

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΑΓΓ. ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΣ

ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΤΟ ΑΥΤΟΣΥΜΠΥΚΝΟΥΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ

ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ



ΠΑΤΡΑ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελ.

1.ΑΥΤΟΣΥΜΠΥΚΝΟΥΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	2
1.1. Εισαγωγή.....	2
1.2. Βασικές αρχές παραγωγής SCC.....	5
1.3. Εφαρμογές Αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος.....	6
1.4. Χαρακτηριστικά Αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος.....	8
1.5. Υλικά Σύνθεσης Αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος.....	10
1.6. Έλεγχος Αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος - Κριτήρια αποδοχής ιδιοτήτων.....	12
2.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	15
2.1. Παράδειγμα Κτιρίου Α.....	15
2.1.1. Αποτελέσματα αναλύσεων 1 ^η περίπτωση : Συμβατικό σκυρόδεμα C20/25...	20
2.1.2. Αποτελέσματα αναλύσεων 2 ^η περίπτωση : Αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα SCC C30/37.....	37
2.1.3. Αποτελέσματα αναλύσεων 2 ^η περίπτωση : Αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα SCC C30/37 και μειωμένες διατομές υποστηλωμάτων.....	55
2.1.4. Σύγκριση αποτελεσμάτων.....	73
2.1.5. Παράρτημα πινάκων.....	75
2.1.6. Εκτίμηση διαφοράς κόστους κατασκευής C20/25 και SCC C30/37	81
2.2. Παράδειγμα Κτιρίου Β.....	82
2.2.1. Αποτελέσματα αναλύσεων (Συμβατικό C25/30 και Αυτοσυμπυκνούμενο SCC C35/45).....	87
3.ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΙΣΕΣ ΡΟΠΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	93
3.1. Παράδειγμα 1.....	93
3.2. Παράδειγμα 2.....	94
4.ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ SCC ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	96
5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΣΥΜΠΥΚΝΟΥΜΕΝΟΥ ΕΝΑΝΤΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ.....	98
6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	101

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το σκυρόδεμα αποτελεί μέχρι σήμερα το πιο σημαντικό και διαδεδομένο δομικό υλικό παγκοσμίως.

Η αποτελεσματικότητα όμως μιας επιτυχούς σκυροδέτησης ,εκτός από την ποιότητα και την κατηγορία αντοχής που έχει επιλεγεί,εξαρτάται από τις συνθήκες και από την επιμέλεια κατά τη διάρκεια σκυροδέτησης.

Ως γνωστό η σκυροδέτηση μέχρι σήμερα γίνεται με τα συμβατικά σκυροδέματα κατηγορίας C με τη χρήση δονητών και τη διατήρηση υψηλών θορύβων .Ομως με την εφαρμογή και την έναρξη ισχύος του ΕΑΚ 2000 προέκυψε η ανάγκη αύξησης της ποσότητας και της πυκνότητας του οπλισμού επηρεάζοντας δυσμενώς την αποτελεσματική σκυροδέτηση.

Αυτό επέδρασε αρνητικά στην απαραίτητη συμπύκνωση και κάθιση του σκυροδέματος δημιουργώντας φωληές και κενά ,τοπικές αστοχίες και θραύσεις επικαλύψεων των οπλισμών ,προκαλώντας μείωση της αντοχής και ανθεκτικότητας της κατασκευής με επακόλουθο την μείωση του χρόνου ζωής ενός έργου εξαιτίας της συντομότερης επίδρασης των εξωτερικών παραγόντων και χλωριόντων.

Για την αποφυγή των παραπάνω σύνηθων και δυσμενών επιδράσεων και αποτελεσμάτων σε κάθε σκυροδέτηση ,προέκυψε η ανάγκη δημιουργίας και παραγωγής ενός νέου σκυροδέματος ,του **αυτοσυμπυκνούμενου (self compacting concrete-SCC)** που να μπορεί να συμπυκνώνεται χωρίς δόνηση σε όλους τους ξυλοτύπους ώστε να αποφευχθούν τα προβλήματα που εμφανίζονται μετά από κάθε σκυροδέτηση με τη χρήση των συμβατικών σκυροδεμάτων.

Το αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα(SCC) αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στην Ιαπωνία το 1983 και ολοκλήρωσε τις έρευνές του στο Πανεπιστήμιο του Τόκιο το 1988.

Στα τέλη της δεκαετίας του 1990 πρωτοεμφανίστηκε στην Ευρώπη με πρώτη χώρα εφαρμογής την Σουηδία και έκτοτε έχει τύχει ευρείας αποδοχής.

Αντίθετα στην Ελλάδα βρίσκεται ακόμη σε νηπιακή κατάσταση λόγω του δισταγμού που υπάρχει για κάθε νέο υλικό ,της αυξημένης περιεκτικότητας σε λεπτόκκοκα υλικά

,της ευαισθησίας του στην υγρασία και της αυξημένης τιμής παραγωγής του έναντι των αντίστοιχων συμβατικών.

Στο βιβλίο τονίζονται οι βασικές αρχές παραγωγής με τα χαρακτηριστικά του και τα απαιτούμενα υλικά σύνθεσης με τις αναλογίες τους, οι προδιαγραφές παραγωγής και οι τρόποι ελέγχου της ποιότητας .

Στη συνέχεια αναλύονται δύο πολύώροφα κτίρια Ο.Σ, ένα τριώροφο με πυλωτή και υπόγειο και ένα τετραώροφο με πυλωτή και τμήμα υπογείου, χρησιμοποιώντας εναλλάξ συμβατικό σκυρόδεμα και αυτοσυμπυκνούμενο ώστε να καταγραφούν οι ποιοτικές διαφορές, οι μεταβολές του κόστους κατασκευής και των απαιτούμενων επεμβάσεων καθώς και των επισκευών κατά τη διάρκεια ζωής ενός κτιρίου λόγω των εξωτερικών επιδράσεων στην ανθεκτικότητα του σκυροδέματος.

Με τις μέχρι σήμερα γνώσεις και τα αποτελέσματα των μηχανικών χαρακτηριστικών, η χρήση του αυτοσυμπυκνούμενου είναι αποτελεσματική και απαραίτητη για την σωστή κατασκευή, δεν αυξάνει το κόστος κατασκευής έναντι του συμβατικού, ενώ αντίθετα είναι μικρότερο στη διάρκεια ζωής ενός κτιρίου και μπορεί να θεωρηθεί ως επανάσταση στη σκυροδέτηση λόγω των ευμενών αποτελεσμάτων του έναντι του συμβατικού σκυροδέματος.

Τέλος θέλω να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στους συνεργάτες μου ,Μιχάλη και Νικόλαο Χρυσανθακόπουλο για την σημαντική βοήθεια και υποστήριξη που παρείχαν για τη δημιουργία αυτού του βιβλίου.

1. ΑΥΤΟΣΥΜΠΥΚΝΟΥΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

1.1 Εισαγωγή

Το σκυρόδεμα αποτελεί σήμερα το πιο διαδεδομένο δομικό υλικό παγκοσμίως λόγω της ευκολίας παραγωγής και διάστρωσής του στα δομικά υλικά. Κατά τη διάρκεια της διάστρωσής του λαμβάνει χώρα η **συμπύκνωση**, μια διαδικασία που αποσκοπεί στο να απομακρυνθεί ο αέρας που έχει εγκλωβιστεί στο εσωτερικό της μάζας κατά την παραγωγή και τοποθέτησή του. Αυτό είναι πολύ σημαντικό, γιατί έτσι περιορίζεται σε μεγάλο βαθμό το πορώδες, ώστε να αυξάνεται η αντοχή του και κατά συνέπεια η ανθεκτικότητά του στο χρόνο.

Τα τελευταία χρόνια με την εφαρμογή του Νέου Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού προέκυψε χρήση αυξημένης ποσότητας και πυκνότερου οπλισμού στα δομικά στοιχεία με αποτέλεσμα την ελλειπή συμπύκνωση, την δημιουργία κενών (φωλιές) και τις πιθανές τοπικές αστοχίες του σκυροδέματος, μειώνοντας την ποιότητα της κατασκευής. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να αναφερθεί ότι κατά τη διαδικασία δόνησης προκαλούνται υψηλοί θόρυβοι που συνεπάγονται ανθυγιεινές συνθήκες εργασίας, αδυναμία άμμεσης επικοινωνίας των εργαζόμενων και αυξημένου κινδύνους εργατικού ατυχήματος. Επιπλέον η ποιότητα του σκυροδέματος που παραλαμβάνουμε στη βαρέλα δεν εγγυάται ότι θα έχει την ίδια ποιότητα μετά τη διάστρωση και συμπύκνωσή του. Δηλαδή όταν ελέγχουμε ένα σκυρόδεμα με τον ΚΤΣ-97 δεν μας εγγυάται ότι θα ανήκει στην ίδια κατηγορία και μετά τη διάστρωσή του στο έργο λόγω των διαφορετικών συνθηκών συντήρησης του έργου και των συμβατικών δοκιμών.

Έτσι με την μέχρι σήμερα σκυροδέτηση που γίνεται με τη χρήση δονητών και με τα λεγόμενα συμβατικά σκυροδέματα κατηγορίας C, παρατηρούσαμε το φαινόμενο μετά το ξεκαλούπωμα να εμφανίζονται ατέλειες και ιδιαίτερα φωλιές σε διάφορα σημεία δοκών και υποστηλωμάτων, ιδιαίτερα σε υποστηλώματα με μικρή τη μία διάσταση και με πυκνό οπλισμό (τοιχώματα), όπως φαίνεται και στη φωτογραφία 1.



Φωτογραφία 1. Απεικόνιση φωληάς σε κόμβο υποστυλώματος

Υπήρξαν περιπτώσεις όπου το σκυρόδεμα δεν περνούσε από τους οπλισμούς, είτε λόγω μεγάλης πυκνότητας είτε λόγω κακής τοποθέτησης είτε λόγω μεγάλης ποσότητας και διαμέτρου χονδρόκοκκου υλικού. Έτσι προέκυπτε η ανάγκη επισκευών, οι οποίες γίνονταν πλημμελώς χωρίς τα απαραίτητα και κατάλληλα υλικά (τσιμεντοειδή μη συρρικνούμενα κονιάματα) και από ανειδίκευτο προσωπικό χωρίς φυσικά να εξαλείφουν οριστικά το πρόβλημα, αυξάνοντας τις συνέπειες αστοχίας από τη διεύθυνση της υγρασίας προκαλώντας οξείδωση οπλισμού και ενανθράκωση σκυροδέματος, όπως απεικονίζεται στις φωτογραφίες 2, 3, 4, 5.



Φωτογραφία 2. Θραύση επικάλυψης λόγω οξείδωσης οπλισμού.



Φωτογραφία 3. Θραύση επικάλυψης λόγω οξείδωσης οπλισμού.



Φωτογραφία 4. Θραύση επικάλυψης λόγω οξείδωσης οπλισμού.



Φωτογραφία 5. Απεικόνιση εκτράχυνσης επιφάνειας λόγω μεγάλης ποσότητας χονδρόκοκκου υλικού.

Τα στοιχεία αυτά πλέον παύουν να είναι ανθεκτικά σε εξωτερικούς παράγοντες και αν ληφθεί υπόψη και το μεγάλο πορώδες του σκυροδέματος , τότε η αποδιοργάνωση του είναι δεδομένη και το σκυρόδεμα δεν έχει σωστή μεταφορά θλιπτικών δυνάμεων.

Τα φαινόμενα αυτά δυστυχώς παρατηρούνται στο μεγαλύτερο ποσοστό των κτιρίων , με μεγάλη ηλικία (άνω των 15 ετών) και ιδιαίτερα σε αυτά που βρίσκονται πλησίον θαλασσινού νερού. (Η έναρξη του φαινομένου μπορεί να γίνει και σε λιγότερο των 10 ετών).

Ως γνωστόν οι βλάβες αυτού του είδους δεν αντιμετωπίζονται με την ίδια σπουδαιότητα και σημασία από τους ιδιοκτήτες μειώνοντας με τη διατήρησή τους την αντοχή και την φέρουσα ικανότητα του κτιρίου. Ιδιαίτερα μετά από κάποιο σεισμό τα προβλήματα επιδεινώνονται αυξάνοντας τους κινδύνους ασφαλείας.

Για την αντιμετώπιση όλων αυτών των προβλημάτων προέκυψε η ανάγκη δημιουργίας του Αυτοσυμπυκνούμενου Σκυροδέματος (Self Compacting Concrete – SCC) , όπου μπορεί να συμπυκνωθεί χωρίς δόνηση σε όλες τις μορφές ξυλοτύπων μόνο με το ίδιο βάρος του.

Το SCC αναπτύχθηκε στην Ιαπωνία το 1983 από τον Okamura εξαιτίας της ανάγκης για μεγαλύτερη ανθεκτικότητα χωρίς απαίτηση δόνησης , ταυτόχρονης μείωσης εξειδικευμένου προσωπικού και της αντιμετώπισης προβλημάτων ανεπάρκειας μελετών που καθιστούσαν δύσκολη τη σωστή συμπύκνωση του σκυροδέματος. Το 1986 ξεκίνησαν οι έρευνες από τους Ozawa και Maekawa στο Πανεπιστήμιο του Τόκυο που ολοκληρώθηκαν το 1988.

1.2 Βασικές Αρχές Παραγωγής SCC

Οι βασικές ιδιότητες που πρέπει να πληρούνται κατά την παραγωγή του είναι :

- **Ικανότητα πλήρωσης (filling ability)**
- **Αντίσταση στο διαχωρισμό υλικών-απόμειξη (segregation resistance)**
- **Ικανότητα εισχώρησης μεταξύ των οπλισμών (passing ability)**

Για την επίτευξη των ανωτέρω ιδιοτήτων απαιτείται να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην τσιμεντόπαστα κατά την επιλογή του μείγματος.

Τα βασικά στάδια που ακολουθούνται για το σχεδιασμό ενός μείγματος SCC είναι τα εξής :

1. **Έλεγχος υλικών (τσιμέντο , αδρανή υλικά , πρόσμικτα , ποζολάνες) .**
2. **Αρχικός σχεδιασμός του μείγματος και επιλογή επιθυμητών ρεολογικών ιδιοτήτων.**
3. **Παρασκευή μειγμάτων στο εργαστήριο και έλεγχος πιθανής τροποποίησης σύνθεσης.**

4. Έλεγχος μείγματος σε πραγματικές συνθήκες παραγωγής στο εργοτάξιο – πιθανή τροποποίηση σύνθεσης.

5. Στάδιο βιομηχανικής παραγωγής.

Βασικό στοιχείο για την επίτευξη των βέλτιστων ρεολογικών ιδιοτήτων του νωπού SCC είναι η περιεκτικότητά του σε πολύ λεπτόκοκκα υλικά όπως τσιμέντο , ποζολανικά πρόσθετα (πυριτική παιπάλη , ιπτάμενη τέφρα) και παιπάλη που προέρχεται από άμμο (ασβεστολιθικά ή πυριτικά φύλλα). Τα φύλλα χαρακτηρίζονται ως τα διερχόμενα από το κόσκινο των 0,075mm ή 0,125mm στην Ευρώπη και των 0,090mm στην Ιαπωνία.

Η σύνθεση του SCC ελέγχεται αυστηρά κάθε φορά που αλλάζει ο τύπος του τσιμέντου ή η πηγή των αδρανών υλικών κα κάθε φορά που αλλάζει η παρτίδα της άμμου που χρησιμοποιείται. Οποιαδήποτε αλλαγή στα διερχόμενα από το κόσκινο των 0,125mm επιφέρει αλλαγές στη συμπεριφορά του SCC.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό EFNARC για να έχει το νωπό σκυρόδεμα τις απαιτούμενες ιδιότητες πρέπει η ποσότητα του λεπτόκοκκου υλικού να κυμαίνεται μεταξύ 400-600 kgr ανά m³. Στην περίπτωση που εξακολουθεί να υφίσταται κίνδυνος απόμειξης παρά την προσθήκη πολύ λεπτών υλικών , προστίθεται μικρή ποσότητα πρόσθετων ιξώδους (VMA) για να αυξηθεί η αντίσταση του μείγματος σε απόμειξη. Μάλιστα όσο μειώνεται η ποσότητα των λεπτών υλικών , αυξάνεται η ποσότητα του απαιτούμενου πρόσθετου για τη ρύθμιση του ιξώδους.

Ο σχεδιασμός του SCC απαιτεί τρεις συνθήκες : λεπτά υλικά , ισχυρός υπερρευστοποιητής - ρυθμιστής ιξώδους , υψηλή δόση τσιμέντου και χαμηλή ποσότητα νερού.

Οι βασικές αρχές παραγωγής SCC είναι :

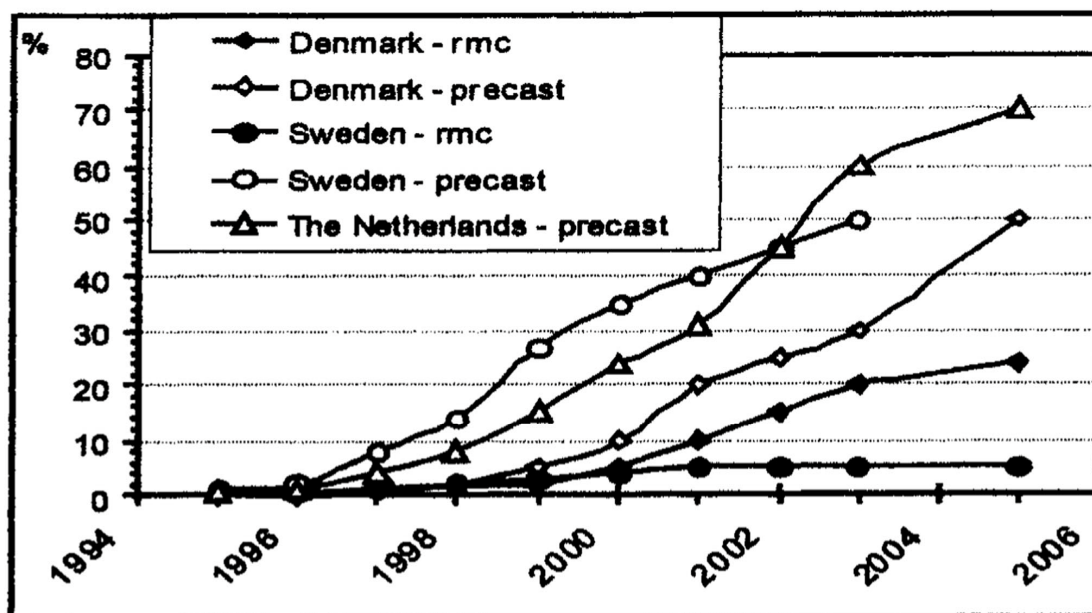
- Λόγος νερού/λεπτόκοκκο υλικό 0,80-1,10 κατ' όγκον
- Συνολική ποσότητα λεπτόκοκκου υλικού 160-240lt (400-600kgr) ανά m³
- Περιεκτικότητα χονδροκόκκων αδρανών 27-35% του συνολικού όγκου μείγματος και μικρότερη των 500 lt/m³ SCC
- Περιεκτικότητα σε τσιμέντο 350-450 Kg/m³ SCC
- Περιεκτικότητα σε πάστα > 400 lt/m³ SCC
- Ποσότητα νερού μικρότερη των 210 lt/m³ (περιορισμοί EN-206)
- Περιεκτικότητα άμμου ίση με τον όγκο των υπόλοιπων συστατικών (50% του συνολικού όγκου του μείγματος) .

1.3.Εφαρμογές Αυτοσυμπυκνούμενου Σκυροδέματος

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή οι έρευνες ολοκληρώθηκαν στην Ιαπωνία το 1988 όπου και χρησιμοποιείται. Στην Ευρώπη αναπτύχθηκε τα τελευταία πέντε (5) χρόνια. Πρωτοεμφανίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1990 στην **Σουηδία** πρωτοπορώντας στην ανάπτυξη και στη χρήση του στην

Ευρωπαϊκή αγορά. Χρησιμοποιήθηκε σε έργα οδικού δικτύου και στην ευρεία χρήση αλατιού λόγω πάγου που απαιτούσαν αυξημένες αντοχές σκυροδέματος σε κύκλους ψύξης - απόψυξης και ανθεκτικότητα σε επιθετικούς παράγοντες. Στην **Γαλλία** χρησιμοποιήθηκε στο Κέντρο Τέχνης Mendon , γιατί διευκόλυνε τη σκυροδέτηση και μείωσε το χρόνο παραγωγής. Στην **Μεγάλη Βρετανία** εφαρμόστηκε στην επισκευή προβλήτας φόρτωσης πετρελαίου του Οργανισμού Βρετανικών Λιμένων στο Immingham , εξαιτίας της δυσκολίας πρόσβασης με συμβατική σκυροδέτηση λόγω του πυκνού οπλισμού και του ύψους του στοιχείου. Στην **Ολλανδία** χρησιμοποιήθηκε κυρίως στην βιομηχανία προκατασκευής λόγω μείωσης του εργατικού κόστους και του θορύβου.

Ηδη στην Ευρώπη έχει τύχει ευρείας αποδοχής με συνεχώς αυξανόμενη παραγωγή. (σχήμα 1)



Σχήμα 1.Εξέλιξη παραγωγής SCC σε ευρωπαϊκές χώρες

Το SCC μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκτός από τα νέα έργα και στις επισκευές ή στην αποκατάσταση βλαβών των στοιχείων , αντιμετωπίζοντας την συστολή ξήρανσης του νέου σκυροδέματος με τη βελτίωση αντοχής και της δομής των πόρων του σκυροδέματος.(φωτο επισκευών 6 & 7).



Φωτογραφία 6. Επισκευή στοιχείου σκυροδέματος με gunite.



Φωτογραφία 7. Επισκευή στοιχείου σκυροδέματος με gunite.

1.4.Χαρακτηριστικά Αυτοσυμπυκνούμενου Σκυροδέματος

Χαρακτηρίζεται και ως σκυρόδεμα υψηλών επιδόσεων (High Performance Concrete) και υψηλής ανθεκτικότητας λόγω του μικρού λόγου νερού προς τσιμέντο και διαχωρίζεται σε τρία (3) στάδια ζωής :

- 1. 1° στάδιο ζωής : Νωπό – Αυτοσυμπυκνούμενο**
- 2. 2° στάδιο ζωής : Αρχική σκλήρυνση – Αποφυγή συνηθισμένων ατελειών**
- 3. 3° στάδιο ζωής : Τελική σκλήρυνση – Προστασία από εξωτερικούς παράγοντες.**

Και έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- 1. Υψηλή περιεκτικότητα παιπάλης και λιγότερη αδρανών υλικών**
- 2. Υψηλή πλαστικότητα και θιξοτροπικότητα**
- 3. Σε νωπό (πλαστικό) στάδιο πρέπει να έχει:**

- Υψηλή ρευστότητα , ικανότητα πλήρωσης ώστε να καταλαμβάνει όλο το χώρο του καλουπιού , να διαπερνά τους πυκνούς οπλισμούς χωρίς δόνηση και μόνο με τη βαρύτητα. Η ικανότητα ρευστότητας καθορίζεται από τη δοσολογία υπερρευστοποιητών. Μεγάλες δοσολογίες μπορεί να προκαλέσουν διαχωρισμό. Επίσης συνιστάται σωστή περιεκτικότητα λεπτόκοκκων υλικών στο μείγμα για την πλήρωση των κενών χονδρόκοκκων αδρανών.
- Ελαχιστοποίηση της θερμότητας ενυδάτωσης και της πλαστικής συστολής για την αποφυγή των ρωγμών ωρίμανσης λόγω μεταβολής όγκου εξαιτίας των εφελκυστικών τάσεων που προκαλούν οι δυνάμεις κατά την διάρκεια της ενυδάτωσης.
- Πλαστικότητα,δηλαδή ικανότητα να διατηρεί την συνεκτικότητά του και να μην προκύπτει διαχωρισμός. Η πλαστικότητα μπορεί να αυξηθεί με τη χρήση υπερρευστοποιητών και όχι με το νερό που προκαλεί διαχωρισμό και εξίδρωση.
- Ομοιογένεια για την αποφυγή του διαχωρισμού και την αποφυγή ρωγμών πλαστικής συρρίκνωσης.

- 4. Σε σκληρυμένο στάδιο απαιτείται να :**

- Ελαχιστοποιεί τη συστολή ξήρανσης.
- Έχει αυξημένη αντίσταση στη διείδυση διοξειδίου του άνθρακα, χλωριόντων και νερού.

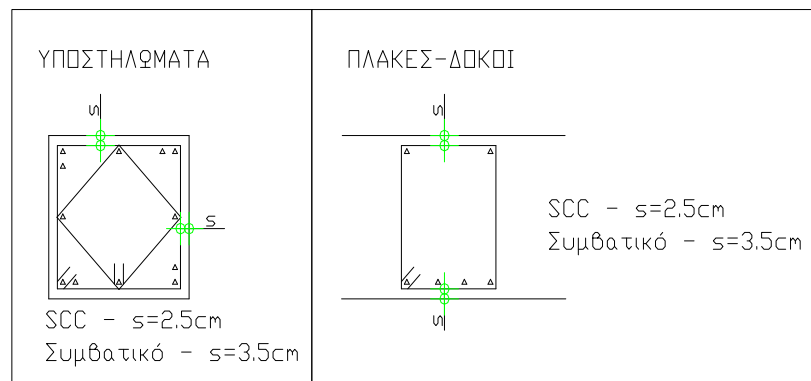
- 5. Αντίσταση σε διαχωρισμό.** Όταν είναι το σκυρόδεμα πολύ ρευστό έχει την τάση να χωρίζεται σε δύο υλικά , την τσιμεντόπαστα και τα χονδρόκοκκα αδρανή. Τα χονδρόκοκκα κάθονται κάτω και η τσιμεντόπαστα πάνω.

- 6. Υψηλή εργασιμότητα.** Η ικανότητά του να μπορεί να αναμιχθεί, μεταφερθεί και να διαστρωθεί. Απαιτείται παρουσία υπερρευστοποιητών , σωστή αναλογία λεπτόκοκκων υλικών που

φτιάχνουν την τσιμεντόπαστα και διάμετρος μέγιστου κόκκου χονδρόκοκκου υλικού $\leq 20\text{mm}$.

- 7. Θιξοτροπικότητα.** Είναι η ικανότητα του μίγματος να εξαπλώνεται συνδέοντας άμεσα με την ταχύτητα ροής και να έχει συνεκτικότητα. Αυτό επιτυγχάνεται από τις ιδιότητες της τσιμεντόπαστας (συνδετικού υλικού) για τα αδρανή.
- 8. Υψηλή σταθερότητα.** Όσο χρόνο διατηρείται η σκυροδέτηση, το μίγμα πρέπει να είναι σταθερό και να διατηρεί τα αρχικά χαρακτηριστικά του αναλοίωτα.
- 9. Αυξημένη ανθεκτικότητα.** Αυτό επιτυγχάνεται από τον μειωμένο λόγο νερού/τσιμέντου, την αυξημένη απαίτηση τσιμέντου και την μειωμένη διαπερατότητα από τις απαιτήσεις σύνθεσης του SCC. Λόγω της σύνθεσης του SCC και του μικρού πορώδους η ελάχιστη επικάλυψη οπλισμού είναι 2.5cm ενώ για το συμβατικό σκυρόδεμα σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες είναι για τα στοιχεία ανωδομής (υποστηλώματα, δοκοί, πλάκες) 3.5cm για μέτρια διαβρωτικό περιβάλλον και για συνθήκες XC3 (όπως φαίνεται στο σχήμα 2).

Η αύξηση της επικάλυψης επιφέρει μείωση του στατικού ύψους στις πλάκες και δοκούς, μείωση της επιφάνειας του πυρήνα για τα υποστηλώματα και ταυτόχρονα αύξηση του κύριου οπλισμού. Επομένως λόγω της διαφορετικής απαίτησης πάχους επικάλυψης οπλισμού μπορεί να επιτευχθεί περαιτέρω μείωση του οπλισμού σε κατασκευές με αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα σε σχέση με αυτές με συμβατικό σκυρόδεμα.



Σχήμα 2. Πάχη επικάλυψεων

1.5.Υλικά Σύνθεσης Αυτοσυμπυκνούμενου Σκυροδέματος

i. Αδρανή Υλικά (πρότυπο EN206-1)

ia. Άμμος

Όσον αφορά την άμμο μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι συνήθεις ποιότητες άμμου θραυστές ή ποταμίσιες , πυριτικές ή ασβεστολιθικές. Τα λεπτόκοκκα υλικά ($d=0.125\text{mm}$) θα θεωρούνται σαν παιπάλη που είναι σημαντική για την ρευστότητα του SCC και απαιτείται ελάχιστη ποσότητα για την παρασκευή του.

ib. Χονδρόκοκκα Υλικά

Χρησιμοποιούνται όλοι οι τύποι , δίνοντας ιδιαίτερη σημασία στη διαβάθμισή τους , γιατί παίζει σημαντικό ρόλο. Τα ποταμίσια υλικά βελτιώνουν την ρευστότητα του SCC , ενώ τα θραυστά βελτιώνουν την αντοχή του. Ο μέγιστος κόκκος κυμαίνεται από 16-20mm φτάνοντας σε 40mm σε κάποιες περιπτώσεις.

ii. Τσιμέντο

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλοι οι τύποι που είναι σύμφωνοι με το πρότυπο EN 197-1. Η επιλογή του τύπου εξαρτάται από το βαθμό αντοχής , ανθεκτικότητας , εργασιμότητας και ικανότητας πλήρωσης που επιδιώκουμε.

Απαγορεύεται ρητά το τσιμέντο να έχει περιεκτικότητα σε αργιλικό τριασβέστιο (C_3A) πάνω από 10% , για να αποφύγουμε την πιθανότητα μείωσης της διατήρησης εργασιμότητας.

Η κατάλληλη αναλογία τσιμέντου κυμαίνεται από 350-450kgr/m³ σκυροδέματος. Δοσολογίες μεγαλύτερες των 500kgr/m³ μπορεί να προκαλέσουν αύξηση της συρρίκνωσης , ενώ αντίθετα δοσολογίες μικρότερες των 350kgr/m³ επιτρέπονται μόνο αν χρησιμοποιηθούν με μικρόκοκκα υλικά όπως ποζολάνες, πυριτική παιπάλη και ιπτάμενη τέφρα.

iii. Πρόσθετα Υλικά(πρότυπο EN 934-2)

Χρησιμοποιούνται υπερρευστοποιητές επιτυγχάνοντας μείωση του νερού πάνω από 20%. Επίσης οι ρυθμιστές ιξώδους (VMA) ελέγχουν το διαχωρισμό δίνοντας ομοιογενές υλικό όταν η ποσότητα των λεπτόκοκκων είναι περιορισμένη.

iv. Μικρόκοκκα Υλικά

Χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες μικρόκοκκων υλικών , αδρανών για να βελτιώσουν την εργασιμότητα και να επιτύχουν κανονική περιεκτικότητα τσιμέντου για να μειωθεί η θερμότητα ενυδάτωσης. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν παιπάλες , ιπτάμενη τέφρα κ.λ.π.

v. Ίνες

Χρησιμοποιούνται μεταλλικές ίνες αντίστοιχα με αυτές των συμβατικών σκυροδεμάτων. Οι μεταλλικές ίνες βελτιώνουν τα μηχανικά

χαρακτηριστικά , όπως καμπτική αντοχή ενώ οι πολυμερικές μειώνουν το διαχωρισμό και την πλαστική συρρίκνωση και αυξάνουν την ανθεκτικότητα στη φωτιά.

Πίνακας 1 Αναλογίες σύνθεσης υλικών συμβατικού σκυροδέματος & SCC

	C20/25		C25/30		C30/37		C35/45	
Υλικά	Συμβ.	SCC	Συμβ.	SCC	Συμβ.	SCC	Συμβ.	SCC
Τσιμέντο IIA/M42.5N	330	340	350	353	430	432	430	436
Άμμος Φυσική	430	808	280	808	530	808	510	808
Ασβεστολιθική θρυματισμένη άμμος	655	-	610	-	385	-	385	-
Άθροισμα	760	800	850	800	760	800	510	800
Νερό (W)	212	187	200	172	200	189	190	192
W/πάστα τσιμέντου	0,64	0,55	0,57	0,49	0,46	0,44	0,44	0,44
Καθίζηση (cm)	20	77	19	72	18	77	17	70
$f_{c,28}$ (Mpa)	30,6	36,5	41,5	47	47	52	53	58
Ποσοστό αύξησης $f_{c,28}$	19%		13%		10,6%		9,4	

1.6. Έλεγχος Αυτοσυμπυκνούμενου Σκυροδέματος- Κριτήρια αποδοχής ιδιοτήτων

Μέχρι σήμερα έχουν αναπτυχθεί πολλές μέθοδοι ελέγχου του SCC , αλλά καμία δεν έχει την παγκόσμια αποδοχή και δεν μπορεί να ελέγχει όλα τα χαρακτηριστικά του αυτοσυμπυκνούμενου. Ανάλογα με τις ιδιότητες του SCC οι μέθοδοι ελέγχου είναι :

- **Ικανότητα πλήρωσης : έλεγχος κάθισης – εξάπλωσης με τον κώνο του Abrams.**
- **Πλαστικότητα (ικανότητα διέλευσης) : μέθοδος J-ring , L-box , U-box**
- **Αντίσταση σε διαχωρισμό : μέθοδος V-funnel σε T5min , GTM screen stability test.**

Η εργασιμότητα του αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος πρέπει να διατηρείται για 1 ώρα και πλέον. Οι δοκιμές που έχουν επινοηθεί δεν μπορούν να μετρήσουν και τις τρεις ιδιότητες, παρ' όλο που για τη σύνθεση του SCC πρέπει να ελέγχονται όλες.

Για την καλή εκτίμηση των ιδιοτήτων συνίσταται η εκτέλεση διπλών δοκιμών. Πρέπει να αναφερθεί ότι οι δοκιμές αναφέρονται σε μέγιστο μέγεθος αδρανών 20mm .Για διαφορετικές πυκνότητες οπλισμού, για χύτευση σε κατακόρυφα και διάστρωση σε οριζόντια στοιχεία μπορεί να ισχύουν διαφορετικές τιμές ιδιοτήτων κατάλληλες του SCC.

Πίνακας 2 Δοκιμές ελέγχου του SCC

A/A	ΔΟΚΙΜΗ	ΙΔΙΟΤΗΤΑ
1	Εξάπλωσης	Ικανότητα πλήρωσης
2	Χρόνου εξάτμισης T ₅₀	Ικανότητα πλήρωσης
3	Με δακτύλιο j (j-ring)	Ικανότητα διέλευσης
4	Με χοάνη V (V-funnel)	Ικανότητα πλήρωσης
5	Με χοάνη V στα 5 min	Αντίσταση σε απόμειξη
6	Με δοχείο σχήματος L(L- box)	Ικανότητα διέλευσης
7	Σταθερότητα με κοσκίνιση(GTM)	Αντίσταση σε απόμειξη

Για τον έλεγχο των ιδιοτήτων του αυτοσυμπυκνούμενου σκυρόδεματος στο έργο αρκούν τουλάχιστον δύο δοκιμές: η δοκιμή εξάπλωσης με κώνο Abrams και με χοάνη V και η δοκιμή εξάπλωσης με κώνο Abrams και με δακτύλιο J.

Πίνακας 3 Κριτήρια αποδοχής ιδιοτήτων νωπού SCC

Ιδιότητα	Δοκιμή	Μονάδες Μέτρησης	Εύρος μονάδων	
			ελάχιστο	μέγιστο
Ικανότητα πλήρωσης (filling ability)	Μέτρο εξάπλωσης	mm	550	850
	Χρόνος T ₅₀ στο μέτρο εξάπλωσης	sec	<2	5
	Συσκευή V-funnel	sec	<8	25
	Orimet	sec	0	5
Ικανότητα διέλευσης (passing ability)	Συσκευή L-box	(h2/h1)	0,80	1,0
	Συσκευή U-box	(h2-h1)mm	0	30
	Συσκευή Fill-box	%	90	100
	Συσκευή J-ring	mm	0	10
Ανίσταση στο διαχωρισμό (segregation resistance)	Συσκευή GTM test	%	0	15
	Χρόνος T _{5min} στη συσκευή V-funnel	sec	0	+3

Το αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα απαιτεί να ισχύουν και οι τρεις ιδιότητες του πιο πάνω πίνακα.

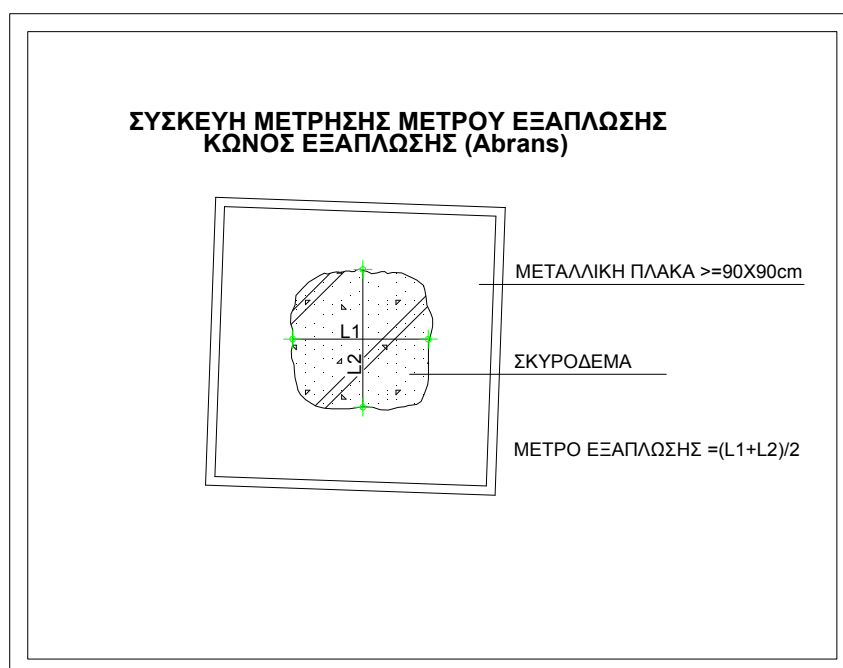
Ικανότητα πλήρωσης

Αντιστοιχεί συνήθως στην εξάπλωση του μείγματος. Για τη μέτρηση απαιτείται ένας κώνος κάθισης (Abrams) και μια μεταλλική επιφάνεια διαστάσεων 90x90 εκ.

Ο κώνος γεμίζει σε μία στρώση με το μείγμα και στη συνέχεια σηκώνεται ώστε να εξαπλωθεί το σκυρόδεμα και να σχηματίσει λόγω της ρευστότητας μια στρογγυλή επιφάνεια. Ο μέσος όρος των δύο καθέτων μεταξύ τους διαμέτρων χαρακτηρίζει το μέτρο εξάπλωσης.

