

Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΤΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ**



ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ : ΚΑΝΤΖΟΣ ΗΛΙΑΣ

ΚΡΗΤΙΚΟΥ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ

ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΣ ΗΛΙΑΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : ΣΑΡΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
2. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ.....	10
3. ΕΙΚΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	
ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ – ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	16
4. ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ	
ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ.....	17
5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ.....	21
5.1. Στάδια Παραγωγής	22
5.2. Τα έτοιμα ξηρά κονιάματα	25
5.2.1. Τεχνικά χαρακτηριστικά έτοιμων ξηρών κονιαμάτων.....	25
5.2.2. Πλεονεκτήματα έτοιμων ξηρών κονιαμάτων.....	25
5.2.3. Χρήσεις εφαρμογές έτοιμων ξηρών κονιαμάτων.....	26
5.2.4. Έρευνα και ποιότητα.....	27
5.2.5. Ορυχεία.....	28
5.2.5.1 Γύψος.....	29
5.2.5.2 Ποζολάνη.....	30
5.2.5.3 Καολίνη.....	31
6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	32
7. ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ.....	38
7.1. Νέες - Υφιστάμενες Εγκαταστάσεις	38
7.2. Πληροφορίες για τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές.....	39
7.3. Ενδεικτικές προτεινόμενες Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές.....	42
7.4.1 Διεθνή δεδομένα	42
7.4.1.1 Τεχνικές μείωσης ρυπαντικού φορτίου.....	42
7.4.1.2 Τεχνικές παρεμπόδισης των εκπομπών.....	44
7.4.1.3 Τεχνικές ανάκτησης και ανακύκλωσης.....	45
7.4.1.4 Τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας.....	46

7.4.1.5 Τεχνικές για την επεξεργασία αέριων εκπομπών.....	46
7.4.1.6 Τεχνικές για την επεξεργασία υγρών εκπομπών.....	46
7.4.1.7 Τεχνικές για την επεξεργασία και τη διάθεση των στερεών αποβλήτων.....	47
7.4.1.8 Προτεινόμενες Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα.....	47
7.4.2 Ελληνικά δεδομένα.....	50
7.5 Οριακές τιμές εκπομπές.....	54
7.5.1 Αέριες εκπομπές.....	56
7.5.2 Υγρές εκπομπές.....	59
7.5.3 Οριακές τιμές στάθμης θορύβου και δονήσεων.....	59
7.6 Πηγές εκπομπής ρύπων και μέθοδοι παρακολούθησεως.....	60
7.6.1 Πηγές ρύπανσης και αντίστοιχες εκπομπές.....	60
7.6.1.1 Πηγές αέριων εκπομπών.....	61
7.6.1.2 Πηγές υγρών εκπομπών.....	61
7.6.1.3 Πηγές στερεών αποβλήτων.....	62
7.6.2 Εκπομπές.....	62
7.6.3 Μέθοδοι παρακολούθησης.....	63
7.6.3.1 Αέριες εκπομπές.....	63
7.6.3.2 Υγρά απόβλητα.....	64
7.6.3.3 Στερεά απόβλητα.....	64
Πίνακας 1: Σύνοψη των τεχνολογιών για την επεξεργασία των αέριων εκπομπών.....	47
Πίνακας 2: Σύνοψη των τεχνολογιών για την επεξεργασία των υγρών εκπομπών.....	47
Πίνακας 3: Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές ή γενικοί κανόνες για τον περιορισμό της ρύπανσης.....	51
Πίνακας 4: Επίπεδα εκπομπών συσχετιζόμενα με τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές.....	58

Πίνακας 5: Οριακές τιμές παραμέτρων υγρών αποβλήτων σύμφωνα με διεθνή δεδομένα.....	59
Πίνακας 6: Όρια στάθμης θορύβου.....	60
Πίνακας 7: Σύνοψη όλων των πηγών και εκπομπών στην Ατμόσφαιρα.....	62
Πίνακας 8: Σύνοψη όλων των πηγών και εκπομπών σε υδάτινους Αποδέκτες.....	63
Πίνακας 9: Σύνοψη άλλων πηγών και εκπομπών.....	63
8. ΠΡΟΤΥΠΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ	
8.1. Γενικές αρχές – Στόχοι νέων προτύπων.....	65
8.2. Τύποι και κατηγορίες τσιμέντων.....	65
8.3. Έναρξη ισχύος – Μεταβατική περίοδος.....	69
8.4. Τσιμέντο ανθεκτικό στα θειικά.....	69
9. ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ.....	70
9.1. Γενικές Αρχές και Στόχοι.....	70
9.2. Επίπεδο Αξιολόγησης.....	70
9.3. Τύποι και Κατηγορίες Τσιμέντων.....	70
9.4. Μηχανικές και φυσικές απαιτήσεις οριζόμενες ως χαρακτηριστικές τιμές.....	72
9.5. Αξιολόγηση συμμόρφωσης.....	73
9.6. Επιτρεπόμενο εύρος μέσης τιμής παραγωγού με βάση την απόκλιση του εργοστασίου.....	74
9.7. Σύνθετα τσιμέντα	74
9.8. Μακροχρόνιες αντοχές τσιμέντων.....	75
10. ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΑ ΤΣΙΜΕΝΤΑ ΓΙΑ ΕΙΔΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ.....	76
10.1. Τσιμέντα αλουμινίου.....	76
10.2. Λευκά τσιμέντα.....	77
10.3. Ταχύπηκτα τσιμέντα.....	77
10.4. Τσιμέντο που δεν συρρικνώνεται.....	78

10.5.	Τσιμέντα περιορισμένης υδροφιλίας.....	79
10.6.	Τσιμέντα για τσιμεντενέσεις	79
10.7.	Πουζολανικά τσιμέντα.....	79
10.8.	Πυροπροστατευτικά τσιμέντα.....	80
10.9.	Τσιμέντα οδοποιίας.....	80
10.10.	Αντιδιαβρωτικά τσιμέντα.....	80
10.11.	Αυτοκαθαριζόμενο τσιμέντο.....	81
10.12.	Φωτοκαταλυτικό τσιμέντο.....	81
11.	ΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟ ΣΚΟΥΡΙΑΣ ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΤΟ ΓΙΑ ΤΟ	
	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	82
12.	ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	85
12.1	Πυριτικό τριασβέστιο - C_3S	86
12.2	Πυριτικό διασβέστιο - C_2S	87
12.3	Αργλικό τριασβέστιο - C_3A	87
12.4	Αργιλοσιδηρικό τετρασβέστιο.....	88
12.5	Παράγοντες που επηρεάζουν την ενυδάτωση.....	89
12.5.1	Ηλικία.....	89
12.5.2	Σύσταση τσιμέντου.....	89
12.5.3	Σύσταση τσιμέντου.....	89
12.5.4	Λόγος N/T.....	89
12.5.5	Θερμοκρασία.....	89
12.5.6	Πρόσμικτα.....	89
13.	ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΟΥ	
	ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ.....	90
14.	Η ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ	
	ΤΣΙΜΕΝΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.....	91
14.1.	Ενεργειακή κατανάλωση.....	94
14.2.	Εκπομπές σκόνης.....	95
14.3.	Αριθμός φυτευθέντων δένδρων.....	95

14.4. Εναλλακτικές πρώτες ύλες.....	96
14.4.1. Ιπτάμενη τέφρα 795.000 τν/ έτος.....	96
14.4.2. Σκωρίες υψικαμίνων 100.000 τν/έτος.....	96
15. ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΣΤΗΝ	
ΑΠΑΛΛΑΓΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΑΠΟ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	97
16. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΣΙΜΕΝΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ - ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ	
ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....	101
17. ΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΓΟΡΑ – ΕΞΑΓΩΓΕΣ.....	102
18. ΕΞΑΓΩΓΕΣ - ΚΥΡΙΕΣ ΧΩΡΕΣ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΥ.....	104
19. ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΕΞΑΓΩΓΕΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ &	
ΚΛΙΝΚΕΡ 2006-2008.....	105
20. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	106

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται τις νέες τεχνολογίες και τα υλικά στην παραγωγή του τσιμέντου, καταγραφή υπάρχουσας κατάστασης στον Ελληνικό Χώρο, σε ότι αφορά οικονομικούς δείκτες, περιβαλλοντική διαχείριση, κλπ που θεωρούμε ότι είναι ζητήματα που παραμένουν επίκαιρα και ζωτικά για την εξέλιξη και πρόοδο του κατασκευαστικού κλάδου.

Αρχικά, γίνεται εκτενής αναφορά στην προέλευση και την δημιουργία του , καθώς και στα στάδια εξέλιξής του στο σημερινό τσιμέντο. Ακολούθως, αναλύεται ο τρόπος παραγωγής του από την εξόρυξη μέχρι και τη στιγμή που το τσιμέντο είναι έτοιμο να παραδοθεί στον καταναλωτή. Απαίτησή μας είναι τα τσιμέντα που παράγουμε να πληρούν το ευρωπαϊκό πρότυπο ,και δικαίως να κερδίσουν το δικαίωμα να φέρουν την σήμανση **CE**.

Στην Ελλάδα (όπως σε κάθε χώρα) οι παραγωγοί, παράγουν διάφορους τύπους τσιμέντου σύμφωνα με τις κατά τόπους διαθέσιμες πρώτες ύλες (καθαρό, ποζολανικό, με ιπτάμενη τέφρα, με πυριτική πεπάλη ή ασβεστόλιθο κ.λ.). Συγκεκριμένα για την Ελλάδα ο ΕΛΟΤ (Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης) έχει δημιουργήσει τα ισχύοντα πρότυπα **ΕΛΟΤ - EN 197-1**.

Τα υπόλοιπα μέρη αυτής της εργασίας ασχολούνται με ζητήματα όπως οι κατευθυντήριες γραμμές των μονάδων παραγωγής τσιμέντου, με στόχο την γενική μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, οι υδραυλικές ιδιότητες που έχει το υλικό αυτό, τα βελτιωμένα τσιμέντα για ειδικές χρήσεις , η προστασία του καταναλωτή από τους τρόπους διανομής και χρήσης του και τέλος οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγικής διαδικασίας των μονάδων εξόρυξης και παραγωγής τσιμέντου σε συνδυασμό με τα προληπτικά και αντισταθμιστικά μέτρα υπέρ του περιβάλλοντος .

Εν είδη παραρτήματος ,στις τελευταίες ενότητες παρατίθενται ενημερωμένοι πίνακες ,σχετικοί με οικονομικά και παραγωγικά στοιχεία του κλάδου της τσιμεντοβιομηχανίας.

2. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ

Στη μεγάλη πυραμίδα στην Γκίζα της Αιγύπτου (2500 π.Χ.) οι λίθοι που χρησιμοποιήθηκαν είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους με κάποιο κονίαμα από ασβέστη ή γύψο. Στην ίδια χώρα, στις αρχαίες Θήβες, υπάρχει τοιχογραφία με αναπαράσταση των εργασιών παρασκευής ασβεστοκονιάματος και χτισίματος με το υλικό αυτό.

Η τέχνη αυτή του χτισίματος φαίνεται ότι μεταφέρθηκε και στην αρχαία Ελλάδα όπου χρησιμοποιήθηκαν διάφορα μίγματα ασβέστη για χτίσιμο και για επικάλυψη πλίνθων φτιαγμένων από πηλό και ξεραμένων στον ήλιο.

Ο Ρωμαίος συγγραφέας Vitruvius αποτελεί μία σημαντική πηγή πληροφοριών για την αρχαία Ελληνική αρχιτεκτονική και οικοδομική. Χρησιμοποιεί την ελληνική λέξη " έ μ π λ ε κ τ ο ν " για να περιγράψει ένα "πρόδρομο" του σημερινού σκυροδέματος, υλικό που αποτελείται από ένα συνδετικό κονίαμα στο οποίο αναμιγνύονται μικρά τεμάχια λίθων.

Όλα τα κονιάματα με ασβέστη και νερό για να πήξουν και να σκληρυνθούν χρειάζεται να παραμείνουν στον αέρα (αερικά κονιάματα) για να γίνει η χημική αντίδραση της άσβεστου με το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας. Οι αρχαίοι Έλληνες ήσαν ίσως οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν υδραυλικές κονίες δηλ. κονίες που όταν ανακατευτούν με το νερό μπορούν να πήξουν και να σκληρυνθούν τόσο στον αέρα όσο και μέσα στο νερό. Είναι επομένως αυτονόητο ότι τα κονιάματα και τα σκυροδέματα που παρασκευάζονται με υδραυλικές κονίες έχουν πολύ μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στις χρόνιες επιδράσεις του περιβάλλοντος. Τέτοια υδραυλικά κονιάματα χρησιμοποίησαν οι αρχαίοι Έλληνες τα κυριότερα από τα οποία είναι:

1. Μίγμα ασβέστη και ηφαιστειακής γης από τη Θήρα ή τη Νίσυρο στην Ελλάδα ή τη Δικαιαρχεία, αργότερα Pozuoli, στην ελληνική αποικία της Ιταλίας κοντά στη Napolis (Νάπολη). Το μίγμα αυτό έχει τη δυνατότητα να

πήζει και να σκληραίνει μέσα στο νερό (υδραυλική κονία) και δε διαλύεται από νερό όπως τα ασβεστοκονιάματα. Από την άποψη αυτή το μίγμα ασβέστη και ηφαιστειακής γης είναι πολύ συγγενές με το τσιμέντο και θα μπορούσε να θεωρηθεί ως "πρόδρομο" υλικό του σημερινού τσιμέντου. (Σήμερα παρασκευάζονται και έχουν ευρύτατη χρήση τσιμέντα με προσθήκη ποζολάνης, τα ποζολανικά τσιμέντα).

Τέτοιο μίγμα φαίνεται ότι χρησιμοποιήθηκε για να γίνει υδατοστεγή δεξαμενή χωρητικότητας 600 m³ στο ναό της Αθηνάς στην αρχαία Κάμιρο στη Ρόδο, καθώς και στην κατασκευή του λιμανιού του Πειραιά (Ζέα). Επίσης μίγματα ασβέστη τριμμένης



ηφαιστειακής γης και μαρμαρόσκονης χρησιμοποιήθηκαν εκτεταμένα στην κατασκευή σοβάδων, ειδικών επικαλύψεων για να αποτελέσουν την επιφάνεια για ζωγραφική (στούκο) αλλά και για "συγκόλληση σπασμένων τεμαχίων μαρμάρων" (αρχαϊκός ναός Αρτέμιδος). Τα υλικά αυτά περιγράφονται από τους αρχαίους συγγραφείς Θεόφραστο, Στράβωνα και Vitruvius, αλλά και σύγχρονους ερευνητές (Τάσιος, Μπαντέκα, Haegerman Botticher, Bulard, Ευσταθιάδης, Wilski κ.α.).

- ii. Τριμμένα κεραμίδια ή πλίνθοι με ασβέστη κυρίως σε θαλάσσια έργα (Δήλος, Ρόδος βίλα ελληνοιστικής περιόδου).
- iii. Διάφορα άλλα υλικά, όπως τέφρες (Κόρτυς Αρκαδία), σιδερόσκονη (Αγορά Αθηνών), πρωτοξείδιο του μολύβδου (Λαυρίων).

Οι Ρωμαίοι φαίνεται ότι από το 300 π.Χ. πήραν τις γνώσεις αυτές από τους Έλληνες, πιθανότατα των Ελληνικών αποικιών της Ιταλίας, και τις ανέπτυξαν σε μεγάλο βαθμό τόσο ως προς τα ασβεστοκονιάματα (αερικά κονιάματα) όσο και ως προς τη χρήση μίγματος ασβέστη και ηφαιστειακής γης

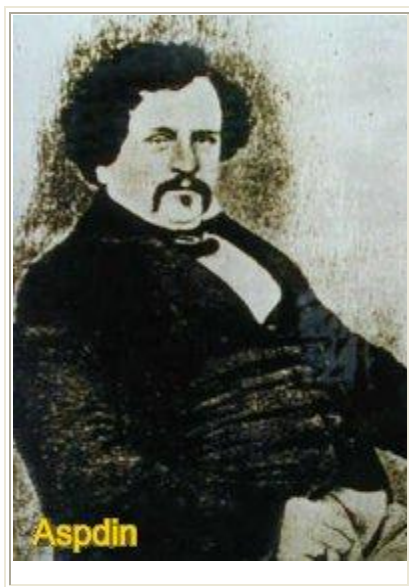
(υδραυλικά κονιάματα). Την ηφαιστειακή γη την προμηθεύονταν από το χωριό Pozzuoli κοντά στο Βεζούβιο. Το χωριό αυτό έδωσε το όνομα "Ποζολάνη" στα ηφαιστειακά υλικά αλλά και σε τεχνικά υλικά με τις ίδιες περίπου ιδιότητες (ορισμένες Ιπτάμενες Τέφρες- πυριτική παιπάλη) που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση σήμερα (Ποζολανικά τσιμέντα- ποζολανική χημική αντίδραση). Ένα από τα πρώτα σημαντικά έργα των Ρωμαίων είναι το αρχαίο Θέατρο Πομπηίας χωρητικότητας 20.000 θεατών (75 π.Χ.). Ακολουθούν πλήθος θαυμαστών από τεχνικής και αρχιτεκτονικής άποψης έργων, όπως το Κολοσσαίο (82 μ.Χ.), το Πάνθεον (123 μ.Χ.) και τα διάφορα υδραγωγεία, όπως το υδραγωγείο στη πόλη Nimes στη Γαλλία (150 μ.Χ.).

Αξιομνημόνευτο είναι το γραπτό κείμενο που περιγράφει την παρασκευή του αρχαίου αυτού τσιμέντου και ανήκει στον Vitruvius το 13 π.Χ. στο οποίο δίνονται οδηγίες στους αρχιτέκτονες για την παρασκευή κονιάματος που "πήζει τόσο στον αέρα όσο και μέσα στο νερό".

Είναι επίσης γνωστό ότι οι Ρωμαίοι προσέθεταν μερικές φορές στο "σκυρόδεμα" διάφορα υλικά για να βελτιώσουν τις ιδιότητές του και τα υλικά αυτά μπορούν να θεωρηθούν ως "πρόδρομα" των σήμερα χρησιμοποιούμενων "χημικών προσθέτων". Για παράδειγμα, χρησιμοποίησαν αίμα του οποίου η δράση είναι παρόμοια με εκείνη των αερακτικών προσθέτων (υλικών που εισάγουν αέρα στο σκυρόδεμα με σκοπό να βελτιώσουν την ανθεκτικότητά του στη δράση του παγετού και να αυξήσουν την εργασιμότητά του). Επίσης ενδιαφέρον παρουσιάζει η προσθήκη κατά την ανάμιξη τριχών αλόγου "πρόδρομο" υλικό των χρησιμοποιούμενων σήμερα πλαστικών και χαλύβδινων ινών (ινοπλισμένο σκυρόδεμα).

Κατά το μεσαίωνα δεν παρουσιάζεται καμία εξέλιξη. Το πρώτο ουσιαστικά βήμα για τη δημιουργία του τσιμέντου υπό τη μορφή που χρησιμοποιείται σήμερα θα μπορούσε να αποδοθεί στον Άγγλο μηχανικό John Smeaton στα μέσα του 1.700 μ. Χ . Στο μηχανικό αυτό ανατέθηκε η κατασκευή ενός φάρου κοντά στο Plymouth , ο οποίος είχε προηγουμένως κατασκευασθεί

από ξύλο και είχε δύο φορές καταστραφεί, αρχικά από πυρκαγιά και τελικά από θύελλα. Ήταν πλέον αυτονόητο ότι ο φάρος θα έπρεπε να κατασκευαστεί από πέτρα αλλά η γειτνίαση με τη θάλασσα και η βραδύτητα πήξεως και σκλήρυνσης των ασβεστοκονιαμάτων δεν επέτρεπαν το ασφαλές χτίσιμο. Ο Smeaton άρχισε να ερευνά τα διάφορα υλικά και διαπίστωσε ότι τα ασβεστοκονιάματα με ασβέστη ο οποίος έχει παρασκευαστεί από το ψήσιμο ασβεστόλιθου που περιείχε άργιλο (δηλ. πυρίτιο και αργίλιο) μπορούσαν να πήξουν τόσο στον αέρα όσο-και σπουδαιότερο- μέσα στο νερό. Αυτή η παρατήρηση θεωρείται ότι αποτελεί το πρώτο σημαντικό βήμα για την παραγωγή του τσιμέντου με τη μορφή που παράγεται σήμερα. Ανάλογες εξελίξεις την ίδια εποχή αναφέρονται στη Γαλλία αποδιδόμενες στους Vicat και Lesage. Ακολουθούν διάφορες άλλες "εφευρέσεις" με αντίστοιχα διπλώματα ευρεσιτεχνίας όπως του εφημέριου James Parker με το "Ρωμαϊκό τσιμέντο". Η συστηματικότερη όμως παρασκευή τσιμέντου αποδίδεται στον Άγγλο μηχανικό Joseph Aspdin ο οποίος έδωσε στο υλικό (για το οποίο πήρε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας) Αυτό το μίγμα ήταν ο τελευταίος πρόδρομος του σημερινού *υδρυαλικού τσιμέντου* και ονομάστηκε «τσιμέντο Πόρτλαντ», λόγω του χρώματός του που μοιάζει με το πέτρωμα της χερσονήσου Portland στην Αγγλία. Το σημερινό τσιμέντο πέτυχε να δημιουργήσει είκοσι χρόνια αργότερα ο Isaac Charles Johnson (Τζόνσον), ο οποίος ψήνοντας το μίγμα αργίλου και ασβεστόλιθου σε θερμοκρασίες περί τους 1400 βαθμούς Κελσίου, το έφερε σε ρευστή κατάσταση. Στο τέλος, αφού κρύωσε το προϊόν που σήμερα ονομάζεται *klinker* (κλίνκερ), το έτριψε ο Τζόνσον σε λεπτόκοκκη σκόνη. Αυτή η γκρίζα



λεπτή σκόνη αποδείχθηκε ένα άριστο συγκολλητικό υλικό για την άμμο και το χαλίκι, τα οποία, με την προσθήκη νερού, αποτελούν το λεγόμενο «σκυρόδεμα» (μπετόν) που στερεοποιείται και σκληραίνει.

Ο υιός William Aspdin ίδρυσε εκείνα τα χρόνια, μαζί με συνεταιίρους, το πρώτο εργοστάσιο παραγωγής τσιμέντου στην Αγγλία. Στις δεκαετίες που ακολούθησαν αυτές τις επινοήσεις, έγιναν διάφορες τροποποιήσεις για τη βελτίωση των υδραυλικών ιδιοτήτων του τσιμέντου, αλλά και για τη μείωση της τιμής του. Έτσι, από τα τέλη του 19ου αιώνα προστίθεται στο κλίνκερ και τέφρα από υψικαμίλους ή τέφρα θερμοηλεκτρικών σταθμών που καίνε λιγνίτη κλπ.

Το έτος 1849 γέμισε ο Γάλλος κηπουρός Joseph Monier μεγάλες γλάστρες φυτών με μπετόν, στο οποίο τοποθέτησε μέσα ένα πλέγμα από βέργες σιδήρου. Στόχος του ήταν να σταθεροποιήσει τις γλάστρες που παρασύρονταν από τους δυνατούς ανέμους. Αυτός ο συνδυασμός, μπετόν με μεταλλικές βέργες, δημιούργησε ένα στέρεο σύνολο και ακριβώς αυτή η ιδέα αποτέλεσε το πρώτο βήμα για το λεγόμενο σήμερα «οπλισμένο σκυρόδεμα» (οπλισμένο μπετόν ή μπετόν αρμέ).

Με αυτό το οπλισμένο σκυρόδεμα κατασκευάζονται σήμερα σχεδόν αποκλειστικά οι σκελετοί των σύγχρονων κτηρίων. Οι τοίχοι από τούβλα ή πέτρες έπαψαν να φέρουν πια το βάρος της οικοδομής, ενώ ο σκελετός από μπετόν αρμέ έχει και την ελαστικότητα που απαιτείται ώστε να αντέξει ένα κτήριο στις καταπονήσεις από σεισμούς.

Το σημερινό τσιμέντο αποτελείται από οξείδια του ασβεστίου, πυριτίου, αργιλίου και σιδήρου που είναι ενωμένα μεταξύ τους και αποτελούν το 90% του βάρους του. Το υπόλοιπο μέρος είναι γύψος και μικρές ποσότητες αλάτων μαγνησίου, καλίου, νατρίου και άλλων στοιχείων. Σήμερα σώζεται (σε εγκαταστάσεις Βρετανικής Τσιμεντοβιομηχανίας) ένας από τους πέτρινους κλιβάνους που χρησιμοποίησε ο γιος του Aspdin, William για την παραγωγή του τσιμέντου.

Έκτοτε η παραγωγή του τσιμέντου εξαπλώθηκε σε όλο τον κόσμο και παρουσίασε σημαντικές εξελίξεις για να φθάσει στο σημερινό επίπεδο εξέλιξης.

