

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε  
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



**ΜΕΛΕΤΗ ΟΧΕΤΟΥ ΜΟΡΦΗΣ ΚΙΒΩΤΙΟΥ ΓΙΑ  
ΜΟΝΙΜΑ, ΚΙΝΗΤΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ.  
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗΣ ΜΟΡΦΩΣΗΣ  
ΤΟΥ ΟΧΕΤΟΥ.**

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ : ΓΕΩΡΓΟΥΛΑΣ ΘΩΜΑΣ .**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Κος. ΜΠΙΣΚΙΝΗΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ-2018**

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΠΡΟΛΟΓΟΣ

1.1 Παρουσίαση του θέματος της πτυχιακής εργασίας.....	3
1.2 Σκοπός.....	4

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : ΚΙΒΩΤΟΕΙΔΗΣ ΟΧΕΤΟΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

2.1 Γενικά.....	5
2.2 Υλικά κατασκευής.....	6
2.2.1 Σκυρόδεμα.....	6
2.2.2 Δομικός Χάλυβας .....	7
2.2.3 Γεωφάσμα.....	10
2.2.4 Διάτρητος σωλήνας.....	10
2.2.5 Ικριώματα και ξυλότυπος .....	11
2.2.6 Χωματοουργικά.....	12
2.2.7 Υδροδιογκούμενο κορδόνι.....	13

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΧΕΤΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

3.1 Επίλυση οχετού με 1 άνοιγμα 5x7m στο SAP2000.....	14
3.1.1 Υπολογισμός συντελεστή ενεργητικών ωθήσεων.....	16
3.1.2 Υπολογισμός Κινητών φορτίων.....	16
3.1.3 1 <sup>ος</sup> Συνδυασμός φορτίσεων (μόνιμα και κινητά) 1,35G + 1,5Q .....	18
3.1.4 2 <sup>ος</sup> Συνδυασμός φορτίσεων (μόνιμα και σεισμός ) G + E.....	23
3.2 Διαστασιολόγηση σιδηρού οπλισμού για οχετό με ένα άνοιγμα.....	32
3.3 Επίλυση οχετού με 2 ανοίγματα 5x3.5m έκαστο.....	39
3.3.1 1 <sup>ος</sup> Συνδυασμός φορτίσεων (μόνιμα και κινητά) 1,35G + 1,5Q .....	40
3.3.2 2 <sup>ος</sup> Συνδυασμός φορτίσεων (μόνιμα και σεισμός ) G + E.....	45
3.4 Διαστασιολόγηση σιδηρού οπλισμού για οχετό με 2 ανοίγματα.....	52

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΡΓΟΥ

4.1 Προμέτρηση υλικών.....	62
4.1.1 Προμέτρηση σκυροδέματος οχετού.....	62
4.1.2 Προμέτρηση σιδηρού οπλισμού οχετού.....	63
4.1.3 Προμέτρηση γεωφάσματος οχετού.....	63
4.1.4 Προμέτρηση διάτρητου σωλήνα οχετού.....	64
4.1.5 Προμέτρηση ασφαλτικού γαλακτώματος οχετού.....	64
4.1.6 Προμέτρηση χωματοουργικών εργασιών οχετού.....	64

4.2 Προϋπολογισμός κόστους υλικών και εργασιών.....	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> Τρόπος κατασκευής του οχετού.....	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 <sup>ο</sup> : Περίληψη – Συμπεράσματα.....	70
Βιβλιογραφία.....	71

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

### 1.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ

Το αντικείμενο της πτυχιακής μου εργασίας είναι η μελέτη - διαστασιολόγηση κιβωτοειδούς οχετού καθώς και ο τρόπος κατασκευής του. Θα κάνω και μια προσπάθεια προσέγγισης του συνολικού κόστους του έργου.

Συγκεκριμένα στη συνέχεια θα γίνει μία πλήρης μελέτη για έναν κιβωτοειδή οχετό με εσωτερικές διαστάσεις 7,00m x 5,00m με ύψος επιχώματος 4,00m και στη συνέχεια θα προστεθεί ένα επιπλέον τοίχωμα στη μέση του οχετού για να έχουμε μια εικόνα για την συμπεριφορά του οχετού με ένα μεγάλο άνοιγμα και 2 μικρά ανοίγματα και ποία η διαφορά στο κόστος και τον τρόπο κατασκευής.

Αφού ολοκληρωθεί η μελέτη και προσδιοριστεί η απαιτούμενη ποσότητα οπλισμού χάλυβα και σκυροδέματος καθώς και όλων των υλικών που θα υπάρχουν για την κατασκευή του οχετού, θα συνταχθεί ο προϋπολογισμός τους. Στην συνέχεια θα υπάρχει ένα κεφάλαιο με τον τρόπο κατασκευής του.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε ότι ως μικρά ορίζονται τα τεχνικά έργα με ελαφρύ ορθό άνοιγμα μικρότερο ή ίσο των 6,00m. Τα μικρά τεχνικά είναι συνήθως οχετοί ή διαβάσεις μικρών οχημάτων ή και πεζοδιαβάσεις ανεξαρτήτου μήκους. Τεχνικό έργο μικρού ανοίγματος για τη γεφύρωση μικρών ρεμάτων ή για την παροχέτευση όμβριων, κατασκευαζόμενο εγκάρσια ή παράλληλα προς την υπό μελέτη οδό.

## 1.2 ΣΚΟΠΟΣ

Ο στόχος μέσα από αυτή τη εργασία είναι γίνει κατανοητή η διαδικασία που ακολουθείται για να γίνει μία διαστασιολόγηση ενός κιβωτοειδούς οχητού και στη συνέχεια να δοθεί η δυνατότητα σε όποιον επιθυμεί να ανατρέξει και να δει τη διαδικασία αυτή. Είναι μία πρακτική εφαρμογή που είναι απαραίτητη για έναν μηχανικό ο οποίος θα χρειαστεί να κάνει μία τέτοιου είδους μελέτη.

Είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι θα πρέπει να ληφθεί υπ όψη μας την κατηγορία του εδάφους και το ύψος του επιχώματος για την μελέτη του οχητού, δηλαδή τις διαστάσεις του, το σιδηροπλισμό που είναι απαραίτητος για της παραλαβή των καμπτικών ροπών, αξονικών δυνάμεων και τεμνουσών δυνάμεων. Τέλος παρουσιάζεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας που περιλαμβάνει εκτός από τους οπλισμούς, το συνολικό βάρος τους και μία προμέτρηση του άοπλου και του οπλισμένου σκυροδέματος σκυροδέματος καθώς και όλων των υλικών που θα υπάρχουν για την κατασκευή του οχητού οπότε μπορούμε να κάνουμε έναν σύντομο προϋπολογισμό του έργου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> ΚΙΒΩΤΟΕΙΔΗΣ ΟΧΕΤΟΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ως οχετός νοείται κάθε τεχνικό έργο μικρού ανοίγματος που φέρει την οδό πάνω από υδάτινο κώλυμα (ξηρό ή υγρό). Διακρίνεται από τις "Γέφυρες " κατά το ότι δεν έχει εφέδρανα. Τα ανοίγματα είναι συνήθως μικρότερα των 12 m. Η στατική μορφή των οχετών συνήθως είναι κλειστού ή ανοικτού πλαισίου. Για πολύ μικρά ανοίγματα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σωλήνες ή θολωτές κατασκευές. Οδηγίες για τις ορθές παραδοχές λαμβάνονται υπ'όψη από την ΟΜΟΕ<sup>1</sup>.

Ο γεωμετρικός σχεδιασμός των τεχνικών όσον αφορά τους οχετούς θα παίρνει υπόψη τις παρακάτω απαιτήσεις, καθώς και των Προδιαγραφών Κατασκευής Έργου :

1. Οι οχετοί πρέπει να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να λαμβάνονται επαρκώς υπόψη οι υδραυλικές συνθήκες του προς παροχέτευση ρέματος.
2. Γενικά οι οχετοί θα σχεδιάζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην προκύπτει υπερύψωση της ελεύθερης επιφάνειας του νερού ανάντη του οχετού και η διατομή του οχετού να εξασφαλίζει ελεύθερη ροή με ύπαρξη ελεύθερου περιθωρίου για την παροχή υπολογισμού.
3. Οι άξονες εισόδου και εξόδου των οχετών πρέπει πάντοτε να ευρίσκονται στον άξονα του ρέματος.
4. Γενικά είναι επιθυμητό οι οχετοί να κατασκευάζονται με ευθύγραμμη χάραξη. Επιτρέπεται η κατασκευή καμπύλων οχετών με ελάχιστη ακτίνα οριζοντιογραφικής καμπύλης ίση προς το δεκαπλάσιο του ελεύθερου ανοίγματος του οχετού.
5. Σε δυσχερείς περιπτώσεις θα είναι δυνατόν να επιτραπεί η κατασκευή οριζοντίων καμπύλων μικρότερης ακτίνας, ύστερα από λεπτομερειακό υπολογισμό και μετά από σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας.



Εικόνα 1<sup>α</sup> – Κατασκευασμένος οχετός με 2 ανοίγματα (Διαδυκτιακή πηγή 1<sup>α</sup>)



Εικόνα 1<sup>β</sup>-Κατασκευή κιβωτοειδούς οχετού (Διαδικτυακή πηγή 1<sup>β</sup>)

## 2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

### 2.2.1. ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Λίγα στοιχεία για το σκυροδέμα , (Παναγόπουλος και Κρίτας Νοέμβριος 2005)

Το σκυροδέμα είναι το μείγμα τσιμέντου, αδρανών υλικών και νερού, σε αναλογία που καθορίζεται σε σχέση με το σκοπό της κατασκευής. Είναι ένα πολύτιμο υλικό με πλατιά χρήση, η οποία καλύπτει σχεδόν όλες τις οικοδομικές κατασκευές και τα τεχνικά έργα.

Η Παρασκευή του σκυροδέματος ,

Για την παρασκευή του σκυροδέματος χρησιμοποιούνται τσιμέντο, νερό, άμμος και σκύρα. Το τσιμέντο, όταν ενωθεί με το νερό αντιδρά χημικά, γι' αυτό ονομάζεται και ενεργό υλικό σκυροδέματος. Τα υλικά άμμος και σκύρα ονομάζονται αδρανή, διότι διατηρούν όλες τις φυσικές και χημικές τους ιδιότητες και μετά την πήξη και σκλήρυνση του σκυροδέματος.

Η μελέτη σύνθεσης σκυροδέματος ,

Η μελέτη σύνθεσης αποτελεί το σχεδιασμό του μίγματος για την Παρασκευή του σκυροδέματος και μπορεί να γίνει σε εξειδικευμένα εργαστήρια. Κατά την εκπόνηση της μελέτης σύνθεσης, παρασκευάζονται κυβικά ή κυλινδρικά δοκίμια, με διάφορες αναλογίες των συστατικών του σκυροδέματος, τα οποία στη συνέχεια θραύονται, ώστε να διαπιστωθεί ποια από τις δοκιμαζόμενες αναλογίες εμφανίζει τη μέγιστη τάση θραύσης. Αυτές είναι και οι αναλογίες που θα υιοθετηθούν τελικά.

Σκοπός του υπολογισμού του όγκου του κάθε υλικού,

Στη σύνθεση του σκυροδέματος, είναι να καθοριστεί ο όγκος του παραγόμενου σκυροδέματος βάσει του όγκου των πρώτων υλών παρασκευής του. Ο υπολογισμός γίνεται

με την προϋπόθεση, ότι οι ποσότητες του τσιμέντου, νερού, αδρανών, πρόσμεικτων και προσθέτων, που θα αναμιχθούν για την παραγωγή  $1\text{m}^3$  νωπού σκυροδέματος, συνυπολογίζοντας τα κενά μετά τη συμπύκνωση, αθροιζόμενες έχουν όγκο  $1\text{m}^3$

### Ιδιότητες του σκυροδέματος

Το σκυρόδεμα παρουσιάζει πολύ καλές ιδιότητες, γι' αυτό και σήμερα είναι το βασικότερο δομικό υλικό. Οι σπουδαιότερες ιδιότητες του είναι:

- Ανθεκτικότητα
- Αντοχή στη θλίψη
- Αντοχή στην κάμψη και στον εφελκυσμό
- Αντοχή στην τριβή
- Πορώδες και στεγανότητα

Αντοχή στη θλίψη Είναι η πιο σπουδαία ιδιότητα του σκυροδέματος, επειδή αυτή επηρεάζει και άλλες ιδιότητες. Από αυτή εξάλλου χαρακτηρίζεται βασικά και η ποιότητα του σκυροδέματος. Η αντοχή του σκυροδέματος στη θλίψη εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως:

- Την ποιότητα των υλικών
- Τις αναλογίες των υλικών ανάμειξης
- Τον τρόπο μεταφοράς, τοποθέτησης και συμπύκνωσης του σκυροδέματος
- Το ποσοστό των κενών
- Το λόγο νερού – τσιμέντου (W/C ratio)

Ο λόγος νερού – τσιμέντου είναι ένας από τους πιο σοβαρούς παράγοντες, που επηρεάζουν την αντοχή του σκυροδέματος στη θλίψη. Γι' αυτό, όταν προσδιορίζουμε το συνολικό ποσό του νερού που χρειάζεται ένα σκυρόδεμα, αναφερόμαστε στο λόγο του βάρους του νερού προς το βάρος του τσιμέντου που χρησιμοποιήσαμε (W/C ratio). Ο λόγος νερού – τσιμέντου πρέπει να είναι περίπου 0,50 έως 0,70 για να μπορεί να γίνεται πλήρως η χημική αντίδραση κατά την πήξη και σκλήρυνση του σκυροδέματος. Συνήθως όμως, λόγω του εργάσιμου του σκυροδέματος, δεν είναι μικρότερος από 0,45. Έχει αποδεχτεί πειραματικά ότι, όσο αυξάνεται ο λόγος νερού – τσιμέντου, τόσο ελαττώνεται η αντοχή του σκυροδέματος.

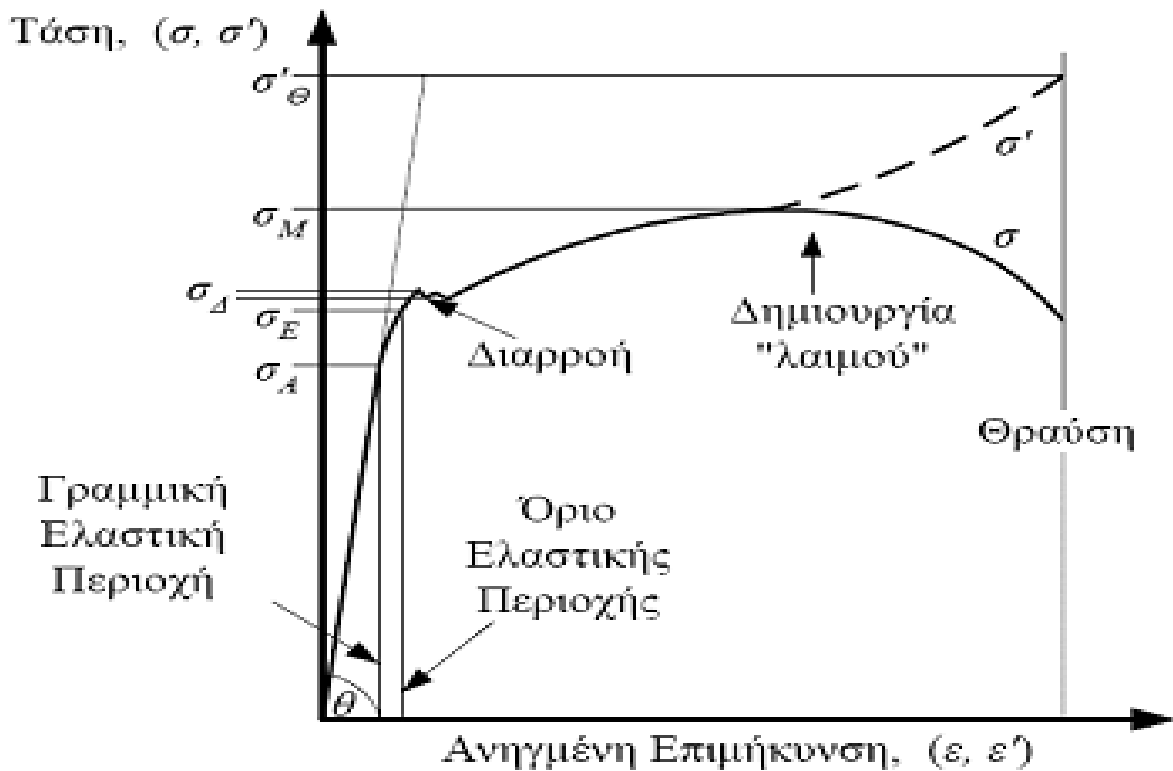
### **2.2.2 ΧΑΛΥΒΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ (ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ Θεοφάνης Α.Γεωργόπουλος, Δρ Πολ.μηχανικός, Πάτρα 2005)**

Χάλυβας οπλισμού με νευρώσεις: Χάλυβας οπλισμού με δύο τουλάχιστον σειρές πλάγιων ανάγλυφων νευρώσεων, ομοιόμορφα κατανεμημένων κατά μήκος. Τα τελευταία χρόνια στις κατασκευές χρησιμοποιείται χάλυβας B500C βάση κανονισμών (KTX 2008)

Βασική πηγή πληροφοριών για τις περισσότερες μηχανικές ιδιότητες του δομικού χάλυβα αποτελεί το διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων που προκύπτει από το πείραμα



μονοαξονικού εφελκυσμού δοκιμίου μέχρι της θραύσεως του. Ένα τυπικό τέτοιο διάγραμμα φαίνεται στο παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 1<sup>γ</sup> – Διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων (Διαδικτυακή πηγή 1<sup>γ</sup>)

Το διάγραμμα αυτό δίνει πληροφορίες όπως το όριο αναλογίας, το όριο ελαστικότητας και το όριο διαρροής. Επίσης από το διάγραμμα καθορίζεται η ολκιμότητα του χάλυβα σαν ποσοστό της μόνιμης ανοιγμένης παραμόρφωσης. Άλλες ιδιότητες που μπορούν να προσδιοριστούν από το διάγραμμα είναι η ελαστικότητα και η ανθεκτικότητα που είναι μέτρα της ικανότητας του μετάλλου να απορροφά μηχανική ενέργεια. Άλλες ιδιότητες του δομικού χάλυβα είναι η σκληρότητα, δηλαδή η ικανότητα αντιστάσεως της επιφάνειας του υλικού στη διείδυση ξένου σώματος, η δυσθραυστότητα, δηλαδή η ικανότητα του υλικού να μη θραύεται σε απότομες κρουστικές επενέργειες, το ελατό, δηλαδή η ικανότητα του σιδήρου να γίνεται μαλακός και εύπλαστος όταν ερυθροπυρώνεται και το σύντηκτο, δηλαδή η ικανότητα του υλικού να συνενώνεται με διάφορα άλλα τεμάχια σ' ένα ενιαίο σώμα με σφυρηλάτηση, συγκόλληση κ.α.

### Πλεονεκτήματα χάλυβα οπλισμού

Ως χάλυβας οπλισμού ορίζεται ο χάλυβας ο οποίος βρίσκεται σε μορφή ράβδου και ενσωματώνεται μέσα στο σκυρόδεμα για να δημιουργηθεί το οπλισμένο σκυρόδεμα. Η ενσωμάτωση του χάλυβα οπλισμού στο σκυρόδεμα είναι απαραίτητη κυρίως για να καλύψουμε την βασική αδυναμία του σκυροδέματος που είναι ο εφελκισμός.

Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του χάλυβα οπλισμού παρουσιάζονται παρακάτω :

- Αντοχή σε εφελκισμό είναι η πιό σημαντική ιδιότητα του χάλυβα
- Ολκιμότητα, δηλαδή η ιδιότητα του υλικού να μπορεί να φέρει εκτεταμένη παραμόρφωση χωρίς αστοχία κάτω από υψηλές εφελκυστικές τάσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο χάλυβας να διαρρέει τοπικά σε σημεία συγκέντρωσης τάσεων και έτσι

να προλαβαίνει πρόωρες αστοχίες, ή να υφίσταται μεγάλες παραμορφώσεις κάτω από υψηλά φορτία που είναι ορατή απόδειξη επικείμενης αστοχίας.

- Συγκολλητικές ιδιότητες.
- Σκληρότητα και αντοχή σε κόπωση.
- Μπορεί να συνεργαστεί με το σκυρόδεμα όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία(π.χ. φωτιά) καθώς έχει σχεδόν το ίδιο συντελεστή θεσμικής διαστολής.



Εικόνα 1 – Χάλυβας οπλισμού (Διαδικτυακή πηγή 2)

### 2.2.3 ΓΕΩΥΦΑΣΜΑ

Γεωύφασμα είναι το υλικό το οποίο χρησιμοποιείται για :

- Αποστράγγιση . Επιτυγχάνεται η αποστράγγιση του νερού που τρέχει παράλληλα στη διατομή του.
- Μηχανική προστασία. Τοποθετείται για λόγους στεγανοποίησης και προστασίας της γεωμεμβράνης.



Εικόνα 2 - Ρολό γεωυφάσματος (Διαδικτυακή πηγή 3)

Κριτήριο επιλογής του υλικού αυτού είναι η ανθεκτικότητά του. Τα χαρακτηριστικά ότι γεωυφάσματος είναι η διαπερατότητα παράλληλα και κάθετα στην επιφάνεια του καθώς και το μέγεθος των πόρων.

### 2.2.4 ΔΙΑΤΡΗΤΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ

Οι σωλήνες αυτοί έχουν κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε τα νερά περιμετρικά μιας κατασκευής να συλλέγονται και να οδεύουν σε κάποιο υπόνομο.



Εικόνα 3-Διάτρητος σωλήνας (Διαδικτυακή πηγή 4)

Ο λόγος που είναι απαραίτητος ένας τέτοιος διάτρητος σωλήνας είναι να αποφεύγεται η ύπαρξη σταθερού νερού και κατ'επέκταση η αποφυγή της υδροστατικής πίεσης πάνω στην κατασκευή.

## 2.2.5 ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ

Τα ικριώματα και ο ξυλότυπος είναι τα βασικά υλικά που πρέπει να έχεις κάποιος για να μπορέσει να κατασκευάσει φέρων οργανισμό σκυροδέματος.

Παρακάτω παρουσιάζεται εικόνα που φαίνονται αναλυτικά τα στοιχεία που αποτελούν το σύστημα των ικριωμάτων και του ξυλότυπου



Εικόνα 4-Μέρη ξυλότυπου και ικριωμάτων (διδασκτική πηγή 5)

## 2.2.6 ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ

Ως χωματουργικά ορίζεται ένα σύνολο διαφόρων εργασιών που έχουν άμεση σχέση με το χώμα.

Σ' αυτές περιλαμβάνονται :

1. Εκσκαφή
2. Φόρτωση και απόθεση υλικών
3. Διαμόρφωση αποθέσεων
4. Συμπύκνωση στρώσεων χώματος
5. Μεταφορά υλικών

Τα χωματουργικά αποτελούν βασική κατηγορία έργων καθώς στο 95% των τεχνικών έργων απαιτούνται χωματουργικές εργασίες



Εικόνα 5- Εκσκαφή (διαδικτυακή πηγή 6)



Εικόνα 6- Συμπύκνωση εδαφικού υλικού (διαδικτυακή πηγή 7)

## 2.2.7 ΥΔΡΟΔΙΟΓΚΟΥΜΕΝΟ ΚΟΡΔΟΝΙ

Τα υδροδιογκούμενα κορδόνια μπετονίτη, διογκώνονται κατά την επαφή τους με το νερό εξασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο μόνιμη σφράγιση ρωγμών και αρμών. Για την εφαρμογή του θα πρέπει να διασφαλίζεται η επαρκής επικάλυψη από το σκυρόδεμα για τουλάχιστον 8cm.

Πλεονεκτήματα:

- Εύκολη και ασφαλής τοποθέτηση
- Δεν απαιτούνται εξαρτήματα ή συγκόλληση
- Οι διαστάσεις παραμένουν σταθερές
- Τα διογκούμενα κορδόνια προσαρμόζονται σε ρωγμές και κοιλότητες
- Φιλικά προς το περιβάλλον

Εφαρμογές:

- Για στεγανοποίηση σε στοιχεία μπετόν κατά την σκυροδέτηση
- Σε περιοχές σύνδεσης οριζόντιου με κατακόρυφου στοιχείου
- Σε γωνίες τοιχίων
- Σε αρμούς διακοπής εργασιών



Εικόνα 7- Υδροδιογκούμενο κορδόνι (διαδικτυακή πηγή 8)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΧΕΤΟΥ ΜΕ ΕΝΑ ΑΝΟΙΓΜΑ ΣΤΟ SAP2000 ΜΕ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ 5 x 7 m

Για να ξεκινήσουμε την διαδικασία της επίλυσης θα πρέπει να κάνουμε τις απαραίτητες παραδοχές.

