

**ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΑΥΓΟΥΣΤΙΔΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ
ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Ν. ΨΥΛΛΑ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ
ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ ΣΤΟΝ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΤΙΡΙΩΝ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

ΑΘΗΝΑ 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	2
2. Γεωμετρική περιγραφή κτιρίου	4
3. Καθορισμός φορτίων κτιρίου	6
3.1. Κατακόρυφα φορτία	6
3.1.1. Ιδιο Βάρος + Πρόσθετα μόνιμα φορτία	7
3.1.2. Κινητά φορτία	10
4. Υπολογισμός σεισμικών φορτίων	13
4.1. Υπολογισμός μάζας κτιρίου	14
4.2. Ιδιοπερίοδος κτιρίου	14
4.3. Επιτάχυνση σχεδιασμού	16
4.4. Καθ' ύψος κατανομή σεισμικών φορτίων	17
4.5. Τυχηματική εκκεντρότητα	19
4.6. Σεισμικοί συνδυασμοί	20
5. Στατική ανάλυση	149
5.1. Προσομοίωμα υπολογισμού	149
5.2. Φορτία	149
5.2.1. Μόνιμα και πρόσθετα μόνιμα φορτία G_k (φόρτιση 1).	149
5.2.2. Κινητά φορτία Q_k (φόρτιση 2)	149
5.2.3. Σεισμικά φορτία	159
5.2.4. Συνδυασμοί φορτίσεων	160
6. Διαστασιολόγηση – Έλεγχοι	161
6.1 Έλεγχος υποστυλωμάτων σε διαξονική κάμψη	161
6.1.1. Έλεγχος οπλισμού υποστυλωμάτων σε κάμψη	166
6.2. Έλεγχος τοιχωμάτων σε κάμψη	168
7. Έλεγχος της επιρροής της κατακόρυφης συνιστώσας z του σεισμού	239
7.1. Υπολογισμός μάζας κτιρίου	239
7.2. Επιτάχυνση σχεδιασμού	239
7.3. Καθ' ύψος κατανομή σεισμικών φορτίων	239
7.4. Σεισμικά φορτία	240
7.5. Συνδυασμοί φορτίσεων	240
7.6. Έλεγχος τοιχωμάτων σε κάμψη με την προσθήκη της κατακόρυφης συνιστώσας z του σεισμού	245
8. Διαστασιολόγηση – Έλεγχοι (συνέχεια)	253
8.1. Έλεγχος υποστυλωμάτων σε διάτμηση	253
8.2. Έλεγχος τοιχωμάτων σε διάτμηση	267
9. Συμπέρασμα	317
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	318

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Δεδομένα στατικής ανάλυσης κτιρίου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Αποτελέσματα στατικής ανάλυσης κτιρίου –
Πίνακες υπολογισμού

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της επιρροής της κατακόρυφης συνιστώσας του σεισμού στον αντισεισμικό σχεδιασμό κτιρίων Ωπλισμένου Σκυροδέματος. Σύμφωνα με τον Ε.Α.Κ. 2000 (§3.1.1.[5]) για κανονικά κτίρια επιτρέπεται η παράλειψη της κατακόρυφης συνιστώσας του σεισμού κατά τη διαστασιολόγηση του κτιρίου. Στην εργασία αυτή επιχειρείται συγκριτική διαστασιολόγηση ενός τυπικού κτιρίου Ωπλισμένου Σκυροδέματος με και χωρίς τη χρήση της κατακόρυφης συνιστώσας.

Η διερεύνηση αυτή γίνεται σε τετραόροφο κτίριο κατοικίας από ωπλισμένο σκυρόδεμα το οποίο σχεδιάζεται, επιλύεται και διαστασιολογείται σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (Ε.Α.Κ. 2000) και τον Ελληνικό Κανονισμό Ωπλισμένου Σκυροδέματος (Ε.Κ.Ω.Σ. 2000).

Ο αντισεισμικός σχεδιασμός του κτιρίου γίνεται με την παραδοχή ότι το κτίριο θα συμπεριφερθεί ελαστοπλαστικά στον σεισμό με την ανάπτυξη πλαστικών αρθρώσεων σε συγκεκριμένες θέσεις του φέροντος οργανισμού οι οποίες θα απορροφήσουν σημαντικό μέρος της εισαγόμενης σεισμικής ενέργειας. Ο κατακόρυφος φέρον οργανισμός του μορφώνεται κυρίως με τοιχώματα για την αποφυγή χρήσης του ικανοτικού σχεδιασμού κόμβων ενώ γίνεται χρήση και δύο υποστυλωμάτων.

Αρχικά υπολογίζονται τα κατακόρυφα φορτία του κτιρίου, δηλαδή τα μόνιμα φορτία που οφείλονται στα ίδια βάρη των μελών, τα πρόσθετα μόνιμα (επικαλύψεις και τοιχοποιίες) και τα ωφέλιμα φορτία (κινητά φορτία).

Στη συνέχεια με χρήση του φάσματος σχεδιασμού και της απλοποιημένης φασματικής μεθόδου (ισοδύναμη στατική μέθοδος) που προτείνονται στον Ε.Α.Κ., καθορίζονται οι οριζόντιες σεισμικές δράσεις του κτιρίου για κάθε όροφο, κατά την εφαρμογή των σεισμικών δυνάμεων στο κτίριο. Λαμβάνεται υπόψη η ταυτόχρονη δράση τους στις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου, σε θέσεις μετατοπισμένες παράλληλα προς το κέντρο βάρους κάθε στάθμης κατά τη τυχηματική εκκεντρότητα κατά τις υποδείξεις του Ε.Α.Κ.. Ακολουθώς μορφώνεται κατάλληλο προσομοίωμα χωρικού πλαισίου με χρήση του στατικού προγράμματος SOFISTIK, όπου γίνεται ελαστική ανάλυση με σκοπό την εύρεση των εντατικών μεγεθών του κτιρίου. Καταρχήν επιχειρείται η ανάλυση και διαστασιολόγηση του κτιρίου αγνοώντας την κατακόρυφη συνιστώσα z του σεισμού. Προκύπτουν έτσι 32 σεισμικοί συνδυασμοί δράσεων. Σημειώνεται ότι οι σεισμικές δράσεις συνδυάζονται με το σύνολο των μόνιμων, των πρόσθετων μόνιμων και το 30% των κινητών φορτίων.

Στη συνέχεια επιχειρείται η διαστασιολόγηση των κατακόρυφων μελών του ισογείου σύμφωνα με γίνεται τα αποτελέσματα της στατικής ανάλυσης.

Στην εργασία αυτή γίνεται αναλυτική παρουσίαση της διαστασιολόγησης των υποστυλωμάτων K1 και K2 και των τοιχωμάτων T3,T4,T6,T7 και T8 του ισογείου (ως αντιπροσωπευτικά) έναντι κάμψης και ο υπολογισμός των οπλισμών τους έναντι κάμψης χρησιμοποιώντας τις μέγιστες τιμές των εντατικών μεγεθών που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση των δύο κύριων συνιστώσεων του σεισμού x,y.

Σε δεύτερη φάση το κτίριο επιλύεται έναντι των σεισμικών δράσεων λαμβανοντας όμως υπόψη αυτή τη φορά και την κατακόρυφη συνιστώσα του σεισμού. Για λόγους μείωσης του όγκου των υπολογισμών, η διαστασιολόγηση των υποστυλωμάτων του ισογείου γίνεται στην περίπτωση αυτή μόνο για εκείνους τους συνδυασμούς φορτίσεων που είχαν αποδειχθεί οι πλέον δυσμενείς κατά την πρώτη επίλυση (όπου αγνοήθηκε η κατακόρυφη συνιστώσα).

Τέλος γίνεται συγκριτικός έλεγχος των οπλισμών των συγκεκριμένων υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων έναντι διατμήσεως για τις δύο περιπτώσεις που διερευνήθηκαν.

2. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Πρόκειται για τετραόροφο κτίριο με διαστάσεις $L_y=16,60\text{m}$. και $L_x=9,90\text{m}$. (βλ. Σχ.1). Το κτίριο χωρίζεται σε 8 πλάκες (εκ των οποίων οι 2 είναι εξώστες) με πάχος $h=0,15\text{m}$. και αποτελείται από 17 δοκούς, 10 τοιχεία και 2 υποστυλώματα.

Αναλυτικότερα οι διαστάσεις των τοιχείων και των υποστυλωμάτων έχουν ως εξής:

Το τοιχείο T1 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=300\text{cm}$ και μήκος $L=145\text{cm}$.

Το τοιχείο T2 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=300\text{cm}$ και μήκος $L=160\text{cm}$.

Το τοιχείο T3 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=300\text{cm}$ και μήκος $L=155\text{cm}$.

Το τοιχείο T4 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=300\text{cm}$ και μήκος $L=145\text{cm}$.

Το τοιχείο T5 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=300\text{cm}$ και μήκος $L=150\text{cm}$.

Το τοιχείο T6 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=300\text{cm}$ και μήκος $L=150\text{cm}$.

Το τοιχείο T7 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=300\text{cm}$ και μήκος $L=150\text{cm}$.

Το τοιχείο T8 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=300\text{cm}$ και μήκος $L=150\text{cm}$.

Το τοιχείο T9 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=300\text{cm}$ και μήκος $L=150\text{cm}$.

Το τοιχείο T10 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=300\text{cm}$ και μήκος $L=145\text{cm}$

Το υποστύλωμα K1 έχει πλάτος $b=40\text{cm}$, μήκος $L=40\text{cm}$ και ύψος $h=300\text{cm}$

Το υποστύλωμα K2 έχει πλάτος $b=40\text{cm}$, μήκος $L=40\text{cm}$ και ύψος $h=300\text{cm}$

Ενώ οι διαστάσεις των δοκών είναι:

Η δοκός Δ_1 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=2,05\text{m}$.

Η δοκός Δ_2 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=4,50\text{m}$.

Η δοκός Δ_3 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=5,25\text{m}$.

Η δοκός Δ_4 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=2,535\text{m}$.

Η δοκός Δ_5 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=5,90\text{m}$.

Η δοκός Δ_6 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=4,35\text{m}$.

Η δοκός Δ_7 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=2,75\text{m}$.

Η δοκός Δ_8 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=6,00\text{m}$.

Η δοκός Δ_9 έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=3,10\text{m}$.

Η δοκός Δ_{10} έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=5,40\text{m}$.

Η δοκός Δ_{11} έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=2,45\text{m}$.

Η δοκός Δ_{12} έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=4,30\text{m}$.

Η δοκός Δ_{13} έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=3,55\text{m}$.

Η δοκός Δ_{14} έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=4,30\text{m}$.

Η δοκός Δ_{15} έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=3,55\text{m}$.

Η δοκός Δ_{16} έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=5,40\text{m}$.

Η δοκός Δ_{17} έχει πλάτος $b=30\text{cm}$, ύψος $h=60\text{cm}$ και μήκος $L=2,45\text{m}$.

Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25 και χάλυβα κατηγορίας S500. Η επικάλυψη των δαπέδων έγινε με μάρμαρο πάχους $d=3\text{cm}$. και τσιμεντοκονία πάχους $d=2\text{cm}$. Τέλος το κτίριο φέρει τοιχοποιία εσωτερικά δομική πάχους $d=10\text{cm}$ και εξωτερικά μπατική πάχους $d=20\text{cm}$, που ξεκινά από τη στάθμη του δαπέδου και φτάνει σε ύψος μέχρι την κρέμαση της δοκού, δηλ. $h=2,40\text{m}$.

3. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

3.1 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΦΟΡΤΙΑ

Στα κατακόρυφα φορτία του κτιρίου εντάσσονται όλα τα φορτία που φέρει μόνιμα ο ίδιος ο φορέας καθώς και ένα μέρος των κινητών φορτίων. Τα κατακόρυφα φορτία χωρίζονται στα μόνιμα φορτία, τα οποία προέρχονται από το ίδιο βάρος του σκυροδέματος, στα πρόσθετα μόνιμα τα οποία δημιουργούνται από το βάρος της τοιχοποιίας και το βάρος των επικαλύψεων και στα κινητά φορτία.

Η χρήση του κτιρίου που θα ελέγξουμε αντισεισμικά είναι κατοικία. Στο κεφάλαιο 4 του ΕΑΚ 2000 (παράγραφος 4.1.2.1. πίνακας 4.1) ορίζονται οι συντελεστές σεισμικού συνδυασμού για μακροχρόνιες μεταβλητές δράσεις που στη περίπτωση μας είναι $\gamma_2=0,30$. Επίσης για τον υπολογισμό των φορτίων θα λάβουμε υπ'όψιν από τον σεισμικό συνδυασμό για τα μόνιμα και πρόσθετα μόνιμα φορτία συντελεστή $\gamma_g=1,00$.

Ορίζουμε ως κινητό φορτίο για τις πλάκες $p=2,00 \text{ KN/m}^2$ και για τους εξώστες $p=5,00 \text{ KN/m}^2$. Για τον υπολογισμό των κατακόρυφων φορτίων εργαζόμαστε ως εξής: Βάζουμε τα φορτία του ιδίου βάρους, των πρόσθετων μόνιμων και των κινητών φορτίων στο πρόγραμμα και από τα αποτελέσματα που καταγράφονται στο φύλλο 'εργ' του προγράμματος, παίρνουμε τον μέσο όρο των φορτίσεων στη βάση και την κορυφή υποστυλωμάτων και τοιχείων, αφαιρώντας κάθε φορά τα φορτία της προηγούμενης στάθμης. Αναλυτικότερα η διαδικασία περιγράφεται στην παρακάτω παράγραφο.

3.1.1. I.B.+ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ

Πιν.1 Φορτία 4^{ης} Στάθμης

ΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	ΦΟΡΤΙΟ Ni
Τοιχείο T1(11706):	$(83,5+50,9)/2 = 67,2\text{KN}$
Τοιχείο T2(11764):	$(109,6+73,6)/2 = 91,6\text{KN}$
Τοιχείο T3(11778):	$(137,1+101,1)/2 = 119,1\text{KN}$
Τοιχείο T4(11746):	$(79,2+46,6)/2 = 62,9\text{KN}$
Τοιχείο T5(11454):	$(120,3+86,5)/2 = 103,4\text{KN}$
Τοιχείο T6(11494):	$(126,7+94,0)/2 = 110,35\text{KN}$
Τοιχείο T7(11104):	$(75,7+41,9)/2 = 58,8\text{KN}$
Τοιχείο T8(11164):	$(195,4+161,6)/2 = 178,5\text{KN}$
Τοιχείο T9(11178):	$(201,3+168,6)/2 = 184,95\text{KN}$
Τοιχείο T10(11140):	$(78,8+46,2)/2 = 62,5\text{KN}$
Υποστύλωμα K1(11464):	$(112,2+100,2)/2 = 106,2\text{KN}$
Υποστύλωμα K2(11478):	$(141,9+129,9)/2 = 135,9\text{KN}$
Σύνολο:	$\Sigma N_{4i} = 1281,4\text{KN}$

Πιν.2 Φορτία 3^{ης} Στάθμης

ΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	ΦΟΡΤΙΟ Ni
Τοιχείο T1(8706):	$[(188,2-83,5)+(155,6-50,9)]/2 = 104,7\text{KN}$
Τοιχείο T2(8764):	$[(259,7-109,6)+(223,7-73,6)]/2 = 150,1\text{KN}$
Τοιχείο T3(8778):	$[(330,2-137,1)+(294,2-101,1)]/2 = 193,1\text{KN}$

Τοιχείο T4(8746):	$[(191,3-79,2)+(158,7-46,6)]/2 = 112,1\text{KN}$
Τοιχείο T5(8454):	$[(284,6-120,3)+(250,8-86,5)]/2 = 164,3\text{KN}$
Τοιχείο T6(8494):	$[(297,7-126,7)+(265,1-94,0)]/2 = 171,05\text{KN}$
Τοιχείο T7(8104):	$[(200,5-75,7)+(166,8-41,9)]/2 = 124,85\text{KN}$
Τοιχείο T8(8164):	$[(426,4-195,4)+(392,7-161,6)]/2 = 231,05\text{KN}$
Τοιχείο T9(8178):	$[(449,7-201,3)+(417,1-168,6)]/2 = 248,45\text{KN}$
Τοιχείο T10(8140):	$[(198,5-78,8)+(165,9-46,2)]/2 = 119,7\text{KN}$
Υποστύλωμα K1(8464):	$[(258,7-112,2)+(246,7-100,2)]/2 = 146,5\text{KN}$
Υποστύλωμα K2(8478):	$[(324,3-141,9)+(312,3-129,9)]/2 = 182,4\text{KN}$
Σύνολο:	$\Sigma N_{3i} = 1948,3\text{KN}$

Πιν.3 Φορτία 2^{ης} Στάθμης

ΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	ΦΟΡΤΙΟ Ni
Τοιχείο T1(5706):	$[(289,6-188,2)+(257,0-155,6)]/2 = 101,4\text{KN}$
Τοιχείο T2(5764):	$[(406,8-259,7)+(370,8-223,7)]/2 = 147,1\text{KN}$
Τοιχείο T3(5778):	$[(519,0-330,2)+(483,0-294,2)]/2 = 188,8\text{KN}$
Τοιχείο T4(5746):	$[(301,4-191,3)+(268,8-158,7)]/2 = 110,1\text{KN}$
Τοιχείο T5(5454):	$[(444,2-284,6)+(410,4-250,8)]/2 = 159,6\text{KN}$
Τοιχείο T6(5494):	$[(468,0-297,7)+(435,4-265,1)]/2 = 170,3\text{KN}$
Τοιχείο T7(5104):	$[(322,1-200,5)+(288,3-166,8)]/2 = 121,55\text{KN}$
Τοιχείο T8(5164):	$[(658,7-426,4)+(624,9-392,7)]/2 = 232,25\text{KN}$
Τοιχείο T9(5178):	$[(697,9-449,7)+(665,3-417,1)]/2 = 248,2\text{KN}$
Τοιχείο T10(5140):	$[(315,3-198,5)+(282,7-165,9)]/2 = 116,8\text{KN}$
Υποστύλωμα K1(5464):	$[(418,0-258,7)+(406,0-246,7)]/2 = 159,3\text{KN}$

Υποστύλωμα Κ2(5478):	$[(517,2-324,3)+(505,2-312,3)]/2 = 192,9\text{KN}$
Σύνολο:	$\Sigma N_{2i} = 1948,3\text{KN}$

Πιν.4 Φορτία 1^{ης} Στάθμης

ΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	ΦΟΡΤΙΟ Ni
Τοιχείο T1(2706):	$[(382,2-289,6)+(349,6-257,0)]/2 = 92,6\text{KN}$
Τοιχείο T2(2764):	$[(548,9-406,8)+(512,9-370,8)]/2 = 142,1\text{KN}$
Τοιχείο T3(2778):	$[(700,7-519,0)+(665,8-483,0)]/2 = 182,25\text{KN}$
Τοιχείο T4(2746):	$[(405,0-301,4)+(372,4-268,8)]/2 = 103,6\text{KN}$
Τοιχείο T5(2454):	$[(598,0-444,2)+(564,3-410,4)]/2 = 153,85\text{KN}$
Τοιχείο T6(2494):	$[(641,2-468,0)+(607,4-435,4)]/2 = 172,6\text{KN}$
Τοιχείο T7(2104):	$[(435,5-322,1)+(401,7-288,3)]/2 = 113,4\text{KN}$
Τοιχείο T8(2164):	$[(895,7-658,7)+(861,9-624,9)]/2 = 237,0\text{KN}$
Τοιχείο T9(2178):	$[(946,9-697,9)+(914,3-665,3)]/2 = 249,0\text{KN}$
Τοιχείο T10(2140):	$[(426,2-315,3)+(393,6-282,7)]/2 = 110,9\text{KN}$
Υποστύλωμα Κ1(2464):	$[(599,7-418,0)+(587,7-406,0)]/2 = 181,7\text{KN}$
Υποστύλωμα Κ2(2478):	$[(726,8-517,2)+(714,8-505,2)]/2 = 209,6\text{KN}$
Σύνολο:	$\Sigma N_{1i} = 1948,6\text{KN}$

3.1.2. ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ

Πιν.5 Φορτία 4^{ης} Στάθμης

ΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	ΦΟΡΤΙΟ Ni
Τοιχείο T1(11706):	$(21,6+21,6)/2 = 21,6\text{KN}$
Τοιχείο T2(11764):	$(16,5+16,5)/2 = 16,5\text{KN}$
Τοιχείο T3(11778):	$(25,6+25,6)/2 = 25,6\text{KN}$
Τοιχείο T4(11746):	$(8,5+8,5)/2 = 8,5\text{KN}$
Τοιχείο T5(11454):	$(32,2+32,2)/2 = 32,2\text{KN}$
Τοιχείο T6(11494):	$(28,6+28,6)/2 = 28,6\text{KN}$
Τοιχείο T7(11104):	$(7,7+7,7)/2 = 7,7\text{KN}$
Τοιχείο T8(11164):	$(86,6+86,6)/2 = 86,6\text{KN}$
Τοιχείο T9(11178):	$(88,1+88,1)/2 = 88,1\text{KN}$
Τοιχείο T10(11140):	$(9,2+9,2)/2 = 9,2\text{KN}$
Υποστύλωμα K1(11464):	$(32,6+32,6)/2 = 32,6\text{KN}$
Υποστύλωμα K2(11478):	$(40,4+40,4)/2 = 40,4\text{KN}$
Σύνολο:	$\Sigma N_{4i} = 397,6\text{KN}$

Πιν.6 Φορτία 3^{ης} Στάθμης

ΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	ΦΟΡΤΙΟ Ni
Τοιχείο T1(8706):	$[(43,1-21,6)+(43,1-21,6)]/2 = 21,5\text{KN}$
Τοιχείο T2(8764):	$[(34,2-16,5)+(34,2-16,5)]/2 = 17,7\text{KN}$
Τοιχείο T3(8778):	$[(51,6-25,6)+(51,6-25,6)]/2 = 26,0\text{KN}$
Τοιχείο T4(8746):	$[(18,0-8,5)+(18,0-8,5)]/2 = 9,5\text{KN}$

Τοιχείο T5(8454):	$[(66,3-32,2)+(66,3-32,2)]/2 = 34,1\text{KN}$
Τοιχείο T6(8494):	$[(57,2-28,6)+(57,2-28,6)]/2 = 28,6\text{KN}$
Τοιχείο T7(8104):	$[(22,5-7,7)+(22,5-7,7)]/2 = 14,8\text{KN}$
Τοιχείο T8(8164):	$[(166,6-86,6)+(166,6-86,6)] = 80,0\text{KN}$
Τοιχείο T9(8178):	$[(171,4-88,1)+(171,4-88,1)]/2 = 83,3\text{KN}$
Τοιχείο T10(8140):	$[(24,0-9,2)+(24,0-9,2)]/2 = 14,8\text{KN}$
Υποστύλωμα K1(8464):	$[(61,9-32,6)+(61,9-32,6)]/2 = 29,3\text{KN}$
Υποστύλωμα K2(8478):	$[(78,3-40,4)+(78,3-40,4)]/2 = 37,9\text{KN}$
Σύνολο:	$\Sigma N_{3i} = 397,5\text{KN}$

Πιν.7 Φορτία 2^{ης} Στάθμης

ΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	ΦΟΡΤΙΟ Ni
Τοιχείο T1(5706):	$[(65,1-43,1)+(65,1-43,1)]/2 = 22,0\text{KN}$
Τοιχείο T2(5764):	$[(50,8-34,2)+(50,8-34,2)]/2 = 16,6\text{KN}$
Τοιχείο T3(5778):	$[(76,9-51,6)+(76,9-51,6)]/2 = 25,3\text{KN}$
Τοιχείο T4(5746):	$[(27,3-18,0)+(27,3-18,0)]/2 = 9,3\text{KN}$
Τοιχείο T5(5454):	$[(98,7-66,3)+(98,7-66,3)]/2 = 32,4\text{KN}$
Τοιχείο T6(5494):	$[(85,4-57,2)+(85,4-57,2)]/2 = 28,2\text{KN}$
Τοιχείο T7(5104):	$[(34,2-22,5)+(34,2-22,5)]/2 = 11,7\text{KN}$
Τοιχείο T8(5164):	$[(249,1-166,6)+(249,1-166,6)]/2 = 82,5\text{KN}$
Τοιχείο T9(5178):	$[(256,0-171,4)+(256,0-171,4)]/2 = 84,6\text{KN}$
Τοιχείο T10(5140):	$[(36,5-24,0)+(36,5-24,0)]/2 = 12,5\text{KN}$
Υποστύλωμα K1(5464):	$[(94,1-61,9)+(94,1-61,9)]/2 = 32,2\text{KN}$
Υποστύλωμα K2(5478):	$[(118,6-78,3)+(118,6-78,3)]/2 = 40,3\text{KN}$

Σύνολο:	$\Sigma N2i = 397,6\text{KN}$
---------	-------------------------------

Πιν.8 Φορτία 1^{ης} Στάθμης

ΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	ΦΟΡΤΙΟ Ni
Τοιχείο T1(2706):	$[(87,9-65,1)+(87,9-65,1)]/2 = 22,8\text{KN}$
Τοιχείο T2(2764):	$[(66,0-50,8)+(66,0-50,8)]/2 = 15,2\text{KN}$
Τοιχείο T3(2778):	$[(101,2-76,9)+(101,2-76,9)]/2 = 24,3\text{KN}$
Τοιχείο T4(2746):	$[(36,3-27,3)+(36,3-27,3)]/2 = 9,0\text{KN}$
Τοιχείο T5(2454):	$[(127,9-98,7)+(127,9-98,7)]/2 = 29,2\text{KN}$
Τοιχείο T6(2494):	$[(112,8-85,4)+(112,8-85,4)]/2 = 27,4\text{KN}$
Τοιχείο T7(2104):	$[(40,6-34,2)+(40,6-34,2)]/2 = 6,4\text{KN}$
Τοιχείο T8(2164):	$[(335,7-249,1)+(335,7-249,1)]/2 = 86,6\text{KN}$
Τοιχείο T9(2178):	$[(342,9-256,0)+(342,9-256,0)]/2 = 86,9\text{KN}$
Τοιχείο T10(2140):	$[(45,1-36,5)+(45,1-36,5)]/2 = 8,6\text{KN}$
Υποστύλωμα K1(2464):	$[(131,0-94,1)+(131,0-94,1)]/2 = 36,9\text{KN}$
Υποστύλωμα K2(2478):	$[(162,8-118,6)+(162,8-118,6)]/2 = 44,2\text{KN}$
Σύνολο:	$\Sigma N1i = 397,5\text{KN}$

4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Ο υπολογισμός των σεισμικών φορτίων μπορεί να γίνει με δύο μεθόδους, την δυναμική φασματική μέθοδο και με την απλοποιημένη φασματική μέθοδο (ισοδύναμη στατική μέθοδος).

Για τον αντισεισμικό υπολογισμό του συγκεκριμένου κτιρίου θα χρησιμοποιήσουμε την ισοδύναμη στατική μέθοδο. Η μέθοδος αυτή προκύπτει από την δυναμική φασματική μέθοδο με προσεγγιστική θεώρηση μόνο της θεμελιώδους ιδιομορφής ταλάντωσης για κάθε διεύθυνση υπολογισμού (μόνο ιδιομορφική μέθοδος). Η απλοποίηση αυτή επιτρέπει τον άμεσο υπολογισμό της σεισμικής απόκρισης με τη βοήθεια "ισοδύναμων" σεισμικών δυνάμεων, οι οποίες εφαρμόζονται σαν σεισμικά φορτία πάνω στην κατασκευή. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου οι δύο οριζόντιες συνιστώσες του σεισμού εκλέγονται παράλληλα προς τις κύριες διευθύνσεις του κτιρίου και χρησιμοποιείται πάντα το φάσμα σχεδιασμού $\Phi_d(T)$.

Η μέθοδος εφαρμόζεται στις παρακάτω περιπτώσεις:

- α) Κανονικά κτίρια μέχρι 10 ορόφους
- β) Μη κανονικά κτίρια μέχρι 5 ορόφους με εξασφαλισμένη τη διαφραγματική λειτουργία των πλακών. Εξαιρούνται τα κτίρια σπουδαιότητας Σ4 άνω των 2 ορόφων σε οποιαδήποτε σεισμική ζώνη και τα κτίρια σπουδαιότητας Σ3 άνω των δύο ορόφων στις σεισμικές ζώνες III και IV.

Ένα κτίριο λέγεται κανονικό όταν ικανοποιεί τις παρακάτω συνθήκες:

- α) Τα πατώματα λειτουργούν ως απαραμόρφωτα διαφράγματα μέσα στο επίπεδό τους. Η λειτουργία αυτή, αν δεν γίνεται ακριβέστερος έλεγχος, θεωρείται ότι δεν είναι εξασφαλισμένη σε επιμήκη ορθογωνικά κτίρια με λόγο πλευρών μεγαλύτερο του 4, καθώς επίσης και σε κτίρια με κενά που υπερβαίνουν το 35% της κάτοψης του ορόφου.
- β) Η αύξηση ή μείωση $\Delta K_i = K_{i+1} - K_i$ της σχετικής δυσκαμψίας K_i ενός ορόφου σε κάθε οριζόντια διεύθυνση δεν υπερβαίνει τις τιμές 0,35 K_i και 0,50 K_i αντίστοιχα. Η δυσκαμψία ενός ορόφου σε μια διεύθυνση θα λαμβάνεται ως το άθροισμα των σχετικών δυσκαμψιών $E \cdot I/h$ των κατακόρυφων στοιχείων του ορόφου.
- γ) Η αύξηση ή μείωση $\Delta m_i = m_{i+1} - m_i$ της μάζας m_i ενός ορόφου δεν υπερβαίνει τις τιμές 0,35 m_i και 0,50 m_i αντίστοιχα. Από τον έλεγχο του κριτηρίου αυτού, εξαιρείται ο ανώτατος όροφος και τυχόν απόληξη κλιμακοστασίου.

Το συγκεκριμένο κτίριο είναι τετραόροφο, κατηγορίας σπουδαιότητας Σ1, τα πατώματα λειτουργούν ως απαραμόρφωτα διαφράγματα, έχει λόγο πλευρών μικρότερο του 4 ($L_y/L_x = 16,6\text{m}/9,9\text{m} = 1,7$), το κενά του δεν υπερβαίνουν σε καμία περίπτωση το 35% της κάτοψης του ορόφου και έχουμε ομαλή μεταβολή των σχετικών δυσκαμψιών και μαζών από όροφο σε όροφο.

4.1 Υπολογισμός μάζας κτιρίου

Υπολογίζουμε τη μάζα του κάθε ορόφου και τη συνολική μάζα του κτιρίου. Οι τιμές των μαζών προκύπτουν από τα κατακόρυφα φορτία $G_k + \gamma_2 * Q_k$, όπου G_k και Q_k είναι οι αντιπροσωπευτικές τιμές των μόνιμων και μεταβλητών φορτίων και μειωτικός συντελεστής γ_2 που λαμβάνεται ίσος με 0,30.

$$m_4 = (1281,4\text{KN} + 0,3 * 397,6\text{KN}) / 10\text{m/s}^2 = 140,2\text{Mgr} \text{ ή } 140,2\text{t}$$

$$m_3 = (1948,3\text{KN} + 0,3 * 397,5\text{KN}) / 10\text{m/s}^2 = 206,9\text{Mgr} \text{ ή } 206,9\text{t}$$

$$m_2 = (1948,3\text{KN} + 0,3 * 397,6\text{KN}) / 10\text{m/s}^2 = 206,9\text{Mgr} \text{ ή } 206,9\text{t}$$

$$m_1 = (1948,6\text{KN} + 0,3 * 397,5\text{KN}) / 10\text{m/s}^2 = 206,9\text{Mgr} \text{ ή } 206,9\text{t}$$

$$m_{\text{ολ}} = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 = 206,9\text{t} + 206,9\text{t} + 206,9\text{t} + 140,2\text{t} = 760,9\text{t}$$

4.2 Ιδιοπερίοδος κτιρίου

Θα χρησιμοποιήσουμε την σχέση (3.13) της §3.5.2 του Ε.Α.Κ για τον υπολογισμό της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου.

$$T = 0.09 \frac{H}{\ddot{O}_L} * \sqrt{\frac{H}{H + \rho L}}$$

όπου H = το ύψος του κτιρίου = 12,0m.

L = το μήκος του κτιρίου κατά τη θεωρούμενη διεύθυνση υπολογισμού και
 ρ = ο λόγος της επιφάνειας των διατομών των τοιχωμάτων ανά διεύθυνση σεισμικής δράσης προς τη συνολική επιφάνεια τοιχωμάτων και υποστυλωμάτων.

Βρίσκουμε τις ιδιοπεριόδους κατα x, y :

$$T_y = 0.09 \frac{H}{\ddot{O}_{Ly}} * \sqrt{\frac{H}{H + \rho Ly}}$$

$$\rho_y = \frac{A_T}{A_T + \Sigma_K} \quad \text{και } L_y = 16,6 \text{m.}$$

όπου A_T = συνολική επιφάνεια των διατομών των τοιχωμάτων ανά διεύθυνση y
 Σ_K = συνολική επιφάνεια των διατομών των υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων του κτιρίου

$$\rho_y = \frac{1.60 \cdot 0.30 + 1.55 \cdot 0.30 + 1.50 \cdot 0.30 + 1.50 \cdot 0.30 + 1.50 \cdot 0.30 + 1.45 \cdot 0.30}{(1.60 \cdot 0.30 + 1.55 \cdot 0.30 + 1.50 \cdot 0.30 + 1.50 \cdot 0.30 + 1.50 \cdot 0.30 + 1.45 \cdot 0.30) + 2 \cdot (0.4 \cdot 0.4)}$$

$$= 0,895$$

$$T_y = 0.09 \sqrt{\frac{12}{12 + 0,895 \cdot 16,6}} = 0,177 \text{ sec}$$

$$T_x = 0.09 \sqrt{\frac{H}{H + \rho L_x}}$$

$$\rho_x = \frac{A_T}{A_T + \Sigma_K} \quad \text{και } L_x = 9,90 \text{m.}$$

όπου A_T = συνολική επιφάνεια των διατομών των τοιχωμάτων ανά διεύθυνση x
 Σ_K = συνολική επιφάνεια των διατομών των υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων του κτιρίου

$$\rho_x = \frac{1.45 \cdot 0.30 + 1.45 \cdot 0.30 + 1.50 \cdot 0.30 + 1.50 \cdot 0.30}{(1.60 \cdot 0.30 + 1.60 \cdot 0.30 + 1.65 \cdot 0.30 + 1.60 \cdot 0.30) + 2 \cdot (0.4 \cdot 0.4)} = 0,847$$

$$T_x = 0.09 \sqrt{\frac{12}{12 + 0,847 \cdot 9,90}} = 0,263 \text{ sec}$$

4.3 Επιτάχυνση σχεδιασμού

Με την ευρεση της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου, βρίσκουμε την φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού κατά τις διευθύνσεις x,y.

Το κτίριο βρίσκεται στην Αθήνα, στην περιοχή της Δάφνης όπου σύμφωνα με τον Ε.Α.Κ. κατατάσσεται ως εξής:

- Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I : $A = 0,16g$
- Κατηγορία εδάφους B : $T_1 = 0,15sec$, $T_2 = 0,60sec$
- Κατηγορία σπουδαιότητας Σ2 : $\gamma_i = 1,00$ (για κατοικία)
- Συντελεστής θεμελίωσης : $\theta = 1,00$ (λόγω εδάφους κατηγορίας B)
- Συντελεστής φασματικής ενίσχυσης : $\beta_0 = 2,5$
- Συντελεστής συμπεριφοράς $q = 3,5$ (λόγω πλαισιακής λειτουργίας)
- Συντελεστής ιξώδους $\eta = \sqrt{\frac{7}{2+5}} = 1$ (για οπλισμένο σκυρόδεμα $\zeta=5\%$)

Φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού κατά x :

$$T_x = 0,263 \text{ s} \quad T_1 = 0,15sec < T_x = 0,263sec < T_2 = 0,60sec$$

$$\text{Άρα } \Phi_{d(T)x} = \gamma_i * A * \frac{\eta * \theta * \beta_0}{q} = 1,00 * 0,16g * \frac{1 * 1 * 2,5}{3,5} = 0,114g = 1,14m/s^2$$

$$V_{0(x)} = \Phi_{d(T)x} * m_{0\Lambda} = 1,14m/s^2 * 760,9KN * sec^2/m = 867,5KN$$

Φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού κατά y :

$$T_y = 0,177 \text{ s} \quad T_1 = 0,15sec < T_y = 0,177sec < T_2 = 0,60sec$$

$$\text{Άρα } \Phi_{d(T)y} = \gamma_i * A * \frac{\eta * \theta * \beta_0}{q} = 1,00 * 0,16g * \frac{1 * 1 * 2,5}{3,5} = 0,114g = 1,14m/s^2$$

$$V_{0(y)} = \Phi_{d(T)y} * m_{0\Lambda} = 1,14m/s^2 * 760,9KN * sec^2/m = 867,5KN$$

Χρησιμοποιώντας τις φασματικές επιταχύνσεις και την συνολική μάζα υπολογίζουμε την τέμνουσα σχεδιασμού του κτιρίου και στις δύο διευθύνσεις. Έπειτα υπολογίζουμε τις οριζόντιες σεισμικές δυνάμεις για κάθε όροφο.

4.4 Καθ' ύψος κατανομή σεισμικών φορτίων

Σε κανονικά κτίρια επιτρέπεται η καθ' ύψος κατανομή των σεισμικών φορτίων να γίνεται με την παρακάτω σχέση:

$$F_i = (V_0 - V_H) * \frac{m_i * z_i}{\sum m_i * z_i}, \quad \text{όπου } i = 1, 2, \dots, N$$

όπου: m_i = είναι η συγκεντρωμένη μάζα στη στάθμη i

z_i = η απόσταση της στάθμης i από τη βάση

$V_H = 0,07 * T * V_0$ ($\leq 0,25 * V_0$) είναι μια πρόσθετη δύναμη που εφαρμόζεται στην κορυφή του κτιρίου όταν $T \geq 1,0 \text{ sec}$. Εδώ $T_x = 0,268 \text{ sec}$ και $T_y = 0,179 \text{ sec}$ μικρότερες του 1 sec , άρα $V_H = 0 \text{ KN}$.

N = ο αριθμός των ορόφων.

Έχουμε:

$$F_{1(y)} = \frac{m_1 * z_1}{m_1 * z_1 + m_2 * z_2 + m_3 * z_3 + m_4 * z_4} * V_{0(y)} \text{ } \rho$$

$$206,9 * 3 \text{ Mgr} * \text{m}$$

$$F_{1(y)} = \frac{206,9 * 3 \text{ Mgr} * \text{m}}{(206,9 * 3 + 206,9 * 6 + 206,9 * 9 + 140,2 * 12) \text{ Mgr} * \text{m}} * 867,5 \text{ KN } \rho \quad F_{1(y)} = 99,64 \text{ KN}$$

$$F_{2(y)} = \frac{m_2 * z_2}{m_1 * z_1 + m_2 * z_2 + m_3 * z_3 + m_4 * z_4} * V_{0(y)} \text{ } \rho$$

$$206,9 * 6 \text{ Mgr} * \text{m}$$

$$F_{2(y)} = \frac{206,9 * 6 \text{ Mgr} * \text{m}}{(206,9 * 3 + 206,9 * 6 + 206,9 * 9 + 140,2 * 12) \text{ Mgr} * \text{m}} * 867,5 \text{ KN } \rho \quad F_{2(y)} = 199,25 \text{ KN}$$

$$F_{3(y)} = \frac{m_3 * z_3}{m_1 * z_1 + m_2 * z_2 + m_3 * z_3 + m_4 * z_4} * V_{0(y)} \text{ } \rho$$

$$206,9 * 9 \text{ Mgr} * \text{m}$$

$$F_{3(y)} = \frac{206,9 * 9 \text{ Mgr} * \text{m}}{(206,9 * 3 + 206,9 * 6 + 206,9 * 9 + 140,2 * 12) \text{ Mgr} * \text{m}} * 867,5 \text{ KN } \rho \quad F_{3(y)} = 298,93 \text{ KN}$$

$$F_{4(y)} = \frac{m_4 * z_4}{m_1 * z_1 + m_2 * z_2 + m_3 * z_3 + m_4 * z_4} * V_{0(y)} \text{ } \rho$$

$$F_{4(y)} = \frac{140,2 \cdot 12 \text{ Mgr} \cdot \text{m}}{(206,9 \cdot 3 + 206,9 \cdot 6 + 206,9 \cdot 9 + 140,2 \cdot 12) \text{ Mgr} \cdot \text{m}} \cdot 867,5 \text{ KN} \quad \text{P} \quad F_{4(y)} = 270,02 \text{ KN}$$

Παρομοίως

$$F_{1(x)} = \frac{m_1 \cdot z_1}{m_1 \cdot z_1 + m_2 \cdot z_2 + m_3 \cdot z_3 + m_4 \cdot z_4} \cdot V_{0(x)} \quad \text{P}$$

$$F_{1(x)} = \frac{206,9 \cdot 3 \text{ Mgr} \cdot \text{m}}{(206,9 \cdot 3 + 206,9 \cdot 6 + 206,9 \cdot 9 + 140,2 \cdot 12) \text{ Mgr} \cdot \text{m}} \cdot 867,5 \text{ KN} \quad \text{P} \quad F_{1(x)} = 99,64 \text{ KN}$$

$$F_{2(x)} = \frac{m_2 \cdot z_2}{m_1 \cdot z_1 + m_2 \cdot z_2 + m_3 \cdot z_3 + m_4 \cdot z_4} \cdot V_{0(x)} \quad \text{P}$$

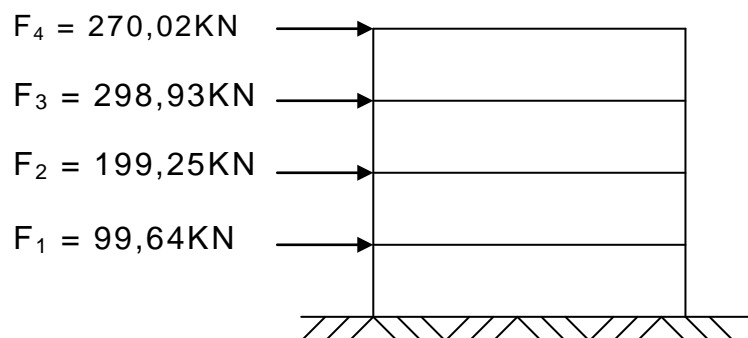
$$F_{2(x)} = \frac{206,9 \cdot 6 \text{ Mgr} \cdot \text{m}}{(206,9 \cdot 3 + 206,9 \cdot 6 + 206,9 \cdot 9 + 140,2 \cdot 12) \text{ Mgr} \cdot \text{m}} \cdot 867,5 \text{ KN} \quad \text{P} \quad F_{2(x)} = 199,25 \text{ KN}$$

$$F_{3(x)} = \frac{m_3 \cdot z_3}{m_1 \cdot z_1 + m_2 \cdot z_2 + m_3 \cdot z_3 + m_4 \cdot z_4} \cdot V_{0(x)} \quad \text{P}$$

$$F_{3(x)} = \frac{206,9 \cdot 9 \text{ Mgr} \cdot \text{m}}{(206,9 \cdot 3 + 206,9 \cdot 6 + 206,9 \cdot 9 + 140,2 \cdot 12) \text{ Mgr} \cdot \text{m}} \cdot 867,5 \text{ KN} \quad \text{P} \quad F_{3(x)} = 298,93 \text{ KN}$$

$$F_{4(x)} = \frac{m_4 \cdot z_4}{m_1 \cdot z_1 + m_2 \cdot z_2 + m_3 \cdot z_3 + m_4 \cdot z_4} \cdot V_{0(x)} \quad \text{P}$$

$$F_{4(x)} = \frac{140,2 \cdot 12 \text{ Mgr} \cdot \text{m}}{(206,9 \cdot 3 + 206,9 \cdot 6 + 206,9 \cdot 9 + 140,2 \cdot 12) \text{ Mgr} \cdot \text{m}} \cdot 867,5 \text{ KN} \quad \text{P} \quad F_{4(x)} = 270,02 \text{ KN}$$



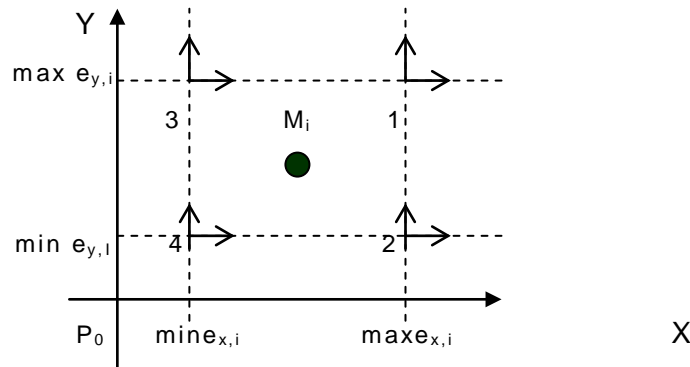
4.5 Τυχηματική εκκεντρότητα

Για την αντιμετώπιση στρεπτικών επιπονήσεων ενός κτιρίου, οφειλόμενων σε παράγοντες που δεν είναι πρακτικά εφικτό να προσομοιωθούν, η μάζα m_i ή η σεισμική δύναμη F_i κάθε ορόφου θα λαμβάνεται μετατοπισμένη διαδοχικά εκατέρωθεν του κέντρου βάρους, κάθετα προς τη διεύθυνση της εξεταζόμενης οριζόντιας συνιστώσας του σεισμού, σε απόσταση ίση με τη τυχηματική εκκεντρότητα e_{ti} του ορόφου i .