Άλλος τρόπος μέτρησης της ρευστότητας του SCC είναι ο χρόνος T_{50} που απαιτείται να εξαπλωθεί το μείγμα σε διάμετρο 50mm.

Για κτιριακά έργα χρειάζεται χρόνος 2-5 sec ενώ για τα υπόλοιπα έργα πολιτικού μηχανικού απαιτείται χρόνος 3-7 sec.

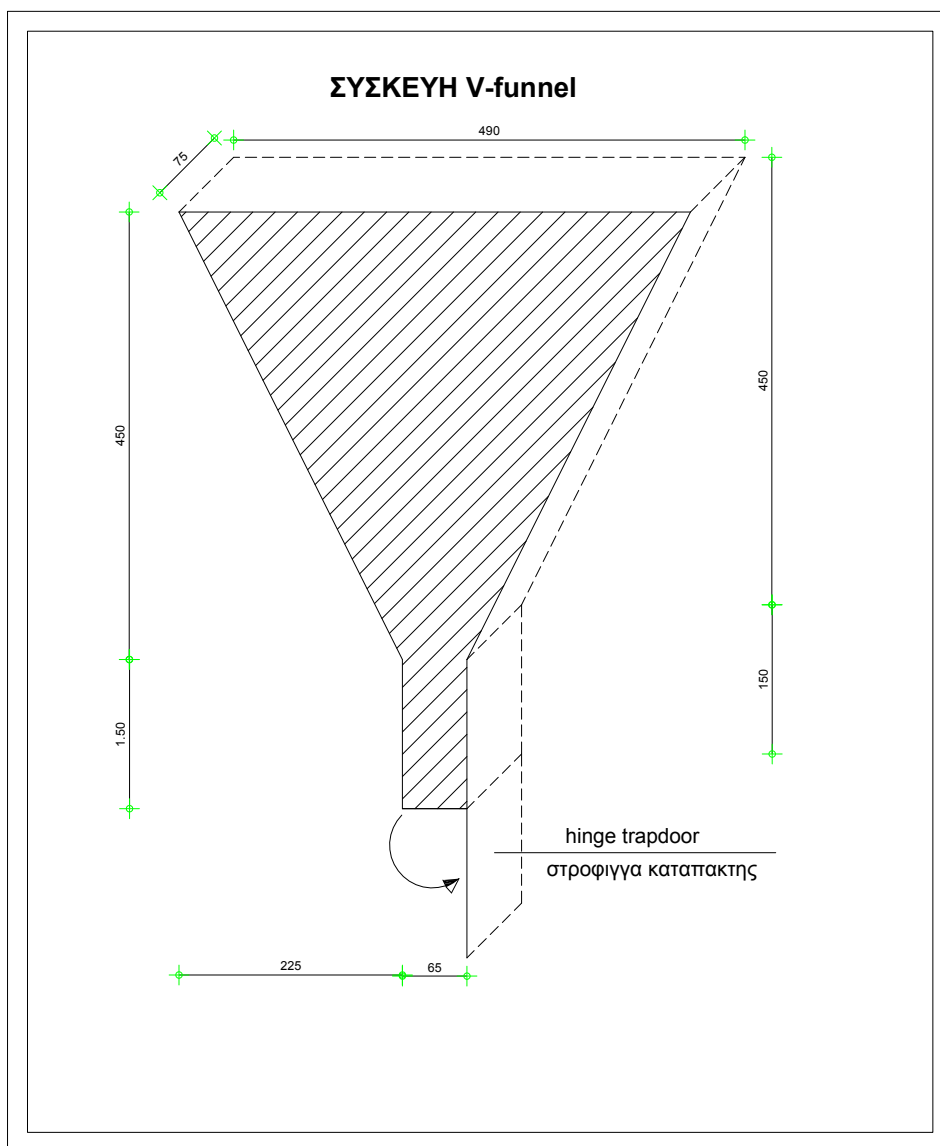


Σχήμα 3. Συσκευή μέτρησης του μέτρου εξάπλωσης του SCC.

Αντίσταση σε διαχωρισμό υλικών

Η μέτρηση γίνεται με τη συσκευή V-funnel, δηλ με ένα κάδο σχήματος V χωρητικότητας 12lt σκυροδέματος κλειστό στο κάτω άκρο με μία θυρίδα. Όταν γεμίσει ο κάδος ανοίγει η θυρίδα και το υλικό αδειάζει σε ένα κουβά. Ταυτόχρονα μετράμε το χρόνο (t_1) που απαιτείται να αδειάσει το δοχείο όταν ανοίγουμε τη θυρίδα και που πρέπει να είναι μεταξύ 3-12 sec.

Στη συνέχεια ξαναγεμίζουμε το δοχείο και μετά από 5 λεπτά αδειάζουμε το κουβά και μετράμε το χρόνο εκκένωσης. Ο χρόνος (t_2) τη δεύτερη φορά δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερος από το χρόνο της πρώτης δοκιμής κατά 3 sec. ($t_2 < t_1 + 3 \text{ sec}$).



ΣΗΜΕΙΩΣΗ: ΟΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΙΝΑΙ ΣΕ mm

Σχήμα 4. Συσκευή V-funnel που μετρά την αντίσταση του SCC στο διαχωρισμό.

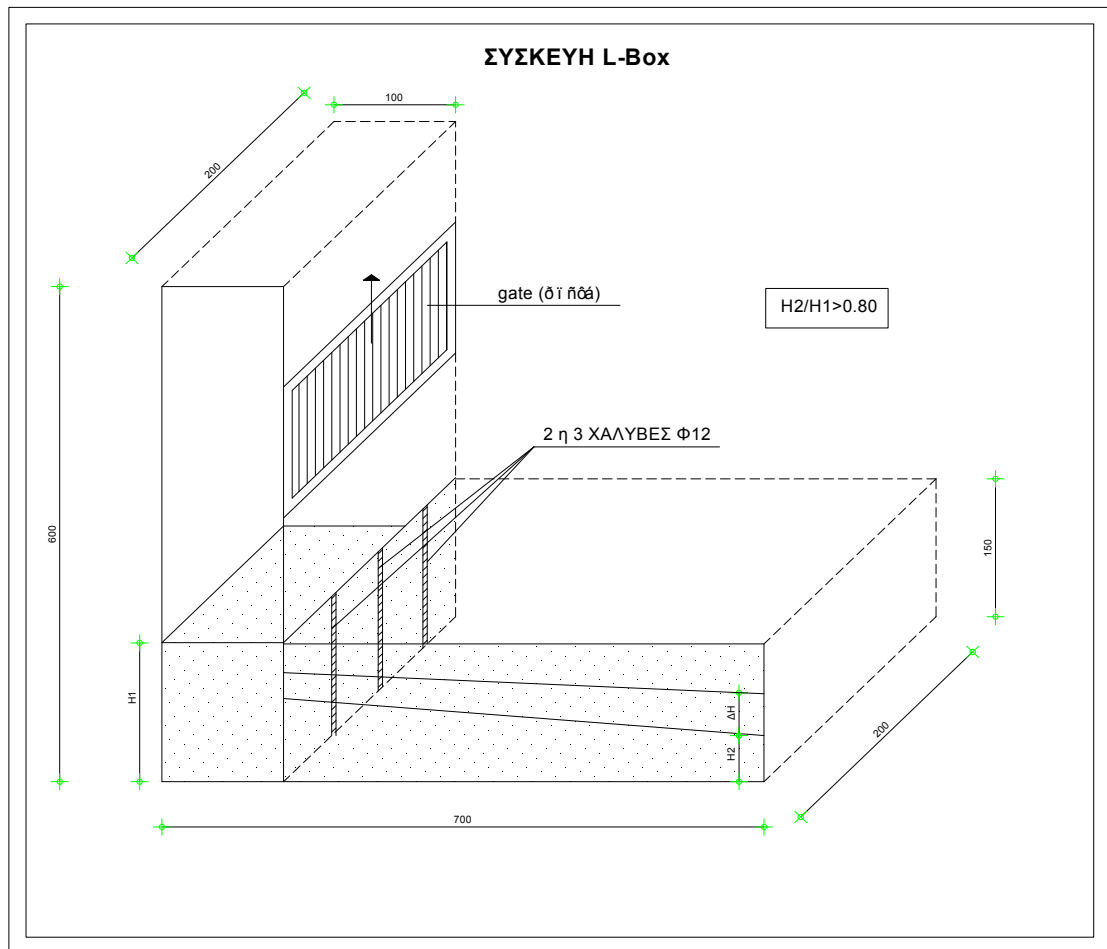
Ικανότητα διέλευσης

Μετريέται στο εργαστήριο μέσω των οπλισμών με τη συσκευή L-box.

Χρησιμοποιείται κουτί σχήματος L όπου ο κατακόρυφος και ο οριζόντιος κλάδος επικοινωνούν μεταξύ τους με μια συρόμενη θυρίδα. Στην έξοδο υπάρχουν τρία σίδερα $\Phi 12$ κατακόρυφα σε συγκεκριμένες αποστάσεις μεταξύ τους.

Στη συνέχεια γεμίζουμε τον κατακόρυφο κλάδο με αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα και ανοίγουμε τη θυρίδα ώστε να περάσει το μείγμα δια μέσου

οπλισμών στον οριζόντιο κλάδο. Όταν σταματήσει η ροή του σκυροδέματος μετράμε τα ύψη H_1 και H_2 . Ο λόγος H_2/H_1 πρέπει να είναι μεγαλύτερος του 0.80. ($H_2/H_1 > 0.80$).



ΣΗΜΕΙΩΣΗ: ΟΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΙΝΑΙ ΣΕ mm

Σχήμα 5. Συσκευή L-Box που μετρά την ικανότητα διέλευσης του SCC ανάμεσα στους οπλισμούς.

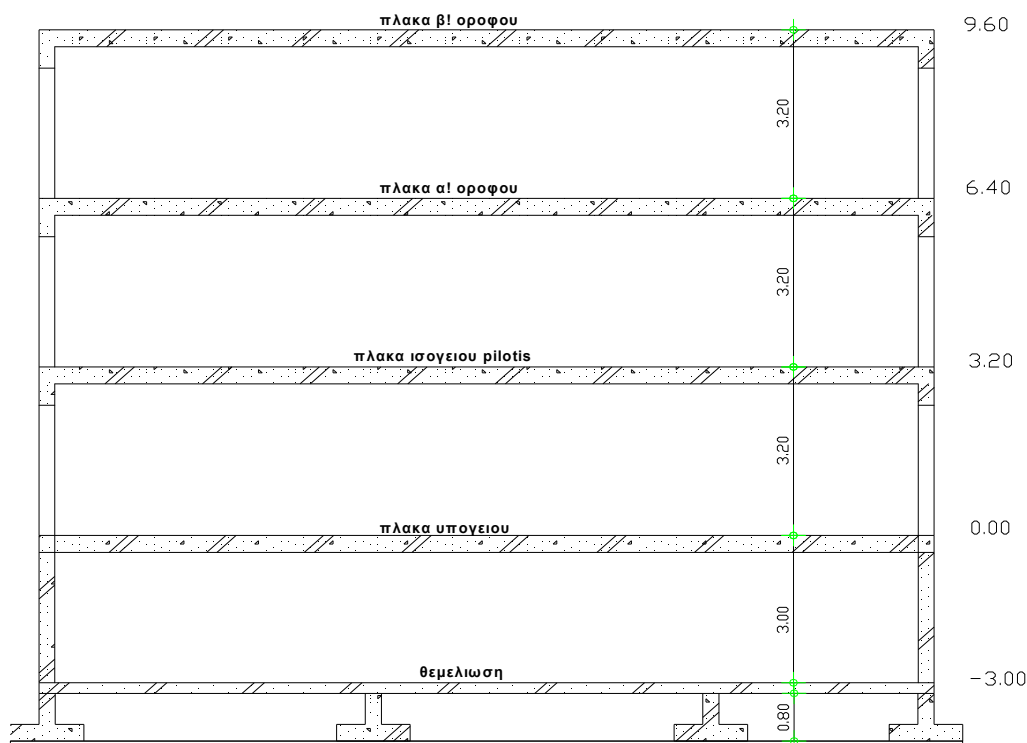
2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Για την σύγκριση των αποτελεσμάτων και του κόστους κατασκευής ενός κτιρίου, μεταξύ αυτοσυμπυκνούμενου (SCC) και συμβατικού σκυροδέματος επιλέχθηκαν δύο παραδείγματα κτιρίων.

2.1. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΤΙΡΙΟΥ Α

Τριώροφο κτίριο με υπόγειο και πυλωτή επιφανείας κάτοψης ανά όροφο $15,00 \times 8,00 = 120,00 \text{m}^2$.

Το υπόγειο του κτιρίου αποτελείται περιμετρικά από τοιχώματα πάχους 25cm (πλήρης πάκτωση) , ενώ η θεμελίωσή του είναι από πεδιλοδοκούς. Ο μη φέρων οργανισμός των ορόφων (Α! και Β!) αποτελείται από περιμετρικές μπατικές τοιχοποιίες $d=25\text{cm}$ και εσωτερικά δρομικές πάχους 10cm. Το ύψος του υπογείου είναι 3,00m ενώ το ύψος των τυπικών ορόφων ισογείου , Α! και Β! ορόφου είναι 3,20m (βλέπε τομή κτιρίου - Σχήμα 1)



Σχηματική Τομή κτιρίου - Σχήμα 1

Οι πλάκες έχουν πάχος 15cm και πλήρη διαφραγματική λειτουργία. Έχει ληφθεί υπόψη φορτίο επικάλυψης $g=1,20\text{KN/m}^2$ και κινητό $q=5\text{KN/m}^2$.

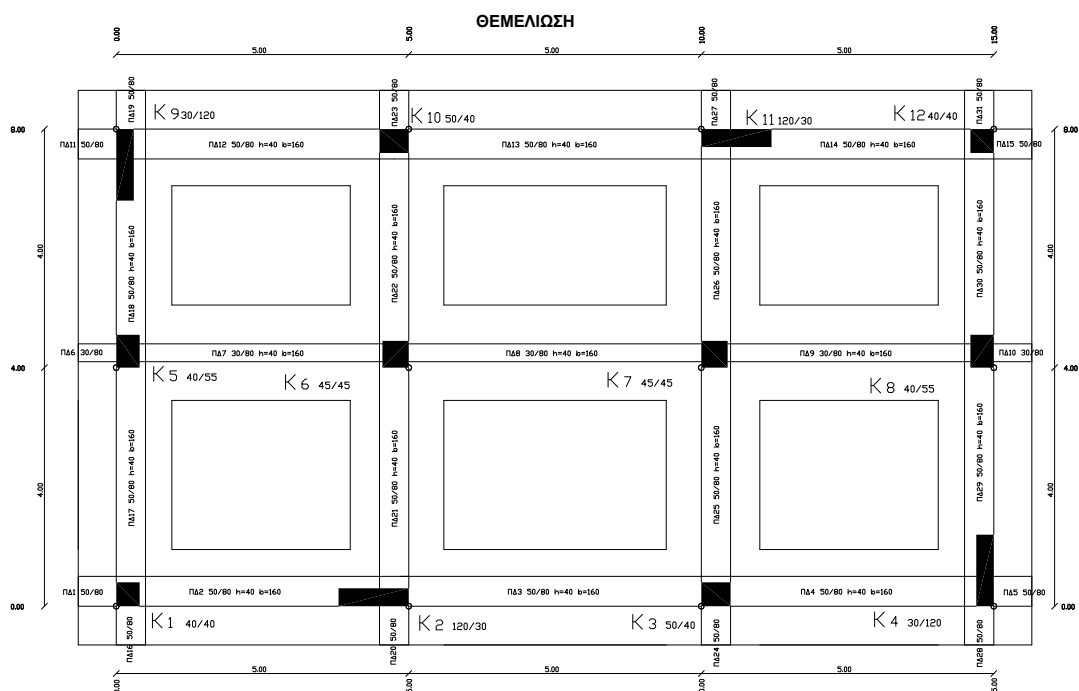
Ο φορέας αποτελείται από υποστηλώματα και ανά διεύθυνση από δύο (2) τοιχώματα ακαμψίας διαστάσεων 120/30 (βλέπε κατόψεις ορόφων-σχήματα 2-3). Για την επίλυση του φορέα χρησιμοποιήθηκε ο Ευρωκώδικας (EC8) και λήφθηκαν υπόψη οι εξής παράμετροι σχεδιασμού :

- Ανηγγμένη εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού $A=0.24$
- Συντελεστής σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_1=1.00$
- Κατηγορία εδάφους C ($s=1.15, T_b=0.20, T_c=0.60, T_d=2.50$), αργιλώδες σεν $\rho=150\text{KN/m}^2$, $E=100000\text{KN/m}^2$, Δείκτης εδάφους $k=49800\text{KN/m}^3$
- Κατηγορία πλαστιμότητας μέση (DCM)
- Κατακόρυφη συνιστώσα σεισμικής διέγερσης
- Δυναμική φασματική ανάλυση

- Διπλό σύστημα (πλαισιακό σύστημα τοιχωμάτων) και στις δύο διευθύνσεις
- Πολυόροφο πολύστυλο πλαισιακό κτίριο $0.50 < W < 0.65$
- Κανονικότητα κτιρίου σε όψη και κάτοψη και στις 2 διευθύνσεις
- Κατηγορία περιβάλλοντος XC3 (μέτρια υγρασία) - επικαλύψεις $d=0.035m$
- Συντελεστής οριζόντιας σεισμικής συμπεριφοράς $Q_x=Q_y=3.60$
- Συντελεστής κατακόρυφης σεισμικής συμπεριφοράς $Q_n=1.50$
- Συντελεστής κινητών φορτίων $\psi_0=0.70, \psi_1=0.50, \psi_2=0.30$
- Συντελεστής ασφάλειας υλικών ($\gamma_c=1.50, \gamma_s=1.15$)
- Συντελεστής μάζας μεταβλητών δράσεων $\varphi=0.80$
- Συμβατικό σκυρόδεμα C20/25
- Αυτοσυμπκνούμενο σκυρόδεμα C30/37 (min C25/30)

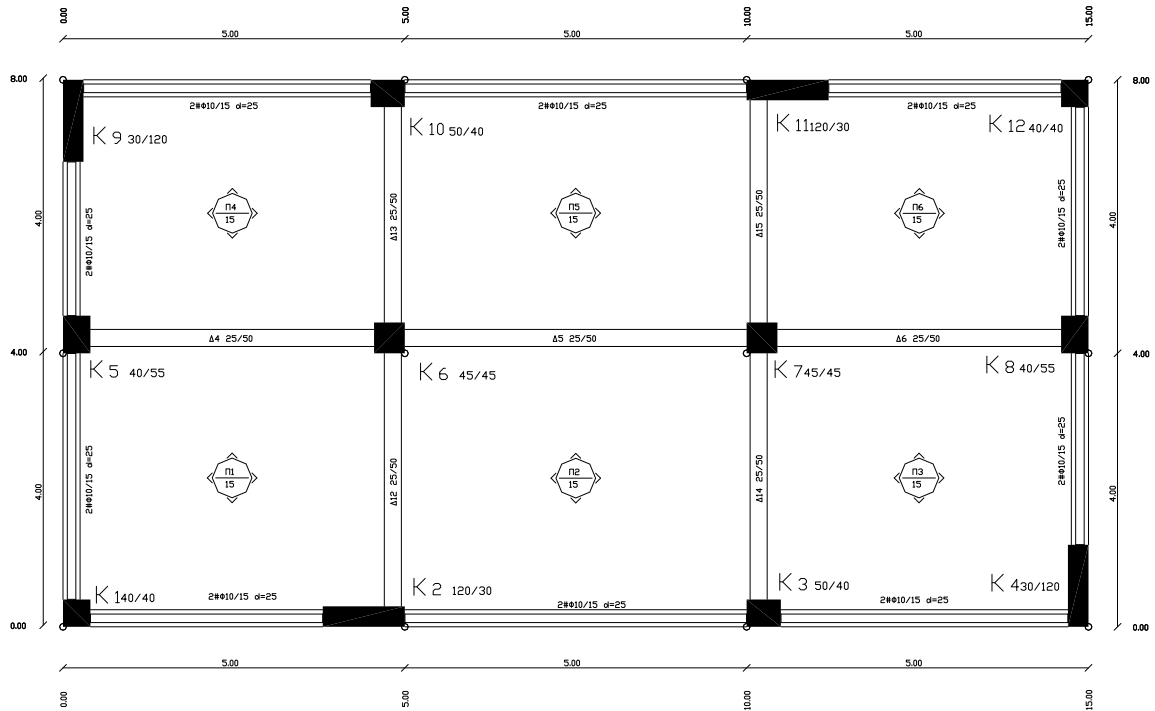
Οι αναλύσεις έγιναν για τις εξής περιπτώσεις:

1. Σκυρόδεμα συμβατικό C20/25 και χάλυβας B500C (κάτοψεις - σχήμα 2)
2. Σκυρόδεμα αυτοσυμπκνούμενο C30/37 και χάλυβας B500C (ίδιες διαστάσεις υποστηλωμάτων - κατόψεις - σχήμα 2)
3. Σκυρόδεμα αυτοσυμπκνούμενο C30/37 και χάλυβας B500C (μείωση διαστάσεων υποστηλωμάτων - κατόψεις - σχήμα 3)



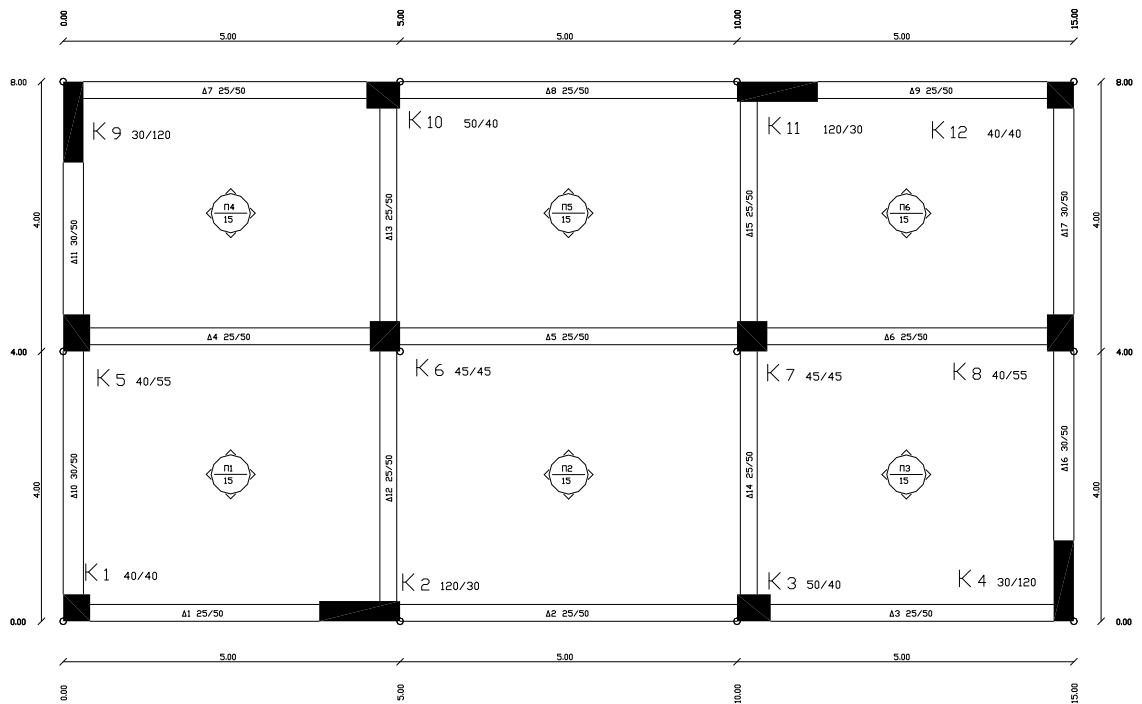
Κατόψεις - Σχήμα 2

ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ

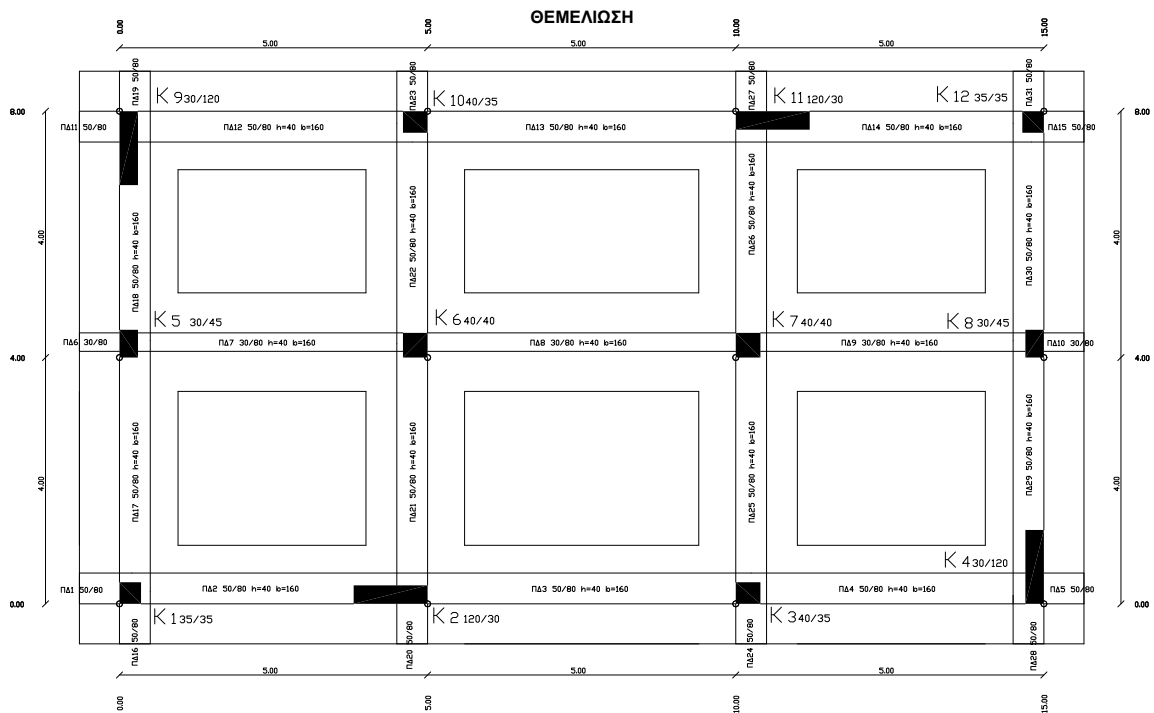


Κατόψεις - Σχήμα 2

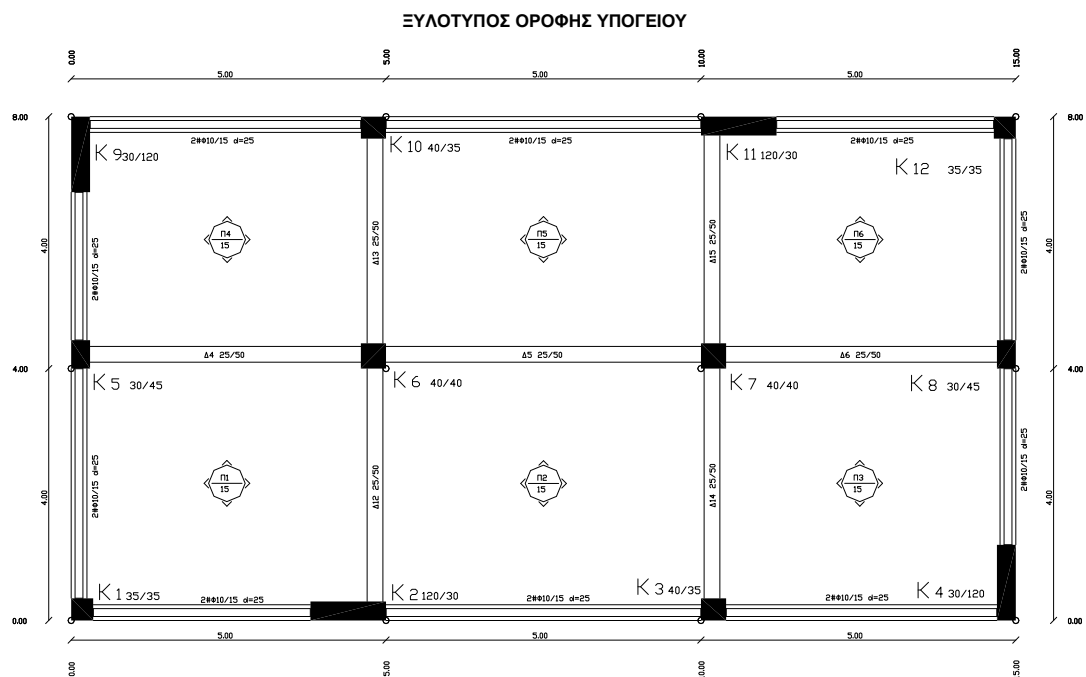
ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ ΤΥΠΙΚΟΥ ΟΡΟΦΟΥ (ΙΣΟΓΕΙΟΥ - ΠΙΛΟΤΙΣ - Α & Β ΟΡΟΦΟΥ)



Κατόψεις - Σχήμα 2

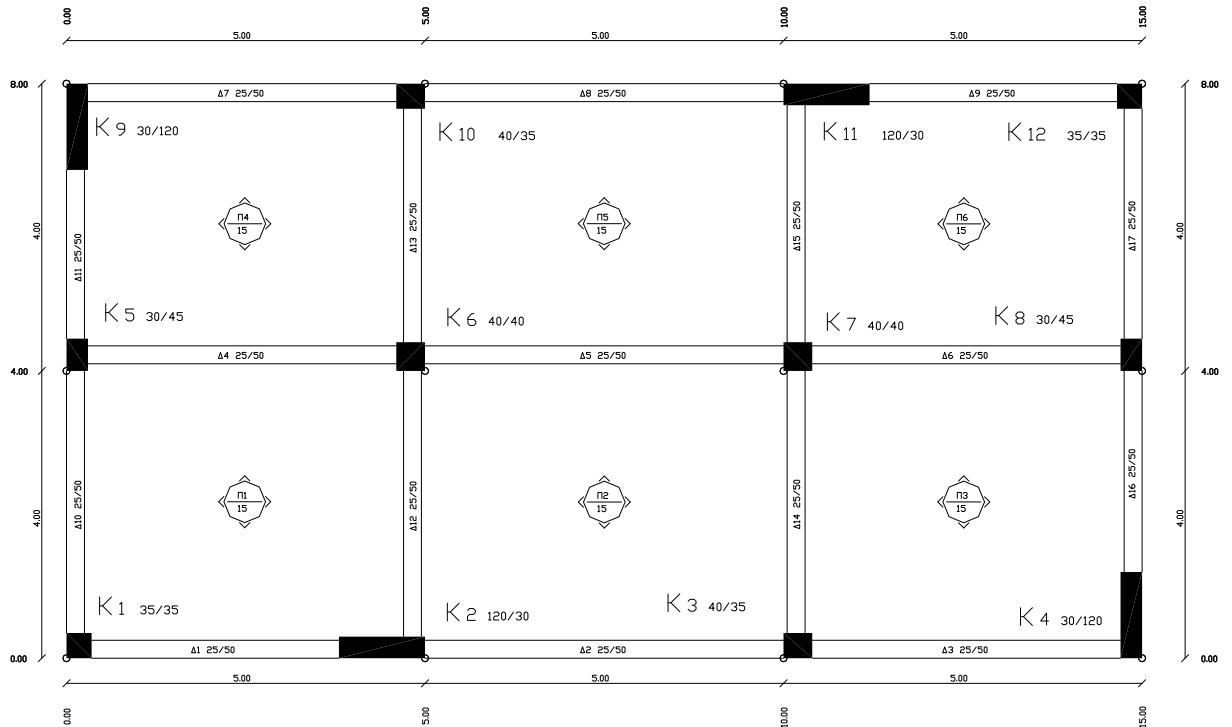


Κατόψεις - Σχήμα 3



Κατόψεις - Σχήμα 3

ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ ΤΥΠΙΚΟΥ ΟΡΟΦΟΥ
(ΙΣΟΓΕΙΟΥ - PILOTIS - Α & Β ΟΡΟΦΟΥ)



Κατόψεις - Σχήμα 3

2.1.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

❖ 1^η περίπτωση : Σκυρόδεμα συμβατικό C20/25 και χάλυβας B500C
(Σχήμα 2)

ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑΘΜΩΝ

ΤΥΠΟΣ ΦΟΡΕΑ: ΚΤΙΡΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

ΤΥΠΟΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ: Διπλό σύστημα

(πλαισιωτό και σύστημα τοιχωμάτων)

ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΟΨΗ: Κανονικό και προς τις δυο διευθύνσεις

ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ: Κανονικό και προς τις δυο διευθύνσεις

Χαρακτηριστικά φάσματος σχεδιασμού:

Χώρα: ΕΛΛΑΔΑ

Ζώνη: II

$a_{Rg} = 0.24g$

$\gamma_I = 1.00$

Κατηγορία εδάφους: C => $S = 1.15$, $T_b = 0.20sec$, $T_c = 0.60sec$,

$T_d = 2.50sec$.

Κατηγορία Πλαστιμότητα Μέση (ΚΠΜ)

Συντελεστές συμπεριφοράς: $q_{hx} = 3.60$ $q_{hy} = 3.60$

Μέγιστες τιμές φάσματος: $S_{dx_max} = 1.88$ $S_{dy_max} = 1.88$

Περίοδος 1ης ιδιομορφής: $T_{1x} = 0.39 \text{ sec}$, $T_{1y} = 0.38 \text{ sec}$
Σεισμική επιτάχυνση σχεδιασμού: $S_{dx}(T_{1x}) = 1.88 \text{ m/sec}^2$,
 $S_{dy}(T_{1y}) = 1.88 \text{ m/sec}^2$

Στάθμη 2 - ΥΠΟΓΕΙΟ

$h=0.00\text{m}$ $L_x=15.00\text{m}$ $L_y=8.00\text{m}$

Φορτίο: $W_{\mu\text{ον}} = 894.03 \text{ KN}$, $W_{\kappa\text{ιν}} = 405.84 \text{ KN}$

Μάζα: $M = 124.2 \text{ Mg}$, $J_m = 2875.7 \text{ Mg.m}^2$, $I_s = 4.81 \text{ m}$

Στάθμη 3 - ΙΣΟΓΕΙΟ (PILOTIS)

$h=3.20\text{m}$ $L_x=15.00\text{m}$ $L_y=8.00\text{m}$

Φορτίο: $W_{\mu\text{ον}} = 1670.30 \text{ KN}$, $W_{\kappa\text{ιν}} = 566.72 \text{ KN}$

Μάζα: $M = 184.1 \text{ Mg}$, $J_m = 5712.9 \text{ Mg.m}^2$, $I_s = 5.57 \text{ m}$

Έλεγχος Ανυψρότητας Κτιρίου

Διαστάσεις: $L_{\text{max}} = 15.00 \text{ m}$, $L_{\text{min}} = 8.00 \text{ m}$

$\lambda = L_{\text{max}}/L_{\text{min}} = 1.88 \leq 4.20 \text{ OK}$

Απόσταση Κέντρου Μάζας (ΚΜ) από Κέντρο Δυσκαμψίας (ΚΔ)

$KM = (7.48, 4.01)$ $KΔ = (7.47, 4.13)$

$e_{ox} = 0.01 \text{ m}$, $e_{oy} = 0.12 \text{ m}$

$r_x = 7.75 \text{ m}$, $r_y = 7.83 \text{ m}$

Έλεγχοι κατά X-X:

- $r^2 > I_s^2 + e_o^2 \Rightarrow 7.75^2 > 5.57^2 + 0.01^2 \Rightarrow 60.10 \geq 31.03 \text{ OK}$

- (4.1a): $e_o \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.01 \leq 0.30 \cdot 7.75 \text{ OK}$

- (4.1b): $r \geq I_s \Rightarrow 7.75 \geq 5.57 \text{ OK}$

Έλεγχοι κατά Y-Y:

- $r^2 > I_s^2 + e_o^2 \Rightarrow 7.83^2 > 5.57^2 + 0.12^2 \Rightarrow 61.24 \geq 31.04 \text{ OK}$

- (4.1a): $e_o \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.12 \leq 0.30 \cdot 7.83 \text{ OK}$

- (4.1b): $r \geq I_s \Rightarrow 7.83 \geq 5.57 \text{ OK}$

Εύρεση συντελεστών (5.2) και (5.3):

X-X: $a_{ox} = 2.667 \Rightarrow k_{wx} = 1.000$

Y-Y: $a_{oy} = 2.667 \Rightarrow k_{wy} = 1.000$

Στάθμη 4 - Α! ΟΡΟΦΟΣ

$h=6.40\text{m}$ $L_x=15.00\text{m}$ $L_y=8.00\text{m}$

Φορτίο: $W_{\mu\text{ον}} = 1670.30 \text{ KN}$, $W_{\kappa\text{ιν}} = 566.72 \text{ KN}$

Μάζα: $M = 184.1 \text{ Mg}$, $J_m = 5712.9 \text{ Mg.m}^2$, $I_s = 5.57 \text{ m}$

Έλεγχος Ανυψρότητας Κτιρίου

Διαστάσεις: $L_{\text{max}} = 15.00 \text{ m}$, $L_{\text{min}} = 8.00 \text{ m}$

$\lambda = L_{\text{max}}/L_{\text{min}} = 1.88 \leq 4.20 \text{ OK}$

Απόσταση Κέντρου Μάζας (ΚΜ) από Κέντρο Δυσκαμψίας (ΚΔ)

$KM = (7.48, 4.01)$ $KΔ = (7.47, 4.13)$

$e_{ox} = 0.01 \text{ m}$, $e_{oy} = 0.12 \text{ m}$

$r_x = 7.75 \text{ m}$, $r_y = 7.83 \text{ m}$

Έλεγχοι κατά X-X:

- $r^2 > I_s^2 + e_o^2 \Rightarrow 7.75^2 > 5.57^2 + 0.01^2 \Rightarrow 60.10 \geq 31.03 \text{ OK}$

- (4.1a): $e_o \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.01 \leq 0.30 \cdot 7.75 \text{ OK}$

- (4.1b): $r \geq I_s \Rightarrow 7.75 \geq 5.57 \text{ OK}$

Έλεγχος κατά Y-Y:

- $r^2 > 1s^2 + eo^2 \Rightarrow 7.83^2 > 5.57^2 + 0.12^2 \Rightarrow 61.24 > 31.04$ OK
- (4.1a): $eo \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.12 \leq 0.30 \cdot 7.83$ OK
- (4.1b): $r \geq 1s \Rightarrow 7.83 \geq 5.57$ OK

Εύρεση συντελεστών (5.2) και (5.3):

X-X: $aox = 2.667 \Rightarrow kwx = 1.000$

Y-Y: $aox = 2.667 \Rightarrow kwx = 1.000$

Στάθμη 5 - Β! ΟΡΟΦΟΣ

$h=9.60m$ $Lx=15.00m$ $Ly=8.00m$

Φορτίο: $W_{\mu\sigma\nu} = 860.22$ KN, $W_{\kappa\iota\nu} = 566.72$ KN

Μάζα: $M = 101.6$ Mg, $Jm = 2749.9$ Mg.m², $Is = 5.20$ m

Έλεγχος Ανυγηρότητας Κτιρίου

Διαστάσεις: $L_{\max} = 15.00$ m, $L_{\min} = 8.00$ m

$\lambda = L_{\max}/L_{\min} = 1.88 \leq 4.20$ OK

Απόσταση Κέντρου Μάζας (ΚΜ) από Κέντρο Δυσκαμψίας (ΚΔ)

$KM = (7.50, 4.02)$ $KD = (7.47, 4.13)$

$eo_x = 0.03$ m, $eo_y = 0.11$ m

$rx = 7.75$ m, $ry = 7.83$ m

Έλεγχος κατά X-X:

- $r^2 > 1s^2 + eo^2 \Rightarrow 7.75^2 > 5.20^2 + 0.03^2 \Rightarrow 60.10 > 27.08$ OK
- (4.1a): $eo \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.03 \leq 0.30 \cdot 7.75$ OK
- (4.1b): $r \geq 1s \Rightarrow 7.75 \geq 5.20$ OK

Έλεγχος κατά Y-Y:

- $r^2 > 1s^2 + eo^2 \Rightarrow 7.83^2 > 5.20^2 + 0.11^2 \Rightarrow 61.24 > 27.09$ OK
- (4.1a): $eo \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.11 \leq 0.30 \cdot 7.83$ OK
- (4.1b): $r \geq 1s \Rightarrow 7.83 \geq 5.20$ OK

Εύρεση συντελεστών (5.2) και (5.3):

X-X: $aox = 2.667 \Rightarrow kwx = 1.000$

Y-Y: $aox = 2.667 \Rightarrow kwx = 1.000$

Έλεγχος Κανονικότητας σε Όψη

ΣΤ		h	L	Δ1	Δ2	Δ/L	Δ/Lb	OK
3	X-X	3.20	15.00					
	Y-Y		8.00					
4	X-X	6.40	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	!
	Y-Y		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	!
5	X-X	9.60	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	!
	Y-Y		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	!

