

Υδροηλεκτρικά Έργα της ΔΕΗ ΑΕ στον ποταμό Αλιάκμονα

Α.Π. Καραγιαννίδης

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός. Τομέας Λειτουργίας & Διαχείρισης Υδατικών Πόρων. Συγκρότημα Αλιάκμονα- ΔΕΗ.

Ε.Α. Παπαϊωάννου

Ηλεκτρολόγος Μηχανολόγος Μηχανικός. Διευθυντής Συγκροτήματος Αλιάκμονα ΔΕΗ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Ο ποταμός Αλιάκμονας είναι ένας από τους κυριότερους υδατικούς πόρους της Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας. Η ΔΕΗ, αξιοποιώντας τις κατάλληλες θέσεις προς εκμετάλλευση του υδατικού δυναμικού του ποταμού, κατασκεύασε μια σειρά φραγμάτων και υδροηλεκτρικών σταθμών. Τα έργα αυτά είναι έργα πολλαπλού σκοπού και η μέχρι σήμερα διαχείρισή τους από την ΔΕΗ, επέφερε σημαντικά οφέλη, τόσο στην εξυπηρέτηση των αναγκών της επιχείρησής όσο και στις τοπικές κοινωνίες, με μεγάλη αύξηση της αγροτικής παραγωγής και γενικά με την εξασφάλιση υδατικών αποθεμάτων για χρήση κοινής ωφέλειας.

1 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΤΗΣ ΔΕΗ ΑΕ ΚΑΙ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ

Η Εγκατεστημένη Ισχύς της ΔΕΗ ΑΕ το 2006 είχε διαμορφωθεί στα 12.695 MW.

Πίνακας 1. Εγκατεστημένη Ισχύς της ΔΕΗ Α.Ε.

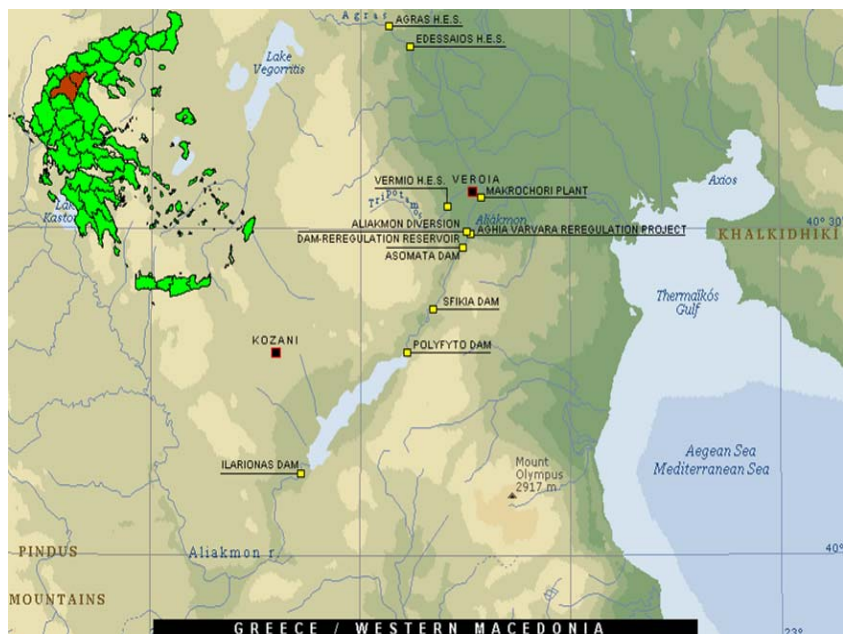
1953	1960	1970	1980	1990	2000	2006
80	605	2.578	5.407	8.812	11.121	12.695

Το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος των Υδροηλεκτρικών Σταθμών σε πανελλαδικό επίπεδο είναι 3.060 MW, αντιπροσωπεύουν το 24% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος της ΔΕΗ και παράγουν σε μέση ετήσια βάση το 13% της συνολικής Παραγόμενης Ενέργειας.

2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΕΡΓΩΝ ΔΕΗ ΣΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ

Τα ΥΗΕ της ΔΕΗ στον ποταμό Αλιάκμονα υπάγονται Διοικητικά τις Περιφέρειες της Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας και στο υπ' αριθμόν 9 υδατικό διαμέρισμα της χώρας, το οποίο έχει έκταση 13.696 km² και το μέσο ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων στην περιοχή κυμαίνεται από 400 mm ÷ 1.200 mm περίπου.

Από τους κυριότερους επιφανειακούς υδατικούς πόρους του 9ου υδατικού διαμερίσματος, είναι ο ποταμός Αλιάκμονας, ο μεγαλύτερος σε μήκος ποταμός της χώρας. Ο Ησίοδος αναφέρει ότι ο Αλιάκμονας ήταν ποτάμιος Θεός, γιος του Ωκεανού και της Τηθύος και ετυμολογικά το όνομα του σημαίνει τον "ακούραστο ποταμό του Ήλιου", ενώ κατ' άλλους ερευνητές τον ποταμό που "νικά και τη θάλασσα". Έχει μήκος 297 Km, λεκάνη απορροής ανάντη του φράγματος Ασωμάτων 9.210 Km² περίπου, μέση ετήσια απορροή 2,0 x 10⁹ m³, ενώ η μεγαλύτερη πλημμυρική παροχή παρατηρήθηκε στη θέση της παλιάς γέφυρας της επαρχιακής οδού Βέροια - Βεργίνα, στις 10-12-1935 και έφθασε τα 3.250 m³/sec περίπου.



