

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Μελέτη Μικρού Υδροηλεκτρικού Έργου - Θέση Καταρράκτης Αράχθου
ποταμού - Προσομοίωση σε περιβάλλον RETscreen**



**ΠΑΝΤΕΛΑΚΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ
ΤΑΤΣΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ**

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΒΟΥΡΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ (Α.Υ)

ΠΑΤΡΑ 2017

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΙΚΡΩΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ	9
1.1 Υδρολογικά στοιχεία	9
1.2 Διαστασιολόγηση σταθμού ηλεκτροπαραγωγής	10
1.2.1 Ετήσια παραγωγή ενέργειας.....	11
1.2.2 Επιλογή θέσης και βασική διαμόρφωση	11
1.3 Επιμέρους τμήματα των ΜΥΗΣ	12
1.3.1 Φράγματα και υδροφράχτες	12
1.3.2 Στόμια εισόδου	12
1.3.3 Κανάλια	13
1.3.4 Αγωγοί πτώσης	14
1.3.5 Αυλάκια απαγωγής	15
1.4 Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός	16
1.4.1 Υδροστρόβιλοι.....	16
1.4.2 Κιβώτια ταχυτήτων και άλλοι πολλαπλασιαστές ταχύτητας	19
1.4.3 Γεννήτριες	20
1.4.4 Εξοπλισμός ελέγχου	20
1.4.5 Πίνακας οργάνων εξοπλισμού και προστασίας.....	21
1.4.6 Αυτόματος έλεγχος	21
1.4.7 Βοηθητικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός	22
1.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	23
1.6 Οικονομικά στοιχεία των ΜΥΗΣ	23
1.7 Εμπόδια στην ανάπτυξη των ΜΥΗΣ	24
2 Περιγραφή ΜΥΕ Καταρράκτη	27
2.1 Γεωγραφική θέση	28
2.1.1 Υδρολογικά στοιχεία	30
2.1.2 Λεκάνη απορροής.....	30
2.1.3 Βροχομετρική πληροφορία	31
2.1.4 Υδρομετρική πληροφορία	34
2.1.5 Ποσότητα νερών στο σημείο υδροληψίας	38
2.2 Περιγραφή έργου.....	40
2.2.1 Αγωγός προσαγωγής.....	42
2.2.2 Αγωγοί παροχέτευσης – Οδευση του νερού προς εκμετάλλευση	43
2.2.3 Κτήριο ΥΗΣ	44
2.2.4 Στρόβιλοι σταθμού	44
2.2.5 Ρυθμιστής στροφών	46
2.2.6 Δικλείδα εισόδου.....	46
2.2.7 Γεννήτρια	46
2.2.8 Πίνακες ελέγχου και τροφοδοσίας	47
2.2.9 Ηλεκτρονικό σταθμόμετρο	48
2.2.10 Μετασχηματιστής ανύψωσης και Μ/Σ βοηθητικών.....	49
2.2.11 Πίνακες ΜΤ.....	49
2.2.12 Σύστημα γείωσης	50
2.2.13 Βοηθητικός ΗΜ εξοπλισμός.....	50
2.2.14 Βοηθητικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός του σταθμού παραγωγής	50
2.3 Σύνδεση μονάδας με το δίκτυο	50
2.3.1 Τρόπος λειτουργίας ΥΗΣ – Σύστημα αυτοματισμού	51
2.3.2 Εναλλακτικές λύσεις και επιλογή	52
2.3.3 Εναλλακτικές θέσεις υδροληψίας	52
2.3.4 Εναλλακτικές θέσεις του ΥΗΣ.....	52
3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	53
3.1 Γενικά	53
3.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	53

4	Οδηγός RETSCREEN.....	55
4.1	Οικονομικά Στοιχεία.....	55
4.2	Αποτελέσματα – Πεδία Συμπλήρωσης.....	60
5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	67
6	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	69
7	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	71
	ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1 (Υδρολογικό έτος 2000-2001).....	71
	Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 32,07 m ³ /s	71
	ΠΙΝΑΚΑΣ 8.2 (Υδρολογικό έτος 2001-2002).....	72
	Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 48,56 m ³ /s	72
	ΠΙΝΑΚΑΣ 8.3 (Υδρολογικό έτος 2002-2003).....	73
	Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 30,78 m ³ /s	73
	ΠΙΝΑΚΑΣ 8.4 (Υδρολογικό έτος 2003-2004).....	74
	Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 33,16 m ³ /s	74
	ΠΙΝΑΚΑΣ 8.5 (Υδρολογικό έτος 2004-2005).....	75
	Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 26,96 m ³ /s	75
	ΠΙΝΑΚΑΣ 8.6 (Υδρολογικό έτος 2005-2006).....	76
	Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 21,99 m ³ /s	76
	ΠΙΝΑΚΑΣ 8.7 (Υδρολογικό έτος 2006-2007).....	77
	Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 44,17 m ³ /s	77
	ΠΙΝΑΚΑΣ 8.8 (Υδρολογικό έτος 2007-2008).....	78
	Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 19,43 m ³ /s	78
	ΠΙΝΑΚΑΣ 9.1 (Υδρολογικό έτος 2000-2001).....	79
	Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.58 m ³ /s	79
	ΠΙΝΑΚΑΣ 9.2 (Υδρολογικό έτος 2001-2002).....	80
	Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.88 m ³ /s	80
	ΠΙΝΑΚΑΣ 9.3 (Υδρολογικό έτος 2002-2003).....	81
	Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.56 m ³ /s	81
	ΠΙΝΑΚΑΣ 9.4 (Υδρολογικό έτος 2003-2004).....	82
	Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.60 m ³ /s	82
	ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5 (Υδρολογικό έτος 2004-2005).....	83
	Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.49 m ³ /s	83
	ΠΙΝΑΚΑΣ 9.6 (Υδρολογικό έτος 2005-2006).....	84
	Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.40 m ³ /s	84
	ΠΙΝΑΚΑΣ 9.7 (Υδρολογικό έτος 2006-2007).....	85
	Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.80 m ³ /s	85
	ΠΙΝΑΚΑΣ 9.8 (Υδρολογικό έτος 2007-2008).....	86
	Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.35 m ³ /s	86

Εικόνα 1: Υδροστρόβιλοι Francis	17
Εικόνα 2: Στρόβιλος Pelton με τα χαρακτηριστικά του	17
Εικόνα 3: Χαρακτηριστικά υδροστροβίλου Turgo.	18
Εικόνα 4: Διαδρομή νερού - μειωτήρας.....	18
Εικόνα 5: Χάρτης της ευρύτερης περιοχής του Καταρράκτη.....	29
Εικόνα 6: Αναλυτική χαρτογράφησης της ευρύτερης περιοχής του Καταρράκτη.	30
Εικόνα 7: Ροή νερού στο ρέμα Βλαγκάδο.	31
Εικόνα 8: Ετήσια επιφανειακή βροχόπτωση τελευταίων ετών.	34
Εικόνα 9: Καμπύλη διάρκειας μέσω μηνιαίων παροχών.....	38
Εικόνα 10: Απεικόνιση επιμέρους τμημάτων υδροληψίας της περιοχής.	40
Εικόνα 11: Δύο στρόβιλοι τύπου Pelton (μπλε χρώμα) και οι γεννήτριες (κόκκινο χρώμα).	45
Εικόνα 12: Ολόσωμο χυτό στροφέιο στροβίλου Pelton.....	45
Εικόνα 13: Σφαιρική δικλείδα εισόδου.....	46
Εικόνα 14: Εξωτερική μορφή ηλεκτρογεννήτριας.	47
Εικόνα 15: Όργανα ελέγχου - Πίνακας.....	48
Εικόνα 16: Μετασχηματιστής - Πίνακες αυτόματου ελέγχου.	49
Εικόνα 17: Κατασκευή δικτύου Μ.Τ από τη ΔΕΗ.....	51
Εικόνα 18: Στοιχεία ονομασίας του έργου.	61
Εικόνα 19: Κλιματολογικά στοιχεία περιοχής.	61
Εικόνα 20: Χαρακτηριστικά στροβιλομηχανών.....	62
Εικόνα 21: Στοιχεία καμπύλης διάρκειας και απόδοση στροβίλων.	62
Εικόνα 22: Υδραυλικές απώλειες και περίληψη αποδόσεων.	63
Εικόνα 23: Εκτίμηση αρχικού κόστους.....	63
Εικόνα 24: Ανάλυση μείωσης εκπομπών.	64
Εικόνα 25: Οικονομικά Στοιχεία	65
Εικόνα 26: Διάγραμμα αποσβέσεων του έργου.....	66

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας το οποίο καταφθάνει στην επιφάνεια της γης, έχει ως αποτέλεσμα την εξάτμιση του νερού από φυσικούς πόρους (θάλασσες, λίμνες κλπ.) και την ανύψωσή του, με τη μορφή υδρατμών, στην ατμόσφαιρα, οι οποίοι κάποια στιγμή θα υγροποιηθούν για να σχηματίσουν βροχή ή χιόνι. Έτσι κάθε φορά που λαμβάνει χώρα ένα από τα παραπάνω φαινόμενα, ένα ποσοστό της προαναφερθείσας ηλιακής ενέργειας παραμένει αποθηκευμένο. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως το νερό, σε οποιοδήποτε ύψος μεγαλύτερο από τη στάθμη της θάλασσας, αντιπροσωπεύει αποθηκευμένη "βαρυτική" ενέργεια.

Η ενέργεια αυτή διαχέεται στη φύση κατά την κάθοδο του νερού από το εκάστοτε ύψος μέχρι να καταλήξει στη θάλασσα. Επίσης η ενέργεια που περιέχει το νερό είναι ανάλογη του όγκου του, αλλά και του υψομέτρου από το οποίο ξεκινάει η κάθοδός του. Έτσι, γίνεται σαφές πως ένας μεγάλος όγκος νερού αποθηκευμένος πίσω από έναν ταμιευτήρα, σε ένα φράγμα, περιέχει μεγάλη "δυναμική" ενέργεια καθώς σε περίπτωση που σπάσει το φράγμα, η ταχύτητα του νερού θα είναι μεγάλη προκαλώντας καταστροφές. Αυτό οφείλεται στην απελευθέρωση του μεγάλου ποσού ενέργειας του νερού.

Για την εκμετάλλευση τέτοιου είδους ενέργειας, γίνεται εκτροπή ενός μέρους (ή ολόκληρου αν είναι εφικτό) του νερού ενός φυσικού διαύλου, σε έναν σωλήνα. Στη συνέχεια το νερό οδηγείται ως ρεύμα νερού υπό πίεση σε έναν στροβιλοτροχό ή σε έναν υδροτροχό, έτσι ώστε κατά την πρόσπτωσή του στα πτερύγια να προκαλείται περιστροφή του τροχού, με αποτέλεσμα την παραγωγή μηχανικής ενέργειας. Οι σύγχρονοι στρόβιλοι, συνδέονται σε μια γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία στη συνέχεια διοχετεύεται στο σημείο ζήτησής της.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η μεγαλύτερη και η πιο ώριμη εφαρμογή ανανεώσιμης ενέργειας με περίπου 678.000 MW εγκατεστημένης ισχύος τα οποία παρήγαγαν το 1998 πάνω από το 22% της ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως. Την ίδια χρονιά στην Δυτική Ευρώπη είχαν συνεισφέρει το 19% της ηλεκτρικής ενέργειας, μειώνοντας ταυτόχρονα και την εκπομπή ρύπων. Παρά το μεγάλο υφιστάμενο υδροηλεκτρικό δυναμικό, υπάρχουν μεγάλα περιθώρια ανάπτυξης καθώς εκτιμάται πως αυτό είναι μόνο το 10% του συνολικού παγκόσμιου βιώσιμου υδροδυναμικού.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα περιγραφούν τα μικρής κλίμακας Υδροηλεκτρικά Συστήματα (ΜΥΗΣ), αφού στην πλειοψηφία τους, τα μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα δεν θεωρούνται συστήματα αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτό συμβαίνει λόγω της κυρίαρχης αντίληψης πως τα μεγάλα φράγματα εγκαθίστανται σε περιοχές φυσικών ρευμάτων και μειώνουν το οξυγόνο του νερού. Οι ταμιευτήρες είναι λίμνες αδρανούς ή λιμνάζοντος ύδατος, άρα είναι αφιλόξενοι για τα ενδημικά είδη ψαριών. Προκαλούνται λοιπόν μεγάλες περίοδοι λειψυδρίας τις οποίες ακολουθούν ορμητικοί κυματισμοί με αποτέλεσμα την διάβρωση του εδάφους και επηρεάζει τη βλάστηση.

Τα περισσότερα ΜΥΗΣ δεν περιλαμβάνουν μεγάλη περισυλλογή νερού, είναι δηλαδή "συνεχούς ροής", άρα δεν απαιτείται ούτε η κατασκευή μεγάλων φραγμάτων, αν και όπου αυτά υπάρχουν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν προσφέρουν μεγάλη βοήθεια. Δεν υπάρχει κάποια επίσημη γενική διεθνής παραδοχή για τον ορισμό των ΜΥΗΣ, το ανώτερο όριο των

οποίων κυμαίνεται από 2,5 – 25 MW , σε διάφορες χώρες αλλά γενικώς γίνεται αποδεκτή η τιμή των 10 MW, όπως συμβαίνει και στην Ευρωπαϊκή Εταιρεία Μικρών Υδροηλεκτρικών(ESHA).

Τα ΜΥΗΣ αποτελούν μία από τις πιο ήπιες μορφές παραγωγής ενέργειας, προς το περιβάλλον, καθώς βασίζονται στη χρήση μίας μη ρυπογόνου ανανεώσιμης πηγής και απαιτούν μικρές επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο. Άλλωστε, το δυναμικό τους είναι ικανό να επιδράσει σημαντικά στην υποκατάσταση των συμβατικών καυσίμων, αφού σε αντίθεση με πολλές ΑΠΕ, τα ΜΥΗΣ μπορούν γενικά να παράγουν ένα ποσό ηλεκτρισμού σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή ανάλογα με την ζήτηση (δηλαδή δεν απαιτείται εφεδρικό σύστημα ή αποθήκευσης), τουλάχιστον τις χρονικές στιγμές κατά τις οποίες η ροή του νερού είναι επαρκής, και πολλές φορές σε ανταγωνιστικές τιμές, συγκρινόμενη με συμβατικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής

(Ονοματεπώνυμο)

Ο σπουδαστής

(Ονοματεπώνυμο)

.....
Υπογραφή

.....
Υπογραφή

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις μέρες μας όλες οι σύγχρονες κοινωνίες καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας για τη θέρμανση χώρων, τα μέσα μεταφοράς, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και για τη λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων. Το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας που χρησιμοποιείται προέρχεται από συμβατικές πηγές ενέργειας, όπως είναι το πετρέλαιο, η βενζίνη και ο άνθρακας, που αργά ή γρήγορα θα εξαντληθούν.

Η ενέργεια αποτελεί κομβικό σημείο στο θέμα της ανάπτυξης, επειδή ακριβώς αλληλεπιδρά και με τους τρεις βασικούς άξονές της: την κοινωνία, το περιβάλλον και την οικονομία. Η κοινωνική διάσταση της ενέργειας προσδιορίζεται από το γεγονός ότι η ενέργεια αποτελεί προϋπόθεση άνετης και αξιοπρεπούς διαβίωσης, ενώ η έλλειψή της αποτελεί παράγοντα κοινωνικής ανισότητας ιδιαίτερα σε χώρες του τρίτου κόσμου. Στον τομέα του περιβάλλοντος είναι περισσότερο από προφανές η σημαντική περιβαλλοντική πίεση από κάθε είδους ενεργειακές δραστηριότητες. Τέλος στον τομέα της οικονομίας η ενέργεια αποτελεί σημαντικό παράγοντα μακροοικονομικής ανάπτυξης. Έτσι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα στις μέρες μας είναι η απουσία πρόσβασης σε «καθαρή» και αξιόπιστη ενέργεια που είναι απαραίτητη για βασικές ανάγκες.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η ανάλυση της λειτουργίας των υδροηλεκτρικών σταθμών και ειδικότερα στην μελέτη και λειτουργία του Μικρού Υδροηλεκτρικού Έργου (ΜΥΗΕ) Καταρράκτη. Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε πέντε Κεφάλαια όπως αναλύονται ακολούθως:

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην υδραυλική ενέργεια. Εδώ αρχικά παρουσιάζεται ο σχεδιασμός των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών. Συγκεκριμένα στο πρώτο μέρος του κεφαλαίου γίνεται ανάλυση της υδρολογίας και της διαστασιολόγησης που χρειάζεται ένα τέτοιο έργο, η ετήσια παραγωγή ενέργειας, η σωστή επιλογή θέσης και η κατάλληλη διαμόρφωση. Στο δεύτερο μέρος του κεφαλαίου, παρουσιάζονται τα επιμέρους τμήματα των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών όπως φράγματα – υδροφράχτες, τα στόμια εισόδου, τα κανάλια απαγωγής, οι αγωγοί πτώσης και τα κανάλια απαγωγής. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο ηλεκτρομηχανικός εξοπλισμός που απαιτείται για τη δημιουργία αλλά και τη λειτουργία ενός μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού όπως, οι υδροστρόβιλοι, οι γεννήτριες, τα κιβώτια ταχυτήτων και οι πολλαπλασιαστές, ο απαραίτητος εξοπλισμός ελέγχου και οι πίνακες οργάνων εξοπλισμού και προστασίας. Τέλος παρουσιάζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, τα οικονομικά στοιχεία και τα εμπόδια στην ανάπτυξη των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται πλήρη μελέτη, ανάπτυξη και περιγραφή του μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού Καταρράκτη. Συγκεκριμένα γίνεται ανάλυση της τοποθεσίας μέσω των υδρολογικών στοιχείων, της λεκάνης απορροής, της βροχομετρικής πληροφορίας του τόπου, των υδρομετρικών πληροφοριών, και της ποσότητας νερών στο σημείο της υδροληψίας. Ακολουθεί η παρουσίαση της σκοπιμότητας του έργου και γίνεται μελέτη του απαραίτητου εξοπλισμού λειτουργίας που χρησιμοποιείται στον μικρό υδροηλεκτρικό σταθμό. Ο εξοπλισμός αυτός απαρτίζεται από στροβίλους, τη δικλείδα εισόδου, το ρυθμιστή στοφών, τη γεννήτρια του σταθμού, τους πίνακες ελέγχου και τροφοδοσίας, το ηλεκτρονικό σταθμόμετρο, το μετρητή ανύψωσης, τη γερανογέφυρα, τους πίνακες μέσης τάσης, το σύστημα γείωσης και τον υπόλοιπο βοηθητικό εξοπλισμό.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη σύνδεση του μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού στο δίκτυο. Παρουσιάζεται ο τρόπος λειτουργίας, οι εναλλακτικές λύσεις σύνδεσης, οι εναλλακτικές θέσεις υδροληψίας αλλά και θέσης του σταθμού.

Στο τέταρτο κεφάλαιο μελετάται και παρουσιάζεται το υπολογιστικό πρόγραμμα Retscreen και η χρησιμότητά του για τις υπολογιστικές διαδικασίες των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στο σημείο αυτό της εργασίας δίνονται οι χαρακτηριστικές παράμετροι εισόδου ως

έναρξη της υπολογιστικής διαδικασίας συνοδευόμενες από τη μέση καμπύλη διάρκειας της εν λόγω τοποθεσίας μέσα από στατιστικά στοιχεία σε βάθος δεκαετίας με στόχο την καλύτερη δυνατή ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Επίσης νωρίτερα παρατίθενται επεξηγήσεις των διαφόρων «παραθύρων» του προγράμματος προκειμένου ο χρήστης να έχει αντίληψη των διαδικασιών που ακολουθούν.

Στο πέμπτο κεφάλαιο δίνονται τα βασικά συμπεράσματα της εργασίας με κάποια πιο γενικά χαρακτηριστικά σχετικά με τη χρήση των ΑΠΕ. Επισημαίνονται τα κυριότερα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ έναντι των συμβατικών καυσίμων ως μορφές ενέργειας που θα πρέπει σήμερα αλλά και στο μέλλον να χρησιμοποιούνται όσο το δυνατόν περισσότερο προκειμένου να βελτιώνεται η ποιότητα ζωής τόσο των ανθρώπων όσο και του πλανήτη.

Στο έκτο κεφάλαιο παρατίθεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας με συλλογή στοιχείων από την ελληνική αλλά και τη διεθνή βιβλιογραφία καθώς και από το διαδίκτυο.

Τέλος στο έβδομο κεφάλαιο που επονομάζεται Παράρτημα δίνονται χαρακτηριστικά της παροχής (υδρολογικά στοιχεία) σε δύο συγκεκριμένες τοποθεσίες που κρίθηκαν κεντρικού ενδιαφέροντος προκειμένου να αξιοποιηθεί η προσφερόμενη υδραυλική ενέργεια. Τα χαρακτηριστικά αυτά στοιχεία είναι σε βάθος δεκαετίας μια ικανή περίοδο για την καλύτερη αξιοπιστία των επιδιωκόμενων αποτελεσμάτων.

1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΙΚΡΩΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ

Απαιτούνται αρκετά στάδια τεχνικών και οικονομικών μελετών, ώστε να προσδιοριστεί αν μία θέση είναι κατάλληλη και για τις δύο παραμέτρους (τεχνική, οικονομική). Ο χρόνος ζωής, η βιωσιμότητα και η αποτελεσματικότητα ενός έργου είναι μεγέθη άμεσα εξαρτώμενα από τη θέση του έργου. Η παραγωγή της ισχύος εξαρτάται από την παροχή αλλά και από το ύψος πτώσης του διαθέσιμου όγκου νερού, ενώ το ποσό της παραγόμενης ενέργειας είναι εξαρτώμενο, από την ποσότητα του διαθέσιμου όγκου καθώς και από τη μεταβλητότητα της ροής κατά τη διάρκεια του έτους.

Η ισχύς και η παραγόμενη ενέργεια, σε συνδυασμό με την ζήτηση αλλά και την τιμή πώλησης της ισχύος είναι οι παράγοντες που κρίνουν την οικονομικότερη θέση. Γενικότερα η τιμή της αξίας σε απομακρυσμένες κοινότητες είναι σε σημαντικό βαθμό μεγαλύτερη σε σύγκριση με συστήματα συνδεδεμένα σε κάποιο κεντρικό δίκτυο.

Οι μελέτες σχεδιασμού είναι ουσιαστικά μία επαναλαμβανόμενη διαδικασία σύγκρισης των κερδών με τα κόστη του έργου. Ωστόσο, η τελική απόφαση για το αν οι υπεύθυνοι του έργου θα προβούν σε πλήρη μελέτη σκοπιμότητας ή όχι, κρίνεται από τα βήματα που ακολουθούν.

1. Αναγνώριση της περιοχής.
2. Αξιολόγηση διαθέσιμων πόρων για το σταθμό και την ετήσια ενεργειακή παραγωγή του.
3. Προκαταρκτικός καθορισμός και αξιολόγηση του κόστους εγκατάστασης.
4. Προσεγγιστική εκτίμηση των οικονομικών απαιτήσεων του έργου αφού έχει πραγματοποιηθεί διερεύνηση των εναλλακτικών επιλογών χρηματοδότησης, των επιχορηγήσεων που είναι διαθέσιμες (π.χ Ε.Ε), ή από την κυβέρνηση, των φορολογικών κινήτρων, κλπ.
5. Ανασκόπηση των ρυθμιστικών απαιτήσεων και των διοικητικών διαδικασιών.
6. Λήψη απόφασης για το αν θα πραγματοποιηθεί μελέτη σκοπιμότητας ή όχι.

1.1 Υδρολογικά στοιχεία.

Για την υδροηλεκτρική παραγωγή απαιτείται ένα ρεύμα το οποίο να συνδυάζει μία επαρκή παροχή και ένα ικανοποιητικό ύψος πτώσης (απόσταση μεταξύ υψηλότερης και χαμηλότερης στάθμης). Η παραγόμενη ισχύς είναι ανάλογη του γινομένου των δύο αυτών μεταβλητών. Με ποικίλους τρόπους όπως μία τοπογραφική στάθμη με έναν ιστό, ένα ταχύμετρο ή ένα κλισίμετρο, είναι εφικτή η μέτρηση του ύψους πτώσης και αφού προσδιοριστεί γίνεται η υπόθεση ότι παραμένει αμετάβλητο ως προς το χρόνο.

Αντίθετα, η παροχή, επηρεάζεται από παράγοντες όπως οι βροχοπτώσεις, η κάλυψη της βλάστησης, η φύση του εδάφους, η θερμοκρασία και η διάρθρωση της χρήσης των γαιών στην περιοχή απορροής. Στη σχεδίαση δεν έχει μεγάλη χρησιμότητα ο προσδιορισμός της παροχής σε ένα σημείο κάθε φορά αφού οι τιμές δεν θα είναι αντιπροσωπευτικές της διαθέσιμης παροχής τον περισσότερο χρόνο. Για τον λόγο αυτό η υδρολογία, η επιστήμη που μελετά τις βροχοπτώσεις, τις ροές των ρευμάτων, καθώς επίσης τις μετρήσεις των λεκανών και των επιφανειών απορροής, της ικανότητας εξάτμισης και της επιφανειακής γεωλογίας, εμπλέκεται στις μελέτες οποιουδήποτε πιθανού υδροηλεκτρικού έργου καθώς όλα τα παραπάνω είναι παράγοντες που επηρεάζουν την ποσότητα της ροής αλλά και την μεταβλητότητά της.

Το αρχικό και ουσιαστικότερο βήμα για τη διαμόρφωση ενός ΜΥΗΣ είναι η εύρεση των αρχείων βροχόπτωσης και ροής του ρεύματος στην συγκεκριμένη περιοχή, και λεκάνη απορροής, για όσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα είναι εφικτό. Τέτοια στοιχεία συλλέγονται και δημοσιεύονται ετησίως σε κάθε χώρα, ενώ συγκεντρώνονται σε κατάλογο με τις κατάλληλες για τον σκοπό αυτό υπηρεσίες που παρέχει ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO), στις χώρες - μέλη του.

Με τη χρήση ενός υδατογραφήματος, το οποίο παρέχεται από την αρμόδια υπηρεσία, μπορεί να εξαχθεί μία καμπύλη διάρκειας της ροής (ΚΔΡ) με την κατάταξη των δεδομένων κατά μέγεθος και όχι χρονολογικά, ώστε να εκτιμηθεί το δυναμικό της θέσης. Προβλέπεται στο άμεσο μέλλον να υπάρχει πρόσβαση σε μηχανογραφημένες βάσεις υδρολογικών δεδομένων, που θα διευκολύνει την εξεύρεση καμπυλών διαρκείας της ροής για οποιαδήποτε πιθανή θέση.

1.2 Διαστασιολόγηση σταθμού ηλεκτροπαραγωγής.

Στις καμπύλες διάρκειας ροής (ΚΔΡ) παρουσιάζεται το ποσοστό χρόνου κατά τη διάρκεια του οποίου η απορροή γίνεται ίση ή υπερβαίνει συγκεκριμένες τιμές και βοηθά σε έναν γρήγορο τρόπο για τον προσδιορισμό της ποσότητας του διαθέσιμου υδάτινου πόρου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από στροβίλους διαφορετικών μεγεθών. Μελετώντας μία ΚΔΡ παρατηρείται ότι η διαθέσιμη από την ροή ισχύς (P) μεταβάλλεται με το χρόνο, αφού μεταβάλλεται η παροχή (Q). Αν υποθεθεί αρχικά ένας συνολικός βαθμός απόδοσης του ηλεκτρομηχανικού εξοπλισμού για παράδειγμα της τάξης του 0.81, τότε η ισχύς θα δίνεται από την εξίσωση:

$$P=8QH$$

όπου Q η παροχή (m^3/s) και H είναι το καθαρό ύψος πτώσης (m). Αν θεωρηθεί το ύψος πτώσης σταθερό ή σχεδόν σταθερό τότε:

$$P= cQ$$

όπου c μία σταθερά. Έτσι κάθε συντεταγμένη της ΚΔΡ αντιπροσωπεύει ένα πιθανό δυναμικό ισχύος.