Η τυχηματική εκκεντρότητα e_{ti} λαμβάνεται ίση προς $0,05L_i$, όπου L_i το πλάτος του ορόφου κάθετα προς την εξεταζόμενη διεύθυνση.

Κατά την εφαρμογή της απλοποιημένης φασματικής μεθόδου, για κάθε κύρια διεύθυνση του κτιρίου και σε κάθε διάφραγμα, οι σεισμικές δυνάμεις F_i εφαρμόζονται εκατέρωθεν του κέντρου μάζας M_i με τις παρακάτω εκκεντρότητες σχεδιασμού ως προς τον (πραγματικό ή πλασματικό) ελαστικό άξονα του κτιρίου:

1. ($\max e_{xi}, \max e_{yi}$)
2. ($\max e_{xi}, \min e_{yi}$)
3. ($\min e_{xi}, \max e_{yi}$)
4. ($\min e_{xi}, \min e_{yi}$)



Για κύρια διεύθυνση του σεισμού κατά X το πλάτος του ορόφου είναι $L_x=9,6m$, οπότε: $e_{xi} = 0,05 \cdot 9,6m = 0,48m$.

Αντίστοιχα, για κύρια διεύθυνση του σεισμού κατά Y το πλάτος του ορόφου είναι $L_y=16,3m$, οπότε $e_{yi} = 0,05 \cdot 16,3m = 0,82m$

Η διαστασιολόγηση καταρχάς θα γίνει λαμβάνοντας υπόψη ότι ο σεισμός δρα ταυτόχρονα και κατά τις δύο διευθύνσεις. Για κάθε σημείο όταν έχουμε κύρια διεύθυνση την X , λαμβάνεται υπόψη η συνιστώσα Y κατά 30% και όταν η κύρια διεύθυνση θα είναι η Y , θα λαμβάνεται η συνιστώσα X κατά 30%. Έτσι για κάθε σημείο προκύπτουν 8 συνδυασμοί στατικών φορτίσεων, οι οποίοι είναι:

$$F_1 = F_x + 0,3F_y$$

$$F_2 = F_x - 0,3F_y$$

$$F_3 = F_y + 0,3F_x$$

$$F_4 = F_y - 0,3F_x$$

$$F_5 = -F_x - 0,3F_y$$

$$F_6 = -F_x + 0,3F_y$$

$$F_7 = -F_y - 0,3F_x$$

$$F_8 = -F_y + 0,3F_x$$

Οι παραπάνω ποσοστιαίοι συνδυασμοί των στατικών φορτίσεων κατά X και κατά Y εφαρμόζονται διαδοχικά με τις μέγιστες και ελάχιστες εκκεντρότητες σχεδιασμού, οπότε προκύπτουν συνολικά $4 \cdot 8 = 32$ περιπτώσεις φορτίσεων για κάθε όροφο.

4.6 Σεισμικοί συνδυασμοί

Οι σεισμικοί συνδυασμοί υπολογίζονται ξεχωριστά για κάθε στάθμη. Οι συνολικοί ποσοστιαίοι συνδυασμοί είναι $32 \cdot 4 = 128$. Η διαδικασία είναι ίδια για κάθε όροφο και έχει ως εξής:

Καταρχήν μεταφέρουμε τη σεισμική δύναμη στο KB του ορόφου. Για την ορθότερη κατανομή της σεισμικής δύναμης στη μάζα του ορόφου, η δύναμη θα διανεμηθεί στις κορυφές των υποστυλωμάτων του ορόφου ανάλογα με το κατακόρυφο φορτίο που φέρει ο καθένας από αυτούς, π.χ. για τη διεύθυνση x έχουμε:

$$F_{1xi} = \rho_i \cdot F_{1x}$$

$$\text{Όπου } \rho_i = N_i / N_{0\lambda}$$

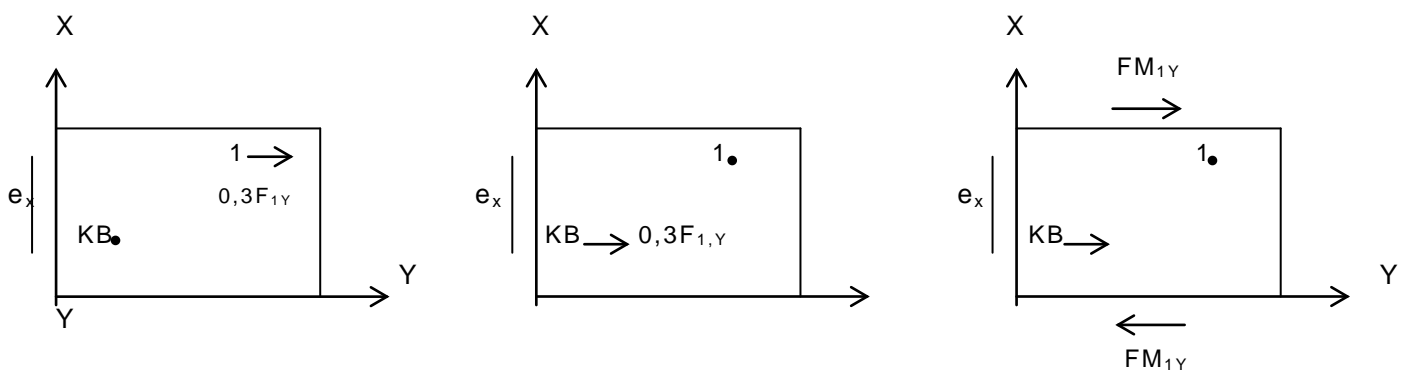
N_i είναι το κατακόρυφο φορτίο του υποστυλώματος ή τοιχείου του ορόφου

$N_{0\lambda}$ είναι το συνολικό κατακόρυφο φορτίο όλων των υποστυλωμάτων και τοιχείων του ορόφου

F_{1x} είναι η συνολική οριζόντια δύναμη του ορόφου κατά x

F_{1xi} είναι η σεισμική δύναμη του υποστυλώματος ή τοιχείου του ορόφου κατά x

Η προκύπτουσα ροπή λόγω μεταφοράς της δύναμης στο KB του ορόφου θα αναλυθεί σε ένα ζεύγος δυνάμεων στις πλευρές του κτιρίου που είναι παράλληλες προς τη διεύθυνση της επιβαλλόμενης σεισμικής δύναμης. Για την καλύτερη κατανομή των δυνάμεων του ζεύγους, αυτές θα μοιραστούν εξίσου στα υποστυλώματα της ανάλογης πλευράς.



5. ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

5.1. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Ο υπολογισμός των εντατικών μεγεθών και των μετακινήσεων των μελών του δομήματος από τις διάφορες δράσεις γίνεται με ελαστική ανάλυση στο χώρο, χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα SOFISTIK.

Ο φορέας του κτιρίου προσομοιώνεται ως χωρικό πλαίσιο αποτελούμενο από ραβδόμορφα γραμμικά πεπερασμένα στοιχεία (δοκοί – υποστυλώματα) και από επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία (πλάκες).

Όσον αφορά τα γραμμικά στοιχεία, τα διαμήκη οριζοντία μέλη του προσομοιώματος συμπίπτουν με τον άξονα των δοκών, ενώ τα κατακόρυφα με τους άξονες των υποστυλωμάτων. Ειδικότερα όσον αφορά τη προσομοίωση των τοιχωμάτων, χρησιμοποιείται κατακόρυφη ράβδος τοποθετημένη στο κεντροβαρικό άξονά τους, ενώ τα επιφανειακά στοιχεία τοποθετούνται στην κεντροβαρική επιφάνεια των πλακών.

Τα υποστυλώματα και τα τοιχώματα θεωρούνται πλήρως πακτωμένα στην βάση τους. Στο παράρτημα της εργασίας παρατίθενται το αρχείο δεδομένων και τα αναλυτικά αποτελέσματα των εντατικών μεγεθών των μελών του φορέα.

5.2. ΦΟΡΤΙΑ

5.2.1. Μόνιμα και πρόσθετα μόνιμα φορτία G_K (φόρτιση 1)

Υπολογίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα

5.2.2. Κινητά φορτία Q_K (φόρτιση 2)

Λαμβάνεται ομοιόμορφο φορτίο $Q = 2.0\text{KN/m}^2$ και για τους εξώστες ομοιόμορφο φορτίο $Q = 5.0\text{KN/m}^2$.

5.2.3. Σεισμικά φορτία

Οι σεισμικές δράσεις έχουν υπολογιστεί στο ΚΕΦ.4 (§4.6.)

Λαμβάνονται υπόψη 32 σεισμικοί συνδυασμοί με τις παρακάτω αριθμήσεις:

Σημείο 1

Φόρτιση 101: $E_x+0,3E_y$
Φόρτιση 102: $E_x-0,3E_y$
Φόρτιση 103: $E_y+0,3E_x$
Φόρτιση 104: $E_y-0,3E_x$
Φόρτιση 105: $-E_x-0,3E_y$
Φόρτιση 106: $-E_x+0,3E_y$
Φόρτιση 107: $-E_y-0,3E_x$
Φόρτιση 108: $-E_y+0,3E_x$

Σημείο 2

Φόρτιση 201: $E_x+0,3E_y$
Φόρτιση 202: $E_x-0,3E_y$
Φόρτιση 203: $E_y+0,3E_x$
Φόρτιση 204: $E_y-0,3E_x$
Φόρτιση 205: $-E_x-0,3E_y$
Φόρτιση 206: $-E_x+0,3E_y$
Φόρτιση 207: $-E_y-0,3E_x$
Φόρτιση 208: $-E_y+0,3E_x$

Σημείο 3

Φόρτιση 301: $E_x+0,3E_y$
Φόρτιση 302: $E_x-0,3E_y$
Φόρτιση 303: $E_y+0,3E_x$
Φόρτιση 304: $E_y-0,3E_x$
Φόρτιση 305: $-E_x-0,3E_y$
Φόρτιση 306: $-E_x+0,3E_y$
Φόρτιση 307: $-E_y-0,3E_x$
Φόρτιση 308: $-E_y+0,3E_x$

Σημείο 4

Φόρτιση 401: $E_x+0,3E_y$
Φόρτιση 402: $E_x-0,3E_y$
Φόρτιση 403: $E_y+0,3E_x$
Φόρτιση 404: $E_y-0,3E_x$
Φόρτιση 405: $-E_x-0,3E_y$
Φόρτιση 406: $-E_x+0,3E_y$
Φόρτιση 407: $-E_y-0,3E_x$
Φόρτιση 408: $-E_y+0,3E_x$

5.2.4. Συνδυασμοί φορτίσεων

Οι σεισμικοί συνδυασμοί λαμβάνονται από τη σχέση: $S_d = G_k + 0,3Q_k \pm E$

Γίνεται η ακόλουθη αρίθμηση:

Συνδυασμός 1101: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(101)$

Συνδυασμός 1102: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(102)$

Συνδυασμός 1103: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(103)$

Συνδυασμός 1104: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(104)$

Συνδυασμός 1105: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(105)$

Συνδυασμός 1106: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(106)$

Συνδυασμός 1107: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(107)$

Συνδυασμός 1108: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(108)$

Συνδυασμός 1201: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(201)$

Συνδυασμός 1202: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(202)$

Συνδυασμός 1203: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(203)$

Συνδυασμός 1204: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(204)$

Συνδυασμός 1205: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(205)$

Συνδυασμός 1206: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(206)$

Συνδυασμός 1207: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(207)$

Συνδυασμός 1208: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(208)$

Συνδυασμός 1301: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(301)$

Συνδυασμός 1302: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(302)$

Συνδυασμός 1303: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(303)$

Συνδυασμός 1304: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(304)$

Συνδυασμός 1305: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(305)$

Συνδυασμός 1306: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(306)$

Συνδυασμός 1307: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(307)$

Συνδυασμός 1308: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(308)$

Συνδυασμός 1401: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(401)$

Συνδυασμός 1402: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(402)$

Συνδυασμός 1403: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(403)$

Συνδυασμός 1404: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(404)$

Συνδυασμός 1405: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(405)$

Συνδυασμός 1406: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(406)$

Συνδυασμός 1407: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(407)$

Συνδυασμός 1408: $\Phi(1)+0,3\Phi(2)+\Phi(408)$

6. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ - ΕΛΕΓΧΟΙ

6.1 Έλεγχος υποστυλωμάτων σε διαξονική κάμψη

Η όπλιση των υποστυλωμάτων K1 και K2 θα γίνει για διαξονική κάμψη με αξονική δύναμη. Ο έλεγχος αυτός θα γίνει στην κάτω στήριξη των υποστυλωμάτων (0,000). Οι αξονικές δυνάμεις N και οι ροπές M_y και M_z λαμβάνονται από τα αποτελέσματα των σεισμικών συνδυασμών (βλ. παράρτημα).

Σε όλα τα τετραγωνικά υποστυλώματα η ελάχιστη πλευρά υποστυλώματος πρέπει να είναι τουλάχιστον 250mm. και η ελάχιστη διάμετρος τουλάχιστον 300mm. Τα κριτήρια αυτά τηρούνται στην παρούσα εργασία.

Για να εξασφαλίζεται επαρκής πλαστιμότητα σε υποστυλώματα με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, πρέπει η διατομή τους να είναι τέτοια, ώστε να πληρούται η συνθήκη:

$$v_d = \frac{N_{sd}}{A_c \cdot f_{cd}} \leq 0,65$$

για τους συνδυασμούς δράσεων με σεισμό.

· Έλεγχος στη στήριξη κάτω (διατομή 2464)

(τα $N = N_d$ από δράση συνδυασμού LC1101-LC1408 (0,000) του K1)

(τα $M_y = M_{sd,y}$ από δράση συνδυασμού LC1101-LC1408 (0,000) του K1)

(τα $M_z = M_{sd,z}$ από δράση συνδυασμού LC1101-LC1408 (0,000) του K1)

για 2464 (0,000) έχουμε:

για LC1101 (0,000) έχουμε $N = -665,7\text{KN}$

για LC1101 (0,000) έχουμε $M_y = 4,78\text{KNm}$

για LC1101 (0,000) έχουμε $M_z = -33,29\text{KNm}$

$$v_d = \frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{-665,7\text{KN}}{0,40\text{m} \cdot 0,40\text{m} \cdot 20 \cdot 10^3 / 1,5\text{m}^2} \quad \text{P} \quad v_d = -0,31$$

$$\mu_{sd,y} = \frac{|M_y|}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{|4,78\text{KNm}|}{0,40\text{m} \cdot (0,40\text{m})^2 \cdot 20 \cdot 10^3 / 1,5\text{m}^2} \quad \text{P} \quad \mu_{sd,y} = 0,01$$

$$\mu_{sd,z} = \frac{|M_z|}{b^2 \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{|-33,29\text{KNm}|}{(0,40\text{m})^2 \cdot 0,40\text{m} \cdot 20 \cdot 10^3 / 1,5\text{m}^2} \quad \text{P} \quad \mu_{sd,z} = 0,04$$

επειδή $\mu_{sd,y} = 0,01 < \mu_{sd,z} = 0,04$ θα είναι $\mu_1 = \mu_{sd,z}$ και $\mu_2 = \mu_{sd,y}$

$$\text{επίσης } \frac{d_1}{h} = \frac{0,05}{0,40} \approx 0,10 \quad \text{και} \quad \frac{d_1}{h} = \frac{0,05}{0,40} \approx 0,10$$

επειδή $v = 0,31$, θα κοιτάξουμε τον ΠΙΝ. 5.6 για $v = -0,2$ και $v = -0,4$

για $\mu_1 = 0,04$, $\mu_2 = 0,01$, $v = -0,2$, από ΠΙΝ. 5.6 έχουμε $\omega_{tot} = 0$

για $\mu_1 = 0,04$, $\mu_2 = 0,01$, $v = -0,4$, από ΠΙΝ. 5.6 έχουμε $\omega_{tot} = 0$

για $\omega_{tot} = 0$ και $\omega_{tot} = 0$ έχουμε από γραμμική παρεμβολή $\omega_{tot} = 0$

για LC1102 (0,000) έχουμε $N = -587,2\text{KN}$

για LC1102 (0,000) έχουμε $M_y = 17,35\text{KNm}$

για LC1102 (0,000) έχουμε $M_z = -35,10\text{KNm}$

$$v_d = \frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{-587,2\text{KN}}{0,40\text{m} \cdot 0,40\text{m} \cdot 20 \cdot 10^3 / 1,5\text{m}^2} \quad \text{P} \quad v_d = 0,28$$

$$\mu_{sd,y} = \frac{|M_y|}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{|17,35\text{KNm}|}{0,40\text{m} \cdot (0,40\text{m})^2 \cdot 20 \cdot 10^3 / 1,5\text{m}^2} \quad \text{P} \quad \mu_{sd,y} = 0,02$$

$$\mu_{sd,z} = \frac{|M_z|}{b^2 * h * f_{cd}} = \frac{|-35,10\text{KNm}|}{(0,40\text{m})^2 * 0,40\text{m} * 20 * 10^3 / 1,5\text{m}^2} \Rightarrow \mu_{sd,z} = 0,04$$

επειδή $\mu_{sd,y} = 0,02 < \mu_{sd,z} = 0,04$ θα είναι $\mu_1 = \mu_{sd,z}$ και $\mu_2 = \mu_{sd,y}$

$$\text{επίσης } \frac{d_1}{h} = \frac{0,05}{0,40} \approx 0,10 \text{ και } \frac{b_1}{h} = \frac{0,05}{0,40} \approx 0,10$$

επειδή $v = 0,27$, θα κοιτάξουμε τον ΠΙΝ. 5.6 για $v = 0,2$ και $v = 0,4$

για $\mu_1 = 0,04$, $\mu_2 = 0,02$, $v = 0,28$, από ΠΙΝ. 5.6 έχουμε $\omega_{tot} = 0$

για $\mu_1 = 0,04$, $\mu_2 = 0,02$, $v = 0,28$, από ΠΙΝ. 5.6 έχουμε $\omega_{tot} = 0$

για $\omega_{tot} = 0$ και $\omega_{tot} = 0$ έχουμε από γραμμική παρεμβολή $\omega_{tot} = 0$

Παρατηρούμε ότι οι ροπές M_y και M_z του υποστυλώματος είναι πολύ μικρές, με αποτέλεσμα να έχουμε συνεχώς μηδενικές τιμές του ω_{tot} . Έτσι σταματάμε την διαδικασία και οπλίζουμε αυθαίρετα αλλά σύμφωνα με τον Ε.Κ.Ω.Σ. 2000. Άρα:

επιλέγουμε **8Φ18 (20,32 cm²)**

· Έλεγχος στη στήριξη κάτω (διατομή 2478)

(τα $N = N_d$ από δράση συνδυασμού LC1101-LC1408 (0,000) του K2)

(τα $M_y = M_{sd,y}$ από δράση συνδυασμού LC1101-LC1408 (0,000) του K2)

(τα $M_z = M_{sd,z}$ από δράση συνδυασμού LC1101-LC1408 (0,000) του K2)

για 2478 (0,000) έχουμε:

για LC1101 (0,000) έχουμε $N = -787,9\text{KN}$

για LC1101 (0,000) έχουμε $M_y = -9,64\text{KNm}$

για LC1101 (0,000) έχουμε $M_z = -35,72\text{KNm}$

$$v_d = \frac{N_d}{b * h * f_{cd}} = \frac{-787,9\text{KN}}{0,40\text{m} * 0,40\text{m} * 20 * 10^3 / 1,5\text{m}^2} \quad \text{P} \quad v_d = -0,37$$

$$\mu_{sd,y} = \frac{|M_y|}{b * h^2 * f_{cd}} = \frac{|-9,64\text{KNm}|}{0,40\text{m} * (0,40\text{m})^2 * 20 * 10^3 / 1,5\text{m}^2} \quad \text{P} \quad \mu_{sd,y} = 0,01$$

$$\mu_{sd,z} = \frac{|M_z|}{b^2 * h * f_{cd}} = \frac{|-35,72\text{KNm}|}{(0,40\text{m})^2 * 0,40\text{m} * 20 * 10^3 / 1,5\text{m}^2} \quad \text{P} \quad \mu_{sd,z} = 0,04$$

επειδή $\mu_{sd,y} = 0,01 < \mu_{sd,z} = 0,04$ θα είναι $\mu_1 = \mu_{sd,z}$ και $\mu_2 = \mu_{sd,y}$

$$\text{επίσης } \frac{d_1}{h} = \frac{0,05}{0,40} \approx 0,10 \quad \text{και} \quad \frac{d_2}{h} = \frac{0,05}{0,40} \approx 0,10$$

επειδή $v = 0,37$, θα κοιτάξουμε τον ΠΙΝ. 5.6 για $v = -0,2$ και $v = -0,4$

για $\mu_1 = 0,04$, $\mu_2 = 0,01$, $v = -0,2$, από ΠΙΝ. 5.6 έχουμε $\omega_{tot} = 0$

για $\mu_1 = 0,04$, $\mu_2 = 0,01$, $v = -0,4$, από ΠΙΝ. 5.6 έχουμε $\omega_{tot} = 0$

για $\omega_{tot} = 0$ και $\omega_{tot} = 0$ έχουμε από γραμμική παρεμβολή $\omega_{tot} = 0$

για LC1102 (0,000) έχουμε $N = -820,4\text{KN}$

για LC1102 (0,000) έχουμε $M_y = 1,88\text{KNm}$

για LC1102 (0,000) έχουμε $M_z = -36,27\text{KNm}$

$$v_d = \frac{N_d}{b * h * f_{cd}} = \frac{-820,4\text{KN}}{0,40\text{m} * 0,40\text{m} * 20 * 10^3 / 1,5\text{m}^2} \quad \text{P} \quad v_d = 0,38$$

$$\mu_{sd,y} = \frac{|M_y|}{b * h^2 * f_{cd}} = \frac{|1,88\text{KNm}|}{0,40\text{m} * (0,40\text{m})^2 * 20 * 10^3 / 1,5\text{m}^2} \quad \text{P} \quad \mu_{sd,y} = 0,01$$

$$\mu_{sd,z} = \frac{|M_z|}{b^2 * h * f_{cd}} = \frac{|-36,27\text{KNm}|}{(0,40\text{m})^2 * 0,40\text{m} * 20 * 10^3 / 1,5\text{m}^2} \Rightarrow \mu_{sd,z} = 0,04$$

επειδή $\mu_{sd,y} = 0,01 < \mu_{sd,z} = 0,04$ θα είναι $\mu_1 = \mu_{sd,z}$ και $\mu_2 = \mu_{sd,y}$

$$\text{επίσης } \frac{d_1}{h} = \frac{0,05}{0,40} \approx 0,10 \text{ και } \frac{b_1}{h} = \frac{0,05}{0,40} \approx 0,10$$

επειδή $v = 0,27$, θα κοιτάξουμε τον ΠΙΝ. 5.6 για $v = 0,2$ και $v = 0,4$

για $\mu_1 = 0,04$, $\mu_2 = 0,01$, $v = 0,38$, από ΠΙΝ. 5.6 έχουμε $\omega_{tot} = 0$

για $\mu_1 = 0,04$, $\mu_2 = 0,01$, $v = 0,38$, από ΠΙΝ. 5.6 έχουμε $\omega_{tot} = 0$

για $\omega_{tot} = 0$ και $\omega_{tot} = 0$ έχουμε από γραμμική παρεμβολή $\omega_{tot} = 0$

Παρατηρούμε ότι οι ροπές M_y και M_z του υποστυλώματος είναι πολύ μικρές, με αποτέλεσμα να έχουμε συνεχώς μηδενικές τιμές του ω_{tot} . Έτσι σταματάμε τη διαδικασία και οπλίζουμε αυθαίρετα αλλά σύμφωνα με τον Ε.Κ.Ω.Σ. 2000. Άρα:

επιλέγουμε **8Φ18 (20,32 cm²)**

6.1.1 Έλεγχος οπλισμού υποστυλωμάτων

1. Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§18.4.2.), για να εξασφαλίζεται επαρκής πλαστιμότητα σε υποστυλώματα με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, πρέπει η διατομή τους να είναι τέτοια, ώστε να πληρούται η συνθήκη:

$$v_d = \frac{N_{sd}}{A_c \cdot f_{cd}} \leq 0,65 \quad \text{για τους συνδυασμούς δράσεων με σεισμό.}$$

Από τους υπολογισμούς στη διαξονική κάμψη η συνθήκη αυτή πληρείται.

2. Για τετραγωνικά υποστυλώματα ο ελάχιστος αριθμός των διαμήκων ράβδων είναι 4.

3. Για το ποσοστό του περιμετρικώς διατεταγμένου διαμήκους οπλισμού πρέπει:

$$\rho / \text{παρειάς} \geq 0.004 \text{ και } 0.004 < \rho / \text{σύνολο διατομής} < 0.04$$
$$\rho / \text{παρειάς} = \frac{3\Phi 18}{40\text{cm} \cdot 40\text{cm}} = \frac{7,62 \text{ cm}^2}{40\text{cm} \cdot 40\text{cm}} = 0,0048 > 0,004 \quad \underline{\text{O.K.}}$$

$$\rho / \text{παρειάς} = \frac{3\Phi 18}{40\text{cm} \cdot 40\text{cm}} = \frac{7,62\text{cm}^2}{40\text{cm} \cdot 40\text{cm}} = 0,0048 > 0,004 \quad \underline{\text{O.K.}}$$

$$\rho / \text{σύνολο διατομής} = \frac{8\Phi 18}{40\text{cm} \cdot 40\text{cm}} = \frac{20,32\text{cm}^2}{40\text{cm} \cdot 40\text{cm}} = 0,013$$

είναι $0,004 < 0,013 < 0,04$ O.K.

4. Σε υποστυλώματα με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας οι διαμήκεις ράβδοι πρέπει να συγκρατούνται από συνδετήρες και να διατάσσονται κατά μήκος της περιμέτρου της διατομής έτσι ώστε η απόστασή τους να μην ξεπερνά τα 200mm. Στην προκειμένη περίπτωση είναι 133mm και στις δύο διευθύνσεις X και Y αντίστοιχα, που ισχύει:

$$(40,0\text{cm} - 3 \cdot 1,8\text{cm} - 2 \cdot 1,0\text{cm} - 2 \cdot 3,0\text{cm})/2 = 26,6\text{cm}/2 = 13,3\text{cm} \quad \underline{\text{O.K.}}$$

Υπολογισμός μέγιστης ροπής αντοχής σύμφωνα με τον τελικό οπλισμό

Επιλέξαμε 8Φ18 (20,32cm²) και στα δύο υποστυλώματα Κ1 και Κ2.

$$A_{s,tot} = \omega_{tot} * b * h * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 20,32\text{cm}^2 \text{ } \wp \text{ } \omega_{tot} * 40\text{cm} * 40\text{cm} * \frac{20 * 10^3 / 1,5}{500 * 10^3 / 1,15} = 20,32\text{cm}^2 \text{ } \wp$$

$$\omega_{tot} = 0,41$$

$$\begin{aligned} \text{Έχουμε } A_{s,tot} = 20,32\text{cm}^2 \text{ } \wp \text{ } \omega_{tot} * b * h * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} &= 20,32\text{cm}^2 \text{ } \wp \text{ } \omega_{tot} * 40\text{cm} * 40\text{cm} * \frac{20 * 10^3 / 1,5}{500 * 10^3 / 1,15} \\ &= 20,32\text{cm}^2 \text{ } \wp \text{ } \omega_{tot} = 0,41 \end{aligned}$$

Ως ανηγμένη σεισμική του συνδυασμού $\mu_{sd,z}$ παίρνουμε την μεγαλύτερη που βγαίνει και βρίσκουμε την ανηγμένη ικανοτική $\mu_{sd,y}$. Άρα:

Για $\nu = -0,2$, $\mu_2 = \mu_{sd,z} = 0,04$, $\omega_{tot} = 0,41$ \wp (ΠΙΝ. 5.6) έχουμε $\mu_1 = \mu_{sd,y} = 0,18$

Για $\nu = -0,4$, $\mu_2 = \mu_{sd,z} = 0,04$, $\omega_{tot} = 0,41$ \wp (ΠΙΝ. 5.6) έχουμε $\mu_1 = \mu_{sd,y} = 0,20$

Με γραμμική παρεμβολή έχουμε ότι $\mu_{sd,y} = 0,19$

$$\mu_{sd,y} = 0,19 \text{ } \wp \text{ } \frac{|M_{sd,y}|}{b * h^2 * f_{cd}} = 0,19 \text{ } \wp \text{ } \frac{|M_{sd,y}|}{0,40\text{m} * (0,40\text{m})^2 * 20 * 10^3 \text{KN} / 1,5\text{m}^2} = 0,19 \text{ } \wp$$

$$\wp \text{ } \underline{\underline{M_{sd,y} = 162,13\text{KNm}}}$$

6.2. Έλεγχος τοιχωμάτων σε κάμψη

Ένα κατακόρυφο στοιχείο θεωρείται τοίχωμα (Ε.Κ.Ω.Σ. 2000, §18.5.1) όταν το μήκος του l_w είναι τουλάχιστον τετραπλάσιο του πλάτους του b .

Έχω $l_w \geq 4b \Rightarrow 1,45-1,60 \geq 4 \cdot 0,30 \Rightarrow 1,45-1,60 \geq 1,20$ **Ο.Κ.**

Κρίσιμο ύψος τοιχώματος:

Σύμφωνα με Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§18.5.2), ως κρίσιμη περιοχή τοιχώματος με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας H_{cr} θεωρείται το τμήμα του τοιχώματος μέχρι ύψους (από τη θεμελίωση) τουλάχιστον ίσο με:

$$H_{cr} = \max \left\{ l_w, \frac{H_w}{6} \right\}, \text{όπου } H_w : \text{το συνολικό ύψος από τη βάση ως την κορυφή του τοιχείου}$$

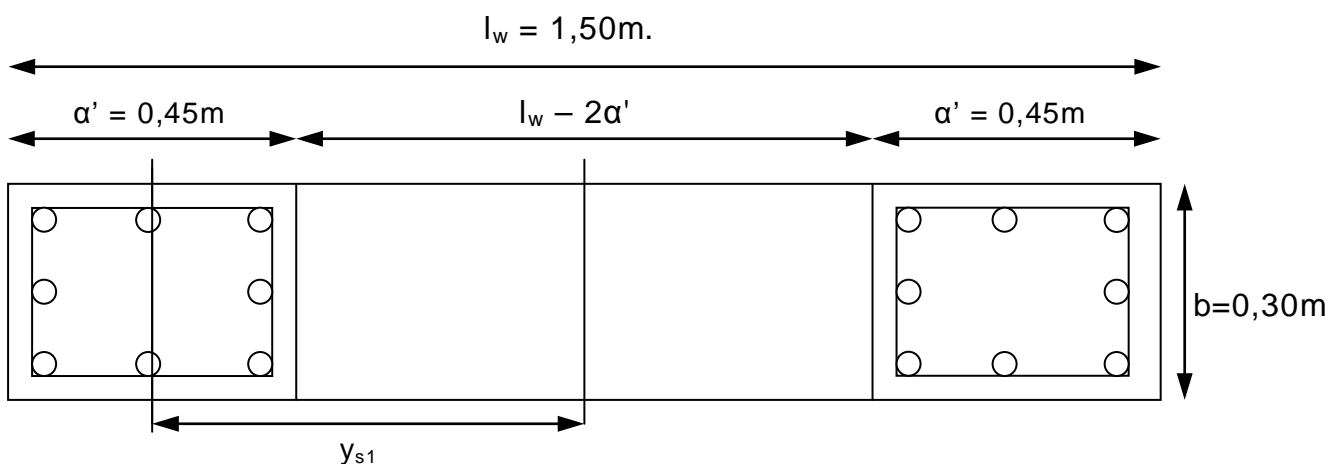
κατακόρυφος οπλισμός τοιχώματος:

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§18.5.3) δεν επιτρέπεται η χρήση λείων χαλύβων ως κατακόρυφων οπλισμών τοιχωμάτων. Η δε όπλιση του τοιχείου θα γίνεται ως εξής τόσο για τα άκρα όσο και για τον κορμό του τοιχείου:

Οι ακραίες περιοχές των κρίσιμων περιοχών τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας πρέπει να οπλίζονται σαν περισφιγμένα υποστυλώματα σε μήκος από το άκρο του τοιχώματος τουλάχιστον $\alpha' = (1,5 \cdot b \text{ ή } 0,15 \cdot l_w)$. Στις ακραίες περιοχές ο κατακόρυφος οπλισμός πρέπει να είναι μεταξύ 0,01 και 0,04 της αντίστοιχης διατομής σκυροδέματος του υποτιθέμενου υποστυλώματος.

$$\alpha' = \max \left\{ 1,5 \cdot b, 0,15 \cdot l_w \right\}$$

Επειδή από την ανάλυση έχουν προκύψει μικρές ροπές ως προς τη μια διεύθυνση, θα γίνει επίλυση του τοιχείου σε μονοαξονική κάμψη με ορθή δύναμη, με την ροπή σχεδιασμού M_{sd} να είναι η μεγαλύτερη που προκύπτει από τους συνδιασμούς LC1101 – LC1408. $y_{s1} = l_w / 2 - \alpha' / 2$



Τοιχείο T3 (beam 2778)

Κρίσιμο ύψος τοιχώματος:

$$\text{Για beam 2778 ισχύει: } H_{cr} = \max \left\{ 155\text{cm} , \frac{300}{6} \right\} = \max \left\{ 155\text{cm} , 50\text{cm} \right\} \text{ } \rho$$

$$H_{cr} = 155\text{cm}$$

Κατακόρυφος οπλισμός τοιχώματος:

$$\text{Για beam 2778 ισχύει: } \alpha' = \max \left\{ 1.5 \cdot 30\text{cm} , 0.15 \cdot 155\text{cm} \right\} = \max \left\{ 45\text{cm} , 23.25\text{cm} \right\} \\ = 45\text{cm}$$

$$\text{και } y_{s1} = \frac{155\text{cm}}{2} - \frac{45\text{cm}}{2} = 55\text{cm}$$

Για beam 2778 (0,000) από τις φορτίσεις συνδυασμού LC1101 – LC1408 θα ληφθεί υπ' όψη η δυσμενέστερη ροπή $M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1}$

LC1101: $N_d = N = -850,2\text{KN}$, $M_d = M_y = -54,45\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = -54,45\text{KNm} - (-850,2\text{KN}) \cdot 0,55\text{m} \text{ } \rho \text{ } M_{sd} = 413,16\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \text{ } \rho \text{ } \mu_{sd} = \frac{413,16\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,55\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \rho \text{ } \mu_{sd} = -0,043$$

$$v_d = \frac{-850,2\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,55\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } \rho \text{ } -0,14 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \rho \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,14$, $\mu_{sd} = -0,043$ ρ $\omega_{tot} = 0,0$

LC1102: $N_d = N = -816,2\text{KN}$, $M_d = M_y = 201,76\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = 201,76\text{KNm} - (-816,2\text{KN}) \cdot 0,55\text{m} \text{ } \rho \text{ } M_{sd} = 650,67\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \text{ } \rho \text{ } \mu_{sd} = \frac{650,67\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,55\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \rho \text{ } \mu_{sd} = 0,068$$

$$v_d = \frac{-816,2\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,55\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } \rho \text{ } -0,13 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

$$\text{για } v_d = -0,13 \text{ , } \mu_{sd} = 0,068 \text{ } \text{ } \omega_{tot} = 0,06$$

LC1103: $N_d = N = -818,4\text{KN}$, $M_d = M_y = -402,16\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -402,16\text{KNm} - (-818,4\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 47,96\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \text{ } \mu_{sd} = \frac{47,96\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \text{ } \mu_{sd} = 0,005$$

$$v_d = \frac{-818,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } \text{ } -0,13 \leq 0,65 \text{ } \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

$$\text{για } v_d = -0,13 \text{ , } \mu_{sd} = 0,005 \text{ } \text{ } \omega_{tot} = 0,0$$

LC1104: $N_d = N = -757,1\text{KN}$, $M_d = M_y = -443,92\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -443,92\text{KNm} - (-757,1\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 27,52\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \text{ } \mu_{sd} = \frac{27,52\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \text{ } \mu_{sd} = 0,003$$

$$v_d = \frac{-757,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } \text{ } -0,12 \leq 0,65 \text{ } \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

$$\text{για } v_d = -0,12 \text{ , } \mu_{sd} = 0,003 \text{ } \text{ } \omega_{tot} = 0,0$$

LC1105: $N_d = N = -611,9\text{KN}$, $M_d = M_y = 62,43\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 62,43\text{KNm} - (-611,9\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 398,98\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \text{ } \mu_{sd} = \frac{398,98\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \text{ } \mu_{sd} = 0,042$$

$$v_d = \frac{-611,9\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,042$ } $\omega_{tot} = 0,02$

LC1106: $N_d = N = -645,9\text{KN}$, $M_d = M_y = -193,78\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -193,78\text{KNm} - (-645,9\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 161,47\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{161,47\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,017$$

$$v_d = \frac{-645,9\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,017$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1107: $N_d = N = -643,7\text{KN}$, $M_d = M_y = 410,14\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 410,14\text{KNm} - (-643,7\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 764,18\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{764,18\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,080$$

$$v_d = \frac{-643,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,080$ } $\omega_{tot} = 0,11$

LC1108: $N_d = N = -704,9\text{KN}$, $M_d = M_y = 451,90\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 451,90\text{KNm} - (-704,9\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } \underline{M_{sd} = 839,60\text{KNm}}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{839,60\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,087$$

$$v_d = \frac{-704,9\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,11 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = 0,087$ $\text{ } \omega_{\text{tot}} = \mathbf{0,12}$

LC1201: $N_d = N = -850,0\text{KN}$, $M_d = M_y = -42,25\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -42,25\text{KNm} - (-850,0\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } M_{sd} = 425,25\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{425,25\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,044$$

$$v_d = \frac{-850,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,14 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,14$, $\mu_{sd} = 0,044$ $\text{ } \omega_{\text{tot}} = 0,01$

LC1202: $N_d = N = -816,4\text{KN}$, $M_d = M_y = 189,56\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 189,56\text{KNm} - (-816,4\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } M_{sd} = 638,58\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{638,58\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,066$$

$$v_d = \frac{-816,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,13 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = 0,066$ $\text{ } \omega_{\text{tot}} = 0,05$

LC1203: $N_d = N = -817,6\text{KN}$, $M_d = M_y = -361,47\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -361,47\text{KNm} - (-817,6\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } M_{sd} = 88,21\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{88,21\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,009$$

$$v_d = \frac{-817,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,13 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = 0,009$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1204: $N_d = N = -756,3\text{KN}$, $M_d = M_y = -403,24\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -403,24\text{KNm} - (-756,3\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 12,73\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{12,73\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,001$$

$$v_d = \frac{-756,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,12 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = 0,001$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1205: $N_d = N = -612,1\text{KN}$, $M_d = M_y = 50,23\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 50,23\text{KNm} - (-612,1\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 386,89\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{386,89\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,040$$

$$v_d = \frac{-612,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,040$ } $\omega_{tot} = 0,01$

LC1206: $N_d = N = -645,7\text{KN}$, $M_d = M_y = -181,58\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -181,58\text{KNm} - (-645,7\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 173,56\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{173,56\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,018$$

$$v_d = \frac{-645,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,018$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1207: $N_d = N = -644,5\text{KN}$, $M_d = M_y = 369,46\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 369,46\text{KNm} - (-644,5\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 723,94\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{723,94\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,075$$

$$v_d = \frac{-644,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,075$ } $\omega_{tot} = 0,10$

LC1208: $N_d = N = -705,7\text{KN}$, $M_d = M_y = 411,22\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 411,22\text{KNm} - (-705,7\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 799,36\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{799,36\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,083$$

$$v_d = \frac{-705,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,11 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = 0,083$ } $\omega_{tot} = 0,11$

LC1301: $N_d = N = -851,4\text{KN}$, $M_d = M_y = -119,42\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -119,42\text{KNm} - (-851,4\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 348,85\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{348,85\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,036$$

$$v_d = \frac{-851,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,14 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,14$, $\mu_{sd} = 0,036$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1302: $N_d = N = -817,4\text{KN}$, $M_d = M_y = 136,79\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 136,79\text{KNm} - (-817,4\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 586,36\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{586,36\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,061$$

$$v_d = \frac{-817,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,13 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = 0,061$ } $\omega_{tot} = 0,02$

LC1303: $N_d = N = -818,8\text{KN}$, $M_d = M_y = -421,63\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -421,63\text{KNm} - (-818,8\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 28,71\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{28,71\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,003$$

$$v_d = \frac{-818,8\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,13 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = 0,003$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1304: $N_d = N = -756,8\text{KN}$, $M_d = M_y = -424,45\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -424,45\text{KNm} - (-756,8\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = -8,21\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{-8,21\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = -0,001$$

$$v_d = \frac{-756,8\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,12 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = -0,001$ } $\omega_{tot} = 0$

LC1305: $N_d = N = -610,7\text{KN}$, $M_d = M_y = 127,40\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 127,40\text{KNm} - (-610,7\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 463,29\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{463,29\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,048$$

$$v_d = \frac{-610,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,048$ } $\omega_{tot} = 0,02$

LC1306: $N_d = N = -644,7\text{KN}$, $M_d = M_y = -128,81\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -128,81\text{KNm} - (-644,7\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 225,78\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{225,78\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,023$$

$$v_d = \frac{-644,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,023$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1307: $N_d = N = -643,3\text{KN}$, $M_d = M_y = 429,61\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 429,61\text{KNm} - (-643,3\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 783,43\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{783,43\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,082$$

$$v_d = \frac{-643,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,082$ } $\omega_{tot} = 0,11$

LC1308: $N_d = N = -705,3\text{KN}$, $M_d = M_y = 432,43\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 432,43\text{KNm} - (-705,3\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 820,35\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{820,35\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,085$$

$$v_d = \frac{-705,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,11 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = 0,085$ } $\omega_{tot} = 0,11$

LC1401: $N_d = N = -851,2\text{KN}$, $M_d = M_y = -107,22\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -107,22\text{KNm} - (-851,2\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 360,94\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{360,94\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,038$$

$$v_d = \frac{-851,2\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,14 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,14$, $\mu_{sd} = 0,038$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1402: $N_d = N = -817,6\text{KN}$, $M_d = M_y = 124,59\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 124,59\text{KNm} - (-817,6\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 574,27\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{574,27\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,060$$

$$v_d = \frac{-817,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,13 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = 0,060$ } $\omega_{tot} = 0,02$

LC1403: $N_d = N = -818,0\text{KN}$, $M_d = M_y = -380,95\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -380,95\text{KNm} - (-818,0\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 68,95\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{68,95\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,007$$

$$v_d = \frac{-818,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,13 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = 0,007$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1404: $N_d = N = -756,0\text{KN}$, $M_d = M_y = -383,77\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -383,77\text{KNm} - (-756,0\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 32,03\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{32,03\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,004$$

$$v_d = \frac{-756,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,12 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = 0,004$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1405: $N_d = N = -610,9\text{KN}$, $M_d = M_y = 115,20\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 115,20\text{KNm} - (-610,9\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 451,20\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{451,20\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,047$$

$$v_d = \frac{-610,9\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,047$ } $\omega_{tot} = 0,02$

LC1406: $N_d = N = -644,5\text{KN}$, $M_d = M_y = -116,60\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -116,60\text{KNm} - (-644,5\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 237,88\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{237,88\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,025$$

$$v_d = \frac{-644,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,025$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1407: $N_d = N = -644,1\text{KN}$, $M_d = M_y = 388,93\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 388,93\text{KNm} - (-644,1\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 743,19\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{743,19\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,077$$

$$v_d = \frac{-644,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,077$ } $\omega_{tot} = 0,10$

LC1408: $N_d = N = -706,1\text{KN}$, $M_d = M_y = 391,75\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 391,75\text{KNm} - (-706,1\text{KN}) * 0,55\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 780,11\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{780,11\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,55\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,081$$

$$v_d = \frac{-706,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,11 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = 0,081$ π $\omega_{tot} = 0,11$

άρα λαμβάνουμε για δυσμενέστερο συνδυασμό από beam 2778 (0,000) για LC1108.

