

ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑΣ ΩΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Ε. Αναστασίου, Ι. Παπαγιάννη

Εργαστήριο Δομικών Υλικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Στο πλαίσιο ερευνητικού προγράμματος, καθώς και άλλων ερευνητικών εργασιών που διεξάχθηκαν στο Εργαστήριο Δομικών Υλικών έχει αποδειχθεί ότι τα αποκαμινεύματα χαλυβουργίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αδρανή για την παραγωγή σκυροδέματος και μάλιστα ειδικών εφαρμογών. Στην προσπάθεια αξιοποίησης των σκωριών αυτών παρουσιάζονται οι υπάρχοντες σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο σχετικοί κανονισμοί και γίνεται μια αξιολόγηση των ελληνικών σκωριών με βάση τα όρια που προδιαγράφονται σε αυτούς και με τα κριτήρια αποτελεσματικότητας που προέκυψαν από πιλοτικές εφαρμογές στη χώρα μας.

Λέξεις κλειδιά: βιομηχανικά παραπροϊόντα, ελληνικές σκωρίες χαλυβουργίας, κανονισμοί σκυροδέματος..

STANDARDS FOR THE USE OF STEEL INDUSTRY BY-PRODUCTS AS AGGREGATES FOR THE PRODUCTION OF CONCRETE

E. Anastasiou, I. Papayianni

Laboratory of Building Materials, Aristotle University of Thessaloniki.

ABSTRACT: In the framework of a research programme, as well as other research projects undertaken by the Laboratory of Building Materials of the Aristotle University of Thessaloniki, it has been demonstrated that steel slags can be used as aggregates in concrete and especially in concrete of advanced properties. In an effort to fully exploit the available slags the available European and International Standards are presented and an evaluation of the greek slags is attempted, based on the criteria set by these Standards and along with the performance-based criteria derived from demonstration projects in Greece.

Keywords: industrial by-products, steel slag, standards

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο στόχος του κανονιστικού πλαισίου για τη χρήση υλικών στη δόμηση είναι κυρίως η ασφάλεια των κατασκευών και γενικότερα η αποφυγή αστοχιών που μπορεί να οφείλονται στο υλικό και στη συνεργασία του με άλλα υλικά δόμησης. Οι κανονισμοί που διέπουν τη χρήση ενός υλικού αποτελούν συλλογικό προϊόν συνεργασίας ομάδας ειδικών επιστημόνων και βασίζονται κυρίως στη συσσωρευμένη εμπειρία. Συνήθως έπονται των εφαρμογών στις οποίες χρησιμοποιείται ήδη το υλικό. Η κάλυψη που προσφέρει το κανονιστικό πλαίσιο στη διακίνηση ενός δομικού προϊόντος είναι απαραίτητη για την προώθηση του υλικού. Εντούτοις υπάρχουν πολλά καινοτόμα προϊόντα των οποίων η εφαρμογή είναι ιδιαίτερα επιτυχημένη και τα οποία δεν έχουν την κάλυψη κανονιστικού πλαισίου. Οι κανονισμοί μπορεί να αναφέρονται σε γενικές και ειδικές απαιτήσεις. Στην περίπτωση της χρήσης των σκωριών χάλυβα ως αδρανών για την παραγωγή σκυροδέματος υπάρχουν οι γενικές απαιτήσεις που αφορούν στα αδρανή υλικά για σκυρόδεμα και οι ειδικές απαιτήσεις που αφορούν στα σκυροδέματα συγκεκριμένων απαιτήσεων. Λόγω της φύσης των αδρανών μπορεί επίσης να εισάγονται ιδιαίτεροι έλεγχοι.

