

## ΤΟ ΑΥΤΟΣΥΜΠΥΚΝΟΥΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΙΑ ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ

ΑΝΔΡΕΑΔΗ ΑΔΑΜΑΝΤΙΝΗ – ΙΩΑΝΝΑ  
ΤΑΓΚΑΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ

### Περίληψη

*Ο στόχος αυτής της εργασίας είναι να γίνει μία συνοπτική παρουσίαση των ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών του αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος και να εξετάσει τις πρακτικές δυνατότητες που προσφέρει για την εφαρμογή του στις επισκευές σε διάφορα στοιχεία.*

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα (στο εξής θα αναφέρεται ως ΑΣΣ) είναι μία κατηγορία σκυροδέματος που παρουσιάστηκε στον τεχνικό κόσμο στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και κερδίζει συνεχώς έδαφος στην σύγχρονη κατασκευαστική πραγματικότητα. Το ΑΣΣ είναι ένας τύπος σκυροδέματος που είναι ικανός να ρέει στους ξυλότυπους, χωρίς να παρουσιάζει διαχωρισμό, και μπορεί να πληρώσει ομοιόμορφα και πλήρως κάθε σημείο του ξυλότυπου ρέοντας αποκλειστικά και μόνο λόγω του ιδίου βάρους του χωρίς καμία ανάγκη δόνησης ή κατανάλωσης άλλου είδους ενέργειας. Το ΑΣΣ όπως και κάθε άλλος τύπος σκυροδέματος δεν είναι τυποποιημένο. Έτσι, λοιπόν ο κάθε τύπος ΑΣΣ θα πρέπει να σχεδιάζεται λαμβάνοντας υπ' όψιν τις ειδικές συνθήκες του έργου στο οποίο θα εφαρμοστεί. Ο καθορισμός των αναλογιών των συστατικών που θα χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή του εξαρτάται από τις δομικές απαιτήσεις της κατασκευής όπως το σχήμα, οι διαστάσεις, η πυκνότητα του οπλισμού και οι συνθήκες κατασκευής. Στις συνθήκες κατασκευής περιλαμβάνονται οι μέθοδοι μεταφοράς, τοποθέτησης, φινιρίσματος και αγωγής του σκυροδέματος. Η ειδική απαίτηση του ΑΣΣ είναι η ικανότητα αυτοσυμπύκνωσής χωρίς δόνηση. Όλες οι υπόλοιπες επιδόσεις του, όπως η αντοχή και η ανθεκτικότητα, υπολογίζονται σαν να επρόκειται για ένα συνήθη τύπο σκυροδέματος. [7]

Αρχικά, το ΑΣΣ δημιουργήθηκε προκειμένου να αντιμετωπίσει συγκεκριμένα προβλήματα:

- Προβλήματα ανεπάρκειας ή εκπαίδευσης του εργατικού προσωπικού που οδηγούσε σε ατέλειες συμπύκνωσης και δόνησης
- Προβλήματα ανεπάρκειας των μελετών, όπου η ελλιπής σχεδίαση των κατασκευών καθιστούσε δύσκολη έως αδύνατη τη σωστή συμπύκνωση του σκυροδέματος
- Προβλήματα ανθεκτικότητας στο χρόνο, καθώς οι απαιτήσεις για ανθεκτικότητα άνω των 100 ετών γίνονταν όλο και περισσότερες. [12]

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία ένα σκυρόδεμα προκειμένου να κατηγοριοποιηθεί ως ΑΣΣ οφείλει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

1. Υψηλή ρευστότητα
2. Πλαστικότητα
3. Αντίσταση σε διαχωρισμό
4. Επαρκής ικανότητα πλήρωσης
5. Υψηλή εργασιμότητα
6. Υψηλή σταθερότητα
7. Αυξημένη αντίσταση στη διείδυση διοξειδίου του άνθρακα, χλωριώντων και νερού και ελαχιστοποίηση της συστολής ξήρανσης στο σκληρυμένο στάδιο. [2]

