Μέλος του ομίλου LafargeHolcim

ΗΡΑΚΛΗΣ
ΟΜΙΛΟΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ

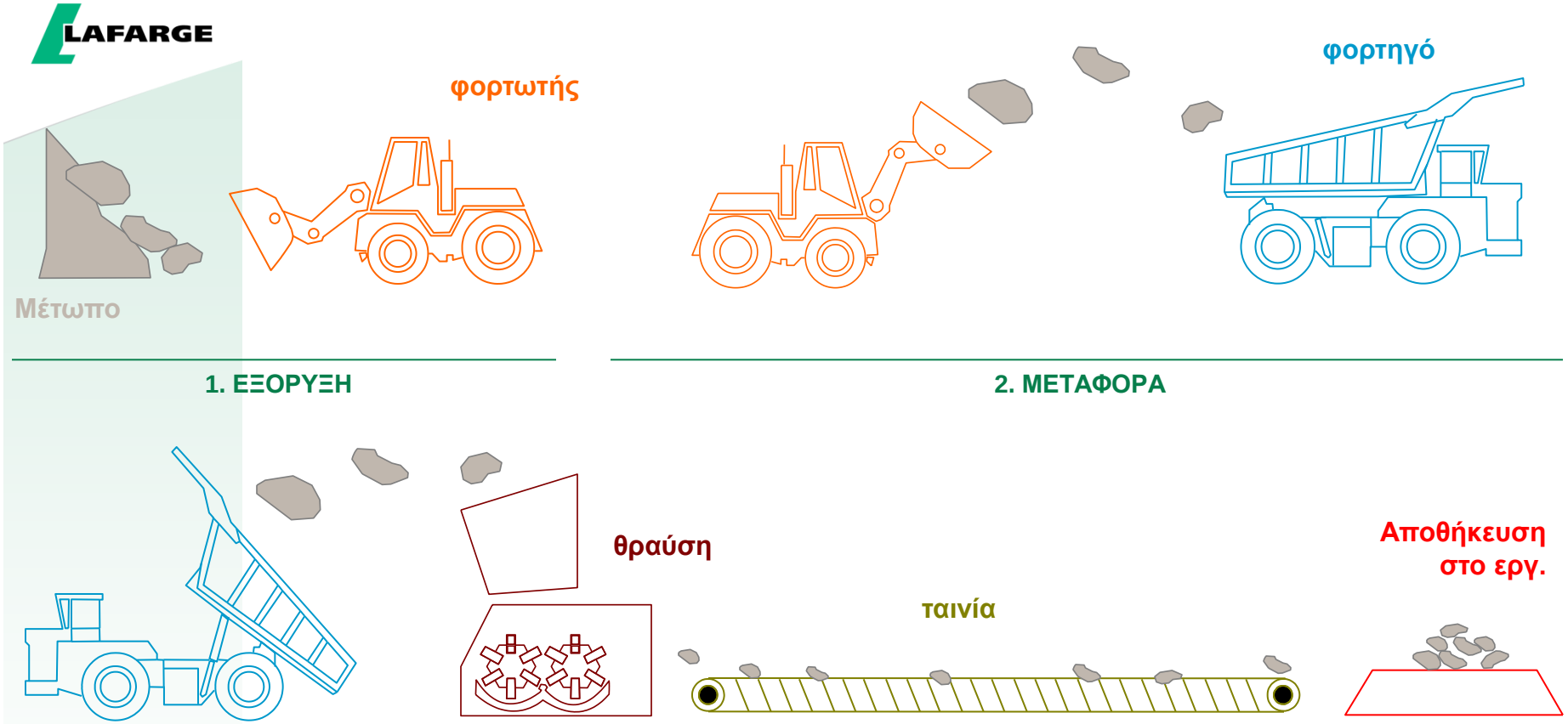
LAFARGE

Διαδικασία Έλεγχου παραγωγής Κλίνκερ/ Τσιμέντου

Χαράλαμπος ΚΟΥΡΗΣ
Διευθυντής Τεχνικής Υποστήριξης Πωλήσεων
ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ

Παραγωγική διαδικασία κλίνκερ/ τσιμέντου

Από το λατομείο στο εργοστάσιο



1. ΕΞΟΡΥΞΗ : Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τσιμέντου (κυρίως ασβεστόλιθος και άργιλος) ανακτώνται με ελεγχόμενη έκρηξη από το λατομείο.