Έτσι για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = 0,087$ π $\omega_{tot} = 0,12$

Άρα θα διαστασιολογήσουμε με το δυσμενέστερο ω_{tot}

$$A_{s,tot} = \omega_{tot} * b * h * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,12 * 30\text{cm} * 155\text{cm} * \frac{20 * 10^3 / 1,5}{500 * 10^3 / 1,15} \text{ π } A_{s,tot} = 17,11 \text{ cm}^2$$

Τον οπλισμό αυτόν τον κατανέμω ισομερώς στα δυο εσωτερικά υποστυλώματα του τοιχείου: ($17,11 \text{ cm}^2 / 2 = 8,55 \text{ cm}^2$ και $8,55 \text{ cm}^2 / 2 = 4,28 \text{ cm}^2$)

Άρα $4,28 \text{ cm}^2$ π $3\Phi 16$ ($6,03 \text{ cm}^2$)

Επειδή $a' - 2 * \text{επικάλυψη} - 2 * \text{τσέρκι} - 2 * \Phi 16 = 45\text{cm} - 2 * 3\text{cm} - 2 * 1\text{cm} - 2 * 1,6\text{cm} = 33,8\text{cm} > 20\text{cm}$
Βάζω από $1\Phi 18$ στις δύο μεγάλες πλευρές των κρυφουποστυλωμάτων.

Για κάθε ακραίο κρυφουποστύλωμα θα πρέπει $0,01 \leq \frac{\Sigma A_s}{a' * b'} \leq 0,04$ π

$$\text{π } 0,01 \leq \frac{6\Phi 16 + 2\Phi 18}{30\text{cm} * 45\text{cm}} \leq 0,04 \text{ π } 0,01 \leq \frac{12,06\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} \leq 0,04 \text{ π}$$

π $0,01 \leq 0,013 \leq 0,04$ **O.K.**

Έλεγχος στο ποσοστό οπλισμού: (για κάθε ακραίο κρυφουποστύλωμα)

Πρέπει $\rho / \text{παρειά} \geq 0,004$ και $0,004 < \rho / \text{σύνολο διατομής} < 0,04$

$$\rho / \text{παρειά} = \frac{3\Phi 16}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{6,03 \text{ cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,0045 > 0,004 \text{ **O.K.**}$$

$$\rho / \text{παρειά} = \frac{2\Phi 16 + 1\Phi 18}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{4,02\text{cm}^2 + 2,54\text{cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,0049 > 0,004 \text{ **O.K.**}$$

$$\rho / \text{σύνολο διατομής} = \frac{6\Phi 16 + 2\Phi 18}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{12,06\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,013$$

είναι $0,004 < 0,013 < 0,04$ **O.K.**

Εύρεση διαμηκούσ οπλισμού κορμού τοιχώματος:

$$\text{Πρέπει } \frac{\Sigma A_s}{b * (l_w - 2 * \alpha')} \geq 0,0025 \text{ } \rho \frac{\Sigma A_s}{30\text{mm} * (150\text{cm} - 2 * 45\text{cm})} \geq 0,0025 \text{ } \rho$$

$\rho \Sigma A_s \geq 4,5\text{cm}^2$ (σύνολο και στις δύο παρειές)

επιλέγω $8\Phi 10$ ($6,28\text{cm}^2$) και το διανέμω στις δύο όψεις του κορμού ($4\Phi 10$ στη κάθε μία) ανά:

$$\frac{l_w - 2 * \alpha' - 4 * \text{ράβδος}}{4 + 1} = \frac{155\text{cm} - 2 * 45\text{cm} - 4 * 1\text{cm}}{5} = 12,2\text{cm} \leq 20\text{cm}$$

Τοποθετώ επίσης οριζόντιο οπλισμό $\Phi 10/18$.

Εύρεση σιγμοειδούς οπλισμού $4\Phi 8/\mu^2$ (S500) του κορμού του τοιχώματος

($4\Phi 8$ ανά τετραγωνικό μέτρο κάτοψης κορμού)

επιφάνεια κορμού = $(l_w - 2 * \alpha') * b = (155\text{cm} - 2 * 45\text{cm}) * 30\text{cm} = 0,20\text{m}^2 \approx 0,25\text{m}^2$

βάζω $1\Phi 8$ S500 καθ' ύψος θα είναι ανά 25cm

Υπολογισμός μέγιστης ροπής σύμφωνα με τον τελικό οπλισμό

Εύρεση ροπής αντοχής M_{Rd} (διεύθυνση x)

Επιλέξαμε $6\Phi 16 + 2\Phi 18 + 4\Phi 10$ ($12,06\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2 + 3,14\text{cm}^2 = 20,28\text{cm}^2$)

Βρήκαμε $v_d = -0,12$

$$A_{s,tot} = \omega_{tot} * b * h * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 20,28\text{cm}^2 \text{ } \rho \omega_{tot} * 30\text{cm} * 155\text{cm} * \frac{20 * 10^3 / 1,5}{500 * 10^3 / 1,15} = 20,28\text{cm}^2 \text{ } \rho$$

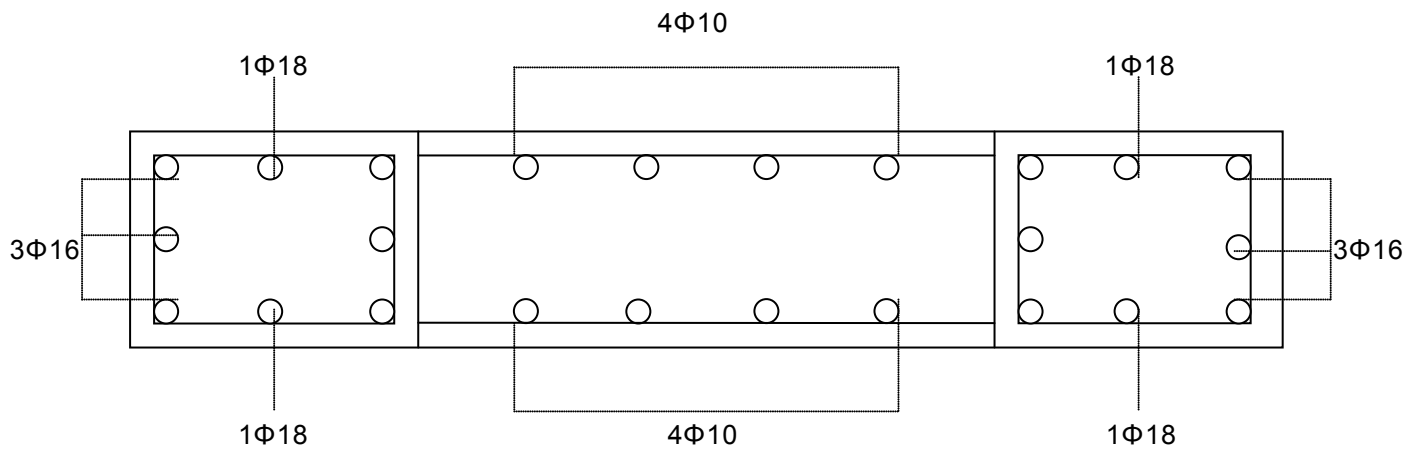
$$\left. \begin{array}{l} \omega_{tot} = 0,14 \\ \frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \\ v_d = -0,12 \end{array} \right\} \text{ } \rho \text{ πιν. 4.6.}\gamma \text{ } \rho \mu_{sd} = 0,10$$

$$\mu_{sd} = 0,10 \text{ } \rho \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} = 0,10 \text{ } \rho \frac{M_{sd}}{0,30\text{m} * (1,50)^2 * 20 * 10^3 / 1,5} = 0,10$$

▷ $M_{sd} = 900 \text{ KNm}$

άρα **$M_{Rd} = 900 \text{ KNm}$**

ΚΑΤΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ T3



Τοιχείο T4 (beam 2746)

Κρίσιμο ύψος τοιχώματος

$$\text{Για beam 2746 ισχύει: } H_{cr} = \max \left\{ 145\text{cm}, \frac{300}{6} \right\} = \max \left\{ 145\text{cm}, 50\text{cm} \right\} \Rightarrow \\ H_{cr} = 145\text{cm}$$

Κατακόρυφος οπλισμός τοιχώματος

$$\text{Για beam 2746 ισχύει: } \alpha' = \max \left\{ 1.5 \cdot 30\text{cm}, 0.15 \cdot 145\text{cm} \right\} = \max \left\{ 45\text{cm}, 21,75\text{cm} \right\} \\ = 45\text{cm}$$

$$\text{Και } y_{s1} = \frac{145\text{cm}}{2} - \frac{45\text{cm}}{2} = 50,0\text{cm}$$

Για beam 2746 (0,000) από τις φορτίσεις συνδυασμού LC1101 – LC1408 θα ληφθεί υπ' όψη η δυσμενέστερη ροπή $M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1}$

LC1101: $N_d = N = -762,1\text{KN}$, $M_d = M_z = -664,28\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = -664,28\text{KNm} - (-762,1) \cdot 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -283,23\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-283,23\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,45\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,034$$

$$v_d = \frac{-762,1\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,45\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,13 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

$$\text{για } v_d = -0,13, \mu_{sd} = -0,034 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0$$

LC1102: $N_d = N = -689,8\text{KN}$, $M_d = M_z = -647,27\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = -647,27\text{KNm} - (-689,8) \cdot 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -302,37\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-302,37\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,45\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,036$$

$$v_d = \frac{-689,8\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,45\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,12 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = -0,036 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0$

LC1103: $N_d = N = -629,3\text{KN}$, $M_d = M_z = -235,18\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -235,18\text{KNm} - (-629,3) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 79,47\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{79,47\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,009$$

$$v_d = \frac{-629,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,11 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = -0,009 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$

LC1104: $N_d = N = -443,3\text{KN}$, $M_d = M_z = 149,50\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 149,50\text{KNm} - (-443,3) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 371,15\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{371,15\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,044$$

$$v_d = \frac{-443,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,08 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,08$, $\mu_{sd} = -0,044 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,03$

LC1105: $N_d = N = -69,7\text{KN}$, $M_d = M_z = 635,20\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 635,20\text{KNm} - (-69,7) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 670,05\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{670,05\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,080$$

$$v_d = \frac{-69,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,01 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,01$, $\mu_{sd} = 0,080 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,19$

LC1106: $N_d = N = -142,0\text{KN}$, $M_d = M_z = 618,20\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 618,20\text{KNm} - (-142,0) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 689,20\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{689,20\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,082$$

$$v_d = \frac{-142,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,02 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,02$, $\mu_{sd} = 0,082 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,18$

LC1107: $N_d = N = -202,5\text{KN}$, $M_d = M_z = 206,11\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 206,11\text{KNm} - (-202,5) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 307,36\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{307,36\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,037$$

$$v_d = \frac{-202,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,04 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,04$, $\mu_{sd} = 0,037 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,07$

LC1108: $N_d = N = -388,5\text{KN}$, $M_d = M_z = -178,58\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -178,58\text{KNm} - (-388,5) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 15,67\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{15,67\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,002$$

$$v_d = \frac{-388,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,07 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,07$, $\mu_{sd} = 0,002 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$

LC1201: $N_d = N = -771,2\text{KN}$, $M_d = M_z = -685,82\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -685,82\text{KNm} - (-771,2) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -300,22\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-300,22\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,036$$

$$v_d = \frac{-771,2\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,13 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = 0,036 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$

LC1202: $N_d = N = -680,7\text{KN}$, $M_d = M_z = -625,73\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -625,73\text{KNm} - (-680,7) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -285,38\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-285,38\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,034$$

$$v_d = \frac{-680,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,12 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = -0,034 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0$

LC1203: $N_d = N = -659,7\text{KN}$, $M_d = M_z = -307,01\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -307,01\text{KNm} - (-659,7) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 22,84\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{22,84\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,003$$

$$v_d = \frac{-659,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,11 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = 0,003 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$

LC1204: $N_d = N = -473,7\text{KN}$, $M_d = M_z = 77,67\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 77,67\text{KNm} - (-473,7) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 314,52\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{314,52\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,037$$

$$v_d = \frac{-473,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,08 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,08$, $\mu_{sd} = 0,037 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$

LC1205: $N_d = N = -60,6\text{KN}$, $M_d = M_z = 656,75\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 656,75\text{KNm} - (-60,6) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 687,05\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{687,05\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,082$$

$$v_d = \frac{-60,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,01 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,01$, $\mu_{sd} = 0,082 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,20$

LC1206: $N_d = N = -151,1\text{KN}$, $M_d = M_z = 596,66\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 596,66\text{KNm} - (-151,1) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 672,21\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{672,21\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,080$$

$$v_d = \frac{-151,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,03 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,03$, $\mu_{sd} = 0,080 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,17$

LC1207: $N_d = N = -172,1\text{KN}$, $M_d = M_z = 277,94\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 277,94\text{KNm} - (-172,1) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 363,99\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{363,99\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,043$$

$$v_d = \frac{-172,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,03 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,03$, $\mu_{sd} = 0,043 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,08$

LC1208: $N_d = N = -358,1\text{KN}$, $M_d = M_z = -106,74\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -106,74\text{KNm} - (-358,1) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 72,31\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{72,31\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,009$$

$$v_d = \frac{-358,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,06 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,06$, $\mu_{sd} = 0,009 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$

LC1301: $N_d = N = -712,1\text{KN}$, $M_d = M_z = -545,50\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -545,50\text{KNm} - (-712,1) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -189,45\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-189,45\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,023$$

$$v_d = \frac{-712,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,12 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

$$\text{για } v_d = -0,12, \mu_{sd} = -0,023 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0$$

LC1302: $N_d = N = -639,9\text{KN}$, $M_d = M_z = -528,49\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -528,49\text{KNm} - (-639,9) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -208,54\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-208,54\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,025$$

$$v_d = \frac{-639,9\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,11 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

$$\text{για } v_d = -0,11, \mu_{sd} = -0,025 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0$$

LC1303: $N_d = N = -614,3\text{KN}$, $M_d = M_z = -199,58\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -199,58\text{KNm} - (-614,3) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 107,57\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{107,57\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,013$$

$$v_d = \frac{-614,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,11 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

$$\text{για } v_d = -0,11, \mu_{sd} = 0,013 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$$

LC1304: $N_d = N = -458,3\text{KN}$, $M_d = M_z = 113,91\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 113,91\text{KNm} - (-458,3) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 343,06\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{343,06\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,041$$

$$v_d = \frac{-458,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,08 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,08$, $\mu_{sd} = 0,038 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,02$

LC1305: $N_d = N = -119,7\text{KN}$, $M_d = M_z = 516,43\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 516,43\text{KNm} - (-119,7) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 576,28\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{576,28\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,069$$

$$v_d = \frac{-119,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,02 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,02$, $\mu_{sd} = 0,069 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,16$

LC1306: $N_d = N = -192,0\text{KN}$, $M_d = M_z = 499,42\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 499,42\text{KNm} - (-192,0) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 595,42\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{595,42\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,071$$

$$v_d = \frac{-192,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,03 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,03$, $\mu_{sd} = 0,071 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,15$

LC1307: $N_d = N = -217,5\text{KN}$, $M_d = M_z = 170,51\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 170,51\text{KNm} - (-217,5) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 279,26\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{279,26\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,033$$

$$v_d = \frac{-217,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,04 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,04$, $\mu_{sd} = 0,033 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,03$

LC1308: $N_d = N = -373,6\text{KN}$, $M_d = M_z = -142,98\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -142,98\text{KNm} - (-373,6) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 43,82\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{43,82\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,005$$

$$v_d = \frac{-373,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,06 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,06$, $\mu_{sd} = 0,005 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$

LC1401: $N_d = N = -721,2\text{KN}$, $M_d = M_z = -567,04\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -567,04\text{KNm} - (-721,2) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -206,44\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-206,44\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,025$$

$$v_d = \frac{-721,2\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,12 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = -0,025 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0$

LC1402: $N_d = N = -630,7\text{KN}$, $M_d = M_z = -506,95\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -506,95\text{KNm} - (-630,7) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -191,6\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-191,6\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,023$$

$$v_d = \frac{-630,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,11 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

$$\text{για } v_d = -0,11, \mu_{sd} = -0,023 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0$$

LC1403: $N_d = N = -644,8\text{KN}$, $M_d = M_z = -271,42\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = -271,42\text{KNm} - (-644,8) \cdot 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 50,98\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{50,98\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,45\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,006$$

$$v_d = \frac{-644,8\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,45\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,11 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

$$\text{για } v_d = -0,11, \mu_{sd} = 0,006 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$$

LC1404: $N_d = N = -488,7\text{KN}$, $M_d = M_z = 42,07\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = 42,07\text{KNm} - (-488,7) \cdot 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 286,42\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{286,42\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,45\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,034$$

$$v_d = \frac{-488,7\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,45\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,08 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

$$\text{για } v_d = -0,08, \mu_{sd} = 0,034 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$$

LC1405: $N_d = N = -110,6\text{KN}$, $M_d = M_z = 537,97\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = 537,97\text{KNm} - (-110,6) \cdot 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 593,27\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{593,27\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,45\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,071$$

$$v_d = \frac{-110,6\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,45\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,02 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,02$, $\mu_{sd} = 0,071 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,16$

LC1406: $N_d = N = -201,1\text{KN}$, $M_d = M_z = 477,88\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 477,88\text{KNm} - (-201,1) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 578,43\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{578,43\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,069$$

$$v_d = \frac{-201,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,04 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,04$, $\mu_{sd} = 0,069 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,15$

LC1407: $N_d = N = -187,1\text{KN}$, $M_d = M_z = 242,35\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 242,35\text{KNm} - (-187,1) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 335,9\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{335,9\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,040$$

$$v_d = \frac{-187,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,03 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,03$, $\mu_{sd} = 0,040 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,06$

LC1408: $N_d = N = -343,1\text{KN}$, $M_d = M_z = -71,15\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -71,15\text{KNm} - (-343,1) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 100,4\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{100,4\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,012$$

$$v_d = \frac{-343,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,06 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

$$\text{για } \nu_d = -0,06, \mu_{sd} = 0,012 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,0$$

Αρα λαμβάνουμε για δυσμενέστερο συνδυασμό από beam 2746 (0,000) για LC1205.

$$\text{Έτσι για } \nu_d = -0,01, \mu_{sd} = 0,082 \Rightarrow \omega_{tot} = \mathbf{0,20}$$

Αρα θα διαστασιολογήσουμε με το δυσμενέστερο ω_{tot}

$$A_{s,tot} = \omega_{tot} * b * h * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,20 * 30\text{cm} * 145\text{cm} * \frac{20 * 10^3 / 1,5}{500 * 10^3 / 1,15} \quad \text{Π} \quad A_{s,tot} = 26,68 \text{ cm}^2$$

Τον οπλισμό αυτόν τον κατανέμω ισομερώς στα δύο εσωτερικά υποστυλώματα του τοιχείου: ($26,68 \text{ cm}^2 / 2 = 13,34 \text{ cm}^2$ και $13,34 \text{ cm}^2 / 2 = 6,67 \text{ cm}^2$)

$$\text{Αρα } 6,67 \text{ cm}^2 \quad \text{Π} \quad 4\Phi 16 \quad (8,04 \text{ cm}^2)$$

Επειδή $a' - 2 * \text{επικάλυψη} - 2 * \text{τσέρκι} - 2 * \Phi 16 = 45\text{cm} - 2 * 3\text{cm} - 2 * 1\text{cm} - 2 * 1,6\text{cm} = 33,8\text{cm} > 20\text{cm}$
Βάζω από 1Φ18 στις δύο μεγάλες πλευρές των κρυφουποστυλωμάτων.

$$\text{Για κάθε ακραίο κρυφουποστύλωμα θα πρέπει } 0,01 \leq \frac{\Sigma A_s}{a' * b'} \leq 0,04 \quad \text{Π}$$

$$\text{Π} \quad 0,01 \leq \frac{8\Phi 16 + 2\Phi 18}{30\text{cm} * 45\text{cm}} \leq 0,04 \quad \text{Π} \quad 0,01 \leq \frac{16,08\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} \leq 0,04 \quad \text{Π}$$

$$\text{Π} \quad 0,01 \leq 0,016 \leq 0,04 \quad \mathbf{O.K.}$$

Έλεγχος στο ποσοστό οπλισμού: (για κάθε ακραίο κρυφουποστύλωμα)

Πρέπει $\rho / \text{παρειά} \geq 0,004$ και $0,004 < \rho / \text{σύνολο διατομής} < 0,04$

$$\rho / \text{παρειά} = \frac{4\Phi 16}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{8,04 \text{ cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,006 > 0,004 \quad \mathbf{O.K.}$$

$$\rho / \text{παρειά} = \frac{2\Phi 16 + 1\Phi 18}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{4,02\text{cm}^2 + 2,54\text{cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,0049 > 0,004 \quad \mathbf{O.K.}$$

$$\rho / \text{σύνολο διατομής} = \frac{8\Phi 16 + 2\Phi 18}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{16,08\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,016$$

είναι $0,004 < 0,016 < 0,04$ **O.K.**

Εύρεση διαμηκούς οπλισμού κορμού τοιχώματος:

$$\text{Πρέπει } \frac{\Sigma A_s}{b * (l_w - 2 * a')} \geq 0,0025 \text{ } \rho \frac{\Sigma A_s}{30\text{mm} * (145\text{cm} - 2 * 45\text{cm})} \geq 0,0025 \text{ } \rho$$

$\rho \Sigma A_s \geq 4,5\text{cm}^2$ (σύνολο και στις δύο παρειές)

επιλέγω $8\Phi 10$ ($6,28\text{cm}^2$) και το διανέμω στις δύο όψεις του κορμού ($4\Phi 10$ στη κάθε μία) ανά:

$$\frac{l_w - 2 * a' - 4 * \text{ράβδος}}{4 + 1} = \frac{145\text{cm} - 2 * 45\text{cm} - 4 * 1\text{cm}}{5} = 10,2\text{cm} \leq 20\text{cm}$$

Τοποθετώ επίσης οριζόντιο οπλισμό $\Phi 10/18$.

Εύρεση σιγμοειδούς οπλισμού $4\Phi 8/\mu^2$ (S500) του κορμού του τοιχώματος

($4\Phi 8$ ανά τετραγωνικό μέτρο κάτοψης κορμού)

επιφάνεια κορμού = $(l_w - 2 * a') * b = (145\text{cm} - 2 * 45\text{cm}) * 30\text{cm} = 0,16\text{m}^2 \approx 0,25\text{m}^2$

βάζω $1\Phi 8$ S500 καθ' ύψος θα είναι ανά 25cm

Υπολογισμός μέγιστης ροπής σύμφωνα με τον τελικό οπλισμό

Εύρεση ροπής αντοχής M_{Rd} (διεύθυνση x)

Επιλέξαμε $8\Phi 16 + 2\Phi 18 + 4\Phi 10$ ($16,08\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2 + 3,14\text{cm}^2 = 24,30\text{cm}^2$)

Βρήκαμε $v_d = -0,01$

$$A_{s,tot} = \omega_{tot} * b * h * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 24,30\text{cm}^2 \text{ } \rho \omega_{tot} * 30\text{cm} * 145\text{cm} * \frac{20 * 10^3 / 1,5}{500 * 10^3 / 1,15} = 24,30\text{cm}^2 \text{ } \rho$$

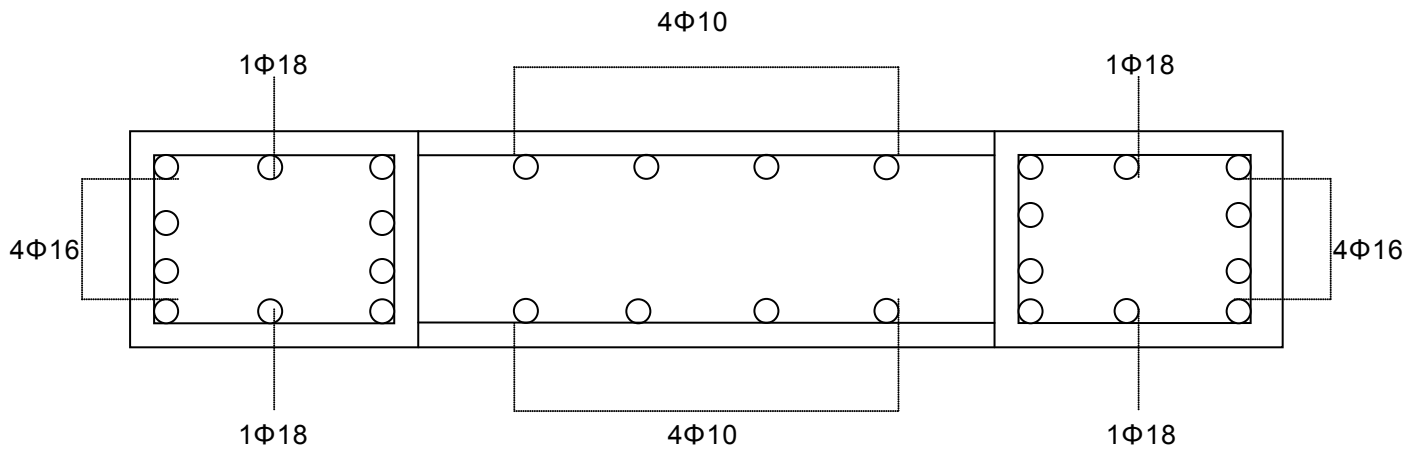
$$\left. \begin{array}{l} \omega_{tot} = 0,18 \\ \frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \\ v_d = -0,01 \end{array} \right\} \text{ } \rho \text{ πιν. 4.6.}\gamma \text{ } \rho \mu_{sd} = 0,07$$

$$\mu_{sd} = 0,07 \text{ } \rho \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} = 0,07 \text{ } \rho \frac{M_{sd}}{0,30\text{m} * (1,45)^2 * 20 * 10^3 / 1,5} = 0,07$$

▷ $M_{sd} = 588,7 \text{ KNm}$

άρα $M_{Rd} = \underline{588,7 \text{ KNm}}$

ΚΑΤΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ T4



Τοιχείο T6 (beam 2494)

Κρίσιμο ύψος τοιχώματος

$$\text{Για beam 2494 ισχύει: } H_{cr} = \max \left\{ 150\text{cm}, \frac{300}{6} \right\} = \max \{ 150\text{cm}, 50\text{cm} \} = \\ H_{cr} = 150\text{cm}$$

Κατακόρυφος οπλισμός τοιχώματος

$$\text{Για beam 2494 ισχύει: } \alpha' = \max \left\{ 1.5 \cdot 30\text{cm}, 0.15 \cdot 150\text{cm} \right\} = \max \{ 45\text{cm}, 22.5\text{cm} \} \\ = 45\text{cm}$$

$$\text{Και } y_{s1} = \frac{150\text{cm}}{2} - \frac{45\text{cm}}{2} = 52,5\text{cm}$$

Για beam 2494 (0,000) από τις φορτίσεις συνδυασμού LC1101 – LC1408 θα ληφθεί υπ' όψην η δυσμενέστερη ροπή $M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1}$

LC1101: $N_d = N = -399,5\text{KN}$, $M_d = M_y = -133,88\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = -133,88\text{KNm} - (-395,5) \cdot 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 73,75\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{73,75\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,50\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,008$$

$$v_d = \frac{-399,5\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,50\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,07 \leq 0,65 \text{ \textbf{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

$$\text{για } v_d = -0,07 \text{ , } \mu_{sd} = 0,008 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,0$$

LC1102: $N_d = N = -374,3\text{KN}$, $M_d = M_y = 104,98\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = 104,98\text{KNm} - (-374,3) \cdot 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 301,49\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{301,49\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,50\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,033$$

$$v_d = \frac{-374,3\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,50\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,06 \leq 0,65 \text{ \textbf{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,06$, $\mu_{sd} = 0,033 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,01$

LC1103: $N_d = N = -630,6\text{KN}$, $M_d = M_y = -422,60\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -422,60\text{KNm} - (-630,6) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -91,54\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-91,54\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,010$$

$$v_d = \frac{-630,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,11 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = -0,010 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0$

LC1104: $N_d = N = -803,5\text{KN}$, $M_d = M_y = -431,21\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -431,21\text{KNm} - (-803,5) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -9,37\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-9,37\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,001$$

$$v_d = \frac{-803,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,13 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = -0,001 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0$

LC1105: $N_d = N = -950,5\text{KN}$, $M_d = M_y = 76,28\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 76,28\text{KNm} - (-950,5) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 575,29\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{575,29\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,064$$

$$v_d = \frac{-950,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,16 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,16$, $\mu_{sd} = 0,064 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,02$

LC1106: $N_d = N = -975,7\text{KN}$, $M_d = M_y = -162,58\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -162,58\text{KNm} - (-975,7) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 349,66\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{349,66\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,039$$

$$v_d = \frac{-975,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,16 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,16$, $\mu_{sd} = 0,039 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$

LC1107: $N_d = N = -719,4\text{KN}$, $M_d = M_y = 365,00\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 365,00\text{KNm} - (-719,4) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 742,69\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{742,69\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,083$$

$$v_d = \frac{-719,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,12 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = 0,083 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,10$

LC1108: $N_d = N = -546,6\text{KN}$, $M_d = M_y = 373,61\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 373,61\text{KNm} - (-546,6) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 660,58\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{660,58\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,073$$

$$v_d = \frac{-546,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,09 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,09$, $\mu_{sd} = 0,073 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,10$

LC1201: $N_d = N = -390,5\text{KN}$, $M_d = M_y = -134,61\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -134,61\text{KNm} - (-390,5) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 70,40\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{70,40\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,008$$

$$v_d = \frac{-390,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,07 \leq 0,65 \text{ \textbf{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,07$, $\mu_{sd} = 0,008 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,0$

LC1202: $N_d = N = -383,4\text{KN}$, $M_d = M_y = 105,71\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 105,71\text{KNm} - (-383,4) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 307,00\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{307,00\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,034$$

$$v_d = \frac{-383,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,06 \leq 0,65 \text{ \textbf{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,06$, $\mu_{sd} = 0,034 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,02$

LC1203: $N_d = N = -600,4\text{KN}$, $M_d = M_y = -425,04\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -425,04\text{KNm} - (-600,4) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -109,83\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-109,83\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,012$$

$$v_d = \frac{-600,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,10 \leq 0,65 \text{ \textbf{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,012 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,0$

LC1204: $N_d = N = -773,3\text{KN}$, $M_d = M_y = -433,65\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -433,65\text{KNm} - (-773,3) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -27,67\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-27,67\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,003$$

$$v_d = \frac{-773,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,13 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = 0,003 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,0$

LC1205: $N_d = N = -959,6\text{KN}$, $M_d = M_y = 77,01\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 77,01\text{KNm} - (-959,6) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 580,80\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{580,80\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,065$$

$$v_d = \frac{-959,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,16 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,16$, $\mu_{sd} = 0,065 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,02$

LC1206: $N_d = N = -966,7\text{KN}$, $M_d = M_y = -163,32\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -163,32\text{KNm} - (-966,7) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 344,20\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{344,20\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,038$$

$$v_d = \frac{-966,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,16 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,16$, $\mu_{sd} = 0,038 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$

LC1207: $N_d = N = -749,6\text{KN}$, $M_d = M_y = 367,44\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 367,44\text{KNm} - (-749,6) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 760,98\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{760,98\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,085$$

$$v_d = \frac{-749,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,12 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = 0,085 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,11$

LC1208: $N_d = N = -576,8\text{KN}$, $M_d = M_y = 376,05\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 376,05\text{KNm} - (-576,8) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 678,87\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{678,87\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,075$$

$$v_d = \frac{-576,8\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,10 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,075 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,10$

LC1301: $N_d = N = -449,0\text{KN}$, $M_d = M_y = -129,27\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -129,27\text{KNm} - (-449,0) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 106,46\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{106,46\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,012$$

$$v_d = \frac{-449,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,07 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,07$, $\mu_{sd} = 0,012 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$

LC1302: $N_d = N = -423,8\text{KN}$, $M_d = M_y = 109,59\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 109,59\text{KNm} - (-423,8) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 332,09\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{332,09\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,037$$

$$v_d = \frac{-423,8\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,07 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,07$, $\mu_{sd} = 0,037 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,02$

LC1303: $N_d = N = -645,5\text{KN}$, $M_d = M_y = -421,22\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -421,22\text{KNm} - (-645,5) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -82,33\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-82,33\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,009$$

$$v_d = \frac{-645,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,11 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = -0,009 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0$

LC1304: $N_d = N = -788,7\text{KN}$, $M_d = M_y = -432,59\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -432,59\text{KNm} - (-788,7) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -18,52\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-18,52\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,002$$

$$v_d = \frac{-788,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,13 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = -0,002 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0$

LC1305: $N_d = N = -901,1\text{KN}$, $M_d = M_y = 71,66\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 71,66\text{KNm} - (-901,1) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 544,74\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{544,74\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,061$$

$$v_d = \frac{-901,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,15 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,15$, $\mu_{sd} = 0,061 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,02$

LC1306: $N_d = N = -926,3\text{KN}$, $M_d = M_y = -167,20\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -167,20\text{KNm} - (-926,3) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 319,11\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{319,11\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,035$$

$$v_d = \frac{-926,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,15 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,15$, $\mu_{sd} = 0,035 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$

LC1307: $N_d = N = -704,6\text{KN}$, $M_d = M_y = 363,61\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 363,61\text{KNm} - (-704,6) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 733,53\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{733,53\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,082$$

$$v_d = \frac{-704,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,12 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = 0,082 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,10$

LC1308: $N_d = N = -561,4\text{KN}$, $M_d = M_y = 374,99\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 374,99\text{KNm} - (-561,4) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 669,73\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{669,73\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,074$$

$$v_d = \frac{-561,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,09 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,09$, $\mu_{sd} = 0,074 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,10$

LC1401: $N_d = N = -439,9\text{KN}$, $M_d = M_y = -130,00\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -130,00\text{KNm} - (-439,9) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 100,95\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{100,95\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,011$$

$$v_d = \frac{-439,9\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,07 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,07$, $\mu_{sd} = 0,011 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,0$

LC1402: $N_d = N = -432,8\text{KN}$, $M_d = M_y = 110,33\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 110,33\text{KNm} - (-432,8) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 337,55\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{337,55\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,038$$

$$v_d = \frac{-432,8\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,07 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,07$, $\mu_{sd} = 0,038 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0,03$

LC1403: $N_d = N = -615,3\text{KN}$, $M_d = M_y = -423,66\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -423,66\text{KNm} - (-615,3) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -100,63\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-100,63\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,011$$

$$v_d = \frac{-615,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,10 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = -0,011 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0$

LC1404: $N_d = N = -758,5\text{KN}$, $M_d = M_y = -435,04\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -435,04\text{KNm} - (-758,5) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = -36,83\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{-36,83\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = -0,004$$

$$v_d = \frac{-758,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,13 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = -0,004 \Rightarrow \omega_{\text{tot}} = 0$

LC1405: $N_d = N = -910,1\text{KN}$, $M_d = M_y = 72,39\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 72,39\text{KNm} - (-910,1) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 550,19\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{550,19\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,061$$

$$v_d = \frac{-910,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,15 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,15$, $\mu_{sd} = 0,061 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,02$

LC1406: $N_d = N = -917,2\text{KN}$, $M_d = M_y = -167,93\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -167,93\text{KNm} - (-917,2) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 313,60\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{313,60\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,035$$

$$v_d = \frac{-917,2\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,15 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,15$, $\mu_{sd} = 0,035 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,0$

LC1407: $N_d = N = -734,8\text{KN}$, $M_d = M_y = 366,05\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 366,05\text{KNm} - (-734,8) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 751,82\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{751,82\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,084$$

$$v_d = \frac{-734,8\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,12 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = 0,084 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,10$

LC1408: $N_d = N = -591,6\text{KN}$, $M_d = M_y = 377,05\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 377,05\text{KNm} - (-591,6) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 687,64\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{687,64\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,076$$

$$v_d = \frac{-591,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,10 \leq 0,65 \text{ άρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

$$\text{για } v_d = -0,10, \mu_{sd} = 0,076 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,10$$

Άρα λαμβάνουμε για δυσμενέστερο συνδυασμό από beam 2494 (0,000) για LC1207.

$$\text{Έτσι για } v_d = -0,12, \mu_{sd} = 0,085 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,11$$

Άρα θα διαστασιολογήσουμε με το δυσμενέστερο ω_{tot}

$$A_{s,tot} = \omega_{tot} * b * h * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,11 * 30\text{cm} * 150\text{cm} * \frac{20 * 10^3 / 1,5}{500 * 10^3 / 1,15} \Rightarrow A_{s,tot} = 15,18 \text{ cm}^2$$

Τον οπλισμό αυτόν τον κατανέμω ισομερώς στα δύο εσωτερικά υποστυλώματα του τοιχείου: ($15,18 \text{ cm}^2 / 2 = 7,59 \text{ cm}^2$ και $7,59 \text{ cm}^2 / 2 = 3,80 \text{ cm}^2$)

$$\text{Άρα } 3,80 \text{ cm}^2 \Rightarrow 3\Phi 16 (6,03 \text{ cm}^2)$$

Επειδή $a' - 2 * \text{επικάλυψη} - 2 * \text{τσέρκι} - 2 * \Phi 16 = 45\text{cm} - 2 * 3\text{cm} - 2 * 1\text{cm} - 2 * 1,6\text{cm} = 33,8\text{cm} > 20\text{cm}$
Βάζω από 1Φ18 στις δύο μεγάλες πλευρές των κρυφουποστυλωμάτων.

$$\text{Για κάθε ακραίο κρυφουποστύλωμα θα πρέπει } 0,01 \leq \frac{\Sigma A_s}{a' * b'} \leq 0,04 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,01 \leq \frac{6\Phi 16 + 2\Phi 18}{30\text{cm} * 45\text{cm}} \leq 0,04 \Rightarrow 0,01 \leq \frac{12,06\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} \leq 0,04 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,01 \leq 0,013 \leq 0,04 \quad \text{O.K.}$$

Έλεγχος στο ποσοστό οπλισμού: (για κάθε ακραίο κρυφουποστύλωμα)

Πρέπει $\rho / \text{παραεία} \geq 0,004$ και $0,004 < \rho / \text{σύνολο διατομής} < 0,04$

$$\rho / \text{παραεία} = \frac{3\Phi 16}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{6,03 \text{ cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,0045 > 0,004 \quad \text{O.K.}$$

$$\rho / \text{παραεία} = \frac{2\Phi 16 + 1\Phi 18}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{4,02\text{cm}^2 + 2,54\text{cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,0049 > 0,004 \quad \text{O.K.}$$

$$\rho / \text{σύνολο διατομής} = \frac{6\Phi 16 + 2\Phi 18}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{12,06\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,013$$

είναι $0,004 < 0,013 < 0,04$ **O.K.**

Εύρεση διαμηκούσ οπλισμού κορμού τοιχώματος:

$$\text{Πρέπει } \frac{\Sigma A_s}{b * (l_w - 2 * \alpha')} \geq 0,0025 \text{ } \rho \frac{\Sigma A_s}{30\text{mm} * (150\text{cm} - 2 * 45\text{cm})} \geq 0,0025 \text{ } \rho$$

$\rho \Sigma A_s \geq 4,5\text{cm}^2$ (σύνολο και στις δύο παρειές)

επιλέγω $8\Phi 10$ ($6,28\text{cm}^2$) και το διανέμω στις δύο όψεις του κορμού ($4\Phi 10$ στη κάθε μία) ανά:

$$\frac{l_w - 2 * \alpha' - 4 * \text{ράβδος}}{4 + 1} = \frac{150\text{cm} - 2 * 45\text{cm} - 4 * 1\text{cm}}{5} = 11,2\text{cm} \leq 20\text{cm}$$

Τοποθετώ επίσης οριζόντιο οπλισμό $\Phi 10/18$.