Επεξηγήσεις:

h ύψος στάθμης από δάπεδο στάθμης βάσης

Δ1-Δ2 πλάτος εσοχών αριστερά-δεξιά

Δ συνολικό πλάτος εσοχών στάθμης $\Delta = \Delta1 + \Delta2$

Δ/L ποσοστό εσοχών ως προς το πλάτος L της από κάτω στάθμης

Δ/Lb ποσοστό εσοχών ως προς το πλάτος Lb της βάσης του κτιρίου

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Χ-Χ: ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Υ-Υ: ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Χ-Χ: ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΣΕ ΟΨΗ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Υ-Υ: ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΣΕ ΟΨΗ

Το κτίριο είναι: ΣΤΡΕΠΤΙΚΑ ΔΥΣΚΑΜΠΤΟ !!!

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ

$\Sigma m_i \cdot y_i^2 = 0.0001722457$ $\Sigma m_i \cdot y_i = 0.2706223632$ $M = 801.81$
 $T_v = 2 \cdot \pi \cdot (\Sigma m_i \cdot y_i / (g \cdot \Sigma m_i \cdot y_i))^{1/2} = 0.0510 \text{ sec}$
 $q_v = 1.50$
 $avgR = 0.216g$, $T_{vb}=0.05 \text{ sec}$, $T_{vc}=0.60 \text{ sec}$, $T_{vd}=1.00 \text{ sec}$.
 $S_{dv}(T) = 3.5316 \text{ m/sec}^2$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ q_{hx} , q_{hy}

Διεύθυνση Χ-Χ:

ΚΤΙΡΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ, Διπλό σύστημα (πλαισιωτό και σύστημα τοιχωμάτων)

Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση (ΚΠΜ)

Φορέας κανονικός σε όψη => $q_o = \alpha_1 / \alpha_u \cdot 3.00$

Πολυώροφο πολύστυλο πλαισιωτό κτίριο, κανονικό σε κάτοψη => $\alpha_1 / \alpha_u = 1.30$

Με ακριβέστερη μέθοδος υπολογίστηκε $\alpha_1 / \alpha_u = 1.20$

Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή $q_o = 1.20 \cdot 3.00 = 3.60$

Επιλέγεται $q_o = 3.60$

$q = k_w \cdot q_o = 1.00 \cdot 3.60 = 3.60$

$T_1=0.4$ $\mu\phi = 1+2 \cdot (q_o-1) \cdot T_c / T_1 = 1+2 \cdot (3.60-1) \cdot 0.60 / 0.39 = 9.00$

$T_1=0.4$ $\mu\phi^* = 1+2 \cdot (2/3 \cdot q_o-1) \cdot T_c / T_1 = 1+2 \cdot (2.40-1) \cdot 0.60 / 0.39 = 5.31$

Διεύθυνση Υ-Υ:

ΚΤΙΡΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ, Διπλό σύστημα (πλαισιωτό και σύστημα τοιχωμάτων)

Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση (ΚΠΜ)

Φορέας κανονικός σε όψη => $q_o = \alpha_1 / \alpha_u \cdot 3.00$

Πολυώροφο πολύστυλο πλαισιωτό κτίριο, κανονικό σε κάτοψη => $\alpha_1 / \alpha_u = 1.30$

Με ακριβέστερη μέθοδος υπολογίστηκε $\alpha_1 / \alpha_u = 1.20$

Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή $q_o = 1.20 \cdot 3.00 = 3.60$

Επιλέγεται $q_o = 3.60$

$q = k_w \cdot q_o = 1.00 \cdot 3.60 = 3.60$

$T_1=0.4$ $\mu\phi = 1+2 \cdot (q_o-1) \cdot T_c / T_1 = 1+2 \cdot (3.60-1) \cdot 0.60 / 0.38 = 9.21$

$T_1=0.4$ $\mu\phi^* = 1+2 \cdot (2/3 \cdot q_o-1) \cdot T_c / T_1 = 1+2 \cdot (2.40-1) \cdot 0.60 / 0.38 = 5.42$

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΦΑΣΜΑ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ (ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 8)

ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ II

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΛΑΦΟΥΣ C => S = 1.15, Tb = 0.20sec, Tc = 0.60sec,
Td = 2.50sec.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ Μέση (ΚΙΠ)

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΕΛΑΦΟΥΣ agR = 0.24*g

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑΣ γI = 1.00

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ... qhx = 3.60, qhy = 3.60

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΑΛΛΗΛΙΑΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ : CQC

ΑΡΙΘΜΟΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΩΝ 180

ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (σε mm) ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΠΟ ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΣΤ	h	L	M	Jm	min	max	eo	r	Is	n	V	Ptot
Θ	γ	ΔM%	EI/h	ΔK%								
		m	m	Mg	Mg.m ²	mm	mm	m	m	m	KN	KN
KN.m												
2 x	3.00	15.00	124	2876	0.05	0.06	0.13	7.75	4.81	1.00	883	5828
0.000	0.03	48	586	-100								
y		8.00			0.10	0.14	0.07	7.83		1.00	883	
0.001	0.07		597	-100								
3 x	3.20	15.00	184	5713	3.50	3.56	0.01	7.75	5.57	1.00	883	4609
0.020	1.95	0	549	7								
y		8.00			3.47	3.53	0.12	7.83		1.00	883	
0.020	1.90		559	7								
4 x	3.20	15.00	184	5713	7.96	8.12	0.01	7.75	5.57	1.00	694	2803
0.021	2.54	-45	549	0								
y		8.00			7.62	7.80	0.12	7.83		1.00	694	
0.019	2.37		559	0								
5 x	3.20	15.00	102	2750	10.77	11.02	0.03	7.75	5.20	1.00	314	996
0.010	1.60		549									
y		8.00			10.22	10.48	0.11	7.83		1.00	314	
0.009	1.49		559									

Αντισεισμικός Αρμός: x=3.3cm y=3.1cm

Επεξήγηση συμβόλων:

h = Σχετικό ύψος της άνω παριάς του διαφράγματος ως προς την άνω παριά του διαφράγματος του υποκείμενου ορόφου.

L = Διαστάσεις ορόφου κατά τη X και τη Y διεύθυνση

M = Μάζα ορόφου (G+φ*ψ2*Q)/9.81 στο τμήμα της κατασκευής που ορίζεται από το μέσο των υπερκείμενων ως το μέσο των υποκείμενων υποστυλωμάτων.

Jm = Περιστροφική αδράνεια διαφράγματος

$\min$ = ελάχιστη μετατόπιση ακραίου σημείου διαφράγματος από σεισμική φόρτιση διεύθυνσης X και Y σε mm
 $\max$ = μέγιστη μετατόπιση ακραίου σημείου διαφράγματος από σεισμική φόρτιση διεύθυνσης X και Y σε mm
 e_o = Απόσταση μεταξύ του κέντρου δυσκαμψίας και του κέντρου μάζας
 r = ακτίνες δυστρεψίας κατά τις κύριες διευθύνσεις x και y
 I_s = ακτίνα αδράνειας μάζας διαφράγματος
 n = Συντελεστής προσαύξησης σεισμικής έντασης σε όροφο με διακοπή τοιχοπληρώσεων (για ΚΠΥ)
 V = Τέμνουσα δύναμη ορόφου από σεισμική φόρτιση διεύθυνσης X και Y σε kN
 P_{tot} = Συνολικό φορτίο βαρύτητας στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού του ορόφου και των υπερκείμενων ορόφων σε KN
 θ = Δείκτης σχετικής μεταθετότητας = $P_{tot} \cdot dr / V_{tot} \cdot h \Rightarrow$ Έλεγχος: $\theta < 0.10$
 γ = Παραμόρφωση ορόφου = $dr \cdot v / h$ όπου $dr =$ $\Rightarrow$ Έλεγχος: $\gamma < 5$
 ΔM = Ποσοστό μεταβολής μάζας ορόφου σε σχέση με τον υπερκείμενο όροφο.
 EI/h = Συνολική ακαμψία ορόφου κατά τη διεύθυνση X και Y. Δεν έχει υπολογιστεί η ακαμψία των δοκών.
 ΔK = Ποσοστό μεταβολής ακαμψίας ορόφου σε σχέση με τον υπερκείμενο όροφο.

* dr = η τιμή σχεδιασμού της σχετικής μετακίνησης του ορόφου και λαμβάνεται ως η διαφορά των μέσων οριζόντιων μετακινήσεων $ds \cdot q$

ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΣΕ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ x1							
Ni	1.26	-0.36	-0.09	0.05	-0.04	0.02	0.00
0.00	-0.00						
α/α	1	4	8	6	5	2	3
7	9						
T sec	0.238	0.086	0.061	0.062	0.085	0.234	0.168
0.062	0.045						
M* %	91.5	7.4	0.7	0.2	0.1	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T=$ 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T=$ 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T=$ 3	201.0	114.5	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T=$ 4	367.5	16.3	-28.7	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						

ΣΤ=	5	239.9	-66.7	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0						

ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΣΕ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ y1

Ni	1.26	-0.36	-0.09	-0.05	0.04	-0.02	0.01
0.01	-0.00						
α/α	6	5	4	3	2	1	7
8	9						
T sec	0.234	0.085	0.062	0.061	0.086	0.238	0.168
0.062	0.045						
M* %	91.7	7.3	0.7	0.2	0.1	0.0	0.0
0.0	0.0						

ΣΤ=	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0					
ΣΤ=	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0					
ΣΤ=	3	202.4	114.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0					
ΣΤ=	4	367.9	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0					
ΣΤ=	5	239.4	-65.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0					

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ

$\Sigma m_i \cdot y_i^2 = 0.0001722457$ $\Sigma m_i \cdot y_i = 0.2706223632$ $M = 801.81$

$T_v = 2 \cdot \pi \cdot (\Sigma m_i \cdot y_i / (g \cdot \Sigma m_i \cdot y_i))^{1/2} = 0.0510 \text{ sec}$

$q_v = 1.50$

$\text{avg} R = 0.216g$, $T_{vb}=0.05 \text{ sec}$, $T_{vc}=0.60 \text{ sec}$, $T_{vd}=1.00 \text{ sec}$.

$S_{dv}(T) = 3.5316 \text{ m/sec}^2$

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ

Έλεγχος : $\Sigma M_e / (\Sigma M_a \cdot q) > 1$ όπου

ΣM_e είναι η συνολική ροπή επαναφοράς

ΣM_a είναι η συνολική ροπή ανατροπής

q είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς

ΣΤ	Hx	Hy	h	Max	May	W	Lx	Ly
Mex	Mey							

1	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	3936.6	7.50	3.98
29524.5	15676.7							

2	0.0	0.0	3.00	0.0	0.0	1218.7	7.49	3.99
9124.9	4868.5							
3	189.8	189.8	6.20	1176.7	1176.7	1806.3	7.48	3.99
13516.8	7212.7							
4	379.6	379.6	9.40	3567.9	3567.9	1806.3	7.48	3.99
13516.8	7212.7							
5	314.0	314.0	12.60	3956.6	3956.6	996.2	7.50	3.98
7469.8	3968.1							

				8701.2	8701.1	9764.1		
73152.7	38938.7							

73152.7 / (8701.2 * 3.60) = 2.34

38938.7 / (8701.1 * 3.60) = 1.24

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΛΟΓΩ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ

ΣΤ	Ax	Ay	dAx	dAy	ΔVRwx	ΔVRwy	Vedx	Vedy	nx	ny
	m2	m2	m2	m2	KN	KN	KN	KN		
2	9.01	7.10	9.01	7.10	1802.0	1419.5	883.4	883.4	3.04	2.61
3	9.01	7.10	0.00	0.00	0.0	0.0	883.4	883.4	1.00	1.00
4	9.01	7.10	0.00	0.00	0.0	0.0	693.6	693.6	1.00	1.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	314.0	314.0	1.00	1.00

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 8

Στ	Vt	Vo	nv
3 x-x	506.25	883.36	.57
3 y-y	477.51	883.36	.54
4 x-x	272.73	693.58	.39
4 y-y	243.85	693.58	.35
5 x-x	47.03	314.01	.15
5 y-y	31.90	314.01	.10

ΕΛΕΓΧΟΙ Χ:ΕΠΙΤΥΧΗΣ => !! ΔΕΝ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΟΜΒΩΝ.

ΕΛΕΓΧΟΙ Υ:ΕΠΙΤΥΧΗΣ => !! ΔΕΝ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΟΜΒΩΝ.

**ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ ΟΡΟΦΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ
ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ**

Στ.	Υπ.	Διαστ.	γων.	Τx	Vox	Vtx	Voy	Vty
3	1	40/40	0.0	--	27.64		24.70	
3	2	120/30	0.0	x-	248.28	248.28	26.82	
3	3	50/40	0.0	--	57.81		26.37	
3	4	30/120	0.0	-y	32.54		234.19	234.19
3	5	40/55	0.0	--	27.51		75.72	
3	6	45/45	0.0	--	41.28		44.52	
3	7	45/45	0.0	--	41.21		44.88	
3	8	40/55	0.0	--	27.45		77.05	
3	9	30/120	0.0	-y	32.08		243.32	243.32
3	10	50/40	0.0	--	56.90		27.47	
3	11	120/30	0.0	x-	257.96	257.96	28.34	
3	12	40/40	0.0	--	32.70		29.98	
					883.36	506.25	883.36	477.51 nvx
= 0.57 nvx = 0.54								
4	1	40/40	0.0	--	27.49		21.23	
4	2	120/30	0.0	x-	129.44	129.44	31.72	
4	3	50/40	0.0	--	60.16		31.85	
4	4	30/120	0.0	-y	31.53		113.01	113.01
4	5	40/55	0.0	--	34.20		75.78	
4	6	45/45	0.0	--	53.83		55.60	
4	7	45/45	0.0	--	53.73		56.43	
4	8	40/55	0.0	--	34.17		78.76	
4	9	30/120	0.0	-y	30.73		130.85	130.85
4	10	50/40	0.0	--	58.57		33.14	
4	11	120/30	0.0	x-	143.29	143.29	34.05	
4	12	40/40	0.0	--	36.45		31.16	
					693.58	272.73	693.58	243.85 nvx
= 0.39 nvx = 0.35								
5	1	40/40	0.0	--	18.02		13.80	
5	2	120/30	0.0	x-	17.43	17.43	19.38	
5	3	50/40	0.0	--	40.00		19.18	
5	4	30/120	0.0	-y	19.46		9.48	9.48
5	5	40/55	0.0	--	20.06		47.04	
5	6	45/45	0.0	--	34.41		35.37	
5	7	45/45	0.0	--	34.27		36.05	
5	8	40/55	0.0	--	19.95		50.95	
5	9	30/120	0.0	-y	18.62		22.42	22.42
5	10	50/40	0.0	--	38.35		19.72	
5	11	120/30	0.0	x-	29.60	29.60	20.67	
5	12	40/40	0.0	--	23.84		19.97	

314.01 47.03 314.01 31.90 nvx
= 0.15 nvx = 0.10

ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΗΤΑ ΚΑΤΑ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 8

Όροφος 3 dh=3.20m qhx=3.60 qhy=3.60 Δx=3.85mm Δy=3.75mm Vx=883
Vy=883 W=4609
Έλεγχος Θήτα ΕΠΙΤΥΧΗΣ: Θx=0.023 < 0.10 Θy=0.022 < 0.10

Όροφος 4 dh=3.20m qhx=3.60 qhy=3.60 Δx=5.18mm Δy=4.83mm Vx=694
Vy=694 W=2803
Έλεγχος Θήτα ΕΠΙΤΥΧΗΣ: Θx=0.024 < 0.10 Θy=0.022 < 0.10

Όροφος 5 dh=3.20m qhx=3.60 qhy=3.60 Δx=3.45mm Δy=3.21mm Vx=314
Vy=314 W=996
Έλεγχος Θήτα ΕΠΙΤΥΧΗΣ: Θx=0.012 < 0.10 Θy=0.011 < 0.10

ΕΚΩΣ 2000, ΑΡΘΡΟ 14.4.1.β:

htot=9.60m Fv=5901 KN Ecm= 3.0E+0007 Ix=0.06 Iy=0.06
htot*sqrt(Fv/EIy)=0.56 <= 0.6 OK
htot*sqrt(Fv/EIx)=0.55 <= 0.6 OK

ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΟΜΒΩΝ

Στάθμη 2

	ΣΤ	ΥΠ	MrcDn	ΣΤ	ΥΠ	MrcUp	Δ1	Δ2	ΣMrb	ΣMrc/ΣMrb	>1.30
X1	2	1	140.8	3	1	153.9	0	1	9999.0	0.03	--
X2	2	1	170.9	3	1	173.7	0	1	9999.0	0.03	--
Y1	2	1	140.9	3	1	156.4	0	10	9999.0	0.03	--
Y2	2	1	170.9	3	1	172.2	0	10	9999.0	0.03	--
X1	2	2	849.0	3	2	832.2	1	2	19998.0	0.08	--
X2	2	2	841.8	3	2	831.8	1	2	19998.0	0.08	--
Y1	2	2	159.5	3	2	184.6	0	12	94.7	3.63	.
Y2	2	2	174.0	3	2	197.1	0	12	116.2	3.19	.
X1	2	3	288.3	3	3	282.3	2	3	19998.0	0.03	--
X2	2	3	276.4	3	3	288.6	2	3	19998.0	0.03	--
Y1	2	3	202.3	3	3	205.4	0	14	94.7	4.30	.
Y2	2	3	217.7	3	3	220.6	0	14	116.1	3.78	.
X1	2	4	163.9	3	4	216.6	3	0	9999.0	0.04	--
X2	2	4	125.4	3	4	197.5	3	0	9999.0	0.03	--
Y1	2	4	790.4	3	4	848.6	0	16	9999.0	0.16	--

Y2	2	4	1029.5	3	4	984.7	0	16	9999.0	0.20	--
X1	2	5	206.9	3	5	214.7	0	4	94.7	4.45	.
X2	2	5	230.7	3	5	243.7	0	4	116.3	4.08	.
Y1	2	5	286.9	3	5	292.8	10	11	19998.0	0.03	--
Y2	2	5	346.8	3	5	367.1	10	11	19998.0	0.04	--
X1	2	6	267.2	3	6	269.3	4	5	337.5	1.59	.
X2	2	6	255.2	3	6	263.5	4	5	337.8	1.54	.
Y1	2	6	280.0	3	6	259.9	12	13	337.0	1.60	.
Y2	2	6	239.6	3	6	270.2	12	13	335.3	1.52	.
X1	2	7	275.2	3	7	263.6	5	6	337.8	1.60	.
X2	2	7	247.2	3	7	267.6	5	6	337.5	1.53	.
Y1	2	7	279.9	3	7	259.9	14	15	336.7	1.60	.
Y2	2	7	239.9	3	7	270.0	14	15	335.7	1.52	.
X1	2	8	220.6	3	8	232.1	6	0	116.3	3.89	.
X2	2	8	218.4	3	8	229.7	6	0	94.7	4.73	.
Y1	2	8	328.5	3	8	344.5	16	17	19998.0	0.03	--
Y2	2	8	309.9	3	8	324.2	16	17	19998.0	0.03	--
X1	2	9	115.7	3	9	187.1	0	7	9999.0	0.03	--
X2	2	9	166.7	3	9	219.8	0	7	9999.0	0.04	--
Y1	2	9	950.7	3	9	946.7	11	0	9999.0	0.19	--
Y2	2	9	866.2	3	9	875.2	11	0	9999.0	0.17	--
X1	2	10	267.2	3	10	277.5	7	8	19998.0	0.03	--
X2	2	10	284.5	3	10	286.7	7	8	19998.0	0.03	--
Y1	2	10	216.8	3	10	221.5	13	0	115.8	3.78	.
Y2	2	10	198.5	3	10	202.0	13	0	94.7	4.23	.
X1	2	11	800.9	3	11	793.3	8	9	19998.0	0.08	--
X2	2	11	865.1	3	11	854.6	8	9	19998.0	0.09	--
Y1	2	11	176.3	3	11	200.8	15	0	115.9	3.25	.
Y2	2	11	152.5	3	11	178.6	15	0	94.7	3.50	.
X1	2	12	165.9	3	12	171.7	9	0	9999.0	0.03	--
X2	2	12	145.9	3	12	155.1	9	0	9999.0	0.03	--
Y1	2	12	159.2	3	12	168.7	17	0	9999.0	0.03	--
Y2	2	12	152.9	3	12	159.5	17	0	9999.0	0.03	--

Στάθμη 3

	ΣΤ	ΥΠ	MrcDn	ΣΤ	ΥΠ	MrcUp	Δ1	Δ2	ΣMrb	ΣMrc/ΣMrb	>1.30
X1	3	1	153.9	4	1	149.5	0	1	94.7	3.20	.
X2	3	1	173.7	4	1	163.2	0	1	108.5	3.10	.
Y1	3	1	156.4	4	1	150.9	0	10	109.4	2.81	.
Y2	3	1	172.2	4	1	161.9	0	10	109.4	3.05	.

X1	3	2	832.2	4	2	653.7	1	2	241.4	6.16	.
X2	3	2	831.8	4	2	652.7	1	2	209.9	7.07	.
Y1	3	2	184.6	4	2	142.0	0	12	94.7	3.45	.
Y2	3	2	197.1	4	2	153.4	0	12	116.2	3.02	.
X1	3	3	282.3	4	3	260.9	2	3	332.1	1.64	.
X2	3	3	288.6	4	3	270.2	2	3	331.2	1.69	.
Y1	3	3	205.4	4	3	192.4	0	14	94.7	4.20	.
Y2	3	3	220.6	4	3	205.1	0	14	116.1	3.67	.
X1	3	4	216.6	4	4	142.8	3	0	114.9	3.13	.
X2	3	4	197.5	4	4	128.4	3	0	94.7	3.44	.
Y1	3	4	848.6	4	4	556.2	0	16	161.5	8.70	.
Y2	3	4	984.7	4	4	658.6	0	16	193.2	8.51	.
X1	3	5	214.7	4	5	206.0	0	4	94.7	4.44	.
X2	3	5	243.7	4	5	225.7	0	4	116.3	4.04	.
Y1	3	5	292.8	4	5	291.7	10	11	553.0	1.06	--
Y2	3	5	367.1	4	5	335.9	10	11	559.1	1.26	--
X1	3	6	269.3	4	6	252.5	4	5	337.4	1.55	.
X2	3	6	263.5	4	6	248.7	4	5	337.9	1.52	.
Y1	3	6	259.9	4	6	243.7	12	13	337.0	1.49	.
Y2	3	6	270.2	4	6	254.4	12	13	335.4	1.56	.
X1	3	7	263.6	4	7	248.0	5	6	337.9	1.51	.
X2	3	7	267.6	4	7	251.6	5	6	337.4	1.54	.
Y1	3	7	259.9	4	7	243.7	14	15	336.8	1.50	.
Y2	3	7	270.0	4	7	254.1	14	15	335.7	1.56	.
X1	3	8	232.1	4	8	216.9	6	0	116.3	3.86	.
X2	3	8	229.7	4	8	215.0	6	0	94.7	4.69	.
Y1	3	8	344.5	4	8	322.1	16	17	484.6	1.38	.
Y2	3	8	324.2	4	8	308.0	16	17	487.9	1.30	--
X1	3	9	187.1	4	9	121.9	0	7	94.7	3.26	.
X2	3	9	219.8	4	9	146.1	0	7	114.9	3.18	.
Y1	3	9	946.7	4	9	633.9	11	0	243.1	6.50	.
Y2	3	9	875.2	4	9	576.8	11	0	192.9	7.53	.
X1	3	10	277.5	4	10	257.4	7	8	331.2	1.62	.
X2	3	10	286.7	4	10	267.8	7	8	332.1	1.67	.
Y1	3	10	221.5	4	10	205.4	13	0	115.8	3.69	.
Y2	3	10	202.0	4	10	189.6	13	0	94.7	4.13	.
X1	3	11	793.3	4	11	627.3	8	9	249.6	5.69	.
X2	3	11	854.6	4	11	666.7	8	9	228.5	6.66	.

Y1	3	11	200.8	4	11	154.6	15	0	115.9	3.07	.
Y2	3	11	178.6	4	11	137.9	15	0	94.7	3.34	.
X1	3	12	171.7	4	12	160.7	9	0	134.9	2.46	.
X2	3	12	155.1	4	12	149.9	9	0	120.8	2.52	.
Y1	3	12	168.7	4	12	158.5	17	0	114.8	2.85	.
Y2	3	12	159.5	4	12	152.1	17	0	121.6	2.56	.

Στάθμη 4

	ΣΤ	ΥΠ	MrcDn	ΣΤ	ΥΠ	MrcUp	Δ1	Δ2	ΣMrb	ΣMrc/ΣMrb	>1.30
X1	4	1	149.5	5	1	143.9	0	1	94.7	3.10	.
X2	4	1	163.2	5	1	148.0	0	1	108.5	2.87	.
Y1	4	1	150.9	5	1	144.5	0	10	109.4	2.70	.
Y2	4	1	161.9	5	1	147.4	0	10	109.4	2.83	.
X1	4	2	653.7	5	2	586.8	1	2	217.1	5.72	.
X2	4	2	652.7	5	2	585.8	1	2	209.9	5.90	.
Y1	4	2	142.0	5	2	128.7	0	12	94.7	2.86	.
Y2	4	2	153.4	5	2	131.9	0	12	116.2	2.46	.
X1	4	3	260.9	5	3	239.8	2	3	332.1	1.51	.
X2	4	3	270.2	5	3	237.2	2	3	331.2	1.53	.
Y1	4	3	192.4	5	3	177.9	0	14	94.7	3.91	.
Y2	4	3	205.1	5	3	182.0	0	14	116.1	3.33	.
X1	4	4	142.8	5	4	127.6	3	0	114.9	2.35	.
X2	4	4	128.4	5	4	122.7	3	0	94.7	2.65	.
Y1	4	4	556.2	5	4	549.0	0	16	121.7	9.09	.
Y2	4	4	658.6	5	4	587.5	0	16	140.6	8.86	.
X1	4	5	206.0	5	5	195.6	0	4	94.7	4.24	.
X2	4	5	225.7	5	5	202.1	0	4	116.3	3.68	.
Y1	4	5	291.7	5	5	284.6	10	11	476.6	1.21	--
Y2	4	5	335.9	5	5	301.0	10	11	481.9	1.32	.
X1	4	6	252.5	5	6	223.4	4	5	337.4	1.41	.
X2	4	6	248.7	5	6	220.9	4	5	337.9	1.39	.
Y1	4	6	243.7	5	6	218.1	12	13	337.0	1.37	.
Y2	4	6	254.4	5	6	226.0	12	13	335.4	1.43	.
X1	4	7	248.0	5	7	220.6	5	6	337.9	1.39	.
X2	4	7	251.6	5	7	223.5	5	6	337.4	1.41	.
Y1	4	7	243.7	5	7	218.2	14	15	336.8	1.37	.
Y2	4	7	254.1	5	7	225.8	14	15	335.7	1.43	.
X1	4	8	216.9	5	8	198.8	6	0	116.3	3.58	.
X2	4	8	215.0	5	8	198.8	6	0	94.7	4.37	.
Y1	4	8	322.1	5	8	296.2	16	17	406.8	1.52	.

Y2	4	8	308.0	5	8	290.4	16	17	409.8	1.46	.
X1	4	9	121.9	5	9	120.6	0	7	94.7	2.56	.
X2	4	9	146.1	5	9	128.7	0	7	114.9	2.39	.
Y1	4	9	633.9	5	9	575.7	11	0	191.1	6.33	.
Y2	4	9	576.8	5	9	557.1	11	0	147.7	7.68	.
X1	4	10	257.4	5	10	235.4	7	8	331.2	1.49	.
X2	4	10	267.8	5	10	238.8	7	8	332.1	1.53	.
Y1	4	10	205.4	5	10	182.2	13	0	115.8	3.35	.
Y2	4	10	189.6	5	10	175.8	13	0	94.7	3.86	.
X1	4	11	627.3	5	11	575.3	8	9	223.7	5.38	.
X2	4	11	666.7	5	11	591.3	8	9	209.4	6.01	.
Y1	4	11	154.6	5	11	132.9	15	0	115.9	2.48	.
Y2	4	11	137.9	5	11	126.2	15	0	94.7	2.79	.
X1	4	12	160.7	5	12	147.9	9	0	114.6	2.69	.
X2	4	12	149.9	5	12	143.3	9	0	94.7	3.09	.
Y1	4	12	158.5	5	12	146.8	17	0	114.8	2.66	.
Y2	4	12	152.1	5	12	144.4	17	0	109.4	2.71	.

Στάθμη 5

	ΣΤ	ΥΠ	MrcDn	ΣΤ	ΥΠ	MrcUp	Δ1	Δ2	ΣMrb	ΣMrc/ΣMrb	>1.30
X1	5	1	143.9	-	-		0	1	94.7		.
X2	5	1	148.0	-	-		0	1	108.5		.
Y1	5	1	144.5	-	-		0	10	109.4		.
Y2	5	1	147.4	-	-		0	10	109.4		.
X1	5	2	586.8	-	-		1	2	203.2		.
X2	5	2	585.8	-	-		1	2	209.9		.
Y1	5	2	128.7	-	-		0	12	94.7		.
Y2	5	2	131.9	-	-		0	12	116.2		--
X1	5	3	239.8	-	-		2	3	332.1		--
X2	5	3	237.2	-	-		2	3	331.2		--
Y1	5	3	177.9	-	-		0	14	94.7		.
Y2	5	3	182.0	-	-		0	14	116.1		.
X1	5	4	127.6	-	-		3	0	114.9		--
X2	5	4	122.7	-	-		3	0	94.7		--
Y1	5	4	549.0	-	-		0	16	109.4		.
Y2	5	4	587.5	-	-		0	16	113.8		.
X1	5	5	195.6	-	-		0	4	94.7		.
X2	5	5	202.1	-	-		0	4	116.3		.
Y1	5	5	284.6	-	-		10	11	374.4		--
Y2	5	5	301.0	-	-		10	11	378.7		--

X1	5	6	223.4	-	-	4	5	337.4	--
X2	5	6	220.9	-	-	4	5	337.8	--
Y1	5	6	218.1	-	-	12	13	337.0	--
Y2	5	6	226.0	-	-	12	13	335.5	--
X1	5	7	220.6	-	-	5	6	337.8	--
X2	5	7	223.5	-	-	5	6	337.4	--
Y1	5	7	218.2	-	-	14	15	336.8	--
Y2	5	7	225.8	-	-	14	15	335.7	--
X1	5	8	198.8	-	-	6	0	116.3	.
X2	5	8	198.8	-	-	6	0	94.7	.
Y1	5	8	296.2	-	-	16	17	380.9	--
Y2	5	8	290.4	-	-	16	17	383.6	--
X1	5	9	120.6	-	-	0	7	94.7	--
X2	5	9	128.7	-	-	0	7	114.9	--
Y1	5	9	575.7	-	-	11	0	112.5	.
Y2	5	9	557.1	-	-	11	0	109.4	.
X1	5	10	235.4	-	-	7	8	331.2	--
X2	5	10	238.8	-	-	7	8	332.1	--
Y1	5	10	182.2	-	-	13	0	115.8	.
Y2	5	10	175.8	-	-	13	0	94.7	.
X1	5	11	575.3	-	-	8	9	209.9	.
X2	5	11	591.3	-	-	8	9	209.4	.
Y1	5	11	132.9	-	-	15	0	115.9	--
Y2	5	11	126.2	-	-	15	0	94.7	.
X1	5	12	147.9	-	-	9	0	114.6	--
X2	5	12	143.3	-	-	9	0	94.7	.
Y1	5	12	146.8	-	-	17	0	114.7	--
Y2	5	12	144.4	-	-	17	0	109.4	.

Επεξηγήσεις:

. Ο έλεγχος ισχύει, ασχέτως αν υπάρχει απαίτηση.

-- Ο έλεγχος δεν ισχύει, αλλά δεν υπάρχει απαίτηση.

** Ο έλεγχος δεν ισχύει, αν και θα έπρεπε να ισχύει.

ΣΜrb= 9999 περιμετρικό τοιχείο υπογείου στη μια πλευρά του υποστ/τος.

ΣΜrb=19998 περιμετρικά τοιχεία υπογείου και στις δυο πλευρές του υποστ/τος.

ΣΜrc/ΣΜrb οι τιμές της στήλης χρησιμοποιούνται και στον υπολογισμό της ικανοτικής τέμνουσας δοκών, ενώ οι αντίστροφες στον υπολογισμό της ικανοτικής τέμνουσας υποστυλωμάτων

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΑΦΕΙΑΣ ΚΟΜΒΩΝ

Στάθμη 3

ΥΠ	Δ1	Δ2	διαστ.Φmax		ρ'	ρmax	vd	hclim	hc
			cm/cm	mm	x1000	x1000		m	m
1_x	0	1	25/50	14	4.93	6.53	0.028	0.36	0.40
1_y	0	10	30/50	14	4.11	6.26	0.034	0.36	0.40
3_x	2	3	25/50	14	9.85	11.45	0.082	0.50	0.50
3_y	0	14	25/50	14	4.93	7.09	0.069	0.35	0.40
5_x	0	4	25/50	14	4.93	6.53	0.047	0.36	0.40
5_y	10	11	30/50	14	13.34	15.50	0.023	0.52	0.55
6_x	4	5	25/50	14	9.85	11.45	0.154	0.47	0.45 **
6_y	12	13	25/50	14	9.85	12.01	0.122	0.47	0.45 **
7_x	5	6	25/50	14	9.85	11.45	0.136	0.48	0.45 **
7_y	14	15	25/50	14	9.85	12.01	0.122	0.47	0.45 **
8_x	6	0	25/50	14	4.93	6.53	0.073	0.35	0.40
8_y	16	17	30/50	14	11.29	13.45	0.059	0.50	0.55
10_x	7	8	25/50	14	9.85	11.45	0.074	0.50	0.50
10_y	13	0	25/50	14	4.93	7.09	0.065	0.35	0.40
12_x	9	0	25/50	14	5.83	7.43	0.034	0.36	0.40
12_y	17	0	30/50	14	4.11	6.26	0.043	0.36	0.40

Στάθμη 4

ΥΠ	Δ1	Δ2	διαστ.Φmax		ρ'	ρmax	vd	hclim	hc
			cm/cm	mm	x1000	x1000		m	m
1_x	0	1	25/50	14	4.93	6.53	0.007	0.37	0.40
1_y	0	10	30/50	14	4.11	6.26	0.009	0.37	0.40
3_x	2	3	25/50	14	9.85	11.45	0.031	0.51	0.50 **
3_y	0	14	25/50	14	4.93	7.09	0.024	0.36	0.40
5_x	0	4	25/50	14	4.93	6.53	0.017	0.36	0.40
5_y	10	11	30/50	14	11.29	13.45	0.009	0.52	0.55
6_x	4	5	25/50	14	9.85	11.45	0.064	0.50	0.45 **
6_y	12	13	25/50	14	9.85	12.01	0.053	0.50	0.45 **
7_x	5	6	25/50	14	9.85	11.45	0.059	0.50	0.45 **
7_y	14	15	25/50	14	9.85	12.01	0.053	0.50	0.45 **
8_x	6	0	25/50	14	4.93	6.53	0.026	0.36	0.40
8_y	16	17	30/50	14	9.24	11.40	0.020	0.51	0.55
10_x	7	8	25/50	14	9.85	11.45	0.024	0.52	0.50 **
10_y	13	0	25/50	14	4.93	7.09	0.021	0.36	0.40
12_x	9	0	25/50	14	4.93	6.53	0.009	0.37	0.40
12_y	17	0	30/50	14	4.11	6.26	0.013	0.37	0.40

Στάθμη 5

ΥΠ	Δ1	Δ2	διαστ.Φmax		ρ'	ρmax	vd	hclim	hc
			cm/cm	mm	x1000	x1000		m	m
1_x	0	1	25/50	14	4.93	6.53	0.000	0.37	0.40
1_y	0	10	30/50	14	4.11	6.26	0.000	0.37	0.40
3_x	2	3	25/50	14	9.85	11.45	0.000	0.53	0.50 **
3_y	0	14	25/50	14	4.93	7.09	0.000	0.37	0.40
5_x	0	4	25/50	14	4.93	6.53	0.000	0.37	0.40
5_y	10	11	30/50	14	8.21	10.37	0.000	0.51	0.55
6_x	4	5	25/50	14	9.85	11.45	0.000	0.53	0.45 **
6_y	12	13	25/50	14	9.85	12.01	0.000	0.52	0.45 **
7_x	5	6	25/50	14	9.85	11.45	0.000	0.53	0.45 **
7_y	14	15	25/50	14	9.85	12.01	0.000	0.52	0.45 **
8_x	6	0	25/50	14	4.93	6.53	0.000	0.37	0.40
8_y	16	17	30/50	14	8.21	10.37	0.000	0.51	0.55
10_x	7	8	25/50	14	9.85	11.45	0.000	0.53	0.50 **
10_y	13	0	25/50	14	4.93	7.09	0.000	0.37	0.40
12_x	9	0	25/50	14	4.93	6.53	0.000	0.37	0.40
12_y	17	0	30/50	14	4.11	6.26	0.000	0.37	0.40

Δεν ικανοποιείται ο έλεγχος συνάφειας κόμβων στα υποστηλώματα Κ3,Κ6,Κ7,Κ10

Ο έλεγχος γίνεται με βάση τις σχέσεις 5.50a, 5.50b της παρ.5.6.2.2 του ΕΚ8

$\gamma_{RD}=1.00$, $K_D=0.667$, $\mu_{\phi x}=15.86$, $\mu_{\phi y}=11.76$, $\varepsilon_{sy,d}=0.0022$, $f_{ctm}=2.20$ MPa

- ο Ποσότητα Σκυροδέματος : $240m^3$
- ο Ποσότητα Οπλισμού : $30000kg$

2.1.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

❖ 2^η περίπτωση : Σκυρόδεμα αυτοσυμπυκνούμενο C30/37 και χάλυβας B500C (ίδιες διατομές υποστηλωμάτων) – (Σχήμα 2)

ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑΘΜΩΝ

ΤΥΠΟΣ ΦΟΡΕΑ:ΚΤΙΡΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

ΤΥΠΟΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ: Διπλό σύστημα

(πλαισιωτό και σύστημα τοιχωμάτων)

ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΟΨΗ: Κανονικό και προς τις δυο διευθύνσεις

ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ: Κανονικό και προς τις δυο διευθύνσεις

Χαρακτηριστικά φάσματος σχεδιασμού:

Χώρα: ΕΛΛΑΔΑ

Ζώνη: II

$a_{Rg} = 0.24g$

$\gamma_I = 1.00$

Κατηγορία εδάφους: C $\Rightarrow$ $S = 1.15$, $T_b = 0.20\text{sec}$, $T_c = 0.60\text{sec}$, $T_d = 2.50\text{sec}$.

