

Φράγμα (ρουφράκτης) Γυρτώνης

Ν.Π. Μαυρονικολάου
Πολιτικός μηχανικός, ΥΔΡΕΤΜΕ

Λέξεις κλειδιά: ρουφράκτης, κατασκευή, θυροφράγματα, δι-επιφάνεια, αλουβιακά ιζήματα, σχεδιασμός

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Το υπό κατασκευή φράγμα Γυρτώνης βρίσκεται στον ποταμό Πηνειό κατάντη της Λάρισας. Σκοπός του φράγματος είναι η ταμίευση και ρύθμιση, νερών της λεκάνης απορροής του ποταμού καθώς και εκείνων που θα προέρχονται από την εκτροπή του π. Αχελώου και η ενεργειακή εκμετάλλευση. Το έργο περιλαμβάνει διώρυγες προσαγωγής – απαγωγής, προς την υφιστάμενη κοίτη του π. Πηνειού. Ρουφράκτη ύψους 15.60 m με τα συνοδά έργα (αποτελούμενο από δέκα τοξωτά θυροφράγματα πλάτους 8.00 m το καθένα). Ο ταμιευτήρας έχει όγκο 5.00 hm³. Μικρό Υδροηλεκτρικό Σταθμό ισχύος 5MW με εκτιμώμενη ετήσια παραγωγή 15 GWh.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το υπό κατασκευή φράγμα (ρουφράκτης) Γυρτώνης, παρά τον ομώνυμο οικισμό αποτελεί το πλέον κατάντη τεσσάρων φραγμάτων που μελετήθηκαν επί του ποταμού Πηνειού. Τα άλλα τρία είναι (από κατάντη προς ανάντη) το φράγμα Τερψιθέας (ανάντη του Στρατοπέδου Μηχανικού), το φράγμα Αμυγδαλιάς στα στενά του Καλαμακίου και το φράγμα Τιτάνου κατάντη της συμβολής του π. Ενιπέα.

2 ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ - ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ & ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

Η σκοπιμότητα, η επιλογή της θέσης και τα βασικά μεγέθη του φράγματος Γυρτώνης είναι:

1. Η ταμίευση στη χαμηλή μόνο κοίτη του ποταμού και παροχέτευση με βαρύτητα αρδευτικού νερού σε περιοχές του Ν. Λαρίσης ακαθάριστης έκτασης 160 km² περίπου.
2. Η πλήρωση με βαρύτητα, με χειμερινά νερά του ποταμού, τόσο των υφισταμένων λιμνοδεξαμενών στην περιοχή του ΤΟΕΒ Πηνειού όσο και της λίμνης Κάρλας (με συνολικό ετήσιο όγκο περίπου 200 hm³ και εξοικονόμηση ενέργειας 5 GWh περίπου).
3. Μετά τη μερική εκτροπή του π. Αχελώου προς τη Θεσσαλία κύριος σκοπός του έργου θα είναι η παροχέτευση και ρύθμιση των απορροών της λεκάνης του π. Πηνειού και των νερών της μερικής εκτροπής του π. Αχελώου για άρδευση και η εξασφάλιση οικολογικής παροχής ίσης με 10.00 m³/s προς τα Τέμπη. Υπάρχει πρόβλεψη άρδευσης 430 km² περίπου.
4. Η ενεργειακή εκμετάλλευση της υδατόπτωσης που δημιουργείται.

Η Μέγιστη Κανονική Στάθμη (ΜΚΣ) καθορίστηκε στο +63.00 εξασφαλίζοντας χωρητικότητα ταμιευτήρα της τάξεως των 5.00 hm³ {3}.

Με την πιο πάνω στάθμη δεν επηρεάζονται τα έργα εκβολής του Σταθμού Επεξεργασίας Λυμάτων της Λάρισας, ούτε η εύρυθμη λειτουργία των υπό κατασκευή έργων στην εσωτερική κοίτη του ποταμού στη Λάρισα.

Ο προϋπολογισμός μελέτης του έργου είναι 38.00 εκατ. ευρώ.

3 ΦΥΣΙΟΓΡΑΦΙΚΑ & ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ & ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

3.1 Γενικά

Ο π. Πηνειός κατάντη των στενών Καλαμακίου έχει φθάσει σε ώριμη ηλικία με μικρές κλίσεις και ταχύτητες ροής, ανάπτυξη μαιάνδρων με μεταβαλλόμενη έκταση, σχήμα και θέση και αποκοπή με διάβρωση των πιο ώριμων από αυτούς.

Η επίχωση της βλάστησης που αναπτύχθηκε στα λιμνάζοντα νερά των μαιάνδρων που αποκόπηκαν (ox bow lakes) οδηγεί στη δημιουργία στρώσεων τύρφης {2}.

Ο ταμιευτήρας δεν παρουσιάζει ερωτήματα ως προς την στεγανότητά του. Ο φρεάτιος ορίζων κλίνει προς το ποτάμι, οι δε ενδεχόμενες διηθήσεις, εμμέσως, προς υπό πίεση ορίζοντες, είναι μικρών έως αμελητέων ποσοστώσεων {1}.

Τα λεπτόκοκκα γενικά αλλουβιακά ιζήματα που αποτελούν το περίβλημα του ταμιευτήρα έχουν γενικά μικρή διαπερατότητα. Αλλά και εκείνα με αδρομερέστερα υλικά δεν αναδύονται σε μικρές αποστάσεις στη γειτονική πεδιάδα, ενώ γενικά αποσφηνώνονται με ποικίλους τρόπους και γι' αυτό δεν αναμένεται να προκαλέσουν προβλήματα διαφυγών και διαβρώσεων παρά μόνο στην περιοχή υπό και κοντά στα έργα, όπου ελήφθησαν κατάλληλα μέτρα {2}.

Στην περιοχή του ρουφράκτη επικρατούν οι προσχώσεις με χαρακτήρες αποθέσεων ποτάμιου πεδινού τμήματος, καθώς και στρώσεις οργανικής ιλύος ή τύρφης με εναλλαγές τόσο κατά την οριζόντια όσο και την κατακόρυφη έννοια {2}. Οι ερευνητικές γεωτρήσεις συνάντησαν μέχρι βάθους 120 m εναλλαγές αργίλων, ιλύος, οργανικής ιλύος, τύρφης, αμμοϊλύος, ιλυώδους άμμου και ιλυώδους αργίλου {3}.

Το είδος του υποβάθρου (γενυσιοσχιστόλιθοι) κάτω από το ποτάμι στη θέση του ρουφράκτη δεν είναι γνωστό, ούτε και το βάθος του {1}.

Στην επιφάνεια της θέσεως του ρουφράκτη δεν συναντήθηκαν προσχώσεις με αδρομερέστερο υλικό, π.χ. χάλικες, κροκάλες {3}.

Οι σχηματισμοί της περιοχής διαχωρίζονται χονδρικά σε 4 βασικές ενότητες (Στρώσεις I, II, III & IV) {4}.

Στρώση I

Επιφανειακή στρώση, από αργιλώδεις άμμους (SC) έως αργίλους (CL), χαμηλής έως μέσης πλασιμότητας, χαμηλής διαπερατότητας.

Στρώση II

Άμμοι (SW) και αργιλώδεις άμμοι (SC) έως ιλύες (ML), μη πλαστικοί, μέσης πυκνότητας έως πολύ πυκνοί, μέτριας έως υψηλής διαπερατότητας, πάχους μεταξύ 10 και 22 m γενικά και τοπικά μέχρι 40 m στην ΒΑ περιοχή. Στην κεντρική και δυτική περιοχή του έργου, η Στρώση II εμφανίζεται ως ο κύριος υδροφορέας.