Αυτές είναι οι εξής :

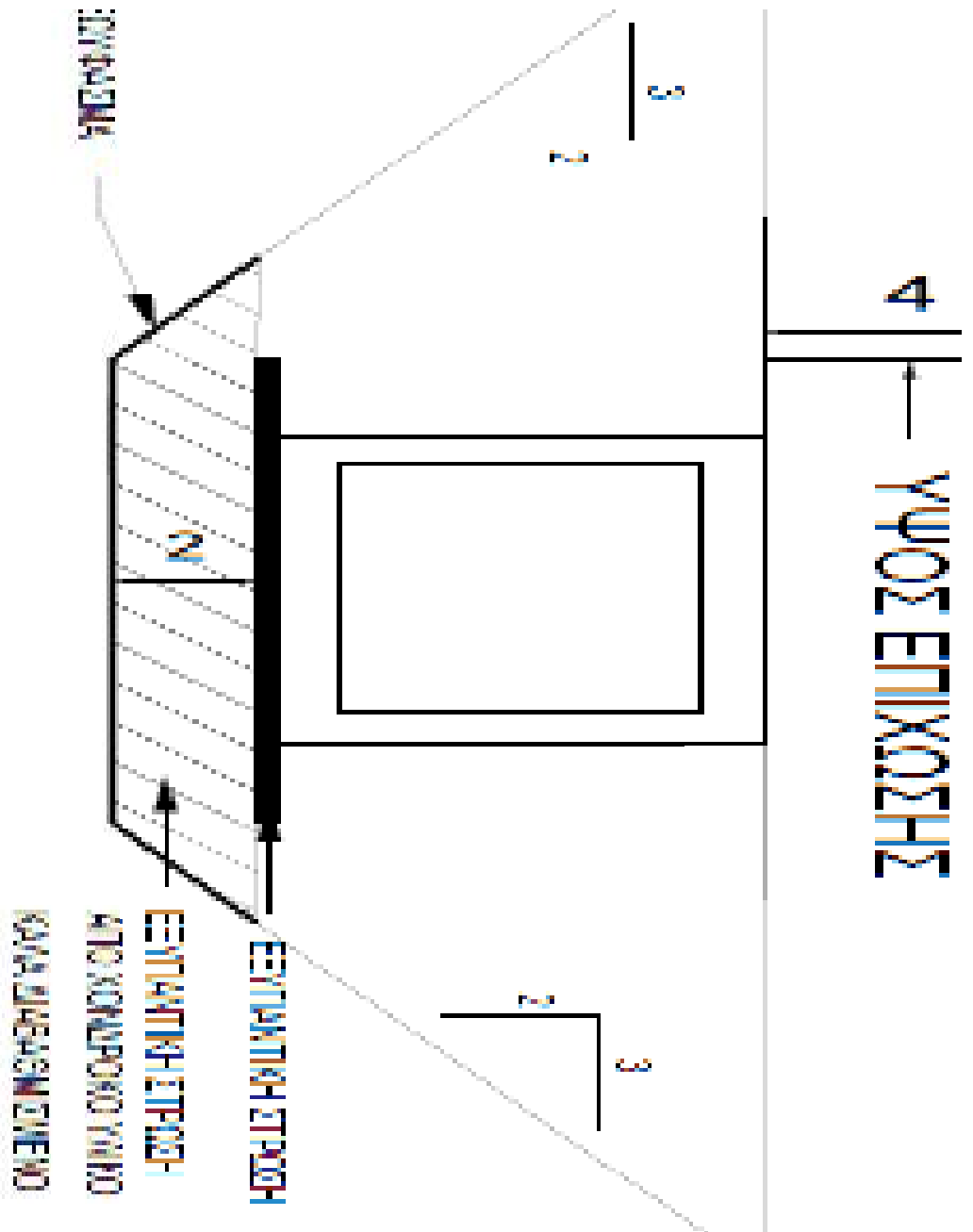
- Φαινόμενο βάρος επίχωσης :  $20 \text{ kN/m}^3$
- Ειδικό βάρος οπλ.σκυροδέματος :  $25 \text{ kN/m}^3$
- Γωνία εσωτερικής τριβής εδάφους ( $\varphi$ ):  $30^\circ$
- Συνοχή ( $c$ ) : 0

Οι παραπάνω παραδοχές έγιναν για να μπορέσουμε να ξεκινήσουμε την μελέτη του οχετού.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του οχετού τα οποία είναι :

Πίνακας 1 - Βασικά χαρακτηριστικά και διαστάσεις κιβωτοειδούς οχετού

Ύψος επίχωσης	4m	Πάχος τοιχωμάτων	$t_u = 0,85\text{m}$
Πλάτος οχετού	7m	Πάχος άνω πλάκας	$t_1 = 0,85\text{m}$
Ύψος οχετού	5m	Πάχος κάτω πλάκας	$t_2 = 0,85\text{m}$
Πλάτος στατικού προσομοιώματος	7,85m	Κατηγορία σκυροδέματος	C25/30
Ύψος στατικού προσομοιώματος	5,85m	Κατηγορία δομικού χάλυβα	B500C
		Συντελεστής σεισμικής επιτάχυνσης εδάφους	$\alpha = 0,24g$



### 3.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΩΘΗΣΕΩΝ

Ο συντελεστής ενεργητικών ωθήσεων γαιών με βάση την θεωρία Rankine δίνεται από τον τύπο:

$$K_o = \frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi}$$

Με αντικατάσταση προκύπτει (για  $\varphi=30^\circ$ )  $K_o=(1-0,5) / (1+0,5)=1/3=0,33$

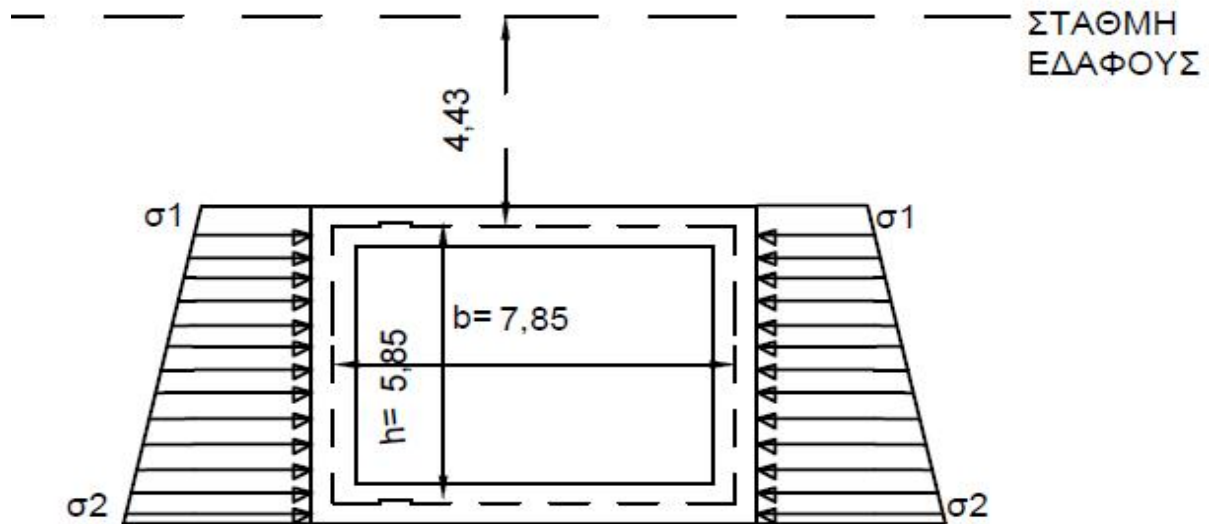
Άρα  $K_o = 0,33$



## ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ

Έχουμε μόνιμα φορτία λόγω επιχώματος τα οποία είναι  $G1 = \gamma \cdot H_{\text{επ}} \Rightarrow G1 = 20 \cdot 4 = 80 \text{ KN/m}^2$  όπου  $H_{\text{επ}}$ : Ύψος επίχωσης

και λόγω ιδίου βάρους της πλάκας  $G2 = t1 \cdot \gamma_{\text{σκυρ}} \Rightarrow G2 = 0.85 \cdot 25 = 21.25 \text{ KN/m}^2$ . Επίσης θα πρέπει να υπολογίσουμε και τις πλευρικές ωθήσεις ηρεμίας που ασκούνται από το έδαφος, οι οποίες βάση του Ε.Α.Κ. 2000 βρίσκονται ως εξής:



Εικονα-9 Διαστάσεις οχετού και δυνάμεις που ασκούνται πάνω του

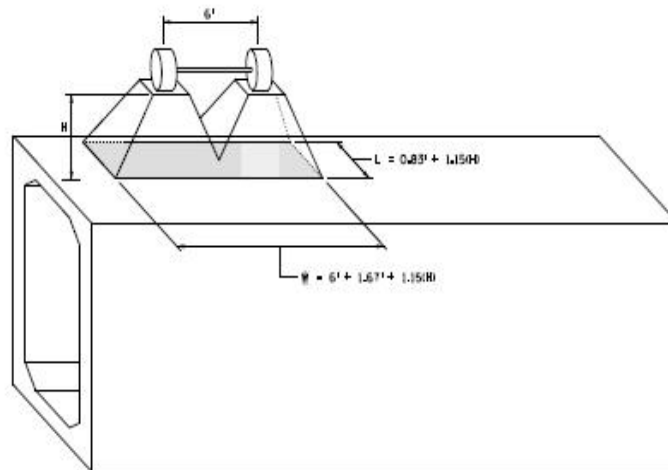
Για  $z = 4,43$  το  $\sigma_1 = K_o \cdot \gamma_{\text{εδ}} \cdot z = 0.33 \cdot 20 \cdot 4.425 = 29,20 \text{ KN/m}^2$ .

Για  $z = 10.275$  το  $\sigma_2 = K_o \cdot \gamma_{\text{εδ}} \cdot z = 0.33 \cdot 20 \cdot 10.275 = 67,82 \text{ KN/m}^2$

### 3.1.2 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ

Το μέγιστο φορτίο που υπάρχει περίπτωση να περάσει πάνω από το οχετό είναι φορτηγό 60 τόνων με 2 άξονες.

Με βάση το LFRD BRIDGE DESIGN SEPTEMBER 2013 παρακάτω υπολογίζεται η δύναμη που δέχεται ο οχετός από την διέλευση ενός φορτηγού 60 τόνων.



**Figure 12.2.3.3**  
*Traffic Traveling Parallel to Span*  
*(2 feet of fill or greater showing load projection overlap)*

Εικόνα 10- Καταναμημένο φορτίο λόγω κινητών φορτίων

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται ο τρόπος υπολογισμού του μέγιστου κινητού φορτίου

Το φορτηγό των 60 TN έχει 2 άξονες, όπου σε κάθε άξονα το φορτίο είναι 30 TN δηλαδή 300 KN

Υπολογισμός επιφάνειας :

$$L = 0.83' + 1.15(H) \quad \text{όπου } H = 4\text{m}$$

$$W = 6' + 1.67' + 1.15(H)$$

$$\text{Σημείωση : } 1\text{ft} = 0.30 \text{ m}$$

Άρα έχουμε:

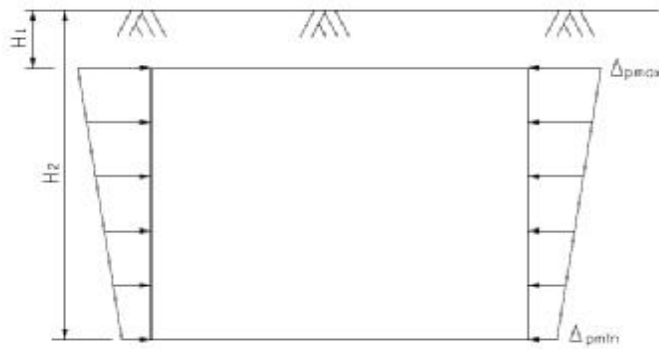
$$L = 0.265 + 4.6 = 4.865$$

$$W = 1.92 + 0.534 + 4.6 = 7.05$$

$$A = L \times W = 4.865 \times 7.05 = 34.32 \text{ m}^2$$

$$\text{Επομένως η τάση είναι } \sigma = 300\text{KN}/34.32\text{m}^2 = 8.75 \text{ KN/m}^2$$

Υπολογισμός πλευρικών ωθήσεων για κινητά φορτία με βάση το LFRD BRIDGE DESIGN SEPTEMBER 2013



**Figure 12.2.3.4  
Live Load Surcharge**

Εικόνα 11- Πλευρικές ωθήσεις γαιών κατά την διέλευσή φορτηγού 60 τόνων

$$\Delta_p = k_a * \gamma_s * h_{eq}$$

όπου  $k_a$  = συντελεστής πλευρικών ωθήσεων ,

$\gamma_s$  = Ειδικό βάρος επιχώματος

$h_{eq}$  = Ισοδύναμο ύψος έδαφους για κινητό φορτίο από δημοσίευση AASHTO table 3.11.6.4-1, όπου με βάση τα ύψη  $H_1$  και  $H_2$  και τον πίνακα table 3.11.6.4-1 προκύπτουν οι τιμές  $h_{eq}$  για  $\Delta p_{max}$  και  $\Delta p_{min}$  που είναι 1,22 και 0,915 αντίστοιχα

Πίνακας 1<sup>α</sup> - AASHTO table 3.11.6.4-1

Για $H < 5$ ft	$h_{eq} = 4$ ft
Για $H < 10$ ft	$h_{eq} = 3$ ft
Για $H < 20$ ft	$h_{eq} = 2$ ft

Οπότε:

$$\Delta p_{max} = 0.33 \times 20 \times 1,22 = 8,05 \text{ kpa}$$

$$\Delta p_{min} = 0.33 \times 20 \times 0,915 = 6,04 \text{ kpa}$$

### 3.1.3 1<sup>ος</sup> ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ 1,35G + 1.5Q (ΜΟΝΙΜΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΑ)

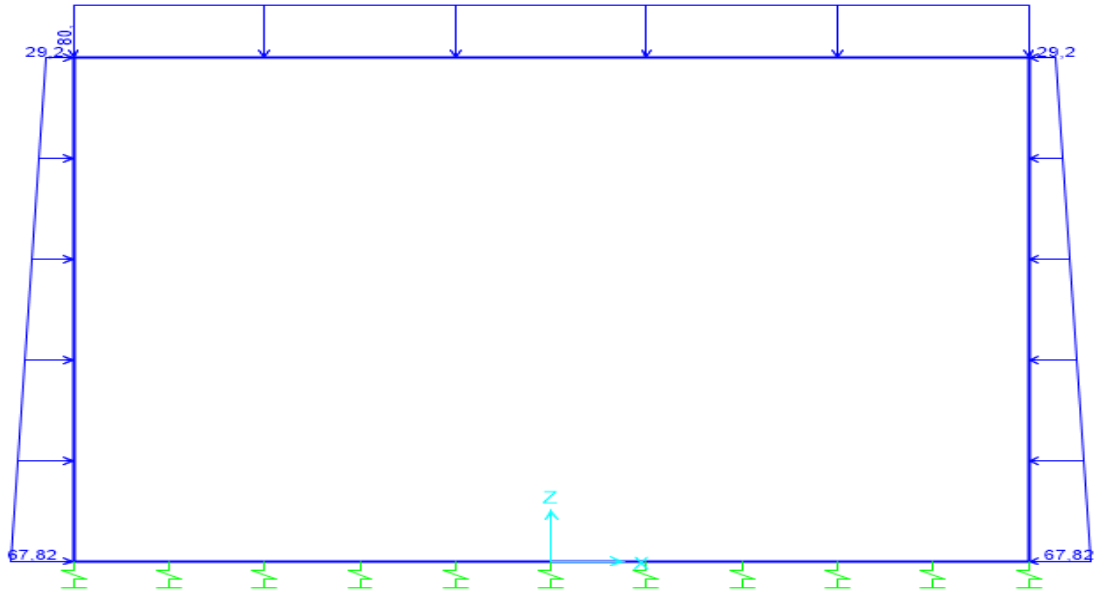
Σ αυτό το συνδυασμό ο υπολογισμός των εντατικών μεγεθών έγινε πρώτα για τα μόνιμα φορτία και μετά για τα κινητά και στην συνέχεια αθροίστηκαν σε ένα διάγραμμα με τους συντελεστές ασφαλείας.

#### ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ

όπου  $G = 80 \text{ KN/m}^2$

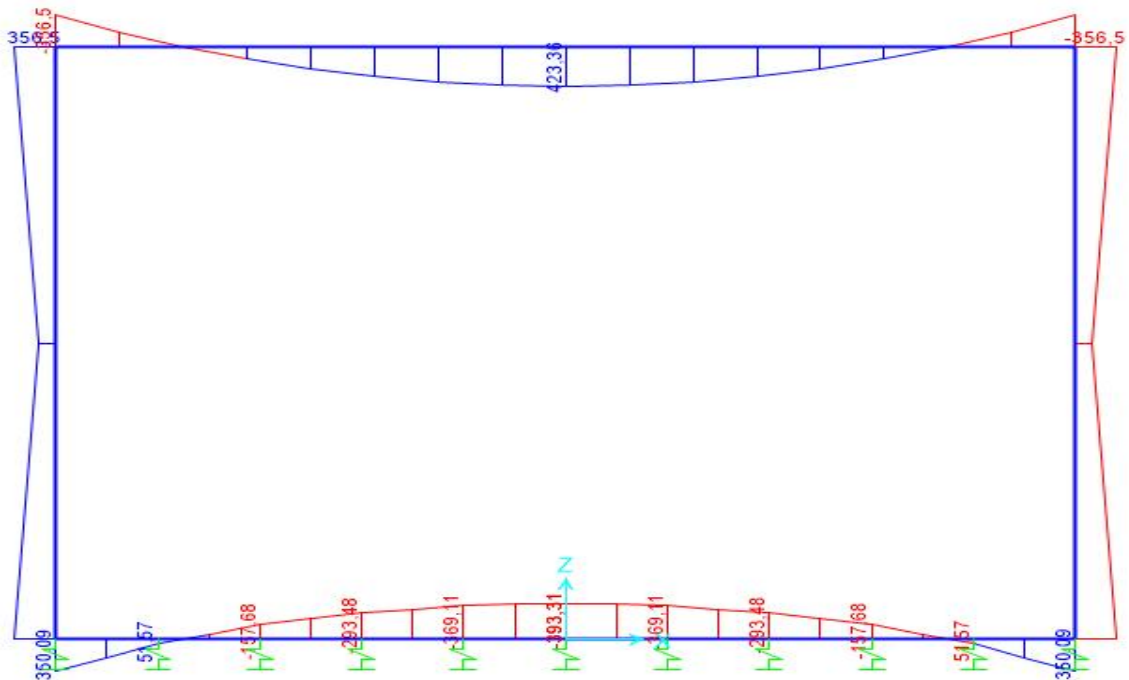
$$\sigma_1 = 29,20 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 67,82 \text{ KN/m}^2$$

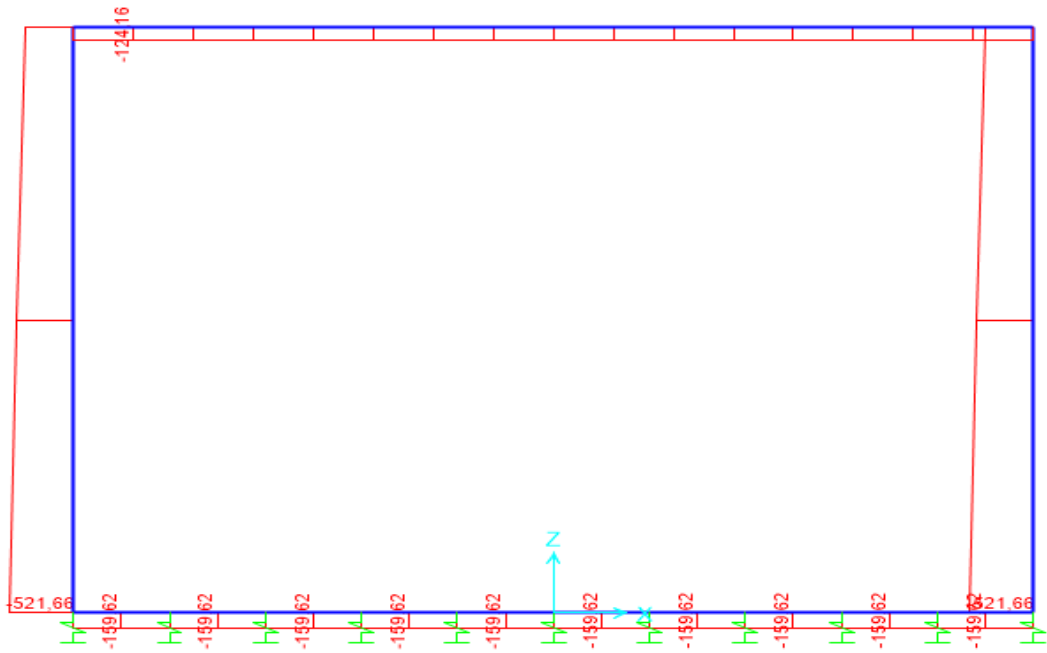


Εικόνα 12- Μόνιμα φορτία λόγω ίδιου βάρους και βάρους εδάφους

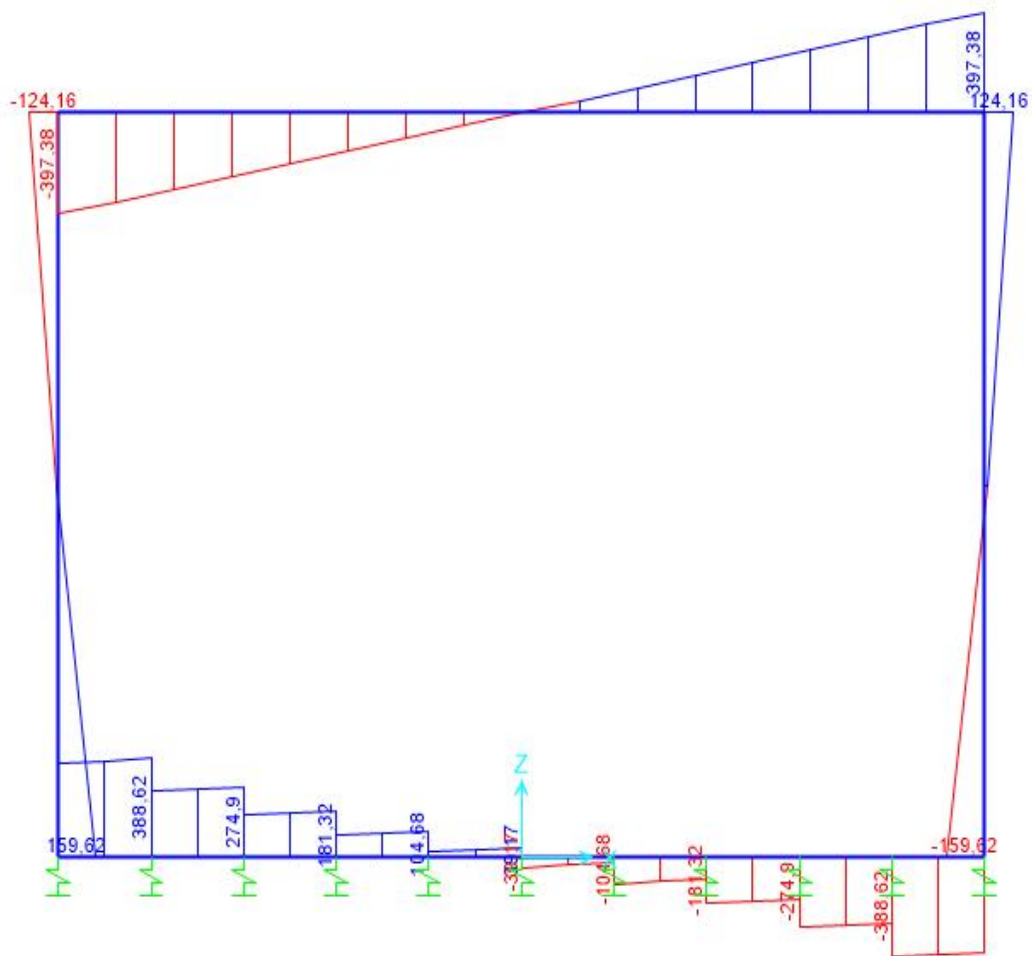
Μετά την επίλυση στο SAP2000 βρέθηκαν τα εξής αποτελέσματα:



Εικόνα 13-Διάγραμμα καμπτικών ροπών λόγω μόνιμων φορτίων



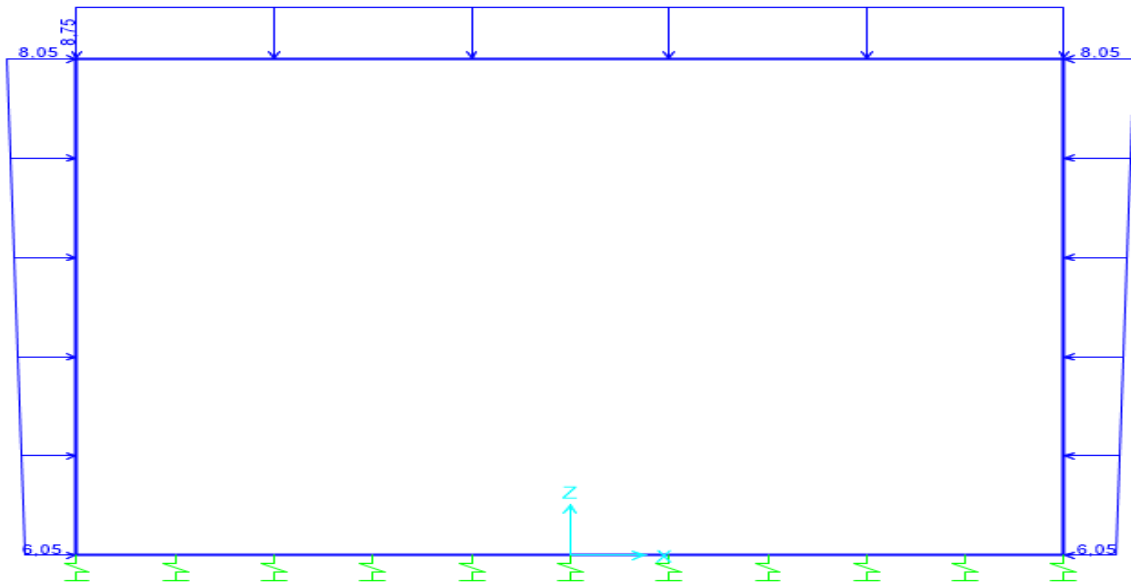
Εικόνα 14- Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων



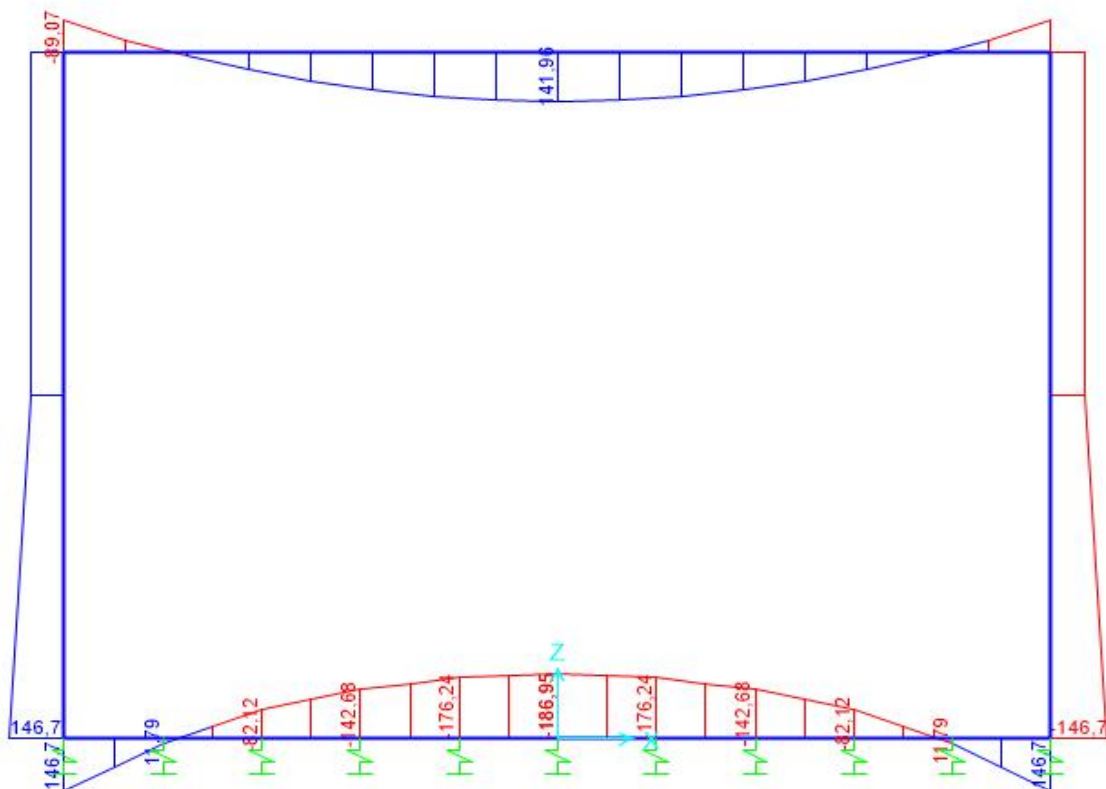
Εικόνα 15-Διάγραμμα τενουσών δυνάμεων

## ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ

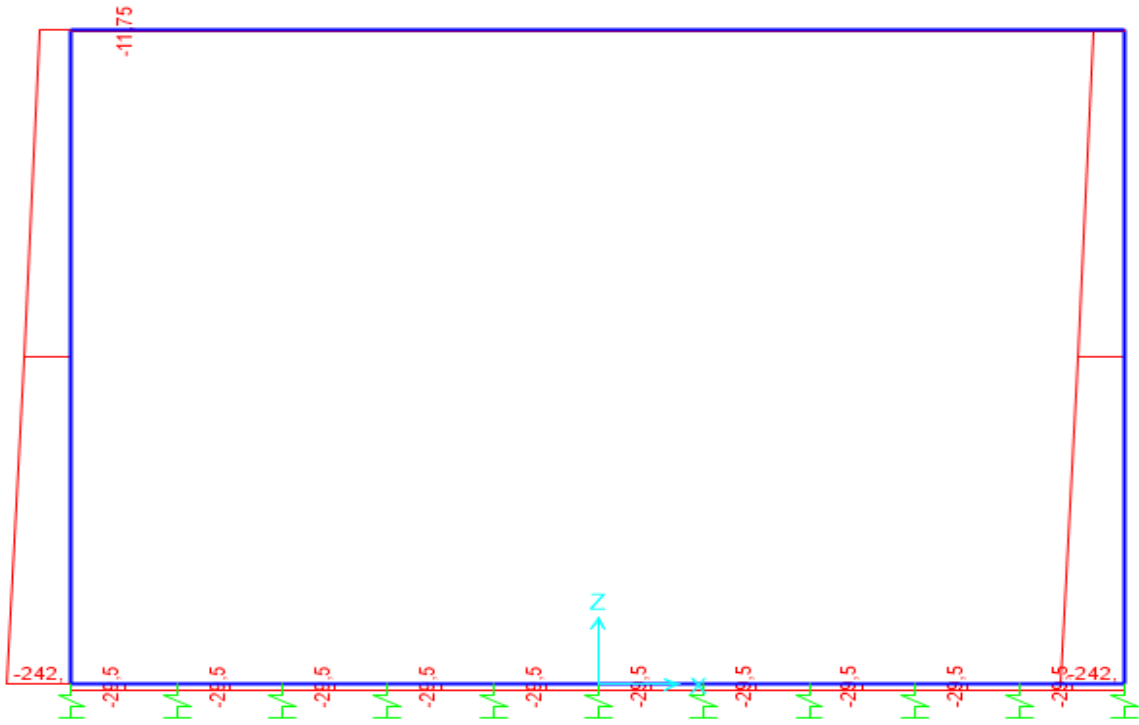
Ο υπολογισμός για τα φορτία που φαίνονται στο παρακάτω σχήμα έχουν υπολογισθεί στην σελίδα 18.



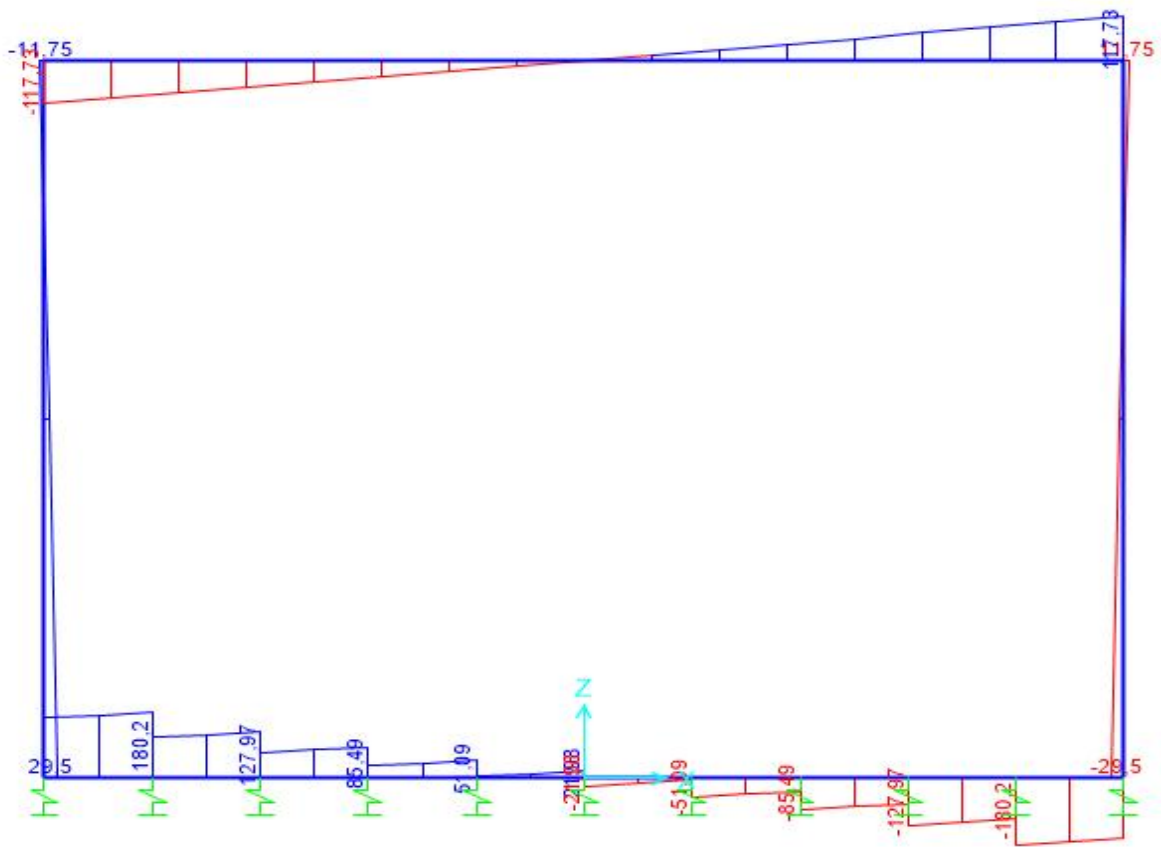
Εικόνα 16- Φορτία λόγω σχήματος 60 tn



Εικόνα 17-Διάγραμμα καμπτικών ροπών λόγω κινητών φορτίων



Εικόνα-17<sup>α</sup> Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων



Εικόνα 17<sup>β</sup>-Διάγραμμα τεμνουσών δυνάμεων

Μετά από πολλαπλασιασμό των τιμών των διαγραμμάτων με τους συντελεστές ασφαλείας που αντιστοιχούν στον καθένα παίρνουμε τις παρακάτω τιμές καμπτικών ροπών, αξονικών δυνάμεων και τεμνουσών δυνάμεων όπως φαίνεται στο παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 1<sup>α</sup> – Καμπτικές ροπές για μόνιμα και κινητά φορτία

Καμπτικές ροπές για μόνιμα και κινητά φορτία				
		G	Q	1,35G+1,5Q
Άνω πλάκα	Άνοιγμα	423,36	142	784,536
	Στήριξη	356,5	89,07	614,88
Τοιχία	Άνοιγμα	145,62	115	369,087
	Στήριξη	356,5	146,7	701,325
Κάτω πλάκα	Άνοιγμα	393	187	811,05
	Στήριξη	350,09	146,7	692,6715

Πίνακας 1<sup>β</sup> – Αξονικές δυνάμεις για μόνιμα και κινητά φορτία

Αξονικές δυνάμεις για μόνιμα και κινητά φορτία			
	G	Q	1,35G+1,5Q
Άνω πλάκα	124,16	11,75	185,241
Τοιχία	521,26	242	1066,701
Κάτω πλάκα	160	29,5	260,25

Πίνακας 1<sup>γ</sup> – Τέμνουσες δυνάμεις για μόνιμα και κινητά φορτία

Τέμνουσες δυνάμεις για μόνιμα και κινητά φορτία			
	G	Q	1,35G+1,5Q
Άνω πλάκα	397,8	117,73	713,625
Τοιχία	124	29,5	211,65
Κάτω πλάκα	159,62	180,2	485,787

## ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

### 3.1.4 2<sup>ος</sup> ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ G + E (ΜΟΝΙΜΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΣ)

Σ αυτό τον συνδυασμό υπολογίσαμε μόνο τα φορτία λόγω σεισμού σύμφωνα με τη δημοσίευση του wood 2004 καταλήγοντας στο ότι έχουμε μία δύναμη λόγω σεισμού στην κορυφή του οχετού.

Πιο αναλυτικά:

Σύμφωνα με το παράδειγμα της σελίδας 46 της παραπάνω δημοσίευσης έγινε μια προσπάθεια να γίνει ο ίδιος υπολογισμός των ροπών λόγω σεισμού και στο δικό μας οχετό.



Παρακάτω λαμβάνονται υπόψη βασικοί παράμετροι για τους υπολογισμούς.

Πίνακας 2- Παράμετροι εδάφους

<b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>			
Βάθος στρώσης εδάφους		50	m
Ύψος επιχώματος πάνω από τον οχετό	$D_s$	4	m
Μέτρο διάτμησης στη βάση του εδαφικού στρώματος	$G_b$	200	Mpa
Ειδικό βάρος επιχώματος	$\rho_s$	2	t/m <sup>3</sup>
Λόγος poisson	$\nu$	0,4	

Πίνακας 3- Γεωμετρία φορέα

<b>ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ</b>			
Εξωτερικό ύψος	H	6,7	m
Εξωτερικό μήκος	L	8,7	m
Πάχος άνω πλάκας	$t_f$	0,85	m
Πάχος κάτω πλάκας	$t_r$	0,85	m
Πάχος τοιχωμάτων	$t_w$	0,85	m

Πίνακας 4-Παράμετροι σκυροδέματος

<b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ</b>			
Μέτρο ελαστικότητας σκυροδέματος	$E_c$	31000	Mpa
Τάση θραύσης κυλινδρικού δοκιμίου	$f_c$	25	Mpa
Όριο διαρροής χάλυβα	$f_y$	500	Mpa
Επικάλυψη οπλισμού	$c_s$	50	mm

Πίνακας 5-Υπολογισμένοι παράμετροι στρώσεων

<b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΤΡΩΣΕΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>			
Ύψος κάτω μέρους κατασκευής από την επιφάνεια του βράχου	$Y_b$	42	m
Ύψος άνω μέρους κατασκευής από την επιφάνεια του βράχου	$Y_t$	48,7	m
Μέσος όρος μέτρου διάτμησης πάνω από την κατασκευή	$G_s$	33,15767136	Mpa
Ταχύτητα κύματος διάτμησης	$v_s$	128,7588276	m/s

Όπου το  $G_s$  υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο :  $G_s = G_b / (H * (Y_t - \frac{Y_t^3}{3D^2} - Y_b + \frac{Y_b^3}{3D^2}))$

$$G_s = 200 / 6.7 (48,7 - 48,7^3 / (3 \times 50^2) - 42 + 42^3 / (3 \times 50^2)) = 33,1576 \text{ Mpa}$$

$$\text{Και το } v_s \text{ από τον τύπο : } v_s = \sqrt{G_s * \frac{1000}{2}}$$

$$v_s = \sqrt{(33,1576 \times 1000 / 2)} = 128,76 \text{ m/s}$$

Πίνακας 6- Παράμετροι δυσκαμψίας φορέα

<b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ ΦΟΡΕΑ</b>			
Ροπή αδράνειας τοιχώματος	$I_w$	0,025588542	$m^4/m$
Ροπή αδράνειας άνω πλάκας	$I_f$	0,025588542	$m^4/m$
Ροπή αδράνειας κάτω πλάκας	$I_r$	0,025588542	$m^4/m$
Δυσκαμψία τοιχωμάτων	$K_w$	135597,4003	kN m/m
Δισκαμψία άνω πλάκας	$K_r$	101050,2919	kN m/m
Δυσκαμψία κάτω πλάκας	$K_f$	101050,2919	kN m/m
Λόγος δυσκαμψίας άνω πλάκας/τοιχωμάτων	$r$	0,74522293	
Λόγος δυσκαμψίας τοιχωμάτων/άνω πλάκας	$q$	1,341880342	
Λόγος δυσκαμψίας κάτω πλάκας/άνω πλάκας	$j$	1	
Ανελαστική ευκαμψία του εδάφους	$f_s$	2,32258E-05	
Ανελαστική ευκαμψία της κατασκευής	$f_{st}$	3,10363E-05	
Λόγος ευκαμψίας κατασκευής/ευκαμψία εδάφους	$F_r$	1,336281609	

$$\text{Όπου } I_w, I_f, I_r = (bh^3) / 12 = (1 \times 0,85^3 / 12) = 0,0255 \text{ m}^4/m$$

$$K_w = E * \frac{I_w}{H}$$

$$K_r = E * \frac{I_r}{H}$$

$$K_w = (31000 \times 1000 \times 0,0255) / 6,7 = 135597,400 \text{ kNm/m}$$

$$K_r \text{ και } K_f = (31000 \times 1000 \times 0,0255) / 8,7 = 101050,30 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Όπου : } r = K_r / K_w = 101050,30 / 135597,400 = 0,745$$

$$q = K_w / K_r = 135597,400 / 101050,30 = 1,342$$

$$j = K_r / K_f = 135597,400 / 135597,400 = 1$$

$$f_{st} = \frac{\Delta}{P} = \frac{H^2}{21K_w} * \frac{1}{\left[ 1 - \frac{2 + 3r + 3jr}{2 + 2r(2 + 2j + 3jr)} \right]}$$

$$f_{st} = (6,7^2/24 \times 135597,400) \times$$

$$\times (1/(1-(2+3 \times 0.745+3 \times 0.745/2+2 \times 0.745(2+2 \times 1+3 \times 0.745))) = 3,10363E-05$$

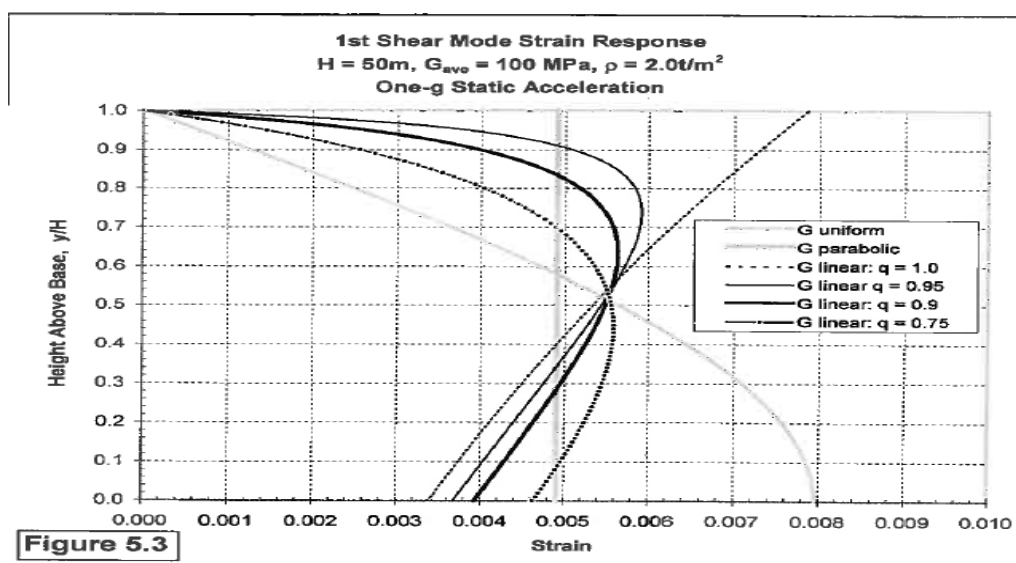
$$f_s = \frac{H}{LG}$$

$$f_s = 6,7/8,7 \times 200 = 2,32258E-05$$

$$F_r = f_{st}/f_s = 3,10363E-05/2,32258E-05 = 1.33$$

Πίνακας 7-Παράμετροι αλληλεπίδρασης σεισμού

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΣΕΙΣΜΟΥ			
1-g free field shear strain	$\epsilon_{f1}$	0,0049	
1-g free field strain corrected for Gb	$\epsilon_{fc}$	0,0037	
Συντελεστής σεισμικής επιτάχυνσης	$a_d$	0,24	g
Τιμή σχεδιασμού διατμητικής τάσης	$\epsilon_{fd}$	0,000888	
Αλληλεπίδραση λόγου τάσης	$R_p$	1,172447484	
Τιμή διάτμησης	$\epsilon_{st}$	0,001041133	
Μετακίνηση	$\Delta_{st}$	0,006975594	m
Ροπή σεισμού στις άνω στηρίξεις	$M_r$	-361,696476	kN m/m
Ροπή σεισμού στις κάτω στηρίξεις	$M_f$	-361,479879	kN m/m
Διορθωτικός συντελεστής άνω	$F_{mr}$	1,05	
Διορθωτικός συντελεστής κάτω	$F_{mf}$	1,19	
Διορθωμένες τιμές ροπών άνω	$M_{fc}$	-379,7813	kNm/m
Διορθωμένες τιμές ροπών κάτω	$M_{rc}$	-430,20	kN m/m
Οριζόντια δύναμη στην κορυφή του οχετού	P	224,7561835	kN/m
Αξονική δύναμη σε τοιχώματα	$N_w$	112,3780918	kN/m



Εικόνα 17<sup>γ</sup>-Διάγραμμα 5.3 από δημοσίευση wood 2004

$\varepsilon_{f1}$  = Η τιμή αυτή βρίσκεται με βάση το παραπάνω διάγραμμα 5,3 της συγκεκριμένης δημοσίευσης χρησιμοποιώντας ως  $y$  το ύψος από την βάση και πάνω ,ως  $H$  το πάχος της στρώσης συναρτήσει του  $q$  όπου είναι παράμετρος και κυμαίνεται από 0 έως 1

$$\varepsilon_{fc} = \text{υπολογίζεται από την σχέση : } \varepsilon_{fc} = e1 \left[ \frac{H1 \times \rho s}{Gs} \right]$$

$ad = 0,24$  από αντισεισμικό κανονισμό

$$efd = \varepsilon_{fc} \times ad = .24 \times 0.0037 = 0.000888$$

$$\text{όπου : } R = \left[ \frac{4(1-\nu s)}{1+as} \right] \quad as = \frac{(3-4\nu s)fs}{fst}$$

$$as = (3-4 \times 0.4) \times 0.0232 / 3,10363E-05 = 1,047$$

$$R = (4 \times (1 - 0.4) / (1+1,047)) = 1.1724$$

$$Est = efd \times Rp = 0.00089 \times 1.1724 = 0.001041$$

$$\Delta st = est * H$$

$$\Delta_{st} = 0.001041 \times 6,7 = 0.00697 \text{ m}$$

$$Mr = \frac{6\Delta Kw}{H} * \left[ \frac{j(3+q)(2+q)}{j - (2j+q)(2+q)} \right] + 1$$

$$Mr = (6 \times 0.00697 \times 135597,40 / 6,7) \times ( (3+1.34) \times (2 + 1.34) / (1.34 - (2+1.34) \times (2+1)) + 1 )$$

$$= -361.70 \text{ kNm / m}$$

$$Mf = \frac{6\Delta Kw}{H} * \left[ \frac{j(3+q)}{j - (2j+q)(2+q)} \right]$$

$$Mf = (6 \times 0.00697 / 6.7) \times ( (3+1.34) / (1 - (2 \times 1.34) \times (2 + 1.34)) ) = 361.48 \text{ kNm/m}$$

$$Mfc = 1,05 \times 361.69 = -379,7813 \text{ kNm/m}$$

$$Mrc = 1,19 \times 361,70 = -430,20 \text{ kNm}$$

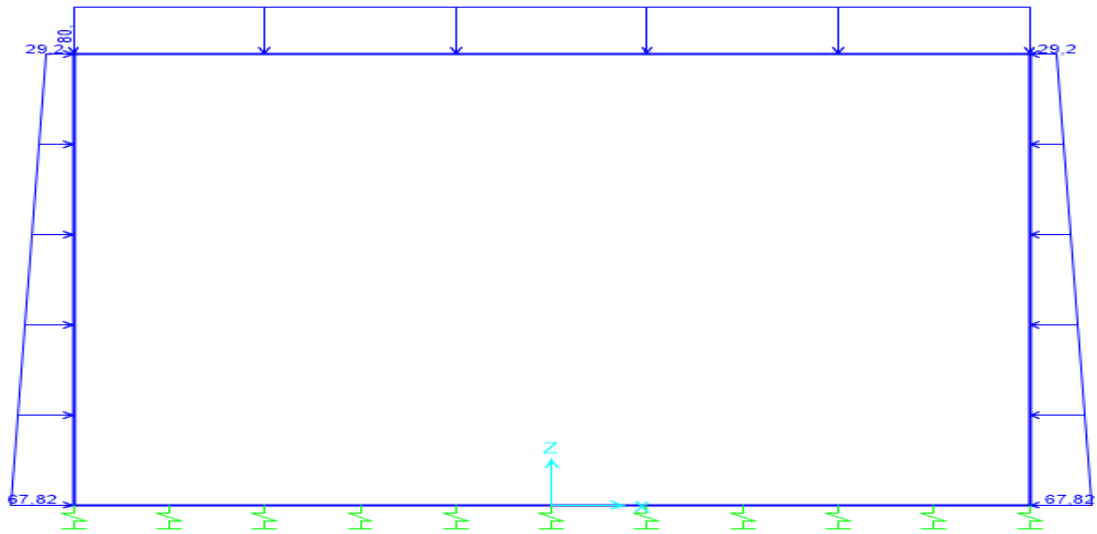
$$P = Dst / fsi$$

$$P = 0.00697 / 3,1036 \text{ 3E-05} = 224 \text{ kN/m}$$

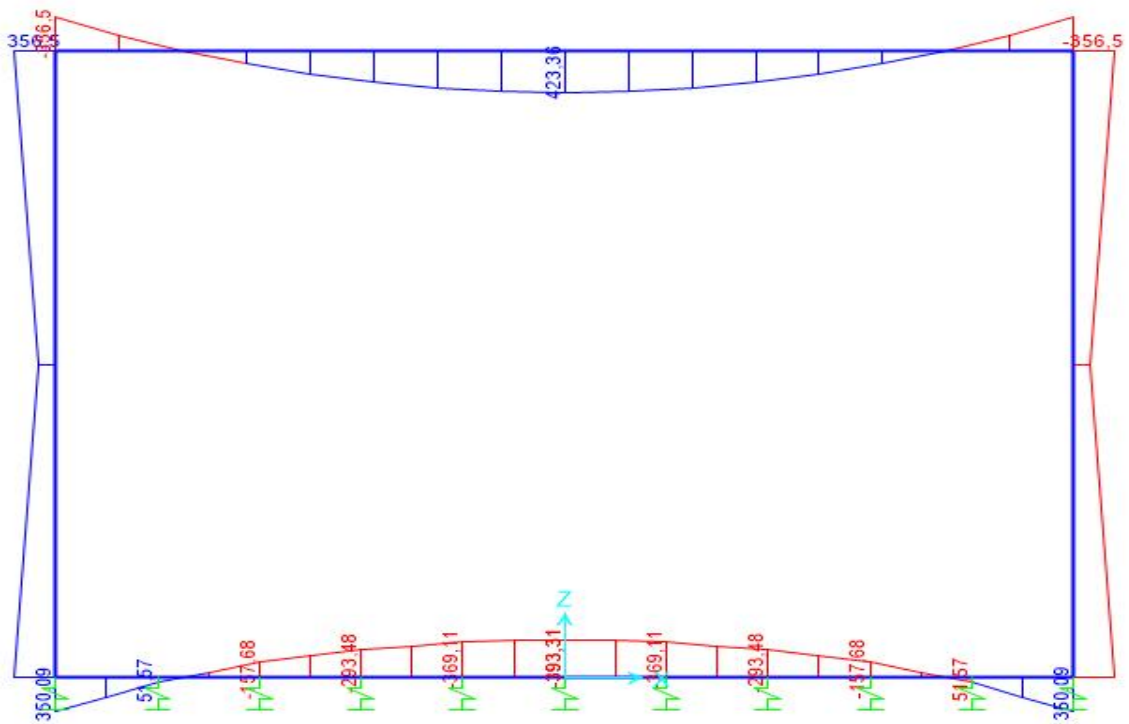
$$Nw = \frac{P}{2} \left( h - \frac{tf}{2} - \frac{tr}{2} \right) / (L - tw)$$

$$N_w = (224/2) \times (6.7 - 0.425 - 0.425) / (8.7 - 0.85) = 112.37 \text{ kN/m}$$

