

Ημερίδα

Βιομηχανική Συμβίωση και Κυκλική Οικονομία

Παραδείγματα στη Δυτική Μακεδονία

Συνδιοργάνωση των Ευρωπαϊκών Έργων SYMBI (Interreg Europe)

και LIFE M3P (Life)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΣΕ ΕΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ



Παρασκευή Χριστοπούλου,

Δρ Πολιτικός Μηχανικός, Πρόεδρος Αντιπροσωπείας ΤΕΕ/ΤΔΜ

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας/Τμήμα Δυτικής Μακεδονίας

Σκοπός της εργασίας

- Για την αξιοποίηση βιομηχανικών παραπροϊόντων, όπως η ιπτάμενη τέφρα, πέρα από την προώθηση της έρευνας στην παραγωγή, απαιτείται και η προσαρμογή της τεχνικής νομοθεσίας.
- Σε μία προσπάθεια εξοικείωσης του τεχνικού κόσμου με τα οφέλη της οδοστρωσίας με κυλινδρούμενο σκυρόδεμα με ενσωμάτωση ιπτάμενης τέφρας, παρουσιάζεται η μεθοδολογία σύνταξης σχετικών άρθρων για τα τιμολόγια των δημοσίων έργων.
- Η όλη εκπόνηση αυτού του έργου αποτελεί αντικείμενο **ειδικής Ομάδας Εργασίας του ΤΕΕ/ΤΔΜ και του Εργαστηρίου Δομικών Υλικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του ΑΠΘ** για τη σύνταξη προδιαγραφών για οδοστρώματα από κυλινδρούμενο σκυρόδεμα.



Διάρθρωση παρουσίασης

1. Αξιοποίηση ιπτάμενης τέφρας – κυλινδρούμενο σκυρόδεμα
2. Σύνταξη νέων άρθρων τιμολογίου έργων Οδοποιίας
3. Διαδικασία τιμολόγησης νέων άρθρων τιμολογίου έργων Οδοποιίας
4. Συμπεράσματα


Η αξιοποίηση της Ιπτάμενης Τέφρας

- Από επιστημονική έρευνα δεκαετιών είναι γνωστές οι δυνατότητες χρήσης της ιπτάμενης τέφρας στο σκυρόδεμα όμως η απορρόφηση της ετήσιας παραγωγής τέφρας παραμένει χαμηλή (περίπου 10% της παραγωγής στην τσιμεντοβιομηχανία - 2012).
- Σύνταξη Εθνικής Προδιαγραφής για τη χρήση της Ιπτάμενης Τέφρας στο Σκυρόδεμα (ΦΕΚ 551/2007): πολύ σημαντικό βήμα για την αύξηση του ποσοστού αξιοποίησης, προτείνοντας και συγκεκριμένες εφαρμογές. Όμως δυσκολίες στην εφαρμογή της λόγω έλλειψης τεχνικής νομοθεσίας (τιμολόγια δημοσίων έργων) και λόγω μη εξοικείωσης του τεχνικού κόσμου με τη χρήση της τέφρας.



Κυλινδρούμενο Σκυρόδεμα

- Τεχνική οδοστρωσίας με σκυρόδεμα χαμηλής εργασιμότητας και συμπύκνωση με δονητικά οχήματα.
- Δεν απαιτείται διαφορετικός εξοπλισμός από την ασφαλική οδοστρωσία αλλά απαιτεί εξοικείωση με το υλικό (χρόνοι, διάστρωση, συντήρηση, κτλ).
- Είναι πλεονεκτική σε θέσεις με μεγάλη κλίση οδοστρώματος και παρέχει μεγάλη ταχύτητα κατασκευής.
- Μπορεί να κατασκευαστεί με μεγάλες ποσότητες ιπτάμενης τέφρας.



