

**Συγκριτική μελέτη τυπικών κτιρίων οπλισμένου
σκυροδέματος με το Ευρωκώδικα 2 και τον CYS 159**
Comparative Study of typical reinforced concrete structures
according to EC2 and CYS 159

Γιώργος ΒΑΔΑΛΟΥΚΑΣ¹, Κρίστης ΧΡΥΣΟΣΤΟΜΟΥ²

Λέξεις κλειδιά: Ευρωκώδικας 2, CYS159, όγκος σκυροδέματος, βάρος χάλυβα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ : Στην παρούσα εργασία συγκρίνονται οι επιπτώσεις στον όγκο σκυροδέματος και το βάρος του χάλυβα των δομικών στοιχείων μιας κατασκευής από την εφαρμογή των δύο κανονισμών. Επιλύθηκαν 9 τυπικά κτίρια, 3 διώροφα, 3 τετραώροφα και 3 εξαώροφα με τετραγωνικά υποστυλώματα με μέσο κάρναβο 3m, 5m και 7m αντίστοιχα. Συγκρίνονται τα αποτελέσματα των ανωτέρω κτιρίων σχετικά με τον απαιτούμενο όγκο σκυροδέματος και το βάρος και τη διάταξη των οπλισμών στα κατακόρυφα στοιχεία, στις δοκούς και στις πλάκες.

ABSTRACT: In this study the effect on the volume of concrete and the weight of reinforcement of the structural members of reinforced concrete structures were compared for the application of the two codes. Nine (9) typical buildings, 3 2-storey, 3 4-storey, 3 6-storey buildings with rectangular columns and column spacing of 3m, 5m and 7m respectively were studied. A comparison of the results as far as the required concrete volume, reinforcement weight and configuration for the columns, beams and slabs is presented.

¹ Πολιτικός Μηχανικός Π.Σ.Π.Π, 4ΜVΚ Προγράμματα Πολιτικού Μηχανικού, Αθήνα,
e-mail: georgev@4m.gr

² Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής,
Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, email: c.chrysostomou@cut.ac.cy

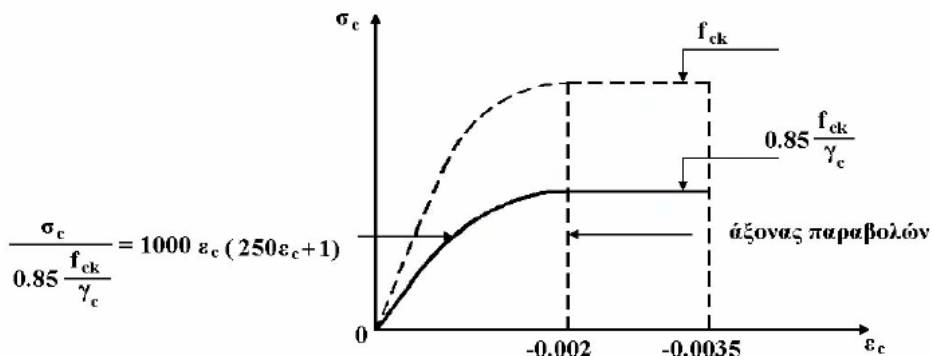
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην Κύπρο όπως και στην υπόλοιπη Ευρώπη σύντομα αναμένεται η μετάβαση από τους Εθνικούς στους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς, σύντομα και κατά συνέπεια θα ισχύσει ο νέος κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος (Ευρωκώδικας 2) που αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους οδηγούς για το σχεδιασμό των δομημάτων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα. Οι κύριες διαφορές μεταξύ των απαιτήσεων και των κριτηρίων που περιλαμβάνουν οι δύο κανονισμοί αφορούν, τα βασικά δεδομένα για τους υπολογισμούς (π.χ. ιδεατό διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων σκυροδέματος και χάλυβα, έλεγχο ρηγμάτωσης, συνεργαζόμενο πλάτος) και τα κατασκευαστικά στοιχεία (π.χ. αγκυρώσεις, διάταξη οπλισμών, μέγιστα – ελάχιστα ποσοστά, επικαλύψεις).

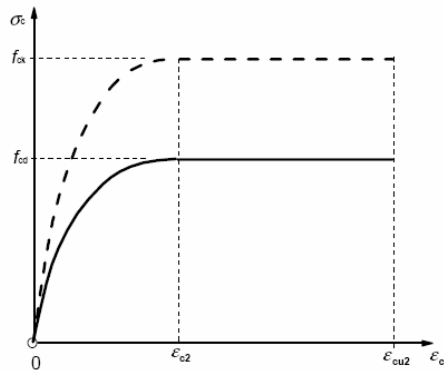
Είναι απαραίτητο να επισημανθεί ότι ο Ευρωκώδικας 2 όπως και το Κυπριακό Πρότυπο CYS159 : Μέρος 1 : 1992 – Κώδικας για Μελέτη και κατασκευή έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα, αναφέρονται σε κτίρια χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας. Συνεπώς για την εφαρμογή της ανάλυσης των τυπικών κτιρίων θεωρήθηκαν για τον 'Σεισμικό Κώδικα Κύπρου' ως φορείς χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, (σχεδιασμός με μέγιστη τιμή συντελεστή σεισμικής συμπεριφοράς κατά Σ.Κ.Κ. $K = 1.50$).