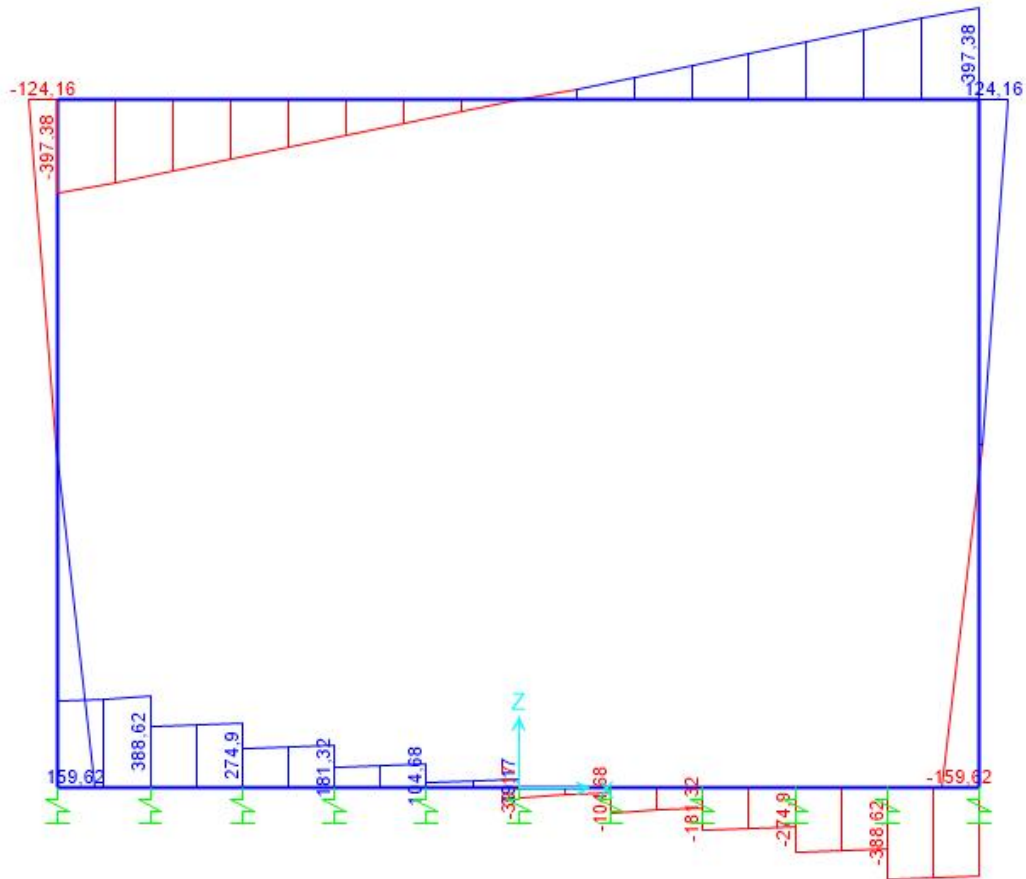
### ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ



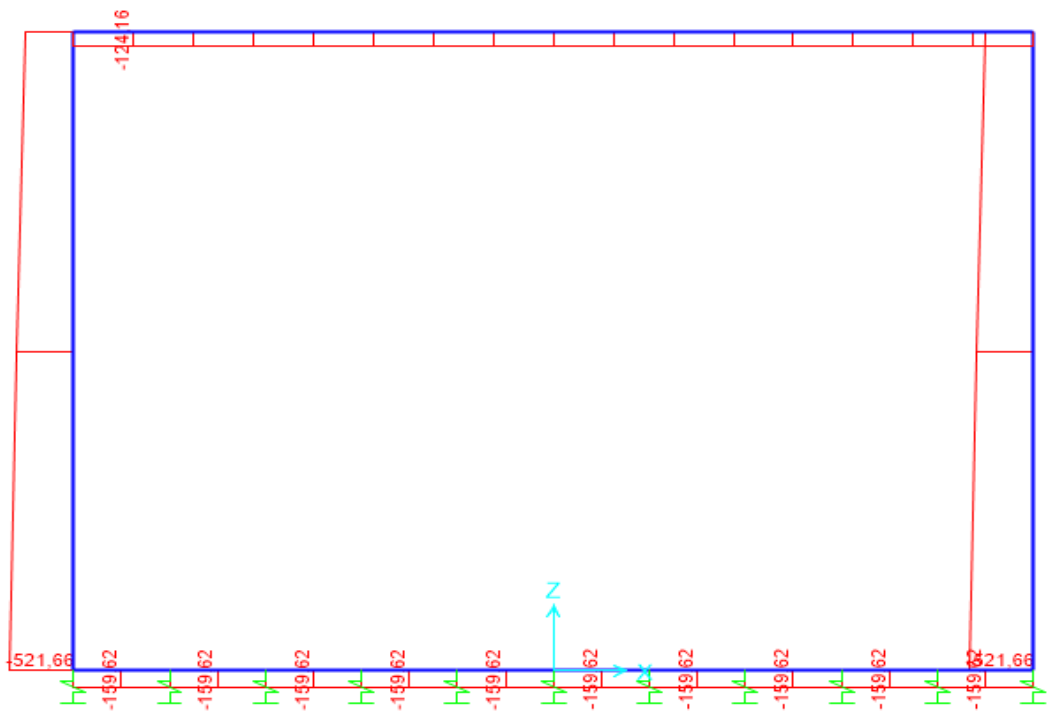
Εικόνα 19-Μόνιμα φορτία



Εικόνα 20-Διάγραμμα καμπτικών ροπών λόγω μόνιμων φορτίων



Εικόνα 21- Διάγραμμα διατμητικών δυνάμεων

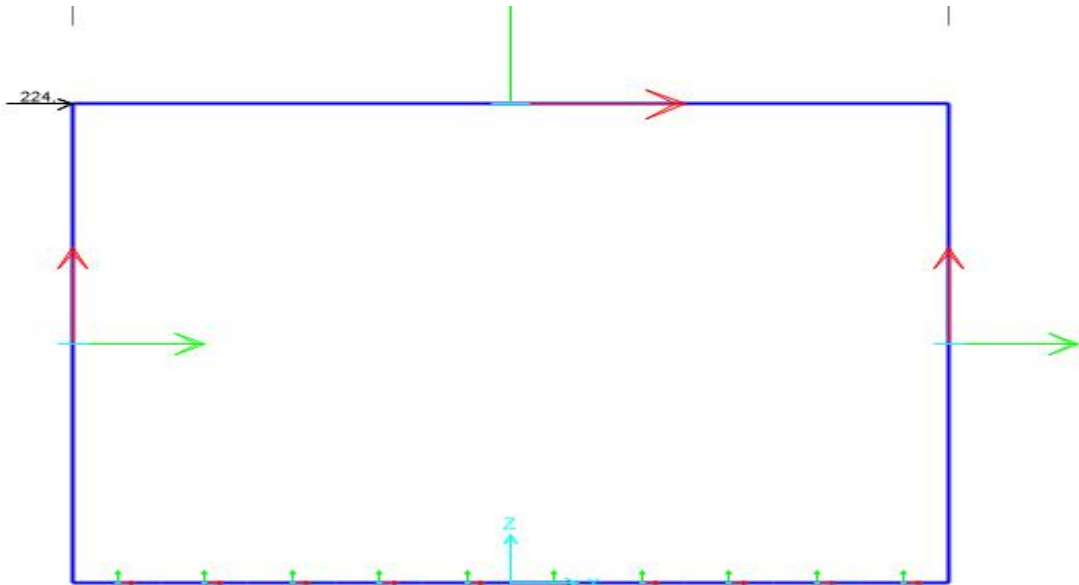


Εικόνα 22 –Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων

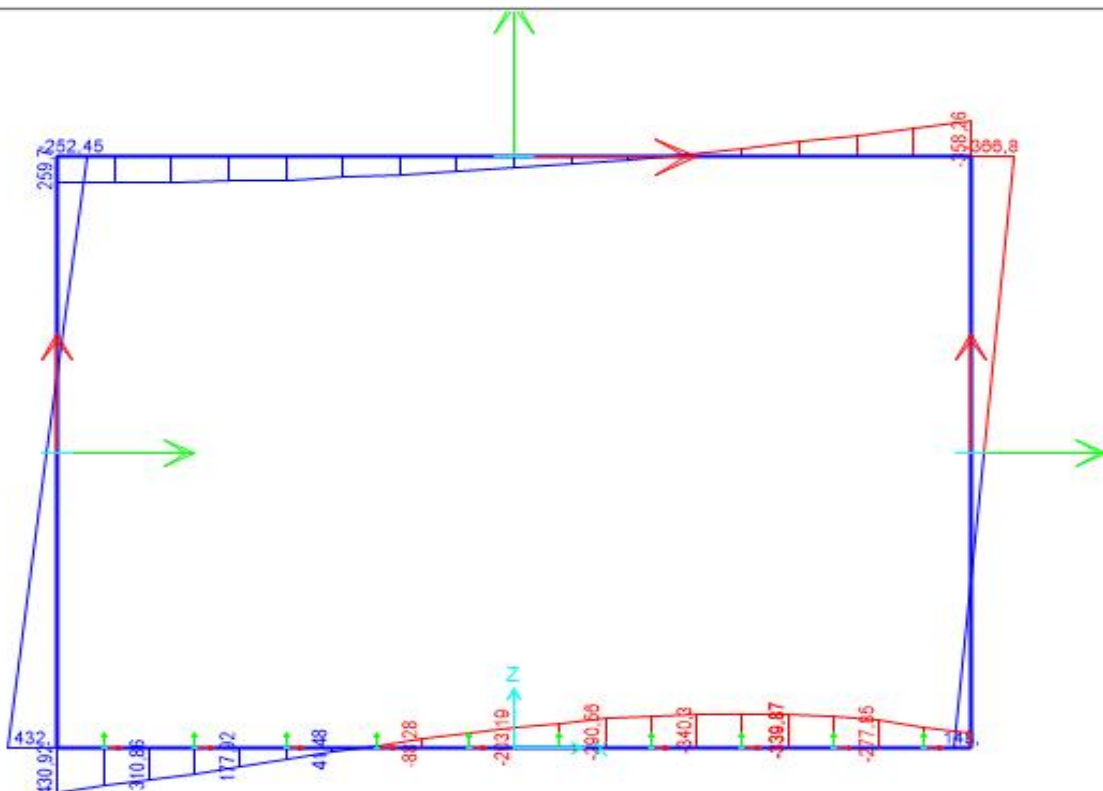
## ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΛΟΓΩ ΣΕΙΣΜΟΥ

Σύμφωνα με τον wood 2004 βγάλαμε την δύναμη που ασκείται στην κορυφή του οχető κατά την διάρκεια ενός σεισμού.

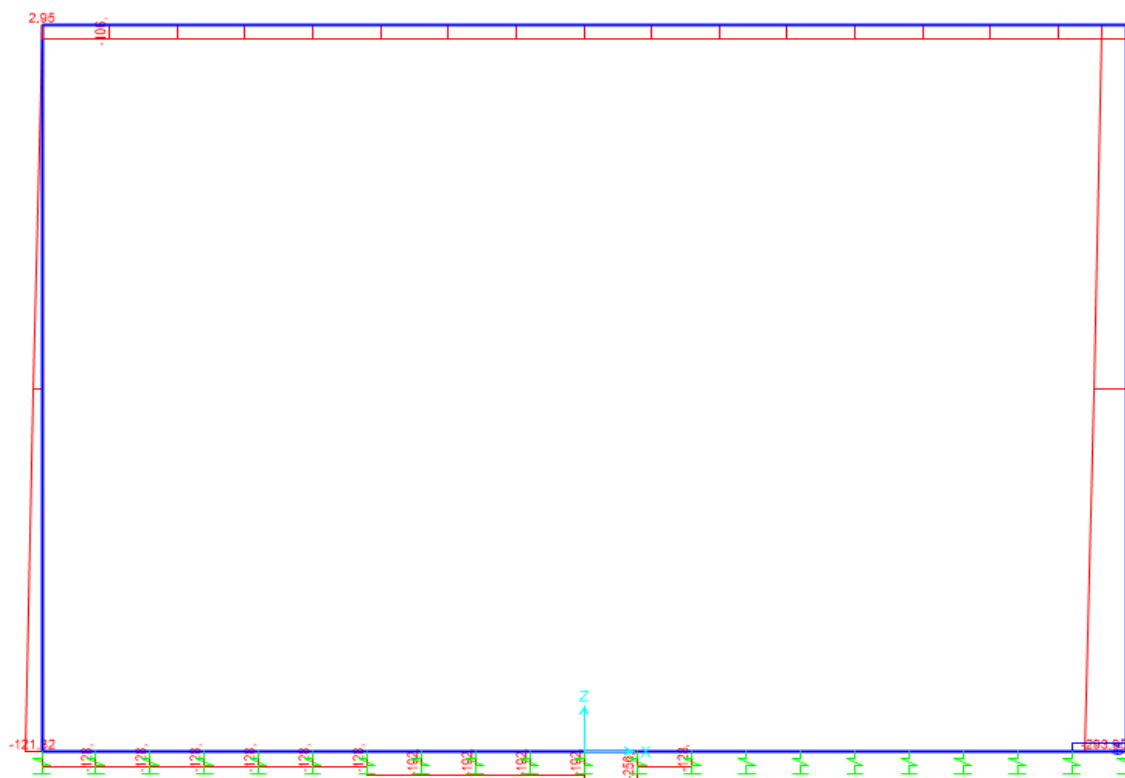
Αυτή δύναμη είναι 224 kN



Εικόνα 23- Δύναμη στην κορυφή του οχető λόγω σεισμού



Εικόνα 24- Ροπές στον οχető από την δύναμη του σεισμού



Εικόνα 24α-Αξονικές δυνάμεις στον οχετό από την δύναμη του σεισμού

**ΜΕΤΑ ΤΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΩΝ ΔΥΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ G + E ΕΧΟΥΜΕ ΤΟΝ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΠΙΝΑΚΑ**

Πίνακας 7<sup>α</sup> – Ροπές στις στηρίξεις από συνδυασμό G+E

Καμπτικές ροπές στις στηρίξεις			
	G	E	G+E
Άνω πλάκα	356,5	360	716,5
Τοιχία	356,5	430	786,5
Κάτω πλάκα	350,1	430	780,1

Πίνακας 7<sup>β</sup> – Αξονικές δυνάμεις στις στηρίξεις από συνδυασμό G+E

Αξονικές δυνάμεις στις στηρίξεις			
	G	E	G +E
Άνω πλάκα	124,16	106	230,16
Τοιχία	521,66	294	815,60
Κάτω πλάκα	159,62	128	287,62

## 3.2 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΙΔΗΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΟΧΕΤΟ ΜΕ ΕΝΑ ΑΝΟΙΓΜΑ

**ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ ΠΛΑΚΑΣ**

**ΑΝΟΙΓΜΑ**



#### · ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τα διαγράμματα βλέπουμε ότι ο δυσμενέστερος συνδυασμός είναι ο 1<sup>ος</sup> με ροπή ανοίγματος  $M1=784,53$  kNm με αξονική δύναμη  $N= -185,24$ kN

Οπότε  $M1=784,53$  και

$$M2= M-N \times (t_0/2-0.05) = 784,53 + 185,24 \times (0.85/2-0.05)=853,62 \text{ kNm.}$$

Για  $M2= 853,62$  kNm και την σχέση :  $\mu sd = \frac{Msd}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$

Έχουμε :

$$\mu sd = 853,62 / (1 \times 0.8^2 \times 25000/1.5) = 0,08$$

Από πίνακα έχουμε  $\omega = 0,085$

Άρα ο απαιτούμενος οπλισμός είναι :

$$A_s = 0.085 \times 1 \times 0.8 \times (25 \times 1.15/500 \times 1.5) - (185,24 \times 1.15/500000)=21,86 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 21,86 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Άρα οπλίζουμε με **Φ22/15 cm**

#### · ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τον ΕΚΩΣ 2000 ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός για πλάκες είναι το 20% του κύριου οπλισμού .

Οπότε  $A_s = 0.20 \times 25,34 = 5,068 \text{ cm}^2/\text{m}$  που αντιστοιχεί σε Φ10/15cm

Επιπλέον, σύμφωνα με ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Τεχνικών Έργων) ο ελάχιστος οπλισμός για οχετούς είναι Φ10/20

Άρα είμαστε Οκ.

**Τελικός οπλισμός Φ 10 / 15 cm**

#### ΣΤΗΡΙΞΗ

#### · ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τα διαγράμματα βλέπουμε ότι ο δυσμενέστερος συνδυασμός είναι ο 2<sup>ος</sup> με ροπή στις στηρίξεις  $M1= - 716,5$ kNm όπου έχει και αξονική δύναμη  $N = - 230,16$ kN

$$\text{Οπότε } M2 = 716,5 + 230,16 \times (0.85/2 - 0.05) = 791,30 \text{ kNm}$$

$$M2 = 791,30 \text{ kNm}$$

Για  $M2 = 791,30$ kNm με βάση την σχέση (1) έχουμε :  $\mu sd = \frac{Msd}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$

$$\mu_{sd} = 791,30 / (1 \times 0,64 \times 25000 / 1,5) = 0,0742$$

Από πίνακα έχουμε  $\omega = 0,079$

Με βάση τον σχέση (2) έχουμε :

$$A_s = 0,079 \times 1 \times 0,80 \times 25 \times 1,15 / (500 \times 1,5) - (230,16 \times 1,15 / 500000) = 18,91 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Από τον πίνακα με τα εμβαδά ράβδων οπλισμού :

**Επιλέγω  $\Phi 20 / 15 \text{ cm}$**

#### · ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τον ΕΚΩΣ 2000 ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός για πλάκες είναι το 20% του κύριου οπλισμού .

Οπότε  $A_s = 0,20 \times 20,94 = 4,19 \text{ cm}^2/\text{m}$  που αντιστοιχεί σε  $\Phi 10 / 17,5 \text{ cm}$

Επιπλέον, σύμφωνα με ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Τεχνικών Έργων) ο ελάχιστος οπλισμός για οχετούς είναι  $\Phi 10 / 20$

Άρα είμαστε Οκ .

**Επιλέγω  $\Phi 10 / 17,5 \text{ cm}$**

#### ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ

##### ΑΝΟΙΓΜΑ (ΜΕΣΑ ΠΑΡΕΙΑ )

Βάση των διαγραμμάτων βλέπουμε ότι δεν έχουμε εφελκισμό την εσωτερική παρεία αλλά απαιτείται κάποιος ελάχιστος οπλισμός.

Ο ελάχιστος οπλισμός δίνεται από τον τύπο  $A_s = 0,0015 \times b \times d$

$$\text{Άρα } A_s = 0,0015 \times 1 \times 0,8 = 1,2 \cdot 10^{-3} \times 10^4 = 12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Από τον πίνακα με τα εμβαδά ράβδων οπλισμού :

**Επιλέγουμε  $\Phi 18 / 20 \text{ cm}$**

#### · ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τον ΕΚΩΣ 2000 ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός για πλάκες είναι το 20% του κύριου οπλισμού .