Τα πλεονεκτήματα του ΑΣΣ είναι πολλά έναντι του συμβατικού. Το σκυρόδεμα είναι πλέον πολύ ανθεκτικό απέναντι σε δυσμενείς εξωτερικούς παράγοντες, η διάστρωση και η

συμπύκνωσή του είναι τέλεια όπως τέλεια είναι και η τελική του εμφάνιση. Δεν χρειάζεται πλέον συμπύκνωση ούτε και σε στοιχεία που οι συμβατικοί μέθοδοι δεν μπορούσαν να βρουν εφαρμογή λόγω πολυπλοκότητας των ξυλοτύπων, με αποτέλεσμα να μπορούν να κατασκευαστούν πολύπλοκα στοιχεία από σκυρόδεμα και μάλιστα με απόλυτη ασφάλεια. Σημαντική είναι η μείωση του χρόνου κατασκευής (καθώς οι αναγκαίες εργασίες κατά τη σκυροδέτηση μειώνονται), της ανάγκης παρουσίας προσωπικού κατά τη διάρκεια της σκυροδέτησης και του θορύβου λόγω της απουσίας δόνησης (ο οποίος στην περίπτωση των μονάδων προκατασκευής είναι πολύ υψηλός). Τέλος, ένα σημαντικό πλεονέκτημα που δεν θα μπορούσε να αγνοηθεί είναι η σημαντική μείωση του κόστους εφαρμογής της κατασκευής. Αυτό οφείλεται: α)στην αυξημένη ταχύτητα σκυροδέτησης, καθώς η ταχύτητα ροής του ΑΣΣ είναι πολύ υψηλότερη από αυτή του συμβατικού σκυροδέματος με αποτέλεσμα την ταχύτερη ολοκλήρωση του έργου, β)στην απαίτηση για λιγότερο εργατικό δυναμικό, γ)ελαχιστοποίηση επιδιόρθωσης ατελειών, καθώς η τέλεια διάστρωση του ΑΣΣ εξασφαλίζει κέρδη τόσο σε εργατοώρες όσο και σε επισκευαστικά κονιάματα, δ)στην εξάλειψη της δόνησης η οποία ειδικά στις Βιομηχανίες Προκατασκευών μειώνει το ενεργειακό κόστος σε σημαντικό βαθμό και συντελεί θετικά στην υγεία των εργαζομένων της αφού βελτιώνονται αισθητά οι συνθήκες εργασίας. [2]

Παρ'όλα αυτά υπάρχουν και παράγοντες που αυξάνουν το κόστος. Ένας από αυτούς είναι η αυξημένη περιεκτικότητα του σκυροδέματος σε τσιμέντο η οποία όμως είναι δυνατόν να μειωθεί με τη χρήση κατάλληλων φίλλερ.[12] Επιπρόσθετα, η χρήση πρόσμικτων υψηλής τεχνολογίας και κόστους σε υψηλές δοσολογίες μπορεί να αποτελέσει ιδιαίτερη οικονομική επιβάρυνση. Τέλος, επισημαίνεται η ανάγκη για ισχυρότερα καλούπια καθώς η ρευστότητα του σκυροδέματος επιβάλλει μεγαλύτερη πίεση στα καλούπια.

Βέβαια, η χρήση του ΑΣΣ σε σχέση με τον παράγοντα κόστος εξαρτάται από τον όγκο της κατασκευής. Αυτό συνεπάγεται ότι σε στοιχεία με μικρό όγκο και αραιό οπλισμό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και ένα συμβατικό σκυρόδεμα έχοντας εξίσου καλά αποτελέσματα με το ΑΣΣ. Αντίθετα σε στοιχεία με μεγάλο όγκο και πυκνό οπλισμό, όπως για παράδειγμα σε έργα υποδομής, η χρήση του ΑΣΣ είναι προτιμότερη διότι επιφέρει σημαντικό κέρδος και βελτίωση της ποιότητας της κατασκευής. [12]

Συμπερασματικά, το ΑΣΣ είναι μία τεχνολογία που συμπληρώνει το συμβατικό σκυρόδεμα και δεν το αντικαθιστά. Ο κατασκευαστής οφείλει να ελέγξει τις προδιαγραφές του έργου και να διαλέξει πιο υλικό τον συμφέρει να χρησιμοποιήσει και σε ποιο σημείο της κατασκευής. Πρέπει ωστόσο να γνωρίζει καλά το κόστος των υλικών και τις απαιτούμενες εργατοώρες ώστε να μπορεί να εκτιμήσει το οικονομικό όφελος.

