

# Η ΤΣΙΜΕΝΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ  
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ  
ΕΕΚΧΜ

ΑΔ. ΣΚΟΡΔΙΛΗ

# ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

- Η Ευρώπη παράγει πάνω από **250 εκατομμύρια τόνους αστικών απορριμμάτων** και πάνω από 850 εκατομμύρια τόνους βιομηχανικών αποβλήτων ετησίως.
- Στην Ευρώπη διακινούνται 2 εκατομμύρια τόνοι επικίνδυνα απόβλητα, περίπου 10.000 διασυνοριακές μετακινήσεις.
- Στην Ελλάδα τα οικιακά απορρίμματα ανέρχονται σε **5 εκατομμύρια** τόνους ενώ τα βιομηχανικά απόβλητα σε περίπου **390.000** τόνους.

# Κλίνκερ

Μέσα στον κλίβανο δημιουργούνται νέα ορυκτά που δίνουν στο τσιμέντο τις συγκεκριμένες του ιδιότητες.

Τα κύρια συστατικά είναι τα οξειδία του ασβεστίου, του πυριτίου, του αλουμινίου και του σιδήρου.

# Παραδοσιακές πρώτες ύλες για την παραγωγή του τσιμέντου

- Ασβεστόλιθος (Ca)
- Αργιλοχώματα, σχιστόλιθος (Fe, Al, Si)
- Φυσικές ποζολάνες
- Ορυκτός γύψος

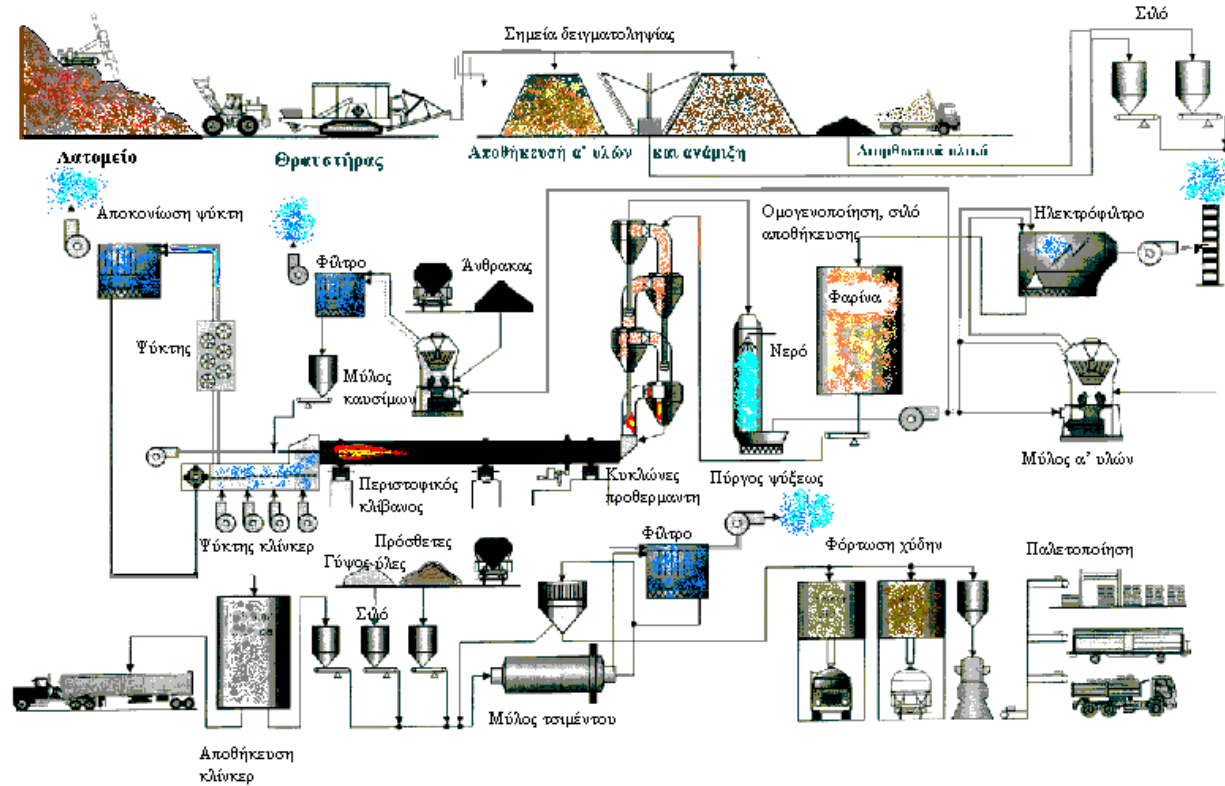
Παράλληλα υπάρχει αυξανόμενη διαπίστωση ότι η χρήση των ορυκτών καυσίμων (άνθρακα-πετρελαίου) θα πρέπει να **ελαχιστοποιηθεί** βελτιώνοντας την απόδοση των υφισταμένων ενεργειακών διαδικασιών ή εξευρίσκοντας νέες μορφές ενέργειας.