2. ΜΕΤΑΦΟΡΑ : Οι πρώτες φορτώνονται και μεταφέρονται με φορτηγά.

3. ΘΡΑΥΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ : Οι πρώτες ύλες, αφού θραυτούν, μεταφέρονται στο εργοστάσιο με μεταφορικές ταινίες. Στο εργοστάσιο αποθηκεύονται σε κλειστούς χώρους πριν χρησιμοποιηθούν στην παραγωγική διαδικασία.

Στόχοι Λατομείου

Η λατομική λειτουργία είναι η πρώτη και η σημαντικότερη εκ των 4 κύριων σταδίων της διεργασίας παραγωγής κλίνκερ/ τσιμέντου και περιλαμβάνει:

- Εκ των προτέρων λεπτομερής χαρτογράφηση του λατομείου ως προς την χημική του σύσταση (πυρηνοληψία)
- Εξόρυξη πρώτων υλών (ασβεστόλιθος, άργιλος, …)
- Πρωτογενής θραύση → Μείωση μεγέθους για τη διακίνηση και την ομογενοποίηση του εξορυσσόμενου υλικού σε επόμενο στάδιο
- Αποθήκευση και ομογενοποίηση στο χώρο του εργοστασίου
  - Παροχή επαρκών ποσοτήτων ομογενοποιημένων υλικών για το επόμενο στάδιο παραγωγής φαρίνας

⇨ **Ομοιογένεια α υλών που παραλαμβάνονται στο εργοστάσιο**

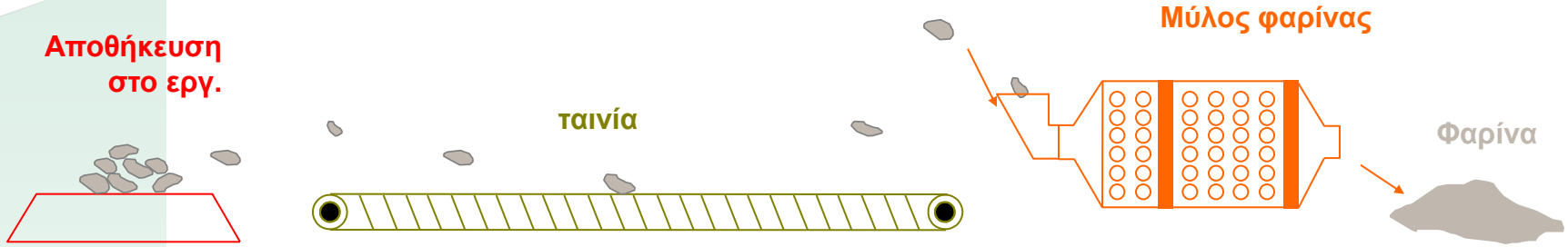
Εκμετάλλευση & Αποκατάσταση

- Τήρηση περιβαλλοντικών όρων καθώς και όρων υγείας και ασφάλειας σε κάθε στάδιο της διαδικασίας (διαμόρφωση, εξόρυξη, μεταφορά, αποκατάσταση)

- Συνεχής παρακολούθηση της ποιότητας του εξορυσσόμενου υλικού

Παραγωγική διαδικασία κλίνκερ/ τσιμέντου

Άλεση φαρίνας



ΑΛΕΣΗ ΦΑΡΙΝΑΣ : Οι πρώτες ύλες αλέθονται προκειμένου να παραχθεί φαρίνα.