## **ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΑΣΣ ΣΤΙΣ ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ - ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ**

Το ΑΣΣ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σχεδόν σε κάθε είδους κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα, καθώς και σε επισκευές δομικών στοιχείων. Συγκεκριμένα, ενδείκνυται στην ενίσχυση κατακόρυφων στοιχείων (υποστυλωμάτων) και σε συνδυασμό με τη χρήση μανδύων επιφέροντας το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Ακόμα, το ΑΣΣ βρίσκει εφαρμογή στην επισκευή βιομηχανικών δαπέδων, δοκών, γεφυρών, πλαισίων οδογεφυρών και στην επισκευή θεμελιώσεων υδραυλικών έργων λόγω της αυξημένης ανθεκτικότητάς του σε διαβρωτικά περιβάλλοντα με θαλασσινά άλατα.

### **1. Επισκευή και ενίσχυση βάθρων γέφυρας μετά από σεισμό [6]**

Η παρακάτω αναφορά στηρίζεται σε πειραματικά δεδομένα που διεξήχθησαν στο εργαστήριο πειραμάτων σε υλικά και κατασκευές του Πανεπιστημίου Roma Tre σε αντιπροσωπευτικό δείγμα κοντών και ψηλών υποστυλωμάτων. Το πείραμα αποδεικνύει τη συνεργασιμότητα του ΑΣΣ με τον μανδύα από ινοπλισμένα πολυμερή και το χάλυβα.

Κατασκευάστηκαν οκτώ δείγματα σε κλίμακα τα οποία φορτίστηκαν καταλλήλως σύμφωνα με δύο επιταχυνσιογραφήματα.



Εικόνα 1 – Υποστυλώματα σε κλίμακα ψηλά και κοντά [6]

Μετά από καταπονήσεις των υποστυλωμάτων στο εργαστήριο, οι κύριες ζημιές που εντοπίστηκαν ήταν της μορφής:

Μπροστά όψη	Πίσω όψη

Εικόνα 2 – Ζημιές των υποστυλωμάτων [6]

Η διαδικασία της επισκευής λόγω των παραπάνω ζημιών είναι οι εξής: αρχικά θα αφαιρεθεί το αποσπασμένο σκυρόδεμα και θα καθαριστεί επιμελώς η επιφάνεια από τυχόν υπολείματα, στη συνέχεια το υπόλοιπο σκυρόδεμα θα ενισχυθεί με τη χρήση ρητινενέσεων, έπειτα αφού αντικατασταθεί ο λυγισμένος ή σπασμένος οπλισμός από ανοξείδωτο, θα γίνει η αποκατάσταση του κατεστραμμένου σκυροδέματος με ΑΣΣ και τέλος θα τοποθετηθούν περιμετρικά μανδύες από ινοπλισμένα πολυμερή. Η παραπάνω διαδικασία φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

Υποστύλωμα μετά την αφαίρεση του αποσαθρωμένου σκυροδέματος	Ενίσχυση με ρητινενέσεις	Αποκατάσταση του χαλασμένου οπλισμού	Χρήση ΑΣΣ	Περιμετρική τοποθέτηση μανδύων ΙΟΠ
				

Εικόνα 3 – Επισκευή και ενίσχυση των υποστυλωμάτων [6]

Συμπερασματικά, αυτή η διαδικασία απέδειξε την αύξηση της ολκιμότητας και της διατμητικής αντοχής των δοκιμίων μέσω της ενίσχυσης και επισκευής τους με χρήση ΑΣΣ σε συνδυασμό με μανδύες ΙΟΠ.