Στον CYS159 επίσης, ορίζονται οι επιμέρους συντελεστές ασφάλειας για τις φορτίσεις καθώς και οι συνδυασμοί των δράσεων για ΟΚΑ και ΟΚΛ. Στον Ευρωκώδικα 2, γίνεται παραπομπή σε αντίστοιχα πρότυπα (Ευρωκώδικας 0 – Βάσεις Σχεδιασμού, Ευρωκώδικας 1 – Δράσεις στους φορείς). Στην ανάλυση των φορέων της παρούσας εργασίας διατηρήθηκαν και στις δύο περιπτώσεις οι παράμετροι που αναφέρει ο CYS159.

Κατά τον υπολογισμό της αντοχής μιας διατομής, χρησιμοποιείται για το σκυρόδεμα και το χάλυβα το ιδεατό διάγραμμα που δίνεται στα σχήματα 1 έως 4 (κατά CYS159 και EC2 αντίστοιχα).



Σχήμα 1. Ιδεατό διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων σκυροδέματος κατά CYS159. Παραβολικό – ορθογωνικό διάγραμμα.



$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$$

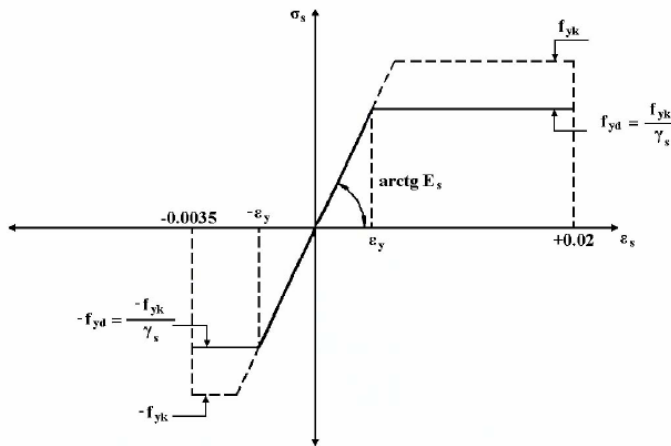
$$\alpha_{cc} = 1.00$$

$$\gamma_c = 1.5$$

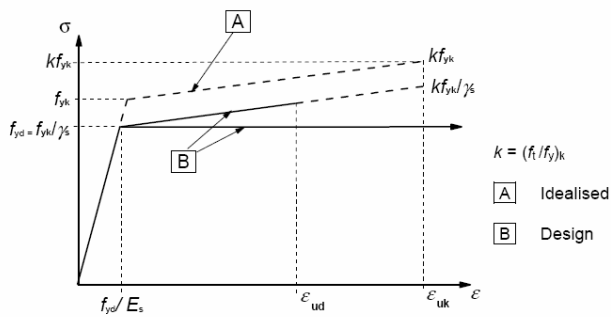
$$\sigma_c = f_{cd} \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c2}} \right)^n \right] \quad \text{for } 0 \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{c2}$$

$$\sigma_c = f_{cd} \quad \text{for } \epsilon_{c2} \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{cu2}$$

Σχήμα 2. Ιδεατό διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων σκυροδέματος κατά EC2. Παραβολικό – ορθογωνικό διάγραμμα.



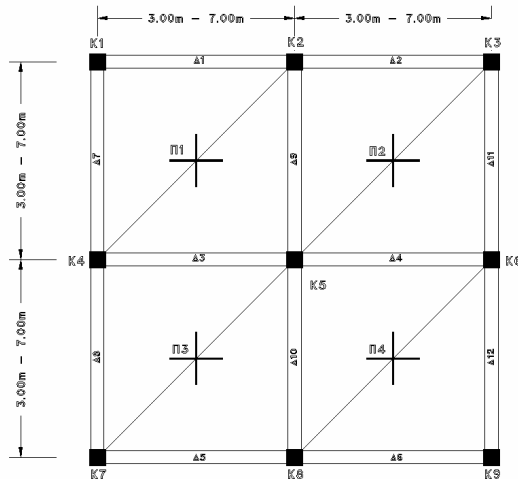
Σχήμα 3. Διάγραμμα σχεδιασμού τάσεων-παραμορφώσεων για τον χάλυβα (CYS159).



Σχήμα 4. Διάγραμμα σχεδιασμού τάσεων - παραμορφώσεων για τον χάλυβα (EC2).

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΠΟΥ ΑΝΑΛΥΘΗΚΑΝ

Επιλύθηκαν εννέα τυπικά κτίρια. Τρία διώροφα (κτίρια 1, 4, 7,), τρία τετραώροφα (κτίρια 2, 5, 8) και τρία εξαώροφα (κτίρια 3, 6, 9) με κάρναβο 3m (κτίρια 1, 2, 3), 5m (κτίρια 4, 5, 6,) και 7m (κτίρια 7, 8, 9) Το υψόμετρο κάθε ορόφου θεωρήθηκε 3.00m.