24ώρη λειτουργία, 7 ημέρες την εβδομάδα

Δειγματοληψία φαρίνας ανά 2-ώρο από την έξοδο του μύλου

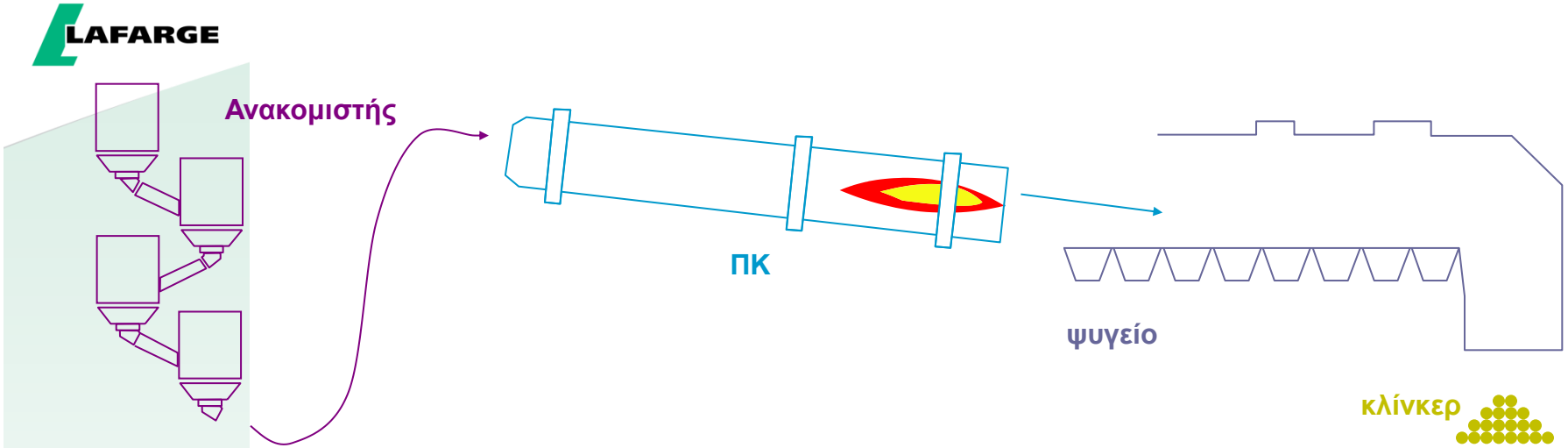
1. Χημική ανάλυση XRF (φθοροσίμετρο ακτίνων X)
2. Κοκκομετρία (κόσκινο - alpine)

   Διορθωτικές ενέργειες τόσο στην ποσόστωση των υλικών της φαρίνας (συνταγή) όσο και στη λειτουργία του μύλου φαρίνας (λεπτότητα)

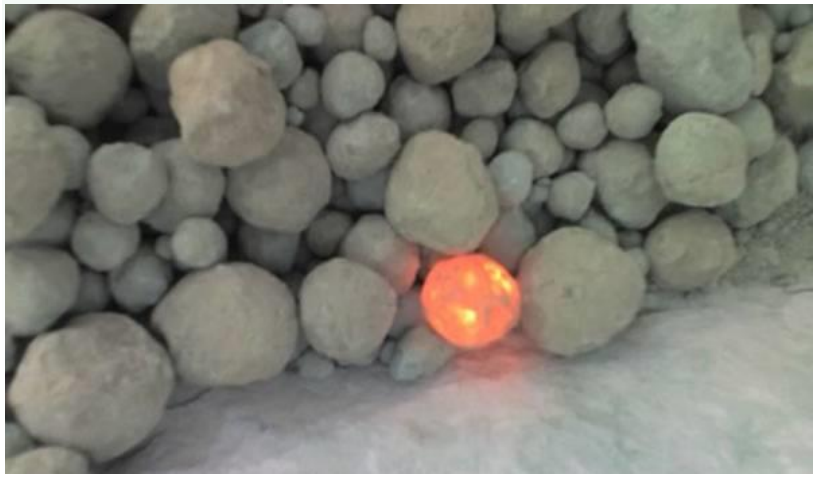
Ομοιογένεια φαρίνας (πρώτη ύλη κλίνκερ)

