

**ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ
ΣΤΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΙΖΟΝΟΣ ΕΛΛΗΝΙΣΜΟΥ****Μάνος Σ. Κυριαζής**Πολ. Μηχανικός
Γραφείο Στατικών Μελετών
Κηφισίας 26, Αθήνα 115.26
kyma@otenet.gr**Μιχάλης Δ. Μακρυγιάννης**Πολ. Μηχανικός
Ελλησπόντου 3, Περιστέρι 12134
mmakryg@hotmail.com**Γεωργία Δ. Μπαχουνζούζη**Πολ. Μηχανικός
Δ. Αθανασίου – Γρίβα 10-14, Καλλιθέα 17675
gbachounzouzi@hotmail.com**1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Το Ερευνητικό Κέντρο του Ιδρύματος Μείζονος Ελληνισμού χαρακτηρίζεται από την ιδιάζουσα αρχιτεκτονική σύνθεση του. Ειδικότερα το εξωτερικό περίβλημα του υπέργειου τμήματος που θα περιλαμβάνει τέσσερις ορόφους, είναι μια επιφάνεια που παράγεται από ευθύγραμμο κυλινδρικά υποστυλώματα, κεκλιμένα ως προς το οριζόντιο επίπεδο, διατεταγμένα πάνω σε καμπύλο περίγραμμα στη βάση τους και αποκλίνοντα από την βάση προς την κορυφή. Για να καλυφθεί αυτή η διεύρυνση προβλέπεται η ‘διακλάδωση’ μερικών από τα υποστυλώματα αυτά από ένα ύψος και πάνω. Η δεσπόζουσα καταπόνηση είναι η αξονική από τα μόνιμα και τα κινητά φορτία. Στα υποστυλώματα όμως με διακλάδωση είναι ιδιαίτερα σημαντικές και οι καταπονήσεις από ροπές οι δε καταπονήσεις από σεισμό είναι της ίδιας τάξης μεγέθους.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Ερευνητικό Κέντρο αποτελεί τμήμα του Πολιτιστικού Κέντρου «Ελληνικός Κόσμος» το οποίο οραματίστηκε η Διεύθυνση του Ιδρύματος Μείζονος Ελληνισμού (ΙΜΕ) και σχεδιάστηκε από το αρχιτεκτονικό γραφείο ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΙΣ. Κεντρικός στόχος του κτιρίου αυτού είναι να στεγάσει το ερευνητικό προσωπικό του ΙΜΕ, λειτουργεί όμως και ως συνδεδετικός χώρος με τις υπόλοιπες λειτουργικές ενότητες. Η σχεδιαστική φιλοσοφία της συνολικής σύνθεσης εμπνέεται από την Ελληνική Ιστορία και Μυθολογία και διαμορφώνονται θεματικές μορφές με βάση την ανθρώπινη κλίμακα και το Ελληνικό τοπίο που διακρίνεται για τις πλαγιές, τα σπήλαια, τις λίμνες, τα φαράγγια, τη θάλασσα και την γλωρίδα του. Στα πλαίσια της σχεδιαστικής αυτής φιλοσοφίας το Ερευνητικό Κέντρο οπτικά θυμίζει όγκο γεωλογικού σχηματισμού με την δυτική του πλευρά να δίνει την εντύπωση ότι προέρχεται από ανάστροφο γεωλογικό ρήγμα, ενώ η ανατολική είναι μια

ομαλή κλιτύς δενδροφυτεμένη και βαθτή από το περιβάλλον έδαφος. Τέλος από την νότια πλευρά σχηματίζεται κοίλη επιφάνεια μέσα στην οποία διαμορφώνεται το υπαίθριο θέατρο. (βλ. φωτ. 1 , 2)



Φωτ. 1 Γενική άποψη Ερευνητικού Κέντρου κ' Κέντρου Τεχνών



Φωτ. 2 Εξωτερικό περίβλημα Ερευνητικού κέντρου που θυμίζει όγκο γεωλογικού σχηματισμού

3. Η ΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΦΟΡΕΑ

Η ασυνήθης μορφή του κτιρίου (φωτ. 2) έκανε απαραίτητη την αναζήτηση υλικών και δομών που να μπορούν να διαμορφώσουν το εξωτερικό ιδιαίστον περίβλημα του, με πάντα θεμελιώδεις παραμέτρος την αισθητική και την κατασκευασιμότητα πέρα από την αυτονόητη στατική τους επάρκεια..

