

Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΤΠΟΔΟΜΗΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΜΙΤΠΟΓΕΙΑΣ ΤΔΑΤΟΔΕΞΑΜΕΝΗΣ (ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Τ)

ΘΕΣΗ: ΚΤΡΙΑΚΙ Ν.ΒΟΙΩΤΙΑΣ

ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ: ΔΕΔΕΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ  
ΣΩΡΡΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Δρ.Ν.ΚΑΘΡΕΠΤΑΣ



ΠΑΤΡΑ

ΜΑΙΟΣ 1996



# Ποτασιακή Εργασία

Υπολογισμός  
Ημιπόγειας  
Υδροδεξαμενής  
με χρήση Η/Υ



ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	1977
----------------------	------

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- 1α. Πρόλογος - Ιστορική Αναδρομή
- 1β. Εισαγωγή Στην Πτυχιακή

### 2. ΕΡΓΟ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ

- 2α. Υλικό Κατασκευής Αγωγού Μεταφοράς
- 2β. Κατασκευή Σωληνώσεων
- 2γ. Τεχνικά Έργα Αγωγού Μεταφοράς

### 3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΚΤΥΟΥ - ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

- 3α. Προσδιορισμός Αναγκών σε Νερό
- 3β. Διακύμανση της Κατανάλωσης
- 3γ. Σχεδιασμός Αγωγού Μεταφοράς  
Από την Υδροληψία ως την Δεξαμενή
- 3δ. Αντλητικό Σύστημα
- 3ε. Υπολογισμός Χωρητικότητας της Δεξαμενής

### 4. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΔΑΤΟΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

- 4α. Δεξαμενή Αποθήκευσης
- 4β. Θέση της Δεξαμενής ως προς  
την Τροφοδοτούμενη Περιοχή

### 5. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

- 5α. Σκυρόδεμα - Έλεγχος Ποιότητας -  
Στεγανωτικά Σκυροδέματος
- 5β. Σιδηρούς Οπλισμός - Έλεγχος Ποιότητας -  
Προστασία έναντι Οξειδωσης - Τοποθέτηση Ράβδων
- 5γ. Ξυλότυποι - Ικριώματα
- 5δ. Χυτοσιδηρές Βαθμίδες - Χαρακτηριστικά Τοποθέτησης
- 5ε. Καλύμματα

### 6. ΣΤΑΤΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

### 7. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1α. ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Όλοι θα συμφωνούσαν ότι το νερό είναι από τα πολυτιμότερα αγαθά. Χωρίς το νερό άλλωστε δεν θα υπήρχε ζωή. Είναι το μοναδικό ίσως αγαθό που υπάρχει στον πλανήτη μας σε τόση αφθονία και αν δεν λάβουμε τα απαραίτητα μέτρα για την προστασία του μπορεί να δημιουργηθεί πρόβλημα λειψυδρίας. Με την αξιοποίηση του νερού εξάλλου σημειώθηκαν τα πρώτα δείγματα πολιτισμού. Ήταν περίπου το 10.000 π.Χ όταν οι Σουμέριοι κατοίκησαν τις όχθες της Μεσοποταμείας και εκμεταλλεύτηκαν τα νερά των ποταμών Ευφράτη και Τίγρη, για την καλλιέργεια των αγρών. Κατασκεύασαν αυλάκια για να οδηγούν το νερό από την κοίτη των ποταμών στους αγρούς, που ήταν πιο ψηλά, αφού όταν πλημμύριζαν οι ποταμοί τα νερά τους κατέστρεφαν τη σοδειά.

Εξίσου σημαντική ήταν και η συνέχεια που δόθηκε το 520 π.Χ. όταν ο Μεγαρέας μηχανικός Ευπαλίνος κατασκεύασε στη Σάμο ένα από τα σημαντικότερα τεχνικά έργα κατά την αρχαιότητα. Έργο που προκαλεί ακόμα και σήμερα το θαυμασμό μας. Πρόκειται για την περίφημη σήραγγα του Ευπαλίνου. Σκοπός του έργου η προμήθεια της πρωτεύουσας του νησιού με νερό. Στο υδραυλικό αυτό έργο συγκαταλέγεται και η μοναδική σήραγγα του Ευπαλίνου, μήκους 1040 μ.. Το έργο εντάσσεται στα λεγόμενα Πολυκράτεια έργα που χρηματοδότησε ο τότε τύραννος του νησιού Πολυκράτης. Μπορούμε να αναλύσουμε το έργο σε δύο τμήματα: α) το επιφανειακό (ή εξωτερικό), που ξεκινούσε από την πηγή-που σήμερα είναι ενσωματωμένη στην εκκλησία Αγιάδες- και με ένα σύστημα αγωγού, με προσάρτηση κάθετων ορυγμάτων για τον καθαρισμό του, συνολικού μήκους 1800μ., οδηγούσε προς την βόρεια είσοδο της σήραγγας και β) την κυρίως σήραγγα, μήκους 1040 μ.. Η σήραγγα σχηματίστηκε με ταυτόχρονη διάνοιξη και από τις δύο πλευρές του όρους Αμπελος και είχε διαστάσεις 1.80x1.80 περίπου. Δύο συνεργεία εργατών χρειάστηκαν δέκα χρόνια, για να ολοκληρώσουν τη σήραγγα και να συναντηθούν στη μέση της διαδρομής με μικρή παρέκκλιση. Στο δάπεδό της ανοίχτηκε τεράστιος αγωγός, κατωφέρης, μέσα στον οποίο τοποθετήθηκαν κεραμικοί σωλήνες που μετέφεραν το νερό προς την πόλη. Το όλο σύστημα συμπληρωνόταν από δεξαμενές και άλλα αρδευτικά έργα μετά το τέλος της σήραγγας, προς την πλευρά της πόλης. Το έργο αυτό προβλημάτισε πολλούς, μιάς και ακόμα στις μέρες μας αποτελεί ένα δύσκολο για κατασκευή έργο.

Δύο αιώνες αργότερα ο Αρχιμήδης έλυσε το πρόβλημα μέτρησης του χρόνου για τους Αρχαίους κατασκευάζοντας το υδραυλικό ρολόι. Το πρόβλημα προσδιοριζόταν στη δυσκολία μέτρησης κατά τις νυχτερινές ώρες και τον υπολογισμό των εναλλαγών της ανάλογα με την εποχή. Το λάθος που μπορούσε να κάνει το υδραυ-



λικό ρολόι του Αρχιμήδη ήταν μόλις 2 λεπτά εμπρός ή πίσω. Το πολύπλοκο αυτό όργανο-μηχανισμός είχε ύψος 4μ., μπορούσε να ειδοποιήσει σε κάθε αλλαγή ώρας, έφερε διάφορες διακοσμήσεις και ως ελατήριο χρησιμοποιούσε το νερό. Αξίζει να τονιστεί ότι είναι ο πρώτος υδραυλικός ωρολογιακός μηχανισμός της ιστορίας και ότι από αυτόν κατάγονται τόσο τα αυτόματα του Ηρωνα όσο και τα αυτόματα μηχανήματα του Βυζαντινού θρόνου.

Από την αρχαιότητα το υδροδοτικό πρόβλημα της Αθήνας ήταν τεράστιο. Η Αθήνα υπέφερε πάντα από το μαρτύριο της λειψυδρίας, πράγμα που μας το επιβεβαιώνει και η συνεχής ανέγερση βωμών προς τον "όμβριο Δία". Για την δικαιότερη κατανομή του λιγοστού νερού διορίζονταν διακεκριμένοι δημόσιοι λειτουργοί που ονομάζονταν "επιμεληταί των κρηνών". Ένας από αυτούς ήταν και ο Θεμιστοκλής. Ο Σόλων είχε θεσπίσει νόμους σε περιόδους ξηρασίας για την ρύθμιση της παροχής και της κατανάλωσης του πολύτιμου αγαθού.

Το ύψος της βροχόπτωσης στην Αττική ήταν πάντοτε μικρό, κατά το πλείστον βροχές υψηλής εντάσεως και χαμής διάρκειας, οι οποίες δημιουργούσαν προβλήματα στην αντιπλημμυρική προστασία της πόλης. Η ύδρευση στην Αρχαία Ελλάδα γινόταν από πηγές και πηγάδια. Αργότερα κατασκευάστηκαν και υπόγειες συλλεκτήριες στοές, κατά μήκος του Ιλισού και του Ηριδανού. Υπήρχαν και άλλα υδραγωγεία σε άλλα μέρη της πόλης λαξευμένα με σχιστόλιθο, ή νεοκατασκευασμένα από κεραμικά τεμάχια συνδεδεμένα με μόλυβδο. Ακόμα υπήρχαν υδρομαστεύσεις βοηθούμενες από μικροφράγματα. Οι Αθηναίοι χρησιμοποιούσαν στέρνες για τη συλλογή του βρόχινου νερού. Πίσω από το λόφο της Πνύκας υπάρχουν πολλές τέτοιες στέρνες λαξευμένες πάνω σε ημίσκληρη ασβεστολιθική πέτρα.

Το σημαντικότερο υδροδοτικό έργο που κατασκευάστηκε κατά την Ρωμαϊκή εποχή ήταν το Αδριάνειο υδραγωγείο, που άρχισε επί αυτοκρατορίας Αδριανού. Η διαδρομή του είχε αφετηρία τους πρόποδες της Πάρνηθας και τέλος τις υδαταποθήκες του Λυκαβηττού. Το Αδριάνειο υδραγωγείο διέρχεται σε βάθος 35-40 μέτρων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και είναι ορυγμένο σε ημίσκληρο σχιστόλιθο.

Η Αδριάνειος δεξαμενή κατασκευάστηκε στο Λυκαβηττό και φιλοξενούσε τα νερά του υδραγωγείου και είχε διαστάσεις 26μ.χ9,5μ.χ2,5μ.. Η χωρητικότητά της ήταν περίπου 500μ<sup>3</sup>. Από εκεί τροφοδοτείτο η Αθήνα με νερό με υδατογέφυρες. Αυτά τα έργα λειτουργούσαν ικανοποιητικά έως και την εποχή της υποδούλωσης από τους Τούρκους, οι οποίοι και αδρανοποίησαν το Αδριάνειο, χρησιμοποιώντας το υδραγωγείο του Ιπίστου, του Αγ. Δημητρίου και του Βοτανικού Κήπου. Μετά την απελευθέρωση το μεγαλύτερο μέρος του Αδριανείου υδραγωγείου είχε καταστραφεί και οι εκάστοτε δήμαρχοι παραχωρώντας άτοκα δάνεια προσπαθούσαν να επισκευάσουν τις ζημιές. Η ανομβρία όμως, που συνέχιζε να μαστίζει την Αθήνα έκανε επιτακτική την ανάγκη της χρησιμοποίησης άλλων πηγών, όπως της Πεντέλης, Χαλανδρίου, Τατοίου κ.α.

Έτσι φτάσαμε στα 1925 όπου άρχισαν να κατασκευάζονται τα πρώτα σύγχρονα υρδοδοτικά έργα στην πρωτεύουσα μετά την υπογραφή σύμβασης μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου, της Αμερικάνικης εταιρείας Ούλεν και Σία και της Τράπεζας Αθηνών. Η σύμβαση περιελάμβανε χρηματοδότηση και κατασκευή έργων από τις πηγές του Παρνασσού καθώς και την κατασκευή ενός φράγματος στη συμβολή των χειμάρρων Βαρνάβα και Χάραδρου όπου και η σημερινή θέση της λίμνης Μαραθώνα. Τα έργα επόπτευε κατασκευαστικά η Ανώνυμος Εταιρεία Υδάτων η οποία συστάθηκε για το σκοπό αυτό.

## 1β. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗ

Η πτυχιακή εργασία που παρουσιάζεται σήμερα, πραγματεύεται ένα σύνθετο αντικείμενο. Τίτλος της: "Υπολογισμός Ημιπόγεια Υδατοδεξαμενής με χρήση Η/Υ". Η συνθετότητα του αντικειμένου ήταν αυτή που μας έλκυσε το ενδιαφέρον για να ασχοληθούμε με την μελέτη αυτού του τεχνικού έργου. Για να περατωθεί η εργασία απαιτήθηκαν γνώσεις Οπλισμένου Σκυροδέματος, Υδραυλικής, Υδρεύσεων, Εδαφομηχανικής, Θεμελιώσεων καθώς και προγραμμάτων Η/Υ .

Λαμβάνοντας υπόψη την απεριόριστη και ανεκτίμητη αξία του νερού, γίνεται αντιληπτό ότι οι μελέτες έργων που αφορούν την αποθήκευσή και εκμεταλλεύσή του, απαιτούν την προσεκτική διερεύνηση του έργου, έτσι ώστε αυτό να καθίσταται αποτελεσματικό στη διάρκεια του χρόνου.

Η εκπόνηση της μελέτης στηρίζεται σε δεδομένα που είναι λογικά και αφορούν μια συγκεκριμένη περιοχή που πρόκειται να υδροδοτηθεί. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι τα αριθμητικά δεδομένα ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα και ακολουθούν τις εν γένει σημερινές απαιτήσεις.

Στο εσωτερικό του τεύχους γίνεται αναφορά, τόσο περιγραφικά όσο και σχηματικά, των υδραυλικών χαρακτηριστικών της μελέτης, των στατικών υπολογισμών καθώς και των τεχνικών προδιαγραφών των υλικών που απαιτούνται για την κατασκευή των επιμέρους τμημάτων του έργου. Το τεύχος ολοκληρώνεται με μια σειρά κατασκευαστικών σχεδίων που αποτυπώνουν διάφορες όψεις, τομές και λεπτομέρειες του έργου.

Το τεχνικό γραφείο Καθρέπτας & Συν/τες μας παρείχε τον αναγκαίο εξοπλισμό:

Υπολογιστές : 486DX - 40  
486DX - 66

Εκτυπωτές : Panasonic Laser  
Plotter Epson Stylus 1000

Προγράμματα :

Γενικού σχεδιασμού : AUTOCAD12

Στατικού υπολ/σμού: NEXT

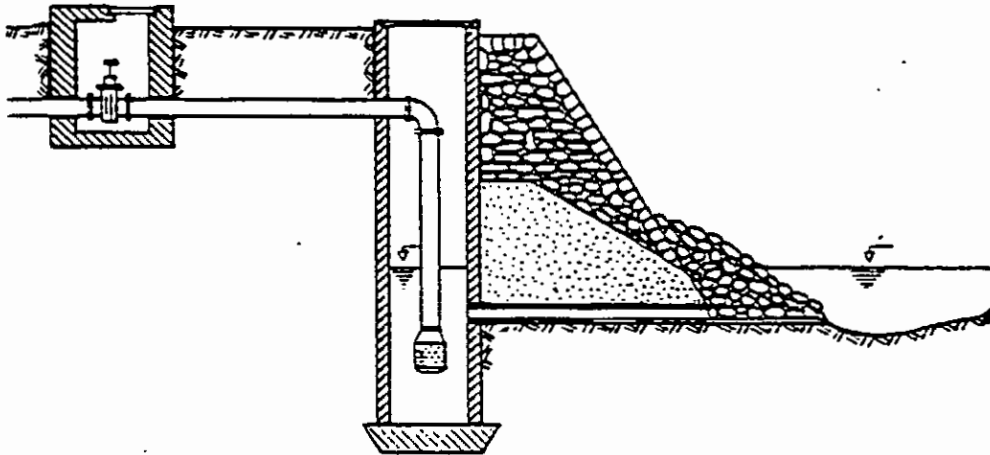
Επεξ/στής κειμένου : WINDOWWORKS, WINDOWS

Σχεδίαση εξώφυλλου: COREL DRAW6



## 2. ΕΡΓΟ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ

Η ύδρευση της πόλης της οποίας καλούμαστε να κατασκευάσουμε μία δεξαμενή αποθήκευσης νερού, αρχίζει από το έργο υδροληψίας που αποτελεί το έργο συλλογής του νερού το οποίο προέρχεται από επιφανειακούς υδάτινους πόρους και συγκεκριμένα από λίμνη. Υπάρχουν και άλλοι τρόποι κατασκευής έργων υδροληψίας που διαφοροποιούνται ανάλογα με την προέλευση του νερού.



σχήμα υδροληψίας

- α. Υδροληψία από πηγαίους υδάτινους πόρους
- β. Υδροληψία από υπόγειους υδάτινους πόρους
- γ. Υδροληψία από βρόχινο νερό

Κάθε λίμνη, φυσική ή τεχνητή, αποτελεί ένα μεγάλο ταμειυτήρα. Πρωταρχικό μέλημα του μελετητή είναι να επιδιώξει την κατασκευή του έργου ανάντι της πόλης ώστε να αποφευχθεί η περίπτωση μόλυνσης του νερού από τις αποχετεύσεις. Ανάντι της πόλης δεν επιτρέπεται να υπάρχει εκβολή υπονόμων, ούτε της ίδιας ούτε τυχόν γειτονικής, ακόμα κι αν τα λύματα έχουν περάσει το βιολογικό καθαρισμό.

Το έργο υδροληψίας τοποθετείται στις ψηλές περιοχές όπου τα ρεύματα είναι σχετικά καθαρά. Ένα ακόμη φυσικό φαινόμενο που πρέπει να μελετηθεί είναι η παρουσία ανέμων και η διεύθυνσή τους, μιας και θεωρούνται αίτιο συγκέντρωσης πλωτών αντικειμένων στην είσοδο του έργου.

Η λίμνη που πρόκειται να υδροδοτήσει τον οικισμό μας είναι βαθειά και φτωχή σε τροφικές ύλες, οι οποίες αποτελούν γενεσιουργό αιτία των βακτηριδίων και των ιών. Επιδιώκουμε την τοποθέτηση του στομίου αναρρόφησης σε τέτοιο βάθος ώστε να μην φθάνουν οι ηλιακές ακτίνες και συνεπώς να μην αναπτυχθεί το πλαγκτόν. Το στρώμα αυτό βρίσκεται σε βάθος 20 μέτρων περίπου α-

πό την επιφάνεια. Στον αντίποδα όμως, η συλλογή του ύδατος πρέπει να γίνεται σε ύψος τουλάχιστον 5 μέτρων πάνω από τον πυθμένα της λίμνης ώστε να αποφεύγεται η είσοδος ιζημάτων. Οι υποβρύχιοι αγωγοί πρέπει να έχουν αρμούς αρθρωτούς και να είναι κατασκευασμένοι από υλικά υψηλής αντοχής, γιά να μην σπάνε εύκολα μιάς και το κόστος επιδιόρθωσης ζημιών είναι αρκετά υψηλό.

Το έργο υδρομάστευσης πρέπει να αγκυρώνεται και να εξασφαλίζεται από ενδεχόμενη είσοδο αιωρημάτων. Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση φίλτρων συνήθως μηχανικών στο στόμιο του αναρροφητικού αγωγού. Ο αγωγός συναρμολογείται πλήρως στην επιφάνεια και κατόπιν βυθίζεται στη λίμνη. Πρέπει να λάβουμε μέτρα ώστε το έργο υδροσυλλογής να μην παρουσιάσει ζημιές π.χ. λόγω της ναυσιπλοίας.

Όπως και στα έργα ποταμών έτσι και σε αυτή την περίπτωση το νερό οδηγείται σε κοντινό αντλιοστάσιο. Είναι απαραίτητη η εξασφάλιση της απαιτούμενης παροχής ακόμη και σε περιόδους ξηρασίας. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός τεχνητού ταμιευτήρα. Η κατασκευή του βοηθά στην εξίσωση μεταξύ διαθέσιμης φυσικής ροής και κατανάλωσης. Σε περιόδους χαμηλής ζήτησης το νερό συγκεντρώνεται στον ταμιευτήρα, ενώ όταν η κατανάλωση είναι αυξημένη ο ταμιευτήρας αδειάζει. Ο ταμιευτήρας κατασκευάζεται από χωμάτινα ή λιθόρριπτα φράγματα, που εμποδίζουν την έξοδο του νερού απο τη λίμνη.

Πριν από την πλήρωση του ταμιευτήρα πρέπει να απομακρύνουμε από την περιοχή κατακλύσεως του νερού τα οργανικά εδάφη και τα φυτικά κατάλοιπα, στοιχεία που υποβαθμίζουν την ποιότητα του νερού. Προβλέποντας τις θέσεις που θα συμβάλουν ποταμοί και ρεύματα στο χώρο κατακλύσεως του ύδατος κατασκευάζουμε προφράγματα που σκοπό έχουν την παγίδευση φερτών υλικών.

## 2α. ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Η εξέλιξη της τεχνολογίας βελτίωσε και αύξησε τις ιδιότητες και τις μορφές των σωλήνων. Στις μέρες μας υπάρχουν πολλά είδη σωλήνων που διαφοροποιούνται από το υλικό κατασκευής. Είναι φυσικό κάθε υλικό να παρουσιάζει μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα, σε σύγκριση με τα άλλα υλικά. Ανάλογα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις που καλείται να καλύψει το τεχνικό έργο χρησιμοποιείται το ένα ή το άλλο υλικό. Η συνεχής ανάπτυξη νέων μεθόδων και μηχανημάτων για την παραγωγή σωλήνων και η παράλληλη βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων τους καθώς και η μείωση του κόστους κατασκευής διέυρυναν τη χρήση τους. Οι σωλήνες για ύδρευση ανάλογα με το υλικό κατασκευής διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- α. χυτοσιδηροί σωλήνες
- β. χαλύβδινοι σωλήνες
- γ. αμιαντοτσιμεντοσωλήνες
- δ. πλαστικοί σωλήνες

Οι τελευταίοι προτιμήθηκαν για την μεταφορά του νερού από την υδροληψία στη δεξαμενή αποθήκευσης. Οι πλαστικοί σωλήνες είναι επίτευγμα των τελευταίων τεχνολογικών εξελίξεων. Σε σύγκριση με άλλους παρουσιάζουν μικρότερο βάρος και συνεπώς διευκολύνουν στη μεταφορά και την τοποθέτησή τους. Επίσης παρουσιάζουν μικρό συντελεστή τραχύτητας, δεν έχουν την τάση να σχηματίζουν εσωτερικό φλοιό και αντέχουν πολύ σε διαβρωτικές επιρροές. Ένα άλλο πλεονέκτημα των πλαστικών σωλήνων είναι η ελαστικότητά τους και η δυνατότητα απόσβεσης των χτυπημάτων κριού.

Σοβαρό μειονέκτημα όμως αποτελεί η μειωμένη αντίσταση σε θερμότητα και η ψαθυρότητα που εμφανίζουν σαν φυσικό επακόλουθο. Γενικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι πλαστικοί σωλήνες χρησιμοποιούνται ευρύτατα από τους κατασκευαστές μέχρι Φ250.

Πρώτη ύλη για την κατασκευή τους είναι το χλωριούχο πολυβινύλιο (σκληρό P.V.C.) για μεγάλες διαμέτρους και το πολυαιθυλένιο (σκληρό P.E.) για τις μικρότερες.

Οι συνδέσεις των πλαστικών σωλήνων μπορεί να είναι συγκολλητές ή περαστές. Για την κατασκευή υδρευτικού έργου εφαρμόζονται περαστές συνδέσεις τύπου μούφας-ευθέως άκρου ή διπλής περαστής μούφας, με τους κατάλληλους στεγανωτικούς δακτυλίους.

## 2β. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Οι σωλήνες από τους οποίους αποτελούνται οι αγωγοί είναι πολύ σημαντικά στοιχεία του έργου ύδρευσης. Η καλή τοποθέτηση και η συντηρησή τους είναι άμεσα συνυφασμένες με την ανεμπόδιστη εκμεταλλευσή τους.

Το πρώτο μέλημα που προηγείται της κατασκευής είναι η φόρτωση, η μεταφορά και η εκφόρτωση. Είναι αναγκαίος ο έλεγχος για τυχόν ζημιές που έγιναν και η αντικατάσταση των σωλήνων που έπαθαν βλάβη. Οι σωλήνες τοποθετούνται κατά μήκος της χαράξεως, και η απόθεση γίνεται ώστε να αποφεύγονται τα ραγίσματα και η ρύπανση του εσωτερικού τους από χωμάτινες ύλες. Τα χαντάκια των σωλήνων πρέπει να σκαφτούν στο απαραίτητο βάθος ώστε να εξασφαλίζεται η θερμική μόνωση και να αποφεύγεται η επιβλαβής επίδραση από τις απότομες θερμοκρασιακές μεταβολές.

Επίσης το πλάτος της τάφρου πρέπει να είναι ανάλογο ώστε να διευκολύνεται η δουλειά των εργατών. Το πλάτος του πυθμένα πρέπει να είναι περίπου 40 πόντους μεγαλύτερο από την εξωτερική διάμετρο της μούφας. Αν το έδαφος δεν είναι καλής ποιότητας και υπάρχει κίνδυνος ολίσθησης των πρανών της τάφρου, τότε τοποθετούνται αντιρήδες. Αυτές μπορεί να είναι μεταλλικές ή ξύλινες (πασσαλοσανίδες) και ρόλος τους είναι η διατήρηση της επιθυμητής διατομής της τάφρου, κατά τη διάρκεια των έργων σύνδεσης των σωλήνων, και η ασφάλεια των εργατών. Ακόμα στον πυθμένα της τάφρου πρέπει να έχει γίνει εξυγείανση. Δηλαδή να έχουν απομακρυνθεί πέτρες και αιχμηρά αντικείμενα καθώς και τυχόν υπόγεια νερά που θα υπονομεύσουν την καλή συμπύκνωση της υπόβασης.

Για την τοποθέτηση απαιτούνται εξειδικευμένα συνεργεία και ειδικά μηχανήματα για το βύθισμα των κομματιών στην τάφρο. Επίσης ο σωλήνας πρέπει να στηρίζεται καλά στον πυθμένα. Αυτό επιτυγχάνεται με ένα στρώμα άμμου ιδίως στα σημεία όπου ο πυθμένας είναι βραχώδης. Η συμπύκνωση της άμμου γίνεται με μηχανικά μέσα, κλιμακωτά ανά 30-50εκ.

Το υλικό πλήρωσης της τάφρου πάνω από το ύψος του αγωγού μπορεί να είναι χωμάτινα μπάζα, (προϊόντα εκσκαφής) απαλλαγμένα όμως από αιχμηρούς λίθους και ρίζες φυτών ώστε να φθάνουν μειωμένοι οι κραδασμοί από την υπερκείμενη κυκλοφορία. Πρέπει επίσης να εξασφαλισθεί η στεγανότητα των αγωγών στις συνδέσεις. Αυτό ελέγχεται από ειδικευμένο προσωπικό, πληρώνοντας τους υπό δοκιμή αγωγούς με νερό και παρατηρώντας αν υπάρχουν απώλειες στους συνδέσμους. Αστοχία στην κατασκευή μπορεί να επισημανθεί αν ασκώντας πίεση στους αγωγούς, παρατηρηθούν μετατοπίσεις του αγωγού. Το τμήμα που εξετάζεται κάθε φορά δεν πρέπει να ξεπερνά τα 100μ.

Ακόμα όταν οι συνδέσεις των σωλήνων δεν μπορούν να παραλάβουν αξονικές δυνάμεις, οι σωλήνες πρέπει να εξασφαλισθούν από αποσύνδεση και πλευρική μετατόπιση. Γι' αυτό το λόγο αγκυρώνονται τα ακραία σημεία, οι καμπύλες

Ακόμα όταν οι συνδέσεις των σωλήνων δεν μπορούν να παραλάβουν αξονικές δυνάμεις, οι σωλήνες πρέπει να εξασφαλισθούν απο αποσύνδεση και πλευρική μετατόπιση. Γι' αυτό το λόγο αγκυρώνονται τα ακραία σημεία, οι καμπύλες και οι διακλαδώσεις. Η αγκύρωση γίνεται με όγκους από σκυρόδεμα, άοπλο όχι αναγκαία υψηλής ποιότητας (C12) και έτσι οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις διαβιβάζονται στο έδαφος. Οι σωλήνες από P.V.C. που είναι και το υλικό κατασκευής του αγωγού μεταφοράς δεν επιτρέπεται να κάμπτονται συγχρόνως και κατά την οριζόντια και κατακόρυφη διεύθυνση. Για αλλαγές διευθύνσεως μεγαλύτερες από τις επιτρεπόμενες επιβάλεται η χρήση ειδικών εξαρτημάτων (καμπύλες). Για την καλύτερη εποπτεία του τεχνικού έργου κατασκευάζονται φρεάτια επίσκεψης ανά τακτά χρονικά διαστήματα (80-120μ) ανάλογα και με τις απαιτήσεις του έργου.

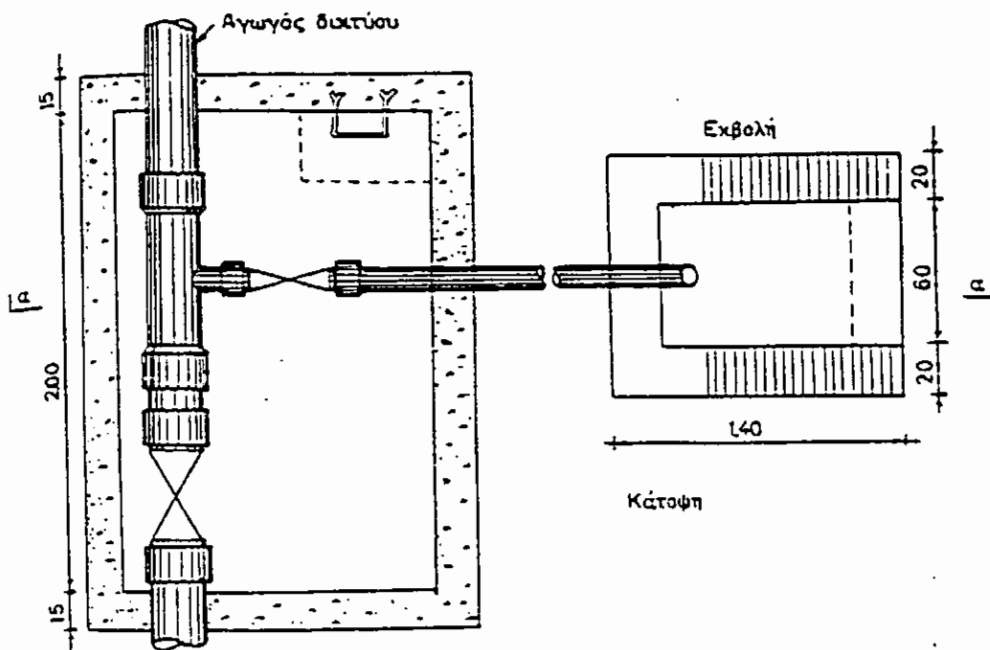
## 2γ. ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΑΓΩΓΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Κατά τη διαδρομή του αγωγού μεταφοράς κατασκευάζονται τεχνικά έργα ώστε να εξασφαλίζεται η καλή λειτουργία του. Τα σπουδαιότερα τεχνικά έργα είναι τα ακόλουθα:

- Εκκενωτές
- Αεροεξαγωγοί
- Φρεάτια διακοπής πίεσης

### 1. Εκκενωτές

Ο ρόλος του τεχνικού έργου αυτού είναι η εκκένωση του αγωγού μεταφοράς ή τμημάτων του για επισκευή ή καθαρισμό. Τοποθετούνται στα χαμηλότερα σημεία της χάραξης. Μέσα στο φρεάτιο βρίσκεται μια δικλείδα που με ένα αγωγό μικρότερης διαμέτρου διακόπτει τη ροή, και τη διοχετεύει σε κάποιο κοντινό ρέμα της περιοχής. Η διακλάδωση είναι εφοδιασμένη με δικλείδα η οποία παραμένει κλειστή και ανοίγει μόνο για την εκκένωση του αγωγού. Στο άκρο της έχει κλάπα εκροής που ανοίγει με την πίεση του νερού και κλείνει με τη διακοπή του αυτόματα, για να εμποδίζει την είσοδο μικρών ζώων μέσα στον αγωγό μεταφοράς.



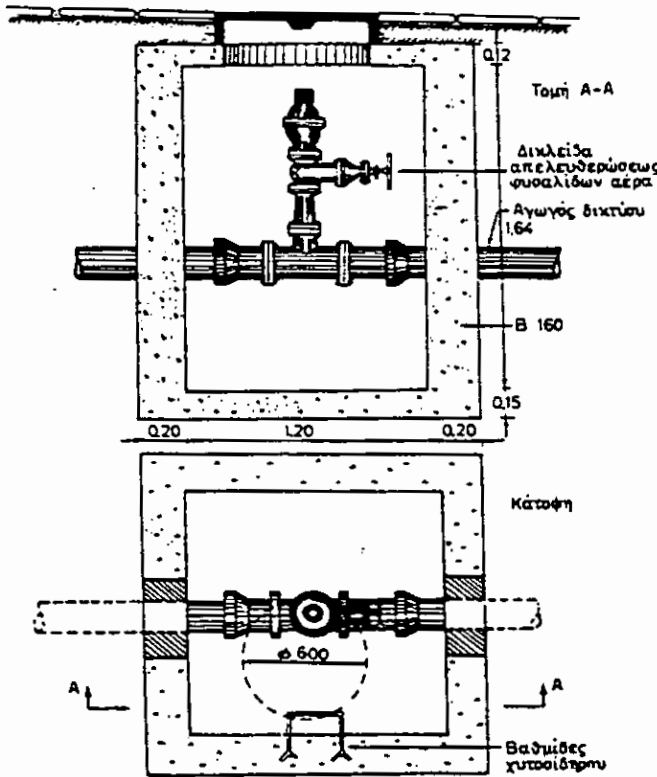
σχήμα εκκενωτή

### 2. Αεροεξαγωγοί

Τοποθετούνται στα υψηλότερα σημεία της χάραξης και χρησιμεύουν για την απομάκρυνση του αέρα που συγκεντρώνεται στα υψηλότερα σημεία του αγωγού.



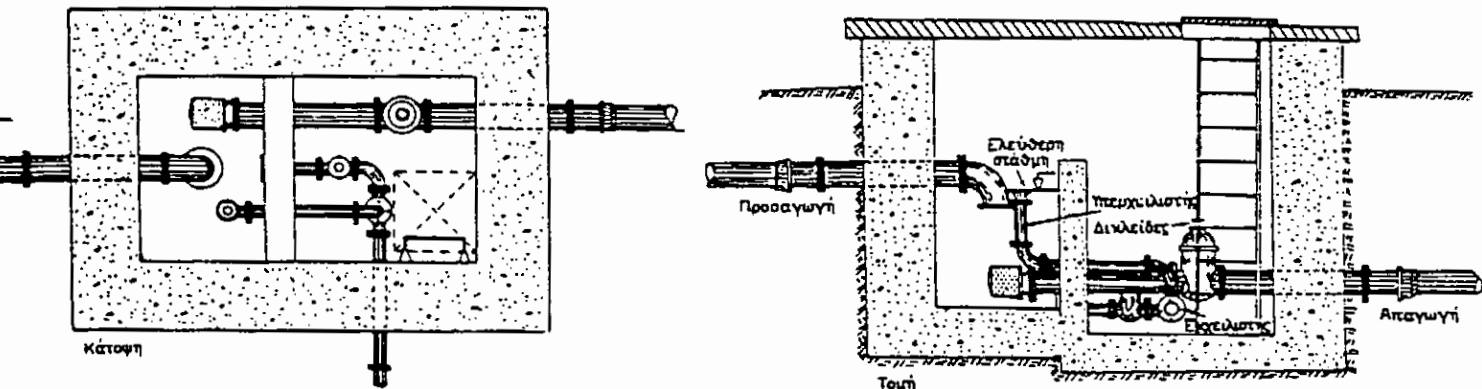
απομάκρυνση του αέρα που συγκεντρώνεται στα υψηλότερα σημεία του αγωγού. Ο απελευθερωμένος από το νερό αέρας, όπου βρίσκεται σε μικρές ποσότητες διαλυμένος, συγκεντρώνεται στα υψηλά σημεία του αγωγού και δημιουργεί προβλήματα στη ροή του νερού. Το σύστημα αεροεξαγωγής λειτουργεί αυτόματα, και τοποθετείται σ' επισκέψιμο φρεάτιο από οπλισμένο σκυρόδεμα.



σχήμα αεροεξαγωγού

### 3. Φρεάτια διακοπής πίεσης

Τα φρεάτια διακοπής πίεσης τοποθετούνται στα χαμηλότερα σημεία χάραξης του αγωγού, όπου ο αγωγός παρουσιάζει υδροδυναμικό φορτίο μεγαλύτερο από αυτό που μπορεί να παραλάβει. Σκοπός του είναι ο υποβιβασμός της πίεσης σε ατμοσφαιρική. Η θέση τους εκλέγεται ύστερα από μελέτη σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα στοιχεία του αγωγού.



