ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΚΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΟΤΑΜΟΥ DEVOLL ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΛΒΑΝΙΑΣ

Σχεδιασμός, Περιβάλλον, Οικονομία

Klajdi Sotiri
Αντώνιος Τσιρδήμος
Επιβλέπων: Ιωάννης Στεφανάκος

Αθήνα, Μάιος 2014

Ευχαριστίες

Θεωρούμε υποχρέωσή μας να ευχαριστήσουμε τον κ. Βασίλειο Τσάμη για την πολύτιμη βοήθειά του στο γεωλογικό κομμάτι, καθώς και τον κ. Ιωάννη Μουτάφη για τις χρήσιμες παρατηρήσεις του πάνω στις κατασκευές των φραγμάτων. Ιδιαίτερα να ευχαριστήσουμε τον κ. Ιωάννη Στεφανάκο για την άριστη συνεργασία μας, για το χρόνο που αφιέρωσε και για τις καίριες παρατηρήσεις του.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την παρουσίαση της υδροηλεκτρικής αξιοποίησης του ποταμού Devoll και της συμβολής της στο ενεργειακό σύστημα της Αλβανίας. Στο πλαίσιο της εργασίας μας επιχειρείται, επίσης, η μελέτη του συνόλου της κατασκευής, συμπεριλαμβανομένου και του τρόπου λειτουργίας αυτής. Σε ένα δεύτερο επίπεδο, αναδεικνύεται και αποτιμάται ο αντίκτυπος ενός έργου τέτοιας κλίμακας στην κοινωνία, την οικονομία και το περιβάλλον.

Αναλυτικότερα, στο προκαταρκτικό κεφάλαιο της εργασίας μας, περιγράφεται η λειτουργία του ενεργειακού συστήματος της Αλβανίας. Παρατίθενται, ακολούθως, αναλυτικά διαγράμματα των ετήσιων εισαγωγών και εξαγωγών, καθώς και της κατ' έτος παραγωγής και κατανάλωσης με τις αντίστοιχες τιμές. Κατόπιν, επιχειρείται μία παρουσίαση του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας και των συμβαλλομένων του αλβανικού μοντέλου. Συν τοις άλλοις, γίνεται μία συνοπτική μνεία στους κυριότερους υδροηλεκτρικούς σταθμούς και στην συνεισφορά τους στο σύστημα.

Το κύριο μέρος της εργασίας μας επιλαμβάνεται των τριών υπό κατασκευή φραγμάτων, καθ' ένα εκ των οποίων συνδυάζει γεωλογικά και υδραυλικά στοιχεία. Η παρουσίασή των φραγμάτων εμπλουτίζεται με σχέδια, διαγράμματα, εικόνες, υπολογισμούς και λεπτομερείς πληροφορίες προκειμένου να γίνει κατανοητή στον αναγνώστη η δομή και η λειτουργία ενός εκάστου εξ αυτών. Παράλληλα, η ανάλυσή μας επικεντρώνεται στις γεωλογικές και υδραυλικές παραμέτρους, με σκοπό την επαλήθευση των υπολογισμών της σχετικής μελέτης και την εξαγωγή χρησίμων συμπερασμάτων.

Εν συνεχεία, θίγουμε το ζήτημα των φυσικών, βιολογικών και κοινωνικών επιπτώσεων που ενδέχεται να προκύψουν μετά το πέρας της κατασκεύης. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται συνοπτικώς οι πιθανές συνέπειες, θετικές και αρνητικές, καθώς και τα μέτρα που έχουν στόχο την αποσόβηση τυχόν κινδύνων, όπως αυτά προβλέπονται στην ισχύουσα νομοθεσία. Επιπροσθέτως, εξετάζουμε την πιθανολογούμενη συμβολή του έργου στην οικονομική ανάπτυξη των ομόρων περιοχών.

Στο καταληκτικό τμήμα της εργασίας αυτής, προβαίνουμε σε μία συγκριτική επισκόπηση των πορισμάτων που προέκυψαν στην πορεία της μελέτης μας, συμπεραίνοντας, εν τέλει, ότι το έργο θα είναι ευεργετικό για την αναπτυσσόμενη χώρα της Αλβανίας.

ABSTRACT

This thesis focuses on the Devoll River hydropower project in Albania with special attention to its contribution to the country's energy market. In this context, our study attempts to describe the development, construction and operation of three hydropower plants along the Devoll River. Meanwhile, we are especially concerned with the environmental, financial and social impact of such a large-scale investment.

The preliminary part of this paper describes in detail Albania's energy sector. Further, we include detailed energy input - output and generation – consumption graphs. Subsequently, we attempt to present Albania's current energy balance profile and its main players. We also make brief mention of all the main hydropower plants and their contribution to the country's energy market.

The main section of this paper deals with the three hydroelectric power stations under construction, each combining both geological and hydraulic aspects. We have incorporated plans, graphs, images, calculations and detailed information in order to communicate our findings to the reader in the clearest way. In addition, our analysis focuses on all geological and hydraulic parameters with the purpose of verifying the calculation of the study and drawing useful conclusions.

Moreover, we touch upon the potential environmental, biological and social effects of the project. We take notice of all the pros and cons, as well as of the risk-management measures, as per the law. Our research also investigates the development opportunities for the region.

The final part of the present thesis, we compare the findings that occurred during our study, coming to the conclusion that, on the whole, the project will prove to be largely beneficial for the developing country of Albania.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1
1.1. Γεωγραφία και ανάγλυφο 1
1.2. Τα κυριότερα βουνά της Αλβανίας 2
1.3. Οι κυριότερες λίμνες της Αλβανίας 2
1.4. Οι κυριότεροι ποταμοί της Αλβανίας 4
1.5. Κλίμα 6
1.6. Πληθυσμιακή κατανομή 8
1.7. Αλβανική οικονομία 9
2. Ηλεκτρικό σύστημα Αλβανίας 11
2.1. Το Αλβανικό μοντέλο αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας 11
2.2. Στόχοι Μοντέλου Αγοράς 11
2.3. Οι συμμετέχοντες και τα χαρακτηριστικά του Μοντέλου Αγοράς 11
2.4. Άλλοι συμμετέχοντες τις αγοράς 15
2.5. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Αλβανία 17
2.6. Μεγάλα Υδροηλεκτρικά 20
2.7. Παραγωγή ενέργειας από ιδιωτικούς φορείς και παραχωρούμενες μονάδες 23
2.8. Τιμές πώλησης Ηλεκτρικής ενέργειας 27
2.9. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 28
2.10. Παραγωγή και εκπλήρωση ζήτησης από εισαγωγές 31
2.11. Δομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας 32
2.12. Εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας 33
2.13. Αποδοτικότητα εμπορίου ηλεκτρικής ενέργειας 35
3. Εκμετάλλευση ποταμού Devoll 38
3.1. Εισαγωγικά στοιχεία 38
3.2. HPP MOGLICA 41
3.2.1. Γενικά στοιχεία 41
3.2.2. Γεωλογικά στοιχεία 45
3.2.3. Δομή φράγματος 50
3.2.4. Σήραγγα εκκένωσης 51
3.2.5. Εκτροπή 53
3.2.6. Εκχειλιστής 54
3.2.7. Λεκάνη αποτόνωσης 55
3.2.8. Παρατηρήσεις επί του φράγματος Moglica 56

3.2.9 Παράρτημα 57
3.3. HPP KOKEL 64
3.3.1. Εισαγωγικά στοιχεία 64
3.3.2 Γεωλογία και μορφολογία περιοχής 67
3.3.4. Φράγμα 71
3.3.5. Διώρυγα εκτροπής ποταμού 76
3.3.6. Εκχειλιστής 78
3.3.7. Διώρυγα πτώσης 80
3.3.8. Λεκάνη ηρεμίας 80
3.3.9. Σήραγγα έκπλυσης 84
3.3.10. Παρατηρήσεις επί φράγματος Kokel 84
3.4. HPP BANJA 85
3.4.1. Γενικά στοιχεία 85
3.4.2. Γεωλογία περιοχής 88
3.4.3. Κλίμα 88
3.4.4. Φυσιογραφία και γεωλογία 88
3.4.5. Δομή φράγματος 91
3.4.6. Πυρήνας Κύριου Φράγματος 95
3.4.7. Φίλτρο 97
3.4.8. Κέλυφος 98
3.4.9. Ανάντη πρόφραγμα 100
3.4.10. Αριστερό αντέρεισμα 101
3.4.11. Δεξιό αντέρεισμα 101
3.4.12. Η περιοχή του σταθμού και το κανάλι απομάκρυνσης του νερού 102
3.4.13. Διώρυγα φυγής 102
3.4.14. Διώρυγα που ενώνει τη μικρή λεκάνη ηρεμίας με το ποτάμι 105
3.4.15. Σήραγγα-αγωγός απομάκρυνσης φερτών 105
3.4.16. Εκκενωτής πυθμένα και σήραγγα εκτροπής 106
3.4.17. Εκχειλιστής 108
3.4.18. Παρατηρήσεις επί της κατασκευής 113
4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ 125
4.1. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ 135
4.1.1. Θετικές επιπτώσεις 135
4.1.2. Αρνητικές επιπτώσεις 135

4.1.3. Συστάσεις 136
4.1.4. Ειδικά μέτρα για τη βελτίωση των συνθηκών - Αποζημιώσεις 137
4.1.5 Οργάνωση 137
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 138
Βιβλιογραφία 141

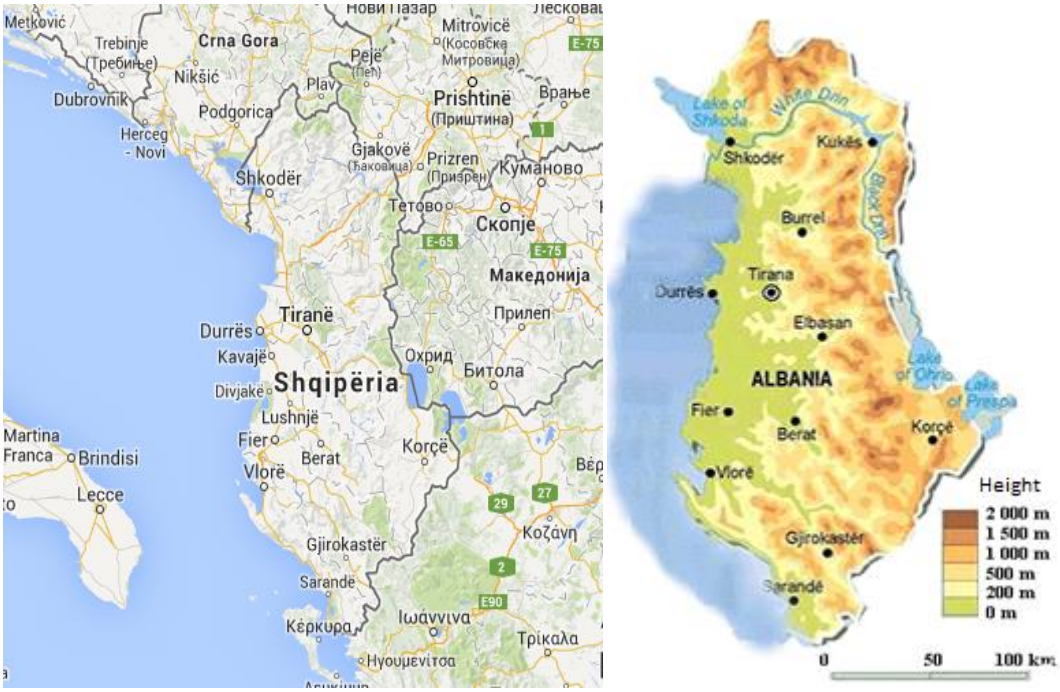
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γεωγραφία και ανάγλυφο

Η Αλβανία είναι μια Βαλκανική χώρα της ΝΑ Ευρώπης με πρωτεύουσα τα Τίρανα. Συνορεύει βορειοδυτικά με το Μαυροβούνιο, βορειοανατολικά με το Κόσοβο, ανατολικά με την Π.Γ.Δ.Μ. και νότια με την Ελλάδα.

Έχει συνολική έκταση 28.748 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Βρέχεται από την Αδριατική θάλασσα δυτικά, και το Ιόνιο πέλαγος νοτιοδυτικά. Απέχει λιγότερο από 72 km από την Ιταλία μέσω του Καναλιού του Οτράντο που συνδέει την Αδριατική με το Ιόνιο.

Το συνολικό μήκος των συνόρων της είναι 1094 km από τα οποία 316 είναι ακτογραμμή με την Αδριατική θάλασσα και το Ιόνιο, 657 χερσαία σύνορα και 121 σύνορα σε λίμνες και ποτάμια. Το ψηλότερο βουνό είναι το Κοράμπ, το οποίο βρίσκεται στην περιοχή Dibër , με υψόμετρο 2.764 m.



Σχήμα 1. 1

Η δυτική πλευρά της Αλβανίας χαρακτηρίζεται από πεδινό ανάγλυφο και μεγάλες καλλιεργημένες εκτάσεις, ενώ το υπόλοιπο μέρος της είναι ορεινό με πολλά σημεία που ξεπερνάνε τα 2000 m. Η Αλβανία έχει επίσης πολλούς υδάτινους πόρους, για τους οποίους γίνεται λεπτομερής αναφορά παρακάτω. Στη δυτική πλευρά, το ήπιο ανάγλυφο αλλά και η ύπαρξη αρκετών ποταμιών ευνοούν αρκετά τη γεωργική παραγωγή.

1.2. Τα κυριότερα βουνά της Αλβανίας

Όπως προαναφέραμε ολόκληρο το ανάγλυφο της Αλβανίας, αν εξαιρέσουμε τη δυτική πλευρά, χαρακτηρίζεται ως ορεινό. Οι κορυφές που ξεπερνούν τα 2000 m είναι πολλές και διασκορπισμένες.

Πίνακας 1. 1. Τα κυριότερα βουνά και τα υψόμετρά τους

Όρος	Μέγιστο υψόμετρο (m)	Περιφέρεια
Korrab	2764	Ντίμπρα
Γράμμος	2523	Κορυτσά
Tomorr	2416	Μπεράτ
Nemercka	2485	Αργυρόκαστρο
Βουνό της Lura	2121	Ντίμπρα

Η βόρεια πλευρά της χώρας είναι γνωστή και ως ''Άλπεις της Αλβανίας''. Όλοι οι ορεινοί όγκοι σε αυτό το τμήμα έχουν υψόμετρο πάνω από 2000 m, ενώ το υψηλότερο σημείο είναι η κορυφή της Γκεραβίτσα με υψόμετρο 2656 m. Οι ''Άλπεις της Αλβανίας'' ανήκουν στην περιφέρεια Σκόδρα και στην περιφέρεια Κούκεσι.

Πίνακας 1. 2 Οι υψηλότερες κορυφές των Άλπεων της Αλβανίας

Όρος	Μέγιστο υψόμετρο (m)
Radohima	2570
Popliuca	2569
Briaset	2567
Maja e Hekurave (Κορυφή των σιδέρων)	2561

1.3. Οι κυριότερες λίμνες της Αλβανίας

Οι τέσσερις από τις μεγαλύτερες και βαθύτερες λίμνες της Βαλκανικής χερσονήσου βρίσκονται εν μέρει στην Αλβανία. Αυτές είναι η λίμνη Σκόδρα, η λίμνη της Οχρίδας, η λίμνη της Πρέσπας και η λίμνη Μπουτρίντ.

I. Λίμνη Σκόδρα

Αποτελεί τη μεγαλύτερη λίμνη της Αλβανίας και της Βαλκανικής χερσονήσου. Βρίσκεται στα σύνορα της Αλβανίας και του Μαυροβουνίου, με το μεγαλύτερο μέρος της να ανήκει στο Μαυροβούνιο. Το εμβαδόν της κυμαίνεται από 370 km^2 έως 530 km^2, με τα 150 km^2 (δηλαδή το 1/3 περίπου) να ανήκουν στην Αλβανία. Το νερό που τροφοδοτεί τη λίμνη

προέρχεται από το ποταμό Μοράτσα του Μαυροβουνίου. Από αυτή τη λίμνη πηγάζει ύστερα και ο ποταμός Μπούνα. Η λίμνη έχει μέγιστο πλάτος 14 km και μέγιστο μήκος 48 km.

II. Λίμνη Οχρίδα

Είναι από τις μεγαλύτερες και βαθύτερες λίμνες στην Ευρώπη. Έχει εμβαδό 349 km^2 και μέσο βάθος 150 m. Το μέγιστο βάθος της φτάνει τα 298m και βρίσκεται σε υψόμετρο 695 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Ο υπάρχον όγκος νερού της λίμνης υπολογίζεται περίπου στα 55 km^3, όπου το μεγαλύτερο μέρος της ανήκει στη ΠΓΔΜ. Η τροφοδότησή της γίνεται από πολλές πήγες της περιοχής καθώς και από τις διαφυγές νερού της λίμνης Πρέσπα που βρίσκεται 200 m υψηλοτέρα. Από τη λίμνη Οχρίδα πηγάζει και ο μεγαλύτερος ποταμός της Αλβανίας, ο Drin i Zi (Μαύρος Ντριν). Η ηλικία της υπολογίζεται μεταξύ 2 και 5 εκατομμυρίων ετών και η δημιουργία της είναι αποτέλεσμα καθιζήσεων του εδάφους λόγω σεισμού.

III. Λίμνη Πρέσπα

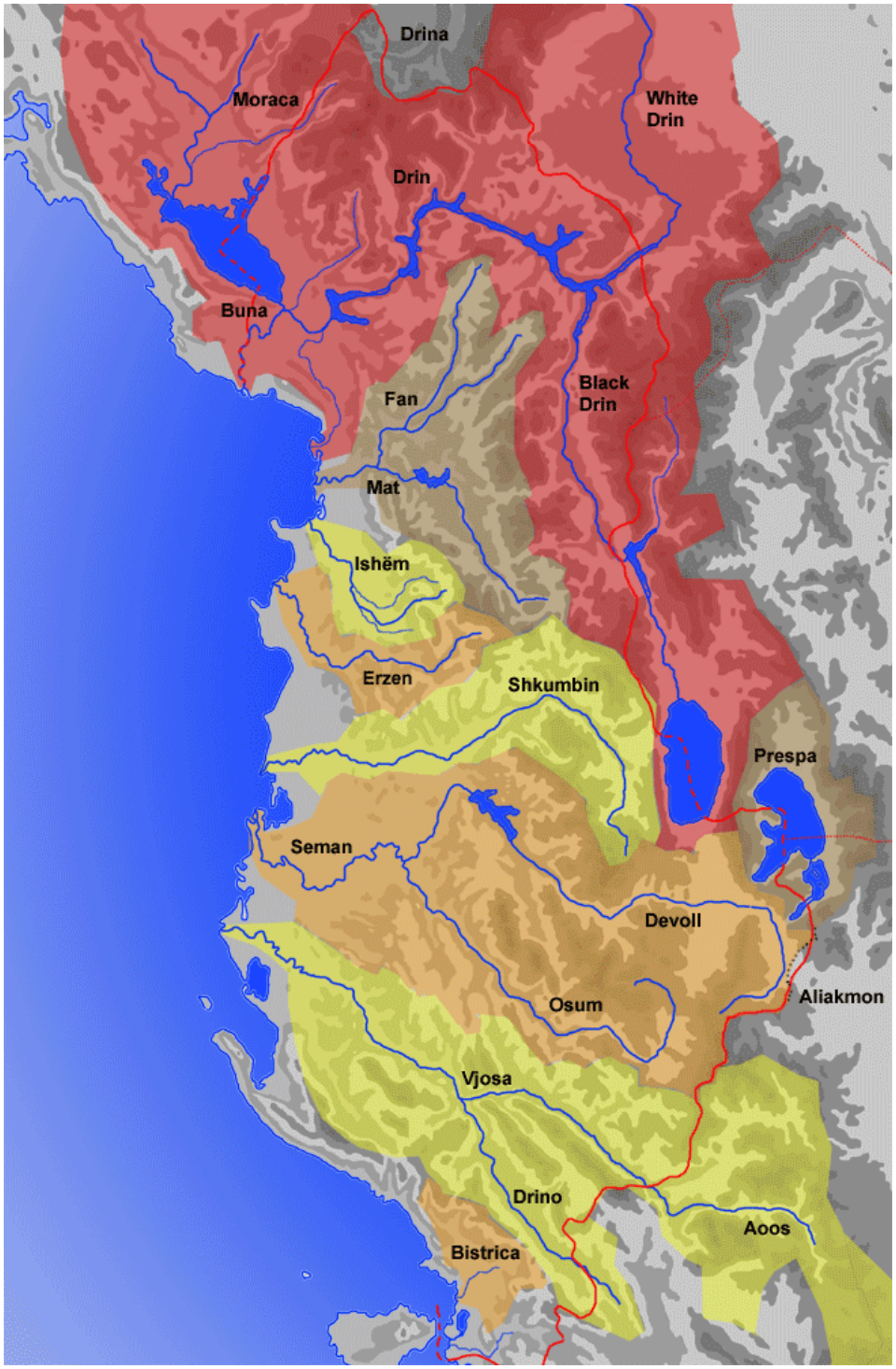
Η Πρέσπα περικλύεται από υψηλά όρη, ύψους 2000 m και στην ουσία αποτελείται από δύο λίμνες : τη Μεγάλη και τη Μικρή Πρέσπα. Η Μεγάλη Πρέσπα έχει εμβαδόν 176.3 km^2, εκ των οποίων τα 93,6 km^2 ανήκουν στην ΠΓΔΜ, τα 46.3 km^2 στην Αλβανία και μόλις τα 36.4 km^2 ανήκουν στην Ελλάδα. Η Μικρή Πρέσπα έχει εμβαδόν 46.8 km^2, εκ των οποίων τα 42.5 km^2 ανήκουν στην Ελλάδα και μόλις τα 4.3 km^2 στην Αλβανία. Η Πρέσπα είναι η βαθύτερη τεκτονική λίμνη στα Βαλκάνια με μέγιστο βάθος 843 m.

IV. Λίμνη Μπουτρίντ

Είναι λιμνοθάλασσα με αλμυρά νερά και βρίσκεται στη νότια πλευρά της Αλβανίας και πιο συγκεκριμένα στη νοτιοανατολική πλευρά της πόλης των Αγίων Σαράντα. Η ποσότητα του αλατιού μεταβάλλεται με κύριο παράγοντα την παλίρροια. Έχει εμβαδόν 18 km^2, με μέγιστο μήκος 7,1 km και μέγιστο πλάτος 3,3 km. Το μέσο βάθος κυμαίνεται στα 14 m, ενώ το μέγιστο στα 21 m.

1.4. Οι κυριότεροι ποταμοί της Αλβανίας

Η Αλβανία για την έκτασή της έχει πολλούς υδάτινους πόρους υπό τη μορφή ποταμών. Όλα σχεδόν τα ποτάμια ρέουν από ανατολικά ή βορειανατολικά προς δυτικά. Οι μεγαλύτεροι ποταμοί ξεκινώντας από αυτούς στα βόρεια και καταλήγοντας σε αυτούς στα νότια της χώρας είναι: Buna, Drin, Fan, Mat, Ishem, Erzen, Shkumbin, Seman, Devoll, Osum και Vjosa



Σχήμα 1. 2 Υδρολογικός χάρτης Αλβανίας

- **Ποταμός Drin**

Αποτελεί τον μεγαλύτερο ποταμό της Αλβανίας. Σχηματίζεται στη πόλη Κούκεσι, στην οποία συναντιούνται ο Drin i Zi, ο οποίος όπως προαναφέρθηκε πηγάζει από τη λίμνη Οχρίδα και ο Drin i Bardhe, ο οποίος πηγάζει από το Κόσσοβο.

Η μέση ετήσια παροχή του ποταμού είναι 352 m^3/sec, ενώ η μεγίστη παροχή που έχει καταγραφεί ποτέ είναι 5100 m^3/sec. Λόγω της μεγάλης παροχής του αλλά και του ευνοϊκού αναγλύφου των περιοχών που διαβρέχει, υπάρχουν ήδη οι κατάλληλες υποδομές για την πλήρη εκμετάλλευσή του. Έχουν κατασκευαστεί, δηλαδή, τρία υδροηλεκτρικά, τα οποία είναι και τα μεγαλύτερα σε παραγωγή ενέργειας στη χώρα, αφού η συνολική τους ισχύς φτάνει τα 1350 MW.

Μετά το τελευταίο υδροηλεκτρικό ο ποταμός χωρίζεται σε δύο μικρότερους, με τον ένα να καταλήγει στον ποταμό Buna που εκβάλλει στην Αδριατική θάλασσα και τον άλλο να εκβάλλει κατευθείαν στην Αδριατική κοντά στη πόλη Leza.

- **Ποταμός Seman**

Αποτελεί το δεύτερο μεγαλύτερο ποτάμι στην Αλβανία. Μετά την ένωση του Osum με τον Devoll, το ποτάμι διασχίζει 88 km για να εκβάλλει τελικώς στην Αδριατική θάλασσα. Το συνολικό εμβαδόν της λεκάνης απορροής του είναι 5649 km^2. Η μέση παροχή του είναι 95,7 m^3/s. Το 60% του συνολικού του νερού προέρχεται από το Devoll.

- **Ποταμός Devoll**

Πηγάζει από το πόδα του Γράμμου. Έχει συνολικό μήκος 196 km και εμβαδόν λεκάνης απορροής 3.139 km^2. Η μέση ετήσια παροχή του είναι 49,5 m^3/s.

Σε αυτό τον ποταμό κατασκευάζονται 3 υδροηλεκτρικές μονάδες, των οποίων η κατασκευή αποτελεί κύριο αντικείμενο αυτής της εργασίας. Η συνολική ισχύς των τρειών αυτών υδροηλεκτρικών θα φτάνει τα 278 MW. Το νερό που θα συλλέγεται στους ταμιευτήρες των φραγμάτων εκτός της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα χρησιμοποιείται και για άρδευση.

Ο Devoll ενώνεται με τη ροή του ποταμού Osum με αποτέλεσμα τη δημιουργία του δεύτερου μεγαλύτερου ποταμού της Αλβανίας, του Seman.

- **Ποταμός Osum**

Το ποτάμι αυτό, όπως και του Devoll αποτελούν τα κύρια παρακλάδια του ποταμού Seman. Πηγάζει από τη βόρεια πλευρά του νομού Κορυτσάς, κοντά στο χωριό Vithkuq. Έχει συνολικό μήκος 161 km και λεκάνη απορροής 2150 km^2.

- **Ποταμός Vjosa (Βιόσα)**

Αποτελεί τη συνέχεια του Αωού. Πηγάζει από τα βουνά της Πίνδου και διασχίζει 272 km (80km στην Ελλάδα και 192 km στην Αλβανία) για να εκβάλλει τελικώς στην Αδριατική θάλασσα.

Η συνολική λεκάνη απορροής του και στις δύο χώρες είναι 6.706 km^2. Η μέση ετήσια παροχή στη θέση εκβολής του είναι 204 m^3/s. Αξίζει να αναφερθεί ότι εδώ είναι υπό κατασκευή ένα ακόμα υδροηλεκτρικό έργο συνολικής ισχύος 98 MW

- **Ποταμός Buna**

Είναι το μόνο πλωτό ποτάμι της Αλβανίας. Έχει συνολικό μήκος 44 km και πηγάζει από την λίμνη Σκόδρα για να εκβάλλει στην Αδριατική θάλασσα. Η μέση ετήσια παροχή του είναι 670 m^3/sec και γι' αυτό το λόγο ο Buna είναι το ποτάμι με την μεγαλύτερη παροχή στη βόρεια Μεσόγειο.

- **Ποταμός Mat**

Πηγάζει από τα βουνά της περιοχής Martanesh και έχει μήκος περίπου 115 km με βορειοδυτική κατεύθυνση. Σε αυτό το ποτάμι βρίσκονται δύο υδροηλεκτρικοί σταθμοί με τα αντίστοιχα φράγματα τους, τα οποία έχουν δημιουργήσει τις λίμνες Ulez και Shkopet.

- **Ποταμός Shkumbin**

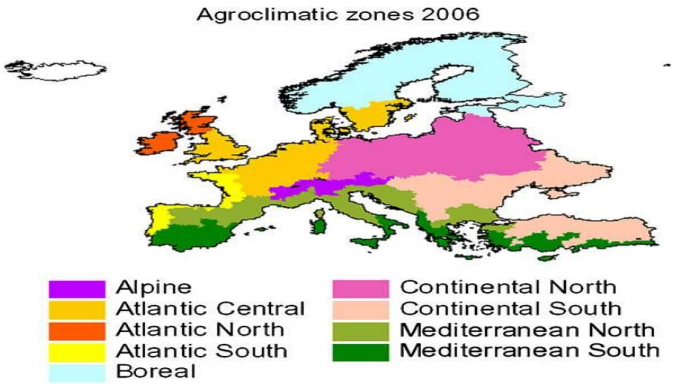
Πηγάζει από το βουνό Βαλαμάρες και ρέει για 181 km μέχρι να εκβάλλει στην Αδριατική θάλασσα. Χωρίζει το αλβανικό έδαφος περίπου στη μέση και αποτελεί ένα πολύ σημαντικό παράγοντα στην ανάπτυξη της αλβανική οικονομίας. Τα νερά του χρησιμοποιούνται κυρίως για άρδευση και για παραγωγή ενέργειας, αφού στα παρακλάδια του υπάρχουν, αλλά και σχεδιάζονται πολλά μικρά υδροηλεκτρικά έργα.

- **Ποταμός Bistrica**

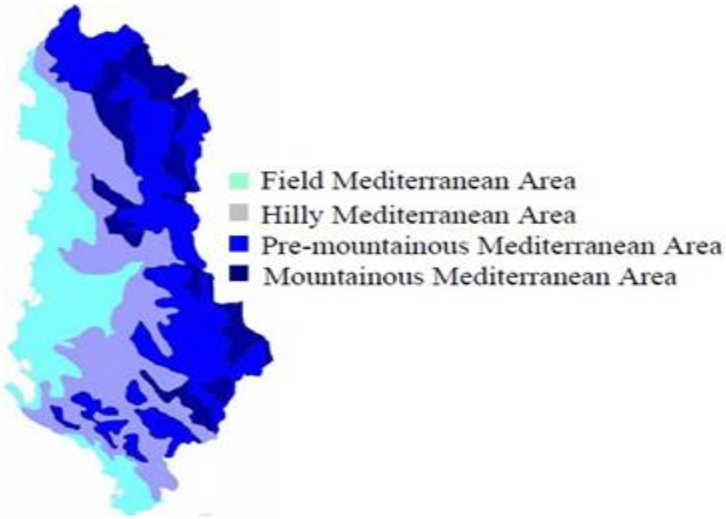
Βρίσκεται στη νότια Αλβανία και είναι το μόνο που δεν εκβάλλει στην Αδριατική θάλασσα. Είναι ένα μικρό ποτάμι συνολικού μήκους 25 km. Αξίζει να επισημάνουμε ότι στην ροή του έχουν κατασκευαστεί 2 μικρά υδροηλεκτρικά συνολικής ισχύος 31 MW.

1.5. Κλίμα

Η Αλβανία ανήκει στην υποτροπική ζώνη και το κλίμα χαρακτηρίζεται μεσογειακό. Μπορεί να είναι μια σχετικά μικρή σε έκταση χώρα, όμως εμπεριέχει αρκετές κλιματικές ζώνες με πολλές εναλλαγές. Το κλίμα στις παραθαλάσσιες περιοχές είναι τυπικά μεσογειακό με ήπιους και υγρούς χειμώνες και με ζεστά, ηλιόλουστα και σχετικά ξηρά καλοκαίρια. Οι θερμοκρασίες διαφοροποιούνται αρκετά καθ' όλο το μήκος και πλάτος της χώρα λόγω της συχνής αλλαγής των υψόμετρων. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος που ο καιρός διαφέρει πολύ από το βορρά προς νότο.

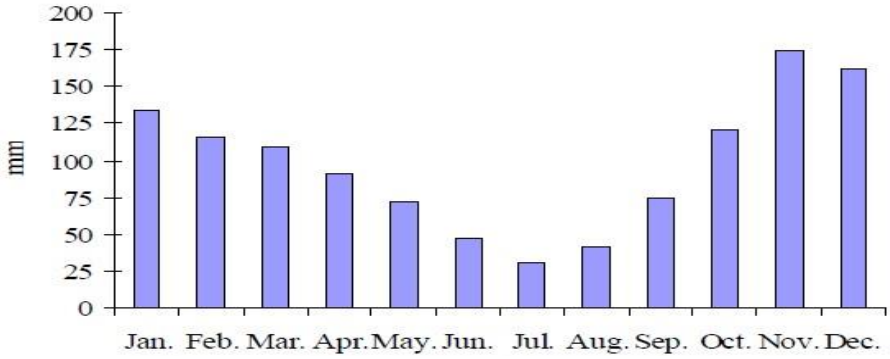


Σχήμα 1. 3 Κλιματικές ζώνες της Ευρώπης

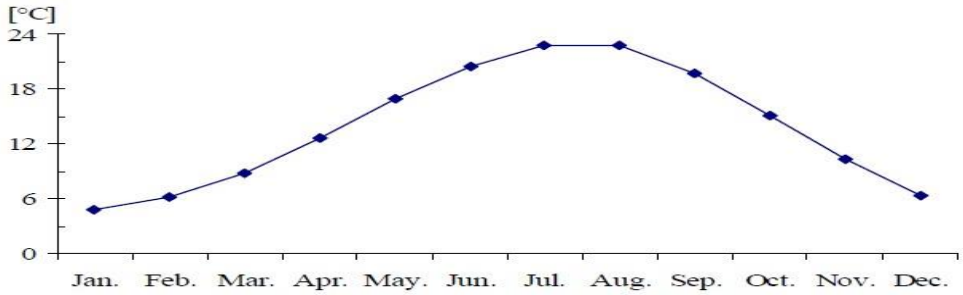


Σχήμα 1. 4 Κλιματικές ζώνες Αλβανίας

Όπως το κλίμα μεταβάλλεται αρκετά λόγω της ιδιομορφίας του αναγλύφου, έτσι μεταβάλλεται και η ένταση των βροχοπτώσεων από περιοχή σε περιοχή. Στις πεδινές δυτικές περιοχές έχουμε βροχόπτωση γύρω στα 1000 με 1500 mm, ενώ στις ορεινές περιοχές δεν υπάρχουν επακριβής μετρήσεις. Με βάσει τις εκτιμήσεις και μόνο, οι βροχοπτώσεις κυμαίνονται κατά μέσο όρο γύρω στα 1800 mm φτάνοντας μέχρι και 2500 mm στα πολύ υψηλά ορεινά σημεία.



Σχήμα 1.5 Μέσο ύψος βροχής ανά μήνα



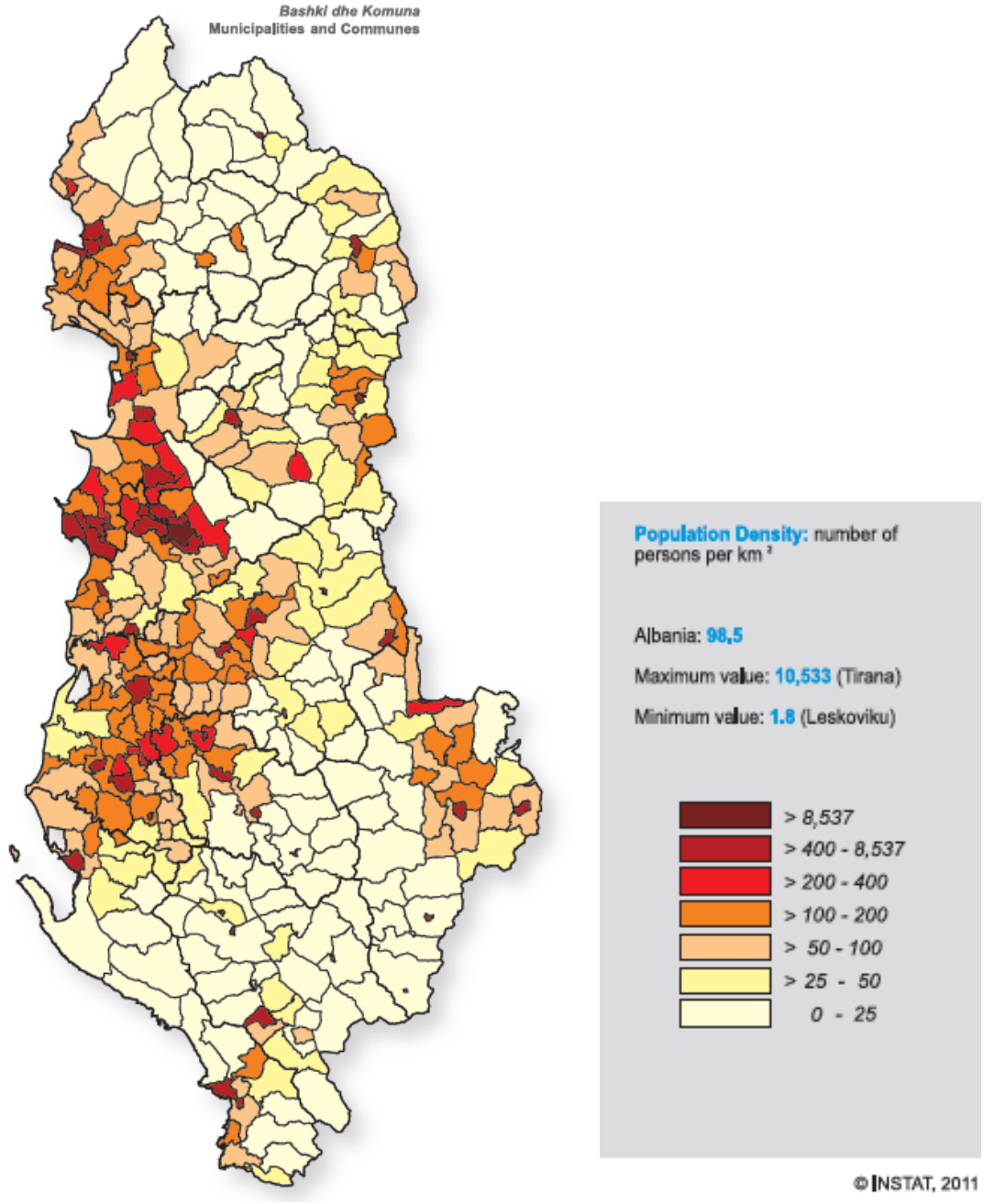
Σχήμα 1.6 Μέση θερμοκρασία ανά μήνα

1.6. Πληθυσμιακή κατανομή

Ο πληθυσμός της Αλβανίας, σύμφωνα με την πιο πρόσφατη επίσημη απογραφή του 2010, ανέρχεται στους 3.160.000 κάτοικους και είναι κατανεμημένος σε 12 νομούς και 36 πόλεις.

Η μέση πυκνότητα του πληθυσμού της είναι περίπου 98.5 κάτοικοι/km², η οποία όμως δεν αντιπροσωπεύει καλά την πραγματικότητα, γιατί τα πυκνοκατοικημένα τμήματα είναι λίγα εν αντιθέσει με τα αραιοκατοικημένα που είναι πολύ περισσότερα. Πιο συγκεκριμένα, οι περιοχές στο δυτικό και κεντρικό κομμάτι της χώρας είναι περισσότερο πυκνοκατοικημένες απ' ότι στο ανατολικό, βόρειο και νότιο.

Μεγάλες πόλεις, εκτός της πρωτεύουσας των Τιράνων, αποτελούν το Δυρράχιο, το Ελμπασάν (Elbasan), η Σκόδρα (Shkodër), η Κορυτσά (Korçë), το Αργυρόκαστρο (Gjirokastër), η Αυλώνα (Vlorë), η Κορυτσά (Korçë), το Κουκές (Kukës) και το Φιέρι (Fier). Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια η κατανομή του πληθυσμού.



Σχήμα 1.7 Πληθυσμιακή κατανομή

1.7. Αλβανική οικονομία

Η Αλβανία είναι μια πρώην κομμουνιστική χώρα και ως εκ τούτου είχε μια συγκεντρωτική οικονομία κατευθυνόμενη εξολοκλήρου από το κράτος. Είναι μια χώρα όμως που προσπαθεί τα τελευταία χρόνια να κάνει τη δύσκολη μετάβαση και να εισέλθει σε μια πιο σύγχρονη οικονομία, αυτή της ελεύθερης αγοράς.

Επίσημο νόμισμά της είναι το leke (1€ ≈ 140 leke). Η μακροοικονομική ανάπτυξή της κυμαινόταν, κατά μέσο όρο, στο 6% μεταξύ 2004-2008, αλλά μειώθηκε στο 3% την περίοδο

2009-2011, για να φτάσει στο 0,5% το 2012, επηρεαζόμενη και αυτή αρκετά από την οικονομική κρίση. Ο πληθωρισμός της είναι χαμηλός και σταθερός.

Λόγω έλλειψης κατάλληλης νομοθεσίας και οργάνωσης, αλλά και ανεπαρκών υποδομών, η επιχειρηματικότητα βρίσκεται πολύ χαμηλά. Παρ' όλα αυτά, τα τελευταία χρόνια οι κυβερνήσεις της κάνουν συστηματικές προσπάθειες για την προώθηση σημαντικών δημοσιονομικών μεταρρυθμίσεων, με στόχο την προσέλκυση ξένων επενδύσεων και την αποτελεσματική αντιμετώπιση της παραοικονομίας.

Επίσης, ένας σημαντικός παράγοντας της οικονομικής ανάπτυξης της χώρας αποτελούν τα εμβάσματα, κυρίως από Αλβανούς που διαμένουν σε Ελλάδα και Ιταλία, τα οποία διαμορφώνονταν στο 12% με 15% του ΑΕΠ πριν από την οικονομική κρίση του 2008, για να μειωθούν στο 8% του ΑΕΠ το 2010 και να καταλήξουν ακόμα χαμηλότερα τη σημερινή περίοδο.

Το ΑΕΠ της Αλβανίας ανέρχεται στα 26,54 δις δολάρια. Ο τομέας της γεωργίας απασχολεί σχεδόν το ήμισυ του εργατικού δυναμικού, αν και αποτελεί μόνο το ένα πέμπτο του ΑΕΠ του κράτους. Η βιομηχανία και οι υπηρεσίες απασχολούν το υπόλοιπο ποσοστό του εργατικού δυναμικού. Το επίσημο ποσοστό της ανεργίας είναι της τάξης του 14%, αλλά στην πραγματικότητα υπολογίζεται ότι είναι πολύ μεγαλύτερο. Το δημόσιο χρέος φτάνει το 59,3% του ΑΕΠ, με το εξωτερικό χρέος να αγγίζει τα 5,9 δις δολάρια. Το κατά κεφαλην εισόδημα υπολογίζεται περίπου στα 8.200 δολάρια το χρόνο.

2. Ηλεκτρικό σύστημα Αλβανίας

2.1. Το Αλβανικό μοντέλο αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Το 2006 τέθηκε σε ισχύ το νέο μοντέλο αγοράς για την ηλεκτρική ενέργεια στην Αλβανία. Το Μοντέλο Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Ηλεκτρική Ενέργεια, και τις οδηγίες της Συνθήκης Ενεργειακής Κοινότητας για τις Νοτιοανατολικές χώρες τις Ευρώπης, για την δημιουργία της Περιφεριακής Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Το προηγούμενο μοντέλο αγοράς, το λεγόμενο Μεταβατικό Μοντέλο Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας κατά τη διαδικασία πρακτικής εφαρμογής παρουσίασε την ανάγκη επικαιροποίησης, λόγω των ταχέων εξελίξεων στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας. Γι΄αυτό το λόγο παρουσιάστηκε η ανάγκη ενός νέου μοντέλου αγοράς, το οποίο όπως και αναφέραμε δημιουργήθηκε το 2006 με όνομα Αλβανικό Μοντέλο Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας.

2.2. Στόχοι Μοντέλου Αγοράς

- Δημιουργία συνθηκών για τη μεταβίβαση προς μια πιο ενοποιημένη αγορά.
- Να παρέχει επαρκή κεφάλαια και διαφανείς λογαριασμούς.
- Να επιτρέπει το εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας, εισαγωγές - εξαγωγές, προσανατολισμένα από την αγορά, διατηρώντας τα οφέλη για τους πελάτες.

2.3. Οι συμμετέχοντες και τα χαρακτηριστικά του Μοντέλου Αγοράς

- **ERE** (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας)

Η αγορά αποτελείται από μια ευρεία γκάμα ιδιωτικών φορέων και κρατικών ιδρυμάτων. Όλες οι ενέργειες ξεκινούν από το ERE (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας), η οποία είναι η αναθέτουσα αρχή(δημόσιο ίδρυμα) που ελέγχει την πρόοδο ολόκληρης της διαδικασίας (παραγωγής, μεταφοράς, διανομής, ανταλλαγής) και θέτει τους κανόνες που πρέπει να τηρούν οι φορείς, έτσι ώστε να υπάρχει μια σίγουρη και ενοποιημένη Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας και το σημαντικότερο να ικανοποιείται η ζήτηση του καταναλωτή. Οι άλλοι κύριοι συμμετέχοντες στην αγορά είναι η KESH sh.a η οποία είναι η υπεύθυνη εταιρεία για την κάλυψη των αναγκών των καταναλωτών, είτε παράγοντας, είτε εισάγοντας **,** η OST sh.a είναι υπεύθυνη εταιρία για την μεταφορά ενέργειας και CEZ SHPERNDARJE sh.a (OSSH) η οποία οφείλει να κάνει την διανομή της ενέργειας. Οι τρεις αυτές εταιρίες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους οικονομικά και διοικητικά, αλλά έχουν πολύ στενή συνεργασία. Παρακάτω έχουμε μια ποιο λεπτομερείς ανάλυση των ευθυνών κάθε μιας αλλά και άλλων συμμετεχόντων που συμβάλλουν στην Αλβανική αγορά ενέργειας.

- **KESH** (Albanian Power Corporation **APC**)

Είναι η υπεύθυνη εταιρεία για την προμήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας που χρειάζονται οι καταναλωτές, είτε παράγοντας αυτή την ενέργεια από μονάδες σε δική της ιδιοκτησία ,είτε αγοράζοντας από εσωτερικούς ή εξωτερικούς φορείς. Η APC λειτουργεί με την βοήθεια 2 μικρότερων αυτόνομων εταιριών. Η πρώτη είναι η KESH-GEN, η οποία είναι υπεύθυνη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας(μόνο παραγωγή όχι εισαγωγή). Η KESH-GEN οφείλει να διαθέσει όλη τη ζητούμενη ενέργεια από το σύστημα διανομής μέχρι εξάντλησης αποθεμάτων, ωστόσο οφείλει να παρέχει (πουλήσει) ηλεκτρική ενέργεια για την κάλυψη απωλειών στο σύστημα μεταφοράς, όπως και βοηθητικές ανάγκες απαραίτητες για το σύστημα. Σε περίπτωση πλεονάσματος το KESH-GEN μπορεί να πουλήσει αυτή τη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας . Η δεύτερη εταιρία ονομάζεται FPSH (Χονδρικός Δημόσιος Προμηθευτής) και είναι υπεύθυνη για την εκπλήρωση της ζήτησης από το σύστημα διανομής με αγορά ενέργειας από KESH-GEN . Για να εκπληρώσει την ζήτηση μπορεί να αγοράσει ενέργεια όχι μόνο από το KESH-GEN (σε περίπτωση μη επάρκειας ενέργειας από το KESH-GEN) αλλά και από άλλους φορείς συμπεριλαμβάνοντας εδώ και τις εισαγωγές. Φυσικά όλες οι συναλλαγές ενέργειας πρέπει να γίνονται σύμφωνα με τους κανονισμούς που έχουν τεθεί από την ERE.

- **OST** (Διαχειριστής Συστήματος Μεταφοράς)

Το Δεκέμβριο του 2003 με απόφαση Υπουργικού Συμβουλίου το σύστημα μεταφοράς ενέργειας διαφοροποιήθηκε από το KESH. Έτσι τον Ιούλιο του 2004 δημιουργήθηκε η ανώνυμη εταιρεία OST sh.a. για τη μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας**.** Οι δύο κύριοι πελάτες του OST είναι το σύστημα διανομής και οι Εξειδικευμένοι Πελάτες (Qualified Customers). Επίσης μέσω του συστήματος μεταφοράς γίνεται η εισαγωγή και εξαγωγή ενέργειας στη χώρα.

Το OST sh.a. είναι μια ανεξάρτητη κρατική εταιρεία που έχει τα εξής καθήκοντα:

- Την διαχείριση του συστήματος μεταφοράς από φυσική άποψη(συντήρηση και επέκταση)
- Την διαχείριση του συστήματος από άποψη κατανομής
- Την διαχείριση της αγοράς

Το OST έχει τη δυνατότητα να ζητήσει από το FPSH και το σύστημα διανομής να αγοράσουν ενέργεια για να εκπληρωθούν οι ανάγκες των καταναλωτών και να καλύψουν τις απώλειες στο σύστημα διανομής.

Η OST ανταμαμοίβεται για της υπηρεσίες που παρέχει στους διάφορους φορείς. Με αυτό το τρόπο γίνεται δυνατή η αυτονομία της εταιρείας.

Όσον αφορά το μήκος γραμμών ,μετρήθηκαν:

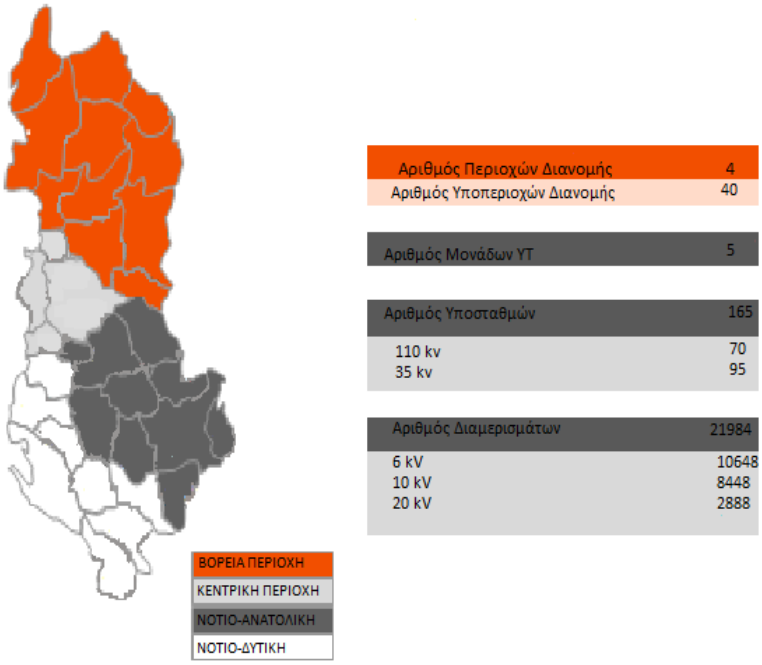
- Γραμμή των 400 KV 293 km
- Γραμμή των 220 kV 1140 km
- Γραμμή των 150 kV 34,4 km
- Γραμμή των 110 kV 1285 km

Σχήμα 2. 1 Δίκτυο Συστήματος Μεταφοράς

- **OSSH** (Διαχειριστής Συστήματος Διανομής)

Μετά τις τροποποιήσεις στο σύστημα μεταφοράς το 2004, ήταν η σειρά του συστήματος διανομής να ανεξαρτητοποιηθεί από το KESH. Έτσι το 2008 δημιουργήθηκε η κρατική εταιρία OSSH sh.a., υπεύθυνη για τη διανομή της ενέργειας στους καταναλωτές. Ωστόσο, η Αλβανική Κυβέρνηση είχε αποφασίσει την άμεση ιδιωτικοποίηση αυτής της εταιρείας. Το Μάρτιο του 2009 η Αλβανική Κυβέρνηση και η εταιρία CEZ GROUP υπέγραψε την σύμβαση σύμφωνα με την οποία η γνωστή εταιρία στον ενεργειακό τομέα θα έπαιρνε το 76% των μετοχών της OSSH sh.a. πληρώνοντας στο Αλβανικό Κράτος 102 εκατομμύρια Ευρώ. Από τον Οκτώβριο του 2010 η νέα εταιρία διανομής υπέστη μια ριζική αναδιάρθρωση και ονομάστηκε CEZ SHPERNDARJE sh.a. Τα δύο κύρια καθήκοντα της CEZ SHPERNDARJE sh.a. είναι σύμφωνα με την σύμβαση η διανομή ηλεκτρικής ενέργειας μεσαίας και χαμηλής τάσης (από 35 KV μέχρι 0.4 KV) όπως και η πώληση ενέργειας στους τελικούς καταναλωτές. Εκτός από τη λειτουργία η CEZ SHPERNDARJE είναι υπεύθυνη για την συντήρηση και επέκταση του συστήματος διανομής. Η εταιρία οφείλει να αγοράσει ενέργεια για την κάλυψη των απωλειών στο σύστημα. Επιπλέον σύμφωνα με την σύμβαση πρέπει να ελαχιστοποιήσει αυτές τις τεχνικές και μη τεχνικές απώλειες.

Η Αλβανία οργανώθηκε σε 4 περιοχές διανομής: Κεντρική Περιοχή, Βόρεια Περιοχή , Νότιο-Ανατολική και Νότιο-Δυτική Περιοχή. Η κάθε περιοχή έχει τα δικά της χαρακτηριστικά από άποψη υποδομών , καταναλωτές κτλ.



Σχήμα 2. 2 Περιοχές και υποπεριοχές Συστήματος Διανομής

Πίνακας 2. 1 Δεδομένα περιοχών Διανομής

Περιοχές	CEZ Shperndarje	Κεντρική Περιοχή	Βόρεια Περιοχή	Νοτιο-Ανατολ. Περιοχή	Νοτιο-Δυτική Περιοχή
Αριθμός υποπεριοχών	40	7	12	11	10
Γραμμή 35 kV(km)	1,131	200	231	400	300
Ισχύς(MVA)	2,956	1,000	552	654	740
Μετασχηματιστές ΥΤ	316	61	79	63	113
Έκταση (km^2)	29,176	2,458	10,023	9,219	7,476
Υποσταθμοί	156	31	46	41	47
Καταναλωτές	1,108,000	410,000	189,000	248,000	261,000
Διαμέρισμα ΜΤ	20,056	6,518	5,438	4,100	4,000
Μήκος Γραμμής ΜΤ(km)	12,490	2,345	3,763	3,403	3,970
Μήκος Γραμμής ΥΤ(km)	25,695	4,155	7,532	8,110	5,898

Από τις αρχές του 2013 το CEZ SHPERNDARJE έπαψε να είναι υπό την ιδιοκτησία της CEZ GROUP. Η Αλβανική κυβέρνηση αναγκάστηκε να της αφαιρέσει την άδεια λόγο μη εκπλήρωσης των καθηκόντων της σύμφωνα με την σύμβαση. Από τότε το σύστημα διανομής λειτουργείται και διαχειρίζεται από το κράτος έχοντας τα ίδια καθήκοντα που είχε προηγουμένως.

2.4. Άλλοι συμμετέχοντες τις αγοράς

1. Μικροί Παραγωγοί Ηλεκτρικής Ενέργειας(ΜΠΗΕ)

Αποτελούνται από τις μικρούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος που είναι συνδεδεμένοι κατευθείαν με το σύστημα διανομής. Οι ΜΠΗΕ μπορούν να πουλήσουν ηλεκτρική ενέργεια στους QUALIFIED CUSTOMERS, στους Έμπορους ,στο Διαχειριστή Συστήματος Διανομής, στο Χονδρικό Δημόσιο Προμηθευτή και στο Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς. Φυσικά, όλες αυτές οι συναλλαγές γίνονται σύμφωνα με τους κανόνες και τους όρους που έχει θέσει η ΕΡΕ**.**

2. Ανεξάρτητοι Παραγωγοί Ηλεκτρικής Ενέργειας

Αποτελούνται από τους ανεξάρτητους παραγωγούς που είναι συνδεδεμένοι κατευθείαν με το σύστημα μεταφοράς. Μπορούν να πουλήσουν ενέργεια στους QUALIFIED CUSTOMERS ,στους Εμπόρους, στο Διαχειριστή Συστήματος Διανομής, στο Χονδρικό Δημόσιο Προμηθευτή και στο Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς.

3. Δημόσιος Προμηθευτής Λιανικής

Αγοράζει ενέργεια από το Δημόσιο Προμηθευτή Χονδρικής και την πουλάει μόνο στους τελικούς καταναλωτές. Είναι επίσης υπεύθυνος για την είσπραξη των φόρων.

4. Qualified Suppliers

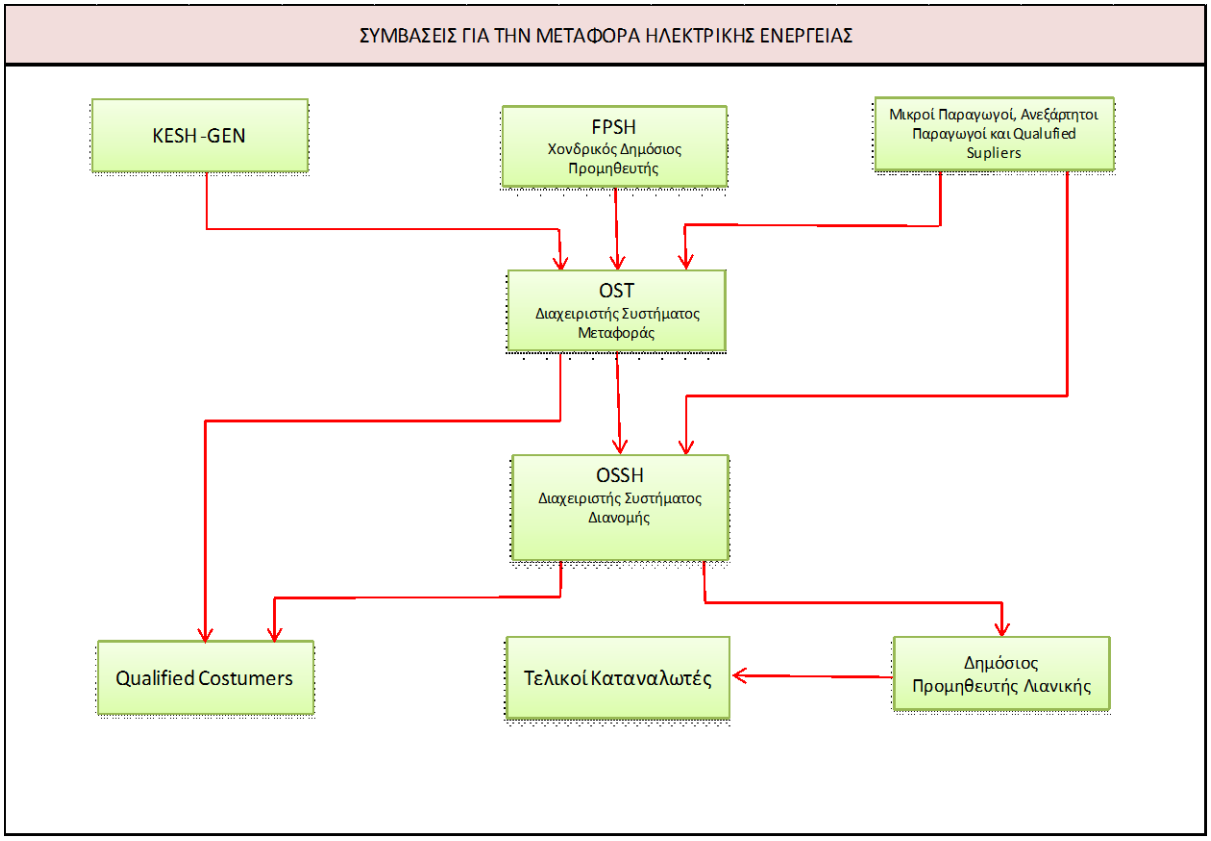
Είναι οι ντόπιοι ή ξένοι προμηθευτές ενέργειας που μπορούν να αγοράσουν ενέργεια από τους Μικρούς και Ανεξάρτητους Παραγωγούς Ενέργειας και να την πουλήσουν στους Qualified Customers. Επίσης, μπορούν να πουλήσουν ενέργεια στους Δημόσιους Προμηθευτές Χονδρικής, σε Έμπορους και σε άλλους Qualified Suppliers.

5. Έμποροι

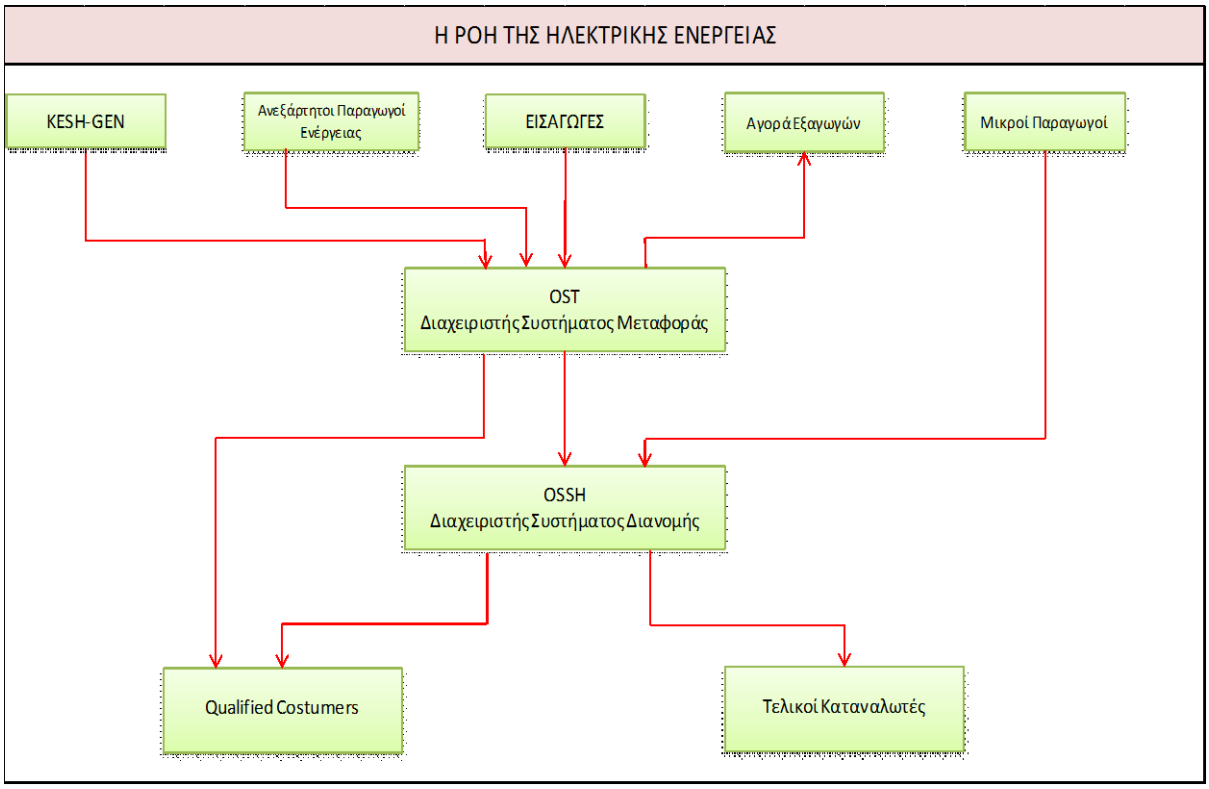
Ο Έμπορος είναι φυσικό πρόσωπο με άδεια να αγοράσει και να πουλήσει χονδρικής την ηλεκτρική ενέργεια. Δεν μπορούν να πουλήσουν ενέργεια στους τελικούς καταναλωτές και στο Δημόσιο Προμηθευτή Λιανικής. Μπορούν να αγοράσουν ενέργεια από τη KESH-GEN και από Μικρούς και Ανεξάρτητους Παραγωγούς Ενέργειας, για να την πουλήσουν μετά στους Qualified Suppliers, στο Δημόσιο Προμηθευτή Χονδρικής ή στο Διαχειριστή Συστήματος Διανομής.

6. Qualified Customers

Είναι οι πελάτες οι οποίοι αγοράζουν ενέργεια από τους Qualified Suppliers.

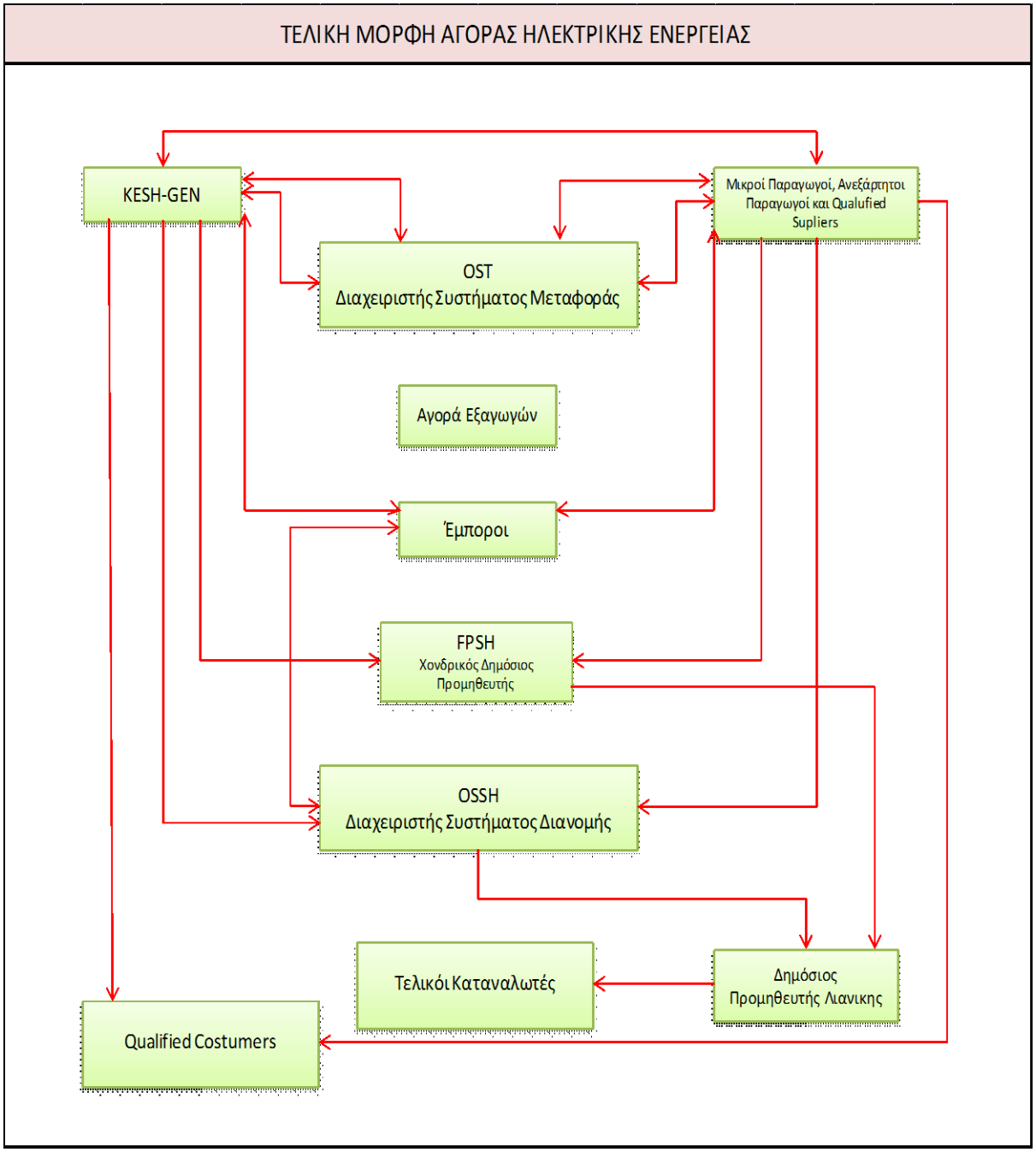


Σχήμα 2. 3 Συμβάσεις μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας



Σχήμα 2. 4 Ροή ηλεκτρικής ενέργειας στο σύστημα

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ΕΡΕ 2012''



Σχήμα 2. 5 Τελική μορφή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ERE 2012''

2.5. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Αλβανία

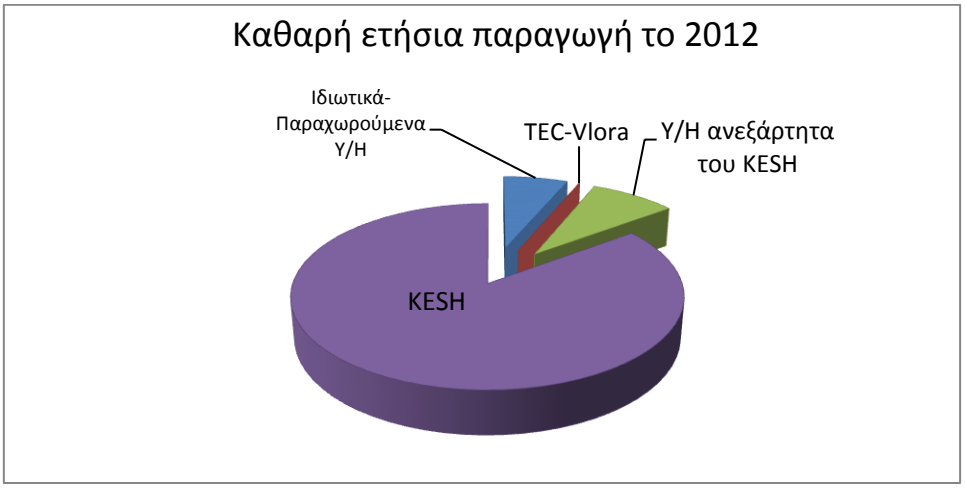
Η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πραγματοποιείται από την KESH A.E. και από την εταιρεία TEC-Vlora, των οποίων το 100% των μετοχών τους βρίσκονται στα χέρια του κράτους. Η TEC-Vlora εντάσσεται στο ιδιοκτησιακό καθεστώς της KESH A.E.

Οι ηλεκτρικοί σταθμοί της δημόσιας παραγωγής έχουν συνολική εγκατεστημένη ισχύ 1.531 MW εκ των οποίων τα 1.433 MW προέρχονται από τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια και τα 98 MW από την επεξεργασία του λιγνίτη.

Πίνακας 2. 2 Δεδομένα μονάδων παραγωγής της Αλβανιάς

Ονομασία σταθμών	HEC Fierz	HEC Koman	HEC V.Dejes	HEC Ulez	HEC Shkopet	HEC Bistr1	HEC Bistr2	HEC Lana-breg	TEC Vlore
Αριθμός Γενητριών	4	4	5	4	2	3	1	2	2
Ισχύς ανά γενήτρια	125	150	50	6.3	12	7.7	5	2.5	70+28
Εγκατεστημένη ισχύς στο σταθμό	500	600	250	25	24	24	5	5	98
Συνολική Ισχύς	**1.531**								

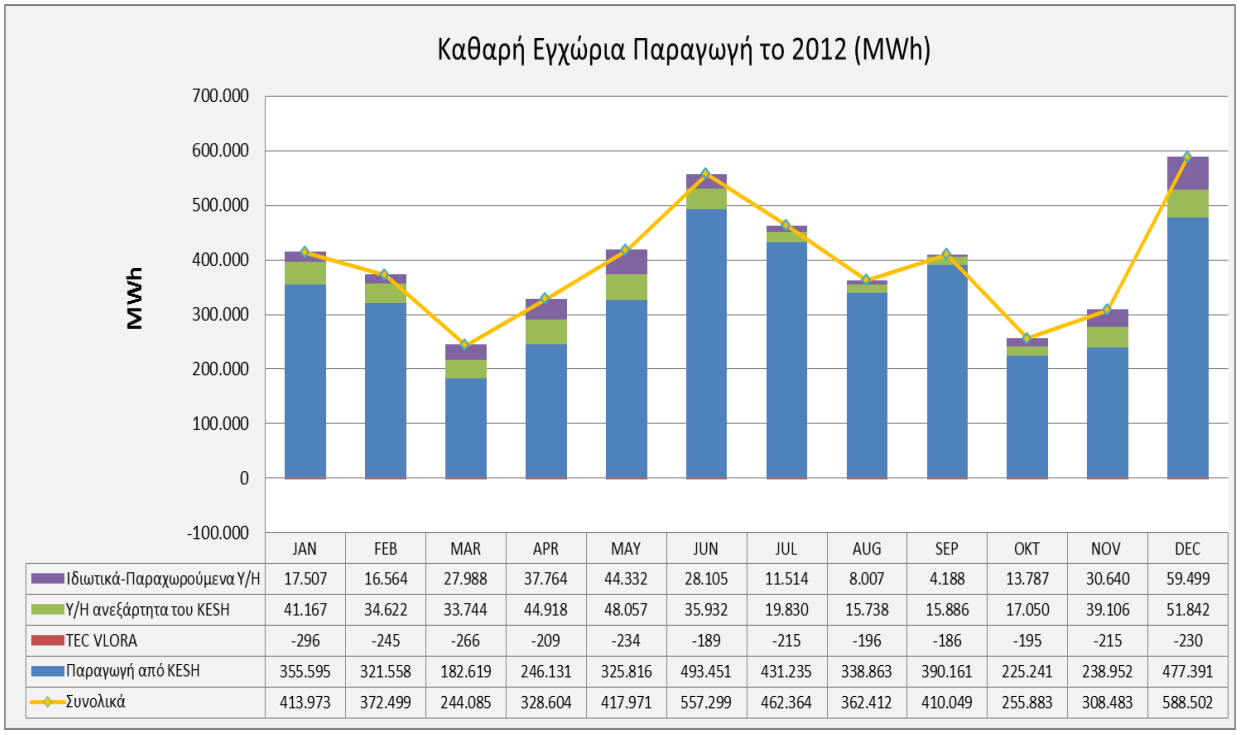
Λαμβάνοντας υπόψη και τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ, η οποία κυμαίνεται γύρω στα 195 MW, από τις ιδιωτικές εταιρείες παραγωγής, προκύπτει η τελική συνολική ισχύς της Αλβανίας, η οποία ανέρχεται στα 1.726 MW. Το 2010 η δημόσια παραγωγή πραγματοποιήθηκε μόνο από τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια.



