

# ΑΕΙΦΟΡΟΣ Α.Ε. Η πρόοδος στην ανακύκλωση βιομηχανικών παραπροϊόντων

Ι. Λιάπης, Χ. Στρατής  
ΑΕΙΦΟΡΟΣ Α.Ε., 12<sup>ο</sup> χλμ Θεσσαλονίκης Βέροιας, 570 08 Ιωνία Θεσσαλονίκης, 2310790175

Λέξεις κλειδιά: Βιομηχανικά παραπροϊόντα, αδρανή οδοποιίας, σκωρία, αειφόρος ανάπτυξη

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Είναι κοινωνική ευθύνη της κάθε βιομηχανίας να φροντίσει για την ανακύκλωση και τη σωστή διάθεση των αποβλήτων της. Η ΑΕΙΦΟΡΟΣ Α.Ε., θυγατρική της βιομηχανίας κατεργασίας σιδήρου ΣΙΔΕΝΟΡ Α.Ε., εδώ και μία δεκαετία σχεδόν έχει ενστερνιστεί αυτό το πιστεύω και έχει ήδη ανακυκλώσει 1.500.000 τόνους βιομηχανικά μη επικίνδυνα απόβλητα, κυρίως σκωρίες χαλυβουργείων, με εφαρμογή σε ένα ευρύ φάσμα προϊόντων που απευθύνονται στην οδοποιία, στη βιομηχανία δομικών υλικών, κ.α.

Η ανακύκλωση βιομηχανικών υποπροϊόντων αντιμετωπίζει έναν αριθμό δυσκολιών, από τη διαχείριση των εισερχόμενων υλικών σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, έως την κατάκτηση μιας αγοράς επιφυλακτικής προς τα εναλλακτικά υλικά. Η εμπειρία της ΑΕΙΦΟΡΟΣ Α.Ε. με μια επιτυχημένη παρουσία στον Ελλαδικό και Βουλγαρικό χώρο ως προμηθευτής σκληρών αδρανών υλικών για την κατασκευή εκατοντάδων χιλιόμετρων αυτοκινητόδρομων (ΠΑΘΕ, ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ, ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟΣ) αποδεικνύει ότι η ανακύκλωση βιομηχανικών αποβλήτων δεν είναι βάρος για τη βιομηχανία, αλλά είναι ευκαιρία.

## AEIFOROS S.A. The progress in the recycling of industrial by-products

I. Liapis, C. Stratis  
AEIFOROS S.A., 12<sup>th</sup> km Thessaloniki Veria, 570 08 Ionia Thessaloniki, 2310790175

Key words: by-products, aggregates for road construction, EAF slag, sustainable development

**ABSTRACT:** Corporate Social Responsibility implies among others that each industry takes care of its waste, especially through recycling. AEIFOROS S.A. which belongs to SIDENOR group of companies, the largest industrial group for steel processing in Greece, has been established in that purpose and in ten years, has already recycled 1.500.000 tons of non hazardous industrial wastes, mainly Electric Arc Furnace (EAF) slag and steelmaking slag, processing them into valuable products with a wide range of applications, such as aggregates for road construction and building materials.

Although, big steps have been made in the last decade, the recycling of industrial by-products still faces obstacles, ranging from the waste handling framework, to the penetration of markets reluctant to adopt the use of recycled materials.

The long experience of AEIFOROS S.A. with a successful presence in Greece and Bulgaria as supplier of aggregates for road construction (highways PATHE, EGNATIA ROAD, ATTICA ROAD) proves that recycling industrial waste is indeed an opportunity for the industries.