Εύρεση σιγμοειδούς οπλισμού $4\Phi 8/\mu^2$ (S500) του κορμού του τοιχώματος

($4\Phi 8$ ανά τετραγωνικό μέτρο κάτοψης κορμού)

επιφάνεια κορμού = $(l_w - 2 * \alpha') * b = (150\text{cm} - 2 * 45\text{cm}) * 30\text{cm} = 0,18\text{m}^2 \approx 0,25\text{m}^2$

βάζω $1\Phi 8$ S500 καθ' ύψος θα είναι ανά 25cm

Υπολογισμός μέγιστης ροπής σύμφωνα με τον τελικό οπλισμό

Εύρεση ροπής αντοχής M_{Rd} (διεύθυνση x)

Επιλέξαμε $6\Phi 16 + 2\Phi 18 + 4\Phi 10$ ($12,06\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2 + 3,14\text{cm}^2 = 20,28\text{cm}^2$)

Βρήκαμε $v_d = -0,12$

$$A_{s,tot} = \omega_{tot} * b * h * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 20,28\text{cm}^2 \text{ } \rho \omega_{tot} * 30\text{cm} * 150\text{cm} * \frac{20 * 10^3 / 1,5}{500 * 10^3 / 1,15} = 20,28\text{cm}^2 \text{ } \rho$$

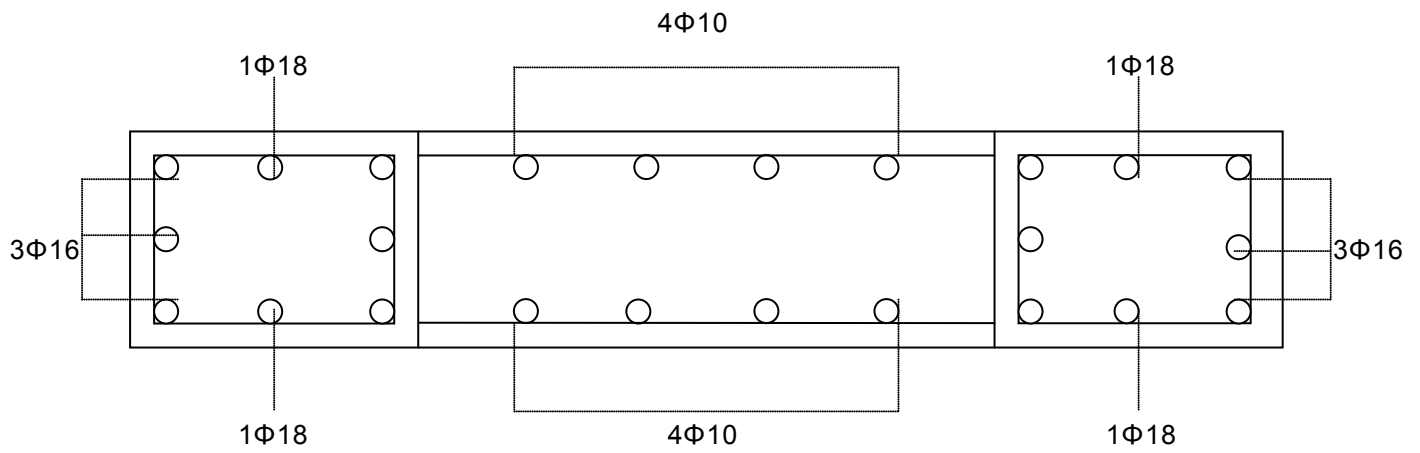
$$\left. \begin{array}{l} \omega_{tot} = 0,15 \\ \frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \\ v_d = -0,12 \end{array} \right\} \text{ } \rho \text{ πιν. 4.6.}\gamma \text{ } \rho \mu_{sd} = 0,11$$

$$\mu_{sd} = 0,11 \text{ } \rho \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} = 0,11 \text{ } \rho \frac{M_{sd}}{0,30\text{m} * (1,50)^2 * 20 * 10^3 / 1,5} = 0,11$$

▷ $M_{sd} = 990 \text{ KNm}$

άρα **$M_{Rd} = 990 \text{ KNm}$**

ΚΑΤΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ T6



Τοιχείο T7 (beam 2104)

Κρίσιμο ύψος τοιχώματος:

$$\text{Για beam 2104 ισχύει: } H_{cr} = \max \left\{ 150\text{cm}, \frac{300}{6} \right\} = \max \left\{ 150\text{cm}, 50\text{cm} \right\} \text{ ρ}$$

$$H_{cr} = 150\text{cm}$$

Κατακόρυφος οπλισμός τοιχώματος:

$$\text{Για beam 2104 ισχύει: } \alpha' = \max \left\{ 1.5 \cdot 30\text{cm}, 0.15 \cdot 150\text{cm} \right\} = \max \left\{ 45\text{cm}, 22.5\text{cm} \right\} \\ = 45\text{cm}$$

$$\text{και } y_{s1} = \frac{150\text{cm}}{2} - \frac{45\text{cm}}{2} = 52,5\text{cm}$$

Για beam 2104 (0,000) από τις φορτίσεις συνδυασμού LC1101 – LC1408 θα ληφθεί υπ' όψη η δυσμενέστερη ροπή $M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1}$

LC1101: $N_d = N = -283,7\text{KN}$, $M_d = M_y = -142,16\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = -142,16\text{KNm} - (-283,7\text{KN}) \cdot 0,525\text{m} \text{ ρ } M_{sd} = 6,78\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \text{ ρ } \mu_{sd} = \frac{6,78\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,50\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ ρ } \mu_{sd} = 0,001$$

πρέπει $v_d = \frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}} \leq 0,65$, όπου N_d αυτό που προκύπτει από τον δυσμενέστερο συνδυασμό

$$v_d = \frac{-283,7\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,50\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ ρ } -0,05 \leq 0,65 \text{ άρα Ο.Κ.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ ρ πιν. 4.6.γ}$$

$$\text{για } v_d = -0,05 \text{ , } \mu_{sd} = 0,001 \text{ ρ } \omega_{tot} = 0$$

LC1102: $N_d = N = -403,6\text{KN}$, $M_d = M_y = 124,07\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = 124,07\text{KNm} - (-403,6\text{KN}) \cdot 0,525\text{m} \text{ ρ } M_{sd} = 335,96\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{335,96\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,037$$

$$v_d = \frac{-403,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,07 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

$$\text{για } v_d = -0,07 \text{ , } \mu_{sd} = 0,037 \text{ } \omega_{tot} = 0,02$$

LC1103: $N_d = N = -216,6\text{KN}$, $M_d = M_y = -440,19\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -440,19\text{KNm} - (-216,6\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = -326,48\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{-326,48\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = -0,036$$

$$v_d = \frac{-216,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,04 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

$$\text{για } v_d = -0,04 \text{ , } \mu_{sd} = -0,036 \text{ } \omega_{tot} = 0,0$$

LC1104: $N_d = N = -279,0\text{KN}$, $M_d = M_y = -429,49\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -429,49\text{KNm} - (-279,0\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = -283,02\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{-283,02\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = -0,031$$

$$v_d = \frac{-279,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,05 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

$$\text{για } v_d = -0,05 \text{ , } \mu_{sd} = -0,031 \text{ } \omega_{tot} = 0,0$$

LC1105: $N_d = N = -611,7\text{KN}$, $M_d = M_y = 159,86\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 159,86\text{KNm} - (-611,7\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 481,00\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \text{ ἢ } \mu_{sd} = \frac{481,00\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,50\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ ἢ } \mu_{sd} = 0,053$$

$$v_d = \frac{-611,7\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,50\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ ἢ } -0,10 \leq 0,65 \text{ ἄρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ ἢ πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,053$ ἢ $\omega_{tot} = 0,02$

LC1106: $N_d = N = -491,8\text{KN}$, $M_d = M_y = -106,37\text{KNm}$ και ἄρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = -106,37\text{KNm} - (-491,8\text{KN}) \cdot 0,525\text{m} \text{ ἢ } M_{sd} = 151,83\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \text{ ἢ } \mu_{sd} = \frac{151,83\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,50\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ ἢ } \mu_{sd} = 0,017$$

$$v_d = \frac{-491,8\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,50\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ ἢ } -0,08 \leq 0,65 \text{ ἄρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ ἢ πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,08$, $\mu_{sd} = 0,017$ ἢ $\omega_{tot} = 0$

LC1107: $N_d = N = -678,8\text{KN}$, $M_d = M_y = 457,89\text{KNm}$ και ἄρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = 457,89\text{KNm} - (-678,8\text{KN}) \cdot 0,525\text{m} \text{ ἢ } M_{sd} = 814,26\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \text{ ἢ } \mu_{sd} = \frac{814,26\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,50\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ ἢ } \mu_{sd} = 0,090$$

$$v_d = \frac{-678,8\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,50\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ ἢ } -0,11 \leq 0,65 \text{ ἄρα O.K.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ ἢ πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = 0,090$ ἢ $\omega_{tot} = 0,12$

LC1108: $N_d = N = -616,4\text{KN}$, $M_d = M_y = 447,19\text{KNm}$ και ἄρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = 447,19\text{KNm} - (-616,4\text{KN}) \cdot 0,525\text{m} \text{ ἢ } M_{sd} = 770,8\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{770,8\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,086$$

$$v_d = \frac{-616,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,086$ $\text{ } \omega_{tot} = 0,12$

LC1201: $N_d = N = -278,7\text{KN}$, $M_d = M_y = -158,57\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -158,57\text{KNm} - (-278,7\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = -12,25\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{-12,25\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = -0,001$$

$$v_d = \frac{-278,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,05 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,05$, $\mu_{sd} = -0,001$ $\text{ } \omega_{tot} = 0$

LC1202: $N_d = N = -408,5\text{KN}$, $M_d = M_y = 140,49\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 140,49\text{KNm} - (-408,5\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 354,95\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{354,95\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,039$$

$$v_d = \frac{-408,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,07 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,07$, $\mu_{sd} = 0,039$ $\text{ } \omega_{tot} = 0,03$

LC1203: $N_d = N = -200,1\text{KN}$, $M_d = M_y = -494,91\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -494,91\text{KNm} - (-200,1\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = -389,86\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{-389,86\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = -0,043$$

$$v_d = \frac{-200,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,03 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,03$, $\mu_{sd} = -0,043$ $\text{ } \omega_{tot} = 0$

LC1204: $N_d = N = -262,5\text{KN}$, $M_d = M_y = -484,22\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -484,22\text{KNm} - (-262,5\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = -346,41\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{-346,41\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = -0,038$$

$$v_d = \frac{-262,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,04 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,04$, $\mu_{sd} = -0,038$ $\text{ } \omega_{tot} = 0$

LC1205: $N_d = N = -616,6\text{KN}$, $M_d = M_y = 176,28\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 176,28\text{KNm} - (-616,6\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 500,00\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{500,00\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,055$$

$$v_d = \frac{-616,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,055$ $\text{ } \omega_{tot} = 0,02$

LC1206: $N_d = N = -486,8\text{KN}$, $M_d = M_y = -122,78\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -122,78\text{KNm} - (-486,8\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 132,79\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{132,79\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,015$$

$$v_d = \frac{-486,8\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,08 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,08$, $\mu_{sd} = 0,015$ $\text{ } \omega_{tot} = 0$

LC1207: $N_d = N = -695,3\text{KN}$, $M_d = M_y = 512,62\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 512,62\text{KNm} - (-695,3\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \underline{M_{sd} = 877,65\text{KNm}}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{877,65\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,098$$

$$v_d = \frac{-695,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,12 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = 0,098$ $\text{ } \omega_{tot} = 0,13$

LC1208: $N_d = N = -632,8\text{KN}$, $M_d = M_y = 501,92\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 501,92\text{KNm} - (-632,8\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 834,14\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{834,14\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,093$$

$$v_d = \frac{-632,8\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,11 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = 0,093$ $\text{ } \omega_{tot} = 0,12$

LC1301: $N_d = N = -310,0\text{KN}$, $M_d = M_y = -55,31\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -55,31\text{KNm} - (-310,0\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 107,44\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \quad \mu_{sd} = \frac{107,44\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \quad \mu_{sd} = 0,012$$

$$v_d = \frac{-310,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \quad -0,05 \leq 0,65 \quad \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \quad \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,05$, $\mu_{sd} = 0,012$ $\omega_{tot} = 0$

LC1302: $N_d = N = -429,9\text{KN}$, $M_d = M_y = 210,92\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 210,92\text{KNm} - (-429,9\text{KN}) * 0,525\text{m} \quad M_{sd} = 436,62\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \quad \mu_{sd} = \frac{436,62\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \quad \mu_{sd} = 0,049$$

$$v_d = \frac{-429,9\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \quad -0,07 \leq 0,65 \quad \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \quad \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,07$, $\mu_{sd} = 0,049$ $\omega_{tot} = 0,08$

LC1303: $N_d = N = -224,5\text{KN}$, $M_d = M_y = -414,16\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -414,16\text{KNm} - (-224,5\text{KN}) * 0,525\text{m} \quad M_{sd} = -296,30\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \quad \mu_{sd} = \frac{-296,30\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \quad \mu_{sd} = -0,033$$

$$v_d = \frac{-224,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \quad -0,04 \leq 0,65 \quad \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \quad \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,04$, $\mu_{sd} = -0,033$ $\omega_{tot} = 0$

LC1304: $N_d = N = -271,1\text{KN}$, $M_d = M_y = -455,52\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -455,52\text{KNm} - (-271,1\text{KN}) * 0,525\text{m} \quad M_{sd} = -313,19\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{-313,19\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = -0,035$$

$$v_d = \frac{-271,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,05 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = -0,035$ $\text{ } \omega_{\text{tot}} = 0$

LC1305: $N_d = N = -585,4\text{KN}$, $M_d = M_y = 73,02\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 73,02\text{KNm} - (-585,4\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 380,36\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{380,36\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,042$$

$$v_d = \frac{-585,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,042$ $\text{ } \omega_{\text{tot}} = 0,01$

LC1306: $N_d = N = -465,4\text{KN}$, $M_d = M_y = -193,22\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -193,22\text{KNm} - (-465,4\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 51,12\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{51,12\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,006$$

$$v_d = \frac{-465,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,08 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,08$, $\mu_{sd} = 0,006$ $\text{ } \omega_{\text{tot}} = 0$

LC1307: $N_d = N = -670,9\text{KN}$, $M_d = M_y = 431,86\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 431,86\text{KNm} - (-670,9\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 784,08\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \quad \mu_{sd} = \frac{784,08\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \quad \mu_{sd} = 0,087$$

$$v_d = \frac{-670,9\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \quad -0,11 \leq 0,65 \quad \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \quad \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = 0,087$ $\omega_{tot} = 0,11$

LC1308: $N_d = N = -624,3\text{KN}$, $M_d = M_y = 473,22\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 473,22\text{KNm} - (-624,3\text{KN}) * 0,525\text{m} \quad M_{sd} = 800,98\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \quad \mu_{sd} = \frac{800,98\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \quad \mu_{sd} = 0,089$$

$$v_d = \frac{-624,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \quad -0,10 \leq 0,65 \quad \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \quad \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,089$ $\omega_{tot} = 0,12$

LC1401: $N_d = N = -305,0\text{KN}$, $M_d = M_y = -71,73\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -71,73\text{KNm} - (-305,0\text{KN}) * 0,525\text{m} \quad M_{sd} = 88,40\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \quad \mu_{sd} = \frac{88,40\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \quad \mu_{sd} = 0,010$$

$$v_d = \frac{-305,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \quad -0,05 \leq 0,65 \quad \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \quad \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,05$, $\mu_{sd} = 0,010$ $\omega_{tot} = 0$

LC1402: $N_d = N = -434,9\text{KN}$, $M_d = M_y = 227,33\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 227,33\text{KNm} - (-434,9\text{KN}) * 0,525\text{m} \quad M_{sd} = 455,65\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \quad \mu_{sd} = \frac{455,65\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \quad \mu_{sd} = 0,051$$

$$v_d = \frac{-434,9\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \quad -0,07 \leq 0,65 \quad \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \quad \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,07$, $\mu_{sd} = 0,051$ $\Rightarrow \omega_{tot} = 0,08$

LC1403: $N_d = N = -208,0\text{KN}$, $M_d = M_y = -468,89\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -468,89\text{KNm} - (-208,0\text{KN}) * 0,525\text{m} \quad M_{sd} = -359,69\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \quad \mu_{sd} = \frac{-359,69\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \quad \mu_{sd} = -0,040$$

$$v_d = \frac{-208,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \quad -0,04 \leq 0,65 \quad \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \quad \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,04$, $\mu_{sd} = -0,040$ $\Rightarrow \omega_{tot} = 0$

LC1404: $N_d = N = -254,6\text{KN}$, $M_d = M_y = -510,25\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -510,25\text{KNm} - (-254,6\text{KN}) * 0,525\text{m} \quad M_{sd} = -376,59\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \quad \mu_{sd} = \frac{-376,59\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \quad \mu_{sd} = -0,042$$

$$v_d = \frac{-254,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \quad -0,04 \leq 0,65 \quad \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \quad \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,04$, $\mu_{sd} = -0,042$ $\Rightarrow \omega_{tot} = 0$

LC1405: $N_d = N = -590,3\text{KN}$, $M_d = M_y = 89,43\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 89,43\text{KNm} - (-590,3\text{KN}) * 0,525\text{m} \quad M_{sd} = 399,34\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{399,34\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,044$$

$$v_d = \frac{-590,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,10 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,10$, $\mu_{sd} = 0,044$ $\text{ } \omega_{tot} = 0,02$

LC1406: $N_d = N = -460,5\text{KN}$, $M_d = M_y = -209,63\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -209,63\text{KNm} - (-460,5\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 32,13\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{32,13\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,004$$

$$v_d = \frac{-460,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,08 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,08$, $\mu_{sd} = 0,004$ $\text{ } \omega_{tot} = 0$

LC1407: $N_d = N = -687,4\text{KN}$, $M_d = M_y = 486,59\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 486,59\text{KNm} - (-687,4\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 847,48\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{847,48\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,094$$

$$v_d = \frac{-687,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,11 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = 0,094$ $\text{ } \omega_{tot} = 0,12$

LC1408: $N_d = N = -640,7\text{KN}$, $M_d = M_y = 527,95\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 527,95\text{KNm} - (-640,7\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 864,32\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \quad \text{P} \quad \mu_{sd} = \frac{864,32\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,50\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \quad \text{P} \quad \mu_{sd} = 0,096$$

$$v_d = \frac{-640,7\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,50\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \quad \text{P} \quad -0,11 \leq 0,65 \quad \underline{\text{Άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \quad \text{P} \quad \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = 0,096$ P $\omega_{tot} = 0,12$

Άρα λαμβάνουμε για δυσμενέστερο συνδυασμό από beam 2104 (0,000) για LC1207.

Έτσι για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = 0,098$ P $\omega_{tot} = 0,13$

Άρα θα διαστασιολογήσουμε με το δυσμενέστερο ω_{tot}

$$A_{s,tot} = \omega_{tot} \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,13 \cdot 30\text{cm} \cdot 150\text{cm} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 / 1,5}{500 \cdot 10^3 / 1,15} \quad \text{P} \quad A_{s,tot} = 17,94 \text{ cm}^2$$

Τον οπλισμό αυτόν τον κατανέμω ισομερώς στα δύο εσωτερικά υποστυλώματα του τοιχείου: ($17,94 \text{ cm}^2 / 2 = 8,97 \text{ cm}^2$ και $8,97 \text{ cm}^2 / 2 = 4,49 \text{ cm}^2$)

Άρα $4,49 \text{ cm}^2$ P $3\Phi 16$ ($6,03 \text{ cm}^2$)

Επειδή $a' - 2 \cdot \text{επικάλυψη} - 2 \cdot \text{τσέρκι} - 2 \cdot \Phi 16 = 45\text{cm} - 2 \cdot 3\text{cm} - 2 \cdot 1\text{cm} - 2 \cdot 1,6\text{cm} = 33,8\text{cm} > 20\text{cm}$
Βάζω από $1\Phi 18$ στις δύο μεγάλες πλευρές των κρυφουποστυλωμάτων.

Για κάθε ακραίο κρυφουποστύλωμα θα πρέπει $0,01 \leq \frac{\Sigma A_s}{a' \cdot b'} \leq 0,04$ P

$$\text{P} \quad 0,01 \leq \frac{6\Phi 16 + 2\Phi 18}{30\text{cm} \cdot 45\text{cm}} \leq 0,04 \quad \text{P} \quad 0,01 \leq \frac{12,06\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2}{30\text{cm} \cdot 45\text{cm}} \leq 0,04 \quad \text{P}$$

P $0,01 \leq 0,013 \leq 0,04$ **O.K.**

Έλεγχος στο ποσοστό οπλισμού: (για κάθε ακραίο κρυφουποστύλωμα)

Πρέπει $\rho / \text{παραεία} \geq 0.004$ και $0.004 < \rho / \text{σύνολο διατομής} < 0.04$

$$\rho / \text{παραεία} = \frac{3\Phi 16}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{6,03 \text{ cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,0045 > 0,004 \quad \underline{\text{O.K.}}$$

$$\rho / \text{παραεία} = \frac{2\Phi 16 + 1\Phi 18}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{4,02\text{cm}^2 + 2,54\text{cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,0049 > 0,004 \quad \underline{\text{O.K.}}$$

$$\rho / \text{σύνολο διατομής} = \frac{6\Phi 16 + 2\Phi 18}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{12,06\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,013$$

είναι $0,004 < 0,013 < 0,04 \quad \underline{\text{O.K.}}$

κορμός:

Για τον κορμό του τοιχώματος η ελάχιστη διάμετρος του κατακόρυφου οπλισμού $\min\Phi_L$ θα πρέπει να είναι 10mm. Η μέγιστη διάμετρος $\max\Phi_L$ των κατακόρυφων ράβδων δεν μπορεί να υπερβαίνει το 1/10 του πάχους του τοιχώματος.

$$\acute{\epsilon}\chi\omega \min\Phi_L = \Phi 10 \geq 10\text{mm}$$

$$\text{και } \max\Phi_L \leq 1/10 * b = 1/10 * 300\text{mm} = 30\text{mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 10\text{mm} \leq \Phi_L \leq 30\text{mm}$$

Επίσης για τον κορμό του τοιχώματος θα πρέπει μεταξύ των ακραίων περιοχών το συνολικό ποσοστό του κατακόρυφου οπλισμού δεν μπορεί να είναι μικρότερο από 0,0025 στις κρίσιμες περιοχές τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας. Ο οπλισμός αυτός θα σχηματίζει με τις οριζόντιες ράβδους δύο εσχάρες, μία κοντά σε κάθε όψη του τοιχώματος, οι οποίες να συνδέονται με εγκάρσιο σιγμοειδή οπλισμό $4\Phi 8/\mu^2$ (S220). Σε κάθε εσχάρα η απόσταση δύο γειτονικών κατακόρυφων ράβδων θα είναι $S \leq 200\text{mm}$.

Εύρεση διαμηκού οπλισμού κορμού τοιχώματος:

$$\text{Πρέπει } \frac{\Sigma A_s}{b * (l_w - 2 * \alpha')} \geq 0,0025 \quad \text{ἢ} \quad \frac{\Sigma A_s}{30\text{mm} * (150\text{cm} - 2 * 45\text{cm})} \geq 0,0025 \quad \text{ἢ}$$

$$\text{ἢ } \Sigma A_s \geq 4,5\text{cm}^2 \text{ (σύνολο και στις δύο παραείες)}$$

επιλέγω $8\Phi 10$ ($6,28\text{cm}^2$) και το διανέμω στις δύο όψεις του κορμού ($4\Phi 10$ στη κάθε μία) ανά:

$$\frac{l_w - 2 * \alpha' - 4 * \text{ράβδος}}{4 + 1} = \frac{150\text{cm} - 2 * 45\text{cm} - 4 * 1\text{cm}}{5} = 11,2\text{cm} \leq 20\text{cm}$$

Τοποθετώ επίσης οριζόντιο οπλισμό $\Phi 10/18$.

Εύρεση σιγομοειδούς οπλισμού $4\Phi 8/\mu^2$ (S500) του κορμού του τοιχώματος

($4\Phi 8$ ανά τετραγωνικό μέτρο κάτοψης κορμού)

επιφάνεια κορμού = $(l_w - 2 \cdot \alpha') \cdot b = (150\text{cm} - 2 \cdot 45\text{cm}) \cdot 30\text{cm} = 0,18\text{m}^2 \approx 0,25\text{m}^2$

βάζω $1\Phi 8$ S500 καθ' ύψος θα είναι ανά 25cm

Υπολογισμός μέγιστης ροπής σύμφωνα με τον τελικό οπλισμό

Εύρεση ροπής αντοχής M_{Rd} (διεύθυνση x)

Επιλέξαμε $6\Phi 16 + 2\Phi 18 + 4\Phi 10$ ($12,06\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2 + 3,14\text{cm}^2 = 20,28\text{cm}^2$)

Βρήκαμε $\nu_d = -0,11$

$$A_{s,tot} = \omega_{tot} \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 20,28\text{cm}^2 \quad \text{P} \quad \omega_{tot} \cdot 30\text{cm} \cdot 150\text{cm} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 / 1,5}{500 \cdot 10^3 / 1,5} = 20,28\text{cm}^2 \quad \text{P}$$

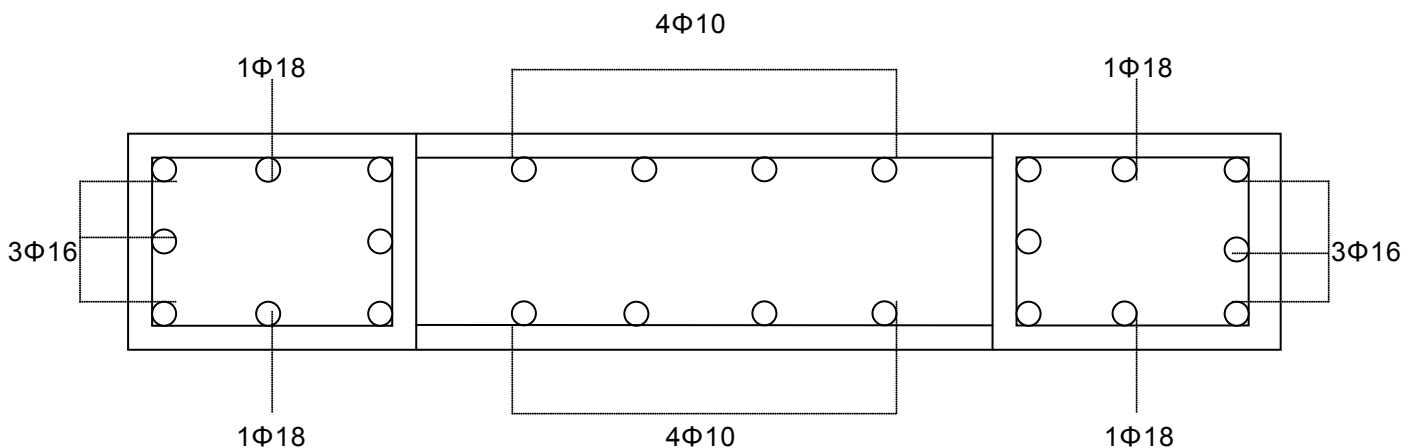
$$\left. \begin{array}{l} \omega_{tot} = 0,15 \\ \frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \\ \nu_d = -0,11 \end{array} \right\} \text{P} \quad \text{πιν. 4.6.}\gamma \quad \text{P} \quad \mu_{sd} = 0,11$$

$$\mu_{sd} = 0,11 \quad \text{P} \quad \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = 0,11 \quad \text{P} \quad \frac{M_{sd}}{0,30\text{m} \cdot (1,50)^2 \cdot 20 \cdot 10^3 / 1,5} = 0,11$$

∴ $M_{sd} = 990 \text{ KNm}$

άρα **$M_{Rd} = 990 \text{ KNm}$**

ΚΑΤΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ T7



Τοιχείο T8 (beam 2164)

Κρίσιμο ύψος τοιχώματος:

$$\text{Για beam 2164 ισχύει: } H_{cr} = \max \left\{ 150\text{cm}, \frac{300}{6} \right\} = \max \left\{ 150\text{cm}, 50\text{cm} \right\} \text{ ρ}$$
$$H_{cr} = 145\text{cm}$$

Κατακόρυφος οπλισμός τοιχώματος:

$$\text{Για beam 2164 ισχύει: } \alpha' = \max \left\{ 1.5 \cdot 30\text{cm}, 0.15 \cdot 150\text{cm} \right\} = \max \left\{ 45\text{cm}, 21.75\text{cm} \right\}$$
$$= 45\text{cm}$$

$$\text{και } y_{s1} = \frac{150\text{cm}}{2} - \frac{45\text{cm}}{2} = 52,5\text{cm}$$

Για beam 2164 (0,000) από τις φορτίσεις συνδυασμού LC1101 – LC1408 θα ληφθεί υπ' όψη η δυσμενέστερη ροπή $M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1}$

LC1101: $N_d = N = -998,6\text{KN}$, $M_d = M_z = -582,49\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = -582,49\text{KNm} - (-998,6\text{KN}) \cdot 0,525\text{m} \text{ ρ } M_{sd} = -58,23\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \text{ ρ } \mu_{sd} = \frac{-58,23\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,50\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ ρ } \mu_{sd} = -0,006$$

$$v_d = \frac{-998,6\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,50\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ ρ } -0,17 \leq 0,65 \text{ άρα Ο.Κ.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ ρ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,17$, $\mu_{sd} = -0,006$ ρ $\omega_{tot} = 0$

LC1102: $N_d = N = -867,4\text{KN}$, $M_d = M_z = -610,64\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = -610,64\text{KNm} - (-867,4\text{KN}) \cdot 0,525\text{m} \text{ ρ } M_{sd} = -155,26\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \text{ ρ } \mu_{sd} = \frac{-155,26\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,50\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ ρ } \mu_{sd} = -0,017$$

$$v_d = \frac{-867,4\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,50\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ ρ } -0,15 \leq 0,65 \text{ άρα Ο.Κ.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \rho \text{ } \pi\text{IV. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,15$, $\mu_{sd} = -0,017$ ρ $\omega_{tot} = 0$

LC1103: $N_d = N = -1196,0\text{KN}$, $M_d = M_z = -133,51\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -133,51\text{KNm} - (-1196,0\text{KN}) * 0,525\text{m} \rho \text{ } M_{sd} = 494,39\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \rho \text{ } \mu_{sd} = \frac{494,39\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20*10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \rho \text{ } \mu_{sd} = 0,055$$

$$v_d = \frac{-1196,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20*10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \rho \text{ } -0,20 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \rho \text{ } \pi\text{IV. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,20$, $\mu_{sd} = 0,055$ ρ $\omega_{tot} = 0$

LC1104: $N_d = N = -1234,1\text{KN}$, $M_d = M_z = 223,23\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 223,23\text{KNm} - (-1234,1\text{KN}) * 0,525\text{m} \rho \text{ } M_{sd} = 871,13\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \rho \text{ } \mu_{sd} = \frac{871,13\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20*10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \rho \text{ } \mu_{sd} = 0,097$$

$$v_d = \frac{-1234,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20*10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \rho \text{ } -0,21 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \rho \text{ } \pi\text{IV. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,21$, $\mu_{sd} = 0,097$ ρ $\omega_{tot} = 0,07$

LC1105: $N_d = N = -994,2\text{KN}$, $M_d = M_z = 578,41\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 578,41\text{KNm} - (-994,2\text{KN}) * 0,525\text{m} \rho \text{ } M_{sd} = 1100,37\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \rho \text{ } \mu_{sd} = \frac{1100,37\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20*10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \rho \text{ } \mu_{sd} = 0,122$$

$$v_d = \frac{-994,2\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20*10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \rho \text{ } -0,17 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,17$, $\mu_{sd} = 0,122$ } $\omega_{tot} = 0,19$

LC1106: $N_d = N = -1125,4\text{KN}$, $M_d = M_z = 606,56\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 606,56\text{KNm} - (-1125,4\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 1197,40\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{1197,40\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,133$$

$$v_d = \frac{-1125,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,19 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{20\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,19$, $\mu_{sd} = 0,133$ } $\omega_{tot} = 0,20$

LC1107: $N_d = N = -796,8\text{KN}$, $M_d = M_z = 129,43\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 129,43\text{KNm} - (-796,8\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 547,75\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{547,75\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,061$$

$$v_d = \frac{-796,8\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,13 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = 0,061$ } $\omega_{tot} = 0,02$

LC1108: $N_d = N = -758,7\text{KN}$, $M_d = M_z = -227,31\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -227,31\text{KNm} - (-758,7\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 171,01\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{171,01\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,019$$

$$v_d = \frac{-758,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,13 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = 0,019$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1201: $N_d = N = -1006,4\text{KN}$, $M_d = M_z = -572,99\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -572,99\text{KNm} - (-1006,4\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \mu_{sd} = -44,63\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{-44,63\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = -0,005$$

$$v_d = \frac{-1006,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,17 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,17$, $\mu_{sd} = -0,005$ } $\omega_{tot} = 0$

LC1202: $N_d = N = -859,5\text{KN}$, $M_d = M_z = -620,14\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -620,14\text{KNm} - (-859,5\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \mu_{sd} = -168,90\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{-168,90\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = -0,019$$

$$v_d = \frac{-859,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,14 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,14$, $\mu_{sd} = -0,019$ } $\omega_{tot} = 0$

LC1203: $N_d = N = -1222,3\text{KN}$, $M_d = M_z = -101,84\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -101,84\text{KNm} - (-1222,3\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \mu_{sd} = 539,87\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{539,87\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,060$$

$$v_d = \frac{-1222,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,20 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,20$, $\mu_{sd} = 0,060$ $\text{ } \omega_{\text{tot}} = 0,0$

LC1204: $N_d = N = -1260,3\text{KN}$, $M_d = M_z = 254,91\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 254,91\text{KNm} - (-1260,3\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 916,57\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{916,57\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,102$$

$$v_d = \frac{-1260,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,21 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,21$, $\mu_{sd} = 0,102$ $\text{ } \omega_{\text{tot}} = 0,07$

LC1205: $N_d = N = -986,4\text{KN}$, $M_d = M_z = 568,91\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 568,91\text{KNm} - (-986,4\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 1086,77\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{1086,77\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,121$$

$$v_d = \frac{-986,4\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,16 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,16$, $\mu_{sd} = 0,121$ $\text{ } \omega_{\text{tot}} = 0,20$

LC1206: $N_d = N = -1133,3\text{KN}$, $M_d = M_z = 616,06\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 616,06\text{KNm} - (-1133,3\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 1211,04\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{1211,04\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,135$$

$$v_d = \frac{-1133,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,19 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,19$, $\mu_{sd} = 0,135$ } $\omega_{tot} = 0,20$

LC1207: $N_d = N = -770,5\text{KN}$, $M_d = M_z = 97,75\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 97,75\text{KNm} - (-770,5\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 502,26\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{502,26\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,056$$

$$v_d = \frac{-770,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,13 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = 0,056$ } $\omega_{tot} = 0,02$

LC1208: $N_d = N = -732,5\text{KN}$, $M_d = M_z = -258,99\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -258,99\text{KNm} - (-732,5\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 125,57\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{125,57\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,014$$

$$v_d = \frac{-732,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,12 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = 0,014$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1301: $N_d = N = -956,2\text{KN}$, $M_d = M_z = -635,04\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -635,04\text{KNm} - (-956,2\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = -133,04\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{-133,04\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = -0,015$$

$$v_d = \frac{-956,2\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,16 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,16$, $\mu_{sd} = -0,015$ $\text{ } \omega_{\text{tot}} = 0$

LC1302: $N_d = N = -825,0\text{KN}$, $M_d = M_z = -663,19\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -663,19\text{KNm} - (-825,0\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \mu_{sd} = -230,07\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{-230,07\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = -0,026$$

$$v_d = \frac{-825,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,14 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,14$, $\mu_{sd} = -0,026$ $\text{ } \omega_{\text{tot}} = 0$

LC1303: $N_d = N = -1183,3\text{KN}$, $M_d = M_z = -149,26\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -149,26\text{KNm} - (-1183,3\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 471,97\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{471,97\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,052$$

$$v_d = \frac{-1183,3\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,20 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,20$, $\mu_{sd} = 0,052$ $\text{ } \omega_{\text{tot}} = 0,0$

LC1304: $N_d = N = -1246,8\text{KN}$, $M_d = M_z = 238,98\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 238,98\text{KNm} - (-1246,8\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 893,55\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{893,55\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,099$$

$$v_d = \frac{-1246,8\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,21 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,21$, $\mu_{sd} = 0,099$ } $\omega_{\text{tot}} = 0,08$

LC1305: $N_d = N = -1036,6\text{KN}$, $M_d = M_z = 630,96\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 630,96\text{KNm} - (-1036,6\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 1175,18\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \text{ } \mu_{sd} = \frac{1175,18\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \text{ } \mu_{sd} = 0,131$$

$$v_d = \frac{-1036,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } \text{ } -0,17 \leq 0,65 \text{ } \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,17$, $\mu_{sd} = 0,131$ } $\omega_{\text{tot}} = 0,20$

LC1306: $N_d = N = -1167,8\text{KN}$, $M_d = M_z = 659,11\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 659,11\text{KNm} - (-1167,8\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 1272,21\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \text{ } \mu_{sd} = \frac{1272,21\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \text{ } \mu_{sd} = 0,141$$

$$v_d = \frac{-1167,8\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } \text{ } -0,20 \leq 0,65 \text{ } \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,20$, $\mu_{sd} = 0,141$ } $\omega_{\text{tot}} = 0,20$

LC1307: $N_d = N = -809,5\text{KN}$, $M_d = M_z = 145,18\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 145,18\text{KNm} - (-809,5\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 570,17\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \text{ } \mu_{sd} = \frac{570,17\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \text{ } \mu_{sd} = 0,063$$

$$v_d = \frac{-809,5\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } \text{ } -0,14 \leq 0,65 \text{ } \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,14$, $\mu_{sd} = 0,063$ } $\omega_{tot} = 0,02$

LC1308: $N_d = N = -746,0\text{KN}$, $M_d = M_z = -243,06\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -243,06\text{KNm} - (-746,0\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 148,59\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{148,59\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,017$$

$$v_d = \frac{-746,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,12 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = 0,017$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1401: $N_d = N = -964,1\text{KN}$, $M_d = M_z = -625,54\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -625,54\text{KNm} - (-964,1\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = -119,39\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{-119,39\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = -0,013$$

$$v_d = \frac{-964,1\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,16 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,16$, $\mu_{sd} = -0,013$ } $\omega_{tot} = 0$

LC1402: $N_d = N = -817,2\text{KN}$, $M_d = M_z = -672,69\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -672,69\text{KNm} - (-817,2\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = -243,66\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{-243,66\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = -0,027$$

$$v_d = \frac{-817,2\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,14 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,14$, $\mu_{sd} = -0,027$ } $\omega_{tot} = 0$

LC1403: $N_d = N = -1209,6\text{KN}$, $M_d = M_z = -117,58\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -117,58\text{KNm} - (-1209,6\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 517,46\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{517,46\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,057$$

$$v_d = \frac{-1209,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,20 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,20$, $\mu_{sd} = 0,057$ } $\omega_{tot} = 0,0$

LC1404: $N_d = N = -1273,0\text{KN}$, $M_d = M_z = 270,65\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 270,65\text{KNm} - (-1273,0\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 938,98\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{938,98\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,104$$

$$v_d = \frac{-1273,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,21 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,21$, $\mu_{sd} = 0,104$ } $\omega_{tot} = 0,10$

LC1405: $N_d = N = -1028,7\text{KN}$, $M_d = M_z = 621,46\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 621,46\text{KNm} - (-1028,7\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \text{ } M_{sd} = 1161,53\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{1161,53\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,129$$

$$v_d = \frac{-1028,7\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,17 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{άρα O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,17$, $\mu_{sd} = 0,129$ $\text{ } \omega_{tot} = 0,20$

LC1406: $N_d = N = -1175,6\text{KN}$, $M_d = M_z = 668,61\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 668,61\text{KNm} - (-1175,6\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } \mu_{sd} = \underline{\underline{1285,80\text{KNm}}}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{1285,80\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,143$$

$$v_d = \frac{-1175,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,20 \leq 0,65 \text{ } \underline{\underline{\text{άρα O.K.}}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,20$, $\mu_{sd} = 0,143$ $\text{ } \omega_{tot} = \mathbf{0,21}$

LC1407: $N_d = N = -783,2\text{KN}$, $M_d = M_z = 113,50\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 113,50\text{KNm} - (-783,2\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 524,68\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{524,68\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,058$$

$$v_d = \frac{-783,2\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,13 \leq 0,65 \text{ } \underline{\underline{\text{άρα O.K.}}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,13$, $\mu_{sd} = 0,058$ $\text{ } \omega_{tot} = 0,01$

LC1408: $N_d = N = -719,8\text{KN}$, $M_d = M_z = -274,74\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = -274,74\text{KNm} - (-719,8\text{KN}) * 0,525\text{m} \text{ } M_{sd} = 103,16\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \text{ } \mu_{sd} = \frac{103,16\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \mu_{sd} = 0,011$$

$$v_d = \frac{-719,8\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20 * 10^3 \text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } -0,12 \leq 0,65 \text{ } \underline{\underline{\text{άρα O.K.}}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} \approx 0,15 \text{ Π. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = 0,011$ Π $\omega_{tot} = 0,0$

άρα λαμβάνουμε για δυσμενέστερο συνδυασμό από beam 2164 (0,000) για LC1406.

Έτσι για $v_d = -0,20$, $\mu_{sd} = 0,143$ Π $\omega_{tot} = 0,21$

Άρα θα διαστασιολογήσουμε με το δυσμενέστερο ω_{tot}

$$A_{s,tot} = \omega_{tot} * b * h * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,21 * 30\text{cm} * 150\text{cm} * \frac{20 * 10^3 / 1,5}{500 * 10^3 / 1,15} \text{ Π } A_{s,tot} = 28,98 \text{ cm}^2$$

Τον οπλισμό αυτόν τον κατανέμω ισομερώς στα δυο εσωτερικά υποστυλώματα του τοιχείου: ($28,98 \text{ cm}^2 / 2 = 14,49 \text{ cm}^2$ και $14,49 \text{ cm}^2 / 2 = 7,25 \text{ cm}^2$)

Άρα $7,25 \text{ cm}^2$ Π $4\Phi 16$ ($8,04 \text{ cm}^2$)

Επειδή $\alpha' - 2 * \text{επικάλυψη} - 2 * \text{τσέρκι} - 2 * \Phi 16 = 45\text{cm} - 2 * 3\text{cm} - 2 * 1\text{cm} - 2 * 1,6\text{cm} = 33,8\text{cm} > 20\text{cm}$
Βάζω από $1\Phi 18$ στις δύο μεγάλες πλευρές των κρυφουποστυλωμάτων.

Για κάθε ακραίο κρυφουποστύλωμα θα πρέπει $0,01 \leq \frac{\Sigma A_s}{\alpha' * b'} \leq 0,04$ Π

$$\text{Π } 0,01 \leq \frac{8\Phi 16 + 2\Phi 18}{30\text{cm} * 45\text{cm}} \leq 0,04 \text{ Π } 0,01 \leq \frac{16,08\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} \leq 0,04 \text{ Π}$$

Π $0,01 \leq 0,016 \leq 0,04$ **O.K.**

Έλεγχος στο ποσοστό οπλισμού: (για κάθε ακραίο κρυφουποστύλωμα)

Πρέπει $\rho / \text{παρειά} \geq 0,004$ και $0,004 < \rho / \text{σύνολο διατομής} < 0,04$

$$\rho / \text{παρειά} = \frac{4\Phi 16}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{8,04 \text{ cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,006 > 0,004 \text{ **O.K.**}$$

$$\rho / \text{παρειά} = \frac{2\Phi 16 + 1\Phi 18}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{4,02\text{cm}^2 + 2,54\text{cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,0049 > 0,004 \quad \underline{\text{O.K.}}$$

$$\rho / \text{σύνολο διατομής} = \frac{8\Phi 16 + 2\Phi 18}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = \frac{16,08\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2}{30\text{cm} * 45\text{cm}} = 0,016$$

είναι $0,004 < 0,016 < 0,04$ O.K.

Εύρεση διαμήκους οπλισμού κορμού τοιχώματος:

$$\text{Πρέπει } \frac{\Sigma A_s}{b * (l_w - 2 * \alpha')} \geq 0,0025 \quad \text{Ή} \quad \frac{\Sigma A_s}{30\text{mm} * (150\text{cm} - 2 * 45\text{cm})} \geq 0,0025 \quad \text{Ή}$$

Ή $\Sigma A_s \geq 4,5\text{cm}^2$ (σύνολο και στις δύο παρειές)

επιλέγω $8\Phi 10$ ($6,28\text{cm}^2$) και το διανέμω στις δύο όψεις του κορμού ($4\Phi 10$ στη κάθε μία) ανά:

$$\frac{l_w - 2 * \alpha' - 4 * \text{ράβδος}}{4 + 1} = \frac{150\text{cm} - 2 * 45\text{cm} - 4 * 1\text{cm}}{5} = 11,2\text{cm} \leq 20\text{cm}$$

Τοποθετώ επίσης οριζόντιο οπλισμό $\Phi 10/18$.