Η χρήση των σκωριών, παραπροϊόντων της βιομηχανίας σιδήρου (blast furnace slag), ως αδρανών για σκυρόδεμα είναι γνωστή στον Ευρωπαϊκό χώρο για περισσότερο από 30 χρόνια εφ' όσον σχετικοί κανονισμοί εκδίδονται ήδη το 1974 (BS 1047: Air cooled blast furnace slag used as coarse aggregate for concrete) όπου αναφέρονται ειδικές απαιτήσεις όσον αφορά την περιεκτικότητα σε διαλυτά θειικά και τη σταθερότητα όγκου. Οι σκωρίες που παράγονται κατά την παραγωγή χάλυβα (steel slag) διαφέρουν ως προς τη σύσταση κυρίως όσον αφορά την περιεκτικότητα σε Fe_2O_3 , τη σχέση SiO_2 / CaO και είναι συγκριτικά μεγαλύτερου ειδικού βάρους. Μπορούν να χαρακτηριστούν –σε αντίθεση με τα blast furnace slag αδρανή– ως αδρανή βαρέων σκυροδεμάτων. Ειδικός κανονισμός για τη χρήση σκωριών χάλυβα ως αδρανών στο σκυρόδεμα δεν υπάρχει. Εν τούτοις η δυνατότητα χρησιμοποίησής τους στο σκυρόδεμα με τεχνολογικά και οικολογικά οφέλη έχει διερευνηθεί παγκοσμίως από πολλούς ερευνητές [1], [2], [3].

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Οι απαιτήσεις για να χρησιμοποιηθεί ένα κοκκώδες υλικό ως αδρανές σε σκυροδέματα προδιαγράφονται στο Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 12620: Aggregates for Concrete και το EN 13242: Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction. Στο πρότυπο EN 206: Manual for concrete Practice συμπεριλαμβάνονται επίσης άρθρα που αφορούν τα αδρανή. Σχετικοί με τις απαιτήσεις αδρανών για σκυρόδεμα είναι και οι κανονισμοί ASTM C33: Concrete Aggregates, ASTM C637: Aggregates for Radiation-Shielding Concrete, με τις μεθόδους δοκιμασίας που περιγράφονται στο ASTM Annual Book of ASTM Standards Volume 04.02.

Εν σχέσει με τους κανονισμούς που αφορούν στη χρήση κοκκωδών υλικών ως αδρανών σε ασφαλτομίγματα όπως είναι το πρότυπο EN 13043: Aggregates for bituminous mixtures and surface treatments for roads airfields and other trafficked areas, η διαφοροποίηση είναι ότι στα πρότυπα EN 12620 και prEN 13242 οι σκωρίες χάλυβα ενσωματώνονται μέσα στο πηγματισμέντου, ένα πηγμα μέγιστης συνδετικής ικανότητας με επαρκή ανθεκτικότητα και σταθερότητα στο χρόνο.

Στους παραγράφους περί σκοπιμότητας και ορισμού των παραπάνω προτύπων (EN 12620, EN 13242) καθορίζονται ως αδρανή τα κοκκώδη υλικά που προκύπτουν από την επεξεργασία φυσικών

ή βιομηχανικά παρασκευασμένων ή και ανακυκλωμένων υλικών που έχουν ξηρή πυκνότητα κόκκων μεγαλύτερη από $2,0 \text{ kg/m}^3$ και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε σκυρόδεμα συνήθων κατασκευών που εμπίπτουν στο EN 206-1 πρότυπο ή σε δρόμους, δάπεδα ή άλλα προϊόντα προκατασκευασμένου σκυροδέματος.

Εξ ορισμού λοιπόν τα αδρανή σκωρίας χάλυβα εμπίπτουν στα πρότυπα εφ' όσον κατά τον έλεγχο πληρούνται οι απαιτήσεις που προδιαγράφονται σε αυτά. Σχετικά με τις δοκιμασίες με τις οποίες ελέγχεται εάν πληρούνται οι απαιτήσεις δίνεται ο κατάλογος των σχετικών προτύπων στο Παράρτημα.

Κοκκομετρία

Το μέγεθος των κόκκων των αδρανών σκωρίας χάλυβα καθορίζεται με θραύση και διαχωρισμό (με κόσκινα) του πρωτογενούς συλλεγόμενου υλικού. Βάσει των προτύπων ο διαχωρισμός σε χονδρόκοκα και λεπτόκοκα ή ανάμιγμα γίνεται με το μέγεθος των κόσκινων κατώτερου (d) και μεγαλύτερου (D) (Πίνακες 1, 2).

Βάσει των πινάκων των προτύπων η κοκκομετρία των σκωριών χάλυβα μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να εμπίπτει στις κατηγορίες των προτύπων και δεν αποτελεί πρόβλημα (Διάγραμμα 1).