Πριν την κατάληξη στη σημερινή λύση, εξετάστηκαν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις:

1. Σύνδεση γραμμικών μεταλλικών φορέων ώστε να σχηματίζονται κλειστά τρίγωνα.
2. Χυτή κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Αμφότερες οι προαναφερθείσες λύσεις μπορούν να προσεγγίσουν ικανοποιητικά επιφάνειες διπλής καμπυλότητας, κάθε μια έχει όμως τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Ειδικότερα:

Η μεταλλική κατασκευή είναι διαφανής και κατά πολύ ελαφρύτερη και είναι επαρκώς δύσκαμπτη λόγω της σύνδεσης υπό μορφή κλειστών τριγώνων. Η υιοθέτησή της όμως συνεπάγεται την κατασκευή πολύ μεγάλου αριθμού τρισδιάστατων κόμβων ανόμοιων μεταξύ τους, κάτι που πάντα μεταφράζεται σε υψηλό κόστος κατασκευής.

Η χυτή από σκυρόδεμα κατασκευή μπορεί να ταυτιστεί απόλυτα με το επιδιωκόμενο σχήμα, αλλά είναι αδιαφανής και βαρεία. Το μειονέκτημα αυτό επιτείνεται από το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος της μάζας του περιβλήματος βρίσκεται εκτός του περιγράμματος έδρασης.

Εξαιτίας των μειονεκτημάτων τους, απορρίφθηκαν και οι δυο προαναφερθείσες προσεγγίσεις και αντί αυτών υιοθετήθηκε η ακόλουθη λύση:

Η εξωτερική επιφάνεια διαμορφώνεται από 41 μεταλλικά υποστυλώματα με διάμετρο περίπου 30cm, των οποίων τα άκρα καταλήγουν σε δύο τυχαίου σχήματος καμπύλες, εκ των οποίων η μία βρίσκεται στην οροφή υπογείου και η άλλη στην ανώτατη στάθμη. Το καθένα από αυτά έχει διαφορετική κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο και η προβολή του αλλάζει συνεχώς προσανατολισμό. Καθώς το σχήμα διευρύνεται από τη βάση προς την κορυφή, προβλέπεται διακλάδωση μερικών από τα υποστυλώματα από ένα ύψος και άνω. Τα υποστυλώματα “κλάδοι” έχουν επίσης όλα την ίδια εξωτερική διάμετρο η οποία όμως είναι της τάξεως των 20~25 cm.

Μια ομάδα από τα κεκλιμένα υποστυλώματα βρίσκεται εξ’ ολοκλήρου εκτός περιγράμματος δαπέδων ενώ τα υπόλοιπα, που είναι και τα περισσότερα, διαπερνούν τα δάπεδα και είτε σταματούν στην τελευταία στάθμη, είτε την διαπερνούν για να αποτελέσουν τους ιστούς στήριξης των σκιάστρων στο δώμα.