Παραγωγική διαδικασία κλίνκερ/ τσιμέντου

Έψηση



ΕΨΗΣΗ: Η φαρίνα προθερμαίνεται στον ανακομιστή, ασβεστοποιείται στον προασβεστοποιητή και εισέρχεται στην περιστροφική κάμινο, όπου ψήνεται [ασβεστοποίηση] από φλόγα η οποία μπορεί να φτάσει τους 2000 °C. Η φαρίνα άσβεστοποιείται στους 1450 °C παράγοντας κλίνκερ το οποίο, όταν εξέρχεται της καμίνου, ψύχεται ταχύτατα με ανεμιστήρες. Με την διαδικασία αυτή η φαρίνα ψήνεται προκειμένου να παραχθεί κλίνκερ : το πρωτεύον συστατικό για την παραγωγή τσιμέντου..



24ώρη λειτουργία, 7 ημέρες την εβδομάδα

Δειγματοληψία κλίνκερ ανά 2-ώρο από την έξοδο της ΠΚ

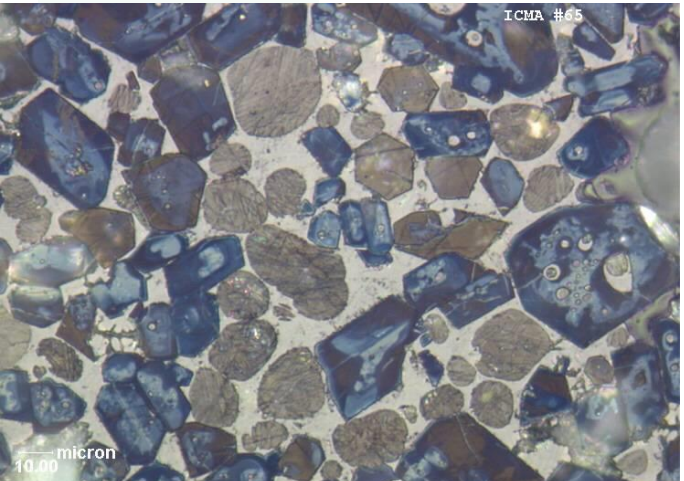
1. Χημική ανάλυση (μέτρηση fCaO)
   Διορθωτικές ενέργειες στη λειτ. της ΠΚ

Ομοιογένεια κλίνκερ (πρώτη ύλη τσιμέντου)

Κλίνκερ τύπου Πόρτλαντ

- Είναι το προϊόν που προκύπτει μετά από έψηση σε θερμοκρασία κλινκεροποίησης (περί τους 1450 °C) ενός κατάλληλα αλεσμένου και πλήρως ομογενοποιημένου μίγματος που αποτελείται περίπου από 75% ασβεστολιθικό και 25% αργιλοπυριτικό υλικό.

- Συστατικά
  - Υδραυλικό υλικό που συνίσταται τουλάχιστον κατά τα 2/3 κ.β. από C3S (αλίτης ή πυριτικό τρι-ασβέστιο) και C2S (βελίτης ή πυριτικό διασβέστιο) και το υπόλοιπο από αργιλικές (αργιλικό τρι-ασβέστιο) και σιδηραργιλικές φάσεις (σιδηροαργιλικό τετρασβέστιο)