Εικόνα 1: Ποταμός Αλιάκμονας και ΥΗΕ ΔΕΗ

Τα Υδροηλεκτρικά Έργα της ΔΕΗ στον ποταμό Αλιάκμονα, ξεκινώντας από τις πηγές του ποταμού προς την εκβολή, είναι:

Πίνακας 2. Κύρια χαρακτηριστικά ΥΗΕ ΔΕΗ σε λειτουργία, στον ποταμό Αλιάκμονα

	Ύψομτρο Θέσης ΥΗΣ (mas)	Ύψος Φράγματος (m)	Ωφέλιμος Όγκος (εκατ. m ³)	Εγκατεστη μένη Ισχύς (MW)	Έτος Έναρξης Λειτουργίας
Πολύφυτο	291	112	1.220	(3x125) 375	1974
Σφηκιά (Αναστρέψιμες)	146	82	18	(3x105) 315	1985-1986
Ασώματα	85	52	10	(2x55) 110	1985
Αγία Βαρβάρα - Λίμνη Αναρρύθμισης	42	15	4,5	0,920	2008
Μακροχώρι	37	-	-	(3x3,6) 10,8	1992
Σύνολο				815,720	

Σε φάση κατασκευής είναι το ΥΗΕ του Ιλαρίονα το οποίο βρίσκεται ανάντη του ταμιευτήρα του Πολυφύτου και σε υψόμετρο 403,0 m(asl).

Η ετήσια παραγωγή ενέργειας (GWh) από το Πολύφυτο (P), Σφηκιά (S), Ασώματα (A) και Μακροχώρι (M), είναι αντίστοιχα:

	P	S	A	M
Σε μέση υδραυλικότητα	: 515	- 263	- 175	- 28
Σε καλή υδραυλικότητα	: 1056	- 536	- 361	- 43
Σε χαμηλή υδραυλικότητα	: 374	- 192	- 127	- 22
Σε ξηρασία	: 200	- 103	- 68	- 16

3 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

Ο ΥΗΣ βρίσκεται 45 χιλ. ΝΑ της Κοζάνης. Το έργο στο σύνολό του αποτελείται από τον Ταμιευτήρα, την Σήραγγα Εκτροπής, το Φράγμα, τον Υπερχειλιστή, την Υδροληψία, την Σήραγγα Προσαγωγής, τον Υδροηλεκτρικό Σταθμό, τη Δεξαμενή Αναπόλησης και το Φρέαρ υπό πίεση.

Το έργο κατασκευάστηκε με την επίβλεψη της Διεύθυνσης Υδροηλεκτρικών Έργων της ΔΕΗ και οι ανάδοχοι του έργου ήταν:

- Οδός Προσπέλασης : ΣΚΑΠΑΝΕΥΣ – ΑΘΗΝΑ
- Έργα Πολιτικού Μηχανικού : ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ ΟΔΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ – ΕΔΟΚ – ΕΤΕΡ - ΑΘΗΝΑ
- Εξοπλισμός : ALSTOM – ΠΑΡΙΣΙ
- Μελέτη – Επίβλεψη : ELECTRO-WATT

3.1 Ταμιευτήρας

Ο Ταμιευτήρας του Πολυφύτου είναι υπερετήσιας ρύθμισης με χωρητικότητα 2.244 εκατ. m³, ενώ ο ωφέλιμος όγκος είναι 1.220 εκατ. m³.

Η μέση ετήσια απορροή της τελευταίας δεκαετίας (1998-2007) είναι 1.373 εκατ. m³ που αποτελεί το 18% της συνολικής μέσης απορροής 10ετίας όλων των ταμιευτήρων της ΔΕΗ.

Η επιφάνεια απορροής είναι 5.800 km² ενώ η κατακλυζόμενη επιφάνεια 74 km².

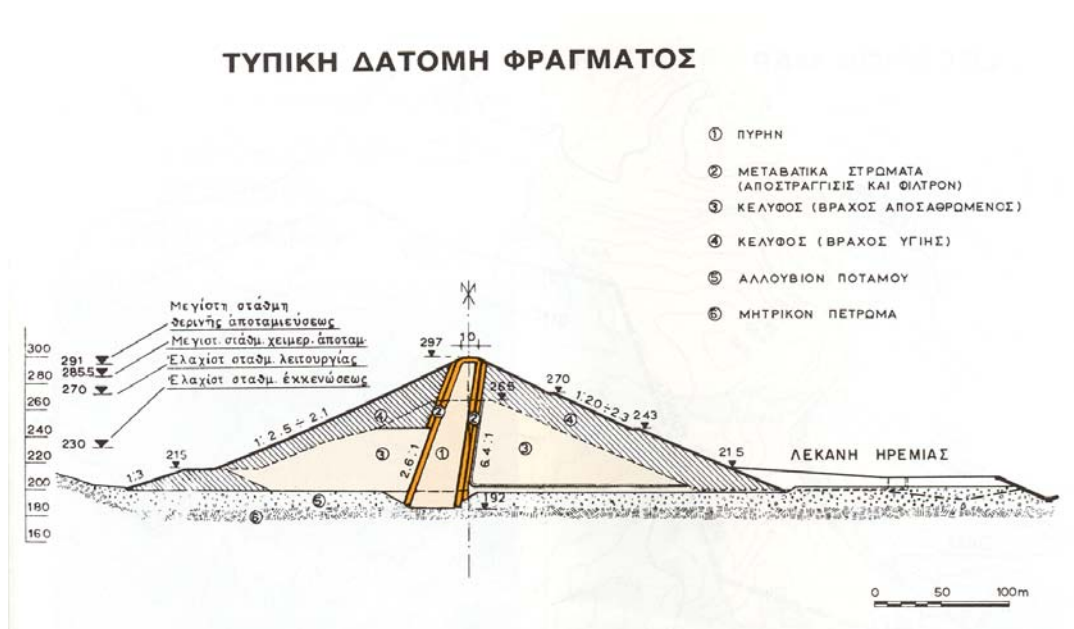
Η ανώτατη στάθμη λειτουργίας είναι το 291,0 m (a.s.l) και στάθμη πλημμύρας 293,0 m.