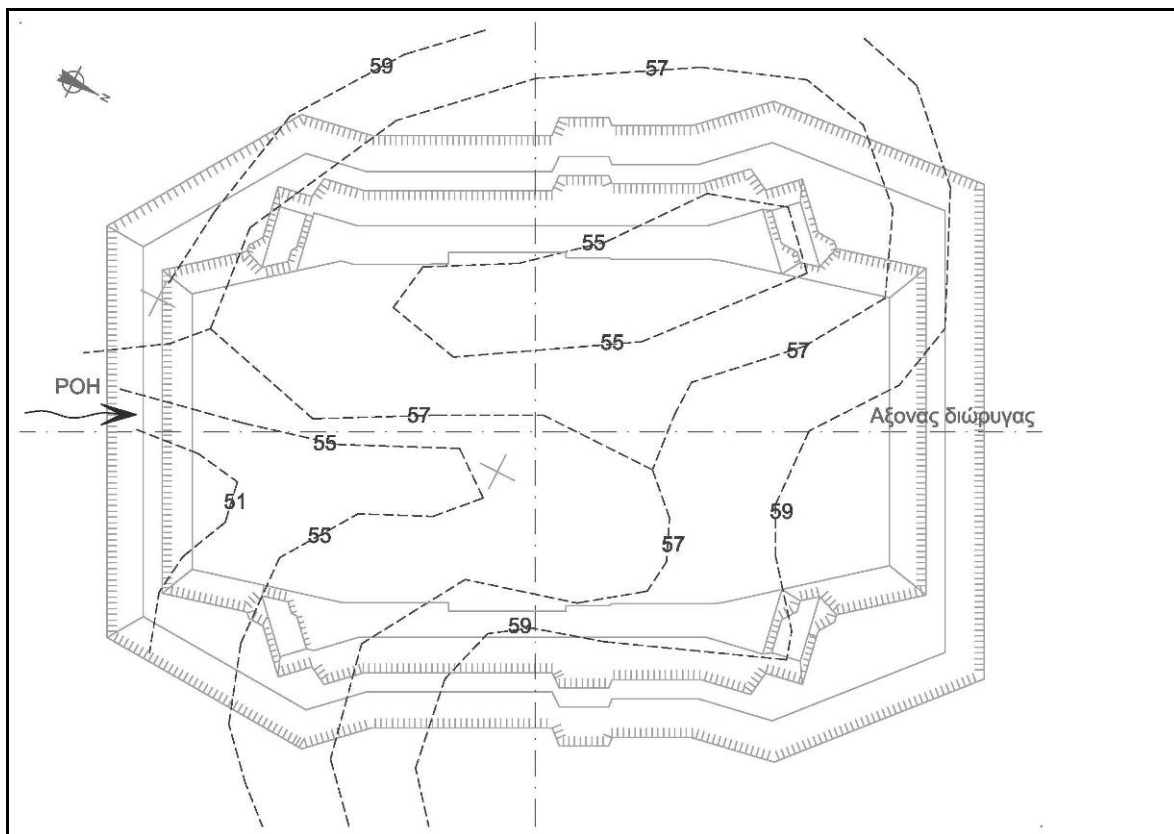
Στρώση III

Αργίλοι έως αμμόδεις άργιλοι, μέση πλασιμότητας, CL έως CH, μέσης συνεκτικότητας έως στιφρή, χαμηλής διαπερατότητας.

Στρώση IV

Οργανική ιλύς έως οργανική ιλύς με άμμο (OH), τύρφη πολύ υψηλής πλασιμότητας. Σημειώνεται ότι η Στρώση IV αναφέρεται ως ενδιάμεση στρώση στη Στρώση III.

Η διακύμανση των ισουψών της δι-επιφάνειας είναι περιορισμένη μεταξύ των υψ. +55 και +59, ενώ μόνο τοπικά φθάνει μέχρι το υψ. +51. Οι καμπύλες δι-επιφάνειας μεταξύ των στρώσεων Ι και ΙΙ φαίνονται στο σχέδιο 1 {3} καθώς και στο σχέδιο 4 {3}. Οι προσχώσεις του Πηνειού, που καλύπτουν την περιοχή της θέσης του ρουφράκτη.



Σημειώνεται ότι γίνεται αναφορά μόνο στον υψηλότερο υδροφορέα της περιοχής του έργου.

Για λόγους ασφαλείας ο σχεδιασμός του έργου έγινε με βάση θεώρηση περί συνέχειας των περατών στρωμάτων.

Επιπλέον, όσον αφορά στις παραμέτρους συμπιεστότητας και αντοχής, εντοπίστηκαν κατά θέσεις εδαφικές στρώσεις με αυξημένη συμπιεστότητα και μικρή αντοχή και αυξημένη ευαισθησία σε σεισμικές καταπονήσεις με κίνδυνο ρευστοποίησης {3}.

Στη συνέχεια αναφέρονται ορισμένα προβλήματα που σχετίζονται με τις γεωτεχνικές συνθήκες του εδάφους θεμελίωσης των έργων και περιγράφονται τα πλαίσια για την αντιμετώπισή τους.

3.2 Καθιζήσεις των κατασκευών {3}.

Εντοπίστηκαν στρώσεις χαλαρών άμμων καθώς και μαλακών και συμπεστών συνεκτικών σχηματισμών. Κατά τους υπολογισμούς των καθιζήσεων των κατασκευών ελήφθη υπόψη η υπάρχουσα προφόρτιση στη στάθμη έδρασης του ρουφράκτη (+53) από τις υπερκείμενες γαίες μέχρι τη σημερινή επιφάνεια του εδάφους (περί το +62.50), που θα αφαιρεθούν. Διαπιστώθηκε ότι η επιβαλλόμενη από το ρουφράκτη φόρτιση είναι μικρότερη της αποφορτίσεως λόγω των εκσκαφών της διώρυγας, δηλαδή το διαφορικό φορτίο είναι αρνητικό.

Για την αποφυγή κινδύνων μελλοντικών καθιζήσεων έχει απαγορευθεί από τους Περιβαλλοντικούς Όρους μελλοντικά, μετά την κατασκευή του ρουφράκτη, η εκμετάλλευση των υδρογεωτρήσεων σε ακτίνα 1.00 km γύρω από αυτόν, δεδομένου ότι θα υπάρχει δυνατότητα αντικατάστασης του αρδευτικού νερού των γεωτρήσεων από νερά του ταμιευτήρα.

Για τη μείωση της επιρροής επί της θεμελίωσης του ρουφράκτη απομακρύνονται τα αναχώματα προσπελάσεως προς αυτόν και η φόρτιση από αυτά με την κατασκευή εκατέρωθεν γεφυρών.

3.3 Κίνδυνος ρευστοποίησης του εδάφους {3}

Η παρουσία χαλαρών αμμωδών στρώσεων σε μικρά βάθη από την επιφάνεια του εδάφους και κάτω από την έδραση του ρουφράκτη κατέστησε απαραίτητο τον έλεγχο έναντι ρευστοποιήσεως του εδάφους σε περίπτωση ισχυρού σεισμού. Αντίθετα, χαλαρές στρώσεις που εντοπίστηκαν σε μεγάλα βάθη, δεν φαίνεται να είναι επιρρεπείς σε ρευστοποίηση λόγω του εγκιβωτισμού των.

