

Συγκριτική Μελέτη τυπικών κτιρίων Οπλισμένου Σκυροδέματος με τον Ευρωκώδικα 2 και τον ΕΚΟΣ2000 Comparative Study of typical reinforced concrete structures according EC2 and EKOS2000

Κρίστης ΧΡΥΣΟΣΤΟΜΟΥ¹, Αριστείδης ΠΑΠΑΧΡΗΣΤΙΔΗΣ²,
Πηνελόπη ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΥ³

Λέξεις κλειδιά: Ευρωκώδικας 2, ΕΚΟΣ2000, 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 18 τυπικά κτίρια, 3 δώροφα, 3 τετραώροφα και 3 εξαώροφα με τετραγωνικά υποστυλώματα με μέσο κάναβο 3m, 5m και 7m αντίστοιχα και 3 δώροφα, 3 τετραώροφα και 3 εξαώροφα με τετραγωνικά υποστυλώματα και τοιχώματα με μέσο κάναβο 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 : This project compares the differences on concrete volume and reinforcement weight of a number of structural concrete components stemming from the application of both the European and the Greek National design code for concrete structures (EC2 and EKOS2000 respectively). There are 18 typical reinforcement structures analyzed in this work; three 2-storey, three 4-storey and three 6-storey buildings consisting of rectangular columns with an average grid of 3m, 5m and 7m respectively and three 2-storey, three 4-storey and three 6-storey building consisting of rectangular columns and walls, with an average grid of 3m, 5m and 7m respectively. The results obtained from the analysis of all the above cases are compared with each other on the required concrete volume and reinforcements weight and distribution in all vertical components, beams and plates. .

¹ Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, email: c.chrysostomou@cut.ac.cy

² Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π, 4ΜVΚ Προγρ/τα Πολ. Μηχανικού, Αθήνα, email: aris@4m.gr

³ Πολιτικός Μηχανικός ΠΣΠΠ, Αθήνα

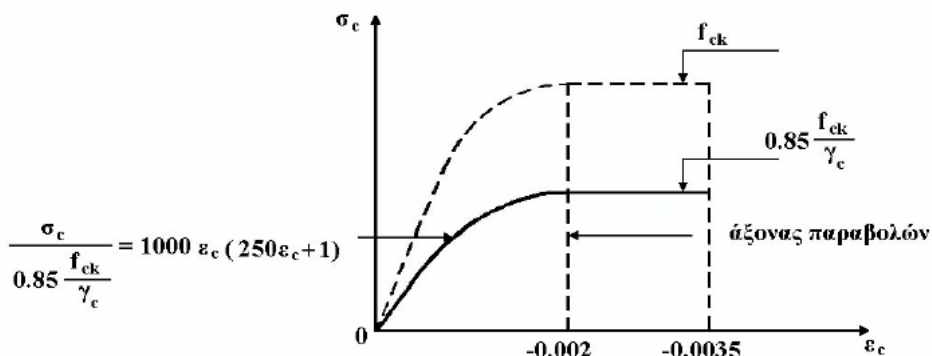
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την μετάβαση από τους Εθνικούς στους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς, σύντομα αναμένεται να ισχύσει ο νέος κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος (Ευρωκώδικας 2) που αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους οδηγούς για το σχεδιασμό των δομημάτων. 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).

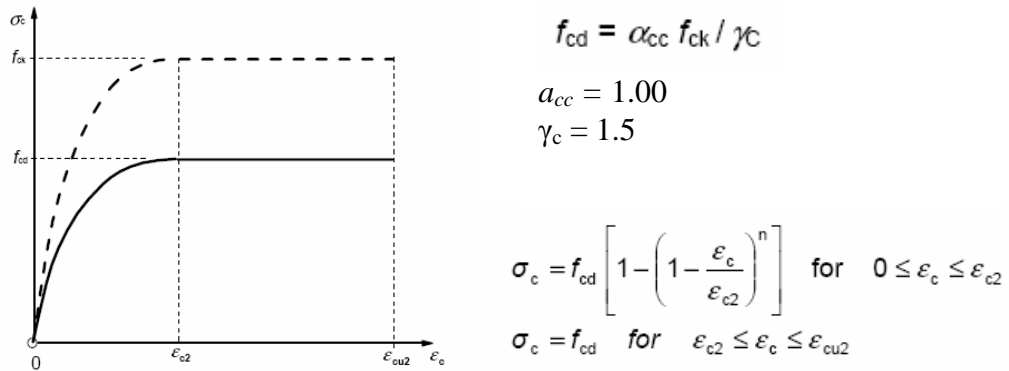
Είναι απαραίτητο να επισημανθεί ότι στον Ευρωκώδικα 2 δεν γίνεται κάποια ιδιαίτερη διάκριση μεταξύ στοιχείων με ή χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας. Η διάκριση αυτή γίνεται στον EC8 όπου περιλαμβάνεται ιδιαίτερο κεφάλαιο για το οπλισμένο σκυρόδεμα. Αντίθετα ο ΕΚΟΣ2000 αναφέρεται σε δομικά στοιχεία φορέων από οπλισμένο σκυρόδεμα με ή χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας. Συνεπώς για την εφαρμογή της ανάλυσης των τυπικών κτιρίων θεωρήθηκαν για τον ΕΚΟΣ2000 ως φορείς χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (σχεδιασμός με μέγιστη τιμή συντελεστή σεισμικής συμπεριφοράς κατά ΕΑΚ $q = 1.50$).

