

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ



**ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΤΡΙΩΡΟΦΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ
ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
ΣΤΗ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥΜΑΝΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ - ΜΑΡΙΟΣ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια :
ΝΙΚΟΛΕΤΤΑ ΨΥΛΛΑ

ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΛΙΟΣ 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή.....	4
2. Περιγραφή Κτιρίου.....	5
3. Αρχική Μελέτη.....	6
4. Υλικά και Φορτία.....	14
5. Υπολογισμός Συνολικής Μάζας Κτιρίου.....	16
6. Σεισμικά Φορτία.....	17
7. Συνδυασμοί Σεισμικών Φορτίων.....	23
8. Προσομοίωμα Υπολογισμού – Στατική Ανάλυση Κτιρίου.....	26
9. Διαστασιολόγηση Υποστυλωμάτων Ισογείου.....	36
9.1. Ροπές Βάσεων Υποστυλωμάτων Ισογείου.....	36
9.2. Όπλιση σε Διαξονική Κάμψη με Ορθή Δύναμη.....	45
9.3. Όπλιση σε Διάτμηση.....	68
10. Σύγκριση Οπλισμών Υποστυλωμάτων Ισογείου.....	87
11. Συμπεράσματα.....	95
Παράρτημα Α :	
Αναλυτικοί Υπολογισμοί Κατακόρυφων Φορτίων και Μάζας Κτιρίου.....	97
Παράρτημα Β :	
Αναλυτικοί Υπολογισμοί Συνδυασμών Σεισμικών Δράσεων.....	154
Παράρτημα Γ :	
Αποτελέσματα Στατικής Ανάλυσης.....	172
Βιβλιογραφικές Αναφορές.....	185

1. Εισαγωγή

Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί η αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας υφιστάμενου τριώροφου κτιρίου κατοικίας με pilotis, κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Το κτίριο έχει σχεδιαστεί και δομηθεί στα τέλη της δεκαετίας του '80 (1988) σύμφωνα με τους τότε ισχύοντες κανονισμούς οπλισμένου σκυροδέματος και αντισεισμικού σχεδιασμού. Στόχος της εργασίας είναι η εκτίμηση της επάρκειας της κατασκευής στις απαιτήσεις των σήμερα ισχυόντων κανονισμών, δηλαδή σύμφωνα με τον Ελληνικό Κανονισμό Οπλισμένου Σκυροδέματος (ΕΚΩΣ 2000) και τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ 2000).

Μέσα από αυτήν τη μελέτη θα αποτιμηθεί ο βαθμός ασφάλειας του υφιστάμενου κτιρίου, αλλά και παρόμοιων τυπικών κατασκευών της ίδιας περιόδου μελέτης και κατασκευής, τόσο σε επίπεδο διαστασιολόγησης όσο και όπλισης των φερόντων στοιχείων του, έναντι των απαιτήσεων που τίθενται από τα σήμερα ισχύοντα κανονιστικά πλαίσια (ΕΚΩΣ 2000, ΕΑΚ 2000).

Ο αντισεισμικός επανασχεδιασμός του κτιρίου πραγματοποιείται με την παραδοχή ότι το κτίριο θα συμπεριφερθεί ελαστοπλαστικά κατά το σεισμό με την ανάπτυξη πλαστικών αρθρώσεων σε επιλεγμένες θέσεις του φέροντος οργανισμού του, ώστε να απορροφηθεί και να εκτονωθεί σημαντικό μέρος της εισαγόμενης σεισμικής ενέργειας. Λαμβάνεται συντελεστής συμπεριφοράς : $q = 3,50$. Λόγω της κανονικότητας του κτιρίου, για τον υπολογισμό και την εφαρμογή των σεισμικών φορτίων στην κατασκευή, γίνεται χρήση της Ισοδύναμης Στατικής Μεθόδου. Εφαρμόζονται οι 32 σεισμικοί συνδυασμοί που προτείνονται στον ΕΑΚ 2000. Το κτίριο προσομοιώνεται ως χωρικό πλαίσιο και επιλύεται με χρήση ελαστικής ανάλυσης μέσω του προγράμματος Sofistik. Από την ανάλυση προκύπτουν τα εντατικά μεγέθη των μελών της κατασκευής.

Ο έλεγχος επάρκειας της κατασκευής με τα σημερινά κριτήρια θα περιοριστεί στα υποστυλώματα της κατώτερης στάθμης, δηλαδή της pilotis, ως τα πιο κρίσιμα στοιχεία του δομήματος. Η νέα διαστασιολόγηση και οπλισμός των υποστυλωμάτων του ισογείου της κατασκευής πραγματοποιείται βάσει της μεθοδολογίας του Ικανοτικού Σχεδιασμού που προτείνει ο ΕΑΚ 2000.

Οι διαστάσεις και οι οπλισμοί των δομικών στοιχείων της κατασκευής που ελέγχονται προκύπτουν μετά από εφαρμογή των προβλεπόμενων από τον ΕΚΩΣ 2000 ελέγχων (Έλεγχος αντοχής σε διαξονική κάμψη με ορθή δύναμη. Έλεγχος σε διάτμηση.). Τα αποτελέσματα συγκρίνονται με τις αντίστοιχες διαστάσεις και οπλισμούς της αρχικής Στατικής Μελέτης σύμφωνα με την οποία κατασκευάστηκε το κτίριο, ώστε να διαπιστωθεί η ζητούμενη επάρκεια.

2. Περιγραφή Κτιρίου

Το υφιστάμενο κτίριο είναι τριώροφο με pilotis, με αποκλειστική χρήση κατοικίας στους ορόφους και χρήση της pilotis ως χώρος κοινωνικών εκδηλώσεων και στάθμευσης, ενώ δεν επιτρέπεται η προσθήκη επιπλέον ορόφων (κατηγορία σπουδαιότητας Σ2).

Βρίσκεται στην περιοχή της Λαυρεωτικής, στο νοτιοανατολικό τμήμα της Αττικής. Η περιοχή δε χαρακτηρίζεται από έντονη σεισμική δραστηριότητα και κατατάσσεται σύμφωνα με τον τελευταίο σεισμολογικό χάρτη του ΕΑΚ 2000 (Φ.Ε.Κ. Β' 1154/12-8-2003) στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας Ι. Είναι παραθαλάσσια και το έδαφος στο μεγαλύτερό του ποσοστό αποτελείται από βραχώδεις και ημιβραχώδεις σχηματισμούς με κενά (κατηγορία εδάφους Α). Το κτίσμα είναι κατασκευασμένο σε έδαφος με μεγάλη φυσική κλίση.

Η γενική κάτοψη του κτιρίου είναι ορθογωνική με διαστάσεις 9,00m×6,20m και το περίγραμμά της διατηρείται σταθερό σε όλα τα επίπεδα. Στις μεγαλύτερες πλευρές των Α' και Β' ορόφων υπάρχουν εξώστες πλάτους 2,00m. Το κτίριο αποτελεί μέρος συγκροτήματος πανομοιότυπων κατοικιών κτισμένων κατά το συνεχές σύστημα. Στις όμορες παρειές των κτιρίων είναι κατασκευασμένοι αντισεισμικοί αρμοί συνολικού πλάτους 0,10m, έναντι 0,08m που επιβάλλει ο κανονισμός για κατασκευές τέτοιου τύπου.

Ο φέροντας οργανισμός του αποτελείται από πλάκες και πλαίσια οπλισμένου σκυροδέματος, ενώ δε γίνεται χρήση τοιχωμάτων. Η θεμελίωση της κατασκευής έχει πραγματοποιηθεί σε μικρό βάθος και αποτελείται από σύστημα ανεξάρτητων άκαμπτων πεδίων συδεδεμένων μεταξύ τους με συνδετήριες δοκούς. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων δίνονται αναλυτικά σε αντίστοιχα σχέδια παρακάτω, όπως και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή τους.

Την οροφή της pilotis αποτελούν κυρίως πλάκες με νευρώσεις κατά τις δύο διευθύνσεις, ενώ οι εξώστες της ίδιας στάθμης φέρουν μόνο εγκάρσιες νευρώσεις. Η στήριξη αυτού του επιπέδου γίνεται μέσω επτά περιμετρικών και ενός κεντρικού υποστυλώματος. Στην pilotis διαμορφώνεται ο χώρος της κυρίας εισόδου της κατοικίας με το κλιμακοστάσιο. Οι μεσότοιχοι και όλοι οι τοίχοι είναι κατασκευασμένοι με μπατική ή διπλή δρομική οπτοπλινθοδομή, ενώ τα δάπεδα είναι επενδυμένα εξωτερικά με λίθινα πλακίδια και εσωτερικά με κεραμικά.

Στις δύο υπερκείμενες της pilotis στάθμες (Α' και Β' όροφοι) το κεντρικό υποστύλωμα καταργείται και αντικαθίσταται με ενισχυμένη δοκό στον Α' όροφο και ενισχυμένες ζώνες εντός της πλάκας στον Β'. Οι εξώστες του Α' ορόφου φέρουν περιμετρικά χαμηλό μπατικό στηθαίο και μη φέροντα γωνιακά κατακόρυφα στοιχεία διαστάσεων 0,20m×0,20m. Στους εξώστες του Β' ορόφου διατηρούνται τα ίδια χαμηλά στηθαία, ενώ η στέγασή τους γίνεται με ξύλινες πέργκολες με κεραμοσκεπή σε όλη τους την επιφάνεια. Τα εσωτερικά δάπεδα, όπως και αυτά των εξωστών, επενδύονται με κεραμικά πλακίδια, ενώ οι κλίμακες επενδύονται με μάρμαρο. Οι μεσότοιχοι και οι εξωτερικοί τοίχοι είναι κατασκευασμένοι από μπατική ή διπλή δρομική οπτοπλινθοδομή, ενώ τα εσωτερικά χωρίσματα από δρομική.

Στην ανώτερη στάθμη του κτιρίου, αυτήν του μη βατού δώματος, διατηρείται το ίδιο χαμηλό περιμετρικό στηθαίο και η μόνωση είναι κατασκευασμένη από τσιμεντοκονία, διπλή στρώση ασφαλτοπιλήματος, φύλλα θερμοηχομονωτικού υλικού και τσιμεντόπλακες.

3. Αρχική Μελέτη

Η αρχική μελέτη πραγματοποιήθηκε σε μεταβατική ανάμεσα στους δύο κανονισμούς περίοδο. Τα εντατικά μεγέθη των μελών της κατασκευής υπολογίστηκαν με γραμμική ανάλυση 1^{ης} Τάξης. Στα φορτία λήφθηκε ενιαίος συντελεστής ασφάλειας ίσος με 1,75. Ο σεισμικός συντελεστής της περιοχής ήταν ίσος με $\varepsilon = 0,06$ και η καθ' ύψος κατανομή των σεισμικών δυνάμεων τριγωνική. Για τον καθορισμό των σεισμικών φορτίσεων υπολογίστηκε η μοναδική διεύθυνση της σεισμικής δράσης ως η συνισταμένη των δύο διευθύνσεων κατά τις οποίες παρουσιάζονται οι μέγιστες δυνατές μετακινήσεις του κέντρου βάρους της κατασκευής κατά τις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου. Η σεισμική δράση όμως επιβλήθηκε κατά τις δύο κύριες ανεξάρτητες διευθύνσεις του δομήματος. Η προσομοίωση της κατασκευής έγινε μέσω δύο συστημάτων επίπεδων συζευγμένων πλαισίων, ένα για κάθε κύρια διεύθυνση του κτιρίου. Τα υποστυλώματα ως μέλη δισδιάστατων πλαισίων, ελέγχθησαν έναντι ανεξάρτητων μεταξύ τους μονοαξονικών κάμψεων κατά τις δύο κύριες διευθύνσεις της κατασκευής, ενώ έναντι διαξονικής κάμψης ελέγχθησαν μόνο οι γωνιακοί στύλοι. Δεν πραγματοποιήθηκε ικανοτικός έλεγχος, αλλά εξασφαλίστηκε σε κάθε κόμβο το άθροισμα των ροπών των υποστυλωμάτων να υπερβαίνει το άθροισμα των ροπών των δοκών που συντρέχουν σε αυτόν. Η όπλιση των διατομών έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο επιτρεπόμενων τάσεων με επαύξησή τους όμως κατά 20%, ενώ δε γίνεται χρήση συντελεστών ασφάλειας των υλικών.

Παρακάτω δίνονται οι χρησιμοποιηθέντες κανονισμοί, οι μέθοδοι υπολογισμού, τα υλικά κατασκευής, οι παραδοχές, τα φορτία, και τα σχέδια ξυλοτύπου σύμφωνα με τα οποία μελετήθηκε και κατασκευάστηκε το κτίριο :

- ο Κανονισμοί :
 1. Β.Δ. 10/12/1945, “Φορτίσεις Δομικών Έργων”
 2. Β.Δ. 18/02/1954, “Κανονισμός για τη Μελέτη και Εκτέλεση Οικοδομικών Έργων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα”
 3. Β.Δ. 19/02/1959, “Αντισεισμικός Κανονισμός”, όπως αυτός συμπληρώθηκε με την ΕΔ2α/01/44/Ν.Φ275 Απόφαση της 04/4/1984.
- ο Μέθοδοι υπολογισμού :

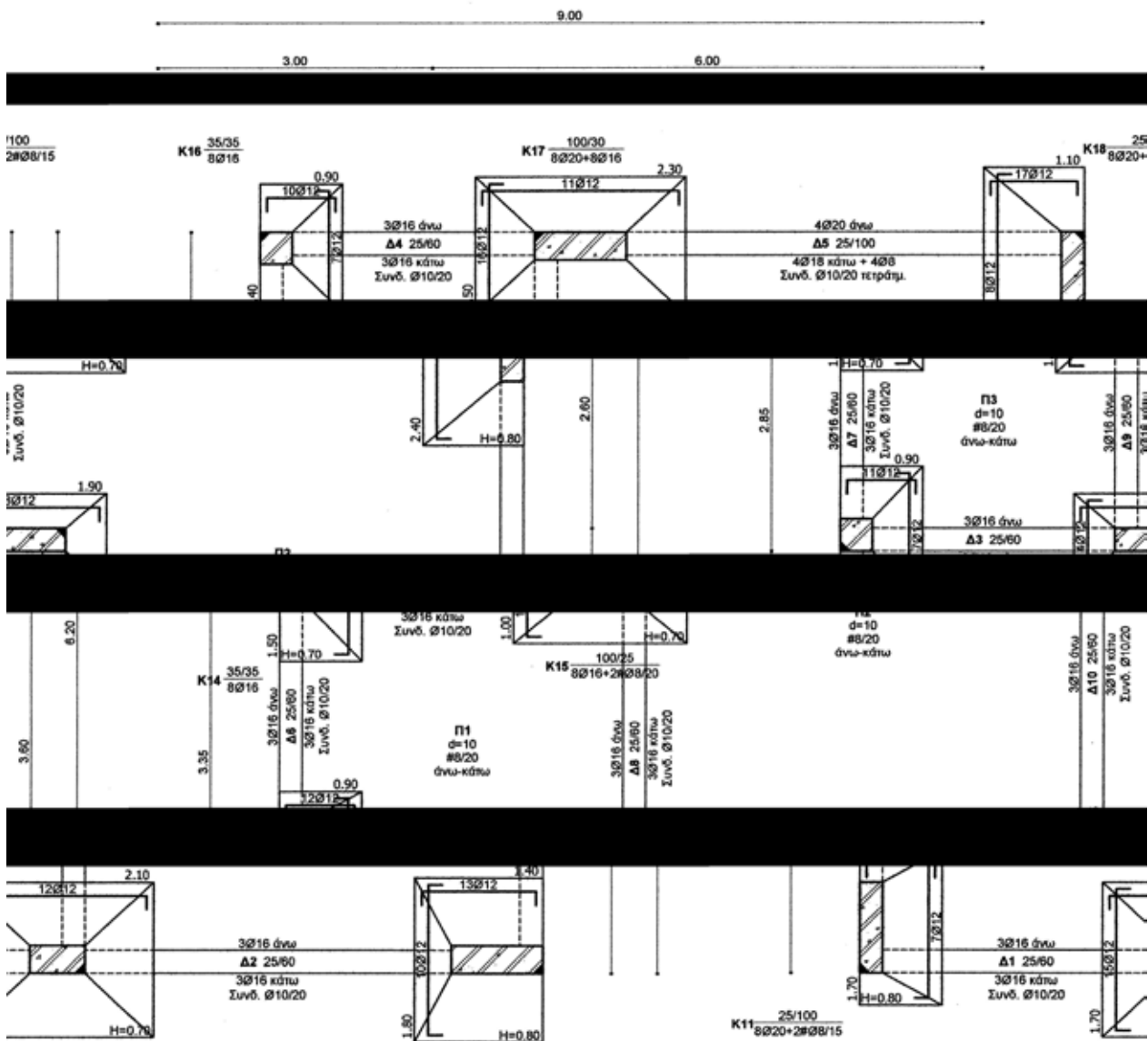
Υπολογισμός εντατικών μεγεθών με γραμμική ανάλυση 1^{ης} Τάξης.
Όπλιση διατομών με μέθοδο επιτρεπόμενων τάσεων.
- ο Υλικά :

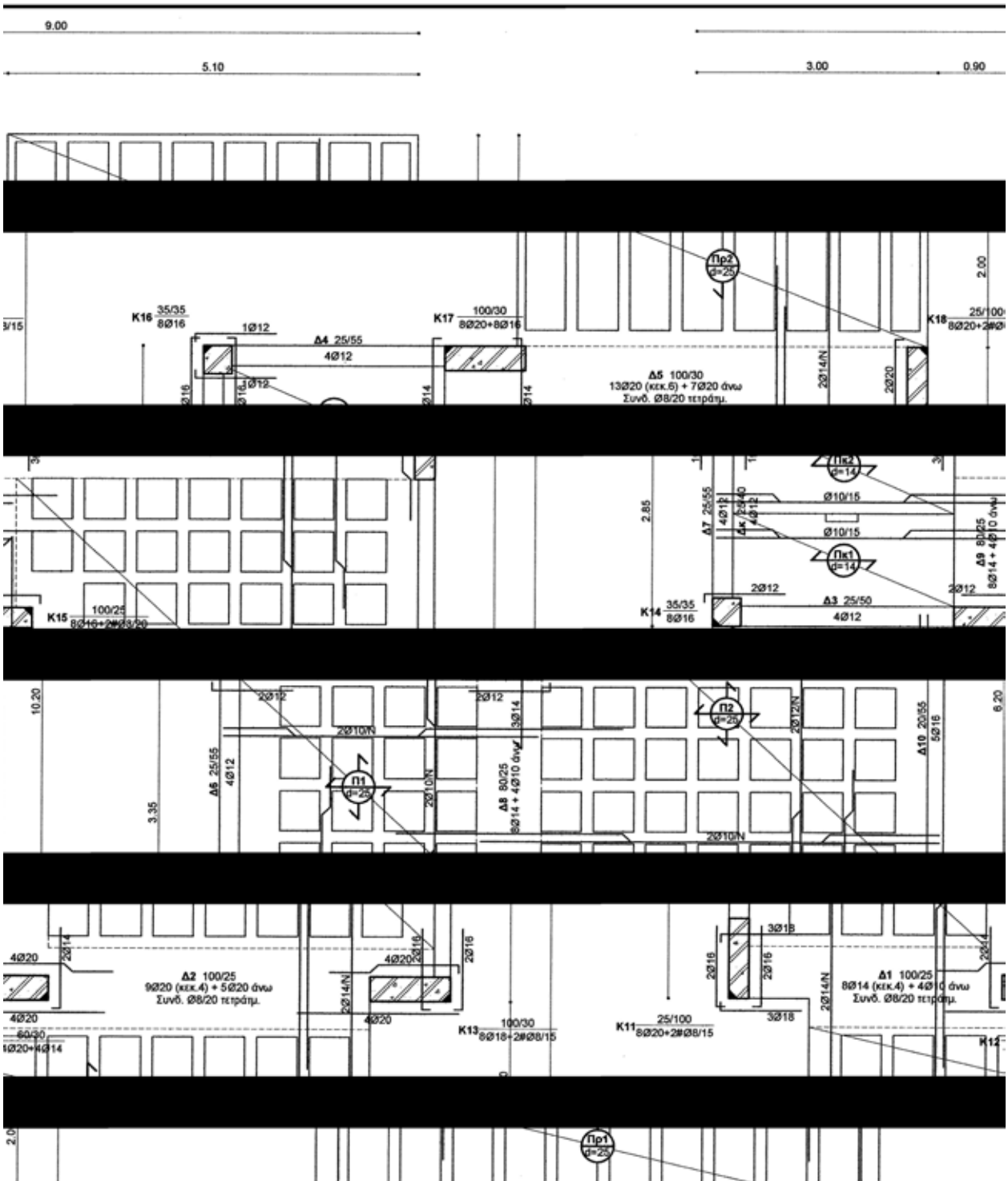
Κατηγορία σκυροδέματος.....	B25
Κατηγορία χάλυβα οπλισμού.....	St III
Κατηγορία χάλυβα συνδετήρων.....	St I
- ο Παραδοχές :

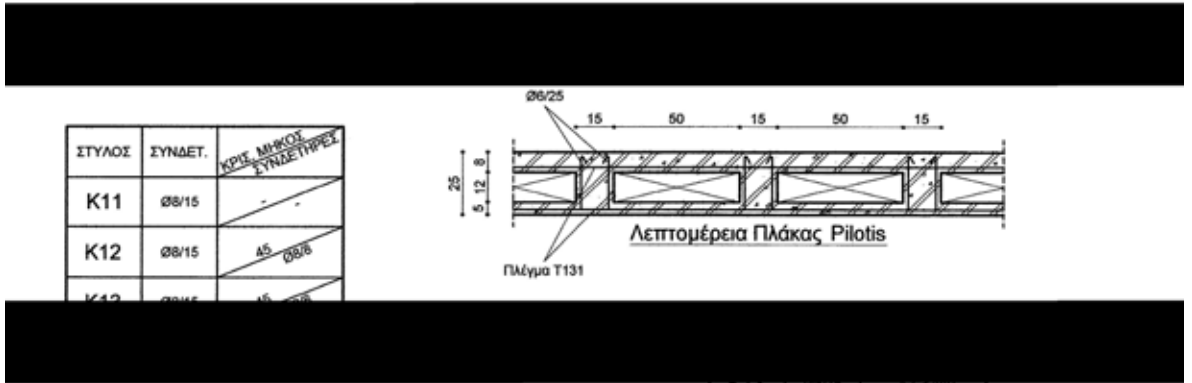
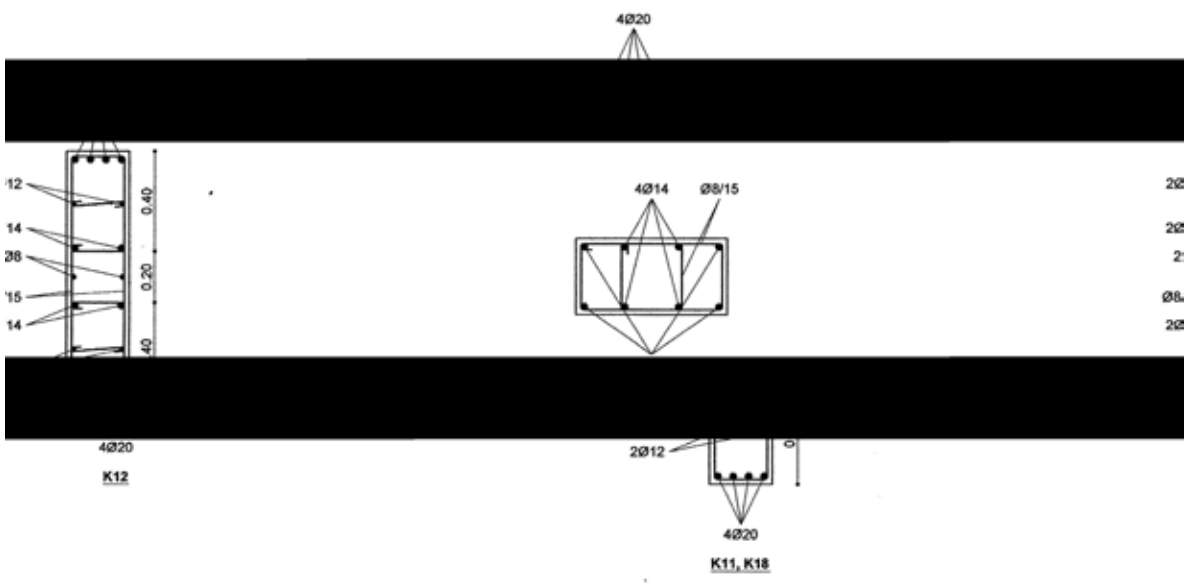
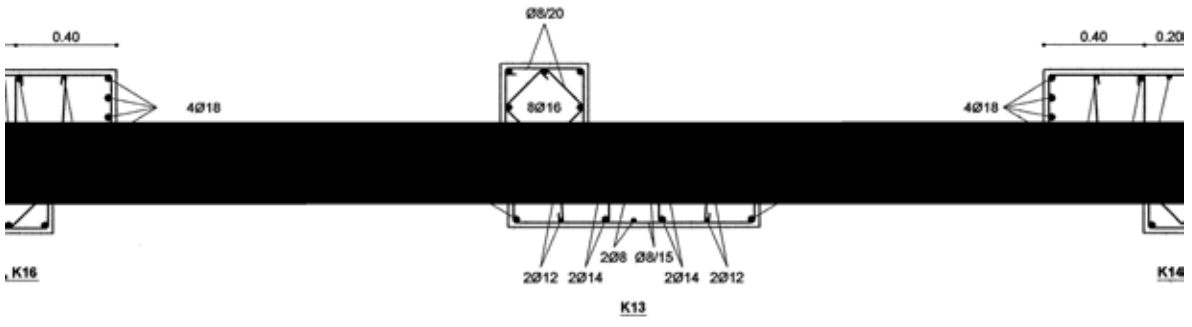
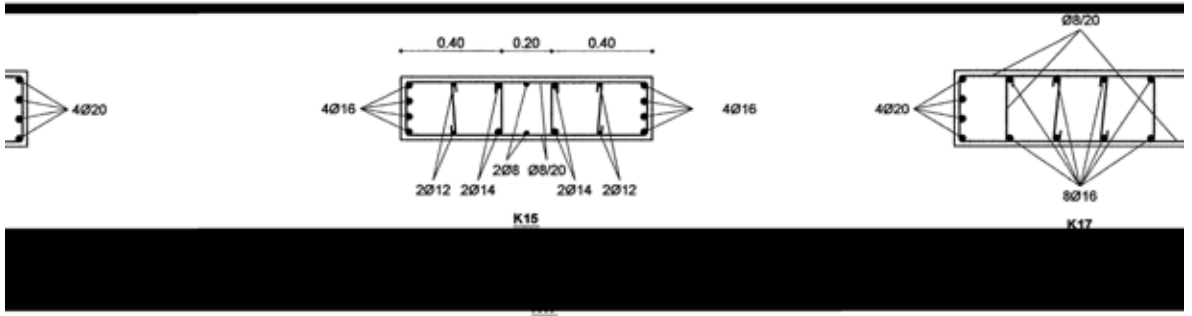
Σεισμικότητα περιοχής.....	II
Σεισμικός συντελεστής.....	0,06
Τριγωνική κατανομή σεισμικών δυνάμεων.	
Προσομοίωση κατασκευής με συστήματα επίπεδων συζευγμένων πλαισίων.	
Καθορισμός διεύθυνσης σεισμικής δράσης ως η συνισταμένη των δύο διευθύνσεων όπου παρουσιάζονται μέγιστες δυνατές μετακινήσεις του κέντρου βάρους.	

ο Φορτία :

1. Ίδιο βάρος οπλισμένου σκυροδέματος.....2400kg/m³
2. Ίδιο βάρος δρομικής οπτοπλινθοδομής.....210kg/m²
3. Ίδιο βάρος μπατικής οπτοπλινθοδομής.....360kg/m²
4. Επικάλυψη δώματος.....200kg/m²
5. Ωφέλιμο φορτίο δώματος.....200kg/m²
6. Ωφέλιμο φορτίο εσωτερικών διαπέδων.....200kg/m²
7. Ωφέλιμο φορτίο κλιμάκων.....350kg/m²
8. Ωφέλιμο φορτίο εξωστών.....500kg/m²

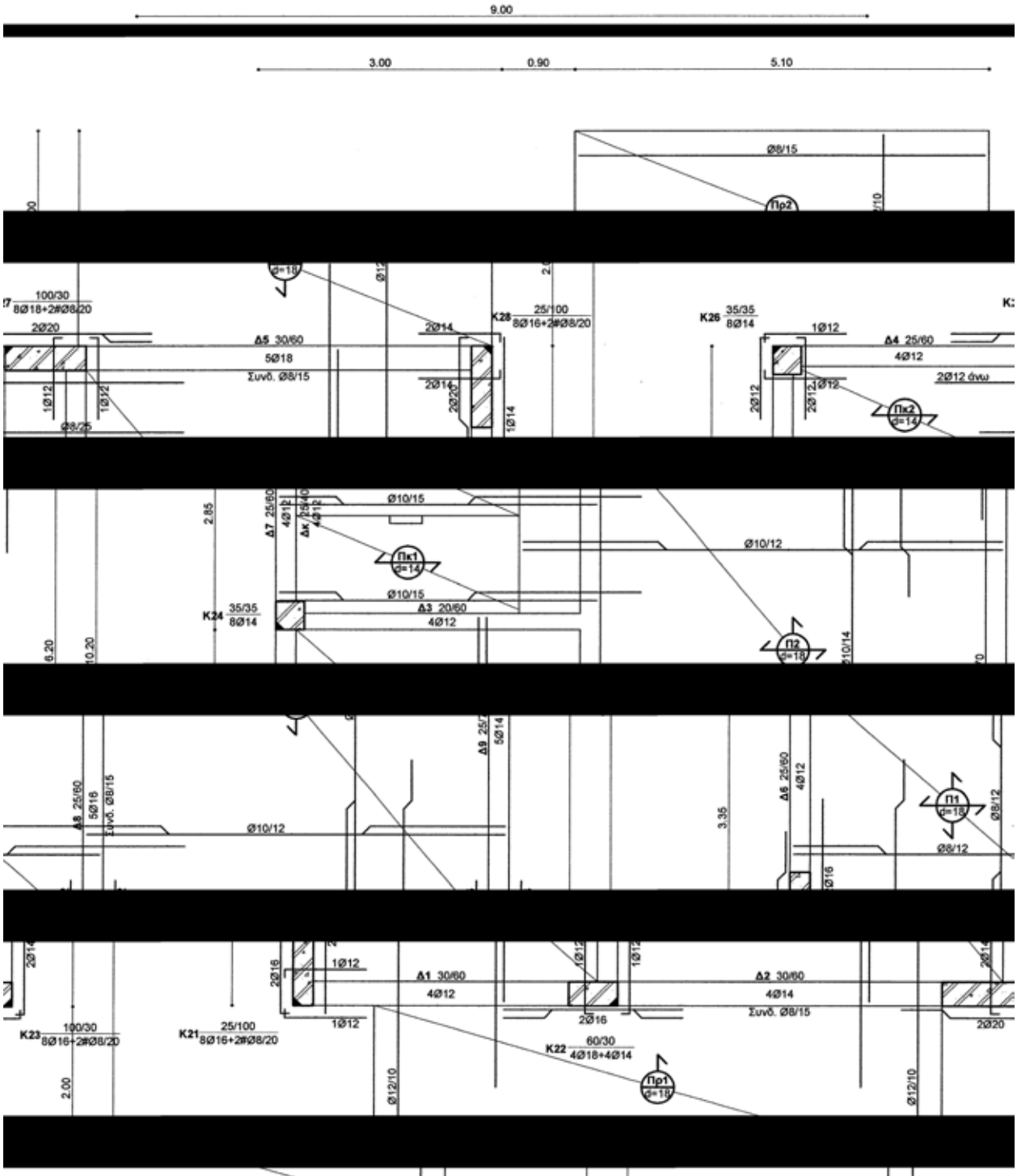


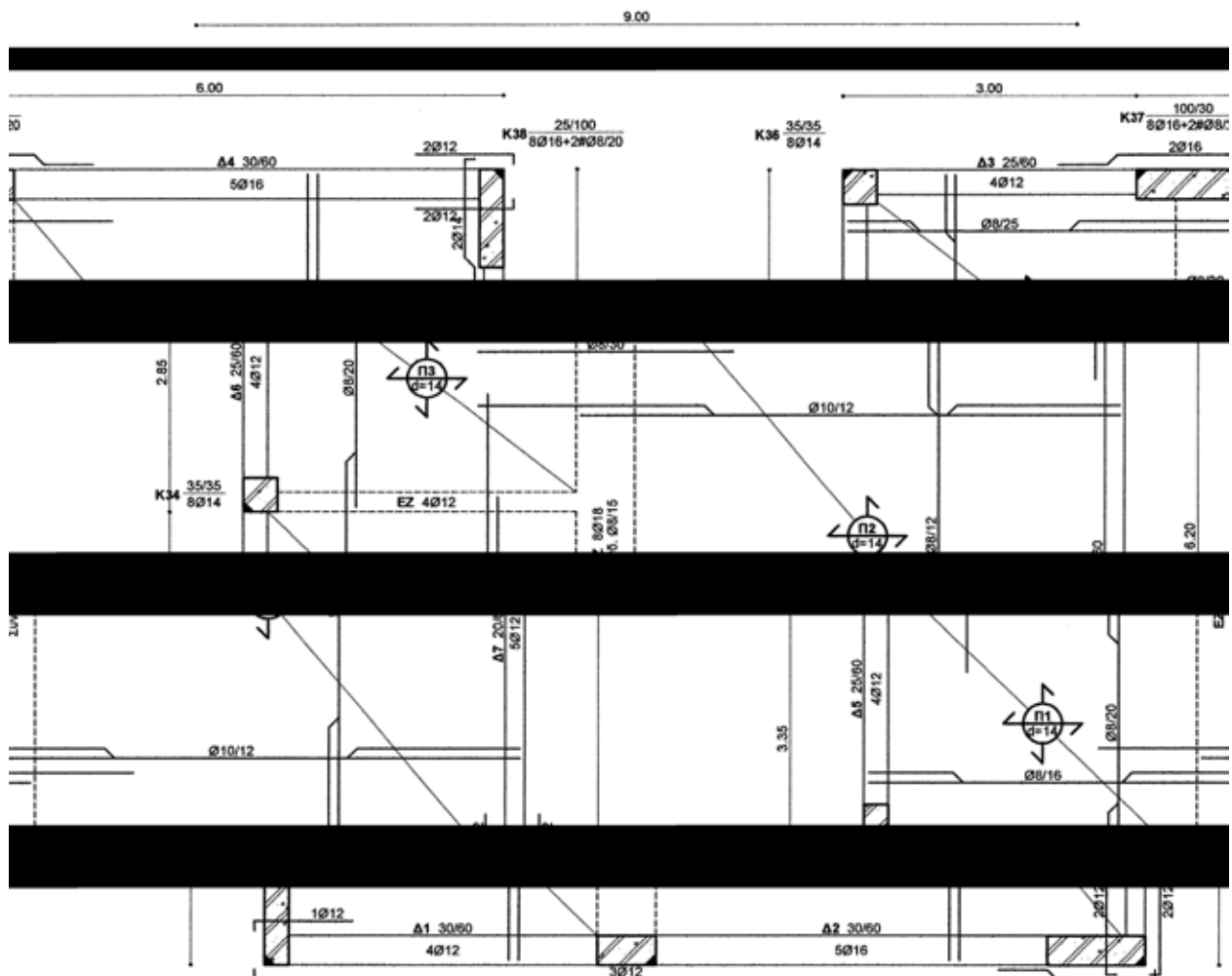


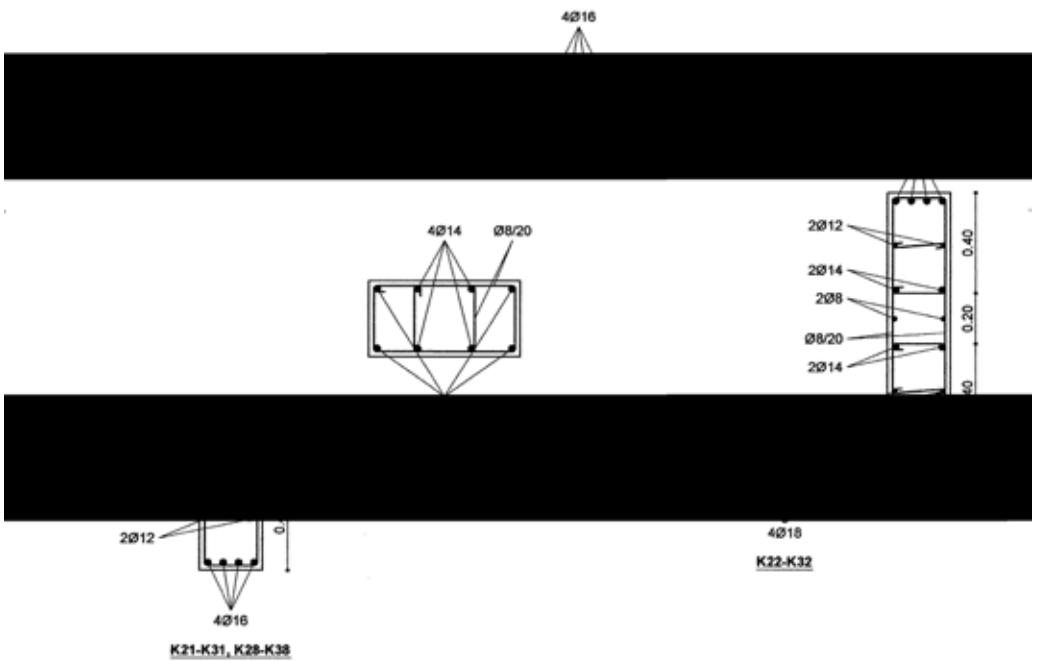
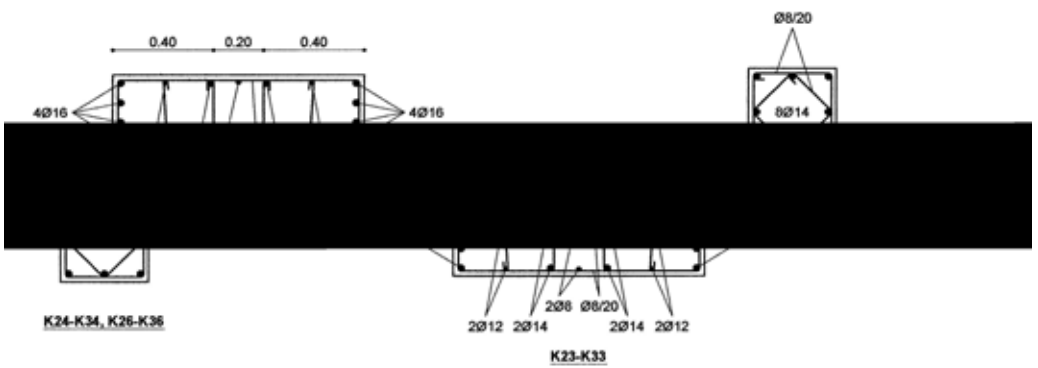


ΣΤΥΛΟΣ	ΣΥΝΔΕΤ.	ΚΡΙΣ ΜΗΚΟΣ ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ
K11	Ø8/15	
K12	Ø8/15	45 Ø8/6
K13	Ø8/15	15 Ø8/6

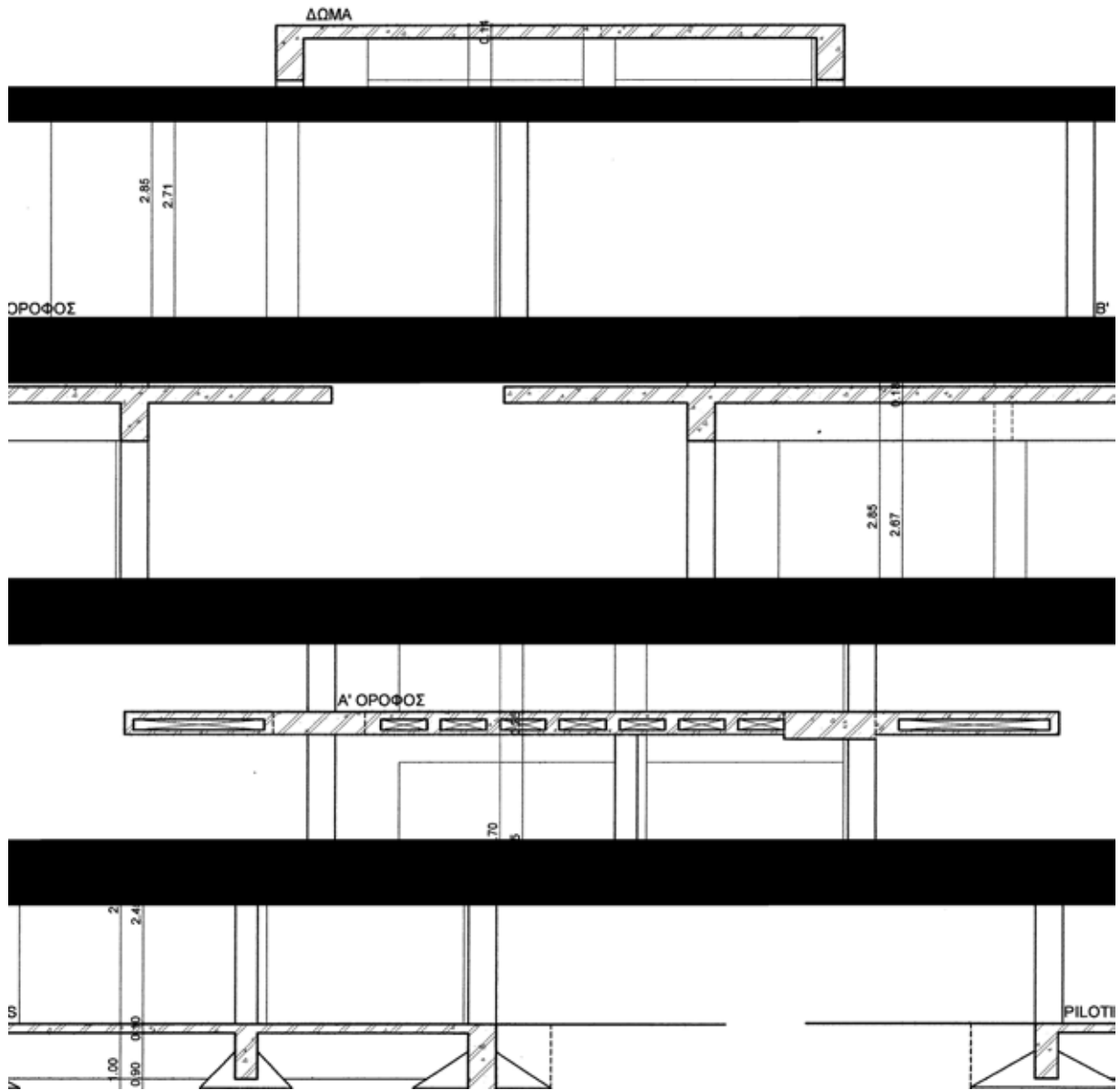








ΣΤΥΛΟΣ	ΣΥΝΔΕΤ.	ΚΡΙΣ. ΜΙΚΡΟΣ ΚΡΙΣ. ΠΛΕΘΡΕΣ
--------	---------	-------------------------------



4. Υλικά και Φορτία

Κατηγορία σκυροδέματος.....C_{20/25}
Κατηγορία χάλυβα οπλισμού.....S_{500S}
Κατηγορία χάλυβα συνδετήρων.....S₂₂₀

1. Ειδικό βάρος οπλισμένου σκυροδέματος.....25,00kN/m³
2. Ειδικό βάρος ξυλείας.....4,00kN/m³
3. Ίδιο βάρος δρομικής οπτοπλινθοδομής.....2,10kN/m²
4. Ίδιο βάρος μπατικής οπτοπλινθοδομής.....3,60kN/m²
5. Ίδιο βάρος κεραμιδιών.....0,55kN/m²

6. Επικάλυψη δώματος.....2,00kN/m²
7. Επικάλυψη εσωτερικών δαπέδων.....1,10kN/m²
8. Επικάλυψη κλιμάκων.....1,10kN/m²
9. Επικάλυψη δαπέδων εξωστών.....0,90kN/m²

10. Ωφέλιμο φορτίο δώματος.....2,00kN/m²
11. Ωφέλιμο φορτίο κεραμοσκεπών.....2,00kN/m²
12. Ωφέλιμο φορτίο εσωτερικών δαπέδων.....2,00kN/m²
13. Ωφέλιμο φορτίο κλιμάκων.....3,50kN/m²
14. Ωφέλιμο φορτίο εξωστών.....5,00kN/m²

5. Υπολογισμός Συνολικής Μάζας Κτιρίου

Ο υπολογισμός της συνολικής μάζας του κτιρίου είναι απαραίτητος για τον καθορισμό του συνόλου των σεισμικών φορτίων (τέμνουσα βάση) και η καθ' ύψος κατανομή τους είναι ανάλογη της κατανομής της συνολικής μάζας στις επιμέρους στάθμες.

Στο Παράρτημα Α πραγματοποιούνται αναλυτικά όλοι οι απαραίτητοι υπολογισμοί των φορτίων της κατασκευής (μόνιμα, πρόσθετα μόνιμα, κινητά). Η κατανομή των επιφανειακών φορτίων των πλακών στις δοκούς γίνεται σύμφωνα με τους πίνακες κατανομής φορτίου Czerny και καθορίζονται τα συνολικά κατακόρυφα φορτία των δοκών. Στον ακόλουθο συγκεντρωτικό πίνακα Π.5.1 καταγράφονται τα αποτελέσματα αυτών των υπολογισμών :

Π.5.1 / Κατακόρυφα Φορτία Δοκών					
Στάθμη	Δοκός ή Αξονας Ενισχ. Ζώνης (kN/m)	Μόνιμο Φορτίο (kN/m)	Πρόσθετο Μόνιμο Φορτίο (kN/m)	Κινητό Φορτίο (kN/m)	Συνολικό Φορτίο (kN/m)
3η	Δ31	11,29	11,00	2,90	25,19
	Δ32	11,29	11,00	2,90	25,19
	Δ33	10,54	5,05	1,16	16,75
	Δ34	11,29	9,40	2,30	22,99
	Δ35	8,86	5,05	0,88	14,79
	Δ36	8,86	5,05	0,88	14,79
	Δ37	8,11	5,05	0,88	14,04
2η	Δ21	16,77	23,75	5,90	46,42
	Δ22	19,60	26,77	6,39	52,76
	Δ23	7,79	8,74	0,64	17,17
	Δ24	3,75	8,10	0,00	11,85
	Δ25	21,49	26,24	6,19	53,92
	Δ26	5,87	9,36	0,28	15,51
	Δ27	10,23	10,14	1,94	22,31
	Δ28	20,91	9,94	3,43	34,28
Δ29	8,21	11,22	0,51	19,94	
1η	EZ11	13,07	14,71	3,06	30,84
	EZ12	17,06	15,72	3,68	36,46
	Δ13	8,38	6,99	0,62	15,99
	Δ14	3,44	8,10	0,00	11,54
	EZ15	17,70	16,96	4,11	38,77
	Δ16	5,88	9,15	0,29	15,32
	Δ17	9,43	9,98	1,80	21,21
	EZ18	11,79	10,86	1,38	24,03
	EZ19	13,55	4,35	2,68	20,58
	Δ110	7,11	9,56	0,51	17,18

Τα φορτία των δοκών παραλαμβάνονται από τα υποστυλώματα. Πραγματοποιείται επίλυση των στατικών μοντέλων και υπολογίζεται το συνολικό κατακόρυφο φορτίο κάθε στύλου και στάθμης, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα Π.5.2 :

Π.5.2 / Κατακόρυφα Φορτία Υποστυλωμάτων						
Στάθμη	Στύλος	Φορτίο από Δοκούς (kN)		IB _{ΥΠ} (kN)	Συνολικό Φορτίο N _i (kN)	Συνολικό Φορτίο Στάθμης ΣN _i (kN)
3η	K31	25,78	19,55	5,19	50,52	598,11
	K32	141,01	-	3,74	144,75	
	K33	52,36	40,93	6,23	99,52	
	K34	54,74	-	2,54	57,28	
	K36	10,65	11,94	2,54	25,13	
	K37	117,54	-	6,23	123,77	
	K38	51,04	40,93	5,19	97,16	
2η	K21	51,88	18,90	14,09	84,87	1317,27
	K22	276,79	115,32	10,15	393,26	
	K23	105,24	58,83	16,16	180,23	
	K24	31,85	70,42	6,91	109,18	
	K26	-4,17	23,42	6,91	26,16	
	K27	201,42	118,78	16,91	337,11	
	K28	114,16	58,83	13,47	186,46	
1η	K11	25,32	18,88	13,94	58,14	1034,57
	K12	194,48	31,31	11,39	237,18	
	K13	78,13	50,68	16,73	145,54	
	K14	27,43	68,14	6,83	102,40	
	K15	27,43	85,60	5,31	118,34	
	K16	-9,26	21,98	6,83	19,55	
	K17	169,92	18,92	16,73	205,57	
	K18	83,25	50,68	13,94	147,87	

Η μάζα κάθε στάθμης υπολογίζεται ως το άθροισμα του συνολικού κατακόρυφου φορτίου που παραλαμβάνουν τα υποστυλώματα που ανήκουν σε αυτήν και του φορτίου των αντίστοιχων τοιχοποιιών. Η συνολική μάζα του κτιρίου είναι ίση με το άθροισμα των επιμέρους μαζών της κατασκευής :

Π.5.3 / Μάζα Κτιρίου					
Στάθμη	Συνολικό Φορτίο Στάθμης ΣN _i (kN)	Φορτίο Εξωτερικής Τοιχοποιίας (kN)	Φορτίο Εσωτερικής Τοιχοποιίας (kN)	Μάζα Στάθμης m _i (Mgr)	Συνολική Μάζα M (Mgr)
3η	598,11	598,11	49,77	71,94	355,05
2η	1317,27	193,19	79,49	158,99	
1η	1034,57	173,54	33,10	124,12	

6. Σεισμικά Φορτία

Για τον καθορισμό των σεισμικών φορτίων με την Απλοποιημένη Φασματική ή αλλιώς Ισοδύναμη Στατική Μέθοδο, είναι απαραίτητο το κτίριο να πληρεί τις συνθήκες κανονικότητας. Υπολογίζονται οι θεμελιώδεις ιδιοπερίοδοι της κατασκευής και η φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού.

6.1. Έλεγχος Κανονικότητας Κτιρίου

Σύμφωνα με τον ΕΑΚ 2000 / Κεφ. 3, §3.5.1 :

Η Ισοδύναμη Στατική Μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί 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 2 ορόφων στις σεισμικές ζώνες ΙΙΙ και ΙV.

Ένα κτίριο λέγεται κανονικό, όταν ικανοποιεί τις παρακάτω συνθήκες :

- α) Τα πατώματα λειτουργούν ως απαραμόρφωτα διαφράγματα μέσα στο επίπεδό τους. Η λειτουργία αυτή, αν δε γίνεται ακριβέστερος έλεγχος, θεωρείται ότι δεν είναι εξασφαλισμένη σε επιμήκη ορθογωνικά κτίρια (ή τμήματα κτιρίων) 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 μία διεύθυνση θα λαμβάνεται ως το άθροισμα των σχετικών δυσκαμψιών : $E' I/h$, 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.

- α) Τα πατώματα λειτουργούν ως απαραμόρφωτα διαφράγματα μέσα στο επίπεδό τους, ο λόγος των πλευρών του κτιρίου δεν είναι μεγαλύτερος του 4 και δεν υπάρχουν κενά σε καμία κάτοψη οποιουδήποτε ορόφου.
- β) Υπολογίζονται και συγκρίνονται μεταξύ τους οι σχετικές δυσκαμψίες των ορόφων ως προς τις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου. Οι στύλοι θεωρούνται πως λειτουργούν ως αμφίπακτα στοιχεία, οπότε η ακαμψία τους υπολογί-

ζεται από τη σχέση : $K_{x,y} = 12 \cdot \frac{E' I_{y,x}}{h^3}$, με :

E, το μέτρο ελαστικότητας οπλισμένου σκυροδέματος.

h, το ύψος του στύλου ή ορόφου.

Στον ακόλουθο πίνακα Π.6.1 υπολογίζονται και καταγράφονται οι σχετικές δυσκαμψίες των στύλων και των ορόφων ως προς τις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου :

Π.6.1 / Σχετικές Ακαμψίες Στύλων και Ορόφων											
Όροφος	Στύλος	E (kN/m ²)	a (m)	b (m)	I _y (m)	I _x (m)	h (m)	K _y (kN/m)		K _x (kN/m)	
B' όροφος	K31	29 · 10 ⁶	0,25	1,00	0,0208	0,0013	2,96	17472	811889	279552	671163
	K32		0,60	0,30	0,0014	0,0054		72460		18115	
	K33		1,00	0,30	0,0023	0,0250		335463		30192	
	K34		0,35	0,35	0,0013	0,0013		16780		16780	
	K36		0,35	0,35	0,0013	0,0013		16780		16780	
	K37		1,00	0,30	0,0023	0,0250		335463		30192	
	K38		0,25	1,00	0,0208	0,0013		17472		279552	
A' όροφος	K21		0,25	1,00	0,0208	0,0013	2,87	19168	890689	306685	736304
	K22		0,60	0,30	0,0014	0,0054		79493		19873	
	K23		1,00	0,30	0,0023	0,0250		368022		33122	
	K24		0,35	0,35	0,0013	0,0013		18409		18409	
	K26		0,35	0,35	0,0013	0,0013		18409		18409	
	K27		1,00	0,30	0,0023	0,0250		368022		33122	
	K28		0,25	1,00	0,0208	0,0013		19168		306685	
Pilotis	K11	0,25	1,00	0,0208	0,0013	2,60	25781	1610481	412494	1016118	
	K12	0,60	0,30	0,0014	0,0054		106919		26730		
	K13	1,00	0,30	0,0023	0,0250		494993		44549		
	K14	0,35	0,35	0,0013	0,0013		24760		24760		
	K15	1,00	0,25	0,0013	0,0208		412494		25781		
	K16	0,35	0,35	0,0013	0,0013		24760		24760		
	K17	1,00	0,30	0,0023	0,0250		494993		44549		
	K18	0,25	1,00	0,0208	0,0013		25781		412494		

Ονομασία Στύλων : Όροφος - Στύλος

ο Έλεγχος κατά y-διεύθυνση :

$$K_1 = 1610481 \text{ kN/m} > K_2 = 890689 \text{ kN/m} \quad \Delta K_1 < 0,50 K_1$$

$$|K_2 - K_1| < 0,50 K_1 \quad |890689 - 1610481| \text{ kN/m} < 0,50 \cdot 1610481 \text{ kN/m} \quad \Delta K_1 < 0,50 K_1$$

$$K_2 = 890689 \text{ kN/m} > K_3 = 811889 \text{ kN/m} \quad \Delta K_2 < 0,50 K_2$$

$$|K_3 - K_2| < 0,50 K_2 \quad |811889 - 890689| \text{ kN/m} < 0,50 \cdot 811889 \text{ kN/m} \quad \Delta K_2 < 0,50 K_2$$

ο Έλεγχος κατά x-διεύθυνση :

$$K_1 = 1016118 \text{ kN/m} > K_2 = 736304 \text{ kN/m} \quad \Delta K_1 < 0,50 K_1$$

$$|K_2 - K_1| < 0,50 K_1 \quad |736304 - 1016118| \text{ kN/m} < 0,50 \cdot 1016118 \text{ kN/m} \quad \Delta K_1 < 0,50 K_1$$

$$K_2 = 736304 \text{ kN/m} > K_3 = 671163 \text{ kN/m} \quad \Delta K_2 < 0,50 K_2$$

$$|K_3 - K_2| < 0,50 K_2 \quad |671163 - 736304| \text{ kN/m} < 0,50 \cdot 736304 \text{ kN/m} \quad \Delta K_2 < 0,50 K_2$$

Από τη σύγκριση και τον έλεγχο των σχετικών δυσκαμψιών των ορόφων, το κτίριο πληρεί την αντίστοιχη συνθήκη κανονικότητας.

γ) Συγκρίνονται μεταξύ τους οι μάζες, οι οποίες έχουν υπολογιστεί και είναι :

$$m_1 = 124,12\text{Mgr} , m_2 = 158,99\text{Mgr} , m_3 = 71,94\text{Mgr} .$$

$$m_1 = 124,12\text{Mgr} < m_2 = 158,99\text{Mgr} \text{ } \mathbf{P} \text{ } \Delta m_1 < 0,35m_1$$

$$|m_2 - m_1| < 0,35m_1 \text{ } \mathbf{P} \text{ } |158,99 - 124,12|\text{Mgr} < 0,35 \cdot 124,12\text{Mgr} \text{ } \mathbf{P}$$

$$\mathbf{P} \text{ } 34,87\text{Mgr} < 43,44\text{Mgr} , \text{ δεκτό.}$$

$$m_2 = 158,99\text{Mgr} > m_3 = 71,94\text{Mgr} \text{ } \mathbf{P} \text{ } \Delta m_2 < 0,50m_2$$

$$|m_3 - m_2| < 0,50m_2 \text{ } \mathbf{P} \text{ } |71,94 - 158,99|\text{Mgr} < 0,50 \cdot 158,99\text{Mgr} \text{ } \mathbf{P}$$

$\mathbf{P} \text{ } 87,05\text{Mgr} > 79,50\text{Mgr} , \text{ γίνεται δεκτό γιατί μπορεί να εξαιρεθεί από τον έλεγχο ως ανώτατος όροφος.}$

Από τη σύγκριση των μαζών των ορόφων, το κτίριο πληρεί την αντίστοιχη συνθήκη κανονικότητας και επιτρέπεται η χρήση της Ισοδύναμης Στατικής Μεθόδου, αφού η διαφραγματική λειτουργία των πλακών του θεωρείται εξασφαλισμένη και οι καθ' ύψος μεταβολές των σχετικών δυσκαμψιών και των μαζών των ορόφων είναι ομαλές.

6.2 Ιδιοπερίοδοι Κατασκευής

Για τον υπολογισμό των θεμελιωδών ιδιοπεριόδων του κτιρίου (μία για την κάθε κύρια διεύθυνσή του) χρησιμοποιείται η εμπειρική σχέση που προτείνει ο ΕΑΚ 2000 / Κεφ. 3, §3.5.2, και που ισχύει για κτίρια με ορθογωνική κάτοψη :

$$T_i = 0,09 \cdot \frac{H}{\sqrt{L_i}} \cdot \sqrt{\frac{H}{H + \rho L_i}} \text{ (sec)}, \text{ όπου :}$$

H, το ύψος του κτιρίου : H = 8,40m .

L_i, το μήκος του κτιρίου κατά τη θεωρούμενη διεύθυνση υπολογισμού, που για το εξεταζόμενο κτίριο είναι : L_x = 6,20m , L_y = 9,00m .

ρ, ο λόγος της επιφάνειας των διατομών των τοιχωμάτων ανά διεύθυνση σεισμικής δράσης προς τη συνολική επιφάνεια τοιχωμάτων και υποστυλωμάτων.

H κατασκευή του κτιρίου δε φέρει τοιχώματα, συνεπώς :

$$\rho = 0 \text{ } \mathbf{P} \text{ } T_i = 0,09 \cdot \frac{H}{\sqrt{L_i}} \text{ (sec).}$$

Υπολογισμός ιδιοπεριόδων :

$$T_x = 0,09 \cdot \frac{H}{\sqrt{L_x}} = 0,09 \cdot \frac{8,40}{\sqrt{6,20}} \text{ } \mathbf{P} \text{ } T_x = 0,304\text{sec}$$

$$T_y = 0,09 \cdot \frac{H}{\sqrt{L_x}} = 0,09 \cdot \frac{8,40}{\sqrt{9,00}} \text{ } \mathbf{P} \text{ } T_y = 0,252\text{sec}$$

6.3 Φασματική Επιτάχυνση Σχεδιασμού

Η φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού (μία τιμή για την κάθε κύρια διεύθυνση του κτιρίου) δίνεται από τον ΕΑΚ 2000 / Κεφ. 2, §2.3.1 :

$$0 \leq T < T_1 \text{ @ } \Phi_d(T) = \gamma_i \cdot A \cdot \frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} \cdot \frac{1}{T} \quad (12.1)$$

$$T_1 \leq T \leq T_2 \text{ @ } \Phi_d(T) = \gamma_i \cdot A \cdot \frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} \quad (12.2)$$

$$T_2 < T \text{ @ } \Phi_d(T) = \gamma_i \cdot A \cdot \frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} \cdot \left(\frac{T_2}{T} \right)^{2/3} \quad (12.3)$$

όπου :

$T(\text{sec})$, η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος κατά τη θεωρούμενη διεύθυνση υπολογισμού, όπως αυτή υπολογίστηκε και είναι : $T_x = 0,304\text{sec}$, $T_y = 0,252\text{sec}$. Αν δεν υπολογίζεται η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος, η φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού λαμβάνεται από τη σχέση (12.2).

$T_{1,2}(\text{sec})$, οι χαρακτηριστικές περίοδοι του φάσματος που για κατηγορία εδάφους A είναι : $T_1 = 0,10\text{sec}$, $T_2 = 0,40\text{sec}$.

γ_i , ο συντελεστής σπουδαιότητας του κτιρίου. Το κτίριο είναι κατοικία, συνεπώς η σπουδαιότητά του είναι Σ2 και ο συντελεστής : $\gamma_i = 1,00$.

$A(\text{g})$, η μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση του εδάφους. Το κτίριο βρίσκεται σε περιοχή που ανήκει στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I, όπου : $A = 0,16\text{g}$, και : $g = 10\text{m/sec}^2$, η επιτάχυνση της βαρύτητας..

$\eta = \sqrt{\frac{7}{2 + \zeta}}$ $\geq 0,7$, ο διορθωτικός συντελεστής για ποσοστό απόσβεσης διάφορο του :

$\zeta = 5\%$, που αφορά σε κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα. Το κτίριο είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα, συνεπώς : $\eta = 1$.

θ , ο συντελεστής επιρροής της θεμελίωσης, ο οποίος για κατηγορία εδάφους A είναι : $\theta = 1,00$.

$\beta_0 = 2,5$, ο συντελεστής φασματικής ενίσχυσης.

q , ο συντελεστής συμπεριφοράς της κατασκευής, ο οποίος για πλαίσια ή μικτά συστήματα από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι : $q = 3,50$.

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται : $\frac{\Phi_d(T)}{A \cdot \gamma_i} \geq 0,25$.

Υπολογισμός φασματικών επιταχύνσεων σχεδιασμού :

$$T_1 = 0,10\text{sec} < T_{x,y} < T_2 = 0,40\text{sec} \text{ @ } \Phi_d(T)_{x,y} = \gamma_i \cdot A \cdot \frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q}$$

$$\Phi_d(T)_{x,y} = 1,00 \cdot 0,16\text{g} \cdot \frac{1,00 \cdot 1,00 \cdot 2,5}{3,50} \text{ @ } \Phi_d(T)_{x,y} = 0,114\text{g}$$

$$\frac{\Phi_d(T)}{A \cdot \gamma_i} \geq 0,25 \text{ @ } \frac{0,114\text{g}}{0,16\text{g} \cdot 1,00} = 0,71 > 0,25, \text{ δεκτό.}$$

6.4 Καθορισμός και Κατανομή Σεισμικών Φορτίων

Σύμφωνα με τον ΕΑΚ 2000 / Κεφ. 2, §3.5.2, για κάθε κύρια διεύθυνση του κτιρίου, το συνολικό μέγεθος των σεισμικών φορτίων (τέμνουσα βάση) υπολογίζεται από τη σχέση :

$$V_0 = M \cdot \Phi_d(T), \text{ όπου :}$$

$$M = \sum_{i=1}^N m_i \text{ Mgr, } \frac{\text{kN}}{10 \text{ m/sec}^2} \cdot \frac{\ddot{\delta}}{\delta}, \text{ η συνολική ταλαντούμενη μάζα της κατασκευής, η οποία έχει}$$

$$\text{υπολογιστεί και είναι : } M = 355,05 \text{ Mgr} = 355,05 \frac{\text{kN}}{\text{m/sec}^2} = 3550,5 \frac{\text{kN}}{\text{g}}.$$

$\Phi_d(T)(g)$, η τιμή της φασματικής επιτάχυνσης σχεδιασμού, η οποία υπολογίστηκε και

$$\text{είναι : } \Phi_d(T) = 0,114g, \text{ κοινή και για τις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου.}$$

Υπολογισμός τεμνουσών βάσης :

$$V_{0,x,y} = M \cdot \Phi_d(T)_{x,y} \text{ } \mathbf{P} \quad V_0 = M \cdot \Phi_d(T) = 3550,5 \frac{\text{kN}}{\text{g}} \cdot 0,114g \text{ } \mathbf{P} \quad V_0 = 404,76 \text{ kN}$$

Σε κανονικά κτίρια, η καθ' ύψος κατανομή των σεισμικών φορτίων μπορεί να γίνεται σύμφωνα με τη σχέση :

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

V_H (kN) = 0,07 · T · V_0 £ 0,25 · V_0 , μία πρόσθετη δύναμη που εφαρμόζεται στην κορυφή του κτιρίου όταν : T > 1,00sec . $T_{x,y} < 1,00\text{sec}$ ® $V_H = 0$, συνεπώς :

$$F_i = V_0 \cdot \frac{m_i \cdot z_i}{\sum (m_i \cdot z_i)}, \text{ με : } i = 1, 2, \dots, N$$

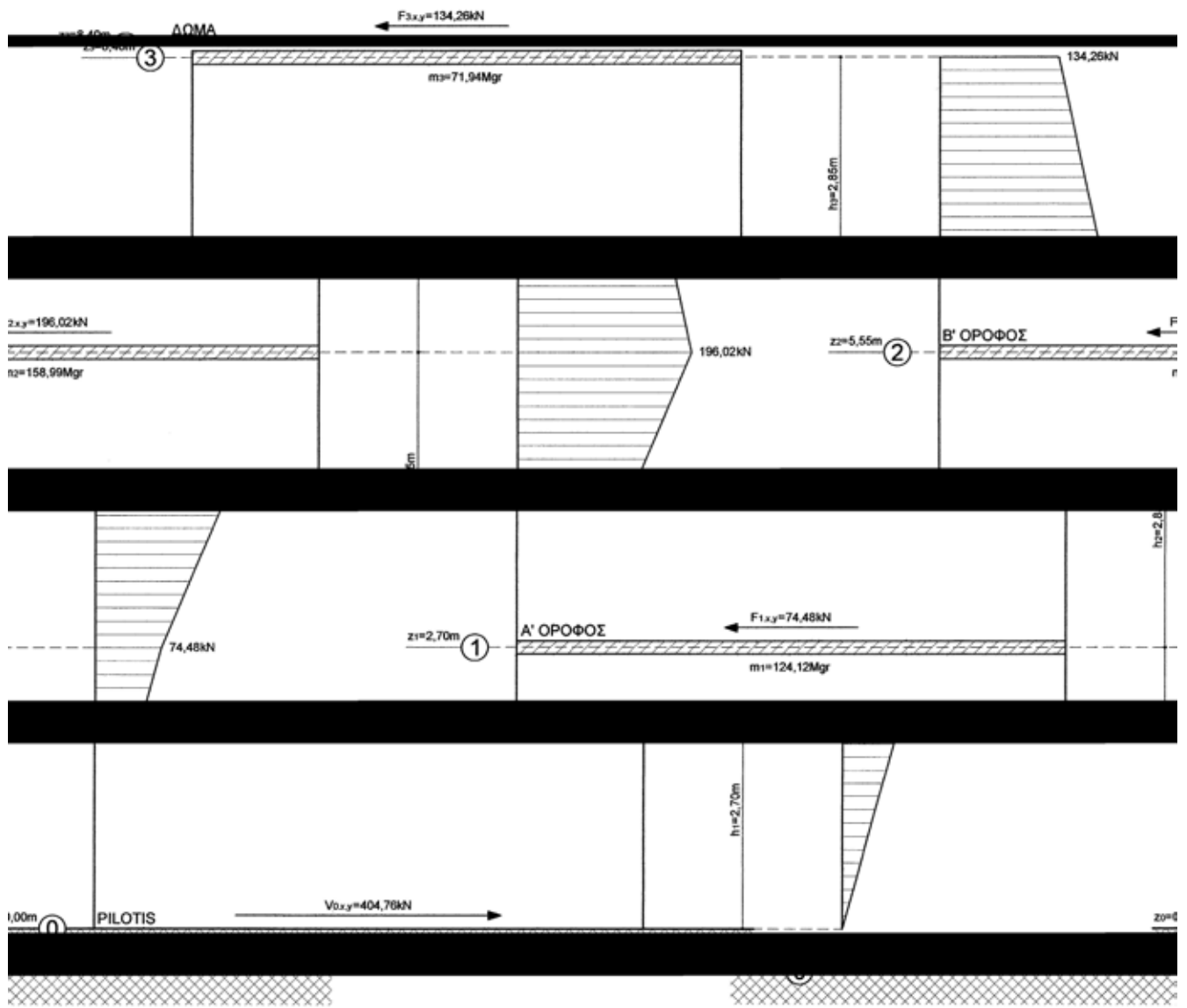
z_i (m), η απόσταση της στάθμης i από τη βάση του κτιρίου.

N , ο αριθμός των ορόφων του κτιρίου.

Καθ' ύψος κατανομή σεισμικών φορτίων :

Στον ακόλουθο πίνακα Π.6.2 υπολογίζεται το σεισμικό φορτίο που παραλαμβάνεται από την κάθε συγκεντρωμένη μάζα του κτιρίου, καθώς και το ποσοστό επί του συνολικού σεισμικού φορτίου στο οποίο αντιστοιχεί. Στο σχήμα Σ.6.1 φαίνεται γραφικά η κατανομή των σεισμικών δυνάμεων :

Π.6.2 / Κατανομή Σεισμικών Φορτίων							
Στάθμη	m_i		z_i (m)	$m_i \cdot z_i$	$\frac{m_i \cdot z_i}{\sum (m_i \cdot z_i)} \cdot 100$	$V_{0,x,y}$ (kN)	$F_{i,x,y}$ (kN)
	(Mgr)	$\frac{\text{kN}}{\text{m/sec}^2} \cdot \frac{\ddot{\delta}}{\delta}$					
3	71,94	719,4	8,40	6042,96	33,17	404,76	134,26
2	158,99	1589,9	5,55	8823,95	48,43		196,02
1	124,12	1241,2	2,70	3351,24	18,40		74,48
ΣΝΑ	355,05	3550,5	-	18218,15	100,00		404,76



7. Συνδυασμοί Σεισμικών Δράσεων

Για την αντιμετώπιση στρεπτικών επιπονήσεων ενός κτιρίου, οφειλομένων 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 την τυχηματική εκκεντρότητα ($e_{\tau,i}$) του κάθε ορόφου i . Η τυχηματική εκκεντρότητα λαμβάνεται ίση προς : $e_{\tau,i} = 0,05L_i$, όπου : L_i , το πλάτος του ορόφου κάθετα προς την εξεταζόμενη διεύθυνση (ΕΑΚ 2000 / Κεφ. 3, §3.3.1).

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου αυτής, για κάθε κύρια διεύθυνση του κτιρίου και σε κάθε διάφραγμα, τα οριζόντια σεισμικά φορτία ($F_{i,y}$) και ($F_{i,x}$) εφαρμόζονται διαδοχικά με τις παρακάτω εκκεντρότητες σχεδιασμού (ΕΑΚ 2000 / Κεφ. 3, §3.3.3) :

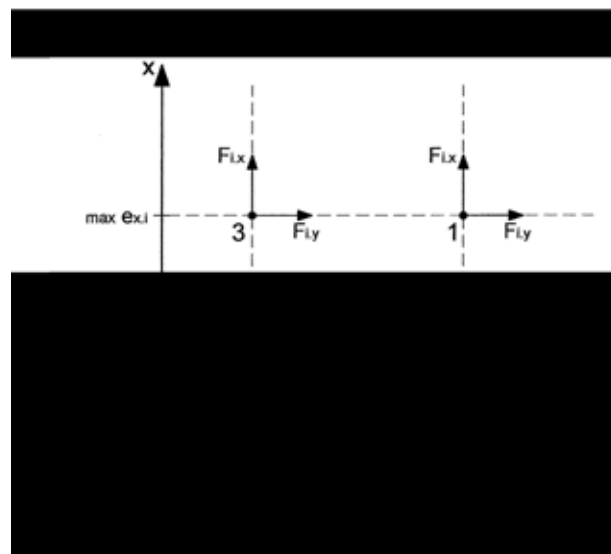
- | | |
|--|--|
| 1. ($\max e_{y,i}$, $\max e_{x,i}$) | 3. ($\min e_{y,i}$, $\max e_{x,i}$) |
| 2. ($\max e_{y,i}$, $\min e_{x,i}$) | 4. ($\min e_{y,i}$, $\min e_{x,i}$) |

Με διαστάσεις κτιρίου κοινές σε κάθε στάθμη : $L_y = 9,00\text{m}$, $L_x = 6,20\text{m}$, οι αντίστοιχες τυχηματικές εκκεντρότητες είναι :

$$e_y = 0,05L_y = 0,05 \cdot 9,00\text{m} \Rightarrow e_y = 0,45\text{m}$$

$$e_x = 0,05L_x = 0,05 \cdot 6,20\text{m} \Rightarrow e_x = 0,31\text{m}$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτουν τέσσερις περιπτώσεις (σημεία) ταυτόχρονης στατικής φόρτισης του συστήματος που φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα Σ.7.1 :



Επιτρέπεται η διαστασιολόγηση στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα, τα οποία επιπονούνται με περισσότερα από ένα εντατικά μεγέθη, με τον δυσμενέστερο από τους παρακάτω συνδυασμούς εντατικών μεγεθών (ΕΑΚ 2000 / Κεφ. 3, §3.4.4) :

$$S = \pm S_x \pm 0,30S_y \pm 0,30S_z, \quad S = \pm 0,30S_x \pm S_y \pm 0,30S_z, \quad S = \pm 0,30S_x \pm 0,30S_y \pm S_z.$$

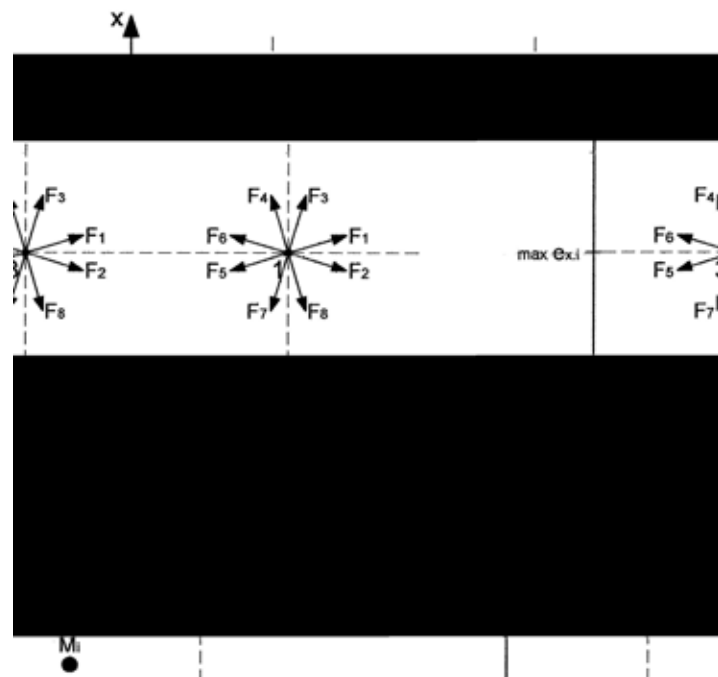
Στη συνήθη περίπτωση αγνόησης της κατακόρυφης συνιστώσας του σεισμού, ο τρίτος συνδυασμός παραλείπεται και ο αντίστοιχος όρος στις λοιπές σχέσεις αγνοείται, συνεπώς :

$$S = \pm S_x \pm 0,30S_y, \quad S = \pm 0,30S_x \pm S_y.$$

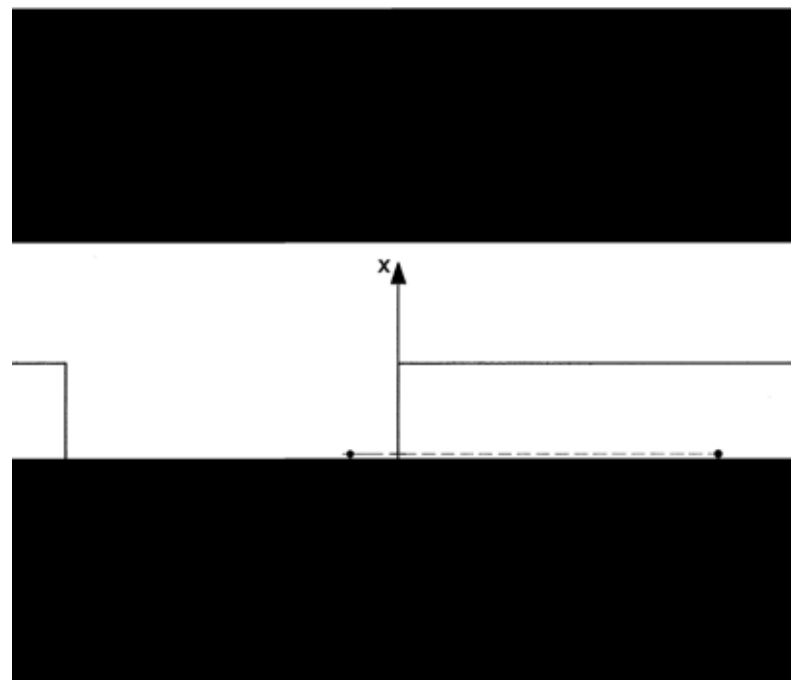
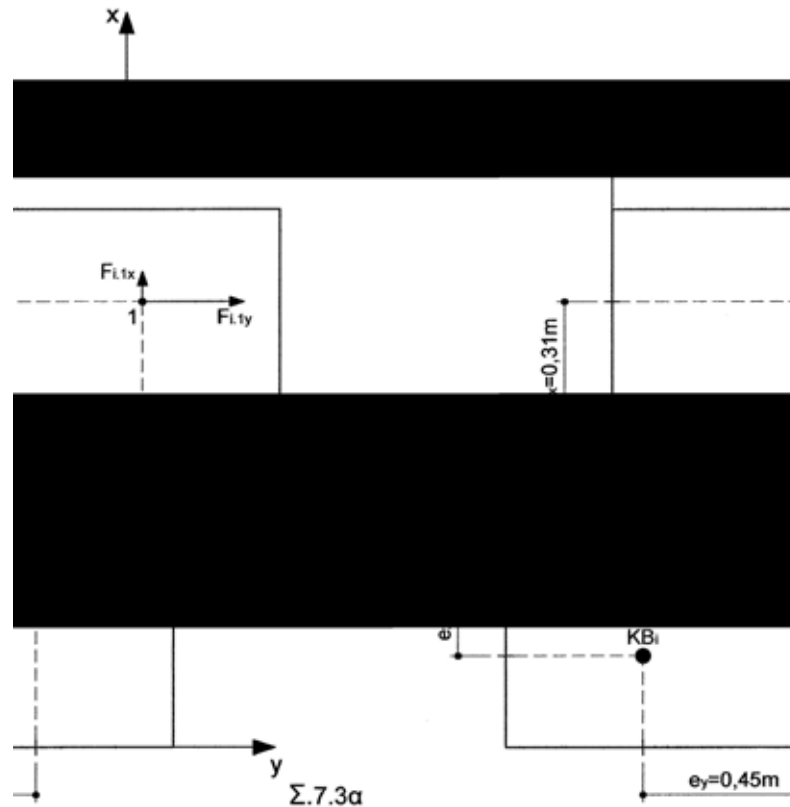
Από τις δύο παραπάνω συμβολικές σχέσεις προκύπτουν οι ακόλουθοι οκτώ συνδυασμοί :

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. $F_1 = +F_y + 0,30F_x$ | 5. $F_5 = -F_y - 0,30F_x$ |
| 2. $F_2 = +F_y - 0,30F_x$ | 6. $F_6 = -F_y + 0,30F_x$ |
| 3. $F_3 = +F_x + 0,30F_y$ | 7. $F_7 = -F_x - 0,30F_y$ |
| 4. $F_4 = +F_x - 0,30F_y$ | 8. $F_8 = -F_x + 0,30F_y$ |

Οι παραπάνω “ποσοστιαίοι συνδυασμοί” των στατικών φορτίσεων κατά x,y-διευθύνσεις εφαρμόζονται διαδοχικά με τις μέγιστες και ελάχιστες εκκεντρότητες σχεδιασμού, οπότε προκύπτουν τελικά : $4 \times 8 = 32$, περιπτώσεις στατικών φορτίσεων για την κάθε στάθμη του κτιρίου, όπως φαίνεται και στο ακόλουθο σχήμα Σ.7.2 :



Η συνολική σεισμική δύναμη που δέχεται η μάζα κάθε στάθμης ανά κύρια διεύθυνση σεισμού επιμερίζεται στις κορυφές των κατακόρυφων στοιχείων που τη στηρίζουν, ανάλογα με το κατακόρυφο φορτίο που φέρει καθένα από αυτά. Οι επιμέρους αυτές σεισμικές δυνάμεις μεταφέρονται στο κέντρο βάρους της αντίστοιχης συγκεντρωμένης μάζας. Η ροπή που εμφανίζεται λόγω της μεταφοράς αυτής αναλύεται σε ζεύγος δυνάμεων με διεύθυνση παράλληλη της σεισμικής δύναμης που την προκάλεσε και σημεία εφαρμογής τις κορυφές των κατακόρυφων στοιχείων των αντίστοιχων πλευρών του κτιρίου (Σ.7.3) :



Οι αναλυτικοί υπολογισμοί για τον καθορισμό των σεισμικών συνδυασμών περιλαμβάνονται στο Παράρτημα Β.

