

## Προβλήματα διαστασιολόγησης βάθρων γεφυρών με κοίλη κυκλική διατομή

**Νικόλαος Γιάννακας**

*Δρ. Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., giannakasnikos@gmail.com*

**Θεόδωρος Χρυσανίδης**

*Δρ. Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., MSc DIC, theodoros\_gr@yahoo.com*

**Ιωάννης Τέγος**

*Ομότιμος Καθηγητής Α.Π.Θ., itegos@civil.auth.gr*

### Εκτενής περίληψη

#### 1. Αντικείμενο

Εκείνο που πρυτάνευσε στη σύνταξη της παρούσας εργασίας ήταν να θιγούν θέματα πρακτικής σημασία και ουσίας, που ανταποκρίνονται σε τρέχουσες ανάγκες και απαιτήσεις. Σύμφωνα με τον τίτλο της η έρευνα έθεσε ως φιλόδοξο στόχο της την πλήρη, κατά το δυνατόν, εκκαθάριση του τοπίου στο πρόβλημα της διαστασιολόγησης των βάθρων οπλισμένου σκυροδέματος κοίλης κυκλικής διατομής, ενός τοπίου το οποίο για τους έχοντες γνώση των προβλημάτων μελετητές εμφανίζεται, οπωσδήποτε, θολό. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας του γεγονότος ότι οι οικείοι Κανονισμοί στρέφουν την προσοχή τους σχεδόν αποκλειστικώς στους φορείς ορθογωνικής διατομής και οιοσδήποτε παραμελούν εκείνους άλλων διατομών. Αποτέλεσμα αυτής της άνισης μεταχείρισης είναι ο σύγχρονος μελετητής να αντιμετωπίζει τα προβλήματα της διαστασιολόγησής τους, είτε πλημμελώς, είτε να τα τοποθετεί στην γνωστή κλίση του Προσκρούστη των ορθογωνικών διατομών. Και αποτελεί κοινό μυστικό, ότι τα προβλήματα αυτά ανήκουν στην γνωστή ως κατηγορία Frequently Asked Questions (FAQ's) προβλημάτων.

Με βάση μελετητική πείρα των συγγραφέων της παρούσας και την Γερμανική, κυρίως, συναφή βιβλιογραφία, επισημάνθηκαν τα κενά που υπάρχουν στην αντιμετώπιση των προβλημάτων της διαστασιολόγησης των εν τίτλω φορέων, καθώς οι μη ορθολογικές προσεγγίσεις, οι οποίες εξ ανάγκης, και ελλείπει άλλων καλύτερων, έχουν υιοθετηθεί. Ως κενά, υπό την έννοια της μη υπάρχουσας, ούτε στους Κανονισμούς, αλλά και ούτε στην βιβλιογραφία σχετικής και επαρκώς αξιόπιστης μεθοδολογίας διαστασιολόγησης αναφέρονται: (α) Τα προβλήματα διαστασιολόγησης έναντι τέμνουσας των φορέων κυκλικής κοίλης διατομής, καθώς και, (β) Τα προβλήματα κάλυψης αυτών των φορέων έναντι λειτουργικής ρηγμάτωσης. Από την άλλη μεριά ως έχοντα ανάγκη εξορθολογισμού ή και, θεωρητικού ή πειραματικού, εμπλουτισμού προβλήματα, τα οποία απασχόλησαν την παρούσα, αναφέρονται: (α) Το πρόβλημα διαστασιολόγησης έναντι των μεγεθών ορθής εκ του σεισμού έντασης, το οποίο αντιμετωπίζεται, ως γνωστόν, καταχρηστικώς ως πρόβλημα εκ φορτίων βαρύτητας, με την αγνόηση της περιφερειακής επιρροής του εγκάρσιου οπλισμού, (β) Το πρόβλημα διαστασιολόγησης έναντι σεισμικής, επίσης, προέλευσης μεγεθών ορθής έντασης, πολύ συχνό στην Γεφυροποιία, όπου η καμπτική διαμήκης όπλιση, αντιμετωπίζεται ανορθολογικώς και όχι προς την πλευρά της ασφάλειας, ως πρόβλημα οριακής κατάστασης αστοχίας, ως δηλαδή εάν η υπολογιζόμενη διατομή να ανέπτυσε πλήρως την αντοχή της, ενώ στην προκειμένη περίπτωση οι τοποθετούμενοι εφελκόμενοι οπλισμοί, μόλις που πρέπει να φθάνουν στη διαρροή, καθόσον δεν