### 3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΚΤΥΟΥ-ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

#### 3α. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑΓΚΩΝ ΣΕ ΝΕΡΟ

Η ποσότητα του νερού που απαιτείται για την κατανάλωση αποτελεί το πρώτο στάδιο στο οποίο θα στηριχθεί η μελέτη ενός δικτύου ύδρευσης αφού όλες οι εγκαταστάσεις, έτσι και η δεξαμενή, εξαρτώνται άμεσα από την παροχή που καλείται να εξασφαλίσει η μελέτη.

Η μετέπειτα επέκταση των έργων πρέπει να προβλέπεται ώστε να ανταποκρίνονται τα έργα στις μελλοντικές ανάγκες της υδροδοτούμενης περιοχής. Η κατανάλωση του νερού εξαρτάται από το βιοτικό επίπεδο του πληθυσμού και από το είδος της περιοχής που πρόκειται να τροφοδοτηθεί. Ο αγροτικός οικισμός της παρούσας μελέτης έχει μικρότερες ανάγκες σε αντίθεση με τις βιομηχανικές πόλεις, τα προάστεια και τις λουτροπόλεις με αυξημένη προσέλευση τουριστών κατά τους θερινούς μήνες.

Η κατασκευή ενός έργου ύδρευσης δεν πρέπει να γίνεται με βάση τις σημερινές ανάγκες αλλά να προβλέπονται και να καλύπτονται ανάγκες μετά από περίοδο 20-40 χρόνων. Η κατανάλωση του νερού διακρίνεται βασικά σε 4 κατηγορίες:

- α. οικιακή κατανάλωση
- β. δημόσια κατανάλωση
- γ. βιομηχανική κατανάλωση
- δ. αγροτική κατανάλωση

##### α. οικιακή κατανάλωση

Όταν λέμε οικιακή κατανάλωση εννοούμε το νερό που χρησιμοποιείται για πόση, πλύση και παρασκευή φαγητών. Η ποσότητα του νερού που καταναλώνεται ανά κάτοικο και ημέρα κυμαίνεται από 70-200 λίτρα. Στην συγκεκριμένη μελέτη λαμβάνεται μέση ημερήσια κατανάλωση 180 λίτρα ανά κάτοικο.

Το σημαντικότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο μελετητής είναι η πρόβλεψη της μεταβολής του πληθυσμού, για μια επιθυμητή χρονική περίοδο, γιατί εξαρτάται από πολλούς και αστάθμητους παράγοντες (πόλεμοι, καταστροφές από φυσικά αίτια, βιομηχανική ανάπτυξη κ.α.). Μια από τις κλασικότερες μεθόδους πρόβλεψης του μελλοντικού πληθυσμού είναι η χρήση των τύπων του ανατοκισμού:

$$E_n = E_s(1+0.01r)^n \quad \text{οπου:} \quad \begin{aligned} E_n &= \text{Πληθυσμός μετά από } (n) \text{ έτη} \\ E_s &= \text{Πληθυσμός κατά το έτος μελέτης} \\ r &= \text{Το ετήσιο ποσοστό αύξησης του πληθυσμού} \\ n &= \text{Περίοδος πρόβλεψης} \end{aligned}$$

Η μελέτη αυτής της πτυχιακής εργασίας αφορά έναν αγροτικό οικισμό με πληθυσμό 3.800 κατοίκους και περίοδο πρόβλεψης 20 χρόνια. Για τόσο μικρούς οικισμούς λαμβάνεται ετήσιο ποσοστό αύξησης του πληθυσμού 1.5%. Ετσι χρησιμοποιώντας τον τύπο του ανατοκισμού έχουμε:

$$E_n = 3.800(1+0.01 \times 1.5)^{20} = 5.118 \text{ ΚΑΤΟΙΚΟΙ}$$

#### β. δημόσια κατανάλωση

Η δημόσια κατανάλωση αποτελεί μικρό μέρος των υδρευτικών αναγκών και αποτελείται από τις δημόσιες χρήσεις σε σχολεία, δημοτικές υπηρεσίες, το πλύσιμο των δρόμων, το πότισμα των κήπων και την πυρόσβεση. Για τον υπολογισμό των δημόσιων αναγκών σε νερό λαμβάνεται ποσοστό αύξησης της συνολικής ημερήσιας κατανάλωσης της τάξης του 10%. Επίσης να αναφερθεί ότι ο τουρισμός στον οικισμό που πρόκειται να υδροδοτηθεί από το έργο αυτό δεν έχει αναπτυχθεί ούτε αναμένεται να γίνει κάτι τέτοιο στην περίοδο πρόβλεψης.

#### γ. βιομηχανική κατανάλωση

Το εμπόριο και η βιομηχανία καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες νερού για τις λειτουργικές τους ανάγκες. Σε ορισμένες περιπτώσεις απορροφούν μέχρι και το 40% της παροχής. Στην συγκεκριμένη περίπτωση όμως το εμπόριο και η βιομηχανία δεν εκτιμάται να αναπτυχθούν τις επόμενες δεκαετίες.

#### δ. αγροτική κατανάλωση

Στον οικισμό αυτό υπάρχουν περίπου 20.000m<sup>2</sup> κηπευτικές καλλιέργειες, 200 μικρά ζώα και 150 μεγάλα. Στοιχεία που θα ληφθούν υπόψη στον υπολογισμό του συνόλου των υδρευτικών αναγκών.

### 3β. ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Η κατανάλωση δεν είναι σταθερή σε όλη τη διάρκεια χρόνου. Διαφέρει από ώρα σε ώρα και από μήνα σε μήνα. Για παράδειγμα το καλοκαίρι η κατανάλωση είναι μεγαλύτερη από το χειμώνα, τις εργάσιμες μέρες μεγαλύτερη από τις Κυριακές, τις γιορτές και τις πρωινές ώρες μεγαλύτερη από τις νυχτερινές. Η διακύμανση της κατανάλωσης έχει μεγάλη σημασία μέσα στο 24ωρο και πάνω σε αυτή στηρίζεται ο σχεδιασμός του δικτύου και ο υπολογισμός της χωρητικότητας της δεξαμενής. Απαραίτητα στοιχεία για τον υπολογισμό αυτό αποτελούν τα μέγιστα, τα ελάχιστα και οι μέσες τιμές κατανάλωσης. Από παρατηρήσεις που έγιναν πολλά χρόνια, πρόκυπτει ότι η μέγιστη ημερήσια κατανάλωση είναι μεγαλύτερη από τη μέση μιάμιση φορά περίπου. Δηλαδή ισχύει:

$$\max Q^T = 1.5 Q_m^T$$

Επομένως ανάγοντας τη σχέση αυτή στα δικά μας δεδομένα για τις οικιακές ανάγκες έχουμε:

$$\max Q^T = 1.5 \times 180 = 270 \text{ lt/κατ/ημέρα}$$

Αρα η μέγιστη ολική ημερήσια κατανάλωση για τις ανάγκες του οικισμού είναι:

$$\max Q_{o\lambda}^T = \max Q_{o\lambda}^T = E_n \times 270 = 1.381 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Για την κάλυψη των αναγκών των κηπευτικών καλλιεργειών εκτιμάται ότι απαιτούνται από 0.5 έως 4.0 λίτρα την ημέρα ανά  $\text{m}^2$  επομένως απαιτείται πρόσθετη παροχή:

$$\max Q^T = 20.000 \text{ m}^2 \times 4 = 80 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Ενώ για την κάλυψη των αναγκών των ζώων εκτιμάται ότι για τα 200 μικρά απαιτούνται από 10 έως 20 λίτρα την ημέρα και για τα μεγάλα από 50 έως 80 λίτρα την ημέρα. Έτσι έχουμε:

$$\max Q_{o\lambda}^T = 200 \times 20 = 4 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$\max Q_{o\lambda}^T = 150 \times 80 = 12 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Συνοψίζοντας, η συνολική μέγιστη ημερήσια κατανάλωση για τον οικισμό και επομένως η παροχή σχεδιασμού είναι:

$$\underline{\Sigma \max Q^T = 1477 \text{ m}^3}$$

Σε αυτό το ποσό πρέπει να προσθέσουμε ένα 10% για την κάλυψη των δημοσίων αναγκών και των αναγκών πυρόσβεσης όπως και ένα 15% απόθεμα για περίπτωση ανάγκης που ενδεχομένως θα οφείλεται σε μια βλάβη του υδρευτικού δικτύου. Αναλυτικά:

$$10\% \times 1.477 = 147,7\text{m}^3$$

$$\underline{15\% \times 1.477 = 221,55\text{m}^3}$$

$$\Sigma=369.25\text{m}^3$$

Αρα η παροχή σχεδιασμού είναι:

$$\Sigma Q_{\text{σχεδ}}=1.846,25\text{m}^3$$

### 3γ. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΓΩΓΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ ΩΣ ΤΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ

Το νερό από την υδροληψία μεταφέρεται στη δεξαμενή με τη βοήθεια αντλητικού συστήματος. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τον υδραυλικό υπολογισμό των αγωγών είναι: α) η αντίσταση ροής σε σχέση με το απαιτούμενο και διαθέσιμο φορτίο, η πίεση και β) οι επιτρεπόμενες ταχύτητες ροής (από 0,5 - 1,5 m/sec).

Σε αγωγούς μικρού μήκους, όπως στην περιπτωσή μας, σημαντικό ρόλο παίζουν οι τοπικές απώλειες που παρουσιάζονται σε διάφορα εξαρτήματα όπως βάνες και δικλείδες. Ο κλασικότερος τρόπος υπολογισμού των απωλειών φορτίου είναι η χρήση της εξίσωσης των Darcy -Weisbach:

$$h_f = f \times L/D \times V^2/2g \quad \text{όπου} \quad \begin{array}{l} h_f : \text{ οι απώλειες φορτίου ανα μονάδα μήκους} \\ L : \text{ το μήκος του αγωγού} \\ D : \text{ η εσωτερική διάμετρος του αγωγού} \\ V : \text{ η μέση ταχύτητα ροής του νερού} \\ f : \text{ αδιάστατος συντελεστής τριβής} \end{array}$$

Ο συντελεστής  $f$  είναι συνάρτηση του αριθμού Reynolds ( $Re = V \times D / \nu$ ) και της σχετικής τραχύτητας ( $k/D$ ) όπου ( $k$ ) η απόλυτη τραχύτητα των εσωτερικών τοιχωμάτων του αγωγού και ( $\nu$ ) το κινηματικό ιξώδες του νερού. Επειδή ο αγωγός μεταφοράς κατασκευάστηκε από P.V.C. η απόλυτη τραχύτητά του είναι 0,005. Ο υπολογισμός της διαμέτρου ( $D$ ) του αγωγού μεταφοράς γίνεται με διαδοχικές προσεγγίσεις όπως ακολούθως. Λαμβάνεται ύψος υδροληψίας 400μ. και ύψος δεξαμενής 480μ. Επίσης το μήκος του αγωγού είναι 2.840μ. Η παροχή  $Q$  είναι:

$$Q = 1.846,25/24 \times 3.600 = 21,368 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}.$$

$$\text{Ισχύει: } D_1 = \left( 8 \times L \times Q^2 / \pi^2 \times g \times h_f \right)^{1/5} \times (f)^{1/5}$$

$$\text{Επιλέγω αυθαίρετα } f_1 = 0,015 \text{ οπότε έχω: } \underline{D_1 = 0,115\text{m} = 115\text{mm}}$$

$$\text{Ακόμα γνωρίζω: } V_1 = 4 Q_1 / \pi \times D_1^2 = 2,058 \text{ m/sec}$$

$$Re_1 = V_1 \times D_1 / \nu = 197.225 \quad \text{σχ.1}$$

$$k / D_1 = 4,34 \times 10^{-5} \quad \text{σχ.2}$$

Από τις σχέσεις 1,2 και από το διάγραμμα Moody έχω:  $f_2 = 0,0154 \sim f_1$  άρα η υπόθεση που κάναμε στην αρχή είναι αποδεκτή.

Η ταχύτητα ροής όμως είναι μεγαλύτερη του επιτρεπτού ορίου, οπότε θα πρέπει να μεγαλώσω τη διάμετρο του αγωγού. Εκλέγω  $D_{ε_1} = 160\text{mm}$ ,  $D_{ε_2} = 146,6\text{mm}$ . Άρα:  $V = 4 \times Q / \pi \times D_{ε_2}^2 = 1,30 \text{ m/sec} < 1,5 \text{ m/sec}$

Να σημειωθεί ότι οι αγωγοί μεταφοράς λειτουργούν υπο πίεση 10Atm, και οι διαμέτροι των αγωγών ελήφθησαν από την εταιρεία Πετζετάκης Α.Ε.

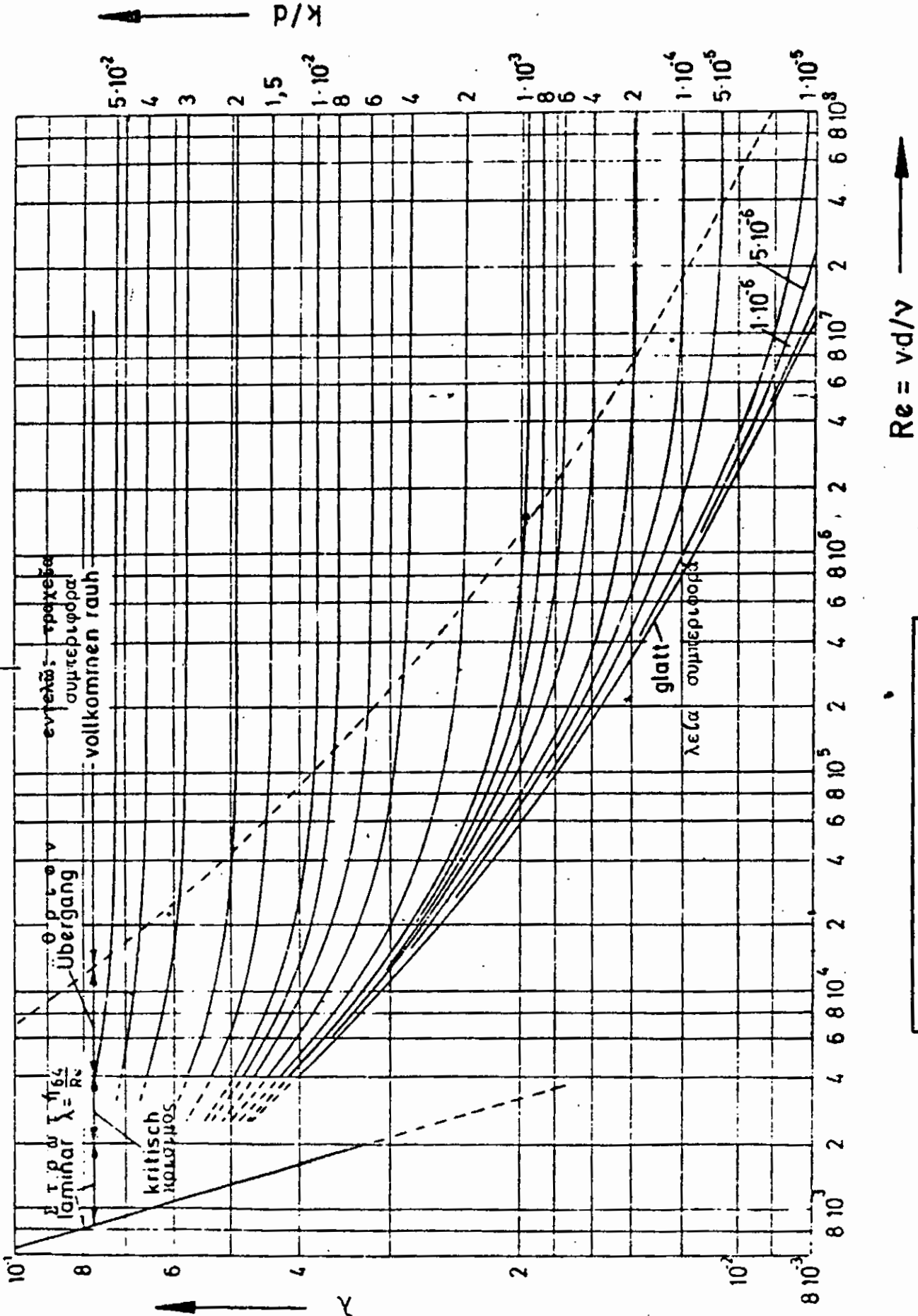


Reibungswert  $\lambda = \lambda(Re, k/d)$  für natürlich raue Rohre

nach Colebrook und White

Συντελεστής τριβής  $\lambda$

για σωλῆνες φυσικῆς τραχύτητας



$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left[ \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k/d}{3.7} \right]$$

### 35. ΑΝΤΛΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Σ' αυτή την περίπτωση για να εκμεταλλευτούμε το νερό της λίμνης απαιτείται μηχανική ανύψωση. Η θέση του αντλιοστασίου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες και λόγοι λειτουργικοί υποδεικνύουν έμμεσα τη θέση του. Τα έργα άντλησης και σύλληψης είναι οδικά προσπελάσιμα και η ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται είναι εύκολο να προμηθευθεί. Διακρίνουμε τις σωληνώσεις αναρροφήσεως και τις σωληνώσεις καταθλίψεως. Η αναρρόφηση οδηγεί το νερό από τη λίμνη στην αντλία. Το ύψος αναρροφήσεως, δηλαδή η υψομετρική διαφορά μεταξύ στάθμης λίμνης και αντλίας, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 7μ. Ο αγωγός αυτός πρέπει να είναι στεγανός, δεδομένου ότι η στήλη του νερού διακόπτεται αν περάσει στη σωλήνωση και ελάχιστος ακόμη αέρας. Η ταχύτητα ροής πρέπει να είναι από 0,6 -1,0 m/sec, διότι έτσι μειώνονται οι απώλειες φορτίου.

Για τον καταθλιπτικό αγωγό, τον σωλήνα που συννδέει την αντλία με μια υπερκείμενη δεξαμενή, ισχύουν τα ίδια ακριβώς, μόνο που το ύψος καταθλίψεως δεν περιορίζεται, αλλά εξαρτάται από χαρακτηριστικά της αντλίας. Τα μηχανήματα πρέπει να τοποθετηθούν έτσι ώστε να είναι προσπελάσιμα και να εξασφαλίζεται η καλή εποπτεία της λειτουργίας τους. Ακόμη το αντλιοστάσιο πρέπει να καθαρίζεται συχνά και θα μπορούσαμε να πλακοστρώσουμε τις εσωτερικές επιφανειές του.

Για την ανύψωση του νερού χρησιμοποιήσαμε φυγοκεντρική αντλία, με μια ακόμη εφεδρική, για τυχόν βλάβη της πρώτης. Στις αντλίες υπεισέρχονται μεγέθη όπως η παροχή (Q) και εννοούμε την ποσότητα του νερού που εξέρχεται από την αντλία στη μονάδα του χρόνου. Την ποσότητα αυτή τη μετράμε σε (m<sup>3</sup>/sec). Ένα άλλο μέγεθος είναι το μανομετρικό ύψος και ονομάζεται το γεωμετρικό κατακόρυφο ύψος από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού (λίμνη) μέχρι το σημείο που εξέρχεται το νερό (δεξαμενή) συν το ύψος νερού που προέρχεται από τις τριβές του μέσα στους σωλήνες αναρροφήσεως και καταθλίψεως. Το ύψος των αντιστάσεων εξαρτάται από το μήκος των αγωγών και από το υλικό κατασκευής τους.

Ένα τελευταίο χαρακτηριστικό, που είναι και το πιο σημαντικό, είναι η απόδοση της αντλίας. Απόδοση ονομάζουμε το ποσοστό της ισχύος που δίνει η αντλία σε σχέση με την ισχύ που παίρνει από τον κινητήρα. Οι τριβές του νερού μέσα στη αντλία είναι η αιτία της απώλειας ισχύος, και κυμαίνονται από 30-50%.

Εφαρμόζοντας αυτά στην περίπτωση της εργασίας μας, γνωρίζοντας ότι η απόδοση της αντλίας είναι 65% βρίσκουμε:

$$H_{\text{μ.αν.}} = H_{\text{αντ.}} + H_{\text{κατ.}} + h_f = 80 + f \times (l / d) \times (V^2 / 2g) = 80 + 25.37 = 105.37$$

$$\text{Επομένως } H_{\text{μ.αν.}} = 105.37 \mu.$$

Άρα η ισχύς της αντλίας είναι:

$$H_p = Q \times H_{\text{μαν.}} / 270 = 21.368 \times 105.37 / 270 = 8.34 \text{ HP}$$

Άρα η απαιτούμενη ισχύς είναι:  $N = 8.34 / 65\% = 12.83 \text{ HP}$

### 3ε. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

Όπως προαναφέραμε η κατανάλωση του νερού δεν είναι σταθερή καθόλο το 24ωρο. Η διακύμανση της κατανάλωσης δημιουργεί πρόβλημα στο σύστημα ύδρευσης, διότι ορισμένα διαστήματα της ημέρας παρατηρείται έλλειψη, ενώ σε άλλα περίσσειμα. Για παράδειγμα, τις νυχτερινές ώρες που η ζήτηση εμφανίζεται ελαττωμένη, δημιουργείται περίσσειμα στη δεξαμενή, ενώ τις πρωινές ώρες εμφανίζεται έλλειμμα, αφού η κατανάλωση είναι αισθητά αυξημένη. Εύκολα συμπεραίνεται ότι η ιδανική λύση θα ήταν η αποθήκευση του νυχτερινού περισσεύματος και η διάθεση του τις ώρες ελλείψεως. Συνοπτικά, θα μπορούσαμε να πούμε, ότι η δεξαμενή αποθήκευσης ενός συστήματος ύδρευσης εξυπηρετεί 3 βασικούς σκοπούς:

- την εξίσωση ισοροπίας μεταξύ παροχής υδροληψίας και παροχής κατανάλωσης.

- την αποθήκευση του νερού για τη διοχετευσή του σε ώρες αιχμής ή σε περίπτωση βλάβης των αντλητικών συστημάτων.

- την ανακούφιση των εγκαταστάσεων, δηλαδή μείωση των διαστάσεων του αγωγού μεταφοράς.

Ο υπολογισμός του εξισωτικού όγκου της δεξαμενής μπορεί να γίνει με γραφική και με υπολογιστική μέθοδο.

#### α. γραφική μέθοδος.

Ο απαιτούμενος όγκος της δεξαμενής υπολογίζεται βάση της αθροιστικής καμπύλης κατανάλωσης ως εξής:

- α. από υπάρχουσες μετρήσεις υδατοκατανάλωσης άλλων πόλεων με συνθήκες όσο το δυνατόν πλησιέστερες των συνθηκών της πόλης που μελετάμε την ύδρευση.

- β. υπολογίζουμε τον όγκο του νερού που καταναλώνεται κάθε ώρα, καθώς και τον αθροιστικό όγκο της κατανάλωσης.

- γ. χαράσουμε το διάγραμμα αθροιστικός όγκος -χρόνος.

- δ. για σταθερή τιμή παροχής υδροληψίας για όλο το 24ωρο, χαράσσεται διαγώνιος ευθεία από την αρχή των αξόνων μέχρι το τέλος του χρόνου. Σ' αυτή την περίπτωση τα αντλητικά συστήματα λειτουργούν συνέχεια. Έτσι, το τέλος της καμπύλης κατανάλωσης συμπίπτει με το πέρας της ευθείας εισροής.

Ο απαιτούμενος εξισωτικός όγκος της δεξαμενής, είναι το άθροισμα των μεγίστων κατακορύφων αποστάσεων μεταξύ καμπύλης εισροής και καμπύλης εκροής (κατανάλωσης). Αν η λειτουργία των αντλητικών συστημάτων δεν είναι συνεχής καθόλο το 24ωρο, τότε θα πρέπει οι αντλίες στο χρόνο λειτουργίας τους να εξυπηρετούν όλη τη ζήτηση της ημέρας. Η καμπύλη εισροής σε αυτή την περίπτωση είναι μια τεθλασμένη γραμμή. Οσον αφορά τον οικισμό μας, το αντλητικό σύστημα λειτουργεί 2 εξάωρα από 6-12π.μ. και 16-22μ.μ.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν στοιχεία για τον καθορισμό του χρονοδιαγράμματος της κατανάλωσης, ο εξισωτικός όγκος της δεξαμενής υπολογίζεται προσεγγιστικά ως το 15-20% της μέγιστης ημερήσιας κατανάλωσης όταν η παροχή της υδροληψίας είναι σταθερή. Σε αντίθετη περίπτωση υπολογίζεται ως το 30 έως 50%.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΓΡΑΦΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ

ΩΡΕΣ	ΩΡΙΑΙΑ % ΚΑΤΑΝ/ΣΗ	ΑΘΡ/ΚΕΣ ΤΕΤΑΓ/ΝΕΣ ΚΑΤ/ΣΗΣ
0-2	0.5	0.5
2-4	1.0	1.5
4-6	1.0	2.5
6-8	8.0	10.5
8-10	16.0	26.5
10-12	17.0	43.5
12-14	13.0	56.5
14-16	5.5	62.0
16-18	9.0	71.0
18-20	16.0	87.0
20-22	12.5	99.5
22-24	0.5	100
	Σ=100	

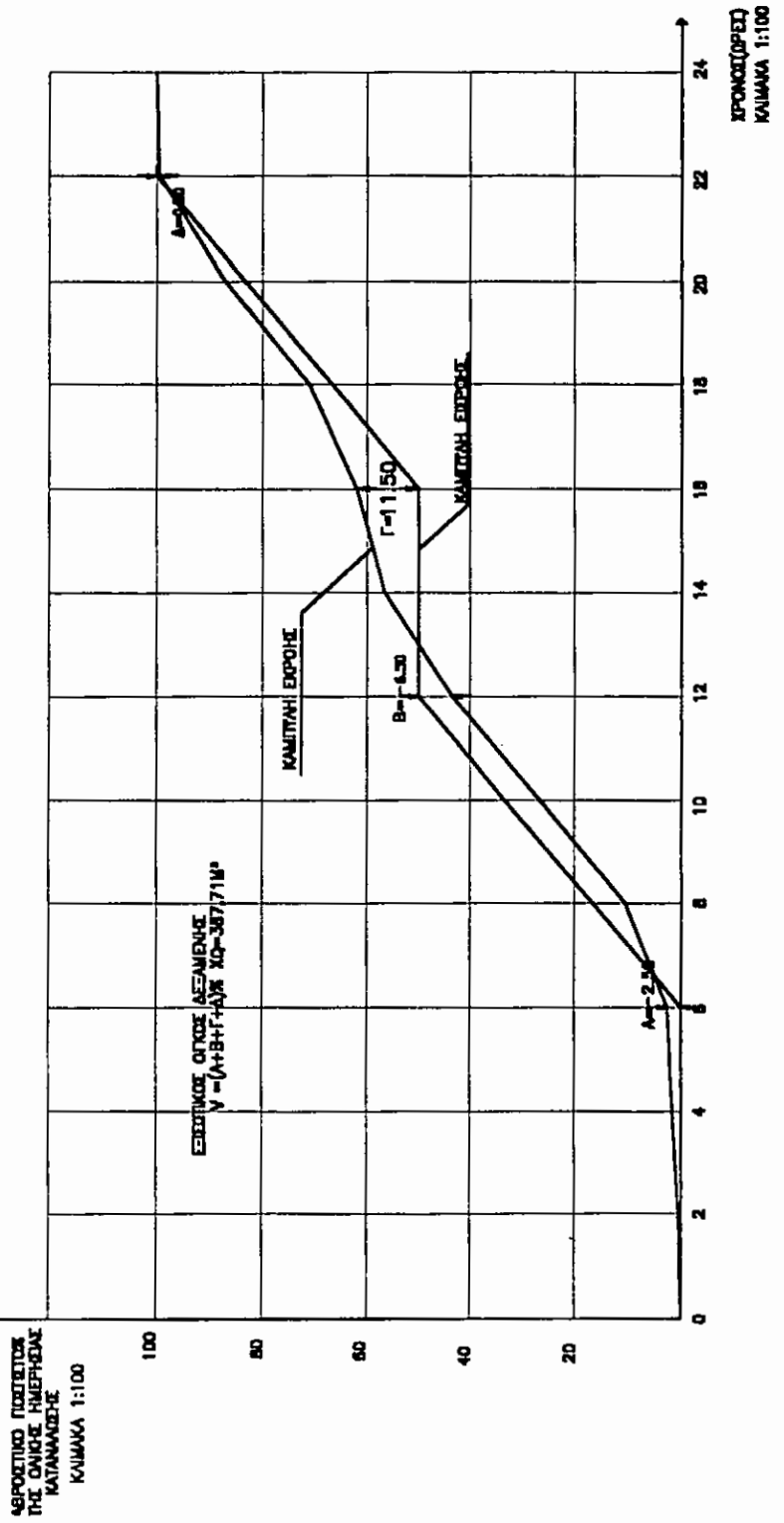
\* ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΙ ΟΓΚΟ  $V=387,71\text{m}^3$

β.υπολογιστική μέθοδος

Εκτός απο την γραφική μέθοδο υπάρχει και η υπολογιστική, η οποία είναι πιο ακριβής. Τα αποτελέσματα θα είναι περίπου ίδια. Ο υπολογισμός γίνεται με τη σύνταξη του παρακάτω πίνακα:

(βλ. πίσω σελίδα)

### ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΚΑΜΠΤΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ





ΩΡΕΣ	ΩΡΙΑΙΑ % ΚΑΤ/ΣΗ	ΕΙΣΡΟΗ %	ΕΛΛΕΙΜΑ %	ΠΕΡΙΣΣΕΥΜΑ %
0 - 2	0.5		0.5	
2 - 4	1.0		1.0	
4 - 6	1.0		1.0	
6 - 8	8.0	16.66		8.66
8 -10	16.0	16.67		0.67
10-12	17.0	16.67	0.33	
12-14	13.0		13.0	
14-16	5.5		5.5	
16-18	9.0	16.66		7.66
18-20	16.0	16.67		0.67
20-22	12.5	16.67		4.17
22-24	0.5		0.5	
	Σ=100	Σ=100	Σ=21,83%	Σ=21,83%

ΑΡΑ Ο ΟΓΚΟΣ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΕΙΝΑΙ:  $V = 21.83\% \times 1.846,25 = 403,03 \text{ m}^3$

## 4. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΔΑΤΟΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

### 4α. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Η δεξαμενή είναι ένας χώρος αποθήκευσης πόσιμου νερού, και ανάλογα με τον χώρο έδρασης χωρίζονται σε:

- υπόγειες
- ημιυπόγειες
- επίγειες
- υπερυψωμένες (υδατόπυργοι)

Σε αυτή τη μελέτη κατασκευάστηκε ημιυπόγεια δεξαμενή, γιατί παρουσιάζει όλα τα πλεονεκτήματα των υπογείων και δεν έχουν σοβαρά μειονεκτήματα. Δεξαμενές τέτοιου τύπου, κατασκευάζονται κατά το μεγαλύτερο μέρος τους μέσα στο έδαφος, ενώ ένα μικρό μέρος τους εξέρχει από την φυσική επιφάνεια του εδάφους. Η όλη κατασκευή επιχωματώνεται με στρώμα πάχους περίπου 40 εκατοστών. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η μόνωσή του νερού από εξωτερικές επιδράσεις, καθώς και η προστασία και η ασφάλεια του έργου. Το γεγονός ότι κατασκευάζονται μέσα στο έδαφος, δημιουργεί τεχνικές δυσκολίες και επιβαρύνει οικονομικά την κατασκευή.

Το σχήμα της ημιυπόγειας υδατοδεξαμενής είναι ορθογωνικό, παρόλο που η κυκλική μορφή παρέχει οικονομικότερη λύση. Προτιμήθηκε η ορθογωνική κατασκευή, διότι προείχε η ανάγκη να έχουμε τον μεγαλύτερο δυνατό όγκο στην επιφάνεια που διαθέτουμε, μιας και έτσι ελλατώνονται σημαντικά οι τάσεις εδάφους που προκαλούνται από τα φορτία της δεξαμενής.

Ο συνολικός αποθηκευτικός χώρος της δεξαμενής χωρίζεται από δύο θαλάμους, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος διακοπής τροφοδότησης του δικτύου όταν καθαρίζεται ή επισκευάζεται. Τα στόμια εισροής και εκροής βρίσκονται σε τέτοια θέση ώστε να επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του νερού και να μην λιμνάζει στις γωνίες της δεξαμενής.

Μια σημαντική τεχνική απαίτηση που πρέπει να προδιαγράφει η δεξαμενή είναι η στεγανότητα. Γι' αυτό υπολογίζουμε τις διατομές στην κατάσταση I, όπου το σκυρόδεμα είναι σε θέση να παραλάβει εφελκυστικές δυνάμεις. Ακόμα και σε περίπτωση που ρηγματωθεί το σκυρόδεμα, πρέπει το πάχος των ρωγμών να είναι μέσα σε επιτρεπτά όρια (3 δεκ. του χιλιοστού). Επίσης οι επικαλύψεις πρέπει να είναι τουλάχιστον 2.5 cm, εκτός από το πάχος του επιχρίσματος. Τέλος πρέπει οι γωνίες και οι ακμές να είναι στρογγυλεμένες. Το επίχρισμα πρέπει να είναι τσιμεντοειδούς βάσης πάχους 2 cm περίπου. Ακόμα, οι εξωτερικές επιφάνειες βάφονται με προστατευτική ασφαλτική βαφή, η οποία δεν προορίζεται για στεγάνωση, αλλά για να εμποδίσει τις διαβρωτικές επιδράσεις.

Σημαντικές λεπτομέρειες που πρέπει να ληφθούν υπόψη στην κατασκευή της δεξαμενής είναι ο αερισμός των θαλάμων που πρέπει να είναι επαρκής, γιατί είναι πάντα κορεσμένοι από υδρατμούς και σχηματίζονται επιδρώσεις στους τοί-

χους. Ακόμη στους θαλάμους δεν πρέπει να φθάνει φως, διότι αναπτύσσονται φύκη.

Η δεξαμενή πρέπει να διαθέτει τις απαραίτητες σωληνώσεις για την προσαγωγή του νερού, την τροφοδοτησή του στην περιοχή ύδρευσης, για την εκκένωση της δεξαμενής, για την αποχέτευση του νερού λόγω υπερχειλήσης και τις απαραίτητες δικλείδες διακοπής. Συγκεκριμένα ο εκκενωτής τοποθετείται στο χαμηλότερο σημείο της δεξαμενής, για να την αδειάζει από το νερό σε περίπτωση βλάβης ή καθαρισμού. Ο υπερχειλιστής απομακρύνει το νερό από τους θαλάμους της δεξαμενής μόλις η στάθμη του υπερβεί ένα ορισμένο ύψος. Ο υπερχειλιστής είναι ένα στόμιο που απάγει το νερό στην παραπάνω περίπτωση. Ακόμη οι αεροεξαγωγοί τοποθετούνται στην οροφή της δεξαμενής και σκοπό έχουν την ανανέωση του αέρα μέσα σε αυτή και την αποφυγή δημιουργίας υψηλών πιέσεων από την ανύψωση της στάθμης του νερού. Στην περίπτωση αυτή τοποθετήθηκαν 4 αεροεξαγωγοί. Στα άκρα των σωλήνων αυτών τοποθετείται φίλτρο (σίτα), για την αποφυγή εισόδου στη δεξαμενή μικροοργανισμών ή άλλων υλικών. Τέλος ένα σημαντικό όργανο που τοποθετείται στην παρεία της δεξαμενής είναι ο εξισορροπιστής. Πρόκειται για ένα σωλήνα σχήματος "Π" και διαμέτρου 160mm που σκοπό έχει να ισοκατανέμει την ποσότητα του νερού στους δύο θαλάμους.