Για την αποφυγή του κινδύνου ρευστοποιήσεων των χαλαρών αμμωδών στρώσεων έχει προβλεφθεί η εφαρμογή της μεθόδου της βαθείας αναμίξεως του εδάφους (Deep soil mixing) μέσω ελικοειδών εκσκαφών τύπου Auger και η προσθήκη σιμεντοκονίας. Με τη μέθοδο αυτή κατασκευάζεται έδαφος σταθεροποιημένο με σιμεντοκονία (σιμεντέδαφος - Soil Cement). Προβλέπεται κατά περίπτωση αξονική απόσταση των οπών 0.75 m στη θεμελίωση του ρουφράκτη και των κατασκευών από σκυρόδεμα ή 1.50 m στη θεμελίωση των προσκειμένων στο ρουφράκτη αναχωμάτων. Εκτιμάται ότι θα επιτυγχάνεται η βελτίωση ποσοστού περίπου 70% του εδάφους.

3.4 Διηθήσεις δια μέσου του υπεδάφους {3}

Ο έλεγχος των διηθήσεων υδάτων του ταμιευτήρα κάτω από τη βάση του ρουφράκτη, διά μέσου των αλλουβίων του υπεδάφους προς τα κατάντη, είναι απαραίτητος στο συγκεκριμένο έργο. Οι ανωτέρω διηθήσεις, πέραν της απώλειας υδάτων του ταμιευτήρα, μπορούν να έχουν και δυσμενείς συνέπειες στην εν γένει ασφάλεια της κατασκευής και συγκεκριμένα:

1. Αυξάνουν τις πιέσεις άνωσης στη βάση του ρουφράκτη και μειώνουν τον συντελεστή ασφαλείας έναντι ολισθήσεως.
2. Αυξάνουν την υδραυλική βαθμίδα διηθήσεως κατά μήκος της βάσεως καθώς και στην έξοδο στο κατάντη άκρο της έδρασης του ρουφράκτη στον κατάντη πόδα του και ευνοούν το φαινόμενο της διασωλήνωσης.

Για τους ανωτέρω λόγους έχει προβλεφθεί η κατασκευή περισσοτέρων του ενός διαφραγμάτων για τον έλεγχο των διηθήσεων κάτω από τη βάση του ρουφράκτη.

Έχει προβλεφθεί επίσης συνδυασμός των παρακάτω μέτρων:

Ανάντη του ρουφράκτη εφαρμόζεται επένδυση της κοίτης με πλάκες από σκυρόδεμα που συνδέονται στην ανάντη πλευρά τους με διάφραγμα και μεταξύ τους όσο και με το ρουφράκτη με ταινίες στεγανώσεως για μείωση της υδραυλικής κλίσεως των διηθήσεων κάτω από το ρουφράκτη.

Κατάντη προβλέπεται επίσης επένδυση της κοίτης με πλάκες από σκυρόδεμα, που εδράζονται σε διαβαθμισμένο αμμοχάλικο και ανάστροφο φίλτρο για έλεγχο των δυνάμεων εξόδου των διηθήσεων κάτω από το ρουφράκτη.

Για την εκτόνωση των κατάντη πιέσεων των υπογείων διηθήσεων προβλέπεται κάτω από το κατάντη τμήμα της λεκάνης καταστροφής ενεργείας η εγκατάσταση ανάστροφου φίλτρου που εκτονώνεται μέσω οπών αποστράγγισης στη λεκάνη.

Για τον περιορισμό των διηθήσεων νερών του ταμιευτήρα κάτω από τη βάση του ρουφράκτη διά μέσου των αλλουβίων του υπεδάφους προς τα κατάντη, προβλέπεται η εγκατάσταση τεσσάρων (4) σειρών διαφραγμάτων. Η ανάντη σειρά τοποθετείται στο ανάντη άκρο της πλάκας επένδυσης της κοίτης μέχρι βάθους 9 m κάτω από τον πυθμένα του ποταμού. Τα επόμενα τοποθετούνται στο ανάντη και κατάντη άκρο του ρουφράκτη και στο κατάντη άκρο της επένδυσης της κοίτης μέχρι βάθους 12 m κάτω από τον πυθμένα. Η τέταρτη σειρά του διαφράγματος τοποθετείται για προστασία της κατάντη επενδύσεως και του ρουφράκτη από υποσκαφή.

Τα διαφράγματα συνδέονται με εκείνα των καθοδηγητικών τοίχων καθώς και εγκάρσιων αντηρίδων, ώστε να εξασφαλίζεται η ασφάλεια της κατασκευής έναντι υπόγειων ή πλευρικών διηθήσεων. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η συνεχής επαφή του ρουφράκτη με το έδαφος εδράσεως και αποφεύγονται ή μειώνονται οι κίνδυνοι από διηθήσεις κάτω από τη θεμελίωση.

3.5 Διηθήσεις δια μέσου των αλλουβίων στις όχθες {3}

Οι διηθήσεις υπογείων υδάτων διά μέσου των αλλουβίων στις όχθες της τεχνητής διώρυγας εκατέρωθεν διά παρακάμψεως του ρουφράκτη μπορεί να έχουν δυσμενή αποτελέσματα παρόμοια με τις διηθήσεις κάτω από τη βάση του ρουφράκτη (απώλειες και εσωτερική υδραυλική διάβρωση). Για τον περιορισμό τους έχει προβλεφθεί η κατασκευή επενδύσεως των πρανών της διώρυγας με τοίχους αντιστηρίξεως και με πλάκες σκυροδέματος, η κατασκευή κατακορύφων διαφραγμάτων και αντηρίδων στις όχθες της διώρυγας και η στεγανοποίηση των αρμών.

3.6 Διάβρωση και υποσκαφή από πλημμύρες {3}

Το βάθος διαβρώσεως αυξάνει με την παροχή, δηλαδή με το βάθος ροής και την αντίστοιχη συρτική δύναμη, αυτό δε είναι σημαντικό στην περίπτωση λεπτόκοκκων σχηματισμών, όπως η προκειμένη. Για τον έλεγχο των διαβρώσεων και αντίστοιχης υποσκαφής του ρουφράκτη και των καθοδηγητικών τοίχων, έχει προβλεφθεί αφενός κατάλληλη διάταξη και βάθος διαφραγμάτων, αφετέρου δε προστασία (πλάκες σκυροδέματος, επενδύσεις με ογκολίθους και λιθορριπή). Για τον ίδιο λόγο έχει τοποθετηθεί ζώνη λιθορριπής στον πόδα των πρανών της διώρυγας προσαγωγής-απαγωγής.

3.7 Ολίσθηση ή θραύση {3}

Έγινε έλεγχος για την ευστάθεια έναντι ολισθήσεως ή θραύσεως, λαμβανομένων υπόψη των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών των στρώσεων στην έδραση και τα πρανή, καθώς και των αναφερθέντων ανωτέρω παραγόντων, η οποία έδειξε ότι με την προτεινόμενη διάταξη του ρουφράκτη και των πρανών, επιτυγχάνονται ικανοποιητικές συνθήκες ασφάλειας.