Σήμερα παράγονται ετησίως σε όλο τον κόσμο πάνω από 1,5 δισεκατομμύρια τόνοι τσιμέντου και το σκυρόδεμα που παρασκευάζεται από το τσιμέντο αυτό υπερβαίνει τα 10 δισεκατομμύρια τόνους. Το γεγονός αυτό καθιστά το τσιμέντο και το σκυρόδεμα από τα σπουδαιότερα δομικά υλικά της εποχής μας. Για να επιτευχθεί όμως αυτό χρειάστηκε να γίνουν σημαντικές πρόοδοι κυρίως τα τελευταία 80 - 100 χρόνια όπως ο συνδυασμός του σκυροδέματος με χάλυβα για να παραλαμβάνει τις εφελκυστικές τάσεις, η χρήση προεντεταμένων χαλύβων, η χρήση ινών, μη μεταλλικού οπλισμού, χημικών πρόσθετων (ιδίως των λεγόμενων υπέρ-ρευστοποιητικών) και πολύ λεπτόκοκκων υλικών (ποζολανών).

Σήμερα παρασκευάζεται σκυρόδεμα με θλιπτική αντοχή μεγαλύτερη από 200 MPa αλλά και σκυρόδεμα με προεπιλεγμένες ιδιότητες (χαμηλής αντοχής, υψηλής ανθεκτικότητας σε διαβρωτικές επιδράσεις του περιβάλλοντος, αυτοσυμπυκνούμενο, με αντοχή σε τριβή και κρούση και σκυρόδεμα που απορροφά αέριες ενώσεις NOx που μολύνουν το περιβάλλον).

3. ΕΙΚΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ – ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ



4. ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ

- 7,000 π.Χ.** Το αρχαιότερο γνωστό σήμερα σκυρόδεμα βρίσκεται στη νότια Γαλιλαία του Ισραήλ. Ανακαλύφθηκε το 1985 και αποτελείται από από μίγμα ασβέστη με πέτρες.
- 3,000 π.Χ.** Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν άχυρα για να αυξήσουν την αντοχή πλίνθων κατά την ξήρανσή τους. Επίσης χρησιμοποιούσαν κονιάματα με γύψο σαν πρώτη ύλη και κονιάματα με ασβεστόλιθο.
- 800 π.Χ.** Έλληνες, Κρήτες και Κύπριοι χρησιμοποιούσαν λάσπη κτισίματος που είχε πολύ υψηλότερες αντοχές από τις μετέπειτα Ρωμαϊκές εφαρμογές
- 300 π.Χ.- 476 μ.Χ.** Οι ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν ποζολάνες από την Pozzuoli, πόλη που βρισκόταν κοντά στο ηφαίστειο Βεζούβιος για να κτίσουν την Απία Οδό, τα ρωμαϊκά λουτρά, το Κολοσσαίο, το Πάνθεο της ρώμης και τον αγωγό νερού στο Pont du Gard στη νότια Γαλλία. Χρησιμοποιούσαν επίσης ασβέστη ως υδραυλικό υλικό. Αναφέρονται συνθέσεις ενός μέρους ασβέστη προς 4 μέρη άμμου. Ο Βιτρούβιος αναφέρει σύνθεση με 2 μέρη ποζολάνης προς ένα μέρος ασβέστη. Επίσης, το πάχος των ζώων, γάλα και αίμα αποτελούσαν τα

πρόσθετα της εποχής (υλικά που βελτιώνουν ιδιότητες της σύνθεσης).

1200-1500 μ.χ.

Παρατηρείται πτώση της ποιότητας των υδραυλικών υλικών. Η χρήση ασβέστη και ποζολάνης σταματά έως το 1300.

1779

Ο Bry Higgins παρουσιάζει ευρεσιτεχνία του για παραγωγή υδραυλικού τσιμέντου (stucco) για χρήση ως εξωτερικό επίχρισμα.

1793

Ο John Smeaton ανακαλύπτει ότι η ασβεστοποίηση ασβεστολιθικών πετρωμάτων που περιέχουν άργιλο παράγει ασβέστη που σκληραίνει κάτω από την επιφάνεια του νερού (υδραυλικός ασβέστης). Χρησιμοποιεί το υλικό αυτό για να ξανακτίσει το φάρο στο Eddystone της Κορνουάλης του οποίου η κατασκευή άρχισε το 1756 αλλά δεν μπορούσε να προχωρήσει χωρίς την ύπαρξη συνδετικού υλικού που να μην επηρεάζεται από το νερό.

1796

Ο James Parker (Αγγλία) πατεντάρει ένα φυσικό υδραυλικό τσιμέντο που παρασκευάζει θερμαίνοντας (ασβεστοποιώντας) ακάθαρτο ασβεστόλιθο που περιέχει άργιλο. Το ονομάζει τσιμέντο Parker ή Ρωμαϊκό τσιμέντο.

1812-1813

Ο Γάλλος Luis Vicat παρασκευάζει συνθετικό υδραυλικό ασβέστη με θέρμανση συνθετικών μιγμάτων ασβεστόλιθου και αργίλου.

- 1824** Ο Άγγλος Joseph Aspdin ανακαλύπτει το τσιμέντο τύπου Πόρτλαντ. Θερμαίνει λεπτά τριμμένη κιμωλία και άργιλο σε κλίβανο ασβεστοποιίας ώσπου να φύγει το διοξείδιο του άνθρακα από το μίγμα. Το κρυσταλλωμένο παράγωγο της διαδικασίας αλέθεται στη συνέχεια και λαμβάνει την ονομασία τσιμέντο Πόρτλαντ, από τις εξαιρετικής ποιότητας πέτρες κτισίματος που εξορύσσονται στην περιοχή του Πόρτλαντ.
- 1836** Οι πρώτοι συστηματικοί έλεγχοι εφελκυστικής αντοχής γίνονται στη Γερμανία.
- 1889** Κτίζεται η πρώτη γέφυρα από σκυρόδεμα
- 1891** Ο George Bartholomew κατασκευάζει το πρώτο δρόμο από σκυρόδεμα στις ΗΠΑ στο Bellefontaine, OH. Υπάρχει ακόμα και σήμερα.
- 1903** Ο πρώτος ουρανοξύστης από σκυρόδεμα κατασκευάζεται στο Cincinnati του Οχάιο των ΗΠΑ.
- 1945** Πρώτη δημοσίευση στην Ελλάδα των μεταφρασμένων Γερμανικών DIN 1045 (Τεχνικά Χρονικά ΤΕΕ)
- 1954** Εκδίδεται ο πρώτος Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος
- 1970-1981** Υιοθετούνται οι Γερμανικές Κατηγορίες B25, B35

- 1985** Εκδίδεται ο Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΦΕΚ 266/Β/9.5.85)
- 1997** Αναθεώρηση του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος με έκδοση του ΚΤΣ 97 που δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ/315/Β/17,4,97
- 2002** Προσαρμογή του ΚΤΣ-97 στα Ευρωπαϊκά πρότυπα. Εισάγονται οι κατηγορίες κάθισης S1-S5.
- 2006** Σύνθεση επιτροπής Αναθεώρησης του ΚΤΣ-97 σύμφωνα με τα πρότυπα του ΕΛΟΤ EN 206-1 (Δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ/1318/Β/14.9.06)

5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ

Η διαδικασία παραγωγής τσιμέντου είναι δύσκολη και περίπλοκη. Για να γίνει κατανοητή πρέπει κάποιος να την παρακολουθήσει από κοντά. Μόνο έτσι θα δει πόση προσοχή χρειάζεται σε κάθε στάδιο παραγωγής.

Το τσιμέντο είναι μία λεπτόκοκκη σκόνη με υδραυλικές ιδιότητες. Αποτελείται από οξείδια του ασβεστίου, πυριτίου, αργιλίου και σιδήρου που είναι ενωμένα μεταξύ τους και αποτελούν το 90% του βάρους του. Το υπόλοιπο μέρος είναι γύψος και μικρές ποσότητες αλάτων μαγνησίου (Mg), καλίου (K), νατρίου (Na) και άλλων στοιχείων. Όταν αναμιγνύεται με νερό έχει την ιδιότητα να πήζει και να σκληραίνει, είτε στον αέρα, είτε κάτω από το νερό.



5.1. ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ

1ο Στάδιο-εξόρυξη Α' υλών:

Οι πρώτες ύλες εξορύσσονται με τη χρήση ισχυρών εκσκαπτικών μηχανημάτων ή με τη χρήση εκρηκτικών υλών.

2ο Στάδιο -θραύση Α' υλών:

Τα υλικά θραύονται σε μεγάλους θραυστήρες σε τεμάχια, συνήθως μικρότερα των 30 χιλιοστών.

3ο Στάδιο -αποθήκευση και προομοιογένεια Α' υλών:

Οι θραυσμένες πρώτες ύλες αποθηκεύονται (με σύγχρονη ανάμιξη) χωριστά κατά κατηγορία και από εκεί οδεύουν προς τους μύλους συνάλεσης σε αυστηρά καθορισμένη και συνεχώς ελεγχόμενη δοσολογία.

4ο Στάδιο -ξήρανση και άλεση πρώτων υλών:

Οι μύλοι είναι μεταλλικοί κύλινδροι, με ισχυρή εσωτερική μεταλλική θωράκιση και περιέχουν πολλούς τόνους από σφαιρικά χαλύβδινα αλεστικά σώματα. Κατά την περιστροφική κίνηση των μύλων οι σφαίρες κονιοποιούν τις προθραυσμένες πρώτες ύλες σε κόκκους μέσης διαμέτρου. Το προϊόν αυτό ονομάζεται φαρίνα.

5ο Στάδιο -ομοιογενοποίηση και αποθήκευση φαρίνας:

Η φαρίνα οδηγείται στα ειδικά σιλό όπου συντελείτε η ομοιογενοποίηση.

6ο Στάδιο -έψηση:

Μετά την ομοιογενοποίηση η φαρίνα περνάει από ένα σύστημα κυκλώνων που ονομάζεται προθερμαντής και υφίσταται μια προοδευτική θερμική κατεργασία σε θερμοκρασία μέχρι 900° C. Στη συνέχεια οι περιστροφικοί κλίβανοι αναλαμβάνουν την έψηση. Οι περιστροφικοί κλίβανοι είναι μεταλλικοί κύλινδροι μήκους 50-150 μέτρων και διαμέτρου 3-5 μέτρων με εσωτερική επένδυση από ειδικά πυρότουβλα. Η περιστροφική κίνηση του κλίβανου και η κλίση του εξωθούν τη φαρίνα προς την έξοδο. Στην πορεία της συναντάει θερμοκρασίες που φτάνουν τους 1.400 C.

Μέσα στον κλίβανο χάρη στις φυσικοχημικές διεργασίες, η φαρίνα μετατρέπεται σε ένα κοκκώδες προϊόν που λέγεται κλίνκερ.

7ο Στάδιο -άλεση τσιμέντου:

Το κλίνκερ αποτελεί το βασικό συστατικό του τσιμέντου και από την ποιότητά του εξαρτάται στο μέγιστο βαθμό η ποιότητά του. Το τσιμέντο ως τελικό προϊόν είναι μία πολύ λεπτή σκόνη και για τη δημιουργία του απαιτείται συνάλεση κλίνκερ γύψου και ορισμένων φυσικών ή τεχνητών υλικών, που προσδίδουν στο τσιμέντο ωφέλιμες ιδιότητες. Τέτοιες ύλες είναι οι ποζολάνες. Οι μύλοι τσιμέντου μοιάζουν με τους μύλους φαρίνας. Οι δοσολογίες των υλικών συνάλεσης είναι αυστηρά καθορισμένες και συνεχώς ελεγχόμενες. Οι διάφοροι τύποι τσιμέντων και το επίπεδο των αντοχών τους, που αποτελεί και το σημαντικότερο χαρακτηριστικό τους, διαμορφώνονται από τη χημική σύσταση του κλίνκερ, το βαθμό άλεσης του τσιμέντου και την παρουσία ή όχι των διαφόρων πρόσθετων.

8ο Στάδιο -σιλό τσιμέντου:

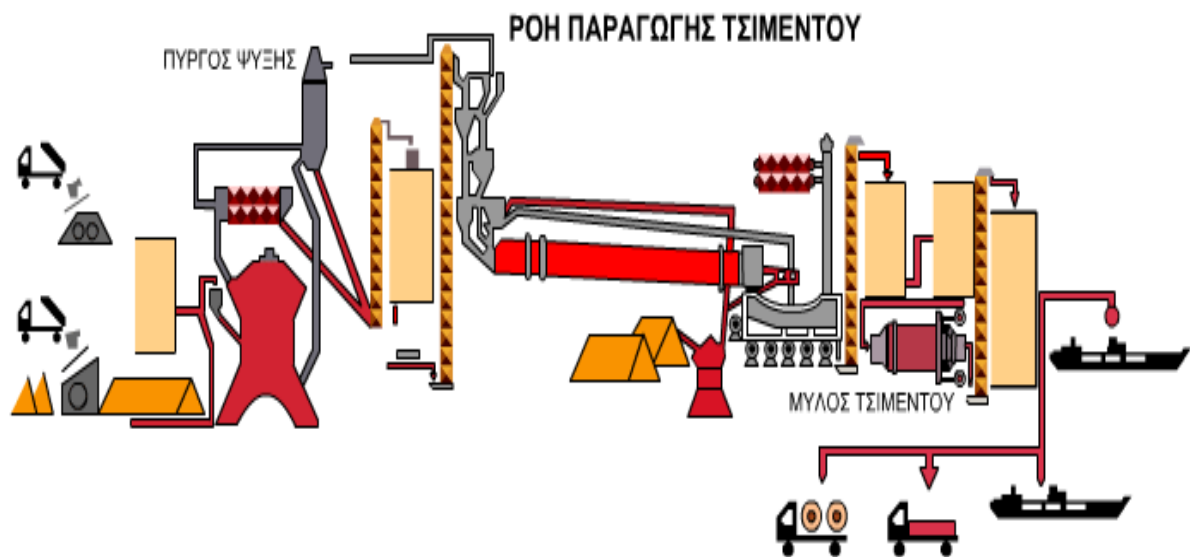
Το τσιμέντο αποθηκεύεται σε σιλό, που αποτελούν χώρους αποθήκευσης μέσης χρονικής διάρκειας.

9ο Στάδιο -κατανάλωση:

Το τσιμέντο διατίθεται στην κατανάλωση χύμα ή σε σάκους. Η μεγαλύτερες ποσότητες διατίθενται χύμα με ειδικά σιλοφόρα αυτοκίνητα ή πλοία.

Πέραν όμως της παραγωγής τσιμέντου, διάφορες εταιρίες προχωρούν σε ανάπτυξη νέων προϊόντων, όπως έτοιμα ξηρά κονιάματα (επιχρίσματα), κονιάματα κτισίματος, λευκά κονιάματα φινιρίσματος, κονιάματα δαπέδου, κόλλες πλακιδίων και αρμόστοκους.

Η εικόνα που ακολουθεί δείχνει τα στάδια παραγωγής από την εξόρυξη μέχρι και τη στιγμή που το τσιμέντο είναι έτοιμο να παραδοθεί στον καταναλωτή.



Όλα τα παραγόμενα τσιμέντα πληρούν το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 197-1 και φέρουν τη σήμανση CE (από τον ΕΛΟΤ Κοινοποιημένο Φορέα στην Ευρωπαϊκή Ένωση 0365).

Το σύστημα διασφάλισης ποιότητας των Εργοστασίων πρέπει να είναι πιστοποιημένο από τον ΕΛΟΤ, σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 9001 (2000). Το προϊόν πρέπει να διαθέτει επίσης πιστοποιητικά ή σήματα ποιότητας από τους Οργανισμούς Πιστοποίησης Ποιότητας Ελλάδας και Αγγλίας.

Παρόμοιες διαδικασίες ελέγχων πρέπει να ισχύουν και για το έτοιμο σκυρόδεμα (ISO 9001 σε όλες τις μονάδες σκυροδέματος και στα Λατομεία), για τα κονιάματα και για άλλα προϊόντα των Ομίλων, στα εργαστήρια αναλύσεων των μονάδων παραγωγής τους και σε συνεργασία με το Ερευνητικά Εργαστήρια των Εταιριών.

5.2. ΤΑ ΕΤΟΙΜΑ ΞΗΡΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ

Τα έτοιμα ξηρά κονιάματα καλύπτουν τομείς όπως του κτισίματος, του σοβατίσματος, των δαπέδων κ.λ.π. , διατίθενται σε ξηρή μορφή και για την τελική εφαρμογή τους απαιτείται μόνο η ανάμιξη τους με νερό.

5.2.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΤΟΙΜΩΝ ΞΗΡΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

Τα έτοιμα ξηρά κονιάματα πληρούν όλα τα απαιτούμενα ευρωπαϊκά πρότυπα και παράγονται με βάση αυστηρά επιλεγμένης ποιότητας ξηρά αδρανή, τσιμέντο και ειδικά βελτιωτικά πρόσμικτα.

Τα έτοιμα ξηρά κονιάματα διατίθενται στο εμπόριο, είτε συσκευασμένα σε σακιά (παλέτες), είτε σε μορφή χύμα που διατίθεται μέσα σε μικρά σιλό (χωρητικότητας 30 τόνων) τα οποία μπορεί να τοποθετηθούν και να ανεφοδιάζονται επιτόπου στα διάφορα οικοδομικά έργα.

5.2.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΤΟΙΜΩΝ ΞΗΡΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

Τα έτοιμα ξηρά κονιάματα προσφέρουν στους χρήστες τους πάρα πολλά πλεονεκτήματα, τα βασικότερα των οποίων είναι :

- I. Λόγω της ευκολίας στη χρήση τους μειώνουν σημαντικά το κόστος και το χρόνο κατασκευής, εφαρμόζονται δε εύκολα και από τα παραδοσιακά συνεργεία χωρίς να χρειασθεί να αλλάξουν τον καθιερωμένο τρόπο εργασίας τους και τον εξοπλισμό τους.
- II. Επιπλέον μείωση του κόστους κατασκευής γιατί μειώνονται σημαντικά οι απώλειες των υλικών λόγω απορρίψεων, διασποράς ή ακόμη και κλοπής τους στο έργο.
- III. Παραδίδονται πάντα με ζυγολόγιο, διασφαλίζοντας την ακρίβεια των παραλαμβανομένων ποσοτήτων, κάτι που σπάνια μπορούσε να γίνει με τα παραδοσιακά υλικά.

- iv. Το έργο και όλος ο περιβάλλον αυτού χώρος διατηρούνται καθαρά, αποφεύγοντας το κόστος καθαρισμών και βοηθώντας στην προστασία του περιβάλλοντος και στην αποφυγή προστριβών με τους γείτονες.
- v. Απόλυτα σταθερή και άριστη ποιότητα. Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά κονιάματα, η ποιότητα τους δεν εξαρτάται πια από τον εργάτη που έφτιαχνε τη λάσπη στο έργο, ούτε από τις μη ελεγχόμενες πρώτες ύλες(άμμο, ασβέστη κλπ).

5.2.3. ΧΡΗΣΕΙΣ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΤΟΙΜΩΝ ΞΗΡΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

Τα έτοιμα ξηρά κονιάματα καλύπτουν κυρίως τις παρακάτω χρήσεις-εφαρμογές

- I. Κτίσιμο (τούβλων, τσιμεντόλιθων, πέτρας, κλπ).
- II. Σοβάτισμα παραδοσιακού τύπου (πεταχτό - λάσπωμα - φινίρισμα)
- III. Σοβάτισμα νέου τύπου (μίας στρώσης σοβάς που εφαρμόζεται απευθείας πάνω στο πεταχτό και δίνει τελική επιφάνεια φινιρίσματος).
- IV. Κονιάματα πλήρωσης δαπέδων (τσιμεντοκονίες).

5.2.4. ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ



Σημαντικά κονδύλια επενδύονται στην έρευνα και ανάπτυξη τεχνολογίας, που διασφαλίζουν άριστη ποιότητα προϊόντων και βελτίωση των διαδικασιών επεξεργασίας και παραγωγής τους.

Το Ερευνητικό Εργαστήριο στο εργοστάσιο Καμαρίου εξοπλισμένο με πιλοτικό σύστημα παραγωγής τσιμέντου και όργανα τελευταίας τεχνολογίας, διερευνά συγκεκριμένα προβλήματα και πειραματίζεται με μελλοντικές εφαρμογές και ανάπτυξη νέων προϊόντων, σε συνεργασία με ελληνικά και διεθνή ερευνητικά ινστιτούτα και βιομηχανίες (NATO, ΕΜΠ, κλπ).

Στο Καμάρι, λειτουργεί επίσης πρότυπο Εργαστήριο Τεχνολογίας Σκυροδέματος, ένα από τα πλέον σύγχρονα της Ευρώπης, το οποίο μπορεί να εκδίδει δελτία ελέγχου υλικών και συνθέσεων σκυροδέματος, που έχουν νομική ισχύ. Προσφέρει επίσης τεχνική υποστήριξη σε πελάτες και συνεργάτες στην εκτέλεση ειδικών συνθέσεων σκυροδέματος.

5.2.5 ΟΡΥΧΕΙΑ

Σε διαφορές εταιρίες εντάσσεται και η εξόρυξη βιομηχανικών ορυκτών από τα επιφανειακά ορυχεία π.χ. στη νήσο Μήλο και στο Αλτσί της Κρήτης. Τα ορυκτά που εξορύσσονται είναι **γύψος, ποζολάνη και καολίνης** όπου χρησιμοποιούνται στην παραγωγή διαφόρων τύπων τσιμέντου στα εργοστάσια εταιριών .

Στη Μήλο δραστηριοποιείται από το 1985 σε τρεις περιοχές:

- I. στην περιοχή "Ξυλοκερατιά" από όπου εξορύσσει ποζολάνη σε ποσότητες που φθάνουν τους 350.000 τόνους ετησίως.
- II. στην περιοχή "Νίνος" (εξόρυξη 25.000 τόνων καολίνη ετησίως), και
- III. στην περιοχή "Ραλλάκι", όπου η εξόρυξη καολίνη βρίσκεται στο στάδιο της εξόφλησης.

Η ποζολάνη είναι πρώτη ύλη απαραίτητη για την παραγωγή σύνθετων τσιμέντων ενώ ο καολίνης χρησιμοποιείται στην παραγωγή του λευκού τσιμέντου. Η εξόρυξη και των δύο αυτών βιομηχανικών ορυκτών πραγματοποιείται με μηχανικά μέσα, χωρίς τη χρήση εκρηκτικών.

Στο Αλτσί του Δήμου Λάστρου στην Κρήτη λειτουργεί επιφανειακό ορυχείο γύψου. Εξορύσσονται ποσότητες που φθάνουν τους 300.000 τόνους ετησίως. Η δραστηριότητα αυτή ξεκίνησε το 1981, με σταδιακές επενδύσεις το ορυχείο αναβαθμίστηκε και αποτελεί σήμερα ένα από τα μεγαλύτερα και αρτιότερα ορυχεία γύψου στην Ελλάδα.

Ο γύψος είναι μία ορυκτή πρώτη ύλη που προστίθεται και συναλέθεται με το κλίνκερ στους μύλους τσιμέντου. Ο ρόλος του γύψου είναι σημαντικός στη σύνθεση του προϊόντος, καθώς ρυθμίζει την πήξη του τσιμέντου όταν έρθει σε επαφή με το νερό, ώστε να είναι δυνατή η ανάπτυξη υψηλών αντοχών και η αποφυγή δημιουργίας μικρορωγμών στις κατασκευές. Ο γύψος εξορύσσεται με την εφαρμογή ειδικών μέτρων, π.χ. διασφαλίζεται η χρήση επιβραδύνσεων στις

πυροδοτήσεις των εκρηκτικών, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι δονήσεις και το ωστικό κύμα. Η διαδικασία εξόρυξης γίνεται με την τεχνική των ορθών βαθμίδων που επιτρέπει την παράλληλη αποκατάσταση των εξοφλημένων βαθμίδων με δενδροφύτευση και υδροσπορά.

5.2.5.1. ΓΥΨΟΣ



Ο γύψος, ή αλαβαστρίτης λίθος ή αλάβαστρο είναι γεώδης ύλη, η οποία, όταν ψηθεί και αναμιχθεί με το νερό γίνεται σκληρή και συμπαγής. Αυτό που γνωρίζουμε σήμερα ως γυψοκονίαμα με τις ευρύτερες χρήσεις του στην οικοδομική δραστηριότητα, την ορθοπεδική, την οδοντοτεχνία, στις βιομηχανίες φαρμάκων, τη γεωργία, τη διακόσμηση κ.λπ., παράγεται μετά από θερμική επεξεργασία και καθαρισμό της ορυκτής γύψου.

5.2.5.2. ΠΟΖΟΛΑΝΗ



Η ποζολάνη είναι ένα ανόργανο υλικό με υδραυλικές ιδιότητες παραπλήσιες με αυτές του τσιμέντου. Η ποζολάνη μπορεί να προέρχεται είτε από τη φύση (φυσική ποζολάνη) είτε από τεχνητές πηγές (σκωρία υψικαμίνων, ιπτάμενη τέφρα-στάχτη σταθμών παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν κάρβουνο ή λιγνίτη).

Η φυσική ποζολάνη είναι βιομηχανικό ορυκτό ηφαιστειακής προέλευσης και περιέχει υψηλό ποσοστό ενεργού διοξειδίου του πυριτίου, αλλά και οξείδιο του αργιλίου.

Αλεσμένη ποζολάνη, που έχει αναμιχθεί με ασβέστο και νερό, δημιουργεί ένα είδος τσιμέντου. Αυτό συμβαίνει γιατί με την παρουσία της ασβέστου και του νερού, το πυριτικό και η αλούμινα αντιδρούν σχηματίζοντας υδραυλικές ενώσεις, όπως ακριβώς και στο τσιμέντο.