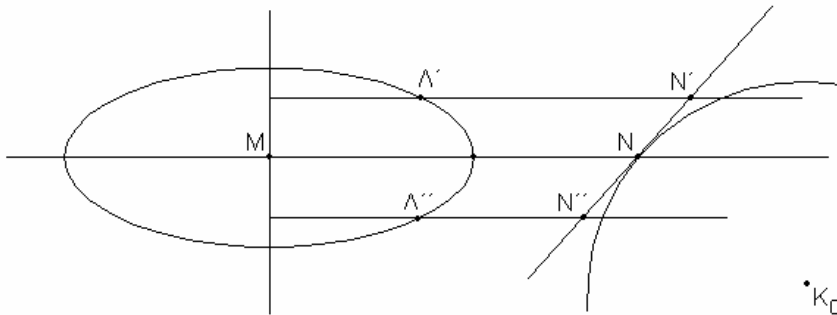
Τα περισσότερα εξ αυτών εδράζονται στην στάθμη οροφής υπογείου, αυτά όμως που βρίσκονται στο κοινό όριο με το θέατρο σταματούν αρκετά υψηλότερα. Σε όσα από αυτά ο άξονας τους είναι συνεπίπεδος με τον άξονα κάποιου από τα τόξα του ανοιχτού θεάτρου, συνδεόνται με αυτά. Ειδικότερα συνδέονται με το τόξο C, το οποίο διαπερνούν και καταλήγουν στην άνω παρειά του τόξου B της αντίστοιχης τοξοστοιχίας. Η παρουσία αυτής της “χορδής” μεταξύ των τόξων B και C συμβάλει αποφασιστικά στην ικανότητα των τοξοστοιχιών να παραλάβουν τα οριζόντια φορτία. Τα υπόλοιπα της κοινής αυτής περιοχής σταματούν ως στο δάπεδο παγίωσης των τόξων του θεάτρου και μέσω αυτού μεταφέρουν το φορτίο τους στα παρακείμενα τόξα της ομάδας C.

4. ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ

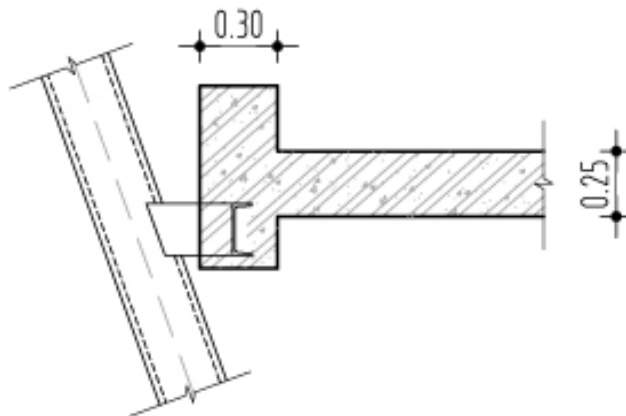
Η επιλογή της κυκλικής διατομής έγινε επειδή αυτή είναι συμμετρική ως προς το κέντρο της και παρουσιάζει τα ίδια αδρανειακά χαρακτηριστικά σε όλες τις διευθύνσεις. Η διάταξη των κυκλικών υποστυλωμάτων στο χώρο απαιτεί μόνο τον καθορισμό του σημείου αφετηρίας και των γωνιών ως προς τους άξονες x και z .

Η κυκλική αυτή συμμετρία κατά κανόνα απλοποιεί και την γεωμετρία των κόμβων σύνδεσης. Τούτο είναι ιδιαίτερα απαιτητό ειδικά για την περιοχή που τα υποστυλώματα περνούν έξω από το κτίριο οπότε η συνδεσμολογία τους με αυτό είναι ορατή. Μετά από διερεύνηση προέκυψε ως άριστη επιλογή η πρόβλεψη συνδέσμων κατά το κατακόρυφο

επίπεδο που διέρχεται από τον άξονα του κυλινδρικού υποστυλώματος. Υλοποιείται μέσω δύο ελασμάτων συμμετρικά διατεταγμένων ως προς το ως άνω επίπεδο και σε καθορισμένη απόσταση από τις καμπύλες γραμμές που ορίζουν τα διαδοχικά δάπεδα του κτιρίου. Καθώς το κάθε υποστύλωμα έχει διαφορετική κλίση και η καμπύλη του εκάστοτε δαπέδου είναι επίσης διαφορετική, εκπονήθηκε πρόγραμμα με εξισώσεις αναλυτικής γεωμετρίας που να προσδιορίζει την γεωμετρία των ελασμάτων σύνδεσης. (σχ. 1 , 2)