3.8 Έλεγχος υπογείων υδάτων {4}

Η στάθμη των υπόγειων νερών βρέθηκε, σε βάθος περίπου 4.20 m κάτω από το φυσικό έδαφος, στη στάθμη +58.50 περίπου. Δεδομένου ότι το έργο θεμελιώνεται στη στάθμη +53.20 θα απαιτηθεί

η ταπείνωση της στάθμης των υπόγειων νερών. Για το λόγο αυτό κατασκευάστηκε περιμετρικός διαφραγματικός τοίχος από τσιμεντομπετονίτη βάθους 25 m στο Β και ΒΔ τμήμα, 20 m στο Δ, Ν και ΝΑ τμήμα και 10 m στο Α και ΒΑ τμήμα του φράγματος. Με τον τρόπο αυτό, ύστερα από άντληση των υπόγειων νερών, ταπεινώθηκε η στάθμη 2.0 m κάτω από τη στάθμη εκσκαφής του ορύγματος και περιορίστηκαν οι υπόγειες διηθήσεις κάτω από 200 m³/h περίπου.

4 ΓΕΝΙΚΑ – ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ {3}

Η επιλογή της θέσης του ρουφράκτη έγινε με κριτήρια υδραυλικά, γεωλογικά, γεωτεχνικά και κατασκευαστικά καθώς και με κριτήρια κόστους και σύντημησης, κατά το δυνατόν, του χρόνου κατασκευής, λαμβάνοντας υπόψη και την ταυτόχρονη λειτουργία του ποταμού. Η γειτνίαση της πόλης της Λάρισας καθώς και πλήθους οικισμών στην κατάντη πεδιάδα εκατέρωθεν του ποταμού αναγκαστικά οδηγεί σε υιοθέτηση αυστηρότερων κριτηρίων σχεδιασμού και λειτουργίας των έργων.

Για την ικανοποίηση των παραπάνω απαιτήσεων ο καταλληλότερος τύπος φράγματος είναι ρουφράκτης από σκυρόδεμα με κινητά θυροφράγματα, σε κατάλληλες διαστάσεις και αριθμό, ώστε να εξασφαλίζουν πλάτος και βάθος ελεύθερης διατομής αντίστοιχα με εκείνα της υφιστάμενης διατομής της χαμηλής κοίτης για την απρόσκοπτη διέλευση των πλημμυρών.

Συγκεκριμένα προβλέπονται τα ακόλουθα {3}:

1. Ο σχεδιασμός των έργων έγινε για την πλημμύρα περιόδου επαναφοράς $T = 10,000$ ετών με αιχμή $Q = 5000 \text{ m}^3/\text{s}$.
2. Η διαστασιολόγηση της διώρυγας προσαγωγής και απαγωγής από το ρουφράκτη έγινε έτσι ώστε να προκύπτουν οι ίδιες στάθμες νερού ανάντη, στην κεφαλή της, για όλο το φάσμα των εξεταζομένων παροχών.
3. Η διαστασιολόγηση του ρουφράκτη έγινε με τις παρακάτω παραδοχές:
 - Σε περίπτωση πλημμύρας δεν θα λειτουργήσει λόγω βλάβης ή άλλης αιτίας το 20% του συνολικού αριθμού των θυροφραγμάτων.
 - Το ελάχιστο απαιτούμενο συνολικό καθαρό άνοιγμα των θυροφραγμάτων καθορίστηκε έτσι ώστε να μη δημιουργηθεί μη ελεγχόμενο υδραυλικό άλμα κατάντη του ρουφράκτη για όλο το φάσμα των εξεταζομένων παροχών.
Οι υπολογισμοί έγιναν με παραδοχή εγκατάστασης χαμηλού υπερβλητού (για παροχές πάνω από 2100 m³/s – $T = 100$ ετία) αναχώματος προσπέλασης του ρουφράκτη από το αριστερό ανάχωμα εγκάρσια στη ροή στην υψηλή αριστερή κοίτη.
 - Οι στάθμες πλημμύρας στο κατάντη της Λάρισας σημείο συμβολής των δύο κλάδων του π. Πηνειού (παλαιά και νέα κοίτη) να μη διαφέρουν, για όλο το φάσμα των εξεταζομένων παροχών, μεταξύ υφιστάμενης σήμερα καταστάσεως και εκείνης που θα προκύψει μετά την κατασκευή του ρουφράκτη Γυρτώνης.

Η ακριβής θέση επελέγη ώστε να αποφευχθούν περιοχές αργιλοϊλύος με αυξημένη συμμετοχή ενανθρακωμένων φυτικών κάτω από τη στάθμη θεμελίωσης του ρουφράκτη.

Η εκτός της νέας διώρυγας χαμηλή κοίτη (μαϊανδροί) επιχώνεται με τα προϊόντα εκσκαφής της νέας διώρυγας και του ρουφράκτη και θα αποδοθεί στην καλλιέργεια (βλ. σχέδιο 2).

Με στόχο τη μείωση της κατά μήκος κλίσης της προτεινόμενης διώρυγας προβλέπεται ο συνδυασμός αναβαθμού με τον ρουφράκτη ύψους περίπου 1.00 m.

Σε ότι αφορά στις διαστάσεις της διώρυγας και για να μη διαταραχθεί το υφιστάμενο σήμερα καθεστώς διαβρώσεως, η νέα διώρυγα έχει σχεδιαστεί με το ίδιο πλάτος με την υφιστάμενη, που είναι $B_{\text{υφ.}} = 100 \text{ m}$ στη στέψη της.

Η επικοινωνία του ρουφράκτη με τη δεξιά όχθη εξασφαλίζεται με μικρού μήκους ανάχωμα εγκάρσιο στη ροή ενώ η επικοινωνία πέρα από το ρουφράκτη προς τους αγρούς της υψηλής αριστερής κοίτης, και το ανάχωμα εξασφαλίζεται με χαμηλό υπερπηδητό ανάχωμα .

Ο ρουφράκτης Γυρτώνης τοποθετείται εκτός της χαμηλής κοίτης του ποταμού όπου εξασφαλίζονται σοβαρά πλεονεκτήματα. Συγκεκριμένα επιτυγχάνεται αφενός η εν ξηρώ κατασκευή αφετέρου δε αξιοποιείται επωφελώς η υφιστάμενη προφόρτιση στην επιφάνεια εδράσεως του ρουφράκτη από τις γαίες που θα εκσκαφθούν.

Χαρακτηριστικό της ροής του π. Πηνειού είναι η παρουσία επιπλεόντων φερτών (κλαδιά, δένδρα κλπ.) που μπορούν να προκαλέσουν έμφραξη των ανοιγμάτων του ρουφράκτη. Για προστασία έχει προβλεφθεί ανάντη η εγκατάσταση, δικτύου από συρματόσχοινο που αναρτάται από σωληνωτούς πλωτήρες (log boom) και συγκρατείται και αγκυρώνεται σε κεφαλόδεσμους ομάδας πασσάλων τοποθετουμένων σε αρκετή απόσταση από τις όχθες.

Η κατασκευή του ρουφράκτη Γυρτώνης συνοδεύεται από τη διαμόρφωση διόδου ιχθύων, προκειμένου να αποκατασταθεί η δυνατότητα μετακίνησης αυτών από τα κατάντη προς τα ανάντη, δυνατότητα την οποία ακριβώς αναστέλλει η δημιουργία του ρουφράκτη.

Τέλος, έχουν προβλεφθεί τα απαραίτητα έργα υδροληψίας για τη δυνατότητα παροχέτευσης με βαρύτητα νερών του ταμιευτήρα Γυρτώνης προς τα δίκτυα Πλατυκάμπου, τις λιμνοδεξαμενές του ΤΟΕΒ Πηνειού και τον ταμιευτήρα Κάρλας .