Σχήμα 5. Κάτοψη τυπικών κτιρίων που διαστασιολογήθηκαν με CYS159 και EC2.

Παραδοχές Ανάλυσης

Ποιότητα υλικών: Σκυρόδεμα C20/25, Χάλυβας B500C. Χάλυβας σνδετήρες B500C δια EC2 και B400C για CYS159. Μέτρο ελαστικότητας σκυροδέματος: $E_{cm} = 29 \text{ GPa}$ (Πίνακας 2.3 CYS159), ενώ $E_{cm} = 30 \text{ GPa}$ (Πίνακας 3.1 EN1992-1-1:2004). Τιμή σχεδιασμού τάσης συνάφειας $f_{bd} = 2.4 \text{ MPa}$ (Πίνακας 17.1 CYS159) και $f_{bd} = 2.25 \text{ MPa}$ (§17.3 σχέση (17.1) CYS159)

Φορτία: Βάρος σκυροδέματος 25 KN/m^3 . Μόνιμο φορτίο πλακών $1,5 \text{ KN/m}^2$. Κινητό φορτίο πλακών 2 KN/m^2 . Φορτίο τοιχοποιίας στις δοκούς 9 KN/m . Φορτίσεις: Με όλα τα μόνιμα και κινητά φορτία. Σεισμική δράση σύμφωνα με Σεισμικό Κώδικα Κύπρου για Σεισμική Ζώνη 4 ($A_{max}=0.1$), Συντελεστή Σπουδαιότητας $I=1.00$, Συντελεστή Συμπεριφοράς Σχεδιασμού $K=1.50$, Συντελεστή Γηπέδου $S=1.00$, Συντελεστή Φασματικής Ενίσχυσης $\alpha=2.50$, Συντελεστή κινητών την ώρα του σεισμού $\psi=0.25$, τιμές χαρακτηριστικής περιόδου $T_2=0.40 \text{ sec}$, ποσοστό απόσβεσης $\zeta=8.75\%$.

Συνδυασμοί βασικών και τυχηματικών δράσεων σύμφωνα με σχέση (6.8) και (6.12) της §6.4 CYS159.

Μεθοδολογία Ανάλυσης

Για την επίλυση και διαστασιολόγηση των φορέων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα STRAD.RC της 4MVK Προγράμματα Πολιτικού Μηχανικού, στο οποίο ο συνολικός φορέας επιλύεται στο χώρο (χωρικό πλαίσιο) με τη μέθοδο της άμεσης αντίστασης όπου λαμβάνονται υπ' όψη 3 μετατοπίσεις και 3 στροφές ανά κόμβο. Επιλύονται οι εξισώσεις: $[F] = [K] \times [u]$, όπου $[F]$: διάνυσμα εξωτερικών δράσεων, $[K]$: μητρώο αντίστασης και $[u]$: διάνυσμα μετατοπίσεων. Η κατανομή των φορτίων στις δοκούς όλων των σταθμών και οι οπλισμοί των πλακών, προέκυψαν από επίλυση των πλακών με τη μέθοδο MARCUS.

Παραμετροποίηση

Ως αρχικές διαστάσεις δομικών στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν οι ελάχιστες διαστάσεις που αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους των δύο κανονισμών.

Ελάχιστα πάχη πλακών: Στον EC2 ορίζεται σε σχέση με τις διαστάσεις της πλάκας (b και l_{eff} να μην είναι μικρότερα από $5h$) § 9.3(1). Στον CYS159 δεν δίνεται περιορισμός για min πάχος πλάκας. Τα τελικά πάχη πλακών που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις και με τους δύο κανονισμούς είναι αυτά που προκύπτουν λόγω του ελέγχου για απαλλαγή από τον έλεγχο βελών κάμψης (§16.2 CYS159). Ο έλεγχος αυτός κατά CYS159 εξαρτάται από τις διαστάσεις της πλάκας και τις συνθήκες έδρασης αυτών, ενώ στον EC2 λαμβάνεται υπόψη και ο οπλισμός των πλακών. Τα τελικά πάχη πλακών που χρησιμοποιήθηκαν δίνονται στο πίνακα 1.

Πίνακας 1. Πάχη πλακών ανάλογα με τον κάρναβο κατά CYS159 και EC2

Κάρναβος	Πάχος πλάκας κατά CYS159	Πάχος πλάκας κατά EC2
3m	0.11m	0.09m
5m	0.16m	0.12m
7m	0.22m	0.17m

Οι ελάχιστες διαστάσεις των υποστρωμάτων επιλέχθηκαν και με βάση το ελάχιστο πλάτος στήριξης για την αγκύρωση των ράβδων των δοκών (§17.4.1 CYS159).