Σήμερα η ποζολάνη χρησιμοποιείται ευρύτατα στην τσιμεντοβιομηχανία (ποζολανικά τσιμέντα) ως πρόσθετο.

5.2.5.3. ΚΑΟΛΙΝΗΣ

Η ονομασία προέρχεται από την κινέζικη λέξη kao-ling = ψηλή ράχη, που είναι η ονομασία του βουνού κοντά στο Jaucha Fa, Jianxi (Κίνα), όπου βρέθηκε.

Ο καολίνης είναι πέτρωμα αποτελούμενο κυρίως από το ορυκτό καολινίτη και προσμείξεις άλλων ορυκτών. Είναι το κύριο συστατικό της πορσελάνης. Το λευκό του χρώμα και η ικανότητά του να αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες τον έχουν κάνει περιζήτητο. Έχει την ιδιότητα, όταν αναμειχθεί με νερό, να γίνεται εύπλαστος και δεν συστέλλεται στο ψήσιμο. Πλούσια κοιτάσματα καολίνη βρίσκονται στην Κίνα και την Ιαπωνία, ενώ μεγάλα κοιτάσματα υπάρχουν στο Σαιντ-Υριέξ της Γαλλίας, του Πασσάου της Γερμανίας, του Σιέσι της Ιταλίας και της Κορνουάλλης (Βρετανία). Στην Ελλάδα κοιτάσματα καολίνη βρίσκονται στη Μήλο και στην Αίγινα. Εκτός από την αγγειοπλαστική, το ορυκτό αυτό, χρησιμοποιείται ευρύτατα και στη φαρμακευτική.

6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Στην Ελλάδα έχουμε εταιρίες παραγωγής τσιμέντου όπως τον όμιλο ΤΙΤΑΝ , ΗΡΑΚΛΗΣ, ΧΑΛΥΨ .

Ο όμιλος ΤΙΤΑΝ διαθέτει τις εξής εγκαταστάσεις παραγωγής: 1. Εργοστάσιο Ελευσίνας 2. Εργοστάσιο Ευκαρπίας Θεσσαλονίκης 3. Εργοστάσιο Πατρών (Δρέπανον Αχαΐας) 4. Εργοστάσιο Καμαρίου Βοιωτίας.

Ο όμιλος ΗΡΑΚΛΗΣ διαθέτει τις εξής εγκαταστάσεις παραγωγής 1. Εργοστάσιο Βόλου 2. Εργοστάσιο Μυλακίου 3. Εργοστάσιο Χαλκίδας .

Ο όμιλος ΧΑΛΥΨ διαθέτει : 1 Εργοστάσιο παραγωγής τσιμέντου στην Αττική (Ασπρόπυργο). Ακολουθούν κάποια ενδεικτικά στοιχεία για τις μονάδες των ομίλων τα οποία συλλέχτηκαν από το διαδίκτυο.



Η **TITAN Α.Ε.** ιδρύθηκε το 1902 και εισήχθη στο Χ.Α.Α. δέκα χρόνια μετά, στις 22 Φεβρουαρίου 1912. Σήμερα η **TITAN Α.Ε.** έχει εδραιώσει την παρουσία της διεθνώς καθώς διαθέτει και εκμεταλλεύεται παραγωγικές μονάδες σε πολλές χώρες του κόσμου. Ο κυρίαρχος στόχος της εταιρίας είναι η καθιέρωσή της ως Πολυεθνική Εταιρία, η οποία υπολογίζεται ως ανεξάρτητη δύναμη στην παγκόσμια αγορά των δομικών υλικών και συνδυάζει την επιχειρηματική ικανότητα και ανταγωνιστικότητα με σεβασμό για τον άνθρωπο, την κοινωνία και το περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα ο Όμιλος **TITAN** έχει στην κατοχή του Τέσσερις μονάδες παραγωγής τσιμέντου στην Ελλάδα:

1. Εργοστάσιο Ελευσίνας
2. Εργοστάσιο Ευκαρπίας Θεσσαλονίκης
3. Εργοστάσιο Πατρών (Δρέπανον Αχαΐας)
4. Εργοστάσιο Καμαρίου Βοιωτίας.

Η ετήσια δυναμικότητα παραγωγής τσιμέντου της εταιρείας στην Ελλάδα ανέρχεται σε 6 εκατ. τόνους κατέχοντας περίπου το 40% της αγοράς. Επιπλέον η ετήσια παραγωγική δυναμικότητα τσιμέντου του Ομίλου **TITAN** στο εξωτερικό ανέρχεται σε άλλους 8 εκατ. τόνους.

Ο Όμιλος της **Α.Γ.Ε.Τ. ΗΡΑΚΛΗΣ** διαθέτει 3 εργοστάσια παραγωγής τσιμέντου με σύγχρονης τεχνολογίας εξοπλισμό και με μεγάλες και υψηλής απόδοσης λιμενικές εγκαταστάσεις.



Το εργοστάσιο του **Βόλου** είναι ένα από τα μεγαλύτερα εργοστάσια τσιμέντου στην Ευρώπη και ένα από τα μεγαλύτερα στο κόσμο. Βρίσκεται 4 χλμ. μακριά από την πόλη του Βόλου στο δρόμο για Αγριά. Η παραγωγή τσιμέντου ξεκίνησε το 1925.

Υπάρχουν 4 περιστροφικοί κάμινοι σε λειτουργία και η ετήσια παραγωγή του εργοστασίου σε κλίνκερ και τσιμέντο ανέρχεται σε 3,3 εκατομμύρια και 4,3 εκατομμύρια τόνους αντίστοιχα.

Οι ετήσιες πωλήσεις του εργοστασίου είναι περίπου 4,8 εκατομμύρια τόνοι (για τσιμέντο και κλίνκερ). Ένα σημαντικό κομμάτι της παραγωγής εξάγεται. Διατίθενται όλες τις ποιότητες τσιμέντου συμπεριλαμβανομένου και του λευκού.

Το λιμάνι του εργοστασίου του **Βόλου** μπορεί να δεχθεί πλοία προς φόρτωση χωρητικότητας μέχρι 40000 τόνων. Το εργοστάσιο είναι πιστοποιημένο κατά ISO 9001.



Το εργοστάσιο **Μυλακίου** αποτελεί πρότυπο εργοστάσιο σε ότι αφορά την τεχνολογία παραγωγής, τον πλήρη αυτοματισμό και τις λιμενικές εγκαταστάσεις.

Βρίσκεται στο Μυλάκι Εύβοιας, 5 χλμ. έξω από την πόλη του Αλιβερίου. Πρωτολειτούργησε το 1983. Η ετήσια παραγωγή του εργοστασίου σε τσιμέντο και κλίνκερ ανέρχεται σε 1,6 και 1,7 εκατομμύρια τόνους αντίστοιχα.

Περισσότερο από το 90% της παραγωγής του εξάγεται. Διατίθενται όλες οι ποιότητες τσιμέντου.

Το λιμάνι του εργοστασίου μπορεί να δεχθεί πλοία προς φόρτωση χωρητικότητας μέχρι 65000 τόνων. Επίσης είναι δυνατή η προσέγγιση πλοίων για εκφόρτωση κάρβουνου μέχρι και 160000 τόνων.

Το εργοστάσιο είναι πιστοποιημένο κατά ISO 9001



Το εργοστάσιο της **Χαλκίδας** βρίσκεται στην τοποθεσία Μικρό Βαθύ Αυλίδας, 3 χλμ. έξω από την πόλη της Χαλκίδας.

Από τους δύο περιστροφικούς κλίβανους που είναι σε λειτουργία, παράγονται περίπου 2,5 εκατομμύρια τόνοι τσιμέντου ετησίως.

Η παραγωγή και η εμπορία του τσιμέντου είναι πιστοποιημένα κατά ISO 9001. Έχει ξεκινήσει και η εγκατάσταση του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO 14001.



Τα τσιμέντα **ΧΑΛΥΨ**, το λατομείο, η εταιρία έτοιμου σκυροδέματος **ΕΤ ΜΠΙΕΤΟΝ ΑΕ** στο Νομό Αττικής και η εταιρία έτοιμου σκυροδέματος και αδρανών υλικών **ΔΟΜΙΚΗ ΜΠΙΕΤΟΝ ΑΕ** με έδρα την Κρήτη, ανήκουν στον όμιλο **ITALCEMENTI**, έναν από τους μεγαλύτερους ομίλους παραγωγής τσιμέντου στην Ευρώπη.

Ο Όμιλος, πραγματοποιεί στην Ελλάδα μεγάλα επενδυτικά προγράμματα στοχεύοντας στην αύξηση της παραγωγής, στη βελτίωση της ποιότητας και των συνθηκών εργασίας, καθώς επίσης και στην προστασία και τη βελτίωση του περιβάλλοντος.

Ο Όμιλος **ITALCEMENTI** έχει επενδύσει το 2006 στην Ελλάδα περίπου 5,6 εκατομμύρια ευρώ, ενώ έχει σταθερή ικανότητα παραγωγής τσιμέντου σε 1 εκατομμύριο τόνους, 10 εκατομμύρια τόνους αδρανών.

7. ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΓΙΑ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ

Το κείμενο που ακολουθεί αποτελεί μια προσπάθεια συλλογής όσο το δυνατόν περισσότερων στοιχείων και παρουσίασης των τελευταίων εξελίξεων στον ευρωπαϊκό χώρο όσον αφορά στην προσαρμογή του εν λόγω βιομηχανικού τομέα στην οδηγία 96/61 της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τον ολοκληρωμένο έλεγχο και πρόληψη της ρύπανσης (I.P.P.C.). Πρέπει συνεπώς να ληφθεί υπόψη ότι ορισμένες τεχνικές μπορεί να αναφέρονται σε παραγωγικές διαδικασίες, μετεωρολογικές συνθήκες κ.λ.π διαφορετικές από αυτές στην Κύπρο. Επίσης για ορισμένα από τα όρια εκπομπών οι τιμές είναι ενδεικτικές και δεν αποτελούν ισχύουσα ευρωπαϊκή νομοθεσία.

7.1. Νέες-Υφιστάμενες Εγκαταστάσεις.

Για καινούργιες εγκαταστάσεις που επιθυμούν να εφαρμόσουν τις προτεινόμενες τεχνικές προσοχή πρέπει να δοθεί:

- I. Στην υφιστάμενη κατάσταση τεχνικής κατάρτισης.
- II. Στις απαιτήσεις της περιβαλλοντικής προστασίας.
- III. Στην εφαρμογή των μέτρων που ικανοποιούν τα κριτήρια του παραρτήματος 4 της Οδηγίας 96/61 και των οποίων το κόστος λαμβάνεται σοβαρά υπόψη για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων.

Για υφιστάμενες εγκαταστάσεις η προσοχή πρέπει να επικεντρωθεί:

- I. Στη φύση, το μέγεθος και τις συνέπειες των εκπομπών.
- II. Στη φύση και την ηλικία των εγκαταστάσεων που αφορούν τις συγκεκριμένες ρυπογόνες δραστηριότητες αλλά και την προβλεπόμενη διάρκεια ζωής αυτών.

III. Στην εφαρμογή των μέτρων που ικανοποιούν τα κριτήρια του παραρτήματος 4 της Οδηγίας 96/61 και των οποίων το κόστος λαμβάνεται σοβαρά υπόψη για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων.

Προτείνεται επίσης συνεχής επαναπροσδιορισμός για την ανανέωση και υιοθέτηση τεχνικών περισσότερο φιλικών προς το περιβάλλον.

7.2. Πληροφορίες για τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές.

Οι κατευθυντήριες γραμμές που δίνονται παρακάτω αφορούν στις **Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές** (Best Available Techniques). Πιο συγκεκριμένα αφορούν στο πιο αποτελεσματικό και προηγμένο στάδιο εξέλιξης των δραστηριοτήτων και μεθόδων λειτουργίας που αποδεικνύει την πρακτική ικανότητα συγκεκριμένων τεχνικών να συνιστούν καταρχήν τη βάση των οριακών τιμών εκπομπής για την αποφυγή και, όταν αυτό δεν είναι πρακτικά εφαρμόσιμο, τη γενική μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων και των επιπτώσεων για το περιβάλλον στο σύνολό του.

1. Ο όρος Τεχνικές περιλαμβάνει τόσο την τεχνολογία που χρησιμοποιείται όσο και τον τρόπο σχεδιασμού, κατασκευής, συντήρησης, λειτουργίας και εξοπλισμού της εγκατάστασης.
2. Διαθέσιμες τεχνικές είναι οι τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί σε κλίμακα που επιτρέπει την εφαρμογή τους στο βιομηχανικό κλάδο, υπό οικονομικώς και τεχνικώς βιώσιμες συνθήκες, ανεξαρτήτως του εάν οι παραπάνω τεχνικές χρησιμοποιούνται ή παράγονται εντός οικείου Κράτους- Μέλους, εφόσον εξασφαλίζεται η πρόσβαση του φορέα εκμετάλλευσης σε αυτές.
3. Βέλτιστες σημαίνει ότι είναι οι πιο αποτελεσματικές τεχνικές για την επίτευξη των οριακών τιμών εκπομπών και αποβλήτων και γενικά για

την επίτευξη υψηλού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του.

Ο όρος ΒΔΤ μπορεί να ερμηνευτεί ως πρότυπο απόδοσης, το οποίο προσδιορίζεται από τα κριτήρια του παραρτήματος 4 της Οδηγίας 96/61 και καλύπτει τομείς όπως οι οριακές τιμές των εκπομπών, ο σχεδιασμός, η διάταξη, η συντήρηση της μονάδας και των κτιρίων αλλά και ο αριθμός, τα προσόντα, η εκπαίδευση και η επίβλεψη του προσωπικού. Όσον αφορά στις τεχνικές που υιοθετούνται ως ΒΔΤ είναι κυρίως τεχνικές που προλαμβάνουν τη ρύπανση, δηλαδή «καθαρές τεχνολογίες» που ελαχιστοποιούν το ρυπαντικό φορτίο και ανάλογες τεχνικές, όπως μείωση παραγωγής αποβλήτων στην παραγωγική διαδικασία, ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων, ανάκτηση υλικών, εξοικονόμηση πόρων και ενέργειας. Οι μέθοδοι επεξεργασίας αποβλήτων δεν πρέπει να παραβλέπονται. Στην πράξη αναμένεται αλληλοσυμπλήρωσή τους με γνώμονα την επίτευξη του στόχου που είναι ο μηδενισμός της ρύπανσης. Τέλος ο οικονομικός παράγοντας και η δυνατότητα εφαρμογής των τεχνικών σε βιομηχανική κλίμακα συγκαταλέγονται στα κριτήρια επιλογής τους.

Κατά τον προσδιορισμό των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα υπόψη τα στοιχεία του παραρτήματος IV της οδηγίας 96/61, τα οποία μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- i. Η χρησιμοποίηση τεχνικών που παράγουν χαμηλούς όγκους αποβλήτων.
- ii. Η χρησιμοποίηση λιγότερο επικινδύνων ουσιών.

- III. Η εξέλιξη των τεχνικών ανάκτησης και ανακύκλωσης των ουσιών που εκπέμπονται και χρησιμοποιούνται κατά τη διεργασία και ενδεχομένως και των αποβλήτων.
- IV. Οι συγκρίσιμες διεργασίες, εξοπλισμοί ή τρόποι λειτουργίας που έχουν δοκιμαστεί επιτυχώς σε βιομηχανική κλίμακα.
- V. Η τεχνική πρόοδος και η εξέλιξη των επιστημονικών γνώσεων.
- VI. Η φύση, οι επιπτώσεις και ο όγκος των συγκεκριμένων εκπομπών.
- VII. Οι ημερομηνίες έναρξης λειτουργίας των νέων ή υφιστάμενων μονάδων.
- VIII. Ο χρόνος που απαιτείται για την εγκαθίδρυση μιας ΒΔΤ.
- IX. Η κατανάλωση και η φύση των πρώτων υλών (συμπεριλαμβανομένου του νερού) και η αποτελεσματική χρήση της ενέργειας.
- X. Η ανάγκη πρόληψης των ατυχημάτων και μείωσης των επιπτώσεων τους στο περιβάλλον.
- XI. Οι πληροφορίες που δημοσιεύει η Επιτροπή του άρθρου 16 παράγραφος 2 ή που δημοσιεύουν οι διεθνείς οργανισμοί.

Οι οριακές τιμές εκπομπών, οι παράμετροι ή άλλες ισοδύναμες τεχνικές μετρήσεις πρέπει να βασίζονται στις ΒΔΤ χωρίς όμως να υπαγορεύουν τη χρήση μιας συγκεκριμένης τεχνικής και λαμβάνοντας υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εν λόγω βιομηχανικής εγκατάστασης, τη γεωγραφική τοποθεσία της καθώς και τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες.

Οι τεχνικές περιλαμβάνουν:

- I. Αλλαγές στο σχεδιασμό των διεργασιών προκειμένου να επιτυγχάνεται η πρόληψη των ρυπογόνων εκπομπών και η ελαχιστοποίηση του φορτίου ρύπανσης.
- II. Αντικατάσταση των υλικών με άλλα περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον.
- III. Ελαχιστοποίηση του ρυπαντικού φορτίου με τη βοήθεια διεργασιών ελέγχου, καταγραφών, τεχνολογιών επεξεργασίας αποβλήτων κ.λπ.
- IV. Ανάκτηση/ Ανακύκλωση.

Σημειώνεται ότι στην περίπτωση επικίνδυνων (συμπεριλαμβανομένων ασφυξιογόνων) ατμών ή σκόνης, πρέπει να λαμβάνονται όλα τα μέσα ασφαλείας.

7.3. Ενδεικτικές Προτεινόμενες Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές

Ο διαχωρισμός των ΒΔΤ που ακολουθεί είναι ενδεικτικός και γίνεται για πρακτικούς λόγους. Οι Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές πρέπει να αντιμετωπίζονται ως ολοκληρωμένη μέθοδος πρόληψης της ρύπανσης.

Οι παρακάτω προτεινόμενες τεχνολογίες απευθύνονται σε μονάδες παραγωγής τσιμέντου.

7.4.1 Διεθνή δεδομένα.

7.4.1.1. Τεχνικές μείωσης ρυπαντικού φορτίου.

- I. Έλεγχος των υψηλότερων θερμοκρασιών στον κλίβανο (για τη μείωση των εκπεμπόμενων οξειδίων του αζώτου καθώς και του μονοξειδίου του άνθρακα).

- ii. Κατάλληλη επιλογή των πρώτων υλών και των καυσίμων (για τη μείωση του παραγόμενου υδρόθειου, των μερκαπτάνων, των οσμών, των μετάλλων, των αλογόνων κ.α.)
- iii. Παρεμπόδιση της διεύδυσης βροχής και αέρα στα αποθηκευμένα υλικά.
- iv. Έλεγχος μέσω καταλόγων απογραφής.
- v. Βελτιστοποίηση ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης του νερού.
- vi. Διαχωρισμός του νερού ψύξης, των όμβριων υδάτων, εκροές από αναχώματα και σωρούς απόθεσης υλικών ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν κατάλληλες μέθοδοι επεξεργασίας.
- vii. Ξηρός καθαρισμός εξοπλισμού και χρήση συστημάτων ξήρανσης υπό κενό, όπου αυτό είναι δυνατό.
- viii. Μείωση των εκπομπών οξειδίων αζώτου:
 - Καυστήρες Low-NO_x.
 - Καύση πολλαπλών βαθμίδων (staged combustion).
 - Κρυόλιθος στο κλίνκερ.
 - Επιλεκτική μη καταλυτική αναγωγή (SNCR)
- ix. Μείωση εκπομπών SO_x :
 - Προσθήκη απορροφητικού υλικού.
 - Πλυντρίδα ξηρού τύπου (dry scrubber).
 - Πλυντρίδα υγρού τύπου (wet scrubber).
 - Προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα.
- x. Τεχνικές μείωσης εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων.
 - Προσθήκη της πρώτης ύλης που περιέχει το οργανικό υλικό στη ζεστή ζώνη του κλιβάνου.

- Αύξηση της συγκέντρωσης οξυγόνου στους υγρούς ή ξηρούς κλιβάνους.
 - Απορρόφηση σε κλίνες ενεργού άνθρακα- POLVITEC.
- xi. Μέθοδοι μείωσης εκπομπών βαρέων μετάλλων.
- Απορρόφηση σε κλίνες ενεργού άνθρακα- POLVITEC.

7.4.1.2. Τεχνικές παρεμπόδισης των εκπομπών.

- i. Εκτός από την αποθήκευση των χοντρόκοκκων πρώτων υλών, η αποθήκευση, η διαχείριση όπως επίσης και οι χώροι διακίνησης πρέπει να είναι κλειστοί.
- ii. Πρέπει να υπάρχουν αναχώματα γύρω από τα υλικά, τις δεξαμενές κ.λπ.
- iii. Είναι δυνατή η χρήση μόνο κλειστών ταινιών μεταφοράς για τη διακίνηση κονιωδών υλικών μέσω αερισμού. Ο καθαρισμός τους θα πρέπει να πραγματοποιείται σε κατάλληλες διατάξεις αποκονίωσης.
- iv. Οι ταινίες μεταφοράς πρέπει να προστατεύονται από τον άνεμο.
- v. Οι σωληνώσεις και οι γραμμές μεταφοράς πρέπει να είναι υπέργειες.
- vi. Τα σημεία μετάβασης στις ταινίες μεταφοράς πρέπει να είναι τα ελάχιστα δυνατά και ο σχεδιασμός τους πρέπει να προβλέπει ελάχιστη ελεύθερη πτώση των υλικών. Πρέπει επίσης και για τα σημεία αυτά να ακολουθούνται οι κανόνες για τις ταινίες μεταφοράς που προαναφέρθηκαν.
- vii. Στις ταινίες μεταφοράς πρέπει να προσαρμόζονται κατάλληλες διατάξεις καθαρισμού ώστε κατά την επιστροφή τους να είναι καθαρές καθώς και διατάξεις για τη συλλογή του υλικού που απομακρύνεται με τον παραπάνω καθαρισμό.

- viii. Οι γραμμές μεταφοράς από τον κλίβανο προς ψύξη και αποθήκευση πρέπει να είναι κλειστές και αποσπώσιμες.
- ix. Οι σωροί αποθεμάτων κονιοδών υλικών πρέπει να αποθηκεύονται σε κλειστούς χώρους.
- x. Η διαφυγή σκόνης κατά τις διεργασίες τοποθέτησης του προϊόντος σε σάκους πρέπει να περιορίζεται με τη χρήση τοπικών συστημάτων αποκονίωσης. (Η υγρή καταστολή πρέπει να αποφεύγεται στις περιπτώσεις όπου είναι εφαρμόσιμη ξηρή μέθοδος).
- xi. Οι εκπομπές από περιοχές αποθεμάτων και από τους εξωτερικούς χώρους πρέπει να παρεμποδίζονται με τη βοήθεια υγρών μεθόδων καταστολής.
- xii. Η αποθήκευση του κλίνκερ πρέπει να γίνεται σε εσωτερικούς χώρους.
- xiii. Οι δεξαμενές αποθήκευσης πρέπει να προστατεύονται από υπερχειλίση.

7.4.1.3. Τεχνικές ανάκτησης και ανακύκλωσης.

- i. Ανακύκλωση όλων των λεπτόκοκκων καυσίμων σωματιδίων που συλλέγονται στις διατάξεις αποκονίωσης, όπου αυτό είναι δυνατό.
- ii. Ελαχιστοποίηση απωλειών (διαρροών) από τις σημειακές πηγές και τις διάχυτες εκπομπές.
- iii. Χρήση κατάλληλων αποβλήτων ως πρώτες ύλες και καύσιμα.
- iv. Χρήση των αποβλήτων που δε μπορούν να ανακυκλωθούν στην ίδια μονάδα ως πρώτες ύλες σε άλλες βιομηχανικές μονάδες.

7.4.1.4. Τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας.

- I. Χρήση ανακομιστή/ προασβεστοποιητή όπου αυτό είναι δυνατόν.
- II. Εφοδιασμός των νέων μονάδων με κλιβάνους μικρού μήκους με ανακομιστή/ προασβεστοποιητή πολλών βαθμίδων.
- III. Ανακύκλωση των θερμών απαερίων με ανάκτηση της θερμότητας.
- IV. Χρήση σύγχρονων ψυγείων κλίνκερ που επιτρέπουν τη μέγιστη εξοικονόμηση θερμότητας.
- V. Σύγχρονα συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης (Power Management) για την ηλεκτρική ενέργεια και χρήση εξοπλισμού χαμηλής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

7.4.1.5. Τεχνικές για την επεξεργασία αέριων εκπομπών.

- I. Ηλεκτροστατικά φίλτρα (A1).
- II. Σακόφιλτρα (με απομάκρυνση μεγαλύτερη από 99.5%) (A2).
- III. Φίλτρα με στρώματα από χαλίκια (A3).
- IV. Κυκλώνες (για προκαταρκτικό καθαρισμό) (A4).
- V. Διάταξη υγρού καθαρισμού (A5).
- VI. Κεραμικά φίλτρα (A6).

(Τα σύμβολα αναφέρονται στον Πίνακα 1).