5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ

5.1 Ρουφράκτης {3}

Ο ρουφράκτης αποτελείται από πέντε (5) ανεξάρτητα συνεχόμενα δομικά τμήματα από σκυρόδεμα διαχωριζόμενα μεταξύ τους με αρμό στεγανοποιημένο κατά την περίμετρό του με στεγανωτική ταινία. Έτσι επιτυγχάνεται διαμήκης ευλυγισία και προσαρμοστικότητα προς τις τυχόν παραμορφώσεις της θεμελίωσης καθώς και διατήρηση στενής κατά το δυνατόν επαφής με την επιφάνεια εδράσεως. Κάθε δομικό τμήμα αποτελεί άκαμπτη κατασκευή με δύο φατνώματα ανοίγματος 8.00 m το καθένα, ελεγχόμενα με αντίστοιχα τοξωτά θυροφράγματα. Δηλαδή αποτελείται συνολικά από δέκα (10) ανοίγματα των 8 m, συνολικού πλάτους 91.00 m. Ο πυθμένας του ανοίγματος, όπου επικάθεται το θυρόφραγμα, ανυψώνεται και διαμορφώνεται ένα κατώφλι ύψους περίπου 0.90 m πάνω από τον πυθμένα της διώρυγας.

Κατάντη του κατώφλιου του θυροφράγματος κατασκευάζεται λεκάνη καταστροφής της ενέργειας του νερού που περνά από το άνοιγμα του ρουφράκτη.

Το συνολικό μήκος του ρουφράκτη φθάνει τα 42.00 m, ενώ εκείνο της λεκάνης καταστροφής ενεργείας τα 25.00 m.

Συνοπτικά τα βασικά μεγέθη δίδονται στον Πίνακα 1, ενώ τα έργα δείχνονται στα συνημμένα σχέδια 2, 3 και 4.

Πάνω στα βάθρα προβλέπονται δύο γέφυρες, μία ανάντη πλάτους 4.25 m για τους αναγκαίους χειρισμούς κλάσεως 30.0 t και μία κατάντη οδογέφυρα πλάτους 7.50 m, κλάσεως 60.0 t + 30.0 t, τόσο για τους αναγκαίους χειρισμούς όσο και για την περίπτωση χρησιμοποίησής της για γενική οδική επικοινωνία των εκατέρωθεν του ποταμού περιοχών. Με τις δύο γέφυρες σε πλαισιωτή σύνδεση με τα βάθρα, εκτός των άλλων εξασφαλίζεται και η απαραίτητη ακαμψία εκάστου δομικού στοιχείου διδύμων φατνωμάτων.

Στα άκρα των βάθρων προβλέπονται εγκοπές για την τοποθέτηση δοκών εμφράξεως, ώστε να απομονώνεται το θυρόφραγμα για την εκτέλεση εργασιών επισκευής ή συντηρήσεως.

Πίνακας 1. Βασικά μεγέθη ρουφράκτη Γυρτώνης

Ε Ν Δ Ε Ι Ξ Ε Ι Σ	Μ Ε Γ Ε Θ Η
Υψόμετρο πυθμένα διώρυγας Η _π : Ανάντη Προσαγωγής	+56.09
Κατάντη Απαγωγής	+55.07
Υψόμετρο θεμελίωσης ρουφράκτη	+53.10
Υψόμετρο κατωφλίου (ΕΚΣ)	+57.00
Μέγιστη Κανονική Στάθμη Λειτουργίας (ΜΚΣ)	+63.00
Υψόμετρο χείλους υπερπηδήσεως θυροφραγμάτων - στέψης αναχωμάτων εγκιβωτισμού	+63.50
Ανωτάτη στάθμη τοποθετήσεως δοκών εμφράξεως και πλημμύρας	
T = 10,000 ετών σχεδιασμού των έργων	+67.00
Υψόμετρο στέψης γέφυρας	+68.70
Συνολικό πλάτος ρουφράκτη (m)	91.00
Άνοιγμα θυροφραγμάτων (m)	8.00
Αριθμός θυροφραγμάτων (τεμ)	10.00
Μήκος λεκάνης καταστροφής ενεργείας (m)	25.00
Μέγιστη διερχόμενη παροχή από ένα κατακλινόμενο θυρόφραγμα (m ³ /s)	10.39

Για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς των έργων προβλέπεται η εγκατάσταση συστήματος ενοργάνων μετρήσεων (πιεσομέτρων, σταθερών σημείων χωροσταθμίσεως και τριγωνισμού και κλισιομέτρων).

Επειδή το έργο και το εργοτάξιο βρίσκονται στην ευρεία κοίτη πλημμυρών του π. Πηνειού, σε περιπτώσεις εντόνων πλημμυρών κατακλύζεται. Για προστασία των έργων, κατά την κατασκευή, περιμετρικά του ορύγματος κατασκευάστηκε προστατευτικό ανάχωμα σε επαρκή απόσταση από το φρύδι εκσκαφής. Η στέψη του αναχώματος είναι στη στάθμη +65.50, δηλαδή 0.60 m ψηλότερα από τη στάθμη 100ετίας {4}.

5.2 Θυροφράγματα και λειτουργία τους {3}

Σε κάθε άνοιγμα προβλέπεται η εγκατάσταση θυροφράγματος κυκλικού τομέα (τοξωτού), το οποίο παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα ως προς την κατασκευαστική διαμόρφωση και λειτουργία:

- Δεν απαιτεί πλευρικές καθοδηγητικές εγκοπές
- Τα σημεία στηρίξεως βρίσκονται έξω από το νερό σε περιπτώσεις κανονικής ροής
- Η διαμόρφωση του κατωφλίου αποτρέπει τη συσσώρευση φερτών υλικών στη θέση αυτή (εξασφάλιση στεγανότητας εδράσεως).
- Ευκολία χειρισμών
- Υπάρχει δυνατότητα κατάκλυσης με περιστροφή γύρω από άξονα στη στάθμη +62.00 των δύο (2) κεντρικών θυροφραγμάτων οπότε επιτυγχάνεται η διέλευση της οικολογικής παροχής (10.00 m³/s) από ένα μόνο από αυτά χωρίς ανύψωσή τους.
- Τα θυροφράγματα προβλέπονται υπερπηδητά, δηλαδή υπάρχει στο πάνω μέρος κάθε θυροφράγματος ασπίδα σε πρόβολο η οποία οδηγεί τα νερά της πλημμύρας (σε περίπτωση που το θυρόφραγμα μείνει κλειστό λόγω βλάβης) πάνω από αυτό ώστε να αποφευχθεί η καταστροφή του. Για λόγους αποφυγής δυναμικής καταπονήσεως από την υδάτινη φλέβα υπερχειλίσεως, προβλέπεται αμφίπλευρος αερισμός, με ανύψωση των πλευρικών πτερυγίων .

Ο ανυψωτικός μηχανισμός των θυροφραγμάτων τοποθετείται στην ανάντη γέφυρα εργασίας στο κέντρο του φατνώματος.

Δεν προβλέπεται η εγκατάσταση μονίμου γερανού στο ρουφράκτη για την τοποθέτηση, συντήρηση ή αντικατάσταση των θυροφραγμάτων σε περίπτωση ανάγκης, αλλά η προμήθεια ενός αυτοκινούμενου γερανού για εξυπηρέτησή τους.