είναι επιτρεπτή η εμφάνιση πλαστικών αρθρώσεων, (γ) Το πρόβλημα του ικανοτικού σχεδιασμού των γεφυρών, όπου όχι, επίσης, προς την πλευρά της ασφαλείας, υποτιμάται η καμπτική αντοχή των στύλων, γεγονός που συνεπάγεται σοβαρές επιπτώσεις στην επιδιωκόμενη υπερασφάλεια, αφενός έναντι σεισμικής τέμνουσας των στύλων και αφετέρου στον αποκλεισμό πλαστικών αρθρώσεων στους φορείς και (δ) Το πρόβλημα της δυσκαμψίας των στύλων, το οποίο αντιμετωπίζεται μέχρι σήμερα πλημμελώς. Εκτός τούτων, εθίγη στην παρούσα το σκοτεινό πρόβλημα της αλληλοσυσχέτισης, στα στοιχεία κυκλικής διατομής, των απαιτήσεων εγκάρσιων οπλισμών έναντι τέμνουσας και περίσφιξης και προέκυψαν επί του θέματος χρήσιμα συμπεράσματα και μέσω αυτών σχετική κατάθεση πρότασης αντιμετώπισης του προβλήματος.

## 2. Χρησιμότητα της έρευνας

Κάποιες από τις ανωτέρω αναφερθείσες περιπτώσεις προβλημάτων έρευνας αντιμετωπίστηκαν όχι μόνο αναλυτικώς, αλλά τεκμηριώθηκαν βάσει της *regina probationum*, της βασιλίδας των αποδείξεων, της πειραματικής, δηλαδή, έρευνας. Αποτελεί αξιοσημείωτη αναφορά, ότι στα πλαίσια της παρούσας κατασκευάστηκαν 7 δοκίμια.

## 3. Συμπεράσματα

### 3.1. Διαστασιολόγηση έναντι μεγεθών ορθής έντασης και συναφής ικανοτικός σχεδιασμός

Όσον αφορά την καμπτική διαστασιολόγηση των κοίλων κυκλικών διατομών, στις οποίες τοποθετούνται δύο στρώσεις οπλισμών διαφορετικής ποσότητας, είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται τα διαγράμματα αλληλεπίδρασης της βιβλιογραφίας, λαμβάνοντας υπόψη μία προς την πλευρά της ασφάλειας προσέγγιση, σύμφωνα με την οποία θεωρείται ως πλασματικό πάχος δακτυλίου  $t'$ , εκείνο το οποίο φέρει το κέντρο βάρους των οπλισμών ως μέση γραμμή του.