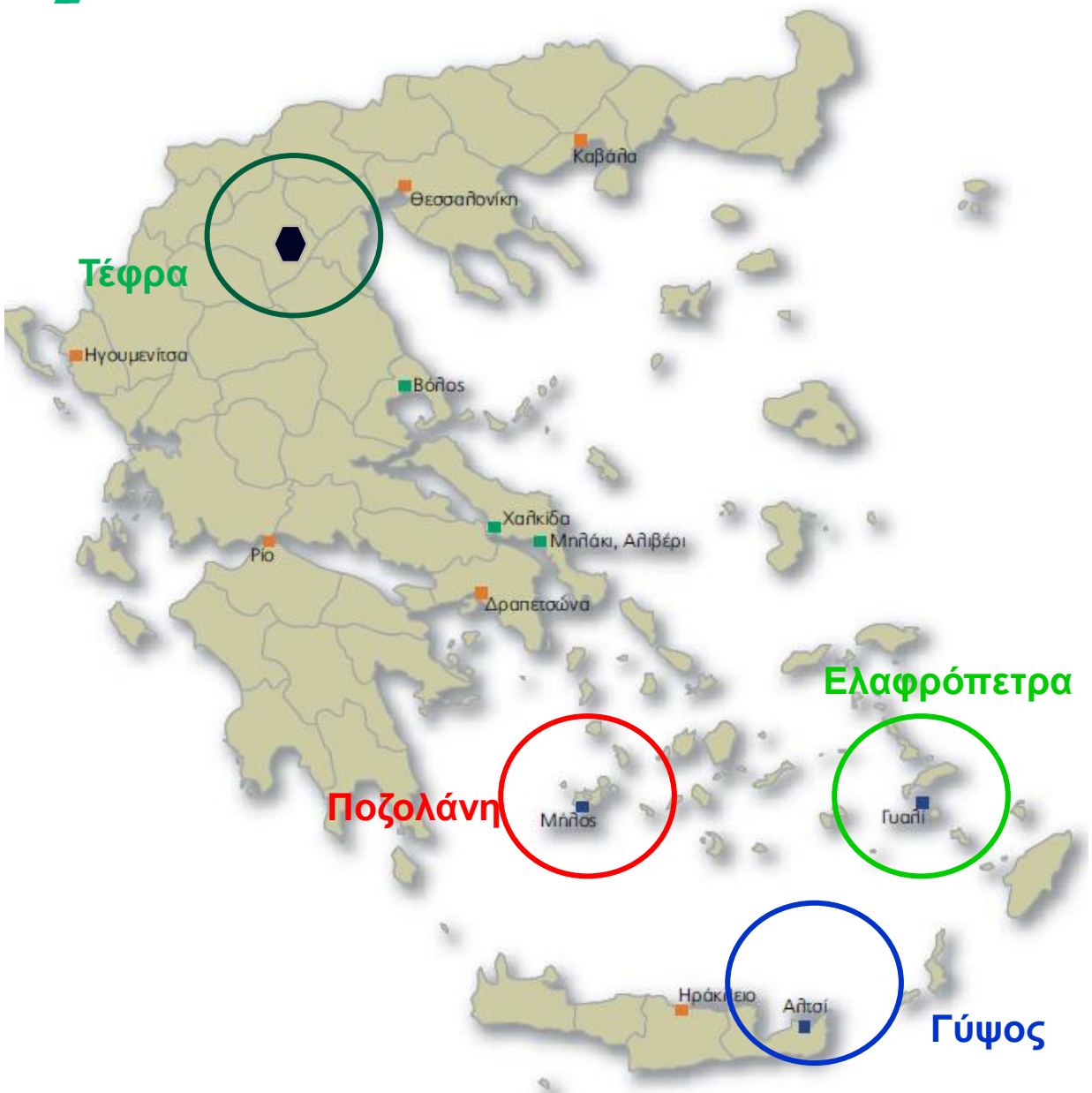
- Τυπική ορυκτολογική ανάλυση κλίνκερ
  a. C3S: 64% → Ca_3SiO_4
  b. C2S: 15% → Ca_2SiO_5
  c. C3A: 8% → $Ca_3Al_2O_6$
  d. C4AF: 11% → $Ca_4Al_2Fe_2O_{10}$
  e. free - CaO < 2% → CaO + $Ca(OH)_2$

Τι είναι το τσιμέντο;

- *Το τσιμέντο είναι μια **τεχνητή ορυκτή σκόνη** με ιδιότητες **υδραυλικού (αναπτύσσει αντοχές ενώ είναι βυθισμένο στο νερό) συνδετικού υλικού***
- ***Για την παραγωγή του χρησιμοποιούνται:***
  - ***Κλίνκερ (πρακτικά άνω του 60% εως 95%) + γύψος (3-5%) + ορυκτές ή τεχνητές πρώτες ύλες (π.χ. ποζολάνη, τέφρα, ασβεστόλιθος) → τσιμέντο***