Σχήμα 2. 6 Καθαρή ετήσια παραγωγή για το 2012

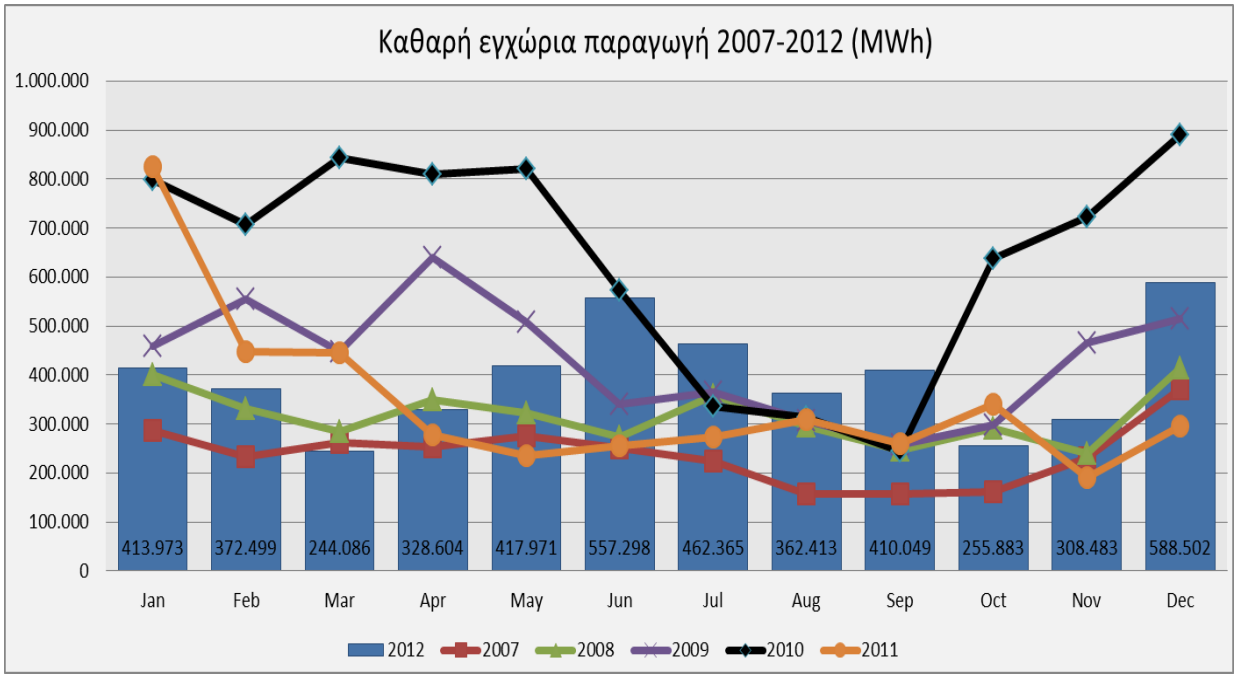
Πίνακας 2. 3 Παραγωγή για το 2012 σε MWh και σε ποσοστό της ολικής παραγόμενης ενέργειας

	Καθαρή παραγωγή (MWh)	**Ποσοστό παραγωγής (%)**
KESH	4.027.012	85,19
Υ/Η ανεξάρτητα του KESH	397.893	8,42
Ιδιωτικά-παραχωρούμενα Υ/Η	299.896	6,34
TEC-Vlora	-2.675	0,05



	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
Ιδιωτικά-Παραχωρούμενα Υ/Η	17.507	16.564	27.988	37.764	44.332	28.105	11.514	8.007	4.188	13.787	30.640	59.499
Υ/Η ανεξάρτητα του KESH	41.167	34.622	33.744	44.918	48.057	35.932	19.830	15.738	15.886	17.050	39.106	51.842
TEC VLORA	-296	-245	-266	-209	-234	-189	-215	-196	-186	-195	-215	-230
Παραγωγή από KESH	355.595	321.558	182.619	246.131	325.816	493.451	431.235	338.863	390.161	225.241	238.952	477.391
Συνολικά	413.973	372.499	244.085	328.604	417.971	557.299	462.364	362.412	410.049	255.883	308.483	588.502

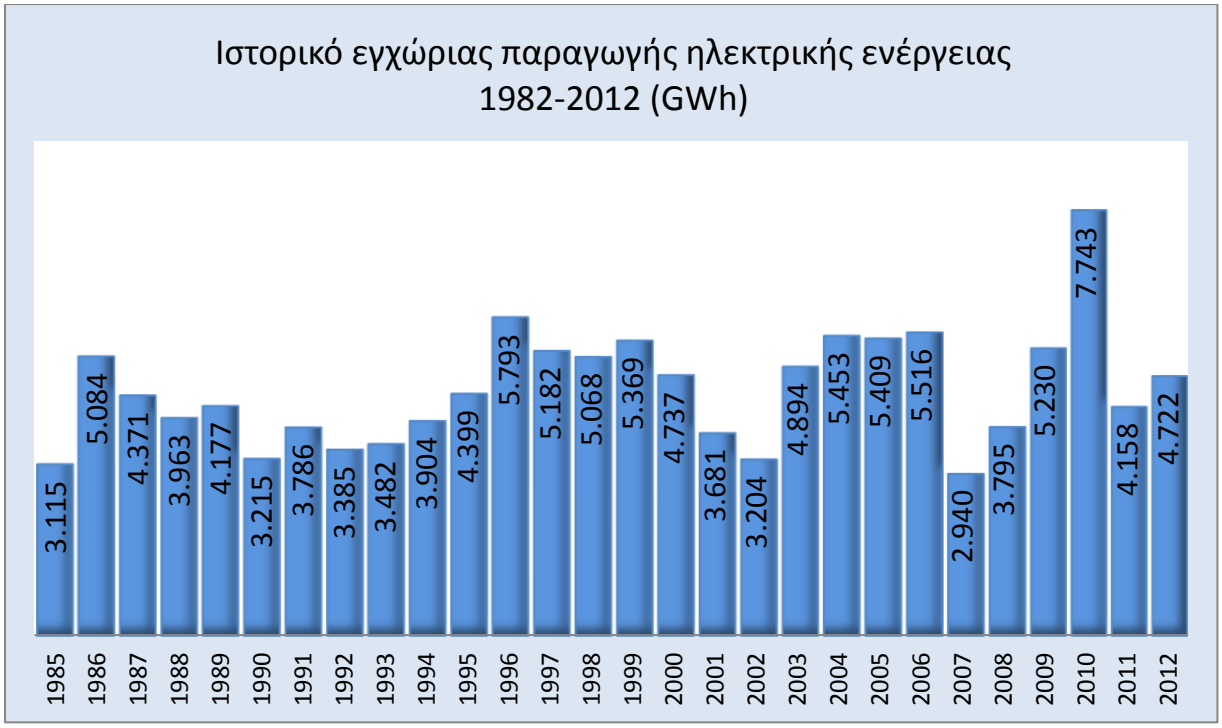
Σχήμα 2. 7 Καθαρή ετήσια παραγωγή για το 2012 σε μορφή γραφήματος



Σχήμα 2. 8 Καθαρή εγχώρια παραγωγή σε MWh από 2007-2012

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ERE 2012''

Υδρολογικά, το 2012 χαρακτηρίζεται σαν ένα έτος με μεγάλη αβεβαιότητα όσον αφορά τις παροχές, κάτι που δεν έχει θετικό αντίκτυπο στην παραγωγή ενέργειας. Η μέγιστη παραγωγή για το 2012 πραγματοποιήθηκε το Δεκέμβριο του 2012, με 566.604 MWh. Αυτή η μέγιστη παραγωγή πραγματοποιήθηκε εξ ολοκλήρου από σταθμούς που ανήκουν στην ιδιοκτησία της KESH με εγκατεστημένη ισχύ 1433 MW.



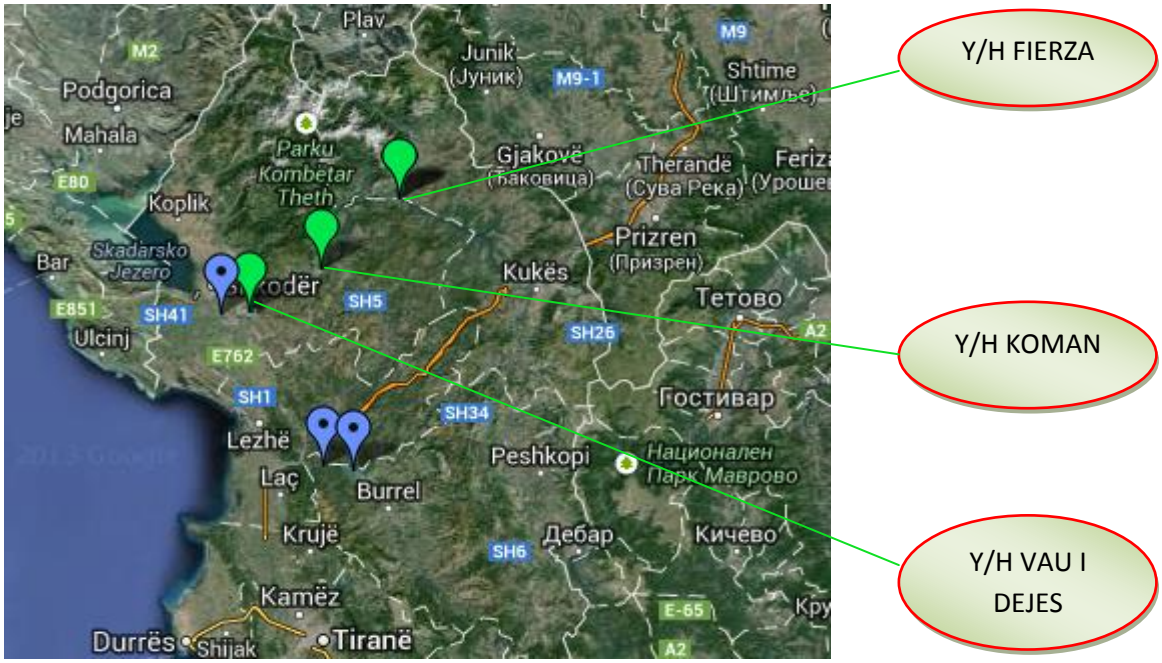
Σχήμα 2. 9 Ιστορικό καθαρής εγχώρια παραγωγή σε GWh από 1982-2012

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ERE 2012''

Από άποψη παραγωγής το 2007 ήταν το φτωχότερο έτος της περιόδου 1985- 2012, αφού η παραγωγή ανήλθε στις 2.918 GWh, δηλαδή 8 GWh την ημέρα. Αντιθέτως, η μέγιστη παραγωγή πραγματοποιήθηκε το 2010, όπου ξεπέρασε τις 7.743 GWh, δηλαδή 21,2 GWh την ημέρα. Ωστόσο, από την σύγκριση της ετήσιας παραγωγής ενέργειας για την περίοδο 2007 έως 2012 σημειώθηκαν εξαιρετικά μεγάλες διαφορές (το 2010 παράχθηκε ενέργεια 2,7 φορές περισσότερη από το ότι το 2007). Αυτή είναι μια σημαντική ένδειξη που υποδηλώνει την ευαισθησία και την αβεβαιότητα των ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, τα οποία τροφοδοτούνται εξ ολοκλήρου από υδροηλεκτρική ενέργεια και συνεπώς εξαρτώνται μόνο από τις υδρολογικές συνθήκες.

2.6. Μεγάλα Υδροηλεκτρικά

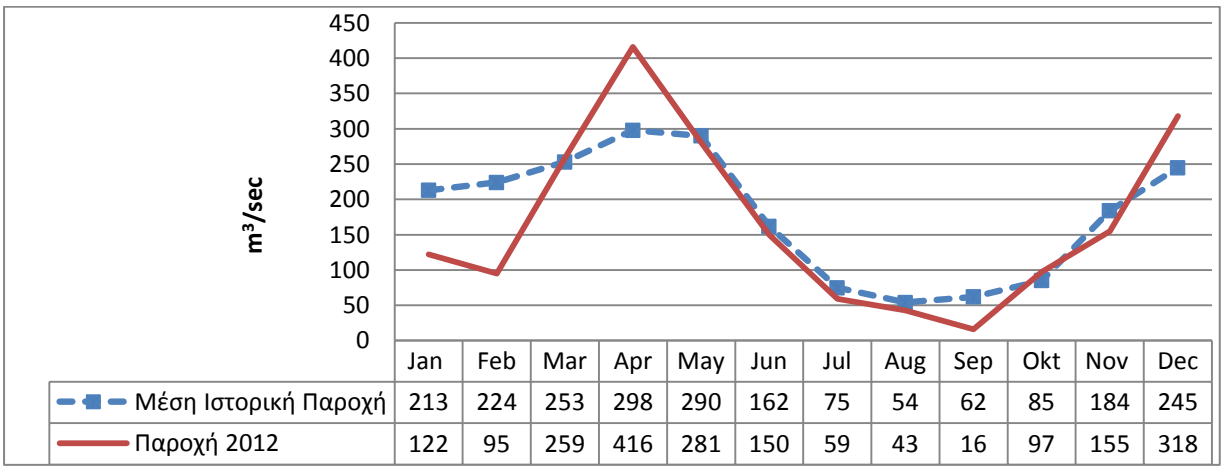
Η συνολική παραγωγή από το KESH Sh.a είναι 1531 MW από τα οποία τα 1.350 MW παράγονται από τα μεγάλα υδροηλεκτρικά του ποταμού Ντριν ι Ζι (Drin i zi). Ο ποταμός αυτός πηγάζει από τη λίμνη Οχρίδα και εκβάλλει στην Αδριατική Θάλασσα. Έχει συνολικό μήκος 149 km μέσα στα αλβανικά σύνορα και 56 km μέσα στα σύνορα της Π.Γ.Δ.Μ. Στο ποταμό αυτό έχουν κατασκευαστή τα 3 μεγάλα υδροηλεκτρικά που ονομάζονται HEC FIERZA, HEC KOMAN, HEC VAU I DEJES.



Σχήμα 2. 10 Τοποθεσία των μεγαλύτερων υδροηλεκτρικών

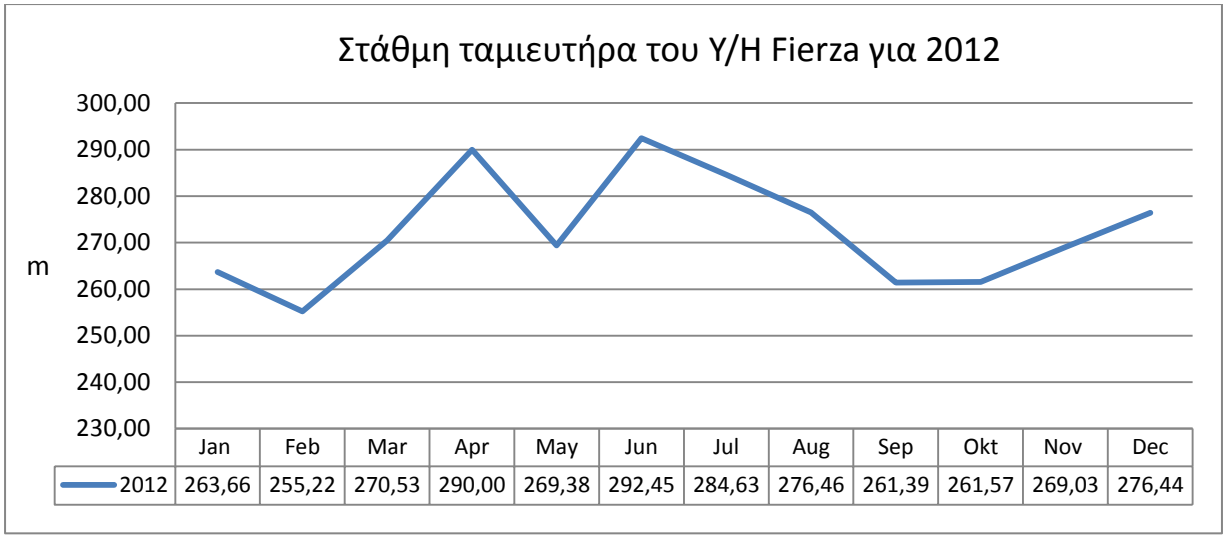
- **HEC FIERZA**

Ο υδροηλεκτρικός σταθμός της FIERZA είναι ο πρώτος από τους 3 σταθμούς και είναι σχετικά μεγάλος. Το έργο αποτελείται από ένα μεγάλο λιθόρριπτο φράγμα το οποίο βρίσκεται κοντά στο χωριό FIERZA Βορέας Αλβανίας. Έχει ύψος 167 m, ύψος ελεύθερης πτώσης 118 m και μήκος στη στέψη 380 m. Η κατασκευή του ολοκληρώθηκε το 1978. Ο σταθμός ,ο οποίος αποτελείται από 4 μονάδες τύπου Francis ισχύος 125 MW η καθεμία ,άρχισε την παραγωγή το 1981 με μια συνολική ισχύ 500 MW. Η μέση ετήσια παραγωγή είναι 1.800 GWh. Το φράγμα δημιουργεί έναν ταμιευτήρα συνολικής έκτασης 72,5 km^2 και ο συνολικός όγκος του ταμιευτήρα είναι 2.7 δις m^3. Εφ' όσον είναι ο πρώτος και έχει σχετικά μεγάλο ταμιευτήρα η λίμνη αυτή λειτουργεί και σαν διαχειριστής για το σύστημα των τριών ταμιευτήρων. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά υδρολογικά δεδομένα για αυτό το ταμιευτήρα.

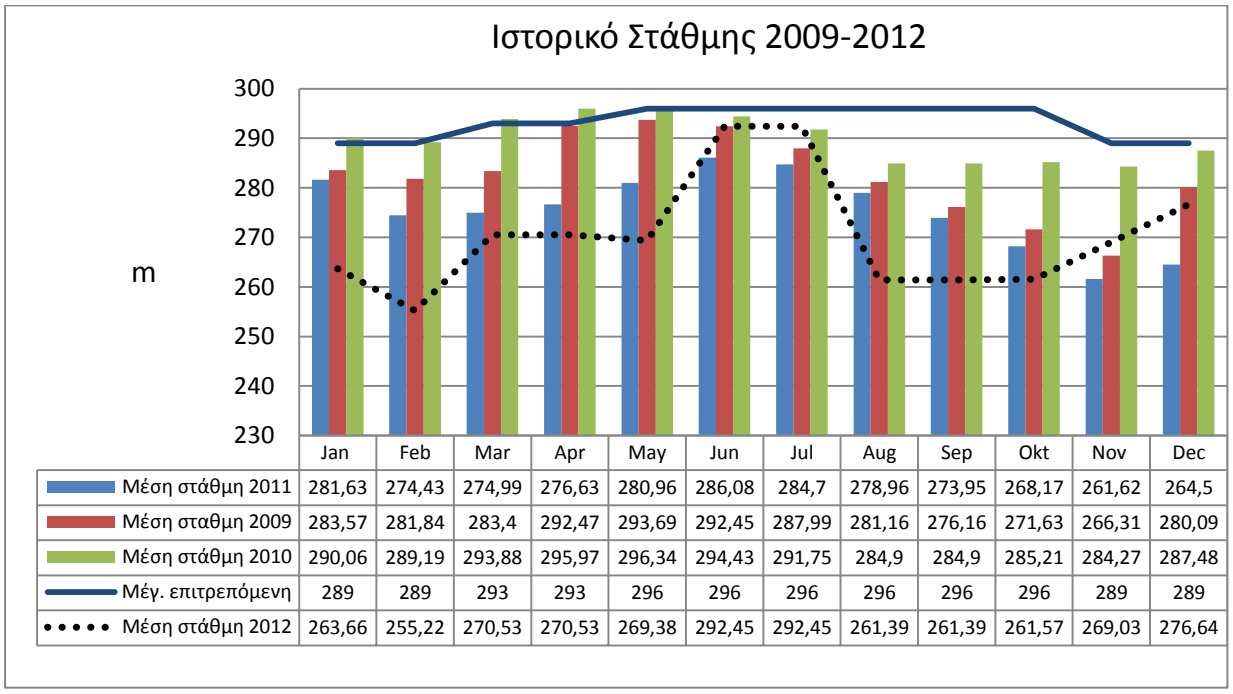


	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Μέση Ιστορική Παροχή	213	224	253	298	290	162	75	54	62	85	184	245
Παροχή 2012	122	95	259	416	281	150	59	43	16	97	155	318

Σχήμα 2. 11 Εισερχόμενες παροχές στο FIERZA



Σχήμα 2. 12 Στάθμη του ταμιευτήρα FIERZA



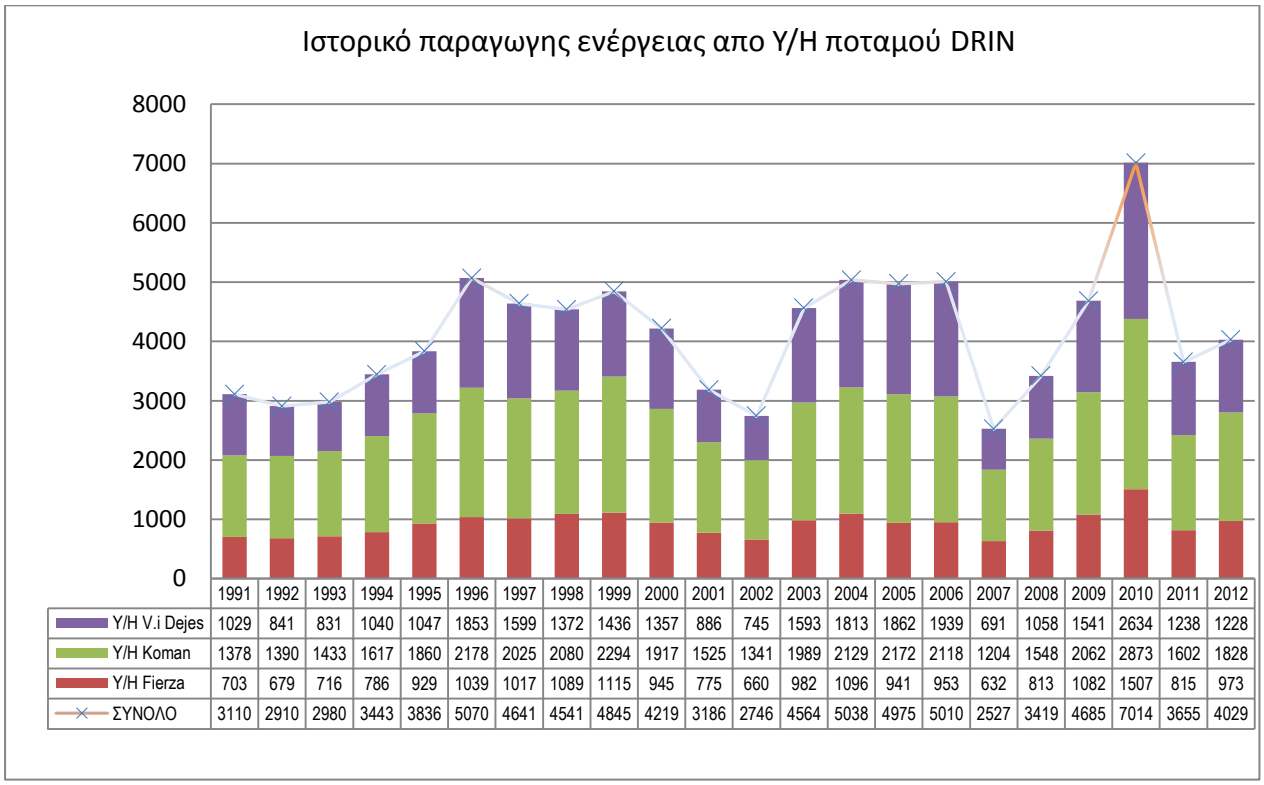
Σχήμα 2. 13 Ιστορικό στάθμης του ταμιευτήρα FIERZA 2009-2012

- **HEC KOMAN**

Ο υδροηλεκτρικός σταθμός του KOMAN είναι ο μεγαλύτερος σταθμός τοποθετημένος στον ποταμό Ntrin (drin). Το έργο αποτελείται από ένα μεγάλο λιθόρριπτο φράγμα το οποίο βρίσκεται κοντά στο χωριό KOMAN της Βορέας Αλβανίας. Έχει ύψος 125 m, ύψος ελεύθερης πτώσης 96m και μήκος 275 m. Η κατασκευή του ολοκληρώθηκε το 1985. Ο σταθμός, ο οποίος αποτελείται από 4 μονάδες τύπου Francis ισχύς 150 MW η καθεμία , άρχισε την παραγωγή το 1986 με μια συνολική ισχύ 600 MW. Η μέση ετήσια παραγωγή είναι 2060 GWh. Το φράγμα δημιουργεί έναν ταμιευτήρα συνολικής έκτασης 12 km^2 και ο συνολικός όγκος του ταμιευτήρα είναι 450 εκατομμ. m^3.

- **HEC VAU I DEJES**

Είναι ο μικρότερος από τους τρεις σταθμούς στον ποταμό Ντριν. Αποτελείται από λιθόρριπτο φράγμα με ανάντη πλάκα σκυροδέματος με ύψος 90 m, ύψος ελεύθερης πτώσης νερού 52 m. Η κατασκευή του τελείωσε το 1973 και από τότε είναι σε παραγωγή. Έχει 5 μονάδες τύπου Francis των 52 MW η καθεμία και μέγιστη συνολική ισχύς 260 MW. Η μέση ετήσια παραγωγή είναι 1000 GWh. Ο συνολικός όγκος του ταμιευτήρα είναι 560 εκατομμ. m^3 και το μέγιστο βάθος 75 m.



	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Υ/Η V.i Dejes	1029	841	831	1040	1047	1853	1599	1372	1436	1357	886	745	1593	1813	1862	1939	691	1058	1541	2634	1238	1228
Υ/Η Koman	1378	1390	1433	1617	1860	2178	2025	2080	2294	1917	1525	1341	1989	2129	2172	2118	1204	1548	2062	2873	1602	1828
Υ/Η Fierza	703	679	716	786	929	1039	1017	1089	1115	945	775	660	982	1096	941	953	632	813	1082	1507	815	973
ΣΥΝΟΛΟ	3110	2910	2980	3443	3836	5070	4641	4541	4845	4219	3186	2746	4564	5038	4975	5010	2527	3419	4685	7014	3655	4029

Σχήμα 2. 14 Ιστορικό παραγωγής από υδροηλεκτρικές μονάδες ποταμού Drin

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ERE 2012''

2.7. Παραγωγή ενέργειας από ιδιωτικούς φορείς και παραχωρούμενες μονάδες

Σήμερα, στην Αλβανία βρίσκονται σε λειτουργία 68 σταθμοί παραγωγής, οι οποίοι ανήκουν στην ιδιοκτησία συνολικά 40 διαφορετικών εταιρειών. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς αυτών των σταθμών είναι 195,8 MW, από τα οποία τα 120 MW αντιστοιχούν σε σταθμούς που ξεκίνησαν τη λειτουργία τους το 2012. Η συνεισφορά από τους ιδιωτικούς φορείς το 2012 εκτιμήθηκε γύρω στο 7% της εθνικής καθαρής συνολικής παραγωγής, δηλαδή περίπου 300 GWh. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί οτι αυτή η παραγωγή πραγματοποιήθηκε εξ ολοκλήρου από σταθμούς με ισχύ μικρότερη των 15 MW.

Πίνακας 2. 4 Ισχύς και παραγωγή των 13 από τους 16 σταθμούς που μπήκαν σε παραγωγή το 2012

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟ Υ/Η ΠΟΥ Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥΣ ΞΕΚΙΝΗΣΕ ΤΟ 2012 (MWh)			
ΕΤΑΙΡΕΙΑ	**ΟΝΟΜΑΣΙΑ Υ/Η**	**ΙΣΧΥΣ KW**	**ΠΑΡΑΓΩΓΗ**
		121.030	**78.456**
Malido Energji sh.p.k	HEC(Y/H) Klos (Mirdite)	1.520	**2.669**
Korkis 2009 sh.p.k	HEC(Y/H) Belisove (Berat)	430	**263**
Koka&ergi Energy peshk sh.p.k	HEC(Y/H) Peshk (Burrel)	3.430	**9.311**
Wenerg	HEC(Y/H) Dardha (Puke)	5.800	**5.268**
Power Elektrik Slabinja	HEC(Y/H) Slabinje (Korce)	13.800	**24.126**
Albanian Power sh.p.k	HEC(Y/H) Martanesh (Bulqize)	10.500	**5.624**
Hydroborsh sh.p.k	HEC(Y/H) Fterre (Sarande)	3.080	**2.987**
DN & NAT Energji	HEC(Y/H) Kumbull (Mirdite)	630	**692**
Gjospa Power	HEC(Y/H) Lapaj (Kukes)	13.620	**8.624**
Energji Ashta sh.p.k	HEC(Y/H) Ashta 1 (Shkoder)	45.000	**8.819**
	HEC(Y/H) Selishte (Diber)	2.000	**763**
Erdat Lura sh.p.k	HEC(Y/H) Lura 1,2,3 (Diber)	16.220	**880**
Hydropower plant of Korca	HEC(Y/H) Verba 1,2 (Korce)	5.000	**510**

Πίνακας 2. 5 Οι μη δημόσιοι φορείς που συνεισέφεραν στην παραγωγή ενέργειας για το έτος 2012

ΠΑΡΑΓΩΓΕΣ ΑΠΟ ΙΔΙΩΤΙΚΑ-ΥΠΟ ΠΑΡΑΧΩΡΗΣΗ Υ/Η ΤΟ 2011 ΚΑΙ 2012 (MWh)				
ΕΤΑΙΡΕΙΑ	**ΟΝΟΜΑΣΙΑ Υ/Η**	**ΙΣΧΥΣ KW**	**2011**	**2012**
		195.825	**136.832**	**299.895**
Marjakaj sh.p.k	HEC Bene	256	**1.098**	**1.173**
WTS Energji sh.p.k	HEC Tamare	150	**671**	**759**
Selce sh.p.k	HEC Selce	400	**1.098**	**1.579**
Maksi Elektrik sh.p.k	HEC 1 & 2 Leskovik	172	**756**	**752**
Spahiu Gjanc sh.pk	HEC Gjanc	2.960	**5.118**	**8.721**
Wonder Power sh.p.k	HEC Bogove	2.500	**4.771**	**7.342**
Amal sh.p.k	HEC Xhyre	250	**1.153**	**1.573**
Emikel Sh.p.k	HEC Lenije	400	**2.252**	**2.341**
	HEC Corovode	400	**576**	**908**
	HEC Tucep	200	**1.098**	**321**
Favina sh.p.k	HEC Vithkuq 1	2.715	**6.265**	**11.496**
Juana sh.p.k	HEC Orinje	75	**405**	**459**
Sarolli sh.p.k	HEC Shpelle	117	**412**	**416**
Projeksion Energji sh.a	HEC Rehove	100	**395**	**12**
	HEC Treske 1	130	**631**	**98**
	HEC Carshove	70	**0**	**0**
Albanian Green Energy sh.p.k	HEC Smokthine	9.200	**31.042**	**30.451**
Balkan Green Energy sh.p.k	HEC Bulqize 1	600	**1.241**	**1.432**
	HEC Homesh	325	**510**	**576**

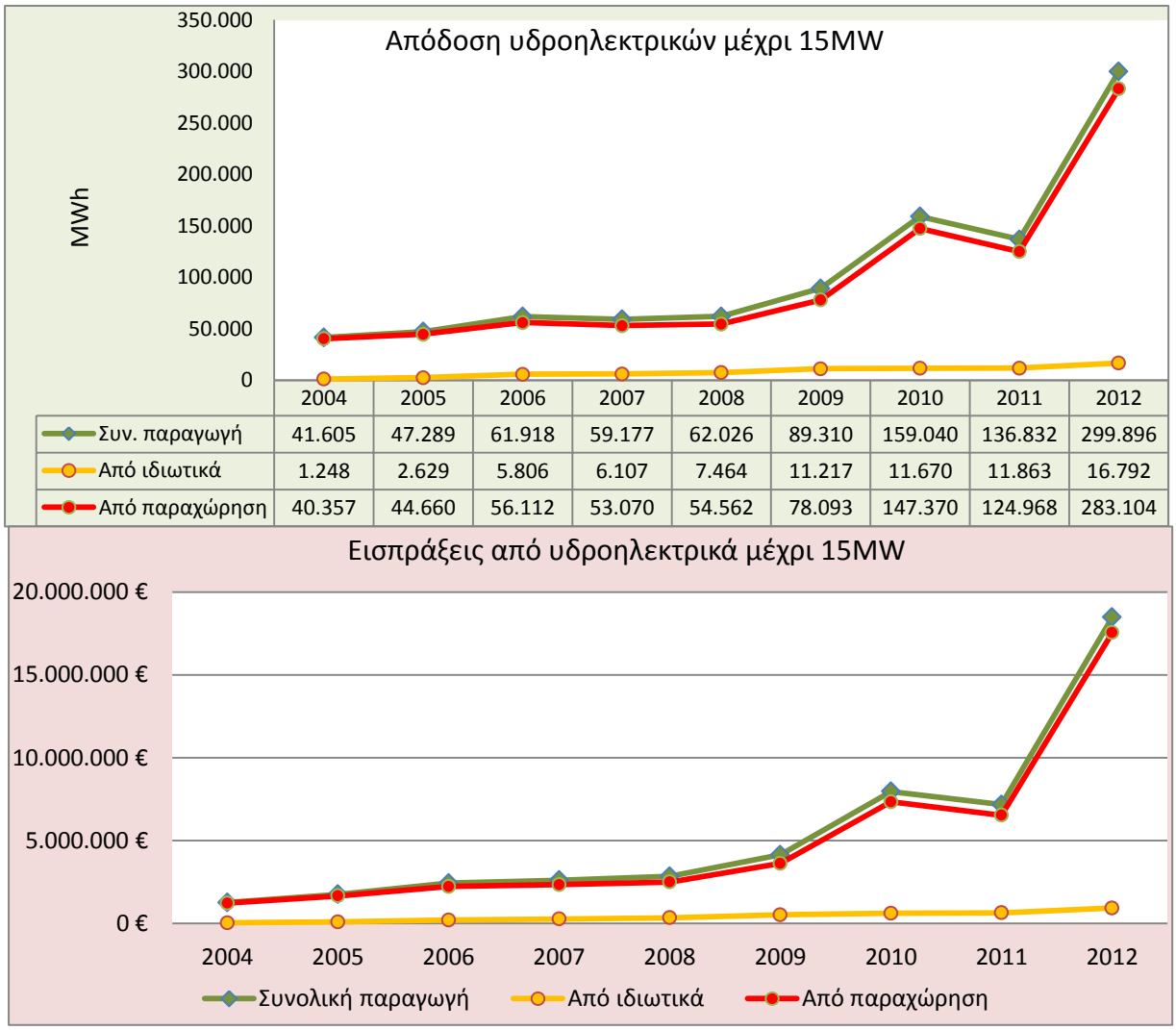
	HEC Zerqan	625	**1.299**	**904**
	HEC Arras	4.800	**11.784**	**14.928**
	HEC Lure	750	**750**	**508**
	HEC Orogjost	1.200	**4.215**	**2.643**
	HEC Lekbibaj	1.400	**315**	**4.329**
	HEC Dukagjin	640	**1.829**	**1.956**
	HEC Marjan	200	**334**	**333**
	HEC Lozhan	100	**323**	**259**
	HEC Barmash	630	**897**	**1.493**
	HEC Treske 2	250	**687**	**736**
	HEC Nikolice	700	**1.827**	**1.702**
	HEC Funare	1.920	**4.671**	**5.787**
	HEC Lunik	200	**724**	**1.007**
	HEC Kerpice	420	**792**	**919**
	HEC Ujanik	630	**943**	**1.438**
	HEC Borsh	250	**795**	**906**
	HEC Leshnice	375	**541**	**575**
	HEC Velcan	1.200	**1.327**	**1.800**
	HEC Shoshaj		**0**	**0**
	HEC Voskopoje		**0**	**0**
	HEC Piqerras		**0**	**0**
	HEC Muhur	250	**941**	**908**
	HEC Rajan	1.020	**126**	**2.784**
	HEC Tucep	0	**0**	**0**
En.Kush sh.p.k	HEC Bicaj	100	**131**	**48**
Ansara Koncesion sh.p.k	HEC Ansara	75	**708**	**306**

HEC Tervol	HEC Tervol	10.600	**21.736**	**35.615**
Hidro Albania Energy	HEC Cernalev	800	**2.669**	**2.989**
HEC Bishnica 1,2 sh.p.k	HEC Bishnice	2.400	**6.282**	**5.056**
Dishnica Energji	HEC Dishnice	200	**499**	**509**
Elektro Lubonja sh.p.k	HEC Lubonje	300	**229**	**461**
HP Ostrovica Energy sh.p.k	HEC Faqekuq	6.720	**5.874**	**16.072**
Dosku Energy sh.p.k	HEC Gizavesh	500	**783**	**1.552**
Hidroinvest 1 sh.p.k	HEC Stranik	4.420	**839**	**10.790**
Energo Sas sh.p.k	HEC Sasaj	8.600	**2.170**	**27.946**
Erm a MP shpk	HEC Carshove	1.500	**300**	**3.774**
Malido Energji sh.p.k	HEC(Y/H) Klos (Mirdite)	1.520	**0**	**2.669**
Korkis 2009 sh.p.k	HEC(Y/H) Belisove (Berat)	430	**0**	**263**
Koka&ergi Energy peshk sh.p.k	HEC(Y/H) Peshk (Burrel)	3.430	**0**	**9.311**
Wenerg	HEC(Y/H) Dardha (Puke)	5.800	**0**	**5.268**
Power Elektrik Slabinja	HEC(Y/H) Slabinje (Korce)	13.800	**0**	**24.126**
Albanian Power sh.p.k	HEC(Y/H) Martanesh (Bulqize)	10.500	**0**	**5.624**
Hydroborsh sh.p.k	HEC(Y/H) Fterre (Sarande)	3.080	**0**	**2.987**
DN & NAT Energji	HEC(Y/H) Kumbull (Mirdite)	630	**0**	**692**

Gjospa Power	HEC(Y/H) Lapaj (Kukes)	13.620	**0**	**8.624**
Energji Ashta sh.p.k	HEC(Y/H) Ashta 1 (Shkoder)	45.000	**0**	**8.819**
	HEC(Y/H) Selishte (Diber)	2.000	**0**	**763**
Erdat Lura sh.p.k	HEC(Y/H) Lura 1,2,3 (Diber)	16.220	**0**	**880**
Hydropower plant of Korca	HEC(Y/H) Verba 1,2 (Korce)	5.000	**0**	**510**

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ERE 2012''

Επίσης στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η παραγωγική επίδοση των μικρών σχετικά υδροηλεκτρικών έργων (μέχρι 15 MW), κατά την περίοδο 2004-2012. Παρατηρούμε μια σημαντική αύξηση της παραγωγής το 2010, η οποία οφείλεται όχι μόνο στην εγκατάσταση νέων μονάδων παραγωγής, αλλά και στις μεγάλες βροχοπτώσεις που πραγματοποιήθηκαν εκείνο το έτος. Η σημαντικότερη αύξηση όμως, όπως αναφέραμε και προηγούμενως, παρατηρήθηκε το 2012 λόγο της εγκατάστασης πολλών νέων μονάδων.



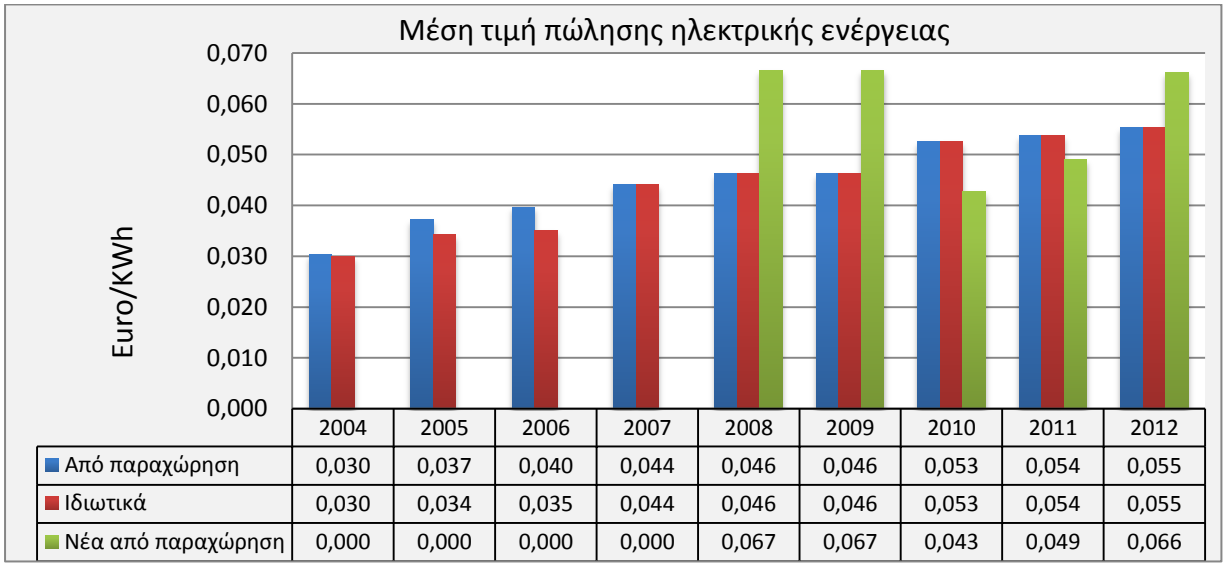
Σχήμα 2. 15 α) Απόδοση υδροηλεκτρικών μέχρι 15 MW β) Εισπράξεις από υδροηλεκτρικά μέχρι 15 MW

Τα εισοδήματα είχαν μια ραγδαία αύξηση το 2012, όπου από 1 δις Leke (7,2 εκατομμ. Ευρώ) που ήταν στο τέλος του 2011 έγιναν 2,5 δις Leke (18 εκατομμ. Ευρώ) στο τέλος του 2012.

2.8. Τιμές πώλησης Ηλεκτρικής ενέργειας

Παρατηρούμε μια αύξηση της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω της αύξησης της τιμής ενέργειας από εισαγωγές. Για το 2012 η τιμή πώλησης της ενέργειας από τις καινούργιες υδροηλεκτρικές μονάδες ήταν 9,3 leke/KWh (~0,067 €/ KWh), με άλλα λόγια 34.9% υψηλότερη από την τιμή του 2011. Για τους υπάρχοντες υδροηλεκτρικούς σταθμούς οι όποιοι ιδιωτικοποιήθηκαν ή παραχωρήθηκαν σε ιδιωτικούς φορείς, εξαιτίας της εκτίμησης της τιμής πώλησης με την άλλη μεθοδολογία οι τιμές για την περίοδο 2010-2012 δεν παρουσίαζαν μεγάλες διακυμάνσεις. Για το 2012 η εγκεκριμένη τιμή πώλησης ήταν 7,77 leke/kWh (~0,056 €/ KWh) από 7,57 leke/KWh που ήταν το προηγούμενο χρόνο (δηλαδή 2,6 % αύξηση).

Οι μεθοδολογίες εκτίμησης των τιμών πώλησης είναι δύο. Η μία είναι για τους παλιούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς, οι όποιοι ιδιωτικοποιηθήκαν ή παραχωρηθήκαν σε ιδιωτικούς φορείς . Η τιμή πώλησης για αυτήν την κατηγορία ανήκει στη μεσαία τάξη στο τιμολόγιο των πελατών. Ενώ, η άλλη μεθοδολογία αφορά τις καινούργιες ιδιωτικές ή τις υπό παραχώρηση υδροηλεκτρικές μονάδες που κατασκευάστηκαν μετά το 2008. Η εκτίμηση της τιμής πώλησης με αυτή τη μεθοδολογία βασίζεται στην εκάστοτε τιμή της εισαγόμενης ενέργειας και στην αντίστοιχη συναλλαγματική ισοτιμία.



	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Από παραχώρηση	0,030	0,037	0,040	0,044	0,046	0,046	0,053	0,054	0,055
Ιδιωτικά	0,030	0,034	0,035	0,044	0,046	0,046	0,053	0,054	0,055
Νέα από παραχώρηση	0,000	0,000	0,000	0,000	0,067	0,067	0,043	0,049	0,066

Σχήμα 2. 16 Μέση τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ERE 2012''

Για τα υπάρχοντα μεγάλα υδροηλεκτρικά η τιμή της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας είναι μικρότερη από τις παραπάνω τιμές. Οι δυο εταιρίες που είναι υπεύθυνες για την παράγωγη και πώληση, η KESH-GEN και FPSH(Χονδρικός Δημόσιος Προμηθευτής), έχουνε διαφορετικές τιμές παραγωγής και πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας.

Η KESH-GEN ,η οποία είναι υπεύθυνη για την παραγωγή, για το 2012 είχε μέση τιμή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας 0,61 leke/kWh. Ενώ η FPSH (Χονδρικός Δημόσιος

Προμηθευτής) πουλάει την ενέργεια σε μέση τιμή 2,2 leke/kWh. Η τιμή αυτή για το 2012-2014 είχε αρχικά οριστεί 2,83 leke/kWh από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας αλλά λόγω διαφόρων παραγόντων αναγκάστικε να την αλλάξει.

Όσο αφορά το σύστημα μεταφοράς η τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας είναι 0,65 leke/kWh αλλά αναμένεται μια αύξηση της τάξης 5 % σε αυτή τη τιμή.

Οι τιμές πώλησης ενέργειας από το σύστημα διανομής διαφέρουν με βάση το είδος του καταναλωτή. Ο παρακάτω πίνακας μας δίνει τις τιμές πώλησης για διάφορους καταναλωτές της ηλεκτρικής ενέργειας.

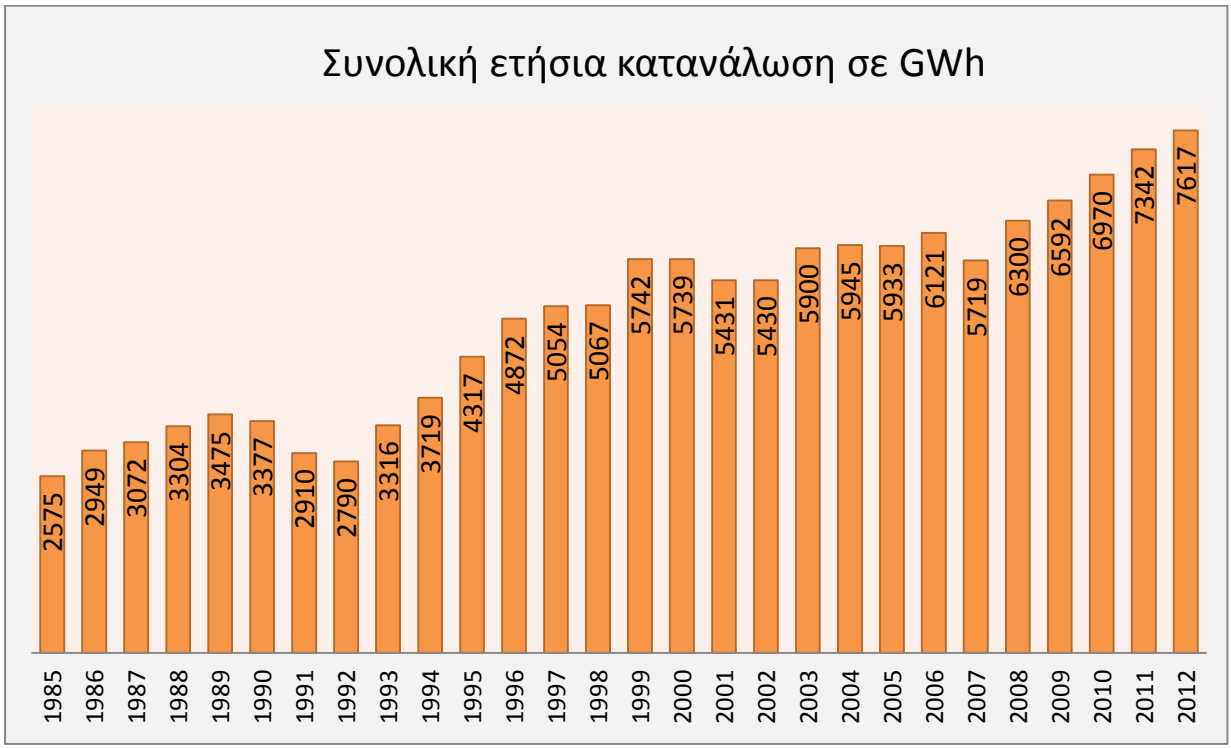
Πίνακας 2. 6 Η τιμή ηλεκτρικής ενέργειας για διάφορες κατηγορίες

ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ	Κατηγορία Καταναλωτών	Περίοδος 2012-2014	
		Τιμή (€/kWh)	Μέγιστη Τιμή (€/kWh)
ΜΕΣΗ ΤΑΣΗ	**Καταναλωτές που προμηθεύονται από γραμμή 35 kV**	0,061	0,070
	Βιομηχανία	0,061	0,070
	Εμπόριο και υπηρεσίες	0,061	0,070
	Γεωργία	0,061	0,070
	Άλλα	0,061	0,070
	Καταναλωτές που προμηθεύονται από γραμμή 20/10/6 kV		
	Βιομηχανία	0,065	0,075
	Εμπόριο και υπηρεσίες	0,071	0,082
	Φούρνοι και παραγωγή αλευριού	0,051	0,058
	Γεωργία	0,062	0,071
	Άλλα	0,069	0,080
	Κρατικά	0,082	0,094
ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΗ	**Καταναλωτές που προμηθεύονται από γραμμή Χαμηλής Τάσης**		
	Βιομηχανία	0,075	0,086
	Εμπόριο και υπηρεσίες	0,087	0,100
	Φούρνοι και παραγωγή αλευριού	0,054	0,062
	Γεωργία	0,075	0,086
	Άλλα	0,086	0,099
	Κρατικά	0,100	0,115
	Οικιακές		
	Μέχρι 300 kWh	0,055	
	Άνω των 300 kWh	0,023	
	Βασικό πάγιο (για μηδενική κατανάλωση) €/μήνα	1,428	
	Τιμή για κατανάλωση ενέργειας σε κοινόχρηστους χώρους (€/kWh)	0,057	

2.9. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

Κατά την διάρκεια του 2012 παρουσιάστηκαν αρκετές δυσκολίες στην καταγραφή της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Οι σημαντικότεροι λόγοι ήταν η έλλειψη συγκεκριμένων προγραμμάτων και η απουσία οργανομένου πλάνου, οι τυχόν ασάφειες

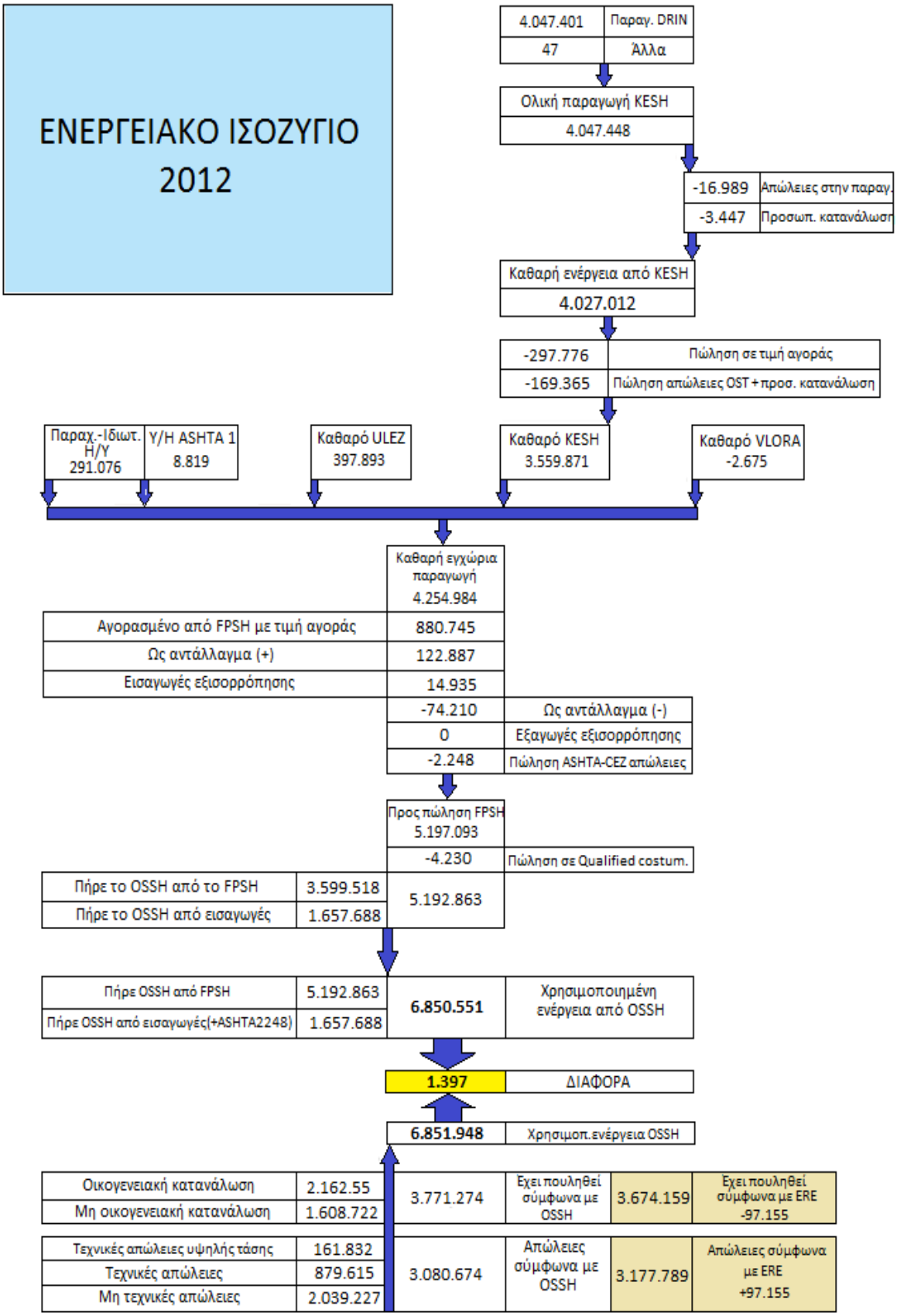
στις αναφορές των ελεγκτών, αλλά και η έλλειψη συντονισμού και αποτελεσματικής συνεργασίας μεταξύ των φορέων.



Σχήμα 2. 17 Συνολική ετήσια κατανάλωση σε GWh από 1985-2012

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ΕΡΕ 2012''

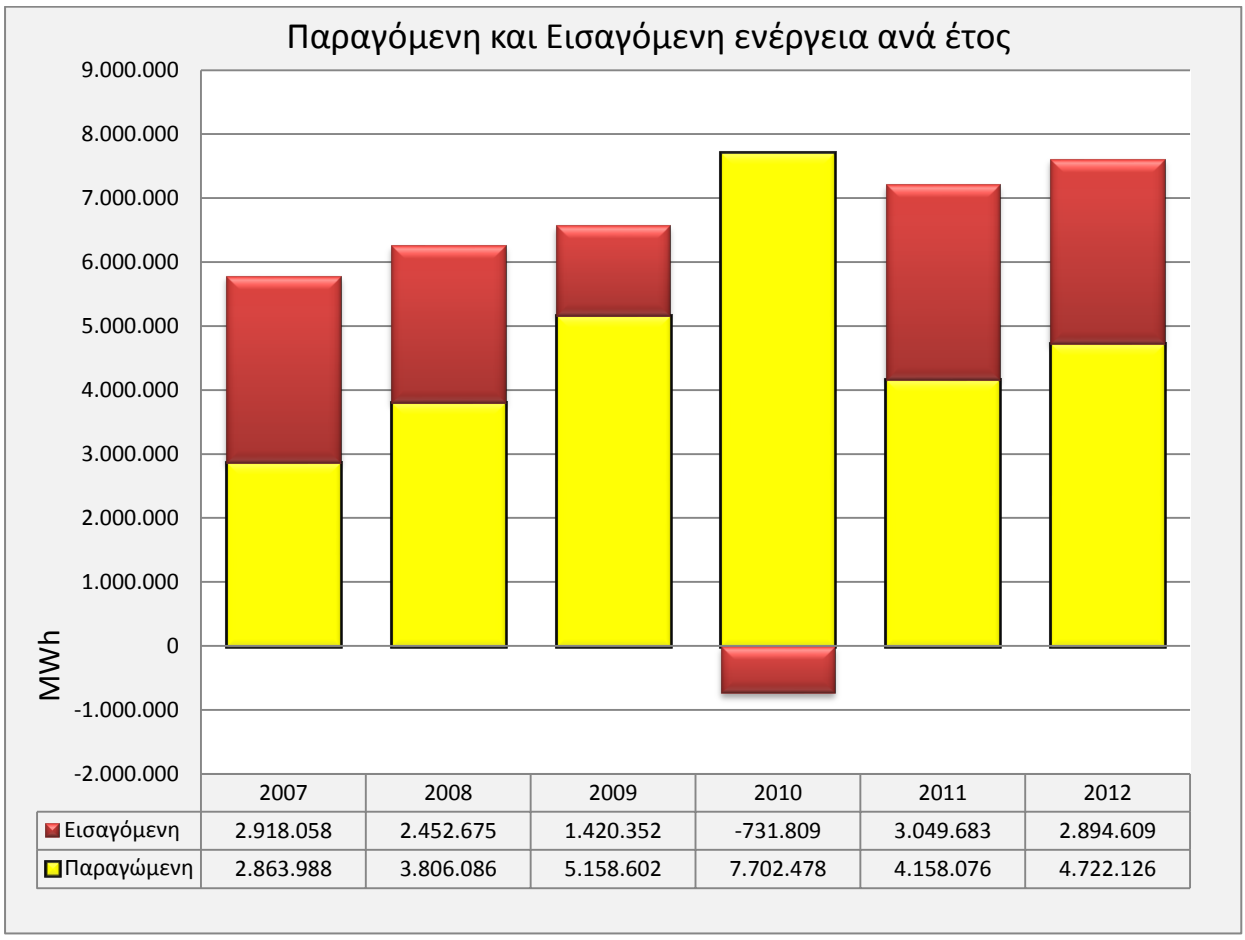
Η μέση ετήσια αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για αυτή την περίοδο είναι σε απόλυτη τιμή 183 GWh/έτος.



Σχήμα 2. 18 Ενεργειακό ισοζύγιο για το έτος 2012

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ERE 2012''

2.10. Παραγωγή και εκπλήρωση ζήτησης από εισαγωγές



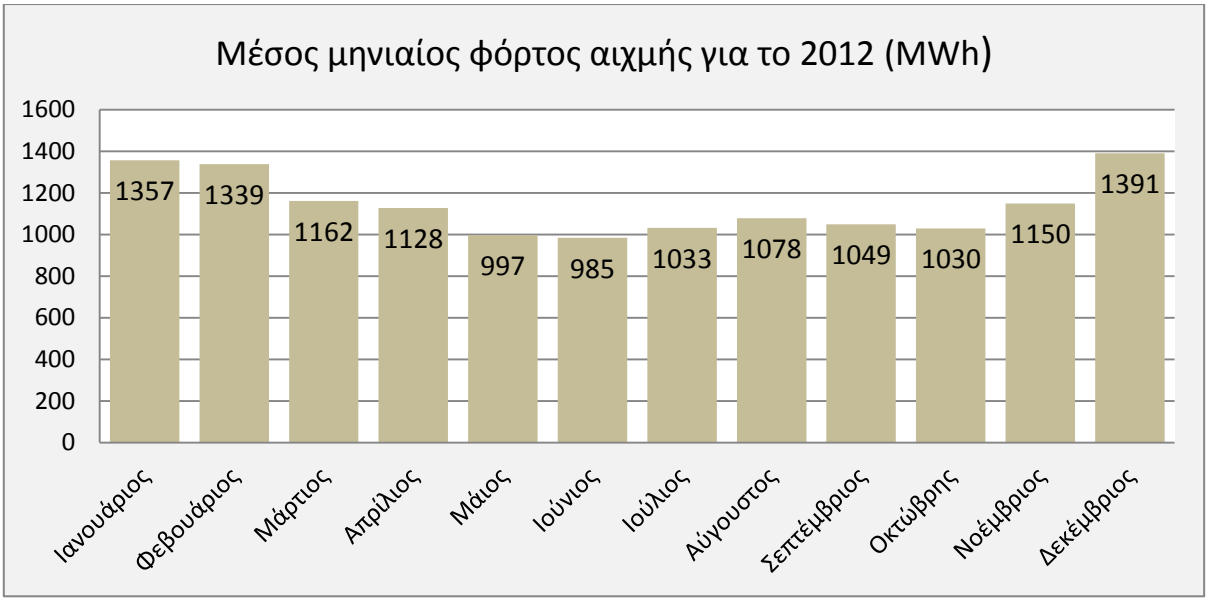
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Εισαγόμενη	2.918.058	2.452.675	1.420.352	-731.809	3.049.683	2.894.609
Παραγώμενη	2.863.988	3.806.086	5.158.602	7.702.478	4.158.076	4.722.126

Σχήμα 2. 19 Παραγόμενη και εισαγόμενη ενέργεια ανά έτος

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ERE 2012''

Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται η καμπύλη ζήτησης που προκύπτει από τις ανάγκες των καταναλωτών. Με το κίτρινο χρώμα απεικονίζεται η παραχθείσα ενέργεια, ενώ με το κόκκινο η συνολική εισαχθείσα. Παρατηρούμε ότι το 2012 είχαμε τη μέγιστη κατανάλωση που έχει καταγραφεί ποτέ στην Αλβανία, αφού η κατανάλωση έφτασε την τιμή των 7,616 TWh. Από το 1985 η κατανάλωση έχει μια σταθερή αυξητική τάση, της τάξης του 4% ανά έτος.

Ωστόσο, δεν είναι μόνο η κατανάλωση που έχει την τάση να αυξάνεται, αλλά και ο μέγιστος φόρτος, ο οποίος από τα 420 MW που ήταν το 1985, έφτασε το 2012 τα 1.436 MW.



Σχήμα 2.20 Ο μέγιστος φόρτος σε όλους τους μήνες του 2012

2.11. Δομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

Η οικογενειακή κατανάλωση στην Αλβανία καλύπτει το 54% της συνολικής. Το 75,4 % εξ αυτών, ανήκουν στην κατηγορία κατανάλωσης μέχρι 300 KWh/μήνα, στην οποία διαπιστώθηκε μια αύξηση 5% σε σχέση με το 2011. Μια σημαντική θέση στη συνολική κατανάλωση κατέχουν οι δημόσιοι και μη δημόσιοι* χρήστες ηλεκτρισμού. Μη δημόσιοι χρήστες θεωρούνται οι κρατικές εταιρείες που είναι αυτόνομες και τα εξοδά τους δεν αποτελούν μέρος του ετήσιου προϋπολογισμού του κράτους. Στις κύριες και χαρακτηριστικές εταιρείες αυτής της κατηγορίας ανήκουν οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού και οι εταιρείες διαχείρισης ύδρευσης .

Σχήμα 2. 21 Η κατανομή ενεργείας στην Αλβανία

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ERE 2012''

Σε μια κανονική μέρα, οι ώρες μεγίστου φόρτου είναι οι βραδινές, δηλαδή από τις 19.00 έως τις 22.00. Σε αυτές τις συγκεκριμένες ώρες παρατηρούμε μια πιο έντονη δραστηριότητα κυρίως στην καταναλωτική ομάδα των οικογενειών.

Από την μελέτη του ετησίου προφίλ της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, προκύπτει μια συμμετρία στην κατανάλωση για το χειμώνα-καλοκαίρι. Από τον Απρίλιο ως το Σεπτέμβριο έχουμε σταθερή κατανάλωση, ενώ στους 3 προηγούμενους και στους 3 επόμενους μήνες έχουμε μια συμμετρική αύξηση του φόρτου, η οποία οφείλεται στην αυξομείωση των θερμοκρασιών και την χρησιμοποίηση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση ή ψύξη. Για αυτό το λόγο η κάθε σημαντική θερμοκρασιακή μεταβολή αντικατοπτρίζεται στην ημερήσια κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια τάση αύξησης του φόρτου το μήνα Αύγουστο λόγο της αυξημένης χρήσης στους κλιματιστικούς εξοπλισμούς.

2.12. Εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας

Για να καλυφθούν οι ανάγκες της αλβανικής αγοράς, οι KESH και CEZ(OSSH) αναγκάζονται τα τελευταία χρόνια να αγοράσουν περαιτέρω ενέργεια. Πιο συγκεκριμένα, το KESH όταν η ενέργεια που παράγει δεν επαρκεί για την κάλυψη της ζήτησης, καταφεύγει στη λύση του να εισάγει ενέργεια. Ταυτόχρονα, η CEZ(OSSH) αναγκάζεται να εισάγει ενέργεια για να καλύψει τις απώλειες που προκύπτουν κατά την διανομή.

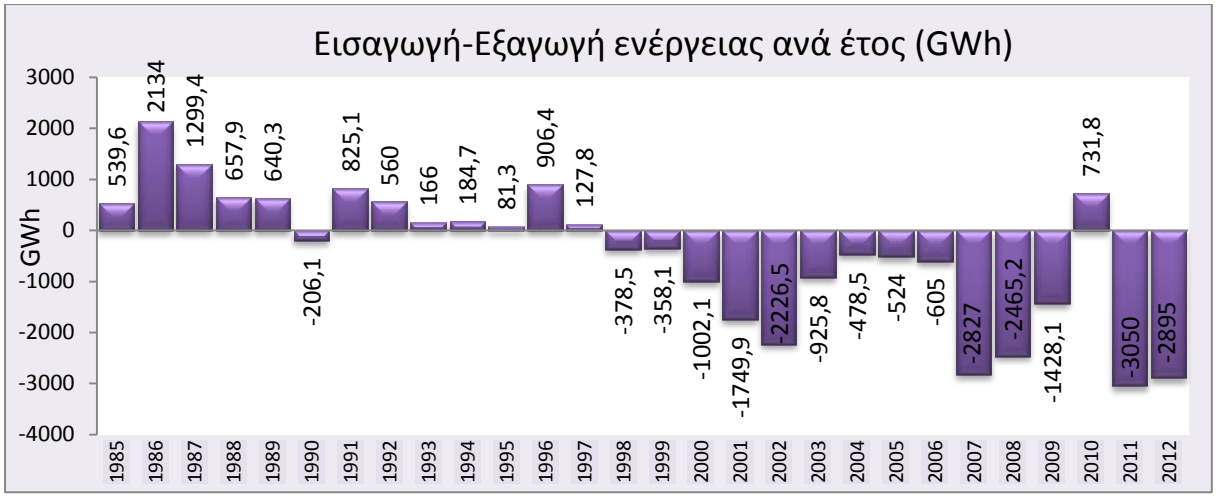
Πίνακας 2. 7 Οι εισαγωγές για κάθε μήνα του 2012

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	**Σύνολο 2012**
Εισαγωγές από OSSH (Απώλειες)	111.600	278.400	370.037	237.600	166.320	151.200	79.512	186.929	53.194	22.896	0	0	**1.657.688**
Εισαγωγές από KESH	19.200	46.984	0	0	0	0	0	0	0	243.662	224.885	149.833	**880.745**

Ιστορικά, από το 1985 μέχρι το 1998 η Αλβανία ήταν ένα κράτος που καθαρά εξήγαγε ενέργεια. Όμως, από το 1998, η Αλβανία έχει μετατραπεί σε ένα κράτος που συστηματικά εισάγει ενέργεια. Παρακάτω έχουμε μερικά σχήματα που επεξηγούν την κατάσταση εισαγωγών-εξαγωγών καλύτερα.

Πίνακας 2. 8 Οι εισαγωγές ,εξαγωγές στη διάρκεια του 2012

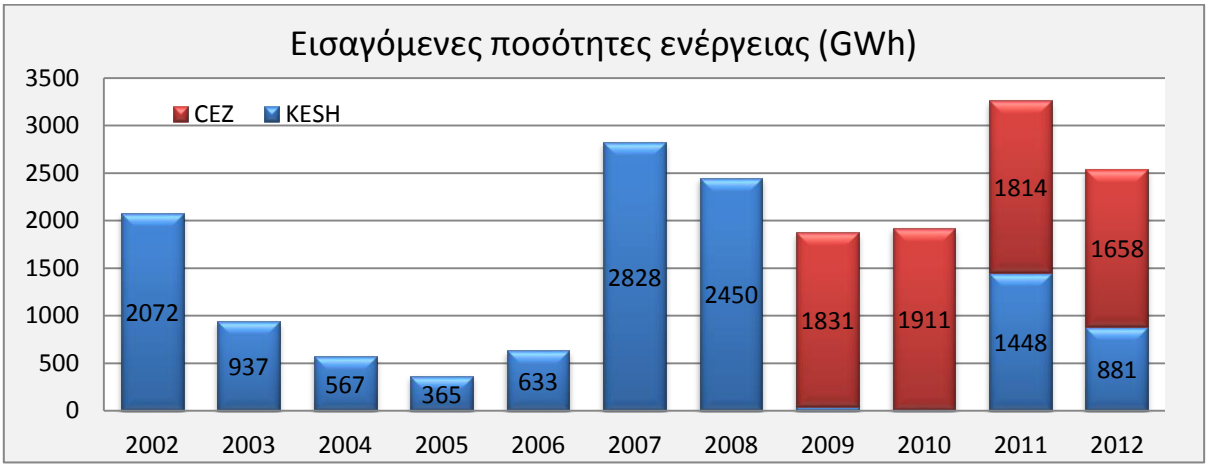
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	2012
Εισαγωγή	365.095	353.615	390.482	287.220	205.195	104.486	172.186	271.497	174.055	315.071	321.620	269.620	3.230.144
Εξαγωγή	10.290	19.908	5.535	5.148	58.627	99.862	20.376	13.495	30.984	9.296	10.305	51.708	335.535
Διαφορά	*354.805*	*333.707*	*384.947*	*282.072*	*146.568*	*4.624*	*151.810*	*258.002*	*143.071*	*305.775*	*311.315*	*217.912*	2.894.609



Σχήμα 2. 22 Η κατάσταση εισαγωγών-εξαγωγών ενέργειας από το 1985 μέχρι το 2012 από όλες τις εταιρείες και τους φορείς

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Παραγωγή	3.204	4.974	5.467	5.409	5.516	2.933	3.770	5.201	7.702	4.158	4.725
Εισαγωγή	2.072	937	567	365	633	2.828	2.417	1.884	1.911	3.262	2.538
Προμήθεια	5.430	5.900	5.945	5.933	6.121	5.719	6.300	6.593	6.970	7.342	7.617

Σχήμα 2. 23 Η επίδοση παραγωγής, εισαγωγών και εξαγωγών στη περίοδο 2002-2012



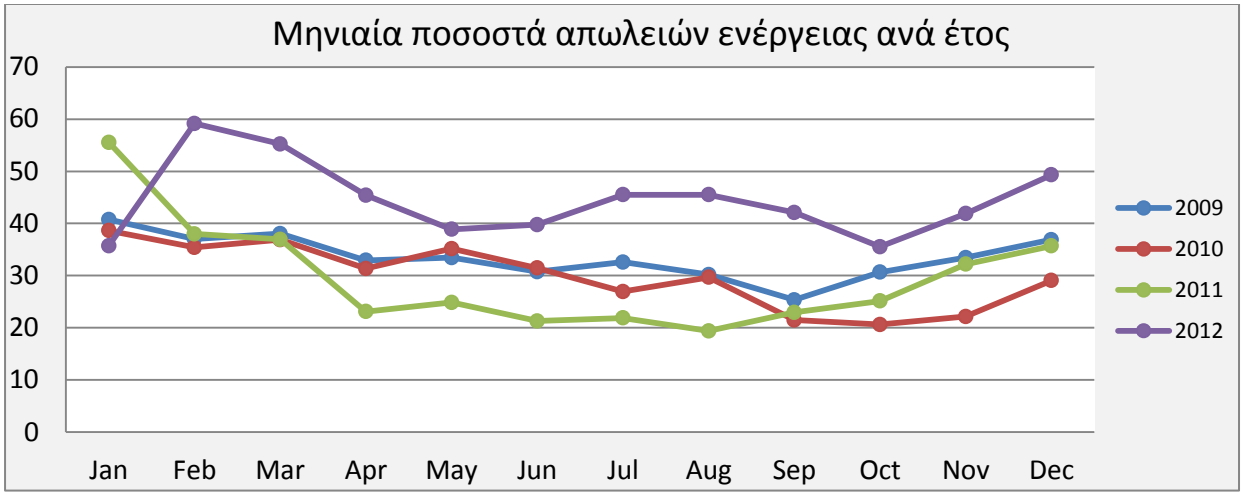
Σχήμα 2. 24 Η ποσότητα που έχει εισαχτεί από το KESH και CEZ (OSSH)

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ΕΡΕ 2012''

2.13. Αποδοτικότητα εμπορίου ηλεκτρικής ενέργειας

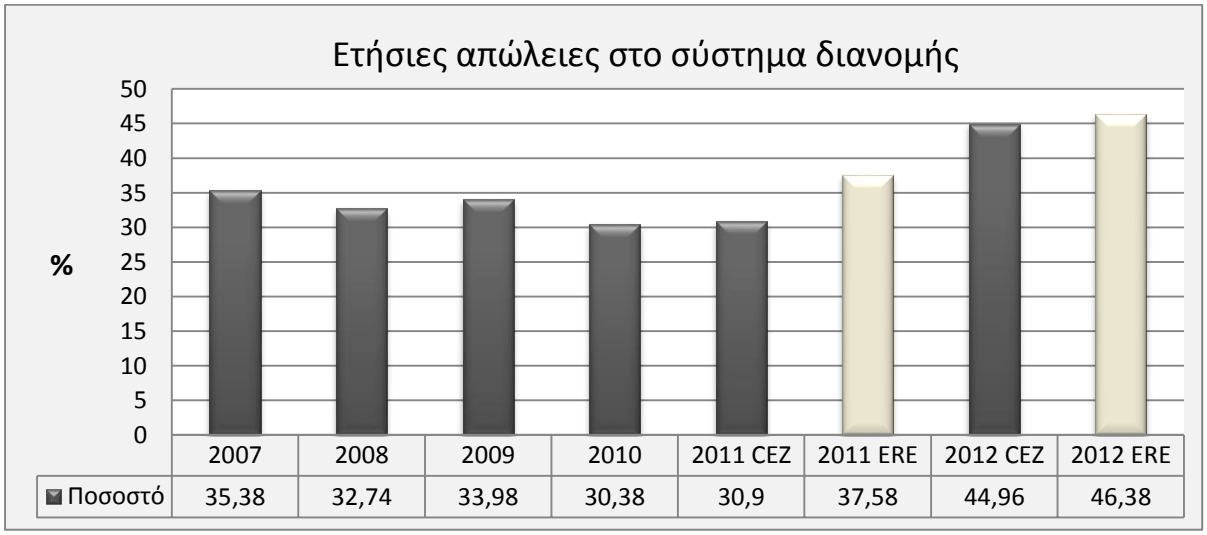
Το 2012 η αποδοτικότητα του εμπορίου ηλεκτρικής ενέργειας σημείωσε πτώση σε σχέση με τα προηγούμενα έτη. Δύο είναι οι σημαντικότερες αιτίες:

1. Ο υψηλός βαθμός απωλειών της ηλεκτρικής ενέργειας κατά τι διανομή. Οι συνολικές απώλειες και οι μη τεχνικές απώλειες πιο συγκεκριμένα, είναι πολύ μεγάλες.
2. Ο χαμηλός βαθμός εισπράξεων.