Κατηγορία Πλαστιμότητα Μέση (ΚΠΜ)

Συντελεστές συμπεριφοράς: $q_{hx} = 3.60$ $q_{hy} = 3.60$

Μέγιστες τιμές φάσματος: $S_{dx_max} = 1.88$ $S_{dy_max} = 1.88$

Περίοδος 1ης ιδιομορφής: $T_{1x} = 0.38 \text{ sec}$, $T_{1y} = 0.37 \text{ sec}$

Σεισμική επιτάχυνση σχεδιασμού: $S_{dx}(T_{1x}) = 1.88 \text{ m/sec}^2$, $S_{dy}(T_{1y}) = 1.88 \text{ m/sec}^2$

Στάθμη 2 - ΥΠΟΓΕΙΟ

$h=0.00\text{m}$ $L_x=15.00\text{m}$ $L_y=8.00\text{m}$

Φορτίο: $W_{\mu\nu} = 894.03 \text{ KN}$, $W_{\kappa\iota\nu} = 405.84 \text{ KN}$

Μάζα: $M = 124.2 \text{ Mg}$, $J_m = 2875.7 \text{ Mg.m}^2$, $I_s = 4.81 \text{ m}$

Στάθμη 3 - ΙΣΟΓΕΙΟ (PILOTIS)

$h=3.20\text{m}$ $L_x=15.00\text{m}$ $L_y=8.00\text{m}$

Φορτίο: $W_{\mu\nu} = 1670.30 \text{ KN}$, $W_{\kappa\iota\nu} = 566.72 \text{ KN}$

Μάζα: $M = 184.1 \text{ Mg}$, $J_m = 5712.9 \text{ Mg.m}^2$, $I_s = 5.57 \text{ m}$

Έλεγχος Λυγηρότητας Κτιρίου

Διαστάσεις: $L_{max} = 15.00 \text{ m}$, $L_{min} = 8.00 \text{ m}$

$\lambda = L_{max}/L_{min} = 1.88 \leq 4.20 \text{ OK}$

Απόσταση Κέντρου Μάζας (ΚΜ) από Κέντρο Δυσκαμψίας (ΚΔ)

$K_M = (7.48, 4.01)$ $K_\Delta = (7.47, 4.13)$

$e_{ox} = 0.01 \text{ m}$, $e_{oy} = 0.12 \text{ m}$

$r_x = 7.75 \text{ m}$, $r_y = 7.83 \text{ m}$

Έλεγχοι κατά X-X:

- $r^2 > l_s^2 + e_o^2 \Rightarrow 7.75^2 > 5.57^2 + 0.01^2 \Rightarrow 60.10 \geq 31.03 \text{ OK}$

- (4.1a): $e_o \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.01 \leq 0.30 \cdot 7.75 \text{ OK}$

- (4.1b): $r \geq l_s \Rightarrow 7.75 \geq 5.57 \text{ OK}$

Έλεγχοι κατά Y-Y:

- $r^2 > l_s^2 + e_o^2 \Rightarrow 7.83^2 > 5.57^2 + 0.12^2 \Rightarrow 61.24 \geq 31.04 \text{ OK}$

- (4.1a): $e_o \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.12 \leq 0.30 \cdot 7.83 \text{ OK}$

- (4.1b): $r \geq l_s \Rightarrow 7.83 \geq 5.57 \text{ OK}$

Εύρεση συντελεστών (5.2) και (5.3):

X-X: $a_{ox} = 2.667 \Rightarrow k_{wx} = 1.000$

Y-Y: $a_{oy} = 2.667 \Rightarrow k_{wy} = 1.000$

Στάθμη 4 - Α! ΟΡΟΦΟΣ

$h=6.40\text{m}$ $L_x=15.00\text{m}$ $L_y=8.00\text{m}$

Φορτίο: $W_{\mu\nu} = 1670.30 \text{ KN}$, $W_{\kappa\iota\nu} = 566.72 \text{ KN}$

Μάζα: $M = 184.1 \text{ Mg}$, $J_m = 5712.9 \text{ Mg.m}^2$, $I_s = 5.57 \text{ m}$

Έλεγχος Λυγηρότητας Κτιρίου

Διαστάσεις: $L_{\max} = 15.00 \text{ m}$, $L_{\min} = 8.00 \text{ m}$

$\lambda = L_{\max}/L_{\min} = 1.88 \leq 4.20 \text{ OK}$

Απόσταση Κέντρου Μάζας (ΚΜ) από Κέντρο Δυσκαμψίας (ΚΔ)

$KM = (7.48, 4.01)$ $K\Delta = (7.47, 4.13)$

$e_{ox} = 0.01 \text{ m}$, $e_{oy} = 0.12 \text{ m}$

$r_x = 7.75 \text{ m}$, $r_y = 7.83 \text{ m}$

Έλεγχοι κατά X-X:

- $r^2 > I_s^2 + e_o^2 \Rightarrow 7.75^2 > 5.57^2 + 0.01^2 \Rightarrow 60.10 \geq 31.03 \text{ OK}$

- (4.1a): $e_o \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.01 \leq 0.30 \cdot 7.75 \text{ OK}$

- (4.1b): $r \geq I_s \Rightarrow 7.75 \geq 5.57 \text{ OK}$

Έλεγχοι κατά Y-Y:

- $r^2 > I_s^2 + e_o^2 \Rightarrow 7.83^2 > 5.57^2 + 0.12^2 \Rightarrow 61.24 \geq 31.04 \text{ OK}$

- (4.1a): $e_o \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.12 \leq 0.30 \cdot 7.83 \text{ OK}$

- (4.1b): $r \geq I_s \Rightarrow 7.83 \geq 5.57 \text{ OK}$

Εύρεση συντελεστών (5.2) και (5.3):

X-X: $a_{ox} = 2.667 \Rightarrow k_{wx} = 1.000$

Y-Y: $a_{oy} = 2.667 \Rightarrow k_{wy} = 1.000$

Στάθμη 5 - Β! ΟΡΟΦΟΣ

$h=9.60\text{m}$ $L_x=15.00\text{m}$ $L_y=8.00\text{m}$

Φορτίο: $W_{\mu\text{ον}} = 860.22 \text{ KN}$, $W_{\text{κιν}} = 566.72 \text{ KN}$

Μάζα: $M = 101.6 \text{ Mg}$, $J_m = 2749.9 \text{ Mg.m}^2$, $I_s = 5.20 \text{ m}$

Έλεγχος Λυγηρότητας Κτιρίου

Διαστάσεις: $L_{\max} = 15.00 \text{ m}$, $L_{\min} = 8.00 \text{ m}$

$\lambda = L_{\max}/L_{\min} = 1.88 \leq 4.20 \text{ OK}$

Απόσταση Κέντρου Μάζας (ΚΜ) από Κέντρο Δυσκαμψίας (ΚΔ)

$KM = (7.50, 4.02)$ $K\Delta = (7.47, 4.13)$

$e_{ox} = 0.03 \text{ m}$, $e_{oy} = 0.11 \text{ m}$

$r_x = 7.75 \text{ m}$, $r_y = 7.83 \text{ m}$

Έλεγχοι κατά X-X:

- $r^2 > I_s^2 + e_o^2 \Rightarrow 7.75^2 > 5.20^2 + 0.03^2 \Rightarrow 60.10 \geq 27.08 \text{ OK}$

- (4.1a): $e_o \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.03 \leq 0.30 \cdot 7.75 \text{ OK}$

- (4.1b): $r \geq I_s \Rightarrow 7.75 \geq 5.20 \text{ OK}$

Έλεγχοι κατά Y-Y:

- $r^2 > I_s^2 + e_o^2 \Rightarrow 7.83^2 > 5.20^2 + 0.11^2 \Rightarrow 61.24 \geq 27.09 \text{ OK}$

- (4.1a): $e_o \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.11 \leq 0.30 \cdot 7.83 \text{ OK}$

- (4.1b): $r \geq I_s \Rightarrow 7.83 \geq 5.20 \text{ OK}$

Εύρεση συντελεστών (5.2) και (5.3):

X-X: $a_{ox} = 2.667 \Rightarrow k_{wx} = 1.000$

Y-Y: $a_{oy} = 2.667 \Rightarrow k_{wy} = 1.000$

Έλεγχος Κανονικότητας σε Όψη

ΣΤ		h	L	Δ1	Δ2	Δ/L	Δ/Lb	OK
3	X-X	3.20	15.00					
	Y-Y		8.00					
4	X-X	6.40	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	!
	Y-Y		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	!
5	X-X	9.60	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	!
	Y-Y		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	!

Επεξηγήσεις:

h ύψος στάθμης από δάπεδο στάθμης βάσης

Δ1-Δ2 πλάτος εσοχών αριστερά-δεξιά

Δ συνολικό πλάτος εσοχών στάθμης $\Delta = \Delta 1 + \Delta 2$

Δ/L ποσοστό εσοχών ως προς το πλάτος L της από κάτω στάθμης

Δ/Lb ποσοστό εσοχών ως προς το πλάτος Lb της βάσης του κτιρίου

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ X-X: ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Y-Y: ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ X-X: ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΣΕ ΟΨΗ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Y-Y: ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΣΕ ΟΨΗ

Το κτίριο είναι: ΣΤΡΕΠΤΙΚΑ ΔΥΣΚΑΜΠΤΟ !!!

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ

$$\Sigma m_i \cdot y_i^2 = 0.0001495135 \quad \Sigma m_i \cdot y_i = 0.2521329677 \quad M = 800.15$$

$$T_v = 2 \cdot \pi \cdot (\Sigma m_i \cdot y_i / (g \cdot \Sigma m_i \cdot y_i))^{1/2} = 0.0490 \text{ sec}$$

$$q_v = 1.50$$

$$\text{avg} R = 0.216g, \quad T_{vb}=0.05 \text{ sec}, \quad T_{vc}=0.60 \text{ sec}, \quad T_{vd}=1.00 \text{ sec}.$$

$$S_{dv}(T) = 3.5316 \text{ m/sec}^2$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ q_{hx} , q_{hy}

Διεύθυνση X-X:

ΚΤΙΡΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ, Διπλό σύστημα (πλαισιωτό και σύστημα τοιχωμάτων)

Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση (ΚΠΜ)

Φορέας κανονικός σε όψη $\Rightarrow q_o = \alpha_1 / \alpha_u \cdot 3.00$

Πολυώροφο πολύστυλο πλαισιωτό κτίριο, κανονικό σε κάτοψη $\Rightarrow \alpha_1 / \alpha_u = 1.30$

Με ακριβέστερη μέθοδος υπολογίστηκε $\alpha_1 / \alpha_u = 1.20$

Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή $q_o = 1.20 \cdot 3.00 = 3.60$

Επιλέγεται $q_o = 3.60$

$$q = kw \cdot q_0 = 1.00 \cdot 3.60 = 3.60$$

$$T1=0.4 \mu\phi = 1+2 \cdot (q_0-1) \cdot T_c/T1 = 1+2 \cdot (3.60-1) \cdot 0.60/0.38 = 9.21$$

$$T1=0.4 \mu\phi^* = 1+2 \cdot (2/3 \cdot q_0-1) \cdot T_c/T1 = 1+2 \cdot (2.40-1) \cdot 0.60/0.38 = 5.42$$

Διεύθυνση Y-Y:

ΚΤΙΡΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ, Διπλό σύστημα (πλαισιωτό και σύστημα τοιχωμάτων)

Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση (ΚΠΜ)

Φορέας κανονικός σε όψη => $q_0 = \alpha_1/\alpha_u \cdot 3.00$

Πολυώροφο πολύστιλο πλαισιωτό κτίριο, κανονικό σε κάτοψη => $\alpha_1/\alpha_u = 1.30$

Με ακριβέστερη μέθοδος υπολογίστηκε $\alpha_1/\alpha_u = 1.20$

Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή $q_0 = 1.20 \cdot 3.00 = 3.60$

Επιλέγεται $q_0 = 3.60$

$$q = kw \cdot q_0 = 1.00 \cdot 3.60 = 3.60$$

$$T1=0.4 \mu\phi = 1+2 \cdot (q_0-1) \cdot T_c/T1 = 1+2 \cdot (3.60-1) \cdot 0.60/0.37 = 9.43$$

$$T1=0.4 \mu\phi^* = 1+2 \cdot (2/3 \cdot q_0-1) \cdot T_c/T1 = 1+2 \cdot (2.40-1) \cdot 0.60/0.37 = 5.54$$

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΦΑΣΜΑ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ (ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 8)

ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ II

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ C => $S = 1.15$, $T_b = 0.20\text{sec}$, $T_c = 0.60\text{sec}$,
 $T_d = 2.50\text{sec}$.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ Μέση (ΚΠΜ)

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ $ag_R = 0.24 \cdot g$

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑΣ $\gamma_I = 1.00$

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ... $q_{hx} = 3.60$, $q_{hy} = 3.60$

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΑΛΛΗΛΙΑΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ : CQC

ΑΡΙΘΜΟΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΩΝ 180

ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (σε mm) ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΠΟ ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΣΤ	h	L	M	Jm	min	max	eo	r	Is	n	V	Ptot
Θ	γ	ΔM%	EI/h	ΔK%								
		m	m	Mg	Mg.m ²	mm	mm	m	m	m	KN	KN
2 x	3.00	15.00	124	2876	0.05	0.06	0.13	7.75	4.81	1.00	883	5828
0.000	0.03	48	628	-100								
y		8.00			0.10	0.13	0.07	7.83		1.00	883	
0.001	0.07		640	-100								
3 x	3.20	15.00	184	5713	3.26	3.31	0.01	7.75	5.57	1.00	883	4609
0.019	1.82	0	589	7								
y		8.00			3.23	3.28	0.12	7.83		1.00	883	
0.018	1.77		600	7								

4 x	3.20	15.00	184	5713	7.42	7.56	0.01	7.75	5.57	1.00	694	2803
0.019	2.36	-45	589	0								
y		8.00			7.10	7.26	0.12	7.83		1.00	694	
0.018	2.20		600	0								
5 x	3.20	15.00	102	2750	10.03	10.26	0.03	7.75	5.20	1.00	314	996
0.009	1.49		589									
y		8.00			9.52	9.76	0.11	7.83		1.00	314	
0.009	1.39		600									

Αντισεισμικός Αρμός: x=3.6cm y=3.4cm

Επεξήγηση συμβόλων:

h = Σχετικό ύψος της άνω παριάς του διαφράγματος ως προς την άνω παριά του διαφράγματος του υποκείμενου ορόφου.

L = Διαστάσεις ορόφου κατά τη X και τη Y διεύθυνση

M = Μάζα ορόφου $(G+\varphi*\psi^2*Q)/9.81$ στο τμήμα της κατασκευής που ορίζεται από το μέσο των υπερκείμενων ως το μέσο των υποκείμενων υποστυλωμάτων.

J_m = Περιστροφική αδράνεια διαφράγματος

$\min$ = ελάχιστη μετατόπιση ακραίου σημείου διαφράγματος από σεισμική φόρτιση διεύθυνσης X και Y σε mm

$\max$ = μέγιστη μετατόπιση άκρικού σημείου διαφράγματος από σεισμική φόρτιση διεύθυνσης X και Y σε mm

e_o = Απόσταση μεταξύ του κέντρου δυσκαμψίας και του κέντρου μάζας

r = ακτίνες δυστρεψίας κατα τις κύριες διευθύνσεις x και y

I_s = ακτίνα αδράνειας μάζας διαφράγματος

n = Συντελεστής προσαύξησης σεισμικής έντασης σε όροφο με διακοπή τοιχοπληρώσεων (για ΚΠΥ)

V = Τέμνουσα δύναμη ορόφου από σεισμική φόρτιση διεύθυνσης X και Y σε kN

P_{tot} = Συνολικό φορτίο βαρύτητας στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού του ορόφου και των υπερκείμενων ορόφων σε KN

Θ = Δείκτης σχετικής μεταθετότητας = $P_{tot}*dr / V_{tot}*h \Rightarrow$ Έλεγχος: $\Theta < 0.10$

γ = Παραμόρφωση ορόφου = $dr*v/h$ όπου $dr=$ $\Rightarrow$ Έλεγχος: $\gamma < 5$

ΔM = Ποσοστό μεταβολής μάζας ορόφου σε σχέση με τον υπερκείμενο όροφο.

EI/h = Συνολική ακαμψία ορόφου κατά τη διεύθυνση X και Y. Δεν έχει υπολογιστεί η ακαμψία των δοκών.

ΔK = Ποσοστό μεταβολής ακαμψίας ορόφου σε σχέση με τον υπερκείμενο όροφο.

* dr = η τιμή σχεδιασμού της σχετικής μετακίνησης του ορόφου και λαμβάνεται ως η διαφορά των μέσων οριζόντιων μετακινήσεων $ds*q$

ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΣΕ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ x1

Ni	1.26	-0.36	-0.09	-0.05	0.04	-0.04	0.00
0.00	-0.00						
α/α	1	4	8	6	2	5	3
7	9						
T sec	0.230	0.083	0.059	0.060	0.225	0.082	0.162
0.059	0.043						
M* %	91.5	7.4	0.7	0.2	0.1	0.1	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T=$ 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T=$ 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T=$ 3	201.0	114.2	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T=$ 4	367.3	16.3	-28.5	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T=$ 5	239.7	-66.6	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						

ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΣΕ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ y1

Ni	1.26	-0.36	0.09	-0.05	-0.04	0.04	0.03
0.01	-0.00						
α/α	5	6	4	3	1	2	8
7	9						
T sec	0.225	0.082	0.060	0.059	0.230	0.083	0.059
0.162	0.043						
M* %	91.6	7.3	0.6	0.2	0.1	0.1	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T=$ 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T=$ 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T=$ 3	202.5	114.3	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T=$ 4	367.7	14.4	-26.7	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T=$ 5	239.2	-65.6	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ

$$\Sigma m_i \cdot y_i^2 = 0.0001495135 \quad \Sigma m_i \cdot y_i = 0.2521329677 \quad M = 800.15$$

$$T_v = 2 \cdot \pi \cdot (\Sigma m_i \cdot y_i / (g \cdot \Sigma m_i \cdot y_i))^{1/2} = 0.0490 \text{ sec}$$

$$q_v = 1.50$$

$$\text{avg} R = 0.216g, \quad T_{vb}=0.05\text{sec}, \quad T_{vc}=0.60\text{sec}, \quad T_{vd}=1.00\text{sec}.$$

$$S_{dv}(T) = 3.5316 \text{ m/sec}^2$$

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ

Έλεγχος : $\Sigma M_e / (\Sigma M_a * q) > 1$ όπου

ΣM_e είναι η συνολική ροπή επαναφοράς

ΣM_a είναι η συνολική ροπή ανατροπής

q είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς

ΣT	Hx	Hy	h	Max	May	W	Lx	Ly
Mex	Mey							
1	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	3920.3	7.50	3.97
29402.3	15572.1							
2	0.0	0.0	3.00	0.0	0.0	1218.7	7.49	3.99
9124.9	4868.5							
3	189.8	189.8	6.20	1176.7	1176.7	1806.3	7.48	3.99
13516.8	7212.7							
4	379.6	379.6	9.40	3567.9	3567.9	1806.3	7.48	3.99
13516.8	7212.7							
5	314.0	314.0	12.60	3956.6	3956.6	996.2	7.50	3.98
7469.8	3968.1							
				8701.2	8701.1	9747.8		
73030.5	38834.2							

$73030.5 / (8701.2 * 3.60) = 2.33$

$38834.2 / (8701.1 * 3.60) = 1.24$

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΛΟΓΩ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ

ΣΤ ny	Ax	Ay	dAx	dAy	ΔVRwx	ΔVRwy	Vedx	Vedy	nx
	m2	m2	m2	m2	KN	KN	KN	KN	
2	9.01	7.10	9.01	7.10	1802.0	1419.5	883.4	883.4	3.04
2.61									
3	9.01	7.10	0.00	0.00	0.0	0.0	883.4	883.4	1.00
1.00									
4	9.01	7.10	0.00	0.00	0.0	0.0	693.6	693.6	1.00
1.00									
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	314.0	314.0	1.00
1.00									

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 8

Στ	Vt	Vo	nv
3 x-x	506.23	883.36	.57

3	y-y	477.50	883.36	.54
4	x-x	272.73	693.58	.39
4	y-y	243.85	693.58	.35
5	x-x	47.04	314.01	.15
5	y-y	31.90	314.01	.10

ΕΛΕΓΧΟΙ Χ:ΕΠΙΤΥΧΗΣ => !! ΔΕΝ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΟΜΒΩΝ.

ΕΛΕΓΧΟΙ Υ:ΕΠΙΤΥΧΗΣ => !! ΔΕΝ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΟΜΒΩΝ.

**ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ ΟΡΟΦΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ
ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ**

Στ.	Υπ.	Διαστ.	γων.	Tx	Vox	Vtx	Voy	Vty
3	1	40/40	0.0	--	27.64		24.70	
3	2	120/30	0.0	x-	248.28	248.28	26.82	
3	3	50/40	0.0	--	57.81		26.37	
3	4	30/120	0.0	-y	32.54		234.18	234.18
3	5	40/55	0.0	--	27.51		75.72	
3	6	45/45	0.0	--	41.28		44.53	
3	7	45/45	0.0	--	41.21		44.89	
3	8	40/55	0.0	--	27.45		77.05	
3	9	30/120	0.0	-y	32.09		243.32	243.32
3	10	50/40	0.0	--	56.90		27.47	
3	11	120/30	0.0	x-	257.96	257.96	28.34	
3	12	40/40	0.0	--	32.70		29.99	
					883.36	506.23	883.36	477.50
					nvx = 0.57		nvy = 0.54	
4	1	40/40	0.0	--	27.49		21.23	
4	2	120/30	0.0	x-	129.44	129.44	31.72	
4	3	50/40	0.0	--	60.16		31.85	
4	4	30/120	0.0	-y	31.53		113.01	113.01
4	5	40/55	0.0	--	34.20		75.78	
4	6	45/45	0.0	--	53.83		55.60	
4	7	45/45	0.0	--	53.73		56.43	
4	8	40/55	0.0	--	34.17		78.76	
4	9	30/120	0.0	-y	30.73		130.85	130.85
4	10	50/40	0.0	--	58.57		33.14	
4	11	120/30	0.0	x-	143.29	143.29	34.05	
4	12	40/40	0.0	--	36.45		31.16	
					693.58	272.73	693.58	243.85
					nvx = 0.39		nvy = 0.35	

5	1	40/40	0.0	--	18.02		13.80	
5	2	120/30	0.0	x-	17.43	17.43	19.38	
5	3	50/40	0.0	--	40.00		19.18	
5	4	30/120	0.0	-y	19.46		9.48	9.48
5	5	40/55	0.0	--	20.06		47.04	
5	6	45/45	0.0	--	34.41		35.37	
5	7	45/45	0.0	--	34.27		36.05	
5	8	40/55	0.0	--	19.95		50.95	
5	9	30/120	0.0	-y	18.62		22.42	22.42
5	10	50/40	0.0	--	38.35		19.72	
5	11	120/30	0.0	x-	29.60	29.60	20.67	
5	12	40/40	0.0	--	23.84		19.97	
					314.01	47.04	314.01	31.90
					nvx = 0.15 nvy = 0.10			

ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΗΤΑ ΚΑΤΑ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 8

Όροφος 3 dh=3.20m qhx=3.60 qhy=3.60 Δx=3.59mm Δy=3.49mm Vx=883
Vy=883 W=4609

Ελεγχος Θήτα ΕΠΙΤΥΧΗΣ: $\Theta_x=0.021 < 0.10$ $\Theta_y=0.021 < 0.10$

Όροφος 4 dh=3.20m qhx=3.60 qhy=3.60 Δx=4.83mm Δy=4.50mm Vx=694
Vy=694 W=2803

Ελεγχος Θήτα ΕΠΙΤΥΧΗΣ: $\Theta_x=0.022 < 0.10$ $\Theta_y=0.020 < 0.10$

Όροφος 5 dh=3.20m qhx=3.60 qhy=3.60 Δx=3.21mm Δy=2.99mm Vx=314
Vy=314 W=996

Ελεγχος Θήτα ΕΠΙΤΥΧΗΣ: $\Theta_x=0.011 < 0.10$ $\Theta_y=0.011 < 0.10$

ΕΚΩΣ 2000, ΑΡΘΡΟ 14.4.1.β:

htot=9.60m Fv=5901 KN Ecm= 3.2E+0007 Ix=0.06 Iy=0.06

$htot \cdot \sqrt{Fv/EI_y} = 0.54 \leq 0.6$ OK

$htot \cdot \sqrt{Fv/EI_x} = 0.53 \leq 0.6$ OK

ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΟΜΒΩΝ

Στάθμη 2

	ΣΤ	ΥΠ	MrcDn	ΣΤ	ΥΠ	MrcUp	Δ1	Δ2	ΣMrb	ΣMrc/ΣMrb	>1.30
X1	2	1	146.5	3	1	160.3	0	1	9999.0	0.03	--
X2	2	1	182.2	3	1	186.5	0	1	9999.0	0.04	--
Y1	2	1	146.5	3	1	163.0	0	10	9999.0	0.03	--
Y2	2	1	182.1	3	1	184.1	0	10	9999.0	0.04	--

X1	2	2	794.2	3	2	769.5	1	2	19998.0	0.08	--
X2	2	2	782.7	3	2	768.8	1	2	19998.0	0.08	--
Y1	2	2	170.7	3	2	165.1	0	12	96.7	3.47	.
Y2	2	2	189.3	3	2	185.4	0	12	116.8	3.21	.
X1	2	3	303.1	3	3	292.7	2	3	19998.0	0.03	--
X2	2	3	286.0	3	3	309.0	2	3	19998.0	0.03	--
Y1	2	3	211.6	3	3	215.0	0	14	96.7	4.41	.
Y2	2	3	235.0	3	3	240.9	0	14	116.8	4.07	.
X1	2	4	175.6	3	4	234.0	3	0	9999.0	0.04	--
X2	2	4	133.3	3	4	208.3	3	0	9999.0	0.03	--
Y1	2	4	825.7	3	4	901.5	0	16	9999.0	0.17	--
Y2	2	4	1124.0	3	4	1072.2	0	16	9999.0	0.22	--
X1	2	5	215.2	3	5	223.5	0	4	96.7	4.54	.
X2	2	5	242.0	3	5	260.8	0	4	116.9	4.30	.
Y1	2	5	294.5	3	5	301.1	10	11	19998.0	0.03	--
Y2	2	5	369.4	3	5	396.2	10	11	19998.0	0.04	--
X1	2	6	336.2	3	6	297.1	4	5	342.0	1.85	.
X2	2	6	326.2	3	6	291.1	4	5	342.1	1.80	.
Y1	2	6	325.4	3	6	280.2	12	13	341.6	1.77	.
Y2	2	6	328.2	3	6	301.7	12	13	340.6	1.85	.
X1	2	7	330.5	3	7	286.6	5	6	342.1	1.80	.
X2	2	7	327.5	3	7	297.7	5	6	342.0	1.83	.
Y1	2	7	325.3	3	7	280.2	14	15	341.5	1.77	.
Y2	2	7	328.2	3	7	301.4	14	15	340.9	1.85	.
X1	2	8	229.6	3	8	244.3	6	0	116.9	4.05	.
X2	2	8	227.4	3	8	240.5	6	0	96.7	4.84	.
Y1	2	8	346.1	3	8	365.9	16	17	19998.0	0.04	--
Y2	2	8	322.9	3	8	341.7	16	17	19998.0	0.03	--
X1	2	9	123.3	3	9	197.3	0	7	9999.0	0.03	--
X2	2	9	178.8	3	9	239.7	0	7	9999.0	0.04	--
Y1	2	9	1033.9	3	9	1029.2	11	0	9999.0	0.21	--
Y2	2	9	926.8	3	9	940.1	11	0	9999.0	0.19	--
X1	2	10	275.7	3	10	286.9	7	8	19998.0	0.03	--
X2	2	10	301.1	3	10	305.4	7	8	19998.0	0.03	--
Y1	2	10	231.2	3	10	238.0	13	0	116.6	4.03	.
Y2	2	10	207.7	3	10	212.1	13	0	96.7	4.34	.
X1	2	11	870.4	3	11	859.9	8	9	19998.0	0.09	--
X2	2	11	947.5	3	11	935.5	8	9	19998.0	0.09	--
Y1	2	11	189.1	3	11	217.4	15	0	116.6	3.48	.

Y2	2	11	163.2	3	11	190.2	15	0	96.7	3.66	.
X1	2	12	173.2	3	12	181.5	9	0	9999.0	0.04	--
X2	2	12	151.6	3	12	161.4	9	0	9999.0	0.03	--
Y1	2	12	165.8	3	12	176.5	17	0	9999.0	0.03	--
Y2	2	12	159.2	3	12	166.5	17	0	9999.0	0.03	--

Στάθμη 3

	ΣΤ	ΥΠ	MrcDn	ΣΤ	ΥΠ	MrcUp	Δ1	Δ2	ΣMrb	ΣMrc/ΣMrb	>1.30
X1	3	1	160.3	4	1	155.7	0	1	96.7	3.27	.
X2	3	1	186.5	4	1	170.2	0	1	110.6	3.22	.
Y1	3	1	163.0	4	1	157.2	0	10	111.7	2.87	.
Y2	3	1	184.1	4	1	168.8	0	10	111.7	3.16	.
X1	3	2	769.5	4	2	695.1	1	2	226.6	6.46	.
X2	3	2	768.8	4	2	694.1	1	2	212.8	6.87	.
Y1	3	2	165.1	4	2	151.4	0	12	96.7	3.27	.
Y2	3	2	185.4	4	2	163.4	0	12	116.8	2.99	.
X1	3	3	292.7	4	3	268.9	2	3	338.7	1.66	.
X2	3	3	309.0	4	3	278.7	2	3	338.1	1.74	.
Y1	3	3	215.0	4	3	200.8	0	14	96.7	4.30	.
Y2	3	3	240.9	4	3	216.0	0	14	116.8	3.91	.
X1	3	4	234.0	4	4	152.0	3	0	116.0	3.33	.
X2	3	4	208.3	4	4	136.5	3	0	96.7	3.57	.
Y1	3	4	901.5	4	4	582.8	0	16	150.2	9.88	.
Y2	3	4	1072.2	4	4	701.9	0	16	197.7	8.98	.
X1	3	5	223.5	4	5	214.2	0	4	96.7	4.53	.
X2	3	5	260.8	4	5	235.3	0	4	116.9	4.24	.
Y1	3	5	301.1	4	5	299.7	10	11	560.1	1.07	--
Y2	3	5	396.2	4	5	355.7	10	11	567.5	1.32	.
X1	3	6	297.1	4	6	265.3	4	5	341.9	1.65	.
X2	3	6	291.1	4	6	262.5	4	5	342.2	1.62	.
Y1	3	6	280.2	4	6	253.9	12	13	341.7	1.56	.
Y2	3	6	301.7	4	6	273.2	12	13	340.7	1.69	.
X1	3	7	286.6	4	7	258.6	5	6	342.2	1.59	.
X2	3	7	297.7	4	7	268.4	5	6	341.9	1.66	.
Y1	3	7	280.2	4	7	253.9	14	15	341.5	1.56	.
Y2	3	7	301.4	4	7	272.7	14	15	340.9	1.68	.
X1	3	8	244.3	4	8	225.8	6	0	116.9	4.02	.
X2	3	8	240.5	4	8	223.6	6	0	96.7	4.80	.
Y1	3	8	365.9	4	8	337.8	16	17	493.0	1.43	.

Y2	3	8	341.7	4	8	320.6	16	17	497.0	1.33	.
X1	3	9	197.3	4	9	129.8	0	7	96.7	3.38	.
X2	3	9	239.7	4	9	155.6	0	7	116.0	3.41	.
Y1	3	9	1029.2	4	9	667.4	11	0	247.6	6.85	.
Y2	3	9	940.1	4	9	606.5	11	0	190.2	8.13	.
X1	3	10	286.9	4	10	265.1	7	8	338.1	1.63	.
X2	3	10	305.4	4	10	276.0	7	8	338.7	1.72	.
Y1	3	10	238.0	4	10	214.6	13	0	116.6	3.88	.
Y2	3	10	212.1	4	10	198.0	13	0	96.7	4.24	.
X1	3	11	859.9	4	11	661.3	8	9	239.0	6.36	.
X2	3	11	935.5	4	11	713.0	8	9	226.4	7.28	.
Y1	3	11	217.4	4	11	164.4	15	0	116.6	3.27	.
Y2	3	11	190.2	4	11	147.0	15	0	96.7	3.49	.
X1	3	12	181.5	4	12	167.5	9	0	115.8	3.01	.
X2	3	12	161.4	4	12	155.9	9	0	110.6	2.87	.
Y1	3	12	176.5	4	12	165.0	17	0	115.9	2.95	.
Y2	3	12	166.5	4	12	158.4	17	0	111.7	2.91	.

Στάθμη 4

	ΣΤ	ΥΠ	MrcDn	ΣΤ	ΥΠ	MrcUp	Δ1	Δ2	ΣMrb	ΣMrc/ΣMrb	>1.30
X1	4	1	155.7	5	1	149.8	0	1	96.7	3.16	.
X2	4	1	170.2	5	1	153.9	0	1	110.6	2.93	.
Y1	4	1	157.2	5	1	150.3	0	10	111.7	2.75	.
Y2	4	1	168.8	5	1	153.3	0	10	111.7	2.88	.
X1	4	2	695.1	5	2	616.3	1	2	221.3	5.93	.
X2	4	2	694.1	5	2	615.5	1	2	212.8	6.15	.
Y1	4	2	151.4	5	2	137.0	0	12	96.7	2.98	.
Y2	4	2	163.4	5	2	140.1	0	12	116.8	2.60	.
X1	4	3	268.9	5	3	246.6	2	3	338.7	1.52	.
X2	4	3	278.7	5	3	243.6	2	3	338.1	1.54	.
Y1	4	3	200.8	5	3	185.4	0	14	96.7	4.00	.
Y2	4	3	216.0	5	3	189.6	0	14	116.8	3.47	.
X1	4	4	152.0	5	4	135.7	3	0	116.0	2.48	.
X2	4	4	136.5	5	4	130.5	3	0	96.7	2.76	.
Y1	4	4	582.8	5	4	574.3	0	16	124.1	9.33	.
Y2	4	4	701.9	5	4	616.8	0	16	143.2	9.21	.
X1	4	5	214.2	5	5	203.2	0	4	96.7	4.32	.
X2	4	5	235.3	5	5	209.9	0	4	116.9	3.81	.
Y1	4	5	299.7	5	5	292.0	10	11	457.7	1.29	--

Y2	4	5	355.7	5	5	311.3	10	11	463.9	1.44	.
X1	4	6	265.3	5	6	231.2	4	5	341.9	1.45	.
X2	4	6	262.5	5	6	228.7	4	5	342.2	1.44	.
Y1	4	6	253.9	5	6	226.0	12	13	341.7	1.40	.
Y2	4	6	273.2	5	6	233.7	12	13	340.7	1.49	.
X1	4	7	258.6	5	7	228.4	5	6	342.2	1.42	.
X2	4	7	268.4	5	7	231.2	5	6	341.9	1.46	.
Y1	4	7	253.9	5	7	226.0	14	15	341.5	1.41	.
Y2	4	7	272.7	5	7	233.6	14	15	340.9	1.49	.
X1	4	8	225.8	5	8	206.5	6	0	116.9	3.70	.
X2	4	8	223.6	5	8	206.4	6	0	96.7	4.45	.
Y1	4	8	337.8	5	8	305.1	16	17	414.6	1.55	.
Y2	4	8	320.6	5	8	298.1	16	17	418.0	1.48	.
X1	4	9	129.8	5	9	128.4	0	7	96.7	2.67	.
X2	4	9	155.6	5	9	136.8	0	7	116.0	2.52	.
Y1	4	9	667.4	5	9	604.0	11	0	168.8	7.53	.
Y2	4	9	606.5	5	9	583.6	11	0	150.3	7.92	.
X1	4	10	265.1	5	10	242.0	7	8	338.1	1.50	.
X2	4	10	276.0	5	10	245.2	7	8	338.7	1.54	.
Y1	4	10	214.6	5	10	189.8	13	0	116.6	3.47	.
Y2	4	10	198.0	5	10	183.1	13	0	96.7	3.94	.
X1	4	11	661.3	5	11	604.1	8	9	226.7	5.58	.
X2	4	11	713.0	5	11	621.0	8	9	212.5	6.28	.
Y1	4	11	164.4	5	11	141.2	15	0	116.6	2.62	.
Y2	4	11	147.0	5	11	134.3	15	0	96.7	2.91	.
X1	4	12	167.5	5	12	153.9	9	0	115.8	2.78	.
X2	4	12	155.9	5	12	148.9	9	0	96.7	3.15	.
Y1	4	12	165.0	5	12	152.7	17	0	115.9	2.74	.
Y2	4	12	158.4	5	12	150.2	17	0	111.7	2.76	.