Δεν είναι όμως εφικτό να αξιοποιηθεί όλη αυτή η ισχύς. Πρέπει αρχικά να αφαιρεθεί από την ΚΔΡ η αποθεματική ροή, ώστε να επιτρέπεται η συνέχιση της φυσικής ροής οποιαδήποτε στιγμή. Πάνω από την γραμμοσκιασμένη περιοχή του σχήματος είναι η ωφέλιμη ροή ενώ η περιοχή στη βάση της ΚΔΡ αντιστοιχεί στην αποθεματική ροή. Σε περίπτωση εγκατάστασης στροβίλου για την αξιοποίηση όλης αυτής της περιοχής. θα έπρεπε να είναι μεγάλος και ακριβώς, παρότι θα λειτουργούσε για πολύ μικρό χρονικό διάστημα στο δυναμικό του. Το επιπλέον κόστος του εξοπλισμού και των σωληνώσεων δεν δικαιολογείται από την ενέργεια που κερδίζεται, συγκρινόμενη με κάποιο μικρότερο δυναμικό.

Ένας επιπλέον παράγοντας που οδηγεί στην επιλογή μικρότερου δυναμικού είναι το γεγονός πως κανείς στροβίλος δεν μπορεί να λειτουργήσει σε όλο το εύρος, από την μηδενική μέχρι την ονομαστική του παροχή. Ακόμη και ο καλύτερος δεν δύναται να χρησιμοποιείται κάτω από το ένα πέμπτο της ονομαστικής παροχής. Έτσι, όσο μεγαλύτερη είναι η εκάστοτε ονομαστική παροχή, τόσο μεγαλύτερη είναι η διακοπή λειτουργίας στις χαμηλές παροχές.

1.2.1 Ετήσια παραγωγή ενέργειας.

Προσεγγιστικά, με την μέτρηση της χρησιμοποιημένης περιοχής κάτω από την ΚΔΡ, την μετατροπή της σε μία πραγματική ποσότητα νερού για ένα έτος και πολλαπλασιάζοντάς την με το ειδικό βάρος ενός κυβικού μέτρου (μ^3) σε KN (9,8), μπορούμε να υπολογίσουμε την ετήσια παραγωγή ενέργειας. Το αποτέλεσμα της ενέργειας είναι εκφρασμένο σε KJ τα οποία διαιρώντας με το 3600 μετατρέπουμε σε KWh. Τέτοιου είδους προκαταρκτικές εκτιμήσεις είναι συνήθως επαρκείς για να επιτρέψουν τη λήψη μίας απόφασης σχετικά με τη διεξαγωγή μίας λεπτομερέστερης μελέτης σκοπιμότητας.

1.2.2 Επιλογή θέσης και βασική διαμόρφωση.

Εφόσον οι αναγκαίες απαιτήσεις για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι οι τιμές του ύψους πτώσης και της παροχής, η επιλογή θέσης καθορίζεται από την ύπαρξη των δύο αυτών παραγόντων. Καθώς οι αλληλοσχετιζόμενοι παράγοντες είναι αρκετοί, είναι δύσκολο να καθοριστεί μία ακριβής διαδικασία για την επιλογή μιας θέσης. Ο καθορισμός του δυναμικού παραγωγής, η εκτίμηση της παραγόμενης ισχύος, η αναγνώριση των απαιτούμενων εργασιών στο χώρο, ο προσδιορισμός κρίσιμων ζητημάτων όπως περιβαλλοντικοί και κοινωνικοί περιορισμοί καθώς και μία προκαταρκτική μελέτη σκοπιμότητας είναι όλα απαραίτητα στοιχεία για την διεξαγωγή μίας προκαταρκτικής αναγνωριστικής μελέτης.

Ανάλογα με τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε διαθέσιμης θέσης, τα μικρά υδροηλεκτρικά σχήματα μπορούν να είναι είτε μεγάλου είτε μικρού ύψους πτώσης. Γενικότερα οι θέσεις μεγάλου ύψους πτώσης κοστίζουν λιγότερο για την ανάπτυξή τους, αφού για την ίδια παραγωγή ισχύος η ροή μέσω του στρόβιλου καθώς και οι υδραυλικές κατασκευές θα είναι μικρότερες. Σε έναν ποταμό με μία συγκριτικά απότομη κλίση σε κάποιο μέρος της ροής του, η υψομετρική αυτή διαφορά είναι δυνατό να αξιοποιηθεί, εκτρέποντας το σύνολο ή ένα μέρος της ροής του πίσω στον ποταμό, μετά την διέλευσή του από τον στρόβιλο. Το νερό μπορεί να μεταφερθεί απευθείας στον στρόβιλο από την υδροληψία μέσω ενός σωλήνα κατάθλιψης.

Δυστυχώς, το κόστος των καταθλιπτικών σωλήνων είναι μεγάλο. Μία οικονομικότερη εναλλακτική λύση περιλαμβάνει ένα φράγμα (ή υδροφράκτη), ένα στόμιο εισόδου από τον ποταμό, και ένα ανοικτό ισούψές κανάλι, το οποίο εκτείνεται κατά μήκος της κοιλάδας, και καταλήγει σε μια περιοχή υδροληψίας, από την οποία με την βοήθεια ενός σωλήνα το νερό μεταφέρεται στο σταθμό ισχύος. Οι παράγοντες που θα κρίνουν αν είναι συμφέρουσα η χρήση ανοικτού καναλιού είναι τα τοπογραφικά ή γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του εδάφους.

Αποσκοπώντας στη μείωση των πιθανών ξαφνικών και έντονων διακυμάνσεων της πίεσης, εφόσον όλοι οι αγωγοί ισχύος είναι καλυμμένοι (συμπεριλαμβανομένης της περιοχής υδροληψίας), χρησιμοποιούνται φρεάτια εκτόνωσης. Δύο είναι οι πιθανές διατάξεις για έργα μικτού ύψους πτώσης. Μία εξ' αυτών χρησιμοποιεί έναν υδροφράκτη εκτροπής και χαρακτηρίζεται από δομή παρόμοιας με την προαναφερθείσα για τα έργα μεγάλου ύψους πτώσης, με μοναδική διαφορά το μικρότερο μέγεθος του καναλιού αλλά και του αγωγού πτώσης, ο οποίος μερικές φορές ενδέχεται να μην υπάρχει. Η δεύτερη διάταξη, αποτελείται από ένα φράγμα με ενσωματωμένο στόμιο εισόδου και σταθμό ισχύος.

Εναλλακτικά, υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης ενός σταθμού ηλεκτροπαραγωγής σε ένα υπάρχον φράγμα κατασκευασμένο για ποικίλες χρήσεις (έλεγχος ροής, άρδευση, κλπ.). Το νερό εισάγεται στο στρόβιλο μέσω του προκατασκευασμένου ως ενιαίο τμήμα της δομής του φράγματος, αγωγού πτώσης, ενώ σε περιπτώσεις μικρού ύψους του φράγματος χρησιμοποιείται ένα σιφωνικό στόμιο εισόδου. Στην περίπτωση αυτή ο στρόβιλος εδράζεται είτε στην κορυφή του φράγματος είτε συνηθέστερα στην κατάντη πλευρά, ενώ ο αγωγός πτώσης φέρεται πάνω από το φράγμα πριν πάρει κλίση προς τον στρόβιλο. Το ύψος πτώσης

στις περισσότερες σιφωνικές εγκαταστάσεις κυμαίνεται από 1,8 – 11 (m), αν και υπάρχουν παραδείγματα των οποίων τα ύψη πτώσης είναι της τάξεως των 30 (m).

1.3 Επιμέρους τμήματα των ΜΥΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στα επιμέρους τμήματα των ΜΥΗΣ όπως τους υδροφράχτες, τα στόμια εισόδου, τα κανάλια μεταφοράς του νερού, τον αγωγό πτώσης, τους αυλούς απαγωγής. Στη συνέχεια αναλύονται τα παραπάνω επιμέρους τμήματα.

1.3.1 Φράγματα και υδροφράχτες.

Τα φράγματα χρησιμοποιούνται για την αύξηση του διαθέσιμου ύψους πτώσης ή και για τη δημιουργία μίας δεξαμενής αποθήκευσης νερού, και αποτελούν αναπόσπαστο μέρος των υδροηλεκτρικών έργων μεγάλης κλίμακας. Σε ένα σχετικά επίπεδο έδαφος, το φράγμα που ανυψώνει τη στάθμη του νερού, είναι ικανό να παρέχει επαρκές ύψος πτώσης για την παραγωγή της απαιτούμενης ισχύος. Επίσης σε περιόδους υψηλής ροής το φράγμα χρησιμοποιείται ως αποθηκευτικός χώρος νερού, για τη διάθεση σε περιόδους χαμηλής ροής.

Λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής τους, σπάνια χρησιμοποιούνται φράγματα σε σχήματα μικρής κλίμακας. Σε περίπτωση όμως που οι τοπογραφικές συνθήκες ευνοούν την κατασκευή ενός φράγματος, μικρής βαρύτητας, για την αποθήκευση νερού σε περιόδους χαμηλής ζήτησης και την διάθεσή του τις ώρες αιχμής, όταν δηλαδή οι τιμές του ηλεκτρισμού είναι υψηλότερες, δικαιολογείται.

1.3.2 Στόμια εισόδου.

Για να κατευθυνθεί το νερό στον αγωγό πτώσης ή στο κανάλι προσαγωγής, υπό ελεγχόμενες συνθήκες χρησιμοποιείται το στόμιο εισόδου, το οποίο λειτουργεί ως μετάβαση μεταξύ ενός ρεύματος, και μίας ελεγχόμενης ως προς την ποιότητα και ποσότητα ροής νερού. Σχεδιάζεται βασισμένο σε γεωλογικές, υδραυλικές, δομικές, και οικονομικές θεωρήσεις. ενώ απαιτείται προσοχή ώστε να αποφευχθούν η περιττή συντήρηση, και λειτουργικά προβλήματα τα οποία θα πρέπει να υπομένονται καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου αφού η διόρθωσή τους είναι αρκετά δύσκολη.

Για τη σχεδίαση ενός στομίου εισόδου, το βασικότερο κριτήριο είναι ο προσανατολισμός του ως προς το ρεύμα, ως ένας τρόπος ελέγχου της ποσότητας και της ποιότητας του εισερχόμενου νερού. Τα ποτάμια τείνουν να αποθέτουν ιζήματα στις εσωτερικές μεριές των καμπυλών, άρα δεν πρέπει να τοποθετούνται τα στόμια στις εσωτερικές μεριές προκειμένου να αποφεύγεται η φραγή της εισόδου. Ούτε όμως η εξωτερική μεριά συνιστάται για την τοποθέτηση των στομίων αφού φερτές ύλες από το νερό μπορούν να υπονομεύσουν τη λειτουργία του. Η ιδανική θέση εκτροπής είναι ένα σχετικά ευθύ τμήμα, σταθεροποιημένο από επικαθίσεις βράχων αν είναι εφικτό, όπου μπορεί να θεμελιωθεί ο υδροφράκτης.

Καθοριστική επίδραση στη συσσώρευση απορριμμάτων μπροστά από την σχάρα, η οποία μπορεί να αποτελέσει την αιτία της διακοπής της λειτουργίας για μεγάλο χρονικό διάστημα και την δαπανηρή συντήρησή της, έχει ο προσανατολισμός της εισόδου του στομίου ως προς το ρεύμα. Βέλτιστος θεωρείται ο προσανατολισμός κατά τον οποίο η κεντρική γραμμή της εισόδου του στομίου κινείται παράλληλα ή υπό μικρή γωνία ως προς τον άξονα του υπερχειλιστή, με αποτέλεσμα την αυτόματη απομάκρυνση απορριμμάτων από τις συχνές πλημμυρίδες που αντιπαρέρχονται τον υπερχειλιστή.

Μία βασική λειτουργία του στομίου εισόδου είναι η ελαχιστοποίηση της ποσότητας των υλών που μεταφέρονται από το εισερχόμενο νερό. Για να αποτραπεί η είσοδος των υλών αυτών, τοποθετούνται σχάρες απορριμμάτων στην είσοδο του στομίου. Μία τέτοια σχάρα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πλαίσια κατασκευασμένα από μία σειρά ισαπέχουσων και παράλληλων μεταλλικών ράβδων, ενώ πρόσφατα είναι η εμφάνιση των σχαρών κατασκευασμένων από σκληρά πλαστικά.

Πλαστικές ράβδοι με διατομή μορφής αεροτομής, έχουν ως αποτέλεσμα λιγότερη τριβή και μικρότερες απώλειες ύψους πτώσης. Από 12mm για τους μικρούς στροβίλους τύπου Pelton έως 150mm για μεγάλους ελικοειδής στροβίλους, κυμαίνεται το καθαρό πλάτος του διάκενου μεταξύ των ράβδων. Οι σχάρες μπορούν να στερεώνονται είτε στο πλαίσιο υποστήριξης με μπουλόνια από ανοξείδωτο χάλυβα, είτε να ολισθαίνουν σε κάθετες ράγες ώστε να αφαιρούνται και να αντικαθίστανται από φραγές όταν απαιτείται διακοπή λειτουργίας για λόγους επισκευής ή συντήρησης.

Ο καθαρισμός των σχαρών μπορεί να γίνει χειρονακτικά και για την διευκόλυνση της λειτουργίας αυτής, είναι απαραίτητη η ύπαρξη μίας πλατφόρμας, πάνω από την ανώτατη στάθμη του νερού. Σε ποτάμια, τα οποία περιέχουν μεγάλη ποσότητα φερτών υλών προτιμάται η χρήση μηχανικών χτενιών. Η χρήση μίας διάταξης κατακράτησης ιζημάτων είναι απαραίτητη για την απομάκρυνση φερτών υλών μεγάλου μεγέθους.

Η ιζηματοπαγίδα τοποθετείται συνήθως κατάντη του στομίου εισόδου, εκεί που μειώνεται η ταχύτητα της ροής. Μία καλά σχεδιασμένη ιζηματοπαγίδα πρέπει να είναι ικανή να απομακρύνει όλα τα σωματίδια πάνω από 0,2 mm, αλλά και ένα μεγάλο μέρος αυτών που κυμαίνονται ανάμεσα σε 0,1 και 0,2 mm. Τέτοιες κατασκευές είναι απαραίτητες για ύψη πτώσης πάνω από 100 m, ενώ το στόμιο εισόδου πρέπει να έχει ενσωματωμένο έναν καλά σχεδιασμένο υπερχειλιστή, για την διατήρηση της σχετικά σταθερής στάθμης του νερού, από το κανάλι και μετά.

1.3.3 Κανάλια.

Το νερό μεταφέρεται κατευθείαν στον στροβίλο από το στόμιο εισόδου, είτε με τη βοήθεια ενός σωλήνα κατάθλιψης, είτε με ένα κανάλι. Η παροχή σε ένα κανάλι, είναι συνάρτηση της κλίσης, της ταχύτητας αλλά και της κατατομής της εγκάρσιας διατομής του. Για τα τεχνητά κανάλια, ακριβή αποτελέσματα παρέχει η εφαρμογή της υδραυλικής θεωρίας, αφού η διατομή των καναλιών έχει τυποποιημένο σχήμα και η επιφανειακή τραχύτητα των δομικών υλικών είναι γνωστή (έδαφος, σκυρόδεμα, χάλυβας ή ξύλο).

Σε ένα κανάλι, η ταχύτητα του νερού πρέπει να διατηρείται πάνω από μία συγκεκριμένη τιμή, ώστε να αποφευχθεί η ιζηματοπόθεση και η ανάπτυξη υδρόβιων φυτών, αλλά και κάτω από μία μέγιστη τιμή ώστε να αποφύγουμε την εμφάνιση του φαινομένου της διάβρωσης. Αν το κανάλι δεν έχει επένδυση και το έδαφος κατασκευής του είναι αμμώδες, τότε η ταχύτητα δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 0,4 - 0,6 m/s, ενώ σε κανάλια με επένδυση τσιμέντου η ταχύτητα μπορεί να φτάσει, χωρίς κίνδυνο, έως και 10 m/s. Σε περιπτώσεις που το νερό περιέχει άμμο, χαλίκια ή πέτρες, είναι αποδεκτές ταχύτητες μέχρι 4 m/s.

Είναι πιθανό, κατά μήκος της ευθείας του καναλιού, να παρουσιαστούν εμπόδια τα οποία θα πρέπει το νερό να αποφύγει διερχόμενο, πάνω, κάτω ή γύρω από αυτά. Για την διάβαση ενός ρεύματος απαιτείται η χρήση ενός τεχνικού καναλιού, μία επέκταση δηλαδή του ήδη υπάρχοντος καναλιού, η οποία θα έχει ίδια κλίση με το κανάλι μας, και θα υποστηρίζεται από στύλους σκυροδέματος ή χαλύβδινους, ή θα σχηματίζει κάποια γεφύρωση. Οι χαλύβδινοι σωλήνες αποτελούν συχνά την βέλτιστη λύση, αφού μπορούν και χρησιμοποιούνται ως χορδές της υπό κατασκευή γεφύρωσης. Μία άλλη λύση στο πρόβλημα είναι επίσης η χρήση ανεστραμμένων σιφονίων, τα οποία αποτελούνται από μία διάταξη εισαγωγής και μία εξαγωγής, οι οποίες συνδέονται με έναν καμπυλοειδές σωλήνα.

Ακριβώς πριν την είσοδο του αγωγού πτώσης, στο τέλος του καναλιού, βρίσκεται η περιοχή υδροληψίας. Αν και ο σχεδιασμός της μπορεί να προσφέρει και αποταμίευση νερού, συνήθως προσφέρει μόνο επαρκή αποταμίευση όγκου που απαιτείται για την εκκίνηση του στρόβιλου. Είναι απαραίτητο να περιλαμβάνονται ένας υπερχειλιστής, ένα στόμιο αποστράγγισης, μία σχάρα απορριμμάτων και ένας εξεριστήρας.

1.3.4 Αγωγοί πτώσης.

Το νερό μεταφέρεται μέσω ενός σωλήνα κατάθλιψης ή ενός αγωγού πτώσης από την περιοχή υδροληψίας στο στρόβιλο. Η εγκατάσταση των αγωγών πτώσης μπορεί να γίνει επάνω ή κάτω από το έδαφος, ανάλογα με τη φύση του εδάφους, το υλικό του αγωγού, την θερμοκρασία περιβάλλοντος αλλά και τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις.

Στο σωλήνα παρέχεται μία μόνωση η οποία οφείλεται στην άμμο και τα χαλίκια που τον περιβάλλουν, εξαλείφοντας την ανάγκη για αγκυρώσεις και αρμούς διαστολής. Οι θαμμένοι αγωγοί πτώσης πρέπει να βάζονται και να καλύπτονται με προσοχή ώστε να αποτρέπεται η δημιουργία του φαινομένου της διάβρωσης, γεγονός που ελαχιστοποιεί την επιπλέον συντήρησή τους. Αυτή θεωρείται από περιβαλλοντικής άποψης η βέλτιστη λύση, αφού το έδαφος μπορεί να επιστρέψει στην αρχική του κατάσταση χωρίς να έχει υποστεί κάποια αλλαγή και ο αγωγός δεν αποτελεί εμπόδιο το οποίο δυσκολεύει την μετακίνηση της άγριας πανίδας.

Οι μεταβολές στη θερμοκρασία είναι ιδιαίτερα σημαντικές, και προκαλούν θερμικές διαστολές ή συστολές στην περίπτωση που ο στρόβιλος δεν βρίσκεται σε συνεχή λειτουργία. Σχεδιάζοντας τη διάταξη του σωλήνα, χρησιμοποιώντας ελεύθερα κινούμενες καμπύλες ή με την χρήση αρμών διαστολής, μπορεί να να διευθετηθεί η μετατόπιση. Η συνηθέστερη δομή ενός αγωγού πτώσης είναι σε ευθείες (ή σχεδόν ευθείες) γραμμές, με αγκυρώσεις από σκυρόδεμα σε κάθε καμπύλη, και έναν αρμό διαστολής ανάμεσα σε κάθε ζεύγος αγκυρώσεων. Οι αγκυρώσεις πρέπει να είναι ικανές να φέρουν φορτία ανάλογα της δύναμης της τριβής που δημιουργείται από την διαστολή και τη συστολή του αγωγού, οπότε αναγκαία είναι η θεμελίωσή τους, αν υπάρχει η δυνατότητα, σε έναν βράχο.

Για τους αγωγούς πτώσης διατίθεται μία ποικιλία υλικών. Ο συγκολλημένος χάλυβας είναι πιθανώς η βέλτιστη προτεινόμενη λύση για μεγάλα ύψη πτώσης και διαμέτρους. Αν όμως είναι διαθέσιμοι στα αντίστοιχα μεγέθη χαλύβδινοι σωλήνες σπειροειδούς συγκόλλησης, θα πρέπει να εξετάζονται λόγω της χαμηλότερης τιμής τους. Σε μικρότερα ύψη πτώσης, η προβλεπόμενη προστασία κατά της διάβρωσης είναι ίδια ανεξάρτητα από το πάχος του τοιχώματος, ο χάλυβας καθίσταται λιγότερο ανταγωνιστικός.

Σε τέτοιες περιπτώσεις, μία συμφέρουσα λύση αποτελούν οι πλαστικοί σωλήνες, λόγω του χαμηλότερου κόστους τους, αλλά είναι επίσης ελαφρύτεροι και ευκολότεροι σε χρήση, συγκρινόμενοι με τους χαλύβδινους, ενώ επιπλέον δεν χρειάζονται αντιδιαβρωτική προστασία. Για σωλήνες μικρότερης διαμέτρου, υπάρχουν επιλογές όπως ο βιομηχανικός χάλυβας, ο οποίος συμπεριλαμβάνει αρμούς με πείρους και υποδοχές με ελαστικούς δακτυλίους στεγανοποίησης, οι οποίοι εξαλείφουν τις επιτόπιες συγκολλήσεις, ή με συγκολλημένες φλάντζες οι οποίες είναι συνδεδεμένες με το σκυρόδεμα που χρησιμοποιείται, τους όλκιμους σιδερένιους σωλήνες με πείρους, υποδοχές και στεγανωτικές φλάντζες, το αμιαντοτσιμέντο, το ενισχυμένο με υαλονήματα πλαστικό (GRP), και σε πλαστικά από πολυαιθυλένιο ή PVC.

Τα χαρακτηριστικά ενός αγωγού πτώσης είναι το υλικό, η διάμετρός του, το πάχος του τοιχώματος και ο τύπος των αρμών. Ειδικότερα :

1. Το υλικό επιλέγεται ανάλογα με της συνθήκες του εδάφους, την προσιτότητα, το βάρος, το σύστημα των αρμών και το κόστος,

2. Η επιλογή της διαμέτρου γίνεται έχοντας ως απώτερο σκοπό την μείωση των απωλειών τριβής μέσα στον αγωγό σε ένα αποδεκτό επίπεδο,
3. Το πάχος του τοιχώματος επιλέγεται ώστε να υπάρχει αντοχή στη μέγιστη υδραυλική πίεση όχλησης, συμπεριλαμβανομένης και της μεταβατικής πίεσης κυματισμού που εμφανίζεται κατά την ταχεία αύξηση ή μείωση της παροχής.

Η επιλογή της διαμέτρου μπορεί να θεωρηθεί ως το αποτέλεσμα μίας αντιστάθμισης του κόστους του αγωγού και της απώλειας ισχύος. Η απώλεια ύψους πτώσης είναι ανάλογη της αύξησης της ταχύτητας του νερού. Για να μεταφερθεί μία ορισμένη ποσότητα παροχής, σε έναν σωλήνα μικρής διαμέτρου, η απαιτούμενη ταχύτητα του νερού είναι μεγαλύτερη, συγκριτικά με έναν μεγαλύτερης διαμέτρου, γεγονός που αυξάνει τις απώλειες πίεσης. Οι μικροί σωλήνες είναι φθηνότεροι, αλλά οι απώλειες ισχύος αυτών είναι μεγαλύτερες από αυτές των μεγαλύτερων σε διατομή σωλήνων.

Το όριο θραύσης, η διάμετρος του σωλήνα, και οι πιέσεις λειτουργίας σε συνδυασμό με τις μεταβατικές πίεσης κυματισμού, που προκαλούνται από το κλείσιμο των βαλβίδων όσο λειτουργεί ο σταθμός, είναι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται το πάχος του τοιχώματος. Από τα πρότυπα που εφαρμόζονται για την κατασκευή του σωλήνα, εξαρτώνται ο συντελεστής ασφαλείας και οι ανοχές των πιέσεων κυματισμού. Σύμφωνα με τα καθιερωμένα πρότυπα που εφαρμόζονται στην Ευρώπη, οι αγωγοί πτώσης κατασκευάζονται με συγκόλληση προκαμπυλωμένων φύλλων στις απαιτούμενες διαστάσεις, εκτός και αν υπάρχει διαθέσιμος σωλήνας σπειροειδούς συγκόλλησης, με την κατάλληλη διάμετρο και πάχος τοιχώματος.

1.3.5 Αυλάκια απαγωγής.

Μετά την διέλευσή του στον στρόβιλο, το νερό επιστρέφει στον ποταμό μέσω ενός μικρού σχετικά καναλιού, το οποίο ονομάζεται αυλάκι απαγωγής. Οι στρόβιλοι μπορούν να έχουν σχετικά υψηλές ταχύτητες εξόδου. Για τον λόγο αυτό ο σχεδιασμός του αυλακιού απαγωγής, πρέπει να εξασφαλίζει πως δεν θα υποσκαφτεί ο σταθμός ηλεκτροπαραγωγής. Απαραίτητη είναι η παρουσία ποδιάς από θραυστούς λίθους ή σκυρόδεμα μεταξύ του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής και του ρεύματος.

Η σχεδίαση οφείλει να εξασφαλίζει επίσης ότι, κατά τη διάρκεια υψηλών παροχών, δεν θα υπάρξει παρεμπόδιση του δρομέα του στρόβιλου, εξαιτίας της ανύψωσης του νερού στο αυλάκι απαγωγής. Η λειτουργία ενός στρόβιλου αντίδρασης επηρεάζεται από τη στάθμη του νερού στο αυλάκι απαγωγής, ειδικότερα κατά τη σπηλαιώση, ενώ καθορίζεται το διαθέσιμο καθαρό ύψος πτώσης, γεγονός το οποίο μπορεί να έχει καταλυτική επίδραση στα οικονομικά αποτελέσματα των συστημάτων μικρού ύψους πτώσης.

1.4 Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός.

Στην παράγραφο που ακολουθεί περιγράφονται τα βασικά τμήματα του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού ενός ΜΥΗΣ. Πιο συγκεκριμένα περιγράφονται οι υδροστρόβιλοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα υδροηλεκτρικό έργο, το κιβώτιο ταχυτήτων, οι γεννήτριες, ο εξοπλισμός ελέγχου και αυτόματου ελέγχου όπως και ο βοηθητικός εξοπλισμός.

1.4.1 Υδροστρόβιλοι

Όσες δομές έχουν προαναφερθεί, σχεδιάζονται έχοντας στόχο την μεταβίβαση του νερού στους στρόβιλους, όπου και τιθασεύεται η ισχύς η οποία μεταφέρει το νερό. Η οικονομική σκοπιμότητα ενός σταθμού ηλεκτροπαραγωγής σε μία θέση, με γνωστή την ΚΔΡ, εξαρτάται από την ορθή επιλογή υδροηλεκτρικού εξοπλισμού, μια επαναληπτική διαδικασία η οποία εξαρτάται από την μορφή της ΚΔΡ, την ποσότητα της αποθεματικής ροής, την αξία της ενέργειας, το κόστος εξοπλισμού, την ευκολία χρήσης αλλά και την αξιοπιστία του.

Η πιο βασική μονάδα του εξοπλισμού είναι ο υδροστρόβιλος. Ως υδροστρόβιλος ορίζεται μία περιστρεφόμενη μηχανή, η οποία μετατρέπει την δυναμική ενέργεια του νερού, σε μηχανική ενέργεια. Οι δύο βασικοί τύποι στρόβιλων είναι οι στρόβιλοι ώσης ή δράσης και αντίδρασης. Οι πρώτοι μετατρέπουν την δυναμική ενέργεια του νερού σε κινητική ενέργεια μίας δέσμης νερού η οποία εκρέει από ένα ακροφύσιο, και προσπίπτει στους κάδους ή στα πτερύγια του δρομέα, ενώ οι δεύτεροι χρησιμοποιούν την πίεση αλλά και την ταχύτητα του νερού για την ανάπτυξη μηχανικής ισχύος. Ο δρομέας κατακλύζεται εξολοκλήρου, ενώ η ταχύτητα και η πίεση μειώνονται από την είσοδο προς την έξοδο.