Για τον έλεγχο και το χειρισμό όλων αυτών των οργάνων προβλέφθηκε ένας θάλαμος χειρισμού. Το μέγεθος του θαλάμου εξαρτάται από τις αναγκαίες σωληνώσεις και τα αντίστοιχα όργανα που πρέπει να στεγάσει. Ο θάλαμος χειρισμού πρέπει να είναι προσιτός και να ασφαρίζεται με μια χαλύβδινη πόρτα. Κατασκευάζεται από σκυρόδεμα ίδιας ποιότητας με αυτό της δεξαμενής και είναι απαραίτητη η μόνωσή του από τις κλιματολογικές συνθήκες. Ο φωτισμός του πρέπει να είναι επαρκής. Αυτό επιτυγχάνεται με ηλεκτροδότηση ή με κατασκευή παράθυρων τα οποία για την ασφάλειά του θαλάμου προστατεύονται με χαλύβδινα πλαίσια. Επίσης μπορούμε να πλακοστρώσουμε το δάπεδο, για τον καλύτερο καθαρισμό του θαλάμου και να βάψουμε τους εσωτερικούς τοίχους με άσπρο χρώμα.

Για την προστασία της δεξαμενής από τις δυσμενείς επιπτώσεις της υγρασίας κατασκευάσαμε περιμετρικά της δεξαμενής ένα στραγγιστήριο αποτελούμενο από κροκάλες, οι οποίες καλύφθηκαν εξωτερικά από γεωύφασμα, και στη βάση της δεξαμενής τοποθετήθηκε διάτρητος τσιμεντοσωλήνας, για την διαφυγή των ομβρίων υδάτων σε ένα κοντινό φυσικό αποδέκτη.

#### **4β. ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΡΟΦΟΔΟΤΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ**

Η δεξαμενή βρίσκεται πριν την περιοχή υδροδότησης, δηλαδή ο αγωγός μεταφοράς καταλήγει σε αυτή χωρίς να τροφοδοτεί τμήμα του δικτύου. Η δεξαμενή τοποθετήθηκε όσο το δυνατόν ψηλότερα, ώστε η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής να είναι η δυνατόν μεγαλύτερη. Έτσι οι διάμετροι των αγωγών μεταφοράς γίνο-

νται μικρότερες, αφού η κλίση της Π.Γ είναι αντιστρόφως ανάλογη της πέμπτης δύναμης της διαμέτρου. Βεβαίως τηρείται η οριακή συνθήκη, όπου η υψομετρική διαφορά στάθμης μεταξύ υδροληψίας και δεξαμενής δεν ξεπερνά τα 100 μέτρα.

## 5. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

### 5α. ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Στην περίπτωση την οποία εξετάζουμε, δηλαδή στην υδατοδεξαμενή, θα χρησιμοποιήσουμε σκυρόδεμα κατηγορίας C16. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονίσουμε ότι το σκυρόδεμα ποιότητας B225 του παλαιού κανονισμού, θα μπορούσε να αντιστοιχισθεί με ασφάλεια στο C16 του νέου κανονισμού. Σκυρόδεμα κατηγορίας C16 σημαίνει ότι αυτό το σκυρόδεμα έχει χαρακτηριστική αντοχή ( $f_{ck}$ ) ίση με 16 MPa. Με τον όρο χαρακτηριστική αντοχή, εννοούμε την αντοχή σε θλίψη κάτω από την οποία αναμένεται να βρεθεί το 5% των συμβατικών αντοχών του συνόλου των δοκιμών, που θα μπορούσαν να παρασκευασθούν από μια μεγάλη ποσότητα σκυροδέματος, αν ολόκληρη η ποσότητα μετατρεπόταν σε δοκίμια

### ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Για να ελέγξουμε αν το σκυρόδεμα που παρασκευάσαμε ανταποκρίνεται μηχανικά στην κατηγορία σκυροδέματος C16, πρέπει να λάβουμε, κατά τη διάρκεια της έκχυσης και της διαστρωσής του, συγκεκριμένο αριθμό συμβατικών δοκιμών. Αυτά τα δοκίμια θα δοκιμαστούν σε θλίψη και πρέπει να δίνουν τέτοιες αντοχές, που να ικανοποιούν τα κριτήρια της κατηγορίας C16.

Επειδή το σκυρόδεμα που πρέπει να παρασκευάσουμε δεν θα εκχυθεί και διαστρωθεί μονομιάς, δεδομένου ότι πρώτα θα σκυροδετηθεί η θεμελίωση, μετά τα τοιχεία και τέλος η πλάκα οροφής, θα πρέπει κάθε φορά να λαμβάνεται ο κατάλληλος αριθμός δοκιμών. Επειδή η ποσότητα του σκυροδέματος που θα παρασκευάζουμε κάθε φορά δεν θα ξεπερνά τα 150m<sup>3</sup>, τότε η παρτίδα αυτή θα πρέπει να αντιπροσωπεύεται από μια δειγματοληψία έξι συμβατικών δοκιμών.

Ο έλεγχος της ποιότητας του σκυροδέματος, γίνεται βάση σχέσεων, που ονομάζονται κριτήρια συμμόρφωσης και καθοριστικό ρόλο παίζουν η κατηγορία του έργου και ο αριθμός των συμβατικών δοκιμών της δειγματοληψίας.

### ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Κρίθηκε απαραίτητος ο εμπλουτισμός του σκυροδέματος με στεγανωτική κονία, που αυξάνει την αντοχή του και απωθεί το νερό και την υγρασία. Οι κονίες αυτές είναι τσιμεντοειδούς μορφής και βοηθούν στην στεγανοποίηση των επιφανειών της δεξαμενής. Η χρήση του είναι απλή και προϋποθέτει υπόστρώμα ομαλό, νωπό και σχετικά καθαρό. Η επιφάνεια δεν πρέπει να έχει κενά, προεξέχοντα σημεία, τρύπες ή ρηγματώσεις. Ο καθαρισμός μπορεί να γίνει με συρματόβουρτσα, υδροβολή ή άλλα μηχανικά μέσα για απομάκρυνση ασφάλτου, χρωμάτων ή λαδιών. Πριν από την εφαρμογή πρέπει η επιφάνεια να έχει διαβραχεί επιμελώς και να διατηρείται έτσι κατά την εφαρμογή του στεγανωτικού υλικού. Η προετοιμασία του μίγματος γίνεται σε ένα καθαρό δοχείο, αναμειγνύοντας κονία και νερό

σε αναλογία 5:1 . Το μίγμα αναδεύεται τουλάχιστον επι 3 λεπτά με μηχανικό αναδευτήρα, ώστε να επιτευχθεί πλήρης ομογενοποίηση. Η εφαρμογή του είναι απλή. Διαστρώνεται στις οριζόντιες επιφάνειες και επιχρίζεται στις κατακόρυφες. Το μέγιστο πάχος κάθε στρώσης δεν πρέπει να ξεπερνά τα 8-10mm. Η διαστρωσή του δεν πρέπει να γίνεται όταν η θερμοκρασία είναι μικρότερη από 5°C. Ακόμα στο αρχικό στάδιο σκλήρυνσης, το οποίο διαρκεί απο 2-5 ώρες, συνίσταται να διατηρείται υγρή. Η αντοχή της σε θλίψη είναι 45N/mm<sup>2</sup> ενώ σε κάμψη 7N/mm<sup>2</sup>. Τέλος κατά την εφαρμογή του είναι αναγκαία η χρήση ελαστικών γαντιών και προστατευτικών γυαλιών.



## **5β. ΣΙΔΗΡΟΥΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ**

### **Ισχύοντες Κανονισμοί**

Για τον σιδηρό οπλισμό των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα, ισχύουν οι όροι του "Κανονισμού Σκυροδέματος για την μελέτη και κατασκευή έργων από σκυρόδεμα" που εγκρίθηκε με την υπ' αριθμόν Δ1/ε/ο/30123/21-10-91 [ΦΕΚ Β 1068/31-12-91] απόφαση του Αναπληρωτή Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ, όπως τροποποιήθηκε και ισχύει από 30-6-95 με την υπ' αριθμόν Δ11/β/13/3-3-95 απόφαση του Αν. Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ [ΦΕΚ Β227/28-3-95] και τα πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και 971. (Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης).

### **Έλεγχος ποιότητας χάλυβα**

Για τον προσδιορισμό της ποιότητας του χάλυβα εκτελούμε δοκιμές, για να ελέγξουμε αφ' ενός μεν τις ιδιότητες αντοχής του (δοκιμή εφελκυσμού) και αφ' ετέρου τις πλαστικές παραμορφώσεις του (δοκιμή αναδιπλώσεως):

#### **α. Δοκιμή εφελκυσμού**

Η δοκιμή πρέπει να γίνεται από αναγνωρισμένο εργαστήριο αντοχής υλικών με έμπειρο προσωπικό και μηχανήματα ακριβείας. Σαν αντοχή σε εφελκυσμό λαμβάνεται η τάση που αντιστοιχεί στη μέγιστη φόρτιση.

#### **β. Δοκιμή αναδιπλώσεως**

Η δοκιμή μπορεί να γίνει στο εργοτάξιο. Δεν επιτρέπεται ο χάλυβας που θα εξεταστεί, να έχει προκατεργαστεί σε θερμοκρασία. Η αναδίπλωση πρέπει να γίνεται σιγά-σιγά, χωρίς απότομες κρούσεις, γύρω από ένα στέλεχος ορισμένης διαμέτρου. Η δοκιμή θεωρείται επιτυχής αν, κατά την αναδίπλωση, δεν εμφανιστούν ρωγμές στην εφελκυσόμενη περιοχή.

### **Προστασία του χάλυβα έναντι οξειδώσεως**

Η προστασία του χάλυβα έναντι οξειδώσεως από το σκυρόδεμα που το περιβάλλει επιτυγχάνεται:

- α. Με καλή σύνθεση των υλικών και προσεκτική συμπύκνωση σκυροδέματος.
- β. Με αρκετή ποσότητα τσιμέντου (τουλάχιστον την ελάχιστη ποσότητα που προβλέπουν οι κανονισμοί) για να περιβληθεί ο οπλισμός με τσιμεντοπολτό.
- γ. Δεν πρέπει να υπάρχουν επιβλαβείς ουσίες στο νερό ή στα υλικά.

δ.Με αρκετή επικάλυψη οπλισμού.

### **Τοποθέτηση οπλισμών**

Ο χάλυβας πριν χρησιμοποιηθεί θα καθαρίζεται από ακαθαρσίες, λίπη και σκουριές. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην τήρηση της προβλεπόμενης μορφής και ακριβούς θέσης των οπλισμών, καθώς και στην καλή σύνδεση με σύρμα τών συνεχών εφελκόμενων ή θλιβόμενων ράβδων (κύριοι οπλισμοί) με τον οπλισμό διανομής και τους συνδετήρες.

Κατά την διάρκεια της διάστρωσης σκυροδέματος , ο οπλισμός πρέπει να συγκρατείται στην ακριβή θέση του, με ανάρτηση των σιδηρών ράβδων και χρησιμοποίηση ανάστροφων αναβολών (καβαλέττων). Ιδιαίτερα πρέπει να εξασφαλίζεται η διατήρηση του άνω οπλισμού των πλακών και δοκών στη θέση του κατά τη διάρκεια της διάστρωσης του σκυροδέματος.

Οι οπλισμοί πρέπει να περιβάλλονται τελείως από τη μάζα του σκυροδέματος, χωρίς να μένουν κενά. Σε περίπτωση ύφυγρου σκυροδέματος, οι οπλισμοί θα επαλείφονται με γαλάκτωμα τσιμέντου, που κατά την διάστρωση του σκυροδέματος πρέπει απαραίτητα να είναι ακόμη τελείως νωπό και θα περιβάλλονται με στρώμα πλαστικού σκυροδέματος. Αν το σκυρόδεμα συμπυκνώνεται με εσωτερικούς δονητές τα μέτρα αυτά περιττεύουν.

## 5γ. ΞΥΛΟΤΥΠΟΙ - ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ

### Γενικά

Οι ξυλότυποι και τα ικριώματα πρέπει να παρουσιάζουν την αναγκαία αντοχή για τις φορτίσεις στις οποίες θα υποβληθούν. Πρέπει απαραίτητα να γίνεται έλεγχος και των κατασκευών, που πάνω τους θα στηριχθούν οι ξυλότυποι, ιδιαίτερα όταν αυτοί στηρίζονται απ' ευθείας στο έδαφος. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να παρθούν μέτρα για την αποφυγή υποχωρήσεως των ξυλοτύπων. Η σύνθεση των ξυλοτύπων πρέπει να είναι τέτοια που να μπορούν να αφαιρεθούν εύκολα και ακίνδυνα, χωρίς κρούσεις και κραδασμούς. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να προβλέπονται διατάξεις σφηνών, κοχλιών κ.τ.λ..

Για να καθαρίζονται εύκολα οι ξυλότυποι, πριν από τη διάστρωση του σκυροδέματος πρέπει να προβλέπονται οπές σε κατάλληλες θέσεις όπως παραδείγματος χάρη στις βάσεις των τοιχείων, στους πυθμένες δοκών κ.τ.λ..

Τα ικριώματα πρέπει να είναι ικανά να παραλαμβάνουν οριζόντιες δυνάμεις (άνεμος, κρούσεις). Για το σκοπό αυτό διατάσσονται κατάλληλοι διαγώνιοι σύνδεσμοι. Τα μήκη λυγισμού των υποστηλώματων θα μειώνονται με τη διάταξη συνδέσμων χιαστί σε κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις ή άλλων καταλλήλων διατάξεων.

Τα υποστηλώματα των ικριωμάτων θα είναι ευθέα ξύλα, με πλευρά διατομής όχι μικρότερη από 7 εκατοστά. Κατά την κατασκευή ξυλοτύπων πλακών με πάχος μέχρι 18 εκ. επιτρέπεται η χρησιμοποίηση υποστηλωμάτων που να αποτελούνται από δύο κομμάτια συνδεόμενα κατ' επέκταση. Όταν πρόκειται για πλάκες τα υποστηλώματα είναι δυνατόν να διατάσσονται εναλλάξ με τα μονοκόμματα, ενώ για τα δοκάρια, να διατάσσεται ένα τέτοιο υποστήλωμα ανά τρία μονοκόμματα. Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση υποστηλωμάτων που θα αποτελούνται από δύο κομμάτια.

Η κατασκευή των ξυλοτύπων πρέπει να είναι τέτοια, ώστε κατά την αφαίρεσή τους να είναι δυνατή η διατήρηση μερικών υποστηλωμάτων, που λέγονται υποστηλώματα ασφαλείας, χωρίς να διαταραχθεί η αρχική ισορροπία. Σε πλάκες με άνοιγμα μεγαλύτερο από 4 μέτρα πρέπει να διατάσσεται ένα υποστήλωμα ασφαλείας στη μέση και ανά 5 μέτρα πλάτους πλάκας.

## 58. ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΕΣ ΒΑΘΜΙΔΕΣ

### Γενικά

Το υλικό κατασκευής των χυτοσιδηρών βαθμίδων είναι χυτοσίδηρος με γραφίτη βαρέου τύπου σε λέπια ή σφαιροειδή μορφή. Η κάθε χυτοσιδηρή βαθμίδα έχει βάρος 7 κιλών περίπου. Απαγορεύεται η χρήση χαλύβδινων, ή άλλου τύπου υλικού βαθμίδων.

### Ποιότητα του υλικού

Για την ποιότητα, παραγωγή και δοκιμών των υλικών τηρείται το διεθνές πρότυπο ISO/R 185 για χυτοσίδηρο με γραφίτη σε λέπια και το ISO 1083 για χυτοσίδηρο με γραφίτη σε σφαιροειδή μορφή.

### Ειδικά χαρακτηριστικά τοποθέτησης

Οι χυτοσιδηρές βαθμίδες τοποθετούνται πεσσοειδώς ανά διαστήματα των τριάντα (30) εκατοστών κατά την σκυροδέτηση της δεξαμενής, με τρόπο κατάλληλο ώστε να εξασφαλιστεί η βέλτιστη αγκύρωση της κάθε βαθμίδας στο τοιχείο της δεξαμενής.

Η πρώτη βαθμίδα θα τοποθετηθεί τριάντα (30) εκατοστά κάτω από την κορυφή του τοιχείου της δεξαμενής και η απόσταση της τελευταίας βαθμίδας από τον πυθμένα της δεξαμενής δεν θα ξεπερνά τα σαράντα (40) εκατοστά. Η κάθε βαθμίδα θα εξέχει από τον τοίχο δώδεκα (12) εκατοστά περίπου.

Στο εμπόριο, για ειδικές κατασκευές, κυκλοφορούν υψηλής αντοχής χυτοσιδηρά καλλύματα με μεγαλύτερη ελαστικότητα και δεν θρυματίζονται κατά τη θραύση τους. Επιπλέον οι μηχανικές τους ιδιότητες παρέχουν πλήρη στεγανότητα, μικρότερο βάρος, απορρόφηση κραδασμών και διατήρηση του 60% της αρχικής τους αντοχής ακόμα και αν ρηγμτωθούν. Ένα τελευταίο σημαντικό στοιχείο είναι ότι ακόμα και αν σπάσει, ραγίζει χωρίς εμφανές ράγισμα, και δεν παρατηρείται αποκόλληση κομματιών του εξωτερικού του φλοιού, με άμεσο κίνδυνο να πέσουν μέσα στη δεξαμενή.

## **5ε. ΚΑΛΥΜΜΑΤΑ**

### **Ειδικά τεχνικά χαρακτηριστικά**

Τα καλύμματα πρέπει να είναι της κατηγορίας D400 (για μέτρια κυκλοφορία) σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 124 και το υλικό κατασκευής τους είναι χυτοσίδηρος με γραφίτη, σε λέπια ή σφαιροειδή μορφή. Τονίζεται ότι τα καλύμματα και τα πλαίσιά τους πρέπει να έχουν καθαρή και ανεξίτηλη σήμανση, σε σημείο που θα φαίνονται και μετά την τοποθέτησή τους, ότι τηρούν την ΕΛΟΤ EN 124 και ότι είναι κατηγορία D400.

Το κάλυμμα-πλαίσιο θα είναι ορθογωνικό με καθαρό άνοιγμα 0.90 x 2.00μ τουλάχιστον. Η επιφάνεια έδρασης των καλυμμάτων πρέπει να είναι απόλυτα επίπεδη, χωρίς να ταλεντεύεται το κάλυμμα.

### **Ποιότητα των υλικών**

Για την ποιότητα, παραγωγή και δοκιμών των υλικών τηρείται το διεθνή πρότυπο ISO/R 185 για χυτοσίδηρο με γραφίτη σε λέπια και το ISO 1083 για χυτοσίδηρο με γραφίτη σε σφαιροειδή μορφή. Σε περίπτωση εναλλακτικής εφαρμογής των Γερμανικών Προτύπων DIN για την ποιότητα του χυτοσίδηρου απαιτείται ποιότητα GG20 και την εφαρμογή του DIN 1691 για χυτοσίδηρο με γραφίτη σε λέπια και ποιότητα GG40 και την εφαρμογή του DIN 1693 για χυτοσίδηρο με γραφίτη σε σφαιροειδή μορφή.

## 6.ΣΤΑΤΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

### ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

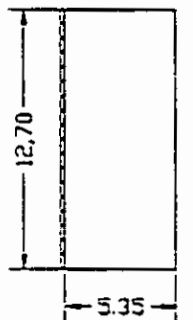
Για τον στατικό υπολογισμό της υδατοδεξαμενής ακολουθήσαμε τους Νέους Κανονισμούς Οπλισμένου Σκυροδέματος. Η επίλυση έγινε με τη βοήθεια πινάκων από το Ε.Μ.Π.

Για την ακριβέστερη επίλυση αναλύσαμε την δεξαμενή σε επιμέρους φορείς (πλάκες) και εξετάσαμε τον καθένα ξεχωριστά. Τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε για την κατασκευή της δεξαμενής είναι σκυροδέμα κατηγορίας C16 και χάλυβα κατηγορίας S400.

#### 1.ΠΛΑΚΑ ΟΡΟΦΗΣ

Για την επίλυσή της ελήφθησαν σαν δεδομένα τα ακόλουθα:α) πάχος πλάκας 20 εκατοστά, ειδ. βάρος σκυροδέματος  $2.4 \text{ t/m}^3$  και κινητό φορτίο  $0.15 \text{ t/m}^2$  Ακόμα θεωρήθηκε ότι η δεξαμενή επιχώθηκε με φυτοκάλυψη πάχους 40 εκ.. Το ειδικό βάρος του εδάφους είναι  $1.8 \text{ t/m}^3$ . Η πλάκα επιλύεται ως πρόβολος.

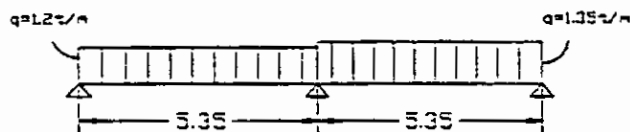
#### Ανάλυση Φορτίων:



ΠΛΑΚΑ ΟΡΟΦΗΣ

Φορτίο ίδιου βάρους:  $d_{\text{πλ}} \times \gamma_{\text{σσκρ}} = 0.2 \times 2.4 = 0.48 \text{ t/m}^2$   
Φορτίο κινητό :  $0.15 \text{ t/m}^2$   
Φορτίο επίχωσης :  $h_{\text{επχ}} \times \gamma_{\text{εδ}} = 0.4 \times 1.8 = 0.72 \text{ t/m}^2$   
Συνολικό Φορτίο :  $q = 1.35 \text{ t/m}^2$

Η δυσμενής φόρτιση συμβαίνει όταν στη μία πλάκα δρα το συνολικό φορτίο, ενώ η άλλη δέχεται μόνο το ίδιο βάρος της και το φορτίο επίχωσης.



Η ροπή ανοίγματος δίνεται από τον τύπο:  $M = 0.07 \times q \times l^2 = 0.07 \times 1.35 \times 5.35^2 = 2.7 \text{ tm}$   
Δηλαδή η ροπή σχεδιασμού ( $M_{\text{sd}}$ ) είναι 27kNm. Λαμβάνεται επικάλυψη  $c = 25 \text{ mm}$  και διατομή σιδήρου  $\Phi 10$ . Άρα  $d_1 = 25 \text{ mm} + 5 \text{ mm} = 3 \text{ cm}$ . Έτσι αφού  $d + d_1 = 20 \text{ cm}$  θα είναι  $d = 17 \text{ cm}$  και  $d_2/d = 3/17 = 0.175$ . Επομένως  $M_{\text{sd}}/bxd^2 = 934 \text{ KN/m}^2 = 0.934 \text{ MPa}$  και από τους πίνακες βρίσκω  $\rho_s = 0.285\%$  (ποσοστό οπλισμού στην εφελκυσόμενη ζώνη).

Άρα  $A_{s1} = \rho_s \times b \times d = 4.85 \text{ cm}^2$  (Εκλέγω  $4\Phi 14/\text{m} = 6.16 \text{ cm}^2$ )

#### Έλεγχος Ελάχιστου Οπλισμού

Κάνοντας τον έλεγχο ελάχιστου οπλισμού βρίσκουμε  $A_{s\text{min}} = 0.0015 \times 100 \times 17 = 2.55 \text{ cm}^2$   
Επομένως βρίσκω ότι η τιμή του  $A_{s1}$  είναι αποδεκτή.

### Εγκάρσιος Οπλισμός

Τοποθετώ εγκάρσιο οπλισμό  $1/5 A_{s1} = 1/5 \times 6.16 = 1.23\text{cm}^2$ . Όμως ο ελάχιστος εγκάρσιος οπλισμός είναι  $4\Phi 10/m = 2.01\text{cm}^2$ . Επομένως τοποθετώ εγκάρσιο οπλισμό  $4\Phi 10 = 3.14\text{cm}^2$ .

### Οπλισμός Κοινής Στήριξης

Η ροπή κοινής στήριξης δίνεται από τον τύπο:  $M_{κσ} = -0.125 \times q \times l^2 = -48.3\text{kNm}$ . Έτσι έχουμε  $M_{κσ}/b \times d^2 = -1.67\text{MPa}$  και από τους πίνακες βρίσκουμε  $\rho_1 = 0.548\%$ . Επομένως έχουμε  $A_{s1} = 0.548 \times 17 = 9.31\text{cm}^2$  (Εκλέγω  $9\Phi 12/m = 10.17\text{cm}^2$ ).

Όμως από κάθε πλάκα "σπάμε" τα μισά σίδερα, δηλαδή στη στήριξη φθάνουν  $6.16\text{cm}^2$ . Επομένως πρέπει να τοποθετηθεί πρόσθετος οπλισμός στην κοινή στήριξη  $(9.31 - 6.16)\text{cm}^2 = 3.15\text{cm}^2$ . (Εκλέγω  $4\Phi 12/m = 4.52\text{cm}^2$ ).

## 2. ΠΛΑΙΝΑ ΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

α. Στην εξωτερική τους παρειά ασκείται ώθηση από τις γαίες. Θεωρήθηκε ότι το έδαφος είναι αμμοχαλικώδες (ψαθυρό) με εσωτερική γωνία τριβής  $\varphi=35^\circ$ ,  $\delta=2\varphi/3$  (κλίση πρανούς) και από τους σχετικούς πίνακες βρίσκω ότι  $\lambda_{wh}=0.35$  (Συν/στής οριζόντιας ενεργής ώθησης). Βρίσκουμε την πλευρική οριζόντια πίεση ( $e_{ah}$ ) από τον τύπο:

$$e_{ah} = \gamma \chi h_{\text{τοίχ}} \lambda_{wh} = 1.8 \text{ t/m}^3 \times 4.4 \times 0.35 = 2.788 \text{ t/m}^2.$$

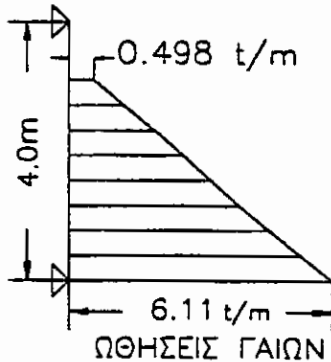
Επομένως η ώθηση των γαιών είναι:

$$E_{ah} = 1/2 \times h_{\text{τοίχ}} \times e_{ah} = 6.11 \text{ t/m}.$$

Λαμβάνοντας υπόψη το σεισμικό συντελεστή ( $e=0.08$ ) έχουμε:

$$E_{ah} = 6.11 \times (1+0.08) = 6.6 \text{ t/m}.$$

Από το σχήμα παρατηρούμε ότι στην κορυφή της διατομής έχουμε  $E_{ah} = 0.498 \text{ t/m}$  όπου με την επαύξηση του σεισμικού συντ/στή γίνεται:  $E_{ah} = 0.537 \text{ t/m}$ .



Πρώτα εξετάζεται το τοίχειο θεωρώντας τη δεξαμενή κενή και επιχωμένη. Η μέγιστη ροπή παρουσιάζεται στη θέση

$$\beta = (l/\rho_2 - \rho_1) - \rho_1 + \{1/3(\rho_1^2 + \rho_1 \rho_2 + \rho_2^2)\} = 4.15 \text{ m από την επιφάνεια εδάφους.}$$

Η αντίδραση  $A_0$  δίνεται από τη σχέση:

$$A_0 = 1/6 \times (2\rho_1 + \rho_2) = 1.28 \text{ t}$$

Η μέγιστη ροπή είναι:

$$M_{\text{max}} = A_0 \times \beta - \beta^2/6 \times [3\rho_1 + (\rho_2 - \rho_1) \times (\beta/l)] = 15.72 \text{ tm}$$

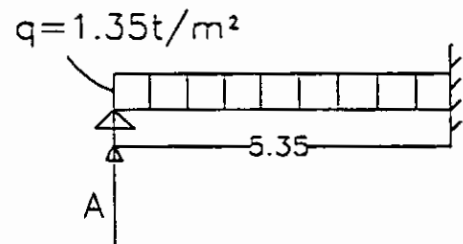
### Ανάλυση Φορτίων

Ίδιο βάρος τοιχείου:  $0.3 \times 2.4 = 0.72 \text{ t/m}^2$

Κινητό φορτίο :  $0.15 \text{ t/m}^2$

Φορτίο Επίχωσης :  $0.4 \times 1.8 = 0.72 \text{ t/m}^2$

Ίδιο Βάρος Πλάκας :  $0.2 \times 2.4 = 0.48 \text{ t/m}^2$



Υπολογισμός Αντίδρασης :  $A = 3/8 \times q \times l = 3/8 \times (0.15 + 0.72 + 0.48) \times 12.7 = 6.43 \text{ t}$

Η αντίδραση A, της πλάκας οροφής μεταφέρεται σαν θλιπτική δύναμη στο τοίχειο.

Έτσι έχουμε μια συνολική θλιπτική δύναμη  $N = A + q_6 = 6.43 + 0.72 = -7.15 \text{ t}$

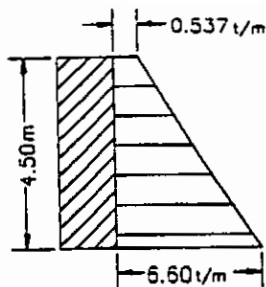
Η πλάκα αυτή λειτουργεί σαν τετραέρειστη αφού  $\epsilon = l_y / l_x = 13/4.5 = 2.9 > 2$ .

$$M_d = 15.72 \text{ tm}, N = -7.15 \text{ tm}.$$

Άρα η ροπή σχεδιασμού  $M_{sd}$  είναι  $M_{sd} = M_d - N \chi y_{s1}$  Σχ.1

Λαμβάνοντας υπόψη επικάλυψη  $c = 25 \text{ mm}$ , συνδετήρες  $\Phi 10$  έχουμε:





$$d_1 = 25\text{mm} + 14/2 + 10 = 4.2 \sim 5\text{cm}$$

$$d = h - d_1 = 30 - 5 = 25\text{cm}$$

$$y_{s1} = h/2 - d_1 = 15 - 5 = 10\text{cm}$$

Επομένως από τη Σχ.1 έχουμε:  $M_{sd} = 15.72 - (-7.15) \times 0.1 = 164.35\text{KNm}$

Ετσι  $M_{sd}/bxd^2 = 2570\text{kN/m}^2 = 2.63\text{MPa}$  ,  $d_2/d = 5/30 = 0.166 \sim 2$  και από τους ανάλο-  
γους πίνακες βρίσκω ότι  $\rho_1 = 0.911\%$ .

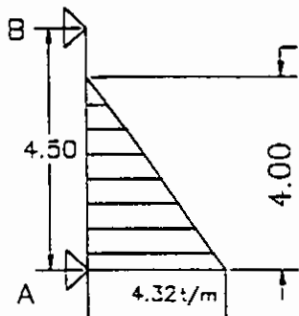
Επομένως  $A_{s1} = \rho_1 \times b \times d = 0.911 \times 25 = 22.77\text{cm}^2$ . (Εκλέγω  $8\Phi 20 = 25.12\text{cm}^2$ ).

Κάνοντας τον έλεγχο του ελάχιστου οπλισμού βρίσκουμε ότι:  $A_{s1min} = 0.15\% \times d =$   
 $= 0.0015 \times 100 \times 30 = 4.5 < 22.77\text{cm}^2$  . Οπότε η τιμή του  $A_{s1}$  είναι αποδεκτή.

### Εγκάρσιος Οπλισμός

Τοποθετώ εγκάρσιο οπλισμό  $1/5 \times A_{s1} = 1/5 \times 25.12 = 5.02\text{cm}^2$ . (Εκλέγω  $5\Phi 12 = 5.65\text{cm}^2$ )

β. Στην εσωτερική παρειά ασκείται η ώθηση του νερού:  $e_{ws} = 4 \times (1 + 0.08) = 4.32\text{t/m}$ .



Λαμβάνοντας υπόψη ότι η δεξαμενή είναι γεμάτη μέχρι ύψους 4.0μ. βρίσκουμε ότι Η ροπή που ασκείται στο τοίχειο είναι:

$$M_d = (\rho \times c^2 / 6 \times l) \times (l - c + (2/3) \times c \times (c/3l))^{1/2} = 49.9\text{KNm}$$

Γνωρίζουμε από πριν ότι  $N = -7.15\text{t}$

Ετσι η ροπή σχεδιασμού είναι:

$$M_{sd} = 49.9 - (-71.5) \times 0.1 = 57.05\text{KNm}$$

Αρα  $M_{sd}/bxd^2 = 57.05/0.25^2 = 0.91\text{MPa}$  και

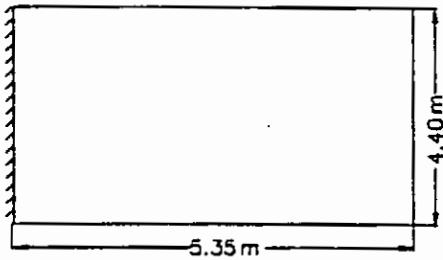
από τους ανάλογους πίνακες βρίσκω:

ΩΘΗΣΗ ΤΔΑΤΟΣ

$\rho_1 = 0.275\%$  επομένως  $A_{s1} = 0.275 \times 25 = 6.87\text{cm}^2 > A_{s1min}$  Επομένως η τιμή γίνεται δεκτή.  
Εκλέγω  $5\Phi 14/m (= 7.7\text{cm}^2)$ .

### 3. ΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΧΩΡΙΖΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΜΕΣΑΙΟ ΤΟΙΧΕΙΟ

#### Ανάλυση Φορτίων



Ιδιο Βάρος :  $q_{id} = d_{\text{πλ}} \times \gamma_{\text{σκυρ}} = 0.72 \text{ t/m}$  Επομένως το ολικό φορτίο είναι:  $q_{ολ} = 0.72 + N$ , όπου η αντίδραση είναι:  $N = 3/8 \rho l$  και το ( $\rho$ ) περιλαμβάνει το φορτίο επίχωσης, το φορτίο της πλάκας και το κινητό. Δηλ.  $\rho = 1.35 \text{ t/m}$ . Άρα  $N = 2.7 \text{ t}$ . Σ' αυτό προστίθεται και το  $q_{id}$  επομένως έχουμε  $N = -3.5 \text{ t}$

Η πλάκα αυτή συμπεριφέρεται ως αμφιέρειστη αφού  $\varepsilon = l_y / l_x = 5.35 / 4.4 = 1.2$

#### Οπλισμός εσωτερικής παρειάς

α. Στην εξωτερική παρειά υπάρχει η ώθηση από τις γαίες και ασκεί φορτία, όπως αναλύθηκαν και πριν,  $p_1 = 0.537 \text{ t/m}$  στο άνω άκρο και  $p_2 = 6.6 \text{ t/m}$  στο κάτω άκρο.

$$M_{x1} = V_x \times (p_1 \times l_{x1}^2) / 8 = 0.738 \times (0.537 \times 4.4^2) / 8 = 0.959 \text{ tm}$$

$$M_{x2} = V_x \times (p_2 \times l_{x2}^2) / 8 = 0.738 \times (6.6 \times 4.4^2) / 8 = 11.78 \text{ tm}$$

Η περίπτωση αυτή, δεξαμενή κενή και επιχωμένη, είναι και η δυσμενής για τη διατομή μας.

#### Διερεύνηση $M_{x1}$ (άνω άκρο)

$$M_d = 0.959 \text{ tm}, M_{id} = M_d - N y_{s1} = 0.959 - (-3.5) \times 0.1 = 1.31 \text{ tm} = 13.1 \text{ KNm}, d_2/d = 0.16 \sim 0.2$$

Άρα  $M_{id} / b x d^2 = 0.21 \text{ MPa}$  και από τους ανάλογους πίνακες βρίσκω  $\rho_1 = 0.075\%$

Επομένως  $A_{s1} = 2.27 \text{ cm}^2 < A_{s1\text{min}}$ . Άρα τοποθετώ τον ελάχιστο οπλισμό  $5\Phi 10/\text{m}$ .

#### Διερεύνηση $M_{x2}$ (κάτω άκρο)

$$M_d = 11.78 \text{ tm}, M_{id} = M_d - N y_{s1} = 11.78 - (-3.5) \times 0.1 = 12.13 \text{ tm} = 121.3 \text{ KNm}, d_2/d = 0.16 \sim 0.2$$

Άρα  $M_{id} / b x d^2 = 1.95 \text{ MPa}$  και από τους ανάλογους πίνακες βρίσκω  $\rho_1 = 0.66\%$

Επομένως  $A_{s1} = 16.52 \text{ cm}^2 > A_{s1\text{min}}$ . Εκλέγω  $6\Phi 20/\text{m} (= 18.84 \text{ cm}^2)$ .