## *1. Εισαγωγή*

Η σκωρία ηλεκτρικού κλιβάνου είναι ένα παραπροϊόν της μεταλλουργικής βιομηχανίας. Προκύπτει από την τήξη σε ηλεκτρικό κλίβανο (Electric Arc Furnace - EAF) παλαιοσιδήρου (ferrous scrap), το οποίο αποτελεί την πρώτη ύλη για την παραγωγή οικοδομικού χάλυβα. Σύμφωνα με την American Society for Testing Materials (ASTM), η σκωρία ορίζεται ως ένα μη μεταλλικό προϊόν που αποτελείται κυρίως από πυριτικές ενώσεις του ασβεστίου ενωμένες με τηγμένα οξειδία σιδήρου, αλουμινίου, ασβεστίου και μαγνησίου και παράγεται ταυτόχρονα με τον χάλυβα μέσα σε κλίβανο.

Η ποσότητα που παράγεται στα χαλυβουργεία, ως παραπροϊόν της παραγωγικής διαδικασίας, αποτελεί ποσοστό περίπου 7% - 12% επί της συνολικής ποσότητας τροφοδοσίας του κλιβάνου με αποτέλεσμα οι μεταλλουργικές σκωρίες να είναι ένα από τα μεγαλύτερα σε ποσότητα βιομηχανικά παραπροϊόντα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι κατά το έτος 2000 η συνολική παραχθείσα ποσότητα σκωριών στην Γερμανία, συμπεριλαμβανομένων και των σκωριών υψικαμίνων, ήταν περίπου πέντε εκατομμύρια τόνοι, ενώ η υπολογίζεται ότι η συνολική ποσότητα στην Ελλάδα είναι περίπου 350.000 τόνοι ανά έτος.

## *2. Ιστορική αναφορά*

Η χρήση της σκωρίας, ως υλικό παράγωγο της βιομηχανικής κατεργασίας του σιδήρου, χρονολογείται από τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα, μολονότι η πρώτη ιστορική αναφορά για σκωρίες ανάγεται στο 350 π.χ. όταν ο Αριστοτέλης αναφέρεται σε σκωρίες σιδήρου για θεραπευτικούς σκοπούς. Το 1862 ο Emil Langen ανακάλυψε τις υδραυλικές ιδιότητες των σκωριών ενώ από το 1880 οι σκωρίες χρησιμοποιούνται ως λίπασμα για την ενίσχυση των ιδιοτήτων των εδαφών. Το 1909 δημιουργήθηκαν οι πρώτες γερμανικές προδιαγραφές για τον ποιοτικό έλεγχο της χρήσης των σκωριών στην τσιμεντοβιομηχανία.

Από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, κυρίως λόγω της αφθονίας του υλικού σε απόθεση και της μηδενικής αξίας για τους παραγωγούς χάλυβα, η εκμετάλλευση των σκωριών από υψικαμίνους έγινε αντικείμενο πολλών ερευνών. Σύντομα άρχισε να γίνεται κατανοητό ότι το παραπροϊόν αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στις κατασκευές και να μην είναι ένα «προς απόρριψη» υλικό. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε σε ευρεία κλίμακα για την κατασκευή υδραυλικών έργων, κυρίως φραγμάτων. Από το 1960 έως και σήμερα γίνεται συστηματική επεξεργασία και η χρήση σκωριών λαμβάνει συνεχώς μεγαλύτερη έκταση με συνέπεια να θεωρείται ένα πολύτιμο υλικό ειδικότερα για τις κατασκευές και την οδοποιία. Σήμερα σε πολλές χώρες της ευρωπαϊκής ένωσης όπως Μ. Βρετανία, Γερμανία, Γαλλία, Δανία, Ολλανδία, Βέλγιο, η χρήση των σκωριών στην οδοποιία και στη βιομηχανία του τσιμέντου αποτελεί κοινή πρακτική.