Στον ΕΚΟΣ2000 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 ΕΚΟΣ2000.

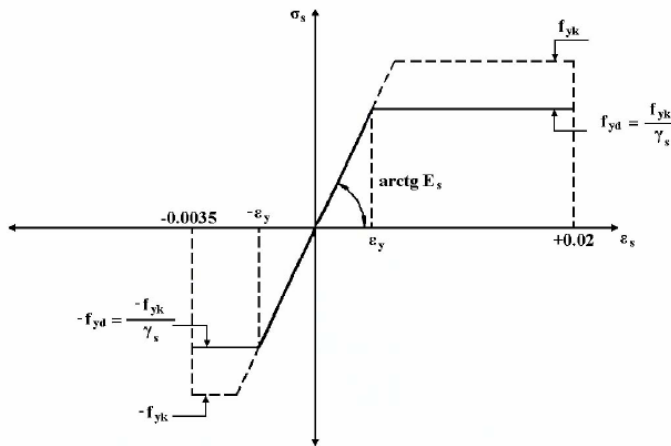
Κατά τον υπολογισμό της αντοχής μιας διατομής, χρησιμοποιείται για το σκυρόδεμα και το χάλυβα το ιδεατό διάγραμμα που δίνεται στα σχήματα 1 έως 4 (κατά ΕΚΟΣ2000 και EC2 αντίστοιχα).



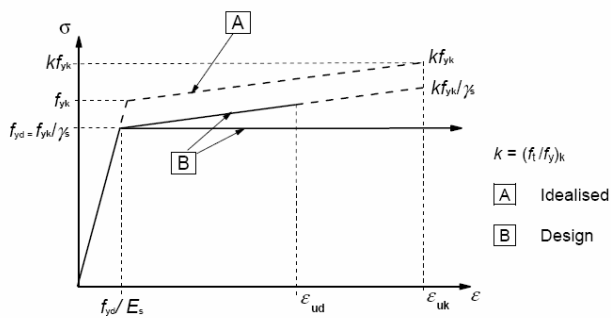
Σχήμα 1. Ιδεατό διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων σκυροδέματος κατά ΕΚΟΣ2000. Παραβολικό – ορθογωνικό διάγραμμα.



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



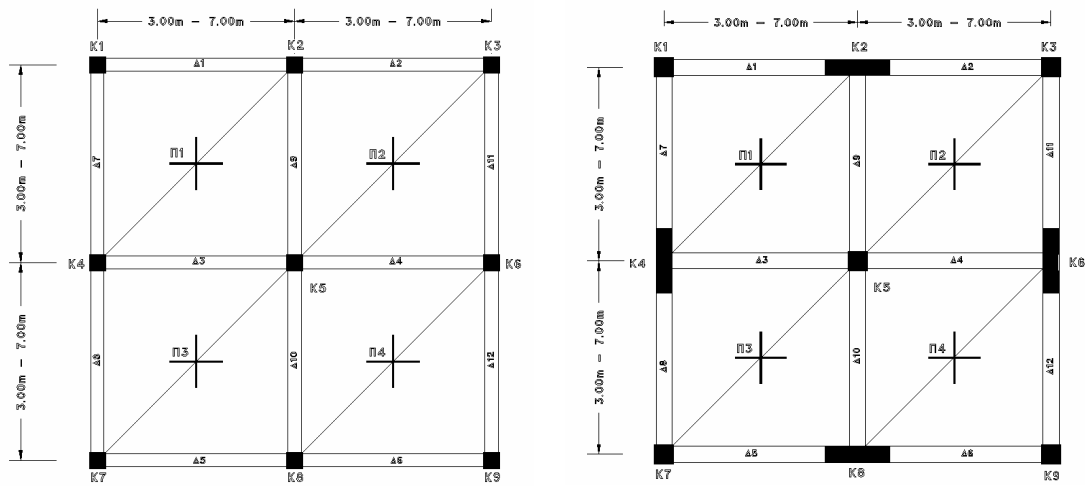
Σχήμα 3. Διάγραμμα σχεδιασμού τάσεων-παραμορφώσεων για τον χάλυβα (ΕΚΟΣ2000).