Σύνταξη νέων άρθρων τιμολογίου έργων οδοποιίας

- Αναγκαία συνθήκη για την ενσωμάτωση του κυλινδρούμενου σκυροδέματος στην κατασκευή δημοσίων έργων οδοποιίας είναι η σύνταξη νέων άρθρων τιμολογίου που θα περιλαμβάνονται στα υφιστάμενα τιμολόγια έργων οδοποιίας του πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ.
- Σκοπός είναι στα νέα άρθρα να προβλέπεται η χρήση της ιπτάμενης τέφρας.
- Το έργο της σύνταξης των άρθρων αποτελεί τμήμα των εργασιών σχετικής Ο.Ε. του ΤΕΕ/ΤΔΜ.

Διαδικασία σύνταξης νέων άρθρων τιμολογίου έργων οδοποιίας

- Ειδικότερα τροποποιείται η Ομάδα Β Τεχνικά έργα του Τιμολογίου Έργων Οδοποιίας του πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ ως εξής:
 1. ενσωματώνεται η κατηγορία των κυλινδρούμενων σκυροδεμάτων και η δυνατότητα χρήσης της ιπτάμενης τέφρας –όπως αυτή προκύπτει από την Εθνική Προδιαγραφή για την Ιπτάμενη Τέφρα– στην υφιστάμενη γενική περιγραφή των σκυροδεμάτων (Άρθρο Β-29)
 2. προστίθενται επτά (7) νέα άρθρα για διάφορες κατηγορίες σκυροδέματος, τα οποία ουσιαστικά ενσωματώνουν τη χρήση της ιπτάμενης τέφρας στα σκυροδέματα των έργων οδοποιίας.



Νέα άρθρα τιμολογίου έργων οδοποιίας

• Τα άρθρα που προστίθενται στο υφιστάμενο τιμολόγιο έργων οδοποιίας του πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ, εισάγονται στις τρεις βασικές κατηγορίες σκυροδεμάτων C12/15, C16/20 και C20/25:

1. Στο C12/15 προστίθεται ένα (1) νέο άρθρο για χρήση κοινού τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας σε κοιτοστρώσεις
2. Στο C16/20 τέσσερα (4) νέα άρθρα για χρήση κοινού τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας σε άοπλα και ελαφρώς οπλισμένα σκυροδέματα
3. Στο C20/25 δύο (2) νέα άρθρα κυλινδρούμενου σκυροδέματος με χρήση τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας και κυλινδρούμενου σκυροδέματος ανθεκτικού σε τριβή με χρήση επίσης κοινού τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας.

Νέα άρθρα τιμολογίου έργων οδοποιίας

- **Άρθρο Β-29.2: ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ C12/15 (B10 ή B15)**

Άρθρο Β-29.2.5.: Άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο C12/15 (B10) ρείθρων, τάφρων, κοιτοστρώσεων, περιβλημάτων αγωγών, εξομαλυντικών στρώσεων, πλήρωσης γεωλογικών καταπτώσεων κλπ με χρήση τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας.

- **Άρθρο Β-29.3: ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ C16/20**

Άρθρο Β-29.3.7: C16/20 ρείθρων, τραπεζοειδών τάφρων, προστασίας στεγάνωσης γεφυρών κλπ με χρήση τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας

Άρθρο Β-29.3.8: C16/20 μικροκατασκευών με χρήση τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας (φρεατίων, ορθογωνικών τάφρων κλπ)

Άρθρο Β-29.3.9: C16/20 πλήρωσης γεωλογικών καταπτώσεων με χρήση τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας κλπ

Άρθρο Β-29.3.10: C16/20 θολωτών οχετών με χρήση τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας

Σε όλα τα προηγούμενα άρθρα, οι περιγραφές τους συμπίπτουν με τα αντίστοιχα του οπλισμένου σκυροδέματος με την προσθήκη εκτός από τσιμέντο και ιπτάμενης τέφρας.