Στάθμη 5

	ΣΤ	ΥΠ	MrcDn	ΣΤ	ΥΠ	MrcUp	Δ1	Δ2	ΣMrb	ΣMrc/ΣMrb	>1.30
X1	5	1	149.8	-	-		0	1	96.7		.
X2	5	1	153.9	-	-		0	1	110.6		.
Y1	5	1	150.3	-	-		0	10	111.7		.
Y2	5	1	153.3	-	-		0	10	111.7		.
X1	5	2	616.3	-	-		1	2	207.3		.
X2	5	2	615.5	-	-		1	2	212.8		.
Y1	5	2	137.0	-	-		0	12	96.7		.

Y2	5	2	140.1	-	-	0	12	116.8	--
X1	5	3	246.6	-	-	2	3	338.7	--
X2	5	3	243.6	-	-	2	3	338.1	--
Y1	5	3	185.4	-	-	0	14	96.7	.
Y2	5	3	189.6	-	-	0	14	116.8	.
X1	5	4	135.7	-	-	3	0	116.0	--
X2	5	4	130.5	-	-	3	0	96.7	.
Y1	5	4	574.3	-	-	0	16	111.7	.
Y2	5	4	616.8	-	-	0	16	115.3	.
X1	5	5	203.2	-	-	0	4	96.7	.
X2	5	5	209.9	-	-	0	4	116.9	.
Y1	5	5	292.0	-	-	10	11	380.1	--
Y2	5	5	311.3	-	-	10	11	385.6	--
X1	5	6	231.2	-	-	4	5	341.9	--
X2	5	6	228.7	-	-	4	5	342.1	--
Y1	5	6	226.0	-	-	12	13	341.6	--
Y2	5	6	233.7	-	-	12	13	340.7	--
X1	5	7	228.4	-	-	5	6	342.1	--
X2	5	7	231.2	-	-	5	6	341.9	--
Y1	5	7	226.0	-	-	14	15	341.5	--
Y2	5	7	233.6	-	-	14	15	340.8	--
X1	5	8	206.5	-	-	6	0	116.9	.
X2	5	8	206.4	-	-	6	0	96.7	.
Y1	5	8	305.1	-	-	16	17	388.3	--
Y2	5	8	298.1	-	-	16	17	391.2	--
X1	5	9	128.4	-	-	0	7	96.7	.
X2	5	9	136.8	-	-	0	7	116.0	--
Y1	5	9	604.0	-	-	11	0	114.6	.
Y2	5	9	583.6	-	-	11	0	111.7	.
X1	5	10	242.0	-	-	7	8	338.1	--
X2	5	10	245.2	-	-	7	8	338.7	--
Y1	5	10	189.8	-	-	13	0	116.6	.
Y2	5	10	183.1	-	-	13	0	96.7	.
X1	5	11	604.1	-	-	8	9	212.8	.
X2	5	11	621.0	-	-	8	9	212.5	.
Y1	5	11	141.2	-	-	15	0	116.6	--
Y2	5	11	134.3	-	-	15	0	96.7	.
X1	5	12	153.9	-	-	9	0	115.8	.

X2	5	12	148.9	-	-	9	0	96.7	.
Y1	5	12	152.7	-	-	17	0	115.9	.
Y2	5	12	150.2	-	-	17	0	111.7	.

Επεξηγήσεις:

. Ο έλεγχος ισχύει, ασχέτως αν υπάρχει απαίτηση.

-- Ο έλεγχος δεν ισχύει, αλλά δεν υπάρχει απαίτηση.

** Ο έλεγχος δεν ισχύει, αν και θα έπρεπε να ισχύει.

ΣMrb= 9999 περιμετρικό τοιχείο υπογείου στη μια πλευρά του υποστ/τος.

ΣMrb=19998 περιμετρικά τοιχεία υπογείου και στις δυο πλευρές του υποστ/τος.

ΣMrc/ΣMrb οι τιμές της στήλης χρησιμοποιούνται και στον υπολογισμό της ικανοτικής τέμνουσας δοκών, ενώ οι αντίστροφες στον υπολογισμό της ικανοτικής τέμνουσας υποστυλωμάτων

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΑΦΕΙΑΣ ΚΟΜΒΩΝ

Στάθμη 3

ΥΠ	Δ1	Δ2	διαστ.Φmax		ρ'	ρmax	vd	hclim	hc
			cm/cm	mm	x1000	x1000		m	m
1_x	0	1	25/50	14	4.93	7.33	0.019	0.28	0.40
1_y	0	10	30/50	14	4.11	7.34	0.023	0.27	0.40
3_x	2	3	25/50	14	9.85	12.25	0.055	0.38	0.50
3_y	0	14	25/50	14	4.93	8.17	0.046	0.27	0.40
5_x	0	4	25/50	14	4.93	7.33	0.031	0.27	0.40
5_y	10	11	30/50	14	13.34	16.58	0.015	0.39	0.55
6_x	4	5	25/50	14	9.85	12.25	0.102	0.36	0.45
6_y	12	13	25/50	14	9.85	13.09	0.083	0.36	0.45
7_x	5	6	25/50	14	9.85	12.25	0.091	0.37	0.45
7_y	14	15	25/50	14	9.85	13.09	0.083	0.36	0.45
8_x	6	0	25/50	14	4.93	7.33	0.048	0.27	0.40
8_y	16	17	30/50	14	11.29	14.53	0.040	0.38	0.55
10_x	7	8	25/50	14	9.85	12.25	0.049	0.38	0.50
10_y	13	0	25/50	14	4.93	8.17	0.044	0.27	0.40
12_x	9	0	25/50	14	4.93	7.33	0.023	0.27	0.40
12_y	17	0	30/50	14	4.11	7.34	0.029	0.27	0.40

Στάθμη 4

ΥΠ	Δ1	Δ2	διαστ.Φmax		ρ'	ρmax	vd	hclim	hc
			cm/cm	mm	x1000	x1000		m	m
1_x	0	1	25/50	14	4.93	7.33	0.005	0.28	0.40
1_y	0	10	30/50	14	4.11	7.34	0.006	0.28	0.40
3_x	2	3	25/50	14	9.85	12.25	0.021	0.39	0.50

3_y	0	14	25/50	14	4.93	8.17	0.016	0.28	0.40
5_x	0	4	25/50	14	4.93	7.33	0.012	0.28	0.40
5_y	10	11	30/50	14	10.26	13.50	0.006	0.38	0.55
6_x	4	5	25/50	14	9.85	12.25	0.043	0.38	0.45
6_y	12	13	25/50	14	9.85	13.09	0.036	0.37	0.45
7_x	5	6	25/50	14	9.85	12.25	0.040	0.38	0.45
7_y	14	15	25/50	14	9.85	13.09	0.036	0.37	0.45
8_x	6	0	25/50	14	4.93	7.33	0.017	0.28	0.40
8_y	16	17	30/50	14	9.24	12.48	0.014	0.38	0.55
10_x	7	8	25/50	14	9.85	12.25	0.016	0.39	0.50
10_y	13	0	25/50	14	4.93	8.17	0.014	0.28	0.40
12_x	9	0	25/50	14	4.93	7.33	0.006	0.28	0.40
12_y	17	0	30/50	14	4.11	7.34	0.009	0.28	0.40

Στάθμη 5

ΥΠ	Δ1	Δ2	διαστ.Φmax		ρ'	ρmax	vd	hclim	hc
			cm/cm	mm	x1000	x1000		m	m
1_x	0	1	25/50	14	4.93	7.33	0.000	0.28	0.40
1_y	0	10	30/50	14	4.11	7.34	0.000	0.28	0.40
3_x	2	3	25/50	14	9.85	12.25	0.000	0.39	0.50
3_y	0	14	25/50	14	4.93	8.17	0.000	0.28	0.40
5_x	0	4	25/50	14	4.93	7.33	0.000	0.28	0.40
5_y	10	11	30/50	14	8.21	11.45	0.000	0.38	0.55
6_x	4	5	25/50	14	9.85	12.25	0.000	0.39	0.45
6_y	12	13	25/50	14	9.85	13.09	0.000	0.39	0.45
7_x	5	6	25/50	14	9.85	12.25	0.000	0.39	0.45
7_y	14	15	25/50	14	9.85	13.09	0.000	0.39	0.45
8_x	6	0	25/50	14	4.93	7.33	0.000	0.28	0.40
8_y	16	17	30/50	14	8.21	11.45	0.000	0.38	0.55
10_x	7	8	25/50	14	9.85	12.25	0.000	0.39	0.50
10_y	13	0	25/50	14	4.93	8.17	0.000	0.28	0.40
12_x	9	0	25/50	14	4.93	7.33	0.000	0.28	0.40
12_y	17	0	30/50	14	4.11	7.34	0.000	0.28	0.40

Ο έλεγχος συνάφειας κόμβων στα υποστυλώματα ικανοποιείται λόγω της υψηλής αντοχής σκυροδέματος , C30/37

Ο έλεγχος γίνεται με βάση τις σχέσεις 5.50a, 5.50b της παρ.5.6.2.2 του ΕΚ8

$\gamma_{RD}=1.00$, $K_D=0.667$, $\mu_{\phi x}=15.86$, $\mu_{\phi y}=11.76$, $\varepsilon_{sy,d}=0.0022$, $f_{ctm}=2.90$ MPa

- ο Ποσότητα Σκυροδέματος : **240m³**
- ο Ποσότητα Οπλισμού : **27000kg**

2.1.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

- ❖ 3^η περίπτωση : Σκυρόδεμα αυτοσυμπυκνούμενο C30/37 και
Χάλυβας B500C (μειωμένες διατομές υποστηλωμάτων και ορισμένων
δοκών τυπικού ορόφου) - (Σχήμα 3)

ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑΘΜΩΝ

ΤΥΠΟΣ ΦΟΡΕΑ: ΚΤΙΡΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

ΤΥΠΟΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ: Διπλό σύστημα

(πλαισιωτό και σύστημα τοιχωμάτων)

ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΟΨΗ: Κανονικό και προς τις δυο διευθύνσεις

ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ: Κανονικό και προς τις δυο διευθύνσεις

Χαρακτηριστικά φάσματος σχεδιασμού:

Χώρα: ΕΛΛΑΔΑ

Ζώνη: II

$a_{Rg} = 0.24g$

$\gamma_I = 1.00$

Κατηγορία εδάφους: C $\Rightarrow S = 1.15$, $T_b = 0.20\text{sec}$, $T_c = 0.60\text{sec}$,

$T_d = 2.50\text{sec}$.

Κατηγορία Πλαστιμότητα Μέση (ΚΠΜ)

Συντελεστές συμπεριφοράς: $q_{hx} = 3.60$ $q_{hy} = 3.60$

Μέγιστες τιμές φάσματος: $S_{dx_max} = 1.88$ $S_{dy_max} = 1.88$

Περίοδος 1ης ιδιομορφής: $T_{1x} = 0.41\text{ sec}$, $T_{1y} = 0.41\text{ sec}$

Σεισμική επιτάχυνση σχεδιασμού: $S_{dx}(T_{1x}) = 1.88\text{ m/sec}^2$, $S_{dy}(T_{1y}) = 1.88\text{ m/sec}^2$

Στάθμη 2 - ΥΠΟΓΕΙΟ

$h=0.00\text{m}$ $L_x=15.00\text{m}$ $L_y=8.00\text{m}$

Φορτίο: $W_{\text{μον}} = 859.15\text{ KN}$, $W_{\text{κιν}} = 405.84\text{ KN}$

Μάζα: $M = 120.7\text{ Mg}$, $J_m = 2741.8\text{ Mg.m}^2$, $I_s = 4.77\text{ m}$

Στάθμη 3 - ΙΣΟΓΕΙΟ (PILOTIS)

$h=3.20\text{m}$ $L_x=15.00\text{m}$ $L_y=8.00\text{m}$

Φορτίο: $W_{\text{μον}} = 1634.30\text{ KN}$, $W_{\text{κιν}} = 566.72\text{ KN}$

Μάζα: $M = 180.5\text{ Mg}$, $J_m = 5573.8\text{ Mg.m}^2$, $I_s = 5.56\text{ m}$

Έλεγχος Αυξηρότητας Κτιρίου

Διαστάσεις: $L_{\text{max}} = 15.00\text{ m}$, $L_{\text{min}} = 8.00\text{ m}$

$\lambda = L_{\text{max}}/L_{\text{min}} = 1.88 \leq 4.20\text{ OK}$

Απόσταση Κέντρου Μάζας (ΚΜ) από Κέντρο Δυσκαμψίας (ΚΔ)

$KM = (7.48, 4.00)$ $KΔ = (7.47, 4.11)$

$e_{ox} = 0.02\text{ m}$, $e_{oy} = 0.10\text{ m}$

$r_x = 7.89\text{ m}$, $r_y = 7.95\text{ m}$

Έλεγχοι κατά X-X:

$-r^2 > 1s^2 + e_o^2 \Rightarrow 7.89^2 > 5.56^2 + 0.02^2 \Rightarrow 62.26 \geq 30.89\text{ OK}$

$$- (4.1a): e_o \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.02 \leq 0.30 \cdot 7.89 \quad \text{OK}$$

$$- (4.1b): r \geq 1s \Rightarrow 7.89 \geq 5.56 \quad \text{OK}$$

Έλεγχος κατά Y-Y:

$$- r^2 > 1s^2 + e_o^2 \Rightarrow 7.95^2 > 5.56^2 + 0.10^2 \Rightarrow 63.25 \geq 30.90 \quad \text{OK}$$

$$- (4.1a): e_o \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.10 \leq 0.30 \cdot 7.95 \quad \text{OK}$$

$$- (4.1b): r \geq 1s \Rightarrow 7.95 \geq 5.56 \quad \text{OK}$$

Εύρεση συντελεστών (5.2) και (5.3):

$$X-X: a_{ox} = 2.667 \Rightarrow k_{wx} = 1.000$$

$$Y-Y: a_{ox} = 2.667 \Rightarrow k_{wx} = 1.000$$

Στάθμη 4 - Α! ΟΡΟΦΟΣ

$$h=6.40\text{m} \quad L_x=15.00\text{m} \quad L_y=8.00\text{m}$$

$$\text{Φορτίο: } W_{\text{μον}} = 1634.30 \text{ KN}, \quad W_{\text{κιν}} = 566.72 \text{ KN}$$

$$\text{Μάζα: } M = 180.5 \text{ Mg}, \quad J_m = 5573.8 \text{ Mg.m}^2, \quad I_s = 5.56 \text{ m}$$

Έλεγχος Αυξηρότητας Κτιρίου

$$\text{Διαστάσεις: } L_{\text{max}} = 15.00 \text{ m}, \quad L_{\text{min}} = 8.00 \text{ m}$$

$$\lambda = L_{\text{max}}/L_{\text{min}} = 1.88 \leq 4.20 \quad \text{OK}$$

Απόσταση Κέντρου Μάζας (KM) από Κέντρο Δυσκαμψίας (ΚΔ)

$$KM = (7.48, 4.00) \quad K\Delta = (7.47, 4.11)$$

$$e_{ox} = 0.02 \text{ m}, \quad e_{oy} = 0.10 \text{ m}$$

$$r_x = 7.89 \text{ m}, \quad r_y = 7.95 \text{ m}$$

Έλεγχος κατά X-X:

$$- r^2 > 1s^2 + e_o^2 \Rightarrow 7.89^2 > 5.56^2 + 0.02^2 \Rightarrow 62.26 \geq 30.89 \quad \text{OK}$$

$$- (4.1a): e_o \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.02 \leq 0.30 \cdot 7.89 \quad \text{OK}$$

$$- (4.1b): r \geq 1s \Rightarrow 7.89 \geq 5.56 \quad \text{OK}$$

Έλεγχος κατά Y-Y:

$$- r^2 > 1s^2 + e_o^2 \Rightarrow 7.95^2 > 5.56^2 + 0.10^2 \Rightarrow 63.25 \geq 30.90 \quad \text{OK}$$

$$- (4.1a): e_o \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.10 \leq 0.30 \cdot 7.95 \quad \text{OK}$$

$$- (4.1b): r \geq 1s \Rightarrow 7.95 \geq 5.56 \quad \text{OK}$$

Εύρεση συντελεστών (5.2) και (5.3):

$$X-X: a_{ox} = 2.667 \Rightarrow k_{wx} = 1.000$$

$$Y-Y: a_{ox} = 2.667 \Rightarrow k_{wx} = 1.000$$

Στάθμη 5 - Β! ΟΡΟΦΟΣ

$$h=9.60\text{m} \quad L_x=15.00\text{m} \quad L_y=8.00\text{m}$$

$$\text{Φορτίο: } W_{\text{μον}} = 842.22 \text{ KN}, \quad W_{\text{κιν}} = 566.72 \text{ KN}$$

$$\text{Μάζα: } M = 99.7 \text{ Mg}, \quad J_m = 2680.1 \text{ Mg.m}^2, \quad I_s = 5.18 \text{ m}$$

Έλεγχος Αυξηρότητας Κτιρίου

$$\text{Διαστάσεις: } L_{\text{max}} = 15.00 \text{ m}, \quad L_{\text{min}} = 8.00 \text{ m}$$

$$\lambda = L_{\text{max}}/L_{\text{min}} = 1.88 \leq 4.20 \quad \text{OK}$$

Απόσταση Κέντρου Μάζας (KM) από Κέντρο Δυσκαμψίας (ΚΔ)

$$KM = (7.50, 4.01) \quad K\Delta = (7.47, 4.11)$$

$$e_{ox} = 0.04 \text{ m}, \quad e_{oy} = 0.10 \text{ m}$$

$$r_x = 7.89 \text{ m}, \quad r_y = 7.95 \text{ m}$$

Ελεγχοι κατά X-X:

- $r^2 > 1s^2 + eo^2 \Rightarrow 7.89^2 > 5.18^2 + 0.04^2 \Rightarrow 62.26 \geq 26.88$ OK
- (4.1a): $eo \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.04 \leq 0.30 \cdot 7.89$ OK
- (4.1b): $r \geq 1s \Rightarrow 7.89 \geq 5.18$ OK

Ελεγχοι κατά Y-Y:

- $r^2 > 1s^2 + eo^2 \Rightarrow 7.95^2 > 5.18^2 + 0.10^2 \Rightarrow 63.25 \geq 26.89$ OK
- (4.1a): $eo \leq 0.30 \cdot r \Rightarrow 0.10 \leq 0.30 \cdot 7.95$ OK
- (4.1b): $r \geq 1s \Rightarrow 7.95 \geq 5.18$ OK

Εύρεση συντελεστών (5.2) και (5.3):

X-X: $aox = 2.667 \Rightarrow kwx = 1.000$

Y-Y: $aox = 2.667 \Rightarrow kwx = 1.000$

Ελεγχος Κανονικότητας σε Όψη

ΣΤ		h	L	Δ1	Δ2	Δ/L	Δ/Lb	OK
3	X-X	3.20	15.00					
	Y-Y		8.00					
4	X-X	6.40	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	!
	Y-Y		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	!
5	X-X	9.60	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	!
	Y-Y		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	!

Επεξηγήσεις:

h ύψος στάθμης από δάπεδο στάθμης βάσης

Δ1-Δ2 πλάτος εσοχών αριστερά-δεξιά

Δ συνολικό πλάτος εσοχών στάθμης $\Delta = \Delta 1 + \Delta 2$

Δ/L ποσοστό εσοχών ως προς το πλάτος L της από κάτω στάθμης

Δ/Lb ποσοστό εσοχών ως προς το πλάτος Lb της βάσης του κτιρίου

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ X-X: ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Y-Y: ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ X-X: ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΣΕ ΟΨΗ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Y-Y: ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΣΕ ΟΨΗ

Το κτίριο είναι: ΣΤΡΕΠΤΙΚΑ ΔΥΣΚΑΜΠΤΟ !!!

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ

$\Sigma m_i \cdot y_i^2 = 0.0002327789$ $\Sigma m_i \cdot y_i = 0.3066212190$ $M = 785.70$

$T_v = 2 \cdot \pi \cdot (\Sigma m_i \cdot y_i / (g \cdot \Sigma m_i \cdot y_i))^{1/2} = 0.0550 \text{ sec}$

$q_v = 1.50$

$avgR = 0.216g$, $T_{vb} = 0.05 \text{ sec}$, $T_{vc} = 0.60 \text{ sec}$, $T_{vd} = 1.00 \text{ sec}$.

$S_{dv}(T) = 3.5316 \text{ m/sec}^2$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ q_{hx} , q_{hy}

Διεύθυνση X-X:

ΚΤΙΡΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ, Διπλό σύστημα (πλαισιωτό και σύστημα τοιχωμάτων)

Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση (ΚΠΜ)

Φορέας κανονικός σε όψη $\Rightarrow q_o = \alpha_1/\alpha_u \cdot 3.00$

Πολυώροφο πολύστιλο πλαισιωτό κτίριο, κανονικό σε κάτοψη $\Rightarrow \alpha_1/\alpha_u = 1.30$

Με ακριβέστερη μέθοδος υπολογίστηκε $\alpha_1/\alpha_u = 1.20$

Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή $q_o = 1.20 \cdot 3.00 = 3.60$

Επιλέγεται $q_o = 3.60$

$q = k_w \cdot q_o = 1.00 \cdot 3.60 = 3.60$

$T_1 = 0.4 \mu\phi = 1 + 2 \cdot (q_o - 1) \cdot T_c / T_1 = 1 + 2 \cdot (3.60 - 1) \cdot 0.60 / 0.41 = 8.61$

$T_1 = 0.4 \mu\phi^* = 1 + 2 \cdot (2/3 \cdot q_o - 1) \cdot T_c / T_1 = 1 + 2 \cdot (2.40 - 1) \cdot 0.60 / 0.41 = 5.10$

Διεύθυνση Y-Y:

ΚΤΙΡΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ, Διπλό σύστημα (πλαισιωτό και σύστημα τοιχωμάτων)

Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση (ΚΠΜ)

Φορέας κανονικός σε όψη $\Rightarrow q_o = \alpha_1/\alpha_u \cdot 3.00$

Πολυώροφο πολύστιλο πλαισιωτό κτίριο, κανονικό σε κάτοψη $\Rightarrow \alpha_1/\alpha_u = 1.30$

Με ακριβέστερη μέθοδος υπολογίστηκε $\alpha_1/\alpha_u = 1.20$

Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή $q_o = 1.20 \cdot 3.00 = 3.60$

Επιλέγεται $q_o = 3.60$

$q = k_w \cdot q_o = 1.00 \cdot 3.60 = 3.60$

$T_1 = 0.4 \mu\phi = 1 + 2 \cdot (q_o - 1) \cdot T_c / T_1 = 1 + 2 \cdot (3.60 - 1) \cdot 0.60 / 0.41 = 8.61$

$T_1 = 0.4 \mu\phi^* = 1 + 2 \cdot (2/3 \cdot q_o - 1) \cdot T_c / T_1 = 1 + 2 \cdot (2.40 - 1) \cdot 0.60 / 0.41 = 5.10$

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΦΑΣΜΑ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ (ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 8)

ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ II

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ C $\Rightarrow S = 1.15$, $T_b = 0.20\text{sec}$, $T_c = 0.60\text{sec}$,
 $T_d = 2.50\text{sec}$.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ Μέση (ΚΠΜ)

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ $a_{gR} = 0.24 \cdot g$

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑΣ $\gamma_I = 1.00$

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ... $q_{hx} = 3.60$, $q_{hy} = 3.60$

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΑΛΛΗΛΙΑΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ : CQC

ΑΡΙΘΜΟΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΩΝ 180

ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ (σε mm) ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΠΟ ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΣΤ	h	L	M	Jm	min	max	eo	r	Is	n	V	Ptot
Θ	γ	ΔΜ%	EI/h	ΔΚ%								
	m	m	Mg	Mg.m ²	mm	mm	m	m	m		KN	KN
KN.m												
2 x	3.00	15.00	121	2742	0.05	0.06	1.11	7.97	4.77	1.00	866	5703
0.000	0.03	50	560	-100								
y		8.00			0.09	0.13	0.07	8.03		1.00	866	
0.001	0.07		569	-100								
3 x	3.20	15.00	180	5574	3.82	3.87	0.02	7.89	5.56	1.00	866	4519
0.022	2.13	0	525	7								
y		8.00			3.84	3.93	0.10	7.95		1.00	866	
0.022	2.12		533	7								
4 x	3.20	15.00	180	5574	8.84	8.99	0.02	7.89	5.56	1.00	680	2749
0.023	2.85	-45	525	0								
y		8.00			8.58	8.88	0.10	7.95		1.00	680	
0.022	2.73		533	0								
5 x	3.20	15.00	100	2680	12.13	12.39	0.04	7.89	5.18	1.00	308	978
0.012	1.88		525									
y		8.00			11.69	12.16	0.10	7.95		1.00	308	
0.011	1.80		533									

Αντισεισμικός Αρμός: x=4.3cm y=4.3cm

Επεξήγηση συμβόλων:

h = Σχετικό ύψος της άνω παριάς του διαφράγματος ως προς την άνω παριά του διαφράγματος του υποκείμενου ορόφου.

L = Διαστάσεις ορόφου κατά τη X και τη Y διεύθυνση

M = Μάζα ορόφου $(G+\phi*\psi_2*Q)/9.81$ στο τμήμα της κατασκευής που ορίζεται από το μέσο των υπερκείμενων ως το μέσο των υποκείμενων υποστυλωμάτων.

Jm = Περιτροφική αδράνεια διαφράγματος

min = ελάχιστη μετατόπιση ακραίου σημείου διαφράγματος από σεισμική φόρτιση διεύθυνσης X και Y σε mm

max = μέγιστη μετατόπιση ακραίου σημείου διαφράγματος από σεισμική φόρτιση διεύθυνσης X και Y σε mm

eo = Απόσταση μεταξύ του κέντρου δυσκαμψίας και του κέντρου μάζας

r = ακτίνες δυστρεψίας κατα τις κύριες διευθύνσεις x και y

Is = ακτίνα αδράνειας μάζας διαφράγματος

n = Συντελεστής προσαύξησης σεισμικής έντασης σε όροφο με διακοπή τοιχοπληρώσεων (για ΚΠΥ)

V = Τέμνουσα δύναμη ορόφου από σεισμική φόρτιση διεύθυνσης X και Y σε kN

Ptot = Συνολικό φορτίο βαρύτητας στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού του ορόφου και των υπερκείμενων ορόφων σε KN

Θ = Δείκτης σχετικής μεταθεσιότητας = $P_{tot} \cdot dr / V_{tot} \cdot h \Rightarrow$ Έλεγχος: $\Theta < 0.10$

γ = Παραμόρφωση ορόφου = $dr \cdot v / h$ όπου $dr =$ $\Rightarrow$ Έλεγχος: $\gamma < 5$

ΔM = Ποσοστό μεταβολής μάζας ορόφου σε σχέση με τον υπερκείμενο όροφο.

EI/h = Συνολική ακαμψία ορόφου κατά τη διεύθυνση X και Y. Δεν έχει υπολογιστεί η ακαμψία των δοκών.

ΔK = Ποσοστό μεταβολής ακαμψίας ορόφου σε σχέση με τον υπερκείμενο όροφο.

* dr = η τιμή σχεδιασμού της σχετικής μετακίνησης του ορόφου και λαμβάνεται ως η διαφορά των μέσων οριζόντιων μετακινήσεων $ds \cdot q$

ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΣΕ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ x1

Ni	1.25	-0.34	-0.09	0.06	0.04	0.01	0.00
0.00	-0.00						
α/α	1	4	7	5	6	2	3
8	9						
T sec	0.235	0.085	0.062	0.085	0.062	0.231	0.164
0.061	0.044						
M* %	92.0	7.0	0.7	0.2	0.1	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T = 1$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T = 2$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T = 3$	201.8	108.9	18.6	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T = 4$	361.0	11.6	-28.2	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T = 5$	234.4	-61.7	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						

ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΣΕ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ y1

Ni	1.25	0.34	-0.08	0.06	-0.03	-0.01	0.01
-0.00	-0.00						
α/α	6	4	5	2	3	1	7
8	9						
T sec	0.231	0.085	0.062	0.085	0.062	0.235	0.164
0.061	0.044						
M* %	92.2	6.9	0.6	0.2	0.1	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T = 1$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						
$\Sigma T = 2$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0						

ΣΤ=	3	203.1	109.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0		0.0						
ΣΤ=	4	361.3	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0		0.0						
ΣΤ=	5	234.0	-60.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0		0.0						

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ

$\Sigma m_i \cdot y_i^2 = 0.0002327789$ $\Sigma m_i \cdot y_i = 0.3066212190$ $M = 785.70$

$T_v = 2 \cdot \pi \cdot (\Sigma m_i \cdot y_i / (g \cdot \Sigma m_i \cdot y_i))^{1/2} = 0.0550 \text{ sec}$

$q_v = 1.50$

$\text{avg} R = 0.216g$, $T_{vb}=0.05 \text{ sec}$, $T_{vc}=0.60 \text{ sec}$, $T_{vd}=1.00 \text{ sec}$.

$S_{dv}(T) = 3.5316 \text{ m/sec}^2$

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ

Έλεγχος : $\Sigma M_e / (\Sigma M_a \cdot q) > 1$ όπου

ΣM_e είναι η συνολική ροπή επαναφοράς

ΣM_a είναι η συνολική ροπή ανατροπής

q είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς

ΣΤ	Hx	Hy	h	Max	May	W	Lx	Ly
Mex	Mey							

1	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	3903.4	7.50	3.98
29275.7	15531.3							
2	0.0	0.0	3.00	0.0	0.0	1183.8	7.49	4.00
8863.6	4732.0							
3	186.0	186.0	6.20	1152.9	1152.9	1770.3	7.48	4.00
13246.8	7074.9							
4	371.9	371.9	9.40	3495.9	3495.9	1770.3	7.48	4.00
13246.8	7074.9							
5	308.3	308.3	12.60	3884.0	3884.0	978.2	7.50	3.99
7334.8	3901.9							

				8532.8	8532.8	9606.1		
71967.7	38315.0							

$71967.7 / (8532.8 \cdot 3.60) = 2.34$

$38315.0 / (8532.8 \cdot 3.60) = 1.25$

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΡΟΣΔΥΞΗΣΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΛΟΓΩ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ

ΣΤ	Ax	Ay	dAx	dAy	ΔVRwx	ΔVRwy	Vedx	Vedy	nx
ny	m2	m2	m2	m2	KN	KN	KN	KN	
2	9.01	7.10	9.01	7.10	1802.0	1419.5	866.1	866.1	3.08
2.64									
3	9.01	7.10	0.00	0.00	0.0	0.0	866.1	866.1	1.00
1.00									
4	9.01	7.10	0.00	0.00	0.0	0.0	680.2	680.2	1.00
1.00									
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	308.3	308.3	1.00
1.00									

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 8

Στ	Vt	Vo	nv
3 x-x	562.91	866.11	.65
3 y-y	540.20	866.11	.62
4 x-x	311.28	680.16	.46
4 y-y	276.58	680.16	.41
5 x-x	55.44	308.26	.18
5 y-y	34.64	308.26	.11

ΕΛΕΓΧΟΙ Χ: ΕΠΙΤΥΧΗΣ => !! ΔΕΝ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΟΜΒΩΝ.

ΕΛΕΓΧΟΙ Υ: ΕΠΙΤΥΧΗΣ => !! ΔΕΝ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΟΜΒΩΝ.

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ ΟΡΟΦΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ

Στ.	Υπ.	διαστ.	γων.	Tx	Vox	Vtx	Voy	Vty
3	1	35/35	0.0	--	23.22		19.13	
3	2	120/30	0.0	x-	276.24	276.24	30.51	
3	3	40/35	0.0	--	39.92		21.36	
3	4	30/120	0.0	-y	35.43		266.13	266.13
3	5	30/45	0.0	--	17.25		49.48	
3	6	40/40	0.0	--	34.49		38.94	
3	7	40/40	0.0	--	34.41		39.48	
3	8	30/45	0.0	--	17.22		49.87	
3	9	30/120	0.0	-y	35.01		274.07	274.07
3	10	40/35	0.0	--	39.28		21.95	
3	11	120/30	0.0	x-	286.68	286.68	32.25	
3	12	35/35	0.0	--	26.96		22.95	

866.11 562.91 866.11 540.20

nvx = 0.65 nvy = 0.62

4	1	35/35	0.0	--	27.16		19.04
4	2	120/30	0.0	x-	148.24	148.24	37.14
4	3	40/35	0.0	--	50.19		27.59
4	4	30/120	0.0	-y	34.25		130.48 130.48
4	5	30/45	0.0	--	23.33		60.28
4	6	40/40	0.0	--	47.08		51.03
4	7	40/40	0.0	--	46.95		52.14
4	8	30/45	0.0	--	23.31		61.80
4	9	30/120	0.0	-y	33.51		146.10 146.10
4	10	40/35	0.0	--	48.97		28.19
4	11	120/30	0.0	x-	163.03	163.03	39.94
4	12	35/35	0.0	--	34.13		26.42

680.16 311.28 680.16 276.58

nvx = 0.46 nvy = 0.41

5	1	35/35	0.0	--	19.40		13.62
5	2	120/30	0.0	x-	20.88	20.88	23.91
5	3	40/35	0.0	--	36.03		18.56
5	4	30/120	0.0	-y	22.01		11.23 11.23
5	5	30/45	0.0	--	15.78		40.60
5	6	40/40	0.0	--	32.16		34.85
5	7	40/40	0.0	--	32.00		35.81
5	8	30/45	0.0	--	15.70		43.55
5	9	30/120	0.0	-y	21.16		23.41 23.41
5	10	40/35	0.0	--	34.69		18.61
5	11	120/30	0.0	x-	34.56	34.56	25.66
5	12	35/35	0.0	--	23.89		18.45

308.26 55.44 308.26 34.64

nvx = 0.18 nvy = 0.11

ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΗΤΑ ΚΑΤΑ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 8

Όροφος 3 dh=3.20m qhx=3.60 qhy=3.60 Δx=4.20mm Δy=4.18mm Vx=866
Vy=866 W=4519

Έλεγχος Θήτα ΕΠΙΤΥΧΗΣ: Θx=0.025 < 0.10 Θy=0.025 < 0.10

Όροφος 4 dh=3.20m qhx=3.60 qhy=3.60 Δx=5.82mm Δy=5.57mm Vx=680
Vy=680 W=2749

Έλεγχος Θήτα ΕΠΙΤΥΧΗΣ: Θx=0.026 < 0.10 Θy=0.025 < 0.10

Όροφος 5 dh=3.20m qhx=3.60 qhy=3.60 Δx=4.05mm Δy=3.87mm Vx=308
Vy=308 W=978

Ελεγχος Θήτα ΕΠΙΤΥΧΗΣ: $\Theta_x=0.014 < 0.10$ $\Theta_y=0.014 < 0.10$

ΕΚΩΣ 2000, ΑΡΘΡΟ 14.4.1.β:

htot=9.60m Fv=5811 KN Ecm= 3.2E+0007 Ix=0.05 Iy=0.05

htot*sqrt(Fv/EIy)=0.56 <= 0.6 OK

htot*sqrt(Fv/EIx)=0.56 <= 0.6 OK

ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΟΜΒΩΝ

Στάθμη 2

	ΣΤ	ΥΠ	MrcDn	ΣΤ	ΥΠ	MrcUp	Δ1	Δ2	ΣMrb	ΣMrc/ΣMrb	>1.30
X1	2	1	91.7	3	1	103.5	0	1	9999.0	0.02	--
X2	2	1	120.5	3	1	126.9	0	1	9999.0	0.02	--
Y1	2	1	93.1	3	1	107.5	0	10	9999.0	0.02	--
Y2	2	1	119.3	3	1	124.2	0	10	9999.0	0.02	--
X1	2	2	938.4	3	2	916.3	1	2	19998.0	0.09	--
X2	2	2	925.5	3	2	912.3	1	2	19998.0	0.09	--
Y1	2	2	172.2	3	2	196.8	0	12	96.7	3.82	.
Y2	2	2	191.9	3	2	217.6	0	12	116.8	3.51	.
X1	2	3	184.7	3	3	190.3	2	3	19998.0	0.02	--
X2	2	3	171.9	3	3	184.7	2	3	19998.0	0.02	--
Y1	2	3	142.0	3	3	149.2	0	14	96.7	3.01	.
Y2	2	3	155.7	3	3	162.6	0	14	116.8	2.73	.
X1	2	4	176.1	3	4	234.3	3	0	9999.0	0.04	--
X2	2	4	135.1	3	4	209.3	3	0	9999.0	0.03	--
Y1	2	4	825.6	3	4	903.8	0	16	9999.0	0.17	--
Y2	2	4	1130.5	3	4	1074.4	0	16	9999.0	0.22	--
X1	2	5	105.0	3	5	114.2	0	4	96.7	2.27	.
X2	2	5	117.0	3	5	128.5	0	4	116.9	2.10	.
Y1	2	5	160.1	3	5	166.7	10	11	19998.0	0.02	--
Y2	2	5	208.2	3	5	226.7	10	11	19998.0	0.02	--
X1	2	6	235.5	3	6	218.5	4	5	342.0	1.33	.
X2	2	6	225.6	3	6	212.9	4	5	342.1	1.28	--
Y1	2	6	235.7	3	6	208.9	12	13	341.6	1.30	.
Y2	2	6	215.8	3	6	219.7	12	13	340.6	1.28	--
X1	2	7	236.9	3	7	212.3	5	6	342.1	1.31	.
X2	2	7	220.1	3	7	217.1	5	6	342.0	1.28	--
Y1	2	7	235.6	3	7	208.0	14	15	341.5	1.30	--
Y2	2	7	215.4	3	7	220.0	14	15	340.9	1.28	--
X1	2	8	113.4	3	8	124.3	6	0	116.9	2.03	.
X2	2	8	108.9	3	8	120.8	6	0	96.7	2.38	.