Σχ 1. Διάταξη κολώνας-καμπύλου ορίου. Θέσεις ελασμάτων σύνδεσης $\Lambda'N'$, $\Lambda''N''$

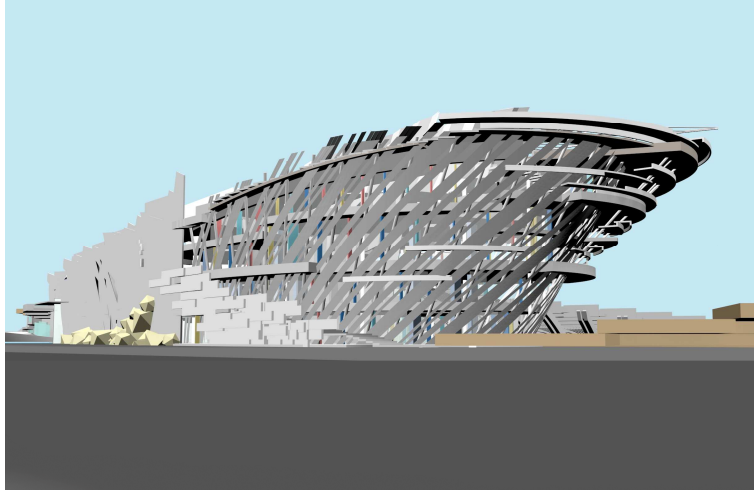


Σχ 2. Ενδεικτική κατακορυφή τομή σύνδεσης κολώνας-καμπύλου ορίου

Στα υποστυλώματα της περιμέτρου προβλέπονται δύο επί πλέον συνδέσεις που επιβάλλονται από τις ακόλουθες ειδικές προσαρτήσεις.

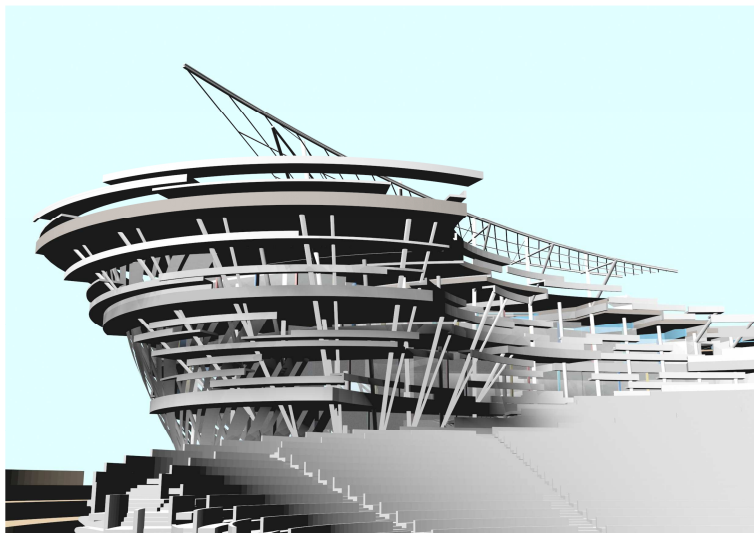
α. Οι λοξές ταινίες. Εχουν αφετηρία την στάθμη +92.60 και καταλήγουν στην οροφή του κτιρίου αφού συνδεθούν με πέντε συνήθως κεκλιμένα υποστυλώματα. Σημειώνεται ότι για λόγους κατασκευαστικής απλότητας η καμπύλη που ορίζει ο άξονας της κάθε ταινίας είναι σε κάθε περίπτωση τόξο κύκλου δηλ. όλα τα σημεία σύνδεσης της με τα υποστυλώματα κείνται επί ενός κεκλιμένου επιπέδου. Το πάχος του ελάσματος της κάθε ταινίας είναι 10 mm και στερεώνεται κοχλιωτά επί των μεταλλικών υποστυλωμάτων (φωτ. 3) . Για την

σύνδεση των ταινιών με τα υποστυλώματα εκπονήθηκε επίσης πρόγραμμα με εξισώσεις αναλυτικής γεωμετρίας που να προσδιορίζει επί των υποστυλωμάτων την θέση και την διεύθυνση των πείρων σύνδεσης. Έτσι η διάνοιξη των οπών μπορεί να γίνει πριν την τοποθέτηση των υποστυλωμάτων.



