθορίζεται από σειρά πρότυπων κόσκινων, Γερμανικών προδιαγραφών (κατά DIN 4187-4188), που συμβολίζονται με □ πριν από τον αριθμό του κόσκινου ή Αμερικάνικων προδιαγραφών (κατά ASTM E11), που συμβολίζονται με το No που γράφεται πριν από τον αριθμό του κόσκινου. Επιτυγχάνεται με το κοσκίνισμα του υλικού σε κόσκινα τοποθετημένα με αύξουσα σειρά μεγέθους βροχίδων, ζύγιση των ποσοτήτων που συγκρατούνται σε κάθε κόσκινο, υπολογισμό της συνολικά διερχόμενης ποσότητας αδρανούς από κάθε κόσκινο και τελικά χάραξη της κοκκομετρικής καμπύλης σε ημιλογαριθμικό χαρτί. Ο ΚΤΣ καθόρισε τις υποζώνες των διαγραμμάτων ορίζοντα ότι για το οπλισμένο σκυρόδεμα η κοκκομετρική καμπύλη πρέπει να

βρίσκεται στην υποζώνη Δ ή και στην υποζώνη Ε για σκυροδέματα κατηγορίας C30/37 ή μικρότερης. Η υποζώνη Ζ αφορά στο άοπλο σκυρόδεμα. Γενικά οι καμπύλες κάτω από την υποζώνη Δ αντιστοιχούν σε αρκετά χονδρόκοκα αδρανή με χαμηλή εργασιμότητα ενώ οι καμπύλες πάνω από την υποζώνη Ε αντιστοιχούν σε αδρανή λεπτόκοκκα που απαιτούν μεγάλη ποσότητα νερού και δίνουν σκυροδέματα με μεγάλη πιθανότητα ρηγμάτωσης.

- **Η καθαρότητα:** Τα αδρανή μπορεί να περιέχουν βλαβερές προσμίξεις, οι οποίες είναι δυνατόν να επηρεάσουν δυσμενώς την πήξη και την σκλήρυνση των σκυροδεμάτων και να μειώσουν την αντοχή τους, την σταθερότητα του όγκου τους και την προστασία του οπλισμού από τη διάβρωση. Για τις ουσίες, ανάλογα με το είδος τους και την ποιότητα του παρασκευαζόμενου σκυροδέματος καθορίζονται από τα αντίστοιχα πρότυπα ανώτατα επιτρεπτά όρια. (Γεωργίου , et al., 2014)

Στο σχήμα 8 που ακολουθεί φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ των χαρακτηριστικών των αδρανών και των ιδιοτήτων του νωπού και σκληρυμένου τσιμέντου.

Σχήμα 10: Ιδιότητες αδρανών που επηρεάζουν τις ιδιότητες του σκυροδέματος<sup>24</sup>



### 3.5 Βασικές ιδιότητες σκυροδέματος

Οι ιδιότητες του σκυροδέματος ελέγχονται βάσει διαδικασιών που για την ΕΕ ορίζονται από ευρωπαϊκά πρότυπα. Έτσι για τον έλεγχο των ιδιοτήτων του σκληρωμένου σκυροδέματος κατασκευάζονται καλούπια και δοκίμια με μεγέθη και ανοχές σύμφωνα με το EN 12390-1. Η διαδικασία παραγωγής και ωρίμασης των δοκιμών περιγράφεται στο EN 12390-2. Στους επόμενους πίνακες παρουσιάζονται τα επιτρεπόμενα χαρακτηριστικά των δοκιμών.

**Πίνακας 5: Επιτρεπόμενα ονομαστικά μεγέθη δοκιμών που είναι διαθέσιμα για χρήση (σε mm) με βάση το EN 12390-1<sup>15</sup>**

Κύβοι	Μήκος	100		150	200	250	300
Κύλινδροι	Διάμετρος	100	113	150	200	250	300
Πρίσματα	Μήκος ακμής	100		150	200	250	300

Σημειώσεις: Για τους κύβους τα προκαθορισμένα μεγέθη δεν θα πρέπει να παρουσιάζουν διαφορές από τα ονομαστικά μεγέθη. Για τους κύλινδρους τα προκαθορισμένα μεγέθη θα πρέπει να βρίσκονται εντός του 10% του ονομαστικού μεγέθους. Το μήκος των πρισμάτων θα πρέπει να είναι  $L \geq 3.5 d$

**Πίνακας 6: Αντοχές δοκιμών σύμφωνα με το EN 12390-1**

Ανεκτή απόκλιση	Κύβος	Κύλινδρος	Πρίσμα
Προκαθορισμένο μέγεθος	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.5\%$
Προκαθορισμένο μέγεθος μεταξύ κορυφής και βάσης	$\pm 1.0\%$	-	$\pm 1.0\%$
Επιπεδότητα των επιφανειών φόρτισης	$\pm 0.0006 d$ , σε mm	$\pm 0.0005 d$ , σε mm	-
Τετραγωνισμός των πλευρών σε σχέση με την περιοχή βάσης	$\pm 0.5 \text{ mm}$	$\pm 0.5 \text{ mm}$	$\pm 0.5 \text{ mm}$
Ύψος	-	$\pm 5\%$	-

Απόκλιση σε ευθύτητα του κατά μήκος άξονα του κυλίνδρου για δοκιμές κάμψης	-	$\pm 0.2 \text{ mm}$	-
Ευθυγράμμιση της περιοχής υποστήριξης για δοκιμές κάμψης	-	-	$\pm 0.2 \text{ mm}$
Ευθυγράμμιση της επιφάνειας φόρτισης για δοκιμές εφελκυστικής αντοχής	-	-	$\pm 0.2 \text{ mm}$

### 3.6 Η βιομηχανία τσιμέντου στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας

Μία από τις προτεραιότητες που έχει τεθεί σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών, αφορά την κυκλική οικονομία, καθώς η κυκλική οικονομία συνεισφέρει στην βιώσιμη ανάπτυξη. Ουσιαστικά, η κυκλική οικονομία σχετίζεται με την επιμήκυνση του κύκλου ζωής των προϊόντων, ενώ ταυτόχρονα επιδιώκεται εξοικονόμηση των πόρων που δεν είναι θεωρούνται ανανεώσιμοι, ευρεία εφαρμογή της ανακύκλωσης, καθώς και ανάκτηση ενέργειας και υλικών. (Haas, et al., 2015)

Όμως, προκειμένου να γίνει μεταστροφή του γραμμικού μοντέλου το οποίο στηρίχθηκε κυρίως στην διαδικασία προμήθειας, παραγωγής, κατανάλωσης και απόρριψης, προς το μοντέλο κυκλικής οικονομικής, το οποίο εστιάζει στην μείωση των πρώτων υλών, στην επαναχρησιμοποίηση, στην επισκευή, στην ανακύκλωση, καθώς και στην ανάκτηση, απαιτούνται να γίνουν αλλαγές που αφορούν τις αλυσίδες αξίες που περιλαμβάνουν τα στάδια από τον σχεδιασμό ενός προϊόντος, έως και το στάδιο της κατανάλωσης. (Geng & Doberstein , 2008)

Ο κλάδος της τσιμεντοβιομηχανίας, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, έχει ήδη εφαρμόσει τις αρχές της κυκλικής οικονομίας, καθώς το τελικό προϊόν που παράγει, δηλαδή το σκυρόδεμα θεωρείται 100% ανακυκλώσιμο υλικό. Πιο αναλυτικά, το σκυρόδεμα καλύπτει τις ανάγκες που προκύπτουν για δόμηση στα αστικά κέντρα και έχει τη



δυνατότητα να λάβει οποιαδήποτε μορφή ή σχήμα, γεγονός που δίνει σημαντική ευελιξία στον σχεδιασμό και μεγάλη ποικιλία στις εφαρμογές. Επιπροσθέτως, το σκυρόδεμα παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα στην χρήση του από την σκοπιά της κυκλικής οικονομίας, καθώς πρόκειται για το πιο οικονομικό υλικό. Ακόμη, η παραγωγή του τσιμέντου, αλλά και του έτοιμου σκυροδέματος, συνοδεύεται από έκλυση χαμηλών ποσοτήτων ρύπων διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>, σε σχέση με την παραγωγική διαδικασία που έχουν άλλα δομικά υλικά, ενώ σημαντικό θετικό στοιχείο για το σκυρόδεμα είναι το γεγονός ότι μπορεί να απορροφά και να δεσμεύει διοξείδιο του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του. (Supino, et al., 2016)