Πίνακας 1. Κοκκομετρικές απαιτήσεις αδρανών σύμφωνα με τον EN 12620

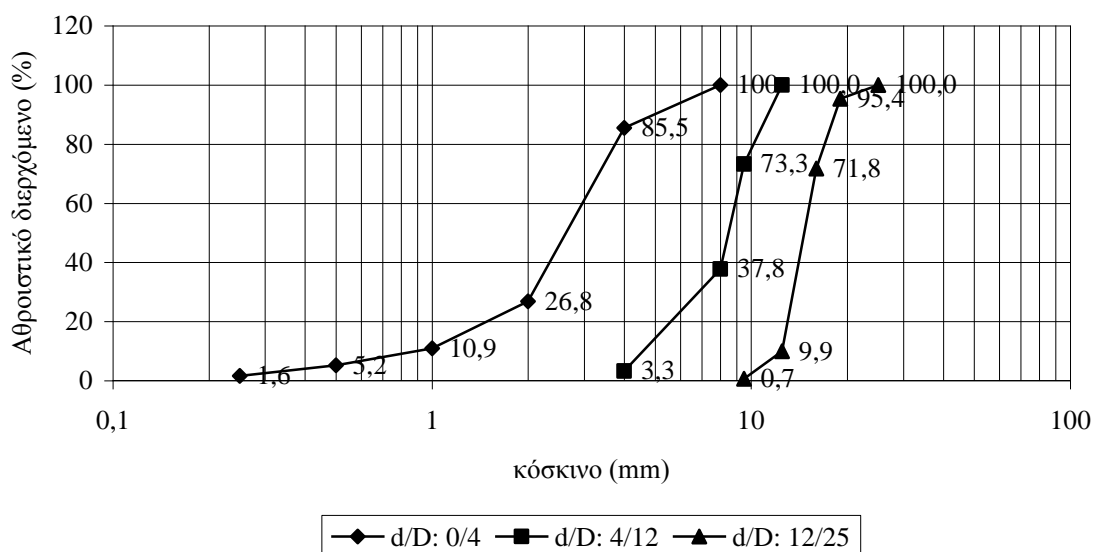
Αδρανές	Μέγεθος*	Αθροιστικό διερχόμενο % κ.ο.					Κατηγορία G
		$2D$	$1,4D$	D	d	$d/2$	
Χονδρόκοκκο	$D/d \leq 2$ ή $D \leq 11,2\text{mm}$	100	98-100	85-99	0-20	0-5	$G_c85/20$
		100	98-100	80-99	0-20	0-5	$G_c80/20$
	$D/d > 2$ και $D > 11,2\text{mm}$	100	98-100	90-99	0-15	0-5	$G_c90/15$
Λεπτόκοκκο	$D \leq 4\text{mm}$ και $d=0$	100	95-100	85-99	-	-	G_F85
Φυσικής διαβάθμισης 0-8	$D = 8\text{mm}$ και $d = 0$	100	98-100	90-99	-	-	$G_{NG}90$
Μονής διαβάθμισης (all-in)	$D \leq 45\text{mm}$ και $d=0$	100	95-100	85-99	-	-	G_F85

* όπου D και d η μέγιστη και ελάχιστη αντίστοιχα ονομαστική διάσταση του κλάσματος αδρανών

Πίνακας 2. Κοκκομετρικές απαιτήσεις αδρανών σύμφωνα με τον EN 13242

Αδρανές	Μέγεθος* (mm)	Αθροιστικό διερχόμενο % κ.ο.					Κατηγορία G
		$2D$	$1,4D$	D	d	$d/2$	
Χονδρόκοκκο	$d \geq 1$ και $D > 2$	100	98-100	85-99	0-15	0-5	G_c85-15
		100	98-100	80-99	0-20	0-5	G_c80-20
Λεπτόκοκκο	$d = 0$ και $D \leq 6,3$	100	98-100	85-99	-	-	G_F85
		100	98-100	80-99	-	-	G_F80
Μονής διαβάθμισης (all-in)	$D \leq 45\text{mm}$ και $d = 0$	100	98-100	90-99	-	-	G_A90
		100	98-100	85-99	-	-	G_A85

* όπου D και d η μέγιστη και ελάχιστη αντίστοιχα ονομαστική διάσταση του κλάσματος αδρανών