## *3. Παραγωγή των σκωριών ηλεκτρικού κλιβάνου*

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του χάλυβα προέρχονται από την ανακύκλωση υλικών. Το υλικό αυτό ονομάζεται scrap ή παλαιοσίδηρος και προέρχεται τόσο από την εγχώρια αγορά όσο και από εισαγωγές από άλλα κράτη όπως η Ρωσία, η Κύπρος, ο Λίβανος κ.ά. Στη συνέχεια, οδηγείται σε μονάδα άλεσης (shredder) όπου διαχωρίζεται σε σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέρη. Τα μη-σιδηρούχα μέρη οδηγούνται για περαιτέρω επεξεργασία και ανάκτηση πολύτιμων μετάλλων όπως ο χαλκός και το αλουμίνιο. Οι σιδηρούχες ύλες προωθούνται στον ηλεκτρικό κλίβανο για τήξη. Εκεί προστίθενται μικρές ποσότητες άσβεστου και σιδηροκραμάτων που βοηθούν στην ανάπτυξη υψηλότερων θερμοκρασιών, προκαλούν αφρισμό του σιδήρου και δημιουργείται σκωρία.

Στον κλίβανο τρία μεγάλα ηλεκτρόδια δημιουργούν βολταϊκό τόξο ανεβάζοντας τη θερμοκρασία στους 1640-1670 °C προκαλώντας την τήξη του παλαιοσιδήρου. Στη θερμοκρασία αυτή με τη βοήθεια των πρόσθετων και λόγω του ειδικού τους βάρους τα ανεπιθύμητα προϊόντα ανεβαίνουν στα υψηλότερα στρώματα του κλίβανου από όπου και απομακρύνονται. Για την επίτευξη του διαχωρισμού απαιτείται συνεχής ανάδευση του υλικού με την προσθήκη οξυγόνου από το κάτω μέρος του κλίβανου. Οι σκωρίες που παράγονται σε αυτή τη φάση ονομάζονται σκωρίες ηλεκτρικού κλιβάνου και παράγονται σε ποσοστό 80-110 κιλά ανά τόνο χάλυβα. Μετά την απομάκρυνση των παραπροϊόντων του πρώτου σταδίου συνεχίζεται η επεξεργασία του περιεχομένου του κλιβάνου για την παρασκευή χάλυβα. Κατά τα υπόλοιπα στάδια της επεξεργασίας παράγονται και άλλες σκωρίες (σκωρία κάδων, καλαμίνα, λάσπη αντλιοστασίου).

Η αργή ψύξη της λιωμένης σκωρίας έχει ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό κρυσταλλικών ανόργανων μειγμάτων τα οποία την καθιστούν υλικό μικρής τσιμεντοειδούς αξίας. Αν όμως η ψύξη είναι ταχεία, όπως στις σκωρίες ηλεκτρικού κλιβάνου, οι κοκκοποιημένες σκωρίες συγκρατούν την αποδιοργανωμένη τους άμορφη δομή και παραμένουν σε ένα χημικά σταθερό, άμορφο και υαλώδη στάδιο, έχοντας υπολανθάνουσες υδραυλικές ιδιότητες. Η απότομη ψύξη των σκωριών είναι επιβεβλημένη για να αποκτήσει η σκωρία την υαλοειδή δομή.

#### *4. Επεξεργασία της σκωρίας ηλεκτρικού κλιβάνου*

Μετά την πρώτη φάση της ψύξης του υλικού η οποία λαμβάνει χώρα πλησίον του χαλυβουργείου, ακολουθεί φόρτωση και μεταφορά για περαιτέρω επεξεργασία. Σε αυτό το σημείο η σκωρία παύει να είναι παραπροϊόν και υλικό των χαλυβουργιών και αποτελεί πρώτη ύλη για την εταιρία ΑΕΙΦΟΡΟΣ Α.Ε.

Η παραγωγική διαδικασία αποτελείται από σειρά μηχανικών διεργασιών εν ξηρώ, όπως διαλογή για την απομάκρυνση μεγάλων τεμαχίων, αποσιδήρωση, πρωτογενή θραύση, δευτερογενή θραύση και τελικά παραγωγή των τελικών προϊόντων από διαδοχικές κοσκινίσεις. Τα αδρανή που παράγονται ταξινομούνται σε διάφορα κλάσματα και αποθηκεύονται σε σωρούς στις πλατείες τελικών προϊόντων. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι για την διαχείριση και την συνολική επεξεργασία της σκωρίας ηλεκτρικού κλιβάνου έχει υιοθετηθεί και εφαρμόζεται πλήρως η οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αφορά στις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BAT).