Οι περισσότεροι στρόβιλοι μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής :

- 1 Στρόβιλοι τύπου Kaplan και έλικας,
- 2 Στρόβιλοι τύπου Francis,
- 3 Στρόβιλοι τύπου Pelton και άλλοι στρόβιλοι δράσης.

Οι ελικοειδής στρόβιλοι καθώς και οι Kaplan, είναι στρόβιλοι αντίδρασης, αξονικής ροής, και χρησιμοποιούνται γενικά για μικρά ύψη πτώσης, συνήθως μικρότερα των 16 m. Ο Kaplan διαθέτει ρυθμιζόμενα πτερύγια δρομέα και πιθανώς, σε μερικές περιπτώσεις, ρυθμιζόμενα οδηγία πτερύγια. Σε περίπτωση που ο στρόβιλος διαθέτει και τα δύο προαναφερθέντα χαρακτηριστικά, τότε ονομάζεται "διπλής ρύθμισης", ενώ αν τα οδηγία πτερύγια είναι σταθερά, ονομάζεται απλής ρύθμισης.

Στη συμβατική του έκδοση, ο Kaplan φέρει ένα σπειροειδές περίβλημα. Πραγματοποιείται ακτινική εισαγωγή της ροής προς το εσωτερικό, και εκτελεί μία στροφή ορθής γωνίας προτού εισέλθει στον δρομέα. Οι δρομείς με σταθερά πτερύγια είναι γνωστοί ως ελικοειδούς τύπου, και μπορούν να έχουν κινητά ή σταθερά οδηγία πτερύγια. Οι μη ρυθμιζόμενοι ελικοειδούς τύπου στρόβιλοι, χρησιμοποιούνται μόνο όταν η παροχή και το ύψος πτώσης παραμένουν πρακτικά σταθερά.

Οι στρόβιλοι Francis είναι στρόβιλοι αντίδρασης ακτινικής ροής. Χρησιμοποιούνται για μεσαία ύψη πτώσης, ενώ έχουν σταθερά πτερύγια δρομέα και ρυθμιζόμενα οδηγία πτερύγια. Ο δρομέας αποτελείται από κάδους διαμορφωμένους από σύνθετες καμπύλες. Τέτοιοι στρόβιλοι περιλαμβάνουν συνήθως ένα χαλύβδινο σπειροειδές περίβλημα, ώστε να διανέμεται το νερό περιμετρικά του δρομέα, ενώ αρκετές σειρές πτερυγίων καθοδηγούν και ρυθμίζουν την ροή του νερού προς τον δρομέα.



Εικόνα 1: Υδροστρόβιλοι Francis

Οι στρόβιλοι Pelton κατατάσσονται στους στρόβιλους ώσης ή δράσης με μία ή πολλαπλές δέσμες, ενώ κάθε μία από αυτές εκρέει μέσω ενός ακροφυσίου με μια βελόνα βαλβίδα, ελέγχοντας έτσι τη ροή. Ορισμένοι κατασκευαστές έχουν αναπτύξει ειδικούς τύπους μηχανών, με περιορισμένο εύρος παροχής και ισχύος, οι οποίοι όμως είναι συμφέροντας υπό ορισμένες συνθήκες.

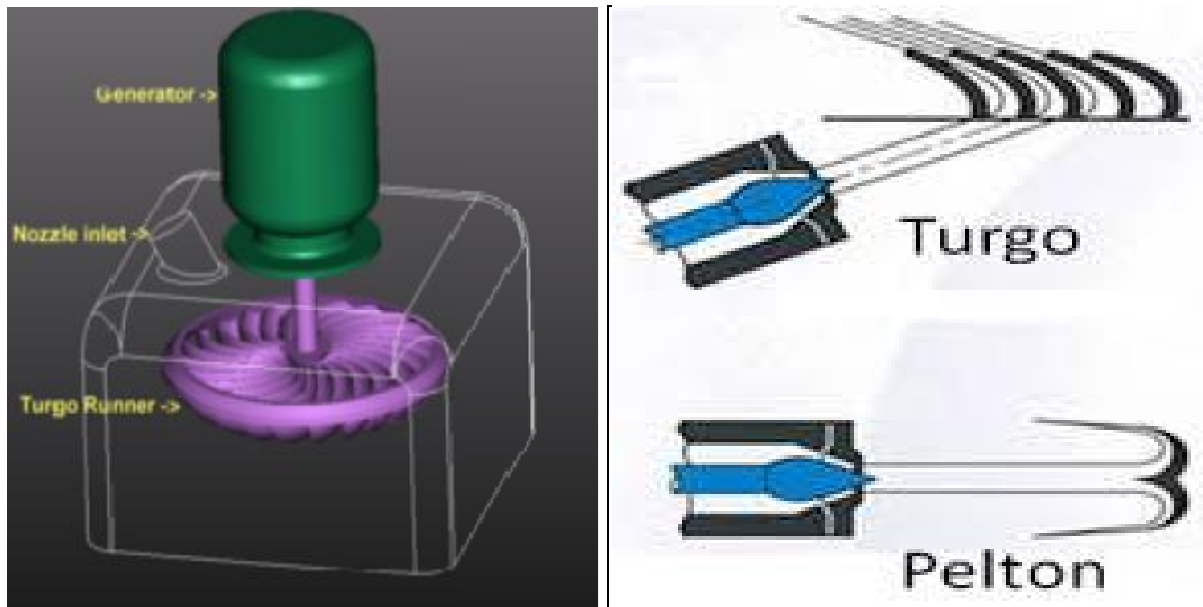
Ο στρόβιλος Ossberger ή αλλιώς εγκάρσιας ροής, κατασκευάζεται από μία επιχείρηση για περισσότερα από 50 χρόνια και χρησιμοποιείται για ένα μεγάλο εύρος υψών πτώσης επικαλύπτοντας τα προαναφερθέντα είδη στρόβιλων. Είναι ιδιαίτερα κατάλληλος για ρεύματα με μεγάλη παροχή και μικρό ύψος πτώσης.

Ο στρόβιλος Turgo χρησιμοποιείται σε ύψη πτώσης από 30 – 300 m. Πρόκειται για έναν ακόμα στρόβιλο ώσης, μόνο που έχει διαφορετική διαμόρφωση των κάδων, και η δέσμη νερού προσπίπτει στο δρομέα υπό γωνία 20 μοιρών, Το νερό εισέρχεται στον δρομέα από την μία μεριά του δίσκου και εξέρχεται από την άλλη.

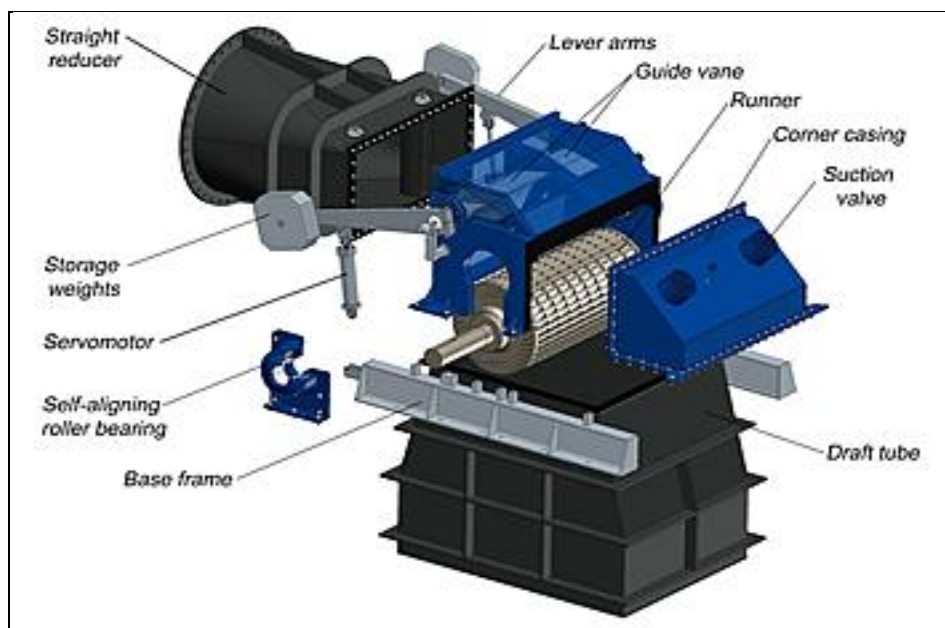


Εικόνα 2: Στρόβιλος Pelton με τα χαρακτηριστικά του.

Είναι ωστόσο πιθανή η άμεση σύζευξη του στρόβιλου και της γεννήτριας, καθώς λόγω της μικρότερης διαμέτρου του, είναι μεγαλύτερη η ταχύτητα του δρομέα. Σε αντίθεση πάντως με έναν στρόβιλο τύπου Pelton το νερό που ρέει μέσω του δρομέα, παράγει μία αξονική δύναμη, κάνοντας έτσι απαραίτητη την εγκατάσταση ενός ωστικού εδράνου στον άξονά του. Ένας στρόβιλος Turgo μπορεί να είναι κατάλληλος σε μεσαία ύψη πτώσης, όπου διαφορετικά θα χρησιμοποιούσαμε έναν στρόβιλο Francis. Η επιλογή του τύπου, της γεωμετρίας, και των διαστάσεων του στρόβιλου εξαρτάται κυρίως από το ύψος πτώσης, την παροχή, και την ταχύτητα του δρομέα.



Εικόνα 3: Χαρακτηριστικά υδροστροβίλου Turgo.



Εικόνα 4: Διαδρομή νερού - μειωτήρας.

Πίνακας 1: Μανομετρικά ύψη ως προς τους υδροστροβίλους.

Τύποι στροβίλων	Εύρος ύψους πτώσης (m)
Karlan και έλικας	$2 < H < 15$
Francis	$4 < H < 100$
Pelton	$30 < H < 1000$
Εγκάρσιας ροής	$1 < H < 150$
Turgo	$50 < H < 250$

Η κατασκευή ορισμένων στροβίλων για ένα ύψος πτώσης, είναι δυσκολότερη συγκριτικά με άλλους, συνεπώς είναι και ακριβότεροι. Για παράδειγμα ένας ελικοειδής στρόβιλος, σε μικρά ύψη πτώσης, είναι φθηνότερος από έναν τύπου Karlan, σχεδιασμένο για την ίδια ονομαστική παροχή.

Αναφορικά με την παροχή, θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι στρόβιλοι δεν λειτουργούν από μηδενική ροή μέχρι την ονομαστική παροχή τους. Πρακτικά ο καλύτερος στρόβιλος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάτω από το 1/6 της ονομαστικής παροχής του, ενώ πολλοί μπορούν να λειτουργήσουν μόνο πάνω από το 40% αυτής. Το εύρος των απαιτούμενων παροχών, συνεπώς και η παραγωγή ισχύος κυμαίνεται ανάλογα αν :

1. Η εγκατάσταση πρέπει να παρέχει ηλεκτρισμό σε ένα μικρό δίκτυο.
2. Ο σταθμός έχει σχεδιαστεί ώστε να συνδεθεί με ένα μεγάλο δίκτυο διανομής.

Κατά την πρώτη περίπτωση, πρέπει να γίνει επιλογή μίας παροχής, η οποία θα καθιστά δυνατή την παραγωγή ηλεκτρισμού, σε όλη σχεδόν τη διάρκεια του έτους. Στη δεύτερη περίπτωση, η επιλογή της ονομαστικής παροχής πρέπει να πραγματοποιηθεί, με κριτήριο την μεγιστοποίηση του καθαρού κέρδους από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας.

1.4.2 Κιβώτια ταχυτήτων και άλλοι πολλαπλασιαστές ταχύτητας.

Όταν ο στρόβιλος και η γεννήτρια λειτουργούν με την ίδια ταχύτητα, και είναι δυνατή η τοποθέτησή τους κατάλληλα, ώστε οι άξονές τους να ευθυγραμμιστούν, τότε ενδεδειγμένη λύση είναι η άμεση σύζευξή τους, με αποτέλεσμα την εξάλειψη των απωλειών ισχύος, και ελάχιστη συντήρηση. Οι κατασκευαστές, προτείνουν τον τρόπο της σύζευξης που πρέπει να πραγματοποιηθεί σε κάθε περίπτωση (άκαμπτη ή εύκαμπτη), αν και συνηθέστερη είναι μία εύκαμπτη σύζευξη η οποία έχει μία ορισμένη ανοχή στην απόκλιση της ευθυγράμμισης. Σε περιπτώσεις μικρότερης ισχύος, οι στρόβιλοι περιστρέφονται με λιγότερες από 400 στροφές το λεπτό, οπότε είναι απαραίτητος ένας πολλαπλασιαστής ταχύτητας, ώστε να καλυφθούν οι 1000 – 1500 στροφές το λεπτό των τυποποιημένων γεννητριών εναλλασσόμενου ρεύματος.

Για εύρη ισχύος που απαντώνται στα ΜΥΗ έργα, η λύση αυτή είναι συνήθως οικονομικότερη, σε σχέση με την χρήση μίας γεννήτριας ειδικής κατασκευής. Ο πολλαπλασιαστής ταχύτητας, θα επιλεγεί από τους κάτωθι εμπορικά διαθέσιμους τύπους :

1. κιβώτιο ταχυτήτων πολλαπλού άξονα
2. επικυκλικό κιβώτιο ταχυτήτων
3. κιβώτιο ταχυτήτων ορθής γωνία με κωνικά γρανάζια
4. μετάδοση κίνησης με ιμάντα.

Θα πρέπει επίσης να επισημανθεί ότι τα κιβώτια ταχυτήτων, απαιτούν επιπρόσθετη συντήρηση και αυξάνουν αισθητά το θόρυβο στο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής. Οι απώλειες τριβής ενδέχεται να αυξηθούν στο 2% της παραγόμενης ισχύος. Η απλούστερη και οικονομικότερη λύση είναι οι επίπεδοι ή οι ιμάντες σε σχηματισμό V.

1.4.3 Γεννήτριες.

Ο ρόλος των γεννητριών είναι η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Χρησιμοποιούνται σήμερα πλέον μόνο τριφασικές γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος και ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του δικτύου ο παραγωγός έχει δύο επιλογές:

1. **Σύγχρονες γεννήτριες**, εξοπλισμένες με σύστημα διέγερσης συνεχούς ρεύματος (στατικό ή περιστρεφόμενο), συνδεδεμένο με έναν ρυθμιστή τάσης για να ελέγχεται η συχνότητα και η γωνία φάσης πριν συνδεθεί η γεννήτρια με το δίκτυο, για την παροχή ενός αμελητέου ποσοστού άεργης ισχύος, την οποία απαιτεί το σύστημα όταν θα γίνει η σύνδεση της γεννήτριας με το δίκτυο και φυσικά για τον έλεγχο της τάσης.
2. **Ασύγχρονες γεννήτριες**, οι οποίες είναι απλοί ηλεκτρικοί επαγωγικοί κινητήρες κλωβού, οι οποίοι δε φέρουν τη δυνατότητα ρύθμισης της τάσης και λειτουργούν σε ταχύτητα άμεσα σχετιζόμενη με την συχνότητα του συστήματος. Το ρεύμα διέγερσης αντλείται από το δίκτυο, με την απορρόφηση άεργης ισχύος, η οποία μπορεί να αντισταθμιστεί με την προσθήκη συστοιχίας δύο πυκνωτών. Δεν μπορούν να παράγουν όταν αποσυνδεθούν από το δίκτυο, αφού δεν είναι ικανές να παρέχουν ούτε το δικό τους απαιτούμενο ρεύμα διέγερσης.

Οι σύγχρονες γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος είναι ακριβότερες από τις ασύγχρονες, για ένα εύρος ισχύος μέχρι 2 MW, και χρησιμοποιούνται σε συστήματα όπου η παραγωγή της γεννήτριας αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό ποσοστό του φορτίου του συστήματος ισχύος. Η αποδοτικότητά τους είναι μικρότερη από την αποδοτικότητα των σύγχρονων γεννητριών, σε ποσοστό από 2 – 4 %, σε όλο το εύρος λειτουργίας του.

1.4.4 Εξοπλισμός ελέγχου.

Ρυθμιστής στροφών είναι ένας συνδυασμός συσκευών και μηχανισμών, ο οποίος ανιχνεύει την απόκλιση της ταχύτητας και την μετατρέπει σε μία μεταβολή της θέσης του σερβοκινητήρα. Συγκεκριμένα, ένας αισθητήρας ταχύτητας ανιχνεύει την απόκλιση από το προκαθορισμένο σημείο, και το σήμα απόκλισης μετατρέπεται και ενισχύεται ώστε να διεγείρει, έναν υδραυλικό ή ηλεκτρικό, ενεργοποιητή έχοντας ως απώτερο σκοπό τον έλεγχο της παροχής του στροβίλου, ή του ηλεκτρικού φορτίου.

Δύο είδη ρυθμιστών στροφών υπάρχουν, οι ηλεκτροκίνητοι και οι μηχανικοί. Στο δεύτερο τύπο, ο αισθητήρας ταχύτητας είναι ένας μηχανισμός βαριδιών του σφονδύλου, ο οποίος ελέγχει ένα υδραυλικό σύστημα ελαίου, το οποίο χρησιμοποιείται μέσω των σερβοκινητήρων για την ενεργοποίηση των πτερυγίων του δρομέα ή και των οδηγών πτερυγίων. Στάδια ενίσχυσης τα οποία περιλαμβάνουν μία υδραυλική μονάδα ισχύος, χρησιμοποιούν οι ηλεκτρονικοί ρυθμιστές στροφών για να ελέγχουν τον στρόβιλο. Αυξημένη

αξιοπιστία, ακρίβεια ελέγχου και πολυχρηστικότητα είναι μερικά από τα κύρια πλεονεκτήματά τους.

Σε αυτόνομα συστήματα τα οποία τροφοδοτούνται από μικρούς υδροστροβίλους, η πιο οικονομική και απλούστερη λύση είναι η ρύθμιση των στροφών μέσω του φορτίου. Σε πλήρες φορτίο, σταθερό ύψος πτώσης, και σταθερή παροχή, ο στρόβιλος θα λειτουργεί στην ταχύτητα σχεδιασμού, συντηρώντας έτσι το πλήρες φορτίο στη γεννήτρια, της οποίας η ταχύτητα θα είναι σταθερή. Αξιόπιστοι και φθινοί ηλεκτρονικοί ρυθμιστές στροφών, οι οποίοι ενεργοποιούν και διακόπτουν την λειτουργία υφισταμένων αντιστάσεων, διατηρώντας με ακρίβεια τη συχνότητα του συστήματος είναι διαθέσιμοι στην αγορά. Στην περίπτωση όπου η γεννήτρια είναι συνδεδεμένη σε ένα μεγάλο δίκτυο, ο ρυθμιστής στροφών είναι περιττός, αφού η ρύθμιση της συχνότητας παρέχεται από το δίκτυο.

1.4.5 Πίνακας οργάνων εξοπλισμού και προστασίας.

Οι κανονισμοί ηλεκτρικής τροφοδοσίας, οι οποίοι διαφέρουν από χώρα σε χώρα, υποχρεώνουν τις δημόσιες επιχειρήσεις ηλεκτρισμού να διατηρούν την ασφάλεια, καθώς και την ποιότητα τροφοδοσίας εντός των εκάστοτε προκαθορισμένων ορίων. Η εγκατάσταση λοιπόν ενός ανεξάρτητου παραγωγού, είναι υποχρεωμένη να λειτουργεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να καλύπτει τις υποχρεώσεις της. Για να πληρούνται οι προϋποθέσεις, απαιτείται η ύπαρξη διάφορων ηλεκτρικών διατάξεων μέσα στο σταθμό ισχύος, που διασφαλίζουν την προστασία και την ασφάλεια του εξοπλισμού.

Απαραίτητος για τον έλεγχο των γεννητριών και για τη σύζευξή τους με απομονωμένο φορτίο ή με το δίκτυο είναι ο εξοπλισμός διανομής, ο οποίος παρέχει επίσης προστασία στον κύριο και τον υπηρεσιακό μετασχηματιστή του σταθμού, αλλά και στις γεννήτριες. Ο πίνακας οργάνων του προαναφερθέντος εξοπλισμού, περιλαμβάνει συνήθως μετασχηματιστές ρεύματος και δυναμικού, διακόπτη για τη γεννήτρια καθώς και τις διατάξεις ελέγχου αυτής, έναν αποζεύκτη τήξης για την υπηρεσιακή ισχύ του σταθμού, και χάλκινους διακόπτες κατανομής κυκλώματος.

Για τη διάταξη της γείωσης, στην εγκατάσταση, υπεύθυνος είναι ο ανεξάρτητος παραγωγός. Η διάταξη αυτή πρέπει να σχεδιαστεί κατόπιν συνεννόησης με την δημόσια επιχείρηση ηλεκτρισμού, και εξαρτάται από παράγοντες όπως ο αριθμός των εν λειτουργία μονάδων του συστήματος, από τη διαμόρφωσή του, αλλά και από τη μέθοδο λειτουργίας του.

1.4.6 Αυτόματος έλεγχος.

Συνήθως, στα μικρά υδροηλεκτρικά σχήματα δεν υπάρχει επιτήρηση και λειτουργούν μέσω συστημάτων αυτομάτου ελέγχου. Λόγω των διαφοροποιήσεων μεταξύ των εγκαταστάσεων, δεν είναι δυνατό να καθοριστεί ένας συγκεκριμένος βαθμός αυτοματοποίησης για όλα τα συστήματα, ωστόσο, υπάρχουν μερικές κοινώς αποδεκτές απαιτήσεις όπως :

1. Όλος ο εξοπλισμός, υποχρεούται να διαθέτει, ανεξάρτητους από τον προγραμματιζόμενο ελεγκτή (PLC), χειροκίνητους ελεγκτές και μετρητές, των οποίων η χρήση θα γίνεται αποκλειστικά και μόνο κατά την αρχική εκκίνηση, και κατά τη διάρκεια των διαδικασιών συντήρησης,
2. Το σύστημα πρέπει να είναι ικανό να ανιχνεύσει σοβαρής φύσεως δυσλειτουργίες, και να λάβει δράση ώστε να επαναφέρει την μονάδα (ή την εγκατάσταση ολόκληρη) σε μία ασφαλή, κατάσταση. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται συμπεριλαμβάνοντας τους απαραίτητους ηλεκτρονόμους στο σύστημα,

3. Πρέπει να γίνεται συνεχής καταγραφή και αποθήκευση δεδομένων, σχετικά με την λειτουργία της εγκατάστασης, σε μία βάση ώστε να προκύψει η αξιολόγηση της απόδοσης του σταθμού,
4. Απαραίτητη είναι η ύπαρξη ενός ευφυούς συστήματος ελέγχου το οποίο θα επιτρέπει την λειτουργία της πλήρους εγκατάστασης σε ένα περιβάλλον χωρίς επιτήρηση,
5. Αν και δεν απαιτείται, η εξ αποστάσεως πρόσβαση στο σύστημα ελέγχου και η παράκαμψη σοβαρών αποφάσεων, διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό, εφόσον όμως τηρείται η προϋπόθεση της ασφαλούς διακοπής του σταθμού σε περίπτωση δυσλειτουργίας,
6. Το σύστημα οφείλει να έχει την δυνατότητα επικοινωνίας με αντίστοιχες μονάδες, αποσκοπώντας στη βελτιστοποίηση των διαδικασιών λειτουργίας,
7. Ένα σύστημα τροφοδοτούμενο με τα βασικά λειτουργικά δεδομένα, είναι ικανό να προβλέψει μερικές βλάβες, και να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για την πρόληψη και την αντιμετώπισή τους.

Καταλυτικός είναι ο ρόλος των συστημάτων αυτομάτου ελέγχου στην μείωση της συντήρησης και του κόστους παραγωγής, αλλά και στην βελτίωση της αξιοπιστίας, καθώς οι στρόβιλοι κινούνται αποτελεσματικότερα και συγχρονισμένα, ώστε να παράγονται περισσότερα KW από το διαθέσιμο νερό.

1.4.7 Βοηθητικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός.

Ένα ποσοστό της τάξεως του (1 – 3)% του δυναμικού του σταθμού, όπου το μεγαλύτερο μέρος του ισχύει για τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα (< 500 KW), απαιτείται για την παραγωγή βοηθητικών φορτίων όπως ο φωτισμός και ο βοηθητικός μηχανολογικός εξοπλισμός του σταθμού. Σε περίπτωση δύο διαθέσιμων εναλλακτικών τροφοδοσιών, με αυτόματη εναλλαγή, εξασφαλίζεται η κάλυψη σε μία μη επιτηρούμενη μονάδα. Για σταθμούς ισχύος μεγαλύτερης αυτής των 500 KW, κυρίως αν είναι τηλε-ελεγχόμενοι, απαιτείται ένα σύστημα συνεχούς ρεύματος (ΣΡ) το οποίο θα περιλαμβάνει τις μπαταρίες του σταθμού, έναν φορτιστή για τις μπαταρίες, και έναν πίνακα ελέγχου της διανομής του ΣΡ. Η χωρητικότητα σε αμπερώρια πρέπει να είναι τέτοια ώστε, σε περίπτωση που υπάρξει απώλεια ρεύματος φόρτισης, να εξασφαλίζεται ο πλήρης έλεγχος της εγκατάστασης, μέχρι την ολοκλήρωση των απαιτούμενων διορθωτικών μέτρων.

1.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Σε πληθώρα περιπτώσεων τα ΜΥΗ είναι συνεχούς ροής, γεγονός που ερμηνεύεται ως μικρό μέγεθος του υφισταμένου φράγματος (υπάρχει μόνο ένας υδροφράκτης), και γίνεται, αποθήκευση ελάχιστου ή καθόλου νερού. Τα είδη των δυσμενών επιπτώσεων που προκαλούνται στο τοπικό περιβάλλον, διαφέρουν με εκείνα των μεγάλων υδροηλεκτρικών, αφού τα έργα του πολιτικού μηχανικού εξυπηρετούν τη λειτουργία ρύθμισης της στάθμης του νερού στο στόμιο εισόδου του υδροηλεκτρικού σταθμού.

Ωστόσο υπάρχουν περιβαλλοντικά προβλήματα, ειδικότερα σε περιπτώσεις όπου το νερό αποσπάται σε κάποια απόσταση από το σημείο εκβολής του πίσω στον ποταμό. Τότε, το τμήμα του ποταμού που θα πραγματοποιήσει την παράκαμψη, έχει πιθανότητες να αποξηραθεί, ή να είναι δυσάρεστο στην όψη, εκτός αν υφίσταται μία επαρκής ροή αντιστάθμισης. Στις περισσότερες περιπτώσεις νέων εγκαταστάσεων, ο σχεδιασμός πραγματοποιείται με τέτοιο τρόπο ώστε η ποσότητα του νερού που παρακάμπτει τους στρόβιλους να είναι ικανοποιητική, διαδικασία η οποία δεν φέρει δυσκολίες, εκτός των περιόδων χαμηλής ροής.

Ένα ακόμα θέμα το οποίο χρήζει προσοχής, είναι η ανάγκη αποφυγής επιπτώσεων στους υδροβιότοπους, την χλωρίδα και την πανίδα, αλλά οι σύγχρονες εγκαταστάσεις ΜΥΗ σχεδιάζονται λαμβάνοντας το πρόβλημα υπόψη. Μερικά συστήματα μικρού ύψους πτώσης, επιτρέπουν την ομαλή διέλευση των ψαριών μέσα από το στρόβιλο, αλλά εφαρμόζονται επίσης διάφορα είδη στοιχείων προστασίας (ηλεκτρικά, φυσικά ή προπετάσματα υπερήχων). Για τη διασφάλιση της ακίνδυνης παράκαμψης του υδροηλεκτρικού σταθμού από τα αποδημητικά ψάρια, εγκαθίστανται ιχθυόσκαλες, δηλαδή ένα σύνολο μικρών υδατοπτώσεων μέσα στο κανάλι.