Διάγραμμα 1. Ενδεικτικές κοκκομετρικές καμπύλες τριών κλασμάτων αδρανών σκωρίας ονομαστικής διάστασης d/D 0/4, 4/12 και 12/25

Μορφολογικά Χαρακτηριστικά

Ο EN 12620 καθορίζει τις απαιτήσεις για δείκτη πλακοειδούς (flakiness index) και για το ποσοστό των λεπτόκοκκων που διέρχονται από το κόσκινο των 63μm. Μετά από εργαστηριακό έλεγχο τα αδρανή σκωρίας έδωσαν τα αποτελέσματα του Πίνακα 3. Αξίζει να σημειωθεί πως και στις δύο περιπτώσεις η σκωρία εμπίπτει στις ελάχιστες (δηλαδή βέλτιστες) αντίστοιχες κατηγορίες.

Πίνακας 3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά αδρανών σκωρίας

Έλεγχος	Κλάσμα	Αποτέλεσμα	Κατηγορία/απαίτηση	
			κατά EN12620	κατά EN13242
Δείκτης πλακοειδούς	Χονδρόκοκκο	8%	Fl_{15}	Fl_{20}
Αθροιστικό διερχόμενο % κ.ο. από το κόσκινο 63μm	Χονδρόκοκκο	0,2%	$f_{1,5}$	f_2
	Λεπτόκοκκο	1,0%	f_3	f_3

Φυσικές Ιδιότητες των αδρανών

Οι ιδιότητες αυτές εξαρτώνται από την προέλευση, τη δομή και τα επιφανειακά χαρακτηριστικά των κόκκων και είναι:

- η ανθεκτικότητα σε θρυμματισμό κατά Los Angeles
- η ανθεκτικότητα σε επιφανειακή τριβή (AAV)
- η αντοχή σε κρούση
- η ανθεκτικότητα σε τριβή (Micro – Deval)
- η ανθεκτικότητα σε τριβή από ελαστικές ρόδες

Οι προδιαγραφές των δοκιμασιών αναφέρονται στα πρότυπα του παραρτήματος. Για τα αδρανή σκωρίας που ελέγχθηκαν, τα αποτελέσματα παρατίθενται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Φυσικές ιδιότητες των αδρανών

Έλεγχος	Αποτέλεσμα	Κατηγορία/απαίτηση κατά	
		EN12620	EN13242
Φαιν. Ειδική Πυκνότητα λεπτόκοκκου	3,330	> 2,0	> 2,0
Φαιν. Ειδική Πυκνότητα χονδρόκοκκου	3,333		
Πυκν. Μονάδας Όγκου	1,562	-	-
Υδαταπορρόφηση	1,3%	WA ₂₄ 2	WA ₂₄ 2
Τριβή και κρούση κατά Los Angeles	13,32%	LA ₁₅	LA ₂₀
Λείανση (PSV)*	64	PSV ₆₂	δεν απαιτείται
Απότριψη (AAV)*	3	AAV ₁₀	δεν απαιτείται

Σε όλους τους ελέγχους τα αποτελέσματα είναι εντός των ορίων των κανονισμών και μάλιστα στις καλύτερες δυνατές κατηγορίες. Στον EN 12620 απαιτείται επίσης έλεγχος χονδρόκοκκων αδρανών σε ψύξη-απόψυξη, αλκάλιο-πυριτική δραστηριότητα και συστολή ξήρανσης. Για μέγιστη ανθεκτικότητα σε ψύξη-απόψυξη δίνονται στον ίδιο κανονισμό στους πίνακες 18 και 19 τιμές για ψύξη-απόψυξη και ανθεκτικότητα σε θειικό μαγνήσιο. Σύμφωνα με τον EN 13242 και την παράγραφο 7.3 που αφορά την ανθεκτικότητα των αδρανών, για κατηγορία υδαταπορρόφησης WA₂₄ 2 δεν απαιτείται έλεγχος και το αδρανές θεωρείται ανθεκτικό σε ψύξη-απόψυξη. Οι υπόλοιποι έλεγχοι έχουν γίνει μόνο στο σκυρόδεμα που κατασκευάστηκε με αυτά τα αδρανή και προτείνεται να γίνουν μελλοντικά στο πλαίσιο πιστοποίησης των αδρανών σκωρίας χάλυβα.