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

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΠΟΥ ΑΝΑΛΥΘΗΚΑΝ

Επιλύθηκαν δεκαοχτώ τυπικά κτίρια. Έξι διώροφα (κτίρια 1, 4, 7, 10, 13, 16), έξι τετράωροφα (κτίρια 2, 5, 8, 11, 14, 17) και έξι εξαώροφα (κτίρια 3, 6, 9, 12, 15, 18) με κάρναβο 3m (κτίρια 1, 2, 3, 10, 11, 12), 5m (κτίρια 4, 5, 6, 13, 14, 15) και 7m (κτίρια 7, 8, 9, 16, 17, 18) και με την ύπαρξη τοιχωμάτων (κτίρια 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18) ή όχι (κτίρια 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9). Το υψόμετρο κάθε ορόφου θεωρήθηκε 3.00m.



Σχήμα 5. Κάτοψη τυπικών κτιρίων που διαστασιολογήθηκαν με ΕΚΟΣ2000 και EC2.

Παραδοχές Ανάλυσης

Ποιότητα υλικών: Σκυρόδεμα C20/25, Χάλυβας B500C. Μέτρο ελαστικότητας σκυροδέματος: $E_{cm} = 29 \text{ GPa}$ (Πίνακας 2.2 ΕΚΟΣ2000), ενώ $E_{cm} = 30 \text{ GPa}$ (Πίνακας 3.1 EN1992-1-1:2004). Τιμή σχεδιασμού τάσης συνάφειας $f_{bd} = 2.3 \text{ MPa}$ (Πίνακας 17.4 ΕΚΟΣ2000) και $f_{bd} = 2.25 \text{ MPa}$ (§8.4.2 (2) σχέση (8.2) EN1992-1-1:2004)

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 ΕΑΚ2000 για ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I ($\alpha=0.16$), συντελεστή σπουδαιότητας $\gamma = 1.00$, συντελεστή σεισμικής συμπεριφοράς $q=1.50$, συντελεστή θεμελίωσης $\theta=1.00$, συντελεστή φασματικής ενίσχυσης $\beta_0=2.50$, συντελεστή κινητών την ώρα του σεισμού $\psi_2=0.30$, τιμές χαρακτηριστικών περιόδων $T_1=0.15 \text{ sec}$ και $T_2=0.60 \text{ sec}$, ποσοστό κρίσιμης απόσβεσης $\zeta=5\%$.

Συνδυασμοί βασικών και τυχηματικών δράσεων σύμφωνα με σχέση (6.11) και (6.12) της §6.4 ΕΚΟΣ2000.

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 υπόψη 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: ΕΚΟΣ2000 §18.1.3 → 70mm. Στον EC2 ορίζεται σε σχέση με τις διαστάσεις της πλάκας (b και l_{eff} να μην είναι μικρότερα από $5h$) § 9.3(1). 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 ΕΚΟΣ2000 και 7.4.2 EN1992-1-1:2004). Ο έλεγχος αυτός κατά ΕΚΟΣ2000 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 ΕΚΟΣ2000 και EC2

Κάρναβος	Πάχος πλάκας κατά ΕΚΟΣ 2000	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 (§17.6 ΕΚΟΣ2000 και §8.4 EN1992-1-1:2004).

Τέλος κατά τη διαστασιολόγηση λήφθηκαν υπόψη 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 πολύ μικρότερες και ενεώς έξω από την λογική του ΕΚΟΣ2000.

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. Τα ποσοστά μείωσης ή αύξησης εκφράζουν την εκάστοτε διαφορά (EC2 – ΕΚΟΣ2000) ως προς το εκάστοτε μέγεθος του ΕΚΟΣ2000.

Πίνακας 2. Συγκριτικά στοιχεία για το κτίριο 3 (6όροφο με κάρναβο 3m)

	Πλάκες		Δοκοί		Υποστυλώματα		Συνολικά	
	ΕΚΟΣ	EC2	ΕΚΟΣ	EC2	ΕΚΟΣ	EC2	ΕΚΟΣ	EC2
Σκυρόδεμα (m ³)	19,97	16,34	32,58	25,44	19,86	19,86	72,41	61,64
	↓18,18%		↓21,92%		-		↓14,87%	
Οπλισμοί (Kg)	2167,2	2260	2919,54	2417,55	3235,55	4207,44	8322,29	8884,99
	↑4,28%		↓17,19%		↑30,04%		↑6,76%	
Αναλογία (Kg/m ³)	108,55	138,35	89,61	95,03	162,92	211,85	114,94	144,15
	↑27,46%		↑6,05%		↑30,04%		↑25,42%	