Ένα ακόμα θετικό στοιχείο του σκυροδέματος σχετίζεται με το γεγονός ότι η θερμοχωρητικότητα του σκυροδέματος μπορεί να διασφαλίσει σταθερές θερμοκρασίες μέσα στα κτίρια και συνεπώς μπορεί να μειώσει την απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη. Όσον αφορά την έκλυση ρύπων που προκαλείται από την μεταφορά του σκυροδέματος, θεωρείται κατά κανόνα χαμηλή, καθώς συνήθως οι μονάδες παραγωγής σκυροδέματος, βρίσκονται κοντά στα σημεία που πραγματοποιείται η σκυροδέτηση. (Yang , et al., 2015)

Με την χρήση σκυροδέματος μπορούν και δημιουργούνται κατασκευές οι οποίες έχουν τη δυνατότητα προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, καθώς το σκυρόδεμα προσφέρει ασφαλές περιβάλλον και προστασία από πλημμύρες και πυρκαγιές, ενώ έχει τη δυνατότητα να διασφαλίζει την παροχή του ηλεκτρικού ρεύματος, όπως και την παροχή ασφαλούς πόσιμου νερού ακόμα και σε δύσκολες συνθήκες. Επιπλέον, το σκυρόδεμα χρησιμοποιείται για την προστασία από την άνοδο της θάλασσας, καθώς και για τη συλλογή νερού είτε σε δεξαμενές, είτε σε αποθηκευτικά φράγματα και σε διάφορα έργα αποστράγγισης. (Supino, et al., 2016)

Από το τσιμέντο υπάρχει η δυνατότητα ανάκτησης υλικών και ενέργειας, μέσω της χρήσης εναλλακτικών πρώτων υλών, αλλά και μέσω της ανάκτησης καυσίμων. Είναι γεγονός ότι η αξιοποίηση αποβλήτων στον χώρο της τσιμεντοβιομηχανίας, αποτελεί μια αρκετά διαδεδομένη πρακτική σε διεθνές επίπεδο. Η συνηθέστερη μέθοδος είναι αυτή της συν-επεξεργασίας, των αποβλήτων που πραγματοποιείται στον κλίβανο παραγωγής του κλίνκερ, ενώ τα απόβλητα τα οποία οδηγούνται σε ταφή αξιοποιούνται μέσω της ανάκτησης της περιεχόμενης ενέργειας τους. Τέλος, μια ακόμη συνηθής πρακτική σε διεθνές επίπεδο είναι η χρήση δευτερογενών

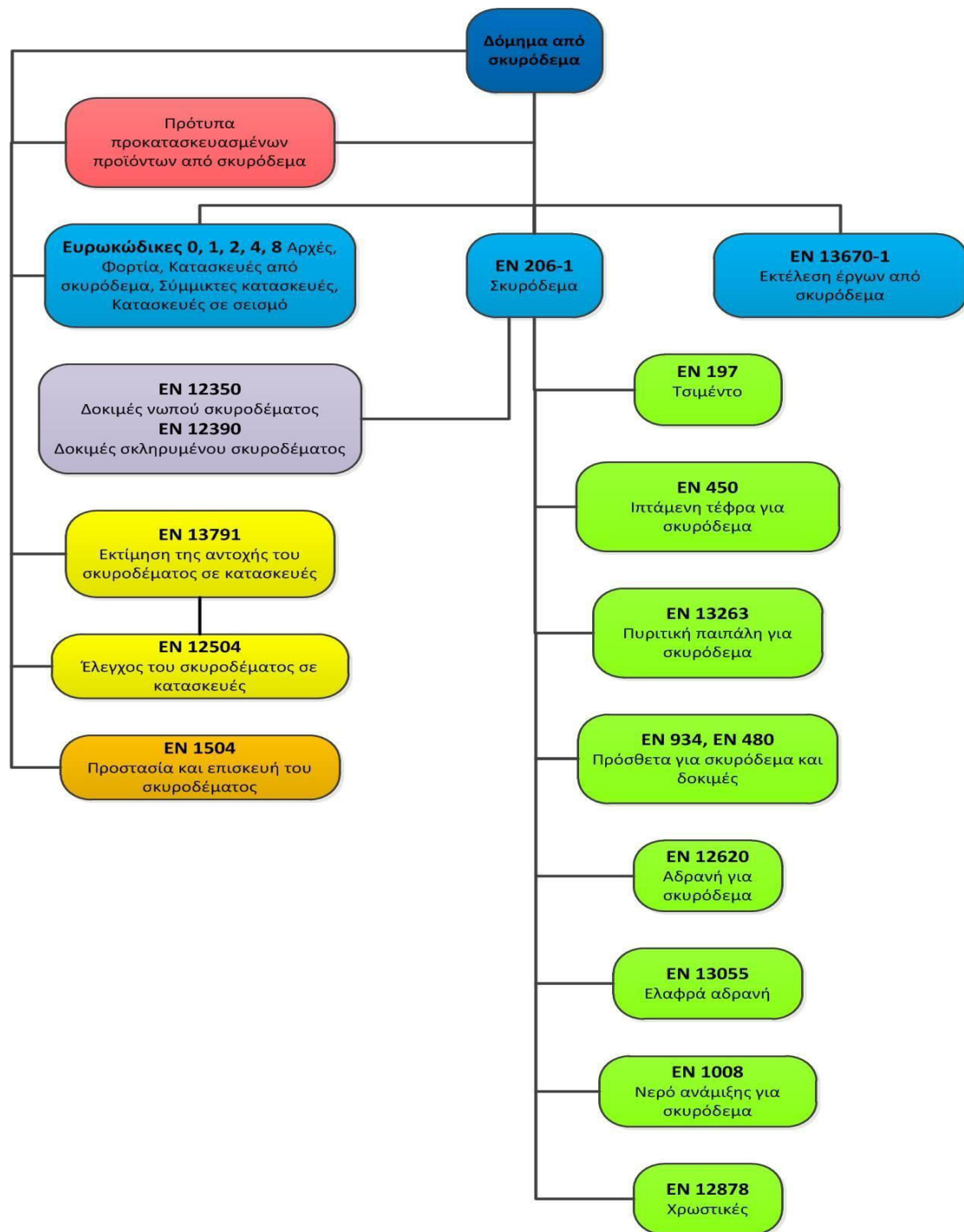
καυσίμων από τον τομέα της τσιμεντοβιομηχανίας, όπου πρόκειται για προϊόντα που έχουν προέλθει κατόπιν βιομηχανικής επεξεργασίας αποβλήτων. Τα δευτερογενή καύσιμα περιέχουν ένα μεγάλο ποσοστό βιομάζας, ενώ συμβάλλουν καθοριστικά στην μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. (Yu. & Shui , 2014)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Πρότυπα ποιότητας σκυροδέματος

### 4.1 Ευρωπαϊκοί Κώδικες και Πρότυπα

Το πλαίσιο προτύπων και κανονισμών του CEN για τα έργα από σκυρόδεμα φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

*Σχήμα 11: Πλαίσιο Προτύπων και Κανονισμών του CEN για τα έργα από σκυρόδεμα*



Στο προηγούμενο σχήμα παρουσιάζεται συνολικά το πλήθος και η πολυπλοκότητα των προτύπων που προδιαγράφουν μια κατασκευή από σκυρόδεμα, τόσο τη μελέτη όσο και την εκτέλεσή της. Οι κύριοι άξονες προτύπων είναι τέσσερις και αφορούν στα προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος, στους ευρωκώδικες που ορίζουν τον σχεδιασμό τους, στο σκυρόδεμα ως υλικό και στην εκτέλεση των έργων από σκυρόδεμα. Ειδικότερα ο άξονας που αφορά στις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του σκυροδέματος και έχει ως κεφαλίδα το πρότυπο EN 206-