Για τη μεταφορά των δοκών εμφράξεως από τη θέση αποθηκεύσεως μέχρι τις θέσεις τοποθέτησεως προβλέπεται η εγκατάσταση στις δύο γέφυρες συστήματος αναρτήσεως και μεταφοράς τους, μονής τροχιάς (monorail). Δεν επιτρέπεται να απομονωθούν και τα δύο φατνώματα του ιδίου δομικού στοιχείου με δοκούς έμφραξης εξαιτίας των κινδύνων λόγω άνωσης.

5.3 Νέα διώρυγα προσαγωγής – απαγωγής {3}

Για την ομαλοποίηση της ροής προσαγωγής και απαγωγής από το ρουφράκτη προς την υφιστάμενη κοίτη του π. Πηνειού κατασκευάζεται νέα διώρυγα μήκους περίπου 2500 m.

Η διώρυγα έχει πλάτος πυθμένα 60 m, κατά μήκος κλίση 0.30‰ και κλίση πρανών 2.50 (0):1(κ). Προβλέπεται προστασία των πρανών και του πυθμένα της νέας διώρυγας με λιθορριπές ή συρματοκιβώτια για προστασία από διάβρωση. Κατάντη του ρουφράκτη προβλέπεται ουδός από εδαφοπασσάλους, με σκοπό τη διατήρηση σταθερής στάθμης.

5.4 Τοίχοι αντιστήριξης {3}

Για την ομαλοποίηση των συνθηκών ροής, ιδίως σε περίοδο πλημμυρών, κατασκευάζονται καθοδηγητικοί αντηριδωτοί τοίχοι παράλληλοι στη ροή του ποταμού με στέψη +68.00. Το μήκος τους είναι 55.00 και 62.50 m αντίστοιχα ανάντη και κατάντη.

Κάτω από τους τοίχους προβλέπεται διάφραγμα για προστασία από υποσκαφές και διαβρώσεις, ενώ προβλέπονται λιθορριπές πίσω από αυτούς και πλάκες και ογκόλιθοι από σκυρόδεμα στην κοίτη και τα πρανή συναρμογής με τη διατομή των διωρύγων.

Για την απομάκρυνση των επιχωμάτων των οδών προσπέλασης και των αυλών αποθήκευσης και χειρισμών από το ρουφράκτη, κατασκευάζονται εκατέρωθεν δύο τοίχοι σε απόσταση 10 m από αυτόν. Η προσπέλαση προς το ρουφράκτη γίνεται με επέκταση των αντίστοιχων γεφυρών, κάτω από τις οποίες προβλέπονται εγκάρσιες πλάκες για την αποφυγή ροής νερού σε περίπτωση πλημμύρας. Στόχος είναι να αποφευχθεί πρόσθετη φόρτιση της θεμελίωσης του ρουφράκτη.

5.5 Πλωτή κατασκευή συγκρατήσεως επιπλεόντων {3}

Για την προστασία των θυροφραγμάτων από κλάδους και κορμούς δένδρων, οι οποίοι παρασύρονται από τη ροή του ποταμού, προβλέπεται η εγκατάσταση στο ανάντη άκρο των πλευρικών τοίχων επιπλέουσας κατασκευής προστασίας. Η κατασκευή αυτή αποτελείται από συρμό με επιπλέοντες πλωτήρες. Οι πλωτήρες περιβάλλονται από ισχυρό τοίχωμα πολυαιθυλενίου, ανθεκτικό σε χτυπήματα και τις υπεριώδεις ακτινοβολίες. Ο πυρήνας των πλωτήρων αποτελείται από μη συρρικνούμενο, αδιάβροχο και πρακτικά αβύθιστο αφρώδες υλικό. Οι πλωτήρες συνδέονται μεταξύ τους με ειδικά εξαρτήματα και επιπλέον συγκρατούνται με ισχυρά γαλβανισμένο συρματοσχοίνο, το οποίο αγκυρώνεται στις δύο όχθες σε πασσάλους με κεφαλόδεσμο από σκυρόδεμα. Από τον κάθε πλωτήρα αναρτάται μεταλλικό γαλβανισμένο δίχτυ για τη συγκράτηση των ημιβυθισμένων κορμών δένδρων. Η σειρά των γαλβανισμένων δικτύων συγκρατείται σε κατακόρυφη θέση με την βοήθεια γαλβανισμένου συρματοσχοίνου, το οποίο διαπερνά την κάτω πλευρά τους και αγκυρώνεται επίσης στον κεφαλόδεσμο των πασσάλων στις δύο όχθες.

5.6 Αναχώματα – οδοί προσπελάσεως {3}

Η προσπέλαση προς το φράγμα προβλέπεται μέσω νέου αναχώματος συνολικού μήκους 350 m περίπου συνδέεται με το υφιστάμενο δεξιό ανάχωμα του π. Πηνειού και, μέσω αγροτικής οδού, με τη Γυρτώνη και στη συνέχεια την Εθνική οδό Λάρισας-Θεσσαλονίκης.

Για τη σύνδεση του ρουφράκτη με το αριστερό ανάχωμα του π. Πηνειού προβλέπεται χαμηλό-υπερβλητό (για παροχές περιόδου επαναφοράς $T > 100$) ανάχωμα με στέψη στο +65.15, συνολικού μήκους 1250 m.

5.7 Υπερβλητά αναχώματα {3}

Στην περιοχή ανάντη του ρουφράκτη το φυσικό έδαφος έχει στάθμη +62.50. Η στάθμη αυτή είναι χαμηλότερη από τη ΜΚΣ (+63.00). Προκειμένου λοιπόν να μη κατακλύζονται οι παρόχθιες εκτάσεις και να εγκιβωτίζεται το νερό του ταμιευτήρα, προβλέπεται η κατασκευή χαμηλών υπερπηδητών αναχωμάτων ανάντη του ρουφράκτη και μέχρι το τέλος της διώρυγας προσαγωγής. Η στέψη των αναχωμάτων βρίσκεται στο +63.50. Με τα αναχώματα αυτά εγκιβωτίζονται παροχές μικρότερες της $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{s}$ ($T = 10$ έτη περίπου). Το συνολικό μήκος των αναχωμάτων είναι 3080 m {3}.

Στο εξωτερικό πόδι κάθε αναχώματος προβλέπεται στραγγιστική τάφρος για τη συλλογή των διηθήσεων.

5.8 Δίοδος ιχθύων {3}

Το έργο της διόδου ιχθύων κατασκευάζεται στα αριστερά του κυρίως έργου του ρουφράκτη. Διαμορφώνεται με 32 εν σειρά δεξαμενές από σκυρόδεμα, διαχωριζόμενες μεταξύ τους με κατακόρυφα τοιχεία. Οι στάθμες πυθμένα των δεξαμενών μειώνονται κλιμακωτά από τα ανάντη προς τα κατόντη με βήμα 20 cm. Όλες οι δεξαμενές έχουν το ίδιο καθαρό πλάτος (1.80 m), το μήκος τους όμως είναι μεταβλητό, με ένα ελάχιστο αναγκαίο 3.20 m, αυξανόμενο όμως μέχρι μια μέγιστη τιμή 7.13 m, ώστε να καλυφθεί το συνολικό μήκος της διαδρομής του έργου. Τα ύψη των δεξαμενών ποικίλλουν, αρχίζοντας από 2.50 m στην πρώτη ανάντη και φθάνοντας τα 12.00 m στην περιοχή διασταύρωσης του έργου με τον άξονα του ρουφράκτη. Οι δεξαμενές παραμένουν ακάλυπτες, με εξαίρεση δύο θέσεις γεφυρώσεων αυτών στις προεκτάσεις των αντίστοιχων γεφυρώσεων του ρουφράκτη.