Η χρήση σητών, των οποίων ο καθαρισμός καταλαμβάνει ένα σημαντικό ποσοστό του λειτουργικού κόστους, αποτρέπει τις φερτές φυσικές ή τεχνικές ύλες να προσβάλλουν τον στρόβιλο. Ευτυχώς, η νομοθεσία απαγορεύει στους χειριστές των σταθμών να ρίχνουν πίσω στο ποτάμι τα απορρίμματα που κατακάθονται στις σήτες. Έτσι η συλλογή των απορριμμάτων σε ένα ΜΥΗΣ μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στο γενικότερο καθαρισμό του ποταμού, με αρκετή βέβαια επιβάρυνση για τον χειριστή του σταθμού.

Υπάρχουν και άλλα ζητήματα περιβαλλοντικών επιπτώσεων σχετικά με την έλλειψη οξυγόνου στο νερό (ή την οξυγόνωσή του), τη διατάραξη της κοίτης του ποταμού κατάντη των σωλήνων υδροληψίας ή την αποσάθρωσή της, το θόρυβο που προκαλεί ο εξοπλισμός, τα ηλεκτρικά καλώδια, την γενική εμφάνιση της εγκατάστασης, κλπ. Παρόλα αυτά, τα προβλήματα μπορούν να αμβλυνθούν με τη βοήθεια της χρήσης κατάλληλων τεχνικών σχεδιασμού ώστε το τελικό αποτέλεσμα να αποτελεί μία μακροβιότατη αξιόπιστη και προσεχώς οικονομική πηγή καθαρής ενέργειας.

1.6 Οικονομικά στοιχεία των ΜΥΗΣ.

Με τη χρήση σύγχρονων συμβάσεων για την χρηματοοικονομική αξιολόγηση, το μεγαλύτερο ποσοστό των νέων εγκαταστάσεων ΜΥΗ, παράγουν σχετικά ακριβή ηλεκτρική ενέργεια καθώς για να γίνει απόσβεση του κόστους των αρχικών κεφαλαίων εκτιμάται μία περίοδος (10 – 20) ετών (συνήθως τα συστήματα αυτά έχουν διάρκεια ζωής 50 έτη ή και περισσότερα). Αντίθετα, ένας παλαιότερος σταθμός ο οποίος βρίσκεται σε λειτουργία και έχει αποσβέσει την αρχική του επένδυση, πραγματοποιεί λιγότερες δαπάνες, αφού αυτές περιορίζονται σε σποραδικές συντηρήσεις και αντικαταστάσεις. Τις περισσότερες περιπτώσεις η παραγωγή κατά τη διάρκεια της πρώτης δεκαετίας είναι υψηλότερη από την αγοραζόμενη από το δίκτυο ισχύ, ενώ μετά την απόσβεση των αρχικών κεφαλαίων οι τιμές της υδροηλεκτρικής ισχύος καθίστανται ανταγωνιστικές και ελκυστικότερες. Οι υποψήφιοι

χρήστες, συνήθως αναζητούν βραχυπρόθεσμα οφέλη από την επένδυσή τους, γεγονός που προκαλεί την αποκαρδίωσή τους από την αρχική δεκαετία (ή παραπάνω) του υψηλού κόστους.

Γενικότερα, τα οικονομικά στοιχεία επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων, για την χρήση ή όχι κάποιας τεχνολογίας, επομένως δημιουργείται η ανάγκη της μείωσης του κόστους των ΜΥΗ. Τα υδροηλεκτρικά μεγάλου ύψους πτώσης, είναι μικρού κόστους, καθώς όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος πτώσης, τόσο μικρότερη ποσότητα νερού απαιτείται για την παραγωγή μιας ποσότητας ισχύος, γεγονός που συνεπάγεται μικρότερο και χαμηλότερο κόστος εξοπλισμού. Έτσι, σε ορεινές περιοχές, ακόμη και μικρά ρυάκια αν χρησιμοποιηθούν σε μεγάλα ύψη πτώσης, είναι ικανά να επιδώσουν σημαντικά επίπεδα ισχύος έναντι χαμηλού κόστους.

Το γεγονός ότι οι εγκαταστάσεις μεγάλου ύψους πτώσης, βρίσκονται σε περιοχές μικρού πληθυσμού, με μικρή ζήτηση ενέργειας και σε μεγάλη απόσταση από τα κύρια πληθυσμιακά κέντρα, μπορεί να αποδυναμώσει τα πλεονεκτήματα χαμηλού κόστους της απομακρυσμένης περιοχής καθώς καθιστά δύσκολη και δαπανηρή την μεταφορά της ενέργειας. Επομένως, αν και υπάρχουν πολλές καλές θέσεις μεγάλου και μέσου ύψους πτώσης, το σημαντικότερο πεδίο για την ανάπτυξη των ΜΥΗ είναι οι θέσεις μικρού ύψους πτώσης.

Δυστυχώς, οι περισσότερες θέσεις μικρού ύψους πτώσης θεωρούνται οριακά ελκυστικές, από οικονομική άποψη, και για τον λόγο αυτό πολλές περιοχές παραμένουν ανεκμετάλλευτες, ενώ παλαιότερα χρησιμοποιημένες θέσεις δεν έχουν επαναξιοποιηθεί.

1.7 Εμπόδια στην ανάπτυξη των ΜΥΗΣ.

Η αποτυχία αποδοχής παρόμοιας υποστήριξης με έχει λειτουργήσει ως εμπόδιο στην ανάπτυξη των ΜΥΗΣ, μειώνοντας των ρυθμό λειτουργίας αυτών αλλά και άλλων καινοτόμων λειτουργιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας άλλων μορφών. Αυτό ενδεχομένως συμβαίνει για λόγους όπως:

1. Επικρατεί γενικά η λανθασμένη αντίληψη ότι τα ΜΥΗΕ είναι τεχνολογικά ώριμα και πλήρως ανεπτυγμένα. Έτσι, υποτίθεται πως επαρκούν οι δυνάμεις της αγοράς για την εξέλιξη της τεχνολογίας χωρίς κάποια θεσμική παρότρυνση ή υποστήριξη. Για τον λόγο αυτό, τα ΜΥΗΕ δεν περιλαμβάνονται (ή το μερίδιο συμμετοχής που φέρουν είναι ελάχιστο), σε προγράμματα με σκοπό την βοήθεια ανάπτυξης άλλων σχημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στην πραγματικότητα, στο άμεσο μέλλον και σε παγκόσμια κλίμακα, υπάρχει μεγαλύτερο δυναμικό για την ανάπτυξη και τη βελτίωση του χαμηλότερου κόστους ΜΥΗΕ, σε σύγκριση με οποιαδήποτε άλλη μορφή καθαρής ενέργειας, Ωστόσο χρειάζεται υποστήριξη.
2. Οι οικονομική ανάλυση των μικρών υδροηλεκτρικών έργων, γενικά, δεν παρέχει κάποια ιδιαίτερη πίστωση για την εξαιρετικά μακροχρόνια ωφέλιμη διάρκεια ζωής τους, ενώ τα κόστη τους και τα υψηλά αρχικά κόστη, τείνουν να το κάνουν να φαίνεται οικονομικά μη ελκυστικό σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα, με εξαίρεση τις περιπτώσεις που διατίθενται χαμηλά προεξοφλητικά επιτόκια.

3. Υπήρξε μια τάση ανάπτυξης των ΜΥΗΕ με τον ίδιο ακριβώς τρόπο με τα μεγάλα υδροηλεκτρικά, η οποία οδηγεί σε υψηλές λειτουργικές δαπάνες σχεδιασμού, και συχνά σε λανθασμένη βελτιστοποίηση του συστήματος, μεγιστοποιώντας την απόληψη ενέργειας έναντι της οικονομικής αποδοτικότητας.
4. Ως αποτέλεσμα δυσκολιών για την απόκτηση άδειας απόληψης νερού από τους ποταμούς έχουν προκληθεί διάφορα θεσμικά εμπόδια, αλλά και λόγω της άποψης πως οι σταθμοί επηρεάζουν αρνητικά δραστηριότητες όπως το ψάρεμα, η κωπηλασία, κλπ. (αν και πρακτικά, οι καλά σχεδιασμένοι σταθμοί μπορούν να αποφύγουν την πρόκληση οποιασδήποτε σοβαρής περιβαλλοντικής επίπτωσης).
5. Τέλος, σημειώνεται πως μεγάλο μέρος της ευθύνης για την ανάπτυξη των ΜΥΗΕ φέρουν μικρομεσαίες επιχειρήσεις, οι οποίες στερούνται την πρόσβαση στα μέσα πολιτικής πίεσης που διαθέτουν άλλες βιομηχανίες όπως των φωτοβολταϊκών ή των αιολικών συστημάτων.

Το μακροχρόνιο και σημαντικό παρελθόν των υδροηλεκτρικών, δεν μπορεί παρά να πρέπει να οδηγήσει σε ένα εξίσου σημαντικό μέλλον, ειδικότερα αν ληφθεί υπόψη η αυξανόμενη συνειδητοποίηση της απαίτησης μιας όσο το δυνατό ταχύτερης ανάπτυξης των μεγάλης κλίμακας μεθόδων παραγωγής καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας, προκειμένου να αποφευχθεί κάποια μορφή κλιματολογικής καταστροφής. Επίσης, προσφέρουν έναν από τους πιο ελπιδοφόρους ενεργειακούς πόρους για την μακροπρόθεσμη βιώσιμη ανάπτυξη πολλών από τις φτωχότερες χώρες του κόσμου.

2 Περιγραφή ΜΥΕ Καταρράκτη.

Το συγκεκριμένο έργο χαρακτηρίζεται από παραγόμενη ενέργεια της τάξεως των 8.2 GWh και ισχύ 2200 KW έχει κατασκευαστεί επί ρέματος –παραποτάμου του ποταμού Αραχθου και εκμεταλλεύεται μία υψομετρική διαφορά 282 μέτρων. Η πηγή βρίσκεται σε υψόμετρο 2.360 μέτρων περίπου επί των όρεων Τζουμέρκα (Όρη Αθαμάνων) και κατά τη διαδρομή τα νερά εμπλοτίζονται με άλλα από μικρότερα ρέματα.

Με την κατασκευή - εγκατάσταση του έργου γίνονται διαρρυθμίσεις όπως:

- Ø Μέρος των νερών του κυρίως ρέματος , το οποίο μέσω της κύριας υδροληψίας εκτροπής, η οποία βρίσκεται επί της κοίτης του κυρίως ρέματος , οδηγείται στην κεντρική δεξαμενή,
- Ø Επίσης χρησιμοποιώντας δύο υδροληψίες εκτροπής και αγωγούς παροχέτευσης μέρος των νερών των δύο ρεμάτων που ρέουν στην περιοχή Βλαγκάδα οδηγείται στην προαναφερόμενη δεξαμενή,
- Ø Στη συνέχεια με τη βοήθεια αγωγού 1440 μέτρων περίπου, το σύνολο των εκτρεπόμενων νερών οδηγείται στο κτίριο του Υδροηλεκτρικού Σταθμού παραγωγής ενέργειας. Ο σταθμός είναι κατασκευασμένος παρόχθια του ρέματος και σε απόσταση 650 μέτρων ανάντη από τη γέφυρα Μηλέας – Σγάρας. Το νερό, μετά την είσοδό του στη μονάδα οδηγείται , μέσω της διάφυρας φυγής οδηγείται στην κοίτη του ρέματος,
- Ø Το έργο λειτουργεί αυτόματα και υπάρχει η δυνατότητα τηλεπιτήρησης. Ο τρόπος αυτός λειτουργίας έγινε εφικτός καθώς έγινε εγκατάσταση όλου του απαραίτητου εξοπλισμού για την λειτουργία , τη ρύθμιση αλλά και την προστασία του έργου,
- Ø Ο Σταθμός είναι συνδεδεμένος με το δίκτυο Μ.Τ της Δ.Ε.Η μέσω Μ/Σ ύψωσης τάσης. Η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στη Δ.Ε.Η,
- Ø Για την επίτευξη του έργου (εγκατάσταση αγωγών, προσπέλαση στο κτίριο του ΥΗΣ, υδροληψίες) χρησιμοποιήθηκαν υπάρχουσες οδοί αλλά και νέες οι οποίες δημιουργήθηκαν για την διέλευση του αγωγού. Οι νέες αυτές οδοί μετά την τοποθέτηση του αγωγού επιχωματώθηκαν και θαμνοφυτεύτηκαν πλήρως. Επίσης για την πρόσβαση στον ΥΗΣ διανοίχθηκε μία νέα μόνιμη παρακαμπτήρια οδός 90 μέτρων,
- Ø Η κύρια υδροληψία εκτροπής είναι κατασκευασμένη σε υψόμετρο +720 μέτρων. Οι δευτερεύουσες υδροληψίες είναι κατασκευασμένες σε +725 και +715 μέτρα αντίστοιχα. Η κεντρική δεξαμενή βρίσκεται στα +709 μέτρα. Ο ΥΗΣ είναι κατασκευασμένος στα +425 μέτρα.

2.1 Γεωγραφική θέση.

Το έργο ονομάζεται «Μικρό Υδροηλεκτρικό Έργο (ΜΥΗΕ) Καταρράκτη». Η ισχύς του έργου κυμαίνεται στα 2200 KW και βάση των μηνιαίων παροχών παράγει κατά μέσο όρο 8.2 GWh ετησίως. Η περιοχή μελέτης ανήκει στα διοικητικά όρια του Δήμου Αγνάντων. Οι σχηματισμοί που αναπτύσσονται στην περιοχή ανήκουν, από γεωλογικής άποψης στις γεωτεκτονικές ζώνες της Πίνδου και του Ιονίου και αποτελούνται από σχηματισμούς θρομβώδεις ασβεστόλιθους, κερατόλιθους, αργιλούχες μάργες αλλά και σχηματισμό του φλύσχη.

Γενικά, από περιβαλλοντικής άποψης, δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια παρέμβαση μεγάλης έντασης ώστε να επέλθουν σοβαρές διαταράξεις των περιβαλλοντικών παραμέτρων. Οι αναμενόμενες αλλαγές στη χρήση και στην κάλυψη της περιοχής θεωρούνται σχετικά μικρές σε συγκρινόμενες με το σύνολο της ευρύτερης περιοχής του έργου. Η κατασκευή δεν κατακλύζει μέρος του οδικού δικτύου ενώ ταυτόχρονα δεν επηρεάζει οικισμούς και καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Σημειακές διαταράξεις στο ανάγλυφο και την βλάστηση έχουν παρατηρηθεί, οι οποίες προκλήθηκαν από την απόθεση υλικών, εργοταξίου, προσπέλασης κατά την κατασκευή του έργου.

Τμήμα του ορεινού όγκου των Τζουμέρκων έχει προταθεί να ενταχθεί στο Διεθνούς επιπέδου Δίκτυο Προστασίας της Φύσης «Natura 2000» - GR2110002 υπό την επωνυμία Όρη Αθαμάνων (Τζουμέρκα).

Η υψηλότερη κορυφή βρίσκεται σε ύψος 2.393 μέτρα. Στο παρελθόν μεγάλος όγκος των ορεινών αυτών εκτάσεων καλυπτόταν από εκτεταμένα δάση, τα οποία τα τελευταία χρόνια έχουν υποστεί αποψίλωση λόγω της βόσκησης τη πανίδας και της εκτεταμένης υλοτομίας. Έτσι ως αποτέλεσμα προέκυψε, μεγάλες εκτάσεις της περιοχής να είναι «γυμνές». Στο ορεινό αυτό οικοσύστημα υπάρχουν επίσης πυκνά δασωμένες πλαγιές με δάση κωνοφόρων και πλατύφυλλων φυλλοβόλων δρυών. Υπάρχουν ακόμα ορεινά μεσογειακά χερσαία εδάφη με ακανθώδεις θάμνους, δάση σκληρόφυλλων που χρησιμοποιούνται για βοσκή. Επίσης στη γύρω περιοχή διατηρούνται δάση Οξυάς πλατάνων και κωνοφόρων.

Ø ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

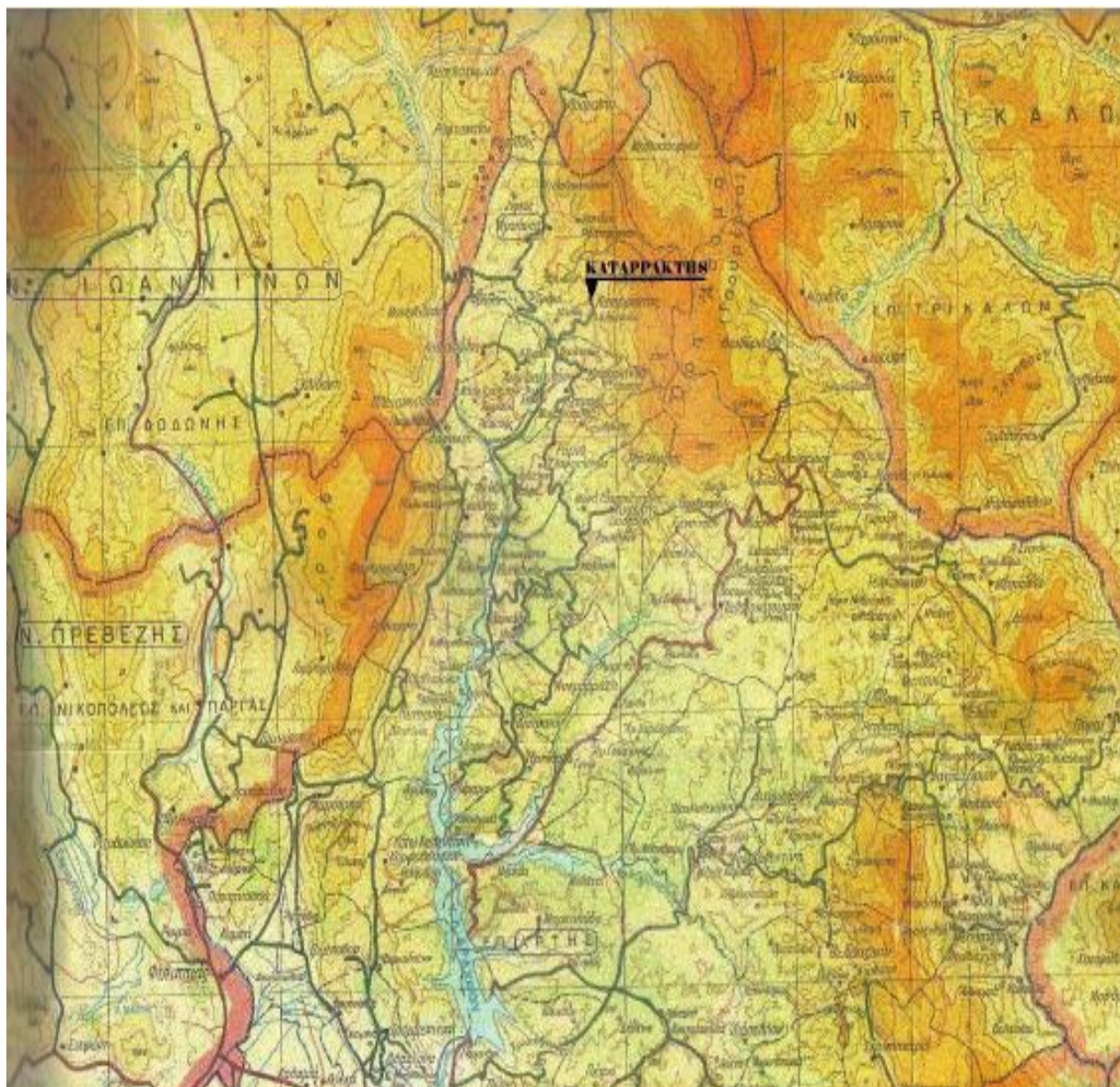
Εθνικό και Περιφερειακό επίπεδο, καταφύγιο θηραμάτων

Σπουδαιότητα : Χαρακτηριστικά είδη της αλικής αλλά και της ορεινής ζώνης συμπεριλαμβάνονται στην πλούσια και ενδιαφέρουσα χλωρίδα της απομακρυσμένης αυτής περιοχής της οροσειράς των Τζουμέρκων. Λόγω της παρουσίας του σε περιοχές που βόσκονται, ένα πολύ σπάνιο είδος στην Ελλάδα εν ονόματι ζει εκεί. Σημαντικός αριθμός ενδημικών τάξεων ζει στην περιοχή αυτή, με μερικά από αυτά να θεωρούνται τοπικά ενδημικά και άλλα απειλούμενα. Περιοχή μεγάλου φυσικού κάλλους, στο όριο της ζώνης της προστατευόμενης περιοχής, αποτελεί ένας φυσικός καταρράκτης.

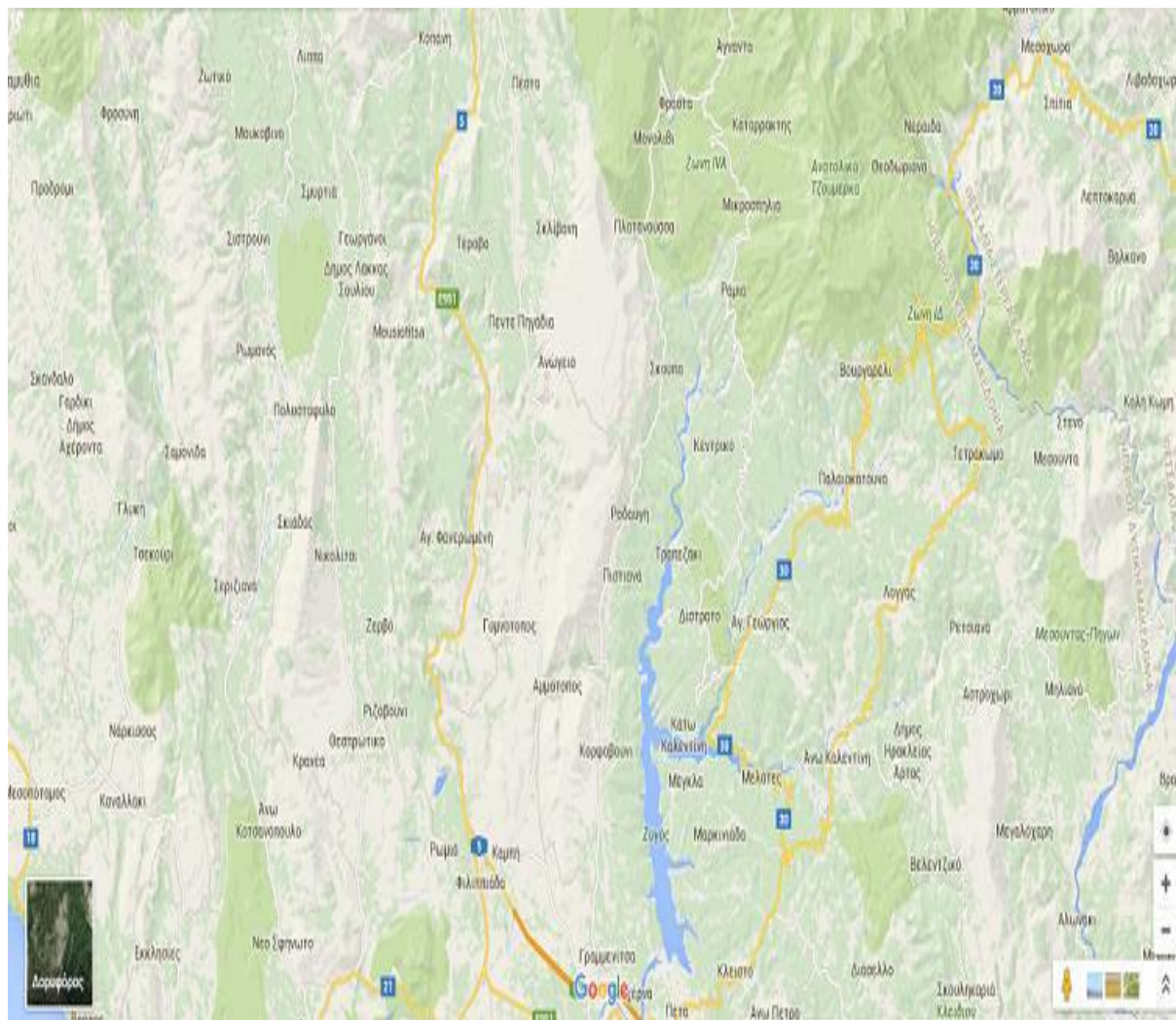
Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι το έργο βρίσκεται εκτός της προστατευόμενης περιοχής, δυτικά της ζώνης που προστατεύεται από το "Natura 2000", είναι μικρό και δεν επηρεάζει το οικοσύστημα της ευρύτερης περιοχής.

Ø ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ

Το παρόν υδροηλεκτρικό έργο έχει κατασκευαστεί στην Ήπειρο και υπάγεται στα διοικητικά όρια του δήμου Αγνάντων του νομού Άρτας. Το έργο έχει κατασκευαστεί επί ρέματος, το οποίο είναι παραπόταμος του ποταμού Αράχθου. Το ρέμα διέρχεται πλησίον των οικισμών Κρουπηγής, Καταρράκτη, Μηλέας και Σγάρας. Η πλησιέστερη πόλη προς τη θέση κατασκευής του ΥΗΕ είναι η Άρτα σε απόσταση περίπου 60 χιλιομέτρων.



Εικόνα 5: Χάρτης της ευρύτερης περιοχής του Καταρράκτη.



Εικόνα 6: Αναλυτική χαρτογράφηση της ευρύτερης περιοχής του Καταρράκτη.

2.1.1 Υδρολογικά στοιχεία

Στην παρούσα έκθεση γίνεται εκτίμηση των απορροών του ρέματος Καταρράκτη, στη θέση εκτροπής του ρέματος Βλαγκάδα. Η εκτίμηση των απορροών βρέθηκε από την προτεινόμενη ενεργειακή εκμετάλλευση του υδάτινου δυναμικού του ρέματος Καταρράκτη, με την κατασκευή ενός μικρού υδροηλεκτρικού έργου στην συγκεκριμένη θέση. Ειδικότερα η μελέτη αυτή συνιστάται στον προσδιορισμό της καμπύλης διάρκειας των μέσων μηνιαίων παροχών του ρέματος, που θα χρησιμεύσει για τη διαστασιολόγηση των μονάδων παραγωγής.

2.1.2 Λεκάνη απορροής

Η λεκάνη απορροής της εξεταζόμενης περιοχής βρίσκεται στην Ήπειρο. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες της είναι : Γεωγραφικό πλάτος από $39^{\circ} 25'$ έως $39^{\circ} 29'$ (βόρειο) και γεωγραφικό μήκος από $21^{\circ} 04'$ έως $21^{\circ} 09'$ (ανατολικό). Η χάραξη και η εμβαδομέτρηση της λεκάνης απορροής του ρέματος Καταρράκτη στη θέση προτεινόμενου μικρού Υ.Η.Ε. Καταρράκτη έγιναν σε χάρτη κλίμακας 1 : 50.000 από την Γ.Υ.Σ. Στο σχέδιο αυτό δεν υπάρχει �έμα με την ονομασία Καταρράκτης. Η ονομασία δόθηκε λόγο του πλησιέστερου χωριού στο �έμα όπου είναι το χωριό Καταρράκτης.

Το �έμα Καταρράκτης πηγάζει σε υψόμετρο 2.000 m περίπου από το όρος Γερακοβούνι και το �έμα Βλάγκαδα πηγάζει σε υψόμετρο 1.780 m περίπου από το Σχισμένο

Λιθάρι. Σε υψόμετρο 600 m γίνεται εκτροπή του ρέματος Βλάγκαδα προς το ρέμα Καταρράκτης.



Εικόνα 7: Ροή νερού στο ρέμα Βλαγκάδο.

Στη λεκάνη απορροής της εξεταζόμενης περιοχής συμπεριλαμβάνονται και δυο πηγές ανατολικά του χωριού Μηλέα. Το ρέμα Καταρράκτης τελικά εκβάλλει στον ποταμό Άραχθο κοντά στο χωριό Άγιοι Ταξιάρχες. Η περιοχή της λεκάνης απορροής της εξεταζόμενης περιοχής είναι ορεινή με έντονο ανάγλυφο. Στην περιοχή αναβλύζουν πολλές πηγές. Το μήκος του κυρίως κλάδου του ρέματος Καταρράκτη στη θέση του προτεινόμενου μικρού Υ.Η.Ε. Καταρράκτη είναι 4,2 km και η μέση κλίση του 33% . Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής της εξεταζόμενης περιοχής είναι 1.208 m και το εμβαδόν αυτής 17,29 km².