1 (αναλύεται εκτενώς παρακάτω) αποτελείται από μια ακολουθία προτύπων που προδιαγράφουν είτε τις δοκιμές ελέγχου του σκυροδέματος στη νωπή (EN 12350) και στη σκληρυμένη του κατάσταση (EN 12390) καθώς και καθεμία από τις επιμέρους πρώτες ύλες του. Αυτά είναι το EN 197 για το τσιμέντο, το EN 450 για την ιπτάμενη τέφρα, το EN 13263 για την πυριτική παιπάλη, τα EN 934 και EN 480 για τα πρόσθετα και τις δοκιμές, το EN 12620 για τα αδρανή, το EN 13055 για τα ελαφρά αδρανή, το EN 1008 για το νερό ανάμιξης και το EN 12878 για τις χρωστικές. Επιπλέον στο σχήμα παρουσιάζεται η συσχέτιση με τα πρότυπα που αφορούν στην εκτίμηση της αντοχής του σκυροδέματος στις κατασκευές (EN 13791), στον έλεγχο του σκυροδέματος τις κατασκευές (EN 12504) και τέλος την προστασία και επισκευή του (EN 1504). (Κορωναίος & Πουλάκος , 2006)

Το πλήθος των προτύπων καταδεικνύει το πλήθος των παραγόντων που επηρεάζουν τις τελικές ιδιότητες των κατασκευών από σκυρόδεμα.

Στη συνέχεια αναλύονται ιδιαίτερα, το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 197-1 που αναφέρεται στο τσιμέντο και το πρότυπο EN 206-1 που αναφέρεται στο σκυρόδεμα καθώς το πρώτο περιγράφει την πιο γενική κατηγορία τσιμέντων (αναφέρεται στις προδιαγραφές 27 διαφορετικών προϊόντων κοινού τσιμέντου) και το δεύτερο είναι το Ευρωπαϊκό πρότυπο για το σκυρόδεμα. Η αναλυτική περιγραφή των επιμέρους Ευρωπαϊκών προτύπων που αφορούν στα αδρανή, στο νερό ανάμιξης, στις χρωστικές και στα λοιπά συστατικά του σκυροδέματος καθώς και των προτύπων του λοιπού, εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης κόσμου δεν αποτελούν σκοπό της εργασίας. (Hegger , et al., 2006)

### Πρότυπο EN 197-1

Το πρότυπο EN 197-1 ορίζει και δίνει τις προδιαγραφές για 27 διαφορετικά προϊόντα κοινού τσιμέντου και τα συστατικά τους. Ο ορισμός του κάθε τσιμέντου περιλαμβάνει τις αναλογίες στις οποίες τα συστατικά αυτά πρέπει να συνδυαστούν για την παραγωγή αυτών των προϊόντων και την κατάταξή τους σε ένα εύρος από έξι κατηγορίες αντοχής. Ο ορισμός επιπλέον περιλαμβάνει τις απαιτήσεις που αφορούν στα συστατικά και τις μηχανικές φυσικές και χημικές ιδιότητες των προϊόντων καθώς και τις κατηγορίες αντοχής τους. Εν συντομία τα κύρια στοιχεία του προτύπου, το οποίο περιγράφει τις βασικές ιδιότητες και προδιαγραφές για κάθε κοινό παραγόμενο τσιμέντο στην Ε.Ε., αναφέρονται στις επόμενες υποενότητες. (Τσίμας & Τσιβιλής ,

2004)

### Τσιμέντο σύμφωνα με το πρότυπο EN 197-1

Σύμφωνα με το πρότυπο EN 197-1, τσιμέντο είναι μία υδραυλική κονία, δηλαδή ένα λεπτοαλεσμένο ανόργανο υλικό, το οποίο όταν αναμειχθεί με νερό σχηματίζει μία πάστα που λόγω των αντιδράσεων ενυδάτωσης πήζει και σκληρύνεται έχοντας έκτοτε την ικανότητα να διατηρεί τις αντοχές της και τη σταθερότητα της ακόμα και κάτω από το νερό.

Το τσιμέντο που συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του Προτύπου EN 197-1, και ονομάζεται τσιμέντο CEM, θα πρέπει, όταν αναμειγνύεται με αδρανή και νερό, να είναι ικανό να παράγει σκυρόδεμα που να διατηρεί την εργασιμότητα του για αρκετό χρονικό διάστημα και μετά από καθορισμένες χρονικές περιόδους να επιτυγχάνει συγκεκριμένα επίπεδα αντοχής και σταθερότητα του όγκου.

Η υδραυλική σκλήρυνση του τσιμέντου CEM οφείλεται κατά κύριο λόγο στην ενυδάτωση των ενώσεων πυριτικού ασβεστίου αλλά στην διαδικασία μπορούν να πάρουν μέρος και άλλες χημικές ενώσεις όπως για παράδειγμα οι αργιλικές ενώσεις. Το άθροισμα των ποσοστών του ενεργού οξειδίου του ασβεστίου (CaO) και του διοξειδίου του πυριτίου (SiO<sub>2</sub>) στο CEM τσιμέντο θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 50% κατά βάρος όπως αυτά ορίζονται σύμφωνα με το πρότυπο EN 196-2.

Τα διαφορετικά υλικά της σύνθεσης του CEM τσιμέντου πρέπει να είναι στατιστικά ομοιογενή. Αυτό επιτυγχάνεται με διαχείριση της ποιότητας στην παραγωγή και διακίνησή τους. (European Committee for Standardization , 2018)

### Κύρια συστατικά του τσιμέντου σύμφωνα με το πρότυπο EN 197-1

Τα κύρια συστατικά για παραγωγή τσιμέντου τύπου Portland είναι ασβεστολιθικά και αργιλικά πετρώματα, τα οποία αφού αναμιχθούν σε προκαθορισμένες αναλογίες υποβάλλονται σε όπτηση στους 1450°C περίπου. Από τη διαδικασία αυτή παραλαμβάνεται το κλίνκερ, το οποίο ακολούθως αλέθεται ώστε να αποκτήσει την τελική λεπτότητα του τσιμέντου.

Οι διάφοροι τύποι τσιμέντου εκτός από κλίνκερ τσιμέντου Portland (K) μπορούν να περιλαμβάνουν και άλλα συστατικά. Τα κύρια συστατικά που αναφέρονται στο πρότυπο EN 197-1 περιέχονται στον επόμενο πίνακα.

#### **Πίνακας 7: Κύρια συστατικά του τσιμέντου σύμφωνα με το πρότυπο EN 197-1**

Σκωρία υψικαμίνων	(S)
Πυριτική παιπάλη	(D)
Φυσικές και βιομηχανικές ποζολάνες	(P ή Q)
Πυριτική και ασβεστούχος ιπτάμενη τέφρα	(V ή W)
Ψημένος σχιστόλιθος	(T)
Ασβεστόλιθος	(L ή LL)

Επιπλέον, με βάση το πρότυπο EN 197-1 ως πρόσθετα θεωρούνται τα συστατικά τα οποία δεν αναφέρονται στον πίνακα 4 και τα οποία προστίθενται προκειμένου να βελτιωθεί η παραγωγή ή οι ιδιότητες του τσιμέντου.

Η συνολική ποσότητα των προσθέτων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1,0% κατά βάρος του τσιμέντου (εκτός αν πρόκειται για χρωστικές ουσίες). Η ποσότητα των οργανικών προσθέτων σε ξηρή βάση, δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,5% κατά βάρος του τσιμέντου. Τα πρόσθετα δεν πρέπει σε καμιά περίπτωση να ευνοούν τη διάβρωση του οπλισμού, ούτε να υποβαθμίζουν τις ιδιότητες του τσιμέντου ή του σκυροδέματος.

#### Σύνθεση και συμβολισμός του τσιμέντου σύμφωνα με το πρότυπο EN 197-1

Τα 27 προϊόντα στην οικογένεια των κοινών τσιμέντων που καλύπτονται από το πρότυπο EN 197-1 ο συμβολισμός και η σύνθεσή τους, παρουσιάζονται στον 5.