3.2 Σήραγγα Εκτροπής

Το μήκος της σήραγγας εκτροπής είναι 634 m, η διάμετρος 9,7 m και η παροχή της 1.600 m³/sec.

3.3 Φράγμα

Το φράγμα είναι λιθόριπτο με κεκλιμένο πυρήνα προς τα ανάντη.



Εικόνα 2: Φράγμα ΥΗΕ Πολυφύτου

Το ύψος του φράγματος από τη θεμελίωση είναι 112 m (a.s.l.). Το μήκος στη στέψη είναι 300 m, το πλάτος 10 m και το υψόμετρο στη στέψη 297 m (a.s.l.).



Εικόνα 3: Φράγμα ΥΗΕ Πολυφότου

3.4 Υπερχειλιστής

Αποτελείται από θυροφράγματα 3 θυρών, διαστάσεων 12,9 x 5,5 m με ικανότητα παροχής εκροής 1.375 m³/sec και τη διώρυγα απαγωγής.

3.5 Υδροληψία - Σήραγγα Προσαγωγής

Υπάρχει μία Υδροληψία με κεκλιμένες εσχάρες και η Σήραγγα Προσαγωγής έχει συνολικό μήκος από το φράγμα έως το σταθμό παραγωγής 4,6 km, διάμετρο η οποία ξεκινά από 8,5 m και καταλήγει πριν από το Σταθμό σε 7,5 m και ικανότητα παροχής 345 m³/sec.

3.6 Υδροηλεκτρικός Σταθμός Παραγωγής

Ο Σταθμός Παραγωγής αποτελείται από τρεις μονάδες παραγωγής τα χαρακτηριστικά των οποίων είναι:

- Ονομαστική Ισχύς : 3 x 125 MW η κάθε μία, κατακόρυφου άξονα.
- Ονομαστική Τάση : 15.750 V
- Τύπος Στροβίλων : Francis
- Ύψος πτώσης : 146,5 m
- Αριθμός Στροφών : 125 στρ/min
- Ειδική Κατανάλωση για Παραγωγή : 3,2 m³/kWH

Η Σήραγγα Προσαγωγής, πριν την είσοδό της στο Σταθμό Παραγωγής, διακλαδίζεται σε τρεις αγωγούς, ένα για κάθε μονάδα.

3.7 Δεξαμενή Αναπόσεως

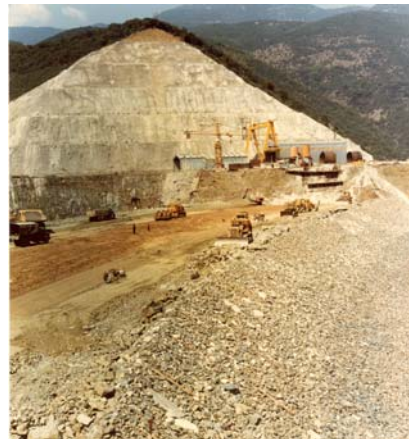
Η Δεξαμενή Αναπόσεως είναι κατασκευασμένη με δύο άνω οριζόντιους θαλάμους, έχει ύψος 84 m και διάμετρο 28 m.

3.8 Φρέαρ υπό πίεση

Το ύψος του φρέατος υπό πίεση είναι 86 m και η διάμετρος 7 m.

4 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ ΣΦΗΚΙΑΣ

Ο ΥΗΣ βρίσκεται 20 χιλ. περίπου Νότια της Βέροιας. Το έργο στο σύνολό του αποτελείται από τον Ταμιευτήρα, την Σήραγγα Εκτροπής, το Φράγμα, τον Εκχειλιστή, τις Υδροληψίες, τις Σήραγγες Προσαγωγής, τον Υδροηλεκτρικό Σταθμό και τον Εκκενωτή Πυθμένα.



Εικόνα 4: ΥΗΕ Σφηκιάς και Φράγμα ΥΗΕ Σφηκιάς

Η μελέτη και η επίβλεψη του έργου έγινε από Διεύθυνση Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων της ΔΕΗ και οι ανάδοχοι του ήταν:

- Έργα Πολιτικού Μηχανικού : ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ ΟΔΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ
- Σήραγγα Εκτροπής : Ε.Τ.Κ.Α. (Ελλάδα)
- Εξοπλισμός : G.I.E. (ΙΤΑΛΙΑ)
- Θυροφράγματα, Εσχάρες, Χαλύβδινες Επενδύσεις: FRANCO – HELLENIC CONSORTIUM
- Γερανογέφυρες : ΡΟΚΑΣ – ΚUNZ (Ελλάδα-Αυστρία)

4.1 Ταμιευτήρας

Ο Ταμιευτήρας της Σφηκιάς είναι ημερήσιας ρύθμισης με χωρητικότητα 99 εκατ. m^3 και ωφέλιμο όγκο 18 εκατ. m^3 . Η κατακλυζόμενη επιφάνεια είναι 4,3 km^2 .

Η ανώτατη στάθμη λειτουργίας είναι το 146,0 m (a.s.l), η ελάχιστη 141,8 m και στάθμη πλημμύρας 147,0 m.

4.2 Σήραγγα Εκτροπής

Ο τύπος της σήραγγας είναι με πίεση από σκυρόδεμα, το μήκος της 490 m, η εσωτερική διάμετρος 7,5 m και η παροχή της 620 m^3/sec . Το υψόμετρο πυθμένα στην είσοδο είναι 88,0 m και στην έξοδο 84,0 m. Για την προσωρινή έμφραξη της σήραγγας χρησιμοποιήθηκαν δοκοί έμφραξης, ενώ για την οριστική πώμα από σκυρόδεμα.

4.3 Φράγμα

Το φράγμα είναι λιθόρριπτο με κεντρικό αργιλικό πυρήνα και όγκο 1.620.000 m^3 .