Y1	2	8	194.1	3	8	219.4	16	17	19998.0	0.02	--
Y2	2	8	176.8	3	8	195.7	16	17	19998.0	0.02	--
X1	2	9	125.2	3	9	237.8	0	7	9999.0	0.04	--
X2	2	9	179.2	3	9	277.2	0	7	9999.0	0.05	--
Y1	2	9	1198.3	3	9	1191.5	11	0	9999.0	0.24	--
Y2	2	9	1109.9	3	9	1118.5	11	0	9999.0	0.22	--
X1	2	10	165.9	3	10	179.1	7	8	19998.0	0.02	--
X2	2	10	182.6	3	10	188.4	7	8	19998.0	0.02	--
Y1	2	10	155.6	3	10	162.8	13	0	116.6	2.73	.
Y2	2	10	139.1	3	10	146.6	13	0	96.7	2.96	.
X1	2	11	874.6	3	11	861.9	8	9	19998.0	0.09	--
X2	2	11	956.6	3	11	941.5	8	9	19998.0	0.09	--
Y1	2	11	191.6	3	11	219.1	15	0	116.6	3.52	.
Y2	2	11	164.6	3	11	190.9	15	0	96.7	3.68	.
X1	2	12	114.6	3	12	124.7	9	0	9999.0	0.02	--
X2	2	12	94.9	3	12	103.2	9	0	9999.0	0.02	--
Y1	2	12	106.3	3	12	117.0	17	0	9999.0	0.02	--
Y2	2	12	103.4	3	12	111.4	17	0	9999.0	0.02	--

Στάθμη 3

	ΣΤ	ΥΠ	MrcDn	ΣΤ	ΥΠ	MrcUp	Δ1	Δ2	ΣMrb	ΣMrc/ΣMrb	>1.30
X1	3	1	103.5	4	1	99.9	0	1	96.7	2.10	.
X2	3	1	126.9	4	1	114.0	0	1	110.6	2.18	.
Y1	3	1	107.5	4	1	102.1	0	10	111.7	1.88	.
Y2	3	1	124.2	4	1	112.0	0	10	111.7	2.11	.
X1	3	2	916.3	4	2	699.1	1	2	233.6	6.92	.
X2	3	2	912.3	4	2	697.2	1	2	212.8	7.56	.
Y1	3	2	196.8	4	2	151.7	0	12	96.7	3.60	.
Y2	3	2	217.6	4	2	164.7	0	12	116.8	3.27	.
X1	3	3	190.3	4	3	172.1	2	3	364.9	0.99	--
X2	3	3	184.7	4	3	168.2	2	3	364.3	0.97	--
Y1	3	3	149.2	4	3	137.4	0	14	96.7	2.96	.
Y2	3	3	162.6	4	3	149.7	0	14	116.8	2.67	.
X1	3	4	234.3	4	4	152.5	3	0	116.0	3.34	.
X2	3	4	209.3	4	4	137.1	3	0	96.7	3.58	.
Y1	3	4	903.8	4	4	583.4	0	16	164.1	9.06	.
Y2	3	4	1074.4	4	4	705.5	0	16	197.6	9.01	.
X1	3	5	114.2	4	5	107.9	0	4	96.7	2.30	.
X2	3	5	128.5	4	5	118.4	0	4	116.9	2.11	.
Y1	3	5	166.7	4	5	166.7	10	11	587.0	0.57	--

Y2	3	5	226.7	4	5	210.4	10	11	593.8	0.74	--
X1	3	6	218.5	4	6	199.1	4	5	341.9	1.22	--
X2	3	6	212.9	4	6	195.0	4	5	342.2	1.19	--
Y1	3	6	208.9	4	6	189.9	12	13	341.7	1.17	--
Y2	3	6	219.7	4	6	201.6	12	13	340.7	1.24	--
X1	3	7	212.3	4	7	193.5	5	6	342.2	1.19	--
X2	3	7	217.1	4	7	198.9	5	6	341.9	1.22	--
Y1	3	7	208.0	4	7	189.3	14	15	341.5	1.16	--
Y2	3	7	220.0	4	7	201.7	14	15	340.9	1.24	--
X1	3	8	124.3	4	8	114.9	6	0	116.9	2.05	.
X2	3	8	120.8	4	8	112.4	6	0	96.7	2.41	.
Y1	3	8	219.4	4	8	198.1	16	17	493.0	0.85	--
Y2	3	8	195.7	4	8	181.7	16	17	497.0	0.76	--
X1	3	9	237.8	4	9	130.5	0	7	96.7	3.81	.
X2	3	9	277.2	4	9	155.9	0	7	116.0	3.73	.
Y1	3	9	1191.5	4	9	670.4	11	0	247.6	7.52	.
Y2	3	9	1118.5	4	9	608.1	11	0	202.4	8.53	.
X1	3	10	179.1	4	10	163.6	7	8	364.3	0.94	--
X2	3	10	188.4	4	10	171.8	7	8	364.9	0.99	--
Y1	3	10	162.8	4	10	148.6	13	0	116.6	2.67	.
Y2	3	10	146.6	4	10	135.1	13	0	96.7	2.91	.
X1	3	11	861.9	4	11	662.5	8	9	252.9	6.03	.
X2	3	11	941.5	4	11	718.7	8	9	238.7	6.95	.
Y1	3	11	219.1	4	11	165.8	15	0	116.6	3.30	.
Y2	3	11	190.9	4	11	147.5	15	0	110.6	3.06	.
X1	3	12	124.7	4	12	112.3	9	0	115.8	2.05	.
X2	3	12	103.2	4	12	99.6	9	0	110.6	1.83	.
Y1	3	12	117.0	4	12	107.9	17	0	115.9	1.94	.
Y2	3	12	111.4	4	12	104.1	17	0	111.7	1.93	.
Στάθμη 4											
	ΣΤ	ΥΠ	MrcDn	ΣΤ	ΥΠ	MrcUp	Δ1	Δ2	ΣMrb	ΣMrc/ΣMrb	>1.30
X1	4	1	99.9	5	1	95.3	0	1	96.7	2.02	.
X2	4	1	114.0	5	1	99.8	0	1	110.6	1.93	.
Y1	4	1	102.1	5	1	96.1	0	10	111.7	1.77	.
Y2	4	1	112.0	5	1	99.0	0	10	111.7	1.89	.
X1	4	2	699.1	5	2	617.5	1	2	221.3	5.95	.
X2	4	2	697.2	5	2	617.5	1	2	212.8	6.18	.
Y1	4	2	151.7	5	2	137.2	0	12	96.7	2.99	.
Y2	4	2	164.7	5	2	140.7	0	12	116.8	2.61	.

X1	4	3	172.1	5	3	150.4	2	3	338.7	0.95	--
X2	4	3	168.2	5	3	148.0	2	3	338.1	0.94	--
Y1	4	3	137.4	5	3	124.4	0	14	96.7	2.71	.
Y2	4	3	149.7	5	3	128.2	0	14	116.8	2.38	.
X1	4	4	152.5	5	4	136.0	3	0	116.0	2.49	.
X2	4	4	137.1	5	4	130.8	3	0	96.7	2.77	.
Y1	4	4	583.4	5	4	574.5	0	16	138.0	8.39	.
Y2	4	4	705.5	5	4	619.1	0	16	170.7	7.76	.
X1	4	5	107.9	5	5	100.6	0	4	96.7	2.16	.
X2	4	5	118.4	5	5	103.7	0	4	116.9	1.90	.
Y1	4	5	166.7	5	5	162.3	10	11	509.7	0.65	--
Y2	4	5	210.4	5	5	177.2	10	11	516.0	0.75	--
X1	4	6	199.1	5	6	170.9	4	5	341.9	1.08	--
X2	4	6	195.0	5	6	168.0	4	5	342.2	1.06	--
Y1	4	6	189.9	5	6	166.5	12	13	341.7	1.04	--
Y2	4	6	201.6	5	6	172.3	12	13	340.7	1.10	--
X1	4	7	193.5	5	7	168.5	5	6	342.2	1.06	--
X2	4	7	198.9	5	7	170.3	5	6	341.9	1.08	--
Y1	4	7	189.3	5	7	166.4	14	15	341.5	1.04	--
Y2	4	7	201.7	5	7	172.4	14	15	340.9	1.10	--
X1	4	8	114.9	5	8	103.2	6	0	116.9	1.87	.
X2	4	8	112.4	5	8	101.1	6	0	96.7	2.21	.
Y1	4	8	198.1	5	8	173.5	16	17	466.9	0.80	--
Y2	4	8	181.7	5	8	166.2	16	17	470.6	0.74	--
X1	4	9	130.5	5	9	128.7	0	7	96.7	2.68	.
X2	4	9	155.9	5	9	137.2	0	7	116.0	2.53	.
Y1	4	9	670.4	5	9	605.6	11	0	195.2	6.54	.
Y2	4	9	608.1	5	9	584.6	11	0	157.2	7.59	.
X1	4	10	163.6	5	10	146.6	7	8	338.1	0.92	--
X2	4	10	171.8	5	10	149.5	7	8	338.7	0.95	--
Y1	4	10	148.6	5	10	128.2	13	0	116.6	2.37	.
Y2	4	10	135.1	5	10	122.7	13	0	96.7	2.67	.
X1	4	11	662.5	5	11	604.6	8	9	226.7	5.59	.
X2	4	11	718.7	5	11	623.4	8	9	226.4	5.93	.
Y1	4	11	165.8	5	11	141.7	15	0	116.6	2.64	.
Y2	4	11	147.5	5	11	134.6	15	0	96.7	2.92	.
X1	4	12	112.3	5	12	99.9	9	0	115.8	1.83	.
X2	4	12	99.6	5	12	94.7	9	0	103.7	1.87	.

Y1	4	12	107.9	5	12	97.9	17	0	115.9	1.78	.
Y2	4	12	104.1	5	12	96.6	17	0	111.7	1.80	.

Στάθμη 5

	ΣΤ	ΥΠ	MrcDn	ΣΤ	ΥΠ	MrcUp	Δ1	Δ2	ΣMrb	ΣMrc/ΣMrb	>1.30
X1	5	1	95.3	-	-		0	1	96.7		--
X2	5	1	99.8	-	-		0	1	110.6		--
Y1	5	1	96.1	-	-		0	10	111.7		--
Y2	5	1	99.0	-	-		0	10	111.7		--
X1	5	2	617.5	-	-		1	2	207.3		.
X2	5	2	617.5	-	-		1	2	212.8		.
Y1	5	2	137.2	-	-		0	12	96.7		.
Y2	5	2	140.7	-	-		0	12	116.8		--
X1	5	3	150.4	-	-		2	3	338.7		--
X2	5	3	148.0	-	-		2	3	338.1		--
Y1	5	3	124.4	-	-		0	14	96.7		--
Y2	5	3	128.2	-	-		0	14	116.8		--
X1	5	4	136.0	-	-		3	0	116.0		--
X2	5	4	130.8	-	-		3	0	96.7		.
Y1	5	4	574.5	-	-		0	16	111.7		.
Y2	5	4	619.1	-	-		0	16	115.3		.
X1	5	5	100.6	-	-		0	4	96.7		--
X2	5	5	103.7	-	-		0	4	116.9		--
Y1	5	5	162.3	-	-		10	11	380.1		--
Y2	5	5	177.2	-	-		10	11	385.6		--
X1	5	6	170.9	-	-		4	5	341.9		--
X2	5	6	168.0	-	-		4	5	342.1		--
Y1	5	6	166.5	-	-		12	13	341.6		--
Y2	5	6	172.3	-	-		12	13	340.7		--
X1	5	7	168.5	-	-		5	6	342.1		--
X2	5	7	170.3	-	-		5	6	341.9		--
Y1	5	7	166.4	-	-		14	15	341.5		--
Y2	5	7	172.4	-	-		14	15	340.8		--
X1	5	8	103.2	-	-		6	0	116.9		--
X2	5	8	101.1	-	-		6	0	96.7		--
Y1	5	8	173.5	-	-		16	17	388.3		--
Y2	5	8	166.2	-	-		16	17	391.2		--
X1	5	9	128.7	-	-		0	7	96.7		.
X2	5	9	137.2	-	-		0	7	116.0		--
Y1	5	9	605.6	-	-		11	0	114.6		.

Y2	5	9	584.6	-	-	11	0	111.7	.
X1	5	10	146.6	-	-	7	8	338.1	--
X2	5	10	149.5	-	-	7	8	338.7	--
Y1	5	10	128.2	-	-	13	0	116.6	--
Y2	5	10	122.7	-	-	13	0	96.7	--
X1	5	11	604.6	-	-	8	9	212.8	.
X2	5	11	623.4	-	-	8	9	212.5	.
Y1	5	11	141.7	-	-	15	0	116.6	--
Y2	5	11	134.6	-	-	15	0	96.7	.
X1	5	12	99.9	-	-	9	0	115.8	--
X2	5	12	94.7	-	-	9	0	96.7	--
Y1	5	12	97.9	-	-	17	0	115.9	--
Y2	5	12	96.6	-	-	17	0	111.7	--

Επεξηγήσεις:

. Ο έλεγχος ισχύει, ασχέτως αν υπάρχει απαίτηση.

-- Ο έλεγχος δεν ισχύει, αλλά δεν υπάρχει απαίτηση.

** Ο έλεγχος δεν ισχύει, αν και θα έπρεπε να ισχύει.

ΣΜrb= 9999 περιμετρικό τοιχείο υπογείου στη μια πλευρά του υποστ/τος.

ΣΜrb=19998 περιμετρικά τοιχεία υπογείου και στις δυο πλευρές του υποστ/τος.

ΣΜrc/ΣΜrb οι τιμές της στήλης χρησιμοποιούνται και στον υπολογισμό της ικανοτικής τέμνουσας δοκών, ενώ οι αντίστροφες στον υπολογισμό της ικανοτικής τέμνουσας υποστυλωμάτων

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΑΦΕΙΑΣ ΚΟΜΒΩΝ

Στάθμη 3

ΥΠ	Δ1	Δ2	διαστ.Φmax		ρ'	ρmax	vd	hclim	hc
			cm/cm	mm	x1000	x1000		m	m
1_x	0	1	25/50	14	4.93	7.33	0.021	0.28	0.35
1_y	0	10	30/50	14	4.11	7.34	0.028	0.27	0.35
3_x	2	3	25/50	14	9.85	12.25	0.083	0.37	0.40
3_y	0	14	25/50	14	4.93	8.17	0.063	0.27	0.35
5_x	0	4	25/50	14	4.93	7.33	0.046	0.27	0.30
5_y	10	11	30/50	14	13.34	16.58	0.017	0.39	0.45
6_x	4	5	25/50	14	9.85	12.25	0.127	0.36	0.40
6_y	12	13	25/50	14	9.85	13.09	0.106	0.36	0.40
7_x	5	6	25/50	14	9.85	12.25	0.116	0.36	0.40
7_y	14	15	25/50	14	9.85	13.09	0.104	0.36	0.40
8_x	6	0	25/50	14	4.93	7.33	0.072	0.26	0.30

8_y	16	17	30/50	14	11.29	14.53	0.055	0.37	0.45
10_x	7	8	25/50	14	9.85	12.25	0.066	0.37	0.40
10_y	13	0	25/50	14	4.93	8.17	0.060	0.27	0.35
12_x	9	0	25/50	14	4.93	7.33	0.022	0.27	0.35
12_y	17	0	30/50	14	4.11	7.34	0.038	0.27	0.35

Στάθμη 4

ΥΠ	Δ1	Δ2	διαστ.Φmax		ρ'	ρmax	vd	hclim	hc
			cm/cm	mm	x1000	x1000		m	m
1_x	0	1	25/50	14	4.93	7.33	0.005	0.28	0.35
1_y	0	10	30/50	14	4.11	7.34	0.008	0.28	0.35
3_x	2	3	25/50	14	9.85	12.25	0.027	0.38	0.40
3_y	0	14	25/50	14	4.93	8.17	0.021	0.28	0.35
5_x	0	4	25/50	14	4.93	7.33	0.017	0.28	0.30
5_y	10	11	30/50	14	11.29	14.53	0.007	0.39	0.45
6_x	4	5	25/50	14	9.85	12.25	0.053	0.38	0.40
6_y	12	13	25/50	14	9.85	13.09	0.046	0.37	0.40
7_x	5	6	25/50	14	9.85	12.25	0.050	0.38	0.40
7_y	14	15	25/50	14	9.85	13.09	0.045	0.37	0.40
8_x	6	0	25/50	14	4.93	7.33	0.023	0.27	0.30
8_y	16	17	30/50	14	10.26	13.50	0.018	0.38	0.45
10_x	7	8	25/50	14	9.85	12.25	0.021	0.39	0.40
10_y	13	0	25/50	14	4.93	8.17	0.019	0.28	0.35
12_x	9	0	25/50	14	4.93	7.33	0.005	0.28	0.35
12_y	17	0	30/50	14	4.11	7.34	0.012	0.28	0.35

Στάθμη 5

ΥΠ	Δ1	Δ2	διαστ.Φmax		ρ'	ρmax	vd	hclim	hc
			cm/cm	mm	x1000	x1000		m	m
1_x	0	1	25/50	14	4.93	7.33	0.000	0.28	0.35
1_y	0	10	30/50	14	4.11	7.34	0.000	0.28	0.35
3_x	2	3	25/50	14	9.85	12.25	0.000	0.39	0.40
3_y	0	14	25/50	14	4.93	8.17	0.000	0.28	0.35
5_x	0	4	25/50	14	4.93	7.33	0.000	0.28	0.30
5_y	10	11	30/50	14	8.21	11.45	0.000	0.38	0.45
6_x	4	5	25/50	14	9.85	12.25	0.000	0.39	0.40
6_y	12	13	25/50	14	9.85	13.09	0.000	0.39	0.40
7_x	5	6	25/50	14	9.85	12.25	0.000	0.39	0.40
7_y	14	15	25/50	14	9.85	13.09	0.000	0.39	0.40
8_x	6	0	25/50	14	4.93	7.33	0.000	0.28	0.30
8_y	16	17	30/50	14	8.21	11.45	0.000	0.38	0.45
10_x	7	8	25/50	14	9.85	12.25	0.000	0.39	0.40
10_y	13	0	25/50	14	4.93	8.17	0.000	0.28	0.35
12_x	9	0	25/50	14	4.93	7.33	0.000	0.28	0.35
12_y	17	0	30/50	14	4.11	7.34	0.000	0.28	0.35

Ο έλεγχος συνάφειας κόμβων στα υποστηλώματα ικανοποιείται λόγω της υψηλής αντοχής σκυροδέματος ,C30/37.(Ομοίως με περίπτωση 2.1.2)

Ο έλεγχος γίνεται με βάση τις σχέσεις 5.50a, 5.50b της παρ.5.6.2.2 του ΕΚ8

$$\gamma_{RD}=1.00, \quad K_D=0.667, \quad \mu_{\phi x}=15.86, \quad \mu_{\phi y}=11.76, \quad \varepsilon_{sy,d}=0.0022, \quad f_{ctm}=2.90 \text{ MPa}$$

ο Ποσότητα Σκυροδέματος : 234m^3

ο Ποσότητα Οπλισμού : 28000kg

2.1.4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

1. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι τα υποστηλώματα με συμβατικό σκυρόδεμα C20/25 (1^η περίπτωση) έχουν μεγαλύτερη ανηγμένη αξονική δύναμη V_d από τις δύο άλλες περιπτώσεις (SCC C30/37-μείωση 34,40% , SCC C30/37 με μειωμένη διατομή υποστηλωμάτων-μείωση 18,60%). Η περίπτωση SCC C30/37 με μειωμένη διατομή υποστηλωμάτων παρουσιάζει μικρότερη V_d από την περίπτωση συμβατικού σκυροδέματος C20/25 , εξαιτίας της μεγαλύτερης θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος C30/37- $f_{ck}=30\text{MPa}$ σε σχέση με το C20/25- $f_{ck}=20\text{MPa}$ (μείωση κατά 18,60%) {βλέπε παράρτημα πινάκων 2.1.5,πίνακες 1,2,3,4}.
2. Η περίπτωση του συμβατικού σκυροδέματος C20/25 απαιτεί μεγαλύτερο συντελεστή περίσφιξης από τις δύο περιπτώσεις του SCC C30/37 και μεγαλύτερη απαίτηση συνδετήρων. Αυτό φυσικά είναι αναμενόμενο παρ' ότι η 3^η περίπτωση έχει μειωμένες διατομές υποστηλωμάτων , εξαιτίας της διαφοράς της θλιπτικής αντοχής C30/37 / C20/25 = 1.50=150% {βλέπε παράρτημα πινάκων 2.1.5,πίνακες 1,2,3,4}.
(Μείωση awd C30/37 κατά 33,10% σε σχέση με το C20/25 , ενώ η awd C30/37 με μειωμένες διατομές αγγίζει το ποσοστό του 24,20%).
3. Το ποσοστό οπλισμού ρ_{max} των υποστηλωμάτων της περίπτωσης του SCC C30/37 κυμαίνεται κατά μέσο όρο στο 87,40% της περίπτωσης του συμβατικού σκυροδέματος C20/25. Παρατηρείται δηλαδή μείωση κατακόρυφου οπλισμού κατά 12,60%. Η μικρή μείωση εξηγείται , λόγω της μικρής διαφοράς της εφελκυστικής αντοχής f_{ctm} των σκυροδεμάτων , C20/25- $f_{ctm}=2.20\text{MPa}$ και C30/37- $f_{ctm}=2.90\text{MPa}$. Το ποσοστό οπλισμού ρ_{max} των υποστηλωμάτων της περίπτωσης του SCC C30/37 με μειωμένες διατομές κυμαίνεται κατά μέσο όρο στο 94% της περίπτωσης του συμβατικού σκυροδέματος C20/25 (η μείωση κυμαίνεται σε ποσοστό 6%). Το αποτέλεσμα αυτό εξηγείται λόγω της μείωσης των διατομών των υποστηλωμάτων {βλέπε παράρτημα πινάκων 2.1.5,πίνακες 1,2,3,4}.
4. Όσο αφορά τον έλεγχο του δείκτη σχετικής μεταθετότητας (θ_x, θ_y), παρατηρείται πολύ μικρή μεταβολή η οποία δεν απαιτεί διερεύνηση. Όπως ήταν αναμενόμενο ο μεγαλύτερος δείκτης θ παρουσιάζεται στην

περίπτωση του SCC C30/37 με μειωμένες διατομές υποστηλωμάτων $\theta_{x\max}=0.026$, $\theta_{y\max}=0.025$ {βλέπε παράρτημα πινάκων 2.1.5,πίνακας 5}.

5. Οι μέγιστες γωνιακές παραμορφώσεις γ του κτιρίου αντιστοιχούν στον A! όροφο και κυμαίνονται από 2.36 για SCC C30/37 έως 2.85 για SCC C30/37 με μειωμένες διαστάσεις υποστηλωμάτων. Από τα αποτελέσματα προκύπτει για το SCC C30/37 με μειωμένες διαστάσεις η γωνιακή παραμόρφωση γ ($\gamma=2.85$) είναι κατά 12% μεγαλύτερη από αυτή του συμβατικού σκυροδέματος C20/25 ($\gamma=2.54$) , εξαιτίας της μείωσης των διαστάσεων των υποστηλωμάτων. Ενώ αντίθετα η γωνιακή παραμόρφωση γ του SCC C30/37 ($\gamma=2.36$) είναι κατά 7% μικρότερη αυτής του C20/25 εξαιτίας της αυξημένης θλιπτικής αντοχής του SCC C30/37 {βλέπε παράρτημα πινάκων 2.1.5,πίνακας 6}.
6. Οι ποσότητες σκυροδέματος είναι φυσικά οι ίδιες για τις περιπτώσεις C20/25 και SCC C30/37 (240m³), ενώ είναι μειωμένη για την 3^η περίπτωση λόγω της μείωσης των διατομών των υποστηλωμάτων (234m³).
7. Οι οπλισμοί τέλος είναι μειωμένοι για την περίπτωση του SCC C30/37 (27000kgr) κατά 3000kgr σε σχέση με την περίπτωση του συμβατικού σκυροδέματος C20/25 (30000kgr) και αυξάνονται κατά 1000kgr στην περίπτωση του SCC C30/37 με μειωμένες διατομές υποστηλωμάτων (28000kgr), ωστόσο είναι μειωμένοι σε σχέση με την περίπτωση του σκυροδέματος C20/25 κατά 2000Kgr {βλέπε παράρτημα πινάκων 2.1.5,πίνακας 5}. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μείωση του συνολικού οπλισμού οφείλεται σε σημαντικό βαθμό στην μείωση του απαιτούμενου οπλισμού των υποστηλωμάτων που κυμαίνεται περίπου σε ποσοστό 18-27%. Αντίθετα η μεταβολή(μείωση) του οπλισμού των δοκών και πλακών είναι πολύ μικρή και ανέρχεται περίπου σε ποσοστό 2-5% σε σχέση με το συμβατικό σκυρόδεμα C20/25. **Επομένως η αύξηση της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος επηρεάζει σχεδόν σε καθολικό βαθμό τους οπλισμούς των υποστηλωμάτων.**
8. Πρέπει να τονιστεί ότι ο έλεγχος συνάφειας κόμβων ικανοποιείται και για τις δύο περιπτώσεις αναλύσεων που χρησιμοποιείται το SCC C30/37(αυξημένη αντοχή). Στην περίπτωση συμβατικού σκυροδέματος C20/25 δεν ικανοποιούνται οι έλεγχοι συνάφειας του ισογείου στα κεντρικά υποστηλώματα K6,K7 ενώ στον A! και τον B! όροφο δεν ικανοποιείται η απαίτηση,εκτός των K6 και K7, και στα υποστηλώματα K3,K10. Αυτό προϋποθέτει αύξηση των διαστάσεων των συγκεκριμένων υποστηλωμάτων από 5 έως 10 εκατοστά ανάλογα με την διεύθυνση , αυξάνοντας (αμελητέα) την αρχική ποσότητα σκυροδέματος και ίσως τον οπλισμό.

2.1.5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Συμβατικό Σκυρόδεμα C20/25 , επικάλυψη οπλισμού c=0.035m							
Κ	dx/dy ισόγειο	Θλίψη Vdmax	ρmax ποσοστό οπλισμού (%)	αωdx-x περίσφιξη	αωdy-y περίσφιξη	As ... (cm ²) ...	Οπλισμός
1	40/40	0.154	13.90	0.254	0.254	22.24	4Φ20+ 4Φ18
2	120/30	0.134	10.19	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	15.28	16Φ16
3	50/40	0.206	13.26	0.257	0.257	26.52	4Φ18+ 8Φ16
4	30/120	0.111	11.94	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	17.91	8Φ20+ 8Φ16
5	40/55	0.227	13.45	0.246	0.246	29.59	8Φ20+ 2Φ18
6	45/45	0.294 ισόγειο 0.530 υπόγειο	13.09	0.333	0.333	26.50	8Φ18+ 4Φ14
7	45/45	0.292 ισόγειο 0.530 υπόγειο	13.09	0.333	0.333	26.50	8Φ18+ 4Φ14
8	40/55	0.153	13.45	0.246	0.246	29.59	8Φ20+ 2Φ18
9	30/120	0.100	12.57	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	18.86	8Φ20+ 8Φ14
10	50/40	0.187	13.26	0.257	0.257	26.52	4Φ18+ 8Φ16
11	120/30	0.122	9.56	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	14.34	12Φ18
12	40/40	0.125	13.90	0.254	0.254	22.24	4Φ20+ 4Φ18

Πίνακας 1 . Δείκτες Υποστηλωμάτων ισογείου

Αυτοσυμπυκνούμενο Σκυρόδεμα SCC C30/37 , επικάλυψη οπλισμού c=0.035m							
Κ	dx/dy ισόγειο	Θλίψη Vdmax	ρmax ποσοστό οπλισμού (%)	αωdx-x περίσφιξη	αωdy-y περίσφιξη	As ... (cm ²) ...	Οπλισμός
1	40/40	0.103	12.00	0.170	0.170	22.24	4Φ20+ 4Φ18
2	120/30	0.082	7.47	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	11.20	8Φ16+ 4Φ14
3	50/40	0.137	11.12	0.171	0.171	22.24	4Φ20+ 4Φ18
4	30/120	0.073	11.94	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	17.91	8Φ20+ 8Φ16
5	40/55	0.151	11.51	0.164	0.164	25.32	8Φ20
6	45/45	0.195	10.98	0.222	0.154	22.23	4Φ20+ 4Φ18
7	45/45	0.193	10.98	0.222	0.154	22.23	4Φ20+ 4Φ18
8	40/55	0.101	11.51	0.164	0.164	25.32	8Φ20
9	30/120	0.067	11.94	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	17.91	8Φ20+ 8Φ14
10	50/40	0.102	11.12	0.171	0.171	22.24	4Φ20+ 4Φ18
11	120/30	0.080	9.56	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	14.34	12Φ18
12	40/40	0.084	12.00	0.170	0.170	22.24	4Φ20+ 4Φ18

Πίνακας 2 . Δείκτες Υποστηλωμάτων ισογείου

Αυτοσυμπυκνούμενο Σκυρόδεμα SCC C30/37 με μειωμένες διατομές υποστηλωμάτων επικάλυψη οπλισμού $c=0.035m$							
Κ	dx/dy ισόγειο	Θλίψη V_{dmax}	ρ_{max} ποσοστό οπλισμού (%)	α_{wdx-x} περίσφιξη	α_{wdy-y} περίσφιξη	A_s ... (cm ²) ...	Οπλισμός
1	35/35	0.131	13.34	0.187	0.187	16.34	4Φ18+ 4Φ14
2	120/30	0.092	9.56	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	14.34	8Φ20+ 4Φ12
3	40/35	0.186	12.60	0.178	0.178	20.61	4Φ20+ 4Φ16
4	30/120	0.102	11.30	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	17.91	8Φ20+ 8Φ14
5	30/45	0.232	12.45	0.251	0.251	20.62	4Φ20+ 4Φ16
6	40/40	0.438	11.90	0.244	0.244	22.24	4Φ20+ 4Φ18
7	40/40	0.440	11.90	0.244	0.244	22.24	4Φ20+ 4Φ18
8	30/45	0.156	13.00	0.175	0.175	20.62	4Φ20+ 4Φ16
9	30/120	0.073	11.50	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	21.88	8Φ20+ 8Φ18
10	40/35	0.169	12.20	0.178	0.178	20.61	4Φ20+ 4Φ16
11	120/30	0.088	9.56	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	14.34	8Φ20+ 4Φ12
12	35/35	0.113	12.15	0.187	0.187	16.34	4Φ18+ 4Φ14

Πίνακας 3 . Δείκτες Υποστηλωμάτων ισογείου

	v _{dmax}				
Κ	C20/25	SCC C30/37	SCC C30/37 μειωμένες διατομές	C20/25	
1	0.154	0.103	0.131	0.254/0.254	
2	0.134	0.082	0.092	Δεν απαιτείται	
3	0.206	0.137	0.186	0.257/0.257	
4	0.111	0.073	0.102	Δεν απαιτείται	
5	0.227	0.151	0.232	0.246/0.246	
6	0.530	0.195	0.438	0.333/0.333	
7	0.530	0.193	0.440	0.333/0.333	
8	0.153	0.101	0.156	0.246/0.246	
9	0.100	0.067	0.073	Δεν απαιτείται	
10	0.187	0.102	0.169	0.257/0.257	
11	0.122	0.080	0.088	Δεν απαιτείται	
12	0.125	0.084	0.113	0.254/0.254	

Πίνακας 4. Συγκεντρωτικός-συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων

Σημειώσεις :

- ο Στην γραμμή (1) {ρ3/ρ1} έχουμε M.O 94.00 και μείωση 6%
- ο Στην γραμμή (2) {ρ2/ρ1} έχουμε M.O 87.40 και μείωση 12.6%
- ο Στην γραμμή (3) {aw3/aw1} έχουμε M.O 75.80 και μείωση 24.2%
- ο Στην γραμμή (4) {aw2/aw1} έχουμε M.O 66.90 και μείωση 33.1%
- ο Στην γραμμή (5) {Vd3/Vd1} έχουμε M.O 81.40 και μείωση 18.6%
- ο Στην γραμμή (6) {Vd2/Vd1} έχουμε M.O 65.60 και μείωση 34.4%

1^η περίπτωση : συμβατικό σκυρόδεμα C20/25

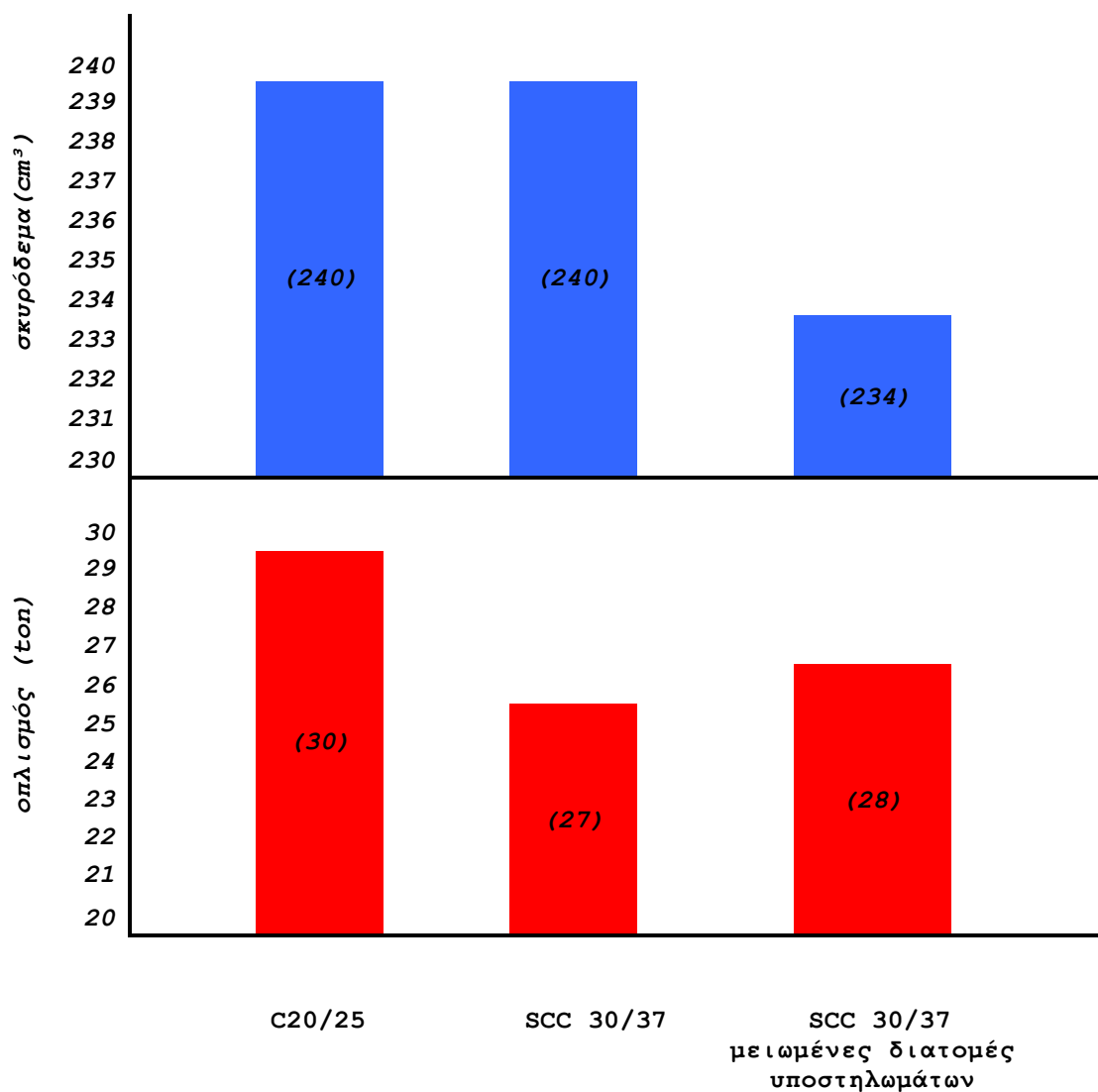
2^η περίπτωση : αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα SCC C30/37

3^η περίπτωση : αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα SCC C30/37 με μειωμένες διατομές

περίσφιξη awdx/awdy		pmax (%)			(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
SCC C30/37	SCC C30/37 μειωμένες διατομές	C20/25	SCC C30/37	SCC C30/37 μειωμένες διατομές	Vd2/Vd1 (%)	Vd3/Vd1 (%)	aw2/aw1 (%)	aw3/aw1 (%)	p2/p1 (%)	p3/p1 (%)
0.170/0.170	0.187/0.187	13.90	12.00	13.34	67.00	85.00	67.00	73.60	86.30	96.00
ΔΕΝ απαλείτται	ΔΕΝ απαλείτται	10.19	7.47	9.56	61.20	68.70	-	-	73.30	93.80
0.171/0.171	0.178/0.178	13.26	11.12	12.60	66.50	66.50	66.50	69.30	84.00	95.00
ΔΕΝ απαλείτται	ΔΕΝ απαλείτται	11.94	11.94	11.30	65.80	65.80	-	-	100.00	95.00
0.164/0.164	0.175/0.175	13.45	11.51	12.45	66.50	100.00	66.70	102.00	85.60	92.50
0.222/0.154	0.244/0.244	13.09	10.98	11.90	66.50	82.60	67.30	74.00	84.00	91.00
0.222/0.154	0.244/0.244	13.09	10.98	11.90	36.70	83.00	67.30	74.00	84.00	91.00
0.164/0.164	0.175/0.175	13.45	11.51	13.00	36.40	100.00	66.70	71.20	85.60	96.70
ΔΕΝ απαλείτται	ΔΕΝ απαλείτται	12.57	11.94	11.50	66.00	73.00	-	-	95.00	91.50
0.171/0.171	0.178/0.178	13.26	11.12	12.20	67.00	90.00	66.50	69.30	84.00	92.00
ΔΕΝ απαλείτται	ΔΕΝ απαλείτται	9.56	9.56	9.56	54.55	72.20	-	-	100.00	100.00
0.170/0.170	0.187/0.187	13.90	12.00	12.15	65.60	90.40	67.00	73.70	86.30	87.40

Σκυρόδεμα	Θx (Δείκτης σχετικής μεταθετότητας)			Θy (Δείκτης σχετικής μεταθετότητας)			Ποσότητα Σκυροδέματος (m³)	Οπλισμός (ton)		
	Ισόγειο - pilotis	A! όροφος	B! όροφος	Ισόγειο - pilotis	A! όροφος	B! όροφος		Δοκοί - πλάκες	Υποστηλώματα	ΣΥΝΟΛΟ
C20/25	0.023	0.024	0.012	0.022	0.022	0.011	240	20	10	30.00
SCC C30/37	0.021	0.022	0.011	0.021	0.020	0.011	240	19.70	7.30	27.00
SCC C30/37 με μειωμένες διατομές	0.025	0.026	0.014	0.025	0.025	0.014	234	19.80	8.20	28.00

Πίνακας 5. Συγκεντρωτικός πίνακας Θ (σχετικής μεταθετότητας)



ΚΤΙΡΙΟ Α : Διάγραμμα μεταβολών οπλισμού και σκυροδεμάτων ανά κατηγορία αντοχής σκυροδέματος

	C20/25	SCC C30/37	SCC C30/37 με μειωμένες διατομές	γ3/γ1	γ2/γ1
Γωνιακή παραμόρφωση α! ορόφου γ _{max}	2.54	2.36	2.85	1.12 12% αύξηση	0.93 7% μείωση

Πίνακας 6. Συγκεντρωτικός πίνακας γωνιακών παραμορφώσεων α! ορόφου.