**Πίνακας 8: Τύποι τσιμέντου και σύνθεση τους σύμφωνα με το Πρότυπο EN 197-1**

Κυριότητα	Όνομασία	Τύπος Τσιμέντου	Σύνθεση (% μέρη κατά βάρος) <sup>1</sup>	

έντο			Κύρια συστατικά														
			Δευτερεύοντα συστατικά														
			Κλίνκερ τσιμέντου Portland	Σκωρία	Πορτιτική Παιπάλη	Ποζολάνη	Ιπτάμενη Τέφρα	Ψημένος χυστόλιθος	Ασβεστόλιθος								
						Φυσιική	Τεχνητή	Πυριτική	Ασβεστόύχος								
			K	S	D <sub>2</sub>	P	Q	V	W	T	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>					
CEMI	Τσιμέντο Portland	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5				
	Τσιμέντο Portland με σκωρία μίνων	CEM II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5				



C E M  I I													
		CEM II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Τσιμέντο Portland με πυρτιτική παύλη	CEM II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Τσιμέντο Portland με ποζολάνη	CEM II/A-P	80-94			6-20							0-5
		CEM II/B-P	65-79				21-35						0-5
		CEM II/A-Q	80-94				6-20						0-5
		CEM II/B-Q	65-79				21-35						0-5
	Τσιμέντο Portland με ιττάμενη τέφρα	CEM II/A-V	80-94				6-20						0-5
		CEM II/B-V	65-79				21-35						0-5
		CEM II/A-W	80-94					6-20					0-5
		CEM II/B-W	65-79					21-35					0-5
	Τσιμέντο Portland με ψημένο οσχιστό	CEM II/A-T	80-94							6-20			0-5
		CEM II/B-T	65-79								21-35		0-5



ονομασία του τσιμέντου 4 Ο ολικός οργανικός άνθρακας δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,2% κ.β.

5 Ο ολικός οργανικός άνθρακας δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,5% κ.β.

Τα τσιμέντα που αναφέρονται στο συγκεκριμένο πρότυπο μπορούν να ομαδοποιηθούν ως εξής:

- CEM I: Τσιμέντο τύπου Portland
- CEM II: Σύνθετα τσιμέντα (αποτελούνται ως επί το πλείστον από τσιμέντο τύπου Portland)
- CEM III: Σκωριοτσιμέντο
- CEM IV: Ποζολανικό τσιμέντο
- CEM V: Σύνθετο τσιμέντο

#### Μηχανικές και φυσικές απαιτήσεις με βάση το πρότυπο EN 197-1

- Κύρια θλιπτική αντοχή: Ως αντοχή του τσιμέντου θεωρείται η θλιπτική αντοχή του, όπως αυτή ορίζεται από το πρότυπο EN 196-1 στις 28 ημέρες ωρίμανσης. Οι κύριες κατηγορίες θλιπτικής αντοχής που περιέχονται στο πρότυπο είναι τρεις: κατηγορία 32,5, κατηγορία 42,5 και κατηγορία 52,5.
- Πρώιμη θλιπτική αντοχή: Ως πρώιμη αντοχή του τσιμέντου θεωρείται η θλιπτική αντοχή του, όπως αυτή ορίζεται από το πρότυπο EN 196-1 στις 2 ή 7 ημέρες ωρίμανσης.

Οι κατηγορίες πρώιμης θλιπτικής αντοχής που περιέχονται στο πρότυπο για κάθε κατηγορία κύριας θλιπτικής αντοχής είναι δύο: μια κατηγορία με κανονική πρώιμη θλιπτική αντοχή, με χαρακτηριστικό στην ονομασία το σύμβολο “N”, και μια κατηγορία με υψηλή πρώιμη θλιπτική αντοχή, με χαρακτηριστικό στην ονομασία το σύμβολο “R”.

**Πίνακας 9: Μηχανικές και φυσικές απαιτήσεις σύμφωνα με το πρότυπο EN 197-1**

Κατηγορία α αντοχής	Αντοχή σε θλίψη, MPa (N/mm <sup>2</sup> )	Αρχικός χρόνος πήξης	Υγεία (Διόγκωση)
---------------------------	---	----------------------------	---------------------

	Αρχική αντοχή		Τυπική αντοχή (όρια)		m in	m m
	2 ημέρες	7 ημέρες	28 ημέρες			
32.5 N	-	≥16.0	≥32,5	≤52,5	≥ 7 5	≤ 10
32.5 R	≥10.0	-				
42.5 N	≥10.0	-	≥42,5	≤62,5	≥ 6 0	
42.5 R	≥20.0	-				
52.5 N	≥20.0	-	≥52,5	-	≥ 4 5	
52.5 R	≥30.0	-				

Πρότυπο EN 206-1

Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο για το σκυρόδεμα EN 206-1:2013 εισήχθη αρχικά στην Ε.Ε. και εν συνεχεία μέσω μεταβατικών περιόδων προκειμένου να γίνει η αναγκαία προσαρμογή εισήχθη σε όλες τις χώρες. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το πρότυπο βρίσκει εφαρμογή σε περιπτώσεις κατασκευών επί τόπου στο έργο, σε προκατασκευασμένα στοιχεία καθώς και σε προκατασκευασμένα δομικά προϊόντα κτιρίων και έργων.

Ο πίνακας 7 παρουσιάζει την εφαρμογή του EN 206-1.

**Πίνακας 10: Εφαρμογή του EN 206-1**

<b>Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις</b>	<b>Δεν εφαρμόζεται σε περιπτώσεις</b>
Σκυροδέματος κανονικού βάρους	Αεριοσκυροδέματος
Βαρέων σκυροδεμάτων	Αφροσκυροδέματος
Ελαφροσκυροδεμάτων	Σκυροδέματος ανοιχτής δομής (σκυρόδεμα χωρίς λεπτά αδρανή)
Προεντεταμένου σκυροδέματος	Κονιαμάτων με μέγιστη διάμετρο κόκκου $\varnothing \leq 4 \text{ mm}$
-	Σκυροδέματος με πυκνότητα μικρότερο από $800 \text{ kg/m}^3$
	Πυρίμαχου σκυροδέματος

Ορισμοί

### Ιδιότητες σκυροδέματος, έκθεση

- Κατά παραγγελία σκυρόδεμα: Σκυρόδεμα για το οποίο οι απαιτούμενες ιδιότητες και τα επιπλέον χαρακτηριστικά προδιαγράφονται στον παραγωγό, που είναι και υπεύθυνος να παρέχει σκυρόδεμα που θα πληροί τις αναγκαίες ιδιότητες και τα πρόσθετα χαρακτηριστικά.
- Σκυρόδεμα προκαθορισμένης σύνθεσης: Σκυρόδεμα του οποίου η σύνθεση και τα υλικά παρασκευής προδιαγράφονται στον παραγωγό που είναι υπεύθυνος να παρέχει ένα σκυρόδεμα με την προκαθορισμένη σύνθεση.
- Περιβαλλοντικές επιδράσεις: Πρόκειται για τις φυσικές και χημικές αντιδράσεις που υφίστανται το σκυρόδεμα και οι οποίες προκαλούν επιπτώσεις στο σκυρόδεμα στον οπλισμό ή τα εμβαπτισμένα μεταλλικά τμήματα και οι οποίες θεωρούνται ως φορτία σύμφωνα με το σχεδιασμό.
  - Προδιαγραφές: Πρόκειται για τελική έγγραφη αποτύπωση των τεχνικών απαιτήσεων που δίνονται από τον παραγωγό με όρους απόδοσης ή ανάθεσης.
  - Τυποποιημένο σκυρόδεμα προκαθορισμένης σύνθεσης: Σκυρόδεμα του οποίου η σύνθεση του προσδιορίζεται από το πρότυπο που εφαρμόζεται στην περιοχή της χρήσης του.
  - Μελετητής: Είναι το άτομο ή ομάδα που προδιαγράφει τις ιδιότητες του νωπού και του σκληρυμένου σκυροδέματος.
  - Παραγωγός: Είναι το άτομο ή εταιρεία που παράγει σκυρόδεμα.
  - Χρήστης: Άτομο ή εταιρεία που χρησιμοποιεί το νωπό σκυρόδεμα για την παραγωγή ολόκληρης κατασκευής ή μέρους αυτής.