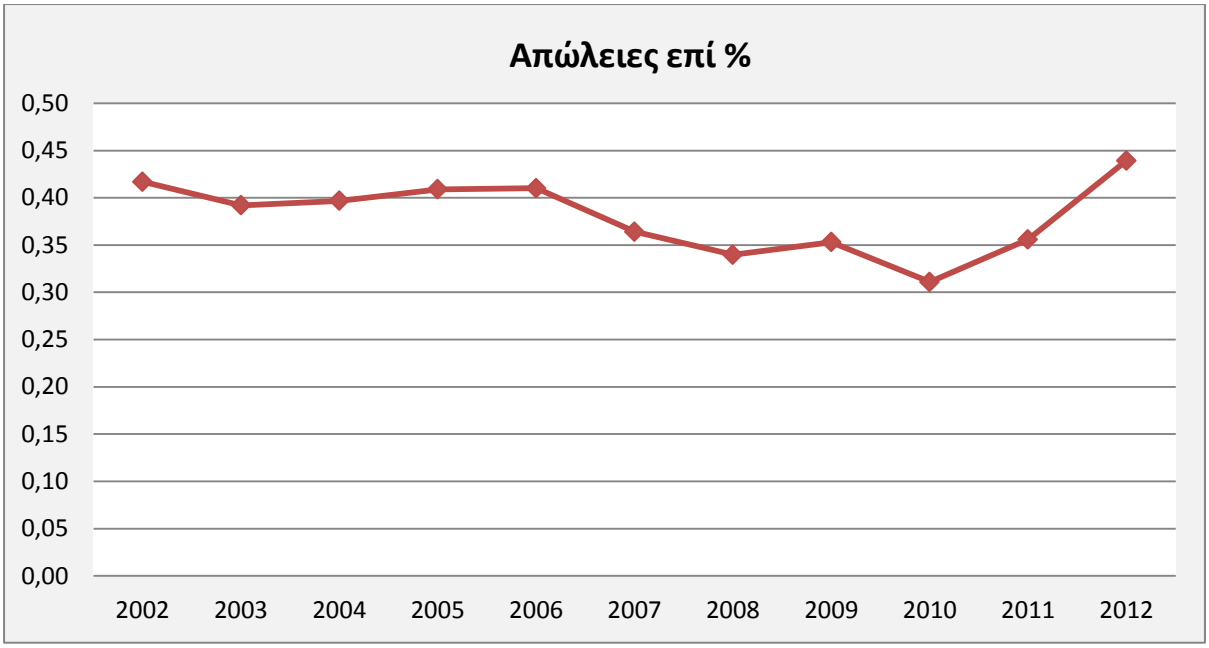
Σχήμα 2. 25 Μηνιαία ποσοστά απωλειών ενέργειας ανά έτος

Όπως βλέπουμε οι συνολικές απώλειες του συστήματος για το 2012 είναι 44,96%. Αυτές οι πολύ μεγάλες τιμές απωλειών προκαλούν μεγάλες οικονομικές δυσκολίες σε ολόκληρο το σύστημα παραγωγής , μεταφοράς και διανομής.

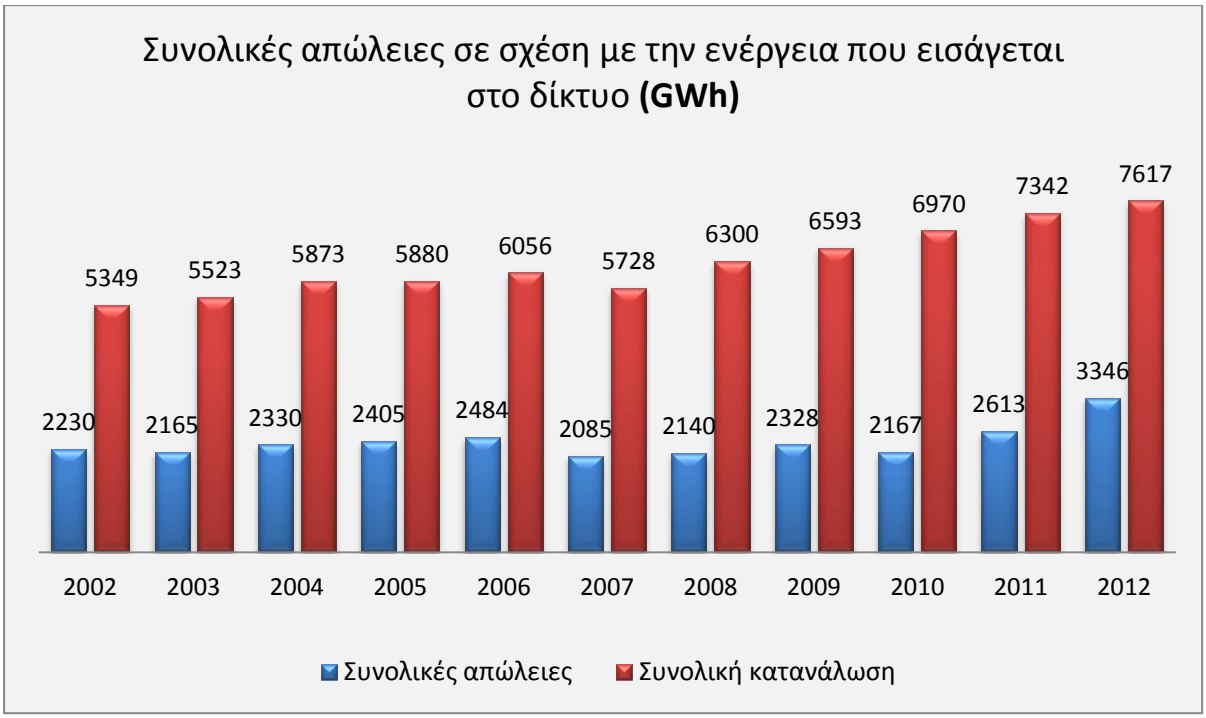


Σχήμα 2. 26 Οι απώλειες μόνο στο σύστημα διανομής (CEZ η OSSH)

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ΕΡΕ 2012''



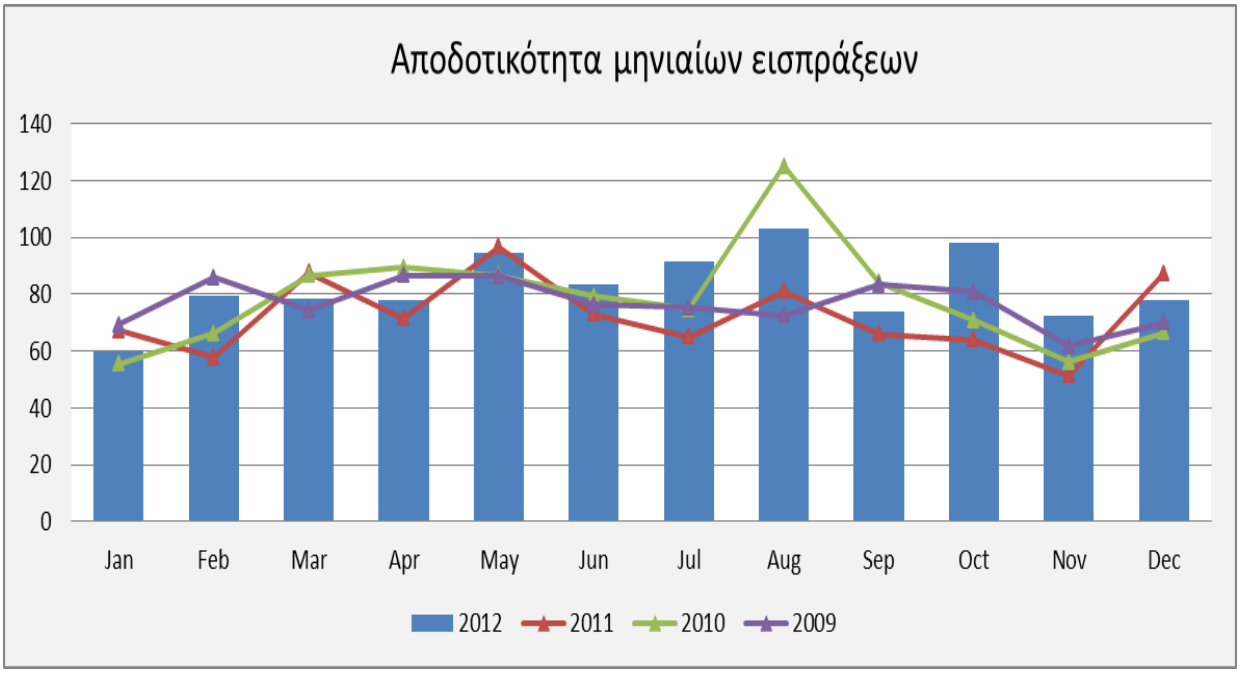
Σχήμα 2. 27 Η συνολικές απώλειες στην ενέργεια που εισάγεται στο σύστημα διανομής



Σχήμα 2. 28 Συνολικές απώλειες σε σχέση με την ενέργεια που εισάγεται στο δίκτυο

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ERE 2012''

Επίσης οι απώλειες στο σύστημα μεταφοράς εκτιμούνται στα 2,21% ή 169,4 GWh. Σύμφωνα με το CEZ SHPERNDARJE ο βαθμός εισπράξεων για το 2012 είναι 64,3 % .



Σχήμα 2. 29 Οι βαθμοί εισπράξεων από το 2009 για κάθε μήνα χωριστά.

Πηγή: ''Ετήσια Έκθεση Ρυθμιστικής Αρχής ΕΡΕ 2012''

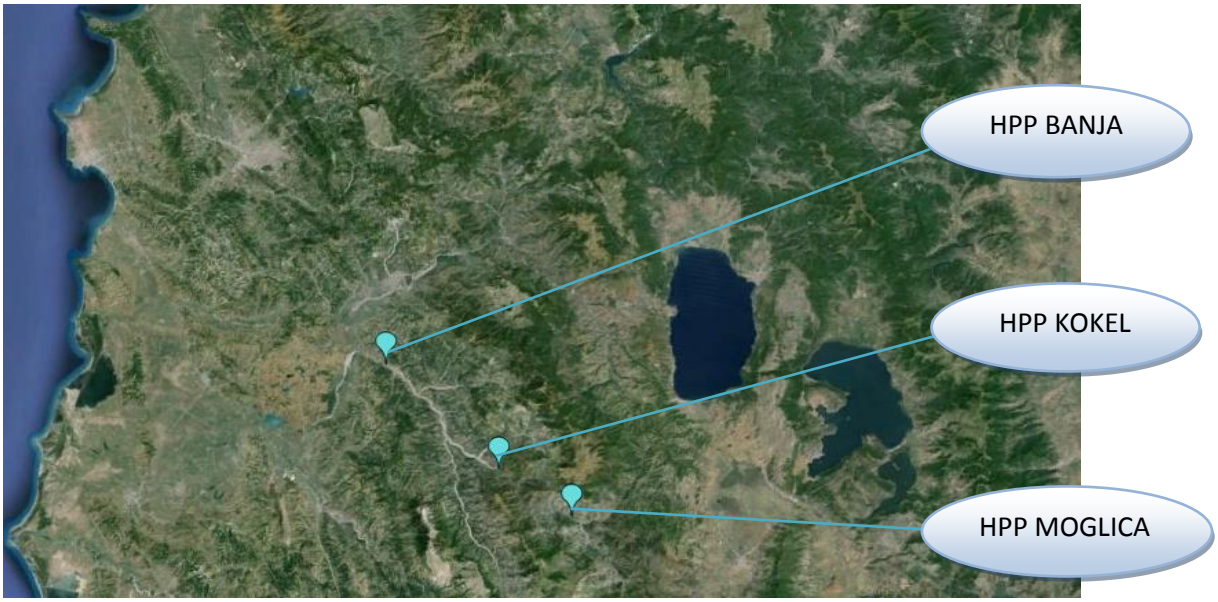
3. Εκμετάλλευση ποταμού Devoll

3.1. Εισαγωγικά στοιχεία

Ο ποταμός Devoll διασχίζει το νοτιοανατολικό τμήμα της Αλβανίας και βρίσκεται κοντά στα σύνορα με την Ελλάδα. Καλύπτει περίπου μια απόσταση 195 km , έχει μέση ετήσια παροχή 49,5 m^3/s και το εμβαδόν της λεκάνης απορροής του υπολογίζεται στα 3.139 km^2. Το συνολικό έργο κατά μήκος του ποταμού Devoll περιλαμβάνει την κατασκευή 3 φραγμάτων μαζί με τα αντίστοιχα υδραυλικά έργα και αποτελεί το μεγαλύτερο έργο υπό κατασκευή αυτή τη στιγμή στην Αλβανία. Η συμβολή της υδροηλεκτρικής εκμετάλλευσης του ποταμού θα είναι σημαντική για την ανάπτυξη του ενεργειακού συστήματος της χώρας. Τα επόμενα χρόνια ο ποταμός Devoll θα διαθέτει μια από τις μεγαλύτερες υδροηλεκτρικές μονάδες στη χώρα, αφού το δυναμικό παραγωγής ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί έως και 20%.

Τα αναφερόμενα φράγματα ονομάζονται, ξεκινώντας από τα ανάντη, HPP Moglice, HPP Kokel και HPP Banje με τη συνολική μεγίστη ισχύ των μονάδων τους να ανέρχεται γύρω στα 285-300 MW. Με την ολοκλήρωσή τους δύνανται να παράγουν 800 GWh ανανεώσιμης ενέργειας ανά έτος, εξυπηρετώντας έτσι μέχρι και 300.000 νοικοκυριά. Η τρεις αυτές μονάδες θα εκμεταλλεύονται το υδροηλεκτρικό δυναμικό του ποταμού από υψόμετρο +95 m έως και +654 m, κάτι που προβλέπεται από την υπογεγραμμένη σύμβαση της αλβανικής κυβέρνησης με την εταιρία Devoll Hydropower.

Το έργο προσφέρει οφέλη τόσο ενεργειακά όσο και κοινωνικοοικονομικά. Το βιοτικό επίπεδο και η ποιότητα ζωής των περιοχών της κεντρικής Αλβανίας, γύρω από τον ποταμό Devoll, βρίσκονται σε χαμηλό επίπεδο. Με την ενεργειακή προοπτική, καθώς και με τη δημιουργία πολλών, νέων θέσεων εργασίας προωθείται η περαιτέρω ανάπτυξη, ενώ παράλληλα αποκαθίστανται κλάδοι της τοπικής οικονομίας που είχαν πληγεί.



Σχήμα 3. 1 Τοποθεσία φραγμάτων

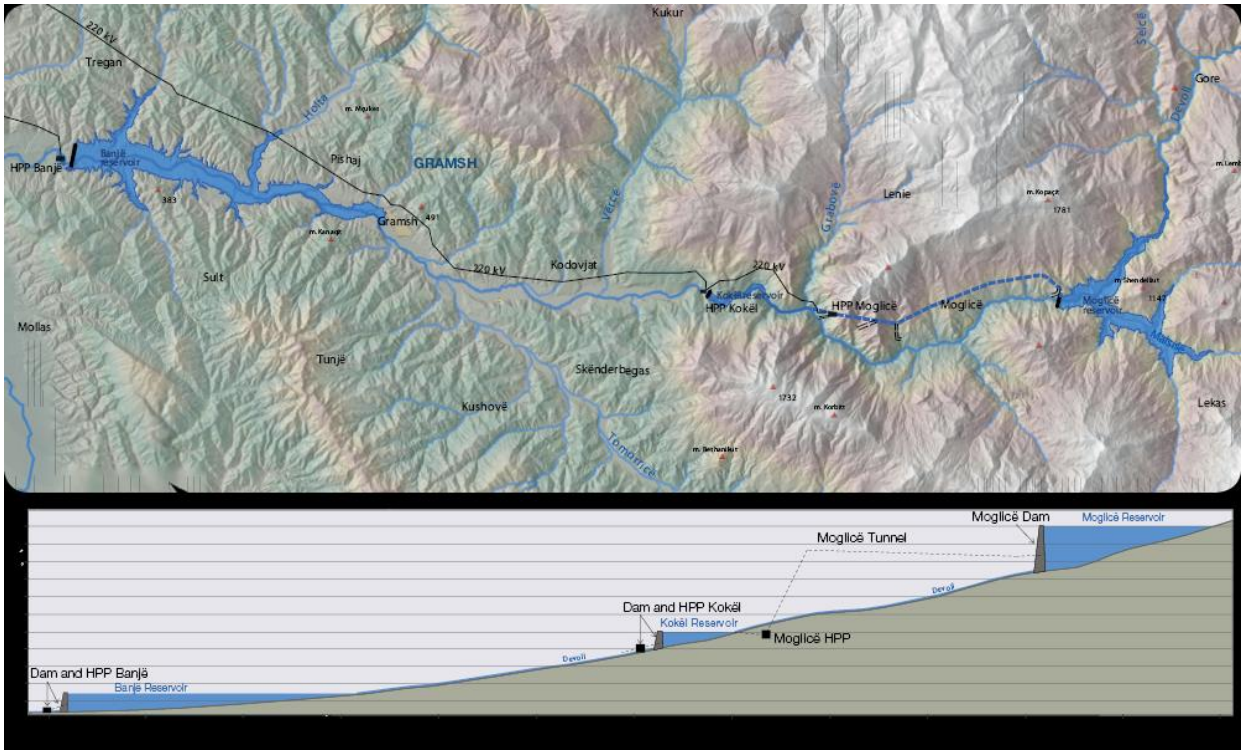
Πίνακας 3. 1 Βασικά χαρακτηριστικά έργων

ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ				
	Μονάδα	**HPP Moglice**	**HPP Kokel**	**HPP Banja**
Υδρολογική λεκάνη	km^2	1671	1885	2890
Ειδική απορροή	$l/s/km^2$	13,07	14,37	16,28
Μέση απορροή	m^3/s	21,85	27,08	47,06
Μέση ετήσια απορροή	$Mm^3/year$	689	854	1484
Οικολογική παροχή	m^3/s	1	1	-
Απώλειες πλημμύρας κι άλλες απώλειες	%	6,26	7,8	8,19
Διαθέσιμο για παραγωγή ενέργειας	$Mm^3/year$	646	787	1363
Ονομασία ταμιευτήρα		Moglice	Kokel	Banja
Ενεργός όγκος	Mm^3	152	12,3	178
Νεκρός όγκος	Mm^3	210	2,8	213
επιφάνεια ταμιευτήρα	km^2	7,21	0,71	14,11
Υψόμετρο κοίτης ποταμού στο φράγμα	Π.Σ.Θ	510	300	105
Ανώτατη στάθμη νερού	Π.Σ.Θ	650	350	175
Κατώτατη στάθμη νερού	Π.Σ.Θ	625	325	160
Συνολική πτώση νερού	m	301,2	57,3	79
Καθαρή πτώση νερού	m	285,9	53	71,9
Ονομασία σταθμού παραγωγής		Moglice	Kokel	Banja
Τοποθεσία σταθμού		Υπόγεια	Υπέργεια	Υπέργεια
Απόσταση από το φράγμα	km	11,7	0,06	0,65
Μήκος σήραγγας εισόδου	m	503	-	-
Αριθμός μονάδων		2+1	2	2+1
Τύπος στροβίλου		FRANCIS	FRANCIS	FRANCIS
Μέγιστη παροχή στροβίλου (νερού)	m^3/s	2x32,5	2x36,5	2x46,5
Μέγιστη εγκατεστημένη ισχύς	MW	177+1,2	35,2	63,4+1,2
Μέση ισοδύναμη ενέργεια	kWh/m^3	0,694	0,123	0,186
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας	GWh	448	97	255
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (κάθε 2 χρόνια)	Gwh	445	92	252

Πίνακας 3. 2 Αναμενόμενη διάρκεια

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019	
	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2
Έναρξη ισχύοςτης Σύμβασης Παραχώρησης																						
Προ-κατασκευαστική Φάση																						
Προετοιμαστικές Ενέργειες																						
Προετοιμαστικές Ενέργειες Οδοποιία Moglice																						
Κατασκευή γραμμής μεταφοράς																						
Κατασκευή HPP Banja																						
Κατασκευή HPP Moglica																						
Κατασκευή HPP Kokel																						

Η κατασκευή του έργου, σύμφωνα με το ισχύον χρονοδιάγραμμα, αναμένεται να ολοκληρωθεί το δεύτερο εξάμηνο του 2019.



Σχήμα 3. 2 Κάτοψη και μηκοτομή

3.2. HPP MOGLICA

3.2.1. Γενικά στοιχεία

Το HPP MOGLICA είναι το πρώτο έργο που συναντάμε ανάντη της ροής του ποταμού. Το εν λόγω φράγμα είναι συμμετρικό λιθόρριπτο με ασφαλτικό πυρήνα και η κατασκευή του παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για δύο λόγους.

Ο πρώτος είναι ότι μετά το πέρας της κατασκευής, το Moglica θα αποτελεί το $2^{ο}$ πιο ψηλό φράγμα με ασφαλτικό πυρήνα στον κόσμο, αφού το ύψος του θα ξεπερνά τα 150 m. Η βάση του θα βρίσκεται στο υψόμετρο +504 m και η στέψη του στο υψόμετρο +654 m.

Ο δεύτερος λόγος έχει να κάνει με την κατασκευή ενός αγωγού, συνολικού μήκους 10km, ο οποίος θα εκμεταλλεύεται την πτώση του νερού από τα +650 m έως τα +350,2m για την παραγωγή ενέργειας. Πέρα από αυτόν τον αγωγό, προβλέπεται η ύπαρξη ενός πολύ μικρότερου στην περιοχή του έργου, με μήκος 295 m, ο οποίος θα εκμεταλλεύεται την πτώση νερού από τα +650 m έως τα +515 m. Σημειώνεται ότι οι δύο αυτοί αγωγοί θα έχουν κοινή υδροληψία, η οποία θα αποτελείται από ένα πύργο ύψους 45 m, όπου η βάση του θα βρίσκεται στα +610 m.

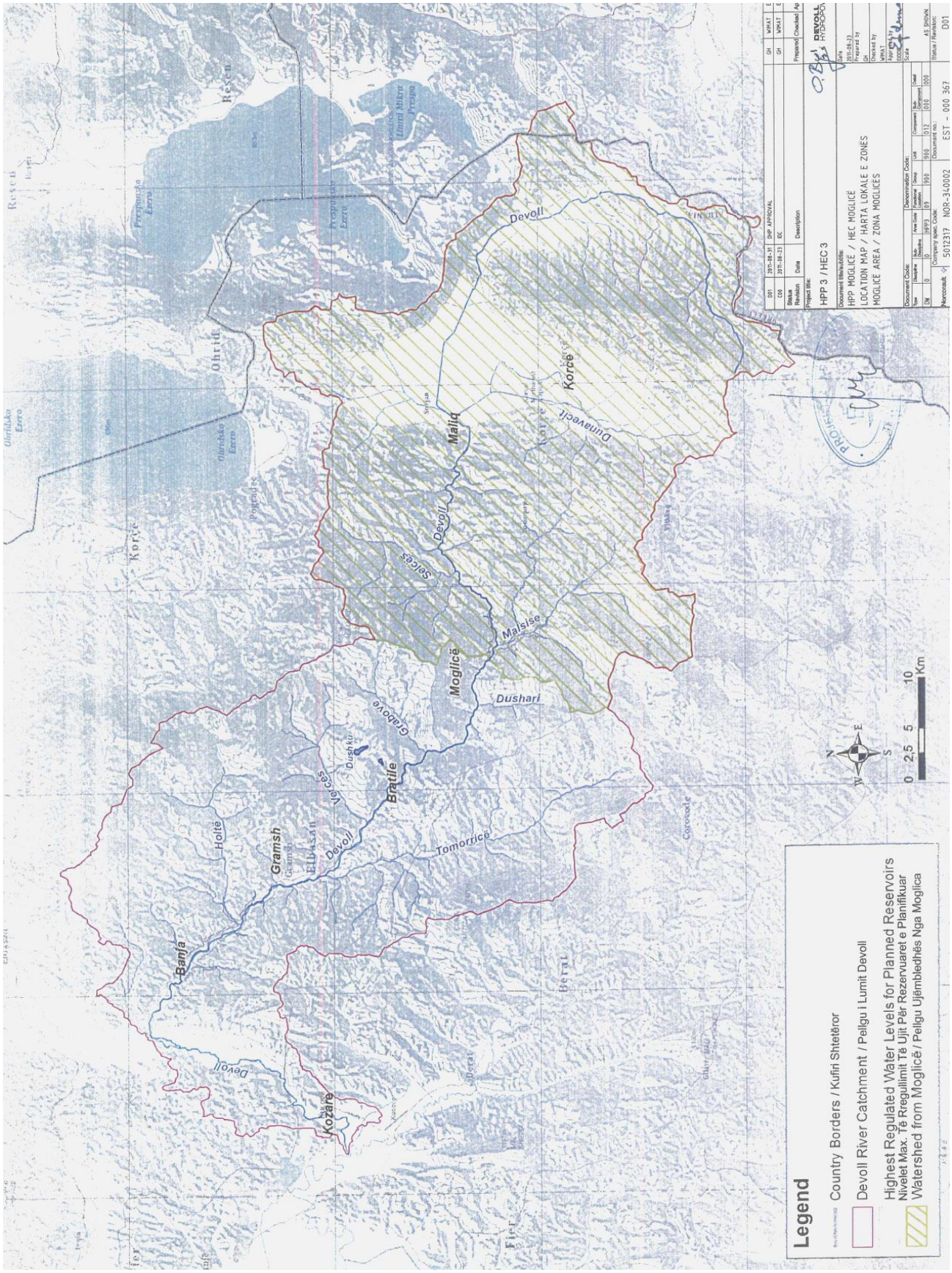
Ο ταμιευτήρας που θα δημιουργηθεί θα έχει επιφάνεια 7,21 km^2 και χωρητικότητα 360.000.000 m^3. Ο κύριος σταθμός παραγωγής θα χρησιμοποιεί 2 μονάδες στροβίλου τύπου Francis, θα έχει εγκατεστημένη ισχύς 177 MW και μέση ετήσια παραγωγή 445 GWh.

Αξίζει να επισημανθεί ότι το Moglica, είναι το μόνο από τα 3 εξεταζόμενα έργα που δεν συμπεριλαμβάνει στη μελέτη του οικολογική παροχή κατάντη του φράγματος. Θα πρέπει, λοιπόν εν συνεχεία να εξετάσουμε κατά πόσο αυτή η παρέμβαση επηρεάζει το περιβάλλον.

Το σύστημα εκτροπής περιλαμβάνει μία σήραγγα στο δεξιό αντέρεισμα και δύο λιθόρριπτα προφράγματα, τα οποία τελικώς θα ενσωματωθούν εξ ολοκλήρου στο κύριο φράγμα. Προβλέπεται επίσης και η κατασκευή ενός ακόμα, σαφώς μικρότερου, προφράγματος που θα προστατεύει το σταθμό από τυχόν πλημμύρες.

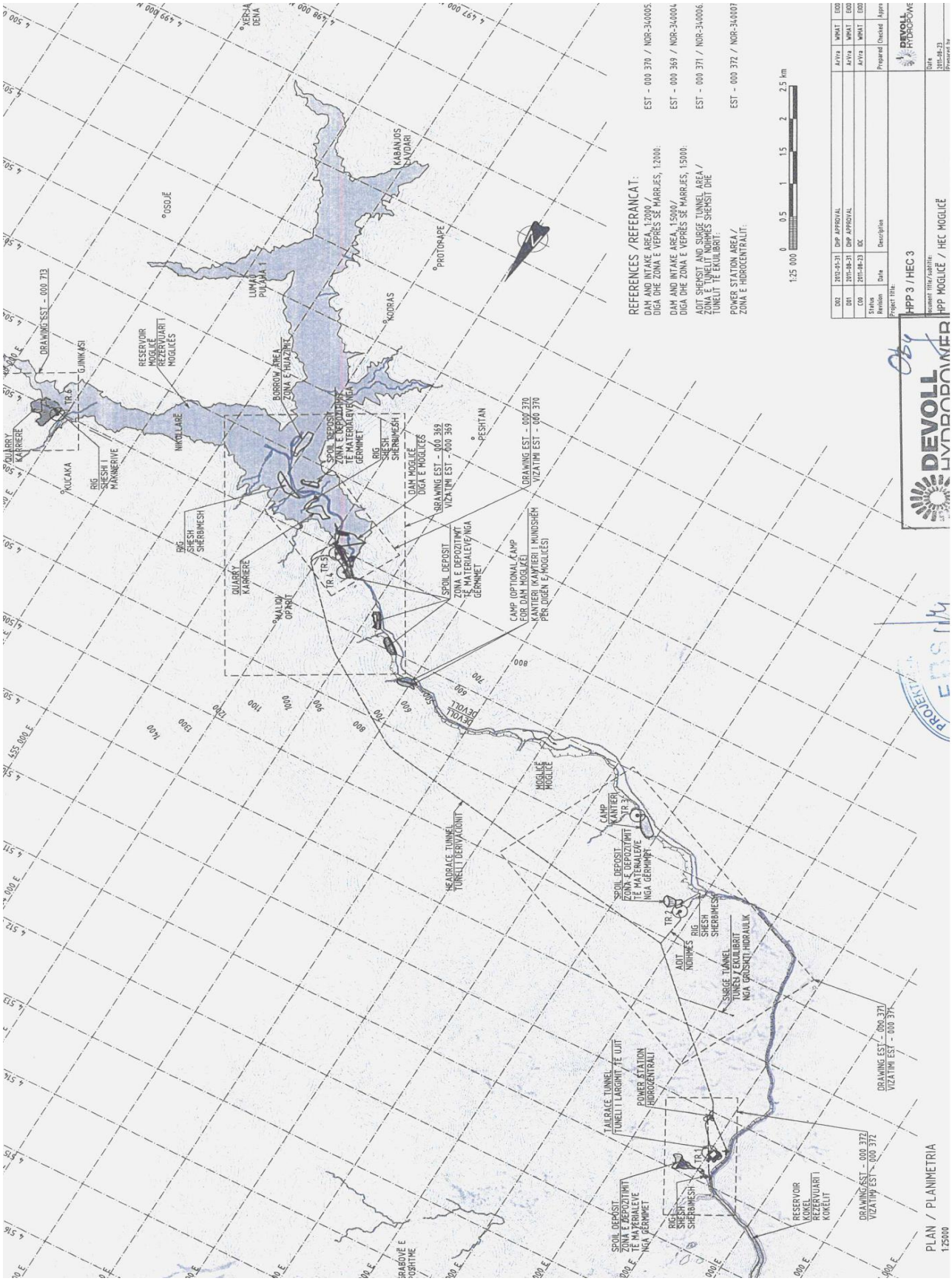
Στο δεξιό αντέρεισμα, εκτός από τη σήραγγα εκτροπής, θα κατασκευαστεί εκχειλιστής ευρείας στέψεως με 3 θυροφράγματα. Ακόμα, το έργο περιλαμβάνει μια κοινή λεκάνη αποτόνωσης, στην οποία θα καταλήγουν οι ροές από τη σήραγγα εκτροπής, από τον εκκενωτή πυθμένα, από την υδροληψία και από τον εκχειλιστή. Θα υπάρχουν δύο έργα εκτόξευσης του νερού. Το ένα θα βρίσκεται στο πέρας της διώρυγας του εκχειλιστή και το άλλο στο πέρας της σήραγγας εκτροπής.

Λόγω των σημαντικών διαφυγών νερού, κρίθηκε αναγκαία η τοποθέτηση κουρτίνας τσιμεντενέσεων κάτω από τον άξονα του φράγματος. Το σύνολο του έργου απαιτεί σημαντικές εκσκαφές.



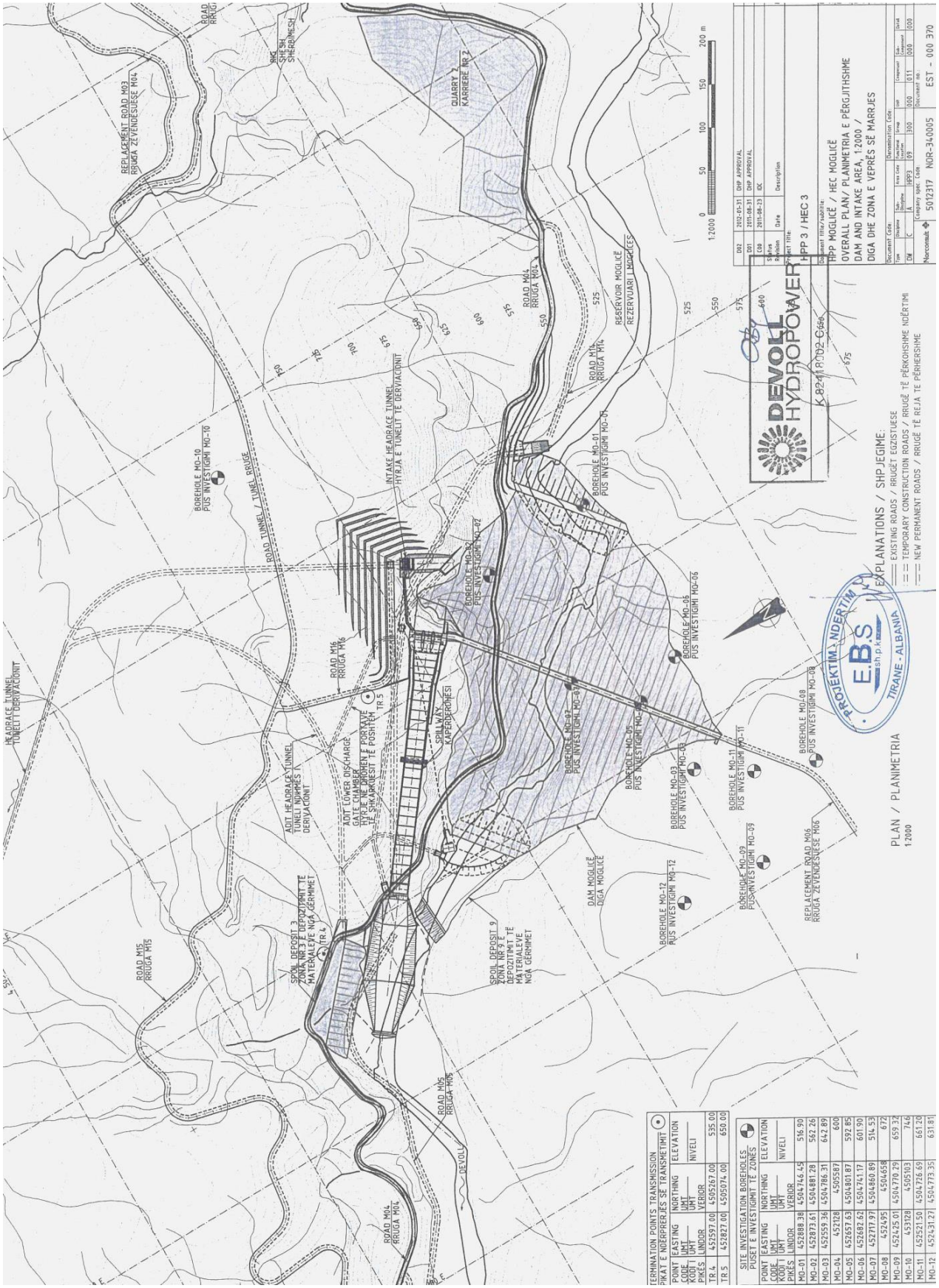
Σχήμα 3. 3 Υδροκρίτης και λεκάνη απορροής Moglica

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''



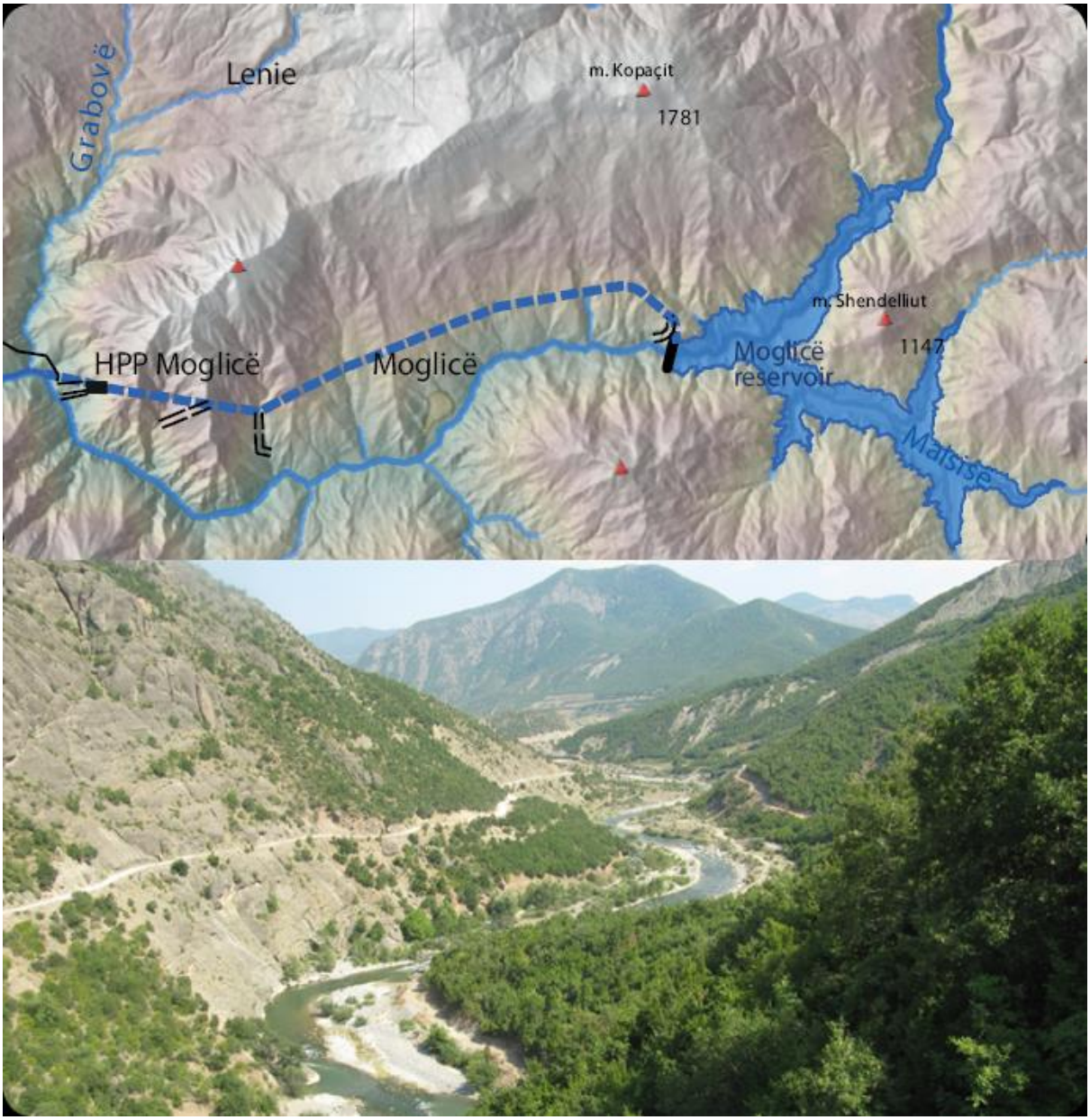
Σχήμα 3. 4 Ταμιευτήρας έργου

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''



Σχήμα 3. 5 Γενική διάταξη έργου

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''



Σχήμα 3. 6 Φωτογραφία σημείου τοποθέτησης φράγματος

3.2.2. Γεωλογικά στοιχεία

3.2.2.1. Γεωλογία στην περιοχή του αγωγού προσαγωγής και του σταθμού παραγωγής

Η γεωλογική χαρτογράφηση για το έργο αναπτύχθηκε βάση του επίσημου Γεωλογικού Χάρτη της Αλβανίας, σε κλίμακα 1:50.000. Η επί τόπου έρευνα διήρκησε από το 2009 έως το 2010, καλύπτοντας την κοίτη του ποταμού και τις πλαγιές μεταξύ Lozhan και Gramsh.

3.2.2.2. Σειρές φλύσχη

Το πρώτο τμήμα του αγωγού προσαγωγή, που ξεκινάει από την υδροληψία, θα βρίσκεται πάνω σε σειρές φλύσχη. Ιλυολιθικός φλύσχης ξεκινά 200m δυτικά της Nikollara, βυθιζόμενος κατά 40° προς τα Δ-ΒΔ (αμμόλιθος:ιλυόλιθος, έχουν περίπου αναλογία 10:90%). Τα κυριαρχούμενα από ιλυόλιθο στρώματα, κυμαίνονται από dm έως m σε πάχος.

Αυτή η αλληλουχία του φλύσχη παρατηρείται στην επιφάνεια για τα επόμενα 8 με 9 km κατάντη του φράγματος.

Ένας περιορισμένος φακός από συμπαγή αμμόλιθο εμφανίζεται παράλληλα του ποταμού κοντά στο χωριό Maliq I Oparit για ένα μήκος 1,3 km περίπου.

Πιο πέρα προς τα δυτικά, κοντά στο χωριό Nji Maji, ένας φακός από αμμολιθικό φλύσχη επεκτείνεται από ΒΔ προς ΝΑ για 1,5 km και έχει πλάτος περίπου 700 m. Το πάχος των κύριων αμμολιθικών στρωμάτων έχει εύρος από dm μέχρι m.

Μέσα σε όλη την περιοχή των σειρών του ιλυολιθικού φλύσχη, διακριτές ρηγματωμένες ζώνες, που κλείνουν προς τα ΒΔ-ΝΑ από τον Β-Ν άξονα, τέμνουν εγκάρσια τους βράχους. Αυτές οι ρωγμές ως επί το πλείστον ακολουθούν τις απότομες κοιλάδες του Devoll.

3.2.2.3. Ζώνη τεκτονικού μίγματος (mélange) Mirdita

Αυτή η λιθολογική μονάδα αποτελεί τη μεταβατική ζώνη μεταξύ των σειρών φλύσχη και ενός οφιολιθικού σώματος και περιλαμβάνουν ένα μίγμα παγιδευμένου υλικού που προέρχεται από φλύσχη και οφιόλιθο. Διαχωρίζεται με τις σειρές φλύσχη από μια διακριτή σε σχήμα S ζώνη ρήγματος, που κλίνει αρχικά προς Β-Ν. Σε ένα μήκος περίπου 500 m αυτή η ζώνη του ρήγματος ακολουθεί ακριβώς τον ποταμό Devoll με μια Α-Δ κατεύθυνση. Από εκέι και πέρα τείνει ξανά Β-Ν ολοκληρώνοντας το σχήμα S και χωρίζει τη ζώνη τεκτονικού μίγματος (mélange) από το γειτονικό οφιολιθικό σώμα στα δυτικά.

3.2.2.4. Οφιολιθικό σύμπλεγμα Devoll

Για τα επόμενα 6-7 km ο ποταμός Devoll τέμνεται από οφιόλιθους, οι οποίοι περιέχουν βασάλτες, γάββρους και μια ογκώδη οριζόντια στρώση χαρτζβουργίτη. Παρ' όλο που το πάχος της ρωγμής ποικίλει από cm έως m, το υλικό παρουσιάζει ισοτροπική συμπεριφορά και έχει μια σχετικώς ομοιογενή δομή.

Ρήγματα, καθώς και μερικές χαλαρές ζώνες, τέμνουν εγκάρσια τον οφιόλιθο, κλίνοντας από τα ΒΔ προς τα ΝΑ. Μια τέτοια σημαντική ζώνη εμφανίζεται 2 km κατάντη του Zereci. Αυτό επηρεάζει τους βράχους, οι οποίοι εμφανίζονται πτυχωμένοι και κερματισμένοι, για ένα πλάτος περίπου 300 m. Μια δεύτερη χαλαρή ζώνη παρατηρείται 2 km ακόμη πιο κατάντη. Έχει κλίση Α-Δ και έχει πλάτος περίπου 200 m. Έντονη θραύση και σχιστότητα μπορεί κανείς να διακρίνει κυρίως στη βόρεια πλευρά του ποταμού.

Μια ζώνη πτύχωσης εντός του οφιόλιθου, κοντά στην περιοχή Bratila, μια ΒΔ-ΝΑ πτυχωμένη ζώνη χωρίζει το οφιολιθικό σώμα σε δύο επί μέρους, το ανατολικό και το δυτικό. Το ανατολικό, το οποίο βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο μετά τη ζώνη πτύχωσης, αποτελείται κυρίως από χαρτζβουργίτες, βασάλτες και γάββρους, ενώ το υπερυψωμένο δυτικό αποτελείται από γάββρους, τεκτονίτες με μορφή μανδύα και πυριγενή πετρώματα. Γύρω από το χωριό Kokla 2 ζώνες ρήγματος οριοθετούν τον οφιόλιθο του Devoll στα δυτικά. Μία από αυτές κλείνει από ΒΑ στα ΝΔ και τέμνει εν μέρει τον οφιόλιθο βόρεια του ποταμού. Η δεύτερη ζώνη διασχίζει την άλλη παράλληλα καταλήγοντας να συναντιούνται

μετά τη στροφή ανατολικά. Αυτό οριοθετεί το σύνορο του οφιολιθικού συμπλέγματος Devoll.

3.2.2.5. Γεωλογία στην περιοχή του φράγματος Moglica

Το φράγμα Moglica βρίσκεται σε μια περιοχή της κοιλάδας, όπου οι πλαγιές δεξιά και αριστερά γίνονται πολύ απότομες. Το αριστερό αντέρεισμα φτάνει τα +680 m, ενώ το δεξίο τα +700 m.

Το φράγμα εδράζεται πάνω στις σειρές φλύσχη της ζώνης Krasta. Τα κροκαλοπαγή και οι αμμόλιθοι που βρίσκονται στη γύρω περιοχή του φράγματος ανήκουν στη νεότερη ηώκαινη περίοδο και αντιπροσωπεύουν τα νεότερα στοιχεία αυτής της ζώνης.

Στα υψηλά στρώματα του αριστερού αντερείσματος έχει χαρτογραφηθεί ένα σημαντικού πάχους (>50 m) εναλλασσόμενο αργιλο-αμμώδες υλικό με μεταβαλλόμενη περιεκτικότητα σε χαλίκι, κροκάλες και ογκόλιθους. Η χρονολογική προέλευση αυτού του υλικού δεν έχει προσδιοριστεί με βεβαιότητα, καθώς δε μπορεί να αποκλειστεί το ενδεχόμενο να έχει μεταφερθεί από κάποια σημαντική μετακίνηση μεγάλης μάζας. Το μεταφερμένο αυτό υλικό είναι μεταγενέστερο προφανώς από τα επί μέρους συστατικά του. Πάντως και σε αυτή την περίπτωση το γεγονός δεν θεωρείται πρόσφατο. Επίσης, πολλά χαρακτηριστικά της γεωλογίας είναι καλυμμένα από πυκνή βλάστηση.

3.2.2.6. Ενδο-ορεινά κροκαλοπαγή Μελάσας (Molasse)

Μεγάλη έκθεση βράχων κροκαλοπαγών ξεπροβάλουν στην επιφάνεια και των δύο πρανών της κοιλάδας, αλλά και στην κοίτη του ποταμού, στην περιοχή του φράγματος. Το μήκος αυτών των φακών, οι οποίοι περιέχουν συστατικά φλύσχη με αμμολιθική κυρίως δομή, κυμαίνεται από 10m έως μερικά km. Τα περισσότερα κροκαλοπαγή εμφανίζονται στο βόρειο μέρος της κοιλάδας, ακριβώς στην κοίτη του ποταμού και εκτείνονται μερικά μέτρα κατά πλάτος. Σε μεγαλύτερο υψόμετρο, οι αργιλολιθικές σειρές φλυσχης εμφανίζονται ξανά στην επιφάνεια.

3.2.2.7. Βράχοι στην ενδο-ορεινή Μελάσα (Molasse)

Αμμόλιθος

Συμπαγής αμμόλιθος εμφανίζεται στην επιφάνεια, γύρω από την περιοχή του φράγματος στο δεξιό αντέρεισμα. Μπορεί να περιγραφεί σαν μετρίως σκληρός έως σκληρός, κιτρινοκαφέ, μετρίως έως ελαφρά φυσικά αποσαρθρωμένος επιφανειακά.

Κροκαλοπαγή

Αυτοί οι βράχοι είναι συμπαγής, αποσαρθρωμένοι, με σχεδόν καθόλου σχιστότητα (διακλάσεις) και είναι σαν μπλοκ με πλατιές πλακώδεις στρώσεις πάχους από 5 έως 20 m. Γενικά, η μάζα του βράχου έχει καλή αντοχή, παρ’ όλο την ύπαρξη κλαστικών θραυσμάτων που η αντοχή τους ποικίλει αναλόγως με την προέλευσή τους.

Ένα μικρότερης αντοχής, υποστηριζόμενο πρίσμα κροκαλοπαγούς, εμφανίζεται στο μεταβατικό σύνορο μεταξύ αμμόλιθου και κροκαλοπαγών. Επίσης αυτό το πρίσμα εμφανίζεται και σαν λεπτές ενστρώσεις στους συμπαγείς σχηματισμούς από κροκαλοπαγή. Αυτοί οι βράχοι στο μεταβατικό σύνορο έχουν πολύ υψηλότερη περιεκτικότητα σε άργιλο και ιλύ, καθώς και μεγαλύτερη αναλογία σε κλαστικά ιζήματα. Από αυτό το υλικό δε δημιουργήθηκαν διακριτοί απόκρημνοι γκρεμοί, διότι αυτό αποτελείται στα κλάσματα υποστηρικτικού τύπου και ως εκ τούτου οι κλίσεις των πρανών είναι ηπιότερες και η βλάστηση καλύτερα εξαπλωμένη και σταθερή.

Δευτερεύοντα στοιχεία-ενστρώσεις μέσα στις αμμολιθικές/κροκαλοπαγείς σειρές

Ασβεστόλιθος – μια γκρι, κελυφώδης και ασβεστώδης απόθεση εμφανίζεται σε διάφορες τοποθεσίες στα υψηλά του δεξιού αντερείσματος του φράγματος. Ο προσανατολισμός είναι παρόμοιος με αυτόν των υποκείμενων αμμολιθικών αποθέσεων.

Αποθέσεις φλύσχη με ενστρώσεις ιλυόλιθου και αμμόλιθου εμφανίζονται σε πολλά μέρη γύρω από την περιοχή του φράγματος. Οι συγκεκριμένες περιέχουν ως επί το πλέιστον λεπτά φύλλα ιλυόλιθου (mm-cm) και λεπτές έως μεσαίες (cm-dm) και σπανίως παχύτερες, στρώσεις αμμόλιθου. Γενικά, εμφανίζονται ελαφρώς πτυχωμένες.

Συνεχόμενα εξαιρετικά κατακερματισμένο υλικό σημαντικού πάχους συσσωρευμένο στην περιοχή της αριστερής πλαγίας άνω του υψόμετρου +600 m.

Η δειγματοληψία δείχνει ένα εναλλασσώμενο ιλυώδη/αμμώδη υλικό με μεταβαλλόμενη περιεκτικότητα σε χαλίκι, κροκάλες και μεγάλους λίθους. Σε μερικές περιπτώσεις οι κροκάλες και οι μεγάλοι λίθοι είναι καλά διαβαθμισμένοι εντός του διαμορφωμένου πρίσματος. Τα περιεχόμενα στοιχεία αυτού του πρίσματος (αμμόλιθοι, ασβεστόλιθοι, κομμάτια κροκαλοπαγών) έχουν κατά κύριο λόγο γωνιώδη μορφή. Κάποια τμήματα είναι πιθανώς προερχόμενα από μια μικρού μεγέθους θραύση του υποβάθρου, ενώ κάποια άλλα από τη ροή λάσπης και μπαζών.

Οι συνολικές μηχανικές ιδιότητες του υλικού προσεγγίζουν αυτές του καλά πετροποιημένου χαλαρού βράχου. Η διαπερατότητα χαρακτηρίζεται χαμηλή έως πολύ χαμηλή (της τάξης του 10^{-6} m/s).

Πτύχωση και ρηγμάτωση

Μικρή πτύχωση και αλληλοσυνδεόμενη ρηγμάτωση έχει παρατηρηθεί εντός των στρώσεων σε πολλές τοποθεσίες. Πολλές από αυτές τις μικρές πτυχώσεις πιθανώς να έχουν προκληθεί κατά τη διάρκεια της ρηγμάτωσης και είναι επικρατέστερες στους εύπλαστους, με μικρή αντοχή, ιλυώδεις σχηματισμούς.

Η ρηγμάτωση στη περιοχή περιπλέκει τη δομή και κάνει δυσκολότερη τη γεωλογική προσέγγιση του υποβάθρου. Ρωγμές με διακριτές λείες διεπιφάνειες έχουν καταγραφεί σε διάφορες τοποθεσίες. Η πλειονότητα των ρωγμών ή των ομάδων, βρίσκονται στο αριστερό

αντέρεισμα του φράγματος. Ακόμα, άλλες γεωλογικές προσεγγίσεις δεν αποκλείουν το ενδεχόμενο της ύπαρξης μιας παλιάς κοίτης ποταμού, η οποία με τον καιρό θάφτηκε στη συγκεκριμένη θέση του αριστερού αντερείσματος.

3.2.2.8. Επιφανειακές αποθέσεις

Όπως προαναφέραμε, παραμένει η σημαντική αβεβαιότητα για την προέλευση του κυρίαρχου πάχους (>50 m) του εναλλασσόμενου ιλυοαμμώδους υλικού με μεταβαλλόμενη περιεκτικότητα σε χαλίκι, κροκάλες και μεγάλων λίθων. Από γεωτρήσεις, υπόγεια του αριστερού αντερείσματος σε μερικές περιοχές το υλικό εμφανίζεται καλά διαβαθμισμένο εντός των διαβαθμισμένων πρισμάτων.

Παγετός βρέθηκε σε περιοχές κορυφών, οι οποίες όμως βρίσκονται αρκετά ανάντη και μακριά από το έργο.

3.2.2.9. Ζώνες μικρής αντοχής κατά μήκος του άξονα της σήραγγας

Από ιζήματα μελάσας (Molasse)

Εξαιτίας των χαρακτηριστικών των μελασικών κροκαλοπαγών και των αμμόλιθων, κύριες ζώνες χαλάρωσης με μικρές αντοχές είναι πιο πιθανό να εμφανιστούν κατά μήκος του μεταβατικού συνόρου στους φλυσχικούς βράχους (με μικρότερη αντοχή) της Krasta. Μέσα στα μελασικά ιζήματα, μέρη κροκαλοπαγών λιγότερο σιμεντοποιημένα ή λιθοποιημένα, μπορούν να θεωρηθούν σαν αδύναμες ζώνες.

Στον φλύσχη της Krasta

Οι αδύναμες ζώνες μέσα στο φλύσχη περιέχουν βαθιά διαβρωμένα κανάλια στις περιοχές που διασταυρώνονται με την επιφάνεια του εδάφους. Αυτές οι ζώνες αποτελούνται από έντονα τεκτονικά πτυχωμένο και ρηγματωμένο ιλυόλιθο, ιλυώδη και αργιλώδη σχιστόλιθο, αργιλόλιθο και κερματισμένο αμμόλιθο. Οι πολύ πυκνές διακλάσεις είναι πλήρως γεμισμένες από άργιλο και άμμο. Οι διεπιφάνειες των διακλάσεων είναι λείες και ολισθηρές στα ιλυολιθικά και αργιλολιθικά πετρώματα.

Στο τεκτονικό μίγμα (mélange) Mirdita

Το τεκτονικό μίγμα (mélange) Mirdita, γενικά μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα σημείο μικρής αντοχής που είναι σε επαφή με το σύνορο του οφιόλιθου του Devoll. Τα όρια μεταξύ των συστατικών στοιχείων του χάνονται σε πολλά σημεία λόγω των έντονων τεκτονικών πιέσεων.

Στον οφιόλιθο του Devoll

Οι αδύναμες ζώνες στο συμπαγή βράχο του Devoll χαρακτηρίζονται από σύνορα. Πάχη από dm μέχρι και μερικές δεκάδες μέτρα καταγράφηκαν κατά μήκος της εθνικής οδού. Αυτή η

ζώνη αποτελείται από μια σημαντικά υψηλότερη πυκνότητα διακλάσεων σε σχέση με τις τριγύρω περιοχές. Μερικές από τις διεπιφάνειες διακλάσεων είναι ελαφρώς τραχείες έως επίπεδες, ενώ άλλες είναι λείες και ολισθηρές. Επίσης, οι διακλάσεις σε μερικά σημεία είναι πλήρως γεμισμένες με σερπεντίνη.

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower HPP3 Moglice, Engineering Geological Summary Report HPP3''

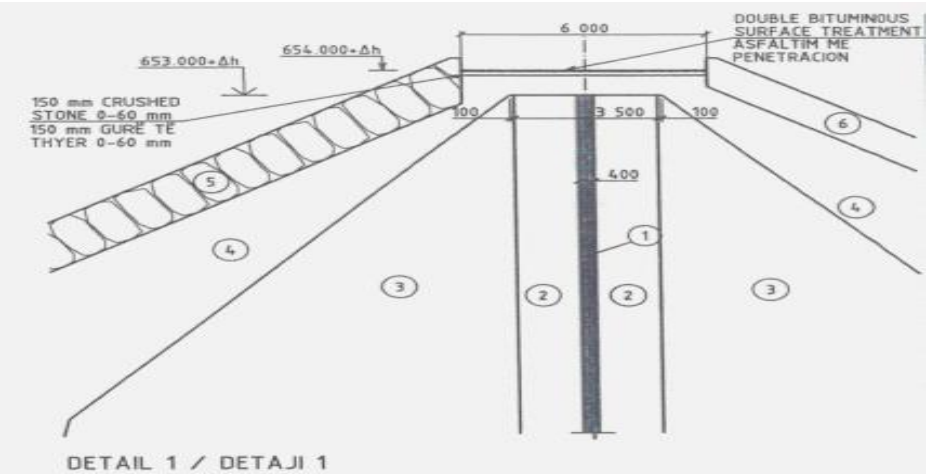
3.2.3. Δομή φράγματος

Ο ασφαλτικός πυρήνας *(ζώνη 1)* έχει πάχος 0,40 m και περικλείεται από μια μεταβατική ζώνη *(ζώνη 2)* συνολικού πάχους 3,5 m, η οποία αποτελείται από υλικό με διάμετρο έως και 60 mm.

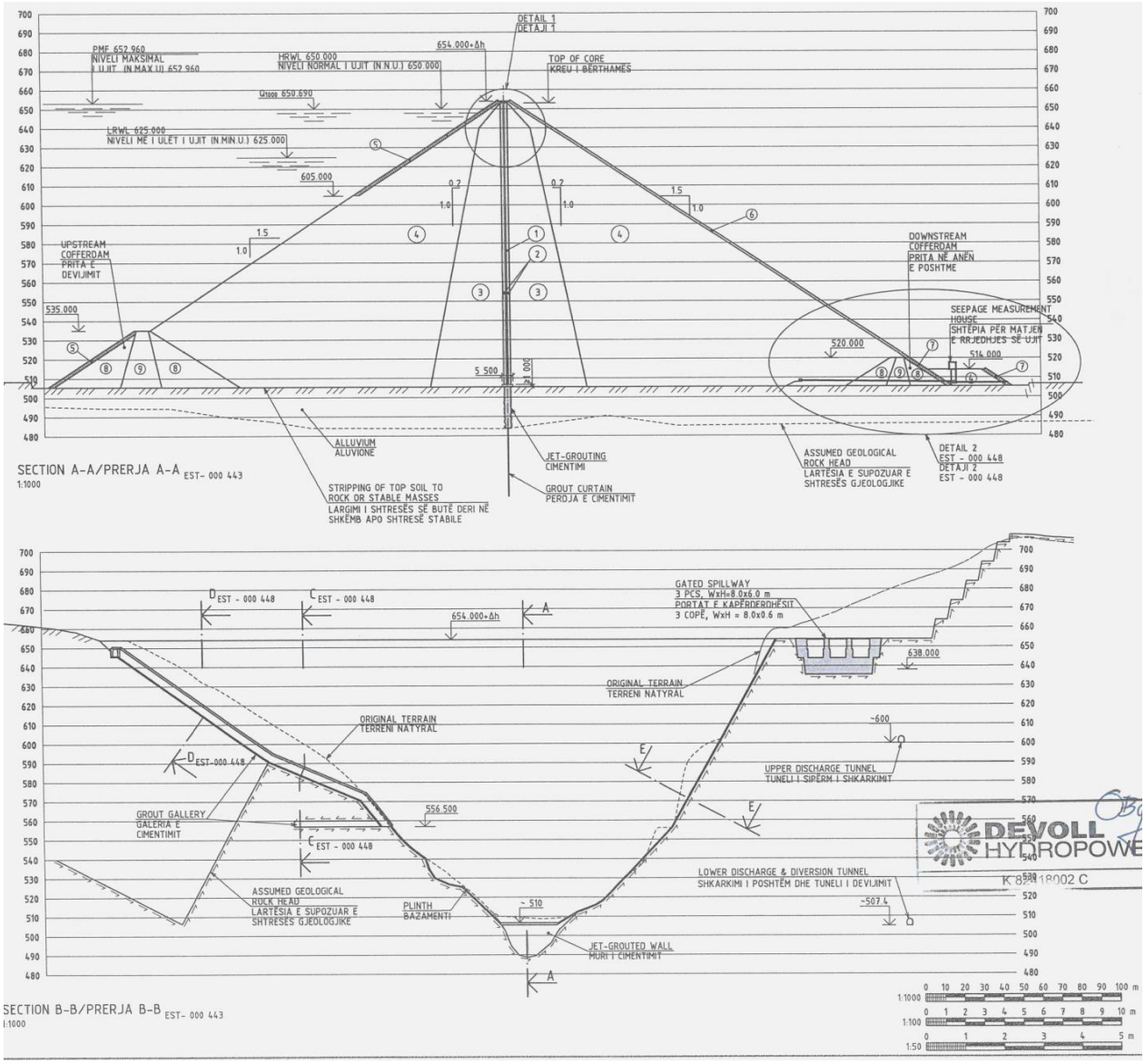
Αυτή η ζώνη προστατεύεται από λιθορριπή, η οποία χωρίζεται σε δυο στρώσεις, την εσωτερική *(ζώνη 3)* και την εξωτερική *(ζώνη 4)*. Η εσωτερική στρώση αποτελείται από χαλίκι με διάμετρο έως 200 mm, ενώ η εξωτερική από χαλίκι με διάμετρο έως και 400 mm αντίστοιχα.

Ακόμη πιο εξωτερικά της λιθορριπής, θα τοποθετηθεί μια ζώνη από ογκόλιθους *(ζώνη 5)*, μόνο από την πλευρά του ταμιευτήρα, που θα έχουν ελάχιστο όγκο 0,15 m^3 και θα προστατεύει το φράγμα από τους κυματισμούς. Για επαρκή προστασία έναντι διαβρώσεως προβλέπονται μικρές περιοχές επικάλυψης από διαφορετικής διαμέτρου υλικό. Για παράδειγμα, στον πόδα, στην πίσω πλευρά του φράγματος, εκεί που βρίσκεται και το κατάντη πρόφραγμα, απαιτείται τοποθέτηση ογκολίθων με ελάχιστο όγκο 0,5 m^3 *(ζώνη 7)*, ενώ εν συνεχεία προς τη στέψη του φράγματος και επιφανειακά θα τοποθετηθεί υλικό με κοκκομετρική διαβάθμιση από 50 έως 200 mm *(ζώνη 6)*.

Ο πυρήνας των προφραγμάτων διαμορφώνεται από ημιδιαπερατές αποθέσεις ποταμού *(ζώνη 9)*, ενώ τα κελύφη τους από χονδρόκοκκα χαλίκια *(ζώνη 8)*.



Σχήμα 3. 7 Λεπτομέρεια στέψης φράγματος



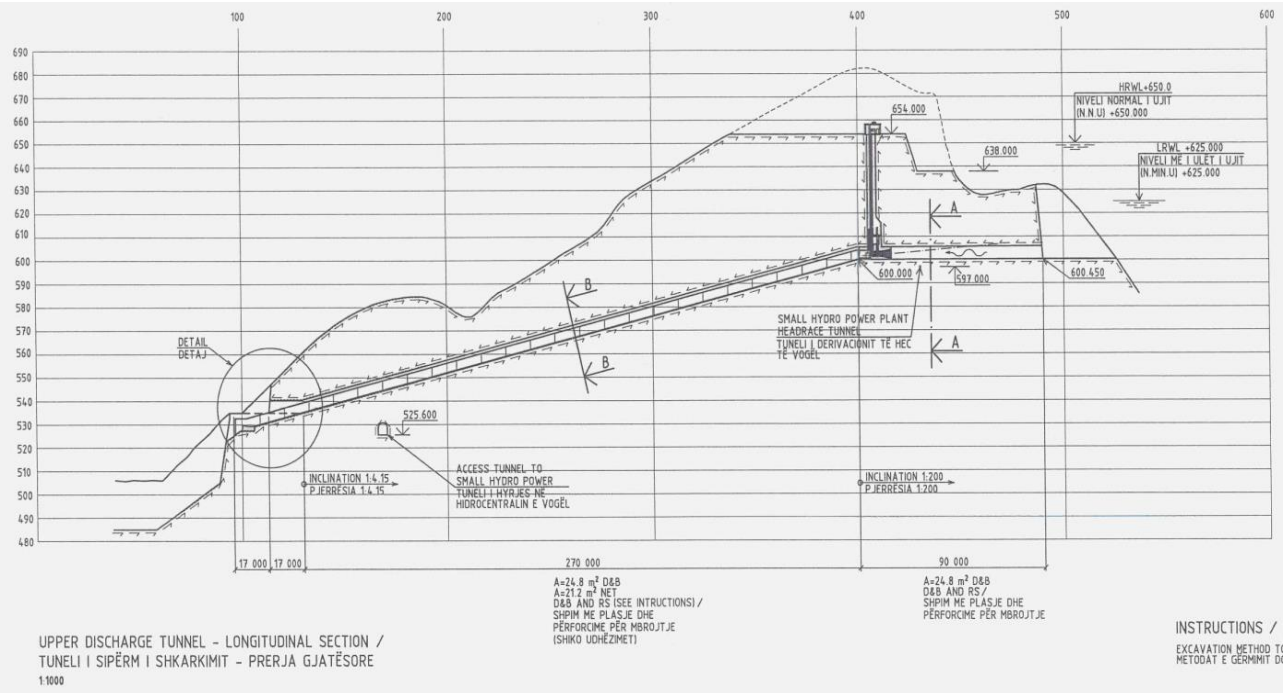
Σχήμα 3. 8 Όψη και εγκάρσια τομή φράγματος

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

3.2.4. Σήραγγα εκκένωσης

<u>Ανάντη φράγματος</u>

Η σήραγγα έχει σχεδιαστεί για μέγιστη στάθμη νερού στο +650 m, για την οποία αντιστοιχεί παροχή 103,2 m^3/s. Θα έχει συνολικό μήκος 75 m και εμβαδόν εισόδου 25 m^2. Η βάση της υδροληψίας, αλλά και της πόρτας εισόδου αυτής της σήραγγας βρίσκονται σε υψόμετρο +601,52 m**.** Τα θυροφράγματα συναρμογής θα είναι δύο με διάταξη σειράς και θα έχουν σχήμα ορθογωνικό, με διαστάσεις 1,7 m x 2,2 m. Ο συντελεστής Manning εκτιμάται 0,028 καθ' όλο το μήκος της σήραγγας. Ο συντελεστής υδραυλικών απωλειών στη είσοδο της σήραγγας λαμβάνεται ίσος με 0,3, ενώ στην είσοδο του θυροφράγματος ίσος με 0,2 αντίστοιχα. Ο αντίστοιχος στη συναρμογή είναι πολύ μεγαλύτερος, από 0,74 έως 1,00.



Σχήμα 3. 9 Μηκοτομή εκκενωτή

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

<u>Κατάντη φράγματος</u>

Για παροχή 103,2 m^3/s, καθ' όλο το μήκος της σήραγγας, θα πραγματοποιείται ροή με ελεύθερη επιφάνεια. Το βάθος ροής θα κυμαίνεται από 1,2 m έως 1,4 m. Μετά τα 75 m υπάρχει συναρμογή, η οποία περιλαμβάνει 2 θυροφράγματα διαστάσεων 1,7 m x2,2 m, με το νερό να καταλήγει τελικώς στη λεκάνη αποτόνωσης του κύριου υπερχειλιστή. Οι διαστάσεις της σήραγγας θα είναι 4,6 m x 5,5 m και το οριζόντιο μήκος της θα ανέρχεται στα 304 m, με κατά μήκος κλίση 1:4,15. Γι' αυτή την παροχή σχεδιασμού, η ταχύτητα υπολογίζεται 20 έως 26 m/s, με τον αριθμό Froude να κυμαίνεται από 6,5 έως 9,1. Ο συντελεστής Manning εκτιμάται από 0,011 έως 0,015.

Όπως προαναφέραμε η σήραγγα καταλήγει σε έργο εκτόξευσης. Η ακτίνα της συναρμογής είναι 10m και η γωνία που δημιουργεί η εφαπτόμενη του κυκλικού τόξου της συναρμογής με τον οριζόντιο άξονα είναι 20°. Το χείλος της συναρμογής από τη βάση απέχει 1 m. Επίσης, η περιοχή κάτω από τη συναρμογή θα επενδυθεί με σκυρόδεμα, ωστε να επιτευχθεί καλύτερη στήριξη.