- Όταν αναμιγνύεται με το νερό, οι χημικές αντιδράσεις προκαλούν πήξη και σκλήρυνση

Πρόσθετα τσιμέντου



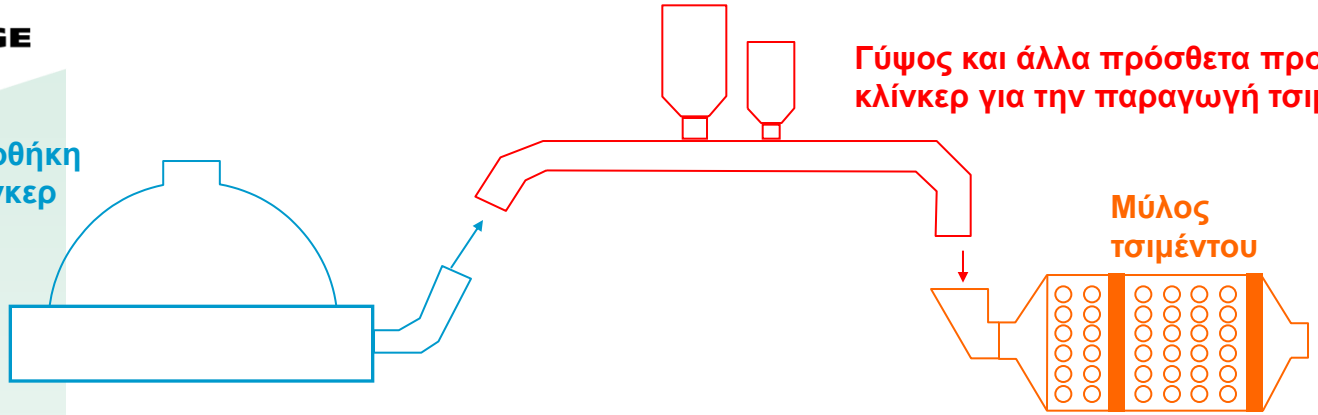
Δειγματοληψία σε κάθε παραλαβή υλικών που χρησιμοποιούνται στο τσιμέντο (πλην του κλίνκερ).

1. Χημική ανάλυση με XRF και σύγκριση με τιμές στόχους και ελάχιστα όρια αποδοχής

   Ενδέχεται να γίνουν διορθωτικές ενέργειες εφόσον δεν πληρούνται οι απαραίτητοι στόχοι όπως π.χ. ανάμιξη με ίδιου τύπου πρόσθετα (καλύτερης ποιότητας) ή και διαφοροποίηση των ποσοστών των υλικών (συνταγή) κατά την άλεση του τσιμέντου

Παραγωγική διαδικασία τσιμέντου

άλεση τσιμέντου



Διακοπτόμενη λειτουργία ανάλογα με τις ανάγκες της αγοράς

Δειγματοληψία ανά 2-ώρο από την έξοδο του μύλου τσιμέντου

1. Μέτρηση λεπτότητας με κοσκίνηση (alpine) ή άλλη μέθοδο (Blaine)
2. Χημική ανάλυση με XRF (SO_3)

   Διορθωτικές ενέργειες τόσο στην ποσόστωση της γύψου (συνταγή) όσο και στη λειτουργία του ΜΤ (λεπτότητα)

Δημιουργία σύνθετου δείγματος τσιμέντου από την έξοδο του ΜΤ (αντιπροσωπευτικό δείγμα 12-ώρης λειτουργίας του ΜΤ)