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

	Πλάκες		Δοκοί		Υποστυλώματα		Συνολικά	
	ΕΚΟΣ	EC2	ΕΚΟΣ	EC2	ΕΚΟΣ	EC2	ΕΚΟΣ	EC2
Σκυρόδεμα (m ³)	57,76	43,32	27,68	27,6	15,48	17,28	100,92	88,2
	↓25%		↓0,29%		↑11,63%		↓12,60%	
Οπλισμοί (Kg)	3104,4	3201,8	3782,73	3264,72	2983,76	3550,02	9870,89	10016,54
	↑3,14%		↓13,69%		↑18,98%		↑1,48%	
Αναλογία (Kg/m ³)	53,75	73,91	136,66	118,29	192,75	205,44	97,81	113,57
	↑37,52%		↓13,44%		↑6,58%		↑16,11%	

Πίνακας 4. Συγκριτικά στοιχεία για το κτίριο 7 (2όροφο με κάρναβο 7m)

	Πλάκες		Δοκοί		Υποστυλώματα		Συνολικά	
	ΕΚΟΣ	EC2	ΕΚΟΣ	EC2	ΕΚΟΣ	EC2	ΕΚΟΣ	EC2
Σκυρόδεμα (m ³)	78,42	61,97	30,24	19,8	7,1	8,64	115,76	90,41

	↓20,98%		↓34,52%		↑21,69%		↓21,90%	
Οπλισμοί (Kg)	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>
	2756,8	3326,6	2876,89	2752,49	1909,7	2302,7	7543,39	8381,79
	↑20,67%		↓4,32%		↑20,58%		↑11,11%	
Αναλογία (Kg/m ³)	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>
	35,16	53,69	95,14	139,01	268,97	266,52	65,17	92,71
	↑52,71%		↑46,12%		↓0,91%		↑42,27%	

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 ή τοίχωμα στα αντίστοιχα κτίρια (Κ2) και το κεντρικό υποστύλωμα (Κ5).

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

	Δ1-Δ2		Δ3-Δ4		Κ1		Κ2		Κ5	
Σκ. (m ³)	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>
	0,93	0,73	0,86	0,66	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
	↓21,43%		↓23,08%		-		-		-	
Οπ. (kg)	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>
	108,4	109,6	103,8	111,2	74	124,3	60	103,6	51,2	103,6
	↑1,11%		↑7,13%		↑67,97%		↑72,67%		↑102,34%	
kg/m ³ (με συνδ)	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>
	127,65	182,23	132,83	200,75	235,37	403,54	197,28	351,56	173,33	344,49
	↑42,75%		↑51,14%		↑71,45%		↑78,21%		↑98,74%	

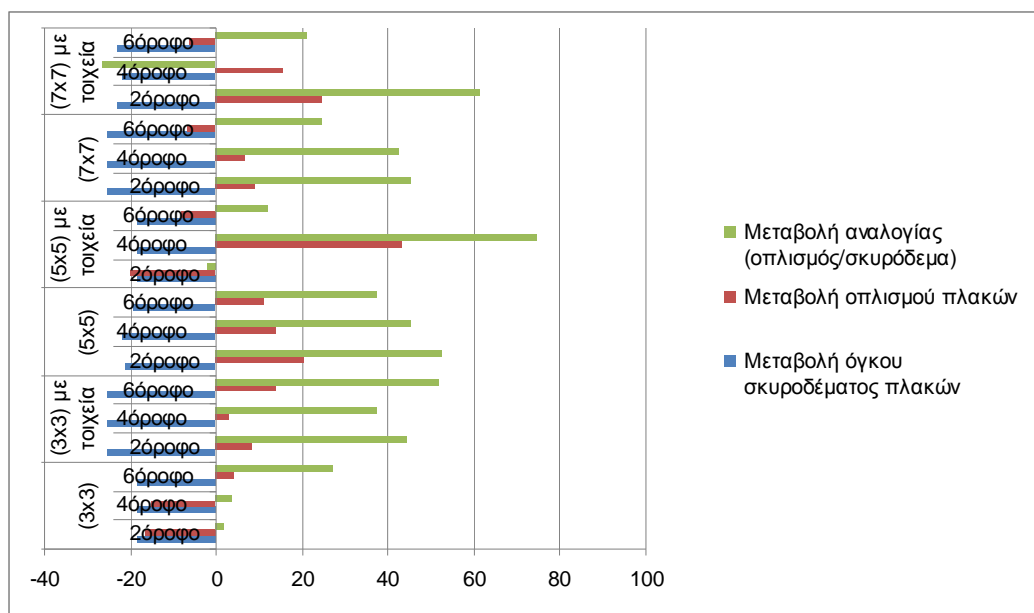
Πίνακας 6. Συγκριτικά στοιχεία για κάποια επιμέρους δομικά στοιχεία (δοκοί – υποστυλώματα) της στάθμης 1 του κτιρίου 5 (4όροφο με κάρναβο 5m)