7.4.1.6. Τεχνικές για την επεξεργασία υγρών εκπομπών.

1. Ρύθμιση pH/ εξουδετέρωση (Y1).
2. Συσσωμάτωση/ Κροκίδωση/ Κατακρήμνιση (Y2).
3. Ιζηματοποίηση/ Διήθηση/ Επίπλευση (Y3).
4. Σύστημα διαχωρισμού νερού/ λαδιού (Y4).

(Τα σύμβολα αναφέρονται στον Πίνακα 2).

7.4.1.7. Τεχνικές για την επεξεργασία και τη διάθεση των στερεών αποβλήτων.

1. Αφυδάτωση λάσπης.
2. Απόθεση σε ειδικούς χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων.
3. Πρέπει τέλος να αναζητούνται μέθοδοι για την επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων που παράγονται από τον καθαρισμό της μονάδας, τα σακόφιλτρα κ.α.

Πίνακας 1.: Σύνοψη των τεχνολογιών για την επεξεργασία των αέριων εκπομπών.

Είδος εκπομπών	Τεχνολογία
Σωματίδια	A1, A2, A3, A4, A5, A6
Άλλες εκπομπές (π.χ. θείο, αλογόνο, οσμές κ.α.)	Έλεγχος μέσω μείωσης ρυπαντικού φορτίου

Πίνακας 2.: Σύνοψη των τεχνολογιών για την επεξεργασία των υγρών εκπομπών.

Είδος εκπομπών	Τεχνολογία
Σωματίδια	Y2, Y3
Μέταλλα	Y1, Y2, Y3
Λάδια κ.α.	Y4

7.4.1.8. Προτεινόμενες ΒΔΤ από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα.

Στην ενότητα αυτή συνοψίζονται οι ΒΔΤ που προτείνονται στο επίσημο, τελικό κείμενο της Ευρωπαϊκής Κοινότητας.

Επιλογή διεργασίας.

Για νέες εγκαταστάσεις και μεγάλου βαθμού αναβαθμίσεις, τη ΒΔΤ αποτελεί κλίβανος ξηρής διεργασίας με προθέρμανση πολλαπλών σταδίων και προασβεστοποίηση. Από το ισοζύγιο της ενέργειας προκύπτει η απαιτούμενη τιμή της ενέργειας ίση με 3000MJ/τόννο κλίνκερ.

Γενικά μέτρα.

Σταθερή και ομαλή λειτουργία του κλιβάνου με λειτουργία των παραμέτρων του κοντά στις τιμές αναφοράς:

- I. Βελτιστοποίηση του ελέγχου διεργασιών με χρήση συστημάτων αυτόματου ελέγχου μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών.
- II. Χρήση σύγχρονων, βαρομετρικών συστημάτων τροφοδοσίας στερεών καυσίμων.

Ελαχιστοποίηση της χρήσης καυσίμων.

- I. Προθέρμανση και προασβεστοποίηση στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό αναλόγως με το υφιστάμενο σύστημα κλιβάνου.
- II. Χρήση σύγχρονων ψυκτών κλίνκερ που δίνουν τη δυνατότητα για μέγιστη ανάκτηση θερμότητας.
- III. Ανάκτηση θερμότητας από τα απαέρια.

Ελαχιστοποίηση ηλεκτρικής ενέργειας.

- I. Συστήματα ενεργειακής διαχείρισης (power management system).
- II. Εξοπλισμός άλεσης και άλλων ηλεκτρικών μηχανημάτων με μεγάλη αποδοτικότητα σε ενέργεια.

Προσεκτική διαλογή και έλεγχος των ουσιών που εισάγονται κλίβανο.

Παραγωγή τσιμέντου Προσεκτική διαλογή και έλεγχος των α' υλών και καυσίμων με χαμηλό περιεχόμενο σε θείο, άζωτο, χλώριο, μέταλλα και πτητικές οργανικές ενώσεις.

Μείωση των οξειδίων του αζώτου.

- I. Πρωτογενή μέτρα: Flame cooling. Καυστήρες χαμηλών εκπομπών NO_x .
- II. Καύση πολλαπλών βαθμίδων (staged combustion).
- III. Επιλεκτική μη καταλυτική αναγωγή (SCNR).

Μείωση των οξειδίων θείου.

- I. Αρχικές εκπομπές μικρότερες από $1200\text{mg SO}_2/\text{m}^3$:
Προσθήκη απορροφητικού υλικού.
- II. Αρχικές εκπομπές μεγαλύτερες από $1200\text{mg SO}_2/\text{m}^3$:

Πλυντρίδα υγρού τύπου (wet scrubber).

Πλυντρίδα ξηρού τύπου (dry scrubber).

Μείωση σκόνης.

- I. Προστασία από τον άνεμο των ανοιχτών σωρών αποθήκευσης α' υλών.
- II. Χρήση spray νερού και άλλων χημικών για τον περιορισμό της σκόνης από τους ανοιχτούς σωρούς.
- III. Ασφαλτόστρωση και καταβρέξιμο των δρόμων, πλύσιμο των ελαστικών των αυτοκινήτων.

- iv. Διατήρηση όλων των συστημάτων αποθήκευσης και μεταφοράς σε αρνητική πίεση και συλλογή της σκόνης σε φίλτρα.
- v. Κλειστή αποθήκευση και αυτόματο σύστημα διαχείρισης, όπου αυτό είναι δυνατό.

Ηλεκτροστατικοί κατακρημνιστές με εξοπλισμό ελέγχου και μέτρησης για την ελαχιστοποίηση του αριθμού των παγίδων του μονοξειδίου του άνθρακα.

Σακκόφιλτρα με πολλαπλά διαμερίσματα με ανιχνευτές.

Διαχείριση αποβλήτων.

Ανακύκλωση των σωματιδίων σε όποια φάση της διεργασίας είναι δυνατόν ή χρήση τους σε άλλα εμπορικά προϊόντα.

7.4.2 Ελληνικά δεδομένα.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τεχνικές οι οποίες έχουν προκύψει μετά από εξέταση του κλάδου των διυλιστηρίων της ελληνικής βιομηχανίας και αποτελούν ενδεικτικές υποψήφιες Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές προσαρμοσμένες στα ελληνικά δεδομένα.

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές με έντονα γράμματα για τις μονάδες παραγωγής τσιμέντου ή όπου δεν προτείνεται ΒΔΤ προτείνονται γενικοί κανόνες πρόληψης και αντιμετώπισης της ρύπανσης.

Πίνακας 3

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές ή γενικοί κανόνες για τον περιορισμό της ρύπανσης.

Φάση παραγωγικής διαδικασίας	Κανόνας ή ΒΔΤ	Ελάττωση εκπομπών				Εξοικονόμηση ενέργειας
		Σκόνη	NO _x	SO ₂	B M	
Θραύση & άλεση α' υλών	Χρήση σακκόφιλτρων (ΣΦ)	X				
Αποθήκευση α' υλών	Κλειστές αποθήκες ή σιλό	X				
Προ-ομογενοποίηση Α' υλών	Στεγασμένα συστήματα προ-ομογενοποίησης	X				
Άλεση και αποθήκευση της φαρίνας	Κοινό σύστημα αποκονίωσης με ηλεκτροστατικό φίλτρο ή σακκόφίλτρο σε συνδυασμό με εναλλάκτη θερμότητας. Αποθήκευση της φαρίνας σε σιλό με σακκόφιλτρα.	X				
Προετοιμασία και αποθήκευση καυσίμων	Ανοιχτή αποθήκευση και διαβροχή του ακατέργαστου καυσίμου και κλειστά συστήματα αποθήκευσης με πυρασφάλεια για το αλεσμένο καύσιμο					
Προετοιμασία και αποθήκευση εναλλακτικών καυσίμων	Αποθήκευση σε στεγασμένες αποθήκες/δεξαμενές ή σιλό. Λήψη ειδικών μέτρων κατά τη μεταφορά τους και τη φόρτωση τους με ειδικές αυτόματες διατάξεις. Συστηματική καταγραφή του είδους και της κατανάλωσής τους ανά ημέρα και των εκπεμπόμενων ρύπων.	X				
Άλεση καυσίμων	Χρήση σακκόφιλτρων	X				
Παραγωγή κλίνκερ	Εγκατάσταση κλιβάνου μικρού μήκους με προθερμαντή τουλάχιστον 4-6 βαθμίδων με προασβεστοποίηση		X			
	Καύση σε στάδια, καυστήρες χαμηλών NO _x		X			
Ψύξη κλίνκερ	Χρήση ηλεκτροφιλτρων (ΗΦ) με πύργο ψεκασμού καυσαερίων ή ΣΦ με εναλλάκτη θερμότητας για τη ψύξη των αερίων	X				
	Χρήση ψυγείων τύπου εσχάρας Χρήση ΗΦ ή ΣΦ	X				
Αποθήκευση κλίνκερ	Κλειστές αποθήκες ή σιλό	X				
Άλεση και αποθήκευση τσιμέντου	Χρήση σακκόφιλτρων ή εναλλακτικά ηλεκτροστατικών φίλτρων για την αποκονίωση των μύλων και χρήση σακκόφιλτρων για τα βοηθητικά κυκλώματα. Αποθήκευση τσιμέντου σε σιλό εξοπλισμένα με σακκόφιλτρα για την αποκονίωση κατά τον εφοδιασμό και την εκκένωσή τους.					
Συσκευασία τσιμέντου	Λειτουργία κλειστών συστημάτων ενσάκωσης αποκονιούμενα με ΣΦ	X				
Διάθεση τσιμέντου	Εγκατάσταση μονάδων παλετοποίησης των σάκων τσιμέντου	X				

	Χρήση ΣΦ στα σημεία αλλαγής μεταφοράς του συστήματος					
Μεταφορά/ Διακίνηση/ Αποθήκευση α' υλών και προϊόντων	Ασφαλτόστρωση και διαβροχή του οδικού δικτύου και όλων των οδών και των ελεύθερων χώρων του εργοστασίου. Μέριμνα πρέπει να λαμβάνεται για την αντιμετώπιση των υπερχειλίσεων και διαρροών με σύστημα αναρρόφησης με υποπίεση		X			
	Κάλυψη των φορτηγών οχημάτων μεταφοράς, έλεγχος της στεγανότητας τους και επιμελές πλύσιμο		X			
	Επιβολή χαμηλού ορίου ταχύτητας		X			
	Στέγαση του χώρου εκφόρτωσης των α' υλών πάνω από τις κοάνες των εγκαταστάσεων θραύσης-άλεσης. Κάλυψη του χώρου με τοποθέτηση βιομηχανικών ελαστικών κουρτινών στο σημείο προσέγγισης των οχημάτων μεταφοράς υλικών		X			
	Κατά την ανοικτή αποθήκευση των α' υλών πρέπει να γίνεται διαβροχή και συμπίεση των σωρών, κάλυψη με χόρτο, μείωση της αποθηκευόμενης ποσότητας σε σωρούς και κατάργηση της υπαίθριας ανάμιξης των βοηθ. Υλών τροφοδοσίας των μυλών τσιμέντου		X			
	Κατά την ανοικτή αποθήκευση κλίνκερ πρέπει να μειώνεται η αποθηκευόμενη ποσότητα σε σωρούς		X			
	Τήρηση χαμηλού ύψους πτώσης των υλικών από το γερανό εναπόθεσης υλικών σε σωρούς και τοποθέτηση σε χαμηλά επίπεδα των αποθηκών α' υλών		X			
	Κάλυψη όλων των ταινιών μεταφοράς πρώτων υλών και τσιμέντου		X			
	Δενδροφύτευση περιμετρικά του εργοστασίου για μείωση των εκπομπών σκόνης και θορύβου		X			
Λειτουργία/ Συντήρηση συστημάτων αποκονίωσης	Όπου υπάρχουν ήδη εγκατεστημένα ΗΦ ή ΣΦ που δεν επιτυγχάνουν τα υποδεικνυόμενα από τις ΒΔΤ όρια εκπομπών, να αντικατασταθούν ή να αναβαθμιστούν με επέκταση ή μετατροπή (π.χ. μετατροπή ΣΦ παλαιού τύπου «δονητικά» με τίναγμα, αντίστροφης ροής αέρα σε νέας τεχνολογίας).	X	X			
	Προληπτική συντήρηση των συστημάτων αποκονίωσης.		X			
	Να ανακυκλώνονται στην παραγωγή, εάν είναι εφικτό, οι επιστροφές των συστημάτων αποκονίωσης.		X			
	Να λειτουργεί στη μέγιστη απόδοσή του το σύστημα αποκονίωσης των εγκαταστάσεων άλεσης στερεών καυσίμων.		X			
Μέτρα μείωσης εκπομπών NO _x	Για την Ελλάδα δεν προτείνονται δευτερογενή μέτρα αλλά μόνο πρωτογενή δηλαδή εφοδιασμός των υπαρχόντων κλιβάνων είτε με συστήματα καύσης πολλαπλών βαθμίδων είτε με καυστήρες χαμηλών NO _x		X			

Μέτρα μείωσης εκπομπών SO ₂	Δεν τίθεται θέμα εφαρμογής ΒΔΤ στην Ελλάδα λόγω του χαμηλού περιεχομένου θείου στις α' ύλες					
Μείωση θορύβου και δονήσεων	Εγκατάσταση σιγαστήρων και ηχομονώσεων στα σημεία που γίνεται εκπομπή θορύβου					
Άλλα μέτρα	Βελτιστοποίηση του ελέγχου διεργασιών με εγκατάσταση (όπου δεν υπάρχει) συστημάτων αυτόματου ελέγχου με χρήση Η/Υ	X	X	X	X	X
	Επιλογή α' υλών και καυσίμων με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο, άζωτο, χλώριο, μέταλλα και οργανικές ενώσεις, όσο αυτό είναι δυνατό.	X	X	X	X	X
	Συστήματα ενεργειακής διαχείρισης (power management system).					X
	Ανακύκλωση των απωλειών και των αποβλήτων σε όποια φάση της διεργασίας είναι δυνατόν ή χρήση τους σε άλλα εμπορικά προϊόντα.					

7.5. Οριακές τιμές εκπομπών.

Η νομοθεσία που είναι σχετική με τις μονάδες παραγωγής τσιμέντου είναι η ακόλουθη:

1. Οδηγία 94/67/ΕΚ για την αποτέφρωση των επικίνδυνων αποβλήτων.
2. Πρόταση για Οδηγία πάνω στην αποτέφρωση των αποβλήτων που υιοθετήθηκε από την Κοινότητα στις 7 Οκτωβρίου 1998.

Το ελληνικό νομοθετικό πλαίσιο που πρέπει να εφαρμόζεται στον κλάδο παραγωγής τσιμέντου συνίσταται επιπλέον και από τα εξής:

- i. Προεδρικό Διάταγμα 1180/81.
- ii. Νόμος 1650/86 σχετικά με την «Προστασία του περιβάλλοντος».
- iii. Κοινή Υπουργική Απόφαση 69269/5397/25.10.90 σχετικά με την «Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, καθορισμό περιεχομένου ειδικών περιβαλλοντικών μελετών και λοιπές συναφείς διατάξεις, σύμφωνα με το Ν. 1650/1986».
- iv. Κ.Υ.Α. 75308/5512/2.11.90 σχετικά με τον «Καθορισμό τρόπου ενημέρωσης των πολιτών και φορέων εκπροσώπησής τους για το περιεχόμενο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων των Έργων και δραστηριοτήτων σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 του Ν. 1650/86».
- v. Νόμοι και Υπουργικές αποφάσεις που θα εκδοθούν για την εναρμόνιση της Ελληνικής Νομοθεσίας με την Οδηγία IPPC, όπως και οι ΒΔΤ όπως θα καθιερωθούν σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο από την επιτροπή της Ε.Ε.

Η Οδηγία IPPC περιλαμβάνει ενδεικτική λίστα των κυριότερων ρυπαντικών ουσιών που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τον καθορισμό των οριακών τιμών.

Από αυτές οι τρεις σημαντικότερες που σχετίζονται με την παραγωγή τσιμέντου είναι:

Παραγωγή τσιμέντου

- I. Οξείδια του αζώτου (NO_x) και άλλες αζωτούχες ενώσεις.
- II. Διοξείδιο του θείου (SO_2) και άλλες θειούχες ενώσεις.
- III. Σκόνη.

Επίσης σχετικές είναι και οι παρακάτω εκπομπές:

- I. Μονοξείδιο του άνθρακα (CO).
- II. Οργανικές πτητικές ενώσεις (VOCs).
- III. Πολυχλωριωμένες διβενζοδιοξίνες και διβενζοφουράνια (PCDDs και PCDFs αντίστοιχα).
- IV. Μέταλλα και ενώσεις τους.
- V. Υδροφθόριο (HF).
- VI. Υδροχλώριο (HCl).
- VII. Απόβλητα.
- VIII. Θόρυβος.
- IX. Οσμές.

7.5.1 Αέριες Εκπομπές.

Οι συνθήκες αναφοράς για τις συγκεντρώσεις ουσιών που περιέχονται στις αέριες εκπομπές είναι:

Για τα αέρια καύσης: Ξηρά αέρια, θερμοκρασία 273K, πίεση 101.3kPa, περιεχόμενο οξυγόνο: 10%

Για αέρια που δεν συμμετέχουν στην καύση: Θερμοκρασία= 273K, πίεση=101.3kPa, καμιά διόρθωση για τον περιεχόμενο ατμό.

Οι παραπάνω συνθήκες ενδέχεται να μην είναι κατάλληλες για συνεχή παρακολούθηση οπότε μπορούν να τροποποιηθούν σε άλλες καταλληλότερες για τα συγκεκριμένα όργανα που χρησιμοποιούνται για τον καθημερινό έλεγχο.

Οι μέσες τιμές που εξάγονται για ορισμένη χρονική περίοδο πρέπει να αναφέρονται μόνο σε ώρες λειτουργίας (όχι στην έναρξη και στην παύση της λειτουργίας) και να περιλαμβάνουν την εκπομπή αιθάλης.

Όταν γίνεται συνεχής έλεγχος, το 95% των μέσων όρων σε ημερησία βάση κατά τη διάρκεια μόνιμης λειτουργίας της μονάδας (μη συμπεριλαμβανομένων της έναρξης, της παύσης και των ελέγχων στην περίπτωση εκπομπής σκόνης) πρέπει να είναι σύμφωνο με την οριακή τιμή για ένα ημερολογιακό έτος. Όλες οι τιμές των μισών ωριαίων μέσων όρων πρέπει να είναι μικρότερες από τη διπλάσια τιμή της οριακής. Για περιοδικό έλεγχο καμία από τις μετρήσεις δεν πρέπει να ξεπερνά την αντίστοιχη οριακή τιμή πολλαπλασιασμένη επί 1.5.

Οι μονάδες θα πρέπει να πληρούν τα ακόλουθα όρια και γενικές προδιαγραφές που έχουν τεθεί από τη νομοθεσία και αφορούν τις:

Οριακές τιμές εκπομπής ρυπαντικών φορτίων σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία:

Π.Δ. 1180/81 άρθρο 2 παράγραφοι 1α και 1ε και Ν.150/86 άρθρο 8.

- I. Όριο εκπομπής καπνού: βαθμός 1 της κλίμακας Ringelmann.
- II. Όριο εκπομπής σκόνης: $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ (το όριο αυτό αναμένεται να αλλάξει μετά την έκδοση της νομοθεσίας εναρμόνισης με την Οδηγία IPPC).

Απόφαση ΥΒΕΤ Ι-1^η/Φ.16.Τ.29/2.1.81 και Ν. 1650/86 άρθρο 8:

Επιτρεπόμενες υπερβάσεις του ορίου εκπομπής σκόνης (συνεχείς μετρήσεις):

- I. Μέγιστη διάρκεια 100h/έτος.
- II. Μέσος όρος εκπομπής διάρκειας 48 ωρών: $350\text{ mg}/\text{Nm}^3$.

Οριακές τιμές εκπομπών στην ατμόσφαιρα σύμφωνα με τη νομοθεσία εναρμόνισης με την Οδηγία IPPC (που θα εκδοθεί μελλοντικά).

Πίνακας 4 : Επίπεδα εκπομπών συσχετιζόμενα με τις ΒΔΤ.

Εκπομπές	Πηγή ρύπανσης	Με πρωτογενή μέτρα κατά την τεχνολογία παραγωγής (mg/Nm³)	Με διεργασίες αντιρρύπανσης (mg/Nm³)
Σκόνη	Κλίβανος/ άλεση/ ξήρανση, Ψύξη κλίνκερ, Λειοτριβήση κλίνκερ, Άλλες πηγές	50	30-50 για τις νέες εγκαταστάσεις και <80 για τις παλιές με τελικό στόχο την τιμή 30-50
SO ₂	Κλίβανος	400-600*	200 (10% O ₂)
NO _x	Κλίβανος	Υφιστάμενες μονάδες: 400-1000	200
		Νέες μονάδες: 500-800	

Στην Ελλάδα λόγω της ποιότητας α' υλών τα επιτυγχανόμενα επίπεδα εκπομπών SO₂ είναι 200 mg/Nm³.

Τα επιτυγχανόμενα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας είναι 3200-3400MJ/τόννο κλίνκερ για τις νέες εγκαταστάσεις και 3500-4500MJ/ τόνο κλίνκερ για τις υφιστάμενες.

Οι μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ρυπαντικών φορτίων στους αποδέκτες καθορίζονται από τις κείμενες διατάξεις της ελληνικής νομοθεσίας: Ατμόσφαιρα σύμφωνα με τις Π.Υ.Σ 99/10.7.87 και Π.Υ.Σ. 25/18.2.88.

7.5.2 Υγρές Εκπομπές.

Οι οριακές τιμές των αποθέσεων στο νερό αναφέρονται σε σύνθετα δείγματα που αναλογούν σε ροή εικοσιτετράωρης βάσης.

Οι εκροές πρέπει να μειώνονται με ανάκτηση υλικών όπου αυτό είναι δυνατόν. Η χρήση μη καθαρού νερού επιτρέπεται για ορισμένα τμήματα της διεργασίας όπως για παράδειγμα η χρήση συμπυκνώματος για το πλύσιμο της αυλής.

Πίνακας 5 : Οριακές τιμές παραμέτρων υγρών αποβλήτων σύμφωνα με διεθνή δεδομένα.

Παράμετρος	Οριακή τιμή
pH	6 - 9
BOD (mg/L)	25
Αιωρούμενα στερεά (mg/L)	35
Τοξικές μονάδες	1
Ορυκτέλαια (από δεξαμενές συγκέντρωσης)	20

Όλες οι τιμές αναφέρονται σε ημερήσιους μέσους όρους, εκτός από το pH το οποίο αναφέρεται σε συνεχείς τιμές. Τα όρια αναφέρονται σε ροές πριν τη αραιώσή τους με μη ρυπασμένα ρεύματα, όπως για παράδειγμα όμβρια ύδατα, νερό ψύξεως.

7.5.3 Οριακές τιμές στάθμης θορύβου και δονήσεων.

Σύμφωνα με το Π.Δ 1180/81 η στάθμη του θορύβου στα όρια του οικοπέδου πρέπει να τηρεί τα παρακάτω όρια:

Πίνακας 6.: Όρια στάθμης θορύβου.

Δέκτης	Οριακή τιμή (dB) (A)
Περιοχές όπου επικρατεί το αστικό στοιχείο	65
Περιοχές όπου επικρατεί το μηχανικό στοιχείο	50
Περιοχές αμιγώς βιομηχανικές	70

7.6. Πηγές εκπομπής ρύπων και μέθοδοι παρακολούθησης.

7.6.1 Πηγές ρύπανσης και αντίστοιχες εκπομπές.

Στην παρακάτω ενότητα παρουσιάζονται οι κυριότερες πηγές ρύπων. Πρέπει φυσικά να ληφθεί υπόψη ότι ο πιο κάτω κατάλογος δεν περιέχει όλα τα είδη εκπομπών καθώς και ότι μια μονάδα που αντιστοιχεί σε έναν επιμέρους τομέα δεν θα έχει όλες τις εκπομπές που σχετίζονται με τον τομέα σαν σύνολο. Οι εκπομπές διακρίνονται σε τυχαίες καθώς και σε ειδικές εκπομπές λόγω των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα. Μερικές από τις τελευταίες έχουν ασήμαντες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και άρα χαρακτηρίζονται με το γράμμα (ε) ως δηλαδή ελάχιστες. Τα σύμβολα στις παρενθέσεις αναφέρονται σε πίνακες που ακολουθούν.

7.6.1.1. Πηγές αέριων εκπομπών.

Τυχαίες εκπομπές.

- I. Σκόνη που παράγεται κατά την παράδοση των πρώτων υλών στη μονάδα.
- II. Σκόνη που προέρχεται από τις αποθήκες των πρώτων υλών, των επεξεργάσιμων υλικών και των προϊόντων. Εκπομπές από τα κτίρια, από διάφορες κηλίδες και από τους σωρούς αποθεμάτων κ.α.

Εκπομπές από διεργασίες.

- I. Σκόνη κατά τη θραύση του ασβεστόλιθου και του σχιστόλιθου (A1).
- II. Σκόνη κατά την άλεση του ασβεστόλιθου, του σχιστόλιθου και του κάρβουνου (A1, A2).
- III. Σκόνη κατά τη πνευματική μεταφορά- συμπεριλαμβανομένης της εκφόρτωσης- των υλικών (A1, A2, A3, A4).
- IV. Σκόνη κατά την τελική άλεση του κλίνκερ και την ανάμιξη του γύψου (A3, A4).
- V. Σκόνη κατά την τοποθέτηση των προϊόντων σε σάκους (A3).
- VI. Εκπομπές από τον κλίβανο (A5).