Το ύψος του φράγματος από τη θεμελίωση είναι 82 m, το μήκος στη στέψη 220 m και το ελάχιστο πλάτος 12 m.

Οι κλίσεις των πρανών είναι:

- Ανάντη: 2,1:1,0 – 2,5:1,0 – 3,0:1,0
- Κατάντη: 1,75:1,0 – 2,0:1,0

4.4 Εκχειλιστής

Υπάρχουν δύο εκχειλιστές με δύο τοξωτά θυροφράγματα διαστάσεων 7,2 m x 9,0 m ο καθένας και μηχανισμό ανύψωσης, σήραγγα απαγωγής από σκυρόδεμα και έργο εκτόξευσης. Το υψόμετρο στη στέγη είναι 137,0 m και η παροχή εκροής 1.600 m³/s.

4.5 Υδροληψίες

Υπάρχουν τρεις Υδροληψίες (μία για κάθε μονάδα) με κεκλιμένες εσχάρες, με διαστάσεις ανοίγματος στην είσοδο της σήραγγας 5,6 m x 10,9 m και απόσταση μεταξύ των αξόνων 22,0 m. Τα μέσα έμφραξης είναι κυλιόμενα θυροφράγματα και χαλύβδινοι δοκοί έμφραξης. Το υψόμετρο του πυθμένα είναι 126,0 m.



Εικόνα 5: Έργο εκτόξευσης Εκχειλιστή ΥΗΕ Σφηκιάς και Υδροληψίες ΥΗΣ Σφηκιάς

4.6 Σήραγγες Προσαγωγής

Αντίστοιχα με τις υδροληψίες, υπάρχουν τρεις Σήραγγες Προσαγωγής (μία για κάθε μονάδα). Το συνολικό μήκος της κάθε σήραγγας είναι 160,80 m και η εσωτερική διάμετρος 7,0 m. Το υψόμετρο άξονα στην υδροληψία 134,05 m και στο σταθμό παραγωγής 73,0 m. Η επένδυση ανάντη του διαφράγματος είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα ενώ κατόντη είναι χαλύβδινη με σκυρόδεμα.

4.7 Υδροηλεκτρικός Σταθμός Παραγωγής

Ο Σταθμός Παραγωγής βρίσκεται στο αριστερό αντέρεισμα του φράγματος, είναι υπόγειος και αποτελείται από τρεις μονάδες αναστρέψιμες κατακόρυφου άξονα, τα χαρακτηριστικά των οποίων είναι:

- Λειτουργία σαν Γεννήτριες : 3 x 105 MW
- Λειτουργία σαν Αντλίες : 3 x 108 MW
- Ονομαστική Τάση : 15.750 V
- Τύπος Στροβίλων : Francis
- Ισχύς Στροβίλων : 143.000 HP
- Μέσο Ύψος πτώσης : 62 m
- Αριθμός Στροφών : 125 στρ/min
- Ειδική Κατανάλωση για Παραγωγή : 7,2 m³/kWh
- Ειδική Κατανάλωση για Αντληση : 0,19 kWh/m³

4.8 Εκκενωτής Πυθμένα

Βρίσκεται στο αριστερό αντέρεισμα του φράγματος και ο τύπος του είναι σήραγγα από σκυρόδεμα. Η εσωτερική διάμετρος της σήραγγας είναι 3,50 / 3,00 m, το μήκος της 309 m και η μέγιστη παροχαρακτηριστικότητα 100 m³/sec.



Εικόνα 6: Εκχειλιστές και Εκκενωτής Πυθμένα ΥΗΕ Σφηκιάς

4.9 Εμπορική Λειτουργία

Οι Μονάδες Παραγωγής του ΥΗΣ Σφηκιάς τέθηκαν σε εμπορική λειτουργία:

- Μονάδα ΝοI : Αύγουστος 1985
- Μονάδα ΝοII : Σεπτέμβριος 1986
- Μονάδα ΝοIII : Νοέμβριος 1985

5 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ ΑΣΩΜΑΤΩΝ

Ο ΥΗΣ βρίσκεται 8 χιλ. περίπου Νότια της Βέροιας. Το έργο στο σύνολό του αποτελείται από τον Ταμιευτήρα, την Σήραγγα Εκτροπής, το Φράγμα, τον Εκχειλιστή, τις Υδροληψίες, τις Σήραγγες Προσαγωγής, τον Υδροηλεκτρικό Σταθμό και τον Εκκενωτή Πυθμένα.



Εικόνα 7: ΥΗΕ Ασωμάτων και Φράγμα ΥΗΕ Ασωμάτων

Η μελέτη και η επίβλεψη του έργου έγινε από Διεύθυνση Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων της ΔΕΗ και οι ανάδοχοι του ήταν:

- Έργα Πολιτικού Μηχανικού : Α.Ε.Γ.Ε.Κ. (Ελλάδα)
- Εξοπλισμός : G.I.E. (ΙΤΑΛΙΑ)
- Θυροφράγματα, Εσχάρες, Χαλύβδινες Επενδύσεις: FRANCO – HELLENIC CONSORTIUM
- Γερανογέφυρες : ΡΟΚΑΣ – ΚUNZ (Ελλάδα-Αυστρία)

5.1 Ταμιευτήρας

Ο Ταμιευτήρας των Ασωμάτων, όπως και αυτός της Σφηκιάς, είναι ημερήσιας ρύθμισης με χωρητικότητα 53 εκατ. m³ και ωφέλιμο όγκο 10 εκατ. m³. Η κατακλυζόμενη επιφάνεια 2,6 km².

Η ανώτατη στάθμη λειτουργίας είναι το 85,5 m (a.s.l), η ελάχιστη 81,0 m και στάθμη πλημμύρας 89,0 m.