2.1.3 Βροχομετρική πληροφορία.

Μέσα στη λεκάνη απορροής της εξεταζόμενης περιοχής υπάρχει ο βροχομετρικός σταθμός Καταρράκτη. Τον σταθμό αυτόν εγκατέστησε η ΔΕΗ το 1995. Στον παρακάτω πίνακα 4.2.1 φαίνονται οι μετεωρολογικοί και βροχομετρικοί σταθμοί της λεκάνης απορροής του ποταμού Αράχθου και του βροχομετρικού σταθμού του Αγίου Νικολάου. Οι σταθμοί αυτοί αναφέρονται στα τεύχη “Μετεωρολογικοί, βροχομετρικοί σταθμοί της Χώρας – Μητρώο” και “Μητρώο Υδρολογικών Δικτύων”.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: Μετεωρολογικοί και βροχομετρικοί σταθμοί λεκάνης απορροής Αράχθου ποταμού και υδρομετρικού σταθμού Αγίου Νικολάου.

Α/α	Όνομα- Θέση	Υψόμετρο (m)	Υπηρεσία	Όργανα	Περίοδος λειτουργίας
1	Ανατολική	880	Υ.ΠΕ.ΧΩ. Ε	Β/Μ	1950-83, 1987-σήμερα
2	Γρεβενίτι	976	Υ.ΠΕ.ΧΩ. Ε	Β/Μ, Β/ΧΜ	1950-σήμερα
3	Δικόρυφο	974	Υ.ΠΕ.ΧΩ. Ε	Β/Μ, Β/ΧΜ	1950-σήμερα
4	Μέτσοβο	1157	Υ.ΠΕ.ΧΩ. Ε	Β/Μ	1950-σήμερα
5	Πλατανούσα	450	Υ.ΠΕ.ΧΩ. Ε	Β/Μ	1950-σήμερα
6	Θεοδώριανα	960	Υ.ΠΕ.ΧΩ. Ε	Β/Μ, Β/ΧΜ	1951-σήμερα
7	Αγναντα	660	Υ.ΠΕ.ΧΩ. Ε	Β/Μ	1954-σήμερα
8	Μ. Γόπιστα	850	.Ε.Η	Β/Γ, Β/Μ, Χ/Τ	1959-1994
9	Παχτούρι	950	.Ε.Η	Β/Μ, Χ/Μ, Θ/Μ	1960-1994
10	Μ. Περιστέρι	1040	.Ε.Η	Β/Γ, Β/Μ, Χ/Τ	1960-σήμερα
11	Ελατοχώρι	1014	.Ε.Η	Β/Γ, Β/Μ, Χ/Τ	1963-σήμερα
12	Πράμαντα	830	.Ε.Η	Β/Γ, Β/Μ, Χ/Τ	1963-σήμερα
13	Ματσούκι	1079	.Ε.Η	Β/Γ, Β/Μ, Χ/Τ	1967-1994
14	Κριθάρια	2000	.Ε.Η	Β/ΧΜ	1971-σήμερα
15	Νικουλίτσα	2000	.Ε.Η	ΤΟΤ	1971-1994
16	Ομαλή	985	.Ε.Η	Β/Μ, Χ/Τ	1980-1994
17	Καταρράκτης	800	.Ε.Η	Β/Μ, Χ/Τ	1995-σήμερα

Όπου :

Β/Μ: Βροχόμετρο

Β/Γ: Βροχογράφος

Β/ΧΜ: Βροχοχιονόμετρο

Χ/Μ: Χιονόμετρο

Χ/Τ: Χιονοτρέπεζα

ΤΟΤ: Ολοκληρωτικό Βροχόμετρο

Θ/Μ: Θερμόμετρο

Από τη Δ.Ε.Η. σύμφωνα με τη νομική διαδικασία αποκτήθηκαν οι μηνιαίες βροχοπτώσεις του Καταρράκτη για όλη την περίοδο λειτουργίας του (1995 έως σήμερα). Οι τελικές επιφανειακές ετήσιες βροχοπτώσεις της λεκάνης απορροής του ρέματος Καταρράκτη στη θέση προτεινόμενου μικρού Υ.Η.Ε Καταρράκτη παρατίθενται στον παρακάτω Πίνακα 2 καθώς και στο ετήσιο υδρογράφημα κατακρημνίσεων. Επιπλέον δίνονται τα ακόλουθα στοιχεία για τη λεκάνη απορροής του έργου:

Λεκ. Απορροής: Μικρού Υ.Η.Ε. Καταρράκτη

Εμβαδόν: 17,92 km²

Μέσο υψόμετρο λεκάνης: 1208 m

Σταθμός : Καταρράκτη (800 m υψόμετρο .

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2: Δείγμα ετήσιας επιφανειακής βροχόπτωσης σε (mm).

Υδρ. Έτος	Υψος βροχής (mm)
1995-96	2322
1996-97	1980
1997-98	2136
1998-99	1727
1999-00	1899
2000-01	2275
2001-02	1523
2002-03	2291
2003-04	1698
2004-05	1775
2005-06	1653
2006-07	1496
2007-08	1967
2008-09	1155
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	1850

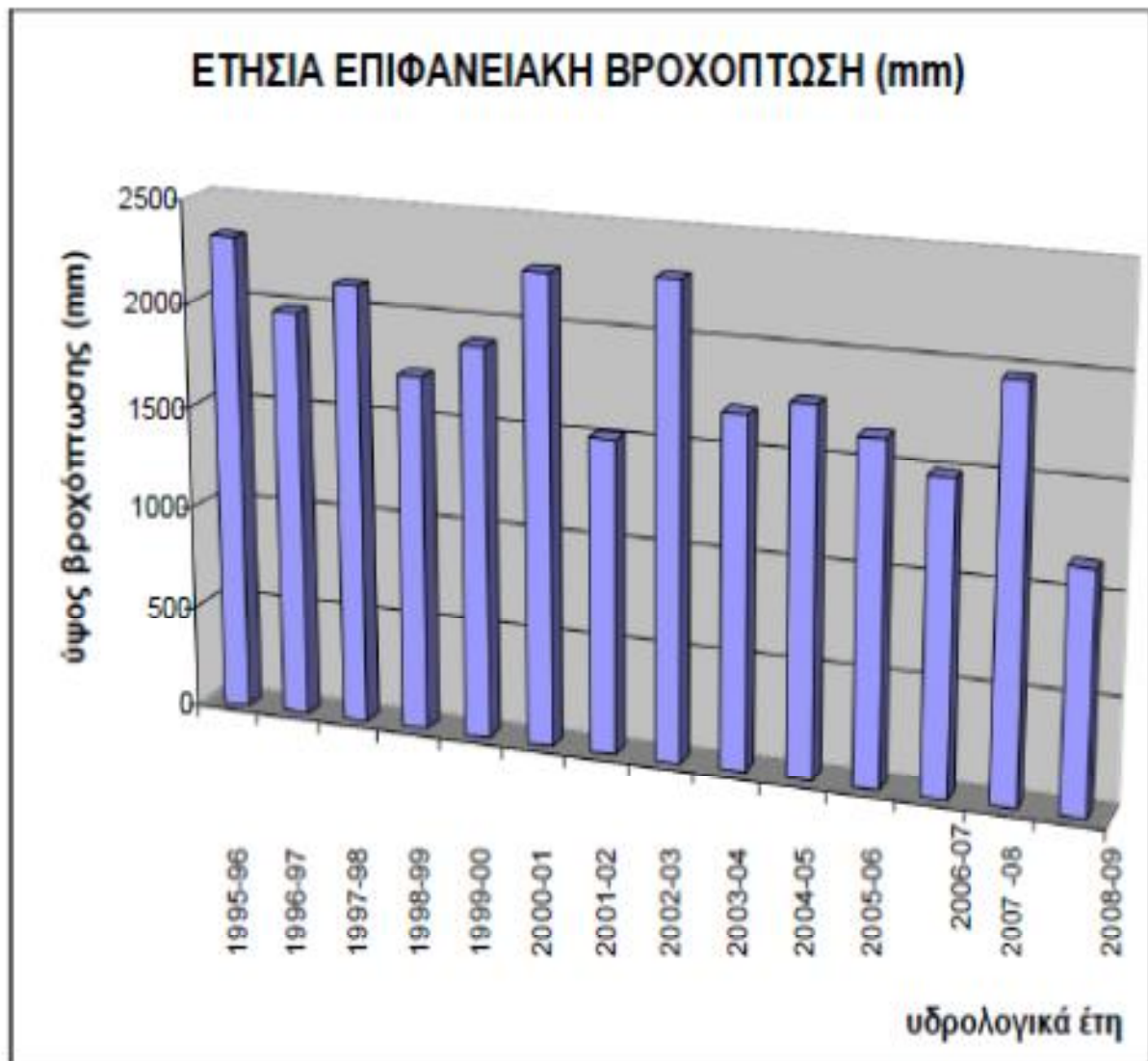
Το εμβαδόν της λεκάνης απορροής ανάντη του υδρομετρικού σταθμού Αγίου Νικολάου ποταμού Αράχθου βρέθηκε ίσο με 1.118 km². Σύμφωνα με την “Υδρολογική μελέτη μέσω βροχοπτώσεων και πλημμύρων σχεδιασμού ποταμού Αράχθου στη θέση Άγιος Νικόλαος (ΔΕΗ), η επιφανειακή ετήσια βροχόπτωση του ποταμού στη συγκεκριμένη θέση ισούται με 1585 mm. Η επιφανειακή αυτή βροχόπτωση έχει υπολογιστεί για τη θέση φράγματος στον Άγιο Νικόλαο λίγο ανάντη της θέσης του υδρομετρικού σταθμού και αφορά λεκάνη 1.118 km². Θεωρούμε ότι η ίδια επιφανειακή βροχόπτωση ισχύει και για τη λεκάνη απορροής του υδρομετρικού σταθμού του Αγίου Νικολάου.

2.1.4 Υδρομετρική πληροφορία

Τα υδρομετρικά δεδομένα αποτελούν την πρωτεύουσα υδρολογική πληροφορία, πάνω στην οποία στηρίζεται κυρίως ο σχεδιασμός και η λειτουργία των έργων. Η πληροφορία περιλαμβάνει :

- Ø Μετρήσεις παροχής (υδρομετρήσεις) ανά τακτά χρονικά διαστήματα.
- Ø Ημερήσιες μετρήσεις στάθμης από σταθμήμετρο.
- Ø Συνεχή καταγραφή της στάθμης με σταθμηγράφο.

Από τις υδρομετρήσεις καταρτίζονται οι καμπύλες του ρέματος Καταρράκτη στη θέση προτεινόμενου έργου μικρού Υ.Η.Ε. Καταρράκτη δεν υπάρχει υδρομετρικός σταθμός. Ο πλησιέστερος σε αυτή τη θέση βρίσκεται στη θέση Άγιος Νικόλαος του ποταμού Αράχθου και ανήκει στη ΔΕΗ. Οι ημερήσιες παροχές στη θέση Άγιος Νικόλαος κατά τα έτη 2000 – 2008 παριτίθενται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.



Εικόνα 8: Ετήσια επιφανειακή βροχόπτωση τελευταίων ετών.

Με βάση τους Πίνακες δεδομένων ημερήσιας ογκομετρικής παροχής προκύπτει ο συγκεντρωτικός πίνακας μέσων μηνιαίων και ετήσιων παροχών σε m³/sec στη θέση Άγιος Νικόλαος.

Πίνακας 2.3: Μέσες μηνιαίες και ετήσιες παροχές στον Άγιο Νικόλαο (m³/s).

Υδρ. Έτος	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ	ΕΤΟΣ
2000-01	7,76	21,61	13,80	79,70	62,00	41,50	64,80	44,32	24,30	9,97	7,76	6,65	31,58
2001-02	6,65	68,14	29,90	96,90	132,00	74,20	55,40	48,20	34,90	16,60	9,97	7,76	47,65
2002-03	8,31	8,86	13,80	67,50	46,50	63,10	43,10	55,40	32,10	12,10	8,31	9,97	30,47
2003-04	17,17	67,04	67,00	26,50	48,70	57,60	49,80	25,48	14,40	8,86	6,65	8,31	33,24
2004-05	10,53	39,89	84,20	18,20	22,70	47,60	28,80	31,02	19,30	8,31	7,20	6,09	27,15
2005-06	42,11	59,83	49,30	18,80	14,90	12,10	22,10	17,17	10,50	6,09	6,09	5,54	22,16
2006-07	11,08	32,69	130,00	30,40	72,00	41,00	62,60	71,47	33,80	19,90	12,70	11,08	43,77
2007-08	17,73	38,23	19,90	13,30	19,30	12,70	44,80	24,38	13,80	7,76	6,65	14,40	19,39
Μέση	15,17	42,04	51,10	43,90	52,40	43,70	46,40	39,68	22,90	11,20	8,17	8,73	31,93

Οι μέσες ημερήσιες, μηνιαίες και ετήσιες παροχές ρέματος Καταρράκτη στην προτεινόμενη θέση προκύπτουν υπολογιστικά από τις μέσες ημερήσιες, μηνιαίες και ετήσιες παροχές του Αγίου Νικολάου λαμβάνοντας υπόψη τους λόγους εμβαδών των λεκανών απορροής και τους λόγους των επιφανειακών ετήσιων βροχοπτώσεων. Ο υπολογισμός βασίστηκε στην εξίσωση :

$$Q_B = Q_A \frac{P_B}{P_A} \frac{E_B}{E_A}$$

όπου :

Τα μεγέθη Q_B, P_B, E_B αφορούν την εξεταζόμενη λεκάνη δηλαδή τον Καταρράκτη και είναι αντίστοιχα η ζητούμενη παροχή, η βροχή και η επιφάνεια της λεκάνης, ενώ τα μεγέθη Q_A, P_A, E_A αφορούν τη βασική λεκάνη αναφοράς δηλαδή τον Άγιο Νικόλαο. Επειδή :

$P_{\beta}=1.850 \text{ mm}$
 $P_{\alpha}=1.585 \text{ mm}$
 $E_{\beta}=17,29 \text{ km}^2$
 $E_{\alpha}=1.118 \text{ km}^2$

Ο λόγος $\frac{P_{\beta}}{P_{\alpha}} * \frac{E_{\beta}}{E_{\alpha}}$ ισούται με **0,01805**

Συνεπώς οι μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση του προτεινόμενου έργου υπολογίζονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ στους Πίνακες 9.1 – 9.8., με πολλαπλασιασμό των αντιστοίχων τιμών των ογκομετρικών παροχών της θέσης Αγίου Νικολάου με 0.01805. Οι μέσες μηνιαίες και ετήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτης, στη θέση δηλ. του προτεινόμενου ΜΥΗΕ για τις υδρολογικές περιόδους 2000 – 2008 δίνονται στον Πίνακα 2.4.

Πίνακας 2.4: Μέσες μηνιαίες και ετήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτης (m³/s).

Υδρ. Έτος	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ	ΕΤΟΣ
2000-01	0,14	0,39	0,25	1,44	1,12	0,75	1,17	0,80	0,44	0,18	0,14	0,12	0,57
2001-02	0,12	1,23	0,54	1,75	2,38	1,34	1,00	0,87	0,63	0,30	0,18	0,14	0,86
2002-03	0,15	0,16	0,25	1,22	0,84	1,14	0,78	1,00	0,58	0,22	0,15	0,18	0,55
2003-04	0,31	1,21	1,21	0,48	0,88	1,04	0,90	0,46	0,26	0,16	0,12	0,15	0,60
2004-05	0,19	0,72	1,52	0,33	0,41	0,86	0,52	0,56	0,35	0,15	0,13	0,11	0,49
2005-06	0,76	1,08	0,89	0,34	0,27	0,22	0,40	0,31	0,19	0,11	0,11	0,10	0,40
2006-07	0,20	0,59	2,35	0,55	1,30	0,74	1,13	1,29	0,61	0,36	0,23	0,20	0,79
2007-08	0,32	0,69	0,36	0,24	0,35	0,23	0,81	0,44	0,25	0,14	0,12	0,26	0,35
Μέση	0,27	0,76	0,92	0,79	0,95	0,79	0,84	0,72	0,41	0,20	0,15	0,16	0,58

Ακολουθεί το διάγραμμα της καμπύλης διάρκειας των μέσων μηνιαίων παροχών (m³/sec) για ΜΥΗΕ Καταρράκτη, το οποίο καταρτίζεται σύμφωνα με τις μηνιαίες παροχές σε φθίνουσα σειρά, την ποσότητα εμφάνισης, τη σχετική συχνότητα εμφάνισης και το ποσοστό σχετικής συχνότητας υπέρβασης.

α/α	Q (m ³ /sec)	ποσότητα εμφάνισης	σχετική συχνότητα εμφάνισης	ποσοστό σχετικής συχνότητας υπέρβασης	α/α	Q (m ³ /sec)	ποσότητα εμφάνισης	σχετική συχνότητα εμφάνισης	ποσοστό σχετικής συχνότητας υπέρβασης
1	2,40	1	0,0104	0,0104	35	0,59	1	0,0104	0,3854
2	2,36	1	0,0104	0,0208	36	0,58	1	0,0104	0,3958
3	1,75	1	0,0104	0,0313	37	0,56	1	0,0104	0,4063
4	1,51	1	0,0104	0,0417	38	0,55	1	0,0104	0,4167
5	1,44	1	0,0104	0,0521	39	0,54	1	0,0104	0,4271
6	1,34	1	0,0104	0,0625	40	0,52	1	0,0104	0,4375
7	1,30	1	0,0104	0,0729	41	0,48	1	0,0104	0,4479
8	1,29	1	0,0104	0,0833	42	0,46	1	0,0104	0,4583
9	1,23	1	0,0104	0,0938	43	0,44	2	0,0208	0,4792
10	1,22	1	0,0104	0,1042	44	0,41	1	0,0104	0,4896
11	1,21	2	0,0208	0,1250	45	0,40	1	0,0104	0,5000
12	1,17	1	0,0104	0,1354	46	0,39	1	0,0104	0,5104
13	1,14	1	0,0104	0,1458	47	0,36	2	0,0208	0,5313
14	1,13	1	0,0104	0,1563	48	0,35	2	0,0208	0,5521
15	1,12	1	0,0104	0,1667	49	0,33	2	0,0208	0,5729
16	1,08	1	0,0104	0,1771	50	0,32	1	0,0104	0,5833
17	1,04	1	0,0104	0,1875	51	0,31	2	0,0208	0,6042
18	1,00	2	0,0208	0,2083	52	0,30	1	0,0104	0,6146
19	0,90	1	0,0104	0,2188	53	0,27	1	0,0104	0,6250
20	0,89	1	0,0104	0,2292	54	0,26	2	0,0208	0,6458
21	0,88	1	0,0104	0,2396	55	0,25	2	0,0208	0,6667
22	0,87	1	0,0104	0,2500	56	0,24	3	0,0313	0,6979
23	0,86	1	0,0104	0,2604	57	0,23	1	0,0104	0,7083
24	0,84	1	0,0104	0,2708	58	0,22	2	0,0208	0,7292
25	0,81	1	0,0104	0,2813	59	0,20	2	0,0208	0,7500
26	0,80	1	0,0104	0,2917	60	0,19	2	0,0208	0,7708
27	0,77	1	0,0104	0,3021	61	0,18	3	0,0313	0,8021
28	0,76	1	0,0104	0,3125	62	0,16	2	0,0208	0,8229
29	0,75	1	0,0104	0,3229	63	0,15	3	0,0313	0,8542
30	0,74	1	0,0104	0,3333	64	0,14	5	0,0521	0,9063
31	0,72	1	0,0104	0,3438	65	0,13	1	0,0104	0,9167
32	0,69	1	0,0104	0,3542	66	0,12	4	0,0417	0,9583
33	0,63	1	0,0104	0,3646	67	0,11	3	0,0313	0,9896
34	0,61	1	0,0104	0,3750	68	0,10	1	0,0104	1,0000



Εικόνα 9: Καμπύλη διαρκείας μέσω των μηνιαίων παροχών.

2.1.5 Ποσότητα νερών στο σημείο υδροληψίας.

Η συνολική μέση ετήσια απορροή των τριών ρεμάτων στις θέσεις των υδροληψιών είναι $18,226 \times 10^6 \text{ m}^3$, εκ των οποίων θα χρησιμοποιούνται για παραγωγή ενέργειας τα $11,886 \times 10^6 \text{ m}^3$ περίπου. Για τη διαχείριση του οικοσυστήματος της κοίτης ο όγκος των υδάτων που θα αφήνεται είναι $1,18 \times 10^6 \text{ m}^3$. Το υπόλοιπο των υδάτων διατίθεται εξ' ολοκλήρου για τις ανάγκες της άρδευσης των γύρω αγροτικών εκτάσεων κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών.

Η ποσότητα των $11,886 \times 10^6 \text{ m}^3$ θα εκτρέπεται από τα σημεία των υδροληψιών, μέσω αγωγών PVC διαμέτρου $\Phi 800$ και $\Phi 600$ (κύρια υδροληψία και υδροληψία B1) και PVC $\Phi 350$ (υδροληψία B2) θα συλλέγεται σε μια δεξαμενή, εν συνέχεια μέσω ενός μεταλλικού αγωγού μήκους 1.440 m και διαμέτρου $\Phi 700$ θα μεταφέρεται στο Σταθμό Παραγωγής και από εκεί μέσω διώρυγας φυγής θα επιστρέφει στην κοίτη του ρέματος Καταρράκτη.

Για τμήματα των κοιτών από όπου θα εκτραπεί η παραπάνω ποσότητα υδάτων θα εξασφαλίζεται επί μονίμου βάσεως «οικολογική παροχή» διαχείρισης του οικοσυστήματος ίση με 20 lit/sec. Η οικολογική παροχή είναι το 30% της μέσης θερινής παροχής των ρεμάτων κατά τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο. Πρέπει να σημειωθεί πως κατά τους μήνες αυτούς το ΜΥΗΕ δεν θα είναι σε λειτουργία λόγω των αρδεύσεων στην περιοχή οπότε θα γίνεται διαθέσιμη όλη η ποσότητα των υδάτων στα ρέματα όπως επίσης και τα νερά των πηγών.

Οι μέσες μηνιαίες και ετήσιες παροχές ρέματος Καταρράκτη στη θέση προτεινόμενου μικρού Υ.Η.Ε Καταρράκτη για τις υδρολογικές περιόδους 2000-2008 για κάθε ρέμα ξεχωριστά, αναλύονται στους κάτωθι πίνακες (πίν.9,10,11).

Πίνακας 2.5: Μέσες μηνιαίες παροχές ρέματος κύριας υδροληψίας (m³/s).

Υδρ. Έτος	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	Έτος
2000-01	0,06	0,07	0,22	0,14	0,79	0,62	0,41	0,65	0,44	0,24	0,10	0,08	0,32
2001-02	0,08	0,06	0,68	0,29	0,97	1,33	0,74	0,55	0,48	0,35	0,17	0,10	0,48
2002-03	0,10	0,08	0,09	0,14	0,67	0,46	0,63	0,43	0,55	0,32	0,12	0,08	0,31
2003-04	0,08	0,17	0,67	0,67	0,26	0,49	0,57	0,50	0,25	0,14	0,09	0,07	0,33
2004-05	0,06	0,11	0,40	0,84	0,18	0,23	0,47	0,28	0,31	0,19	0,08	0,07	0,27
2005-06	0,06	0,42	0,59	0,49	0,18	0,15	0,12	0,22	0,17	0,11	0,06	0,06	0,22
2006-07	0,11	0,11	0,33	1,30	0,30	0,72	0,41	0,62	0,71	0,34	0,20	0,13	0,44
2007-08	0,14	0,17	0,38	0,20	0,13	0,19	0,13	0,45	0,24	0,14	0,08	0,07	0,19
Μέση	0,08	0,15	0,42	0,51	0,44	0,52	0,44	0,46	0,39	0,23	0,11	0,08	0,32

Πίνακας 2.6 Μέσες μηνιαίες παροχές ρεματος υδροληψίας **Βλάγκαδο_1** (m³/s).

Υδρ. Έτος	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	Έτος
2000-01	0,05	0,06	0,17	0,11	0,61	0,47	0,32	0,50	0,34	0,18	0,08	0,06	0,25
2001-02	0,06	0,05	0,52	0,23	0,74	1,02	0,57	0,42	0,37	0,27	0,13	0,08	0,37
2002-03	0,08	0,07	0,07	0,10	0,52	0,36	0,48	0,33	0,42	0,25	0,09	0,06	0,24
2003-04	0,06	0,13	0,51	0,51	0,20	0,37	0,44	0,38	0,20	0,11	0,07	0,05	0,25
2004-05	0,04	0,08	0,31	0,64	0,14	0,17	0,36	0,22	0,24	0,15	0,06	0,05	0,21
2005-06	0,04	0,32	0,45	0,37	0,14	0,11	0,09	0,17	0,13	0,08	0,05	0,05	0,17
2006-07	0,09	0,08	0,25	1,00	0,23	0,55	0,31	0,48	0,54	0,26	0,15	0,10	0,34
2007-08	0,11	0,13	0,29	0,15	0,10	0,15	0,10	0,34	0,19	0,10	0,06	0,05	0,15
Μέση	0,07	0,12	0,32	0,39	0,34	0,40	0,33	0,36	0,30	0,18	0,09	0,06	0,25

Πίνακας 2.7 Μέσες μηνιαίες παροχές ρεματος υδροληψίας **Βλάγκαδο_2** (m³/s).

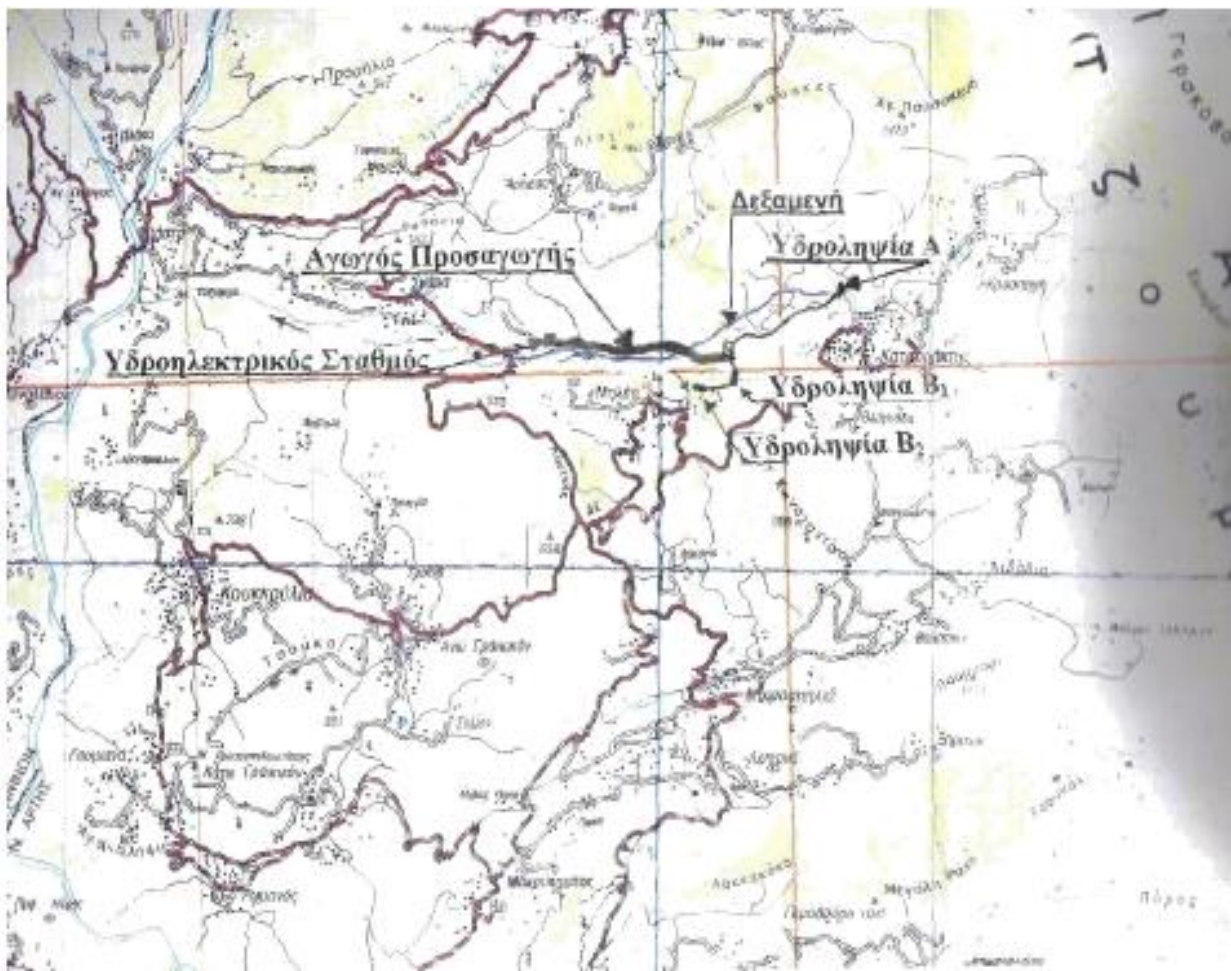
Υδρ. Έτος	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	Έτος
2000-01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01
2001-02	0,00	0,00	0,03	0,01	0,05	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02
2002-03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01
2003-04	0,00	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2004-05	0,00	0,01	0,02	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2005-06	0,00	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2006-07	0,01	0,01	0,02	0,06	0,01	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02
2007-08	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Μέση	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01

2.2 Περιγραφή έργου.