7.6.1.2. Πηγές υγρών εκπομπών.

Πηγές υπερχειλίσεων, διάχυσης κ.λπ.

Τα σύμβολα εντός των παρενθέσεων αναφέρονται στους πίνακες που ακολουθούν.

- I. Ρυπασμένα επιφανειακά νερά (Y1).
- II. Υγρά απόβλητα από τα αναχώματα (Y1, Y3).
- III. Νερό ψύξης (Y2)

Εκπομπές διεργασιών.

- I. Εκροή εργαστηρίου (ε).

II. Απόβλητα από τα συστήματα αποκονίωσης (Υ1).

7.6.1.3. Πηγές στερεών αποβλήτων.

- I. Σκόνη από συστήματα αποκονίωσης και δεξαμενές αναχαίτισης (Σ1).
- II. Ιλύς από την επεξεργασία εκροών (Σ1).

7.6.2 Εκπομπές.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι ουσίες που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη πιθανότητα να περιέχονται στις εκπομπές στο περιβάλλον. Κάθε μονάδα θα πρέπει με τη σειρά της να ταυτοποιήσει και να ποσοτικοποιήσει όλες τις εκπομπές από τις διεργασίες που έχουν σημαντική περιβαλλοντική επίπτωση.

Πίνακας 7: Σύνοψη όλων των πηγών και εκπομπών στην ατμόσφαιρα.

Πηγή εκπομπής	Εκπομπές
A1	Σωματίδια (ασβεστόλιθος, σχιστόλιθος)
A2	Σωματίδια (κάρβουνο)
A3	Σωματίδια (τσιμέντο)
A4	Σωματίδια (γύψος)
A5	Θείο και άλλες ενώσεις που προέρχονται από το θείο στο καύσιμο και στις πρώτες ύλες
	Άζωτο και άλλες ενώσεις που σχετίζονται με το καύσιμο και τον αέρα της καύσης
	Οξείδια του άνθρακα (συμπεριλαμβανομένου του CO από την ατελή καύση)
	Μέταλλα, μεταλλοειδή και ενώσεις που προέρχονται από τις πρώτες ύλες και το καύσιμο
	Σωματίδια
	Σουλφίδια υδρογόνου
	Χλώριο, φθόριο και ενώσεις τους
	Μερκαπτάνες
	Οσμές
Οργανικές ενώσεις (προϊόντα ατελούς καύσης)	

Πίνακας 8: Σύνοψη όλων των πηγών και εκπομπών σε υδάτινους αποδέκτες.

Πηγή εκπομπής	Εκπομπές
Υ1	Σωματίδια (ασβεστόλιθος, σχιστόλιθος, κάρβουνο, γύψος, τσιμέντο) Άλλες ενώσεις (που εξαρτώνται από τις πρώτες ύλες)
Υ2	
Υ3	Λάδια (ή άλλα καύσιμα)

Πίνακας 9: Σύνοψη άλλων πηγών και εκπομπών.

Τάξη	Περιγραφή αποβλήτου
Σ1	Σωματίδια (ασβεστόλιθος, σχιστόλιθος, κάρβουνο, γύψος, τσιμέντο) Άλλες ενώσεις (που εξαρτώνται από τις πρώτες ύλες)

7.6.3 Μέθοδοι παρακολούθησης.

Οι μέθοδοι που προτείνονται για τον έλεγχο των εκπομπών είναι οι παρακάτω:

7.6.3.1. Αέριες εκπομπές.

- I. Συνεχής έλεγχος των σωματιδίων στη ροή των καυσαερίων από τους κλιβάνους, τους μύλους και τα ψυγεία του κλίνκερ.
- II. Συνεχής έλεγχος των οξειδίων αζώτου στα καυσαέρια του κλιβάνου.
- III. Δείκτες πτώσης πίεσης πρέπει να προσαρμόζονται σε όλα τα σακόφιλτρα.
- IV. Όταν χρησιμοποιούνται ηλεκτροστατικά φίλτρα σε μεγάλες πηγές ρύπανσης (π.χ. κλιβάνους, μύλους, ψύκτες) η ισχύς (corona ισχύς) πρέπει να καταγράφεται.
- V. Πρέπει να γίνεται περιοδικός έλεγχος των σωματιδίων και των οξειδίων του αζώτου κάθε τέταρτο, λαμβάνοντας υπόψη τη φύση, το μέγεθος και τη διακύμανση των εκπομπών καθώς και τη σταθερότητα των μετρήσεων κατά τους ελέγχους.

7.6.3.2. Υγρά απόβλητα.

- I. Αξιολόγηση υφιστάμενων συνθηκών, δηλαδή υπολογισμός των κυριότερων εκπομπών αλλά και αξιολόγηση της χλωρίδας και της πανίδας της περιοχής.
- II. Έλεγχος της ροής, του όγκου και του pH σε ημερήσια βάση. Πρέπει να ελέγχονται και άλλες σχετικές παράμετροι ανάλογα με τη φύση, το μέγεθος και τη διακύμανση των εκπομπών.
- III. Πρέπει να αξιολογείται η πιθανότητα η ροή προς επεξεργασία να έχει ρυπαντικές ή τοξικές επιδράσεις και αν θεωρηθεί αναγκαίο πρέπει να γίνονται μετρήσεις με πιστοποιημένες εργαστηριακές μεθόδους.
- IV. Πρέπει να γίνεται συνεχής έλεγχος της θερμοκρασίας, της ροής, του όγκου και του pH του νερού ψύξεως που απορρίπτεται.

7.6.3.3. Στερεά απόβλητα.

- I. Είναι αναγκαία η καταγραφή σε αρχεία του είδους, των ποσοτήτων, της ημερομηνίας και του τρόπου διάθεσης όλων των αποβλήτων.
- II. Έλεγχοι εκχυλιστικότητας της λάσπης αλλά και άλλων υλικών ώστε να εξασφαλίζεται η καταλληλότητά τους προς διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής.

8. ΠΡΟΤΥΠΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ

Σύμφωνα με απόφαση της Ε.Ε. από 01/04/01 τα τσιμέντα που κυκλοφορούν σε όλες τις χώρες μέλη πρέπει να είναι πιστοποιημένα, να φέρουν σήμανση CE και να είναι σύμφωνα με τα νέα Ευρωπαϊκά Πρότυπα:

EN 197-1 «Σύνθεση, Προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης για κοινά τσιμέντα»

EN 197-2 «Αξιολόγηση συμμόρφωσης»

τα οποία έχουν υιοθετηθεί σαν Ελληνικά Πρότυπα από τον ΕΛΟΤ

8.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ - ΣΤΟΧΟΙ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Το τσιμέντο, ως υλικό που διέπεται από την CPD 89/106, όπως και άλλα δομικά υλικά, θα πρέπει να πληρεί ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις, όσον αφορά τις ιδιότητές του και τη σταθερότητα παραγωγής του.

Στην σύνταξη των εν λόγω προτύπων συμπεριελήφθησαν και κωδικοποιήθηκαν όλα τα κοινής αποδοχής και ευρείας χρήσης τσιμέντα, που παράγονται στις χώρες μέλη, με αποτέλεσμα τη δημιουργία κοινής ορολογίας για όλους τους μελετητές - χρήστες - κατασκευαστές δομικών έργων της ΕΕ.

Η ποιότητα του τσιμέντου, σε αντίθεση με άλλα υλικά, πιστοποιείται με το αυστηρότερο σύστημα αξιολόγησης συμμόρφωσης, με ανεξάρτητη εξωτερική δειγματοληψία, από ανεξάρτητο αναγνωρισμένο φορέα πιστοποίησης.

8.2. ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ

Κάθε χώρα παγκοσμίως παρασκευάζει τσιμέντο, χρησιμοποιώντας τις πηγές πρώτων υλών που διαθέτει. Έτσι ανάλογα με τις υπάρχουσες και χρησιμοποιούμενες πρώτες ύλες δημιουργήθηκαν οι διάφοροι τύποι τσιμέντων που παράγονται παγκοσμίως, όπως το καθαρό ή αμιγές τσιμέντο, το τσιμέντο με

ποζολάνη, ιπτάμενη τέφρα - πυριτική ή ασβεστολιθική, σκωρία υψικαμίνου, πυριτική παιπάλη, ασβεστόλιθο κλπ.

Γι' αυτό το λόγο, το πρότυπο προβλέπει μεγάλο αριθμό προϊόντων τσιμέντου, τα οποία όμως δεν κυκλοφορούν κατ' ανάγκη σε κάθε χώρα μέλος, λόγω των ιδιαιτεροτήτων στις πρώτες ύλες και στο κλίμα αυτών. ο πρότυπο EN 197-1 προδιαγράφει σε γενική μορφή τους εξής τύπους τσιμέντου :

Βασικοί τύποι τσιμέντου

Τύπος	Περιγραφή
CEM I	Τσιμέντο Πόρτλαντ
CEM II	Σύνθετο Τσιμέντο Πόρτλαντ
CEM III	Σκωριοτσιμέντο
CEM IV	Ποζολανικό Τσιμέντο
CEM V	Σύνθετο Τσιμέντο

Επίσης το πρότυπο προδιαγράφει και 6 κατηγορίες αντοχών, στις οποίες τα τσιμέντα κατατάσσονται ανάλογα με την αντοχή τους σε θλίψη σε κονίαμα πρότυπης σύνθεσης και τρόπου παρασκευής, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 196-1 *Μέθοδοι δοκιμών τσιμέντου - Μέρος 1 : Προσδιορισμός αντοχών.*

Κάθε κατηγορία αντοχής ορίζεται από ένα κατώτερο και ένα ανώτερο όριο αντοχής. Το κατώτερο όριο αντοχής των 28 ημερών χαρακτηρίζει την συγκεκριμένη κατηγορία. Κάθε μία από τις παραπάνω περιλαμβάνει δύο υποκατηγορίες πρώιμης αντοχής N , R (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Απαιτήσεις μηχανικές και φυσικές οριζόμενες ως χαρακτηριστικές τιμές

Κατηγορία Αντοχής	Αντοχή σε Θλίψη MPa				Χρόνος αρχής πήξης min	Σταθερότητα όγκου (Διαστολή) mm
	Πρώιμη αντοχή		Τυπική αντοχή			
	2 ημέρες	7 ημέρες	28 ημέρες			
32,5 N	-	>16,0	>32,5	<52,5	>75	<10
32,5 R	>10,0	-				
42,5 N	>10,0	-	>42,5	<62,5	>60	
42,5 R	>20,0	-				
52,5 N	>20,0	-	>52,5	-	>45	
52,5 R	>30,0	-				

Η συμμόρφωση των τσιμεντών ως προς τα όρια αντοχών είναι στατιστική και περιγράφεται στο πρότυπο.

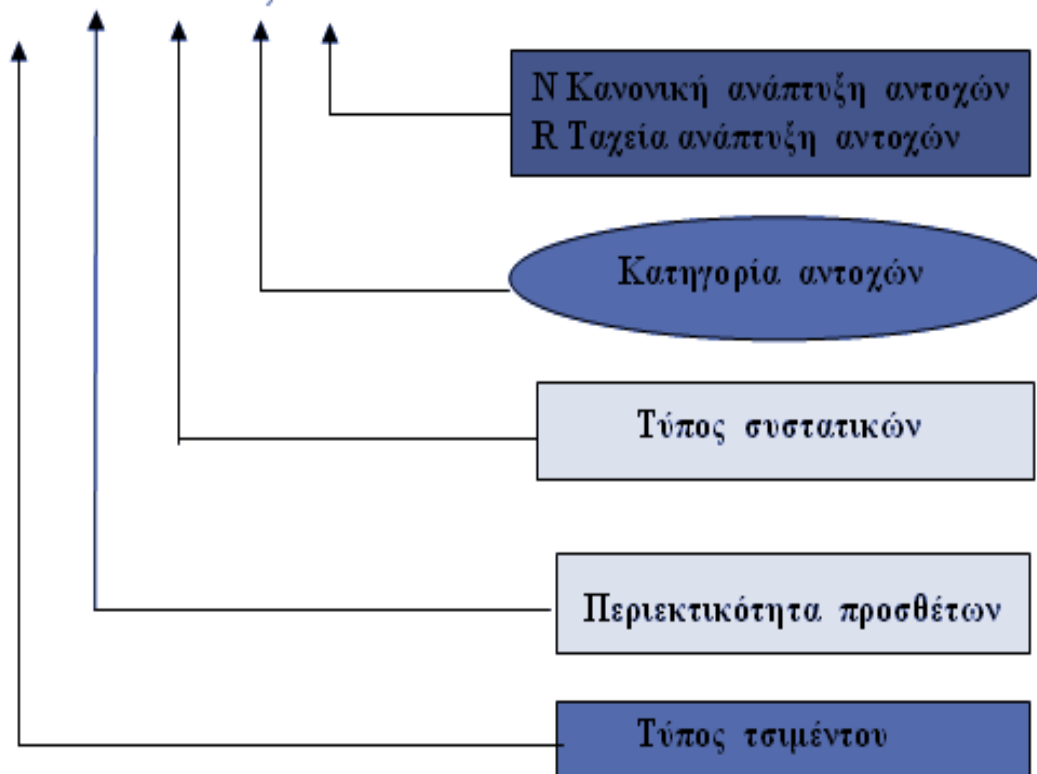
Ο συμβολισμός των διαφόρων τσιμεντών, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 197-1, καθορίζεται από:

- I. τον κύριο τύπο τσιμέντου,
- II. το ποσοστό clinker,
- III. τον τύπο του δεύτερου κύριου συστατικού,
- IV. την κατηγορία αντοχής,
- V. το επίπεδο της πρώιμης αντοχής,

όπως παραστατικά φαίνεται στο Σχήμα 1.

Σχήμα 1: Ονοματολογία Τσιμέντων ΕΛΟΤ EN 197-1

CEM II / B - M 42,5 N



Οι διαφορές στις κατηγορίες αντοχών του υφισταμένου ελληνικού κανονισμού ΠΔ 244/80 και του προτύπου ΕΛΟΤ EN 197-1 δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας : Διαφορές αντοχών ΠΔ244/80 και ΕΛΟΤ EN 197-1

ΠΔ 244/80		ΕΛΟΤ EN 197-1	
Κατηγορία Αντοχών	ΟΡΙΑ ANTOXΩN (N/mm ²)	Κατηγορία Αντοχών	ΟΡΙΑ ANTOXΩN (N/mm ²)
35	25-45	32,5	32,5-52,5
45	35-55	42,5	42,5-62,5
55	≥ 45	52,5	≥ 52,5

8.3. ΕΝΑΡΞΗ ΙΣΧΥΟΣ - ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 197-1 και ΕΛΟΤ EN 197-2 έχουν τεθεί σε ισχύ με Υπουργική απόφαση (ΦΕΚ 917 Β / 17-07-01) που προέβλεπε μεταβατική περίοδο μέχρι 31/12/01 για την προσαρμογή του κατασκευαστικού κλάδου σε αυτά.

Στην μεταβατική αυτή περίοδο οι ποιότητες που διατίθενταν από την Ελληνική Τσιμεντοβιομηχανία ήταν σύμφωνες είτε με το πρότυπο ΕΛΟΤ 197-1 είτε και με το ΠΔ 244/80.

Παράλληλα ο Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος τροποποιείται για να συμπεριλάβει στις διατάξεις του τα νέα προϊόντα τσιμέντου και μέσα στη μεταβατική περίοδο θα πρέπει να γίνουν οι απαιτούμενες αλλαγές (συμβάσεις, τιμολόγια, μελέτες σύνθεσης, κλπ.).

8.4. ΤΣΙΜΕΝΤΟ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟ ΣΤΑ ΘΕΙΚΑ

Για τα έργα που απαιτείται χρήση τσιμέντου ανθεκτικού στα θειικά, παραμένει σε ισχύ το ΠΔ 244/80, διότι ο τύπος αυτός δεν προβλέπεται στα νέα Ευρωπαϊκά Πρότυπα.

9.ΤΑ ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ ΕΛΟΤ EN 197

Η Συνθήκη της Ρώμης 1957 θέτει τη βασική απαίτηση για απρόσκοπτη διακίνηση προϊόντων

Η προετοιμασία των Προτύπων τσιμέντου άρχισε από το 1969

Το 1973 ανατέθηκε στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης CEN η σύνταξη των προτύπων.

Η Ε.Ε με την Οδηγία CPD 89/106 για τα Δομικά Υλικά επιβάλλει την απρόσκοπτη διακίνηση και εμπορία των δομικών υλικών στις χώρες μέλη.

«Παραδοσιακά» και «δοκιμασμένα» τσιμέντα

«Κοινά τσιμέντα» «Ειδικά τσιμέντα»

Τελική αποδοχή 2000

9.1. Γενικές Αρχές και Στόχοι

- I. Προδιαγράφονται οι ελάχιστες απαιτήσεις για τις ιδιότητες του τσιμέντου και τη σταθερότητα της παραγωγής του
- II. Συμπεριελήφθησαν και κωδικοποιήθηκαν όλα τα κοινής αποδοχής και ευρείας χρήσης τσιμέντα στην Ε.Ε. Κοινή ορολογία για όλους τους μελετητές-χρήστες-κατασκευαστές στην Ε.Ε
- III. Πιστοποίηση- Σήμανση CE

9.2. Επίπεδο Αξιολόγησης

Η ποιότητα του τσιμέντου πιστοποιείται με το αυστηρότερο σύστημα αξιολόγησης (1+) με ανεξάρτητη εξωτερική δειγματοληψία από ανεξάρτητο αναγνωρισμένο φορέα πιστοποίησης

Ο έλεγχος γίνεται με εξελιγμένες στατιστικές μεθόδους

9.3. Τύποι και Κατηγορίες Τσιμέντων

Κάθε χώρα παρασκευάζει τσιμέντο χρησιμοποιώντας τις πηγές πρώτων υλών που διαθέτει. Έτσι το πρότυπο προβλέπει μεγάλο αριθμό (27) προϊόντων

τσιμέντου. Τα τσιμέντα αυτά δεν θα παράγονται ούτε θα κυκλοφορούν όλα κατ' ανάγκη σε κάθε χώρα της Ε.Ε, λόγω των ιδιαιτεροτήτων τους στις πρώτες ύλες και στο κλίμα.

Συστατικά Τσιμέντου

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

Βασικοί τύποι τσιμέντου

1. CEM I Τσιμέντο Πόρτλαντ (K >95%)
2. CEM II Τσιμέντο Πόρτλαντ-σύνθετο (K,P,Q,V,W,T,L,S,D)

A: 80%<K<94 %, B: 65%<K<79%

- CEM III Σκωριοτσιμέντο (K,S)

A: 35%<K<65%, B: 20%<K<34%, C: 5% <K<19%

- CEM IV Ποζολανικό (K,P,Q,V,W,D)

A: 65% <K<89%, B: 45%<K<64%

- CEM V Σύνθετο τσιμέντο (K,S,P,Q,V)

A: 40%<K<64%, B: 20%<K<39%

Κατηγορίες αντοχής

I. Ορίζονται 3 βασικές κατηγορίες αντοχής:

32,5 42,5 52,5 MPa

II. Οι τιμές αυτές είναι χαρακτηριστικές τιμές δηλ εξασφαλίζονται με ασφάλεια 95%

III. Επιπλέον σε κάθε κατηγορία χαρακτηριστικής αντοχής εισάγονται και κατηγορίες πρώιμης αντοχής N και R με αποτέλεσμα να δημιουργούνται συνολικά 6 κατηγορίες αντοχής

Στην Ελλάδα παράγονται συνήθως οι ακόλουθοι τύποι και κατηγορίες τσιμεντών:

I. CEM I 42.5 52.5

II. CEM II/A-M 42.5

III. CEM II/B-M 32.5 42.5

IV. CEM II/A-L 42.5

V. CEM IV/B 32.5

9.4. Μηχανικές και φυσικές απαιτήσεις οριζόμενες ως χαρακτηριστικές τιμές

Κατηγορία Αντοχής	Αντοχή σε Θλίψη MPa				Χρόνος αρχής πήξης min	Σταθερότητα όγκου (Διαστολή) mm
	Πρώιμη αντοχή		Τυπική αντοχή			
	2 ημέρες	7 ημέρες	28 ημέρες			
32,5 N	-	>16,0	>32,5	<52,5	>75	<10
32,5 R	>10,0	-				
42,5 N	>10,0	-	>42,5	<62,5	>60	
42,5 R	>20,0	-				
52,5 N	>20,0	-	>52,5	-	>45	
52,5 R	>30,0	-				

Κάθε κατηγορία αντοχής ορίζεται από ένα :

- Κατώτερο όριο με ασφάλεια 95%
- Ανώτερο όριο με ασφάλεια 90%

Το διάστημα μεταξύ άνω και κάτω ορίου είναι 20 MPa για κάθε κατηγορία

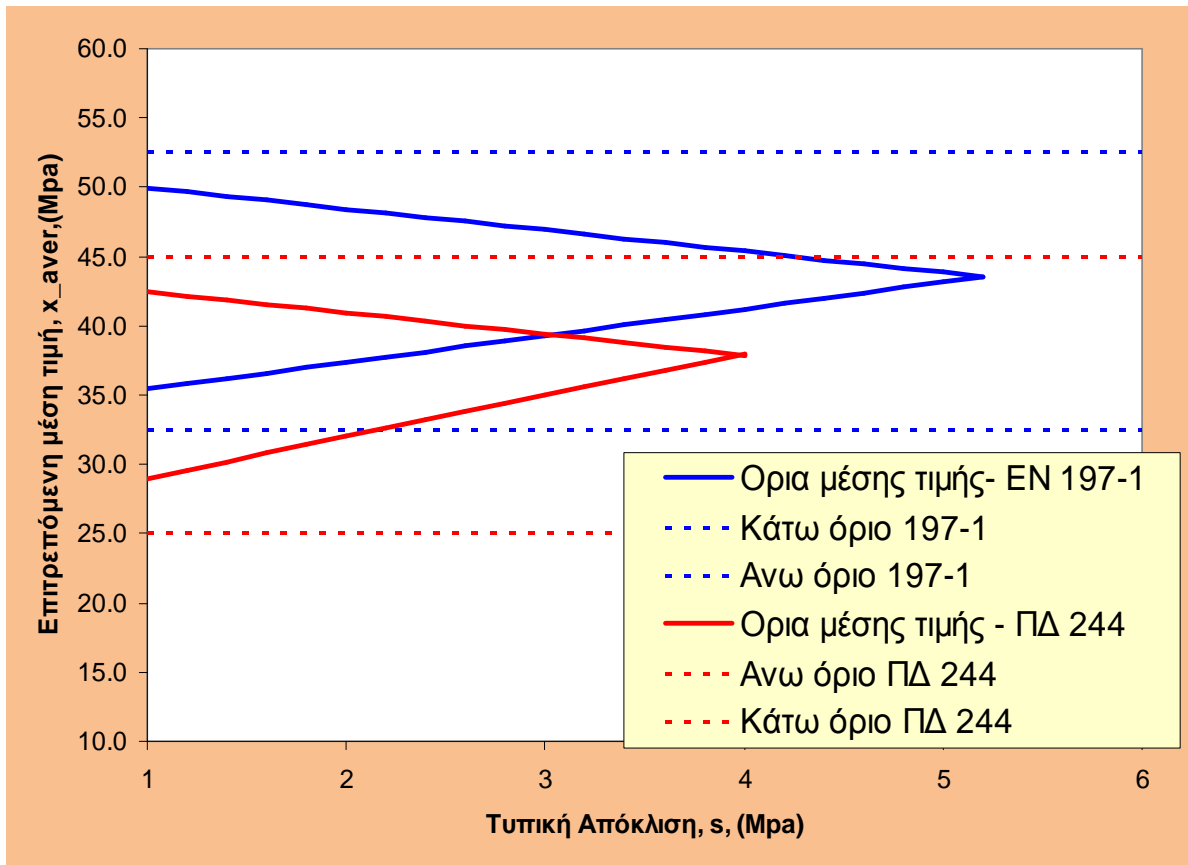
Επιπλέον ο έλεγχος συμμόρφωσης εισάγει και οριακές τιμές για μεμονωμένα αποτελέσματα τις οποίες πρέπει να ικανοποιούν όλα τα αποτελέσματα του αυτοελέγχου

9.5. Αξιολόγηση συμμόρφωσης

Ο έλεγχος συμμόρφωσης γίνεται με στατιστικές μεθόδους με βάση τα :

1. Δείγματα αυτοελέγχου του παραγωγού, πληθυσμός A (διπλάσιος εκείνου του ΠΔ244/80)
2. Δείγματα που λαμβάνονται παρουσία του φορέα πιστοποίησης και ελέγχονται :
 - a. στο εργαστήριο του παραγωγού, πληθυσμός B
 - b. σε αναγνωρισμένο εξωτερικό εργαστήριο, πληθυσμός C