5.2 Σήραγγα Εκτροπής

Ο τύπος της σήραγγας είναι με πίεση από σκυρόδεμα, το μήκος της 496 m, η εσωτερική διάμετρος είναι πεταλειδούς μορφής 7,2 m / 8,5 m και η παροχή της 600 m³/sec. Το υψόμετρο πυθμένα στην είσοδο είναι 42,5 m και στην έξοδο 37,6 m. Για την προσωρινή έμφραξη της σήραγγας χρησιμοποιήθηκαν δοκοί έμφραξης, ενώ για την οριστική πώμα από σκυρόδεμα με αγωγό και θυροφράγματα εκκένωσης.

5.3 Φράγμα

Το φράγμα είναι χωμάτινο με εξωτερικές ζώνες από αμμοχάλικο ποταμού, κεντρικό αργιλικό πυρήνα και όγκο 1.450.000 m³.

Το ύψος του φράγματος από τη θεμελίωση είναι 52 m, το μήκος στη στέψη 205 m και το ελάχιστο πλάτος 15 m.

Οι κλίσεις των πρανών είναι 2,5:1,0 στα ανάντη και 2,0:1,0 στα κατόντη.

5.4 Εκχειλιστής

Ο εκχειλιστής αποτελείται από τρία τοξωτά θυροφράγματα διαστάσεων 7,0 m x 8,0 m ο καθένας και μηχανισμό ανύψωσης, σήραγγα απαγωγής από σκυρόδεμα και έργο εκτόξευσης. Το υψόμετρο στη στέψη είναι 77,0 m και η παροχή εκροής 1.600 m³/s.



Εικόνα 8: Εκχειλιστής ΥΗΕ Ασωμάτων και Υδροληψίες ΥΗΣ Ασωμάτων

5.5 Υδροληψίες

Υπάρχουν δύο Υδροληψίες (μία για κάθε μονάδα) με κεκλιμένες εσχάρες, με διαστάσεις ανοίγματος στην είσοδο της σήραγγας 4,8 m x 9,3 m και απόσταση μεταξύ των αξόνων 17,9 m. Τα μέσα έμφραξης είναι κυλιόμενα θυροφράγματα και χαλύβδινοι δοκοί έμφραξης. Το υψόμετρο του πυθμένα είναι 69,5 m.

5.6 Σήραγγες Προσαγωγής

Αντίστοιχα με τις υδροληψίες, υπάρχουν δύο Σήραγγες Προσαγωγής (μία για κάθε μονάδα). Το συνολικό μήκος της κάθε σήραγγας είναι 59,0 m και η εσωτερική διάμετρος 6,0 m. Το υψόμετρο άξονα στην υδροληψία 74,4 m και στο σταθμό παραγωγής 42,5 m. Η επένδυση είναι χαλύβδινη με σκυρόδεμα.

5.7 Υδροηλεκτρικός Σταθμός Παραγωγής

Ο Σταθμός Παραγωγής βρίσκεται στο δεξιό αντέρεισμα του φράγματος, είναι υπόγειος και αποτελείται από δύο μονάδες κατακόρυφου άξονα, τα χαρακτηριστικά των οποίων είναι:

- Ονομαστική Ισχύς : 2 x 55 MW
- Ονομαστική Τάση : 15.750 V
- Τύπος Στροβίλων : Francis
- Ισχύς Στροβίλων : 75.700 HP
- Μέσο Ύψος πτώσης : 42 m
- Αριθμός Στροφών : 125 στρ/min
- Ειδική Κατανάλωση για Παραγωγή : 10,0 m³/kWh

5.8 Εκκενωτής Πυθμένα

Βρίσκεται μέσα στη σήραγγα εκτροπής, στο δεξιό αντέρεισμα του φράγματος και ο τύπος του είναι σήραγγα από σκυρόδεμα. Το υψόμετρο στην είσοδο είναι 53,0 m, στην έξοδο 37,6 m και η μέγιστη παροχετευτικότητα 90 m³/sec.

5.9 Εμπορική Λειτουργία

Οι Μονάδες Παραγωγής του ΥΗΣ Σφηκιάς τέθηκαν σε εμπορική λειτουργία:

- Μονάδα ΝοI : Μάρτιος 1985
- Μονάδα ΝοII : Αύγουστος 1985

6 ΛΙΜΝΗ ΑΝΑΡΡΥΘΜΙΣΗΣ ΚΑΙ ΜΥΗΣ ΑΓ.ΒΑΡΒΑΡΑΣ

Το έργο βρίσκεται 6 χιλ. περίπου Νότια της Βέροιας επί της επαρχιακής οδού Βέροιας-Βεργίνας. Το έργο στο σύνολό του αποτελείται από τον Παλαιό και Νέο Ταμιευτήρα (σήμερα λειτουργεί ως ενιαίος), το Φράγμα, τον Εκχειλιστή, την Υδροληψίες, τον Αγωγό Προσαγωγής, τον Μικρό Υδροηλεκτρικό Σταθμό, την Υδροληψία της Κύριας Αρδευτικής Διώρυγας Α0 και την Υδροληψία του Μελλοντικού Αρδευτικού Δικτύου της Δεξιάς Όχθης του Αλιάκμονα.



Εικόνα 9: Παλαιά (γεμάτη νερό) και Νέα (διαφαίνεται η ανύψωση φράγματος) Λίμνη Αναρρύθμισης

Η μελέτη και η επίβλεψη του έργου έγινε από Διεύθυνση Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων της ΔΕΗ και οι ανάδοχοι του ήταν η ΘΕΜΕΛΙΟΔΟΜΗ ΑΕ για την κατασκευή του υπόγειου διαφραγματικού τοίχου και η εταιρία ΑΘΗΝΑ ΑΕ για τα υπόλοιπα έργα.