2.1.6. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΕΚΥΡΟΔΕΜΑ C20/25 ΚΑΙ

ΑΥΤΟΣΥΜΠΥΚΝΟΥΜΕΝΟ (SCC) C30/37 ΜΕ ΜΕΙΩΣΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ

Από τα αποτελέσματα ανάλυσης προκύπτει μείωση του απαιτούμενου οπλισμού κατά 2000kg/m και του σκυροδέματος κατά 6m³ για την περίπτωση 3 (SCC C30/37) σε σχέση με την περίπτωση 1 συμβατικού σκυροδέματος C20/25.

Η σκυροδέτηση με αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα έχει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτείται δόνηση και μπορεί να ολοκληρωθεί με πολύ λιγότερο εργατικό προσωπικό σε σχέση με το συμβατικό σκυρόδεμα C20/25. Δηλαδή μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε κάθε φάση σκυροδέτησης 2 άτομα εργατοτεχνικό προσωπικό σε σχέση με την απαίτηση 5 ατόμων για συμβατικό σκυρόδεμα C20/25. **Επομένως έχουμε όφελος ως προς την μείωση του εργατοτεχνικού προσωπικού, το οποίο μπορεί να είναι ανά στάθμη σκυροδέτησης 5-2=3 άτομα.**

Ήτοι συνολικά 5 φάσεις (στάθμες σκυροδέτησης) * 3 άτομα = 15 ημερομίσθια.

Αρα κέρδος 15 ημερομίσθια * 40€ = 600€

Βενζίνη δονητή = 100€

Όφελος οπλισμού = 2000 * 1.00€/m² ≈ 2000€

Διαφορά σκυροδέματος: 240m³ * 70€/m³ - 234m³ * 100€/m³ = 6600€ (λαμβάνονται υπόψη τιμή C20/25 70€/m³ και (SCC C30/37) 100€/m³)

Προκύπτει επιπρόσθετη επιβάρυνση για σκυροδέτηση με SCC C30/37 ποσού 6600 - 600 - 100 - 2000 = 3.750,00€ ή 3.900,00/234m³ = 16,70€/m³ σκυροδέματος.

Αν υπολογισθεί κόστος κατασκευής για το κτίριο 35.0000,00€ τότε η επιβάρυνση ανά m² κατασκευής αντιστοιχεί στο ποσό του 353900/350000 ≈ 1.10%.

Συμβαίνει όμως συχνά κατά την σκυροδέτηση με συμβατικά σκυροδέματα, και μετά το ξεκαλούπωμα να εμφανίζονται φωληρές είτε λόγω κακής δόνησης, είτε λόγω χονδροκόκκων αδρανών, είτε λόγω κακής τοποθέτησης οπλισμού, απαιτώντας τοπικές επισκευές για την κάλυψη τους με κατάλληλα επισκευαστικά υλικά (μη συρρικνούμενα τσιμεντοειδή) (φωτό 1-παράρτημα 1.1). Το κόστος για την εργασία αποκατάστασης κυμαίνεται περίπου στο ποσό των 100€.

Πρέπει επίσης να συνυπολογιστεί ότι η ανθεκτικότητα του σκυροδέματος ενός κτιρίου για συμβατικό σκυρόδεμα είναι μικρότερη από αυτή του αυτοσυμπυκνούμενου (SCC) λόγω του μεγαλύτερου πορώδους με επακόλουθο την εμφάνιση της διάβρωσης του οπλισμού και της ενανθράκωσης του σκυροδέματος. Αυτό ως γνωστό προκαλεί θραύση της επικάλυψης του οπλισμού καταρχήν στις γωνίες των υποστυλωμάτων τοπικά και επεκτείνονται στη συνέχεια σε όλο το ύψος αυτών αυξάνοντας τις παραμορφώσεις ες και Ε_c (φωτο 1-2-3-4-5, παράρτημα 1.1).

Συνήθως τέτοιου είδους συνθήκες εμφανίζονται κατά την διάρκεια ζωής του κτιρίου και σε μεγαλύτερο βαθμό στην περίπτωση παντελούς έλλειψης συντήρησης του.

Αυτές οι βλάβες γίνονται αντιληπτές από τους ιδιοκτήτες μετά από κάποιο σεισμό όπου απαιτείται και γίνεται αναλυτικός έλεγχος του κτιρίου, ιδιαίτερα όταν έχουν προκύψει σημαντικές, για την ευστάθεια του, ζημιές.

Είναι αποδεδειγμένο στατιστικά ότι η έλλειψη συντήρησης εντός κτιρίου, θα απαιτήσει σε ηλικία 10 ετών και πλέον, ανάλογα με την θέση που βρίσκεται, την επισκευή αυτών των βλαβών ιδιαίτερα στα εξωτερικά υποστυλώματα του κτιρίου όπου η υγρασία είναι εντονότερη λόγω της έκθεσης τους στο εξωτερικό περιβάλλον. Στην περίπτωση αυτή περίπου ένα ποσοστό 30% των υποστυλωμάτων εμφανίζει τέτοια προβλήματα (στην συγκεκριμένη περίπτωση περίπου 4 υποστυλώματα) και το κόστος αποκατάστασης σύμφωνα με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές συμπεριλαμβανόμενου υλικών εργασίας θα κυμανθεί στα $(4 \text{ υποστυλώματα} * 3 \text{ m}) * 3 \text{ όροφοι} * 50 \text{ €/m} = 1800 \text{ €}$

Τέλος η συνολική επιβάρυνση για αυτοσυμπικνούμενο σκυρόδεμα ανέρχεται τελικά στο ποσό των $3900 - 1800 = 2100 \text{ €}$ σε βάθος χρόνου (περίπου 10-15 έτη ζωής του κτιρίου), ήτοι επιβάρυνση κόστους ανά επιφάνεια κτιρίου από 5-15 €/m² (μικρή έως αμελητέα).

Το ποσό αυτό μπορεί να μηδενισθεί ή ακόμη να είναι μικρότερο για το αυτοσυμπικνούμενο (χωρίς επιβάρυνση) ανάλογα με το κόστος συντήρησης σε βάθος χρόνου και τη διάρκεια ζωής του κτιρίου.

2.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΤΙΡΙΟΥ Β

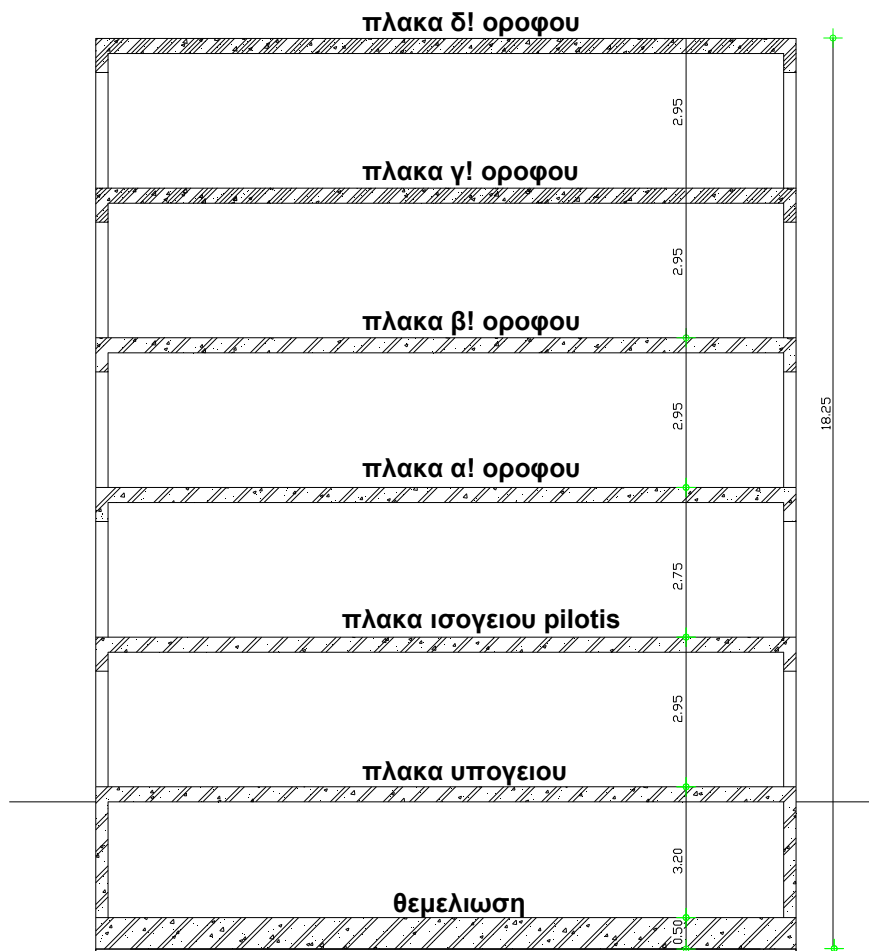
Αναλύεται τετραόροφη οικοδομή με πυλωτή και τμήμα υπογείου (βλέπε σχέδια ξυλοτύπων) με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ 2000) για δύο (2) περιπτώσεις:

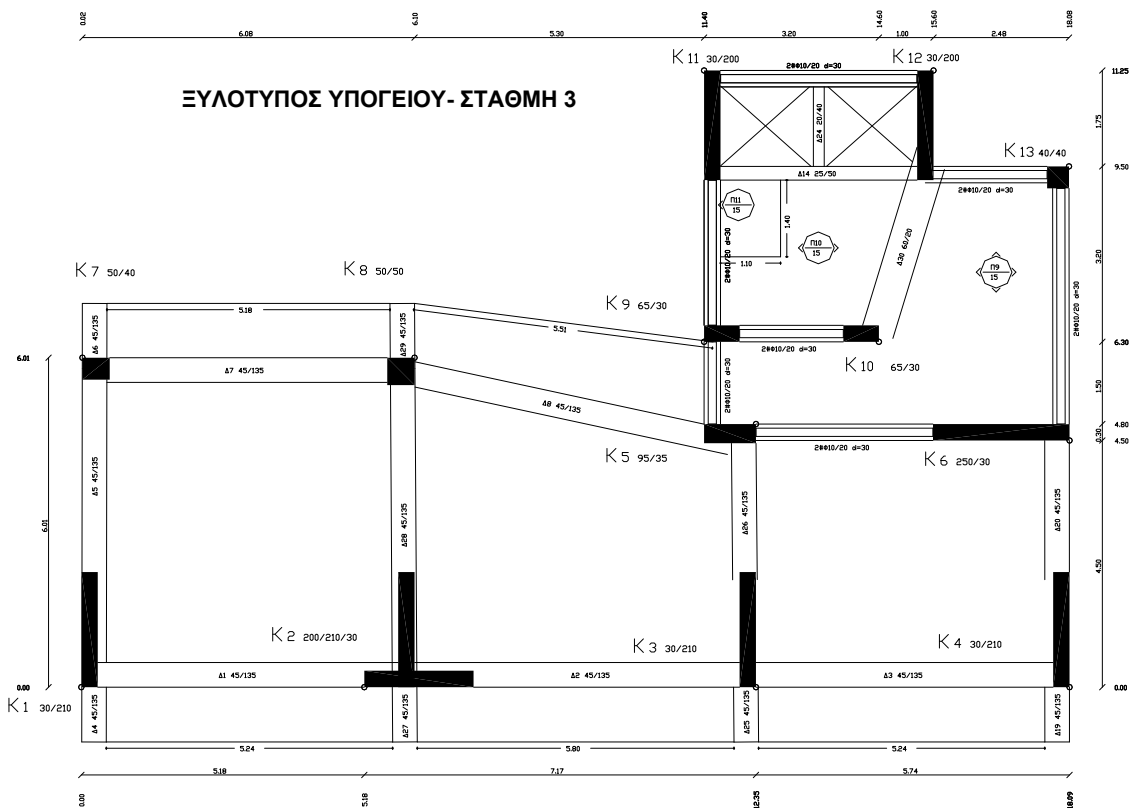
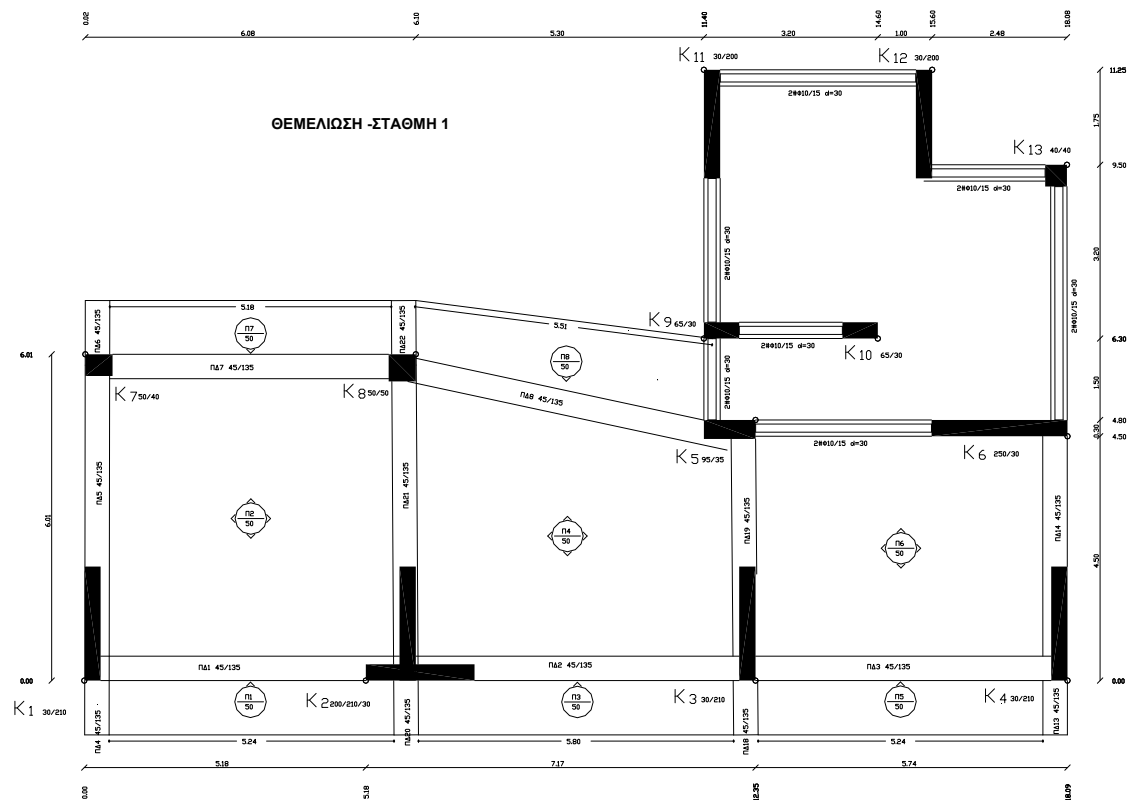
α. περίπτωση συμβατικού σκυροδέματος C25/30

β. περίπτωση αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος SCC C35/45

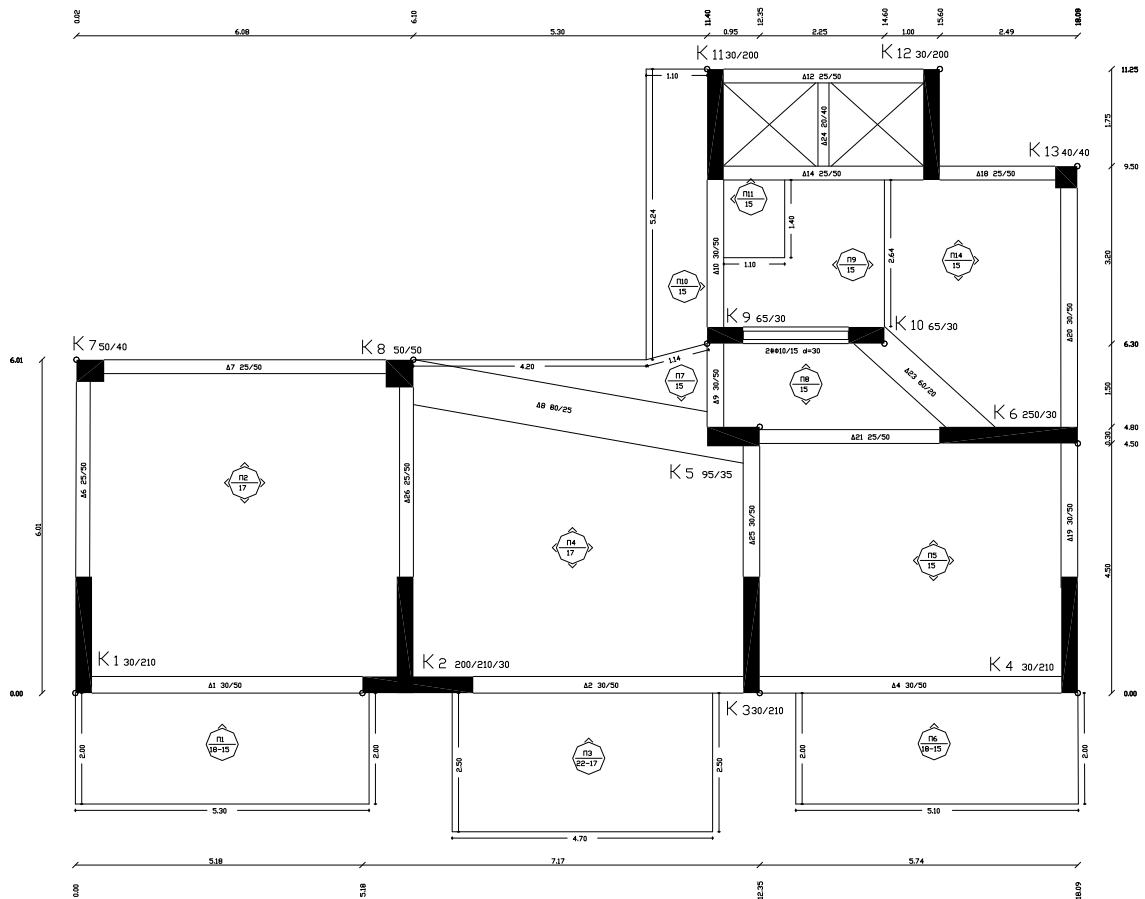
Και στις δύο περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε χάλυβας κατηγορίας B500C και λήφθηκε επικάλυψη οπλισμών $c=0.035m$.

ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

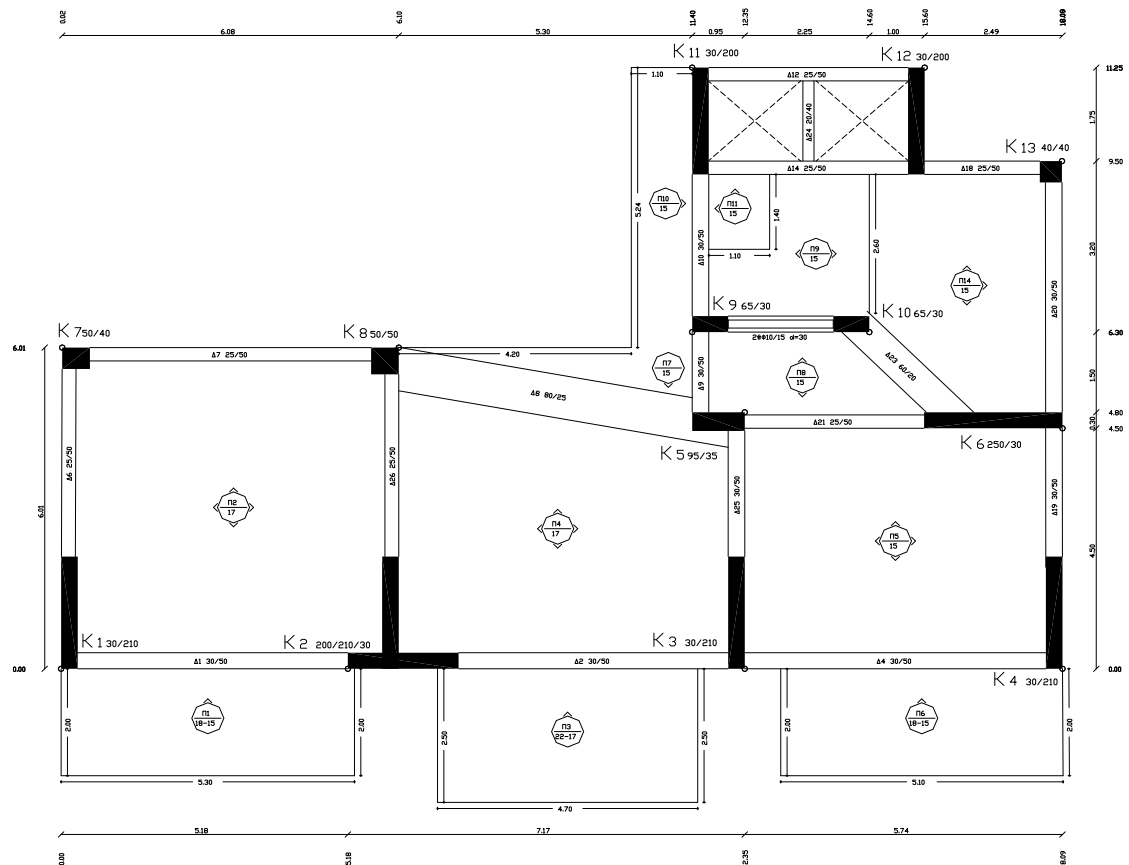




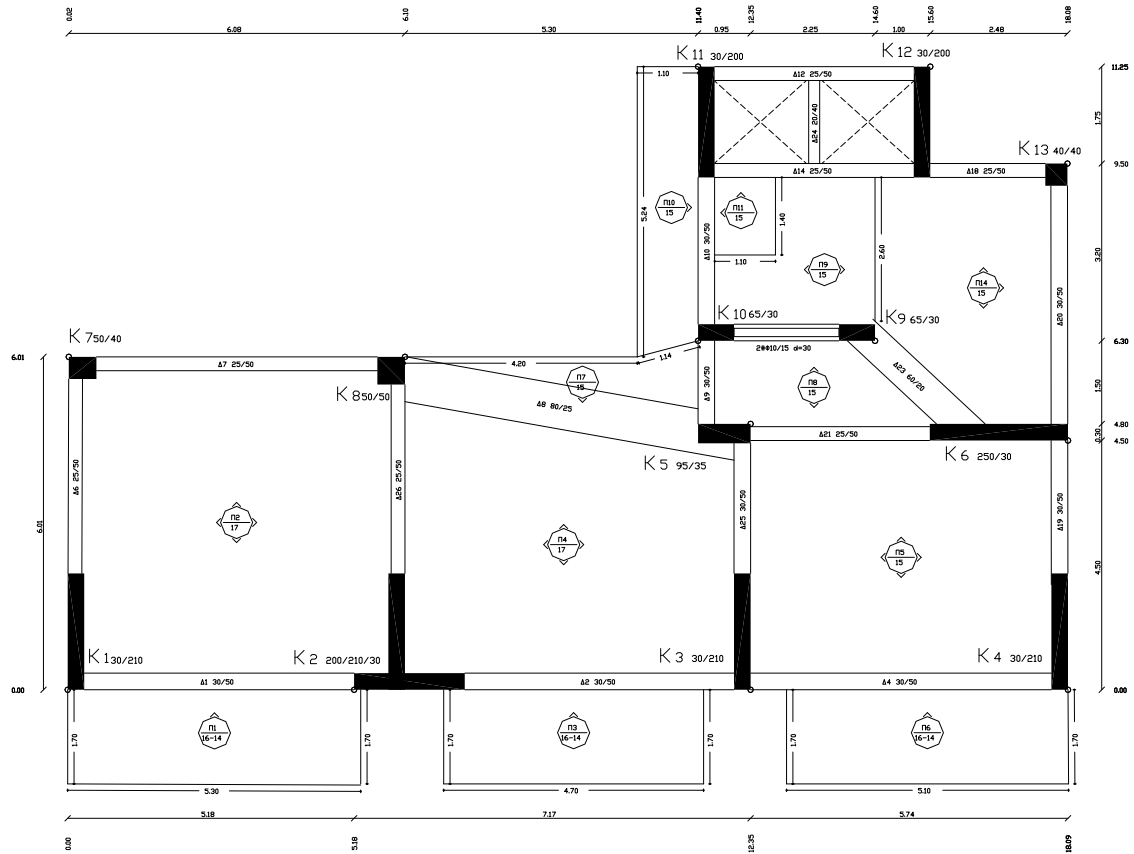
ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ PILOTIS (ΣΤΑΘΜΗ 4)



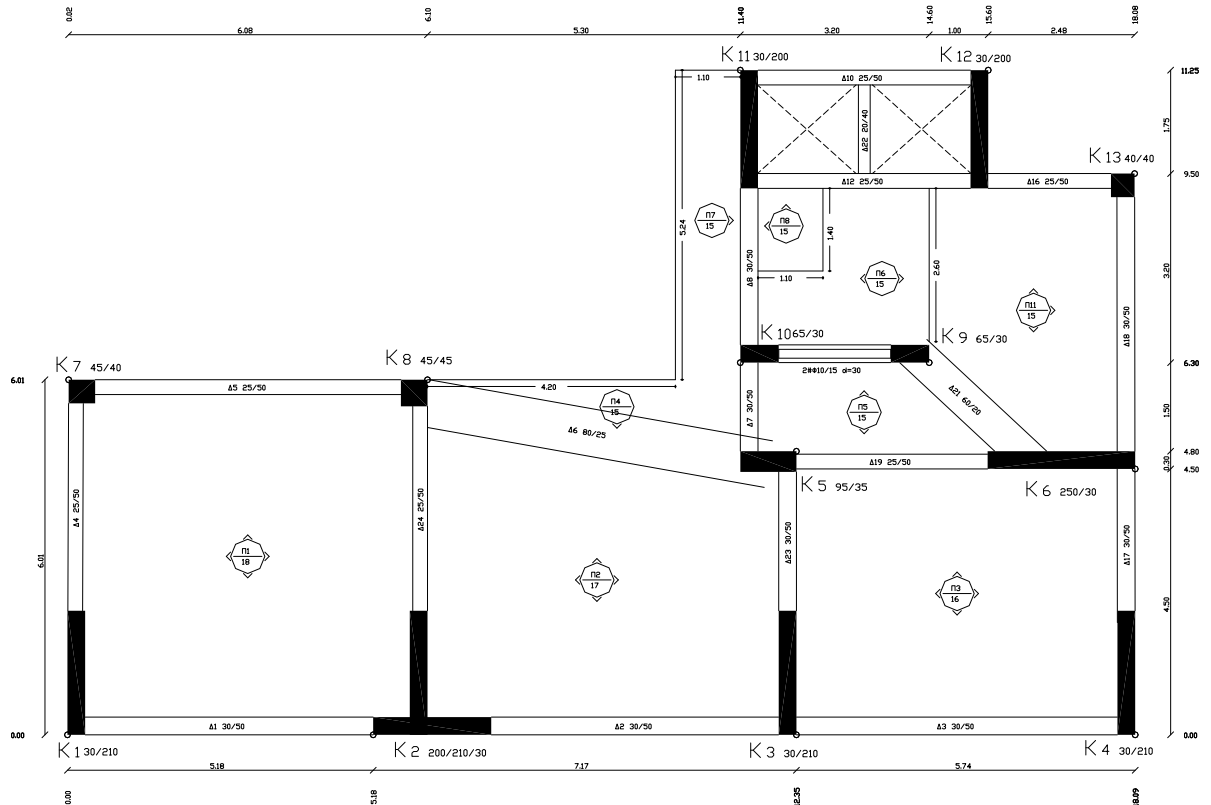
ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ Α! ΟΡΟΦΟΥ (ΣΤΑΘΜΗ 5)



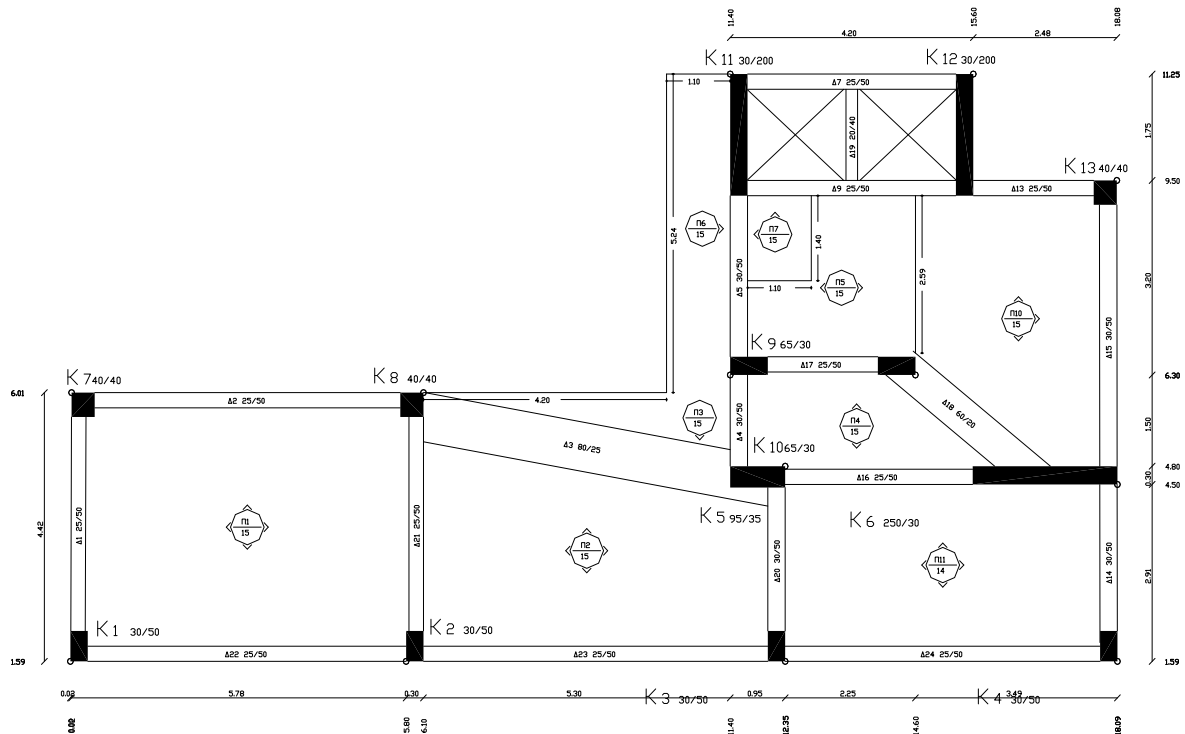
ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ Β! ΟΡΟΦΟΥ (ΣΤΑΘΜΗ 6)



ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ Γ! ΟΡΟΦΟΥ (ΣΤΑΘΜΗ 7)



ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ Δ! ΟΡΟΦΟΥ (ΣΤΑΘΜΗ 8)



Επίσης κατά την ανάλυση λήφθησαν οι κάτωθι παράμετροι σχεδιασμού :

- Ανηγγμένη εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού $A=0.24g$
- Συντελεστής σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_1=1.00$
- Κατηγορία εδάφους B $T_1=0.15$, $T_2=0.60$, $\sigma=150KN/m^2$
- Συντελεστής συμπεριφοράς $q=3.00$, $E=100000KN/m^2$, $K=49000KN/m^3$
- Συντελεστής ασφάλειας υλικών $\gamma_c=1.50$, $\gamma_s=1.15$
- Κατακόρυφη συνιστώσα σεισμικής διέγερσης
- Δυναμική φασματική ανάλυση
- Συντελεστής κινητών φορτίων $\psi_1=0.50$, $\psi_2=0.50$
- Φορτίο επικάλυψης πλακών $g=1.20KN/m^2$ και κινητό $q=5KN/m^2$

Για την σύγκριση του κόστους κατασκευής του κτιρίου για τις δύο κατηγορίες σκυροδέματος ελέγχθησαν οι μεταβολές της επιφάνειας A_s των κατακόρυφων οπλισμών των υποστηλωμάτων.

Δεν θεωρήθηκε απαραίτητο να γίνει το ίδιο για τους οπλισμούς των δοκών και των πλακών , γιατί οι απαιτούμενες επιφάνειες οπλισμών κυμαίνονται επί το πλείστον στα όρια των υποχρεωτικά ελαχίστων και για τις δύο περιπτώσεις σκυροδέτησης και κατηγορίας σκυροδέματος.

Επίσης δεν ελήφθησαν υπόψη οι διαφοροποιήσεις στη διατομή των απαιτούμενων συνδετήρων που προέκυψαν σε μερικά υποστηλώματα (όχι τοιχώματα) των κατώτερων ορόφων , λόγω της μειωμένης ανοιγμένης αξονικής δύναμης V_d στην περίπτωση αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος C35/45 , επειδή δεν επηρεάζουν το τελικό κόστος κατασκευής σημαντικά.

2.2.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ (ΣΥΜΒ C25/30 k SCC C35/45)

Τα αποτελέσματα των επιφανειών των οπλισμών των υποστηλωμάτων για τις δύο περιπτώσεις σκυροδέματος και για κάθε στάθμη σκυροδέτησης παρουσιάζονται στους επόμενους πίνακες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7			
Σύγκριση Επιφάνειας Οπλισμών Υποστηλωμάτων Συμβατικού			
C25/30 & SCC C35/45			
Στάθμες 1 - 2 - 3 - 4 - 5			
(Θεμελίωση - Μέση στάθμη Υπογείου - Υπόγειο - Πυλωτή - Α! Όροφος)			
A/A	Κ (Διατομή) (cm)	As (C25/30) cm²	As (SCC C35/45) cm²
1	30/210	50,30	46,10
2	200/30/210	44,50	44,50
3	30/210	50,30	39,70
4	30/210	50,30	39,70
5	95/35	45,90	45,90
6	250/30	63,12	55,12
7	50/40	29,60	25,60
8	50/50	32,70	28,70
9	65/30	33,20	28,20
10	65/30	45,70	40,50
11	30/200	52,00	38,40
12	30/200	49,90	30,10
13	40/40	26,50	22,20
ΣΥΝΟΛΑ		584,70	484,72
Διαφορά 99,98cm²			
Ποσοστό Μείωσης Επιφάνειας Οπλισμού λόγω SCC 17%			

ΠΙΝΑΚΑΣ 8

**Σύγκριση Επιφάνειας Οπλισμών Υποστηλωμάτων Συμβατικού
C25/30 & SCC C35/45
Στάθμη 6
(Β! Όροφος)**

A/A	Κ (Διατομή) (cm)	As (C25/30) cm²	As (SCC C35/45) cm²
1	30/210	50,30	46,10
2	200/30/210	44,50	44,50
3	30/210	43,90	39,70
4	30/210	43,90	39,70
5	95/35	45,90	45,90
6	250/30	38,80	34,80
7	50/40	29,60	25,60
8	50/50	32,70	28,70
9	65/30	26,50	26,50
10	65/30	26,50	26,50
11	30/200	35,70	30,10
12	30/200	35,70	30,10
13	40/40	22,20	22,20
ΣΥΝΟΛΑ		476,20	440,40

Διαφορά 35,80cm²

Ποσοστό Μείωσης Επιφάνειας Οπλισμού λόγω SCC 7,5%

ΠΙΝΑΚΑΣ 9

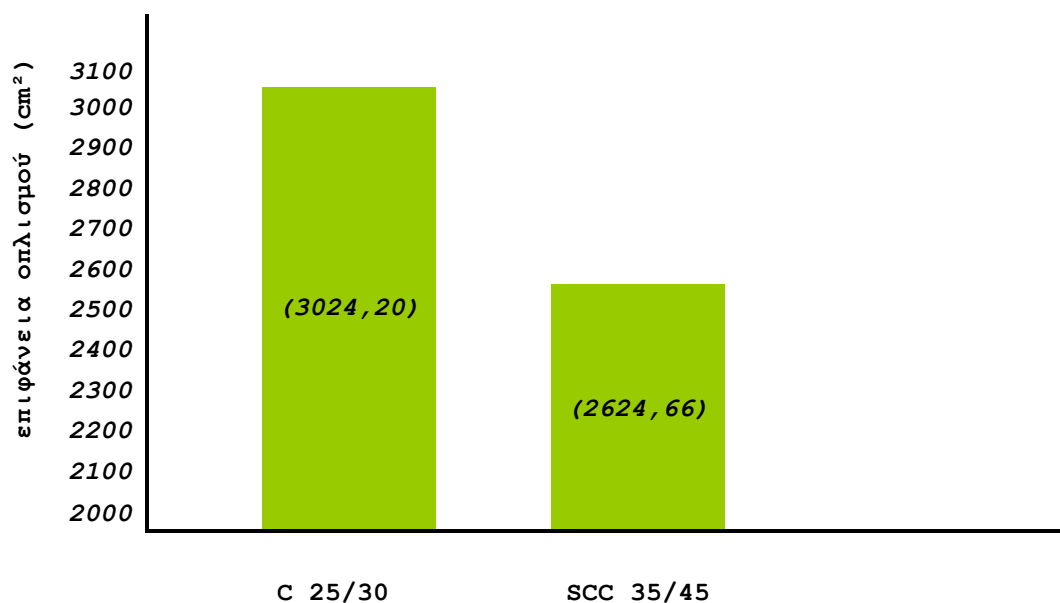
**Σύγκριση Επιφάνειας Οπλισμών Υποστηλωμάτων Συμβατικού
C25/30 & SCC C35/45
Στάθμη 7
(Γ! Όροφος)**

A/A	Κ (Διατομή) (cm)	As (C25/30) cm²	As (SCC C35/45) cm²
1	30/210	36,40	36,40
2	200/30/210	44,50	44,50
3	30/210	40,90	38,70
4	30/210	40,90	38,70
5	95/35	40,50	39,20
6	250/30	36,40	34,20
7	45/40	22,20	21,50

8	45/45	26,50	24,20
9	65/30	26,50	24,30
10	65/30	26,50	24,80
11	30/200	35,70	30,10
12	30/200	35,70	30,10
13	40/40	22,20	20,10
ΣΥΝΟΛΑ		434,90	406,80
Διαφορά 28,10cm²			
Ποσοστό Μείωσης Επιφάνειας Οπλισμού λόγω SCC 6,5%			

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 Σύγκριση Επιφάνειας Οπλισμών Υποστηλωμάτων Συμβατικού C25/30 & SCC C35/45 Στάθμη 8 (Δ! Όροφος)			
A/A	K (Διατομή) (cm)	As (C25/30) cm²	As (SCC C35/45) cm²
1	30/50	26,50	20,50
2	30/50	22,20	20,50
3	30/50	22,20	20,50
4	30/50	22,20	20,50
5	95/35	38,50	38,50
6	250/30	36,40	34,20
7	40/40	22,20	20,50
8	40/40	22,20	20,50
9	65/30	26,50	23,80
10	65/30	26,50	23,80
11	30/200	35,70	30,10
12	30/200	35,70	30,10
13	40/40	22,20	20,10
ΣΥΝΟΛΑ		359,00	323,30
Διαφορά 35,70cm²			
Ποσοστό Μείωσης Επιφάνειας Οπλισμού 10%			

ΠΙΝΑΚΑΣ 11 Σύγκριση Συνολικής Επιφάνειας Οπλισμών Υποστηλωμάτων Συμβατικού C25/30 & SCC C35/45		
Στάθμη	As (C25/30) cm²	As (SCC C35/45) cm²
2-3 (Υπόγειο)	584,70	484,72
4 (Πυλωτή)	584,70	484,72
5 (Α! Όροφος)	584,70	484,72
6 (Β! Όροφος)	476,20	440,40
7 (Γ! Όροφος)	434,90	406,80
8 (Δ! Όροφος)	359,00	323,30
ΣΥΝΟΛΑ	3024,20	2624,66
Διαφορά 399,54cm² Ποσοστό Μείωσης Επιφάνειας Οπλισμού λόγω SCC 13%		



ΚΤΙΡΙΟ Β : Διάγραμμα μεταβολής επιφάνειας οπλισμού ανά κατηγορία αντοχής σκυροδέματος

ΠΙΝΑΚΑΣ 12 Σύγκριση Συνολικού Βάρους Οπλισμών Υποστηλωμάτων Συμβατικού C25/30 & SCC C35/45					
Στάθμη	Διαφ ορά As (m ²)	Αναγω γή Φ18 (m ²)	Ύψος Οπλισμο ύ + Αναμονέ ς (m)	Μήκος Οπλισμού (m)	Βάρος (kg)
2-3 (Υπόγειο)	99,9 8	40	5,20	208	416
4 (Πυλωτή)	99,9 8	40	4,10	208	416
5 (Α! Όροφος)	99,9 8	40	4,30	208	416
6 (Β! Όροφος)	35,8 0	15	4,30	64,50	129
7 (Γ! Όροφος)	28,1 0	12	4,30	51,60	103,20
8 (Δ! Όροφος)	35,7 0	14	2,95	41,30	82,60
Συνολικό Βάρος Οπλισμού					1562,80

Μείωση κόστους λόγω οπλισμού υποστηλωμάτων : $1562,80 * 1,00 \text{ €/kg} = 1.560,00 \text{ €}$

Για κάθε φάση σκυροδέτησης με αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα απαιτούνται 3 άτομα εργατοτεχνικό προσωπικό (μείωση κατά 3 άτομα έναντι απαίτησης 6 ατόμων για συμβατικό σκυρόδεμα). Συνολικά για τις οχτώ (8) φάσεις που απαιτούνται επιτυγχάνεται μείωση εργατοτεχνικού δυναμικού $3*8=24$ άτομα.