Εύρεση σιγομειδούς οπλισμού $4\Phi 8/\mu^2$ (S500) του κορμού του τοιχώματος

($4\Phi 8$ ανά τετραγωνικό μέτρο κάτοψης κορμού)

επιφάνεια κορμού = $(l_w - 2 * \alpha') * b = (150\text{cm} - 2 * 45\text{cm}) * 30\text{cm} = 0,18\text{m}^2 \approx 0,25\text{m}^2$

βάζω $1\Phi 8$ S500 καθ' ύψος θα είναι ανά 25cm

Υπολογισμός μέγιστης ροπής σύμφωνα με τον τελικό οπλισμό

Εύρεση ροπής αντοχής M_{Rd} (διεύθυνση x)

Επιλέξαμε $8\Phi 16 + 2\Phi 18 + 4\Phi 10$ ($16,08\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2 + 3,14\text{cm}^2 = 24,30\text{cm}^2$)

Βρήκαμε $v_d = -0,20$

$$A_{s,\text{tot}} = \omega_{\text{tot}} * b * h * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 24,30\text{cm}^2 \quad \text{Ή} \quad \omega_{\text{tot}} * 30\text{cm} * 150\text{cm} * \frac{20 * 10^3 / 1,5}{500 * 10^3 / 1,15} = 24,30\text{cm}^2 \quad \text{Ή}$$

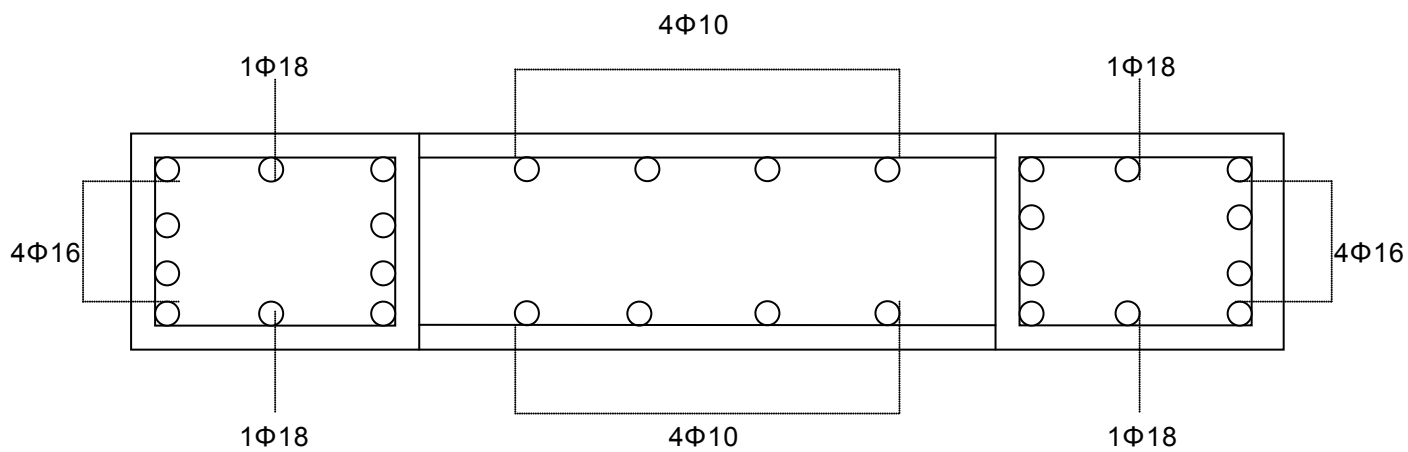
$$\left. \begin{array}{l} \omega_{\text{tot}} = 0,18 \\ \frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \\ v_d = -0,20 \end{array} \right\} \text{Ή} \quad \text{πιν. 4.6.γ} \quad \text{Ή} \quad \mu_{sd} = 0,13$$

$$\mu_{sd} = 0,13 \rho \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} = 0,13 \rho \frac{M_{sd}}{0,30m * (1,50)^2 * 20 * 10^3 / 1,5} = 0,13$$

$\rho M_{sd} = 1170,0 \text{ KNm}$

άρα **$M_{Rd} = 1170,0 \text{ KNm}$**

ΚΑΤΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ Τ8



7. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ Ζ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ.

7.1. Υπολογισμός μάζας κτιρίου

Οι μάζες του κτιρίου παραμένουν ίδιες, δηλ.:

$$m_4 = 140,2t, m_3 = 206,9t, m_2 = 206,9t, m_1 = 206,9t$$

$$m_{ολ} = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 = 206,9t + 206,9t + 206,9t + 140,2t = 760,9t$$

7.2. Επιτάχυνση σχεδιασμού

Φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού κατά z :

Ως φασματική επιτάχυνση στην διεύθυνση z λαμβάνουμε την τιμή της φασματικής επιτάχυνσης από την ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I που κατατάσσεται η κατοικία μας. Άρα $\Phi_{d(T)z} = 0,16g = 1,60 \text{ m/s}^2$

Άρα η τέμνουσα σχεδιασμού του κτιρίου είναι:

$$V_{0(x)} = \Phi_{d(T)x} * m_{ολ} = 1,60 \text{ m/s}^2 * 760,9 \text{ KN} * \text{sec}^2 / \text{m} = 1217,44 \text{ KN}$$

7.3. Καθ' ύψος κατανομή σεισμικών φορτίων

Έχουμε:

$$F_{1(z)} = \frac{m_1 * z_1}{m_1 * z_1 + m_2 * z_2 + m_3 * z_3 + m_4 * z_4} * V_{0(z)} \text{ } \text{P}$$

$$206,9 * 3 \text{ Mgr} * \text{m}$$

$$F_{1(z)} = \frac{206,9 * 3}{(206,9 * 3 + 206,9 * 6 + 206,9 * 9 + 140,2 * 12) \text{ Mgr} * \text{m}} * 1217,44 \text{ KN} \text{ } \text{P} \quad F_{1(z)} = 139,77 \text{ KN}$$

$$F_{2(z)} = \frac{m_2 * z_2}{m_1 * z_1 + m_2 * z_2 + m_3 * z_3 + m_4 * z_4} * V_{0(z)} \text{ } \text{P}$$

$$206,9 * 6 \text{ Mgr} * \text{m}$$

$$F_{2(z)} = \frac{206,9 * 6}{(206,9 * 3 + 206,9 * 6 + 206,9 * 9 + 140,2 * 12) \text{ Mgr} * \text{m}} * 1217,44 \text{ KN} \text{ } \text{P} \quad F_{2(z)} = 279,53 \text{ KN}$$

$$F_{3(z)} = \frac{m_3 * z_3}{m_1 * z_1 + m_2 * z_2 + m_3 * z_3 + m_4 * z_4} * V_{0(z)} \text{ } \text{P}$$

$$F_{3(z)} = \frac{206,9 \cdot 9 \text{ Mgr} \cdot \text{m}}{(206,9 \cdot 3 + 206,9 \cdot 6 + 206,9 \cdot 9 + 140,2 \cdot 12) \text{ Mgr} \cdot \text{m}} \cdot 1217,44 \text{ KN} \quad \triangleright \quad F_{3(z)} = 419,30 \text{ KN}$$

$$F_{4(z)} = \frac{m_4 \cdot z_4}{m_1 \cdot z_1 + m_2 \cdot z_2 + m_3 \cdot z_3 + m_4 \cdot z_4} \cdot V_{0(z)} \quad \triangleright$$

$$F_{4(z)} = \frac{140,2 \cdot 12 \text{ Mgr} \cdot \text{m}}{(206,9 \cdot 3 + 206,9 \cdot 6 + 206,9 \cdot 9 + 140,2 \cdot 12) \text{ Mgr} \cdot \text{m}} \cdot 867,5 \text{ KN} \quad \triangleright \quad F_{4(z)} = 378,83 \text{ KN}$$

7.4. Σεισμικά φορτία

Θα δημιουργήσουμε δύο νέους σεισμικούς συνδυασμούς οι οποίοι είναι:

Φόρτιση 501: $+0,3E_z$

Φόρτιση 502: $-0,3E_z$

7.5. Συνδυασμοί φορτίσεων

Ύστερα από τον έλεγχο των τοιχωμάτων T3, T4, T6, T7, T8 έναντι κάμψης βρέθηκαν 4 δυσμενέστεροι συνδυασμοί φορτίσεων οι οποίοι είναι:

από T3: συνδυασμός 1108: $\Phi(1) + 0,3\Phi(2) + \Phi(108)$

από T4: συνδυασμός 1205: $\Phi(1) + 0,3\Phi(2) + \Phi(205)$

από T6, T7: συνδυασμός 1207: $\Phi(1) + 0,3\Phi(2) + \Phi(207)$

από T8: συνδυασμός 1406: $\Phi(1) + 0,3\Phi(2) + \Phi(406)$

Έτσι θα δημιουργήσουμε 8 νέους συνδυασμούς οι οποίοι είναι:

συνδυασμός 2108: $\Phi(1) + 0,3\Phi(2) + \Phi(108) + \Phi(501)$

συνδυασμός 3108: $\Phi(1) + 0,3\Phi(2) + \Phi(108) + \Phi(502)$

συνδυασμός 2205: $\Phi(1) + 0,3\Phi(2) + \Phi(205) + \Phi(501)$

συνδυασμός 3205: $\Phi(1) + 0,3\Phi(2) + \Phi(205) + \Phi(502)$

συνδυασμός 2207: $\Phi(1) + 0,3\Phi(2) + \Phi(207) + \Phi(501)$

συνδυασμός 3207: $\Phi(1) + 0,3\Phi(2) + \Phi(207) + \Phi(502)$

συνδυασμός 2406: $\Phi(1) + 0,3\Phi(2) + \Phi(406) + \Phi(501)$

συνδυασμός 3406: $\Phi(1) + 0,3\Phi(2) + \Phi(406) + \Phi(502)$

7.6. Έλεγχος τοιχωμάτων σε κάμψη με προσθήκη της κατακόρυφης συνιστώσας z του σεισμού

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§18.5.1) πρέπει για το πάχος b του τοιχώματος να ισχύει $b \geq 1/20 \cdot H_w \geq 0,30 \text{m} \geq 1/20 \cdot 3,0 \text{m} \geq 0,30 \geq 0,15$ **άρα Ο.Κ.**

Κρίσιμο ύψος τοιχώματος:

Σύμφωνα με Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§18.5.2), ως κρίσιμη περιοχή τοιχώματος με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας H_{cr} θεωρείται το τμήμα του τοιχώματος μέχρι ύψους (από τη θεμελίωση) τουλάχιστον ίσο με:

$$H_{cr} = \max \left\{ l_w, \frac{H_w}{6} \right\}, \text{όπου } H_w : \text{το συνολικό ύψος από τη βάση ως την κορυφή του τοιχείου}$$

κατακόρυφος οπλισμός τοιχώματος:

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§18.5.3) δεν επιτρέπεται η χρήση λείων χαλύβων ως κατακόρυφων οπλισμών τοιχωμάτων. Η δε όπλιση του τοιχείου θα γίνεται ως εξής τόσο για τα άκρα όσο και για τον κορμό του τοιχείου:

Οι ακραίες περιοχές των κρίσιμων περιοχών τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας πρέπει να οπλίζονται σαν περισφιγμένα υποστυλώματα σε μήκος από το άκρο του τοιχώματος τουλάχιστον $a' = (1,5 \cdot b \text{ ή } 0,15 \cdot l_w)$. Στις ακραίες περιοχές ο κατακόρυφος οπλισμός πρέπει να είναι μεταξύ 0,01 και 0,04 της αντίστοιχης διατομής σκυροδέματος του υποτιθέμενου υποστυλώματος.

$$a' = \max \left\{ 1,5 \cdot b, 0,15 \cdot l_w \right\}$$

Επειδή από την ανάλυση έχουν προκύψει μικρές ροπές ως προς τη μια διεύθυνση, θα γίνει επίλυση του τοιχείου σε μονοαξονική κάμψη με ορθή δύναμη, με την ροπή σχεδιασμού M_{sd} να είναι η μεγαλύτερη που προκύπτει από τους συνδιασμούς LC1101 – LC1408.

$$y_{s1} = \frac{l_w}{2} - \frac{a'}{2}$$

Τοιχείο T3 (beam 2164)

Κρίσιμο ύψος τοιχώματος:

$$\text{Για beam 2778 ισχύει: } H_{cr} = \max \left\{ 155\text{cm} , \frac{300}{6} \right\} = \max \left\{ 155\text{cm} , 50\text{cm} \right\} \text{ } \rho$$
$$H_{cr} = 155\text{cm}$$

Κατακόρυφος οπλισμός τοιχώματος:

$$\text{Για beam 2778 ισχύει: } \alpha' = \max \left\{ 1.5 \cdot 30\text{cm} , 0.15 \cdot 155\text{cm} \right\} = \max \left\{ 45\text{cm} , 23.25\text{cm} \right\}$$
$$= 45\text{cm}$$

$$\text{και } y_{s1} = \frac{155\text{cm}}{2} - \frac{45\text{cm}}{2} = 55\text{cm}$$

Θα γίνει έλεγχος μόνο στους συνδυασμούς του beam 2778, οι οποίοι δημιουργήθηκαν με την προσθήκη της κατακόρυφης συνιστώσας z στον δυσμενέστερο συνδυασμό LC1108 και είναι οι LC2108,LC3108. Άρα:

LC2108: $N_d = N = -741,1\text{KN}$, $M_d = M_y = 451,62\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = 451,62\text{KNm} - (-741,1\text{KN}) \cdot 0,55\text{m} \text{ } \rho \text{ } M_{sd} = 859,23\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \text{ } \rho \text{ } \mu_{sd} = \frac{859,23\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,55\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \rho \text{ } \mu_{sd} = 0,089$$

$$v_d = \frac{-741,1\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,55\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ } \rho \text{ } -0,12 \leq 0,65 \text{ } \underline{\text{Άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \text{ } \rho \text{ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = 0,089$ ρ $\underline{\omega_{tot} = 0,12}$

LC3108: $N_d = N = -668,8\text{KN}$, $M_d = M_y = 452,18\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = 452,18\text{KNm} - (-668,8\text{KN}) \cdot 0,55\text{m} \text{ } \rho \text{ } M_{sd} = 820,02\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \text{ } \rho \text{ } \mu_{sd} = \frac{820,02\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,55\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ } \rho \text{ } \mu_{sd} = 0,085$$

$$v_d = \frac{-668,8\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,55\text{m} * (20*10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \quad \text{▷} \quad -0,11 \leq 0,65 \quad \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{155\text{cm}} \approx 0,15 \quad \text{▷} \quad \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = 0,085$ ▷ $\omega_{tot} = 0,12$

Τοιχείο T4 (beam 2746)

Κρίσιμο ύψος τοιχώματος:

Για beam 2164 ισχύει: $H_{cr} = \max \left\{ 145\text{cm} , \frac{300}{6} \right\} = \max \left\{ 145\text{cm} , 50\text{cm} \right\}$ ▷
 $H_{cr} = 150\text{cm}$

Κατακόρυφος οπλισμός τοιχώματος:

Για beam 2164 ισχύει: $\alpha' = \max \left\{ 1,5*30\text{cm} , 0,15*145\text{cm} \right\} = \max \left\{ 45\text{cm} , 21,75\text{cm} \right\}$
 $= 45\text{cm}$

και $y_{s1} = \frac{145\text{cm}}{2} - \frac{45\text{cm}}{2} = 50,0\text{cm}$

Θα γίνει έλεγχος μόνο στους συνδυασμούς του beam 2746, οι οποίοι δημιουργήθηκαν με την προσθήκη της κατακόρυφης συνιστώσας z στον δυσμενέστερο συνδυασμό LC1205 και είναι οι LC2205,LC3205. Άρα:

LC2205: $N_d = N = -81,2\text{KN}$, $M_d = M_z = 656,90\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 656,90\text{KNm} - (-81,2) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 697,50\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{697,50\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20*10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,083$$

$$v_d = \frac{-81,2\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20*10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,01 \leq 0,65 \quad \underline{\text{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,01$, $\mu_{sd} = 0,083 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,20$

LC3205: $N_d = N = -40,0\text{KN}$, $M_d = M_z = 656,59\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 656,59\text{KNm} - (-40,0) * 0,50\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 676,59\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{676,59\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,45\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,080$$

$$v_d = \frac{-40,0\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,45\text{m} * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,01 \leq 0,65 \text{ \textbf{άρα Ο.Κ.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{145\text{cm}} \approx 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

για $v_d = -0,01$, $\mu_{sd} = 0,080 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,20$

Τοιχείο T6 (beam 2494)

Κρίσιμο ύψος τοιχώματος

$$\text{Για beam 2494 ισχύει: } H_{cr} = \max \left\{ 150\text{cm}, \frac{300}{6} \right\} = \max \left\{ 150\text{cm}, 50\text{cm} \right\} =$$

$$H_{cr} = 150\text{cm}$$

Κατακόρυφος οπλισμός τοιχώματος

$$\text{Για beam 2494 ισχύει: } \alpha' = \max \left\{ 1,5 * 30\text{cm}, 0,15 * 150\text{cm} \right\} = \max \left\{ 45\text{cm}, 22,5\text{cm} \right\} = 45\text{cm}$$

$$\text{Και } y_{s1} = \frac{150\text{cm}}{2} - \frac{45\text{cm}}{2} = 52,5\text{cm}$$

Θα γίνει έλεγχος μόνο στους συνδυασμούς του beam 2494, οι οποίοι δημιουργήθηκαν με την προσθήκη της κατακόρυφης συνιστώσας z στον δυσμενέστερο συνδυασμό LC1207 και είναι οι LC2207,LC3207. Άρα:

LC2207: $N_d = N = -781,6\text{KN}$, $M_d = M_y = 367,01\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 367,01\text{KNm} - (-781,6) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 777,35\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{777,35\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20 * 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,086$$

$$v_d = \frac{-781,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20*10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,13 \leq 0,65 \text{ \acute{a}\rho\alpha \text{ O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

$$\text{για } v_d = -0,13, \mu_{sd} = 0,086 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,11$$

LC3207: $N_d = N = -717,6\text{KN}$, $M_d = M_y = 367,86\text{KNm}$ και \acute{α}\rho\alpha:

$$M_{sd} = M_d - N_d * y_{s1} = 367,86\text{KNm} - (-717,6) * 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 744,60\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * h^2 * f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{744,60\text{KNm}}{0,30\text{m} * (1,50\text{m})^2 * (20*10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,083$$

$$v_d = \frac{-717,6\text{KN}}{0,30\text{m} * 1,50\text{m} * (20*10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,12 \leq 0,65 \text{ \acute{α}\rho\alpha \text{ O.K.}}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.}\gamma$$

$$\text{για } v_d = -0,12, \mu_{sd} = 0,083 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,11$$

\u0394\u03c3\u03c4\u03b5\u03c1\u03b1 \u03b1\u03c0\u03cc \u03c4\u03bf\u03bd \u03b5\u03bb\u03b5\u03b3\u03c7\u03bf \u03c3\u03b5 \u03ba\u03b1\u03bc\u03c8\u03b7 \u03c4\u03c9\u03bd \u03c4\u03bf\u03b9\u03c7\u03c9\u03bc\u03ac\u03c4\u03c9\u03bd T3,T4,T6,T7,T8 \u03bc\u03b5 \u03c4\u03b7\u03bd \u03c0\u03c1\u03bf\u03c3\u03b8\u03b7\u03ba\u03b7 \u03c4\u03b7\u03c3 \u03ba\u03b1\u03c4\u03b1\u03ba\u03cc\u03c1\u03c5\u03c6\u03b7\u03c3 \u03c3\u03b9\u03bd\u03b9\u03c3\u03c4\u03c9\u03c3\u03b1\u03c3 \u03b7 \u03c4\u03bf\u03c5 \u03c3\u03b5\u03b9\u03c3\u03bc\u03bf\u03c5, \u03b4\u03b9\u03b1\u03c0\u03b9\u03c3\u03c4\u03c9\u03c3\u03b1\u03bc\u03b5 \u03c0\u03bf\u03c5 \u03bf\u03b9 \u03c4\u03b9\u03bc\u03ad\u03c3 \u03c4\u03c9\u03bd \u03c1\u03bf\u03c0\u03c9\u03bd M_y, M_z \u03ba\u03b1\u03b9 \u03c4\u03c9\u03bd \u03ba\u03ac\u03b8\u03b5\u03c4\u03c9\u03bd \u03b4\u03c5\u03bd\u03b1\u03bc\u03b5\u03c9\u03bd N \u03b5\u03c7\u03c9\u03bd \u03bc\u03b9\u03ba\u03c1\u03b7 \u03b4\u03b9\u03b1\u03c6\u03bf\u03c1\u03bf\u03c0\u03bf\u03b9\u03b7\u03c3\u03b7 \u03b1\u03c0\u03cc \u03c4\u03b9\u03c3 \u03c4\u03b9\u03bc\u03ad\u03c3 \u03c0\u03bf\u03c5 \u03b5\u03b9\u03c7\u03b1\u03bc\u03b5 \u03c7\u03c1\u03b7\u03c3\u03b9\u03bc\u03bf\u03c0\u03bf\u03b9\u03c9\u03bd\u03c4\u03b1\u03c3 \u03bc\u03cc\u03bd\u03bf \u03c4\u03b9\u03c3 \u03b4\u03c5\u03cc \u03c3\u03b9\u03bd\u03b9\u03c3\u03c4\u03c9\u03c3\u03b5\u03c3 \u03c7,\u03b3 \u03bc\u03b5 \u03b1\u03c0\u03bf\u03c4\u03b5\u03bb\u03b5\u03c3\u03bc\u03b1 \u03bd\u03b1 \u03bc\u03b7\u03bd \u03b1\u03bb\u03bb\u03ac\u03b6\u03bf\u03c5\u03bd \u03bf\u03b9 \u03c4\u03b9\u03bc\u03ad\u03c3 \u03c4\u03c9\u03bd μ_{sd}, v_d \u03ba\u03b1\u03b9 ω_{tot} . \u038c\u03c1\u03b1 \u03b8\u03b1 \u03bf\u03c0\u03bb\u03b9\u03c3\u03bf\u03c5\u03bc\u03b5 \u03c3\u03cd\u03bc\u03c6\u03c9\u03bd\u03b1 \u03bc\u03b5 \u03c4\u03b9\u03c3 \u03c0\u03c1\u03c9\u03c4\u03b5\u03c3 \u03c4\u03b9\u03bc\u03ad\u03c3 \u03ba\u03b1\u03b9 \u03b8\u03b1 \u03c3\u03c5\u03bd\u03b5\u03c7\u03b9\u03c3\u03bf\u03c5\u03bc\u03b5 \u03c3\u03b5 \u03b5\u03bb\u03b5\u03b3\u03c7\u03bf \u03c3\u03b5 \u03b4\u03b9\u03ac\u03c4\u03bc\u03b7\u03c3\u03b7.

Τοιχείο T7 (beam 2104)

Κρίσιμο \u03c5\u03c6\u03bf\u03c3 \u03c4\u03bf\u03b9\u03c7\u03c9\u03bc\u03ac\u03c4\u03bf\u03c2:

$$\text{Για beam 2104 \u03b9\u03c3\u03c7\u03cd\u03b5\u03b9: } H_{cr} = \max \left\{ 150\text{cm}, \frac{300}{6} \right\} = \max \left\{ 150\text{cm}, 50\text{cm} \right\} \text{ \u03c1}$$

$$H_{cr} = 150\text{cm}$$

Κατακόρυφος \u03bf\u03c0\u03bb\u03b9\u03c3\u03bc\u03cc\u03c3 \u03c4\u03bf\u03b9\u03c7\u03c9\u03bc\u03ac\u03c4\u03bf\u03c2:

$$\text{Για beam 2104 ισχύει: } \alpha' = \max \left\{ 1.5 \cdot 30\text{cm} , 0.15 \cdot 150\text{cm} \right\} = \max \left\{ 45\text{cm} , 22.5\text{cm} \right\} \\ = 45\text{cm}$$

$$\text{και } y_{s1} = \frac{150\text{cm}}{2} - \frac{45\text{cm}}{2} = 52,5\text{cm}$$

Θα γίνει έλεγχος μόνο στους συνδυασμούς του beam 2104, οι οποίοι δημιουργήθηκαν με την προσθήκη της κατακόρυφης συνιστώσας z στον δυσμενέστερο συνδυασμό LC1207 και είναι οι LC2207,LC3207. Άρα:

LC2207: $N_d = N = -718,4\text{KN}$, $M_d = M_y = 512,70\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = 512,70\text{KNm} - (-718,4\text{KN}) \cdot 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 889,86\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{889,86\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,50\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,099$$

$$v_d = \frac{-718,4\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,50\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,12 \leq 0,65 \text{ άρα Ο.Κ.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,12$, $\mu_{sd} = 0,099 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,13$

LC3207: $N_d = N = -672,1\text{KN}$, $M_d = M_y = 512,53\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = 512,53\text{KNm} - (-672,1\text{KN}) \cdot 0,525\text{m} \Rightarrow M_{sd} = 865,38\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \Rightarrow \mu_{sd} = \frac{865,38\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,50\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \Rightarrow \mu_{sd} = 0,096$$

$$v_d = \frac{-672,1\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,50\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \Rightarrow -0,11 \leq 0,65 \text{ άρα Ο.Κ.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \Rightarrow \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,11$, $\mu_{sd} = 0,096 \Rightarrow \omega_{tot} = 0,13$

Τοιχείο T8 (beam 2164)

Κρίσιμο ύψος τοιχώματος:

$$\text{Για beam 2164 ισχύει: } H_{cr} = \max \left\{ 150\text{cm}, \frac{300}{6} \right\} = \max \left\{ 150\text{cm}, 50\text{cm} \right\} \text{ ρ}$$

$$H_{cr} = 150\text{cm}$$

Κατακόρυφος οπλισμός τοιχώματος:

$$\text{Για beam 2164 ισχύει: } \alpha' = \max \left\{ 1.5 \cdot 30\text{cm}, 0.15 \cdot 150\text{cm} \right\} = \max \left\{ 45\text{cm}, 22.5\text{cm} \right\} \\ = 45\text{cm}$$

$$\text{και } y_{s1} = \frac{150\text{cm}}{2} - \frac{45\text{cm}}{2} = 52,5\text{cm}$$

Θα γίνει έλεγχος μόνο στους συνδυασμούς του beam 2164, οι οποίοι δημιουργήθηκαν με την προσθήκη της κατακόρυφης συνιστώσας z στον δυσμενέστερο συνδυασμό LC1406 και είναι οι LC2406, LC3406. Άρα:

LC2406: $N_d = N = -1222,2\text{KN}$, $M_d = M_z = 668,97\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = 668,97\text{KNm} - (-1222,2\text{KN}) \cdot 0,525\text{m} \text{ ρ } M_{sd} = 1310,63\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \text{ ρ } \mu_{sd} = \frac{1310,63\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,50\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ ρ } \mu_{sd} = 0,146$$

$$v_d = \frac{-1222,2\text{KN}}{0,30\text{m} \cdot 1,50\text{m} \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \leq 0,65 \text{ ρ } -0,20 \leq 0,65 \text{ άρα Ο.Κ.}$$

$$\frac{d_1}{h} = \frac{22,5\text{cm}}{150\text{cm}} = 0,15 \text{ ρ } \text{πιν. 4.6.γ}$$

για $v_d = -0,20$, $\mu_{sd} = 0,146$ ρ $\omega_{tot} = 0,21$

LC3406: $N_d = N = -1129,1\text{KN}$, $M_d = M_z = 668,25\text{KNm}$ και άρα:

$$M_{sd} = M_d - N_d \cdot y_{s1} = 668,25\text{KNm} - (-1129,1\text{KN}) \cdot 0,525\text{m} \text{ ρ } M_{sd} = 1261,03\text{KNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} \text{ ρ } \mu_{sd} = \frac{1261,03\text{KNm}}{0,30\text{m} \cdot (1,50\text{m})^2 \cdot (20 \cdot 10^3\text{KN}/1,5\text{m}^2)} \text{ ρ } \mu_{sd} = 0,140$$

8. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ – ΕΛΕΓΧΟΙ (συνέχεια)

8.1. Έλεγχος υποστυλωμάτων σε διάτμηση

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§18.4.4.1), οι διαμήκεις οπλισμοί πρέπει να συγκρατούνται από πυκνούς συνδετήρες, με μικρή κατά το δυνατό διάμετρο.

Γενικά, η διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 6mm ή από το ¼ της μέγιστης διαμέτρου των διαμήκων ραβδών. Η μεταξύ τους απόσταση δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από:

- 12 φορές την ελάχιστη διάμετρο των διαμήκων ραβδών
- τη μικρότερη πλευρά του υποστυλώματος
- 300mm

Ειδικότερα, στις κρίσιμες περιοχές υποστυλωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας η διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού δεν μπορεί να είναι μικρότερη από 8mm ή από το 1/3 της μέγιστης διαμέτρου των διαμήκων ραβδών. Η μεταξύ τους απόσταση δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από:

- 8 φορές την ελάχιστη διάμετρο των διαμήκων ραβδών
- 50% της μικρότερης πλευράς του υποστυλώματος
- 100mm

Στις κρίσιμες περιοχές υποστυλωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (§18.4.5) θα πρέπει να υπάρχει ικανοποιητικός οπλισμός περίσφιγξης. Η διάταξη αυτή αφορά υποστυλώματα αμιγώς πλαισιακών φορέων.

Ο οπλισμός περίσφιγξης οφείλει να είναι επαρκής:

- Για την αντιστάθμιση της απώλειας εμβαδού διατομής σκυροδέματος έξω από τους συνδετήρες, μετά την υπέρβαση της κρίσιμης παραμόρφωσης του μη περισφιγμένου σκυροδέματος (αποφλοιώση).
- Για την πρόσδοση αρκετής ικανότητας πλαστικής στροφής της κρίσιμης περιοχής του υποστυλώματος (πλαστιμότητα), έτσι ώστε η στρόφη αυτή να είναι συμβιβάσιμη με την προεκτιμηθείσα στάθμη συνολικής απορρόφησης ενέργειας του δομήματος, όπως εκφράζεται από τον δείκτη σεισμικής συμπεριφοράς που έχει προεπιλεγεί.

Σύμφωνα με τον Ε.Α.Κ. 2000 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β – σελ. 195), εάν δεν γίνει ακριβέστερος υπολογισμός, τότε η εφαρμογή του γενικού ικανοτικού κανόνα της §4.1.4.[4] θα γίνει σύμφωνα με τον ακόλουθο κανόνα ως εξής:

Η τέμνουσα σχεδιασμού $V_{CD,C}$ στην διεύθυνση του κάθε πλαισίου στο οποίο ανήκει το υποστυλωμα, είναι:

$$V_{CD,C} = 1,40 \cdot (M_{R,C1} + M_{R,C2}) / l_c \leq q^* V_{E,C}$$

όπου:

$M_{R,C1}$, $M_{R,C2}$ είναι οι υπολογιστικές αντοχές σε κάμψη με αξονική δύναμη στα άκρα του υποστυλώματος, όπως ενεργοποιούνται από την σεισμική δράση. Θα χρησιμοποιείται η μέγιστη από τις τιμές που προκύπτουν από δύο αντίθετες φορές της σεισμικής δράσης

$V_{E,C}$ είναι η σεισμική τέμνουσα του υποστυλώματος

I_c είναι το μήκος του υποστυλώματος

Υποστύλωμα K1 (beam 2464)

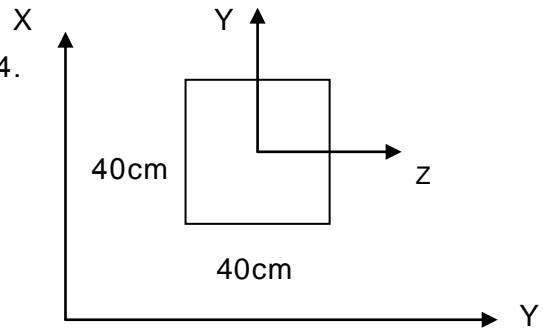
Υπολογισμός τέμνουσας σχεδιασμού διατομής 2464.

Το εξεταζόμενο πλαίσιο είναι το YOZ.

Από τις τέμνουσες Q_y, Q_z θα λάβω υπ'όψιν την

Q_z , διότι αυτή ενεργεί στο επίπεδο του εξεταζόμενου πλαισίου (YOZ).

Τα $V_{E,C} = Q_z$ από LC101 - LC408.



διεύθυνση διάτμησης – Y: \longrightarrow

$$V_{CD,C} = 1,40 * (M_{R,C1} + M_{R,C2}) / I_c \quad (M_{R,C1} = M_{R,C2} = 162,13\text{KNm})$$

$$\text{P } V_{CD,C} = 1,40 * (162,13\text{KNm} + 162,13\text{KNm}) / 3,0\text{m} \text{ P } \underline{\underline{V_{CD,C} = 151,32\text{KN}}}$$

Εύρεση των $q^* V_{E,C} = q^* Q_z$ από τις σεισμικές δράσεις (LC101 - LC408). Έχουμε:

$$\text{LC101: } V_{E,C} = Q_z = 2,34\text{KN}$$

$$\text{άρα } q^* V_{E,C} = 3,5 * 2,34\text{KN} = 8,19\text{KN}$$

$$\text{LC102: } V_{E,C} = Q_z = -5,84\text{KN}$$

$$\text{άρα } q^* V_{E,C} = 3,5 * (-5,84)\text{KN} = -20,44\text{KN}$$

$$\text{LC103: } V_{E,C} = Q_z = 13,11\text{KN}$$

$$\text{άρα } q^* V_{E,C} = 3,5 * 13,11\text{KN} = 45,89\text{KN}$$

$$\text{LC104: } V_{E,C} = Q_z = 14,16\text{KN}$$

$$\text{άρα } q^* V_{E,C} = 3,5 * 14,16\text{KN} = 49,56\text{KN}$$

$$\text{LC105: } V_{E,C} = Q_z = -2,34\text{KN}$$

$$\text{άρα } q^* V_{E,C} = 3,5 * (-2,34)\text{KN} = -8,19\text{KN}$$

$$\text{LC106: } V_{E,C} = Q_z = 5,84\text{KN}$$

$$\text{άρα } q^* V_{E,C} = 3,5 * 5,84\text{KN} = 20,44\text{KN}$$

$$\text{LC107: } V_{E,C} = Q_z = -13,11\text{KN}$$

$$\text{άρα } q^* V_{E,C} = 3,5 * (-13,11)\text{KN} = -45,89\text{KN}$$

$$\text{LC108: } V_{E,C} = Q_z = -14,16\text{KN}$$

$$\text{άρα } q^* V_{E,C} = 3,5 * (-14,16)\text{KN} = -49,56\text{KN}$$

LC201: $V_{E,C} = Q_z = 2,37\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 2,37\text{KN} = 8,30\text{KN}$
LC202: $V_{E,C} = Q_z = -5,87\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-5,87)\text{KN} = -20,55\text{KN}$
LC203: $V_{E,C} = Q_z = 13,21\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 13,21\text{KN} = 46,24\text{KN}$
LC204: $V_{E,C} = Q_z = 14,26\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 14,26\text{KN} = 49,91\text{KN}$
LC205: $V_{E,C} = Q_z = -2,37\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-2,37)\text{KN} = -8,30\text{KN}$
LC206: $V_{E,C} = Q_z = 5,87\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 5,87\text{KN} = 20,55\text{KN}$
LC207: $V_{E,C} = Q_z = -13,21\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-13,21)\text{KN} = -46,24\text{KN}$
LC208: $V_{E,C} = Q_z = -14,26\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-14,26)\text{KN} = -49,91\text{KN}$
LC301: $V_{E,C} = Q_z = 2,16\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 2,16\text{KN} = 7,56\text{KN}$
LC302: $V_{E,C} = Q_z = -6,01\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-6,01)\text{KN} = -21,04\text{KN}$
LC303: $V_{E,C} = Q_z = 13,05\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 13,05\text{KN} = 45,68\text{KN}$
LC304: $V_{E,C} = Q_z = 14,21\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 14,21\text{KN} = 49,74\text{KN}$
LC305: $V_{E,C} = Q_z = -2,16\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-2,16)\text{KN} = -7,56\text{KN}$
LC306: $V_{E,C} = Q_z = 6,01\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 6,01\text{KN} = 21,04\text{KN}$
LC307: $V_{E,C} = Q_z = -13,05\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-13,05)\text{KN} = -45,68\text{KN}$
LC308: $V_{E,C} = Q_z = -14,21\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-14,21)\text{KN} = -49,74\text{KN}$
LC401: $V_{E,C} = Q_z = 2,20\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 2,20\text{KN} = 7,70\text{KN}$
LC402: $V_{E,C} = Q_z = -6,05\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-6,05)\text{KN} = -21,18\text{KN}$
LC403: $V_{E,C} = Q_z = 13,16\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 13,16\text{KN} = 46,06\text{KN}$
LC404: $V_{E,C} = Q_z = 14,32\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 14,32\text{KN} = 50,12\text{KN}$

$$\text{LC405: } V_{E,C} = Q_z = -2,20\text{KN} \quad \text{άρα } q^* V_{E,C} = 3,5 * (-2,20)\text{KN} = -7,70\text{KN}$$

$$\text{LC406: } V_{E,C} = Q_z = 6,05\text{KN} \quad \text{άρα } q^* V_{E,C} = 3,5 * 6,05\text{KN} = 21,18\text{KN}$$

$$\text{LC407: } V_{E,C} = Q_z = -13,16\text{KN} \quad \text{άρα } q^* V_{E,C} = 3,5 * (-13,16)\text{KN} = -46,06\text{KN}$$

$$\text{LC408: } V_{E,C} = Q_z = -14,32\text{KN} \quad \text{άρα } q^* V_{E,C} = 3,5 * (-14,32)\text{KN} = -50,12\text{KN}$$

Η δυσμενέστερη τιμή είναι η $q^* V_{E,C} = 50,12\text{KN}$, άρα:

δεν ισχύει $V_{CD,C} = 151,32\text{KN} \leq q^* V_{E,C} = 50,12\text{KN}$ και λαμβάνουμε ως νέα τέμνουσα σχεδιασμού την **$V_{CD,C} = 50,12\text{KN}$**

Ισχύει ότι:

V_{CD} = η τέμνουσα σχεδιασμού στην διεύθυνση - Y

V_{Rd1} = η τέμνουσα αντοχής που μπορεί να αναλάβει το σκυρόδεμα

V_{Rd1} = η τέμνουσα που μπορεί να αναλάβει η διατομή

Q_z = η max τέμνουσα από τις δράσεις συνδυασμού LC1101-LC1408

εάν $V_{CD,C} > V_{Rd1}$ τότε πάμε σε υπολογισμό συνδετήρων

εάν $V_{Rd2} > \max Q_z$ τότε οι διαστάσεις της διατομής είναι σωστές

$$\cdot V_{Rd1} = [T_{Rd} * \kappa (1,2 + 40\rho_l) + 0,15 * \sigma_{cp}] * b_w * d, \text{ όπου}$$

T_{Rd} = η διατμητική αντοχή. Για C_{20/25} από ΠΙΝ. 9.1 έχουμε $T_{Rd} = 0,26 \text{ N/mm}^2$

$$\kappa = 1,6 - d \geq 1 \quad \text{άρα } \kappa = 1,6 - 0,35 = 1,25 \geq 1 \quad \text{β } \kappa = 1,25$$

ρ_l = ποσοστό εφελκόμενου οπλισμού που αγγυρώνεται πέραν της διατομής

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w * d} = \frac{8\Phi 18}{40\text{cm} * 40\text{cm}} = \frac{20,32\text{cm}^2}{40\text{cm} * 40\text{cm}} = 0,0127$$

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_C \quad (N_{sd} = \text{LC1} + 0,3 * \text{LC2. από beam 2464 έχουμε LC1} = 26,7\text{KN και LC2} = 51,7\text{KN} \text{ β } N_{sd} = 26,7\text{KN} + 0,3 * 51,7\text{KN} = 42,21\text{KN})$$

$$\text{άρα } \sigma_{cp} = 42,21\text{KN} / 0,40\text{m} * 0,40\text{m} = 263,81 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{άρα } V_{Rd1} = [0,26 * 10^3 \text{KN/mm}^2 * 1,0(1,2 + 40 * 0,0127) + 0,15 * 263,81 \text{KN/m}^2] * 0,40\text{m} * 0,40\text{m}$$

$$\text{β } V_{Rd1} = 77,38\text{KN}$$

$$\cdot V_{Rd2} = 0,5 * v * f_{cd} * b_w * 0,9 * d, \text{ όπου}$$

$$v = 0,7 - f_{ck}/200 \geq 0,50 \text{ για C20/25 έχουμε } f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$$

άρα $v = 0,7 - 20/200 \geq 0,6 > 0,5$

άρα $V_{Rd2} = 0,5 * 0,6 * 20 * 10^3 / 1,5 * 0,4 * 0,9 * 0,35 \geq V_{Rd2} = 504,0\text{KN}$

Άρα:

- επειδή $V_{CD,C} = 50,12\text{KN} < V_{Rd1} = 77,38\text{KN}$ **δεν** θα πάμε σε υπολογισμό συνδετήρων, αλλά θα βάλουμε τους ελάχιστους που προβλέπει ο κανονισμός
- επειδή $V_{Rd2} = 504,0\text{KN} > \max QY = 14,32\text{KN}$ οι διαστάσεις της διατομής είναι σωστές

Σύμφωνα με Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§11.2.3.2α) για $v_d \leq -0,10$, για συνδυασμούς δράσεων που περιλαμβάνουν σεισμό είναι:

Για κρίσιμες περιοχές: $V_{cd} = 0,9 * V_{Rd1} = 0,9 * 77,38\text{KN} = 69,64\text{KN}$

Για μη κρίσιμες περιοχές: $V_{cd} = V_{Rd1} = 77,38\text{KN}$

κρίσιμες περιοχές:

από ΠΙΝ. 9.4 \geq επιλέγουμε δίτητους συνδετήρες $\Phi 8/10$ ($10,06\text{cm}^2$)

έλεγχος: (στο ελάχιστο ποσοστό διατμητικού οπλισμού $\rho_{w,min}$, για να δούμε αν αρκούν τα)

$$\rho_{w,min} = \frac{A_{sw}}{S_w * b * \sin \alpha} \geq \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = \rho_{w,min} * b * \sin \alpha \quad (\text{για S500 από ΠΙΝ. 9.2. έχουμε } \rho_{w,min} = 0,0007)$$

$$\geq \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 0,0007 * 40\text{cm} * 1 \geq \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 0,028\text{cm} = 2,8\text{cm}^2 \quad \text{O.K.}$$

έλεγχος: (η ελάχιστη διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού Φ_w)

$$\min \Phi_w = \max \left\{ 8\text{mm}, 1/3 * \max \Phi_L \right\} = \max \left\{ 8\text{mm}, 1/3 * 18 \right\} = 8\text{mm} \quad \text{O.K.}$$

έλεγχος: (για την απόσταση S μεταξύ των συνδετήρων)

$$\begin{aligned} \max S &= \min \left\{ 8 * \min \Phi_L, 1/2 \text{ mind}, 100\text{mm} \right\} = \min \left\{ 8 * 18\text{mm}, 400\text{mm}/2, 100\text{mm} \right\} \\ &= \min \left\{ 144\text{mm}, 200\text{mm}, 100\text{mm} \right\} \geq \max S = 100\text{mm} \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

μη κρίσιμες περιοχές:

από ΠΙΝ. 9.4 ▸ επιλέγουμε δίμητους συνδετήρες $\Phi 6/20$ ($2,82\text{cm}^2$)

έλεγχος: (στο ελάχιστο ποσοστό διατμητικού οπλισμού $\rho_{w,\min}$, για να δούμε αν αρκούν τα)

$$\rho_{w,\min} = \frac{A_{sw}}{S_w * b * \sin\alpha} \quad \text{▸} \quad \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = \rho_{w,\min} * b * \sin\alpha \quad (\text{για S500 από ΠΙΝ. 9.2. έχουμε } \rho_{w,\min} = 0,0007)$$

$$\text{▸} \quad \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 0,0007 * 40\text{cm} * 1 \quad \text{▸} \quad \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 0,028\text{cm} = 2,8\text{cm}^2 \quad \text{O.K.}$$

έλεγχος: (η ελάχιστη διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού Φ_w)

$$\min\Phi_w = \max \left\{ 6\text{mm}, 1/4 * \max\Phi_L \right\} = \max \left\{ 6\text{mm}, 1/4 * 18 \right\} = 6\text{mm} \quad \text{O.K.}$$

έλεγχος: (για την απόσταση S μεταξύ των συνδετήρων)

$$\begin{aligned} \max S &= \min \left\{ 12 * \min\Phi_L, \min d, 100\text{mm} \right\} = \min \left\{ 12 * 18\text{mm}, 400\text{mm}, 100\text{mm} \right\} \\ &= \min \left\{ 216\text{mm}, 400\text{mm}, 300\text{mm} \right\} \quad \text{▸} \quad \max S = 216\text{mm} \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

Υποστύλωμα K1 (beam 2464)

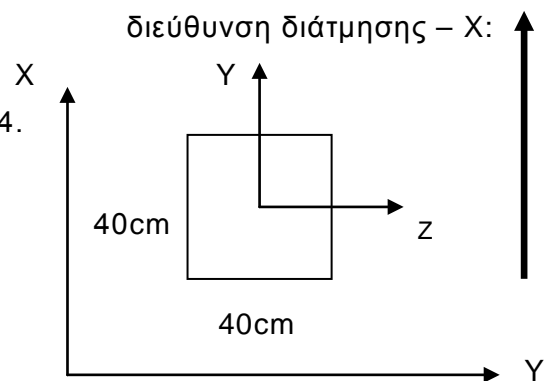
Υπολογισμός τέμνουσας σχεδιασμού διατομής 2464.