6.1 Ταμιευτήρας

Ο Ταμιευτήρας της Αναρρύθμισης έχει χωρητικότητα και ωφέλιμο όγκο 4,5 εκατ. m^3 . Η ανώτατη στάθμη λειτουργίας είναι το 42,5 m (a.s.l), η κανονική 42,0 m και η ελάχιστη 38,75 m.

6.2 Φράγμα

Το παλιό φράγμα είναι από σκυρόδεμα και υπερβλητό. Το Νέο Αναρρυθμιστό Φράγμα είναι λιθόρριπτο με αδιαπέρατο αργιλικό πυρήνα. Το υψόμετρο στην ονομαστική στέψη του φράγματος είναι 43,5 m.a.s.l., το μήκος 2.296 m, το ύψος του από τη θεμελίωση είναι 10 m και το πλάτος 7 m. Οι κλίσεις των πρανών είναι 2,1:1,0 στα ανάντη και 2,5:1,0 στα κατόντη.



Εικόνα 10: Φράγμα Αναρρύθμισης

6.3 Εκχειλιστής

Υπάρχει ένας εκχειλιστής με πέντε (5) τοξωτά θυροφράγματα διαστάσεων 6,44 m x 7,45 m το καθένα, υδραυλικό μηχανισμό ανύψωσης και έργο εκτόνωσης. Το υψόμετρο στη στέψη είναι 34,55 m και η παροχή εκροής 1.600 m³/s. Στο άνω μέρος των τριών ενδιάμεσων θυροφραγμάτων έχουν κατασκευαστεί τρία μικρότερα κατακλινόμενα θυροφράγματα, διαστάσεων 4,44m x 1,65m.



Εικόνα 11: Εκχειλιστής Αναρρύθμισης κατά την κατασκευή και κατακλινόμενο θυροφράγμα σε λειτουργία

6.4 Υδροληψίες – Αγωγός Προσαγωγής

Η Υδροληψία του αγωγού προσαγωγής βρίσκεται ανάντη του πρώτου δεξιά κατά τη ροή του ποταμού θυροφράγματος του εκχειλιστή και έχει μήκος 33,0 m και διάμετρο 1,40 m.

6.5 Υδροηλεκτρικός Σταθμός Παραγωγής

Ο Σταθμός Παραγωγής βρίσκεται στη δεξιά κατά τη ροή του ποταμού πλευρά του εκχειλιστή, είναι υπόγειος και αποτελείται από μια μονάδα οριζόντιου άξονα με χαρακτηριστικά:

- Ονομαστική Ισχύς : 920 KW
- Ονομαστική Τάση : 600 V
- Τύπος Στροβίλων : Kaplan
- Μέσο Ύψος πτώσης : 15 m
- Αριθμός Στροφών : 500 στρ/min
- Ειδική Κατανάλωση : 32 m³/kWh
- Μετασχηματιστής : 800 KVA – 0,6 / 20 KV

7 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ ΜΑΚΡΟΧΩΡΙΟΥ

Ο ΥΗΣ είναι εγκατεστημένος μέσα στην Κύρια Αρδευτική Διώρυγα Α0 στα όρια του Δ.Δ. Διαβατού του Δήμου Αγ.Παύλου. Το έργο στο σύνολό του αποτελείται από τον Υπερχειλιστή, τις Υδροληψίες και τους Αγωγούς Προσαγωγής, τον Αυτόματο Καθαριστή Εσχαρών και τον Υδροηλεκτρικό Σταθμό.



Εικόνα 12: ΥΗΕ Μακροχωρίου

Η μελέτη και η επίβλεψη του έργου έγινε από Διεύθυνση Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων της ΔΕΗ και οι ανάδοχοι του ήταν:

- Έργα Πολιτικού Μηχανικού : ΘΕΜΕΛΙΟΔΟΜΗ ΑΕ
- Εξοπλισμός : ΡΟΚΑΣ
- Γεννήτρια – Στρόβιλος – Ηλ/κός Εξοπλισμός: ELIN – VOITH - AEG
- Γερανοφέρυρες : ΡΟΚΑΣ (Ελλάδα)

7.1 Υπερχειλιστής

Υπάρχει ένας υπερχειλιστής με ένα κατακλινόμενο θυρόφραγμα διαστάσεων 9,9 m x 3,7 m και υδραυλικό μηχανισμό λειτουργίας. Το υψόμετρο στη στέψη είναι 34,05 m και η παροχή εκροής 78 m³/s.

7.2 Υδροληψίες

Υπάρχουν τρεις Υδροληψίες (μία για κάθε μονάδα) με κεκλιμένες εσχάρες, με διαστάσεις ανοίγματος στην είσοδο της σήραγγας 4,6 x 6,0 m και απόσταση μεταξύ των αξόνων 6,0 m. Τα μέσα έμφραξης είναι χαλύβδινοι δοκοί έμφραξης. Το υψόμετρο του πυθμένα είναι 20,18 m.

7.3 Αγωγοί Προσαγωγής

Αντίστοιχα με τις υδροληψίες, υπάρχουν τρεις Αγωγοί Προσαγωγής (ένας για κάθε μονάδα). Το μήκος του κάθε αγωγού είναι 9,0 m και η εσωτερική διάμετρος 4,0 m.

7.4 Υδροηλεκτρικός Σταθμός Παραγωγής

Ο Σταθμός Παραγωγής βρίσκεται στο αριστερό αντέρεισμα του φράγματος, είναι υπόγειος και αποτελείται από τρεις μονάδες οριζοντίου άξονα, τα χαρακτηριστικά των οποίων είναι:

- Ονομαστική Ισχύς : 3 x 3,6 MW
- Ονομαστική Τάση : 15.750 V
- Τύπος Στροβίλων : Kaplan
- Μέσο Ύψος πτώσης : 15 m
- Αριθμός Στροφών : 250 στρ/min
- Ειδική Κατανάλωση για Παραγωγή : 26 m³/kWh

7.5 Εμπορική Λειτουργία

Οι Μονάδες Παραγωγής του ΥΗΣ Μακροχωρίου τέθηκαν σε εμπορική λειτουργία το 1992.