Οπότε  $A_s = 0,20 \times 12,72 = 2,544 \text{ cm}^2/\text{m}$  που αντιστοιχεί σε  $\Phi 7 / 15 \text{ cm}$

Επιπλέον, σύμφωνα με ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Τεχνικών Έργων) ο ελάχιστος οπλισμός για οχετούς είναι  $\Phi 10 / 20$

Από τον πίνακα με τα εμβαδά ράβδων οπλισμού :

**Επιλέγουμε  $\Phi 10 / 20$**

## ΣΤΗΡΙΞΗ (ΕΞΩ ΠΑΡΕΙΑ)

### · ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τα διαγράμματα βλέπουμε ότι ο δυσμενέστερος συνδυασμός είναι ο 2<sup>ος</sup> με ροπή στις στηρίξεις  $M1 = -786.50 \text{ kNm}$  όπου έχει και αξονική δύναμη  $N = -815,60 \text{ kN}$

$$\text{Οπότε } M2 = 786,50 + 815,60 \times (0.85/2 - 0.05) = 1051,57 \text{ kNm}$$

$$M2 = 1051,57 \text{ kNm}$$

Για  $M2 = 1051,57 \text{ kNm}$  με βάση την σχέση  $\mu sd = \frac{Msd}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$  έχουμε :

$$\mu sd = 1051,57 / (1 \times 0,64 \times 25000/1,5) = 0,0985$$

Από πίνακα έχουμε  $\omega = 0,106$

Με βάση την σχέση (2) έχουμε :

$$A_s = 0,106 \times 1 \times 0,80 \times 25 \times 1,15 / (500 \times 1,5) - (815,60 \times 1,15 / 500000) = 13,75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Από τον πίνακα με τα εμβαδά ράβδων οπλισμού :

**Άρα τελικός οπλισμός Φ 18/17,50**

### · ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τον ΕΚΩΣ 2000 ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός για πλάκες είναι το 20% του κύριου οπλισμού .

$$\text{Οπότε } A_s = 0.20 \times 14,54 = 2,914 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ που αντιστοιχεί σε } \Phi 8/15 \text{ cm}$$

Επιπλέον, σύμφωνα με ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Τεχνικών Έργων) ο ελάχιστος οπλισμός για οχετούς είναι Φ10/20,

Από τον πίνακα με τα εμβαδά ράβδων οπλισμού :

**Άρα επιλέγουμε Φ10/20**

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ

### ΑΝΟΙΓΜΑ

### · ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τα διαγράμματα βλέπουμε ότι ο δυσμενέστερος συνδυασμός είναι ο 1<sup>ος</sup> με ροπή ανοίγματος  $M1 = 811,05 \text{ kNm}$  όπου έχει και αξονική δύναμη  $N = -260,25 \text{ kN}$

$$\text{Οπότε } M2 = 811,05 + 260,25 \times (0.85/2 - 0.05) = 908,65 \text{ kNm}$$

Από την σχέση :

$$\mu sd = \frac{Msd}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \cdot \text{έχουμε} :$$

Για  $M_2 = 908,65 \text{ kNm}$

$$\text{Από την σχέση} : \mu sd = \frac{Msd}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \cdot \text{έχουμε} :$$

$$\mu sd = 908,65 / (1 \times 0,64 \times 25000/1,5) = 0,0852$$

Από πίνακα  $\omega = 0,0852$

$$\text{Από την σχέση} : \quad A_s = \omega \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$A_s = 0,0852 \times 0,80 \times 25 \times 1,15 / (500/1,5) - (260,25 \times 1,15/500000) = 20,15 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Από τον πίνακα με τα εμβαδά ράβδων οπλισμού :

**Επιλέγω  $\Phi 20/15 \text{ cm}$**

#### · ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τον ΕΚΩΣ 2000 ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός για πλάκες είναι το 20% του κύριου οπλισμού .

$$\text{Οπότε } A_s = 0,20 \times 20,94 = 4,2 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ που αντιστοιχεί σε } \Phi 10/17,5 \text{ cm}$$

Επιπλέον, σύμφωνα με ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Τεχνικών Έργων) ο ελάχιστος οπλισμός για οχετούς είναι  $\Phi 10/20$

Άρα επιλέγουμε  $\Phi 10/17,50 \text{ cm}$

#### ΣΤΗΡΙΞΗ

##### · ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τα διαγράμματα βλέπουμε ότι ο δυσμενέστερος συνδυασμός είναι ο 2<sup>ος</sup> με ροπή στις στηρίξεις  $M_1 = -780,1$  όπου έχει και αξονική δύναμη  $N = -287,62 \text{ kN}$

$$\text{Οπότε } M_2 = 780,1 + 287,62 \times (0,85/2 - 0,05) = 873,57 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 873,57 \text{ kNm}$$

Για  $M_2 = 873,57 \text{ kNm}$  με βάση την σχέση:

$$\mu sd = \frac{Msd}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \cdot \text{έχουμε} :$$

$$\mu sd = 873,57 / (1 \times 0,64 \times 25000/1,5) = 0,082$$

Από πίνακα έχουμε  $\omega = 0,0872$

Με βάση την σχέση :

$$A_s = \omega * b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \text{ έχουμε :}$$

$$A_s = 0,0872 \times 1 \times 0,80 \times 25 \times 1,15 / (500 \times 1,5) - (287,62 \times 1,15 / 500000) = 20,13 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Από τον πίνακα με τα εμβαδά ράβδων οπλισμού :

**Επιλέγω  $\Phi 20/15$**

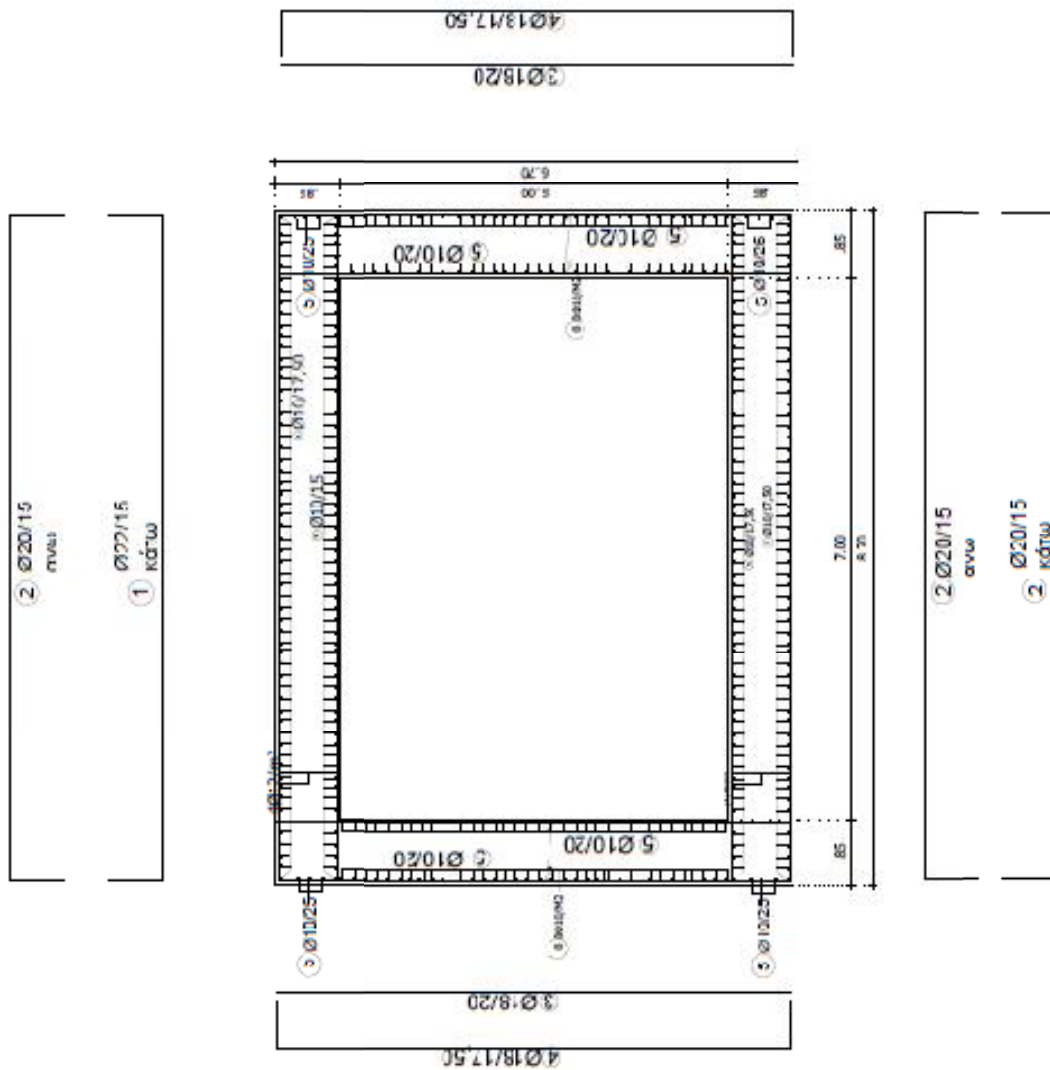
#### · ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τον ΕΚΩΣ 2000 ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός για πλάκες είναι το 20% του κύριου οπλισμού .

Οπότε  $A_s = 0,20 \times 20,94 = 4,2 \text{ cm}^2/\text{m}$  που αντιστοιχεί σε  $\Phi 10/ 17,5 \text{ cm}$


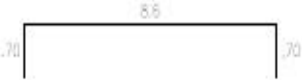




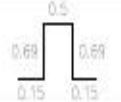
Επιπλέον, σύμφωνα με ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Τεχνικών Έργων) ο ελάχιστος οπλισμός για οχετούς είναι  $\Phi 10/20$

**Άρα επιλέγω  $\Phi 10/17,50$**



Εικόνα 28- Ευλότυπος

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Α/Α	Πίνακας οπλισμών	Ø	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΜΗΚΟΣ		ΒΑΡΟΣ	
				ΑΝΑ ΤΕΜ.	ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	kg/m	ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ
1		22	200	10	2000	2,98	5960
2		20	600	10	6000	2,47	14820
3		18	300	6,6	2640	2	5280
4		18	350	8,8	3080	2	6160
5		10	960	12	11520	0,617	7108
8		10	3168	1,05	3327	0.617	2052
7		12	1600	1,05	1680	0.888	1492

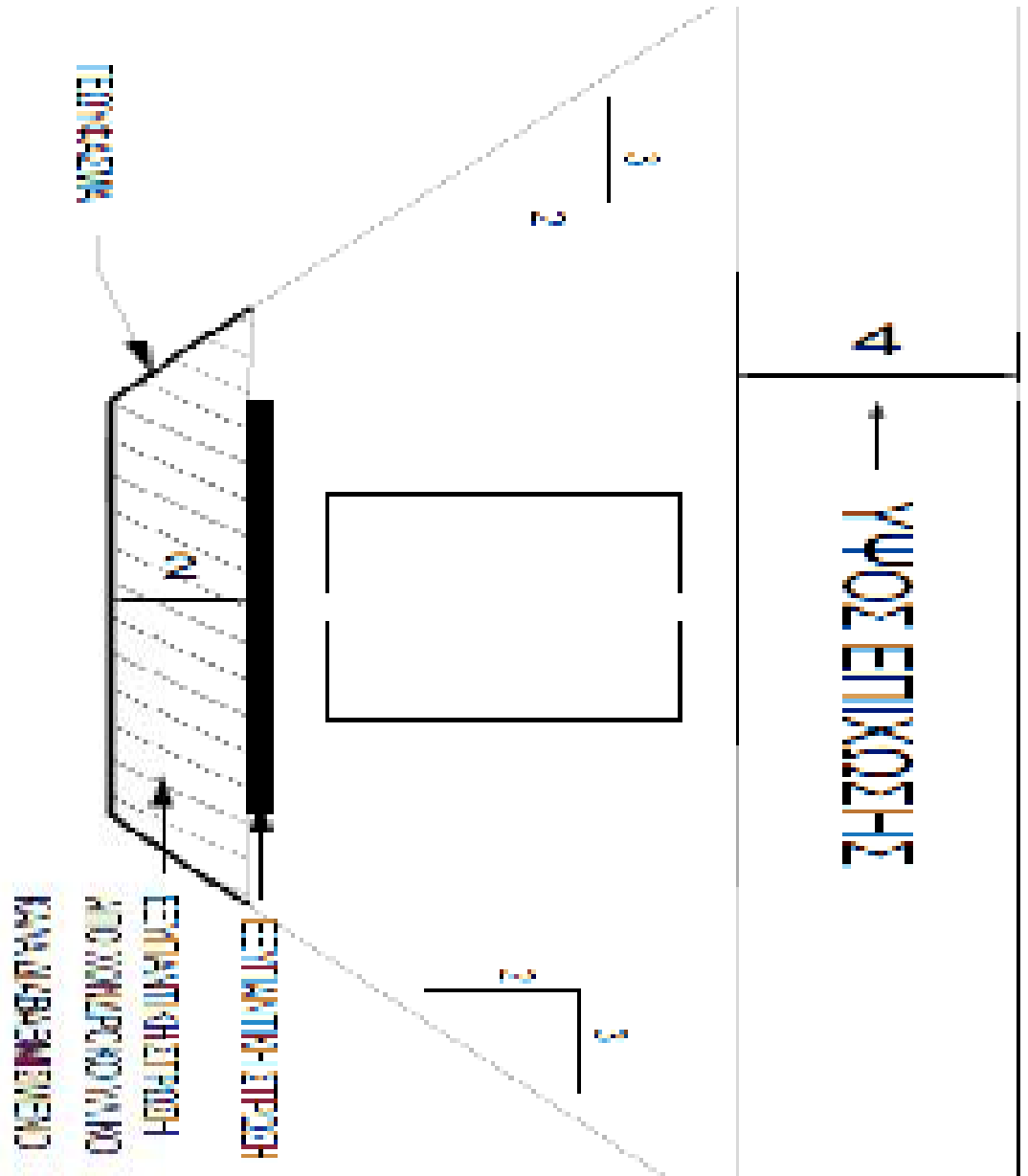
Ø	10	12	14	16	18	20	22	25	28
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΑΝΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟ	14847	1680	-	-	5720	6000	2000	-	-
ΒΑΡΟΣ ΜΜ ΑΝΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟ	.617	.888	-	-	2	2.47	2.98	-	-
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΑΝΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟ	9161	1492	-	-	11440	14820	5960	-	-
Συνολικό βάρος χάλυβα B500C (σε χλγμ.)								42873	

Εικόνα 29-Πίνακας οπλισμού

Σημείωση: Ο σχετός που μελετάμε έχει μήκος 30 μέτρα

### 3.3 ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΧΕΤΟΥ ΣΤΟ SAP2000 5x7m ΜΕ 2 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΟΧΕΤΟΥ ΜΕ 2 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 3,5m ΕΚΑΣΤΟ

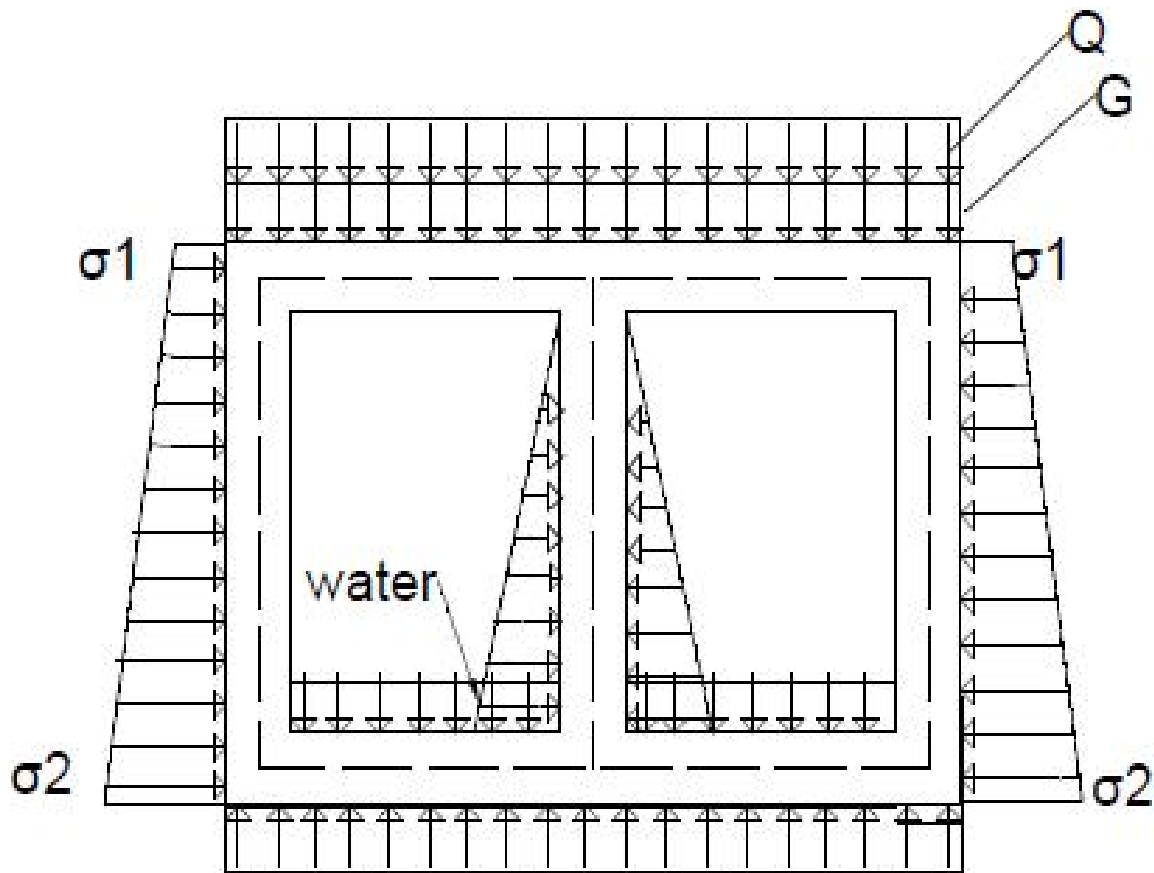


Εικόνα 30-Εγκάρσια τομή οχετού

#### 3.3.1 1<sup>ος</sup> συνδυασμός φορτίσεων ( μόνιμα και κινητά) 1,35G +1.5Q

Οι δυνάμεις εδάφους που ασκούνται στον οχετό παραμένουν ίδιες καθώς επίσης και τα κινητά φορτία





Εικόνα 31- Δυνάμεις που ασκούνται στον οχετό

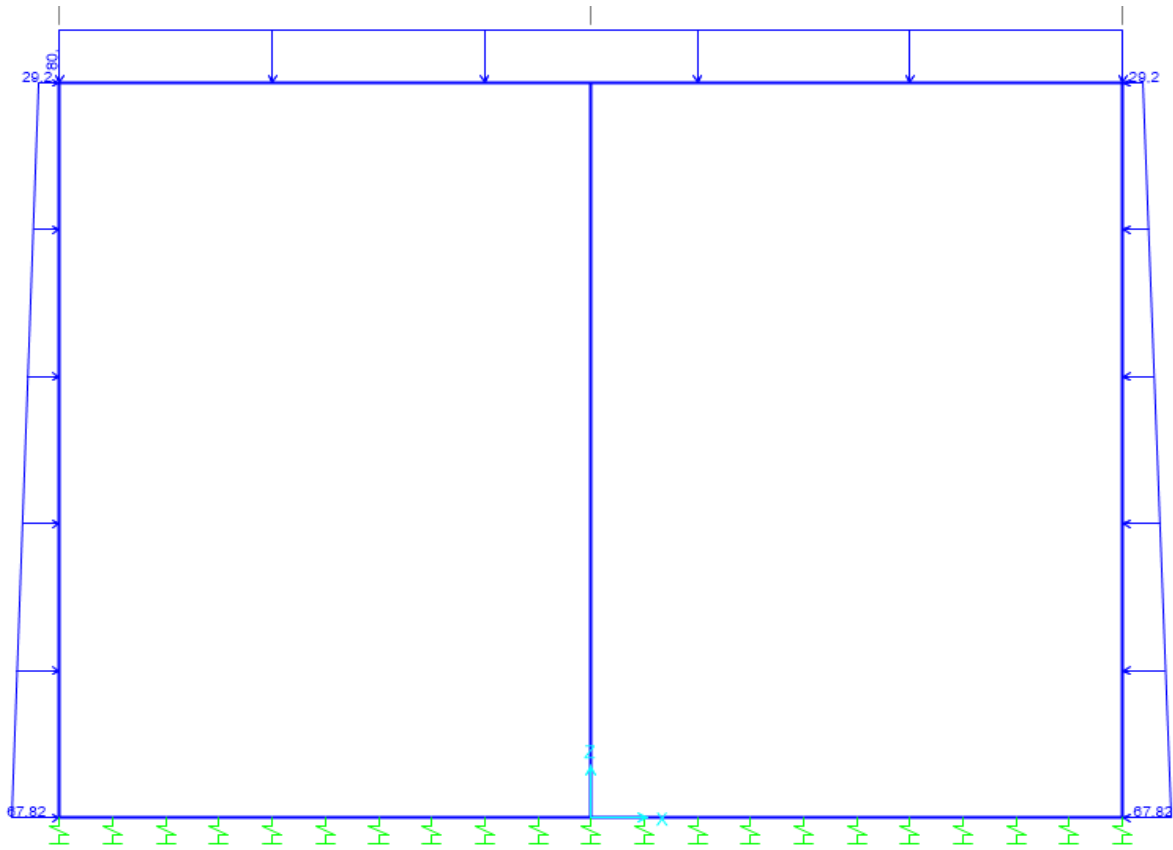
### ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ

όπου  $G = 80 \text{ KN/m}^2$

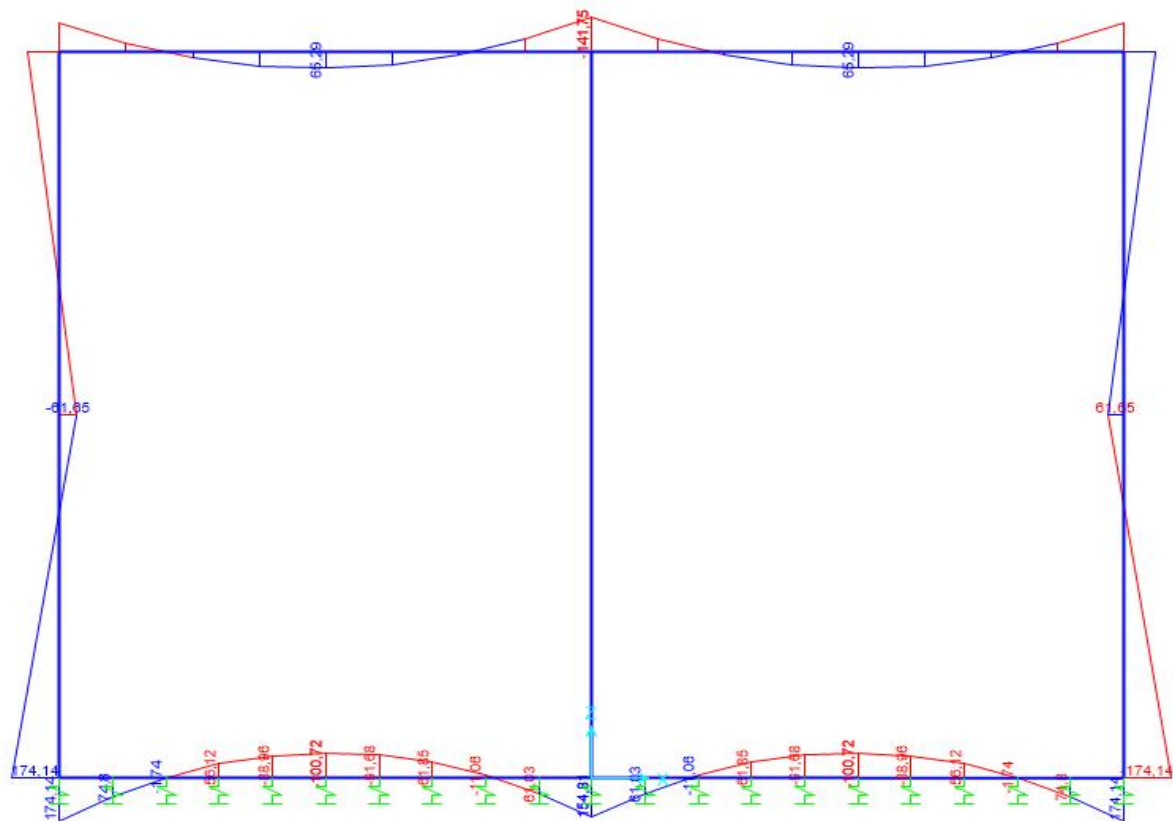
$\sigma_1 = 29,20 \text{ KN/m}^2$

$\sigma_2 = 67,82 \text{ KN/m}^2$

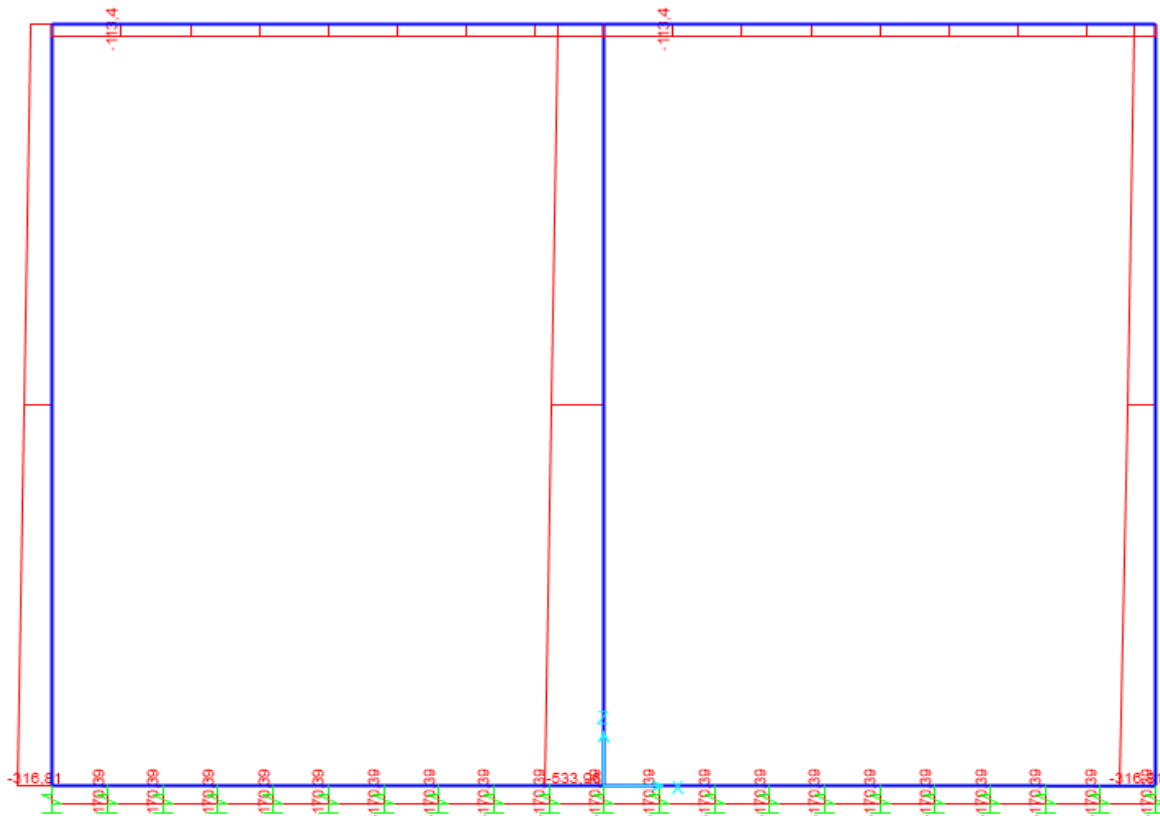
Με αυτά τα φορτία και τις διαστάσεις και με την βοήθεια του προγράμματος SAP2000 παίρνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα :



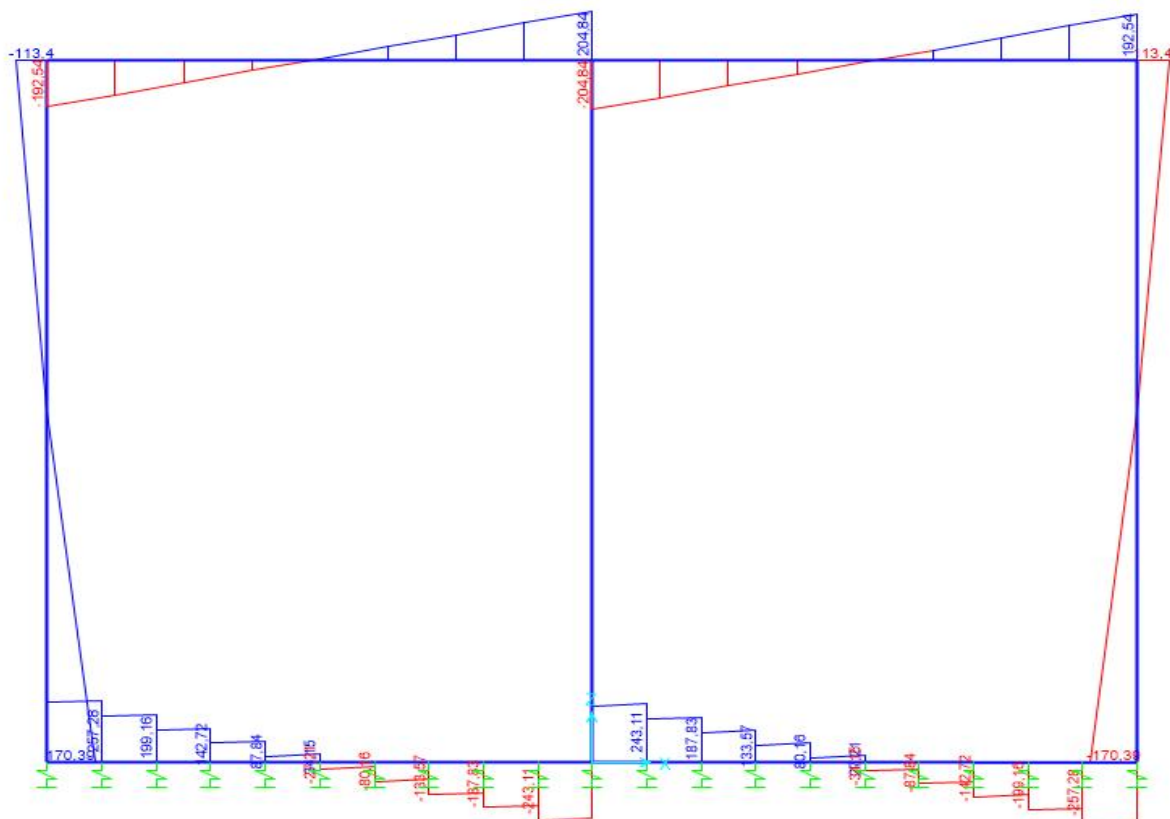
Εικόνα 32-Δυνάμεις που ασκούνται στον οχετό από μόνιμα φορτία



Εικόνα 33-Διάγραμμα καμπτικών ροπών στον οχετό από μόνιμα φορτία



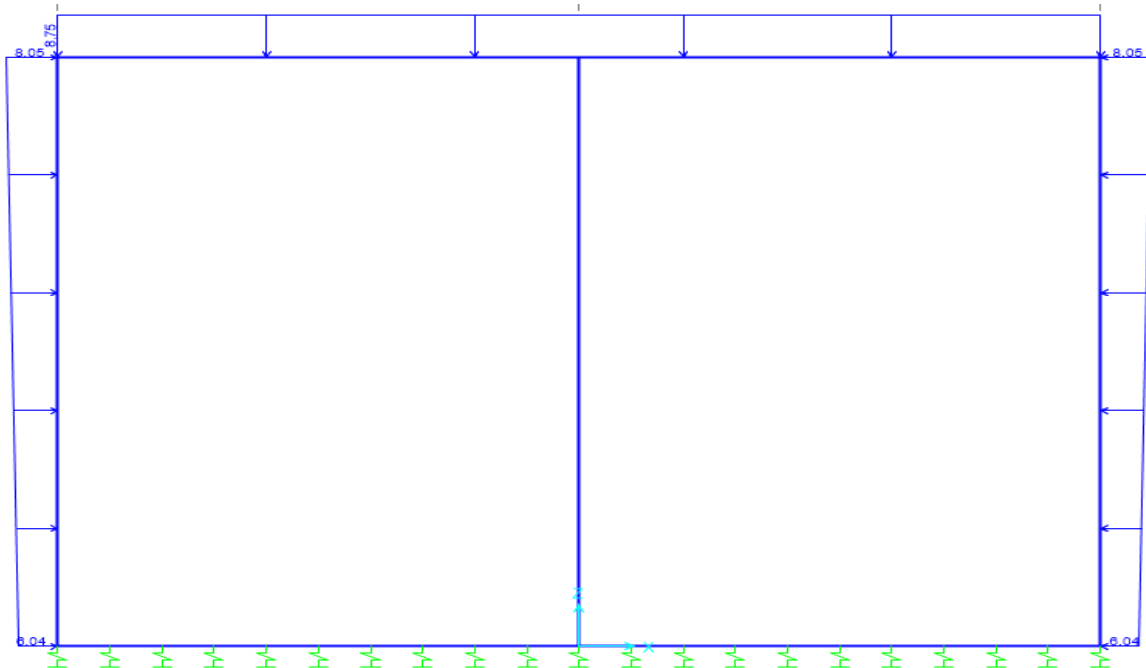
Εικόνα 34- Αξονικές δυνάμεις στον οχετό από μόνιμα φορτία



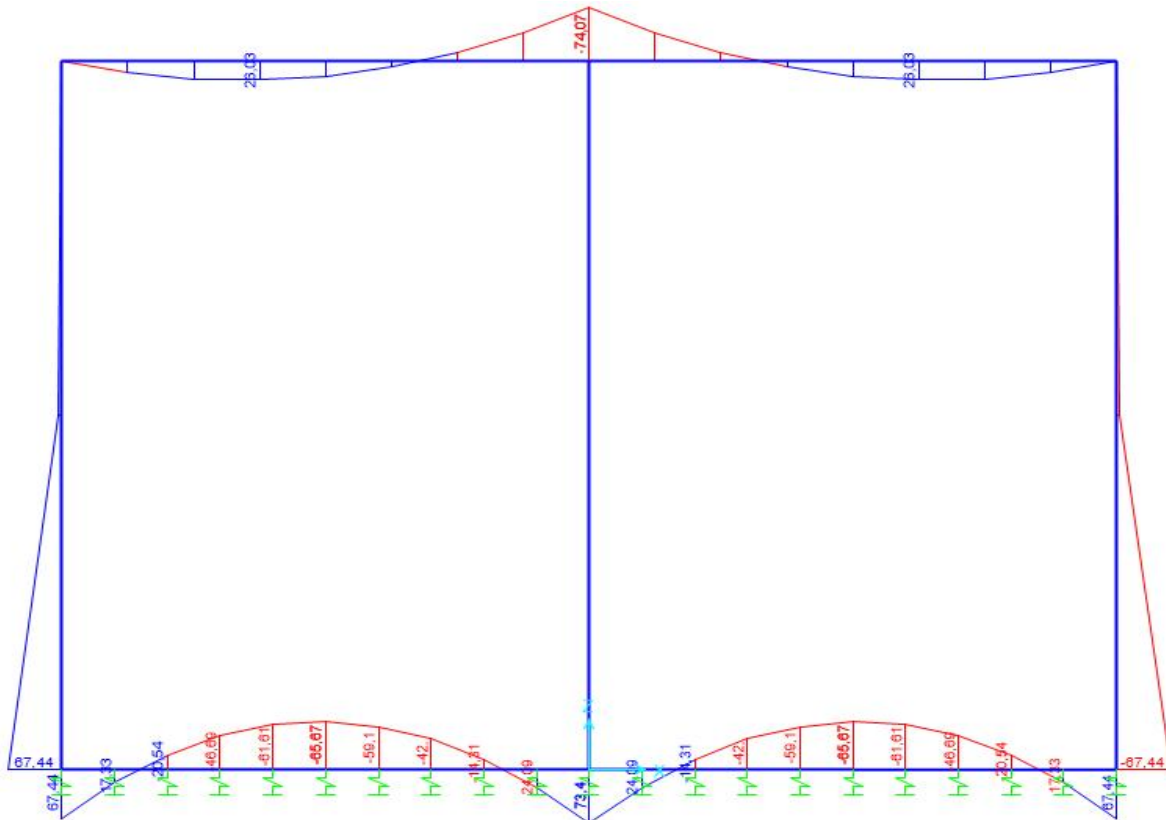
Εικόνα 35-Διάγραμμα τεμνουσών δυνάμεων στον οχετό από μόνιμα φορτία

## ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ

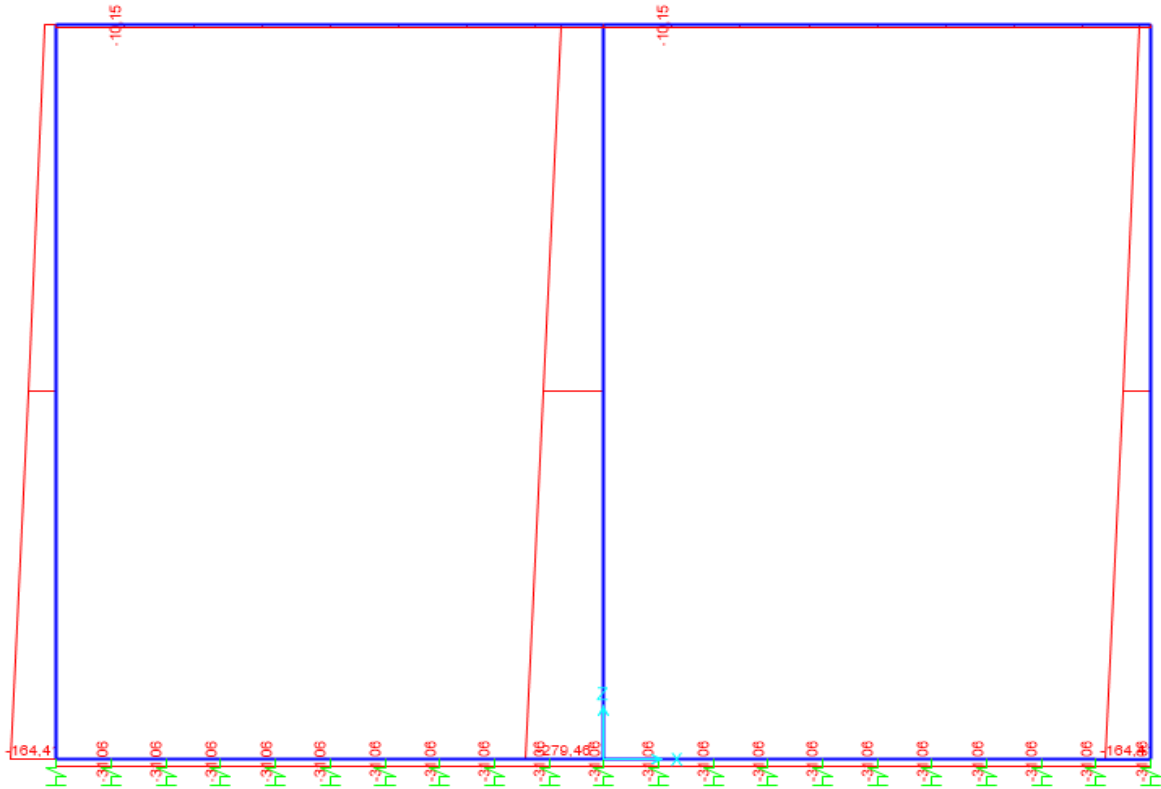
Σημείωση : Οι υπολογισμοί για τα φορτία που φαίνονται στο παρακάτω σχήμα έχουν πραγματοποιηθεί στην σελίδα 18



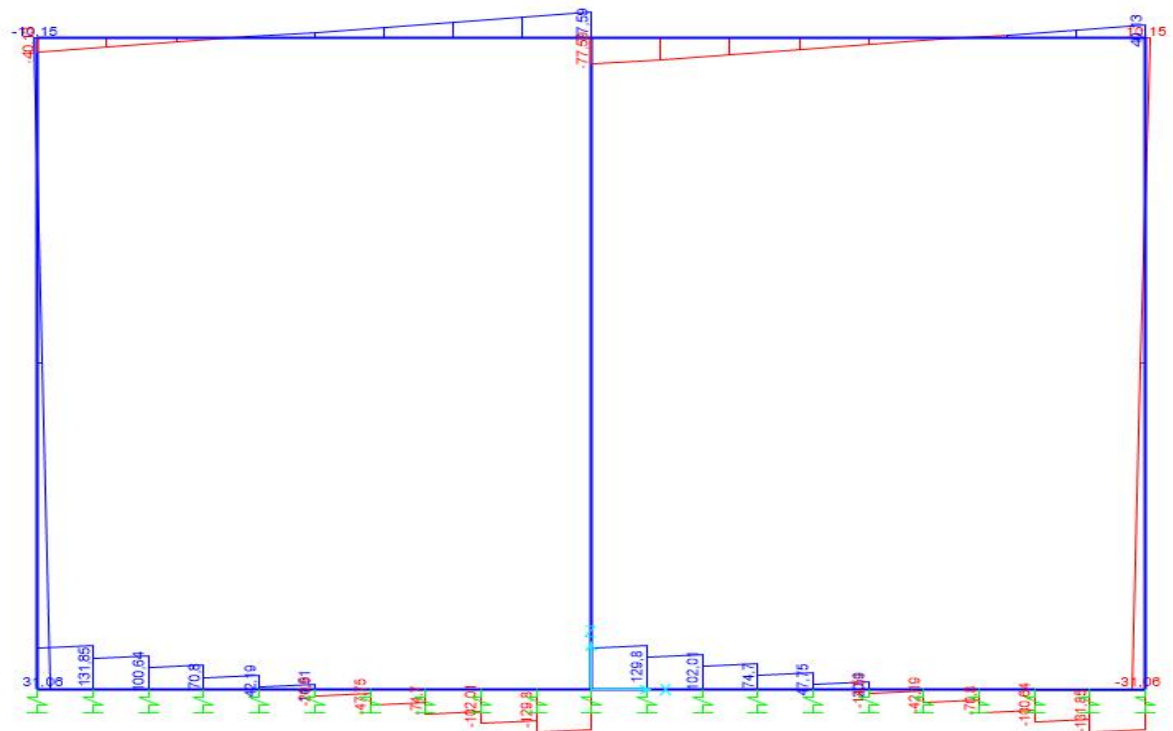
Εικόνα 36-Δυνάμεις που ασκούνται στον οχέτο λόγω κινητών φορτίων



Εικόνα 37- Διαγράμμά καμπτικών λόγω κινητών φορτίων



Εικόνα 38- Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων λόγω κινητών φορτίων



Εικόνα 39-Διάγραμμα τεμνουσών δυνάμεων λόγω κινητών φορτίων

Μετά τον υπολογισμό του συνδυασμού δράσεων έχουμε τα εξής αποτελέσματα που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 8- Καμπτικές ροπές για μόνιμα και κινητά φορτία

Καμπτικές ροπές για μόνιμα και κινητά φορτία				
		G	Q	1,35G + 1,5Q
Άνω πλάκα	Άνοιγμα	65,29	26	127,1415
	Στήριξη	141,75	74	302,3625
Ακραία τοιχία	Άνοιγμα	61,65	0	83,2275
	Στήριξη	174,14	67,44	336,249
Μεσαίο τοιχίο	Άνοιγμα Στήριξη	0	0	0
Κάτω πλάκα	Άνοιγμα	100,72	65,67	234,477
	Στήριξη	174,14	73,4	345,189

Πίνακας 9- Αξονικές δυνάμεις για μόνιμα και κινητά φορτία

Αξονικές δυνάμεις για μόνιμα και κινητά φορτία			
	G	Q	1,35G + 1,5Q
Άνω πλάκα	114,6	10,15	169,935
Ακραία τοιχία	316,81	164,4	674,2935
Μεσαίο τοιχίο	534	279,5	1140,15
Κάτω πλάκα	170,4	31,06	276,63

Πίνακας 9<sup>α</sup>- Τέμνουσες δυνάμεις για μόνιμα και κινητά φορτία

Τέμνουσες δυνάμεις για μόνιμα και κινητά φορτία			
	G	Q	1,35G + 1,5Q
Άνω πλάκα	192,54	40,15	320,154
Ακραία τοιχία	170,39	31,06	276,6165
Μεσαίο τοιχίο	243,11	77,6	444,5985
Κάτω πλάκα	257,28	131,85	545,103

## ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

### 3.3.2 2<sup>ος</sup> συνδυασμός φορτίσεων ( μόνιμα + σεισμός ) G + E

Σ αυτό τον συνδυασμό υπολογίσαμε μόνο τα φορτία λόγω σεισμού σύμφωνα με τη δημοσίευση Wood 2004 καταλήγοντας στο ότι έχουμε μία δύναμη λόγω σεισμού στην κορυφή του οχετού.

Πιο αναλυτικά:

Σύμφωνα με το παράδειγμα της σελίδας 46 της παραπάνω δημοσίευσης έγινε μια προσπάθεια να γίνει ο ίδιος υπολογισμός των ροπών λόγω σεισμού και στο δικό μας οχετό. Παρακάτω λαμβάνονται υπ όψη βασικοί παράμετροι για τους υπολογισμούς.

Πίνακας 10-Παράμετροι εδάφους

<b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΛΑΦΟΥΣ</b>			
Βάθος στρώσης εδάφους		50	
Ύψος επιχώματος πάνω από τον οχετό	$D_s$	4	m
Μέτρο διάτμησης στη βάση του εδαφικού στρώματος	$G_b$	200	Mpa
Ειδικό βάρος επιχώματος	$\rho_s$	2	t/m <sup>3</sup>
Λόγος poisson	$\nu$	0,4	

Πίνακας 11-Γεωμετρία φορέα

<b>ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ</b>			
Εξωτερικό ύψος	H	6,7	m
Εξωτερικό μήκος	L	9,55	m
Πάχος άνω πλάκας	$t_f$	0,85	m
Πάχος κάτω πλάκας	$t_r$	0,85	m
Πάχος τοιχωμάτων	$t_w$	0,85	m

Πίνακας 12- Παράμετροι σκυροδέματος

<b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ</b>			
Μέτρο ελαστικότητας σκυροδέματος	$E_c$	31000	Mpa
Τάση θραύσης κυλινδρικού δοκιμίου	$f_c$	25	Mpa
Όριο διαρροής χάλυβα	$f_y$	500	Mpa
Επικάλυψη οπλισμού	$c_s$	50	mm

Πίνακας 13-Υπολογισμένοι παράμετροι στρώσεων

<b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΤΡΩΣΕΩΝ ΕΛΑΦΟΥΣ</b>			
Ύψος κάτω μέρους κατασκευής από την επιφάνεια του βράχου	$Y_b$	42	m
Ύψος άνω μέρους κατασκευής από την επιφάνεια του βράχου	$Y_t$	48,7	m
Μέσος όρος μέτρου διάτμησης πάνω από την κατασκευή	$G_s$	33,1576713	Mpa
Ταχύτητα κύματος διάτμησης	$v_s$	128,7588276	m/s

$$G_s = 200 / 6.7 (48,7 - 42)^3 / (3 \times 50^2) - 42 + 42^3 / (3 \times 50^2) = 33,1576 \text{ Mpa}$$

$$\text{Και } v_s \text{ από τον τύπο : } v_s = \sqrt{G_s * \frac{1000}{2}}$$

$$v_s = \sqrt{(33.1576 \times 1000 / 2)} = 128.76 \text{ m/s}$$

Πίνακας 14-Παράμετροι δυσκαμψίας φορέα

<b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΣΚΑΜΨΙΑΣ ΦΟΡΕΑ</b>			
Ροπή αδράνεια τοιχώματος	$I_w$	0,0256	m <sup>4</sup> /m
Ροπή αδράνεια άνω πλάκας	$I_f$	0,0256	m <sup>4</sup> /m
Ροπή αδράνεια κάτω πλάκας	$I_r$	0,0256	m <sup>4</sup> /m
Διορθωση τιμής λόγω οχέτου με 2 ανοίγματα		1,5	
Δισκαμψία τοιχωμάτων	$K_w$	203396,1	kN m/m
Διορθωση τιμής λόγω οχέτου με 2 ανοίγματα		1	
Δισκαμψία άνω πλάκας	$K_r$	182355,12	kN m/m
Δισκαμψία κάτω πλάκας	$K_f$	182355,12	kN m/m
λόγος δυσκαμψίας άνω πλάκας/τοιχωμάτων	$r$	0,8965517	
λόγος δυσκαμψίας τοιχωμάτων/άνω πλάκας	$q$	1,1153846	
λόγος δυσκαμψίας κάτω πλάκας/άνω πλάκας	$j$	1	
ανελαστική ευκαμψία του εδάφους	$f_s$	2,116E-05	
Δυσκαμψία κατασκευής	$f_{st}$	1,784E-05	
Ευκαμψία κατασκευής	$F_r$	0,8430443	

$$\text{Όπου } I_w, I_f, I_r = (bh^3)/12 = (1 \times 0,85^3 / 12) = 0,0255 \text{ m}^4/\text{m}$$

$$K_w = E * \frac{I_w}{H} \qquad K_r = E * \frac{I_r}{H}$$

Σύμφωνα με τη δημοσίευση Wood 2004 θεωρούμε ότι η δυσκαμψία των τοιχωμάτων αυξάνεται κατά 50% καθώς όπως μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτό προσθέτοντας ένα τοίχιο ίδου πάχους όταν ασκείται μια δύναμη P στην κορυφή του οχέτου θα καμπτεται δυσκολότερα σε σχέση με τον οχέτο 1 ος ανοίγματος, οπότε έχουμε:

$$K_w = (31000 \times 1000 \times 0,0255) / 5,85 = 135658 \times 1,5 = 203396,1 \text{ kNm/m}$$

$$K_r \text{ και } K_f = (31000 \times 1000 \times 0,0256) / (8,7/2) = 182355,12 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Όπου : } r = K_r / K_w = 182355,12 / 203396,10 = 0,8965$$

$$q = K_w / K_r = 203396,10 / 182355,12 = 1,1154$$

$$j = K_r / K_f = 182355,12 / 182355,12 = 1$$

$$f_{st} = \frac{\Delta}{P} = \frac{H^2}{24K_w} * \frac{1}{\left[ 1 - \frac{2 + 3r + 3jr}{2 + 2r(2 + 2j + 3jr)} \right]}$$



$$f_{st} = (6,7^2/24 \times 203396,10) \times$$

$$\times (1/(1-(2+3 \times 0,89+3 \times 0,89/2+2 \times 0,89/(2+2 \times 1+3 \times 0,89))) = 1,784 \text{ E-}05$$

$$f_s = \frac{H}{LG}$$

$$f_s = 6,7/(9,55 \times 33,1576) = 2.115886\text{E-}05$$

$$F_r = f_{st} / f_s = 1,784 \text{ E-}05 / 2.115886\text{E-}05 = 0,843$$

Πίνακας 15-Παράμετροι Δυσκαμψίας φορέα

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΣΕΙΣΜΟΥ			
1-g free field shear strain	εf1	0,0049	
1-g free field strain corrected for Gb	εfc	0,0037	
Συντελεστής σεισμικής επιτάχυνσης	a <sub>d</sub>	0,24	g
Τιμή σχεδιασμού διατμητικής τάσης	εfd	0,000888	
Αλληλεπίδραση λόγου τάσης	R <sub>p</sub>	0,9020358	
Διάσπαση διάτμησης	εst	0,000801	
Μετακίνηση	Δst	0,0053668	m
Ρόπη σεισμού στις άνω στηρίξεις	M <sub>r</sub>	-462,10566	kN m/m
Ρόπη σεισμού στις κάτω στηρίξεις	M <sub>f</sub>	-462,10566	kN m/m
Διορθωτικός συντελεστής άνω	F <sub>mr</sub>	0,97	
Διορθωτικός συντελεστής κάτω	F <sub>mf</sub>	1,03	
Διορθωμένες τιμές ροπών άνω	M <sub>fc</sub>	-448,24249	kN m/m
Διορθωμένες τιμές ροπών κάτω	M <sub>rc</sub>	-475,96883	kN m/m
Οριζόντια δύναμη στην κορυφή του οχετού	P	300,86644	kN/m
Αξονική δύναμη σε τοιχώματα	N <sub>w</sub>	150,43322	kN/m