Το όφελος σ' αυτή την περίπτωση αναλύεται ως εξής:

Α. Αποδοχές: $24*40,00 \text{ €} = 960,00\text{€}$

Β. ΙΚΑ: $24*4/6*55,00\text{€} = 880,00\text{€}$

Αρα το συνολικό όφελος λόγω οπλισμού και εργατωρών ανέρχεται στο ποσό των $1.560,00\text{€} + 960,00\text{€}+880,00\text{€} = 3.400,00\text{€}$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Δεν λαμβάνονται υπόψη οι τυχόν μειώσεις διατομών των υποστηλωμάτων που μπορεί να υπάρξουν εξαιτίας της αυξημένης θλιπτικής αντοχής f_c (κατά 40%) του C35/45 έναντι του C25/30 και κατ'επέκταση της μειωμένης ανηγμένης αξονικής δύναμης V_d .

Ειδικότερα στην περίπτωση πολυορώφων κτιρίων που απαιτούν μεγάλο ποσοστό, σε αριθμό ή σε διατομή τοιχωμάτων για την αύξηση της απαιτούμενης δυσκαμψίας, την μείωση των μετακινήσεων και παραμορφώσεων και την ικανοποίηση των φαινομένων 2^{ης} τάξης (θήτα), οι μειώσεις των διατομών των υποστυλωμάτων επιφέρουν αμελητέα έως ασήμαντη μεταβολή του όγκου των οπλισμένων σκυροδεμάτων και δεν επηρεάζουν επιπρόσθετα τη συνολική μείωση του κόστους κατασκευής του φέροντα οργανισμού.

Προσάυξηση κόστους φέροντα οργανισμού λόγω αυτοσυμπυκνούμενου C35/45

Ο συνολικός όγκος των οπλισμένων σκυροδεμάτων για το συγκεκριμένο πολυώροφο κτίριο είναι 450,00μ³.

A . Προσάυξηση κόστους ανά μ³ SCC 30,00€/μ³:

$$450,00\mu^3 \cdot 30,00\text{€/}\mu^3 = 13.500,00\text{€}$$

B. Αφαιρείται όφελος λόγω οπλισμού και εργατοωρών= 3.400,00€

Τελική πρόσθετη επιβάρυνση για SCC..... = 10.100,00€

ΣΤΑΔΙΟ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

A. Κόστος φέροντα οργανισμού συμβατικού σκυροδέματος, C25/30

$$C25/30 : 450\mu^3 \cdot 270,00\text{€/}\mu^3 = 121.500,00\text{€}$$

B. Κόστος φέροντα οργανισμού SCC σκυροδέματος, C35/45

$$C35/45 : 121.500,00\text{€} + 10.100,00\text{€} = 131.600,00\text{€}$$

Άρα προσάυξηση για SCC C35/45: $10.100,00/121.500,00=0.083=8.3\%$

ΣΤΑΔΙΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

A. Κόστος ολοκληρωμένης κατασκευής για συμβατικό σκυρόδεμα

$$C25/30: \text{ανέρχεται στις } 700.000,00\text{€}$$

B. Το κόστος προσάυξης λόγω αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος C35/45

ισούται με το κόστος του φέροντα οργανισμού : ήτοι 10.100,00€

Άρα προσάυξηση τελικής κατασκευής για SCC:

$$10.100,00/700.000,00=0.015=1.5\% \dots \text{(Αμελητέα τιμή)}$$

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C35/45 ΕΝΑΝΤΙ SCC 35/45

Αξίζει να αναφερθεί ότι προσάυξηση του κόστους προκύπτει και στην περίπτωση που αντικατασταθεί το αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα C35/45 με συμβατικό σκυρόδεμα C35/45. Φυσικά στην περίπτωση αυτή το κόστος προσάυξης είναι μικρότερο εξαιτίας της μειωμένης τιμής παραγωγής και διάθεσης του συμβατικού σκυροδέματος έναντι του αντίστοιχου SCC και της μη απώλειας των εργατοωρών. Σε αυτή την περίπτωση η προσάυξηση στο στάδιο του φέροντα

οργανισμού κυμαίνεται περίπου στο 3% ενώ στο τελικό στάδιο κατασκευής κυμαίνεται περίπου στο 0.5-1.0%.

Οι μικρές προσανξήσεις του κόστους που προκύπτουν μέχρι το τελικό στάδιο κατασκευής (περίπου 8% σε φέροντα οργανισμό και 1.5% σε ολοκληρωμένο στάδιο) με χρήση αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος εξισορροπούνται και υπερκαλύπτονται κατά τη διάρκεια ζωής του κτιρίου, όπου επιτυγχάνεται μείωση του κόστους και του χρόνου των απαιτούμενων επεμβάσεων επισκευής λόγω της αυξημένης ανθεκτικότητας του SCC έναντι του συμβατικού σε εξωτερικούς παράγοντες και φθορές και της μειωμένης υδατοπερατότητάς του (max18mm έναντι max35mm για συμβατικό σκυρόδεμα) που αυξάνει μέχρι και το τετραπλάσιο το χρόνο που διατηρείται η παθητική στρώση του χάλυβα και κατά συνέπεια την έναρξη της αποπαθητικοποίησης και της διάβρωσης του οπλισμού.

3.ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΙΣΕΣ ΡΟΠΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Παράδειγμα 1

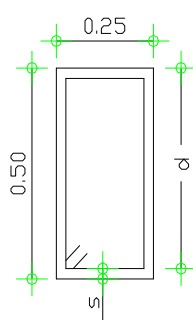
Δοκός 25/50 με απλό (εφελκυσμένο) οπλισμό

Χάλυβας B500C, $f_{yd}=500\text{MPa}$

SCC.....C30/37

Συμβατικό σκυρόδεμα...C20/25

A! Περίπτωση



Επικάλυψη SCC..... $s_s=2.50\text{cm}$

Επικάλυψη Συμβατικού Σκυροδέματος... $s_s=3.50\text{cm}$

Στατικό ύψος δοκού d

SCC..... $d_s=50-2.5=47.5\text{cm}$

Συμβατικό σκυρόδεμα.... $d_s=50-3.5=46.5\text{cm}$

Λαμβάνεται υπόψη Ροπή Σχεδιασμού σταθερή, δηλαδή $M_E = M_s$.

$$\mu_E = M_E / b d_E^2 f_{cd_E} \quad , \quad \mu_s = M_s / b d_s^2 f_{cd_s}$$

$$\mu_E / \mu_s = d_s^2 f_{cd_s} / d_E^2 f_{cd_E} = d_s^2 30 / d_E^2 20 = 1.50 \cdot d_s^2 / d_E^2 = 1.50 \cdot 47.5^2 / 46.5^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu_E / \mu_s = 1.55 \Rightarrow \mu_E = 1.55 \mu_s$$

Από τα διαγράμματα αλληλεπίδρασης ορθογωνικών διατομών για απλό οπλισμό ($\mu < 0.275$) προκύπτει ογκομετρικό ποσοστό οπλισμού $w_E \approx 1.50 w_s$

Υπολογισμός επιφάνειας οπλισμού A_s

$$A_E = w_E b d_E f_{cd_E} / f_{yd} \quad , \quad A_s = w_s b d_s f_{cd_s} / f_{yd}$$

$$A_E / A_s = w_E b d_E f_{cd_E} / f_{yd} / w_s b d_s f_{cd_s} / f_{yd} = w_E / w_s \cdot d_E / d_s \cdot 20 / 30 = 0.653 w_E / w_s =$$

$$= 0.653 \cdot 1.50 \Rightarrow A_s/A_s = 1.00 \Rightarrow A_s = A_s$$

Για διαφορά επικάλυψης 1cm και για σκυρόδεμα διαφορετικών κατηγοριών (SCC C30/37 , συμβατικό C20/25) , με την προϋπόθεση ίσης ροπής σχεδιασμού $M_E = M_s$, το απαιτούμενο εμβαδόν οπλισμού A παραμένει αμετάβλητο $A_E = A_s$.

B! Περίπτωση

Επικάλυψη SCC..... $S_s=2.50\text{cm}$

Επικάλυψη Συμβατικού Σκυροδέματος... $S_s=4.50\text{cm}$

Με τον ίδιο τρόπο προκύπτει $\mu_s=1.63\mu_s$ κατ' επέκταση $w_s \approx 1.60w_s$ και $A_s=1,03A_s$ (αύξηση 3%). Επομένως όσο αυξάνει η επικάλυψη οπλισμών του συμβατικού σκυροδέματος , αυξάνει (σε πολύ μικρό βαθμό) και ο απαιτούμενος οπλισμός A_s του συμβατικού σκυροδέματος έναντι του αυτοσυμπυκνούμενου (αύξηση περίπου κατά 3%).

Αντίστοιχα αποτελέσματα όσον αφορά την επιφάνεια του οπλισμού (A) ισχύουν και για τις πλάκες με την προϋπόθεση απλού (εφελκυσμένου) μόνο οπλισμού.

Συμπερασματικά για περιπτώσεις ίσων καμπτικών ροπών σχεδιασμού (M) και για διαφορές θλιπτικών αντοχών (f_{cd}) σκυροδεμάτων κατά 50% (C20/25 και C30/37) σε δοκούς και πλάκες όπου απαιτείται μόνο απλός (εφελκυσμένος) οπλισμός ή αύξηση της επικάλυψης οπλισμού S του συμβατικού σκυροδέματος (C20/25) επιφέρει αμελητέα αύξηση του απαιτούμενου οπλισμού που κυμαίνεται σε ποσοστό περίπου 3% έναντι του αυτοσυμπυκνούμενου (C30/37) .

Παράδειγμα 2

Υποστήλωμα διαστάσεων 40/40

Επικάλυψη SCC C30/37..... $d_s=2.50\text{cm}$

Επικάλυψη Συμβατικού Σκυροδέματος C20/25.... $d_s=4.50\text{cm}$

Διαξονική Κάμψη $M_y=M_z$ και για τις δύο ποιότητες σκυροδεμάτων.

Ανηγμένη θλιπτική δύναμη συμβατικού $V_{d_s}=0,40$

Ανηγμένη θλιπτική δύναμη αυτοσυμπυκνούμενου $V_{d_s}=0,27$ (μείωση λόγω διαφοράς f_{cd})

Σκυρόδεμα C20/25..... $s/h=4.5/40=0.11$

Αυτοσυμπυκνούμενο C30/37..... $s/h=2.5/40=0.06$

$\mu_s=M/bh^2f_{cd_s}$, $\mu_s=M/bh^2f_{cd_s}$

$\mu_s/\mu_s = h^2f_{cd_s} / h^2f_{cd_s} = 30/20 = 1.50 \Rightarrow$

$\Rightarrow \mu_s/\mu_s = 1.50 \Rightarrow \mu_s = 1.50\mu_s$

Επομένως $\mu_y=1.50\mu_y$ και $\mu_z=1.50\mu_z$.

Έστω $\mu_y=\mu_y=0.15$ και $\mu_z=\mu_z=0.225$

$$w_s \approx 1.70 w_s$$

$$A_s = w_s b h f_{cds} / f_{yd} , A_s = w_s b h f_{cds} / f_{yd}$$

$$A_s / A_s = 1.13 \Rightarrow A_s = 1.13 A_s \text{ (13\% αύξηση)}$$

$$\text{ή } A_s = 0.885 A_s \text{ (11.5\% μείωση)}$$

Συμπερασματικά η απαιτούμενη επιφάνεια οπλισμού υποστηλώματος με τα στοιχεία του παραδείγματος , για αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα C30/37 είναι μειωμένη περίπου κατά 11.5% σε σχέση με την απαιτούμενη για συμβατικό σκυρόδεμα C20/25. Η μείωση αυτή είναι περίπου ίδια με το αντίστοιχο ποσοστό μείωσης (περίπου 12.6%) της στήλης 2 του πίνακα 4, παράρτημα 2.1.5 .

4.ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ SCC ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Το κόστος παραγωγής του SCC είναι υψηλότερο από αυτό του αντοίσιχου συμβατικού σκυροδέματος. Η διαφορά εξαρτάται από την κατηγορία αντοχής , σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα :

Κατηγορία Αντοχής (SCC)	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45
Διαφορά κόστους/μ ³	15-20%	10-20%	10-15%	5-10%

Η αύξηση του κόστους του SCC σε σχέση με τα συμβατικά οφείλεται στην μεγαλύτερη ποσότητα και το είδος των λεπτόκοκκων υλικών , στην μεγαλύτερη ποσότητα τσιμέντου και προσμείκτων. Η αύξηση αυτή είναι μικρότερη όσο αυξάνεται η κατηγορία αντοχής εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας τσιμέντου και στα συμβατικά σκυροδέματα.

Από τους πλέον καθοριστικούς παράγοντες για την επιλογή SCC σε μία κατασκευή , δεν είναι μόνο το κόστος αγοράς υλικού , αλλά και το κόστος χρήσης τόσο κατά τη φάση κατασκευής όσο και για τη συνολική διάρκεια ζωής του έργου.

Κατά τη φάση κατασκευής το SCC μειώνει το χρόνο σκυροδέτησης κατά 60% και το απαιτούμενο προσωπικό περίπου κατά 50%. Επίσης σημαντική συμβολή στο τελικό κόστος μιας κατασκευής έχει η ποιότητα και κατ' επέκταση ο συνολικός χρόνος ζωής του έναντι διεύθυνσης χλωριόντων και βάθους ενανθράκωσης.

Από μετρήσεις έχουν προκύψει τα επόμενα στοιχεία :

1. Κόστος κατασκευής

$$\alpha. \{C25/30\} - \text{SCC/συμβατικό} = 1,08-1,12 \Rightarrow \text{Αύξηση } 8-12\%$$

β. {C30/37} - SCC/συμβατικό = 1,04-1,08 => **Αύξηση 4-8%**

2. Κόστος χρήσης λόγω CO₂

α. {C25/30} - SCC/συμβατικό = 80-86% => **Μείωση 14-20%**

β. {C30/37} - SCC/συμβατικό = 40% => **Μείωση 60%**

3. Κόστος χρήσης C1

α. {C25/30} - SCC/συμβατικό = 1,12 => **Αύξηση 12%**

β. {C30/37} - SCC/συμβατικό = 1,00-1,10 => **Αύξηση 0-10%**

Διαφαίνεται ότι τα SCC παρ' ότι ακριβότερα σκυροδέματα μπορούν να μειώσουν το συνολικό κόστος ζωής μιας κατασκευής μέχρι και 60% ανάλογα με τη σύστασή τους και την αιτία διάβρωσης, αυξάνοντας ταυτόχρονα το χρόνο ζωής έως και 50%.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΣΥΜΠΥΚΝΟΥΜΕΝΟΥ ΕΝΑΝΤΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ

1. Το SCC διαφέρει σε σχέση με τα συμβατικά ως προς τα βελτιωμένα ρεολογικά χαρακτηριστικά που προκύπτουν από προσεκτικό σχεδιασμό και με μεγαλύτερη περιεκτικότητα λεπτόκοκκου υλικού και τσιμέντου.
2. Η επιβάρυνση κατασκευής με αυτοσυμπικνόμενο σκυρόδεμα είναι πολύ μικρή έως αμελητέα σε σχέση με το συμβατικό σκυρόδεμα , αντίστοιχης κατηγορίας.
3. Το SCC έχει πολλά πλεονεκτήματα που προσφέρουν οφέλη τεχνικά και σε πολλές περιπτώσεις και οικονομικά όταν υπάρχει ολοκληρωμένη εικόνα των υλικών και των ημερομισθίων του εργατοτεχνικού προσωπικού.
4. Μπορεί σε μια κατασκευή ταυτόχρονα να σκυροδετηθούν τμήματα και με συμβατικό σκυρόδεμα.
5. Το αυτοσυμπικνόμενο σκυρόδεμα είναι ανθεκτικό έναντι εξωτερικών παραγόντων (υγρασία , χλωριούχα) και επιτυγχάνεται αυξημένη προστασία οπλισμών λόγω μείωσης του πορώδους. Τα αυξημένα χαρακτηριστικά ανθεκτικότητας στο χρόνο κυμαίνονται από 10-15% σε σχέση με τα συμβατικά , ανάλογα με το είδος του μείγματος.
6. Προσφέρει τέλεια διάστρωση και συμπίκνωση.
7. Δεν απαιτεί χρήση δονητή, μειώνει τους θορύβους και συμπυκνώνεται μόνο με βάρος του.
8. Μειώνεται σημαντικά η διάρκεια σκυροδέτησης , και ο απαιτούμενος αριθμός εργατοτεχνικού προσωπικού κατά την διάρκεια σκυροδέτησης.

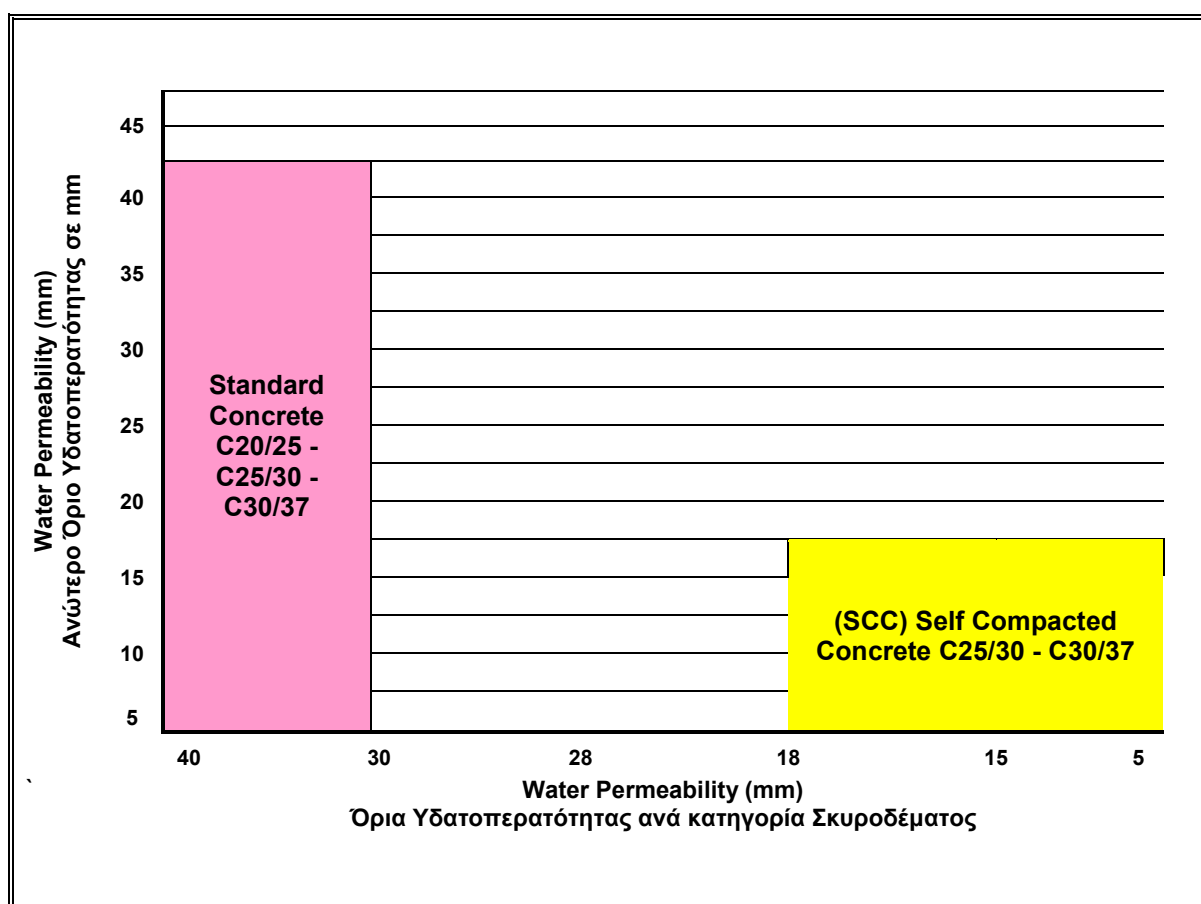
9. Μεγαλύτερη ταχύτητα σκυροδέτησης του SCC λόγω υψηλότερης ταχύτητας ροής και επομένως ταχύτερη ολοκλήρωση του έργου.
10. Γρήγορη ανάπτυξη πρώιμων αντοχών λόγω τσιμέντων υψηλής δραστηριότητας και υψηλή πρόσφυση με άλλα σκυροδέματα. (σχήματα 2-3)
11. Ελαχιστοποίηση της εμφάνισης των φωληών και κατ' επέκταση κέρδος σε υλικά κονιαμάτων και εργατοωρών.
12. Μειωμένη υδατοπερατότητα (κατά ήμισυ) σε σχέση με αντίστοιχο συμβατικό. (σχήμα 1)
13. Η συστολή ξήρανσης είναι περίπου ίση με αυτή αντίστοιχου συμβατικού σκυροδέματος. Παρουσιάζει καλύτερη συμπεριφορά μετά από 80 ημέρες. (σχήμα 4)
14. Οι ερπυστικές παραμόρφωσης είναι μειωμένες τουλάχιστον κατά 50% σε σχέση με αυτές του συμβατικού σκυροδέτησης. (σχήμα 5)
15. Επιτρέπεται σκυροδέτηση με θερμοκρασία περιβάλλοντος από 5-35°C.
16. Αποφυγή σκυροδέτησης σε συνθήκες βροχόπτωσης καύσωνα και παγετού.
17. Ελάχιστη κατηγορία σκυροδέματος SCC C25/30. Το μέτρο ελαστικότητας είναι μικρότερο από αυτό αντίστοιχου συμβατικού (SCC C30/37 $E=32\text{GPa}$, συμβατικό C30/37 $E=42\text{GPa}$). Δεν υφίσταται σημαντική διαφορά στη θλιπτική αντοχή για μείγματα SCC και συμβατικού ίδιας κατηγορίας.
18. Υπάρχει η δυνατότητα μείωσης των διατομών υποστυλωμάτων εξυπηρετώντας καλύτερα τη εσωτερική διαρρύθμιση των χώρων του κτιρίου. Αυτό κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό γιατί με την υποχρεωτική εφαρμογή των ευρωκώδικων στις στατικές μελέτες κτιρίων Ο.Σ. απαιτούνται είτε αυξημένες διαστάσεις υποστυλωμάτων σε σχέση με τον ΕΑΚ 2000, είτε μεγαλύτερες κατηγορίες θλιπτικής αντοχής σκυροδεμάτων, για την ικανοποίηση των απαιτήσεων ελέγχου συνάφειας κόμβων.
19. Από όλους τους ανωτέρω παράγοντες εξαρτάται το μέγεθος και η εκτίμηση του κέρδους από το SCC. Προσεγγιστική εκτίμηση μπορεί να γίνει στην περίπτωση αναλυτικής κατάστασης για τον επιμερισμό του κόστους ανά φάσεις φέροντα οργανισμού κατασκευής όπου θα υπολογίζονται τα υλικά οι εργασίες και οι εργατοώρες που απαιτούνται.

Συνήθως μέχρι σήμερα υπάρχει η ικανότητα εκτίμησης του συνολικού κόστους, πάσχει όμως η επιμέρους εκτίμηση κόστους των απαιτούμενων εργατοωρών ανά φάσεις σκυροδέτησης από τους επιβλέποντες και κατασκευαστές, γιατί θα πρέπει να περιλαμβάνει εκτός από τις εργατοώρες, τον αριθμό του εργατοτεχνικού προσωπικού και την εκτίμηση ότι το κόστος των υλικών αντιστοιχεί στο 25% του συνολικού κόστους, ενώ το υπόλοιπο 75% αφορά την εργασία.

Το πλεονέκτημα κόστους του SCC έναντι του συμβατικού δεν είναι σταθερό αλλά εξαρτάται από τον όγκο και τους οπλισμούς του έργου. Για έργο μικρού όγκου και αραιών οπλισμών το κέρδος είναι μικρότερο λόγω ευκολότερης και ταχείας δόνησης. Στην περίπτωση μεγάλου έργου με μεγάλες διαστάσεις και πυκνούς οπλισμούς το κέρδος του αυτοσυμπυκνούμενου είναι μεγαλύτερο γιατί με τη χρήση του επιτυγχάνεται ευκολότερη σκυροδέτηση, καλύτερη ποιότητα και αρκετά λιγότερες εργατοώρες έναντι συμβατικού.

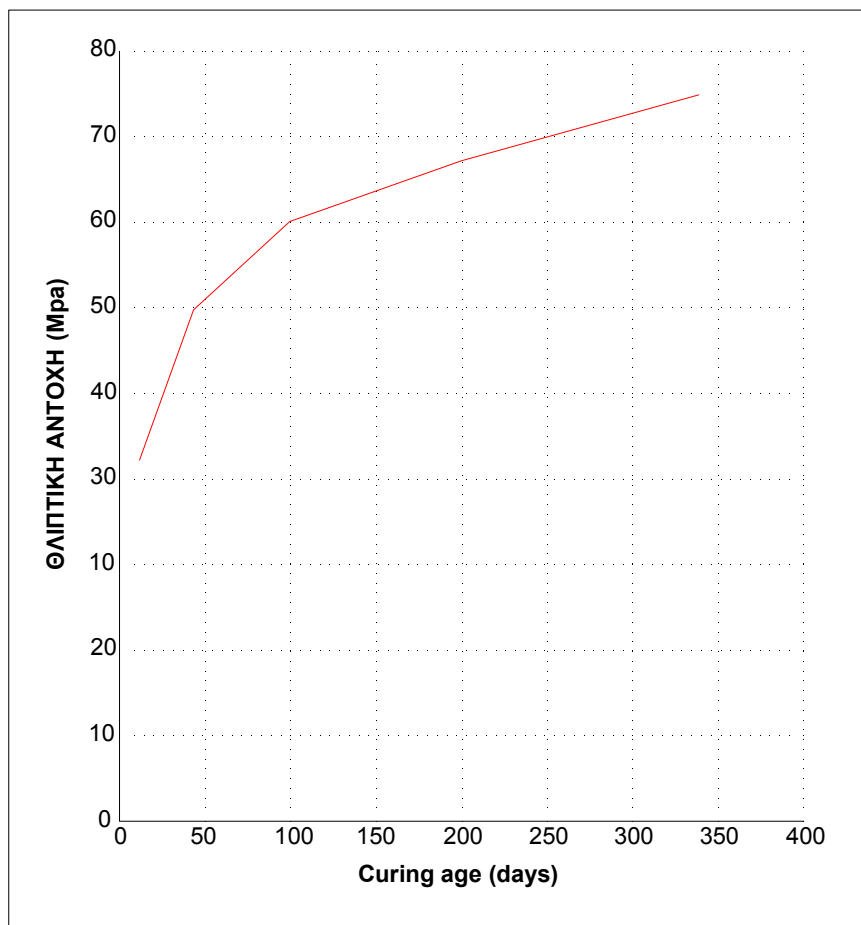
Δεν είναι τυχαίο ότι τα πρώτα έργα που χρησιμοποιήθηκε το SCC στην Ιαπωνία ήταν οι γέφυρες.

20. Παρ' όλα αυτά το SCC δεν έχει τύχει μέχρι σήμερα μεγάλης αποδοχής στην Ελληνική αγορά. Βασικοί λόγοι είναι η ευαισθησία του μείγματος στην υγρασία (υψηλά επίπεδα) , η περιεκτικότητα σε λεπτόκοκκα υλικά και οι αυξημένες απαιτήσεις ποιοτικού ελέγχου σε όλα τα στάδια παραγωγής.

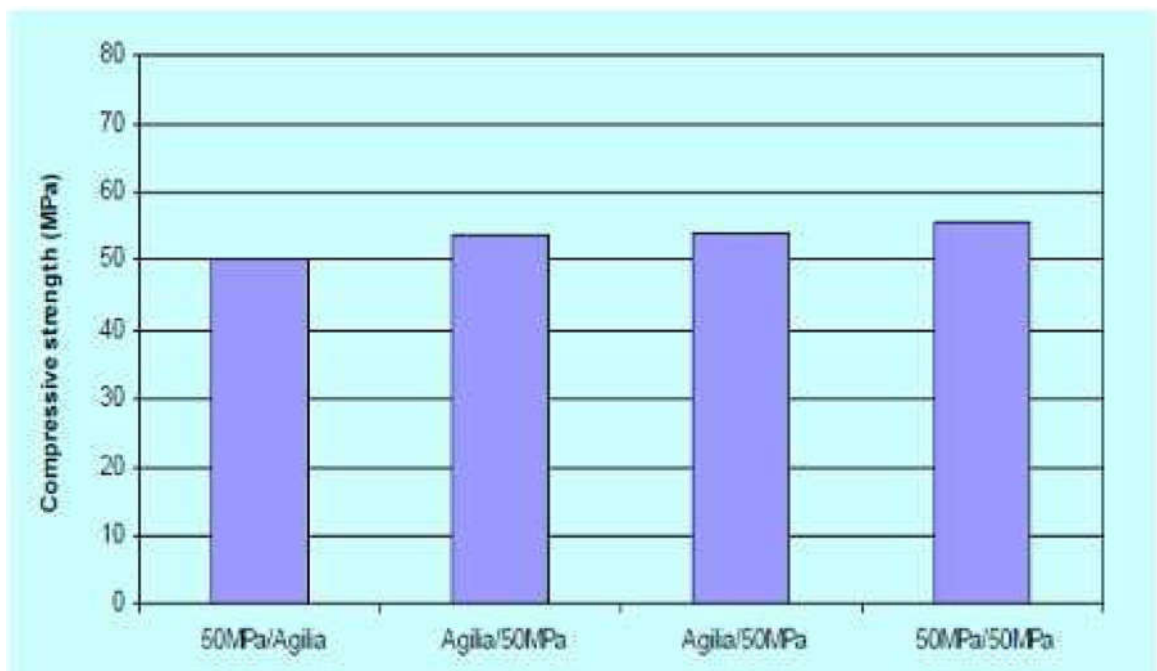


Σχήμα 1. Όρια υδατοπερατότητας ανά κατηγορία σκυροδέματος και απαιτούμενη επικάλυψη.

ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΑ ΜΑΖΑΣ
Υψηλή πρόσφυση σε άλλα στοιχεία από σκυρόδεμα

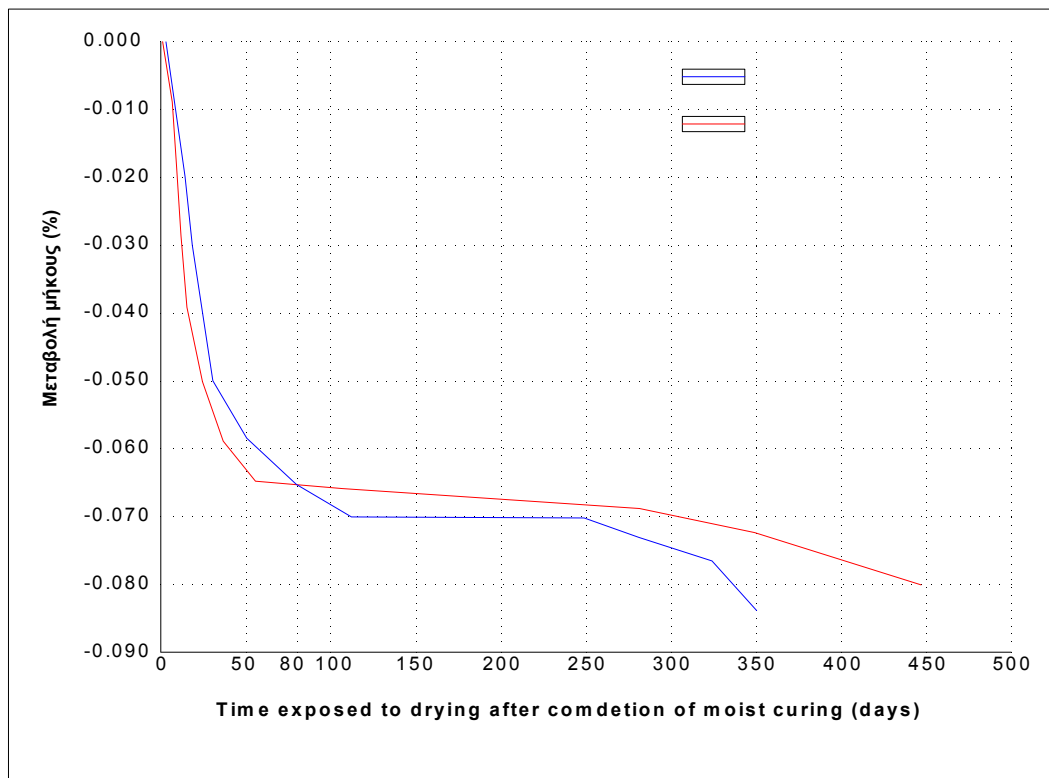


Σχήμα 2. Μεταβολή ανάπτυξης θλιπτικών αντοχών SCC ανά ημέρες.

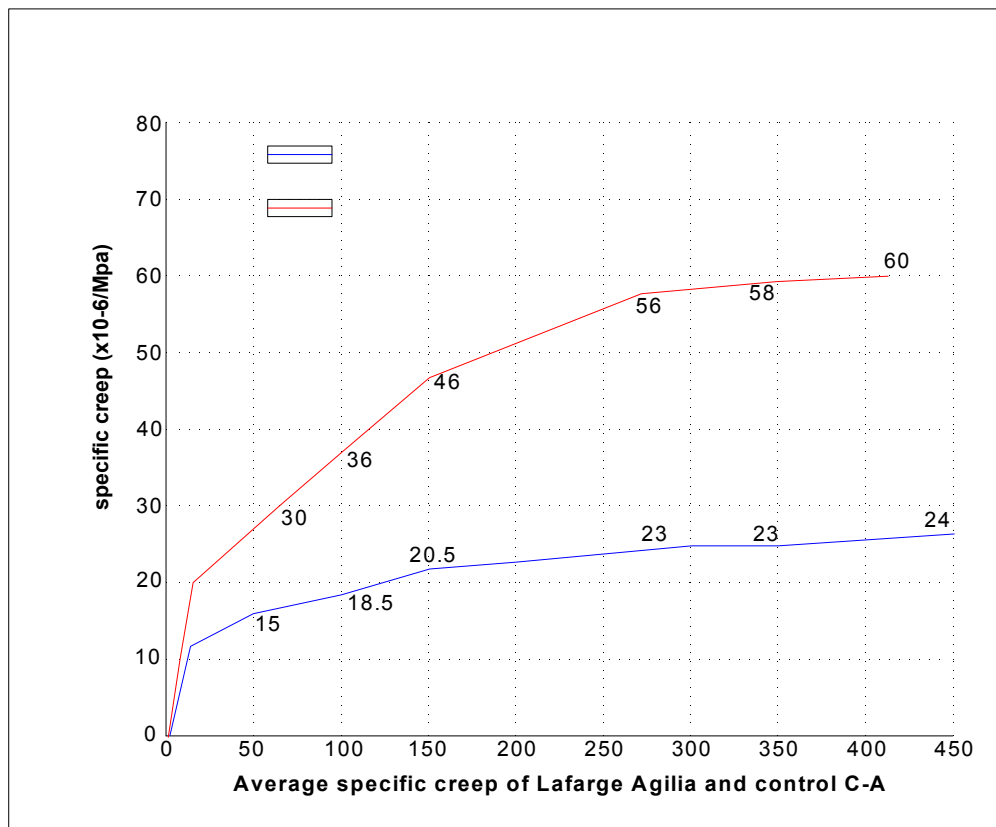


Σχήμα 3. Υψηλή πρόσφυση του SCC με άλλα σκυροδέματα

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΣΥΣΤΟΛΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ



Σχήμα 4 . Επίδραση της συστολής ξήρανσης μεταξύ SCC και συμβατικού.



Σχήμα 5. Μεταβολή ερπυστικών παραμορφώσεων συμβατικού και SCC

6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Σκυρόδεμα-οδηγός 2007-2008
2. Κοσμάς Κ.Σιδέρης :Αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα και Ελληνική
Πραγματικότητα:Παρούσα κατάσταση και προοπτικές.
3. Κοσμάς Κ.Σιδέρης:Αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα : Μύθοι και αλήθειες
για να καινοτόμο τύπο σκυροδέματος.Εφαρμογές στην Ελληνική
πραγματικότητα.
4. Προσωρινές εθνικές τεχνικές προδιαγραφές-
ΥΠΕΧΩΔΕ (ΠΕΤΕΠ 01-01-06-00)
5. Lafarge :Agilia στην Ελληνική αγορά.