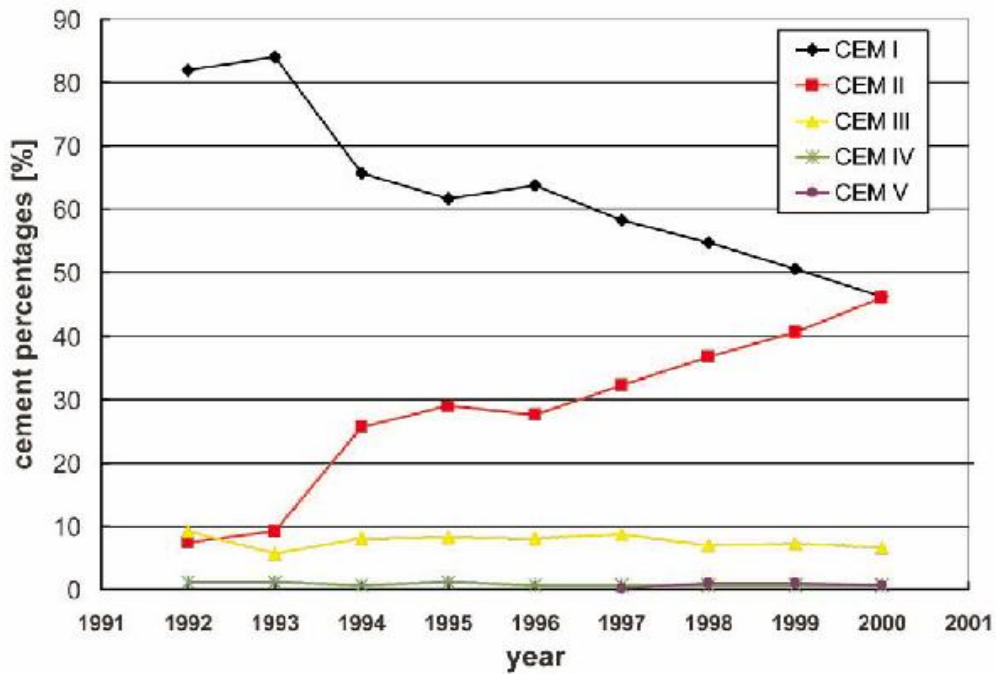
9.6. Επιτρεπόμενο εύρος μέσης τιμής παραγωγού με βάση την απόκλιση του εργοστασίου



9.7. Σύνθετα τσιμέντα

1. Τα νέα αυτά εναρμονισμένα και αυστηρότερα πρότυπα, που πρέπει να ακολουθήσουν όλες οι χώρες της ΕΕ, θεσπίζουν την χρήση δοκιμασμένων συστατικών και την παραγωγή σύνθετων τσιμέντων.
2. Τα σύνθετα τσιμέντα προσφέρουν:
 - Υψηλότερη ανθεκτικότητα σε ορισμένες περιβαλλοντικές δράσεις
 - Μείωση της απαιτούμενης ενέργειας
 - Μείωση περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων λόγω:
3. μείωσης εκπομπών CO₂
4. αξιοποίησης παραπροϊόντων

Παραγωγή ευρωπαϊκών τσιμέντων στην κατηγορία 42.5 (Cemburau)



9.8. Μακροχρόνιες αντοχές τσιμέντων



10. ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΑ ΤΣΙΜΕΝΤΑ ΓΙΑ ΕΙΔΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

10.1. ΤΣΙΜΕΝΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

Παρασκευάζονται σε ειδικούς φούρνους με ανάμιξη οξειδίου του ασβεστίου και βωξίτη που περιλαμβάνει τριοξείδιο του αλουμινίου (αλουμίνα). Η τελική περιεκτικότητα σε αλουμίνα είναι 40 ως 45%, στοιχείο που δίνει στο τσιμέντο χαρακτηριστικές ιδιότητες. Τα τσιμέντα αλουμινίου έχουν μαύρο χρώμα και μικρό χρόνο σκλήρυνσης (τρεισήμισι με τέσσερις ώρες). Η πήξη τους γίνεται όπως στα κοινά τσιμέντα σε δυόμιση με τρεις ώρες. Τα μη φέροντα στοιχεία από τσιμέντο αλουμινίου μπορεί να ξεκαλουπωθούν σε πέντε ώρες. Χαρακτηριστική είναι επίσης η αντοχή του τσιμέντου αλουμινίου στη φωτιά, που οφείλεται στην παρουσία του αλουμινίου.

Το τσιμέντο αλουμινίου χρησιμοποιείται για: επιδιορθώσεις στις οποίες απαιτείται σύντομη αποκατάσταση, βιομηχανικά δάπεδα, εσωτερική προστασία μεταλλικών σωλήνων, ως διασυνδετικό σε επισκευαστικά και συγκολλητικά κονιάματα, σκυροδέτηση σε ψυχρές περιοχές, πυροπροστατευτικά κονιάματα και σκυροδέματα, χυτά ή εκτοξευόμενα που χρησιμοποιούνται πολύ στη μεταλλουργία και σιδηρουργία, καπνοδόχους, φούρνους και άλλες κατασκευές που λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες, θαλάσσιο, αγροτικό, βιομηχανικό ή αστικό διαβρωτικό περιβάλλον, πλάκες επίστρωσης επιφανειών, σκυρόδεμα μεγάλης αντοχής σε συνδυασμό με ειδικά αδρανή, μικρά προκατασκευασμένα στοιχεία σε μερικές περιπτώσεις επεξεργασίας όπου επικρατούν μεγάλες θερμοκρασίες, αλκαλικό περιβάλλον, περίσσεια νερού, το κονίαμα ή το σκυρόδεμα με τσιμέντο αλουμινίου κινδυνεύει να ανακρυσταλλωθεί και να αλλοιωθούν οι ιδιότητες του. Τα κονιάματα και σκυροδέματα με τσιμέντα αλουμινίου χάνουν μέρος της μηχανικής αντοχής τους, αυξάνεται το πορώδες τους και το σχεδόν μαύρο χρώμα τους μετατρέπεται σε ανοιχτόχρωμο καφετί. Η αλλοίωση αυτή λέγεται ασθένεια του τσιμέντου αλουμινίου. Για να μην εμφανιστεί η ασθένεια του τσιμέντου πρέπει το τσιμέντο αλουμινίου να συνδυαστεί με καθαρή άμμο που δεν περιέχει πολύ λεπτόκοκκα υλικά, να

τηρηθεί ορισμένη σταθερή αναλογία νερού τσιμέντου, να ψυχτεί η επιφάνεια και να γίνει προσεκτική ωρίμαση του σκυροδέματος.

10.2. ΛΕΥΚΑ ΤΣΙΜΕΝΤΑ

Τα λευκά τσιμέντα δεν περιέχουν μεταλλικά οξείδια, κυρίως σιδήρου, που δίνουν στα κοινά τσιμέντα το γκριζο χρώμα. Παρασκευάζονται από λευκά ασβεστολιθικά υλικά χωρίς μεταλλικές προσμίξεις και λευκή άργιλο (καολίνη) ή από καθαρά μίγματα οξειδίων αλουμινίου και πυριτίου. Η ειδική διαδικασία παρασκευής, σε φούρνους με αυξημένη θερμοκρασία, κάνει το υλικό πολύ ακριβότερο από τα κοινά τσιμέντα.

Η χρήση του λευκού τσιμέντου παρέχει πολλές αρχιτεκτονικές δυνατότητες, γι αυτό τα σκυροδέματα που παρασκευάζονται από λευκό τσιμέντο λέγονται συχνά αρχιτεκτονικά. Το λευκό τσιμέντο μπορεί να χρωματιστεί μέσα στη μάζα του με ειδικές χρωστικές ή να παραμείνει ως λευκό φόντο πάνω στο οποίο αναδεικνύονται τα χρώματα των αδρανών.

Χρησιμοποιείται για: χυτά σκυροδέματα, ταυτόχρονα φέροντα και διακοσμητικά, διακοσμητικά κονιάματα, μωσαϊκά και πλάκες επένδυσης δαπέδων, υλικά ανακαίνισης και επιδιόρθωσης, διασυνδετικό υλικό σε τσιμεντόκολλες, οδική και αστική σήμανση, υπαίθρια έπιπλα, γλυπτική, διακόσμηση και εξοπλισμό υπαίθριων χώρων, διακοσμητικές δομικές μονάδες κ.ά.

10.3. ΤΑΧΥΠΗΚΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΑ

Παρασκευάζονται από ασβεστοαργιλώδη πετρώματα χωρίς την παρουσία γύψου που επιβραδύνει την πήξη. Η πήξη αρχίζει περίπου 3 λεπτά μετά τη σκυροδέτηση στους 20C και μετά από 10 λεπτά στους 0C. Σε περιπτώσεις στις οποίες χρειάζεται ένας συγκεκριμένος χρόνος πήξης, τα ταχύπηκτα τσιμέντα μπορεί να αναμιχτούν με ποσότητες κοινού τσιμέντου, ασβεστόλιθου ή με ειδικά οξέα ή προσμίξεις για να επιβραδυνθεί η πήξη τους στον ακριβώς απαιτούμενο χρόνο. Τα ταχύπηκτα τσιμέντα είναι πολύ λεπτόκοκκα υλικά, ανθεκτικά σε διαβρωτικό περιβάλλον και έχουν καστανοκίτρινο χρώμα.

Τα ταχύπηκτα τσιμέντα χρησιμοποιούνται στην κατασκευή καναλιών για υδρορροές, βιομηχανικές καπνοδόχους, ειδικές θεμελιώσεις, σφραγίσματα σωληνώσεων, κονιάματα για επιδιορθώσεις, δομικές μονάδες κ.ά. Σήμερα η χρήση τους έχει επεκταθεί στην κατασκευή κονιαμάτων και σκυροδεμάτων για: στερεώσεις και ειδικά σημεία θεμελιώσεων, επιδιορθώσεις στις οποίες απαιτείται σύντομη αποκατάσταση, προκαταρκτικές ή συμπληρωματικές εργασίες, απόφραξη οπών, ρωγμών, διαρροών, εκτοξευόμενα και βιομηχανικά σκυροδέματα και κονιάματα. Όταν αναμιχτούν με υλικά που επιβραδύνουν την πήξη σε προκαθορισμένο χρόνο, τα ταχύπηκτα τσιμέντα χρησιμοποιούνται επιπλέον για: επιδιορθώσεις ειδικών έργων, όπως πίστες αεροδρομίων ή σιλό καύσης, τσιμεντενέσεις, ειδικά σε έργα οδοποιίας, πλάκες ειδικά σε διαβρωτικό περιβάλλον, λιμενικά έργα. Το θερμό χρώμα των ταχύπηκτων τσιμέντων που εναρμονίζεται με το φυσικό περιβάλλον έχει οδηγήσει επίσης στη χρήση τους για την εξωτερική επένδυση δομικών στοιχείων και για την κατασκευή δομικών μονάδων. Τα σκυροδέματα και κονιάματα πρέπει να κατασκευάζονται σε μικρές ποσότητες και να μην προσθέεται νερό όταν αρχίσει η πήξη.

10.4. ΤΣΙΜΕΝΤΟ ΠΟΥ ΔΕ ΣΥΡΡΙΚΝΩΝΕΤΑΙ

Ένα βασικό πρόβλημα των τσιμέντων είναι ότι παρουσιάζουν όταν στεγνώσουν στην ατμόσφαιρα υδραυλική συρρίκνωση. Ο όγκος τους μειώνεται και αν δεν έχουν προβλεφτεί κατάλληλοι αρμοί, παρουσιάζονται ρωγμές στην επιφάνειά τους. Στις κατασκευές που πρέπει να διατηρηθούν σε ορισμένες διαστάσεις χρησιμοποιούνται με το τσιμέντο ειδικές προσμίξεις ώστε μετά την εφαρμογή τους να διογκώνονται οι κατασκευές περισσότερο από το κανονικό, για να είναι δυνατό στη συνέχεια με το φαινόμενο της συρρίκνωσης να καταλήξουν στις επιθυμητές διαστάσεις. Οι προσμίξεις που προκαλούν διόγκωση είναι η ελεύθερη άσβεστος, η μαγνησία ή περίσσεια γύψου.

Τα τσιμέντα αυτά χρησιμοποιούνται επίσης σε ειδικά έργα για να ασκήσουν αρχικές πιέσεις σε ορισμένα σημεία, σε στερεώσεις διατήρηση

απόστασης, επιδιορθώσεις κ.ά. Η δοσολογία των διογκωτικών μέσων πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτικά για να μην είναι ανεξέλεγκτη η διόγκωση και προκληθούν ανεπιθύμητες τάσεις.

10.5. ΤΣΙΜΕΝΤΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΥΔΡΟΦΙΛΙΑΣ

Τα τσιμέντα αυτά παρασκευάζονται έτσι ώστε να είναι δυνατή η αποθήκευσή τους για αρκετές εβδομάδες σε υγρό περιβάλλον χωρίς να επηρεάζονται από την υγρασία. Η ιδιότητα αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε μερικές γεωγραφικές περιοχές ή σε ορισμένα έργα όπως οδοποιίας ή εδαφομηχανικής. Πρόκειται για κοινό τσιμέντο στο οποίο έχουν προστεθεί μικρές ποσότητες λιπαρών οξέων.

Αυτά περιβάλλουν τους κόκκους του τσιμέντου με μια προστατευτική στρώση που εμποδίζει την ύγρανσή τους. Για να διαλυθεί η προστατευτική στρώση απαιτείται πολύ έντονη ανάμιξη κατά την κατασκευή κονιαμάτων ή σκυροδεμάτων.

10.6. ΤΣΙΜΕΝΤΑ ΓΙΑ ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΕΣΕΙΣ

Πρόκειται για τσιμέντα που χρησιμοποιούνται σε επισκευές και επιδιορθώσεις με τσιμεντενέσεις. Παρασκευάζονται από ειδικό μίγμα με την προσθήκη εποξεικών ρητινών ή σκληρυντών που ανεβάζουν αρκετά το κόστος. Προσκολλώνται ικανοποιητικά σε παλιό σκυρόδεμα και έχουν σχετικά βραδεία πήξη που επιτρέπει μεγάλη διάρκεια της διαδικασίας της τσιμεντένεσης.

Επειδή δεν περιέχουν θειούχες ή χλωριούχες προσμίξεις προστατεύουν αποτελεσματικά τον οπλισμό του σκυροδέματος και στεγανώνουν τις ρωγμές του.

10.7. ΠΟΥΖΟΛΑΝΙΚΑ ΤΣΙΜΕΝΤΑ

Παρασκευάζονται από κλίνκερ, γύψο και ηφαιστειακή στάχτη. Δίνουν σκυροδέματα πολύ εργάσιμα, εύπλαστα και ανθεκτικά στην έκπλυση, με ιδιαίτερη αντοχή σε φυσικούς και χημικούς διαβρωτικούς παράγοντες. Είναι τσιμέντα φθηνότερα από τις τσιμεντενέσεις και περιέχουν βελτιωτικά πρόσθετα.

10.8. ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΤΣΙΜΕΝΤΑ

Είναι ανάλογα με τα τσιμέντα αλουμινίου, με πολύ μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε αλουμίνα (50 ως 80%). Σε συνδυασμό με κατάλληλα αδρανή δημιουργούν σκυροδέματα που αντέχουν σε θερμοκρασίες ως 2000C. Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή χυτών ή προκατασκευασμένων πυράντοχων δομικών στοιχείων καθώς και εκτοξευόμενου σκυροδέματος (GUNITÉ) που σκληραίνει γρήγορα.

10.9. ΤΣΙΜΕΝΤΑ ΟΔΟΠΟΙΑΣ

Στα σύγχρονα έργα οδοποιίας η θεμελίωση κατασκευάζεται συνήθως από σκύρο ενοποιημένο και λίγο νερό (5 ως 7%). Το μίγμα στη συνέχεια συμπυκνώνεται μηχανικά αλλά χρειάζεται αρκετό χρονικό διάστημα από την αρχή της ανάμιξης ως τη συμπλήρωση της συμπύκνωσης, κατά το οποίο το τσιμέντο πρέπει να παραμένει εργάσιμο. Για το σκοπό αυτό κατασκευάζονται τσιμέντα με ειδικές προσμίξεις που χαρακτηρίζονται από βραδεία πήξη και μεγάλη περίοδο εργασιμότητας.

Κατά την περίοδο αυτή η συμπύκνωση δεν προκαλεί αλλοίωση των μηχανικών ιδιοτήτων. Ανάλογα με το είδος και την αναλογία των προσμίξεων και με τα αδρανή που χρησιμοποιούνται, παρασκευάζονται τσιμέντα για αυτοκινητοδρόμους ή για μεγάλα έργα οδοποιίας, γέφυρες, αντιστηρίξεις, φράγματα κ.ά.

10.10. ΑΝΤΙΔΙΑΒΡΩΤΙΚΑ ΤΣΙΜΕΝΤΑ

Πρόκειται για τσιμέντα με ειδική σύνθεση ώστε να αντέχουν στην επίδραση των θειούχων διαβρωτικών λυμάτων. Παρουσιάζουν αυξημένη μηχανική αντοχή αλλά είναι πολύ ευαίσθητα και χρειάζονται ειδικές προφυλάξεις κατά την εφαρμογή

10.11. ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΖΟΜΕΝΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟ

Ο καθηγητής Ελβιν εξηγεί ότι αυτή τη στιγμή υπάρχουν εφαρμογές σε τρεις κυρίως κατηγορίες, στις επικαλύψεις, στις μονώσεις και στην ηλιακή ενέργεια. Η μεγαλύτερη πρόοδος έχει συντελεστεί στους δύο πρώτους τομείς, οι οποίοι πολλές φορές συνδυάζονται: επικαλύψεις λεπτότερες από ένα στρώμα μπογιάς εφαρμόζονται στο εσωτερικό και στο εξωτερικό των κτιρίων προσδίδοντας στις επιφάνειες αντιβακτηριακές ιδιότητες, προσφέροντας υγραμόνωση και θερμομόνωση ή διασπώντας πάσης φύσεως ρύπους. «Ορισμένα από αυτά τα προϊόντα» τονίζει ο καθηγητής «μπορούν να ενσωματωθούν στα δομικά υλικά, όπως έχει γίνει στην Jubilee Church του Ρίτσαρντ Μάιερ στη Ρώμη. Ενα νανοσωματίδιο γνωστό ως διοξείδιο του τιτανίου έχει ενσωματωθεί στο τσιμέντο για να το κάνει να αυτοκαθαρίζεται. Η ίδια τεχνολογία χρησιμοποιείται από μεγάλες εταιρείες για την κατασκευή αυτοκαθαριζόμενων τζαμιών».

Οι νανοεπικαλύψεις είναι σήμερα αρκετά διαδεδομένες και προσιτές στο ευρύ κοινό. Οι ενισχυμένες με νανοσωματίδια πρώτες ύλες όπως ο χάλυβας, το τσιμέντο ή το ξύλο αρχίζουν και αυτές να βρίσκουν περισσότερες εφαρμογές. Η εκκλησία του Ρίτσαρντ Μάιερ, η οποία κατασκευάστηκε το 1998, ήταν το πρώτο κτίριο από αυτοκαθαριζόμενο μπετόν. Λίγα χρόνια αργότερα, το 2002, εγκαινιάστηκε στο Σαμπερί της Γαλλίας η Cité des Arts, το πρώτο κτίριο από τσιμέντο που διασπά την ατμοσφαιρική ρύπανση. Τα παραδείγματα του είδους έχουν πληθύνει από τότε ενώ πολλοί ουρανοξύστες εφοδιάζονται πλέον με αυτοκαθαριζόμενα τζάμια.

10.12. ΦΩΤΟΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟ

Το φωτοκαταλυτικό τσιμέντο διακρίνεται για μια χημική αντίδραση που ενεργοποιείται από τις υπέρυθρες ηλιακές ακτίνες και μετατρέπει τα ρυπογόνα στοιχεία του αέρα σε πιο ακίνδυνες ουσίες.

Πρόκειται για συγκεκριμένο τύπο τσιμέντου, που η σύνθεσή του αποτελείται από ένα μείγμα στο οποίο κυριαρχεί το διοξείδιο του τιτανίου. Όταν το φως πέφτει στο τσιμέντο, το διοξείδιο του τιτανίου ενεργοποιείται και προκαλεί μια σειρά από χημικές αντιδράσεις τη στιγμή που ενώνεται με το οξυγόνο και τους ρύπους. Αυτές οι αντιδράσεις αλλάζουν τη σύσταση των ρυπογόνων ουσιών που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα. Τα οξείδια του αζώτου μετατρέπονται σε νιτρικό ασβέστιο και τα πολυσυμπυκνωμένα αρωματικά σύνθετα σε ανθρακικό ανυδρίτη. Πειράματα σε δρόμους ευρωπαϊκών πόλεων κατέδειξαν ότι χάρη σε αυτό το δομικό υλικό μειώθηκαν οι εκπομπές ρύπων κατά 15%. Το φωτοκαταλυτικό τσιμέντο χρησιμοποιείται ευρέως στην Ιαπωνία.

11. ΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟ ΣΚΟΥΡΙΑΣ ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΤΟ ΓΙΑ ΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Το τσιμέντο σκουριάς, ή κοκκοποιημένο έδαφος από σκουριά κλίβανου εκρήξεων(GGBFS), έχει χρησιμοποιηθεί σε έργα σκυροδέματος στις Ηνωμένες Πολιτείες για πάνω από έναν αιώνα. Η προηγούμενη χρήση του τσιμέντου σκουριάς στην Ευρώπη και αλλού καταδεικνύει ότι η μακροπρόθεσμη απόδοσή του ενισχύεται από πολλές απόψεις. Με βάση αυτή την αρχική εμπειρία, οι σύγχρονοι σχεδιαστές έχουν διαπιστώσει ότι αυτά τα βελτιωμένα χαρακτηριστικά αντοχής βοηθούν περαιτέρω να μειώσουν τις δαπάνες λόγω αύξησης του κύκλου ζωής και χαμηλότερων δαπανών συντήρησης.

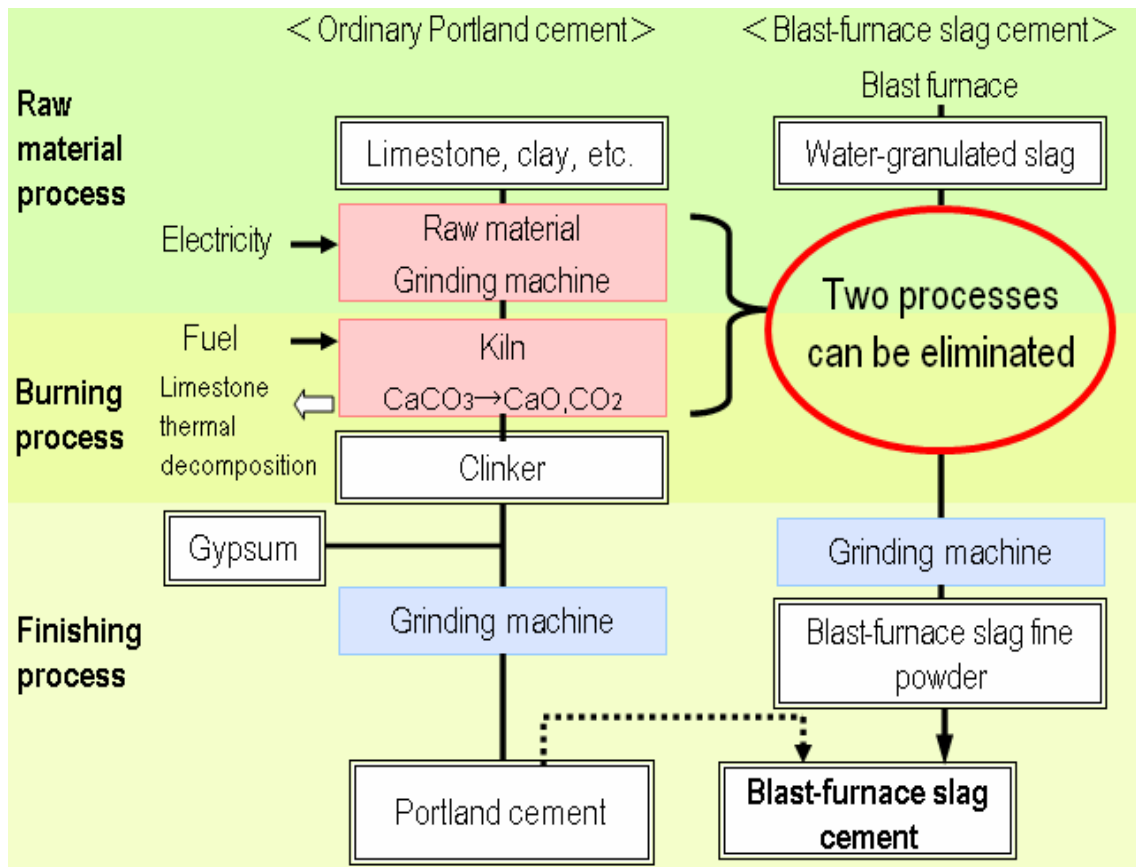
Η χρησιμοποίηση του τσιμέντου σκουριάς για να αντικαταστήσει ένα μέρος του τσιμέντου Πόρτλαντ σε ένα μίγμα σκυροδέματος είναι μια χρήσιμη μέθοδος για να κάνει το σκυρόδεμα καλύτερο και πιο ανθεκτικό. Μεταξύ των μετρήσιμων βελτιώσεων είναι:

1. Ευκολότερος χειρισμός του σκυροδέματος

2. Υψηλότερες συνθληπτικές και καμπτικές δυνάμεις
3. Χαμηλότερη διαπερατότητα
4. Βελτιωμένη αντίσταση στις επικίνδυνες χημικές ουσίες
5. Πιο σταθερές πλαστικές και ανθεκτικές ιδιότητες
6. Πιο απαλό χρώμα

Όταν κατασκευάζεται ο σίδηρος χρησιμοποιώντας έναν κλίβανο εκρήξεων, ο κλίβανος φορτώνεται συνεχώς από την κορυφή με οξειδία, υλικό ροής, και καύσιμα. Δύο προϊόντα - σκουριά και σίδηρος-συλλέγεται στο κατώτατο σημείο του δαπέδου. Η λειωμένη σκουριά επιπλέει πάνω από το λειωμένο σίδηρο. Ο λειωμένος σίδηρος στέλνεται στην εγκατάσταση παρασκευής χάλυβα, ενώ η λειωμένη σκουριά εκτρέπεται στον κονιορτοποιητή. Αυτή η διαδικασία, γνωστή ως κοκκοποίηση, είναι η γρήγορη απόσβεση με νερό της λειωμένης σκουριάς σε μια πρώτη ύλη. Η γρήγορη ψύξη δεν επιτρέπει το σχηματισμό κρυστάλλων και διαμορφώνει υαλώδη, μη μεταλλικά πυριτικά άλατα και του ασβεστίου. Αυτοί οι κόκκοι ξεραίνονται και αλέθονται έπειτα σε ένα κατάλληλο μέγεθος, το αποτέλεσμα της οποίας είναι το τσιμέντο σκουριάς. Οι κόκκοι μπορούν επίσης να ενσωματωθούν επίσης ως συστατικό στην κατασκευή του ανάμικτου τσιμέντου Πόρτλαντ.