Αναλυτικά: Στο πρώτο στάδιο της επεξεργασίας της η σκωρία οδηγείται στο χώρο αποσιδήρωσης όπου αρχικά αφαιρούνται τα μεγάλα τεμάχια και στη συνέχεια με μαγνητικά μέσα γίνεται διαχωρισμός του περιεχομένου σιδήρου.

Η δεύτερη φάση επεξεργασίας περιλαμβάνει τις ακόλουθες μηχανικές διεργασίες:

- α) Πρωτογενή και δευτερογενή θραύση.
- β) Αποσιδήρωση.
- γ) Κοκκομετρική διαβάθμιση.

Κατά την πρωτογενή θραύση του υλικού επιτυγχάνεται η ομογενοποίηση του και επιπλέον απεγκλωβίζονται μεταλλικά μέρη τα οποία είχαν διαφύγει της αρχικής αποσιδήρωσης. Τα σιδηρούχα απομακρύνονται από την σκωρία με μαγνητικό διαχωρισμό και τροφοδοτούνται εκ νέου στον ηλεκτρικό κλίβανο.

Ακολουθεί δευτερογενής θραύση και διαδοχικές ταξινομήσεις του υλικού σε κόσκινο συντονισμού όπου διαβαθμίζονται ανάλογα με την κοκκομετρία τους, για να παραχθούν έτσι τα επιθυμητά τελικά προϊόντα. Η συνολική παραγόμενη ποσότητα σκύρων οδοποιίας από σκωρία ηλεκτρικού κλιβάνου ανέρχεται σε 110.000 τόνους ετησίως ενώ η συνολική δυναμικότητα των γραμμών παραγωγής ξεπερνά τις 250.000 τόνους. Για την κάλυψη των αναγκών παραγωγής η εταιρία έχει

προχωρήσει στην κατασκευή τριών σύγχρονων εγκαταστάσεων θραύσης, στη Θεσσαλονίκη και στον Αλμυρό Μαγνησίας, καθώς και στο Πέρνικ της Βουλγαρίας.

## 5. Ιδιότητες των αδρανών σκωρίας

### i. Φυσικές ιδιότητες

Τα αδρανή σκωρίας είναι αρκετά γωνιώδη και έχουν τραχεία επιφανειακή υφή. Επίσης διαθέτουν υψηλή πυκνότητα μονάδας όγκου και παρουσιάζουν περιορισμένη απορροφητικότητα.

Φυσικές Ιδιότητες Σκωρίας Ηλεκτρικού Κλιβάνου	
Ιδιότητα	Τιμή
Ειδικό βάρος	3,2 - 3,6
Μονάδα βάρους	1600 - 1920 kg/m <sup>3</sup>
Απορροφητικότητα	3%

Πίνακας 1: Φυσικές Ιδιότητες Σκωρίας Ηλεκτρικού Κλιβάνου

### ii. Χημικές ιδιότητες

Από χημικής άποψης η σκωρία είναι ένα μίγμα άσβεστου, πυριτίου και αλουμίνας, δηλαδή τα ίδια οξειδία που αποτελούν το τσιμέντο Πόρτλαντ, αλλά με διαφορετικές αναλογίες. Όπως αναφέρθηκε οι σκωρίες διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ανάλογα με τη διαδικασία παραγωγής και τη μέθοδο ψύξης τους.