# Πως παράγεται το τσιμέντο

Η παραγωγή τσιμέντου περιλαμβάνει :

- τη θέρμανση
- ασβεστοποίηση(1100°C)
- σύντηξη(1450°C) αναμεμιγμένων και αλεσμένων πρώτων υλών, συνήθως ασβεστόλιθου και αργίλου ή σχιστόλιθου και άλλων υλικών, για να δημιουργήσουν το κλίνκερ.

## Παραγωγή τσιμέντου ξηράς μεθόδου



# ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ

- Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 20 χρόνων, η ειδική ενεργειακή κατανάλωση έχει μειωθεί κατά 30%.
- Οι εκπομπές σκόνης έχουν μειωθεί κατά 90% καθώς η βιομηχανία κάνει συνεχείς και σημαντικές επενδύσεις σε σύγχρονες τεχνικές αντιρρύπανσης.
- Το τσιμέντο παράγεται σύμφωνα με τις πιο αυστηρές προδιαγραφές για την ποιότητα του.
- Η λειτουργία των εργοστασίων διέπεται από αυστηρές νομοθετικές ρυθμίσεις.
- Οι δε εκπομπές των ρύπων παρακολουθούνται συστηματικά.



# Εναλλακτικές πρώτες ύλες

**Σήμερα ο κλάδος χρησιμοποιεί μεγάλες ποσότητες :**

- **σκωρίας υψικαμίνων**
- **ιπτάμενη τέφρα από σταθμούς ηλεκτρικής ενέργειας**
- **ποζολάνες κυρίως ως υποκατάστατα του κλίνκερ στο τσιμέντο.**

**Μερικά από τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται επίσης ως πρώτες ύλες στη διαδικασία παραγωγής κλίνκερ.**

# Ενέργεια

- 3200 έως 5500 MJ/τόνο τσιμέντου
- ηλεκτρική ενέργεια περίπου 90 - 120 kWh/τόνο τσιμέντου

# Συμβατικά καύσιμα

- Άνθρακας
- Πετρελαϊκό κοκ
- Φυσικό αέριο
- Πετρέλαιο

Η μέση ενεργειακή απαίτηση για την παραγωγή ενός τόνου τσιμέντου αντιστοιχεί στην καύση **120 κιλών άνθρακα** περίπου.

# ΕΚΠΟΜΠΕΣ

**Οι εκπομπές από τον κλίβανο του τσιμέντου προέρχονται από τις φυσικές και χημικές αντιδράσεις των πρώτων υλών και από την καύση των καυσίμων.**

Τα βασικά συστατικά των εκλυόμενων αερίων από έναν κλίβανο τσιμέντου είναι :

το **άζωτο** που παράγεται από τον αέρα καύσης,  
το **CO<sub>2</sub>** από την ασβεστοποίηση και την καύση,  
το **νερό** από την διαδικασία καύσης και τις πρώτες ύλες και **πλεόνασμα οξυγόνου**.

**Σκόνη, NO<sub>x</sub>, CO, Διοξίνες.**

# Η ΧΡΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΙ Α' ΥΛΩΝ

· Το 1995 περίπου το 10% της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας στην τσιμεντοβιομηχανία της Ευρώπης προερχόταν από εναλλακτικά καύσιμα. Αυτό αντιστοιχούσε σε 2,5 εκατομμύρια τόνους άνθρακα.

Τα ποσοστά αυτά ανεβαίνουν σταδιακά και ήδη ορισμένες περιοχές έχουν καταφέρει να καλύψουν πάνω από το 50% των αναγκών τους.

# Απόβλητα υλικά τα οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει η βιομηχανία τσιμέντου

- χρησιμοποιημένα ελαστικά
- χάρτινα απορρίμματα
- χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια
- ξύλα
- τεμαχισμένα αστικά απορρίμματα
- πλαστικά (PDF)
- χρησιμοποιημένους διαλύτες
- ύλη βιολογικών καθαρισμών

# Οφέλη από την χρήση των αποβλήτων στην τσιμεντοβιομηχανία

- Μείωση της χρήσης μη ανανεώσιμων ορυκτών καυσίμων.
- Συνεισφορά στη μείωση των εκπομπών όπως των αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- Μεγιστοποίηση της εξοικονόμησης ενέργειας από τα απόβλητα.

- Μεγιστοποίηση της ανάκτησης του ανόργανου τμήματος των αποβλήτων.
- Εξάλειψη της ανάγκης να διατεθεί το στερεό κατάλοιπο ή η τέφρα, καθώς το ανόργανο τμήμα υποκαθιστά τις πρώτες ύλες στο τσιμέντο.
- Ανακούφιση των πόλεων από το 30-40% των απορριμμάτων τους αξιοποιώντας τις υφιστάμενες υποδομές



# Ασφαλής αξιοποίηση στους κλιβάνους τσιμέντου

Η χρήση των αποβλήτων ως εναλλακτικά καύσιμα και πρώτες ύλες είναι τεχνικά ασφαλής καθώς το **οργανικό τμήμα καταστρέφεται** και το **ανόργανο τμήμα**, συμπεριλαμβανομένων και των βαρέων μετάλλων, **παγιδεύεται** και **αναμειγνύεται** μέσα στο προϊόν **χωρίς καμία επίπτωση στην ποιότητα του.**