## 2. Αποκατάσταση του φέροντα οργανισμού της Γέφυρας Wynaco, King [1]



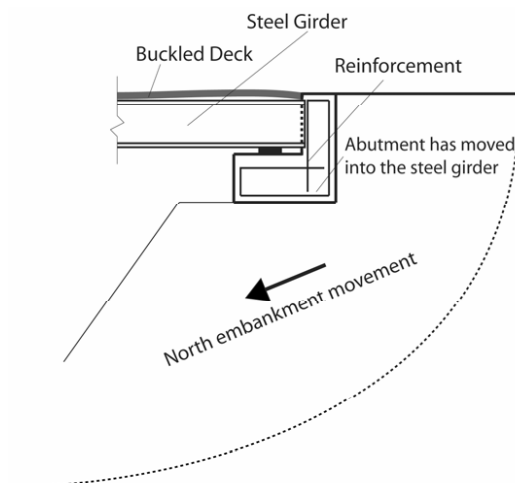
Εικόνα 4- Γέφυρα Wynaco, King [1]

Η Γέφυρα Wynaco σχεδιάστηκε το 1957. είχε πλάτος λωρίδων 3 μέτρα και κιγκλιδώματα που εδράζονταν σε τοίχους από σκυρόδεμα, οι οποίοι βρίσκονται παράπλευρα των λωρίδων κυκλοφορίας. Σεισμικά, η γέφυρα ήταν εξαιρετικά ευπαθής γεγονός που οφείλεται στην ύπαρξη: ψηλών και λεπτών υποστυλωμάτων, μη συνδεδεμένων γειτονικών τόξων και ελάχιστων μηκών εδράσεως. Έτσι, το μέγεθος του κινητού φορτίου που μπορούσε να αναλάβει η γέφυρα περιορίστηκε σε 15 τόνους και τα κιγκλιδώματά της είχαν λιγότερα από 50 % της απαιτούμενης αντοχής. Λόγω των παραπάνω προβλημάτων η γέφυρα έπρεπε να επισκευαστεί. Η αποκατάστασή της αναδιέταξε την υπάρχουσα θέση φόρτισης και έτσι ενίσχυσε τη γέφυρα έναντι σεισμού σύμφωνα με τα τρέχοντα πρότυπα. Η μελέτη της αποκατάστασης της γέφυρας είναι μοναδική, καθώς συμπεριλαμβάνεται η χρήση υψηλής απόδοσης ΑΣΣ. Αυτή προσέδωσε υψηλή αντοχή στις διασταυρώσεις των δοκών, επισκεύασε και ανεδιέταξε τις υπάρχουσες δοκούς για να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με νέες δοκούς, αντικατέστησε το υπάρχον κατάστρωμα με ένα μεγαλύτερου πλάτους

κατάστρωμα από σύνθετο σκυρόδεμα και κατασκεύασε νέα κιγλιδώματα στη γέφυρα. Οι αλλαγές αυτές συνέβαλαν καθοριστικά στην αύξηση της ασφάλειας της κυκλοφορίας επί της γέφυρας και στην ασφαλή μετάβαση των οχημάτων από τη γέφυρα στο δρόμο.

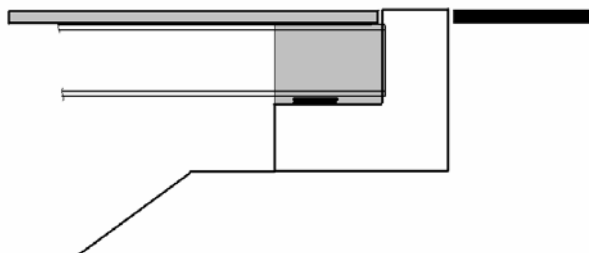
### 3. Επισκευή των Mead Bridges I – 25 στο Trinidad του Colorado [8]

Το πρόβλημα που ανέκυπτε στη σιδερένια γέφυρα, το οποίο οφείλεται στην απρόοπτη υποχώρηση της κοίτης, ήταν να σταθεροποιηθούν οι στηρίξεις της στο επίχωμα, αφού σε πολλά σημεία είχε θρυμματισθεί το υπάρχον σκυρόδεμα και ο οπλισμός ήταν εκτεθειμένος.