#### Εγκάρσιος Οπλισμός

Αυτός δίνεται από την ροπή  $M_y$

$$M_{y1} = V_y \times (p_1 \times l_y^2) / 14.22 = 0.631 \times (0.537 \times 5.35^2) / 14.22 = 0.682 \text{ tm}$$

$$M_{y2} = V_y \times (p_2 \times l_y^2) / 14.22 = 0.631 \times (6.6 \times 5.35^2) / 14.22 = 8.38 \text{ tm}$$

#### Διερεύνηση $M_{y1}$ (άνω άκρο)

$$M_d = 0.682 \text{ tm}, M_{id} = M_d - N y_{s1} = 0.682 + 0.34 = 1.022 \text{ tm} = 10.22 \text{ KNm}, d_2/d = 0.16 \sim 0.2$$

Άρα  $M_{id} / b x d^2 = 0.163 \text{ MPa}$  και από τους ανάλογους πίνακες βρίσκω  $\rho_1 = 0.059\%$

Επομένως  $A_{s1} = 1.47 \text{ cm}^2 < A_{s1\text{min}}$ . Άρα τοποθετώ ελάχιστο οπλισμό  $5\Phi 10/\text{m}$ .

#### Διερεύνηση $M_{y2}$ (κάτω άκρο)

$$M_d = 8.38 \text{ tm}, M_{id} = M_d - N y_{s1} = 8.73 \text{ tm} = 87.3 \text{ KNm}, d_2/d = 0.16 \sim 0.2$$

Άρα  $M_{id} / b x d^2 = 1.4 \text{ MPa}$  και από τους ανάλογους πίνακες βρίσκω  $\rho_1 = 0.477\%$

Επομένως  $A_{s1} = 11.92\text{cm}^2 > A_{s1\text{min}}$  . Εκλέγω  $5\Phi 18/\text{m}$  ( $=12.70\text{cm}^2$ ).

Θα εξετάσουμε τη ροπή κοινής στήριξης  $M_{\text{yerm}}$  :

Διερεύνηση  $M_{1\text{yerm}}$

$M_{1\text{yerm}} = -(\rho_1 \times l_y^2)/8 = -1.92\text{tm}$  , και υπάρχει μια θλιπτική δύναμη  $N$  όμοια με την προηγούμενη. Άρα  $M_{\text{id}} = -1.92 - (-3.4) \times 0.1 = 1.58\text{tm} = 15.8\text{KNm}$  ,  $d_2/d = 0.16 \sim 0.2$

Επομένως  $M_{\text{id}}/bxd^2 = 0.25\text{MPa}$  και από τους σχετικούς πίνακες βρίσκω  $\rho_1 = 0.059\%$   
 Έτσι  $A_{s1} = 1.47\text{cm}^2 < A_{s1\text{min}}$  . Επομένως τοποθετώ τον ελάχιστο οπλισμό  $5\Phi 10/\text{m}$ .

Διερεύνηση  $M_{2\text{yerm}}$

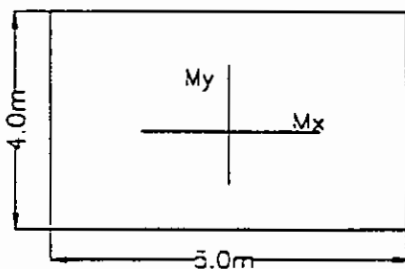
$M_{2\text{yerm}} = -(\rho_2 \times l_y^2)/8 = -23.61\text{tm} = 236.1\text{KNm}$  ,  $M_{\text{id}} = -236.1 - (-3.4) \times 0.1 = 235.76\text{KNm}$

Επομένως  $M_{\text{id}}/bxd^2 = 3.78\text{MPa}$  με  $d_2/d = 0.16 \sim 0.2$  και από τους σχετικούς πίνακες βρίσκω  $\rho_1 = 1.497\%$  ,  $\rho_2 = 0.054\%$  (ποσοστό θλιβόμενου οπλισμού).

Το ποσοστό του θλιβόμενου οπλισμού στην κοινή στήριξη καλύπτεται από τον οπλισμό ανοίγματος.

Έτσι  $A_{s1} = 37.37\text{cm}^2$  . Στη στήριξη όμως φθάνουν ήδη τα μισά του ανοίγματος από κάθε πλάκα. Δηλ.  $2 \times (3\Phi 20/\text{m}) = 18.82\text{cm}^2$ . Επομένως θα τοποθετήσω πρόσθετα σίδηρα στο κάτω άκρο της διατομής όπου και τα φορτία είναι μεγαλύτερα τη διαφορά:  $(37.37 - 18.82) = 18.55\text{cm}^2$ . Εκλέγω  $8\Phi 18/\text{m}$  ( $=20.32\text{cm}^2$ ).

### Οπλισμός εξωτερικής παρειάς



Η εξωτερική παρειά θα οπλιστεί ανάλογα με τα φορτία που ασκούνται από την εσωτερική πλευρά της δεξαμενής δηλ. την ώθηση του νερού. Να σημειωθεί τα φορτία αυτά είναι μικρότερα συγκριτικά με αυτά της ώθησης των γαιών. Το διάγραμμα της ροπής είναι τρίγωνο και η μέγιστη ροπή  $M_0$  είναι:

$M_0 = (\rho x c^2)/6I \times [(1 - c + (2/3) \times c \times (c/3I)^{1/2})] = 4.99\text{tm}$  , όπου  $\rho$  η πίεση του νερού

Με  $\epsilon = l_y/l_x = 1.2$  από τους σχετικούς πίνακες βρίσκω:

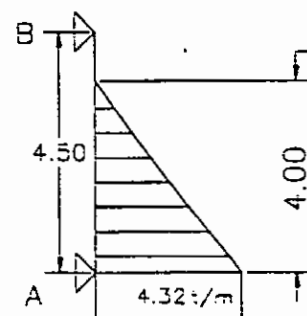
$k_x = 0.453$  ,  $V_x = 0.738$  ,  $\rho_x = k_x \times \rho = 1.96$

$k_y = 0.547$  ,  $V_y = 0.631$  ,  $\rho_y = k_y \times \rho = 2.36$

$M_x = V_x \times (\rho_x \times l_x^2)/8 = 36.6\text{KNm}$

$M_y = V_y \times (\rho_y \times l_y^2)/14.22 = 30.0\text{KNm}$

$M_{\text{yerm}} = -(\rho_y \times l_y^2)/8 = 84.4\text{KNm}$



ΩΘΗΣΗ ΤΔΑΤΟΣ

Η θλιπτική δύναμη  $N$  που δέχεται το τοιχείο είναι το άθροισμα του ίδιου βάρους και της αντίδρασης από την άνω πλάκα. Αναλυτικά:  
 $A=(3/8) \times \rho \times l = 2.71 \text{ t}$ . Άρα  $N=0.72+2.71=3.43\text{t}$

Διερεύνηση  $M_x$  (Κύριος Οπλισμός)

$M_d=36.6\text{KNm}$ ,  $N=3.43\text{t}$ ,  $M_{sd}=M_d - N y_{s1} = 36.6 - (-34.3) \times 0.1 = 40.03\text{KNm}$ ,  
 $d_2/d=0.16 \sim 0.2$

Επομένως  $M_{sd}/bxd^2 = 0.64 \text{ MPa}$ , και από τους σχετικούς πίνακες βρίσκω  $\rho_1=0.181\%$   
Έτσι  $A_{s1}=0.181 \times 25 = 4.52\text{cm}^2$ . Εκλέγω  $6\Phi 10/\text{m}$  ( $=4.71\text{cm}^2$ )  $> A_{s1\text{min}}$ .

Διερεύνηση  $M_y$  (Εγκάρσιος Οπλισμός)

$M_d=30.0\text{KNm}$ ,  $N=3.43\text{t}$ ,  $M_{sd}=M_d - N y_{s1} = 30.0 - (-34.3) \times 0.1 = 33.4\text{KNm}$ ,  
 $d_2/d=0.16 \sim 0.2$

Επομένως  $M_{sd}/bxd^2 = 0.53\text{MPa}$ , και από τους σχετικούς πίνακες βρίσκω  $\rho_1=0.165\%$   
Έτσι  $A_{s1}=4.125\text{cm}^2$ . Εκλέγω  $4\Phi 12/\text{m}$  ( $=4.52\text{cm}^2$ ).

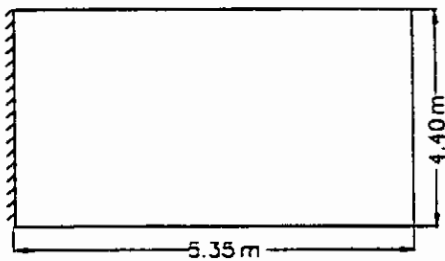
Ροπή Κοινής Στήριξης

$M_d=84.4\text{KNm}$ ,  $N=3.43\text{t}$ ,  $M_{sd}=M_d - N y_{s1} = 84.4 - (-34.3) \times 0.1 = 87.83\text{KNm}$   
 $d_2/d=0.16 \sim 0.2$

Επομένως  $M_{sd}/bxd^2 = 1.40\text{MPa}$ , και από τους σχετικούς πίνακες βρίσκω  $\rho_1=0.442\%$   
Έτσι  $A_{s1}=11.05\text{cm}^2$ . Εκλέγω  $10\Phi 12/\text{m}$  ( $=11.30\text{cm}^2$ ). Όμως από κάθε πλάκα φθάνουν στην κοινή στήριξη  $4\Phi 12/\text{m}$ , οπότε πρέπει να τοποθετήσω πρόσθετα  $6\Phi 12/\text{m}$ .

#### 4. ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟ ΤΟΙΧΕΙΟ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΔΥΟ ΘΑΛΑΜΩΝ

Στο τοιχείο αυτό το σημαντικότερο φορτίο που ασκείται είναι η υδροστατική πίεση του νερού. Επιπλέον, ασκείται και θλιπτική δύναμη που είναι το βάρος της πλάκας οροφής που ακουμπάει επάνω της. Το διάγραμμα ροπής είναι τριγωνικής μορφής όπως και στην προηγούμενη περίπτωση. Η μέγιστη ροπή δίνεται από τον τύπο:



νικής μορφής όπως και στην προηγούμενη περίπτωση. Η μέγιστη ροπή δίνεται από τον τύπο:

$$M_0 = (\rho x c^2) / 3 \times \{ (1 - (2/3) \times (c/l) )^{1/2} \}^3 = 6.05t$$

Το βάρος που δέχεται από την ανωδομή είναι:  $B = (5/8) \times (p/l) = 10.7t$ .

Επομένως η συνολική θλιπτική δύναμη που δέχεται το τοιχείο είναι:

$$N = q_{1,6} + B = -11.42t$$

Διερεύνηση  $M_0$

$$M_d = 60.5 \text{ KNm}, N = 34.3t, M_{id} = M_d - N y_{s1} = 60.5 - (-114.2) \times 0.1 = 71.92 \text{ KNm}$$

$$d_2/d = 0.16 \sim 0.2$$

Επομένως  $M_{id}/bxd^2 = 1.15 \text{ MPa}$ , και από τους σχετικούς πίνακες βρίσκω  $\rho_1 = 0.374\%$

Έτσι έχουμε  $A_{s1} = 9.35 \text{ cm}^2$ . Εκλέγω  $5\Phi 16/m (=10.05 \text{ cm}^2)$ .

Εγκάρσιος Οπλισμός

Τοποθετείται το  $1/5 A_{s1} = 2.01 \text{ cm}^2$ . Εκλέγω  $4\Phi 8/m$ .

## ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

### 1. Ελεγχος τάσεων εδάφους

Δίδεται:  $\sigma_{\text{εδαφ.}} = 30 \text{ t/m}^2$  ( $0,3 \text{ MN/m}^2$ ). Το έδαφος, όπως προαναφέραμε είναι αμμοχαλικώδες, μη συνεκτικό και η συνοχή του 0 (μηδέν) σύμφωνα με το DIN 1054. Γνωρίζουμε επίσης ότι  $\sigma = P/F$ . (Σχ.1)

Θεωρούμε δυσμενή περίπτωση τη δεξαμενή γεμάτη στον ένα θάλαμο και κενή στον άλλο. Στην περίπτωση που η δεξαμενή είναι πλήρης, δημιουργείται μια τάση εδάφους σαν αποτέλεσμα της φόρτισης, η οποία εξισωροποιείται από τα υπερκείμενα φρτία. Στην δυσμενή φόρτιση έχουμε μια ανομοιόμορφη κατανομή τάσεων και σκοπός μας είναι να την ισοκατανέμουμε σε όλη την επιφάνεια.

#### Ανάλυση Φορτίων

Ίδιο βάρος δεξαμενής:  $\{(11 \times 13 \times 4.5) - 2 \times (3.9 \times 5.05 \times 12.4)\} \times \gamma_{\text{σκυρ}} = 372.15 \text{ t}$

Βάρος νερού :  $250 \text{ cm}^3 \times \gamma_{\text{νερ}} = 250 \text{ t}$

Βάρος επίχωσης :  $(0.40 \times 13 \times 11) \times \gamma_{\text{εδαφ.}} = 102.96 \text{ t}$

ΣΥΝΟΛΟ:  $725.11 \text{ t}$

Οπότε η Σχ.1 γίνεται:  $\sigma = P/F = 725.11 / (11 \times 13) = 5.07 \text{ t/m}^2 < 30 \text{ t/m}^2$

Εξετάζουμε το διπλανό στατικό σύστημα

Η ροπή πακτώσεως δίνεται από τον τύπο:

$$M_A = (\rho x l^2) / 8 = 18.14 \text{ tm} = 181.4 \text{ KNm} = M_{\text{sd}}$$

Λαμβάνεται επικάλυψη  $c = 35 \text{ mm}$  και διατομή σιδήρου  $\Phi 14$ .

$$\text{Άρα } d_1 = 35 \text{ mm} + 7 \text{ mm} = 4.2 \text{ cm} \sim 5 \text{ cm}$$

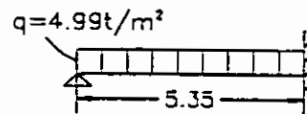
Έτσι αφού  $d + d_1 = 50 \text{ cm}$  θα είναι

$$d = 45 \text{ cm} \text{ και } d_2/d = 5/45 = 0.1$$

$$\text{Επομένως } M_{\text{sd}} / b x d^2 = 895.8 \text{ KN/m}^2 = 0.89 \text{ MPa}$$

και από τους πίνακες βρίσκω  $\rho_1 = 0.275\%$  (ποσοστό οπλισμού στην εφελκυστική ζώνη).

$$\text{Άρα } A_{s1} = 12.37 \text{ cm}^2. \text{ Εκλέγω } 11\Phi 12/\text{m} (=12.43 \text{ cm}^2).$$



#### Εγκάρσιος Οπλισμός

Στην γενική κοιτόστρωση τοποθετείται εγκάρσιος οπλισμός το 20% του κύριου.

$$\text{Δηλ. } A_{s1\text{γκ}} = 1/5 A_{s1} = 1/5 \times 12.37 \text{ cm}^2 = 2.47 \text{ cm}^2 \text{ Εκλέγω } 4\Phi 10/\text{m}. (=3.14 \text{ cm}^2).$$

#### Οπλισμός Ανοίγματος

Η ροπή στο άνοιγμα δίνεται από τον τύπο  $M_A = (\rho x l^2) / 14.22 = 10.2 \text{ tm} = 102.0 \text{ KNm} = M_{\text{sd}}$

Λαμβάνεται επικάλυψη  $c = 35 \text{ mm}$  και

διατομή σιδήρου  $\Phi 14$ .

Άρα  $d_1=35\text{mm}+7\text{mm}=4.2\text{cm} \sim 5\text{cm}$

Έτσι αφού  $d+d_1=50\text{cm}$  θα είναι

$d=45\text{cm}$  και  $d_2/d=5/45=0.1$

Επομένως  $M_{ed}/bxd^2=503.7\text{KN/m}^2=0.50\text{MPa}$

και από τους πίνακες βρίσκω  $\rho_1=0.150\%$  (ποσοστό οπλισμού στην εφελκυσμένη ζώνη).

Άρα  $A_{s1}=6.75\text{cm}^2$ . Εκλέγω  $10\Phi 10/\text{m}(=7.86\text{cm}^2)$ .

#### Εγκάρσιος Οπλισμός

Στην γενική κοιτόστρωση και στην περιοχή του ανοίγματος τοποθετείται εγκάρσιος οπλισμός το 20% του κύριου.

Δηλ.  $A_{s1\text{γκ}}=1/5A_{s1}=1/5 \times 7.86\text{cm}^2=1.57\text{cm}^2 < A_{s1\text{min}}$ . Εκλέγω  $4\Phi 10/\text{m}(=3.14\text{cm}^2)$ .

**ΥΠΟΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Παρά την αρκετή καλή ποιότητα εδάφους έδρασης της κατασκευής που έχουμε και το πολύ χαμηλό ύψος του υδροφόρου ορίζοντα στην περιοχή, λόγω σπουδαιότητας του έργου, κρίνεται απαραίτητη η εξυγείανση του εδάφους, σε βάθος 2 μέτρων κάτω από την επιφάνεια θεμελίωσης, με απομακρυνση φυτικών γαιών ή άλλων ανεπιθύμητων εδαφικών υποστρωμάτων. Για την ενίσχυση του εδάφους θεμελίωσης, αφού συμπυκνώσαμε το αμμοχαλικώδες έδαφος με το κατάλληλο μηχάνημα, τοποθετήσαμε μια στρώση από κροκαλοπαγή πετρώματα (διαμέτρου κόκκου 7-15εκ.) καλά συμπυκνωμένη και πάνω σε αυτή την υπόβαση σκυροδετήσαμε την πλάκα θεμελίωσης. Αυτή η κατασκευαστική λεπτομέρεια παρέχει στο έργο μας μεγαλύτερη υδατοστεγανότητα και προστασία από την εδαφική υγρασία.

## ΘΑΛΑΜΟΣ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ

### 1. ΠΛΑΚΑ ΟΡΟΦΗΣ

Η πλάκα οροφής του θαλάμου κατασκευάστηκε από μπετό C16 και οπλήστηκε με χάλυβα S400. Η πλάκα λειτουργεί ως αμφιέριστη διότι:

$$\varepsilon = l_y / l_x = 5.0 / 4.0 = 1.25.$$

Ανατρέχοντας στους ανάλογους πίνακες έχουμε:

$$k_x = 0.709, k_y = 0.291, V_x = V_y = 0.621$$

Το φορτίο  $p$  που δέχεται η πλάκα είναι το άθροισμα του ίδιου βάρους της και του κινητού που σ' αυτή την περίπτωση είναι  $0.5 \text{ t/m}^2$ . Επίσης το πάχος της πλάκας είναι  $16 \text{ cm}$  και λαμβάνεται  $\gamma_{\text{σκυρ}} = 2.4 \text{ t/m}^3$ . Έτσι  $p = (0.16 \times 2.4) + 0.5 = 0.884 \text{ t/m}^2$ .

$$\text{Άρα: } p_x = k_x \times p = 0.63 \text{ t/m}$$

$$p_y = k_y \times p = 0.26 \text{ t/m}$$

Οι αντίστοιχες ροπές δίνονται από τους τύπους:

$$M_x = V_x \times (p_x \times l_x^2) / 8 = 7.8 \text{ kNm}$$

$$M_y = V_y \times (p_y \times l_y^2) / 8 = 5.0 \text{ kNm}$$

Διερεύνηση  $M_x$

$$M_d = 7.8 \text{ kNm} = M_{\text{sd}}, N = 0$$

Λαμβάνεται επικάλυψη  $c = 25 \text{ mm}$  και διατομή σιδήρου  $\Phi 10$ .

$$\text{Άρα } d_1 = 25 \text{ mm} + 5 \text{ mm} = 3 \text{ cm} = d_2$$

Έτσι αφού  $d + d_1 = 16 \text{ cm}$  θα είναι

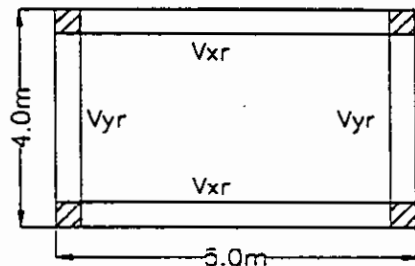
$$d = 13 \text{ cm} \text{ και } d_2 / d = 3 / 13 = 0.2$$

Επομένως  $M_{\text{sd}} / b \times d^2 = 461.5 \text{ kNm} = 0.46 \text{ MPa}$  και από τους σχετικούς πίνακες έχω:

$\rho_1 = 0.130\%$ . Έτσι  $A_{s1} = 1.69 \text{ cm}^2 < A_{s1\text{min}} (= 0.15\% \times 100 \times 16 = 2.4 \text{ cm}^2)$ . Επομένως τοποθετώ τον ελάχιστο οπλισμό  $4\Phi 10 / \text{m}$ .

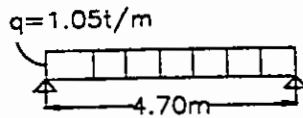
Εγκάρσιος Οπλισμός

Θα τοποθετήσω τον ελάχιστο  $4\Phi 10 / \text{m}$ .





## 2. ΔΟΚΟΙ



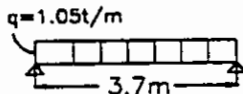
### Ανάλυση Φορτίων

Ιδίο Βάρος	: $q_{ib} = 2.4 \times 0.3 \times (0.4 - 0.16) = 0.173 \text{ t/m}$
Βάρος Ανωδομής	: $q_{ia} = 2.4 \times 0.16 = 0.384 \text{ t/m}$
Κινητό	: $q_{kv} = 0.50 \text{ t/m}$
Σύνολο	: $q_{ol} = 1.057 \text{ t/m}$

### Δοκός 1

Η μέγιστη ροπή δίνεται από τον τύπο  $\max M = q \cdot l^2 / 8 = \{1.057 \times (4.7)^2\} / 8 = 29.2 \text{ KNm}$   
 Λαμβάνουμε  $c = 25 \text{ mm}$ . Υποθέτουμε ότι θα χρησιμοποιηθούν ράβδοι μέχρι  $\Phi 12$  και συνδετήρες μέχρι διαμέτρου  $\Phi 10$ , οπότε:  $d_1 = 25 + 10 + 12/2 = 41 \text{ mm} = 4.1 \text{ cm} \sim 4 \text{ cm}$   
 $d = 40 - d_1 = 40 - 4 = 36 \text{ cm}$ ,  $M_{sd} / b \cdot x \cdot d^2 = 29.2 / \{0.30 \times (0.36)^2 \times 10^3\} = 0.75 \text{ MPa}$   
 $d_2 / d = 4 / 36 \sim 0.10$  Από τους πίνακες βρίσκω  $\rho_1 = 0.243\%$ . Επομένως  
 $A_{s1} = 0.243 \times 36 = 8.75 \text{ cm}^2$ . Εκλέγω  $6\Phi 14 (= 9.24 \text{ cm}^2)$

### Δοκός 2



Η μέγιστη ροπή είναι:

$$\max M = q \cdot l^2 / 8 = 1.057 \times (3.7)^2 / 8 = 18.1 \text{ KNm}$$

Θεωρώντας πάλι ότι θα χρησιμοποιήσουμε ράβδους μέχρι διαμέτρου  $\Phi 12$  και συνδετήρες μέχρι  $\Phi 10$ , υπολογίζω τον σιδηρό οπλισμό σύμφωνα με τα γνωστά:

$$M_{sd} / b \cdot x \cdot d^2 = 18.1 / \{0.30 \times (0.36)^2 \times 10^3\} = 0.46 \text{ MPa}$$
 Από

τους πίνακες βρίσκω  $\rho_1 = 0.150\%$ . Οπότε έχω:

$$A_{s1} = 0.150 \times 36 = 5.4 \text{ cm}^2$$
. Εκλέγω  $5\Phi 12 (= 5.65 \text{ cm}^2)$

Οι απαιτήσεις αντισεισμικότητας και το είδος της κατασκευής απαιτούν να οπλίζονται οι δοκοί σε όλο τους το μήκος με ένα ελάχιστο αριθμό συνδετήρων τόσο στη θλιβόμενη όσο και στην εφελκυσμένη ζώνη. Το μήκος αγκύρωσης τους πρέπει να είναι τουλάχιστον  $10\Phi$ . Για την κάλυψη των διατμητικών τάσεων επιλέξαμε διάμετρο συνδετήρων  $\Phi_w = 10 \text{ mm}$ . Η απόσταση μεταξύ τους διέπεται από τη σχέση  $\max s = \min\{d/3, 10 \min\Phi_L, 25\Phi_w, 200 \text{ mm}\} = 25 \text{ cm}$  όπου όπου  $\Phi_w$  η διάμετρος του συνδετήρα,  $\Phi_L$  η διάμετρος των ράβδων οπλισμού. Εκλέγουμε  $\Phi 10/15$ .

### 3. ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

Το υποστυλωμα δέχεται κυρίως θλιπτική δύναμη  $N$  και γι' αυτό το λόγο θα οπλιστεί συμμετρικά.

#### Ανάλυση Φορτίων

$N = q_{ub} + \text{Αντίδραση}$ .

$$q_{ub} = 0.3 \times 0.3 \times 2.4 \times 4 = 0.864 \text{ t}$$

Αντίδραση Πλάκας

Η πλάκα είναι τετραέριστη, ελεύθερα εδραζόμενη διότι  $\epsilon = l_y / l_x = 5.0 / 4.0 = 1.25$ .

$V_{xr} = p_{xr} \times \chi_l^2$ , όπου  $V_{xr}$  η αντίδραση της πλάκας,  $p_{xr}$  το ισοδύναμο "ομοιομορφημένο" φορτίο που διαβιβάζει η πλάκα στη δοκό και  $p_{xr} = U_{xr} \times \chi_l^2$ . Από τους ανάλογους πίνακες βρίσκουμε τους παραπάνω συντελεστές, οπότε έχουμε:

$$V_{xr} = U_{xr} \times p^2 \times \chi_l^2 = 0.3 \times (0.884)^2 \times 4^2 = 3.75 \text{ t}. \text{ Ομοίως } V_{yr} = U_{yr} \times p^2 \times \chi_l^2 = 0.25 \times (0.884)^2 \times 4^2 = 3.13 \text{ t}$$

Επομένως η αντίδραση της πλάκας είναι το ημίθροισμα των  $V_{xr}$ ,  $V_{yr}$ . Δηλ.

$$A = 3.75 + 3.13 / 2 = 3.44 \text{ t}. \text{ Συνεπώς το εντατικό μέγεθος } N \text{ που θλίβει το υποστυλωμα είναι: } N = 3.44 + 0.864 = -43 \text{ KN}$$

Ο πρώτος έλεγχος που επιβάλλεται να γίνει είναι αν το φορτίο σχεδιασμού του υποστυλώματος καλύπτεται από τις δεδομένες διαστάσεις. Πραγματικά από τον ανάλογο πίνακα προκύπτει ότι το μέγιστο φορτίο  $N_{ed}$  που μπορεί να παραλάβει η διατομή είναι  $530 \text{ KN} > N = 43 \text{ KN}$ . Ένας άλλος έλεγχος εξίσου σημαντικός είναι ο κίνδυνος λυγισμού που εξετάζεται από το λόγο  $H_{\text{οροφ}} / d_{\text{υποστ}} < 13$ . Πράγματι ο λόγος είναι  $3.8 / 0.3 = 12.66 < 13$ . Άρα δεν υπάρχει κίνδυνος λυγισμού υποστυλώματος.

Επειδή η ροπή σχεδιασμού είναι μηδέν θα τοποθετήσουμε το ελάχιστο ποσοστό οπλισμού που είναι το 0.4% της διατομής του. Δηλαδή

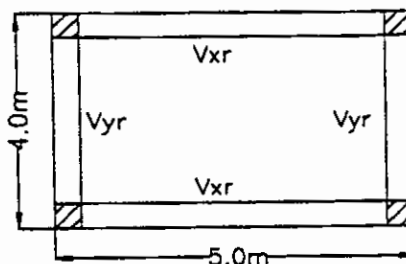
$$A_{s1} = (0.4 / 100) \times 30 \times 30 = 3.6 \text{ cm}^2$$

Εκλέγω  $2\Phi 16 (= 4.02 \text{ cm}^2)$ . Ο οπλισμός αυτός θα τοποθετηθεί σε κάθε πλευρά δηλαδή στη διατομή θα υπάρχουν συνολικά  $4\Phi 16$ .

Για την εκλογή των συνδετήρων τηρήθηκαν οι παρακάτω συνθήκες:

$\min \Phi_w = \max \{ 8 \text{ mm}, \max \Phi_l / 3 \}$  όπου  $\Phi_w$  η διάμετρος του συνδετήρα,  $\Phi_l$  η διάμετρος των ράβδων οπλισμού. Επομένως το  $\min \Phi_w$  είναι 8 mm. Ενώ για την μεταξύ τους απόσταση πρέπει να ισχύει:  $\max s = \min \{ 10 \min \Phi_l, \min b / 2, 125 \text{ mm} \} = 125 \text{ mm}$ . Εκλέγουμε συνδετήρες  $\Phi 10 / 12$ .

Να σημειωθεί ότι τις κρίσιμες περιοχές των 4 υποστυλωμάτων τις περισφίγγουμε διατάσσοντας πυκνότερους συνδετήρες για την εξασφάλιση της πλαστικότητας σε κάμψη. Επιπλέον η καλή περισφίξη ευνοεί την ανάπτυξη τριαξονικής καταπόνησης, με αποτέλεσμα την αύξηση της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος, στην περίπτωση ενός μεγάλου σεισμού, όπου αναπτύσσονται μεγάλες θλιπτικές τάσεις λόγω πλαστικής στροφής της διατομής. Ως κρίσιμες περιοχές χαρακτηρίζονται οι ενώσεις των κόμβων σε απόσταση  $H/6$  από αυτούς. Τα σημεία



ενώσεως των συνδετήρων πρέπει να εναλλάσσονται κυκλικά. Τελικά εκλέγουμε συνδετήρες  $\Phi 10/12$ .

#### 4. ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΘΑΛΑΜΟΥ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ

Η θεμελίωση του θαλάμου δικλείδων αποτελείται από τέσσερα μεμονωμένα κεντρικά πέδιλα, τα οποία είναι ανά δύο ίδια μεταξύ τους. Το συνολικό φορτίο που μεταβιβάζεται σε αυτά μέσω των υποστηλωμάτων είναι 43 KN.

Για τον έλεγχο των τάσεων εδάφους υπολογίζεται πρόσθετα και το ίδιο βάρος θεμελίου το οποίο είναι:

$$G = 43 + (1.0 \times 1.0 \times 1.5) \times \gamma_{\text{στυρ}} = 89.6 \text{ KN}$$

Άρα στην δυσμενή περίπτωση όπου η διατομή του πεδύλου είναι  $1.00 \times 0.70$  έχουμε:

$$\sigma_{\text{εξ}} = 89.6 / (1.0 \times 0.7) = 128 \text{ KN/m}^2 < 300 \text{ KN/m}^2 = \sigma_{\text{εξ,εδ}}$$

α. Πέδιλα διαστάσεων  $1.00 \times 1.00$

Η ροπή κάμψης στην διεύθυνση  $\chi$  ισούται με την αντίστοιχη στη διεύθυνση  $\psi$  λόγω συμμετρίας του πεδύλου.

$$\text{Δηλαδή } M_x = M_y = P \times (a_x - b_x) / 8 =$$

$$= 43 \times (1.0 - 0.3) / 8 = 3.76 \text{ KNm}$$

$$y_{i1} = h/2 - d_1 = 0.25 - 0.05 = 0.20 \text{ m}$$

$$M_{sd} = M_d - N_d \times y_{i1} = 3.76 - (-43) \times 0.2 = 12.36 \text{ KNm}$$

$$\text{Άρα } M_{sd} / b \times d^2 = M_d - N_d \times y_{i1} / (1.0 \times (0.45)^2) =$$

$$= 61.03 \text{ KN/m}^2 = 0.06 \text{ MPa.}$$

Με  $d_2/d = 0.10$  από τους ανάλογους

πίνακες βρίσκω  $\rho_1 = 0.029\%$ .

$$\text{Επομένως } A_{s1} = 0.029 \times 45 = 1.30 \text{ cm}^2$$

Επειδή ο ελάχιστος οπλισμός είναι  $0.0015 \times 100 \times 45 = 6.75 \text{ cm}^2$  εκλέγουμε  $\Phi 12/15$  και στις δύο διευθύνσεις.

β. Πέδιλα διαστάσεων  $1.00 \times 0.70$

Η επίλυση αυτών των πεδύλων διαφέρει μόνο στον υπολογισμό κατά την διεύθυνση  $\psi$ .

Έτσι κατά την διεύθυνση  $\chi$  εκλέγω  $\Phi 12/15$ .

$$\text{Στην διεύθυνση } \psi \text{ θα έχω: } M_y = P \times (a_y - b_y) / 8 =$$

$$= 43 \times (0.70 - 0.30) / 8 = 2.15 \text{ KNm.}$$

$$M_{sd} = M_d - N_d \times y_{i1} = 2.15 - (-43) \times 0.2 = 10.75 \text{ KNm}$$

$$\text{Άρα } M_{sd} / b \times d^2 = M_d - N_d \times y_{i1} / (1.0 \times (0.45)^2) =$$

$$= 53.08 \text{ KN/m}^2 = 0.05 \text{ MPa.}$$

Με  $d_2/d = 0.10$  από τους ανάλογους

πίνακες βρίσκω  $\rho_1 = 0.029\%$ .

$$\text{Επομένως } A_{s1} = 0.029 \times 45 = 1.30 \text{ cm}^2$$

Επειδή ο ελάχιστος οπλισμός είναι  $0.0015 \times 100 \times 45 = 6.75 \text{ cm}^2$  εκλέγουμε  $\Phi 12/15$  και στις δύο διευθύνσεις.

### ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΝ

Ο έλεγχος αυτός είναι απαραίτητος για το είδος του έργου. Γίνεται σαφές από τις ιδιομορφίες της κατασκευής και από την ευπάθεια των σωληνώσεων που φέρει η δεξαμενή ότι οι επιτρεπτές καθιζήσεις κυμαίνονται σε μικρά όρια. Οι καθιζήσεις στο κέντρο της δεξαμενής υπολογίζονται από τον τύπο:

$$\rho_{\text{αν}} = (4 \times q \times f \times B) / 2 \times E$$

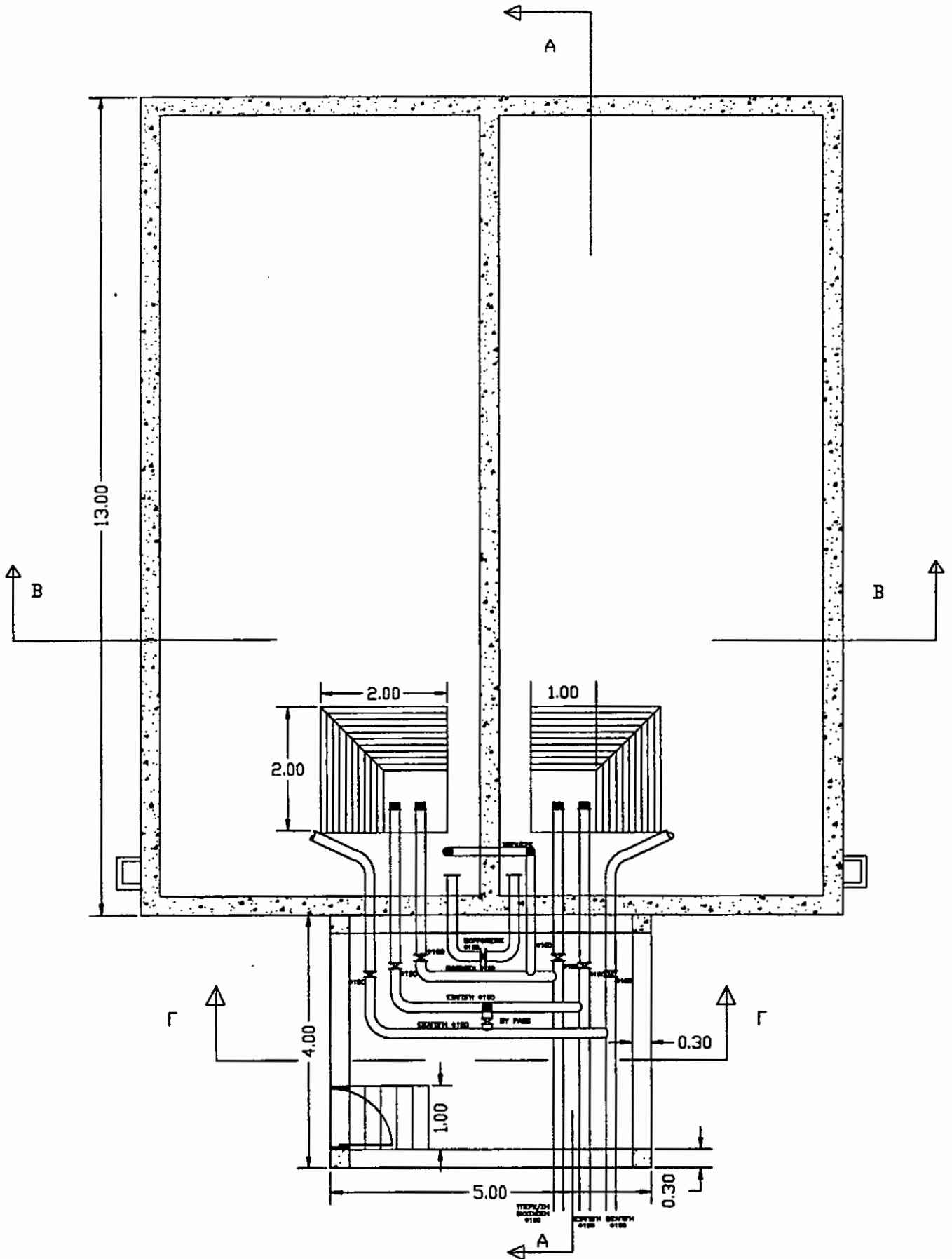
όπου:  $q$  το συνολικό φορτίο στην εδραζόμενη επιφάνεια  
 $f$  συντελεστής εξαρτώμενος των  $z/(B/2)$ ,  $L/B$   
 $E$  το μέτρο ελαστικότητας του εδάφους  
 $B$  το πλάτος της επιφάνειας  
 $L$  το μήκος της επιφάνειας  
 $z$  το βάθος από την ελεύθερη επιφάνεια που γίνεται ο έλεγχος καθιζήσεων

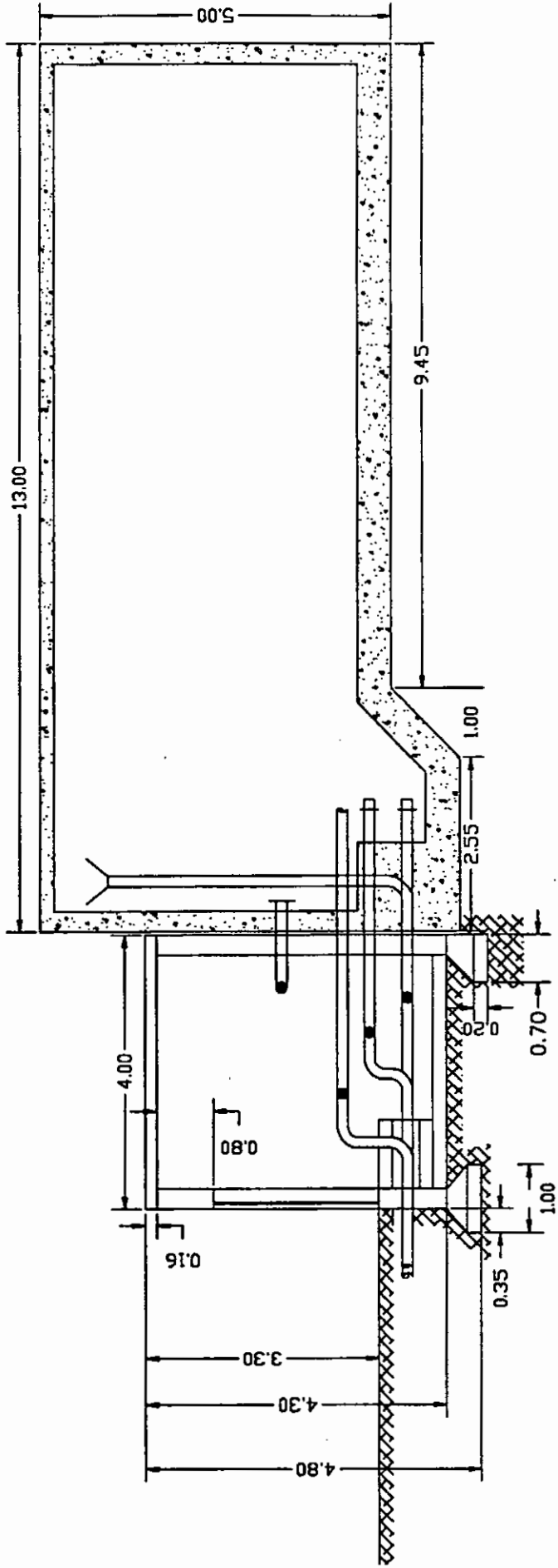
Δεχόμενοι ότι  $q = P/F = 6.73 \text{ t/m}^2$  όταν η δεξαμενή είαι πλήρης,  $L/B = 13/11 = 1.18$ ,  $z/(B/2) = 1.80$ ,  $f$  από τους ανάλογους πίνακες ίσο με 0.3,  $B = 11.0 \text{ m}$ ,  $z = 10 \text{ m}$ ,  $E = 1200 \text{ t/m}^2$  έχουμε:

$$\rho_{\text{αν}} = (4 \times 6.73 \times 0.3 \times 11) / 2 \times 1200 = 0.037 \text{ m} = 3.7 \text{ cm}$$

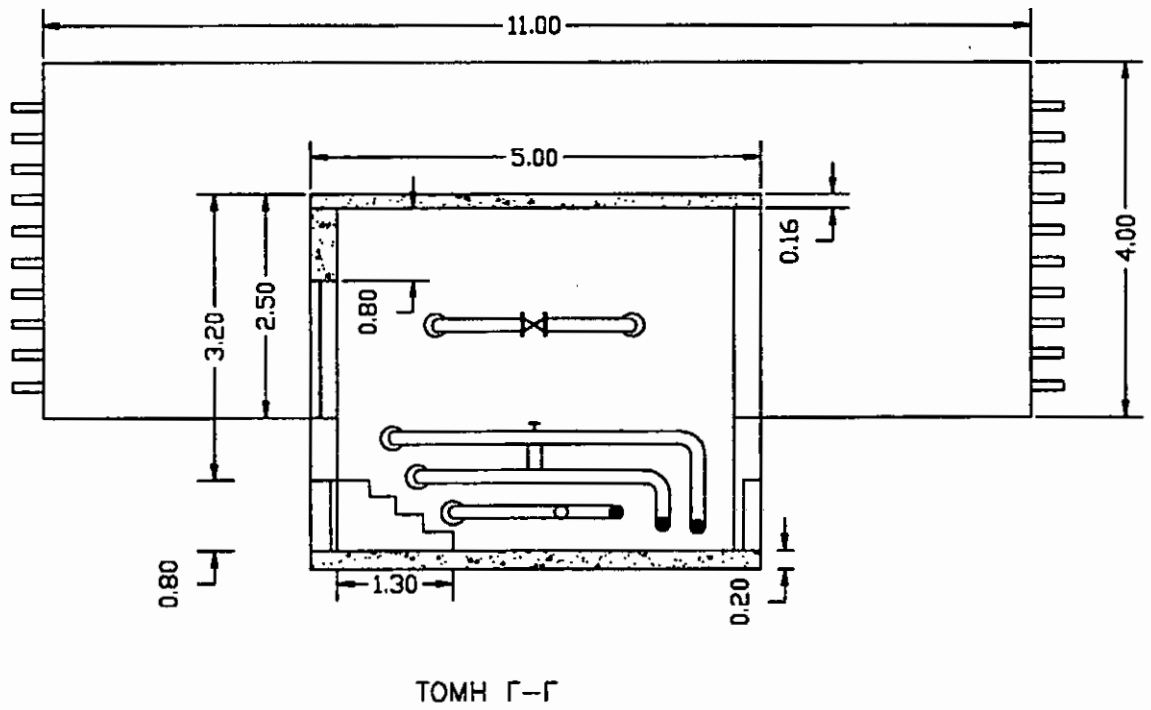
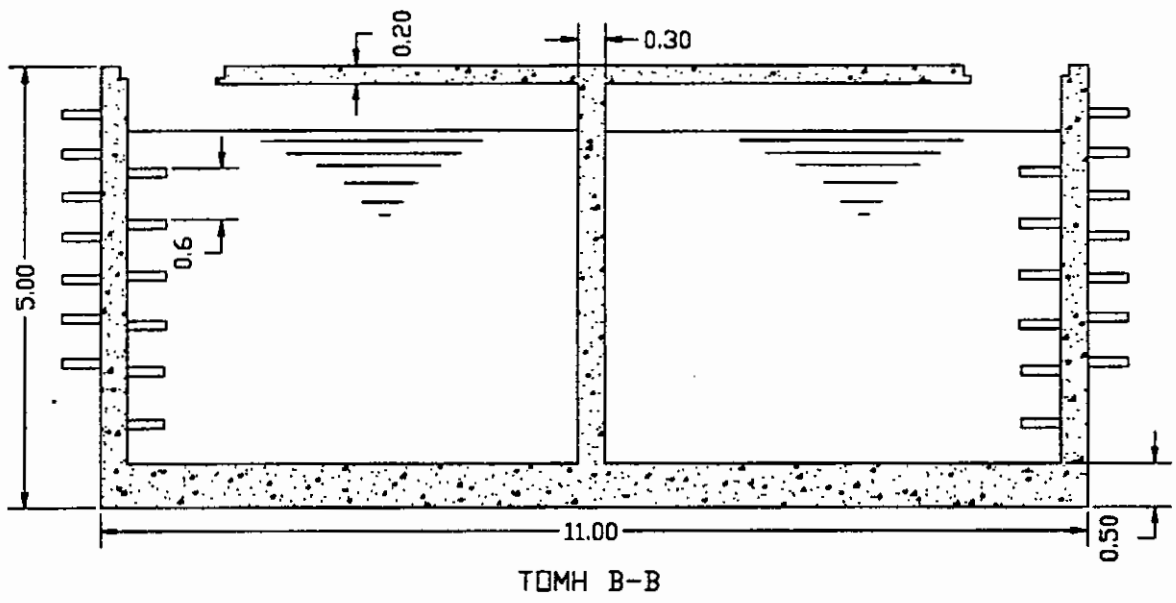
Η τιμή αυτή της ενδεχόμενης καθίζησης της κατασκευής είναι αποδεκτή αφού η μέγιστη επιτρεπτή καθίζηση για τα αμμοχαλικώδη εδάφη από DIN 1054 είναι 6εκ.

# ΚΑΤΟΨΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

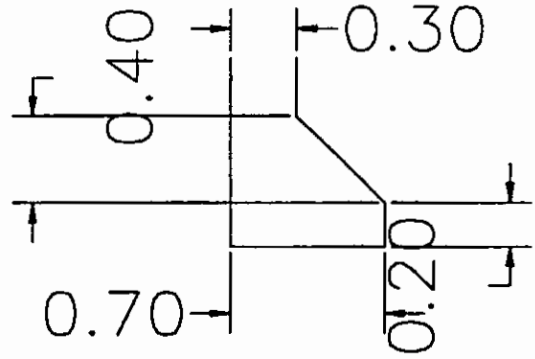
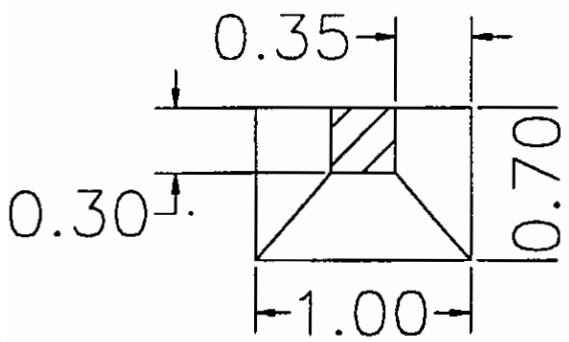




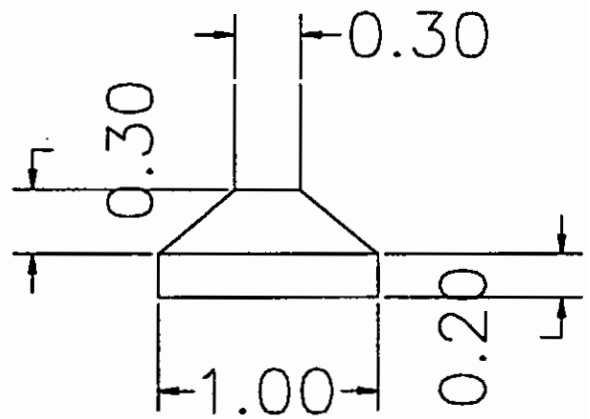
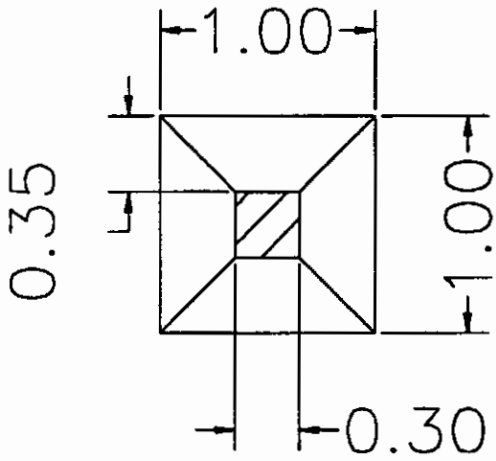
TOMH A-A



## ΘΕΜΕΛΙΟ ΤΥΠΟΥ Α

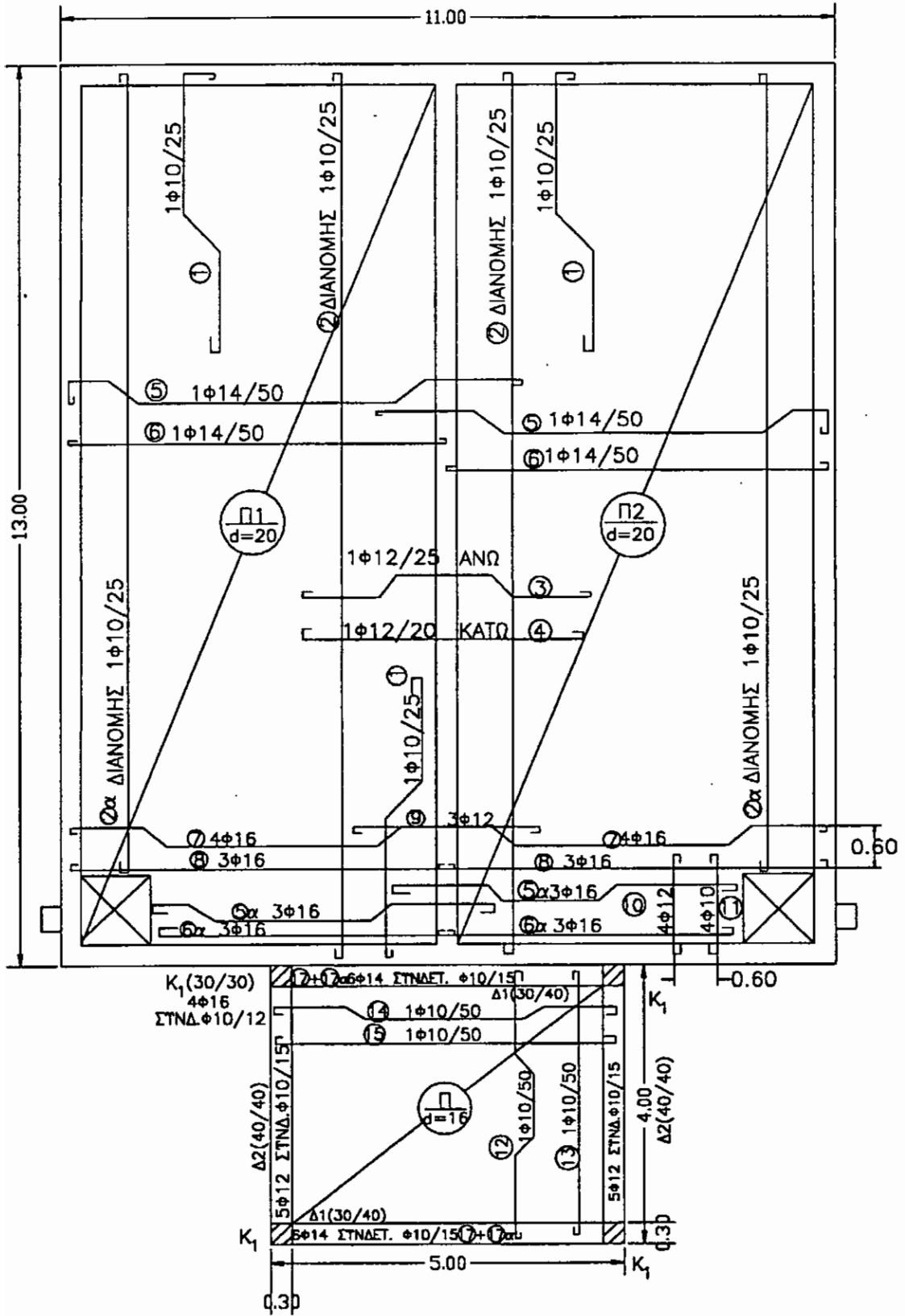


## ΘΕΜΕΛΙΟ ΤΥΠΟΥ Β





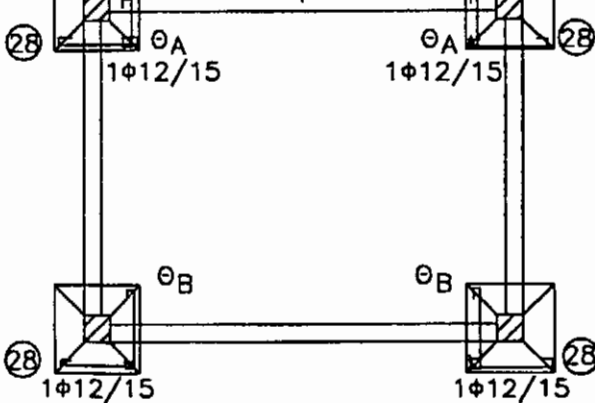
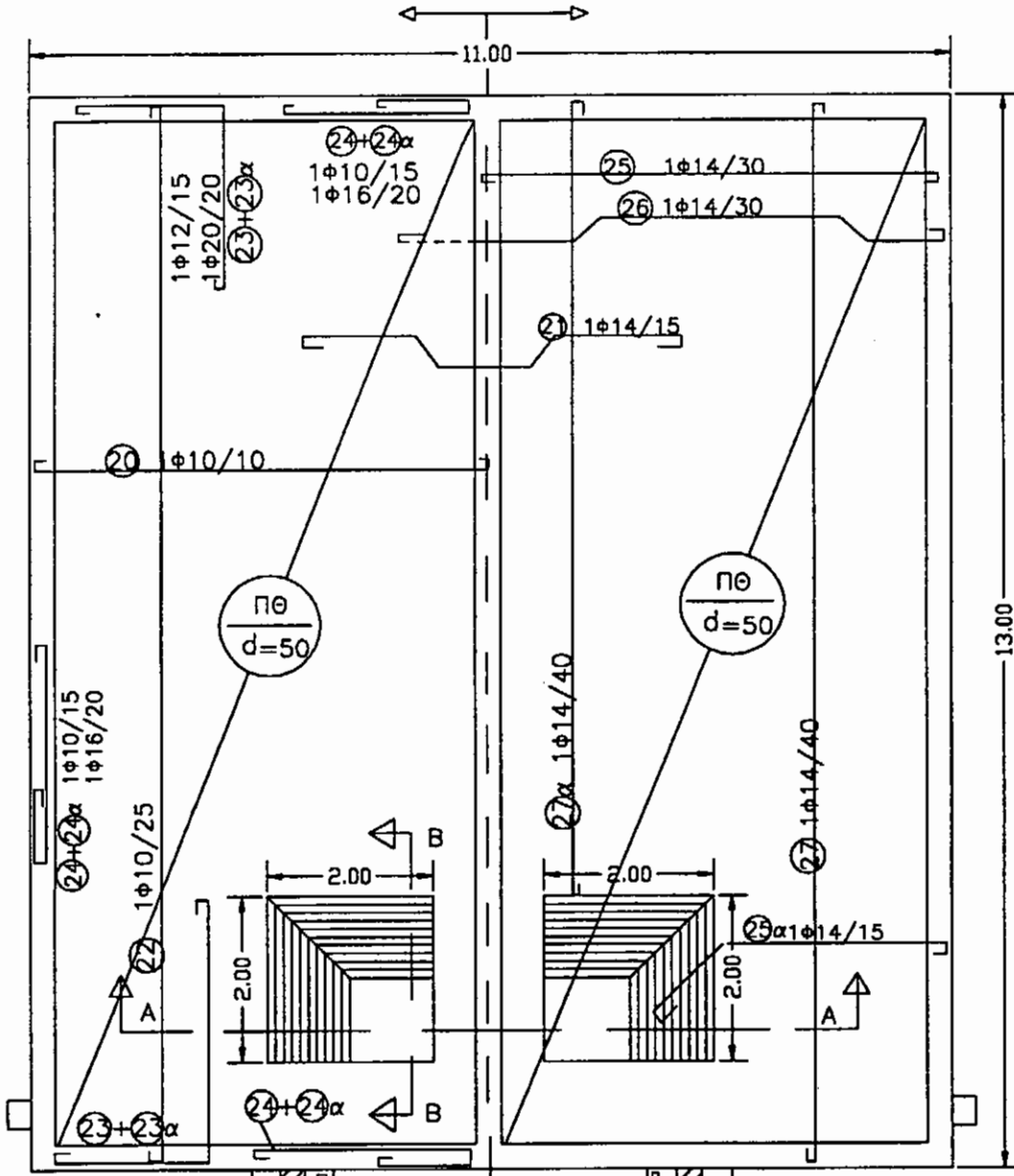
# ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ ΠΛΑΚΑΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ



ΚΑΤΟΥΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

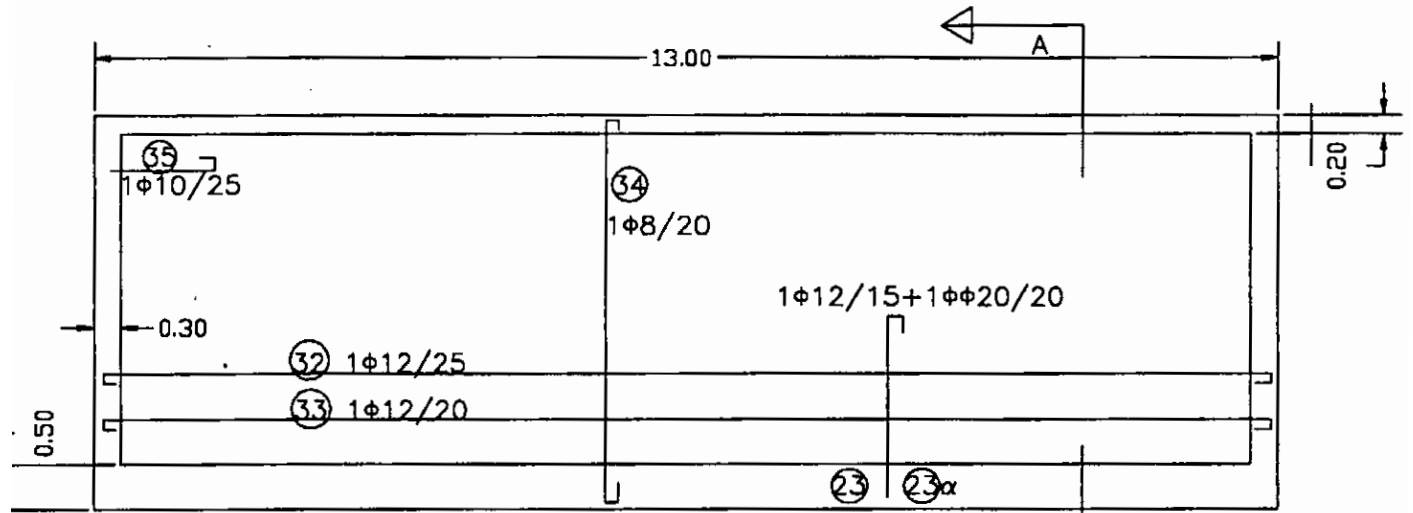
ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΩ ΠΕΛΜΑΤΟΣ

ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ ΠΕΛΜΑΤΟΣ

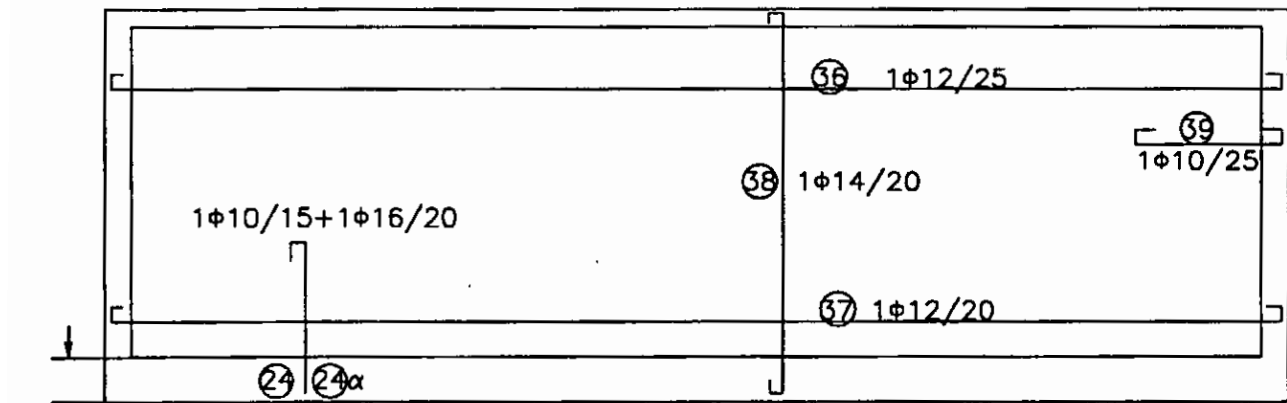


ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΝ  
ΘΑΛΑΜΩΤ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ

ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΜΗΚΩΝ ΕΞΩΤ. ΤΟΙΧΕΙΩΝ  
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50

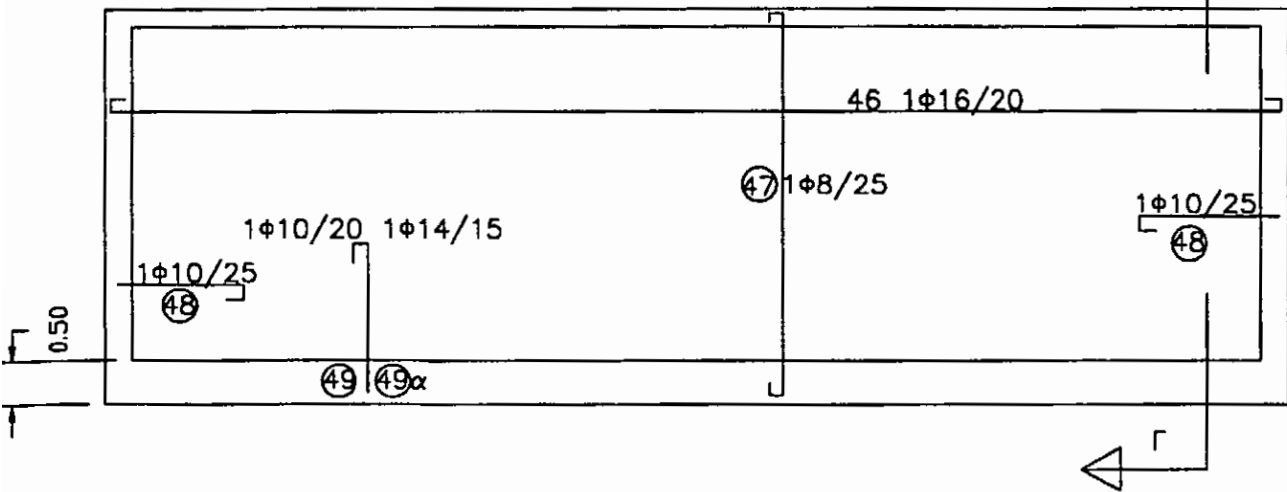


ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΑΡΕΙΑΣ

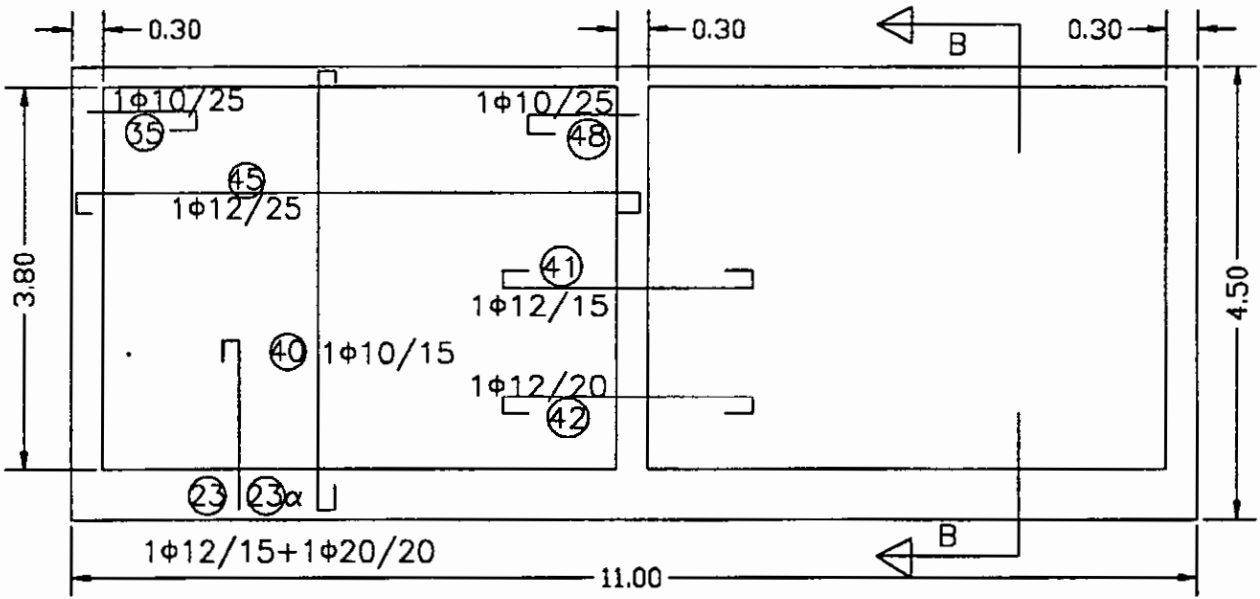


ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΑΡΕΙΑΣ

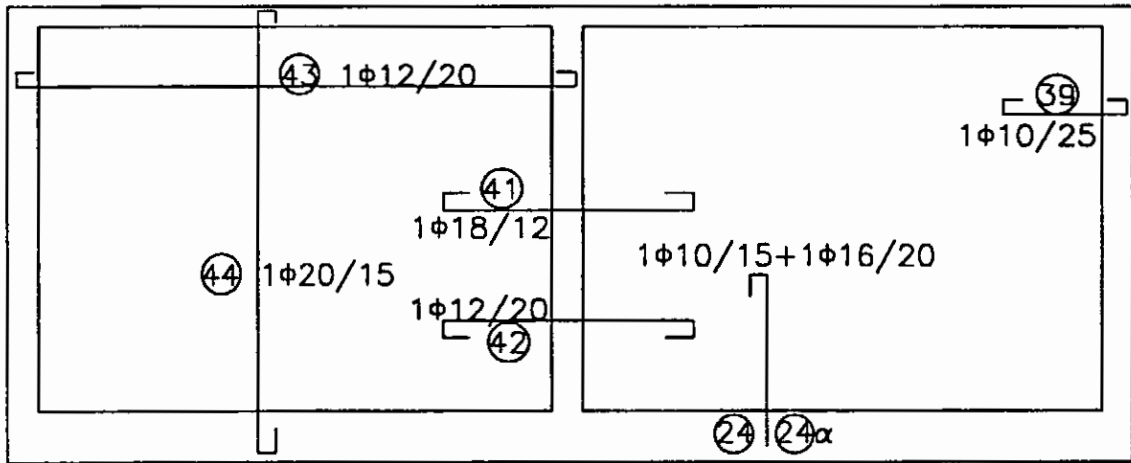
ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΣΩΤ. ΤΟΙΧΕΙΟΥ (ΣΕ ΚΑΘΕ ΠΑΡΕΙΑ)  
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50



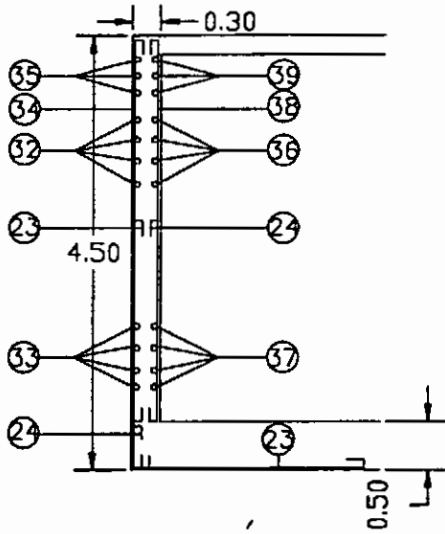
ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΞΩΤ. ΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΟΥ ΧΩΡΙΖΟΝΤΑΙ  
ΑΠΟ ΤΟ ΕΣΩΤ. ΤΟΙΧΕΙΟ



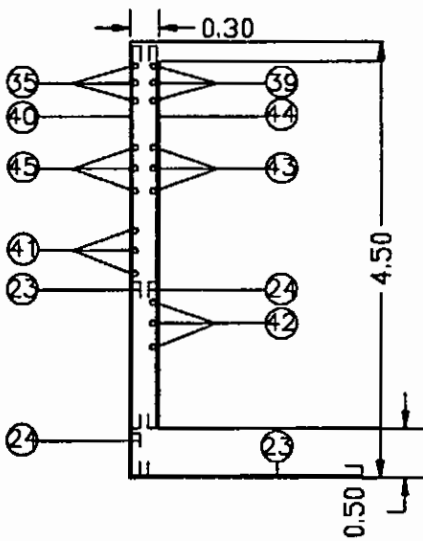
ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΑΡΕΙΑΣ



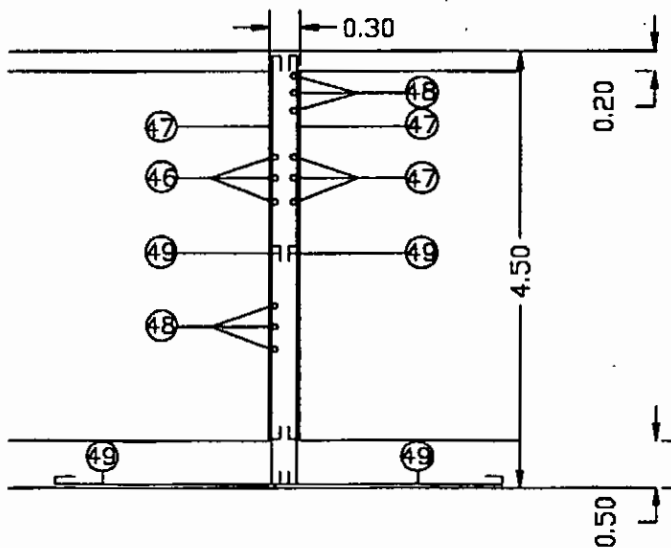
ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΑΡΕΙΑΣ

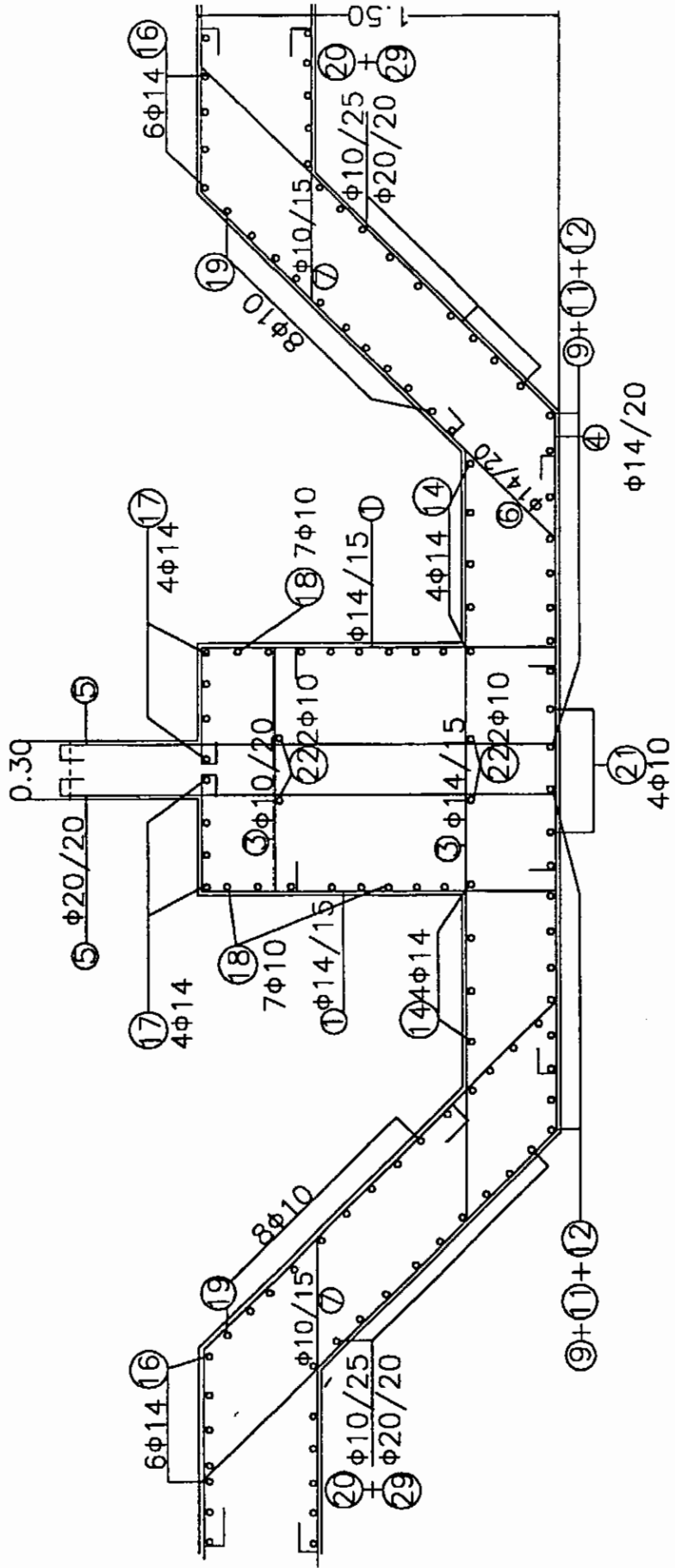


TOMH A-A

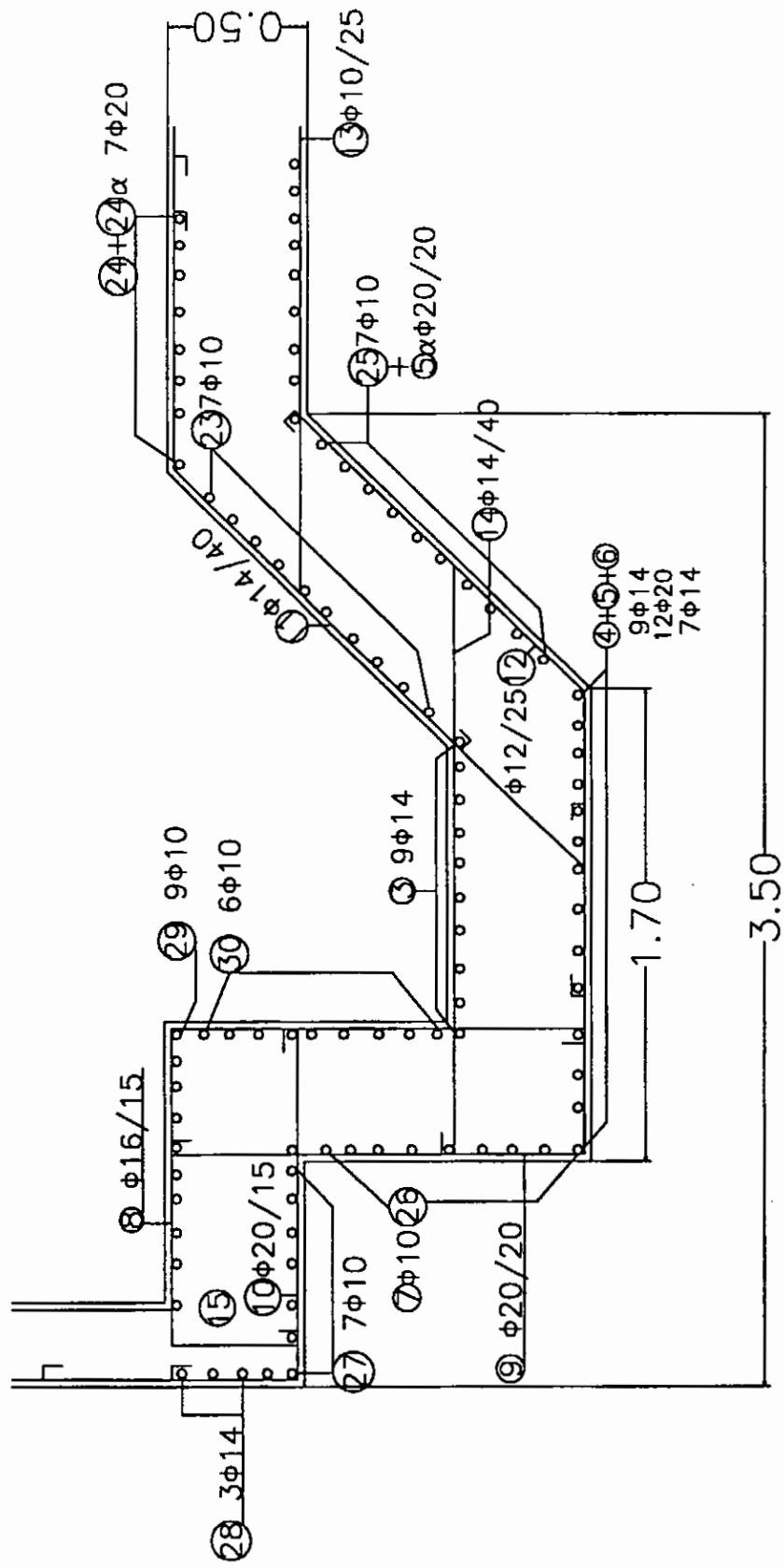


TOMH B-B



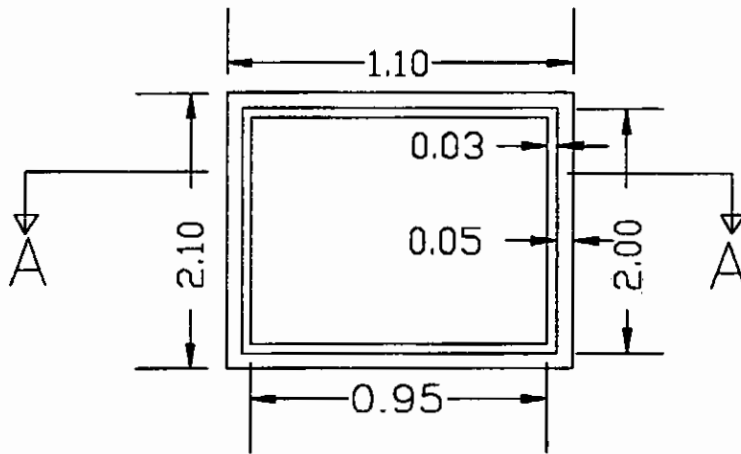


TOMH A-A

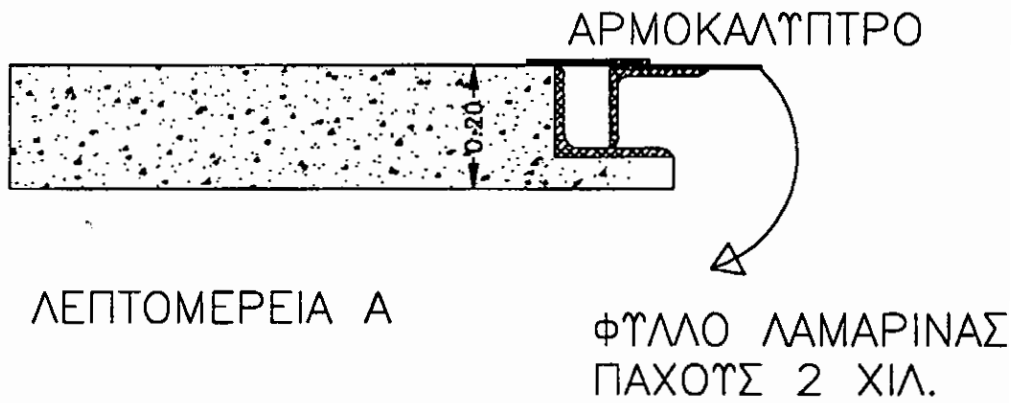


TOMH B-B

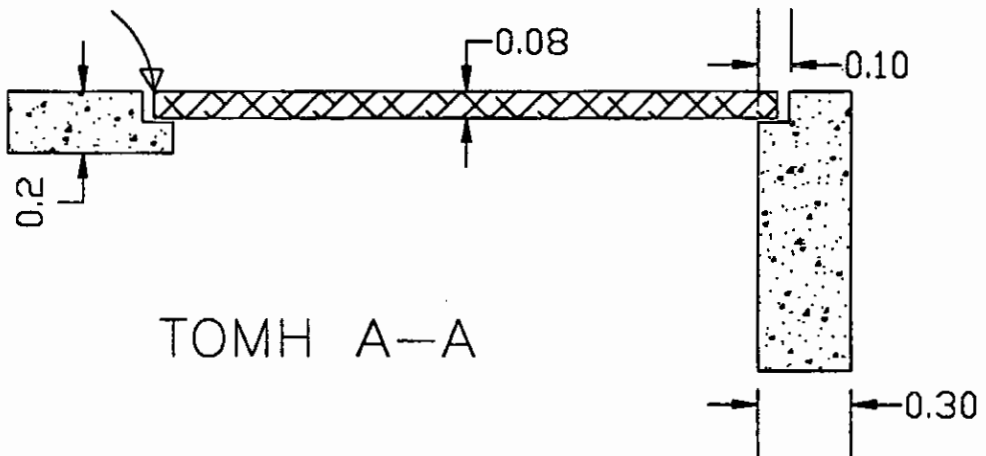
# ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



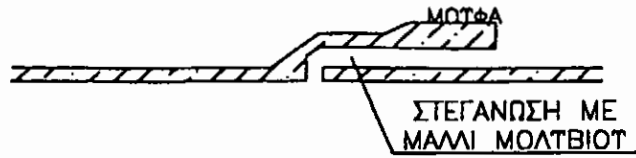
ΚΑΤΟΨΗ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ



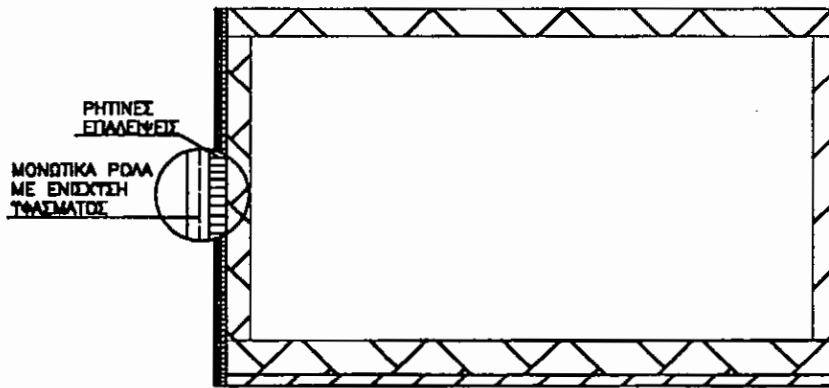
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ Α



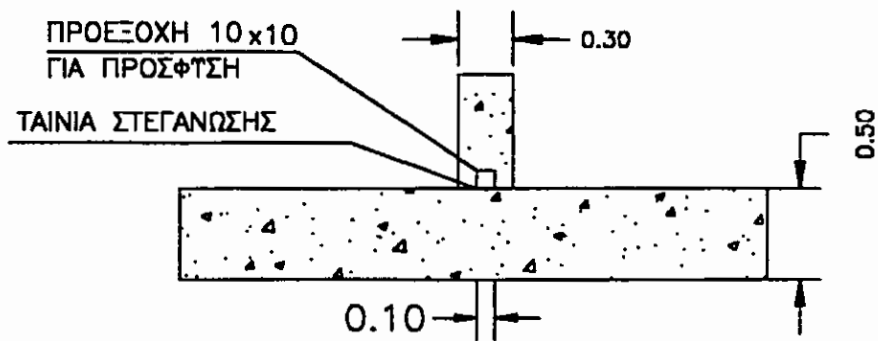




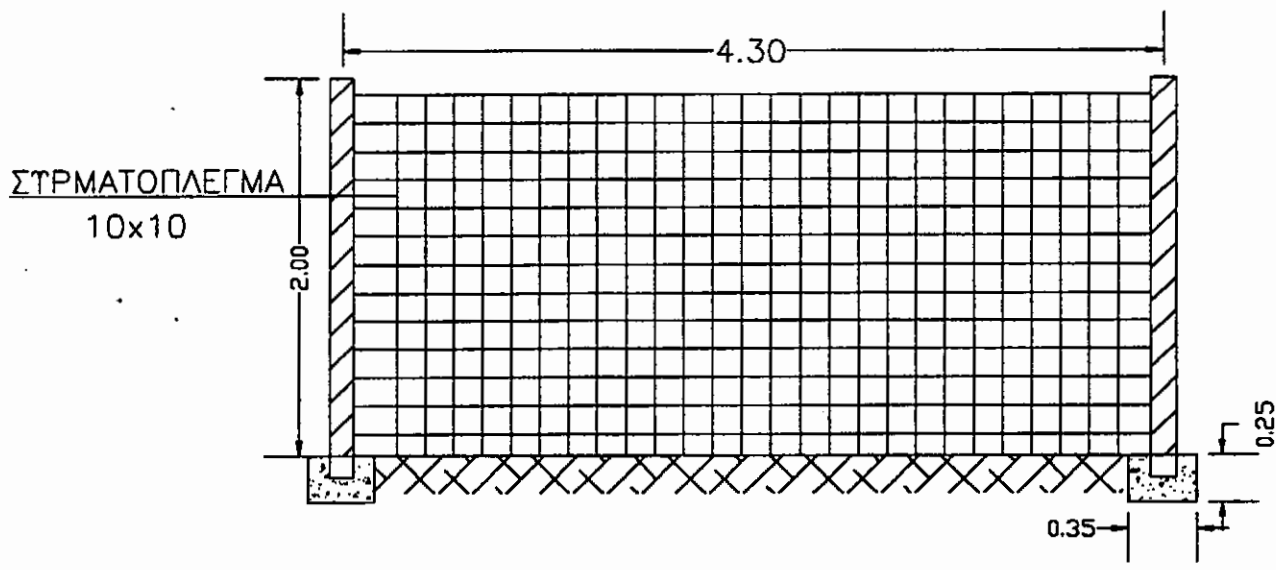
ΣΤΗΝΔΕΣΜΟΣ ΜΕ  
ΚΟΙΝΗ ΜΟΤΦΑ



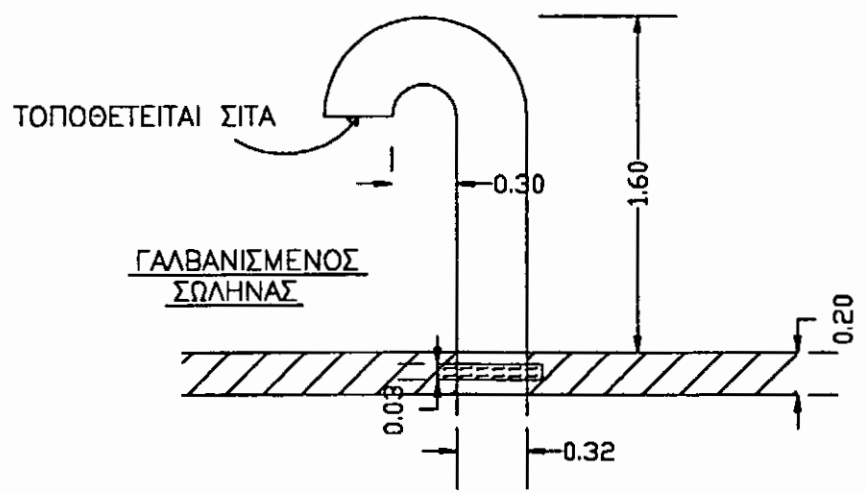
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΤΑΥΤΟΣΤΕΓΑΝΩΣΗΣ



ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΣΚΤΡΟΔΕΤΗΣΗΣ  
ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ ΤΟΙΧΕΙΟΥ ΠΛΑΚΑΣ

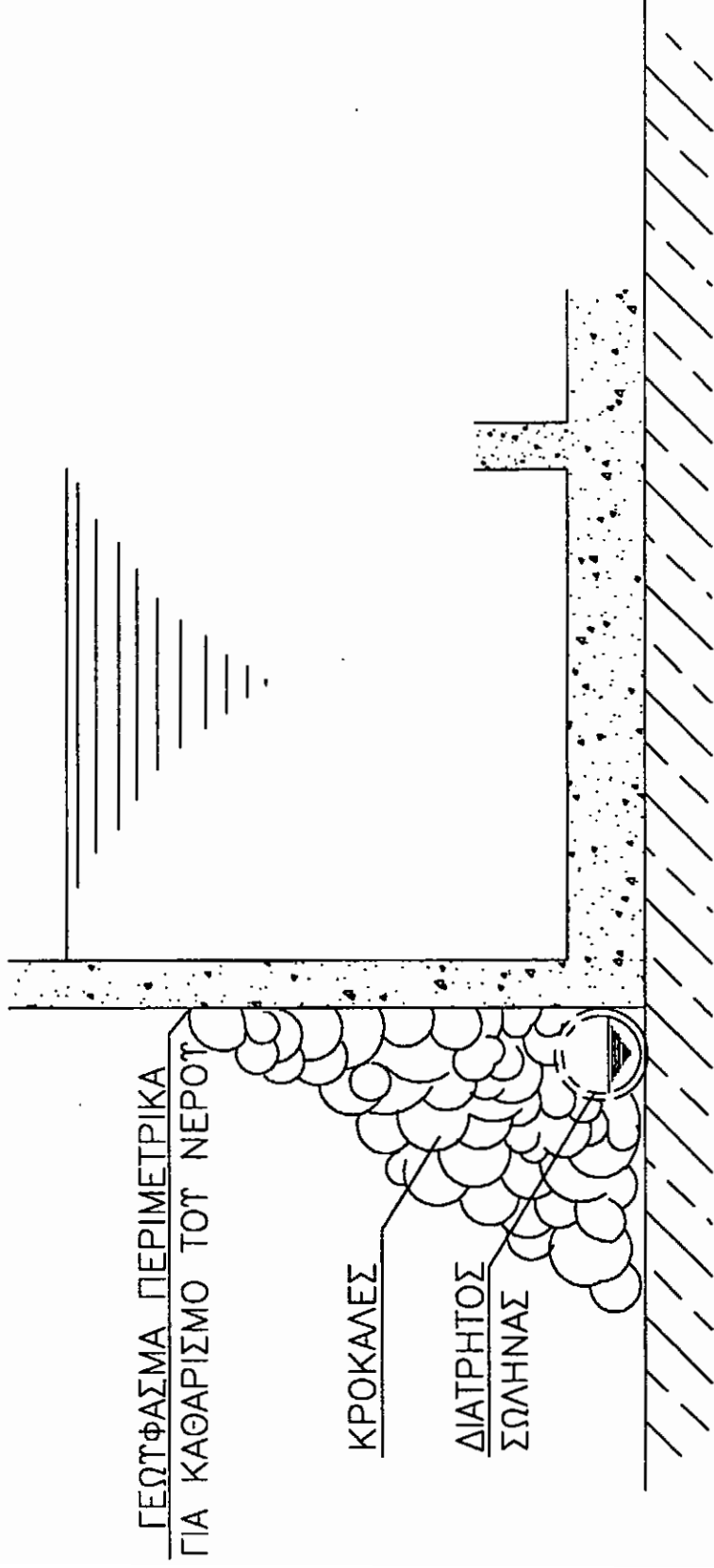


ΠΕΡΙΦΡΑΞΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

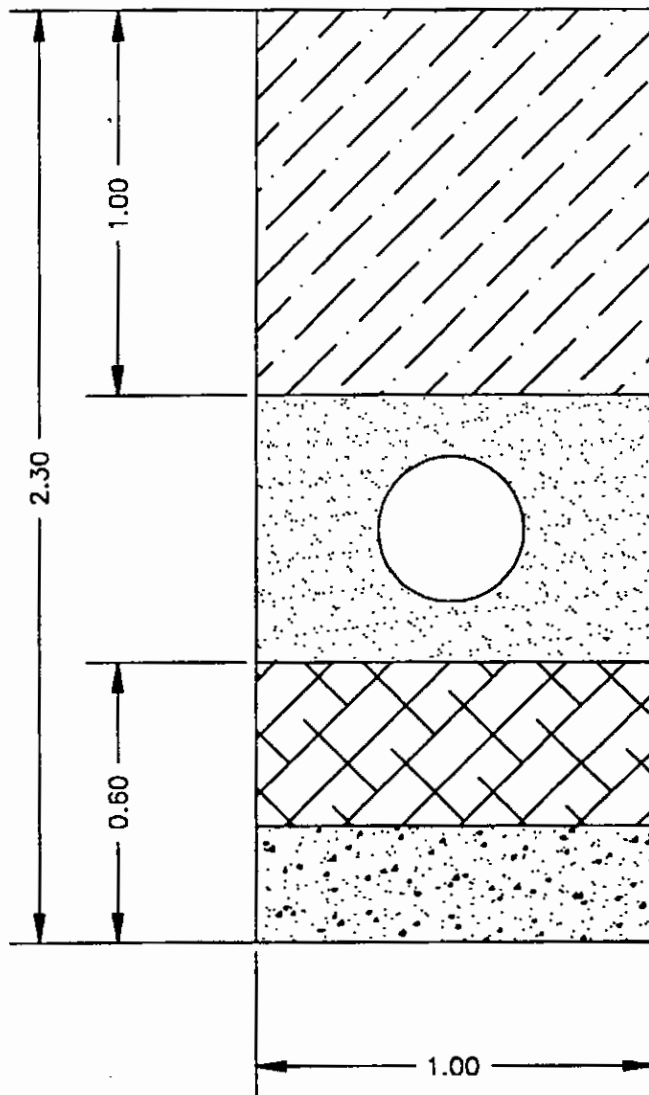


ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΕΞΑΕΡΙΣΤΗΡΙΟΥ ΤΑΥΤΟΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΗΡΙΟΥ  
ΔΙΑΦΤΓΗΣ ΤΩΝ ΎΔΑΤΩΝ  
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ



# ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΓΩΓΟΥ ΣΤΗΝ ΤΑΦΡΟ



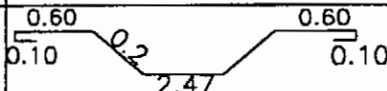
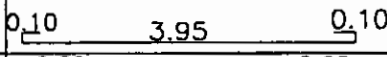
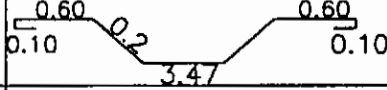
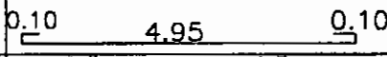
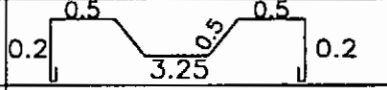
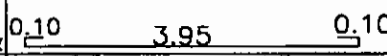
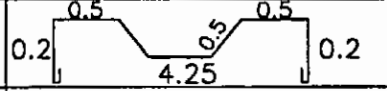
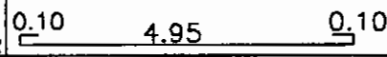
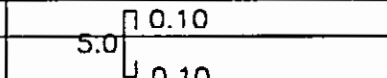
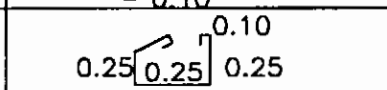
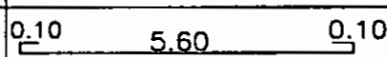
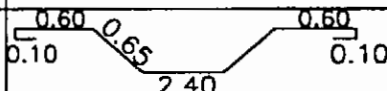
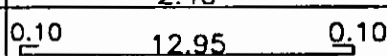
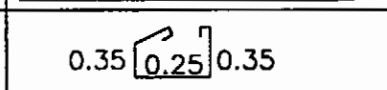
ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΕΚΣΚΑΦΗΣ  
ΧΩΡΙΣ ΠΕΤΡΕΣ

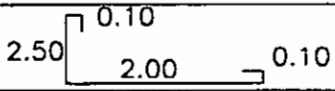
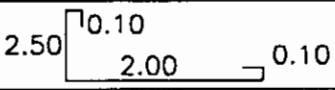
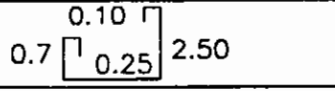
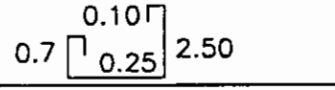
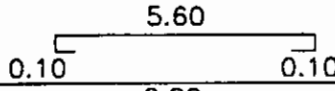
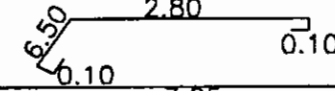
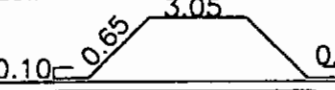
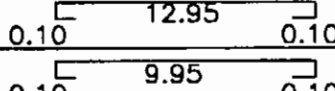
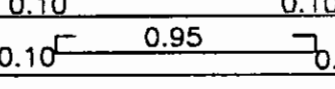
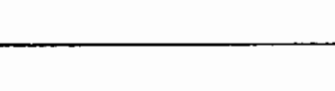
ΑΜΜΟΣ Ή  
ΚΟΣΚΙΝΙΣΜΕΝΑ  
ΥΛΙΚΑ

ΚΑΛΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ  
ΥΛΙΚΩΝ

ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ  
ΑΝ ΧΡΕΙΑΣΤΕΙ

$\alpha/\alpha$	ΜΟΡΦΗ ΣΙΔΗΡΟΥ	$\phi$	ΜΗΚΟΣ ΤΕΜΑΧ	ΑΡΙΘ ΤΕΜ	ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ
1		10	2.48	72	178.56	0.617	110.18
2		10	13.15	32	420.8	0.617	259.63
2α		10	11.85	8	94.8	0.617	58.49
3		12	3.86	46	177.5	0.888	157.67
4		12	2.70	74	199.8	0.888	177.42
5		14	7.61	46	350.0	1.21	423.57
5α		16	5.94	6	35.64	1.58	56.31
6		14	5.80	46	266.8	1.21	322.82
6α		16	4.50	6	27.0	1.58	42.66
7		16	7.26	8	58.08	1.58	91.77
8		16	5.80	6	34.8	1.58	54.98
9		12	3.50	3	10.5	0.888	9.32
10		12	2.05	8	16.4	0.888	14.57
11		10	2.05	8	16.4	0.617	10.12
ΣΤΝΟΛΟ: 1.789.51							

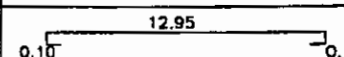
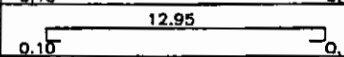
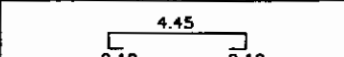
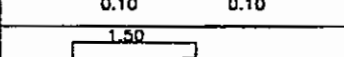
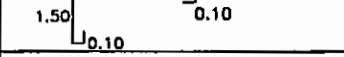
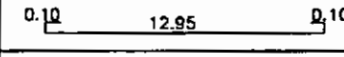
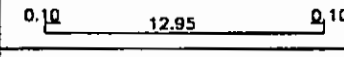
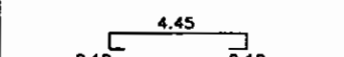
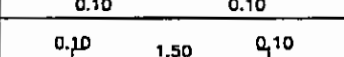
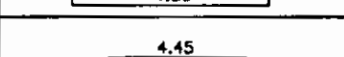
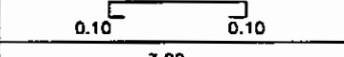
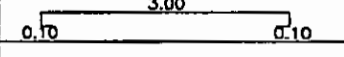
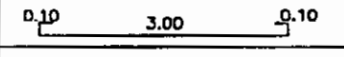
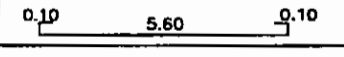
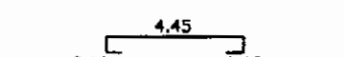
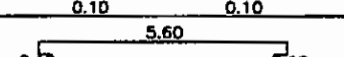
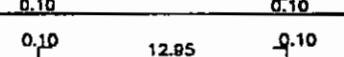
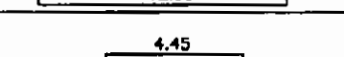
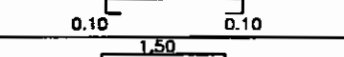
$\alpha/\alpha$	ΜΟΡΦΗ ΣΙΔΗΡΟΥΤ	Φ	ΜΗΚΟΣ ΤΕΜΑΧ	ΑΡΙΘ ΤΕΜ	ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ
12		10	4.27	9	38.43	0.617	23.71
13		10	4.15	9	37.35	0.617	23.04
14		10	5.27	7	36.89	0.617	22.76
15		10	5.15	7	50.19	0.617	30.96
16		12	5.85	6	35.10	0.888	31.16
16α		12	4.15	4	16.60	0.888	14.74
17		14	6.85	6	41.10	1.21	49.73
17α		14	5.15	6	30.90	1.21	37.39
18		16	5.20	16	83.20	1.58	131.5
19		10	1.20	136	163.2	0.617	100.69
20		10	5.80	129	748.2	0.617	461.64
21		14	5.10	64	326.4	1.21	394.94
22		10	13.15	22	289.3	0.617	178.5
23		10	1.40	104	145.6	0.617	89.83
ΣΤΝΟΛΟ: 1.590,59							

$\alpha/\alpha$	ΜΟΡΦΗ ΣΙΔΗΡΟΤ	$\phi$	ΜΗΚΟΣ	ΑΡΙΘ	ΟΛΙΚΟ	ΒΑΡΟΣ	ΟΛΙΚΟ	
			ΤΕΜΑΧ	ΤΕΜ	ΜΗΚΟΣ	Kg/m	ΒΑΡΟΣ	
23		20	4.70	206	968.2	2.47	2392.5	
23α		12	4.70	274	1279	0.888	1143,57	
24		16	3.65	206	751.9	1.58	1188.0	
24α		10	3.65	274	1000.1	0.617	617.06	
25		14	5.80	64	371.2	1.21	449.15	
25α		14	3.65	30	109.5	1.21	132.5	
26		14	7.55	64	483.2	1.21	584.67	
27		14	13.15	14	184.1	1.21	222.76	
27α		14	10.15	14	142.1	1.21	171.94	
28		10	1.15	44	50.6	0.617	31.22	
ΕΚ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ : 13.647,06								
ΣΥΝΟΛΟ: 20.723,28								

$\alpha/\alpha$	ΜΟΡΦΗ ΣΙΔΗΡΟΥΤ	$\phi$	ΜΗΚΟΣ ΤΕΜΑΧ	ΑΡΙΘ ΤΕΜ	ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ
1		14	2.20	16	35.2	1.21	42.6
1 $\alpha$		14	1.65	14	23.1	1.21	27.95
2		10	1.45	11	15.95	0.617	9.84
3		14	9.30	9	83.7	1.21	101.28
4		14	9.30	9	83.7	1.21	101.28
5		20	4.60	12	55.2	2.47	136.35
5 $\alpha$		20	4.05	10	40.5	2.47	100.04
6		14	6.80	7	47.6	1.21	57.6
7		10	4.25	28	119.0	0.617	73.42
8		16	3.10	14	43.4	1.58	68.57
8 $\alpha$		16	2.60	14	36.4	1.58	57.51
9		20	2.95	12	35.4	2.47	87.44
9 $\alpha$		20	2.45	10	24.5	2.47	60.52
10		20	3.55	28	99.4	2.47	245.52
11		14	3.40	12	40.8	1.21	49.37
12		10	4.30	10	43.0	0.617	26.53
13		10	10.45	18	188.1	0.617	116.06
14		14	3.15	8	25.2	1.21	30.49
ΣΤΝΟΛΟ:1.392,37							



$\alpha/\alpha$	ΜΟΡΦΗ ΣΙΔΗΡΟΥ	Φ	ΜΗΚΟΣ ΤΕΜΑΧ	ΑΡΙΘ ΤΕΜ	ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ
15		10	3.40	47	159.8	0.617	98.60
		16	3.40	35	119.0	1.58	188.0
16		14	4.30	12	51.6	1.21	62.44
17		14	4.30	8	34.4	1.21	41.62
18		10	2.80	14	39.5	0.617	24.40
19		10	2.80	16	45.2	0.617	27.89
20		10	2.40	8	19.2	0.617	11.85
21		10	1.90	4	7.60	0.617	4.69
22		10	2.30	4	9.20	0.617	5.68
23		10	4.55	7	31.8	0.617	19.65
24		20	5.65	6	33.9	2.47	83.73
24α		20	6.05	8	48.4	2.47	119.55
25		10	4.90	7	34.3	0.617	21.16
26		10	4.85	7	33.95	0.617	20.95
27		10	6.00	7	42.0	0.617	25.91
28		14	6.50	3	19.50	1.21	23.60
29		10	6.50	9	58.5	0.617	36.10
30		10	4.55	6	27.45	0.617	16.94
ΣΤΥΝΟΛΟ: 832.75							

$\alpha/\alpha$	ΜΟΡΦΗ ΣΙΔΗΡΟΤ	$\phi$	ΜΗΚΟΣ ΤΕΜΑΧ	ΑΡΙΘ ΤΕΜ	ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ
32		12	13.15	28	368.2	0.888	326.96
33		12	13.15	10	131.5	0.888	116.77
34		8	4.65	124	576.6	0.395	229.4
35		10	3.20	72	230	0.617	142.16
36		12	13.15	26	341.9	0.888	303.6
37		12	13.15	10	131.5	0.888	116.77
38		14	4.65	124	576.6	1.21	697.68
39		10	1.70	144	244.8	0.617	151.05
40		10	4.65	140	651	0.617	401.66
41		12	3.20	58	185.6	0.888	164.81
42		18	3.20	58	185.6	2.00	371.2
43		12	5.80	88	510.4	0.888	453.3
44		20	4.65	140	651	2.47	1607.97
45		12	5.80	72	417.6	0.888	370.82
46		16	13.15	46	604.9	1.58	955.74
47		8	4.65	92	427.8	0.395	168.98
48		10	3.20	72	230.4	0.617	142.16
49		14	4.70	168	789.6	1.21	955.42
49α		10	4.70	126	592.2	0.617	365.39

ΣΤΟΛΟ: 8.041,84

ΣΤΑΤΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΥΔΑΤΟΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Υ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

PROGRAM NEXT BY COMPUTEC SOFTWARE

Project: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΗΜΙΥΠΟΓΕΙΑΣ ΥΔΑΤΟΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

Π Ι Ν Α Ξ Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Ω Ν

Παραδοχές-Σκέψα.....	1
Επίλυση Πλακών.....	1
Δεδομένα Χωρικού Πλαισίου.....	3
Εσωτερικές Δυνάμεις και Οπλισμός Δοκών.....	7
Εσωτερικές Δυνάμεις και Οπλισμός Στύλων & Τοιχωμάτων.....	12
Εκλογή Διαμέτρων Οπλισμού Δοκών.....	20
Εκλογή Διαμέτρων Οπλισμού Στύλων & Τοιχωμάτων.....	23
Προμέτρηση Υλικών.....	25

## ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΕΡΓΟ	:	ΗΜΙΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΟΔΕΞΑΜΕΝΗ	
ΘΕΣΗ	:	ΚΥΡΙΑΚΙ Ν.ΒΟΙΩΤΙΑΣ	
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	:	ΝΕΑΚ (Νέος Αντισεισμικός Κανονισμός) ΝΕΚΣ (Νέος Κανονισμός Σκυροδέματος)	
ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	:	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	C16 (B225)
		ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΧΑΛΥΒΑ	S400 (ST III)
		ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΧΑΛΥΒΑ ΣΥΝΔΕΤΗΡΩΝ	S400
		ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΤΑΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	$\sigma_{εδ} = 30.0 \text{ (t/m}^2\text{)}$
		ΕΠΑΥΞΗΣΗ ΤΑΣΕΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ ΛΟΓΩ ΣΕΙΣΜΟΥ	50%
ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	:	ΝΕΑΚ	
		Η δεξαμενή είναι κανονική ( παρ. 3.4.1 (2) ΝΕΑΚ) και υπολογίστηκε αντισεισμικά με εφαρμογή της ισοδύναμης στατικής μεθόδου και με ικανοτικό έλεγχο κόμβων (παρ. 3.4.1 (3) ΝΕΑΚ) με τριγωνική κατανομή.	
		ΙΔΙΟΠΕΡΙΟΔΟΙ ΚΤΙΡΙΟΥ	$T_x = 0.07 \text{ sec}$ $T_y = 0.06 \text{ sec}$
		ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ	III
		ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ	$\alpha = 0.24$
		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑΣ	$\Sigma = 4.00$
		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ	$q = 3.5$
		ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ	A
ΦΟΡΤΙΑ	:	ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	2400 (kg/m <sup>3</sup> )
		ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ	150 (kg/m <sup>2</sup> )
ΗΜΕΡ. ΜΕΛΕΤΗΣ	:		ΟΙ ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ
		5/1996	

\$

Program N E X T by Computec - Finite Element Analysis & Design of Elastic Structures \* ΣΕΛΙΔΑ: 1

date: 28/05/1996 , clock: 09:03:57

PROGRAM N E X T by computec \*r-mode\* - VERSION 10.1 ( JULY 1995 ) - SD 0 01000000

ΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ  
\*\*\*\*\*

Project:ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΗΜΙΥΠΟΓΕΙΑΣ ΥΔΑΤΟΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

ΕΠΙΛΥΣΗ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΗ ΠΛΑΚΩΝ

ΠΟΙΟΤΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C16 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΑΛΥΒΑ S400 GRK  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ  $\beta R = 9.1$  ΜΝ/Μ<sup>2</sup>  
ΥΠΟΛΟΓ ΑΝΤΟΧΗ ΧΑΛΥΒΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ  $\beta S = 347.8$  ΜΝ/Μ<sup>2</sup>

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΑΣΕΩΝ ΜΗΚΥΝΣΕΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΟ ΜΕΧΡΙ  $\epsilon_{b1} = -2.0$  0/00  
ΜΕΓΙΣΤΗ ΒΡΑΧΥΝΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΑΜΜΗ  $\epsilon_{b-max} = -3.5$  0/00  
ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΗΚΥΝΣΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΜΗ  $\epsilon_{s-max} = 20.0$  0/00

ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΟΣ ΧΑΛΥΒΟΣ  $E_s = 200.$  GN/M<sup>2</sup>

ΜΟΝΑΔΕΣ: KN ,M

Π Λ Α Κ Α 1 /  $l_x = 5.35$   $l_y = 12.70$   $d = 0.20$  (  $d_{min} = 0.14/0.14$  )  $h_1 = 0.020$  0 1 0 0 ΣΤΑΘΜΗ 1

g0	q0	gr	qr	grm	qrm	R-1	R-2	R-3	R-4		
6.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.75	34.43	11.75	19.87		
mx	my	asx	asy	X	Y	me-1	me-2	me-3	me-4	mr0	mr
39.00	9.23	6.73	1.60	Φ14/25.0	Φ10/25.0	0.00	-60.61	0.00	0.00		

Π Λ Α Κ Α 2 /  $l_x = 5.35$   $l_y = 12.70$   $d = 0.20$  (  $d_{min} = 0.14/0.14$  )  $h_1 = 0.020$  0 0 0 1 ΣΤΑΘΜΗ 1

g0	q0	gr	qr	grm	qrm	R-1	R-2	R-3	R-4		
6.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.75	19.87	11.75	34.43		
mx	my	asx	asy	X	Y	me-1	me-2	me-3	me-4	mr0	mr
39.00	9.23	6.73	1.60	Φ14/25.0	Φ10/25.0	0.00	0.00	0.00	-60.61		

ΠΛΑΚΑ 1 /  $l_x=5.35$   $l_y=12.70$   $d=0.50$  ( $d_{min}=0.14/0.14$ )  $h_1=0.020$  0 1 0 0 ΣΤΑΘΜΗ 2

\$

\$

g0	q0	gr	qr	grm	qrm	R-1	R-2	R-3	R-4
13.50	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.09	55.95	19.09	32.29

m <sub>x</sub>	m <sub>y</sub>	as <sub>x</sub>	as <sub>y</sub>	X	Y	m <sub>e</sub> -1	m <sub>e</sub> -2	m <sub>e</sub> -3	m <sub>e</sub> -4	m <sub>r</sub> 0	m <sub>r</sub> e
58.31	14.07	3.57	0.87	Φ14/25.0	Φ10/25.0	0.00	-96.49	0.00	0.00		

Π Λ Α Κ Α 2 / l<sub>x</sub>= 5.35 l<sub>y</sub>=12.70 d=0.50 ( d<sub>min</sub>=0.14/0.14 ) h<sub>l</sub>=0.020 0 0 0 1 ΣΤΑΘΜΗ 2

g0	q0	gr	qr	grm	qrm	R-1	R-2	R-3	R-4
13.50	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.09	32.29	19.09	55.95

m <sub>x</sub>	m <sub>y</sub>	as <sub>x</sub>	as <sub>y</sub>	X	Y	m <sub>e</sub> -1	m <sub>e</sub> -2	m <sub>e</sub> -3	m <sub>e</sub> -4	m <sub>r</sub> 0	m <sub>r</sub> e
58.31	14.07	3.57	0.87	Φ14/25.0	Φ10/25.0	0.00	0.00	0.00	-96.49		

\$

Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



\$

Ο Π Λ Ι Σ Μ Ο Σ Π Λ Α Κ Ω Ν Σ Τ Ι Σ Σ Τ Η Ρ Ι Ξ Ε Ι Σ

ΣΤΑΘΜΗ	ΔΟΚΟΣ	me	as-ανω	as-κατω	ΠΡΟΣΘΕΤΑ	ΑΓΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ
1	6	-60.61	11.00	0.00	Φ14/40.0	Φ14/40.0 + Φ14/40.0
2	6	-96.49	5.95	0.00		Φ14/40.0 + Φ14/40.0

Φ Ο Ρ Τ Ι Α Δ Ο Κ Ω Ν Α Π Ο Τ Ι Σ Π Λ Α Κ Ε Σ

ΣΤΑΘΜΗ	ΔΟΚΟΣ	l <sub>cg</sub>	l <sub>cq</sub>	g	q	g+q
1	1	1	2	5.87	5.87	11.75
1	2	1	2	5.87	5.87	11.75
1	3	1	2	5.87	5.87	11.75
1	4	1	2	5.87	5.87	11.75
1	5	1	2	9.93	9.93	19.87
1	6	1	2	34.43	34.43	68.87
1	7	1	2	9.93	9.93	19.87
2	1	1	2	13.22	5.87	19.09
2	2	1	2	13.22	5.87	19.09
2	3	1	2	13.22	5.87	19.09
2	4	1	2	13.22	5.87	19.09
2	5	1	2	22.35	9.93	32.29
2	6	1	2	77.47	34.43	111.91
2	7	1	2	22.35	9.93	32.29

Σ Υ Ν Ο Λ Ι Κ Ε Σ Π Ο Σ Ο Τ Η Τ Ε Σ Υ Λ Ι Κ Ω Ν - Π Λ Α Κ Ε Σ

ΣΤΑΘΜΗ	ΣΚΥΡΩΜΑ	ΞΥΛΟΥΠΙΣ	ΧΑΛΥΒΑΣ
1	27.18	135.89	1365.22
2	67.95	135.89	1279.05

TIME LOG FOR DATA CHECKING AND SLAB DESIGN PHASE

Total time..... 0.012 min

\$

\$\$\$

\$\$

\$

Program N E X T by Computec - Finite Element Analysis & Design of Elastic Structures \* ΣΕΛΙΔΑ: 3

date: 28/05/1996 . clock: 09:04:09

PROGRAM N E X T by computec \*r-mode\* - VERSION 10.1 ( JULY 1995 ) - SD 0 2501000000

ΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΛΑΚΩΝ  
\*\*\*\*\*

Project: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΗΜΙΥΠΟΓΕΙΑΣ ΥΔΑΤΟΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΥΛΙΚΟΥ ΡΑΒΔΩΝ  
ΜΕΤΡΟΝ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΟΣ E= 0.2900E+08  
ΜΕΤΡΟΝ ΔΙΑΤΗΞΙΩΣ G= 0.1209E+08 ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΕΚ ΤΕΜΝΟΥΣΩΝ

ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ kσ= 0.2000E+05  
tσ= 0.0000E+00

ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΚΟΜΒΩΝ

	D1	D2	D3	D4	D5	D6
	1	1	0	0	0	1

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΑΝΚΙΤΕΡΩ ΣΕ ΜΕΡΙΚΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ

ΣΤΑΘΜΗ	J	D1	D2	D3	D4	D5	D6
2	1	-1	-1	-2	0	0	-1
2	2	-1	-1	-2	0	0	-1
2	3	-1	-1	-2	0	0	-1
2	4	-1	-1	-2	0	0	-1
2	5	-1	-1	-2	0	0	-1
2	6	-1	-1	-2	0	0	-1

ΕΛΑΣΤΙΚΑ ΕΔΡΑΖΟΜΕΝΑ Η ΑΝΕΝΕΡΓΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ/ΡΑΒΔΟΙ

ΣΤΑΘΜΗ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ/ΡΑΒΔΟΙ	ΤΥΠΟΣ
2	1 - 7 * 1	1 ΕΛΑΣΤΙΚ. ΕΔΡΑΖ. ΔΟΚΟΙ
2	1 - 7 * 1	1 ΕΛΑΣΤΙΚ. ΕΔΡΑΖ. ΔΟΚΟΙ

ΥΨΗ ΟΡΟΦΩΝ

ΣΤΑΘΜΗ	ΥΨΟΣ	h0	hu	Lx	Ly	ξx	ξy	A	rp	Jw	ζi	ζw
1	5.00	0.00	0.00	10.70	12.70	1.00	1.00	0.1359E+03	4.794	0.1250E+01	0.74	1.72

ΕΚΚΕΝΤΡΟΤΗΤΕΣ ΚΟΜΒΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ/ΡΑΒΔΩΝ  
ΩΣ ΠΡΟΣ ΣΤΕΡΕΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΣΤΑΘΜΗ	ΚΟΜΒΟΣ	Xrel	Yrel	Zrel	ΚΟΜΒΟΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ/ΡΑΒΔΩΝ
1	1	-0.350	0.500	0.000	5/2
1	1	0.500	-0.350	0.000	1/1
1	3	0.350	0.500	0.000	7/2
1	3	-0.500	-0.350	0.000	2/2

1	4	-0.350	-0.500	0.000	5/1
1	4	0.500	0.350	0.000	3/1
1	6	0.350	-0.500	0.000	7/1
1	6	-0.500	0.350	0.000	4/2

\$

\$	2	1	0.500	-0.350	0.000	1/1
	2	1	-0.350	0.500	0.000	5/2
	2	3	-0.500	-0.350	0.000	2/2
	2	3	0.350	0.500	0.000	7/2
	2	4	0.500	0.350	0.000	3/1
	2	4	-0.350	-0.500	0.000	5/1
	2	6	-0.500	0.350	0.000	4/2
	2	6	0.350	-0.500	0.000	7/1

ΠΙΝΑΞ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΡΑΒΔΩΝ

ΔΙΑΤ.	X	A	I-2	I-3	I-T	A2	A3	BA	D2	D3	h1	Aw
1	-0.15	0.510E+00	0.201E-01	0.633E-01	0.100E-05	0.300E+00	0.300E+00	0.30	1.00	1.00	0.040	0.510
2		0.900E-01	0.675E-03	0.675E-03	0.113E-03	0.750E-01	0.750E-01	0.30	0.30	0.30	0.040	0.090
3	0.15	0.510E+00	0.633E-01	0.201E-01	0.100E-05	0.300E+00	0.300E+00	0.30	1.00	1.00	0.040	0.510
4		0.180E+00	0.540E-02	0.135E-02	0.371E-03	0.150E+00	0.150E+00	0.30	0.30	0.60	0.040	0.180
5		0.240E+00	0.128E-01	0.180E-02	0.544E-03	0.200E+00	0.200E+00	0.30	0.30	0.80	0.040	0.240
6		0.200E+00	0.667E-03	0.167E-01	0.232E-03	0.167E+00	0.167E+00	1.00	1.00	0.20	0.040	0.200
7		0.150E+00	0.313E-02	0.113E-02	0.279E-03	0.125E+00	0.125E+00	0.30	0.30	0.50	0.040	0.150

\$

\$

Π Ι Ν Α Κ Σ Δ Ε Δ Ο Μ Ε Ν Ω Ν Δ Ι Α Τ Ο Μ Ω Ν Ρ Α Β Δ Ω Ν

ΔΙΑΤ.	X	A	I-2	I-3	I-T	A2	A3	BA	D2	D3	h1	Aw
8		0.500E+00	0.104E-01	0.417E-01	0.286E-02	0.417E+00	0.417E+00	1.00	1.00	0.50	0.040	0.500
9		0.450E+01	0.759E+01	0.375E+00	0.128E+00	0.375E+01	0.375E+01	1.00	1.00	4.50	0.040	4.500
10		0.135E+01	0.228E+01	0.101E-01	0.380E-02	0.112E+01	0.112E+01	0.30	0.30	4.50	0.040	1.350

Σ Τ Α Θ Ε Ρ Ε Σ Ε Λ Α Τ Η Ρ Ι Ω Ν Σ Τ Ο Υ Σ Κ Ο Μ Β Ο Υ Σ

ΣΤΑΘΜΗ	ΚΟΜΒΟΙ	ΑΚΑΜΩΣΙΑ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ
2	I- 6* 1	0.2000E+02	3

Δ Ε Δ Ο Μ Ε Ν Α Σ Τ Ο Ι Χ Ε Ι Ω Ν / Ρ Α Β Δ Ω Ν Σ Υ Σ Τ Η Μ Α Τ Ο Σ

ΣΤΑΘΜΗ	Μ	ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ	Α	ΤΥΠΟΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	ΠΡΟΒΟΛΕΣ	ΡΑΒΔΩΝ	ΔΙΑΤ	Ε/ΕΟ	Κ/ΚΟ	ΣΥΝΘ.ΑΚΡ.				
		I	K1	K2	K3	K4	D	A	B	W	X	Y	Z	GRUP	ΔΙΑΤΥ	ΥΛΙΚ
ΣΤΑΘΜΗ 1 /																
1 b 1	1	1	1	2							0.	4.350	0.000	0.000	10	1.00
1 b 2	2	2	2	3							0.	4.350	0.000	0.000	10	1.00
1 b 3	3	3	4	5							0.	4.350	0.000	0.000	10	1.00
1 b 4	4	4	5	6							0.	4.350	0.000	0.000	10	1.00
1 b 5	5	5	4	1							0.	0.000	-11.000	0.000	10	1.00
1 b 6	6	6	5	2							0.	0.000	-12.400	0.000	10	1.00
1 b 7	7	7	6	3							0.	0.000	-11.000	0.000	10	1.00
ΣΤΑΘΜΗ 2 /																
2 b 1	8	1	2								0.	4.350	0.000	0.000	7	1.00 1.00
2 b 2	9	2	3								0.	4.350	0.000	0.000	7	1.00 1.00
2 b 3	10	4	5								0.	4.350	0.000	0.000	7	1.00 1.00
2 b 4	11	5	6								0.	4.350	0.000	0.000	7	1.00 1.00
2 b 5	12	4	1								0.	0.000	-11.000	0.000	7	1.00 1.00
2 b 6	13	5	2								0.	0.000	-12.400	0.000	7	1.00 1.00
2 b 7	14	6	3								0.	0.000	-11.000	0.000	7	1.00 1.00
ΣΤΥΛΟΣ 1																
1 c 1	15	1	1								0.	0.000	0.000	5.000	1	1.00
ΣΤΥΛΟΣ 2																
1 c 2	17	2	2								0.	0.000	0.000	5.000	2	1.00
ΣΤΥΛΟΣ 3																
1 c 3	19	3	3								0.	0.000	0.000	5.000	3	1.00
ΣΤΥΛΟΣ 4																
1 c 4	21	4	4							270.	0.000	0.000	5.000	1	1.00	
ΣΤΥΛΟΣ 5																
1 c 5	23	5	5								0.	0.000	0.000	5.000	2	1.00
ΣΤΥΛΟΣ 6																
1 c 6	25	6	6							90.	0.000	0.000	5.000	3	1.00	

NEQ= 36 NB= 21 JJ= 6 KXX= 3 NO= 36 NOF= 36 NOX= 18  
 param3 lb1= 1  
 \$

\$

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

- 1 Μονιμα
- 2 Κινητα
- 3 Σεισμος X1
- 4 Σεισμος X2
- 5 Σεισμος Y1
- 6 Σεισμος Y2

ΦΟΡΤΙΑ ΔΟΚΩΝ ΚΑΙ ΣΤΥΛΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΣΤΑΘΜΗ	ΔΟΚΟΙ / ΡΑΒΔΟΙ	ΦΟΡ/ΣΗ ΑΠΟ/ΣΗ ΦΟΡΤΙΩΝ			ΔΥΝΑΜΕΙΣ			ΡΟΠΕΣ			ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ		
		L	X/L1	Y/L2	P1	P2	P3	M1	M2	M3	T1	DT2	DT3
1 b	1- 7*	1	1	ΓΕΝΕΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ	0.000	0.000	31.000*GLO						
2 b	1- 7*	1	1	ΓΕΝΕΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ	0.000	0.000	31.000*GLO						
1 b	1- 6*	1	1	ΓΕΝΕΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ	0.000	0.000	25.000*GLO						
1 b	7- 7*	1	1	ΓΕΝΕΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ	0.000	0.000	31.000*GLO						
1 b	6- 6*	1	1	ΓΕΝΕΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ	0.000	0.000	29.000*GLO						
1 c	1- 6*	1	1	ΓΕΝΕΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ	0.000	0.000	25.000*GLO						
2 b	1- 7*	1	1	ΓΕΝΕΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ	0.000	0.000	25.000*GLO						

ΤΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΚΩΝ ΜΕΤΑΦΕΡΟΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΔΟΚΟΥΣ ΑΥΤΩΜΑΤΑ adj= 2.00

\*STIFFNESS CONDENSATION

NEQ= 36 NB= 21 KKK= 3 JJ= 6 Nb1= 2 Neb= 18

System stiffness assembly complete

\$

\$

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΙΣΟΔΥΝΑΜΗΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ  
 ΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ  $E_{xg}= 2.19 / E_{yg}= 2.19 / E_{zg}= 3.06$   
 ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ  
 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΣΕΙΣΜΟ ΚΑΤΑ Χ, Υ ΚΑΙ Ζ - ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝΟΝΑ: 1.0 / 0.30

Α Δ Ρ Α Ν Ε Ι Α Κ Ε Σ Σ Τ Α Θ Ε Ρ Ε Σ Π Λ Α Κ Ω Ν

ΠΛΑΞ	M	J	X-KB	Y-KB	h	Hx	Vx	Hy	Vy
1	0.5852E+03	0.2982E+05	5.6	6.5	5.0	1279.4	1279.4	1279.4	1279.4

Σ Υ Ν Ε Ι Σ Φ Ε Ρ Ο Υ Σ Ε Σ Φ Ο Ρ Τ Ι Σ Ε Ι Σ Σ Τ Ι Σ Α Δ Ρ Α Ν Ε Ι Α Κ Ε Σ Σ Τ Α Θ Ε Ρ Ε Σ

ΦΟΡΤΙΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ
1	1.00
2	0.50

Σ Τ Α Τ Ι Κ Ε Σ Μ Ε Τ Α Κ Ι Ν Η Σ Ε Ι Σ Π Λ Α Κ Ω Ν

ΠΛΑΞ	ΦΟΡ/ΣΗ	OX	OY	Ω
1				
	1	0.974E-03	0.666E-09	0.207E-11
	2	-0.147E-09	-0.446E-10	0.372E-12
	3	0.227E-01	-0.378E-03	0.687E-04
	4	0.218E-01	0.378E-03	-0.687E-04
	5	-0.323E-03	0.164E-01	-0.497E-04
	6	0.430E-03	0.157E-01	0.661E-04

Μ Ε Γ Ι Σ Τ Ε Σ Π Α Ρ Α Μ Ο Ρ Φ Ω Σ Ε Ι Σ Ο Ρ Ο Φ Ω Ν Λ Ο Γ Ω Σ Τ Α Τ Ι Κ Ο Υ Σ Ε Ι Σ Μ Ο Υ

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΕΠΙΠΕΔΟ----			ΠΛΑΚΑ	ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΠΛΑΚΩΝ			
X	Y	W	K1/K2	δmax	δmax/h [%]	θ	ξ
*		ΠΕΡΙΜΕΤΡ	1/ 2	0.02270	0.454	0.073	0.72
	*	ΠΕΡΙΜΕΤΡ	1/ 2	0.01645	0.329	0.053	0.73
*		Κ.ΒΑΡΟΥΣ	1/ 2	0.02226	0.445	0.071	
	*	Κ.ΒΑΡΟΥΣ	1/ 2	0.01609	0.322	0.052	

TIME LOG FOR BASIC ANALYSIS PHASE

Structure data input & stiffness assembly.....	0.022 min
Structure stiffness condensation.....	0.006 min
System equations solution - slab displacements.....	0.003 min
Total time.....	0.031 min

\$

\$\$\$

\$\$

\$

Program N E X T by Computec - Finite Element Analysis & Design of Elastic Structures \* ΣΕΛΙΔΑ: 7

date: 28/05/1996 , clock: 09:04:46

PROGRAM N E X T by computec \*r-mode\* - VERSION 10.1 ( JULY 1995 ) - SD1000 601000000

Project:ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΗΜΙΥΠΟΓΕΙΑΣ ΥΔΑΤΟΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

ΠΟΙΟΤΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C16 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΑΛΥΒΑ S400 GRK M  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ βR= 9.1 MN/M2  
ΥΠΟΛΟΓ ΑΝΤΟΧΗ ΧΑΛΥΒΟΣ ΟΡΛΙΣΜΟΥ βS= 347.8 MN/M2

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΑΣΕΩΝ ΜΗΚΥΝΣΕΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΟ ΜΕΧΡΙ εb1= -2.0 0/00  
ΜΕΓΙΣΤΗ ΒΡΑΧΥΝΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ εb-max= -3.5 0/00  
ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΒΡΑΧΥΝΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΘΛΙΨΗ εb-max= -2.0 0/00  
ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΗΚΥΝΣΗ ΟΡΛΙΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ εs-max= 20.0 0/00  
ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΜΗΚΥΝΣΗ ΟΡΛΙΣ. ΓΙΑ ΚΕΝΤΡ. ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ εs-max= 3.0 0/00

ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΟΣ ΧΑΛΥΒΟΣ Es= 200. GN/M2  
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ v= 1.00/ 1.00  
ΟΡΙΑ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΟΡΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΣΤΥΛΟΥΣ 1.000/4.000 0/0

ΜΟΝΑΔΕΣ: KN ,M

Σ Υ Ν Τ Ε Λ Ε Σ Τ Ε Σ Υ Π Ε Ρ Α Ν Τ Ο Χ Η Σ Ι Κ Α Ν Ο Τ Ι Κ Ω Ν Ε Λ Ε Γ Χ Ω Ν

ΔΟΚΟΙ ΣΤΥΛΟΙ ΤΟΙΧΩΜ ΘΕΜΕΛ ΚΟΜΒΟΙ  
1.20 1.40 1.40 1.20 1.40

ΕΔΑΦΟΣ: ΒΑΡΟΣ ΥΛΙΚΟΥ ΕΠΙΧΩΣΗΣ = 18.00 KN/M3  
ΒΑΡΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΣ = 18.00 KN/M3  
ΓΩΝΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΤΡΙΒΗΣ = 0.00 DEG  
ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΣ = 0.00 KN/M2

ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΤΑΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ = 300.00 KN/M2

Σ Υ Ν Δ Υ Α Σ Μ Ο Ι Φ Ο Ρ Τ Ι Σ Ε Ω Ν

ΦΟΡ/ΣΗ	ΤΥΠΟΣ	ΣΥΝΔ. 1	2	3
1 G	1	1.350	1.000	1.000
2 Q	2	1.500	0.500	0.500
3 E	-4	0.000	1.000	0.300
4 E	-4	0.000	1.000	0.300
5 E	-5	0.000	0.300	1.000
6 E	-5	0.000	0.300	1.000

Π Ι Ν Α Κ Α Κ Α Θ Ο Ρ Ι Σ Μ Ο Υ Ε Π Ι Λ Ε Κ Τ Ι Κ Η Σ Ε Κ Τ Υ Π Ω Σ Ε Ω Σ Α Π Ο Τ Ε Λ Ε Σ Μ Α Τ Ω Ν

ΣΤΑΘΜΗ	ΡΑΒΔΟΙ---	ΑΚΡΑ	ΔΙΑΓΡ	ΣΥΝΔ	ΟΡΛΙΣ	ΔΙΑΤΗ	SK-X	SK-Y	ΕΙΔΙΚ	ΤΥΠΟΣ	ΛΟΓ	CN	CC1	CC2	CC3	MOD
1	b	1-	7* 1	-1	-1	-1	-1	-1		0		-1				
2	b	1-	7* 1	-1	-1	-1	-1	-1		0		-1				
1	c	1-	6* 1	-1	-1	-1	-1	-1		0		-1				



1	c	1-	6*	1	-1	1	0	3	3	0.00	0.00	0	5	0.50	1
1	b	1-	7*	1	-1	-6	0	2	1			0			2
2	b	1-	7*	1	-1	-6	0	2	1			0			2
1	c	1-	1*	1	-1	1	0	4	11			0			1

\$

\$ 1 c 3- 3\* 1 -1 1 0 4 11 0 1  
1 c 4- 4\* 1 -1 1 0 4 11 0 1  
1 c 6- 6\* 1 -1 1 0 4 11 0 1  
\$

ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΔΟΚΩΝ/ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑΘΜΗΣ 1

\*\*\*\*\*

πλακα op.

ΔΟΚΟΣ 1 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/450.0 - h1= 4.0 , w= 0.0 πλακα op./ΣΤΑΘΜΗ 1

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ & ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	maxM	minM	As+	As-	ρmax%	maxV	minV	Asdiag	pmax	tors	Asw	Ast
1/ 0.00	1592.51	-1307.69	10.48	8.60	0.08	666.69	-7.87	0.00	0.50	0.01	3.95	0.00
3/ 1.45	1537.32	-475.12	10.14	3.10	0.08	541.37	-127.96	0.00	0.40	0.01	3.05	0.00
5/ 2.90	1300.41	183.31	8.53	0.00	0.06	416.04	-248.04	0.00	0.31	0.01	2.15	0.00
7/ 4.35	1326.75	600.56	8.71	0.00	0.07	290.72	-368.13	0.00	0.28	0.01	1.81	0.00

ΔΟΚΟΣ 2 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/450.0 - h1= 4.0 , w= 0.0 πλακα op./ΣΤΑΘΜΗ 1

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ & ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	maxM	minM	As+	As-	ρmax%	maxV	minV	Asdiag	pmax	tors	Asw	Ast
1/ 0.00	1326.72	600.24	8.71	0.00	0.07	365.52	-295.44	0.00	0.27	0.01	1.79	0.00
3/ 1.45	1296.71	176.39	8.53	0.00	0.06	245.43	-420.76	0.00	0.31	0.01	2.19	0.00
5/ 2.90	1529.83	-488.88	10.06	3.20	0.08	125.34	-546.08	0.00	0.41	0.01	3.08	0.00
7/ 4.35	1581.23	-1328.28	10.40	8.75	0.08	5.25	-671.40	0.00	0.50	0.01	3.98	0.00

ΔΟΚΟΣ 3 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/450.0 - h1= 4.0 , w= 0.0 πλακα op./ΣΤΑΘΜΗ 1

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ & ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	maxM	minM	As+	As-	ρmax%	maxV	minV	Asdiag	pmax	tors	Asw	Ast
1/ 0.00	1592.51	-1307.68	10.48	8.60	0.08	666.69	-7.86	0.00	0.50	0.01	3.95	0.00
3/ 1.45	1537.32	-475.12	10.14	3.10	0.08	541.36	-127.95	0.00	0.40	0.01	3.05	0.00
5/ 2.90	1300.41	183.31	8.53	0.00	0.06	416.04	-248.04	0.00	0.31	0.01	2.15	0.00
7/ 4.35	1326.73	600.54	8.71	0.00	0.07	290.72	-368.13	0.00	0.28	0.01	1.81	0.00

ΔΟΚΟΣ 4 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/450.0 - h1= 4.0 , w= 0.0 πλακα op./ΣΤΑΘΜΗ 1

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ & ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	maxM	minM	As+	As-	ρmax%	maxV	minV	Asdiag	pmax	tors	Asw	Ast
1/ 0.00	1326.76	600.27	8.71	0.00	0.07	365.51	-295.44	0.00	0.27	0.01	1.79	0.00

3/ 1.45	1296.73	176.41	8.53	0.00	0.06	245.42	-420.77	0.00	0.31	0.01	2.19	0.00
5/ 2.90	1529.84	-488.87	10.06	3.20	0.08	125.33	-546.09	0.00	0.41	0.01	3.08	0.00

\$

\$ 7/ 4.35 1581.21 -1328.29 10.40 8.75 0.08 5.24 -671.41 0.00 0.50 0.01 3.98 0.00

ΔΟΚΟΣ 5 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/450.0 - hl= 4.0 , wf= 0.0

πλακά op./ΣΤΑΘΜΗ 1

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ & ΟΓΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	maxM	minM	As+	As-	ρmax%	maxV	minV	Asdiag	max	tors	Asw	Ast
1/ 0.00	1962.64	-1113.40	12.95	7.30	0.10	750.23	239.01	0.00	0.56	0.00	4.55	0.00
3/ 3.67	2523.46	743.91	16.76	0.00	0.13	409.97	-80.23	0.00	0.31	0.00	2.11	0.00
5/ 7.33	2523.47	743.91	16.76	0.00	0.13	80.22	-409.97	0.00	0.31	0.00	2.11	0.00
7/11.00	1962.63	-1113.41	12.95	7.30	0.10	-239.01	-750.23	0.00	0.56	0.00	4.55	0.00
*/ 5.50	2674.59	0.00	17.76	0.00	0.13							

\$

\$

ΔΟΚΟΣ 6 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/450.0 - h1= 4.0 , w= 0.0

πλάκα op./ΣΤΑΘΜΗ 1

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ & ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	maxM	minM	As+	As-	ρmax%	maxV	minV	Asdiag	max	tors	Asw	Ast
1/ 0.00	334.71	168.99	2.18	0.00	0.02	1583.55	924.75	0.00	1.18	0.00	8.58	0.00
3/ 4.13	4698.27	2753.91	31.82	0.00	0.24	527.85	304.69	0.00	0.39	0.00	1.69	0.00
5/ 8.27	4698.26	2753.91	31.82	0.00	0.24	-304.70	-527.85	0.00	0.39	0.00	1.69	0.00
7/12.40	334.70	168.98	2.18	0.00	0.02	-924.75	-1583.56	0.00	1.18	0.00	8.58	0.00
*/ 6.20	5243.72	0.00	35.69	0.00	0.27							

ΔΟΚΟΣ 7 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/450.0 - h1= 4.0 , w= 0.0

πλάκα op./ΣΤΑΘΜΗ 1

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ & ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	maxM	minM	As+	As-	ρmax%	maxV	minV	Asdiag	max	tors	Asw	Ast
1/ 0.00	2021.87	-1088.30	13.36	7.13	0.10	801.18	280.46	0.00	0.60	0.00	4.89	0.00
3/ 3.67	2676.24	893.27	17.80	0.00	0.13	427.92	-68.48	0.00	0.32	0.00	2.24	0.00
5/ 7.33	2676.25	893.27	17.80	0.00	0.13	68.48	-427.92	0.00	0.32	0.00	2.24	0.00
7/11.00	2021.88	-1088.29	13.36	7.13	0.10	-280.46	-801.18	0.00	0.60	0.00	4.89	0.00
*/ 5.50	2896.91	0.00	19.28	0.00	0.14							

\$

ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΔΟΚΩΝ/ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑΘΜΗΣ 2

\*\*\*\*\*

Θεμελίωση

ΔΟΚΟΣ 1 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/ 50.0 - h1= 4.0 , w= 0.0 Θεμελίωση/ΣΤΑΘΜΗ 2

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ & ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	maxM	minM	As+	As-	ρmax%	maxV	minV	Asdiag	max	tors	Asw	Ast
1/ 0.00	428.75	52.26	31.70	16.02	2.30	-238.12	-575.63	0.00	4.17	0.53	35.12	0.14*
3/ 1.45	32.24	-266.24	4.90	20.58	1.49	-56.95	-176.71	0.00	1.28	0.55	7.91	0.15
5/ 2.90	-23.89	-186.17	0.00	14.74	1.07	204.11	61.94	0.00	1.48	0.58	10.22	0.16
7/ 4.35	415.39	211.55	30.79	15.11	2.23	594.32	270.04	0.00	4.31	0.63	36.42	0.17*

ΔΟΚΟΣ 2 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/ 50.0 - h1= 4.0 , w= 0.0 Θεμελίωση/ΣΤΑΘΜΗ 2

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ & ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	maxM	minM	As+	As-	ρmax%	maxV	minV	Asdiag	max	tors	Asw	Ast
1/ 0.00	415.59	211.94	30.80	15.12	2.23	-275.25	-600.91	0.00	4.35	0.63	36.87	0.17*
3/ 1.45	-29.78	-191.89	0.00	15.37	1.11	-64.77	-206.69	0.00	1.50	0.58	10.36	0.16
5/ 2.90	26.27	-271.63	5.27	20.95	1.52	181.67	60.07	0.00	1.32	0.54	8.23	0.15
7/ 4.35	436.77	59.16	32.25	16.57	2.34	596.43	252.87	0.00	4.32	0.53	36.56	0.14*

ΔΟΚΟΣ 3 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/ 50.0 - h1= 4.0 , w= 0.0 Θεμελίωση/ΣΤΑΘΜΗ 2

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ & ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	maxM	minM	As+	As-	ρmax%	maxV	minV	Asdiag	max	tors	Asw	Ast
1/ 0.00	428.75	52.26	31.70	16.02	2.30	-238.12	-575.63	0.00	4.17	0.53	35.12	0.14*
3/ 1.45	32.24	-266.24	4.90	20.58	1.49	-56.95	-176.71	0.00	1.28	0.55	7.91	0.15
5/ 2.90	-23.89	-186.17	0.00	14.74	1.07	204.11	61.94	0.00	1.48	0.58	10.22	0.16
7/ 4.35	415.39	211.55	30.79	15.11	2.23	594.32	270.04	0.00	4.31	0.63	36.42	0.17*

ΔΟΚΟΣ 4 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/ 50.0 - h1= 4.0 , w= 0.0 Θεμελίωση/ΣΤΑΘΜΗ 2

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ & ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	maxM	minM	As+	As-	ρmax%	maxV	minV	Asdiag	max	tors	Asw	Ast
1/ 0.00	415.59	211.94	30.80	15.12	2.23	-275.25	-600.91	0.00	4.35	0.63	36.87	0.17*

3/ 1.45	-29.78	-191.89	0.00	15.37	1.11	-64.77	-206.69	0.00	1.50	0.58	10.36	0.16
5/ 2.90	26.27	-271.63	5.27	20.95	1.52	181.67	60.07	0.00	1.32	0.54	8.23	0.15

\$



\$ 7/ 4.35 436.77 59.16 32.25 16.57 2.34 596.43 252.87 0.00 4.32 0.53 36.56 0.14\*

ΔΟΚΟΣ 5 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/ 50.0 - h1= 4.0 , w= 0.0