8 ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΧΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ ΤΗΣ ΔΕΗ ΑΕ

Τα υδροηλεκτρικά έργα της ΔΕΗ είναι έργα τα οποία, εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας προς όφελος της επιχείρησης, αποσκοπούν στην πολλαπλή χρήση του νερού. Πέραν αυτού, με την κατασκευή τους συμβάλλουν στην ανάπτυξη της εγγύτερης περιοχής. Πιο συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι τα έργα αυτά:

- Χρησιμοποιούνται για την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από καθαρή μορφή, χωρίς εκπομπή ρύπων στην ατμόσφαιρα, ανανεώσιμη, ανεξάρτητη από διεθνείς τιμές καυσίμων και εξωτερικά γεγονότα, πηγή ενέργειας, με συνεχώς μειούμενο κόστος παραγωγής, με μεγάλο χρόνο οικονομικής ζωής και με μεγάλη διαθεσιμότητα μονάδων παραγωγής.
- Εξασφαλίζουν την αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων νερού για χρήση σε περιόδους ξηρασίας.
- Προστατεύουν τις κατάντη περιοχές με την ανάσχεση πλημμυρών σε περίοδο μεγάλων εισροών.
- Εξασφαλίζουν την συνεχή οικολογική παροχή στη κοίτη των ποταμών.
- Εξασφαλίζουν την παροχέτευση νερού ύδρευσης, άρδευσης και βιομηχανικών αναγκών στις κατάντη των φραγμάτων περιοχές.
- Συμβάλλουν στην ποιοτική και αισθητική αναβάθμιση του περιβάλλοντος και στη δημιουργία νέων υγροβιότοπων.
- Συμβάλλουν στην ανάπτυξη της ιχθυοκαλλιέργειας, του οικότουρισμού και ναυταθλητικών δραστηριοτήτων.
- Συμβάλλουν στα έργα υποδομής της εγγύτερης περιοχής (οδοποιία, ηλεκτρικό δίκτυο, τηλεφωνικό δίκτυο κλπ).
- Τοποθέτηση σημαντικών κεφαλαίων στην περιοχή και δημιουργία μεγάλου αριθμού θέσεων εργασίας κυρίως κατά την κατασκευή των έργων.

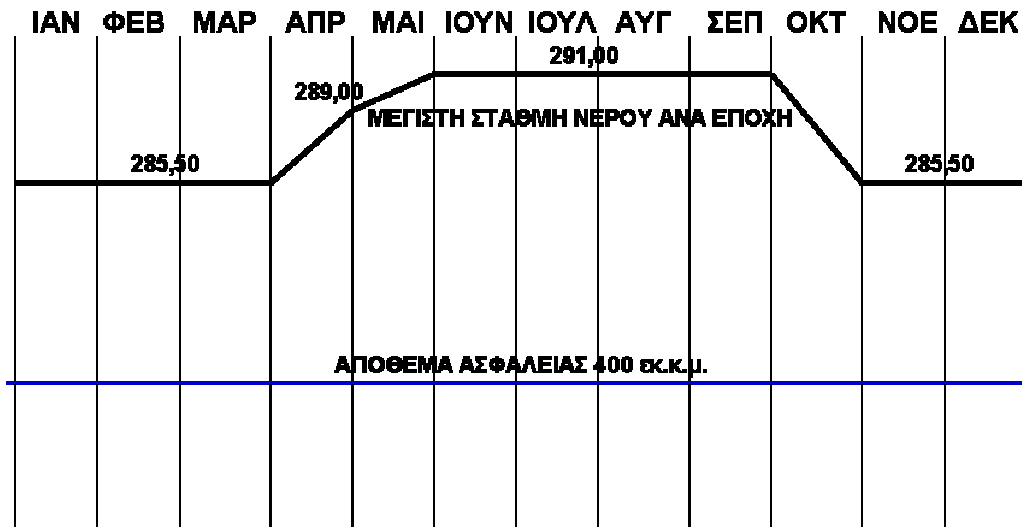
Σήμερα τα έργα του ποταμού Αλιάκμονα εξυπηρετούν:

- την συνεχή οικολογική παροχή με $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$.
- με 400 εκατ. κυβ.μέτ. ετησίως, 600.000 στρέμματα αγροτικής καλλιέργειας.
- με 100 εκατ. κυβ.μέτ ετησίως, το δίκτυο άρδευσης του ποταμού Αξιού.
- με 35 εκατ. κυβ.μέτ. ετησίως, τις ανάτη του φράγματος Πολυφύτου αρδευτικές ανάγκες.
- με 65 εκατ. κυβ.μέτ. ετησίως, τις ανάγκες ψύξης των ΑΗΣ του λεκανοπεδίου Κοζάνης – Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου.
- την υδροδότηση της πόλης της Θεσσαλονίκης με συνεχή παροχή $2 \text{ m}^3/\text{s}$.
- τις βιομηχανικές ανάγκες με $1 \text{ m}^3/\text{s}$ περίπου.

Ο μέσος ετήσιος όγκος νερού για άρδευση είναι $518.865.000 \text{ m}^3$ ενώ αυτός της ύδρευσης Θεσσαλονίκης είναι $88.290.000 \text{ m}^3$.