Τέλος κατά τη διαστασιολόγηση λήφθηκαν υπ' όψη οι ελάχιστες διαμέτροι, αποστάσεις και μέγιστα ελάχιστα ποσοστά οπλισμών σύμφωνα με αυτά που ορίζονται στις αντίστοιχες παραγράφους των δύο κανονισμών. Ας σημειωθεί ότι γενικά οι απαιτήσεις του Ευρωκώδικα 2 για ελάχιστες τιμές διαμέτρων και ελάχιστα ποσοστά οπλισμού είναι μικρότερες από τον CYS159.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Συγκριτικά στοιχεία

Στους πίνακες 2-4 παρουσιάζονται ενδεικτικά από κάθε κάρναβο και αριθμό ορόφων συγκριτικά στοιχεία μεταβολής του όγκου σκυροδέματος, του βάρους του χάλυβα καθώς και της αναλογίας (Βάρος χάλυβα οπλισμού/Όγκο σκυροδέματος) για τις πλάκες, δοκούς και υποστυλώματα των κτιρίων 3, 5 & 7.

Πίνακας 2. Συγκριτικά στοιχεία για το κτίριο 1 (2όροφο με κάρναβο 3m)

	Πλάκες		Δοκοί		Υποστυλώματα		Συνολικά	
	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2
Σκυρόδεμα (m ³)	6,90	5,64	5,28	5,28	3,38	3,38	15,56	14,30
	↓18,18		-		-		↓8,06	
Οπλισμοί (Kg)	448,80	384,80	746,58	449,76	1081,34	606,58	2276,72	1441,14
	↓14,26		↓39,76		↓43,90		↓36,70	
Αναλογία (Kg/m ³)	65,05	68,17	141,40	85,18	319,92	179,46	146,33	100,75
	↑4,79		↓39,76		↓43,90		↓31,15	

Πίνακας 3. Συγκριτικά στοιχεία για το κτίριο 5 (4όροφο με κάρναβο 5m)

	Πλάκες		Δοκοί		Υποστυλώματα		Συνολικά	
	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2
Σκυρόδεμα (m ³)	57,75	43,32	27,68	27,60	15,48	17,28	100,91	88,20
	↓24,99		↓0,29		↑11,63		↓12,60	
Οπλισμοί (Kg)	3134,80	3201,80	4752,95	3497,01	4836,00	4167,74	12723,75	10866,5
	↑2,14		↓26,42		↓13,82		↓14,60	
Αναλογία (Kg/m ³)	54,28	73,91	171,71	126,70	312,40	241,19	126,09	123,20
	↑36,16		↓26,21		↓22,80		↓2,29	

Πίνακας 4. Συγκριτικά στοιχεία για το κτίριο 9 (6όροφο με κάρναβο 7m)

	Πλάκες		Δοκοί		Υποστυλώματα		Συνολικά	
	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2
Σκυρόδεμα (m ³)	223,08	180,43	176,52	105,54	57,24	51,18	456,84	337,15
	↓19,12		↓40,21		↓10,59		↓26,20	
Οπλισμοί (Kg)	12888,80	13451,50	19475,73	15537,11	17249,58	16037,16	49614,11	45025,7

	↑4,37		↓20,22		↓7,03		↓9,25	
Αναλογία (Kg/m ³)	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2
	57,78	74,55	110,33	147,22	301,36	313,35	108,60	133,55
	↑29,04		↑33,43		↑3,98		↑22,97	

Επίσης στους πίνακες 5-7 παρουσιάζονται για τα ίδια κτίρια, ενδεικτικά από τη στάθμη 1 συγκριτικά στοιχεία μεταβολής του όγκου σκυροδέματος, του βάρους του χάλυβα (κυρίως οπλισμού) καθώς και της αναλογίας (Βάρος χάλυβα οπλισμού/Όγκο σκυροδέματος), όπου συμπεριλαμβάνονται και οι συνδετήρες. Τα στοιχεία αυτά δίνονται, για μία ακραία δοκό (συνεχής δοκός Δ1-Δ2), μία εσωτερική δοκό (συνεχής δοκός Δ3-Δ4) και ένα γωνιακό υποστύλωμα (Κ1), ένα περιμετρικό υποστύλωμα (Κ2) και το κεντρικό υποστύλωμα (Κ5).

Πίνακας 5. Συγκριτικά στοιχεία για κάποια επιμέρους δομικά στοιχεία (δοκοί – υποστυλώματα) της στάθμης 1 του κτιρίου 1 (2όροφο με κάρναβο 3m)

	Δ1-Δ2		Δ3-Δ4		Κ1		Κ2		Κ5	
Σκ. (m ³)	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2
	0,44	0,44	0,44	0,44	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
	-		-		-		-		-	
Οπ. (kg)	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2
	42,90	30,80	50,10	32,50	62,10	41,40	62,10	32,60	62,10	25,00
	↓28,21		↓35,13		↓33,33		↓47,50		↓59,74	
kg/m ³ (με συνδ)	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2
	97,50	70,00	113,86	73,86	331,20	220,80	331,20	173,87	331,20	133,33
	↓28,21		↓35,13		↓33,33		↓47,50		↓59,74	