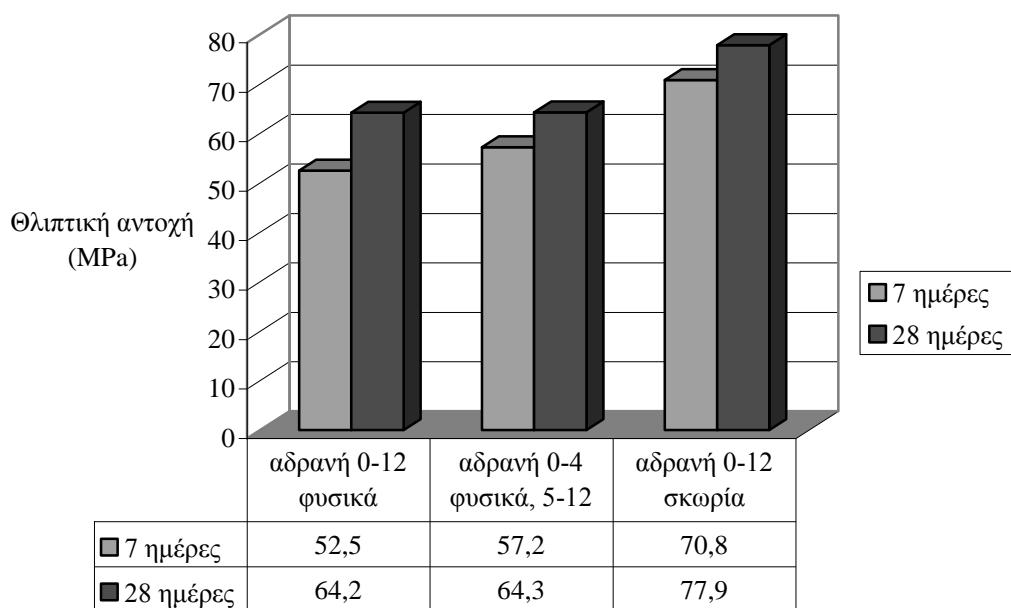
Χημικές απαιτήσεις

Σύμφωνα με τους κανονισμούς απαιτείται η μέτρηση της περιεκτικότητας των αδρανών σε χλωριούδια και θειικά και τα αποτελέσματα των μετρήσεων που διεξάχθηκαν δίνονται στον Πίνακα 5. Και στα δύο πρότυπα περιλαμβάνεται ο έλεγχος παρουσίας βλαπτικών για την ενυδάτωση και σκλήρυνση του σκυροδέματος συστατικών (παράγραφος 6.4.1). Η απαίτηση όσον αφορά την ανάπτυξη αντοχής δοκιμαστικού μίγματος είναι να μην καθυστερεί τη σκλήρυνση δοκιμαστικού μίγματος περισσότερο από 120 λεπτά και να μη μειώνει τη θλιπτική αντοχή 28 ημερών περισσότερο από 20%. Από ότι φαίνεται και στο Διάγραμμα 2, η αντοχή 28 ημερών αυξάνεται μέχρι και 21% με την αντικατάσταση συμβατικών αδρανών με σκωρίες χάλυβα, ενώ δεν παρατηρήθηκε αύξηση του χρόνου πήξης των μιγμάτων.

Πίνακας 5. Χημικές ιδιότητες των αδρανών

Έλεγχος	Περιεκτικότητα	Κατηγορία/απαίτηση κατά	
		EN12620	EN13242
Περιεκτικότητα σε Cl ⁻	0,039%	-	-
Θειικά διαλυτά σε οξεία	<0,8%	AS _{0,8}	AS _{0,8}
Ολικά θειικά	<1,0%	<1%	S ₁
MgO	4,7%	-	V ₅

* Τιμές από ΑΕΙΦΟΡΟ Α.Ε.