8. Προσομοίωμα Υπολογισμού - Στατική Ανάλυση Κτιρίου

Η στατική ανάλυση του συνόλου της κατασκευής πραγματοποιείται με τη χρήση του προγράμματος Sofistik. Σε αυτό εισάγονται όλα τα γεωμετρικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του δομήματος. Μορφώνεται το χωρικό πλαίσιο προσομοίωσης του κτιρίου, οι πλάκες του οποίου σχηματίζονται από πεπερασμένα επιφανειακά στοιχεία, ενώ οι δοκοί και τα υποστυλώματα από γραμμικά πεπερασμένα στοιχεία. Οι άξονες των γραμμικών στοιχείων του προσομοιώματος συμπίπτουν με τους κεντροβαρικούς άξονες για τα επιμήκη δομικά στοιχεία και με τη κεντροβαρική μέση επιφάνεια των πλακών κάθε στάθμης για τα επιφανειακά στοιχεία. Τα υποστυλώματα του ισογείου θεωρούνται πλήρως πακτωμένα στη βάση τους.

Τα μόνιμα φορτία της κατασκευής υπολογίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα με την εισαγωγή των γεωμετρικών και μηχανικών χαρακτηριστικών των μελών της. Εισάγονται τα πρόσθετα μόνιμα και τα κινητά φορτία σε κάθε πεπερασμένο στοιχείο του χωρικού πλαισίου. Λαμβάνεται υπόψη το σύνολο των μόνιμων και πρόσθετων μόνιμων φορτίων και το 30% των κινητών.

Η εισαγωγή των σεισμικών φορτίων γίνεται στον κόμβο της κεφαλής κάθε υποστυλώματος για τους 32 διαφορετικούς συνδυασμούς σεισμικών δράσεων, όπως αυτοί υπολογίστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Πραγματοποιούνται 32 διαφορετικοί συνδυασμοί φορτίσεων οι οποίοι συνδυάζουν τα μόνιμα και πρόσθετα μόνιμα φορτία (Φόρτιση 1), το 30% των κινητών φορτίων (Φόρτιση 2) και τα σεισμικά φορτία των 32 διαφορετικών περιπτώσεων σεισμικής δράσης (Φόρτιση 3).

Ακολουθούν τα γραφήματα διατομών των μελών της κατασκευής και προσομοιώσεις όλου του δομήματος και των επιπέδων των στάθμεων χωριστά. Τα αποτελέσματα των κύριων εντατικών μεγεθών που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς για τη νέα διαστασιολόγηση των εξεταζόμενων μελών και προέκυψαν από τη στατική ανάλυση, βρίσκονται συγκεντρωμένα σε αντίστοιχους πίνακες στο Παράρτημα Γ.

Author : □

Program :

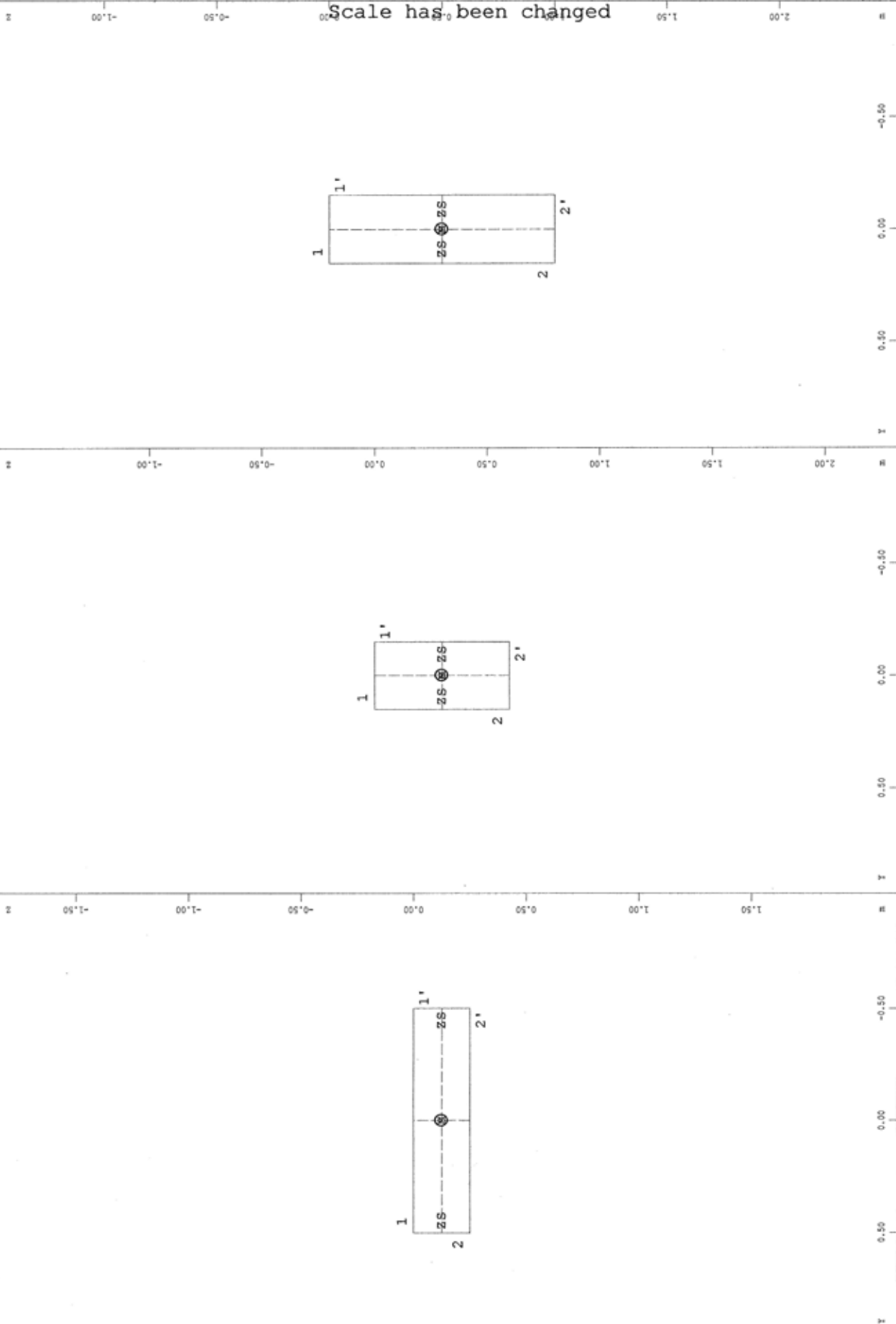
@ (V11.53-99)

Structure : Cross sections

Date

09/20/08

SOFTSTIK - Structural Analysis Products



Y-X
↑
↑

Cross section No 1
A = 0.2500E0 [m2]
IT = 0.4284E-2, IY = 0.1302E-2, IZ = 0.2083E-1 [m4]

Cross section No 2
A = 0.1800E0 [m2]
IT = 0.3384E-2, IY = 0.5400E-2, IZ = 0.1350E-2 [m4]

Cross section No 3
A = 0.3000E0 [m2]
IT = 0.7009E-2, IY = 0.2500E-1, IZ = 0.2250E-2 [m4]

Part :

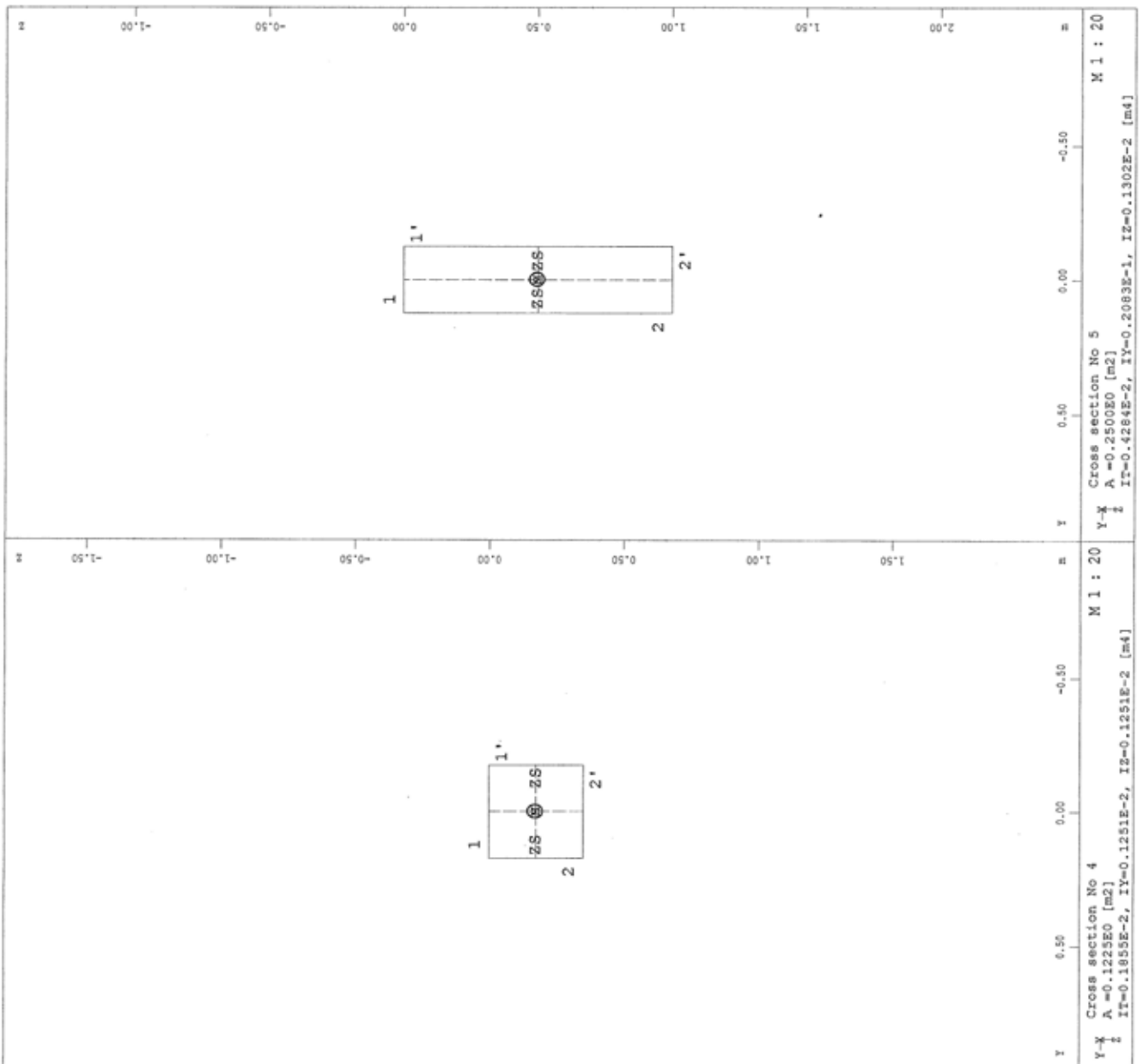
Block :

Record :

Author : $\gamma\Box$	e (V11.06-99)	Date 09/20/08
Program :		
Structure :		

Scale has been changed

SOFISTIK - Structural Analysis Products



Part :	Seite 2	Archiv No.
Block :		
Record :	<u>ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ</u>	<u>Σ.8.1β</u>

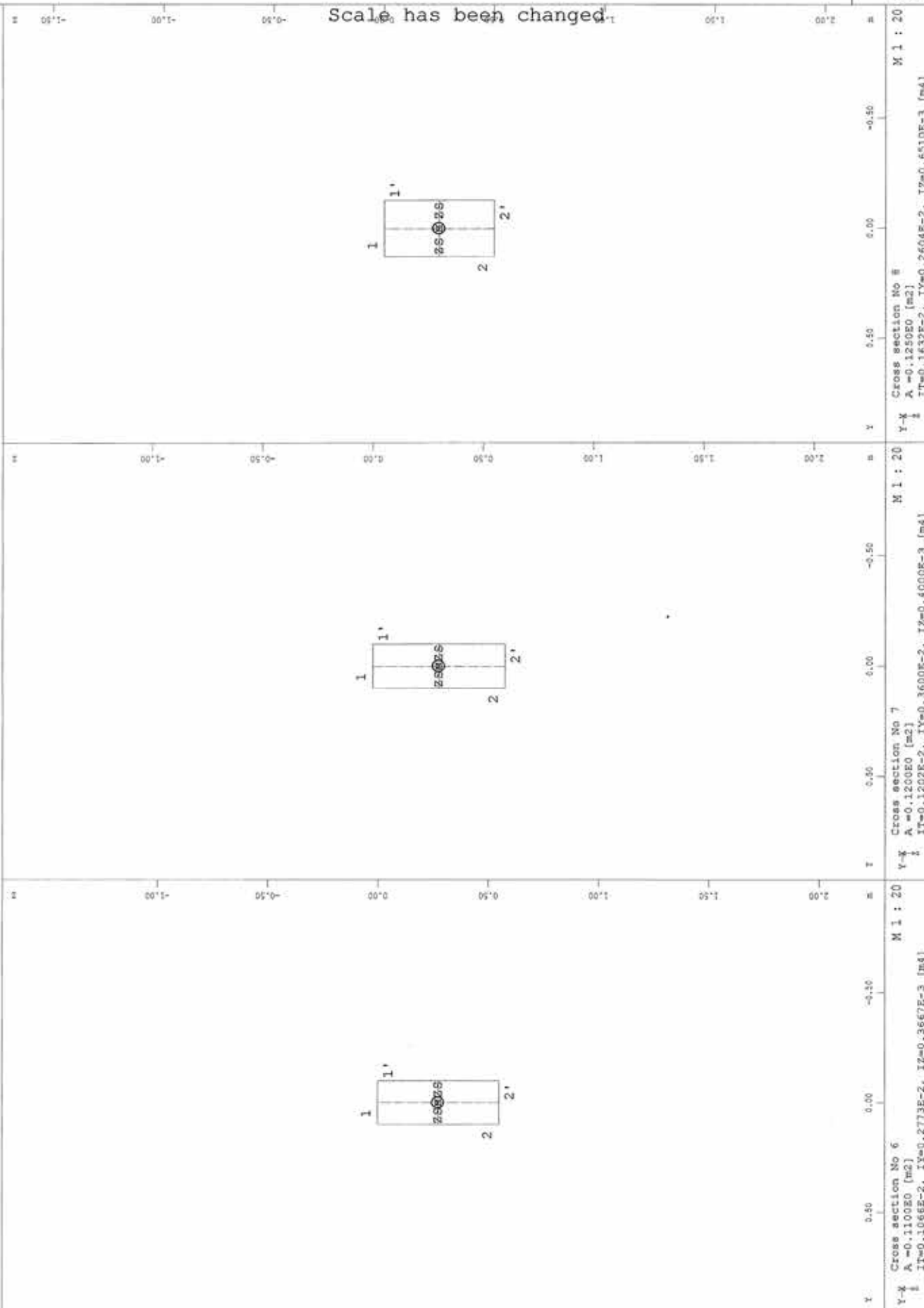
Author : ý□
 Program :

@ (V11.06-99)

Structure :

Date
 09/20/08

SOFTS1X - Structural Analysis Products



Part :
 Block :
 Record :

ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΔΟΚΩΝ

Seite 3

Archiv No.

Σ.8.2α

Author : ý

Program :

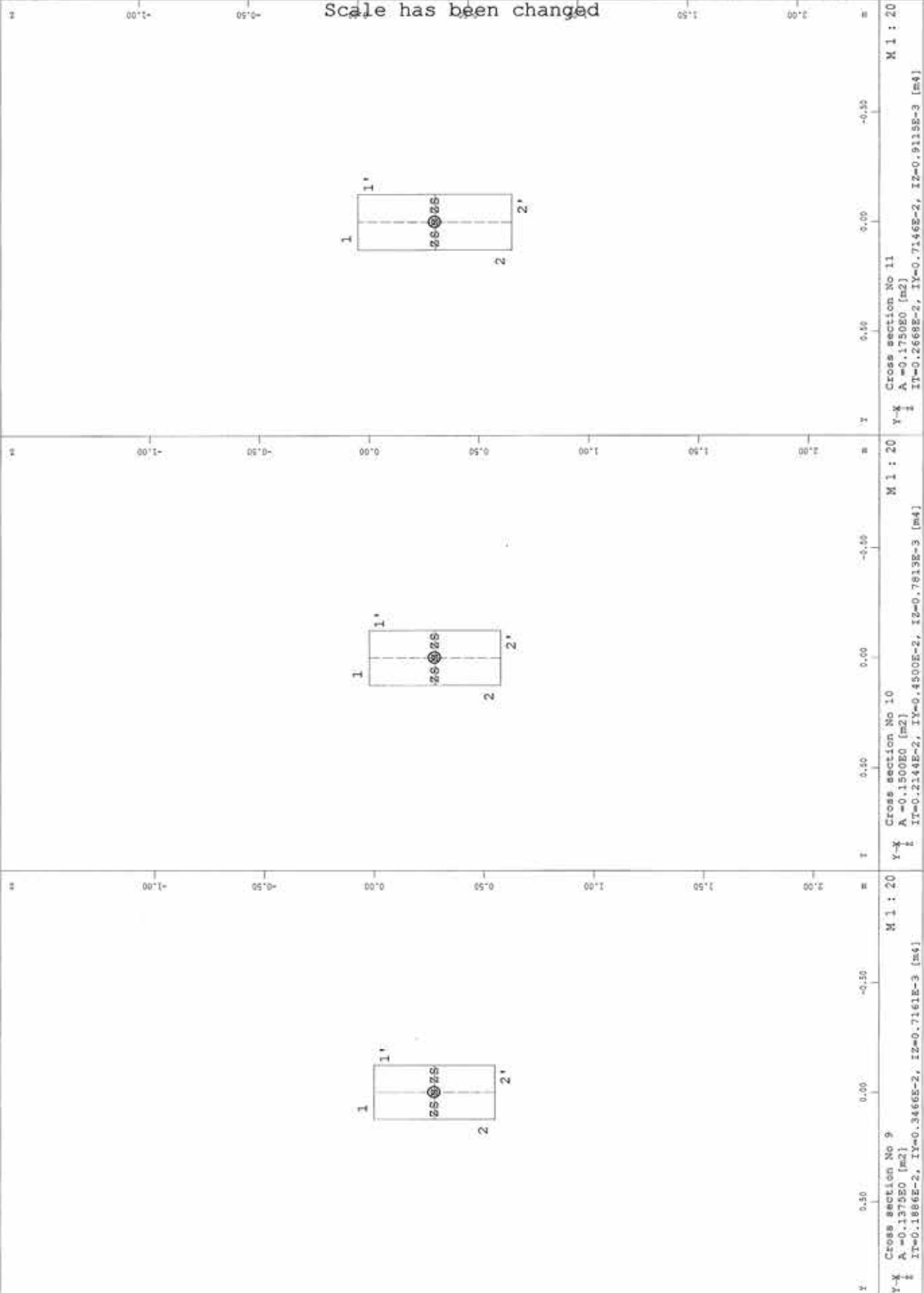
e (V11.06-99)

Structure :

Date

09/20/08

SOFTIK - Structural Analysis Products



Part :

Block :

Record :

ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΔΟΚΩΝ

Seite 4

Archiv No.

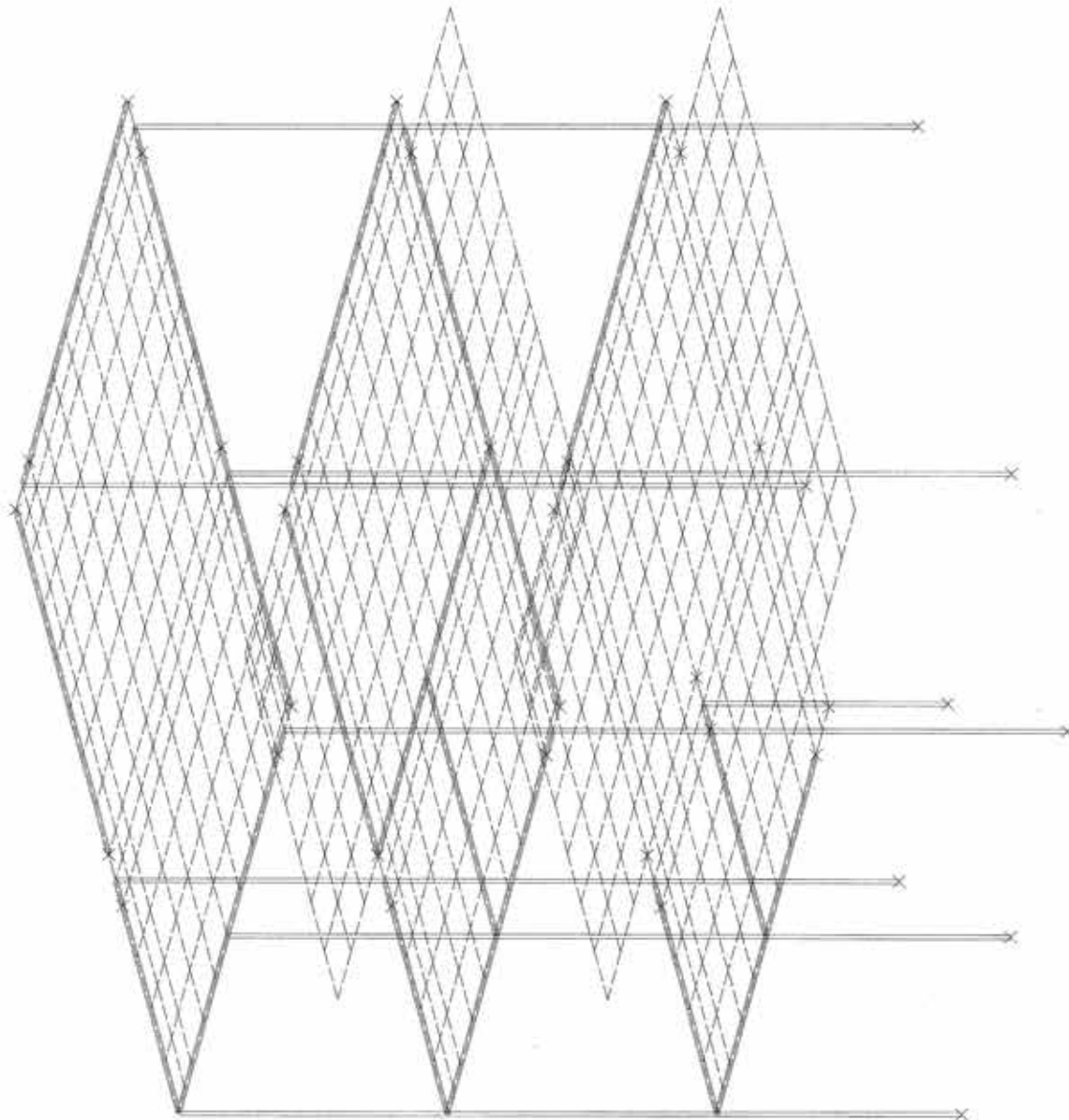
Σ.8.2β

Author : □		
Program : @ (V11.53-99)		
Structure : Cross sections		Date 09/20/08

Scale has been changed

09/20/08
 09:20:08

ROVISTIK - Structural Analysis Products



X
Y
Z

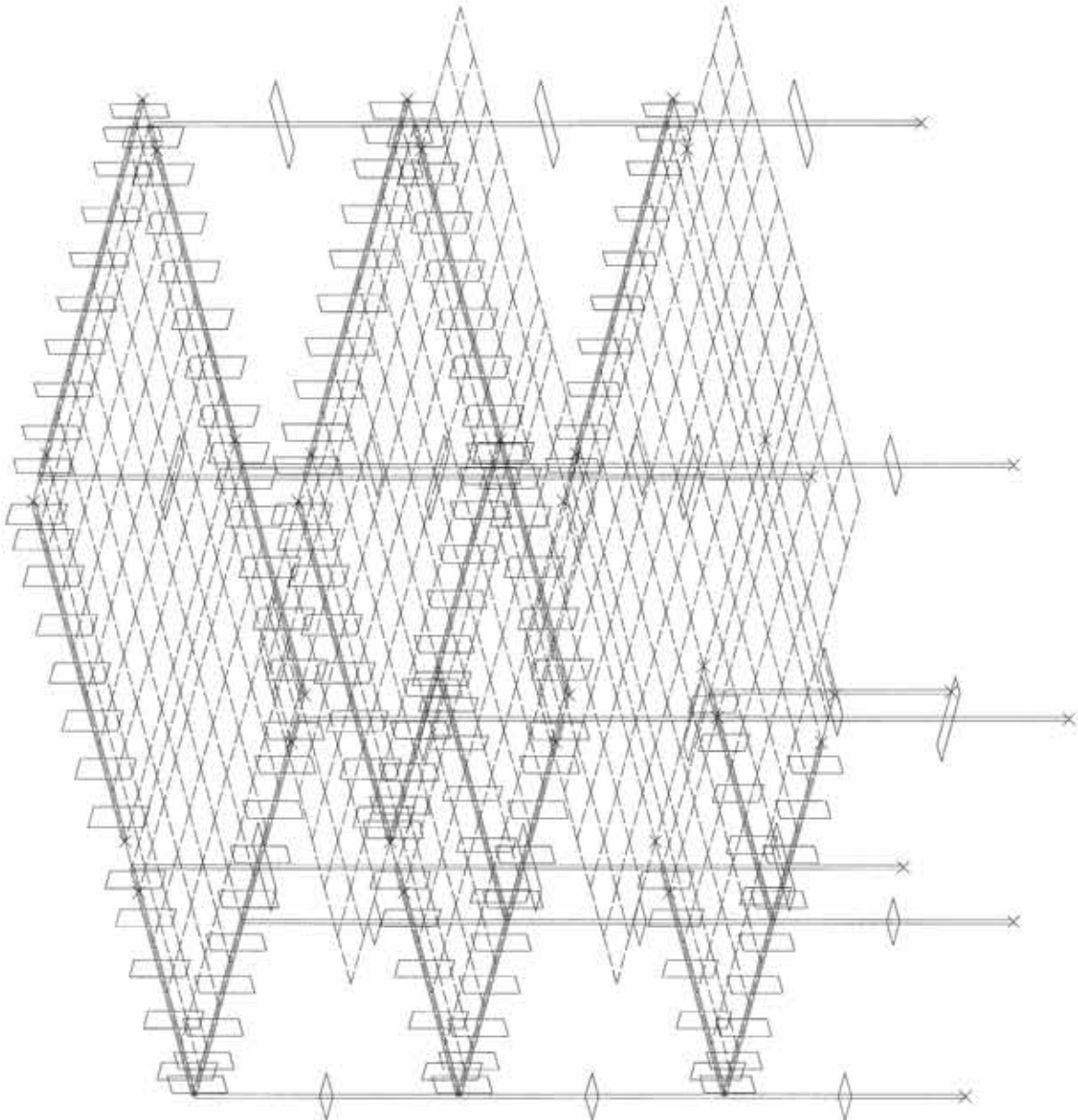
Part :			Archiv No.
Block :		Seite 5	
Record :	<u>ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ ΧΩΡΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ</u>		Σ.8.3

Author : □		
Program :	@ (V11.53-99)	
Structure : Cross sections		Date 09/20/08

Scale has been changed

X 1 : 60
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000

SOFLITIX - Structural Analysis Products



SECTIONS



Part :			Archiv No.
Block :		Seite 6	
Record :	<u>ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ ΧΩΡΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΜΕ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΤΩΝ ΜΕΛΩΝ</u>		Σ.8.4

Author : □
 Program :

© (V11.53-99)

Structure : Cross sections

Date
 09/13/08

Scale has been changed

M 1 : 50

SOFTIX - Structural Analysis Products

6702	6704	6706	6708	6710	6712	6714	6716	6718	6720	6722	6724	6726	6728	6730
66502	66504	66506	66508	66510	66512	66514	66516	66518	66520	66522	66524	66526	66528	66530
6552	6554	6556	6558	6560	6562	6564	6566	6568	6570	6572	6574	6576	6578	6580
6502	6504	6506	6508	6510	6512	6514	6516	6518	6520	6522	6524	6526	6528	6530
6452	6454	6456	6458	6460	6462	6464	6466	6468	6470	6472	6474	6476	6478	6480
6402	6404	6406	6408	6410	6412	6414	6416	6418	6420	6422	6424	6426	6428	6430
6352	6354	6356	6358	6360	6362	6364	6366	6368	6370	6372	6374	6376	6378	6380
6302	6304	6306	6308	6310	6312	6314	6316	6318	6320	6322	6324	6326	6328	6330
6252	6254	6256	6258	6260	6262	6264	6266	6268	6270	6272	6274	6276	6278	6280
6202	6204	6206	6208	6210	6212	6214	6216	6218	6220	6222	6224	6226	6228	6230
6152	6154	6156	6158	6160	6162	6164	6166	6168	6170	6172	6174	6176	6178	6180
6102	6104	6106	6108	6110	6112	6114	6116	6118	6120	6122	6124	6126	6128	6130

Part :
 Block :
 Record :

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ 3ης ΣΤΑΘΜΗΣ - ΟΡΟΦΗ Β' ΟΡΟΦΟΥ

Seite 7

Archiv No.

Σ.8.5

X
 3-Y
 SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 6 7
 NODE AND ELEMENT NUMBERS

Author : □
 Program :

© (V11.53-99)

Structure : Cross sections

Date
 09/13/08

Scale has been changed

M 1 : 56

80F6121X - Structural Analysis Products

3702	3704	3706	3708	3710	3712	3714	3716	3718	3720	3722	3724	3726	3728	3730	3732	3734	3736	3738	3740	3742	3744	3746	3748	3750	3752	3754	3756	3758	3760	3762	3764	3766	3768	3770	3772	3774	3776	3778	3780	3782	3784	3786	3788	3790	3792	3794	3796	3798	3800	3802	3804	3806	3808	3810	3812	3814	3816	3818	3820	3822	3824	3826	3828	3830	3832	3834	3836	3838	3840	3842	3844	3846	3848	3850	3852	3854	3856	3858	3860	3862	3864	3866	3868	3870	3872	3874	3876	3878	3880
3702	3704	3706	3708	3710	3712	3714	3716	3718	3720	3722	3724	3726	3728	3730	3732	3734	3736	3738	3740	3742	3744	3746	3748	3750	3752	3754	3756	3758	3760	3762	3764	3766	3768	3770	3772	3774	3776	3778	3780	3782	3784	3786	3788	3790	3792	3794	3796	3798	3800	3802	3804	3806	3808	3810	3812	3814	3816	3818	3820	3822	3824	3826	3828	3830	3832	3834	3836	3838	3840	3842	3844	3846	3848	3850	3852	3854	3856	3858	3860	3862	3864	3866	3868	3870	3872	3874	3876	3878	3880

Part :
 Block :
 Record :

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ 2ης ΣΤΑΘΜΗΣ - ΟΡΟΦΗ Α' ΟΡΟΦΟΥ

Seite 8

Archiv No.

Σ.8.6

X
 2-Y
 SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 3 4
 NODE AND ELEMENT NUMBERS

Scale has been changed

M 1 : 56

SOFISTIK - Structural Analysis Products

702	704	706	708	710	712	714	716	718	720	722	724	726	728	730
1452	654	656	658	660	662	664	666	668	670	672	674	676	678	680
1402	604	606	608	610	612	614	616	618	620	622	624	626	628	630
1352	554	556	558	560	562	564	566	568	570	572	574	576	578	580
1302	504	506	508	510	512	514	516	518	520	522	524	526	528	530
1252	454	456	458	460	462	464	466	468	470	472	474	476	478	480
1202	404	406	408	410	412	414	416	418	420	422	424	426	428	430
1152	354	356	358	360	362	364	366	368	370	372	374	376	378	380
1102	304	306	308	310	312	314	316	318	320	322	324	326	328	330
1052	254	256	258	260	262	264	266	268	270	272	274	276	278	280
1002	204	206	208	210	212	214	216	218	220	222	224	226	228	230
952	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	176	178	180
902	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130
852	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
802	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

9. Διαστασιολόγηση Υποστυλωμάτων Ισογείου

Σύμφωνα με τον ΕΑΚ 2000 / Κεφ. 4, §4.1.4, για να εξασφαλιστεί η δυνατότητα απελευθέρωσης ενέργειας από το δόμημα κατά την απόκριση στη σεισμική δράση σχεδιασμού, χωρίς ολική ή μερική κατάρρευση, πρέπει η μετελαστική απόκριση να έχει πλάστικη μορφή και να κατανέμεται στο μεγαλύτερο δυνατό αριθμό φερόντων στοιχείων, σε περιοχές με περιορισμένο μήκος (πλαστικές αρθρώσεις). Η εξασφάλιση ενός τέτοιου αξιόπιστου ελαστοπλαστικού μηχανισμού απόκρισης του δομήματος στις αιχμές της σεισμικής δράσης επιτυγχάνεται με τον ικανοτικό σχεδιασμό, δηλαδή με κατάλληλη ιεράρχιση των αντοχών των στοιχείων του φορέα. Βάσει του ΕΑΚ 2000 / Κεφ. 4, §4.1.4.2, στις βάσεις των υποστυλωμάτων, οι οποίες είναι περιοχές όπου δεν μπορεί να αποφευχθεί η πιθανότητα σχηματισμού πλαστικών αρθρώσεων, ο έλεγχος των διατομών γίνεται με ροπή :

$$M_{CD,c} = 1,35M_{E,c}^3 M_{SC}, \text{ όπου :}$$

$M_{CD,c}$, η ροπή ικανοτικού σχεδιασμού στο άκρο υποστυλώματος.

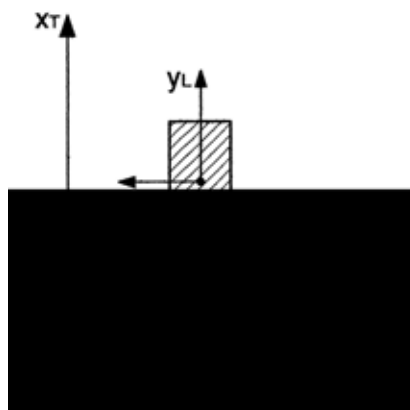
$M_{E,c}$, η ροπή από τη σεισμική φόρτιση στην ίδια θέση.

M_{SC} , η μέγιστη ροπή από τους σεισμικούς συνδυασμούς στην ίδια θέση.

Στόχος αυτού του ελέγχου είναι η προσέγγιση της αντοχής της συγκεκριμένης διατομής στο επίπεδο αντοχής των άλλων κρίσιμων διατομών του υποστυλώματος και η αντίστοιχη μείωση της απαιτούμενης πλαστιμότητας.

9.1 Ροπές Βάσεων Υποστυλωμάτων Ισογείου

Οι διευθύνσεις των ροπών παρακάτω αντιστοιχούν στους άξονες του τοπικού συστήματος. Αναλυτικά υπολογίζονται οι ροπές ικανοτικού σχεδιασμού του πρώτου μόνο υποστυλώματος (K11), ενώ οι αντίστοιχες τιμές για τα λοιπά υποστυλώματα καταγράφονται σε αντίστοιχους πίνακες αποτελεσμάτων.



Συμβολισμός : (Υποστυλώμα) / Στοιχείο Προσομοιώματος / (Σεισμική Φόρτιση) - (Σεισμικός Συνδυασμός)

ο (K11) / Ράβδος 2202 / (011) - (1011)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 \left| M_{E,c}^y \right|^3 \left| M_{SC}^y \right| \text{ } \mathbf{P} \quad M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot \left| - 18,62 \right| \text{kNm}^3 \left| - 15,20 \right| \text{kNm} \text{ } \mathbf{P}$$

$$\text{ } \mathbf{P} \quad M_{CD,c}^y = 25,14 \text{kNm} > 15,20 \text{kNm} \text{ } \mathbf{P} \quad M_{CD,c}^y = - 25,14 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 \left| M_{E,c}^z \right|^3 \left| M_{SC}^z \right| \text{ } \mathbf{P} \quad M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot \left| - 72,48 \right| \text{kNm}^3 \left| - 73,96 \right| \text{kNm} \text{ } \mathbf{P}$$

$$\text{ } \mathbf{P} \quad M_{CD,c}^z = 97,85 \text{kNm} > 73,96 \text{kNm} \text{ } \mathbf{P} \quad M_{CD,c}^z = - 97,85 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (012) - (1012)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot | - 16,59 | \text{kNm}^3 | - 13,17 | \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 22,40 \text{kNm} > 13,17 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = - 22,40 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot | 87,24 | \text{kNm}^3 | 85,76 | \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 117,77 \text{kNm} > 85,76 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 117,77 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (013) - (1013)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot | - 8,67 | \text{kNm}^3 | - 5,24 | \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 11,70 \text{kNm} > 5,24 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = - 11,70 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot | - 263,91 | \text{kNm}^3 | - 265,39 | \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 356,28 \text{kNm} > 265,39 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = - 356,28 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (014) - (1014)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot | 1,90 | \text{kNm}^3 | 5,32 | \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 2,57 \text{kNm} < 5,32 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 5,32 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot | - 268,37 | \text{kNm}^3 | - 269,85 | \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 362,30 \text{kNm} > 269,85 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = - 362,30 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (015) - (1015)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot | 18,62 | \text{kNm}^3 | 22,05 | \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 25,14 \text{kNm} > 22,05 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 25,14 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot | 72,48 | \text{kNm}^3 | 71,00 | \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 97,85 \text{kNm} > 71,00 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 97,85 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (016) - (1016)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot | 16,59 | \text{kNm}^3 | 20,02 | \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 22,40 \text{kNm} > 20,02 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 22,40 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot | - 87,24 | \text{kNm}^3 | - 88,72 | \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 117,77 \text{kNm} > 88,72 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = - 117,77 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (017) - (1017)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot | 8,67 | \text{kNm}^3 | 12,90 | \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 11,70 \text{kNm} < 12,90 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 12,90 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot | 263,91 | \text{kNm}^3 | 262,43 | \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 356,28 \text{kNm} > 262,43 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 356,28 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (018) - (1018)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 |M_{E,c}^y|^3 |M_{SC}^y| \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot |-1,90| \text{ kNm}^3 \text{ } 1,53 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 2,57 \text{ kNm} > 1,53 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = -2,57 \text{ kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 |M_{E,c}^z|^3 |M_{SC}^z| \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot 268,37 \text{ kNm}^3 \text{ } 266,89 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 362,30 \text{ kNm} > 266,89 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 362,30 \text{ kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (021) - (1021)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 |M_{E,c}^y|^3 |M_{SC}^y| \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot |-20,16| \text{ kNm}^3 \text{ } |-16,73| \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 27,22 \text{ kNm} > 16,73 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = -27,22 \text{ kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 |M_{E,c}^z|^3 |M_{SC}^z| \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot 45,20 \text{ kNm}^3 \text{ } |-46,68| \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 61,02 \text{ kNm} > 43,68 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = -97,85 \text{ kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (022) - (1022)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 |M_{E,c}^y|^3 |M_{SC}^y| \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot |-18,13| \text{ kNm}^3 \text{ } |-14,70| \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 24,48 \text{ kNm} > 14,70 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = -24,48 \text{ kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 |M_{E,c}^z|^3 |M_{SC}^z| \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot 114,52 \text{ kNm}^3 \text{ } 113,04 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 154,60 \text{ kNm} > 113,04 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 154,60 \text{ kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (023) - (1023)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 |M_{E,c}^y|^3 |M_{SC}^y| \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot |-9,13| \text{ kNm}^3 \text{ } |-5,70| \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 12,33 \text{ kNm} > 5,70 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = -12,33 \text{ kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 |M_{E,c}^z|^3 |M_{SC}^z| \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot 255,75 \text{ kNm}^3 \text{ } |-257,23| \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 345,26 \text{ kNm} > 257,23 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = -345,26 \text{ kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (024) - (1024)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 |M_{E,c}^y|^3 |M_{SC}^y| \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot 2,36 \text{ kNm}^3 \text{ } 5,78 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 3,19 \text{ kNm} < 5,78 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 5,78 \text{ kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 |M_{E,c}^z|^3 |M_{SC}^z| \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot 276,54 \text{ kNm}^3 \text{ } |-278,02| \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 373,33 \text{ kNm} > 278,02 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = -373,33 \text{ kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (025) - (1025)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 |M_{E,c}^y|^3 |M_{SC}^y| \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot 20,16 \text{ kNm}^3 \text{ } 23,59 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 27,22 \text{ kNm} > 23,59 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 27,22 \text{ kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 |M_{E,c}^z|^3 |M_{SC}^z| \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot 45,20 \text{ kNm}^3 \text{ } 43,72 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 61,02 \text{ kNm} > 43,72 \text{ kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 61,02 \text{ kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (026) - (1026)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot 18,13 \text{ kNm}^3 \quad 21,56 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 24,48 \text{ kNm} > 21,56 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 24,48 \text{ kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot |- 114,52 | \text{ kNm}^3 \quad |- 116,00 | \text{ kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 154,60 \text{ kNm} > 116,00 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = - 154,60 \text{ kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (027) - (1027)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot 9,13 \text{ kNm}^3 \quad 12,55 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 12,33 \text{ kNm} < 12,55 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 12,55 \text{ kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot 255,75 \text{ kNm}^3 \quad 254,27 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 345,268 \text{ kNm} > 254,27 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 345,26 \text{ kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (028) - (1028)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot |- 2,36 | \text{ kNm}^3 \quad 1,07 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 3,19 \text{ kNm} > 1,07 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = - 3,19 \text{ kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot 276,54 \text{ kNm}^3 \quad 275,06 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 373,33 \text{ kNm} > 275,06 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 373,33 \text{ kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (031) - (1031)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot |- 17,94 | \text{ kNm}^3 \quad |- 14,51 | \text{ kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 24,22 \text{ kNm} > 14,51 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = - 24,22 \text{ kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot |- 84,87 | \text{ kNm}^3 \quad |- 86,35 | \text{ kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 114,57 \text{ kNm} > 86,35 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = - 114,57 \text{ kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (032) - (1032)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot |- 17,28 | \text{ kNm}^3 \quad |- 13,86 | \text{ kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 23,33 \text{ kNm} > 13,86 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = - 23,33 \text{ kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot 99,62 \text{ kNm}^3 \quad 98,14 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 134,49 \text{ kNm} > 98,14 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 134,49 \text{ kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (033) - (1033)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot |- 6,38 | \text{ kNm}^3 \quad |- 2,95 | \text{ kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 8,61 \text{ kNm} > 2,95 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = - 8,61 \text{ kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot |- 305,33 | \text{ kNm}^3 \quad |- 306,81 | \text{ kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 412,20 \text{ kNm} > 306,81 \text{ kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = - 412,20 \text{ kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (034) - (1034)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot 4,19 \text{kNm}^3 \cdot 7,62 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 5,66 \text{kNm} < 7,62 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 7,62 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot |- 309,79| \text{kNm}^3 \cdot |- 311,27| \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 418,22 \text{kNm} > 311,27 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = - 418,22 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (035) - (1035)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot 17,94 \text{kNm}^3 \cdot 21,36 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 24,22 \text{kNm} > 21,36 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 24,22 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot 84,87 \text{kNm}^3 \cdot 83,39 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 114,57 \text{kNm} > 83,39 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 114,57 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (036) - (1036)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot 17,28 \text{kNm}^3 \cdot 20,71 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 23,33 \text{kNm} > 20,71 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 23,33 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot |- 99,62| \text{kNm}^3 \cdot |- 101,11| \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 134,49 \text{kNm} > 101,11 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = - 134,49 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (037) - (1037)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot 6,38 \text{kNm}^3 \cdot 9,80 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 8,61 \text{kNm} < 9,80 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 9,80 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot 305,33 \text{kNm}^3 \cdot 303,84 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 412,20 \text{kNm} > 303,84 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 412,20 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (038) - (1038)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot |- 4,19| \text{kNm}^3 \cdot 0,77 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 5,66 \text{kNm} > 0,77 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = - 5,66 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot 309,79 \text{kNm}^3 \cdot 308,31 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 418,22 \text{kNm} > 308,31 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 418,22 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (041) - (1041)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot |- 19,47| \text{kNm}^3 \cdot |- 16,05| \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = 26,28 \text{kNm} > 16,05 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^y = - 26,28 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot |- 57,58| \text{kNm}^3 \cdot |- 59,07| \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P}$$

$$\text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = 77,73 \text{kNm} > 59,07 \text{kNm} \text{ } \mathfrak{P} \text{ } M_{CD,c}^z = - 77,73 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (042) - (1042)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot | - 18,82 | \text{kNm}^3 | - 15,39 | \text{kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 25,41 \text{kNm} > 15,39 \text{kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = - 25,41 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot | 126,91 | \text{kNm}^3 | 125,43 | \text{kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 171,33 \text{kNm} > 125,43 \text{kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 171,33 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (043) - (1043)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot | - 6,84 | \text{kNm}^3 | - 3,41 | \text{kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 9,23 \text{kNm} > 3,41 \text{kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = - 9,23 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot | - 297,16 | \text{kNm}^3 | - 298,64 | \text{kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 401,17 \text{kNm} > 298,64 \text{kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = - 401,17 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (044) - (1044)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot | 4,65 | \text{kNm}^3 | 8,08 | \text{kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 6,28 \text{kNm} < 8,08 \text{kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 8,08 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot | - 317,95 | \text{kNm}^3 | - 319,43 | \text{kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 429,23 \text{kNm} > 319,43 \text{kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = - 429,23 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (045) - (1045)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot | 19,47 | \text{kNm}^3 | 22,90 | \text{kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 26,28 \text{kNm} > 22,90 \text{kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 26,28 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot | 57,58 | \text{kNm}^3 | 56,10 | \text{kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 77,735 \text{kNm} > 56,10 \text{kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 77,73 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (046) - (1046)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot | 18,82 | \text{kNm}^3 | 22,24 | \text{kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 25,41 \text{kNm} > 22,24 \text{kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 25,41 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot | - 126,91 | \text{kNm}^3 | - 128,39 | \text{kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 171,33 \text{kNm} > 128,39 \text{kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = - 171,33 \text{kNm}$$

ο (K11) / Πάβδος 2202 / (047) - (1047)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 | M_{E,c}^y |^3 | M_{SC}^y | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot | 6,84 | \text{kNm}^3 | 10,26 | \text{kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 9,23 \text{kNm} < 10,26 \text{kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^y = 10,26 \text{kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 | M_{E,c}^z |^3 | M_{SC}^z | \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot | 297,16 | \text{kNm}^3 | 295,68 | \text{kNm} \quad \mathfrak{P}$$

$$\mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 401,17 \text{kNm} > 295,68 \text{kNm} \quad \mathfrak{P} \quad M_{CD,c}^z = 401,17 \text{kNm}$$

ο (Κ11) / Ράβδος 2202 / (048) - (1048)

$$M_{CD,c}^y = 1,35 \left| M_{E,c}^y \right|^3 \left| M_{SC}^y \right| \triangleright M_{CD,c}^y = 1,35 \cdot 4,65 \text{ kNm}^3 = 1,23 \text{ kNm} \triangleright$$

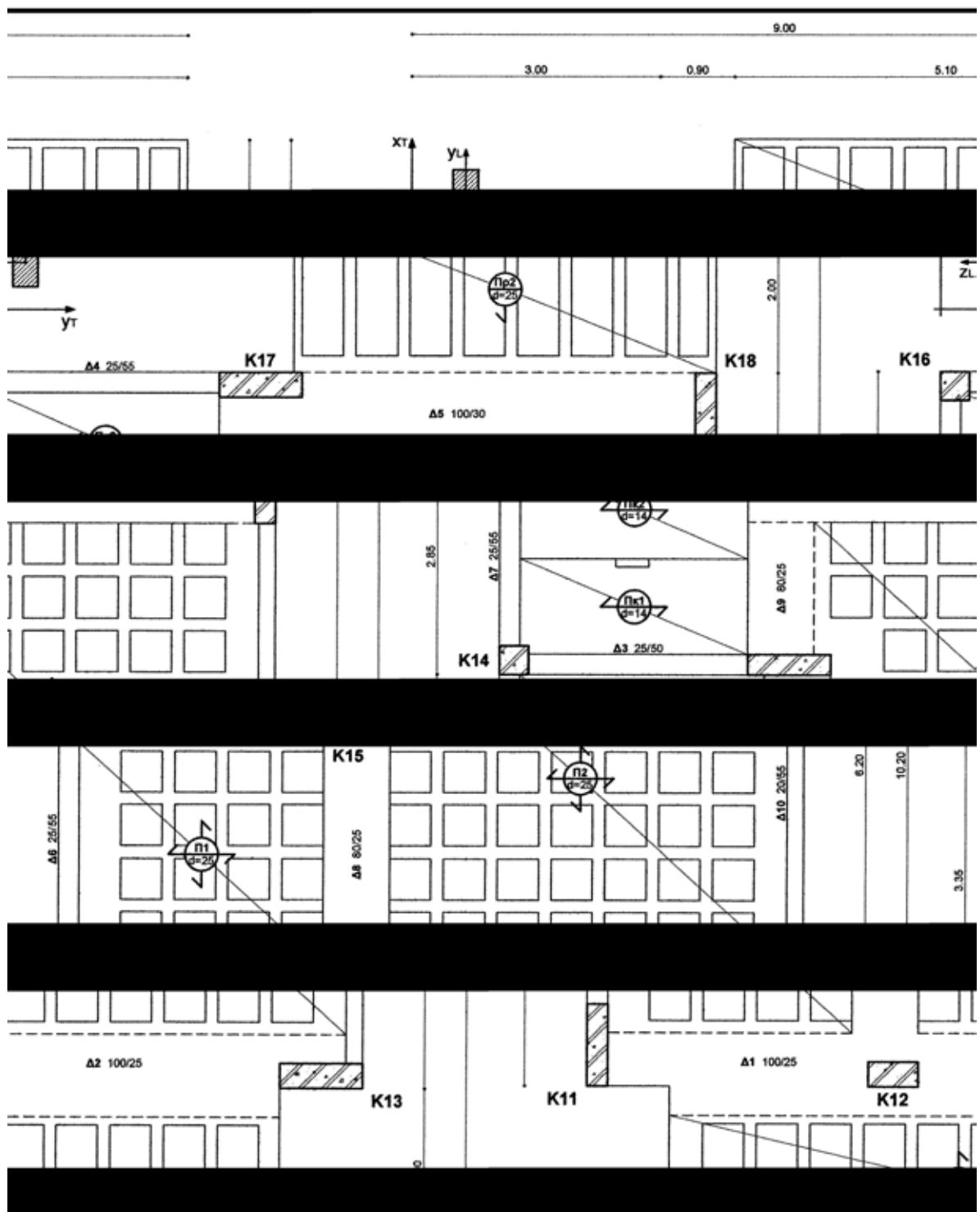
$$\triangleright M_{CD,c}^y = 6,28 \text{ kNm} > 1,23 \text{ kNm} \triangleright M_{CD,c}^y = -6,28 \text{ kNm}$$

$$M_{CD,c}^z = 1,35 \left| M_{E,c}^z \right|^3 \left| M_{SC}^z \right| \triangleright M_{CD,c}^z = 1,35 \cdot 317,95 \text{ kNm}^3 = 316,47 \text{ kNm} \triangleright$$

$$\triangleright M_{CD,c}^z = 429,23 \text{ kNm} > 316,47 \text{ kNm} \triangleright M_{CD,c}^z = 429,23 \text{ kNm}$$

Π.17.1.1α / Ικανοτικές Ροπές Υποστυλωμάτων Ισογείου								
Στόλος	Κ11 - (2202)		Κ12 - (2162)		Κ13 - (2178)		Κ14 - (2452)	
Συνδ.	$M_{CD,c}^y$ (kNm)	$M_{CD,c}^z$ (kNm)	$M_{CD,c}^y$ (kNm)	$M_{CD,c}^z$ (kNm)	$M_{CD,c}^y$ (kNm)	$M_{CD,c}^z$ (kNm)	$M_{CD,c}^y$ (kNm)	$M_{CD,c}^z$ (kNm)
(-11)	-25,14	-97,85	-87,41	-14,05	-328,44	-21,83	-28,04	-11,79
(-12)	-22,40	117,77	-78,99	11,39	-298,26	21,82	-28,34	12,92
(-13)	-11,70	-356,28	-39,02	-35,44	-144,37	-72,75	-7,97	-40,99
(-14)	-5,32	-362,30	-15,51	-35,86	43,66	-72,74	8,95	-41,32
(-15)	25,14	97,85	87,41	9,99	328,44	21,83	28,04	11,79
(-16)	22,40	-117,77	78,99	-15,09	298,26	-21,82	28,34	-12,92
(-17)	-12,09	356,28	39,02	35,44	144,37	72,75	7,97	40,99
(-18)	-2,57	362,30	-10,91	35,86	-51,74	72,74	-8,95	41,32
(-21)	-27,22	-61,02	-96,44	-13,81	-361,98	-28,39	-27,74	-7,63
(-22)	-24,48	154,60	-88,02	11,58	-331,78	15,96	-28,04	17,06
(-23)	-12,33	-345,26	-41,72	-35,34	-154,40	-74,71	-7,87	-39,74
(-24)	-5,78	-373,33	-17,51	-35,95	53,70	-70,78	8,86	-42,57
(-25)	27,22	61,02	96,44	9,67	361,98	28,39	27,74	7,63
(-26)	24,48	-154,60	88,02	-15,33	331,78	-15,26	28,04	-17,06
(-27)	-12,55	345,26	41,72	35,34	154,40	74,71	7,87	39,74
(-28)	-3,19	373,33	-13,61	35,95	-59,17	70,78	-8,86	42,57
(-31)	-24,22	-114,57	-83,35	-14,16	-313,39	-18,85	-28,17	-13,66
(-32)	-23,33	134,49	-83,05	11,54	-313,31	18,82	-28,20	14,80
(-33)	-8,61	-412,20	-25,46	-35,94	-94,18	-62,80	-8,42	-47,29
(-34)	-7,62	-418,22	-25,55	-36,36	93,87	-62,79	8,49	-47,63
(-35)	24,22	114,57	83,35	10,14	313,39	18,85	28,17	13,66
(-36)	23,33	-134,49	83,05	-15,20	313,31	-18,82	28,20	-14,80
(-37)	-9,80	412,20	-26,28	35,94	94,18	62,80	8,42	47,29
(-38)	-5,66	418,22	-24,46	36,36	-93,87	62,79	-8,49	47,63
(-41)	-26,28	-77,73	-92,38	-13,92	-346,92	-25,39	-27,88	-9,52
(-42)	-25,41	171,33	-92,08	11,87	-346,83	13,75	-27,89	18,95
(-43)	-9,23	-401,17	-28,16	-35,84	-104,21	-64,76	-8,33	-46,05
(-44)	-8,08	-429,23	-27,55	-36,45	103,90	-60,83	8,40	-48,87
(-45)	26,28	77,73	92,38	9,81	346,92	25,39	27,88	9,52
(-46)	25,41	-171,33	92,08	-15,44	346,83	-12,27	27,89	-18,95
(-47)	-10,26	401,17	-28,28	35,84	104,21	64,76	8,33	46,05
(-48)	-6,28	429,23	-27,18	36,45	-103,90	60,83	-8,40	48,87

Π.17.1.1β / Ικανοτικές Ροπές Υποστυλωμάτων Ισογείου								
Στόλος	Κ15 - (2462)		Κ16 - (2702)		Κ17 - (2712)		Κ18 - (2680)	
Συνδ.	$M_{CD,c}^y$ (kNm)	$M_{CD,c}^z$ (kNm)	$M_{CD,c}^y$ (kNm)	$M_{CD,c}^z$ (kNm)	$M_{CD,c}^y$ (kNm)	$M_{CD,c}^z$ (kNm)	$M_{CD,c}^y$ (kNm)	$M_{CD,c}^z$ (kNm)
(-11)	-399,57	-24,02	-28,36	-9,09	-303,94	-16,01	-28,05	-150,44
(-12)	-401,91	22,55	-31,31	10,15	-340,36	17,63	-28,99	136,42
(-13)	-116,30	-77,81	-4,04	-31,90	-35,88	-55,26	-14,55	-480,26
(-14)	124,12	-77,38	13,86	-32,22	157,36	-55,63	9,29	-476,00
(-15)	399,57	24,02	28,36	9,09	303,94	16,70	23,27	150,44
(-16)	401,91	-22,55	31,31	-10,15	340,36	-17,27	24,54	-136,42
(-17)	116,30	77,81	4,04	31,90	35,88	55,26	-7,07	480,26
(-18)	-124,12	77,38	-13,86	32,22	-157,36	55,63	-17,69	476,00
(-21)	-396,90	-23,34	-25,47	-5,95	-270,78	-15,44	-26,62	-196,38
(-22)	-399,25	23,22	-28,42	13,49	-307,21	18,04	-27,56	90,49
(-23)	-115,51	-77,61	-3,17	-30,90	-25,95	-55,08	-14,12	-494,02
(-24)	123,32	-77,57	13,00	-33,22	147,43	-55,80	8,71	-462,25
(-25)	396,90	23,34	25,47	5,76	270,78	16,28	21,34	196,38
(-26)	399,25	-23,22	28,42	-13,49	307,21	-17,82	22,61	-90,49
(-27)	115,51	77,61	3,17	30,90	25,95	55,08	-7,49	494,02
(-28)	-123,32	77,57	-13,00	33,22	-147,43	55,80	-17,26	462,25
(-31)	-400,77	-24,31	-29,65	-10,60	-318,84	-16,25	-28,68	-129,49
(-32)	-400,71	22,84	-30,01	11,66	-325,46	17,81	-28,35	115,47
(-33)	-120,33	-78,84	-8,33	-36,96	-85,58	-56,11	-16,68	-410,55
(-34)	120,10	-78,41	9,56	-37,29	107,65	-56,48	6,41	-406,28
(-35)	400,77	24,31	29,65	10,60	318,84	16,88	24,12	129,49
(-36)	400,71	-22,84	30,01	-11,66	325,46	-17,51	23,68	-115,47
(-37)	120,33	78,84	8,33	36,96	85,58	56,11	7,92	410,55
(-38)	-120,10	78,41	-9,56	37,29	-107,65	56,48	-15,56	406,28
(-41)	-398,10	-23,65	-26,76	-7,28	-285,69	-15,70	-27,26	-175,43
(-42)	-398,03	23,52	-27,14	15,00	-292,30	18,23	-26,93	69,53
(-43)	-119,53	-78,64	-7,47	-35,96	-75,65	-55,94	-16,25	-424,29
(-44)	119,30	-78,61	8,69	-38,27	97,73	-56,66	-6,48	-392,53
(-45)	398,10	23,65	26,76	7,28	285,69	16,47	22,21	175,43
(-46)	398,03	-23,52	27,14	-15,00	292,30	-18,08	21,76	-69,53
(-47)	119,53	78,64	7,47	35,96	75,65	55,94	7,34	424,29
(-48)	-119,30	78,61	-8,69	38,27	-97,73	56,66	-15,14	392,53



9.2 Όπλιση σε Διαξονική Κάμψη με Ορθή Δύναμη

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

$$V_d = \frac{N_{sd}}{b' h' f_{cd}} \leq 0,65, \text{ όπου:}$$

N_{sd} , η μέγιστη αξονική δύναμη από τους σεισμικούς συνδυασμούς.

b, h , οι διαστάσεις της διατομής του υποστυλώματος.

$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$, το όριο διαρροής του σκυροδέματος μειωμένο με τον αντίστοιχο συντελεστή

ασφαλείας ($\gamma_c = 1,50$), το οποίο για σκυρόδεμα C20/25 είναι :

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{20\text{MPa}}{1,50} \Rightarrow f_{cd} = \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{ kN/m}^2$$

Για υποστυλώματα ορθογωνικής διατομής ο ελάχιστος αριθμός ράβδων διαμήκους οπλισμού είναι τέσσερεις. Η ελάχιστη διατομή των ράβδων διαμήκους οπλισμού είναι $\emptyset 14$ και η διπλής συμμετρίας κατανομή τους εντός της διατομής μπορεί να γίνεται είτε ως προς τις κορυφές, είτε ως προς τις πλευρές της. Ο έλεγχος και η κατανομή του διαμήκους οπλισμού θα γίνει ως προς τις πλευρές, όπως έχει ήδη γίνει στην υπάρχουσα Στατική Μελέτη. Η μέγιστη απόσταση μεταξύ των ράβδων οπλισμού ορίζεται : $\max s = 20\text{cm}$, ενώ αν : $s > 15\text{cm}$, απαιτείται μία επιπλέον ράβδος ελάχιστης διαμέτρου και επιπλέον συνδετήρας. Σε πλευρές υποστυλωμάτων με διαστάσεις το πολύ μέχρι 30cm , επιτρέπεται να μην τοποθετείται επιπλέον ράβδος και συνδετήρας. Επιτρέπεται να τοποθετούνται ράβδοι οπλισμού το πολύ δύο διαφορετικών διαμέτρων για τις οποίες να ισχύει : $\min \emptyset \geq \frac{2}{3} \max \emptyset$. Για το διαμήκη οπλισμό των υποστυλωμάτων επιτρέπεται η χρήση χάλυβα μόνο S400 και S500. Χρησιμοποιείται χάλυβας S500s.

Το ποσοστό του περιμετρικώς διατεταγμένου διαμήκους οπλισμού ελέγχεται ως προς το εμβαδό του οπλισμού της κάθε παρειάς και ως προς το συνολικό εμβαδό του σε σχέση με το συνολικό εμβαδό της διατομής του υποστυλώματος και πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ :

$$0,004 \leq \rho_{\Pi} = \frac{A_{s,\Pi}}{A_c} \leq 0,040 \quad , \quad 0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{A_{s,\Delta}}{A_c} \leq 0,080 \quad , \text{ με :}$$

$A_{s,\Pi}$, το συνολικό εμβαδόν των διατομών των ράβδων οπλισμού κατά περίπτωση.

$A_{s,\Delta}$, το συνολικό εμβαδόν της διατομής του υποστυλώματος.

Ως κρίσιμη διατομή του κάθε υποστυλώματος λαμβάνεται μόνο η διατομή της βάσης του, καθώς τα αναπτυσσόμενα εντατικά μεγέθη σε αυτή τη θέση είναι σαφώς δυσμενέστερα. Αναλυτική διαδικασία ελέγχου σε διαξονική κάμψη με ορθή δύναμη θα πραγματοποιηθεί μόνο για το υποστυλώμα K₁₁ (Ράβδος 2202), ενώ ο έλεγχος των υπολοίπων υποστυλωμάτων θα γίνει μέσω κατάλληλων πινάκων.

Υποστώλωμα K₁₁ (Ράβδος 2202)

Οι ακρότατες τιμές αξονικής δύναμης στη βάση του υποστωλώματος σύμφωνα με τις σεισμικές φορτίσεις είναι (βλ. Παράρτημα) : $\min N_{sd} = - 79,20\text{kN}$, $\max N_{sd} = - 438,90\text{kN}$, οι διαστάσεις της διατομής είναι : $b = 0,25\text{m}$, $h = 1,00\text{m}$, και το πάχος της επικάλυψης του οπλισμού ορίζεται : $d_1 = 0,05\text{m}$.

$$V_d = \frac{|N_{sd}|}{b \cdot h \cdot f_{cd}} \leq 0,65 \quad \begin{cases} \min V_d = \frac{79,20\text{kN}}{0,25\text{m} \cdot 1,00\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,02 < 0,65 \\ \max V_d = \frac{438,90\text{kN}}{0,25\text{m} \cdot 1,00\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,13 < 0,65 \end{cases}$$

$$0,0 < V_d < 0,2$$

Χάλυβας οπλισμού S500s.

$$d_1/b = 0,05\text{m}/0,25\text{m} = 0,20 \gg 0,10 \quad \begin{cases} \omega = 0,0 \\ \omega = 2,0 \end{cases}$$

$$d_1/h = 0,05\text{m}/1,00\text{m} = 0,05 \gg 0,10$$

ο (-11) / $M_{CD,c}^y = - 25,14\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = - 97,85\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{|M_y|}{b^2 \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{25,14\text{kNm}}{(0,25)^2 \text{m}^2 \cdot 1,00\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} \quad \begin{cases} \mu_{Sdy} = 0,030 \\ \omega = 0,07 \end{cases}$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{|M_z|}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{97,85\text{kNm}}{0,25\text{m} \cdot (1,00)^2 \text{m}^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} \quad \begin{cases} \mu_{Sdz} = 0,029 \\ \omega = 0,07 \end{cases}$$

ο (-12) / $M_{CD,c}^y = - 22,40\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = 117,77\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{22,40}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \begin{cases} \mu_{Sdy} = 0,027 \\ \omega = 0,08 \end{cases}$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{117,77}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \begin{cases} \mu_{Sdz} = 0,035 \\ \omega = 0,08 \end{cases}$$

ο (-13) / $M_{CD,c}^y = - 11,70\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = - 356,28\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{11,70}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \begin{cases} \mu_{Sdy} = 0,014 \\ \omega = 0,25 \end{cases}$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{356,28}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \begin{cases} \mu_{Sdz} = 0,107 \\ \omega = 0,25 \end{cases}$$

o **(-14)** / $M_{CD,c}^y = -5,32 \text{ kNm}$, $M_{CD,c}^z = -362,30 \text{ kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{5,32}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdy} = 0,006 \quad \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ b \end{array} \quad \omega = 0,25$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{362,30}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdz} = 0,109 \quad \begin{array}{c} | \\ \dot{y} \\ | \\ b \end{array}$$

o **(-15)** / $M_{CD,c}^y = 25,14 \text{ kNm}$, $M_{CD,c}^z = 97,85 \text{ kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{25,14}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdy} = 0,030 \quad \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ b \end{array} \quad \omega = 0,07$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{97,85}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdz} = 0,029 \quad \begin{array}{c} | \\ \dot{y} \\ | \\ b \end{array}$$

o **(-16)** / $M_{CD,c}^y = 22,40 \text{ kNm}$, $M_{CD,c}^z = -117,77 \text{ kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{22,40}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdy} = 0,027 \quad \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ b \end{array} \quad \omega = 0,08$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{117,77}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdz} = 0,035 \quad \begin{array}{c} | \\ \dot{y} \\ | \\ b \end{array}$$

o **(-17)** / $M_{CD,c}^y = -12,90 \text{ kNm}$, $M_{CD,c}^z = 356,28 \text{ kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{12,90}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdy} = 0,015 \quad \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ b \end{array} \quad \omega = 0,25$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{356,28}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdz} = 0,107 \quad \begin{array}{c} | \\ \dot{y} \\ | \\ b \end{array}$$

o **(-18)** / $M_{CD,c}^y = -2,57 \text{ kNm}$, $M_{CD,c}^z = 362,30 \text{ kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{2,57}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdy} = 0,003 \quad \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ b \end{array} \quad \omega = 0,25$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{362,30}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdz} = 0,109 \quad \begin{array}{c} | \\ \dot{y} \\ | \\ b \end{array}$$

o **(-21)** / $M_{CD,c}^y = -27,22\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = -61,02\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{27,22}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdy} = 0,033 \quad \ddot{u}$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{61,02}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdz} = 0,018 \quad \dot{y} \quad \omega = 0,08$$

o **(-22)** / $M_{CD,c}^y = -24,48\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = 154,60\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{24,48}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdy} = 0,029 \quad \ddot{u}$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{154,60}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdz} = 0,046 \quad \dot{y} \quad \omega = 0,11$$

o **(-23)** / $M_{CD,c}^y = -12,33\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = -345,26\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{12,33}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdy} = 0,015 \quad \ddot{u}$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{345,26}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdz} = 0,104 \quad \dot{y} \quad \omega = 0,24$$

o **(-24)** / $M_{CD,c}^y = -5,78\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = -373,33\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{5,78}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdy} = 0,007 \quad \ddot{u}$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{373,33}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdz} = 0,112 \quad \dot{y} \quad \omega = 0,26$$

o **(-25)** / $M_{CD,c}^y = 27,22\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = 61,02\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{27,22}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdy} = 0,033 \quad \ddot{u}$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{61,02}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdz} = 0,018 \quad \dot{y} \quad \omega = 0,08$$

o **(-26)** / $M_{CD,c}^y = 24,48\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = -154,60\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{24,48}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,029 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \text{ p } \omega = 0,11 \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{154,60}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,046 \begin{array}{c} \dot{y} \text{ p } \omega = 0,11 \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

o **(-27)** / $M_{CD,c}^y = -12,55\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = 345,26\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{12,55}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,015 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \text{ p } \omega = 0,24 \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{345,26}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,104 \begin{array}{c} \dot{y} \text{ p } \omega = 0,24 \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

o **(-28)** / $M_{CD,c}^y = -3,19\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = 373,33\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{3,19}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,004 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \text{ p } \omega = 0,26 \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{373,33}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,112 \begin{array}{c} \dot{y} \text{ p } \omega = 0,26 \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

o **(-31)** / $M_{CD,c}^y = -24,22\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = -114,57\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{24,22}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,029 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \text{ p } \omega = 0,08 \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{114,57}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,034 \begin{array}{c} \dot{y} \text{ p } \omega = 0,08 \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

o **(-32)** / $M_{CD,c}^y = -23,33\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = 134,49\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{23,33}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,028 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \text{ p } \omega = 0,09 \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{134,49}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,040 \begin{array}{c} \dot{y} \text{ p } \omega = 0,09 \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

o **(-33)** / $M_{CD,c}^y = -8,61\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = -412,20\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{8,61}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,010 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ \text{p} \end{array} \omega = 0,29$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{412,20}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,124 \begin{array}{c} | \\ \dot{y} \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

o **(-34)** / $M_{CD,c}^y = -7,62\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = -418,22\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{7,62}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,009 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ \text{p} \end{array} \omega = 0,29$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{418,22}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,125 \begin{array}{c} | \\ \dot{y} \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

o **(-35)** / $M_{CD,c}^y = 24,22\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = 114,57\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{24,22}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,029 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ \text{p} \end{array} \omega = 0,08$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{114,57}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,034 \begin{array}{c} | \\ \dot{y} \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

o **(-36)** / $M_{CD,c}^y = 23,33\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = -134,49\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{23,33}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,028 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ \text{p} \end{array} \omega = 0,09$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{134,49}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,040 \begin{array}{c} | \\ \dot{y} \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

o **(-37)** / $M_{CD,c}^y = -9,80\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = 412,20\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{9,80}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,012 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ \text{p} \end{array} \omega = 0,29$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{412,20}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,124 \begin{array}{c} | \\ \dot{y} \\ | \\ \text{p} \end{array}$$

o **(-38)** / $M_{CD,c}^y = -5,66\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = 418,22\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{5,66}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,007 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ y \\ | \\ b \end{array} \text{ p } \omega = 0,29$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{418,22}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,125 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ y \\ | \\ b \end{array}$$

o **(-41)** / $M_{CD,c}^y = -26,28\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = -77,73\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{26,28}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,032 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ y \\ | \\ b \end{array} \text{ p } \omega = 0,07$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{77,73}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,023 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ y \\ | \\ b \end{array}$$

o **(-42)** / $M_{CD,c}^y = -25,41\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = 171,33\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{25,41}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,030 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ y \\ | \\ b \end{array} \text{ p } \omega = 0,12$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{171,33}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,051 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ y \\ | \\ b \end{array}$$

o **(-43)** / $M_{CD,c}^y = -9,23\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = -401,17\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{9,23}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,011 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ y \\ | \\ b \end{array} \text{ p } \omega = 0,28$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{401,17}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,120 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ y \\ | \\ b \end{array}$$

o **(-44)** / $M_{CD,c}^y = -8,08\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = -429,23\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{8,08}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdy} = 0,010 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ y \\ | \\ b \end{array} \text{ p } \omega = 0,30$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{429,23}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \text{ p } \mu_{Sdz} = 0,129 \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ y \\ | \\ b \end{array}$$

ο (-45) / $M_{CD,c}^y = 26,28\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = 77,73\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{26,28}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdy} = 0,032 \quad \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ \rho \end{array} \quad \omega = 0,07$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{77,73}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdz} = 0,023 \quad \begin{array}{c} | \\ \dot{y} \\ | \\ \rho \end{array}$$

ο (-46) / $M_{CD,c}^y = 25,41\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = -171,33\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{25,41}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdy} = 0,030 \quad \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ \rho \end{array} \quad \omega = 0,12$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{171,33}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdz} = 0,051 \quad \begin{array}{c} | \\ \dot{y} \\ | \\ \rho \end{array}$$

ο (-47) / $M_{CD,c}^y = -10,26\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = 401,17\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{10,26}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdy} = 0,012 \quad \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ \rho \end{array} \quad \omega = 0,28$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{401,17}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdz} = 0,120 \quad \begin{array}{c} | \\ \dot{y} \\ | \\ \rho \end{array}$$

ο (-48) / $M_{CD,c}^y = -6,28\text{kNm}$, $M_{CD,c}^z = 429,23\text{kNm}$

$$\mu_{Sdy} = \frac{6,28}{(0,25)^2 \cdot 1,00 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdy} = 0,008 \quad \begin{array}{c} \ddot{u} \\ | \\ \dot{y} \\ | \\ \rho \end{array} \quad \omega = 0,30$$

$$\mu_{Sdz} = \frac{429,23}{0,25 \cdot (1,00)^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50}} \quad \mu_{Sdz} = 0,129 \quad \begin{array}{c} | \\ \dot{y} \\ | \\ \rho \end{array}$$

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει : $\max \omega = 0,30$. Το συνολικό εμβαδόν του διαμήκους οπλισμού υποστυλώματος υπολογίζεται από τη σχέση :

$$A_{s,tot} = \omega \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \text{ , όπου για τη συγκεκριμένη περίπτωση :$$

$$f_{yd} = \frac{f_{ys}}{\gamma_s} \text{ , το όριο διαρροής του χάλυβα σκυροδέματος μειωμένο με τον αντίστοιχο}$$

συντελεστή ($\gamma_s = 1,15$) , το οποίο για χάλυβα S500s είναι :

$$f_{yd} = \frac{f_{ys}}{\gamma_s} = \frac{500\text{MPa}}{1,15} \quad \mu \quad f_{yd} = \frac{500 \cdot 10^3}{1,15} \text{ kN/m}^2$$

$$A_{s,tot} = \omega \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,30 \cdot 25\text{cm} \cdot 100\text{cm} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,50}{500 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,15} \Rightarrow A_{s,tot} = 23,00\text{cm}^2$$

Επιλέγεται οπλισμός : $4\text{Ø}18+10\text{Ø}14 \textcircled{\text{R}} A_{s,tot} = 25,56\text{cm}^2 > 23,00\text{cm}^2$.

Η σχέση μεταξύ των διαμέτρων των ράβδων διαμήκους οπλισμού είναι :

$$\min \text{Ø}^3 \geq \frac{2}{3} \max \text{Ø} \Rightarrow 14^3 \geq \frac{2}{3} \cdot 18^3 \Rightarrow 14 > 12, \text{ που ισχύει.}$$

Για να καλύπτεται το ποσοστό οπλισμού παρειάς ως προς το συνολικό εμβαδόν της διατομής απαιτείται αύξηση του οπλισμού στις μικρές παρειές, οπότε :

Συνολικός διαμήκης οπλισμός : $4\text{Ø}18+4\text{Ø}18+10\text{Ø}14 \textcircled{\text{R}} A_{s,tot} = 35,72\text{cm}^2$.