θεμελίωση/ΣΤΑΘΜΗ 2

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ & ΟΓΩΣΙΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	maxM	minM	As+	As-	ρmax%	maxV	minV	Asdiag	pmax	tors	Asw	Ast
1/ 0.00	1055.88	270.27	74.63	58.95	5.41	-242.58	-772.27	0.00	5.60	0.09	52.17	0.02*
3/ 3.67	-91.41	-335.66	9.65	25.33	1.84	-19.66	-99.49	0.00	0.72	0.03	2.21	0.01
5/ 7.33	-91.41	-335.66	9.65	25.33	1.84	99.49	19.66	0.00	0.72	0.03	2.21	0.01
7/11.00	1055.88	270.27	74.63	58.95	5.41	772.27	242.58	0.00	5.60	0.09	52.17	0.02*

\$

\$

ΔΟΚΟΣ 6 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/ 50.0 - h1= 4.0 , w= 0.0 Θεμελίωση/ΣΤΑΘΜΗ 2

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ & ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	maxM	minM	As+	As-	pmax%	maxV	minV	Asdiag	max	tors	Asw	Ast
1/ 0.00	167.04	77.97	12.77	0.00	0.93	-220.25	-424.17	0.00	3.07	0.02	25.64	0.00*
3/ 4.13	-120.30	-247.78	3.63	19.31	1.40	43.69	6.66	0.00	0.32	0.01	0.00	0.00
5/ 8.27	-120.30	-247.78	3.63	19.31	1.40	-6.66	-43.69	0.00	0.32	0.01	0.00	0.00
7/12.40	167.04	77.98	12.77	0.00	0.93	424.17	220.25	0.00	3.07	0.02	25.64	0.00*

ΔΟΚΟΣ 7 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/ 50.0 - h1= 4.0 , w= 0.0 Θεμελίωση/ΣΤΑΘΜΗ 2

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ & ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	maxM	minM	As+	As-	pmax%	maxV	minV	Asdiag	max	tors	Asw	Ast
1/ 0.00	1099.46	312.51	77.61	61.93	5.62	-275.65	-814.90	0.00	5.91	0.10	54.43	0.03*
3/ 3.67	-105.14	-349.44	10.59	26.27	1.90	-23.48	-103.40	0.00	0.75	0.04	2.42	0.01
5/ 7.33	-105.14	-349.44	10.59	26.27	1.90	103.40	23.48	0.00	0.75	0.04	2.42	0.01
7/11.00	1099.46	312.51	77.61	61.93	5.62	814.90	275.65	0.00	5.91	0.10	54.43	0.03*

\$

ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΟΡΛΙΣΜΟΙ ΣΤΥΛΩΝ - ΣΤΥΛΟΣ 1  
 \*\*\*\*\*

ΣΤΥΛΟΣ 1 / ΔΙΑΤΟΜΗ 100.0/100.0 - h1= 4.0 , w= 45.0 πλάκα ορ./ΣΤΑΘΜΗ 1

ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΥΝΔ.	LC	N	V2	V3	T	M2	M3
1/ 0.00							
	1	-792.03	-91.99	202.41	0.00	-301.74	94.47
	2	-127.98	-15.33	30.06	0.00	-44.25	20.07
	3	272.16	413.75	45.68	0.00	-381.28	-1600.33
	4	268.85	362.06	47.85	0.00	-389.68	-1375.01
	5	116.15	-364.20	100.09	0.00	-483.97	1578.01
	6	118.94	-320.65	98.25	0.00	-476.89	1388.17

v= 1.00 1.00

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΗ ΑΚΡΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΟΡΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΕΩΣ

c11	c12	As+	As-	tmax	ash	asv
0.45	0.30	10.80	24.00			
					13.20	10.83

2/ 5.00

1	-855.78	-91.99	202.41	0.00	710.31	-365.46
2	-127.98	-15.33	30.06	0.00	106.04	-56.57
3	272.16	413.75	45.68	0.00	-152.90	468.42
4	268.85	362.06	47.85	0.00	-150.41	435.29
5	116.15	-364.20	100.09	0.00	16.47	-242.98
6	118.94	-320.65	98.25	0.00	14.38	-215.07

v= 1.00 1.00

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΗ ΑΚΡΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΟΡΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΕΩΣ

c11	c12	As+	As-	tmax	ash	asv
0.45	0.30	25.78	24.00			
					12.97	10.37

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΟΡΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	As+	As-	vd	Cap	Asdiag	tmax	Asw	tors	Ast
1/ 0.00	8.91	22.97	0.23	1.00	0.00	2.07	13.20	0.00	0.00
2/ 5.00	28.34	0.00	0.23	1.00	0.00	2.07	12.97	0.00	0.00

\$

ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΣΤΥΛΩΝ - ΣΤΥΛΟΣ 2

\*\*\*\*\*

ΣΤΥΛΟΣ 2 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/ 30.0 - h1= 4.0 , w= 0.0

πλάκα op./ΣΤΑΘΗ 1

ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΥΝΔ.	LC	N	V2	V3	T	M2	M3
1/ 0.00							
	1	-1020.59	-39.77	0.29	0.00	-0.53	64.38
	2	-151.59	-5.75	0.00	0.00	0.00	9.18
	3	0.00	0.00	25.87	-0.02	-58.07	0.00
	4	0.00	0.00	24.08	0.02	-53.99	0.00
	5	223.86	-10.62	-0.65	0.01	1.47	33.03
	6	223.86	-10.62	0.86	-0.02	-1.96	33.03
	ΚΡΙΣΙΜΟΣ	-1605.18				-0.72	100.67

2/ 5.00							
	1	-1031.84	-39.77	0.29	0.00	0.91	-134.47
	2	-151.59	-5.75	0.00	0.00	0.00	-19.59
	3	0.00	0.00	25.87	-0.02	71.28	0.00
	4	0.00	0.00	24.08	0.02	66.43	0.00
	5	223.86	-10.62	-0.65	0.01	-1.75	-20.07
	6	223.86	-10.62	0.86	-0.02	2.33	-20.07
	ΚΡΙΣΙΜΟΣ	-1620.37				1.23	-210.91

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	vd	p%	As-tot	Cap	Asdiag	max	Asw	tors	Ast
1/ 0.00	1.39	4.00	36.00	0.78	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00
						0.80	0.00		
2/ 5.00	1.39	4.00	36.00	0.52	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00
						0.80	0.00		

\$

\$

ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΣΤΥΛΩΝ - ΣΤΥΛΟΣ 3

\*\*\*\*\*

ΣΤΥΛΟΣ 3 / ΔΙΑΤΟΜΗ 100.0/100.0 - h1= 4.0 , w= 45.0

πλάκα ορ./ΣΤΑΘΜΗ 1

ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΥΝΔ.	LC	N	V2	V3	T	M2	M3
1/ 0.00							
	1	-840.25	-213.24	102.41	0.00	-111.06	315.27
	2	-127.98	-30.06	15.33	0.00	-20.07	44.25
	3	-272.16	45.68	413.75	0.00	-1600.33	-381.28
	4	-268.85	47.85	362.06	0.00	-1375.01	-389.68
	5	118.54	-98.52	326.84	0.00	-1415.18	477.90
	6	115.75	-100.35	370.39	0.00	-1605.02	484.98

v= 1.00 1.00

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΚΡΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΕΩΣ

c11	c12	As+	As-	tmax	ash	asv
0.45	0.30	56.63	56.47			
				12.80	10.63	

2/ 5.00

1	-904.00	-213.24	102.41	0.00	400.97	-750.91
2	-127.98	-30.06	15.33	0.00	56.57	-106.04
3	-272.16	45.68	413.75	0.00	468.42	-152.90
4	-268.85	47.85	362.06	0.00	435.29	-150.41
5	118.54	-98.52	326.84	0.00	219.04	-14.68
6	115.75	-100.35	370.39	0.00	246.95	-16.77

v= 1.00 1.00

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΚΡΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΕΩΣ

c11	c12	As+	As-	tmax	ash	asv
0.45	0.30	22.19	24.00			
				13.24	13.24	

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	As+	As-	vd	Cap	Asdiag	tmax	Asw	tors	Ast
1/ 0.00	67.38	58.74	0.23	1.00	0.00	1.92	12.80	0.00	0.00
2/ 5.00	23.10	0.00	0.23	1.00	0.00	1.92	13.24	0.00	0.00

\$

\$

ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΣΤΥΛΩΝ - ΣΤΥΛΟΣ 4

\*\*\*\*\*

ΣΤΥΛΟΣ 4 / ΔΙΑΤΟΜΗ 100.0/100.0 - h1= 4.0 , w= 315.0

πλάκα op./ΣΤΑΘΜΗ 1

ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΥΝΔ. 1/ 0.00	LC	N	V2	V3	T	M2	M3
	1	-792.04	91.99	202.41	0.00	-301.74	-94.47
	2	-127.98	15.33	30.06	0.00	-44.25	-20.07
	3	268.85	-362.06	47.85	0.00	-389.68	1375.01
	4	272.17	-413.75	45.68	0.00	-381.28	1600.33
	5	-116.15	-364.20	-100.09	0.00	483.97	1578.01
	6	-118.94	-320.65	-98.25	0.00	476.89	1388.17

v= 1.00 1.00

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΚΡΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΕΩΣ

c11	c12	As+	As-	tmax	ash	asv
0.45	0.30	10.80	24.00			
					17.66	15.29

2/ 5.00

1	-855.79	91.99	202.41	0.00	710.31	365.46
2	-127.98	15.33	30.06	0.00	106.04	56.57
3	268.85	-362.06	47.85	0.00	-150.41	-435.29
4	272.17	-413.75	45.68	0.00	-152.90	-468.42
5	-116.15	-364.20	-100.09	0.00	-16.47	-242.98
6	-118.94	-320.65	-98.25	0.00	-14.38	-215.07

v= 1.00 1.00

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΚΡΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΕΩΣ

c11	c12	As+	As-	tmax	ash	asv
0.45	0.30	25.78	24.00			
					17.42	14.82

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	As+	As-	vd	Cap	Asdiag	tmax	Asw	tors	Ast
1/ 0.00	8.91	22.97	0.23	1.00	0.00	2.77	17.66	0.00	0.00
2/ 5.00	28.34	0.00	0.23	1.00	0.00	2.77	17.42	0.00	0.00

\$

\$

ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΘΡΑΙΣΜΟΙ ΣΤΥΛΩΝ - ΣΤΥΛΟΣ 5

ΣΤΥΛΟΣ 5 / ΔΙΑΤΟΜΗ 30.0/ 30.0 - h1= 4.0 , w= 0.0 πλάκα op./ΣΤΑΘΜΗ 1

ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΥΝΔ.	LC	N	V2	V3	T	M2	M3
1/ 0.00							
	1	-1020.59	39.77	0.29	0.00	-0.53	-64.38
	2	-151.59	5.75	0.00	0.00	0.00	-9.18
	3	0.00	0.00	24.08	-0.02	-53.99	0.00
	4	0.00	0.00	25.87	0.02	-58.07	0.00
	5	-223.86	-10.62	0.65	0.01	-1.47	33.03
	6	-223.86	-10.62	-0.86	-0.02	1.96	33.03
	ΚΡΙΣΙΜΟΣ	-1605.18				-0.72	-100.67

2/ 5.00							
	1	-1031.84	39.77	0.29	0.00	0.91	134.47
	2	-151.59	5.75	0.00	0.00	0.00	19.59
	3	0.00	0.00	24.08	-0.02	66.43	0.00
	4	0.00	0.00	25.87	0.02	71.28	0.00
	5	-223.86	-10.62	0.65	0.01	1.75	-20.07
	6	-223.86	-10.62	-0.86	-0.02	-2.33	-20.07
	ΚΡΙΣΙΜΟΣ	-1620.37				1.23	210.91

ΠΕΡΙΒΑΛΟΥΣΕΣ ΘΡΑΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	vd	p%	As-tot	Cap	Asdiag	max	Asw	tors	Ast
1/ 0.00	1.39	4.00	36.00	0.78	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00
						0.80	0.00		
2/ 5.00	1.39	4.00	36.00	0.52	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00
						0.80	0.00		

\$

\$

ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΣΤΥΛΩΝ - ΣΤΥΛΟΣ 6  
 \*\*\*\*\*

ΣΤΥΛΟΣ 6 / ΔΙΑΤΟΜΗ 100.0/100.0 - h1= 4.0 , w= 135.0

πλάκα op./ΣΤΑΘΜΗ 1

ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΥΝΔ. 1/ 0.00	LC	N	V2	V3	T	M2	M3
	1	-840.24	-213.24	-102.41	0.00	111.06	315.27
	2	-127.98	-30.06	-15.33	0.00	20.07	44.25
	3	-268.85	47.85	-362.06	0.00	1375.01	-389.68
	4	-272.16	45.68	-413.75	0.00	1600.34	-381.28
	5	-118.54	98.52	326.84	0.00	-1415.18	-477.90
	6	-115.75	100.35	370.39	0.00	-1605.02	-484.98

v= 1.00 1.00

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΗ ΑΚΡΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΕΩΣ

c11	c12	As+	As-	tmax	ash	asv
0.45	0.30	62.16	52.69			
				16.83	12.73	

2/ 5.00

	1	-903.99	-213.24	-102.41	0.00	-400.97	-750.91
	2	-127.98	-30.06	-15.33	0.00	-56.57	-106.04
	3	-268.85	47.85	-362.06	0.00	-435.29	-150.41
	4	-272.16	45.68	-413.75	0.00	-468.42	-152.89
	5	-118.54	98.52	326.84	0.00	219.04	14.68
	6	-115.75	100.35	370.39	0.00	246.95	16.77

v= 1.00 1.00

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΗ ΑΚΡΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΕΩΣ

c11	c12	As+	As-	tmax	ash	asv
0.45	0.30	10.80	24.00			
				17.44	13.10	

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΟΜΗ	As+	As-	vd	Cap	Asdiag	tmax	Asw	tors	Ast
1/ 0.00	73.04	56.43	0.23	1.00	0.00	2.50	16.83	0.00	0.00
2/ 5.00	15.77	15.77	0.23	-1.00	0.00	2.50	17.44	0.00	0.00

\$



\$

ΤΕΜΝΟΥΣΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΒΑΣΗ

VX-walls = 614.72 VX-tot = 1279.00  $\eta_{v-x} = 0.481$   
VY-walls = 603.77 VY-tot = 1279.00  $\eta_{v-y} = 0.472$

ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΠΙΞΕΩΝ xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

ΣΤΑΘΜΗ	ΚΟΜΒΟΣ	Δ/ΣΗ	LC	ΣΥΝΔ	R	R_max	R_min
2	1	3		1	-0.629		
				2	-0.090		
				3	0.258		
				4	0.255		
				5	0.147		
				6	0.150		
2	2	3		1	-0.616		
				2	-0.086		
				3	0.000		
				4	0.000		
				5	0.150		
				6	0.150		

\$

\$

ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ				XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			
ΣΤΑΘΜΗ	ΚΟΜΒΟΣ	Δ/ΣΗ	LC	ΣΥΝΔ	R	R_max	R_min
2	3	3		1	-0.666		
				2	-0.090		
				3	-0.258		
				4	-0.255		
				5	0.149		
				6	0.147		
2	4	3		1	-0.629		
				2	-0.090		
				3	0.255		
				4	0.258		
				5	-0.147		
				6	-0.150		
2	5	3		1	-0.616		
				2	-0.086		
				3	0.000		
				4	0.000		
				5	-0.150		
				6	-0.150		
2	6	3		1	-0.666		
				2	-0.090		
				3	-0.255		
				4	-0.258		
				5	-0.149		
				6	-0.147		

TIME LOG FOR INTERNAL FORCES AND DESIGN PHASE

Internal forces, envelopes & reinforcement..... 0.095 min

Total time..... 0.095 min

\$

\$\$\$

\$\$

\$

Program N E X T by Computec - Finite Element Analysis & Design of Elastic Structures \* ΣΕΛΙΔΑ: 20

date: 28/05/1996 , clock: 09:05:14

PROGRAM N E X T by computec \*r-mode\* - VERSION 10.1 ( JULY 1995 ) - SD1000 601000000  
Project:ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΗΜΙΥΠΟΓΕΙΑΣ ΥΔΑΤΟΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

ΠΟΙΟΤΗΣ ΣΚΥΡΩΜΑΤΟΣ C16 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΑΛΥΒΑ S400 GRK M  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΚΥΡΩΜΑΤΟΣ βR= 9.1 MN/M2  
ΥΠΟΛΟΓ ΑΝΤΟΧΗ ΧΑΛΥΒΟΣ ΟΓΛΙΣΜΟΥ βS= 347.8 MN/M2

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΑΣΕΩΝ ΜΗΚΥΝΣΕΩΝ ΣΚΥΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΟ ΜΕΧΡΙ εb1= -2.0 0/00  
ΜΕΓΙΣΤΗ ΒΡΑΧΥΝΣΗ ΣΚΥΡΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ εb-max= -3.5 0/00  
ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΒΡΑΧΥΝΣΗ ΣΚΥΡΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΘΑΪΨΗ εb-max= -2.0 0/00  
ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΗΚΥΝΣΗ ΟΓΛΙΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ εs-max= 20.0 0/00  
ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΜΗΚΥΝΣΗ ΟΓΛΙΣ. ΓΙΑ ΚΕΝΤΡ. ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ εs-max= 3.0 0/00

ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΟΣ ΧΑΛΥΒΟΣ Es= 200. GN/M2  
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ν= 1.00/ 1.00  
ΟΡΙΑ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΟΓΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΣΤΥΛΟΥΣ 1.000/4.000 0/0

ΜΟΝΑΔΕΣ: KN ,M

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΥΠΕΡΑΝΤΟΧΗΣ ΙΚΑΝΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ  
ΔΟΚΟΙ ΣΤΥΛΟΙ ΤΟΙΧΩΜ ΘΕΜΕΛ ΚΟΜΒΟΙ  
1.20 1.40 1.40 1.20 1.40

ΠΙΝΑΞ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗΣ ΕΚΤΥΠΩΣΕΩΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

ΣΤΑΘΜΗ	ΡΑΒΔΟΙ---	ΑΚΡΑ ΔΙΑΓΡ	ΣΥΝΔ ΟΓΛΙΣ	ΔΙΑΤΜ	SK-X	SK-Y	ΕΙΔΙΚ ΤΥΠΟΣ	ΛΟΓ	CN	CC1	CC2	CC3	MOD
1	b 1- 7* 1	-1	-1	-1	-1		0		-1				
2	b 1- 7* 1	-1	-1	-1	-1		0		-1				
1	c 1- 6* 1	-1	-1	-1	-1		0		-1				
1	c 1- 6* 1	-1	1	0	3	3	0.00 0.00	5 0.50	1				
1	b 1- 7* 1	-1	-6	0	2	1	0		2				
2	b 1- 7* 1	-1	-6	0	2	1	0		2				
1	c 1- 1* 1	-1	1	0	4	11	0		1				
1	c 3- 3* 1	-1	1	0	4	11	0		1				
1	c 4- 4* 1	-1	1	0	4	11	0		1				
1	c 6- 6* 1	-1	1	0	4	11	0		1				

\$

ΕΚΛΟΓΗ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΡΑΒΔΩΝ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΔΟΚΩΝ ΣΤΑΘΜΗΣ 1  
 \*\*\*\*\*

Ο Π Λ Ι Σ Μ Ο Σ Ζ Υ Γ Ω Μ Α Τ Ο Σ C\* 1 - 2 - ..... / ΣΤΑΘΜΗ 1

ΑΝΟΙΓΜΑ	ΜΕΣΟΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	ΠΡΟΣΘ. ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ	ΑΝΩ	Σ Υ Ν Δ Ε Τ Η Ρ Ε Σ	ΔΙΑΤΟΜΗ
C1 - C2	ΚΑΤΩ	ΑΝΩ	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	ΔΕΞΙΑ *ΚΑΤΩ	ΑΚΡΟ 1 ΜΕΣΟΝ ΑΚΡΟ 2
1- 2	13φ18	13φ18			1φ 8/18 30/450
2- 3	13φ18	13φ18			1φ 8/18 30/450

Ο Π Λ Ι Σ Μ Ο Σ Ζ Υ Γ Ω Μ Α Τ Ο Σ C\* 4 - 5 - ..... / ΣΤΑΘΜΗ 1

ΑΝΟΙΓΜΑ	ΜΕΣΟΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	ΠΡΟΣΘ. ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ	ΑΝΩ	Σ Υ Ν Δ Ε Τ Η Ρ Ε Σ	ΔΙΑΤΟΜΗ
C1 - C2	ΚΑΤΩ	ΑΝΩ	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	ΔΕΞΙΑ *ΚΑΤΩ	ΑΚΡΟ 1 ΜΕΣΟΝ ΑΚΡΟ 2
4- 5	13φ18	13φ18			1φ 8/18 30/450
5- 6	13φ18	13φ18			1φ 8/18 30/450

Ο Π Λ Ι Σ Μ Ο Σ Ζ Υ Γ Ω Μ Α Τ Ο Σ C\* 4 - 1 - ..... / ΣΤΑΘΜΗ 1

ΑΝΟΙΓΜΑ	ΜΕΣΟΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	ΠΡΟΣΘ. ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ	ΑΝΩ	Σ Υ Ν Δ Ε Τ Η Ρ Ε Σ	ΔΙΑΤΟΜΗ
C1 - C2	ΚΑΤΩ	ΑΝΩ	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	ΔΕΞΙΑ *ΚΑΤΩ	ΑΚΡΟ 1 ΜΕΣΟΝ ΑΚΡΟ 2
4- 1	13φ18	13φ18			1φ 8/18 30/450

Ο Π Λ Ι Σ Μ Ο Σ Ζ Υ Γ Ω Μ Α Τ Ο Σ C\* 5 - 2 - ..... / ΣΤΑΘΜΗ 1

ΑΝΟΙΓΜΑ	ΜΕΣΟΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	ΠΡΟΣΘ. ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ	ΑΝΩ	Σ Υ Ν Δ Ε Τ Η Ρ Ε Σ	ΔΙΑΤΟΜΗ
C1 - C2	ΚΑΤΩ	ΑΝΩ	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	ΔΕΞΙΑ *ΚΑΤΩ	ΑΚΡΟ 1 ΜΕΣΟΝ ΑΚΡΟ 2
5- 2	13φ18	13φ18			1φ 8/18 30/450

Ο Π Λ Ι Σ Μ Ο Σ Ζ Υ Γ Ω Μ Α Τ Ο Σ C\* 6 - 3 - ..... / ΣΤΑΘΜΗ 1

ΑΝΟΙΓΜΑ	ΜΕΣΟΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	ΠΡΟΣΘ. ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ	ΑΝΩ	Σ Υ Ν Δ Ε Τ Η Ρ Ε Σ	ΔΙΑΤΟΜΗ
C1 - C2	ΚΑΤΩ	ΑΝΩ	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	ΔΕΞΙΑ *ΚΑΤΩ	ΑΚΡΟ 1 ΜΕΣΟΝ ΑΚΡΟ 2
6- 3	13φ18	13φ18			1φ 8/18 30/450

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΗΣ 1

\$	ΒΑΡΟΣ ΣΙΔΗΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	5225.	Kgs			
	φ 8	φ10	φ12	φ14	φ16	φ18
	1739.	0.	0.	0.	0.	3486.
	ΣΚΥΡΩΜΑ	56.73	M3	ΞΥΛΟΥΠΟΣ	466.20	M2

\$

## ΕΚΛΟΓΗ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΡΑΒΔΩΝ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΔΟΚΩΝ ΣΤΑΘΜΗΣ 2

\*\*\*\*\*

## ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΖΥΓΩΜΑΤΟΣ C\* 1- 2- ....

/ ΣΤΑΘΜΗ 2

ΑΝΟΙΓΜΑ	ΜΕΣΟΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ		ΠΡΟΣΘ. ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ		ΚΑΤΩ	Σ Υ Ν Δ Ε Τ Η Ρ Ε Σ			ΔΙΑΤΟΜΗ
C1 - C2	ΑΝΩ	ΚΑΤΩ	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	ΔΕΞΙΑ *ΑΝΩ	ΑΚΡΟ 1	ΜΕΣΟΝ	ΑΚΡΟ 2		
1- 2	11φ18	7φ18	4φ18		1φ12/ 9	1φ12/16	1φ12/ 9	30/ 50	
2- 3	11φ18	7φ18		4φ18	1φ12/ 9	1φ12/16	1φ12/ 9	30/ 50	

## ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΖΥΓΩΜΑΤΟΣ C\* 4- 5- ....

/ ΣΤΑΘΜΗ 2

ΑΝΟΙΓΜΑ	ΜΕΣΟΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ		ΠΡΟΣΘ. ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ		ΚΑΤΩ	Σ Υ Ν Δ Ε Τ Η Ρ Ε Σ			ΔΙΑΤΟΜΗ
C1 - C2	ΑΝΩ	ΚΑΤΩ	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	ΔΕΞΙΑ *ΑΝΩ	ΑΚΡΟ 1	ΜΕΣΟΝ	ΑΚΡΟ 2		
4- 5	11φ18	7φ18	4φ18		1φ12/ 9	1φ12/16	1φ12/ 9	30/ 50	
5- 6	11φ18	7φ18		4φ18	1φ12/ 9	1φ12/16	1φ12/ 9	30/ 50	

## ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΖΥΓΩΜΑΤΟΣ C\* 4- 1- ....

/ ΣΤΑΘΜΗ 2

ΑΝΟΙΓΜΑ	ΜΕΣΟΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ		ΠΡΟΣΘ. ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ		ΚΑΤΩ	Σ Υ Ν Δ Ε Τ Η Ρ Ε Σ			ΔΙΑΤΟΜΗ
C1 - C2	ΑΝΩ	ΚΑΤΩ	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	ΔΕΞΙΑ *ΑΝΩ	ΑΚΡΟ 1	ΜΕΣΟΝ	ΑΚΡΟ 2		
4- 1	15φ18	7φ18	20φ18	20φ18	1φ12/ 4	1φ12/ 6	1φ12/ 4	30/ 50	
			12φ18*	12φ18*					

## ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΖΥΓΩΜΑΤΟΣ C\* 5- 2- ....

/ ΣΤΑΘΜΗ 2

ΑΝΟΙΓΜΑ	ΜΕΣΟΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ		ΠΡΟΣΘ. ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ		ΚΑΤΩ	Σ Υ Ν Δ Ε Τ Η Ρ Ε Σ			ΔΙΑΤΟΜΗ
C1 - C2	ΑΝΩ	ΚΑΤΩ	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	ΔΕΞΙΑ *ΑΝΩ	ΑΚΡΟ 1	ΜΕΣΟΝ	ΑΚΡΟ 2		
5- 2	10φ18	3φ14	4φ14	4φ14	1φ12/ 9	1φ12/13	1φ12/ 9	30/ 50	

## ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΖΥΓΩΜΑΤΟΣ C\* 6- 3- ....

/ ΣΤΑΘΜΗ 2

ΑΝΟΙΓΜΑ	ΜΕΣΟΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ		ΠΡΟΣΘ. ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ		ΚΑΤΩ	Σ Υ Ν Δ Ε Τ Η Ρ Ε Σ			ΔΙΑΤΟΜΗ
C1 - C2	ΑΝΩ	ΚΑΤΩ	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	ΔΕΞΙΑ *ΑΝΩ	ΑΚΡΟ 1	ΜΕΣΟΝ	ΑΚΡΟ 2		
6- 3	16φ18	7φ18	21φ18	21φ18	1φ12/ 4	1φ12/ 6	1φ12/ 4	30/ 50	
			12φ18*	12φ18*					



\$

---

ΒΑΡΟΣ ΣΙΔΗΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	4540. Kgs				
φ 8	φ10	φ12	φ14	φ16	φ18
47.	0.	969.	76.	0.	3448.
ΣΚΥΡΩΔΕΜΑ	7.77	Μ3	ΞΥΛΟΥΠΟΣ	51.80	Μ2

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΣΤΑΘΜΕΣ

---

ΒΑΡΟΣ ΣΙΔΗΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	9765. Kgs				
φ 8	φ10	φ12	φ14	φ16	φ18
1786.	0.	969.	76.	0.	6934.
ΣΚΥΡΩΔΕΜΑ	64.50	Μ3	ΞΥΛΟΥΠΟΣ	518.00	Μ2

\$



ΕΚΛΟΓΗ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΡΑΒΔΩΝ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΤΥΛΩΝ

\*\*\*\*\*

ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ 1

ΣΤΑΣΗ	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΤΑ ΑΚΡΑ		ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ		ΔΙΑΤΟΜΗ		ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ	
	L	ΓΩΝΙΕΣ ΠΛΕΥΡΕΣ	X	Y	lw/c	b	ΚΑΤΑΚΟΡ	ΟΡΙΖΟΝΤ
1	As+	12φ18 + 2φ14	2φ 8/10.0	3φ 8/10.0	1.000 / 0.300	0.450 / 0.300	2φ12/20	2φ12/15
	As-	4φ18 + 8φ16	6φ 8/10.0	2φ 8/10.0	0.300 / 1.000			
2					1.000 / 0.300		2φ12/20	2φ12/15
2		12φ18 + 2φ14						
2		4φ18 + 8φ16						

ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΤΥΛΟΥ 2

ΣΤΑΣΗ	ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ		ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ		ΔΙΑΤΟΜΗ				
	L	ΓΩΝΙΕΣ ΠΛΕΥΡΕΣ	X	Y	d	b	bo	do	w
1	12φ18 + 4φ14( 2 2 )		3φ 8/15.0	3φ 8/15.0	0.30	0.30			0.0
2	12φ18 + 4φ14( 2 2 )		3φ12/ 8.0	3φ12/ 8.0	Lcr=0.83				

ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ 3

ΣΤΑΣΗ	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΤΑ ΑΚΡΑ		ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ		ΔΙΑΤΟΜΗ		ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ	
	L	ΓΩΝΙΕΣ ΠΛΕΥΡΕΣ	X	Y	lw/c	b	ΚΑΤΑΚΟΡ	ΟΡΙΖΟΝΤ
1	As+	12φ18 + 16φ18	5φ 8/10.0	6φ 8/10.0	1.000 / 0.300	0.450 / 0.300	2φ12/15	2φ12/15
	As-	12φ18 + 12φ18	5φ 8/10.0	5φ 8/10.0	0.300 / 1.000			
2					1.000 / 0.300		2φ12/15	2φ12/15
2		12φ16 + 2φ14						
2		4φ18 + 8φ16						

ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ 4

ΣΤΑΣΗ	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΤΑ ΑΚΡΑ		ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ		ΔΙΑΤΟΜΗ		ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ	
	L	ΓΩΝΙΕΣ ΠΛΕΥΡΕΣ	X	Y	lw/c	b	ΚΑΤΑΚΟΡ	ΟΡΙΖΟΝΤ
1	As+	12φ18 + 2φ14	2φ 8/10.0	3φ 8/10.0	1.000 / 0.300	0.450 / 0.300	2φ14/15	2φ14/15
	As-	4φ18 + 8φ16	6φ 8/10.0	2φ 8/10.0	0.300 / 1.000			
2					1.000 / 0.300		2φ14/15	2φ14/15
2		12φ18 + 2φ14						
2		4φ18 + 8φ16						

ΟΠΑΙΣΜΟΣ ΣΤΥΛΟΥ 5

5

\$

ΣΤΑΘΜΗ ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΓΛΙΣΜΟΣ			ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ		ΔΙΑΤΟΜΗ				
L	ΓΩΝΙΕΣ	ΠΛΕΥΡΕΣ	X	Y	d	b	bo	do	w
1	12φ18 +	4φ14( 2 2 )	3φ 8/15.0	3φ 8/15.0	0.30 / 0.30				0.0
2	12φ18 +	4φ14( 2 2 )	3φ12/ 8.0	3φ12/ 8.0	lcr=0.83				

Ο Π Λ Ι Σ Μ Ο Σ Τ Ο Ι Χ Ω Μ Α Τ Ο Σ 6

ΣΤΑΘΜΗ	ΟΓΛΙΣΜΟΣ ΣΤΑ ΑΚΡΑ		ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ		ΔΙΑΤΟΜΗ		ΟΓΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ		
	L	ΓΩΝΙΕΣ	ΠΛΕΥΡΕΣ	X	Y	lw/c	b	ΚΑΤΑΚΟΡ	ΟΡΙΖΟΝΤ
1						1.000 / 0.300		2φ12/15	2φ14/15
	As+	12φ18 +	16φ18	5φ 8/10.0	6φ 8/10.0	0.450 / 0.300			
	As-	12φ18 +	12φ18	5φ 8/10.0	5φ 8/10.0	0.300 / 1.000			
2						1.000 / 0.300		2φ12/15	2φ14/15
2		12φ18 +	16φ18						
2		12φ18 +	12φ18						

\$

\$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΘΑΛΥΣ ΤΟΥΣ ΣΤΥΛΟΥΣ

---

ΒΑΡΟΣ ΣΙΔΗΡΟΥ ΟΓΛΙΣΜΟΥ	4388. Kgs				
φ 8	φ10	φ12	φ14	φ16	φ18
1439.	0.	309.	354.	224.	2062.
ΣΚΥΡΩΔΕΜΑ	11.10 Μ3	ΞΥΛΟΥΠΟΣ	92.00 Μ2		

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ - ΔΟΚΟΙ + ΣΤΥΛΟΙ

---

ΒΑΡΟΣ ΣΙΔΗΡΟΥ ΟΓΛΙΣΜΟΥ	14153. Kgs				
φ 8	φ10	φ12	φ14	φ16	φ18
3225.	0.	1279.	429.	224.	8996.
ΣΚΥΡΩΔΕΜΑ	75.60 Μ3	ΞΥΛΟΥΠΟΣ	610.00 Μ2		

\$

\$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΣΤΑΘΜΗ		ΣΚΥΡΩΜΑ	ΞΥΛΟΥΠΟΣ	ΧΑΛΥΒΑΣ
1	ΠΛΑΚΕΣ	27.18	135.89	1365.00
	ΔΟΚΟΙ	56.73	466.20	5224.00
2	ΠΛΑΚΕΣ	67.95	135.89	1279.00
	ΔΟΚΟΙ	7.77	51.80	4540.00
ΣΥΝΟΛΟ ΣΤΑΘΜΩΝ		159.63	789.78	12408.00
	ΣΤΥΛΟΙ	11.10	92.00	4385.00
	ΠΕΔΙΛΑ	0.00	0.00	0.00
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ		170.73	881.78	16793.00

TIME LOG FOR DETAILING OF REINFORCEMENT PHASE

Detailing of reinforcement..... 0.018 min

\$

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]. Μηχανική και Τεχνολογία στην Αρχαία Ελλάδα  
Χρ. Δ. Λάζου
- [2]. Υδραυλικά Έργα  
Χρ. Ε. Τσόγκα
- [3]. Σημειώσεις στο Μάθημα Υδραυλική Ι,ΙΙ  
Δημ. Λιακόπουλου, Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Πάτρας
- [4]. Υδραυλική των Οικισμών  
G.Martz
- [5]. Σημειώσεις στα Έργα Υδρεύσεων  
Δρ. Νίκου Καθρέπτα, Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Πάτρας
- [6]. Σημειώσεις στο Μάθημα Υπολογισμός Κατασκευών  
Δρ. Θεοφάνη Γεωργόπουλου, Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Πάτρας
- [7]. Στοιχεία Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος Ι,ΙΙ  
Δρ. Θεοφάνη Γεωργόπουλου, Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Πάτρας
- [8]. Εφαρμογές Οπλισμένου Σκυροδέματος  
Απόστολου Κωνσταντινίδη
- [9]. Σημειώσεις στο Μάθημα Εργαστήρια Οπλισμένου Σκυροδέματος  
Δρ. Θεοφάνη Γεωργόπουλου, Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Πάτρας  
Δημητρίου Παγανού, Καθηγητή Εφαρμογών Τ.Ε.Ι. Πάτρας
- [10]. Φράγματα, Τεχνητές Λίμνες, Υδροηλεκτρικές Εγκαταστάσεις  
Θεμιστοκλή Τσίππια, Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Πάτρας
- [11]. Εδαφομηχανική ΙΙ  
Κωνσταντίνου Χατζή, Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Λάρισας
- [12]. Σημειώσεις στο Μάθημα Θεμελιώσεων  
Δρ. Νίκου Καθρέπτα, Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Πάτρας
- [13]. Σημειώσεις στο Μάθημα Αυτόματη Σχεδίαση με Η/Υ Ι,ΙΙ  
Δημητρίου Παγανού, Καθηγητή Εφαρμογών Τ.Ε.Ι. Πάτρας
- [14]. Κτηριακές Κατασκευές  
Heinrich Schmitt