Διαδικασία κατασκευής τσιμέντου σκουριάς σε σχέση με του τσιμέντου Portland



12. ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ



Το τσιμέντο που σήμερα αποτελεί το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο υλικό στη δομική βιομηχανία, ανήκει στην κατηγορία των υδραυλικών υλικών, τα οποία σε λεπτόκοκκο διαμερισμό είναι ικανά να πήζουν και να σκληραίνουν, μετά από ανάμειξη με νερό, δίνοντας ένα στερεό προϊόν. Η ανάμειξη του τσιμέντου με το νερό δίνει αρχικά ένα πολτό (πάστα), πλαστικό και κατεργάσιμο, ο οποίος διατηρεί αυτά τα χαρακτηριστικά για μια λανθάνουσα περίοδο.

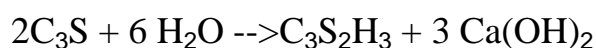
Στο τέλος αυτής της περιόδου, ο πολτός παρ όλο που είναι ακόμα μαλακός δεν είναι πια κατεργάσιμος (αρχικό πήξιμο). Ακολουθεί μια περίοδος που ο πολτός πήζει και εμφανίζεται σαν ένα δύσκαμπτο στερεό (τελικό πήξιμο), που είναι γνωστό σαν σκληρυμένος τσιμεντοπολτός, ο οποίος με την πάροδο του χρόνου συνεχίζει να σκληραίνει και να αναπτύσσει αντοχές (σκλήρυνση). Το πήξιμο και η σκλήρυνση είναι αποτέλεσμα της ενυδάτωσης των συστατικών του τσιμέντου. Η ενυδάτωση του τσιμέντου είναι μια διαδικασία, που συνοδεύεται από έκλυση θερμότητας και περιλαμβάνει ένα σύνολο χημικών και φυσικοχημικών μεταβολών. Είναι μια λειτουργία περισσότερο περίπλοκη από την απλή μετατροπή ανυδρών ενώσεων στις αντίστοιχες ενυδατωμένες, η οποία πραγματοποιείται είτε με ένα μηχανισμό μέσω διαλύματος, είτε με μηχανισμό απ' ευθείας τοποχημικών αντιδράσεων στερεάς κατάστασης. Σύμφωνα με τον

πρώτο μηχανισμό τα αντιδρώντα διαλύονται ή υδρολύονται και δίνουν ιόντα σε διάλυμα, τα οποία συνενώνονται σχηματίζοντας άλλα προϊόντα, τα οποία καταβυθίζονται. Στον δεύτερο μηχανισμό οι αντιδράσεις πραγματοποιούνται απευθείας στην επιφάνεια του στερεού, χωρίς τα συστατικά να μεταφερθούν στο διάλυμα. Κατά την ενυδάτωση του τσιμέντου είναι πιθανόν να συμβαίνουν και οι δύο μηχανισμοί, κυρίως όμως στα πρώτα στάδια επικρατεί ο μηχανισμός μέσω διαλύματος και στα επόμενα ο μηχανισμός των τοποχημικών αντιδράσεων στερεάς κατάστασης. Επειδή το τσιμέντο αποτελείται από διαφορετικά συστατικά, με συνέπεια την πραγματοποίηση ταυτόχρονων αντιδράσεων κατά την ενυδάτωσή του, συνηθίζεται να εξετάζεται ανεξάρτητα η ενυδάτωση των επιμέρους συστατικών του:

12.1. Πυριτικό τριασβέστιο - C₃S

Το πυριτικό τριασβέστιο είναι το κυριότερο συστατικό του κλίνκερ και αυτό που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την πορεία της πήξης και της σκλήρυνσης. Δεν έχει σταθερή σύσταση και δραστηριότητα σε όλα τα τσιμέντα, καθώς κατά τον σχηματισμό του ενσωματώνει στο πλέγμα του και άλλα ιόντα, δίνοντας ένα στερεό διάλυμα που ονομάζεται αλίτης.

Το προϊόν της ενυδάτωσης σε θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μια άμορφη φάση, το ένυδρο πυριτικό ασβέστιο ο σχηματισμός του οποίου μπορεί να αποδοθεί ως εξής:

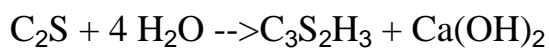


Το υδροξείδιο του ασβεστίου Ca(OH)₂ είναι υπεύθυνο για την αλκαλικότητα του πολτού (pH=12.5) και συνεπώς την προστασία που αυτή προσφέρει στον σιδηροπλισμό του σκυροδέματος.

Το πυριτικό τριασβέστιο προσδίδει στο τσιμέντο πρώιμες και μακροχρόνιες αντοχές.

12.2. Πυριτικό διασβέστιο - C₂S

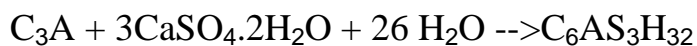
Η δραστηριότητα του πυριτικού διασβεστίου είναι μικρότερη σε σχέση με αυτή του πυριτικού τριασβεστίου, ενώ από τις υπάρχουσες μορφές του η β- C₂S, που καλείται μπελίτης είναι η πλέον σημαντική. Η μορφή αυτή είναι μετασταθής σε όλες τις θερμοκρασίες αλλά με την είσοδο ξένων ιόντων στο πλέγμα επιτυγχάνεται σταθεροποίηση της σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η ενυδάτωση του πυριτικού διασβεστίου μπορεί να αποδοθεί ως εξής:



Τα προϊόντα ενυδάτωσης είναι παρόμοια με αυτά του πυριτικού τριασβεστίου με μόνη διαφορά τα μικρότερα ποσοστά υδροξειδίου του ασβεστίου Ca(OH)₂. Το πυριτικό διασβέστιο προσδίδει στο τσιμέντο μακροχρόνιες αντοχές.

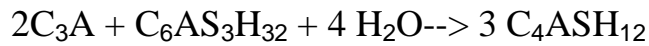
12.3. Αργιλικό τριασβέστιο - C₃A

Η αντίδραση του αργιλικού τριασβεστίου με το νερό θα ήταν ταχύτατη και θα προκαλούσε γρήγορο πήξιμο όλου του τσιμέντου, όμως λόγω της γύψου που υπάρχει στο τσιμέντο ενυδατώνεται διαφορετικά από το καθαρό συστατικό. Η αντίδραση του αργιλικού τριασβεστίου με τη γύψο δίνει βελονοειδείς κρυστάλλους ενός ένυδρου θεικού αργιλικού τριασβεστίου που ονομάζεται εττριγγίτης.



Η επιβραδυντική επίδραση της γύψου αποδίδεται στο σχηματισμό μιας στοιβάδας εττριγγίτη πάνω στην επιφάνεια των κόκκων του αργιλικού τριασβεστίου, η οποία καθυστερεί την ενυδάτωσή του, με αποτέλεσμα το πήξιμο του τσιμέντου να εξαρτάται κύρια από την ενυδάτωση του πυριτικού τριασβεστίου. Όταν καταναλωθεί η γύψος πραγματοποιείται η αντίδραση του

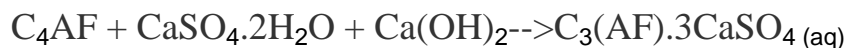
C₃A με τον εττριγγίτη και παράγεται μονοθεϊκό ενυδατωμένο άλας ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται αύξηση του ρυθμού της ενυδάτωσης.



Σε θερμοκρασία περιβάλλοντος η ενυδάτωση του αργιλικού τριασβεστίου μπορεί να ολοκληρωθεί μετά από διάστημα αρκετών μηνών. Το αργιλικό τριασβέστιο προσδίδει στο τσιμέντο πρώιμες αντοχές.

12.4. Αργιλοσιδηρικό τετρασβέστιο

Η ενυδάτωση της φάσης του φερρίτη επιβραδύνεται σημαντικά παρουσία γύψου και παριστάνεται κατά προσέγγιση με την αντίδραση:



Το στερεό διάλυμα που προέκυψε με την εξάντληση των θεικών μετατρέπεται σε C₃(AF)·CaSO₄ (aq) and C₃(AF)·Ca(SO₄(OH)₂) (aq)

Γενικότερα με την προσθήκη νερού στο τσιμέντο τα συστατικά του ενυδατώνονται κυρίως προς ένυδρο πυριτικό ασβέστιο (CSH gel) και υδροξείδιο του ασβεστίου Ca(OH)₂, με τα υπόλοιπα προϊόντα να είναι αργιλικά και φερρίτες.

12.5. Η ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗΣ ΕΠΗΡΕΑΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΠΟΛΛΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ, ΟΙ ΚΥΡΙΟΤΕΡΟΙ ΤΩΝ ΟΠΟΙΩΝ ΕΙΝΑΙ:

12.5.1. Ηλικία

Η ταχύτητα ενυδάτωσης αρχικά είναι μέγιστη και βαθμιαία μειώνεται με το χρόνο, ώσπου να σταματήσει εντελώς.

12.5.2. Σύσταση τσιμέντου

Στα πρώτα στάδια η ταχύτητα ενυδάτωσης είναι μεγαλύτερη σε τσιμέντα πλούσια σε C_3S και C_3A , ενώ αργότερα η ενυδάτωση πραγματοποιείται με ίσες ταχύτητες.

12.5.3. Λεπτότητα

Ο τελικός βαθμός ενυδάτωσης δεν επηρεάζεται, όμως στα πρώτα στάδια αυξάνεται με την λεπτότητα.

12.5.4. Λόγος N/T

Αρχικά δεν επηρεάζει την ταχύτητα ενυδάτωσης, αλλά όσο μικρότερος είναι ο λόγος N/T τόσο πιο σύντομα αρχίζει να ελαττώνεται. Άρα ο τελικός βαθμός ενυδάτωσης μειώνεται με τη μείωση του λόγου N/T.

12.5.5. Θερμοκρασία

Η ταχύτητα ενυδάτωσης αρχικά αυξάνει με τη θερμοκρασία του τσιμεντοπολτού, χωρίς όμως να επηρεάζεται ο τελικός βαθμός ενυδάτωσης.

12.5.6. Πρόσμικτα

Υπάρχουν υλικά που επιβραδύνουν την ενυδάτωση (σάκχαρα, λιγνοσουλφονικό οξύ κ.α.), και άλλα που την επιταχύνουν (χλωριούχο ασβέστιο κ.α.).

13.ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ

Οι εταιρίες παραγωγής τσιμέντου στην Ελλάδα, με βάση την ισχύουσα εθνική και κοινοτική νομοθεσία, κυκλοφορούν από καιρό το ενστικτώδες τσιμέντο σε νέες συσκευασίες που, εκτός των άλλων, αναφέρουν τους ειδικούς κινδύνους και τις οδηγίες ασφαλούς χρήσης (φράσεις R & S) καθώς επίσης φέρουν και το διεθνές σύμβολο κινδύνου X (επιβλαβές).

Στόχος αυτής της ενέργειας είναι η προστασία της υγείας και η ασφάλεια των χρηστών και του καταναλωτικού κοινού γενικότερα, δεδομένης της ευρείας χρήσης του προϊόντος.

Είναι γεγονός πως το τσιμέντο χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές, από τις πιο απλές έως τις πλέον εξειδικευμένες και πολύπλοκες. Κατά συνέπεια οι χρήστες μπορούν να είναι από τους πλέον ειδικούς έως τους πλέον ανειδίκευτους.

Οι αναγραφόμενες ενδείξεις ενημερώνουν για τον ασφαλή χειρισμό του προϊόντος και, στις περιπτώσεις που δημιουργηθεί ανασφαλής κατάσταση, για τις άμεσες ενέργειες που πρέπει να γίνουν, προκειμένου οι επιπτώσεις να είναι οι μικρότερες δυνατές.

Οι παραγωγοί τσιμέντου επιδιώκουν με τον τρόπο αυτόν οι χρήστες να ενημερώνονται και να εφαρμόζουν τις ασφαλείς οδηγίες χρήσης του τσιμέντου για την προστασία της υγείας και της ασφάλειάς τους.

14. Η ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΣΙΜΕΝΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ



Η Ελληνική Τσιμεντοβιομηχανία αναγνωρίζοντας τις ευθύνες της σε τοπικό και εθνικό επίπεδο υπήρξε από τους πρωτοπόρους κλάδους στην προστασία του περιβάλλοντος. Στο τέλος της δεκαετίας του 50 οι πρώτες προσπάθειες επικεντρώθηκαν στη δέσμευση της εκπεμπόμενης σκόνης και στις αρχές της δεκαετίας του 70 στην αποκατάσταση λατομικών χώρων. Η προσπάθεια αυτή έχει ενταθεί τα τελευταία χρόνια εφαρμόζοντας τις *Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BAT - BEST AVAILABLE TECHNIQUES)* αντιρρύπανσης, πραγματοποιώντας σημαντικές και συνεχείς επενδύσεις, με στόχο τη γενική μείωση των εκπομπών και των επιπτώσεων στο περιβάλλον.

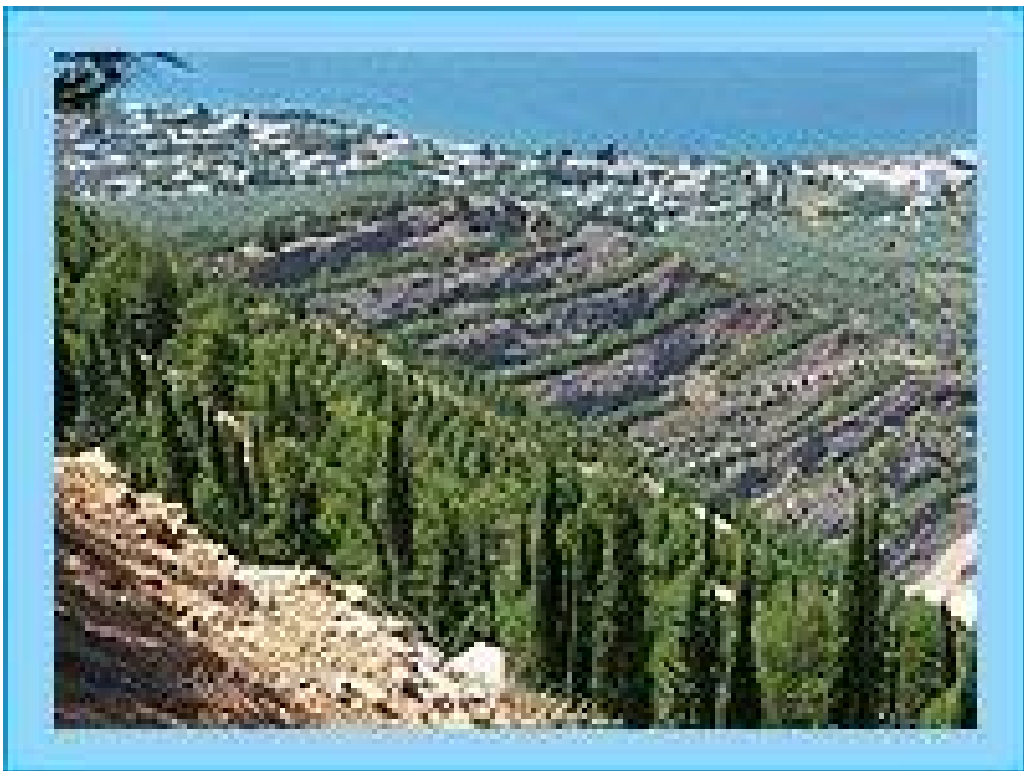
Ειδικότερα η Ελληνική Τσιμεντοβιομηχανία:

1. Ενσωματώνει την περιβαλλοντική ευαισθησία στο γενικό πλαίσιο λειτουργίας της, στη λήψη αποφάσεων και την ανάγει σε βασική επιχειρηματική παράμετρο και προτεραιότητα.
2. Επιδιώκει τη συνεχή βελτίωση της περιβαλλοντικής της απόδοσης και εφαρμόζει συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης.
3. Μεριμνά για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από την λειτουργία των μονάδων με χρησιμοποίηση σύγχρονων αντιρρυπαντικών τεχνολογιών (ηλεκτροστατικών φίλτρων και σακκοφίλτρων), αριστοποιώντας τις συνθήκες λειτουργίας.
4. Διαθέτει σύγχρονα συστήματα επεξεργασίας των τυχόν αστικών λυμάτων του προσωπικού.
5. Λαμβάνει μέτρα για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος κατά τις μεταφορές και τις φορτώσεις τσιμέντου και πρώτων υλών.
6. Συμβάλλει θετικά στην εθνική προσπάθεια διαχείρισης των αποβλήτων με την αξιοποίηση καταλοίπων ή παραπροϊόντων άλλων διεργασιών ως εναλλακτικές πρώτες ύλες (ιπτάμενη τέφρα, σκωρίες) και εναλλακτικά καύσιμα (λάστιχα, RDF κ.α.) μειώνοντας παράλληλα την χρήση μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων.
7. Ελέγχει και μειώνει σταδιακά την κατανάλωση ενέργειας και ύδατος .
8. Συμμετέχει στη διεθνή προσπάθεια για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών μειώνοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που είναι το βασικό αέριο που προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
9. Διενεργεί σημαντικά έργα αποκατάστασης των λατομικών χώρων μέσω δεντροφυτεύσεων και διαμορφώσεων και βελτιώνει την αισθητική εμφάνιση όλων των μονάδων.
10. Εκπαιδεύει και ευαισθητοποιεί το προσωπικό της σε θέματα προστασίας του περιβάλλοντος.

11.Είναι ανοιχτή σε επικοινωνία και συνεργασία με όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη (αρμόδιες αρχές, τοπικές κοινωνίες, φορείς, κ.λπ.).

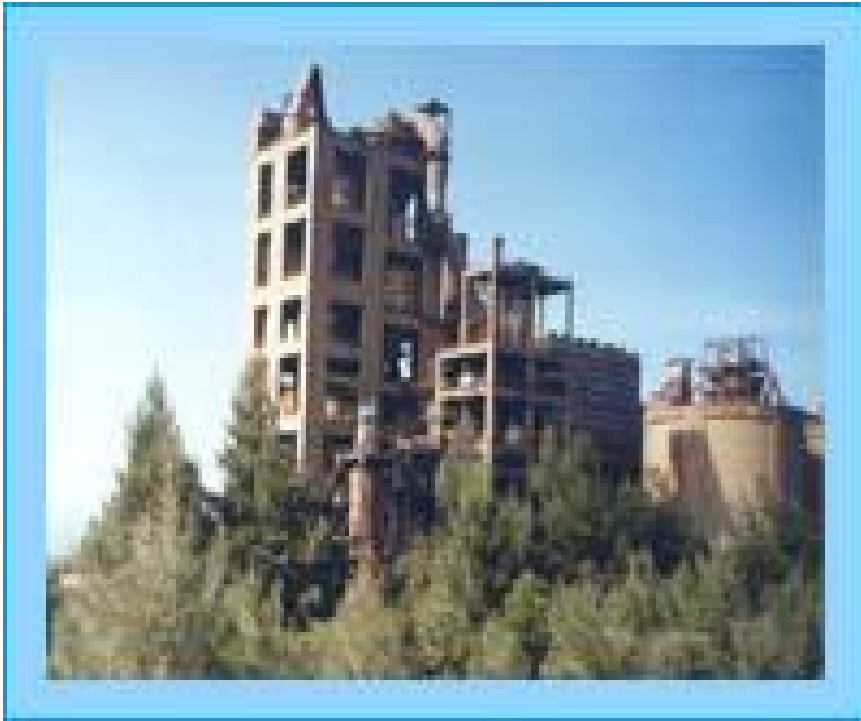
Με όλες τις παραπάνω ενέργειες η Ελληνική Τσιμεντοβιομηχανία εφαρμόζει στην πράξη την έννοια της αειφόρου ανάπτυξης, επιφέροντας ισορροπία ανάμεσα στα οικονομικά ζητήματα, τις κοινωνικές ανάγκες και την προστασία του περιβάλλοντος.

Τα αποτελέσματα των προσπαθειών της Ελληνικής Τσιμεντοβιομηχανίας για την προστασία του περιβάλλοντος φαίνονται στην πράξη.



14.1. Ενεργειακή κατανάλωση

Η ελληνική τσιμεντοβιομηχανία επενδύει σε σύγχρονη τεχνολογία με αποτέλεσμα την σταδιακή μείωση της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου ανά τόνο παραγόμενου κλίνκερ με αντίστοιχη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα.



14.2. Εκπομπές σκόνης

Με τη χρήση σύγχρονων μέσων κατακράτησης σκόνης τα τελευταία χρόνια έχει ελαχιστοποιηθεί η υπέρβαση των ορίων εκπομπής σκόνης.

14.3. Αριθμός φυτευθέντων δένδρων

Στο Διάγραμμα φαίνεται η εξέλιξη των φυτεύσεων από το 1975 μέχρι το 2002. Οι φυτεύσεις αυτές αναφέρονται μόνον στα λατομεία των εταιριών όπου έχουν φυτευτεί μέχρι σήμερα πάνω από 1.310.000 δενδρύλλια. Φυτεύσεις γίνονται επίσης και στους χώρους των πελατών, συνεργατών και των Δήμων και κοινοτήτων που βρίσκονται οι δραστηριότητες της κάθε εταιρίας.



14.4. Εναλλακτικές πρώτες ύλες

Με την χρήση διαφόρων προσθέτων στο τσιμέντο και με την εγκατάσταση μηχανημάτων χαμηλής ειδικής κατανάλωσης σε ηλεκτρική ενέργεια μειώνονται οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα κατά 10-20% ανάλογα με την ποιότητα του τσιμέντου. Ως υποκατάστατα πρώτων υλών στην παραγωγή τσιμέντου χρησιμοποιούνται:

14.4.1 Ιπτάμενη τέφρα 795.000 τν/ έτος

Προέρχεται από την καύση του λιγνίτη στους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς της ΔΕΗ.

14.4.2 Σκωρίες υψικαμίνων 100.000 τν/έτος

Είναι στερεό παραπροϊόν της παραγωγικής διαδικασίας των χαλυβουργιών.

Το γεγονός αυτό από μόνο του συνηγορεί στην εξοικονόμηση μη ανανεώσιμων πόρων και κατ' επέκταση στην βιώσιμη ανάπτυξη της τσιμεντοβιομηχανίας.

15. ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΠΑΛΛΑΓΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΑΠΟ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Η τσιμεντοβιομηχανία στην Ευρωπαϊκή Ένωση παράγει περίπου 170 εκατομμύρια τόνους τσιμέντου το χρόνο. Το τσιμέντο παράγεται κάτω από αυστηρές ποιοτικές προδιαγραφές σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία καθώς και εσωτερικές διαδικασίες. Εφαρμόζονται αυστηροί κανονισμοί και τα εργοστάσια λειτουργούν με βάση άδειες που χορηγούνται από τις αρμόδιες αρχές.

Η τσιμεντοβιομηχανία έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί άχρηστα υλικά ως εναλλακτικά καύσιμα ή πρώτες ύλες για να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητά της και ταυτόχρονα να συνεισφέρει σε λύσεις των προβλημάτων της κοινωνίας που αφορούν στη διαχείριση των απορριμμάτων της, με τέτοιο τρόπο που να τα αξιοποιεί και να ωφελεί το περιβάλλον. Η χρήση εναλλακτικών καυσίμων σήμερα σε χώρες της Ευρώπης ανέρχεται σε 4.000.000 τόνους /έτος περίπου υποκαθιστώντας 2,5 εκατομμύρια τόνους άνθρακα το χρόνο. Άλλοι 5.700.000 τόνοι εναλλακτικών υλικών υποκαθιστούν αντίστοιχες ποσότητες φυσικών πρώτων υλών.