Ο έλεγχος μεταξύ των αποστάσεων των ράβδων οπλισμού σε όλες τις πλευρές είναι :
Σε δομικό στοιχείο πλευράς 0,25m, επιτρέπεται να τοποθετηθεί διαμήκης οπλισμός 4Ø18.

$$s_h = \frac{h - 2 \cdot d_1 - 2 \cdot 0,018 - 5 \cdot 0,014}{6} \text{ m} \Rightarrow s_h = \frac{1,00 - 2 \cdot 0,05 - 0,04 - 0,07}{6} \text{ m} \Rightarrow s_h = 0,13\text{m}$$

$$s_h = 0,13\text{m} < 0,15\text{m} < 0,20\text{m} \quad , \text{ δεκτό.}$$

Απαιτείται ο έλεγχος του ποσοστού διαμήκους οπλισμού ως προς το συνολικό εμβαδό της διατομής του υποστυλώματος :

$$0,004 \leq \rho_{\Pi,b} = \frac{A_{s,\Pi,b}}{A_c} \leq 0,040 \Rightarrow 0,004 \leq \rho_{\Pi,b} = \frac{4\text{Ø}18 \textcircled{\text{R}} 10,16\text{cm}^2}{25\text{cm} \cdot 100\text{cm}} \leq 0,040 \Rightarrow$$

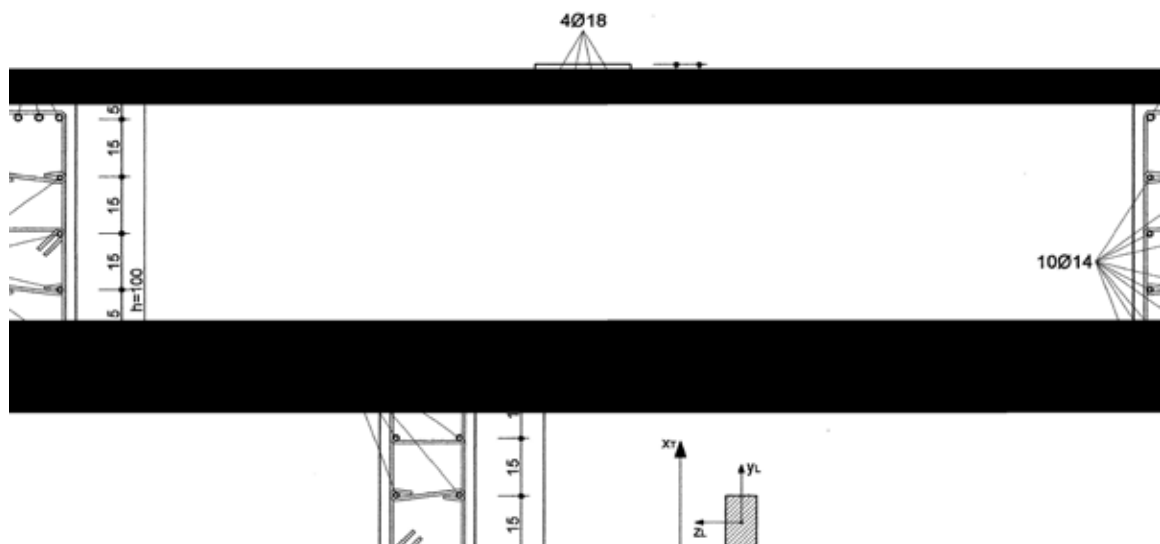
$$\Rightarrow \rho_{\Pi,b} = 0,004 < 0,040 \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$0,004 \leq \rho_{\Pi,h} = \frac{A_{s,\Pi,h}}{A_c} \leq 0,040 \Rightarrow 0,004 \leq \rho_{\Pi,h} = \frac{2\text{Ø}18 + 5\text{Ø}14 \textcircled{\text{R}} (5,08 + 7,70)\text{cm}^2}{25\text{cm} \cdot 100\text{cm}} \leq 0,040 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,004 < \rho_{\Pi,h} = 0,005 < 0,040 \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{A_{s,\Delta}}{A_c} \leq 0,080 \Rightarrow 0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{35,72\text{cm}^2}{25\text{cm} \cdot 100\text{cm}} \leq 0,080 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,008 < \rho_{\Delta} = 0,014 < 0,080 \quad , \text{ δεκτό.}$$



Υποστώλωμα K₁₂ (Ράβδος 2162)

Οι ακρότατες τιμές αξονικής δύναμης στη βάση του υποστωλώματος σύμφωνα με τις σεισμικές φορτίσεις είναι (βλ. Παράρτημα) : $\min N_{sd} = - 551,00\text{kN}$, $\max N_{sd} = - 680,00\text{kN}$, οι διαστάσεις της διατομής είναι : $b = 0,60\text{m}$, $h = 0,30\text{m}$, και το πάχος της επικάλυψης του οπλισμού ορίζεται : $d_1 = 0,05\text{m}$.

$$V_d = \frac{|N_{sd}|}{b \cdot h \cdot f_{cd}} \leq 0,65 \cdot \left\{ \begin{array}{l} \min V_d = \frac{551,00\text{kN}}{0,60\text{m} \cdot 0,30\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,23 < 0,65 \\ \max V_d = \frac{680,00\text{kN}}{0,60\text{m} \cdot 0,30\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,28 < 0,65 \end{array} \right.$$

$$0,2 < V_d < 0,4$$

Χάλυβας οπλισμού S_{500s}.

$$d_1/b = 0,05\text{m}/0,60\text{m} = 0,08 \gg 0,10$$

$$d_1/h = 0,05\text{m}/0,30\text{m} = 0,17 \gg 0,10$$

Π.9.2.1 / Υποστώλωμα K ₁₂ (Ράβδος 2162)							
Συνδ.	μ_{sd}		ω	Συνδ.	μ_{sd}		ω
(-11)	0,061	0,020	0,08	(-31)	0,058	0,020	0,08
(-12)	0,055	0,016	0,07	(-32)	0,058	0,016	0,08
(-13)	0,027	0,049	0,06	(-33)	0,018	0,050	0,06
(-14)	0,011	0,050	0,06	(-34)	0,018	0,050	0,06
(-15)	0,061	0,014	0,08	(-35)	0,058	0,014	0,08
(-16)	0,055	0,021	0,07	(-36)	0,058	0,021	0,08
(-17)	0,027	0,049	0,06	(-37)	0,018	0,050	0,06
(-18)	0,008	0,050	0,06	(-38)	0,017	0,050	0,06
(-21)	0,067	0,019	0,09	(-41)	0,064	0,019	0,08
(-22)	0,061	0,016	0,08	(-42)	0,064	0,016	0,08
(-23)	0,029	0,049	0,06	(-43)	0,020	0,050	0,06
(-24)	0,012	0,050	0,06	(-44)	0,019	0,051	0,07
(-25)	0,067	0,013	0,09	(-45)	0,064	0,014	0,08
(-26)	0,061	0,021	0,08	(-46)	0,064	0,021	0,08
(-27)	0,029	0,049	0,06	(-47)	0,020	0,050	0,06
(-28)	0,009	0,050	0,06	(-48)	0,019	0,051	0,07

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει : $\max \omega = 0,09$.

$$A_{s,tot} = \omega \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,09 \cdot 60\text{cm} \cdot 30\text{cm} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{kN/m}^2 / 1,50}{500 \cdot 10^3 \text{kN/m}^2 / 1,15} \leq A_{s,tot} = 4,97\text{cm}^2$$

$$\text{Επιλέγεται οπλισμός : } 4\text{Ø}20 \text{® } A_{s,tot} = 12,56\text{cm}^2 > 4,97\text{cm}^2.$$

Ο επιλεγμένος οπλισμός υπερβαίνει κατά πολύ τον ελάχιστο απαιτούμενο λόγω πρόβλεψης κάλυψης του ελάχιστα απαιτούμενου ποσοστού οπλισμού παρειάς.

Για μείωση των αποστάσεων των ράβδων οπλισμού στις μεγάλες πλευρές του υποστυλώματος τοποθετούνται επιπλέον 4Ø14 @ $A_s = 6,16\text{cm}^2$, δύο ράβδοι σε κάθε πλευρά, ενώ στις μικρές 2Ø14 @ $A_s = 3,08\text{cm}^2$, μία ράβδος σε κάθε πλευρά, ώστε επιπλέον να ικανοποιείται το κριτήριο του ποσοστού διαμήκους οπλισμού των αντίστοιχων παρειών. Επιλέγεται διάμετρος πρόσθετου διαμήκους οπλισμού Ø14 γιατί :

$$\min \varnothing^3 \frac{2}{3} \max \varnothing \geq 14^3 \frac{2}{3} \cdot 20 \geq 14 > 13,33, \text{ που ισχύει.}$$

Συνολικός διαμήκης οπλισμός : 4Ø20+4Ø14+2Ø14 @ $A_{s,\text{tot}} = 21,80\text{cm}^2$.

Ο έλεγχος μεταξύ των αποστάσεων των ράβδων οπλισμού σε όλες τις πλευρές είναι :

$$s_b = \frac{b - 2 \cdot d_1 - 2 \cdot 0,020 - 2 \cdot 0,014}{3} \text{ m } \geq s_b = \frac{0,60 - 2 \cdot 0,05 - 0,04 - 0,03}{3} \text{ m } \geq s_b = 0,14\text{m}$$

$$s_b = 0,14\text{m} < 0,15\text{m} < 0,20\text{m} \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$s_h = \frac{h - 2 \cdot d_1 - 2 \cdot 0,020 - 0,014}{2} \text{ m } \geq s_h = \frac{0,30 - 2 \cdot 0,05 - 0,04 - 0,02}{2} \text{ m } \geq s_h = 0,07\text{m}$$

$$s_h = 0,07\text{m} < 0,15\text{m} < 0,20\text{m} \quad , \text{ δεκτό.}$$

Απαιτείται ο έλεγχος του ποσοστού διαμήκους οπλισμού ως προς το συνολικό εμβαδό της διατομής του υποστυλώματος :

$$0,004 \leq \rho_{\Pi,b} = \frac{A_{s,\Pi,b}}{A_c} \leq 0,040 \geq 0,004 \leq \rho_{\Pi,b} = \frac{2\varnothing20 + 2\varnothing14 @ (6,28 + 3,08)\text{cm}^2}{60\text{cm} \cdot 30\text{cm}} \leq 0,040 \geq$$

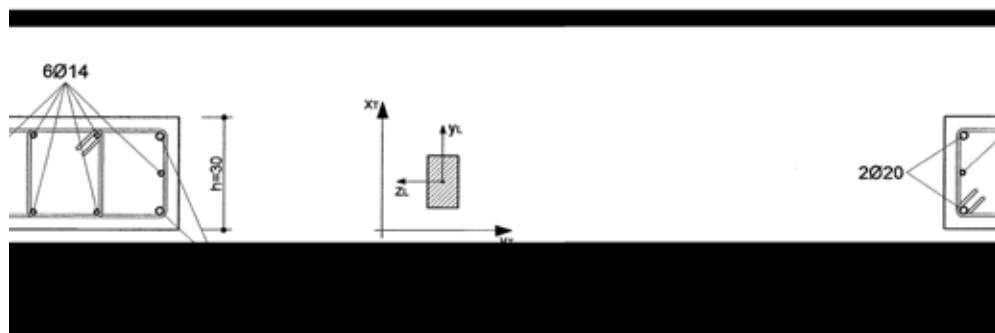
$$\geq 0,004 < \rho_{\Pi,b} = 0,005 < 0,040 \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$0,004 \leq \rho_{\Pi,h} = \frac{A_{s,\Pi,h}}{A_c} \leq 0,040 \geq 0,004 \leq \rho_{\Pi,h} = \frac{2\varnothing20 + 1\varnothing14 @ (6,28 + 1,54)\text{cm}^2}{60\text{cm} \cdot 30\text{cm}} \leq 0,040 \geq$$

$$\geq \rho_{\Pi,h} = 0,004 < 0,040 \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{A_{s,\Delta}}{A_c} \leq 0,080 \geq 0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{21,80\text{cm}^2}{60\text{cm} \cdot 30\text{cm}} \leq 0,080 \geq$$

$$\geq 0,008 < \rho_{\Delta} = 0,012 < 0,080 \quad , \text{ δεκτό.}$$



Υποστώλωμα K₁₃ (Ράβδος 2178)

Οι ακρότατες τιμές αξονικής δύναμης στη βάση του υποστωλώματος σύμφωνα με τις σεισμικές φορτίσεις είναι (βλ. Παράρτημα) : $\min N_{sd} = - 378,90\text{kN}$, $\max N_{sd} = - 618,60\text{kN}$, οι διαστάσεις της διατομής είναι : $b = 1,00\text{m}$, $h = 0,30\text{m}$, και το πάχος της επικάλυψης του οπλισμού ορίζεται : $d_1 = 0,05\text{m}$.

$$V_d = \frac{|N_{sd}|}{b \cdot h \cdot f_{cd}} \leq 0,65 \cdot \begin{cases} \min V_d = \frac{378,90\text{kN}}{1,00\text{m} \cdot 0,30\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,09 < 0,65 \\ \max V_d = \frac{618,60\text{kN}}{1,00\text{m} \cdot 0,30\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,15 < 0,65 \end{cases}$$

$$0,0 < V_d < 0,2$$

Χάλυβας οπλισμού S_{500s}.

$$d_1/b = 0,05\text{m}/1,00\text{m} = 0,05 \gg 0,10$$

$$d_1/h = 0,05\text{m}/0,30\text{m} = 0,17 \gg 0,10$$

Π.9.2.2 / Υποστώλωμα K ₁₃ (Ράβδος 2178)						
Συνδ.	μ_{sd}		ω	Συνδ.	μ_{sd}	
(-11)	0,082	0,018	0,19	(-31)	0,078	0,016
(-12)	0,075	0,018	0,18	(-32)	0,078	0,016
(-13)	0,036	0,061	0,14	(-33)	0,024	0,052
(-14)	0,011	0,061	0,14	(-34)	0,023	0,052
(-15)	0,082	0,018	0,19	(-35)	0,078	0,016
(-16)	0,075	0,018	0,18	(-36)	0,078	0,016
(-17)	0,036	0,061	0,14	(-37)	0,024	0,052
(-18)	0,013	0,061	0,14	(-38)	0,023	0,052
(-21)	0,090	0,024	0,21	(-41)	0,087	0,021
(-22)	0,083	0,013	0,19	(-42)	0,087	0,011
(-23)	0,039	0,062	0,14	(-43)	0,026	0,054
(-24)	0,013	0,059	0,14	(-44)	0,026	0,051
(-25)	0,090	0,024	0,21	(-45)	0,087	0,021
(-26)	0,083	0,013	0,19	(-46)	0,087	0,010
(-27)	0,039	0,062	0,14	(-47)	0,026	0,054
(-28)	0,015	0,059	0,14	(-48)	0,026	0,051

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει : $\max \omega = 0,21$.

$$A_{s,tot} = \omega \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,21 \cdot 100\text{cm} \cdot 30\text{cm} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{kN/m}^2 / 1,50}{500 \cdot 10^3 \text{kN/m}^2 / 1,15} \leq A_{s,tot} = 19,32\text{cm}^2$$

$$\text{Επιλέγεται οπλισμός : } 8\text{Ø}20+10\text{Ø}14 \text{® } A_{s,tot} = 40,52\text{cm}^2 > 19,32\text{cm}^2 .$$

Ο επιλεγμένος οπλισμός υπερβαίνει κατά πολύ τον ελάχιστο απαιτούμενο λόγω πρόβλεψης κάλυψης του ελάχιστα απαιτούμενου ποσοστού οπλισμού παρειάς και των ελάχιστων αποστάσεων μεταξύ των ράβδων.

Η σχέση μεταξύ των διαμέτρων των ράβδων διαμήκους οπλισμού είναι :

$$\min \text{Ø}^3 \cdot \frac{2}{3} \max \text{Ø} \geq 14^3 \cdot \frac{2}{3} \cdot 20 \geq 14 > 13,33, \text{ που ισχύει.}$$

Ο έλεγχος μεταξύ των αποστάσεων των ράβδων οπλισμού σε όλες τις πλευρές είναι :

$$s_b = \frac{h - 2 \cdot d_1 - 2 \cdot 0,020 - 5 \cdot 0,014}{6} \text{ m} \quad \text{P} \quad s_b = \frac{1,00 - 2 \cdot 0,05 - 0,04 - 0,07}{6} \text{ m} \quad \text{P} \quad s_b = 0,13 \text{ m}$$

$$s_h = 0,13 \text{ m} < 0,15 \text{ m} < 0,20 \text{ m} \quad , \text{ δεκτό.}$$

Σε δομικό στοιχείο πλευράς 0,30m, επιτρέπεται να τοποθετηθεί διαμήκης οπλισμός 4Ø20.

Απαιτείται ο έλεγχος του ποσοστού διαμήκους οπλισμού ως προς το συνολικό εμβαδό της διατομής του υποστυλώματος :

$$0,004 \leq \rho_{\Pi,b} = \frac{A_{s,\Pi,b}}{A_c} \leq 0,040 \quad \text{P} \quad 0,004 \leq \rho_{\Pi,b} = \frac{2\text{Ø}20 + 5\text{Ø}14 @ (6,28 + 7,70)\text{cm}^2}{100\text{cm} \cdot 30\text{cm}} \leq 0,040 \quad \text{P}$$

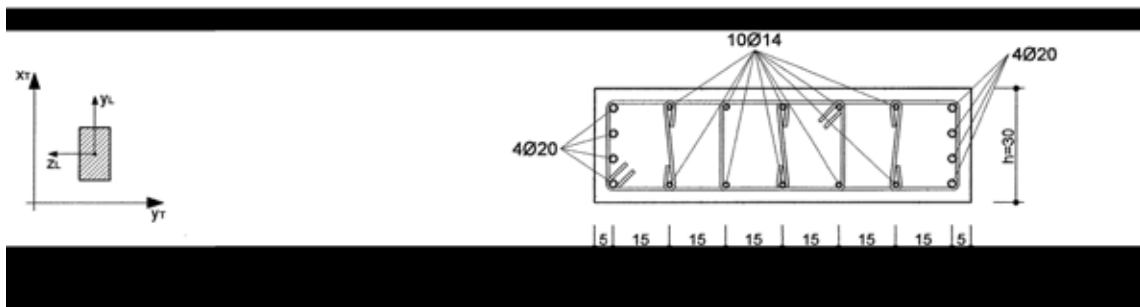
$$\text{P} \quad 0,004 < \rho_{\Pi,b} = 0,005 < 0,040 \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$0,004 \leq \rho_{\Pi,h} = \frac{A_{s,\Pi,h}}{A_c} \leq 0,040 \quad \text{P} \quad 0,004 \leq \rho_{\Pi,h} = \frac{4\text{Ø}20 @ 12,56\text{cm}^2}{100\text{cm} \cdot 30\text{cm}} \leq 0,040 \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad \rho_{\Pi,h} = 0,004 < 0,040 \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{A_{s,\Delta}}{A_c} \leq 0,080 \quad \text{P} \quad 0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{40,52\text{cm}^2}{100\text{cm} \cdot 30\text{cm}} \leq 0,080 \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad 0,008 < \rho_{\Delta} = 0,014 < 0,080 \quad , \text{ δεκτό.}$$



Υποστώλωμα K₁₄ (Ράβδος 2452)

Οι ακρότατες τιμές αξονικής δύναμης στη βάση του υποστωλώματος σύμφωνα με τις σεισμικές φορτίσεις είναι (βλ. Παράρτημα) : $\min N_{sd} = -93,40\text{kN}$, $\max N_{sd} = -304,50\text{kN}$, οι διαστάσεις της διατομής είναι : $b = 0,35\text{m}$, $h = 0,35\text{m}$, και το πάχος της επικάλυψης του οπλισμού ορίζεται : $d_1 = 0,05\text{m}$.

$$V_d = \frac{|N_{sd}|}{b \cdot h \cdot f_{cd}} \leq 0,65 \cdot \begin{cases} \min V_d = \frac{93,40\text{kN}}{0,35\text{m} \cdot 0,35\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,06 < 0,65 \\ \max V_d = \frac{304,50\text{kN}}{0,35\text{m} \cdot 0,35\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,19 < 0,65 \end{cases}$$

$$0,0 < V_d < 0,2$$

Χάλυβας οπλισμού S_{500s}.

$$d_1/b = 0,05\text{m}/0,35\text{m} = 0,14 \gg 0,10 \quad \omega \leq 2,0$$

$$d_1/h = 0,05\text{m}/0,35\text{m} = 0,14 \gg 0,10$$

Π.9.2.3 / Υποστώλωμα K ₁₄ (Ράβδος 2452)							
Συνδ.	μ_{sd}		ω	Συνδ.	μ_{sd}		ω
(-11)	0,049	0,021	0,11	(-31)	0,049	0,024	0,11
(-12)	0,050	0,023	0,12	(-32)	0,049	0,026	0,11
(-13)	0,014	0,072	0,17	(-33)	0,015	0,083	0,19
(-14)	0,016	0,072	0,17	(-34)	0,015	0,083	0,19
(-15)	0,049	0,021	0,11	(-35)	0,049	0,024	0,11
(-16)	0,050	0,023	0,12	(-36)	0,049	0,026	0,11
(-17)	0,014	0,072	0,17	(-37)	0,015	0,083	0,19
(-18)	0,016	0,072	0,17	(-38)	0,015	0,083	0,19
(-21)	0,049	0,013	0,11	(-41)	0,049	0,017	0,11
(-22)	0,049	0,030	0,11	(-42)	0,049	0,033	0,11
(-23)	0,014	0,070	0,16	(-43)	0,015	0,081	0,19
(-24)	0,015	0,074	0,17	(-44)	0,015	0,085	0,20
(-25)	0,049	0,013	0,11	(-45)	0,049	0,017	0,11
(-26)	0,049	0,030	0,11	(-46)	0,049	0,033	0,11
(-27)	0,014	0,070	0,16	(-47)	0,015	0,081	0,19
(-28)	0,015	0,074	0,17	(-48)	0,015	0,085	0,20

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει : $\max \omega = 0,20$.

$$A_{s,tot} = \omega \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,20 \cdot 35\text{cm} \cdot 35\text{cm} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{kN/m}^2 / 1,50}{500 \cdot 10^3 \text{kN/m}^2 / 1,15} \leq A_{s,tot} = 7,51\text{cm}^2$$

Επιλέγεται οπλισμός : 4Ø16+4Ø14® $A_{s,tot} = 14,20\text{cm}^2 > 7,51\text{cm}^2$.

Η σχέση μεταξύ των διαμέτρων των ράβδων διαμήκους οπλισμού είναι :

$$\min \varnothing^3 \cdot \frac{2}{3} \max \varnothing \geq 14^3 \cdot \frac{2}{3} \cdot 16 \geq 14 > 10,67, \text{ που ισχύει.}$$

Ο έλεγχος μεταξύ των αποστάσεων των ράβδων οπλισμού σε όλες τις πλευρές είναι :

$$s_{b,h} = \frac{b - 2 \cdot d_1 - 2 \cdot 0,016 - 0,014}{2} \text{ m} \quad \text{Π} \quad s_{b,h} = \frac{0,35 - 2 \cdot 0,05 - 0,03 - 0,01}{2} \text{ m} \quad \text{Π} \quad s_{b,h} = 0,11 \text{ m}$$

$$s_h = 0,11 \text{ m} < 0,15 \text{ m} < 0,20 \text{ m} \quad , \text{ δεκτό.}$$

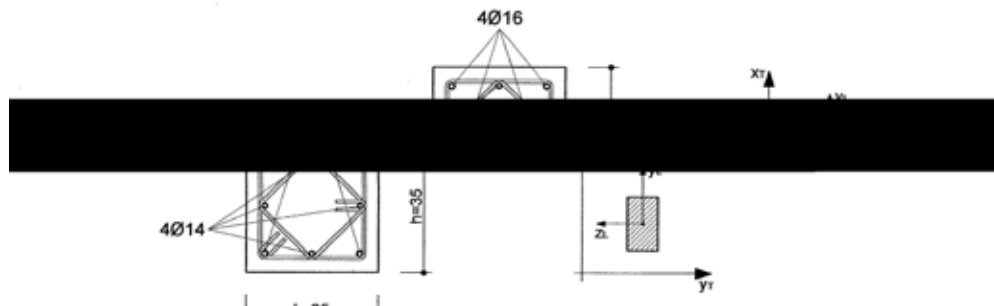
Απαιτείται ο έλεγχος του ποσοστού διαμήκους οπλισμού ως προς το συνολικό εμβαδό της διατομής του υποστυλώματος :

$$0,004 \leq \rho_{\text{Π}} = \frac{A_{s,\text{Π}}}{A_c} \leq 0,040 \quad \text{Π} \quad 0,004 \leq \rho_{\text{Π}} = \frac{2\emptyset 16 + 1\emptyset 14 \text{ @ } (4,02 + 1,54) \text{ cm}^2}{35 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm}} \leq 0,040 \quad \text{Π}$$

$$\text{Π} \quad 0,004 < \rho_{\text{Π},b} = 0,005 < 0,040 \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{A_{s,\Delta}}{A_c} \leq 0,080 \quad \text{Π} \quad 0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{14,20 \text{ cm}^2}{35 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm}} \leq 0,080 \quad \text{Π}$$

$$\text{Π} \quad 0,008 < \rho_{\Delta} = 0,012 < 0,080 \quad , \text{ δεκτό.}$$



Υποστώλωμα K₁₅ (Ράβδος 2462)

Οι ακρότατες τιμές αξονικής δύναμης στη βάση του υποστωλώματος σύμφωνα με τις σεισμικές φορτίσεις είναι (βλ. Παράρτημα) : $\min N_{sd} = -106,40\text{kN}$, $\max N_{sd} = -175,40\text{kN}$, οι διαστάσεις της διατομής είναι : $b = 1,00\text{m}$, $h = 0,25\text{m}$, και το πάχος της επικάλυψης του οπλισμού ορίζεται : $d_1 = 0,05\text{m}$.

$$V_d = \frac{|N_{sd}|}{b \cdot h \cdot f_{cd}} \leq 0,65 \cdot \begin{cases} \min V_d = \frac{106,40\text{kN}}{1,00\text{m} \cdot 0,25\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,03 < 0,65 \\ \max V_d = \frac{175,40\text{kN}}{1,00\text{m} \cdot 0,25\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,05 < 0,65 \end{cases}$$

$$0,0 < V_d < 0,2$$

Χάλυβας οπλισμού S_{500s}.

$$d_1/b = 0,05\text{m}/1,00\text{m} = 0,05 \gg 0,10 \quad \omega \leq 2,0$$

$$d_1/h = 0,05\text{m}/0,25\text{m} = 0,20 \gg 0,10$$

Π.9.2.4 / Υποστώλωμα K ₁₅ (Ράβδος 2462)							
Συνδ.	μ_{sd}		ω	Συνδ.	μ_{sd}		ω
(-11)	0,120	0,029	0,28	(-31)	0,120	0,029	0,28
(-12)	0,121	0,027	0,28	(-32)	0,120	0,027	0,28
(-13)	0,035	0,093	0,22	(-33)	0,036	0,095	0,22
(-14)	0,037	0,093	0,22	(-34)	0,036	0,094	0,22
(-15)	0,120	0,029	0,28	(-35)	0,120	0,029	0,28
(-16)	0,121	0,027	0,28	(-36)	0,120	0,027	0,28
(-17)	0,035	0,093	0,22	(-37)	0,036	0,095	0,22
(-18)	0,037	0,093	0,22	(-38)	0,036	0,094	0,22
(-21)	0,119	0,028	0,28	(-41)	0,119	0,028	0,28
(-22)	0,120	0,028	0,28	(-42)	0,119	0,028	0,28
(-23)	0,035	0,093	0,22	(-43)	0,036	0,094	0,22
(-24)	0,037	0,093	0,22	(-44)	0,036	0,094	0,22
(-25)	0,119	0,028	0,28	(-45)	0,119	0,028	0,28
(-26)	0,120	0,028	0,28	(-46)	0,119	0,028	0,28
(-27)	0,035	0,093	0,22	(-47)	0,036	0,094	0,22
(-28)	0,037	0,093	0,22	(-48)	0,036	0,094	0,22

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει : $\max \omega = 0,28$.

$$A_{s,tot} = \omega \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,28 \cdot 100\text{cm} \cdot 25\text{cm} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{kN/m}^2 / 1,50}{500 \cdot 10^3 \text{kN/m}^2 / 1,15} \leq A_{s,tot} = 21,47\text{cm}^2$$

$$\text{Επιλέγεται οπλισμός : } 4\text{Ø}18+10\text{Ø}14 \text{® } A_{s,tot} = 25,56\text{cm}^2 > 21,47\text{cm}^2.$$

Η σχέση μεταξύ των διαμέτρων των ράβδων διαμήκους οπλισμού είναι :

$$\min \text{Ø}^3 \cdot \frac{2}{3} \max \text{Ø} \leq 14^3 \cdot \frac{2}{3} \cdot 18 \leq 14 > 12, \text{ που ισχύει.}$$

Για να καλύπτεται το ποσοστό οπλισμού παρειάς ως προς το συνολικό εμβαδόν της διατομής απαιτείται αύξηση του οπλισμού στις μικρές παρειές, οπότε :

$$\text{Συνολικός διαμήκης οπλισμός : } 4\text{Ø}18+4\text{Ø}18+10\text{Ø}14 \textcircled{\text{R}} A_{s,\text{tot}} = 35,72\text{cm}^2 .$$

Ο έλεγχος μεταξύ των αποστάσεων των ράβδων οπλισμού σε όλες τις πλευρές είναι :

Σε δομικό στοιχείο πλευράς 0,25m, επιτρέπεται να τοποθετηθεί διαμήκης οπλισμός 4Ø18.

$$s_h = \frac{h - 2 \cdot d_1 - 2 \cdot 0,018 - 5 \cdot 0,014}{6} \text{ m} \quad \text{P} \quad s_h = \frac{1,00 - 2 \cdot 0,05 - 0,04 - 0,07}{6} \text{ m} \quad \text{P} \quad s_h = 0,13\text{m}$$

$$s_h = 0,13\text{m} < 0,15\text{m} < 0,20\text{m} \quad , \text{ δεκτό.}$$

Απαιτείται ο έλεγχος του ποσοστού διαμήκους οπλισμού ως προς το συνολικό εμβαδό της διατομής του υποστυλώματος :

$$0,004 \leq \rho_{\Pi,b} = \frac{A_{s,\Pi,b}}{A_c} \leq 0,040 \quad \text{P} \quad 0,004 \leq \rho_{\Pi,b} = \frac{4\text{Ø}18 \textcircled{\text{R}} 10,16\text{cm}^2}{25\text{cm} \cdot 100\text{cm}} \leq 0,040 \quad \text{P}$$

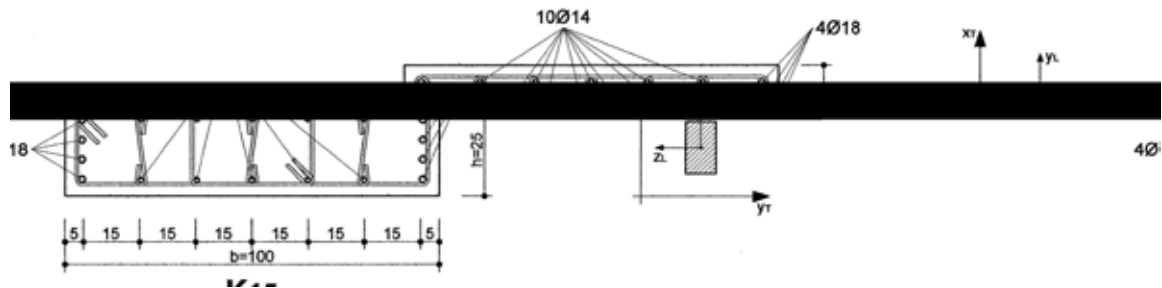
$$\text{P} \quad \rho_{\Pi,b} = 0,004 < 0,040 \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$0,004 \leq \rho_{\Pi,h} = \frac{A_{s,\Pi,h}}{A_c} \leq 0,040 \quad \text{P} \quad 0,004 \leq \rho_{\Pi,h} = \frac{2\text{Ø}18 + 5\text{Ø}14 \textcircled{\text{R}} (5,08 + 7,70)\text{cm}^2}{25\text{cm} \cdot 100\text{cm}} \leq 0,040 \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad 0,004 < \rho_{\Pi,h} = 0,005 < 0,040 \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{A_{s,\Delta}}{A_c} \leq 0,080 \quad \text{P} \quad 0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{35,72\text{cm}^2}{25\text{cm} \cdot 100\text{cm}} \leq 0,080 \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad 0,008 < \rho_{\Delta} = 0,014 < 0,080 \quad , \text{ δεκτό.}$$



Υποστώλωμα K₁₆ (Ράβδος 2702)

Οι ακρότατες τιμές αξονικής δύναμης στη βάση του υποστωλώματος σύμφωνα με τις σεισμικές φορτίσεις είναι (βλ. Παράρτημα) : $\min N_{sd} = -6,40\text{kN}$, $\max N_{sd} = -245,90\text{kN}$, οι διαστάσεις της διατομής είναι : $b = 0,35\text{m}$, $h = 0,35\text{m}$, και το πάχος της επικάλυψης του οπλισμού ορίζεται : $d_1 = 0,05\text{m}$.

$$V_d = \frac{|N_{sd}|}{b \cdot h \cdot f_{cd}} \leq 0,65 \cdot \begin{cases} \min V_d = \frac{6,40\text{kN}}{0,35\text{m} \cdot 0,35\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,00 < 0,65 \\ \max V_d = \frac{245,90\text{kN}}{0,35\text{m} \cdot 0,35\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,15 < 0,65 \end{cases}$$

$$0,0 < V_d < 0,2$$

Χάλυβας οπλισμού S_{500s}.

$$d_1/b = 0,05\text{m}/0,35\text{m} = 0,14 \gg 0,10$$

$$d_1/h = 0,05\text{m}/0,35\text{m} = 0,14 \gg 0,10$$

Π.9.2.5 / Υποστώλωμα K ₁₆ (Ράβδος 2702)							
Συνδ.	μ_{sd}		ω	Συνδ.	μ_{sd}		ω
(-11)	0,050	0,016	0,12	(-31)	0,052	0,019	0,12
(-12)	0,055	0,018	0,13	(-32)	0,052	0,020	0,12
(-13)	0,007	0,056	0,13	(-33)	0,015	0,065	0,15
(-14)	0,024	0,056	0,13	(-34)	0,017	0,065	0,15
(-15)	0,050	0,016	0,12	(-35)	0,052	0,019	0,12
(-16)	0,055	0,018	0,13	(-36)	0,052	0,020	0,12
(-17)	0,007	0,056	0,13	(-37)	0,015	0,065	0,15
(-18)	0,024	0,056	0,13	(-38)	0,017	0,065	0,15
(-21)	0,045	0,010	0,11	(-41)	0,047	0,013	0,11
(-22)	0,050	0,024	0,12	(-42)	0,047	0,026	0,11
(-23)	0,006	0,054	0,13	(-43)	0,013	0,063	0,15
(-24)	0,023	0,058	0,14	(-44)	0,015	0,067	0,16
(-25)	0,045	0,010	0,11	(-45)	0,047	0,013	0,11
(-26)	0,050	0,024	0,12	(-46)	0,047	0,026	0,11
(-27)	0,006	0,054	0,13	(-47)	0,013	0,063	0,15
(-28)	0,023	0,058	0,14	(-48)	0,015	0,067	0,16

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει : $\max \omega = 0,16$.

$$A_{s,tot} = \omega \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,16 \cdot 35\text{cm} \cdot 35\text{cm} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{kN/m}^2 / 1,50}{500 \cdot 10^3 \text{kN/m}^2 / 1,15} \leq A_{s,tot} = 6,01\text{cm}^2$$

Επιλέγεται οπλισμός : 4Ø16+4Ø14® $A_{s,tot} = 14,20\text{cm}^2 > 6,01\text{cm}^2$.

Η σχέση μεταξύ των διαμέτρων των ράβδων διαμήκους οπλισμού είναι :

$$\min \varnothing^3 \frac{2}{3} \max \varnothing \geq 14^3 \frac{2}{3} 16 \geq 14 > 10,67, \text{ που ισχύει.}$$

Ο έλεγχος μεταξύ των αποστάσεων των ράβδων οπλισμού σε όλες τις πλευρές είναι :

$$s_{b,h} = \frac{b - 2 \cdot d_1 - 2 \cdot 0,016 - 0,014}{2} \text{ m} \quad \text{Π} \quad s_{b,h} = \frac{0,35 - 2 \cdot 0,05 - 0,03 - 0,01}{2} \text{ m} \quad \text{Π} \quad s_{b,h} = 0,11 \text{ m}$$

$$s_h = 0,11 \text{ m} < 0,15 \text{ m} < 0,20 \text{ m} \quad , \text{ δεκτό.}$$

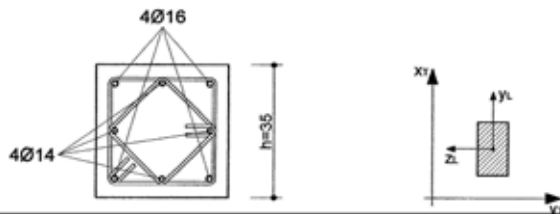
Απαιτείται ο έλεγχος του ποσοστού διαμήκους οπλισμού ως προς το συνολικό εμβαδό της διατομής του υποστυλώματος :

$$0,004 \leq \rho_{\text{Π}} = \frac{A_{s,\text{Π}}}{A_c} \leq 0,040 \quad \text{Π} \quad 0,004 \leq \rho_{\text{Π}} = \frac{2\text{Ø}16 + 1\text{Ø}14 \text{ ® } (4,02 + 1,54) \text{ cm}^2}{35 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm}} \leq 0,040 \quad \text{Π}$$

$$\text{Π} \quad 0,004 < \rho_{\text{Π},b} = 0,005 < 0,040 \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{A_{s,\Delta}}{A_c} \leq 0,080 \quad \text{Π} \quad 0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{14,20 \text{ cm}^2}{35 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm}} \leq 0,080 \quad \text{Π}$$

$$\text{Π} \quad 0,008 < \rho_{\Delta} = 0,012 < 0,080 \quad , \text{ δεκτό.}$$



Υποστώλωμα K₁₇ (Ράβδος 2712)

Οι ακρότατες τιμές αξονικής δύναμης στη βάση του υποστωλώματος σύμφωνα με τις σεισμικές φορτίσεις είναι (βλ. Παράρτημα) : $\min N_{sd} = - 516,50\text{kN}$, $\max N_{sd} = - 699,00\text{kN}$, οι διαστάσεις της διατομής είναι : $b = 1,00\text{m}$, $h = 0,30\text{m}$, και το πάχος της επικάλυψης του οπλισμού ορίζεται : $d_1 = 0,05\text{m}$.

$$V_d = \frac{|N_{sd}|}{b \cdot h \cdot f_{cd}} \leq 0,65 \cdot \begin{cases} \min V_d = \frac{516,50\text{kN}}{1,00\text{m} \cdot 0,30\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,13 < 0,65 \\ \max V_d = \frac{699,00\text{kN}}{1,00\text{m} \cdot 0,30\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,17 < 0,65 \end{cases}$$

$$0,0 < V_d < 0,2$$

Χάλυβας οπλισμού S_{500s}.

$$d_1/b = 0,05\text{m}/1,00\text{m} = 0,05 \gg 0,10$$

$$d_1/h = 0,05\text{m}/0,30\text{m} = 0,17 \gg 0,10$$

Π.9.2.6 / Υποστώλωμα K ₁₇ (Ράβδος 2712)							
Συνδ.	μ_{sd}		ω	Συνδ.	μ_{sd}		ω
(-11)	0,076	0,013	0,18	(-31)	0,080	0,014	0,19
(-12)	0,085	0,015	0,20	(-32)	0,081	0,015	0,19
(-13)	0,009	0,046	0,11	(-33)	0,021	0,047	0,11
(-14)	0,039	0,046	0,11	(-34)	0,027	0,047	0,11
(-15)	0,076	0,014	0,18	(-35)	0,080	0,014	0,19
(-16)	0,085	0,014	0,20	(-36)	0,081	0,015	0,19
(-17)	0,009	0,046	0,11	(-37)	0,021	0,047	0,11
(-18)	0,039	0,046	0,11	(-38)	0,027	0,047	0,11
(-21)	0,068	0,013	0,16	(-41)	0,071	0,013	0,17
(-22)	0,077	0,015	0,18	(-42)	0,073	0,015	0,17
(-23)	0,006	0,046	0,11	(-43)	0,019	0,047	0,11
(-24)	0,037	0,046	0,11	(-44)	0,024	0,047	0,11
(-25)	0,068	0,014	0,16	(-45)	0,071	0,014	0,17
(-26)	0,077	0,015	0,18	(-46)	0,073	0,015	0,17
(-27)	0,006	0,046	0,11	(-47)	0,019	0,047	0,11
(-28)	0,037	0,046	0,11	(-48)	0,024	0,047	0,11

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει : $\max \omega = 0,20$.

$$A_{s,tot} = \omega \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,20 \cdot 100\text{cm} \cdot 30\text{cm} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{kN/m}^2 / 1,50}{500 \cdot 10^3 \text{kN/m}^2 / 1,15} \leq A_{s,tot} = 18,40\text{cm}^2$$

$$\text{Επιλέγεται οπλισμός : } 8\text{Ø}20+10\text{Ø}14 \text{® } A_{s,tot} = 40,52\text{cm}^2 > 18,40\text{cm}^2 .$$

Ο επιλεγμένος οπλισμός υπερβαίνει κατά πολύ τον ελάχιστο απαιτούμενο λόγω πρόβλεψης κάλυψης του ελάχιστα απαιτούμενου ποσοστού οπλισμού παρειάς και των ελάχιστων αποστάσεων μεταξύ των ράβδων.

Η σχέση μεταξύ των διαμέτρων των ράβδων διαμήκους οπλισμού είναι :

$$\min \varnothing^3 \frac{2}{3} \max \varnothing \geq 14^3 \frac{2}{3} \cdot 20 \geq 14 > 13,33, \text{ που ισχύει.}$$

Ο έλεγχος μεταξύ των αποστάσεων των ράβδων οπλισμού σε όλες τις πλευρές είναι :

$$s_b = \frac{h - 2 \cdot d_1 - 2 \cdot 0,020 - 5 \cdot 0,014}{6} \text{ m} \geq s_b = \frac{1,00 - 2 \cdot 0,05 - 0,04 - 0,07}{6} \text{ m} \geq s_b = 0,13 \text{ m}$$

$$s_h = 0,13 \text{ m} < 0,15 \text{ m} < 0,20 \text{ m} \quad , \text{ δεκτό.}$$

Σε δομικό στοιχείο πλευράς 0,30m, επιτρέπεται να τοποθετηθεί διαμήκης οπλισμός 4Ø20.

Απαιτείται ο έλεγχος του ποσοστού διαμήκους οπλισμού ως προς το συνολικό εμβαδό της διατομής του υποστυλώματος :

$$0,004 \leq \rho_{\Pi,b} = \frac{A_{s,\Pi,b}}{A_c} \leq 0,040 \geq 0,004 \leq \rho_{\Pi,b} = \frac{2\varnothing 20 + 5\varnothing 14 \text{ @ } (6,28 + 7,70) \text{ cm}^2}{100 \text{ cm} \cdot 30 \text{ cm}} \leq 0,040 \geq$$

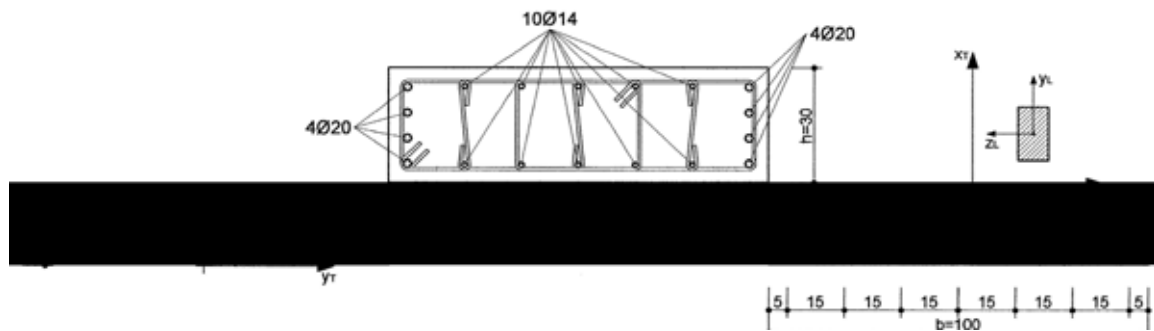
$$\geq 0,004 < \rho_{\Pi,b} = 0,005 < 0,040 \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$0,004 \leq \rho_{\Pi,h} = \frac{A_{s,\Pi,h}}{A_c} \leq 0,040 \geq 0,004 \leq \rho_{\Pi,h} = \frac{4\varnothing 20 \text{ @ } 12,56 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm} \cdot 30 \text{ cm}} \leq 0,040 \geq$$

$$\geq \rho_{\Pi,h} = 0,004 < 0,040 \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{A_{s,\Delta}}{A_c} \leq 0,080 \geq 0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{40,52 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm} \cdot 30 \text{ cm}} \leq 0,080 \geq$$

$$\geq 0,008 < \rho_{\Delta} = 0,014 < 0,080 \quad , \text{ δεκτό.}$$



Υποστώλωμα K₁₈ (Ράβδος 2680)

Οι ακρότατες τιμές αξονικής δύναμης στη βάση του υποστωλώματος σύμφωνα με τις σεισμικές φορτίσεις είναι (βλ. Παράρτημα) : $\min N_{sd} = - 351,00\text{kN}$, $\max N_{sd} = - 577,20\text{kN}$, οι διαστάσεις της διατομής είναι : $b = 0,25\text{m}$, $h = 1,00\text{m}$, και το πάχος της επικάλυψης του οπλισμού ορίζεται : $d_1 = 0,05\text{m}$.

$$V_d = \frac{|N_{sd}|}{b \cdot h \cdot f_{cd}} \leq 0,65 \cdot \begin{cases} \min V_d = \frac{351,00\text{kN}}{0,25\text{m} \cdot 1,00\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,11 < 0,65 \\ \max V_d = \frac{577,20\text{kN}}{0,25\text{m} \cdot 1,00\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{kN/m}^2} = 0,17 < 0,65 \end{cases}$$

$$0,0 < V_d < 0,2$$

Χάλυβας οπλισμού S_{500s}.

$$d_1/b = 0,05\text{m}/0,25\text{m} = 0,20 \gg 0,10$$

$$d_1/h = 0,05\text{m}/1,00\text{m} = 0,05 \gg 0,10$$

Π.9.2.7 / Υποστώλωμα K ₁₈ (Ράβδος 2680)							
Συνδ.	μ_{sd}		ω	Συνδ.	μ_{sd}		ω
(-11)	0,034	0,045	0,11	(-31)	0,034	0,039	0,09
(-12)	0,035	0,041	0,10	(-32)	0,034	0,035	0,08
(-13)	0,017	0,144	0,34	(-33)	0,020	0,123	0,29
(-14)	0,011	0,143	0,33	(-34)	0,008	0,122	0,28
(-15)	0,028	0,045	0,11	(-35)	0,029	0,039	0,09
(-16)	0,029	0,041	0,10	(-36)	0,028	0,035	0,08
(-17)	0,008	0,144	0,34	(-37)	0,010	0,123	0,29
(-18)	0,021	0,143	0,33	(-38)	0,019	0,122	0,28
(-21)	0,032	0,059	0,14	(-41)	0,033	0,053	0,12
(-22)	0,033	0,027	0,08	(-42)	0,032	0,021	0,07
(-23)	0,017	0,148	0,35	(-43)	0,020	0,127	0,30
(-24)	0,010	0,139	0,32	(-44)	0,008	0,118	0,28
(-25)	0,026	0,059	0,14	(-45)	0,027	0,053	0,12
(-26)	0,027	0,027	0,06	(-46)	0,026	0,021	0,06
(-27)	0,009	0,148	0,35	(-47)	0,009	0,127	0,30
(-28)	0,021	0,139	0,32	(-48)	0,018	0,118	0,28

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει : $\max \omega = 0,35$.

$$A_{s,tot} = \omega \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,35 \cdot 25\text{cm} \cdot 100\text{cm} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{kN/m}^2 / 1,50}{500 \cdot 10^3 \text{kN/m}^2 / 1,15} \cdot A_{s,tot} = 26,83\text{cm}^2$$

$$\text{Επιλέγεται οπλισμός : } 4\text{Ø}18+10\text{Ø}14 \text{® } A_{s,tot} = 25,56\text{cm}^2 > 21,47\text{cm}^2.$$

Η σχέση μεταξύ των διαμέτρων των ράβδων διαμήκους οπλισμού είναι :

$$\min \text{Ø}^3 \frac{2}{3} \max \text{Ø} \geq 14^3 \frac{2}{3} \cdot 18 \geq 14 > 12, \text{ που ισχύει.}$$

Για να καλύπτεται το ποσοστό οπλισμού παρειάς ως προς το συνολικό εμβαδόν της διατομής απαιτείται αύξηση του οπλισμού στις μικρές παρειές, οπότε :

$$\text{Συνολικός διαμήκης οπλισμός : } 4\text{Ø}18+4\text{Ø}18+10\text{Ø}14 @ A_{s,\text{tot}} = 35,72\text{cm}^2.$$

Ο έλεγχος μεταξύ των αποστάσεων των ράβδων οπλισμού σε όλες τις πλευρές είναι :

Σε δομικό στοιχείο πλευράς 0,25m, επιτρέπεται να τοποθετηθεί διαμήκης οπλισμός 4Ø18.

$$s_h = \frac{h - 2 \cdot d_1 - 2 \cdot 0,018 - 5 \cdot 0,014}{6} \text{ m } \quad s_h = \frac{1,00 - 2 \cdot 0,05 - 0,04 - 0,07}{6} \text{ m } \quad s_h = 0,13\text{m}$$

$$s_h = 0,13\text{m} < 0,15\text{m} < 0,20\text{m} \quad , \text{ δεκτό.}$$

Απαιτείται ο έλεγχος του ποσοστού διαμήκους οπλισμού ως προς το συνολικό εμβαδό της διατομής του υποστυλώματος :

$$0,004 \leq \rho_{\text{II},b} = \frac{A_{s,\text{II},b}}{A_c} \leq 0,040 \quad \& \quad 0,004 \leq \rho_{\text{II},b} = \frac{4\text{Ø}18 @ 10,16\text{cm}^2}{25\text{cm} \cdot 100\text{cm}} \leq 0,040$$

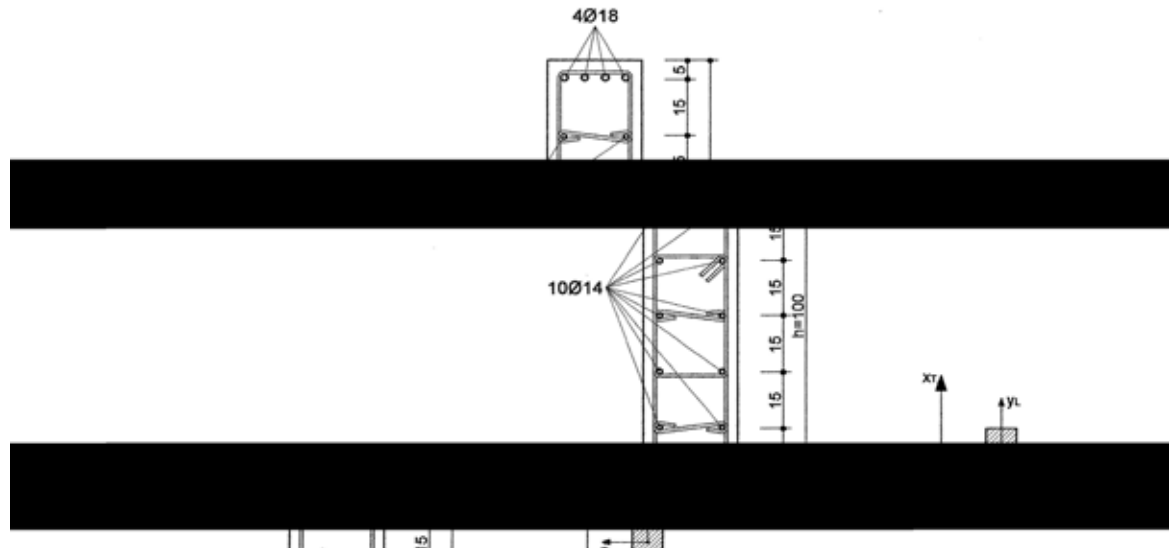
$$\& \quad \rho_{\text{II},b} = 0,004 < 0,040 \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$0,004 \leq \rho_{\text{II},h} = \frac{A_{s,\text{II},h}}{A_c} \leq 0,040 \quad \& \quad 0,004 \leq \rho_{\text{II},h} = \frac{2\text{Ø}18 + 5\text{Ø}14 @ (5,08 + 7,70)\text{cm}^2}{25\text{cm} \cdot 100\text{cm}} \leq 0,040$$

$$\& \quad 0,004 < \rho_{\text{II},h} = 0,005 < 0,040 \quad , \text{ δεκτό.}$$

$$0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{A_{s,\Delta}}{A_c} \leq 0,080 \quad \& \quad 0,008 \leq \rho_{\Delta} = \frac{35,72\text{cm}^2}{25\text{cm} \cdot 100\text{cm}} \leq 0,080$$

$$\& \quad 0,008 < \rho_{\Delta} = 0,014 < 0,080 \quad , \text{ δεκτό.}$$



9.3 Όπλιση σε Διάτμηση

Σε υποστυλώματα με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, οι διαμήκεις οπλισμοί πρέπει να συγκρατούνται από συνδετήρες ή και από εγκάρσιους συνδέσμους. Σκοπός των πυκνών συνδετήρων είναι η εξασφάλιση ικανοποιητικής πλαστιμότητας, η βελτίωση της συνάφειας μεταξύ σκυροδέματος και διαμήκων οπλισμών, η αποτροπή ενδεχόμενου λυγισμού των διαμήκων ράβδων και η εξασφάλιση επαρκούς διατμητικής αντοχής.

Σύμφωνα με τον ΕΑΚ 2000 / Παρ. Β, §1.1, η τέμνουσα σχεδιασμού στη διεύθυνση του πλαισίου στο οποίο ανήκει ένα υποστύλωμα είναι :

$$V_{CD,c} = \frac{1,40 \cdot (M_{R,c1} + M_{R,c2})}{l_c} \leq q \cdot V_{E,c} \quad (1), \quad \text{όπου :}$$

$M_{R,c1}, M_{R,c2}$, οι υπολογιστικές αντοχές σε κάμψη με αξονική δύναμη στα άκρα (1,2) του υποστυλώματος, όπως ενεργοποιούνται από τη σεισμική δράση. Χρησιμοποιείται η μέγιστη από τις τιμές που προκύπτουν από δύο αντίθετες φορές της σεισμικής δράσης.

Ο έλεγχος περιορίζεται στο ένα μόνο άκρο, στη βάση κάθε υποστυλώματος, όπου αναπτύσσονται μεγαλύτερες ροπές. Αντί για το άθροισμα των υπολογιστικών αντοχών σε κάμψη με ορθή δύναμη για το κάθε άκρο, λαμβάνεται υπόψη η υπολογισμένη ροπή αντοχής που αντιστοιχεί στο διαμήκη οπλισμό που επιλέχθηκε μετά τον έλεγχο της διατομής της βάσης του κάθε υποστυλώματος, δηλαδή :

$$M_{R,c1} + M_{R,c2} = 2 \cdot \max M_{R,c} \quad (2), \quad \text{συνεπώς :}$$

$$(1) \quad V_{CD,c} = \frac{1,40 \cdot (2 \cdot \max M_{R,c})}{l_c} \leq q \cdot V_{E,c}$$

l_c , το καθαρό ύψος του υποστυλώματος μεταξύ των εκατέρωθεν πλακών.

q , ο συντελεστής συμπεριφοράς της κατασκευής, ο οποίος έχει ληφθεί : $q = 3,50$.

$V_{E,c}$, η σεισμική τέμνουσα του υποστυλώματος.

Σε περίπτωση που δεν ισχύει η παραπάνω ανισότητα, τότε : $V_{CD,c} = q \cdot V_{E,c}$.

1. Για να μην απαιτείται οπλισμός διάτμησης πρέπει να ικανοποιείται η συνθήκη :

$$V_{CD,c} = V_{sd} \leq V_{Rd1}, \text{ με :}$$

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,20 + 40\rho_1) + 0,15\sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d, \text{ όπου :}$$

τ_{Rd} , η διατμητική αντοχή σχεδιασμού έναντι ρηγμάτωσης, που για κατηγορία σκυροδέματος C20/25 είναι : $\tau_{Rd} = 0,26 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$.

$k = 1,60 - d^3 \cdot 1,00$, με :

$d = h - d_1$, το στατικό ύψος του στοιχείου σε (m), με :

h , η μεγαλύτερη πλευρά της διατομής του υποστυλώματος σε (m).

d_1 , το πάχος επικάλυψης οπλισμού, το οποίο έχει ληφθεί : $d_1 = 0,05\text{m}$.

Δv : $k < 1,00$, τότε λαμβάνεται : $k = 1,00$.

$$\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0,02, \text{ με :}$$

A_{sl} , το εμβαδόν της διατομής του εφελκόμενου διαμήκους οπλισμού.

b_w , η μικρότερη πλευρά του υποστυλώματος σε (m).

$$\sigma_{cp} = \frac{|N_{sd}|}{A_c} = \frac{|N_{sd}|}{b_w \cdot h} \text{ (kN/m}^2\text{)}, \text{ με : } N_{sd}, \text{ η ορθή δύναμη χωρίς σεισμική δράση.}$$

2. Για να μην απαιτείται η αλλαγή των διαστάσεων της διατομής του υποστυλώματος πρέπει να ικανοποιείται η σχέση :

$$V_{CD,c} = V_{Sd} \leq V_{Rd2}, \text{ με :}$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z, \text{ όπου :}$$

$$v = 0,70 - \frac{f_{ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}}{200} \geq 0,50$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}, \text{ το όριο διαρροής του σκυροδέματος μειωμένο με τον αντίστοιχο συντελεστή}$$

ασφαλείας ($\gamma_c = 1,50$), το οποίο για σκυρόδεμα C20/25 είναι :

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{20\text{MPa}}{1,50} \text{ ή } f_{cd} = \frac{20 \cdot 10^3}{1,50} \text{ kN/m}^2$$

$$z = 0,90d, \text{ ο μοχλοβραχίονας εσωτερικών δυνάμεων σε (m).}$$

3. Για τον υπολογισμό του απαιτούμενου διατμητικού οπλισμού είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός της αντοχής του σκυροδέματος του στοιχείου (V_{cd}) για συνδυασμό δράσεων που περιλαμβάνουν σεισμό. Ο προσδιορισμός της πραγματοποιείται για στοιχεία υπό κάμψη με θλιπτική δύναμη, γραμμικά και με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, αφού πρόκειται για υποστυλώματα της κατώτερης στάθμης :

$$V_{cd} = 0,90 \cdot V_{Rd1}$$

Ο διατμητικός οπλισμός καλείται να παραλάβει το μέρος της τέμνουσας δύναμης (V_{wd}) που δεν μπορεί να αναληφθεί από το σκυρόδεμα, δηλαδή :

$$\begin{aligned} V_{wd} &= V_{CD,c} - V_{cd} \\ V_{CD,c} &= V_{Sd} \text{ ή } V_{wd} = V_{Sd} - 0,90 \cdot V_{Rd1} \\ V_{cd} &= 0,90 \cdot V_{Rd1} \end{aligned}$$

Για το διατμητικό οπλισμό ισχύει :

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{s_w} \cdot 0,90 \cdot d \cdot f_{ywd}, \text{ όπου :}$$

$A_{sw} = n \cdot \emptyset_w$, το συνολικό εμβαδόν της διατομής του οπλισμού διάτμησης στη μεγαλύτερη πλευρά του στοιχείου, με :

n , ο αριθμός των ράβδων διατμητικού οπλισμού.

\emptyset_w , η διάμετρος των ράβδων του διατμητικού οπλισμού.

s_w , η κατά μήκος του στοιχείου απόσταση μεταξύ των συνδετήρων.

$$f_{ywd} = \frac{f_{ys}}{\gamma_s}, \text{ το όριο διαρροής του χάλυβα διατμητικού οπλισμού μειωμένο με τον αντί-}$$

στοιχο συντελεστή ασφαλείας ($\gamma_s = 1,15$), το οποίο για χάλυβα S220 είναι :

$$f_{ywd} = \frac{f_{ys}}{\gamma_s} = \frac{220\text{MPa}}{1,15} \text{ ή } f_{ywd} = \frac{220 \cdot 10^3}{1,15} \text{ kN/m}^2$$

Η διάμετρος, ο αριθμός των ράβδων και η κατά μήκος απόσταση μεταξύ των συνδετήρων του διατμητικού οπλισμού επιλέγονται από τη σχέση :

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{s_w} \cdot 0,90 \cdot d \cdot f_{ywd} \text{ ή } \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{V_{wd}}{0,90 \cdot d \cdot f_{ywd}}$$

Ο Κανονισμός συνιστά τη χρήση ράβδων οπλισμού διάτμησης με τη μικρότερη δυνατή διάμετρο, ενώ επιτρέπεται η χρήση ράβδων χάλυβα μέγιστης διαμέτρου Ø12.

Ακόμα και αν ικανοποιείται η συνθήκη για τη μη απαίτηση οπλισμού διάτμησης, επιβάλλεται η τοποθέτηση ενός ελάχιστου διατμητικού οπλισμού διαμέτρου :

$$\min \varnothing_w = \max \left\{ \frac{\alpha}{\epsilon} \delta \text{mm}, \frac{\max \varnothing_l}{4} \frac{\ddot{\sigma}}{\varnothing} \right\}, \text{ για τις μη κρίσιμες περιοχές.}$$

$$\min \varnothing_w = \max \left\{ \frac{\alpha}{\epsilon} \delta \text{mm}, \frac{\max \varnothing_l}{3} \frac{\ddot{\sigma}}{\varnothing} \right\}, \text{ για τις κρίσιμες περιοχές.}$$

και με κατά μήκος απόσταση μεταξύ των συνδετήρων :

$$\max s_w = \min [12' \min \varnothing_l, \min b_w (\text{mm}), 300\text{mm}] , \text{ για τις μη κρίσιμες περιοχές.}$$

$$\max s_w = \min [8' \min \varnothing_l, 0,50' b_w (\text{mm}), 100\text{mm}] , \text{ για τις κρίσιμες περιοχές.}$$

Οι κρίσιμες περιοχές υποστυλώματος με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (h_{KP}) ορίζονται :

$$h_{KP} = \max \left\{ \frac{\alpha H}{\epsilon 5}, h, 600\text{mm} \frac{\ddot{\sigma}}{\varnothing} \right\}, \text{ όπου :}$$

H , το καθαρό ύψος του υποστυλώματος μεταξύ των εκατέρωθεν πλακών.

h , η μεγαλύτερη διάσταση της διατομής του υποστυλώματος.

Αν στο υποστυλώμα εφάπτεται τοίχος, έστω και όχι καθ' όλο του το ύψος, τότε ως κρίσιμο χαρακτηρίζεται όλο το ύψος του υποστυλώματος.

Οι εγκάρσιοι οπλισμοί των άκρων των υποστυλωμάτων πρέπει να συνεχίζουν και στην περιοχή των κόμβων, με την ίδια διάταξη και τις ίδιες αποστάσεις.

Ως κρίσιμη διατομή του κάθε υποστυλώματος λαμβάνεται η διατομή της βάσης του.

Υποστώλωμα K₁₁ (Ράβδος 2202)

Οι διαστάσεις του υποστωλώματος είναι : $b = 0,25\text{m}$, $h = 1,00\text{m}$, $H = 2,60\text{m}$, ενώ ο διαμήκης οπλισμός που επιλέχθηκε είναι : $A_{s,tot} = 35,72\text{cm}^2$, ο οποίος εξασφαλίζει μέγιστη ροπή αντοχής σε κάμψη με αξονική δύναμη :

$$\omega = \frac{A_{s,tot}}{b \cdot h} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{35,72\text{cm}^2}{25\text{cm} \cdot 100\text{cm}} \cdot \frac{500 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,15}{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,50} \quad \text{P} \quad \omega = 0,47 \quad \text{R} \quad \max \mu_{Sd} = 0,203$$

$$M_{R,c}^y = \max \mu_{Sd} \cdot b^2 \cdot h \cdot f_{cd} = 0,203 \cdot (0,25)^2 \text{ m}^2 \cdot 1,00\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad M_{R,c}^y = 169,17\text{kNm}$$

$$M_{R,c}^z = \max \mu_{Sd} \cdot b \cdot h^2 \cdot f_{cd} = 0,203 \cdot 0,25\text{m} \cdot (1,00)^2 \text{ m}^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad M_{R,c}^z = 676,67\text{kNm}$$

$$\max M_{R,c} = M_{R,c}^z = 676,67\text{kNm}$$

Οι μέγιστες τιμές σεισμικής τέμνουσας για κάθε κύρια διεύθυνση είναι (βλ. Παράρτημα Γ) : $\max V_{E,c}^y = 135,82\text{kN}$, $\max V_{E,c}^z = 12,02\text{kN}$, ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς είναι : $q = 3,50$, ενώ η ορθή δύναμη χωρίς σεισμό : $N_{Sd} = -392,10\text{kN}$.

$$V_{CD,c}^y = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}^y}{l_c} \cdot \xi \cdot q \cdot V_{E,c}^y \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = \frac{2,80 \cdot 676,67\text{kNm}}{2,60\text{m}} \cdot \xi \cdot 3,50 \cdot 135,82\text{kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^y = 728,72\text{kN} > 475,37\text{kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = 475,37\text{kN}$$

$$V_{CD,c}^z = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}^z}{l_c} \cdot \xi \cdot q \cdot V_{E,c}^z \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = \frac{2,80 \cdot 676,67\text{kNm}}{2,60\text{m}} \cdot \xi \cdot 3,50 \cdot 12,02\text{kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^z = 728,72\text{kN} > 42,07\text{kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = 42,07\text{kN}$$

$$1. \quad V_{CD,c} = V_{Sd} \cdot \xi \cdot V_{Rdl} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,20 + 40\rho_l) + 0,15\sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0,26 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$$

$$k = 1,60 - d^3 \cdot 1,00 \ddot{u}$$

$$d = h - d_1 \quad \ddot{y} \quad \text{P} \quad k = 1,60 - (1,00 - 0,05)^3 \cdot 1,00 \quad \text{P} \quad k = 0,65 < 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,00$$

$$d_1 = 0,05\text{m} \quad \text{P}$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \cdot \xi \cdot 0,02 \quad \text{P} \quad \rho_l = \frac{A_{s,tot}/2}{25\text{cm} \cdot (100 - 5)\text{cm}} = \frac{35,72\text{cm}^2/2}{25\text{cm} \cdot 95\text{cm}} = 0,01 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{|N_{Sd}|}{b_w \cdot h} = \frac{392,10\text{kN}}{0,25\text{m} \cdot 1,00\text{m}} \quad \text{P} \quad \sigma_{cp} = 1568,40\text{kN/m}^2$$

$$V_{Rdl} = [0,26 \cdot 10^3 \cdot 1,00 \cdot (1,20 + 40 \cdot 0,01) + 0,15 \cdot 1568,40] \text{ kN/m}^2 \cdot 0,25\text{m} \cdot 0,95\text{m} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{Rdl} = 154,67\text{kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 475,37\text{kN} > V_{Rdl} = 154,67\text{kN} \quad \ddot{y} \quad \text{P}$$

$$V_{CD,c}^z = 42,07\text{kN} < V_{Rdl} = 154,67\text{kN} \quad \text{P} \quad \text{Απαιτείται οπλισμός διάτμησης.}$$

$$2. V_{CD,c} = V_{Sd} \leq V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$$

$$v = 0,70 - \frac{f_{ck} (\text{N/mm}^2)}{200} \leq 0,50 \quad \text{P} \quad v = 0,70 - \frac{20}{200} = 0,60 > 0,50$$

$$z = 0,90d = 0,90 \cdot 0,95\text{m} \quad \text{P} \quad z = 0,86\text{m}$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot 0,60 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \cdot 0,25\text{m} \cdot 0,86\text{m} \quad \text{P} \quad V_{Rd2} = 860,00\text{kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 475,37\text{kN} < V_{Rd2} = 860,00\text{kN} \quad \text{P}$$

$$V_{CD,c}^z = 42,07\text{kN} < V_{Rd2} = 860,00\text{kN} \quad \text{P} \quad \text{Δεν απαιτείται αλλαγή διαστάσεων.}$$

$$3. V_{wd} = V_{Sd} - 0,90 \cdot V_{Rd1}$$

$$V_{Sd} = \max V_{CD,c} = V_{CD,c}^y = 475,37\text{kN}$$

$$V_{Rd1} = 154,67\text{kN}$$

$$V_{wd} = V_{CD,c}^y - 0,90 \cdot V_{Rd1} = (475,37 - 0,90 \cdot 154,67)\text{kN} \quad \text{P} \quad V_{wd} = 336,17\text{kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{V_{wd}}{0,90 \cdot d \cdot f_{ywd}} = \frac{336,17\text{kN}}{0,90 \cdot 0,95\text{m} \cdot \frac{220 \cdot 10^1 \text{ kN/cm}^2}{1,15}} \quad \text{P} \quad \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{20,55\text{cm}^2}{\text{m}}$$

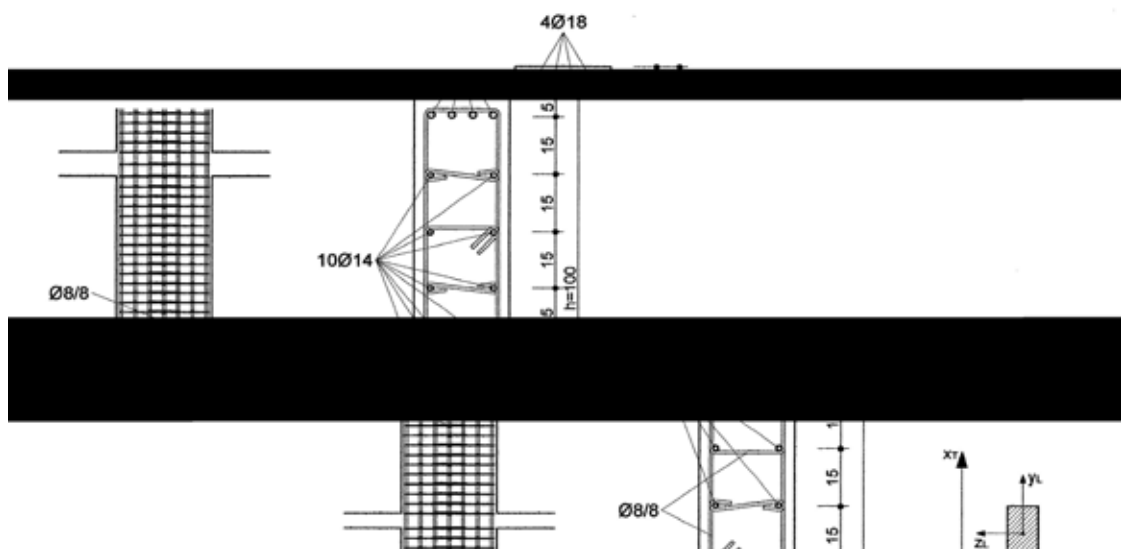
Το υποστύλωμα εφάπτεται σε τοιχοποιία, οπότε όλο το ύψος του χαρακτηρίζεται κρίσιμο :

$$\min \varnothing_w = \max \left\{ \frac{\varnothing_l}{3}, \frac{18 \varnothing_l}{3 \varnothing} \right\} = \max \left\{ \frac{8}{3}, \frac{18 \cdot 8}{3 \cdot 8} \right\} = \max(8, 6) \quad \text{P} \quad \min \varnothing_w = 8\text{mm}$$

$$\max s_w = \min \left[8 \cdot \min \varnothing_l, 0,50 \cdot b_w (\text{mm}), 100\text{mm} \right] = \min \left[\frac{8}{3} \cdot 14, \frac{250}{2}, 100 \right] \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad \max s_w = 100\text{mm}$$

$$\text{Επιλέγεται διατμητικός οπλισμός : } \varnothing 8/8 \text{ @ } \frac{28,15\text{cm}^2}{\text{m}} > \frac{20,55\text{cm}^2}{\text{m}}$$



Υποστώλωμα K₁₂ (Ράβδος 2162)

Οι διαστάσεις του υποστωλώματος είναι : $b = 0,60\text{m}$, $h = 0,30\text{m}$, $H = 2,60\text{m}$, ενώ ο διαμήκης οπλισμός που επιλέχθηκε είναι : $A_{s,tot} = 21,80\text{cm}^2$, ο οποίος εξασφαλίζει μέγιστη ροπή αντοχής σε κάμψη με αξονική δύναμη :

$$\omega = \frac{A_{s,tot}}{b \cdot h} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{21,80\text{cm}^2}{60\text{cm} \cdot 30\text{cm}} \cdot \frac{500 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,15}{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,50} \quad \text{P} \quad \omega = 0,39 \text{ @ } \max \mu_{sd} = 0,304$$

$$M_{R,c}^y = \max \mu_{sd} \cdot b^2 \cdot h \cdot f_{cd} = 0,304 \cdot (0,60)^2 \text{ m}^2 \cdot 0,30\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad M_{R,c}^y = 437,76\text{kNm}$$

$$M_{R,c}^z = \max \mu_{sd} \cdot b \cdot h^2 \cdot f_{cd} = 0,304 \cdot 0,60\text{m} \cdot (0,30)^2 \text{ m}^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad M_{R,c}^z = 218,88\text{kNm}$$

$$\max M_{R,c} = M_{R,c}^y = 437,76\text{kNm}$$

Οι μέγιστες τιμές σεισμικής τέμνουσας για κάθε κύρια διεύθυνση είναι (βλ. Παράρτημα Γ) : $\max V_{E,c}^y = 16,27\text{kN}$, $\max V_{E,c}^z = 34,92\text{kN}$, ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς είναι : $q = 3,50$, ενώ η ορθή δύναμη χωρίς σεισμό : $N_{sd} = -1013,30\text{kN}$.

$$V_{CD,c}^y = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}^y}{l_c} \cdot q \cdot V_{E,c}^y \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = \frac{2,80 \cdot 437,76\text{kNm}}{2,60\text{m}} \cdot 3,50 \cdot 16,27\text{kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^y = 471,43\text{kN} > 56,95\text{kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = 56,95\text{kN}$$

$$V_{CD,c}^z = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}^z}{l_c} \cdot q \cdot V_{E,c}^z \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = \frac{2,80 \cdot 437,76\text{kNm}}{2,60\text{m}} \cdot 3,50 \cdot 34,92\text{kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^z = 471,43\text{kN} > 122,22\text{kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = 122,22\text{kN}$$

$$1. \quad V_{CD,c} = V_{sd} \cdot V_{Rdl} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,20 + 40\rho_l) + 0,15\sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0,26 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$$

$$k = 1,60 - d^3 \cdot 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,60 - (0,60 - 0,05)^3 \cdot 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,05 > 1,00$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \cdot 0,02 \quad \text{P} \quad \rho_l = \frac{A_{s,tot}/2}{30\text{cm} \cdot 55\text{cm}} = \frac{21,80\text{cm}^2/2}{30\text{cm} \cdot 55\text{cm}} = 0,01 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{|N_{sd}|}{b_w \cdot h} = \frac{1013,30\text{kN}}{0,30\text{m} \cdot 0,60\text{m}} \quad \text{P} \quad \sigma_{cp} = 5629,44\text{kN/m}^2$$

$$V_{Rdl} = [0,26 \cdot 10^3 \cdot 1,05 \cdot (1,20 + 40 \cdot 0,01) + 0,15 \cdot 5629,44] \text{ kN/m}^2 \cdot 0,30\text{m} \cdot 0,55\text{m} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{Rdl} = 211,40\text{kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 56,95\text{kN} < V_{Rdl} = 211,40\text{kN} \quad \text{P}$$

$$V_{CD,c}^z = 122,22\text{kN} < V_{Rdl} = 211,40\text{kN} \quad \text{P}$$

Δεν απαιτείται οπλισμός διάτμησης, αλλά θα τοποθετηθεί ο ελάχιστος.

$$2. V_{CD,c} = V_{Sd} \leq V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$$

$$v = 0,60 > 0,50$$

$$z = 0,90d = 0,90 \cdot 0,55m \Rightarrow z = 0,50m$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot 0,60 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \cdot 0,30m \cdot 0,50m \Rightarrow V_{Rd2} = 600,00kN$$

$$V_{CD,c}^y = 56,95kN < V_{Rd2} = 600,00kN \quad \checkmark$$

$$V_{CD,c}^z = 122,22kN < V_{Rd2} = 600,00kN \quad \checkmark$$

Δεν απαιτείται αλλαγή διαστάσεων.

3. Δεν απαιτείται διατμητικός οπλισμός, αλλά θα τοποθετηθεί ο ελάχιστος.