	Δ1-Δ2		Δ3-Δ4		Κ1		Κ2		Κ5	
Σκ. (m ³)	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>
	1,175	1,175	1,175	1,175	0,37	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
	-		-		↑30,61%		-		-	
Οπ. (kg)	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>
	98	157,5	104	164,1	74	74	124,3	124,3	124,3	165,7
	↑60,71%		↑57,79%		-		-		↑33,31%	
kg/m ³ (με συνδ)	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>	<i>EKOΣ</i>	<i>EC2</i>
	91,91	165,53	99,06	171,15	235,37	206,45	299,38	385,83	299,38	425
	↑80,09%		↑72,77%		↓12,29%		↑28,88%		↑41,96%	

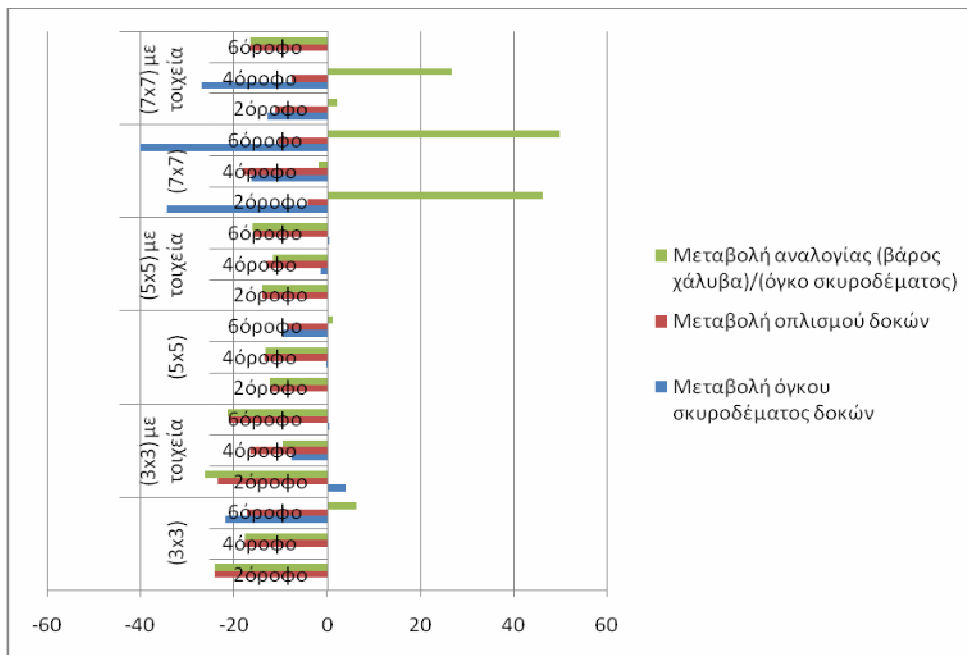
Πίνακας 7. Συγκριτικά στοιχεία για κάποια επιμέρους δομικά στοιχεία (δοκοί – υποστυλώματα) της στάθμης 1 του κτιρίου 7 (2όροφο με κάρναβο 7m)

	Δ1-Δ2		Δ3-Δ4		Κ1		Κ2		Κ5	
Σκ. (m ³)	ΕΚΟΣ	ΕC2	ΕΚΟΣ	ΕC2	ΕΚΟΣ	ΕC2	ΕΚΟΣ	ΕC2	ΕΚΟΣ	ΕC2
	2,394	1,65	2,7825	1,65	0,37	0,48	0,37	0,48	0,6075	0,48
	↓31,08%		↓40,70%		↑30,61%		↑30,61%		↓20,99%	
Οπ. (kg)	ΕΚΟΣ	ΕC2	ΕΚΟΣ	ΕC2	ΕΚΟΣ	ΕC2	ΕΚΟΣ	ΕC2	ΕΚΟΣ	ΕC2
	189,2	166	333,8	291,4	82,9	60	103,6	124,3	165,7	145
	↓12,26%		↓12,70%		↓27,62%		↑19,98%		↓12,49%	
kg/m ³ (με συνδ)	ΕΚΟΣ	ΕC2	ΕΚΟΣ	ΕC2	ΕΚΟΣ	ΕC2	ΕΚΟΣ	ΕC2	ΕΚΟΣ	ΕC2
	87,88	126,19	135,06	233,82	259,59	171,67	321,09	330,42	298,93	362,08
	↑43,57%		↑73,12%		↓33,87%		↑2,91%		↑21,13%	