Εικόνα 5 – Προϋπάρχουσα στήριξη της γέφυρας [8]

Γι' αυτό τοποθετήθηκε ενίσχυση (reinforcement) από ΑΣΣ στις άκρες της γέφυρας έτσι ώστε να σταθεροποιηθεί η γέφυρα και παράλληλα να προστατευθεί ο οπλισμός. Το ΑΣΣ είναι η ιδανική λύση για αυτή την επισκευή λόγω της ευκολίας που παρουσιάζει στη σκυροδέτηση και στη συμπύκνωση χωρίς δόνηση.



Εικόνα 6 – Προτεινόμενη ενίσχυση για τη στήριξη της γέφυρας [8]

### 4. Επισκευή – ενίσχυση της εξωτερικής επιφάνειας σιδηροδρομικής εγκατάστασης 30 ετών κάτω από οδικό δίκτυο [13]

Λόγω των διαβρωτικών αλάτων είχε επέλθει μεγάλου βαθμού διάβρωση στο φέροντα οργανισμό της κατασκευής. Ο σκοπός ήταν να εφαρμοστεί μία τεχνική η οποία θα είχε τέτοια αποτελέσματα ώστε δεν θα χρειαζόταν να επαναληφθεί σε λιγότερο από 40 χρόνια. Επιπλέον, η καινούρια επιφάνεια έπρεπε να έχει υψηλές αισθητικές προδιαγραφές. Έπρεπε, δηλαδή, να αποφευχθεί ο κίνδυνος επιφανειακών ρηγματώσεων που θα οφείλονταν στη συστολή ξήρανσης του σκυροδέματος και στην επίδραση της τριχοειδούς ανύψωσης επιβλαβών υδατικών διαλυμάτων. Δεν ήταν δυνατή η χρήση δονητών επειδή η σκυροδέτηση έπρεπε να γίνει σε περιορισμένες θέσεις (πάχος νέας στρώσης 60 mm με παράλληλη

συνέχιση της κυκλοφορίας κατά τη διεξαγωγή του έργου). Γι' αυτό κατέστη κατάλληλη η εφαρμογή του ΑΣΣ το οποίο παρουσιάζει μεγάλη ανθεκτικότητα στο χρόνο, σε διάβρωση και δεν χρειάζεται δόνηση για τη συμπύκνωσή του. Το πρόβλημα των επιφανειακών ρηγματώσεων αντιμετωπίστηκε με μία δίπλευρη προσέγγιση. Η μάζα του σκυροδέματος βελτιώθηκε βελτιστοποιώντας τη σύνθεση του συνδετικού υλικού (τσιμέντο – φίλλερ – νερό – πρόσθετα). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η τελική συστολή του νέου σκυροδέματος να είναι λιγότερη από 70% σε σύγκριση με τα συμβατικά ΑΣΣ. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκε μίας νέας γενιάς ινοπλισμένο πολυμερές.



Εικόνα 7 – Βλάβη [13]



Εικόνα 8 – Μετά την επισκευή με ενισχυμένο ΑΣΣ [13]

Τέλος, για ακόμα μία φορά διαπιστώνουμε ότι με συνδυαστική χρήση του ΑΣΣ και ΙΟΠ πετυχαίνουμε τα καλύτερα επιθυμητά αποτελέσματα καλύπτοντας και τις πιο απαιτητικές προδιαγραφές.

##### 5. Επισκευή – ενίσχυση προκατασκευασμένου τοιχώματος [3]

Το ΑΣΣ χρησιμοποιείται και για την κατασκευή προκατασκευασμένων στοιχείων, αλλά και για την επισκευή τους όπως φαίνεται στις ακόλουθες εικόνες.