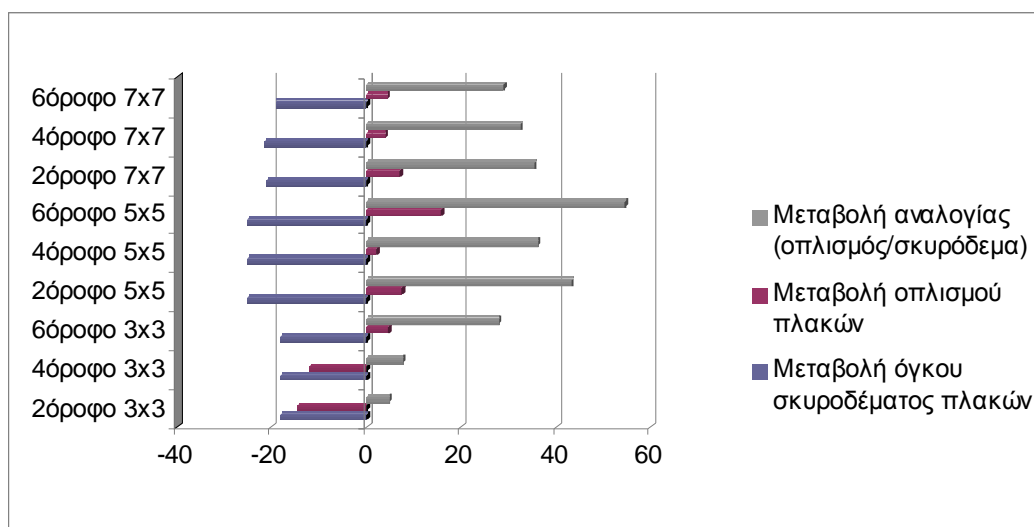
Πίνακας 6. Συγκριτικά στοιχεία για κάποια επιμέρους δομικά στοιχεία (δοκοί – υποστυλώματα) της στάθμης 1 του κτιρίου 5 (4όροφο με κάρναβο 5m)

	Δ1-Δ2		Δ3-Δ4		Κ1		Κ2		Κ5	
Σκ. (m ³)	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2
	1,15	1,15	1,15	1,15	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
	-		-		-		-		-	
Οπ. (kg)	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2
	191,20	188,50	247,40	207,90	124,30	124,30	124,30	145,00	124,30	145,00
	↓1,41		↓15,97		0,00		↑16,65		↑16,65	
kg/m ³ (με συνδ)	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2
	166,26	163,91	215,13	180,78	258,96	258,96	258,96	302,08	258,96	302,08
	↓1,41		↓15,97		0,00		↑16,65		↑16,65	

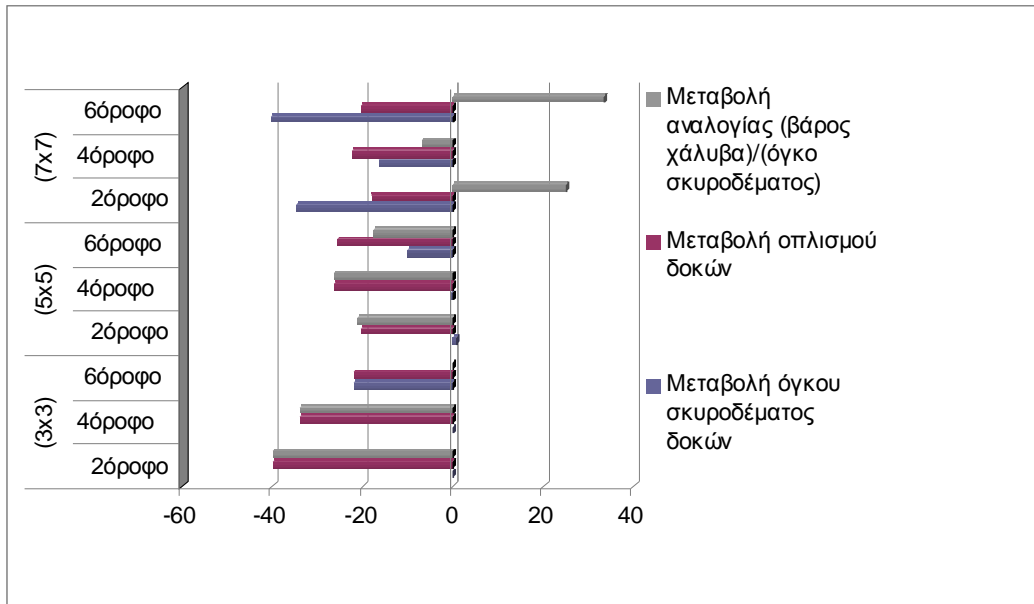
Πίνακας 7. Συγκριτικά στοιχεία για κάποια επιμέρους δομικά στοιχεία (δοκοί – υποστυλώματα) της στάθμης 1 του κτιρίου 9 (βόροφο με κάναβο 7m)

	Δ1-Δ2		Δ3-Δ4		Κ1		Κ2		Κ5	
Σκ. (m ³)	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2
	5,14	2,93	4,43	2,92	0,91	0,91	1,27	0,91	1,47	1,26
	↓42,90		↓33,97		-		↓28,40		↓14,29	
Οπ. (kg)	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2
	508,40	488,10	711,50	661,00	207,20	269,30	290,00	310,70	331,50	393,60
	↓3,99		↓7,10		↑29,97		↑7,14		↑18,73	
kg/m ³ (με συνδ)	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2	CYS159	EC2
	98,91	166,32	160,70	226,11	228,32	296,75	228,80	342,37	225,51	312,38
	↑68,15		↑40,70		↑29,97		↑49,64		↑38,52	