Χημική Σύνθεση Σκωρίας Ηλεκτρικού Κλιβάνου	
Στοιχείο	Σύσταση (%)
CaO	40 - 52
SiO <sub>2</sub>	10 - 19
FeO	10 - 40
MgO	5 - 10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1 - 3
S	0,5 - 1
Metallic Fe	0,5 - 10

Πίνακας 2: Χημική Σύνθεση Σκωρίας Ηλεκτρικού Κλιβάνου

### iii. Μηχανικές ιδιότητες

Στατικά, δυναμικά φορτία και περιβαλλοντικές επιδράσεις όπως βροχή, ζέστη και συστολοδιαστολές απαιτούν μακρόχρονη ανθεκτικότητα από τις σύγχρονες κατασκευές. Γι' αυτό το λόγο τα μηχανικά χαρακτηριστικά των αδρανών που χρησιμοποιούνται για τις κατασκευές αυτές είναι εξαιρετικής σημασίας. Η επεξεργασμένη σκωρία έχει ευνοϊκές μηχανικές ιδιότητες για χρήση ως αδρανές όπως καλή αντοχή σε τριβή και κρούση, σταθερότητα, καλά ακουστικά χαρακτηριστικά, υψηλή αντοχή και ανθεκτικότητα.

Προδιαγραφές Σκωρίας Ηλεκτρικού Κλιβάνου	
Ιδιότητα	Τιμή

Δείκτης Στίλβωσης	PSV = 64
Συντελεστής Los Angeles	LA = 15
Δείκτης Απότριψης	AAV = 3
Δείκτης Υγείας	SD = 6
Αντοχή σε θραύση	ACV = 9
Αντοχή σε συντριβή	AIV = 4
Δείκτης Σχήματος	SI = 5
Δείκτης Πλακοειδών	FI = 5
Δείκτης Επιμηκών	EI = 10

Πίνακας 3: Προδιαγραφές Σκωρίας Ηλεκτρικού Κλιβάνου

#### iv. Θερμικές ιδιότητες

Τα αδρανή σκωρίας είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας και διατηρούν την θερμότητα για σημαντικά μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε σύγκριση με τα συμβατικά φυσικά αδρανή. Η ιδιότητα τους αυτή τα καθιστά καταλληλότερα για επισκευή ασφαλικών μιγμάτων θερμής ανάμιξης σε χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος.

#### v. Περιβαλλοντικοί έλεγχοι

Στα πλαίσια της εφαρμογής της νέας ευρωπαϊκής νομοθεσίας REACH για την καταχώρηση και τον έλεγχο όλων των χημικών ουσιών, πραγματοποιήθηκαν όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι που ενισχύουν την περιβαλλοντική καταλληλότητα της σκωρίας ηλεκτρικού κλιβάνου.

Το 2006 αναγνωρίστηκε η συμβολή των αδρανών από σκωρία στην αειφόρο ανάπτυξη και απονεμήθηκε στην εταιρεία το πρώτο βραβείο οικολογικού προϊόντος στα πλαίσια των ευρωπαϊκών βραβείων επιχειρήσεων για το περιβάλλον.

#### 6. Χρήσεις σκωριών

Στο χώρο των έργων και των κατασκευών, οι σκωρίες χρησιμοποιούνται υπό δυο διαφορετικές και διακριτές ιδιότητες που καθορίζουν αντίστοιχα και τον ρόλο τους, ως υλικών, στη δομική βιομηχανία και επακόλουθα σε εφαρμογές δομικών έργων.

Ορισμένα είδη σκωριών συνήθως υπό μορφή λεπτόκοκκου κλάσματος χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα υλικά στο τσιμέντο, στο σκυρόδεμα καθώς και σε μίγματα με αργιλικά και πηλώδη υλικά με στόχο τη βελτίωση των χαρακτηριστικών του πρωτογενούς υλικού. Παράλληλα, στην οδοποιία χονδρόκοκκα αδρανή σκωρίας είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν λόγω της σκληρότητάς τους και της σημαντικής αντοχής τους σε φθορά έναντι τριβής και κρούσης. Για τον ίδιο λόγο, αδρανή σκωρίας χρησιμοποιούνται για την παρασκευή σκυροδέματος υψηλής αντοχής.