### 3.2. Διαστασιολόγηση έναντι τέμνουσας

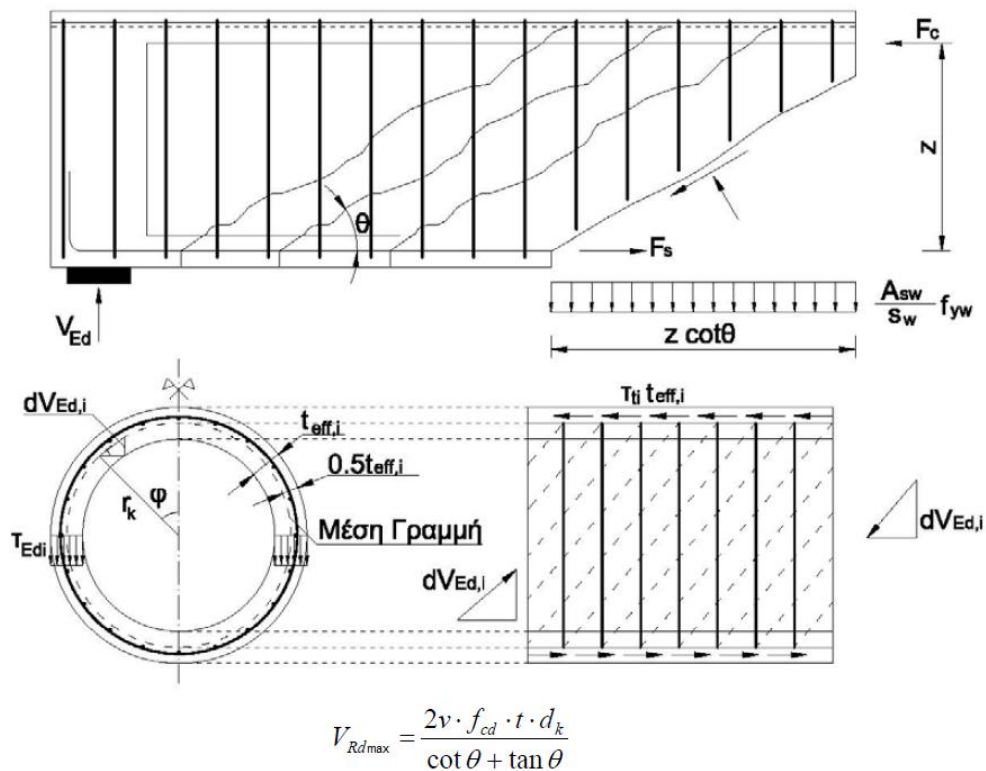
Ο υπολογισμός της διατμητικής αντοχής  $V_{Rdmax}$  των κοίλων κυκλικών διατομών, μολονότι στους ισχύοντες Κανονισμούς και στην βιβλιογραφία δεν ανευρίσκεται μέθοδος υπολογισμού της, δίνεται στην παρούσα εργασία απάντηση στο πρόβλημα μέσω αναλυτικής σχέσης, στηριζόμενης σε αναλυτικό προσομοίωμα, το οποίο επιβεβαιώνεται και πειραματικώς στην παρούσα εργασία μέσω σειράς πειραμάτων, ωστόσο αναγνωρίζεται ότι για την αποδοχή του μέσα σε Κανονιστικά κείμενα απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός δοκιμών για την βαθμονόμησή του.

### 3.3. Διαστασιολόγηση έναντι λειτουργικής ρηγμάτωσης

Η παντελής έλλειψη διαγραμμάτων διαστασιολόγησης στύλων κοίλης κυκλικής διατομής έναντι λειτουργικών δράσεων στην βιβλιογραφία αίρεται με την πρόταση εύχρηστων στην παρούσα εργασία διαγραμμάτων, τα οποία αξιολογήθηκαν μέσω πειραματικής έρευνας, αφενός της παρούσας εργασίας και αφετέρου της βιβλιογραφίας.

### 3.4. Αλληλοσυσχέτιση εγκάρσιων οπλισμών έναντι τέμνουσας και περίσφιξης

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν για τους στύλους συμπαγούς κυκλικής διατομής είναι δυνατόν να διατυπωθούν και για την περίπτωση των κοίλων κυκλικών διατομών, καθόσον και σε αυτήν την περίπτωση οι απαιτήσεις σε εγκάρσιο οπλισμό έναντι μεγεθών ορθής έντασης και τέμνουσας, αντιμετωπίζονται ως αλληλοκαλυπτόμενα και δεν επαλληλίζονται.



Σχ. 1 Διατμητική ροή σε κοίλες κυκλικές διατομές



Σχ. 2 Εικόνα διατμητικής ρηγμάτωσης και αστοχία από ανεπάρκεια των καμπύλων θλιπτήρων του σκυροδέματος

### Βιβλιογραφία

- Tegos I., Kifokeris D., Chrysanidis T., "Seismic design of R/C piers of hollow circular cross sections", Proceedings of the 2013 International Van Earthquake Symposium, October 23-27, 2013, Van, Turkey, ID 95.
- Tegos I., Kifokeris D., Giannakas N., Chrysanidis T., "Experimental and analytical research on the influence of the shear span ratio on the maximum shear strength of hollow circular R/C cross sections", Proceedings of the Engineering a Concrete Future: Technology, Modeling and Construction, fib Symposium 2013, April 22-24, 2013, Tel Aviv, Israel, ID 301.