Το Μικρό ΥΗΕ που βρίσκεται στην περιοχή του Καταρράκτη έχει κατασκευαστεί σε παραπόταμο του ποταμού Αράχθου, που βρίσκεται κοντά στο χωριό Καταρράκτη στο Νομό Άρτας. Το έργο έχει τρεις υδροληψίες :

- Ø Κύρια υδροληψία Α σε υψόμετρο +720 m
- Ø Υδροληψία Βλάγκαδο 1 Β1 σε υψόμετρο +715 m
- Ø Υδροληψία Βλάγκαδο 2 Β2 σε υψόμετρο +725 m

Τα ύδατα που συλλέγονται από τις τρεις προαναφερόμενες υδροληψίες οδηγούνται στην κεντρική δεξαμενή Δ η οποία βρίσκεται σε υψόμετρο +709 m. Η συνολική μέση ποσότητα υδάτων που απορρέουν στα σημεία υδροληψίας από τα τρία ρέματα είναι $18,226 \times 10^6 \text{m}^3$, από τα οποία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται τα $11,886 \times 10^6 \text{m}^3$, ενώ για την οικολογική παραγωγή διατίθενται $1,18 \times 10^6 \text{m}^3$. Από την κατασκευή του έργου έχει αξιοποιηθεί η πτώση που δημιουργούταν σε αυτή τη θέση. Η ετήσια παραγωγή ενέργεια ανέρχεται στα 8.2 GWh.



Εικόνα 10: Απεικόνιση επιμέρους τμημάτων υδροληψίας της περιοχής.

Το έργο λειτουργεί ως ακολούθως:

1. Από την υδροληψία Α τα εκτρεπόμενα νερά του κυρίου ρέματος που έρχονται από τον οικισμό Καταρράκτη οδηγούνται στον εξαμμοτή της υδροληψίας.
2. Από τον εξαμμοτή, μέσω αγωγού PVC μέγιστης παροχέτευσης $1.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ και διαμέτρου $\Phi 800$, τα νερά οδηγούνται στην κεντρική δεξαμενή.
3. Από την υδροληψία Β2, τα νερά του μικρού ρέματος από την περιοχή Βλαγκάδο, οδηγούνται μέσω αγωγού PVC παροχέτευσης, προς την κοίτη του μεγάλου ρεύματος, ανάντη της υδροληψίας Β1 του μεγάλου ρέματος (από την περιοχή Βλαγκάδο). Ο αγωγός παροχέτευσης είναι κυκλικής διατομής διαμέτρου $\Phi 350$ και είναι τοποθετημένος σε σκάμα, το οποίο έχει διανοιχθεί χειρονακτικά (απαγόρευση δομικών μηχανών) λόγω περιβαλλοντικών όρων, καθώς η περιοχή όδευσης είναι δασική και αποτελείται από πλούσια βλάστηση.
4. Από κοινού, το σύνολο αυτών των νερών του μικρού και του μεγάλου ρέματος, μέσω της υδροληψίας Β1 οδηγούνται για εξάμμωση, στον εξαμμοτή της υδροληψίας. Στη συνέχεια, μέσω ενός αγωγού μέγιστης παροχέτευσης $0.7 \text{ m}^3/\text{sec}$ και $\Phi 600$, τα νερά οδηγούνται από τον εξαμμοτή της υδροληψίας Β1 στην κύρια δεξαμενή (υψόμετρο +709).
5. Από την κύρια δεξαμενή (Δ) και μέσω του αγωγού προσαγωγής, το σύνολο των εκτρεπόμενων νερών οδηγούνται στον Υδροηλεκτρικό Σταθμό. Για την προστασία του πρηνούς, η δεξαμενή δεν θα υπερχειλίζει. Έχουν προβλεφθεί τυχόν μεταβολές της στάθμης του νερού εντός της δεξαμενής, μέσω αυτόματης λειτουργίας του ΥΗΣ, μέχρι και $\pm 1 \text{ m}$.
6. Στην υδροληψία Β2, προκειμένου να περιοριστούν οι επεμβάσεις στο ελάχιστο εφικτό, δεν προβλέπεται κατασκευή κεκλιμένων εσχάρων για την συγκράτηση των σωματιδίων. Τόσο η υδροληψία Β2 όσο και ο αγωγός παροχέτευσης έχουν κατασκευαστεί χωρίς επέμβαση μηχανημάτων.
7. Για την εξάμμωση στην υδροληψία Α, επειδή η περιοχή έχει ήδη διαταραχθεί από τη διάνοιξη περιφερειακής – επαρχιακής οδούς, διατίθεται κατάλληλος χώρος, και χωρίς ιδιαίτερες αναταράξεις του τοπίου μπορούν να γίνουν επεμβάσεις, ενώ προβλέπεται η κατασκευή κανονικού εξαμμοτή.
8. Οι υδροληψίες Α, Β1, Β2 (γαλλικού τύπου) θα είναι υπερπηδητές για την διόδο των μεγάλων πλημμυρικών παροχών. Στη θέση των υδροληψιών έχει γίνει καθαρισμός της κοίτης από σαθρά υλικά και έγιναν έργα για την υποδομή θεμελίωσης. Η κατασκευή των υδροληψιών έγιναν κατά τους θερινούς μήνες. Οι υδροληψίες κατασκευάστηκαν από σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25. Σε όλες τις θέσεις υδροληψιών έχουν προβλεφθεί κατασκευές για την προστασία της κοίτης και των πρηνών.
9. Όπισθεν των υδροληψιών δεν δημιουργήθηκε λίμνη. Κάθε υδροληψία είναι εφοδιασμένη με κεκλιμένες σχάρες για την απομάκρυνση των φερτών υλικών. Οι εσχάρες έχουν τοποθετηθεί επί της στέφης της κατασκευής. Οι εσχάρες αποτελούνται από χαλύβδινες πρότυπες διατομές που θα ενώνονται μεταξύ τους και αποτελούν ένα ενιαίο πλαίσιο, το οποίο θα αγκυρωθεί στο σκυρόδεμα.
10. Ο εξαμμοτής της υδροληψίας Α έχει κατασκευαστεί από οπλισμένο σκυρόδεμα με κεκλιμένο επίπεδο. Οι διαστάσεις του υπολογίστηκαν ώστε η ταχύτητα του νερού να είναι περίπου $0.3 \text{ m}/\text{sec}$, ώστε να κατακρατούνται τα φερτά υλικά.

11. Ο καθαρισμός από τα προαναφερθέντα φερτά υλικά πραγματοποιείται με άνοιγμα του χειροκίνητου θυροφράγματος εξόδου κατά διαστήματα, ή όταν παρατηρείται μεγάλη συσσώρευση. Η προσαγωγή του νερού στον εξαμμωτή ελέγχεται με θυροφράγμα εισόδου, έτσι ώστε η μέγιστη διερχόμενη παροχή να είναι το πολύ ίση με 100 lt/sec. Το νερό μετά τον εξαμμωτή εισέρχεται στον αγωγό, μέσω πλευρικής υπερχειλίσης.
12. Η συνολικά εκτρεπόμενη παροχή από τις 3 υδροληψίες, υπολογίστηκε από την υδρολογική και οικονομοτεχνική μελέτη του έργου σε 1000 lt/sec. Η διερχόμενη παροχή από τις υδροληψίες B2, B1 και A ορίστηκε αντίστοιχα σε 300, 700 και 1000 lt/sec. Η επιλογή της διερχόμενης παροχής από τις υδροληψίες, έγινε προς την πλευρά της ασφάλειας για τη λειτουργία του συστήματος και όχι με αναλογία λεκανών.
13. Τα φερτά υλικά από την κοίτη κάταντη των υδροληψιών αναμένεται να παρασύρονται από την υπερχειλίση των υδροληψιών, δηλαδή από τις παροχές που υπερβαίνουν τα 300, 700 και 1000 lt/sec για την αντίστοιχη υδροληψία. Δεδομένου του μικρού μεγέθους των υδροληψιών και της μορφολογίας της περιοχής, γεωλογικά δεν αναμένεται να υπάρξουν προβλήματα διαρροών.
14. Αμέσως κάταντη του εξαμμωτή της υδροληψίας A προβλέπεται συρταρωτή δικλείδα για την παροχή νερού διαχείρισης του οικοσυστήματος της κοίτης. Η παροχή αυτή θα είναι 30 lt/sec και αποτελεί δηλαδή το 30% της μέσης θερινής παροχής του μικρού και του μεγάλου ρέματος. Επίσης δικλείδα για την παροχή νερού διαχείρισης του οικοσυστήματος της κοίτης προβλέπεται κάταντη του εξαμμωτή της υδροληψίας B1 που συλλέγει τα νερά που έρχονται από την περιοχή Βλαγκάδο. Η παροχή αυτή θα είναι 20 lt/sec και αποτελεί δηλαδή το 30% της μέσης θερινής παροχής του ρέματος. Επομένως η συνολική παροχή νερού διαχείρισης του οικοσυστήματος θα ανέλθει σε 50 lt/sec, γεγονός που σημαίνει ότι αποτελεί το 30% της μέσης θερινής παροχής (Ιούλιος, Αύγουστος, Σεπτέμβριος) όλων των νερών των υπό εκμετάλλευση ρεμάτων, όπως αυτή που υπολογίστηκε στην υδρολογική μελέτη. Η επιμέρους κατάτμηση σε 30 και 20 lt/sec προέκυψε από την αναλογία των λεκανών των υπο εκμετάλλευση νερών, δηλαδή αντίστοιχα της λεκάνης των ρεμάτων που έρχονται από Βλαγκάδο και της λεκάνης του ρέματος που έρχεται από τον οικοσμό Καταρράκτης.
15. Επί της υδροληψίας B2, η οποία συλλέγει τα νερά του μικρού ρέματος, δεν προβλέπεται δικλείδα για την παροχή νερού διαχείρισης του οικοσυστήματος της κοίτης λόγω της μικρής απόστασης από τη συμβολή του μικρού και του μεγάλου ρέματος. Αυτή η παροχή ωστόσο έχει συνυπολογιστεί στην παροχή των 20 lt/sec.

2.2.1 Αγωγός προσαγωγής.

Ο αγωγός προσαγωγής οδηγεί το νερό από την δεξαμενή στο κτίριο του Υδροηλεκτρικού Σταθμού και η πορεία του είναι η ακόλουθη :

1. Αρχικά επί απότομης κλίσης, για μήκος περίπου 90m. Ο αγωγός διέρχεται μέσα σε σκάμμα και επιχωματωμένος και κατάλληλα αγκυρωμένος στο έδαφος. Προβλέπεται η κατασκευή τριων μπλοκ αγκύρωσης από σκυρόδεμα.

2. Στη συνέχεια, επι ηπιότερης κλίσης και για μήκος περίπου 410m, το νερό διέρχεται μέσα σε σκάμματα και επιχωματωμένος, κατάλληλα αγκυρωμένος στο έδαφος. Προβλέπεται η κατασκευή μπλοκ αγκύρωσης από σκυρόδεμα ανά 100m μήκους.
3. Έπειτα, για μήκος 75 m, ο αγωγός θα διασχίσει εγκάρσια την κοίτη, εγκιβωτισμένος σε σκάμματα και επικαλυμμένος για την προστασία του με σκυρόδεμα.
4. Για τα επόμενα 495m μήκους, ο αγωγός οδεύει στο δεξί πρηνές, μέσα σε σκάμματα και επιχωματωμένος, στα πλάγια διανοιχθέντος δρόμου. Μετά την τοποθέτηση του αγωγού, ο διανοιχθείς δρόμος έχει αποκατασταθεί με τον πλέον καλύτερο τρόπο (προσεκτική επιχωμάτωση, απομάκρυνση πλεοναζόντων υλικών, θαμνοφύτευση όπου προϋπήρχε).
5. Στη συνέχεια και για μήκος 370m, ο αγωγός εξακολουθεί να οδεύει στο δεξί πρηνές, μέσα σε σκάμματα και επιχωματωμένος, στο πλάι υπάρχοντος αγροτικού δρόμου, μέχρι τον ΥΗΣ.
6. Ο αγωγός προσαγωγής αποτελείται από χαλύβδινους σωλήνες, συνολικού μήκους 1.440 m περίπου, παροχευτικότητας $1.0 \text{ m}^3/\text{sec}$, $\Phi 700$ και πάχους 4.2 mm.
7. Ο αγωγός είναι εφοδιασμένος, όπου απαιτείται, και με διαστολικούς συνδέσμους για την παραλαβή των θερμοκρασιακών διαστολών. Επίσης, ο αγωγός προσαγωγής, έχει αντιδιαβρωτική προστασία τόσο στο εσωτερικό, όσο και στο εξωτερικό μέρος του, από βαφή εποξειδικής πίσσας.
8. Το τελευταίο τμήμα του αγωγού προσαγωγής, πριν από την είσοδό του στο σταθμό, αγκυρώνεται με μεταλλικές βάσεις και κολλάρα. Παράπλευρα του αγωγού προσαγωγής οδεύει, μέσα σε σωλήνα, θωρακισμένο καλώδιο για την μεταβίβαση της σταθμής νερού στη δεξαμενή, στο σύστημα αυτοματισμού του ΥΗΣ.

2.2.2 Αγωγοί παροχέτευσης – Οδευση του νερού προς εκμετάλλευση .

Ο αγωγός παροχέτευσης μέσω του οποίου θα οδηγηθούν τα νερά από την υδροληψία εκτροπής B2 άνω της υδροληψίας B1 θα είναι ελευθέρως ροής, κυκλικής διατομής, επικαλυμμένος, και το μήκος του θα είναι 120 m. Οι διαστάσεις του θα είναι $\Phi 350$. Ο αγωγός θα τοποθετηθεί δια χειρός και με τον ίδιο τρόπο θα πραγματοποιηθεί και η μεταφορά υλικών.

Ο αγωγός παροχέτευσης, μέσω του οποίου θα οδηγηθούν τα νερά από την υδροληψία εκτροπής B1 στη δεξαμενή Δ, θα έχει παροχευτικότητα 700 lt/sec , διάμετρο 600 mm και μήκος 570 m. Θα αποτελείται από σωλήνες PVC οι οποίοι θα είναι επιχωμένοι μέσα σε όρυγμα.

Ο αγωγός θα οδεύσει στο δεξί πρηνές, μέσα σε σκάμματα και επιχωματωμένος. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί στην τοποθέτησή του κυρίως στην συμπτυκνωμένη στρώση αμμοχάλικου που πρέπει να τον περιβάλλει.

Μετά την τοποθέτηση του αγωγού, ο χώρος θα αποκατασταθεί πλήρως με τον πλέον βέλτιστο τρόπο (προσεκτική επιχωμάτωση, απομάκρυνση πλεοναζόντων υλικών, συστηματική δεινροφύτευση και θαμνοφύτευση σε όλη την έκταση διάνοιξης, κ.α).

Ο αγωγός παροχέτευσης, μέσω του οποίου θα οδηγηθούν τα νερά από την υδροληψία εκτροπής A στη δεξαμενή Δ, θα έχει παροχευτικότητα 1000 lt/sec , διάμετρο 800 mm και μήκος 1300 m. Θα αποτελείται από σωλήνες PVC, οι οποίοι θα είναι επιχωμένοι μέσα σε όρυγμα, στο πλάι υπάρχοντος αγροτικού δρόμου. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί στην τοποθέτησή του, κυρίως στην συμπτυκνωμένη στρώση αμμοχάλικου που πρέπει να τον περιβάλλει.

2.2.3 Κτήριο ΥΗΣ.

Το κτήριο του ΥΗΣ είναι μονοόροφο και κατασκευασμένο από σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25. Η σκεπή του αποτελείται από δίρριχτη κεκλιμένη πλάκα, η οποία επικαλύπτεται από κεραμίδια. Στο δάπεδο του κτηρίου εδράζεται η μονάδα, και ο υπόλοιπος εξοπλισμός με ακύρια και δευτέρου σταδίου σκυρόδεμα. Η είσοδος στον ΥΗΣ προβλέπεται με μεταλλική συρόμενη πόρτα βιομηχανικού τύπου, απ' όπου θα περάσει ο εξοπλισμός ο οποίος θα εγκατασταθεί εντός του κτηρίου. Οι πίνακες Μ.Τ είναι εγκατεστημένοι σε ιδιαίτερο δωμάτιο, ενώ οι Μ/Σ είναι τοποθετημένοι υπαίθριως παράπλευρα του κτηρίου του ΥΗΣ, σε ιδιαίτερο χώρο που είναι περιφραγμένος για λόγους ασφαλείας. Κάτω από τον χώρο του Μ/Σ υπάρχει σκάμμα με σκύρα όπου συλλέγονται τα έλαια του Μετασχηματιστή. Το μόνιμο προσωπικό του ΥΗΣ αποτελείται από ένα έως δύο άτομα. Στον ΥΗΣ υπάρχει ιδιαίτερος χώρος για τους πίνακες ελέγχου, πίνακες Μ.Τ, αποθήκη, γραφείο και τουαλέτα. Η επικάλυψη του δαπέδου είναι βιομηχανικού τύπου ή από κεραμικά αντιολισθηρά πλακίδια. Ο ΥΗΣ είναι κατασκευασμένος σε ανοικτή εκσκαφή, με πρανή κλίσεων 2:1. Ο ΥΗΣ, είναι επίσης κατασκευασμένος σε γήπεδο έκτασης 4,5 στρεμμάτων περίπου, χώρος ο οποίος φιλοξενεί και τις εργοταξιακές εγκαταστάσεις για της ανάγκες του Έργου. Για την προσπέλαση του ΥΗΣ θα χρησιμοποιηθούν υπάρχουσες οδοί.

Για την κατασκευή τόσο της υδροληψίας Β2, όσο και του αγωγού παροχέτευσης Β2-Β1, δεν θα διανοιχθεί οδός, αλλά η μεταφορά των υλικών και η κατασκευή θα γίνουν δια χειρός. Για την κατασκευή τόσο της υδροληψίας Β1 και τη μεταφορά των υλικών έχει διανοιχθεί οδός, και μετά το πέρας της τοποθέτησης του αγωγού, θα επιχωματωθεί και θα αποκατασταθεί το τοπίο με τον πλέον βέλτιστο τρόπο (προσεκτική επιχωμάτωση, απομάκρυνση πλεοναζόντων υλικών, συστηματική θαμνοφύτευση και δενδροφύτευση σε όλη την έκταση της επέμβασης κ.α). Για όλες τις λοιπές κατασκευές χρησιμοποιούνται υπάρχουσες οδοί.

2.2.4 Στρόβιλοι σταθμού.

Οι δυο στρόβιλοι θα είναι τύπου “Pelton” κατακόρυφου άξονα, με δυο ακροφύσια ο καθένας και εκτροπέα της δέσμης νερού. Τα στροφεία των στροβίλων θα στερεωθούν πάνω στον άξονα κάθε γεννήτριας. Το όλο περιστρεφόμενο μέρος της μονάδας (στροφείο και ρότορας γεννήτριας) θα στηρίζεται στα έδρανα της γεννήτριας.

Στην είσοδο του στροβίλου υπάρχει σφαιρική δικλείδα ασφαλείας εφοδιασμένη με δικλείδα παράκαμψης για την πλήρωση του στροβίλου πριν την εκκίνηση, καθώς και την απομόνωση του για συντήρηση. Για την εκκένωση του στροβίλου καθώς και του αγωγού υπάρχουν αντίστοιχες δικλείδες, που οδηγούν το νερό στην διώρυγα φυγής. Τα ακροφύσια του στροβίλου για την κίνηση τους έχουν υδραυλικούς κυλίνδρους (servomotor) διπλής ενέργειας που λειτουργούν με το λάδι, υπό πίεση, του ρυθμιστή στροφών. Η λειτουργία των ακροφυσίων είναι ανεξάρτητη λαμβάνοντας εντολή από το σύστημα του ΥΗΣ και ο στρόβιλος είναι δυνατό να λειτουργεί με ένα ή περισσότερα ακροφύσια ανάλογα με την εκμεταλλεύσιμη παροχή. Τα κύρια χαρακτηριστικά του στροβίλου είναι τα παρακάτω. Τα ακροφύσια όπως επίσης και το στροφείο του στροβίλου που θα είναι ολόσωμο χυτό θα είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα 13/4.



Εικόνα 11: Δύο στρόβιλοι τύπου Pelton (μπλε χρώμα) και οι γεννήτριες (κόκκινο χρώμα).



Εικόνα 12: Ολόσωμο χυτό στροφέιο στροβίλου Pelton

Πίνακας Χαρακτηριστικών Στροβίλου

Καθαρό ύψος πτώσης (στη μέγιστη παροχή)	268.65 m
Μέγιστη Παροχή	1.0 m ³ /s
Ταχύτητα Περιστροφής	1000 rpm
Ισχύς	2.2 MW
Αριθμός ακροφυσίων	2 τεμ.

2.2.5 Ρυθμιστής στροφών.

Ο ρυθμιστής στροφών αποτελείται από το υδραυλικό και το ηλεκτρικό μέρος. Το υδραυλικό μέρος αποτελείται από τη μονάδα πίεσης λαδιού που τροφοδοτεί τους υδραυλικούς κυλίνδρους των ακροφυσίων καθώς και του υδραυλικού κυλίνδρου της δικλείδας εισόδου και του υδραυλικού κυλίνδρου των εκτροπέων. Η μονάδα είναι εφοδιασμένη με συγκρότημα αντλίας υψηλής πίεσης – κινητήρα, χειροκίνητη αντλία, συρταρωτές δικλείδες τροφοδοσίας των υδραυλικών κυλίνδρων, φίλτρα, δικλείδες ανακούφισης, αντεπιστροφής και ρυθμιζόμενες στραγγαλιστικές, αισθητήριο στάθμης ελαίου, πιεζοστάτες, κατάλληλα όργανα πίεσης και θερμοκρασίας, δοχείο αζώτου-λαδιού, δικλείδες πλήρωσης και εκκένωσης, κλπ. Το ηλεκτρικό μέρος αποτελείται από ηλεκτρονικές κάρτες εισόδου-εξόδου, επεξεργασίας 19'', που είναι εγκατεστημένες στον πίνακα ελέγχου της μονάδας. Στο ρυθμιστή στροφών καταλήγουν όλα τα σήματα λειτουργίας και δίνονται οι κατάλληλες εντολές για την αυτόματη λειτουργία της μονάδας. Εκτός από την αυτόματη λειτουργία υπάρχει και δυνατότητα για χειροκίνητη λειτουργία.

2.2.6 Δικλείδα εισόδου.

Η δικλείδα εισόδου (ασφαλείας) είναι σφαιρική διαμέτρου DN 450 PN 40 και ανοίγει με υδραυλικό κύλινδρο, που κινείται με το υπό πίεση λάδι του ρυθμιστή στροφών και κλείνει με αντίβαρο.



Εικόνα 13: Σφαιρική δικλείδα εισόδου.

2.2.7 Γεννήτρια.

Η γεννήτρια είναι τριφασική, σύγχρονη, αερόψυκτη κατακόρυφου άξονα. Συνδέεται κατευθείαν στο στροφείο του στροβίλου και στερεώνεται στο κάλυμμα αυτού. Ο άξονας της γεννήτριας είναι εφοδιασμένος με έδρανα κύλισης λιπανόμενα με γράσο. Η γεννήτρια είναι εφοδιασμένη με ανιχνευτές θερμοκρασίας (PT 100), στα έδρανα όπως επίσης και στα τυλίγματά της για την προστασία από υπερθέρμανση. Επίσης είναι εφοδιασμένη με αυτόματο ρυθμιστή τάσης περιστρεφόμενων διόδων χωρίς ψήκτρες, καθώς και με ρυθμιστή διόρθωσης του συντελεστή ισχύος. Τα βασικά χαρακτηριστικά της γεννήτριας αναφέρονται παρακάτω :

Ø Τάση λειτουργίας : 6,3 KV

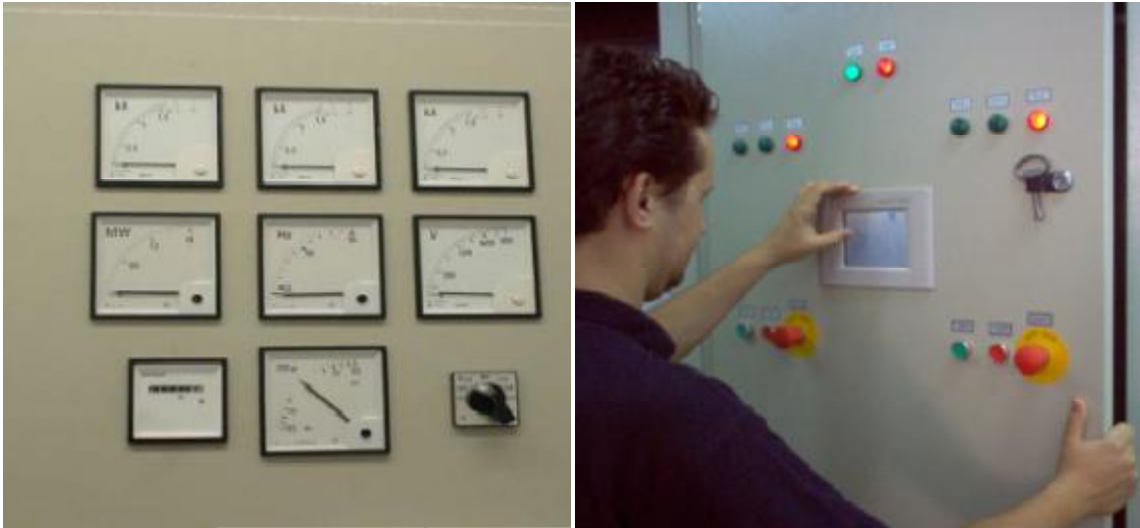
- Ø Συχνότητα : 50 Hz
- Ø Ταχύτητα περιστροφής : 1000 r.p.m.
- Ø Ισχύς : 2700 KVA
- Ø Συντελεστής ισχύος (cosφ) : 0,9
- Ø Βαθμός προστασίας : IP 23
- Ø Μέγιστη θερμοκρασία αέρα περιβάλλοντος : 40 °C
- Ø Κλάση μόνωσης : F
- Ø Υψόμετρο εγκατάστασης : μέχρι 1000 m
- Ø Περιοχή ρύθμισης τάσης : ± 10 %
- Ø Ακρίβεια ρύθμισης : ± 1



Εικόνα 14: Εξωτερική μορφή ηλεκτρογεννήτριας.

2.2.8 Πίνακες ελέγχου και τροφοδοσίας.