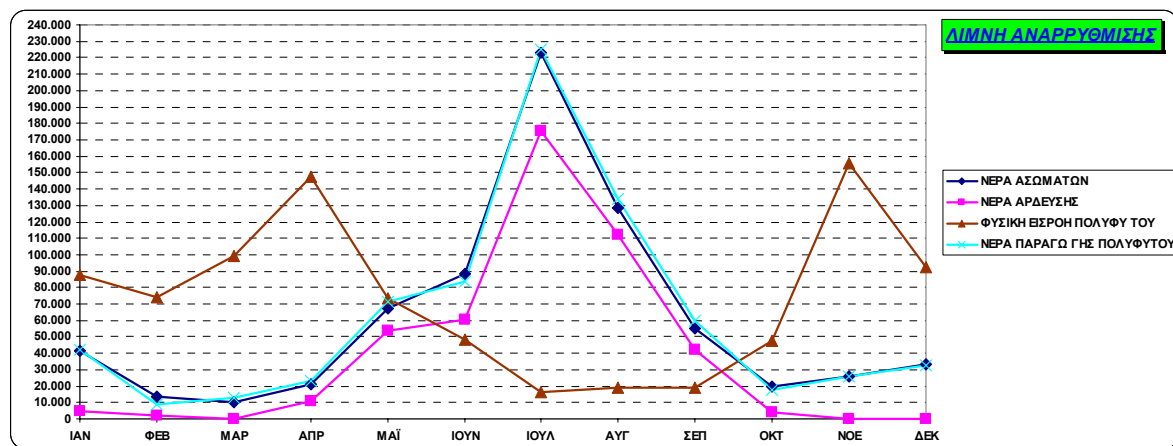
Για την εξασφάλιση του νερού προς εξυπηρέτηση όλων αυτών των αναγκών, ακολουθείται η πολιτική αποθήκευσης νερού κατά την υγρή περίοδο, με ελεγχόμενο ρυθμό αύξησης της στάθμης της λίμνης, ώστε να αντιμετωπισθεί μία ενδεχόμενη πλημμυρική παροχή, προστατεύοντας τόσο τις εγκαταστάσεις της ΔΕΗ όσο και τις κατάντη περιοχές. Επίσης, σε ένα ξηρό υδρολογικό έτος, μπορεί να αποθηκευτούν όλες οι εισροές του ποταμού ή τουλάχιστον το μεγαλύτερο μέρος αυτών, κρατώντας τους ΥΗΣ σε εφεδρεία και χωρίς να λειτουργούν, εκτός από τον ΥΗΣ Σφηκιάς ο οποίος ως αναστρέψιμος σταθμός, λειτουργεί συνεχώς (για παραγωγή την ημέρα και για άντληση τη νύχτα).

Λαμβάνεται, επίσης, υπόψη ότι στο τέλος της αρδευτικής περιόδου, θα πρέπει να υπάρχει μία ποσότητα νερού ασφαλείας, ώστε να εξυπηρετηθούν η οικολογική παροχής, οι ανάτη αρδευτικές ανάγκες οι οποίες είναι ανεξέλεγκτες από τη ΔΕΗ (πραγματοποιούνται με ιδιόκτητα των Τοπικών Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων αντλιοστάσια) και το νερό ψύξης των ΑΗΣ.



Εικόνα 13: Διάγραμμα καμπύλης στάθμης Ταμιευτήρα Πολυφύτου.

Από το τυπικό διάγραμμα λειτουργίας των ΥΗΣ της εικόνας 14, παρατηρούμε ότι κατά την αιχμή του καλοκαιριού ενώ οι εισροές της λίμνης Πολυφύτου μειώνονται, οι αρδευτικές ανάγκες, όπως είναι λογικό, αυξάνονται και ότι οι ΥΗΣ Πολυφύτου και Ασωμάτων αποδίδουν μόνο τα απαιτούμενα νερά άρδευσης χωρίς να καταναλώνουν επιπλέον νερά για παραγωγή.



Εικόνα 14: Διάγραμμα νερών άρδευσης, λειτουργίας ΥΗΣ Πολυφύτου και Ασωμάτων και εισροών λίμνης Πολυφύτου.

Η διαφορά του αναγκαίου νερού που προκύπτει από τις εισροές της λίμνης και την παροχή για άρδευση καλύπτεται από τα αποθέματα που έχουν ήδη εξασφαλισθεί κατά την υγρή περίοδο (μη αρδευτική περίοδο) και είναι διαθέσιμα στην αρχή της αρδευτικής περιόδου.

Τέλος, για την μελλοντική χρήση νερού του ποταμού Αλιάκμονα, προβλέπεται:

- Άρδευση 340.000 στρεμμάτων του αρδευτικού δικτύου δεξιάς όχθης (κατά τη ροή) του ποταμού.
- Υδροδότηση του αρδευτικού δικτύου 50 km² Δροσερού Πέλλας.
- Την υδροδότηση της πόλης της Θεσσαλονίκης με συνεχή παροχή 7 m³/s.

The Aliakmon Hydropower Group of PPC

A.P. Karagiannidis

Electrical Engineer. Operation and Water Resources Manage of Aliakmon River Hydro Group- PPC.

E.A. Papaioannou

Electrical and Mechanical Engineer. Director of Aliakmon River Hydro Group- PPC.

ABSTRACT: The Aliakmon river is one of the most important resources in Western and Central Macedonia with a total length of about 297 km, drainage area of approximately 9.210 km² and mean annual flow of 2×10^9 m³. PPC developed the suitable places to exploitation of hydro potential of river manufactured a line of dams and hydroelectric power stations since 1970, gradually as follows:

1. Polyphyto H.E.S., 1974, 3 Units x 120 MW, maximum gross storage 1.939 mi.m³, usable storage capacity 1.200 mi.m³, min annually Energy 420 GWh.
2. Sfikia H.E.S., 1985, 3 Units x 105 MW, reversible pump-turbines, maximum gross storage 99 mi.m³, usable storage capacity 18 mi.m³, min annually Energy 350 GWh.
3. Assomata H.E.S., 1985, 2 Units x 55 MW, maximum gross storage 53 mi.m³, usable storage capacity 10 mi.m³, min annually Energy 110 GWh.

A Reregulation Reservoir exists downstream of Assomata H.E.S. with a small hy