Σε χώρες με γενικευμένη έλλειψη αδρανών, όπως το Βέλγιο, η Ολλανδία αλλά και σε περιοχές της Γερμανίας, της Γαλλίας, της Δανίας η χρήση αδρανών σκωρίας αποτελεί μια ικανοποιητική λύση για πολλές εφαρμογές. Ακόμη σε χώρες όπου τα φυσικά σκληρά αδρανή είναι σπάνια (Η.Π.Α.), οι σκωρίες χρησιμοποιούνται σε αντιολισθηρούς τάπητες. Εντυπωσιακό είναι το παράδειγμα της Μεγάλης Βρετανίας, μιας χώρας με αφθονία σκληρών αδρανών, όπου η χρήση των αδρανών σκωρίας σε αντιολισθηρούς τάπητες αποτελεί κοινή πρακτική.

Στην Ελλάδα τεχνικοί, οικονομικοί και οικολογικοί λόγοι έχουν προκαλέσει ένα αυξημένο ενδιαφέρον για εφαρμογή των σκωριών σε διάφορα έργα. Το ζήτημα της χρήσης των αδρανών σκωρίας σε αντιστοιχιστικούς τάπητες, που είναι μια από τις συνηθέστερες εφαρμογές, συνιστά ένα θέμα ξεχωριστής σημασίας για την Ελλάδα, όπου βρίσκεται σε εξέλιξη το πρόγραμμα υλοποίησης οδικών αξόνων.

Ένας σχετικά καινούριος τομέας στον οποίο η εταιρία έχει δραστηριοποιηθεί είναι η παραγωγή άμμου αμμοβολής για την προετοιμασία μεταλλικών επιφανειών και εφαρμογές σε τοιχοποιίες για αναπαλαιώσεις κτιρίων. Για την χρήση αυτή έχουν πραγματοποιηθεί οι απαραίτητες δοκιμές και προχωρούν οι διαδικασίες πιστοποίησης. Εκτιμάται ότι σε ετήσια βάση θα διατίθενται περίπου 15.000 - 25.000 τόνοι άμμου αμμοβολής. Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν χρησιμοποιώντας σκωρία ηλεκτρικού κλιβάνου συγκριτικά με άλλα υλικά, οφείλονται κυρίως στην σκληρότητα αλλά και στη γωνιώδη φύση του υλικού σε κοκκομετρίες κάτω των 1,5 mm.

Στο πεδίο των υδραυλικών κατασκευών τα αδρανή σκωρίας χρησιμοποιούνται κυρίως λόγω της αδιαπερατότητας τους από το νερό σε :

Φράγματα και αναχώματα

Σταθεροποίηση κοίτης ποταμών

Σταθεροποίηση όχθης ποταμών

Πλήρωση διαβρωμένων τμημάτων σε κοίτες ποταμών

#### *7. Περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη*

Οι θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση αδρανών οδοποιίας από σκωρίες ηλεκτρικού κλιβάνου είναι:

Η εξοικονόμηση ενέργειας.

Η μη μορφολογική επιβάρυνση του φυσικού τοπίου από την εξόρυξη φυσικών αδρανών.

Η θετική επίπτωση λόγω εξουδετέρωσης της όξινης αντίδρασης σε αντιδιαστολή με τα φυσικά αδρανή.

Η εξοικονόμηση φυσικών πόρων μέσω της ανακύκλωσης των παραπροϊόντων των χαλυβουργιών.

Η κατασκευή ασφαλέστερου οδικού δικτύου.

Εξασφαλίζοντας χρήσεις για το σύνολο των παραγόμενων σκωριών, που μέχρι πρότινος θεωρούνταν παραπροϊόντα της χαλυβουργίας ελαττώνεται η ανάγκη για χρήση φυσικών πόρων. Επομένως δεν απαιτείται επιπρόσθετη κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή πρώτων υλών με εξόρυξη φυσικών πετρωμάτων. Όσον αφορά την παραγωγική διαδικασία για την μετατροπή της πρώτης ύλης σε τελικά προϊόντα, απαιτεί την ίδια κατανάλωση ενέργειας με την αντίστοιχη διαδικασία στα λατομεία.