Σε τρεις δεξαμενές, προκειμένου να αντιμετωπισθεί η δυνατότητα λειτουργίας του έργου σε διάφορες στάθμες νερού ανάντη του ρουφράκτη, προβλέπονται ισάριθμα στόμια εισόδου του νερού σε αυτές εξοπλισμένα με θυροφράγματα.

Η έξοδος της διόδου ιχθύων διαμορφώνεται με την κατασκευή οπής στον κατόντη αριστερό καθοδηγητικό τοίχο του ρουφράκτη. Εξωτερικά της οπής γίνεται η εγκατάσταση ειδικού ρυθμιστικού θυροφράγματος, του οποίου ο ρόλος είναι η διατήρηση μιας σταθερής διαφοράς στάθμης νερού μεταξύ της τελευταίας δεξαμενής και της κατόντη κοίτης.

5.9 Έργο υδροδότησης Δ' Αντλιοστασίου ΤΟΕΒ λιμνοδεξαμενών και ταμιευτήρα Κάρλας {3}

Το έργο τροφοδότησης του Δ' Αντλιοστασίου του ΤΟΕΒ παροχής σχεδιασμού $14 \text{ m}^3/\text{s}$, απαρτίζεται από:

- Το τμήμα εισόδου εφοδιασμένο με σχάρα και θυρόφραγμα ελέγχου.
- Το κυρίως έργο τροφοδότησης. Πρόκειται για κλειστό αγωγό ορθογωνικής διατομής $3.00 \times 2.00 \text{ m}$, μήκους 90 m περίπου.
- Το έργο διακλάδωσης. Βρίσκεται αμέσως κατόντη του κλειστού αγωγού στο οποίο πραγματοποιείται ο διαχωρισμός της ροής προς το αντλιοστάσιο Δ ΤΟΕΒ από τη ροή προς το σύστημα των έργων τροφοδότησης της Κάρλας και των λιμνοδεξαμενών. Ο κλάδος προς την Κάρλα και τις λιμνοδεξαμενές σφραγίζεται, ενώ ο κλάδος προς το αντλιοστάσιο καταλήγει στη νέα δεξαμενή αναρρόφησης.
- Η δεξαμενή αναρρόφησης του αντλιοστασίου. Οι υφιστάμενοι αγωγοί αναρρόφησης του αντλιοστασίου προεκτείνονται ώστε το στόμιό τους να είναι εντός της δεξαμενής.

5.10 Μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός (ΜΥΗΣ) {5}

Έχει υποβληθεί αίτηση στην ΡΑΕ (από ιδιώτη επενδυτή) για χορήγηση αδείας εγκατάστασης ΜΥΗΣ ισχύος 5 MW, (δύο μονάδες των 2.50 MW η κάθε μία με εκτιμώμενη ετήσια παραγωγή 15 GWh για την εκμετάλλευση της δημιουργούμενης από το ρουφράκτη υδατόπτωσης. Στην περίπτωση αυτή τα θυροφράγματα θα μένουν κλειστά εξασφαλίζοντας τη στάθμη +63.00 του ταμιευτήρα.

Ο ΜΥΗΣ θα λειτουργεί για παροχές μέχρι 130 m³/s και για ύψος πτώσης 6 m περίπου. Για μεγαλύτερες παροχές θα παύει η λειτουργία του, ενώ παράλληλα θα ανοίγουν τα θυροφράγματα για τη διέλευση του πλημμυρικού κύματος.

Ο ΜΥΗΣ θα τοποθετηθεί στη δεξιά όχθη του ρουφράκτη και σε επαρκή απόσταση από αυτόν, ώστε να μην επηρεάζεται ο τελευταίος από τα φορτία του ΜΥΗΣ και θα συνδέεται με διώρυγες με τις αντίστοιχες προσαγωγής και απαγωγής του ρουφράκτη. Για τη θεμελίωσή του και τον έλεγχο των διηθήσεων προβλέπονται μέτρα ανάλογα εκείνων του ρουφράκτη.

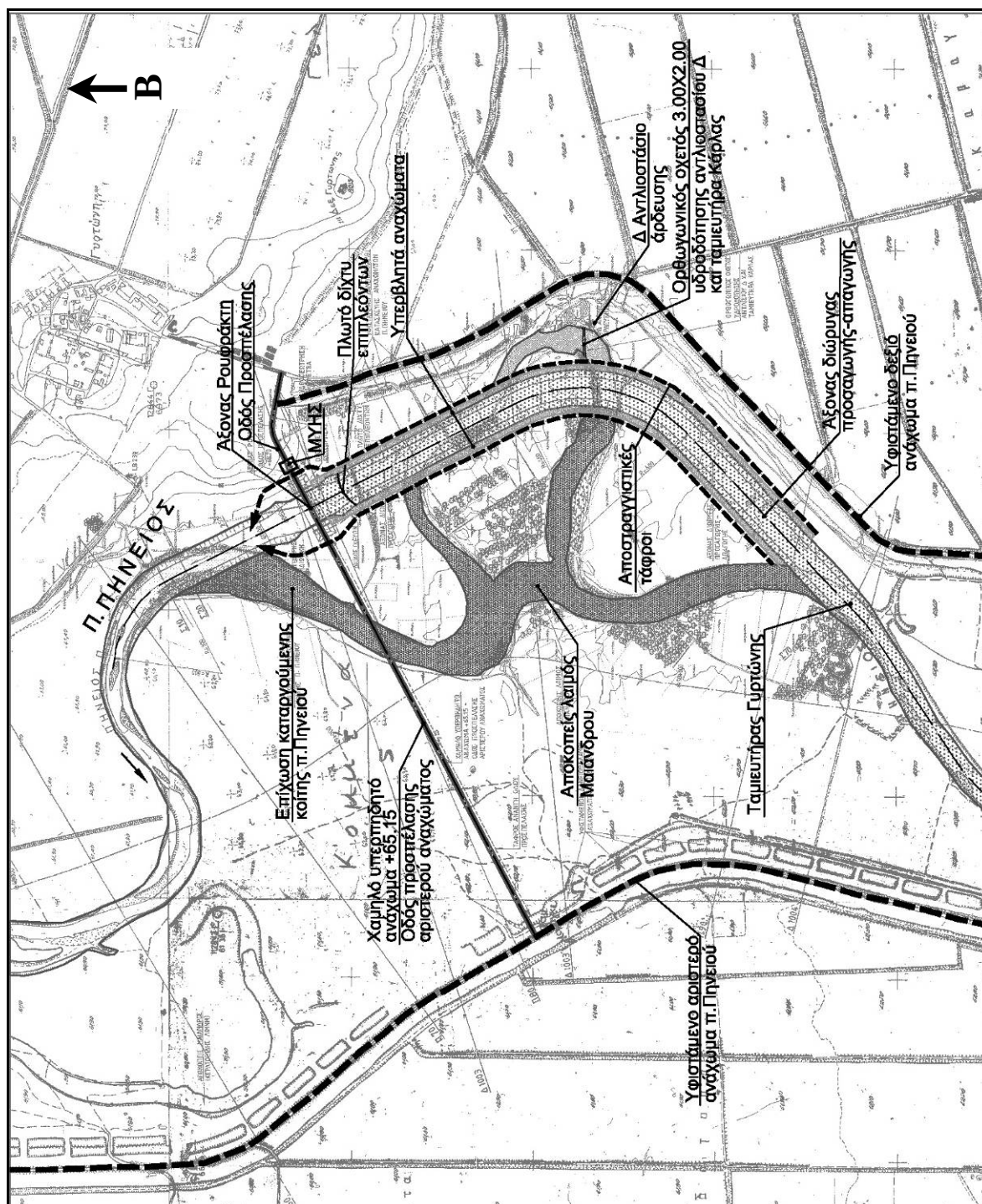
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο ρουφράκτης Γυρτώνης αποτελεί έργο πολλαπλού σκοπού:

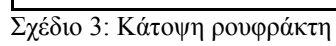
- Ταμιεύει και ρυθμίζει τα νερά τόσο του ποτ. Πηνειού όσο και της εκτροπής του ποτ. Αχελώου για άρδευση σε περιοχές του Ν. Λάρισας (εκτάσεως 160 έως 430 km²).
- Εξασφαλίζει την πλήρωση με βαρύτητα των υφισταμένων λιμνοδεξαμενών στην πεδιάδα Λαρίσης και της λίμνης Κάρλας εξοικονομώντας ενέργεια περίπου 5GWh ετησίως.
- Εξασφαλίζει την οικολογική παροχή (10m³/s) προς τα Τέμπε μετά την εκτροπή του ποτ. Αχελώου.
- Προβλέπεται ενεργειακή εκμετάλλευση της υδατόπτωσης.

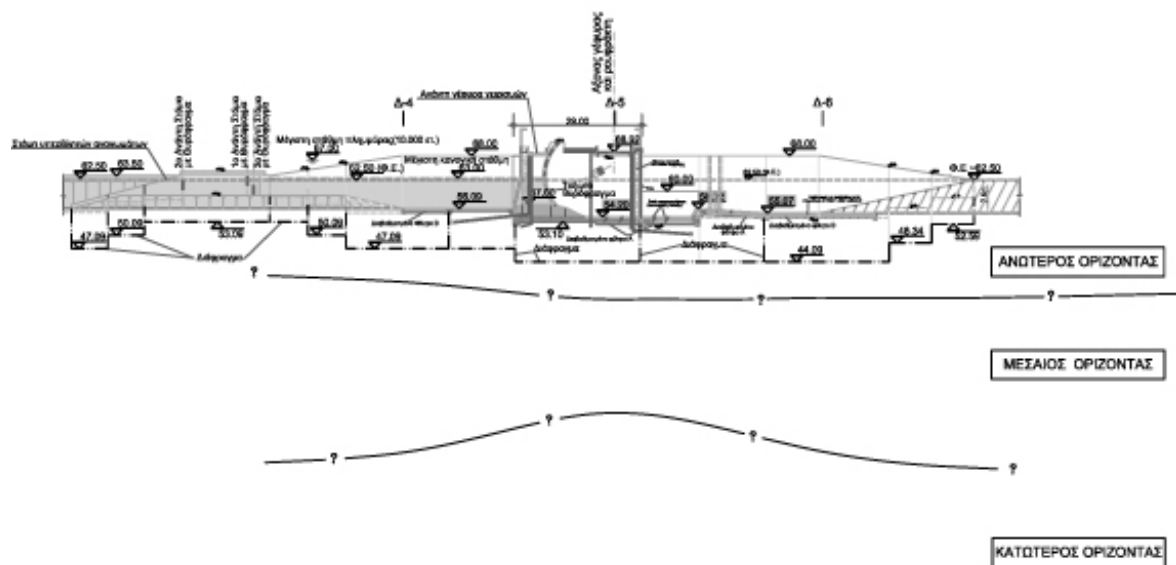
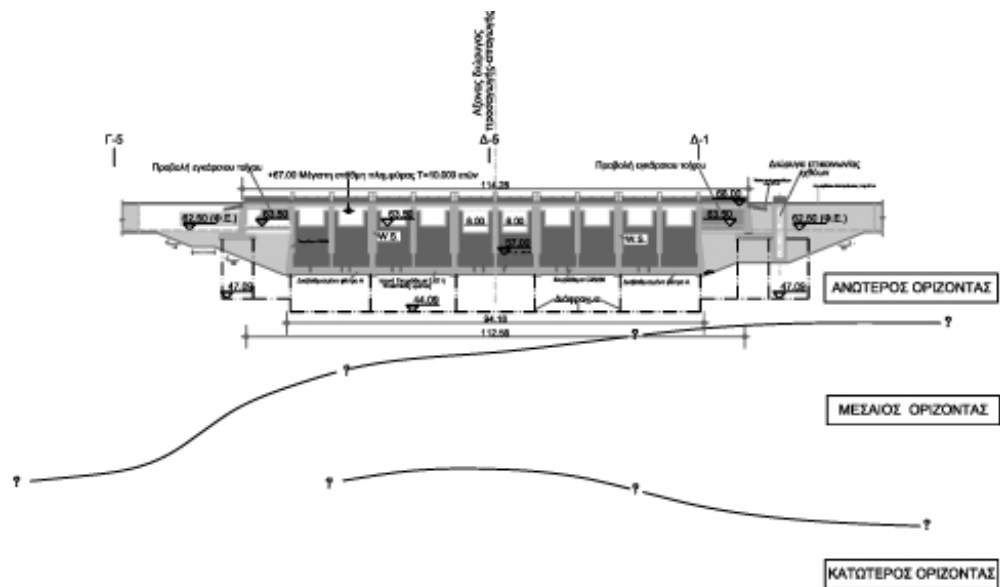
ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. ΥΔΡΕΤΜΕ Ο.Ε. 1991 Προκαταρκτική μελέτη μικρών φραγμάτων στον π. Πηνειό Έκθεση Γεωλογίας – Υδρογεωλογίας καθηγητού Π. Μαρίνου
2. ΥΔΡΕΤΜΕ Ο.Ε. 1991 Προκαταρκτική μελέτη μικρών φραγμάτων στον π. Πηνειό Έκθεση Συμβούλου Μηχανικού Ορ. Παπαγεωργίου
3. ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΓΥΡΤΩΝΗΣ 2004 Οριστική μελέτη ρουφράκτη (φράγματος) Γυρτώνης στον π. Πηνειό στο Ν. Λάρισας
4. ΥΔΡΕΤΜΕ Ε.Ε. – ΥΔΡΕΤΜΕ Ε.Π.Ε., 2007, Ρουφράκτης (φράγμα) Γυρτώνης στον ποτ. Πηνειό στο Ν. Λάρισας. Μελέτη εκτροπής και ελέγχου υδάτων κατά την κατασκευή του έργου
5. ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε. 2006 – Αίτηση άδειας Παραγωγής στη ΡΑΕ



Σχέδιο 2: Οριζοντιογραφία φράγματος Γυρτώνης





Σχέδιο 4: Τομές ρουφράκτη

Gyrtoni Dam

N.P. Mavronikolaou
Civil Engineer, HYDRETME

ABSTRACT: The under construction dam of Gyrtoni is located on the Pinios river, downstream of the city of Larissa. The purpose of the project is to store and regulate the water flows of the Pinios river basin, as well as the water to come in the future from the Acheloos river flows diversion to the Thessaly plain. It also will produce hydroelectric energy from the above flows. The project incorporates of headrace and tailrace channels from and to the present Pinios river bed, a medium size dam with a height of 15.60 m and the appurtenance works (ten radial gates of 8.00 m width each, fish passage, retaining walls, log boom facility etc), which creates a reservoir with a volume of 5.00 hm³ and a small hydroelectric station of 5 MW installed capacity and 15 GWh annual energy production.