Μεταξύ του έργου εκτόξευσης και της σήραγγας προβλέπεται διώρυγα με το ίδιο πλάτος, η οποία απαιτεί πλευρικούς τοίχους τουλάχιστον 2 m.

Η φλέβα του νερού θα καταλήγει στη λεκάνη αποτόνωσης, στην οποία θα καταλήγει ακόμα και η φλέβα νερού από τον κύριο υπερχειλιστή. Το νερό θα καλύπτει μια απόσταση 34 με 48 m από το χείλος του έργου εκτόξευσης μέχρι να σκάσει στη λεκάνη αποτόνωσης, με το πλάτος της φλέβας να κυμαίνεται από 26 m έως 32 m.

3.2.5. Εκτροπή

Η σήραγγα εκτροπής θα έχει συνολικό μήκος 564 m, με κατά μήκος κλίση 1:200 και θα λειτουργεί παράλληλα και ως εκκενωτής πυθμένα. Η βάση της εισόδου της θα βρίσκεται στο +508,8 m, ενώ η βάση της εξόδου της στο +506 m. Αξίζει να σημειωθεί εδώ, ότι η θέση της εξόδου βρίσκεται ακριβώς κάτω από το έργο εκτόξευσης της σήραγγας εκκένωσης.

Η κατασκευή της θα είναι εξ ολοκλήρου ενσωματωμένη στο δεξιό αντέρεισμα του φράγματος, στο οποίο προβλέπονται εκσκαφές με εκρηκτικές ύλες και άμεση υποστήριξη για προστασία.

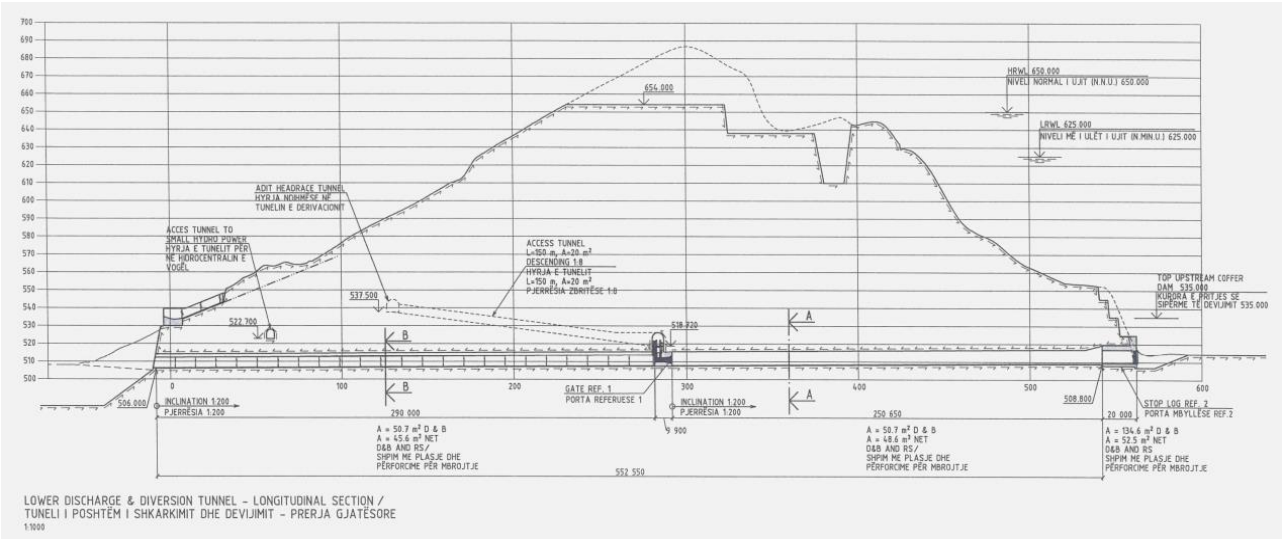
Ένας Θάλαμος δικλείδων (βανών), θα χωρίζει τη σήραγγα εκτροπής σε δύο τμήματα. Το ανάντη τμήμα, με μήκος 274 m και καθαρό εμβαδόν 48,6 m^2 και το κατάντη, με μήκος 290 m και εμβαδόν 45,6 m^2 αντίστοιχα.

Ο συντελεστής Manning εκτιμάται 0,027 στην οροφή, 0,016 στους πλευρικούς τοίχους και 0,013 στη μπετονένια βάση.

Μεγάλες απώλειες δημιουργούνται στην είσοδο της σήραγγας καθώς και στη συναρμογή όπου βρίσκεται ο θάλαμος δικλείδων. Αυτή η συναρμογή γίνεται μέσω δύο θυροφραγμάτων σε σειρά διαστάσεων 1,7 m x 2,2 m. Ο συντελεστής απωλειών στην είσοδο της σήραγγας λαμβάνεται ίσος με 0,3, ενώ στην είσοδο της συναρμογής 0,2 και στα θυροφράγματα από 0,744 έως 1,00.

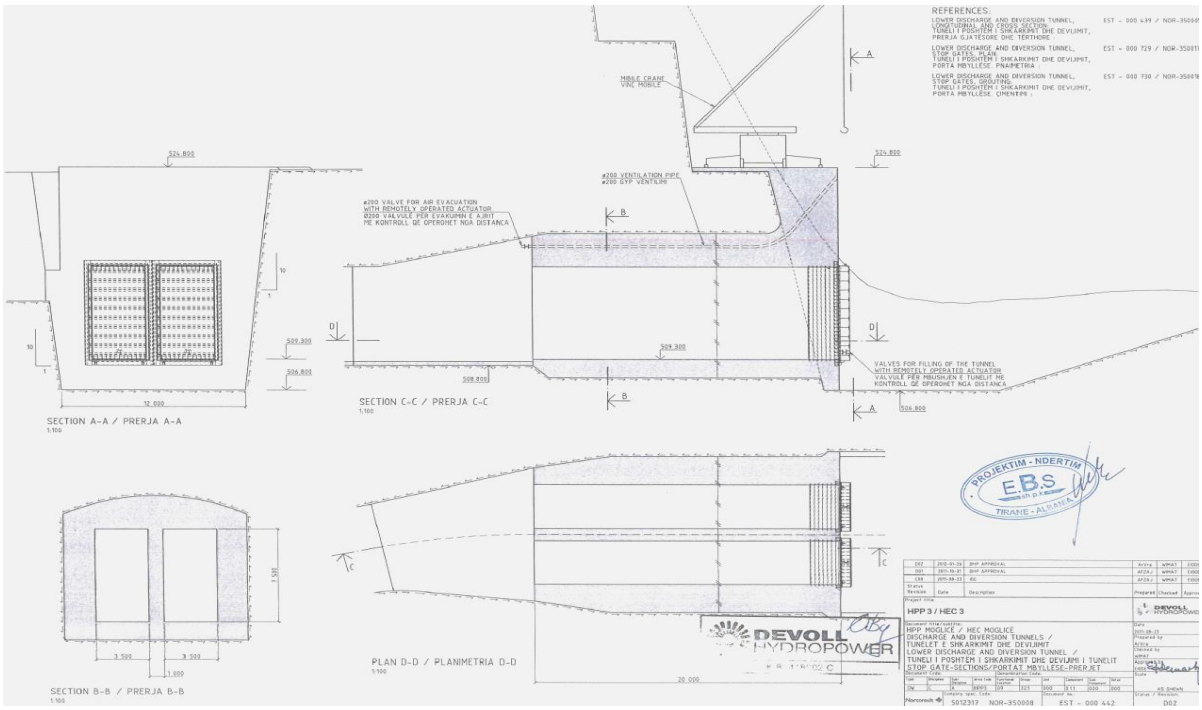
Για την εκτροπή του ποταμού απαιτείται η κατασκευή δύο προφραγμάτων, τα οποία αργότερα θα ενσωματωθούν στο κύριο φράγμα. Το ανάντη πρόφραγμα θα έχει στέψη στο +535 m, ενώ το κατάντη +520 m.

Η μέγιστη παροχή υπολογίζεται 514 m^3/s και αντιστοιχεί για στάθμη +533,9 m στο ανάντη πρόφραγμα.



Σχήμα 3. 10 Μηκοτομή σήραγγας εκτροπής

Η είσοδος της σήραγγας, η οποία βρίσκεται στα +508,8 m , περιλαμβάνει μια ειδική κατασκευή με σχάρα, ώστε να εμποδίζεται αποτελεσματικά η εισχώρηση ογκώδων λίθων εντός του αγωγού και των θυροφραγμάτων.



Σχήμα 3. 11 Κατασκευή εισόδου σήραγγας εκτροπής

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

3.2.6. Εκχειλιστής

Ο εκχειλιστής πρόκειται να κατασκευαστεί στο δεξιό αντέρεισμα και η στέψη του θα βρίσκεται στα +644 m. Το συνολικό πλάτος του θα είναι 31 m, εάν λάβουμε υπόψη και τους εσωτερικούς τοίχους, ενώ το καθαρό πλάτος του είναι 24 m. Οι εσωτερικοί τοίχοι, οι οποίοι αποτελούν και τα υποστύλωμα, θα έχουν πάχος 3,5 m και μήκος 22 m. Η διώρυγα πτώσεως σταδιακά στενεύει, έως ότου το τελικό της πλάτος να γίνει 20 m. Οι πλευρικοί τοίχοι του εκχειλιστή και της διώρυγας θα έχουν 4,5 m ύψος.

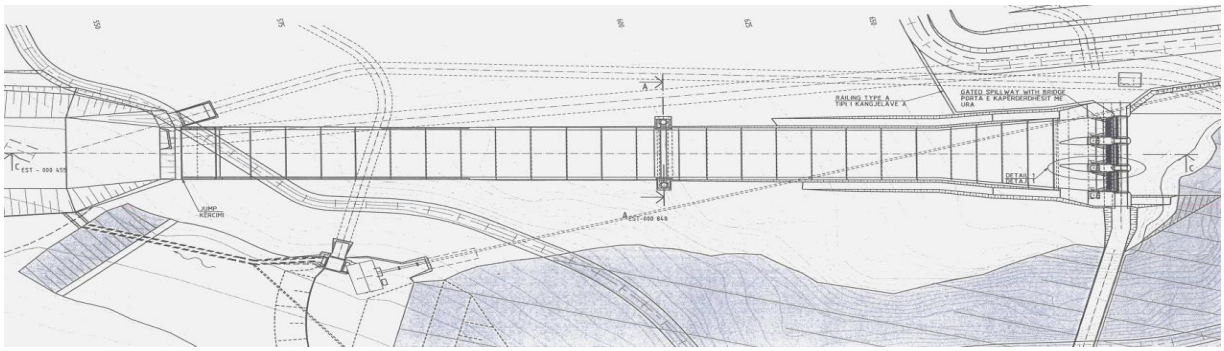
Το οριζόντιο μήκος του εκχειλιστή έχει σχεδιαστεί 290 m, με υψομετρική διαφορά 110 m και κατά μήκος κλίση 0,371rad. Η παροχή σχεδιασμού έχει ληφθεί ίση με 1.354 m^3/s, η οποία αντιστοιχεί για στάθμη +652,96 m στον ταμιευτήρα, με το βάθος ροής στη στέψη να είναι 8,96 m.

Ο σχεδιασμός της διώρυγας πτώσεως περιλαμβάνει εξαερισμό, διότι ο δείκτης σπηλαίωσης σε ένα σημείο είναι μικρότερος του 0,2 για n=0,012. Το σημείο αυτό βρίσκεται σε υψόμετρο +590 m και μόνο σε αυτή τη θέση θα τοποθετηθεί ένας εξαεριστής. Λόγω της μεγάλης κλίσης της διώρυγας (>20°) δεν προβλέπεται η τοποθέτηση άλλου εξαεριστή.

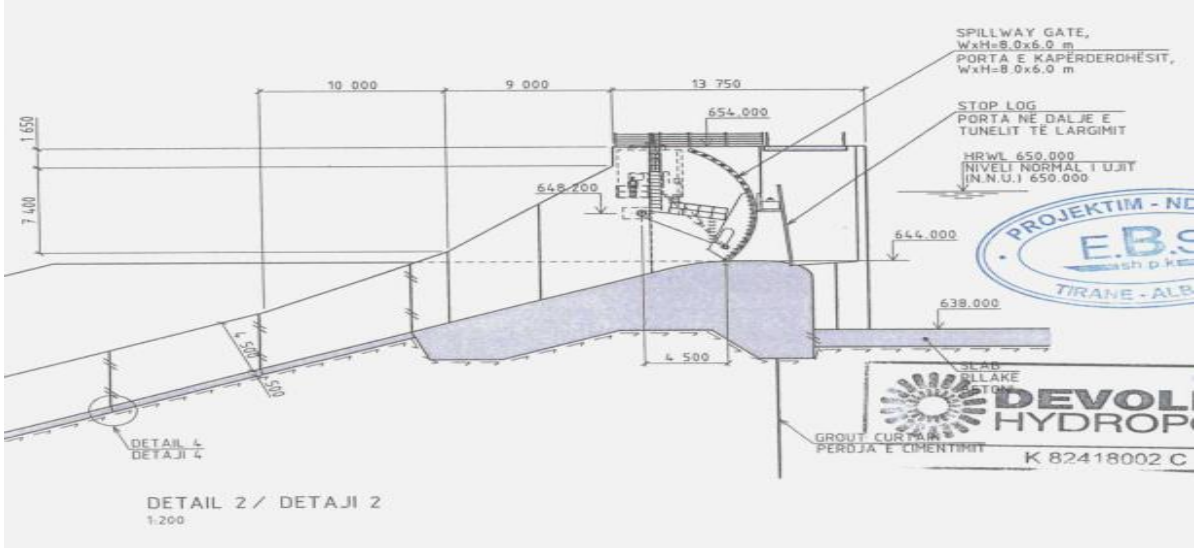
Στον πόδα του εκχειλιστή διαμορφώνεται το έργο εκτόξευσης. Η ταχύτητα του νερού στην είσοδο θα είναι 40 m/s, με αεριζόμενο βάθος 3 m και αριθμό Froude περίπου 10. Η ακτίνα

του τόξου θα είναι 16 m, η γωνία εκτόξευσης 22° και το ύψος από τη βάση μέχρι το χείλος του έργου 0,9 m.

Το οριζόντιο μήκος που θα διασχίζει το νερό στον αέρα υπολογίζεται 116 m, χωρίς να ληφθεί υπόψη η αντίσταση του αέρα. Χωρίς την απλουστευμένη παραδοχή της απουσίας του αέρα, το ίδιο οριζόντιο μήκος υπολογίζεται 76 m. Το πλάτος της φλέβας, όταν αυτή έρθει σε επαφή με το νερό της λεκάνης θα είναι 29 με 36 m.



Σχήμα 3. 12 Κάτοψη εκχειλιστή



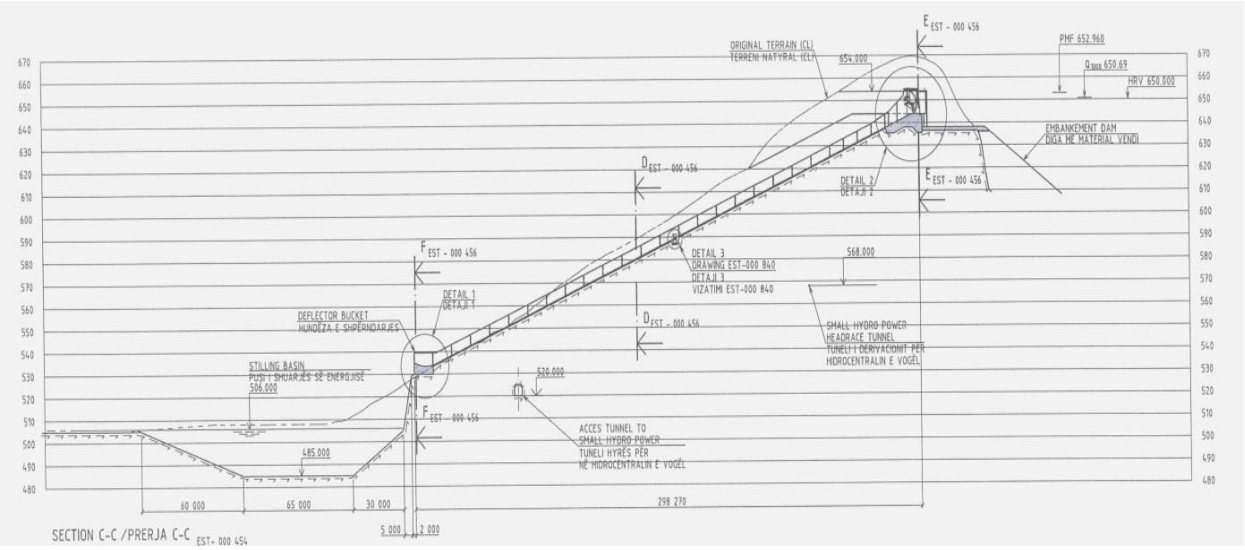
Σχήμα 3. 13 Τομή στέψης εκχειλιστή

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

3.2.7. Λεκάνη αποτόνωσης

Η λεκάνη αποτόνωσης θα έχει 155 m μήκος και 60 m πλάτος. Τα πρώτα 65 m έχουν κλίση 1:1, το μεσαίο τμήμα έχει σχεδιαστεί με κλίση 1:3, ενώ το τελευταίο τμήμα έχει ανηφορική κλίση, έτσι ώστε το νερό στη λεκάνη να παραμένει σε στάθμη +507 m. Το βάθος του νερού θα είναι 21 m και για παροχή σχεδιασμού αναμένονται μικρά προβλήματα διάβρωσης. Για φυσιολογικές συνθήκες λειτουργίας δε θα υπάρχει κανένας κίνδυνος διάβρωσης της βάσης

της λεκάνης, αφού το βάθος της τύρβης που θα δημιουργηθεί από την πτώση του νερού θα είναι το μισό του σταθερού βάθους των 21 m που προβλέπεται.



Σχήμα 3. 14 Μηκοτομή εκχειλιστή και λεκάνης αποτόνωσης

Πηγή: ''Norconsult study (2012): Devoll Hydropower Project, Moglice Hydropower Project, Hydraulic Calculations, Spillways and Outlet Works''

3.2.8. Παρατηρήσεις επί του φράγματος Moglica

Για τον εκκενωτή πυθμένα

Ο εκκενωτής πυθμένα αποτελεί ένα ιδιαίτερο σημείο. Κρίνεται σκόπιμο από τους μελετητές η σήραγγα εκτροπής μετά το πέρας της κατασκευής να παίξει το ρόλο του εκκενωτή πυθμένα. Μας προβληματίζει το γεγονός ότι η είσοδος της σήραγγας δεν προβλέπεται να αλλάξει. Πιθανώς αυτή η λύση επιλέγεται, ώστε τα πρώτα χρόνια λειτουργίας του φράγματος να υπάρχει επαρκής ασφάλεια με την εκκένωση του ταμιευτήρα έναντι ενδεχόμενου κατολισθήσεων ή κάποιας ατέλειας της κατασκευής στο σώμα του φράγματος. Αυτή η λύση όμως είναι βραχυπρόθεσμη, διότι θεωρείται βέβαιο ότι μετά από ένα μικρό χρονικό διάστημα η είσοδος της σήραγγα θα καλυφθεί 100% από τα φερτά. Επομένως, για να αυξηθεί η διάρκεια ζωής της σήραγγας, θα προτείναμε την τοποθέτηση νέας εισόδου σε υψηλότερο σημείο, η οποία με μια σήραγγα συναρμογής θα κατέληγε στην κύρια.

Για τον αγωγό προσαγωγής

Ένα ακόμα αξιοσημείωτο γεγονός είναι η ύπαρξη αγωγού προσαγωγής 10 km, ο οποίος θα μεταφέρει το νερό από τον ταμιευτήρα στο σταθμό παραγωγής. Αυτός ο μεγάλου μήκους αγωγός εξυπηρετεί την μεγαλύτερη αξιοποίηση του υδροδυναμικού του φράγματος. Από την άλλη όμως, θα πρέπει να αναλυθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μιας τέτοιας

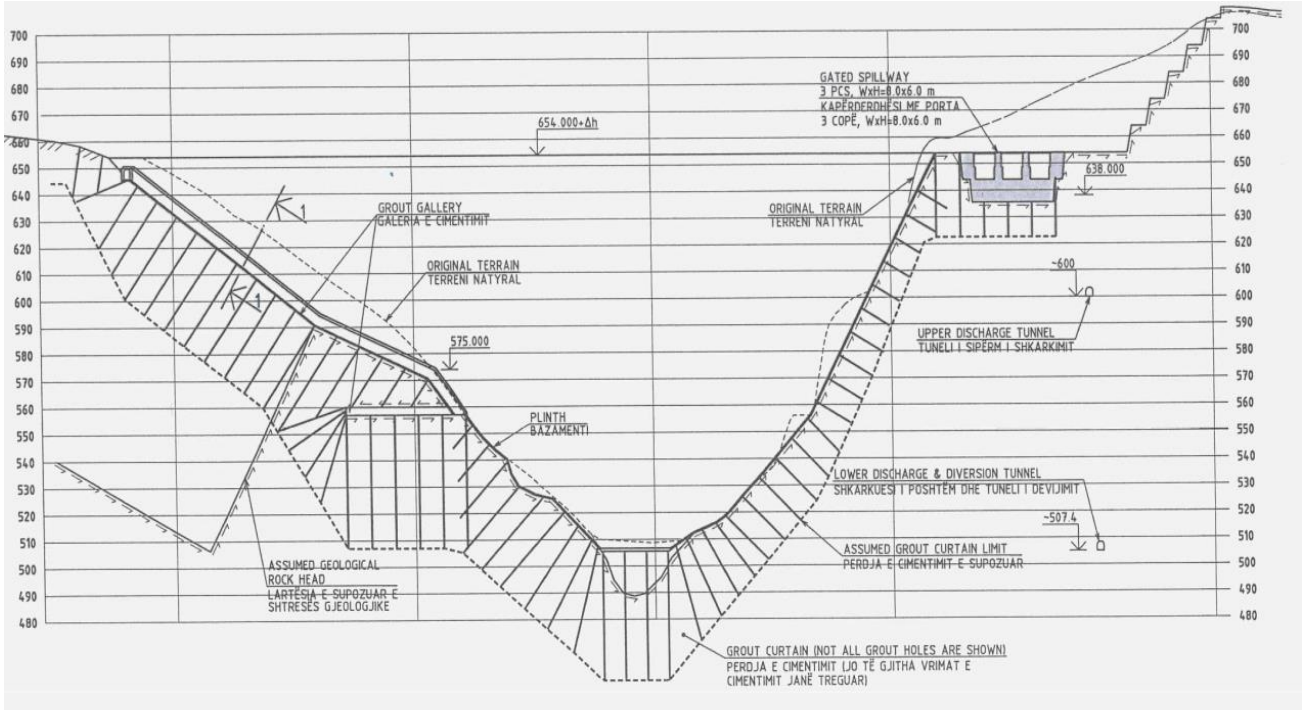
ενέργειας, αφού η οικολογική παροχή που προβλέπεται είναι πολύ μικρή. Συνεπώς, στην περιβαλλοντική μελέτη, η οποία αναλύεται παρακάτω, θα πρέπει να περιλαμβάνονται μέτρα άμβλυνσης των αρνητικών συνεπειών.

Για την κουρτίνα τσιμεντενέσεων

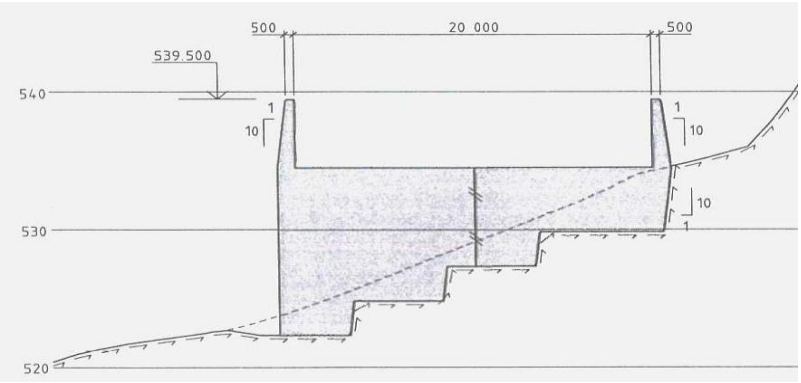
Στο αριστερό αντέρεισμα προβλέπεται σήραγγα μήκους 150 m, η οποία βρίσκεται στην επιφάνεια και εξασφαλίζει την πρόσβαση για την κατασκευή κουρτίνας τσιμεντενέσεων. Λόγω του ότι είναι επιφανειακή, δίνει τη δυνατότητα μελλοντικών παρεμβάσεων στο αριστερό αντέρεισμα.

Παρατηρούμε επίσης, ότι οι οπές της κουρτίνας τσιμεντενέσεων δεν είναι κατακόρυφες, αλλά έχουν μια μεταβαλλόμενη κλίση ανάλογα με την θέση κάτω από τον άξονα του φράγματος. Οι κεκλιμένες οπές απαιτούν μεγαλύτερη ακρίβεια διάτρησης, αφού μια πιθανή απόκλιση θα μεταβάλει την απόσταση των οπών σιμενετενέσεων λόγω και του μεγάλου βάθους (30-40 m). Οι κατακόρυφες οπές είναι πιο συνηθισμένες και πιο απλές. Σε υψόμετρο +560 m προβλέπεται η κατασκευή ακόμη μίας σήραγγας, η οποία θα είναι οριζόντια. Όπως βλέπουμε και στη μηκοτομή του φράγματος, γύρω από την οριζόντια σήραγγα υπάρχουν ακανόνιστες οπές τσιμεντενέσεων. Το γεγονός αυτό μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητα της κουρτίνας. Η σωστή κατασκευή προβλέπει τη σύνδεση όλων των οπών σιμεντενέσεων σε εκείνη την περιοχή με οπές σιμεντενέσεων που θα ξεκινούν από τη σήραγγα προς κάθε κατεύθυνση.

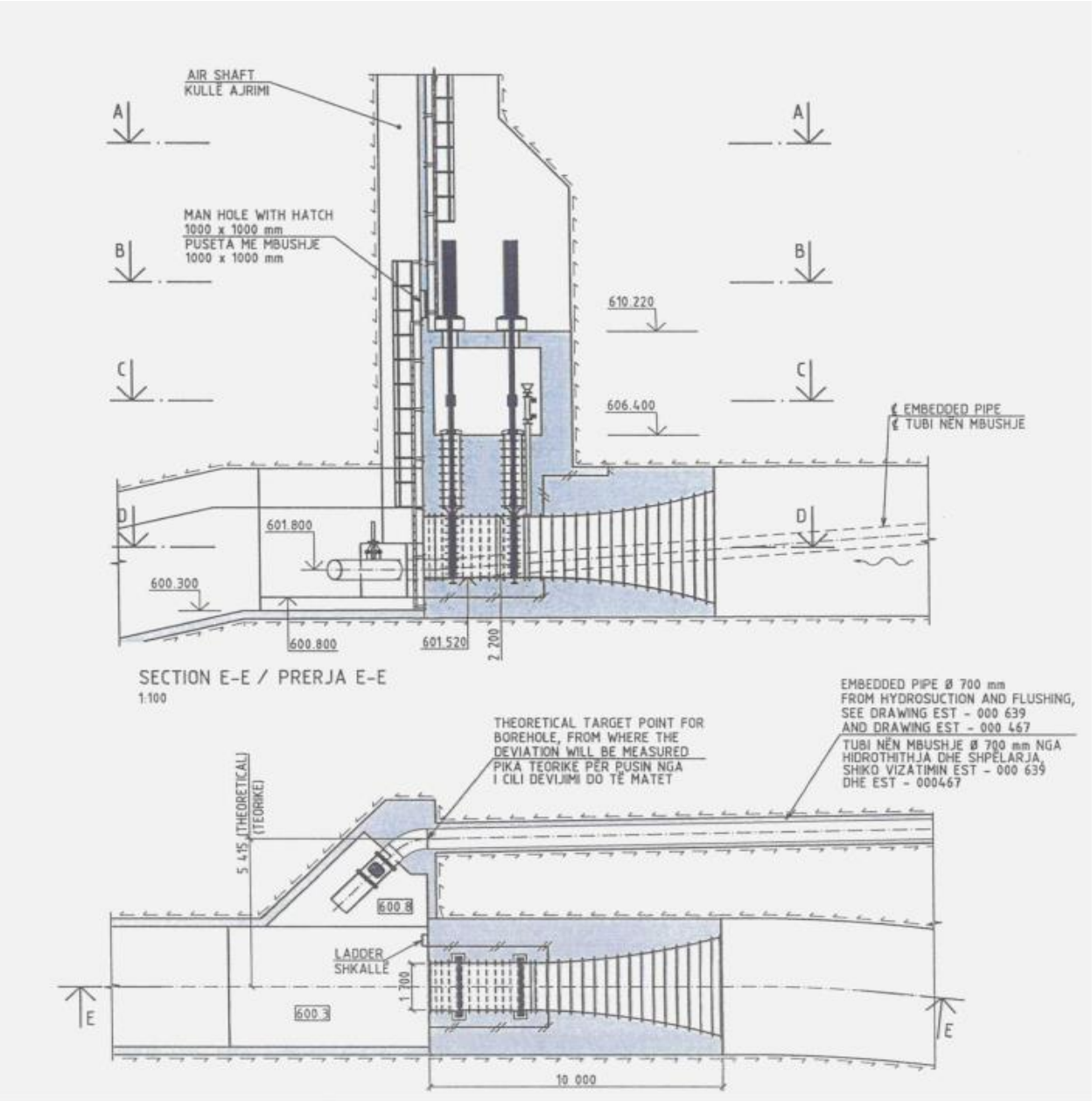
3.2.9 Παράρτημα



Σχήμα 3. 15 Κουρτίνα τσιμεντενέσεων

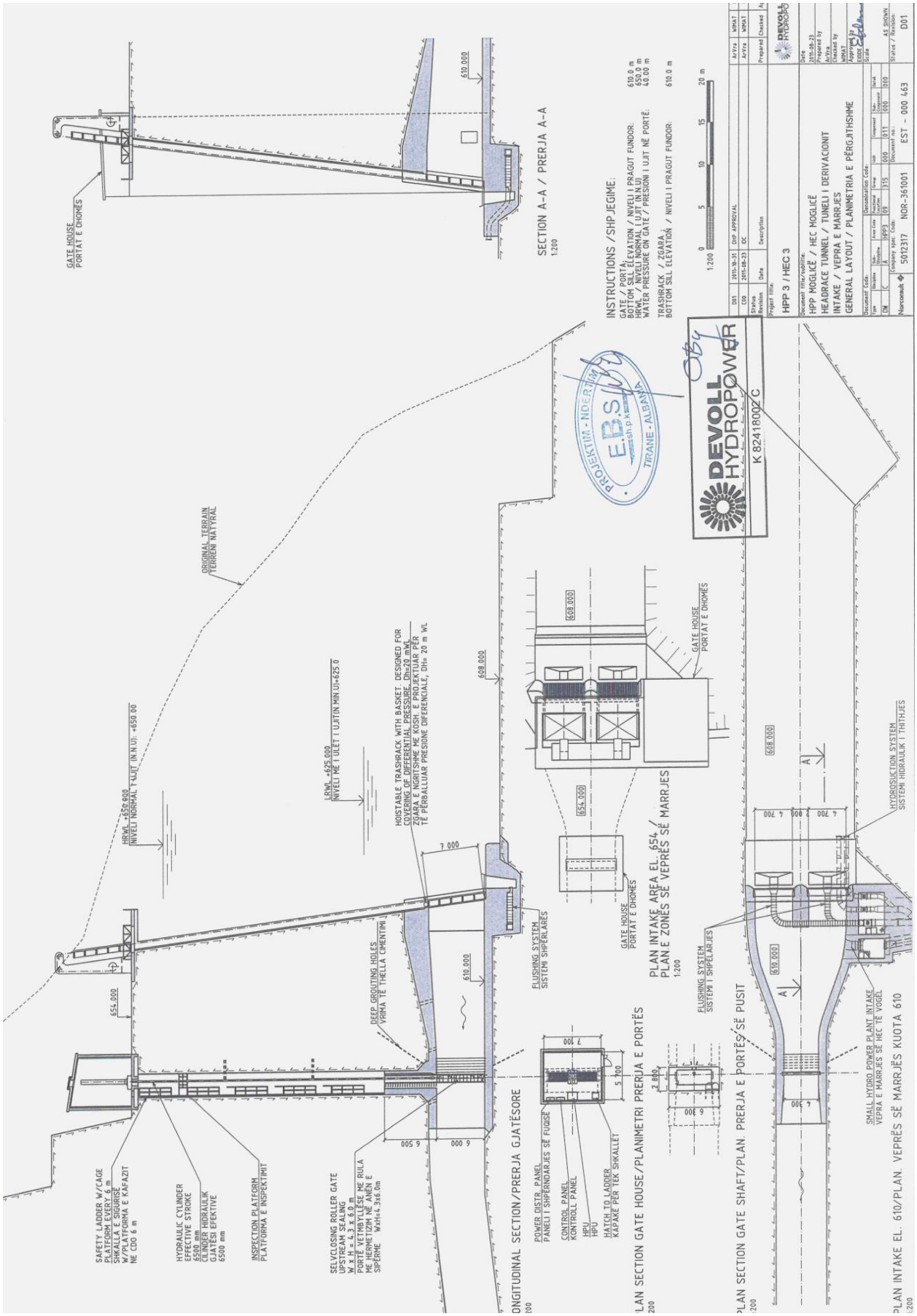


Σχήμα 3. 16 Διατομή διώρυγας πτώσης

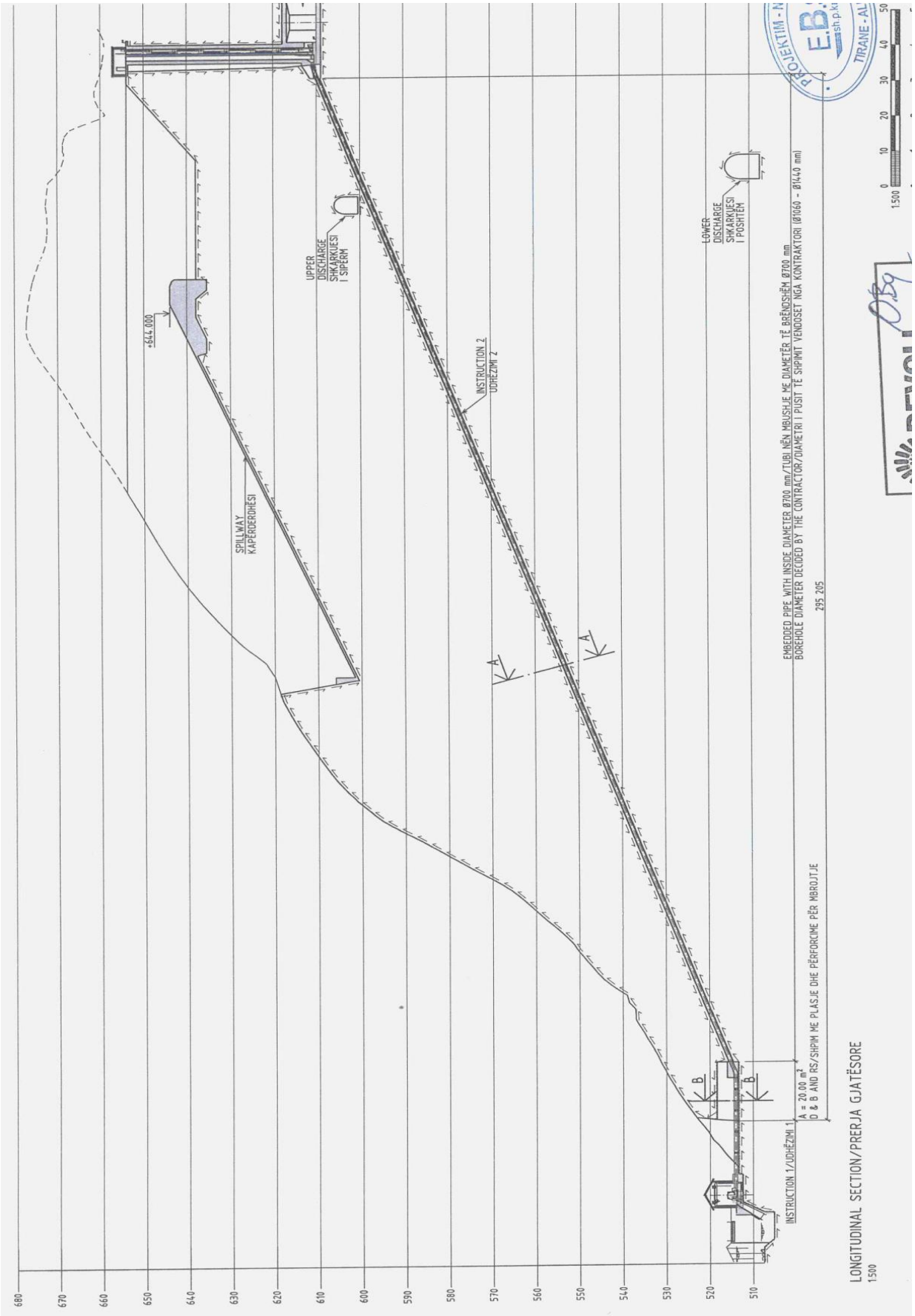


Σχήμα 3. 17 Θάλαμος δικλείδων του εκκενωτή

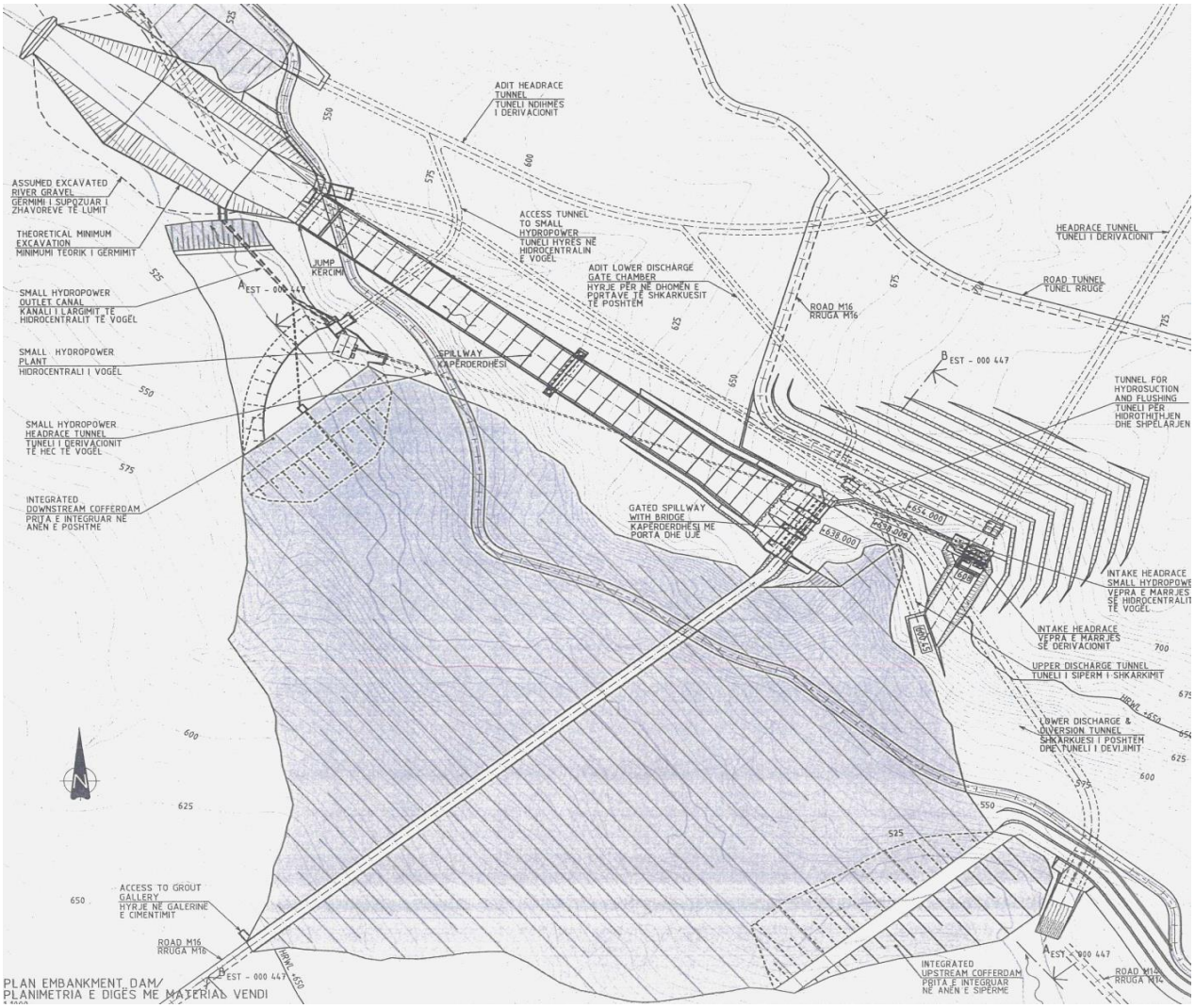
Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''



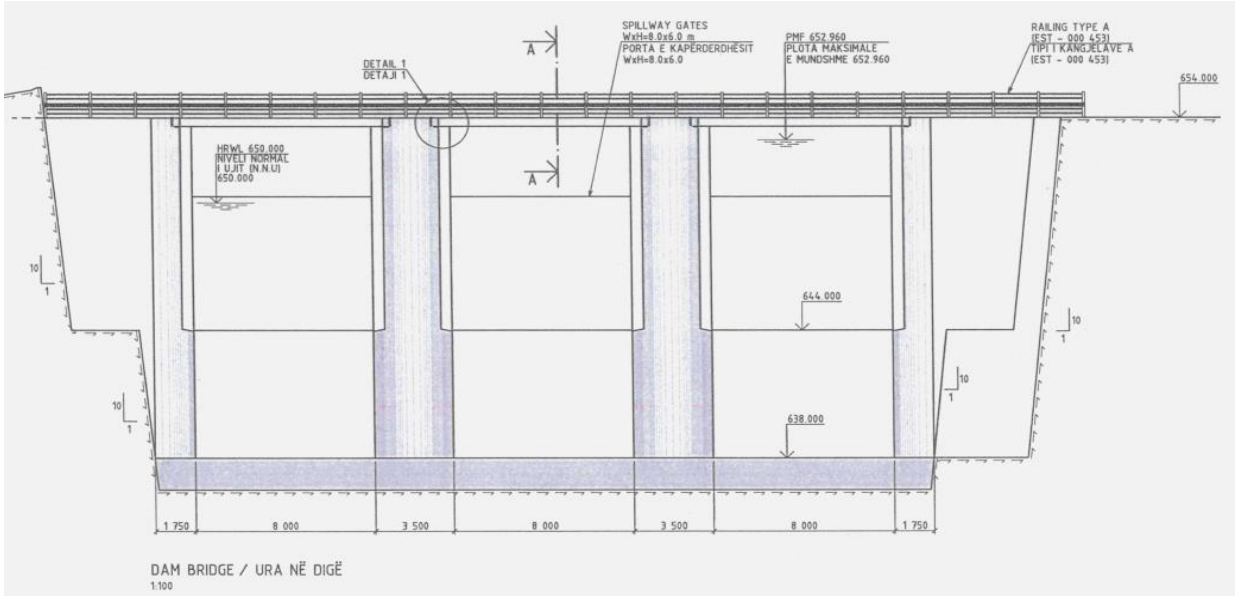
Σχήμα 3. 18 Κατασκευή υδροληψίας



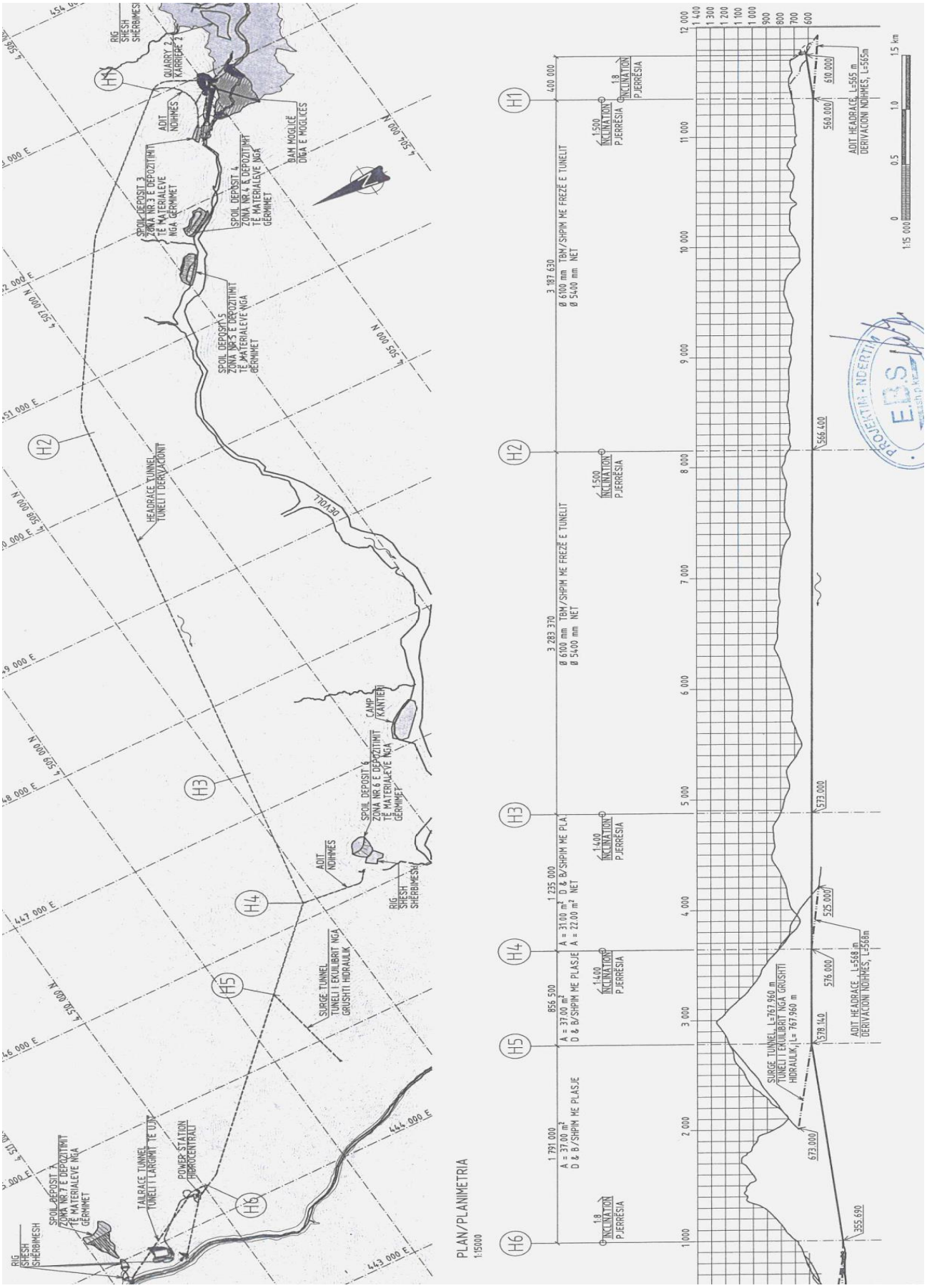
Σχήμα 3. 19 Μηκοτομή του αγωγού που καταλήγει στο μικρό σταθμό παραγωγής



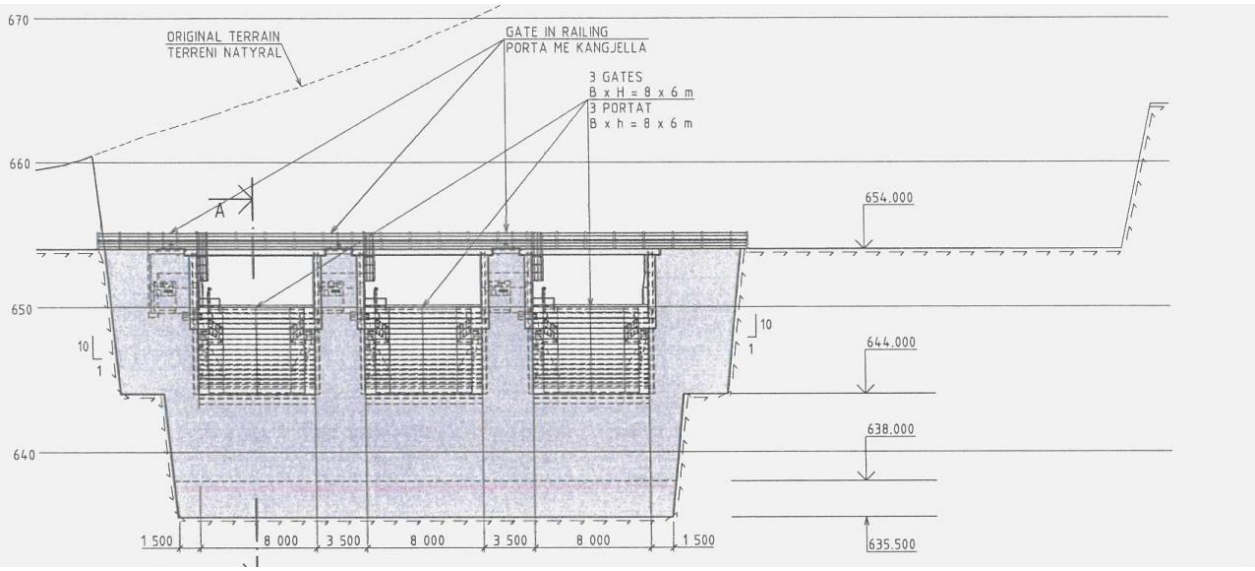
Σχήμα 3. 20 Γενική δομή έργου και προφράγματα



Σχήμα 3. 21 Όψη στέψης εκχειλιστή



Σχήμα 3. 22 Κάτοψη και μηκοτομή αγωγού προσαγωγής



Σχήμα 3. 23 Όψη στέψης εκχειλιστή και θυροφραγμάτων

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

3.3. HPP KOKEL

3.3.1. Εισαγωγικά στοιχεία

Το φράγμα του Kokel θα κατασκευαστεί στη μέση περίπου της στενής κοιλάδας. Βρίσκεται μεταξύ του HEC Banja και του HEC Moglice και είναι το μικρότερο, όσον αφορά τη μέγιστη ισχύ παραγωγής του. Το φράγμα του Kokel θα έχει ύψος περίπου 50 m πάνω από τη στάθμη της κοίτης και θα έχει σύνθετη μορφή. Από τη μία πλευρά θα κατασκευαστεί φράγμα βαρύτητας και από την άλλη εύκαμπτο χωμάτινο, όπου το υλικό κατασκεθής του θα συλλεχθεί από τις γύρω περιοχές.

Ο σταθμός παραγωγής θα εκμεταλλεύεται τη πτώση του νερού από τη μέγιστη στάθμη των +350 m μέχρι τη στάθμη των στροβίλων που βρίσκονται +295 m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Ο ταμιευτήρας του Kokel θα έχει περίπου 0,71 km^2 εμβαδόν και χωρητικότητα 19 εκατομ. m^3 νερού, το οποίο θα συλλέγεται κυρίως από τον ταμιευτήρα Moglice.

Όσον αφορά την παραγωγή, θα τοποθετηθούν 2 στρόβιλοι τύπου Francis με μέγιστη συνολική εγκατεστημένη ισχύ 35,2 MW, οι οποίοι θα παράγουν κατά μέσο όρο 97 GWh το χρόνο.

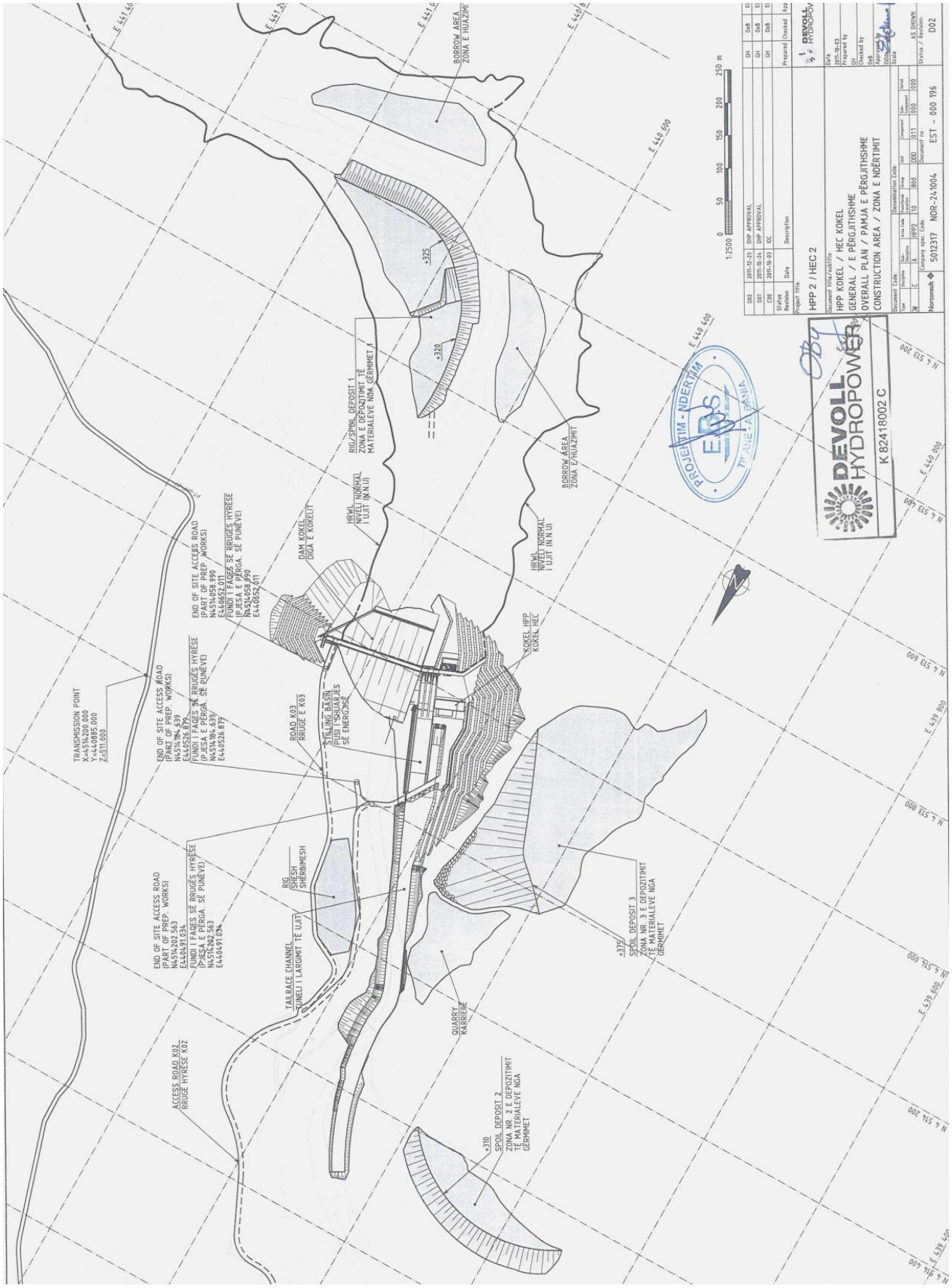
Στο πλαίσιο της μελέτης του έργου έχει πραγματοποιηθεί λεπτομερής έρευνα στην ύπαιθρο, η οποία περιλαμβάνει τη λεπτομερή γεωλογική χαρτογράφηση, τη σύσταση των γεωλογικών στρώσεων και τη σεισμική δραστηριότητα της περιοχής. Η μελέτη επικεντρώνεται στις βασικές περιοχές του έργου, δηλαδή στο φράγμα, στο κτήριο του σταθμού παραγωγής και στις κρίσιμες ζώνες της σήραγγας.

Η γεωλογική χαρτογράφηση των περιοχών των 3 φραγμάτων έχει γίνει βάσει του επίσημου γεωλογικού χάρτη της Αλβανίας με κλίμακα 1:500.000. Για τη χαρτογράφηση έχει γίνει αρκετή δουλειά στην ύπαιθρο, σε όλο το μήκος της κοιλάδας του Devoll, με διάφορες μετρήσεις που ξεκίνησαν τον Ιούνιο του 2009 και τελείωσαν το Φεβρουάριο του 2011.

Ο ταμιευτήρας Kokel βρίσκεται μεταξύ 3 τεκτονικών μονάδων. Από τους λεπτομερείς γεωλογικούς χάρτες καταλαβαίνουμε ότι η τεκτονική κατάσταση στην περιοχή της θεμελίωσης του φράγματος είναι αρκετά πολύπλοκη.

Το συνολικό έργο αποτελείται από το φράγμα μικτού τύπου, τον εκκενωτή πυθμένα, τη σήραγγα εκτροπής, την υδροληψία και τον σταθμό παραγωγής.

Σχήμα 3. 24 Λεκάνη απορροής και υδροκρίτης



Σχήμα 3. 25 Γενική διάταξη του έργου

Σχήμα 3. 26 Φωτογραφία του σημείου τοποθέτησης του Φράγματος

3.3.2 Γεωλογία και μορφολογία περιοχής

Οι αναλυτικοί χάρτες της γύρω περιοχής του φράγματος του Kokel δείχνουν μια εν μέρει πολύπλοκη τεκτονική κατάσταση.

Στην ευρύτερη περιοχή του φράγματος υπάρχουν 3 τεκτονικές ενότητες-ζώνες:

1) Η ζώνη Mirdita, η οποία αποτελείται από *Οφιολιθικές στρώσεις του Devoll* μαζί με συνεχή, διακριτά τεκτονικά μίγματα.

2) Η ζώνη Krasta αποτελείται από παλιογενή φλύσχη, ο οποίος αναδιπλώνεται προς τα νοτιοδυτικά συναντώντας οφιόλιθο του ποταμού Devoll.

3) Η ζώνη Kruja είναι ευρέως εξαπλωμένη δυτικά του οφιολίθου του Devoll και αποτελείται από βράχους φλύσχη μέσης παλαιογενούς περιόδου.

Το φράγμα του Kokel τοποθετείται σε μια μεταβατική ζώνη ανάμεσα του οφιολίθου του Devoll και του μίγματος (Melange) Simoni. Ο ταμιευτήρας του φράγματος εδράζεται εξ ολοκλήρου στη ζώνη του οφιολίθου Devoll και φτάνει ανάντη μέχρι τη δεξιά πλευρά των εκβολών του ορμίσκου Grabova στο Devoll.

3.3.2.1. Ζώνη Mirdita

Οφιολιθική στρώση Devoll

Στην αλβανική γεωλογική βιβλιογραφία το σύμπλεγμα οφιόλιθου ονομαζόταν μέχρι πρότινος ''Mirdita Window''. Πρόσφατα αποτελέσματα χαρτογράφησης από την ομάδα του Project, ανακάλυψε την υπάρξη μιας στρώσης ή μιας τεκτονικής φλοίδας σημαντικών διαστάσεων, η οποία έχει μετατοπιστεί από ΝΑ προς ΒΔ, σε μια απόσταση περίπου 60km. Πιθανώς, ένας ολισθόλιθος να έχει μεταφερθεί από υποβρύχια ολίσθιση λόγω βαρύτητας ή κατρακύληση, εκεί όπου η ανάπτυξη διάφορων μιγμάτων λειτούργησε ως λιπαντικός παράγοντας. Συνεπώς, το αναφερόμενο σύμπλεγμα ''Window'' καλείται ως *Οφιολιθική στρώση Devoll*.

Το ανάντη άκρο του ταμιευτήρα του φράγματος βρίσκεται πάνω σε ένα μπλοκ οφιολίθου Devoll, του οποίου το σώμα περιλαμβάνει βασάλτες, γάββρους, σερπεντίνες, δουνίτες, ογκώδης οριζόντιους χαρτζβουργίτες. Αν και το πάχος του ρήγματος ποικίλει από cm σε m, το υλικό δείχνει μια ισοτροπική συμπεριφορά μεγάλης κλίμακας, με δομή σχετικά ομοιογενή.

Κοντά στον οικισμό Bratila, μια κανονική ζώνη πτύχωσης χωρίζει την οφιολιθική στρώση σε δύο επί μέρους, την ανατολική και τη δυτική. Η ανατολική, η οποία αποτελείται κυρίως από χαρτζβουργίτες, βασάλτες και γάββρους, βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο από την δυτική, η οποία περιλαμβάνει γάββρους, τεκτονίτες με μορφή μανδύα και πυριγενή πετρώματα.

Γύρω από το χωριό Kokla 2 ζώνες ρήγματος οριοθετούν τον οφιόλιθο του Devoll στα δυτικά. Μία από αυτές κλείνει από ΒΑ στα ΝΔ και τέμνει εν μέρει τον οφιόλιθο βόρεια του ποταμού. Η δεύτερη ζώνη διασχίζει την άλλη παράλληλα καταλήγοντας να συναντιούνται μετά τη στροφή ανατολικά. Αυτό οριοθετεί το όριο του οφιολιθικού συμπλέγματος Devoll.

Τεκτονικό μίγμα Mirdita (αντίστοιχο ''Simoni Melange'')

Το Simoni Melange αποτελείται από 3 λιθοστρωματογραφικές ενότητες:

1) Το μπλοκ τεκτονικού μίγματος σε περίβλημα παρατηρείται στην δυτική και ανατολική περιφέρεια κομματιών υπερβασικών πετρωμάτων. Είναι ετερογενούς σύστασης με χαοτική κατανομή των συστατικών του, σχηματίζοντας ένα πραγματικό mélange.
   Τα λιθολογικά συστατικά του είναι τεμάχια ή σώματα διαφόρων διαστάσεων από σερπεντινίτη ή βασικών ηφαιστειακών, κομμάτια και μεγάλοι λίθοι από τριαδικό ασβεστόλιθο, τεμάχη γάβρου, χρωμίτη και οφιολιθικού ψαμμίτη.
   Στις περισσότερες περιπτώσεις, η εσωτερική δομή έχει τη συμπεριφορα μεγα-λατυποπαγούς. Τα πετρώματα της ενότητας αυτής είναι κατά το πλείστον ολισθόλιθοι, οι οποίοι έχουν ολισθήσει από περιοχές, οι οποίες αναδύθηκαν λόγω τεκτονισμού από τη θάλασσα.
   Ο χαμηλός βαθμός διαβάθμισης είναι σημάδι μιας πολύ γρήγορης διαδικασίας καθίζησης.

2) Ο σχηματισμός με όψη φλύσχη (''άγριος φλύσχης'') αποτελεί μια αμμώδη-μαργαική φλυσχική ενότητα.
   Η ενότητα αυτή συντίθεται από φλυσχοειδείς αποθέσεις, όπως μάργες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, αργιλικούς ασβεστόλιθους, αργιλο-άμμο και ιλύ. Το πάχος της στρώσης κυμαίνεται από 1 έως 15 cm με μια διακριτή διαστρωμάτωση. Στο Kullollas και στο Mali I Cumes αυτή η ενότητα έρχεται σε τεκτονική επαφή με το Φλύσχη της Krasta.

3) Ο ''παλαιός φλύσχης''
   Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της λεπτομερούς χαρτογράφησης, υπόκειται της κροκαλο-λατυποπαγούς ενότητας και είναι σε τεκτονική επαφή με τα υπερβασικά πετρώματα. Σε μερικά τμήματα τα υπερβασικά πετρώματα υπέρκεινται τεκτονικά του ''Παλαιού-φλύσχη'', που φαίνεται να περιορίζεται και να βυθίζεται ομόφορα κάτω από τα υπερβασικά.
   Η θέση του φράγματος βρίσκεται εντός αυτού του τεκτονικού μίγματος. Ανάντη της προσδιορισμένης τοποθεσίας του φράγματος , τα τεκτονικά όρια μεταξύ του τεκτονικού μίγματος Melange και του οφιολιθικού βράχου του βορειότερου μπλοκ Devoll, ακολουθούν την πορεία της κοίτης του ποταμού.

Τα όρια αυτής της περιοχής βυθίζονται προς τα ΒΑ. Η αριστερή πλαγιά του ταμιευτήρα βρίσκεται σε βράχο τεκτονικού μίγματος για περίπου 1 km, ενώ η δεξιά πλαγιά εμφανίζει αναδυόμενο περιδοτίτη στο επίπεδο της κοίτης του ποταμού περίπου 150 m ανάντη από τον άξονα του φράγματος.

3.3.2.2. Ζώνη Krasta

Στρώσεις φλύσχη

Τα μέλη της ζώνης Krasta εμφανίζονται μόνο κατάντη και έξω από την ευρύτερη θέση του φράγματος και βρίσκονται κατά μήκος μίας λωρίδας στο δυτικό όριο του μπλοκ του Devoll. Αυτές οι μονάδες μεταφέρθηκαν σε αυτή τη θέση σα μια φλοίδα, η οποία βρίσκεται κάτω από βράχους της ζώνης Mirdita (οφιόλιθος και τεκτονικό μίγμα). Οι στρώσεις φλύσχη επίσης, έχουν επωθήσει τα ιζήματα φλύσχη της ζώνης Kruja προς τα δυτικά. Οι βράχοι της ζώνης Krasta είναι ιζήματα της χαμηλού ηώκαινου και αποτελούνται από λεπτές έως πολύ λεπτές στρώσεις αργιλο-ιλυώδους φλύσχη, με ελάχιστους αμμόλιθους, αλλά και με λεπτά στρώματα αργιλώδους ασβεστόλιθου. Το πάχος του σχηματισμού του φλύσχη είναι 2-5 έως 10-15 cm, κυριαρχούμενος από πράσινη με μαύρη , λεπτή ρωγματωμένη, πολύ μικροπτυχωμένη άργιλο.

3.3.2.3. Σεισμική δραστηριότητα

Η σεισμική δραστηριότητα στην Αλβανία διακρίνεται από συχνούς, χαμηλής όμως κλίμακας σεισμούς. Μεσαίας και μεγάλης κλίμακας γεγονότα δε συμβαίνουν πολύ συχνά. Από το 1976 μέχρι το 1992 η αλβανική σεισμολογική υπηρεσία κατέγραψε περίπου 1200 σεισμούς, οι οποίοι ήταν M>3 της κλίμακας Richter (ισοδυναμεί με οριζόντια επιτάχυνση 0,28 m/s^2), μεταξύ των οποίων οι 100 ήταν M>4 (=0,52 m/s^2) και μόνο 5 ήταν M>5 (=1,0 m/s^2). Οι περίσσότεροι καταγεγραμμένοι σεισμοί έχουν υπόκεντρο σε ένα βάθος μεταξύ 10 km με 20 km, με ελάχιστους να έχουν μεγαλύτερο από 30 km βάθος.

Η συντριπτική πλέιονότητα των ήδη καταγεγραμμένων σεισμών, εντός της ζώνης Drini κοντά στην περιοχή κατασκευής του φράγματος, κυμαίνεται από 3 έως 5 βαθμούς της κλίμακας Richter. Ένα σεισμικό γεγονός ισχύος 5R στην ευρύτερη περιοχή του φράγματος Kokel, με ένα κατά μέσο όρο βάθος 25 km θα προκαλούσε μέγιστες εδαφικές επιταχύνσεις περίπου 0,73 m/s^2.

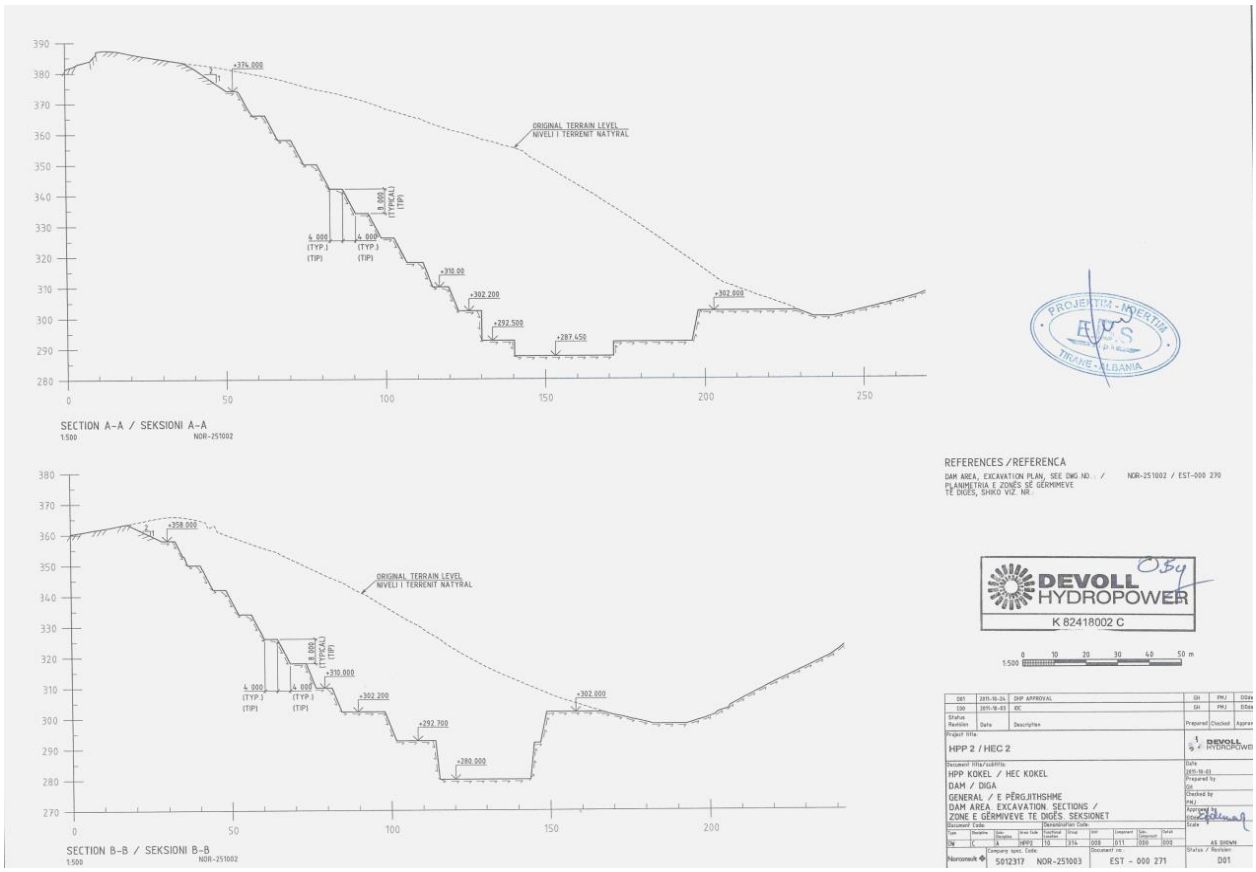
3.3.3. Εκσκαφές στα αντερείσματα

Η ισχύουσα μελέτη περιλαμβάνει ογκώδης εκσκαφές και στα δύο αντερείσματα, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν ψηλές και απόκρημνες τομές στις πλαγιές.

Από το ήδη υπάρχον υπόβαθρο θα ξεκινήσουν οι εκσκαφές στο αριστερό αντέρεισμα, το οποίο αποτελείται κυρίως από αμφιβολίτες, λατυποπαγή με υψηλή περιεκτικότητα σε σερπαντινίτες οφιολιθικά πετρώματα, ηφαιστειακά και πυρικλαστικά πετρώματα, εν μέρη σχιστολιθικούς και κερματισμένους περιδοτίτες, καθώς επίσης και από κερματισμένους αμμόλιθους, ιλυόλιθους και αργιλόλιθους.

Στο δεξιό αντέρεισμα οι εκσκαφές θα γίνουν με τέτοιο τρόπο ώστε να προκύψουν χονδρόκκοκα μπάζα. Αυτό εξυπηρετεί στην εξασφάλιση της ευστάθειας του πόδα και στη δημιουργία της επιφάνειας του υποβάθρου κατάντη του άξονα του φράγματος. Οι

Οφιολιθικοί βράχοι που βρίσκονται στην περιοχή του φράγματος περιέχουν ίνες αμίαντου, οι οποίες βρίσκονται σε μορφή χρυσοτιλίτη, ανθοφυλλίτη και τρεμόλιθου.



