

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



Πτυχιακή διατριβή

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΡΙΩΡΟΦΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ**

Σιαθάς Γεώργιος

Λεμεσός 2014

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πτυχιακή διατριβή

ΜΕΛΕΤΗ ΤΡΙΩΡΟΦΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ

Σιαθάς Γεώργιος

Επιβλέπων καθηγητής Δρ. Χρύσης Παπαλεοντίου

Λεμεσός 2014

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Σιαθάς Γεώργιος, 2014

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής διατριβής από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Δρ. Χρύση Παπαλεοντίου για την πολύτιμη και ουσιαστική βοήθεια που μου πρόσφερε, καθώς και για το χρόνο που μου αφιέρωσε. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ιδιοκτήτες της κατοικίας όπου με βοήθησαν και μου έδωσαν την έγκριση τους για να κάνω την πτυχιακή μου στο δικό τους σπίτι.

Περίληψη

Το κτήριο το οποίο μελετάμε υπάρχει ήδη, το συναντάμε στην επαρχία Λευκωσίας και αποτελείται από δύο ορόφους από οπλισμένο σκυρόδεμα και ένα μικρό μέρος από μεταλλικό. Η ποιότητα του σκυροδέματος που χρησιμοποιήσαμε είναι ένα C16/20 και ποιότητα χάλυβα C. Στο ισόγειο συνολικά αποτελείται από 25 υποστυλώματα και 53 δοκούς. Ο δεύτερος όροφος αποτελείται από 15 υποστυλώματα και από 41 δοκούς και ακόμη 6 τοιχία, όπου θα τοποθετηθεί ο ανελκυστήρας. Καθώς, στο κτήριο υπάρχει μια υπερύψωση 90cm και στο δάπεδο του δεύτερου ορόφου, επειδή υπήρχε υψομετρική διαφορά στην υπάρχουσα πλάκα οροφής του πρώτου ορόφου. Στο νέο όροφο που θα κατασκευαστεί δεν επιθυμούμε να υπάρχει αυτή η υψομετρική διαφορά και έτσι την καλύψαμε με μεταλλική κατασκευή. Τέλος, η υπερύψωση αποτελείται από μεταλλική κατασκευή και οι κύριοι σημαντικοί δοκοί είναι IPE 180 και θα ακολουθήσουν οι δευτερεύουσες IPE 80. Η κατηγορία πλαστιμότητας, που θα είναι μέση και το έδαφος της περιοχής που σχεδιάζεται η υφιστάμενη κατασκευή, θα είναι τύπου D.

Στην παρούσα εργασία έχουν μελετηθεί τα σεισμικά φορτία, σύμφωνα με τον ευρωκώδικα 8, όπως και τα φορτία σεισμού. Όλη η μελέτη που πραγματοποιείται στην παρούσα διπλωματική βασίζεται στους ευρωκώδικες. Έτσι, όλες μας οι πληροφορίες που χρειάζονται για την υλοποίηση προέρχονται από τους ευρωκώδικες σεισμού, φορτίων ανέμου, σταθερών φορτίων και μεταλλικών κατασκευών. Καθώς, χρησιμοποιήθηκαν στο πρόγραμμα STAAD. PRO έτσι για να γίνει ανάλυση της κατασκευής μας και να παρθούν όλα τα αποτελέσματα.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	5
Πίνακας Σχημάτων	9
Πίνακας Πινάκων	10
Εισαγωγή	11
Κεφάλαιο 1	12
1.0 Λίγα λόγια για το κτήριο	12
1.1 Λίγα λόγια για την περιοχή που βρίσκεται η κατασκευή	16
Κεφάλαιο 2	17
2.1 Φορτία	17
2.2 Υπολογισμός φορτίων	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	18
ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΥ	18
3.1 Γενικά	18
3.1.1 Φύση του Φορτίου	18
3.2 Υπολογισμός της πίεσης του ανέμου	19
3.2.1 Πεδίο εφαρμογής	19
3.2.2 Εξωτερική πίεση	19
3.2.3 Εσωτερική πίεση	19
3.2.4 Μέγιστη ανεμοπίεση σε ύψος z	20
3.2.5 Τελική Πίεση	21
3.2.6 Μέση ταχύτητα ανέμου	22
3.3 Δυνάμεις ανέμου	24
3.3.1 Δύναμη ανέμου λόγω πίεσης	24
3.3.2 Δύναμη ανέμου λόγω τριβής	24
3.4 Συντελεστής τραχύτητας και τοπογραφικής διαμόρφωσης	24
3.4.1 Συντελεστής τραχύτητας	24
3.4.2 Συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης	28
3.5 Δυναμικός συντελεστής	29
3.5.1 Τι είναι δυναμικός συντελεστής	29
3.5.2 Αναλυτικός υπολογισμός c_{pe}	30
Κεφάλαιο 4	34
4.1 Σεισμός	34
4.2 Σεισμικοί δραστηριότητα στην Κύπρο	35
4.3 Μέτρα αντιμετώπισης σεισμών στην Κύπρο	36
4.4 Σχεδιασμός κτηρίων	37

4.4.1 Ο Ευρωκώδικας 8	37
4.4.2 Απαιτήσεις επιτελεστικότητας και κριτήρια συμμόρφωσης	38
4.4.3 Κριτήρια συμμόρφωσης	39
4.5 Βασικά στάδια που θα πρέπει να ακολουθούνται στο σχεδιασμό αντισεισμικών κτηρίων	39
4.5.1 Καθορισμός βασικών παραμέτρων	39
4.5.2 Πώς επηρεάζει η κατηγορία πλαστιμότητας τον σχεδιασμό	42
4.5.3 Καθορισμός εδαφικής επιτάχυνσης	43
4.5.4 Δομητικά συστήματα	48
Κεφάλαιο 5	52
5.1 Δράσεις και οριακές καταστάσεις	52
5.2 Συνδυασμοί στην οριακή κατάσταση αστοχίας	53
Κεφάλαιο 6	57
Κώδικας κτηρίου και επεξήγηση του προγράμματος	57
6.1 Κώδικας στο Staad.Pro	57
Συμπεράσματα	97
Βιβλιογραφία	98

Πίνακας Σχημάτων

ΣΧΗΜΑ 1: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΑΠΕΔΟ 2 ΟΡΟΦΟΥ.	12
ΣΧΗΜΑ 2: ΧΑΡΤΗΣ ΘΕΜΕΛΙΩΔΟΥΣ ΒΑΣΙΚΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ	21
ΣΧΗΜΑ 3: ΠΙΕΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ ΣΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	22
ΣΧΗΜΑ 4: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΕΚΘΕΣΗΣ $C_E(Z)$ ΓΙΑ $C_0=1$ ΚΑΙ $K_f=1$	23
ΣΧΗΜΑ 5: $C_s C_D$ ΓΙΑ ΠΟΛΥΩΡΟΦΑ ΚΤΗΡΙΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.	30
ΣΧΗΜΑ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΠΟΥ ΚΑΛΥΠΤΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	33
ΣΧΗΜΑ 7: ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΠΛΑΚΩΝ	34
ΣΧΗΜΑ 8: ΧΑΡΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΚΥΠΡΟΥ	46
ΣΧΗΜΑ 9: ΕΛΑΣΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 8-1	47

Πίνακας Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΚΟΛΟΝΩΝ	13
ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΟΚΩΝ ΟΡΟΦΗΣ	14
ΠΙΝΑΚΑΣ 3 ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΟΚΩΝ 1 ΟΡΟΦΟΥ	15
ΠΙΝΑΚΑΣ 4 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	25
ΠΙΝΑΚΑΣ 5 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΩΝ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΑΘΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	27
ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΓΙΑ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΥΨΟΥΣ L_E	28
ΠΙΝΑΚΑΣ 7. ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .	29
ΠΙΝΑΚΑΣ 8 ΕΠΙΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ, ΨΙ ΚΑΤΑ EC1	40
ΠΙΝΑΚΑΣ 9 :ΑΠΑΤΗΣΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟΝ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ:	42
ΠΙΝΑΚΑΣ 10: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΩΝ Α-C	43
ΠΙΝΑΚΑΣ 11 : ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΩΝ D-E ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ S1 ΚΑΙ S2 ..	44
ΠΙΝΑΚΑΣ 12: ΤΙΜΕΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ	46
ΠΙΝΑΚΑΣ 13: ΤΙΜΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΦΑΣΜΑ ΤΥΠΟΥ 1	47
ΠΙΝΑΚΑΣ 14: ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 15: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑΣ	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 16: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑΣ	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 17: ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΥΦ	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 18 ΕΠΙΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ, ΨΙ ΚΑΤΑ EC1	55

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια τα κράτη που υπάγονται στην ευρωπαϊκή ένωση έχουν δημιουργήσει τους ευρωκώδικες. Το κάθε κράτος μέλος της ευρωπαϊκής ένωσης έχει δημιουργήσει τους ευρωκώδικες, και τα δικά του προσαρτήματα όπου τα χρησιμοποιούν οι πολιτικοί μηχανικοί. Οι ευρωκώδικες συνολικά είναι δέκα τόμοι. Μέσα σε αυτούς τους δέκα τόμους, ο κάθε τόμος καλύπτει ένα μέρος των σχεδιασμών ενός κτηρίου.

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο μελέτης ένα υφιστάμενο κτήριο, το οποίο έχει σχεδιαστεί πριν την ίδρυση (Καθορισμός) Ευρωκώδικων. Θα είναι ο επανασχεδιασμός του κτηρίου σύμφωνα με τους ευρωκώδικες. Ο Ευρωκώδικας 0 όπου είναι γενικά η βάση σχεδιασμού φερουσών κατασκευών, ο Ευρωκώδικας 1 όπου γενικά μιλά για τις δράσεις της φέρουσας κατασκευής, ο Ευρωκώδικας 2 όπου γενικά είναι για το σχεδιασμό φερουσών κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα, ο Ευρωκώδικας 3 όπου γενικά είναι για το σχεδιασμό φερουσών κατασκευών από χάλυβα, ο Ευρωκώδικας 4 όπου είναι για σχεδιασμό σεισμικών φερουσών κατασκευών, ο Ευρωκώδικας 8 όπου είναι για τον αντισεισμικό σχεδιασμό φερουσών κατασκευών.

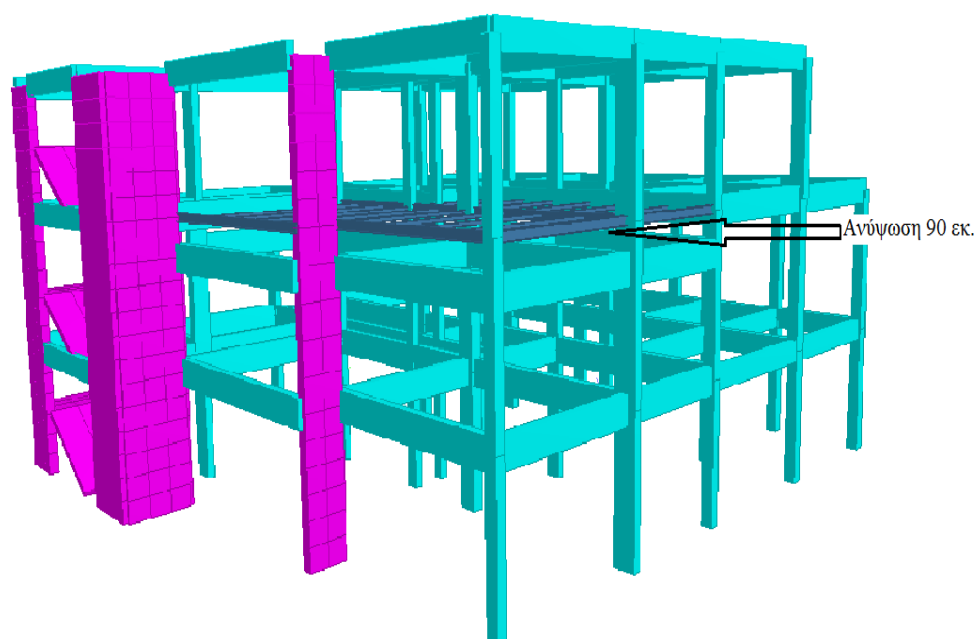
Ο σχεδιασμός του κτηρίου θα γίνει με το πρόγραμμα STAAD. PRO έτσι ώστε να βρεθούν οι δράσεις στο κτήριο.

Κεφάλαιο 1

1.0 Λίγα λόγια για το κτήριο

Το κτήριο το οποίο μελετάμε είναι υφιστάμενη κατασκευή και βρίσκεται στην επαρχία Λευκωσίας. Είναι ένα κτήριο που αποτελείται από το ισόγειο και 2 ορόφους, είναι μια κατασκευή που αποτελείται κυρίως από οπλισμένο σκυρόδεμα και ένα μικρό μέρος από μεταλλικό. Όσον αφορά την ποιότητα του σκυροδέματος που χρησιμοποιήθηκε είναι C16/20 και ποιότητα χάλυβα C. Το ισόγειο συνολικά αποτελείται από 25 υποστυλώματα, 46 δοκούς, ο πρώτος όροφος αποτελείται από 27 υποστυλώματα και 53 δοκούς. Ο δεύτερος όροφος αποτελείται από 15 υποστυλώματα και αποτελείται από 41 δοκούς, ακόμη αποτελείται από 6 τοιχία. Επίσης, στο κτήριο υπάρχει μια υπερύψωση 90 εκατοστών στο δάπεδο του 2 ορόφου για το λόγο ότι υπήρχε υψομετρική διαφορά στην υφιστάμενη πλάκα οροφής του πρώτου ορόφου και έτσι στο νέο όροφο, ο οποίος θα ανεγερθεί χρειαζόταν να μην υπάρχει αυτή η υψομετρική διαφορά και έτσι αυτή η υψομετρική διαφορά καλύφθηκε με μεταλλική κατασκευή. Η υπερύψωση αποτελείται από μεταλλική κατασκευή οι κύριοι δοκοί θα είναι IPE180 και οι δευτερεύουσες IPE80. Η κατηγορία πλαστιμότητας θα είναι μέση.

Σχήμα 1: Απεικόνιση ανύψωσης στο δάπεδο 2 ορόφου.



Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι διαστάσεις των υποστυλωμάτων και δοκών.

Πίνακας 1: Κατάλογος κολόνων

Κατάλογος κολόνων		
A/A	Ονομασία στο πρόγραμμα	Διαστάσεις
K1	16, 216, 233, 305	25×30
K2	23, 223, 232, 306	25×55
K3	25, 229, 231,307	25×30
K4	4, 204	30×30
K5	9, 209, 302	50×30
K6	15, 215,308	20×40
K7	14, 214, 236, 309	20×40
K8	22, 222, 235, 310	30×50
K9	Element	130×20
K10	3, 203	20×35
K11	8, 208, 303	25×40
K12	19, 219, 239 , 312	20×30
K13	21, 221,230, 313	20×30
K14	2, 202	20×50
K15	7, 207, 304	30×40
K16	12, 212, 315	25×40
K17	20, 220	20×45
K19	18, 218, 311	50×20
K20	24, 226, 314	60×20
K21	1, 201	20×40
K22	6, 206	20×45
K23	11, 211	20×40
K24	17, 217	20×45
K27	13, 213, 237	20×35
K28	Element	20×180
K29	Element	180×20
K30	Element	20×180
K31	Element	20×140
K32	Element	20×140
K33	5, 205	30×30
K34	10, 210, 301	30×30

Πίνακας 2: Κατάλογος δοκών οροφής

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΟΚΩΝ ΟΡΟΦΗΣ	
A/A	Διαστάσεις
Δ1	20×60
Δ2	20×60
Δ3	20×60
Δ4	20×60
Δ5	20×60
Δ6	20×60
Δ7	20×60
Δ8	20×60
Δ9	20×60
Δ10	20×60
Δ11	20×60
Δ12	20×60
Δ13	20×60
Δ14	20×60
Δ15	20×60
Δ16	20×60
Δ17	20×60
Δ18	20×60
Δ19	20×60
Δ20	20×60
Δ21	20×60
Δ22	20×50
Δ23	20×50
Δ24	20×50
Δ25	20×50
Δ26	20×50
Δ27	20×50
Δ28	20×50
Δ29	20×50
Δ30	20×50
Δ31	20×50
Δ32	20×50

Πίνακας 3 Κατάλογος δοκών 1 ορόφου

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΟΚΩΝ ΟΡΟΦΗΣ	
A/A	Διαστάσεις
Δ1	20×60
Δ2	20×60
Δ3	20×60
Δ4	20×60
Δ5	20×60
Δ6	20×60
Δ7	20×60
Δ8	20×60
Δ9	20×60
Δ10	20×60
Δ11	20×60
Δ12	20×60
Δ13	20×60
Δ14	20×60
Δ15	20×60
Δ16	20×60
Δ17	20×60
Δ18	20×60
Δ19	20×60
Δ20	20×60
Δ21	20×60
Δ22	20×60
Δ23	20×60
Δ24	20×60
Δ25	20×60
Δ26	20×50
Δ27	20×50
Δ28	20×50
Δ29	20×50
Δ30	20×50
Δ31	20×50
Δ32	20×60
Δ33	20×60
Δ34	20×60
Δ35	20×60
Δ36	20×60

1.1 Λίγα λόγια για τη περιοχή που βρίσκεται η κατασκευή

Όπως αναφέρεται και στο προηγούμενο μέρος το κτήριο που μελετάμε βρίσκεται στη Λευκωσία. Το έδαφος της περιοχής όπου σχεδιάζεται η υφιστάμενη κατασκευή είναι τύπου β.Η βασική ταχύτητα του ανέμου στην Κύπρο είναι 24 m/s . Η περιοχή στην οποία βρίσκεται το κτήριο, είναι μία περιοχή όπου δεν είναι πολύ κοντά το ένα κτήριο με το άλλο, ούτε και υπάρχουν ψηλά κτήρια.

Κεφάλαιο 2

2.1 Φορτία

Αρχικά έθεσα το πάχος της πλάκας με 20 εκ.

- Ειδικό βάρος σκυροδέματος είναι 25 KN/m^3
- Ειδικό βάρος ελαφομπετόν 5 KN/m^3
- Ειδικό βάρος σκρίτ 22 KN/m^3
- Ειδικό βάρος υγρού μόνωσης 22 KN/m^3
- Τελειώματα $2,8 \text{ KN/m}^2$

2.2 Υπολογισμός φορτίων

- Για πλάκα οροφής

Ίδιο βάρος πλάκας $0,2 \times 25 = 5 \text{ KN/m}^2$

Ελαφομπετόν $0,07 \times 5 = 0,35 \text{ KN/m}^2$

Σκρίτ $0,05 \times 22 = 1,1 \text{ KN/m}^2$

Υγρό μόνωσης $0,012 \times 22 = 0,264 \text{ KN/m}^2$

$$G_k = 6.71 \text{ KN/m}^2$$

- Για την πλάκα ισογείου και 1^{ου} ορόφου

Ίδιο βάρος πλάκας $0,2 \times 25 = 5 \text{ KN/m}^2$

Τελειώματα 2.8 KN/m^2

Υγρό μόνωσης $0,012 \times 22 = 0,264 \text{ KN/m}^2$

$$G_k = 7.8 \text{ KN/m}^2$$

Και μεταβλητό και στις τρεις πλάκες $1,5 \text{ KN/m}^2$

Για τον υπολογισμό του φορτίου στις δοκούς χρησιμοποίησα τους πίνακες Chenry.
Επισυνάπτεται ένα αρχείο EXCEL με όλους τους υπολογισμούς για τα φορτία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΥ

3.1 Γενικά

Όσον αφορά τα φορτία ανέμου παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να τα υπολογίσουμε μέσω των οδηγιών από τον Ευρωκώδικα 1. Τα φορτία σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1, που προκαλούνται λόγω του ανέμου σε διάφορες κατασκευές επηρεάζονται αναλόγως της περιοχής όπου εδράζονται. Επίσης, τα φορτία ανέμου επιβάλλονται είτε σε ολόκληρη την επιφάνεια της κατασκευής, είτε σε επιμέρους τμήματα των κατασκευών, για να μπορούν να εφαρμοστούν οι οδηγίες αυτές, θα πρέπει οι κατασκευές που θα μελετηθούν να μην υπερβαίνουν τα 200m.

3.1.1 Φύση του Φορτίου

Οι δράσεις όπου προκαλούνται από τον άνεμο κατατάσσονται στις μεταβλητές, και μεταβάλλονται ως προς το χρόνο. Οι δράσεις θεωρείται ότι ασκούνται άμεσα στις εξωτερικές επιφάνειες μιας κατασκευής (κτήριο) και έμμεσα στις εξωτερικές λόγω του πορώδους των υλικών κατασκευής. Σε κάποιες περιπτώσεις εφαρμόζονται και στις εσωτερικές επιφάνειες από τα ανοίγματα (π.χ. πόρτες). Κατά τους υπολογισμούς χρειάζεται να λαμβάνονται υπόψη οι αλλαγές που θα επηρεάσουν την εξωτερική ή εσωτερική πίεση. Αυτές οι αλλαγές μπορούν να δράσουν κατά της κατασκευής και να αλλάξουν την επιφάνεια υπολογισμού των φορτίσεων. Όταν μία επιφάνεια δρα σε αυτή, άνεμος με παράλληλη κατεύθυνση με αυτή, τότε αναπτύσσονται δυνάμεις τριβής όπου σε μερικές περιπτώσεις να είναι και αρκετά σημαντικές. Η επίδραση του ανέμου στην απόκριση μιας κατασκευής, εξαρτάται από το μέγεθος, το σχήμα και τα δυναμικά χαρακτηριστικά της κατασκευής. Ο άνεμος θεωρείται ότι δρα σαν το σύνολο μιας στατικής και μιας δυναμικής έντασης η οποία όμως, δυναμική ένταση, στις περισσότερες κατασκευές είναι αμελητέα. Όμως, οι εύκαμπτες κατασκευές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό, λόγω της δυναμικής επιρροής σε αυτά από την τυρβώδη ροή του ανέμου.

Συμφώνα με τα πιο πάνω κατά τον σχεδιασμό μίας κατασκευής εξετάζουμε:

- Τις μεταβαλλόμενες δυνάμεις, που προκαλούνται λόγω της κίνησης της κατασκευής από τη δράση του ανέμου.

- Τον τυρβώδη άνεμο ο οποίος δρα σε ολόκληρη την κατασκευή ή σε κάποιο τμήμα της.
- Τις μεταβαλλόμενες δυνάμεις και τις μεταβαλλόμενες πιέσεις που προκαλούνται στην υπήνεμη πλευρά της κατασκευής.

3.2 Υπολογισμός της πίεσης του ανέμου

3.2.1 Πεδίο εφαρμογής

Στην παράγραφο αυτή, πιο συγκεκριμένα, η πίεση του ανέμου αναφέρεται σε δύσκαμπτες κατασκευές και έτσι αγνοούνται οι ταλαντώσεις συντονισμού που προκαλούνται από τον άνεμο. Η τελική πίεση που ασκείται σε μια κατασκευή από τον άνεμο είναι αποτέλεσμα της διαφοράς της εξωτερικής και της εσωτερικής πίεσης αυτής.

3.2.2 Εξωτερική πίεση

Η πίεση του ανέμου στις εξωτερικές επιφάνειες των κατασκευών και η οποία δρα κάθετα σε αυτές, υπολογίζεται από τη σχέση :

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

όπου :

w_e = η πίεση του ανέμου στην εξωτερική επιφάνεια

$q_p(z_e)$ = η πίεση ταχύτητας αιχμής

z_e = το ύψος αναφοράς για την εξωτερική πίεση

3.2.3 Εσωτερική πίεση

Η πίεση του ανέμου στις εσωτερικές επιφάνειες των κατασκευών και η οποία

δρα κάθετα σε αυτές, υπολογίζεται από τη σχέση :

$$w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi}$$

όπου :

w_i = η πίεση του ανέμου στην εσωτερική επιφάνεια

$q_p(z_i)$ = η πίεση ταχύτητας αιχμής

z_i = το ύψος αναφοράς για την εσωτερική πίεση

$c_{pe} = 0$ συντελεστής εσωτερικής πίεσης

3.2.4 Μέγιστη ανεμοπίεση σε ύψος z

Η μέγιστη ανεμοπίεση συμπεριλαμβάνει τη μέση και βραχυπρόθεσμη διακύμανση του ανέμου μικρής διάρκειας, η οποία υπολογίζεται από τη σχέση :

$$q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * 1/2 * \rho * V_m^2(z) = c_e(z) * q_b = c_e(z) * 1/2 * \rho * V_b^2$$

όπου:

ρ = η πυκνότητα του αέρα. Εξαρτάται από τη θερμοκρασία, το υψόμετρο και τη βαρομετρική πίεση, που αναμένονται σε κάποια περιοχή κατά τη διάρκεια ανεμοθύελλας και ισούται με $1,25 \text{ kg/m}^3$.

$I_v(z)$ = η ένταση στροβιλισμού σε ύψος z.

$c_e(z)$ = ο συντελεστής έκθεσης που ισούται με $[q_p(z)/q_b]$

q_b = η βασική πίεση που ισούται με $[1/2 * \rho * v_b^2]$

v_b = η βασική ταχύτητα του ανέμου, που ορίζεται ως συνάρτηση της διεύθυνσης του ανέμου και της εποχής του έτους, σύμφωνα με τη σχέση $v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0}$

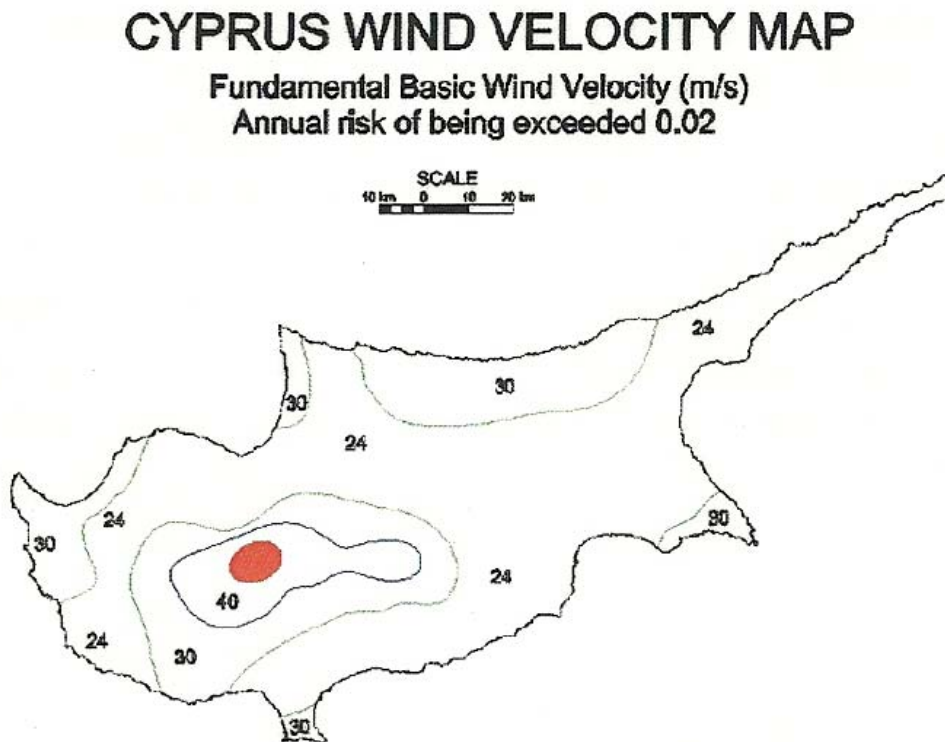
$v_{b,0}$ = η θεμελιώδης τιμή της βασικής ταχύτητας του ανέμου, η οποία είναι η χαρακτηριστική μέση ταχύτητα του ανέμου 10 λεπτών, ανεξάρτητα από τη διεύθυνσή του και την εποχή του έτους, στα 10m πάνω από το έδαφος κατηγορίας II.

όπου:

c_{dir} = ο συντελεστής διεύθυνσης που ισούται με 1,00

c_{season} = ο συντελεστής εποχής που ισούται με 1,00

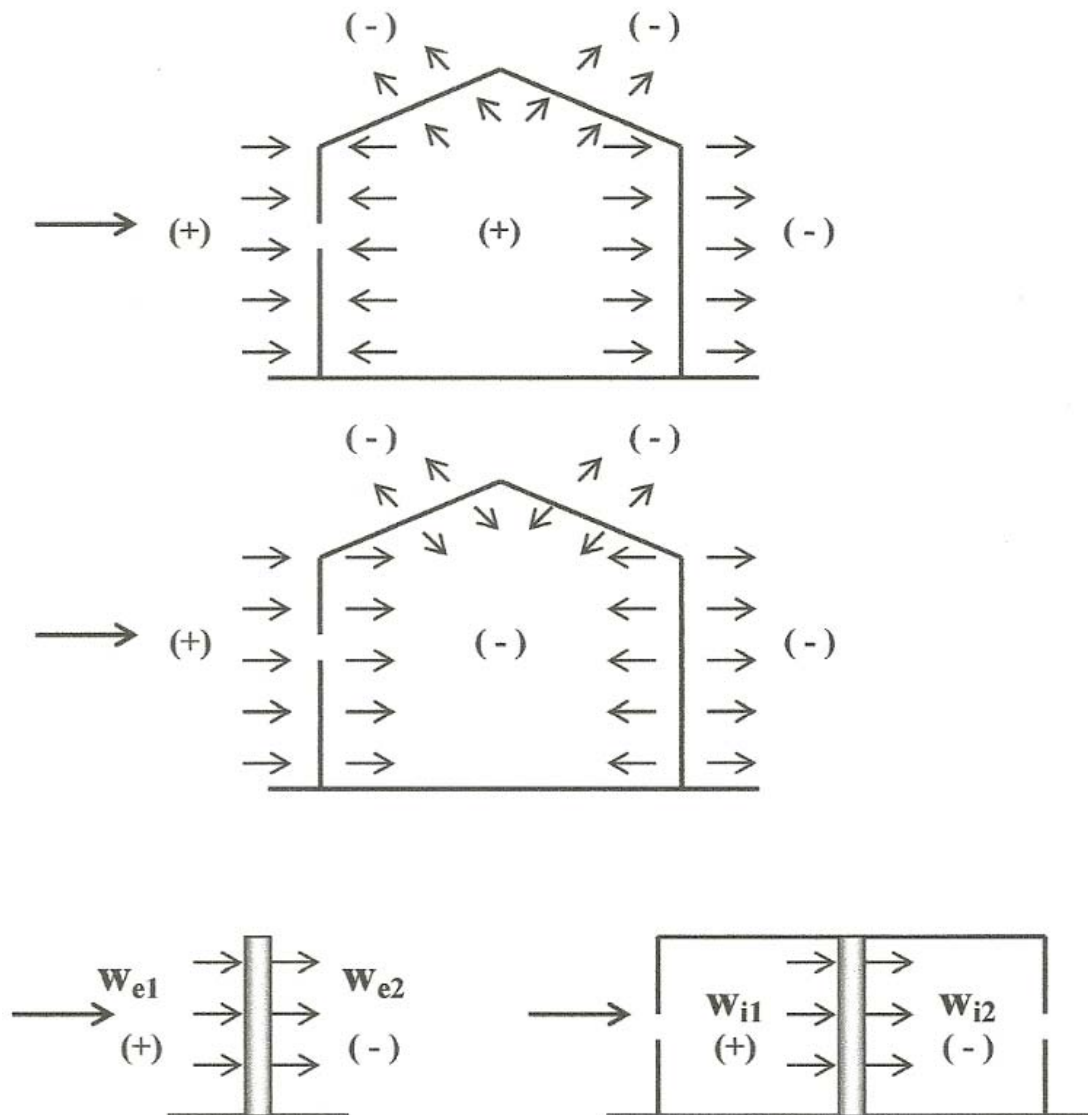
Σχήμα 2: Χάρτης Θεμελιώδους βασικής ταχύτητας του ανέμου στην Κύπρο



3.2.5 Τελική Πίεση

Η τελική πίεση προκύπτει από τη διαφορά της εξωτερικής και της εσωτερικής πίεσης, που ασκούνται στις επιφάνειες των κατασκευών. Έτσι, η πίεση που έχει φορά προς την επιφάνεια χαρακτηρίζεται ως θετική, ενώ η πίεση που απομακρύνεται από την επιφάνεια χαρακτηρίζεται ως αρνητική .

Σχήμα 3: Πίεση του ανέμου σε επιφάνεια κατασκευής



3.2.6 Μέση ταχύτητα ανέμου

Η μέση ταχύτητα του ανέμου $v_m(z)$, σε ύψος z πάνω από το έδαφος, εξαρτάται από την τραχύτητα του εδάφους και την τοπογραφική διαμόρφωση και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

όπου:

$c_r(z)$ = ο συντελεστής τραχύτητας

$c_0(z)$ = ο συντελεστής αναγλύφου

Η ένταση στροβιλισμού $I_v(z)$ σε ύψος z πάνω από το έδαφος, υπολογίζεται από τις σχέσεις:

$$\text{για } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \Rightarrow I_v(z) = k_i / [c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)]$$

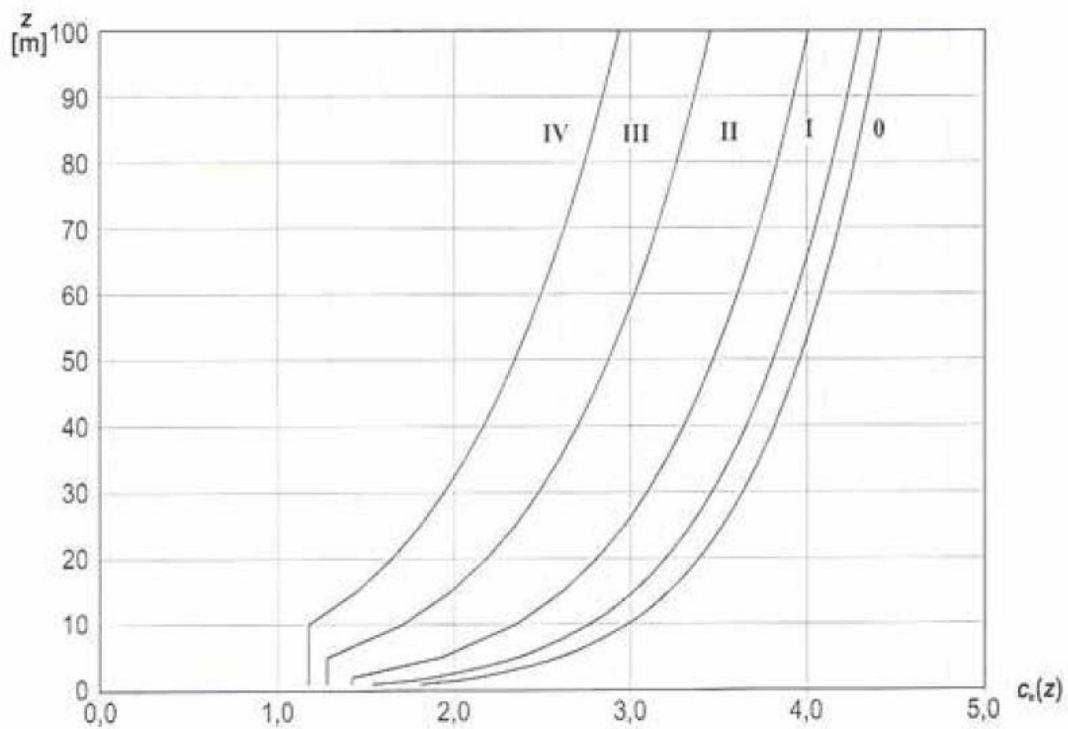
$$\text{για } z < z_{\min} \quad I_v(z) = I_v(z_{\min})$$

όπου:

k_i = ο συντελεστής στροβιλισμού που ισούται με 1,00

Για επίπεδο έδαφος όπου $c_o(z)=1,00$ ο συντελεστής έκθεσης $c_e(z)$ δίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί, συναρτήσει του ύψους z πάνω από το έδαφος αλλά και της κατηγορίας εδάφους.

Σχήμα 4: Διάγραμμα συντελεστή έκθεσης $c_e(z)$ για $c_o=1$ και $K_t=1$



3.3 Δυνάμεις ανέμου

3.3.1 Δύναμη ανέμου λόγω πίεσης

Η δύναμη αέρος λόγω πίεσης που δρα σε μία κατασκευή υπολογίζεται με το άθροισμα των δυνάμεων που ασκούνται στην κατασκευή ή από το σύνολο των δυνάμεων. Υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$F_w = c_{sd} * c_f * q_p(z_e) * A_{ref} \quad \& \quad F_w = c_{sd} * \Sigma c_f * q_p(z_e) * A_{ref}$$

Όπου:

c_{sd} = ο δυναμικός συντελεστής

c_f = ο συντελεστής δύναμης για την κατασκευή ή το τμήμα της

$q_p(z_e)$ = η πίεση ταχύτητας αιχμής σε ύψος αναφοράς z

A_{ref} = η επιφάνεια αναφοράς της κατασκευής ή του τμήματός της και αποτελεί την προβολή

3.3.2 Δύναμη του ανέμου λόγω τριβής

Σε μεγάλες κατασκευές που αποτελούνται από μεγάλες επιφάνειες και ο άνεμος έχει παράλληλη φόρα με αυτές αναπτύσσονται δυνάμεις τριβής, όπου σε κάποιες περιπτώσεις είναι πολύ σημαντικές και επηρεάζουν σημαντικά την κατασκευή.

$$F_{fr} = c_{fr} * q_p(z_e) * A_{fr}$$

Όπου:

c_{fr} = ο συντελεστής τριβής

A_{fr} = η εξωτερική επιφάνεια τριβής παράλληλα προς τον άνεμο

Οι δυνάμεις της τριβής του ανέμου δε λαμβάνονται υπόψη όταν η επιφάνεια, η οποία σαρώνεται από άνεμο παράλληλο προς αυτήν, είναι ίση ή μικρότερη από το $\frac{1}{4}$ του συνολικού εμβαδού των εξωτερικών επιφανειών της κατασκευής, που είναι κάθετες στον άνεμο (προσήνεμες και υπήνεμες).

3.4 Συντελεστής τραχύτητας και τοπογραφικής διαμόρφωσης

3.4.1 Συντελεστής τραχύτητας

Ο συντελεστής τραχύτητας εξαρτάται και επηρεάζεται από τη μέση ταχύτητα του ανέμου στην περιοχή, όπου θα ανεγερθεί και από την τραχύτητα του εδάφους. Η

τραχύτητα εδάφους εξαρτάται από τα εμπόδια γύρω από την εξεταζόμενη περιοχή και την πυκνότητα των εμποδίων και το ύψος.

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) \text{ για } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} = 200\text{m}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{\min}) = k_r \cdot \ln(z_{\min}/z_0) \text{ για } z \leq z_{\min}$$

όπου :

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07}$$

z_0 = το μήκος τραχύτητας σε m

$z_{0,II}$ = 0,05m για κατηγορία εδάφους II

z_{\min} = το ελάχιστο ύψος

z_{\max} = το μέγιστο ύψος ίσο προς 200m

Οι παράμετροι z_0 (m) και z_{\min} (m) δίνονται στον πίνακα 1 που ακολουθεί συναρτήσει της τραχύτητας του εδάφους.

Για να ισχύουν οι παραπάνω σχέσεις πρέπει να τηρούνται τα παρακάτω

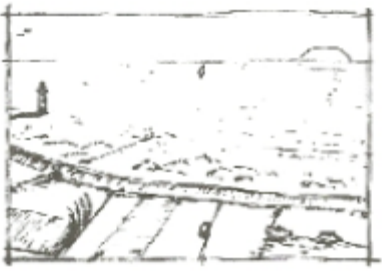



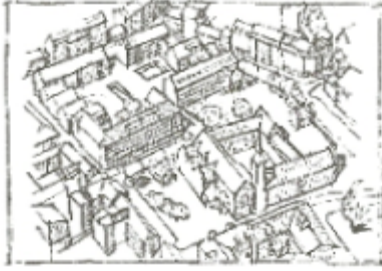
- Το έδαφος στη διεύθυνση του ανέμου να έχει ομοιόμορφη τραχύτητα σε αρκετά μεγάλο μήκος
- Σε περίπτωση αμφιβολίας ως προς την τραχύτητα του εδάφους, ιδίως σε περιπτώσεις όπως π.χ. όταν στις διάφορες διευθύνσεις γύρω από το κτίριο ισχύουν διαφορετικές τραχύτητες εδάφους ή όταν πάνω σε μια διεύθυνση αλλάζει η τραχύτητα του εδάφους, συνιστάται να λαμβάνεται η δυσμενέστερη, δηλαδή η μικρότερη.
- Επίσης, αν η απόσταση της κατασκευής από την πλησιέστερη αλλαγή της τραχύτητας του εδάφους είναι μικρότερη από 2km από το πιο λείο έδαφος με τραχύτητα I και 1km από το πιο λείο έδαφος με τραχύτητα II ή III, τότε στην έναντι διεύθυνση λαμβάνεται η κατηγορία με την μικρότερη τραχύτητα.

Πίνακας 4 Κατηγορίες εδάφους και αντίστοιχες παράμετροι

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ	z_0 (m)	z_{\min} (m)
-------------------	-----------	----------------

0	Θάλασσα ή παράκτια περιοχή εκτεθειμένη σε ανοικτή θάλασσα	0,003	1
I	Λίμνες ή επίπεδες και οριζόντιες περιοχές με αμελητέα βλάστηση και χωρίς εμπόδια	0,01	1
II	Περιοχή με χαμηλή βλάστηση όπως γρασίδι και μεμονωμένα εμπόδια (δέντρα, κτήρια) με απόσταση τουλάχιστον 20 φορές το ύψος των εμποδίων	0,05	2
III	Περιοχή με κανονική κάλυψη βλάστησης ή με κτήρια ή με μεμονωμένα εμπόδια με μέγιστη απόσταση το πολύ 20 φορές το ύψος των εμποδίων (π.χ. χωριά, προάστια, μόνιμα δάση)	0,3	5
IV	Περιοχή όπου τουλάχιστον το 15% της επιφάνειας καλύπτεται με κτήρια και το μέσο ύψος τους ξεπερνά τα 15m	1	10

Πίνακας 5 Απεικονίσεων τραχύτητας κάθε κατηγορίας εδάφους

	<p>Κατηγορία εδάφους 0 Θάλασσα, παράκτια περιοχή εκτεθειμένη σε ανοικτή θάλασσα.</p>
	<p>Κατηγορία εδάφους I Λίμνες ή περιοχή με αμελητέα βλάστηση και χωρίς εμπόδια.</p>
	<p>Κατηγορία εδάφους II Περιοχή με χαμηλή βλάστηση όπως γρασίδι και μεμονωμένα εμπόδια (δέντρα, κτίρια) με απόσταση τουλάχιστον 20 φορές το ύψος των εμποδίων.</p>
	<p>Κατηγορία εδάφους III Περιοχή με κανονική κάλυψη από βλάστηση ή από κτίρια ή από μεμονωμένα εμπόδια με μέγιστη απόσταση το πολύ 20 φορές το ύψος των εμποδίων (χωριά, προάστια, μόνιμα δάση).</p>
	<p>Κατηγορία εδάφους IV Περιοχή στην οποία τουλάχιστον το 15% της επιφάνειας καλύπτεται με κτίρια των οποίων το μέσο ύψος ξεπερνά τα 15m.</p>

3.4.2 Συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης

Ο συντελεστής αναγλύφου είναι μια παράμετρος που λαμβάνει υπόψη την αύξηση της μέσης ταχύτητας του ανέμου που παρατηρείται σε κορυφές των λόφων ή σε κοιλάδες και χαράδρες και ορίζεται ως ο λόγος της μέσης ταχύτητας $v_m(z)$, στην πλαγιά ή την κορυφή του λόφου προς την ταχύτητα στη βάση του λόφου $v_{mf}(z)$ σε επίπεδο έδαφος.

Η μεγαλύτερη αύξηση των ταχυτήτων του ανέμου συμβαίνει κοντά στην κορυφή της πλαγιάς και εκφράζεται μέσω του συντελεστή αυτού, ο οποίος ισούται με :

$$c_o(z) = v_m / v_{mf}$$

Ο συντελεστής αναγλύφου προσδιορίζεται από τις ακόλουθες σχέσεις :

$$c_t = 1 \text{ για } \Phi < 0,05$$

$$c_t = 1 + 2*s*\Phi \text{ για } 0,05 < \Phi < 0,3$$

$$c_t = 1 + 0,6*s \text{ για } \Phi > 0,3$$

όπου :

s = συντελεστής τοπογραφικής θέσης

Φ = η κλίση προς την προσήνεμη πλευρά ($\Phi = H / L_u$)

L_u = το πραγματικό μήκος της προσήνεμης πλαγιάς

L_e = το ενεργό μήκος προς την προσήνεμη πλαγιά που προσδιορίζεται στον πίνακα

4.2

H = το ενεργό ύψος της εδαφικής ανωμαλίας

x = η οριζόντια απόσταση της τοποθεσίας από την κορυφή του λόφου

z = η κατακόρυφη απόσταση της τοποθεσίας από την επιφάνεια του εδάφους

Πίνακας 6: Για τιμές του ενεργού ύψους L_e

Κλίση $\Phi=H/L_u$	
Ελαφρά $0,05<\Phi<0,3$	Απότομη $\Phi>0,3$
$L_e=L_u$	$L_e=H/0,3$

3.5 Δυναμικός συντελεστής

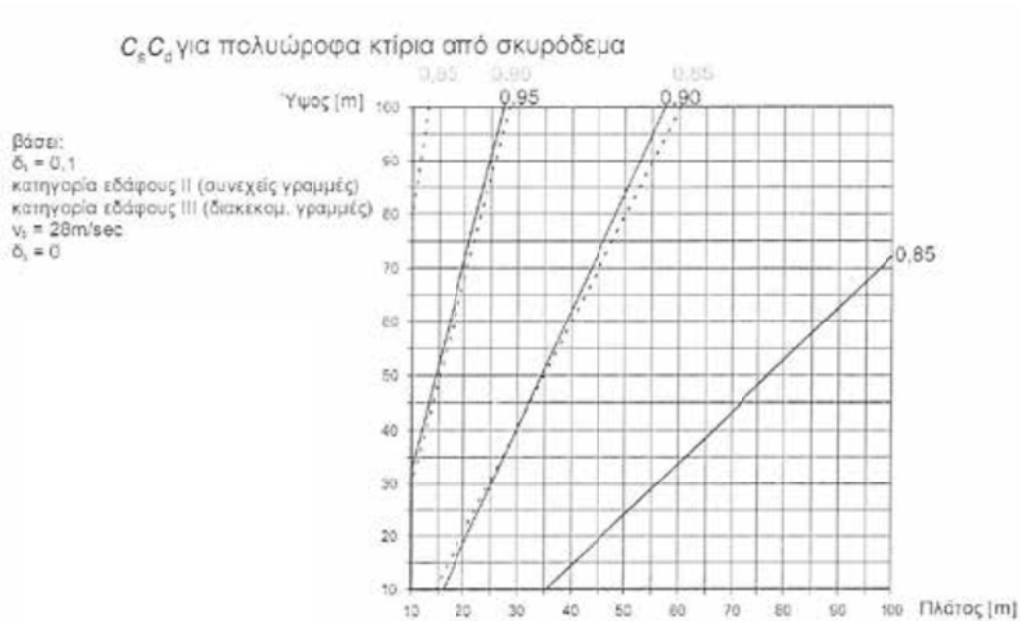
3.5.1 Τι είναι δυναμικός συντελεστής

Ο δυναμικός συντελεστής είναι απαραίτητος για τον υπολογισμό των δυνάμεων του αέρα. Ο συντελεστής αυτός αποτελείται από δυο επιμέρους παραμέτρους, την παράμετρο μεγέθους c_s και τη δυναμική παράμετρο c_d . Ο συντελεστής c_s εισάγεται μιας και η πίεση αιχμής δεν αναπτύσσεται ταυτόχρονα σε όλη την προσβαλλόμενη επιφάνεια, ενώ ο συντελεστής c_d , για να ληφθεί υπόψη η δυναμική απόκριση της κατασκευής. Ο δυναμικός συντελεστής εξαρτάται από τον τύπο της κατασκευής και από το ύψος και το πλάτος της. Χρησιμοποιείται όταν υπολογίζονται συνολικά οι δυνάμεις επί της κατασκευής και κυρίως εφαρμόζεται στις πιέσεις επί των εξωτερικών επιφανειών πολλαπλασιάζοντας τους συντελεστές εξωτερικής πίεσης c_{pe} , αλλά και στις συνολικές δυνάμεις πολλαπλασιάζοντας τους συντελεστές δύναμης. Στην περίπτωση όπου η υπό εξέταση κατασκευή δεν είναι μεγάλων διαστάσεων ή τα δυναμικά φαινόμενα δεν είναι σημαντικά, οι δυο αυτοί συντελεστές λαμβάνονται ως ένας ενιαίος συντελεστής για τον οποίο δίνεται κάποια τιμή, συνήθως ίση με 1,00.

Πίνακας 7. Δυναμικός συντελεστής ανάλογα με το είδος της κατασκευής

Είδος κατασκευής	$c_s c_d$
Κτήρια με ύψος μικρότερο από 15m.	1,0
Στοιχεία πλευρικής επένδυσης & στέγης με ιδιοσυχνότητα μεγαλύτερη των 5Hz.	1,0
Κτήρια με σκελετό και τοίχους με ύψος μικρότερο από 100m και μικρότερο από το 4πλάσιο της διάστασης κατά τη διεύθυνση του ανέμου.	1,0
Καπνοδόχοι κυκλικής διατομής με ύψος μικρότερο από 60m και από το 6,5πλάσιο της διαμέτρου.	1,0
Έργα πολιτικού μηχανικού (εκτός από γέφυρες, καπνοδόχους και κτήρια που αναφέρθηκαν παραπάνω).	Υπολογισμός (βλ. §2.5.2)

Σχήμα 5: $c_s c_d$ για πολυώροφα κτίρια από σκυρόδεμα.



3.5.2 Αναλυτικός υπολογισμός $c_s c_d$

Σε κάποιες περιπτώσεις όπου δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα γραφήματα για τον υπολογισμό του συντελεστή $c_s c_d$, ο υπολογισμός μπορεί να γίνει με την παρακάτω εξίσωση

$$c_s c_d = \frac{1 + 2 * k_p * I_v(z_e) * \sqrt{(B^2 + R^2)}}{1 + 7 * I_v(z_e)}$$

όπου:

k_p = ο συντελεστής αιχμής και ορίζεται ως ο λόγος της μέγιστης τιμής του κυμαινόμενου μέρους της απόκρισης προς την τυπική του απόκλιση.

I_v = η ένταση στροβιλισμού.

z_e = το ύψος αναφοράς,

B^2 = ο συντελεστής υποβάθρου ο οποίος λαμβάνει υπόψη την έλλειψη πλήρους συσχέτισης των πιέσεων στην επιφάνεια κατασκευής.

R^2 = ο συντελεστής απόκρισης συντονισμού ο οποίος λαμβάνει υπόψη το στροβιλισμό σε συντονισμό με την ιδόμορφη ταλάντωση της κατασκευής.

Ο συντελεστής $c_s c_d$ αποτελείται από δύο παραμέτρους όπου υπολογίζονται από τις παρακάτω σχέσεις

$$c_s = [1+7 \cdot I_V(Z_e) \sqrt{B^2}] / [1+7 \cdot I_V(Z_e)]$$

$$c_d = [1+2 \cdot k_p \cdot I_V(z_e) \sqrt{(B^2+R^2)}] / [1+7 \cdot I_V(z_e) \sqrt{B^2}]$$

3.5.2.1 Συντελεστής υποβάθρου B^2

$$B^2 = \frac{1}{1+0,9 \cdot \left[\frac{b+h}{L(z_e)} \right]^{0,63}}$$

όπου:

b = το πλάτος της κατασκευής

h = το ύψος της κατασκευής

$L(z_e)$ = το μήκος στροβιλισμού σε ύψος αναφοράς z_e

Το μήκος στροβιλισμού $L(z_e)$ αντιπροσωπεύει το μέγεθος της μέσης ανεμορριπής για φυσικούς ανέμους. Για ύψος κάτω από 200m, το μήκος στροβιλισμού υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\text{Για } z \geq z_{\min} \Rightarrow L(z) = L_t \cdot (z/z_t)^\alpha$$

$$\text{Για } z < z_{\min} \Rightarrow L(z) = L(z_{\min})$$

Όπου:

L_t = μήκος αναφοράς που ισούται με 300m

z_t = ύψος αναφοράς που ισούται με 200m

$$\alpha = 0,67 + 0,05 \ln(z_0)$$

z_{\min} = το ελάχιστο ύψος που δίνεται στον πίνακα 2

3.5.2.2 Συντελεστής απόκρισης

$$R^2 = (\pi/2\delta) \cdot S_L(z_e, n_{1,x}) \cdot R_h(\eta_h) \cdot R_b(\eta_b)$$

όπου:

δ = η ολική λογαριθμική μείωση της απόσβεσης

S_L = η αδιάστατη συνάρτηση φάσματος πυκνότητας και προκύπτει από τη σχέση :

$$S_L(z,n) = \frac{6,8 \cdot f_L(z,n)}{(1+10,2 \cdot f_L(z,n))^{5/3}}$$

και:

f_L = αδιάστατη συχνότητα για $n = n_{1,x}$ και ισούται με:

$$f_L = \frac{n * L(z)}{V_m(z)}$$

R_h, R_b = οι αεροδυναμικές συναρτήσεις εισόδου οι οποίες, για μια θεμελιώδη ιδιόμορφη, προσδιορίζονται από τις σχέσεις :

$$R_h = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2 * \eta_h} (1 - e^{-2\eta_h}) : R_h = 1 \text{ για } \eta_h = 0$$

$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2 * \eta_b} (1 - e^{-2\eta_b}) : R_b = 1 \text{ για } \eta_b = 0$$

Για:

$$\eta_h = \frac{4,6 * h}{L(z_e)} * f_L(z_e, n_{1,x})$$

$$\eta_b = \frac{4,6 * b}{L(z_e)} * f_L(z_e, n_{1,x})$$

Ο συντελεστής αιχμής k_p υπολογίζεται από τη σχέση :

$$k_p = \max \{ \sqrt{[2 * \ln(v * T)] + 0,6} / [\sqrt{2 * \ln(v * T)}] , 3 \}$$

όπου:

T = η μέση διάρκεια της μέσης ταχύτητας ανέμου και ισούται με

$T = 600s$.

v = η συχνότητα που ισούται με :

$$v = n_{1,x} \sqrt{[R_2 / (B_2 + R_2)]} , v \geq 0,08 \text{ Hz}$$

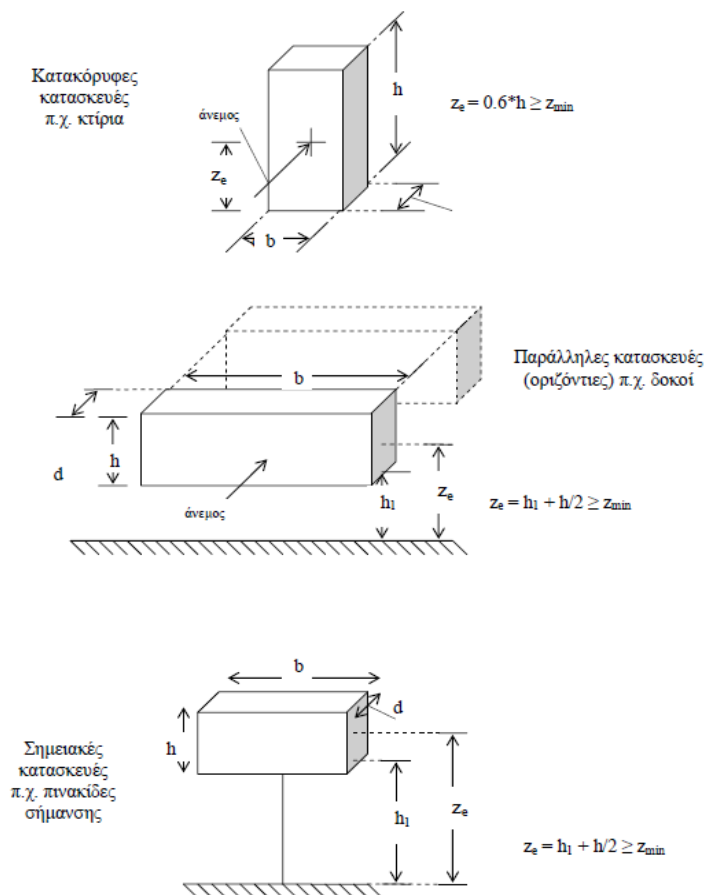
με :

$n_{1,x}$ = η ιδιοσυχνότητα της κατασκευής που υπολογίζεται από το

Σημειώνεται ότι ο περιορισμός του $v \geq 0,08$ Hz ισχύει για συντελεστή αιχμής $k_p = 3,0$.

Σημειώνεται ότι, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο στροβιλισμός που δημιουργείται σε γειτονικές κατασκευές, όπως κτήρια με λόγο $h/d > 4$ και αυτό ισχύει μόνο αν η απόσταση μεταξύ των δυο κτηρίων είναι μεγαλύτερη από το 25πλάσιο της εγκάρσιας, ως προς τον άνεμο, διάστασης του προσήνεμου κτηρίου αλλά και αν η ιδιοσυχνότητα του υπήνεμου κτηρίου ή της..... είναι μεγαλύτερη από 1 Hz.

Σχήμα 6:Κατασκευές που καλύπτονται από τη διαδικασία σχεδιασμού



Κεφάλαιο 4

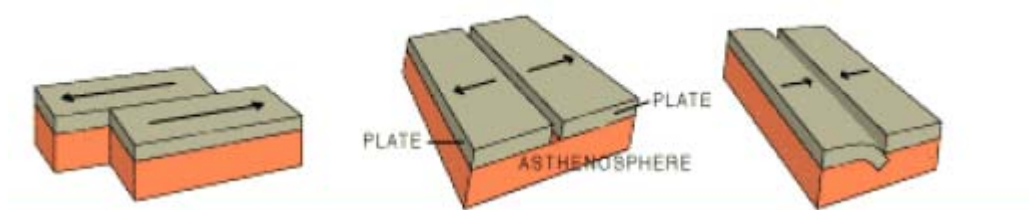
4.1 Σεισμός

Η ανθρωπότητα συμφώνα με την προϊστορία, και από αποσπάσματα από ιστορικούς (Αρχαιολόγους) από τα πανάρχαια χρονιά, υπέφερε από διαφορά φυσικά φαινόμενα, όπου δεν είχαν τις γνώσεις και δεν μπορούσαν ούτε να προβλέψουν αλλά και ούτε να προληφθούν. Και ένα τέτοιο φαινόμενο θεωρείται και ο σεισμός. Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφω τι είναι σεισμός, από τι προκαλείται και ποια η προϊστορία και η σχέση που έχει στο παρόν με την Κύπρο. Καθώς και τα μετρά που πάρθηκαν κατά καιρούς στην Κύπρο για αντιμετώπιση του φαινομένου του σεισμού. Σεισμός είναι η απότομη δόνηση του εδάφους. Καθώς αυτή η εδαφική δόνηση είναι το αποτέλεσμα της διατάραξης της μηχανικής ισορροπίας των πετρωμάτων στο εσωτερικό της γης, λόγω διαφόρων φυσικών αίτιων. Επίσης, ένας άλλος ορισμός, σεισμός είναι η κίνηση του εδάφους που οφείλεται στην απότομη κίνηση των τεκτονικών πλακών της γης.

Είδη μετακινήσεων τεκτονικών πλακών:

- a. Συγκρούσεις ανάμεσα των γειτονικών τεκτονικών πλακών,
- b. Καταστροφή πλακών καθώς βυθίζονται σε ζώνη καταβύθισης
- c. Αποκλίσεις κατά μήκος ωκεάνιων κορυφογραμμών

Σχήμα 7: Μετακίνηση τεκτονικών πλακών



Ο σεισμός είναι ένα από τα πιο απρόβλεπτα φαινόμενα που υπάρχουν. Αναλόγως με το είδος του και την ένταση που θα έχει, είναι και ανάλογες οι υλικές ζημιές που θα προκαλέσει. Στη περίπτωση των υποδομών μπορούν να προκαλέσουν σοβαρούς τραυματισμούς και απώλειες ανθρωπίνων ζωών, ακόμη αυτό εξαρτάται από την απόσταση που θα έχει η υποδομή από το επίκεντρο του σεισμού και σε τι έδαφος εδράζεται. Έτσι αν δεν υπήρχαν τα κτήρια, ίσως ο σεισμός να ήταν κάτι

διασκεδαστικό και ενδιαφέρον. Αλλά επειδή όμως, λόγω του ότι υπάρχουν κατασκευές, ο σεισμός μπορεί να επιφέρει μεγάλες υλικές ζημιές ακόμη και την καταστροφή. Για εμάς τους Πολιτικούς Μηχανικούς είναι σημαντικό και μας ενδιαφέρει η προστασία της ανθρώπινης ζωής και μετά οι υλικές ζημιές που θα υποστεί μια κατασκευή σε περίπτωση σεισμού.

4.2 Σεισμικοί δραστηριότητα στην Κύπρο

- Η Κύπρος είναι ένα νησί με μια πολύ μεγάλη σεισμικότητα και αυτό προκύπτει από διαφορά ιστορικά δεδομένα και διάφορες ιστορικές καταστροφές.
- Η Κύπρος πάσχει από μεγάλη σεισμική δραστηριότητα σε τακτά χρονικά διαστήματα, όπου η σεισμική δράση στην Κύπρο επηρεάζεται από την ύπαρξη του Κυπριακού τόξου. Στην περίπτωση της Κύπρου βρίσκεται πολύ κοντά το Κυπριακό τόξο.
- Λόγω των πιο πάνω, η Κύπρος στο παρελθόν υπέστη αρκετούς σεισμούς από κάποιες αναφορές που έχουν μελετηθεί. Κατά τη διάρκεια της περιόδου 26 π.Χ. και 1900 μ.Χ. έγιναν 16 καταστροφικοί σεισμοί.
- Η Πάφος, η Σαλαμίνα και το Κίτιο (Λάρνακα) είναι κάποια παραδείγματα που μας φανερώνουν το ύψος του προβλήματος του σεισμού, έτσι που αρκετές ήταν οι φορές που καταστράφηκαν και ξαναχτίστηκαν από την αρχή οι πόλεις αυτές.
- Τα πιο ακριβή στοιχεία για τους σεισμούς που συνέβαιναν στην Κύπρο άρχισαν να συλλέγονται το 1896 που τότε τέθηκαν σε εφαρμογή σεισμολογικοί σταθμοί σε χώρες γειτονικές της Κύπρου.
- Ο πρώτος σειсмоγράφος στην Κύπρο τοποθετήθηκε έτσι το σεισμολογικό δίκτυο της Κύπρου αναβαθμίστηκε το 1987 με τη δημιουργία δυο νέων σταθμών στην επαρχία Πάφου και στην επαρχία Αμμοχώστου.
- Ένας σεισμολογικός σταθμός μετά την σεισμολογική καταγραφή, αναλύει τα δεδομένα που συλλέχθηκαν για να τα επεξεργαστεί και να βγάλει κάποια συμπεράσματα όσον αφορά τη σεισμικότητα της περιοχής που εξετάζει.
- Επίσης μέσα στις αρμοδιότητες ενός σεισμολογικού σταθμού είναι η πληροφόρηση του κοινού όσον αφορά τους αισθητούς σεισμούς που σημειώνονται κατά καιρούς.

- Η Κύπρος όπως αναφέραμε πιο πάνω είναι μια περιοχή με εξαιρετικά μεγάλη σεισμικότητα αφού βρίσκεται σε μια σειсмоγόνο ζώνη. Η παραλιακή ζώνη της Κύπρου, είναι η περιοχή με τις μεγαλύτερες επιταχύνσεις εδαφών, και η πιο σεισμόπληκτη.

4.3 Μέτρα αντιμετώπισης σεισμών στην Κύπρο

- Η Κύπρος που είναι μια περιοχή με μεγάλη ευαισθησία στους σεισμούς, είχε από πάντα την ανάγκη αντισεισμικής ενίσχυσης.
- Πριν από περίπου 35 χρόνια άρχισε μια προσπάθεια σεισμικής αναβάθμισής της.
- Αρχικά έγινε το πρώτο βήμα με την ίδρυση της κυπριακής επιτροπής αντισεισμικών μέτρων (ΚΕΑΜ).
- Η κυπριακή επιτροπή αντισεισμικών μέτρων ιδρύθηκε το 1979 και είχε σαν σκοπό τη δημιουργία και εισαγωγή αντισεισμικών μέτρων. Όπου θα είχε σαν αποτέλεσμα την προστασία του ανθρώπου και των κατασκευών από το σεισμό
- Μετά την ίδρυση του ΚΕΑΜ άρχισε πλέον να γίνεται προσπάθεια για να παρθούν αντισεισμικά μέτρα, έτσι ετοιμάστηκε το σχέδιο εγκέλαδος, όπου σε αυτό το σχέδιο ήταν καταχωρημένες όλες οι απαραίτητες κινήσεις που έπρεπε να κάνουν τα αρμόδια όργανα της πολιτείας σε περίπτωση σεισμού.
- Στο σχέδιο εγκέλαδος αναφερόταν στον τρόπο της λήψης αποφάσεων από τις αρμόδιες υπηρεσίες έτσι ώστε να μπορεί η Κύπρος να ανταπεξέλθει στο χάος που θα επικρατεί μετά από ένα πιθανό σεισμό.
- Θεσμοθετήθηκαν πρότυπα για τα δομικά υλικά, ακολούθως το τμήμα γεωλογικής επισκόπησης ετοίμασε το χάρτη σεισμικών ζωνών της Κύπρου.
- Σε αυτό το χάρτη καθορίζονταν οι σεισμικές ζώνες και τα μεγέθη των επιταχύνσεων εδαφών για κάθε σεισμική ζώνη.
- Η Κύπρος χωρίστηκε σε τρεις σεισμικές ζώνες
- Αρχικά τα κτήρια κατασκευάζονταν μόνο για κατακόρυφα φορτία, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη και τα οριζόντια φορτία.
- Το επόμενο βήμα ήταν η συμπερίληψη και των οριζόντιων φορτίων στο σχεδιασμό μίας κατασκευής.
- Το επόμενο βήμα ήταν να παρθούν κάποια αντισεισμικά μετρά. Έτσι, το ΚΕΑΜ σε συνεργασία με την επιτροπή αντισεισμικής μηχανικής του

συνδέσμου πολιτικών μηχανικών και αρχιτεκτόνων Κύπρου, καθόρισαν τα πρώτα αντισεισμικά μέτρα, όπου μπήκαν σε εφαρμογή το 1986.

- Έτσι μετά από τα πρώτα και σύντομα αντισεισμικά μετρά, πραγματοποιήθηκε και ο πρώτος κυπριακός αντισεισμικός κώδικας.
- Τίθεται σε προαιρετική εφαρμογή το 1992, και εφαρμόζεται υποχρεωτικά 1^η Ιανουαρίου 1994.
- Αντικαταστάτης του κυπριακού σεισμικού κώδικα είναι ο Ευρωκώδικας 8.

4.4 Σχεδιασμός κτηρίων

Το 4 μέρος του ευρωκώδικα 8-1 περιλαμβάνει τους γενικούς κανόνες όσον αφορά το σχεδιασμό αντισεισμικών κτηρίων. Επίσης χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τα μέρη 2,3 και ένα μέρος από τα μέρη 5 μέχρι 9.

4.4.1 Ο Ευρωκώδικας 8

- Ο Ευρωκώδικας 8 εφαρμόζεται για το σχεδιασμό και την κατασκευή κτηρίων και άλλων έργων πολιτικής μηχανικής σε περιοχές όπου πάσχουν από σεισμούς.
- Ο Ευρωκώδικας 8 έχει σαν πρώτο μέλημα του σε περίπτωση σεισμού τα κτήρια να υποστούν μη καταστροφικές ζημιές έτσι να μη παρέλθει η κατάρρευσή τους, με αποτέλεσμα να προστατευτούν οι ανθρώπινες ζωές.
- Με τη πραγματοποίηση των οδηγιών του ευρωκώδικα 8, θα έχουμε περιορισμένες υλικές ζημιές, αυτός είναι φυσικά και ο σκοπός του ευρωκώδικα 8
- Στον ευρωκώδικα 8 υπάρχουν διατάξεις οι οποίες εφαρμόζοντας τις επιθυμείς να εξασφαλίσεις ότι τα κτήρια που είναι σημαντικά για την κοινωνία, όπως τα νοσοκομεία και σχολεία θα μπορούν να λειτουργήσουν και μετά από τον σεισμό.
- Η ακατάστατη φύση του σεισμικού γεγονότος καθιστά την επίτευξη των στόχων αυτών μόνο εν μέρει δυνατή και μετρήσιμη, μόνο με ορούς πιθανοτήτων.
- Υπάρχουν κάποιες εξειδικευμένες κατασκευές όπως πυρηνικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής, παράκτιες κατασκευές και μεγάλα φράγματα δεν μπορείς να τα υπολογίσεις μέσω του ευρωκώδικα 8 για το λόγο ότι είναι ειδικές περιπτώσεις.

- Ο Ευρωκώδικας 8 συμπληρώνει ουσιαστικά άλλους κώδικες τους οποίους χρησιμοποιεί ο πολιτικός μηχανικός για το σχεδιασμό μιας κατασκευής.
- Στην περίπτωση μας όμως για το σχεδιασμό αντισεισμικού κτηρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα και μέταλλο συμπληρώνει τους ευρωκώδικες 2 , 3.
- Το μέρος 2 του ευρωκώδικα 8-1 περιέχει τις πιο βασικές απαιτήσεις εκτέλεσης και τα κριτήρια συμμόρφωσης για τα οποία εφαρμόζονται στις κατασκευές.
- Το μέρος 3 του ευρωκώδικα 8-1 δίνει τους κανόνες για την αντιπροσώπευση των σεισμικών δράσεων και για τους συνδυασμούς των σεισμικών δράσεων με αλλά φορτία ή δράσεις.
- Το μέρος 4 του ευρωκώδικα 8-1 περιλαμβάνει γενικούς κανόνες σχεδιασμού κατασκευών.
- Μέρος 5: Ειδικοί κανονισμοί για δομήματα από μπετόν.
- Μέρος 6: Ειδικοί κανονισμοί για δομήματα από χάλυβα.
- Μέρος 7: Ειδικοί κανονισμοί για σύμμεικτες κατασκευές.
- Μέρος: 8 Ειδικοί κανονισμοί για δομήματα από ξύλο.
- Μέρος 9: Ειδικοί κανονισμοί για δομήματα τοιχοποιίας.
- Το μέρος 10 αναφέρεται στη σεισμική μόνωση κτηρίων

4.4.2 Απαιτήσεις επιτελεστικότητας και κριτήρια συμμόρφωσης

- Οι κατασκευές σε σεισμογενείς περιοχές πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζονται οι πιο κάτω απαιτήσεις, η κάθε μια στον κατάλληλο βαθμό αξιοπιστίας.
- Οι κατασκευές πρέπει να εξασφαλίζουν την απαίτηση και την αποφυγή κατάρρευσης.
- Έτσι, θα πρέπει η κατασκευή, να είναι σχεδιασμένη και κατασκευασμένη για να αντέχει τη σεισμική δράση με την οποία έχει σχεδιαστεί , που δέχεται όλη τη διάρκεια της ζωής, χωρίς τοπική η γενική κατάρρευση, με αποτέλεσμα να παρέχει και να διατηρεί τη δομική της ακεραιότητα.
- Υπάρχει επίσης η απαίτηση περιορισμού βλαβών, έτσι οι κατασκευές θα πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται, έτσι ώστε να αντέχουν τη σεισμική δράση, η οποία θα έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να συμβεί από τη σεισμική δράση σχεδιασμού, χωρίς την υπαρξή καταστροφής και χωρίς την υπαρξή άλλων συναφών περιορισμών χρήσεως.

4.4.3 Κριτήρια συμμόρφωσης

- Έτσι, για να ικανοποιηθούν οι πιο πάνω θεμελιώδεις απαιτήσεις, θα πρέπει να εξετάζονται δυο οριακές καταστάσεις αντοχής και καταστάσεις περιορισμού βλαβών.
- Οι οριακές καταστάσεις αντοχής και καταστάσεις περιορισμού, συντρέχοντας με άλλες μορφές κατασκευαστικής αστοχίας, είναι πολύ πιθανόν να παρουσιαστεί πρόβλημα στην ασφάλεια των ανθρώπων.
- Οι καταστάσεις περιορισμού βλαβών είναι εκείνες που σχετίζονται με ζημιές πέραν των οποίων οι καθορισμένες απαιτήσεις λειτουργίας δεν πληρούνται.
- Σε μερικές κατηγορίες κατασκευών όπου βρίσκονται σε περιοχές που έχουν χαμηλό δείκτη σεισμικότητας, τότε επιτρέπεται να μη χρησιμοποιηθούν οι θεμελιώδεις απαιτήσεις του ευρωκώδικα 8-1, θεμελιώδεις απαιτήσεις απλούστερης μορφής.
- Σε περιπτώσεις χαμηλής σεισμικότητας οι οροί του ευρωκώδικα 8-1 δεν είναι απαραίτητο να τηρούνται.
- Στην περίπτωση της Κύπρου είναι απαραίτητο να τηρούνται, για το λόγο ότι σε όλη την περιοχή της Κύπρου επικρατεί έντονη σεισμική δραστηριότητα.

4.5 Βασικά στάδια που θα πρέπει να ακολουθούνται στο σχεδιασμό αντισεισμικών κτηρίων

- Για το σχεδιασμό μιας κατασκευής πρέπει να ακολουθούμε τους κανονισμούς που μας υποδηλώνουν Ευρωκώδικες.
- Αρχικά παίρνουμε πληροφορίες από τον ευρωκώδικα 0 ο οποίος μας υποδεικνύει τις βάσεις σχεδιασμού. Ακολουθώντας από τον ευρωκώδικα 1-1, όπου αυτός μας δίνει τις δράσεις σχεδιασμού, καθώς και από τον κώδικα που αναφέρεται στο υλικό που θα κατασκευαστεί η κατασκευή την οποία μελετάμε.
- Οι κώδικες για υλικά είναι Ευρωκώδικας 2, Ευρωκώδικας 3, Ευρωκώδικας 4, Ευρωκώδικας 5, Ευρωκώδικας 6, Ευρωκώδικας 9

4.5.1 Καθορισμός βασικών παραμέτρων

Αρχικά είναι σημαντικό να γίνει μια συζήτηση μεταξύ του ιδιοκτήτη και της ομάδας μελέτης, και από εδώ και πέρα θα πρέπει να παρθούν αρκετές πληροφορίες που

είναι σχετικές με το έργο και που είναι απαραίτητες για το σωστό σχεδιασμό του δομήματος. Έτσι, για να αποφευχθούν τυχόν λάθη και μία πιο ορθόδοξη μελέτη. Στην Κύπρο για το λόγο ότι έχουμε υψηλή σεισμικότητα, πρέπει να συμβουλευόμαστε και να τηρούμε τις πρόνοιες του ευρωκώδικα 8.

- Επομένως, ο ιδιοκτήτης θα πρέπει να μας δώσει, όσο το δυνατό περισσότερες πληροφορίες γίνεται για την κατασκευή, για την οποία θα σχεδιάσουμε.
- Θα πρέπει να γίνει μια σωστή γεωλογική μελέτη για το οικόπεδο στο οποίο θα ανεγερθεί η κατασκευή, και μια πιο γενική για την όλη περιοχή.
- Θα πρέπει να μιλήσουμε με τον ιδιοκτήτη, για να μας ενημερώσει για ποιο σκοπό θα είναι η κατασκευή, γιατί είναι απαραίτητο να το γνωρίζουμε για να επιλέξουμε σωστά τα φορτία, τα οποία θα φέρει η κατασκευή.
- Από τον Ευρωκώδικα 0 επιλέγουμε την κατηγορία διάρκειας ζωής της κατασκευής. Έτσι, για συνήθεις κατασκευές κατοικιών επιλέγουμε την κατηγορία 4 διάρκειας ζωής 50 χρόνια.
- Εφόσον έχουμε επιλέξει την κατηγορία διάρκειας ζωής επιλέγουμε την κατηγορία χρήσης της κατασκευής από τον ευρωκώδικα 1-1
- Ανάλογα με το είδος της κατασκευής μας, κατοικία, γραφεία επιλέγουμε και την πιο κατάλληλη κατηγορία.
- Όμως, για το ότι επικρατεί μεγάλη αβεβαιότητα στις δράσεις όσο και στα υλικά μας, που χρησιμοποιούμε, είναι αναγκαία η χρήση συντελεστών ασφαλείας.
- Από τον ευρωκώδικα 0 επιλέγουμε τις τιμές των συντελεστών συνδυασμού Ψ
- Ο συντελεστής συνδυασμού Ψ_0 αποσκοπεί στον έλεγχο της οριακής κατάστασης της φέρουσας ικανότητας.
- Οι συντελεστές συνδυασμού δράσεων Ψ_1, Ψ_2 χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της οριακής κατάστασης λειτουργικότητας.
- Καθώς ο συντελεστής Ψ_2 μας δείχνει την πιθανότητα συνύπαρξης του σεισμού με τα κινητά φορτία.

Πίνακας 8 Επιβαλλόμενα φορτία σε κτήρια, Ψ_i κατά EC1

	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Επιβαλλόμενα φορτία σε κτήρια, Ψ_i κατά EC1			

Κατηγορία A: κατοικίες, συνήθη κτήρια κατοικιών	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία B: χώροι γραφείων	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία C: χώροι συνάθροισης	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία D: χώροι καταστημάτων	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία E: χώροι αποθήκευσης	1,0	0,9	0,8
Κατηγορία F: χώροι κυκλοφορίας οχημάτων βάρος οχημάτων $\leq 30\text{kN}$	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία G: χώροι κυκλοφορίας οχημάτων $30\text{kN} < \text{βάρος οχημάτων} \leq 160\text{kN}$	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία H: στέγες	0	0	0
Φορτία χιονιού επάνω σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-3)*			
Φιλανδία, Ισλανδία, Νορβηγία, Σουηδία	0,7	0,5	0,2
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες που βρίσκονται σε υψόμετρο $H > 1000\text{ m}$	0,7	0,5	0,2
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες που βρίσκονται σε υψόμετρο $H \leq 1000\text{ m}$	0,5	0,2	0
Φορτία ανέμου σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Θερμοκρασία (μη-πυρκαγιάς) σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Οι τιμές ψ μπορούν να καθορισθούν από το Εθνικό Προσάρτημα.			

Σύμφωνα με τον πίνακα μας δείχνει κατοικίες που ο συντελεστής Ψ_2 είναι πιο μικρής τάξης από την κατηγορία των καταστημάτων. Επίσης, είναι πολύ λογικό αν παρατηρήσουμε στον πίνακα θα δούμε ότι στον καθορισμό του συντελεστή Ψ_2 και στην κατηγορία D, όπου είναι για καταστήματα, είναι πιο πιθανόν να επιβληθούν στην κατασκευή ο σεισμός και ταυτόχρονα και τα κινητά φορτία.

Η επιλογή κινητών φορτίων είναι ανάλογα με την κατηγορία της κατασκευής μας. Κατά τη διάρκεια ζωής της κατασκευής μας, ασκούνται επάνω σε αυτή διάφορα φορτία όπως το βάρος της, μόνιμα φορτία, κινητά φορτία, φορτία σεισμού, φορτία χιονιού, και διάφορα άλλα είδη φορτίων. Όσον αφορά τα φορτία χιονιού και τα σεισμικά φορτία εξαρτώνται από την περιοχή που θα ανεγερθεί μία κατασκευή. Έτσι, ανάλογα με το τι σχεδιασμό θέλουμε, θεωρούμε και τα ανάλογα φορτία, όπως το ίδιο ισχύει και για τους συνδυασμούς φορτίσεων και έτσι χρησιμοποιούμε τους ανάλογους συνδυασμούς φόρτισης. Και έτσι, αποφασίζουμε τι φορτία θα ασκούνται επάνω στην κατασκευή και θα τα συνδυάσουμε με τη χρήση του κατάλληλου συνδυασμού φόρτισης. Πιο απλά, η κατασκευή μας θα πρέπει, να σχεδιαστεί με ένα τρόπο κατά τον οποίο σε όλη τη διάρκεια ζωής της, να επικρατεί η απαιτούμενη φέρουσα ικανότητα και λειτουργικότητα της.

4.5.2 Πώς επηρεάζει η κατηγορία πλαστιμότητας τον σχεδιασμό

Στον αντισεισμικό σχεδιασμό θέλουμε πλαστιμότητα, για να μπορούν οι δράσεις που ασκούνται λόγω του σεισμού, να παραληφθούν. Έτσι, μπορούμε εμείς να σχεδιάσουμε για δυο κατηγορίες πλαστιμότητας, η μια θα είναι α) κατηγορία πλαστιμότητας υψηλή και β) η κατηγορία επιλογής πλαστιμότητας που επηρεάζει διάφορα άλλα στοιχεία του αντισεισμικού σχεδιασμού. Η αντοχή του σιδήρου και του σκυροδέματος που θα τοποθετηθεί, επηρεάζεται και αυτή με τη σειρά, αναλόγως με τη πλαστιμότητα θα σχεδιαστεί η κατασκευή. Όσον αφορά στον αντισεισμικό σχεδιασμό επιτρέπεται η χρήση κατηγορίας σκυροδέματος μεγαλύτερη από την κατηγορία σκυροδέματος C16/20. Για μέση κατηγορία πλαστιμότητας, ο κώδικας μας επιβάλλει να χρησιμοποιήσουμε ως χαμηλότερη κατηγορία σκυροδέματος C16/20. Για την κατηγορία πλαστιμότητας υψηλή, ο κώδικας μας επιβάλλει να χρησιμοποιήσουμε ως χαμηλότερη κατηγορία σκυροδέματος C20/25.

- Ο οπλισμός όσον αφορά την κατηγορία πλαστιμότητας μέσης, πρέπει να τοποθετήσουμε οπλισμό κατηγορίας B η C.
- Για κατηγορία πλαστιμότητας υψηλή θα χρησιμοποιήσουμε οπλισμό κατηγορίας C.
- Στην Κύπρο θα χρησιμοποιήσουμε και για τις 2 κατηγορίες πλαστιμότητας οπλισμό κατηγορίας C.

Στον πίνακα που παρουσιάζεται πιο κάτω παρουσιάζονται συγκεντρωμένες όλες οι υποδείξεις του Ευρωκώδικα 8-1, οι οποίες αφορούν τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν ανάλογα με την κατηγορία πλαστιμότητας.

Πίνακας 9 :Απαιτήσεις υλικών στον αντισεισμικό σχεδιασμό ανάλογα με την κατηγορία πλαστιμότητας:

Κατηγορία πλαστιμότητας	ΚΠΧ	ΚΠΜ	ΚΠΥ
Κατηγορία σκυροδέματος	-	$\geq C16/20$	$\geq C20/25$

Κατηγορία Χάλυβα σύμφωνα Με Ευρωκώδικα 2- 1-1	B ή C	B ή C	C
Διαμήκειες ράβδοι	-	Μή λείες ράβδοι	Μή λείες ράβδοι
Υπεραντοχή χάλυβα	-	-	$f_{yk,95\%} < 1.25 f_{yk}$

Ταυτόχρονα και ανάλογα με την κατηγορία πλαστιμότητας που θα επιλέγουμε, έχουμε και τους ανάλογους γεωμετρικούς περιορισμούς. Το επίπεδο πλαστιμότητας επηρεάζει και το συντελεστή συμπεριφοράς q , που θα χρησιμοποιήσουμε.

4.5.3 Καθορισμός εδαφικής επιτάχυνσης

Ο καθορισμός της εδαφικής επιτάχυνσης επηρεάζεται από το έδαφος θεμελίωσης της κατασκευής. Ο καθορισμός του εδάφους θεμελίωσης είναι μία από τις πιο σημαντικές παραμέτρους που πρέπει να καθορίσει ο μηχανικός για τον αντισεισμικό σχεδιασμό, για το λόγο του ότι επηρεάζει την εδαφική επιτάχυνση. Υπάρχουν 5 κατηγορίες εδαφών, τα οποία διαχωρίζονται με βάση τη μέση ταχύτητα διατμητικών κυμάτων στα άνω 30 m, εάν είναι διαθέσιμη. Και με διαφορετικό τρόπο διαχωρίζονται με την τιμή NSPT. Επίσης, οι τύποι εδαφών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να υπολογιστεί η επίδραση των τοπικών συνθήκων στη σεισμική δράση. Οι πιο κάτω πίνακες μας δείχνουν τις κατηγορίες εδαφών μαζί με τα χαρακτηριστικά τους.

Πίνακας 10: Κατηγορίες εδαφών A-C

Κατηγορία Εδάφους	Περιγραφή στρωματογραφίας	Παράμετροι		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPPT} (κρούσεις/30 cm)	c_u (kPa)
A	Βράχος ή άλλος βραχώδης γεωλογικός σχηματισμός, που περιλαμβάνει το πολύ 5 m ασθενέστερου επιφανειακού υλικού.	> 800	–	–
B	Αποθέσεις πολύ πυκνής άμμου, χαλίκων, ή πολύ σκληρής αργίλου, πάχους τουλάχιστον αρκετών δεκάδων μέτρων, που χαρακτηρίζονται από βαθμιαία βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων με το βάθος.	360 – 800	> 50	> 250
C	Βαθιές αποθέσεις πυκνής ή μετρίως πυκνής άμμου, χαλίκων ή σκληρής αργίλου πάχους από δεκάδες έως πολλές εκατοντάδες μέτρων.	180 – 360	15 - 50	70 - 250

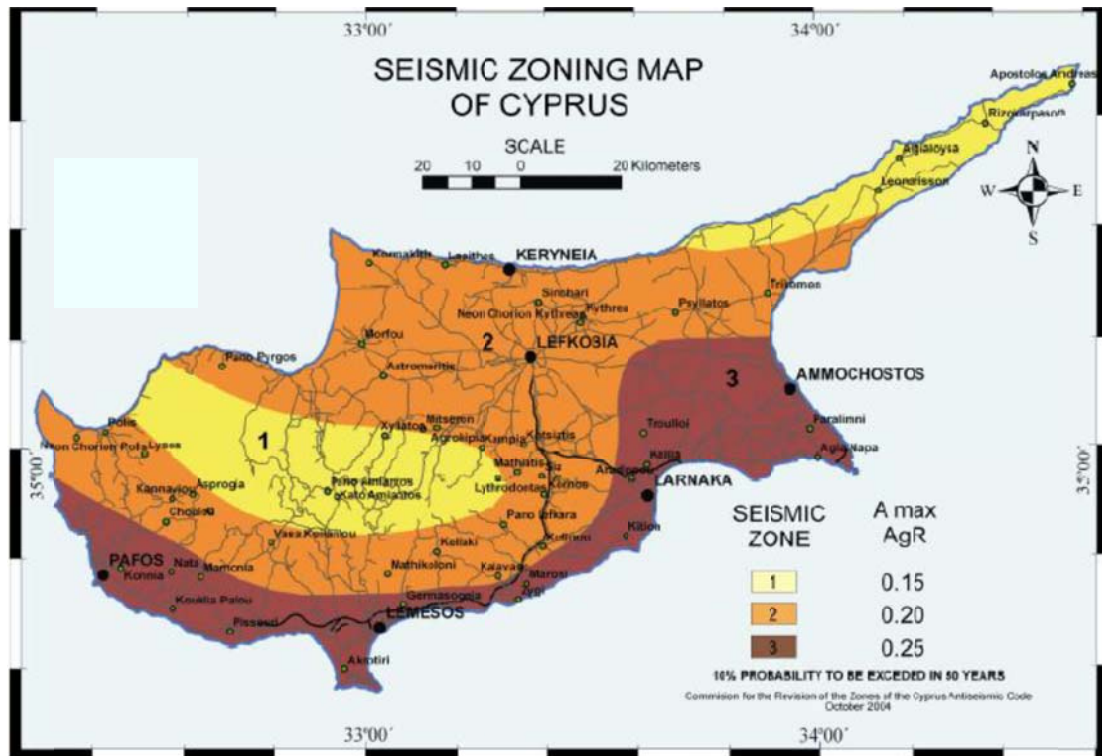
Πίνακας 11 : Κατηγορίες εδαφών D-E καθώς και οι εδαφικοί τύποι S1 και S2

D	Αποθέσεις χαλαρών έως μετρίως χαλαρών μη συνεκτικών υλικών (με ή χωρίς κάποια μαλακά στρώματα συνεκτικών υλικών), ή κυρίως μαλακά έως μετρίως σκληρά συνεκτικά υλικά.	< 180	< 15	< 70
E	Εδαφική τομή που αποτελείται από ένα επιφανειακό στρώμα ύψους με τιμές v_s κατηγορίας C ή D και πάχος που ποικίλλει μεταξύ περίπου 5m και 20m, με υπόστρωμα από πιο σκληρό υλικό με $v_s > 800$ m/s.			
S ₁	Αποθέσεις που αποτελούνται, ή που περιέχουν ένα στρώμα πάχους τουλάχιστον 10 m μαλακών αργίλων/ιλών με υψηλό δείκτη πλαστικότητας ($PI > 40$) και υψηλή περιεκτικότητα σε νερό.	< 100 (ενδεικτικό)	–	10 - 20
S ₂	Στρώματα ρενστοποιησιμων εδαφών, ευαίσθητων αργίλων, ή οποιαδήποτε άλλη εδαφική τομή που δεν περιλαμβάνεται στους τύπους A – E ή S ₁			

- Για ορισμένες τοποθεσίες με εδαφικές συνθήκες εδαφικού τύπου S1 η S2, , απαιτούνται ειδικές μελέτες για τον καθορισμό της σεισμικής δράσης.
- Σε αυτές τις περιπτώσεις για αυτές τις κατηγορίες εδαφών και ειδικότερα για τον εδαφικό τύπο S2, έχουμε πιθανότητα εδαφικής αστοχίας κάτω από την σεισμική δράση, θα πρέπει να παρθεί μετά από υπολογισμούς.
- Επίσης, η τιμή αναφοράς της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης, παίρνεται από τις εθνικές αρχές ανάλογα με τη σεισμική ζώνη που βρίσκεται η κατασκευή μας, και αντιστοιχεί στην τιμή αναφοράς για περίοδο επαναφοράς.
- TNCR για απαιτήσεις αποφυγής κατάρρευσης, 10% πιθανότητα υπέρβασης σε 50 χρόνια.
- Έτσι, για αυτή την περίοδο επαναφοράς καθορίζεται συντελεστής σπουδαιότητας γ_i ίσο με το 1.
- Σε περίπτωση όπου θα σχεδιάσουμε για διαφορετική περίοδο αναφοράς από την πιο πάνω, τότε η εδαφική επιτάχυνση εδάφους σχεδιασμού του εδαφικού τύπου A, a_g ισούται με την επιτάχυνση εδάφους a_{gR} πολλαπλασιασμένη με το συντελεστή σπουδαιότητας γ_i ($a_g = \gamma_i * a_{gR}$).
- Έτσι, για τις περισσότερες από τις εφαρμογές του ευρωκώδικα 8 ο κίνδυνος περιγράφεται σε ορούς μιας απλής παραμέτρου π.χ η τιμή αναφοράς της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης του εδαφικού τύπου A a_{gR} .

Η σεισμική δράση ορίζεται με βάση τη μέγιστη επιτάχυνση στο βράχο, στα μέρη του ευρωκώδικα 8 βρίσκουμε τις απαραίτητες παραμέτρους για τους άλλους τύπους εδάφους. Για κάθε χώρα της ευρωπαϊκής ένωσης εκδόθηκε χάρτης σεισμικού κίνδυνου ο οποίος έλαβε υπόψη την μέγιστη επιτάχυνση σε βραχώδες έδαφος. Στην περίπτωση της Κύπρου ο χάρτης που εκδόθηκε χωρίζεται σε τρεις ζώνες όπως παρουσιάζονται στο πιο κάτω σχήμα.

Σχήμα 8: Χάρτης Σεισμικού Κίνδυνου Κύπρου

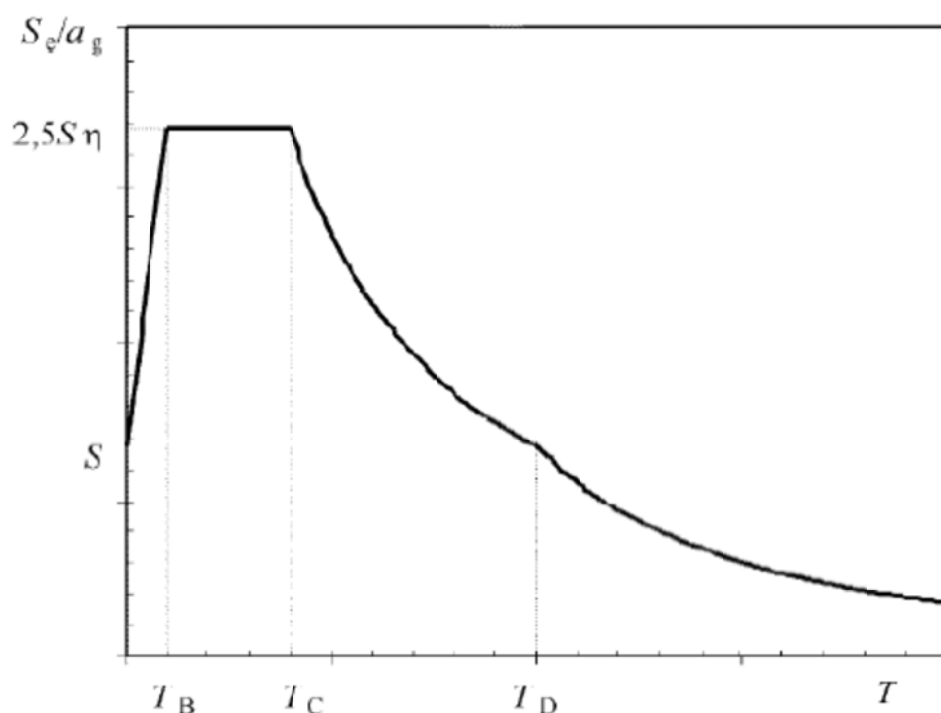


Πίνακας 12: Τιμές επιταχύνσεων εδαφών ανάλογα με την περιοχή

Σεισμική ζώνη	1	2	3
A max AgR	0,15	0,20	0,25

Έτσι η σεισμική κίνηση σε σημείο στην επιφάνεια του εδάφους, μοντελοποιήθηκε σε ένα ελαστικό φάσμα απόκρισης. Και το σχήμα του ελαστικού φάσματος απόκρισης λαμβάνεται ως το ίδιο και για τα δυο επίπεδα της σεισμικής δράσης για την απαίτηση περιορισμών των βλαβών. Ακόμη η οριζόντια σεισμική δράση περιγράφεται από δυο ορθογώνιες συνιστώσες που θεωρούνται ανεξάρτητες μεταξύ τους, και που εκφράζονται από το ίδιο φάσμα απόκρισης. Για τις 3 συνιστώσες της σεισμικής δράσης ένα ή περισσότερα εναλλακτικά σχήματα του φάσματος απόκρισης μπορούν να υιοθετηθούν, ανάλογα με τις σεισμικές πηγές και το μέγεθος του σεισμού.

Σχήμα 9: Ελαστικό Φάσμα ευρωκώδικα 8-1



Έχουμε δύο τύπους φασμάτων, τον τύπο 1 και τον τύπο 2. Με αποτέλεσμα η σεισμική επικινδυνότητα καθορίζεται από σεισμούς με επιφανειακό μέγεθος σεισμού $M_s > 5,5$ χρησιμοποιείται ο τύπος 1. Ο τύπος 2 χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις τις οποίες η σεισμική επικινδυνότητα καθορίζεται από σεισμούς επιφανειακούς, με τάξη μεγέθους σεισμού $M_s < 5,5$. Στην Κύπρο έχουμε πολλούς σεισμούς αλλά μικρότερους από $M_s=5,5$ και έτσι χρησιμοποιούμε μόνο τον τύπο 1. Και στον παρακάτω πίνακα μας παρουσιάζονται οι ενδεικτικές τιμές των παραμέτρων T_B, T_C, T_D και S για τις κατηγορίες εδαφίων για τον τύπο 1 και για 5% απόσβεση.

Πίνακας 13: Τιμές παραμέτρων για φάσμα τύπου 1

Εδαφικός τύπος	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0

D	1,35	0,20	0,8	2,0
e	1,4	0,15	0,5	2,0

Η ικανότητα των φορέων μας παρουσιάζουν την αντοχή σε σεισμικές δράσεις στη μη- γραμμική περιοχή, μας επιτρέπει το σχεδιασμό τους, για την ανάληψη σεισμικών δράσεων, οι οποίες είναι μικρότερες από εκείνες που αντιστοιχούν σε γραμμική ελαστική περιοχή. Για να αποφεύγουμε την πλήρη ανελαστική ανάλυση στην μελέτη μίας κατασκευής, η ικανότητα του φορέα για απόδοση ενέργειας, με εκτελεστέ ελαστικής ανάλυσης βασισμένη σε φάσμα απόκρισης μειωμένο, σε σχέση με το ελαστικό που ονομάζεται φάσμα σχεδιασμού. Η μείωση αυτή μπορεί να επιτυγχάνεται με τη χρήση του συντελεστή συμπεριφοράς q . Καθώς ο συντελεστής συμπεριφοράς q είναι μια προσέγγιση του λόγου των σεισμικών δράσεων στις οποίες θα υποβάλλονταν ο φορέας, εάν η απόκριση του ήταν απεριόριστα ελαστική με ιξώδη απόσβεση 5%, προς τις σεισμικές δυνάμεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη μελέτη, με ένα συμβατικό προσομοίωνα ελαστικής ανάλυσης που εξασφαλίζοντας, έτσι την ικανοποιητική απόκριση του φορέα. Η τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς είναι ανάλογα με το υλικό που αποτελούνται τα μέλη, όπου είναι διαφορετικός ο λόγος απόσβεσης, ανάλογα με το επίπεδο πλαστιμότητας που θα έχει η κατασκευή έχουμε και διαφορετικούς συντελεστές συμπεριφοράς ανά κατεύθυνση του δομήματος αλλά το επίπεδο πλαστιμότητας πρέπει να είναι ίδιο.

4.5.4 Δομητικά συστήματα

Μετά τον προσδιορισμό της κατηγορίας εδαφίου χρειάζεται η μελετητική ομάδα του έργου να επιλέξει το καταλληλότερο τύπο δομητικού συστήματος. Καθώς έχουμε 5 κύρια είδη δομητικού συστήματος, η διαφοροποίηση μεταξύ των δομητικών συστημάτων έγκειται στην τέμνουσα βάση. Τα 5 κύρια δομητικά συστήματα είναι:

- τοιχωματικό σύστημα
- το πλαίσιακό σύστημα
- το διπλό σύστημα που συμπεριφέρεται ως τοιχωματικό. Το τοιχωματικό σύστημα είναι το σύστημα όπου τα τοιχώματα αναλαμβάνουν, κυρίως την τέμνουσα βάση, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 65%.

- το διπλό σύστημα που συμπεριφέρεται ως πλαίσιακό. Το πλαίσιακό σύστημα είναι το σύστημα όπου τα υποστρώματα δηλαδή πλαίσια, αναλαμβάνουν κυρίως την τέμνουσα βάση, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 65%.
- και το σύστημα ανεστραμμένου εκκρεμούς.

Πιο πάνω όπως αναφέραμε υπάρχουν διπλά συστήματα όπου, το διπλό σύστημα που συμπεριφέρεται ως τοιχωματικό και το διπλό σύστημα ως πλαίσιακό. Ταυτόχρονα το διπλό σύστημα που συμπεριφέρεται ως πλαίσιακό είναι το σύστημα όπου τα υποστρώματα αναλαμβάνουν ένα ποσοστό 50-65% της τέμνουσας βάσης. Και τέλος το σύστημα ανεστραμμένου εκκρεμούς είναι εκείνο το σύστημα στο οποίο 50% η περισσότερη της μάζας βρίσκεται πάνω από το 1/3 του συνολικού ύψους του φορέα, ή στο οποίο η απόδοση ενέργειας λαβαίνει χώρα στη βάση ενός μεμονωμένου κτηριακού στοιχείου. Αφού αποφασιστεί το είδος του δομητικού συστήματος που θα χρησιμοποιηθεί από την μελετητική ομάδα είναι απαραίτητο να σχεδιάσουν την κατασκευή όσο πιο απλά συμμετρικά γίνεται. Η κατασκευή θα πρέπει να σχεδιαστεί όσο το δυνατό πιο συμμετρικά και ομοιόμορφα στη γεωμετρία της. Σύμφωνα με το ευρωκώδικα 8 στο αντισεισμικό σχεδιασμό, η κατασκευή θα πρέπει να είναι σχεδιασμένη σύμφωνα με κάποιες απαιτήσεις.

Το κτήριο το οποίο θα σχεδιάσουμε θα πρέπει να τηρεί τα πιο κάτω πρότυπα,

- ομοιομορφία
- απλότητα
- συμμετρικά
- υπερστατικότητα
- εξασφάλιση της διαξονικής αντοχής και δυσκαμψίας
- εξασφάλιση της στρεπτικής αντοχής και δυσκαμψίας
- διαφραγματική λειτουργία στα επίπεδα των ορόφων
- και η επαρκής θεμελίωσης

Γενικά, στον αντισεισμικό σχεδιασμό τα κτήρια χωρίζονται σε 2 κατηγορίες. Καθώς, στα κανονικά και στα μη κανονικά κτήρια. Με τον ευρωκώδικα 8-1 το κτήριο για να είναι κανονικό είτε σε όψη, η κάτοψη πρέπει να τηρούνται συγκεκριμένα κριτήρια. Η κατάταξη κατά επέκταση και σχεδιασμός κτηρίου σε κανονικό ή μη κανονικό, επηρεάζει το μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί. Μπορεί να είναι, είτε απλοποιημένο επίπεδο ή χωρικό μοντέλο. Επηρεάζει ταυτόχρονα το μέγεθος ανάλυσης, με αυτή που

θα δουλέψουμε. Η μέθοδος ανάλυσης μπορεί να είναι η μέθοδος οριζόντιας φόρτισης είτε η Ιδιομορφική μέθοδος φάσματος απόκρισης. Η κανονικότητα ή μη, κάποιου κτηρίου επηρεάζει το συντελεστή συμπεριφοράς q ο οποίος μειώνεται για κτήρια μη κανονικά σε όψη.

Πίνακας 14: Επιπτώσεις της μη κανονικότητας

Κανονικότητα σε				Συντελεστής Συμπεριφοράς
Κάτοψη	Όψη	Προσομοίωνα	Γραμμική-ελαστική ανάλυση	(για γραμμική ανάλυση)
Ναι	Ναι	Επίπεδο	Οριζόντια φόρτιση	Τιμή αναφοράς
Ναι	Όχι	Επίπεδο	Ιδιομορφική Ανάλυση	Μειωμένη τιμή
Όχι	Ναι	Χωρικό	Οριζόντια φόρτιση	Τιμή αναφοράς
Όχι	Όχι	Χωρικό	Ιδιομορφική Ανάλυση	Μειωμένη τιμή

Έτσι, αφού ακολουθήσουμε τους κανόνες κανονικότητας που προαναφέρθηκαν και σχεδιάσουμε το κτήριο μας, θα πρέπει να επιλέξουμε ποια στοιχεία θα είναι ως πρωτεύοντα και ποια δευτερεύοντα. Τα πρωτεύοντα εννοούμε τα στοιχεία τα οποία είναι κρίσιμα για να αντιστέκονται στο σεισμό. Τα δευτερεύοντα στοιχεία είναι τα στοιχεία που περιλαμβάνουν μόνο φορτία βαρύτητας, κατακόρυφα φορτία. Δε λαμβάνουν μέρος δυσκαμψίας και αντοχής που αγνοείται. Στα δευτερεύοντα στοιχεία η συνολική δυσκαμψία δεν πρέπει να ξεπερνά 15% της συνολικής δυσκαμψίας των πρωτεύοντων στοιχείων. Ελέγχονται για τις παραμορφώσεις που προκαλεί ο σεισμός σχεδιασμού. Τα δευτερεύοντα στοιχεία είναι αυτά που ξέρουμε, πως δεν θα αντέξουν τα φορτία σεισμού και έτσι δε χρειάζεται καν να σχεδιαστούν με τις υποδείξεις του ευρωκώδικα 8. Ακολούθως, θα προχωρήσουμε με την επιλογή των συντελεστών σπουδαιότητας. Και ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και τη σημαντικότητα του

επιλέγουμε την κατηγορία σπουδαιότητας και κατ' επέκταση επιλέγουμε και το συντελεστή σπουδαιότητας. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν το διαχωρισμό της κατηγορίας σπουδαιότητας καθώς και τις τιμές των συντελεστών σπουδαιότητας ανάλογα με την κατηγορία σπουδαιότητας αλλά και αντίστοιχα.

Πίνακας 15: Κατηγορίες σπουδαιότητας

Κατηγορία σπουδαιότητας	Κτήρια
I	Κτήρια δευτερεύουσας σημασίας για τη δημόσια ασφάλεια, π.χ. γεωργικά κτήρια, κλπ.
II	Συνήθη κτήρια, που δεν ανήκουν στις άλλες κατηγορίες.
III	Κτήρια των οποίων η σεισμική ασφάλεια είναι σημαντική, λαμβάνοντας υπόψη τις συνέπειες κατάρρευσης, π.χ. σχολεία, αίθουσες συνάθροισης, πολιτιστικά ιδρύματα κλπ
IV	Κτήρια των οποίων η ακεραιότητα κατά τη διάρκεια σεισμών είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία των πολιτών, π.χ. νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, σταθμοί παραγωγής ενέργειας, κλπ

Πίνακας 16: Συντελεστές σπουδαιότητας

Κατηγορία σπουδαιότητας	Συντελεστής Σπουδαιότητας γ_i
I	0.8
II	1.0
III	1.2
IV	1.4

Κεφάλαιο 5

5.1 Δράσεις και οριακές καταστάσεις

Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1 (EC1), σε αυτή την παράγραφο περιγράφονται οι απαιτήσεις που προσδιορίζει ο EC1, για λειτουργικότητα ανθεκτικότητα και ασφάλεια των κατασκευών με βάση τη θεωρία των οριακών καταστάσεων και τη μέθοδο των επιμέρους συντελεστών ασφαλείας.

Καθώς, το κτήριο που περιλαμβάνει η παρούσα μελέτη, σχεδιάστηκε με σκοπό να ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις, που θα πρέπει να παραμένουν κατάλληλα για τη χρήση για την οποία προορίζεται

Πρέπει να παραλαμβάνει όλες τις δράσεις και τις επιδράσεις που πιθανόν να λάβουν χώρα κατά τη διάρκεια της ανέγερσης και της χρήσης του. Επίσης, είναι σημαντικό να αποφεύγεται ο κίνδυνος να υποστούν δυσανάλογα μεγάλες βλάβες από συμβάντα όπως εκρήξεις, προσκρούσεις ή συνέπειες ανθρώπινου λάθους, μέσω επιλογής κατάλληλων μέτρων, προφυλακτικά μέτρα, επιλογή κατάλληλου δομικού συστήματος. Έτσι, ο έλεγχος της κατασκευής έναντι της αστοχίας ή λειτουργικότητας επιτυγχάνεται με τη χρήση των λεγόμενων καταστάσεων σχεδιασμού και περιγράφουν με επαρκή αξιοπιστία όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων, στις οποίες θα εκτεθεί η κατασκευή κατά την προβλεπόμενη διάρκεια ζωής της, για 50 χρόνια. Καταστάσεις σχεδιασμού είναι οι καταστάσεις διάρκειας που αντιστοιχούν σε κανονικές συνθήκες χρήσης. Παροδικές καταστάσεις, που αντιστοιχούν σε παροδικές συνθήκες π.χ κατά τη φάση ανέγερσης ή επισκευών. Οι τυχηματικές καταστάσεις, που αντιστοιχούν σε εξαιρετικές συνθήκες π.χ πυρκαγιά έκρηξη, πρόκρουση. Επίσης, καταστάσεις σεισμού, που αντιστοιχούν σε συνθήκες επιβολής σεισμικής καταπόνησης στην κατασκευή.

Οι οριακές καταστάσεις είναι εκείνες πέραν των οποίων η κατασκευή, δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις ασφαλείας και λειτουργικότητας του σχεδιασμού και αυτές διακρίνονται σε οριακές καταστάσεις αστοχίας και οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας έτσι δεν αποτελεί αντικείμενο μελέτης στην παρούσα εργασία. Ταυτόχρονα οι οριακές καταστάσεις αντιστοιχούν σε κατάρρευση ή αλλού είδους αστοχίες ενώ οι οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας είναι μεγάλες παραμορφώσεις ή μετακινήσεις. Οι δράσεις στις οποίες επιβάλλονται στην κατασκευή με τη μορφή συνδυασμών, ως προς το χρόνο ταξινομούνται σε:

- Μόνιμες (G), ίδια βάρη της κατασκευής
- Μεταβλητές (Q,S,W) επιβεβλημένα (κινητά) φορτία, φορτία χιονιού και ανέμου και αντιστοιχία
- Σεισμικές (E).

5.2 Συνδυασμοί στην οριακή κατάσταση αστοχίας

Είναι σημαντικό να ελεγχθεί, η επάρκεια της κατασκευής στην οριακή κατάσταση αστοχίας, όπου χρησιμοποιούνται συνδυασμοί των δράσεων αυτών, οι οποίοι καλύπτουν άμεσα όλες τις καταστάσεις σχεδιασμού, καταστάσεις διάρκειας, παροδικές, τυχηματικές και σεισμού. Σε αυτούς τους συνδυασμούς δεν συνυπολογίζονται δράσεις, οι οποίες δεν είναι δυνατόν να εμφανιστούν ταυτόχρονα.

α) Για καταστάσεις διάρκειας ή παροδικές

$$\Sigma y_{Gj} G_{kj} + y_p P_k + Y_{Q1} Q_{k1} + \Sigma y_{Qi} \Psi_{oi} Q_{ki}$$

β) Για τυχηματικές καταστάσεις

$$\Sigma y_{GAj} G_{kj} + y_{pA} P_k + Ad + \psi_{11} Q_{k1} + \Sigma \psi_{1i} Q_{ki}$$

γ) Για καταστάσεις σεισμού

$$\Sigma G_{kj} + P_k + y_i A_{Ed} + \Sigma \psi_{2i} Q_{ki}$$

Τα σύμβολα στους συνδυασμούς αυτούς είναι τα εξής:

+	σημαίνει « επαλληλία με »
G_{kj}	είναι η χαρακτηριστική τιμή των μόνιμων δράσεων
P_k	είναι η χαρακτηριστική τιμή προ έντασης
Q_{k1}	είναι η χαρακτηριστική τιμή της μεταβλητής δράσης i
Ad	είναι η τιμή σχεδιασμού της τυχηματικής δράσης
A_{Ed}	είναι η τιμή σχεδιασμού της σεισμικής δράσης
Y_{Gj}, Y_{GAj}	είναι οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για την μόνιμη δράση j
Y_p, Y_{pA}	είναι οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για την προ ένταση
Y_{Qi}	είναι οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για τη μεταβλητή δράση i
Y_i	είναι ο συντελεστής σπουδαιότητας
$\Psi_{oi}, \Psi_{1i}, \Psi_{2i}$	είναι συντελεστές συνδυασμοί των μεταβλητών δράσεων

Οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας Y_f χρησιμοποιούνται, προκειμένου να ληφθούν πιθανές δυσμενείς αποκλείσεις ή πιθανή μη ακριβής προσομοίωση των δράσεων, καθώς και αβεβαιότητες στον προσδιορισμό των αποτελεσμάτων των δράσεων. Έτσι, οι τιμές των συντελεστών αυτών για την περίπτωση του ελέγχου αστοχίας ενός κτηρίου ή μέλους του είναι:

Πίνακας 17: Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας Y_f

	Οριακής κατάστασης αστοχίας	
	Δυσμενής επιρροή	Ευμενής επιρροή
Μονιμες δράσεις y_G	1,35	1,00
Μεταβλητές δράσεις y_Q	1,5	0
Τυχηματικές δράσεις y_A	1,00	0

Η δυσμενής επιρροή των μόνιμων δράσεων, χαρακτηρίζεται η περίπτωση κατά την οποία τα αποτελέσματα των μόνιμων δράσεων αυξάνουν τα αντίστοιχα αποτελέσματα των μεταβλητών δράσεων.

Καθώς ο συντελεστής σπουδαιότητας γ_i αντιστοιχεί στις κατηγορικές σπουδαιότητας στις οποίες κατατάσσονται οι κατασκευές, ανάλογα με τον κίνδυνο που συνεπάγεται για τον άνθρωπο, αλλά και για τις κοινωνικοοικονομικές συνέπειες που μπορεί να έχει ενδεχομένη καταστροφή τους ή διακοπή της λειτουργίας τους. Ενώ οι συντελεστές συνδυασμού Ψ_i των μεταβλητών δράσεων που χρησιμοποιούνται προκειμένου να ληφθεί υπόψη η μειωμένη πιθανότητα για ταυτόχρονη συνύπαρξη των δυνάμεων τιμών των διάφορων ανεξάρτητων δράσεων. Έτσι, παρακάτω επισυνάπτονται οι τιμές που καθορίζει ο EC1, για τους επιμέρους συντελεστές συνδυασμού Ψ_i , τις οποίες και χρησιμοποίησα:

Πίνακας 18 Επιβαλλόμενα φορτία σε κτήρια, Ψ_i κατά EC1

	Ψ ₀	Ψ ₁	Ψ ₂
Επιβαλλόμενα φορτία σε κτήρια, Ψ _i κατά EC1			
Κατηγορία A: κατοικίες, συνήθη κτήρια κατοικιών	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία B: χώροι γραφείων	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία C: χώροι συνάθροισης	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία D: χώροι καταστημάτων	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία E: χώροι αποθήκευσης	1,0	0,9	0,8
Κατηγορία F: χώροι κυκλοφορίας οχημάτων βάρος οχημάτων ≤ 30kN	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία G: χώροι κυκλοφορίας οχημάτων 30kN < βάρος οχημάτων ≤ 160kN	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία H: στέγες	0	0	0
Φορτία χιονιού επάνω σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-3)*			
Φιλανδία, Ισλανδία, Νορβηγία, Σουηδία	0,7	0,5	0,2
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες που βρίσκονται σε υψόμετρο H > 1000 m	0,7	0,5	0,2
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες που βρίσκονται σε υψόμετρο H ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Φορτία ανέμου σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Θερμοκρασία (μη-πυρκαγιάς) σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Οι τιμές ψ μπορούν να καθορισθούν από το Εθνικό Προσάρτημα.			

Ο σεισμικός συνδυασμός δράσης καταναγκασμού, όπως οι προκαλούμενες από μεταβολή και διαφορά θερμοκρασίας και υποχωρήσεις στηρίξεων, δε χρειάζεται να συμπεριλαμβάνονται. Επίσης, ο σεισμός δεν συνδυάζεται με άλλες τυχηματικές δράσεις π.χ κρούσεις οχημάτων. Έτσι, μέχρι να καθοριστούν από σχετικό ειδικό κανονισμό, οι τιμές του συντελεστή συνδυασμού δράσεων λαμβάνονται από τον παραπάνω πίνακα.

Στην παρούσα εργασία οι συνδυασμοί φορτίσεων που επιλέχθηκαν για την επίλυση είναι οι εξής:

1)ΟΚΑ-Δυσμενείς συνδυασμοί

1,35G +1,50Q

1,35G+1,50Q+0,9W

1,35G + 1,50W + 0,90Q

2)ΟΚΑ-Ευμενής συνδυασμός(κατασκευή υπό ανέγερση)

Η επίλυση έγινε μόνο με μονιμά φορτία

1,00G

3) Σεισμικοί συνδυασμοί

1,35G+0,5Q+Ex+0,3Ez

1,35G+0,5Q+0,3Ex+Ez

Κεφάλαιο 6

Κώδικας κτηρίου και επεξήγηση του προγράμματος

6.1 Κώδικας στο Staad.Pro

STAAD SPACE

START JOB INFORMATION

ENGINEER DATE 05-Mar-14

END JOB INFORMATION

INPUT WIDTH 79

UNIT METER KN

JOINT COORDINATES

- Κομβί στο $Y=0$

1 1.3 0 0; 2 6.7 0 0; 3 11.1 0 0; 4 15 0 0; 5 17.7 0 0; 6 1.3 0 4; 7 6.7 0 4;
8 11.1 0 4; 9 15 0 4; 10 17.7 0 4; 11 1.3 0 8.3; 12 6.7 0 8.3; 13 9.4 0 8.3;
14 12.55 0 8.3; 15 15 0 8.3; 16 17.7 0 8.3; 17 1.3 0 10.75; 18 4.9 0 10.75;
20 10.2 0 10.75; 21 6.7 0 11.75; 22 10.2 0 11.75; 23 12.55 0 11.75;
24 17.7 0 11.75; 25 0 0 15.6; 26 1.3 0 15.6; 27 4.9 0 15.6; 28 12.55 0 16.05;
29 12.55 0 17.1; 30 17.7 0 16.05; 31 4.9 0 17.1; 32 6.7 0 17.1; 33 6.7 0 18.9;
34 4.9 0 18.9; 35 0 0 18.9; 36 1.3 0 18.9; 37 3.7 0 18.075; 38 3.7 0 17.25;
39 3.7 0 18.9;

- Κόμβοι στο $Y=3m$

101 1.3 3 0; 102 6.7 3 0; 103 11.1 3 0; 104 15 3 0;
105 17.7 3 0; 106 1.3 3 4; 107 6.7 3 4; 108 11.1 3 4; 109 15 3 4; 110 17.7 3 4;
111 1.3 3 8.3; 112 6.7 3 8.3; 114 9.4 3 8.3; 115 12.55 3 8.3; 116 15 3 8.3;
117 17.7 3 8.3; 118 1.3 3 10.75; 119 4.9 3 10.75; 120 10.2 3 10.75;
121 6.7 3 11.75; 122 10.2 3 11.75; 123 12.55 3 11.75; 124 17.7 3 11.75;
125 0 3 15.6; 126 1.3 3 15.6; 127 4.9 3 15.6; 128 12.55 3 16.05;
129 12.55 3 17.1; 130 17.7 3 16.05; 131 4.9 3 17.1; 133 6.7 3 18.9;
134 4.9 3 18.9; 135 0 3 18.9; 136 12.55 3 10.75; 137 1.3 3 18.9;
138 6.7 3 17.1; 139 9.4 3 10.75; 140 12.55 3 0; 141 12.55 3 4; 142 2.3 3 8.3;
143 2.3 3 10.75; 144 4.9 3 11.75;

- Κόμβοι στο $Y=6.35m$

201 1.3 6.35 0; 202 6.7 6.35 0;
203 11.1 6.35 0; 204 15 6.35 0; 205 17.7 6.35 0; 206 1.3 6.35 4;
207 6.7 6.35 4; 208 11.1 6.35 4; 209 15 6.35 4; 210 17.7 6.35 4;
211 1.3 6.35 8.3; 212 6.7 6.35 8.3; 214 9.4 6.35 8.3; 215 12.55 6.35 8.3;
216 15 6.35 8.3; 217 17.7 6.35 8.3; 218 1.3 6.35 10.75; 219 4.9 6.35 10.75;
220 10.2 6.35 10.75; 221 6.7 6.35 11.75; 222 10.2 5.5 11.75;
223 12.55 5.5 11.75; 224 17.7 5.5 11.75; 225 0 6.35 15.6; 226 1.3 6.35 15.6;
227 4.9 6.35 15.6; 228 12.55 5.5 16.05; 229 12.55 5.5 17.1; 230 17.7 5.5 16.05;
231 4.9 6.35 17.1; 233 6.7 6.35 18.9; 234 4.9 6.35 18.9; 235 0 6.35 18.9;
237 1.3 6.35 18.9; 238 6.7 5.5 17.1; 239 9.4 6.35 10.75; 240 12.55 6.35 0;
241 12.55 6.35 4; 244 6.7 6.35 10.75; 245 4.9 5.5 11.75; 246 16.425 6.35 8.3;
247 15.15 6.35 8.3; 249 11.4 6.35 8.3; 250 10.2 6.35 8.3;
251 16.425 6.35 11.75; 252 15.15 6.35 11.75; 254 11.4 6.35 11.75;
256 16.425 6.35 16.05; 257 15.15 6.35 16.05; 259 11.4 6.35 17.1;
260 10.2 6.35 17.1; 261 9 6.35 17.1; 262 7.8 6.35 17.1; 271 9 6.35 11.75;
272 7.8 6.35 11.75; 274 13.875 6.35 8.3; 275 13.875 6.35 11.75;
276 13.875 6.35 16.05; 277 10.2 5.5 10.75;

- Κόμβοι στο $Y=9.35m$

307 6.7 9.35 4; 308 11.1 9.35 4;
309 15 9.35 4; 310 17.7 9.35 4; 312 6.7 9.35 8.3; 315 12.55 9.35 8.3;
316 15 9.35 8.3; 317 17.7 9.35 8.3; 320 10.2 9.35 10.75; 321 6.7 9.35 11.75;
325 0 9.35 15.6; 326 1.3 9.35 15.6; 327 4.9 9.35 15.6; 331 4.9 9.35 17.1;
332 6.7 9.35 17.1; 333 6.7 9.35 18.9; 334 4.9 9.35 18.9; 335 0 9.35 18.9;
337 1.3 9.35 18.9; 344 6.7 9.35 10.75; 345 4.9 9.35 11.75; 350 11.1 9.35 8.3;

- Κόμβοι για τα Element

1135 0 0.5 18.9; 1136 0 1 18.9; 1137 0 1.5 18.9; 1138 0 2 18.9;
1139 0 2.5 18.9; 1140 0.433 2.5 18.9; 1141 0.867 2.5 18.9; 1142 1.3 2.5 18.9;
1143 0.433 3 18.9; 1144 0.867 3 18.9; 1146 0.433 2 18.9; 1147 0.867 2 18.9;
1148 1.3 2 18.9; 1149 0.433 1.5 18.9; 1150 0.867 1.5 18.9; 1151 1.3 1.5 18.9;

1152 0.433 1 18.9; 1153 0.867 1 18.9; 1154 1.3 1 18.9; 1155 0.433 0.5 18.9;
1156 0.867 0.5 18.9; 1157 1.3 0.5 18.9; 1158 0.433 0 18.9; 1159 0.867 0 18.9;
1160 0 1.5 18.075; 1161 0.433 1.5 18.075; 1162 0.867 1.5 18.075;
1163 0 1.5 17.25; 1164 0.433 1.5 17.25; 1165 0.867 1.5 17.25;
1166 0 1.5 16.425; 1167 0.433 1.5 16.425; 1168 0.867 1.5 16.425;
1169 1.3 1.5 18.075; 1170 1.3 1.5 17.25; 1171 1.3 1.5 16.425;
1172 0 4.34 18.075; 1173 0.433 4.34 18.075; 1174 0.867 4.34 18.075;
1175 0 4.34 17.25; 1176 0.433 4.34 17.25; 1177 0.867 4.34 17.25;
1178 0 4.34 16.425; 1179 0.433 4.34 16.425; 1180 0.867 4.34 16.425;
1181 1.3 4.34 18.075; 1182 1.3 4.34 17.25; 1183 1.3 4.34 16.425;
1184 4.3 3 18.9; 1185 3.7 3 18.9; 1186 4.9 3 18.075; 1187 4.3 3 18.075;
1188 3.7 3 18.075; 1189 4.9 3 17.25; 1190 4.3 3 17.25; 1191 3.7 3 17.25;
1192 4.9 3 16.425; 1193 4.3 3 16.425; 1194 3.7 3 16.425; 1195 4.3 3 15.6;
1196 3.7 3 15.6; 1204 4.3 6.35 18.9; 1205 3.7 6.35 18.9; 1206 4.9 6.35 18.075;
1207 4.3 6.35 18.075; 1208 3.7 6.35 18.075; 1209 4.9 6.35 17.25;
1210 4.3 6.35 17.25; 1211 3.7 6.35 17.25; 1212 4.9 6.35 16.425;
1213 4.3 6.35 16.425; 1214 3.7 6.35 16.425; 1215 4.3 6.35 15.6;
1216 3.7 6.35 15.6; 1272 0 7.85 18.075; 1273 0.433 7.85 18.075;
1274 0.867 7.85 18.075; 1275 0 7.85 17.25; 1276 0.433 7.85 17.25;
1277 0.867 7.85 17.25; 1278 0 7.85 16.425; 1279 0.433 7.85 16.425;
1280 0.867 7.85 16.425; 1281 1.3 7.85 18.075; 1282 1.3 7.85 17.25;
1283 1.3 7.85 16.425; 1304 4.3 9.35 18.9; 1305 3.7 9.35 18.9;
1306 4.9 9.35 18.075; 1307 4.3 9.35 18.075; 1308 3.7 9.35 18.075;
1309 4.9 9.35 17.25; 1310 4.3 9.35 17.25; 1311 3.7 9.35 17.25;
1312 4.9 9.35 16.425; 1313 4.3 9.35 16.425; 1314 3.7 9.35 16.425;
1315 4.3 9.35 15.6; 1316 3.7 9.35 15.6; 2135 0 0.5 15.6; 2136 0 1 15.6;
2137 0 1.5 15.6; 2138 0 2 15.6; 2139 0 2.5 15.6; 2140 0.433 2.5 15.6;
2141 0.867 2.5 15.6; 2142 1.3 2.5 15.6; 2143 0.433 3 15.6; 2144 0.867 3 15.6;
2146 0.433 2 15.6; 2147 0.867 2 15.6; 2148 1.3 2 15.6; 2149 0.433 1.5 15.6;
2150 0.867 1.5 15.6; 2151 1.3 1.5 15.6; 2152 0.433 1 15.6; 2153 0.867 1 15.6;

2154 1.3 1 15.6; 2155 0.433 0.5 15.6; 2156 0.867 0.5 15.6; 2157 1.3 0.5 15.6;
2158 0.433 0 15.6; 2159 0.867 0 15.6; 2214 9.4 5.5 8.3; 2215 12.55 5.5 8.3;
2216 15 5.5 8.3; 2217 17.7 5.5 8.3; 2221 6.7 5.5 11.75; 2222 10.2 6.35 11.75;
2223 12.55 6.35 11.75; 2224 17.7 6.35 11.75; 2227 4.9 5.5 15.6;
2228 12.55 6.35 16.05; 2229 12.55 6.35 17.1; 2230 17.7 6.35 16.05;
2236 12.55 5.5 10.75; 2238 6.7 6.35 17.1; 2239 9.4 5.5 10.75; 3135 0 3.67 15.6;
3136 0 4.34 15.6; 3137 0 5.01 15.6; 3138 0 5.68 15.6; 3140 0.433 6.35 15.6;
3141 0.867 6.35 15.6; 3142 0.433 5.68 15.6; 3143 0.867 5.68 15.6;
3144 1.3 5.68 15.6; 3145 1.3 5.01 15.6; 3146 0.433 5.01 15.6;
3147 0.867 5.01 15.6; 3148 1.3 4.34 15.6; 3149 0.433 4.34 15.6;
3150 0.867 4.34 15.6; 3151 1.3 3.67 15.6; 3152 0.433 3.67 15.6;
3153 0.867 3.67 15.6; 3222 10.2 9.35 11.75; 3223 12.55 9.35 11.75;
3224 17.7 9.35 11.75; 3228 12.55 9.35 16.05; 3229 12.55 9.35 17.1;
3230 17.7 9.35 16.05; 3236 12.55 9.35 10.75; 4135 0 3.67 18.9;
4136 0 4.34 18.9; 4137 0 5.01 18.9; 4138 0 5.68 18.9; 4140 0.433 6.35 18.9;
4141 0.867 6.35 18.9; 4142 0.433 5.68 18.9; 4143 0.867 5.68 18.9;
4144 1.3 5.68 18.9; 4145 1.3 5.01 18.9; 4146 0.433 5.01 18.9;
4147 0.867 5.01 18.9; 4148 1.3 4.34 18.9; 4149 0.433 4.34 18.9;
4150 0.867 4.34 18.9; 4151 1.3 3.67 18.9; 4152 0.433 3.67 18.9;
4153 0.867 3.67 18.9; 5135 0 6.85 18.9; 5136 0 7.35 18.9; 5137 0 7.85 18.9;
5138 0 8.35 18.9; 5139 0 8.85 18.9; 5140 0.433 8.85 18.9; 5141 0.867 8.85 18.9;
5142 1.3 8.85 18.9; 5143 0.433 9.35 18.9; 5144 0.867 9.35 18.9;
5146 0.433 8.35 18.9; 5147 0.867 8.35 18.9; 5148 1.3 8.35 18.9;
5149 0.433 7.85 18.9; 5150 0.867 7.85 18.9; 5151 1.3 7.85 18.9;
5152 0.433 7.35 18.9; 5153 0.867 7.35 18.9; 5154 1.3 7.35 18.9;
5155 0.433 6.85 18.9; 5156 0.867 6.85 18.9; 5157 1.3 6.85 18.9;
6135 0 6.85 15.6; 6136 0 7.35 15.6; 6137 0 7.85 15.6; 6138 0 8.35 15.6;
6139 0 8.85 15.6; 6140 0.433 8.85 15.6; 6141 0.867 8.85 15.6;
6142 1.3 8.85 15.6; 6143 0.433 9.35 15.6; 6144 0.867 9.35 15.6;
6146 0.433 8.35 15.6; 6147 0.867 8.35 15.6; 6148 1.3 8.35 15.6;

6149 0.433 7.85 15.6; 6150 0.867 7.85 15.6; 6151 1.3 7.85 15.6;
6152 0.433 7.35 15.6; 6153 0.867 7.35 15.6; 6154 1.3 7.35 15.6;
6155 0.433 6.85 15.6; 6156 0.867 6.85 15.6; 6157 1.3 6.85 15.6;
7135 4.9 0.5 18.9; 7136 4.9 1 18.9; 7137 4.9 1.5 18.9; 7138 4.9 2 18.9;
7139 4.9 2.5 18.9; 7140 5.5 2.5 18.9; 7141 6.1 2.5 18.9; 7142 6.7 2.5 18.9;
7143 5.5 3 18.9; 7144 6.1 3 18.9; 7146 5.5 2 18.9; 7147 6.1 2 18.9;
7148 6.7 2 18.9; 7149 5.5 1.5 18.9; 7150 6.1 1.5 18.9; 7151 6.7 1.5 18.9;
7152 5.5 1 18.9; 7153 6.1 1 18.9; 7154 6.7 1 18.9; 7155 5.5 0.5 18.9;
7156 6.1 0.5 18.9; 7157 6.7 0.5 18.9; 7158 5.5 0 18.9; 7159 6.1 0 18.9;
8135 4.9 0.5 17.1; 8136 4.9 1 17.1; 8137 4.9 1.5 17.1; 8138 4.9 2 17.1;
8139 4.9 2.5 17.1; 8140 5.5 2.5 17.1; 8141 6.1 2.5 17.1; 8142 6.7 2.5 17.1;
8143 5.5 3 17.1; 8144 6.1 3 17.1; 8146 5.5 2 17.1; 8147 6.1 2 17.1;
8148 6.7 2 17.1; 8149 5.5 1.5 17.1; 8150 6.1 1.5 17.1; 8151 6.7 1.5 17.1;
8152 5.5 1 17.1; 8153 6.1 1 17.1; 8154 6.7 1 17.1; 8155 5.5 0.5 17.1;
8156 6.1 0.5 17.1; 8157 6.7 0.5 17.1; 8158 5.5 0 17.1; 8159 6.1 0 17.1;
9135 4.9 3.5 17.1; 9136 4.9 4 17.1; 9137 4.9 4.5 17.1; 9138 4.9 5 17.1;
9140 5.5 5.5 17.1; 9141 6.1 5.5 17.1; 9142 5.5 5 17.1; 9143 6.1 5 17.1;
9144 6.7 5 17.1; 9145 6.7 4.5 17.1; 9146 5.5 4.5 17.1; 9147 6.1 4.5 17.1;
9148 6.7 4 17.1; 9149 5.5 4 17.1; 9150 6.1 4 17.1; 9151 6.7 3.5 17.1;
9152 5.5 3.5 17.1; 9153 6.1 3.5 17.1; 9154 4.9 5.5 17.1; 9155 5.5 6.35 17.1;
9156 6.1 6.35 17.1; 10135 4.9 6.85 17.1; 10136 4.9 7.35 17.1;
10137 4.9 7.85 17.1; 10138 4.9 8.35 17.1; 10139 4.9 8.85 17.1;
10140 5.5 8.85 17.1; 10141 6.1 8.85 17.1; 10142 6.7 8.85 17.1;
10143 5.5 9.35 17.1; 10144 6.1 9.35 17.1; 10146 5.5 8.35 17.1;
10147 6.1 8.35 17.1; 10148 6.7 8.35 17.1; 10149 5.5 7.85 17.1;
10150 6.1 7.85 17.1; 10151 6.7 7.85 17.1; 10152 5.5 7.35 17.1;
10153 6.1 7.35 17.1; 10154 6.7 7.35 17.1; 10155 5.5 6.85 17.1;
10156 6.1 6.85 17.1; 10157 6.7 6.85 17.1; 11135 4.9 3.5 18.9; 11136 4.9 4 18.9;
11137 4.9 4.5 18.9; 11138 4.9 5 18.9; 11140 5.5 6.35 18.9; 11141 6.1 6.35 18.9;
11142 5.5 5 18.9; 11143 6.1 5 18.9; 11144 6.7 5 18.9; 11145 6.7 4.5 18.9;

11146 5.5 4.5 18.9; 11147 6.1 4.5 18.9; 11148 6.7 4 18.9; 11149 5.5 4 18.9;
11150 6.1 4 18.9; 11151 6.7 3.5 18.9; 11152 5.5 3.5 18.9; 11153 6.1 3.5 18.9;
11154 4.9 5.5 18.9; 11155 5.5 5.5 18.9; 11156 6.1 5.5 18.9; 11157 6.7 5.5 18.9;
12135 4.9 6.85 18.9; 12136 4.9 7.35 18.9; 12137 4.9 7.85 18.9;
12138 4.9 8.35 18.9; 12139 4.9 8.85 18.9; 12140 5.5 8.85 18.9;
12141 6.1 8.85 18.9; 12142 6.7 8.85 18.9; 12143 5.5 9.35 18.9;
12144 6.1 9.35 18.9; 12146 5.5 8.35 18.9; 12147 6.1 8.35 18.9;
12148 6.7 8.35 18.9; 12149 5.5 7.85 18.9; 12150 6.1 7.85 18.9;
12151 6.7 7.85 18.9; 12152 5.5 7.35 18.9; 12153 6.1 7.35 18.9;
12154 6.7 7.35 18.9; 12155 5.5 6.85 18.9; 12156 6.1 6.85 18.9;
12157 6.7 6.85 18.9; 13134 6.7 0 17.7; 13135 6.7 0.5 17.7; 13136 6.7 1 17.7;
13137 6.7 1.5 17.7; 13138 6.7 2 17.7; 13139 6.7 2.5 17.7; 13140 6.7 3 17.7;
13141 6.7 3 18.3; 13142 6.7 2.5 18.3; 13143 6.7 2 18.3; 13144 6.7 1.5 18.3;
13145 6.7 1 18.3; 13146 6.7 0.5 18.3; 13147 6.7 0 18.3; 14135 6.7 3.5 17.7;
14136 6.7 4 17.7; 14137 6.7 4.5 17.7; 14138 6.7 5 17.7; 14140 6.7 6.35 17.7;
14141 6.7 6.35 18.3; 14142 6.7 5 18.3; 14143 6.7 4.5 18.3; 14144 6.7 4 18.3;
14145 6.7 3.5 18.3; 14146 6.7 5.5 17.7; 14147 6.7 5.5 18.3;
15135 6.7 6.85 17.7; 15136 6.7 7.35 17.7; 15137 6.7 7.85 17.7;
15138 6.7 8.35 17.7; 15139 6.7 8.85 17.7; 15140 6.7 9.35 17.7;
15141 6.7 9.35 18.3; 15142 6.7 8.85 18.3; 15143 6.7 8.35 18.3;
15144 6.7 7.85 18.3; 15145 6.7 7.35 18.3; 15146 6.7 6.85 18.3;
16100 12.55 0.5 17.1; 16101 12.55 1 17.1; 16102 12.55 1.5 17.1;
16103 12.55 2 17.1; 16104 12.55 2.5 17.1; 16106 12.55 0.5 16.575;
16107 12.55 1 16.575; 16108 12.55 1.5 16.575; 16109 12.55 2 16.575;
16110 12.55 2.5 16.575; 16111 12.55 3 16.575; 16112 12.55 0 16.575;
16113 12.55 0.5 16.05; 16114 12.55 1 16.05; 16115 12.55 1.5 16.05;
16116 12.55 2 16.05; 16117 12.55 2.5 16.05; 17100 12.55 3.67 17.1;
17101 12.55 4.34 17.1; 17102 12.55 5.01 17.1; 17103 12.55 5.68 17.1;
17106 12.55 3.67 16.575; 17107 12.55 4.34 16.575; 17108 12.55 5.01 16.575;
17109 12.55 5.68 16.575; 17110 12.55 6.35 16.575; 17113 12.55 3.67 16.05;

17114 12.55 4.34 16.05; 17115 12.55 5.01 16.05; 17116 12.55 5.68 16.05;
18100 12.55 6.85 17.1; 18101 12.55 7.35 17.1; 18102 12.55 7.85 17.1;
18103 12.55 8.35 17.1; 18104 12.55 8.85 17.1; 18106 12.55 6.85 16.575;
18107 12.55 7.35 16.575; 18108 12.55 7.85 16.575; 18109 12.55 8.35 16.575;
18110 12.55 8.85 16.575; 18111 12.55 9.35 16.575; 18113 12.55 6.85 16.05;
18114 12.55 7.35 16.05; 18115 12.55 7.85 16.05; 18116 12.55 8.35 16.05;
18117 12.55 8.85 16.05;

MEMBER INCIDENCES

1 1 101; 2 2 102; 3 3 103; 4 4 104; 5 5 105; 6 6 106; 7 7 107; 8 8 108;
9 9 109; 10 10 110; 11 11 111; 12 12 112; 13 13 114; 14 14 115; 15 15 116;
16 16 117; 17 17 118; 18 18 119; 19 20 120; 20 21 121; 21 22 122; 22 23 123;
23 24 124; 24 27 127; 25 30 130;

101 101 102; 102 102 103; 103 103 140;
104 104 105; 105 106 107; 106 107 108; 107 108 141; 108 109 110; 109 112 142;
110 112 114; 111 114 115; 112 115 116; 113 116 117; 114 143 119; 115 119 139;
116 120 136; 117 121 122; 118 122 123; 119 123 124; 120 126 127; 121 138 129;
122 128 130; 123 134 137; 124 101 106; 125 140 141; 126 104 109; 127 105 110;
128 106 111; 129 109 116; 130 110 117; 131 142 143; 132 114 139; 133 115 136;
134 117 124; 135 118 126; 136 144 127; 137 121 138; 138 123 128; 139 124 130;
140 125 135; 141 131 1189; 142 121 144; 143 127 131; 144 140 104; 145 141 109;
146 111 142; 147 118 143; 148 139 120; 149 123 136; 150 119 144; 151 1189 1186;
152 1186 134; 153 102 107; 154 107 112;

188 2236 223; 189 277 2239;
191 250 249; 192 249 215; 193 215 274; 194 274 216; 195 216 247; 196 247 246;
198 244 239; 199 239 220; 200 1216 1215; 201 101 201; 202 102 202; 203 103 203;
204 104 204; 205 105 205; 206 106 206; 207 107 207; 208 108 208; 209 109 209;

210 110 210; 211 111 211; 212 112 212; 213 114 2214; 214 115 2215;
215 116 2216; 216 117 2217; 217 118 218; 218 119 219; 219 120 277;
220 121 2221; 221 122 222; 222 123 223; 223 124 224; 226 127 227; 229 130 230;
230 222 2222; 231 230 2230; 232 224 2224; 233 2217 217; 234 216 2216;
235 223 2223; 236 215 2215; 237 2214 214; 239 277 220;

250 227 231;

251 201 202; 252 240 202; 253 240 204; 254 204 205; 255 206 207; 256 241 207;
257 241 209; 258 209 210; 259 211 212; 260 212 214; 261 214 250; 262 246 217;
263 218 219; 264 219 244; 265 2214 2215; 266 2215 2216; 267 2216 2217;
268 277 2236; 269 223 224; 270 226 1216; 271 238 229; 272 228 230; 273 237 234;
274 201 206; 275 202 207; 276 240 241; 277 204 209; 278 205 210; 279 206 211;
280 207 212; 281 209 216; 282 210 217; 283 211 218; 284 212 244; 285 214 239;
286 2239 2214; 287 2215 2236; 288 2217 224; 289 226 218; 290 219 227;
291 245 2227; 292 2238 221; 293 228 223; 294 230 224; 295 245 2221;
296 2221 222; 297 222 223; 298 225 235; 299 234 231;

300 1215 227; 301 210 310;

302 209 309; 303 208 308; 304 207 307; 305 217 317; 306 2224 3224;
307 2230 3230; 308 216 316; 309 215 315; 310 2223 3223; 311 221 321;
312 220 320; 313 2222 3222; 314 227 327; 315 212 312; 351 310 309; 352 309 308;
353 308 307; 354 307 312; 355 312 344; 356 344 320; 357 317 316; 358 310 317;
359 316 315; 360 316 309; 361 350 308; 362 350 315; 364 315 3236;
365 3223 3224; 367 3236 3223; 368 312 350; 369 327 345; 371 321 344;
372 3224 317; 373 3224 3230; 374 3230 3228; 375 3229 332; 376 3228 3223;
377 337 1305; 378 334 331; 379 326 1316; 380 325 335; 381 345 321;
382 1305 1304; 383 1304 334; 384 1316 1315; 385 1315 327; 386 321 3222;
387 3222 3223; 388 327 1312; 389 1312 331; 390 320 3236;

2001 217 2224;
2002 2224 2230; 2005 275 2223; 2006 254 2222; 2007 272 221; 2008 275 252;
2009 252 251; 2010 246 251; 2011 247 252; 2012 215 2223; 2013 249 254;
2014 250 2222; 2015 251 256; 2016 252 257; 2017 2223 2228; 2018 254 259;
2019 2222 260; 2020 271 261; 2021 272 262; 2023 274 275; 2024 275 276;
2025 251 2224; 2026 272 271; 2027 271 2222; 2028 254 2223; 3003 2228 276;
3004 276 257; 3005 257 256; 3006 256 2230; 3007 2238 262; 3008 262 261;
3009 261 260; 3010 260 259; 3011 259 2229;

ELEMENT INCIDENCES SHELL

1100 35 1135 1155 1158; 1101 1158 1155 1156 1159; 1102 1159 1156 1157 36;
1103 1135 1136 1152 1155; 1104 1155 1152 1153 1156; 1105 1156 1153 1154 1157;
1106 1136 1137 1149 1152; 1107 1152 1149 1150 1153; 1108 1153 1150 1151 1154;
1109 1137 1138 1146 1149; 1110 1149 1146 1147 1150; 1111 1150 1147 1148 1151;
1112 1138 1139 1140 1146; 1113 1146 1140 1141 1147; 1114 1147 1141 1142 1148;
1115 1139 135 1143 1140; 1116 1140 1143 1144 1141; 1117 1141 1144 137 1142;
1118 1137 1160 1161 1149; 1119 1149 1161 1162 1150; 1120 1150 1162 1169 1151;
1121 1160 1163 1164 1161; 1122 1161 1164 1165 1162; 1123 1162 1165 1170 1169;
1124 1163 1166 1167 1164; 1125 1164 1167 1168 1165; 1126 1165 1168 1171 1170;
1127 1166 2137 2149 1167; 1128 1167 2149 2150 1168; 1129 1168 2150 2151 1171;
1130 39 1151 1169 37; 1131 37 1169 1170 38; 1132 4136 1172 1173 4149;
1133 4149 1173 1174 4150; 1134 4150 1174 1181 4148; 1135 1172 1175 1176 1173;
1136 1173 1176 1177 1174; 1137 1174 1177 1182 1181; 1138 1175 1178 1179 1176;
1139 1176 1179 1180 1177; 1140 1177 1180 1183 1182; 1141 1178 3136 3149 1179;
1142 1179 3149 3150 1180; 1143 1180 3150 3148 1183; 1144 1185 1188 1187 1184;
1145 1184 1187 1186 134; 1146 1188 1191 1190 1187; 1147 1187 1190 1189 1186;
1148 1191 1194 1193 1190; 1149 1190 1193 1192 1189; 1150 1194 1196 1195 1193;
1151 1193 1195 127 1192; 1152 2151 1196 1194 1171; 1153 1171 1194 1191 1170;
1154 1191 1182 1181 1188; 1155 1188 1181 4148 1185; 1156 1205 1208 1207 1204;
1157 1204 1207 1206 234; 1158 1208 1211 1210 1207; 1159 1207 1210 1209 1206;

1160 1211 1214 1213 1210; 1161 1210 1213 1212 1209; 1162 1214 1216 1215 1213;
1163 1213 1215 227 1212; 1164 3148 1216 1214 1183; 1165 1183 1214 1211 1182;
1166 5137 1272 1273 5149; 1167 5149 1273 1274 5150; 1168 5150 1274 1281 5151;
1169 1272 1275 1276 1273; 1170 1273 1276 1277 1274; 1171 1274 1277 1282 1281;
1172 1275 1278 1279 1276; 1173 1276 1279 1280 1277; 1174 1277 1280 1283 1282;
1175 1278 6137 6149 1279; 1176 1279 6149 6150 1280; 1177 1280 6150 6151 1283;
1178 1282 1211 1208 1281; 1179 1281 1208 1205 5151; 1180 1305 1308 1307 1304;
1181 1304 1307 1306 334; 1182 1308 1311 1310 1307; 1183 1307 1310 1309 1306;
1184 1311 1314 1313 1310; 1185 1310 1313 1312 1309; 1186 1314 1316 1315 1313;
1187 1313 1315 327 1312; 1188 6151 1316 1314 1283; 1189 1283 1314 1311 1282;
2100 25 2135 2155 2158; 2101 2158 2155 2156 2159; 2102 2159 2156 2157 26;
2103 2135 2136 2152 2155; 2104 2155 2152 2153 2156; 2105 2156 2153 2154 2157;
2106 2136 2137 2149 2152; 2107 2152 2149 2150 2153; 2108 2153 2150 2151 2154;
2109 2137 2138 2146 2149; 2110 2149 2146 2147 2150; 2111 2150 2147 2148 2151;
2112 2138 2139 2140 2146; 2113 2146 2140 2141 2147; 2114 2147 2141 2142 2148;
2115 2139 125 2143 2140; 2116 2140 2143 2144 2141; 2117 2141 2144 126 2142;
3100 125 3135 3152 2143; 3101 2143 3152 3153 2144; 3102 2144 3153 3151 126;
3103 3135 3136 3149 3152; 3104 3152 3149 3150 3153; 3105 3153 3150 3148 3151;
3106 3136 3137 3146 3149; 3107 3149 3146 3147 3150; 3108 3150 3147 3145 3148;
3109 3137 3138 3142 3146; 3110 3146 3142 3143 3147; 3111 3147 3143 3144 3145;
3112 3138 225 3140 3142; 3113 3142 3140 3141 3143; 3114 3143 3141 226 3144;
4100 135 4135 4152 1143; 4101 1143 4152 4153 1144; 4102 1144 4153 4151 137;
4103 4135 4136 4149 4152; 4104 4152 4149 4150 4153; 4105 4153 4150 4148 4151;
4106 4136 4137 4146 4149; 4107 4149 4146 4147 4150; 4108 4150 4147 4145 4148;
4109 4137 4138 4142 4146; 4110 4146 4142 4143 4147; 4111 4147 4143 4144 4145;
4112 4138 235 4140 4142; 4113 4142 4140 4141 4143; 4114 4143 4141 237 4144;
5100 235 5135 5155 4140; 5101 4140 5155 5156 4141; 5102 4141 5156 5157 237;
5103 5135 5136 5152 5155; 5104 5155 5152 5153 5156; 5105 5156 5153 5154 5157;
5106 5136 5137 5149 5152; 5107 5152 5149 5150 5153; 5108 5153 5150 5151 5154;
5109 5137 5138 5146 5149; 5110 5149 5146 5147 5150; 5111 5150 5147 5148 5151;

5112 5138 5139 5140 5146; 5113 5146 5140 5141 5147; 5114 5147 5141 5142 5148;
5115 5139 335 5143 5140; 5116 5140 5143 5144 5141; 5117 5141 5144 337 5142;
6100 225 6135 6155 3140; 6101 3140 6155 6156 3141; 6102 3141 6156 6157 226;
6103 6135 6136 6152 6155; 6104 6155 6152 6153 6156; 6105 6156 6153 6154 6157;
6106 6136 6137 6149 6152; 6107 6152 6149 6150 6153; 6108 6153 6150 6151 6154;
6109 6137 6138 6146 6149; 6110 6149 6146 6147 6150; 6111 6150 6147 6148 6151;
6112 6138 6139 6140 6146; 6113 6146 6140 6141 6147; 6114 6147 6141 6142 6148;
6115 6139 325 6143 6140; 6116 6140 6143 6144 6141; 6117 6141 6144 326 6142;
7100 34 7135 7155 7158; 7101 7158 7155 7156 7159; 7102 7159 7156 7157 33;
7103 7135 7136 7152 7155; 7104 7155 7152 7153 7156; 7105 7156 7153 7154 7157;
7106 7136 7137 7149 7152; 7107 7152 7149 7150 7153; 7108 7153 7150 7151 7154;
7109 7137 7138 7146 7149; 7110 7149 7146 7147 7150; 7111 7150 7147 7148 7151;
7112 7138 7139 7140 7146; 7113 7146 7140 7141 7147; 7114 7147 7141 7142 7148;
7115 7139 134 7143 7140; 7116 7140 7143 7144 7141; 7117 7141 7144 133 7142;
8100 31 8135 8155 8158; 8101 8158 8155 8156 8159; 8102 8159 8156 8157 32;
8103 8135 8136 8152 8155; 8104 8155 8152 8153 8156; 8105 8156 8153 8154 8157;
8106 8136 8137 8149 8152; 8107 8152 8149 8150 8153; 8108 8153 8150 8151 8154;
8109 8137 8138 8146 8149; 8110 8149 8146 8147 8150; 8111 8150 8147 8148 8151;
8112 8138 8139 8140 8146; 8113 8146 8140 8141 8147; 8114 8147 8141 8142 8148;
8115 8139 131 8143 8140; 8116 8140 8143 8144 8141; 8117 8141 8144 138 8142;
9100 131 9135 9152 8143; 9101 8143 9152 9153 8144; 9102 8144 9153 9151 138;
9103 9135 9136 9149 9152; 9104 9152 9149 9150 9153; 9105 9153 9150 9148 9151;
9106 9136 9137 9146 9149; 9107 9149 9146 9147 9150; 9108 9150 9147 9145 9148;
9109 9137 9138 9142 9146; 9110 9146 9142 9143 9147; 9111 9147 9143 9144 9145;
9112 9138 9154 9140 9142; 9113 9142 9140 9141 9143; 9114 9143 9141 238 9144;
9115 9154 231 9155 9140; 9116 9140 9155 9156 9141; 9117 9141 9156 2238 238;
10100 231 10135 10155 9155; 10101 9155 10155 10156 9156;
10102 9156 10156 10157 2238; 10103 10135 10136 10152 10155;
10104 10155 10152 10153 10156; 10105 10156 10153 10154 10157;
10106 10136 10137 10149 10152; 10107 10152 10149 10150 10153;

10108 10153 10150 10151 10154; 10109 10137 10138 10146 10149;
10110 10149 10146 10147 10150; 10111 10150 10147 10148 10151;
10112 10138 10139 10140 10146; 10113 10146 10140 10141 10147;
10114 10147 10141 10142 10148; 10115 10139 331 10143 10140;
10116 10140 10143 10144 10141; 10117 10141 10144 332 10142;
11100 134 11135 11152 7143; 11101 7143 11152 11153 7144;
11102 7144 11153 11151 133; 11103 11135 11136 11149 11152;
11104 11152 11149 11150 11153; 11105 11153 11150 11148 11151;
11106 11136 11137 11146 11149; 11107 11149 11146 11147 11150;
11108 11150 11147 11145 11148; 11109 11137 11138 11142 11146;
11110 11146 11142 11143 11147; 11111 11147 11143 11144 11145;
11112 11138 11154 11155 11142; 11113 11142 11155 11156 11143;
11114 11143 11156 11157 11144; 11115 11154 234 11140 11155;
11116 11155 11140 11141 11156; 11117 11156 11141 233 11157;
12100 234 12135 12155 11140; 12101 11140 12155 12156 11141;
12102 11141 12156 12157 233; 12103 12135 12136 12152 12155;
12104 12155 12152 12153 12156; 12105 12156 12153 12154 12157;
12106 12136 12137 12149 12152; 12107 12152 12149 12150 12153;
12108 12153 12150 12151 12154; 12109 12137 12138 12146 12149;
12110 12149 12146 12147 12150; 12111 12150 12147 12148 12151;
12112 12138 12139 12140 12146; 12113 12146 12140 12141 12147;
12114 12147 12141 12142 12148; 12115 12139 334 12143 12140;
12116 12140 12143 12144 12141; 12117 12141 12144 333 12142;
13100 33 7157 13146 13147; 13101 13147 13146 13135 13134;
13102 13134 13135 8157 32; 13103 7157 7154 13145 13146;
13104 13146 13145 13136 13135; 13105 13135 13136 8154 8157;
13106 7154 7151 13144 13145; 13107 13145 13144 13137 13136;
13108 13136 13137 8151 8154; 13109 7151 7148 13143 13144;
13110 13144 13143 13138 13137; 13111 13137 13138 8148 8151;
13112 7148 7142 13142 13143; 13113 13143 13142 13139 13138;

13114 13138 13139 8142 8148; 13115 7142 133 13141 13142;
13116 13142 13141 13140 13139; 13117 13139 13140 138 8142;
14100 133 11151 14145 13141; 14101 13141 14145 14135 13140;
14102 13140 14135 9151 138; 14103 11151 11148 14144 14145;
14104 14145 14144 14136 14135; 14105 14135 14136 9148 9151;
14106 11148 11145 14143 14144; 14107 14144 14143 14137 14136;
14108 14136 14137 9145 9148; 14109 11145 11144 14142 14143;
14110 14143 14142 14138 14137; 14111 14137 14138 9144 9145;
14112 9144 238 14146 14138; 14113 14138 14146 14147 14142;
14114 238 2238 14140 14146; 14115 14146 14140 14141 14147;
14116 11144 11157 14147 14142; 14117 11157 233 14141 14147;
15100 233 12157 15146 14141; 15101 14141 15146 15135 14140;
15102 14140 15135 10157 2238; 15103 12157 12154 15145 15146;
15104 15146 15145 15136 15135; 15105 15135 15136 10154 10157;
15106 12154 12151 15144 15145; 15107 15145 15144 15137 15136;
15108 15136 15137 10151 10154; 15109 12151 12148 15143 15144;
15110 15144 15143 15138 15137; 15111 15137 15138 10148 10151;
15112 12148 12142 15142 15143; 15113 15143 15142 15139 15138;
15114 15138 15139 10142 10148; 15115 12142 333 15141 15142;
15116 15142 15141 15140 15139; 15117 15139 15140 332 10142;
16100 29 16100 16106 16112; 16101 16112 16106 16113 28;
16102 16100 16101 16107 16106; 16103 16106 16107 16114 16113;
16104 16101 16102 16108 16107; 16105 16107 16108 16115 16114;
16106 16102 16103 16109 16108; 16107 16108 16109 16116 16115;
16108 16103 16104 16110 16109; 16109 16109 16110 16117 16116;
16110 16104 129 16111 16110; 16111 16110 16111 128 16117;
17100 129 17100 17106 16111; 17101 16111 17106 17113 128;
17102 17100 17101 17107 17106; 17103 17106 17107 17114 17113;
17104 17101 17102 17108 17107; 17105 17107 17108 17115 17114;
17106 17102 17103 17109 17108; 17107 17108 17109 17116 17115;

17108 17103 2229 17110 17109; 17109 17109 17110 2228 17116;
18100 2229 18100 18106 17110; 18101 17110 18106 18113 2228;
18102 18100 18101 18107 18106; 18103 18106 18107 18114 18113;
18104 18101 18102 18108 18107; 18105 18107 18108 18115 18114;
18106 18102 18103 18109 18108; 18107 18108 18109 18116 18115;
18108 18103 18104 18110 18109; 18109 18109 18110 18117 18116;
18110 18104 3229 18111 18110; 18111 18110 18111 3228 18117;

ELEMENT PROPERTY

1100 TO 1117 THICKNESS 0.25

1118 TO 1189 THICKNESS 0.15

2100 TO 2117 THICKNESS 0.25

3100 TO 3114 THICKNESS 0.25

4100 TO 4114 THICKNESS 0.25

5100 TO 5117 THICKNESS 0.25

6100 TO 6117 THICKNESS 0.25

7100 TO 7117 THICKNESS 0.25

8100 TO 8117 THICKNESS 0.25

9100 TO 9117 THICKNESS 0.25

10100 TO 10117 THICKNESS 0.25

11100 TO 11117 THICKNESS 0.25

12100 TO 12117 THICKNESS 0.25

13100 TO 13117 THICKNESS 0.25

14100 TO 14117 THICKNESS 0.25

15100 TO 15117 THICKNESS 0.25

16100 TO 16111 THICKNESS 0.25

17100 TO 17109 THICKNESS 0.25

18100 TO 18111 THICKNESS 0.25

DEFINE MATERIAL START

ISOTROPIC MATERIAL1

E 2.05e+008

POISSON 0.3
DENSITY 23.5616
ISOTROPIC MATERIAL2
E 2.5e+007
POISSON 0.17
ISOTROPIC MATERIAL3
E 2.05e+008
POISSON 0.3
END DEFINE MATERIAL

MEMBER PROPERTY EUROPEAN

* Σκυρόδεμα ισογείου

**Δοκοί

101 TO 103 105 TO 107 109 TO 112 PRIS IY 1 YD 0.6 ZD 0.2

124 TO 126 128 129 131 TO 139 PRIS IY 1 YD 0.6 ZD 0.2

118 TO 123 PRIS IY 1 YD 0.6 ZD 0.1

144 TO 146 149 TO 154 PRIS IY 1 YD 0.6 ZD 0.2

113 TO 117 141 TO 143 147 148 PRIS IY 1 YD 0.5 ZD 0.2

104 108 127 130 140 PRIS IY 1 YD 0.5 ZD 0.2

**Κολόνες

16 25 PRIS YD 0.25 ZD 0.3

23 PRIS YD 0.25 ZD 0.55

4 5 10 PRIS YD 0.3 ZD 0.3

1 11 14 15 PRIS YD 0.5 ZD 0.3

9 PRIS YD 0.5 ZD 0.3

22 PRIS YD 0.6 ZD 0.3

3 13 PRIS YD 0.35 ZD 0.2

8 12 PRIS YD 0.4 ZD 0.25

19 21 PRIS YD 0.3 ZD 0.2

2 18 PRIS YD 0.5 ZD 0.2

6 17 20 PRIS YD 0.45 ZD 0.2

7 PRIS YD 0.4 ZD 0.3

24 PRIS YD 0.6 ZD 0.2

* Σκυρόδεμα 1^{ου} ορόφου

** Δοκοί

191 TO 196 198 TO 200 251 TO 264 270 PRIS IY 1 YD 0.6 ZD 0.2

188 189 274 TO 285 289 290 PRIS IY 1 YD 0.6 ZD 0.2

273 298 299 PRIS YD 0.5 ZD 0.2

265 TO 269 271 272 286 288 291 292 294 TO 297 PRIS IY 1 YD 0.6 ZD 0.25

287 293 PRIS IY 1 YD 0.6 ZD 0.2

300 PRIS YD 0.6 ZD 0.2

**Κολόνες

216 229 231 233 PRIS YD 0.25 ZD 0.3

223 232 PRIS YD 0.25 ZD 0.55

204 205 210 PRIS YD 0.3 ZD 0.3

209 PRIS YD 0.5 ZD 0.3

201 211 214 215 234 236 237 PRIS YD 0.2 ZD 0.4

222 235 PRIS YD 0.6 ZD 0.3

203 213 PRIS YD 0.35 ZD 0.2

202 218 PRIS YD 0.5 ZD 0.2

206 217 220 PRIS YD 0.45 ZD 0.2

208 212 PRIS YD 0.4 ZD 0.25

219 221 230 239 PRIS YD 0.3 ZD 0.2

226 PRIS YD 0.5 ZD 0.3

207 PRIS YD 0.4 ZD 0.3

250 PRIS YD 0.6 ZD 0.2

* Σκυρόδεμα 2^{ου} ορόφου

**Δοκοί

351 TO 362 364 365 PRIS IY 1 YD 0.5 ZD 0.2

367 TO 369 388 389 PRIS IY 1 YD 0.5 ZD 0.2

371 TO 387 390 PRIS IY 1 YD 0.5 ZD 0.2

** Κολόνες

305 307 PRIS YD 0.25 ZD 0.3

306 PRIS YD 0.25 ZD 0.55

304 PRIS YD 0.3 ZD 0.3

303 PRIS YD 0.5 ZD 0.3

308 309 PRIS YD 0.2 ZD 0.4

310 PRIS YD 0.6 ZD 0.3

302 315 PRIS YD 0.4 ZD 0.25

312 313 PRIS YD 0.3 ZD 0.2

311 PRIS YD 0.45 ZD 0.2

301 PRIS YD 0.4 ZD 0.3

314 PRIS YD 0.6 ZD 0.2

*Υπερύψωση μεταλλική

2001 2002 TABLE ST IPE180

2005 TO 2009 TABLE ST IPE180

2025 TO 2028 TABLE ST IPE180

2010 TO 2021 TABLE ST IPE80

2023 2024 TABLE ST IPE80

3003 TO 3011 TABLE ST IPE80

CONSTANTS

BETA 90 MEMB 9 14 TO 16 23 25 201 209 211 214 TO 216 218 223 226 229 -

232 TO 234 237 303 306 309

MATERIAL MATERIAL2 MEMB 1 TO 25 101 TO 154 188 189 191 TO 196 198
TO 223 226 -

229 TO 237 239 250 TO 315 351 TO 362 364 365 367 TO 369 371 TO 390 -

1100 TO 1189 2100 TO 2117 3100 TO 3114 4100 TO 4114 5100 TO 5117 -
6100 TO 6117 7100 TO 7117 8100 TO 8117 9100 TO 9117 10100 TO 10117 11100 -
11101 TO 11117 12100 TO 12117 13100 TO 13117 14100 TO 14117 15100 TO
15117 -

16100 TO 16111 17100 TO 17109 18100 TO 18111

MATERIAL MATERIAL3 MEMB 2001 2002 2005 TO 2021 2023 TO 2028 3003
TO 3011

SUPPORTS

1 TO 18 PINNED

20 TO 39 PINNED

LOAD 10 DEAD

MEMBER LOAD

* 1^η πλάκα

101 UNI GY -7.2

102 103 117 118 121 UNI GY -6.7

104 120 UNI GY -5.1

105 UNI GY -23.9

106 107 UNI GY -27

108 UNI GY -15.6

109 UNI GY -21

110 112 UNI GY -25.4

111 119 UNI GY -22.3

113 UNI GY -16.7

114 UNI GY -18.6

115 UNI GY -9.5

116 UNI GY -3.7

122 UNI GY -7.1

124 UNI GY -5.7

125 UNI GY -17.3

126 UNI GY -14

127 UNI GY -3.8
128 130 UNI GY -4.7
129 UNI GY -16.4
131 UNI GY -6.4
132 UNI GY -12.5
133 UNI GY -12.9
134 UNI GY -3.8
135 UNI GY -6.5
136 UNI GY -18.3
137 UNI GY -22.5
138 UNI GY -26.2
139 UNI GY -6.1
142 UNI GY -4.7
143 UNI GY -7
144 UNI GY -2.7
145 UNI GY -20.6
146 UNI GY -11.5
147 UNI GY -8.9
148 UNI GY -3.7
149 UNI GY -6.8
150 UNI GY -11.3
153 UNI GY -20
154 UNI GY -16.8

* 2^η πλάκα

250 252 253 UNI GY -4.7
251 254 UNI GY -5.7
255 UNI GY -21.4
256 257 UNI GY -20.3
258 UNI GY -16.8

259 UNI GY -21
260 UNI GY -18
191 TO 194 261 UNI GY -12.5
195 196 262 UNI GY -6.75
263 UNI GY -19.1
264 UNI GY -9.6
265 UNI GY -4.6
266 267 UNI GY -6.5
268 UNI GY -4.6
269 UNI GY -23.8
270 UNI GY -9.6
271 UNI GY -11.3
272 UNI GY -7.1
274 UNI GY -7.2
275 UNI GY -24
276 UNI GY -23.4
277 UNI GY -19.7
278 UNI GY -13.8
279 UNI GY -4.7
280 281 UNI GY -16.8
282 UNI GY -4.7
283 UNI GY -6.4
284 UNI GY -11.2
285 286 UNI GY -4.8
287 UNI GY -16.9
288 UNI GY -4.9
289 UNI GY -4
290 UNI GY -11.7
291 UNI GY -10.5
292 UNI GY -7

293 UNI GY -28.7
294 UNI GY -6.1
295 TO 297 UNI GY -11.3

* 2^η πλάκα μεταλλική κατασκευή

2001 UNI GY -17.2
2002 UNI GY -21.5
2010 2011 UNI GY -34.5
2012 UNI GY -33.4
2013 UNI GY -32.3
2014 UNI GY -26.9
2015 TO 2017 2024 UNI GY -42.9
2018 UNI GY -51
2019 2020 UNI GY -51
2021 UNI GY -48
2023 UNI GY -34

*οροφή

351 353 354 UNI GY -5.2
352 UNI GY -4.1
355 UNI GY -8.3
356 390 UNI GY -5.5
358 UNI GY -7.3
359 UNI GY -14.7
360 UNI GY -21.95
361 UNI GY -18.5
364 UNI GY -14.5
365 UNI GY -17.3
357 UNI GY -16.7
369 388 389 UNI GY -8.7

371 UNI GY -2.5
372 UNI GY -4.9
373 UNI GY -6.5
374 UNI GY -5.6
375 UNI GY -6.5
376 UNI GY -26.2
381 386 387 UNI GY -17.7
ELEMENT LOAD
1118 TO 1189 PR GY -6.55

LOAD 20 IMPOSED LOAD

MEMBER LOAD

* 1^η πλάκα

101 UNI GY -1.4
102 103 117 118 121 UNI GY -2.2
104 120 UNI GY -1
105 UNI GY -4.6
106 107 UNI GY -4.3
108 UNI GY -3
109 UNI GY -4
110 112 UNI GY -4.9
111 119 UNI GY -4.3
113 UNI GY -3.3
114 UNI GY -18.6
115 UNI GY -1.85
116 UNI GY -0.8
122 UNI GY -1.4
124 UNI GY -2
125 UNI GY -3.4
126 UNI GY -2.7

127 UNI GY -1.3
128 130 UNI GY -1
129 UNI GY -3.2
131 UNI GY -1.3
132 UNI GY -2.4
133 UNI GY -2.5
134 UNI GY -0.8
135 UNI GY -1.3
136 UNI GY -3.51
137 UNI GY -4.4
138 UNI GY -5
139 UNI GY -1.2
142 UNI GY -1
143 UNI GY -1.4
144 UNI GY -0.6
145 UNI GY -4
146 UNI GY -2.2
147 UNI GY -1.8
148 UNI GY -0.7
149 UNI GY -1.3
150 UNI GY -2.2
153 UNI GY -3.85
154 UNI GY -3.3
* 2^η πλάκα
250 252 253 UNI GY -0.9
251 254 UNI GY -1.1
255 UNI GY -4.2
256 257 UNI GY -3.9
258 UNI GY -3.3
259 UNI GY -4.1

260 UNI GY -3.4
191 TO 194 261 UNI GY -2.4
195 196 262 UNI GY -1.3
263 UNI GY -3.7
264 UNI GY -1.9
265 UNI GY -0.9
266 267 UNI GY -2.2
268 UNI GY -0.9
269 UNI GY -4.6
270 UNI GY -1.9
271 UNI GY -2.2
272 UNI GY -2.4
274 UNI GY -1.4
275 UNI GY -4.62
276 UNI GY -4.5
277 UNI GY -3.78
278 UNI GY -2.7
279 UNI GY -1
280 281 UNI GY -3.3
282 UNI GY -0.9
283 UNI GY -1.3
284 UNI GY -2.2
285 286 UNI GY -1
287 UNI GY -3.3
288 UNI GY -1.7
289 UNI GY -0.8
290 UNI GY -2.25
291 UNI GY -3.5
292 UNI GY -1.4
293 UNI GY -5.6

294 UNI GY -2

295 TO 297 UNI GY -11.3

* 2^η πλάκα μεταλλική κατασκευή

2001 UNI GY -3.3

2002 UNI GY -4.2

2010 2011 UNI GY -6.6

2012 UNI GY -6.4

2013 UNI GY -6.2

2014 UNI GY -5.2

2015 TO 2017 2024 UNI GY -8.3

2018 UNI GY -10

2019 2020 UNI GY -9.7

2021 UNI GY -9.3

2023 UNI GY -6.7

*Οροφή

351 353 354 UNI GY -1.2

352 UNI GY -0.95

355 UNI GY -1.85

356 UNI GY -1.25

358 UNI GY -1.7

359 UNI GY -3.3

360 UNI GY -4.9

361 UNI GY -4.2

364 UNI GY -2.4

365 UNI GY -3.9

357 UNI GY -3.75

369 UNI GY -1.95

371 UNI GY -0.5

372 UNI GY -1.1

373 UNI GY -1.45

374 UNI GY -1.25

375 UNI GY -1.45

376 UNI GY -5.85

381 UNI GY -3.9

ELEMENT LOAD

1118 TO 1189 PR GX 19.45

LOAD 30 AIR LOAD

MEMBER LOAD

1 201 UNI GX 9.55

6 206 UNI GX 19.8

11 211 UNI GX 16.1

17 217 UNI GX 17.25

304 UNI GX 4.85

315 UNI GX 8.75

311 UNI GX 8.25

314 UNI GX 4.35

1 201 UNI GZ 12.9

2 202 UNI GZ 23.4

3 203 UNI GZ 19.8

4 204 UNI GZ 15.75

5 205 UNI GZ 6.45

304 UNI GZ 4.95

303 UNI GZ 9.35

301 UNI GZ 3.1

302 UNI GZ 7.5

200 264 270 300 379 381 384 385 UNI GZ 6.1

JOINT LOAD

25 FX 4.9

2135 TO 2139 FX 9.75

125 FX 11.45
3135 TO 3138 FX 13.05
35 FX 2
1135 TO 1139 FX 4
135 FX 4.65
4135 TO 4138 FX 5.3
225 235 FX 7.5
6135 TO 6139 FX 1.9
5135 TO 5139 FX 1.9
325 335 FX 0.95
ELEMENT LOAD
6100 TO 6117 PR GZ 0.75

LOAD 40 X-SPECTRUM

MEMBER LOAD

** X-MASSSES

* 1 πλάκα

101 UNI GX 7.2
102 103 117 118 121 UNI GX 6.7
104 120 UNI GX 5.1
105 UNI GX 23.9
106 107 UNI GX 27
108 UNI GX 15.6
109 UNI GX 21
110 112 UNI GX 25.4
111 119 UNI GX 22.3
113 UNI GX 16.7
114 UNI GX 18.6
115 UNI GX 9.5
116 UNI GX 3.7

122 UNI GX 7.1
124 UNI GX 5.7
125 UNI GX 17.3
126 UNI GX 14
127 UNI GX 3.8
128 130 UNI GX 4.7
129 UNI GX 16.4
131 UNI GX 6.4
132 UNI GX 12.5
133 UNI GX 12.9
134 UNI GX 3.8
135 UNI GX 6.5
136 UNI GX 18.3
137 UNI GX 22.5
138 UNI GX 26.2
139 UNI GX 6.1
142 UNI GX 4.7
143 UNI GX 7
144 UNI GX 2.7
145 UNI GX 20.6
146 UNI GX 11.5
147 UNI GX 8.9
148 UNI GX 3.7
149 UNI GX 6.8
150 UNI GX 11.3
153 UNI GX 20
154 UNI GX 16.8

* 2^η Πλάκα

250 252 253 UNI GX 4.7

251 254 UNI GX 5.7
255 UNI GX 21.4
256 257 UNI GX 20.3
258 UNI GX 16.8
259 UNI GX 21
260 UNI GX 18
191 TO 194 261 UNI GX 12.5
195 196 262 UNI GX 6.75
263 UNI GX 19.1
264 UNI GX 9.6
265 UNI GX 4.6
266 267 UNI GX 6.5
268 UNI GX 4.6
269 UNI GX 23.8
270 UNI GX 9.6
271 UNI GX 11.3
272 UNI GX 7.1
274 UNI GX 7.2
275 UNI GX 24
276 UNI GX 23.4
277 UNI GX 19.7
278 UNI GX 13.8
279 UNI GX 4.7
280 281 UNI GX 16.8
282 UNI GX 4.7
283 UNI GX 6.4
284 UNI GX 11.2
285 286 UNI GX 4.8
287 UNI GX 16.9
288 UNI GX 4.9

289 UNI GX 4
290 UNI GX 11.7
291 UNI GX 10.5
292 UNI GX 7
293 UNI GX 28.7
294 UNI GX 6.1
295 TO 297 UNI GX 11.3

* 2η πλάκα Μεταλλική κατασκευή

2001 UNI GX 17.2
2002 UNI GX 21.5
2010 2011 UNI GX 34.5
2012 UNI GX 33.4
2013 UNI GX 32.3
2014 UNI GX 26.9
2015 TO 2017 2024 UNI GX 42.9
2018 UNI GX 51
2019 2020 UNI GX 51
2021 UNI GX 48
2023 UNI GX 34

*Οροφής

351 353 354 UNI GX 5.2
352 UNI GX 4.1
355 UNI GX 8.3
356 390 UNI GX 5.5
358 UNI GX 7.3
359 UNI GX 14.7
360 UNI GX 21.95
361 UNI GX 18.5
364 UNI GX 14.5

365 UNI GX 17.3
357 UNI GX 16.7
369 388 389 UNI GX 8.7
371 UNI GX 2.5
372 UNI GX 4.9
373 UNI GX 6.5
374 UNI GX 5.6
375 UNI GX 6.5
376 UNI GX 26.2
381 386 387 UNI GX 17.7
ELEMENT LOAD
1118 TO 1189 PR GX 6.55

MEMBER LOAD

** y-MASSES

*1^η Πλάκα

101 UNI GY 7.2
102 103 117 118 121 UNI GY 6.7
104 120 UNI GY 5.1
105 UNI GY 23.9
106 107 UNI GY 27
108 UNI GY 15.6
109 UNI GY 21
110 112 UNI GY 25.4
111 119 UNI GY 22.3
113 UNI GY 16.7
114 UNI GY 18.6
115 UNI GY 9.5
116 UNI GY 3.7
122 UNI GY 7.1

124 UNI GY 5.7
125 UNI GX 17.3
126 UNI GY 14
127 UNI GY 3.8
128 130 UNI GY 4.7
129 UNI GY 16.4
131 UNI GY 6.4
132 UNI GY 12.5
133 UNI GY 12.9
134 UNI GY 3.8
135 UNI GY 6.5
136 UNI GY 18.3
137 UNI GY 22.5
138 UNI GY 26.2
139 UNI GY 6.1
142 UNI GY 4.7
143 UNI GY 7
144 UNI GY 2.7
145 UNI GY 20.6
146 UNI GY 11.5
147 UNI GY 8.9
148 UNI GY 3.7
149 UNI GY 6.8
150 UNI GY 11.3
153 UNI GY 20
154 UNI GY 16.8

* 2^η Πλάκα

250 252 253 UNI GY 4.7

251 254 UNI GY 5.7

255 UNI GY 21.4
256 257 UNI GY 20.3
258 UNI GY 16.8
259 UNI GY 21
260 UNI GY 18
191 TO 194 261 UNI GY 12.5
195 196 262 UNI GY 6.75
263 UNI GY 19.1
264 UNI GY 9.6
265 UNI GY 4.6
266 267 UNI GY 6.5
268 UNI GY 4.6
269 UNI GY 23.8
270 UNI GY 9.6
271 UNI GY 11.3
272 UNI GY 7.1
274 UNI GY 7.2
275 UNI GY 24
276 UNI GY 23.4
277 UNI GY 19.7
278 UNI GY 13.8
279 UNI GY 4.7
280 281 UNI GY 16.8
282 UNI GY 4.7
283 UNI GY 6.4
284 UNI GY 11.2
285 286 UNI GY 4.8
287 UNI GY 16.9
288 UNI GY 4.9
289 UNI GY 4

290 UNI GY 11.7
291 UNI GY 10.5
292 UNI GY 7
293 UNI GY 28.7
294 UNI GY 6.1
295 TO 297 UNI GY 11.3
* 2^η Πλάκα μεταλλική κατασκευή
2001 UNI GY 17.2
2002 UNI GY 21.5
2010 2011 UNI GY 34.5
2012 UNI GY 33.4
2013 UNI GY 32.3
2014 UNI GY 26.9
2015 TO 2017 2024 UNI GY 42.9
2018 UNI GY 51
2019 2020 UNI GY 51
2021 UNI GY 48
2023 UNI GY 34
*Οροφή
351 353 354 UNI GY 5.2
352 UNI GY 4.1
355 UNI GY 8.3
356 390 UNI GY 5.5
358 UNI GY 7.3
359 UNI GY 14.7
360 UNI GY 21.95
361 UNI GY 18.5
364 UNI GY 14.5
365 UNI GY 17.3
357 UNI GY 16.7

369 388 389 UNI GY 8.7

371 UNI GY 2.5

372 UNI GY 4.9

373 UNI GY 6.5

374 UNI GY 5.6

375 UNI GY 6.5

376 UNI GY 26.2

381 386 387 UNI GY 17.7

ELEMENT LOAD

1118 TO 1189 PR GY 6.55

MEMBER LOAD

** z-MASSES

* 1^η Πλάκα

101 UNI GZ 7.2

102 103 117 118 121 UNI GZ 6.7

104 120 UNI GZ 5.1

105 UNI GZ 23.9

106 107 UNI GZ 27

108 UNI GZ 15.6

109 UNI GZ 21

110 112 UNI GZ 25.4

111 119 UNI GZ 22.3

113 UNI GZ 16.7

114 UNI GZ 18.6

115 UNI GZ 9.5

116 UNI GZ 3.7

122 UNI GZ 7.1

124 UNI GZ 5.7

125 UNI GZ 17.3

126 UNI GZ 14
127 UNI GZ 3.8
128 130 UNI GZ 4.7
129 UNI GZ 16.4
131 UNI GZ 6.4
132 UNI GZ 12.5
133 UNI GZ 12.9
134 UNI GZ 3.8
135 UNI GZ 6.5
136 UNI GZ 18.3
137 UNI GZ 22.5
138 UNI GZ 26.2
139 UNI GZ 6.1
142 UNI GZ 4.7
143 UNI GZ 7
144 UNI GZ 2.7
145 UNI GZ 20.6
146 UNI GZ 11.5
147 UNI GZ 8.9
148 UNI GZ 3.7
149 UNI GZ 6.8
150 UNI GZ 11.3
153 UNI GZ 20
154 UNI GZ 16.8

* 2^η Πλάκα

250 252 253 UNI GZ 4.7
251 254 UNI GZ 5.7
255 UNI GZ 21.4
256 257 UNI GZ 20.3

258 UNI GZ 16.8
259 UNI GZ 21
260 UNI GZ 18
191 TO 194 261 UNI GZ 12.5
195 196 262 UNI GZ 6.75
263 UNI GZ 19.1
264 UNI GZ 9.6
265 UNI GZ 4.6
266 267 UNI GZ 6.5
268 UNI GZ 4.6
269 UNI GZ 23.8
270 UNI GZ 9.6
271 UNI GZ 11.3
272 UNI GZ 7.1
274 UNI GZ 7.2
275 UNI GZ 24
276 UNI GZ 23.4
277 UNI GZ 19.7
278 UNI GZ 13.8
279 UNI GZ 4.7
280 281 UNI GZ 16.8
282 UNI GZ 4.7
283 UNI GZ 6.4
284 UNI GZ 11.2
285 286 UNI GZ 4.8
287 UNI GZ 16.9
288 UNI GZ 4.9
289 UNI GZ 4
290 UNI GZ 11.7
291 UNI GZ 10.5

292 UNI GZ 7
293 UNI GZ 28.7
294 UNI GY 6.1
295 TO 297 UNI GZ 11.3

* 2^η Πλάκα μεταλλική κατασκευή

2001 UNI GZ 17.2
2002 UNI GZ 21.5
2010 2011 UNI GZ 34.5
2012 UNI GZ 33.4
2013 UNI GZ 32.3
2014 UNI GZ 26.9
2015 TO 2017 2024 UNI GZ 42.9
2018 UNI GZ 51
2019 2020 UNI GZ 51
2021 UNI GZ 48
2023 UNI GZ 34

*Οροφή

351 353 354 UNI GZ 5.2
352 UNI GZ 4.1
355 UNI GZ 8.3
356 390 UNI GZ 5.5
358 UNI GZ 7.3
359 UNI GZ 14.7
360 UNI GZ 21.95
361 UNI GZ 18.5
364 UNI GZ 14.5
365 UNI GZ 17.3

357 UNI GZ 16.7

369 388 389 UNI GZ 8.7

371 UNI GZ 2.5

372 UNI GZ 4.9

373 UNI GZ 6.5

374 UNI GZ 5.6

375 UNI GZ 6.5

376 UNI GZ 26.2

381 386 387 UNI GZ 17.7

ELEMENT LOAD

1118 TO 1189 PR GZ 6.55

- Δήλωση φάσματος

SPECTRUM CQC X 1 ACC SCALE 0.63 DAMP 0.05

** scale $0.25 \cdot 9.81 / 3.9q = 3.9$

0 1; 0.02 2.5; 0.3 2.5; 0.4 1.4; 0.6 1; 1 0.8; 2 0.4; 3 0.2;

LOAD 50 X-SPECTRUM

SPECTRUM CQC Z 1 ACC SCALE 1.63 DAMP 0.05

0 1; 0.02 2.5; 0.3 2.5; 0.4 1.4; 0.6 1; 1 0.8; 2 0.4; 3 0.2;

- Συνδυασμοί φορτίσεων

LOAD COMB 100 ULTIMATE GRAVITY

10 1.35 20 1.5

* $1,35G + 1.5Q + (1.5 \cdot 0.6AIR)$

LOAD COMB 200 WIND X

10 1.35 20 1.5 30 0.9

LOAD COMB 300 EARTHQUAKE X

10 1.35 20 0.5 40 1.0 50 0.3

LOAD COMB 400 EARTHQUAKE Z

10 1.35 20 0.5 40 0.3 50 1.0

PERFORM ANALYSIS
PRINT ELEMENT FORCE
PRINT MEMBER FORCES
PRINT SUPPORT REACTION
FINISH

Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο γράφονται τα συμπεράσματα που βγήκαν από την όλη εργασία. Αρχίζοντας από το πρώτο κεφάλαιο όπου αναφέρω λίγα λόγια για την κατασκευή. Σε αυτό το πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια περιγραφή του κτηρίου γενικότερα της κατασκευής και της περιοχής όπου θα ανεγερθεί. Είναι πολύ σημαντικό ο μελετητής να γνωρίζει καλά, για τι περιοχή είναι εκεί όπου θα ανεγερθεί το κτήριο και τι κατασκευή θα είναι για να επιλέξει τις σωστές παραμέτρους. Γνωρίζοντας όλα τα παρά πάνω που προαναφέρθηκαν τότε προχωρά στην επιλογή των φορτίων, που θα φέρει η κατασκευή, σύμφωνα πάντα και με τη χρήση που θα έχει. είναι πολύ σημαντικό για τους μηχανικούς στην Κύπρο να γνωρίζουν με τι έχουν να ασχοληθούν, αφού στην Κύπρο επικρατούν συνεχώς σεισμοί. Η Κύπρος είναι μια σεισμογενής χώρα. Είναι απαραίτητο και πολύ σημαντικό να λάβεις τα σεισμικά φορτία σοβαρά υπόψη, για να μην έχεις αστοχία όταν θα έρθει ένας σεισμός. Παρόλο που υπάρχουν αρκετοί σεισμοί, δεν είναι όμως μεγάλοι, έτσι ώστε παρουσιάζεται και από το $M_s < 5,5$ και για αυτό χρησιμοποιούμε το ελαστικό φάσμα για σχεδιασμό του τύπου 1. Ένα φαινόμενο που είναι σημαντικό είναι τα φορτία ανέμου, εδώ στη Κύπρο δεν επηρεάζουν την κατασκευή μας και πολύ, για το λόγο του ότι έχουμε μικρούς σε ένταση ανέμους. Στους συνδυασμούς φόρτισης έχεις υπόψη σου όλους τους πιθανούς συνδυασμούς. Στην παρούσα μελέτη δεν έχω χρησιμοποιήσει συνδυασμό σεισμικού φορτίου με άνεμο, είναι απομακρυσμένο σενάριο να συντρέξουν αυτά τα δύο σενάρια μαζί. Τα αποτελέσματα που πάρθηκαν από το πρόγραμμα βρίσκονται σε αρχείο στο DVD που επισυνάπτεται στην τελευταία σελίδα της παρούσας πτυχιακής.

Βιβλιογραφία

Γενικά για τους ευρωκώδικες

[http://www.moi.gov.cy/moi/moi.nsf/all/32EE32846064569DC2257AB600475BD9/\\$file/Cyprus%20National%20Annex%20EN%201990.pdf?openelement](http://www.moi.gov.cy/moi/moi.nsf/all/32EE32846064569DC2257AB600475BD9/$file/Cyprus%20National%20Annex%20EN%201990.pdf?openelement)

<http://www.moi.gov.cy/moi/moi.nsf/All/538663CE9A2A68FFC2257A91004EB9ED>

Τη είναι σεισμός

<http://www.earthquakenet.gr/tieinaseismos.htm>

<http://www.gscp.gr/games/seismos2.htm>

Σημειώσεις μαθήματος αντισεισμικής μηχανικής του Χρυσοστόμου, Κ.

Σεισμοί στη Κύπρο

http://www.moa.gov.cy/moa/gsd/gsd.nsf/dmlHistEarthquakes_gr/dmlHistEarthquakes_gr?OpenDocument

Σημειώσεις μαθήματος αντισεισμικής μηχανικής του Χρυσοστόμου, Κ.

Φορτία ανέμου

<http://www.clamps.gr/dat/5C0D9501/file.pdf>

<http://www.ktiriaka.gr/default.aspx?ch=11&dir=+1>

[users.ntua.gr/gpapazaf/pdf_files/STYASS/ΣΚ121116.pdf?](http://users.ntua.gr/gpapazaf/pdf_files/STYASS/ΣΚ121116.pdf)

Σημειώσεις μαθήματος Ανάλυσης Γεφυρών και Σηράγγων, διάλεξη δεύτερη, Κυριακίδη, Ν.

Φορτία

http://www.teetas.gr/sites/default/files/seminaria/trezos_eurocodesiteaec0ec1.pdf

<http://buildinggreen.gr/articles/%CE%AC%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%B1/%CE%B4%CF%81%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%B1%CE%BD%CE%AD%CE%BC%CE%BF%CF%85-%CE%B5%CF%80%CE%AF-%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CF%8E%CE%BD/>