Χαρακτηριστικό της παραγωγικής διαδικασίας αποτελεί το γεγονός ότι δεν παράγονται νέα απόβλητα, αφού γίνεται εκμετάλλευση του συνόλου της παραγόμενης ποσότητας. Επίσης, η επεξεργασία σε όλα τα στάδια γίνεται εν ξηρώ και οι εκπομπές στην ατμόσφαιρα είναι εντός των ορίων που έχει θέση η ευρωπαϊκή κοινότητα. Γενικά όλα τα στερεά προϊόντα της επεξεργασίας είναι εκμεταλλεύσιμα από την εταιρία, καθώς η επεξεργασία αποτελείται ουσιαστικά από θραύση και διαχωρισμό-διαβάθμιση των αδρανών.

Σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και υλικών δεν υπάρχουν επίσημα συγκριτικά ποσοτικά στοιχεία για την κατανάλωση ενέργειας από τη χρήση φυσικών ή τεχνητών αδρανών για την κατασκευή αντιστοιχιστικών οδοστρωμάτων. Επίσης, δεν έχει αναφερθεί διαφορά στον τρόπο χρήσης τους ενώ κατά τη διάρκεια της κατασκευής του ασφαλτομίγματος και της οδοστρωσίας, δεν δημιουργούνται πρόσθετα απόβλητα από την χρήση αδρανών από σκωρία.

Καθώς τα αδρανή οδοποιίας χρησιμοποιούνται σε έργα που άπτονται άμεσα της δημόσιας υγείας, έχουν γίνει όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι. Τα φυσικά χαρακτηριστικά των αδρανών προέρχονται από τα φυσικά χαρακτηριστικά της πρώτης ύλης, δηλαδή της σκωρίας ηλεκτρικού κλιβάνου, και δεν μεταβάλλονται κατά την παραγωγική διαδικασία ή μετά την ενσωμάτωση τους στους αντολισθητικούς τάπητες των δρόμων.

#### *8. Εφαρμογή της σήμανσης CE*

Τον Μάρτιο του 2007 ενσωματώθηκε στην ελληνική νομοθεσία η οδηγία της υποχρεωτικής σήμανσης όλων των δομικών υλικών. Σύμφωνα με την νομοθεσία τα αδρανή που κυκλοφορούν, πωλούνται και αναλώνονται για δομικά έργα στην Ελλάδα πρέπει να συμμορφώνονται είτε με τα ευρωπαϊκά πρότυπα είτε με Ευρωπαϊκή τεχνική έγκριση.

Παρά την θέσπιση της απαιτούμενης νομοθεσίας και της παρόδου της περιόδου ελαστικότητας της εφαρμογής της, η σήμανση των δομικών υλικών εξακολουθεί να είναι ελλιπής, αποσπασματική και ουσιαστικά μη εφαρμοστέα. Αυτό οφείλεται στην αδυναμία των τεχνικών υπηρεσιών να ελέγξουν την προέλευση των δομικών υλικών για λογαριασμό του κυρίου του έργου. Η πάροδος δύο και πλέον ετών από την ημερομηνία θέσπισης της προκειμένης νομοθεσίας δεν έχει επηρεάσει τον τρόπο προμήθειας των δομικών υλικών από πλευράς ελέγχου πιστοποίησης από τις τεχνικές εταιρείες, ούτε έχει καταστεί απαραίτητο κριτήριο για την ενσωμάτωση τους από τα κλιμάκια επίβλεψης. Η έλλειψη ενημέρωσης για τη σημασία της πιστοποίησης αποτελεί την σημαντικότερη αιτία μη εφαρμογής της.