Διάγραμμα 2. Ανάπτυξη αντοχών σκυροδεμάτων με αδρανή σκωρίας

Για τις σκωρίες χάλυβα παρόλο που δεν ακολουθήθηκε η μεθοδολογία EN 1744-1 περί ελέγχου βλαπτικών συστατικών, υπάρχει de facto τεκμηρίωση από το ρυθμό ανάπτυξης αντοχής που αναπτύσσεται σε συνθέσεις σκυροδέματος με αδρανή σκωρίας χάλυβα (Διάγραμμα 2). Στο πρότυπο EN 13242 περί σταθερότητας όγκου των σκωριών σιδήρου και χάλυβα σε μη συνδεδεμένα μίγματα, στην παράγραφο 6.4.2.1 αναφέρεται στον έλεγχο σταθερότητας όγκου των σκωριών χάλυβα, κυρίως λόγω του περιεχομένου MgO το οποίο προσδιορίζεται κατά EN 196-2. Στον πίνακα 14 του ίδιου προτύπου δίνονται ανάλογα με τη διάγνωση οι προβλεπόμενες κατηγορίες για αδρανή σκωρίας σε μη υδραυλικά συνδεδεμένα αναμίγματα. Παρόλο που στο άρθρο αυτό οι σκωρίες χάλυβα αντιμετωπίζονται ως αδρανή συνδεδεμένων μιγμάτων, ο έλεγχος της περιεκτικότητας σε MgO έδειξε ότι δεν υπερβαίνει το 5%. Επίσης, όλες οι συνθέσεις σκυροδεμάτων με τα αδρανή αυτά για περίπου 5 χρόνια δεν παρουσίασαν κανένα πρόβλημα σταθερότητας όγκου.

Στις παραγράφους 6.4.2.2, 6.4.2.3 αναφέρονται ειδικοί έλεγχοι για αδρανή σκωρίας σιδήρου. Σχετικά με τα αδρανή σκωρίας, ελέγχθηκε σε σκυροδέματα η δυνατότητα οξείδωσης σιδήρου και εμφάνισης κηλίδων. Μετά από πολλούς κύκλους ύγρανσης-ξηράνσης δεν παρουσιάστηκε στο σκυροδέμα δυσχρωμία ή κηλίδες σκουριάς.

Στα ανωτέρω αναφερόμενα πρότυπα EN είναι ενσωματωμένες οδηγίες για την αξιολόγηση της συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις ώστε να είναι αξιόπιστα τα αποτελέσματα, οδηγίες που προτείνεται να ακολουθηθούν στο πλαίσιο πιστοποίησης του υλικού ως αδρανές σκυροδεμάτων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρόλο που τα αδρανή σκωρίας χάλυβων δεν έχουν πιστοποιηθεί σύμφωνα με την διαδικασία που προβλέπεται βάσει του σχετικού κανονιστικού πλαισίου, μπορεί να λεχθεί με βεβαιότητα ότι εμπίπτουν στις διατάξεις των κανονισμών ως αδρανή σκυροδέματος και ως αδρανή υδραυλικών

αναμιγμάτων για οδοστρώσεις. Υπάρχει ήδη πάνω από 5 χρόνια εμπειρία από τη χρήση τους σε σκυροδέματα για διάφορες εφαρμογές (οδοστρώματα, δάπεδο, κυβόλιθοι, σκυροδέματα μεγάλου ειδικού βάρους) σε εργαστηριακή και εργοταξιακή κλίμακα.

Έχει αποδειχθεί ότι ως αδρανή υλικά:

- Συνεργάζονται άριστα με το τσιμέντο ή συστήματα συνδετικών κονιών όπως τσιμέντο + πουζολανικά υλικά και υπάρχει ομαλή αύξηση αντοχών με το χρόνο.
- Έχει χρησιμοποιηθεί σε διάφορες κοκκομετρίες ή και σε συνεργασία με ποτάμια άμμο ή ασβεστολιθικά αδρανή χωρίς κανένα πρόβλημα.
- Δεν δημιουργεί ειδικές απαιτήσεις στην παρασκευή σκυροδέματος. Ακολουθούνται οι συμβατικοί τρόποι σχεδιασμού και παραγωγής σκυροδέματος.
- Το σκυρόδεμα εμφανίζει κατά τη θραύση ενισχυμένη τη διεπιφανειακή ζώνη αδρανών τσιμεντοπήγματος.
- Δεν παρουσιάζει με το χρόνο ογκομετρικές μεταβολές πέρα των προβλεπομένων για το σκυρόδεμα.
- Δεν παρουσιάζει κηλίδες στην επιφάνεια από οξείδωση σιδήρου.
- Οι δοκιμασίες εκπλυσιμότητας (leaching tests) που εφαρμόστηκαν έδειξαν μεγάλη συγκρατική ικανότητα μετάλλων στο σκυρόδεμα με σκωριοαδρανή κάτι που είναι ιδιαίτερα επιθυμητό και ενισχύει το οικολογικό προφίλ των σκωριοσκυροδεμάτων.
- Το σκυρόδεμα που προκύπτει με αδρανή σκωρίας χάλυβα είναι μεγάλου ειδικού βάρους $\geq 2,8 \text{ tn/m}^3$ εν σχέση με τα συμβατικά σκυροδέματα. Το ειδικό βάρος μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί ανάλογα με την κοκκομετρική σύνθεση ή το συνδυασμό κοιτασμάτων αδρανών διαφορετικής προσέλευσης.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Beshr H., Almusallam A.A., Maslehuddin M. 'Effect of coarse aggregate quality on the mechanical properties of high strength concrete', *Construction and Building Materials* **17** (2003) 97-103.
- [2] Shi C., Qian J. 'High performance cementing materials from industrial slags – a review', *Resources, Conservation and Recycling*, **29** 3 (2000), 195-207.
- [3] Matsunaga H. et al 'Environment-Friendly Block Made From Steel Slag', in V.M. Malhotra (ed.) *Proc. of the Eighth CANMET/ACI Int. Conference on Fly Ash, Silica Fume, Slag, and Natural Pozzolans in Concrete*. Las Vegas, USA (2004) 457-470.
- [4] Annual Book of ASTM Standards Volume 04.02: Concrete and Aggregates (1996)
- [5] EN 12620: Aggregates for Concrete (2002)
- [6] EN 13242: Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction (2002)
- [7] EN 13043: Aggregates for bituminous mixtures and surface treatments for roads airfields and other trafficked areas (2002)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΡΟΤΥΠΕΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΚΑΤΑ EN12620 ΚΑΙ EN 13242

- EN 196-21:1989, Methods of testing cement — Part 21: Determination of the chloride, carbon dioxide and alkali content of cement.
- EN 932-3, Tests for general properties of aggregates — Part 3: Procedure and terminology for simplified petrographic description.
- EN 932-5, Tests for general properties of aggregates — Part 5: Common equipment and calibration.
- EN 933-1, Tests for geometrical properties of aggregates — Part 1: Determination of particle size distribution – Sieving method.
- EN 933-3, Tests for geometrical properties of aggregates — Part 3: Determination of particle shape — Flakiness index.
- EN 933-4, Tests for geometrical properties of aggregates — Part 4: Determination of particle shape — Shape index.
- EN 933-5, Tests for geometrical properties of aggregates — Part 5: Determination of percentage of crushed and broken surfaces in coarse aggregates particles
- EN 933-7, Tests for geometrical properties of aggregates — Part 7: Determination of shell content — Percentage of shells in coarse aggregates.
- EN 933-8, Tests for geometrical properties of aggregates — Part 8: Assessment of fines — Sand equivalent test.
- EN 933-9, Tests for geometrical properties of aggregates — Part 9: Assessment of fines — Methylene blue test.
- EN 933-10, Tests for geometrical properties of aggregates — Part 10: Assessment of fines — Grading of fillers (air jet sieving).
- EN 1097-1, Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Part 1: Determination of the resistance to wear (micro-Deval).
- EN 1097-2:1998, Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation.
- EN 1097-3, Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Part 3: Determination of loose bulk density and voids.
- EN 1097-6, Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Part 6: Determination of particle density and water absorption.
- EN 1097-8:1999, Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Part 8: Determination of the polished stone value.
- EN 1097-9, Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Part 9: Determination of the resistance to wear by abrasion from studded tyres — Nordic test.
- EN 1367-1:1999, Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 1: Determination of resistance to freezing and thawing.

- EN 1367-2, Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 2: Magnesium sulfate test.
- EN 1367-3, Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 3: Boiling test for "Sonnenbrand" basalt.
- EN 1367-4, Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 4: Determination of drying shrinkage.
- EN 1744-1:1998, Tests for chemical properties of aggregates — Part 1: Chemical analysis.
- EN 1744-3, Tests for chemical properties of aggregates — Part 3: Preparation of eluates by leaching of aggregates.
- EN 196-2, Methods of testing cement — Part 2: Chemical analysis of cement.