Νέα άρθρα τιμολογίου έργων οδοποιίας

- **Άρθρο Β-29.4: ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ C20/25**

Άρθρο Β- 29.4.13: C20/25 κυλινδρούμενο (RCC) με χρήση τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας για την κατασκευή άκαμπτων οδοστρωμάτων.

Κυλινδρούμενο (RCC) σκυρόδεμα C20/25 μη οπλισμένο με χρήση τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας χρησιμοποιούμενο για την κατασκευή άκαμπτων οδοστρωμάτων, δαπέδων, parking και υποβάσεων δαπέδων σύνθετων διατομών και άλλων.

Άρθρο Β- 29.4.14: C20/25 κυλινδρούμενο (RCC) ανθεκτικό σε τριβή με χρήση τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας για την κατασκευή άκαμπτων οδοστρωμάτων

Κυλινδρούμενο (RCC) σκυρόδεμα C20/25 μη οπλισμένο με χρήση τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας και βαρέα αδρανή ειδικού βάρους μεγαλύτερου από 2,9 tn χρησιμοποιούμενο για την κατασκευή άκαμπτων οδοστρωμάτων, δαπέδων και parking και υποβάσεων δαπέδων σύνθετων διατομών και άλλων.

Διαδικασία τιμολόγησης νέων άρθρων τιμολογίου έργων οδοποιίας

- Χρησιμοποιήθηκαν ενδεικτικές συνθέσεις για τις τρεις βασικές κατηγορίες σκυροδεμάτων C12/15, C16/20 και C20/25 (Εργαστήριο Δομικών Υλικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Α.Π.Θ)

Κατηγορία Σκυροδέματος	Τσιμέντο τύπου Ι42,5N (kg/m ³)	Ιπτάμενη τέφρα (kg/m ³)	Νερό (kg/m ³)	Άμμος (kg/m ³)	Χονδρόκοικα αδρανή σε 3 κλάσματα (kg/ m ³)	Ρευστοποιητής (kg/m ³)
C 12/15	110	110	110	1140	930	2
C 16/20	125	125	140	1120	915	2
C 20/25	112	168	140	1100	900	2

Διαδικασία τιμολόγησης νέων άρθρων τιμολογίου έργων οδοποιίας

- Σε πρώτο στάδιο επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί ανάλυση τιμής βάσει του παλαιού Α.Τ.Ε.Ο. (Αναλυτικού Τιμολογίου Έργων Οδοποιίας).
- Παρατίθεται ένα παράδειγμα αυτής της ανάλυσης για το νέο Άρθρο Β-29.4.13 (C20/25 κυλινδρούμενο RCC με χρήση τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας για την κατασκευή άκαμπτων οδοστρωμάτων).
- Σημείωση: Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των άρθρων 2511 και 2512 των παλαιών τιμολογίων και οι τιμές που λαμβάνονται στην ανάλυση του άρθρου είναι του 3ου τριμήνου του 2011 (τελευταίες διαθέσιμες εκείνη τη χρονική περίοδο από τη Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων)