Σχήμα 3. 27 Εκσκαφές αριστερού αντερείσματος

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower HPP2 Kokel, Engineering Geological Summary Report HPP2''

3.3.4. Φράγμα

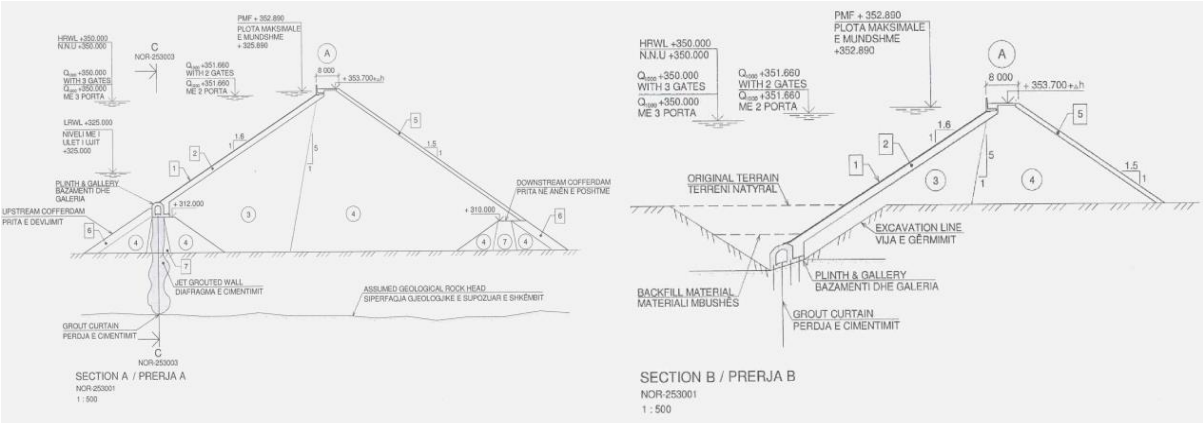
Το φράγμα θα έχει ύψος 50 m (+300 m , όπου βρίσκεται η κοίτη του ποταμού έως τα +350 m) και θα εκμεταλλέυεται την πτώση του νερού, με ενεργό ύψος 55 m, για την παραγωγή ενέργειας. Στο αριστερό μέρος το φράγμα θα είναι μπετονένιο τύπου βαρύτητος, το οποίο θα διακόπτεται και θα γίνεται λιθόρριπτο με επικαλυπτική μεμβράνη από ασφαλτο-μπετόν. Το λιθόρριπτο μέρος του φράγματος θα είναι απολύτως συμμετρικό και τα υλικά του θα συλλεχθούν από τις γύρω περιοχές.

Το έδαφος κάτω από το φράγμα θα ενισχυθεί με κουρτίνα τσιμεντενέσεων, με σκοπό να μειωθούν αισθητά οι δυνάμεις ανώσεως. Οι οπές σιμενετενέσεων θα είναι Φ75, με βάθος 20 m και θα έχουν 3 m απόσταση μεταξύ τους.

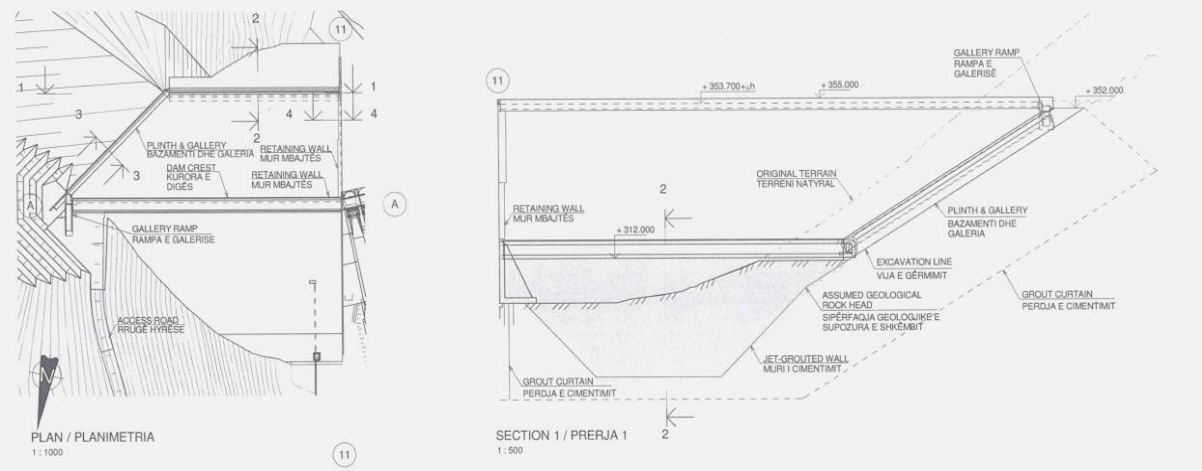
Πρώτα θα γίνει η κατασκευή του φράγματος βαρύτητος στο αριστερό άκρο. Η κοίτη του ποταμού βρίσκεται σε χαμηλότερο υψόμετρο, οπότε δε θα χρειαστεί να γίνει εκτροπή του ποταμού για την κατασκευή. Στη μελέτη της θεμελίωσης του μπετονένιου φράγματος προβλέπονται μεγάλοι όγκοι εκσκαφών, λόγω της απαίτησης που υπάρχει, ώστε το φράγμα να βρίσκεται αυστηρά στη συγκεκριμένη θέση για διάφορους λόγους.

Για λόγους οικονομίας (περιορισμός του συνολικού όγκου σκυροδέματος) κυρίως ο εκχειλιστής, καθώς επίσης και ο σταθμός παραγωγής αλλά και η υδροληψία θα ενσωματώνονται στο σώμα του φράγματος βαρύτητας.

Κατόπιν, κατασκευάζεται η διώρυγα εκτροπής και ακολουθεί η ταυτόχρονη κατασκευή 3 προφραγμάτων. Τα 2 εξ αυτών βοηθούν στην εκτροπή του ποταμού και στη στεγανοποίηση της περιοχής του κύριου λιθόρριπτου φράγματος, το οποίο και θα τα ενσωματώνει. Το άλλο πρόφραγμα εξυπηρετεί στο να μην πλημμυρίσει ο σταθμός παραγωγής κατά τη διάρκεια μεγάλων πλημμυρών. Το ανάντη πρόφραγμα θα βρίσκεται σε υψόμετρο +312 m, το κατάντη σε +310 m, ενώ το αντιπλημμυρικό σε +301 m αντίστοιχα.

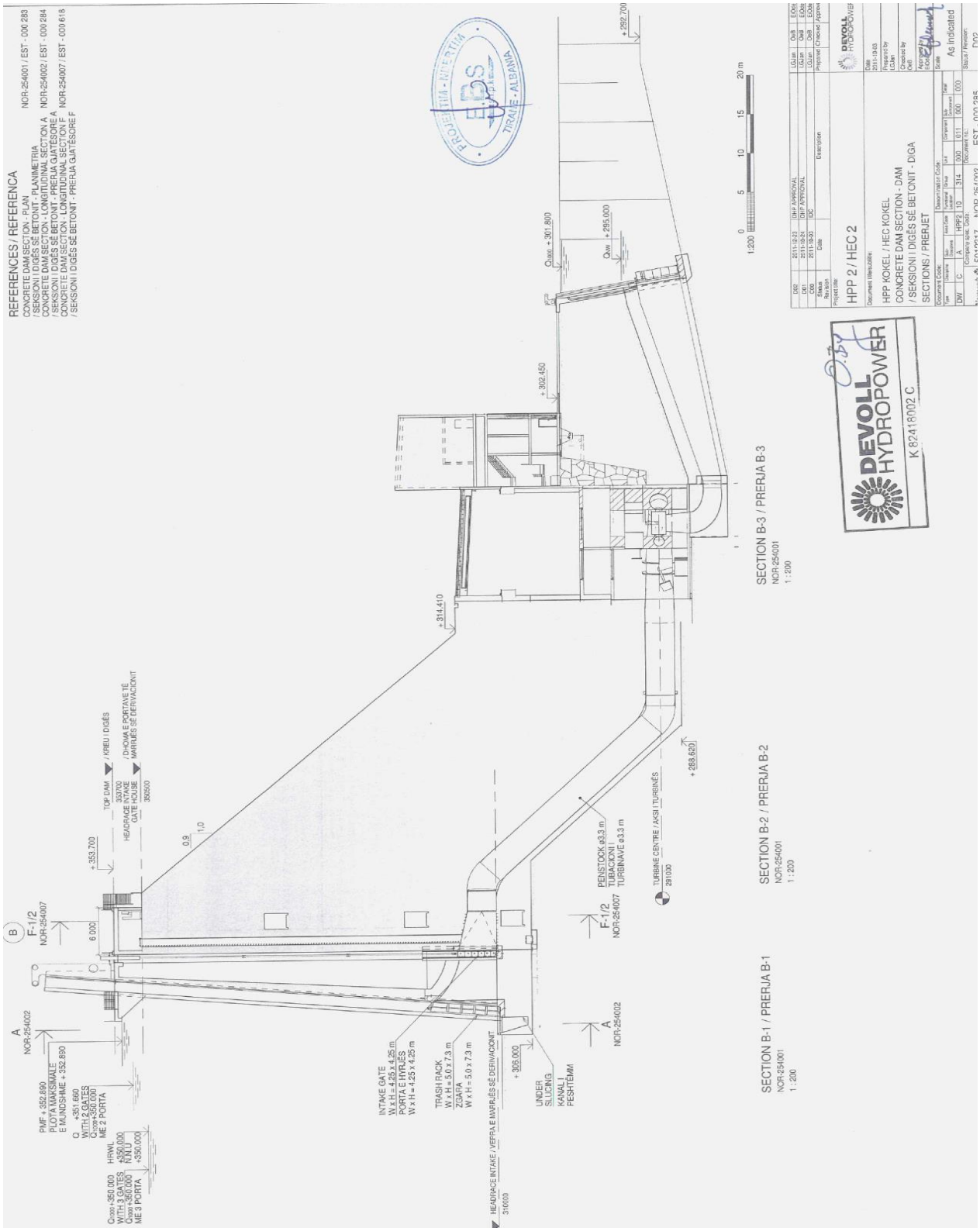


Σχήμα 3. 28 Διατομές του εύκαμπτου φράγματος



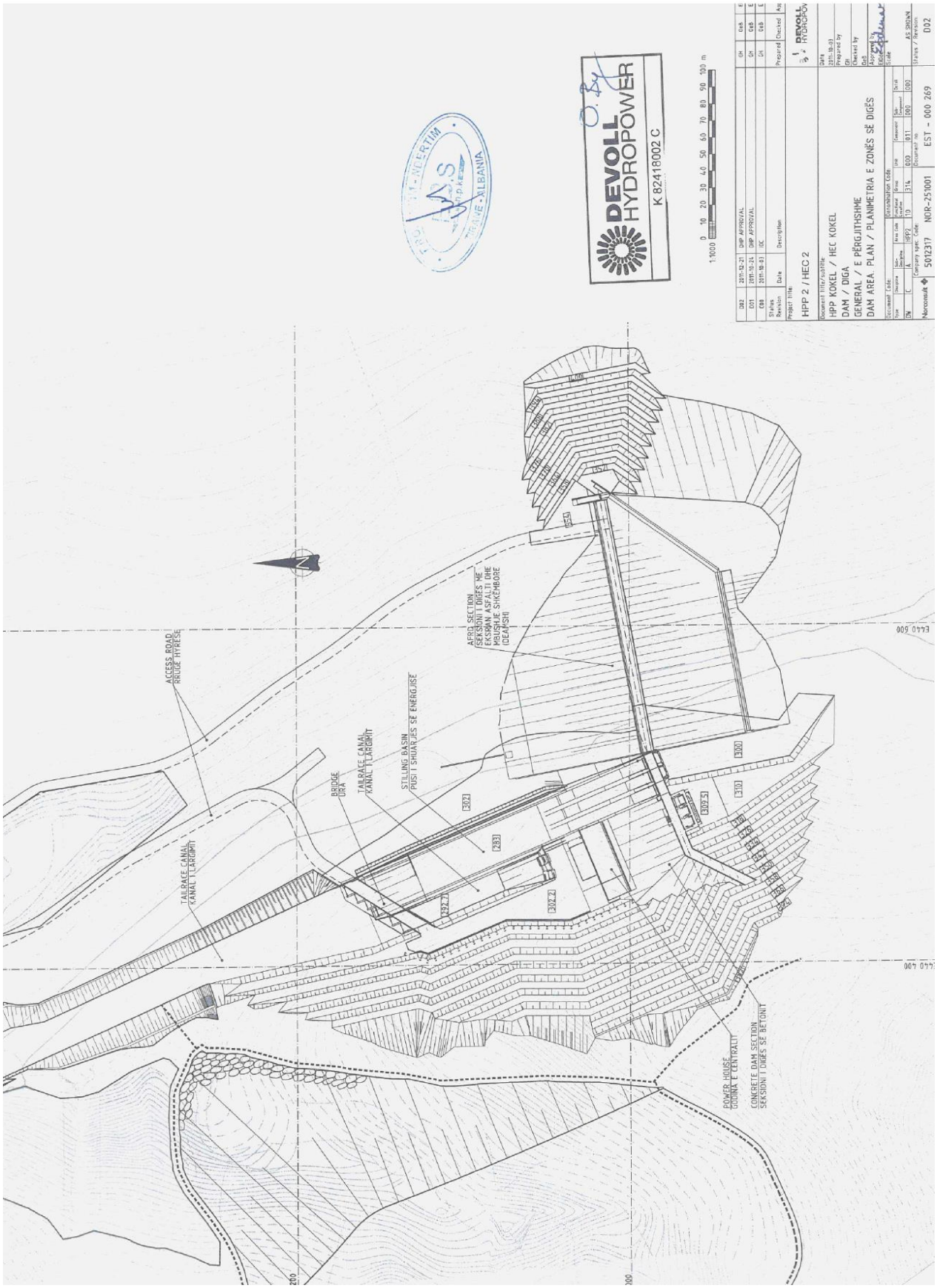
Σχήμα 3. 29 Κάτοψη και όψη του εύκαμπτου φράγματος

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''



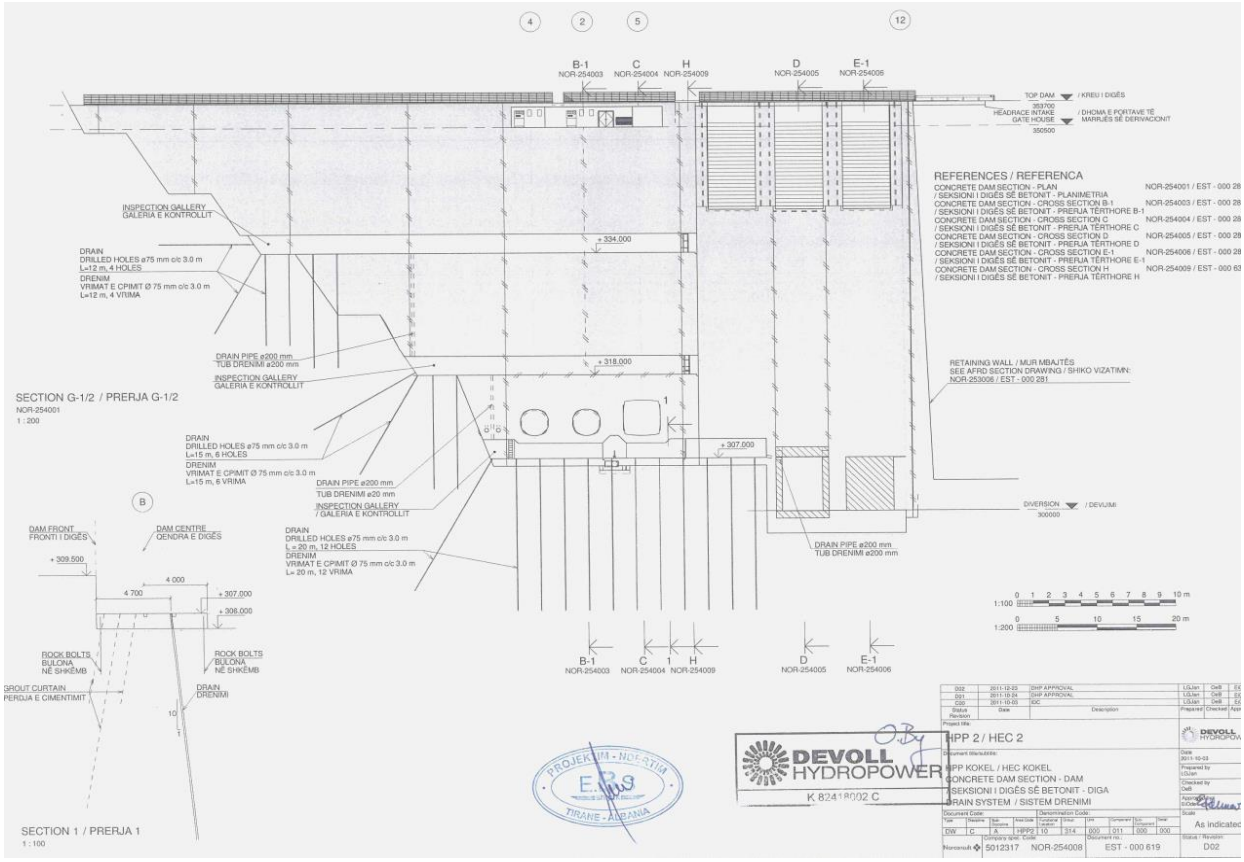
Σχήμα 3. 30 Διατομή μπετονένιου φράγματος , υδροληψία και αγωγός προσαγωγής σταθμού παραγωγής

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''



Σχήμα 3. 31 Γενική διάταξη έργου

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''



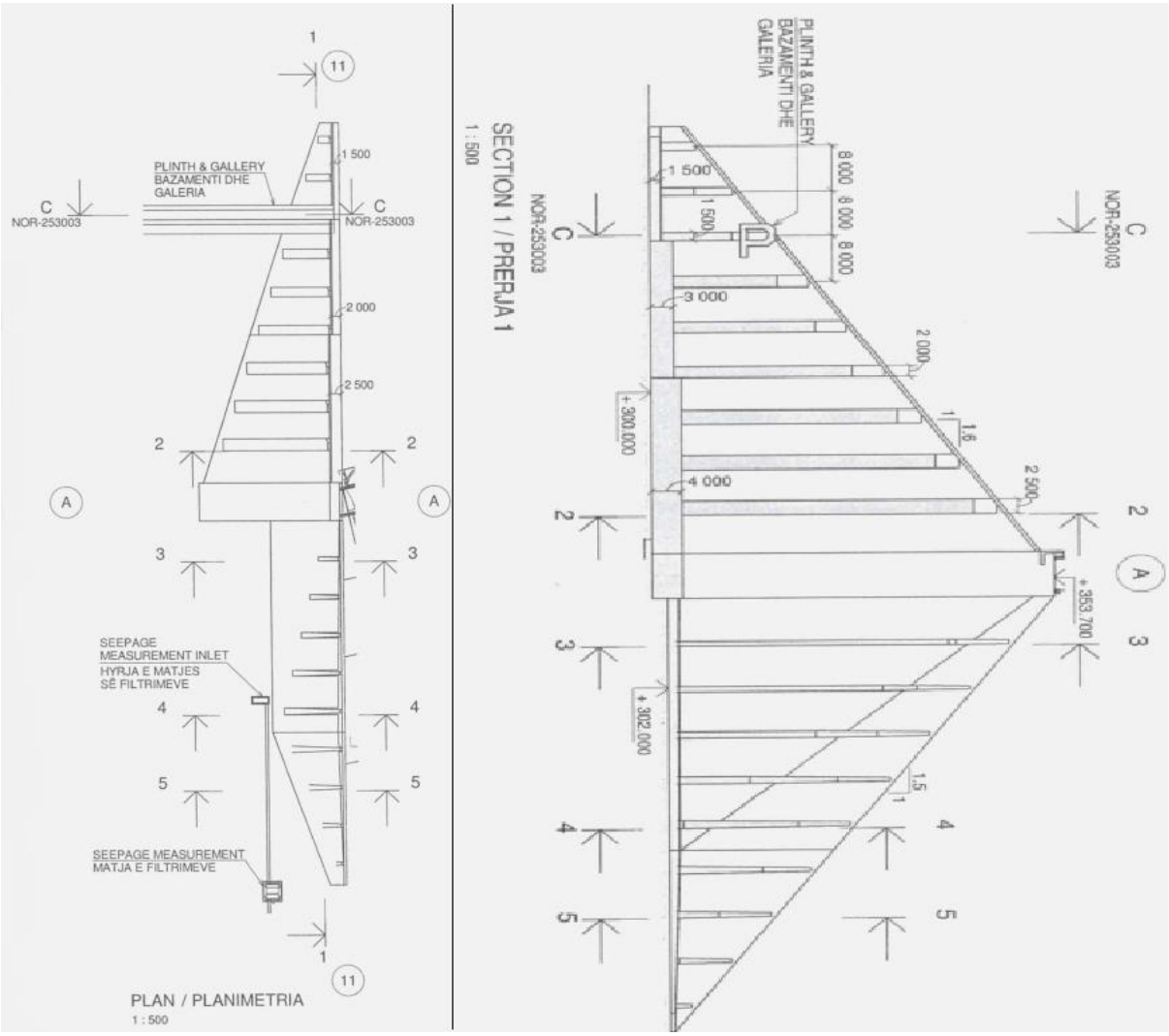
Σχήμα 3. 32 Κουρτίνα τσιμεντενέσεων

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

Πίνακας 3. 3 Υλικά κατασκευής του φράγματος

1A	Asphalt-concrete deck t=80 mm
1B	Bitumenouse drainage layer t=80 mm
2	Transition zone
3	Rockfill 0-400 mm, Lift 1.0 m
4	Rockfill 0-600 mm, Lift 1.5 m
5	Erosion protection 50-200 mm
6	Erosion protection blocks >0.5 m^3
7	River sand/ Gravel in cofferdam

Στη συναρμογή των δύο αυτών επί μέρους φραγμάτων προβλέπεται τοίχος αντιστήριξης ειδικού τύπου και μεταβλητού πάχους. Ο τοίχος αυτός θα καλύπτει το σύνολο της πλαϊνής επιφάνειας του χωμάτινου φράγματος, ώστε μέσω της ειδικής κατασκευής του να εξασφαλίζει την ομοιογένεια στο εσωτερικό του. Επίσης εξυπηρετεί στο να έχουν τα δύο αυτά φράγματα κοινή συμπεριφορά και λειτουργία.



Σχήμα 3. 33 Όψη και κάτοψη του τοίχου αντιστήριξης

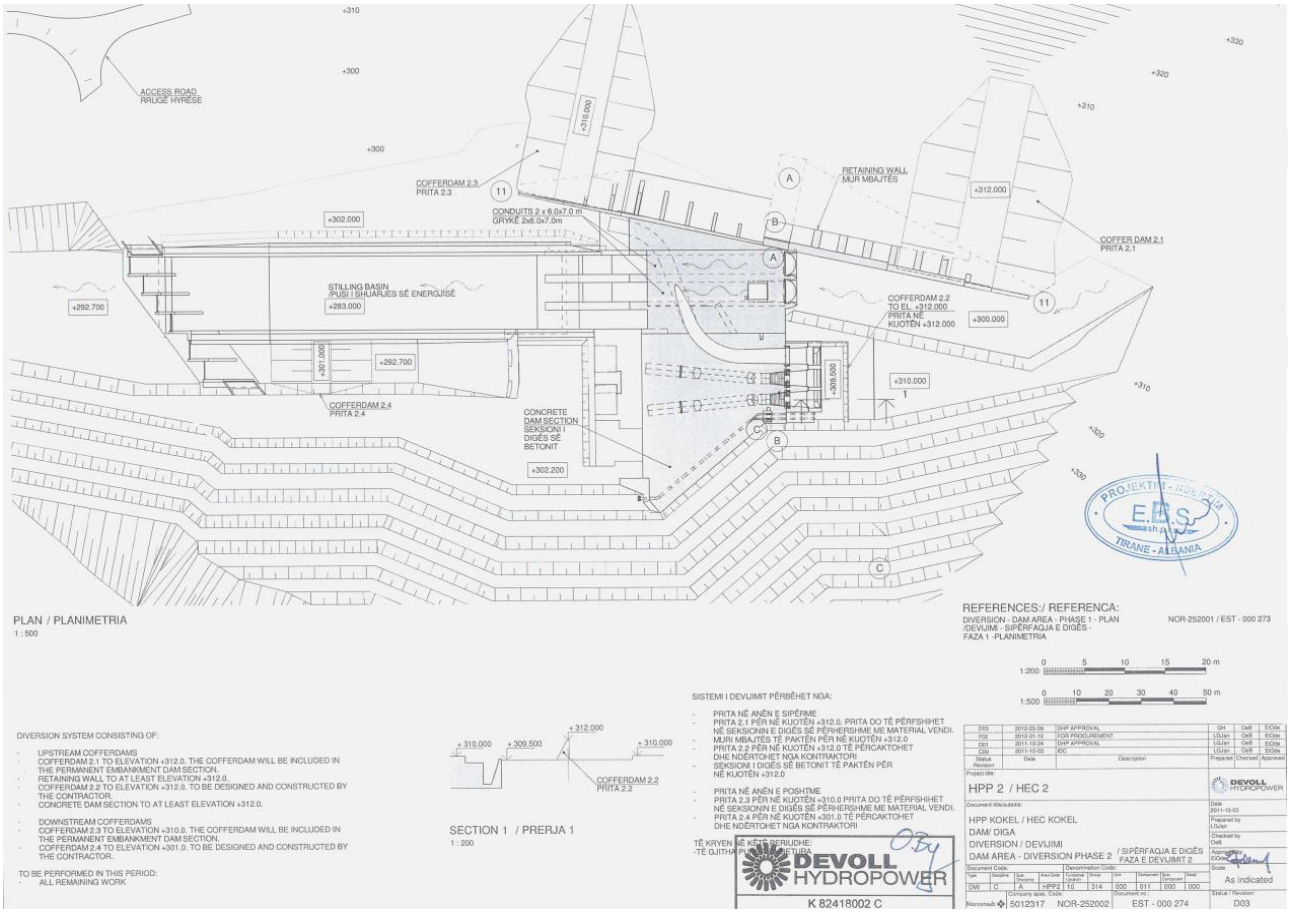
Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

3.3.5. Διώρυγα εκτροπής ποταμού

Η μέγιστη παροχή της διώρυγας εκτροπής θα είναι 580 m^3/s, με το νερό να φτάνει τα +311,2 m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας.

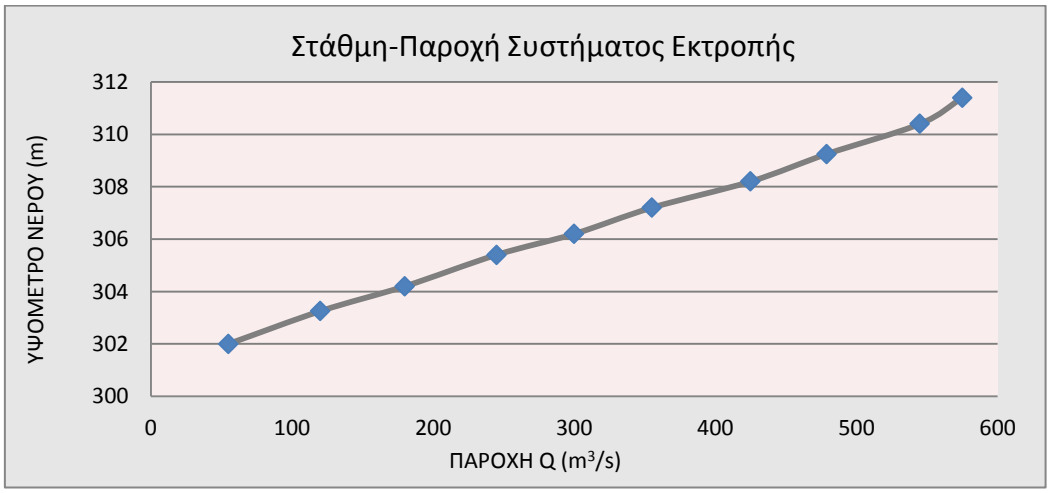
Προβλέπεται η κατασκευή δύο όμοιων οπών ορθογωνικής μορφής με διαστάσεις 6 m πλάτος και 7 m ύψος η κάθε μία. Η βάση των 2 αυτών οπών ανάντη θα βρίσκεται σε υψόμετρο +300 m, ενώ κατάντη θα καταλήγει στα +290 m.

Αφού κατασκευαστέι το φράγμα, αλλά πριν ξεκινήσει η λειτουργία του, φράζουμε με μπετόν την δεξιά οπή. Δηλαδή η χρησιμότητα της ήταν μόνο για την εκτροπή του ποταμού. Η αριστερή οπή, τώρα, παραμένει και μετά την ολοκλήρωση του έργου, τοποθετώντας ένα θυρόφραγμα τοξωτής μορφής και αφού όμως αλλάξουν λίγο οι διαστάσεις της από 6x7 σε 5x7. Δηλαδή, μειώνουμε κατά ένα μέτρο το ύψος της. Η αριστερή οπή, ενώ στην αρχή θα χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση της εκτροπής του ποταμού, αργότερα θα είναι ταυτόχρονα και ο εκκενωτής πυθμένα και η σήραγγα έκπλυσης των φερτών.

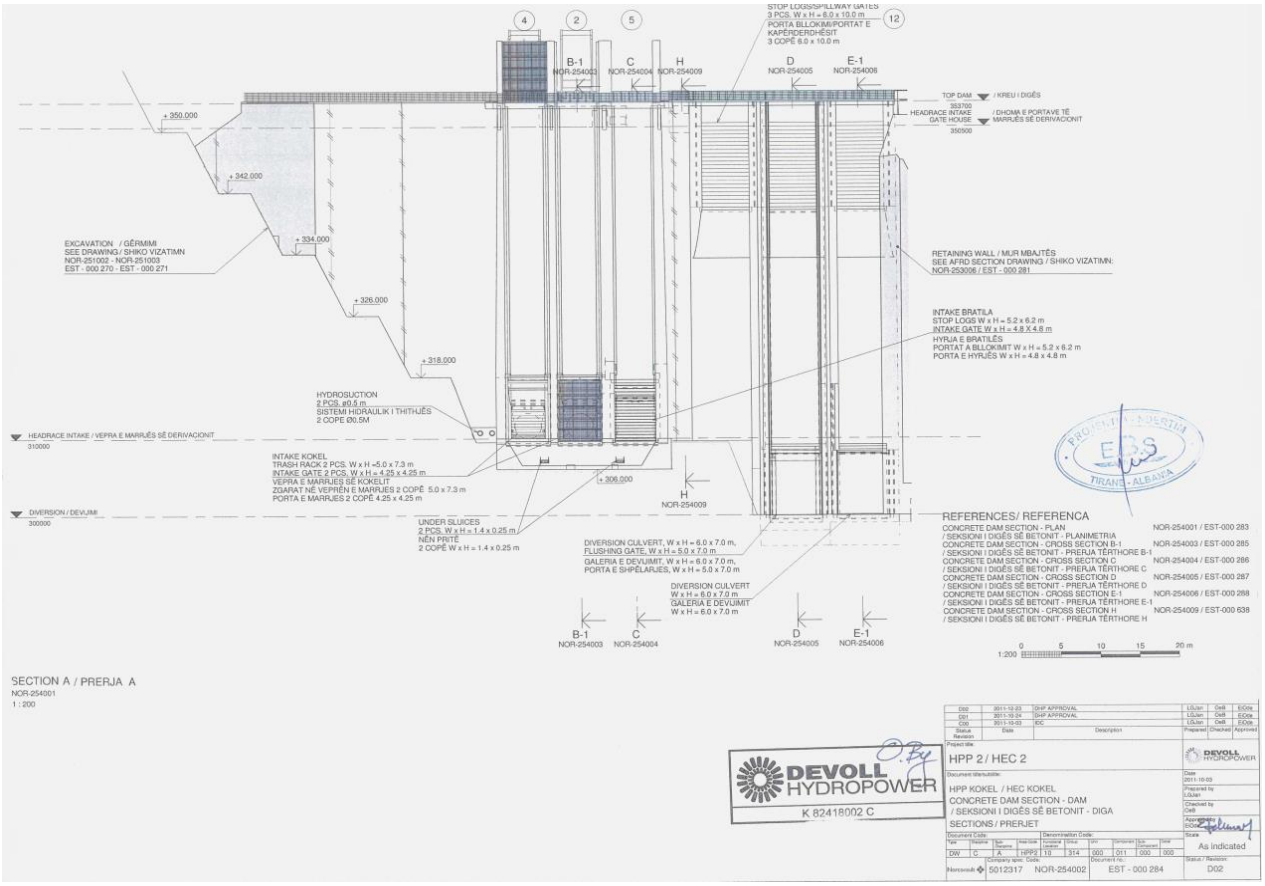


Σχήμα 3. 34 Κάτοψη συστήματος εκτροπής

Το κανάλι θα έχει συνολικό μήκος 60 m με το συντελεστή Manning να λαμβάνεται ίσος με 0,02. Ο συντελεστής απωλειών εκτιμάται 0,3. Παρ' όλο που η μέγιστη δυνατή παροχή είναι 580 m^3/s, η παροχή σχεδιασμού υπολογίστηκε 342 m^3/s. Για μεγαλύτερες παροχές από τις παραπάνω, η διώρυγα απομάκρυνσης του νερού αναμένεται να πλημμυρίσει και να δημιουργηθεί υδραυλικό άλμα στο σημείο της ένωσης με τη διώρυγα εκτροπής.



Σχήμα 3. 35 Διάγραμμα στάθμη-παροχή συστήματος εκτροπής



Σχήμα 3. 36 Όψη του μπετονένιου κομματιού του φράγματος

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

3.3.6. Εκχειλιστής

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, ο εκχειλιστής ενσωματώνεται εξ ολοκλήρου στο μπετονένιο μέρος του φράγματος, που βρίσκεται στο αριστερό αντέρεισμα.

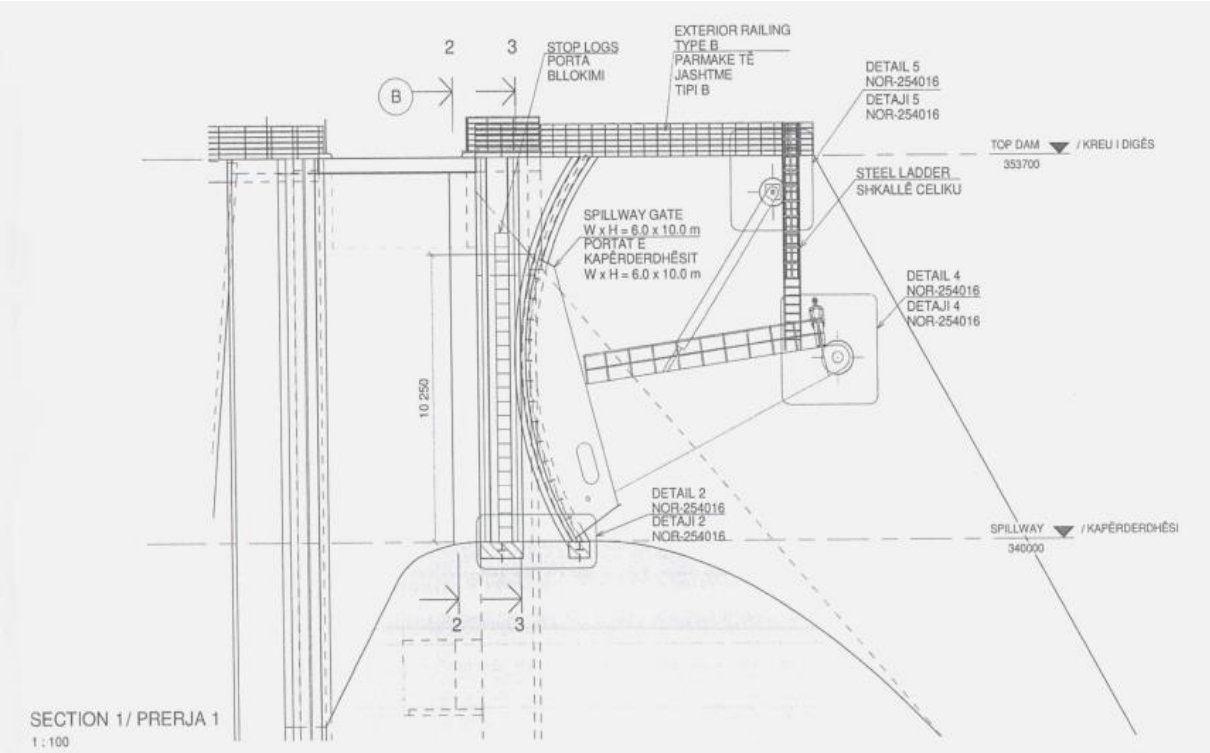
Ο εκχειλιστής αποτελείται από 3 θυροφράγματα, τα οποία χωρίζονται με εσωτερικές μεσόβαθρα πάχους 2,5 m. Τα ακρόβαρι έχουν πάχος 1,5 m και ύψος 14 m. Η βάση των θυροφραγμάτων θα βρίσκεται στα +340,5 m υψόμετρο και θα έχουν ύψος 10 m.

Τα θυροφράγματα θα έχουν τοξωτή μορφή και θα καλύπτουν εμβαδό (6x10) 60 m^2. Μπροστά από αυτά τα θυροφράγματα υπάρχουν δοκοί έμφραξης, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα επισκευής τους.

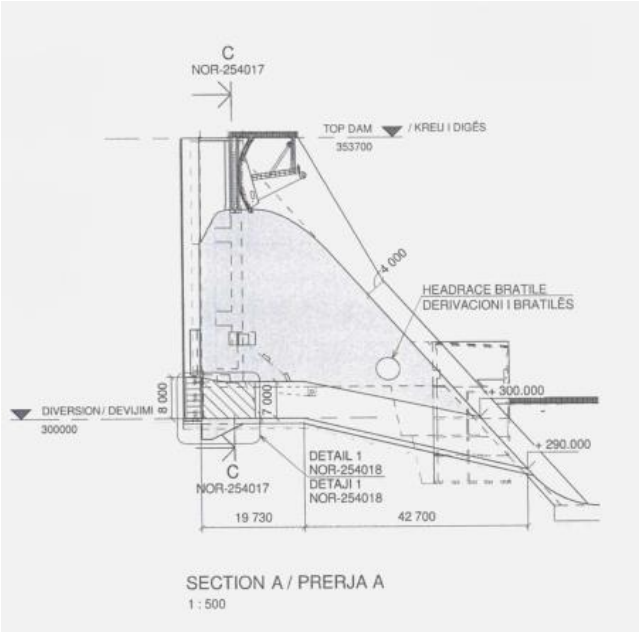
Στην είσοδο του εκχειλιστή τα βάθρα είναι ειδικά διαμορφωμένα (τοξωτή μορφή), ώστε να μη μειώνεται το ενεργό πλάτος και να αποφεύγεται το φαινόμενο της τύρβης.

Για παροχή Q=928 m^3/s ο εκχειλιστής έχει πλάτος 23 m με καθαρό πλάτος ροής 18 m (3X6). Επίσης, το πλάτος της διώρυγας του εκχειλιστή είναι 18 m και οι εξωτερικοί τοίχοι της έχουν ύψος 4 m.

Για πλημμύρα με Q=928 m^3/s το νερό θα φτάσει σε υψόμετρο 351,66 m, δηλαδή η ροή πριν τη λεπτή στέψη θα έχει βάθος 1,66 m. Για Q=1527 m^3/s το νερό θα φτάσει στο μέγιστο επιτρεπόμενο υψόμετρο, αυτό των 352,91 m.

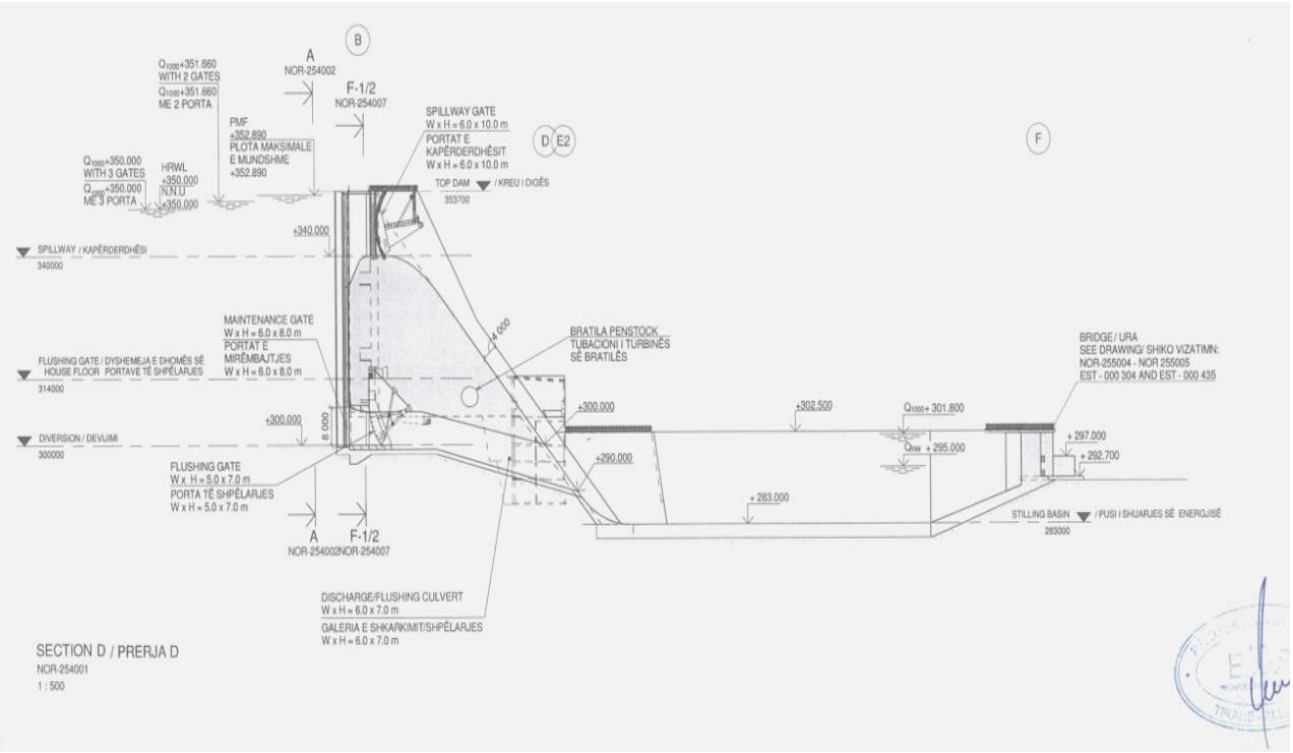


Σχήμα 3. 37 Τομή στέψης και θυροφραγμάτων



Σχήμα 3. 38 Μηκοτομή στέψης και της διώρυγας πτώσης

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''



Σχήμα 3. 39 Μηκοτομή του εκχειλιστή, λεκάνης ηρεμίας και εκκενωτής πυθμένα

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

3.3.7. Διώρυγα πτώσης

Ο συντελεστής τραχύτητας κυμαίνεται μεταξύ 0,01 και 0,015. Για αυτούς τους συντελεστές, η συγκέντρωση αέρα στη ροή μας είναι 43-65%. Για να αποφευχθεί το φαινόμενο της σπηλαίωσης απαιτείται μια μέση συγκέντρωση αέρα γύρω στο 35%, με ελάχιστη συγκέντρωση στην επιφάνεια της ροής 7%. Συνεπώς, με αυτά τα δεδομένα δε χρειάζεται πρόσθετος εξαερισμός κατά μήκος της ροής για να έχουμε εξασφάλιση έναντι φαινομένων σπηλαίωσης.

Το ομοιόμορφο βάθος της ροής με αέρα πριν φτάσουμε στη λεκάνη ηρεμίας είναι 3,6 m, ενώ το αντίστοιχο χωρίς αέρα είναι 3 m. Κοντά στη λεκάνη ηρεμίας η ροή έχει αποκτήσει ταχύτητα 30 m/s, με τον αριθμό Froude να εκτιμάται 5,8. Εδώ, το ομοιόμορφο βάθος της μη αεριζόμενης ροής υπολογίστηκε 2,6 m, ενώ το αντίστοιχο της αεριζόμενης 3,3 m.

3.3.8. Λεκάνη ηρεμίας

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, το βάθος της ροής είναι 2,6 m καθώς το νερό προσεγγίζει τη λεκάνη ηρεμίας, με αριθμό Froude 5,8. Οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν αφού έγινε η εκτίμηση του αριθμού Manning, ο οποίος λαμβάνεται μεταξύ 0,0147 και 0,014. Η βάση της λεκάνης βρίσκεται στο +283 m, ενώ η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας του νερού στα +301,8 m για παροχή πλημμύρας 1000ετίας.

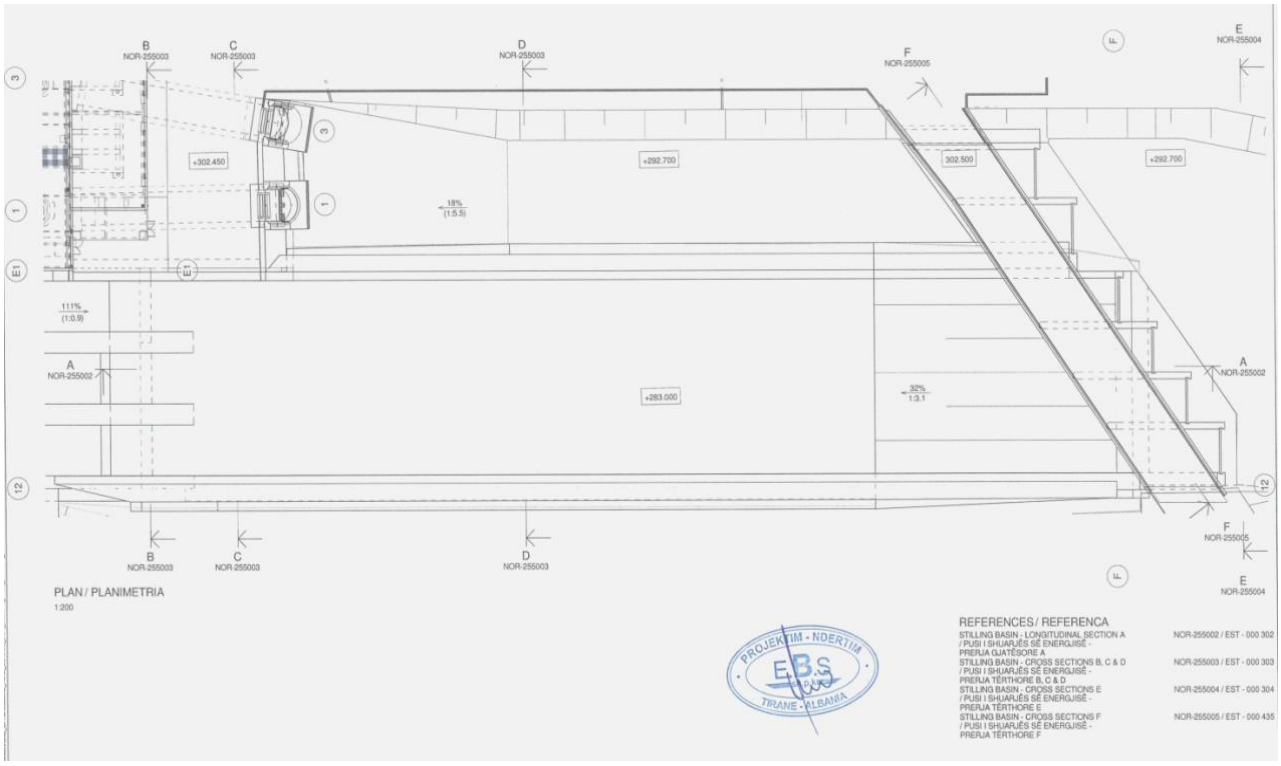
Για παροχές μέχρι 250 m^3/s το υδραυλικό άλμα θα είναι ελεγχόμενο. Για αυτή την πλημμύρα το μήκος του άλματος θα είναι 114 m και το ύψος πτώσεως 86 m.

Το συνολικό μήκος της λεκάνης ηρεμίας, αφού λάβουμε υπόψη μας και το μήκος του κεκλιμένου κομματιού που έχει κλίση 1:3, αλλά και το μήκος εντός των εξωτερικών πορτών, θα είναι 90+30+5,16=125,16 m, το οποίο κρίνεται αρκετό για την πραγματοποίηση του υδραυλικού άλματος εντός αυτής της περιοχής.

Οι πλευρικοί εξωτερικοί τοίχοι φτάνουν ελάχιστα πιο πάνω από τη στάθμη +301,8 m, η οποία όπως προείπαμε αντιστοιχεί στην πλημμύρα 1000ετίας. Στην έξοδο της λεκάνης ηρεμίας θα διαμορφωθεί μια ειδική κατασκευή για την διοχέτευση του νερού στη διώρυγα απομάκρυνσης. Αυτή η κατασκευή θα αποτελείται από 6 πόρτες, οι οποίες θα έχουν όλες ύψος 4,3 m και θα είναι τοποθετημένες κλιμακωτά σε μορφή δοντιών, με το πλάτος κάθε δοντιού να είναι 5,15 m. Οι 4 από αυτές θα χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό, ενώ οι υπόλοιπες 2 θα εξασφαλίζουν την έξοδο του νερού από το σταθμό παραγωγής. Άρα αυτή η ειδική κατασκευή χωρίζεται σε 2 μέρη μέσω ενός τοίχου που αποκόπτει την επικοινωνία τους. Πάνω από αυτή την ειδική κατασκευή περνάει η γέφυρα πρόσβασης προς στο σταθμό με πλάτος 8 m και υψόμετρο 302,5 m.

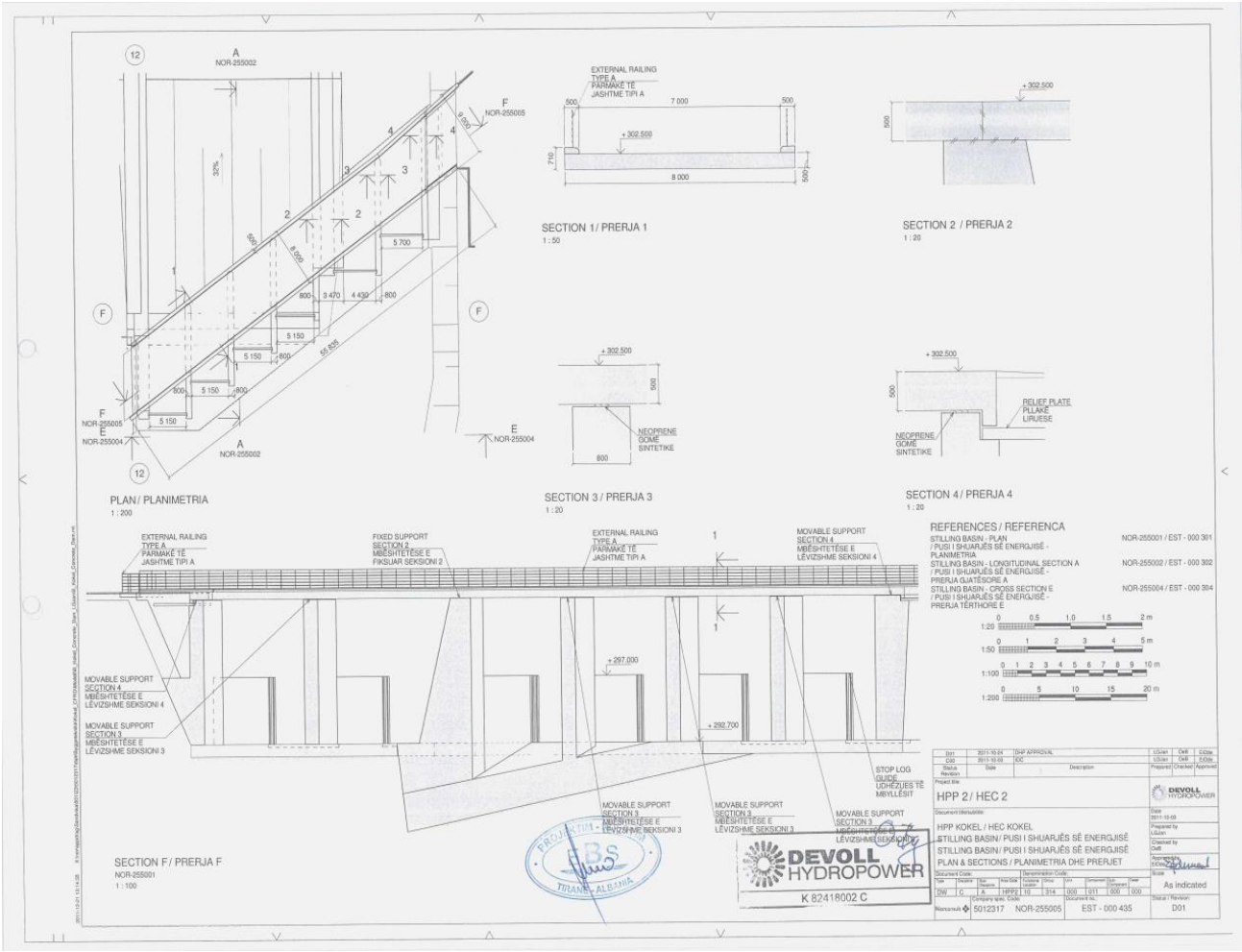
Στη μελέτη προβλέπεται η βάση της διώρυγας απομάκρυνσης κατάντη να είναι στα +292,7 m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας για την εξασφάλιση ικανοποιητικής προστασίας έναντι διάβρωσης.

Στους παραπάνω υπολογισμούς δεν έχουν ληφθεί υπόψη τα φερτά.

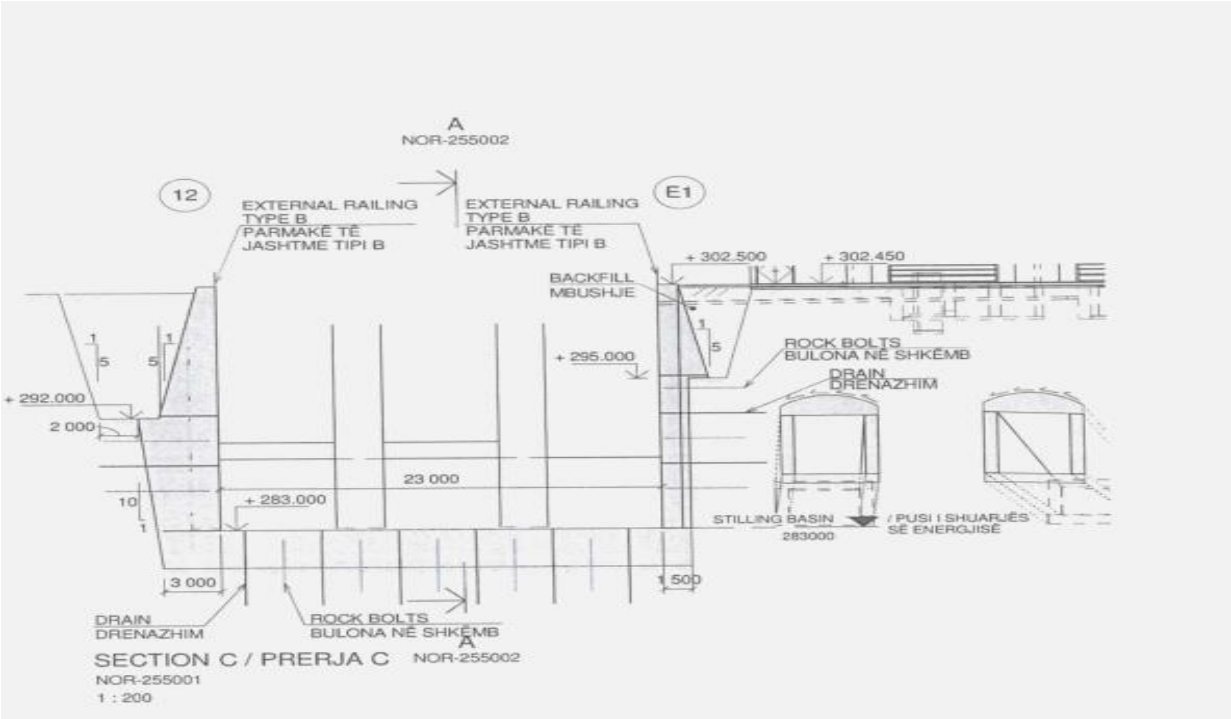


Σχήμα 3. 40 Λεκάνη ηρεμίας και διώρυγα φυγής

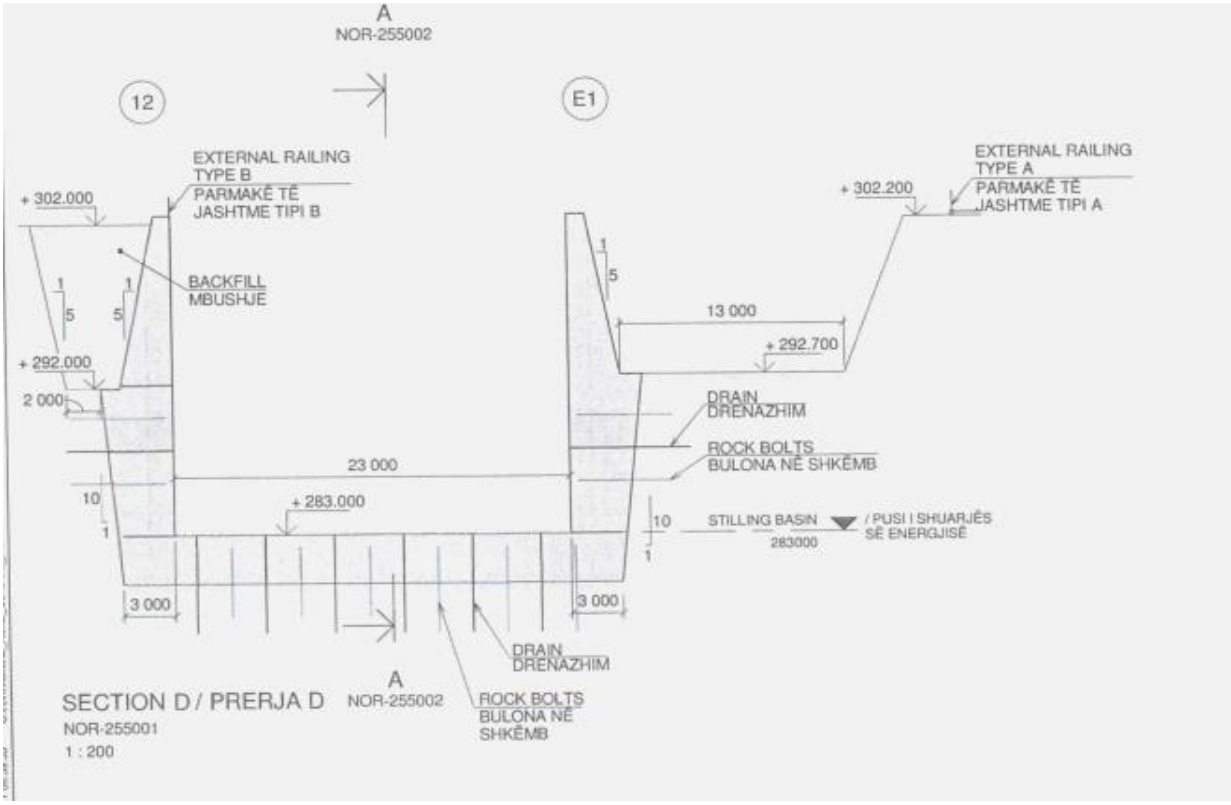
Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''



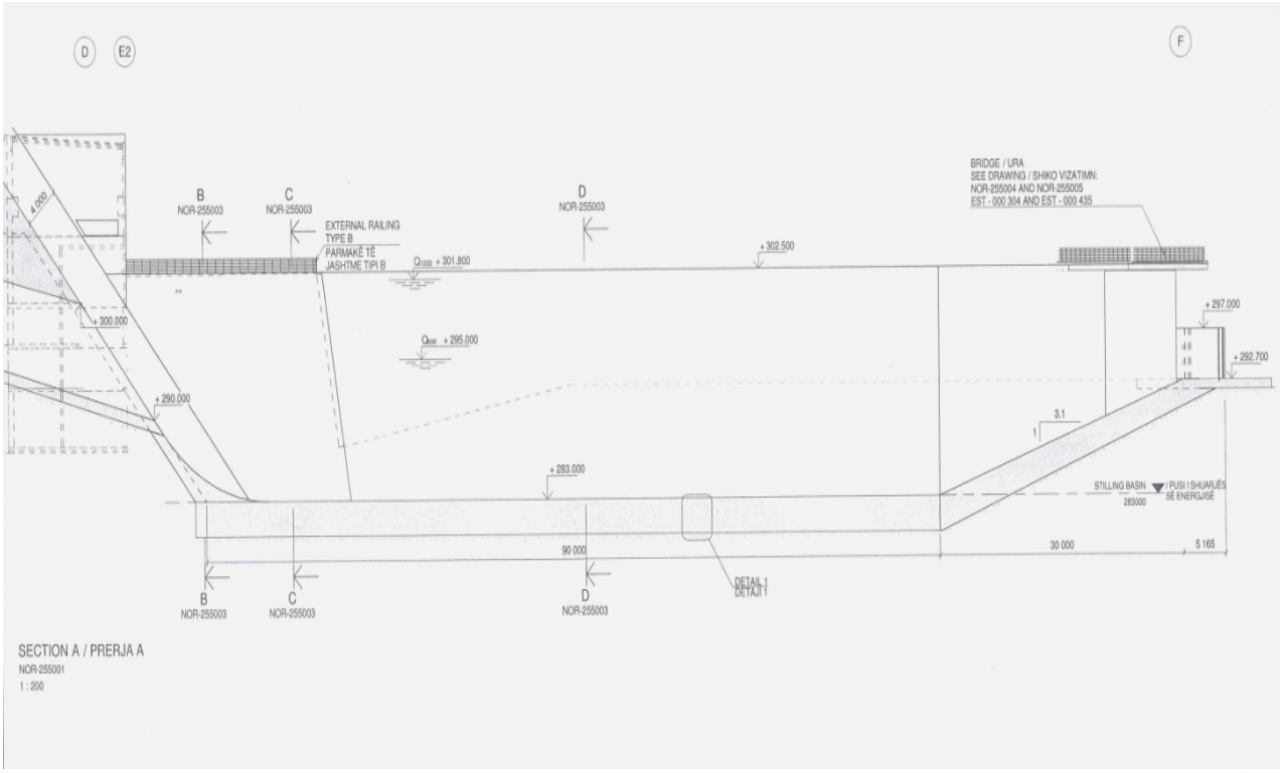
Σχήμα 3. 41 Όψη λεκάνης ηρεμίας



Σχήμα 3. 42 Διατομή λεκάνης ηρεμίας



Σχήμα 3. 43 Διατομή λεκάνης ηρεμίας



Σχήμα 3. 44 Μηκοτομή λεκάνης ηρεμίας

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

3.3.9. Σήραγγα έκπλυσης

Κατά τη διάρκεια της κατασκευής του λιθόρριπτου φράγματος, Το θυρόφραγμα στην είσοδο έχει διαστάσεις 5x7, ενώ το εμβαδόν της σήραγγας στην είσοδο είναι 40 m^2. Όταν το θυρόφραγμα είναι 100% ανοιχτό, τότε η μέγιστη μεταφερόμενη παροχή είναι 826,4 m^3/s. Η σήραγγα έχει συντελεστή Manning 0,028, με συντελεστή απωλειών 0,3 στην είσοδο της μετά το θυρόφραγμα και 0,2 ακριβώς στη θέση του θυροφράγματος.

Πηγή: ''Norconsult study (2012): Devoll Hydropower Project, Kokel Hydropower Project, Hydraulic Calculations, Spillways and Outlet Works''

3.3.10. Παρατηρήσεις επί φράγματος Kokel

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, στο έργο προβλέπονται σημαντικές εκσκαφές στο αριστερό αντέρεισμα, όπου βρίσκεται και το μπετονένιο σώμα του φράγματος, με αποτέλεσμα να αυξηθεί πολύ το κόστος. Επίσης, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στα μέτρα υποστήριξης.

Πάνω σε αυτό το σημείο έχουμε να προτείνουμε τη λύση της κατασκευής ενός ενιαίου φράγματος τύπου RCC ή σκληρού επιχώματος, εφόσον οι απαιτήσεις θεμελίωσης μας το επιτρέπουν. Σε αυτή την περίπτωση η κατασκευή θα ήταν πιο απλή με λιγότερες αβεβαιότητες.

Θα πρέπει ακόμα να προσεχθεί η συναρμογή, η οποία επιτυγχάνεται με τον τοίχο αντιστήριξης μεταξύ των 2 τύπων φραγμάτων, ώστε να μην παρουσιαστούν μελλοντικά διαφυγές νερού.

3.4. HPP BANJA

3.4.1. Γενικά στοιχεία

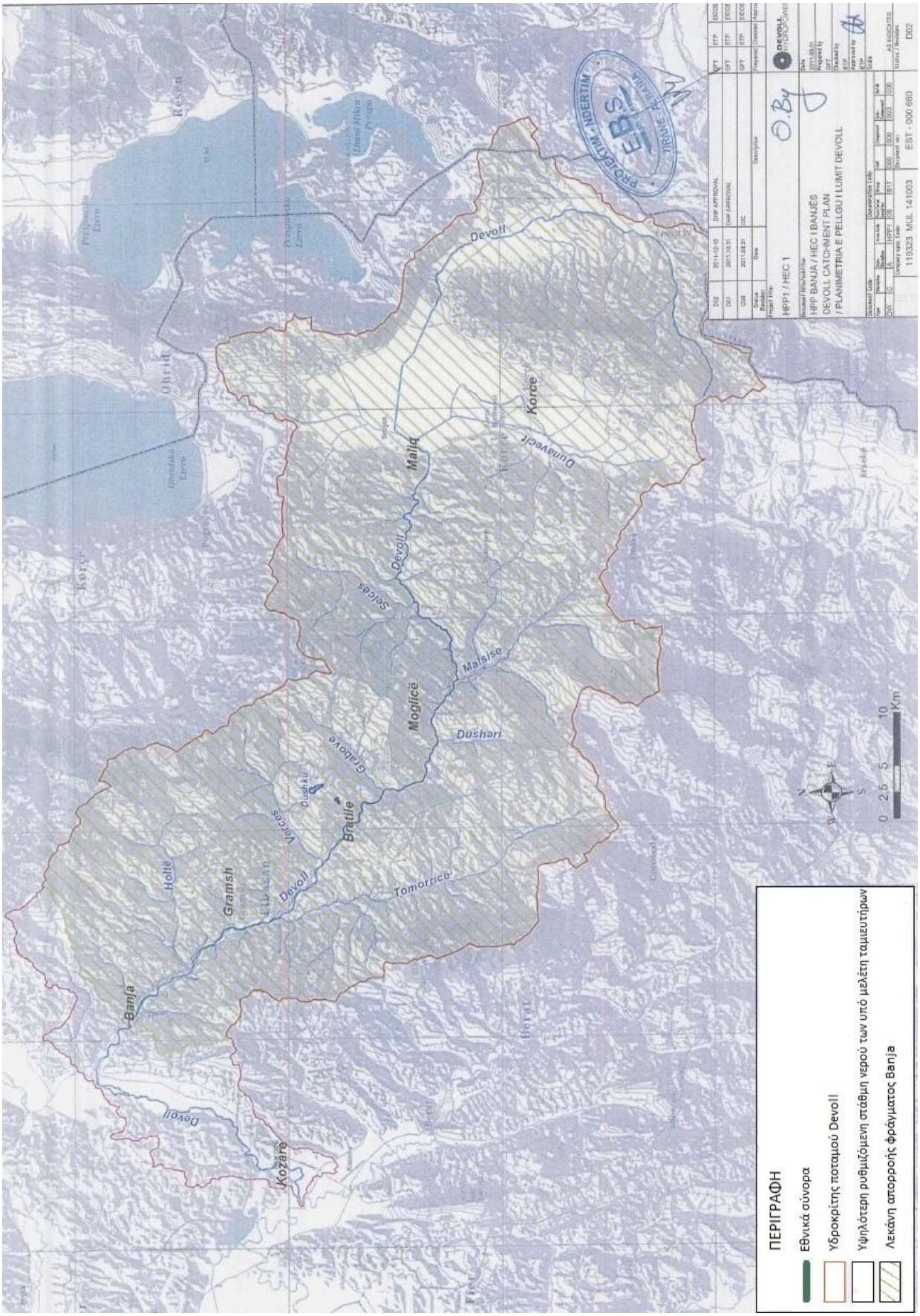
Το HPP BANJA είναι το πρώτο έργο που συναντάμε στα κατάντη της ροής του ποταμού. Η κατασκευή του δεν έχει ολοκληρωθεί ακόμα, αφού οι εργασίες που άρχισαν το 1987, σταμάτησαν το 1995. Η κατασκευή του προφράγματος και του εκκενωτή έχουν ολοκληρωθεί 100%. Η εκσκαφή του οικοπέδου και η θεμελίωση του σταθμού παραγωγής είναι επίσης τελειωμένες.

Το φράγμα είναι χωμάτινο με αργιλικό πυρήνα ύψους 80m και τα υλικά για την κατασκευή του θα συλλεχθούν από τις γύρω περιοχές.

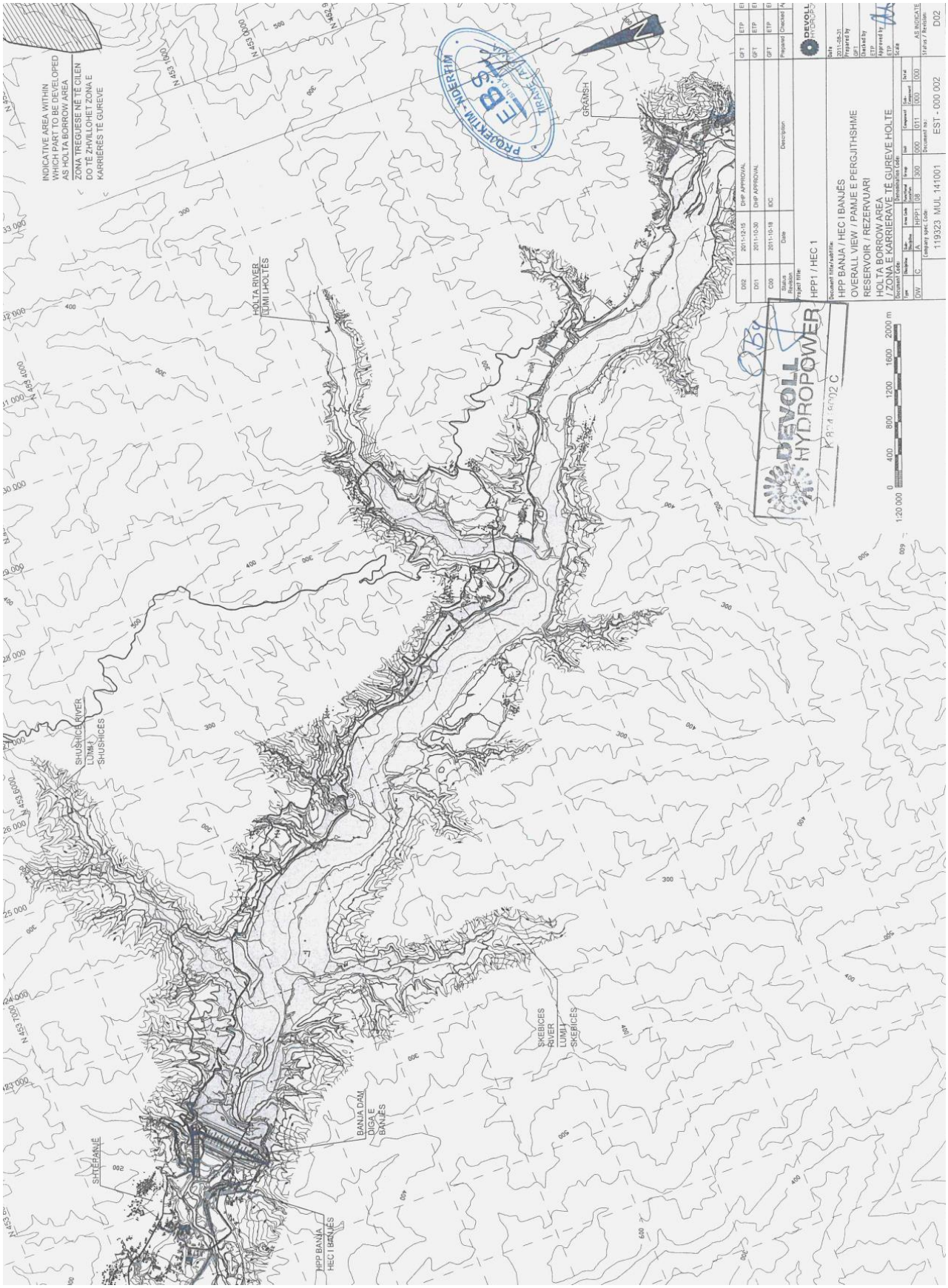
Ο εκκενωτής, ο οποίος λειτουργεί και σαν σήραγγα εκτροπής, απομακρύνει εν μέρη το νερό, κάτι που δημιουργεί προβλήματα στη λειτουργία του, κατά τη διάρκεια μεγάλων πλημμυρών. Ο εκχειλιστής λεπτής στέψης με θυροφράγματα βρίσκεται στο δεξιό αντέρεισμα του φράγματος και η λεκάνη ηρεμίας έχει τοποθετηθεί στη βάση του.