Το υποστύλωμα δεν εφάπτεται σε τοίχο :

$$h_{KP} = \max \left\{ \frac{aH}{e \cdot 5}, h, 600mm \right\} = \max \left\{ \frac{2450}{e \cdot 5}, 600, 600 \right\} \Rightarrow h_{KP} = 600mm$$

Κρίσιμες περιοχές :

$$\min \varnothing_w = \max \left\{ \frac{a}{e} \cdot 8mm, \frac{\max \varnothing_l}{3} \cdot \frac{\ddot{\omega}}{\varnothing} \right\} = \max \left\{ \frac{20}{e} \cdot \frac{\ddot{\omega}}{3} \right\} = \max(8, 8) \Rightarrow \min \varnothing_w = 8mm$$

$$\max s_w = \min \left[8 \cdot \min \varnothing_l, 0,50 \cdot b_w \text{ (mm)}, 100mm \right] = \min \left[8 \cdot 20, \frac{300}{2}, 100 \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \max s_w = 100mm$$

Μη κρίσιμες περιοχές :

$$\min \varnothing_w = \max \left\{ \frac{a}{e} \cdot 6mm, \frac{\max \varnothing_l}{4} \cdot \frac{\ddot{\omega}}{\varnothing} \right\} = \max \left\{ \frac{20}{e} \cdot \frac{\ddot{\omega}}{4} \right\} = \max(6, 5) \Rightarrow \min \varnothing_w = 6mm$$

$$\max s_w = \min [12 \cdot \min \varnothing_l, \min b_w \text{ (mm)}, 300mm] = \min [12 \cdot 14, 300, 300] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \max s_w = 168mm$$

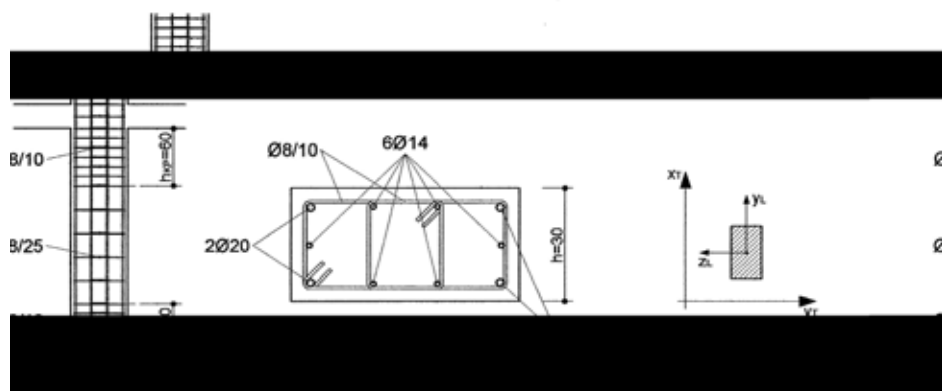
Επιλέγεται ελάχιστος διατμητικός οπλισμός με κοινή διάμετρο για όλες τις περιοχές :

$$\text{Κρίσιμες περιοχές : } \varnothing 8/10 \frac{3}{4} \text{ @ } \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{20,12cm^2}{m}$$

Μη κρίσιμη περιοχή :

$$\text{Ο υπολογισμένος ελάχιστος οπλισμός διάτμησης : } \varnothing 6/17 \frac{3}{4} \text{ @ } \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{6,77cm^2}{m},$$

$$\text{αντικαθίσταται με : } \varnothing 8/25 \frac{3}{4} \text{ @ } \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{8,04cm^2}{m}.$$



Υποστώλωμα K₁₃ (Ράβδος 2178)

Οι διαστάσεις του υποστωλώματος είναι : $b = 1,00\text{m}$, $h = 0,30\text{m}$, $H = 2,60\text{m}$, ενώ ο διαμήκης οπλισμός που επιλέχθηκε είναι : $A_{s,tot} = 40,52\text{cm}^2$, ο οποίος εξασφαλίζει μέγιστη ροπή αντοχής σε κάμψη με αξονική δύναμη :

$$\omega = \frac{A_{s,tot}}{b \cdot h} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{40,52\text{cm}^2}{100\text{cm} \cdot 30\text{cm}} \cdot \frac{500 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,15}{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,50} \quad \text{P} \quad \omega = 0,44 \text{ @ } \max \mu_{Sd} = 0,190$$

$$M_{R,c}^y = \max \mu_{Sd} \cdot b^2 \cdot h \cdot f_{cd} = 0,190 \cdot (1,00)^2 \text{ m}^2 \cdot 0,30\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad M_{R,c}^y = 760,00\text{kNm}$$

$$M_{R,c}^z = \max \mu_{Sd} \cdot b \cdot h^2 \cdot f_{cd} = 0,190 \cdot 1,00\text{m} \cdot (0,30)^2 \text{ m}^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad M_{R,c}^z = 228,00\text{kNm}$$

$$\max M_{R,c} = M_{R,c}^y = 760,00\text{kNm}$$

Οι μέγιστες τιμές σεισμικής τέμνουσας για κάθε κύρια διεύθυνση είναι (βλ. Παράρτημα Γ) : $\max V_{E,c}^y = 34,00\text{kN}$, $\max V_{E,c}^z = 89,81\text{kN}$, ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς είναι : $q = 3,50$, ενώ η ορθή δύναμη χωρίς σεισμό : $N_{Sd} = -784,20\text{kN}$.

$$V_{CD,c}^y = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}^y}{l_c} \cdot q \cdot V_{E,c}^y \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = \frac{2,80 \cdot 760,00\text{kNm}}{2,60\text{m}} \cdot 3,50 \cdot 34,00\text{kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^y = 818,46\text{kN} > 119,00\text{kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = 119,00\text{kN}$$

$$V_{CD,c}^z = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}^z}{l_c} \cdot q \cdot V_{E,c}^z \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = \frac{2,80 \cdot 760,00\text{kNm}}{2,60\text{m}} \cdot 3,50 \cdot 89,81\text{kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^z = 818,46\text{kN} > 314,34\text{kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = 314,34\text{kN}$$

$$1. \quad V_{CD,c} = V_{Sd} \cdot V_{Rdl} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,20 + 40\rho_l) + 0,15\sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0,26 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$$

$$k = 1,60 - d \cdot 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,60 - (1,00 - 0,05) \cdot 1,00 \quad \text{P} \quad k = 0,65 < 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,00$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \cdot 0,02 \quad \text{P} \quad \rho_l = \frac{A_{s,tot}/2}{30\text{cm} \cdot 95\text{cm}} = \frac{40,52\text{cm}^2/2}{30\text{cm} \cdot 95\text{cm}} = 0,01 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{|N_{Sd}|}{b_w \cdot h} = \frac{784,20\text{kN}}{0,30\text{m} \cdot 1,00\text{m}} \quad \text{P} \quad \sigma_{cp} = 2614,00\text{kN/m}^2$$

$$V_{Rdl} = [0,26 \cdot 10^3 \cdot 1,00 \cdot (1,20 + 40 \cdot 0,01) + 0,15 \cdot 2614,00] \text{ kN/m}^2 \cdot 0,30\text{m} \cdot 0,95\text{m} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{Rdl} = 230,31\text{kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 119,00\text{kN} < V_{Rdl} = 230,31\text{kN} \quad \text{P}$$

$$V_{CD,c}^z = 314,34\text{kN} < V_{Rdl} = 230,31\text{kN} \quad \text{P}$$

Δεν απαιτείται οπλισμός διάτμησης, αλλά θα τοποθετηθεί ο ελάχιστος.

$$2. V_{CD,c} = V_{Sd} \leq V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$$

$$v = 0,60 > 0,50$$

$$z = 0,90d = 0,90 \cdot 0,95m \Rightarrow z = 0,86m$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot 0,60 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \cdot 0,30m \cdot 0,86m \Rightarrow V_{Rd2} = 1032,00 \text{ kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 119,00 \text{ kN} < V_{Rd2} = 1032,00 \text{ kN}$$

$$V_{CD,c}^z = 314,34 \text{ kN} < V_{Rd2} = 1032,00 \text{ kN}$$

Δεν απαιτείται αλλαγή διαστάσεων.

3. Δεν απαιτείται διατμητικός οπλισμός, αλλά θα τοποθετηθεί ο ελάχιστος.

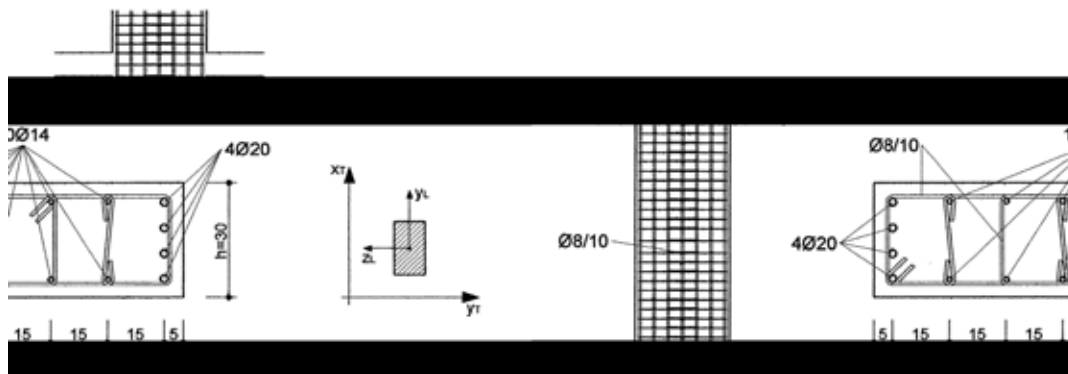
Το υποστύλωμα εφάπτεται σε τοιχοποιία, οπότε όλο το ύψος του χαρακτηρίζεται κρίσιμο :

$$\min \phi_w = \max \left(\frac{\sigma_c}{e}, \frac{\max \phi_l}{3} \right) = \max \left(\frac{22}{3}, \frac{22}{3} \right) = \max(8, 8) \Rightarrow \min \phi_w = 8 \text{ mm}$$

$$\max s_w = \min \left[8 \cdot \min \phi_l, 0,50 \cdot b_w \text{ (mm)}, 100 \text{ mm} \right] = \min \left[8 \cdot 20, \frac{300}{2}, 100 \right]$$

$$\Rightarrow \max s_w = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Επιλέγεται ελάχιστος διατμητικός οπλισμός : } \phi 8/10 \text{ } \left(\frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{20,12 \text{ cm}^2}{m} \right)$$



Υποστώλωμα K₁₄ (Ράβδος 2452)

Οι διαστάσεις του υποστωλώματος είναι : $b = 0,35\text{m}$, $h = 0,35\text{m}$, $H = 2,60\text{m}$, ενώ ο διαμήκης οπλισμός που επιλέχθηκε είναι : $A_{s,tot} = 14,20\text{cm}^2$, ο οποίος εξασφαλίζει μέγιστη ροπή αντοχής σε κάμψη με αξονική δύναμη :

$$\omega = \frac{A_{s,tot}}{b \cdot h} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{14,20\text{cm}^2}{35\text{cm} \cdot 35\text{cm}} \cdot \frac{500 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,15}{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,50} \quad \text{P} \quad \omega = 0,38 \text{ @ } \max \mu_{sd} = 0,164$$

$$M_{R,c}^y = \max \mu_{sd} \cdot b \cdot h^2 \cdot f_{cd} = 0,164 \cdot (0,35)^3 \text{ m}^3 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \quad \text{P} \quad M_{R,c}^y = 93,75 \text{ kNm}$$

$$M_{R,c}^z = M_{R,c}^y = 93,75 \text{ kNm}$$

$$\max M_{R,c} = M_{R,c}^z = M_{R,c}^y = 93,75 \text{ kNm}$$

Οι μέγιστες τιμές σεισμικής τέμνουσας για κάθε κύρια διεύθυνση είναι (βλ. Παράρτημα Γ) : $\max V_{E,c}^y = 27,80 \text{ kN}$, $\max V_{E,c}^z = 14,80 \text{ kN}$, ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς είναι : $q = 3,50$, ενώ η ορθή δύναμη χωρίς σεισμό : $N_{sd} = -300,90 \text{ kN}$.

$$V_{CD,c}^y = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}}{l_c} \cdot q \cdot V_{E,c}^y \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = \frac{2,80 \cdot 93,75 \text{ kNm}}{2,60 \text{ m}} \cdot 3,50 \cdot 27,80 \text{ kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^y = 100,97 \text{ kN} > 97,30 \text{ kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = 97,30 \text{ kN}$$

$$V_{CD,c}^z = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}}{l_c} \cdot q \cdot V_{E,c}^z \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = \frac{2,80 \cdot 93,75 \text{ kNm}}{2,60 \text{ m}} \cdot 3,50 \cdot 14,80 \text{ kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^z = 100,97 \text{ kN} > 51,80 \text{ kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = 51,80 \text{ kN}$$

$$1. \quad V_{CD,c} = V_{sd} \cdot V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,20 + 40\rho_l) + 0,15\sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0,26 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$$

$$k = 1,60 - d^3 \cdot 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,60 - (0,35 - 0,05)^3 \cdot 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,30 > 1,00$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \cdot 0,02 \quad \text{P} \quad \rho_l = \frac{A_{s,tot}/2}{35\text{cm} \cdot 30\text{cm}} = \frac{14,20\text{cm}^2/2}{35\text{cm} \cdot 30\text{cm}} = 0,01 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{|N_{sd}|}{b_w \cdot h} = \frac{300,90 \text{ kN}}{0,35\text{m} \cdot 0,35\text{m}} \quad \text{P} \quad \sigma_{cp} = 2456,33 \text{ kN/m}^2$$

$$V_{Rd1} = [0,26 \cdot 10^3 \cdot 1,30 \cdot (1,20 + 40 \cdot 0,01) + 0,15 \cdot 2456,33] \text{ kN/m}^2 \cdot 0,35\text{m} \cdot 0,30\text{m} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{Rd1} = 95,47 \text{ kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 97,30 \text{ kN} < V_{Rd1} = 95,47 \text{ kN} \quad \text{P}$$

$$V_{CD,c}^z = 51,80 \text{ kN} < V_{Rd1} = 95,47 \text{ kN} \quad \text{P}$$

Δεν απαιτείται οπλισμός διάτμησης, αλλά θα τοποθετηθεί ο ελάχιστος.

$$2. \quad V_{CD,c} = V_{sd} \cdot V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$$

$$v = 0,60 > 0,50$$

$$z = 0,90d = 0,90 \cdot 0,30\text{m} \quad \text{P} \quad z = 0,27\text{m}$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot 0,60 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \cdot 0,35 \text{ m} \cdot 0,27 \text{ m} \Rightarrow V_{Rd2} = 378,00 \text{ kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 97,30 \text{ kN} < V_{Rd2} = 378,00 \text{ kN} \Rightarrow \text{Δεν απαιτείται αλλαγή διαστάσεων.}$$

$$V_{CD,c}^z = 51,80 \text{ kN} < V_{Rd2} = 378,00 \text{ kN} \Rightarrow$$

3. Δεν απαιτείται διατμητικός οπλισμός, αλλά θα τοποθετηθεί ο ελάχιστος.

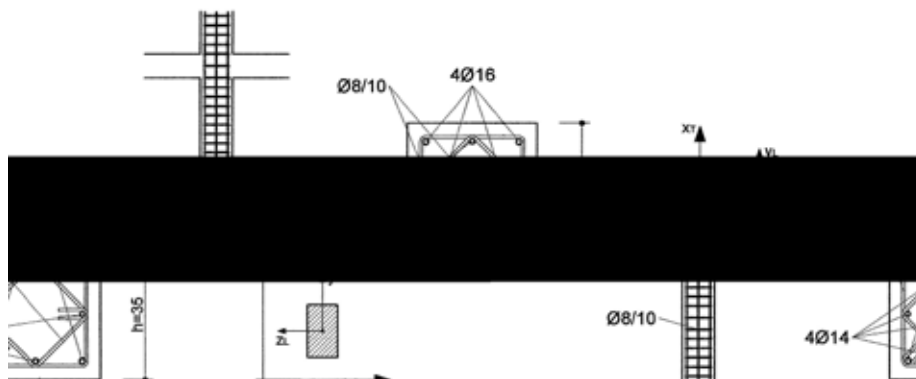
Το υποστύλωμα εφάπτεται με τοιχοποιία, οπότε όλο το ύψος του χαρακτηρίζεται κρίσιμο :

$$\min \varnothing_w = \max \left[\frac{\varnothing_1}{3}, \frac{\max \varnothing_1}{3} \right] = \max \left[\frac{8}{3}, \frac{16}{3} \right] = \max(8, 6) \Rightarrow \min \varnothing_w = 8 \text{ mm}$$

$$\max s_w = \min \left[8 \cdot \min \varnothing_1, 0,50 \cdot b_w (\text{mm}), 100 \text{ mm} \right] = \min \left[8 \cdot 14, \frac{350}{2}, 100 \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \max s_w = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Επιλέγεται ελάχιστος διατμητικός οπλισμός : } \varnothing 8/10 \frac{3}{4} \text{ @ } \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{20,12 \text{ cm}^2}{\text{m}}$$



Υποστώλωμα K₁₅ (Ράβδος 2462)

Οι διαστάσεις του υποστωλώματος είναι : $b = 1,00\text{m}$, $h = 0,25\text{m}$, $H = 2,60\text{m}$, ενώ ο διαμήκης οπλισμός που επιλέχθηκε είναι : $A_{s,tot} = 35,72\text{cm}^2$, ο οποίος εξασφαλίζει μέγιστη ροπή αντοχής σε κάμψη με αξονική δύναμη :

$$\omega = \frac{A_{s,tot}}{b \cdot h} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{35,72\text{cm}^2}{100\text{cm} \cdot 25\text{cm}} \cdot \frac{500 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,15}{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,50} \quad \text{P} \quad \omega = 0,47 \text{ @ } \max \mu_{Sd} = 0,203$$

$$M_{R,c}^y = \max \mu_{Sd} \cdot b^2 \cdot h \cdot f_{cd} = 0,203 \cdot (1,00)^2 \text{ m}^2 \cdot 0,25\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad M_{R,c}^y = 676,67\text{kNm}$$

$$M_{R,c}^z = \max \mu_{Sd} \cdot b \cdot h^2 \cdot f_{cd} = 0,203 \cdot 1,00\text{m} \cdot (0,25)^2 \text{ m}^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad M_{R,c}^z = 169,17\text{kNm}$$

$$\max M_{R,c} = M_{R,c}^y = 676,67\text{kNm}$$

Οι μέγιστες τιμές σεισμικής τέμνουσας για κάθε κύρια διεύθυνση είναι (βλ. Παράρτημα Γ) : $\max V_{E,c}^y = 42,85\text{kN}$, $\max V_{E,c}^z = 159,31\text{kN}$, ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς είναι : $q = 3,50$, ενώ η ορθή δύναμη χωρίς σεισμό : $N_{Sd} = -214,50\text{kN}$.

$$V_{CD,c}^y = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}^y}{l_c} \cdot q \cdot V_{E,c}^y \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = \frac{2,80 \cdot 676,67\text{kNm}}{2,60\text{m}} \cdot 3,50 \cdot 42,85\text{kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^y = 728,72\text{kN} > 149,98\text{kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = 149,98\text{kN}$$

$$V_{CD,c}^z = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}^z}{l_c} \cdot q \cdot V_{E,c}^z \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = \frac{2,80 \cdot 676,67\text{kNm}}{2,60\text{m}} \cdot 3,50 \cdot 159,31\text{kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^z = 728,72\text{kN} > 557,59\text{kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = 557,59\text{kN}$$

$$1. \quad V_{CD,c} = V_{Sd} \cdot V_{Rdl} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,20 + 40\rho_l) + 0,15\sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0,26 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$$

$$k = 1,60 - d \leq 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,60 - (1,00 - 0,05) \leq 1,00 \quad \text{P} \quad k = 0,65 < 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,00$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0,02 \quad \text{P} \quad \rho_l = \frac{A_{s,tot}/2}{25\text{cm} \cdot 95\text{cm}} = \frac{35,72\text{cm}^2/2}{25\text{cm} \cdot 95\text{cm}} = 0,01 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{|N_{Sd}|}{b_w \cdot h} = \frac{214,50\text{kN}}{0,25\text{m} \cdot 1,00\text{m}} \quad \text{P} \quad \sigma_{cp} = 858,00\text{kN/m}^2$$

$$V_{Rdl} = [0,26 \cdot 10^3 \cdot 1,00 \cdot (1,20 + 40 \cdot 0,01) + 0,15 \cdot 858,00] \text{ kN/m}^2 \cdot 0,25\text{m} \cdot 0,95\text{m} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{Rdl} = 129,37\text{kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 149,98\text{kN} > V_{Rdl} = 129,37\text{kN} \quad \text{P} \quad \text{Απαιτείται οπλισμός διάτμησης.}$$

$$V_{CD,c}^z = 557,59\text{kN} > V_{Rdl} = 129,37\text{kN} \quad \text{P}$$

$$2. V_{CD,c} = V_{Sd} \leq V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$$

$$v = 0,60 > 0,50$$

$$z = 0,90d = 0,90 \cdot 0,95m \Rightarrow z = 0,86m$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot 0,60 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \cdot 0,25m \cdot 0,86m \Rightarrow V_{Rd2} = 860,00 \text{ kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 149,98 \text{ kN} < V_{Rd2} = 860,00 \text{ kN}$$

$$V_{CD,c}^z = 557,59 \text{ kN} < V_{Rd2} = 860,00 \text{ kN} \Rightarrow \text{Δεν απαιτείται αλλαγή διαστάσεων.}$$

$$3. V_{wd} = V_{Sd} - 0,90 \cdot V_{Rd1}$$

$$V_{Sd} = \max V_{CD,c} = V_{CD,c}^z = 557,59 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1} = 129,37 \text{ kN}$$

$$V_{wd} = V_{CD,c}^y - 0,90 \cdot V_{Rd1} = (557,59 - 0,90 \cdot 129,37) \text{ kN} \Rightarrow V_{wd} = 441,16 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{V_{wd}}{0,90 \cdot d \cdot f_{ywd}} = \frac{441,16 \text{ kN}}{0,90 \cdot 0,95m \cdot \frac{220 \cdot 10^{-1} \text{ kN/cm}^2}{1,15}} \Rightarrow \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{26,97 \text{ cm}^2}{m}$$

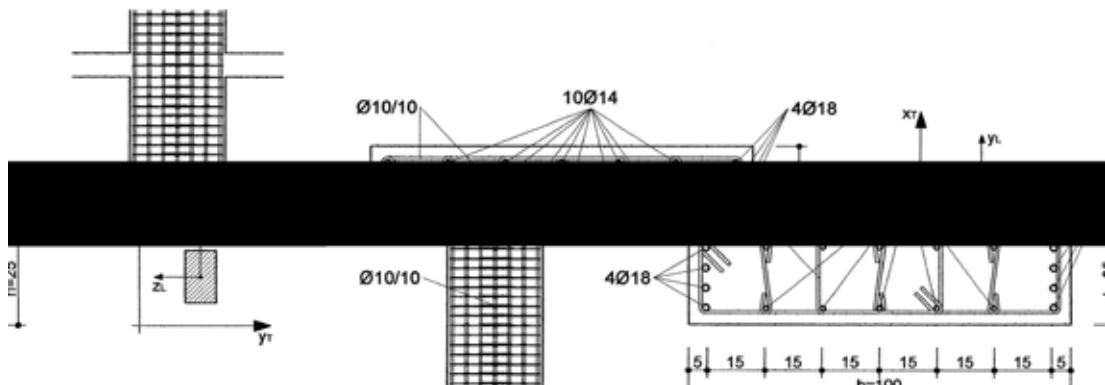
Το υποστύλωμα εφάπτεται με τοιχοποιία, οπότε όλο το ύψος του χαρακτηρίζεται κρίσιμο :

$$\min \varnothing_w = \max \left\{ \frac{\varnothing_1}{3}, \frac{\varnothing_2}{3} \right\} = \max \left\{ \frac{8}{3}, \frac{18}{3} \right\} = \max(8, 6) \Rightarrow \min \varnothing_w = 8 \text{ mm}$$

$$\max s_w = \min \left[8 \cdot \min \varnothing_1, 0,50 \cdot b_w (\text{mm}), 100 \text{ mm} \right] = \min \left[8 \cdot 14, \frac{250}{2}, 100 \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \max s_w = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Επιλέγεται διατμητικός οπλισμός : } \varnothing 10/10 \text{ } \left(\frac{10 \cdot 10}{100} = 10 \right) \Rightarrow \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{31,40 \text{ cm}^2}{m} > \frac{26,97 \text{ cm}^2}{m}$$



Υποστώλωμα K₁₆ (Ράβδος 2702)

Οι διαστάσεις του υποστωλώματος είναι : $b = 0,35\text{m}$, $h = 0,35\text{m}$, $H = 2,60\text{m}$, ενώ ο διαμήκης οπλισμός που επιλέχθηκε είναι : $A_{s,tot} = 14,20\text{cm}^2$, ο οποίος εξασφαλίζει μέγιστη ροπή αντοχής σε κάμψη με αξονική δύναμη :

$$\omega = \frac{A_{s,tot}}{b \cdot h} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{14,20\text{cm}^2}{35\text{cm} \cdot 35\text{cm}} \cdot \frac{500 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,15}{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,50} \quad \text{P} \quad \omega = 0,38 \quad \text{Q} \quad \max \mu_{sd} = 0,164$$

$$M_{R,c}^y = \max \mu_{sd} \cdot b \cdot h^2 \cdot f_{cd} = 0,164 \cdot (0,35)^3 \text{ m}^3 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \quad \text{P} \quad M_{R,c}^y = 93,75 \text{ kNm}$$

$$M_{R,c}^z = M_{R,c}^y = 93,75 \text{ kNm}$$

$$\max M_{R,c} = M_{R,c}^z = M_{R,c}^y = 93,75 \text{ kNm}$$

Οι μέγιστες τιμές σεισμικής τέμνουσας για κάθε κύρια διεύθυνση είναι (βλ. Παράρτημα Γ) : $\max V_{E,c}^y = 18,74 \text{ kN}$, $\max V_{E,c}^z = 16,95 \text{ kN}$, ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς είναι : $q = 3,50$, ενώ η ορθή δύναμη χωρίς σεισμό : $N_{sd} = - 172,00 \text{ kN}$.

$$V_{CD,c}^y = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}}{l_c} \cdot q \cdot V_{E,c}^y \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = \frac{2,80 \cdot 93,75 \text{ kNm}}{2,60\text{m}} \cdot 3,50 \cdot 18,74 \text{ kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^y = 100,97 \text{ kN} > 65,59 \text{ kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = 65,59 \text{ kN}$$

$$V_{CD,c}^z = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}}{l_c} \cdot q \cdot V_{E,c}^z \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = \frac{2,80 \cdot 93,75 \text{ kNm}}{2,60\text{m}} \cdot 3,50 \cdot 16,95 \text{ kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^z = 100,97 \text{ kN} > 59,33 \text{ kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = 59,33 \text{ kN}$$

$$1. \quad V_{CD,c} = V_{sd} \cdot V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,20 + 40\rho_l) + 0,15\sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0,26 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$$

$$k = 1,60 - d^3 \cdot 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,60 - (0,35 - 0,05)^3 \cdot 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,30 > 1,00$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \cdot 0,02 \quad \text{P} \quad \rho_l = \frac{A_{s,tot}/2}{35\text{cm} \cdot 30\text{cm}} = \frac{14,20\text{cm}^2/2}{35\text{cm} \cdot 30\text{cm}} = 0,01 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{|N_{sd}|}{b_w \cdot h} = \frac{172,00 \text{ kN}}{0,35\text{m} \cdot 0,35\text{m}} \quad \text{P} \quad \sigma_{cp} = 1404,08 \text{ kN/m}^2$$

$$V_{Rd1} = [0,26 \cdot 10^3 \cdot 1,30 \cdot (1,20 + 40 \cdot 0,01) + 0,15 \cdot 1404,08] \text{ kN/m}^2 \cdot 0,35\text{m} \cdot 0,30\text{m} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{Rd1} = 78,90 \text{ kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 65,59 \text{ kN} < V_{Rd1} = 78,90 \text{ kN} \quad \text{P}$$

$$V_{CD,c}^z = 59,33 \text{ kN} < V_{Rd1} = 78,90 \text{ kN} \quad \text{P}$$

Δεν απαιτείται οπλισμός διάτμησης, αλλά θα τοποθετηθεί ο ελάχιστος.

$$2. \quad V_{CD,c} = V_{sd} \cdot V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$$

$$v = 0,60 > 0,50$$

$$z = 0,90d = 0,90 \cdot 0,30\text{m} \quad \text{P} \quad z = 0,27\text{m}$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot 0,60 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \cdot 0,35 \text{ m} \cdot 0,27 \text{ m} \triangleright V_{Rd2} = 378,00 \text{ kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 65,59 \text{ kN} < V_{Rd2} = 378,00 \text{ kN} \dot{\mu}$$

$$V_{CD,c}^z = 59,33 \text{ kN} < V_{Rd2} = 378,00 \text{ kN} \dot{\mu} \triangleright \text{Δεν απαιτείται αλλαγή διαστάσεων.}$$

3. Δεν απαιτείται διατμητικός οπλισμός, αλλά θα τοποθετηθεί ο ελάχιστος.

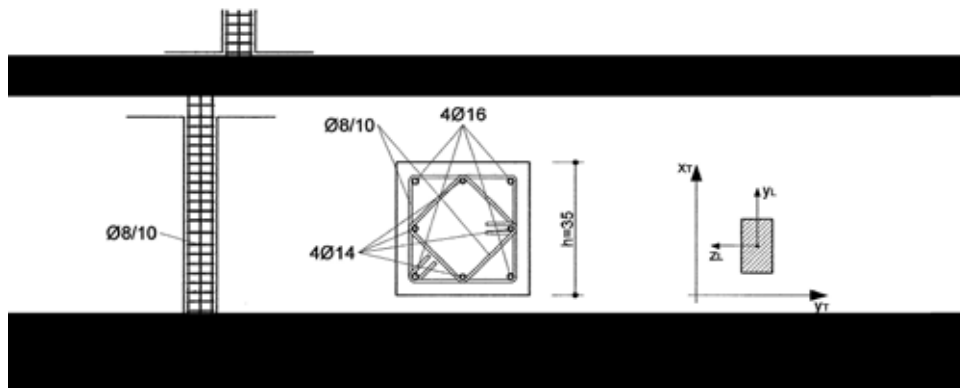
Το υποσύλωμα εφάπτεται με τοιχοποιία, οπότε όλο το ύψος του χαρακτηρίζεται κρίσιμο :

$$\min \varnothing_w = \max \left[\frac{\varnothing_1}{3}, \frac{\max \varnothing_1}{3} \right] = \max \left[\frac{8}{3}, \frac{16}{3} \right] = \max(8, 6) \triangleright \min \varnothing_w = 8 \text{ mm}$$

$$\max s_w = \min \left[8 \cdot \min \varnothing_1, 0,50 \cdot b_w (\text{mm}), 100 \text{ mm} \right] = \min \left[8 \cdot 14, \frac{350}{2}, 100 \right] \triangleright$$

$$\triangleright \max s_w = 100 \text{ mm}$$

Επιλέγεται ελάχιστος διατμητικός οπλισμός : $\varnothing 8/10 \frac{3}{4} \frac{17}{4} \frac{17}{4}$ $\frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{20,12 \text{ cm}^2}{\text{m}}$.



Υποστώλωμα K₁₇ (Ράβδος 2712)

Οι διαστάσεις του υποστωλώματος είναι : $b = 1,00\text{m}$, $h = 0,30\text{m}$, $H = 2,60\text{m}$, ενώ ο διαμήκης οπλισμός που επιλέχθηκε είναι : $A_{s,tot} = 40,52\text{cm}^2$, ο οποίος εξασφαλίζει μέγιστη ροπή αντοχής σε κάμψη με αξονική δύναμη :

$$\omega = \frac{A_{s,tot}}{b \cdot h} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{40,52\text{cm}^2}{100\text{cm} \cdot 30\text{cm}} \cdot \frac{500 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,15}{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,50} \quad \text{P} \quad \omega = 0,44 \text{ @ } \max \mu_{Sd} = 0,190$$

$$M_{R,c}^y = \max \mu_{Sd} \cdot b^2 \cdot h \cdot f_{cd} = 0,190 \cdot (1,00)^2 \text{ m}^2 \cdot 0,30\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad M_{R,c}^y = 760,00\text{kNm}$$

$$M_{R,c}^z = \max \mu_{Sd} \cdot b \cdot h^2 \cdot f_{cd} = 0,190 \cdot 1,00\text{m} \cdot (0,30)^2 \text{ m}^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad M_{R,c}^z = 228,00\text{kNm}$$

$$\max M_{R,c} = M_{R,c}^y = 760,00\text{kNm}$$

Οι μέγιστες τιμές σεισμικής τέμνουσας για κάθε κύρια διεύθυνση είναι (βλ. Παράρτημα Γ) : $\max V_{E,c}^y = 23,64\text{kN}$, $\max V_{E,c}^z = 94,85\text{kN}$, ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς είναι : $q = 3,50$, ενώ η ορθή δύναμη χωρίς σεισμό : $N_{Sd} = -981,90\text{kN}$.

$$V_{CD,c}^y = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}^y}{l_c} \cdot q \cdot V_{E,c}^y \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = \frac{2,80 \cdot 760,00\text{kNm}}{2,60\text{m}} \cdot 3,50 \cdot 23,64\text{kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^y = 818,46\text{kN} > 82,74\text{kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = 82,74\text{kN}$$

$$V_{CD,c}^z = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}^z}{l_c} \cdot q \cdot V_{E,c}^z \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = \frac{2,80 \cdot 760,00\text{kNm}}{2,60\text{m}} \cdot 3,50 \cdot 94,85\text{kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^z = 818,46\text{kN} > 331,98\text{kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = 331,98\text{kN}$$

$$1. \quad V_{CD,c} = V_{Sd} \cdot V_{Rdl} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,20 + 40\rho_l) + 0,15\sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0,26 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$$

$$k = 1,60 - d \cdot 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,60 - (1,00 - 0,05) \cdot 1,00 \quad \text{P} \quad k = 0,65 < 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,00$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \cdot 0,02 \quad \text{P} \quad \rho_l = \frac{A_{s,tot}/2}{30\text{cm} \cdot 95\text{cm}} = \frac{40,52\text{cm}^2/2}{30\text{cm} \cdot 95\text{cm}} = 0,01 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{|N_{Sd}|}{b_w \cdot h} = \frac{981,90\text{kN}}{0,30\text{m} \cdot 1,00\text{m}} \quad \text{P} \quad \sigma_{cp} = 3273,00\text{kN/m}^2$$

$$V_{Rdl} = [0,26 \cdot 10^3 \cdot 1,00 \cdot (1,20 + 40 \cdot 0,01) + 0,15 \cdot 3273,00] \text{ kN/m}^2 \cdot 0,30\text{m} \cdot 0,95\text{m} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{Rdl} = 258,48\text{kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 82,74\text{kN} < V_{Rdl} = 258,48\text{kN} \quad \text{P} \quad \text{Απαιτείται οπλισμός διάτμησης.}$$

$$V_{CD,c}^z = 331,98\text{kN} > V_{Rdl} = 258,48\text{kN} \quad \text{P}$$

$$2. V_{CD,c} = V_{Sd} \leq V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$$

$$v = 0,60 > 0,50$$

$$z = 0,90d = 0,90 \cdot 0,95m \Rightarrow z = 0,86m$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot 0,60 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \cdot 0,30m \cdot 0,86m \Rightarrow V_{Rd2} = 1032,00 \text{ kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 82,74 \text{ kN} < V_{Rd2} = 1032,00 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$$V_{CD,c}^z = 331,98 \text{ kN} < V_{Rd2} = 1032,00 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Δεν απαιτείται αλλαγή διαστάσεων.

$$3. V_{wd} = V_{Sd} - 0,90 \cdot V_{Rd1}$$

$$V_{Sd} = \max V_{CD,c} = V_{CD,c}^z = 331,98 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1} = 258,48 \text{ kN}$$

$$V_{wd} = V_{CD,c}^y - 0,90 \cdot V_{Rd1} = (331,98 - 0,90 \cdot 258,48) \text{ kN} \Rightarrow V_{wd} = 99,35 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{V_{wd}}{0,90 \cdot d \cdot f_{ywd}} = \frac{99,35 \text{ kN}}{0,90 \cdot 0,95m \cdot \frac{220 \cdot 10^{-1} \text{ kN/cm}^2}{1,15}} \Rightarrow \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{6,07 \text{ cm}^2}{m}$$

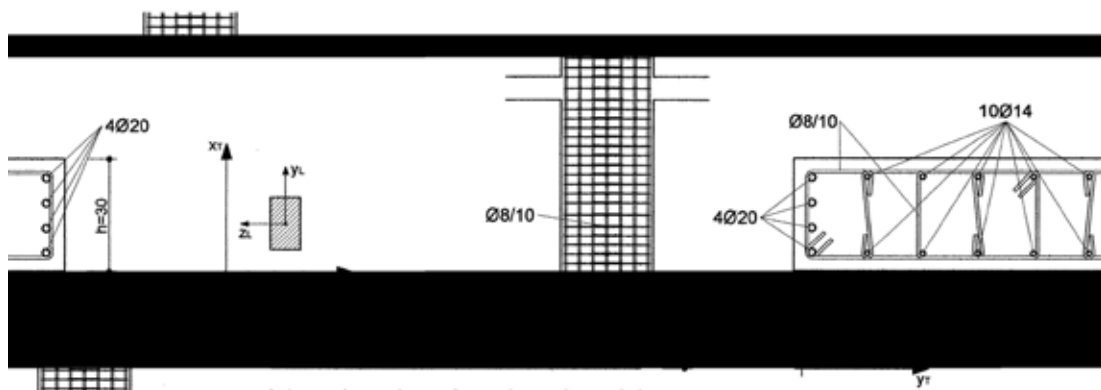
Το υποστύλωμα εφάπτεται με τοιχοποιία, οπότε όλο το ύψος του χαρακτηρίζεται κρίσιμο :

$$\min \varnothing_w = \max \left\{ \frac{\varnothing_1}{3}, \frac{\max \varnothing_1}{\varnothing} \right\} = \max \left\{ \frac{22}{3}, \frac{22}{\varnothing} \right\} = \max(8, 8) \Rightarrow \min \varnothing_w = 8 \text{ mm}$$

$$\max s_w = \min \left[8 \cdot \min \varnothing_1, 0,50 \cdot b_w (\text{mm}), 100 \text{ mm} \right] = \min \left[\frac{8}{3} \cdot 20, \frac{300}{2}, 100 \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \max s_w = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Επιλέγεται διαμετρικός οπλισμός : } \varnothing 8/10 \text{ @ } \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{20,12 \text{ cm}^2}{m} > \frac{6,07 \text{ cm}^2}{m}$$



Υποστώλωμα K₁₈ (Ράβδος 2680)

Οι διαστάσεις του υποστωλώματος είναι : $b = 0,25\text{m}$, $h = 1,00\text{m}$, $H = 2,60\text{m}$, ενώ ο διαμήκης οπλισμός που επιλέχθηκε είναι : $A_{s,\text{tot}} = 35,72\text{cm}^2$, ο οποίος εξασφαλίζει μέγιστη ροπή αντοχής σε κάμψη με αξονική δύναμη :

$$\omega = \frac{A_{s,\text{tot}}}{b \cdot h} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{35,72\text{cm}^2}{25\text{cm} \cdot 100\text{cm}} \cdot \frac{500 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,15}{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2 / 1,50} \quad \text{P} \quad \omega = 0,47 \quad \text{R} \quad \max \mu_{Sd} = 0,203$$

$$M_{R,c}^y = \max \mu_{Sd} \cdot b^2 \cdot h \cdot f_{cd} = 0,203 \cdot (0,25)^2 \text{ m}^2 \cdot 1,00\text{m} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad M_{R,c}^y = 169,17\text{kNm}$$

$$M_{R,c}^z = \max \mu_{Sd} \cdot b \cdot h^2 \cdot f_{cd} = 0,203 \cdot 0,25\text{m} \cdot (1,00)^2 \text{ m}^2 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad M_{R,c}^z = 676,67\text{kNm}$$

$$\max M_{R,c} = M_{R,c}^z = 676,67\text{kNm}$$

Οι μέγιστες τιμές σεισμικής τέμνουσας για κάθε κύρια διεύθυνση είναι (βλ. Παράρτημα Γ) : $\max V_{E,c}^y = 144,47\text{kN}$, $\max V_{E,c}^z = 10,97\text{kN}$, ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς είναι : $q = 3,50$, ενώ η ορθή δύναμη χωρίς σεισμό : $N_{Sd} = -733,10\text{kN}$.

$$V_{CD,c}^y = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}}{l_c} \cdot q \cdot V_{E,c}^y \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = \frac{2,80 \cdot 676,67\text{kNm}}{2,60\text{m}} \cdot 3,50 \cdot 144,47\text{kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^y = 728,72\text{kN} > 505,65\text{kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^y = 505,65\text{kN}$$

$$V_{CD,c}^z = \frac{1,40 \cdot 2 \cdot \max M_{R,c}}{l_c} \cdot q \cdot V_{E,c}^z \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = \frac{2,80 \cdot 676,67\text{kNm}}{2,60\text{m}} \cdot 3,50 \cdot 10,97\text{kN} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{CD,c}^z = 728,72\text{kN} > 38,40\text{kN} \quad \text{P} \quad V_{CD,c}^z = 38,40\text{kN}$$

$$1. \quad V_{CD,c} = V_{Sd} \cdot V_{Rdl} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,20 + 40\rho_l) + 0,15\sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0,26 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$$

$$k = 1,60 - d^3 \cdot 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,60 - (1,00 - 0,05)^3 \cdot 1,00 \quad \text{P} \quad k = 0,65 < 1,00 \quad \text{P} \quad k = 1,00$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \cdot 0,02 \quad \text{P} \quad \rho_l = \frac{A_{s,\text{tot}}/2}{25\text{cm} \cdot 95\text{cm}} = \frac{35,72\text{cm}^2/2}{25\text{cm} \cdot 95\text{cm}} = 0,01 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{|N_{Sd}|}{b_w \cdot h} = \frac{733,10\text{kN}}{0,25\text{m} \cdot 1,00\text{m}} \quad \text{P} \quad \sigma_{cp} = 2932,40\text{kN/m}^2$$

$$V_{Rdl} = [0,26 \cdot 10^3 \cdot 1,00 \cdot (1,20 + 40 \cdot 0,01) + 0,15 \cdot 2932,40] \text{ kN/m}^2 \cdot 0,30\text{m} \cdot 0,95\text{m} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad V_{Rdl} = 243,92\text{kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 505,65\text{kN} > V_{Rdl} = 243,92\text{kN} \quad \text{P} \quad \text{Απαιτείται οπλισμός διάτμησης.}$$

$$V_{CD,c}^z = 38,40\text{kN} < V_{Rdl} = 243,92\text{kN} \quad \text{P}$$

$$2. V_{CD,c} = V_{Sd} \leq V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$$

$$v = 0,60 > 0,50$$

$$z = 0,90d = 0,90 \cdot 0,95\text{m} \Rightarrow z = 0,86\text{m}$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot 0,60 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,50} \cdot 0,30\text{m} \cdot 0,86\text{m} \Rightarrow V_{Rd2} = 1032,00\text{kN}$$

$$V_{CD,c}^y = 505,65\text{kN} < V_{Rd2} = 1032,00\text{kN} \Rightarrow$$

$$V_{CD,c}^z = 38,40\text{kN} < V_{Rd2} = 1032,00\text{kN} \Rightarrow \text{Δεν απαιτείται αλλαγή διαστάσεων.}$$

$$3. V_{wd} = V_{Sd} - 0,90 \cdot V_{Rd1}$$

$$V_{Sd} = \max V_{CD,c} = V_{CD,c}^y = 505,65\text{kN}$$

$$V_{Rd1} = 243,92\text{kN}$$

$$V_{wd} = V_{CD,c}^y - 0,90 \cdot V_{Rd1} = (505,65 - 0,90 \cdot 243,92)\text{kN} \Rightarrow V_{wd} = 286,12\text{kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{V_{wd}}{0,90 \cdot d \cdot f_{ywd}} = \frac{286,12\text{kN}}{0,90 \cdot 0,95\text{m} \cdot \frac{220 \cdot 10^{-1} \text{ kN/cm}^2}{1,15}} \Rightarrow \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{17,49\text{cm}^2}{\text{m}}$$

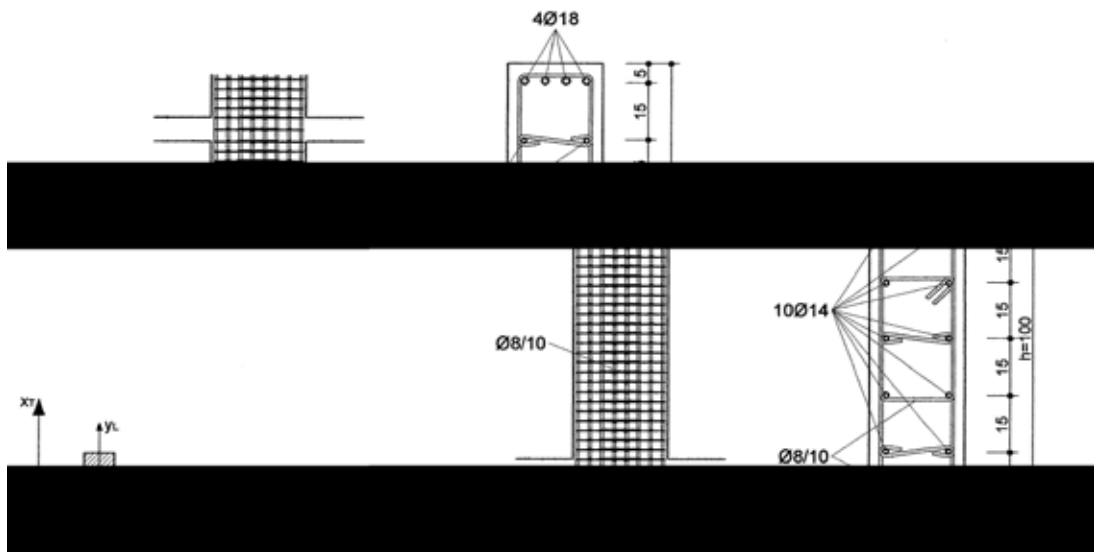
Το υποστύλωμα εφάπτεται με τοιχοποιία, οπότε όλο το ύψος του χαρακτηρίζεται κρίσιμο :

$$\min \varnothing_w = \max \left\{ \frac{\varnothing_l}{3}, \frac{\varnothing_l}{\varnothing} \right\} = \max \left\{ \frac{18}{3}, \frac{18}{\varnothing} \right\} = \max(8, 6) \Rightarrow \min \varnothing_w = 8\text{mm}$$

$$\max s_w = \min \left[8 \cdot \min \varnothing_l, 0,50 \cdot b_w (\text{mm}), 100\text{mm} \right] = \min \left[8 \cdot 14, \frac{250}{2}, 100 \right] \Rightarrow$$

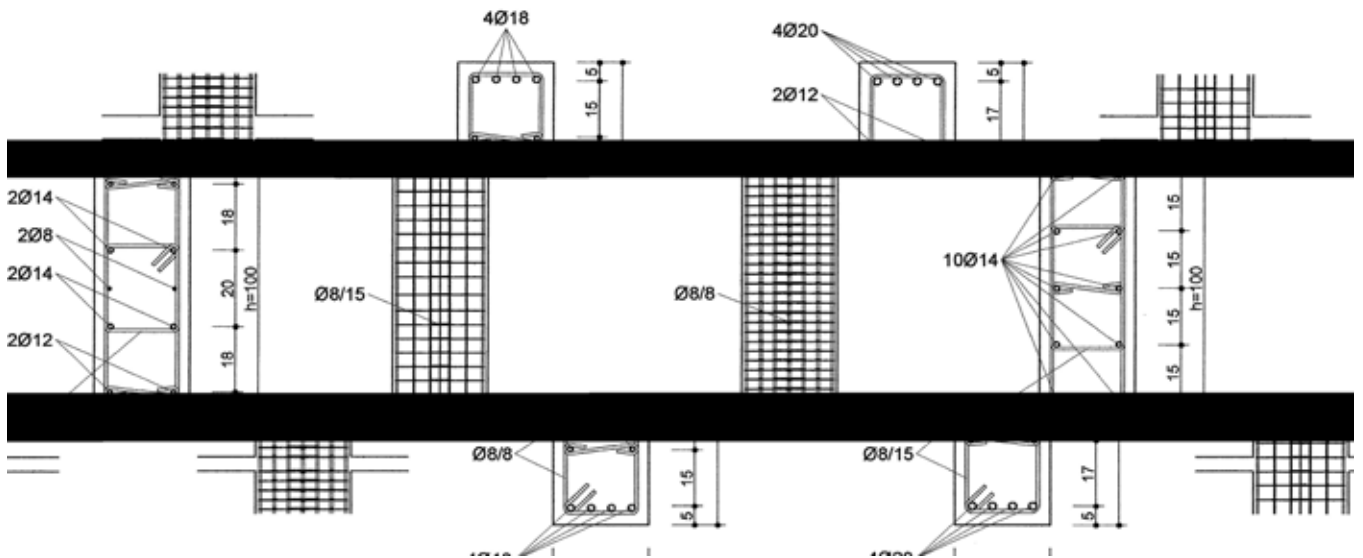
$$\Rightarrow \max s_w = 100\text{mm}$$

$$\text{Επιλέγεται διατμητικός οπλισμός : } \varnothing 8/10 \frac{3}{4} \frac{3}{4} \text{ (R)} \Rightarrow \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{20,12\text{cm}^2}{\text{m}} > \frac{17,49\text{cm}^2}{\text{m}}$$



10. Σύγκριση Οπλισμών Υποστυλωμάτων Ισογείου

Γίνεται σύγκριση μεταξύ των οπλισμών κάθε υποστυλώματος του ισογείου, όπως αυτά υπολογίστηκαν, με τους αντίστοιχους οπλισμούς που αναφέρονται στα σχετικά σχέδια της αρχικής μελέτης. Τα σύμφωνα με την αρχική μελέτη υποστυλώματα αναφέρονται ως K και οι οπλισμοί τους $A_{s,tot}$, ενώ τα σύμφωνα με τον ΕΑΚ 2000 υπολογισμένα υποστυλώματα αναφέρονται ως K' και ο οπλισμός τους $A_{\phi_{s,tot}}$.

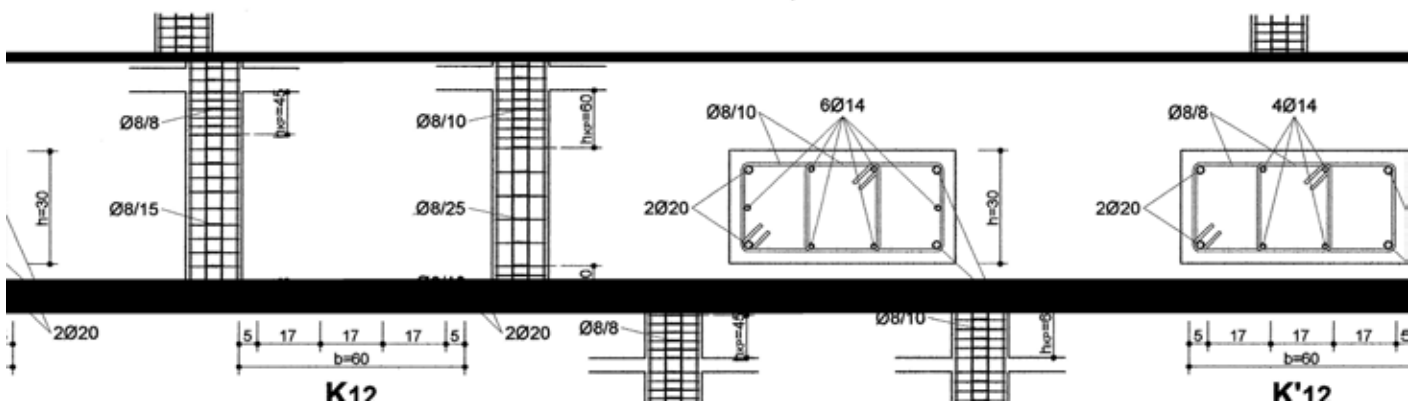


$$A_{\phi_{s,tot}} = 35,72\text{cm}^2 \approx A_{s,tot} = 36,81\text{cm}^2, \quad \frac{A_{\phi_{sw}}}{s_w} = \frac{28,15\text{cm}^2}{\text{m}} > \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{13,40\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$\frac{A_{s,tot} - A_{\phi_{s,tot}}}{A_{s,tot}} \cdot 100 = \frac{36,81 - 35,72}{36,81} \cdot 100 = 3\%$$

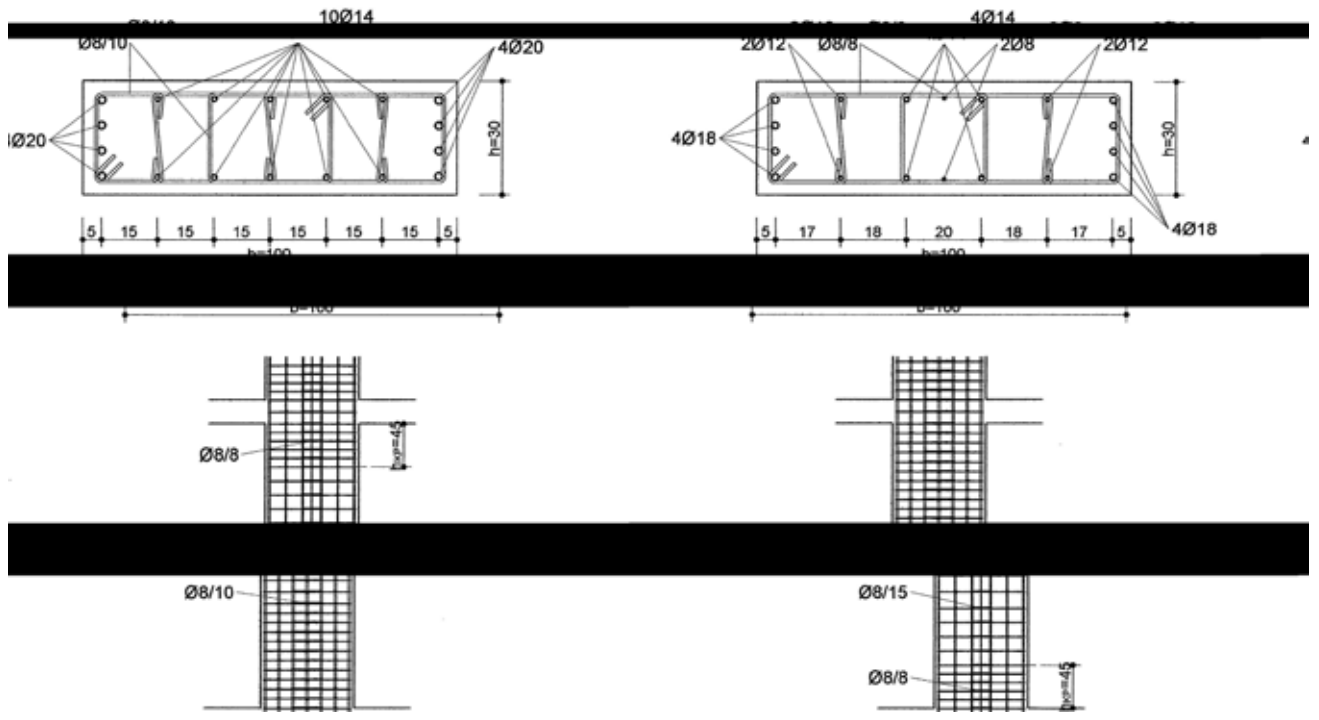
$$\frac{A_{sw}/s_w - A_{\phi_{sw}}/s_w}{A_{sw}/s_w} \cdot 100 = \frac{13,40 - 28,15}{13,40} \cdot 100 = 110\%$$

Το υποστυλώμα K₁₁ βρέθηκε επαρκώς οπλισμένο έναντι κάμψης με υπερόπλιση 3%, ενώ έναντι διάτμησης φέρει το μισό σχεδόν από τον απαιτούμενο οπλισμό.



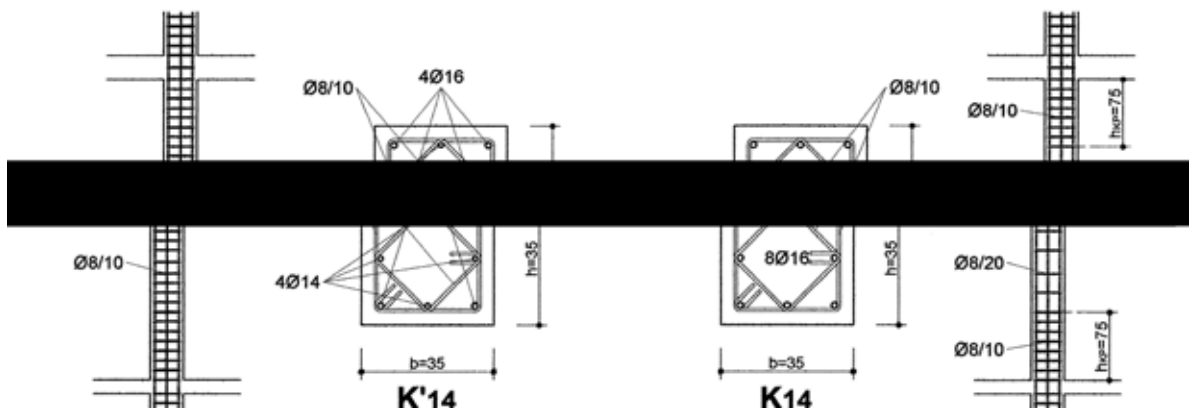
$$A_{\phi_{s,tot}} = 21,80\text{cm}^2 > A_{s,tot} = 18,72\text{cm}^2, \quad \frac{A_{\phi_{sw}}}{s_w} = \frac{20,12\text{cm}^2}{\text{m}} < \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{28,15\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Το υποστυλώμα K₁₂ είναι ανεπαρκώς οπλισμένο κατά 16% έναντι κάμψης και υπεροπλισμένο έναντι διάτμησης κατά 29% στις κρίσιμες περιοχές και 40% στη μη κρίσιμη.



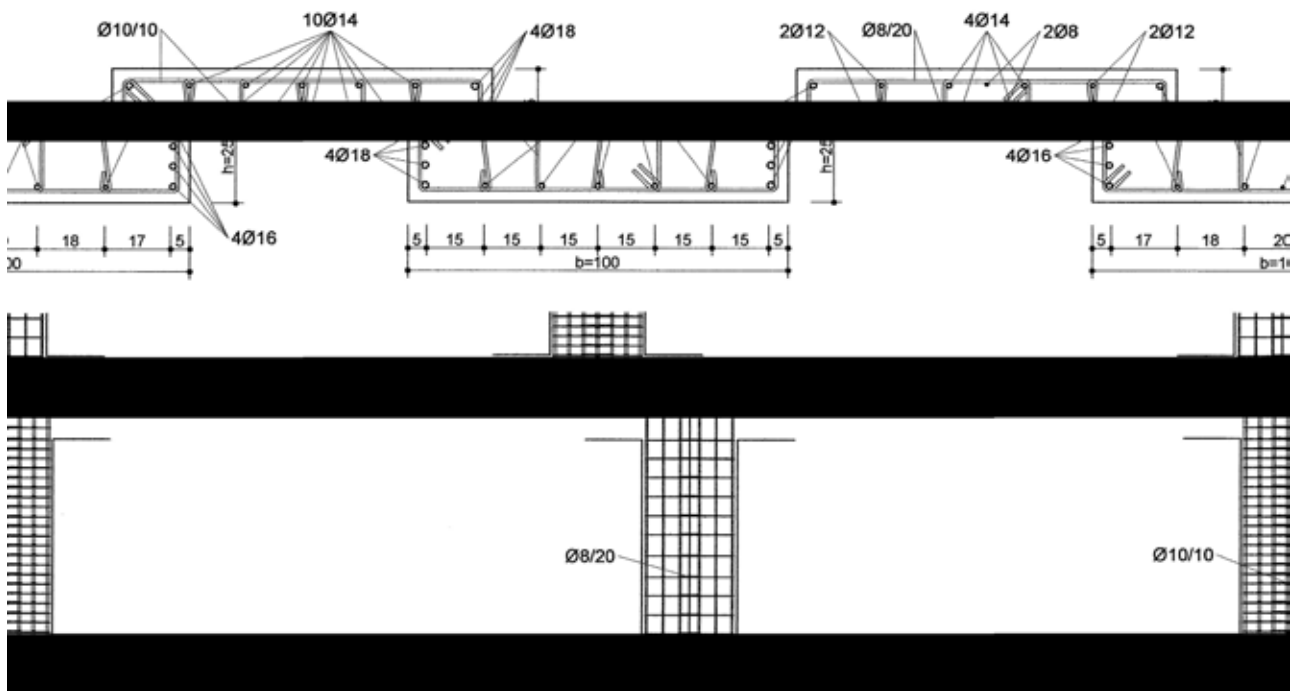
$$A_{s,tot}^{\phi} = 40,52\text{cm}^2 > A_{s,tot} = 32,01\text{cm}^2, \quad \frac{A_{s,w}^{\phi}}{s_w} = \frac{20,12\text{cm}^2}{\text{m}} < \frac{A_{s,w}}{s_w} = \frac{28,15\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Το υποστύλωμα K₁₃ βρέθηκε ανεπαρκώς οπλισμένο κατά 27% έναντι κάμψης και υπεροπλισμένο έναντι διάτμησης κατά 29% στις κρίσιμες μόνο περιοχές.



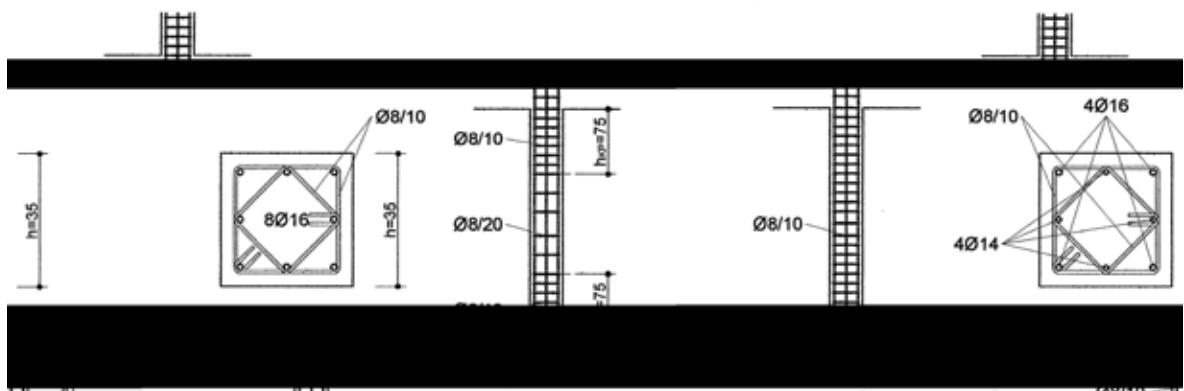
$$A_{s,tot}^{\phi} = 14,20\text{cm}^2 < A_{s,tot} = 16,08\text{cm}^2, \quad \frac{A_{s,w}^{\phi}}{s_w} = \frac{20,12\text{cm}^2}{\text{m}} = \frac{A_{s,w}}{s_w}$$

Το υποστύλωμα K₁₄ βρέθηκε υπεροπλισμένο κατά 12% έναντι κάμψης, ενώ έναντι διάτμησης παρουσιάζει επάρκεια οπλισμού μόνο στις κρίσιμες μόνο περιοχές.



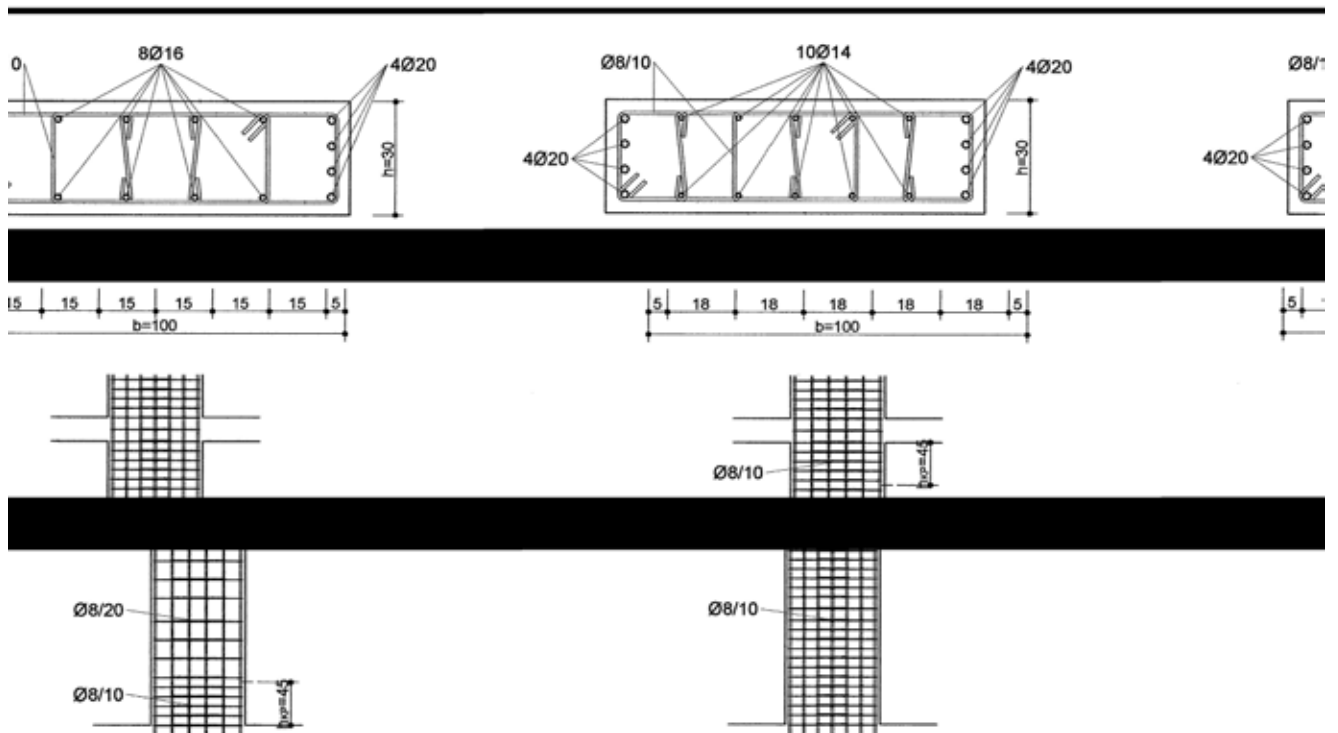
$$A_{s,tot}^{\zeta} = 35,72\text{cm}^2 > A_{s,tot} = 27,77\text{cm}^2, \frac{A_{sw}^{\zeta}}{s_w} = \frac{31,40\text{cm}^2}{\text{m}} > \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{10,04\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Το υποστύλωμα K15 είναι ανεπαρκώς οπλισμένο κατά 29% έναντι κάμψης, ενώ έναντι διάτμησης φέρει το σχεδόν 1/3 του απαιτούμενου οπλισμού.



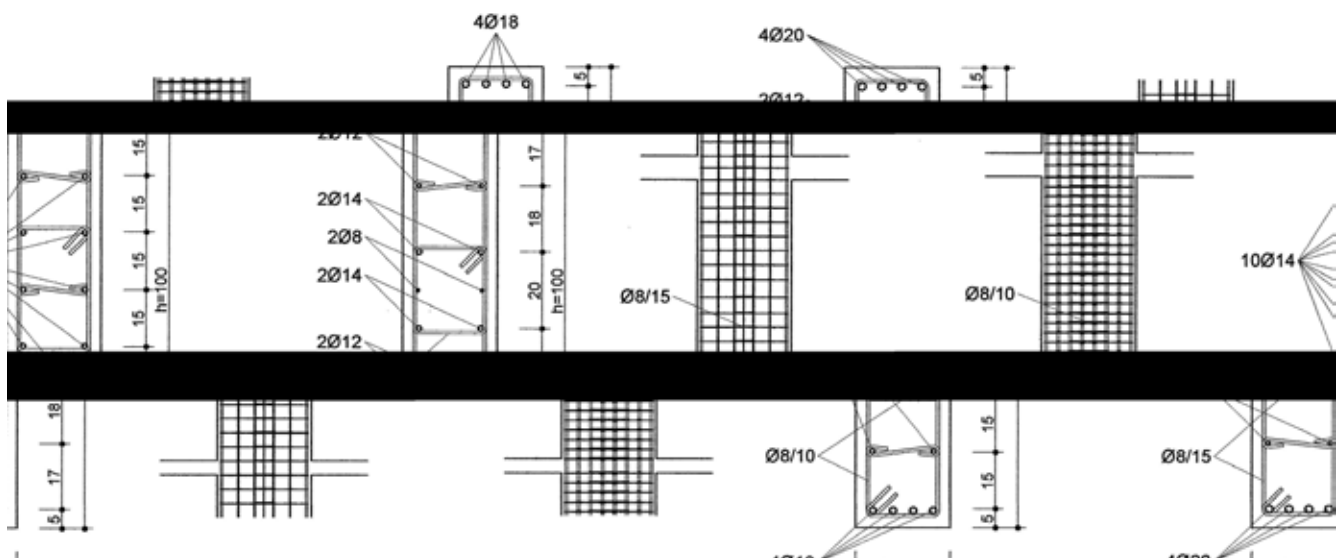
$$A_{s,tot}^{\zeta} = 14,20\text{cm}^2 < A_{s,tot} = 16,08\text{cm}^2, \frac{A_{sw}^{\zeta}}{s_w} = \frac{20,12\text{cm}^2}{\text{m}} = \frac{A_{sw}}{s_w}$$

Το υποστύλωμα K16 βρέθηκε υπεροπλισμένο κατά 12% έναντι κάμψης, ενώ έναντι διάτμησης παρουσιάζει επάρκεια οπλισμού μόνο στις κρίσιμες μόνο περιοχές.



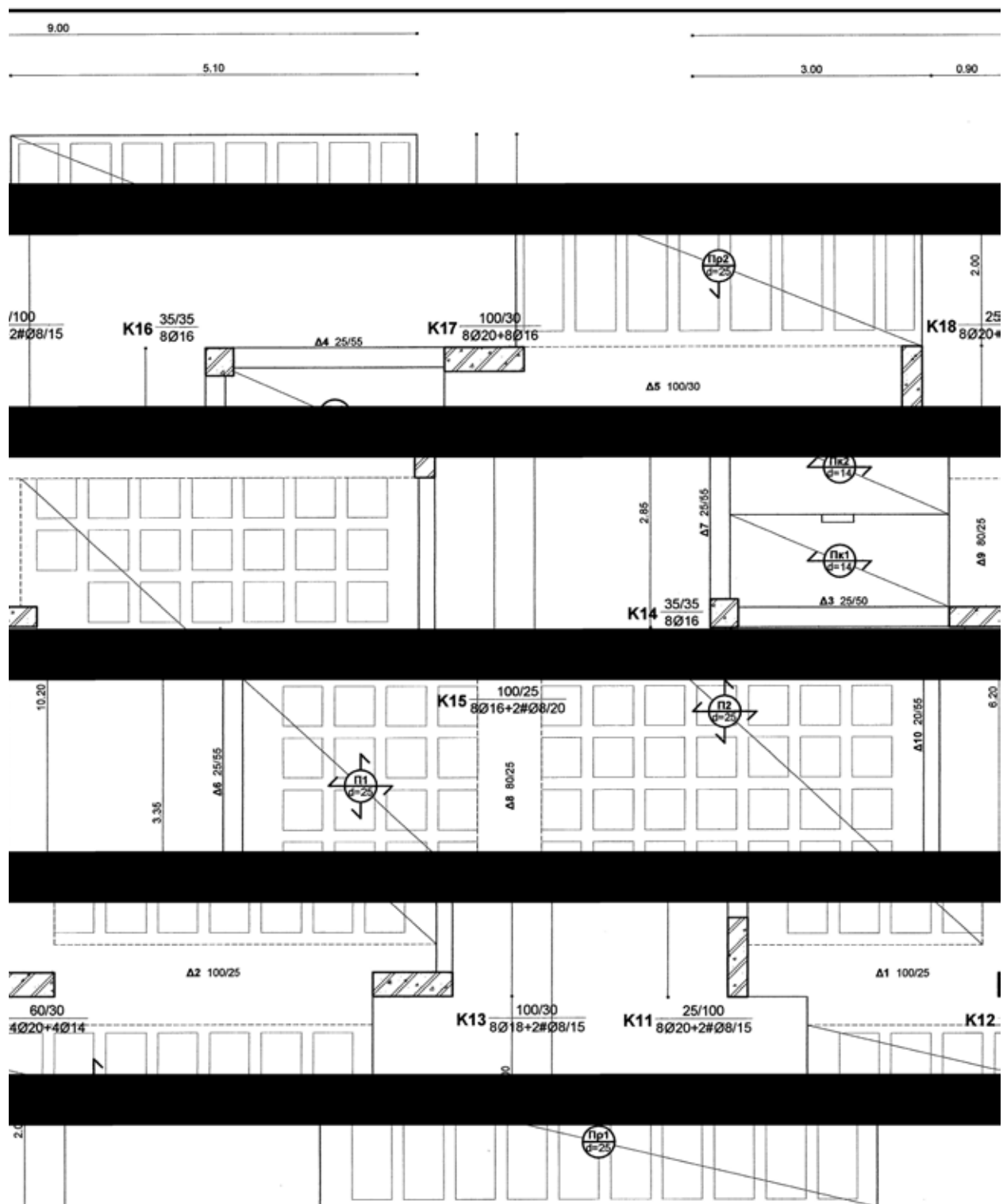
$$A_{s,tot} = 40,52\text{cm}^2 \approx A_{s,tot} = 41,20\text{cm}^2, \quad \frac{A_{\zeta}}{s_w} = \frac{20,12\text{cm}^2}{\text{m}} = \frac{A_{sw}}{s_w}$$

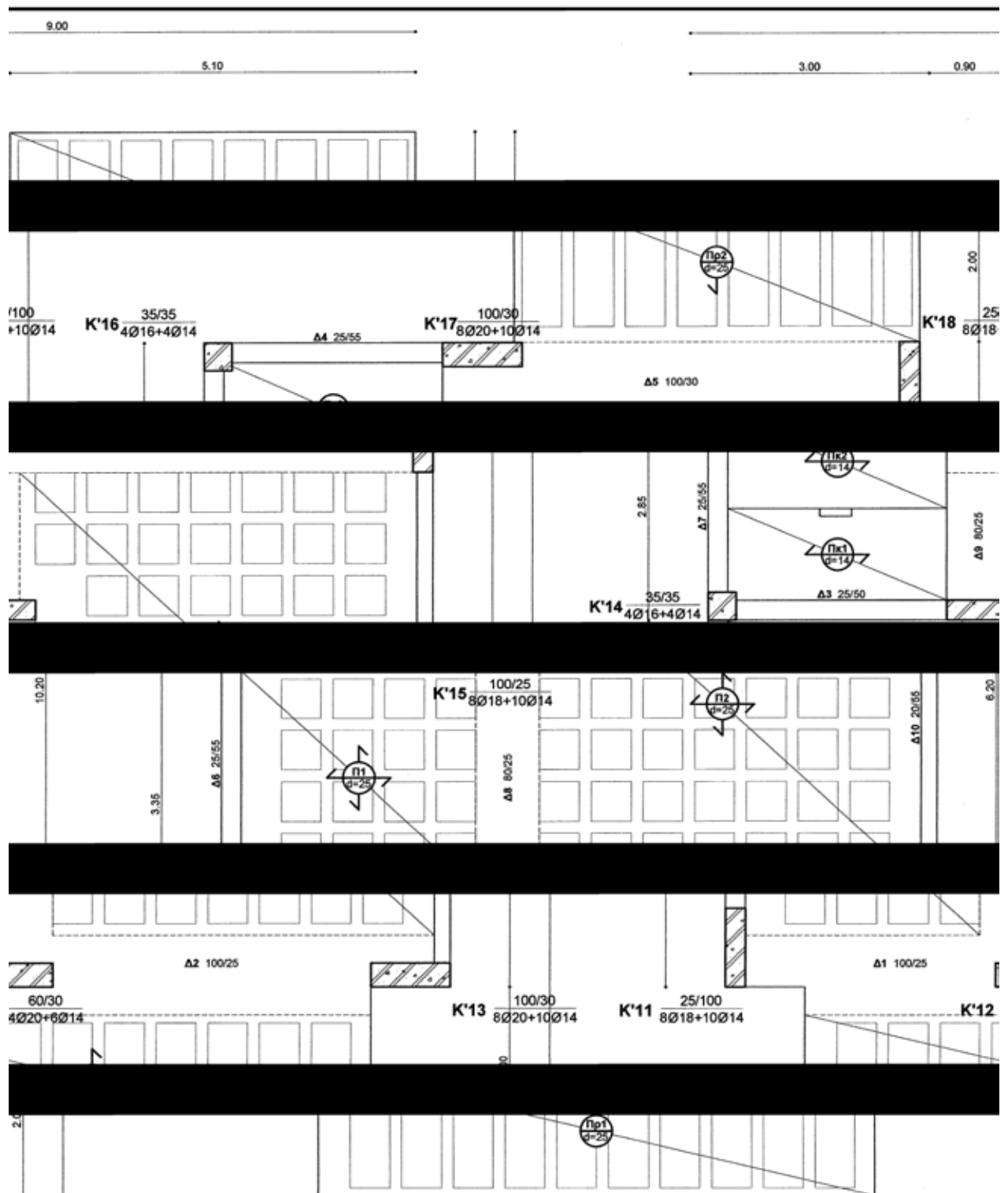
Το υποστύλωμα Κ₁₇ βρέθηκε επαρκώς οπλισμένο έναντι κάμψης με υπερόπλιση 2%, ενώ έναντι διάτμησης παρουσιάζει επάρκεια οπλισμού μόνο στις κρίσιμες μόνο περιοχές.



$$A_{\zeta,tot} = 35,72\text{cm}^2 \approx A_{s,tot} = 36,81\text{cm}^2, \quad \frac{A_{\zeta}}{s_w} = \frac{20,12\text{cm}^2}{\text{m}} > \frac{A_{sw}}{s_w} = \frac{13,40\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Το υποστύλωμα Κ₁₈ είναι επαρκώς οπλισμένο έναντι κάμψης με υπερόπλιση 3%, ενώ έναντι διάτμησης φέρει το μισό σχεδόν από τον απαιτούμενο οπλισμό.





Π.10.1 / Σύγκριση Οπλισμών						
Στύλος	Διαμήκης Οπλισμός			Διατημητικός Οπλισμός		
	Νέος ($A_{\xi,tot}$)	Υπάρχων ($A_{s,tot}$)	Ποσοστιαία Διαφορά	Νέος (A_{ξ_w/s_w})	Υπάρχων (A_{sw/s_w})	Ποσοστιαία Διαφορά
K11	35,72	36,81	+3%	28,15	13,40	-110%
				-	-	-
K12	21,80	18,72	-16%	20,12	28,15	+29%
				8,04	13,40	+40%
K13	40,52	32,01	-27%	20,12	28,15	+29%
				-	13,40	-
K14	14,20	16,08	+12%	20,12	20,12	-
				-	10,04	-
K15	35,72	27,77	-29%	31,4	10,04	-213%
				-	-	-
K16	14,20	16,08	+12%	20,12	20,12	-
				-	10,04	-
K17	40,52	41,20	+2%	20,12	20,12	-
				-	10,04	-
K18	35,72	36,81	+3%	20,12	13,40	-50%
				-	-	-
Μέση Διαφορά :			-5%			

Από τα αποτελέσματα του παραπάνω συγκεντρωτικού πίνακα διαπιστώνεται επαρκής κύρια όπλιση των περισσότερων υποστυλωμάτων με μέση ποσοστιαία ανεπάρκεια του συνολικού κύριου οπλισμού 5%. Συγκεκριμένα, τρία από τα οκτώ συνολικά υποστυλώματα παρουσιάζουν οριακή επάρκεια οπλισμού έναντι κάμψης, σημαντικά υπεροπλισμένοι (12%) βρέθηκαν οι στύλοι K₁₄ και K₁₆ οι οποίοι ανήκουν στο χώρο του κλιμακοστασίου και είναι οι μόνοι τετραγωνικής διατομής, ενώ τα υπόλοιπα τρία υποστυλώματα εμφανίζουν μέση ανεπάρκεια κύριου οπλισμού 24%.

Ως προς τους διατημητικούς οπλισμούς των κρίσιμων περιοχών τα μισά υποστυλώματα βρέθηκαν οριακά επαρκή, ενώ τα υπόλοιπα παρουσιάζουν ανεπάρκεια οπλισμού με μεγάλες αποκλίσεις.

Σημειώνεται ότι κατά τους ελέγχους δεν απαιτήθηκε σε καμία περίπτωση αλλαγή των διαστάσεων της διατομής οποιουδήποτε υποστυλώματος.

Τα αποτελέσματα του πίνακα Π.10.1 αρκούν για την εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας και της επάρκειας στις απαιτήσεις των σήμερα ισχυρότων κανονισμών της συγκεκριμένης και μόνο κατασκευής, καθώς από την αρχική μελέτη διαπιστώνεται ότι τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την όπλιση των υποστυλωμάτων διαφέρουν από αυτά που τελικά εφαρμόστηκαν κατά την κατασκευή.