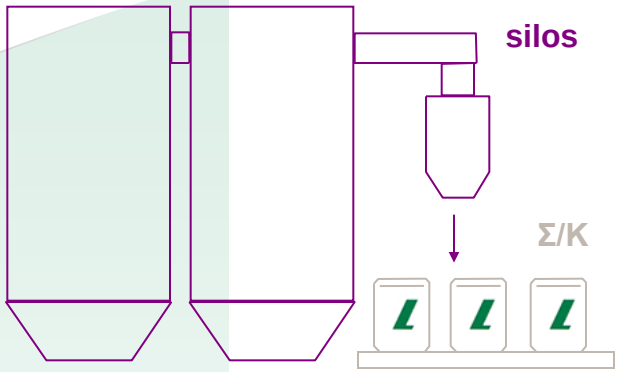
1. Μέτρηση φυσικομηχανικών (αντοχές 2, 7 & 28 ημερών) και χημικών παραμέτρων

   Ενδεχόμενη "Διόρθωση" επόμενων αλέσεων

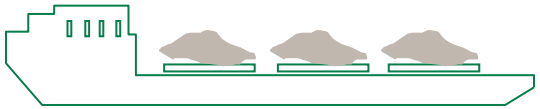
"Ομοιομορφία"

Παραγωγική διαδικασία τσιμέντου

Αποθήκευση - συσκευασία - αποστολή



Παραδόσεις



ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ, ΣΑΚΕΥΣΗ, ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ : Το τσιμέντο αποθηκεύεται σε silo πριν αποσταλεί στον τελικό παραλήπτη σακκευμένο ή χύδην.

Δειγματοληψία ανά τακτά διαστήματα (min: 1 δείγμα ανά εβδομάδα ανά ποιότητα, πρακτικά: ανά ημέρα) από την έξοδο του σιλό τσιμέντου

1. Μέτρηση φυσικομηχανικών (αντοχές 2, 7 & 28 ημερών) και χημικών παραμέτρων
   Παρακολούθηση της ποιότητας του παραδιδόμενου προϊόντος

“Ομοιομορφία” στις παραδόσεις σε πελάτες

Main types	Notation of the 27 products (types of common cement)		Composition (percentage by mass[a])										
			Main constituents										Minor additional constituents
			Clinker	Blast-furnace slag	Silica fume	Pozzolana		Fly ash		Burnt shale	Limestone		
						natural	natural calcined	siliceous	calca-reous				
			K	S	D[b]	P	Q	V	W	T	L	LL	
CEM I	Portland cement	CEM I	95-100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
CEM II	Portland-slag cement	CEM II/A-S	80-94	6-20	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
	Portland-silica fume cement	CEM II/A-D	90-94	–	6-10	–	–	–	–	–	–	–	0-5
	Portland-pozzolana cement	CEM II/A-P	80-94	–	–	6-20	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-P	65-79	–	–	21-35	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	–	–	–	6-20	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	–	–	–	21-35	–	–	–	–	–	0-5
	Portland-fly ash cement	CEM II/A-V	80-94	–	–	–	–	6-20	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-V	65-79	–	–	–	–	21-35	–	–	–	–	0-5
		CEM II/A-W	80-94	–	–	–	–	–	6-20	–	–	–	0-5
		CEM II/B-W	65-79	–	–	–	–	–	21-35	–	–	–	0-5
	Portland-burnt shale cement	CEM II/A-T	80-94	–	–	–	–	–	–	6-20	–	–	0-5
		CEM II/B-T	65-79	–	–	–	–	–	–	21-35	–	–	0-5
	Portland-limestone cement	CEM II/A-L	80-94	–	–	–	–	–	–	–	6-20	–	0-5
		CEM II/B-L	65-79	–	–	–	–	–	–	–	21-35	–	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	–	–	–	–	–	–	–	–	6-20	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	–	–	–	–	–	–	–	–	21-35	0-5
	Portland-composite cement[c]	CEM II/A-M	80-88	(---------- 12-20 ----------)									0-5
		CEM II/B-M	65-79	(---------- 21-35 ----------)									
CEM III	Blast furnace cement	CEM III/A	35-64	36-65	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
CEM IV	Pozzolanic cement[c]	CEM IV/A	65-89	–	<---------- 11-35 ---------->					–	–	–	0-5
		CEM IV/B	45-64	–	<---------- 36-55 ---------->					–	–	–	0-5
CEM V	Composite cement[c]	CEM V/A	40-64	18-30	–	<------ 18-30 ------>			–	–	–	–	0-5
		CEM V/B	20-38	31-49	–	<------ 31-49 ------>			–	–	–	–	0-5

a The values in the table refer to the sum of the main and minor additional constituents.

b The proportion of silica fume is limited to 10 %.

c In Portland-composite cements CEM II/A-M and CEM II/B-M, in pozzolanic cements CEM IV/A and CEM IV/B and in composite cements CEM V/A and CEM V/B the main constituents other than clinker shall be declared by designation of the cement (for examples, see Clause 8).