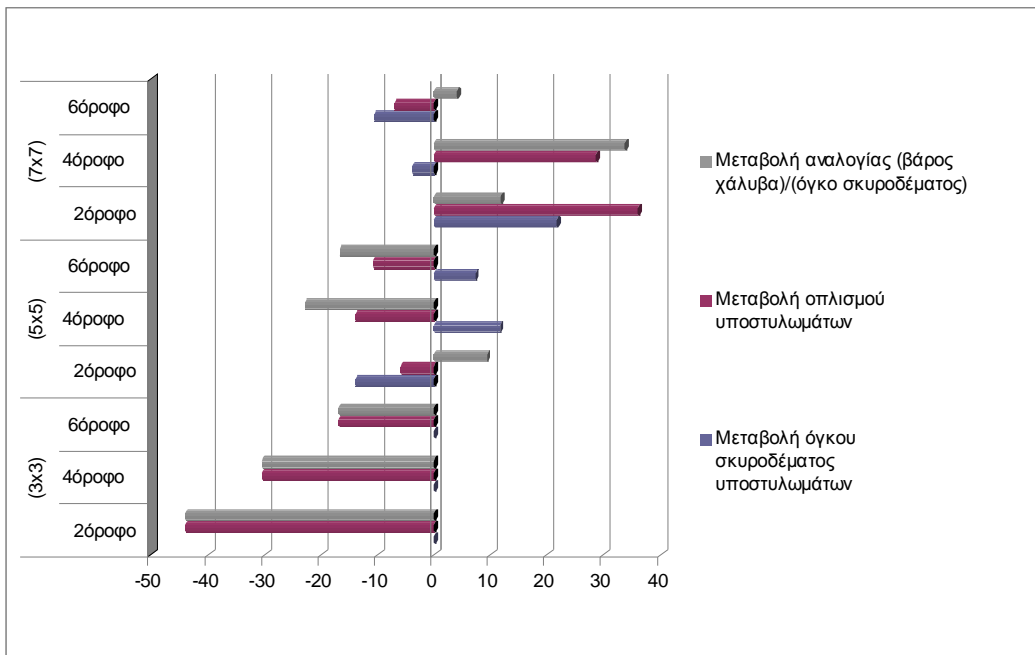
Στα σχήματα 6 – 11 δίνονται συγκριτικά διαγράμματα όπου απεικονίζονται οι μεταβολές όγκου σκυροδέματος, βάρος χάλυβα οπλισμών, αναλογία (Βάρος χάλυβα/Όγκος σκυροδέματος) για επιμέρους στοιχεία αλλά και συνολικά.



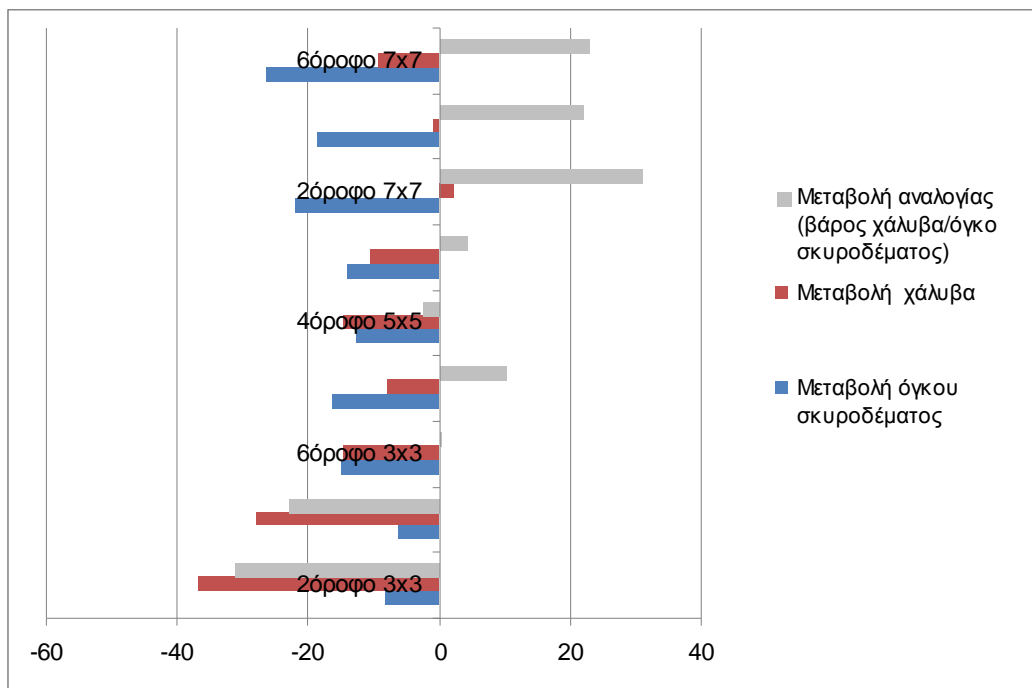
Σχήμα 6. Μεταβολή σκυροδέματος και οπλισμού πλακών για όλα τα κτίρια.