Το εξεταζόμενο πλαίσιο είναι το XOZ.

Από τις τέμνουσες Q_y, Q_z θα λάβω υπ'όψιν την

Q_z , διότι αυτή ενεργεί στο επίπεδο του εξεταζόμενου πλαισίου (XOZ).

Τα $V_{E,C} = Q_y$ από LC101 - LC408.



$$V_{CD,C} = 1,40 * (M_{R,C1} + M_{R,C2}) / l_c \quad (M_{R,C1} = M_{R,C2} = 162,13\text{KNm})$$

$$\text{▸} \quad V_{CD,C} = 1,40 * (162,13\text{KNm} + 162,13\text{KNm}) / 3,0\text{m} \quad \text{▸} \quad \underline{V_{CD,C} = 151,32\text{KN}}$$

Εύρεση των $q * V_{E,C} = q * Q_y$ από τις σεισμικές δράσεις (LC101 - LC408). Έχουμε:

LC101: $V_{E,C} = Q_Y = -19,75\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-19,75)\text{KN} = -69,13\text{KN}$
LC102: $V_{E,C} = Q_Y = -20,90\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-20,90)\text{KN} = -73,15\text{KN}$
LC103: $V_{E,C} = Q_Y = -4,19\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-4,19)\text{KN} = -14,67\text{KN}$
LC104: $V_{E,C} = Q_Y = 8,01\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 8,01\text{KN} = 28,04\text{KN}$
LC105: $V_{E,C} = Q_Y = 19,75\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 19,75\text{KN} = 69,13\text{KN}$
LC106: $V_{E,C} = Q_Y = 20,90\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 20,90\text{KN} = 73,15\text{KN}$
LC107: $V_{E,C} = Q_Y = 4,19\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 4,19\text{KN} = 14,67\text{KN}$
LC108: $V_{E,C} = Q_Y = -8,01\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-8,01)\text{KN} = -28,04\text{KN}$
LC201: $V_{E,C} = Q_Y = -19,43\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-19,43)\text{KN} = -68,01\text{KN}$
LC202: $V_{E,C} = Q_Y = -21,22\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-21,22)\text{KN} = -74,27\text{KN}$
LC203: $V_{E,C} = Q_Y = -3,11\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-3,11)\text{KN} = -10,89\text{KN}$
LC204: $V_{E,C} = Q_Y = 9,08\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 9,08\text{KN} = 31,78\text{KN}$
LC205: $V_{E,C} = Q_Y = 19,43\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 19,43\text{KN} = 68,01\text{KN}$
LC206: $V_{E,C} = Q_Y = 21,22\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 21,22\text{KN} = 74,27\text{KN}$
LC207: $V_{E,C} = Q_Y = 3,11\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 3,11\text{KN} = 10,89\text{KN}$
LC208: $V_{E,C} = Q_Y = -9,08\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-9,08)\text{KN} = -31,78\text{KN}$
LC301: $V_{E,C} = Q_Y = -21,53\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-21,53)\text{KN} = -75,36\text{KN}$
LC302: $V_{E,C} = Q_Y = -22,68\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-22,68)\text{KN} = -79,38\text{KN}$
LC303: $V_{E,C} = Q_Y = -4,72\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-4,72)\text{KN} = -16,52\text{KN}$
LC304: $V_{E,C} = Q_Y = 8,54\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 8,54\text{KN} = 29,89\text{KN}$

LC305: $V_{E,C} = Q_Y = 21,53\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 21,53\text{KN} = 75,36\text{KN}$
LC306: $V_{E,C} = Q_Y = 22,68\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 22,68\text{KN} = 79,38\text{KN}$
LC307: $V_{E,C} = Q_Y = 4,72\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 4,72\text{KN} = 16,52\text{KN}$
LC308: $V_{E,C} = Q_Y = -8,54\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-8,54)\text{KN} = -29,89\text{KN}$
LC401: $V_{E,C} = Q_Y = -21,21\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-21,21)\text{KN} = -74,24\text{KN}$
LC402: $V_{E,C} = Q_Y = -23,00\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-23,00)\text{KN} = -80,50\text{KN}$
LC403: $V_{E,C} = Q_Y = -3,64\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-3,64)\text{KN} = -12,74\text{KN}$
LC404: $V_{E,C} = Q_Y = 9,62\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 9,62\text{KN} = 33,67\text{KN}$
LC405: $V_{E,C} = Q_Y = 21,21\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 21,21\text{KN} = 74,24\text{KN}$
LC406: $V_{E,C} = Q_Y = 23,00\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 23,00\text{KN} = 80,50\text{KN}$
LC407: $V_{E,C} = Q_Y = 3,64\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * 3,64\text{KN} = 12,74\text{KN}$
LC408: $V_{E,C} = Q_Y = -9,62\text{KN}$	άρα $q^* V_{E,C} = 3,5 * (-9,62)\text{KN} = -33,67\text{KN}$

Η δυσμενέστερη τιμή είναι η $q^* V_{E,C} = 80,50\text{KN}$, άρα:

δεν ισχύει $V_{CD,C} = 151,32\text{KN} \leq q^* V_{E,C} = 80,50\text{KN}$ και λαμβάνουμε ως νέα τέμνουσα σχεδιασμού την **$V_{CD,C} = 80,50\text{KN}$**

Ισχύει ότι:

V_{CD} = η τέμνουσα σχεδιασμού στην διεύθυνση - Y

V_{Rd1} = η τέμνουσα αντοχής που μπορεί να αναλάβει το σκυρόδεμα

V_{Rd1} = η τέμνουσα που μπορεί να αναλάβει η διατομή

Q_z = η max τέμνουσα από τις δράσεις συνδυασμού LC1101-LC1408

εάν $V_{CD,C} > V_{Rd1}$ τότε πάμε σε υπολογισμό συνδετήρων

εάν $V_{Rd2} > \max Q_z$ τότε οι διαστάσεις της διατομής είναι σωστές

• $V_{Rd1} = [T_{Rd} * \kappa (1,2+40\rho_l) + 0,15 * \sigma_{cp}] * b_w * d$,όπου

T_{Rd} = η διατμητική αντοχή. Για C_{20/25} από ΠΙΝ. 9.1 έχουμε $T_{Rd} = 0,26 \text{ N/mm}^2$

$\kappa = 1,6 - d \geq 1$ άρα $\kappa = 1,6 - 0,35 = 1,25 \geq 1 \Rightarrow \kappa = 1,25$

ρ_l = ποσοστό εφελκόμενου οπλισμού που αγγυρώνεται πέραν της διατομής

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w * d} = \frac{8\Phi 18}{40\text{cm} * 40\text{cm}} = \frac{20,32\text{cm}^2}{40\text{cm} * 40\text{cm}} = 0,0127$$

$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_C$ ($N_{sd} = LC1 + 0,3*LC2$. από beam 2464 έχουμε LC1 = 26,7KN και LC2 = 51,7KN $\Rightarrow N_{sd} = 26,7\text{KN} + 0,3*51,7\text{KN} = 42,21\text{KN}$)

άρα $\sigma_{cp} = 42,21\text{KN} / 0,40\text{m} * 0,40\text{m} = 263,81 \text{ KN/m}^2$

άρα $V_{Rd1} = [0,26 * 10^3 \text{KN/mm}^2 * 1,0(1,2 + 40 * 0,0127) + 0,15 * 263,81 \text{KN/m}^2] * 0,40\text{m} * 0,40\text{m}$

$\Rightarrow V_{Rd1} = 77,38\text{KN}$

· $V_{Rd2} = 0,5 * v * f_{cd} * b_w * 0,9 * d$, όπου

$v = 0,7 - f_{ck}/200 \geq 0,50$ για C20/25 έχουμε $f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$

άρα $v = 0,7 - 20/200 \Rightarrow 0,6 > 0,5$

άρα $V_{Rd2} = 0,5 * 0,6 * 20 * 10^3 / 1,5 * 0,4 * 0,9 * 0,35 \Rightarrow V_{Rd2} = 504,0\text{KN}$

Άρα:

- επειδή $V_{CD,C} = 80,50\text{KN} > V_{Rd1} = 77,38\text{KN}$ θα πάμε σε υπολογισμό συνδετήρων
- επειδή $V_{Rd2} = 504,0\text{KN} > \max Q_z = 38,36\text{KN}$ οι διαστάσεις της διατομής είναι σωστές

Σύμφωνα με Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§11.2.3.2α) για $v_d \leq -0,10$, για συνδυασμούς δράσεων που περιλαμβάνουν σεισμό είναι:

Για κρίσιμες περιοχές: $V_{cd} = 0,9 * V_{Rd1} = 0,9 * 77,38\text{KN} = 69,64\text{KN}$

Για μη κρίσιμες περιοχές: $V_{cd} = V_{Rd1} = 77,38\text{KN}$

κρίσιμες περιοχές:

V_{wd} = η τέμνουσα που θα αναλάβουν οι συνδετήρες

$V_{wd} = V_{CD,C} - V_{cd} = 80,50\text{KN} - 69,64\text{KN} \Rightarrow V_{wd} = 10,86\text{KN}$

$$\frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = \frac{V_{wd}}{0,9 * d * \sin \alpha * f_{yd}} = \frac{10,86\text{KN}}{0,9 * 0,35\text{m} * 1 * 500 * 10^3 / 1,15\text{KN/m}^2} = 0,008\text{cm}$$

$$\frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 0,8 \text{ cm}^2 / \text{m} \Rightarrow \text{ΠΙΝ. 9.4.}$$

▷ επιλέγουμε δίμητους συνδετήρες $\Phi 8/10$ ($10,06\text{cm}^2$)

έλεγχος: (στο ελάχιστο ποσοστό διατμητικού οπλισμού $\rho_{w,\min}$, για να δούμε αν αρκούν τα)

$$\rho_{w,\min} = \frac{A_{sw}}{S_w * b * \sin\alpha} \quad \text{▷} \quad \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = \rho_{w,\min} * b * \sin\alpha \quad (\text{για S500 από ΠΙΝ. 9.2. έχουμε } \rho_{w,\min} = 0,0007)$$

$$\text{▷} \quad \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 0,0007 * 40\text{cm} * 1 \quad \text{▷} \quad \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 0,028\text{cm} = 2,8\text{cm}^2 \quad \text{O.K.}$$

έλεγχος: (η ελάχιστη διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού Φ_w)

$$\min\Phi_w = \max \left\{ 8\text{mm}, 1/3 * \max\Phi_L \right\} = \max \left\{ 8\text{mm}, 1/3 * 18 \right\} = 8\text{mm} \quad \text{O.K.}$$

έλεγχος: (για την απόσταση S μεταξύ των συνδετήρων)

$$\begin{aligned} \max S &= \min \left\{ 8 * \min\Phi_L, 1/2 \text{ mind}, 100\text{mm} \right\} = \min \left\{ 8 * 18\text{mm}, 400\text{mm}/2, 100\text{mm} \right\} \\ &= \min \left\{ 144\text{mm}, 200\text{mm}, 100\text{mm} \right\} \quad \text{▷} \quad \max S = 100\text{mm} \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

μη κρίσιμες περιοχές:

Για τις μη κρίσιμες περιοχές: $V_{cd} = V_{Rd1} = 77,38\text{KN}$

V_{wd} = η τέμνουσα που θα αναλάβουν οι συνδετήρες

$V_{wd} = V_{CD,C} - V_{cd} = 80,50\text{KN} - 77,38\text{KN} \quad \text{▷} \quad V_{wd} = 3,12\text{KN}$

$$\frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = \frac{V_{wd}}{0,9 * d * \sin\alpha * f_{yd}} = \frac{3,12\text{KN}}{0,9 * 0,35\text{m} * 1 * 500 * 10^3 / 1,15\text{KN/m}^2} = 0,002\text{cm}$$

$$\frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 0,2 \text{ cm}^2 / \text{m} \quad \text{▷} \quad \text{ΠΙΝ. 9.4.}$$

▷ επιλέγουμε δίμητους συνδετήρες $\Phi 6/20$ ($2,82\text{cm}^2$)

έλεγχος: (στο ελάχιστο ποσοστό διατμητικού οπλισμού $\rho_{w,\min}$, για να δούμε αν αρκούν τα)

$$\rho_{w,\min} = \frac{A_{sw}}{S_w * b * \sin\alpha} \quad \text{▷} \quad \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = \rho_{w,\min} * b * \sin\alpha \quad (\text{για S500 από ΠΙΝ. 9.2. έχουμε } \rho_{w,\min} = 0,0007)$$

$$\rho \frac{A_{sw}(cm^2)}{S_w(m)} = 0,0007 * 40cm * 1 \quad \rho \frac{A_{sw}(cm^2)}{S_w(m)} = 0,028cm = 2,8cm^2 \quad \underline{\text{O.K.}}$$

έλεγχος: (η ελάχιστη διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού Φ_w)

$$\min \Phi_w = \max \left\{ 8mm, 1/4 * \max \Phi_L \right\} = \max \left\{ 8mm, 1/4 * 18 \right\} = 8mm \quad \underline{\text{O.K.}}$$

έλεγχος: (για την απόσταση S μεταξύ των συνδετήρων)

$$\begin{aligned} \max S &= \min \left\{ 12 * \min \Phi_L, \min d, 100mm \right\} = \min \left\{ 12 * 18mm, 400mm, 100mm \right\} \\ &= \min \left\{ 216mm, 400mm, 300mm \right\} \quad \rho \quad \max S = 216mm \quad \underline{\text{O.K.}} \end{aligned}$$

κρίσιμο μήκος υποστυλώματος

Σύμφωνα με Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§18.4.5.), το κρίσιμο μήκος l_{cr} του υποστυλώματος είναι:

$$l_{cr} = \max \left\{ \begin{array}{l} \text{το } 1/5 \text{ του καθαρού ύψους ορόφου} \\ \text{η μεγαλύτερη διάσταση της διατομής του υποστυλώματος} \\ 600mm \end{array} \right. \quad \rho$$

$$l_{cr} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1/5 * 3000mm \\ 400mm \\ 600mm \end{array} \right. \quad \rho \quad l_{cr} = \max \left\{ \begin{array}{l} 600mm \\ 400mm \\ 600mm \end{array} \right.$$

$$\rho \quad l_{cr} = 600mm$$

Υποστύλωμα K2 (beam2478)

Οι αντίστοιχες ροπές M_y, M_z και οι τέμνουσες Q_y, Q_z του υποστυλώματος K2 (beam2478) είναι σχεδόν πανομοιότυπες, άρα θα οπλίσουμε ακριβώς με τον ίδιο οπλισμό. Δηλ.

Επίπεδο ΧΟΖ:

κρίσιμες περιοχές:

επιλέγουμε δίτητους συνδετήρες $\Phi 8/10$ ($10,06\text{cm}^2$)

μη κρίσιμες περιοχές:

επιλέγουμε δίτητους συνδετήρες $\Phi 6/20$ ($2,82\text{cm}^2$)

Επίπεδο ΥΟΖ:

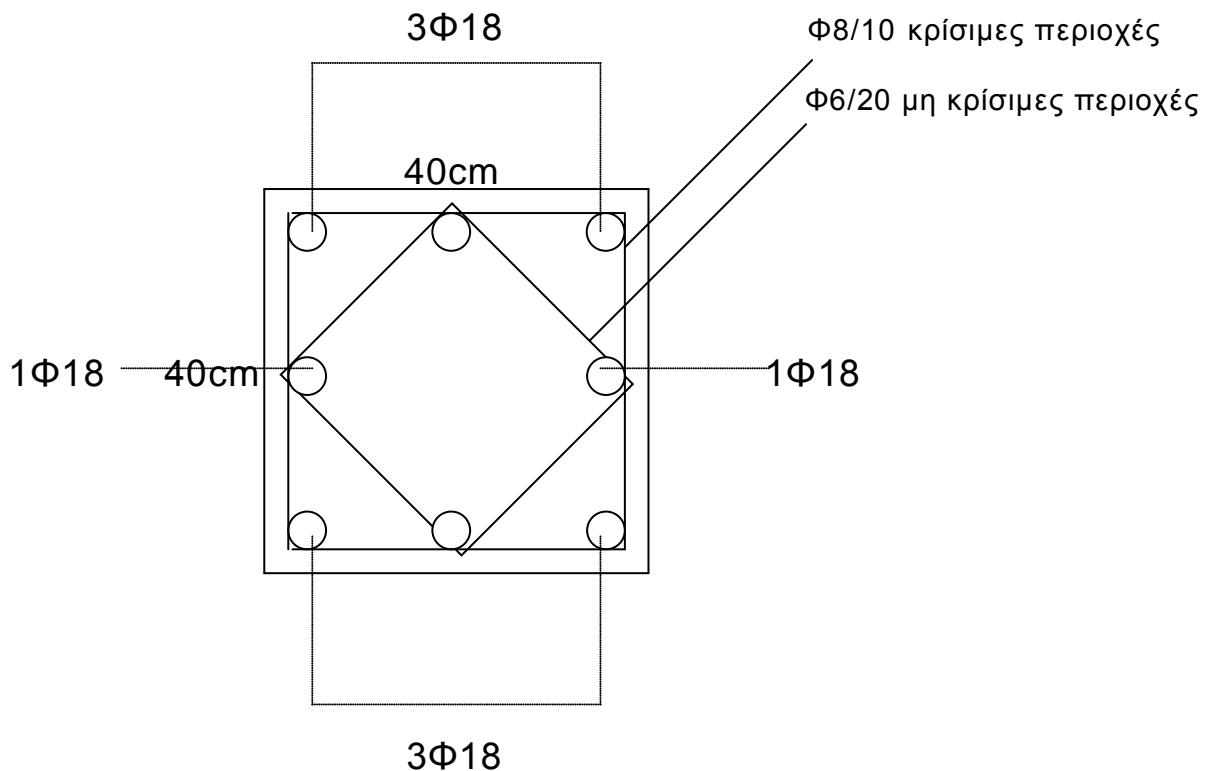
κρίσιμες περιοχές:

επιλέγουμε δίτητους συνδετήρες $\Phi 8/10$ ($10,06\text{cm}^2$)

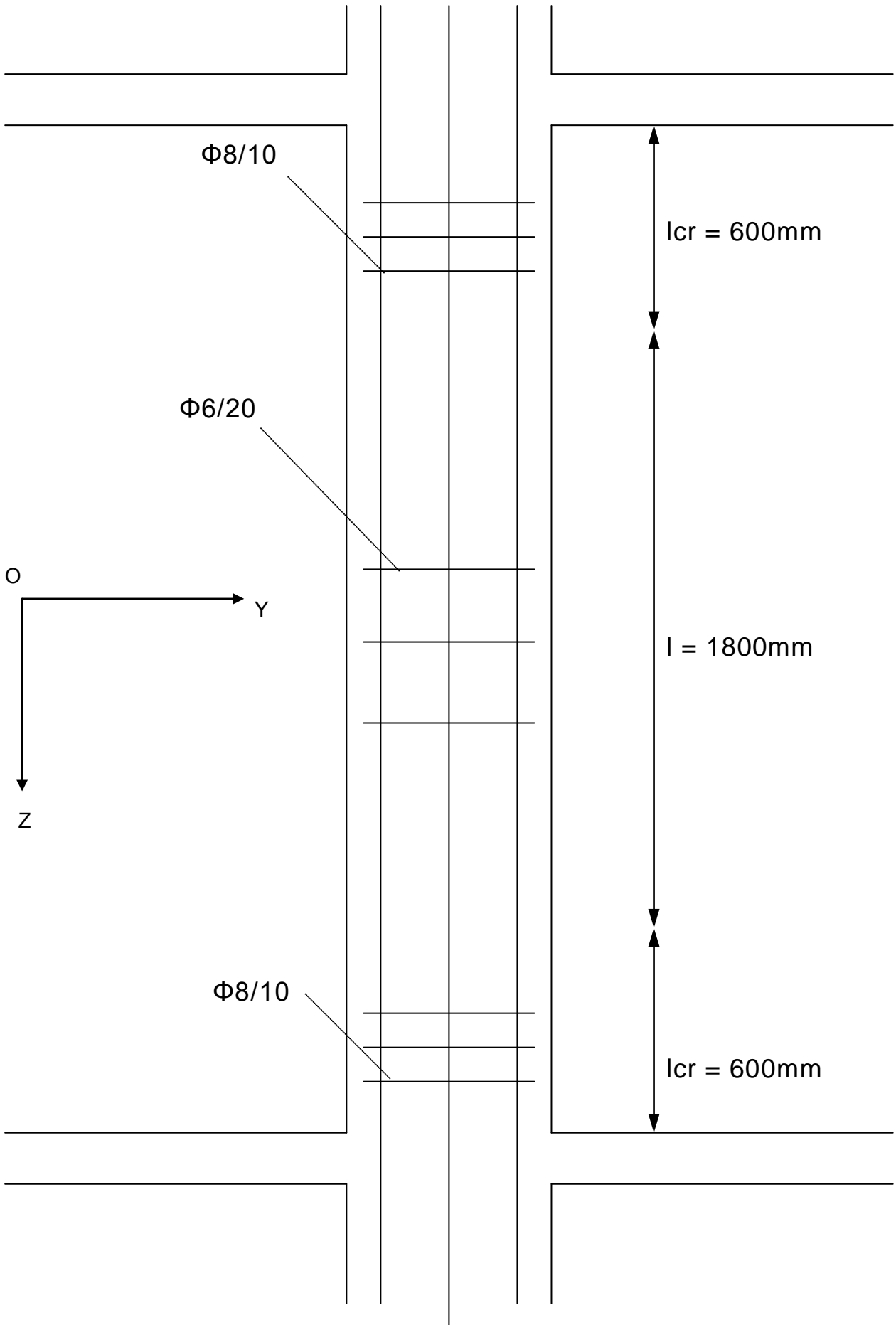
μη κρίσιμες περιοχές:

επιλέγουμε δίτητους συνδετήρες $\Phi 6/20$ ($2,82\text{cm}^2$)

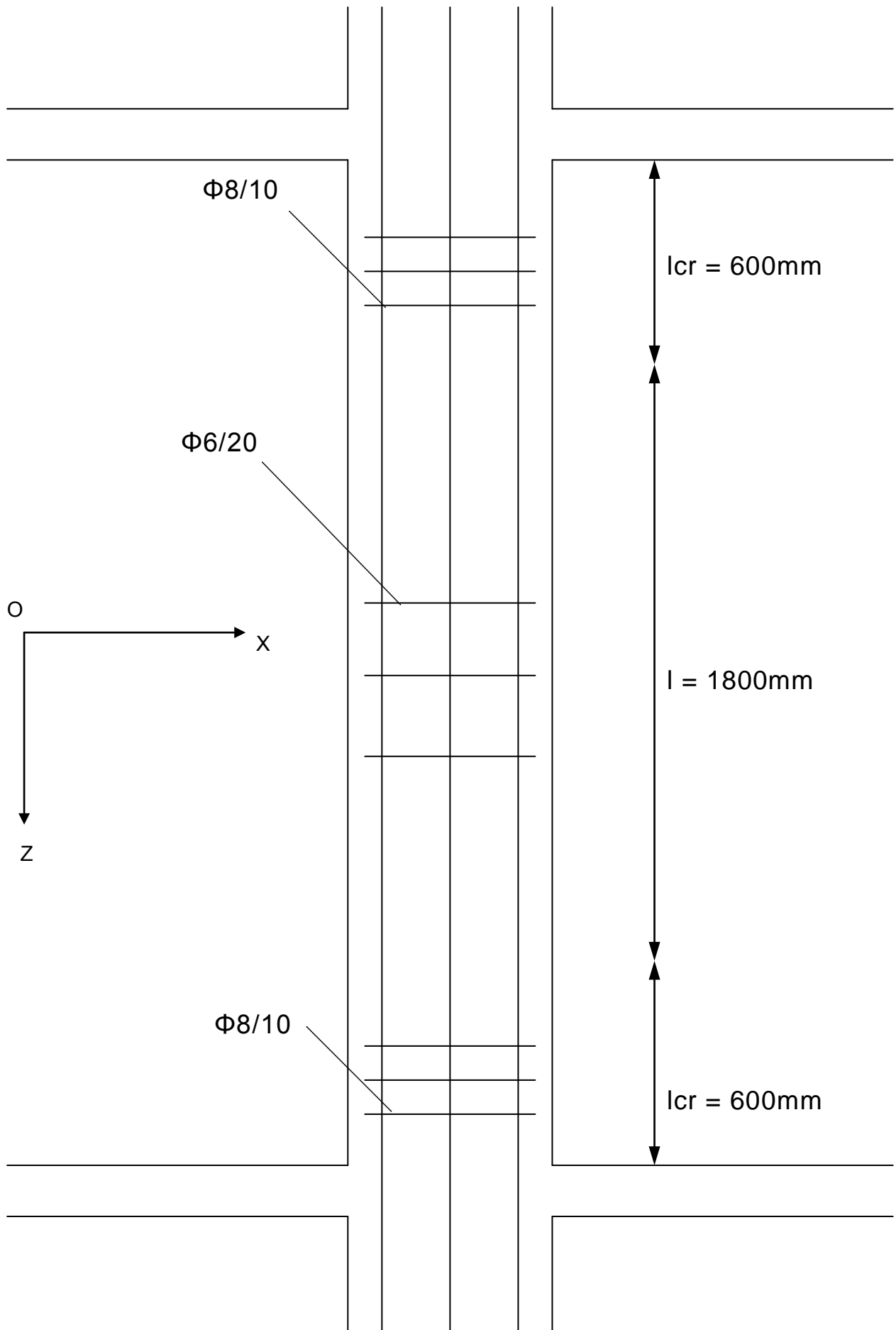
ΚΑΤΟΨΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ K1, K2



ΟΨΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ Κ1,Κ2 (ΕΠΙΠΕΔΟ ΥΟΖ)



ΟΨΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ Κ1,Κ2 (ΕΠΙΠΕΔΟ ΧΟΖ)



8.2. Έλεγχος τοιχωμάτων σε διάτμηση

Σύμφωνα με Ε.Α.Κ. 2000 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β 1.4.[2]), τέμνουσα σχεδιασμού της περιοχής πλαστικής άρθρωσης που είναι πιθανό να δημιουργηθεί στην θέση της μέγιστης ροπής, δηλ. εν γένει στη βάση του τοιχείου, θα υπολογίζεται από την καμπτική υπεραντοχή της πλαστικής άρθρωσης ως εξής:

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} , \quad \text{με } \alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} \leq q , \quad \text{όπου}$$

γ_{Rd} είναι ο συντελεστής υπεραντοχής που θα λαμβάνεται ίσος με 1,30 για συνήθεις χάλυβες

$M_{E,W0}$ είναι η μέγιστη ροπή που προκύπτει από την σεισμική δράση στη διατομή της πλαστικής άρθρωσης (βάση από την M_Y)

$V_{E,W0}$ είναι η μέγιστη τέμνουσα που προκύπτει από την σεισμική δράση στη διατομή της πλαστικής άρθρωσης

$M_{R,W0}$ είναι η υπολογιστική αντοχή σε κάμψη με αξονική δύναμη της ίδιας διατομής, υπολογιζόμενη σύμφωνα με την

Για το τοιχείο T3 - beam 2778 (0,000) έχουμε:

$$\text{LC101: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -58,44\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 19,42\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{58,44\text{KNm}} \triangleright 15,40 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 19,42\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 67,97\text{KN}$$

$$\text{LC102: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 197,77\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -59,67\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{197,77\text{KNm}} \triangleright 4,55 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 59,67\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 208,85\text{KN}$$

$$\text{LC103: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -406,15\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 125,79\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{406,15\text{KNm}} \triangleright 2,22 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,22$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,22 * 125,79\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 279,25\text{KN}$$

LC104: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -447,91\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 137,85\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{447,91\text{KNm}} \triangleright 2,01 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,01$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,01 * 137,85\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 277,09\text{KN}$$

LC105: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 58,44\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -19,42\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{58,44\text{KNm}} \triangleright 15,40 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 19,42\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 67,97\text{KN}$$

LC106: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -197,77\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 59,67\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{197,77\text{KNm}} \triangleright 4,55 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 59,67\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 208,85\text{KN}$$

LC107: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 406,15\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -125,79\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{406,15\text{KNm}} \triangleright 2,22 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,22$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,22 * 125,79\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 279,25\text{KN}$$

LC108: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 447,91\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -137,85\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{447,91\text{KNm}} \triangleright 2,01 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,01$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 2,01 * 137,85\text{KN} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 277,09\text{KN}$$

LC201: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -46,24\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 15,38\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{46,24\text{KNm}} \text{ } \text{ } 19,46 \leq q=3,50 \text{ } \text{ } \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 3,50 * 15,38\text{KN} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 53,83\text{KN}$$

LC202: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 185,57\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -55,62\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{185,57\text{KNm}} \text{ } \text{ } 4,85 \leq q=3,50 \text{ } \text{ } \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 3,50 * 55,62\text{KN} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 194,67\text{KN}$$

LC203: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -365,47\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 112,31\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{365,47\text{KNm}} \text{ } \text{ } 2,46 \leq q=3,50 \text{ } \text{ } \alpha_{CD} = 2,46$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 2,46 * 112,31\text{KN} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 276,28\text{KN}$$

LC204: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -407,23\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 124,37\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{407,23\text{KNm}} \text{ } \text{ } 2,21 \leq q=3,50 \text{ } \text{ } \alpha_{CD} = 2,21$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 2,21 * 124,37\text{KN} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 274,86\text{KN}$$

LC205: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 46,24\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -15,38\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{46,24\text{KNm}} \text{ } \text{ } 19,46 \leq q=3,50 \text{ } \text{ } \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 3,50 * 15,38\text{KN} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 53,83\text{KN}$$

$$\text{LC206: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -185,57\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 55,62\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{185,57\text{KNm}} \triangleright 4,85 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 55,62\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 194,67\text{KN}$$

$$\text{LC207: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 365,47\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -112,31\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{365,47\text{KNm}} \triangleright 2,46 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,46$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,46 * 112,31\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 276,28\text{KN}$$

$$\text{LC208: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 407,23\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -124,37\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{407,23\text{KNm}} \triangleright 2,21 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,21$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,21 * 124,37\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 274,86\text{KN}$$

$$\text{LC301: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -123,41\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 40,84\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{123,41\text{KNm}} \triangleright 7,29 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 40,84\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 142,94\text{KN}$$

$$\text{LC302: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 132,80\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -38,25\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{132,80\text{KNm}} \triangleright 6,78 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 38,25\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 133,88\text{KN}$$

$$\text{LC303: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -425,62\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 132,20\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{425,62\text{KNm}} \triangleright 2,11 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,11$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,11 * 132,20\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 278,94\text{KN}$$

$$\text{LC304: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -428,44\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 131,43\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{428,44\text{KNm}} \triangleright 2,10 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,10$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,10 * 131,43\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 276,00\text{KN}$$

$$\text{LC305: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 123,41\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -40,84\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{123,41\text{KNm}} \triangleright 7,29 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 40,84\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 142,94\text{KN}$$

$$\text{LC306: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -132,80\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 38,25\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{132,80\text{KNm}} \triangleright 6,78 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 38,25\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 133,88\text{KN}$$

$$\text{LC307: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 425,62\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -132,20\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{425,62\text{KNm}} \triangleright 2,11 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,11$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,11 * 132,20\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 278,94\text{KN}$$

$$\text{LC308: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 428,44\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -131,43\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{428,44\text{KNm}} \triangleright 2,10 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,10$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,10 * 131,43\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 276,00\text{KN}$$

LC401: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -111,21\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 36,80\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{111,21\text{KNm}} \triangleright 8,09 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 36,80\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 128,80\text{KN}$$

LC402: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 120,60\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -34,20\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{120,60\text{KNm}} \triangleright 7,46 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 34,20\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 119,70\text{KN}$$

LC403: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -384,94\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 118,73\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{384,94\text{KNm}} \triangleright 2,34 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,34$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,34 * 118,73\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 277,83\text{KN}$$

LC404: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -387,76\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 117,95\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{387,76\text{KNm}} \triangleright 2,32 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,32$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,32 * 117,95\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 273,64\text{KN}$$

LC405: $M_{R,W0} = 900\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 111,21\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -36,80\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{111,21\text{KNm}} \triangleright 8,09 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ ὅ } V_{CD,W0} = 3,50 * 36,80\text{KN} \text{ ὅ } V_{CD,W0} = 128,80\text{KN}$$

$$\text{LC406: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -120,60\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 34,20\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{120,60\text{KNm}} \text{ ὅ } 7,46 \leq q=3,50 \text{ ὅ } \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ ὅ } V_{CD,W0} = 3,50 * 34,20\text{KN} \text{ ὅ } V_{CD,W0} = 119,70\text{KN}$$

$$\text{LC407: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 384,94\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -118,73\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{384,94\text{KNm}} \text{ ὅ } 2,34 \leq q=3,50 \text{ ὅ } \alpha_{CD} = 2,34$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ ὅ } V_{CD,W0} = 2,34 * 118,73\text{KN} \text{ ὅ } V_{CD,W0} = 277,83\text{KN}$$

$$\text{LC408: } M_{R,W0} = 900\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 387,76\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -117,95\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{900\text{KNm}}{387,76\text{KNm}} \text{ ὅ } 2,32 \leq q=3,50 \text{ ὅ } \alpha_{CD} = 2,32$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ ὅ } V_{CD,W0} = 2,32 * 117,95\text{KN} \text{ ὅ } V_{CD,W0} = 273,64\text{KN}$$

Η τέμνουσα σχεδιασμού είναι η μεγαλύτερη που προκύπτει, από τον συνδυασμό LC107 και είναι **$V_{CD,W0} = 279,25\text{KN}$**

Οι ακραίες περιοχές των κρίσιμων περιοχών τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας πρέπει να διαμορφώνονται και να οπλίζονται σαν περισφιγμένα υποστυλώματα. Για τον υπολογισμό της περισφίγξεως [Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§18.4.4.2.)], θα λαμβάνουμε υπόψιν για κάθε άκρο τοιχώματος ενεργή αξονική ίση με:

$$N_{\text{eff}} \approx 2/3 * (N_{sd}/2 + M_{sd}/z) , \text{ όπου}$$

τα N_{sd}, M_{sd} θα λαμβάνονται για την εύρεση της ανοιγμένης αξονικής v_d από τον συνδυασμό φορτίσεων (δηλ. από LC1101-LC1408). Για την εύρεση της ανοιγμένης αξονικής v_d θα ληφθεί υπόψιν το δυσμενέστερο v_d .

z η απόσταση των κέντρων των περισφιγμένων άκρων

$$\cdot V_{Rd1} = [\tau_{Rd} * \kappa (1,2+40\rho_l) + 0,15 * \sigma_{cp}] * b_w * d \text{ , όπου}$$

τ_{Rd} = η διατμητική αντοχή. Για C_{20/25} από ΠΙΝ. 9.1 έχουμε $\tau_{Rd} = 0,26 \text{ N/mm}^2$

$$\kappa = 1,6 - d \geq 1$$

d = το στατικό ύψος του τοιχείου, που είναι ίσο με $l_w - a'/2 = 1,55\text{m} - 0,45\text{m}/2 = 1,325\text{m}$

$$\text{άρα } \kappa = 1,6 - 1,325 = 0,275 \geq 1 \text{ } \Rightarrow \kappa = 1,0$$

ρ_l = ποσοστό εφελκυσμένου οπλισμού που αγγυρώνεται πέραν της διατομής

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w * d} = \frac{6\Phi 16 + 2\Phi 18 + 8\Phi 10}{30\text{cm} * 155\text{cm}} = \frac{12,06\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2 + 6,28\text{cm}^2}{30\text{cm} * 155\text{cm}} = 0,0050$$

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_c \text{ (} N_{sd} = LC1 + 0,3 * LC2 \text{. από beam 2164 έχουμε } LC1 = 700,7\text{KN και } LC2 = 101,2\text{KN } \Rightarrow N_{sd} = 700,7\text{KN} + 0,3 * 101,2\text{KN} = 731,06\text{KN)}$$

$$\text{άρα } \sigma_{cp} = 731,06\text{KN} / 0,30\text{m} * 1,55\text{m} = 1572,17 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{άρα } V_{Rd1} = [0,26 * 10^3 \text{KN/mm}^2 * 1,0(1,2+40 * 0,0050) + 0,15 * 1572,17 \text{KN/m}^2] * 0,30\text{m} * 1,55\text{m}$$

$$\Rightarrow V_{Rd1} = 278,92\text{KN}$$

$$\cdot V_{Rd2} = 0,5 * v * f_{cd} * b_w * 0,9 * d \text{ , όπου}$$

$$v = 0,7 - f_{ck}/200 \geq 0,50 \text{ για } C20/25 \text{ έχουμε } f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{άρα } v = 0,7 - 20/200 \Rightarrow 0,6 > 0,5$$

$$\text{άρα } V_{Rd2} = 0,5 * 0,6 * 20 * 10^3 / 1,5 * 0,3 * 0,9 * 1,325 \Rightarrow V_{Rd2} = 1431,0\text{KN}$$

ισχύει ότι

$$V_{sd} = V_{CD,W0} = 279,25\text{KN} \text{ η τέμνουσα σχεδιασμού σε διάτμηση του τοιχείου}$$

$$V_{Rd1} = 278,92\text{KN} \text{ η τέμνουσα αντοχής σε διάτμηση του τοιχείου}$$

$$V_{Rd2} = 1431,0\text{KN} \text{ η τέμνουσα που μπορεί να αναλάβει η διατομή (δηλ. το τοιχείο)}$$

$$\max Q_Y = 139,83\text{KN} \text{ η δυσμενέστερη τέμνουσα που προκύπτει από τους σεισμικούς συνδυασμούς (εδώ για beam 2778 (0,000) για LC1108)}$$

εάν $V_{CD,W0} > V_{Rd1}$ τότε πάμε σε υπολογισμό συνδετήρων

εάν $V_{Rd2} > \max Q_Y$ τότε οι διαστάσεις της διατομής είναι σωστές

επειδή $V_{CD,W0} = 279,25\text{KN} > V_{Rd1} = 278,92\text{KN}$ θα πάμε σε υπολογισμό συνδετήρων

επειδή $V_{Rd2} = 1431,0\text{KN} > \max Q_Y = 129,83\text{KN}$ οι διαστάσεις της διατομής είναι σωστές

Σύμφωνα με Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§11.2.3.2βii) για $v_d \leq -0,10$, για συνδυασμούς δράσεων που περιλαμβάνουν σεισμό είναι:

Για κρίσιμες περιοχές τοιχωμάτων: $V_{cd} = 0,7 * V_{Rd1} = 0,7 * 278,92\text{KN} = 195,24\text{KN}$

Για μη κρίσιμες περιοχές τοιχωμάτων: $V_{cd} = V_{Rd1} = 278,92\text{KN}$

κρίσιμες περιοχές:

V_{wd} = η τέμνουσα που θα αναλάβουν οι συνδετήρες

$$V_{wd} = V_{CD,W0} - V_{cd} = 279,25\text{KN} - 195,24\text{KN} \Rightarrow V_{wd} = \mathbf{84,01\text{KN}}$$

$$\frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = \frac{V_{wd}}{0,9 * d * \sin\alpha * f_{yd}} = \frac{84,01\text{KN}}{0,9 * 1,325\text{m} * 1 * 500 * 10^3 / 1,15\text{KN/m}^2} = 0,016\text{cm}$$

$$\frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 1,6 \text{ cm}^2 / \text{m} \Rightarrow \text{ΠΙΝ. 9.4.}$$

\Rightarrow επιλέγουμε δίτητους συνδετήρες $\Phi 8/10$ ($10,06\text{cm}^2$)

έλεγχος: (στο ελάχιστο ποσοστό διατμητικού οπλισμού $\rho_{w,\min}$, για να δούμε αν αρκούν τα)

$$\rho_{w,\min} = \frac{A_{sw}}{S_w * b * \sin\alpha} \Rightarrow \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = \rho_{w,\min} * b * \sin\alpha \quad (\text{για S500 από ΠΙΝ. 9.2. έχουμε } \rho_{w,\min} = 0,0007)$$

$$\Rightarrow \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 0,0007 * 30\text{cm} * 1 \Rightarrow \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 0,021\text{cm} = 2,1\text{cm}^2 \quad \mathbf{O.K.}$$

έλεγχος: (η ελάχιστη διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού Φ_w)

$$\min\Phi_w = \max \left\{ 8\text{mm}, 1/3 * \max\Phi_L \right\} = \max \left\{ 8\text{mm}, 1/3 * 18 \right\} = 8\text{mm} \quad \mathbf{O.K.}$$

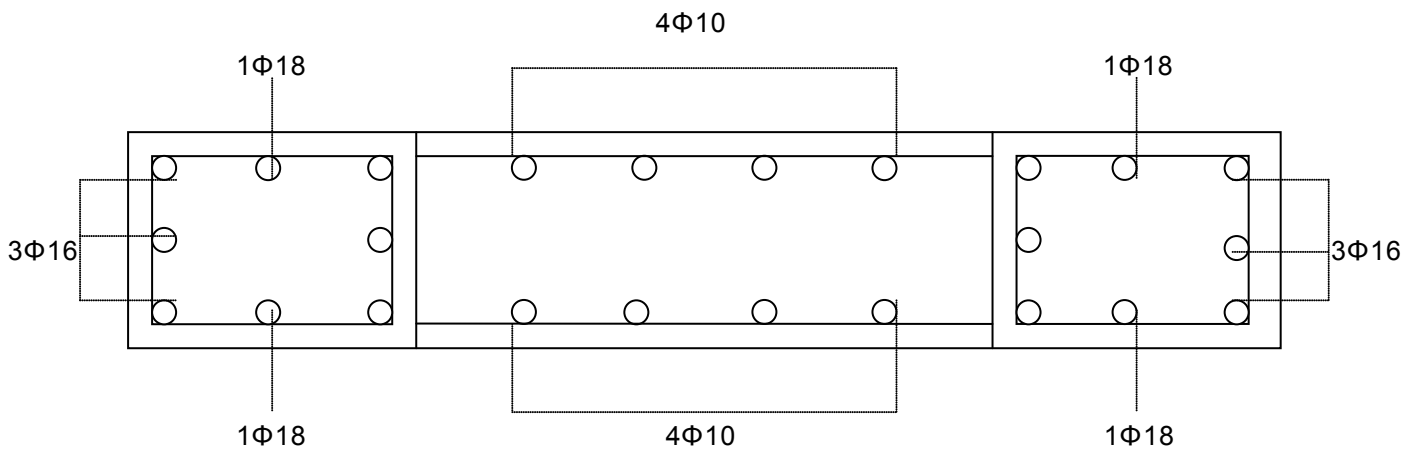
έλεγχος: (για την απόσταση S μεταξύ των συνδετήρων)

$$\begin{aligned} \max S &= \min \left\{ 8 * \min\Phi_L, 1/2 \text{ mind}, 100\text{mm} \right\} = \min \left\{ 8 * 18\text{mm}, 300\text{mm}/2, 100\text{mm} \right\} \\ &= \min \left\{ 144\text{mm}, 150\text{mm}, 100\text{mm} \right\} \Rightarrow \max S = 100\text{mm} \quad \mathbf{O.K.} \end{aligned}$$

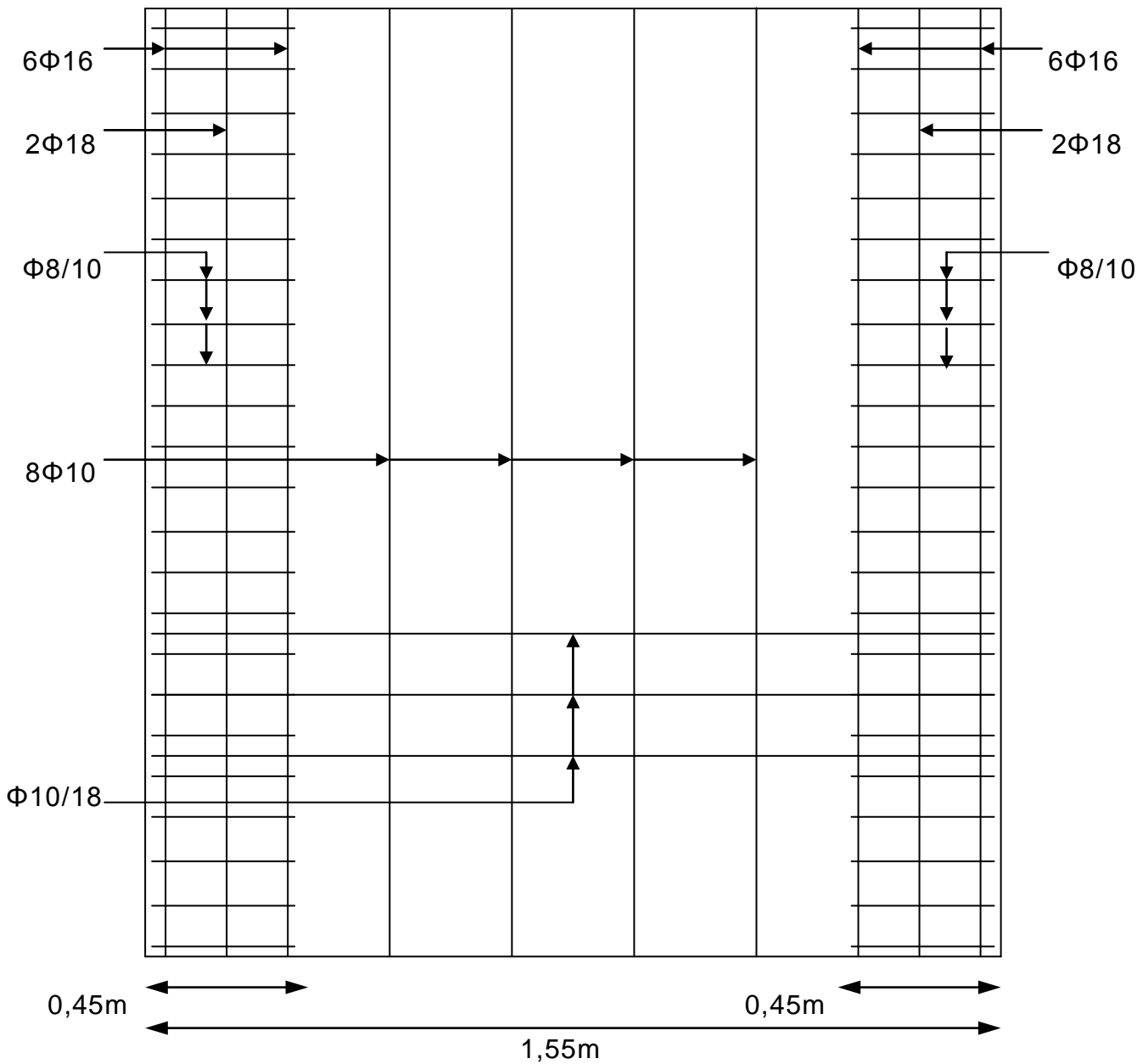
μη κρίσιμες περιοχές:

Θα θεωρήσουμε ότι δεν έχουμε μη κρίσιμες περιοχές.

ΚΑΤΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ T3



ΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ T3



Για το τοιχείο T4 - beam 2746 (0,000) έχουμε:

LC101: $M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = -649,74\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_y = -198,50\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{649,74\text{KNm}} \leq 0,91 \leq q=3,50 \Rightarrow \alpha_{CD} = 0,91$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \Rightarrow V_{CD,W0} = 0,91 * 198,50\text{KN} \Rightarrow V_{CD,W0} = 180,64\text{KN}$

LC102: $M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = -632,73\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_y = -192,13\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{632,73\text{KNm}} \leq 0,93 \leq q=3,50 \Rightarrow \alpha_{CD} = 0,93$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \Rightarrow V_{CD,W0} = 0,93 * 192,13\text{KN} \Rightarrow V_{CD,W0} = 178,68\text{KN}$

LC103: $M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = -220,64\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_y = -69,20\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{220,64\text{KNm}} \leq 2,67 \leq q=3,50 \Rightarrow \alpha_{CD} = 2,67$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \Rightarrow V_{CD,W0} = 2,67 * 69,20\text{KN} \Rightarrow V_{CD,W0} = 184,76\text{KN}$

LC104: $M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = 164,04\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_y = 47,97\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{164,04\text{KNm}} \leq 3,59 \leq q=3,50 \Rightarrow \alpha_{CD} = 3,50$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \Rightarrow V_{CD,W0} = 3,50 * 47,97\text{KN} \Rightarrow V_{CD,W0} = 167,90\text{KN}$

LC105: $M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = 649,74\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_y = 198,50\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{649,74\text{KNm}} \leq 0,91 \leq q=3,50 \Rightarrow \alpha_{CD} = 0,91$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \Rightarrow V_{CD,W0} = 0,91 * 198,50\text{KN} \Rightarrow V_{CD,W0} = 180,64\text{KN}$

$$\text{LC106: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 632,73\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = 192,13\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{632,73\text{KNm}} \text{ } \text{ } 0,93 \leq q=3,50 \text{ } \text{ } \alpha_{CD} = 0,93$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 0,93 * 192,13\text{KN} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 178,68\text{KN}$$

$$\text{LC107: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 220,64\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = 69,20\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{220,64\text{KNm}} \text{ } \text{ } 2,67 \leq q=3,50 \text{ } \text{ } \alpha_{CD} = 2,67$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 2,67 * 69,20\text{KN} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 184,76\text{KN}$$

$$\text{LC108: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -164,04\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = -47,97\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{164,04\text{KNm}} \text{ } \text{ } 3,59 \leq q=3,50 \text{ } \text{ } \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 3,50 * 47,97\text{KN} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 167,90\text{KN}$$

$$\text{LC201: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -671,28\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = -205,18\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{671,28\text{KNm}} \text{ } \text{ } 0,88 \leq q=3,50 \text{ } \text{ } \alpha_{CD} = 0,88$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 0,88 * 205,18\text{KN} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 180,56\text{KN}$$

$$\text{LC202: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -611,19\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = -185,45\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{611,19\text{KNm}} \text{ } \text{ } 0,96 \leq q=3,50 \text{ } \text{ } \alpha_{CD} = 0,96$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 0,96 * 185,45\text{KN} \text{ } \text{ } V_{CD,W0} = 178,03\text{KN}$$

$$\text{LC203: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -292,48\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = -91,47\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{292,48\text{KNm}} \triangleright 2,01 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,01$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,01 * 91,47\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 183,85\text{KN}$$

$$\text{LC204: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 92,21\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 25,70\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{92,21\text{KNm}} \triangleright 6,38 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 25,70\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 89,95\text{KN}$$

$$\text{LC205: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 671,28\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 205,18\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{671,28\text{KNm}} \triangleright 0,88 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 0,88$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 0,88 * 205,18\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 180,56\text{KN}$$

$$\text{LC206: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 611,19\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 185,45\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{611,19\text{KNm}} \triangleright 0,96 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 0,96$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 0,96 * 185,45\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 178,03\text{KN}$$

$$\text{LC207: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 292,48\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 91,47\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{292,48\text{KNm}} \triangleright 2,01 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,01$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,01 * 91,47\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 183,85\text{KN}$$

$$\text{LC208: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -92,21\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = -25,70\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{92,21\text{KNm}} \triangleright 6,38 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 25,70\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 89,95\text{KN}$$

LC301: $M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_z = -530,96\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = -161,50\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{530,96\text{KNm}} \triangleright 1,11 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 1,11$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 1,11 * 161,50\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 179,27\text{KN}$$

LC302: $M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_z = -513,95\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = -155,12\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{513,12\text{KNm}} \triangleright 1,15 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 1,15$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 1,15 * 155,12\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 178,39\text{KN}$$

LC303: $M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_z = -185,05\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = -58,11\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{185,05\text{KNm}} \triangleright 3,18 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,18$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,18 * 58,11\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 184,79\text{KN}$$

LC304: $M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_z = 128,44\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = 36,88\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{128,44\text{KNm}} \triangleright 4,58 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 36,88\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 129,08\text{KN}$$

LC305: $M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_z = 530,96\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = 161,50\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{530,96\text{KNm}} \triangleright 1,11 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 1,11$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 1,11 * 161,50\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 179,27\text{KN}$$

$$\text{LC306: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 513,95\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = 155,12\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{513,12\text{KNm}} \text{ P } 1,15 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 1,15$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 1,15 * 155,12\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 178,39\text{KN}$$

$$\text{LC307: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 185,05\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = 58,11\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{185,05\text{KNm}} \text{ P } 3,18 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 3,18$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 3,18 * 58,11\text{KN} \text{ P } \mathbf{V_{CD,W0} = 184,79\text{KN}}$$

$$\text{LC308: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -128,44\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = -36,88\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{128,44\text{KNm}} \text{ P } 4,58 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 3,50 * 36,88\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 129,08\text{KN}$$

$$\text{LC401: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -552,50\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = -168,18\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{552,50\text{KNm}} \text{ P } 1,07 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 1,07$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 1,07 * 168,18\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 179,95\text{KN}$$

$$\text{LC402: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -492,41\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = -148,44\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{492,41\text{KNm}} \text{ P } 1,20 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 1,20$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 1,20 * 148,44\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 178,13\text{KN}$$

$$\text{LC403: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -256,88\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = -80,38\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{256,88\text{KNm}} \triangleright 2,29 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,29$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,29 * 80,38\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 184,07\text{KN}$$

$$\text{LC404: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 56,61\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 14,61\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{56,61\text{KNm}} \triangleright 10,40 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 14,61\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 51,14\text{KN}$$

$$\text{LC405: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 552,50\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 168,18\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{552,50\text{KNm}} \triangleright 1,07 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 1,07$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 1,07 * 168,18\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 179,95\text{KN}$$

$$\text{LC406: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 492,41\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 148,44\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{492,41\text{KNm}} \triangleright 1,20 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 1,20$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 1,20 * 148,44\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 178,13\text{KN}$$

$$\text{LC407: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 256,88\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 80,38\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{256,88\text{KNm}} \triangleright 2,29 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,29$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,29 * 80,38\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 184,07\text{KN}$$

$$\text{LC408: } M_{R,W0} = 588,7\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -56,61\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = -14,61\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{588,7\text{KNm}}{56,61\text{KNm}} \triangleright 10,40 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 14,61\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 51,14\text{KN}$$

Η τέμνουσα σχεδιασμού είναι η μεγαλύτερη που προκύπτει, από τον συνδυασμό LC307 και είναι **$V_{CD,W0} = 184,79\text{KN}$**

Οι ακραίες περιοχές των κρίσιμων περιοχών τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας πρέπει να διαμορφώνονται και να οπλίζονται σαν περισφιγμένα υποστυλώματα. Για τον υπολογισμό της περισφίγξεως [Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§18.4.4.2.)], θα λαμβάνουμε υπ'όψιν για κάθε άκρο τοιχώματος ενεργή αξονική ίση με:

$$N_{\text{eff}} \approx 2/3 * (N_{sd}/2 + M_{sd}/z) , \text{ όπου}$$

τα N_{sd}, M_{sd} θα λαμβάνονται για την εύρεση της ανοιγμένης αξονικής v_d από τον συνδυασμό φορτίσεων (δηλ. από LC1101-LC1408). Για την εύρεση της ανοιγμένης αξονικής v_d θα ληφθεί υπ'όψιν το δυσμενέστερο v_d .

z η απόσταση των κέντρων των περισφιγμένων άκρων

$$\cdot V_{Rd1} = [T_{Rd} * \kappa (1,2+40\rho_l) + 0,15 * \sigma_{cp}] * b_w * d , \text{ όπου}$$

T_{Rd} = η διατμητική αντοχή. Για C_{20/25} από ΠΙΝ. 9.1 έχουμε $T_{Rd} = 0,26 \text{ N/mm}^2$

$$\kappa = 1,6 - d \geq 1$$

d = το στατικό ύψος του τοιχείου, που είναι ίσο με $l_w - \alpha'/2 = 1,45\text{m} - 0,45\text{m}/2 = 1,225\text{m}$

$$\text{άρα } \kappa = 1,6 - 1,275 = 0,375 \geq 1 \triangleright \kappa=1,0$$

ρ_l = ποσοστό εφελκόμενου οπλισμού που αγγυρώνεται πέραν της διατομής

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w * d} = \frac{8\Phi 16+2\Phi 18+8\Phi 10}{30\text{cm} * 145\text{cm}} = \frac{16,08\text{cm}^2+5,08\text{cm}^2+6,28\text{cm}^2}{30\text{cm} * 145\text{cm}} = 0,0063$$

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_C (N_{sd} = \text{LC1} + 0,3*\text{LC2. από beam 2164 έχουμε LC1} = 405,0\text{KN και LC2} = 36,3\text{KN} \triangleright N_{sd} = 405,0\text{KN} + 0,3*36,3\text{KN} = 415,89\text{KN})$$

$$\text{άρα } \sigma_{cp} = 415,89\text{KN} / 0,30\text{m} * 1,45\text{m} = 956,07 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{άρα } V_{Rd1} = [0,26 * 10^3 \text{KN/mm}^2 * 1,0(1,2+40*0,0063) + 0,15 * 956,07 \text{KN/m}^2] * 0,30\text{m} * 1,45\text{m}$$

$$\triangleright V_{Rd1} = 226,60\text{KN}$$

$$\cdot V_{Rd2} = 0,5 * v * f_{cd} * b_w * 0,9*d , \text{ όπου}$$

$$v = 0,7 - f_{ck}/200 \geq 0,50 \text{ για C20/25 έχουμε } f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$$

άρα $v = 0,7 - 20/200 \geq 0,6 > 0,5$

άρα $V_{Rd2} = 0,5 * 0,6 * 20 * 10^3 / 1,5 * 0,3 * 0,9 * 1,225 \geq V_{Rd2} = 1323,0\text{KN}$

ισχύει ότι

$V_{sd} = V_{CD,W0} = 184,79\text{KN}$ η τέμνουσα σχεδιασμού σε διάτμηση του τοιχείου

$V_{Rd1} = 226,60\text{KN}$ η τέμνουσα αντοχής σε διάτμηση του τοιχείου

$V_{Rd2} = 1323,0\text{KN}$ η τέμνουσα που μπορεί να αναλάβει η διατομή (δηλ. το τοιχείο)

$\max Q_Y = 209,54\text{KN}$ η δυσμενέστερη τέμνουσα που προκύπτει από τους σεισμικούς συνδυασμούς (εδώ για beam 2746 (0,000) για LC1201)

εάν $V_{CD,W0} > V_{Rd1}$ τότε πάμε σε υπολογισμό συνδετήρων

εάν $V_{Rd2} > \max Q_Y$ τότε οι διαστάσεις της διατομής είναι σωστές

επειδή $V_{CD,W0} = 184,79\text{KN} < V_{Rd1} = 226,60\text{KN}$ **δεν** θα πάμε σε υπολογισμό συνδετήρων, αλλά θα βάλουμε τους ελάχιστους που προβλέπει ο κανονισμός

επειδή $V_{Rd2} = 1323,0\text{KN} > \max Q_Y = 209,54\text{KN}$ οι διαστάσεις της διατομής είναι σωστές

Σύμφωνα με Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§11.2.3.2βii) για $v_d \leq -0,10$, για συνδυασμούς δράσεων που περιλαμβάνουν σεισμό είναι:

Για κρίσιμες περιοχές τοιχωμάτων: $V_{cd} = 0,7 * V_{Rd1} = 0,7 * 318,41\text{KN} = 222,89\text{KN}$

Για μη κρίσιμες περιοχές τοιχωμάτων: $V_{cd} = V_{Rd1} = 318,41\text{KN}$

κρίσιμες περιοχές:

Θα επιλέξουμε τον ελάχιστο οπλισμό, άρα:

από ΠΙΝ. 9.4 \geq **επιλέγουμε δίτητους συνδετήρες $\Phi 8/10$ ($10,06\text{cm}^2$)**

έλεγχος: (στο ελάχιστο ποσοστό διατμητικού οπλισμού $\rho_{w,min}$, για να δούμε αν αρκούν τα)

$$\rho_{w,min} = \frac{A_{sw}}{S_w * b * \sin \alpha} \geq \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = \rho_{w,min} * b * \sin \alpha \quad (\text{για S500 από ΠΙΝ. 9.2. έχουμε } \rho_{w,min} = 0,0007)$$

$$\geq \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 0,0007 * 30\text{cm} * 1 \geq \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 0,021\text{cm} = 2,1\text{cm}^2 \quad \text{O.K.}$$

έλεγχος: (η ελάχιστη διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού Φ_w)

$$\min \Phi_w = \max \left\{ 8\text{mm} , 1/3 \cdot \max \Phi_L \right\} = \max \left\{ 8\text{mm} , 1/3 \cdot 18 \right\} = 8\text{mm} \quad \textbf{O.K.}$$

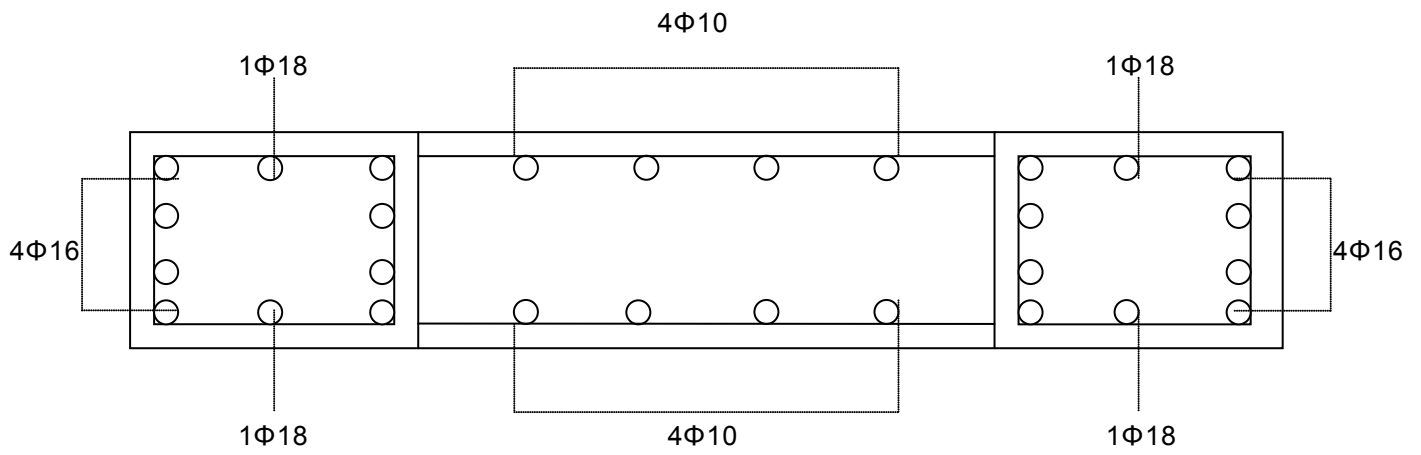
έλεγχος: (για την απόσταση S μεταξύ των συνδετήρων)

$$\begin{aligned} \max S &= \min \left\{ 8 \cdot \min \Phi_L , 1/2 \text{ mind} , 100\text{mm} \right\} = \min \left\{ 8 \cdot 18\text{mm} , 300\text{mm}/2 , 100\text{mm} \right\} \\ &= \min \left\{ 144\text{mm} , 150\text{mm} , 100\text{mm} \right\} \quad \text{∴} \quad \max S = 100\text{mm} \quad \textbf{O.K} \end{aligned}$$

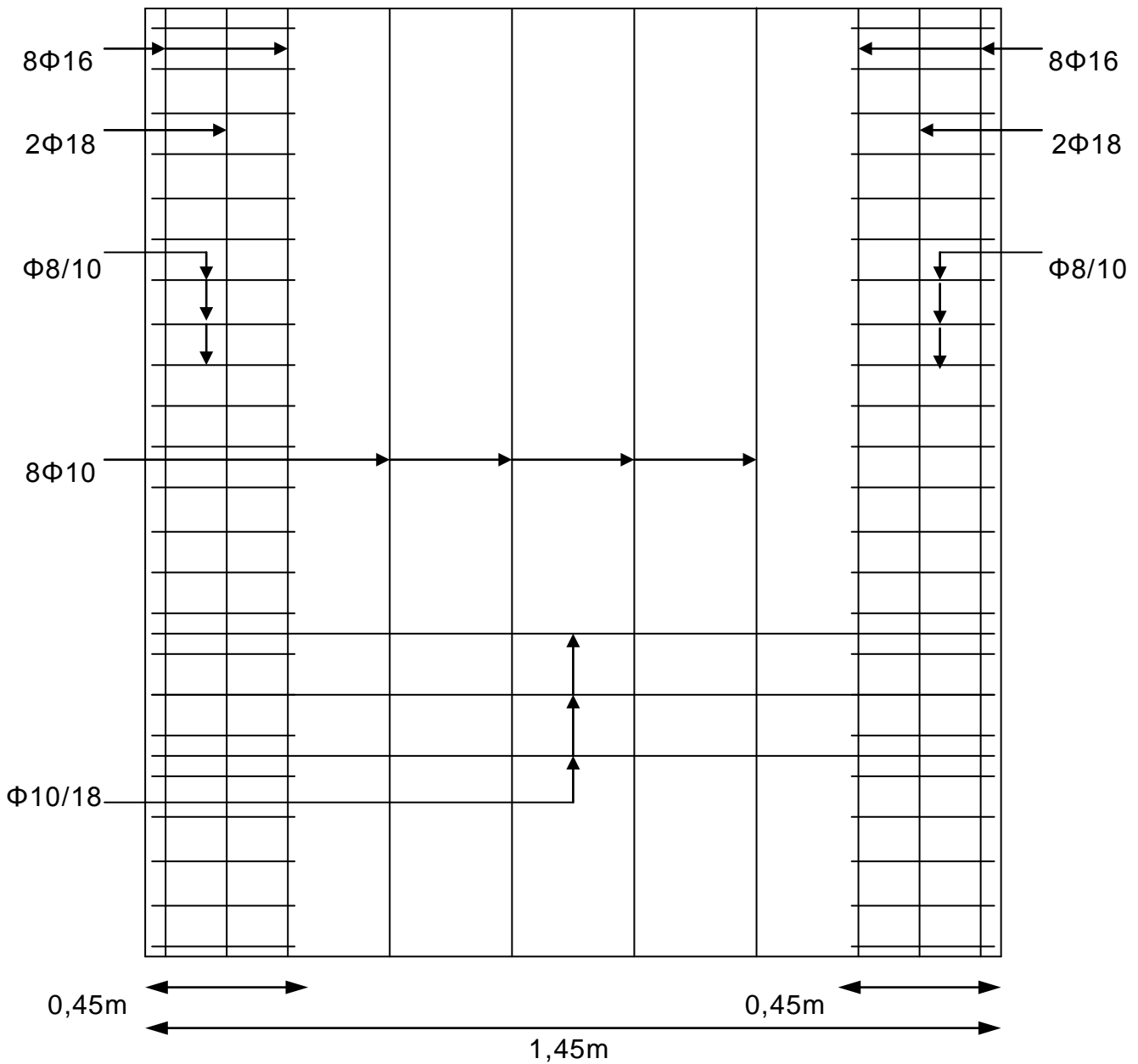
μη κρίσιμες περιοχές:

Θα θεωρήσουμε ότι δεν έχουμε μη κρίσιμες περιοχές.

ΚΑΤΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ T8



ΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ T8



Για το τοιχείο T6 - beam 2494 (0,000) έχουμε:

$$\text{LC101: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -105,08\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 43,68\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{105,08\text{KNm}} \triangleright 9,42 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 43,68\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 152,88\text{KN}$$

$$\text{LC102: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 133,78\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -24,13\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{133,78\text{KNm}} \triangleright 7,40 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 24,13\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 84,46\text{KN}$$

$$\text{LC103: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -393,80\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 115,95\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{393,80\text{KNm}} \triangleright 2,51 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,51$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,51 * 115,95\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 291,03\text{KN}$$

$$\text{LC104: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -402,41\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 110,08\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{402,41\text{KNm}} \triangleright 2,46 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,46$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,46 * 110,08\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 270,80\text{KN}$$

$$\text{LC105: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 105,08\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -43,68\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{105,08\text{KNm}} \triangleright 9,42 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 43,68\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 152,88\text{KN}$$

$$\text{LC106: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -133,78\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 24,13\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{133,78\text{KNm}} \triangleright 7,40 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 24,13\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 84,46\text{KN}$$

$$\text{LC107: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 393,80\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -115,95\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{393,80\text{KNm}} \triangleright 2,51 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,51$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,51 * 115,95\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 291,03\text{KN}$$

$$\text{LC108: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 402,41\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -110,08\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{402,41\text{KNm}} \triangleright 2,46 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,46$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,46 * 110,08\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 270,80\text{KN}$$

$$\text{LC201: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -105,81\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 44,16\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{105,81\text{KNm}} \triangleright 9,36 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 44,16\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 154,56\text{KN}$$

$$\text{LC202: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 134,51\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -24,61\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{134,51\text{KNm}} \triangleright 7,36 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 24,61\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 86,14\text{KN}$$

$$\text{LC203: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -396,24\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 117,54\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{396,24\text{KNm}} \triangleright 2,50 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,50 * 117,54\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 293,85\text{KN}$$

$$\text{LC204: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -404,85\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 111,68\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{404,85\text{KNm}} \triangleright 2,45 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,45$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,45 * 111,68\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 273,62\text{KN}$$

$$\text{LC205: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 105,81\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -44,16\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{105,81\text{KNm}} \triangleright 9,36 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 44,16\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 154,56\text{KN}$$

$$\text{LC206: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -134,51\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 24,61\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{134,51\text{KNm}} \triangleright 7,36 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 24,61\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 86,14\text{KN}$$

$$\text{LC207: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 396,24\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -117,54\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{396,24\text{KNm}} \triangleright 2,50 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,50 * 117,54\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 293,85\text{KN}$$

$$\text{LC208: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 404,85\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -111,68\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{404,85\text{KNm}} \text{ P } 2,45 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 2,45$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 2,45 * 111,68\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 273,62\text{KN}$$

LC301: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -100,47\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 40,83\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{100,47\text{KNm}} \text{ P } 9,85 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 3,50 * 40,83\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 142,91\text{KN}$$

LC302: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 138,40\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -26,98\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{138,40\text{KNm}} \text{ P } 7,15 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 3,50 * 26,98\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 94,43\text{KN}$$

LC303: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -392,41\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 115,09\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{392,41\text{KNm}} \text{ P } 2,52 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 2,52$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 2,52 * 115,09\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 290,03\text{KN}$$

LC304: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -403,79\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 110,94\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{403,79\text{KNm}} \text{ P } 2,45 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 2,45$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 2,45 * 110,94\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 271,80\text{KN}$$

LC305: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 100,47\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -40,83\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{100,47\text{KNm}} \text{ P } 9,85 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \mathcal{P} \text{ } V_{CD,W0} = 3,50 * 40,83\text{KN} \text{ } \mathcal{P} \text{ } V_{CD,W0} = 142,91\text{KN}$$

LC306: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -138,40\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 26,98\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{138,40\text{KNm}} \text{ } \mathcal{P} \text{ } 7,15 \leq q=3,50 \text{ } \mathcal{P} \text{ } \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \mathcal{P} \text{ } V_{CD,W0} = 3,50 * 26,98\text{KN} \text{ } \mathcal{P} \text{ } V_{CD,W0} = 94,43\text{KN}$$

LC307: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 392,41\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -115,09\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{392,41\text{KNm}} \text{ } \mathcal{P} \text{ } 2,52 \leq q=3,50 \text{ } \mathcal{P} \text{ } \alpha_{CD} = 2,52$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \mathcal{P} \text{ } V_{CD,W0} = 2,52 * 115,09\text{KN} \text{ } \mathcal{P} \text{ } V_{CD,W0} = 290,03\text{KN}$$

LC308: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 403,79\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -110,94\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{403,79\text{KNm}} \text{ } \mathcal{P} \text{ } 2,45 \leq q=3,50 \text{ } \mathcal{P} \text{ } \alpha_{CD} = 2,45$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \mathcal{P} \text{ } V_{CD,W0} = 2,45 * 110,94\text{KN} \text{ } \mathcal{P} \text{ } V_{CD,W0} = 271,80\text{KN}$$

LC401: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -101,20\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 41,31\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{101,20\text{KNm}} \text{ } \mathcal{P} \text{ } 9,78 \leq q=3,50 \text{ } \mathcal{P} \text{ } \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \mathcal{P} \text{ } V_{CD,W0} = 3,50 * 41,31\text{KN} \text{ } \mathcal{P} \text{ } V_{CD,W0} = 144,59\text{KN}$$

LC402: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 139,13\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -27,46\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{139,13\text{KNm}} \text{ } \mathcal{P} \text{ } 7,12 \leq q=3,50 \text{ } \mathcal{P} \text{ } \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ } \mathcal{P} \text{ } V_{CD,W0} = 3,50 * 27,46\text{KN} \text{ } \mathcal{P} \text{ } V_{CD,W0} = 96,11\text{KN}$$

$$\text{LC403: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -394,86\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 116,69\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{394,86\text{KNm}} \triangleright 2,51 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,51$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,51 * 116,69\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 292,89\text{KN}$$

$$\text{LC404: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -406,23\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 112,54\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{406,23\text{KNm}} \triangleright 2,44 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,44$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,44 * 112,54\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 274,60\text{KN}$$

$$\text{LC405: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 101,20\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -41,31\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{101,20\text{KNm}} \triangleright 9,78 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 41,31\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 144,59\text{KN}$$

$$\text{LC406: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -139,13\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 27,46\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{139,13\text{KNm}} \triangleright 7,12 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 27,46\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 96,11\text{KN}$$

$$\text{LC407: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 394,86\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -116,69\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{394,86\text{KNm}} \triangleright 2,51 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,51$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,51 * 116,69\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 292,89\text{KN}$$

$$\text{LC408: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 406,23\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -112,54\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{406,23\text{KNm}} \geq 2,44 \leq q=3,50 \geq \alpha_{CD} = 2,44$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \geq V_{CD,W0} = 2,44 * 112,54\text{KN} \geq V_{CD,W0} = 274,60\text{KN}$$

Η τέμνουσα σχεδιασμού είναι η μεγαλύτερη που προκύπτει, από τον συνδυασμό LC207 και είναι **$V_{CD,W0} = 293,85\text{KN}$**

Οι ακραίες περιοχές των κρίσιμων περιοχών τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας πρέπει να διαμορφώνονται και να οπλίζονται σαν περισφιγμένα υποστυλώματα. Για τον υπολογισμό της περισφίγξεως [Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§18.4.4.2.)], θα λαμβάνουμε υπ'όψιν για κάθε άκρο τοιχώματος ενεργή αξονική ίση με:

$$N_{\text{eff}} \approx 2/3 * (N_{sd}/2 + M_{sd}/z) , \text{ όπου}$$

τα N_{sd}, M_{sd} θα λαμβάνονται για την εύρεση της ανοιγμένης αξονικής v_d από τον συνδυασμό φορτίσεων (δηλ. από LC1101-LC1408). Για την εύρεση της ανοιγμένης αξονικής v_d θα ληφθεί υπ'όψιν το δυσμενέστερο v_d .

z η απόσταση των κέντρων των περισφιγμένων άκρων

$$\cdot V_{Rd1} = [T_{Rd} * \kappa (1,2+40\rho_l) + 0,15 * \sigma_{cp}] * b_w * d , \text{ όπου}$$

T_{Rd} = η διατμητική αντοχή. Για C20/25 από ΠΙΝ. 9.1 έχουμε $T_{Rd} = 0,26 \text{ N/mm}^2$

$$\kappa = 1,6 - d \geq 1$$

d = το στατικό ύψος του τοιχείου, που είναι ίσο με $l_w - \alpha'/2 = 1,50\text{m} - 0,45\text{m}/2 = 1,275\text{m}$

$$\text{άρα } \kappa = 1,6 - 1,275 = 0,325 \geq 1 \geq \kappa = 1,0$$

ρ_l = ποσοστό εφελκυσμένου οπλισμού που αγγυρώνεται πέραν της διατομής

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w * d} = \frac{6\Phi 16 + 2\Phi 18 + 8\Phi 10}{30\text{cm} * 150\text{cm}} = \frac{12,06\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2 + 6,28\text{cm}^2}{30\text{cm} * 150\text{cm}} = 0,0052$$

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_C (N_{sd} = LC1 + 0,3*LC2. \text{ από beam 2164 έχουμε } LC1 = 641,2\text{KN} \text{ και } LC2 = 112,8\text{KN} \geq N_{sd} = 641,2\text{KN} + 0,3*112,8\text{KN} = 675,04\text{KN})$$

$$\text{άρα } \sigma_{cp} = 675,04\text{KN} / 0,30\text{m} * 1,50\text{m} = 1500,09 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{άρα } V_{Rd1} = [0,26 * 10^3 \text{KN/mm}^2 * 1,0(1,2+40*0,0052) + 0,15 * 1500,09 \text{KN/m}^2] * 0,30\text{m} * 1,50\text{m}$$

$$\geq V_{Rd1} = 265,99\text{KN}$$

$$\cdot V_{Rd2} = 0,5 * v * f_{cd} * b_w * 0,9*d , \text{ όπου}$$

$$v = 0,7 - f_{ck}/200 \geq 0,50 \text{ για } C20/25 \text{ έχουμε } f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$$

άρα $v = 0,7 - 20/200 \triangleright 0,6 > 0,5$

άρα $V_{Rd2} = 0,5 * 0,6 * 20 * 10^3 / 1,5 * 0,3 * 0,9 * 1,275 \triangleright V_{Rd2} = 1377,0\text{KN}$

ισχύει ότι

$V_{sd} = V_{CD,W0} = 293,85\text{KN}$ η τέμνουσα σχεδιασμού σε διάτμηση του τοιχείου

$V_{Rd1} = 265,99\text{KN}$ η τέμνουσα αντοχής σε διάτμηση του τοιχείου

$V_{Rd2} = 1377,0\text{KN}$ η τέμνουσα που μπορεί να αναλάβει η διατομή (δηλ. το τοιχείο)

$\max Q_Y = 148,13\text{KN}$ η δυσμενέστερη τέμνουσα που προκύπτει από τους σεισμικούς συνδυασμούς (εδώ για beam 2494 (0,000) για LC1203)

εάν $V_{CD,W0} > V_{Rd1}$ τότε πάμε σε υπολογισμό συνδετήρων

εάν $V_{Rd2} > \max Q_Y$ τότε οι διαστάσεις της διατομής είναι σωστές

επειδή $V_{CD,W0} = 293,85\text{KN} > V_{Rd1} = 265,99\text{KN}$ θα πάμε σε υπολογισμό συνδετήρων

επειδή $V_{Rd2} = 1377,0\text{KN} > \max Q_Y = 148,13\text{KN}$ οι διαστάσεις της διατομής είναι σωστές

Σύμφωνα με Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§11.2.3.2βii) για $v_d \leq -0,10$, για συνδυασμούς δράσεων που περιλαμβάνουν σεισμό είναι:

Για κρίσιμες περιοχές τοιχωμάτων: $V_{cd} = 0,7 * V_{Rd1} = 0,7 * 265,99\text{KN} = 186,19\text{KN}$

Για μη κρίσιμες περιοχές τοιχωμάτων: $V_{cd} = V_{Rd1} = 265,99\text{KN}$

κρίσιμες περιοχές:

V_{wd} = η τέμνουσα που θα αναλάβουν οι συνδετήρες

$V_{wd} = V_{CD,W0} - V_{cd} = 293,85\text{KN} - 186,19\text{KN} \triangleright V_{wd} = 107,66\text{KN}$

$$\frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = \frac{V_{wd}}{0,9 * d * \sin \alpha * f_{yd}} = \frac{107,66\text{KN}}{0,9 * 1,275\text{m} * 1 * 500 * 10^3 / 1,15\text{KN/m}^2} = 0,022\text{cm}$$

$$\frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 2,2 \text{ cm}^2 / \text{m} \triangleright \text{ΠΙΝ. 9.4.}$$

\triangleright επιλέγουμε δίτητους συνδετήρες $\Phi 8/10$ ($10,06\text{cm}^2$)

έλεγχος: (στο ελάχιστο ποσοστό διατμητικού οπλισμού $\rho_{w,\min}$, για να δούμε αν αρκούν τα)

$$\rho_{w,\min} = \frac{A_{sw}}{S_w * b * \sin \alpha} \triangleright \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = \rho_{w,\min} * b * \sin \alpha \quad (\text{για S500 από ΠΙΝ. 9.2. έχουμε } \rho_{w,\min} = 0,0007)$$

$$\rho \frac{A_{sw}(cm^2)}{S_w(m)} = 0,0007 * 30cm * 1 \quad \rho \frac{A_{sw}(cm^2)}{S_w(m)} = 0,021cm = 2,1cm^2 \quad \underline{\text{O.K.}}$$

έλεγχος: (η ελάχιστη διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού Φ_w)

$$\min \Phi_w = \max \left\{ 8mm, 1/3 * \max \Phi_L \right\} = \max \left\{ 8mm, 1/3 * 18 \right\} = 8mm \quad \underline{\text{O.K.}}$$

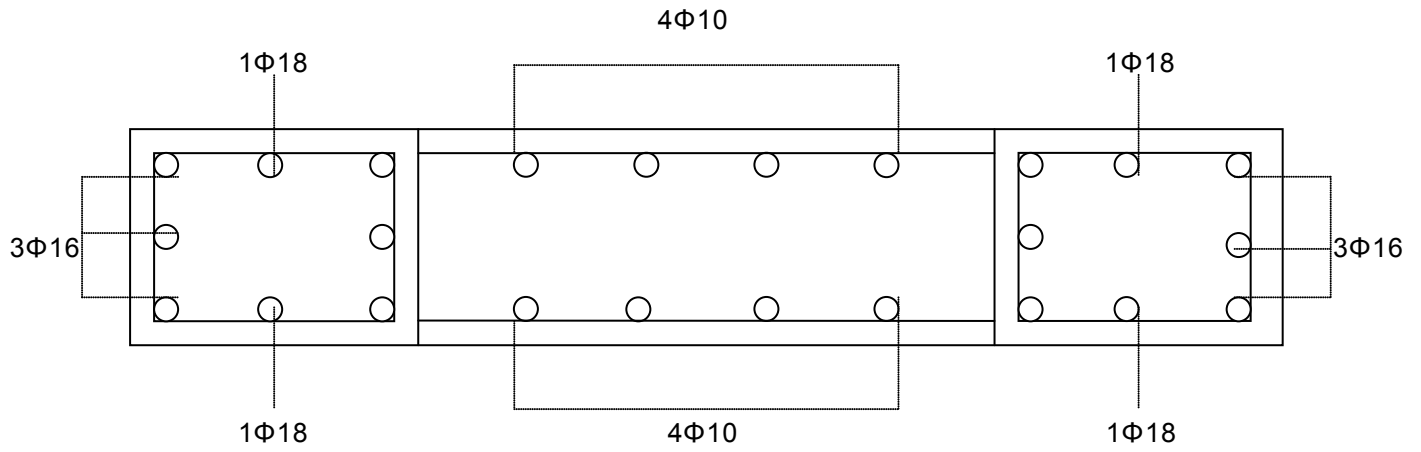
έλεγχος: (για την απόσταση S μεταξύ των συνδετήρων)

$$\begin{aligned} \max S &= \min \left\{ 8 * \min \Phi_L, 1/2 \text{ mind}, 100mm \right\} = \min \left\{ 8 * 18mm, 300mm/2, 100mm \right\} \\ &= \min \left\{ 144mm, 150mm, 100mm \right\} \quad \rho \quad \max S = 100mm \quad \underline{\text{O.K}} \end{aligned}$$

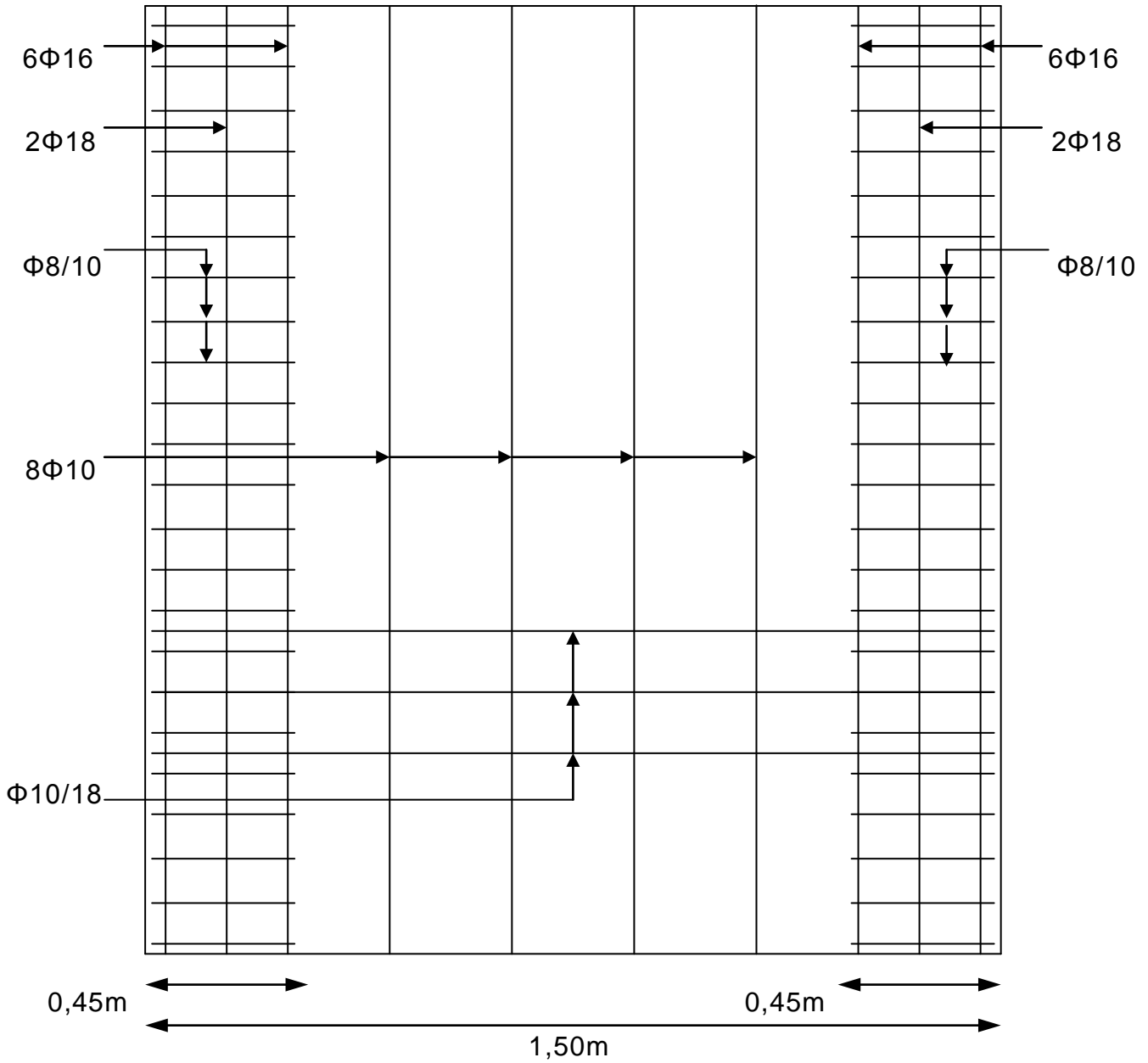
μη κρίσιμες περιοχές:

Θα θεωρήσουμε ότι δεν έχουμε μη κρίσιμες περιοχές.

ΚΑΤΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ T6



ΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ T6



Για το τοιχείο T7 - beam 2104(0,000) έχουμε:

$$\text{LC101: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -151,01\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 49,69\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{151,01\text{KNm}} \triangleright 8,52 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 49,69\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 173,92\text{KN}$$

$$\text{LC102: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 115,22\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -27,30\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{115,22\text{KNm}} \triangleright 11,17 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 27,30\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 95,55\text{KN}$$

$$\text{LC103: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -449,04\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 131,65\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{449,04\text{KNm}} \triangleright 2,86 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,86$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,86 * 131,65\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 376,52\text{KN}$$

$$\text{LC104: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -438,34\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 124,94\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{438,34\text{KNm}} \triangleright 2,94 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,94$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,94 * 124,94\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 367,32\text{KN}$$

$$\text{LC105: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 151,01\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 49,69\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{151,01\text{KNm}} \triangleright 8,52 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 49,69\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 173,92\text{KN}$$

LC106: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_Y = -115,22\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Z = 27,30\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{115,22\text{KNm}} \triangleright 11,17 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 27,30\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 95,55\text{KN}$

LC107: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_Y = 449,04\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Z = -131,65\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{449,04\text{KNm}} \triangleright 2,86 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,86$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,86 * 131,65\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 376,52\text{KN}$

LC108: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_Y = 438,34\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Z = -124,94\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{438,34\text{KNm}} \triangleright 2,94 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,94$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,94 * 124,94\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 367,32\text{KN}$

LC201: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_Y = -167,42\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Z = 54,56\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{167,42\text{KNm}} \triangleright 7,69 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 54,56\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 190,96\text{KN}$

LC202: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_Y = 131,64\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Z = -32,18\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{131,64\text{KNm}} \triangleright 9,78 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 32,18\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 112,63\text{KN}$

LC203: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_Y = -503,76\text{KNm}$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 147,91\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{503,76\text{KNm}} \triangleright 2,55 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,55$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,55 * 147,91\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 377,17\text{KN}$$

$$\text{LC204: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -493,07\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 141,20\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{493,07\text{KNm}} \triangleright 2,61 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,61$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,61 * 141,20\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 368,53\text{KN}$$

$$\text{LC205: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 167,42\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -54,56\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{167,42\text{KNm}} \triangleright 7,69 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 54,56\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 190,96\text{KN}$$

$$\text{LC206: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -131,64\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 32,18\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{131,64\text{KNm}} \triangleright 9,77 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 32,18\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 112,56\text{KN}$$

$$\text{LC207: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 503,76\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -147,91\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{503,76\text{KNm}} \triangleright 2,55 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,55$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,55 * 147,91\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 377,17\text{KN}$$

$$\text{LC208: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 493,07\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -141,20\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{493,07\text{KNm}} \triangleright 2,61 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,61$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,61 * 141,20\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 368,53\text{KN}$$

LC301: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -64,16\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -24,08\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{64,16\text{KNm}} \triangleright 20,06 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 24,08\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 84,28\text{KN}$$

LC302: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 202,07\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -52,90\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{202,07\text{KNm}} \triangleright 6,37 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 52,90\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 185,15\text{KN}$$

LC303: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -423,01\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 123,97\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{423,01\text{KNm}} \triangleright 3,04 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,04$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,04 * 123,97\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 376,87\text{KN}$$

LC304: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = -464,37\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 132,61\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{464,37\text{KNm}} \triangleright 2,77 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,77$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,77 * 132,61\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 367,33\text{KN}$$

LC305: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 64,16\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -24,08\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{64,16\text{KNm}} \triangleright 20,05 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \quad \text{P} \quad V_{CD,W0} = 3,50 * 24,08\text{KN} \quad \text{P} \quad V_{CD,W0} = 84,28\text{KN}$$

$$\text{LC306: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -202,07\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 52,90\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{202,07\text{KNm}} \quad \text{P} \quad 6,37 \leq q=3,50 \quad \text{P} \quad \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \quad \text{P} \quad V_{CD,W0} = 3,50 * 52,90\text{KN} \quad \text{P} \quad V_{CD,W0} = 185,15\text{KN}$$

$$\text{LC307: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 423,01\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -123,97\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{423,01\text{KNm}} \quad \text{P} \quad 3,04 \leq q=3,50 \quad \text{P} \quad \alpha_{CD} = 3,04$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \quad \text{P} \quad V_{CD,W0} = 3,04 * 123,97\text{KN} \quad \text{P} \quad V_{CD,W0} = 376,87\text{KN}$$

$$\text{LC308: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 464,37\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -132,61\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{464,37\text{KNm}} \quad \text{P} \quad 2,77 \leq q=3,50 \quad \text{P} \quad \alpha_{CD} = 2,77$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \quad \text{P} \quad V_{CD,W0} = 2,77 * 132,61\text{KN} \quad \text{P} \quad V_{CD,W0} = 367,33\text{KN}$$

$$\text{LC401: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = -80,58\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = 28,96\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{80,58\text{KNm}} \quad \text{P} \quad 15,97 \leq q=3,50 \quad \text{P} \quad \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \quad \text{P} \quad V_{CD,W0} = 3,50 * 28,96\text{KN} \quad \text{P} \quad V_{CD,W0} = 101,36\text{KN}$$

$$\text{LC402: } M_{R,W0} = 990\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_Y = 218,48\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -57,78\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{218,48\text{KNm}} \quad \text{P} \quad 5,89 \leq q=3,50 \quad \text{P} \quad \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \quad \text{P} \quad V_{CD,W0} = 3,50 * 57,78\text{KN} \quad \text{P} \quad V_{CD,W0} = 202,23\text{KN}$$

LC403: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_Y = -477,74\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Z = 140,23\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{477,74\text{KNm}} \triangleright 2,69 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,69$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,69 * 140,23\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 377,21\text{KN}$

LC404: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_Y = -519,10\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Z = 148,88\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{519,10\text{KNm}} \triangleright 2,48 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,48$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,48 * 148,88\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 369,22\text{KN}$

LC405: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_Y = 80,58\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Z = -28,96\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{80,58\text{KNm}} \triangleright 15,97 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 28,96\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 101,36\text{KN}$

LC406: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_Y = -218,48\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Z = 57,78\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{218,48\text{KNm}} \triangleright 5,89 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 57,78\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 202,23\text{KN}$

LC407: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_Y = 477,74\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Z = -140,23\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{477,74\text{KNm}} \triangleright 2,69 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,69$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,69 * 140,23\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 377,22\text{KN}$

LC408: $M_{R,W0} = 990\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_Y = 519,10\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Z = -148,88\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{990\text{KNm}}{519,10\text{KNm}} \geq 2,48 \leq q=3,50 \Rightarrow \alpha_{CD} = 2,48$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \Rightarrow V_{CD,W0} = 2,48 * 148,88\text{KN} \Rightarrow V_{CD,W0} = 369,22\text{KN}$$

Η τέμνουσα σχεδιασμού είναι η μεγαλύτερη που προκύπτει, από τον συνδυασμό LC407 και είναι **$V_{CD,W0} = 377,22\text{KN}$**

Οι ακραίες περιοχές των κρίσιμων περιοχών τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας πρέπει να διαμορφώνονται και να οπλίζονται σαν περισφιγμένα υποστυλώματα. Για τον υπολογισμό της περισφιγξέως [Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§18.4.4.2.)], θα λαμβάνουμε υπ'όψιν για κάθε άκρο τοιχώματος ενεργή αξονική ίση με:

$$N_{eff} \approx 2/3 * (N_{sd}/2 + M_{sd}/z) , \text{ όπου}$$

τα N_{sd}, M_{sd} θα λαμβάνονται για την εύρεση της ανοιγμένης αξονικής v_d από τον συνδυασμό φορτίσεων (δηλ. από LC1101-LC1408). Για την εύρεση της ανοιγμένης αξονικής v_d θα ληφθεί υπ'όψιν το δυσμενέστερο v_d .

z η απόσταση των κέντρων των περισφιγμένων άκρων

$$\cdot V_{Rd1} = [T_{Rd} * \kappa (1,2+40\rho_l) + 0,15 * \sigma_{cp}] * b_w * d , \text{ όπου}$$

T_{Rd} = η διατμητική αντοχή. Για C20/25 από ΠΙΝ. 9.1 έχουμε $T_{Rd} = 0,26 \text{ N/mm}^2$

$$\kappa = 1,6 - d \geq 1$$

d = το στατικό ύψος του τοιχείου, που είναι ίσο με $l_w - a'/2 = 1,50\text{m} - 0,45\text{m}/2 = 1,275\text{m}$

άρα $\kappa = 1,6 - 1,275 = 0,325 \geq 1 \Rightarrow \kappa=1,0$

ρ_l = ποσοστό εφελκυσμένου οπλισμού που αγγυρώνεται πέραν της διατομής

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w * d} = \frac{6\Phi 16+2\Phi 18+8\Phi 10}{30\text{cm} * 150\text{cm}} = \frac{12,06\text{cm}^2+5,08\text{cm}^2+6,28\text{cm}^2}{30\text{cm} * 150\text{cm}} = 0,0052$$

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_C (N_{sd} = LC1 + 0,3*LC2. \text{ από beam 2104 έχουμε } LC1 = 435,5\text{KN} \text{ και } LC2 = 40,6\text{KN} \Rightarrow N_{sd} = 435,5\text{KN} + 0,3*40,6\text{KN} = 447,68\text{KN})$$

$$\text{άρα } \sigma_{cp} = 447,68\text{KN} / 0,30\text{m} * 1,50\text{m} = 994,84 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{άρα } V_{Rd1} = [0,26 * 10^3 \text{KN/mm}^2 * 1,0(1,2+40*0,0052) + 0,15 * 994,84\text{KN/m}^2] * 0,30\text{m} * 1,5\text{m}$$

$$\Rightarrow V_{Rd1} = 231,89\text{KN}$$

$$\cdot V_{Rd2} = 0,5 * v * f_{cd} * b_w * 0,9*d , \text{ όπου}$$

$$v = 0,7 - f_{ck}/200 \geq 0,50 \text{ για } C20/25 \text{ έχουμε } f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$$

άρα $v = 0,7 - 20/200 \triangleright 0,6 > 0,5$

άρα $V_{Rd2} = 0,5 * 0,6 * 20 * 10^3 / 1,5 * 0,3 * 0,9 * 1,275 \triangleright V_{Rd2} = 1377,0KN$

ισχύει ότι

$V_{sd} = V_{CD,W0} = 377,22KN$ η τέμνουσα σχεδιασμού σε διάτμηση του τοιχείου

$V_{Rd1} = 231,89KN$ η τέμνουσα αντοχής σε διάτμηση του τοιχείου

$V_{Rd2} = 1377,0KN$ η τέμνουσα που μπορεί να αναλάβει η διατομή (δηλ. το τοιχείο)

$maxQ_Y = 148,88KN$ η δυσμενέστερη τέμνουσα που προκύπτει από τους σεισμικούς συνδυασμούς (εδώ για beam 2104 (0,000) για LC1406)

εάν $V_{CD,W0} > V_{Rd1}$ τότε πάμε σε υπολογισμό συνδετήρων

εάν $V_{Rd2} > maxQ_Y$ τότε οι διαστάσεις της διατομής είναι σωστές

επειδή $V_{CD,W0} = 377,22KN > V_{Rd1} 231,89KN$ θα πάμε σε υπολογισμό συνδετήρων

επειδή $V_{Rd2} = 1377,0KN > maxQ_Y = 148,88KN$ οι διαστάσεις της διατομής είναι σωστές

Σύμφωνα με Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§11.2.3.2βii) για $v_d \leq -0,10$, για συνδυασμούς δράσεων πουπεριλαμβάνουν σεισμό είναι:

Για κρίσιμες περιοχές τοιχωμάτων: $V_{cd} = 0,7 * V_{Rd1} = 0,7 * 231,89KN = 162,32KN$

Για μη κρίσιμες περιοχές τοιχωμάτων: $V_{cd} = V_{Rd1} = 231,89KN$

κρίσιμες περιοχές:

V_{wd} = η τέμνουσα που θα αναλάβουν οι συνδετήρες

$V_{wd} = V_{CD,W0} - V_{cd} = 377,22KN - 162,32KN \triangleright V_{wd} = 214,90KN$

$$\frac{A_{sw}(cm^2)}{S_w(m)} = \frac{V_{wd}}{0,9 * d * \sin \alpha * f_{yd}} = \frac{214,90KN}{0,9 * 1,275m * 1 * 500 * 10^3 / 1,15KN/m^2} = 0,043cm$$

$$\frac{A_{sw}(cm^2)}{S_w(m)} = 4,3 cm^2 / m \triangleright$$

από ΠΙΝ. 9.4. \triangleright επιλέγουμε δίμητους συνδετήρες $\Phi 8/10 (10,06cm^2)$

έλεγχος: (στο ελάχιστο ποσοστό διατμητικού οπλισμού $\rho_{w,min}$, για να δούμε αν αρκούν τα)

$$\rho_{w,min} = \frac{A_{sw}}{S_w * b * \sin \alpha} \triangleright \frac{A_{sw}(cm^2)}{S_w(m)} = \rho_{w,min} * b * \sin \alpha \quad (\text{για S500 από ΠΙΝ. 9.2. έχουμε } \rho_{w,min} = 0,0007)$$

$$\rho \frac{A_{sw}(cm^2)}{S_w(m)} = 0,0007 * 30cm * 1 \quad \rho \frac{A_{sw}(cm^2)}{S_w(m)} = 0,021cm = 2,1cm^2 \quad \underline{\text{O.K.}}$$

έλεγχος: (η ελάχιστη διάμετρος του εγκάρσιου σπλισμού Φ_w)

$$\min \Phi_w = \max \left\{ 8mm, 1/3 * \max \Phi_L \right\} = \max \left\{ 8mm, 1/3 * 18 \right\} = 8mm \quad \underline{\text{O.K.}}$$

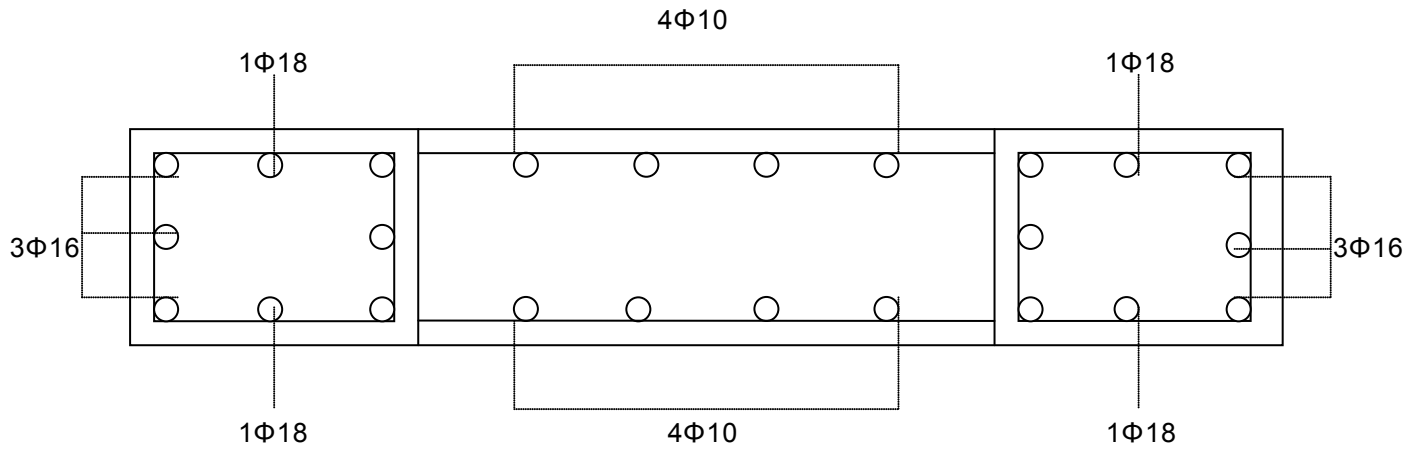
έλεγχος: (για την απόσταση S μεταξύ των συνδετήρων)

$$\begin{aligned} \max S &= \min \left\{ 8 * \min \Phi_L, 1/2 \text{ mind}, 100mm \right\} = \min \left\{ 8 * 18mm, 300mm/2, 100mm \right\} \\ &= \min \left\{ 144mm, 150mm, 100mm \right\} \quad \rho \quad \max S = 100mm \quad \underline{\text{O.K.}} \end{aligned}$$

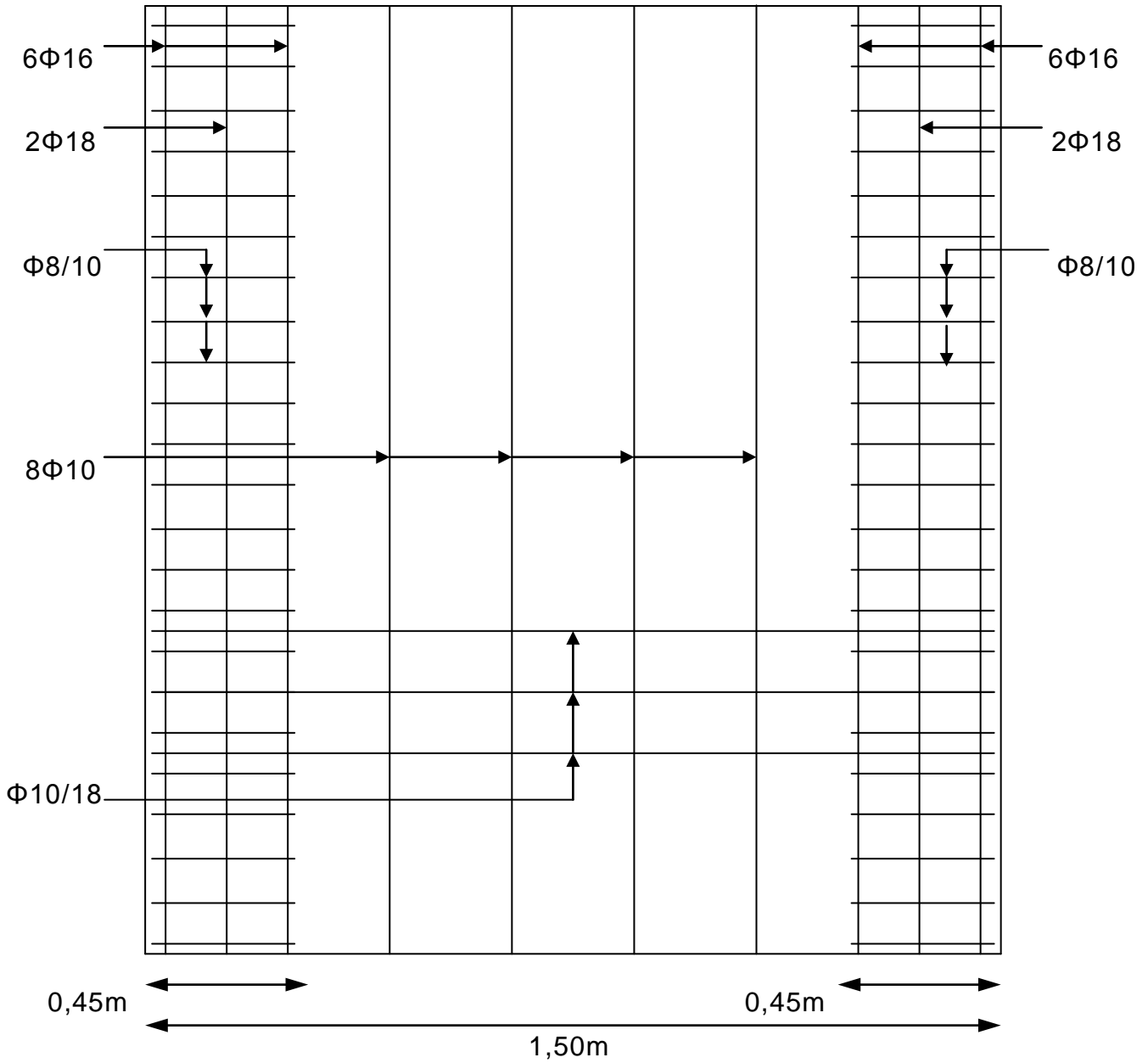
μη κρίσιμες περιοχές:

Θα θεωρήσουμε ότι δεν έχουμε μη κρίσιμες περιοχές.

ΚΑΤΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ T7



ΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ T7



Για το τοιχείο T8 - beam 2164 (0,000) έχουμε:

LC101: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = -580,45\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_y = -165,61\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{580,45\text{KNm}} \triangleright 2,02 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,02$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,02 * 165,61\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 334,53\text{KN}$

LC102: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = -608,60\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_y = -167,97\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{608,60\text{KNm}} \triangleright 1,92 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 1,92$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 1,92 * 167,97\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 322,50\text{KN}$

LC103: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = -131,47\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_y = -46,12\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{131,47\text{KNm}} \triangleright 8,90 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 46,12\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 161,42\text{KN}$

LC104: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = 225,27\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_y = 53,97\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{225,27\text{KNm}} \triangleright 5,19 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 53,97\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 188,90\text{KN}$

LC105: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = 580,45\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_y = 165,61\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{580,45\text{KNm}} \triangleright 2,02 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,02$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,02 * 165,61\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 334,53\text{KN}$

$$\text{LC106: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 608,60\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 167,97\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{608,60\text{KNm}} \triangleright 1,92 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 1,92$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 1,92 * 167,97\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 322,50\text{KN}$$

$$\text{LC107: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 131,47\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 46,12\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{131,47\text{KNm}} \triangleright 8,90 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 46,12\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 161,42\text{KN}$$

$$\text{LC108: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -225,27\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = -53,97\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{225,27\text{KNm}} \triangleright 5,19 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 53,97\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 188,90\text{KN}$$

$$\text{LC201: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -570,95\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = -163,07\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{570,95\text{KNm}} \triangleright 2,05 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,05$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,05 * 163,07\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 334,29\text{KN}$$

$$\text{LC202: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -618,10\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = -170,51\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{618,10\text{KNm}} \triangleright 1,89 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 1,89$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 1,89 * 170,51\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 322,26\text{KN}$$

$$\text{LC203: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -99,79\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = -37,64\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{99,79\text{KNm}} \triangleright 11,72 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 37,64\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 131,74\text{KN}$$

$$\text{LC204: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 256,95\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 62,44\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{256,95\text{KNm}} \triangleright 4,55 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 62,44\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 218,54\text{KN}$$

$$\text{LC205: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 570,95\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 163,07\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{570,95\text{KNm}} \triangleright 2,05 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 2,05$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 2,05 * 163,07\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 334,29\text{KN}$$

$$\text{LC206: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 618,10\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 170,51\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{618,10\text{KNm}} \triangleright 1,89 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 1,89$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 1,89 * 170,51\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 322,26\text{KN}$$

$$\text{LC207: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 99,79\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 37,64\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{99,79\text{KNm}} \triangleright 11,72 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 37,64\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 131,74\text{KN}$$

$$\text{LC208: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -256,95\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = -62,44\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{256,95\text{KNm}} \triangleright 4,55 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 62,44\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 218,54\text{KN}$$

LC301: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_z = -633,00\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = -179,79\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{633,00\text{KNm}} \triangleright 1,85 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 1,85$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 1,85 * 179,79\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 332,61\text{KN}$$

LC302: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_z = -661,15\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = -182,15\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{661,15\text{KNm}} \triangleright 1,77 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 1,77$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 1,77 * 182,15\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 322,41\text{KN}$$

LC303: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_z = -147,22\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = -50,37\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{147,22\text{KNm}} \triangleright 7,95 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 50,37\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 176,30\text{KN}$$

LC304: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_z = 241,02\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 58,22\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{241,02\text{KNm}} \triangleright 4,85 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 58,22\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 203,77\text{KN}$$

LC305: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$$M_{E,W0} = M_z = 633,00\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_Y = 179,79\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{633,00\text{KNm}} \triangleright 1,85 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 1,85$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 1,85 * 179,79\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 332,61\text{KN}$$

$$\text{LC306: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 661,15\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = 182,15\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{661,15\text{KNm}} \text{ P } 1,77 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 1,77$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 1,77 * 182,15\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 322,41\text{KN}$$

$$\text{LC307: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = 147,22\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = 50,37\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{147,22\text{KNm}} \text{ P } 7,95 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 3,50 * 50,37\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 176,30\text{KN}$$

$$\text{LC308: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -241,02\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = -58,22\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{241,02\text{KNm}} \text{ P } 4,85 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 3,50 * 58,22\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 203,77\text{KN}$$

$$\text{LC401: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -623,50\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = -177,25\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{623,50\text{KNm}} \text{ P } 1,88 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 1,88$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 1,88 * 177,25\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 333,23\text{KN}$$

$$\text{LC402: } M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$$

$$M_{E,W0} = M_z = -670,25\text{KNm}$$

$$V_{E,W0} = Q_y = -184,70\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{670,25\text{KNm}} \text{ P } 1,75 \leq q=3,50 \text{ P } \alpha_{CD} = 1,75$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \text{ P } V_{CD,W0} = 1,75 * 184,70\text{KN} \text{ P } V_{CD,W0} = 323,23\text{KN}$$

LC403: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = -115,54\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Y = -41,89\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{115,54\text{KNm}} \triangleright 10,13 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 41,89\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 146,62\text{KN}$

LC404: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = 272,70\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Y = 66,70\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{272,70\text{KNm}} \triangleright 4,29 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 66,70\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 233,45\text{KN}$

LC405: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = 623,50\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Y = 177,25\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{623,50\text{KNm}} \triangleright 1,88 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 1,88$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 1,88 * 177,25\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 333,23\text{KN}$

LC406: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = 670,25\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Y = 184,70\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{670,25\text{KNm}} \triangleright 1,75 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 1,75$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 1,75 * 184,70\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 323,23\text{KN}$

LC407: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = 115,54\text{KNm}$

$V_{E,W0} = Q_Y = 41,89\text{KN}$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{115,54\text{KNm}} \triangleright 10,13 \leq q=3,50 \triangleright \alpha_{CD} = 3,50$$

$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \triangleright V_{CD,W0} = 3,50 * 41,89\text{KN} \triangleright V_{CD,W0} = 146,62\text{KN}$

LC408: $M_{R,W0} = 1170\text{KNm}$

$M_{E,W0} = M_z = -272,70\text{KNm}$

$$V_{E,W0} = Q_Y = -66,70\text{KN}$$

$$\alpha_{CD} = \gamma_{Rd} * \frac{M_{R,W0}}{M_{E,W0}} = 1,30 * \frac{1170\text{KNm}}{272,70\text{KNm}} \geq 4,29 \leq q=3,50 \geq \alpha_{CD} = 3,50$$

$$V_{CD,W0} = \alpha_{CD} * V_{E,W0} \geq V_{CD,W0} = 3,50 * 66,70\text{KN} \geq V_{CD,W0} = 233,45\text{KN}$$

Η τέμνουσα σχεδιασμού είναι η μεγαλύτερη που προκύπτει, από τον συνδυασμό LC105 και είναι **$V_{CD,W0} = 334,53\text{KN}$**

Οι ακραίες περιοχές των κρίσιμων περιοχών τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας πρέπει να διαμορφώνονται και να οπλίζονται σαν περισφιγμένα υποστυλώματα. Για τον υπολογισμό της περισφίγξεως [Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§18.4.4.2.)], θα λαμβάνουμε υπ'όψιν για κάθε άκρο τοιχώματος ενεργή αξονική ίση με:

$$N_{\text{eff}} \approx 2/3 * (N_{sd}/2 + M_{sd}/z) , \text{ όπου}$$

τα N_{sd}, M_{sd} θα λαμβάνονται για την εύρεση της ανοιγμένης αξονικής v_d από τον συνδυασμό φορτίσεων (δηλ. από LC1101-LC1408). Για την εύρεση της ανοιγμένης αξονικής v_d θα ληφθεί υπ'όψιν το δυσμενέστερο v_d .

z η απόσταση των κέντρων των περισφιγμένων άκρων

$$\cdot V_{Rd1} = [T_{Rd} * \kappa (1,2+40\rho_l) + 0,15 * \sigma_{cp}] * b_w * d , \text{ όπου}$$

T_{Rd} = η διατμητική αντοχή. Για C20/25 από ΠΙΝ. 9.1 έχουμε $T_{Rd} = 0,26 \text{ N/mm}^2$

$$\kappa = 1,6 - d \geq 1$$

d = το στατικό ύψος του τοιχείου, που είναι ίσο με $l_w - \alpha'/2 = 1,50\text{m} - 0,45\text{m}/2 = 1,275\text{m}$

$$\text{άρα } \kappa = 1,6 - 1,275 = 0,325 \geq 1 \geq \kappa = 1,0$$

ρ_l = ποσοστό εφελκυσμένου οπλισμού που αγγυρώνεται πέραν της διατομής

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w * d} = \frac{8\Phi 16 + 2\Phi 18 + 8\Phi 10}{30\text{cm} * 150\text{cm}} = \frac{16,08\text{cm}^2 + 5,08\text{cm}^2 + 6,28\text{cm}^2}{30\text{cm} * 150\text{cm}} = 0,0061$$

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_C (N_{sd} = LC1 + 0,3*LC2. \text{ από beam 2164 έχουμε } LC1 = 895,7\text{KN} \text{ και } LC2 = 335,7\text{KN} \geq N_{sd} = 895,7\text{KN} + 0,3*335,7\text{KN} = 996,41\text{KN})$$

$$\text{άρα } \sigma_{cp} = 996,41\text{KN} / 0,30\text{m} * 1,50\text{m} = 2214,24 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{άρα } V_{Rd1} = [0,26 * 10^3 \text{KN/mm}^2 * 1,0(1,2+40*0,0061) + 0,15 * 2214,24 \text{KN/m}^2] * 0,30\text{m} * 1,5\text{m}$$

$$\geq V_{Rd1} = 318,41\text{KN}$$

$$\cdot V_{Rd2} = 0,5 * v * f_{cd} * b_w * 0,9*d , \text{ όπου}$$

$$v = 0,7 - f_{ck}/200 \geq 0,50 \text{ για } C20/25 \text{ έχουμε } f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$$

άρα $v = 0,7 - 20/200 \triangleright 0,6 > 0,5$

άρα $V_{Rd2} = 0,5 * 0,6 * 20 * 10^3 / 1,5 * 0,3 * 0,9 * 1,275 \triangleright V_{Rd2} = 1377,0\text{KN}$

ισχύει ότι

$V_{sd} = V_{CD,W0} = 334,53\text{KN}$ η τέμνουσα σχεδιασμού σε διάτμηση του τοιχείου

$V_{Rd1} = 318,41\text{KN}$ η τέμνουσα αντοχής σε διάτμηση του τοιχείου

$V_{Rd2} = 1377,0\text{KN}$ η τέμνουσα που μπορεί να αναλάβει η διατομή (δηλ. το τοιχείο)

$\max Q_Y = 199,62\text{KN}$ η δυσμενέστερη τέμνουσα που προκύπτει από τους σεισμικούς συνδυασμούς (εδώ για beam 2164 (0,000) για LC1406)

εάν $V_{CD,W0} > V_{Rd1}$ τότε πάμε σε υπολογισμό συνδετήρων

εάν $V_{Rd2} > \max Q_Y$ τότε οι διαστάσεις της διατομής είναι σωστές

επειδή $V_{CD,W0} = 334,53\text{KN} > V_{Rd1} = 318,41\text{KN}$ θα πάμε σε υπολογισμό συνδετήρων

επειδή $V_{Rd2} = 1377,0\text{KN} > \max Q_Y = 199,62\text{KN}$ οι διαστάσεις της διατομής είναι σωστές

Σύμφωνα με Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (§11.2.3.2βii) για $v_d \leq -0,10$, για συνδυασμούς δράσεων που περιλαμβάνουν σεισμό είναι:

Για κρίσιμες περιοχές τοιχωμάτων: $V_{cd} = 0,7 * V_{Rd1} = 0,7 * 318,41\text{KN} = 222,89\text{KN}$

Για μη κρίσιμες περιοχές τοιχωμάτων: $V_{cd} = V_{Rd1} = 318,41\text{KN}$

κρίσιμες περιοχές:

V_{wd} = η τέμνουσα που θα αναλάβουν οι συνδετήρες

$V_{wd} = V_{CD,W0} - V_{cd} = 334,53\text{KN} - 222,89\text{KN} \triangleright V_{wd} = 111,64\text{KN}$

$$\frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = \frac{V_{wd}}{0,9 * d * \sin \alpha * f_{yd}} = \frac{111,64\text{KN}}{0,9 * 1,275\text{m} * 1 * 500 * 10^3 / 1,15\text{KN/m}^2} = 0,022\text{cm}$$

$$\frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = 2,2 \text{ cm}^2 / \text{m} \triangleright \text{ΠΙΝ. 9.4.}$$

\triangleright επιλέγουμε δίτητους συνδετήρες $\Phi 8/10$ ($10,06\text{cm}^2$)

έλεγχος: (στο ελάχιστο ποσοστό διατμητικού οπλισμού $\rho_{w,\min}$, για να δούμε αν αρκούν τα)

$$\rho_{w,\min} = \frac{A_{sw}}{S_w * b * \sin \alpha} \triangleright \frac{A_{sw}(\text{cm}^2)}{S_w(\text{m})} = \rho_{w,\min} * b * \sin \alpha \quad (\text{για S500 από ΠΙΝ. 9.2. έχουμε } \rho_{w,\min} = 0,0007)$$

$$\rho \frac{A_{sw}(cm^2)}{S_w(m)} = 0,0007 * 30cm * 1 \quad \rho \frac{A_{sw}(cm^2)}{S_w(m)} = 0,021cm = 2,1cm^2 \quad \underline{\text{O.K.}}$$

έλεγχος: (η ελάχιστη διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού Φ_w)

$$\min \Phi_w = \max \left\{ 8mm, 1/3 * \max \Phi_L \right\} = \max \left\{ 8mm, 1/3 * 18 \right\} = 8mm \quad \underline{\text{O.K.}}$$

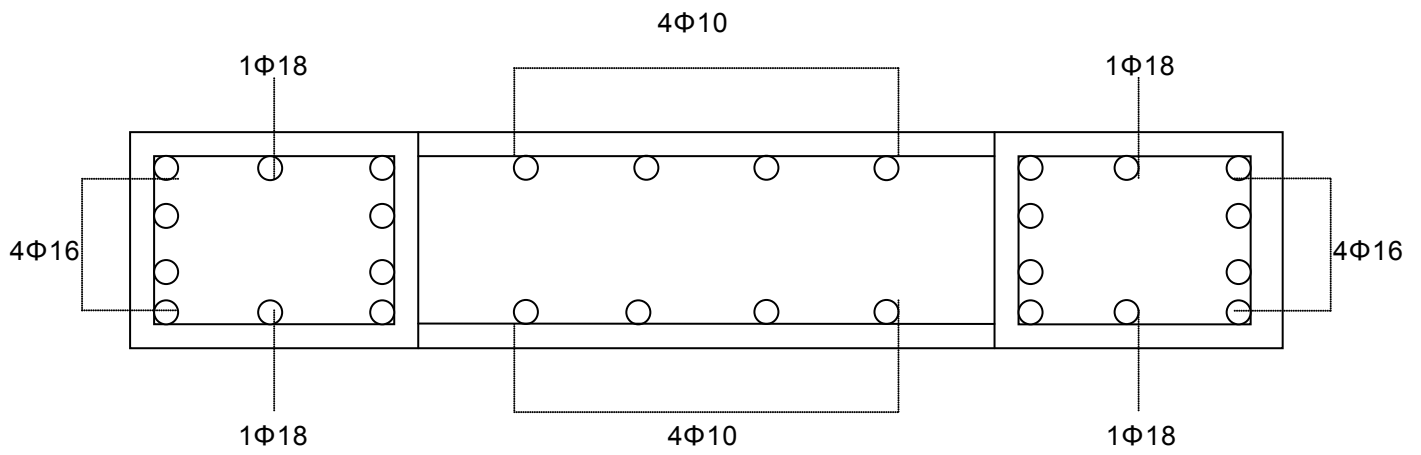
έλεγχος: (για την απόσταση S μεταξύ των συνδετήρων)

$$\begin{aligned} \max S &= \min \left\{ 8 * \min \Phi_L, 1/2 \text{ mind}, 100mm \right\} = \min \left\{ 8 * 18mm, 300mm/2, 100mm \right\} \\ &= \min \left\{ 144mm, 150mm, 100mm \right\} \quad \rho \quad \max S = 100mm \quad \underline{\text{O.K.}} \end{aligned}$$

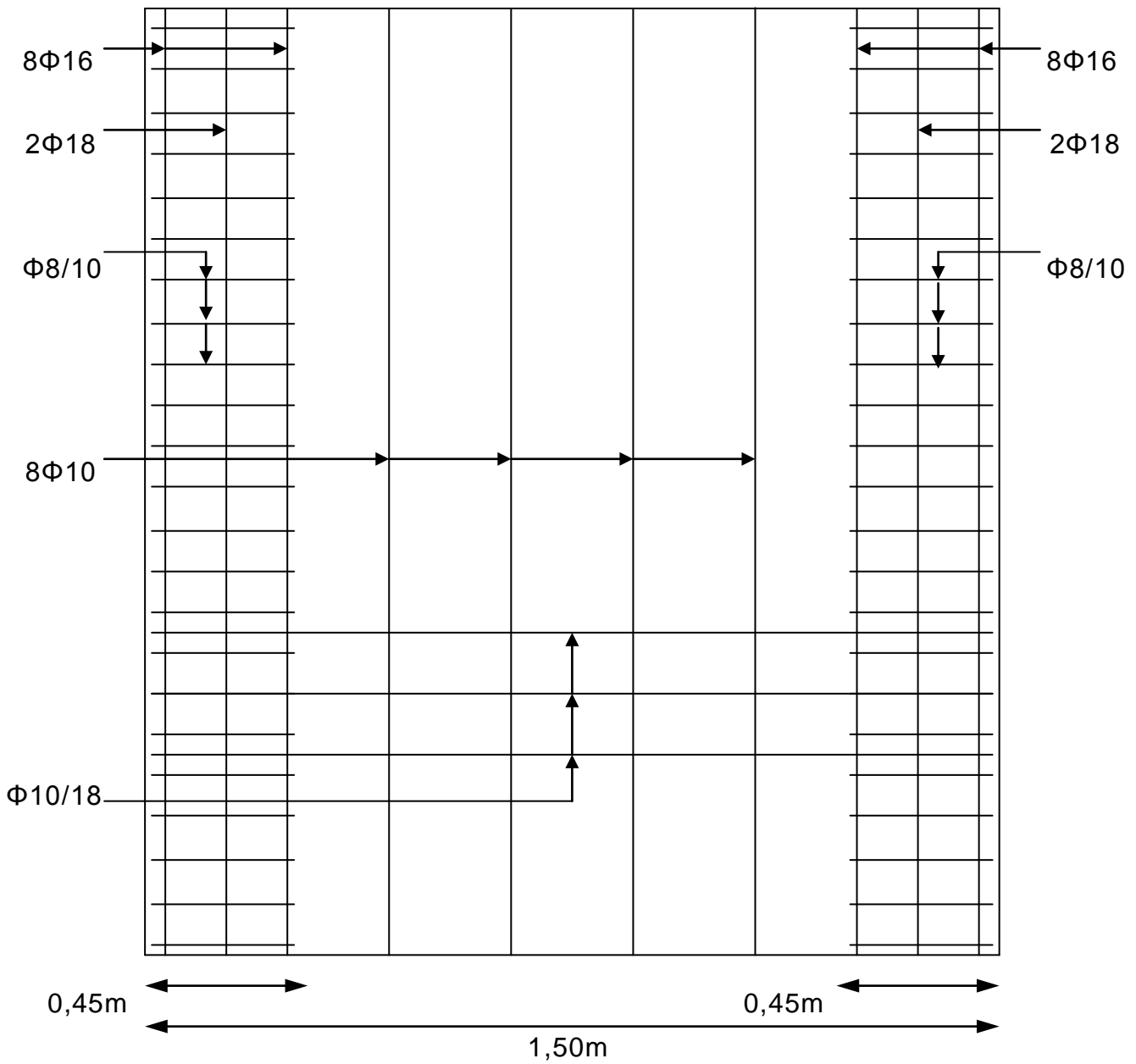
μη κρίσιμες περιοχές:

Θα θεωρήσουμε ότι δεν έχουμε μη κρίσιμες περιοχές.

ΚΑΤΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ T8



ΟΨΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ T8



9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Στην παρούσα εργασία έγινε διερεύνηση της επιρροής της κατακόρυφης συνιστώσας z του σεισμού στον αντισεισμικό σχεδιασμό κτιρίων Ωπλισμένου Σκυροδέματος, μέσω του παραδείγματος ενός τετραόροφου κτιρίου κατοικίας.

Αρχικά έγινε η γεωμετρική περιγραφή του κτιρίου, υπολογίστηκαν τα κατακόρυφα φορτία του (μόνιμα, πρόσθετα μόνιμα και κινητά) και καθορίστηκαν οι οριζόντιες σεισμικές δυνάμεις του για κάθε όροφο. Εν συνεχεία ελήφθη υπόψη η διαδοχική μετατόπιση των οριζόντιων σεισμικών δυνάμεων εκατέρωθεν του κέντρου βάρους (τυχηματική εκκεντρότητα) και έτσι βάση της ισοδύναμης στατικής μεθόδου προέκυψαν 32 συνδυασμοί σεισμικών δράσεων, σύμφωνα με τις υποδείξεις του Ε.Α.Κ. Με χρήση του στατικού προγράμματος SOFISTIK έγινε ελαστική ανάλυση και βρέθηκαν τα εντατικά μεγέθη του κτιρίου. Στην συνέχεια επιχειρήθηκε η διαστασιολόγηση των κατακόρυφων μελών του ισογείου του κτιρίου, για την πρώτη αυτή περίπτωση φόρτισης, κατά την οποία αγνοήθηκε η κατακόρυφη συνιστώσα του σεισμού. Η διαστασιολόγηση των υποστυλωμάτων έναντι κάμψης έγινε λαμβάνοντας τις μέγιστες τιμές των εντατικών μεγεθών που προέκυψαν από την ανάλυση. Ακολουθώς έγινε διαστασιολόγηση των τοιχωμάτων T3, T4, T6, T7, T8 έναντι κάμψης με βάση και πάλι τις μέγιστες τιμές των εντατικών μεγεθών της ανάλυσης. Σε δεύτερη φάση επαναλήφθηκε η επίλυση του κτιρίου μας λαμβάνοντας υπόψη και τη φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού κατά z . Από τον έλεγχο των τοιχωμάτων έναντι κάμψης για αυτή την περίπτωση ελέγχθηκαν οι 4 δυσμενέστεροι συνδυασμοί φορτίσεων της πρώτης περίπτωσης (χωρίς την επίδραση της κατακόρυφης συνιστώσας) με προσθήκη της αρνητικής και θετικής φόρτισης της συνιστώσας z (8 συνδυασμοί). Με χρήση του στατικού προγράμματος ελήφθησαν τα νέα εντατικά μεγέθη του κτιρίου και έγινε νέος έλεγχος σε κάμψη των τοιχωμάτων. Τέλος συνεχίστηκε η διαστασιολόγηση υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων του ισογείου έναντι διάτμησης για τις δύο περιπτώσεις.

Στη σύγκριση που έγινε χρησιμοποιώντας στη πρώτη περίπτωση τα εντατικά μεγέθη της ανάλυσης του κτιρίου από χρήση μόνο των οριζόντιων συνιστωσών του σεισμού x, y και στη δεύτερη χρησιμοποιώντας τα εντατικά μεγέθη που προέκυψαν με προσθήκη της κατακόρυφης συνιστώσας z (δηλ. και τις τρεις μαζί x, y, z) διαπιστώθηκε ότι οι τιμές που βρέθηκαν είναι σχεδόν πανομοιότυπες και δεν προκαλούν καμία μεταβολή στον τελικό οπλισμό των κατακόρυφων μελών του κτιρίου στις δύο περιπτώσεις.

Συνεπώς η πρόταση του Ε.Α.Κ. 2000 για αποφυγή της χρήσης της κατακόρυφης συνιστώσας z στη διαστασιολόγηση κτιρίων από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα όπως αποδεικνύεται και στη συγκεκριμένη περίπτωση ενός τυπικού κτιρίου Ω.Σ., είναι ορθή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

Δεδομένα στατικής ανάλυσης κτιρίου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

Αποτελέσματα στατικής ανάλυσης κτιρίου – Πίνακες υπολογισμού