Στους πίνακες ελέγχου είναι εγκατεστημένο σύστημα αυτοματισμού και ρύθμισης της ισχύος της μονάδας, οι προστασίες της γεννήτριας όπως επίσης και η τροφοδότηση των βοηθητικών μονάδων. Για την ασφαλή λειτουργία του ΥΗΣ το σύστημα αυτοματισμού τροφοδοτείται με συνεχές ρεύμα 24 V, που προέρχεται από τον ανορθωτή και το συσσωρευτή. Στην πρόσοψη των πινάκων υπάρχουν όργανα, ενδεικτικές λυχνίες, επιλογικοί διακόπτες και κομβία πίεσης για την εποπτεία και τον έλεγχο λειτουργίας της μονάδας.



Εικόνα 15: Όργανα ελέγχου - Πίνακας.

Τα όργανα που υπάρχουν στους πίνακες είναι τα ακόλουθα :

- Βολτόμετρο με επιλογικό διακόπτη
- Τρία αμπερόμετρα
- Ενδεικτικό όργανο συχνότητας
- Ενδεικτικό όργανο ταχύτητας περιστροφής
- Ενδεικτικό όργανο ενεργού ισχύος
- Ενδεικτικό όργανο άεργου ισχύος
- Ενδεικτικό όργανο συντελεστή ισχύος ($\cos\phi$)
- Ενδεικτικό όργανο ωρών λειτουργίας
- Ενδεικτικό όργανο ανοίγματος βελονών ακροφυσίων
- Ενδεικτικό όργανο ανάντη στάθμη φράγματος

Για την προστασία της μονάδας είναι εγκατεστημένοι οι παρακάτω Η/Ν προστασίας :

- Η/Ν υπέρτασης και υπότασης
- Η/Ν υπερσυχνότητας και υποσυχνότητας
- Η/Ν υπερέντασης και βραχυκυκλώματος βρίσκεται στον διακόπτη της μονάδας
- Η/Ν αντιστρόφου ροής ισχύος
- Η/Ν ομοπολικής τάσης
- Η/Ν ύπαρξης τάσης δικτύου

2.2.9 Ηλεκτρονικό σταθμήμετρο

Για τη λειτουργία της μονάδας είναι εγκατεστημένη ανάντη, στην κεντρική δεξαμενή, ηλεκτρονικό σταθμήμετρο λήψης πίεσης που συνδέεται με τον ρυθμιστή στροφών της μονάδας. Το αισθητήριο του σταθμήμετρου είναι τοποθετημένο μέσα σε σωλήνα από ανοξείδωτο χάλυβα. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του σταθμήμετρου είναι τα παρακάτω :

- Τύπος σταθμήμετρου : Ηλεκτρονικό – ηλεκτρικού τύπου
- Ακρίβεια μέτρησης : ± 1 cm.

2.2.10 Μετασχηματιστής ανύψωσης και Μ/Σ βοηθητικών.

Ο μετασχηματιστής ανύψωσης θα είναι αερόψυκτος, τριφασικός ελαίου. Μ/Σ θα εγκατασταθεί σε ειδικά διαμορφωμένο μέρος στο εξωτερικό του ΥΗΣ. Το δοχείο του Μ/Σ θα έχει φίλτρο αφύγρανσης, δικλείδα εκκένωσης και πλήρωσης και θα στηρίζεται πάνω σε σιδηροτροχιές. Για την τροφοδότηση των βοηθητικών, όταν δεν λειτουργεί η μονάδα θα εγκατασταθεί βοηθητικός Μ/Σ ισχύος 50 KVA. Οι Μ/Σ θα είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με τους κανονισμούς IEC 67. Τα βασικά χαρακτηριστικά του Μ/Σ ανύψωσης είναι τα ακόλουθα:

Πίνακας: Βασικά Χαρακτηριστικά του Μ/Σ.

Τύπος	Εξωτερικού χώρου
Τάση λειτουργίας	6,3 / 20 KV
Ισχύς	2800 KVA
Συντελεστής Ισχύος	0.9
Βαθμός προστασίας	IP 23
Μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος	40 °C
Υψόμετρο εγκατάστασης	< 1000m
Περιοχή ρύθμισης τάσης	± 10%
Ακρίβεια ρύθμισης	± 1%



Εικόνα 16: Μετασχηματιστής - Πίνακες αυτόματου ελέγχου.

2.2.11 Πίνακες Μ.Τ.

Οι πίνακες Μ.Τ θα είναι σύμφωνα με τον Κανονισμό IEC 193 και θα συνδέουν την πλευρά Μ.Τ του Μ/Σ ανύψωσης, καθώς επίσης και του Μ/Σ τροφοδοσίας των βοηθητικών με το δίκτυο της ΔΕΗ. Στους πίνακες θα εγκατασταθούν για μεν τον Μ/Σ ανύψωσης αυτόματος διακόπτης και αποζεύκτης, για δε τον Μ/Σ τροφοδοσίας των βοηθητικών ασφαλειοδιακόπτης καθώς και οι Μ/Σ μέτρησης τάσης και έντασης για το σύνολο της εγκατάστασης. Οι πίνακες Μ.Τ είναι κατασκευασμένοι για μέγιστη ισχύ βραχυκυκλώματος 250 MVA και θα εγκατασταθούν σε ιδιαίτερο χώρο στο κτίριο του ΥΗΣ, και θα προστατεύονται επίσης από αλεξικέραυνα που θα βρίσκονται στο πεδίο εξόδου προς το δίκτυο.

2.2.12 Σύστημα γείωσης.

Το σύστημα γείωσης αποτελείται από πλέγμα γείωσης με χάλκινους γυμνούς αγωγούς διατομής 50 mm² και ηλεκτρόδια γείωσης κατά DIN 48852 αποτελούμενα από χάλυβα κατά DIN 17100 επιψευδαργυρωμένο εν θερμώ και φέροντα ακροδέκτη για την ένωση των αγωγών. Κάθε ηλεκτρική συσκευή και κάθε πίνακας, θα έχει κοχλία ικανής διαμέτρου για την σύνδεση με το δίκτυο γείωσης. Η αντίσταση του εδάφους θα μετρηθεί μετά τις εκσκαφές και σε περίπτωση που η αντίσταση γείωσης είναι μικρότερη από 1Ω, θα συνδεθούν στο πλέγμα όλα τα μεταλλικά μέρη του εξοπλισμού καθώς και οι ουδέτεροι των Μ/Σ. Σε περίπτωση που η αντίσταση γείωσης είναι μέχρι 10Ω στο πλέγμα θα συνδεθούν μόνο τα μεταλλικά μέρη και οι ουδέτεροι των Μ/Σ θα γειωθούν ανεξάρτητα.

2.2.13 Βοηθητικός ΗΜ εξοπλισμός

Στον ΥΗΣ θα εγκατασταθούν τα εξής βοηθητικά συστήματα:

- το σύστημα φωτισμού,
- το σύστημα ρευματοδοτών,
- το σύστημα αλεξικεραυνικής προστασίας.

Για την πυροπροστασία του ΥΗΣ θα εγκατασταθούν φορητοί πυροσβεστήρες καθώς και πυροσβεστικές φωλιές που θα έχουν παροχή από τον ίδιο τον αγωγό πτώσης μέσω ρυθμιστή πίεσης, καθώς δεν υπάρχει δίκτυο ύδρευσης στην περιοχή.

2.2.14 Βοηθητικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός του σταθμού παραγωγής.

Ένα ποσοστό της τάξεως του 1 – 3% του δυναμικού του σταθμού, όπου το μεγαλύτερο μέρος του ισχύει για τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα (< 500 KW), απαιτείται για την παραγωγή βοηθητικών φορτίων όπως ο φωτισμός και ο βοηθητικός μηχανολογικός εξοπλισμός του σταθμού. Σε περίπτωση δύο διαθέσιμων εναλλακτικών τροφοδοσιών, με αυτόματη εναλλαγή, εξασφαλίζεται η κάλυψη σε μία μη επιτηρούμενη μονάδα. Για σταθμούς ισχύος μεγαλύτερης αυτής των 500 KW, κυρίως αν είναι τηλε-ελεγχόμενοι, απαιτείται ένα σύστημα ΣΡ το οποίο θα περιλαμβάνει τις μπαταρίες του σταθμού, έναν φορτιστή για τις μπαταρίες, και έναν πίνακα ελέγχου της διανομής του ΣΡ. Η χωρητικότητα σε αμπερώρια πρέπει να είναι τέτοια ώστε, σε περίπτωση που υπάρξει απώλεια ρεύματος φόρτισης, να εξασφαλίζεται ο πλήρης έλεγχος της εγκατάστασης, μέχρι την ολοκλήρωση των απαιτούμενων διορθωτικών μέτρων

2.3 Σύνδεση μονάδας με το δίκτυο.

Η μονάδα συνδέεται με το δίκτυο Μ.Τ μέσω του Μ/Σ ανύψωσης. Η γραμμή για την σύνδεση στο δίκτυο Μ.Τ (20 KV) είναι εναέρια και έχει μήκος περίπου 12 km, υπεύθυνος για την κατασκευή είναι η ΔΕΗ.



Εικόνα 17: Κατασκευή δικτύου Μ.Τ από τη ΔΕΗ.

2.3.1 Τρόπος λειτουργίας ΥΗΣ – Σύστημα αυτοματισμού.

Όπως έχει αναφερθεί και πιο πάνω, ο ΥΗΣ λειτουργεί επί 24ώρου βάσεως αυτόματα, με ανάντη σταθερή στάθμη (στη δεξαμενή). Για το λόγο αυτό το λογισμικό του συστήματος αυτοματισμού, ανάλογα με το σήμα στάθμης από το ανάντη σταθμήμετρο δίνει εντολή στο στροβίλο και τα ακροφύσια του να ανοίγουν ή να κλείνουν προοδευτικά, ώστε η στάθμη να διατηρείται σταθερή.

Το σύστημα αποτελείται από κάρτες εισόδου - εξόδου, καθώς και επεξεργασίας όλων των σημάτων από τα διάφορα συστήματα της μονάδας και των άλλων συστημάτων και δίνει τις κατάλληλες εντολές στα ακροφύσια του στροβίλου, καθώς και στους διακόπτες σύνδεσης της μονάδας στο δίκτυο.

Για τη σύνδεση της μονάδας στο δίκτυο, το λογισμικό μετά τον έλεγχο της λειτουργίας των διαφόρων συστημάτων και της ύπαρξης τάσης στο δίκτυο, θα δίνει κατά σειρά τις εξής εντολές, η εκτέλεση των οποίων θα επιβεβαιώνεται από τα διάφορα αισθητήρια και μετρήσεις:

- Ø Θέση σε λειτουργία του συστήματος λαδιού υπό πίεση του ρυθμιστή στροφών,
- Ø Άνοιγμα της δικλείδας εισόδου του στροβίλου,
- Ø Θέση σε περιστροφή της μονάδας με το άνοιγμα των ακροφυσίων του στροβίλου,
- Ø Επιτάχυνση της μονάδας μέχρι περίπου το 95% της σύγχρονης ταχύτητας περιστροφής,
- Ø Θέση σε λειτουργία του συστήματος διέγερσης,
- Ø Θέση σε λειτουργία της συσκευής αυτόματου παραλληλισμού της μονάδας,
- Ø Κλείσιμο του διακόπτη της μονάδας και σύνδεσή της με το δίκτυο,
- Ø Παραλαβή και ρύθμιση φορτίου με το άνοιγμα προοδευτικά των ακροφυσίων του στροβίλου, ανάλογα με την παροχή του ρέματος, με τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρείται σταθερή η στάθμη του νερού στη δεξαμενή.

Κατά το κανονικό σταμάτημα της μονάδας ή σε περίπτωση ανίχνευσης μηχανικού σφάλματος, θα ακολουθείται η αντίστροφη διαδικασία. Σε περίπτωση ανίχνευσης ηλεκτρικού σφάλματος θα δίνεται σήμα για το ακαριαίο άνοιγμα του διακόπτη της μονάδας.

2.3.2 Εναλλακτικές λύσεις και επιλογή.

Προκειμένου να εντοπιστούν οι πλέον κατάλληλες θέσεις κατασκευής των έργων Υδροληψίας, του ΥΗΣ και της διέλευσης του αγωγού προσαγωγής ύδατος και των αγωγών παροχέτευσης, εξετάστηκαν εκτός από την προτεινόμενη διάταξη των έργων, διάφοροι συνδυασμοί, οι οποίοι όμως είχαν δυσμενείς επιπτώσεις στη μορφολογία του εδάφους, τη βλάστηση, το κόστος και τη λειτουργία του έργου.

2.3.3 Εναλλακτικές θέσεις υδροληψίας.

Όλες οι εναλλακτικές λύσεις που εξετάστηκαν όφειλαν να μην επηρεάζουν άλλη υφιστάμενη χρήση (π.χ. ύδρευση, άρδευση). Εξετάστηκαν εναλλακτικές θέσεις εγκατάστασης της κύριας Υδροληψίας Α ανάντη της προτεινόμενης θέσης. Η αύξηση του υψομέτρου λειτούργησε προς όφελος της επένδυσης, όμως η διείσδυση ολοένα και περισσότερο στο έντονο ανάγλυφο του βουνού με μεγάλες κλίσεις και δυσβατότητα, είχαν ως αποτέλεσμα τις έντονες επεμβάσεις στο χώρο.

Επίσης, εξετάστηκαν εναλλακτικές θέσεις εγκατάστασης της κύριας Υδροληψίας Α κατάντη της προτεινόμενης θέσης, όπου ήταν και ο αρχικός σχεδιασμός της μελέτης (έτσι όπως ενεκρίθη από τη ΔΕΗ/ΔΑΥΕ). Για να φτάσουμε όμως στη θέση της υδροληψίας θα έπρεπε να κατασκευαστεί δρόμος ο οποίος θα ξεκινούσε από τη σημερινή θέση της δεξαμενής περίπου. Όμως, οι επεμβάσεις λόγω του έντονου ανάγλυφου και των απότομων πρανών ήταν τεράστιες και έτσι η ιδέα αυτή εγκαταλείφθηκε.

Κατόπιν αυτών και δεδομένου ότι για την προτεινόμενη θέση υφίσταται αγροτική οδός προσπέλασης, η οποία εξυπηρετεί το σύνολο των κατασκευών (υδροληψιών και αγωγών παροχέτευσης) επιλέχθηκε η συγκεκριμένη θέση. Η ακριβής θέση και το ύψος της υδροληψίας επιλέχθηκε έτσι ώστε να μην επηρεάζεται από την ανωτάτη στάθμη του νερού η οδική γέφυρα που βρίσκεται ανάντη.

Επίσης, καθοριστικά επηρέασε στην επιλογή των δύο θέσεων των υδροληψιών Β2 και Β1, και προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι επεμβάσεις στο χώρο, η δυνατότητα προσπέλασης από υπάρχοντες δρόμους όσο το δυνατόν πλησιέστερα στις θέσεις αυτές. Το έργο τελικά σχεδιάστηκε σε απόσταση 2.500 m κατάντη του φυσικού καταρράκτη.

2.3.4 Εναλλακτικές θέσεις του ΥΗΣ

Η θέση κατασκευής του σταθμού, όπως αυτή ορίστηκε μετά την τελική χάραξη του έργου (και μετά από την τελική έγκριση της πολεοδομίας Άρτας, ώστε να υπάρχει η απόσταση των 500 μέτρων από τα όρια των οικισμών Σγάρας και Μηλέας), δεν έχει έντονη επίπτωση στο ανάγλυφο και το τοπίο της περιοχής και θεωρείται ευνοϊκή όσον αφορά την πρόσβαση αφού βρίσκεται παράπλευρα της οδού Μηλέας - Σγάρας.

3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.

3.1 Γενικά

Με την έννοια περιβαλλοντική επίπτωση νοείται η μεταβολή των περιβαλλοντικών συνθηκών σε μία περιοχή ή αντίστοιχα η μεταβολή των παραμέτρων του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, που επικρατούν σε αυτήν.

Η επίπτωση στο περιβάλλον μπορεί να είναι θετική ή αρνητική, δηλαδή αντίστοιχα να αναβαθμίζει ή να υποβαθμίζει την ποιότητα του περιβάλλοντος και μάλιστα άμεσα ή έμμεσα, μακροχρόνια ή βραχυχρόνια, μόνιμα ή παροδικά.

Στο κεφάλαιο αυτό της Τεχνικής Έκθεσης, επιχειρείται μία αναλυτική εκτίμηση των επιπτώσεων στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, τόσο κατά την κατασκευή όσο και κατά τη λειτουργία του ΜΥΗΕ Καταρράκτη επί του παραπόταμου του ποταμού Αράχθου, που κύριο σκοπό έχει τον προσδιορισμό των αναγκαίων μέτρων για την κατά το δυνατόν μικρότερη διατάραξη των οικολογικών συνθηκών και γενικά την προστασία και αποκατάσταση του περιβάλλοντος.

Η εκτίμηση των επιπτώσεων γίνεται με βάση τα οριζόμενα στην Κοινή Υπουργική Απόφαση 69269/5387/24-10-90 (ΦΕΚ 678B/90). Τα στοιχεία, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη ελήφθησαν από επιτόπιες έρευνες, βιβλιογραφικές αναφορές, από αρμόδιες Νομαρχιακές και Υπηρεσίες Τοπικής Αυτοδιοίκησης.

3.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Σε πληθώρα περιπτώσεων τα ΜΥΗ είναι συνεχούς ροής, γεγονός που ερμηνεύεται ως μικρό μέγεθος του υφισταμένου φράγματος (υπάρχει μόνο ένας υδροφράκτης), και γίνεται, αποθήκευση ελάχιστου ή καθόλου νερού. Τα είδη των δυσμενών επιπτώσεων που προκαλούνται στο τοπικό περιβάλλον, διαφέρουν με εκείνα των μεγάλων υδροηλεκτρικών, αφού τα έργα του πολιτικού μηχανικού εξυπηρετούν την λειτουργία ρύθμισης της στάθμης του νερού στο στόμιο εισόδου του υδροηλεκτρικού σταθμού.

Ωστόσο υπάρχουν περιβαλλοντικά προβλήματα, ειδικότερα σε περιπτώσεις όπου το νερό αποσπάται σε κάποια απόσταση από το σημείο εκβολής του πίσω στον ποταμό. Τότε, το τμήμα του ποταμού που θα πραγματοποιήσει την παράκαμψη, έχει πιθανότητες να αποξηραθεί, ή να είναι δυσάρεστο στην όψη, εκτός αν υφίσταται μία επαρκής ροή αντιστάθμισης. Στις περισσότερες περιπτώσεις νέων εγκαταστάσεων, ο σχεδιασμός πραγματοποιείται με τέτοιο τρόπο ώστε η ποσότητα του νερού που παρακάμπτει τους στρόβιλους να είναι ικανοποιητική, διαδικασία η οποία δεν φέρει δυσκολίες, εκ τις των περιόδων χαμηλής ροής.

Ένα ακόμα θέμα το οποίο χρήζει προσοχής, είναι η ανάγκη αποφυγής επιπτώσεων στους υδρότοπους, την χλωρίδα και την πανίδα, αλλά οι σύγχρονες εγκαταστάσεις ΜΥΗ σχεδιάζονται με το πρόβλημα αυτό κατά νου. Μερικά συστήματα μικρού ύψους πτώσης, επιτρέπουν την ομαλή διέλευση των ψαριών μέσα από το στρόβιλο, αλλά εφαρμόζονται επίσης διάφορα είδη στοιχείων προστασίας (ηλεκτρικά, φυσικά ή προπετάσματα υπερήχων). Για την διασφάλιση της ακίνδυνης παράκαμψης του υδροηλεκτρικού σταθμού από τα αποδημητικά ψάρια, εγκαθίστανται ιχθυόσκαλες, δηλαδή ένα σύνολο μικρών υδατοπτώσεων μέσα στο κανάλι.

Η χρήση σητών, των οποίων ο καθαρισμός καταλαμβάνει ένα σημαντικό ποσοστό του λειτουργικού κόστους, αποτρέπει τις φερτές φυσικές ή τεχνικές ύλες να προσβάλλουν τον

στρόβιλο. Ευτυχώς, η νομοθεσία απαγορεύει στους χειριστές των σταθμών να ρίχνουν πίσω στο ποτάμι τα απορρίμματα που κατακάθονται στις σήτες. Έτσι η συλλογή των απορριμμάτων σε ένα ΜΥΗΣ μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στο γενικότερο καθαρισμό του ποταμού, με αρκετή βέβαια επιβάρυνση για τον χειριστή του σταθμού.

Υπάρχουν και άλλα ζητήματα περιβαλλοντικών επιπτώσεων σχετικά με την έλλειψη οξυγόνου στο νερό (ή την οξυγόνωσή του), τη διατάραξη της κοίτης του ποταμού κατόπιν των σωληνών υδροληψίας ή την αποσάθρωσή της, το θόρυβο που προκαλεί ο εξοπλισμός, τα ηλεκτρικά καλώδια, την γενική εμφάνιση της εγκατάστασης, κλπ. Παρόλα αυτά, τα προβλήματα μπορούν να αμβλυνθούν με τη βοήθεια της χρήσης κατάλληλων τεχνικών σχεδιασμού ώστε το τελικό αποτέλεσμα να αποτελεί μία μακροβιότατη, αξιόπιστη και προσεχώς οικονομική πηγή καθαρής ενέργειας.

4 Οδηγός RETSCREEN.

Στο κεφάλαιο αυτό δίνονται μερικά βασικά στοιχεία για την εισαγωγή δεδομένων στο πρόγραμμα προσομοίωσης ενεργειακών συστημάτων RETSCREEN. Ο χειριστής εισάγει το ολικό μανομετρικό στη θέση πτώσης της ανύψωσης. Αν το μανομετρικό δεν είναι γνωστό, μπορεί να εισαχθεί από τους χάρτες Α.Π.Ε.

Για να προσδιορισθεί αυτό, χειροκίνητα, είναι απαραίτητη μια μελέτη χώρου εκτός και αν η κλίμακα είναι πολύ μεγάλη ή όταν η ακριβής χαρτογράφηση είναι διαθέσιμη. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα λόγω μικρών διαφορών, όπου το σημείο πτώσης της ανύψωσης είναι λιγότερο από 10 (m). Η απαιτούμενη κλίμακα για να προσδιορισθεί ένα τέτοιο σημείο είναι 1 : 5000 .

Για έργα που συμπεριλαμβάνουν κανάλια, το μανομετρικό βρίσκεται στη θέση ανύψωσης όταν μετράτε από το τέλος του καναλιού, μέχρι τον αγωγό μεταφοράς του νερού. Αρκεί το μανομετρικό να μην περιλαμβάνει κανένα σημείο πτώσης ανύψωσης που ξεκινά από το κανάλι.

Η πτώση ανύψωσης κατά μήκος του καναλιού, βρίσκεται προσεγγιστικά υποθέτοντας ότι το κανάλι ρίχνει περίπου 1 μέτρο κάθε 1000 μέτρα (0.001 κλίση) χρησιμοποιώντας την “ hydroformulacostingmethod ” , στο φάκελο “εργαλεία” η εκτιμώμενη απώλεια κατά μήκος του καναλιού , υπολογίζεται και παρέχεται ώστε να βοηθήσει το χειριστή να διαλέξει το κατάλληλο μανομετρικό.

Για δεξαμενές, η αναμενόμενη βύθιση πρέπει να ληφθεί υπ’ όψη όταν είναι συγκεκριμένη η τιμή για το ολικό μανομετρικό.

Για σκοπούς του RETsreen, το μέσο μανομετρικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί. (Βάση των αναμενόμενων επιπέδων δεξαμενών)

4.1 Οικονομικά Στοιχεία.

Ø Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου :

Ο χρήστης εισάγει το φόρο κόστους καυσίμου (%), που είναι ο προβαλλόμενος μέσος ετήσιος βαθμός αύξησης σε βασικές ή προτεινόμενες υποθέσεις κόστους καυσίμου κατά τη διάρκεια ζωής του έργου. Αυτό δίνει στο χρήστη την άδεια να εφαρμόσει τα ποσοστά πληθωρισμού του κόστους καυσίμου, το οποίο μπορεί να διαφέρει από τον γενικό πληθωρισμό. (Στην Β. Αμερική τα ποσοστά κυμαίνονται από 0 - 5 (%) & 2 – 3 (%) είναι οι συνηθέστερες τιμές).

Ø Τιμές πληθωρισμού :

Ο χρήστης εισάγει την τιμή πληθωρισμού (%), το οποίο είναι ο μέσος βαθμός πληθωρισμού κατά τη διάρκεια ζωής του έργου.

Ø Επιτόκιο αναγωγής :

Ο χρήστης εισάγει το επιτόκιο αναγωγής (%), που είναι ο βαθμός που χρησιμοποιείται για να μειώσει τη μελλοντική ροή του μετρητού , με σκοπό να αποκτήσουν την τωρινή τους αξία. Ο ρυθμός που φαίνεται να είναι ο καταλληλότερος είναι το μέσο σταθμικό κόστος του κεφαλαίου ενός οργανισμού. Το κόστος κεφαλαίου ενός οργανισμού δεν είναι απλά το επιτόκιο που πρέπει να πληρώσει για τα μακροπρόθεσμα χρέη , αντίθετα είναι μια ευρύτερη ιδέα που περιλαμβάνει μια αύξηση του κόστους όλων των πηγών των επενδυτικών

κεφαλαίων. Το ποσοστό έκπτωσης-μείωσης που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της οικονομικής βιωσιμότητας ενός δεδομένου έργου πολλές φορές αποκαλείται “hardleroute”, “cutoffroute” ή απαιτούμενο ποσοστό επιστροφής. Το μοντέλο υπολογίζει το ετήσιο απόθεμα (αποθηκευμένο).

Ø Ροή καταλοίπων :

Ο χρήστης εισάγει τη ροή καταλοίπων που πρέπει να αφηθεί στον ποταμό κατά τη διάρκεια του χρόνου για περιβαλλοντικούς σκοπούς. Η ροή καταλοίπων αφαιρείται από τη διαθέσιμη ροή σαν μέρος του υπολογισμού διάθεσης ενέργειας.

Η ροή καταλοίπων μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στη διαθέσιμη ενέργεια του υδροσταθμού και το να διαλέξουμε μια τιμή, μπορεί να είναι δύσκολο χωρίς να εφαρμόσουμε μια περιβαλλοντική μελέτη. Η τιμή 0 (μηδέν) μπορεί να χρησιμοποιηθεί αρχικά αλλά θα οδηγήσει σε υπερεκτιμημένα αποτελέσματα. Ο υπολογισμός της ροής καταλοίπων θα πρέπει να γίνεται μέρος της ανάλυσης ευαισθησίας.

Ø Ποσοστό χρόνου ύπαρξης σταθερής ροής :

Ο χρήστης εισάγει το ποσοστό χρόνου ύπαρξης που η σταθερή ροή θα πρέπει να είναι διαθέσιμη. Τυπικές τιμές κυμαίνονται από 90-100 (%).

Ø Διαστασιολόγηση ροής :

Ο χρήστης εισάγει τη διαστασιολόγηση ροής, η οποία ορίζεται ως η μέγιστη ροή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί την/τις τουρμπίνα/τουρμπίνες. Η επιλογή της διαστασιολόγησης ροής εξαρτάται αρχικά από τη διαθέσιμη ροή (υδρολογία) του σταθμού. Για έργα σε κεντρικά δίκτυα διασυνδεδεμένα με ποταμό απορροής, η προβλεπόμενη διαστασιολόγηση ροής είναι συνήθως κοντά στη ροή που έχει ισοσταθμιστεί ή έχει ξεπεραστεί περίπου 30 % (του χρόνου). Για απομονωμένα και εκτός δικτύου εφαρμογές, όπου η ροή απαιτείται να ταυτιστεί με το μεγαλύτερο φορτίο, μπορεί να είναι καταλυτικός παράγοντας για την επιλογή της διαστασιολόγησης της ροής, δεδομένου ότι η ροή αυτή είναι διαθέσιμη. Αν επιλέχθηκε η μέθοδος 1 στην αρχική σελίδα ως τύπος ανάλυσης ο χρήστης πρέπει να εισάγει τα σταδιακά αρχικά κόστη ή πιστώσεις (αρνητικές τιμές) για τη συγκεκριμένη περίπτωση.

Αυτή η τιμή περιλαμβάνει και το κόστος εξοπλισμού αλλά και της εγκατάστασης. Να σημειωθεί ότι αν τα σταδιακά κόστη είναι μηδενικά, ισούται με αυτά που θα είχαν δαπανηθεί για μια βασική περίπτωση, πρέπει να εισαχθεί από το χρήστη 0 (μηδέν). Αν επιλεγθεί η μέθοδος 2 σαν τύπος ανάλυσης τότε ο χρήστης πρέπει να εισάγει τα σταδιακά κόστη στο φύλλο κόστους ανάλυσης.