# Χαρακτηριστικά των κλιβάνων

- Υψηλές θερμοκρασίες
- Μεγάλος χρόνος παραμονής
- Οξειδωτική ατμόσφαιρα
- Υψηλή θερμική αδράνεια
- Αλκαλικό περιβάλλον
- Κατακράτηση της τέφρας στο κλίνκερ
- Συνεχόμενος ανεφοδιασμός με καύσιμα

# Οργανικά συστατικά

**Η κανονική λειτουργία των κλιβάνων τσιμέντου παρέχει συνθήκες καύσης που είναι κάτι παραπάνω από επαρκείς για την καταστροφή ακόμα και των πιο ανθεκτικών οργανικών ουσιών. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω των πολύ υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν στα αέρια του κλιβάνου (2000 C στα αέρια καύσης από τον κυρίως καυστήρα και 1100 C στα αέρια από τους καυστήρες της προασβεστοποίησης). Ο χρόνος παραμονής αερίων σε υψηλές θερμοκρασίες στον περιστρεφόμενο κλίβανο είναι της τάξεως των 5-10 δευτερολέπτων και στον προασβεστοποιητή άνω των 3 sec.**

# Οργανικά συστατικά

**Η πλήρης καύση μιας οργανικής ένωσης που αποτελείται μόνο από άνθρακα και υδρογόνο παράγει  $\text{CO}_2$  και νερό.**

**Επιπλέον, αν η οργανική ένωση (συμβατικά καύσιμα ή εναλλακτικά καύσιμα) περιέχει χλώριο ή θειάφι, τότε παράγονται και αέρια οξέων όπως αυτά του υδροχλωρίου και του διοξειδίου του θείου.**

**Τα αέρια αυτά απορροφώνται και εξουδετερώνονται από το οξείδιο του ασβεστίου που παράγεται και από άλλα αλκαλικά υλικά μέσα στον κλίβανο.**

# Ανόργανα συστατικά

- Η τέφρα από τα δευτερογενή καύσιμα μπορεί να δώσει σημαντικά συστατικά που συνεισφέρουν στις φάσεις δημιουργίας του κλίνκερ με τον ίδιο τρόπο που συμβαίνει και με την τέφρα από άνθρακα.
- Τα μέταλλα δεσμεύονται στο κλίνκερ  
Μελέτες σχετικά με το μόλυβδο, το νικέλιο, το σελήνιο, το βανάδιο και τον ψευδάργυρο έχουν αποδείξει πέρα από κάθε αμφιβολία ότι σχεδόν 100% των μετάλλων αυτών κατακρατούνται στα στερεά
- Τα πολύ πτητικά μέταλλα όπως ο υδράργυρος και το θάλλιο δεν ενσωματώνονται στο κλίνκερ στον ίδιο βαθμό, συνεπώς τα μέταλλα αυτά ελέγχονται με σχολαστικότητα στα εναλλακτικά καύσιμα και εάν είναι πάνω από το αποδεκτό όριο δεν χρησιμοποιούνται.

# Προδιαγραφές και διαδικασίες ελέγχου

Η παραγωγή χρησιμοποιεί αντιδράσεις υψηλών θερμοκρασιών (έως 2000° C) οι οποίες εξασφαλίζουν την πλήρη οξειδωση του οργανικού άνθρακα σε διοξείδιο του άνθρακα.

- Οι υψηλές θερμοκρασίες,
- το ισχυρό αλκαλικό περιβάλλον του κλιβάνου,
- η περίσσεια του οξυγόνου,
- ο μεγάλος χρόνος παραμονής (5-7 sec) του οργανικού μορίου σε υψηλές θερμοκρασίες
- οι αυστηρά ελεγχόμενοι παράμετροι παραγωγής εξασφαλίζουν την **πλήρη καταστροφή** ακόμη και των πλέον δύσκολα διασπώμενων ουσιών όπως των PCB 's.

# Τι γίνεται στην Ελλάδα ;

Έγιναν ορισμένες προσπάθειες αξιοποίησης των αποβλήτων αλλά σε πειραματικό επίπεδο και σε μικρές ποσότητες από όπου διαπιστώθηκαν τα εξής :

- **Δεν υπάρχει οργανωμένο και αξιόπιστο σύστημα συλλογής και ενδιάμεσης επεξεργασίας.**
- **Δεν υπάρχει έλεγχος των αρχών**
- **Οι ποσότητες των αποβλήτων που παρουσιάζονται στις σχετικές μελέτες δεν είναι οι πραγματικές.**

# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

- Μία εναλλακτική λύση καταστροφής οι εκπομπές της οποίας είναι πολύ πιο χαμηλές από τις προδιαγραφές εκπομπών της Ε.Ε..
- Η καταστροφή των απορριμμάτων και αποβλήτων μπορεί να γίνει χωρίς να αλλοιωθεί η ποιότητα του τσιμέντου.
- Εξοικονομούνται μη ανανεώσιμοι πόροι.