Ενδεικτική ανάλυση τιμής του νέου Άρθρου Β – 29.4.13

Υλικά	<p>112 kgr τσιμέντου [κωδικός 221] $(0,0999 \text{ τιμή πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ}) * 112 = 11,19$</p> <p>168 kgr ιπτάμενης τέφρας (τιμή προεπιλεγμένης τέφρας, εκτίμηση ΔΕΗ, παραδοτέας στο σταθμό): $0,007 * 168 = 1,18$</p> <p>140 kgr νερό [κωδικός 630] $0,547120 / 1000$ (καθώς στο άρθρο του πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ είναι σε m^3) $= 0,000547120 * 140 = 0,077$</p> <p>1100 kgr άμμος [κωδικός 625] $0,0087 (=16,441683/1900) * 1100 = 9,57$</p> <p>900 kgr χαλίκι [κωδικός 623] $0,011 (= 14,921368/1400) * 900 = 9,9$</p> <p>1,4 kgr ρευστοποιητής (ενδεικτική τιμή) $1,4 * 2 = 2,8$</p>	34,72 ευρώ/ m^3
Ευλότυποι	[κωδικός 641] $0,3 \text{ m}^2/\text{m}^3 7,543443 * 0,3$	2,26 ευρώ/ m^3
Εργασία	<p>α. αναμικτήρ σκυροδέματος [κωδικός 511] $393,828903 / 25 = 15,75$</p> <p>β. τεχνίτης [κωδικός 113] $20,419486 * 1,0 = 20,42$</p> <p>γ. εργάτης ειδικευμένος [κωδικός 112] $17,312112 * 1,2 = 20,77$</p>	56,94 ευρώ/ m^3
Μεταφορά υλικών	<p>[κωδικός 509]</p> <p>Α. ψηφίδες (7 km) $1,5 * 0,8 * (2,5 + 0,7 * 7) * (573,766253/1000) = 1,2 * 7,4 * (573,766253/1000) = 5,10$</p> <p>Β. Άμμος (7 km) $1,5 * 0,5 * (2,5 + 0,7 * 7) * (573,766253/1000) = 0,75 * 7,4 * (573,766253/1000) = 3,18$</p> <p>Γ. νερό (5 km) $0,25 * (2,5 + 0,7 * 5) * (573,766253/1000) = 0,25 * 6 * (573,766253/1000) = 0,86$</p> <p>Δ. η μεταφορά του τσιμέντου και της ιπτάμενης τέφρας αντίστοιχα περιλαμβάνεται στα υλικά</p>	9,14 ευρώ/ m^3
Διάστρωση - Συμπύκνωση¹	<p>Διαστρώτηρας ασφαλτομίγματος (finisher) [κωδικός 528] $868,44993/3000 = 0,29 / \text{m}^2 * 5 \text{ m}^2 = 1,45 \text{ ευρώ} / \text{m}^3$</p> <p>Οδοστρωτήρας 12 – 14 tn [κωδικός 521] $342,750277 / 800 = 0,43 / \text{m}^2 * 5 \text{ m}^2 = 2,15 \text{ ευρώ} / \text{m}^3$</p> <p>Δαπάνη σταλίας αυτοκινήτου από εγκατάσταση παραγωγής σε θέση διάστρωσής του επί τόπου στο έργο $1,7 * 1,42 * 0,05 * 2,5 * [509] / 1000 = 1,7 * 1,42 * 0,05 * 2,5 * 573,766253 / 1000 = 0,17 * 5 \text{ m}^2 = 0,85 \text{ ευρώ} / \text{m}^3$</p>	4,45 ευρώ/ m^3
Σύνολο		107,51 ευρώ/ m^3

Σύγκριση τιμών

- Σύγκρισης της τιμής του σκυροδέματος C20/25 με χρήση ιπτάμενης τέφρας και χωρίς (από ανάλυση τιμής) σε σχέση με τις τιμές του συνήθους σκυροδέματος C20/25 (εν ισχύ τιμολόγια, εκείνη τη χρονική περίοδο, έργων οδοποιίας του πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ)

Κατηγορία σκυροδέματος	Με χρήση ιπτάμενης τέφρας (από ανάλυση τιμής)	Χωρίς χρήση ιπτάμενης τέφρας (από ανάλυση τιμής)	Τιμολόγια έργων οδοποιίας πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ (Άρθρο Β-29.4.1)			
			Για έργα < 1,5 εκατ	Για έργα 1,5 – 5 εκατ	Για έργα 5 – 10 εκατ	Για έργα > 10 εκατ
C 20/25 (ευρώ/m³)	107,51	123,11	98,6	85,8	81,9	78