### Ισοζύγιο νερού σκυροδέματος

- Ολικό περιεχόμενο νερό: Είναι το νερό που έχει προστίθεται καθώς και το νερό που υπάρχει ήδη στα αδρανή και στην επιφάνεια τους, το νερό των πρόσμικτων καθώς και το νερό που απορρέει από οποιαδήποτε προσθήκη πάγου ή θέρμανσης με ατμό.

- Ενεργό περιεχόμενο νερό: Πρόκειται για την διαφορά που υπάρχει μεταξύ του ολικού νερού στο νωπό σκυρόδεμα και του νερού που απορροφάται από τα αδρανή.
- Λόγος νερό/τσιμέντο: Το κλάσμα του ενεργού περιεχόμενου νερού προς το βάρος του περιεχόμενου τσιμέντου στο νωπό σκυρόδεμα.

#### Φορτίο, παράδοση, περιοχή χρήσης

- Εργοταξιακό σκυρόδεμα: Σκυρόδεμα παραγόμενο επί τόπου στο εργοτάξιο από το χρήστη του σκυροδέματος για δική του εφαρμογή.
- Έτοιμο σκυρόδεμα: Σκυρόδεμα που παραδίδεται σε νωπή κατάσταση από κάποιο άτομο ή κάποια εταιρεία, που όμως δεν αποτελούν τον χρήστη. Επιπλέον, ως έτοιμο σκυρόδεμα μπορεί να θεωρηθεί λαμβάνοντας υπόψη το συγκεκριμένο πρότυπο το σκυρόδεμα που παράγεται εκτός εργοταξίου από τον χρήστη, καθώς και το σκυρόδεμα που παράγεται εντός εργοταξίου, αλλά όχι από τον ίδιο τον χρήστη.
- Φορτίο: Είναι η ποσότητα του σκυροδέματος το οποίο μεταφέρεται από ένα όχημα και αποτελείται από μία ή και περισσότερες παρτίδες.
- Παρτίδα: Είναι η ποσότητα του νωπού σκυροδέματος που παράγεται σε έναν κύκλο λειτουργίας του αναμικτήρα ή η ποσότητα που εκφορτώνεται κατά την διάρκεια ενός λεπτού από αναμικτήρα που βρίσκεται σε συνεχή λειτουργία.

#### Κατηγορίες συνεκτικότητας

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι κατηγορίες συνεκτικότητας στους πίνακες που ακολουθούν δεν συνδέονται άμεσα, ενώ για το σκυρόδεμα που έχει μικρό περιεχόμενο σε νερό, δεν υπάρχει κατηγοριοποίηση της συνεκτικότητας.

**Πίνακας 11:Κατηγορίες συμπίκνωσης σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1**

<b>Κατηγορίες Συμπύκνωσης</b>	
Κατηγορία	Βαθμός συμπίκνωσης
CO1	≥ 1.46
C1	1.45 έως 1.26
C2	1.25 έως 1.11
C3	1.10 έως 1.04

C4 (ισχύει μόνο για ελαφρύ σκυρόδεμα)	<1.04
---------------------------------------	-------

**Πίνακας 12: Κατηγορίες Εξάπλωσης σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1**

Κατηγορίες Εξάπλωσης	
Κατηγορία	Διάμετρος εξάπλωσης σε mm
F1	≤ 340
F2	350 έως 410
F3	420 έως 480
F4	490 έως 550
F5	560 έως 620
F6	≥ 630

**Πίνακας 13: Κατηγορίες δοκιμής Κάθισης σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1**

Κατηγορίες δοκιμής Κάθισης	
Κατηγορία	Διάμετρος εξάπλωσης σε mm
S1	10 έως 40
S2	50 έως 90
S3	100 έως 150
S4	160 έως 210
S5	≥ 220

**Πίνακας 14: Κατηγορίες δοκιμής Vebe σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1**

Κατηγορίες δοκιμής Vebe	
Κατηγορία	Βαθμός συμύκνωσης
V0	≥ 31
V1	30 έως 21
V2	20 έως 11
V3	10 έως 6
V4	Έως 3

#### Κατηγορίες Θλιπτικής Αντοχής

Για την κατηγοριοποίηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή κυλίνδρων διαμέτρου 150 mm και ύψους 300 mm ή κύβων με διαστάσεις 150 mm.

**Πίνακας 15: Κατηγορίες θλιπτικής αντοχής για κανονικού βάρους και βαρέα σκυροδέματα σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1**

Κατηγορίες θλιπτικής αντοχής	Ελάχιστη χαρακτηριστική αντοχή κυλίνδρου	Ελάχιστη χαρακτηριστική αντοχή κύβου

	<b>fck.κυλ N/mm2</b>	<b>fck.κύβου N/mm2</b>
C 8/ 10	8	10
C 12/ 15	12	15
C 16/ 20	16	20
C 20/ 25	20	25
C 25/ 30	25	30
C 30/ 37	30	37
C 35/ 45	35	45
C 40/ 50	40	50
C 45/ 55	45	55
C 50/ 60	50	60
C 55/ 67	55	67
C 60/ 75	60	75
C 70/ 85	70	85
C 80/ 95	80	95
C 90/ 105	90	105
C 100/ 115	100	115

**Πίνακας 16:** Κατηγορίες θλιπτικής αντοχής για ελαφροσκυροδέματα σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1

<b>Κατηγορίες θλιπτικής αντοχής</b>	<b>Ελάχιστη χαρακτηριστική αντοχή κυλίνδρου  fck.κυλ N/mm2</b>	<b>Ελάχιστη χαρακτηριστική αντοχή κύβου  fck.κύβου N/mm2</b>
LC 8/ 9	8	9
LC 12/ 13	12	13



LC 16/ 18	16	18
LC 20/ 22	20	22
LC 25/ 28	25	28
LC 30/ 33	30	33
LC 35/ 38	35	38
LC 40/ 44	40	44
LC 45/ 50	45	50
LC 50/ 55	50	55
LC 55/ 60	55	60
LC 60/ 66	60	66
LC 70/ 77	70	77
LC 80/ 88	80	88

**Πίνακας 17: Κατηγορίες πυκνότητας για ελαφροσκυροδέματα σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1**

Κατηγορίες πυκνότητας	D 1.0	D 1.2	D 1.4	D 1.6	D 1.8	D 2.0
Εύρος πυκνότητας kg/m <sup>3</sup>	≥ 800 και ≤ 1000	>1000 και ≤ 1200	>1200 και ≤ 1400	>1400 και ≤ 1600	>1600 και ≤ 1800	>1800 και ≤ 2000

#### Περιεχόμενο σε χλώριο

Το περιεχόμενο ενός σκυροδέματος σε χλώριο, εκφρασμένο ως το ποσοστό ιόντων χλωρίου ως προς το βάρος του τσιμέντου, δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή για την αντίστοιχη τάξη όπως αυτές δίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίνακας 18: Μέγιστο περιεχόμενο σκυροδέματος σε χλώριο σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1**

Χρήση σκυροδέματος	Τάξη ανάλογα με την περιεκτικότητα σε χλώριο α	Μέγιστη περιεκτικότητα ιόντων χλωρίου κατά βάρος του τσιμέντου β
Χωρίς χαλύβδινο οπλισμό ή άλλου είδους εμβαπτισμένα μέταλλα εξαιρουμένων των ανθεκτικών σε διάβρωση συσκευών ανύψωσης	CI 1.0	1.0%
Με χαλύβδινο οπλισμό ή άλλου είδους εμβαπτισμένα μέταλλα	CI 0.20	0.20 %
	CI 0.40	0.40 %
Με προεντεταμένο χαλύβδινο οπλισμό	CI 0.10	0.10 %
	CI 0.20	0.20 %
<p>α) Για συγκεκριμένη χρήση σκυροδέματος, η κατηγορία στην οποία αυτό θα ανήκει εξαρτάται από τις προϋποθέσεις που ισχύουν για τη συγκεκριμένη περιοχή που θα χρησιμοποιηθεί το σκυρόδεμα. β) Όπου χρησιμοποιούνται πρόσθετα τύπου II και συνυπολογίζονται στην ποσότητα του περιεχόμενου τσιμέντου, το περιεχόμενο σε χλώριο εκφράζεται ως ποσοστό ιόντων χλωρίου ως προς το βάρος του τσιμέντου μαζί με την ολική μάζα προσθέτων που λαμβάνονται υπόψη.</p>		

## ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, διαπιστώνουμε ότι το σκυρόδεμα αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του φέροντος οργανισμού των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Τα τελευταία χρόνια, η έρευνα για το υλικό αυτό παρουσιάζει σημαντικά σημάδια προόδου, τόσο ως προς την βελτίωση των ιδιοτήτων του και συνεπώς της συμπεριφοράς του στις κατασκευές, όσο και αναφορικά με τις δυνατότητες διασφάλισης της ποιότητάς του, πριν και μετά την διάστρωση και συντήρησή του. Στην κατεύθυνση αυτή, έγινε μια σειρά από έρευνες και πειράματα, έτσι ώστε να ανανεωθούν τα ισχύοντα Πρότυπα

και οι Κανονισμοί, τα οποία και παρείχαν στους μηχανικούς σχετική ευελιξία για την σχεδίαση τεχνικών έργων, τα οποία είναι ικανά να καλύψουν τις όλες και περισσότερο αυξανόμενες ανάγκες. Η επίδραση των εξελίξεων αυτών στην ποιότητα του σκυροδέματος, αποτέλεσε καθοριστικό παράγοντα που αφορά τον συμπεριφορά και τις δυνατότητες των κατασκευής.

Το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 206-1, εισήγαγε μια νέα αντίληψη αναφορικά για την παραγωγή σκυροδέματος, η οποία μπορούμε να πούμε ότι είναι ενιαία για όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κατά συνέπεια και για την Ελλάδα. Με βάση την αντίληψη αυτή, ο υπεύθυνος για να βεβαιώσει ότι το σκυρόδεμα είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις του προτύπου είναι ο παραγωγός. Το EN 206-1 θέτει ελάχιστες απαιτήσεις σε πρώτες ύλες, όπως είναι το τσιμέντο, τα αδρανή, το νερό και τα πρόσθετα, τις κατηγορίες έκθεσης του σκυροδέματος σε διάφορες συνθήκες περιβάλλοντος, τη μελέτη σύνθεσης, την περιγραφή των ιδιοτήτων του νωπού και σκληρυμένου σκυροδέματος, την παράδοση στο έργο, τα κριτήρια συμμόρφωσης, καθώς επίσης και τις διαδικασίες που αφορούν τον έλεγχο παραγωγής.

Ωστόσο, από τα στοιχεία που παρατέθηκαν αναφορικά με τα πρότυπα, διαπιστώνουμε ότι από το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 206-1, απουσιάζουν μια σειρά από διατάξεις, που θα έπρεπε να σχετίζονται με θέματα διαδικασιών και αποζημιώσεων, στις περιπτώσεις που διαπιστωθεί αστοχία του παραγωγού ετοιμού σκυροδέματος ή του αγοραστή. Επιπροσθέτως, όπως διαπιστώθηκε το νέο πρότυπο δεν καλύπτει το ζήτημα της εύρεσης της επί τόπου αντοχής του σκυροδέματος που αφορά τις υφιστάμενες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η αναζήτηση ευθυνών στις περιπτώσεις αστοχίας ενδιαφέρει στον ίδιο βαθμό τόσο τον μελετητή, όσο και τον κατασκευαστή και χρήστη.

Το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 206-1 συνδέει την ανθεκτικότητα του σκυροδέματος στον χρόνο κατά κύριο λόγο με την αντοχή του αλλά επιπροσθέτως, θέτει περιοριστικές τιμές που αφορούν τη σύνθεση του σκυροδέματος. Η ανθεκτικότητα του σκυροδέματος αποτελεί την πρώτη μεγάλη καινοτομία του νέου προτύπου ΕΛΟΤ EN 206-1, καθώς για να μπορέσει να ανταπεξέλθει το σκυρόδεμα στις επιδράσεις του περιβάλλοντος, καθίσταται αναγκαία η σύνταξη ειδικών μεθόδων σχεδιασμού της ανθεκτικότητας για κάθε διαφορετική επίδραση των καιρικών και μη συνθηκών του

περιβάλλοντος, που στηρίζεται στην μέχρι τώρα εμπειρία μας, λαμβάνοντας υπόψη ότι δεν υπάρχουν σχετικά συναφή πρότυπα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bacivarov, I., 2015. Special issue ISO 9001:2015. *Quality Assurance*, pp. 215-236.
- Bovaird, T. & Loffler, E., 2009. *Public Management and Governance*. New York: Routledge.
- CEMBUREAU-The European Cement Association , 2018. *Key Facts & Figures/Key Facts*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://cembureau.eu/cement-101/key-facts-figures/>  
[Πρόσβαση 1 June 2018].
- Dennis , L., 1997. *Διοίκηση Ολικής Ποιότητας*. 2η έκδοση επιμ. Αθήνα : Εκδόσεις Έλλην .
- Doherty , T. L. & Horne , T., 2002. *Managing Public Services: Implementing Changes-A Thoughtful Approach*. London, New York : Taylor and Francis Group (Routledge) .
- Duggal , S. K., 2008. *Building Materials*. New Delhi : New Age International Publishers .
- European Committee for Standardization , 2018. *CEN*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.cen.eu>  
[Πρόσβαση 25 Μάρτιος 2018].
- Geng, Y. & Doberstein , B., 2008. Developing the circular in China: Challenges and opportunities for achieving "leapfrog development". *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology* , June, pp. 231-239.
- Global cement, 2012. *Top 20 global cement companies*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <http://www.globalcement.com/magazine/articles/741-top-20-global-cement-companies>  
[Πρόσβαση 1 June 2018].
- Grove , A. S., 1996. *Μάνατζμεντ υψηλής απόδοσης - μτφ. Ε. Κουκουλά, επιμ. Μ. Ανδρέου*. Αθήνα : Εκδόσεις Κριτική .
- Haas, W., Krausmann , F., Wiedenhofer , D. & Heinz , M., 2015. How Circular is the Global Economy? An Assessment of Material Flows,Waste Production and Recycling in the European Union and the World 2005. *Journal of Industrial Ecology* , pp. 765-777.
- Hallak , J. C., 2006. Product quality and the direction of Trade. *Journal of International Economics*, pp. 238-265.
- Hegger , M., Auch-Schwelk , V., Fuchs, M. & Rosenkranz, T., 2006. *Construction Materials Manual*. s.l.:s.n.
- Hoyle, D., 2005. *ISO 9000 Quality Systems Handbook*. London: Butterworth-Heinemann .
- INTERBETON , 2018. *Η ιστορία του σκυροδέματος*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <http://www.interbeton.gr/default.asp?siteID=1&pageid=38&langid=1>  
[Πρόσβαση 21 Μάιος 2018].
- James , P., 1996. *Μάνατζμεντ Ολικής Ποιότητας*. Αθήνα : Εκδόσεις Κλειδάριθμος .
- Jones , D. T., Womack, J. P. & Ross , D., 2007. *The machine that changed the world*. London : Harper-Collins.