Σύμφωνα με την υπογεγραμμένη σύμβαση, το φράγμα αυτό θα εκμεταλλεύεται την πτώση του νερού από το μέγιστο ύψος των 175 m μέχρι το ελάχιστο των 95 m από τη στάθμη της θάλασσας.

Ο ταμιευτήρας που θα δημιουργηθεί θα έχει επιφάνεια 14 km^2 και χωρητικότητα 400.000.000 m^3. Ο σταθμός παραγωγής θα χρησιμοποιεί 2 μονάδες στροβίλου τύπου Francis, θα έχει εγκατεστημένη ισχύς 65 MW και ετήσια παραγωγή γύρω στις 250 GWh.



Σχήμα 3. 45 Λεκάνη απορροής και υδροκρίτης



Σχήμα 3. 46 Περίγραμμα του ταμιευτήρα

Πηγή: ‘’Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project’’

3.4.2. Γεωλογία περιοχής

Η περιοχή που εκτείνεται γύρω από το φράγμα Banja, ανήκει στην τεκτονική ζώνη της Kruja. Αυτή η ζώνη ξεκινά ανατολικά από την κορυφή του βουνού Cukali και καταλήγει δυτικά, στη ζώνη του Ιονίου. Η ζώνη της Kruja αποτελείται από χαμηλό και μεσαίο ολιγόκαινο ψαμμιτικό-ιλυολιθικό-αργιλολιθικό φλύσχη, ο οποίος υπέρκειται ασβεστικών σχηματισμών.

Το ήδη υπάρχον φράγμα της Banja βρίσκεται κυρίως πάνω σε ψαμμιτικό φλύσχη, ο οποίος έχει ελάχιστες ενστρώσεις ιλυολίθου. Ο ταμιευτήρας που σχηματίζεται βρίσκεται εξ ολοκλήρου πάνω σε σχηματισμούς φλύσχη της Kruja.

3.4.3. Κλίμα

Η ετήσια μέση θερμοκρασία κυμαίνεται από 15°C στις δυτικές περιοχές μέχρι 7°C στις ορεινές. Ολόκληρη η λεκάνη απορροής του ποταμού έχει βροχοπτώσεις γύρω στα 1000 mm ανά έτος, σε αντίθεση με τις ανατολικές περιοχές κοντά στα σύνορα με την Ελλάδα όπου το κλίμα είναι πιο ξηρό και οι βροχοπτώσεις μειωμένες. Οι μέγιστες βροχοπτώσεις παρατηρούνται στις ορεινές περιοχές κατά τους χειμερινούς μήνες, ενώ οι μήνες με τις λιγότερες βροχές είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος.

3.4.4. Φυσιογραφία και γεωλογία

Στο σημείο τοποθέτησης του φράγματος η κοιλάδα χαρακτηρίζεται από μεγάλο πλάτος μέσα στην οποία βρίσκεται η κοίτη του πόταμου που την διασχίζει. Στην κοιλάδα του ποταμού συναντάμε ιζηματογενή στρώματα και στη μέση το κανάλι του ποταμού.

Το πλάτος της κοιλάδας είναι περίπου 1 km και το ενεργό πλάτος του ποταμού κυμαίνεται από 250 m έως 300 m. Αυτό ίσχυε πριν την εκτροπή του ποταμού. Η κοίτη του ποταμού βρίσκεται μεταξύ του υψόμετρου +105 m και +110 m. Στο επίπεδο του φράγματος υπάρχει ένα ύψωμα κοντά στο αριστερό αντέρεισμα με υψόμετρο της τάξης των +125 έως +130 m. Το επίπεδο ύψωμα που περικλείει την κοίτη του ποταμού και είναι άνωθεν του υψώματος αυτού βρίσκεται περίπου σε υψόμετρο +190 m.

Το επιφανειακό στρώμα στη βάση του ποταμού αποτελείται από ποτάμιες αποθέσεις, οι οποίες υπέρκεινται ενός υπόβαθρου σχηματισμών φλύσχη. Το πάχος της ζώνης των αποθέσεων έχει εκτιμηθεί από προηγούμενες έρευνες. Υπολογίζεται 7 με 9 m στις άκρες και μέχρι 18 m στην κεντρική περιοχή του ποταμού.

3.4.4.1. Υπόβαθρο φλύσχη

Το υπόβαθρο φλύσχη υπόκειται της περιοχής του φράγματος και περιέχει ψαμμίτη, ιλυόλιθο και αργιλόλιθο. Το πάχος αυτής της στρώσης είναι γενικώς 50 mm με 100 mm, ενώ περιστασιακά μπορεί να συναντήσουμε πάχος 0,5 m με 1,5 m.

Η αλβανική αναφορά του 1985 προσδιορίζει 3 διακριτές υποενότητες, πιο συγκεκριμένα:

1. Εναλλασσόμενος ψαμμιτικός-ιλυολιθικός φλύσχης

2. Ψαμμιτικός φλύσχης με ελάχιστο περιεχόμενο ιλυόλιθου
3. Ιλυολιθικός φλύσχης με σπάνιες εναλλαγές μίγματος ψαμμίτη και αργιλόλιθου

Οι εναλλαγές αυτών των υποενοτήτων δεν είναι ομαλή. Γενικά ο ψαμμίτης περιγράφεται από την αλβανική αναφορά του 1985 ως ''μετρίως ανθεκτικός'', ο οποίος αντιστέκεται στην εκτριβή, περισσότερο από τους ιλυόλιθους και τους αργιλόλιθους.

Στο αριστερό αντέρεισμα, ο ιλυόλιθος και ο αργιλόλιθος περιγράφονται έντονα πτυχωμένοι με ασαφή προσανατολισμό των στρώσεων και με μικρές φυσικές-μηχανικές ιδιότητες. Μέσα στο αντέρεισμα εκτιμάται ότι υπάρχουν φακοί, οι οποίοι έχουν αρκετά μέτρα πάχος και αποτελούνται από άργιλο και μερικά χαλίκια τριγύρω.

Το δεξιό αντέρεισμα του φράγματος περιλαμβάνει τεκτονικά διαταγμένο φλύσχη. Το βάθος της φυσικής αποσάθρωσης του υποβάθρου του φλύσχη έχει περιγραφεί παλαιότερα, στην αλβανική αναφορά του 1985 και κυμαίνεται από 0,5 m έως 1,5 m κάτω από αλλουβιακές αποθέσεις, μέσα στην κοιτή του ποταμού και κάτω από τις πλαγιές δεξιά και αριστερά του ποταμού 4 m έως 8 m.

Οι τυπικές τιμές της διαπερατότητας μέσα στο υπόβαθρο του φλύσχη που έχουν καταγραφεί παλαιότερα κυμαίνονται από 10^{-6} m/s έως 10^{-8} m/s, με ορισμένες τιμές 10^{-5} m/s κοντά στην επιφάνεια.

Ως μέρος των πρόσφατων μελετών έχουν ληφθεί τροποποιημένες δοκιμές Lugeon μέσα από το υπόβαθρο του φλύσχη, ανάντη της κουρτίνας τσιμεντενέσεων που είναι κατασκευασμένη κάτω από τον άξονα του φράγματος. Οι τυπικές τιμές Lugeon που έχουν καταγραφεί είναι μεταξύ του 1 Lu και 10 Lu, με μόνο μία τιμή να φτάνει περίπου τα 70Lu. Υπάρχουν εξεταζόμενες συμβατές τιμές του διαστήματος των διαπερατοτήτων που όμως δεν είναι απευθείας συγκρίσιμες.

3.4.4.2.Αποθέσεις ποταμού

Οι αποθέσεις του ποταμού περιλαμβάνουν ελαφρώς ιλυώδη και αμμώδη χαλίκια με μερικές κροκάλες. Οι αρχικές έρευνες, του 1986, δείχνουν ότι το ποσοστό των χαλικιών (20 mm με 50 mm μέγεθος) αυξάνεται με το βάθος. Περιγράφονται, επίσης, διακριτοί φακοί άμμου, πάχους 100 mm μέχρι 200 mm.

Ως μέρος των πρόσφατων ερευνών λήφθηκαν ερευνητικά δοκίμια από τις ποτάμιες αποθέσεις ανάντη του φράγματος. Όμως, τα αποτελέσματα δεν αντανακλούν πλήρως την πραγματικότητα, αφού το μέγιστο μέγεθος κροκαλών που παρατηρούνται επί τόπου στην περιοχή του έργου, διαφέρει αρκετά από αυτό των δοκιμίων. Γι' αυτό το λόγο, συνίσταται η λήψη φωτογραφιών μαζί με την ταυτόχρονη εξέταση των δοκιμίων, για μεγαλύτερη ακρίβεια.

Ο συντελεστής διαπερατότητας κυμαίνεται από $1,5*10^{-5}$ m/s έως $7,5*10^{-5}$ m/s, τιμές που υπολογίστηκαν μετά από δοκιμές διαπερατότητας σταθερού φορτίου. Αυτές οι δοκιμές εκτελέσθηκαν κάτω από τη σταθερή στάθμη που συναντάμε κατά τη διάτρηση.

3.4.4.3. Αποθέσεις επίπεδων υψωμάτων

Από προηγούμενες έρευνες, από το αλβανικό υπουργείο κατασκευών, τη δεκαετία του 80', εντοπίστηκαν αποθέσεις επίπεδων υψωμάτων, πάνω από κροκαλοπαγή και πάνω από το ενεργό κανάλι του ποταμού, σε υψόμετρο +125 m με +130 m.

Το πάχος αυτών των αποθέσεων κυμαίνεται από 4,6 m μέχρι 5,1 m στο δεξιό αντέρεισμα και από 2,8 m μέχρι 11 m στο αριστερό αντέρεισμα. Έχουν παρατηρηθεί, επίσης, τέτοιες αποθέσεις κοντά στο ανάντη πλατώ και σε υψόμετρο 175 m έως 185 m, με μέσο βάθος 5 m με 7 m.

Οι αποθέσεις των επίπεδων υψωμάτων περιέχουν ιλύς με μικρό ποσοστό από χαλίκια. Παρουσιάζουν πλαστική συμπεριφορά. Κατά περιοχές μπορεί να συναντηθούν οργανικά υλικά πάχους 1,5 m με 2 m.

3.4.4.4.Κροκαλοπαγή

Κροκαλοπαγή βρίσκονται, κατά τμήματα, κάτω από τα πρανή και μέσα στην κοίτη του ποταμού, πάνω από το υπόβαθρο του φλύσχη. Περιγράφονται ελαφρώς τσιμεντομένα μέσα σε μια άργιλο-ιλυώδη μάζα και περιέχουν χαλίκι (30 mm έως 50 mm) και κροκάλες (100 mm έως 200 mm).

Ο συντελεστής διαπερατότητας εκτιμάται ότι κυμαίνεται από 10^{-3} m/s έως 10^{-4} m/s. Εμφανίζονται πηγές στην επαφή τους με το υπόβαθρο του φλύσχη. Επίσης, εκτιμάται ότι κατά τις εκσκαφές κάτω από αυτή τη διεπιφάνεια μπορεί να συναντήσουμε ανερτημένες επιφάνειες νερού (εγκλωβισμός νερού).

3.4.4.5. Κολλουβιακά (αιολικές αποθέσεις)

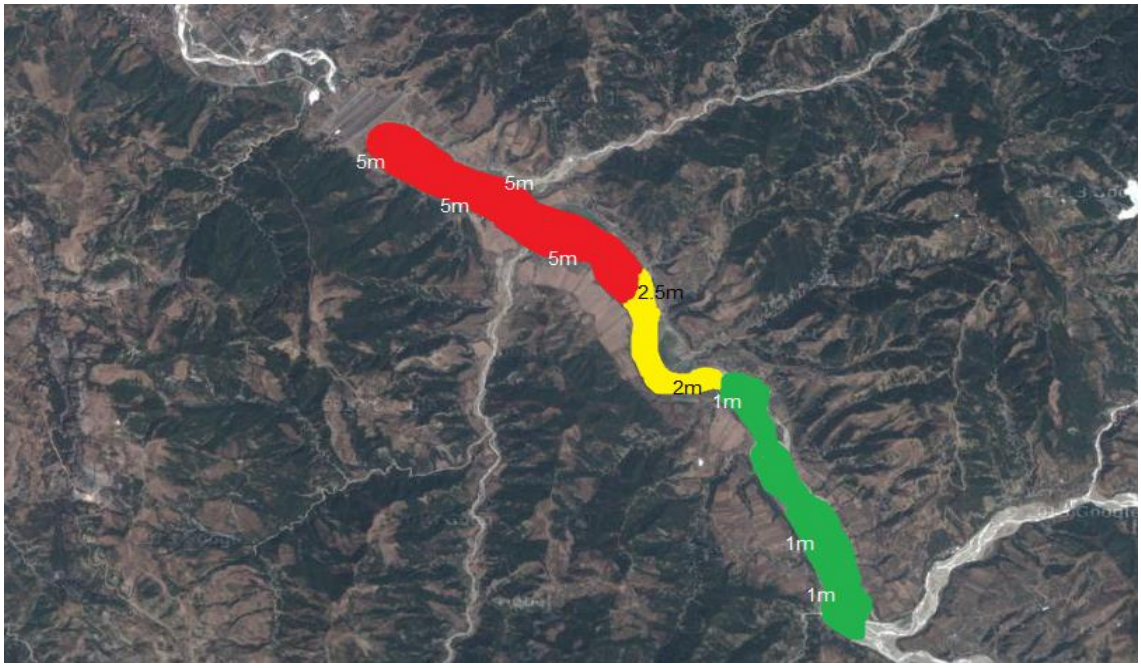
Οι κολλυβιακές αποθέσεις περιγράφονται από την αλβανική αναφορά του 1985 και συναντώνται στα πρανή της κοιλάδας, με τυπικό πάχος από 2 m έως 3 m, οι οποίες υπέρκεινται του υποβάθρου του φλύσχη. Περιγράφονται από το αλβανικό υπουργείο κατασκευών ως χαλαρά υλικά που περιέχουν ιλύ με μερικά χαλίκια και ενστρώσεις του τυπικού σχηματισμού του υποβάθρου.

3.4.4.6. Αποθέσεις ιλύος

Αποθέσεις ιλύος συσσωρεύτηκαν πάνω από το ενεργό ύψωμα του καναλιού του ποταμού Devoll. Αυτές έχουν αποτεθεί κατά τη διάρκεια της σταδιακής πλήρωσης του ταμιευτήρα κατάντη του προφράγματος.

Το πάχος των αποθέσεων ιλύος λαμβάνει τη μέγιστη τιμή του, η οποία είναι περίπου 8 m, σε τμήματα που έχουν άμεση γειτονία με το φράγμα, για να μειωθεί στο 1 m στον ποταμό Holta, 8 km ανάντη του φράγματος Banja.

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower HPP1 Banja, Engineering Geological Summary Report HPP1''

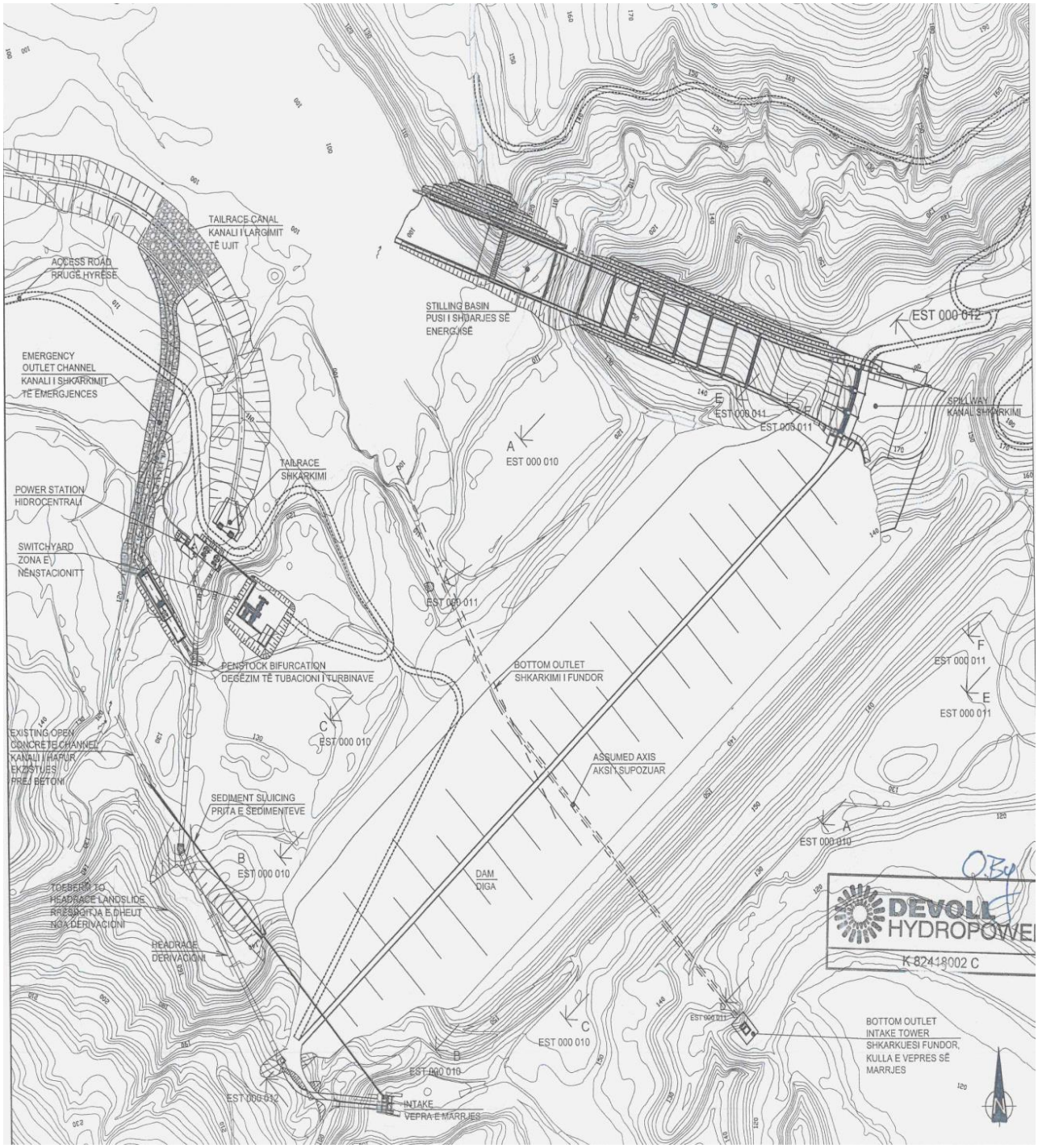


Σχήμα 3. 47 Συνοπτικά ο χάρτης του πάχους των αποθέσεων από ιλύ. Σημείωση(χρώματα): κόκκινο=5-6m, κίτρινο=2-5m, πράσινο=1m

3.4.5. Δομή φράγματος

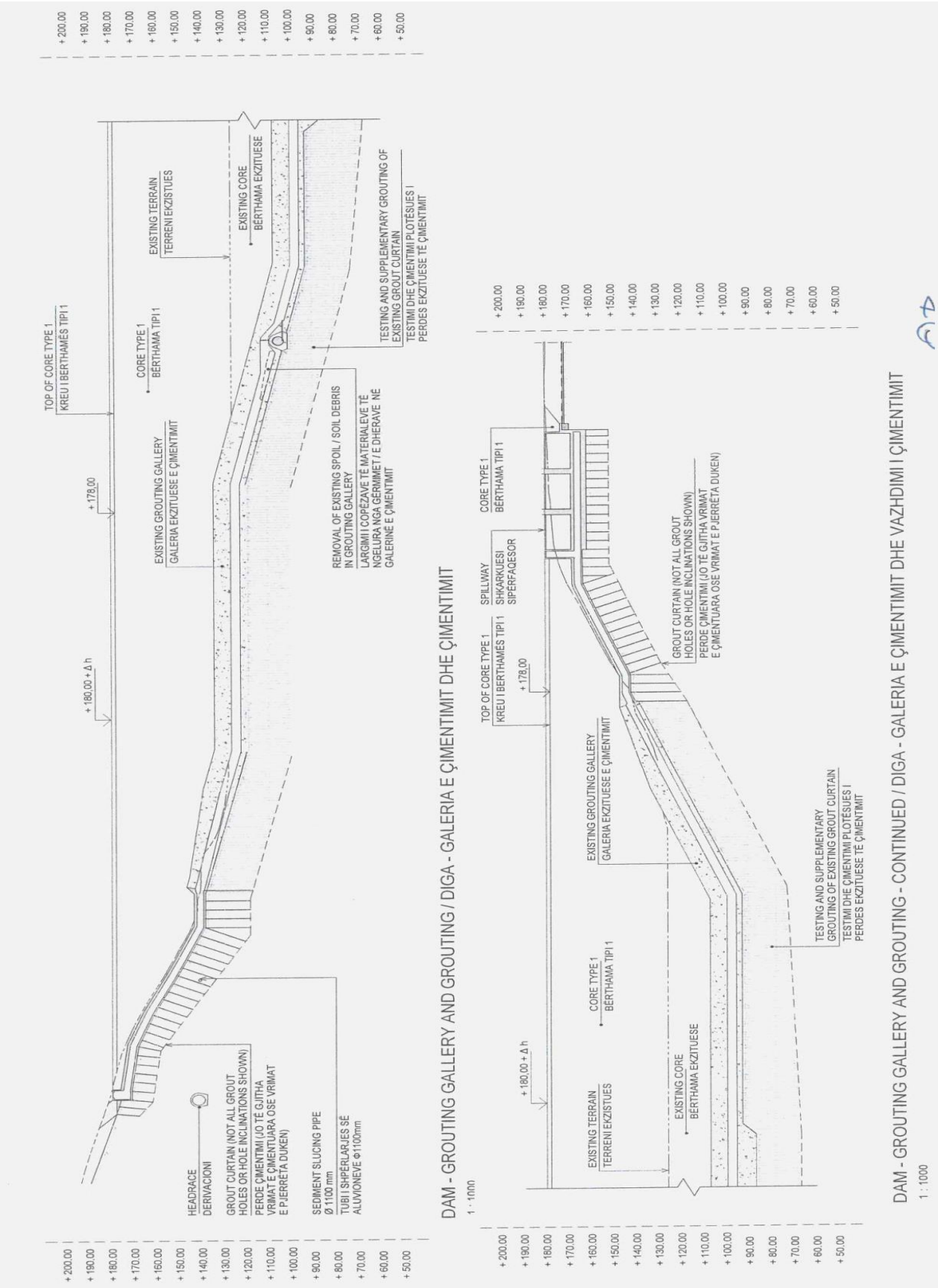
Η κατασκευή ξεκίνησε το 1987 και εξελισσόταν ομαλά μέχρι το 1992. Μετά από αυτό το σημείο, οι εργασίες σταματούσαν συχνά και έτσι αποφασίστηκε η οριστική διακοπή τους το 1995, κυρίως λόγω έλλειψη κεφαλαίων.

Το φράγμα αποτελείται από τον κεντρικό αργιλικό πυρήνα, το κατάντη φίλτρο με πάχος 4 m και τα 2 κελύφη. Η βάση του βρίσκεται στα 89 m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Κάτω από τον κεντρικό άξονα του φράγματος είναι εν μέρει κατασκευασμένη μια βοηθητική σήραγγα από οπλισμένο σκυρόδεμα, μέσω της οποίας θα γίνει η κατασκευή κουρτίνας τσιμεντενέσεων, για την βελτίωση της συμπεριφοράς του φλύσχη στην υπόγεια ροή του νερού. Το δεξιό με το αριστερό πρανές δεν έχουν ενωθεί ακόμα με αυτή τη σήραγγα. Η σήραγγα αυτή περιβάλλεται από τον πυρήνα. Αμέσως ανάντη του φράγματος βρίσκεται το πρόφραγμα. Αρχικά, η κατασκευή προέβλεπε ότι το ύψος του προφράγματος θα έφτανε μέχρι τα 155 m από την στάθμη της θάλασσας. Κατόπιν όμως, αποφασίστηκε μια μικρή ανύψωση, ώστε να φτάσει στο τελικό του ύψος, που είναι 160 m. Τα κελύφη του προφράγματος αποτελούνται από ένα ομογενές μίγμα λιθορριπής και αμμοχάλικου, ενώ ο πυρήνας αποτελείται από μια πρακτικώς αδιαπέρατη στρώση αργιλικού υλικού, παρόμοιου με αυτό του κύριου φράγματος.



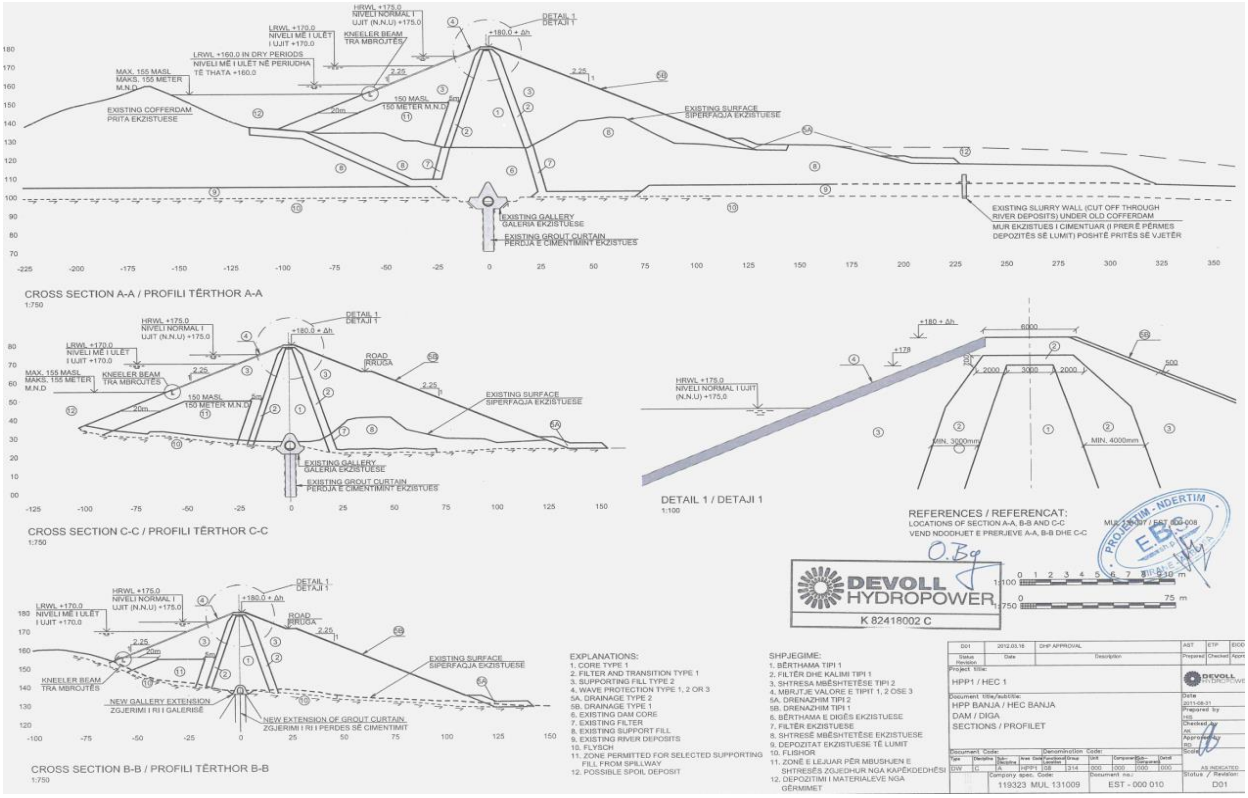
Σχήμα 3. 48 Γενική δομή έργου

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

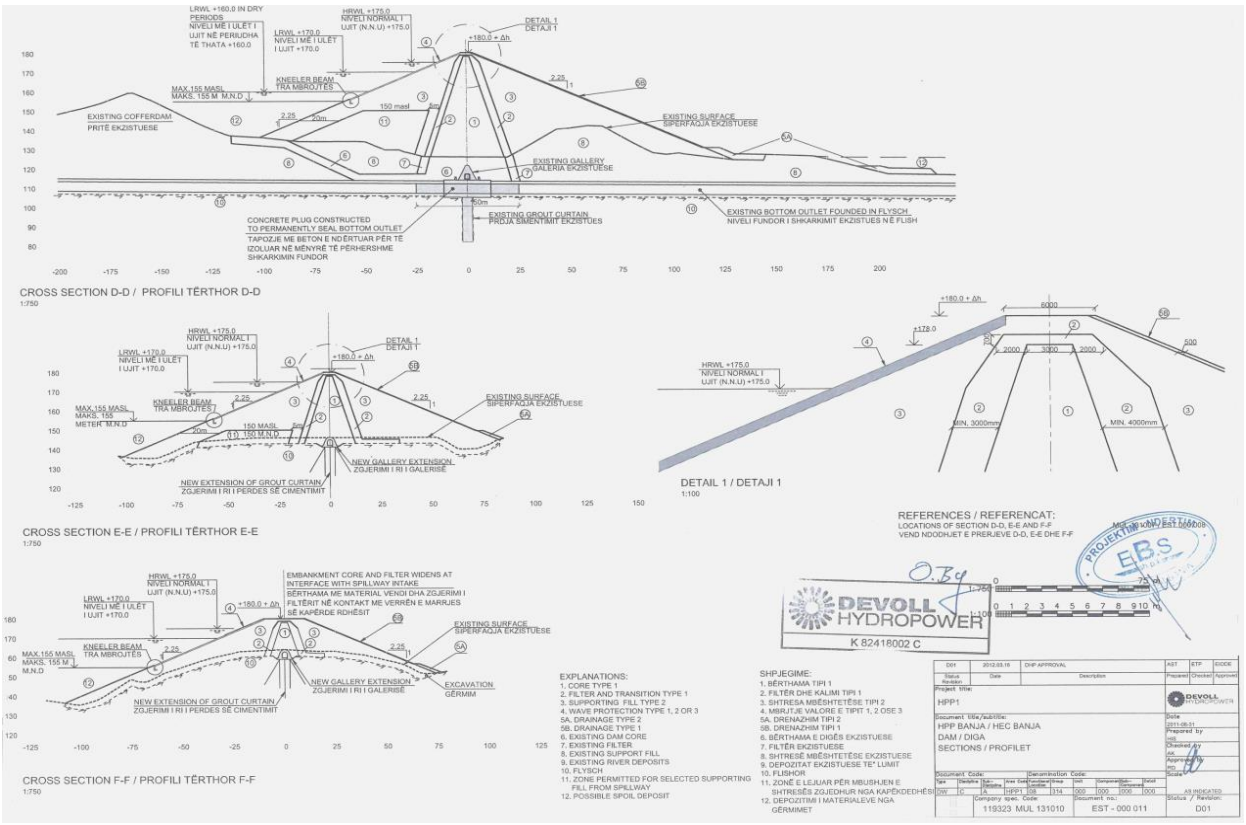


Σχήμα 3. 49 Μηκοτομή φράγματος και κουρτίνα τσιμενέσεων

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''



Σχήμα 3. 50 Διατομές φράγματος



Σχήμα 3. 51 Διατομές φράγματος

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

Πίνακας 3. 4 Υλικά φράγματος

Μέρη φράγματος	Περιγραφή
Κελύφη	Επεξεργασμένο μίγμα αποθέσεων ποταμού - αμμοχάλικο και κροκάλες με μεγάλη διάμετρο
Φίλτρο	Αμμοχάλικο στο κατάντη φίλτρο
Πυρήνας κυρίου φράγματος	Αργιλικό υλικό προερχόμενο κυρίως από αποσαθρωμένο φλύσχη
Πυρήνας προφράγματος	Ίδιο υλικό με του κυρίου πυρήνα του φράγματος χωρίς τον τόσο ενδελεχή εργαστηριακό έλεγχο του υλικού

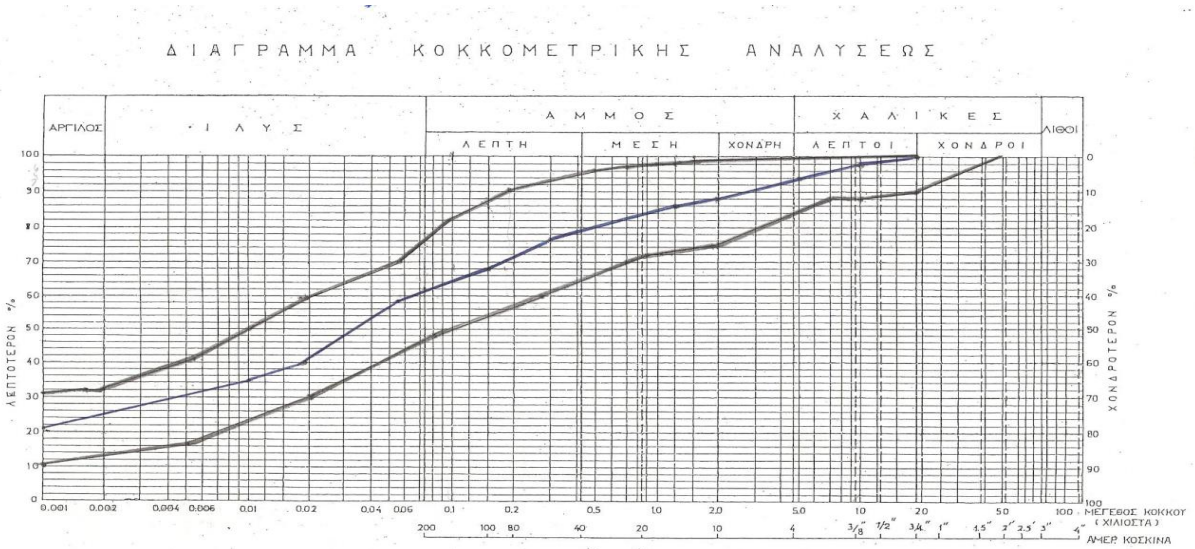
3.4.6. Πυρήνας Κύριου Φράγματος

Ο πυρήνας έχει κατασκευαστεί από κολλουβιακό/αποσαρθρωμένο φλύσχη, ο οποίος συλλέχθηκε από συγκεκριμένες περιοχές δανειοληψίας, που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από το φράγμα. Το υλικό περιέχει μια ευρέως διαβαθμισμένη αργιλώδη ιλύ και άμμο με μερικά χαλίκια.

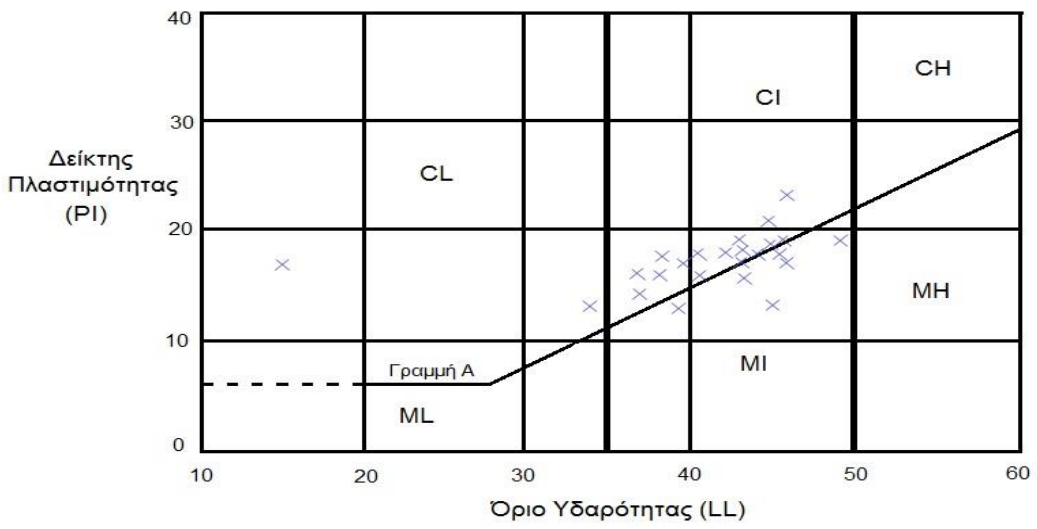
Η κοκκομετρική καμπύλη του πυρήνα του κύριου φράγματος παρουσιάζεται *σχήμα 3,52*. Τα όρια συνεκτικότητας (όρια Atterberg) της ιλύς και της αργίλου φαίνονται στο *σχήμα 3,53*.

Στο *σχήμα 3,54*, η φυσική υγρασία εντός πυρήνα κυμαίνεται από 20-25% σε ένα βάθος 15m. Βαθύτερα των 15 m η υγρασία πέφτει στο 15-20%. Γενικά, η φυσική υγρασία των τυπικών δοκιμίων είναι ελάχιστα πιο κάτω από τα όρια πλαστιμότητας (με εύρος από +1% έως -7%).

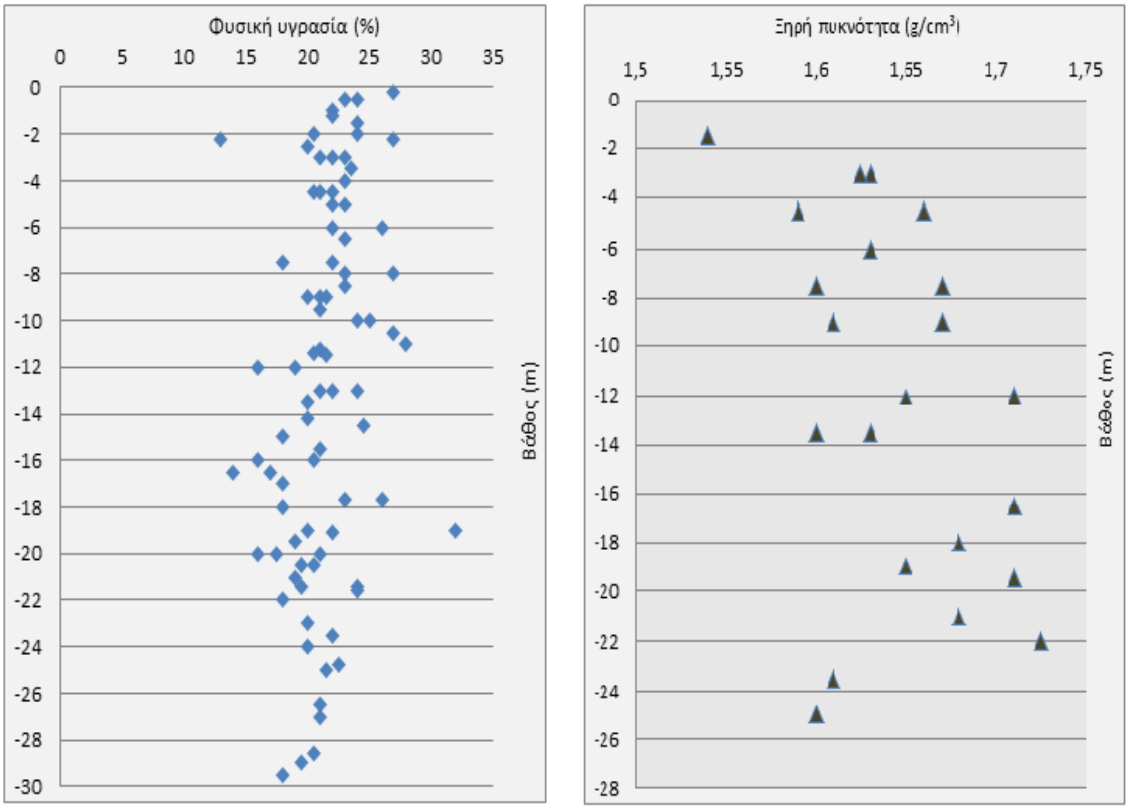
Από μετρήσεις στον πυρήνα, η ξηρή πυκνότητα έχει μια διακύμανση από 1,55 g/cm^3 έως 1,72 g/cm^3, με μέση τιμή 1,65 g/cm^3. Τα αποτελέσματα αυτών των δοκιμών φαίνονται στο *σχήμα 3,54*. Οι φυσικές υγρασίες που αντιστοιχούν σε αυτά τα δοκίμια του πυρήνα έχουν ένα φάσμα με κάτω όριο το 16,1% και άνω όριο 23,5% αντίστοιχα, με μέση τιμή 20,1%.



Σχήμα 3. 52 Κοκκομετρική καμπύλη υλικού πυρήνα



Σχήμα 3. 53 Όρια Atterberg

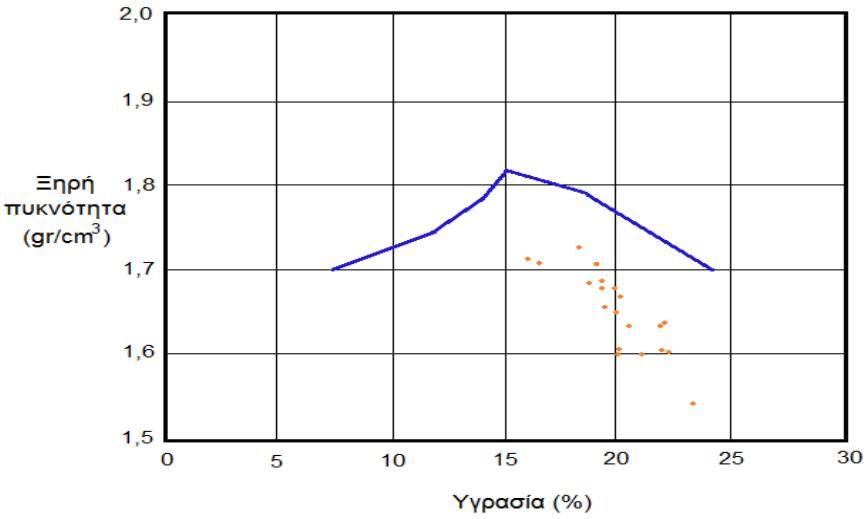


Σχήμα 3. 54 ***Φυσική Υγρασία (αριστερά) και Ξηρή Πυκνότητα (δεξιά) ανάλογα με το Βάθος στο εσωτερικό του πυρήνα του φράγματος.***

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

Από δοκιμές συμπίεσης, τα εξεταζόμενα δοκίμια του πυρήνα του φράγματος, δείχνουν μια διακύμανση της βέλτιστης φυσικής υγρασίας, η οποία κυμαίνεται από 14,7% μέχρι 18,1%, με τη σχετική ξηρή πυκνότητα να κυμαίνεται από 1,7 έως 1,83 g/cm^3.

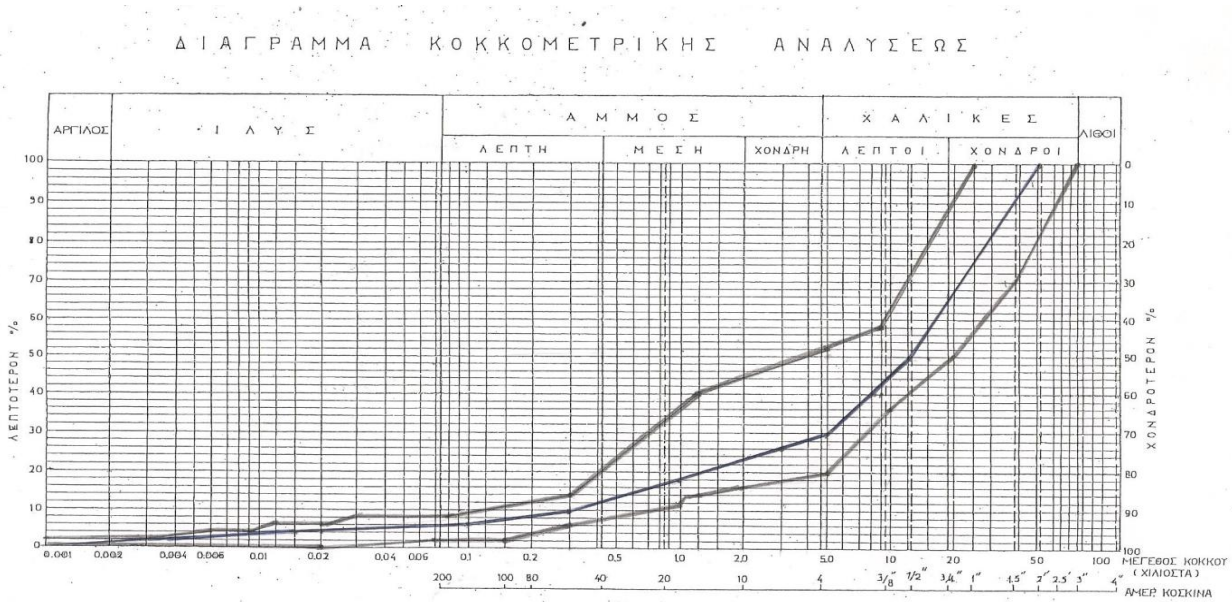
Οι καμπύλες που προκύπτουν από τα αποτελέσματα των συνδυασμένων συμπυκνώσεων φαίνονται στο *σχήμα 3,55* και συγκρίνονται με τις μετρήσεις των δειγμάτων του πυρήνα. Από τη σύγκριση της μέσης υγρασίας που μετρήθηκε με τη μέση βέλτιστη υγρασία, συμπεραίνουμε ότι η μέση μετρούμενη του υλικού του πυρήνα είναι αυξημένη περίπου κατά +5%.



Σχήμα 3. 55 Διάγραμμα ξηρή πυκνότητα-υγρασία

3.4.7. Φίλτρο

Το φίλτρο εμπεριέχει ελαφρώς ιλυο-αμμώδη χαλίκι. Από πληροφορίες αναφορών, το φίλτρο κατασκευάστηκε, ώστε οι αποθέσεις του ποταμού να περνούν από το κόσκινο 40 mm, με την έκπλυση να διεξάγεται έως ένα βαθμό. Η κοκκομετρική καμπύλη του κατάντη φίλτρου παρουσιάζεται στο *σχήμα 3,56:*



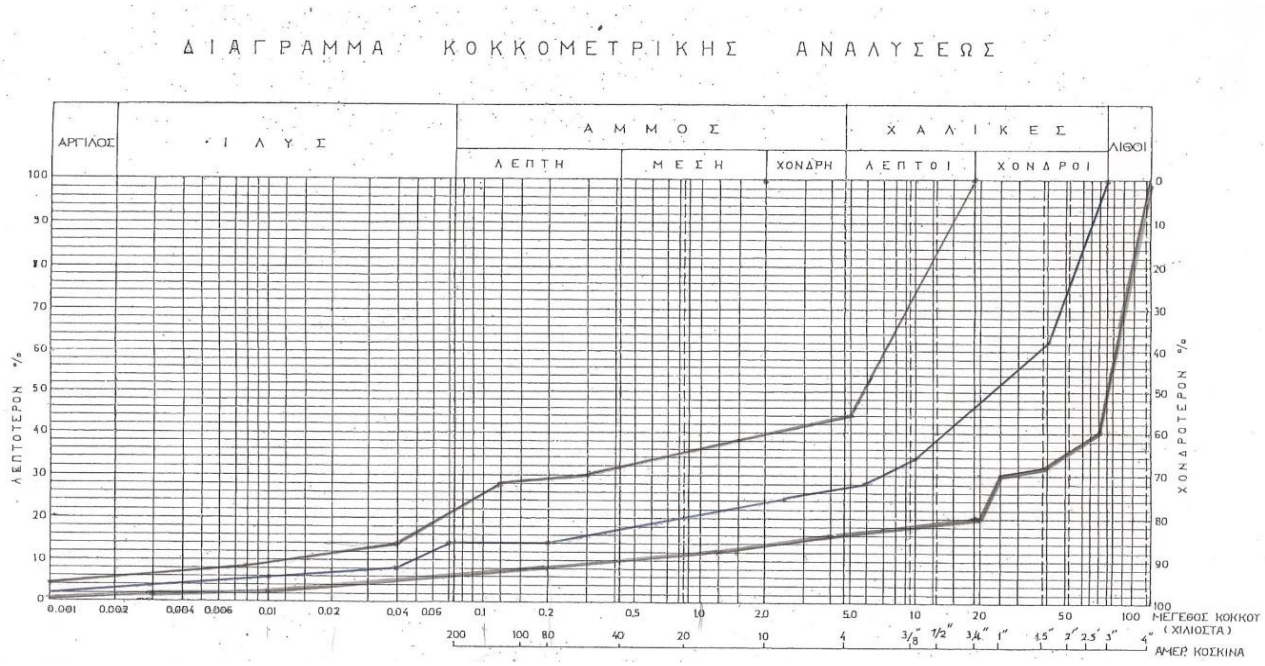
Σχήμα 3. 56 Κοκκομετρική καμπύλη του υλικού του φίλτρου

3.4.8. Κέλυφος

Το υπάρχον κέλυφος αποτελείται από αργιλο-ιλυο-αμμώδη χαλίκι και από μερικές κροκάλες, υλικά που συλλέχθηκαν από τις φυσικές αποθέσεις του ποταμού. Η κοκκομετρική καμπύλη του υλικού του κελύφους φαίνεται στο *σχήμα 5,7*: Αυτή μπορεί να μην εκπροσωπεί πλήρως το μεγαλύτερο (>63 mm) κλάσμα, εξαιτίας της δειγματοληπτικής τεχνικής.

Η δοκιμή συμπίεσης δοκιμίου που λήφθηκε από το κέλυφος δείχνει μια ξηρή πυκνότητα 2,23 g/cm^3 με μια βέλτιστη περιεκτικότητα σε νερό περίπου 6%. Αυτό αποτελείται από υλικά με αμμώδη χαλίκια.

Οι δοκιμές διαπερατότητας υπό σταθερό φορτίο πραγματοποιήθηκαν με δοκίμια ,που λήφθηκαν από τις γεωτρήσεις κατάντη του κελύφους και δείχνουν ένα εύρος τιμών διαπερατότητας, από 2,6*10^{-4} m/s έως 1,8*10^{-6} m/s. Αυτές οι δοκιμές εκτελέσθηκαν κάτω από τη σταθερή στάθμη που συναντήσαμε κατά τη διάτρηση.



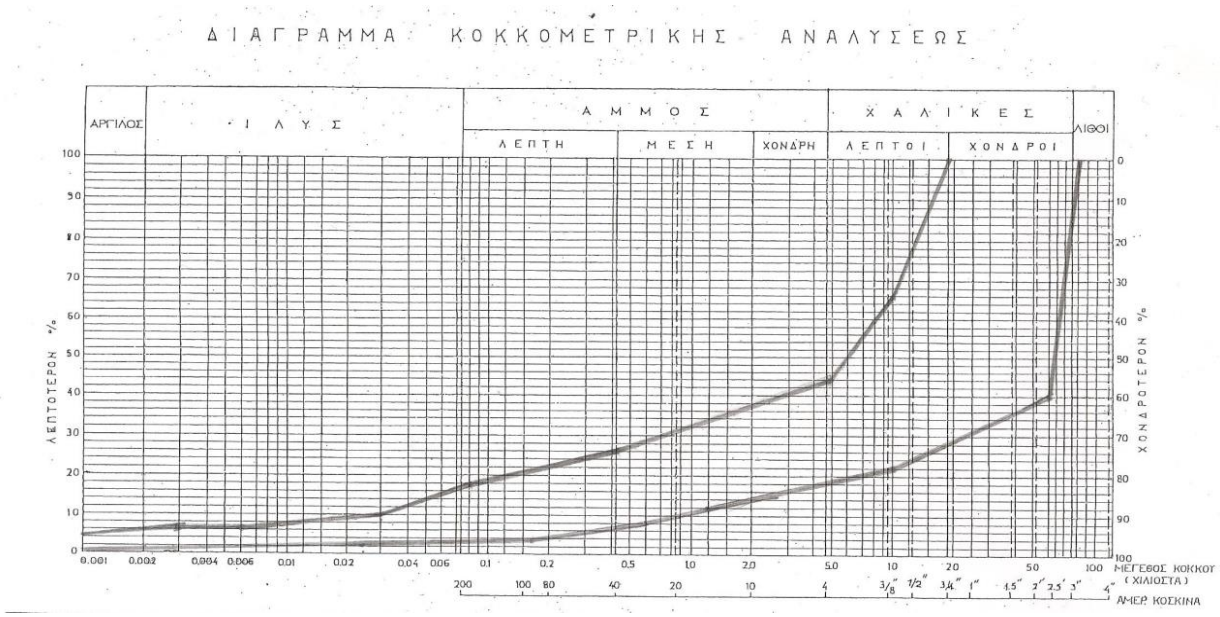
Σχήμα 3. 57 Κοκκομετρική καμπύλη του υλικού κελυφών

Σχήμα 3. 58 Τοποθεσία δανειοθαλάμων

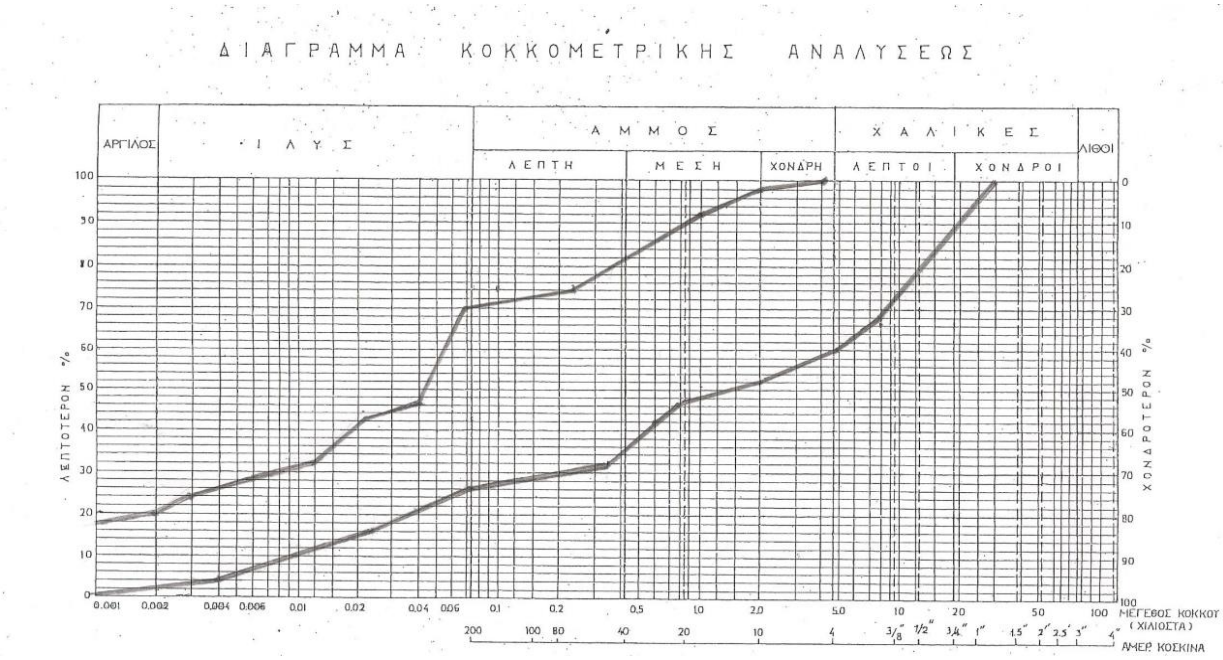
Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

3.4.9. Ανάντη πρόφραγμα

Το πρόφραγμα αποτελείται από δύο υλικά. Το στεγανωτικό ανάντη και το υποστηρικτικό κέλυφος κατάντη. Δεν έχει τοποθετηθεί φίλτρο. Το πρόφραγμα σε κάποιο σημείο συναντά το ανάντη πρανές του κυρίου φράγματος, αλλά δεν ενσωματώνεται ολόκληρο σε αυτό. Το στεγανωτικό υλικό αποτελείται κυρίως από κολλουβιακό/αποσαρθρωμένο φλύσχη και είναι παρόμοιο με αυτό του πυρήνα του κύριου φράγματος, αλλά όχι τόσο καλά διαβαθμισμένο. Το κατάντη κέλυφος είναι ένα μείγμα λιθορριπής με αμμοχάλικο. Η στέψη του προφράγματος θα είναι τελικά στο +160 m .



Σχήμα 3. 59 Κοκκομετρική καμπύλη του υλικού στήριξης του ανάντη προφράγματος



Σχήμα 3. 60 Κοκκομετρική καμπύλη του στεγνωτικού υλικού του ανάντη προφράγματος

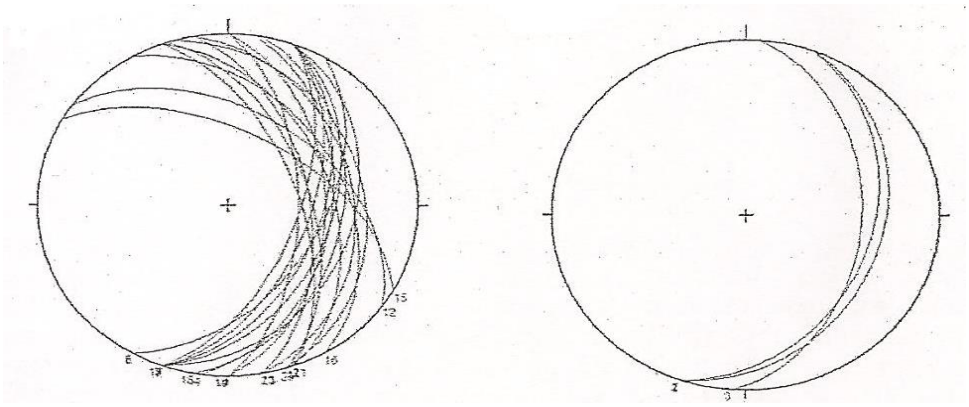
3.4.10. Αριστερό αντέρεισμα

Μέσα στο αριστερό πρανές, το οποίο αποτελείται από φλύσχη, βρίσκεται το έργο υδροληψίας και η σήραγγα που οδηγεί το νερό στους αγωγούς των στροβίλων. Το πρανές αυτό έχει υποστεί καθίζηση κατά την εκσκαφή για τη θεμελίωση του αγωγού του στροβίλου. Η καθίζηση έγινε λόγω της εκσκαφής του πόδα του πρανούς για την τοποθέτηση του αγωγού. Για να αυξηθεί η ευστάθεια τοποθετήθηκαν μπετονένια blocks στον πόδα του πρανούς.

3.4.11. Δεξιό αντέρεισμα

Το δεξιό πρανές αποτελείται από φλύσχη και από κροκαλοπαγή πετρώματα. Η ανώτατη στάθμη του ταμιευτήρα είναι ψηλότερα από το στρώμα του φλύσχη, οπότε υπάρχει κίνδυνος διαφυγών του νερού. Γι 'αυτό το λόγο πρέπει να ληφθούν περεταίρω διορθωτικά μέτρα, ώστε να συνεχίσει με ασφάλεια η κατασκευή του φράγματος και η λειτουργία του ταμιευτήρα. Στο δεξιό αντέρεισμα τοποθετείται και ο εκχειλιστής, του οποίου οι εκσκαφές θα είναι σημαντικές, φτάνοντας τα 40 m βάθος στην δεξιά μεριά του και 15 m βάθος στην αριστερή του.

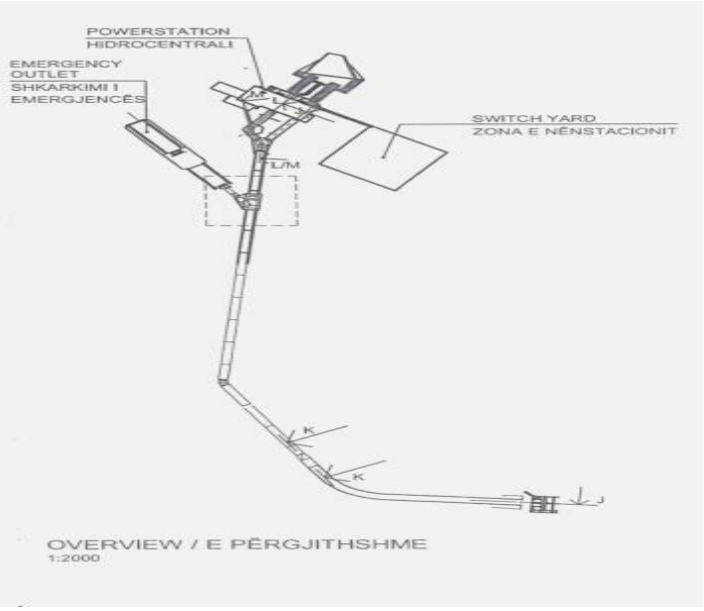
Από τη γεωλογική χαρτογράφηση καταλαβαίνουμε πως υπάρχει μια σειρά από παράλληλες στρώσεις φλύσχη στον πόδα του πρανούς με διεύθυνση Β.Α. Οι επιφάνειες των απότομων κατωφερειών του πρανούς έχουν την ίδια διεύθυνση με τις ασυνέχειες του βράχου. Άρα, η ολίσθηση πραγματοποιήθηκε πάνω σε αυτές τις επιφάνειες, κάτι που επιβεβαιώνεται με τη βοήθεια του δικτύου Schmidt στο παρακάτω *σχήμα 3,61*:



Σχήμα 3. 61 Κύκλοι Schmidt της κατολίσθησης

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

3.4.12. Η περιοχή του σταθμού και το κανάλι απομάκρυνσης του νερού



Σχήμα 3. 62 Κάτοψη αγωγού προσαγωγής

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

Η κατασκευή του σταθμού θα γίνει εκεί όπου είχε σχεδιαστεί αρχικά. Η εκσκαφή, όπως προαναφέρθηκε, έχει ολοκληρωθεί, αλλά παρατηρείται έντονη διάβρωση των ήδη σκαμμένων πρανών λόγω των καιρικών συνθηκών. Έχει γίνει επίσης μελέτη για την εκσκαφή του καναλιού απομάκρυνσης νερού από το σταθμό παραγωγής προς τη κύρια ροή του ποταμού Devoll. Για την ολοκλήρωση του καναλιού θα πρέπει πρώτα να απομακρυνθούν οι αργιλικοί και οι ιλυώδεις σχηματισμοί από εκείνη την περιοχή. Για συνθήκες έκτακτης ανάγκης έχει προβλεφθεί ένα ακόμα κανάλι για την απομάκρυνση του νερού.

3.4.13. Διώρυγα φυγής

Το νερό απομακρύνεται από τον ταμιευτήρα, είτε από τον υπερχειλιστή, είτε από τον εκκενωτή πυθμένα, είτε μέσω της υδροληψίας και οδηγείται σε όλες τις περιπτώσεις στην ίδια διώρυγα απομάκρυνσης.

Η υπερχείλιση του νερού θα γίνει μέσω ενός υπερχειλιστή λεπτής στέψης. Η παροχή που θα απομακρύνεται θα υπολογίζεται βάσει του τύπου:

$Q=B*C_D*H^{3/2}$ όπου:

B: το πλάτος του εκχειλιστή

C_D: συντελεστής, ο οποίος λαμβάνεται 1,75

Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι γραμμές στάθμη – απομάκρυνση νερού:

Πίνακας 3. 5

Εκτιμημένη ενέργεια από ταχύτητα	Στάθμη νερού στην διώρυγα	Ύψος πάνω από τη βάση της διώρυγας	$H^{1,5}$	C	Q(m^3/s) Θεωρία1	Q(m^3/s) Θεωρία2	Πιθανή στάθμη ποταμού	Στάθμη στην διώρυγα (ρυθμισμένη 1)	Μέση ταχύτητα στη διώρυγα	
									(m/s)	(v^2/2g)
0,52	99,48	2,60	4,19	1,77	445	427	98,8	100	3,18	0,52
0,35	99,15	2,10	3,04	1,76	321	309	98,4	99,5	2,61	0,35
0,20	98,80	1,60	2,02	1,75	213	206	98	99	2,00	0,20
0,09	98,41	1,10	1,15	1,75	121	119	97,2	98,5	1,34	0,09
0,05	98,35	1,00	1,00	1,75	105	103	97,4	98,5	1,16	0,07
0,03	98,27	0,90	0,85	1,75	90	88	97,3	98,5	0,99	0,05
0,02	97,98	0,60	0,46	1,74	49	48	96,9	98	0,63	0,02
0,01	97,79	0,40	0,25	1,73	26	26	96,6	97,8	0,36	0,01
0,00	97,60	0,20	0,09	1,72	9	9	96,3	97,6	0,14	0,00
0,00	97,40	0,00	0,00	1,71	0	0	96	97,4	0,00	0,00

*Θεωρία 1**:** Απουσία τριβής, χωρίς ειδικές απώλειες και η αύξηση της στάθμης του νερού στο ποτάμι δεν καθυστερεί τη ροή.

*Θεωρία 2: Τριβή και ειδικές απώλειες εκτιμημένες από 2-5%

Η διαστασιολόγηση έχει γίνει για φυσιολογικές-κανονικές συνθήκες με 97m^3/sec.

Το κανάλι που καταλήγει το νερό, για να συνεχίσει ύστερα στο ποτάμι, θα έχει τραπεζοειδή διατομή με μικρή βάση 6m και με κατά μήκος απώλειες:

$$S_f = \frac{n^2\ V^2}{R^{\left(\frac{4}{z}\right)}}$$

Όπου R η υδραυλική ακτίνα και *z* η κλίση των πρανών.

Ο συντελεστής τραχύτητας είναι ίσος με 0,025.

Για παροχή 95 m^3/s, το μέσο βάθος στη διώρυγα θα είναι 5 m, η μέση ταχύτητα 1,15 m/s, η υδραυλική ακτίνα 2,82 m, οι απώλειες υπολογίζονται 0,15 m στα 700 m του καναλιού ή 0,10m αν δουλεύει μόνο ο ένας στρόβιλος. Η στάθμη του νερού στην έξοδο του στροβίλου υπολογίζεται +98,3+0,2= +98,5 m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας.

Όσον αφορά τώρα, το κανάλι εκτάκτου ανάγκης έχει σχεδιαστεί για παροχή 150 m^3/s και μέση ταχύτητα μεγαλύτερη από 1,8 m/s. Ο αγωγός έκτακτης ανάγκης έχει διάμετρο 2,8 m και ξεκινάει πριν τη διακλάδωση των δύο στροβίλων.

Η παροχή των 150 m^3/s αντιστοιχεί στη στάθμη +162,5 m. Σε πιο ακραίες συνθήκες, όταν η στάθμη είναι 177,5 m (μέγιστη επιτρεπόμενη), η παροχή θα είναι 180 m^3/s.

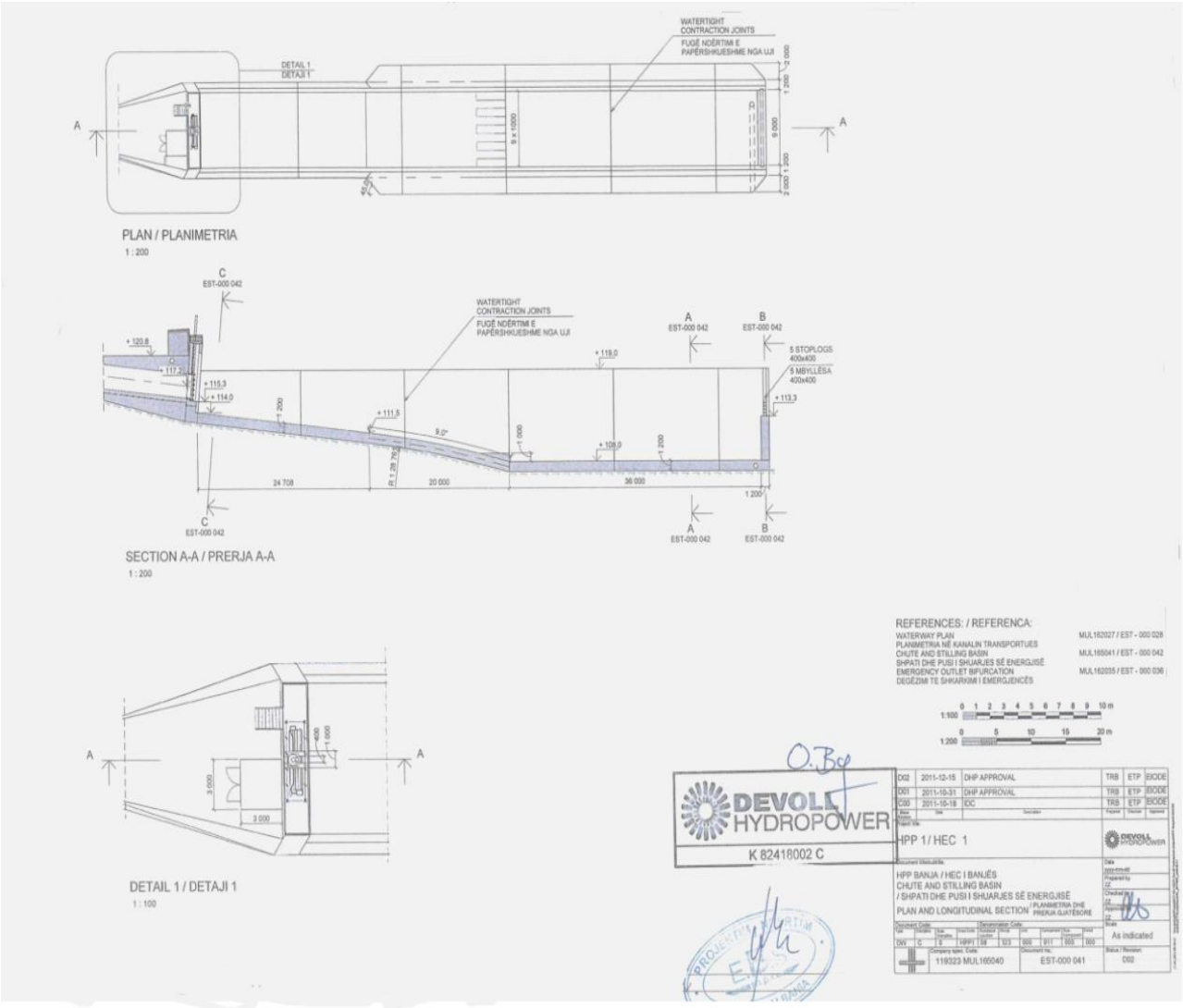
Το εμβαδόν της διατομής του αγωγού είναι 6,15 m^2. Στη σχεδίαση του αγωγού έχουν ληφθεί υπόψη κάποιες ειδικές περιπτώσεις, κατά τις οποίες θα υπάρχει 20% περισσότερη παροχή στην έξοδο από την παροχή σχεδιασμού, που είναι 150 m^3/s.

Για παροχή, λοιπόν, 150 m^3/s, η ταχύτητα πριν τη διακλάδωση είναι 25 m/s, ενώ κατά την έξοδο υπολογίζεται 22 έως 24 m/s, λόγω των απωλειών ενέργειας από την αύξηση της διαμέτρου της διατομής. Η φλέβα νερού βγαίνει στην ατμόσφαιρα εν μέρη αεριζόμενη με ταχύτητα 20 m/s. Για την ίδια παροχή το βάθος ροής θα είναι περίπου 1 m σε όλο το πλάτος του καναλιού, που είναι 9 m.

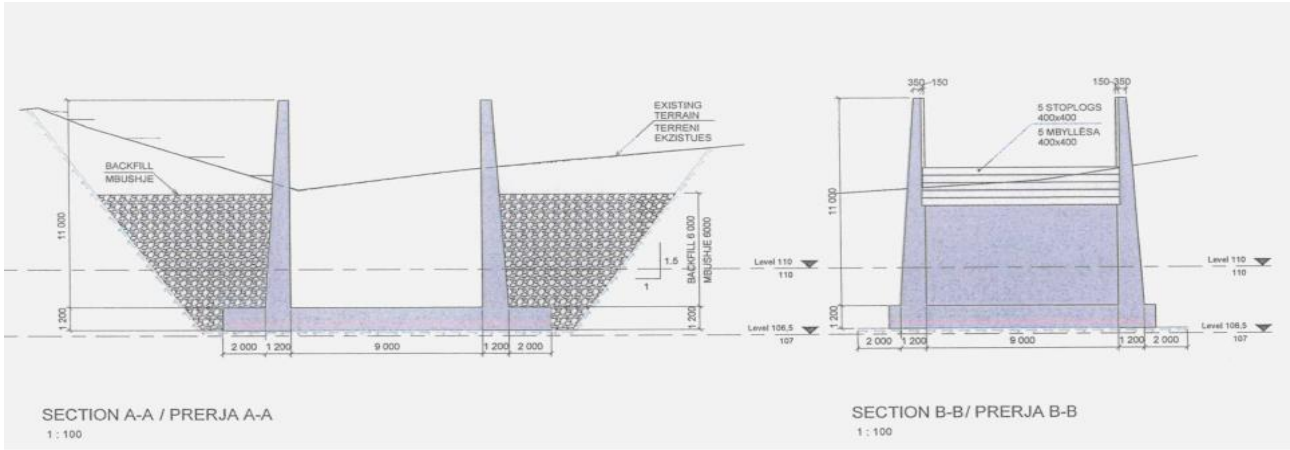
Ο αριθμός Froude θα είναι 6 ή 7, κατάλληλος δηλαδή, ώστε το υδραυλικό άλμα να πραγματοποιείται εντός της λεκάνης ηρεμίας. Το συζυγές βάθος του άλματος θα είναι περίπου 8m, ενώ το μήκος υπολογίζεται 4,2 φορές μεγαλύτερό του, δηλαδή 33 m.