Συγκεκριμένα παρατηρείται ότι τα εν λόγω υποστυλώματα οπλίστηκαν έναντι κάμψης με μέση τιμή υπερόπλισης 84% και ποσοστά που κυμαίνονται από 47% έως 123%, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα Π.10.2 :

Π.10.2 / Σύγκριση Οπλισμών			
Στύλος	Διαμήκης Οπλισμός		
	Αρχική Μελέτη ($A_{\xi,tot}$)	Υπάρχων ($A_{s,tot}$)	Ποσοστιαία Διαφορά
K11	19,70	36,81	+87%
K12	12,70	18,72	+47%
K13	20,30	32,01	+58%
K14	7,20	16,08	+123%
K15	16,00	27,77	+74%
K16	7,20	16,08	+123%
K17	24,00	41,20	+72%
K18	20,00	36,81	+84%
Μέση Διαφορά :			+84%

Σκοπεύοντας στην εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας και της επάρκειας στις απαιτήσεις των σήμερα ισχυόντων κανονισμών όλων των παρόμοιων με το εξεταζόμενο δόμημα κτιρίων, τα οποία μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν κατά την ίδια χρονική περίοδο και σύμφωνα με τους ίδιους κανονισμούς, είναι απαραίτητη η σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων της αρχικής μελέτης πριν την προσαύξηση οπλισμού και αυτών που προέκυψαν έπειτα από εφαρμογή του ΕΑΚ. Στον ακόλουθο πίνακα Π.10.3 συγκρίνονται οι κύριοι οπλισμοί των εξεταζόμενων υποστυλωμάτων :

Π.10.3 / Σύγκριση Οπλισμών			
Στύλος	Διαμήκης Οπλισμός		
	Αρχική Μελέτη ($A_{s,tot}$)	Νέος ($A_{s,tot}$)	Ποσοστιαία Διαφορά
K11	19,70	35,72	+81%
K12	12,70	21,80	+72%
K13	20,30	40,52	+100%
K14	7,20	14,20	+97%
K15	16,00	35,72	+123%
K16	7,20	14,20	+97%
K17	24,00	40,52	+69%
K18	20,00	35,72	+79%
Μέση Διαφορά :			+90%

Από τα αποτελέσματα της σύγκρισης του παραπάνω πίνακα διαπιστώνεται σημαντική διαφορά στην όπλιση των υποστυλωμάτων σε κτίρια που μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τους προηγούμενους κανονισμούς, που φθάνει περίπου το 90%. Στο επόμενο μέρος εντοπίζονται κάποιοι από τους λόγους στους οποίους οφείλεται αυτή η διαφορά.

11. Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε με σκοπό την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας υφιστάμενης κατασκευής σύμφωνα με τις απαιτήσεις των σήμερα εν ισχύ κανονισμών, ώστε να διαπιστωθεί και να εκτιμηθεί η στατική και αντισεισμική της επάρκεια.

Όπως προαναφέρθηκε, το κτίριο έχει μελετηθεί και δομηθεί στα τέλη της δεκαετίας του '80 (1988) σύμφωνα με τους τότε ισχύοντες κανονισμούς οπλισμένου σκυροδέματος και αντισεισμικού σχεδιασμού, σε μια περίοδο μετάβασης από τον Κανονισμό του '59 σε αυτόν του ΕΑΚ.

Στον επανασχεδιασμό της κατασκευής σύμφωνα με τις σημερινές απαιτήσεις, γίνεται η παραδοχή της ελαστοπλαστικής συμπεριφοράς της κατά το σεισμό με την ανάπτυξη πλαστικών αρθρώσεων σε επιλεγμένες θέσεις του φέροντος οργανισμού του, ώστε να απορροφηθεί και να εκτονωθεί σημαντικό μέρος της εισαγόμενης σεισμικής ενέργειας. Στα συνολικά κατακόρυφα φορτία του κτιρίου λήφθησαν υπόψη το σύνολο των μόνιμων και των πρόσθετων μόνιμων φορτίων και το 30% των κινητών. Τα σεισμικά φορτία της κατασκευής προσδιορίστηκαν μέσω της Ισοδύναμης Στατικής Μεθόδου, ενώ εφαρμόστηκαν οι 32 συνδυασμοί σεισμικών δράσεων του ΕΑΚ, όπου λήφθηκε υπόψη η εκκεντρότητα των σεισμικών φορτίων. Μορφώθηκε προσομοίωμα χωρικού πλαισίου και με χρήση του προγράμματος Sofistik πραγματοποιήθηκε η ελαστική ανάλυση της κατασκευής, από την οποία προέκυψαν τα εντατικά μεγέθη των μελών της. Ο έλεγχος επάρκειας της κατασκευής περιορίστηκε στα υποστυλώματα της κατώτερης στάθμης του ισόγειου, τα οποία αποτελούν τα πιο κρίσιμα στοιχεία του δομήματος. Η νέα διαστασιολόγηση και όπλισή τους έγινε με χρήση της μεθοδολογίας του ικανοτικού σχεδιασμού, που σήμαινε αύξηση κατά 35% των σεισμικών εντατικών μεγεθών στη βάση τους, και μετά από εφαρμογή των προβλεπόμενων από τον ΕΚΩΣ 2000 ελέγχων.

Σημειώνεται ότι στη νέα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα τα πλησιέστερα σε κατηγορία υλικά κατασκευής και τα ίδια φορτία.

Από τη σύγκριση των οπλισμών που πραγματοποιήθηκε στο προηγούμενο μέρος διαπιστώνεται επαρκής κύρια όπλιση των περισσοτέρων υποστυλωμάτων με μέση ποσοστιαία ανεπάρκεια του συνολικού κύριου οπλισμού 5%. Πέντε από τα οκτώ συνολικά υποστυλώματα βρέθηκαν επαρκή έναντι κάμψης με ποσοστά υπερόπλισης μεταξύ 2~12%, ενώ τα υπόλοιπα τρία παρουσιάζουν σημαντική μέση ανεπάρκεια 24%. Η μεγαλύτερη υπερόπλιση (12%) εμφανίζεται στους δύο τετραγωνικής διατομής στύλους του χώρου του κλιμακοστασίου, ενώ τα τρία υποστυλώματα που παρουσιάζουν ανεπάρκεια στον κύριο οπλισμό τους βρίσκονται σε τυχαίες θέσεις. Ως προς την επάρκεια έναντι διάτμησης και συγκρίνοντας μόνο τους οπλισμούς των κρίσιμων περιοχών, τα μισά υποστυλώματα βρέθηκαν οριακά επαρκή, ενώ τα υπόλοιπα παρουσιάζουν μέση ανεπάρκεια σε ποσοστό 124%. Κατά τους ελέγχους δεν απαιτήθηκε αλλαγή των διαστάσεων καμίας διατομής υποστυλώματος.

Η πρώτη αυτή σύγκριση έγινε μεταξύ των υφιστάμενων οπλισμών και αυτών που προέκυψαν έπειτα από εφαρμογή των σήμερα ισχυρότων κανονισμών. Από την αρχική μελέτη διαπιστώθηκε ότι τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την όπλιση των υποστυλωμάτων διαφέρουν από αυτά που τελικά εφαρμόστηκαν. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε ότι τα εν λόγω υποστυλώματα οπλίστηκαν έναντι κάμψης με μέση τιμή υπερόπλισης 84% και ποσοστά που κυμαίνονται από 47% έως 123%. Λόγω της ενίσχυσης αυτής εκτιμάται η σχετική επάρκεια του δομήματος.

Από τη δεύτερη σύγκριση που πραγματοποιήθηκε μπορεί να εκτιμηθεί η φέρουσα ικανότητα και η επάρκεια παρόμοιων με το εξεταζόμενο δόμημα κτιρίων, τα οποία μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν κατά την ίδια χρονική περίοδο και σύμφωνα με τους ίδιους κανονισμούς. Συγκρίνοντας τους κύριους οπλισμούς των υποστυλωμάτων του ισογείου, όπως αυτοί προέκυψαν με την αρχική μελέτη και χωρίς την προσαύξηση που τους έγινε κατά την κατασκευή, με αυτούς που προέκυψαν ύστερα από εφαρμογή του ΕΑΚ, παρατηρήθηκαν μεγάλες αποκλίσεις με μέση τιμή 90% και ποσοστά που κυμαίνονται από 69% μέχρι 123%.

Η μεγάλη αυτή ποσοστιαία διαφορά οφείλεται εν μέρει στη χρήση της μεθόδολογίας του ικανοτικού σχεδιασμού, ο οποίος για τις συγκεκριμένες θέσεις επιβάλλει την αύξηση κατά 35% των σεισμικών εντατικών τους μεγεθών, έναντι της μεθόδου εξασφάλισης ανά κόμβο ότι το άθροισμα των ροπών των υποστυλωμάτων να υπερβαίνει το άθροισμα των ροπών των δοκών που συντρέχουν σε αυτόν.

Στην περιοχή που ανήκει το κτίριο, κατά την περίοδο της αρχικής μελέτης λαμβανόταν σεισμικός συντελεστής : $\varepsilon = 0,06$. Σύμφωνα με τον τελευταίο σεισμολογικό χάρτη του ΕΑΚ, η περιοχή σήμερα κατατάσσεται στην πλέον κρίσιμη Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας, λαμβάνοντας σεισμικό συντελεστή : $A = 0,16g$, ο οποίος λόγω του φάσματος σχεδιασμού και του συντελεστή συμπεριφοράς της κατασκευής, μπορεί να πάρει τιμές μέχρι και :

$$A \cdot \frac{\beta_0}{q} = 0,16 \cdot \frac{2,5}{3,50} = 0,11$$

Στην αρχική μελέτη για τον καθορισμό των σεισμικών φορτίσεων υπολογίστηκε η μοναδική διεύθυνση της σεισμικής δράσης ως η συνισταμένη των δύο διευθύνσεων κατά τις οποίες παρουσιάζονται οι μέγιστες δυνατές μετακινήσεις του κέντρου βάρους της κατασκευής κατά τις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου. Η σεισμική δράση όμως επιβλήθηκε κατά τις δύο κύριες ανεξάρτητες διευθύνσεις του δομήματος. Σήμερα, ο καθορισμός της σεισμικής δράσης γίνεται με τη χρήση των 32 συνδυασμών, λαμβάνοντας υπόψη την εκκεντρότητα των σεισμικών φορτίσεων.

Η κατασκευή προσομοιώνεται με δύο συστήματα επίπεδων συζευγμένων πλαισίων, ένα για κάθε κύρια διεύθυνση του κτιρίου. Τα υποστυλώματα ως μέλη δισδιάστατων πλαισίων, αντί για το πιο ακριβές προσομοίωμα χωρικού πλαισίου του οποίου η χρήση επιβάλλεται από τον σήμερα ισχύοντα κανονισμό. Η μη ακριβής αυτή προσομοίωση και ανάλυση του φέροντα οργανισμού της κατασκευής, έναντι της σήμερα εφαρμοσμένης ακριβούς μεθόδου, δικαιολογεί μέρος των διαφορών που παρουσιάζονται.

Τα υποστυλώματα, ως μέλη δισδιάστατων πλαισίων ελέγχθησαν έναντι ανεξάρτητων μεταξύ τους μονοαξονικών κάμψεων κατά τις δύο κύριες διευθύνσεις της κατασκευής, ενώ έναντι διαξονικής κάμψης ελέγχθησαν μόνο οι γωνιακοί στύλοι.

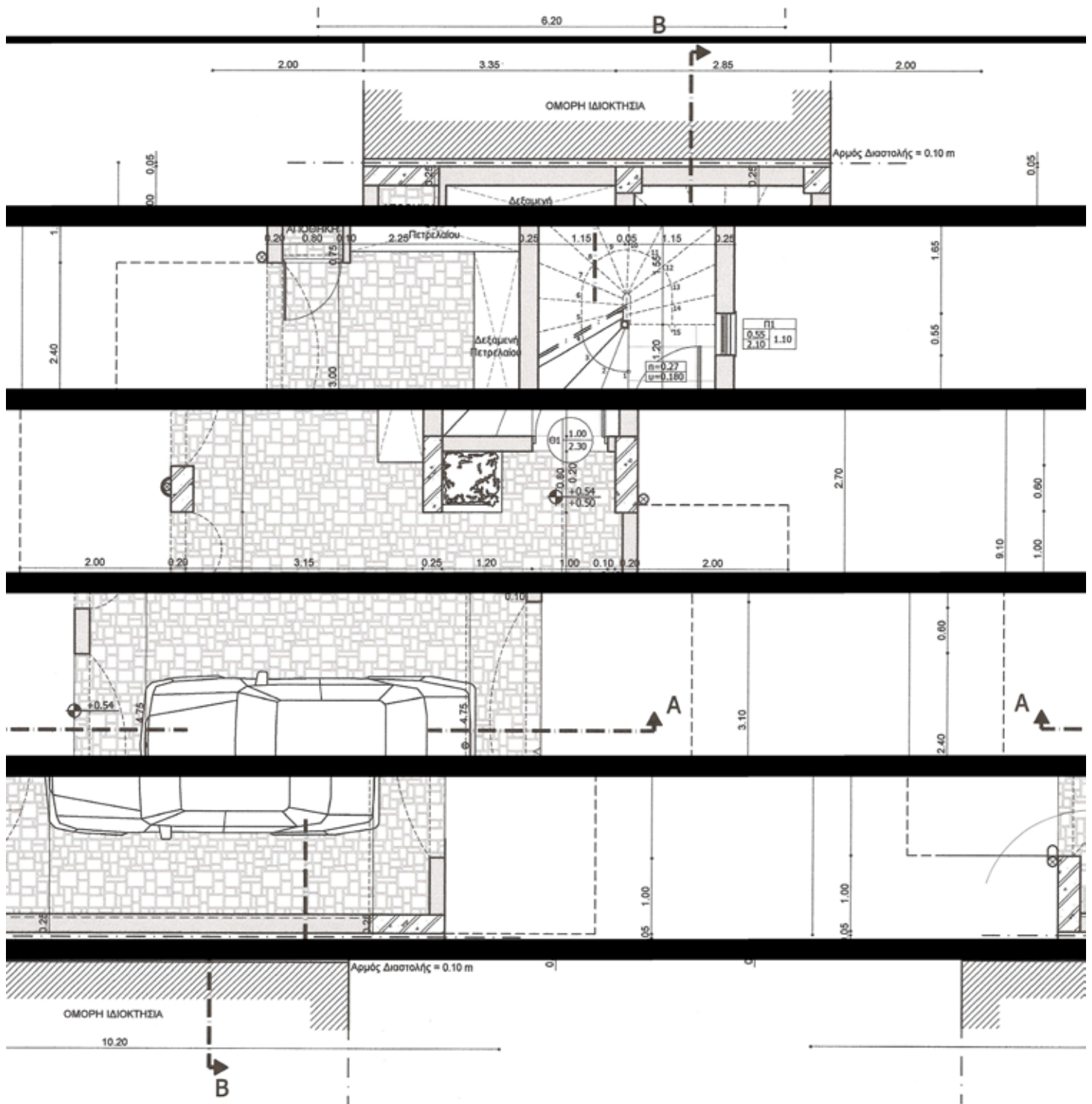
Μέρος της διαφοράς οφείλεται στη χρήση συντελεστών ασφάλειας των υλικών (50% για το σκυρόδεμα, 15% για το δομικό χάλυβα) κατά τη διαστασιολόγηση, παρόλο που στην αρχική μελέτη οι επιτρεπόμενες τάσεις των υλικών επαυξήθηκαν κατά 20%. Επιπλέον, γίνεται χρήση διαφορετικών συντελεστών ασφάλειας των φορτίων. Ενώ σήμερα οι τιμές των μόνιμων φορτίων επαυξάνονται κατά 35% και αυτές των κινητών κατά 50%, την περίοδο της αρχικής μελέτης γινόταν χρήση ενιαίου συντελεστή φορτίων ίσου με 1,75.

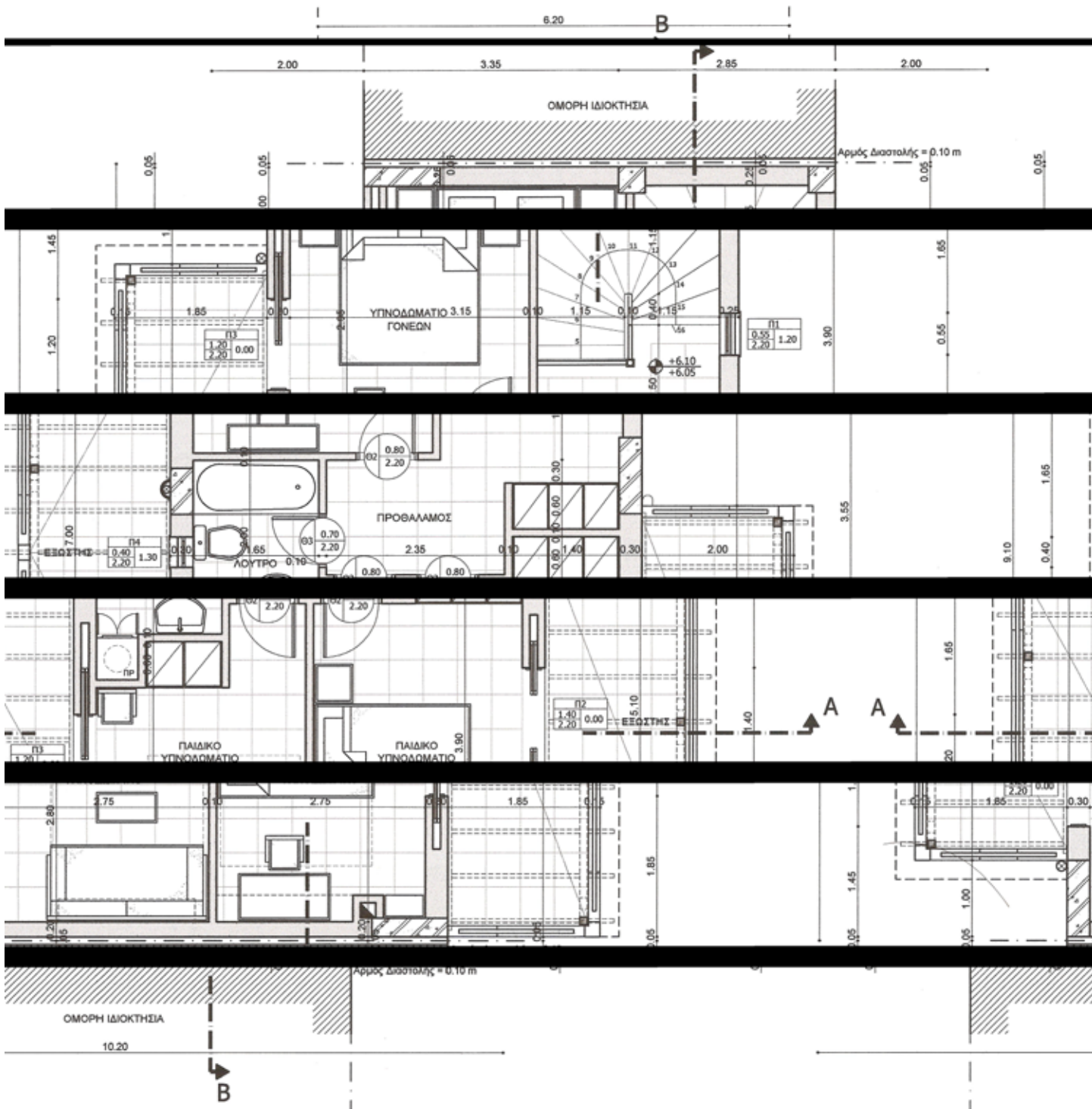
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

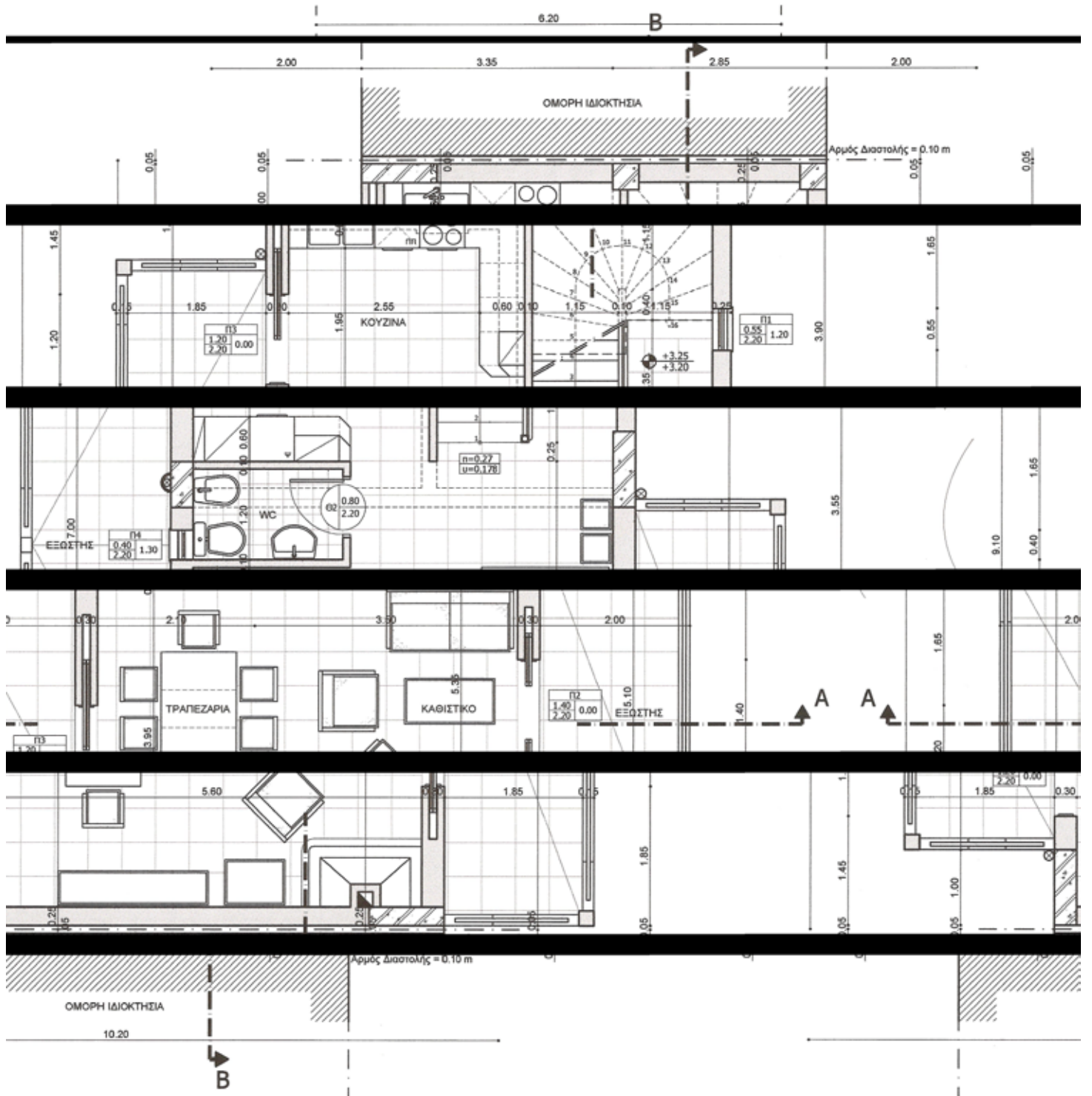
ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΑΙ ΜΑΖΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

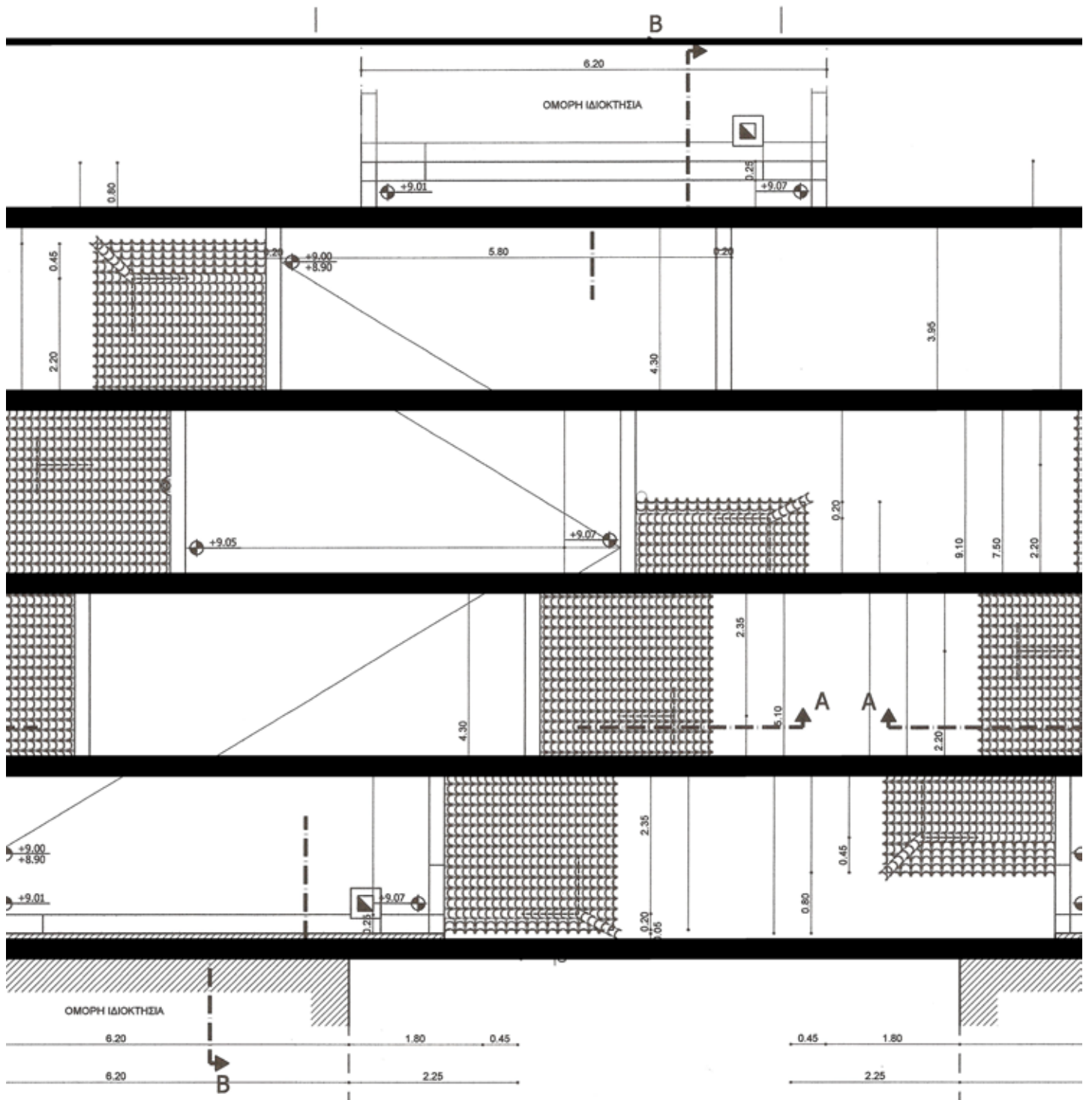
Στο παράρτημα παρουσιάζονται αναλυτικά όλοι οι απαραίτητοι υπολογισμοί των κατακόρυφων φορτίων της κατασκευής (μόνιμα, πρόσθετα μόνιμα, κινητά) με σκοπό τον προσδιορισμό των επιμέρους αλλά και της συνολικής μάζας της κατασκευής. Η επίλυση πραγματοποιείται για κάθε είδος κατακόρυφου φορτίου και για κάθε στάθμη χωριστά, ενώ περιλαμβάνονται και όλα τα αντίστοιχα σχέδια.

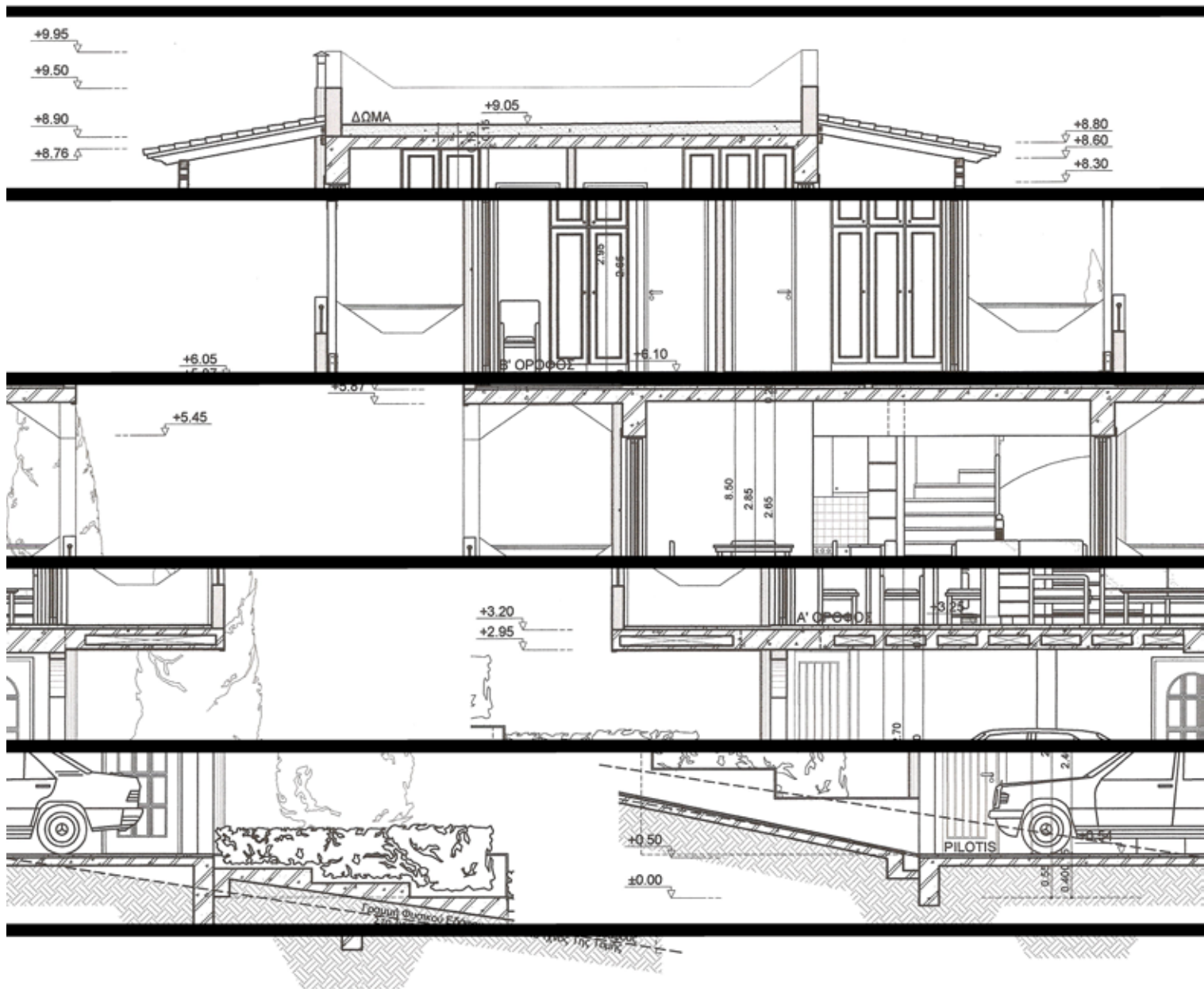
Π.1. Αρχιτεκτονικά Σχέδια





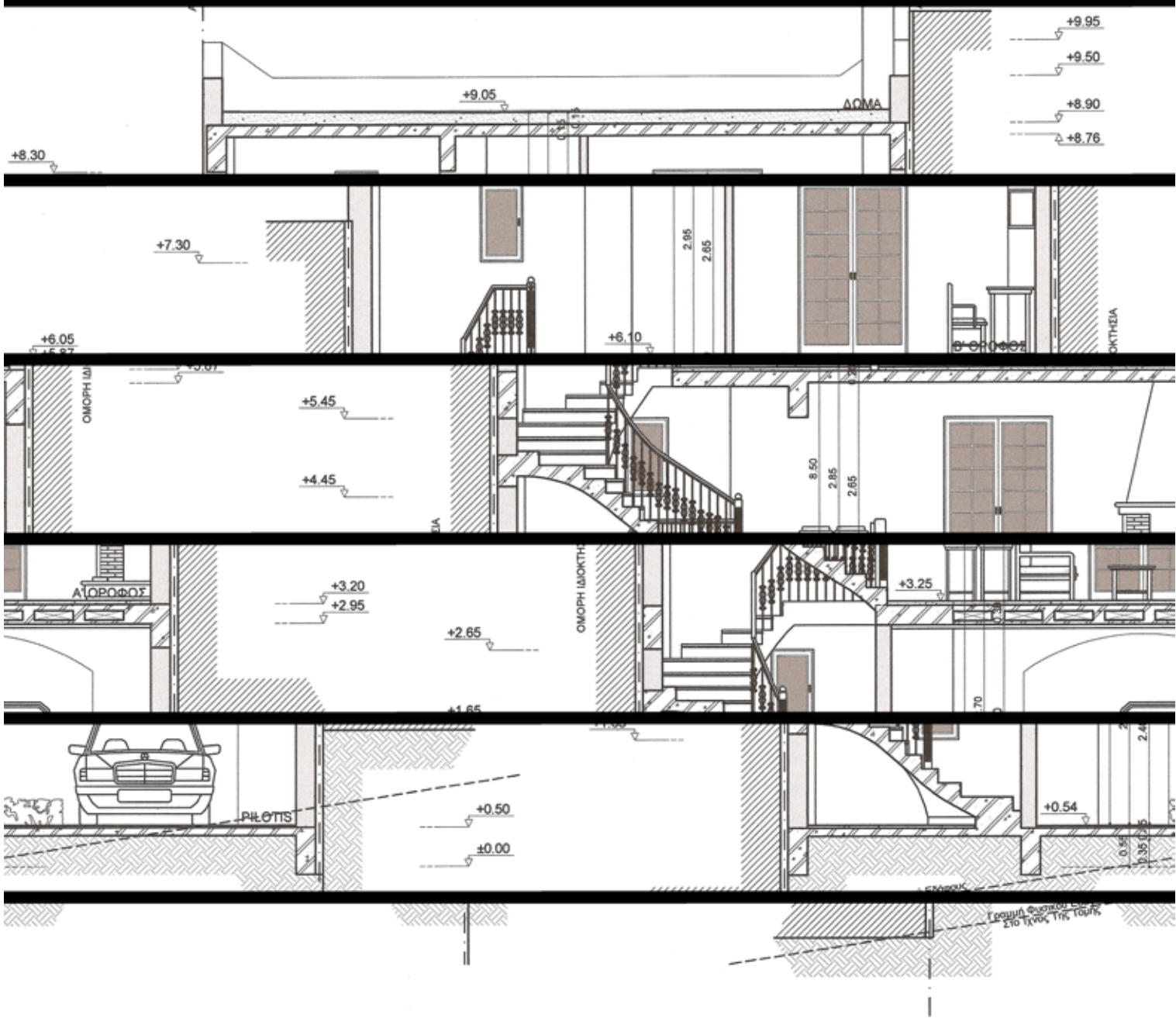


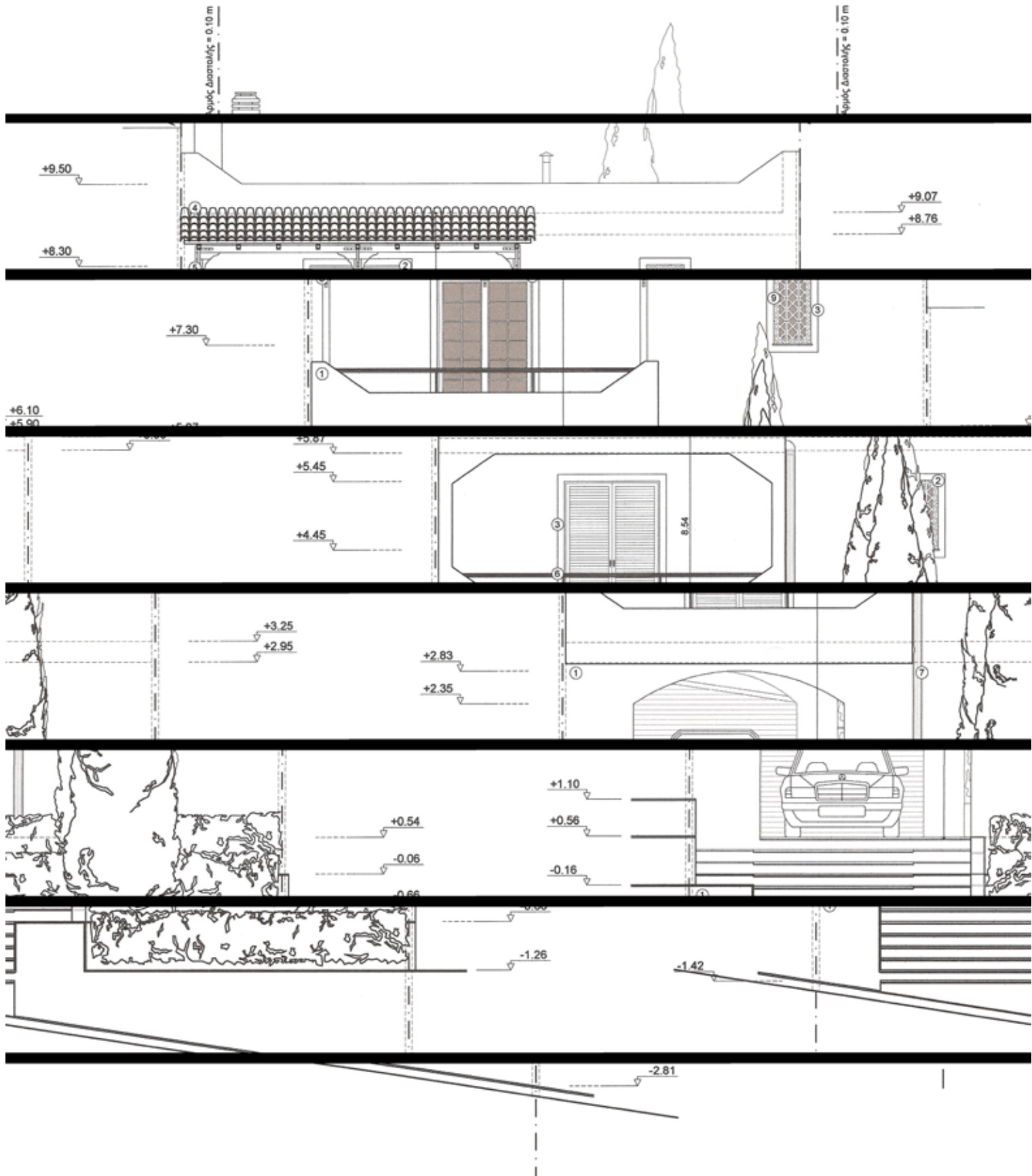




Αυτός, Διαστάσεις = 0.10 m

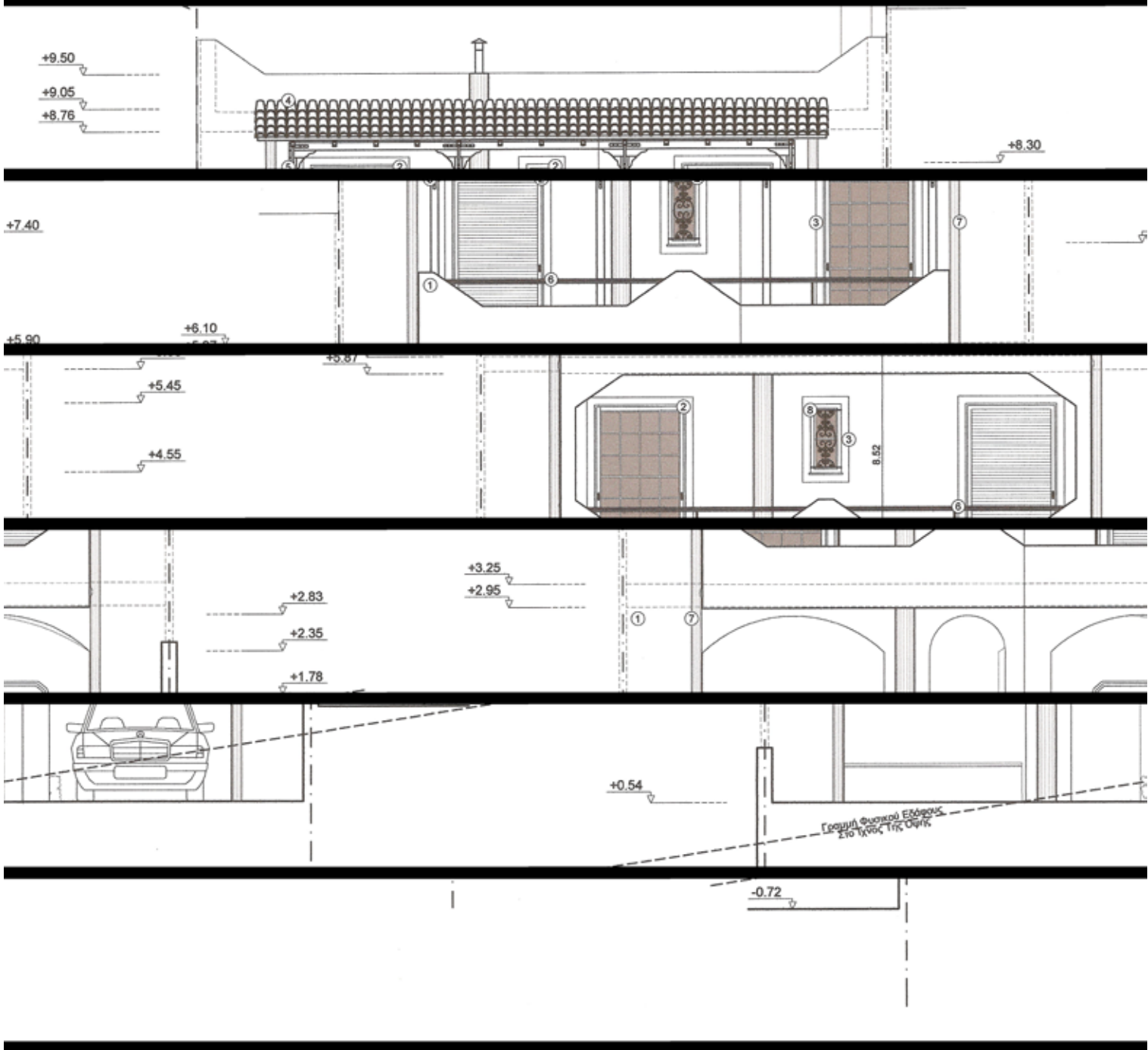
Αυτός, Διαστάσεις = 0.10 m





Κλίμακας διατομής = 0.10 m

Κλίμακας διατομής = 0.10 m



Π.2. Μόνιμα Φορτία

Το μόνιμο φορτίο μιας κατασκευής είναι το ίδιο βάρος της και υπολογίζεται χωριστά για κάθε επίπεδο, από το ανώτερο και προς τα κάτω. Υπολογίζεται το μόνιμο φορτίο της κάθε πλάκας το οποίο κατανέμεται στις περιμετρικές δοκούς σύμφωνα με τους πίνακες κατανομής φορτίου Czerny. Τα μόνιμα φορτία των δοκών είναι το άθροισμα του φορτίου που μεταβιβάζεται από τις πλάκες και αυτό του ίδιου βάρους τους.

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων και η κατανομή των φορτίων των πλακών φαίνονται στα αντίστοιχα για κάθε επίπεδο σχέδια παρακάτω.

Π.2.1. 3^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Β' Ορόφου

Πάχος πλάκας : $d = 0,14\text{m}$.

Ειδικό βάρος οπλισμένου σκυροδέματος : $\gamma = 25\text{kN/m}^3$.

Μόνιμο φορτίο από πλάκες : $g_{\Pi} = d \cdot \gamma = 0,14\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \Rightarrow g_{\Pi} = 3,50\text{kN/m}^2$.

Ίδιο βάρος δοκού : $IB_{\Delta} = b \cdot h \cdot \gamma$.

Μόνιμο φορτίο δοκών = $G_{\Delta} = g_{\Delta} + IB_{\Delta}$.

Στον πίνακα Π.2.1.1 καταγράφονται τα εμβαδά (Α) των επιφανειών των πλακών που επιφορτίζουν τις δοκούς, όπως αυτά επιμετρήθηκαν με το πρόγραμμα Autocad.

Στον πίνακα Π.2.1.2 καταγράφονται οι διαστάσεις των δοκών.

Π.2.1.1	
Επιφάνεια	Εμβαδόν Α (m ²)
A ₃₁₁	16,87
A ₃₁₂	8,51
A ₃₁₃	8,51
A ₃₁₄	16,87

Π.2.1.2			
Δοκός	Πλάτος b (m)	Ύψος h (m)	Μήκος L (m)
Δ31	0,30	0,60	3,53
Δ32	0,30	0,60	5,17
Δ33	0,25	0,60	3,33
Δ34	0,30	0,60	5,37
Δ35	0,25	0,60	3,32
Δ36	0,25	0,60	2,51
Δ37	0,20	0,60	5,83

Ονομασία Επιφανειών Πλακών : Στάθμη - Πλάκα - Επιφάνεια

Ονομασία Δοκών : Στάθμη - Δοκός

Μόνιμο φορτίο δοκών Δ₃₁, Δ₃₂ :

Από πλάκες :

$$g_{\Delta 31, \Delta 32} = \frac{A_{311} \cdot g_{\Pi}}{L_{\Delta 31} + L_{\Delta 32}} = \frac{16,87\text{m}^2 \cdot 3,50\text{kN/m}^2}{(3,53 + 5,17)\text{m}} \Rightarrow g_{\Delta 31, \Delta 32} = 6,79\text{kN/m}$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 31} = b_{\Delta 31} \cdot h_{\Delta 31} \cdot \gamma = 0,30\text{m} \cdot 0,60\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \Rightarrow IB_{\Delta 31} = 4,50\text{kN/m}$$

$$IB_{\Delta 32} = b_{\Delta 32} \cdot h_{\Delta 32} \cdot \gamma = 0,30\text{m} \cdot 0,60\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \Rightarrow IB_{\Delta 32} = 4,50\text{kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο δοκών Δ₃₃, Δ₃₄ :

Από πλάκες :

$$g_{\Delta 33, \Delta 34} = \frac{A_{314} \cdot g_{\Pi}}{L_{\Delta 33} + L_{\Delta 34}} = \frac{16,87\text{m}^2 \cdot 3,50\text{kN/m}^2}{(3,33 + 5,37)\text{m}} \Rightarrow g_{\Delta 33, \Delta 34} = 6,79\text{kN/m}$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 33} = b_{\Delta 33} \cdot h_{\Delta 33} \cdot \gamma = 0,25\text{m} \cdot 0,60\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \Rightarrow IB_{\Delta 33} = 3,75\text{kN/m}$$

$$IB_{\Delta 34} = b_{\Delta 34} \cdot h_{\Delta 34} \cdot \gamma = 0,30\text{m} \cdot 0,60\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \Rightarrow IB_{\Delta 34} = 4,50\text{kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο δοκών Δ35, Δ36 :

Από πλάκες :

$$g_{\Delta35,\Delta36} = \frac{A_{312} \cdot g_{\Pi}}{L_{\Delta35} + L_{\Delta36}} = \frac{8,51\text{m}^2 \cdot 3,50\text{kN/m}^2}{(3,32 + 2,51)\text{m}} \Rightarrow g_{\Delta35,\Delta36} = 5,11\text{kN/m}$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta35} = b_{\Delta35} \cdot h_{\Delta35} \cdot \gamma = 0,25\text{m} \cdot 0,60\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \Rightarrow IB_{\Delta35} = 3,75\text{kN/m}$$

$$IB_{\Delta36} = b_{\Delta36} \cdot h_{\Delta36} \cdot \gamma = 0,25\text{m} \cdot 0,60\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \Rightarrow IB_{\Delta36} = 3,75\text{kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ37 :

Από πλάκες :

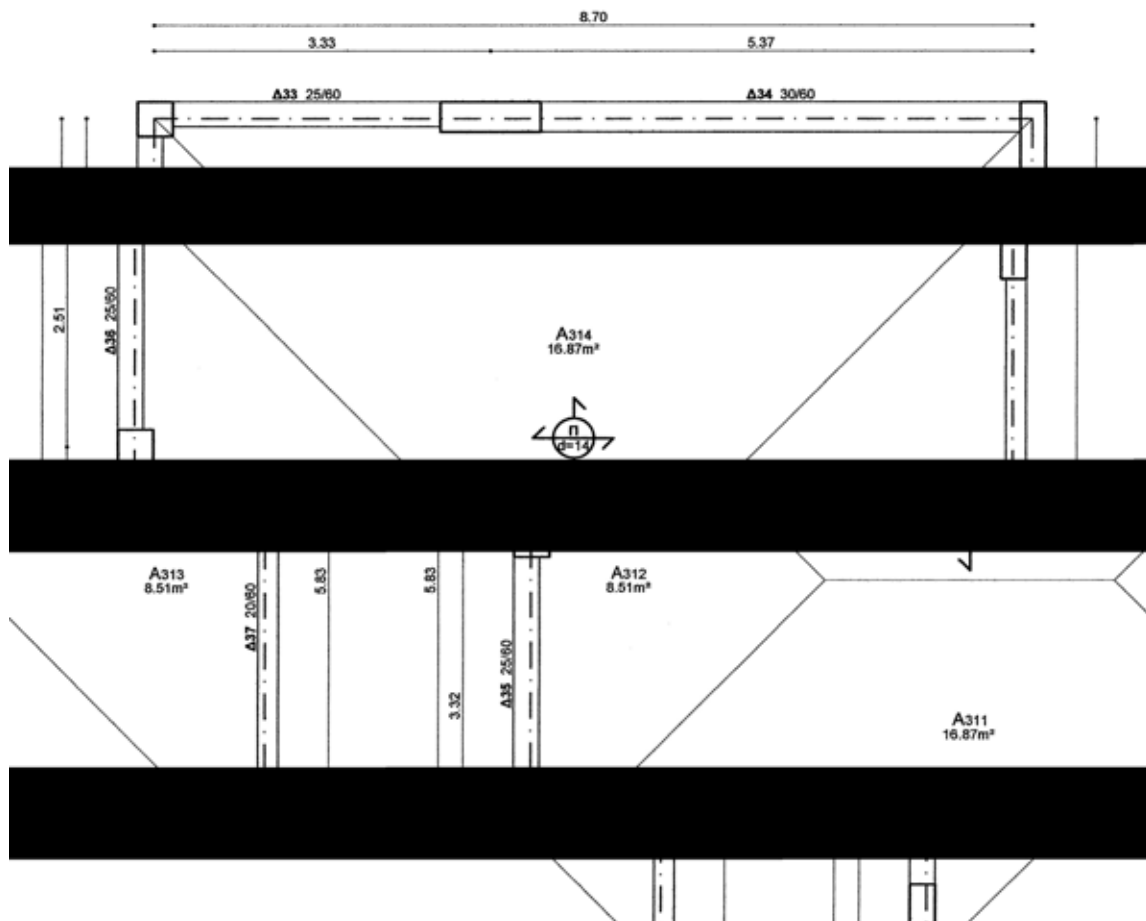
$$g_{\Delta37} = \frac{A_{313} \cdot g_{\Pi}}{L_{\Delta37}} = \frac{8,51\text{m}^2 \cdot 3,50\text{kN/m}^2}{5,83\text{m}} \Rightarrow g_{\Delta37} = 5,11\text{kN/m}$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta37} = b_{\Delta37} \cdot h_{\Delta37} \cdot \gamma = 0,20\text{m} \cdot 0,60\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \Rightarrow IB_{\Delta37} = 3,00\text{kN/m}$$

Στον πίνακα Π.2.1.3 καταγράφονται τα μόνιμα φορτία των δοκών όπως υπολογίστηκαν παραπάνω :

Π.2.1.3 / Μόνιμα Φορτία 3 ^{ης} Στάθμης			
Δοκός	Φορτίο από Πλάκες g_{Δ} (kN/m)	IB (kN/m)	Μόνιμο Φορτίο G_{Δ} (kN/m)
Δ31	6,79	4,50	11,29
Δ32	6,79	4,50	11,29
Δ33	6,79	3,75	10,54
Δ34	6,79	4,50	11,29
Δ35	5,11	3,75	8,86
Δ36	5,11	3,75	8,86
Δ37	5,11	3,00	8,11



Π.2.2. 2^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Α' Ορόφου

Πάχος πλακών Π₁, Π₂ και προβόλων : $d_{\Pi 1,2,\Pi p} = 0,18m$.

Πάχος πλάκας Π₃ : $d_{\Pi 3} = 0,14m$.

Ειδικό βάρος οπλισμένου σκυροδέματος : $\gamma = 25kN/m^3$.

Μόνιμο φορτίο από πλάκες :

$$g_{\Pi 1,2,\Pi p} = d_{\Pi 1,2,\Pi p} \cdot \gamma = 0,18m \cdot 25kN/m^3 \quad \text{P} \quad g_{\Pi 1,2,\Pi p} = 4,50kN/m^2.$$

$$g_{\Pi 3} = d_{\Pi 3} \cdot \gamma = 0,14m \cdot 25kN/m^3 \quad \text{P} \quad g_{\Pi 3} = 3,50kN/m^2.$$

Ίδιο βάρος δοκού : $IB_{\Delta} = b \cdot h \cdot \gamma$.

Μόνιμο φορτίο δοκών = $G_{\Delta} = g_{\Delta} + IB_{\Delta}$.

Στον πίνακα Π.2.2.1 καταγράφονται τα εμβαδά (A) των επιφανειών των πλακών που επιφορτίζουν τις δοκούς, όπως αυτά επιμετρήθηκαν με το πρόγραμμα Autocad.

Στον πίνακα Π.2.2.2 καταγράφονται οι διαστάσεις των δοκών.

Π.2.2.1	
Επιφάνεια	Εμβαδόν A (m ²)
A ₂₁₁	3,95
A ₂₁₂	1,54
A ₂₁₃	2,67
A ₂₁₄	3,95
A ₂₂₁	7,76
A ₂₂₂	8,70
A ₂₂₃	5,02
A ₂₂₄	7,76
A ₂₃₁	5,15
A ₂₃₂	5,15
A ₂₄₁	6,17
A ₂₄₂	8,88
A ₂₅₁	10,97

Π.2.2.2			
Δοκός	Πλάτος b (m)	Ύψος h (m)	Μήκος L (m)
Δ ₂₁	0,30	0,60	3,71
Δ ₂₂	0,30	0,60	4,96
Δ ₂₃	0,20	0,60	3,71
Δ ₂₄	0,25	0,60	3,71
Δ ₂₅	0,30	0,60	4,96
Δ ₂₆	0,25	0,60	3,27
Δ ₂₇	0,25	0,60	2,78
Δ ₂₈	0,25	0,60	5,90
Δ ₂₉	0,25	0,70	5,90

Ονομασία Επιφανειών Πλακών : Στάθμη - Πλάκα - Επιφάνεια

Ονομασία Δοκών : Στάθμη - Δοκός

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₁ :

Από πλάκες :

$$g_{\Delta 21} = \frac{(A_{211} + A_{241}) \cdot g_{\Pi 1,2,\Pi p}}{L_{\Delta 21}} = \frac{(3,95 + 6,17)m^2 \cdot 4,50kN/m^2}{3,71m} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad g_{\Delta 21} = 12,27kN/m$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 21} = b_{\Delta 21} \cdot h_{\Delta 21} \cdot \gamma = 0,30m \cdot 0,60m \cdot 25kN/m^3 \quad \text{P} \quad IB_{\Delta 21} = 4,50kN/m$$

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₂ :

Από πλάκες :

$$g_{\Delta 22} = \frac{(A_{221} + A_{242}) \cdot g_{\Pi 1,2,\Pi p}}{L_{\Delta 22}} = \frac{(7,76 + 8,88)m^2 \cdot 4,50kN/m^2}{4,96m} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad g_{\Delta 22} = 15,10kN/m$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 22} = b_{\Delta 22} \cdot h_{\Delta 22} \cdot \gamma = 0,30m \cdot 0,60m \cdot 25kN/m^3 \quad \text{P} \quad IB_{\Delta 22} = 4,50kN/m$$

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₃ :

Από πλάκες :

$$g_{\Delta 23} = \frac{A_{214} \cdot g_{\Pi 1,2,\Pi p}}{L_{\Delta 23}} = \frac{3,95\text{m}^2 \cdot 4,50\text{kN/m}^2}{3,71\text{m}} \quad \text{P} \quad g_{\Delta 23} = 4,79\text{kN/m}$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 23} = b_{\Delta 23} \cdot h_{\Delta 23} \cdot \gamma = 0,20\text{m} \cdot 0,60\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \quad \text{P} \quad IB_{\Delta 23} = 3,00\text{kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₄ :

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 24} = b_{\Delta 24} \cdot h_{\Delta 24} \cdot \gamma = 0,25\text{m} \cdot 0,60\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \quad \text{P} \quad IB_{\Delta 24} = 3,75\text{kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₅ :

Από πλάκες :

$$g_{\Delta 25} = \frac{(A_{224} + A_{251}) \cdot g_{\Pi 1,2,\Pi p}}{L_{\Delta 25}} = \frac{(7,76 + 10,97)\text{m}^2 \cdot 4,50\text{kN/m}^2}{4,96\text{m}} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad g_{\Delta 25} = 16,99\text{kN/m}$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 25} = b_{\Delta 25} \cdot h_{\Delta 25} \cdot \gamma = 0,30\text{m} \cdot 0,60\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \quad \text{P} \quad IB_{\Delta 25} = 4,50\text{kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₆ :

Από πλάκες :

$$g_{\Delta 26} = \frac{A_{212} \cdot g_{\Pi 1,2,\Pi p}}{L_{\Delta 26}} = \frac{1,54\text{m}^2 \cdot 4,50\text{kN/m}^2}{3,27\text{m}} \quad \text{P} \quad g_{\Delta 26} = 2,12\text{kN/m}$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 26} = b_{\Delta 26} \cdot h_{\Delta 26} \cdot \gamma = 0,25\text{m} \cdot 0,60\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \quad \text{P} \quad IB_{\Delta 26} = 3,75\text{kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₇ :

Από πλάκες :

$$g_{\Delta 27} = \frac{A_{231} \cdot g_{\Pi 3}}{L_{\Delta 27}} = \frac{5,15\text{m}^2 \cdot 3,50\text{kN/m}^2}{2,78\text{m}} \quad \text{P} \quad g_{\Delta 27} = 6,48\text{kN/m}$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 27} = b_{\Delta 27} \cdot h_{\Delta 27} \cdot \gamma = 0,25\text{m} \cdot 0,60\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \quad \text{P} \quad IB_{\Delta 27} = 3,75\text{kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₈ :

Από πλάκες :

$$g_{\Delta 28} = \frac{A_{213} \cdot g_{\Pi 1,2,\Pi p}}{L_{\Delta 26}} + \frac{A_{232} \cdot g_{\Pi 3}}{L_{\Delta 28} - L_{\Delta 26}} + \frac{A_{222} \cdot g_{\Pi 1,2,\Pi p}}{L_{\Delta 28}} \quad \text{P}$$
$$\text{P} \quad g_{\Delta 28} = \frac{3,67 \cdot 4,50}{3,27} + \frac{5,15 \cdot 3,50}{5,90 - 3,27} + \frac{8,70 \cdot 4,50}{5,90} \quad \text{P}$$
$$\text{P} \quad g_{\Delta 28} = (3,67 + 6,85 + 6,64)\text{kN/m} \quad \text{P} \quad g_{\Delta 28} = 17,16\text{kN/m}$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 28} = b_{\Delta 28} \cdot h_{\Delta 28} \cdot \gamma = 0,25\text{m} \cdot 0,60\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \quad \text{P} \quad IB_{\Delta 28} = 3,75\text{kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₉ :

Από πλάκες :

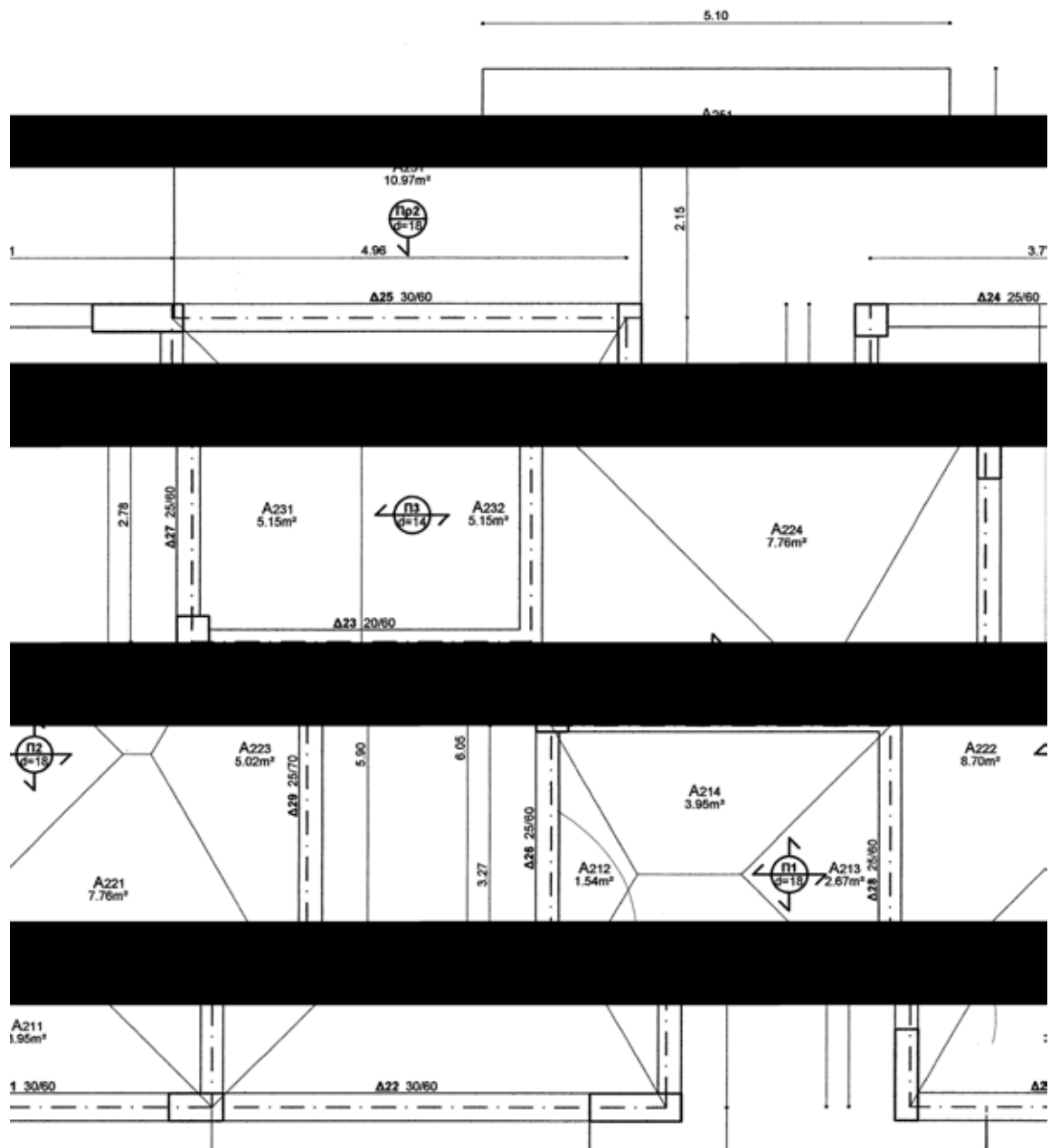
$$g_{\Delta 29} = \frac{A_{223} \cdot g_{\Pi 1,2,\Pi p}}{L_{\Delta 29}} = \frac{5,02\text{m}^2 \cdot 4,50\text{kN/m}^2}{5,90\text{m}} \quad \text{P} \quad g_{\Delta 29} = 3,83\text{kN/m}$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 29} = b_{\Delta 29} \cdot h_{\Delta 29} \cdot \gamma = 0,25\text{m} \cdot 0,70\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \quad \text{P} \quad IB_{\Delta 29} = 4,38\text{kN/m}$$

Στον πίνακα Π.2.2.3 καταγράφονται τα μόνιμα φορτία των δοκών όπως υπολογίστηκαν παραπάνω :

Π.2.2.3 / Μόνιμα Φορτία 2 ^{ης} Στάθμης			
Δοκός	Φορτίο από Πλάκες g_{Δ} (kN/m)	IB (kN/m)	Μόνιμο Φορτίο G_{Δ} (kN/m)
Δ21	12,27	4,50	16,77
Δ22	15,10	4,50	19,60
Δ23	4,79	3,00	7,79
Δ24	-	3,75	3,75
Δ25	16,99	4,50	21,49
Δ26	2,12	3,75	5,87
Δ27	6,48	3,75	10,23
Δ28	17,16	3,75	20,91
Δ29	3,83	4,38	8,21



Π.2.3. 1^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Pilotis

Μικτό πάχος πλακών Π₁, Π₂ και προβόλων : $d_{\Pi_{1,2},\Pi_p} = 0,25m$.

Πάχος πλάκας Π₃ : $d_{\Pi_3} = 0,14m$.

Ειδικό βάρος οπλισμένου σκυροδέματος : $\gamma = 25kN/m^3$.

Λόγω των κενών που περιέχονται στη δομή των πλακών με νευρώσεις, υπολογίζονται τα αντίστοιχα ειδικά βάρη για κάθε μία από αυτές :

ο Π_{1,2} :

$$E_{\Pi_1} = 3,43m \cdot 3,28m \Rightarrow E_{\Pi_1} = 11,25m^2$$

$$E_{\Pi_2} = 5,27m \cdot 5,90m \Rightarrow E_{\Pi_2} = 31,09m^2$$

$$E_{\Pi_{1,2}} = (11,25 + 31,09)m^2 \Rightarrow E_{\Pi_{1,2}} = 42,34m^2$$

$$V_{\text{ΜΕΙΚΤΟ}} = E_{\Pi_{1,2}} \cdot d_{1,2,\Pi_p} = 42,34m^2 \cdot 0,25m \Rightarrow V_{\text{ΜΕΙΚΤΟ}} = 10,59m^3$$

$$V_{\text{ΒΕΤΟΝ}} = V_{\text{ΜΕΙΚΤΟ}} - V_{\text{ΚΕΝΩΝ}} = 10,59m^3 - (64 \cdot 0,50 \cdot 0,50 \cdot 0,12)m^3 \Rightarrow V_{\text{ΒΕΤΟΝ}} = 8,67m^3$$

Ειδικό βάρος πλακών Π₁, Π₂ :

$$\gamma_{\Pi_{1,2}} = \frac{V_{\text{ΒΕΤΟΝ}} \cdot \gamma}{V_{\text{ΜΕΙΚΤΟ}}} = \frac{8,67m^3 \cdot 25kN/m^3}{10,59m^3} \Rightarrow \gamma_{\Pi_{1,2}} = 20,5kN/m^3$$

ο Π_{p1} :

$$E_{\Pi_{p1}} = 7,00m \cdot 2,15m \Rightarrow E_{\Pi_{p1}} = 15,05m^2$$

$$V_{\text{ΜΕΙΚΤΟ}} = E_{\Pi_{p1}} \cdot d_{1,2,\Pi_p} = 15,05m^2 \cdot 0,25m \Rightarrow V_{\text{ΜΕΙΚΤΟ}} = 3,76m^3$$

$$V_{\text{ΒΕΤΟΝ}} = V_{\text{ΜΕΙΚΤΟ}} - V_{\text{ΚΕΝΩΝ}} = 3,76m^3 - (10 \cdot 0,50 \cdot 1,45 \cdot 0,12)m^3 \Rightarrow V_{\text{ΒΕΤΟΝ}} = 2,89m^3$$

Ειδικό βάρος προβόλου Π_{p1} :

$$\gamma_{\Pi_{p1}} = \frac{V_{\text{ΒΕΤΟΝ}} \cdot \gamma}{V_{\text{ΜΕΙΚΤΟ}}} = \frac{2,89m^3 \cdot 25kN/m^3}{3,76m^3} \Rightarrow \gamma_{\Pi_{p1}} = 19,2kN/m^3$$

ο Π_{p2} :

$$E_{\Pi_{p2}} = 5,10m \cdot 2,15m \Rightarrow E_{\Pi_{p2}} = 10,97m^2$$

$$V_{\text{ΜΕΙΚΤΟ}} = E_{\Pi_{p2}} \cdot d_{1,2,\Pi_p} = 10,97m^2 \cdot 0,25m \Rightarrow V_{\text{ΜΕΙΚΤΟ}} = 2,74m^3$$

$$V_{\text{ΒΕΤΟΝ}} = V_{\text{ΜΕΙΚΤΟ}} - V_{\text{ΚΕΝΩΝ}} = 2,74m^3 - [(7 \cdot 0,50 + 0,35) \cdot 1,70 \cdot 0,12]m^3 \Rightarrow V_{\text{ΒΕΤΟΝ}} = 1,95m^3$$

Ειδικό βάρος προβόλου Π_{p2} :

$$\gamma_{\Pi_{p2}} = \frac{V_{\text{ΒΕΤΟΝ}} \cdot \gamma}{V_{\text{ΜΕΙΚΤΟ}}} = \frac{1,95m^3 \cdot 25kN/m^3}{2,74m^3} \Rightarrow \gamma_{\Pi_{p2}} = 17,8kN/m^3$$

Για τον υπολογισμό της κατανομής του φορτίου των πλακών με νευρώσεις, χαράσσονται οι άξονες των ενισχυμένων ζωνών.

Μόνιμο φορτίο από πλάκες :

$$g_{\Pi_{1,2}} = d_{\Pi_{1,2},\Pi_p} \cdot \gamma_{\Pi_{1,2}} = 0,25m \cdot 20,5kN/m^3 \Rightarrow g_{\Pi_{1,2}} = 5,13kN/m^2$$

$$g_{\Pi_{p1}} = d_{\Pi_{1,2},\Pi_p} \cdot \gamma_{\Pi_{p1}} = 0,25m \cdot 19,2kN/m^3 \Rightarrow g_{\Pi_{p1}} = 4,80kN/m^2$$

$$g_{\Pi_{p2}} = d_{\Pi_{1,2},\Pi_p} \cdot \gamma_{\Pi_{p2}} = 0,25m \cdot 17,8kN/m^3 \Rightarrow g_{\Pi_{p2}} = 4,45kN/m^2$$

$$g_{\Pi_3} = d_{\Pi_3} \cdot \gamma = 0,14m \cdot 25kN/m^3 \Rightarrow g_{\Pi_3} = 3,50kN/m^2$$

Ίδιο βάρος δοκού : $IB_{\Delta} = b \cdot h \cdot \gamma$.

Μόνιμο φορτίο δοκών = $G_{\Delta} = g_{\Delta} + IB_{\Delta}$.

Μόνιμο φορτίο ενισχυμένων ζωνών = $G_{\Delta} = g_{\Delta}$.

Στον πίνακα Π.2.3.1 καταγράφονται τα εμβαδά (A) των επιφανειών των πλακών που επιφορτίζουν τις δοκούς, όπως αυτά επιμετρήθηκαν με το πρόγραμμα Autocad. Στον πίνακα Π.2.3.2 καταγράφονται τα μήκη (L) των δοκών και των αξόνων των ενισχυμένων ζωνών.

Π.2.3.1	
Επιφάνεια	Εμβαδόν A (m ²)
A111	3,51
A112	1,56
A113	2,70
A114	3,51
A121	8,67
A122	8,70
A123	5,02
A124	8,67
A131	4,74
A132	4,74
A141	5,59
A142	9,46
A151	10,97

Π.2.3.2			
Δοκός	Πλάτος b (m)	Ύψος h (m)	Μήκος L (m)
EZ11	-	-	3,43
EZ12	-	-	5,27
Δ13	0,25	0,50	3,43
Δ14	0,25	0,55	3,43
EZ15	-	-	5,27
Δ16	0,25	0,55	3,28
Δ17	0,25	0,55	2,77
EZ18	-	-	3,28
EZ19	-	-	2,77
Δ110	0,20	0,55	5,90

Ονομασία Επιφανειών Πλακών : Στάθμη - Πλάκα - Επιφάνεια
 Ονομασία Δοκών και Ενισχυμένων Ζωνών : Στάθμη - Δοκός

Μόνιμο φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ11 :

Από πλάκες :

$$g_{EZ11} = \frac{A_{141} \cdot g_{\Pi p1} + A_{111} \cdot g_{\Pi 1,2}}{L_{EZ11}} = \frac{(5,59 \cdot 4,80 + 3,51 \cdot 5,13) \text{ kN}}{3,43 \text{ m}} \quad \text{P}$$

$$\text{P } g_{EZ11} = 13,07 \text{ kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ12 :

Από πλάκες :

$$g_{EZ12} = \frac{A_{142} \cdot g_{\Pi p1} + A_{121} \cdot g_{\Pi 1,2}}{L_{EZ12}} = \frac{(9,46 \cdot 4,80 + 8,67 \cdot 5,13) \text{ kN}}{5,27 \text{ m}} \quad \text{P}$$

$$\text{P } g_{EZ12} = 17,06 \text{ kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ13 :

Από πλάκες :

$$g_{\Delta 13} = \frac{A_{114} \cdot g_{\Pi 1,2}}{L_{\Delta 13}} = \frac{3,51 \text{ m}^2 \cdot 5,13 \text{ kN/m}^2}{3,43 \text{ m}} \quad \text{P } g_{\Delta 13} = 5,25 \text{ kN/m}$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 13} = b_{\Delta 13} \cdot h_{\Delta 13} \cdot \gamma = 0,25 \text{ m} \cdot 0,50 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \quad \text{P } IB_{\Delta 13} = 3,13 \text{ kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ14 :

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 14} = b_{\Delta 14} \cdot h_{\Delta 14} \cdot \gamma = 0,25 \text{ m} \cdot 0,55 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \quad \text{P } IB_{\Delta 14} = 3,44 \text{ kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ15 :

Από πλάκες :

$$g_{EZ15} = \frac{A_{124} \cdot g_{\Pi 1,2} + A_{151} \cdot g_{\Pi p2}}{L_{EZ15}} = \frac{(8,67 \cdot 5,13 + 10,97 \cdot 4,45) \text{ kN}}{5,27 \text{ m}} \quad \text{P}$$

$$\text{P } g_{EZ15} = 17,70 \text{ kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ₁₆ :

Από πλάκες :

$$g_{\Delta 16} = \frac{A_{112} \cdot g_{\Pi 1,2}}{L_{\Delta 16}} = \frac{1,56\text{m}^2 \cdot 5,13\text{kN/m}^2}{3,28\text{m}} \quad \text{P} \quad g_{\Delta 16} = 2,44\text{kN/m}$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 16} = b_{\Delta 16} \cdot h_{\Delta 16} \cdot \gamma = 0,25\text{m} \cdot 0,55\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \quad \text{P} \quad IB_{\Delta 16} = 3,44\text{kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ₁₇ :

Από πλάκες :

$$g_{\Delta 17} = \frac{A_{131} \cdot g_{\Pi 3}}{L_{\Delta 17}} = \frac{4,74\text{m}^2 \cdot 3,50\text{kN/m}^2}{2,77\text{m}} \quad \text{P} \quad g_{\Delta 17} = 5,99\text{kN/m}$$

Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 17} = b_{\Delta 17} \cdot h_{\Delta 17} \cdot \gamma = 0,25\text{m} \cdot 0,55\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \quad \text{P} \quad IB_{\Delta 17} = 3,44\text{kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ₁₈ :

Από πλάκες :

$$g_{EZ18} = \frac{\alpha A_{113}}{\xi L_{EZ18}} + \frac{A_{122}}{L_{\Delta 110}} \cdot \frac{\ddot{\delta}}{\ddot{\delta}} \cdot g_{\Pi 1,2} = \frac{2,70}{3,28} + \frac{8,70}{5,90} \cdot \text{m} \cdot 5,13\text{kN/m}^2 \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad g_{EZ18} = 11,79\text{kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ₁₉ :

Από πλάκες :

$$g_{EZ19} = \frac{A_{132} \cdot g_{\Pi 3}}{L_{EZ19}} + \frac{A_{122} \cdot g_{\Pi 1,2}}{L_{\Delta 110}} = \frac{4,74 \cdot 3,50}{2,77} + \frac{8,70 \cdot 5,13}{5,90} \text{kN/m} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad g_{EZ19} = (5,99 + 7,56)\text{kN/m} \quad \text{P} \quad g_{EZ19} = 13,55\text{kN/m}$$

Μόνιμο φορτίο δοκού Δ₁₁₀ :

Από πλάκες :

$$g_{\Delta 110} = \frac{A_{123} \cdot g_{\Pi 1,2}}{L_{\Delta 110}} = \frac{5,02\text{m}^2 \cdot 5,13\text{kN/m}^2}{5,90\text{m}} \quad \text{P} \quad g_{\Delta 110} = 4,36\text{kN/m}$$

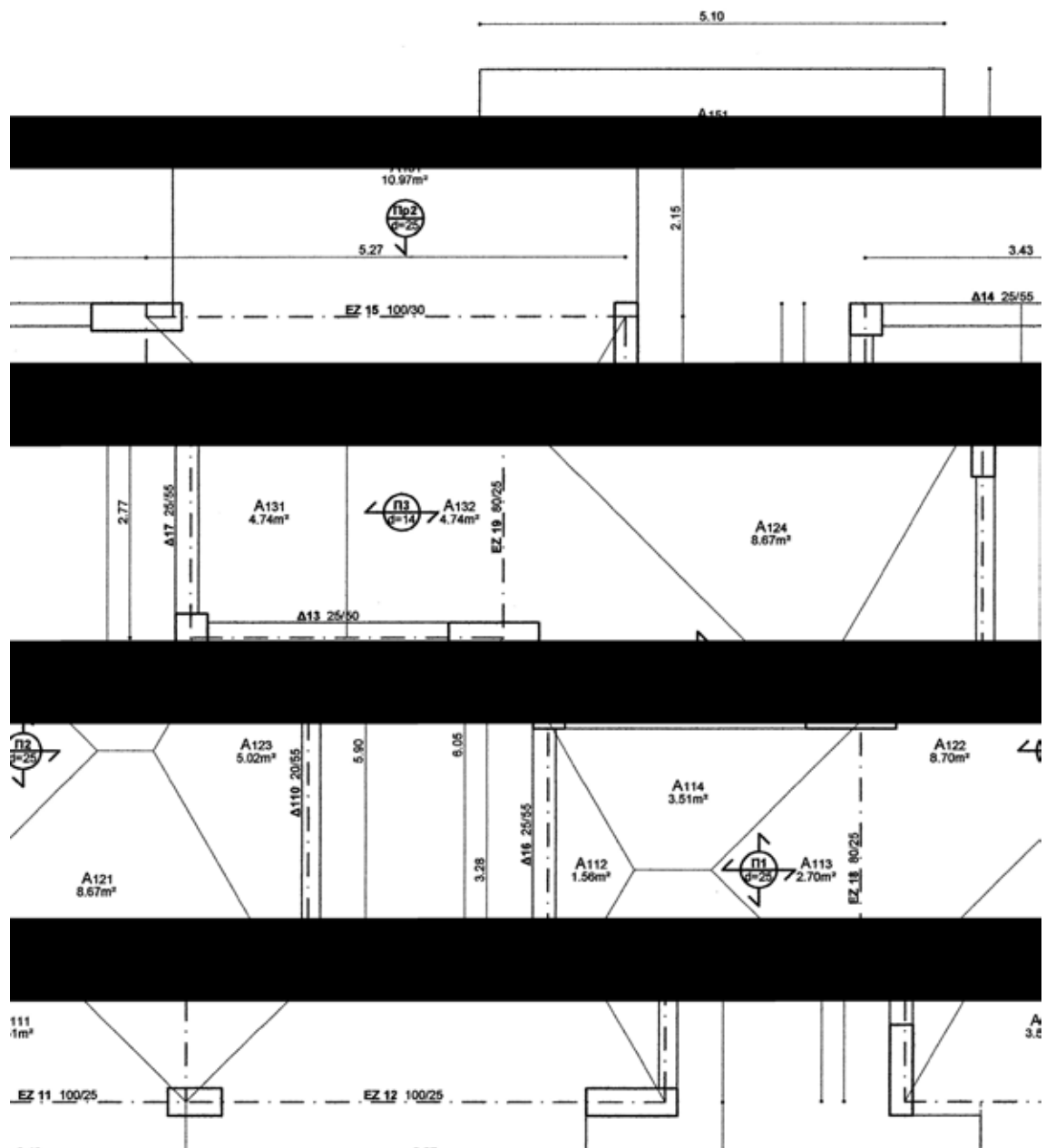
Ίδιο βάρος :

$$IB_{\Delta 110} = b_{\Delta 110} \cdot h_{\Delta 110} \cdot \gamma = 0,20\text{m} \cdot 0,55\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad IB_{\Delta 110} = 2,75\text{kN/m}$$

Στον πίνακα Π.2.3.3 καταγράφονται τα μόνιμα φορτία των δοκών όπως υπολογίστηκαν παραπάνω :

Π.2.3.3 / Μόνιμα Φορτία 1 ^{ης} Στάθμης			
Δοκός ή Άξονας Ενισχ. Ζώνης	Φορτίο από Πλάκες g _Δ (kN/m)	IB (kN/m)	Μόνιμο Φορτίο G _Δ (kN/m)
EZ11	13,07	-	13,07
EZ12	17,06	-	17,06
Δ13	5,25	3,13	8,38
Δ14	-	3,44	3,44
EZ15	17,70	-	17,70
Δ16	2,44	3,44	5,88
Δ17	5,99	3,44	9,43
EZ18	11,79	-	11,79
EZ19	13,55	-	13,55
Δ110	4,36	2,75	7,11



Π.3. Πρόσθετα Μόνιμα Φορτία

Στα πρόσθετα μόνιμα φορτία περιλαμβάνεται το ίδιο βάρος των επικαλύψεων δαπέδων και κλιμάκων, των τοιχοποιιών και των ημιμόνιμων κατασκευών, όπως οι πέργκολες. Για τους υπολογισμούς ακολουθείται η ίδια διαδικασία με αυτή του υπολογισμού των μόνιμων φορτίων.

Τα χαρακτηριστικά των προσμετρούμενων στα πρόσθετα μόνιμα φορτία στοιχείων και η κατανομή των φορτίων αυτών στις αντίστοιχες δοκούς αναφέρονται στους υπολογισμούς και τα σχέδια των αντίστοιχων επιπέδων.

Π.3.1. Στατική Επίλυση Κεραμοσκεπών

Τα φορτία της κεραμοσκεπής (κεραμίδια, ξύλινο διάφραγμα) παραλαμβάνονται από τις δοκίδες. Οι αντιδράσεις των δοκίδων μεταφέρονται σαν δράσεις στις εκατέρωθεν ξύλινες δοκούς. Αυτές μεταβιβάζουν τα φορτία στις αντίστοιχες δοκούς της 3^{ης} στάθμης και στα ξύλινα υποστυλώματα των εξωστών της 2^{ης} στάθμης. Τα φορτία των κεραμοσκεπών που παραλαμβάνονται από τις δοκούς της 3^{ης} στάθμης μετατρέπονται σε γραμμικά, όπως και αυτά που παραλαμβάνονται από τα ξύλινα υποστυλώματα της κάθε πέργκολες και επιφορτίζουν τις δοκούς της 2^{ης} στάθμης.

Ίδιο βάρος κεραμιδιών : $IB_K = 0,55\text{kN/m}^2$, κεκλιμένης επιφανείας.

Ειδικό βάρος ξυλείας (έλατο) : $\gamma_{\Xi} = 4,00\text{kN/m}^3$.

ο Μεγάλη κεραμοσκεπή (1):

Φορτίο από κεραμίδια :

$$q_{(1)}^K = IB_K \cdot L_{(1)} = 0,55\text{kN/m}^2 \cdot 7,50\text{m} \Rightarrow q_{(1)}^K = 4,13\text{kN/m}$$

Φορτίο από διάφραγμα :

$$q_{(1)}^{\Delta} = \gamma_{\Xi} \cdot L_{(1)} \cdot d_{\Xi} = 4,00\text{kN/m}^3 \cdot 7,50\text{m} \cdot 0,05\text{m} \Rightarrow q_{(1)}^{\Delta} = 1,50\text{kN/m}$$

Συνολικό ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο :

$$q_{(1)} = q_{(1)}^K + q_{(1)}^{\Delta} = (4,13 + 1,50)\text{kN/m} \Rightarrow q_{(1)} = 5,63\text{kN/m}$$

Οι ακραίες δοκίδες φορτίζονται από επιφάνεια πλάτους : $L^{AKP} = 0,73\text{m}$, άρα :

$$q_{(1)}^{AKP} = q_{(1)} \cdot L^{AKP} = 5,63 \cdot 0,73 \Rightarrow q_{(1)}^{AKP} = 4,11\text{kN/m}$$

Οι μεσαίες δοκίδες φορτίζονται από επιφάνεια πλάτους : $L^{ME\Sigma} = 0,55\text{m}$.

$$q_{(1)}^{ME\Sigma} = q_{(1)} \cdot L^{ME\Sigma} = 5,63 \cdot 0,55 \Rightarrow q_{(1)}^{ME\Sigma} = 3,10\text{kN/m}$$

Ίδιο βάρος δοκίδας :

$$IB^{\Delta OK} = \gamma_{\Xi} \cdot b^{\Delta OK} \cdot h^{\Delta OK} = 4,00\text{kN/m}^3 \cdot 0,05\text{m} \cdot 0,12\text{m} \Rightarrow IB^{\Delta OK} = 0,02\text{kN/m}$$

Ακραίες δοκίδες :

$$V_A + V_B = (4,11 + 0,02)\text{kN/m} \cdot 2,24\text{m} \Rightarrow V_A + V_B = 9,25\text{kN}$$

$$\Sigma M_B = 0 \Rightarrow 1,80 \cdot V_A = (4,11 + 0,02)\text{kN/m} \cdot \frac{(2,20^2)\text{m}^2}{2} \Rightarrow V_A = 5,55\text{kN}$$

$$V_B = 9,25\text{kN} - V_A = (9,25 - 5,55)\text{kN} \Rightarrow V_B = 3,70\text{kN}$$

Μεσαίες δοκίδες :

$$V_A + V_B = (3,10 + 0,02)\text{kN/m} \cdot 2,24\text{m} \Rightarrow V_A + V_B = 6,99\text{kN}$$

$$\Sigma M_B = 0 \Rightarrow 1,80 \cdot V_A = (3,10 + 0,02)\text{kN/m} \cdot \frac{(2,20^2)\text{m}^2}{2} \Rightarrow V_A = 4,19\text{kN}$$

$$V_B = 6,99\text{kN} - V_A = (6,99 - 4,19)\text{kN} \Rightarrow V_B = 2,80\text{kN}$$

Ίδιο βάρος εκατέρωθεν δοκών :

$$IB^{\Delta A} = \gamma_{\Xi} \cdot b^{\Delta A} \cdot h^{\Delta A} = 4,00\text{kN/m}^3 \cdot 0,10\text{m} \cdot 0,10\text{m} \Rightarrow IB^{\Delta A} = 0,04\text{kN/m}$$

$$IB^{\Delta B} = \gamma_{\Xi} \cdot b^{\Delta B} \cdot h^{\Delta B} = 4,00\text{kN/m}^3 \cdot 0,05\text{m} \cdot 0,12\text{m} \Rightarrow IB^{\Delta B} = 0,02\text{kN/m}$$

Γραμμικό φορτίο κεραμοσκεπής παραλαμβανόμενο από τις δοκούς της 3^{ης} στάθμης :

$$\frac{V_B^{AKP}}{L^{AKP}} = \frac{3,70\text{kN}}{0,73\text{m}} = 5,07\text{kN/m} \quad \ddot{y} \quad \mathbf{g}_{(1)}^K = (5,09 + 0,02)\text{kN/m} \quad \mathbf{g}_{(1)}^K = 5,11\text{kN/m}$$

$$\frac{V_B^{ME\Sigma}}{L^{ME\Sigma}} = \frac{2,80\text{kN}}{0,55\text{m}} = 5,09\text{kN/m} \quad \dot{y} \quad \mathbf{b}$$

Φορτίο κεραμοσκεπής που παραλαμβάνεται από τα ξύλινα υποστυλώματα, όπως αυτό υπολογίστηκε με το πρόγραμμα EngiLab Beam.2D :

$$V_{\Gamma,1,4} = 11,01\text{kN}$$

$$V_{\Gamma,2,3} = 17,72\text{kN}$$

Γραμμικό φορτίο κεραμοσκεπής παραλαμβανόμενο από τις δοκούς της 2^{ης} στάθμης :

Φορτίο από κάθε ξύλινο υποστύλωμα :

$$V_{\Upsilon\text{II}} = \gamma_{\Xi} \cdot h_{\Upsilon\text{II}} \cdot b \cdot h = 4,00\text{kN/m}^3 \cdot 2,50\text{m} \cdot 0,10\text{m} \cdot 0,10\text{m} \quad \mathbf{V}_{\Upsilon\text{II}} = 0,10\text{kN}$$

$$\frac{V_{\Gamma,1,4} + V_{\Upsilon\text{II}}}{0,45 + \frac{2,20}{2}} = \frac{(11,01 + 0,10)\text{kN}}{1,55\text{m}} = 7,17\text{kN/m} \quad \ddot{y} \quad \mathbf{g}_{(1)}^K = (8,10 + 0,04)\text{kN/m} \quad \mathbf{g}_{(1)}^K = 8,14\text{kN/m}$$

$$\frac{V_{\Gamma,2,3} + V_{\Upsilon\text{II}}}{2,20\text{m}} = \frac{(17,72 + 0,10)\text{kN}}{2,20\text{m}} = 8,10\text{kN/m} \quad \dot{y} \quad \mathbf{b}$$

ο Μικρή κεραμοσκεπή (2):

Φορτίο από κεραμίδια :

$$q_{(2)}^K = IB^K \cdot L_{(2)} = 0,55\text{kN/m}^2 \cdot 5,10\text{m} \quad \mathbf{q}_{(2)}^K = 2,81\text{kN/m}$$

Φορτίο από διάφραγμα :

$$q_{(2)}^{\Delta} = \gamma_{\Xi} \cdot L_{(2)} \cdot d_{\Xi} = 4,00\text{kN/m}^3 \cdot 5,10\text{m} \cdot 0,05\text{m} \quad \mathbf{q}_{(2)}^{\Delta} = 1,02\text{kN/m}$$

Συνολικό ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο :

$$q_{(2)} = q_{(2)}^K + q_{(2)}^{\Delta} = (2,81 + 1,02)\text{kN/m} \quad \mathbf{q}_{(2)} = 3,83\text{kN/m}$$

Οι ακραίες δοκίδες φορτίζονται από επιφάνεια πλάτους : $L^{AKP} = 0,49\text{m}$, άρα :

$$q_{(2)}^{AKP} = q_{(2)} \cdot L^{AKP} = 3,83 \cdot 0,49 \quad \mathbf{q}_{(2)}^{AKP} = 1,88\text{kN/m}$$

Οι μεσαίες δοκίδες φορτίζονται από επιφάνεια πλάτους : $L^{ME\Sigma} = 0,59\text{m}$.

$$q_{(2)}^{ME\Sigma} = q_{(2)} \cdot L^{ME\Sigma} = 3,83 \cdot 0,59 \quad \mathbf{q}_{(2)}^{ME\Sigma} = 2,26\text{kN/m}$$

Ίδιο βάρος δοκίδας :

$$IB^{\Delta OK} = \gamma_{\Xi} \cdot b^{\Delta OK} \cdot h^{\Delta OK} = 4,00\text{kN/m}^3 \cdot 0,05\text{m} \cdot 0,12\text{m} \quad \mathbf{IB}^{\Delta OK} = 0,02\text{kN/m}$$

Ακραίες δοκίδες :

$$V_A + V_B = (1,88 + 0,02)\text{kN/m} \cdot 2,24\text{m} \quad \mathbf{V_A + V_B = 4,26\text{kN}}$$

$$\Sigma M_B = 0 \quad \mathbf{1,80 \cdot V_A = (1,88 + 0,02)\text{kN/m} \cdot \frac{(2,20^2)\text{m}^2}{2}} \quad \mathbf{V_A = 2,55\text{kN}}$$

$$V_B = 4,26\text{kN} - V_A = (4,26 - 2,55)\text{kN} \quad \mathbf{V_B = 1,71\text{kN}}$$

Μεσαίες δοκίδες :

$$V_A + V_B = (2,26 + 0,02)\text{kN/m} \cdot 2,24\text{m} \quad \mathbf{V_A + V_B = 5,11\text{kN}}$$

$$\Sigma M_B = 0 \quad \mathbf{1,80 \cdot V_A = (2,26 + 0,02)\text{kN/m} \cdot \frac{(2,20^2)\text{m}^2}{2}} \quad \mathbf{V_A = 3,07\text{kN}}$$

$$V_B = 5,11\text{kN} - V_A = (5,11 - 3,07)\text{kN} \quad \mathbf{V_B = 2,04\text{kN}}$$

Ίδιο βάρος εκατέρωθεν δοκών :

$$IB^{\Delta A} = \gamma_{\Xi} \cdot b^{\Delta A} \cdot h^{\Delta A} = 4,00\text{kN/m}^3 \cdot 0,10\text{m} \cdot 0,10\text{m} \quad \mathbf{IB^{\Delta A} = 0,04\text{kN/m}}$$

$$IB^{\Delta B} = \gamma_{\Xi} \cdot b^{\Delta B} \cdot h^{\Delta B} = 4,00\text{kN/m}^3 \cdot 0,05\text{m} \cdot 0,12\text{m} \quad \mathbf{IB^{\Delta B} = 0,02\text{kN/m}}$$

Γραμμικό φορτίο κεραμοσκεπής παραλαμβανόμενο από τις δοκούς της 3^{ης} στάθμης :

$$\frac{V_B^{AKP}}{L^{AKP}} = \frac{1,71\text{kN}}{0,49\text{m}} = 3,49\text{kN/m} \quad \ddot{y} \quad \mathbf{g}_{(2)}^K = (3,49 + 0,02)\text{kN/m} \quad \mathbf{g}_{(2)}^K = 3,51\text{kN/m}$$

$$\frac{V_B^{ME\Sigma}}{L^{ME\Sigma}} = \frac{2,04\text{kN}}{0,59\text{m}} = 3,46\text{kN/m} \quad \dot{y} \quad \mathbf{b}$$

Φορτίο κεραμοσκεπής που παραλαμβάνεται από τα ξύλινα υποστυλώματα, όπως αυτό υπολογίστηκε με το πρόγραμμα EngiLab Beam.2D :

$$V_{\Gamma,1,3} = 6,46\text{kN}$$

$$V_{\Gamma,2} = 13,85\text{kN}$$

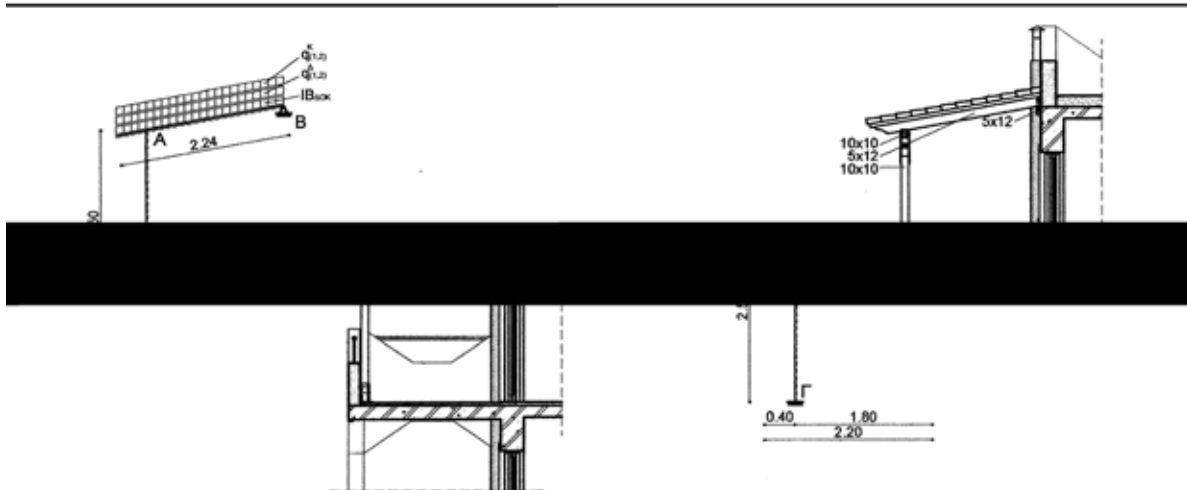
Γραμμικό φορτίο κεραμοσκεπής παραλαμβανόμενο από τις δοκούς της 2^{ης} στάθμης :

Φορτίο από κάθε ξύλινο υποστύλωμα :

$$V_{\Upsilon\Pi} = \gamma_{\Xi} \cdot h_{\Upsilon\Pi} \cdot b \cdot h = 4,00\text{kN/m}^3 \cdot 2,50\text{m} \cdot 0,10\text{m} \cdot 0,10\text{m} \quad \mathbf{V}_{\Upsilon\Pi} = 0,10\text{kN}$$

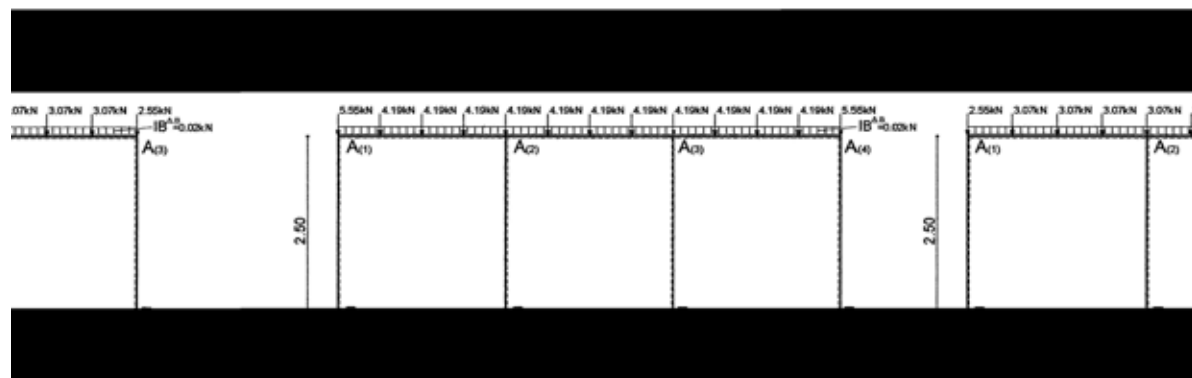
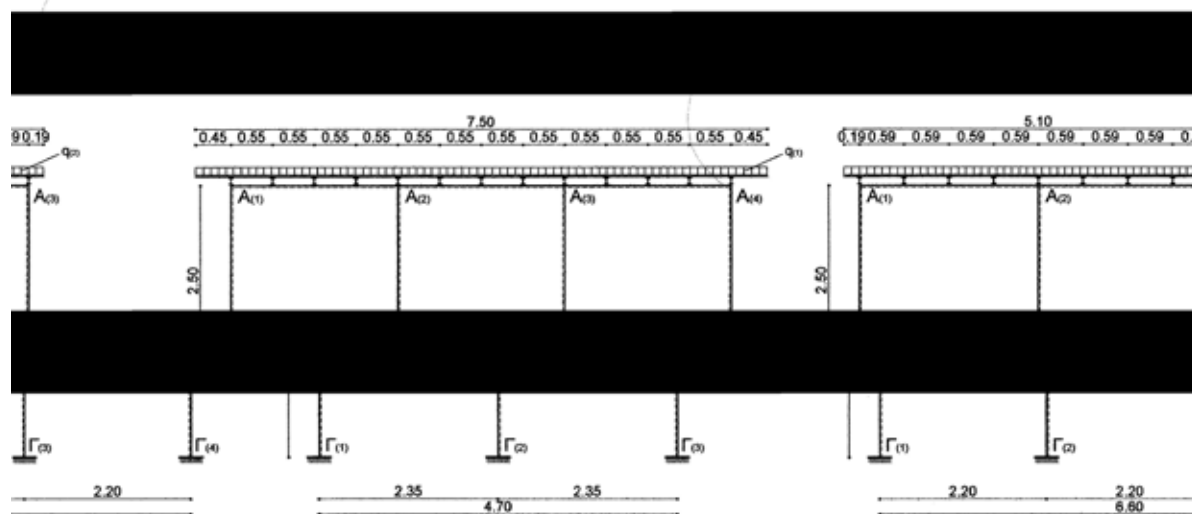
$$\frac{V_{\Gamma,1,3} + V_{\Upsilon\Pi}}{0,20 + \frac{2,35}{2}} = \frac{(6,46 + 0,10)\text{kN}}{1,38\text{m}} = 4,75\text{kN/m} \quad \ddot{y} \quad \mathbf{g}_{(2)}^K = (5,94 + 0,04)\text{kN/m} \quad \mathbf{g}_{(2)}^K = 5,98\text{kN/m}$$

$$\frac{V_{\Gamma,2} + V_{\Upsilon\Pi}}{2,35\text{m}} = \frac{(13,85 + 0,10)\text{kN}}{2,35\text{m}} = 5,94\text{kN/m} \quad \dot{y} \quad \mathbf{b}$$



Σ.Π.3.1α
 υ με Κεραμοσκεπή & Στατικό Μοντέλο
 Κλίμακα 1:100

Τομή Εξώστη Β' Ορόφου



Π.3.2. 3^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Β' Ορόφου

Μέσο πάχος μόνωσης δώματος : $d_M = 0,14\text{m}$.

Ίδιο βάρος μόνωσης δώματος : $g_M = 2,00\text{kN/m}^2$.

Ίδιο βάρος μπατικής οπτοπλινθοδομής : $IB_{\text{ΜΠ}} = 3,60\text{kN/m}^2$.

Ύψος στηθαίων : $h_\Sigma = 0,60\text{m}$.

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκών = $G_\chi = g_M + g_\Sigma + g_K$.

Στον πίνακα Π.3.2.1 καταγράφονται τα εμβαδά (A) των επιφανειών της μόνωσης του δώματος που επιφορτίζουν τις δοκούς, όπως αυτά επιμετρήθηκαν με το πρόγραμμα Autocad.

Π.3.2.1	
Επιφάνεια	Εμβαδόν A (m ²)
A311	16,24
A312	8,41
A313	8,41
A314	16,24

Ονομασία Επιφανειών Μόνωσης : Στάθμη - Πλάκα - Επιφάνεια

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκών Δ_{31}, Δ_{32} :

Από μόνωση :

$$g_{\Delta_{31}, \Delta_{32}}^M = \frac{A_{311} \cdot g_M}{L_{\Delta_{31}} + L_{\Delta_{32}}} = \frac{16,24\text{m}^2 \cdot 2,00\text{kN/m}^2}{(3,53 + 5,17)\text{m}} \text{ } \mathbf{P} \text{ } g_{\Delta_{31}, \Delta_{32}}^M = 3,73\text{kN/m}$$

Από στηθαίο :

$$g_{\Delta_{31}, \Delta_{32}}^\Sigma = IB_{\text{ΜΠ}} \cdot h_\Sigma = 3,60\text{kN/m}^2 \cdot 0,60\text{m} \text{ } \mathbf{P} \text{ } g_{\Delta_{31}, \Delta_{32}}^\Sigma = 2,16\text{kN/m}$$

Από κεραμοσκεπή :

$$g_{(1), \Delta_{31}, \Delta_{32}}^K = 5,11\text{kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού Δ_{33}, Δ_{34} :

Από μόνωση :

$$g_{\Delta_{33}, \Delta_{34}}^M = \frac{A_{314} \cdot g_M}{L_{\Delta_{33}} + L_{\Delta_{34}}} = \frac{16,24\text{m}^2 \cdot 2,00\text{kN/m}^2}{(3,33 + 5,37)\text{m}} \text{ } \mathbf{P} \text{ } g_{\Delta_{33}, \Delta_{34}}^M = 3,73\text{kN/m}$$

Από στηθαίο :

$$g_{\Delta_{33}, \Delta_{34}}^\Sigma = IB_{\text{ΜΠ}} \cdot h_\Sigma = 3,60\text{kN/m}^2 \cdot 0,60\text{m} \text{ } \mathbf{P} \text{ } g_{\Delta_{33}, \Delta_{34}}^\Sigma = 2,16\text{kN/m}$$

Από κεραμοσκεπή :

$$g_{(2), \Delta_{34}}^K = 3,51\text{kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκών Δ_{35}, Δ_{36} :

Από μόνωση :

$$g_{\Delta_{35}, \Delta_{36}}^M = \frac{A_{312} \cdot g_M}{L_{\Delta_{35}} + L_{\Delta_{36}}} = \frac{8,41\text{m}^2 \cdot 2,00\text{kN/m}^2}{(3,32 + 2,51)\text{m}} \text{ } \mathbf{P} \text{ } g_{\Delta_{35}, \Delta_{36}}^M = 2,89\text{kN/m}$$

Από στηθαίο :

$$g_{\Delta_{35}, \Delta_{36}}^\Sigma = IB_{\text{ΜΠ}} \cdot h_\Sigma = 3,60\text{kN/m}^2 \cdot 0,60\text{m} \text{ } \mathbf{P} \text{ } g_{\Delta_{35}, \Delta_{36}}^\Sigma = 2,16\text{kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού Δ_{37} :

Από μόνωση :

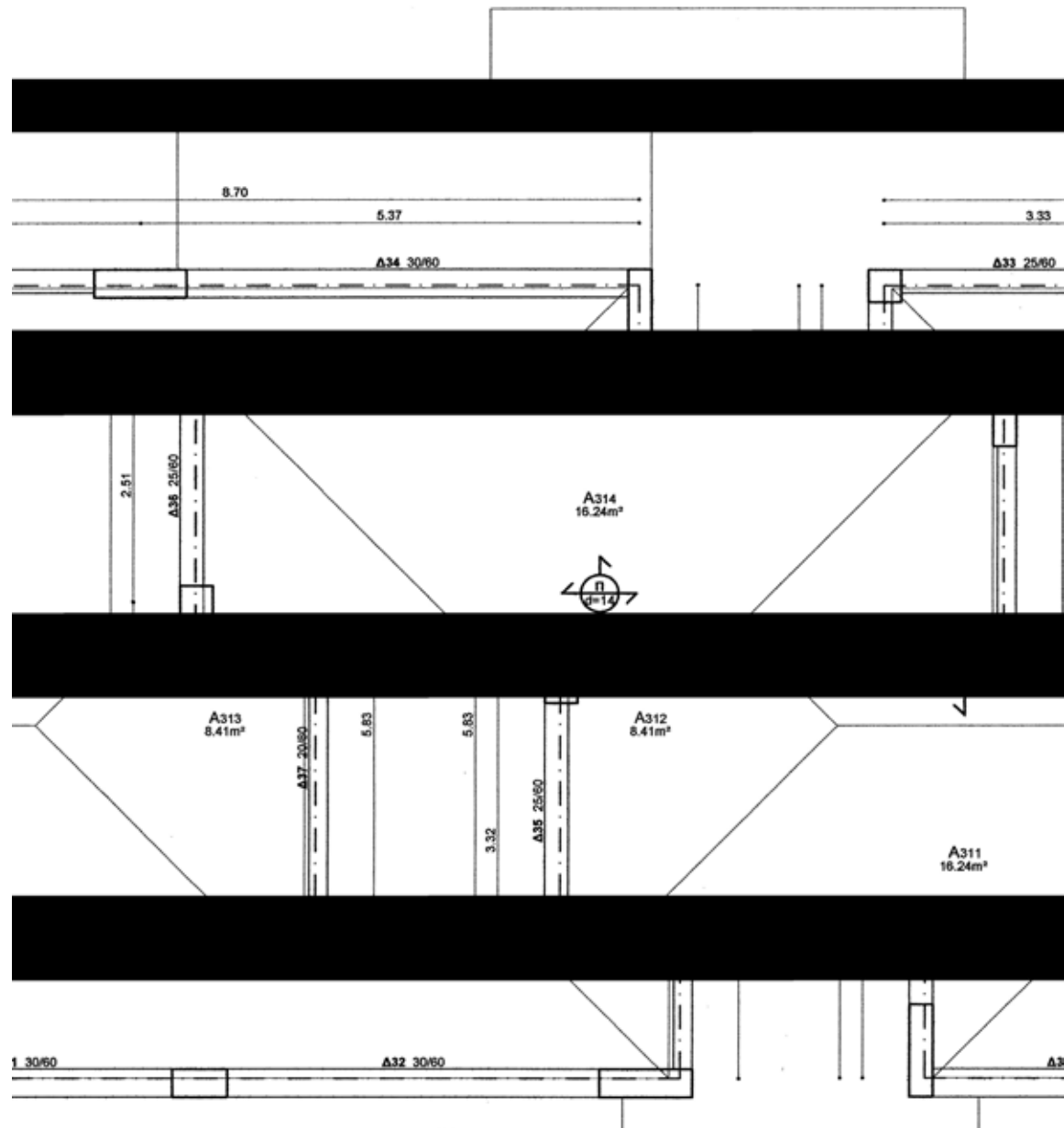
$$g_{\Delta_{37}}^M = \frac{A_{313} \cdot g_M}{L_{\Delta_{37}}} = \frac{8,41\text{m}^2 \cdot 2,00\text{kN/m}^2}{5,83\text{m}} \text{ } \mathbf{P} \text{ } g_{\Delta_{37}}^M = 2,89\text{kN/m}$$

Από στηθαίο :

$$g_{\Delta_{37}}^\Sigma = IB_{\text{ΜΠ}} \cdot h_\Sigma = 3,60\text{kN/m}^2 \cdot 0,60\text{m} \text{ } \mathbf{P} \text{ } g_{\Delta_{37}}^\Sigma = 2,16\text{kN/m}$$

Στον πίνακα Π.3.2.2 καταγράφονται τα πρόσθετα μόνιμα φορτία των δοκών όπως υπολογίστηκαν παραπάνω :

Π.3.2.2 / Πρόσθετα Μόνιμα Φορτία 3 ^{ης} Στάθμης				
Δοκός	Φορτίο από Μόνωση g_M (kN/m)	Φορτίο από Σηθαιό g_S (kN/m)	Φορτίο από Κεραμοσ. g_K (kN/m)	Πρόσθετο Μόνιμο Φορτίο G'_Δ (kN/m)
Δ31	3,73	2,16	5,11	11,00
Δ32	3,73	2,16	5,11	11,00
Δ33	3,73	2,16	-	5,05
Δ34	3,73	2,16	3,51	9,40
Δ35	2,89	2,16	-	5,05
Δ36	2,89	2,16	-	5,05
Δ37	2,89	2,16	-	5,05



Π.3.3. 2^η Στάθμη : Πλάκα οροφής Α' Ορόφου

Πάχος εσωτερικών επικαλύψεων : $d_{ΕΣ} = 0,05\text{m}$.

Πάχος επικαλύψεων εξωστών : $d_{ΕΕ} = 0,04\text{m}$.

Επικάλυψη κλιμακοστασίου – μάρμαρο.

Επικάλυψη λοιπών δαπέδων – κεραμικά πλακίδια.

Ειδικό βάρος μαρμάρινου δαπέδου : $\gamma_M = 22\text{kN/m}^3$.

Ειδικό βάρος δαπέδου από κεραμικά πλακίδια : $\gamma_{\Pi} = 22\text{kN/m}^3$.

Ειδικό βάρος τσιμεντοκονίας : $\gamma_T = 22\text{kN/m}^3$.

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο από επικαλύψεις :

Εσωτερικών : $g_{ΕΠ,ΕΣ} = d_{ΕΣ} \cdot \gamma_{ΕΠ} = 0,05\text{m} \cdot 22\text{kN/m}^3 \Rightarrow g_{ΕΠ,ΕΣ} = 1,10\text{kN/m}^2$.

Εξωτερικών : $g_{ΕΠ,ΕΕ} = d_{ΕΕ} \cdot \gamma_{ΕΠ} = 0,04\text{m} \cdot 22\text{kN/m}^3 \Rightarrow g_{ΕΠ,ΕΕ} = 0,88\text{kN/m}^2$.

Ίδιο βάρος μπατικής οπτοπλινθοδομής : $IB_{ΜΠ} = 3,60\text{kN/m}^2$.

Ίδιο βάρος δρομικής οπτοπλινθοδομής : $IB_{ΔΡ} = 2,10\text{kN/m}^2$.

Μέσο ύψος εσωτερικής τοιχοποιίας : $h_{ΕΣ} = 2,70\text{m}$.

Μέσο ύψος εξωτερικής τοιχοποιίας : $h_{ΕΕ} = 2,25\text{m}$.

Μέσο ύψος στηθαίων : $h_{\Sigma} = 0,70\text{m}$.

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές : $g_{T,ΕΣ} = \frac{IB_{ΔΡ} \cdot h_{ΕΣ} \cdot L_T}{A_{\Pi}} \cdot \frac{A}{L_{\Delta}}$.

Εξωτερικές : $g_{T,ΕΕ} = IB_{ΜΠ} \cdot h_T = 3,60\text{kN/m}^2 \cdot 2,25\text{m} \Rightarrow g_{T,ΕΕ} = 8,10\text{kN/m}$.

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο από στηθαία :

$g_{\Sigma} = IB_{ΜΠ} \cdot h_{\Sigma} = 3,60\text{kN/m}^2 \cdot 0,70\text{m} \Rightarrow g_{\Sigma} = 2,52\text{kN/m}$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκών = $G_{\zeta} = g_{ΕΠ} + g_T + g_{\Sigma} + g_K$.

Στον πίνακα Π.3.3.1 καταγράφονται τα εμβαδά (Α) των επιφανειών των πλακών που επιφορτίζουν τις δοκούς, όπως αυτά επιμετρήθηκαν με το πρόγραμμα Autocad.

Π.3.3.1	
Επιφάνεια	Εμβαδόν Α (m ²)
A211	3,95
A212	1,54
A213	2,67
A214	3,95
A221	7,76
A222	8,70
A223	5,02
A224	7,76
A231	5,15
A232	5,15
A241	6,17
A242	8,88
A251	10,97

Ονομασία Επιφανειών Πλακών : Στάθμη - Πλάκα - Επιφάνεια

Ονομασία Δοκών : Στάθμη - Δοκός

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₁ :

Από επικαλύψεις :

$$g_{\Delta 21, \text{ΕΠ}} = \frac{A_{211} \cdot g_{\text{ΕΣ}} + A_{241} \cdot g_{\text{ΕΞ}}}{L_{\Delta 21}} = \frac{(3,95 \cdot 1,10 + 6,17 \cdot 0,88) \text{kN}}{3,71 \text{m}} \quad \text{P}$$

$$\text{P } g_{\Delta 21, \text{ΕΠ}} = 2,63 \text{kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{\Delta 21, \text{ΕΣ}} = \frac{I B_{\Delta \text{P}} \cdot h_{\text{ΕΣ}} \cdot L_{\text{T,Π1}} \cdot A_{211}}{A_{\text{Π1}} \cdot L_{\Delta 21}} \quad \text{P}$$

$$\text{P } g_{\Delta 21, \text{ΕΣ}} = \frac{2,10 \text{kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{m} \cdot 3,82 \text{m} \cdot 3,95 \text{m}^2}{(3,71 \cdot 3,27) \text{m}^2} \cdot \frac{1}{3,71 \text{m}} \quad \text{P}$$

$$\text{P } g_{\Delta 21, \text{ΕΣ}} = 1,90 \text{kN/m}$$

Εξωτερικές :

$$g_{\Delta 21, \text{ΕΞ}} = 8,10 \text{kN/m}$$

Από στηθαίο :

$$g_{\Delta 21, \Sigma} = \frac{g_{\Sigma} \cdot L_{\Sigma 1} \cdot A_{241}}{A_{\text{ΠP1}} \cdot L_{\Delta 21}} = \frac{2,52 \text{kN/m} \cdot 10,70 \text{m} \cdot 6,17 \text{m}^2}{(7,00 \cdot 2,15) \text{m}^2} \cdot \frac{1}{3,71 \text{m}} \quad \text{P}$$

$$\text{P } g_{\Delta 21, \Sigma} = 2,98 \text{kN/m}$$

Από κεραμοσκεπή :

$$g_{(1), \Delta 21}^{\text{K}} = 8,14 \text{kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₂ :

Από επικαλύψεις :

$$g_{\Delta 22, \text{ΕΠ}} = \frac{A_{221} \cdot g_{\text{ΕΣ}} + A_{242} \cdot g_{\text{ΕΞ}}}{L_{\Delta 22}} = \frac{(7,76 \cdot 1,10 + 8,88 \cdot 0,88) \text{kN}}{4,96 \text{m}} \quad \text{P}$$

$$\text{P } g_{\Delta 22, \text{ΕΠ}} = 3,30 \text{kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{\Delta 22, \text{ΕΣ}} = \frac{I B_{\Delta \text{P}} \cdot h_{\text{ΕΣ}} \cdot L_{\text{T,Π2}} \cdot A_{221}}{A_{\text{Π2}} \cdot L_{\Delta 22}} \quad \text{P}$$

$$\text{P } g_{\Delta 22, \text{ΕΣ}} = \frac{2,10 \text{kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{m} \cdot 13,25 \text{m} \cdot 7,76 \text{m}^2}{(4,96 \cdot 5,90) \text{m}^2} \cdot \frac{1}{4,96 \text{m}} \quad \text{P}$$

$$\text{P } g_{\Delta 22, \text{ΕΣ}} = 4,02 \text{kN/m}$$

Εξωτερικές :

$$g_{\Delta 22, \text{ΕΞ}} = 8,10 \text{kN/m}$$

Από στηθαίο :

$$g_{\Delta 22, \Sigma} = \frac{g_{\Sigma} \cdot L_{\Sigma 1} \cdot A_{242}}{A_{\text{ΠP1}} \cdot L_{\Delta 22}} = \frac{2,52 \text{kN/m} \cdot 10,70 \text{m} \cdot 8,88 \text{m}^2}{(7,00 \cdot 2,15) \text{m}^2} \cdot \frac{1}{4,96 \text{m}} \quad \text{P}$$

$$\text{P } g_{\Delta 22, \Sigma} = 3,21 \text{kN/m}$$

Από κεραμοσκεπή :

$$g_{(1), \Delta 22}^{\text{K}} = 8,14 \text{kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₃ :

Από επικαλύψεις :

$$g_{\Delta 23, \text{ΕΠ}} = \frac{A_{214} \cdot g_{\text{ΕΣ}}}{L_{\Delta 23}} = \frac{3,95 \text{m}^2 \cdot 1,10 \text{kN/m}^2}{3,71 \text{m}} \quad \text{P } g_{\Delta 23, \text{ΕΠ}} = 1,17 \text{kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{\Delta 23, \text{ΕΣ}} = \frac{IB_{\Delta P} \cdot h_{\text{ΕΣ}} \cdot L_{\text{T,III}} \cdot A_{214}}{A_{\text{III}} \cdot L_{\Delta 23}} + IB_{\Delta P} \cdot h_{\text{ΕΣ}} \quad \text{Π}$$

$$\text{Π } g_{\Delta 23, \text{ΕΣ}} = \frac{2,10 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{ m} \cdot 3,82 \text{ m} \cdot \frac{3,95 \text{ m}^2}{(3,71 \cdot 3,27) \text{ m}^2}}{3,71 \text{ m}} + 2,10 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{ m} \quad \text{Π}$$

$$\text{Π } g_{\Delta 23, \text{ΕΣ}} = 7,57 \text{ kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού $\Delta 24$:

Από τοιχοποιίες :

Εξωτερικές :

$$g_{\Delta 24, \text{ΕΞ}} = 8,10 \text{ kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού $\Delta 25$:

Από επικαλύψεις :

$$g_{\Delta 25, \text{ΕΠ}} = \frac{A_{224} \cdot g_{\text{ΕΣ}} + A_{251} \cdot g_{\text{ΕΞ}}}{L_{\Delta 25}} = \frac{(7,76 \cdot 1,10 + 10,97 \cdot 0,88) \text{ kN}}{4,96 \text{ m}} \quad \text{Π}$$

$$\text{Π } g_{\Delta 25, \text{ΕΠ}} = 3,67 \text{ kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{\Delta 25, \text{ΕΣ}} = \frac{IB_{\Delta P} \cdot h_{\text{ΕΣ}} \cdot L_{\text{T,II2}} \cdot A_{224}}{A_{\text{II2}} \cdot L_{\Delta 25}} \quad \text{Π}$$

$$\text{Π } g_{\Delta 25, \text{ΕΣ}} = \frac{2,10 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{ m} \cdot 13,25 \text{ m} \cdot \frac{7,76 \text{ m}^2}{(4,96 \cdot 5,90) \text{ m}^2}}{4,96 \text{ m}} \quad \text{Π}$$

$$\text{Π } g_{\Delta 25, \text{ΕΣ}} = 4,02 \text{ kN/m}$$

Εξωτερικές :

$$g_{\Delta 25, \text{ΕΞ}} = 8,10 \text{ kN/m}$$

Από στηθαίο :

$$g_{\Delta 25, \Sigma} = \frac{g_{\Sigma} \cdot L_{\Sigma 2}}{A_{\text{II}2}} \cdot \frac{A_{251}}{L_{\Delta 25}} = \frac{2,52 \text{ kN/m} \cdot 8,80 \text{ m} \cdot \frac{10,97 \text{ m}^2}{(5,10 \cdot 2,15) \text{ m}^2}}{4,96 \text{ m}} \quad \text{Π}$$

$$\text{Π } g_{\Delta 25, \Sigma} = 4,47 \text{ kN/m}$$

Από κεραμοσκεπή :

$$g_{(2), \Delta 25}^{\text{K}} = 5,98 \text{ kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού $\Delta 26$:

Από επικαλύψεις :

$$g_{\Delta 26, \text{ΕΠ}} = \frac{A_{212} \cdot g_{\text{ΕΣ}}}{L_{\Delta 26}} = \frac{1,54 \text{ m}^2 \cdot 1,10 \text{ kN/m}^2}{3,27 \text{ m}} \quad \text{Π } g_{\Delta 26, \text{ΕΠ}} = 0,52 \text{ kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{\Delta 26, \text{ΕΣ}} = \frac{IB_{\Delta P} \cdot h_{\text{ΕΣ}} \cdot L_{\text{T,III}} \cdot A_{212}}{A_{\text{III}} \cdot L_{\Delta 26}} \quad \text{Π}$$

$$\text{Π } g_{\Delta 26, \text{ΕΣ}} = \frac{2,10 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{ m} \cdot 3,82 \text{ m} \cdot \frac{1,54 \text{ m}^2}{(3,71 \cdot 3,27) \text{ m}^2}}{3,27 \text{ m}} \quad \text{Π}$$

$$\text{Π } g_{\Delta 26, \text{ΕΣ}} = 0,74 \text{ kN/m}$$

Εξωτερικές :

$$g_{\Delta 26, \text{ΕΞ}} = 8,10 \text{ kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₇ :

Από επικαλύψεις :

$$g_{\Delta 27, \text{ΕΠ}} = \frac{A_{231} \cdot g_{\text{ΕΣ}}}{L_{\Delta 27}} = \frac{5,15 \text{m}^2 \cdot 1,10 \text{kN/m}^2}{2,78 \text{m}} \quad \text{P} \quad g_{\Delta 27, \text{ΕΠ}} = 2,04 \text{kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εξωτερικές :

$$g_{\Delta 27, \text{ΕΞ}} = 8,10 \text{kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₈ :

Από επικαλύψεις :

$$g_{\Delta 28, \text{ΕΠ}} = \frac{A_{213}}{L_{\Delta 26}} + \frac{A_{232}}{L_{\Delta 28} - L_{\Delta 26}} + \frac{A_{222}}{L_{\Delta 28}} \cdot g_{\text{ΕΣ}} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad g_{\Delta 28, \text{ΕΠ}} = \frac{2,67}{3,27} + \frac{5,15}{5,90 - 3,27} + \frac{8,70}{5,90} \cdot 1,10 \text{kN/m}^2 \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad g_{\Delta 28, \text{ΕΣ}} = 4,67 \text{kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{\Delta 28, \text{ΕΣ}} = (IB_{\Delta \text{P}} \cdot h_{\text{ΕΣ}}) \cdot \left(\frac{L_{\text{T,Π1}}}{A_{\text{Π1}}} \cdot \frac{A_{213}}{L_{\Delta 28}} + \frac{L_{\text{T,Π2}}}{A_{\text{Π2}}} \cdot \frac{A_{222}}{L_{\Delta 28}} \right) \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad g_{\Delta 28, \text{ΕΣ}} = (2,10 \text{kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{m}) \cdot \left(\frac{3,82 \cdot 2,67}{3,71 \cdot 3,27^2} + \frac{13,25 \cdot 8,70}{4,96 \cdot 5,90^2} \right) \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad g_{\Delta 28, \text{ΕΣ}} = 5,67 \text{kN/m} \cdot (0,26 + 0,67) \quad \text{P} \quad g_{\Delta 28, \text{ΕΣ}} = 5,27 \text{kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού Δ₂₉ :

Από επικαλύψεις :

$$g_{\Delta 29, \text{ΕΠ}} = \frac{A_{223} \cdot g_{\text{ΕΣ}}}{L_{\Delta 29}} = \frac{5,02 \text{m}^2 \cdot 1,10 \text{kN/m}^2}{5,90 \text{m}} \quad \text{P} \quad g_{\Delta 29, \text{ΕΠ}} = 0,94 \text{kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{\Delta 29, \text{ΕΣ}} = \frac{IB_{\Delta \text{P}} \cdot h_{\text{ΕΣ}} \cdot L_{\text{T,Π2}} \cdot A_{223}}{A_{\text{Π2}} \cdot L_{\Delta 29}} \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad g_{\Delta 29, \text{ΕΣ}} = \frac{2,10 \text{kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{m} \cdot 13,25 \text{m} \cdot 5,02 \text{m}^2}{(4,96 \cdot 5,90) \text{m}^2 \cdot 5,90 \text{m}} \quad \text{P}$$

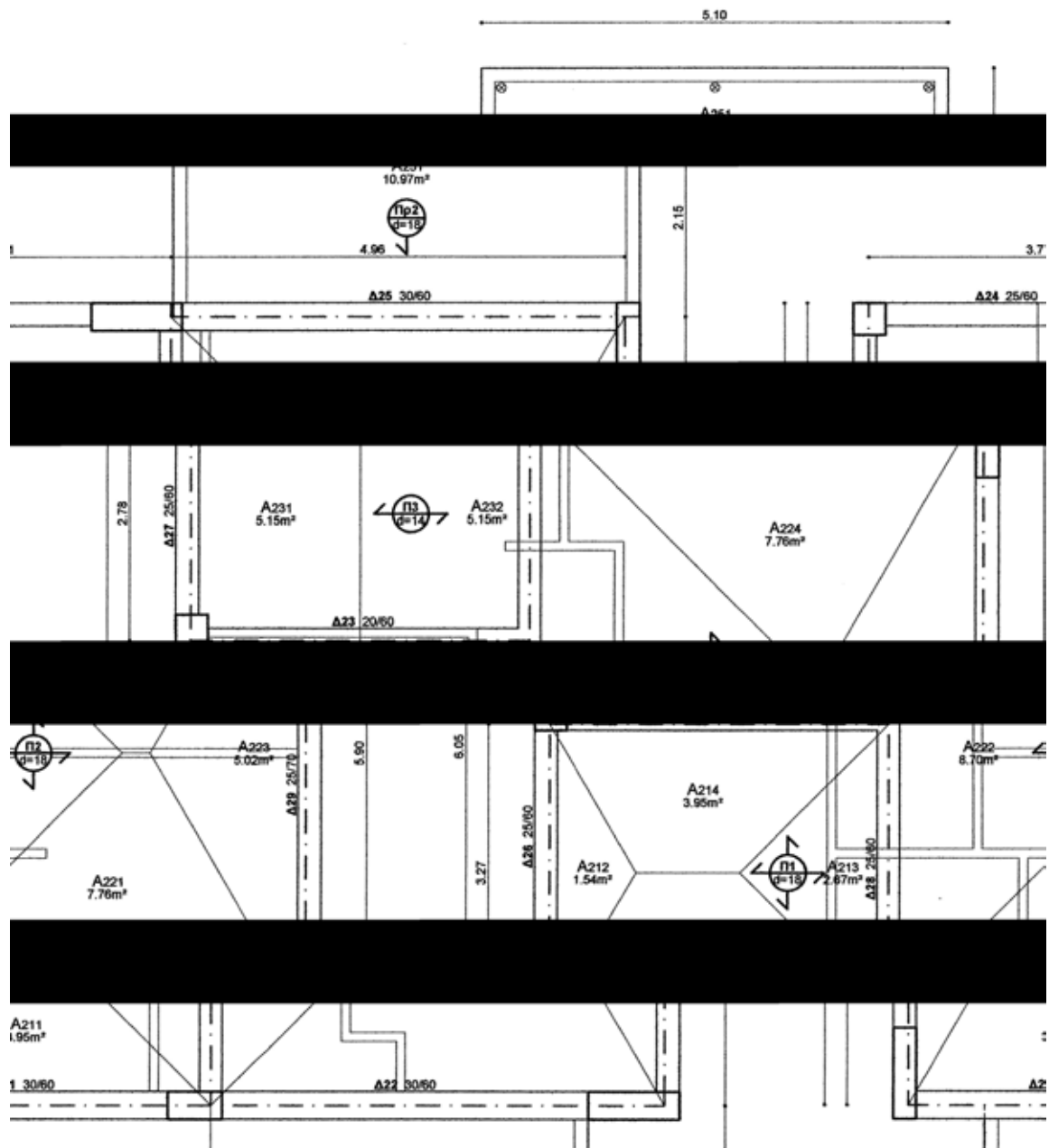
$$\text{P} \quad g_{\Delta 29, \text{ΕΣ}} = 2,18 \text{kN/m}$$

Εξωτερικές :

$$g_{\Delta 29, \text{ΕΞ}} = 8,10 \text{kN/m}$$

Στον πίνακα Π.3.3.2 καταγράφονται τα πρόσθετα μόνιμα φορτία των δοκών όπως υπολογίστηκαν παραπάνω :

Π.3.3.2 / Πρόσθετα Μόνιμα Φορτία 2 ^{ης} Στάθμης						
Δοκός	Φορτίο από Επικαλ. $g_{ΕΠ}$ (kN/m)	Φορτίο από Εσ. Τοιχ. $g_{Τ,ΕΣ}$ (kN/m)	Φορτίο από Εξ. Τοιχ. $g_{Τ,ΕΞ}$ (kN/m)	Φορτίο από Στηθαίο $g_{Σ}$ (kN/m)	Φορτίο από Κεραμοσ. $g_{Κ}$ (kN/m)	Πρόσθετο Μόνιμο Φορτίο $G'_{Δ}$ (kN/m)
Δ21	2,63	1,90	8,10	2,98	8,14	23,75
Δ22	3,30	4,02	8,10	3,21	8,14	26,77
Δ23	1,17	7,57	-	-	-	8,74
Δ24	-	-	8,10	-	-	8,10
Δ25	3,67	4,02	8,10	4,47	5,98	26,24
Δ26	0,52	0,74	8,10	-	-	9,36
Δ27	2,04	-	8,10	-	-	10,14
Δ28	4,67	5,27	-	-	-	9,94
Δ29	0,94	2,18	8,10	-	-	11,22



Π.3.4. 1^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Pilotis

Πάχος εσωτερικών επικαλύψεων : $d_{ΕΣ} = 0,05m$.

Πάχος επικαλύψεων εξωστών : $d_{ΕΕ} = 0,04m$.

Επικάλυψη κλιμακοστασίου – μάρμαρο.

Επικάλυψη λοιπών δαπέδων – κεραμικά πλακίδια.

Ειδικό βάρος μαρμάρινου δαπέδου : $\gamma_M = 22kN/m^3$.

Ειδικό βάρος δαπέδου από κεραμικά πλακίδια : $\gamma_{\Pi} = 22kN/m^3$.

Ειδικό βάρος τσιμεντοκονίας : $\gamma_T = 22kN/m^3$.

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο από επικαλύψεις :

Εσωτερικών : $g_{ΕΠ,ΕΣ} = d_{ΕΣ} \cdot \gamma_{ΕΠ} = 0,05m \cdot 22kN/m^3 \Rightarrow g_{ΕΠ,ΕΣ} = 1,10kN/m^2$.

Εξωτερικών : $g_{ΕΠ,ΕΕ} = d_{ΕΕ} \cdot \gamma_{ΕΠ} = 0,04m \cdot 22kN/m^3 \Rightarrow g_{ΕΠ,ΕΕ} = 0,88kN/m^2$.

Ίδιο βάρος μπατικής οπτοπλινθοδομής : $IB_{ΜΠ} = 3,60kN/m^2$.

Ίδιο βάρος δρομικής οπτοπλινθοδομής : $IB_{ΔΡ} = 2,10kN/m^2$.

Μέσο ύψος εσωτερικής τοιχοποιίας : $h_{ΕΣ} = 2,70m$.

Μέσο ύψος εξωτερικής τοιχοποιίας : $h_{ΕΕ} = 2,25m$.

Μέσο ύψος στηθαίων : $h_{\Sigma} = 0,70m$.

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές : $g_{T,ΕΣ} = \frac{IB_{ΔΡ} \cdot h_{ΕΣ} \cdot L_T}{A_{\Pi}} \cdot \frac{A}{L_{\Delta}}$.

Εξωτερικές : $g_{T,ΕΕ} = IB_{ΜΠ} \cdot h_T = 3,60kN/m^2 \cdot 2,25m \Rightarrow g_{T,ΕΕ} = 8,10kN/m$.

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο από στηθαία :

$g_{\Sigma} = IB_{ΜΠ} \cdot h_{\Sigma} = 3,60kN/m^2 \cdot 0,70m \Rightarrow g_{\Sigma} = 2,52kN/m$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκών = $G_{\zeta} = g_{ΕΠ} + g_T + g_{\Sigma}$.

Στον πίνακα Π.3.4.1 καταγράφονται τα εμβαδά (A) των επιφανειών των πλακών που επιφορτίζουν τις δοκούς, όπως αυτά επιμετρήθηκαν με το πρόγραμμα Autocad.

Π.3.4.1	
Επιφάνεια	Εμβαδόν A (m ²)
A111	3,51
A112	1,56
A113	2,70
A114	3,51
A121	8,67
A122	8,70
A123	5,02
A124	8,67
A131	4,74
A132	4,74
A141	5,59
A142	9,46
A151	10,97

Ονομασία Επιφανειών Πλακών : Στάθμη - Πλάκα - Επιφάνεια

Ονομασία Δοκών και Ενισχυμένων Ζωνών : Στάθμη - Δοκός

Για τον υπολογισμό της κατανομής του φορτίου των πλακών με νευρώσεις, χαράσσονται οι άξονες των ενισχυμένων ζωνών.

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ₁₁ :

Από επικαλύψεις :

$$g_{EZ11,EP} = \frac{A_{111} \cdot g_{E\Sigma} + A_{141} \cdot g_{EE}}{L_{EZ11}} = \frac{(3,51 \cdot 1,10 + 5,59 \cdot 0,88) \text{kN}}{3,43 \text{m}} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{EZ11,EP} = 2,56 \text{kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{EZ11,ES} = \frac{IB_{\Delta P} \cdot h_{E\Sigma} \cdot L_{T,II1} \cdot A_{111}}{A_{II1} \cdot L_{EZ11}} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{EZ11,ES} = \frac{2,10 \text{kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{m} \cdot 2,20 \text{m} \cdot 3,51 \text{m}^2}{(3,43 \cdot 3,28) \text{m}^2} \cdot \frac{3,51 \text{m}^2}{3,43 \text{m}} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{EZ11,ES} = 1,13 \text{kN/m}$$

Εξωτερικές :

$$g_{EZ11,EE} = 8,10 \text{kN/m}$$

Από στηθαίο :

$$g_{EZ11,S} = \frac{g_{\Sigma} \cdot L_{\Sigma 1} \cdot A_{141}}{A_{II1} \cdot L_{EZ11}} = \frac{2,52 \text{kN/m} \cdot 10,70 \text{m} \cdot 5,59 \text{m}^2}{(7,00 \cdot 2,15) \text{m}^2} \cdot \frac{5,59 \text{m}^2}{3,43 \text{m}} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{EZ11,S} = 2,92 \text{kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ₁₂ :

Από επικαλύψεις :

$$g_{EZ12,EP} = \frac{A_{121} \cdot g_{E\Sigma} + A_{142} \cdot g_{EE}}{L_{EZ12}} = \frac{(8,67 \cdot 1,10 + 9,46 \cdot 0,88) \text{kN}}{5,27 \text{m}} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{EZ12,EP} = 3,39 \text{kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{EZ12,ES} = \frac{IB_{\Delta P} \cdot h_{E\Sigma} \cdot L_{T,II2} \cdot A_{121}}{A_{II2} \cdot L_{EZ12}} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{EZ12,ES} = \frac{2,10 \text{kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{m} \cdot 3,35 \text{m} \cdot 8,67 \text{m}^2}{(5,27 \cdot 5,90) \text{m}^2} \cdot \frac{8,67 \text{m}^2}{5,27 \text{m}} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{EZ12,ES} = 1,01 \text{kN/m}$$

Εξωτερικές :

$$g_{EZ12,EE} = 8,10 \text{kN/m}$$

Από στηθαίο :

$$g_{EZ12,S} = \frac{g_{\Sigma} \cdot L_{\Sigma 1} \cdot A_{142}}{A_{II1} \cdot L_{EZ12}} = \frac{2,52 \text{kN/m} \cdot 10,70 \text{m} \cdot 9,46 \text{m}^2}{(7,00 \cdot 2,15) \text{m}^2} \cdot \frac{9,46 \text{m}^2}{5,27 \text{m}} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{EZ12,S} = 3,22 \text{kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού Δ₁₃ :

Από επικαλύψεις :

$$g_{\Delta 13,EP} = \frac{A_{114} \cdot g_{E\Sigma}}{L_{\Delta 13}} = \frac{3,51 \text{m}^2 \cdot 1,10 \text{kN/m}^2}{3,43 \text{m}} \text{ P } g_{\Delta 13,EP} = 1,13 \text{kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{\Delta 13,ES} = \frac{IB_{\Delta P} \cdot h_{E\Sigma} \cdot L_{T,III} \cdot A_{114}}{A_{III} \cdot L_{\Delta 13}} + IB_{\Delta P} \cdot h_{EE} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{\Delta 13, \text{E}\Sigma} = \frac{2,10 \text{kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{m} \cdot 2,20 \text{m} \cdot \frac{3,51 \text{m}^2}{3,43 \text{m}}}{(3,43 \cdot 3,28) \text{m}^2} + 2,10 \text{kN/m}^2 \cdot 2,25 \text{m} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{\Delta 13, \text{E}\Sigma} = 5,86 \text{kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού $\Delta 14$:

Από τοιχοποιίες :

Εξωτερικές :

$$g_{\Delta 14, \text{E}\Sigma} = 8,10 \text{kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ_{15} :

Από επικαλύψεις :

$$g_{\text{EZ}_{15}, \text{E}\Pi} = \frac{A_{124} \cdot g_{\text{E}\Sigma} + A_{151} \cdot g_{\text{E}\Sigma}}{L_{\text{EZ}_{15}}} = \frac{(8,67 \cdot 1,10 + 10,97 \cdot 0,88) \text{kN}}{5,27 \text{m}} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{\text{EZ}_{15}, \text{E}\Pi} = 3,64 \text{kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{\text{EZ}_{15}, \text{E}\Sigma} = \frac{I B_{\Delta \text{P}} \cdot h_{\text{E}\Sigma} \cdot L_{\text{T}, \text{II}2} \cdot A_{124}}{A_{\text{II}2} \cdot L_{\text{EZ}_{15}}} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{\text{EZ}_{15}, \text{E}\Sigma} = \frac{2,10 \text{kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{m} \cdot 3,35 \text{m} \cdot \frac{8,67 \text{m}^2}{5,27 \text{m}}}{(5,27 \cdot 5,90) \text{m}^2} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{\text{EZ}_{15}, \text{E}\Sigma} = 1,01 \text{kN/m}$$

Εξωτερικές :

$$g_{\text{EZ}_{15}, \text{E}\Sigma} = 8,10 \text{kN/m}$$

Από στηθαίο :

$$g_{\text{EZ}_{15}, \Sigma} = \frac{g_{\Sigma} \cdot L_{\Sigma 2} \cdot A_{151}}{A_{\text{II}2} \cdot L_{\text{EZ}_{15}}} = \frac{2,52 \text{kN/m} \cdot 8,80 \text{m} \cdot 10,97 \text{m}^2}{(5,10 \cdot 2,15) \text{m}^2 \cdot 5,27 \text{m}} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{\text{EZ}_{15}, \Sigma} = 4,21 \text{kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού $\Delta 16$:

Από επικαλύψεις :

$$g_{\Delta 16, \text{E}\Pi} = \frac{A_{112} \cdot g_{\text{E}\Sigma}}{L_{\Delta 16}} = \frac{1,56 \text{m}^2 \cdot 1,10 \text{kN/m}^2}{3,28 \text{m}} \text{ P } g_{\Delta 16, \text{E}\Pi} = 0,52 \text{kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{\Delta 16, \text{E}\Sigma} = \frac{I B_{\Delta \text{P}} \cdot h_{\text{E}\Sigma} \cdot L_{\text{T}, \text{III}} \cdot A_{112}}{A_{\text{III}} \cdot L_{\Delta 16}} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{\Delta 16, \text{E}\Sigma} = \frac{2,10 \text{kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{m} \cdot 2,20 \text{m} \cdot \frac{1,56 \text{m}^2}{3,28 \text{m}}}{(3,43 \cdot 3,28) \text{m}^2} \text{ P}$$

$$\text{P } g_{\Delta 16, \text{E}\Sigma} = 0,53 \text{kN/m}$$

Εξωτερικές :

$$g_{\Delta 16, \text{E}\Sigma} = 8,10 \text{kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού $\Delta 17$:

Από επικαλύψεις :

$$g_{\Delta 17, \text{E}\Pi} = \frac{A_{131} \cdot g_{\text{E}\Sigma}}{L_{\Delta 17}} = \frac{4,74 \text{m}^2 \cdot 1,10 \text{kN/m}^2}{2,77 \text{m}} \text{ P } g_{\Delta 17, \text{E}\Pi} = 1,88 \text{kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εξωτερικές :

$$g_{\Delta 17, \text{E}\Sigma} = 8,10 \text{kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ₁₈ :

Από επικαλύψεις :

$$g_{EZ18,EP} = \frac{A_{113}}{L_{EZ18}} + \frac{A_{122}}{L_{\Delta110}} \cdot g_{E\Sigma} = \frac{2,70}{3,28} + \frac{8,70}{5,90} \cdot 1,10 \text{ kN/m}^2$$

$$\Rightarrow g_{EZ18,EP} = 2,53 \text{ kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{EZ18,E\Sigma} = (I_{B_{\Delta P}} \cdot h_{E\Sigma}) \cdot \left(\frac{L_{T,II}}{A_{II}} \cdot \frac{A_{113}}{L_{EZ18}} + \frac{L_{T,II2}}{A_{II2}} \cdot \frac{A_{122}}{L_{\Delta110}} \right)$$

$$\Rightarrow g_{EZ18,E\Sigma} = (2,10 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{ m}) \cdot \left(\frac{2,20 \cdot 2,70}{3,43 \cdot 3,28} + \frac{3,35 \cdot 8,70}{5,27 \cdot 5,90} \right)$$

$$\Rightarrow g_{EZ18,E\Sigma} = 5,67 \text{ kN/m} \cdot (0,53 + 0,94) \Rightarrow g_{EZ18,E\Sigma} = 8,33 \text{ kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ₁₉ :

Από επικαλύψεις :

$$g_{EZ19,EP} = \frac{A_{132}}{L_{EZ19}} + \frac{A_{122}}{L_{\Delta110}} \cdot g_{E\Sigma} = \frac{2,74}{2,77} + \frac{8,70}{5,90} \cdot 1,10 \text{ kN/m}^2$$

$$\Rightarrow g_{EZ19,EP} = 3,50 \text{ kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{EZ19,E\Sigma} = \frac{I_{B_{\Delta P}} \cdot h_{E\Sigma} \cdot L_{T,II2}}{A_{II2}} \cdot \frac{A_{122}}{L_{\Delta110}}$$

$$\Rightarrow g_{EZ19,E\Sigma} = \frac{2,10 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{ m} \cdot 3,35 \text{ m}}{(5,27 \cdot 5,90) \text{ m}^2} \cdot \frac{8,70 \text{ m}^2}{5,90 \text{ m}}$$

$$\Rightarrow g_{EZ19,E\Sigma} = 0,85 \text{ kN/m}$$

Πρόσθετο μόνιμο φορτίο δοκού Δ₁₁₀ :

Από επικαλύψεις :

$$g_{\Delta110,EP} = \frac{A_{123}}{L_{\Delta110}} \cdot g_{E\Sigma} = \frac{5,02 \text{ m}^2 \cdot 1,10 \text{ kN/m}^2}{5,90 \text{ m}} \Rightarrow g_{\Delta110,EP} = 0,94 \text{ kN/m}$$

Από τοιχοποιίες :

Εσωτερικές :

$$g_{\Delta110,E\Sigma} = \frac{I_{B_{\Delta P}} \cdot h_{E\Sigma} \cdot L_{T,II2}}{A_{II2}} \cdot \frac{A_{123}}{L_{\Delta110}}$$

$$\Rightarrow g_{\Delta110,E\Sigma} = \frac{2,10 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,70 \text{ m} \cdot 3,35 \text{ m}}{(5,27 \cdot 5,90) \text{ m}^2} \cdot \frac{5,02 \text{ m}^2}{5,90 \text{ m}}$$

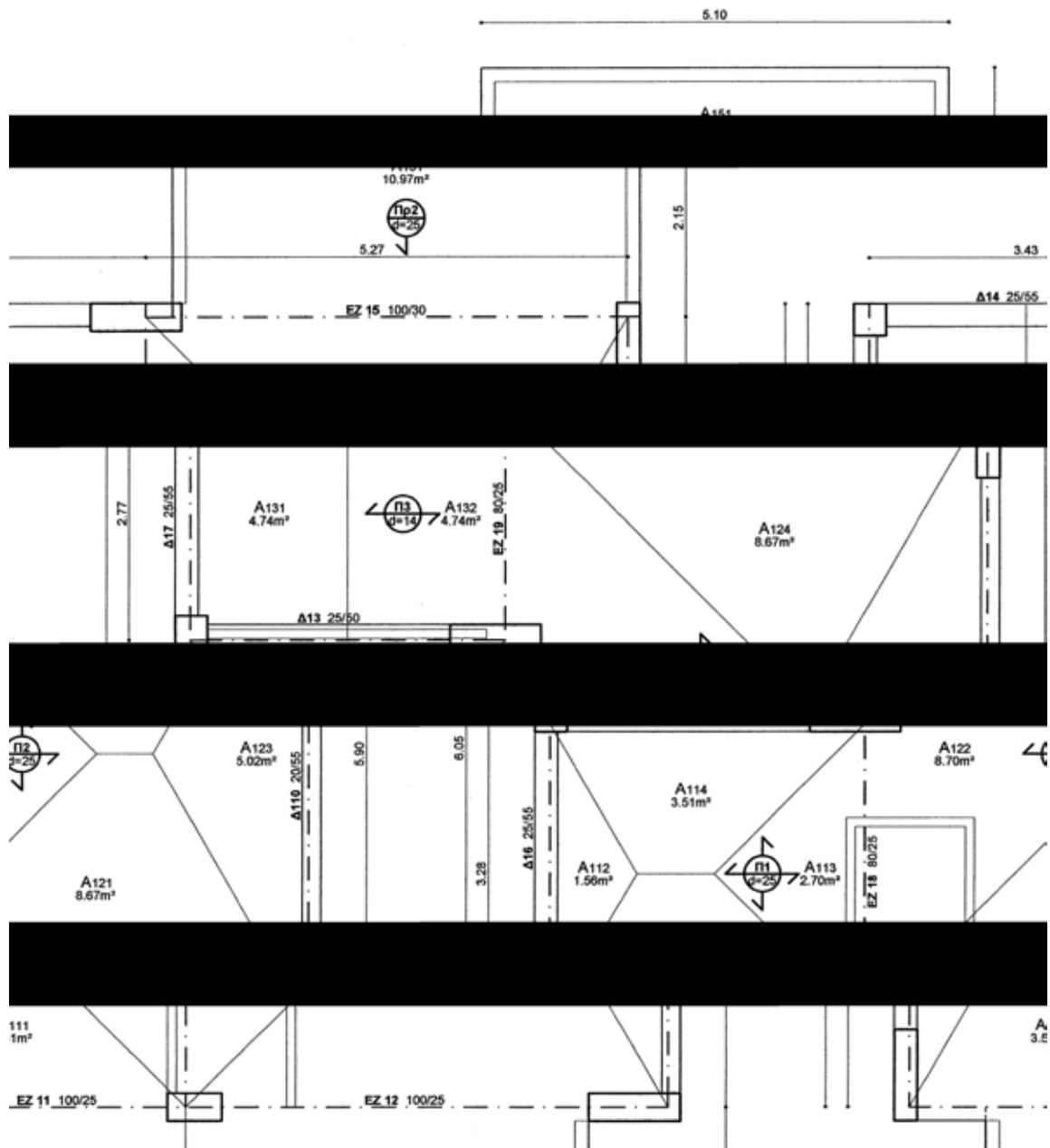
$$\Rightarrow g_{\Delta110,E\Sigma} = 0,52 \text{ kN/m}$$

Εξωτερικές :

$$g_{\Delta110,EE} = 8,10 \text{ kN/m}$$

Στον πίνακα Π.3.4.2 καταγράφονται τα πρόσθετα μόνιμα φορτία των δοκών όπως υπολογίστηκαν παραπάνω :

Π.3.4.2 / Πρόσθετα Μόνιμα Φορτία 1 ^{ης} Στάθμης					
Δοκός ή Αξονας Ενισχ. Ζώνης	Φορτίο από Επικαλ. $g_{ΕΠ}$ (kN/m)	Φορτίο από Εσ. Τοιχ. $g_{Τ,ΕΣ}$ (kN/m)	Φορτίο από Εξ. Τοιχ. $g_{Τ,ΕΞ}$ (kN/m)	Φορτίο από Στηθαίο $g_{Σ}$ (kN/m)	Πρόσθετο Μόνιμο Φορτίο $G'_{Δ}$ (kN/m)
EZ11	2,56	1,13	8,10	2,92	14,71
EZ12	3,39	1,01	8,10	3,22	15,72
Δ13	1,13	5,86	-	-	6,99
Δ14	-	-	8,10	-	8,10
EZ15	3,64	1,01	8,10	4,21	16,96
Δ16	0,52	0,53	8,10	-	9,15
Δ17	1,88	-	8,10	-	9,98
EZ18	2,53	8,33	-	-	10,86
EZ19	3,50	0,85	-	-	4,35
Δ110	0,94	0,52	8,10	-	9,56



Π.4. Κινητά Φορτία

Το κτίριο έχει αποκλειστική χρήση ως κατοικία, οπότε λαμβάνεται συντελεστής σεισμικού συνδυασμού για μακροχρόνιες μεταβλητές δράσεις : $\psi_2 = 0,30$. Για το μη βατό δώμα προβλέπεται : $\psi_2 = 0,00$, όμως για αυτές τις περιπτώσεις λόγω χιονού ορίζεται : $\psi_2 = 0,30$. Ως ωφέλιμα (κινητά) φορτία ορίζονται :

$$\text{Ωφέλιμο φορτίο δώματος : } p_{\Delta} = 2,00\text{kN/m}^2.$$

$$\text{Ωφέλιμο φορτίο κεραμοσκεπών : } p_{\text{K}} = 2,00\text{kN/m}^2.$$

$$\text{Ωφέλιμο φορτίο εσωτερικών δαπέδων : } p_{\text{E}\Sigma} = 2,00\text{kN/m}^2.$$

$$\text{Ωφέλιμο φορτίο εξωστών : } p_{\text{E}\Xi} = 5,00\text{kN/m}^2.$$

$$\text{Ωφέλιμο φορτίο κλιμάκων : } p_{\text{K}\Lambda} = 3,50\text{kN/m}^2.$$

Για τους υπολογισμούς ακολουθείται η ίδια διαδικασία με αυτή των υπολογισμών των μόνιμων και πρόσθετων μόνιμων φορτίων. Η κατανομή των φορτίων των πλακών φαίνεται στα αντίστοιχα για κάθε επίπεδο σχέδια παρακάτω.

Π.4.1. Κινητό Φορτίο Κεραμοσκεπών

Από την επίλυση των κεραμοσκεπών κατά το προηγούμενο στάδιο προκύπτει ότι το συνολικό πρόσθετο μόνιμο φορτίο κάθε μίας επιμερίζεται κατά :

- ο Μεγάλη κεραμοσκεπή (1):

$$\text{Δοκοί 3}^{\text{ης}} \text{ στάθμης : } 38,57\%.$$

$$\text{Δοκοί 2}^{\text{ης}} \text{ στάθμης : } 61,43\%.$$

- ο Μικρή κεραμοσκεπή (2):

$$\text{Δοκοί 3}^{\text{ης}} \text{ στάθμης : } 36,99\%.$$

$$\text{Δοκοί 2}^{\text{ης}} \text{ στάθμης : } 63,01\%.$$

Με τις ίδιες αναλογίες να ισχύουν και για το κινητό φορτίο :

- ο Μεγάλη κεραμοσκεπή (1):

$$L_{(1)} = 7,50\text{m}$$

$$p_{(1)} = p_{\text{K}} \cdot L_{(1)} = 2,00\text{kN/m}^2 \cdot 7,50\text{m} \quad \text{P} \quad p_{(1)} = 15,00\text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο κεραμοσκεπής παραλαμβανόμενο από τις δοκούς της 3^{ης} στάθμης :

$$p_{\text{K}}^{(1)} = 38,57\% \cdot p_{(1)} = 0,3857 \cdot 15,00\text{kN/m} \quad \text{P} \quad p_{\text{K}}^{(1)} = 5,79\text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο κεραμοσκεπής παραλαμβανόμενο από τις δοκούς της 2^{ης} στάθμης :

$$p_{\text{K}}^{(1)} = 61,43\% \cdot p_{(1)} = 0,6143 \cdot 15,00\text{kN/m} \quad \text{P} \quad p_{\text{K}}^{(1)} = 9,21\text{kN/m}$$

- ο Μικρή κεραμοσκεπή (2):

$$L_{(2)} = 5,10\text{m}$$

$$p_{(2)} = p_{\text{K}} \cdot L_{(2)} = 2,00\text{kN/m}^2 \cdot 5,10\text{m} \quad \text{P} \quad p_{(2)} = 10,20\text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο κεραμοσκεπής παραλαμβανόμενο από τις δοκούς της 3^{ης} στάθμης :

$$p_{\text{K}}^{(2)} = 36,99\% \cdot p_{(2)} = 0,3699 \cdot 10,20\text{kN/m} \quad \text{P} \quad p_{\text{K}}^{(2)} = 3,77\text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο κεραμοσκεπής παραλαμβανόμενο από τις δοκούς της 2^{ης} στάθμης :

$$p_{\text{K}}^{(2)} = 63,01\% \cdot p_{(2)} = 0,6301 \cdot 10,20\text{kN/m} \quad \text{P} \quad p_{\text{K}}^{(2)} = 6,43\text{kN/m}$$

Π.4.2. 3^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Β' Ορόφου

$$\text{Κινητό φορτίο δοκών} = P_{\Delta} = \psi_2 \cdot (p_{\Delta} + p_K).$$

Στον πίνακα Π.4.2.1 καταγράφονται τα εμβαδά (Α) των επιφανειών των πλακών που επιφορτίζουν τις δοκούς, όπως αυτά επιμετρήθηκαν με το πρόγραμμα Autocad.

Π.4.2.1	
Επιφάνεια	Εμβαδόν Α (m ²)
A311	16,87
A312	8,51
A313	8,51
A314	16,87

Ονομασία Επιφανειών Πλακών : Στάθμη - Πλάκα - Επιφάνεια
Ονομασία Δοκών : Στάθμη - Δοκός

Κινητό φορτίο δοκών Δ₃₁, Δ₃₂ :

Δώμα :

$$P_{\Delta 31, \Delta 32, \Delta} = \frac{A_{311} \cdot p_{\Delta}}{L_{\Delta 31} + L_{\Delta 32}} = \frac{16,87 \text{m}^2 \cdot 2,00 \text{kN/m}^2}{(3,53 + 5,17) \text{m}} \quad \text{P} \quad g_{\Delta 31, \Delta 32, \Delta} = 3,88 \text{kN/m}$$

Κεραμοσκεπή :

$$P_{\Delta 31, \Delta 32, K} = p_K^{(1)} \quad \text{P} \quad p_{\Delta 31, \Delta 32, K} = 5,79 \text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο δοκών Δ₃₃, Δ₃₄ :

Δώμα :

$$P_{\Delta 33, \Delta 34, \Delta} = \frac{A_{314} \cdot p_{\Delta}}{L_{\Delta 33} + L_{\Delta 34}} = \frac{16,87 \text{m}^2 \cdot 2,00 \text{kN/m}^2}{(3,33 + 5,37) \text{m}} \quad \text{P} \quad p_{\Delta 33, \Delta 34, \Delta} = 3,88 \text{kN/m}$$

Κεραμοσκεπή :

$$P_{\Delta 34, K} = p_K^{(2)} \quad \text{P} \quad p_{\Delta 34, K} = 3,77 \text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο δοκών Δ₃₅, Δ₃₆ :

Δώμα :

$$P_{\Delta 35, \Delta 36, \Delta} = \frac{A_{312} \cdot p_{\Delta}}{L_{\Delta 35} + L_{\Delta 36}} = \frac{8,51 \text{m}^2 \cdot 2,00 \text{kN/m}^2}{(3,32 + 2,51) \text{m}} \quad \text{P} \quad p_{\Delta 35, \Delta 36, \Delta} = 2,92 \text{kN/m}$$

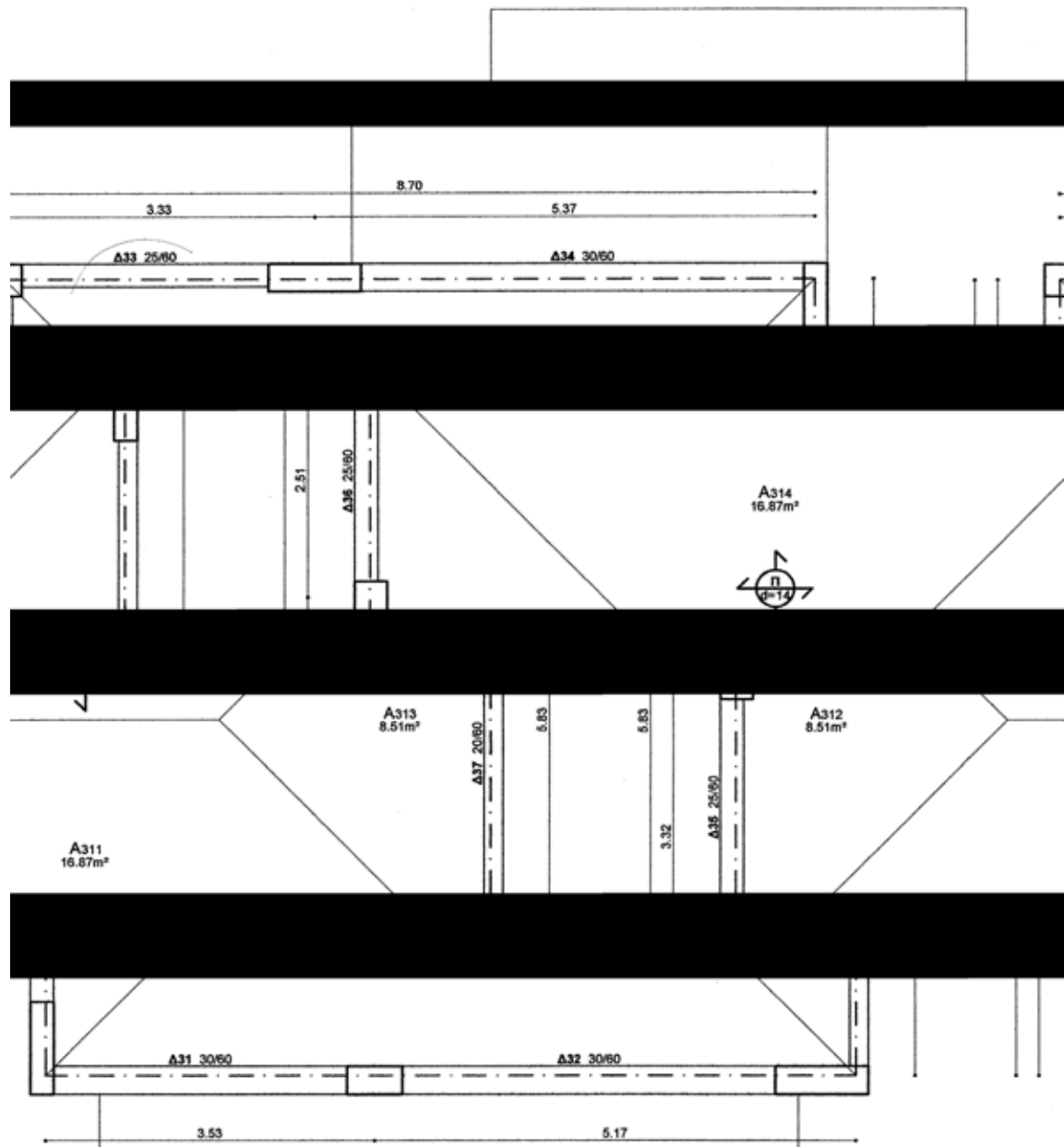
Κινητό φορτίο δοκού Δ₃₇ :

Δώμα :

$$P_{\Delta 37, \Delta} = \frac{A_{313} \cdot p_{\Delta}}{L_{\Delta 37}} = \frac{8,51 \text{m}^2 \cdot 2,00 \text{kN/m}^2}{5,83 \text{m}} \quad \text{P} \quad p_{\Delta 37, \Delta} = 2,92 \text{kN/m}$$

Στον πίνακα Π.4.2.2 καταγράφονται τα κινητά φορτία των δοκών όπως υπολογίστηκαν παραπάνω :

Π.4.2.2 / Κινητά Φορτία 3 ^{ης} Στάθμης				
Δοκός	Φορτίο Δώματος P_{Δ} (kN/m)	Φορτίο Κεραμοσ. P_K (kN/m)	Ψ_2	Κινητό Φορτίο P_{Δ} (kN/m)
Δ31	3,88	5,79	0,30	2,90
Δ32	3,88	5,79		2,90
Δ33	3,88	-		1,16
Δ34	3,88	3,77		2,30
Δ35	2,92	-		0,88
Δ36	2,92	-		0,88
Δ37	2,92	-		0,88



Π.4.3. 2^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Α' Ορόφου

$$\text{Κινητό φορτίο δοκών} = P_{\Delta} = \psi_2 \cdot (p_{\text{ΕΣ}} + p_{\text{ΕΞ}} + p_{\text{ΚΛ}} + p_{\text{Κ}}).$$

Στον πίνακα Π.4.3.1 καταγράφονται τα εμβαδά (Α) των επιφανειών των πλακών που επιφορτίζουν τις δοκούς, όπως αυτά επιμετρήθηκαν με το πρόγραμμα Autocad.

Π.4.3.1	
Επιφάνεια	Εμβαδόν Α (m ²)
A211	3,95
A212	1,54
A213	2,67
A214	3,95
A221	7,76
A222	8,70
A223	5,02
A224	7,76
A231	5,15
A232	5,15
A241	6,17
A242	8,88
A251	10,97

Ονομασία Επιφανειών Πλακών : Στάθμη - Πλάκα - Επιφάνεια
Ονομασία Δοκών : Στάθμη - Δοκός

Κινητό φορτίο δοκού Δ₂₁ :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{\Delta 21, \text{ΕΣ}} = \frac{A_{211} \cdot p_{\text{ΕΣ}}}{L_{\Delta 21}} = \frac{3,95 \text{m}^2 \cdot 2,00 \text{kN/m}^2}{3,71 \text{m}} \quad \text{Π} \quad p_{\Delta 21, \text{ΕΣ}} = 2,13 \text{kN/m}$$

Εξώστες :

$$p_{\Delta 21, \text{ΕΞ}} = \frac{A_{241} \cdot p_{\text{ΕΞ}}}{L_{\Delta 21}} = \frac{6,17 \text{m}^2 \cdot 5,00 \text{kN/m}^2}{3,71 \text{m}} \quad \text{Π} \quad p_{\Delta 21, \text{ΕΞ}} = 8,32 \text{kN/m}$$

Κεραμοσκεπή :

$$p_{\Delta 21, \text{Κ}} = p_{\text{Κ}}^{(1)} \quad \text{Π} \quad p_{\Delta 21, \text{Κ}} = 9,21 \text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο δοκού Δ₂₂ :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{\Delta 22, \text{ΕΣ}} = \frac{A_{221} \cdot p_{\text{ΕΣ}}}{L_{\Delta 22}} = \frac{7,76 \text{m}^2 \cdot 2,00 \text{kN/m}^2}{4,96 \text{m}} \quad \text{Π} \quad p_{\Delta 22, \text{ΕΣ}} = 3,13 \text{kN/m}$$

Εξώστες :

$$p_{\Delta 22, \text{ΕΞ}} = \frac{A_{242} \cdot p_{\text{ΕΞ}}}{L_{\Delta 22}} = \frac{8,88 \text{m}^2 \cdot 5,00 \text{kN/m}^2}{4,96 \text{m}} \quad \text{Π} \quad p_{\Delta 22, \text{ΕΞ}} = 8,95 \text{kN/m}$$

Κεραμοσκεπή :

$$p_{\Delta 22, \text{Κ}} = p_{\text{Κ}}^{(1)} \quad \text{Π} \quad p_{\Delta 22, \text{Κ}} = 9,21 \text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο δοκού Δ₂₃ :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{\Delta 23, \text{ΕΣ}} = \frac{A_{214} \cdot p_{\text{ΕΣ}}}{L_{\Delta 23}} = \frac{3,95 \text{m}^2 \cdot 2,00 \text{kN/m}^2}{3,71 \text{m}} \quad \text{Π} \quad p_{\Delta 23, \text{ΕΣ}} = 2,13 \text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο δοκού Δ25 :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{\Delta 25, \text{ΕΣ}} = \frac{A_{224} \cdot p_{\text{ΕΣ}}}{L_{\Delta 25}} = \frac{7,76 \text{m}^2 \cdot 2,00 \text{kN/m}^2}{4,96 \text{m}} \quad \text{P} \quad p_{\Delta 25, \text{ΕΣ}} = 3,13 \text{kN/m}$$

Εξώστες :

$$p_{\Delta 25, \text{ΕΕ}} = \frac{A_{251} \cdot p_{\text{ΕΕ}}}{L_{\Delta 25}} = \frac{10,97 \text{m}^2 \cdot 5,00 \text{kN/m}^2}{4,96 \text{m}} \quad \text{P} \quad p_{\Delta 21, \text{ΕΕ}} = 11,06 \text{kN/m}$$

Κεραμοσκεπή :

$$p_{\Delta 25, \text{Κ}} = p_{\text{Κ}}^{(2)} \quad \text{P} \quad p_{\Delta 25, \text{Κ}} = 6,43 \text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο δοκού Δ26 :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{\Delta 26, \text{ΕΣ}} = \frac{A_{212} \cdot p_{\text{ΕΣ}}}{L_{\Delta 26}} = \frac{1,54 \text{m}^2 \cdot 2,00 \text{kN/m}^2}{3,27 \text{m}} \quad \text{P} \quad p_{\Delta 26, \text{ΕΣ}} = 2,13 \text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο δοκού Δ27 :

Κλίμακες :

$$p_{\Delta 27, \text{ΚΛ}} = \frac{A_{231} \cdot p_{\text{ΚΛ}}}{L_{\Delta 27}} = \frac{5,15 \text{m}^2 \cdot 3,50 \text{kN/m}^2}{2,78 \text{m}} \quad \text{P} \quad p_{\Delta 27, \text{ΚΛ}} = 6,48 \text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο δοκού Δ28 :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{\Delta 28, \text{ΕΣ}} = \frac{A_{213}}{L_{\Delta 26}} + \frac{A_{222}}{L_{\Delta 28}} \cdot \ddot{\delta} \cdot p_{\text{ΕΣ}} \quad \text{P} \quad p_{\Delta 28, \text{ΕΣ}} = \frac{2,67}{3,27} + \frac{8,70}{5,90} \ddot{\delta} \cdot 2,00 \text{kN/m}^2 \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad p_{\Delta 28, \text{ΕΣ}} = 4,58 \text{kN/m}$$

Κλίμακες :

$$p_{\Delta 28, \text{ΚΛ}} = \frac{A_{232} \cdot p_{\text{ΚΛ}}}{L_{\Delta 28} - L_{\Delta 26}} = \frac{5,15 \text{m}^2 \cdot 3,50 \text{kN/m}^2}{(5,90 - 3,27) \text{m}} \quad \text{P} \quad p_{\Delta 28, \text{ΚΛ}} = 6,85 \text{kN/m}$$

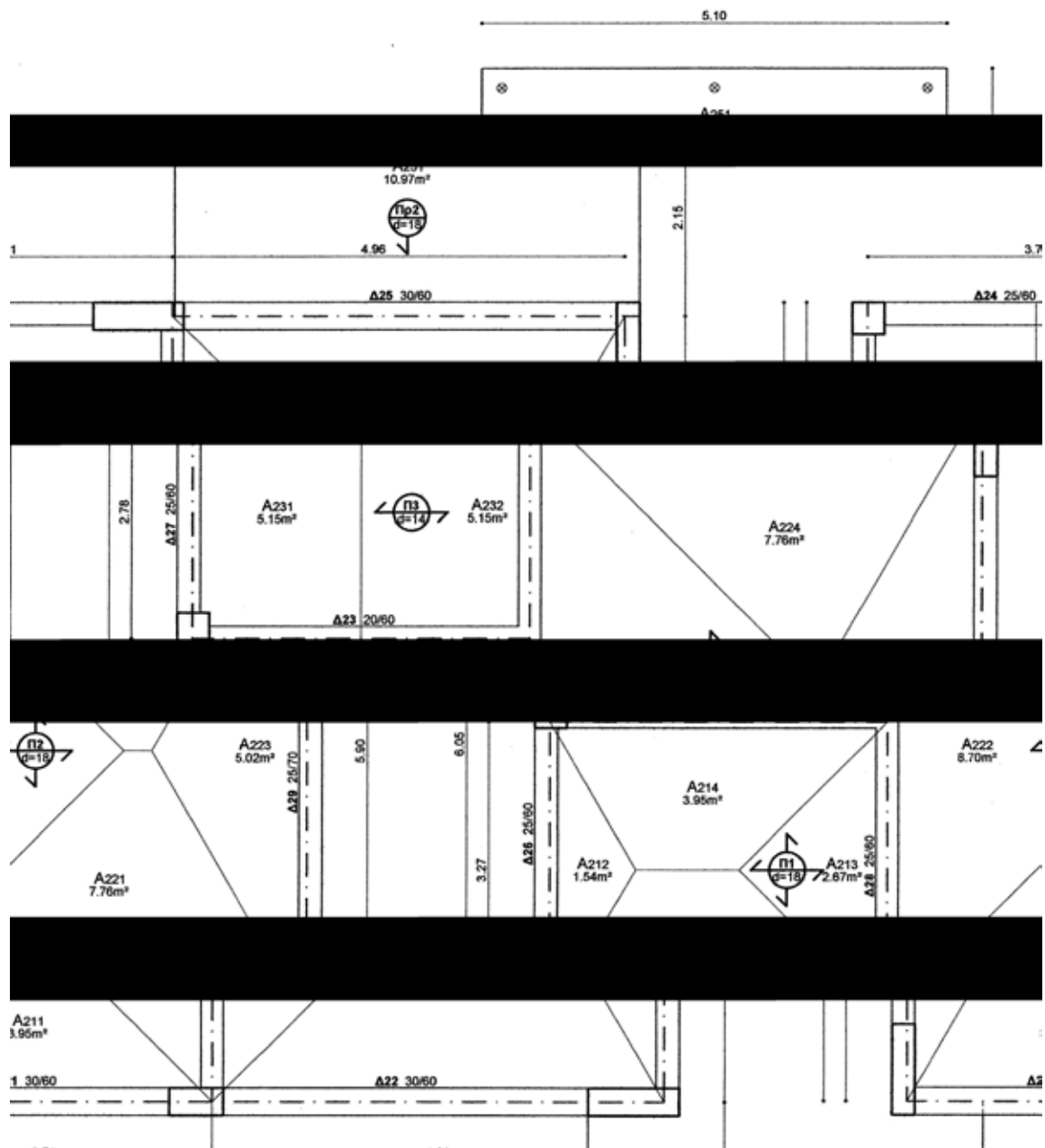
Κινητό φορτίο δοκού Δ29 :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{\Delta 29, \text{ΕΣ}} = \frac{A_{223} \cdot p_{\text{ΕΣ}}}{L_{\Delta 29}} = \frac{5,02 \text{m}^2 \cdot 2,00 \text{kN/m}^2}{5,90 \text{m}} \quad \text{P} \quad p_{\Delta 29, \text{ΕΣ}} = 1,70 \text{kN/m}$$

Στον πίνακα Π.4.3.2 καταγράφονται τα κινητά φορτία των δοκών όπως υπολογίστηκαν παραπάνω :

Π.4.3.2 / Κινητά Φορτία 2 ^{ης} Στάθμης						
Δοκός	Φορτίο Εσ. Δαπ. P _{ΕΣ} (kN/m)	Φορτίο Εξωστών P _{ΕΕ} (kN/m)	Φορτίο Κλιμάκων P _{ΚΛ} (kN/m)	Φορτίο Κεραμοσ. P _Κ (kN/m)	Ψ ₂	Κινητό Φορτίο P _Δ (kN/m)
Δ21	2,13	8,32	-	9,21	0,30	5,90
Δ22	3,13	8,95	-	9,21		6,39
Δ23	2,13	-	-	-		0,64
Δ24	-	-	-	-		0,00
Δ25	3,13	11,06	-	6,43		6,19
Δ26	0,94	-	-	-		0,28
Δ27	-	-	6,48	-		1,94
Δ28	4,58	-	6,85	-		3,43
Δ29	1,70	-	-	-		0,51



Π.4.4. 1^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Pilotis

Κινητό φορτίο δοκών ή αξόνων ενισχυμένων ζωνών = $P_{\Delta} = \psi_2 \cdot (p_{E\Sigma} + p_{E\Xi} + p_{K\Lambda})$.

Στον πίνακα Π.4.4.1 καταγράφονται τα εμβαδά (Α) των επιφανειών των πλακών που επιφορτίζουν τις δοκούς, όπως αυτά επιμετρήθηκαν με το πρόγραμμα Autocad.

Π.4.4.1	
Επιφάνεια	Εμβαδόν Α (m ²)
A111	3,51
A112	1,56
A113	2,70
A114	3,51
A121	8,67
A122	8,70
A123	5,02
A124	8,67
A131	4,74
A132	4,74
A141	5,59
A142	9,46
A151	10,97

Ονομασία Επιφανειών Πλακών : Στάθμη - Πλάκα - Επιφάνεια
Ονομασία Δοκών και Ενισχυμένων Ζωνών : Στάθμη – Δοκός

Για τον υπολογισμό της κατανομής του φορτίου των πλακών με νευρώσεις, χαράσσονται οι άξονες των ενισχυμένων ζωνών.

Κινητό φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ₁₁ :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{EZ11,E\Sigma} = \frac{A_{111} \cdot p_{E\Sigma}}{L_{EZ11}} = \frac{3,51\text{m}^2 \cdot 2,00\text{kN/m}^2}{3,43\text{m}} \quad \text{P} \quad p_{EZ11,E\Sigma} = 2,05\text{kN/m}$$

Εξώστες :

$$p_{EZ11,E\Xi} = \frac{A_{141} \cdot p_{E\Xi}}{L_{EZ11}} = \frac{5,59\text{m}^2 \cdot 5,00\text{kN/m}^2}{3,43\text{m}} \quad \text{P} \quad p_{EZ11,E\Xi} = 8,15\text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ₁₂ :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{EZ12,E\Sigma} = \frac{A_{121} \cdot p_{E\Sigma}}{L_{EZ12}} = \frac{8,67\text{m}^2 \cdot 2,00\text{kN/m}^2}{5,27\text{m}} \quad \text{P} \quad p_{EZ12,E\Sigma} = 3,29\text{kN/m}$$

Εξώστες :

$$p_{EZ12,E\Xi} = \frac{A_{142} \cdot p_{E\Xi}}{L_{EZ12}} = \frac{9,46\text{m}^2 \cdot 5,00\text{kN/m}^2}{5,27\text{m}} \quad \text{P} \quad p_{EZ12,E\Xi} = 8,98\text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο δοκού Δ₁₃ :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{\Delta13,E\Sigma} = \frac{A_{114} \cdot p_{E\Sigma}}{L_{\Delta13}} = \frac{3,51\text{m}^2 \cdot 2,00\text{kN/m}^2}{3,43\text{m}} \quad \text{P} \quad p_{\Delta13,E\Sigma} = 2,05\text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ₁₅ :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{EZ15,E\Sigma} = \frac{A_{124} \cdot p_{E\Sigma}}{L_{EZ15}} = \frac{8,67\text{m}^2 \cdot 2,00\text{kN/m}^2}{5,27\text{m}} \quad \text{P} \quad p_{EZ15,E\Sigma} = 3,29\text{kN/m}$$

Εξώστες :

$$p_{EZ15,EE} = \frac{A_{151} \cdot p_{EE}}{L_{EZ15}} = \frac{10,97\text{m}^2 \cdot 5,00\text{kN/m}^2}{5,27\text{m}} \quad \text{P} \quad p_{EZ15,EE} = 10,41\text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο δοκού Δ16 :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{\Delta16,EE} = \frac{A_{112} \cdot p_{EE}}{L_{\Delta16}} = \frac{1,56\text{m}^2 \cdot 2,00\text{kN/m}^2}{3,28\text{m}} \quad \text{P} \quad p_{\Delta16,EE} = 0,95\text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο δοκού Δ17 :

Κλίμακες :

$$p_{\Delta17,KA} = \frac{A_{131} \cdot p_{KA}}{L_{\Delta17}} = \frac{4,74\text{m}^2 \cdot 3,50\text{kN/m}^2}{2,77\text{m}} \quad \text{P} \quad p_{\Delta17,KA} = 5,99\text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ18 :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{EZ18} = \frac{A_{113}}{L_{EZ18}} + \frac{A_{122}}{L_{\Delta110}} \cdot p_{EE} = \frac{2,70}{3,28} + \frac{8,70}{5,90} \cdot 2,00\text{kN/m}^2 \quad \text{P}$$

$$\text{P} \quad p_{EZ18} = 4,60\text{kN/m}$$

Κινητό φορτίο άξονα ενισχυμένης ζώνης EZ19 :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{EZ19,EE} = \frac{A_{122} \cdot p_{EE}}{L_{\Delta110}} = \frac{8,70\text{m}^2 \cdot 2,00\text{kN/m}^2}{5,90\text{m}} \quad \text{P} \quad p_{EZ19,EE} = 2,95\text{kN/m}$$

Κλίμακες :

$$p_{EZ19,KA} = \frac{A_{132} \cdot p_{KA}}{L_{EZ19}} = \frac{4,74\text{m}^2 \cdot 3,50\text{kN/m}^2}{2,77\text{m}} \quad \text{P} \quad p_{EZ19,KA} = 5,99\text{kN/m}$$

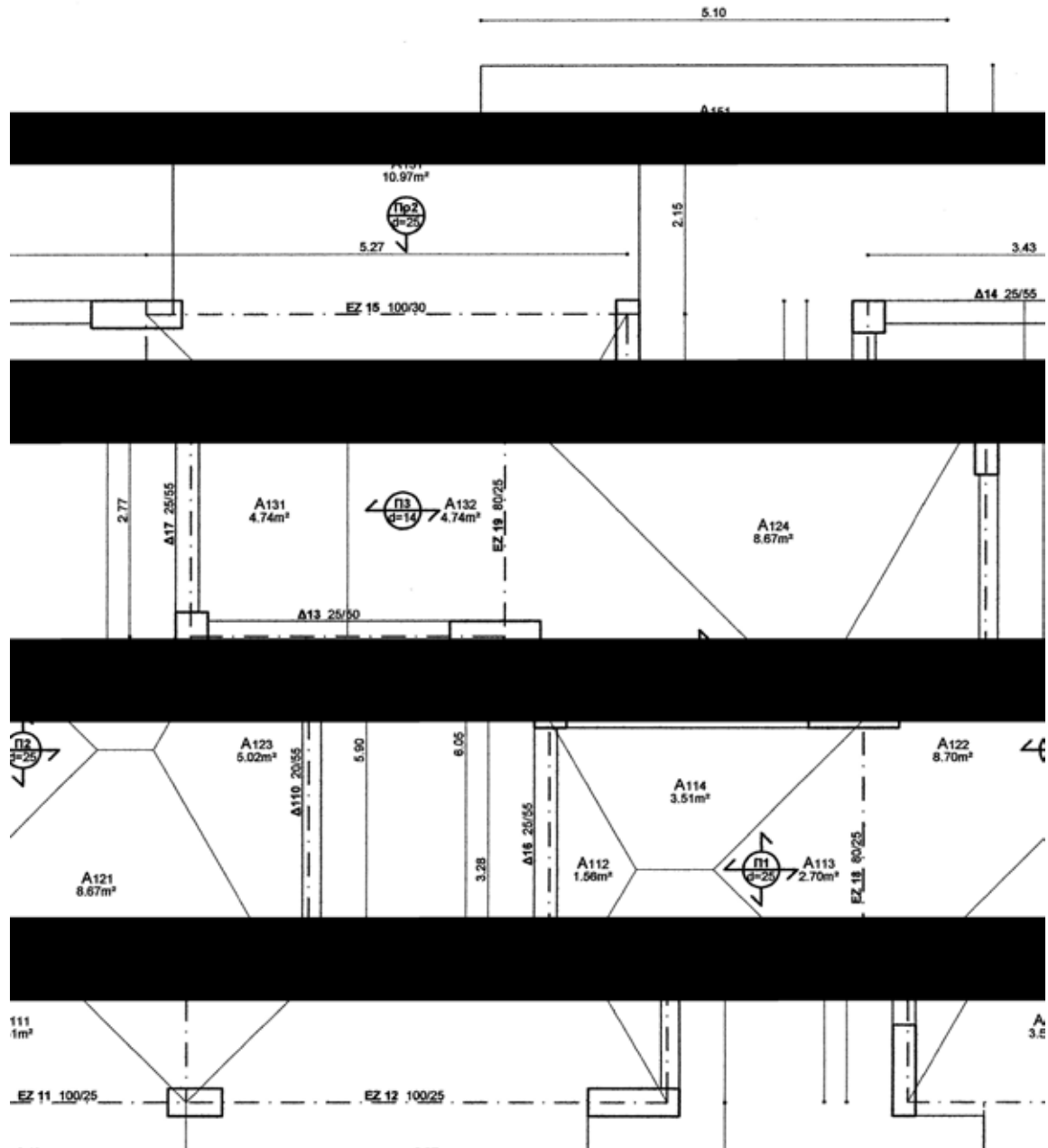
Κινητό φορτίο δοκού Δ110 :

Εσωτερικά δάπεδα :

$$p_{\Delta110,EE} = \frac{A_{123} \cdot p_{EE}}{L_{\Delta110}} = \frac{5,02\text{m}^2 \cdot 2,00\text{kN/m}^2}{5,90\text{m}} \quad \text{P} \quad p_{\Delta110,EE} = 1,70\text{kN/m}$$

Στον πίνακα Π.4.4.2 καταγράφονται τα κινητά φορτία των δοκών όπως υπολογίστηκαν παραπάνω :

Π.4.4.2 / Κινητά Φορτία 1 ^{ης} Στάθμης					
Δοκός ή Άξονας Ενισχ. Ζώνης	Φορτίο Εσ. Δαπ. p _{EE} (kN/m)	Φορτίο Εξωστών p _{EE} (kN/m)	Φορτίο Κλιμάκων p _{KA} (kN/m)	ψ ₂	Κινητό Φορτίο P _Δ (kN/m)
EZ11	2,05	8,15	-	0,30	3,06
EZ12	3,29	8,98	-		3,68
Δ13	2,05	-	-		0,62
Δ14	-	-	-		0,00
EZ15	3,29	10,41	-		4,11
Δ16	0,95	-	-		0,29
Δ17	-	-	5,99		1,80
EZ18	4,60	-	-		1,38
EZ19	2,95	-	5,99		2,68
Δ110	1,70	-	-		0,51



Π.5. Συνολικά Κατακόρυφα Φορτία Δοκών

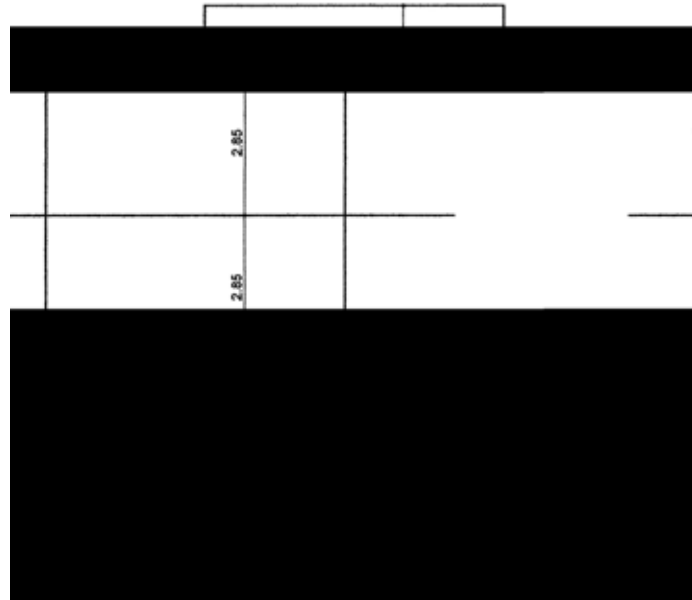
Στο σύνολο των κατακόρυφων φορτίων της κατασκευής, που παραλαμβάνονται από τις δοκούς, περιλαμβάνονται τα μόνιμα, τα πρόσθετα μόνιμα και το 30% των κινητών φορτίων. Από τους προηγούμενους υπολογισμούς προκύπτουν τα αποτελέσματα του ακόλουθου συγκεντρωτικού πίνακα Π.5.1 :

Π.5.1 / Κατακόρυφα Φορτία Δοκών					
Στάθμη	Δοκός ή Άξονας Ενισχ. Ζώνης (kN/m)	Μόνιμο Φορτίο (kN/m)	Πρόσθετο Μόνιμο Φορτίο (kN/m)	Κινητό Φορτίο (kN/m)	Συνολικό Φορτίο (kN/m)
3η	Δ31	11,29	11,00	2,90	25,19
	Δ32	11,29	11,00	2,90	25,19
	Δ33	10,54	5,05	1,16	16,75
	Δ34	11,29	9,40	2,30	22,99
	Δ35	8,86	5,05	0,88	14,79
	Δ36	8,86	5,05	0,88	14,79
	Δ37	8,11	5,05	0,88	14,04
2η	Δ21	16,77	23,75	5,90	46,42
	Δ22	19,60	26,77	6,39	52,76
	Δ23	7,79	8,74	0,64	17,17
	Δ24	3,75	8,10	0,00	11,85
	Δ25	21,49	26,24	6,19	53,92
	Δ26	5,87	9,36	0,28	15,51
	Δ27	10,23	10,14	1,94	22,31
	Δ28	20,91	9,94	3,43	34,28
	Δ29	8,21	11,22	0,51	19,94
1η	EZ11	13,07	14,71	3,06	30,84
	EZ12	17,06	15,72	3,68	36,46
	Δ13	8,38	6,99	0,62	15,99
	Δ14	3,44	8,10	0,00	11,54
	EZ15	17,70	16,96	4,11	38,77
	Δ16	5,88	9,15	0,29	15,32
	Δ17	9,43	9,98	1,80	21,21
	EZ18	11,79	10,86	1,38	24,03
	EZ19	13,55	4,35	2,68	20,58
	Δ110	7,11	9,56	0,51	17,18

Π.6. Συνολικά Κατακόρυφα Φορτία Υποστυλωμάτων

Το συνολικό κατακόρυφο φορτίο που παραλαμβάνει η κάθε δοκός μεταβιβάζεται στις στηρίξεις της, όπως φαίνεται στα ακόλουθα στατικά μοντέλα, των οποίων η επίλυση πραγματοποιήθηκε μέσω του προγράμματος EngiLab Beam.2D.

Το συνολικό κατακόρυφο φορτίο του κάθε στύλου είναι ίσο με το άθροισμα του ίδιου βάρους του και των αντιδράσεων των στηρίξεων που δρουν σε αυτό ως αξονικές δυνάμεις.



Π.6.1. 3^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Β' Ορόφου

ο Ύψη υποστυλωμάτων :

$$\text{Μικτό ύψος Β' ορόφου : } H^{(3)} = 2,85\text{m.}$$

$$\text{Ενιαίο ύψος δοκών : } h_{\Delta}^{(3)} = 0,60\text{m.}$$

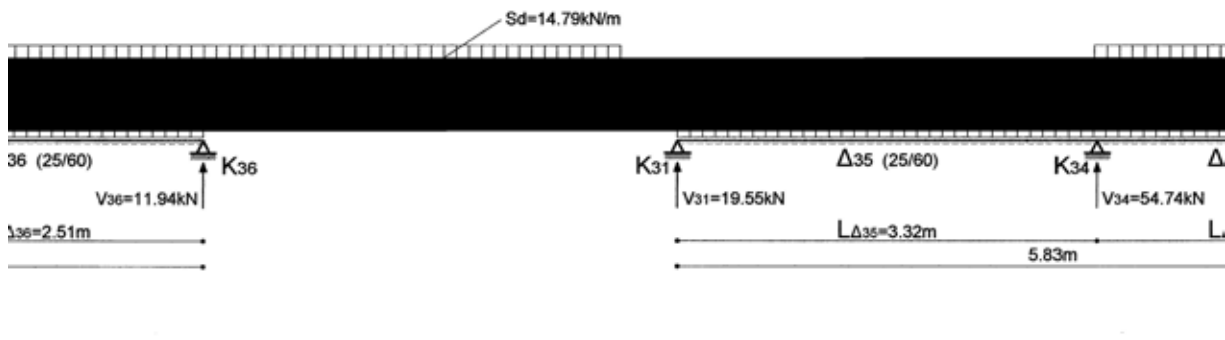
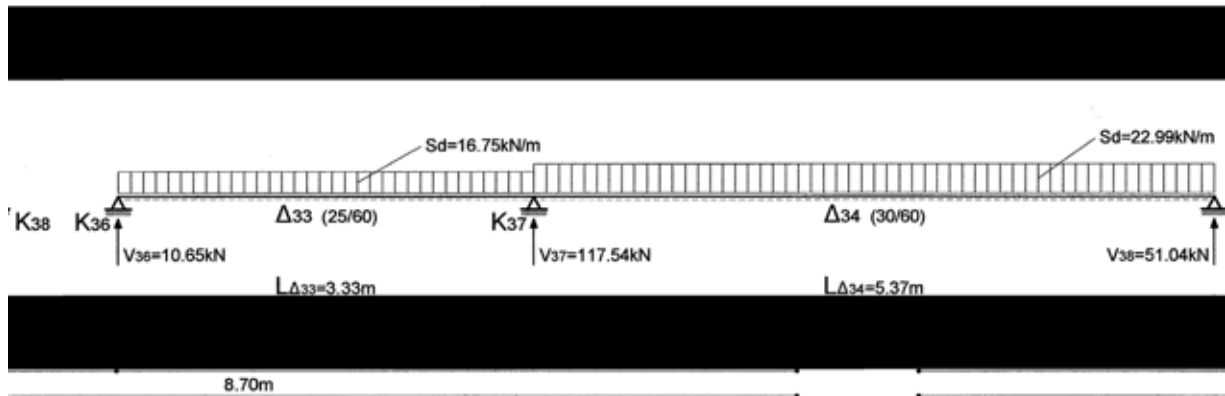
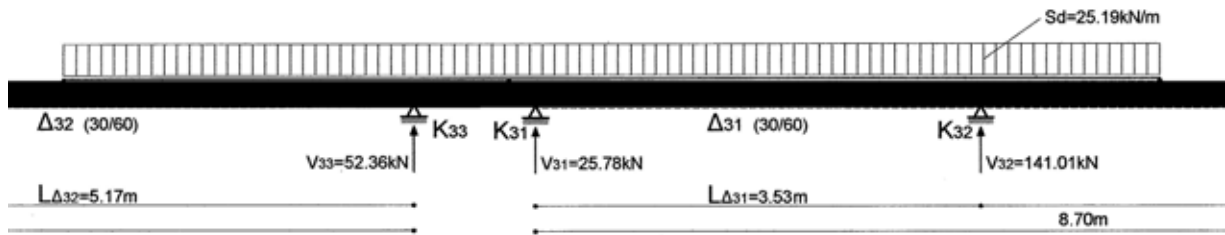
$$\text{Ύψος στύλων : } h_{\Sigma\Gamma}^{(3)} = \frac{H^{(3)}}{2} - h_{\Delta}^{(3)} = \frac{2,85}{2} - 0,60 = 0,83\text{m.}$$

ο Ίδιο βάρος υποστυλωμάτων :

$$IB_{\gamma\text{Π}} = (b_{\gamma\text{Π}} \cdot h_{\gamma\text{Π}}) \cdot h_{\Sigma\Gamma}^{(3)} \cdot \gamma$$

Π.6.1.1 / Ίδιο Βάρος Υποστυλωμάτων 3 ^{ης} Στάθμης					
Στύλος	Διατομή Στύλου		Ύψος Στύλου $h_{\Sigma\Gamma}$ (m)	γ (kN/m ³)	IB _{$\gamma\text{Π}$} (kN)
	$b_{\gamma\text{Π}}$ (m)	$h_{\gamma\text{Π}}$ (m)			
K31	0,25	1,00	0,83	25,00	5,19
K32	0,60	0,30			3,74
K33	1,00	0,30			6,23
K34	0,35	0,35			2,54
K36	0,35	0,35			2,54
K37	1,00	0,30			6,23
K38	0,25	1,00			5,19

ο Επίλυση στατικών μοντέλων :



ο Τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών καταγράφονται στον ακόλουθο συγκεντρωτικό πίνακα Π.6.1.2 :

Π.6.1.2 / Φορτία Υποστυλωμάτων 3 ^{ης} Στάθμης					
Στύλος	Φορτίο από Λοκούς (kN)		IB _{ΥΠ} (kN)	Συνολικό Φορτίο N _i (kN)	Συνολικό Φορτίο Στάθμης ΣN ₃ (kN)
K31	25,78	19,55	5,19	50,52	598,11
K32	141,01	-	3,74	144,75	
K33	52,36	40,93	6,23	99,52	
K34	54,74	-	2,54	57,28	
K36	10,65	11,94	2,54	25,13	
K37	117,54	-	6,23	123,77	
K38	51,04	40,93	5,19	97,16	

Π.6.2. 2^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Α' Ορόφου

ο Ύψη υποστυλωμάτων :

Μικτό ύψος Β' ορόφου : $H^{(3)} = 2,85\text{m}$.

Ύψος στύλων από Β' όροφο : $h_{\Sigma\Gamma}^{(3)} = \frac{H^{(3)}}{2} = \frac{2,85}{2}\text{m} \Rightarrow h_{\Sigma\Gamma}^{(3)} = 1,43\text{m}$.

Μικτό ύψος Α' ορόφου : $H^{(2)} = 2,85\text{m}$.

Το ύψος των δοκών ($h_{\Delta\iota}^{(2)}$) δεν είναι κοινό για όλες τις δοκούς.

Ύψος στύλων από Α' όροφο : $h_{\Sigma\Gamma}^{(2)} = \frac{H^{(2)}}{2} - h_{\Delta\iota}^{(2)}$.

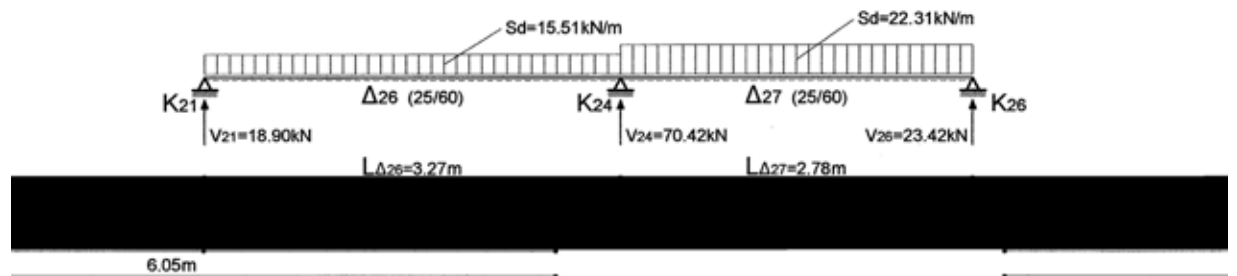
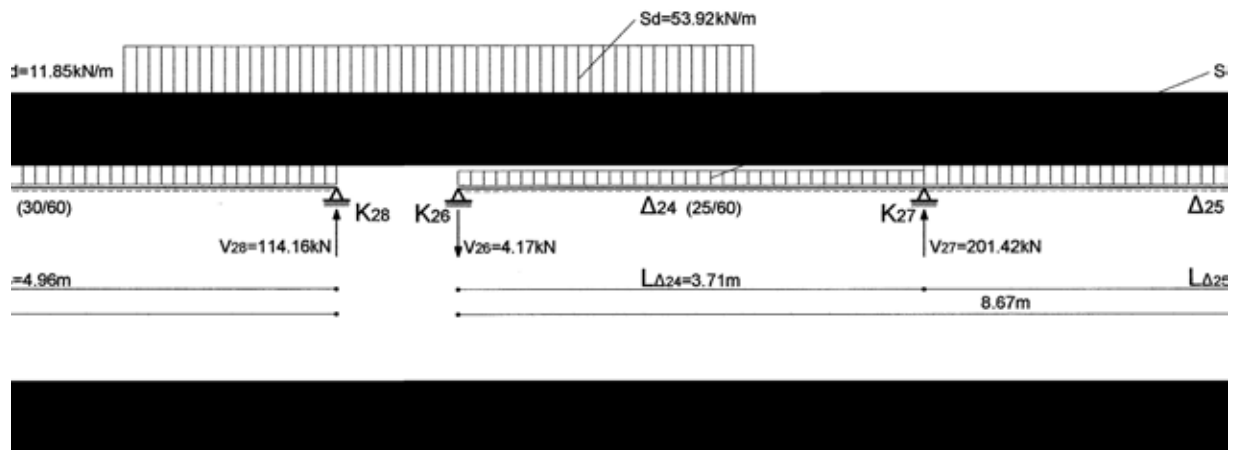
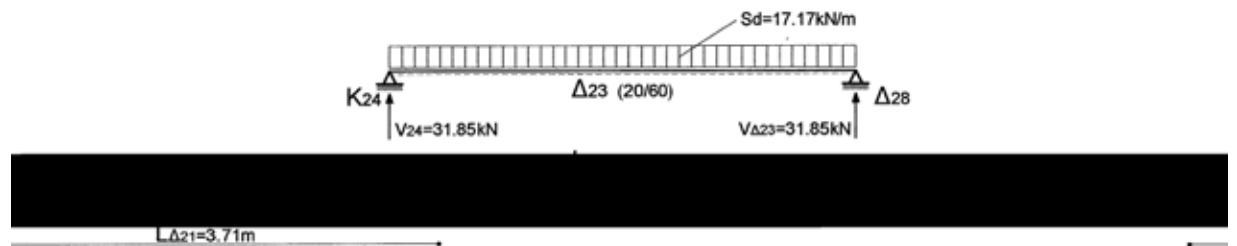
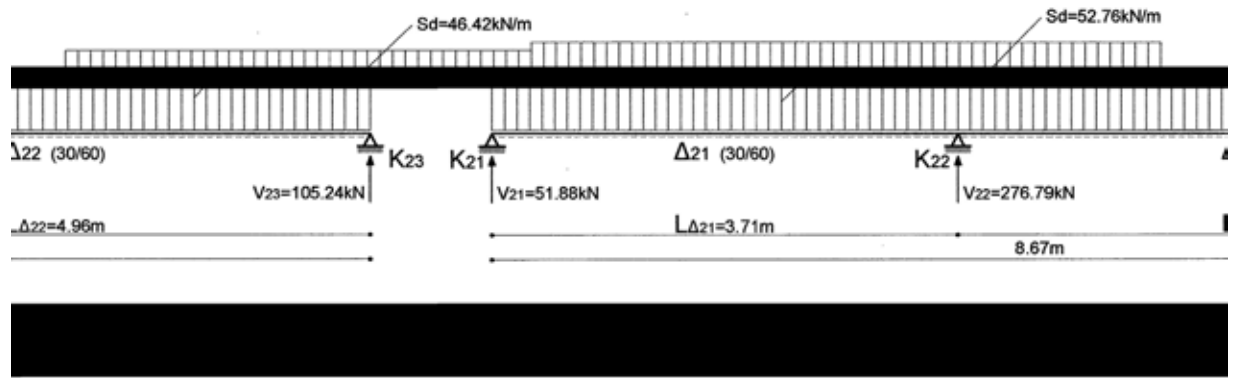
Π.6.2.1 / Ύψος Υποστυλωμάτων 2 ^{ης} Στάθμης					
Στύλος	Μικτό Ύψος Α' Ορ. $H^{(2)}$ (m)	Ύψος Δοκού $h_{\Delta\iota}^{(2)}$ (m)	Ύψος Στύλου $h_{\Sigma\Gamma}^{(2)}$ (m)	Ύψος Στύλου $h_{\Sigma\Gamma}^{(3)}$ (m)	Συνολικό Ύψος Στύλου $h_{\Sigma\Gamma}$ (m)
K21	2,85	0,60	0,83	1,43	2,26
K22		0,60	0,83		2,26
K23		0,70	0,73		2,16
K25		0,60	0,83		2,26
K26		0,60	0,83		2,26
K27		0,60	0,83		2,26
K28		0,70	0,73		2,16

ο Ίδιο βάρος υποστυλωμάτων :

$$IB_{\gamma\Pi} = (b_{\gamma\Pi} \cdot h_{\gamma\Pi}) \cdot h_{\Sigma\Gamma} \cdot \gamma$$

Π.6.2.2 / Ίδιο Βάρος Υποστυλωμάτων 2 ^{ης} Στάθμης					
Στύλος	Διατομή Στύλου		Συνολικό Ύψος Στύλου $h_{\Sigma\Gamma}$ (m)	γ (kN/m ³)	IB _{γΠ} (kN)
	$b_{\gamma\Pi}$ (m)	$h_{\gamma\Pi}$ (m)			
K21	0,25	1,00	2,26	25,00	14,09
K22	0,60	0,30	2,26		10,15
K23	1,00	0,30	2,16		16,16
K25	0,35	0,35	2,26		6,91
K26	0,35	0,35	2,26		6,91
K27	1,00	0,30	2,26		16,91
K28	0,25	1,00	2,16		13,47

ο Επίλυση στατικών μοντέλων :



- ο Τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών καταγράφονται στον ακόλουθο συγκεντρωτικό πίνακα Π.6.2.3 :

Π.6.2.3 / Φορτία Υποστυλωμάτων 2 ^{ης} Στάθμης					
Στύλος	Φορτίο από Δοκούς (kN)		IB _{ΥΠ} (kN)	Συνολικό Φορτίο N _i (kN)	Συνολικό Φορτίο Στάθμης ΣN ₂ (kN)
K21	51,88	18,90	14,09	84,87	1317,27
K22	276,79	115,32	10,15	393,26	
K23	105,24	58,83	16,16	180,23	
K24	31,85	70,42	6,91	109,18	
K26	-4,17	23,42	6,91	26,16	
K27	201,42	118,78	16,91	337,11	
K28	114,16	58,83	13,47	186,46	

Π.6.3. 1^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Pilotis

- ο Ύψη υποστυλωμάτων :

Μικτό ύψος Α' ορόφου : $H^{(2)} = 2,85\text{m}$.

Ύψος στύλων από Α' όροφο : $h_{\Sigma\Gamma}^{(2)} = \frac{H^{(2)}}{2} = \frac{2,85}{2}\text{m} \text{ } \mathbf{\text{P}} \text{ } h_{\Sigma\Gamma}^{(2)} = 1,43\text{m}$.

Μικτό ύψος Pilotis : $H^{(P)} = 2,70\text{m}$.

Το ύψος των δοκών ($h_{\Delta i}^{(P)}$) δεν είναι κοινό για όλες τις δοκούς.

Ύψος στύλων από Pilotis : $h_{\Sigma\Gamma}^{(P)} = \frac{H^{(P)}}{2} - h_{\Delta i}^{(P)}$.

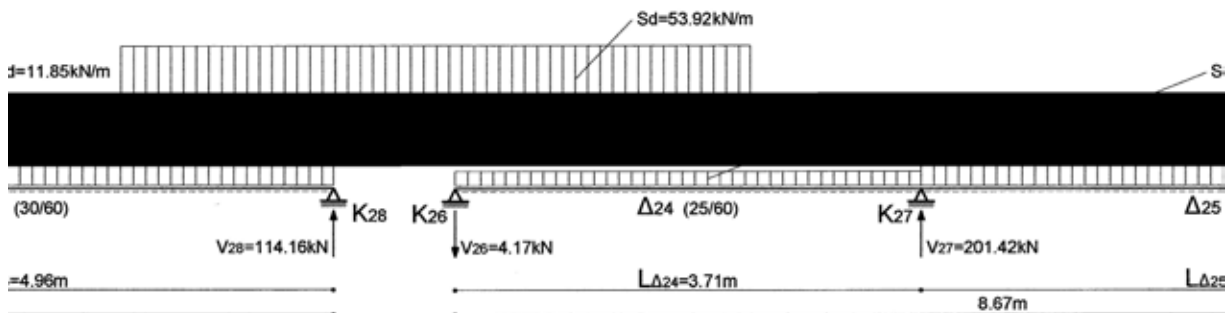
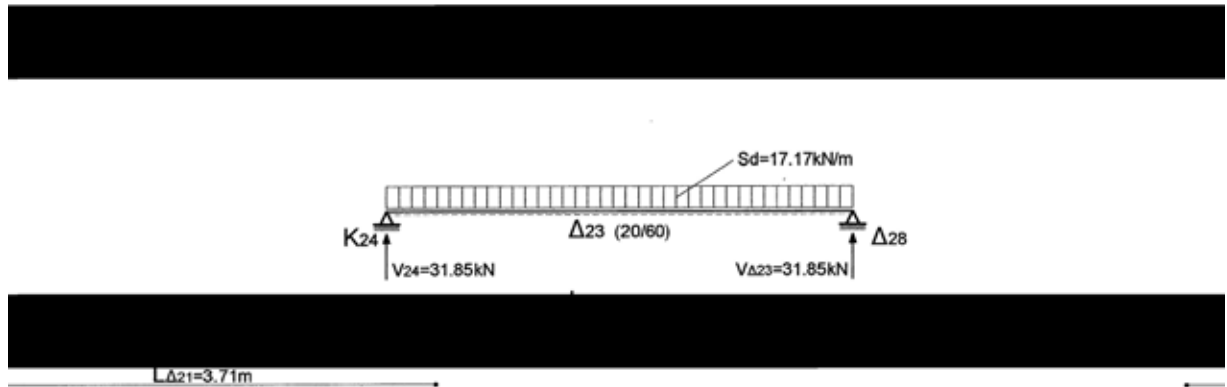
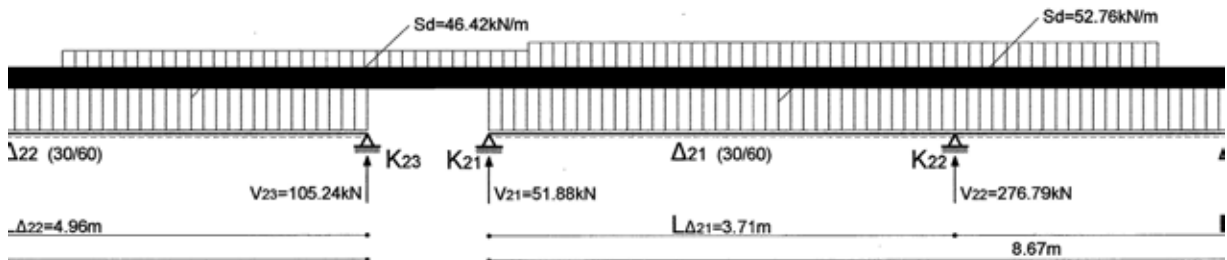
Π.6.3.1 / Ύψος Υποστυλωμάτων 1 ^{ης} Στάθμης					
Στύλος	Μικτό Ύψος Pilotis H ^(P) (m)	Ύψος Δοκού h _{Δi} ^(P) (m)	Ύψος Στύλου h _{ΣΓ} ^(P) (m)	Ύψος Στύλου h _{ΣΓ} ⁽²⁾ (m)	Συνολικό Ύψος Στύλου h _{ΣΓ} (m)
K11	2,70	0,55	0,80	1,43	2,23
K12		0,25	1,10		2,53
K13		0,55	0,80		2,23
K14		0,55	0,80		2,23
K15		0,50	0,85	0,00	0,85
K16		0,55	0,80	1,43	2,23
K17		0,55	0,80		2,23
K18		0,55	0,80		2,23

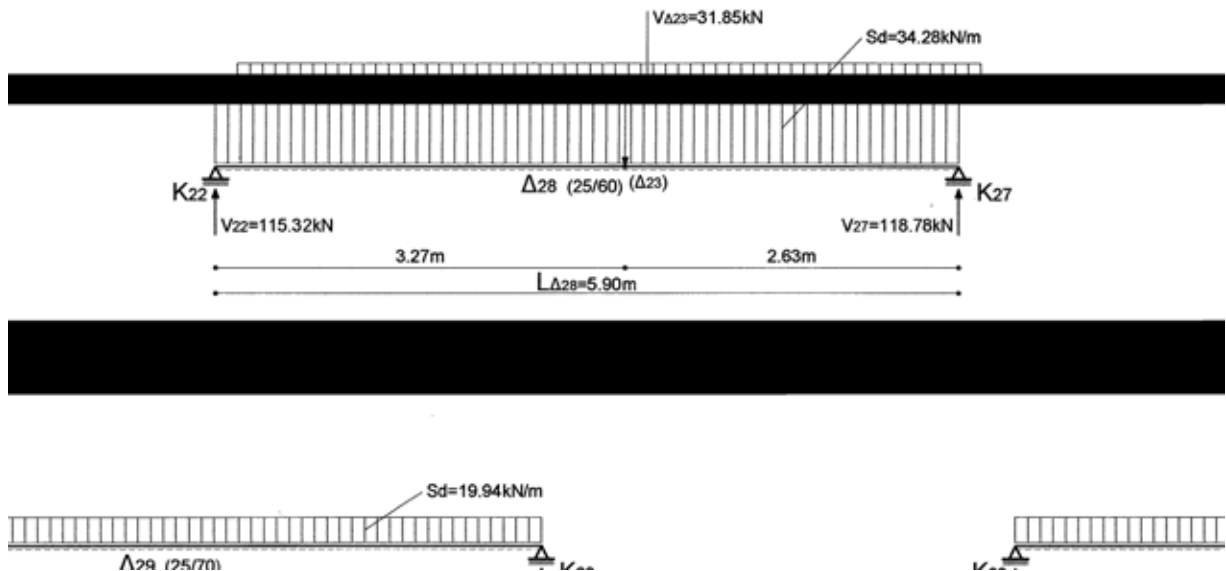
ο Ίδιο βάρος υποστυλωμάτων :

$$IB_{\gamma\Pi} = (b_{\gamma\Pi} \cdot h_{\gamma\Pi}) \cdot h_{\Sigma T} \cdot \gamma$$

Π.6.3.2 / Ίδιο Βάρος Υποστυλωμάτων 1 ^{ης} Στάθμης					
Στύλος	Διατομή Στύλου		Συνολικό Ύψος Στύλου $h_{\Sigma T}$ (m)	γ (kN/m ³)	IB _{$\gamma\Pi$} (kN)
	$b_{\gamma\Pi}$ (m)	$h_{\gamma\Pi}$ (m)			
K11	0,25	1,00	2,26	25,00	13,94
K12	0,60	0,30	2,26		11,39
K13	1,00	0,30	2,16		16,73
K14	0,35	0,35	2,26		6,83
K15	1,00	0,25	0,85		5,31
K16	0,35	0,35	2,26		6,83
K17	1,00	0,30	2,26		16,73
K18	0,25	1,00	2,16		13,94

ο Επίλυση στατικών μοντέλων :





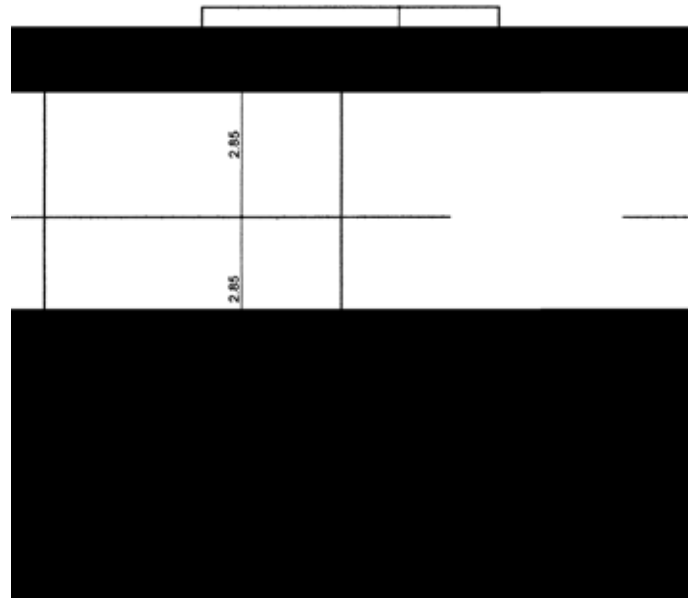
- ο Τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών καταγράφονται στον ακόλουθο συγκεντρωτικό πίνακα Π.6.3.3 :

Π.6.3.3 / Φορτία Υποστυλωμάτων 1 ^{ης} Στάθμης					
Στύλος	Φορτίο από Λοκούς (kN)		IB _{ΥΠ} (kN)	Συνολικό Φορτίο N _i (kN)	Συνολικό Φορτίο Στάθμης ΣN ₁ (kN)
K11	25,32	18,88	13,94	58,14	1034,57
K12	194,48	31,31	11,39	237,18	
K13	78,13	50,68	16,73	145,54	
K14	27,43	68,14	6,83	102,40	
K15	27,43	85,60	5,31	118,34	
K16	-9,26	21,98	6,83	19,55	
K17	169,92	18,92	16,73	205,57	
K18	83,25	50,68	13,94	147,87	

Π.7. Μάζα Κτιρίου

Υπολογίζεται η μάζα κάθε στάθμης από το συνολικό κατακόρυφο φορτίο που παραλαμβάνουν τα υποστυλώματά της και από το φορτίο των τοιχοποιιών που αντιστοιχούν σε αυτήν. Το φορτίο των τοιχοποιιών επιμερίζεται στην κάθε στάθμη όπως και το ίδιο βάρος των στύλων.

Η συνολική μάζα του κτιρίου είναι ίση με το άθροισμα των επιμέρους μαζών κάθε στάθμης.



Π.7.1. 3^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Β' Ορόφου

- Εξωτερική τοιχοποιία :

Ίδιο βάρος μπατικής τοιχοποιίας : $IB_{\text{ΜΠ}} = 3,60\text{kN/m}^2$.

Μικτό ύψος Β' ορόφου : $H^{(3)} = 2,85\text{m}$.

Ενιαίο ύψος δοκών : $h_{\Delta}^{(3)} = 0,60\text{m}$.

Ύψος εξωτερικών τοίχων : $h_{\text{T,EE}}^{(3)} = \frac{H^{(3)}}{2} - h_{\Delta}^{(3)} = \frac{2,85}{2} - 0,60 = 0,83\text{m}$.

Φορτίο :

$$N_{\text{T,EE}} = IB_{\text{ΜΠ}} \cdot L_{\text{T,EE}}^{(3)} \cdot h_{\text{T,EE}}^{(3)} = 3,60\text{kN/m}^2 \cdot 23,95\text{m} \cdot 0,83\text{m} \Rightarrow N_{\text{T,EE}} = 71,56\text{kN}$$

- Εσωτερική τοιχοποιία :

Ίδιο βάρος δρομικής τοιχοποιίας : $IB_{\Delta\text{P}} = 2,10\text{kN/m}^2$.

Το ύψος των εσωτερικών τοίχων δεν είναι ενιαίο.

Ύψος εσωτερικών τοίχων : $h_{\text{ΕΣ}}^{(3)} = \frac{H^{(3)}}{2} - h_{\text{T1}}^{(3)}$, όπου :

$h_{\text{T1}}^{(3)}$, το ύψος της υπερκείμενης της τοιχοποιίας πλάκας ή δοκού.

$$h_{\text{T,ΕΣ,1}}^{(3)} = \frac{H^{(3)}}{2} - h_{\text{T,1}}^{(3)} = \frac{2,85}{2} - 0,60 = 0,83\text{m}$$

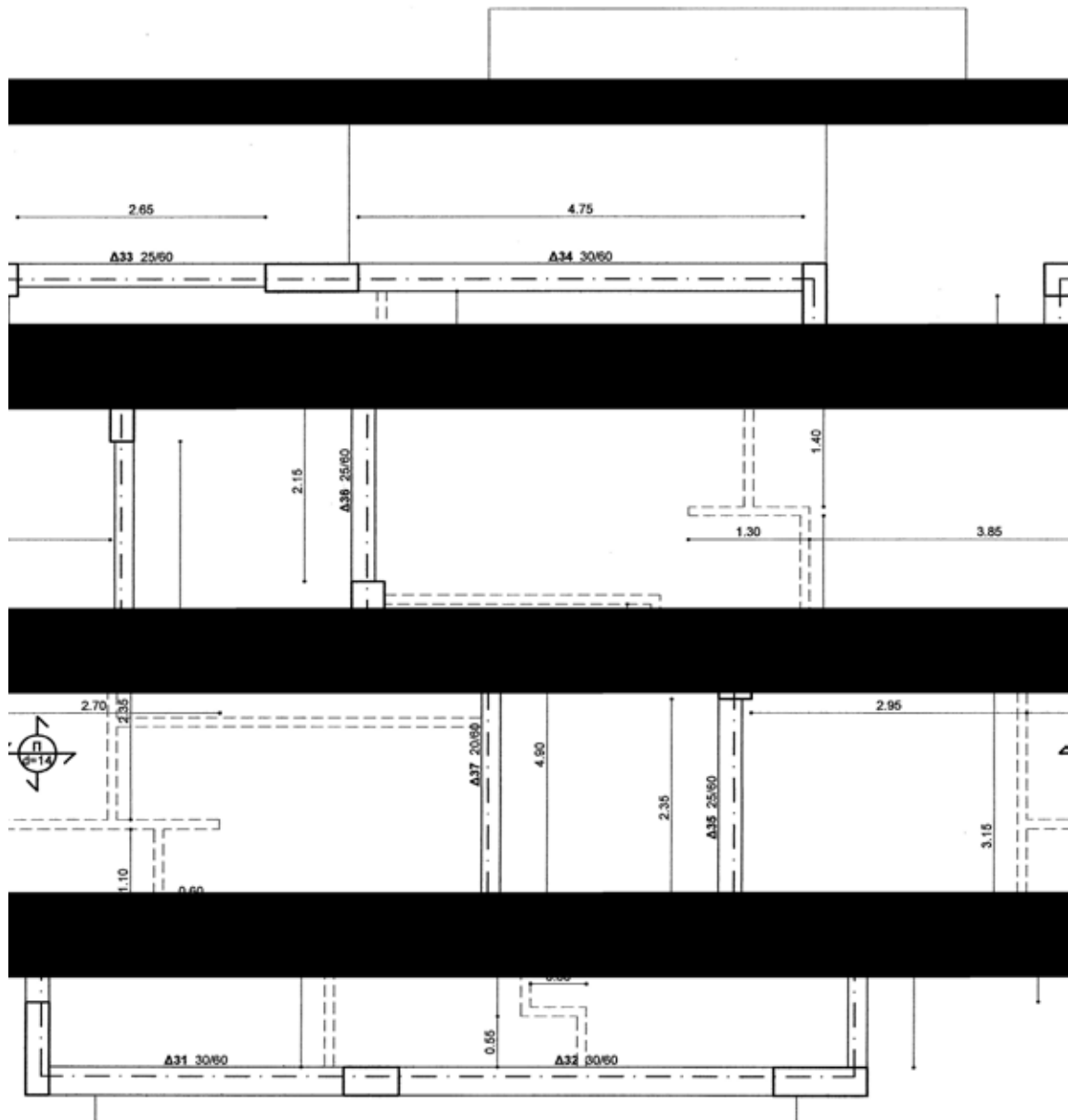
$$h_{\text{T,ΕΣ,2}}^{(3)} = \frac{H^{(3)}}{2} - h_{\text{T,2}}^{(3)} = \frac{2,85}{2} - 0,18 = 1,25\text{m}$$

Φορτίο :

$$N_{\text{T,ΕΣ}} = IB_{\Delta\text{P}} \cdot (L_{\text{T,ΕΣ,1}}^{(3)} \cdot h_{\text{T,ΕΣ,1}}^{(3)} + L_{\text{T,ΕΣ,2}}^{(3)} \cdot h_{\text{T,ΕΣ,2}}^{(3)}) \Rightarrow 2,10\text{kN/m}^2 \cdot (2,95 \cdot 0,83 + 17,00 \cdot 1,25)\text{m}^2 \Rightarrow N_{\text{T,ΕΣ}} = 49,77\text{kN}$$

ο Μάζα 3^{ης} στάθμης :

$$m_3 = \frac{B_3}{g} = \frac{\Sigma N_3 + N_{T,E\Xi} + N_{T,E\Xi}}{10\text{m/sec}^2} = \frac{(598,11 + 71,56 + 49,77)\text{kN}}{10\text{m/sec}^2} \text{ P } m_3 = 71,94\text{Mgr}$$



Π.7.2. 2^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Α' Ορόφου

ο Εξωτερική τοιχοποιία :

Ίδιο βάρος μπατικής τοιχοποιίας : $IB_{\text{ΜΠ}} = 3,60\text{kN/m}^2$.

Ύψος εξωτερικών τοίχων από Β' όροφο :

Μικτό ύψος Β' ορόφου : $H^{(3)} = 2,85\text{m}$.

$$h_{\text{T,ΕΞ}}^{(3)} = \frac{H^{(3)}}{2} = \frac{2,85}{2}\text{m} \quad \text{Π} \quad h_{\text{T,ΕΞ}}^{(3)} = 1,43\text{m}$$

Φορτίο από Β' όροφο :

$$N_{\text{T,ΕΞ}}^{(3)} = IB_{\text{ΜΠ}} \cdot L_{\text{T,ΕΞ}}^{(3)} \cdot h_{\text{T,ΕΞ}}^{(3)} = 3,60\text{kN/m}^2 \cdot 23,95\text{m} \cdot 1,43\text{m} \quad \text{Π} \quad N_{\text{T,ΕΞ}}^{(3)} = 123,29\text{kN}$$

Ύψος εξωτερικών τοίχων από Α' όροφο :

Μικτό ύψος Α' ορόφου : $H^{(2)} = 2,85\text{m}$.

Το ύψος των εξωτερικών τοίχων δεν είναι ενιαίο.

Ύψος εξωτερικών τοίχων : $h_{\text{ΕΞ}}^{(2)} = \frac{H^{(2)}}{2} - h_{\text{T1}}^{(2)}$, όπου :

$h_{\text{T1}}^{(2)}$, το ύψος της υπερκείμενης της τοιχοποιίας δοκού.

$$h_{\text{T,ΕΞ,1}}^{(2)} = \frac{H^{(2)}}{2} - h_{\text{T,1}}^{(2)} = \frac{2,85}{2} - 0,60\text{m} \quad \text{Π} \quad h_{\text{T,ΕΞ,1}}^{(2)} = 0,83\text{m}$$

$$h_{\text{T,ΕΞ,2}}^{(2)} = \frac{H^{(2)}}{2} - h_{\text{T,2}}^{(2)} = \frac{2,85}{2} - 0,70\text{m} \quad \text{Π} \quad h_{\text{T,ΕΞ,2}}^{(2)} = 0,73\text{m}$$

Φορτίο από Α' όροφο :

$$N_{\text{T,ΕΞ}}^{(2)} = IB_{\text{ΜΠ}} \cdot (L_{\text{T,ΕΞ,1}}^{(2)} \cdot h_{\text{T,ΕΞ,1}}^{(2)} + L_{\text{T,ΕΞ,2}}^{(2)} \cdot h_{\text{T,ΕΞ,2}}^{(2)}) \quad \text{Π} \\ \text{Π} \quad 3,60\text{kN/m}^2 \cdot (19,05 \cdot 0,83 + 4,90 \cdot 0,73)\text{m}^2 \quad \text{Π} \quad N_{\text{T,ΕΞ}}^{(2)} = 69,80\text{kN}$$

ο Εσωτερική τοιχοποιία :

Ίδιο βάρος δρομικής τοιχοποιίας : $IB_{\text{ΔΡ}} = 2,10\text{kN/m}^2$.

Ύψος εσωτερικών τοίχων από Β' όροφο :

Μικτό ύψος Β' ορόφου : $H^{(3)} = 2,85\text{m}$.

$$h_{\text{T,ΕΣ}}^{(3)} = \frac{H^{(3)}}{2} = \frac{2,85}{2}\text{m} \quad \text{Π} \quad h_{\text{T,ΕΣ}}^{(3)} = 1,43\text{m}$$

Φορτίο από Β' όροφο :

$$N_{\text{T,ΕΣ}}^{(3)} = IB_{\text{ΔΡ}} \cdot L_{\text{T,ΕΣ}}^{(3)} \cdot h_{\text{T,ΕΣ}}^{(3)} = 2,10\text{kN/m}^2 \cdot 19,95\text{m} \cdot 1,43\text{m} \quad \text{Π} \quad N_{\text{T,ΕΣ}}^{(3)} = 59,91\text{kN}$$

Ύψος εσωτερικών τοίχων από Α' όροφο :

Μικτό ύψος Α' ορόφου : $H^{(2)} = 2,85\text{m}$.

Το ύψος των εσωτερικών τοίχων δεν είναι ενιαίο.

Ύψος εσωτερικών τοίχων : $h_{\text{ΕΣ}}^{(2)} = \frac{H^{(2)}}{2} - h_{\text{T1}}^{(2)}$, όπου :

$h_{\text{T1}}^{(2)}$, το ύψος της υπερκείμενης της τοιχοποιίας πλάκας ή δοκού.

$$h_{\text{T,ΕΣ,1}}^{(2)} = \frac{H^{(2)}}{2} - h_{\text{T,1}}^{(2)} = \frac{2,85}{2} - 0,60\text{m} \quad \text{Π} \quad h_{\text{T,ΕΣ,1}}^{(2)} = 0,83\text{m}$$

$$h_{\text{T,ΕΣ,2}}^{(2)} = \frac{H^{(2)}}{2} - h_{\text{T,2}}^{(2)} = \frac{2,85}{2} - 0,18\text{m} \quad \text{Π} \quad h_{\text{T,ΕΣ,2}}^{(2)} = 1,25\text{m}$$

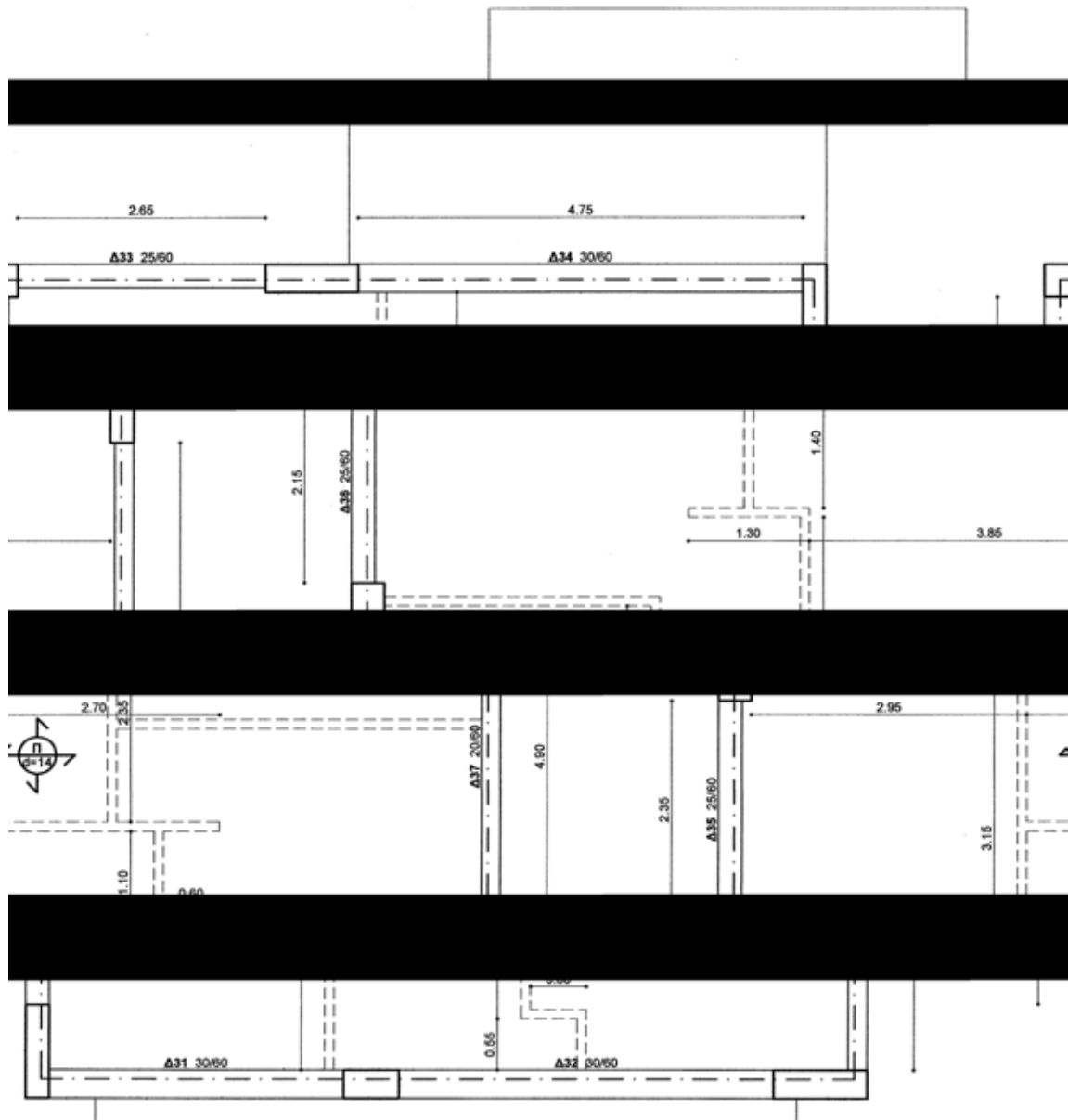
Φορτίο από Α' όροφο :

$$N_{\text{T,ΕΣ}}^{(2)} = IB_{\text{ΔΡ}} \cdot (L_{\text{T,ΕΣ,1}}^{(2)} \cdot h_{\text{T,ΕΣ,1}}^{(2)} + L_{\text{T,ΕΣ,2}}^{(2)} \cdot h_{\text{T,ΕΣ,2}}^{(2)}) \quad \text{Π} \\ \text{Π} \quad 2,10\text{kN/m}^2 \cdot (3,05 \cdot 0,83 + 5,40 \cdot 1,25)\text{m}^2 \quad \text{Π} \quad N_{\text{T,ΕΣ}}^{(2)} = 19,49\text{kN}$$

ο Μάζα 2^{ης} στάθμης :

$$m_2 = \frac{B_2}{g} = \frac{\Sigma N_2 + N_{T,EE} + N_{T,ΕΣ}}{10\text{m/sec}^2} = \frac{[1317,27 + (123,39 + 69,80) + (59,91 + 19,49)]\text{kN}}{10\text{m/sec}^2} \text{ ρ}$$

ρ $m_2 = 158,99\text{Mgr}$



Π.7.3. 1^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Pilotis

ο Εξωτερική τοιχοποιία :

Ίδιο βάρος μπατικής τοιχοποιίας : $IB_{\text{ΜΠ}} = 3,60\text{kN/m}^2$.

Ύψος εξωτερικών τοίχων από Α' όροφο :

Μικτό ύψος Α' ορόφου : $H^{(2)} = 2,85\text{m}$.

$$h_{\text{T,EE}}^{(2)} = \frac{H^{(2)}}{2} = \frac{2,85}{2}\text{m} \quad \text{Π} \quad h_{\text{T,EE}}^{(2)} = 1,43\text{m}$$

Φορτίο από Β' όροφο :

$$N_{\text{T,EE}}^{(2)} = IB_{\text{ΜΠ}} \cdot L_{\text{T,EE}}^{(2)} \cdot h_{\text{T,EE}}^{(2)} = 3,60\text{kN/m}^2 \cdot 23,95\text{m} \cdot 1,43\text{m} \quad \text{Π} \quad N_{\text{T,EE}}^{(2)} = 123,29\text{kN}$$

Ύψος εξωτερικών τοίχων από Pilotis :

Μικτό ύψος Pilotis : $H^{(P)} = 2,70\text{m}$.

Το ύψος των εξωτερικών τοίχων δεν είναι ενιαίο.

Ύψος εξωτερικών τοίχων : $h_{\text{EE}}^{(P)} = \frac{H^{(P)}}{2} - h_{\text{T1}}^{(P)}$, όπου :

$h_{\text{T1}}^{(P)}$, το ύψος της υπερκείμενης της τοιχοποιίας δοκού ή ενισχυμένης ζώνης.

$$h_{\text{T,EE,1}}^{(P)} = \frac{H^{(P)}}{2} - h_{\text{T,1}}^{(P)} = \frac{2,70}{2} - 0,55\text{m} \quad \text{Π} \quad h_{\text{T,EE,1}}^{(P)} = 0,80\text{m}$$

$$h_{\text{T,EE,2}}^{(P)} = \frac{H^{(P)}}{2} - h_{\text{T,2}}^{(P)} = \frac{2,70}{2} - 0,30\text{m} \quad \text{Π} \quad h_{\text{T,EE,2}}^{(P)} = 1,05\text{m}$$

$$h_{\text{T,EE,3}}^{(P)} = \frac{H^{(P)}}{2} - h_{\text{T,3}}^{(P)} = \frac{2,70}{2} - 0,25\text{m} \quad \text{Π} \quad h_{\text{T,EE,3}}^{(P)} = 1,10\text{m}$$

Φορτίο από Pilotis :

$$N_{\text{T,EE}}^{(P)} = IB_{\text{ΜΠ}} \cdot (L_{\text{T,EE,1}}^{(P)} \cdot h_{\text{T,EE,1}}^{(P)} + L_{\text{T,EE,2}}^{(P)} \cdot h_{\text{T,EE,2}}^{(P)} + L_{\text{T,EE,3}}^{(P)} \cdot h_{\text{T,EE,3}}^{(P)}) \quad \text{Π} \\ \text{Π} \quad 3,60\text{kN/m}^2 \cdot (12,05 \cdot 0,80 + 1,65 \cdot 1,05 + 2,35 \cdot 1,10)\text{m}^2 \quad \text{Π} \quad N_{\text{T,EE}}^{(P)} = 50,25\text{kN}$$

ο Εσωτερική τοιχοποιία :

Ίδιο βάρος μπατικής τοιχοποιίας : $IB_{\text{ΜΠ}} = 3,60\text{kN/m}^2$.

Ύψος εσωτερικών τοίχων από Α' όροφο :

Μικτό ύψος Α' ορόφου : $H^{(2)} = 2,85\text{m}$.

$$h_{\text{T,EE}}^{(2)} = \frac{H^{(2)}}{2} = \frac{2,85}{2}\text{m} \quad \text{Π} \quad h_{\text{T,EE}}^{(2)} = 1,43\text{m}$$

Φορτίο από Α' όροφο :

$$N_{\text{T,EE}}^{(2)} = IB_{\text{ΑΠ}} \cdot L_{\text{T,EE}}^{(2)} \cdot h_{\text{T,EE}}^{(2)} = 2,10\text{kN/m}^2 \cdot 4,30\text{m} \cdot 1,43\text{m} \quad \text{Π} \quad N_{\text{T,EE}}^{(2)} = 12,91\text{kN}$$

Ύψος εσωτερικών τοίχων από Pilotis :

Μικτό ύψος Pilotis : $H^{(P)} = 2,70\text{m}$.

Το ύψος των εσωτερικών τοίχων δεν είναι ενιαίο.

Ύψος εσωτερικών τοίχων : $h_{\text{EE}}^{(P)} = \frac{H^{(P)}}{2} - h_{\text{T1}}^{(P)}$, όπου :

$h_{\text{T1}}^{(P)}$, το ύψος της υπερκείμενης της τοιχοποιίας πλάκας, δοκού ή ενισχυμένης ζώνης.

$$h_{\text{T,EE,1}}^{(P)} = \frac{H^{(P)}}{2} - h_{\text{T,1}}^{(P)} = \frac{2,70}{2} - 0,50\text{m} \quad \text{Π} \quad h_{\text{T,EE,1}}^{(P)} = 0,85\text{m}$$

$$h_{\text{T,EE,2}}^{(P)} = \frac{H^{(P)}}{2} - h_{\text{T,2}}^{(P)} = \frac{2,70}{2} - 0,25\text{m} \quad \text{Π} \quad h_{\text{T,EE,2}}^{(P)} = 1,10\text{m}$$

Φορτίο από Pilotis :

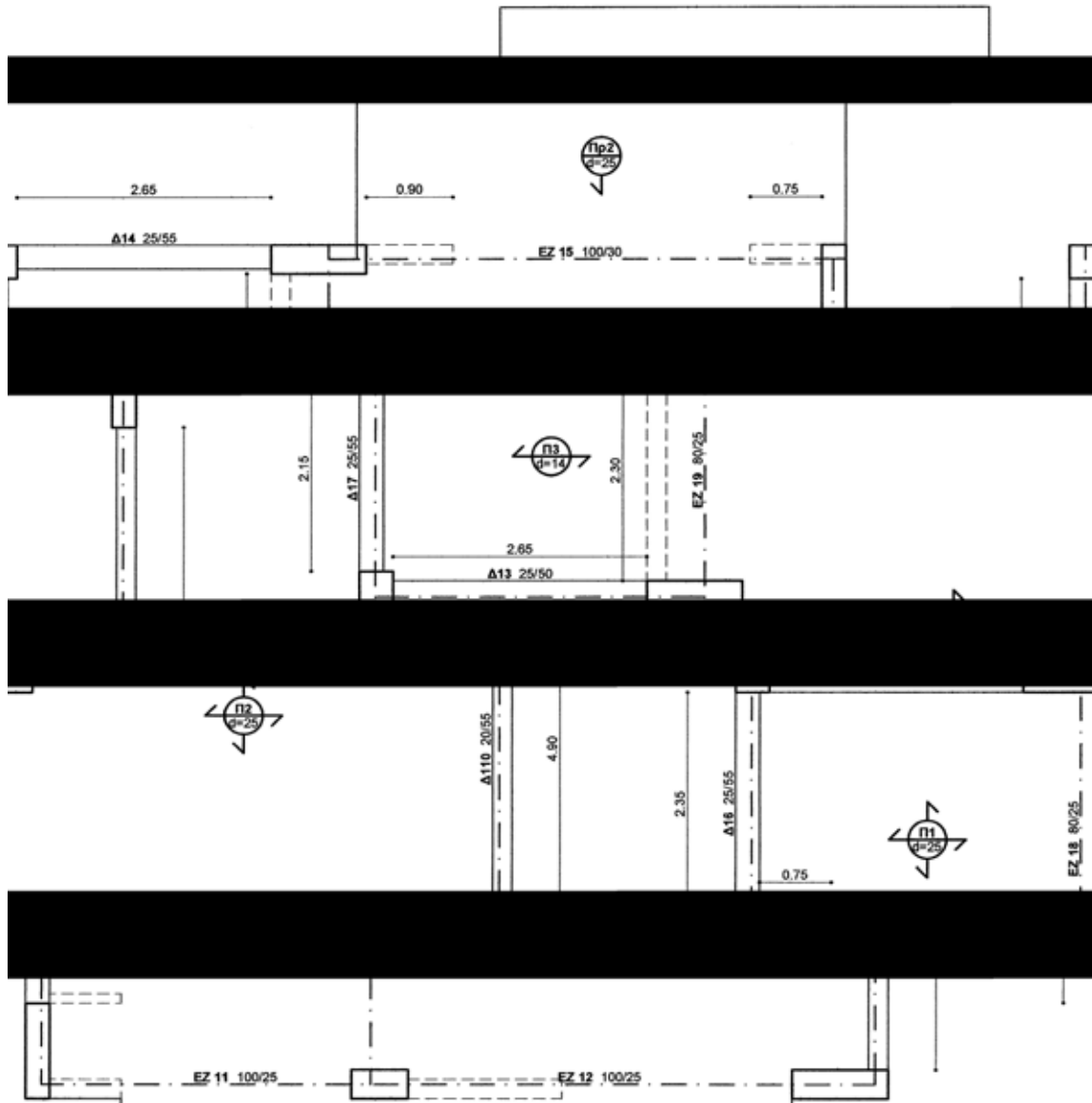
$$N_{T,ΕΣ}^{(P)} = IB_{MΠ} \cdot (L_{T,ΕΣ,1}^{(P)} \cdot h_{T,ΕΣ,1}^{(P)} + L_{T,ΕΣ,2}^{(P)} \cdot h_{T,ΕΣ,2}^{(P)}) \cdot \rho$$

$$\rho = 3,60 \text{ kN/m}^2 \cdot (2,65 \cdot 0,85 + 3,05 \cdot 1,10) \text{ m}^2 \quad \rho = N_{T,ΕΣ}^{(P)} = 20,19 \text{ kN}$$

ο Μάζα 1^{ης} στάθμης :

$$m_1 = \frac{B_1}{g} = \frac{\Sigma N_1 + N_{T,ΕΕ} + N_{T,ΕΣ}}{10 \text{ m/sec}^2} = \frac{[1034,57 + (123,29 + 50,25) + (12,91 + 20,19)] \text{ kN}}{10 \text{ m/sec}^2} \cdot \rho$$

$$\rho \quad m_1 = 124,12 \text{ Mgr}$$



Π.7.4. Συνολική Μάζα

Η συνολική μάζα του κτιρίου είναι ίση με το άθροισμα των επιμέρους μαζών που είναι συγκεντρωμένες στην κάθε στάθμη του :

$$M = \Sigma m_i = m_1 + m_2 + m_3 = (124,12 + 158,99 + 71,94) \text{ Mgr} \quad \rho \quad M = 355,05 \text{ Mgr}$$

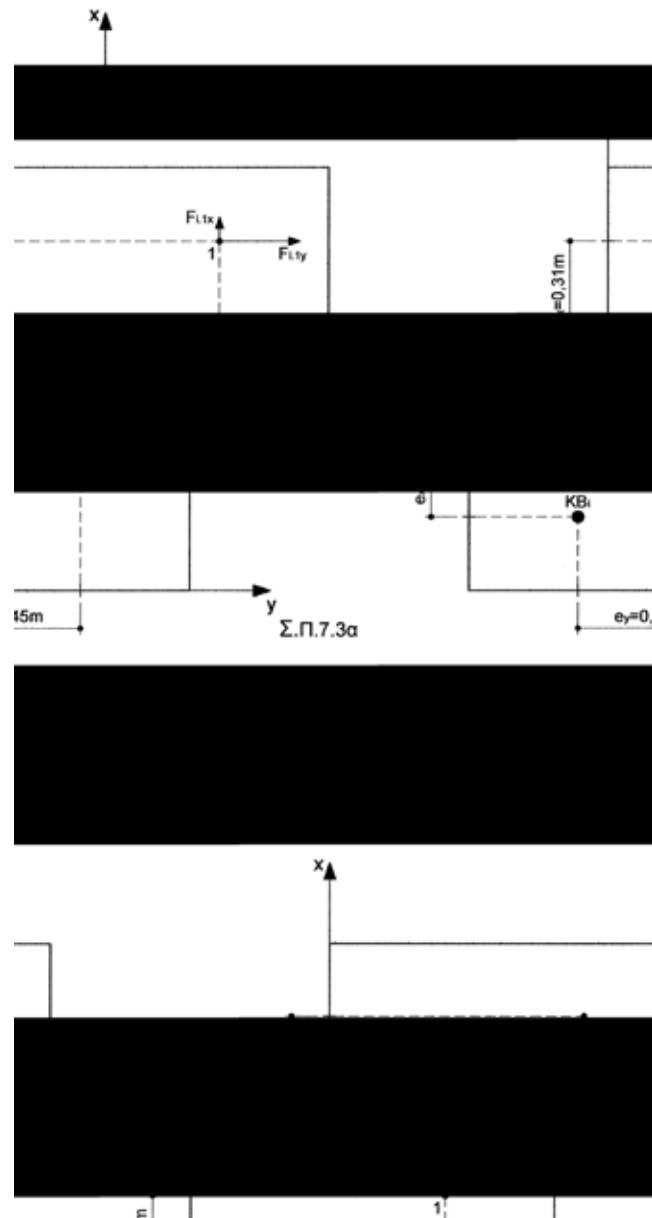
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΥΝΔΥΑΣΜΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ

Στο παράρτημα παρουσιάζονται αναλυτικά όλοι οι απαραίτητοι υπολογισμοί των σεισμικών συνδυασμών για τον καθορισμό της σεισμικής δύναμης που δέχεται η κεφαλή κάθε υποστυλώματος της κατασκευής με κάθε έναν από αυτούς. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών εισάγονται ως δεδομένα στο πρόγραμμα Sofistik για τη στατική ανάλυση του δομήματος.

Π.8. Σεισμικοί Συνδυασμοί

Η επίλυση των σεισμικών συνδυασμών πραγματοποιείται ξεχωριστά για κάθε στάθμη (συγκεντρωμένη μάζα). Η συνολική σεισμική δύναμη που δέχεται η μάζα κάθε στάθμης ανά κύρια διεύθυνση σεισμού επιμερίζεται στις κορυφές των κατακόρυφων στοιχείων που τη στηρίζουν, ανάλογα με το κατακόρυφο φορτίο που φέρει καθένα από αυτά. Οι επιμέρους αυτές σεισμικές δυνάμεις μεταφέρονται στο κέντρο βάρους της αντίστοιχης συγκεντρωμένης μάζας. Η ροπή που εμφανίζεται λόγω της μεταφοράς αυτής αναλύεται σε ζεύγος δυνάμεων με διεύθυνση παράλληλη της σεισμικής δύναμης που την προκάλεσε και σημεία εφαρμογής τις κορυφές των κατακόρυφων στοιχείων των αντίστοιχων πλευρών του κτιρίου (Σ.8.1) :



Ο επιμερισμός της συνολικής σεισμικής δύναμης στις κορυφές των στύλων πραγματοποιείται για την κάθε στάθμη στον αντίστοιχο πίνακα. Γίνεται χρήση του

ποσοστιαίου συντελεστή : $n_i = \frac{N_i}{\Sigma N_i} \cdot 100$, όπου :

N_i , το μέρος του συνολικού κατακόρυφου φορτίου που φέρει ο κάθε στύλος.

ΣN_i , το συνολικό κατακόρυφο φορτίο της κάθε στάθμης.

Π.8.1. 3^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Β' Ορόφου

Π.8.1.1 / Επιμερισμός Σεισμ. Δύναμης 3 ^{ης} Στάθμης				
ΣN ₃ = 598,11kN, F _{3,x,y} = 134,26kN ▸ 0,30 F _{3,x,y} = 40,28kN				
Στύλος	N _i (kN)	n _i	n _i · F _{3,x,y} (kN)	n _i · 0,30 F _{3,x,y} (kN)
K31	50,52	8,45	11,34	3,40
K32	144,75	24,20	32,49	9,75
K33	99,52	16,64	22,34	6,70
K34	57,28	9,58	12,86	3,86
K36	25,13	4,20	5,64	1,69
K37	123,77	20,69	27,78	8,33
K38	97,16	16,24	21,81	6,54
ΣΝΛ	598,11	100,00	134,26	40,28

Η κωδικοποίηση που ακολουθείται είναι : Στάθμη (3) - Σημείο (1-4) - Συνδυασμός (1-8).

ο (311) / Συνδυασμός : F₁ = +F_y + 0,30F_x .

Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :

$$+F_{3,y} = 134,26\text{kN}, e_x = 0,31\text{m}$$

$$M_{3,1y} = e_x \cdot F_{3,y} = 0,31\text{m} \cdot 134,26\text{kN} \Rightarrow M_{3,1y} = 41,62\text{kNm}$$

$$F_{3,1y}^M = \frac{M_{3,1y}}{L_x} = \frac{41,62\text{kNm}}{6,20\text{m}} \Rightarrow F_{3,1y}^M = 6,71\text{kN}$$

$$K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3,y}^{\mathcal{C}} = -\frac{F_{3,1y}^M}{3} = -\frac{6,71\text{kN}}{3} \Rightarrow F_{3,y}^{\mathcal{C}} = -2,24\text{kN}$$

$$K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3,y}^{\mathcal{C}} = +\frac{F_{3,1y}^M}{3} = +\frac{6,71\text{kN}}{3} \Rightarrow F_{3,y}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$$

Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :

$$+0,30F_{3,x} = 40,28\text{kN}, e_y = 0,45\text{m}$$

$$M_{3,1x} = e_y \cdot F_{3,x} = 0,45\text{m} \cdot 40,28\text{kN} \Rightarrow M_{3,1x} = 18,13\text{kNm}$$

$$F_{3,1x}^M = \frac{M_{3,1x}}{L_y} = \frac{18,13\text{kNm}}{9,00\text{m}} \Rightarrow F_{3,1x}^M = 2,01\text{kN}$$

$$K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3,x}^{\mathcal{C}} = -\frac{F_{3,1x}^M}{3} = -\frac{2,01\text{kN}}{3} \Rightarrow F_{3,x}^{\mathcal{C}} = -0,67\text{kN}$$

$$K_{33}, K_{38} : F_{3,x}^{\mathcal{C}} = +\frac{F_{3,1x}^M}{2} = +\frac{2,01\text{kN}}{2} \Rightarrow F_{3,x}^{\mathcal{C}} = +1,01\text{kN}$$

ο (312) / Συνδυασμός : F₂ = +F_y - 0,30F_x .

Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :

$$K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3,y}^{\mathcal{C}} = -2,24\text{kN} \quad , \quad K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3,y}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$$

Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :

$$K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3,x}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN} \quad , \quad K_{33}, K_{38} : F_{3,x}^{\mathcal{C}} = -1,01\text{kN}$$

ο (313) / Συνδυασμός : $F_3 = +F_x + 0,30F_y$.

Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :

$$+0,30F_{3,y} = 40,28\text{kN}, e_x = 0,31\text{m}$$

$$M_{3,1y} = e_x \cdot F_{3,y} = 0,31\text{m} \cdot 40,28\text{kN} \Rightarrow M_{3,1y} = 12,49\text{kNm}$$

$$F_{3,1y}^M = \frac{M_{3,1y}}{L_x} = \frac{12,49\text{kNm}}{6,20\text{m}} \Rightarrow F_{3,1y}^M = 2,01\text{kN}$$

$$K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3,y}^C = -\frac{F_{3,1y}^M}{3} = -\frac{2,01\text{kN}}{3} \Rightarrow F_{3,y}^C = -0,67\text{kN}$$

$$K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3,y}^C = +\frac{F_{3,1y}^M}{3} = +\frac{2,01\text{kN}}{3} \Rightarrow F_{3,y}^C = +0,67\text{kN}$$

Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :

$$+F_{3,x} = 134,26\text{kN}, e_y = 0,45\text{m}$$

$$M_{3,1x} = e_y \cdot F_{3,x} = 0,45\text{m} \cdot 134,26\text{kN} \Rightarrow M_{3,1x} = 60,42\text{kNm}$$

$$F_{3,1x}^M = \frac{M_{3,1x}}{L_y} = \frac{60,42\text{kNm}}{9,00\text{m}} \Rightarrow F_{3,1x}^M = 6,71\text{kN}$$

$$K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3,x}^C = -\frac{F_{3,1x}^M}{3} = -\frac{6,71\text{kN}}{3} \Rightarrow F_{3,x}^C = -2,24\text{kN}$$

$$K_{33}, K_{38} : F_{3,x}^C = +\frac{F_{3,1x}^M}{2} = +\frac{6,71\text{kN}}{2} \Rightarrow F_{3,x}^C = +3,36\text{kN}$$

ο (314) / Συνδυασμός : $F_4 = +F_x - 0,30F_y$.

Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :

$$K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3,y}^C = +0,67\text{kN} \quad , \quad K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3,y}^C = -0,67\text{kN}$$

Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :

$$K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3,x}^C = -2,24\text{kN} \quad , \quad K_{33}, K_{38} : F_{3,x}^C = +3,36\text{kN}$$

ο (315) / Συνδυασμός : $F_5 = -F_y - 0,30F_x$.

Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :

$$K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3,y}^C = +2,24\text{kN} \quad , \quad K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3,y}^C = -2,24\text{kN}$$

Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :

$$K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3,x}^C = +0,67\text{kN} \quad , \quad K_{33}, K_{38} : F_{3,x}^C = -1,01\text{kN}$$

ο (316) / Συνδυασμός : $F_6 = -F_y + 0,30F_x$.

Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :

$$K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3,y}^C = +2,24\text{kN} \quad , \quad K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3,y}^C = -2,24\text{kN}$$

Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :

$$K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3,x}^C = -0,67\text{kN} \quad , \quad K_{33}, K_{38} : F_{3,x}^C = +1,01\text{kN}$$

ο (317) / Συνδυασμός : $F_7 = -F_x - 0,30F_y$.

Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :

$$K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3,y}^C = +0,67\text{kN} \quad , \quad K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3,y}^C = -0,67\text{kN}$$

Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :

$$K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3,x}^C = +2,24\text{kN} \quad , \quad K_{33}, K_{38} : F_{3,x}^C = -3,36\text{kN}$$

- **(318)** / Συνδυασμός : $F_8 = -F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = -0,67\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = -3,36\text{kN}$

- **(321)** / Συνδυασμός : $F_1 = +F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = -2,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = -0,67\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +1,01\text{kN}$

- **(322)** / Συνδυασμός : $F_2 = +F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = -2,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = -1,01\text{kN}$

- **(323)** / Συνδυασμός : $F_3 = +F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = -0,67\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = -2,24\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +3,36\text{kN}$

- **(324)** / Συνδυασμός : $F_4 = +F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = -0,67\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = -2,24\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +3,36\text{kN}$

- **(325)** / Συνδυασμός : $F_5 = -F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = -2,24\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = -1,01\text{kN}$

- **(326)** / Συνδυασμός : $F_6 = -F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = -2,24\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = -0,67\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +1,01\text{kN}$

- ο (327) / Συνδυασμός : $F_7 = -F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = -0,67\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = -3,36\text{kN}$

- ο (328) / Συνδυασμός : $F_8 = -F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = -0,67\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = -3,36\text{kN}$

- ο (331) / Συνδυασμός : $F_1 = +F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = -2,24\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = -1,01\text{kN}$

- ο (332) / Συνδυασμός : $F_2 = +F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = -2,24\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = -0,67\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +1,01\text{kN}$

- ο (333) / Συνδυασμός : $F_3 = +F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = -0,67\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = -3,36\text{kN}$

- ο (334) / Συνδυασμός : $F_4 = +F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = -0,67\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = -3,36\text{kN}$

- ο (335) / Συνδυασμός : $F_5 = -F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = -2,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = -0,67\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +1,01\text{kN}$

- ο **(336)** / Συνδυασμός : $F_6 = -F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = - 2,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = - 1,01\text{kN}$

- ο **(337)** / Συνδυασμός : $F_7 = -F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = - 0,67\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = - 2,24\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +3,36\text{kN}$

- ο **(338)** / Συνδυασμός : $F_8 = -F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = - 0,67\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = - 2,24\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +3,36\text{kN}$

- ο **(341)** / Συνδυασμός : $F_1 = +F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = - 2,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = - 1,01\text{kN}$

- ο **(342)** / Συνδυασμός : $F_2 = +F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = - 2,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = - 0,67\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +1,01\text{kN}$

- ο **(343)** / Συνδυασμός : $F_3 = +F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = - 0,67\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = - 3,36\text{kN}$

- ο **(344)** / Συνδυασμός : $F_4 = +F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = - 0,67\text{kN}$, $K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y}^{\mathcal{C}} = +0,67\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = +2,24\text{kN}$, $K_{33}, K_{38} : F_{3x}^{\mathcal{C}} = - 3,36\text{kN}$

ο (345) / Συνδυασμός : $F_5 = -F_y - 0,30F_x$.

Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :

$$K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y} = -2,24\text{kN} \quad , \quad K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y} = +2,24\text{kN}$$

Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :

$$K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x} = -0,67\text{kN} \quad , \quad K_{33}, K_{38} : F_{3x} = +1,01\text{kN}$$

ο (346) / Συνδυασμός : $F_6 = -F_y + 0,30F_x$.

Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :

$$K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y} = -2,24\text{kN} \quad , \quad K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y} = +2,24\text{kN}$$

Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :

$$K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x} = +0,67\text{kN} \quad , \quad K_{33}, K_{38} : F_{3x} = -1,01\text{kN}$$

ο (347) / Συνδυασμός : $F_7 = -F_x - 0,30F_y$.

Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :

$$K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y} = -0,67\text{kN} \quad , \quad K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y} = +0,67\text{kN}$$

Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :

$$K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x} = -2,24\text{kN} \quad , \quad K_{33}, K_{38} : F_{3x} = +3,36\text{kN}$$

ο (348) / Συνδυασμός : $F_8 = -F_x + 0,30F_y$.

Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :

$$K_{31}, K_{32}, K_{33} : F_{3y} = +0,67\text{kN} \quad , \quad K_{36}, K_{37}, K_{38} : F_{3y} = -0,67\text{kN}$$

Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :

$$K_{31}, K_{34}, K_{36} : F_{3x} = -2,24\text{kN} \quad , \quad K_{33}, K_{38} : F_{3x} = +3,36\text{kN}$$

Π.8.2. 2^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Α' Ορόφου

Π.8.2.1 / Επιμερισμός Σεισμ. Δύναμης 2 ^{ης} Στάθμης				
$\Sigma N_2 = 1317,27\text{kN}$, $ F_{2,x,y} = 196,02\text{kN}$ \triangleright $0,30 F_{2,x,y} = 58,81\text{kN}$				
Στόλος	N_i (kN)	n_i	$n_i \cdot F_{2,x,y} $ (kN)	$n_i \cdot 0,30 F_{2,x,y} $ (kN)
K21	84,87	6,44	12,63	3,79
K22	393,26	29,85	58,52	17,56
K23	180,23	13,68	26,82	8,05
K24	109,18	8,29	16,25	4,87
K26	26,16	1,99	3,89	1,17
K27	337,11	25,59	50,16	15,05
K28	186,46	14,16	27,75	8,32
ΣΝΑ	1317,27	100,00	196,02	58,81

Η κωδικοποίηση που ακολουθείται είναι : Στάθμη (2) - Σημείο (1-4) - Συνδυασμός (1-8).

ο (211) / Συνδυασμός : $F_1 = +F_y + 0,30F_x$.

Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :

$$K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{2y} = -3,27\text{kN} \quad , \quad K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{2y} = +3,27\text{kN}$$

Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :

$$K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{2x} = -0,98\text{kN} \quad , \quad K_{23}, K_{28} : F_{2x} = +1,47\text{kN}$$

- **(212)** / Συνδυασμός : $F_2 = +F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = - 3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = +3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = - 1,47\text{kN}$

- **(213)** / Συνδυασμός : $F_3 = +F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = - 0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = +0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = - 3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = +4,90\text{kN}$

- **(214)** / Συνδυασμός : $F_4 = +F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = - 0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = - 3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = +4,90\text{kN}$

- **(215)** / Συνδυασμός : $F_5 = - F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = - 3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = - 1,47\text{kN}$

- **(216)** / Συνδυασμός : $F_6 = - F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = - 3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = - 0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = +1,47\text{kN}$

- **(217)** / Συνδυασμός : $F_7 = - F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = - 0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = - 4,90\text{kN}$

- **(218)** / Συνδυασμός : $F_8 = - F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = - 0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = +0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = - 4,90\text{kN}$

- ο (221) / Συνδυασμός : $F_1 = +F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = - 3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = - 0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = +1,47\text{kN}$

- ο (222) / Συνδυασμός : $F_2 = +F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = - 3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = - 1,47\text{kN}$

- ο (223) / Συνδυασμός : $F_3 = +F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = - 0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = - 3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = +4,90\text{kN}$

- ο (224) / Συνδυασμός : $F_4 = +F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = - 0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = +0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = - 3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = +4,90\text{kN}$

- ο (225) / Συνδυασμός : $F_5 = - F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = - 3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = +3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = - 1,47\text{kN}$

- ο (226) / Συνδυασμός : $F_6 = - F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = - 3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = +3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = - 0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = +1,47\text{kN}$

- ο (227) / Συνδυασμός : $F_7 = - F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = - 0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = +0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = - 4,90\text{kN}$

- ο (228) / Συνδυασμός : $F_8 = -F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = - 0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = - 4,90\text{kN}$

- ο (231) / Συνδυασμός : $F_1 = +F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = - 3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = +3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = - 1,47\text{kN}$

- ο (232) / Συνδυασμός : $F_2 = +F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = - 3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = +3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = - 0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = +1,47\text{kN}$

- ο (233) / Συνδυασμός : $F_3 = +F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = - 0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = +0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = - 4,90\text{kN}$

- ο (234) / Συνδυασμός : $F_4 = +F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = - 0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = - 4,90\text{kN}$

- ο (235) / Συνδυασμός : $F_5 = -F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = - 3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = - 0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = +1,47\text{kN}$

- ο (236) / Συνδυασμός : $F_6 = -F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = - 3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = - 1,47\text{kN}$

- (237) / Συνδυασμός : $F_7 = -F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = -0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = -3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = +4,90\text{kN}$

- (238) / Συνδυασμός : $F_8 = -F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = -0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = +0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = -3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = +4,90\text{kN}$

- (241) / Συνδυασμός : $F_1 = +F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = -3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = -1,47\text{kN}$

- (242) / Συνδυασμός : $F_2 = +F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = -3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = -0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = +1,47\text{kN}$

- (243) / Συνδυασμός : $F_3 = +F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = +0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = -0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = -4,90\text{kN}$

- (244) / Συνδυασμός : $F_4 = +F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = -0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = +0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = +3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = -4,90\text{kN}$

- (245) / Συνδυασμός : $F_5 = -F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{\underline{z}_y} = -3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{\underline{z}_y} = +3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{\underline{z}_x} = -0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{\underline{z}_x} = +1,47\text{kN}$

- ο (246) / Συνδυασμός : $F_6 = -F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{zy}^{\phi} = -3,27\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{zy}^{\phi} = +3,27\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{zx}^{\phi} = +0,98\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{zx}^{\phi} = -1,47\text{kN}$

- ο (247) / Συνδυασμός : $F_7 = -F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{zy}^{\phi} = -0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{zy}^{\phi} = +0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{zx}^{\phi} = -3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{zx}^{\phi} = +4,90\text{kN}$

- ο (248) / Συνδυασμός : $F_8 = -F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{21}, K_{22}, K_{23} : F_{zy}^{\phi} = +0,98\text{kN}$, $K_{26}, K_{27}, K_{28} : F_{zy}^{\phi} = -0,98\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{21}, K_{24}, K_{26} : F_{zx}^{\phi} = -3,27\text{kN}$, $K_{23}, K_{28} : F_{zx}^{\phi} = +4,90\text{kN}$

Π.8.3. 1^η Στάθμη : Πλάκα Οροφής Pilotis

Π.8.3.1 / Επιμερισμός Σεισμ. Δύναμης 1 ^{ης} Στάθμης				
$\Sigma N_1 = 1034,57\text{kN}$, $ F_{1,x,y} = 74,48\text{kN}$ \triangleright $0,30 F_{1,x,y} = 22,34\text{kN}$				
Στύλος	N_i (kN)	n_i	$n_i \cdot F_{2,x,y} $ (kN)	$n_i \cdot 0,30 F_{2,x,y} $ (kN)
K11	58,14	5,62	4,19	1,26
K12	237,18	22,93	17,07	5,12
K13	145,54	14,07	10,48	3,14
K14	102,40	9,90	7,37	2,21
K15	118,34	11,44	8,52	2,56
K16	19,55	1,89	1,41	0,42
K17	205,57	19,87	14,80	4,44
K18	147,87	14,29	10,65	3,19
ΣΝΛ	1034,57	100,00	74,48	22,34

Η κωδικοποίηση που ακολουθείται είναι : Στάθμη (1) - Σημείο (1-4) - Συνδυασμός (1-8).

- ο (111) / Συνδυασμός : $F_1 = +F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\phi} = -1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\phi} = +1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\phi} = -0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\phi} = +0,56\text{kN}$

- ο (112) / Συνδυασμός : $F_2 = +F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\phi} = -1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\phi} = +1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\phi} = +0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\phi} = -0,56\text{kN}$

- **(113)** / Συνδυασμός : $F_3 = +F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{Fy}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{Fy}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{Fx}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{Fx}^{\zeta} = +1,86\text{kN}$

- **(114)** / Συνδυασμός : $F_4 = +F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{Fy}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{Fy}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{Fx}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{Fx}^{\zeta} = +1,86\text{kN}$

- **(115)** / Συνδυασμός : $F_5 = - F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{Fy}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{Fy}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{Fx}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{Fx}^{\zeta} = - 0,56\text{kN}$

- **(116)** / Συνδυασμός : $F_6 = - F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{Fy}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{Fy}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{Fx}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{Fx}^{\zeta} = +0,56\text{kN}$

- **(117)** / Συνδυασμός : $F_7 = - F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{Fy}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{Fy}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{Fx}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{Fx}^{\zeta} = - 1,86\text{kN}$

- **(118)** / Συνδυασμός : $F_8 = - F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{Fy}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{Fy}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{Fx}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{Fx}^{\zeta} = - 1,86\text{kN}$

- **(121)** / Συνδυασμός : $F_1 = +F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{Fy}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{Fy}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{Fx}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{Fx}^{\zeta} = +0,56\text{kN}$

- ο (122) / Συνδυασμός : $F_2 = +F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = - 0,56\text{kN}$

- ο (123) / Συνδυασμός : $F_3 = +F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = +1,86\text{kN}$

- ο (124) / Συνδυασμός : $F_4 = +F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = +1,86\text{kN}$

- ο (125) / Συνδυασμός : $F_5 = - F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = - 0,56\text{kN}$

- ο (126) / Συνδυασμός : $F_6 = - F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = +0,56\text{kN}$

- ο (127) / Συνδυασμός : $F_7 = - F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = - 1,86\text{kN}$

- ο (128) / Συνδυασμός : $F_8 = - F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = - 1,86\text{kN}$

- **(131)** / Συνδυασμός : $F_1 = +F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = - 0,56\text{kN}$

- **(132)** / Συνδυασμός : $F_2 = +F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = +0,56\text{kN}$

- **(133)** / Συνδυασμός : $F_3 = +F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = - 1,86\text{kN}$

- **(134)** / Συνδυασμός : $F_4 = +F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = - 1,86\text{kN}$

- **(135)** / Συνδυασμός : $F_5 = - F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = +0,56\text{kN}$

- **(136)** / Συνδυασμός : $F_6 = - F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = - 0,56\text{kN}$

- **(137)** / Συνδυασμός : $F_7 = - F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = - 0,37\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = - 1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = +1,86\text{kN}$

- ο (138) / Συνδυασμός : $F_8 = -F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = -0,37\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = -1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = +1,86\text{kN}$

- ο (141) / Συνδυασμός : $F_1 = +F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = -1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = -0,56\text{kN}$

- ο (142) / Συνδυασμός : $F_2 = +F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = -1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = -0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = +0,56\text{kN}$

- ο (143) / Συνδυασμός : $F_3 = +F_x + 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = -0,37\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = -1,86\text{kN}$

- ο (144) / Συνδυασμός : $F_4 = +F_x - 0,30F_y$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = -0,37\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = -1,86\text{kN}$

- ο (145) / Συνδυασμός : $F_5 = -F_y - 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = -1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = -0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = +0,56\text{kN}$

- ο (146) / Συνδυασμός : $F_6 = -F_y + 0,30F_x$.
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :
 $K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{1y}^{\zeta} = -1,24\text{kN}$, $K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{1y}^{\zeta} = +1,24\text{kN}$
 Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :
 $K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{1x}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$, $K_{13}, K_{18} : F_{1x}^{\zeta} = -0,56\text{kN}$

ο **(147)** / Συνδυασμός : $F_7 = -F_x - 0,30F_y$.

Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :

$$K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{Iy}^{\zeta} = -0,37\text{kN} \quad , \quad K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{Iy}^{\zeta} = +0,37\text{kN}$$

Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :

$$K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{Ix}^{\zeta} = -1,24\text{kN} \quad , \quad K_{13}, K_{18} : F_{Ix}^{\zeta} = +1,86\text{kN}$$

ο **(148)** / Συνδυασμός : $F_8 = -F_x + 0,30F_y$.

Κύρια διεύθυνση σεισμού -y- :

$$K_{11}, K_{12}, K_{13} : F_{Iy}^{\zeta} = +0,37\text{kN} \quad , \quad K_{16}, K_{17}, K_{18} : F_{Iy}^{\zeta} = -0,37\text{kN}$$

Κύρια διεύθυνση σεισμού -x- :

$$K_{11}, K_{14}, K_{16} : F_{Ix}^{\zeta} = -1,24\text{kN} \quad , \quad K_{13}, K_{18} : F_{Ix}^{\zeta} = +1,86\text{kN}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Στο παράρτημα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα εντατικά μεγέθη που αναπτύσσονται στις βάσεις των υποστυλωμάτων του ισογείου, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τη νέα διαστασιολόγησή τους. Οι τιμές τους προκύπτουν από τη στατική ανάλυση της κατασκευής, που πραγματοποιήθηκε με χρήση του προγράμματος Sofistik.

S E L E C T E D R E S U L T S

Database : Mitsakos.cdb
 System : RAUM

Loadcase selection

1	2	11	12	13	14	15	16	17	18	21	22
23	24	25	26	27	28	31	32	33	34	35	36
37	38	41	42	43	44	45	46	47	48	1000	1011
1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1021	1022	1023	1024	1025
1026	1027	1028	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1041
1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048					

Printvolume : All results separate
 Loadcases : 1-1048
 Groups : 2
 Elements : All
 Sections : 0m

Beam Elements

Forces in Beam-Elements

Loadcase 1: I.B. + ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΟΝΙΜΑ

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-565,5	-6,54	-8,29	6,72	-5,59
2178	0,000	-468,4	4,80	15,09	-16,63	4,94
2202	0,000	-247,5	2,05	-3,76	3,13	-1,29
2452	0,000	-190,1	-0,23	0,52	-0,79	-0,38
2462	0,000	-134,3	-2,26	-2,68	-4,78	-1,85
2680	0,000	-434,9	-1,31	10,47	-9,65	6,60
2702	0,000	-113,5	-1,61	-0,89	0,24	-1,59
2712	0,000	-563,5	5,11	-10,46	-1,24	4,52

Forces in Beam-Elements

Loadcase 2: KINHΤΑ

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-166,6	-4,06	-3,23	2,35	-3,54
2178	0,000	-101,3	-0,99	7,68	-9,22	-0,93
2202	0,000	-38,7	-0,69	-1,25	0,98	-0,62
2452	0,000	-29,6	0,18	-0,09	0,00	0,16
2462	0,000	-22,2	0,35	0,27	-2,01	0,28
2680	0,000	-97,3	4,34	4,36	-3,88	3,44
2702	0,000	-12,5	-0,40	-0,37	0,25	-0,34
2712	0,000	-147,4	1,27	-7,38	5,03	1,08

Forces in Beam-Elements

Loadcase 11: ΕΕΙΕΜΟΕ +Ey+0.30Ex - ΣΗΜΕΙΟ 1

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	36,3	-4,27	31,34	-64,75	-7,40
2178	0,000	-54,8	-9,71	80,13	-243,29	-16,17
2202	0,000	106,8	-30,11	11,14	-18,62	-72,48
2452	0,000	30,8	-6,79	14,70	-20,77	-8,73
2462	0,000	-27,0	-13,43	158,96	-295,98	-17,79
2680	0,000	-86,6	-46,12	10,59	-17,24	-111,44
2702	0,000	81,0	-4,44	15,37	-21,01	-6,73
2712	0,000	-86,5	-6,56	82,54	-225,14	-11,86

Forces in Beam-Elements

Loadcase 12: ΕΕΙΕΜΟΕ +Ey-0.30Ex - ΣΗΜΕΙΟ 1

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	1,2	5,24	27,96	-58,51	8,44
2178	0,000	-111,8	10,18	71,96	-220,93	16,16
2202	0,000	17,1	37,48	9,61	-16,59	87,24
2452	0,000	78,1	7,26	14,80	-20,99	9,57
2462	0,000	-34,5	11,82	157,84	-297,71	16,70
2680	0,000	-30,1	37,25	10,81	-18,18	101,05
2702	0,000	128,7	4,94	16,95	-23,19	7,52
2712	0,000	-48,6	7,27	94,85	-252,12	12,79

Forces in Beam-Elements

Loadcase 13: ΕΕΙΕΜΟΕ +Ex+0.30Ey - ΣΗΜΕΙΟ 1

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	64,1	-15,71	14,54	-28,90	-26,25
2178	0,000	69,9	-33,08	36,44	-106,94	-53,89
2202	0,000	168,1	-111,51	5,67	-8,67	-263,91
2452	0,000	-62,4	-23,33	4,26	-5,90	-30,36
2462	0,000	3,2	-42,32	49,39	-86,15	-57,64

S E L E C T E D R E S U L T S

Forces in Beam-Elements

Loadcase 13: EEIEMOE +Ex+0.30Ey - EHMEIO 1

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2680	0,000	-111,6	-140,30	2,84	-3,74	-355,75
2702	0,000	-47,9	-15,55	2,22	-2,99	-23,63
2712	0,000	-83,4	-22,95	6,07	-26,58	-40,93

Forces in Beam-Elements

Loadcase 14: EEIEMOE +Ex-0.30Ey - EHMEIO 1

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	52,8	-16,01	-3,25	8,08	-26,56
2178	0,000	119,9	-33,22	-9,19	32,34	-53,88
2202	0,000	130,9	-113,74	-0,56	1,90	-268,37
2452	0,000	-95,1	-23,47	-4,59	6,63	-30,61
2462	0,000	21,7	-41,83	-45,64	91,94	-57,32
2680	0,000	-76,6	-137,62	-3,57	6,88	-352,59
2702	0,000	-110,8	-15,70	-7,48	10,27	-23,87
2712	0,000	-42,8	-23,17	-47,13	116,56	-41,21

Forces in Beam-Elements

Loadcase 15: EEIEMOE -Ey-0.30Ex - EHMEIO 1

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-36,3	4,27	-31,34	64,75	7,40
2178	0,000	54,8	9,71	-80,13	243,29	16,17
2202	0,000	-106,8	30,11	-11,14	18,62	72,48
2452	0,000	-30,8	6,79	-14,70	20,77	8,73
2462	0,000	27,0	13,43	-158,96	295,98	17,79
2680	0,000	86,6	46,12	-10,59	17,24	111,44
2702	0,000	-81,0	4,44	-15,37	21,01	6,73
2712	0,000	86,5	6,56	-82,54	225,14	11,86

Forces in Beam-Elements

Loadcase 16: EEIEMOE -Ey+0.30Ex - EHMEIO 1

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-1,2	-5,24	-27,96	58,51	-8,44
2178	0,000	111,8	-10,18	-71,96	220,93	-16,16
2202	0,000	-17,1	-37,48	-9,61	16,59	-87,24
2452	0,000	-78,1	-7,26	-14,80	20,99	-9,57
2462	0,000	34,5	-11,82	-157,84	297,71	-16,70
2680	0,000	30,1	-37,25	-10,81	18,18	-101,05
2702	0,000	-128,7	-4,94	-16,95	23,19	-7,52
2712	0,000	48,6	-7,27	-94,85	252,12	-12,79

Forces in Beam-Elements

Loadcase 17: EEIEMOE -Ex-0.30Ey - EHMEIO 1

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-64,1	15,71	-14,54	28,90	26,25
2178	0,000	-69,9	33,08	-36,44	106,94	53,89
2202	0,000	-168,1	111,51	-5,67	8,67	263,91
2452	0,000	62,4	23,33	-4,26	5,90	30,36
2462	0,000	-3,2	42,32	-49,39	86,15	57,64
2680	0,000	111,6	140,30	-2,84	3,74	355,75
2702	0,000	47,9	15,55	-2,22	2,99	23,63
2712	0,000	83,4	22,95	-6,07	26,58	40,93

Forces in Beam-Elements

Loadcase 18: EEIEMOE -Ex+0.30Ey - EHMEIO 1

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-52,8	16,01	3,25	-8,08	26,56
2178	0,000	-119,9	33,22	9,19	-32,34	53,88
2202	0,000	-130,9	113,74	0,56	-1,90	268,37
2452	0,000	95,1	23,47	4,59	-6,63	30,61
2462	0,000	-21,7	41,83	45,64	-91,94	57,32
2680	0,000	76,6	137,62	3,57	-6,88	352,59
2702	0,000	110,8	15,70	7,48	-10,27	23,87
2712	0,000	42,8	23,17	47,13	-116,56	41,21

Forces in Beam-Elements

Loadcase 21: EEIEMOE +Ey+0.30Ex - EHMEIO 2

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	37,7	-4,13	34,92	-71,44	-7,16
2178	0,000	-52,6	-12,76	89,81	-268,13	-21,03

S E L E C T E D R E S U L T S

Forces in Beam-Elements

Loadcase 21: EEIEMOE +Ey+0.30Ex - EHMEIO 2

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2202	0,000	99,1	-17,94	12,02	-20,16	-45,20
2452	0,000	36,6	-4,41	14,51	-20,55	-5,65
2462	0,000	-26,0	-13,08	158,20	-294,00	-17,29
2680	0,000	-91,5	-60,05	9,75	-15,81	-145,47
2702	0,000	77,8	-2,77	13,80	-18,87	-4,27
2712	0,000	-81,2	-6,31	71,75	-200,58	-11,44

Forces in Beam-Elements

Loadcase 22: EEIEMOE +Ey-0.30Ex - EHMEIO 2

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	2,6	5,39	31,54	-65,20	8,68
2178	0,000	-109,5	7,14	81,64	-245,76	11,30
2202	0,000	9,4	49,65	10,49	-18,13	114,52
2452	0,000	83,9	9,63	14,61	-20,77	12,64
2462	0,000	-33,5	12,17	157,08	-295,74	17,20
2680	0,000	-35,0	23,33	9,97	-16,75	67,03
2702	0,000	125,4	6,61	15,38	-21,05	9,99
2712	0,000	-43,4	7,53	84,06	-227,56	13,20

Forces in Beam-Elements

Loadcase 23: EEIEMOE +Ex+0.30Ey - EHMEIO 2

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	64,5	-15,67	15,61	-30,90	-26,18
2178	0,000	70,6	-34,00	39,34	-114,37	-55,34
2202	0,000	165,8	-107,87	5,93	-9,13	-255,75
2452	0,000	-60,6	-22,62	4,20	-5,83	-29,44
2462	0,000	3,5	-42,21	49,16	-85,56	-57,49
2680	0,000	-113,1	-144,47	2,59	-3,31	-365,94
2702	0,000	-48,9	-15,05	1,75	-2,35	-22,89
2712	0,000	-81,8	-22,88	2,84	-19,22	-40,80

Forces in Beam-Elements

Loadcase 24: EEIEMOE +Ex-0.30Ey - EHMEIO 2

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	52,4	-16,05	-4,33	10,08	-26,63
2178	0,000	119,2	-32,31	-12,09	39,78	-52,43
2202	0,000	133,2	-117,38	-0,82	2,36	-276,54
2452	0,000	-96,8	-24,19	-4,53	6,56	-31,53
2462	0,000	21,4	-41,94	-45,41	91,35	-57,46
2680	0,000	-75,2	-133,45	-3,32	6,45	-342,41
2702	0,000	-109,9	-16,20	-7,00	9,63	-24,61
2712	0,000	-44,4	-23,24	-43,90	109,21	-41,33

Forces in Beam-Elements

Loadcase 25: EEIEMOE -Ey-0.30Ex - EHMEIO 2

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-37,7	4,13	-34,92	71,44	7,16
2178	0,000	52,6	12,76	-89,81	268,13	21,03
2202	0,000	-99,1	17,94	-12,02	20,16	45,20
2452	0,000	-36,6	4,41	-14,51	20,55	5,65
2462	0,000	26,0	13,08	-158,20	294,00	17,29
2680	0,000	91,5	60,05	-9,75	15,81	145,47
2702	0,000	-77,8	2,77	-13,80	18,87	4,27
2712	0,000	81,2	6,31	-71,75	200,58	11,44

Forces in Beam-Elements

Loadcase 26: EEIEMOE -Ey+0.30Ex - EHMEIO 2

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-2,6	-5,39	-31,54	65,20	-8,68
2178	0,000	109,5	-7,14	-81,64	245,76	-11,30
2202	0,000	-9,4	-49,65	-10,49	18,13	-114,52
2452	0,000	-83,9	-9,63	-14,61	20,77	-12,64
2462	0,000	33,5	-12,17	-157,08	295,74	-17,20
2680	0,000	35,0	-23,33	-9,97	16,75	-67,03
2702	0,000	-125,4	-6,61	-15,38	21,05	-9,99
2712	0,000	43,4	-7,53	-84,06	227,56	-13,20

Forces in Beam-Elements

Loadcase 27: EEIEMOE -Ex-0.30Ey - EHMEIO 2

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-64,5	15,67	-15,61	30,90	26,18
2178	0,000	-70,6	34,00	-39,34	114,37	55,34
2202	0,000	-165,8	107,87	-5,93	9,13	255,75
2452	0,000	60,6	22,62	-4,20	5,83	29,44
2462	0,000	-3,5	42,21	-49,16	85,56	57,49
2680	0,000	113,1	144,47	-2,59	3,31	365,94
2702	0,000	48,9	15,05	-1,75	2,35	22,89
2712	0,000	81,8	22,88	-2,84	19,22	40,80

Forces in Beam-Elements

Loadcase 28: EEIEMOE -Ex+0.30Ey - EHMEIO 2

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-52,4	16,05	4,33	-10,08	26,63
2178	0,000	-119,2	32,31	12,09	-39,78	52,43
2202	0,000	-133,2	117,38	0,82	-2,36	276,54
2452	0,000	96,8	24,19	4,53	-6,56	31,53
2462	0,000	-21,4	41,94	45,41	-91,35	57,46
2680	0,000	75,2	133,45	3,32	-6,45	342,41
2702	0,000	109,9	16,20	7,00	-9,63	24,61
2712	0,000	44,4	23,24	43,90	-109,21	41,33

Forces in Beam-Elements

Loadcase 31: EEIEMOE +Ey+0.30Ex - EHMEIO 3

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	35,6	-4,34	29,73	-61,74	-7,51
2178	0,000	-55,9	-8,32	75,77	-232,14	-13,96
2202	0,000	110,3	-35,63	10,74	-17,94	-84,87
2452	0,000	28,2	-7,87	14,78	-20,87	-10,12
2462	0,000	-27,5	-13,59	159,31	-296,87	-18,01
2680	0,000	-84,4	-39,78	10,97	-17,87	-95,92
2702	0,000	82,5	-5,20	16,08	-21,96	-7,85
2712	0,000	-88,9	-6,68	87,40	-236,18	-12,04

Forces in Beam-Elements

Loadcase 32: EEIEMOE +Ey-0.30Ex - EHMEIO 3

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	1,9	5,31	29,57	-61,52	8,55
2178	0,000	-110,7	8,79	76,32	-232,08	13,94
2202	0,000	13,6	42,99	10,00	-17,28	99,62
2452	0,000	80,7	8,34	14,71	-20,89	10,96
2462	0,000	-34,0	11,97	157,49	-296,82	16,92
2680	0,000	-32,4	30,91	10,43	-17,54	85,53
2702	0,000	127,2	5,70	16,25	-22,23	8,64
2712	0,000	-46,3	7,39	89,99	-241,08	12,97

Forces in Beam-Elements

Loadcase 33: EEIEMOE +Ex+0.30Ey - EHMEIO 3

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	61,9	-15,94	9,16	-18,86	-26,62
2178	0,000	66,4	-28,46	21,91	-69,76	-46,52
2202	0,000	179,8	-129,95	4,35	-6,38	-305,33
2452	0,000	-71,2	-26,94	4,54	-6,24	-35,03
2462	0,000	1,7	-42,85	50,54	-89,13	-58,40
2680	0,000	-104,2	-119,20	4,10	-5,87	-304,11
2702	0,000	-43,2	-18,09	4,56	-6,17	-27,38
2712	0,000	-91,2	-23,35	22,27	-63,39	-41,56

Forces in Beam-Elements

Loadcase 34: EEIEMOE +Ex-0.30Ey - EHMEIO 3

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	50,7	-16,23	-8,64	18,12	-26,93
2178	0,000	116,4	-28,60	-23,72	69,53	-46,51
2202	0,000	142,7	-132,18	-1,88	4,19	-309,79
2452	0,000	-103,8	-27,08	-4,31	6,29	-35,28
2462	0,000	20,1	-42,37	-44,49	88,96	-58,08
2680	0,000	-69,2	-116,52	-2,32	4,75	-300,95
2702	0,000	-106,1	-18,24	-5,13	7,08	-27,62
2712	0,000	-50,7	-23,56	-30,93	79,74	-41,84

USER1

DBVIEW - Datenbankabfrage (V10.57-99)

9/13/08

S E L E C T E D R E S U L T S

Forces in Beam-Elements

Loadcase 35: ΣΕΙΣΜΟΣ -Ey-0.30Ex - ΣΗΜΕΙΟ 3

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-35,6	4,34	-29,73	61,74	7,51
2178	0,000	55,9	8,32	-75,77	232,14	13,96
2202	0,000	-110,3	35,63	-10,74	17,94	84,87
2452	0,000	-28,2	7,87	-14,78	20,87	10,12
2462	0,000	27,5	13,59	-159,31	296,87	18,01
2680	0,000	84,4	39,78	-10,97	17,87	95,92
2702	0,000	-82,5	5,20	-16,08	21,96	7,85
2712	0,000	88,9	6,68	-87,40	236,18	12,04

Forces in Beam-Elements

Loadcase 36: ΣΕΙΣΜΟΣ -Ey+0.30Ex - ΣΗΜΕΙΟ 3

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-1,9	-5,31	-29,57	61,52	-8,55
2178	0,000	110,7	-8,79	-76,32	232,08	-13,94
2202	0,000	-13,6	-42,99	-10,00	17,28	-99,62
2452	0,000	-80,7	-8,34	-14,71	20,89	-10,96
2462	0,000	34,0	-11,97	-157,49	296,82	-16,92
2680	0,000	32,4	-30,91	-10,43	17,54	-85,53
2702	0,000	-127,2	-5,70	-16,25	22,23	-8,64
2712	0,000	46,3	-7,39	-89,99	241,08	-12,97

Forces in Beam-Elements

Loadcase 37: ΣΕΙΣΜΟΣ -Ex-0.30Ey - ΣΗΜΕΙΟ 3

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-61,9	15,94	-9,16	18,86	26,62
2178	0,000	-66,4	28,46	-21,91	69,76	46,52
2202	0,000	-179,8	129,95	-4,35	6,38	305,33
2452	0,000	71,2	26,94	-4,54	6,24	35,03
2462	0,000	-1,7	42,85	-50,54	89,13	58,40
2680	0,000	104,2	119,20	-4,10	5,87	304,11
2702	0,000	43,2	18,09	-4,56	6,17	27,38
2712	0,000	91,2	23,35	-22,27	63,39	41,56

Forces in Beam-Elements

Loadcase 38: ΣΕΙΣΜΟΣ -Ex+0.30Ey - ΣΗΜΕΙΟ 3

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-50,7	16,23	8,64	-18,12	26,93
2178	0,000	-116,4	28,60	23,72	-69,53	46,51
2202	0,000	-142,7	132,18	1,88	-4,19	309,79
2452	0,000	103,8	27,08	4,31	-6,29	35,28
2462	0,000	-20,1	42,37	44,49	-88,96	58,08
2680	0,000	69,2	116,52	2,32	-4,75	300,95
2702	0,000	106,1	18,24	5,13	-7,08	27,62
2712	0,000	50,7	23,56	30,93	-79,74	41,84

Forces in Beam-Elements

Loadcase 41: ΣΕΙΣΜΟΣ +Ey+0.30Ex - ΣΗΜΕΙΟ 4

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	37,1	-4,19	33,31	-68,43	-7,27
2178	0,000	-53,6	-11,37	85,45	-256,98	-18,81
2202	0,000	102,6	-23,46	11,63	-19,47	-57,58
2452	0,000	34,0	-5,49	14,60	-20,65	-7,05
2462	0,000	-26,5	-13,24	158,55	-294,89	-17,52
2680	0,000	-89,2	-53,70	10,13	-16,45	-129,95
2702	0,000	79,2	-3,53	14,50	-19,82	-5,39
2712	0,000	-83,6	-6,42	76,61	-211,62	-11,63

Forces in Beam-Elements

Loadcase 42: ΣΕΙΣΜΟΣ +Ey-0.30Ex - ΣΗΜΕΙΟ 4

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	3,3	5,45	33,15	-68,21	8,79
2178	0,000	-108,4	5,75	86,00	-256,91	9,09
2202	0,000	5,9	55,16	10,89	-18,82	126,91
2452	0,000	86,5	10,71	14,53	-20,66	14,04
2462	0,000	-33,0	12,32	156,73	-294,84	17,42
2680	0,000	-37,2	16,98	9,60	-16,12	51,50
2702	0,000	124,0	7,37	14,67	-20,10	11,11
2712	0,000	-41,0	7,65	79,20	-216,52	13,39

USER1

DBVIEW - Datenbankabfrage (V10.57-99)

9/13/08

S E L E C T E D R E S U L T S

Forces in Beam-Elements

Loadcase 43: ΣΕΙΣΜΟΣ +Ex+0.30Ey - ΣΗΜΕΙΟ 4

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	62,3	-15,89	10,23	-20,86	-26,55
2178	0,000	67,1	-29,37	24,81	-77,19	-47,97
2202	0,000	177,5	-126,31	4,61	-6,84	-297,16
2452	0,000	-69,4	-26,23	4,48	-6,17	-34,11
2462	0,000	2,0	-42,75	50,31	-88,54	-58,25
2680	0,000	-105,7	-123,37	3,85	-5,44	-314,29
2702	0,000	-44,1	-17,59	4,09	-5,53	-26,64
2712	0,000	-89,7	-23,27	19,04	-56,04	-41,44

Forces in Beam-Elements

Loadcase 44: EEIEMOE +Ex-0.30Ey - EHMEIO 4

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	50,2	-16,27	-9,71	20,13	-27,00
2178	0,000	115,7	-27,69	-26,62	76,96	-45,06
2202	0,000	145,0	-135,82	-2,14	4,65	-317,95
2452	0,000	-105,6	-27,80	-4,25	6,22	-36,20
2462	0,000	19,8	-42,48	-44,27	88,37	-58,23
2680	0,000	-67,8	-112,35	-2,07	4,33	-290,76
2702	0,000	-105,1	-18,74	-4,66	6,44	-28,35
2712	0,000	-52,3	-23,64	-27,70	72,39	-41,97

Forces in Beam-Elements

Loadcase 45: EEIEMOE -Ey-0.30Ex - EHMEIO 4

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-37,1	4,19	-33,31	68,43	7,27
2178	0,000	53,6	11,37	-85,45	256,98	18,81
2202	0,000	-102,6	23,46	-11,63	19,47	57,58
2452	0,000	-34,0	5,49	-14,60	20,65	7,05
2462	0,000	26,5	13,24	-158,55	294,89	17,52
2680	0,000	89,2	53,70	-10,13	16,45	129,95
2702	0,000	-79,2	3,53	-14,50	19,82	5,39
2712	0,000	83,6	6,42	-76,61	211,62	11,63

Forces in Beam-Elements

Loadcase 46: EEIEMOE -Ey+0.30Ex - EHMEIO 4

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-3,3	-5,45	-33,15	68,21	-8,79
2178	0,000	108,4	-5,75	-86,00	256,91	-9,09
2202	0,000	-5,9	-55,16	-10,89	18,82	-126,91
2452	0,000	-86,5	-10,71	-14,53	20,66	-14,04
2462	0,000	33,0	-12,32	-156,73	294,84	-17,42
2680	0,000	37,2	-16,98	-9,60	16,12	-51,50
2702	0,000	-124,0	-7,37	-14,67	20,10	-11,11
2712	0,000	41,0	-7,65	-79,20	216,52	-13,39

Forces in Beam-Elements

Loadcase 47: EEIEMOE -Ex-0.30Ey - EHMEIO 4

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-62,3	15,89	-10,23	20,86	26,55
2178	0,000	-67,1	29,37	-24,81	77,19	47,97
2202	0,000	-177,5	126,31	-4,61	6,84	297,16
2452	0,000	69,4	26,23	-4,48	6,17	34,11
2462	0,000	-2,0	42,75	-50,31	88,54	58,25
2680	0,000	105,7	123,37	-3,85	5,44	314,29
2702	0,000	44,1	17,59	-4,09	5,53	26,64
2712	0,000	89,7	23,27	-19,04	56,04	41,44

Forces in Beam-Elements

Loadcase 48: EEIEMOE -Ex+0.30Ey - EHMEIO 4

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-50,2	16,27	9,71	-20,13	27,00
2178	0,000	-115,7	27,69	26,62	-76,96	45,06
2202	0,000	-145,0	135,82	2,14	-4,65	317,95
2452	0,000	105,6	27,80	4,25	-6,22	36,20
2462	0,000	-19,8	42,48	44,27	-88,37	58,23
2680	0,000	67,8	112,35	2,07	-4,33	290,76
2702	0,000	105,1	18,74	4,66	-6,44	28,35
2712	0,000	52,3	23,64	27,70	-72,39	41,97

USER1

DBVIEW - Datenbankabfrage (V10.57-99)

9/13/08

S E L E C T E D R E S U L T S

Forces in Beam-Elements

Loadcase1000: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]

2162	0,000	-1013,3	-14,92	-16,05	12,60	-12,86
2178	0,000	-784,2	4,98	31,90	-36,28	5,28
2202	0,000	-392,1	1,73	-6,96	5,70	-2,68
2452	0,000	-300,9	-0,04	0,57	-1,08	-0,28
2462	0,000	-214,5	-2,53	-3,21	-9,46	-2,07
2680	0,000	-733,1	4,74	20,69	-18,84	14,06
2702	0,000	-172,0	-2,77	-1,75	0,70	-2,65
2712	0,000	-981,9	8,81	-25,19	5,87	7,72

Forces in Beam-Elements

Loadcase1011: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-579,2	-12,03	22,08	-57,33	-14,05
2178	0,000	-553,6	-5,21	97,52	-262,68	-11,51
2202	0,000	-152,3	-28,27	7,00	-15,20	-73,96
2452	0,000	-168,1	-6,96	15,19	-21,57	-9,06
2462	0,000	-167,9	-15,59	156,36	-301,35	-19,55
2680	0,000	-550,7	-46,14	22,38	-28,05	-103,82
2702	0,000	-36,2	-6,17	14,37	-20,69	-8,42
2712	0,000	-694,2	-1,07	69,87	-224,87	-7,02

Forces in Beam-Elements

Loadcase1012: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-614,3	-2,51	18,69	-51,09	1,79
2178	0,000	-610,5	14,68	89,36	-240,32	20,82
2202	0,000	-242,0	39,32	5,47	-13,17	85,76
2452	0,000	-120,9	7,08	15,29	-21,79	9,23
2462	0,000	-175,4	9,66	155,23	-303,09	14,94
2680	0,000	-494,2	37,24	22,59	-28,99	108,68
2702	0,000	11,5	3,21	15,95	-22,87	5,83
2712	0,000	-656,4	12,77	82,18	-251,85	17,63

Forces in Beam-Elements

Loadcase1013: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-551,4	-23,47	5,27	-21,48	-32,90
2178	0,000	-428,8	-28,59	53,83	-126,33	-49,23
2202	0,000	-91,0	-109,67	1,53	-5,24	-265,39
2452	0,000	-261,3	-23,51	4,76	-6,70	-30,69
2462	0,000	-137,7	-44,47	46,79	-91,53	-59,40
2680	0,000	-575,7	-140,31	14,63	-14,55	-348,12
2702	0,000	-165,2	-17,28	1,22	-2,67	-25,32
2712	0,000	-691,1	-17,46	-6,61	-26,31	-36,09

Forces in Beam-Elements

Loadcase1014: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-562,6	-23,76	-12,52	15,51	-33,21
2178	0,000	-378,9	-28,73	8,20	12,95	-49,22
2202	0,000	-128,1	-111,89	-4,70	5,32	-269,85
2452	0,000	-294,0	-23,65	-4,09	5,83	-30,95
2462	0,000	-119,2	-43,99	-48,24	86,56	-59,08
2680	0,000	-540,7	-137,63	8,21	-3,93	-344,96
2702	0,000	-228,1	-17,43	-8,47	10,58	-25,56
2712	0,000	-650,6	-17,67	-59,80	116,83	-36,37

Forces in Beam-Elements

Loadcase1015: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-651,7	-3,48	-40,60	72,17	0,75
2178	0,000	-443,9	14,20	-62,73	223,90	20,84
2202	0,000	-365,9	31,95	-15,28	22,05	71,00
2452	0,000	-229,8	6,61	-14,20	19,97	8,39
2462	0,000	-113,9	11,27	-161,56	290,60	16,03
2680	0,000	-377,5	46,11	1,19	6,43	119,07
2702	0,000	-198,2	2,71	-16,37	21,32	5,05
2712	0,000	-521,2	12,06	-95,21	225,41	16,70

USER1

DBVIEW - Datenbankabfrage (V10.57-99)

9/13/08

S E L E C T E D R E S U L T S

Forces in Beam-Elements

Loadcase1016: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-616,7	-13,00	-37,22	65,93	-15,09
2178	0,000	-387,0	-5,69	-54,56	201,53	-11,49

2202	0,000	-276,2	-35,64	-13,75	20,02	-88,72
2452	0,000	-277,0	-7,44	-14,30	20,19	-9,90
2462	0,000	-106,4	-13,97	-160,44	292,33	-18,46
2680	0,000	-434,0	-37,26	0,97	7,37	-93,42
2702	0,000	-245,9	-6,67	-17,95	23,50	-9,21
2712	0,000	-559,1	-1,78	-107,53	252,39	-7,95

Forces in Beam-Elements

Loadcase1017: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-679,6	7,96	-23,80	36,32	19,60
2178	0,000	-568,7	37,58	-19,04	87,54	58,55
2202	0,000	-427,1	113,35	-9,80	12,09	262,43
2452	0,000	-136,6	23,15	-3,76	5,10	30,02
2462	0,000	-144,2	40,16	-51,99	80,77	55,88
2680	0,000	-352,5	140,29	8,94	-7,07	363,38
2702	0,000	-69,3	13,82	-3,22	3,30	21,94
2712	0,000	-524,4	28,45	-18,74	26,84	45,77

Forces in Beam-Elements

Loadcase1018: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-668,3	8,25	-6,01	-0,66	19,91
2178	0,000	-618,6	37,72	26,59	-51,74	58,54
2202	0,000	-390,0	115,58	-3,58	1,53	266,89
2452	0,000	-103,9	23,30	5,08	-7,43	30,28
2462	0,000	-162,6	39,67	43,04	-97,32	55,55
2680	0,000	-387,5	137,61	15,36	-17,69	360,22
2702	0,000	-6,4	13,97	6,48	-9,95	22,18
2712	0,000	-564,9	28,66	34,46	-116,29	46,05

Forces in Beam-Elements

Loadcase1021: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-577,7	-11,88	25,66	-64,02	-13,81
2178	0,000	-551,3	-8,26	107,20	-287,52	-16,37
2202	0,000	-160,0	-16,10	7,88	-16,73	-46,68
2452	0,000	-162,3	-4,59	15,01	-21,34	-5,99
2462	0,000	-166,9	-15,24	155,60	-299,38	-19,06
2680	0,000	-555,6	-60,06	21,54	-26,62	-137,84
2702	0,000	-39,4	-4,50	12,80	-18,55	-5,95
2712	0,000	-689,0	-0,81	59,08	-200,31	-6,60

Forces in Beam-Elements

Loadcase1022: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-612,8	-2,37	22,27	-57,77	2,03
2178	0,000	-608,3	11,63	99,04	-265,16	15,96
2202	0,000	-249,7	51,49	6,35	-14,70	113,04
2452	0,000	-115,1	9,46	15,11	-21,56	12,31
2462	0,000	-174,4	10,01	154,48	-301,12	15,44
2680	0,000	-499,1	23,31	21,76	-27,56	74,65
2702	0,000	8,2	4,88	14,38	-20,74	8,30
2712	0,000	-651,1	13,03	71,39	-227,29	18,04

Forces in Beam-Elements

Loadcase1023: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-551,0	-23,43	6,35	-23,48	-32,83
2178	0,000	-428,2	-29,50	56,73	-133,77	-50,68
2202	0,000	-93,3	-106,03	1,79	-5,70	-257,23
2452	0,000	-259,6	-22,80	4,70	-6,63	-29,77
2462	0,000	-137,4	-44,37	46,56	-90,94	-59,25
2680	0,000	-577,2	-144,48	14,38	-14,12	-358,31
2702	0,000	-166,1	-16,78	0,75	-2,03	-24,58
2712	0,000	-689,5	-17,38	-9,83	-18,96	-35,96

USER1

DBVIEW - Datenbankabfrage (V10.57-99)

9/13/08

S E L E C T E D R E S U L T S

Forces in Beam-Elements

Loadcase1024: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-563,1	-23,80	-13,59	17,51	-33,28
2178	0,000	-379,5	-27,81	5,30	20,38	-47,76
2202	0,000	-125,8	-115,54	-4,96	5,78	-278,02
2452	0,000	-295,7	-24,36	-4,04	5,76	-31,87

2462	0,000	-119,5	-44,09	-48,02	85,97	-59,23
2680	0,000	-539,3	-133,46	8,46	-4,35	-334,78
2702	0,000	-227,1	-17,93	-8,00	9,94	-26,29
2712	0,000	-652,1	-17,75	-56,58	109,47	-36,49

Forces in Beam-Elements

Loadcase1025: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-653,2	-3,63	-44,18	78,86	0,51
2178	0,000	-446,2	17,25	-72,41	248,73	25,69
2202	0,000	-358,2	19,78	-16,16	23,59	43,72
2452	0,000	-235,6	4,23	-14,02	19,75	5,32
2462	0,000	-114,9	10,92	-160,80	288,62	15,53
2680	0,000	-372,6	60,03	2,03	5,00	153,10
2702	0,000	-195,0	1,04	-14,80	19,18	2,58
2712	0,000	-526,5	11,80	-84,43	200,84	16,28

Forces in Beam-Elements

Loadcase1026: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-618,1	-13,14	-40,80	72,62	-15,33
2178	0,000	-389,3	-2,64	-64,24	226,37	-6,64
2202	0,000	-268,5	-47,81	-14,63	21,56	-116,00
2452	0,000	-282,8	-9,81	-14,12	19,97	-12,97
2462	0,000	-107,5	-14,32	-159,68	290,36	-18,96
2680	0,000	-429,1	-23,34	1,81	5,94	-59,40
2702	0,000	-242,6	-8,34	-16,37	21,37	-11,67
2712	0,000	-564,4	-2,04	-96,74	227,82	-8,36

Forces in Beam-Elements

Loadcase1027: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-680,0	7,92	-24,87	38,33	19,52
2178	0,000	-569,4	38,49	-21,94	94,98	60,01
2202	0,000	-424,8	109,71	-10,07	12,55	254,27
2452	0,000	-138,3	22,44	-3,71	5,03	29,10
2462	0,000	-144,5	40,05	-51,76	80,18	55,73
2680	0,000	-351,0	144,45	9,19	-7,49	373,57
2702	0,000	-68,3	13,32	-2,75	2,66	21,20
2712	0,000	-526,0	28,37	-15,51	19,49	45,65

Forces in Beam-Elements

Loadcase1028: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-667,9	8,29	-4,94	-2,66	19,98
2178	0,000	-618,0	36,81	29,49	-59,17	57,09
2202	0,000	-392,3	119,22	-3,31	1,07	275,06
2452	0,000	-102,2	24,01	5,03	-7,36	31,20
2462	0,000	-162,3	39,78	42,81	-96,73	55,70
2680	0,000	-388,9	133,44	15,11	-17,26	350,04
2702	0,000	-7,3	14,47	6,01	-9,31	22,92
2712	0,000	-563,3	28,74	31,23	-108,94	46,17

Forces in Beam-Elements

Loadcase1031: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-579,9	-12,09	20,46	-54,32	-14,16
2178	0,000	-554,7	-3,82	93,16	-251,53	-9,30
2202	0,000	-148,8	-33,79	6,61	-14,51	-86,35
2452	0,000	-170,7	-8,04	15,28	-21,67	-10,46
2462	0,000	-168,4	-15,75	156,70	-302,25	-19,77
2680	0,000	-548,5	-39,79	22,75	-28,68	-88,29
2702	0,000	-34,7	-6,93	15,08	-21,64	-9,54
2712	0,000	-696,6	-1,18	74,73	-235,92	-7,20

USER1

DBVIEW - Datenbankabfrage (V10.57-99)

9/13/08

SELECTED RESULTS

Forces in Beam-Elements

Loadcase1032: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-613,6	-2,45	20,31	-54,10	1,90
2178	0,000	-609,5	13,29	93,71	-251,47	18,61
2202	0,000	-245,5	44,84	5,87	-13,86	98,14
2452	0,000	-118,2	8,16	15,21	-21,69	10,63
2462	0,000	-174,9	9,82	154,89	-302,20	15,16
2680	0,000	-496,5	30,89	22,22	-28,35	93,16

2702	0,000	10,0	3,97	15,25	-21,92	6,95
2712	0,000	-654,0	12,89	77,32	-240,81	17,81

Forces in Beam-Elements

Loadcase1033: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-553,6	-23,69	-0,11	-11,44	-33,27
2178	0,000	-432,4	-23,96	39,30	-89,15	-41,86
2202	0,000	-79,2	-128,11	0,21	-2,95	-306,81
2452	0,000	-270,1	-27,12	5,03	-7,04	-35,36
2462	0,000	-139,2	-45,01	47,94	-94,51	-60,16
2680	0,000	-568,3	-119,21	15,88	-16,68	-296,48
2702	0,000	-160,4	-19,82	3,57	-5,85	-29,06
2712	0,000	-699,0	-17,85	9,60	-63,13	-36,72

Forces in Beam-Elements

Loadcase1034: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-564,8	-23,98	-17,90	25,55	-33,58
2178	0,000	-382,4	-24,10	-6,33	50,13	-41,85
2202	0,000	-116,4	-130,34	-6,02	7,62	-311,27
2452	0,000	-302,8	-27,26	-3,81	5,49	-35,62
2462	0,000	-120,8	-44,53	-47,09	83,58	-59,84
2680	0,000	-533,3	-116,53	9,46	-6,06	-293,32
2702	0,000	-223,3	-19,97	-6,13	7,40	-29,30
2712	0,000	-658,5	-18,06	-43,60	80,01	-37,00

Forces in Beam-Elements

Loadcase1035: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-651,1	-3,42	-38,99	69,16	0,86
2178	0,000	-442,8	12,81	-58,37	212,75	18,62
2202	0,000	-369,4	37,47	-14,88	21,36	83,39
2452	0,000	-227,1	7,69	-14,28	20,08	9,79
2462	0,000	-113,5	11,43	-161,91	291,49	16,25
2680	0,000	-379,7	39,77	0,82	7,06	103,55
2702	0,000	-199,7	3,47	-17,08	22,27	6,17
2712	0,000	-518,9	12,17	-100,07	236,45	16,88

Forces in Beam-Elements

Loadcase1036: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-617,3	-13,06	-38,84	68,94	-15,20
2178	0,000	-388,0	-4,30	-58,92	212,68	-9,28
2202	0,000	-272,7	-41,15	-14,14	20,71	-101,11
2452	0,000	-279,6	-8,51	-14,22	20,09	-11,30
2462	0,000	-106,9	-14,13	-160,09	291,44	-18,68
2680	0,000	-431,8	-30,92	1,35	6,73	-77,90
2702	0,000	-244,4	-7,43	-17,24	22,55	-10,33
2712	0,000	-561,5	-1,89	-102,67	241,35	-8,13

Forces in Beam-Elements

Loadcase1037: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-677,4	8,18	-18,42	26,28	19,97
2178	0,000	-565,1	32,96	-4,51	50,36	51,19
2202	0,000	-438,9	131,80	-8,49	9,80	303,84
2452	0,000	-127,8	26,76	-4,04	5,44	34,69
2462	0,000	-142,6	40,70	-53,14	83,75	56,64
2680	0,000	-359,9	119,19	7,69	-4,94	311,73
2702	0,000	-74,0	16,36	-5,56	6,49	25,69
2712	0,000	-516,5	28,84	-34,94	63,66	46,40

USER1

DBVIEW - Datenbankabfrage (V10.57-99)

9/13/08

SELECTED RESULTS

Forces in Beam-Elements

Loadcase1038: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-666,1	8,47	-0,63	-10,70	20,28
2178	0,000	-615,1	33,10	41,12	-88,92	51,17
2202	0,000	-401,7	134,02	-2,26	-0,77	308,31
2452	0,000	-95,1	26,91	4,80	-7,09	34,95
2462	0,000	-161,1	40,21	41,89	-94,34	56,32
2680	0,000	-394,9	116,51	14,11	-15,56	308,58
2702	0,000	-11,1	16,51	4,13	-6,77	25,93
2712	0,000	-557,0	29,06	18,25	-79,48	46,68

Forces in Beam-Elements
Loadcase1041: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-578,4	-11,95	24,04	-61,00	-13,92
2178	0,000	-552,4	-6,87	102,84	-276,37	-14,15
2202	0,000	-156,5	-21,62	7,49	-16,05	-59,07
2452	0,000	-164,9	-5,67	15,09	-21,45	-7,38
2462	0,000	-167,4	-15,39	155,95	-300,27	-19,28
2680	0,000	-553,3	-53,72	21,91	-27,26	-122,32
2702	0,000	-38,0	-5,26	13,50	-19,51	-7,08
2712	0,000	-691,3	-0,93	63,94	-211,35	-6,79

Forces in Beam-Elements
Loadcase1042: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-612,2	-2,30	23,89	-60,79	2,14
2178	0,000	-607,2	10,24	103,39	-276,31	13,75
2202	0,000	-253,2	57,00	6,75	-15,39	125,43
2452	0,000	-112,4	10,54	15,02	-21,46	13,70
2462	0,000	-173,9	10,17	154,13	-300,22	15,66
2680	0,000	-501,3	16,97	21,38	-26,93	59,13
2702	0,000	6,8	5,64	13,67	-19,78	9,42
2712	0,000	-648,8	13,14	66,53	-216,25	18,23

Forces in Beam-Elements
Loadcase1043: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-553,1	-23,65	0,96	-13,44	-33,20
2178	0,000	-431,7	-24,87	42,20	-96,59	-43,31
2202	0,000	-81,5	-124,47	0,47	-3,41	-298,64
2452	0,000	-268,4	-26,41	4,98	-6,97	-34,44
2462	0,000	-138,9	-44,91	47,71	-93,92	-60,02
2680	0,000	-569,8	-123,38	15,63	-16,25	-306,66
2702	0,000	-161,3	-19,32	3,09	-5,22	-28,33
2712	0,000	-697,4	-17,77	6,37	-55,77	-36,60

Forces in Beam-Elements
Loadcase1044: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-565,2	-24,03	-18,97	27,55	-33,65
2178	0,000	-383,1	-23,19	-9,23	57,56	-40,39
2202	0,000	-114,1	-133,98	-6,28	8,08	-319,43
2452	0,000	-304,5	-27,97	-3,76	5,42	-36,54
2462	0,000	-121,1	-44,63	-46,87	82,99	-59,99
2680	0,000	-531,9	-112,36	9,71	-6,48	-283,13
2702	0,000	-222,3	-20,47	-5,66	6,76	-30,04
2712	0,000	-660,0	-18,14	-40,37	72,66	-37,13

Forces in Beam-Elements
Loadcase1045: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-652,5	-3,56	-42,57	75,85	0,62
2178	0,000	-445,1	15,86	-68,05	237,58	23,48
2202	0,000	-361,7	25,30	-15,77	22,90	56,10
2452	0,000	-232,9	5,31	-14,10	19,85	6,72
2462	0,000	-114,5	11,08	-161,15	289,51	15,75
2680	0,000	-374,9	53,69	1,66	5,64	137,58
2702	0,000	-196,4	1,80	-15,50	20,14	3,70
2712	0,000	-524,1	11,92	-89,28	211,89	16,47

USER1

DBVIEW - Datenbankabfrage (V10.57-99)

9/13/08

S E L E C T E D R E S U L T S

Forces in Beam-Elements
Loadcase1046: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-618,8	-13,21	-42,42	75,63	-15,44
2178	0,000	-390,3	-1,25	-68,60	237,52	-4,42
2202	0,000	-264,9	-53,32	-15,03	22,24	-128,39
2452	0,000	-285,4	-10,89	-14,03	19,87	-14,37
2462	0,000	-107,9	-14,48	-159,33	289,46	-19,18
2680	0,000	-426,9	-17,00	2,19	5,31	-43,88
2702	0,000	-241,2	-9,10	-15,67	20,41	-12,79
2712	0,000	-566,7	-2,15	-91,88	216,78	-8,55

Forces in Beam-Elements

Loadcase1047: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-677,8	8,14	-19,49	28,28	19,90
2178	0,000	-565,8	33,87	-7,41	57,80	52,64
2202	0,000	-436,6	128,15	-8,75	10,26	295,68
2452	0,000	-129,5	26,05	-3,99	5,37	33,77
2462	0,000	-142,9	40,59	-52,91	83,16	56,49
2680	0,000	-358,4	123,35	7,94	-5,37	321,92
2702	0,000	-73,1	15,86	-5,09	5,85	24,95
2712	0,000	-518,1	28,76	-31,72	56,31	46,28

Forces in Beam-Elements

Loadcase1048: MAX-STN

Elem.	X	N	VY	VZ	MY	MZ
Nr	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2162	0,000	-665,7	8,51	0,44	-12,70	20,35
2178	0,000	-614,4	32,18	44,02	-96,35	49,72
2202	0,000	-404,1	137,66	-2,00	-1,23	316,47
2452	0,000	-93,4	27,62	4,75	-7,02	35,87
2462	0,000	-160,8	40,32	41,66	-93,75	56,46
2680	0,000	-396,3	112,34	13,86	-15,14	298,39
2702	0,000	-12,1	17,01	3,66	-6,13	26,67
2712	0,000	-555,4	29,13	15,03	-72,13	46,81

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Αναστασιάδης Κυριάκος
Αντισεισμικές Κατασκευές
Τόμος Ι
Εκδόσεις Ζήτη
Θεσσαλονίκη 1989
2. Γεωργόπουλος Θεοφάνης
Ωπλισμένο Σκυρόδεμα
Έκδοση του ιδίου
Τόμος Α΄
Πάτρα 2004
3. Γεωργόπουλος Θεοφάνης
Ωπλισμένο Σκυρόδεμα
Τόμος Β΄
Έκδοση του ιδίου
Πάτρα 2004
4. Γεωργόπουλος Θεοφάνης
Ωπλισμένο Σκυρόδεμα
Τόμος Γ΄ (Πίνακες Υπολογισμού)
Έκδοση του ιδίου
Πάτρα 2004
5. Καστρινάκης Αντώνης,
Υπολογισμός Κατασκευών
Τόμος ΙΙ
Εκδόσεις Ίων
Αθήνα 2002

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

1. Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000,
Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος,
Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας,
Αθήνα 2001
2. Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος 2000,
Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος,
Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας,
Αθήνα 2001