Σχήμα 7. Μεταβολή σκυροδέματος και σπλισμού δοκών για όλα τα κτίρια.



Σχήμα 8. Μεταβολή σκυροδέματος και σπλισμού υποστυλωμάτων για όλα τα κτίρια.



Σχήμα 9. Μεταβολή σκυροδέματος και οπλισμού συνολικά για όλα τα κτίρια.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

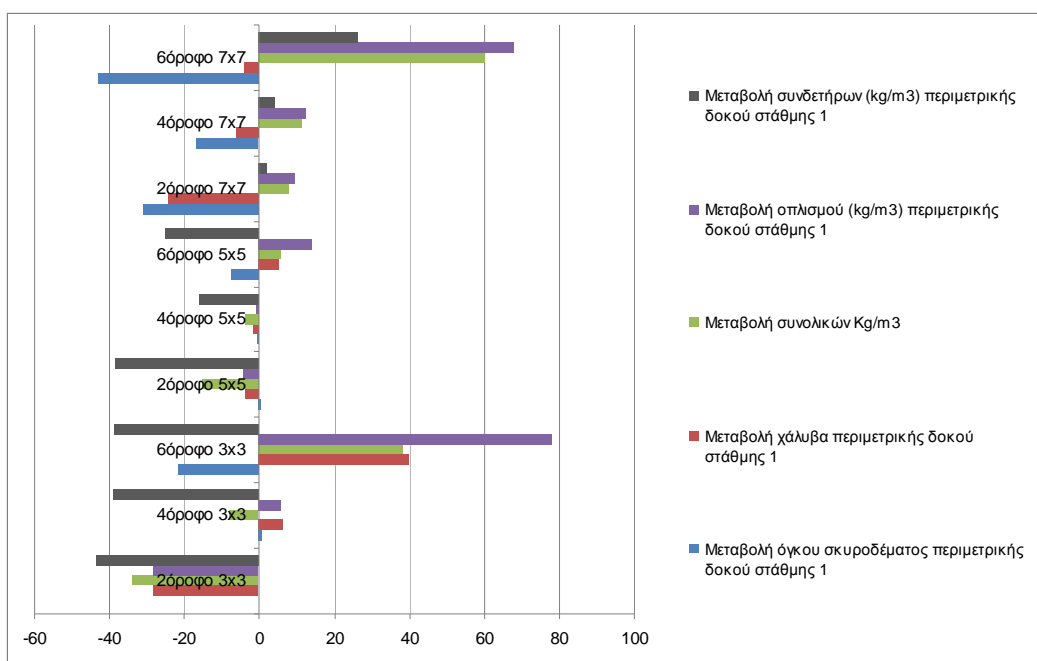
Γενικά στις πλάκες παρατηρείται μείωση του όγκου σκυροδέματος από 18% μέχρι και 25%. Ο οπλισμός των πλακών παρουσιάζει αύξηση. Να σημειωθεί ότι η αύξηση αυτή του οπλισμού οφείλεται, στην διαστασιολόγηση και με τους δύο κανονισμούς στον έλεγχο έναντι διαμήκουσας δύναμης στις συνδέσεις πελμάτων – κορμού. Ο έλεγχος αυτός επηρεάζει ιδιαίτερα τους μεγάλους καννάβους (5m και 7m) και τους πολλούς ορόφους. Ως τελικό αποτέλεσμα παρατηρείται μείωση όγκου σκυροδέματος των πλακών, μείωση του οπλισμού μόνο σε μικρό κάρναβο (3m) και λίγους ορόφους (2όροφο, 4όροφο) και αύξηση της αναλογίας βάρους χάλυβα/όγκο σκυροδέματος για τις πλάκες των κτιρίων με μεγάλο κάρναβο, στην διαστασιολόγηση με EC2.

Στις δοκούς παρατηρείται επίσης μείωση του όγκου σκυροδέματος, κυρίως στον μεγάλο κάρναβο (7m) όπου η μείωση είναι πολύ σημαντική. Σε όλα τα κτίρια έχει παρατηρηθεί μείωση του χάλυβα στη διαστασιολόγηση με EC2. Ως τελικό αποτέλεσμα όμως αναλογίας (βάρος χάλυβα/όγκο σκυροδέματος) παρατηρείται μείωση σε όλα τα κτίρια εκτός από τα κτίρια με μεγάλο κάρναβο (7m) όπου παρατηρείται αύξηση.