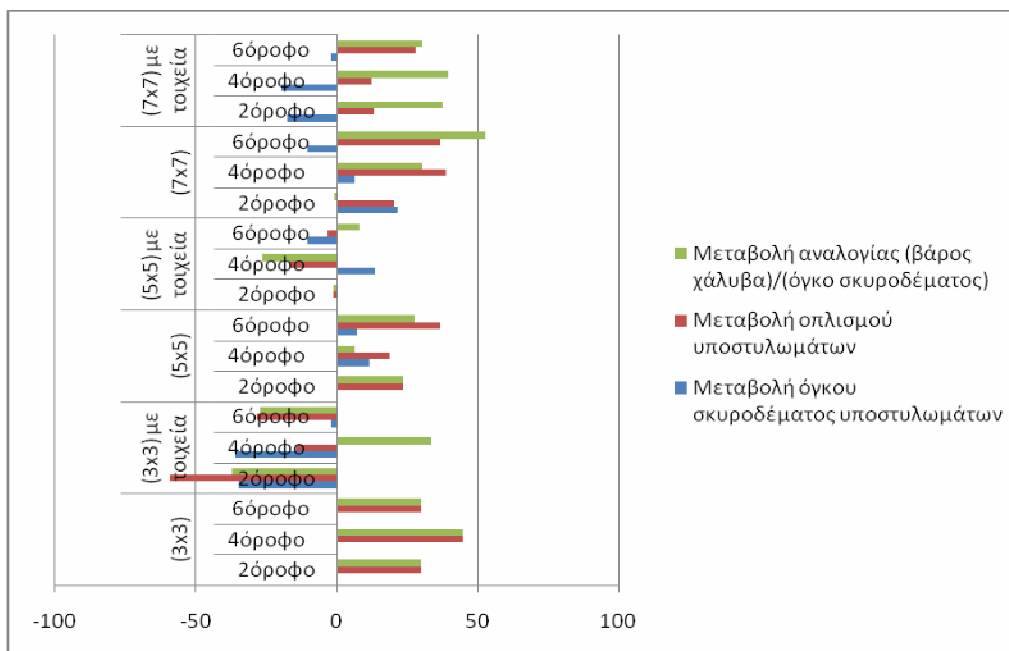
Στα σχήματα 6 – 9 δίνονται συγκριτικά διαγράμματα όπου απεικονίζονται οι μεταβολές όγκου σκυροδέματος, βάρος χάλυβα οπλισμών, αναλογία (Βάρος χάλυβα/Όγκος σκυροδέματος) για επιμέρους στοιχεία αλλά και συνολικά.



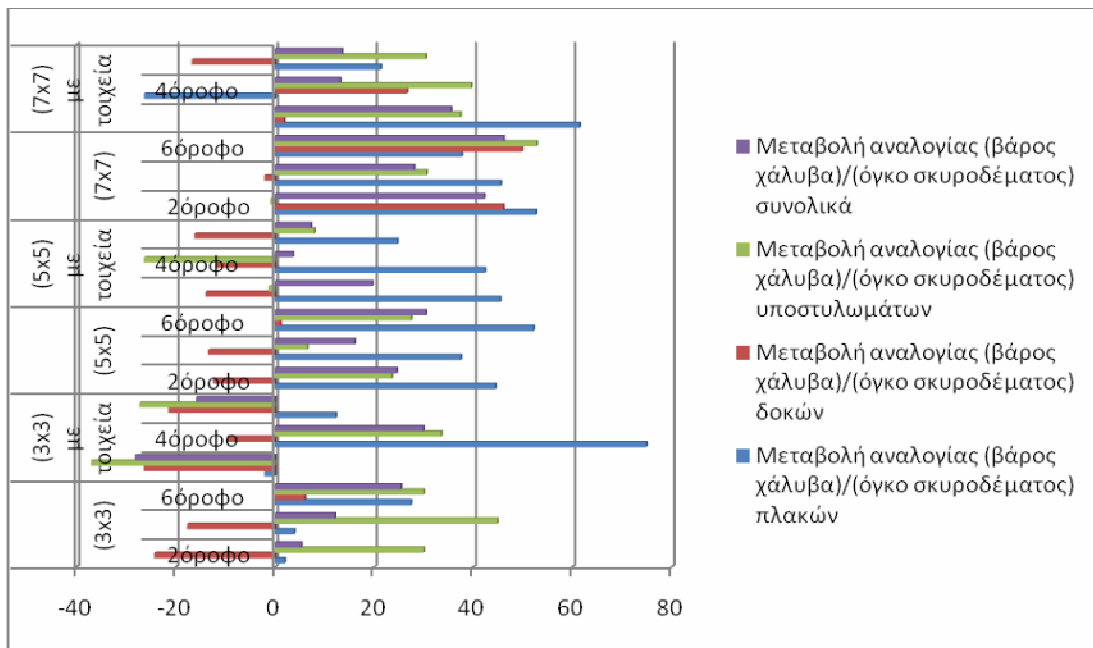
Σχήμα 6. Μεταβολή σκυροδέματος και οπλισμού πλακών για όλα τα κτίρια.