Η βάση της λεκάνης ηρεμίας θα βρίσκεται στο +108 m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας, ενώ η διώρυγα που θα απομακρύνει το νερό θα αρχίζει 8 m πιο πάνω, με υψόμετρο 116 m.

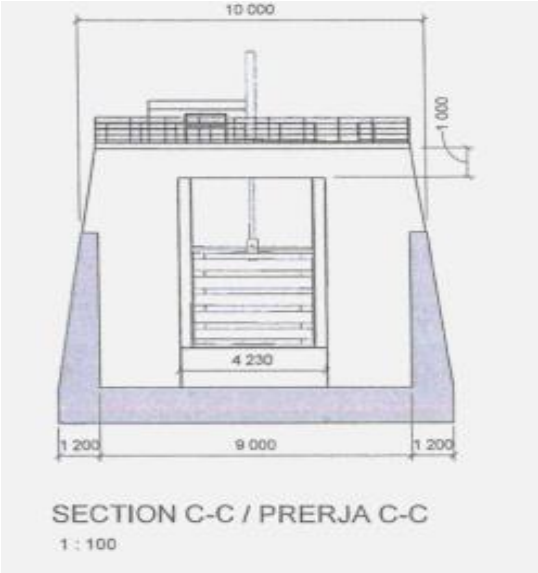
Οι εξωτερικοί τοίχοι θα έχουν ύψος 11 m και το μήκος της λεκάνης θα είναι 36 m, ώστε το άλμα να πραγματοποιείται εντός αυτής.



Σχήμα 3. 63 Λεκάνη ηρεμίας αγωγού εκτάκτου ανάγκης



Σχήμα 3. 64 Διατομή λεκάνης



Σχήμα 3. 65 Θυρόφραγμα πριν την λεκάνη ηρεμίας

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

3.4.14. Διώρυγα που ενώνει τη μικρή λεκάνη ηρεμίας με το ποτάμι

Η διώρυγα αυτή θα είναι επενδεδυμένη με Gabion, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η μεγάλη τραχύτητα της διατομής και να εξασφαλίζεται η επαρκής προστασία έναντι διάβρωσης. Η ταχύτητα θα είναι μικρότερη από 6 m/s και δεν πρέπει να ξεπερνά τα 8 m/s. Η μικρή βάση θα έχει πλάτος 8m και η κλίση θα είναι 1:2. Για παροχή 150 m^3/s, το βάθος ροής θα είναι 2,2 m , η ταχύτητα 5,5 m/s και ροή υπερκρίσιμη κυρίως λόγω της μεγάλης κλίσης (0,033).

3.4.15. Σήραγγα-αγωγός απομάκρυνσης φερτών

Η επενδυόμενη σήραγγα με χαλύβδινο αγωγό θα έχει συνολικό μήκος 214 m και κλίση 2,25%. Από τον τύπο του Manning:

για d=1,1 m, A=0,95 m^2 και R=0,275 m προκύπτει μέση παροχή Q=6 m^3/s. Για παροχή 6 m^3/s η ταχύτητα στον υπό πίεση αγωγό είναι 6,3 m/s και η υδραυλική κλίση είναι 2,23%.

3.4.16. Εκκενωτής πυθμένα και σήραγγα εκτροπής

Η σήραγγα έχει διάμετρο 5 m με εμβαδό 19,6 m^2 και συνολικό μήκος 600 m. Η βάση εισόδου βρίσκεται σε υψόμετρο 110 m, ενώ η βάση εξόδου σε 104 m από τη στάθμη της θάλασσας. Η διατομή της εισόδου είναι τετραγωνική, ενώ η αντίστοιχη στην έξοδο είναι κυκλική. Η μεταβολή του σχήματος της διατομής επιτυγχάνεται μέσω συναρμογής.

Συνολικές απώλειες: $dh=h_i+h_f+h_0+h_s$

h_i: απώλειες εισόδου

h_f: απώλειες λόγω τριβής

h_0: απώλειες εξόδου

h_s: ειδικές απώλειες

dh: υψομετρική διαφορά στάθμης ταμιευτήρα από στάθμη εξόδου

$$h_i = h_0 = \frac{aQ^2}{2gA^2},$$

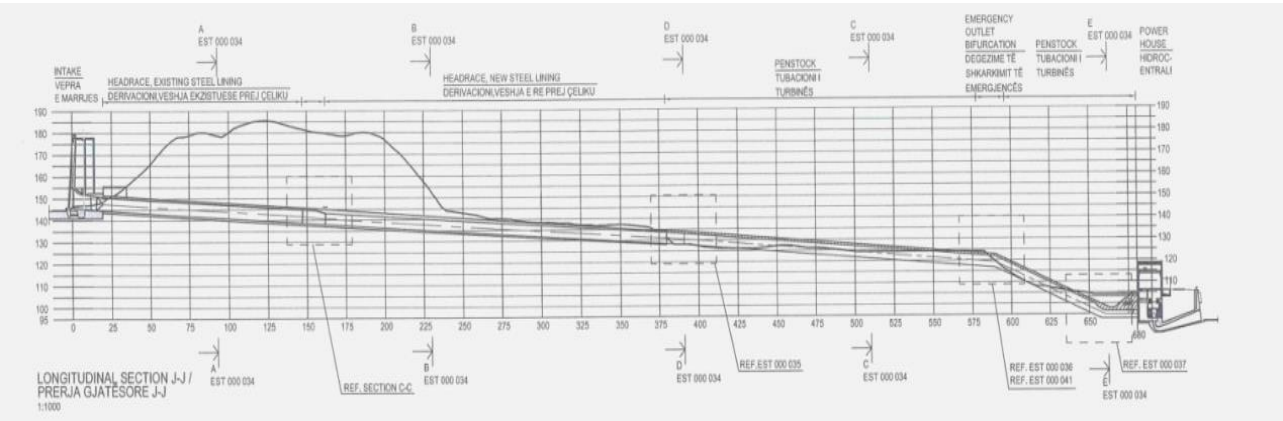
όπου Q η παροχή, A το εμβαδόν της κυκλικής διατομής της σήραγγας, a ο συντελεστής απωλειών, οποίος λαμβάνεται ίσος με 0,5 στην είσοδο και 1 στην έξοδο

$$h_f = \frac{LQ^2}{M^2A^2R^{4/3}},$$

όπου M ο αριθμός Manning και L το μήκος της σήραγγας

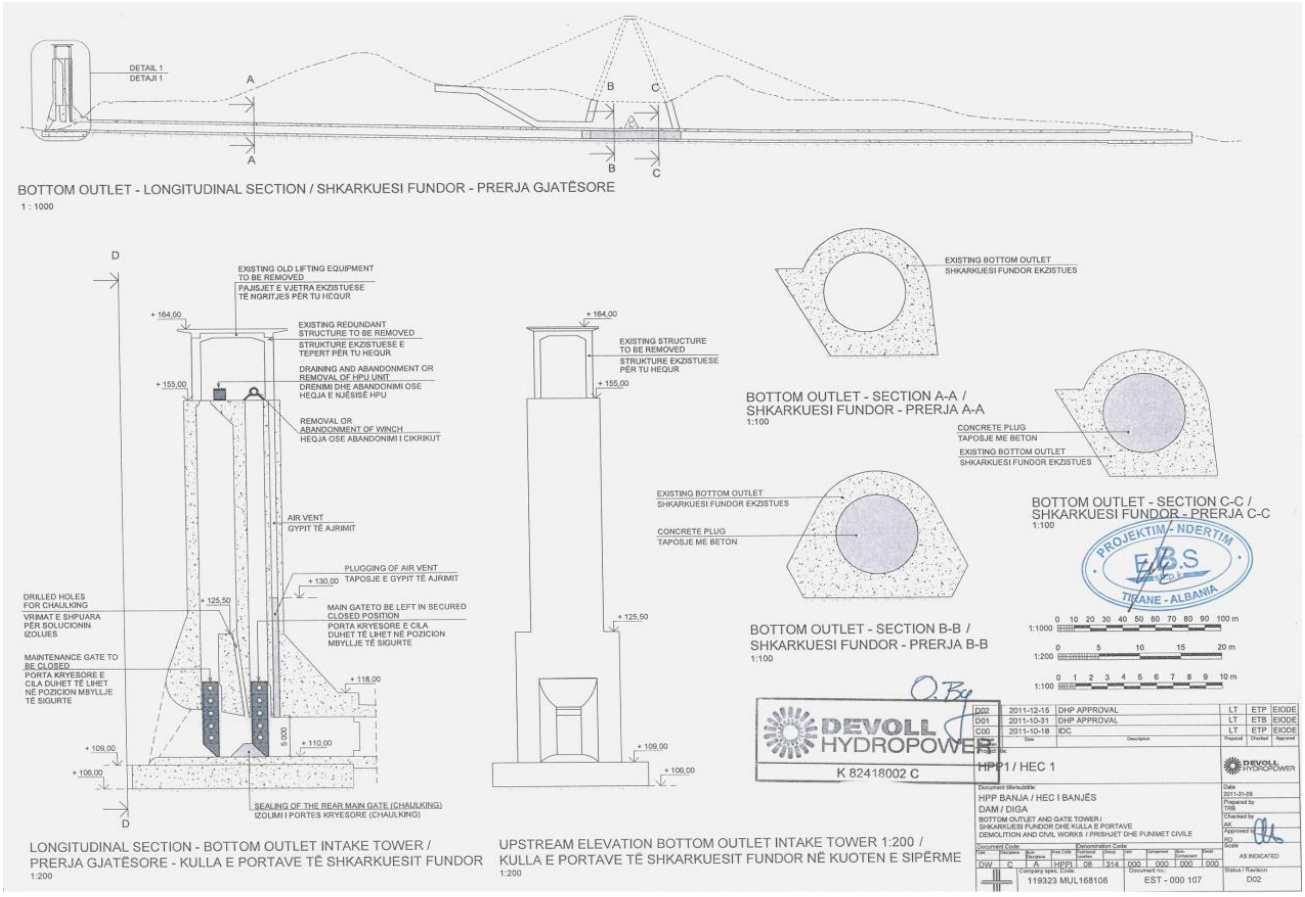
$$h_s = a\frac{(Q/A_1 - Q/A_2)^2}{2g},$$

όπου A_1,A_2 επιφάνειες πριν τη συστολή-διαστολή και a ο συντελεστής συστολής διαστολής επιφάνειας



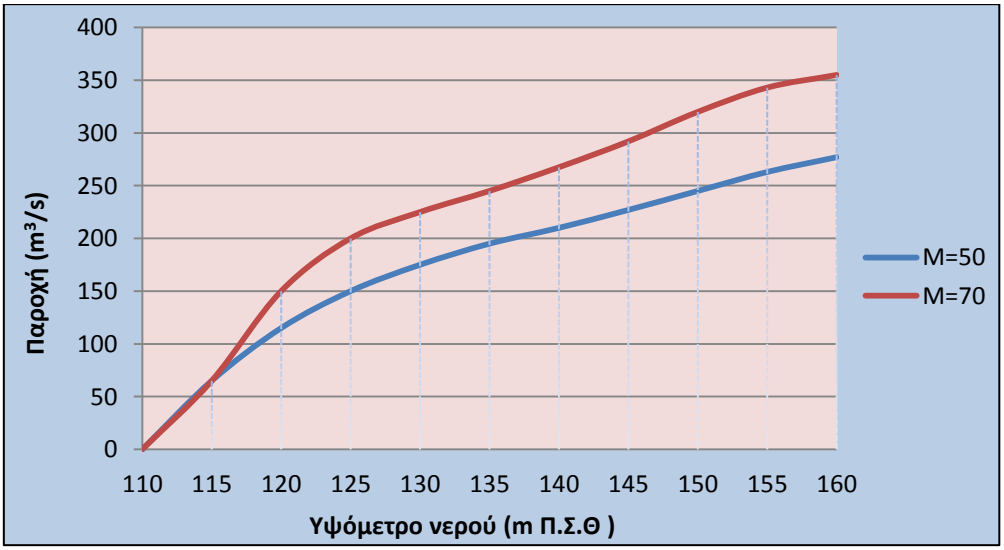
Σχήμα 3. 66 Μηκοτομή αγωγού προσαγωγής

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''



Σχήμα 3. 67 Εκκενωτής πυθμένα και κατασκευή εισόδου

Ο υπολογισμός της καμπύλης στάθμης- παροχής έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος HEC-RAS. Για λεία επιφάνεια σκυροδέματος με συντελεστή απωλειών 0,2 στην είσοδο, επιλέχτηκε το άνω όριο του αριθμού Manning και για τραχιά επιφάνεια σκυροδέματος με συντελεστή απωλειών 0,7 στην είσοδο, επιλέχθηκε το κάτω όριο. Τα δύο αυτά όρια είναι M=70 και M=50 αντίστοιχα όπου M = 1/n.



Σχήμα 3. 68 Διάγραμμα Στάθμη-Παροχή συστήματος εκτροπής

3.4.17. Εκχειλιστής

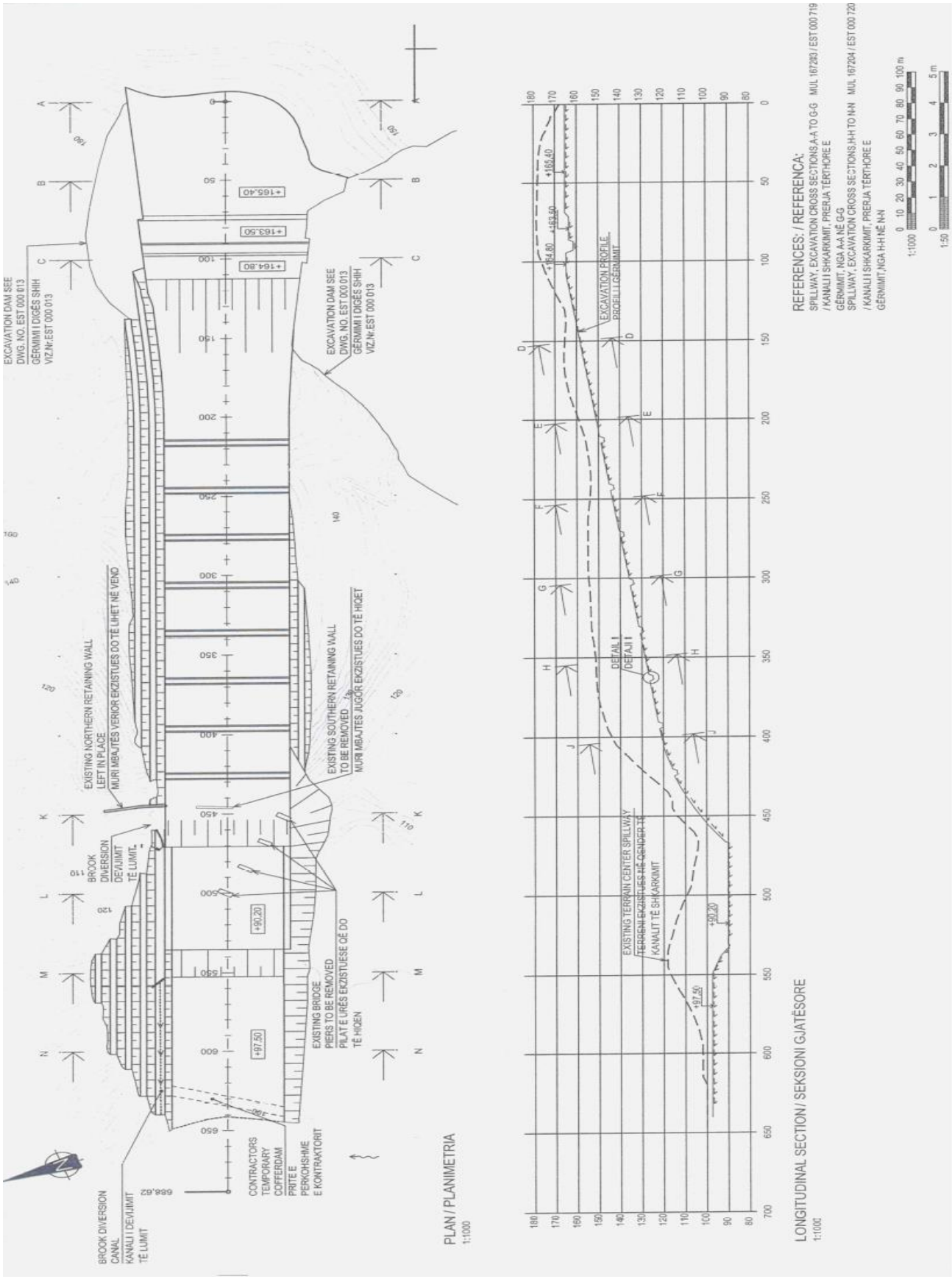
Ο εκχειλιστής θα κατασκευαστεί στο δεξιό πρανές της κοιλάδας και θα έχει στη βάση του τη λεκάνη ηρεμίας. Οι εκσκαφές αρχικά εκτιμήθηκαν γύρω στα 770.000 m^3. Στο δεξιό άκρο του εκχειλιστή οι εκσκαφές θα φτάνουν μέχρι τα 40 m, ενώ στο αριστερό άκρο θα φτάνουν μέχρι τα 15 m.

Ο εκχειλιστής έχει σχεδιαστεί για πλημμύρα 1000ετίας με παροχή 1812 m^3/s και αποτελείται από 3 θυροφράγματα τοξωτής μορφής. Η διώρυγα πτώσης θα κατασκευαστεί με κλίση 15%, ώστε να μην χρειαστεί καλούπωμα στην άνω παρειά της βάσης. Ακόμα, για να προστατευτεί η βάση της διώρυγας από το φαινόμενο της σπηλαίωσης, απαιτείται ο επαρκής αερισμός της μέσω πλευρικών οπών. Ο αερισμός μειώνει ακόμα, την ταχύτητα της ροής και κατά συνέπεια τον αριθμό Froude, εξοικονομώντας με αυτό τον τρόπο αρκετά κυβικά σκυροδέματος στη λεκάνη ηρεμίας , αφού μειώνεται το μήκος του άλματος.

Πίνακας 3. 6 Δεδομένα θυροφραγμάτων

Γενικά δεδομένα Θυροφραγμάτων		
Παροχή για μέγιστη στάθμη στον ταμιευτήρα με 2 ανοικτά θυροφράγματα από τα 3	m^3/s	1260
Παροχή για μέγιστη στάθμη στον ταμιευτήρα με 3 ανοικτά θυροφράγματα από τα 3	m^3/s	**1812**
Παροχή στη στάθμη 175,5 με 2 ανοικτά θυροφράγματα από 3 διαθέσιμα	m^3/s	1438
Παροχή στη στάθμη 177,08	m^3/s	3007
Αριθμός και είδος θυροφραγμάτων	3	τοξωτά
Πλάτος	m	20
Η στάθμη της βάσης του θυροφράγματος	m Π.Σ.Θ	168,4

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''



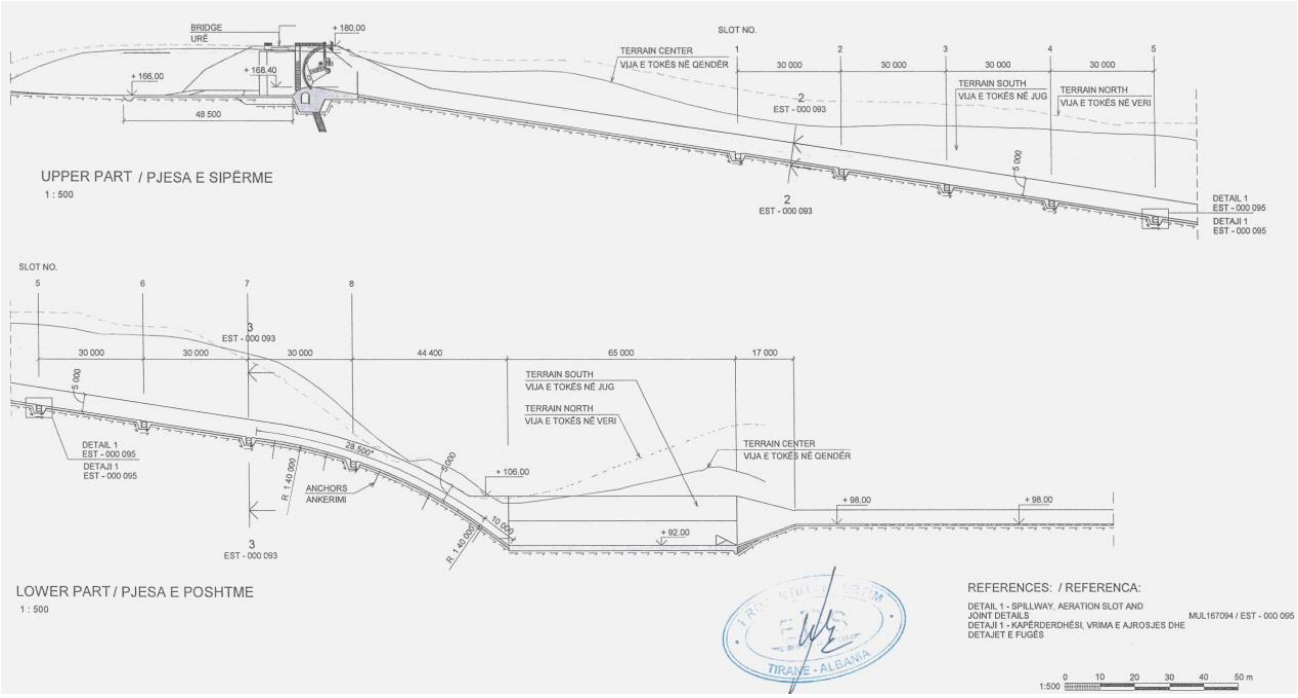
Σχήμα 3. 69 Εκσκαφές εκχειλιστή

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''

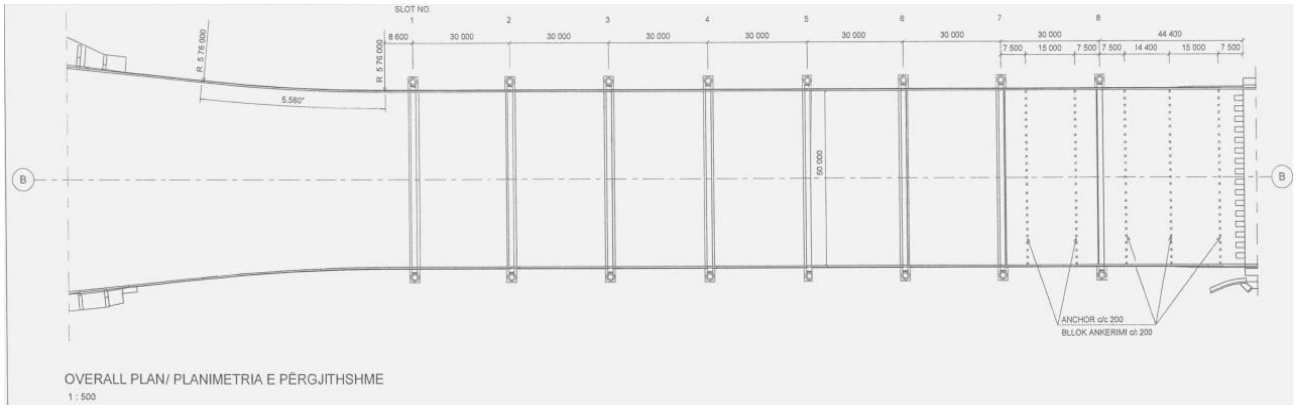
Πλάτος στέψης εκχειλιστή: 50 m, Φορτίο: q_w=36,2 m^3/s ανά μέτρο, Αριθμός Froude: 7, Ταχύτητα: 26 m/s, Βάθος ροής: y=1,4 m

Στη βάση του εκχειλιστή βρίσκεται η λεκάνη ηρεμίας, η οποία εξυπηρετεί στο να αποτονώνεται η ενέργεια και έχει πλάτος 50 m. Ο εκχειλιστής είναι τύπου ΙΙ σύμφωνα με το USBR. Κατάντη του υδραυλικού άλματος το νερό στη διώρυγα θα έχει ταχύτητα 4,5 m/s και η ροή θα είναι αρκετά τυρβώδης. Πρέπει να σημειωθεί, εδώ, ότι η λεκάνη ηρεμίας δε μπορεί να κάνει εξ ολοκλήρου την αποτόνωση της ενέργειας. Άρα, η λύση προκύπτει σχεδιάζοντάς τη με το μικρότερο βέλτιστο βάθος, ώστε οι μελλοντικές επισκευές των διαβρωμένων μερών από το νερό να κρίνονται οικονομικά συμφέρουσες.

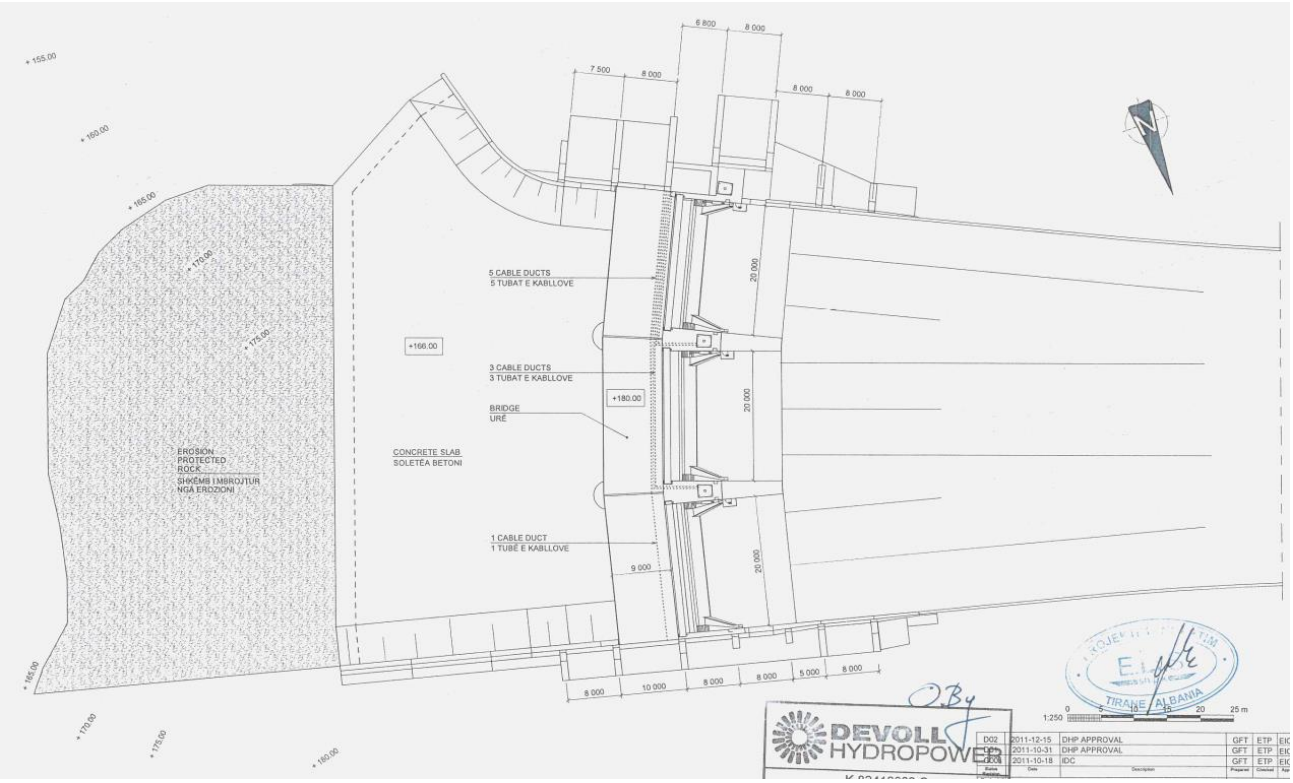
Οι πλευρικοί τοίχοι θα έχουν ύψος 14 m. Η ταχύτητα στην είσοδο της λεκάνης εκτιμάται ότι θα είναι 25m/sec, το βάθος ροής 1,95 m, ο αριθμός Froude θα είναι ίσος με 5,7 (μεταξύ 4,5 και 9, ώστε το υδραυλικό άλμα να γίνει εντός της λεκάνης ηρεμίας).



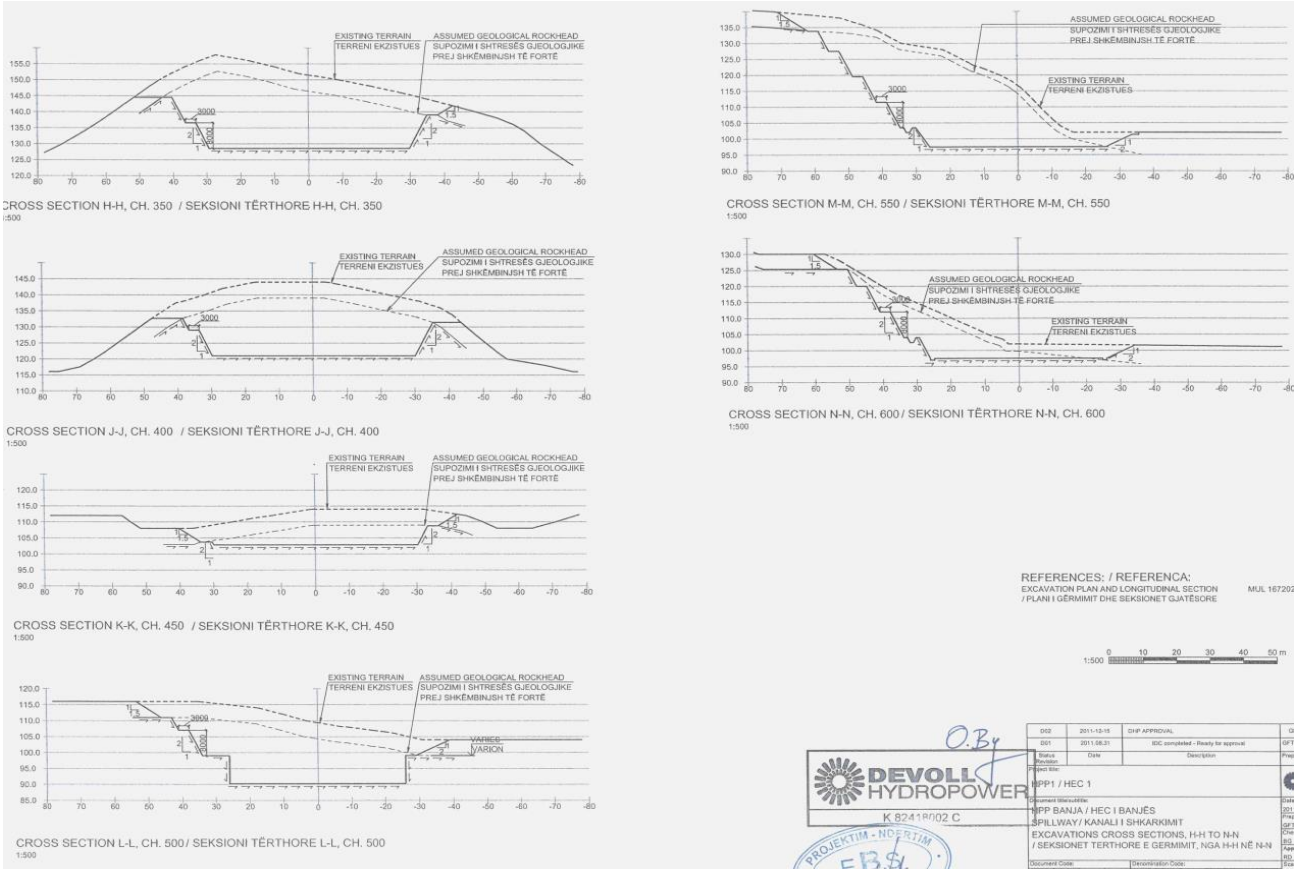
Σχήμα 3. 70 Μηκοτομή εκχειλιστή



Σχήμα 3. 71 Κάτοψη διώρυγας πτώσης

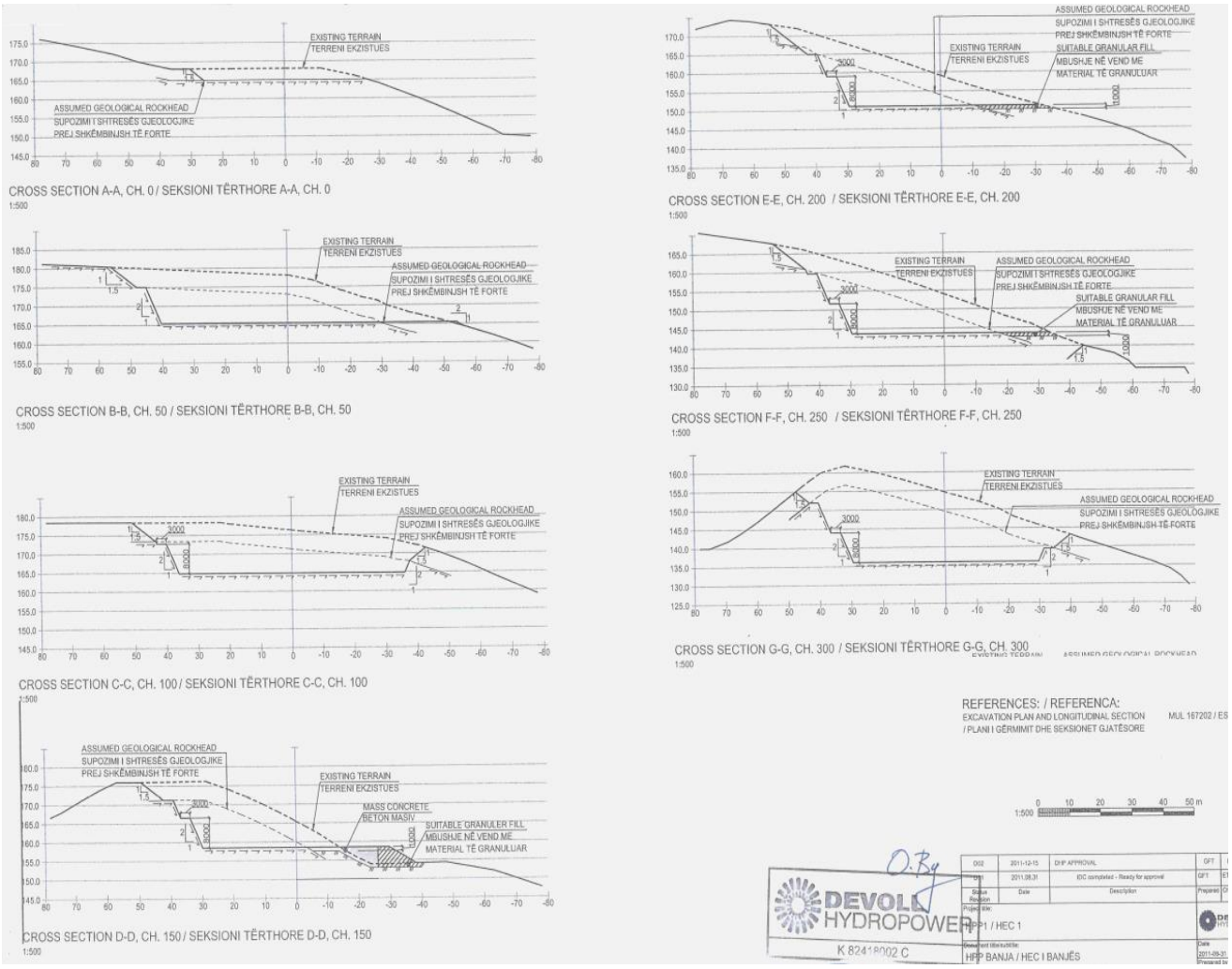


Σχήμα 3. 72 Κάτοψη περιοχής προσαρμογής και στέψης



Σχήμα 3. 73 Διατομές εκσκαφών για τη κατασκευή διώρυγας πτώσης

Πηγή: ''Norconsult study (2011): Devoll Hydropower Project''



Σχήμα 3. 74 Διατομές εκσκαφών για τη κατασκευή διώρυγας πτώσης

Πηγή: ''Norconsult study (2012): Devoll Hydropower Project, Banja Hydropower Project, Hydraulic Calculations, Spillways and Outlet Works''

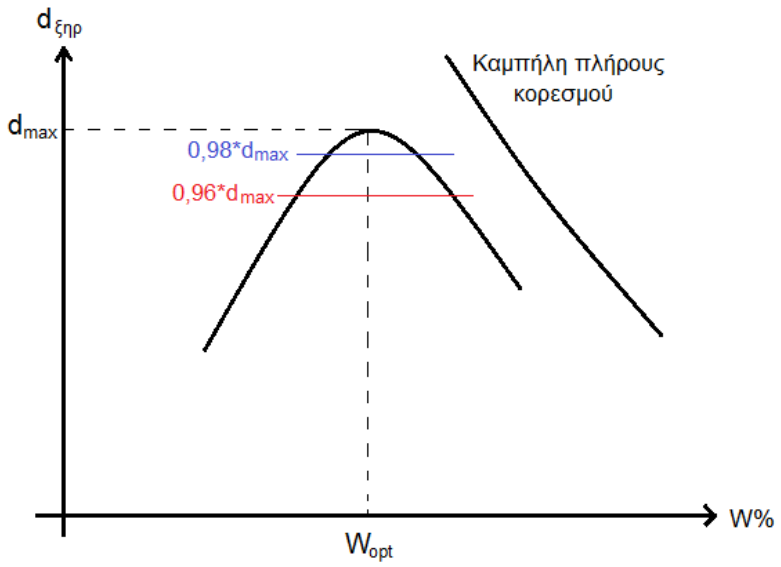
3.4.18. Παρατηρήσεις επί της κατασκευής

Μειωμένη αντοχή φράγματος λόγω απόκλισης της υγρασίας από τη βέλτιστη τιμή της

Όπως είδαμε από τη γεωτεχνική μελέτη, από δοκιμές συμπίεσης, τα εξεταζόμενα δοκίμια για τον πυρήνα του φράγματος, δείχνουν μια διακύμανση της βέλτιστης φυσικής υγρασίας, η οποία κυμαίνεται από 14,7% μέχρι 18,1%, με τη σχετική ξηρή πυκνότητα να κυμαίνεται από 1,7 έως 1,83 g/cm^3.

Η υγρασία που συναντάμε στον πυρήνα μειώνεται με το βάθος και κυμαίνεται από 25% έως 20%. Δηλαδή περίπου κατά +5% αυξημένη. Η ξηρή πυκνότητα έχει ένα εύρος τιμών από 1,55 έως 1,75 g/cm^3. Οι τιμές αυτές είναι πιο κάτω από αυτές που θα έπρεπε, όπως και η διασπορά είναι αρκετά μεγάλη, αφού κατά τη μελέτη και την κατασκευή προσπαθούμε να πετύχουμε:

1) $d_m > 0{,}98*d_{max}$
2) Το 95% των $d > 0{,}96*d_{max}$



Σχήμα 3. 75 Δοκιμές συμπίεσης: διάγραμμα υγρασίας-ξηρής πυκνότητας

Δηλαδή, θα πρέπει η μέση τιμή της ξηρής πυκνότητας να είναι μεγαλύτερη από το 98% της μέγιστης, καθώς επίσης και το 95% από το σύνολο των δοκιμών να έχουν ξηρή πυκνότητα μεγαλύτερη του 96% της μέγιστης τιμής.

Συμπεραίνουμε ότι το φράγμα μας θα έχει μειωμένη αντοχή απ' ότι προβλεπόταν, αφού όσο μειώνεται η πυκνότητα, μεγαλώνουν τα κενά μεταξύ των κόκων του υλικού και συνεπώς μειώνεται και η αντοχή.

Σε αυτή τη φάση δεν μπορούμε να κάνουμε κάποια διορθωτική κίνηση, ώστε να μειώσουμε την υγρασία και να αυξήσουμε την πυκνότητα του υλικού του πυρήνα. Αυτό

που μπορούμε μόνο να κάνουμε, είναι να ελέγξουμε το συντελεστή ασφαλείας του φράγματος έναντι ολίσθησης και να παρακολουθούμε συνεχώς με ειδικά όργανα τις παραμορφώσεις σε όλο το σώμα του φράγματος.

Κατά την κατασκευή ενός πυρήνα θα πρέπει να ελέγχονται 3 βασικά πράγματα:

1) Το πάχος των προς συμπύκνωση στρώσεων. Μετά το τέλος της συμπύκνωσης από κοπανοφόρες μηχανές (κατσικοπόδαρα) το πάχος δε θα πρέπει να ξεπερνά τα 15 cm, αλλά και να μην είναι λιγότερο από 12 cm για λόγους οικονομίας.
2) Ο αριθμός των διελεύσεων των κοπανοφόρων. Γενικά θα πρέπει να είναι οπωσδήποτε μεγαλύτερος από 8, με μια βέλτιστη τιμή περίπου κοντά στο 12.
3) Η υγρασία στο υλικό του πυρήνα. Η μετρούμενη υγρασία σε οποιοδήποτε βάθος του πυρήνα δε θα πρέπει να μικρότερη κατά 3%, αλλά ούτε και μεγαλύτερη κατά 2% από τη βέλτιστη.

Για να πετύχουμε τη μέγιστη αντοχή του φράγματος θα πρέπει να κατασκευάσουμε τον πυρήνα βάσει των τριών παραπάνω κανόνων. Έστω και έναν να μην έχουμε ακολουθήσει σωστά, υπάρχει αρκετά μεγάλη πιθανότητα να μην έχουμε το αποτέλεσμα που θέλουμε. Στο έργο μας, τώρα, δε μπορούμε να γνωρίζουμε τη διαδικασία κατασκευής του πυρήνα, διότι οι εργασίες ξεκίνησαν πριν περίπου 30 χρόνια και δεν υπάρχουν δεδομένα για να αξιολογήσουμε.

<u>Η γεωμετρία της διατομής της σήραγγας</u>

Μία άλλη παρατήρηση που έχουμε να κάνουμε, αφορά τη γεωμετρία και τη μορφή της βοηθητικής μπετονένιας σήραγγας που διασχίζει κατά μήκος τον πυρήνα του φράγματος. Η τριγωνική μορφή της διατομής της σήραγγας συνήθως αποφεύγεται σε τέτοια έργα, διότι πρόθεσή μας είναι να επιτύχουμε μια εξομαλυσμένη βάση για τον πυρήνα, ώστε να υπάρχει ομοιομορφία στις τάσεις του εδάφους.

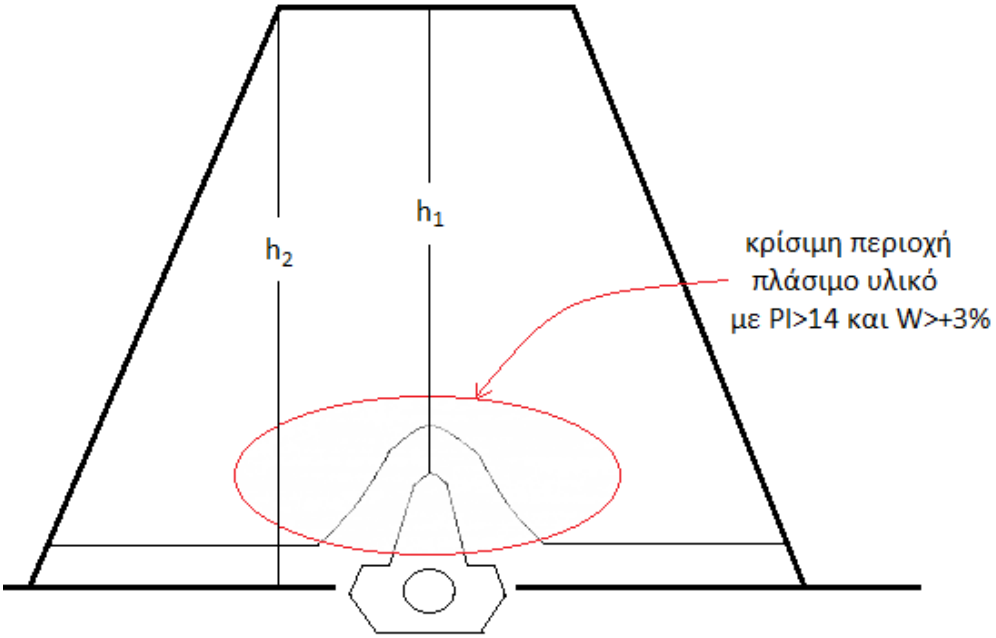
Στη βάση του φραγμάτος μας η κατακόρυφη τάση του εδάφους είναι:

$\sigma_{v,1}=\gamma*h_2$= (17,7-10)*82=**631 kPa**, με h_2=82 m,

ενώ η αντίστοιχη πάνω από την κορυφή-''μύτη'' της διατομής είναι:

$\sigma_{v,2}=\gamma*h_1$= (17,7-10)*72=**554 kPa**, με h_1=72 m.

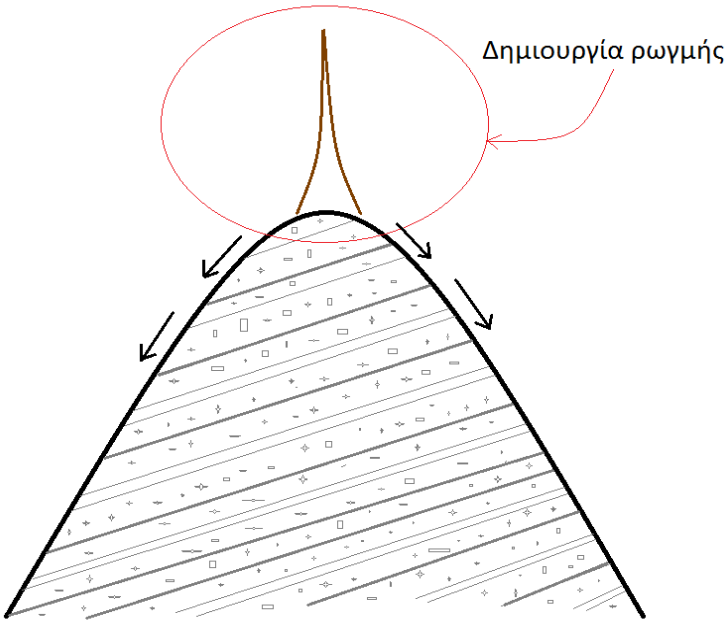
Λόγω αυτής της ανομοιομορφίας των τάσεων, υπάρχει κίνδυνος ολίσθησης του υλικού του πυρήνα πάνω στην επιφάνεια της διατομής, που θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία κατακόρυφων ρωγμών. Αυτές οι ρωγμές θα αποτελούν δίοδο για το νερό και σταδιακά μπορεί να επεκτείνονται και να διαβρώνουν το υλικό μας, μειώνοντας την ασφαλή λειτουργία του φράγματος.



Σχήμα 3. 76 Κρίσιμη περιοχή πάνω από την βοηθητική σήραγγα

Τομή φράγματος. Φαίνεται η κρίσιμη περιοχή και η ειδική στρώση που θα πρέπει να τοποθετηθεί για την αποφυγή ρηγματώσεων.

Για την αποφυγή ρηγματώσεων, λόγω της μη επίπεδης διατομής της σήραγγας, απαιτείται μια ειδική στρώση εδάφους, η οποία θα έχει διαφορετικά φυσικά χαρακτηριστικά από το υπόλοιπο υλικό και θα βρίσκεται στη βάση του πυρήνα περικλύοντας εξ ολοκλήρου τη διατομή. Αυτο το υλικό θα πρέπει να είναι αρκετά πλάσιμο, δηλαδή ο δείκτης πλασιμότητας PI=LL-PL>14, καθώς επίσης και η υγρασία του να είναι W>+3% από τη βέλτιστη.



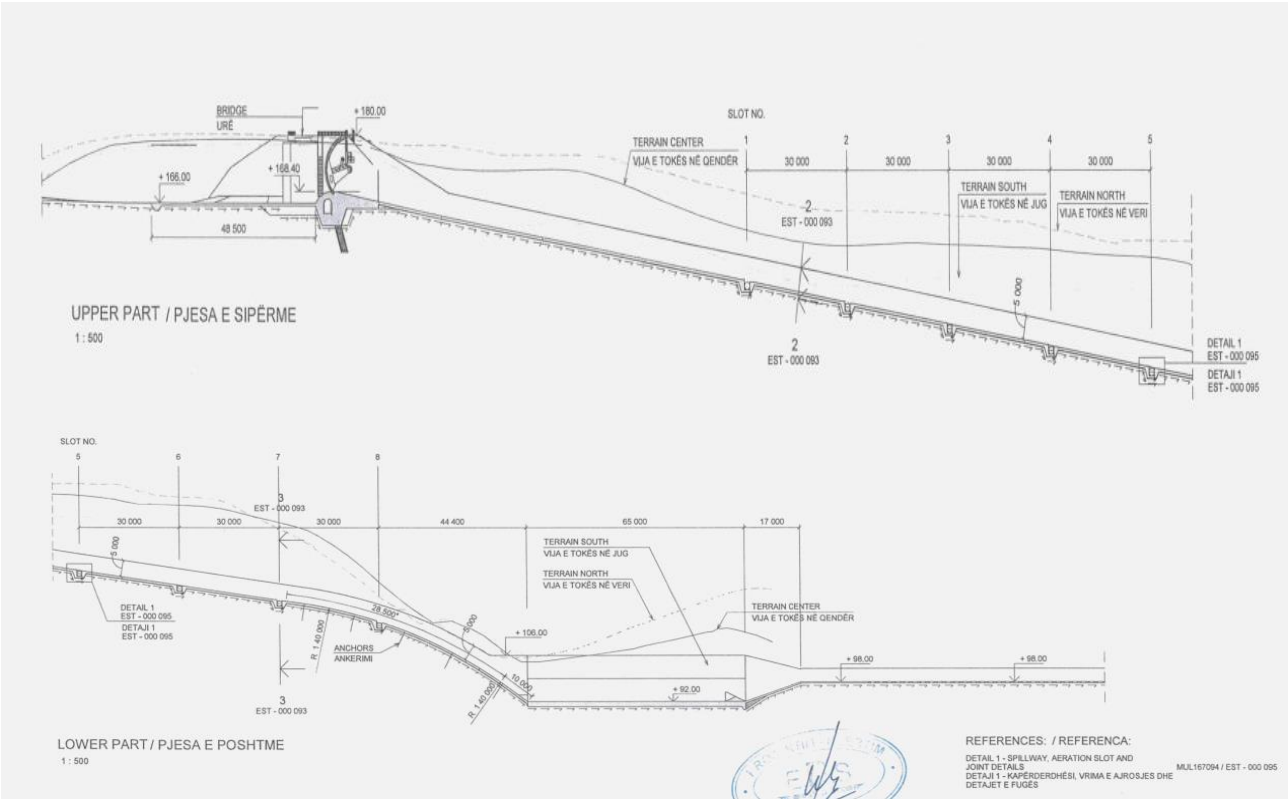
Σχήμα 3. 77 Δημιουργία ρωγμής

Λεπτομέρεια της κορυφής-''μύτης'' της διατομής, όπου φαίνεται η επιφάνεια ολίσθησης του εδάφους και η δημιουργία ρηγματώσεως.

Η κατασκευή του έργου μας, τώρα, δεν προέβλεπε την ύπαρξη μιας τέτοιας ειδικής στρώσης στη βάση του πυρήνα του φράγματος. Έτσι δεν μπορούμε να αποκλίσουμε τυχόν προβλήματα στη λειτουργία του φράγματος, λόγω αυτής της κατασκευαστικής ιδιομορφίας της βοηθητικής σήραγγας.

Σύμφωνα με τα δεδομενα σχεδιασμού της λεκάνης, για την παροχή σχεδιασμού 1810 m^3/s προέκυψε, στον πόδα του εκχειλιστή, ροή με βάθος 1,95 m (λαμβάνοντας υπόψη και το βαθμό διόγκωσης λόγω του αερισμού). Επίσης, για την παραπάνω παροχή και το βάθος ροής παρουσιάζεται σύμφωνα με τη μελέτη ταχύτητα ίση με 25 m/s. Εφαρμόζοντας λοιπόν, με αυτά τα δεδομένα, την εξίσωση ενέργειας προκύπτουν πολύ μεγάλες απώλειες ενέργειας κατά την πτώση του νερού. Η εξίσωση παρουσιάζεται ως παρακάτω:

$$Z_1 + y_1 + \frac{{V_1}^2}{2g} = Z_2 + y_2 + \frac{{V_2}^2}{2g} + \Delta H$$



Σχήμα 3. 78 Μηκοτομή εκχειλιστή

Για παροχή σχεδιασμού 1810 m^3/s η στάθμη στον ταμιευτήρα φτάνει τα 175 m, ενώ όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα η βάση της λεκάνης ηρεμίας έχει σχεδιαστεί στο υψόμετρο +92 m.

Με βάση τα παραπάνω σχήματα και δεδομένα, όπου η διατομή (1) είναι ανάντη της στέψης του εκχειλιστή και η διατομή (2) στον πόδα του, και κάνοντας την παραδοχή ότι η ταχύτητα ανάντη της στέψης είναι μηδέν, η εξίσωση ενέργειας λαμβάνει την εξής μορφή:

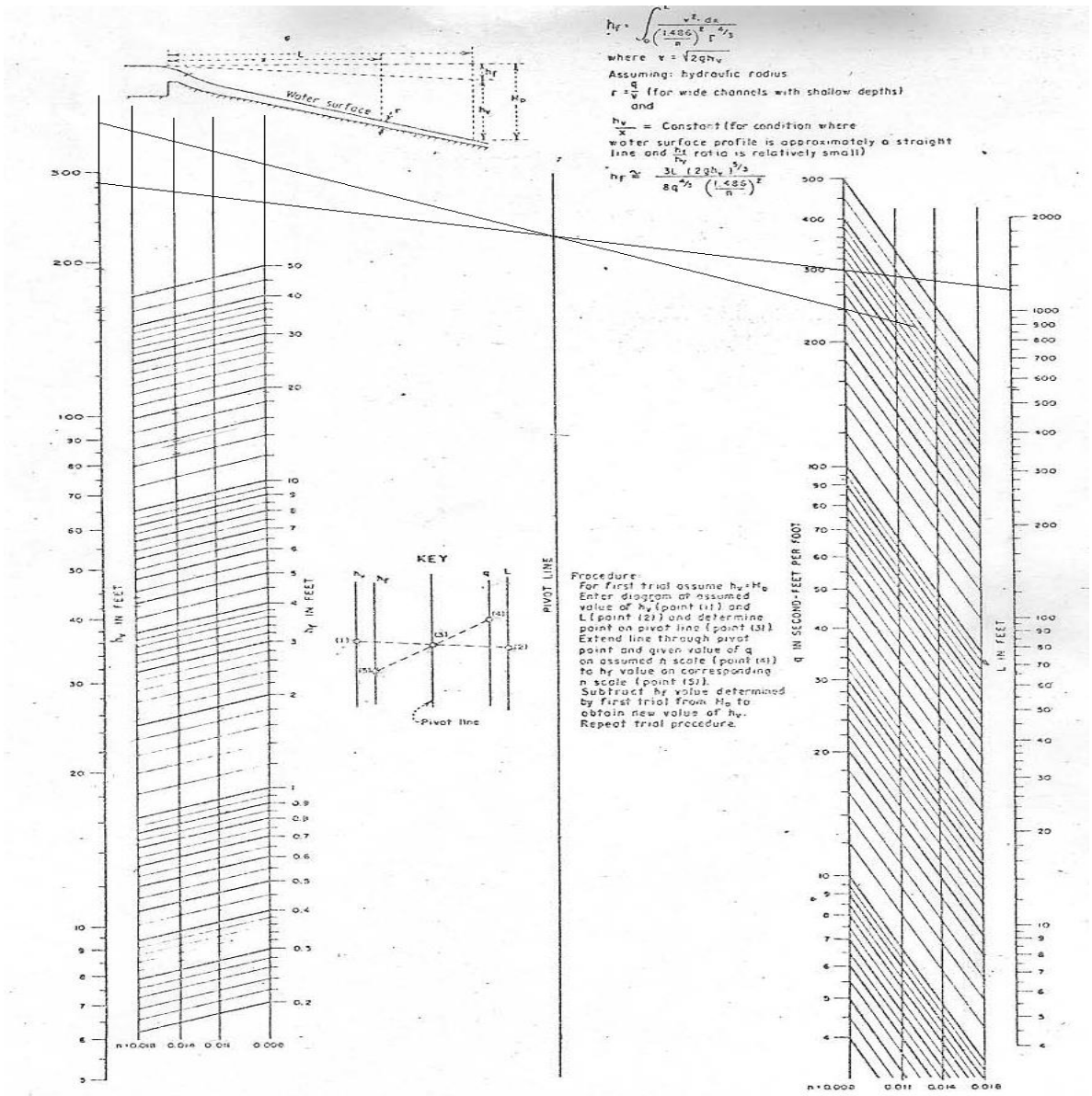
$$175 = 92 + 1{,}95 + \frac{25^2}{2\text{x}9.81} + \Delta\text{H}$$

$\Delta H = 49.2$ m

$\Delta H = 59.3\%$

Όπως προαναφέραμε, οι απώλειες ενέργειας είναι εξερετικά μεγάλες. Η μελέτη πραγματοποιήθικε σύμφωνα με το USBR για λεκάνη Τυπου ΙΙ (Design of Small Dams). Σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα, πάλι του ίδιου βιβλίου, οι απώλειες είναι πολύ μεγάλες, δηλαδή δεν εχει γίνει κάποια λανθασμένη εκτίμηση.

Στην δική μας περίπτωση το διάγραμμα εφαρμόζεται για ανηγμένη παροχή 36 m^3/s/m(390 ft^3/s/ft), οριζόντιο μήκος L=370 m (1214 ft), κατακόρυφη πτώση H_d=83 m (272 ft) και συντελεστή Manning n=0,013. Όσον αφορά τις μονάδες, το διάγραμμα έχει σχεδιαστεί σε feet και όχι σε m.



Σχήμα 3. 79

Για να επιβεβαιωθούν οι παραπάνω υπολογισμοί, πραγματοποιήθηκε βήμα προς βήμα ολοκλήρωση της ροής. Η ολοκλήρωση έγινε με βήμα 5,00 m και χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο αερισμός της ροής. Οι τελικές γραμμικές απώλειες υπολογισμένες σε m είναι 23,7 δηλαδή 28%. Αυτό το μεγάλο μέγεθος των απωλειών οφείλεται κυρίως στην γεωμετρία της διατομής και πιο συγκεκριμένα στο μεγάλο πλάτος της διώρυγας. Λόγω του μεγάλου πλάτους και του σχετικά μικρού βάθους, η βρεχόμενη περίμετρος της διώρυγας αυξάνεται, με συνέπεια να αυξάνονται και οι τριβές σε όλο το μήκος της διώρυγας.

Για να γίνει μια πιο αναλυτική επεξήγηση, οι γραμμικές απώλειες εκφράζονται από τον παρακάτω μαθηματικό τύπο:

$$h_f = \frac{V^2 n^2}{R^{4/3}} L$$

Όπως φαίνεται οι γραμμικές απώλειες είναι συνάρτηση των **V** (ταχύτητας) ,**n** (συντελεστή Manning), μήκους **L** και υδραυλικής ακτίνας **R** η οποία εκφράζεται **Α/Π**. Αύξηση της βρεχόμενης περιμέτρου Π θα έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της υδραυλικής ακτίνας. **Σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο, για τις γραμμικές απώλειες, μια αύξηση της τιμής της υδραυλικής ακτίνας θα έχει ως συνέπεια και την αύξηση των γραμμικών απωλειών.**

Λαμβάνοντας υπόψη και τον αερισμό της ροής καθώς και την πυκνότητα των αεριστήρων, οι απώλειες ενεργείας θα είναι ακόμα μεγαλύτερες.

Με αυτά τα υπολογισμένα μεγέθη και ξέροντας ότι η λεκάνη ηρεμίας είναι Τύπου ΙΙ (έχει σχεδιαστεί συμφώνα με το USBR), έγινε έλεγχος για την επάρκεια της σε αυτή την παροχή. Σύμφωνα με τα σχήμα 267 του βιβλίου 'Design of Small Dams' για αριθμό Froude 10,5 το συζυγές βάθος του άλματος θα είναι 15,43 m και το μήκος του άλματος 67,6 m. Ο αριθμός Froude είναι συνάρτηση της ταχύτητας και του βάθους ροής και υπολογίζεται με τον τύπο :

$$F = \frac{V}{(g\, t_{\mu})^{1/2}}$$

Το μήκος και το βάθος της λεκάνης πρέπει να είναι επαρκές, ώστε το άλμα να πραγματοποιείται μέσα σε αυτό. Σύμφωνα με την μελέτη του έργου, το μήκος της λεκάνης θα είναι 65 m και το ύψος των εξωτερικών τοιχίων 14 m. Τα παραπάνω μεγέθη είναι ελαφρώς μεγαλύτερα από τα μεγέθη που έχουν υπολογιστεί στη μελέτη. Η διάφορα αυτή δεν αποτελεί πρόβλημα, διότι στους παραπάνω υπολογισμούς δεν έχει ληφθεί υπόψη ο αερισμός της ροής. Η λεκάνη θα είναι επαρκής και θα γίνεται η πλήρης αποτόνωση ενεργείας εντός αυτής, με τα παραπάνω δεδομένα σχεδιασμού.

Πίνακας 3.7

1810,00 m^3/s, n= 0,013 χωρίς προσρόφηση αέρα

ΧΘ	Υψόμετρο πυθμένα	y	Στάθμη νερού	A	V	$V^2/2g$	διαφορά	H	Π	R	$R^{4/3}$	SF	SF_1	ΔX	h_f	h_e	H	F	cosa	sina	a (°)	b (m)
0,00	168,40	6,600	175,00	462,00	3,918	0,78	0,0000	175,782	83,20	5,55	9,83	0,0003					175,782	0,49	1,00		0,00	70,00
5,00	167,66	2,490	170,12	172,02	10,52	5,64	0,0000	175,766	74,07	2,32	3,08	0,0061	0,0032	5,000	0,0159	0,00	175,766	2,13	0,989	0,148	8,50	69,09
10,00	166,92	2,354	169,25	160,49	11,28	6,48	0,0000	175,732	72,89	2,20	2,86	0,0075	0,0068	5,000	0,0340	0,00	175,732	2,35	0,989	0,148	8,50	68,18
15,00	166,18	2,251	168,41	151,42	11,95	7,28	0,0000	175,691	71,77	2,11	2,71	0,0089	0,0082	5,000	0,0411	0,00	175,691	2,54	0,989	0,148	8,50	67,27
20,00	165,44	2,170	167,59	143,99	12,57	8,05	0,0000	175,643	70,70	2,04	2,58	0,0103	0,0096	5,000	0,0482	0,00	175,643	2,72	0,989	0,148	8,50	66,36
25,00	164,70	2,104	166,79	137,73	13,14	8,80	0,0001	175,588	69,66	1,98	2,48	0,0118	0,0111	5,000	0,0553	0,00	175,588	2,89	0,989	0,148	8,50	65,45
30,00	163,97	2,051	165,99	132,35	13,68	9,53	0,0001	175,526	68,65	1,93	2,40	0,0132	0,0125	5,000	0,0623	0,00	175,526	3,05	0,989	0,148	8,50	64,55
35,00	163,23	2,006	165,21	127,66	14,18	10,25	0,0000	175,456	67,65	1,89	2,33	0,0146	0,0139	5,000	0,0693	0,00	175,456	3,20	0,989	0,148	8,50	63,64
40,00	162,49	1,969	164,44	123,52	14,65	10,94	0,0000	175,380	66,67	1,85	2,28	0,0159	0,0153	5,000	0,0763	0,00	175,380	3,33	0,989	0,148	8,50	62,73
45,00	161,75	1,938	163,67	119,82	15,11	11,63	0,0000	175,297	65,69	1,82	2,23	0,0173	0,0166	5,000	0,0831	0,00	175,297	3,46	0,989	0,148	8,50	61,82
50,00	161,01	1,912	162,90	116,49	15,54	12,31	0,0000	175,207	64,73	1,80	2,19	0,0186	0,0180	5,000	0,0899	0,00	175,207	3,59	0,989	0,148	8,50	60,91
55,00	160,27	1,891	162,14	113,47	15,95	12,97	0,0000	175,110	63,78	1,78	2,16	0,0200	0,0193	5,000	0,0965	0,00	175,110	3,70	0,989	0,148	8,50	60,00
60,00	159,53	1,874	161,38	110,71	16,35	13,62	0,0000	175,008	62,84	1,76	2,13	0,0212	0,0206	5,000	0,1029	0,00	175,008	3,81	0,989	0,148	8,50	59,09
65,00	158,79	1,859	160,63	108,18	16,73	14,27	0,0000	174,898	61,90	1,75	2,11	0,0225	0,0218	5,000	0,1092	0,00	174,898	3,92	0,989	0,148	8,50	58,18
70,00	158,05	1,848	159,88	105,86	17,10	14,90	0,0000	174,783	60,97	1,74	2,09	0,0237	0,0231	5,000	0,1154	0,00	174,783	4,02	0,989	0,148	8,50	57,27
75,00	157,31	1,840	159,13	103,70	17,45	15,53	0,0000	174,662	60,04	1,73	2,07	0,0248	0,0243	5,000	0,1213	0,00	174,662	4,11	0,989	0,148	8,50	56,36
80,00	156,58	1,834	158,39	101,70	17,80	16,15	0,0000	174,535	59,12	1,72	2,06	0,0260	0,0254	5,000	0,1271	0,00	174,535	4,20	0,989	0,148	8,50	55,45
85,00	155,84	1,830	157,65	99,83	18,13	16,76	0,0000	174,402	58,21	1,72	2,05	0,0271	0,0265	5,000	0,1326	0,00	174,402	4,28	0,989	0,148	8,50	54,55
90,00	155,10	1,829	156,91	98,08	18,45	17,36	0,0000	174,264	57,29	1,71	2,05	0,0281	0,0276	5,000	0,1379	0,00	174,264	4,36	0,989	0,148	8,50	53,64
95,00	154,36	1,829	156,17	96,44	18,77	17,95	0,0000	174,121	56,39	1,71	2,05	0,0291	0,0286	5,000	0,1430	0,00	174,121	4,43	0,989	0,148	8,50	52,73
100,00	153,62	1,831	155,43	94,89	19,07	18,54	0,0000	173,973	55,48	1,71	2,05	0,0301	0,0296	5,000	0,1479	0,00	173,973	4,50	0,989	0,148	8,50	51,82
105,00	152,88	1,835	154,70	93,44	19,37	19,13	0,0000	173,821	54,58	1,71	2,05	0,0310	0,0305	5,000	0,1526	0,00	173,821	4,57	0,989	0,148	8,50	50,91
110,00	152,14	1,841	153,96	92,06	19,66	19,70	0,0000	173,664	53,68	1,71	2,05	0,0318	0,0314	5,000	0,1570	0,00	173,664	4,63	0,989	0,148	8,50	50,00

Πίνακας 3. 8

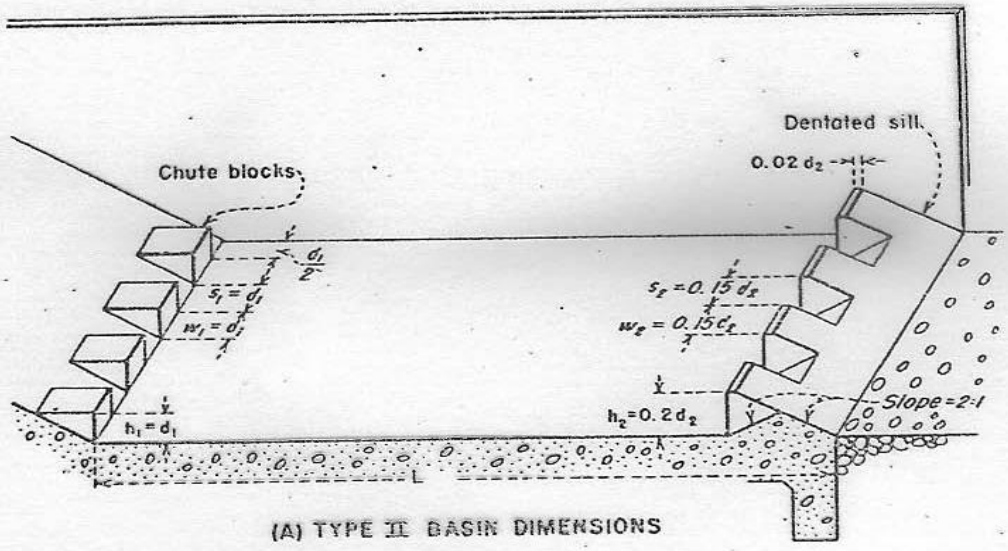
	1810,00	m^3/s, n=	0,013	χωρίς προσρόφηση αέρα																			
ΧΘ	Υψόμετρο πυθμένα	y	Στάθμη νερού	A	V	$V^2/2g$	διαφορά	H	Π	R	$R^{4/3}$	SF	SF_1	ΔX	h_f	h_e	H	F	cosa	sina	a (°)	b (m)
115,00	151,40	1,814	153,20	90,68	19,96	20,31	0,0009	173,501	53,63	1,69	2,01	0,0334	0,0326	5,000	0,1631	0,00	173,500	4,73	0,989	0,148	8,50	50,00
120,00	150,66	1,788	152,43	89,39	20,25	20,90	0,0006	173,330	53,58	1,67	1,98	0,0350	0,0342	5,000	0,1711	0,00	173,329	4,84	0,989	0,148	8,50	50,00
125,00	149,92	1,763	151,67	88,16	20,53	21,48	0,0004	173,151	53,53	1,65	1,95	0,0366	0,0358	5,000	0,1791	0,00	173,150	4,94	0,989	0,148	8,50	50,00
130,00	149,18	1,740	150,91	87,01	20,80	22,06	0,0003	172,963	53,48	1,63	1,91	0,0382	0,0374	5,000	0,1871	0,00	172,963	5,04	0,989	0,148	8,50	50,00
135,00	148,45	1,718	150,15	85,91	21,07	22,62	0,0002	172,768	53,44	1,61	1,88	0,0398	0,0390	5,000	0,1951	0,00	172,768	5,13	0,989	0,148	8,50	50,00
140,00	147,71	1,697	149,39	84,87	21,33	23,18	0,0001	172,565	53,39	1,59	1,86	0,0414	0,0406	5,000	0,2031	0,00	172,565	5,23	0,989	0,148	8,50	50,00
145,00	146,97	1,678	148,63	83,89	21,58	23,73	0,0001	172,354	53,36	1,57	1,83	0,0430	0,0422	5,000	0,2112	0,00	172,354	5,32	0,989	0,148	8,50	50,00
150,00	146,23	1,659	147,87	82,95	21,82	24,27	0,0001	172,135	53,32	1,56	1,80	0,0446	0,0438	5,000	0,2192	0,00	172,135	5,41	0,989	0,148	8,50	50,00
155,00	145,49	1,641	147,11	82,06	22,06	24,79	0,0000	171,907	53,28	1,54	1,78	0,0462	0,0454	5,000	0,2271	0,00	171,907	5,50	0,989	0,148	8,50	50,00
160,00	144,75	1,624	146,36	81,22	22,29	25,32	0,0000	171,672	53,25	1,53	1,76	0,0478	0,0470	5,000	0,2351	0,00	171,672	5,58	0,989	0,148	8,50	50,00
165,00	144,01	1,608	145,60	80,41	22,51	25,83	0,0000	171,429	53,22	1,51	1,73	0,0494	0,0486	5,000	0,2430	0,00	171,429	5,67	0,989	0,148	8,50	50,00
170,00	143,27	1,593	144,85	79,63	22,73	26,33	0,0000	171,178	53,19	1,50	1,71	0,0510	0,0502	5,000	0,2509	0,00	171,178	5,75	0,989	0,148	8,50	50,00
175,00	142,53	1,578	144,09	78,90	22,94	26,83	0,0000	170,920	53,16	1,48	1,69	0,0525	0,0518	5,000	0,2588	0,00	170,920	5,83	0,989	0,148	8,50	50,00
180,00	141,79	1,564	143,34	78,19	23,15	27,31	0,0000	170,653	53,13	1,47	1,67	0,0541	0,0533	5,000	0,2666	0,00	170,653	5,91	0,989	0,148	8,50	50,00
185,00	141,06	1,550	142,59	77,51	23,35	27,79	0,0000	170,379	53,10	1,46	1,66	0,0556	0,0549	5,000	0,2744	0,00	170,379	5,99	0,989	0,148	8,50	50,00
190,00	140,32	1,537	141,84	76,87	23,55	28,26	0,0000	170,097	53,07	1,45	1,64	0,0572	0,0564	5,000	0,2821	0,00	170,097	6,06	0,989	0,148	8,50	50,00
195,00	139,58	1,525	141,09	76,25	23,74	28,72	0,0009	169,808	53,05	1,44	1,62	0,0587	0,0580	5,000	0,2898	0,00	169,807	6,14	0,989	0,148	8,50	50,00
200,00	138,84	1,513	140,33	75,65	23,93	29,18	0,0007	169,510	53,03	1,43	1,61	0,0602	0,0595	5,000	0,2974	0,00	169,510	6,21	0,989	0,148	8,50	50,00
205,00	138,10	1,502	139,58	75,08	24,11	29,62	0,0005	169,205	53,00	1,42	1,59	0,0617	0,0610	5,000	0,3049	0,00	169,205	6,28	0,989	0,148	8,50	50,00
210,00	137,36	1,491	138,83	74,53	24,28	30,06	0,0004	168,893	52,98	1,41	1,58	0,0632	0,0625	5,000	0,3124	0,00	168,892	6,35	0,989	0,148	8,50	50,00
215,00	136,62	1,480	138,08	74,01	24,46	30,49	0,0003	168,573	52,96	1,40	1,56	0,0647	0,0640	5,000	0,3198	0,00	168,572	6,42	0,989	0,148	8,50	50,00
220,00	135,88	1,470	137,34	73,50	24,63	30,91	0,0002	168,245	52,94	1,39	1,55	0,0662	0,0654	5,000	0,3272	0,00	168,245	6,48	0,989	0,148	8,50	50,00
225,00	135,14	1,460	136,59	73,01	24,79	31,32	0,0002	167,911	52,92	1,38	1,54	0,0676	0,0669	5,000	0,3345	0,00	167,911	6,55	0,989	0,148	8,50	50,00
230,00	134,40	1,451	135,84	72,54	24,95	31,73	0,0001	167,569	52,90	1,37	1,52	0,0691	0,0683	5,000	0,3417	0,00	167,569	6,61	0,989	0,148	8,50	50,00
235,00	133,66	1,442	135,09	72,09	25,11	32,13	0,0001	167,220	52,88	1,36	1,51	0,0705	0,0698	5,000	0,3489	0,00	167,220	6,68	0,989	0,148	8,50	50,00
240,00	132,93	1,433	134,34	71,65	25,26	32,52	0,0001	166,864	52,87	1,36	1,50	0,0719	0,0712	5,000	0,3559	0,00	166,864	6,74	0,989	0,148	8,50	50,00
245,00	132,19	1,425	133,60	71,24	25,41	32,91	0,0001	166,501	52,85	1,35	1,49	0,0733	0,0726	5,000	0,3629	0,00	166,501	6,80	0,989	0,148	8,50	50,00
250,00	131,45	1,417	132,85	70,83	25,55	33,28	0,0001	166,131	52,83	1,34	1,48	0,0747	0,0740	5,000	0,3698	0,00	166,131	6,85	0,989	0,148	8,50	50,00
255,00	130,71	1,409	132,10	70,44	25,70	33,65	0,0000	165,755	52,82	1,33	1,47	0,0760	0,0753	5,000	0,3767	0,00	165,755	6,91	0,989	0,148	8,50	50,00
260,00	129,97	1,401	131,36	70,06	25,83	34,02	0,0000	165,371	52,80	1,33	1,46	0,0774	0,0767	5,000	0,3834	0,00	165,371	6,97	0,989	0,148	8,50	50,00
265,00	129,23	1,394	130,61	69,70	25,97	34,37	0,0000	164,981	52,79	1,32	1,45	0,0787	0,0780	5,000	0,3901	0,00	164,981	7,02	0,989	0,148	8,50	50,00
270,00	128,49	1,387	129,86	69,35	26,10	34,72	0,0000	164,585	52,77	1,31	1,44	0,0800	0,0793	5,000	0,3967	0,00	164,585	7,08	0,989	0,148	8,50	50,00
275,00	127,75	1,380	129,12	69,01	26,23	35,06	0,0000	164,181	52,76	1,31	1,43	0,0813	0,0806	5,000	0,4032	0,00	164,181	7,13	0,989	0,148	8,50	50,00
280,00	127,01	1,374	128,37	68,68	26,35	35,40	0,0000	163,772	52,75	1,30	1,42	0,0826	0,0819	5,000	0,4096	0,00	163,772	7,18	0,989	0,148	8,50	50,00
285,00	126,27	1,367	127,63	68,36	26,48	35,73	0,0000	163,356	52,73	1,30	1,41	0,0838	0,0832	5,000	0,4159	0,00	163,356	7,23	0,989	0,148	8,50	50,00
290,00	125,54	1,361	126,88	68,06	26,60	36,05	0,0000	162,934	52,72	1,29	1,41	0,0851	0,0844	5,000	0,4222	0,00	162,934	7,28	0,989	0,148	8,50	50,00
295,00	124,80	1,355	126,14	67,76	26,71	36,37	0,0000	162,505	52,71	1,29	1,40	0,0863	0,0857	5,000	0,4283	0,00	162,505	7,33	0,989	0,148	8,50	50,00