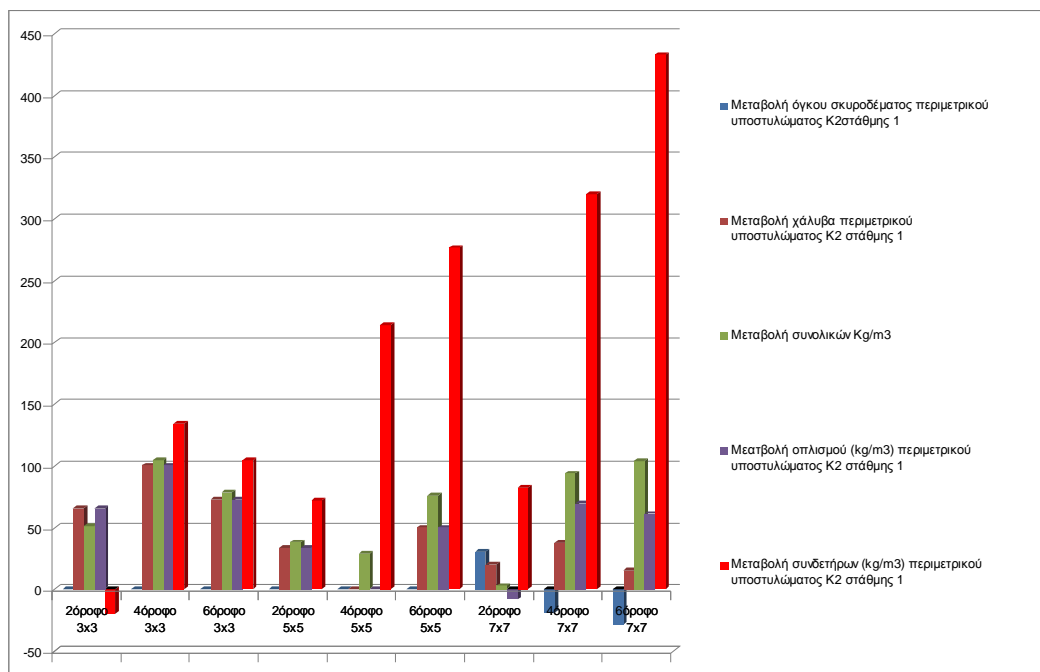
Ο όγκος σκυροδέματος των υποστυλωμάτων δε μεταβάλλεται για το μικρό κάρναβο (3m) ανεξάρτητα από τους ορόφους ενώ παρατηρείται μικρή μείωση στον μεγάλο κάρναβο και πολλούς ορόφους. Ο οπλισμός των υποστυλωμάτων γενικά μειώνεται, εκτός από τα τον μεγάλο κάρναβο και λίγους ορόφους. Τέλος η αναλογία χάλυβα/όγκο σκυροδέματος μειώνεται κυρίως για το μικρό κάρναβο (3m) περισσότερο στους λίγους ορόφους και λιγότερο στους πολλούς, ενώ αυξάνεται στον μεγάλο κάρναβο (7m) κυρίως για το 4όροφο.

Οι περιμετρικές δοκοί της στάθμης 1 (Δ1-Δ2) (Σχήμα 10), παρουσιάζουν μείωση του όγκου σκυροδέματος στα κτίρια με πολλούς ορόφους και μεγάλα ανοίγματα. Ο χάλυβας δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη μεταβολή για τα κτίρια με μέσο κάρναβο (5m) ενώ παρατηρείται αύξηση μόνο για το δόροφο με μικρό κάρναβο (3m). Οι συνδετήρες παρουσιάζουν μείωση γενικά στη διαστασιολόγηση με EC2 γενικά ενώ παρουσιάζεται αύξηση στο μεγάλο κάρναβο (κυρίως δόροφο).

Στα υποστυλώματα της στάθμης 1 (Σχήμα 11) παρατηρείται σημαντική αύξηση των συνδετήρων σε όλα τα κτίρια κατά την διαστασιολόγηση με EC2, καθώς επίσης και αύξηση των οπλισμών.



Σχήμα 10. Μεταβολή όγκου σκυροδέματος και χάλυβα για τις περιμετρικές δοκούς (Δ1-Δ2) στάθμης 1 όλων των κτιρίων.



Σχήμα 11. Μεταβολή όγκου σκυροδέματος και χάλυβα για το περιμετρικό υποστυλώμα Κ2 της στάθμης 1 όλων των κτιρίων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΠΡΟΓΥΠΟ – Κώδικας για Μελέτη και κατασκευή έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα – CYS 159 : Μέρος 1 : 1992

Eurocode2: Design of Concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. EN 1992-1-1:2004

Γιαννόπουλος Π. «Οριακή Κατάσταση Αστοχίας έναντι κάμψης με ή χωρίς ορθή δύναμη», Ημερίδα ΤΕΕ 10/2008 «Σχεδιασμός φορέων από σκυρόδεμα με βάση τον Ευρωκώδικα 2».

Κανιτάκη Ε. «Λεπτομέρειες Οπλίσεως και Κατασκευαστικές Λεπτομέρειες Δομικών Στοιχείων», Ημερίδα ΤΕΕ 10/2008 «Σχεδιασμός φορέων από σκυρόδεμα με βάση τον Ευρωκώδικα 2»

Εγχειρίδιο χρήσης: STRAD – Μελέτες Κατασκευών με Φέροντα Οργανισμό από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα, 4ΜVΚ, Έκδοση 2008.