- Klefsjo, B., 2003. Total Quality Management. *Encyclopedia of Information Systems -Elsevier* .
- Kumar Metha , P. & Monteneiro , P. J., 2006. *Concrete Microstructure, Properties and Materials*. s.l.:McGraw-Hill.
- McDonald, J., 1994. *Επιτυχημένη διαχείριση ολικής ποιότητας*. Αθήνα : British Institute of Management .
- Mehta , P. K., 1986. *Concrete, Structure, Properties and Materials*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Meyer , C., 2013. *The Greening of the Concrete Industry*. Jeju, Korea : The 2013 World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics (ASEM13) .
- Montgomery , D. C., 1997. *Design and Analysis of Experiments*. s.l.:John Wiley & Sons .
- Oakland , J. S., 1993. *Total Quality Management*. s.l.:Butterworth-Heinemann.
- Shanka , M. S., 2012. Measuring service quality in Ethiopian Airlines. *Journal of Education and Social Research* , pp. 173-180.
- Stanley , C. C., 1982. *Highlights in the history of concrete*. England : Wexham Spring .
- Summers, D. C., 2006. *Quality, Fourth Edition*. New Jersey : Pearson Prentice Hall.
- Supino, S., Malandrino , O., Testa, M. & Sica , D., 2016. Sustainability in the EU cement industry: the Italian and German experiences. *Journal of Cleaner Production* , pp. 430-442.
- Tagaras , G., Georgiadis , P. & Psinos , D., 1994. Developing a Quality Assurance System for a Wine Producer in Greece. *Interfaces* , pp. 1-13.
- Tsakiridis , P. E., Papadimitriou , G. D., Tsivilis , S. & Koroneos , C., 2008. Utilization of steel slag for Portland cement clinker production. *Journal of Hazardous Materials* , pp. 805-811.
- USGS , 2014. *Historical Statistics for Mineral and Material Commodities in the United States*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [minerals.usgs.gov/minerals/pubs/historical-statistics/#cement](https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/historical-statistics/#cement)  
[Πρόσβαση 1 June 2018].
- Weaver , C. N., 1995. *Management ολικής ποιότητας*. Αθήνα : Εκδόσεις Anibus .
- Yang , K. H., Jung , Y. B., Cho , M. S. & Tae , S. H., 2015. Effect of supplementary cementitious materials on reduction of CO2 emissions from concrete. *J. Clean. Prod.* , pp. 774-783.
- Yu., R. & Shui , Z., 2014. Efficient reuse of recycled construction waste cementitious materials. *J. Clean. Prod.* , pp. 202-207.
- Αδαμίδης, Ε., 2015. Διοίκηση Ποιότητας. Στο: *Σχεδιασμός και Διοίκηση Βιομηχανικών Μονάδων*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Αηδόνης , Δ. Α., 2014. *Διαχείριση Ποιότητας*. Κατερίνη : Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης-Παράρτημα Κατερίνης-Τμήμα Τυποποίησης και Διακίνησης Προϊόντων.

- Αραβώσης , Κ., 2003. *Τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO 14001 και EMAS ως μέα σχεδιασμού, διαχείρισης και αξιολόγησης περιβαλλοντικών προγραμμάτων επιχειρήσεων*. Αθήνα : Plant Management: Ενέργεια και Περιβάλλον .
- Βαγιανός , Ν., 1997. *Total Quality Management ISO 9000- Πρακτικός Οδηγός Εφαρμογής*. Αθήνα: Εκδόσεις Επικοινωνία ΕΠΕ.
- Γεωργίου , Ά., Πανταζοπούλου , Μ. & Πέτρου , Μ., 2014. Νέου τύπου τσιμεντοειδή υλικά με αυξημένη ικανότητα εφελκυστικής. *Επιστημονικά Θέματα - Πολιτικός Μηχανικός*, Δεκέμβριος , pp. 42-46.
- Γκούντας , Ι. Δ., 2014. *Σκυρόδεμα και Δομικές Κατασκευές*. Κοζάνη : s.n.
- Δημητριάδης , Σ. Γ. & Μιχιώτης , Α. Ν., 2007. *Διοίκηση Παραγωγικών Συστημάτων*. Αθήνα : Εκδόσεις Κριτική .
- Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος , 2018. *Ελληνική Τσιμεντοβιομηχανία*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <http://www.hcia.gr/el/compay/greek-cement/> [Πρόσβαση 1 Ιούνιος 2018].
- Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος , 2018. *Εξαγωγές*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <http://www.hcia.gr/el/statistical-elements/exports/> [Πρόσβαση 1 Ιούνιος 2018].
- Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος , 2018. *Η Ένωση - Μέλη*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <http://www.hcia.gr/el/compay/members/> [Πρόσβαση 1 Ιούνιος 2018].
- Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος , 2018. *Πωλήσεις εσωτερικού*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <http://www.hcia.gr/el/statistical-elements/sales/> [Πρόσβαση 1 Ιούνιος 2018].
- Ζαβλανός, Μ., 2005. *Η Ποιότητα στις Παρεχόμενες Υπηρεσίες και τα Προϊόντα*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.
- Θερίου , Ν., 2002. *Στρατηγική Διοίκηση Επιχειρήσεων*. Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική .
- Kumar , Μ. Ρ. & Monteiro , Ρ. Ι., 2009. *Σκυρόδεμα: μικροδομή, ιδιότητες και υλικά*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος .
- Κέφης , Β. Ν., 2014. *Διοίκηση Ολικής Ποιότητας*. 2η επιμ. Αθήνα : Εκδόσεις Κριτική .
- Κορωναίος , Α. Γ. & Πουλάκος , Γ. Ι., 2006. *Τεχνικά Υλικά - Τόμος 1*. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Κωσταγιόλας , Π. & Χλωμούδης , Κ., 2011. *Διαχείριση ποιότητας και ασφάλειας στις θαλάσσιες μεταφορές*. Αθήνα : Εκδόσεις Παπαζήση .
- Λαγοδήμος , Α., 2003. *Διοίκηση Παραγωγικών Διαδικασιών*. Αθήνα : Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πειραιώς .
- Λεγάκις , Α. Α., 1997. *Τεχνολογία Δομικών Υλικών*. Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου .
- Λιαρμακόπουλος , Α., 2003. *Διοίκηση Ολικής Ποιότητας*. Αθήνα-Πάτρα: Εκδόσεις Λύχνος .
- Λιαρμακόπουλος , Λ., 2003. *Διοίκηση Ολικής Ποιότητας. Σχεδίαση, οργάνωση, έλεγχος και βελτίωση της ποιότητας*. Αθήνα-Πάτρα: Εκδόσεις Λύχνος .

- Λογοθέτης , Ν., 1992. *Μάνατζμεντ ολικής ποιότητας. Από τον Deming στον Tagushi και το SPC*. Αθήνα: Εκδόσεις Interbooks .
- Λουπασιάνης , Κ., 2013. *Σημειώσεις Διαλέξεων Μαθήματος "Τεχνική Γεωλογία II"*. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Masaaki , I., 2006. *Kaizen: The key to Japan's competitive success*. New York : Random House .
- Νούλη , Α., 2001-2002. *Η πιστοποίηση συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO 14001*. Αθήνα : Plant Management: Μέθοδοι .
- Οικονόμου , Χ. Μ., 2009. *Οπλισμένο Σκυρόδεμα*. Αθήνα: Εκδόσεις Σέλκα-4Μ.
- Παπαγιάννης , Ι. & Οικονόμου , Ν., 1997. *Σημειώσεις Δομικών Υλικών*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Πετρίδου , Ε., 2011. *Διοίκηση-Management Μια εισαγωγική προσέγγιση*. Θεσσαλονίκη : Εκδόσεις Σοφία .
- Σπανός , Α., 1993. *Ολική Ποιότητα*. Αθήνα: Εκδόσεις Γαλιλίας .
- Ταγαράς , Γ. Ν., 2001. *Στατιστικός Έλεγχος Ποιότητας*. Θεσσαλονίκη : Εκδόσεις ΖΗΤΗ.
- Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος , 1993. *Ένταξη του ISO στην Ελληνική Κατασκευαστική Βιομηχανία*. Αθήνα : Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος-Γραφείο Τεκμηρίωσης .
- Τριανταφύλλου , Α., 2011. *Δομικά Υλικά*. 9η Έκδοση επιμ. Πάτρα : Αυτοέκδοση .
- Τσακαλάκης , Κ., 2010. *Τεχνολογία Παραγωγής Τσιμέντου και Σκυροδέματος*. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Τσίμας , Σ. & Τσιβιλής , Σ., 2004. *Επιστήμη και Τεχνολογία Τσιμέντου*. Αθήνα : ΕΜΠ .
- Τσιότρας , Γ., 2002. *Βελτίωση Ποιότητας*. Αθήνα : Εκδόσεις Μπένου .
- Τσιότρας , Γ. Δ., 1995 . *Βελτίωση Ποιότητας*. Αθήνα : Εκδόσεις Μπένου .
- Χυτήρης , Λ., 2006. *Μάνατζμεντ, Αρχές Διοίκησης Επιχειρήσεων*. Αθήνα : Εκδόσεις Interbooks.
- Al-Muhaisen, M. and Santarisi, N. (2002) 'Auditing of the maintenance system of Fuhais plant/Jordan Cement Factories Co.', *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 8(1), pp. 62–76. doi: 10.1108/13552510210420595.
- Andal, J., Shehata, M. and Zacarias, P. (2016) 'Properties of concrete containing recycled concrete aggregate of preserved quality', *Construction and Building Materials*. Elsevier Ltd, 125, pp. 842–855. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2016.08.110.
- Böttcher, C. and Müller, M. (2016) 'Insights on the impact of energy management systems on carbon and corporate performance. An empirical analysis with data from German automotive suppliers', *Journal of Cleaner Production*, 137, pp. 1449–1457. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.06.013.
- Braga, A. M., Silvestre, J. D. and de Brito, J. (2017) 'Compared environmental and economic impact from cradle to gate of concrete with natural and recycled coarse aggregates', *Journal of Cleaner Production*, 162, pp. 529–543. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.06.057.