Φωτ. 3 Λοξές ταινίες περιβάλλουν το εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου

β. Τα διακοσμητικά προσαρτήματα. Είναι γραμμικά στοιχεία από ελαφροσκυρόδεμα με οριζόντιο προσανατολισμό που αναρτώνται από τα κεκλιμένα υποστυλώματα με σύστημα ελασμάτων και κοχλιών στερεωμένων επί τόπου.
(φωτ. 4)



Φωτ. 4 Οριζόντια διακοσμητικά προσαρτήματα

5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

Είναι προφανές από την ανομοιομορφία των επιφανειών επιρροής των υποστυλωμάτων αλλά και την ποικιλία στην συνδεσμολογία, ότι υπάρχει μεγάλη διακύμανση των τιμών των αξονικών δυνάμεων και των ροπών κάμψης. Για την διάμετρο της κοιλοδοκού που έχει επιλεγεί υπάρχει δυνατότητα επιλογής μέχρι πάχος τοιχώματος 80 mm στην κατηγορία S355 , οπότε αναμένεται να καλυφθούν όλες οι φορτικές καταστάσεις.

Στον πίνακα 1 για μερικά από τα τυπικά υποστυλώματα παρατίθενται έλεγχοι επάρκειας τους .

Στύλος	Διατομή	Εντατικά μεγέθη			Έλεγχος (capacity)	
		Msd	Nsd	Vsd	Διατομής	Μέλους
K ₁₂	CHS 298,3x30	167	-670	100	4,56	3,18
K ₁₄	CHS 298,3x30	300	-1545	375	2,44	1,67
K ₃₀	CHS 298,3x30	85	-900	35	8,89	4,16
K ₃₅	CHS 298,3x30	82	-715	31	9,28	4,74

Πίν. 1: Εντατικά μεγέθη και έλεγχος διατομής τυπικών υποστυλωμάτων

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Από την στενή συνεργασία μεταξύ αρχιτεκτόνων μηχανικών και πολιτικών μηχανικών έγινε εφικτή η προσέγγιση μίας ιδιάζουσας γεωμετρικής φόρμας με απλά δομικά στοιχεία και συνδέσεις.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 1
- [2] ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 3
- [3] ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 4
- [4] Ιωάννης Βάγιας, “Σύμμικτες κατασκευές από χάλυβα και οπλισμένο σκυρόδεμα”
- [5] Βάγιας, Ερμόπουλος, Ιωαννίδης, “Σχεδιασμός δομικών έργων από χάλυβα”

**STEEL STRUCTURES AT THE RESEARCH CENTRE
OF
HELLENIC WORLD FOUNDATION**

Manos S. Kyriazis

Civil Engineer

Structural Engineering Technical Office

Kifisias 26, Athens 115.26

kyma@otenet.gr

Michael D. Makriyannis

Civil Engineer

Ellispontou 3, Peristeri 12134

mmakryg@hotmail.com

Georgia D. Bachounzouzi

Civil Engineer

D. Athanasiou – Griva 10-14, Kallithea 17675

gbachounzouzi@hotmail.com

1. SUMMARY

The research centre of The Foundation of The Hellenic World is characterized by an architectural concept of special value. Specifically, the external outline of the part above the ground, which will be comprised of four floors, is a surface generated by inclined linear cylindrical columns. The columns are divergent from the base till the top, while their bases lie on a curvilinear outline. In order to cover the expansion of the building at the top floors, some columns branch off above some height. The dominating stress is axial, caused by dead and live loads. However, as far as the branched columns are concerned the moments are significant and the seismic loading induces axial and bending stress of the same order.