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



Σχήμα 8. Μεταβολή σκυροδέματος και οπλισμού 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 $\approx 20\%$. Ο οπλισμός των πλακών παρουσιάζει αύξηση ιδιαίτερα στους πολλούς ορόφους (6όροφο) και στο μεγάλο κάναβο (7m). 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 (σχήματα 10 -12). Ο έλεγχος αυτός επηρεάζει ιδιαίτερα τους μεγάλους καννάβους (5m και 7m) και τους πολλούς ορόφους, ενώ η ύπαρξη τοιχείων στα προαναφερθέντα κτίρια μειώνει αισθητά την απαίτηση αυτή σε οπλισμό απόσχισης. Ως τελικό αποτέλεσμα παρατηρείται γενικά αύξηση της αναλογίας (βάρους χάλυβα/όγκο σκυροδέματος) για τις πλάκες στην διαστασιολόγηση με EC2.

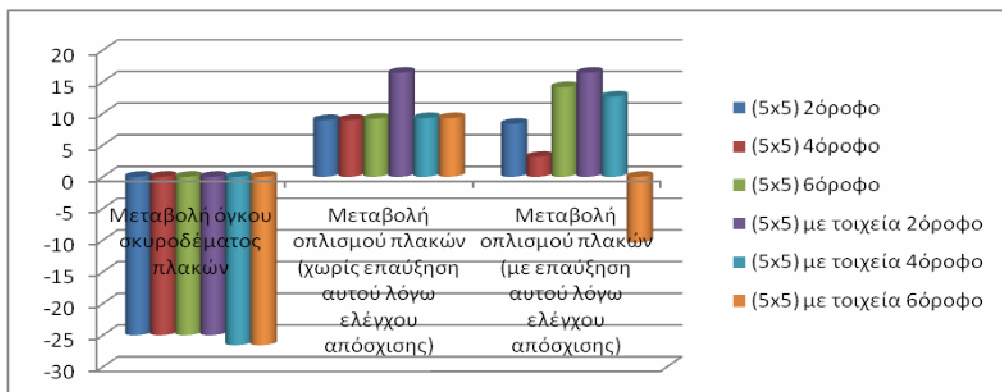
Στις δοκούς παρατηρείται επίσης μείωση του όγκου σκυροδέματος, καθώς και του χάλυβα στη διαστασιολόγηση με EC2. Ως τελικό αποτέλεσμα όμως αναλογίας (βάρους χάλυβα/όγκο σκυροδέματος) παρατηρείται αύξηση στο μεγάλο κάναβο (7m).

Ο όγκος σκυροδέματος των υποστρωμάτων δε μεταβάλλεται για το μικρό κάναβο (3m) ανεξάρτητα από τους ορόφους. Στη διαστασιολόγηση των κτιρίων με τοιχεία με τον EC2 παρουσιάζεται μείωση αυτού κυρίως στο μικρό κάναβο.

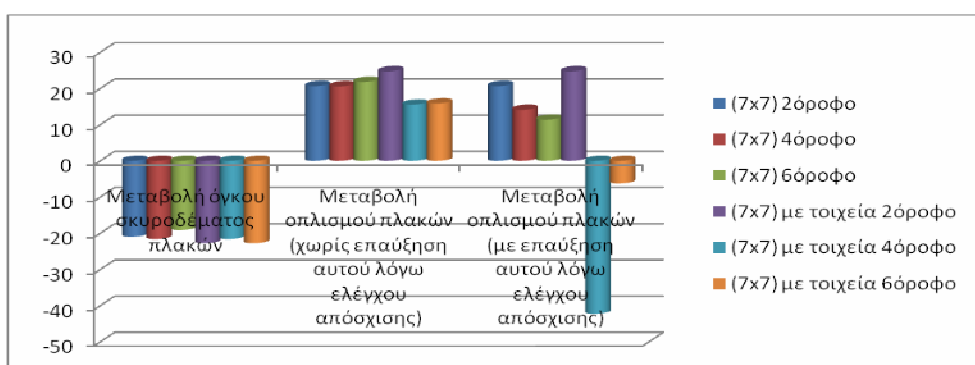
Να σημειωθεί ότι αυτό οφείλεται στο ότι ο ΕΚΟΣ2000 οδηγεί από την αρχή σε επιλογή αρχικών διαστάσεων τοιχωμάτων μεγαλύτερων από τον EC2, λόγω απαιτούμενου πλάτους στήριξης για την αγκύρωση των ράβδων οπλισμού των δοκών. Ο οπλισμός των υποστυλώματων γενικά αυξάνεται, εκτός από το μικρό κάναβο 3m στην περίπτωση ύπαρξης τοιχωμάτων. Τέλος η αναλογία χάλυβα/όγκο σκυροδέματος αυξάνεται κυρίως για το μικρό κάναβο (3m) και τους πολλούς ορόφους, καθώς και για το μεγάλο κάναβο (7m) και τους πολλούς ορόφους.