Σειρά Χύδην Προϊόντων
Ποικιλία Ποιοτήτων για διαφορετικές απαιτήσεις

- **Διαφορετικοί τύποι Τσιμέντου για διαφορετικές απαιτήσεις…**
  - CEM I 52,5N – Για κατασκευές πολύ υψηλών αντοχών και ανάγκη για γρήγορο ξεκαλούπωμα
  - CEM I 42,5R / CEM II/B (P-W-L) 42,5N – Για επίτευξη υψηλών αντοχών και δυνατότητα πρώιμων αντοχών στις κατασκευές (δημόσια έργα)
  - CEM IV/B (P-W) 32,5R – Για όλες τις οικοδομικές εφαρμογές, εμπορικά σκυροδέματα
  - CEM I 42,5 SR3 – Για περιβάλλον με έντονη διάβρωση και έργα ειδικών προδιαγραφών (παραθαλάσσια, εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού κλπ.)
  - CEM I 52,5R Λευκό – Ιδανικό για σοβά ή λευκά σκυροδέματα

- **Γεωγραφική κάλυψη**
  - σε όλη την επικράτεια & σε απομακρυσμένα ή δύσκολα προσβάσιμα σημεία μέσω του διαθέσιμου δικτύου Εργοστασίων και Κέντρων Διανομής

Σειρά Σακκευμένων Προϊόντων
Επιλογές για όλες τις απαιτήσεις

- Σακευμένα Προϊόντα σε ποικιλία ποιοτήτων αντίστοιχη με τα Χύδην
- Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μέσα από μια μεγάλη γκάμα από ποικιλία αντοχών και εφαρμογών, ανάλογα με τις ανάγκες του
  - **STANDARD** CEM II/B-L 32.5R – Για χτίσιμο, γεμίσματα δαπέδων, σοβάδες κα
  - **HERACLES Γκρι** CEM IV/B (P-W) 32,5R – Για όλες τις εφαρμογές
  - **BASIS** CEM II/B-M (P-W-L) 42,5N – υψηλές αντοχές
  - **HERACLES Λευκό** CEM I 52,5R – Για σοβάδες, λευκά σκυροδέματα, αποκατάσταση μνημείων

Το πλέον σημαντικό χαρακτηριστικό του τσιμέντου είναι η σταθερότητα του

Για την ικανοποίηση των παραπάνω είναι απαραίτητη η σταθερότητα του τσιμέντου

- Αρχιτέκτονας
  - Θέτει ειδικές απαιτήσεις όσον αφορά τις **διαστάσεις**, την **εμφάνιση** της κατασκευής κα.
- Πολιτικός μηχανικός
  - Αποφασίζει την **κατηγορία σκυροδέματος** και ενδεχομένως τον **τύπο του τσιμέντου** που θα χρησιμοποιηθεί ώστε να εξασφαλιστούν απαιτήσεις στατικότητας/ πλαστιμότητας και διάρκειας ζωής της κατασκευής
- Επιβλέπων μηχανικός
  - Αποφασίζει το **είδος** και την **εργασιμότητα** του σκυροδέματος ώστε να εξασφαλίσει τη σωστή εφαρμογή του
- Παραγωγός σκυροδέματος
  - Σχεδιάζει τη **μελέτη σύνθεσης** ώστε να ικανοποιήσει τις παραπάνω τεχνικές απαιτήσεις λαμβάνοντας υπόψη την **οικονομικότητα** της σύνθεσης