Εικόνα 9 – Πριν την αποκατάσταση [3]



Εικόνα 10 – Μετά την αποκατάσταση[3]

### ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΑΣΣ

1. Το ΑΣΣ χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε όλη την Ευρώπη από τότε που εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στη Σουηδία στα τέλη της 10ετίας του '90. Οι πρώτες γνωστές εφαρμογές του είναι οι βάσεις αγκύρωσης της γέφυρας Akashi – Kaiyo. Σε αυτή την περίπτωση η χρήση του ΑΣΣ μείωσε το χρόνο κατασκευής του κατά 20%. Έκτοτε, έχει εφαρμοστεί εκτεταμένα στη γεφυροποιΐα τόσο για κατασκευαστικούς όσο και για επισκευαστικούς λόγους.



Εικόνα 11 – Καλουπωμένη δοκός πριν την σκυροδέτηση με ΑΣΣ [9]



Εικόνες 12, 13 – Τμήματα από τις Scajaquada Expressway Bridges που πρέπει να προστατευθούν από το νερό του ποταμού έναντι διάβρωσης [9]

2. Λόγω των μεγάλων πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει το ΑΣΣ τόσο στην εφαρμογή όσο και στη κοστολόγησή του έχει πλέον αρχίσει να εφαρμόζεται σε Βιομηχανίες Προκατασκευών. Οι προκατασκευές αυτές αφορούν είτε μεγάλα τεχνικά έργα, είτε μικρότερα. Μερικά παραδείγματα προκατασκευασμένων στοιχείων φαίνονται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 14 – Σκυροδέτηση προκατασκευασμένου στοιχείου με ΑΣΣ [10]



Εικόνα 15 – Προκατασκευασμένο στοιχείο στο οποίο φαίνονται ακόμα και οι λεπτομέρειες της επιφάνειας [10]





Εικόνες 16, 17, 18 – Προκατασκευασμένα στοιχεία [4]

3. Λόγω της ευκολίας που παρουσιάζει το ΑΣΣ στη σκυροδέτηση, ειδικά σε στοιχεία μικρού πάχους όπως οι πλάκες όπου δεν χρειάζεται δόνηση, παρατηρούμε ότι έχει ξεκινήσει να εφαρμόζεται η τεχνική αυτή στην κατασκευή πλακών.



Εικόνα 19 - Σκυροδέτηση πλάκας με ΑΣΣ σε Εμπορικό κέντρο στη Ferrara της Ιταλίας [10]

Τέλος, σε στοιχεία μεγάλου μεγέθους και πυκνών οπλισμών, προκειμένου να εξασφαλιστεί η σωστή σκυροδέτηση και συμπύκνωση, αλλά και να καλυφθούν οι απαιτήσεις ανθεκτικότητας συνιστάται η χρήση του ΑΣΣ, προς αποφυγή περιπτώσεων όπως δείχνεται παρακάτω :



Εικόνες 20, 21 – Αποτελέσματα ύστερα από κακή σκυροδέτηση και δόνηση [4]



Εικόνες 22, 23 – Αποτελέσματα ύστερα από κακή σκυροδέτηση και δόνηση [4]

### **ΕΠΙΛΟΓΟΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Το ΑΣΣ αποτελεί μία καινοτόμο τεχνολογία η οποία ήδη έχει αλλάξει σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο την διαδικασία κατασκευής και επισκευής διάφορων δομικών στοιχείων του φέροντα οργανισμού. Αξιοσημάντη παρατήρηση αποτελεί η ταχύτατη διάδοσή του που σε συνδυασμό με την όλο και την αυξανόμενη χρήση του αποδεικνύουν την επιτακτική ανάγκη για την εδραίωσή του στο τομέα των κατασκευών και επισκευών στα επόμενα χρόνια.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ASCE Seattle Section, “**Wynaco Bridge Rehabilitation**”, 2004 Outstanding Project Award Winners  
( <http://www.seattleasce.org/seattleasce/DesktopDefault.aspx?tabindex=0&tabid=47> )
- [2] Θεολόγος Παναγιωτίδης, “**Αυτοσυμπυκνούμενο Σκυρόδεμα**”
- [3] MAPEI Stabilcem SCC, “**Cementitious Binder For Manufacturing Dimensionally Stable Self – Compacting Concrete Mixtures To Repair Concrete Structures**”, 2002  
( [http://www.mapei.it/referenze/Multimedia/208\\_GB.pdf](http://www.mapei.it/referenze/Multimedia/208_GB.pdf) )
- [4] M. Myint Lwin, Director FHWA Office of Bridge Technology Washington, D.C., “**Innovative Bridge Research and Deployment Program and Progress of Self-Consolidating Concrete**”, Virginia Concrete Conference Richmond, VA March 9 -10 - 2006  
( <http://www.virginiadot.org/business/resources/bu-mat-OPT2S-SCCRichmondVA.pdf> )
- [5] Κοροπούλης Ιωάννης, “**Αυτοσυμπυκνούμενο Σκυρόδεμα SCC (self – Compacting Concrete)**”  
( [http://library.tee.gr/digital/m1964/m1964\\_62.pdf](http://library.tee.gr/digital/m1964/m1964_62.pdf) )
- [6] Tommaso Albanesi, Camillo Nuti, “**Repair And Upgrade Of Seismically Damaged R.C.Bridge Piers**”  
( [http://www.ce.gatech.edu/~rd72/italy/papers/S7-1\\_Albanesi-Nuti\\_pile\\_LAST.doc](http://www.ce.gatech.edu/~rd72/italy/papers/S7-1_Albanesi-Nuti_pile_LAST.doc) )
- [7] Corradi M., Khurana R.S., Κροκίδης Β., Παναγιωτίδης Θ., “**Οικοδομώντας Ανθεκτικές Κατασκευές με Αυτοσυμπυκνούμενο Σκυρόδεμα**”, Πρακτικά 14<sup>ου</sup> Συνεδρίου Σκυροδέματος, Κως 2003  
( [http://library.tee.gr/digital/m1964/m1964\\_111.pdf](http://library.tee.gr/digital/m1964/m1964_111.pdf) )
- [8] Panos D. Kioussis, Brent L. Whitcomb, Colorado Department Of Transportation Research Branch, Report No. CDOT – 2007 – 1, Interim Report, “**Study On The Use Of Self – Consolidating Concrete For The Repair Of The Mead Bridges On I – 25**”, April 2007  
( <http://www.dot.state.co.us/Publications/PDFFiles/Meadbridge.pdf> )
- [9] “**Constructioner, The Latest Contractor Chapter And Construction News**”, Reed Construction Data, Whitford Rejuvenates Buffalo’s Scajaquada Superstructure, December 4, 2006  
( <http://www.admarsupply.com/PDFs/LC%20Whitford%20Article.pdf> )
- [10] “**The European Guidelines For Self – Compacting Concrete, Specification, Production And Use**”, May 2005  
( <http://www.efca.info/downloads/SCC%20Guidelines%20May%202005.pdf> )
- [11] ACBM, Vol.15, No. 1, “**Cementing The Future, Center For Advanced Cement – Based Materials**”, Fall – Winter 2004  
( [http://acbm.northwestern.edu/ACBM\\_fall\\_04.pdf](http://acbm.northwestern.edu/ACBM_fall_04.pdf) )
- [12] Κατσαντώνης Γιώργος, “**Το Αυτοσυμπυκνούμενο Σκυρόδεμα στην Ελληνική Πραγματικότητα**”, Περιοδικό Σκυρόδεμα, σελ 32 – 38.
- [13] Kuraray, “**Applications : Repair Case Study**”  
( [http://www.kurary-am.com/pvaf/repair\\_case.php](http://www.kurary-am.com/pvaf/repair_case.php) )