ε<sub>f1</sub>= Η τιμή αυτή βρίσκεται με βάση το διάγραμμα 5,3 του συγκεκριμένου αρχείου χρησιμοποιώντας ως y το ύψος από την βάση και πάνω ,ως Η το πάχος της στρώσης συναρτήσει του q οπου είναι παράμετρος και κυμαίνεται από 0 έως 1

$$\varepsilon_{fc} = \text{υπολογίζεται από την σχέση : } \varepsilon_{fc} = e1 \left[ \frac{H1 \times \rho s}{G_s} \right]$$

a<sub>d</sub> =0,24 από αντισεισμικό κανονισμό

$$\varepsilon_{fd} = \varepsilon_{fc} \times a_d = 0,24 \times 0,0037 = 0,000888$$

$$\text{όπου : : } R = \left[ \frac{4(1-\nu s)}{1+as} \right] \quad as = \frac{(3-4\nu s) f_s}{f_{st}}$$

$$as = (3-4 \times 0,4) \times 2,115886\text{E-}05 / 1,66212 \text{ E-}05 = 1,78$$

$$R_p = (4 \times (1 - 0.4) / (1 + 1.78)) = 0.902$$

$$\text{est} = \text{efd} \times R_p = 0.00089 \times 0.902 = 0.0008$$

$$\Delta st = \text{est} \times H$$

$$\Delta st = 0.0008 \times 6.7 = 0.00537 \text{ m}$$

$$M_r = \frac{6\Delta K w}{H} * \left[ \frac{j(3+q)(2+q)}{j - (2j+q)(2+q)} \right] + 1$$

$$M_r = (6 \times 0.00513 \times 203396.1004 / 6.7) \times (1 + 3) \times (2 + 1) / (1 - (2 + 1) \times (2 + 1)) + 1 = -465.92123 \text{ kNm / m}$$

$$M_f = \frac{6\Delta K w}{H} * \left[ \frac{j(3+q)}{j - (2j+q)(2+q)} \right]$$

$$M_f = (6 \times 0.00537 / 6.7) \times ((3 + 1.115) / (1 - (2 \times 1.115) \times (2 + 1.115))) = -462.106 \text{ kNm/m}$$

$$M_{fc} = 0.97 \times -462.106 = -448.25 \text{ kNm/m}$$

$$M_{rc} = 1.03 \times -462.106 = -475.97 \text{ kNm}$$

$$P = \frac{D_{st}}{f_{si}}$$

$$P = 0.00537 / 1.784 \times 10^{-5} = 300.87 \text{ kN/m}$$

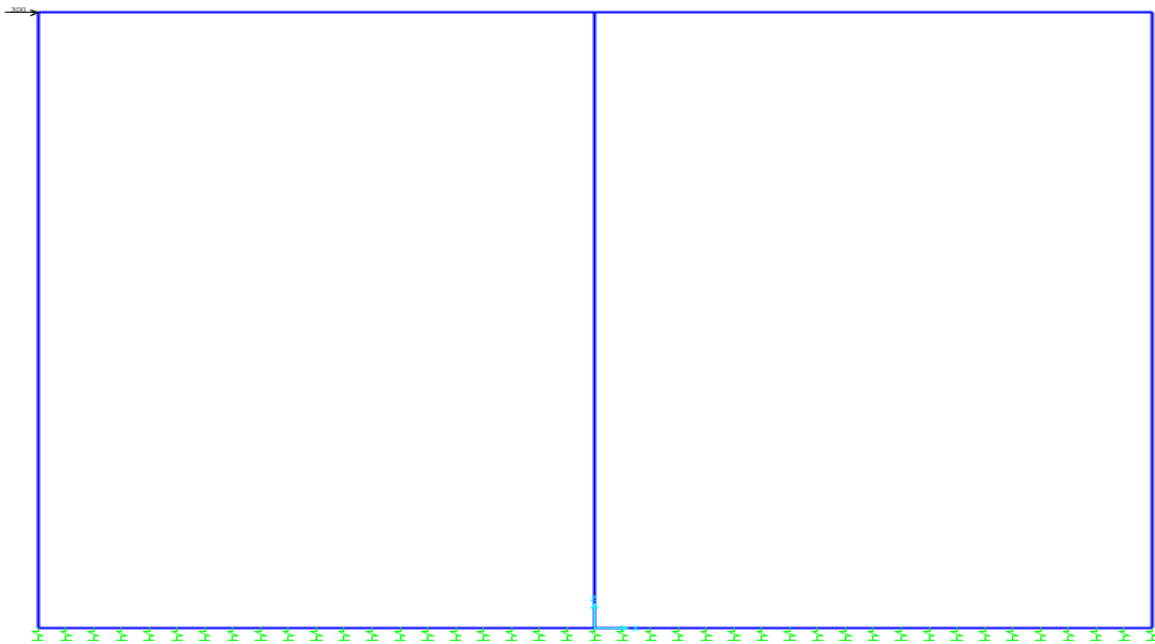
$$N_w = \frac{\frac{P}{2} \left( h - \frac{t_f}{2} - \frac{t_r}{2} \right)}{L - t_w}$$

$$N_w = (300.87 / 2) \times (6.7 - 0.425 - 0.425) / (9.55 - 0.85) = 150.43 \text{ kN / m}$$

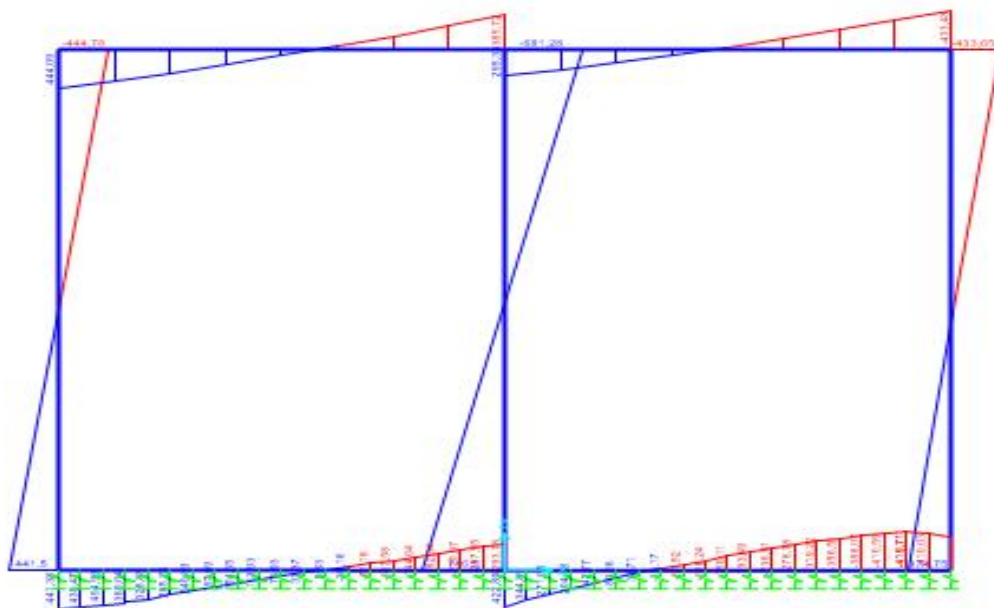
## ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΛΟΓΩ ΣΕΙΣΜΟΥ

Σύμφωνα με τον wood 2004 βγάλαμε την δύναμη που ασκείται στην κορυφή του οχετού κατά την διάρκεια ενός σεισμού.

Αυτή δύναμη είναι 301 kN



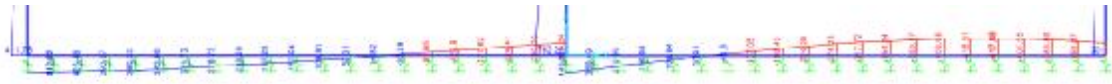
Εικόνα 40 – Δύναμη σεισμού που ασκείται στην κορυφή του οχετού



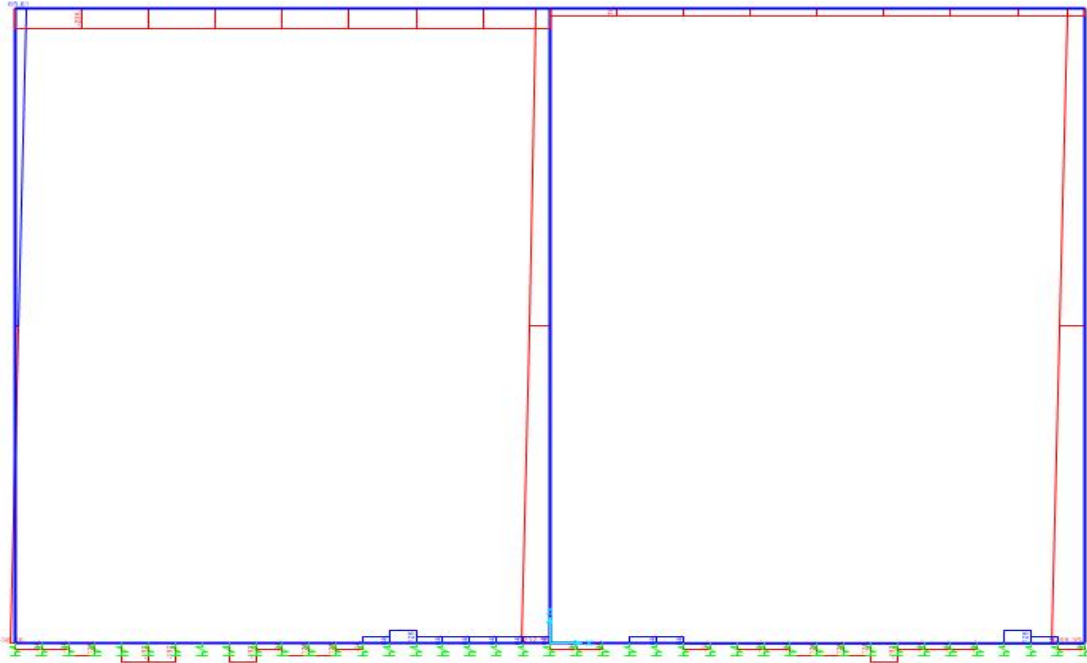
Εικόνα 41-Διάγραμμα καμπτικών ροπών από την δύναμη του σεισμού



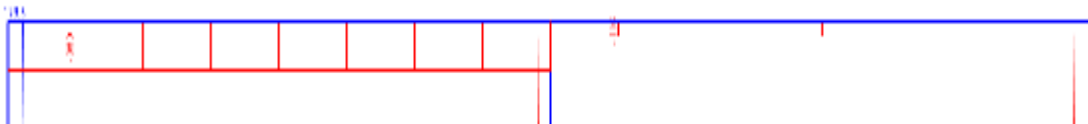
Εικόνα 41<sup>α</sup> - Μεγενθυμένη εικόνα καμπτικών ροπών στο άνω μέρος



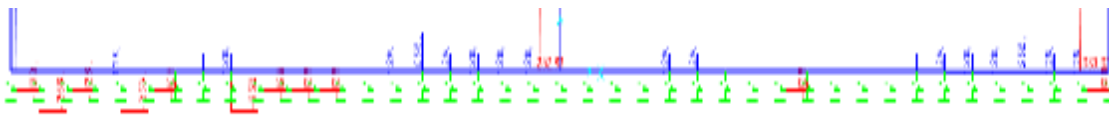
Εικόνα 41<sup>β</sup> - Μεγεθυμένη εικόνα καμπτικών ροπών στο κάτω μέρος



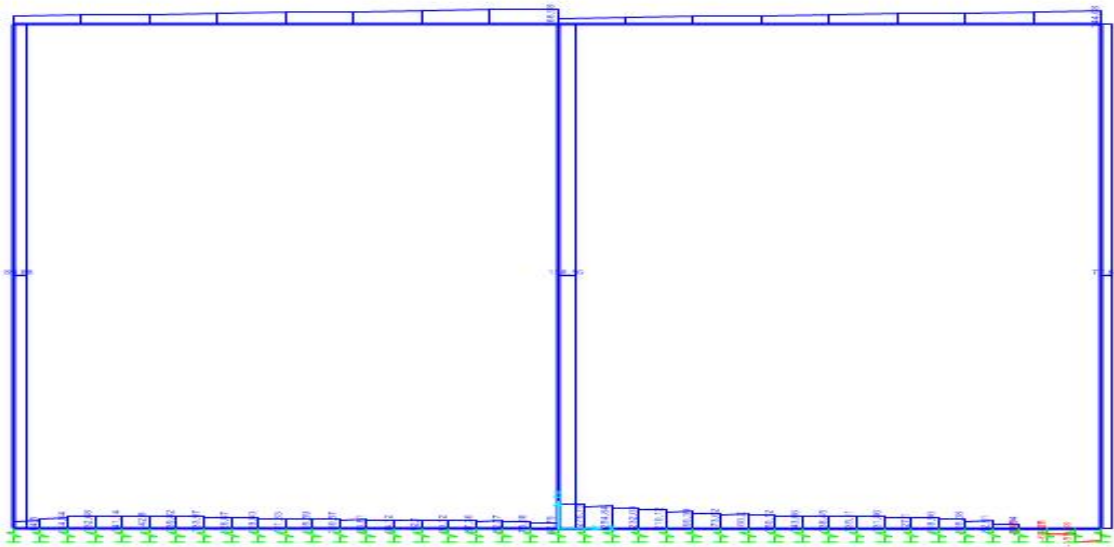
Εικόνα 42-Αξονικές δυνάμεις που ασκούνται από τον σεισμό



Εικόνα 42<sup>α</sup> - Μεγεθυμένη εικόνα αξονικών δυνάμεων στο άνω μέρος



Εικόνα 42<sup>β</sup> - Μεγεθυμένη εικόνα αξονικών δυνάμεων στο κάτω μέρος



Εικόνα 43-Διάγραμμα τεμνουσών δυνάμεων λόγω σεισμού

Πίνακας 15<sup>α</sup> - Καμπτικές ροπές στις στηρίξεις από συνδιασμό G+E

Καμπτικές ροπές στις στηρίξεις			
	G	E	G+E
Άνω πλάκα	141,75	444,91	586,66
Ακραία τοιχία	174,14	444,91	619,05
Μεσαίο τοιχίο	0	762,25	762,25
Κάτω πλάκα	174,14	449,09	623,23

Πίνακας 15<sup>β</sup> - Αξονικές δυνάμεις στις στηρίξεις από συνδιασμό G+E

Αξονικές δυνάμεις στις στηρίξεις			
	G	E	G+E
Άνω πλάκα	113,4	360	473,40
Ακραία τοιχία	316,81	340	656,81
Μεσαίο τοιχίο	533,96	252,45	784,45
Κάτω πλάκα	170,4	256	426,4

### 3.4 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΙΔΗΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΟΧΕΤΟ ΜΕ 2 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

#### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΑΝΩ ΠΛΑΚΑΣ

##### ΑΝΟΙΓΜΑ

- ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τα διαγράμματα βλέπουμε ότι ο δυσμενέστερος συνδυασμός είναι ο 1<sup>ος</sup> με ροπή ανοίγματος  $M1 = 127,15 \text{ kNm}$  όπου έχει και την αξονική δύναμη  $N = -169,94$   
 Οπότε  $M1 = 127,15 \text{ kNm}$  και  
 $M2 = 127,15 - 169,94 \times (t/2 - 0.05) = 127,15 + 169,94 \times (0.85/2 - 0.05) = 190,88 \text{ kNm}$ .

Από την σχέση 
$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

Για  $M2 = 190,88 \text{ kNm}$  έχουμε

$$\mu_{sd} = 190,88 / (1 \times 0,08^2 \times 25000/1.5) = 0.0179$$

Από πίνακα έχουμε  $\omega = 0,0183$

Άρα ο απαιτούμενος οπλισμός με βάση την σχέση :

$$A_s = \omega \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

Είναι :

$$A_s = 0,0183 \times 1 \times 0,8 \times 25 \times 1.15 / (500 \times 1.5) - (169,94 \times 1.15 / 500000)$$

$$A_s = 1,7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Επιλέγω τον ελάχιστο οπλισμό που είναι  $\Phi 10/20$**

#### · ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τον ΕΚΩΣ 2000 ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός για πλάκες είναι το 20% του κύριου οπλισμού .

Οπότε  $A_s = 0.20 \times 3,93 = 0,786 \text{ cm}^2/\text{m}$  που αντιστοιχεί σε  $\Phi 6 / 24 \text{ cm}$

Επιπλέον, σύμφωνα με ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Τεχνικών Έργων) ο ελάχιστος οπλισμός για οχετούς είναι  $\Phi 10/20$

**Άρα επιλέγουμε  $\Phi 10/20$**

#### ΣΤΗΡΙΞΗ

#### · ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τα διαγράμματα βλέπουμε ότι η δυσμενέστερος συνδυασμός είναι ο 2<sup>ος</sup> με ροπή στις στηρίξεις  $M_1 = -586,66 \text{ kNm}$  όπου έχει και αξονική δύναμη  $N = -473,40 \text{ kNm}$

Οπότε  $M_2 = 586,66 + 473,40 \times (0,85/2 - 0,05) = 808,70 \text{ kNm}$

$M_2 = 808,70 \text{ kNm}$

Από την  $M_2$  έχουμε :

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * d^2 * f_{cd}}$$

$$\mu_{sd} = 808,70 / (1 \times 0,64 \times 25000/1,5) = 0,0758$$

Από πίνακα έχουμε  $\omega = 0,0802$

$$A_s = \omega * b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$A_s = 0,0802 \times 1 \times 0,80 \times 25 \times 1,15 / (500 \times 1,5) - (581,81 \times 1,15 / 500000) = 10,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Επιλέγω  $\Phi 16/17,50 \text{ cm}$**

#### · ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τον ΕΚΩΣ 2000 ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός για πλάκες είναι το 20% του κύριου οπλισμού .

Οπότε  $A_s = 0,20 \times 11,49 = 2,3 \text{ cm}^2/\text{m}$  που αντιστοιχεί σε  $\Phi 8/20 \text{ cm}$

Επιπλέον, σύμφωνα με ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Τεχνικών Έργων) ο ελάχιστος οπλισμός για οχετούς είναι  $\Phi 10/20$

Επιλέγουμε  $\Phi 10/20$

#### ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΚΡΑΙΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ

##### ΑΝΟΙΓΜΑ (ΜΕΣΑ ΠΑΡΕΙΑ )

Με βάση τα διαγράμματα βλέπουμε ότι ο δυσμενέστερος συνδυασμός είναι ο 1<sup>ος</sup> με ροπή ανοίγματος  $M_1 = -83,22 \text{ kNm}$  όπου έχει και αξονική δύναμη  $N = -674,30 \text{ kNm}$

Οπότε  $M_2 = 83,22 + 674,30 \times (0.85/2 - 0.05) = 336,08 \text{ kNm}$

Για  $M_2 = 336,08 \text{ kNm}$

Από την σχέση:

$$\mu_s d = \frac{M_s d}{b * d^2 * f_{cd}}$$

έχουμε :

$$\mu_s d = 336,08 / (1 \times 0.64 \times 25000/1.5) = 0.031$$

Από πίνακα  $\omega = 0,03164$

Από την σχέση

$$A_s = \omega * b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \text{ έχουμε :}$$

$$A_s = 0,03164 \times 0.80 \times 25 \times 1.15 / (500 \times 1.5) - (674,30 \times 1.15 / 500000) = -6,3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Άρα δεν απαιτείται οπλισμός

Ο ελάχιστος οπλισμός δίνεται από τον τύπο  $A_s = 0.0015 \times b \times d$

$$\text{Άρα } A_s = 0.0015 \times 1 \times 0.8 = 1.2 \cdot 10^{-3} \times 10^4 = 12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Άρα επιλέγουμε Φ18 / 20cm**

#### · ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τον ΕΚΩΣ 2000 ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός για πλάκες είναι το 20% του κύριου οπλισμού .

$$\text{Οπότε } A_s = 0.20 \times 12,72 = 2.544 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ που αντιστοιχεί σε } \Phi 7/15 \text{ cm}$$

Επιπλέον, σύμφωνα με ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Τεχνικών Έργων) ο ελάχιστος οπλισμός για οχετούς είναι Φ10/20

**Άρα επιλέγουμε Φ10/20**

#### ΣΤΗΡΙΞΗ (ΕΞΩ ΠΑΡΕΙΑ)

#### · ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ



Με βάση τα διαγράμματα βλέπουμε ότι η δυσμενέστερος συνδυασμός είναι ο 2<sup>ος</sup> με ροπή στις στηρίξεις  $M1 = -619,05 \text{ kNm}$  όπου έχει και αξονική δύναμη  $N = -656,81 \text{ kNm}$

Οπότε  $M2 = 619,05 + 656,81 \times (0,85/2 - 0,05) = 840,57 \text{ kNm}$

$M2 = 840,57 \text{ kNm}$

Για  $M2 = 840,57$  με βάση την σχέση

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * d^2 * f_{cd}}$$

έχουμε :

$$\mu_{sd} = 840,57 / (1 \times 0,64 \times 25000/1,5) = 0,079$$

Από πίνακα έχουμε  $\omega = 0,083$

Με βάση την σχέση

$$A_s = \omega * b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

έχουμε :

$$A_s = 0,083 \times 1 \times 0,80 \times 25 \times 1,15 / (500 \times 1,5) - (581,81 \times 1,15 / 500000) = 11,71 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Άρα τελικός οπλισμός Φ 18/20**

### **ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ**

Με βάση τον ΕΚΩΣ 2000 ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός για πλάκες είναι το 20% του κύριου οπλισμού .

Οπότε  $A_s = 0,20 \times 12,72 = 2,544 \text{ cm}^2/\text{m}$  που αντιστοιχεί σε Φ7/15 cm

Επιπλέον, σύμφωνα με ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Τεχνικών Έργων) ο ελάχιστος οπλισμός για οχετούς είναι Φ10/20

· **Άρα επιλέγουμε Φ10/20**

### **ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΑΙΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ**

· **ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ**

Με βάση τα διαγράμματα βλέπουμε ότι η δυσμενέστερος συνδυασμός είναι ο 2<sup>ος</sup> με ροπή ανοίγματος  $M1 = -762,25 \text{ kNm}$  όπου έχει και αξονική δύναμη  $N = -784,45 \text{ kNm}$

Οπότε  $M_2 = 762,25 + 784,45 \times (0.85/2 - 0.05) = 977 \text{ kNm}$

Για  $M_2 = 977 \text{ kNm}$

Από την σχέση:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \text{ έχουμε :}$$

$$\mu_{sd} = 977 / (1 \times 0.64 \times 25000/1.5) = 0.09345$$

Από πίνακα  $\omega = 0,10$

Από την σχέση

$$A_s = \omega \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \text{ έχουμε :}$$

$$A_s = 0,10 \times 0.80 \times 25 \times 1.15 / (500 \times 1.5) - (786,45 \times 1.15 / 500000) = 12,6 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ που αντιστοιχεί σε } \Phi 18/20$$

**Άρα επιλέγουμε  $\Phi 18/20$**

#### · ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τον ΕΚΩΣ 2000 ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός για πλάκες είναι το 20% του κύριου οπλισμού .

Οπότε  $A_s = 0.20 \times 12,6 = 2,52 \text{ cm}^2/\text{m}$  που αντιστοιχεί σε  $\Phi 10/20 \text{ cm}$

Επιπλέον, σύμφωνα με ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Τεχνικών Έργων) ο ελάχιστος οπλισμός για οχετούς είναι  $\Phi 10/20$

**Άρα επιλέγουμε  $\Phi 10/20$**

Ο παραπάνω εγκάρσιος και διαμήκης οπλισμός θα χρησιμοποιηθεί και για τις δύο παρειές του μεσαίου τοιχίου.

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ

### ΑΝΟΙΓΜΑ

#### · ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τα διαγράμματα βλέπουμε ότι η δυσμενέστερος συνδυασμός είναι ο 1<sup>ος</sup> με ροπή ανοίγματος  $M_1 = 234,48 \text{ kNm}$  όπου έχει και αξονική δύναμη  $N = -276,63$

Οπότε  $M_2 = 234,48 + 276,63 \times (0.85/2 - 0.05) = 338,21 \text{ kNm}$

Για  $M_2 = 338,21 \text{ kNm}$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * d^2 * f_{cd}}$$

$$\mu_{sd} = 338,21 / (1 \times 0.64 \times 25000/1.5) = 0.032$$

Από πίνακα  $\omega = 0,0335$  , Από την σχέση :

$$A_s = \omega * b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$A_s = 0.0335 \times 0.80 \times 25 \times 1.15 / (500 \times 1.5) - (276,63 \times 1.15 / 500000) = 0,47 \text{ cm}^2/\text{m}$$

που αντιστοιχεί σε  $\Phi 6/24 \text{ cm}$

Επιπλέον, σύμφωνα με ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Τεχνικών Έργων) ο ελάχιστος οπλισμός για οχετούς είναι  $\Phi 10/20$

**Άρα επιλέγουμε  $\Phi 10/20$**

#### · ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τον ΕΚΩΣ 2000 ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός για πλάκες είναι το 20% του κύριου οπλισμού .