Οι δοκοί της στάθμης 1 (περιμετρική Δ1-Δ2 και εσωτερική Δ3-Δ4) παρουσιάζει μεγάλη αύξηση συνδετήρων στη διαστασιολόγηση με EC2 (σχήμα 12), ενώ γενικά ο κύριος οπλισμός και το σκυρόδεμα μειώνονται.

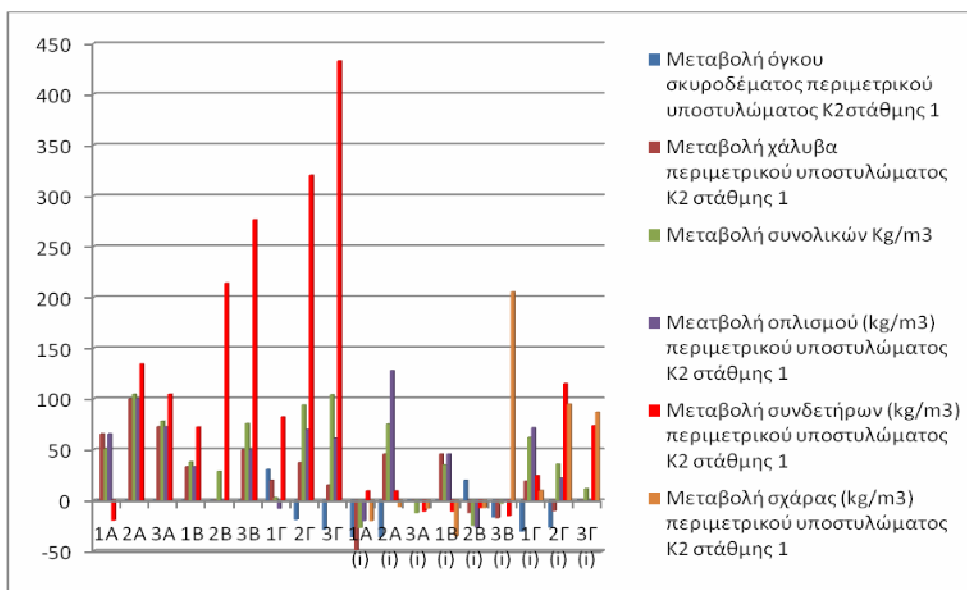
Ομοίως και στα υποστυλώματα της στάθμης 1 παρατηρείται αύξηση των συνδετήρων κατά την διαστασιολόγηση με EC2, με μείωση αυτών στην περίπτωση που υπάρχουν τοιχώματα.



Σχήμα 10. Μεταβολή οπλισμού πλακών με επαύξηση λόγω του ελέγχου διάτμησης στις συνδέσεις πέλματος κορμού για τα κτίρια με κάναβο 5m



Σχήμα 11. Μεταβολή οπλισμού πλακών με επαύξηση λόγω του ελέγχου διάτμησης στις συνδέσεις πέλματος κορμού για τα κτίρια με κάναβο 7m



Σχήμα 12. Μεταβολή όγκου σκυροδέματος και χάλυβα για το υποστύλωμα K2 (ή τοίχωμα στα αντίστοιχα κτίρια) όλων των κτιρίων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος 2000. ΦΕΚ 1329 Β 6.11.2000) με τη συμπλήρωση του κειμένου και των σχολίων του κεφ. 18 (Αποφ. Δ17α/32/10/ΦΝ 429)

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

Παπαρησιτίδης Α. Παγώνη Ε. «Από τον ΕΚΟΣ2000 στο Νέο Κανονισμό Ωπλισμένου Σκυροδέματος ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 2», Εκδόσεις ΝΚ, Αθήνα (2007).

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, 4MVK, Έκδοση 2008.