Η εφαρμογή των εναλλακτικών καυσίμων και πρώτων υλών στην τσιμεντοβιομηχανία αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο της ορθής πολιτικής διαχείρισης απορριμμάτων. Αυτή η πρακτική προωθεί την ενεργητική και πλήρη ανάκτηση και ανακύκλωση υλικών στη βιομηχανία, σύμφωνα με τις βασικές αρχές της ιεράρχησης των μεθόδων διαχείρισης απορριμμάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Τα άχρηστα υλικά που χρησιμοποιούνται στην τσιμεντοβιομηχανία είτε ως εναλλακτικά καύσιμα είτε ως πρώτες ύλες θα κατέληγαν διαφορετικά σε κάποια χωματερή ή θα ρύπαιναν το περιβάλλον από την ανεξέλεγκτη απόρριψή

τους. Η χρησιμοποίησή τους στην τσιμεντοβιομηχανία αντικαθιστά ορυκτά καύσιμα, μεγιστοποιεί την ανάκτηση ενέργειας και υποκαθιστά πρώτες ύλες.

Η χρήση εναλλακτικών καυσίμων στην τσιμεντοβιομηχανία προσφέρει πολλά περιβαλλοντικά οφέλη όπως:

Μειώνει τη χρησιμοποίηση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως το κάρβουνο καθώς και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με την εξόρυξη καρβόνου.

- I. Συνεισφέρει στη μείωση εκπομπών όπως των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αντικαθιστώντας τη χρήση ορυκτών πόρων με υλικά που διαφορετικά θα έπρεπε να απορριφθούν ή να καούν με αντίστοιχες εκπομπές και κατάλοιπα.
- II. Μεγιστοποιεί την ανάκτηση ενέργειας από τα απορρίμματα. Όλη η ενέργεια χρησιμοποιείται άμεσα στη κάμινο για την παραγωγή κλίνκερ. Επίσης μεγιστοποιεί την ανάκτηση του μη αναφλέξιμου μέρους των απορριμμάτων και εξαλείφει την ανάγκη απόρριψης σκουριάς ή τέφρας, καθώς τα περιεχόμενα ανόργανα στοιχεία υποκαθιστούν πρώτες ύλες στο τσιμέντο.

Η χρησιμοποίηση άχρηστων υλικών είτε ως εναλλακτικά καύσιμα είτε ως πρώτες ύλες είναι ορθή και αβλαβής καθώς το οργανικό μέρος καταστρέφεται πλήρως ενώ το ανόργανο μέρος δεσμεύεται και ενσωματώνεται στο προϊόν. Οι κάμινοι τσιμέντου έχουν ένα αριθμό χαρακτηριστικών που τις καθιστά τις ιδανικές εγκαταστάσεις, όπου μπορούν να αξιοποιηθούν και να καούν με ασφάλεια εναλλακτικά καύσιμα. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι:

- I. Υψηλές θερμοκρασίες καύσης
- II. Μεγάλος χρόνος παραμονής
- III. Οξειδωτική ατμόσφαιρα

- iv. Αλκαλικό περιβάλλον
- v. Δέσμευση τέφρας στο κλίνκερ
- vi. Συνεχής τροφοδοσία καυσίμου

Σήμερα σχεδόν όλες οι Ευρωπαϊκές χώρες (Ολλανδία, Γαλλία, Σουηδία, Ελβετία, Βέλγιο, Γερμανία κ.α.) αξιοποιούν πληθώρα αποβλήτων στους κλιβάνους των τσιμεντοβιομηχανιών τους εξοικονομώντας συνάλλαγμα και πρώτες ύλες, ενώ παράλληλα προστατεύουν το περιβάλλον δίνοντας ταυτόχρονα ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στον κλάδο.

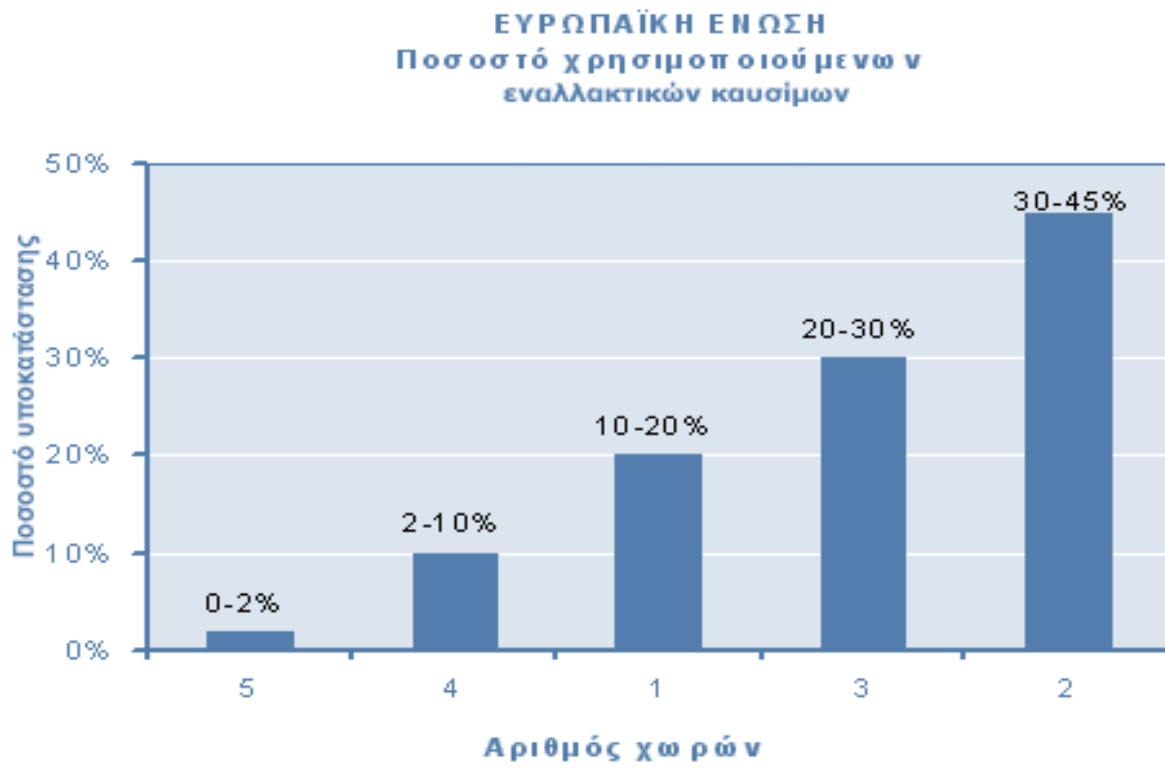
Τα χρησιμοποιούμενα εναλλακτικά καύσιμα ποικίλουν και περιλαμβάνουν:

- i. Χρησιμοποιημένα ελαστικά
- ii. Πλαστικά
- iii. Ζωοτροφές
- iv. Ιλύς βιολογικών καθαρισμών
- v. RDF
- vi. Γεωργικά και οργανικά απορρίμματα
- vii. Απορρίμματα συσκευασίας
- viii. Χαρτί, ξύλο, πριονίδι
- ix. Λάσπες καθαρισμών
- x. Διαλύτες
- xi. Χρησιμοποιημένα λάδια και λιπαντικά

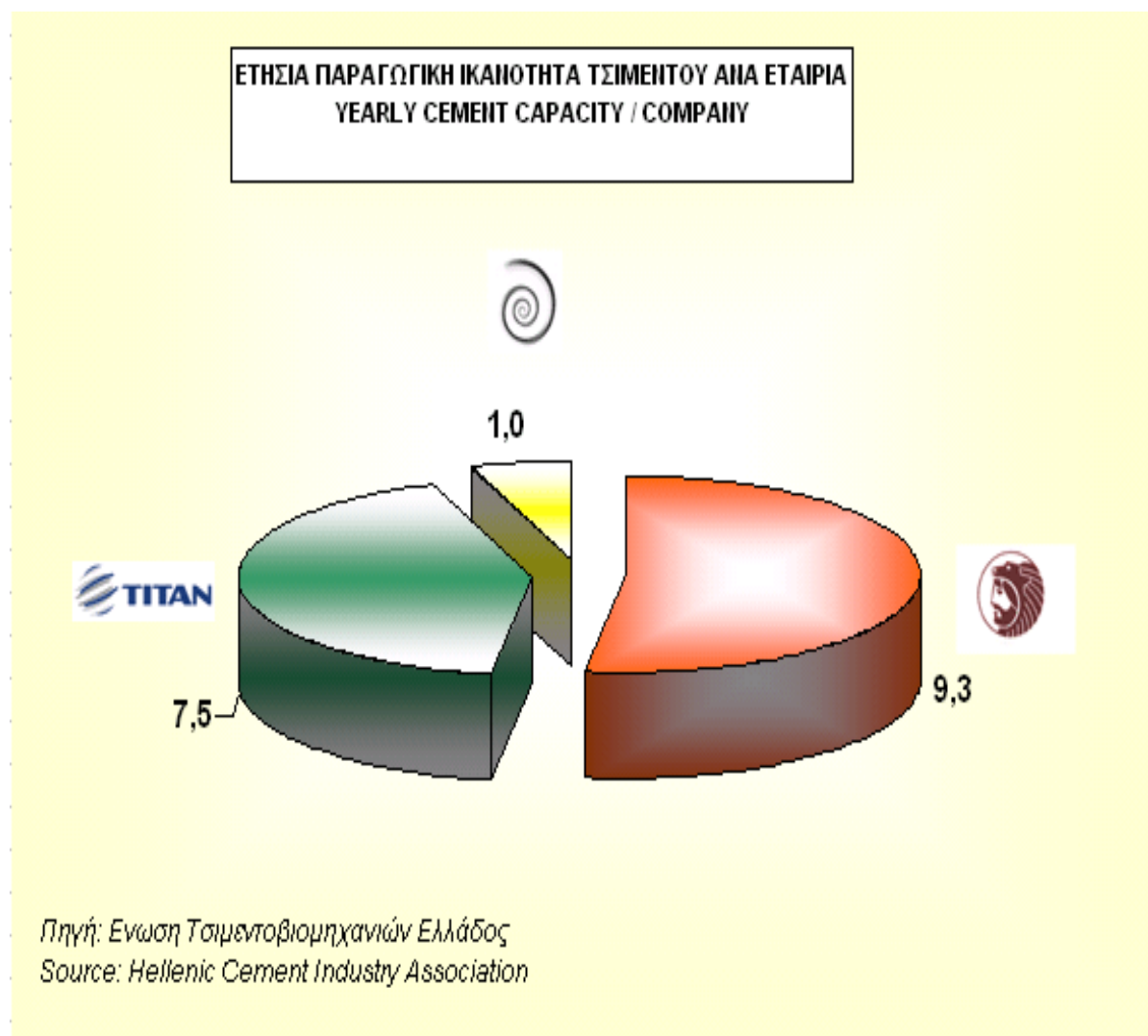
Οι χρησιμοποιούμενες εναλλακτικές πρώτες ύλες μπορεί να είναι:

- i. Ιπτάμενη τέφρα
- ii. Υγρή τέφρα
- iii. Αποφύγματα σιδηροπυρίτη
- iv. Σκωρίες

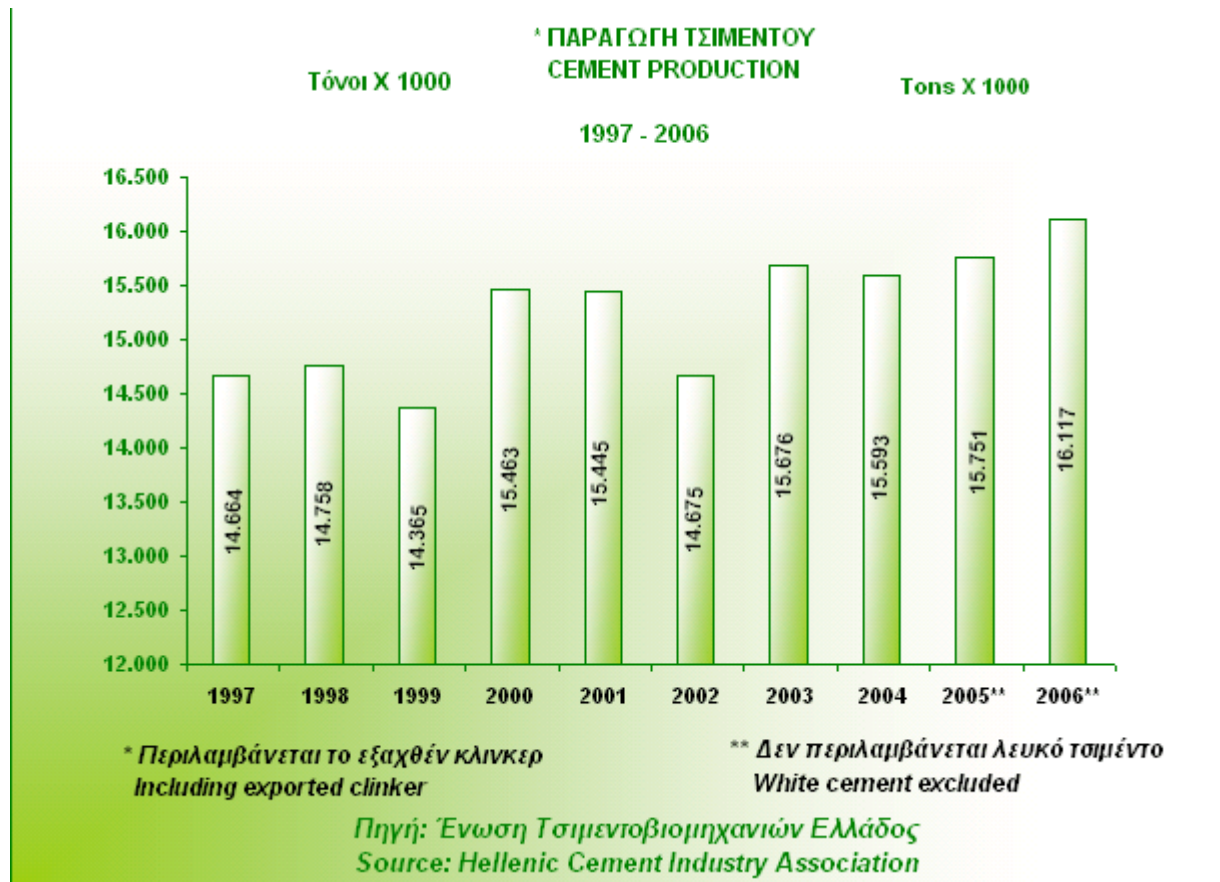
- v. Σκόνες αλουμινίου
- vi. Σιδηρούχα κατάλοιπα
- vii. Χημική γύψος



16.ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΣΙΜΕΝΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ - ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ



17. ΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΓΟΡΑ – ΕΞΑΓΩΓΕΣ



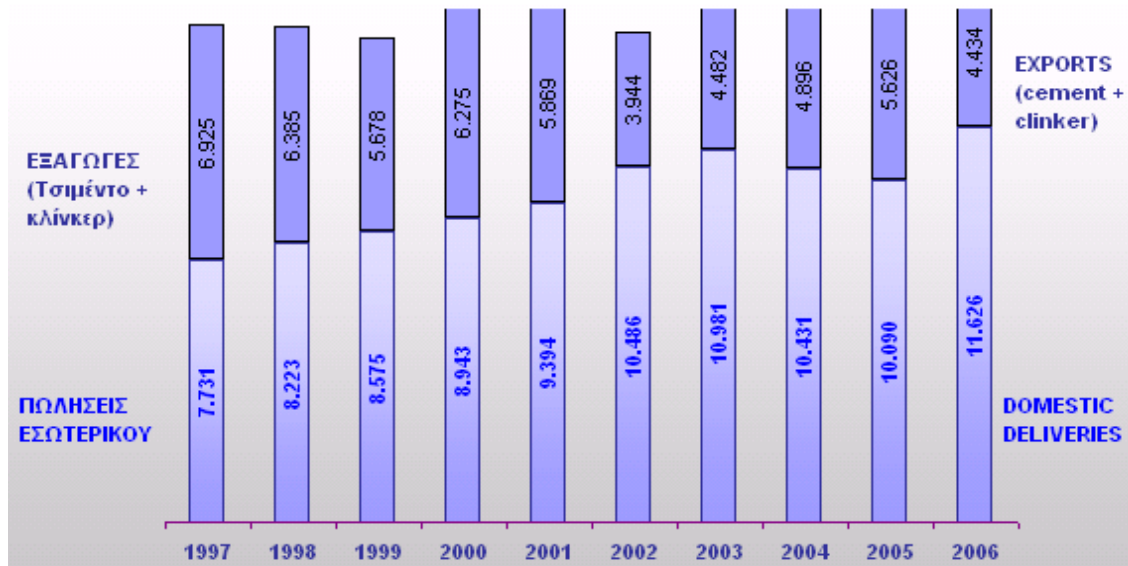
ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΦΑΙΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ

Τόννοι X 1000

1997-2006

SALES OF GREY CEMENT

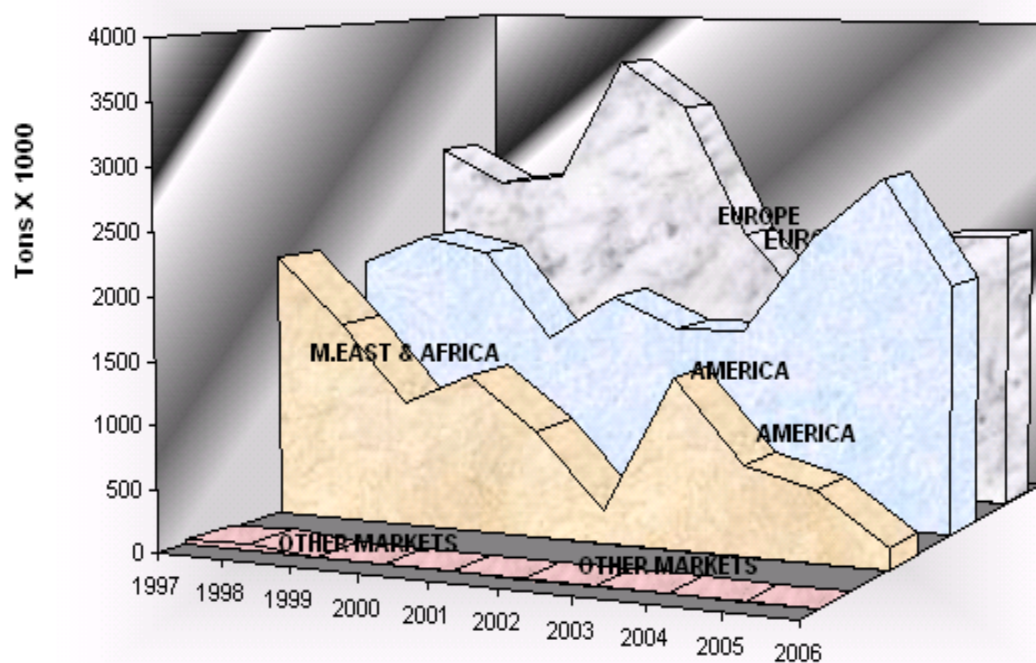
Tons X 1000



Πηγή: Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος
Source: Hellenic Cement Industry Association

18. ΕΞΑΓΩΓΕΣ - ΚΥΡΙΕΣ ΧΩΡΕΣ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΥ

ΕΞΑΓΩΓΕΣ - ΚΥΡΙΕΣ ΧΩΡΕΣ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΥ (Φοιό τσιμέντο + κλίνκερ)
EXPORTS - MAJOR DESTINATIONS (Grey cement + clinker)
1997 - 2006



Πηγή: Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος
Source: Hellenic Cement Industry Association

19. ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΕΞΑΓΩΓΕΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ & ΚΛΙΝΚΕΡ 2006-2008

(Τόννοι)												
ΜΗΝΑΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ	ΕΠΙΤΟΠΙΕΣ ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ								ΕΞΑΓΩΓΕΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΛΙΝΚΕΡ	ΕΞΑΓΩΓΕΣ ΚΛΙΝΚΕΡ
		Σάκκους			Χύμα				ΟΛΙΚΟ			
		Φαιό	Σύνθετο	Λευκό	Φαιό	Σύνθετο	Sulphate Resisting	Λευκό				
2008												
ΙΑΝ	149.206	5.037	17.980	781	54.508	63.966	13.290	1.025	156.587	0	135.475	0
ΦΕΒ	160.204	4.654	18.578	828	57.168	76.916	14.274	1.081	173.499	0	130.713	0
ΜΑΡ	171.923	5.622	18.952	841	54.181	80.538	14.738	1.091	175.963	0	141.503	0
ΑΠΡ	174.455	5.373	17.017	865	49.912	75.857	14.494	1.001	164.519	0	125.729	0
ΜΑΪ	171.954	5.429	20.743	943	50.097	85.372	15.251	1.172	179.007	0	115.492	0
ΙΟΥΝ	157.542	4.936	19.470	907	42.497	89.172	14.614	1.054	172.650	0	130.234	0
ΙΟΥΛ	172.982	5.847	19.830	1.210	59.366	96.025	17.020	1.624	200.922	0	131.381	0
ΙΑΝ. - ΙΟΥΛ	1.158.266	36.898	132.570	6.375	367.729	567.846	103.681	8.048	1.223.147	0	910.527	0
2007												
ΙΑΝ	135.084	5.396	16.474	869	49.185	49.084	11.075	478	132.561	14.881	135.178	0
ΦΕΒ	134.339	5.253	14.386	736	47.668	48.799	13.154	642	130.638	4.043	109.888	0
ΜΑΡ	177.128	5.392	20.942	957	62.009	67.834	16.025	1.133	174.292	4.032	106.540	0
ΑΠΡ	163.124	4.893	15.423	699	51.158	50.024	14.246	762	137.205	4.240	134.545	0
ΜΑΪ	165.264	4.915	19.784	836	59.070	60.064	15.136	1.124	160.929	7.470	136.978	0
ΙΟΥΝ	160.563	5.279	19.628	1.028	59.537	62.693	16.328	951	165.444	4.384	127.060	0
ΙΟΥΛ	166.233	5.449	20.536	664	60.357	67.521	19.494	968	174.989	4.064	127.291	0
ΑΥΓ	129.014	3.535	11.123	737	26.512	27.426	8.928	700	78.961	4.023	130.864	0
ΣΕΠ	146.107	4.859	16.975	749	49.721	59.482	15.738	869	148.393	4.297	113.834	0
ΟΚΤ	159.967	5.310	19.865	909	57.881	74.275	17.252	1.230	176.722	0	117.862	0
ΝΟΕ	171.308	5.280	18.261	814	57.588	77.613	16.564	1.050	177.170	8.535	127.072	0
ΔΕΚ	164.400	3.710	13.008	567	48.241	56.425	10.494	707	133.152	3.000	148.485	0
ΙΑΝ. - ΔΕΚ	1.872.531	59.271	206.405	9.565	628.927	701.240	174.434	10.614	1.790.456	62.969	1.515.597	0
2006												
ΙΑΝ	135.547	5.488	15.434	681	37.296	41.257	11.449	652	112.257	22.920	123.243	0
ΦΕΒ	128.636	5.316	15.863	661	43.290	47.507	13.922	675	127.234	11.841	122.416	18.659
ΜΑΡ	158.736	6.575	19.189	1.017	54.856	50.923	16.776	489	149.825	13.423	137.415	14.560
ΑΠΡ	155.085	4.359	14.359	836	44.073	43.065	11.602	644	118.938	25.139	128.389	10.522
ΜΑΪ	157.354	6.561	19.792	1.073	56.838	54.120	15.547	884	154.815	23.907	136.436	6.218
ΙΟΥΝ	163.336	6.291	18.445	1.169	52.082	53.840	14.206	793	146.826	11.191	130.613	8.329
ΙΟΥΛ	159.793	6.594	18.741	975	56.268	58.342	15.576	802	157.298	6.772	140.372	4.389
ΑΥΓ	128.423	3.111	12.625	667	27.025	22.705	7.160	376	73.669	15.974	136.629	6.001
ΣΕΠ	143.699	5.703	18.249	967	55.766	50.294	13.100	1.145	145.224	8.247	114.405	11.466
ΟΚΤ	148.430	4.816	16.475	799	57.056	57.661	12.611	627	150.045	7.800	130.125	17.702
ΝΟΕ	147.808	5.673	17.186	851	56.454	61.786	14.372	636	156.958	17.909	111.511	0
ΔΕΚ	159.641	4.340	13.872	722	49.331	53.353	11.861	587	134.066	8.090	128.301	0
ΙΑΝ. - ΔΕΚ	1.786.488	64.827	200.230	10.418	590.335	594.853	158.182	8.310	1.627.155	173.213	1.539.855	97.846

(Τελευταία Ενημέρωση 20/08/2008)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Οι βιβλιογραφικές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

1. www.hcia.gr (Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος)
2. diocles.civil.duth.gr (Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Θράκης Δομικά υλικά : τσιμέντο)
3. www.cypros.gov.cy/moa/Agriculture.nsf(Εθνικό Μετσοβ. Πολυτεχνείο)
4. www.focusmag.gr Περιοδικό FOCUS
5. Τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ
6. www.titan.gr
7. www.halyps.gr
8. www.aget.gr