Πίνακας 3. 9

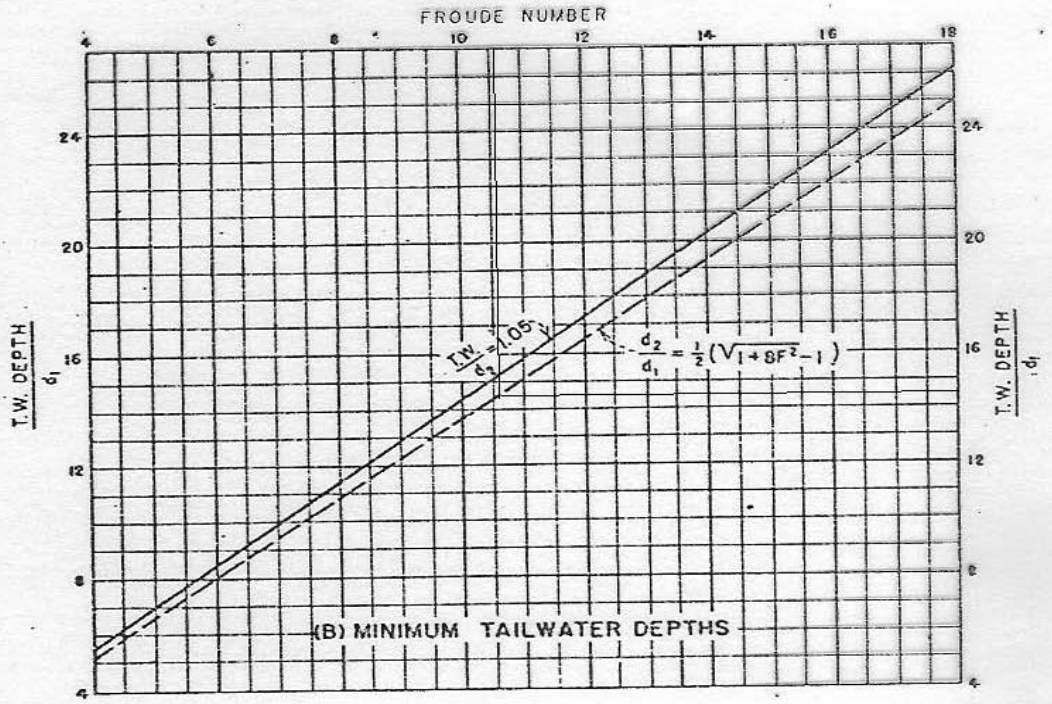
	1810,00	m^3/s, n=	0,013	χωρίς προσρόφηση αέρα																			
ΧΘ	Υψόμετρο πυθμένα	y	Στάθμη νερού	A	V	$V^2/2g$	διαφορά	H	Π	R	$R^{4/3}$	SF	SF_1	ΔX	h_f	h_e	H	F	cosa	sina	a (°)	b (m)
300,00	122,61	1,323	123,92	66,17	27,35	38,14	0,0000	162,057	52,65	1,26	1,36	0,0932	0,0898	5,000	0,4488	0,00	162,057	7,59	0,989	0,148	8,50	50,00
305,00	120,42	1,294	121,70	64,71	27,97	39,87	0,0007	161,574	52,59	1,23	1,32	0,1003	0,0967	5,000	0,4837	0,00	161,573	7,85	0,989	0,148	8,50	50,00
310,00	118,24	1,268	119,49	63,38	28,56	41,56	0,0003	161,054	52,54	1,21	1,28	0,1073	0,1038	5,000	0,5189	0,00	161,054	8,10	0,989	0,148	8,50	50,00
315,00	116,05	1,243	117,28	62,16	29,12	43,22	0,0001	160,500	52,49	1,18	1,25	0,1144	0,1108	5,000	0,5542	0,00	160,500	8,34	0,989	0,148	8,50	50,00
320,00	113,86	1,220	115,07	61,02	29,66	44,84	0,0000	159,910	52,44	1,16	1,22	0,1215	0,1179	5,000	0,5896	0,00	159,910	8,57	0,989	0,148	8,50	50,00
325,00	111,68	1,199	112,86	59,97	30,18	46,42	0,0000	159,285	52,40	1,14	1,20	0,1286	0,1250	5,000	0,6251	0,00	159,285	8,80	0,989	0,148	8,50	50,00
330,00	109,49	1,180	110,66	59,00	30,68	47,97	0,0000	158,624	52,36	1,13	1,17	0,1356	0,1321	5,000	0,6605	0,00	158,624	9,02	0,989	0,148	8,50	50,00
335,00	107,30	1,162	108,45	58,09	31,16	49,48	0,0008	157,929	52,32	1,11	1,15	0,1427	0,1392	5,000	0,6959	0,00	157,929	9,23	0,989	0,148	8,50	50,00
340,00	105,12	1,145	106,25	57,25	31,62	50,95	0,0002	157,198	52,29	1,09	1,13	0,1497	0,1462	5,000	0,7310	0,00	157,198	9,43	0,989	0,148	8,50	50,00
345,00	102,93	1,129	104,05	56,46	32,06	52,39	0,0000	156,432	52,26	1,08	1,11	0,1567	0,1532	5,000	0,7660	0,00	156,432	9,63	0,989	0,148	8,50	50,00
350,00	100,74	1,114	101,85	55,72	32,49	53,79	0,0000	155,631	52,23	1,07	1,09	0,1636	0,1601	5,000	0,8007	0,00	155,631	9,83	0,989	0,148	8,50	50,00
355,00	98,56	1,100	99,64	55,02	32,89	55,15	0,0000	154,796	52,20	1,05	1,07	0,1705	0,1670	5,000	0,8352	0,00	154,796	10,01	0,989	0,148	8,50	50,00
360,00	96,37	1,087	97,45	54,37	33,29	56,48	0,0000	153,926	52,17	1,04	1,06	0,1773	0,1739	5,000	0,8693	0,00	153,926	10,19	0,989	0,148	8,50	50,00
365,00	94,18	1,075	95,25	53,76	33,67	57,78	0,0006	153,024	52,15	1,03	1,04	0,1840	0,1806	5,000	0,9031	0,00	153,023	10,37	0,989	0,148	8,50	50,00
370,00	92,00	1,064	93,05	53,18	34,03	59,04	0,0003	152,087	52,13	1,02	1,03	0,1906	0,1873	5,000	0,9364	0,00	152,087	10,54	0,989	0,148	8,50	50,00

Πίνακας 3. 10 Πίνακας υπολογισμού βάθος ροής στο πόδα του εκχειλιστή με βήμα προς βήμα ολοκλήρωση της ροής

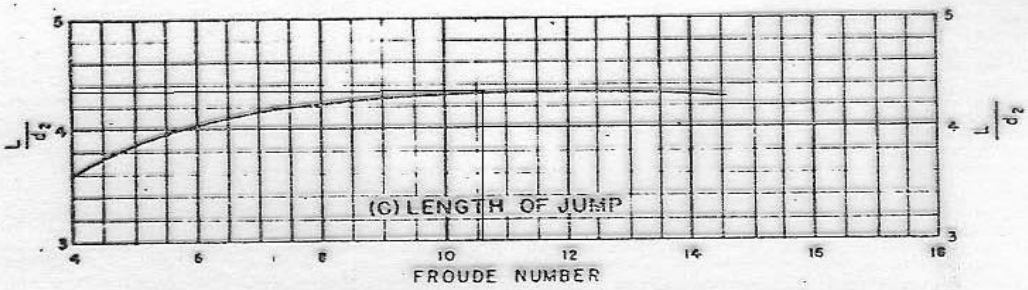
Q =	1810,00	m^3/s, n=	0,013	χωρίς προσρόφηση αέρα																				
ΧΘ	ΧΘ	Υψόμετρο πυθμένα	y	Στάθμη νερού	A	V	$V^2/2g$	διαφορά	H	Π	R	$R^{4/3}$	SF	SF_1	ΔX	h_f	h_e	H	F	cosa	sina	a (°)	b (m)
	0,00	168,40	6,600	175,00	462,00	3,918	0,78	0,0000	175,782	83,20	5,55	9,83	0,0003					175,782	0,49	1,00		0,00	70,00
	5,00	167,66	2,490	170,12	172,02	10,52	5,64	0,0000	175,766	74,07	2,32	3,08	0,0061	0,0032	5,000	0,0159	0,00	175,766	2,13	0,989	0,148	8,50	69,09
	10,00	166,92	2,354	169,25	160,49	11,28	6,48	0,0000	175,732	72,89	2,20	2,86	0,0075	0,0068	5,000	0,0340	0,00	175,732	2,35	0,989	0,148	8,50	68,18
	15,00	166,18	2,251	168,41	151,42	11,95	7,28	0,0000	175,691	71,77	2,11	2,71	0,0089	0,0082	5,000	0,0411	0,00	175,691	2,54	0,989	0,148	8,50	67,27
	20,00	165,44	2,170	167,59	143,99	12,57	8,05	0,0000	175,643	70,70	2,04	2,58	0,0103	0,0096	5,000	0,0482	0,00	175,643	2,72	0,989	0,148	8,50	66,36
	25,00	164,70	2,104	166,79	137,73	13,14	8,80	0,0001	175,588	69,66	1,98	2,48	0,0118	0,0111	5,000	0,0553	0,00	175,588	2,89	0,989	0,148	8,50	65,45
	30,00	163,97	2,051	165,99	132,35	13,68	9,53	0,0001	175,526	68,65	1,93	2,40	0,0132	0,0125	5,000	0,0623	0,00	175,526	3,05	0,989	0,148	8,50	64,55
	35,00	163,23	2,006	165,21	127,66	14,18	10,25	0,0000	175,456	67,65	1,89	2,33	0,0146	0,0139	5,000	0,0693	0,00	175,456	3,20	0,989	0,148	8,50	63,64
	40,00	162,49	1,969	164,44	123,52	14,65	10,94	0,0000	175,380	66,67	1,85	2,28	0,0159	0,0153	5,000	0,0763	0,00	175,380	3,33	0,989	0,148	8,50	62,73
	45,00	161,75	1,938	163,67	119,82	15,11	11,63	0,0000	175,297	65,69	1,82	2,23	0,0173	0,0166	5,000	0,0831	0,00	175,297	3,46	0,989	0,148	8,50	61,82
	50,00	161,01	1,912	162,90	116,49	15,54	12,31	0,0000	175,207	64,73	1,80	2,19	0,0186	0,0180	5,000	0,0899	0,00	175,207	3,59	0,989	0,148	8,50	60,91
	55,00	160,27	1,891	162,14	113,47	15,95	12,97	0,0000	175,110	63,78	1,78	2,16	0,0200	0,0193	5,000	0,0965	0,00	175,110	3,70	0,989	0,148	8,50	60,00
	60,00	159,53	1,874	161,38	110,71	16,35	13,62	0,0000	175,008	62,84	1,76	2,13	0,0212	0,0206	5,000	0,1029	0,00	175,008	3,81	0,989	0,148	8,50	59,09
	65,00	158,79	1,859	160,63	108,18	16,73	14,27	0,0000	174,898	61,90	1,75	2,11	0,0225	0,0218	5,000	0,1092	0,00	174,898	3,92	0,989	0,148	8,50	58,18
	70,00	158,05	1,848	159,88	105,86	17,10	14,90	0,0000	174,783	60,97	1,74	2,09	0,0237	0,0231	5,000	0,1154	0,00	174,783	4,02	0,989	0,148	8,50	57,27
	75,00	157,31	1,840	159,13	103,70	17,45	15,53	0,0000	174,662	60,04	1,73	2,07	0,0248	0,0243	5,000	0,1213	0,00	174,662	4,11	0,989	0,148	8,50	56,36
	80,00	156,58	1,834	158,39	101,70	17,80	16,15	0,0000	174,535	59,12	1,72	2,06	0,0260	0,0254	5,000	0,1271	0,00	174,535	4,20	0,989	0,148	8,50	55,45
	85,00	155,84	1,830	157,65	99,83	18,13	16,76	0,0000	174,402	58,21	1,72	2,05	0,0271	0,0265	5,000	0,1326	0,00	174,402	4,28	0,989	0,148	8,50	54,55
	90,00	155,10	1,829	156,91	98,08	18,45	17,36	0,0000	174,264	57,29	1,71	2,05	0,0281	0,0276	5,000	0,1379	0,00	174,264	4,36	0,989	0,148	8,50	53,64
	95,00	154,36	1,829	156,17	96,44	18,77	17,95	0,0000	174,121	56,39	1,71	2,05	0,0291	0,0286	5,000	0,1430	0,00	174,121	4,43	0,989	0,148	8,50	52,73
	100,00	153,62	1,831	155,43	94,89	19,07	18,54	0,0000	173,973	55,48	1,71	2,05	0,0301	0,0296	5,000	0,1479	0,00	173,973	4,50	0,989	0,148	8,50	51,82
	105,00	152,88	1,835	154,70	93,44	19,37	19,13	0,0000	173,821	54,58	1,71	2,05	0,0310	0,0305	5,000	0,1526	0,00	173,821	4,57	0,989	0,148	8,50	50,91
	110,00	152,14	1,841	153,96	92,06	19,66	19,70	0,0000	173,664	53,68	1,71	2,05	0,0318	0,0314	5,000	0,1570	0,00	173,664	4,63	0,989	0,148	8,50	50,00
	115,00	151,40	1,814	153,20	90,68	19,96	20,31	0,0009	173,501	53,63	1,69	2,01	0,0334	0,0326	5,000	0,1631	0,00	173,500	4,73	0,989	0,148	8,50	50,00
	120,00	150,66	1,788	152,43	89,39	20,25	20,90	0,0006	173,330	53,58	1,67	1,98	0,0350	0,0342	5,000	0,1711	0,00	173,329	4,84	0,989	0,148	8,50	50,00
	125,00	149,92	1,763	151,67	88,16	20,53	21,48	0,0004	173,151	53,53	1,65	1,95	0,0366	0,0358	5,000	0,1791	0,00	173,150	4,94	0,989	0,148	8,50	50,00
	130,00	149,18	1,740	150,91	87,01	20,80	22,06	0,0003	172,963	53,48	1,63	1,91	0,0382	0,0374	5,000	0,1871	0,00	172,963	5,04	0,989	0,148	8,50	50,00
	135,00	148,45	1,718	150,15	85,91	21,07	22,62	0,0002	172,768	53,44	1,61	1,88	0,0398	0,0390	5,000	0,1951	0,00	172,768	5,13	0,989	0,148	8,50	50,00
	140,00	147,71	1,697	149,39	84,87	21,33	23,18	0,0001	172,565	53,39	1,59	1,86	0,0414	0,0406	5,000	0,2031	0,00	172,565	5,23	0,989	0,148	8,50	50,00
	145,00	146,97	1,678	148,63	83,89	21,58	23,73	0,0001	172,354	53,36	1,57	1,83	0,0430	0,0422	5,000	0,2112	0,00	172,354	5,32	0,989	0,148	8,50	50,00
	150,00	146,23	1,659	147,87	82,95	21,82	24,27	0,0001	172,135	53,32	1,56	1,80	0,0446	0,0438	5,000	0,2192	0,00	172,135	5,41	0,989	0,148	8,50	50,00
	155,00	145,49	1,641	147,11	82,06	22,06	24,79	0,0000	171,907	53,28	1,54	1,78	0,0462	0,0454	5,000	0,2271	0,00	171,907	5,50	0,989	0,148	8,50	50,00
	160,00	144,75	1,624	146,36	81,22	22,29	25,32	0,0000	171,672	53,25	1,53	1,76	0,0478	0,0470	5,000	0,2351	0,00	171,672	5,58	0,989	0,148	8,50	50,00
	165,00	144,01	1,608	145,60	80,41	22,51	25,83	0,0000	171,429	53,22	1,51	1,73	0,0494	0,0486	5,000	0,2430	0,00	171,429	5,67	0,989	0,148	8,50	50,00
	170,00	143,27	1,593	144,85	79,63	22,73	26,33	0,0000	171,178	53,19	1,50	1,71	0,0510	0,0502	5,000	0,2509	0,00	171,178	5,75	0,989	0,148	8,50	50,00
	175,00	142,53	1,578	144,09	78,90	22,94	26,83	0,0000	170,920	53,16	1,48	1,69	0,0525	0,0518	5,000	0,2588	0,00	170,920	5,83	0,989	0,148	8,50	50,00
	180,00	141,79	1,564	143,34	78,19	23,15	27,31	0,0000	170,653	53,13	1,47	1,67	0,0541	0,0533	5,000	0,2666	0,00	170,653	5,91	0,989	0,148	8,50	50,00
	185,00	141,06	1,550	142,59	77,51	23,35	27,79	0,0000	170,379	53,10	1,46	1,66	0,0556	0,0549	5,000	0,2744	0,00	170,379	5,99	0,989	0,148	8,50	50,00
	190,00	140,32	1,537	141,84	76,87	23,55	28,26	0,0000	170,097	53,07	1,45	1,64	0,0572	0,0564	5,000	0,2821	0,00	170,097	6,06	0,989	0,148	8,50	50,00
	195,00	139,58	1,525	141,09	76,25	23,74	28,72	0,0009	169,808	53,05	1,44	1,62	0,0587	0,0580	5,000	0,2898	0,00	169,807	6,14	0,989	0,148	8,50	50,00
	200,00	138,84	1,513	140,33	75,65	23,93	29,18	0,0007	169,510	53,03	1,43	1,61	0,0602	0,0595	5,000	0,2974	0,00	169,510	6,21	0,989	0,148	8,50	50,00
	205,00	138,10	1,502	139,58	75,08	24,11	29,62	0,0005	169,205	53,00	1,42	1,59	0,0617	0,0610	5,000	0,3049	0,00	169,205	6,28	0,989	0,148	8,50	50,00
	210,00	137,36	1,491	138,83	74,53	24,28	30,06	0,0004	168,893	52,98	1,41	1,58	0,0632	0,0625	5,000	0,3124	0,00	168,892	6,35	0,989	0,148	8,50	50,00
	215,00	136,62	1,480	138,08	74,01	24,46	30,49	0,0003	168,573	52,96	1,40	1,56	0,0647	0,0640	5,000	0,3198	0,00	168,572	6,42	0,989	0,148	8,50	50,00
	220,00	135,88	1,470	137,34	73,50	24,63	30,91	0,0002	168,245	52,94	1,39	1,55	0,0662	0,0654	5,000	0,3272	0,00	168,245	6,48	0,989	0,148	8,50	50,00
	225,00	135,14	1,460	136,59	73,01	24,79	31,32	0,0002	167,911	52,92	1,38	1,54	0,0676	0,0669	5,000	0,3345	0,00	167,911	6,55	0,989	0,148	8,50	50,00
	230,00	134,40	1,451	135,84	72,54	24,95	31,73	0,0001	167,569	52,90	1,37	1,52	0,0691	0,0683	5,000	0,3417	0,00	167,569	6,61	0,989	0,148	8,50	50,00
	235,00	133,66	1,442	135,09	72,09	25,11	32,13	0,0001	167,220	52,88	1,36	1,51	0,0705	0,0698	5,000	0,3489	0,00	167,220	6,68	0,989	0,148	8,50	50,00
	240,00	132,93	1,433	134,34	71,65	25,26	32,52	0,0001	166,864	52,87	1,36	1,50	0,0719	0,0712	5,000	0,3559	0,00	166,864	6,74	0,989	0,148	8,50	50,00
	245,00	132,19	1,425	133,60	71,24	25,41	32,91	0,0001	166,501	52,85	1,35	1,49	0,0733	0,0726	5,000	0,3629	0,00	166,501	6,80	0,989	0,148	8,50	50,00
	250,00	131,45	1,417	132,85	70,83	25,55	33,28	0,0001	166,131	52,83	1,34	1,48	0,0747	0,0740	5,000	0,3698	0,00	166,131	6,85	0,989	0,148	8,50	50,00
	255,00	130,71	1,409	132,10	70,44	25,70	33,65	0,0000	165,755	52,82	1,33	1,47	0,0760	0,0753	5,000	0,3767	0,00	165,755	6,91	0,989	0,148	8,50	50,00
	260,00	129,97	1,401	131,36	70,06	25,83	34,02	0,0000	165,371	52,80	1,33	1,46	0,0774	0,0767	5,000	0,3834	0,00	165,371	6,97	0,989	0,148	8,50	50,00
	265,00	129,23	1,394	130,61	69,70	25,97	34,37	0,0000	164,981	52,79	1,32	1,45	0,0787	0,0780	5,000	0,3901	0,00	164,981	7,02	0,989	0,148	8,50	50,00
	270,00	128,49	1,387	129,86	69,35	26,10	34,72	0,0000	164,585	52,77	1,31	1,44	0,0800	0,0793	5,000	0,3967	0,00	164,585	7,08	0,989	0,148	8,50	50,00
	275,00	127,75	1,380	129,12	69,01	26,23	35,06	0,0000	164,181	52,76	1,31	1,43	0,0813	0,0806	5,000	0,4032	0,00	164,181	7,13	0,989	0,148	8,50	50,00
	280,00	127,01	1,374	128,37	68,68	26,35	35,40	0,0000	163,772	52,75	1,30	1,42	0,0826	0,0819	5,000	0,4096	0,00	163,772	7,18	0,989	0,148	8,50	50,00
	285,00	126,27	1,367	127,63	68,36	26,48	35,73	0,0000	163,356	52,73	1,30	1,41	0,0838	0,0832	5,000	0,4159	0,00	163,356	7,23	0,989	0,148	8,50	50,00
	290,00	125,54	1,361	126,88	68,06	26,60	36,05	0,0000	162,934	52,72	1,29	1,41	0,0851	0,0844	5,000	0,4222	0,00	162,934	7,28	0,989	0,148	8,50	50,00
	295,00	124,80	1,355	126,14	67,76	26,71	36,37	0,0000	162,505	52,71	1,29	1,40	0,0863	0,0857	5,000	0,4283	0,00	162,505	7,33	0,989	0,148	8,50	50,00
	300,00	122,61	1,323	123,92	66,17	27,35	38,14	0,0000	162,057	52,65	1,26	1,36	0,0932	0,0898	5,000	0,4488	0,00	162,057	7,59	0,989	0,148	8,50	50,00
	305,00	120,42	1,294	121,70	64,71	27,97	39,87	0,0007	161,574	52,59	1,23	1,32	0,1003	0,0967	5,000	0,4837	0,00	161,573	7,85	0,989	0,148	8,50	50,00
	310,00	118,24	1,268	119,49	63,38	28,56	41,56	0,0003	161,054	52,54	1,21	1,28	0,1073	0,1038	5,000	0,5189	0,00	161,054	8,10	0,989	0,148	8,50	50,00
	315,00	116,05	1,243	117,28	62,16	29,12	43,22	0,0001	160,500	52,49	1,18	1,25	0,1144	0,1108	5,000	0,5542	0,00	160,500	8,34	0,989	0,148	8,50	50,00
	320,00	113,86	1,220	115,07	61,02	29,66	44,84	0,0000	159,910	52,44	1,16	1,22	0,1215	0,1179	5,000	0,5896	0,00	159,910	8,57	0,989	0,148	8,50	50,00
	325,00	111,68	1,199	112,86	59,97	30,18	46,42	0,0000	159,285	52,40	1,14	1,20	0,1286	0,1250	5,000	0,6251	0,00	159,285	8,80	0,989	0,148	8,50	50,00
	330,00	109,49	1,180	110,66	59,00	30,68	47,97	0,0000	158,624	52,36	1,13	1,17	0,1356	0,1321	5,000	0,6605	0,00	158,624	9,02	0,989	0,148	8,50	50,00
	335,00	107,30	1,162	108,45	58,09	31,16	49,48	0,0008	157,929	52,32	1,11	1,15	0,1427	0,1392	5,000	0,6959	0,00	157,929	9,23	0,989	0,148	8,50	50,00
	340,00	105,12	1,145	106,25	57,25	31,62	50,95	0,0002	157,198	52,29	1,09	1,13	0,1497	0,1462	5,000	0,7310	0,00	157,198	9,43	0,989	0,148	8,50	50,00
	345,00	102,93	1,129	104,05	56,46	32,06	52,39	0,0000	156,432	52,26	1,08	1,11	0,1567	0,1532	5,000	0,7660	0,00	156,432	9,63	0,989	0,148	8,50	50,00
	350,00	100,74	1,114	101,85	55,72	32,49	53,79	0,0000	155,631	52,23	1,07	1,09	0,1636	0,1601	5,000	0,8007	0,00	155,631	9,83	0,989	0,148	8,50	50,00
	355,00	98,56	1,100	99,64	55,02	32,89	55,15	0,0000	154,796	52,20	1,05	1,07	0,1705	0,1670	5,000	0,8352	0,00	154,796	10,01	0,989	0,148	8,50	50,00
	360,00	96,37	1,087	97,45	54,37	33,29	56,48	0,0000	153,926	52,17	1,04	1,06	0,1773	0,1739	5,000	0,8693	0,00	153,926	10,19	0,989	0,148	8,50	50,00
	365,00	94,18	1,075	95,25	53,76	33,67	57,78	0,0006	153,024	52,15	1,03	1,04	0,1840	0,1806	5,000	0,9031	0,00	153,023	10,37	0,989	0,148	8,50	50,00
	370,00	92,00	1,064	93,05	53,18	34,03	59,04	0,0003	152,087	52,13	1,02	1,03	0,1906	0,1873	5,000	0,9364	0,00	152,087	10,54	0,989	0,148	8,50	50,00



(A) TYPE II BASIN DIMENSIONS



(B) MINIMUM TAILWATER DEPTHS



(C) LENGTH OF JUMP

Figure 267. Stilling basin characteristics for use with Froude numbers above 4.5.
288–D–2427.

Σχήμα 3. 80 Υπολογισμός μεγεθών για Λεκάνη Τύπου ΙΙ

4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Φυσικές Επιπτώσεις			
Θέμα	Φάση	Ταξινόμηση των επιπτώσεων	Πιθανές επιπτώσεις
Έδαφος και Γεωλογία			
Ανάγλυφο	Κατασκευή	- - -	Λατομεία και άλλες επιπτώσεις κατά την κατασκευή.
	Λειτουργία	-	Οπτικές λόγω φραγμάτων, ταμιευτήρων και σημείων περιορισμένης ροής.
Έδαφος και διάβρωση	Κατασκευή	- - -	Διάβρωση λόγω αποψίλωσης-απομάκρυνσης της φυσικής βλάστησης και λόγω διάφορων κατασκευαστικών δραστηριοτήτων.
	Λειτουργία	- - -	Κίνδυνος διάβρωσης και κατολίσθησης του πυθμένα.
Συλλογή χαλικιού και άμμου από την κοίτη του ποταμού	Κατασκευή	- - -	Τα χαλίκια και η άμμος από την κοίτη του ποταμού θα χρησιμοποιηθούν άμεσα για την κατασκευή των φραγμάτων και για την παραγωγή σκυροδέματος.
	Λειτουργία	0	Δεν θα έχει επιπτώσεις.
Κλίμα και ρύπανση του αέρα			
Μικροκλίμα	Κατασκευή	0	Δεν θα έχει επιπτώσεις.
	Λειτουργία	+(0)	Τροποποίηση σε μικρό βαθμό των πολύ υψηλών και πολύ χαμηλών θερμοκρασιών στις περιοχές των ταμιευτήρων.
Αέρια θερμοκηπίου	Κατασκευή	0	Δεν θα έχει επιπτώσεις.
	Λειτουργία	-	Από τους ταμιευτήρες θα έχουμε εκπομπές μικρών ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου.
Η ποιότητα του αέρα - θόρυβος	Κατασκευή	- -	Η κυκλοφορία οχημάτων, τα μεγάλα μηχανήματα, η διάνοιξη σηράγγων, κλπ.., θα προκαλέσουν ατμοσφαιρική και ηχητική ρύπανση.
	Λειτουργία	0	Δεν θα έχει επιπτώσεις.
Υδρολογία			
Τελική εκτροπή του ποταμού	Λειτουργία Moglice	- - - -	Το τμήμα μεταξύ Moglica και Kokël θα χάσει το μεγαλύτερο μέρος των υδάτων του.
	Λειτουργία Kokel	0	Πολύ μικρή παράκαμψη
	Λειτουργία Banje	0	Πολύ μικρή παράκαμψη
Αλλαγή εποχιακής ροή / μείωση της ροής.	Λειτουργία	+ + +	Η ρυθμιστική ικανότητα των ταμιευτήρων θα μειώσει τον κίνδυνο καταστροφικών πλημμυρών και θα αυξήσει τη ροή σε περιόδους ξηρασίας.

Αλλαγή τρόπου ροής	Λειτουργία	- -	Οι συχνές αλλαγές στη ροή του νερού μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση και να κάνουν τις δραστηριότητες μέσα και κοντά στον ποταμό επικίνδυνες.
Η ποιότητα του νερού			
Ικανότητα συλλογής λυμάτων	Λειτουργία Moglice-Kokel	- -	Η εκτροπή της ροής θα μειώσει την ικανότητα αντιμετώπισης της ρύπανσης.
	Λειτουργία στο άλλο κομματι	0(+)	Η αυξημένη ροή κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων βοηθά σε μικρό βαθμό την απομάκρυνση της ρύπανσης.
Απομείωση του οξυγόνου στους ταμιευτήρες	Κατασκευή	0	Δεν θα έχει επιπτώσεις.
	Λειτουργία	-	Τα οργανικά υλικά μπορούν να προκαλέσουν μείωση των επιπέδων του οξυγόνου στον ταμιευτήρα, με αποτέλεσμα ο σταθμός παραγωγής να απελευθερώνει νερό χωρίς οξυγόνο.
Στερεά απόβλητα	Κατασκευή	- -	Τα στερεά απόβλητα που προκαλούνται κατά τη διάρκεια της κατασκευής και άλλα μέσα ή κοντά στο ποτάμι θα εγκλωβιστούν στους ταμιευτήρες.
	Λειτουργία	- -	
Μεταφορά φερτών υλών	Κατασκευή	0	Δεν θα έχει επιπτώσεις.
	Λειτουργία	+ + +	Τα στερεά απόβλητα που θα παραχθούν γύρω και μέσα στον ποταμό θα εγκλωβιστούν στους ταμιευτήρες.
Έκπλυση φερτών	Κατασκευή	0	Δεν θα έχει επιπτώσεις.
	Λειτουργία	- -	Η ροή με πολύ υψηλή συγκέντρωση φερτών θα αποτελεί πρόβλημα για το υδάτινο περιβάλλον και γενικά για τους χρήστες του νερού.
Η ρύπανση των υδάτων από τις κατασκευαστικές δραστηριότητες.	Κατασκευή	- - -	Προβλέπεται αυξημένη ρύπανση λόγω στερεών αποβλήτων και λυμάτων από τα εργοτάξια. Επίσης υπάρχει κίνδυνος διαρροής πετρελαίου, λαδιού και άλλων επικίνδυνων ουσιών στο ποτάμι.
	Λειτουργία	0	Δεν θα έχει επιπτώσεις.

Βιολογικές Επιπτώσεις			
Θέμα	Φάση	Ταξινόμηση των επιπτώσεων	Πιθανές επιπτώσεις
Τα ψάρια και τα υδάτινα οικοσυστήματα			
Η απώλεια των υδάτινων οικοτόπων	Λειτουργία Moglice-Kokel	- -	Η απώλεια του νερού σε αυτό το τμήμα θα δυσχεράνει τις συνθήκες για τα ψάρια και για τους άλλους υδρόβιους οργανισμούς.
	Λειτουργία κατάντη Kokel	-	Αλλαγές στο εποχικό πρότυπο ροής μπορεί να έχουν επιπτώσεις στα ψάρια και την υδρόβια πανίδα.
	Λειτουργία κατάντη Banja	- -	Αλλαγές στο εποχικό πρότυπο ροής μπορεί να έχουν επιπτώσεις στα ψάρια και την υδρόβια πανίδα.
Οι διακυμάνσεις στη ροή του ποταμού	Λειτουργία κατάντη Kokel	- -	Οι μεγάλες ημερήσιες διακυμάνσεις στη ροή και την έκπλυση θα έχουν επιπτώσεις στα ψάρια και στην υδρόβια πανίδα.
	Λειτουργία κατάντη Banja	-	Οι μεγάλες ημερήσιες διακυμάνσεις στη ροή και την έκπλυση θα έχουν επιπτώσεις στα ψάρια και στην υδρόβια πανίδα.
Παρεμπόδιση της μετανάστευσης των ψαριών	Λειτουργία	-	Τα φράγματα θα εμποδίσουν τη μετανάστευση των ψαριών.
Ανάπτυξη στον ταμιευτήρα	Λειτουργία	+ +	Οι ταμιευτήρες μπορούν να αναπτύξουν πολύτιμους πληθυσμούς ψαριών.
Εδαφική πανίδα			
Οι απώλειες και οι μεταβολές των οικοτόπων των άγριων ζωών	Λειτουργία Moglice	- -	Οικότοποι άγριας ζωής και πολλοί δίοδοι μετανάστευσης χάνονται λόγω των πλημμυρών.
	Λειτουργία Kokel	-	Οικότοποι άγριας ζωής και πολλοί δίοδοι μετανάστευσης χάνονται λόγω των πλημμυρών.
	Λειτουργία Banje	-	Οικότοποι άγριας ζωής και πολλοί δίοδοι μετανάστευσης χάνονται λόγω των πλημμυρών.
Ο ταμιευτήρας Thana	Λειτουργία	0	Η λειτουργία του συστήματος δεν έχει καμία επίπτωση στα οικοσυστήματα του ταμιευτήρα Thana.
Επιπτώσεις των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων στα άγρια ζώα	Κατασκευή	- -	Η κυκλοφορία οχημάτων, ο θόρυβος και η ανθρώπινη παρουσία θα έχουν αρνητικές επιπτώσεις.
Επίγεια βλάστηση			
Γενικές τροποποιήσεις στης περιοχές των ταμιευτήρων	Moglice	- -	Καταστροφή της επίγειας βλάστησης από την αύξηση της στάθμης του ταμιευτήρα.
	Kokel	-/0	Καταστροφή της επίγειας βλάστησης από την αύξηση της στάθμης του ταμιευτήρα.
	Banje	-	Καταστροφή της επίγειας βλάστησης από την αύξηση της στάθμης του ταμιευτήρα.

Ενδημικά είδη βλάστησης που απειλούνται με εξαφάνιση	Λειτουργία	- -	Ορισμένα είδη, κυρίως στην έκταση του ταμιευτήρα Kokel θα κινδυνεύουν με εξαφάνιση
Η απώλεια της βλάστησης κατά τη διάρκεια της κατασκευής	Κατασκευή	- -	Άμεση και έμμεση απώλεια βλάστησης λόγω της διάβρωσης που οφείλεται στην αποψίλωση δέντρων.
Προστασία της φύσης και του περιβάλλοντος			
Απώλεια προστατευόμενων περιοχών ή αντικειμένων.	Λειτουργία	0	Δεν υπάρχουν προστατευόμενες περιοχές στα σημεία κατασκευής των φραγμάτων.

Πηγή: ''Norconsult study (2012): Draft Report Assessment of Enviromental and Social Impact''

Φυσικές Επιπτώσεις-Μέτρα Άμβλυνσης				
Θέμα	Φάση	Ταξινόμηση των επιπτώσεων	Μέτρα που θα ληφθούν.	Αναμενόμενα αποτελέσματα
Έδαφος και Γεωλογία				
Ανάγλυφο	Κατασκευή	- - -	Μέριμνα για το περιβάλλον με δεντροφύτευση.	-
	Λειτουργία	-	Καθαρισμός ταμιευτήρων από υπολείμματα φυσικής βλάστησης.	0
Έδαφος και διάβρωση	Κατασκευή	- - -	Συχνός έλεγχος της διάβρωσης, επαναφύτευση δέντρων.	- -
	Λειτουργία	- - -	Συχνός έλεγχος της διάβρωσης, επαναφύτευση δένδρων, μέτρα προστασίας για τη περιοχή της λεκάνης απορροής.	- -
Συλλογή χαλικιού και άμμου από την κοίτη του ποταμού	Κατασκευή	- - -	Δεν λαμβάνονται μέτρα άμβλυνσης.	- - -
	Λειτουργία	0		0
Κλίμα και ρύπανση του αέρα				
Μικροκλίμα	Κατασκευή	0	Δεν λαμβάνονται μέτρα άμβλυνσης.	0
	Λειτουργία	+(0)		+(0)
Αέρια θερμοκηπίου	Κατασκευή	0	Καθαρισμός ταμιευτήρων από υπολείμματα φυσικής βλάστηση.	0
	Λειτουργία	-		0
Η ποιότητα του αέρα - θόρυβος.	Κατασκευή	- -	Πρέπει να εφαρμοστούν οι βέλτιστες περιβαλλοντικές πρακτικές.	-
	Λειτουργία	0		0
Υδρολογία				
Τελική εκτροπή του ποταμού	Λειτουργία Moglice	- - - -	Ύπαρξη οικολογικής παροχής 1 m^3/s.	- -
	Λειτουργία Kokel	0	Δεν λαμβάνονται μέτρα άμβλυνσης.	0
	Λειτουργία Banje	0	Δεν λαμβάνονται μέτρα άμβλυνσης.	0

Αλλαγή εποχιακής ροής / μείωση της ροής.	Λειτουργία	+ + +	Δεν λαμβάνονται μέτρα άμβλυνσης.	+ + +
Αλλαγή τρόπου ροής	Λειτουργία	- -	Όχι συχνές και ανεξέλεγκτες αλλαγές στη ροή του νερού.	-
Η ποιότητα του νερού				
Ικανότητα συλλογής λυμάτων	Λειτουργία Moglice-Kokel	- -	Ελάχιστη παροχή 1 m^3/s και σύστημα καθαρισμού του Moglica.	-
	Λειτουργία στο άλλο κομμάτι	0(+)	Ελάχιστη παροχή 1 m^3/s.	0(+)
Απομείωση του οξυγόνου στους ταμιευτήρες	Κατασκευή	0	Καθαρισμός υπολειμμάτων βλάστησης και κατασκευή συστήματος εξαερισμού στον ταμιευτήρα.	0
	Λειτουργία	-		
Στερεά απόβλητα	Κατασκευή	- -	Διαχείριση των αποβλήτων και τοποθέτηση εσχαρών στις υδροληψίες.	0
	Λειτουργία	- -		
Μεταφορά φερτών υλών	Κατασκευή	0	Δεν λαμβάνονται μέτρα άμβλυνσης.	0
	Λειτουργία	+ + +		+ + +
Έκπλυση φερτών	Κατασκευή	0	Η έκπλυση των φερτών πρέπει να γίνει όταν αυτό επιτρέπεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες.	0
	Λειτουργία	- -		-
Η ρύπανση των υδάτων από τις κατασκευαστικές δραστηριότητες.	Κατασκευή	- - -	Πρέπει να αναληφθούν μέτρα προσεγγίζοντας βέλτιστες περιβαλλοντικές πρακτικές.	-
	Λειτουργία	0	Δεν λαμβάνονται μέτρα άμβλυνσης.	0

Βιολογικές Επιπτώσεις-Μέτρα Άμβλυνσης				
Θέμα	Φάση	Ταξινόμηση των επιπτώσεων	Μέτρα που θα ληφθούν.	Αναμενόμενα αποτελέσματα
Τα ψάρια και τα υδάτινα οικοσυστήματα.				
Η απώλεια των υδάτινων οικοτόπων	Λειτουργία Moglice-Kokel	- -	Ελάχιστη παροχή 1 m^3/s και μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος.	-
	Λειτουργία κατάντη Kokel	-	Ελάχιστη παροχή 1 m^3/s και συντήρηση.	0
	Λειτουργία κατάντη Banja	- -	Ελάχιστη παροχή 1 m^3/s και συντήρηση.	0
Οι διακυμάνσεις της ροή του ποταμού	Λειτουργία κατάντη Kokel	- -	Ελάχιστη παροχή 1 m^3/s.	-
	Λειτουργία κατάντη Banja	-	Ελάχιστη παροχή 1 m^3/s.	0
Παρεμπόδιση της μετανάστευσης των ψαριών	Λειτουργία	-	Δεν λαμβάνονται μέτρα άμβλυνσης.	-
Ανάπτυξη στον ταμιευτήρα	Λειτουργία	+ +	Πρόγραμμα ανάπτυξης για την ανατροφή των ψαριών.	+ + +
Εδαφική πανίδα				
Οι απώλειες και οι μεταβολές των οικοτόπων των άγριων ζωών	Λειτουργία Moglice	- -	Δεν λαμβάνονται μέτρα άμβλυνσης.	- -
	Λειτουργία Kokel	-	Δεν λαμβάνονται μέτρα άμβλυνσης.	-
	Λειτουργία Banje	-	Δεν λαμβάνονται μέτρα άμβλυνσης.	-
Ο ταμιευτήρας Thana	Λειτουργία	0	Δεν λαμβάνονται μέτρα άμβλυνσης.	0

Επιπτώσεις των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων στα άγρια ζώα	Κατασκευή	- -	Πρέπει να εφαρμοστούν οι βέλτιστες περιβαλλοντικές πρακτικές.	-
Επίγεια βλάστηση				
Γενικές τροποποιήσεις στης περιοχές των ταμιευτήρων	Moglice	- -	Επαναφύτευση δέντρων.	-
	Kokel	-/0	Επαναφύτευση δέντρων.	-/0
	Banje	-	Επαναφύτευση δέντρων.	-/0
Ενδημικά είδη βλάστησης που απειλούνται με εξαφάνιση	Λειτουργία	- -	Αυστηρή προστασία των εναπομεινάντων ειδών.	- -
Η απώλεια της βλάστησης κατά τη διάρκεια της κατασκευής	Κατασκευή	- -	Πρέπει να εφαρμοστούν οι βέλτιστες περιβαλλοντικές πρακτικές.	- -
Προστασία της φύσης και του περιβάλλοντος				
Απώλεια προστατευόμενων περιοχών ή αντικειμένων.	Λειτουργία	0	Δεν λαμβάνονται μέτρα άμβλυνσης.	0

Πηγή: ''Norconsult study (2012): Draft Report Assessment of Enviromental and Social Impact''

Κοινωνικές επιπτώσεις		
Κατηγορία	*Υποκατηγορία*	*Επιπτώσεις και αναμενόμενα αποτελέσματα*
Υποδομή	Δρόμοι, διαβάσεις και μεταφορές.	Η κατασκευή νέων δρόμων συμβάλλει σημαντικά στην βελτίωση των συγκοινωνιακών συνδέσεων.Το εργατικό δυναμικό του έργου και τα κατασκευαστικά οχήματα για ένα χρονικό διάστημα θα επηρεάσουν αρνητικά τις μεταφορές στις γύρω περιοχές εξαιτίας των προβλεπόμενων καθυστερήσεων, του υψηλού κινδύνου ατυχημάτων, του δεδομένου θορύβου και της σκόνης. Με την αύξηση της στάθμης του ταμιευτήρα προβλέπεται φθορά του ήδη υπάρχοντος οδικού δικτύου, αφού κάποια τμήματα θα πλημμυρίσουν.
	Γέφυρες	Μικρές γέφυρες κατά μήκος της κοίτης του ποταμού θα καλυφθούν με την αύξηση της στάθμης του ταμιευτήρα αποκόπτοντας την πρόσβαση σε δασικούς πόρους και αγρότοπους. Επίσης δυσκολία θα παρουσιαστεί και στην επικοινωνία μεταξύ γειτονικών οικισμών επηρεάζοντας την καθημερινότητα των κατοίκων (τομείς υγείας, εκπαίδευσης, τοπικού εμπορίου).
Η οικονομία, η απασχόληση και ο τρόπος ζωής	Ο προϋπολογισμός και η τοπική οικονομία.	Δε μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια το αντίκτυπο του έργου στην τοπική οικονομία, καθώς σε μερικές περιπτώσεις κρίνεται και αρνητικό. Το κόστος παραγωγής μπορεί να μεταβληθεί ανάλογα με τις απαιτήσεις της κατασκευής.
	Χωράφια και οικόπεδα	Ο τοπογραφικός χάρτης της περιοχής θα αλλάξει με αποτέλεσμα ο γεωργικός και κτηματομεσιτικός τομέας να λειτουργήσουν με βάσει τα νέα δεδομένα (διαθεσιμότητα γης, επανεκτίμηση της αξίας της).
	Τρόπος ζωής	Η μεταβολή της στάθμης των υδάτων θα επηρεάσει τον τρόπο ζωής των κατοίκων που ασχολούνται με τον τομέα της γεωργίας. Οι κλιματικές αλλαγές θα είναι μικρής κλίμακας έτσι δε θα επηρεαστεί σημαντικά το σύνολο του τοπικού πληθυσμού.
	Απασχόληση και επαγγελματικές δεξιότητες.	Νέες θέσεις εργασίας θα προκύψουν άμεσα στη φάση της κατασκευής. Η συμμετοχή σε προγράμματα κατάρτισης θα εξοπλίσει το εργατικό δυναμικό με την κατάλληλη τεχνογνωσία, ώστε να διασφαλιστεί η ασφαλής και ομαλή λειτουργία των φραγμάτων μακροπρόθεσμα, σε περίπτωση έλλειψης προσωπικού με την ανάλογη εμπειρία.

Κοινωνικές επιπτώσεις-Μέτρα Άμβλυνσης			
Κατηγορία	*Αναμενόμενα ή πιθανά αποτελέσματα*	*Ο δείκτης επιπτώσεων*	*Μέτρα που θα ληφθούν*
Πληθυσμός και δημογραφία	Αναμένεται η επιστροφή σημαντικού αριθμού κατοίκων που έχουν μεταναστεύσει, λόγω των ευκαιριών απασχόλησης που δημιουργεί το έργο στην κοιλάδα του Devoll.	Θετικές/Αρνητικές	Καλή διαχείριση των υψηλών προσδοκιών για απασχόληση.
	Η διεκδίκηση θέσεων εργασίας από τους εξωτερικά ενδιαφερόμενους πιθανόν να προκαλέσει την δυσαρέσκεια του τοπικού πληθυσμού ένεκα των περιορισμένων ευκαιριών απασχόλησης.	Αρνητικές	Πρόγραμμα τήρησης προτεραιότητας απόδοσης θέσεων εργασίας σε άτομα άμεσα επηρεαζόμενα από το έργο.
	Η μετανάστευση των κατοίκων από τη κοιλάδα του Devoll, λόγω της πιθανής έλλειψης θέσεων εργασίας, μείωση οικονομικων δυνατοτήτων, ως αποτέλεσμα από την απώλειας γης, κλπ.	Αρνητικές	Πρόγραμμα τήρησης προτεραιότητας απόδοσης θέσεων εργασίας σε άτομα άμεσα επηρεαζόμενα από το έργο.
	Οι νέοι εργαζόμενοι που θα εγκατασταθούν στις εν λόγω περιοχές , μπορεί να θεωρηθούν από τον τοπικό πληθυσμό ως αιτία αλλοίωσης των πολιτισμικών χαρακτηριστικών ή ως απειλή της ασφάλειας και της ιδιωτικής ζωής.	Αρνητικές	Κατά την κατάρτιση των εργαζομένων, θα πραγματοποιηθούν μαθήματα για την τοπική κουλτούρα και τον κώδικα δεοντολογίας των εργαζομένων.
	Οικονομικά οφέλη ως αποτέλεσμα της εισροής των μεταναστών εργαζομένων.	Θετικές	Εκπαίδευση για την ενίσχυση του εμπορίου κυρίως στα χωριά κοντά στα εργοτάξια.
	Το εργοτάξιο θεωρείται απειλή για τους γύρω οικισμούς και υπάρχουν αντιδράσεις για την θέση εγκατάστασής του. Για τους εργαζόμενους αποτελεί μια καλή επαγγελματική ευκαιρία.	Θετικές/Αρνητικές	Διαβούλευση με τους κατοίκους σχετικά με τη περιοχή εγκατάστασης του εργοταξίου, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις συνέπειες και τα οφέλη.

Πηγή: ''Norconsult study (2012): Draft Report Assessment of Enviromental and Social Impact''

4.1. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

4.1.1. Θετικές επιπτώσεις

Τα οφέλη της περιοχής και του πληθυσμού από τους ταμιευτήρες που θα δημιουργηθούν θα είναι μεγάλα. Αυτά δεν οφείλονται μόνο στην παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας αλλά και σε διάφορους άλλους τομείς, οι οποίοι περιλαμβάνουν:

1. Την βελτίωση των συνθηκών άρδευσης στην γεωργική περιοχή της Lushnja ,η οποία βρίσκεται κατάντη του φράγματος Banja.
2. Τον έλεγχο της στάθμης του νερού κατάντη των φραγμάτων Banja και Moglica.
3. Τον έλεγχο των διαρροών των λυμάτων στο ποτάμι και ιδιαίτερα στους ταμιευτήρες με την ταυτόχρονη κατασκευή εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων.
4. Την βελτίωση της ποιότητας του νερού που θα χρησιμοποιείται στις αρδευτικές περιοχές κατάντη του φράγματος Banja, από άποψη ιζημάτων και φερτών.
5. Τα νερά των ταμιευτήρων θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους κατοίκους των κοντινών, αλλά και άλλων περιοχών, για ψυχαγωγικούς λόγους.
6. Καινούργια ειδή ψαριών πιθανόν να εμφανιστούν στο ταμιευτήρα, εκτός από τα ήδη υπάρχοντα. Έτσι μπορεί να ενισχυθεί τοπικά και όχι μόνο ο τομέας της αλιείας και να καλυφθούν οι ανάγκες πολλών νοικοκυριών.
7. Οι βιότοποι για τα πτηνά θα βελτιωθούν αρκετά.
8. Περιφερειακές και τοπικές ευκαιρίες απασχόλησης.
9. Ενίσχυση της γενικής οικονομικής δραστηριότητας της περιοχής.

4.1.2. Αρνητικές επιπτώσεις

Η ολοκλήρωση αυτού του έργου θα έχει και αρνητικές συνέπειες, οι οποίες αναλύονται διεξοδικά παρακάτω:

1. Η μετατροπή του ποταμού σε σύστημα συγκέντρωσης νερού τριών ταμιευτήρων αποτελεί τη ριζικότερη αλλαγή που θα υποστεί η περιοχή. Η μετατροπή αυτή θα επιφέρει τις παρακάτω συνέπειες:
   - Λόγω της διακοπής της ροής του ποταμού, η πανίδα και γενικότερα το οικοσύστημα θα επηρεαστούν αρκετά.
   - Η βλάστηση και οι οικότοποι άγριων ζώων στις περιοχές των ταμιευτήρων θα αφανιστούν.

- Δασικές και γεωργικές εκτάσεις που βρίσκονται εντός των συνόρων του ταμιευτήρα θα πλημμυρίσουν και θα εξαφανιστούν.
- Ιδιωτικές περιούσιες θα πλημμυρίσουν και θα καταστραφούν.

2. Η μεταβαλλόμενη ροή κατάντη των φραγμάτων θα δημιουργήσει μερικά προβλήματα, ενώ η οικολογική παροχή που προβλέπεται είναι σχετικώς μικρή σε σχέση με την υπάρχουσα ροή, ιδιαίτερα στο κομμάτι Moglica-Kokel. Αυτές οι αλλαγές θα έχουν ως αποτέλεσμα:
   - Να εξαφανιστούν διάφορα είδη ψαριών κατά μήκος του ποταμού.
   - Μέχρι να ολοκληρωθούν τα συστήματα ύδρευσης ο εφοδιασμός πόσιμου νερού στους γύρω οικισμούς και η τροφοδοσία του για γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες θα γίνεται με δυσκολία λόγω των προσωρινών υδρευτικών μέτρων.
   - Η προβλεπόμενη ή η μεταβαλλόμενη εκροή του νερού από τα φράγματα (από τον εκχειλιστή ή από το σταθμό παραγωγής ή από τον εκκενωτή) μπορεί να εμποδίσει δραστηριότητες που διεξάγονται εντός ή κοντά στην κοίτη του ποταμού.

3. Κατά τη διάρκεια της κατασκευής των έργων, όπως άλλωστε και στα περισσότερα τέτοιας κλίμακας έργα, θα παρουσιαστούν κυρίως περιβαλλοντικά αλλά και κοινωνικά προβλήματα. Τα σημαντικότερα που αναμένονται κατά τη διάρκεια της κατασκευής είναι δύο:
   - Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την κατασκευή, όπως ρύπανση υδάτων, διάβρωση εδάφους, θόρυβος και εκπομπή ρύπων από χρήση εκρηκτικών και λειτουργία μεγάλων μηχανημάτων.
   - Κίνδυνος σοβαρών εργατικών ατυχημάτων στα εργοτάξια λόγω φυσικών και εργατικών αιτίων με τη συνεχή παρουσία μεγάλου εργατικού προσωπικού.

4. Η μείωση του ποσοστού των ιζημάτων που μεταφέρονται μέσω του ποταμού Devoll κατάντη του φράγματος Banja, επηρεάζει αρνητικά το οικοσύστημα και τον ποταμό Seman.

4.1.3. Συστάσεις

Μια σειρά από μέτρα και δράσεις οφείλουν και πρέπει να ληφθούν για την αποφυγή και την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων που τυχόν εμφανιστούν. Μερικά από αυτά τα μέτρα εμπεριέχονται στη μελέτη και στις επιχειρησιακές διαδικασίες του έργου, ενώ άλλα θα είναι υπό τη μορφή απαλλοτριώσεων ή εργασιακών αποζημιώσεων.

Αξίζει να επισημανθεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις δε μπορούν να ληφθούν αποτελεσματικά μέτρα, διότι τα αντικείμενα που επηρεάζονται, συσχετίζονται άμεσα και σε μεγάλο βαθμό με το περιβάλλον ή την κοινωνία. Ως εκ τούτου, συνιστάται η δημιουργία

ειδικών ομάδων εργασίας, υπεύθυνων για τη διατήρηση της ευημερίας της τοπικής κοινότητας και για την προστασία του περιβάλλοντος. Αυτές οι ομάδες θα εξαρτώνται εν μέρει ή και εξ ολοκλήρου από τον Κύριο του έργου και οι αναπτυσσόμενες διεργασίες θα έχουν τη μορφή είτε άμεσων δραστηριοτήτων, όπως χρηματικές αποζημιώσεις, είτε επωφελών μακροχρόνιων σχεδίων.

4.1.4. Ειδικά μέτρα για τη βελτίωση των συνθηκών - Αποζημιώσεις

Τα μέτρα περιορισμού των αρνητικών και μερικές φορές καταστροφικών συνεπειών σχετικά με το νερό, έχουν ως στόχο την προστασία της βιοποικιλότητας, τη διασφάλιση της ακεραιότητας των οικοσυστημάτων και τον περιορισμό της εξάλειψης θαλάσσιων οργανισμών.Ακόμα προβλέπονται ειδικά μέτρα για τη χρήση και τη διαχείριση των διαθέσιμων υδάτινων πόρων (μεταφορές, άρδευση, ύδρευση, κλπ.)

Σύμφωνα με το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο της Αλβανίας, η απώλεια όποιας μορφής ιδιωτικής περιουσίας θα πρέπει να αντισταθμίζεται, είτε με χρηματική αποζημίωση, είτε με ακίνητη περιουσία ίδιας ή μεγαλύτερης αξίας για την επανεγκατάσταση και τη συνέχιση των καθημερινών ή επαγγελματικών δραστηριοτήτων των πληγέντων πολιτών, βάσει της γενικής αρχής ότι οι θιγόμενες ομάδες θα είναι τουλάχιστον στο ίδιο βιοτικό και επαγγελματικό επίπεδο με πριν.

Τα μέτρα για την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων, λόγω των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων, καθορίζονται στην υπογεγραμμένη, από τον Κύριο Ανάδοχο και τους εκάστοτε υπεύθυνους εργολάβους σύμβαση. Τα μέτρα αυτά αποτελούν τμήμα του Σχεδίου Περιβαλλοντικής Διαχείρισης για τη συνολική κατασκευή.

Στο Σχέδιο Περιβαλλοντικής και Κοινωνικής Διαχείρισης εμπεριέχονται αυστηρά και πρακτικά μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος και τη διασφάλιση των συνθηκών του, την οικονομική ανάπτυξη, την ευημερία και την ασφάλεια ατόμων και κοινοτήτων που επλήγησαν.

4.1.5 Οργάνωση

Συνιστάται η δημιουργία Μονάδας Περιβαλλοντικής και Κοινωνικής Διοίκησης από τον Κύριο Ανάδοχο, με προσωπικό υποστήριξης για την εποπτεία και τη διαχείριση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών δραστηριοτήτων.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Αλβανία είμαι μια μικρή σε έκταση χώρα με περιορισμένες οικονομικές δυνατότητες σε σύγκριση με τις χώρες της Ευρωζώνης. Ως εκ τούτου, η ανάγκη για αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των διαθέσιμων πηγών ενέργειάς της καθίσταται επιτακτική. Λόγω των πολλών και ισοκατανεμημένων καθ' όλη την έκτασή της υδάτινων πόρων, η Αλβανία τα τελευταία χρόνια προωθεί την πολιτική της παραγωγής ενέργειας από τα υδροηλεκτρικά.

Το 2010 η πολιτική της αυτή συγκεκριμενοποιείται περαιτέρω, αφού πρώτον αποφασίστηκε η παύση της λειτουργίας των τελευταίων μονάδων λιγνίτη και δεύτερον άνοιξε ο δρόμος για την κατασκευή περισσότερων μικρών ιδιωτικών υδροηλεκτρικών. Με λίγα λόγια το 100% της συνολικής ενεργειακής παραγωγής της Αλβανίας προέρχεται από τα υδροηλεκτρικά.

Σταδιακά, η χώρα κάνει βήματα μπροστά ώστε να γίνει αυτόνομη ενεργειακά, αλλά και για να εδραιώσει τη θέση της στον ενεργειακό χάρτη των Βαλκανίων, αφού εκτός από την ανάπτυξη πολλών μονάδων υδροηλεκτρικών, στο πρόγραμμα είναι και η εγκατάσταση του αγωγού TAP, ο οποίος θα μεταφέρει υγραέριο από την ανατολή μέσω της Ελλάδας και της Αλβανίας σε όλη τη δυτική Ευρώπη.

Ωστόσο, ακόμα χρειάζονται πολλά να γίνουν για να επιτευχθεί η ζητούμενη ενεργειακή αυτονομία, διότι σήμερα η ζήτηση ξεπερνάει κατά πολύ την προσφορά (η εισαγόμενη ενέργεια αγγίζει περίπου το 30% της ζήτησης τα τελευταία χρόνια) και οι απώλειες ενέργειας στο δίκτυο είναι σημαντικότατες και ζημιογόνες για το σύστημα. Αξίζει να αναφέρουμε ότι το ποσοστό απωλειών ξεπερνά το 40% και αποδίδεται στον ελλιπή έλεγχο του δικτύου, στον αναποτελεσματικό μηχανισμό είσπραξης, καθώς και στο απαρχαιωμένο τεχνικά σύστημα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικού ρεύματος.

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των σταθμών δημόσιας παραγωγής ανέρχεται σήμερα στα 1433 MW. Η αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύς των ιδιωτικών σταθμών είναι 200 MW, όταν το 2011, ένα χρόνο πριν, ήταν μόλις 120 MW. Είναι ευδιάκριτη, λοιπόν, η ανάπτυξη της ιδιωτικής πρωτοβουλίας στον τομέα των υδροηλεκτρικών. Μάλιστα, το 2012 καταγράφηκε η λειτουργία 68 μικρών (έως 15 MW) ιδιωτικών μονάδων, οι οποίες είχαν καθαρή παραγωγή 300 GWh, όταν το 2011 ήταν 130 GWh.

Η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας της Αλβανίας ανέρχεται στα 7.500 GWh με σταθερό ρυθμό αύξησης 180 GWh/έτος. Η καθαρή ετήσια παραγωγή καλύπτει από 4.000 έως 5.000 GWh του συνόλου της ζήτησης, σε συνάρτηση πάντα με τις υδρολογικές συνθήκες που θα επικρατήσουν μέσα στο εξεταζόμενο έτος. Το σύστημα των υδροηλεκτρικών είναι ευμετάβλητο και εξαρτάται αποκλειστικά από τις καιρικές συνθήκες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το υδρολογικό έτος 2010, όταν μετά από τις καταστροφικές πλημμύρες που έπληξαν τη χώρα, η Αλβανία παρήγαγε σχεδόν 8.000 GWh (περίπου διπλάσιο του μέσου όρου ετήσιας παραγωγής), με αποτέλεσμα να καλύψει το

σύνολο των ενεργειακών της αναγκών, αλλά και να εξάγει για πρώτη φορά ένα μικρό ποσοστό της ενεργειακής της παραγωγής.

Το έργο που πραγματεύεται αυτή η διπλωματική εργασία περιλαμβάνει την κατασκευή 3 φραγμάτων και των αντίστοιχων σταθμών παραγωγής τους, οι οποίοι θα έχουν συνολική εγκατεστημένη ισχύ 275-300 MW. Με λίγα λόγια, προβλέπεται αύξηση κατά 20% της εγχώριας παραγωγής πράσινης ενέργειας.

Τα οφέλη από αυτό το έργο θα είναι μεγάλα, τόσο για την οικονομία όσο και για την κοινωνία της Αλβανίας. Ενεργειακά θα εξυπηρετηθούν 300.000 νοικοκυριά, ενώ θα δημιουργηθούν και 4.000 νέες θέσεις εργασίας. Επίσης, προβλέπεται η είσοδος νέων επενδυτικών κεφαλαίων, τα οποία θα βελτιώσουν το χαμηλό βιοτικό επίπεδο κυρίως των γύρω περιοχών, βελτιώνοντας τις συνθήκες ζωής των κατοίκων, ενισχύοντας τον τοπικό τουρισμό και τη γεωργία. Επιπροσθέτως, η χώρα κερδίζει σε τεχνογνωσία, αφού για τα δεδομένα της Αλβανίας το έργο χαρακτηρίζεται καινοτόμο και ιδιαίτερο.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, για το σύνολο του έργου, δεν υπήρξαν οργανωμένες αντιδράσεις και κινητοποιήσεις ούτε από τις τοπικές κοινότητες ούτε από περιβαλλοντικές οργανώσεις. Φαίνεται πως οι γείτονές μας αναγνωρίζουν τα πλείστα οφέλη που θα έχει ένα τέτοιο έργο, εν αντιθέσει με την υπερ-ευαισθησία που παρατηρείται στην χώρα μας όσον αφορά αντίστοιχα περιβαλλοντικά θέματα. Δεν πρέπει να παραβλέψουμε, όμως, ότι για το συγκεκριμένο έργο ελήφθησαν μέτρα άμβλυνσης των επιπτώσεων που περιγράφονται διεξοδικώς στην περιβαλλοντική μελέτη και χορηγήθηκαν αποζημιώσεις σε όσους πολίτες στερήθηκαν την περιουσία τους, προκειμένου έτσι να εξασφαλισθεί η συναίνεση όλων των ομάδων ενδιαφέροντος που επηρεάζονται από το έργο.

Εν συνεχεία, αξίζει να γίνει μία σύντομη μνεία στις αλλοδαπές εταιρείες που συμμετέχουν στην υλοποίηση του έργου, αλλά και στην κάλυψη του προϋπολογισμού του, που αγγίζει το 1 δις ευρώ.

Τη μελέτη έχει αναλάβει εξ ολοκλήρου η νορβηγική εταιρεία Norconsult, ενώ για τη λειτουργία είναι υπεύθυνες από κοινού η νορβηγική Statkraft και η αυστριακή EVN, εταιρείες οι οποίες έχουν αναλάβει την παραχώρηση και χρηματοδοτούν επίσης το έργο. Οι δραστηριότητες αυτών των εταιριών επιβλέπονται από τη βρετανική Mott MacDonald, η οποία διαθέτει συνολικά 16.000 ανθρώπινο δυναμικό σε όλο τον κόσμο.

Τα 3 εξεταζόμενα φράγματα είναι, επιγραμματικώς, τα ακόλουθα:

<u>Moglica</u>

- 2^{ο} υψηλότερο (150 m) εύκαμπτο φράγμα στον κόσμο με ασφαλτικό πυρήνα.
- Εγκατεστημένη ισχύς: 177 MW , ετήσια παραγωγή: 445 GWh
- Αγωγός συνολικού μήκους 10 km για την εκμετάλλευση της πτώσης του νερού.

- Σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα από τον αγωγό, λόγω της διακοπής της συνεχούς ροής του ποταμού για μεγάλο μήκος χωρίς την πρόβλεψη για επαρκή οικολογική παροχή.

Kokel

- Σύνθετη μορφή φράγματος ύψους 50 m ,μισό χωμάτινο - μισό βαρύτητας (νορβηγική μέθοδος), αποτελεί ρυθμιστή στάθμης των 2 άλλων ταμιευτήρων.
- Εγκατεστημένη ισχύς: 35 MW, ετήσια παραγωγή: 97 GWh.
- Μεγάλος όγκος εκσκαφών.

Banja

- Εύκαμπτο φράγμα με αργιλικό πυρήνα ύψους 80 m.
- Εγκατεστημένη ισχύς: 65 MW, ετήσια παραγωγή: 250 GWh.
- Η κατασκευή του είχε διακοπεί για πάνω από 15 χρόνια, επηρεάζοντας τη μελέτη και την υλοποίησή του μετά την επανέναρξη των εργασιών.

Για όλους τους λόγους που προαναφέραμε και ύστερα από λεπτομερή ανάλυση όλων των θετικών και αρνητικών, η συνολική αποτίμηση του έργου στον ποταμό Devoll αξιολογείται ως ευεργετική από κάθε άποψη για τη χώρα της Αλβανίας. Η επένδυση στα υδροηλεκτρικά και η συνακόλουθη ενεργειακή ανάπτυξη, έστω και σταδιακή, δημιουργούν βάσιμες ελπίδες για οικονομική άνθιση στο μέλλον και βελτίωση του επιπέδου διαβίωσης. Το έργο στον ποταμό Devoll είναι όντως ένα σημαντικό βήμα προς αυτή την κατεύθυνση.

Βιβλιογραφία

1. Norconsult study (2011). Devoll Hydropower HPP1 Banja, Engineering Geological Summary Report HPP1
2. Norconsult study (2011). Devoll Hydropower HPP2 Kokel, Engineering Geological Summary Report HPP2
3. Norconsult study (2011). Devoll Hydropower HPP3 Moglice, Engineering Geological Summary Report HPP3
4. Norconsult study (2012). Devoll Hydropower Project, Banja Hydropower Project, Hydraulic Calculations, Spillways and Outlet Works
5. Norconsult study (2012). Devoll Hydropower Project, Kokel Hydropower Project, Hydraulic Calculations, Spillways and Outlet Works
6. Norconsult study (2012). Devoll Hydropower Project, Moglice Hydropower Project, Hydraulic Calculations, Spillways and Outlet Works
7. Norconsult study (2011). Devoll Hydropower Project, HPP Banja Project Drawings
8. Norconsult study (2011). Devoll Hydropower Project, HPP Kokel Project Drawings
9. Norconsult study (2011). Devoll Hydropower Project, HPP Moglica Project Drawings
10. Norconsult (2012). Draft Report Assessment of Environmental and Social Impact
11. Enti Rregullator I Energjise. Raporti Vjetor 2012
12. Γ.ΝΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΣ-Γ.ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ-Τ.ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ (2007). ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ
13. Τ.ΚΑΤΣΑΡΕΛΗΣ (2013) ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΠΟΤΑΜΩΝ, Σημειώσεις μαθήματος
14. Δ.ΠΑΠΑΝΤΩΝΗΣ (2005) ΜΙΚΡΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ
15. Ι.ΣΤΕΦΑΝΑΚΟΣ(2012). Σημειώσεις μαθήματος 'ΜΙΚΡΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ'
16. Ν.Ι.ΜΟΥΤΑΦΗΣ (2007)ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ-ΦΡΑΓΜΑΤΑ, Σημειώσεις μαθήματος
17. Χ.ΤΣΟΓΚΑΣ-Ε.ΤΣΟΓΚΑ. ΥΔΡΟΔΗΝΑΜΙΚΑ ΕΡΓΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ
18. UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION, THIRD EDITION (1987) DESIGN OF SMALL DAMS

ΔΙΑΔΥΚΤΙΟ

1. www.dhp.al Επίσημη ιστοσελίδα της εταιρίας Devoll Hydropower
2. www.ere.gov.al Επίσημη ιστοσελίδα της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας της Αλβανίας
3. www.kesh.com.al Επίσημη ιστοσελίδα της εταιρίας Albanian Power Corporation
4. www.cezshperndarje.al Επίσημη ιστοσελίδα του Ρυθμιστή Συστήματος Διανομής
5. www.ost.al Επίσημη ιστοσελίδα του Ρυθμιστή Συστήματος Μεταφοράς
6. www.wikipedia.org