* Οφελος της τάξης των 15,60 ευρώ/m³ υπέρ της ενσωμάτωσης της ιπτάμενης τέφρας

Πρώτα συμπεράσματα τιμολόγησης

- Η διαφορά μεταξύ των τιμών των σκυροδεμάτων C20/25 είναι προφανές ότι οφείλεται στο γεγονός ότι σήμερα η παραγωγή σκυροδέματος πραγματοποιείται στο εργοστάσιο παραγωγής και όχι επί τόπου του έργου δια χειρών.
- Η δυσανάλογα μεγάλη τιμή που προέκυψε με αυτή τη μεθοδολογία, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δε συνίσταται καθώς δεν προσεγγίζει το πραγματικό κόστος.
- Η διαφορά της τιμής μεταξύ του σκυροδέματος C20/25 με χρήση ιπτάμενης τέφρας και χωρίς οφείλεται στη μειωμένη τιμή της ιπτάμενης τέφρας σε σχέση με το κοινό τσιμέντο.

Προτεινόμενη μεθοδολογία τιμολόγησης

- Χρήση ως βάση της τιμής του συνήθους σκυροδέματος C20/25, αφαίρεση της διαφοράς τιμής μεταξύ της ποσότητας της ιπτάμενης τέφρας και του κοινού τσιμέντου και προσθήκη της εργασίας διάστρωσης και συμπύκνωσης (κυλινδρούμενα σκυροδέματα).
- Για τα σκυροδέματα C12/15 και C16/20 η διαφορά τιμής θα προκύψει από τον εξής τύπο: ισχύουσα τιμή τιμολογίων πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ – τιμή x kgr τσιμέντου + τιμή x kgr ιπτάμενης τέφρας (από μελέτη σύνθεσης).
- Ειδικά για το C16/20 στην τιμή θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η καθυστέρηση αφαίρεσης του ξυλοτύπου λόγω της βραδύτερης απόκτησης της απαιτούμενης αντοχής.

Συμπεράσματα

- Επιλέχθηκε η προσθήκη της ιπτάμενης τέφρας τόσο στο σκυρόδεμα C20/25 (κυλινδρούμενο), όσο και στα C12/15 και C16/20, λόγω της οικονομικής τιμής του υλικού σε σχέση με το κοινό τσιμέντο.
- Η διαδικασία τιμολόγησης που προτάθηκε συνοψίζεται στα εξής:
 - α) για την κατασκευή τεχνικών έργων από άοπλο σκυρόδεμα: αντικατάσταση μέρους του τσιμέντου από ιπτάμενη τέφρα (όλοι οι υπόλοιποι συντελεστές κόστους δε διαφοροποιούνται),
 - β) για το κυλινδρούμενο σκυρόδεμα συνυπολογισμός διάστρωσης και της συμπύκνωσης (ειδικές απαιτήσεις).
- Εντοπίστηκε η ανάγκη διαφοροποίησης, κατ' αντιστοιχία με τα υφιστάμενα τιμολόγια, ανάλογα με τον προϋπολογισμό του έργου (τέσσερις κατηγορίες) με εφαρμογή της ανάλογης έκπτωσης.
- Με την παρούσα εργασία τίθενται οι βάσεις για την τελική ενσωμάτωση της ιπτάμενης τέφρας στα τιμολόγια έργων οδοποιίας του πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ και εντοπίζονται οι αδυναμίες στην τιμολόγησή τους, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευρέως στο σύνολο των δημοσίων έργων. Είναι φανερό ότι οι οικονομικότερες λύσεις όσον αφορά το αρχικό κόστος (και όχι το κόστος συντήρησης) προκύπτουν από τη χρήση σκυροδεμάτων με μεγάλο ποσοστό τέφρας.

Ημερίδα

Βιομηχανική Συμβίωση και Κυκλική Οικονομία

Παραδείγματα στη Δυτική Μακεδονία

Συνδιοργάνωση των Ευρωπαϊκών Έργων SYMBI (Interreg Europe)

και LIFE M3P (Life)

Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας...