

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΤΡΙΩΡΟΦΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Σιάππα Βασιλική

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια : Παπαλού Αγγελική

Πάτρα, Ιούνιος 2022

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, πραγματοποιήθηκε στατική και δυναμική ανάλυση τριώροφης κατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα με βάσει τους ισχύοντες Ελληνικούς κανονισμούς. Για την ανάλυση αυτή έγινε χρήση του προγράμματος 3DR STRAD που μας προσφέρθηκε δωρεάν από την εταιρεία 3DR Engineering software.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κ. Παπαλού Αγγελική για την συνεργασία που είχαμε κατά την διάρκεια αυτών των μηνών.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που με στήριξε και με στηρίζει σε όλες τις αποφάσεις μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως θέμα την στατική και δυναμική ανάλυση τριώροφης κατοικίας. Ο φέρων οργανισμός της κατασκευής αποτελείται από στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος και η θεμελίωση έχει γίνει με πεδιλοδοκούς.

Η μελέτη έγινε σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς. Η στατική και δυναμική ανάλυση της κατασκευής έγινε με τη χρήση του προγράμματος 3DR STRAD για οπλισμένο σκυρόδεμα, από την εταιρεία 3DR Engineering software.

Η εργασία αυτή χωρίζεται σε τρία κεφάλαια:

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται συνοπτικά οι ιδιότητες του σκυροδέματος και του χάλυβα, εστιάζοντας στα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα τους ως δομικά υλικά. Ακόμα γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη κτηρίου μας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται οι βασικές αρχές των κανονισμών σύμφωνα με τις οποίες αναλύθηκε η υπό μελέτη κατασκευή.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται το πρόγραμμα με το οποίο πραγματοποιήθηκε ανάλυση και η διαστασιολόγηση του κτηρίου. Αναφέρεται αναλυτικά ο τρόπος λειτουργίας του μέσω μελέτης υπάρχουσας τριώροφης κατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1. Ιδιότητες οπλισμένου σκυροδέματος.....	7
1.1. Ιδιότητες σκυροδέματος.....	8
1.2. Βασικές αρχές αντισεισμικού σχεδιασμού	10
2. Λογισμικό 3DR.STRAD.....	12
2.1. Σύντομη περιγραφή	12
2.2. Περιβάλλον εργασίας	15
2.3. Κανονισμοί	16
2.4. Αποτελέσματα	16
2.5. Τεύχος μελέτης	16
3. Σχεδιασμός και ανάλυση.....	18
3.1. Κανόνες	18
3.2. Απαιτήσεις	18
3.3. Τρόποι ανάλυσης	18
3.3.1. Ελαστική (καθολική) ανάλυση.....	18
3.3.2. Πλαστική (καθολική) ανάλυση.....	19
3.3.3. Επιδράσεις λόγω παραμορφώσεων.....	19
3.4. Μάζες.....	19
3.5. Δράσεις.....	19
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ	20
1. Υλικά κατασκευής.....	21
2. Γεωμετρικά στοιχεία κτηρίου.....	21
2.1. Μόνιμα φορτία	21
2.2. Κινητά φορτία	21
2.3. Σεισμολογικά στοιχεία	22
3. Περιγραφή κτηρίου στο λογισμικό 3DR STRAD.....	30
4. Είδη πλακών.....	30

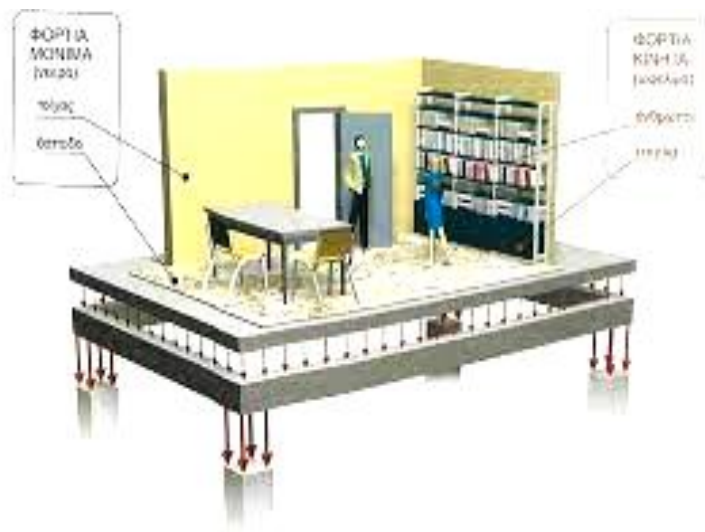
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ....	31
1. Υποστυλώματα.....	33
2. Δοκοί	34
3. Έλεγχος	41
ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ....	47
ΣΥΓΚΡΙΣΗ CHERNY-MARCUS.....	51
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ.....	60
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	61

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα φορτία που μπορούν να επιβληθούν σε μια κατασκευή χωρίζονται σε δυο κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο που επιδρούν σε μια κατασκευή (Παπαλού Αγγελική,2011). Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τα στατικά φορτία και η άλλη τα δυναμικά.

Στα στατικά φορτία κατατάσσονται τα μόνιμα φορτία (π.χ. το ίδιο βάρος της κατασκευής, βάρος της τοιχοποιίας κ.λπ) και τα κινητά φορτία (π.χ. βάρος ανθρώπων, επίπλων, οι περιβαλλοντικές δράσεις, ο άνεμος που δεν επιταχύνει την κατασκευή κ.λπ).

Στα δυναμικά φορτία κατατάσσονται ο σεισμός , ο άνεμος όταν θέτει την κατασκευή σε κίνηση (Εικόνα 1).

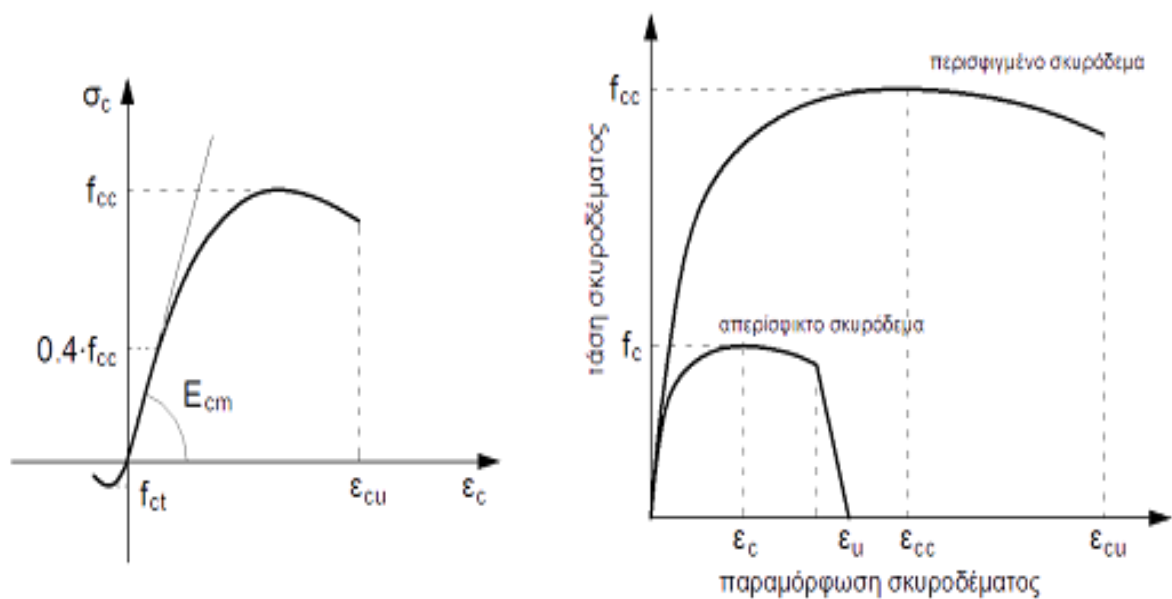


Εικόνα 1 : Κινητά και Μόνιμα Φορτία

(<http://www.ktiriaka.gr/Default.aspx?ch=9>)

1. Ιδιότητες οπλισμένου σκυροδέματος Ιδιότητες σκυροδέματος

Το σκυρόδεμα δημιουργείται με την ανάμιξη αδρανών υλικών κατάλληλης κοκκομετρικής σύνθεσης, τσιμέντου και νερού και το οποίο μετατρέπεται σε στερεό σώμα κατόπιν χημικής αντίδρασης. Στα υλικά αυτά μπορούν να προστεθούν και πρόσμικτα υλικά που μπορούν να τροποποιήσουν κάποιες από τις ιδιότητες του σκυροδέματος. Το μείγμα αυτό μετατρέπεται σε στερεό σώμα λόγω χημικής αντίδρασης του νερού με το τσιμέντο (ενυδάτωση). Τα πλεονεκτήματά του είναι πολλά καθώς έχει την δυνατότητα να μπαίνει σε καλούπια και να παίρνει το σχήμα που εμείς θέλουμε, έχει αντοχή στο χρόνο και στη φωτιά, καθώς και μεγάλη θλιπτική αντοχή. Το μειονέκτημά του όμως είναι η χαμηλή αντοχή σε εφελκυσμό (Εικόνα 2).



Εικόνα 2 : Διαγράμματα τάσης - παραμόρφωσης (σ - ϵ) σκυροδέματος

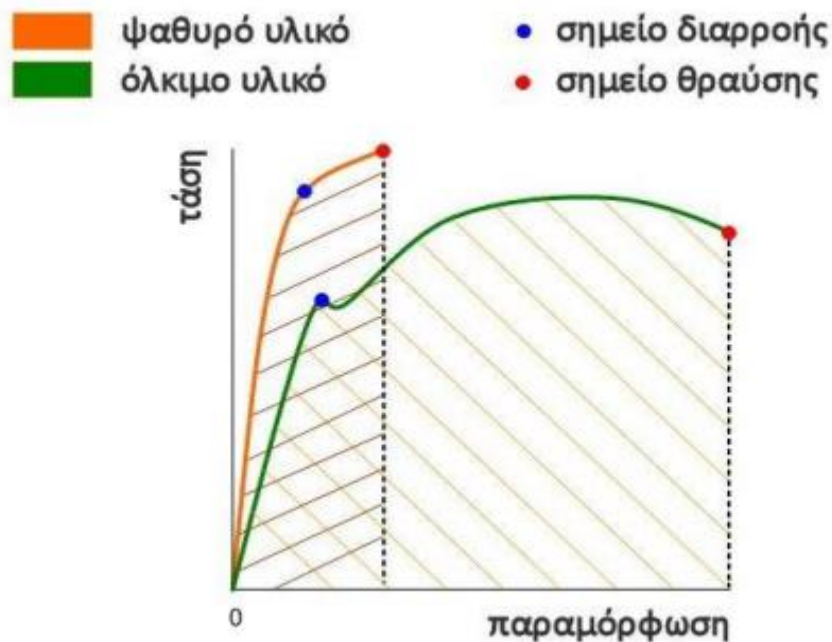
(<http://www.firesecurity.gr/bibliothiki/biomasf6.htm>)

1.1 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

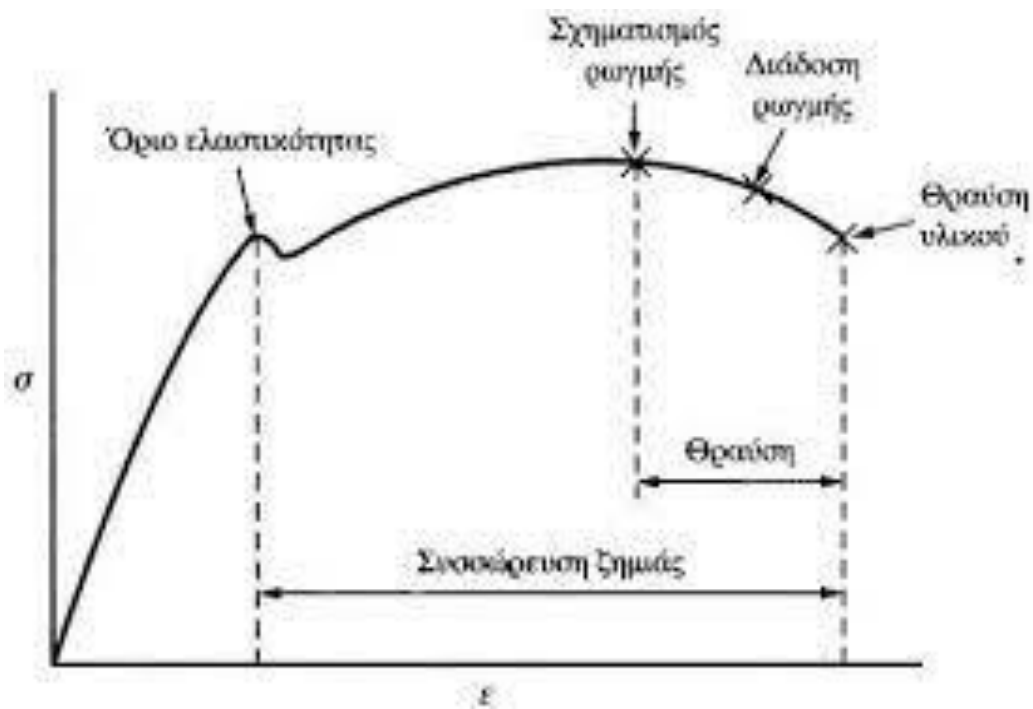
Για την αύξηση της εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος τοποθετούμε οπλισμό από χάλυβα με την μορφή διαμικών ράβδων, συνδετήρων ή πλεγμάτων. Ο χάλυβας έχει υψηλή εφελκυστική και θλιπτική αντοχή ενισχύοντας το σκυρόδεμα και από άποψη αντοχής αλλά και πλαστιμότητας. Σημαντικά μειονεκτήματα του χάλυβα είναι ότι οξειδώνεται εύκολα και είναι ευαίσθητος στη φωτιά. Η ενσωμάτωση του στο σκυρόδεμα του προσφέρει προστασία.

Η ιδιότητα των σωμάτων που τείνουν να επανέλθουν στην αρχική τους κατάσταση μετά από παραμόρφωση ονομάζεται ελαστικότητα.

Αν ένα σώμα διαθέτει υψηλή πλαστική συμπεριφορά ονομάζεται όλκιμο (πχ. μαλακός σίδηρος, μολυβδος), αντίθετα εάν έχει μόνο ελαστική συμπεριφορά και μετά θραύεται ονομάζεται ψαθυρό (πχ. κιμωλία, μάρμαρο). Κάθε κατηγορία διαθέτει ένα σημείο διαρροής και ένα σημείο θραύσης (Εικόνα 3, 4).



Εικόνα 3: Διάγραμμα τάσης – παραμόρφωση
(https://www.materials.uoc.gr/el/undergrad/courses/ETY349/notes/2017/lecture_3.pdf)



Εικόνα 4 :Διάγραμμα τάσης – παραμόρφωση
https://www.materials.uoc.gr/el/undergrad/courses/ETY349/notes/2017/lecture_3.pdf

1.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Κατά τον σχεδιασμό ενός κτιρίου στο σεισμό είναι αποδεκτό ο σχεδιασμός ενός ελαστοπλαστικού μηχανισμού με αξιόπιστη μετελαστική συμπεριφορά . Η συμπεριφορά αυτή εξασφαλίζεται: α) με την εξασφάλιση της πλαστιμότητας ενός κτιρίου, δηλαδή την ικανότητα για απελευθέρωση ενέργειας με μετελαστική παραμόρφωση β) την ελαχιστοποίηση των φαινομένων που προκαλούν αβεβαιότητες στην εκτίμηση της σεισμικής απόκρισης.

Έτσι επιτυγχάνεται η μέγιστη ισορροπία του φορέα, έχοντας κάθε χρονική στιγμή το διάνυσμα της μέγιστης εναλλασσόμενης εντατικής κατάστασης να είναι στις θέσεις πλαστικών αρθρώσεων, ενώ στις κρίσιμες περιοχές μικρότερο από το διάνυσμα της αντοχής.

Με την χρήση των πλαστικών αρθρώσεων, ο φορέας μετατρέπεται σε ελαστοπλαστικό μηχανισμό που ανταποκρίνεται επαρκώς σε σεισμικές μετακινήσεις με σταθερή ένταση, ελευθερώνοντας σε κάθε «ανακύκλωση» σημαντικό μέρος από την σεισμική ενεργεία που έχει απορροφήσει . Η ιδιότητα αυτή (πλαστιμότητα) μας επιτρέπει την μείωση της σεισμικής δράσης με αποτέλεσμα να περιορίζουμε την σεισμική δράση σε λογικό επίπεδο. Για την καλύτερη επίτευξη της πλαστιμότητας του φορέα πρέπει να εξασφαλιστεί ένας πλαστικός μηχανισμός χωρίς κινδύνους για ψαθυρή κατάρρευση και ελαστικό βαθμό τοπικής πλαστιμότητας των κρίσιμων περιοχών με την κατάλληλη περίσφυξη του σκυροδέματος .

Ο όρος πλαστιμότητα χρησιμοποιείται για να καθορίσει την ικανότητα να καταναλώσει σημαντική ποσότητα ενέργειας, μέσα από την ανελαστική συμπεριφορά, χωρίς να μειωθεί η αντοχή του.

Για το λόγο αυτό επιτρέπονται οι πλαστικές παραμορφώσεις που οφείλονται σε σεισμικές δράσεις, αρκεί να μην υπερβαίνουν τα όρια που σχετίζονται με την πλαστιμότητα. Έτσι, το στατικό σύστημα μπορεί να παραλάβει σεισμικές δράσεις μεγαλύτερες από εκείνες που αντιστοιχούν στα ελαστικά όρια.

Σημειώνεται ότι, ενώ σε κτίρια που υφίστανται μόνο στατικές δράσεις η αύξηση της αντοχής ορισμένων μόνο στοιχείων του φέροντα οργανισμού δεν μπορεί να μειώσει την αντοχή και την ασφάλεια του κτιρίου. Αντίθετα σε κτίρια που υπόκεινται σεισμικές δράσεις η ενίσχυση των μελών, προκαλεί συγκέντρωση της απελευθέρωσης της ενέργειας σε άλλα στοιχεία, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν στην αστοχία, είτε λόγω παραμορφώσεων είτε λόγω ψαθυρότητας .

Γι' αυτό τον λόγο προτιμούμε ένα κτίριο το οποίο να εξασφαλίζεται η πλαστιμότητα .

2.ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ 3DR STRAD

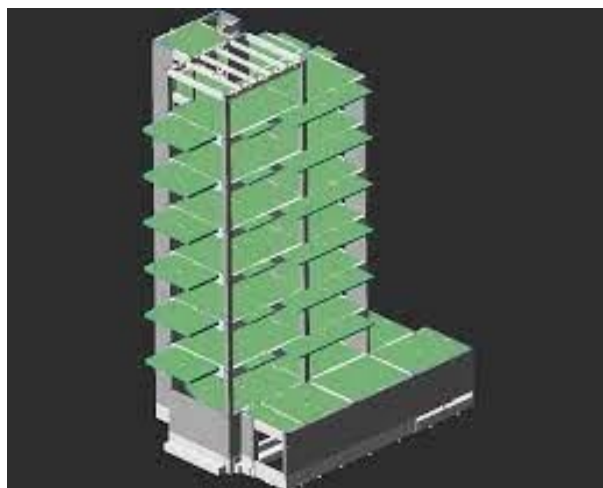


Εικόνα 5: Λογότυπο εταιρίας

, (<https://www.tn-meletitiki.gr/statikes-meletes/>)

2.1ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

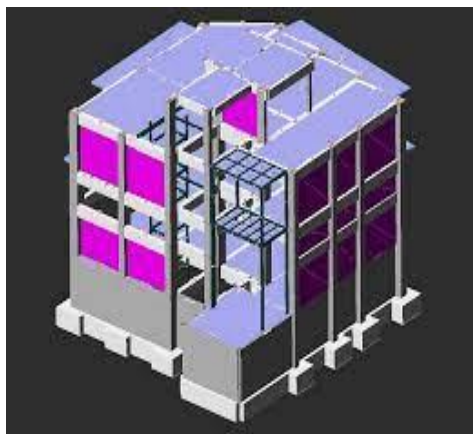
Το πρόγραμμα 3DR STRAD είναι ένα καινοτόμο σύγχρονο και φιλικό λογισμικό στον χρήστη, με το οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί στατική και δυναμική ανάλυση τρισδιάστατης κατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα, υποστηρίζοντας όλους τους Ελληνικούς αντισεισμικούς κανονισμούς και κανονισμούς σκυροδέματος (Εικόνα 6 ,7).



Εικόνα 6 : Τρισδιάστατη κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα

<https://www.3dr.eu/el/products-services/products/strad>

Το πρόγραμμα προσφέρει στο χρήστη πολλές δυνατότητες που το κάνει να ξεχωρίζει από άλλα προγράμματα. Πιο συγκεκριμένα δίνει την δυνατότητα εκτύπωσης όλων των πράξεων που έχει εκτελέσει ώστε η μελέτη να είναι υλοποιημένη. Έχει την δυνατότητα τοποθέτησης των διαστάσεων κατά την εισαγωγή του φορέα καθώς και την αυτόματη προσομοίωση τοιχωμάτων. Επίσης μπορούν οι υπολογισμοί να τοποθετηθούν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του μελετητή ή των εργολάβων.



Εικόνα 7: Τρισδιάστατη κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα

<https://www.3dr.eu/el/products-services/products/strad>

Το 3DR.STRAD προσφέρει τη δυνατότητα στατικής και δυναμικής γραμμικής ανάλυσης, μη γραμμικής ανάλυσης pushover καθώς και ανάλυση ευαισθησίας. Η επίλυση πραγματοποιείται με έξι βαθμούς ελευθερίας ανά κόμβο.

Επιπλέον υπάρχει η επιλογή της χρήσης της μεθόδου επαλληλίας των ιδιομορφιών, στη δυναμική ανάλυση. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης

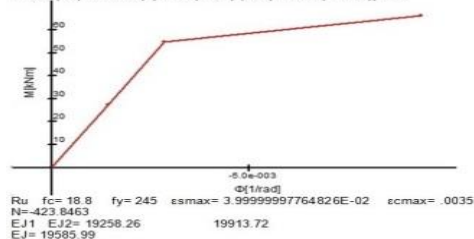
είναι τα εντατικά μεγέθη, οι παραμορφώσεις, οι μετατοπίσεις, τα διαγράμματα αξονικών δυνάμεων, τεμνουσών δυνάμεων και ροπών.

Τα διαγράμματα αυτά πραγματοποιούνται για όλα τα δομικά στοιχεία της κατασκευής (Εικόνα 8).

ΚΑΝ.ΕΠΕ. & EC8-3

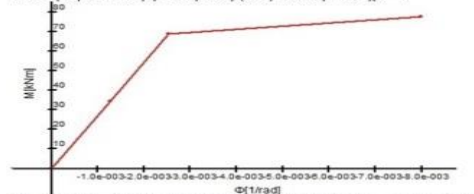
Διαγράμματα Ροπών Καμπυλοτήτων

Υποστήλιγμα 1 Στάθμη 2: Καμπύλη (M-Φ) κατά την αστοχία - X



Ru fc= 18.8 fy= 245 esmax= 3.99999997764826E-02 esmax= .0035
N=-423.8463
EJ1 EJ2= 19258.26 19913.72
EJ= 19585.99

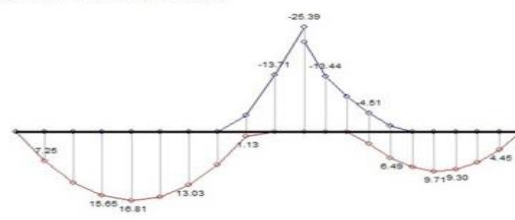
Υποστήλιγμα 1 Στάθμη 2: Καμπύλη (M-Φ) κατά την αστοχία - Y



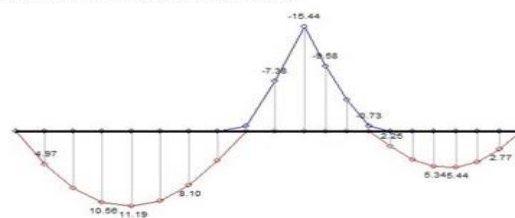
Ru fc= 18.8 fy= 245 esmax= 3.99999997764826E-02 esmax= .0035
N=-423.8463
EJ1 EJ2= 27248.66 26117.5
Max M= 68.60791 68.60791 80.57085 80.57085

Στάθμη 2: Ζώνη Επίλυσης 5: ανοίγματα 2 κατά Y

Οριακή Κατάσταση Αστοχίας



Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας



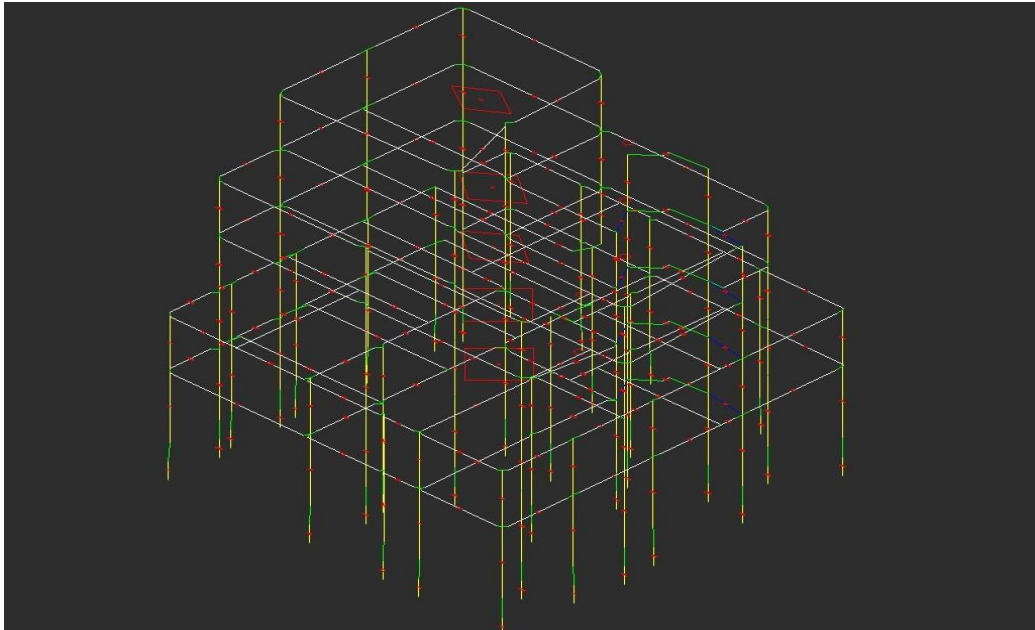
Στοιχεία Ζώνης Επίλυσης

	Π4	Π6	Π6	Π6
Μήκος Πλάκας L[m]	4.17	4	3.14	Δ
Πάχος Δοκός	17	4	17	1001
Πάχος Πλάκας D[cm]	17	4	17	
Λόγος Πλευρών L1/L2	0.64	0.48		
Μόνιμο Φορτίο Πλάκας G [N/m]	2000	3500		
Κινητό Φορτίο Πλάκας Q [N/m]	3500	4250		
Ίδιο Βάρος Πλάκας	4250	1000		
Συντελεστής Κατανομής Φορτίων K	0.855			

Εικόνα 8: Τεχνικά χαρακτηριστικά

<https://www.3dr.eu/el/products-services/products/strad>

Το πρόγραμμα δίνει την δυνατότητα αυτόματης δημιουργίας ξυλότυπων με πρόσβαση επεξεργασίας μέσω cad. Επίσης προσφέρει την αυτόματη δημιουργία τεύχους αποτελεσμάτων με τον μελετητή να έχει την δυνατότητα τροποποίησης των δεδομένων (Εικόνα 9).



Εικόνα 9: Κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα

<https://www.3dr.eu/el/products-services/products/strad>

2.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η περιγραφή του στατικού μοντέλου στο 3DR.STRAD, γίνεται στο περιβάλλον του AutoCad ή ProgeCad με την δυνατότητα εισαγωγής έτοιμης κάτοψης από οποιοδήποτε πρόγραμμα σε μορφή σχεδίου. Τα υποστυλώματα, οι δοκοί, οι πλάκες, τα πέδιλα, οι τοιχοπληρώσεις μπορούν να έχουν οποιοσδήποτε διαστάσεις και σχήμα, ενώ η επεξεργασία τους γίνεται με τις εντολές του AutoCad. Επίσης ο φορέας μπορεί να πάρει τρισδιάστατη μορφή (Εικόνα 10).



Εικόνα 10 : Τεχνικά χαρακτηριστικά

<https://www.3dr.eu/el/products-services/products/strad>

2.3 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Στο πρόγραμμα η ανάλυση και οι έλεγχοι πραγματοποιούνται σύμφωνα με τους κανονισμούς που επιλέγει ο μελετητής ενώ παράλληλα γίνονται και όλοι οι προβλεπόμενοι έλεγχοι. Ο συνδυασμός των δυο οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας και αστοχίας υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα.

2.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η κατασκευή απεικονίζεται ως τρισδιάστατο μοντέλο και ως τρισδιάστατος φορέας, επίσης γίνεται η παρουσίαση των διαγραμμάτων των εντατικών μεγεθών και παραμορφώσεων σε όλα τα μέλη της κατασκευής για οποιεσδήποτε φορτίσεις ή συνδυασμούς αυτών.

2.5 ΤΕΥΧΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Το πρόγραμμα δίνει στον χρήστη ένα πολύ εύχρηστο περιβάλλον για την δημιουργία του τεύχους καθώς υπάρχει η δυνατότητα επιλογής των ενοτήτων που μπορούν να συμπεριληφθούν στο τεύχος μελέτης. Επίσης τα αποτελέσματα εμφανίζονται με την μορφή πινάκων και διαγραμμάτων σύμφωνα με τους υπολογισμούς και τους ελέγχους που έχουν γίνει. Ακόμη δίνεται η δυνατότητα επεξεργασίας του κειμένου, των τίτλων, καθώς και η δυνατότητα δημιουργίας πίνακα περιεχομένων. Τέλος υπάρχει η δυνατότητα προεπισκόπησης του τεύχους και η εξαγωγή του σε αρχείο pdf.

3.ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ

3.1 ΚΑΝΟΝΕΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει αναφορά στους κανόνες και τις αρχές που διέπουν τον σχεδιασμό και την ανάλυση μεταλλικών κατασκευών και κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος με τις ισχύουσες διατάξεις που προβλέπονται από τους κανονισμούς.

3.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Τα κτήρια πρέπει να είναι κατασκευασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτουν κατά την διάρκεια ζωής τα παρακάτω:

- Να είναι ικανά να παραλάβουν τα φορτία που θα επιβληθούν σε βάθος χρόνου.
- Να είναι κατάλληλα διαμορφωμένα για την χρήση που έχουν μελετηθεί.
- Να είναι κατασκευασμένα με σκοπό να μην υπάρχουν αστοχίες και πιθανότητες κινδύνου κάποιας ανθρώπινης ζωής.

3.3 ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Τα εντατικά μεγέθη σε μια κατασκευή θα πρέπει να υπολογίζονται βάση των εξισώσεων στατικής ισορροπίας. Αυτό γίνεται με την χρήση της ελαστικής και πλαστικής ανάλυσης.

3.3.1 ΕΛΑΣΤΙΚΗ (ΚΑΘΟΛΙΚΗ) ΑΝΑΛΥΣΗ

Ελαστική καθολική ονομάζεται η ανάλυση που έχει ως βάση την υπόθεση πως η σχέση τάσης – ανηγμένης παραμόρφωσης είναι γραμμική.

3.3.2 ΠΛΑΣΤΙΚΗ (ΚΑΘΟΛΙΚΗ) ΑΝΑΛΥΣΗ

Η πλαστική ανάλυση βασίζεται στο ότι ο φορέας έχει επέλθει στην τελική κατάσταση αστοχίας και το φορτίο αστοχίας υπολογίζεται με προσεγγιστικές μεθόδους.

3.3.3 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ

Εσωτερικές δυνάμεις και ροπές βασίζονται σε δυο θεωρίες της πρώτης και της δεύτερης τάξης, ανάλογα με την γεωμετρία του φορέα. Στην κατηγορία της πρώτης τάξης κατατάσσονται τα πλαίσια που είναι δύσκαμπτα πλευρικά, πλαίσια που η δυσκαμψία μειώνει τις οριζόντιες μετατοπίσεις κατά 80%, ενώ στη δεύτερη τάξη λαμβάνονται υπόψη χωρίς πλευρικές μετατοπίσεις.

3.4 ΜΑΖΕΣ

Οι κατανεμημένες μάζες διακρίνονται σε ιδεατές συγκεντρωμένες μάζες. Οι μάζες κατανέμονται στο κτήριο με τρόπο ώστε να διατηρείται το κέντρο βάρους και οι ροπές αδράνειας αυτού.

3.5 ΔΡΑΣΕΙΣ

Οι δράσεις είναι είτε άμεσες είτε έμμεσες . Άμεσες είναι οι δυνάμεις που ασκούνται στο κτήριο και έμμεσες οι επιβαλλόμενες παραμορφώσεις. Οι δράσεις χωρίζονται σε μόνιμες (G), μεταβλητές (Q) και τυχηματικές (A). Οφείλονται στο ίδιο βάρος της κατασκευής, σε επιβαλλόμενα φορτία όπως τα κινητά, τα φορτία του χιονιού, τα σεισμικά φορτία, κλπ.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το κτήριο που μελετήθηκε για την παρουσίαση της πτυχιακής εργασίας, υπάρχει και βρίσκεται στην περιοχή της Λαμίας καθώς πρόκειται για τριώροφο κτήριο με πιλοτή και υπόγειο που έχει κύριες διαστάσεις κάτοψης $L_y=10.30$ m και $L_x= 13.38$ m.

Οι στάθμες του 1^{ου}, 2^{ου}, 3^{ου} και 7^{ου} ορόφου αποτελούνται από τέσσερις τετραέρειστες πλάκες και μια διέρειστη πλάκα και οι στάθμες 4^{ου}, 5^{ου}, 6^{ου} ορόφου από τέσσερις τετραέρειστες πλάκες, μια διέρειστη και πέντε προβόλους. Το πάχος των πλακών Π1 και Π4 είναι $h=18$ cm, των Π2, Π3, Π5, Π7, Π9 είναι $h=15$ cm, της Π6 είναι $h=16$ cm, της Π8 είναι $h=30$ cm και της Π10 είναι $h=20$ cm. Τα πάχη επιλέγονται πάντα μεγαλύτερα από αυτά που προβλέπονται από τον πρώτο υπολογισμό για την αποφυγή ταλαντώσεων λόγω δημιουργίας μεγάλου βέλους κάμψης και για τη σωστή κατανομή στα κατακόρυφα στοιχεία των σεισμικών δυνάμεων (εξασφάλιση διαφραγματικής λειτουργίας).

Κάθε όροφος αποτελείται από 13 υποστυλώματα και 11 δοκάρια εκτός από το υπόγειο που αποτελείται από 13 υποστυλώματα και 11 τοιχεία.

Διαστάσεις Υποστυλωμάτων:

K1 : 60/35, K2, K3 και K9 : 45/45, K4 :25/120, K5: $d=50$, K6 :130/30 , K7 :25/120, K8 :125/30, K10 :30/120, K11:40/40, K12 :120/25 .

Διαστάσεις Δοκαριών: Δ1, Δ2, Δ3, Δ5, Δ6, Δ7, Δ8, Δ9, Δ10 ,Δ11 ,Δ13 ,Δ14 , Δ16 ,Δ17: 25/50, Δ4: 30/40, Δ12 και Δ15 :25/60.

1.ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Κατηγορία σκυροδέματος: C 16/20

Κατηγορία χάλυβα: S400

Κατηγορία χάλυβα συνδετήριων δοκών: S400

Συντελεστής ασφαλείας σκυροδέματος: $\gamma_c=1.50$

Συντελεστής ασφαλείας χάλυβα: $\gamma_s=1.15$

Τοιχοποιία: Οπτόπλινθοι και κονίαμα

2. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

2.1Μόνιμα φορτία

Ειδικό βάρος σκυροδέματος: 25.00 kN/m^3

Μόνιμα φορτία: 1.50 kN/m^2

Επικάλυψη δαπέδων, κλιμάκων: 1.50 kN/m^2

Επικάλυψη δώματος: 1.50 kN/m^2

Τοίχοι εσωτερικοί δρομικοί: 5 kN/m^2

Τοίχοι περιμετρικοί με μόνωση: 9 kN/m^2

2.2Κινητά φορτία

Κινητό φορτίο δαπέδων κατοίκων: 2 kN/m^2

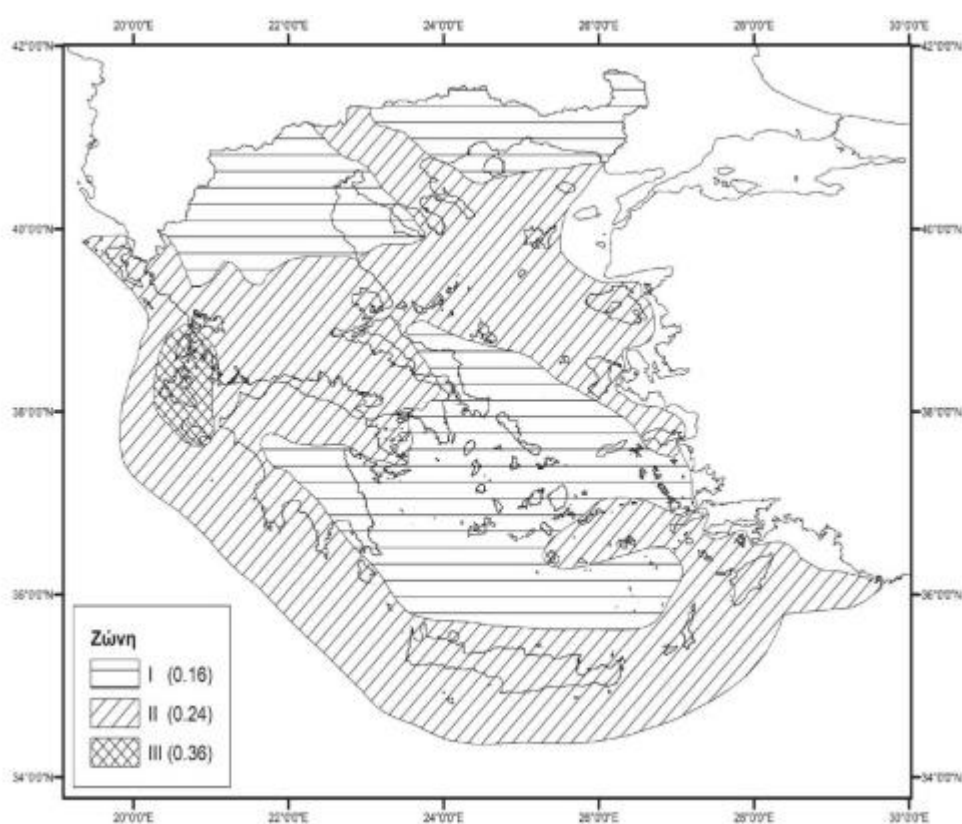
Κινητό φορτίο δώματος: 2 kN/m^2

Κινητό φορτίο κλιμάκων: 3.5 kN/m^2

2.3 Σεισμολογικά Στοιχεία

1. Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας: I

Η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας μας δείχνει την σεισμική κατάσταση μιας περιοχής. Ο χάρτης έχει σχεδιαστεί από το 1986-1989 και εφαρμόστηκε το 1995. Η αναθεώρηση του έγινε μετά από 15 χρόνια και ξανά σχεδιάστηκε το 2000. Η χώρα μας χωρίζεται σε τρεις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας I, II και III και τα όρια τους καθορίζονται στον χάρτη (Εικόνα 11).



Εικόνα 11 : ΧΑΡΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

(http://nomoskopio.gr/eak2000_2.php?toc=0&printWindow&)

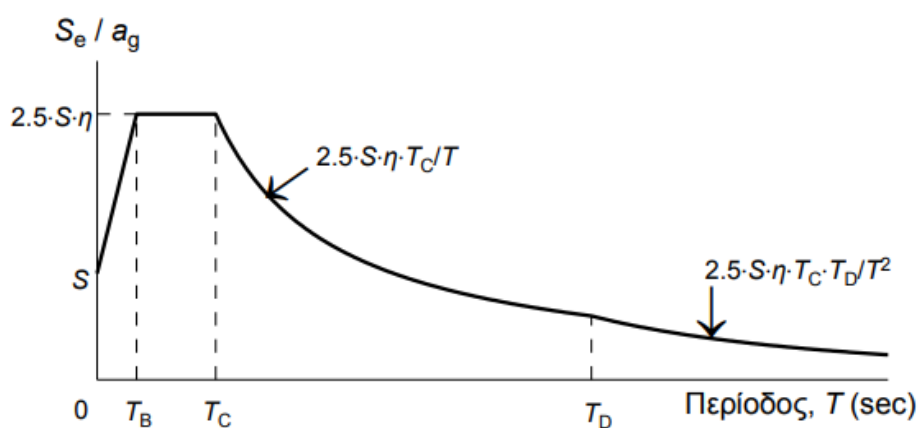
2. Συντελεστής εδαφικής επιτάχυνσης του κτιρίου: $\alpha=0.16$

Ζώνη	α_{gR} (%g)
Z1	0.16
Z2	0.24
Z3	0.36

Εικόνα 12 : Πίνακας συντελεστή εδαφικής επιτάχυνσης

(https://eclass.teicrete.gr/modules/document/file.php/TD177/EC8_fasma%20.pdf)

- Για $T_B \leq T \leq T_C$: Περιοχή σταθερής φασματικής επιτάχυνσης
- Για $T_C \leq T \leq T_D$: Περιοχή σταθερής φασματικής ταχύτητας
- Για $T_D \leq T \leq 4.0$: Περιοχή σταθερής φασματικής μετακίνησης



Εικόνα 13 : Διάγραμμα Φάσματος Σχεδιασμού

(http://lee.civil.ntua.gr/pdf/mathimata/antiseismikes_kataskeves/simeioseis/EC8-2014.pdf)

$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$

όπου:

S= Συντελεστής εδαφικής κατηγορίας

a_g = Εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού

η =συντελεστής απόσβεσης = $\sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$

T_B, T_C, T_D =χαρακτηριστικοί περίοδοι

3. Συντελεστής σπουδαιότητας κτιρίου: $\gamma=1$

Κατηγορίες σπουδαιότητας για κτίρια

Κατηγορία σπουδαι- ότητας	γ_i	Περιγραφή
I	0.80	Κτίρια δευτερεύουσας σημασίας για τη δημόσια ασφάλεια, π.χ. γεωργικά κτίρια, κλπ.
II	1.00	Συνήθη κτίρια, που δεν ανήκουν στις άλλες κατηγορίες.
III	1.20	Κτίρια των οποίων η σεισμική ασφάλεια είναι σημαντική, λαμβάνοντας υπόψη τις συνέπειες κατάρρευσης, π.χ. σχολεία, αίθουσες συνάθροισης, πολιτιστικά ιδρύματα κλπ.

- IV 1.40 Κτίρια 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.

Εικόνα 14 : Πίνακας Κατηγορίας Σπουδαιότητας

[\(http://nomoskopio.gr/eak2000_2.php?toc=0&printWindow&\)](http://nomoskopio.gr/eak2000_2.php?toc=0&printWindow&)

4. Κατηγορία εδάφους: A

Η κατηγορία του εδάφους κατατάσσεται ανάλογα με την κοκκομετρική σύνθεση του εδάφους(Εικόνα 15).

Κατάταξη εδαφών				
Κατηγορία εδάφους	Περιγραφή στρωματογραφίας	Παράμετροι		
		$v_{s,30}$	$N_{SP\tau}$	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
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 υλός με τιμές v_s κατηγορίας C ή D και πάχος που ποικίλλει μεταξύ περίπου 5 m και 20 m, 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 ρευστοποιήσιμων εδαφών, ευαίσθητων αργίλων, ή οποιαδήποτε άλλη εδαφική τομή που δεν περιλαμβάνεται στους τύπους A – E ή S_1			

Εικόνα 15 : Πίνακας Κατηγορίας Εδάφους

(http://nomoskopio.gr/eak2000_2.php?toc=0&printWindow&)

5. Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς: $q=3.5$

Ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς εξαρτάται από τον τύπο του φορέα και από την κατηγορία πλαστιμότητας.

Οι κατηγορίες πλαστιμότητας είναι 3 :

- ΚΠΧ από τα αρχικά των λέξεων κατηγορία πλαστιμότητας χαμηλή
- ΚΠΜ από τα αρχικά των λέξεων κατηγορία πλαστιμότητας μεσαία
- ΚΠΥ από τα αρχικά των λέξεων κατηγορία πλαστιμότητας υψηλή

Στην κατηγορία χαμηλής πλαστιμότητας ανήκουν τα κτήρια χαμηλής απόδοσης ενέργειας και μικρή πλαστιμότητα. Ο συντελεστής συμπεριφοράς για τα κτήρια είναι $q=1-1,5$.

Στην κατηγορία μεσαίας πλαστιμότητας ανήκουν τα κτήρια για μεσαία απόδοση ενέργειας και μεσαία πλαστιμότητα. Σε κατασκευές υψηλής επικινδυνότητας απαγορεύεται η χρήση της μέσης πλαστιμότητας και επιβάλλεται η χρήση της υψηλής.

Στην κατηγορία υψηλής πλαστιμότητας ανήκουν τα κτήρια υψηλής απόδοσης ενέργειας(Εικόνα 16).

Βασικός συντελεστής πλαστιμότητας q_0 [EC8 §5.2.2.2]

Τύπος Στατικού Συστήματος	ΚΠΜ		ΚΠΥ	
	Κανονικό σε όψη	Μη κανονικό σε όψη	Κανονικό σε όψη	Μη κανονικό σε όψη
Φορέας ανεστραμμένου εκκρεμούς (6)	1.5	1.2	2.0	1.6
Στρεπτικά εύκαμπτος φορέας (7)	2.0	1.6	3.0	2.4
Τοιχωματικός φορέας με ασύζευκτα τοιχώματα [μερική περίπτωση(2)]	3.0	2.4	$4.0a_u/a_1$	$3.2a_u/a_1$
Πλαισιωτός φορέας (1), διπλό σύστημα (3), (4), σύστημα συζευγμένων τοιχωμάτων (2) [1]	$3.0a_u/a_1$	$2.4a_u/a_1$	$4.5a_u/a_1$	$3.6a_u/a_1$

Βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q_0

Εικόνα 16 : Πίνακας συντελεστή πλαστιμότητας

(<https://www.ktiriaka.gr/defaultRaw.aspx?ch=739>)

6. Σεισμικές επιταχύνσεις κτιρίου

Οι σεισμικές επιταχύνσεις χωρίζονται:

- Υψηλές επιταχύνσεις δημιουργούν βλάβες στις οικοδομές χαμηλών περιόδων ($T_0 < 0.5 \text{ sec}$)
- Μεγάλες σεισμικές ταχύτητες δημιουργούν βλάβες στις οικοδομές ενδιάμεσων περιόδων ($0.5 \text{ sec} < T_0 < 3 \text{ sec}$)
- Μεγάλες μεταθέσεις δημιουργούν βλάβες στις οικοδομές μεγάλων ιδιοπεριόδων ($T_0 > 3 \text{ sec}$)

7. Συντελεστής συνδυασμός δράσεων : $\psi_0 = 0.7$

Συντελεστής συνδυασμού δράσεων : $\psi_2 = 0.3$

Όταν υπάρχουν περισσότερα από ένα κινητά φορτία, η πιθανότητα για εμφάνιση μέγιστων τιμών την ίδια στιγμή θεωρείται μικρή. Η πιθανότητα να εμφανιστεί μέγιστο φορτίο συνωστισμού ανθρώπων και ανέμου ταυτόχρονα δεν είναι πολύ πιθανή. Η πιθανότητα αυτή συμβολίζεται με μειωτικούς συντελεστές ψ_0 , ψ_1 και ψ_2 (Εικόνα 17).

Δράσεις	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Επιβαλλόμενα φορτία σε κτίρια. Κατηγορίες. (βλέπε EN 1991-1-1)			
A: Κατοικίες, συνήθη κτίρια κατοικιών	0.7	0.5	0.3
B: Χώροι γραφείων	0.7	0.5	0.3
C: Χώροι συνάθροισης	0.7	0.7	0.6
D: χώροι καταστημάτων	0.7	0.7	0.6
E: Χώροι αποθήκευσης	1.0	0.9	0.8
F: Χώροι κυκλοφορίας οχημάτων (βάρος οχημάτων $\leq 30 \text{ kN}$)	0.7	0.7	0.6
G: Χώροι κυκλοφορίας οχημάτων ($30 \text{ kN} < \text{βάρος οχημάτων} \leq 160 \text{ kN}$)	0.7	0.5	0.3
H: Στέγες	0	0	0
Φορτία χιονιού σε κτίρια (βλέπε EN 1991-1-3)*			
Φινλανδία, Ισλανδία, Νορβηγία, Σουηδία	0.7	0.5	0.2
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη CEN για τοποθεσίες με υψόμετρο $H > 1000 \text{ m}$	0.7	0.5	0.2
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη CEN για τοποθεσίες με υψόμετρο $H \leq 1000 \text{ m}$	0.5	0.2	0
Φορτία ανέμου σε κτίρια (βλέπε EN 1991-1-4)	0.6	0.2	0
Θερμοκρασία (μη-πυρκαγιάς) σε κτίρια (βλέπε EN 1991-1-5)	0.6	0.5	0

Εικόνα 17 : Πίνακας Συντελεστή Σχεδιασμού Δράσεων

(<https://www.ktiriaka.gr/defaultRaw.aspx?ch=739>)

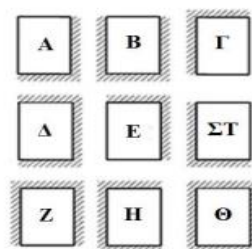
3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ 3DR STRAD

Αριθμός υπέργειων ορόφων : 3
Αριθμός υπόγειων ορόφων : 1
Προβλεπόμενοι όροφοι : 0
Χρήση : Κατοικία

4. ΕΙΔΗ ΠΛΑΚΩΝ

➤ 1^{ος}, 2^{ος}, 3^{ος} Όροφος

1ος, 2ος, 3ος όροφος	
ΤΥΠΟΣ ΠΛΑΚΑΣ	ΠΛΑΚΕΣ ΑΥΤΟΥ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ
A	Π10
B	Π3, Π9, Π8
Γ	Π7
Δ	-
Ε	-
ΣΤ	Π4
Z	Π5
Η	Π2
Θ	Π1



Εικόνα 22: Τύποι πλακών.

Υπόγειο , πιλοτή ,ταράτσα	
ΤΥΠΟΣ ΠΛΑΚΑΣ	ΠΛΑΚΕΣ ΑΥΤΟΥ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ
A	Π2
B	-
Γ	Π3
Δ	-
Ε	Π1
ΣΤ	Π4
Z	Π5
H	-
Θ	-

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Για την εκκίνηση του προγράμματος επιλέγουμε το εικονίδιο που βρίσκεται στην επιφάνεια εργασίας. Το πρόγραμμα ανοίγει μέσω του βοηθητικού προγράμματος AutoCad .



Με την είσοδο στο πρόγραμμα επιλέγουμε την δημιουργία νέας μελέτης και ορίζουμε το όνομα και τις στάθμες που θέλουμε να έχει η κατασκευή μας. Εάν θέλουμε να κάνουμε επίλυση με Ευρωκώδικες επιλέγουμε το κουτάκι που εμφανίζεται στην άκρη. Έπειτα εμφανίζεται ένα παράθυρο με τις ιδιότητες σταθμών όπου ορίζουμε τι αντιπροσωπεύει η κάθε στάθμη (πχ. θεμελίωση , υπόγειο, πιλοτή, όροφος, δώμα), το πάχος κάθε πλάκας, το μέτρο ελαστικότητας και το υλικό (Βλ. Εικόνα 18-20).

Νέα Μελέτη

STRAD.RC PreSeismic PESSOS STEELPlot ISTOS STRAD.HP(Pool) STEEL KENAK

Νέα Μελέτη

Τριμήσιος Κωδικός Μελέτης: 181 Φωτογραφία:

Αριθμός Σταθμών: 7 Σκαρίφημα:

Πληροφορίες Μελέτης

Εργοδότης: Μελετητές:

Εργο:

Θέση:

Χρόνος Μελέτης: Τετάρτη, 13 Οκτώβριος, 2021

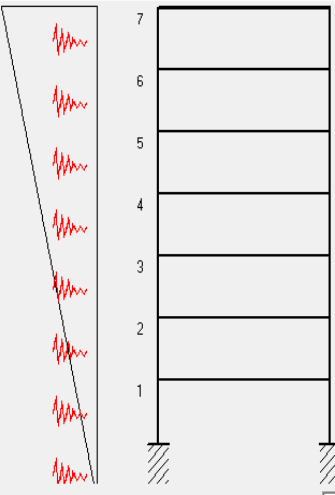
Χρήση Ευρωκωδικών
Εθνικό Κείμενο Εφαρμογής: Ελληνικό [EL]

ΠΡΟΣΟΧΗ!!! Οι αλλαγές της υπάρχουσας μελέτης θα χαθούν. Να συνεχίσω?

OK Ακυρο Εφαρμογή Βοήθεια

Εικόνα 18 : Δημιουργία νέας μελέτης

Ιδιότητες σταθμών



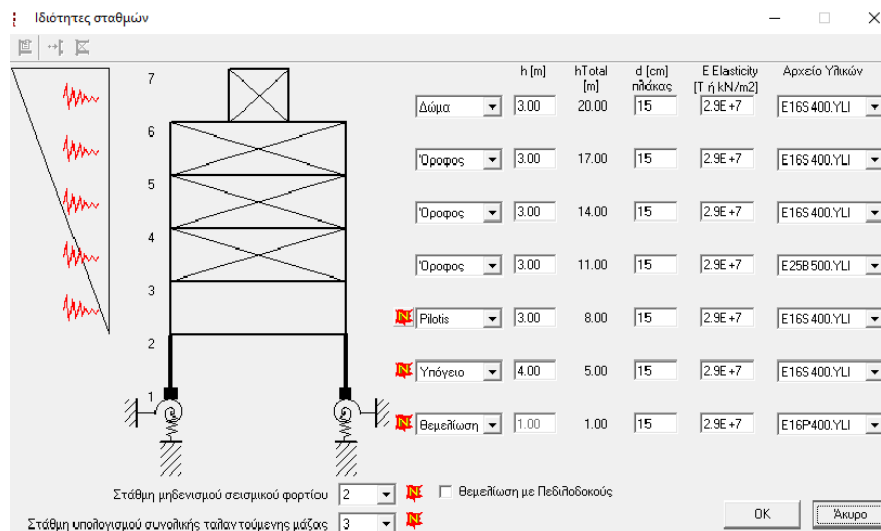
	h [m]	hTotal [m]	d [cm] πλάκας	E Elasticity [T ή kN/m ²]	Αρχείο Υλικών
Όροφος	3.00	21.00	N/A	2.8E+7	
Όροφος	3.00	18.00	N/A	2.8E+7	
Όροφος	3.00	15.00	N/A	2.8E+7	
Όροφος	3.00	12.00	N/A	2.8E+7	
Όροφος	3.00	9.00	N/A	2.8E+7	
Όροφος	3.00	6.00	N/A	2.8E+7	
Όροφος	3.00	3.00	N/A	2.8E+7	

Στάθμη μηδενισμού σεισμικού φορτίου Βεμβόλιση με Πεδιδοδοκούς

Στάθμη υπολογισμού συνοδικής ταλαντούμενης μάζας

OK Ακυρο

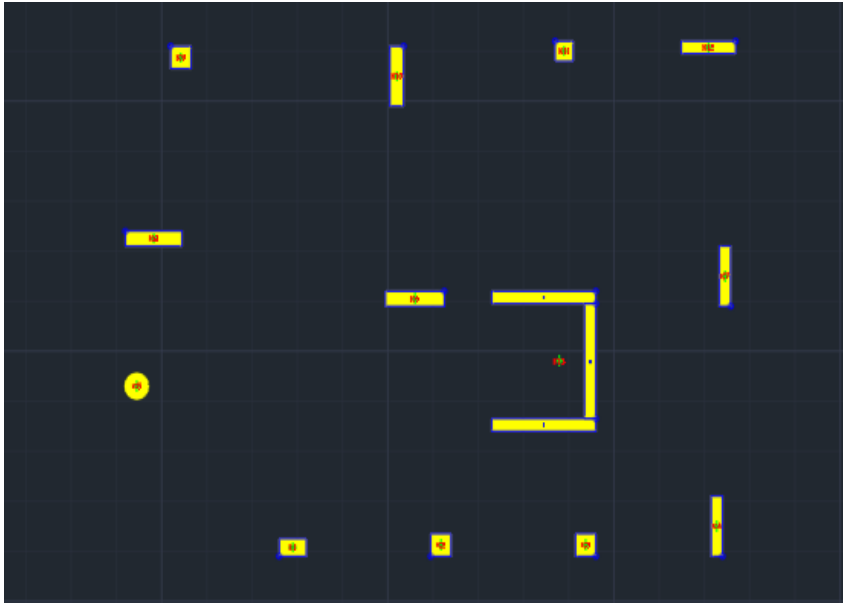
Εικόνα 19: Ιδιότητες κατασκευής



Εικόνα 20 : Ιδιότητες σταθμών της μελέτης

1.ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

Εφόσον καθοριστούν οι στάθμες του κτηρίου, αρχίζουμε την σχεδίαση των υποστυλωμάτων. Η σχεδίαση των υποστυλωμάτων γίνεται με την εντολή που επιλέγεται από το μενού, μοντέλο – υποστύλωμα – κυκλικό ή ορθογώνιο με την επιλογή αυτής της εντολής ανοίγει ένα παράθυρο όπου σου δίνεται η δυνατότητα να βάλεις τις συντεταγμένες του υποστυλώματος και τις διαστάσεις του ενώ καθορίζεις ένα σταθερό σημείο αναφοράς (Εικόνα 21).



Εικόνα 21: Δημιουργία υποστυλωμάτων

2.ΔΟΚΟΙ

Αφού δημιουργηθούν τα υποστυλώματα σχεδιάζουμε τις δοκούς του κτηρίου. Η σχεδίαση γίνεται με την εντολή, μοντέλο – δοκός – σημεία όπου δίνεται η δυνατότητα επιλογής των ιδιοτήτων της δοκού.

Το φορτίο των δοκών ορίζεται με την εντολή μοντέλο – δοκοί – αλλαγή. Έπειτα γίνεται αντιγραφή της κάτοψης που σχεδιάσαμε σε όσες στάθμες έχουμε ορίσει δηλαδή για το υπό μελέτη κτήριο από την 3^η -7^η, όπου η 7^η στάθμη αντιστοιχεί στην ταράτσα. Η αντιγραφή στάθμης γίνεται με την εντολή μοντέλο - αντιγραφή μοντέλου –επιλογή της κάτοψης – και ορισμός της κάτοψης (Εικόνα 22, 23).

Δοκός [Πολλαπλή Επιλογή] X

Προσομοίωση | Γεωμετρικά Στοιχεία | Προκαθορισμένο | **Φορτία Δοκού** | Ανελαστική Συμπεριφορά | DATA | Εντατικά Μεγέθη

Γενικές Πληροφορίες

Αριθμός:

Στάθμη:

Handler:

Εκκεντρότητες Δοκού (Offsets) [m]

Αρχή (X, Y, Z)

Τέλος (X, Y, Z)

Συνδεσμολογία

Κόμβος Αρχής:

Κόμβος Τέλους:

Τύπος Μέλους

Στηρίξεις: [Αρχή - Τέλος]

Συντ. Διάτμησης Y:

Συντ. Διάτμησης Z:

Εικόνα 22 : Πίνακας για τη δοκό

Δοκός [Πολλαπλή Επιλογή] X

Προσομοίωση | Γεωμετρικά Στοιχεία | Προκαθορισμένο | **Φορτία Δοκού** | Ανελαστική Συμπεριφορά | DATA | Εντατικά Μεγέθη

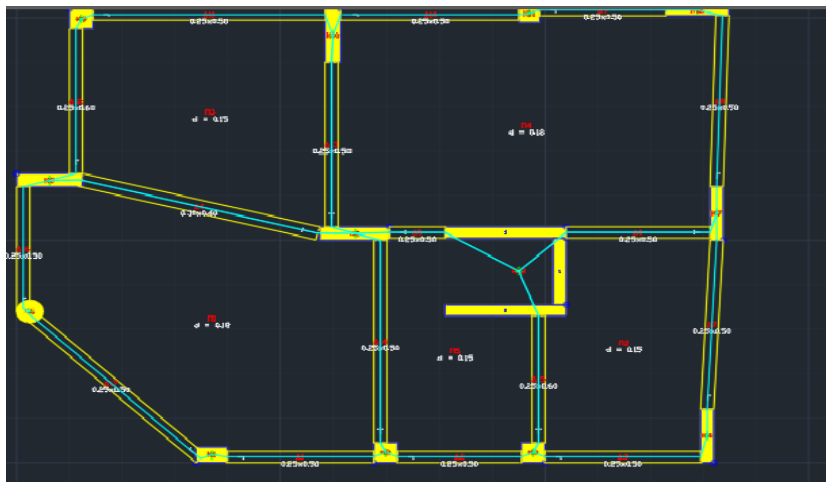
Κατανομημένα Φορτία [kN/m ή T/m]								
	Q	Q1	A1	B1	QA	QB	La	Lb
Μόνιμα								
Κινητά								
Π.Φ.9								
Π.Φ.10								
Π.Φ.11								

Επικόμβια Φορτία [kN ή T] και [kNm ή Tm]								
	QzA	QzT	MyA	MyT	MxA	MxT	NxA	NxT
Μόνιμα								
Κινητά								
Π.Φ.9								
Π.Φ.10								
Π.Φ.11								

Φορτίο Τοιχοποιίας που θα ληφθεί υπόμιν κατά την επίλυση των πλακών [Kgr ή N/m]:

Εικόνα 23 : Πίνακας για τη δοκό

Τέλος , επιλέγοντας τα εξωτερικά δοκάρια μπορούν να δημιουργηθούν τα τοιχία υπογείου με την εντολή μοντέλο τοιχία υπόγειου – μετατροπή δοκού σε τοιχία υπογείου – επιλογή τοιχίων – enter. Στη συνέχεια γίνεται αλλαγή των τοιχίων για να δώσουμε τα απαραίτητα στοιχεία ώστε να ολοκληρωθεί η αντιγραφή και της στάθμης 1 όπου είναι η θεμελίωση. Η εντολή αυτή είναι μοντέλο – τοιχία υπογείου – αλλαγή (Εικόνα 24, 25).

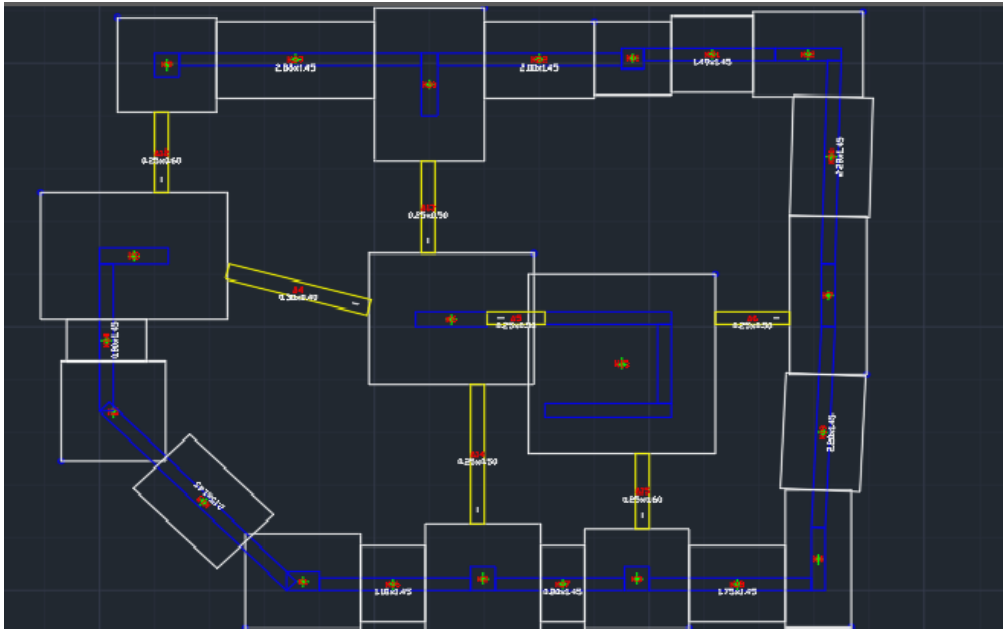


Εικόνα 24: Δημιουργία δοκών



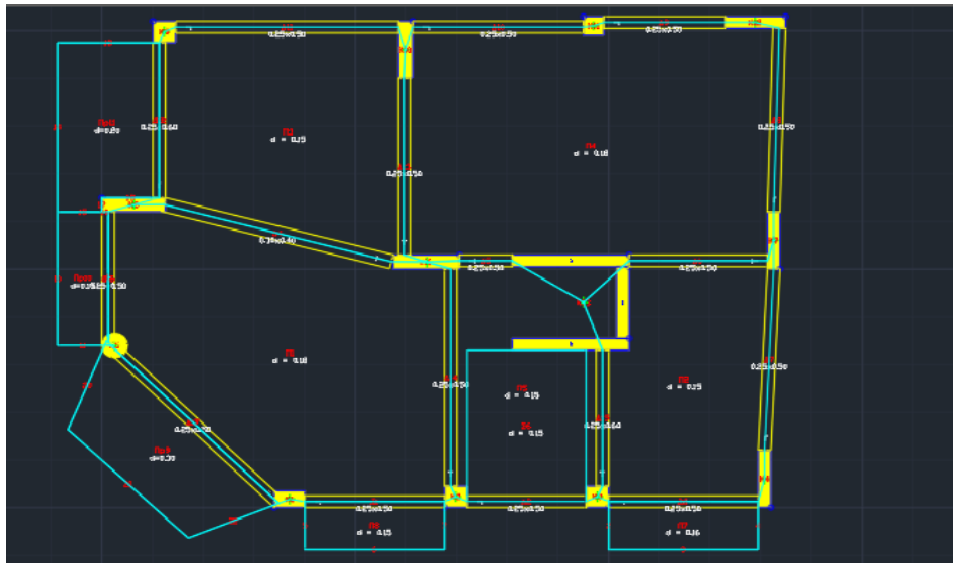
Εικόνα 25: Δημιουργία τοιχία υπογείου

Με την δημιουργία της στάθμης 1 έχουμε την δυνατότητα επεξεργασίας των υποστυλωμάτων δηλαδή την αλλαγή διαστάσεων έτσι ώστε να κάνουμε την ενημέρωση και τον λογικό έλεγχο. Η εντολή αυτή είναι μοντέλο –υποστύλωμα – αλλαγή και στη συνέχεια αφού ολοκληρωθεί για όλα τα υποστυλώματα με τις εντολές μοντέλο – ενημέρωση όλων και λογικός έλεγχος ολοκληρώνεται το πρώτο κομμάτι της εργασίας (Εικόνα 26).



Εικόνα 26: Αλλαγή διαστάσεων πεδίων

Στη συνέχεια δημιουργούνται τα μπαλκόνια στη 4^η , 5^η, 6^η στάθμη του κτηρίου και η σκάλα η οποία ξεκινά από το υπόγειο και καταλήγει στην ταράτσα. Για την δημιουργία των μπαλκονιών χρησιμοποιείται η εντολή μοντέλο - πρόβολοι όπου δίνονται οι επιθυμητές διαστάσεις (Εικόνα 27).



Εικόνα 27: Δημιουργία προβόλων

Ο ορισμός των πλακών γίνεται με την εντολή μοντέλο –πρόβολοι – αυτόματη αναγνώριση προβόλων.

Επίσης , μπορεί να γίνει αλλαγή του πάχους της πλάκας, ενώ μπορεί να γίνουν και άλλες αλλαγές (πχ. φορτίων) με την εντολή μοντέλο – πρόβολος – αλλαγές πλακών (Εικόνα 28).

Αλλαγές Πλακών ✕

Τύπος Πλάκας: Συμπαγής Επίπεδο πλάκας: 0

Φορτία

Μόνιμο G (Kg/m² ή N/m²) 1500

Κινητό Q (Kg/m² ή N/m²) 2000

Μόνιμο φορτίο προβάθρου (Kg/m² ή N/m²) 1500

Κινητό φορτίο προβάθρου (Kg/m² ή N/m²) 5000

Διαστάσεις

Πάχος Πλάκας (m) 0.18

Πάχος d₂ (m) (Μόνο για πρόβολο) 0.18

Στοιχεία δοκιδιών πλάκων

Πάχος Πλάκας μεταξύ διαδοκίδων (m) 0.08

Απόσταση διαδοκίδων κατά x (m) 0.50

Απόσταση διαδοκίδων κατά y (m) 0.50

Πλάτος διαδοκίδων στον x άξονα (m) 0.15

Πλάτος διαδοκίδων στον y άξονα (m) 0.15

Πλάτος συμπαγούς ξόνης (m) 0.80

Προκαθορισμένη - Υπάρχουσα

Προκαθορισμένη Υπάρχουσα

Τοποθέτηση ανθρακονήματος ANΩ (εάν απαιτηθεί)

Τοποθέτηση ανθρακονήματος ΚΑΤΩ (εάν απαιτηθεί)

Οπλισμός ANΩ κατά X : Φ 0 / 0

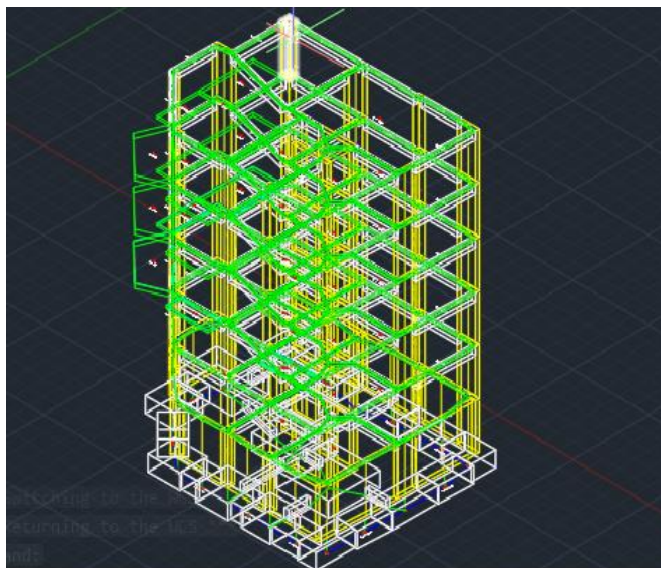
Οπλισμός ANΩ κατά Y : Φ 0 / 0

Οπλισμός ΚΑΤΩ κατά X : Φ 0 / 0

Οπλισμός ΚΑΤΩ κατά Y : Φ 0 / 0

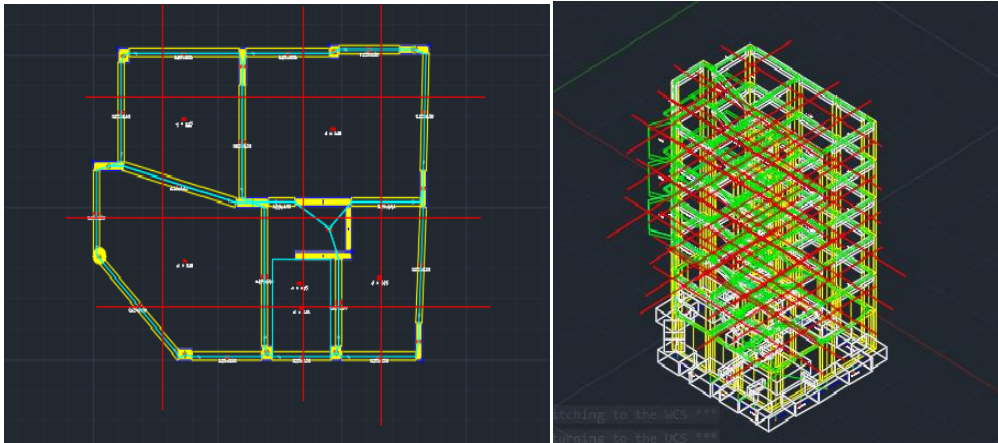
OK Άκυρο

Εικόνα 28: Πίνακας Αλλαγή διαστάσεων πλακών



Εικόνα 29 : Τρισδιάστατη μορφή κτιρίου

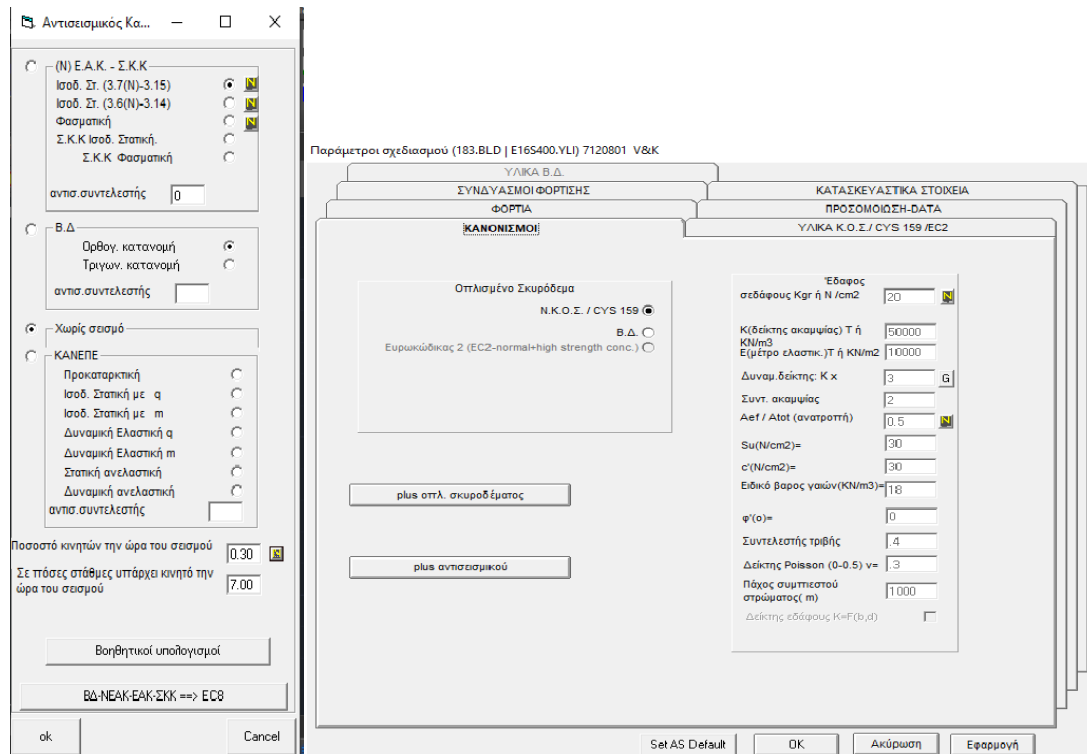
Στη συνέχεια δημιουργούνται οι ζώνες επίλυσης για κάθε στάθμη για την επίλυση των πλακών και στην εύρεση του κατάλληλου οπλισμού. Οπότε η σειρά επίλυσης είναι μοντέλο – πρόβολοι – ζώνες επίλυσης (Εικόνα 30).



Εικόνα 30: Κατασκευή ζωνών επίλυσης

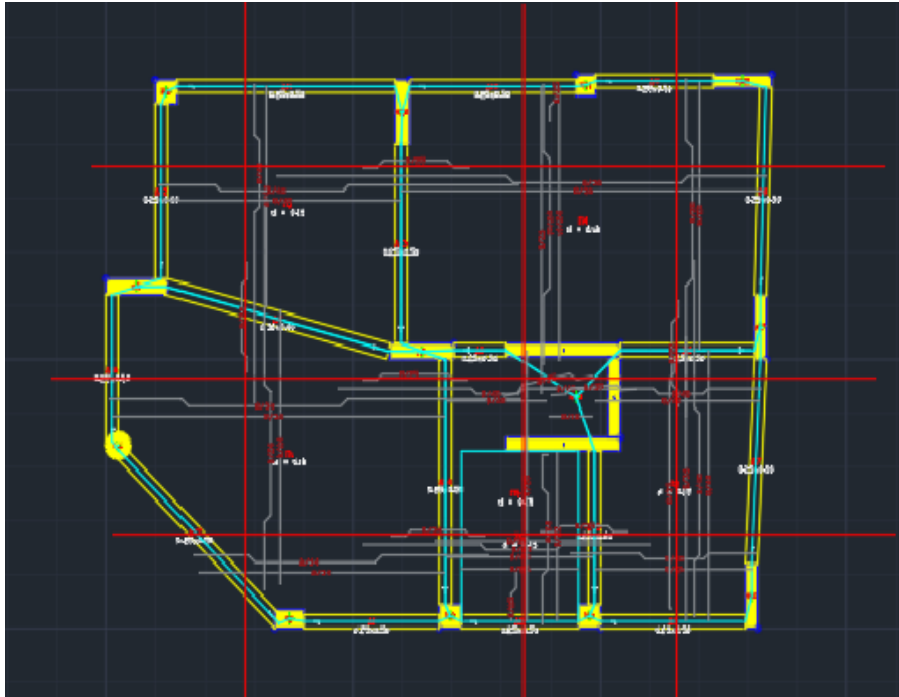
3.ΕΛΕΓΧΟΙ

Μετά τον λογικό έλεγχο ακολουθούν οι υπολογισμοί - γενικοί παράμετροι – παράμετροι σχεδιασμού όπου γίνεται η επιλογή υλικού. Η συνέχεια περιλαμβάνει τους υπολογισμούς – αντισεισμικός κανονισμός όπου γίνονται αλλαγές στην καρτέλα με την αντισεισμική ικανότητα (Εικόνα 31).



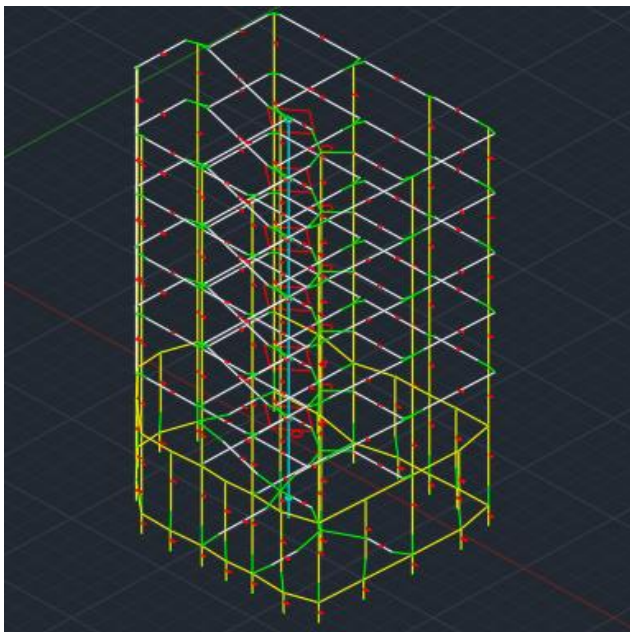
Εικόνα 31: Πίνακες παραμέτρων

Ακολουθεί η επίλυση των πλακών με την εντολή υπολογισμοί – πλάκες – επίλυση πλακών και στη συνέχεια υπολογισμοί – πλάκες - εμφάνιση οπλισμού. Στο τέλος γίνεται έλεγχος στη λυγηρότητα των πλακών .



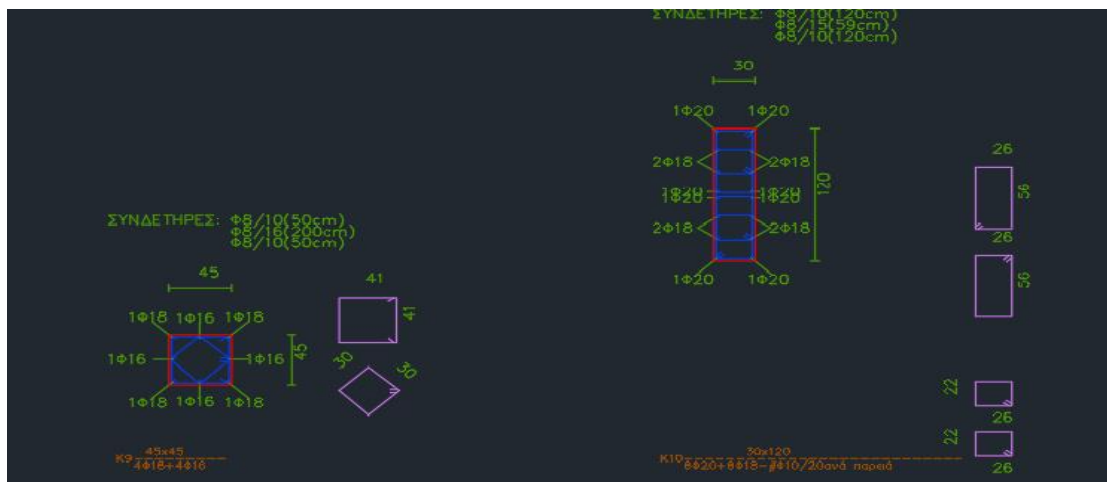
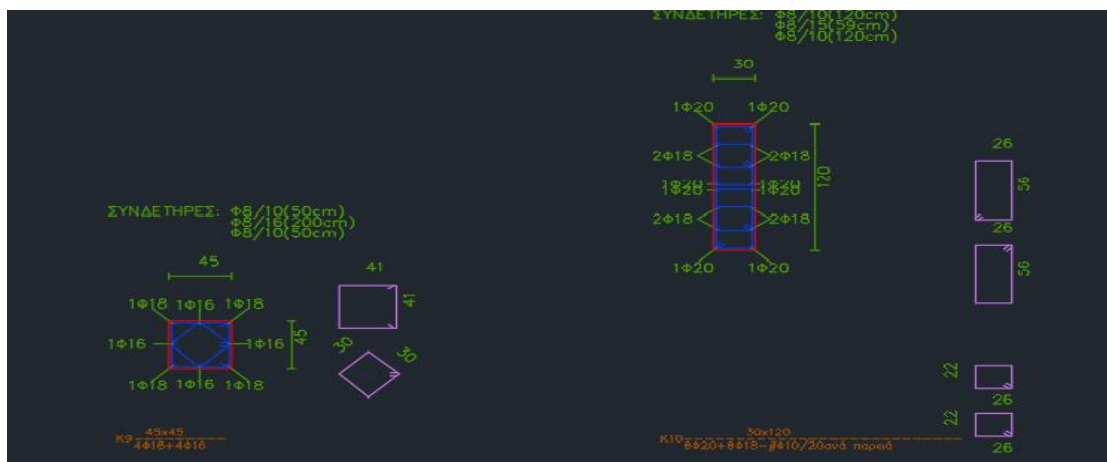
Εικόνα 32: Οπλισμός κατασκευής

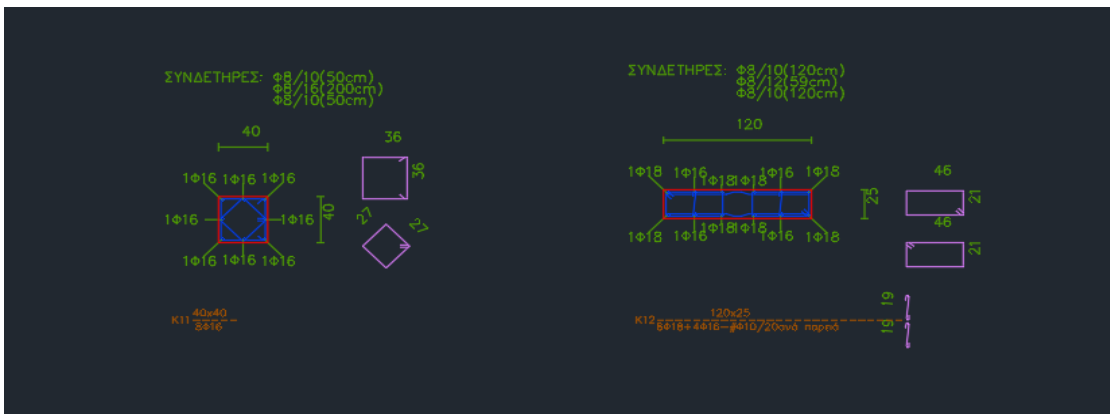
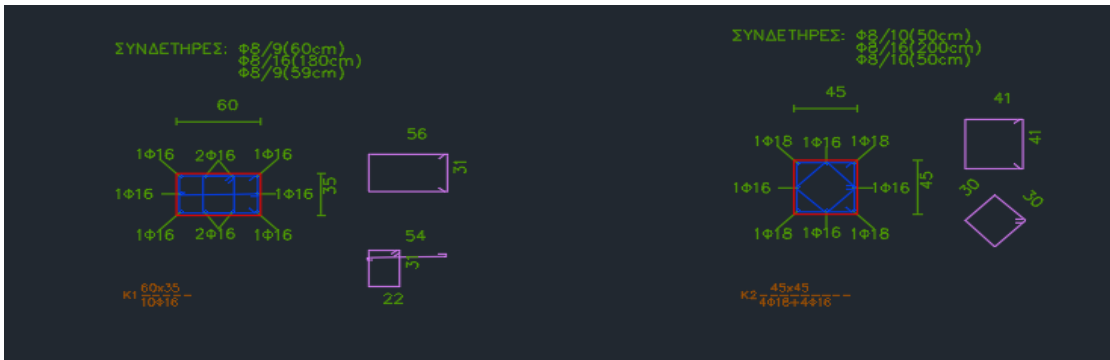
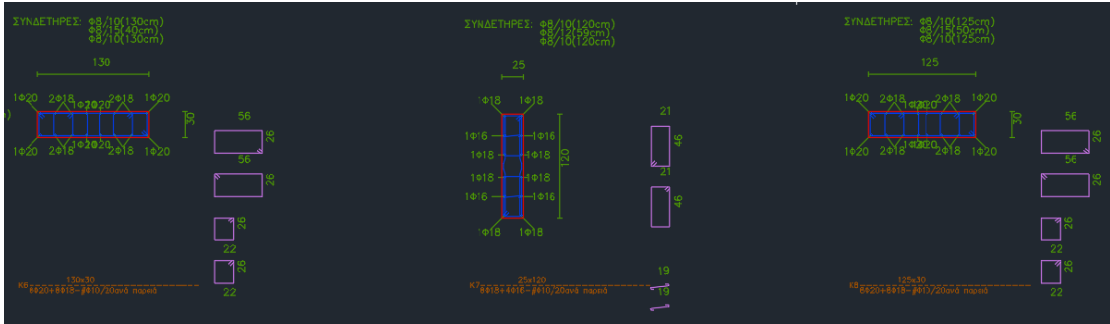
Στη συνέχεια μετατρέπουμε το μοντέλο σε χωρικό με την εντολή μοντέλο – χωρικό μοντέλο ώστε να γίνει γενικός προέλεγχος της κατασκευής. Ακολουθεί η επίλυση όλης της κατασκευής με το πλεονέκτημα της αλλαγής των παραμέτρων. Με την ολοκλήρωση της επίλυσης εμφανίζονται τα αποτελέσματα της δυναμικής ανάλυσης (Εικόνα 33).

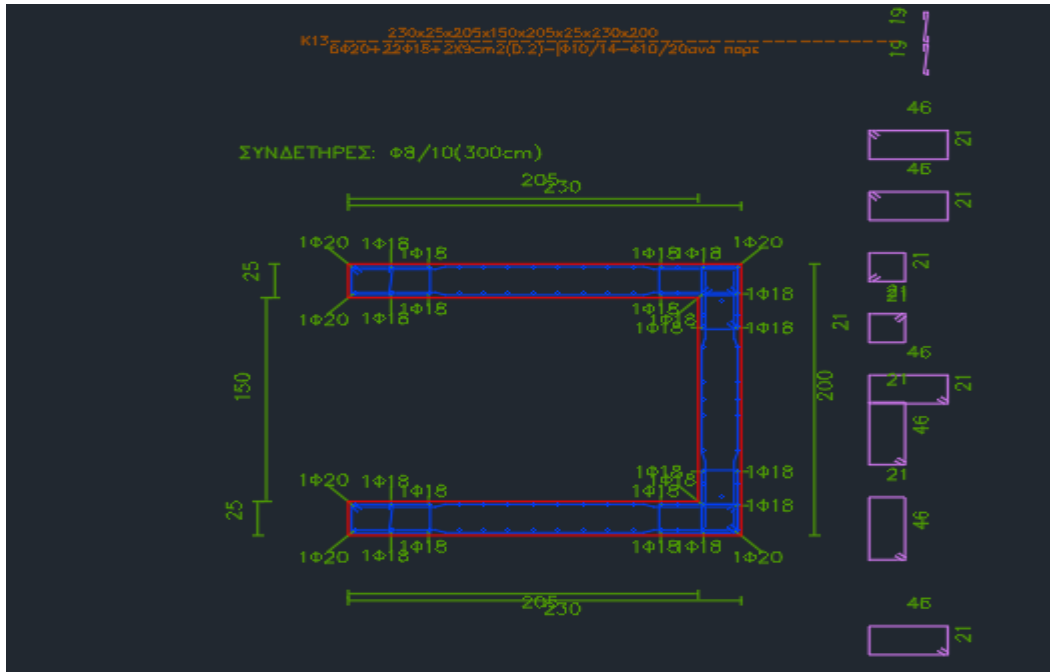


Εικόνα 33 : Χωρικό μοντέλο

Στη συνέχεια γίνονται οι έλεγχοι του φορέα με την εντολή υπολογισμοί - έλεγχοι του φορέα και στη συνέχεια υπολογισμοί - σχεδιασμός και γίνονται οι απαραίτητες αλλαγές και έλεγχοι για τον σχεδιασμό, επιλέγοντας σε κάθε στάθμη τα στοιχεία σχεδιασμού. Αφού γίνουν όλες οι αλλαγές για κάθε στάθμη του ορόφου, γίνεται επιλογή των στοιχείων και των υπολογισμών που θέλουμε να συμπεριληφθούν στο τεύχος. Για την ολοκλήρωση των ελέγχων δημιουργούμε τα σχέδια stradplot και ακολουθεί η εκτύπωση σχεδίων (Εικόνα 34).





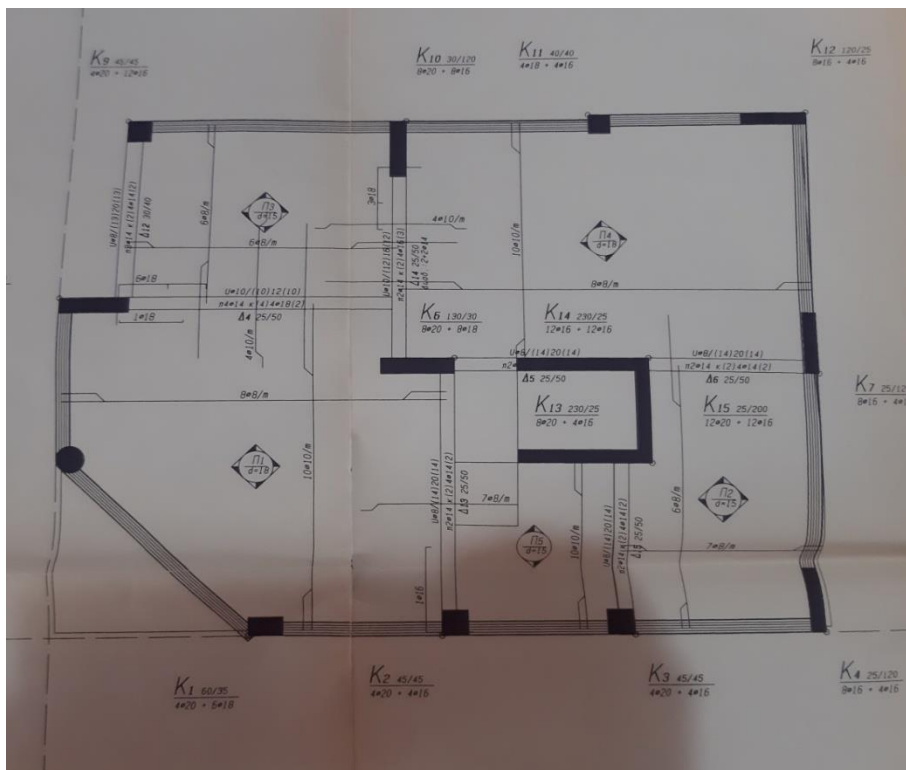


Εικόνα 34: Τα σχέδια της κατασκευής έτσι όπως εμφανίζονται μέσω της εντολής STRADPLOT

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Πραγματοποιήθηκε ένας δειγματοληπτικός έλεγχος των αποτελεσμάτων που εξήχθησαν από το πρόγραμμα. Ο έλεγχος έγινε σε κάποιες πλάκες του κτιρίου χρησιμοποιώντας τη μέθοδο cherny έγινε χρήση δυσμενών φορτίσεων.

Αρχικά ελέγχθηκε η επίλυση της πλάκας Π2. Η πλάκα Π2 που γίνεται η μελέτη βρίσκεται στον 2^ο όροφο και το πάχος της είναι 0.15m. Για τον υπολογισμό του ιδίου βάρους της πλάκας, το πάχος της πολλαπλασιάζεται με το ειδικό βάρος του σκυροδέματος 25 kN/m^3 . Στη συνέχεια συμπεριλαμβάνεται και το κινητό φορτίο στο συνδυασμό δράσεων $P_1=1,175g+0,75q$ και $P_2=0,175g+0,75q$, όπου g είναι το μόνιμο φορτίο και q το κινητό. Η πλάκα Π2 στην παρυφή του προβόλου, φορτίζεται με την ροπή προβόλου. Συνήθως η ροπή προβόλου παραλείπεται υπέρ της ασφάλειας και η πλάκα Π2 θεωρείται στην παρυφή αυτής ως ελεύθερη σε στρέψη (Εικόνα 35).



Εικόνα 35: Κάτοψη κατασκευής

Για τον προσδιορισμό των ροπών της πλάκας χρησιμοποιούμε τις τιμές από τους πίνακες Cherny που βασίζονται στην θεωρία της ελαστικότητας. Ο λόγος των πλευρών της πλάκας ισούται με $\varepsilon = l_x/l_y = 5.02/3.28 = 1.5$ (μεγάλη προς μικρή πλευρά) οπότε από τους πίνακες λαμβάνουμε τις τιμές m_x και m_y για πάκτωση στην μια μεγάλη πλευρά και στις δυο μικρές. Έπειτα από το τύπο του φορτίου $K = \varepsilon * l_x * l_y$ και με τις τιμές του πίνακα βρίσκουμε τις ροπές λόγω P_1 και λόγω P_2 ($M_{xm} = k/m_x$).

Στη συνέχεια βρίσκουμε την συνολική ροπή η οποία προέρχεται από το άθροισμα των ροπών λόγω των φορτίων P_1 και λόγω P_2 , $M_{sd} = M_{xm1} + M_{xm2}$. Έπειτα υπολογίζουμε τις ανοιγμένες ροπές m_{sdx} , m_{sdy} και το μηχανικό ποσοστό οπλισμού ω_x και ω_y ώστε να βρούμε το εμβαδόν οπλισμού πλάκας κατά τον άξονα x και y , A_{sx} και A_{sy} αντίστοιχα.

Για την πλάκα Π7 η οποία είναι πρόβολος και είναι δίπλα στην πλάκα Π2, η επίλυση γίνεται για κανονικές συνθήκες, οπότε το φορτίο θα είναι $P = 1,35g + 1,5q$, όπου g είναι το μόνιμο φορτίο και q το κινητό.

Για προβόλους με μεγάλα ανοίγματα μπορεί να ληφθεί η παρυφή ως πάκτωση, ή υπέρ της ασφαλείας ο μέσος όρος των ροπών της Π1 ως ελεύθερη και ως πάκτωση.

Στη συνέχεια βρίσκουμε την ροπή $M = (P * L^2)/2$ όπου P είναι το φορτίο και L το μήκος του προβόλου και επιλύουμε τον πρόβολο με τον ίδιο τρόπο όπως προηγούμενος.

Στην περίπτωση του προβόλου Π7, ο οπλισμός που βγαίνει από τους υπολογισμούς μπορεί να μειωθεί λόγω του ότι ένα μέρος του οπλισμού της πλάκας Π2 συνεχίζεται στον πρόβολο.

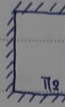
Με τον ίδιο τρόπο επιλύονται και οι άλλες πλάκες.

TIKAR T12

$$h = 1,5 \text{ cm}$$

$$L_x = 3,28 \text{ m}, L_y = 5,02 \text{ m}$$

$$q_u = 4,75 \text{ kN/m}^2, q = 2 \text{ kN/m}^2$$



* Tia Ekivalen tepat

$$P_1 = 1,175q + 0,75q = 1,175(4,75) + 0,75(2) = 5,58 + 1,5 = 7,08$$

$$\Rightarrow P_1 = 7,08 \text{ kN/m}^2$$

$$P_2 = 0,175q + 0,75q = 0,175(4,75) + 0,75(2) = 0,83 + 1,5 = 2,33$$

$$\Rightarrow P_2 = 2,33 \text{ kN/m}^2$$

$$\varepsilon = \frac{l_x}{l_y} = \frac{5,02}{3,28} = 1,5 \Rightarrow \varepsilon = 1,5$$

$$K_1 = P_1 \cdot l_x \cdot l_y = 7,08 \cdot 3,28 \cdot 5,02 = 116,57 \Rightarrow K_1 = 116,57 \text{ kN}$$

$$K_2 = P_2 \cdot l_x \cdot l_y = 2,33 \cdot 3,28 \cdot 5,02 = 38,36 \Rightarrow K_2 = 38,36 \text{ kN}$$

$$\text{POTES NORO } P_1 \\ M_{xu} = \frac{K}{w_x} = \frac{116,57}{41,3} = 2,82$$

$$M_{yu} = \frac{K}{w_y} = \frac{116,57}{114} = 1,02$$

$$\text{POTES NORO } P_2 \\ M_{xu} = \frac{K}{w_x} = \frac{38,36}{20,5} = 1,87$$

$$M_{yu} = \frac{K}{w_y} = \frac{38,36}{52} = 0,737$$

$$M_{sd} = M_{xu1} + M_{xu2} = 2,82 + 1,87 = 4,69$$

$$\mu_{sdx} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{4,69}{1(0,10)^2 \frac{16000}{1,5}} = \frac{4,69}{106,66} = 0,043 \Rightarrow \mu_{sdx} = 0,043$$

$$w_x = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{sdx}} = 1 - \sqrt{1 - 2(0,043)} = 0,044 \Rightarrow w_x = 0,044$$

$$\mu_{sdy} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{4,69}{1(0,09)^2 \frac{16000}{1,5}} = \frac{4,69}{86,4} = 0,054 \Rightarrow \mu_{sdy} = 0,054$$

$$w_y = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{sdy}} = 1 - \sqrt{1 - 2(0,054)} = 0,055 \Rightarrow w_y = 0,055$$

$$A_{s_x} = w \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,044 \cdot 1 \cdot 0,10 \cdot \frac{1611,5}{40011,15} = 1,26 \cdot 10^{-4}$$

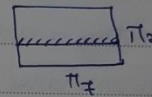
$$\Rightarrow A_s = 1,26 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_y} = w \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,055 \cdot 1 \cdot 0,09 \cdot \frac{1611,5}{40011,15} = 1,51 \cdot 10^{-4}$$

$$\Rightarrow A_s = 1,51 \text{ cm}^2$$

Πάσα Π₂

Πρόβολος, $h = 16 \text{ cm}$, $L_x = 3,10 \text{ m}$, $L_y = 1,62 \text{ m}$
 $g_u = 4,00$, $g_w = 1,00$, $q = 5 \text{ kN/m}^2$



$$M = -\frac{Pl^2}{2} = -\frac{14,25 (1,62)^2}{2} = -18,69 \Rightarrow M = -18,69 \text{ kNm}$$

$$P = 1,35g + 1,5q = 1,35(5) + 1,5(5) = 6,75 + 7,5 = 14,25$$

$$\Rightarrow P = 14,25 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu = \frac{M}{bd^2 f_{cd}} = \frac{18,69}{1(0,12)^2 \frac{16000}{1,5}} = \frac{18,69}{153,59} = 0,121 \Rightarrow \mu = 0,121$$

$$w = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2(0,121)} = 0,129 \Rightarrow w = 0,129$$

$$A_t = w \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,129 \cdot 1 \cdot 0,12 \cdot \frac{1611,5}{40011,15} = 4,7 \cdot 10^{-4} \Rightarrow A_t = 4,7 \text{ cm}^2$$

Αρα για σίδηρα από την Πάσα Π₂

Από $A = 4,7 - 2 = 2,7 \text{ cm}^2$

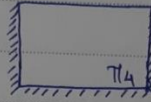
Από φ8/25

ПЛАКА П4

$$h = 18 \text{ см}, \quad dx = 0,14 \text{ см}, \quad dy = 0,13 \text{ см}$$

$$L_x = 7,29 \text{ м}, \quad L_y = 4,98 \text{ м}$$

$$q = 5,5 \text{ кН/м}^2, \quad q = 2 \text{ кН/м}^2$$



$$\varepsilon = \frac{7,29}{4,98} = 1,46 \quad \Rightarrow \quad \varepsilon = 1,46$$

* По Эшбе́рнуа до́ри́еис

$$P_1 = 1,175q + 0,75q = 1,175(5,5) + 0,75(2) = 6,46 + 1,5 = 7,29$$

$$\Rightarrow P_1 = 7,29 \text{ кН/м}^2$$

$$P_2 = 0,175q + 0,75q = 0,175(5,5) + 0,75(2) = 0,96 + 1,5 = 2,46$$

$$\Rightarrow P_2 = 2,46 \text{ кН/м}^2$$

$$K_1 = P_1 \cdot L_x \cdot L_y = 7,29 \cdot 7,29 \cdot 4,98 = 287,82 \quad \Rightarrow \quad K_1 = 287,82 \text{ кН}$$

$$K_2 = P_2 \cdot L_x \cdot L_y = 2,46 \cdot 7,29 \cdot 4,98 = 89,3 \quad \Rightarrow \quad K_2 = 89,3 \text{ кН}$$

Мо́мен́ты по́ P1

$$M_{xw} = \frac{K}{w_x} = \frac{287,82}{40,9} = 7,03$$

$$M_{yw} = \frac{K}{w_y} = \frac{287,82}{107} = 2,68$$

Мо́мен́ты по́ P2

$$M_{xw} = \frac{K}{w_x} = \frac{89,3}{20,7} = 4,33$$

$$M_{yw} = \frac{K}{w_y} = \frac{89,3}{48,9} = 1,82$$

$$M_{sd} = M_{xw1} + M_{xw2} = 7,03 + 4,33 = 11,36 \quad \Rightarrow \quad M_{sd} = 11,36 \text{ кНм/м}$$

$$\mu_{sdx} = \frac{M_{sd}}{b d^2 l_{cd}} = \frac{11,36}{1(0,14)^2 \frac{16000}{1,5}} = 0,054 \quad \Rightarrow \quad \mu_{sdx} = 0,054$$

$$\mu_{sdy} = \frac{M_{sd}}{b d^2 l_{cd}} = \frac{11,36}{1(0,13)^2 \frac{16000}{1,5}} = 0,063 \quad \Rightarrow \quad \mu_{sdy} = 0,063$$

$$w_x = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{sdx}} = 1 - \sqrt{1 - 2(0,054)} = 0,055 \quad \Rightarrow \quad w_x = 0,055$$

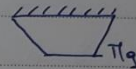
$$w_y = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{sdy}} = 1 - \sqrt{1 - 2(0,063)} = 0,065 \quad \Rightarrow \quad w_y = 0,065$$

$$A_s = w \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,055 \cdot 1 \cdot 0,14 \cdot \frac{1611,5}{40011,15} = 2,36 \cdot 10^{-4} \Rightarrow A_s = 2,36 \text{ cm}^2$$

$$A_s = w \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,065 \cdot 1 \cdot 0,13 \cdot \frac{1611,5}{40011,15} = 2,59 \cdot 10^{-4} \Rightarrow A_s = 2,59 \text{ cm}^2$$

Πλάκα Π₉

Πρόβολος, $h = 30 \text{ cm}$



$$L_x = 2,95 \text{ m}, L_y = 4,61 \text{ m}, g_u = 7,5, q_u = 1, q = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$M = - \frac{P l^2}{2} = - \frac{18,975 (2,95)^2}{2} = - 82,56 \Rightarrow M = 82,56 \text{ kNm}$$

$$P = 1,35 g + 1,5 q = 1,35 (8,5) + 1,5 (5) = 11,475 + 7,5 = 18,975 \Rightarrow P = 18,975 \text{ kN/m}$$

$$\mu = \frac{M}{b d^2 f_{cd}} = \frac{82,56}{1 (0,26)^2 \frac{16000}{1,5}} = \frac{82,56}{721,06} = 0,114 \Rightarrow \mu = 0,114$$

$$w = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2(0,114)} = 0,121 \Rightarrow w = 0,121$$

$$A = w \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,121 \cdot 1 \cdot 0,26 \cdot \frac{1611,5}{40011,15} = 9,6 \cdot 10^{-4} \Rightarrow A = 9,6 \text{ cm}^2$$

Αφαιρώ τα σίδερα από την πλάκα Π₉ οπότε έχουμε

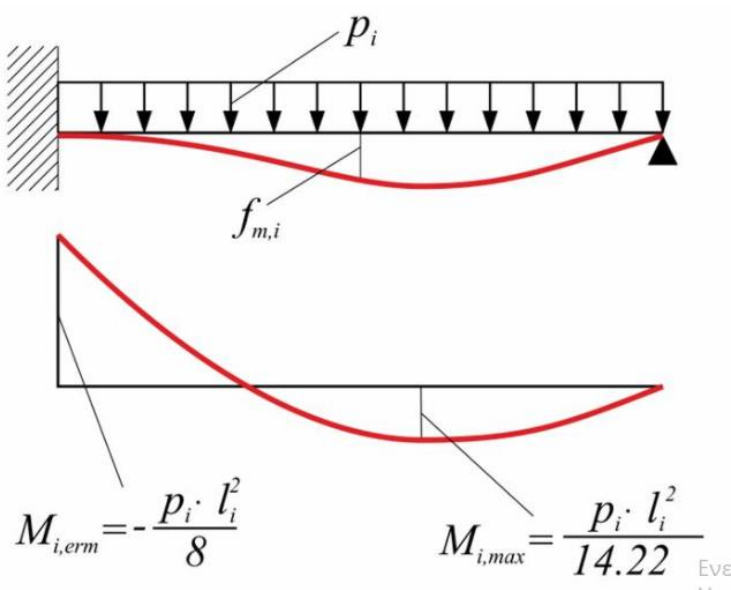
$$A_L = 9,6 - 4 = 5,4 \text{ cm}^2$$

Οπότε φ 8/9,5

ΣΥΓΚΡΙΣΗ CHERNY- MARCUS

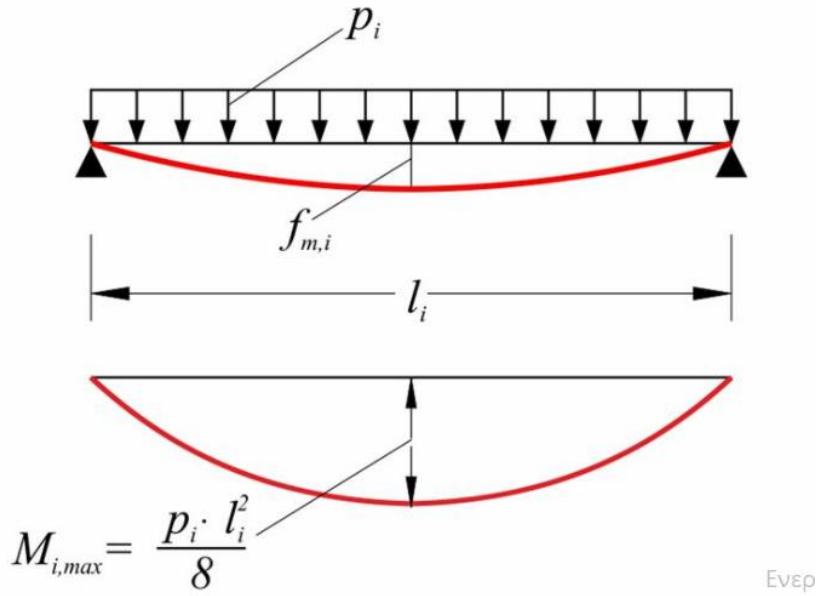
Η μέθοδος Marcus χρησιμοποιείται για περιπτώσεις πλακών που είναι με έντονα άνισα ανοίγματα και σε συνδυασμό τετραέρειστων με διέρειστων πλακών. Επίσης βασίζεται στην ελαστική θεωρία με σκοπό τον υπολογισμό των ροπών κάμψης της καθολικής φόρτισης p της πλάκας. Η πλάκα μπορεί να αντικατασταθεί από δυο λωρίδες κάθετες διασταυρωμένες κατά διεύθυνση x, y και έτσι το φορτίο κατανέμετε στις λωρίδες ως p_x και p_y . Οι λωρίδες στις άκρες έχουν την δυνατότητα για στρέψη καθώς και σε ένα ή και στα δυο άκρα να είναι πακτωμένες, ανάλογα με το είδος της στήριξης της πλάκας. Ανάλογα με τις συνθήκες στήριξης, οι λωρίδες διακρίνονται σε μονόπρακτες, αμφίπακτες και αμφιαρθρωτές.

Κάθε λωρίδα με το αντίστοιχο φορτίο μας δίνει και το αντίστοιχο διάγραμμα ροπών και την ελαστική γραμμή.



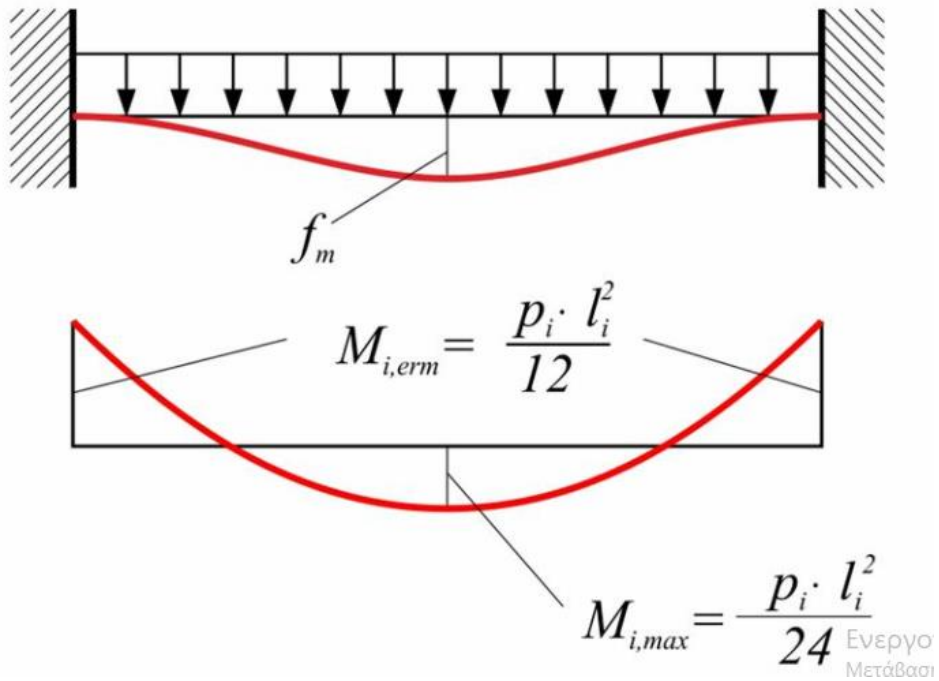
Εικόνα 36 : Διάγραμμα μονόπακτης λωρίδας πλάκας

(<https://www.ktiriaka.gr/defaultRaw.aspx?ch=558>)



Εικόνα 37 : Διάγραμμα αμφιαρθρωτής λωρίδας πλάκας

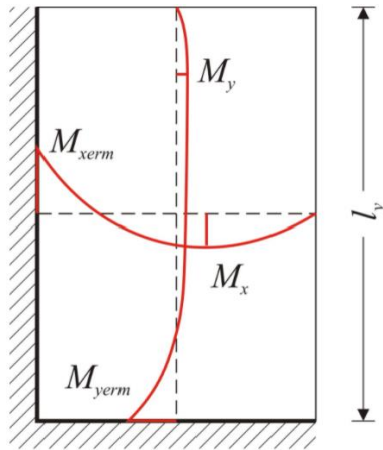
<https://www.ktiriaka.gr/defaultRaw.aspx?ch=558>



Εικόνα 38 : Διάγραμμα αμφίπακτης λωρίδας πλάκας

<https://www.ktiriaka.gr/defaultRaw.aspx?ch=558>

Η μέθοδος Cherny αναπτύχθηκε σύμφωνα με την ελαστική θεωρία αλλά έχοντας εγκάρσια συστολή $\mu=0$. Οι πίνακες ισχύουν για τετραέρειστες πλάκες, με ορθογωνική κατανομή φορτίου p και παραδοχή $l_{min} = l_x$ και $l_y \geq l_x$. Η μέθοδος Cherny ανάλογα με τον λόγο $\varepsilon = l_x / l_y$ όπου η l_x η μικρότερη διάσταση και από τον τύπο στήριξης της κάθε πλάκας κάνει χρήση πινάκων όπου προκύπτουν οι συντελεστές που δίνουν τις ροπές ανοιγμάτων και των στηρίξεων των πλακών. Η μέθοδος αυτή δίνει ακριβείς αποτελέσματα για τετραέρειστες πλάκες καθώς παρέχει λύσεις για ομοιόμορφο ή τριγωνικό φορτίο και για όλους τους συνδυασμούς έδρασης των ορίων των πλακών. Χρησιμοποιεί την θεωρία της ελαστικότητας. Στις συνεχόμενες πλάκες, μονολιθικά συνδεδεμένες μεταξύ τους χρησιμοποιείται η μέθοδος των δυσμενών φορτίσεων. Στη μέθοδο αυτή από το μόνιμο και μεταβλητό φορτίο (g, q) κάθε πλάκας υπολογίζονται τα φορτία $P1$ και $P2$ από τις εξισώσεις $P1=1,175g + 0,750q$ και $P2= 0,175g + 0,750q$. Εφαρμόζεται σε όλες τις πλάκες καθολική φόρτιση $P1$ και υπολογίζονται οι τιμές των ροπών ανοιγμάτων και στηρίξεων από τους πίνακες χρησιμοποιώντας τον πραγματικό τύπο της κάθε πλάκας. Στη μέθοδο αυτή παρουσιάζονται όλες οι πιθανές περιπτώσεις, συνδυασμών στηρίξεων (πακτώσεων ή απλών εδράσεων) των τετραέρειστων πλακών σε πινάκες. Οι πίνακες αυτοί δίνουν λεπτομερή διαγράμματα ροπών m_x, m_y, m_{xy} και αντιδράσεων στήριξης q_x, q_y , ανάλογα με τον λόγο πλευρών της κάθε πλάκας. Σε περίπτωση που ο λόγος πλευρών για μια πλάκα δεν αντιστοιχεί σε τιμή που δίνεται στον πίνακα πρέπει να γίνει γραμμική παρεμβολή μεταξύ των πλησιέστερων τιμών (Εικόνα 39).



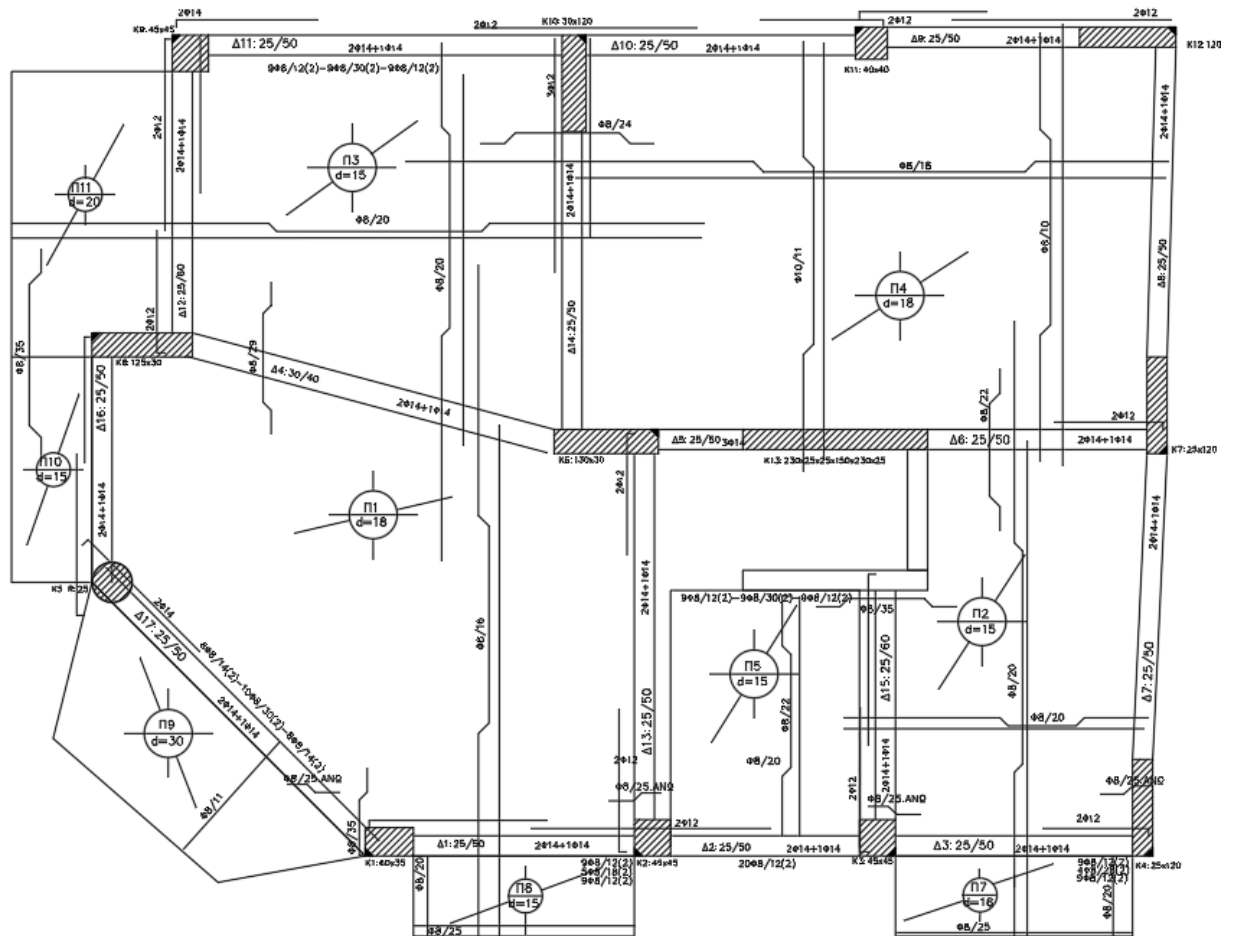
Εικόνα 39 : Διάγραμμα ροπών

<https://www.ktiriaka.gr/defaultRaw.aspx?ch=558>

Μεταξύ των δύο μεθόδων υπάρχουν διαφορές, καθώς οι ροπές και οι τέμνουσες στην μέθοδο Cherny εκφράζονται σε συνάρτηση με την μικρότερη διάσταση l_x ενώ στη μέθοδο Marcus η ροπή κάθε διεύθυνσης είναι συνάρτηση της διάστασης της διεύθυνσης αυτής.

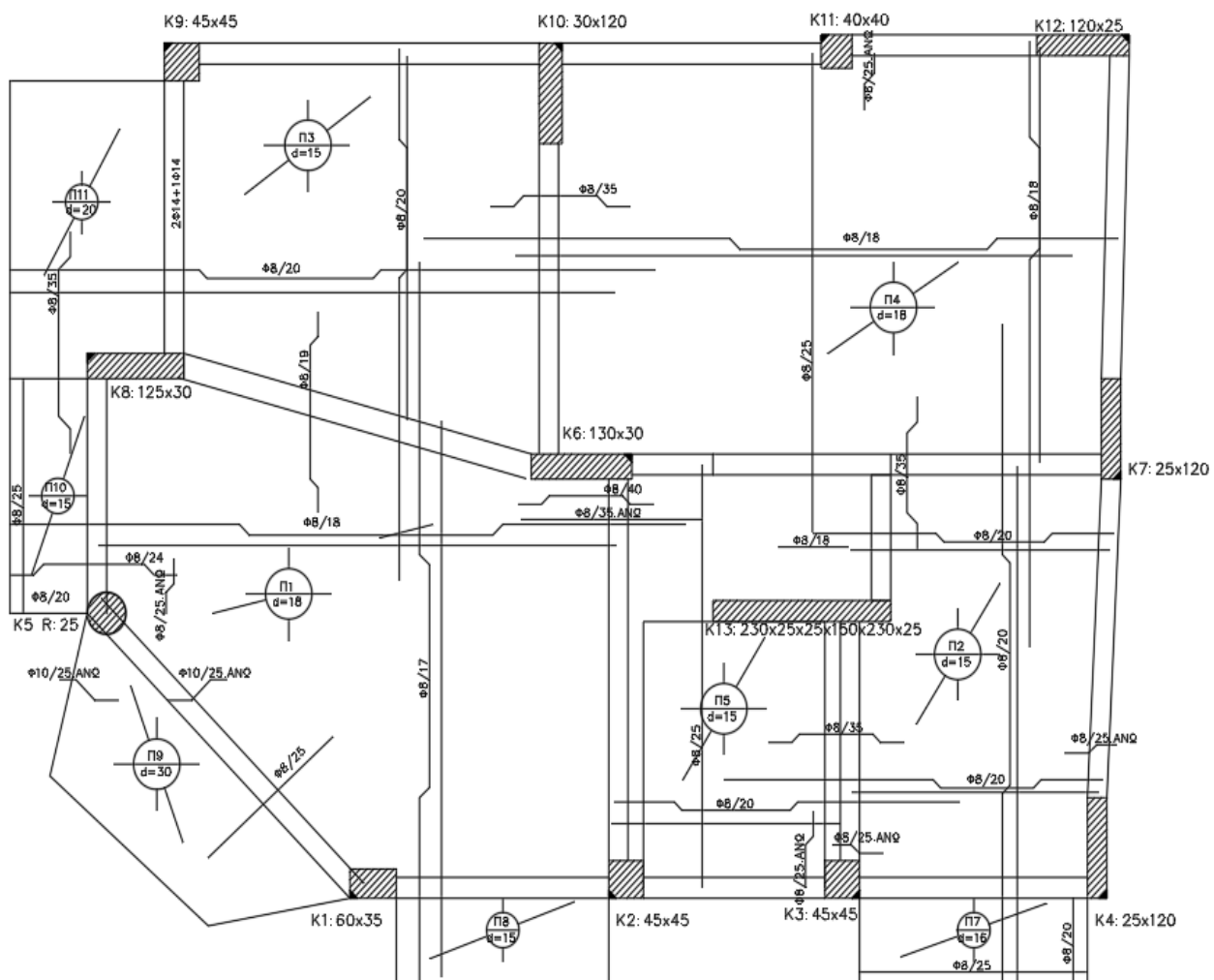
Η επίλυση του κτιρίου μας με τη βοήθεια του προγράμματος έγινε με τη μέθοδο Marcus. Ο οπλισμός που βρήκαμε με το πρόγραμμα και αυτός με την αναλυτική επίλυση κατά Marcus έχει τις εξής ομοιότητες και διαφορές:

- Στην πλάκα Π4 έχουμε διαφορές στα σίδερα όπου χρησιμοποιήθηκαν από την επίλυση του προγράμματος είναι $\phi 8/15$ και $\phi 10/11$ σε αντίθεση με την αναλυτική επίλυση όπου χρησιμοποιήθηκαν $\phi 8/20$ και $\phi 8/11$.
- Αντίθετα στον πρόβολο Π7 χρησιμοποιήθηκαν και με τις δυο επιλύσεις σίδερα $\phi 8/25$.



Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του προγράμματος επίλυση των πλακών με τη μέθοδο Cherny. Στην αριθμητική και αναλυτική επίλυση κατά Cherny παρουσιάστηκαν οι εξής ομοιότητες και διαφορές:

- Στην πλάκα Π4 έχουμε διαφορές στα σίδερα όπου χρησιμοποιήθηκαν από την επίλυση του προγράμματος είναι φ8/18 και φ10/17 σε αντίθεση με την αναλυτική επίλυση όπου χρησιμοποιήθηκαν φ8/20 και φ8/11.
- Αντίθετα στον πρόβολο Π7 χρησιμοποιήθηκαν και με τις δυο επιλύσεις σίδερα φ8/25.



Επίσης έγινε επίλυση των πλακών κατά Cherny σύμφωνα με τους τύπους για δυσμενής φορτίσεις καθώς και για προβόλους. Σε σύγκριση με τα αποτελέσματα που έχουμε από τον μελετητή παρατηρούμε ότι για την πλάκα Π2 η οποία έχει επιλυθεί με δυσμενής φορτίσεις βρίσκουμε ότι χρειάζεται οπλισμό φ8/16 και φ8/17.5 και ο μελετητής έχει φ8/16.7 το οποίο είναι πολύ κοντά. Το πρόγραμμα χρησιμοποιεί σίδερα φ8/20 τα οποία είναι σχετικά κοντά με αυτά του μελετητή. Για την πλάκα Π7 η οποία επιλύθηκε σαν πρόβολος βρήκαμε ότι χρειάζεται σίδερα φ8/25 και ο μελετητής έχει βρει κι αυτός φ8/25 . Το ίδιο έχει βρεθεί και με το πρόγραμμα. Τέλος για την πλάκα Π9 έχουμε βρει οπλισμό φ8/9.5 και ο κατασκευαστής φ8/11. Ο πρόβολος Π9 έχει πάχος πλάκας $h=30\text{cm}$ με $l_x=2.95\text{m}$ και $l_y=4.61\text{m}$, τα οποία θεωρούνται μεγάλα για έναν πρόβολο.

Έπειτα έγινε σύγκριση ανάμεσα στα υποστυλώματα που χρησιμοποίησε ο μελετητής με τα υποστυλώματα που χρησιμοποιήθηκαν για την επίλυση του προγράμματος. Για τα υποστυλώματα παρατηρούμε ότι ο μελετητής δεν χρησιμοποιεί τις ίδιες διαστάσεις υποστυλωμάτων από τα θεμέλια της κατασκευής μέχρι και τον τελευταίο όροφο. Στο υπόγειο και στην πιλοτή χρησιμοποιεί μεγαλύτερα υποστυλώματα σε σύγκριση με τον 1^ο όροφο έως τον 4^ο. Πιο αναλυτικά για το υποστυλώμα Κ1 έχουμε διαστάσεις στον 1^ο όροφο Κ1 60/30 και χρησιμοποιεί σίδερα 4φ20 + 6φ16 και στο υπόγειο Κ1 60/35 με σίδερα 4φ20 + 6φ18. Αντίθετα στην ανάλυση μας επιλέχθηκαν οι ίδιες διαστάσεις υποστυλωμάτων από την αρχή της κατασκευής μέχρι το τέλος. Για το υποστυλώμα Κ1 έχουμε διαστάσεις 60/35 και σίδερα 10φ16 . Για το υποστυλώμα Κ2 από τον μελετητή έχουμε διαστάσεις 40/40 και σίδερα 4φ18 + 4φ16 τα οποία συμπίπτουν με αυτά που έχουμε βρει με το πρόγραμμα. Το ίδιο συμβαίνει και για άλλα τα υποστυλώματα.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ

Από τις καταρρεύσεις έχει διαπιστωθεί ότι τα πλέον ευάλωτα δομικά συστήματα είναι οι κατασκευές και ιδιαίτερα οι πολυκατοικίες οπλισμένου σκυροδέματος με πιλοτή. Σε αυτή την κατηγορία ανήκει και το κτίριο μας. Αυτό συμβαίνει γιατί δημιουργείται μαλακός όροφος με πολύ μικρότερη δυσκαμψία από τους άλλους ορόφους και κατά συνέπεια διαφορετική συμπεριφορά. Αυτό σε περίπτωση σεισμικών δράσεων μπορεί να αποφέρει αστοχία των υποστυλωμάτων της πυλωτής λόγω μεγάλων σχετικών μετακινήσεων.

Στο κτίριο μας παρουσιάζονται ασυμμετρίες που θα μπορούσαν να αποφευχθούν μιας και είναι γνωστό ότι τα συμμετρικά κτίρια συμπεριφέρονται καλύτερα στον σεισμό. Στο κτίριο υπάρχουν γωνιακά τοιχώματα ενώ θα ήταν προτιμότερο να υπάρχουν υποστυλώματα διαστάσεων πχ. 50*50cm. Τα γωνιακά τοιχώματα δεσμεύουν το κτίριο σε περίπτωση συστολής και μπορεί να προκαλέσουν ρηγμάτωση στις πλάκες του κτιρίου.

Επίσης είναι δύσκολο να πακτωθούν στην θεμελίωση .

Τέλος θα ήταν καλύτερο να γινόταν χρήση πλακών μικρότερων διαστάσεων που μειώνει τις αποστάσεις των υποστυλωμάτων (πχ. όπως η πλάκα Π1).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- <https://www.ktiriaka.gr/defaultRaw.aspx?ch=739>
- <http://www.geo.auth.gr/654/PDF/Unit7.pdf>
- http://nomoskopio.gr/eak2000_2.php?toc=0&printWindow&
- <https://kemioteko.gr/index.php/news/476-210gr-katigories-spoudaiotitas-ktirion-antiseismikoy-kanonismoy>
- https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2468/2/ch3_Yliko_Dynamikh_twn_Kataskevwn.pdf
- <https://www.ktiriaka.gr/defaultRaw.aspx?ch=558>
- http://eclass.opencourses.teicm.gr/eclass/modules/document/file.php/TMB104/BetonI_Less
- <https://docplayer.gr/31321765-Kefalaio-8-diastasiologisi-plakon.html>
- https://eclass.teicrete.gr/modules/document/file.php/TD177/EC8_fasma%20.pdf
- http://lee.civil.ntua.gr/pdf/mathimata/antiseismikes_kataskeves/simioseis/EC8-2014.pdf
- http://repfiles.kallipos.gr/html_books/1284/chapter_08.html
- [http://charalampakis.com/e-learning/ntua/texnikh-mhxanikh/6.9%20-%20CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%AC%CE%BC%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1%20%CF%84%CE%AC%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD%20-%20%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CF%8E%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD%20\(%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%80%CF%8E%CE%B](http://charalampakis.com/e-learning/ntua/texnikh-mhxanikh/6.9%20-%20CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%AC%CE%BC%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1%20%CF%84%CE%AC%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD%20-%20%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CF%8E%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD%20(%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%80%CF%8E%CE%B)
[D\).pdf](http://charalampakis.com/e-learning/ntua/texnikh-mhxanikh/6.9%20-%20CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%AC%CE%BC%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1%20%CF%84%CE%AC%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD%20-%20%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CF%8E%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD%20(%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%80%CF%8E%CE%B)