Cagno, E., Trucco, P., Trianni, A., Sala, G. (2010) 'Quick-E-Scan: a methodology for the energy scan of SMEs.', *Energy*, 35(5), pp. 1916–1926.

Dahlbo, H., Bach, J., LCahtinen, K., Jouttijärvi, T., Suoheimo, P., Mattila, T., Sironen, S. and Myllymaa, T., Saramcaki, K. (2015) 'Construction and demolition waste management: a holistic evaluation of environmental performance. J.', *Clean. Prod.*, 107, p. 333–341.

Dovi, V.G., Friedler, F., Huisingh, D., Klemeš, J. J. (2009) 'Cleaner energy for sustainable future.', *J. Clean. Prod.*, 17(10), p. 889–895.

Duffuaa, S.O., Raouf, A. and Campbell, J. D. (1999) *Planning and Control of Maintenance Systems*. Edited by N. John Wiley, New York. Available at: [http://books.google.co.uk/books?id=Yg4\\_fyoa0WkC&dq=%22emergency+maintenance%22&lr=&source=gbs\\_summary\\_s&cad=0](http://books.google.co.uk/books?id=Yg4_fyoa0WkC&dq=%22emergency+maintenance%22&lr=&source=gbs_summary_s&cad=0).

Eccleston, C. H., March, F. and Cohen, T. (2011) 'Inside Energy - Developing and Managing an ISO 50001 Energy Management System', *The effects of brief mindfulness intervention on acute pain experience: An examination of individual difference*, 1, p. 319. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

Garvin, D. A. (1987) 'Competing on the eight dimensions of quality.', *Harvard Business Review*, 65(6), pp. 94–105.

Goetsch, D. L. and Davis, S. (2014) 'Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality', *British Library Cataloguing-in-Publication Data*, pp. 132–154. doi: British Library Cataloguing- In Publication data.

Heras-Saizarbitoria, I., Dogui, K., Boiral, O. (2013) 'Shedding light on ISO 14001 certification audits.', *J. Clean. Prod.* 51, p. 88–98.

ISO (2008) *ISO - International Organization for Standardization*, iso.org. Available at: <https://www.iso.org/home.html> (Accessed: 20 November 2018).

ISO (2015) *ISO 9001 Moving from ISO 9001:2008 to ISO 9001:2015*. Available at: [https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso\\_9001\\_-\\_moving\\_from\\_2008\\_to\\_2015.pdf](https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso_9001_-_moving_from_2008_to_2015.pdf) (Accessed: 20 November 2018).

ISO (2018) *About us*, iso.org. Available at: <https://www.iso.org/about-us.html> (Accessed: 20 November 2018).

ISO, 14001 (2015) 'ISO 14001 Environmental Management Systems - Requirements with Guidance for Use.', Central Secretariat, Geneva.

Juran, J. M. (1989) *Juran on Leadership for Quality, An Executive Handbook*. The Free Press, New York, NY,.

Kluczek, A. and Olszewski, P. (2017) 'Energy audits in industrial processes', *Journal of Cleaner Production*, 142, pp. 3437–3453. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.10.123.

Koper, A., Koper, W. and Koper, M. (2017) 'Influence of Raw Concrete Material Quality on Selected Properties of Recycled Concrete Aggregates', *Procedia Engineering*. The Author(s), 172, pp. 536–543. doi: 10.1016/j.proeng.2017.02.063.

- Kusuma, G. H., Budidarmawan, J. and Susilowati, A. (2015) 'Impact of concrete quality on sustainability', *Procedia Engineering*. Elsevier B.V., 125, pp. 754–759. doi: 10.1016/j.proeng.2015.11.122.
- Liu, X. et al. (2018) 'Assessing the potential of functionally graded concrete using fibre reinforced and recycled aggregate concrete', *Construction and Building Materials*. Elsevier Ltd, 171, pp. 793–801. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.03.202.
- MacDonald, J. P. (2005) 'Strategic sustainable development using the ISO 14001', *Standard. J. Clean. Prod.* 13, 631e643.
- McKane, A., Willimas, R., Perry, W., Li, T. (2007) 'Setting the standard for industrial energy efficiency. In: *Proceedings of Conference on Energy Efficiency in Motor Driven Systems*', (EEMODS 07).
- McQueen, G. (1999) 'The buzz on benchmarking, compare your performance with the best to improve production and cut costs', *Maintenance Technology Magazine*.
- Mohamed, A. (2011) *Concrete quality control and quality assurance*.
- Moropoulou, A. and Lampropoulos, K. (2014) 'Cement & Concrete'. Athens, Greece, p. 120. Available at: [https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CHEMENG114/Cement and Concrete.pdf](https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CHEMENG114/Cement%20and%20Concrete.pdf).
- Mukherjee, S. P. (2019) *Quality Domains and Dimensions*. Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-981-13-1271-7Library>.
- Neville, A. M. (1983) *Properties of Concrete*. Great Britain: Pitman.
- Obla, K. (2015) *Improving Concrete Quality*. New York: CRC Press.
- Otieno, M. (2018) 'Sensitivity of the rapid chloride conductivity index test to concrete quality and changes in various test parameters', *Cement and Concrete Composites*. Elsevier Ltd, 86, pp. 110–116. doi: 10.1016/j.cemconcomp.2017.11.011.
- Saidur, R., Mekhilef, S. (2010) 'Energy use, energy savings and emission analysis in the Malaysian rubber producing industry.', *Appl. Energy*, 87, p. 2746–2758.
- Telukdarie, et al. (2006) 'The importance of assessment tools in promoting cleaner production in the metal finishing industry.', *J. Clean. Prod.*, 14(18), p. 1612–1621.
- Thomas, J., Thaickavil, N. N. and Wilson, P. M. (2018) 'Strength and durability of concrete containing recycled concrete aggregates', *Journal of Building Engineering*. Elsevier Ltd, 19(May), pp. 349–365. doi: 10.1016/j.jobbe.2018.05.007.
- Trianni, A., Cagno, E., De Donatis, A. (2014) 'A framework to characterize energy efficiency measures.', *Appl. Energy*, 118, p. 207–220.
- Tummala, R. (2007) 'Strategic quality management , Malcolm Baldrige and European quality awards and ISO 9000 certification Core concepts and comparative analysis', *International Journal of Quality & Reliability Management*, 13(4), pp. 8–38. doi: 10.1108/02656719610114371.

Verian, K. P., Ashraf, W. and Cao, Y. (2018) 'Properties of recycled concrete aggregate and their influence in new concrete production', *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier, 133(February), pp. 30–49. doi: 10.1016/j.resconrec.2018.02.005.