Οπότε  $A_s = 0.20 \times 3.93 = 0,786 \text{ cm}^2/\text{m}$  που αντιστοιχεί σε  $\Phi 6/24 \text{ cm}$

Επιπλέον, σύμφωνα με ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Τεχνικών Έργων) ο ελάχιστος οπλισμός για οχετούς είναι  $\Phi 10/20$

**Άρα επιλέγουμε  $\Phi 10/20$**

### ΣΤΗΡΙΞΗ

#### · ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τα διαγράμματα βλέπουμε ότι η δυσμενέστερος συνδυασμός είναι ο 2<sup>ος</sup> με ροπή στις στηρίξεις  $M_1 = - 623,23$  όπου έχει και αξονική δύναμη  $N = 426,4 \text{ kNm}$

Οπότε  $M_2 = 623,23 + 426,4 \times (0.85/2 - 0.05) = 783,13 \text{ kNm}$

$M_2 = 783,13 \text{ kNm}$

Για  $M_2 = 783,13 \text{ kNm}$  με βάση την σχέση

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b * d^2 * f_{cd}}$$

έχουμε :

$$\mu_{sd} = 783,13 / (1 * 0,64 * 25000/1,5) = 0,0715$$

Από πίνακα έχουμε  $\omega = 0,075$

Με βάση την σχέση

$$A_s = \omega * b * d * \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

έχουμε :

$$A_s = 0,075 * 1 * 0,80 * 25 * 1,15 / (500 * 1,5) - (426,4 * 1,15 / 500000) = 15,30 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Άρα επιλέγουμε Φ20 / 20cm**

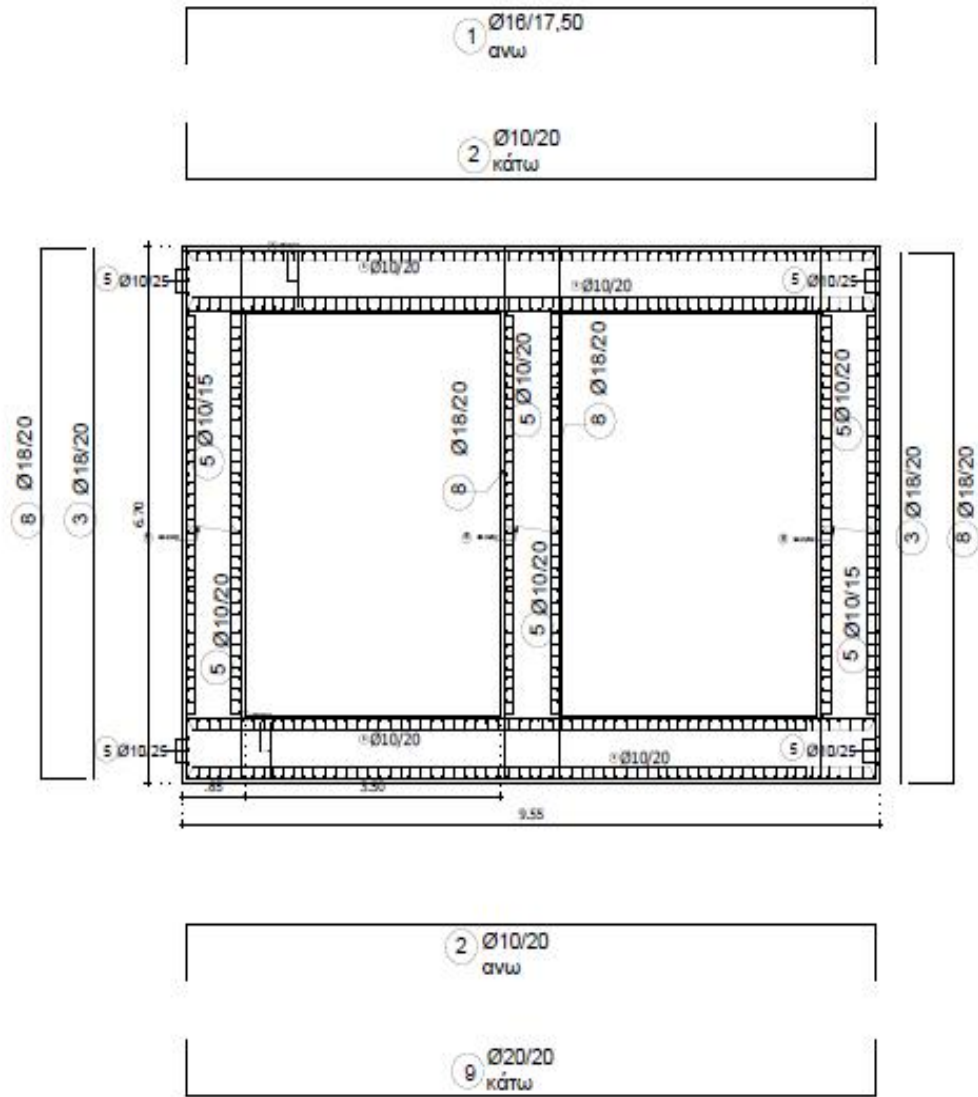
#### · ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Με βάση τον ΕΚΩΣ 2000 ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός για πλάκες είναι το 20% του κύριου οπλισμού .


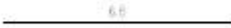


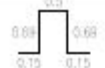
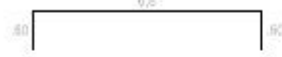
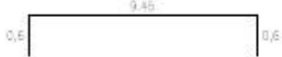
Οπότε  $A_s = 0,20 * 15,72 = 3,15 \text{ cm}^2/\text{m}$  που αντιστοιχεί σε Φ8/15 cm

Επιπλέον, σύμφωνα με ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Τεχνικών Έργων) ο ελάχιστος οπλισμός για οχετούς είναι Φ10/20

**Άρα επιλέγουμε Φ10/20**



Εικόνα 44-Ξυλότυπος

Α/Α	Πίνακας οπλισμών	Ø	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΜΗΚΟΣ		ΒΑΡΟΣ					
				ΑΝΑ ΤΕΜ.	ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	kg/m	ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ				
1		16	172	10.65	1832	1.58	2895				
2		10	300	10.65	3195	0.617	1972				
3		18	300	6.6	1980	2	3960				
5		10	1370	12	16440	0.617	10144				
6		10	4752	1.05	4990	0.617	3079				
7		12	1600	1.05	1680	0.888	1492				
8		18	300	7.8	3120	2	6240				
9		20	150	10.65	1598	2.47	3948				
		Ø	10	12	14	16	18	20	22	25	28
		ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΑΝΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟ	28965	1600	-	1832	5100	1598		-	-
		ΒΑΡΟΣ ΜΜ ΑΝΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟ	.617	.888	-	1.58	2	2.47		-	-
		ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΑΝΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟ	16638	1421	-	2895	10200	3948		-	-
		Συνολικό βάρος χάλυβα B500C (σε χλγμ.)									35102

Εικόνα 45-Πίνακας οπλισμού

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΡΓΟΥ

#### 4.1.1 ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΟΧΕΤΟΥ 1<sup>ης</sup> ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Πίνακας 16- Προμέτρηση Σκυροδέματος 1<sup>ης</sup> περίπτωσης

<b>ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ</b>				
	ΜΗΚΟΣ (m)	ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΥΨΟΣ (m)	ΟΓΚΟΣ (m <sup>3</sup> )
ΑΝΩ ΠΛΑΚΑ	30	8,7	0,85	221,85
ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑ	30	8,7	0,85	221,85
ΤΟΙΧΙΟ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	30	0,85	5	127,5
ΤΟΙΧΙΟ ΔΕΞΙΑ	30	0,85	5	127,5
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C25/30				<b>697,8</b>
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ	30	12	0,2	72
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C12/15				<b>72</b>

#### ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΟΧΕΤΟΥ 2<sup>ης</sup> ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Πίνακας 17- Προμέτρηση Σκυροδέματος 2<sup>ης</sup> περίπτωσης

<b>ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ</b>				
	ΜΗΚΟΣ (m)	ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΥΨΟΣ (m)	ΟΓΚΟΣ (m <sup>3</sup> )
ΑΝΩ ΠΛΑΚΑ	30	8,7	0,85	221,85
ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑ	30	8,7	0,85	221,85
ΤΟΙΧΙΟ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	30	0,85	5	127,5
ΤΟΙΧΙΟ ΔΕΞΙΑ	30	0,85	5	127,5
ΤΟΙΧΙΟ ΜΕΣΑΙΟ	30	0,85	5	127,5
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C25/30				<b>826,2</b>
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ	30	12	0,2	72
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C12/15				<b>72</b>

#### 4.1.2 ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΣΙΔΗΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΟΧΕΤΟΥ 1<sup>ης</sup> ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Προμέτρηση οπλισμού Οχετού 1ος ανοίγματος με βάση τον πίνακα οπλισμού της σελίδας 38

Πίνακας 18-Προμέτρηση σιδηρού οπλισμού οχετού 1<sup>ης</sup> περίπτωσης

α/α	ΜΗΚΟΣ ΑΠΟΛΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΟΠΛΙΣΜΟΥ(m)	ΒΑΡΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΑΝΑ Φ (Kg/m)	ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΑΝΑ Φ (Kg)
1	2000	2,98	5960
2	6000	2,47	14820
3	2640	2	5280
4	3080	2	6160
5	11520	0,617	7107,84
6	3327	0,617	2052,759
7	1680	0,888	1491,84
<b>ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΟΧΕΤΟΥ</b>			<b>42873</b>

#### ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΣΙΔΗΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΟΧΕΤΟΥ 2<sup>ης</sup> ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Πίνακας 19-Προμέτρηση σιδηρού οπλισμού οχετού 2<sup>ης</sup> περίπτωσης

α/α	ΜΗΚΟΣ ΑΠΟΛΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΟΠΛΙΣΜΟΥ(m)	ΒΑΡΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΑΝΑ Φ (Kg/m)	ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΑΝΑ Φ (Kg)
1	1832	1,58	2895
2	3195	0,617	1971
3	1980	2	3960
5	16440	0,617	10143
6	4990	0,617	3079
7	1680	0,888	1492
8	3120	2	6240
9	1598	2,47	3947
<b>ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΟΧΕΤΟΥ</b>			<b>35102</b>

Προμέτρηση οπλισμού Οχετού 2 ανοιγμάτων με βάση τον πίνακα οπλισμού της σελίδας 61

#### 4.1.3 ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΟΣ ΟΧΕΤΟΥ 1<sup>ης</sup> ΚΑΙ 2<sup>ης</sup> ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Πίνακας 20-Προμέτρηση γεωυφάσματος οχετού 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> περίπτωσης



<b>ΓΕΩΥΦΑΣΜΑ</b>			
	ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ	ΕΜΒΑΔΟ (m <sup>2</sup> )
ΤΟΙΧΙΟ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	30	20	600
ΤΟΙΧΙΟ ΔΕΞΙΑ	30	20	600
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΓΕΩΥΦΑΣΜΑ			1200

Από τα ηλεκτρονικά σχέδια μετρήθηκε το μήκος = 30 μέτρα και το πλάτος 20 μέτρα και προέκυψαν τα παραπάνω αποτελέσματα του πίνακα.

#### **4.1.4 ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΑΤΡΗΤΟΥ ΣΩΛΗΝΑ ΟΧΕΤΟΥ 1<sup>ης</sup> ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ**

Και στις 2 περιπτώσεις ο διάτρητος σωλήνας παραμένει ο ίδιος

Πίνακας 21-Προμέτρηση διάτρητου σωλήνα οχετού 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> περίπτωσης

	ΜΗΚΟΣ
ΤΟΙΧΙΟ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	35
ΤΟΙΧΙΟ ΔΕΞΙΑ	35
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΣΩΛΗΝΑ	70

#### **4.1.5 ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ ΟΧΕΤΟΥ 1<sup>ης</sup> ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ**

Πίνακας 22-Προμέτρηση ασφαλτικού γαλακτώματος οχετού 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> περίπτωσης

<b>ΑΣΦΑΛΤΙΚΟ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑ</b>				
ΤΟΙΧΙΟ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	2 ΧΕΡΙΑ	30	7	420
ΤΟΙΧΙΟ ΔΕΞΙΑ	2 ΧΕΡΙΑ	30	7	420
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑ	0,50 kg/m <sup>2</sup>	840 m <sup>2</sup>		420 kg

Σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του ασφαλτικού γαλακτώματος κάθε m<sup>2</sup> Σκυροδέματος για την σωστή στεγάνωση του απαιτείται 0,50 kg / m<sup>2</sup>

#### **4.1.6 ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΟΧΕΤΟΥ 1<sup>ης</sup> ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ**

Πίνακας 23-Προμέτρηση χωματουργικών εργασιών οχετού 1<sup>ης</sup> περίπτωσης

<b>ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ</b>			
	ΕΜΒΑΔΟΝ m <sup>2</sup>	ΜΗΚΟΣ m	ΟΓΚΟΣ( m <sup>3</sup> )
ΕΚΣΚΑΦΕΣ	402	30	12060
ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΥΛΙΚΩΝ			12060
ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΧΩΣΗΣ	344	30	10320

Από τα ηλεκτρονικά σχέδια προέκυψαν τα παραπάνω αποτελέσματα του πίνακα.

#### **ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΟΧΕΤΟΥ 2<sup>ης</sup> ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ**

Πίνακας 24- Προμέτρηση χωματουργικών εργασιών οχετού 2<sup>ης</sup> περίπτωσης

<b>ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ</b>			
	ΕΜΒΑΔΟΝ m <sup>2</sup>	ΜΗΚΟΣ m	ΟΓΚΟΣ( M <sup>3</sup> )
ΕΚΣΚΑΦΕΣ	413	30	12390
ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΥΛΙΚΩΝ			12390
ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΧΩΣΗΣ	349	30	10470

#### **4.2 ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΟΧΕΤΟΥ 1<sup>ης</sup> ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ**

Πίνακας 25-Προυπολογισμός κόστους υλικών και εργασιών οχετού 1<sup>ης</sup> περίπτωσης

<b>ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ 1ης ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΟΧΕΤΟΥ</b>					
	ΜΟΝΑ ΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑΣ (ΕΥΡΩ/M <sup>3</sup> )	ΤΙΜΗ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣ (ΑΝΤΛΙΑ) (ΕΥΡΩ/M <sup>3</sup> )	ΤΕΛΙΚΗ ΤΙΜΗ
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ	m <sup>3</sup>	697,8	55	3	40472,4
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ		72	30	3	2376
		ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑΣ (ΕΥΡΩ)	ΤΙΜΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	
ΣΙΔΗΡΟΠΛΙΣΜΟΣ	kg	42873	0,66	0,13	33846
ΓΕΩΥΦΑΣΜΑ	m <sup>2</sup>	1200	2	1	3600
ΔΙΑΤΡΗΤΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ Φ400	m	70	6	0,8	476
ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΕΠΑΛΕΙΨΗ	m <sup>2</sup>	420	2	1,2	1344

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ				
			ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ ΕΥΡΩ/Μ <sup>3</sup>	
ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΥΛΟΥΤΥΠΟΥ-ΜΕΤΑΛΟΥΤΥΠΟΥ ΚΑΙ ΙΚΡΙΩΜΑΤΩΝ	Μ <sup>3</sup>	698,7	57	39825,9
ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ				
		ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΕΚΧΩΜΑΤΩΝ (Μ <sup>3</sup> )	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ ΕΥΡΩ/Μ <sup>3</sup>	
ΓΕΝΙΚΗ ΕΚΣΚΑΦΗ	Μ <sup>3</sup>	12060	2,6	31356
ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΥΛΙΚΩΝ	Μ <sup>3</sup>	12060	2	24120
ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΧΩΣΗΣ	Μ <sup>3</sup>	10320	9	92880
ΕΠΙΧΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ	Μ <sup>3</sup>	10320	3	30960
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (ΕΥΡΩ)				301256,65

## ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΟΧΕΤΟΥ 2<sup>ης</sup>

### ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Πίνακας 26-Προυπολογισμός κόστους υλικών και εργασιών οχετού 2<sup>ης</sup> περίπτωσης

ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ 2ης ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΟΧΕΤΟΥ					
	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑΣ (ΕΥΡΩ/Μ <sup>3</sup> )	ΤΙΜΗ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ(ΑΝΤΛΙΑ) (ΕΥΡΩ/Μ <sup>3</sup> )	ΤΕΛΙΚΗ ΤΙΜΗ
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ	m <sup>3</sup>	826,2	55	3	47919,6
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ		72	30	3	2376
		ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑΣ (ΕΥΡΩ)	ΤΙΜΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	

ΣΙΔΗΡΟΠΛΙΣΜΟΣ	kg	35102	0,66	0,13	27730,6
ΓΕΩΥΦΑΣΜΑ	m <sup>2</sup>	1260	2	1	3780
ΔΙΑΤΡΗΤΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ Φ400	m	70	6	0,8	476
ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΕΠΑΛΕΙΨΗ	m <sup>2</sup>	420	2	1,2	1344
<b>ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ</b>					
			ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ ΕΥΡΩ/Μ <sup>3</sup>		
ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΥΛΟΤΥΠΟΥ-ΜΕΤΑΛΟΤΥΠΟΥ ΚΑΙ ΙΚΡΙΩΜΑΤΩΝ	M <sup>3</sup>	826,2	57		47093,4
<b>ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ</b>					
		ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΕΚΧΩΜΑΤΩΝ (M <sup>3</sup> )	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ ΕΥΡΩ/Μ <sup>3</sup>		
ΓΕΝΙΚΗ ΕΚΣΚΑΦΗ	M <sup>3</sup>	12390	2,6		32214
ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΥΛΙΚΩΝ	M <sup>3</sup>	12390	2		24780
ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΧΩΣΗΣ	M <sup>3</sup>	10470	9		94230
ΕΠΙΧΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ	M <sup>3</sup>	10470	3		31410
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (ΕΥΡΩ)					313353,60

Σχόλιο : Η τελική διαφορά στην τιμή κατασκευής του οχετού είναι 12097,28 ΕΥΡΩ με τον οχετό της 2<sup>ης</sup> περίπτωσης να είναι ακριβότερος. Στην περίπτωση του οχετού με 2 ανοίγματα, όπου έχουμε μικρότερα εντατικά μεγέθη σε σχέση με τον οχετό με 1 άνοιγμα για να έχουμε μια οικονομικότερη λύση θα προχωρούσαμε σε επαναδιαστασιολόγηση του οχετού μικραίνοντας τα πάχη των πλακών και των τοιχωμάτων του οχετού, μειώνοντας έτσι τον όγκο σκυροδέματος και κατ'επέκταση το κόστος κατασκευής του οχετού με 2 ανοίγματα.

## 5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ : ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΟΧΕΤΟΥ

Κάθε μελέτη κατασκευής περιέχει μία τεχνική έκθεση στην οποία περιγράφεται αναλυτικά και με κάθε λεπτομέρεια ο τρόπος κατασκευής ενός φέρων οργανισμού

(π.χ. πολυώροφη κατοικία, γέφυρα , τοίχος αντιστήριξης , οχετό, σήραγγα, δίκτυο ύδρευσης και αποχέτευσης κ.α.) καθώς επίσης υλικά κατασκευής , ανοχές σε επιθυμητά αποτελέσματα σκυροδετήσεων και άλλων λεπτομερειών .

Παρακάτω σας παρουσιάζω μια προσπάθεια δημιουργίας τεχνικής έκθεσης για την κατασκευή κιβωτοειδούς οχετού .

Η παραπάνω μελέτη αφορά την διαστασιολόγηση ενός κιβωτοειδούς οχετού όπου γίνεται η διεύθυνση ενός μικρού ποταμού με μικρή παροχή. Ο οχετός θα κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε τα οχήματα να περνάνε παράλληλα με την διεύθυνση του νερού .

Ο οχετός θα είναι κατασκευασμένος από οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30 όπου ο λόγος N/T δεν θα ξεπερνά το 0,55 για λόγους εργασιμότητας και υψηλών αντοχών. Κάτω από την βάση του οχετού θα τοποθετηθεί πρώτα μια στρώση από καλά διαβαθμισμένο υλικό για 1 μέτρο ύψος και στη συνέχεια θα τοποθετηθεί γεώφασμα για της αποστράγγιση πιθανών νερών, αμέσως μετά για άλλο ένα μέτρο θα τοποθετηθεί χονδρόκοκκο υλικό. Στην συνέχεια θα γίνει σκυροδέτηση μετόν καθαριότητας στρώσης πάχους 20 cm για την δημιουργία χώρου αποθήκευσης υλικών και εξοπλισμού , για την αποφυγή της επαφής του σιδηρού οπλισμού με τον έδαφος ώστε να μην διαβρωθεί και για την ευκολότερη εργασία των εργαζομένων.

Αφού ολοκληρωθεί η στρώση καθαριότητας θα πρέπει πρώτα να σκυροδετηθεί η βάση του οχετού και στην συνέχεια να γίνει η σκυροδέτηση των τοιχίων, για την παραλαβή υδροστατικών πιέσεων, την πιο εύκολη, γρήγορη και αποτελεσματική δουλειά προτείνετε η χρήση παννέλων.

Για την κατασκευή της άνω πλάκας θα χρησιμοποιηθεί συμβατικό ικρίωμα που θα έχει η εργοληπτική επιχείρηση . Στο σχεδιασμό της κάτω πλάκας έχει ληφθεί υπ όψη το φορτίο της σκαλωσιάς και της άνω πλάκας.

Μετά την ολοκλήρωση του οχετού θα γίνει η επίχωση του οχετού με καλά διαβαθμισμένο υλικό για ύψος 4μετρων με συμπύκνωση σε στρώσεις ανά 30 εκατοστά. Τέλος θα γίνει η κατασκευή του οδοστρώματος που θα αποτελείται από την βάση, την υπόβαση και την ασφαλτική στρώση.

Η κατασκευαστική εταιρία που θα αναλάβει την περάτωση του έργου θα πρέπει να έχει στην διάθεση της τον παρακάτω εξοπλισμό :

- Ανθρώπινο δυναμικό που να καλύψει τις ανάγκες του έργου εντός του χρονοδιαγράμματος που έχει τεθεί
- Τον απαραίτητο εξοπλισμό ασφαλείας για τους εργαζομένους (π.χ. παπούτσια ασφαλείας , κράνοι , διακριτικά γιλέκα , μάσκες και γυαλιά για όσους εργάζονται με ηλεκτροκόλληση κ.α.)
- Τα απαραίτητα υλικά κατασκευής ( συμβατικό ξυλότυπο , μεταλότυπο τοιχίων , ικρίωματα κ.α.)

- Οχήματα μεταφοράς εξοπλισμού
- Χωματουργικά μηχανήματα ( εκσκαφέα, φορτωτή ,φορτηγά, διαμορφωτή , συμπυκνωτή κ.α.)

## 6<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ : ΠΕΡΙΛΗΨΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το αντικείμενο της πτυχιακής μου εργασίας είναι να περάσω στο λογισμικό SAP2000 το προσομοίωμα ενός οχετού με καθαρό άνοιγμα 7μέτρα και ύψος 5 μέτρα. Έγινε μια επίλυση με ένα άνοιγμα 5 x 7m και μια επίλυση με 2 ανοίγματα 3,5 x 5 μέκαστο

Ο υπολογισμός των κινητών φορτίων έγινε με βάση ένα paper του Πανεπιστημίου της Minnesota για την όσο γίνεται πιο ακριβή προσέγγιση των φορτίων λόγω κινητών φορτίων. Τα φορτία αυτά τα πέρασα στο SAP2000 και πήρα κάποιες τιμές καμπτικών ροπών, αξονικών δυνάμεων, και τεμνουσών δυνάμεων

Στη συνέχεια προχώρησα στην διαστασιολόγηση του οπλισμού και για τις 2 περιπτώσεις

Τέλος έγινε μια προσπάθεια προσέγγισης του. Εν τέλη καταλήγουμε στα παρακάτω συμπεράσματα :

- Στη δεύτερη περίπτωση που έχουμε κι ένα τοίχιο στη μέση οι καμπτικές ροπές από μόνιμα και κινητά φορτία μειώνονται σημαντικά
- Οι ροπές λόγω σεισμού στη περίπτωση με το τοίχιο στη μέση του οχετού αυξάνονται κατά 25% περίπου
- Η οικονομική διαφορά είναι ασήμαντη ανάμεσα στις 2 πιθανές λύσεις, η διαφορά είναι στο 5%
- Στην περίπτωση του οχετού με τοίχωμα στην μέση αυξάνεται η δυσκαμψία του περίπου 50%
- Ο οχετός με 2 ανοίγματα είναι οικονομικότερος αλλά θα προχωρούσαμε σε διαφοροποίηση των διαστάσεων της άνω και κάτω πλακάς και των τοιχωμάτων. Με αυτό τον τροπο θα μικραίναμε τις διαστάσεις των τοιχωμάτων και των πλακών κατά 30 εκατοστα που θα σήμαινε μείωση του όγκου σκυροδέματος κατά 30% αρα από τα 100.000 ΕΥΡΟ που έχουμε σκυρόδεμα θα πέφταμε στα 70.000. Έκπτωση 30.000 ΕΥΡΟ ή αλλιώς το 10% του κόστους όλης της κατασκευής.
- Η διαδικασία που έγινε παραπάνω είναι απαραίτητη και σημαντική για να εκτιμήση κάποιος το κόστος του έργου άλλα και να γνωρίζει τι υλικά πρέπει να χρησιμοποιήσει.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

### Ελληνικές

*E.A.K 2000 Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (Απρίλιος 2001, Αθήνα)*

*ΚΤΧ2008 (Κανονισμός Τεχνολογίας Χάλυβα 2008 )*

ΠΕΤΕΠ 08-03-03-00 , Έκδοση 1.0 (Μάιος 2006) , Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

ΟΜΟΕ (Οδηγίες μελετών οδικών έργων)

Θεοφάνης Α.Γεωργόπουλος Δρ πολ.μηχ. ( Έτος 2005) οπλισμένο σκυρόδεμα

*Παναγόπουλος Γ. πολ. Μηχ/κος Msc , Κριτας Ε. πολ. Μηχ Msc, ( Έτος 2005), Κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος I*

Για την επίλυση του οχetőυ χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SAP2000

### Ξενόγλωσσες

Barnes Graham (2005) –Εδαφομηχανική ,Αρχές και εφαρμογές , 2<sup>η</sup> Αγγλική έκδοση Εκδόσεις κλειδάριθμος

*EARTHQUAKE DESIGN PROCEDURES FOR RECTAGULAR UNDERGROUND STRUCTURES EQC Project No 01/470*

*Prepared: J H Wood Rev B: 17 July 2004*

*LRFD BRIDGE DESIGN SEPTEMBER 2013. AASHTO ( American Association of State Highway and Transportation Officials)*

Ανακτήθηκε από : <https://www.allacronyms.com/AASHATO#ixzz56AqdXmQE>

### Διαδικτυακές πηγές

1<sup>α</sup>) <http://www.lhvprecast.com>

1<sup>β</sup>) <https://www.doka.com/>

1<sup>γ</sup>) <http://users.teiath.gr>

2) <http://www.iakovidis.com>

3) <http://www.navrozoglou.gr>

4) <http://www.vprperformance.com>

5) <http://www.buildinghow.com>

6) <http://www.tkanterakis.gr>

7) <http://www.buildingandhouses.com/>

8) <https://www.bizoo.ro>