Η πιστοποίηση των δομικών υλικών προϋποθέτει συγκεκριμένες διαδικασίες ελέγχου, δοκιμές ποιότητας, εξειδικευμένο προσωπικό καθώς και τον ετήσιο έλεγχο από τον φορέα πιστοποίησης. Όλα τα παραπάνω επιβαρύνουν κοστολογικά τον παραγωγό ή τον νόμιμο αντιπρόσωπό του με συνεπακόλουθη επιβάρυνση της τιμής των προϊόντων. Σε αντιδιαστολή με τα μη πιστοποιημένα αδρανή υλικά των οποίων η εξόρυξη και παραγωγή γίνεται συνήθως με πρόχειρες, κοστολογικά και ποιοτικά φθηνές μεθόδους, η επιβάρυνση λόγω πιστοποίησης καθιστά οικονομικά ασύμφορα υλικά που όχι μόνο τηρούν όλες απαραίτητες προϋποθέσεις παραγωγής αλλά διατηρούν και αυστηρότατο σύστημα ποιότητας. Στη προκειμένη λοιπόν περίπτωση, μερικής ή ελλιπούς εφαρμογής και παντελούς απουσίας ελέγχου της σήμανσης CE οι παραγωγοί που συμβαδίζουν με την νομοθεσία έχουν σαφές πλεονέκτημα.

#### *9. Συμπεράσματα*

Σε μια περίοδο όπου η εξοικονόμηση φυσικών πόρων γίνεται αναγκαία, η ανακύκλωση καθίσταται περιβαλλοντικά επιβεβλημένη. Επιπλέον, η βιομηχανοποιημένη παραγωγική διαδικασία της ΑΕΙΦΟΡΟΣ Α.Ε. σε συνδυασμό με τη συνεχή αναβάθμιση των γραμμών παραγωγής, των μηχανημάτων και τη στοχευμένη κατάρτιση του προσωπικού, διασφαλίζουν χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας, το μηδενισμό των αέριων ρύπων συμβάλλοντας έτσι δραστικά στην προστασία του περιβάλλοντος. Η σημασία της σήμανσης CE στα δομικά υλικά είναι μεγάλη πέρα από επιβεβλημένη καθώς διασφαλίζει την υψηλή ποιότητα προϊόντων και υπηρεσιών. Η έλλειψη ελέγχου για την εφαρμογή σήμανσης θέτει σε δοκιμασία την ορθότητα του συστήματος καθώς πριμοδοτεί τους παραγωγούς που δεν συμμορφώνονται με τη νομοθεσία.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Papayianni I., Anastasiou E. 3-4/9/2003. “*Concrete Incorporating High Volume of Industrial By-products*”, International Symposia: “Celebrating Concrete: People and Practice” proceedings, University of Dundee, Concrete Technology Unit, Dundee, Scotland, pp. 495-504
2. Κεχαγιά Φ. 13/5/2004. “Χρήση Σκωριών Χαλυβουργίας σε Κατασκευές Οδοστρωμάτων”, Ημερίδα για τη χρήση βιομηχανικών Παραπροϊόντων στην Οδοποιία, Θεσσαλονίκη, σελ.102
3. Τσώχος Γ., Μουρατίδης Α., Σκείρ Γιούσεφ Α., Κεχαγιά Φ., Παντελίδης Λ., Λοίζου Λ., Χρηστέλη Σ. Οκτώβριος 2004. “Χρήση σκωριών χαλυβουργίας σε αντισιδηρούς τάπητες-Ενδιάμεση Έκθεση”, Εργαστήριο Οδοποιίας ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη,.
4. ΕΥΔΕ/ΠΑΘΕ Ιούλιος 1999, “Αντισιδηρές Στρώσεις Κυκλοφορίας. Σχέδιο Τεχνικών Οδηγιών” Αθήνα.
5. National Slag Association - General information on slag production and slag products
6. Ζωγράφος Κωνσταντίνος, Στρατής Γεώργιος. Απρίλιος 2009. “ Βελτιστοποίηση σύνθεσης σκυροδέματος για δύσκαμπτα οδοστρώματα και δάπεδα ”.