Ø Συντελεστής σχεδιασμού :

Ο χρήστης εισάγει τον συντελεστή σχεδιασμού της τουρμπίνας από τον κατασκευαστή ανάλογα τον τύπο τουρμπίνας. Ο συντελεστής αυτός εκφράζει την απόδοση που πρέπει να ληφθεί υπ’ όψη ανάλογα με τις ποικίλες κατασκευαστικές τεχνικές. Ο συντελεστής σχεδιασμού είναι ένα αδιάστατο μέγεθος το οποίο χρησιμοποιείται σε τύπους για να υπολογίσει την προσδιδόμενη μέγιστη απόδοση των τουρμπινών. Συνήθως όσο πιο εύχρηστο “έξυπνο” είναι το κατασκευαστικό μοντέλο /σχέδιο της τουρμπίνας, τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόδοσή της. Το κατασκευαστικό μοντέλο της τουρμπίνας μπορεί να εισαχθεί από τον πίνακα Συντελεστής κατασκευαστικού μοντέλου τουρμπίνας. Μια προτεινόμενη τιμή είναι το 4,5. Τυπικές τιμές κυμαίνονται στο 2,8 – 6,1.

Ø Ρύθμιση απόδοσης :

Ο χρήστης εισάγει έναν ρυθμιστικό παράγοντα για την απόδοση της τουρμπίνας. Η ρύθμιση αυτή εκφραζόμενη σαν ποσοστό έχει εφαρμογή σε ολόκληρη την καμπύλη

απόδοσης. π.χ. Μια τιμή (-2%) θα μειώσει την απόδοση της τουρμπίνας κατά 2 (%) σε ολόκληρο το εύρος λειτουργίας. Η ρύθμιση απόδοσης της τουρμπίνας μπορεί να ποικίλει ως κομμάτι μιας ανάλυσης ευαισθησίας για να καθορίσει την επίδραση πιθανών αλλαγών στην απόδοση της τουρμπίνας και για να κάνει ρυθμίσεις στην υπολογισμένη καμπύλη απόδοσης τουρμπίνας, εάν χρειάζεται. Τιμές σε εύρος (- 5,5 %) μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

Ø Μετοχή

Το μοντέλο υπολογίζει τη μετοχή του έργου, που είναι η ποσότητα της ολικής επένδυσης που χρηματοδοτείται απευθείας από τον ιδιοκτήτη του έργου. Η μετοχή του έργου κρίνεται αν θα εκμεταλλευτεί στο τέλος του χρόνου 0 (μηδέν) , έτους κατασκευής και ανάπτυξης. Υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το ολικό αρχικό κόστος και το τοκοχρεολύσιο.

Ø Επιτόκιο δανεισμού

Ο χρήστης εισάγει το επιτόκιο δανεισμού % όπου είναι ο βαθμός του ετήσιου επιτοκίου που έχει πληρωθεί στο δανειστή στο τέλος κάθε έτους,(ανάλογα με τους όρους του χρέους) της περιόδου του χρέους. Το μοντέλο χρησιμοποιεί το επιτόκιο δανεισμού, για να υπολογίσει τις πληρωμές του χρέους, π.χ. το ελάχιστο επιτόκιο δανεισμού θα πρέπει αν αντιστοιχεί στην απόδοση των κρατικών ομολόγων την ίδια χρονική περίοδο με αυτή του χρέους, Ένα μόνονους συνήθως προστίθεται στο επιτόκιο και ονομάζεται spread και αντανακλά τα ρίσκα που υπάρχουν στο έργο.

Ø Περίοδος χρέους

Ο χρήστης εισάγει την περίοδο χρέους (χρόνια) η οποία είναι ο αριθμός των χρόνων κατά τα οποία το χρέος αποπληρώνεται. Η περίοδος χρέους που είναι ίση ή μικρότερη από τη διάρκεια ζωής του έργου. Γενικά όσο μεγαλύτερη είναι η περίοδος τόσο βελτιώνεται η οικονομική βιωσιμότητα ενός ενεργειακού έργου. Το μοντέλο χρησιμοποιεί την περίοδο χρέους κατά τον υπολογισμό των πληρωμών χρέους όπως και των ετήσιων εισροών μετρητών (ετήσια ροή χρημάτων).Η περίοδος του χρέους είναι συνήθως 1-25 χρόνια. Δεν θα πρέπει να ξεπερνάει την εκτιμώμενη ζωή του έργου.

Ø Πληρωμές χρέους

Το μοντέλο υπολογίζει τις αιτήσεις πληρωμές χρέους, οι οποίες είναι άθροισμα του κεφαλαίου και του επιτοκίου που πληρώνεται κάθε χρόνο για να εξυπηρετήσει το χρέος. Σε αντίθεση οι πληρωμές χρέους είναι μόνιμες κατά τη διάρκεια της περιόδου χρέους, η μερίδα του κεφαλαίου αυξάνεται και η μερίδα του επιτοκίου μειώνεται με τον καιρό. Απ' αυτή την πλευρά , είναι όμοιο στις αιτήσεις παροχές που καταβάλλονται για να αποζημιώσουν την υποθήκη. Οι πληρωμές χρέους υπολογίζονται χρησιμοποιώντας την περίοδο χρέους , το επιτόκιο του χρέους και το χρέος. Οι ετήσιες πληρωμές χρέους μεταφέρονται στα κόστη του έργου και στον τομέα που είναι αθροισμένες οι αποταμιεύσεις και το εισόδημα.

Ø Διάρκεια ζωής έργου

Ο χρήστης εισάγει την διάρκεια ζωής του έργου σε χρόνια , όπου είναι η διάρκεια στην οποία αξιοποιείται η οικονομική βιωσιμότητα του έργου. Ανάλογα με τις συνθήκες, μπορεί να ανταποκριθεί στη διάρκεια ζωής του ενεργειακά σχετιζόμενου εξοπλισμού, ο όρος του χρέους ή της διάρκειας μια συμφωνίας ενεργειακής αγοράς. Το μοντέλο μπορεί να αναλύσει τη διάρκεια ζωής του έργου έως και πενήντα (50) χρόνια.

Ø Κίνητρα και επιχορηγήσεις :

Ο χρήστης εισάγει το οικονομικό κίνητρο, το οποίο μπορεί να είναι μια συνεισφορά, μια επιχορήγηση κλπ., που πληρώνονται για το αρχικό κόστος του έργου (αφαιρώντας την πίστωση). Στο μοντέλο, το κίνητρο κρίνεται πως δεν είναι αποζημιώσιμο και χρησιμοποιείται ως εισόδημα κατά τη διάρκεια του έτους κατασκευής, έτος μηδέν (0) ,για σκοπούς φόρου εισοδήματος. Αν ένα κίνητρο πληρώνεται μέσα σε ένα αριθμό ετών , μπορεί να εισαχθεί στο άλλο εισόδημα παρακάτω. Τα κίνητρα και οι επιχορηγήσεις μεταφέρονται στα κόστη του έργου και αποθηκεύονται.

Ø Τοκοχρεολύσιο :

Ο χρήστης εισάγει το τοκοχρεολύσιο, το οποίο είναι ο ρυθμός του χρέους προς το συνολικό χρέος και των κεφαλαίων του έργου. Το τοκοχρεολύσιο αντικατοπτρίζει τη χρηματοοικονομική μόχλευση που δημιουργείται για το έργο. Όσο υψηλότερο είναι το τοκοχρεολύσιο τόσο μεγαλύτερη είναι και η οικονομική μόχλευση. Το μοντέλο χρησιμοποιεί το τοκοχρεολύσιο για να υπολογίσει την αξία της επένδυσης που χρειάζεται για να χρηματοδοτήσει το έργο. Για παράδειγμα, τα τοκοχρεολύσια τυπικά έχουν εύρος από 0 % – 90 % με 50 % – 90 % να είναι τα πιο κοινά.

Ø Χρέος :

Το μοντέλο υπολογίζει το χρέος του έργου, που είναι η ποσότητα της ολικής επένδυσης που χρειάζεται για να παραχθούν τα μέσα και αυτή η επένδυση χρηματοδοτείται από δάνειο. Τα χρέη του έργου οδηγούν στον υπολογισμό των χρεών των πληρωμών και της καθαρής τωρινής αξίας της μετοχής. Υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το αρχικό ολικό κόστος και της καθαρής αξίας της μετοχής.

Ø Μετοχή :

Το μοντέλο υπολογίζει τη μετοχή του έργου, που είναι η ποσότητα της ολικής επένδυσης που χρηματοδοτείται απευθείας από τον ιδιοκτήτη του έργου. Η μετοχή του έργου κρίνεται αν θα αποταμιευθεί στο τέλος του χρόνου 0 (μηδέν) έτους κατασκευής και ανάπτυξης. Υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το ολικό αρχικό κόστος και το τοκοχρεολύσιο.

Ø Επιτόκιο δανεισμού :

Ο χρήστης εισάγει το επιτόκιο δανεισμού (%), όπου είναι ο βαθμός του ετήσιου επιτοκίου που έχει πληρωθεί στο δανειστή στο τέλος κάθε έτους (ανάλογα με τους όρους του χρέους) της περιόδου του χρέους. Το μοντέλο χρησιμοποιεί το επιτόκιο δανεισμού για να υπολογίσει τις πληρωμές του χρέους π.χ. το ελάχιστο επιτόκιο δανεισμού θα πρέπει να αντιστοιχεί στην απόδοση των κρατικών ομολόγων, την ίδια χρονική περίοδο με αυτή του χρέους. Ένα bonus συνήθως προστίθεται στο επιτόκιο και ονομάζεται spread και αντανακλά τα ρίσκα που υπάρχουν στο έργο.

Ø Περίοδος χρέους :

Ο χρήστης εισάγει την περίοδο χρέους (χρόνια), η οποία είναι ο αριθμός των χρόνων κατά τα οποία το χρέος αποπληρώνεται. Η περίοδος χρέους είναι είτε ίση, είτε μικρότερη από τη διάρκεια ζωής του έργου. Γενικά όσο μεγαλύτερη είναι η περίοδος τόσο βελτιώνεται η οικονομική βιωσιμότητα ενός ενεργειακού έργου. Το μοντέλο χρησιμοποιεί την περίοδο χρέους κατά τον υπολογισμό των πληρωμών χρέους και των ετήσιων εισροών μετρητών (ετήσια ροή χρημάτων). Η περίοδος του χρέους συνήθως είναι 1- 25 έτη. Δεν θα πρέπει να ξεπερνάει την προβλεπόμενη ζωή του έργου.

Ø Πληρωμές χρέους :

Το μοντέλο υπολογίζει τις ετήσιες πληρωμές χρέους, οι οποίες είναι το άθροισμα του κεφαλαίου και του επιτοκίου που πληρώνεται κάθε χρόνο για να εξυπηρετηθεί το χρέος. Σε αντίθεση οι πληρωμές χρέους είναι μόνιμες κατά τη διάρκεια της περιόδου του χρέους, η μερίδα του κεφαλαίου αυξάνεται και η μερίδα του επιτοκίου μειώνεται με τον καιρό. Απ' αυτή την άποψη είναι όμοιο στις ετήσιες παροχές που καταβάλλονται για να αποζημιώσουν την υποθήκη. Οι πληρωμές χρέους υπολογίζονται χρησιμοποιώντας την περίοδο χρέους, το επιτόκιο του χρέους και το χρέος. Οι ετήσιες πληρωμές χρέους μεταφέρονται στα κόστη του έργου και στον τομέα που είναι αθροισμένα οι αποταμιεύσεις και το εισόδημα.

Ø Επίδραση μέγιστου ύψους απαγωγής :

Ο χρήστης εισάγει τη μέγιστη επίδραση ύψους απαγωγής στο διαθέσιμο μανομετρικό που θα προκύψει κατά τη διάρκεια υψηλής ροής του ποταμού. Στα περισσότερα μέρη κατά τη διάρκεια υψηλών ροών το ύψος απαγωγής αυξάνεται περισσότερο από το επίπεδο πάνω από την εισαγωγή και προκαλεί μείωση στο μανομετρικό. Επομένως κατά τη διάρκεια αυτών των περιόδων είναι διαθέσιμη λιγότερη δύναμη και ενέργεια. Η επίδραση του ύψους απαγωγής μπορεί να είναι σημαντική ειδικά για περιοχές με χαμηλό μανομετρικό.

Ø Μέθοδος μέσης ροής :

Ο χρήστης επιλέγει τη μέθοδο μέσης ροής από δύο οπτικές από μια λίστα : «υπολογισμένο» , «καθορισμένο από το χρήστη». Αν επιλεγθεί το «υπολογισμένο» το μοντέλο υπολογίζει τη μέση ροή βασισμένο στη λεκάνη απορροής πάνω από το σταθμό και σε συγκεκριμένη απορροή. Αν επιλεγθεί «καθορισμένο από το χρήστη» ο χρήστης εισάγει τη μέση ροή.

Ø Λεκάνη απορροής :

Ο χρήστης εισάγει τη λεκάνη απορροής πάνω από το σταθμό. Αυτή η λεκάνη είναι ο τόπος που συλλέγει την κατακρήμνιση η οποία συνεισφέρει στη ροή του ποταμού στο σταθμό. Η τιμή αυτή χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της μέσης ροής στο σταθμό. Η λεκάνη απορροής στο σταθμό μπορεί να είναι διαθέσιμη από τους χάρτες ενεργειακών πηγών ή από προηγούμενες υδρολογικές μελέτες. Εάν η λεκάνη απορροής είναι άγνωστη μπορεί να οροθετηθεί χειροκίνητα χρησιμοποιώντας 1/250.000 ή μεγαλύτερης κλίμακας τοπογραφικούς χάρτες. Ξεκινώντας από το σταθμό μια γραμμή σχεδιάζεται, η οποία αντιπροσωπεύει στο περίπου τα όρια της λεκάνης απορροής. Η γη έξω από τα όρια της λεκάνης απορροής συνεισφέρει στη ροή σε άλλα ρέματα και ποτάμια. Ο χρήστης μπορεί να αναφερθεί στο παράδειγμα οριοθέτησης της λεκάνης απορροής [Leopold,1974] ή στο [Acres,1984] για περισσότερες πληροφορίες. Σε περιοχές όπου η οριοθέτηση της λεκάνης απορροής είναι δύσκολη (επίπεδη επιφάνεια) , μπορεί να χρειαστεί βοήθεια από κάποιο ειδικό.

Ø Ειδική απορροή :

Ο χρήστης εισάγει την ειδική απορροή. Για έργα που έχουν πραγματοποιηθεί ήδη μιας υδρολογικής μελέτης, ο χρήστης εισάγει τις αντίστοιχες τιμές καμπύλης ροής-διάρκειας επιλέγοντας την υδρολογική μέθοδο.

Ø Ετήσια έσοδα (ηλεκτρισμού) :

Αν υπάρχει ηλεκτρισμός ο οποίος εξάγεται στο δίκτυο από το προτεινόμενο ενεργειακό σύστημα, συγκεκριμένα πεδία εισαγωγής θα προστεθούν για να επιτρέψουν στο χρήστη να διαμορφώσει την ανάλυση των εσόδων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με τις συγκεκριμένες καταστάσεις του έργου. Εάν δεν υπάρχει ηλεκτρισμός που εξάγεται στο δίκτυο τότε ο χρήστης δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτή την επιλογή.

Ø Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο :

Το μοντέλο υπολογίζει τον ηλεκτρισμό που εξάγεται στο δίκτυο. Αυτή η αξία υπολογίζεται στο φύλλο εργασίας του ενεργειακού μοντέλου και αντιγράφεται αυτόματα στο φύλλο εργασίας της οικονομικής ανάλυσης.

Ø Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού :

Ο χρήστης εισάγει την τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού για το συνιστόμενο ενεργειακό σύστημα στο φύλλο εργασίας του ενεργειακού ελέγχου και αντιγράφεται αυτόματα στο φύλλο εργασίας της οικονομικής ανάλυσης. Αυτή η τιμή υποθέτουμε πως είναι αντιπροσωπευτική του έτους (0), μηδέν του έτους ανάπτυξης πριν από το έτος λειτουργίας.

Ø Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας :

Το μοντέλο υπολογίζει το ετήσιο εισόδημα από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η τιμή υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την ηλεκτρική ενέργεια που εξάγεται στο δίκτυο με το ρυθμό (τιμή) εξαγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η ετήσια τιμή του εισοδήματος από την εξαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κλιμακώνεται στην τιμή του εξαγόμενου ηλεκτρισμού.

Ø Κυλιόμενος φόρος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας :

Ο χρήστης εισάγει τον κυλιόμενο φόρο πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας (%) , η οποία είναι η ετήσια μέση τιμή αύξησης στην τιμή της εξαγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στη διάρκεια ζωής του έργου. Αυτό επιτρέπει στο χρήστη να εισάγει τιμές πληθωρισμού στην τιμή φόρου πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία μπορεί να είναι διαφορετική από τον γενικό πληθωρισμό.

4.2 Αποτελέσματα – Πεδία Συμπλήρωσης.

Στα επόμενα δίνονται τα κύρια πεδία συμπλήρωσης του προγράμματος κατά την προσομοίωση των δεδομένων της υπό μελέτη περίπτωσης.

Όνομασία έργου	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ
Τοποθεσία έργου	ΑΡΑΧΘΟΣ
Συντάχθηκε για	ΤΕΛΕΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
Συντάχθηκε από	ΠΑΝΤΕΛΑΚΗΣ-ΤΑΤΣΙΟΣ
Τύπος έργου	Παραγωγή ηλεκτρισμού - πολλαπλές τεχνολογίες
Τύπος δικτύου	Κεντρικό δίκτυο
Τύπος ανάλυσης	Μέθοδος 2
Εισρογόμος ικανότητα αναφοράς	Ανώτερη εισρογόμος ικανότητα (Αει)
Δείξε ρυθμίσεις	<input checked="" type="checkbox"/>
Γλώσσα	Greek - Ελληνικά
Εγχειρίδιο Χρήστη	English - Αγγλικά
Νόμισμα	Σύμβολο Ευρώ
Μονάδες	Μονάδες μετρικού συστήματος

Εικόνα 18: Στοιχεία ονομασίας του έργου.

	Αθήνα		Τοποθεσία έργου
	Μονάδα	κλιματολογικά δεδομένων	
Γεωγραφικό πλάτος	°B	39.2	39.2
Γεωγραφικό μήκος	°A	21.0	21.0
Υψόμετρο	m	11	11
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	-2.2	
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	30.0	
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	21.7	

Μήνας	Θερμοκρασία αέρα	Σχετική υγρασία	Ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμ-ημέρες θέρμανσης	Βαθμ-ημέρες ψύξης
	°C	%	kWh/m ² /ημ	kPa	m/Δευτερόλεπτο	°C	°C-ημ	°C-ημ
Ιανουάριος	3.9	73.5%	1.43	95.8	3.8	3.0	437	0
Φεβρουάριος	4.5	69.1%	2.09	95.7	4.0	4.3	378	0
Μάρτιος	7.4	64.5%	3.26	95.6	3.7	8.2	330	0
Απρίλιος	12.0	56.9%	4.54	95.4	3.3	13.7	180	60
Μαΐος	17.7	49.1%	5.52	95.5	3.0	20.2	9	239
Ιούνιος	22.4	43.4%	6.39	95.5	2.9	25.4	0	372
Ιούλιος	25.2	38.9%	6.32	95.4	3.1	28.4	0	472
Αύγουστος	24.9	41.0%	5.57	95.5	3.1	27.7	0	463
Σεπτέμβριος	20.6	48.2%	4.21	95.7	2.9	22.6	0	317
Οκτώβριος	15.4	57.0%	2.59	95.9	3.3	16.1	81	167
Νοέμβριος	9.5	70.1%	1.61	95.8	3.7	9.1	255	0
Δεκέμβριος	5.0	75.2%	1.23	95.8	4.0	4.1	403	0
Ετήσιο	14.1	57.2%	3.74	95.6	3.4	15.3	2,073	2,090
Μετρομεία σε	m				10.0	0.0		

Εικόνα 19: Κλιματολογικά στοιχεία περιοχής.

Σύστημα ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης		
Σύστημα του ηλεκτρικού φορτίου βάσης	Υδροστρόβιλος	
Τεχνολογία		
Τύπος ανάλυσης	<input type="radio"/> Μέθοδος 1 <input checked="" type="radio"/> Μέθοδος 2	
Αξιολόγηση πηγών		
Προτεινόμενο Έργο		Σε ροή ποταμού
Υδρολογική μέθοδος		Ειδική απορροή
Ολικό μανομετρικό	m	282.0
Επίδραση μεγίστου ύψους απαγωγής	m	2360.00
Μέθοδος μέσης ροής		Υπολογισμένη
Λεκάνη απορροής	km ²	17.29
Ειδική απορροή	m ³ /Δευτερόλεπτο/km ²	0.5800
Μέση ροή	m ³ /s	10.0
Ροή καταλοίπων	m ³ /s	0.250
Τύπος FDC / Πιστοποιημένο Νο πάχους		1
Ποσοστό χρόνου ύπαρξης σταθερής ροής	%	30.0%
Σταθερή ροή	m ³ /s	0.05
Υδροστρόβιλος		
Διαστασιολόγηση ροής	m ³ /s	0.580
Τύπος		Pelton
Απόδοση στρόβιλου		Τυποποιημένο
Αριθμός ψεκαστήρων για στρόβιλο ώθησης	ακροφύσιο	1
Αριθμός στρόβιλων		2
Κατασκευαστής		Voith Siemens
Μοντέλο		Pelton
Ρύθμιση απόδοσης	%	5.0%
Απόδοση αιχμής στρόβιλου	%	92.1%
Ροή στην μέγιστη απόδοση	m ³ /s	0.4
Απόδοση στρόβιλου σε ονομαστική ισχύ	%	90.1%

Εικόνα 20: Χαρακτηριστικά στροβιλομηχανών.

%	Κανονικοποιημένη		Απόδοση στρόβιλου	Αριθμός στρόβιλων	Συνδυασμένη απόδοση
	ροή m ³ /s	Ροή m ³ /s			
0%	0.00	0.00	0.06	0	0.00
5%	0.05	0.60	0.19	1	0.48
10%	0.10	1.00	0.48	1	0.79
15%	0.15	1.50	0.67	1	0.89
20%	0.20	2.01	0.79	1	0.92
25%	0.25	2.51	0.85	1	0.92
30%	0.30	3.01	0.89	1	0.92
35%	0.35	3.51	0.91	1	0.92
40%	0.40	4.01	0.92	1	0.92
45%	0.45	4.51	0.92	1	0.92
50%	0.50	5.01	0.92	1	0.90
55%	0.55	5.52	0.92	2	0.92
60%	0.60	6.02	0.92	2	0.92
65%	0.65	6.52	0.92	2	0.92
70%	0.70	7.02	0.92	2	0.92
75%	0.75	7.52	0.92	2	0.92
80%	0.80	8.02	0.92	2	0.92
85%	0.85	8.52	0.92	2	0.92
90%	0.90	9.03	0.92	2	0.92
95%	0.95	9.53	0.91	2	0.91
100%	1.00	10.03	0.90	2	0.90

Εικόνα 21: Στοιχεία καμπύλης διάρκειας και απόδοση στρόβιλων.

Μέγιστες υδραυλικές απώλειες	%	5.0%
Λοιπές απώλειες	%	10.0%
Αποδοτικότητα γεννήτριας	%	95.0%
Διαθεσιμότητα	%	94.0%
Περίληψη		
Ηλεκτρική ισχύς	kW	1,174
Συντελεστής ρύθμισης διαθέσιμης ροής		0.10
Συντελεστής ισχύος	%	-16.6%
Ηλεκτρική ενέργεια αποδιδόμενη στο φορτίο	MWh	-1,708
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	0

Εικόνα 22: Υδραυλικές απώλειες και περίληψη αποδόσεων.

Σύστημα ενδιάμεσου ηλεκτρικού φορτίου		
Τεχνολογία		Υδροστρόβιλος
Υδροστρόβιλος #2		
Ηλεκτρική ισχύς	kW	2,200
Κατασκευαστής		Voith Siemens
Μοντέλο		Pelton
Συντελεστής ισχύος	%	60.0%
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	9,855

Αρχικό κόστος (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό
Μελέτη σκοπιμότητας				
Διερεύνηση χώρου	ανά ημέρα		€	-
Αξιολόγηση πηγών	έργο		€	-
Περιβαλλοντική αξιολόγηση	ανά ημέρα	1	€ 70,000	€ 70,000
Προκαταρκτικός σχεδιασμός	ανά ημέρα	7	€ 350	€ 2,450
Αναλυτική εκτίμηση κόστους	ανά ημέρα	2	€ 150	€ 300
Μελέτη σεναρίου αναφοράς ΑΤΘ & ΜΡ	έργο	1	€ 12,000	€ 12,000
Προετοιμασία έκθεσης	ανά ημέρα	7	€ 600	€ 4,200
Διαχείριση έργου	ανά ημέρα	5	€ 650	€ 3,250
Ταξίδια & Διαμονή	ανά-ταξίδι	4	€ 190	€ 760
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος	1	€ 85,000	€ 85,000
			€	-
Υπο-σύνολο:			€	177,960

Εικόνα 23: Εκτίμηση αρχικού κόστους.

Ανάλυση μείωσης εκπομπών RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής

☑ Ανάλυση Εκπομπών

- Μέθοδος 1
- Μέθοδος 2
- Μέθοδος 3

Δυναμικό παγκόσμιας θέρμανσης των ΑΤΘ

25 τόνοι CO₂ = 0 τόνοι CH₄ (IPCC 2007)

298 τόνοι CO₂ = 0 τόνοι N₂O (IPCC 2007)

Βασική περίπτωση συστήματος ηλεκτρισμού (Σενάριο Αναφοράς)

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Συντελεστής εκπομπής CO ₂ kg/GJ	Συντελεστής εκπομπής CH ₄ kg/GJ	Συντελεστής εκπομπής N ₂ O kg/GJ	Βαθμός απόδοσης παραγωγής ηλεκτρισμού %	Απώλειες M&Δ %	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ tn CO ₂ /MWh
Πατρέλαιο (H6)	85.0%	74.1	0.0029	0.0019	28.6%	35.0%	1.449
Μίγμα Ηλεκτρισμού	85.0%	339.2	0.0131	0.0087		29.8%	1.232

Αλλαγές στο Σενάριο Αναφοράς κατά τη διάρκεια ζωής του έργου

Περίληψη εκπομπών ΑΤΘ βασικού σεναρίου (σεναρίου αναφοράς)

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Συντελεστής εκπομπής CO ₂ kg/GJ	Συντελεστής εκπομπής CH ₄ kg/GJ	Συντελεστής εκπομπής N ₂ O kg/GJ	Κατανάλωση καυσίμου MWh	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ tn CO ₂ /MWh	Εκπομπές ΑΤΘ tn CO ₂
Ηλεκτρική ενέργεια	100.0%	339.2	0.0131	0.0087	9,855	1.232	12,139.9
Σύνολο	100.0%	339.2	0.0131	0.0087	9,855	1.232	12,139.9

Περίληψη εκπομπών ΑΤΘ προτεινόμενης περίπτωσης (Έργο ηλεκτροπαραγωγής)

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Συντελεστής εκπομπής CO ₂ kg/GJ	Συντελεστής εκπομπής CH ₄ kg/GJ	Συντελεστής εκπομπής N ₂ O kg/GJ	Κατανάλωση καυσίμου MWh	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ tn CO ₂ /MWh	Εκπομπές ΑΤΘ tn CO ₂
Υδροηλεκτρικό	-17.3%	0.0	0.0000	0.0000	-1,708	0.000	0.0
Υδροηλεκτρικό	117.3%	0.0	0.0000	0.0000	11,563	0.000	0.0
Σύνολο	100.0%	0.0	0.0000	0.0000	9,855	0.000	0.0
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	9,855		Απώλειες M&Δ 38.0%	3,745	1.232	4,613.2
						Σύνολο	4,613.2

Σύνοψη μείωσης εκπομπών ΑΤΘ

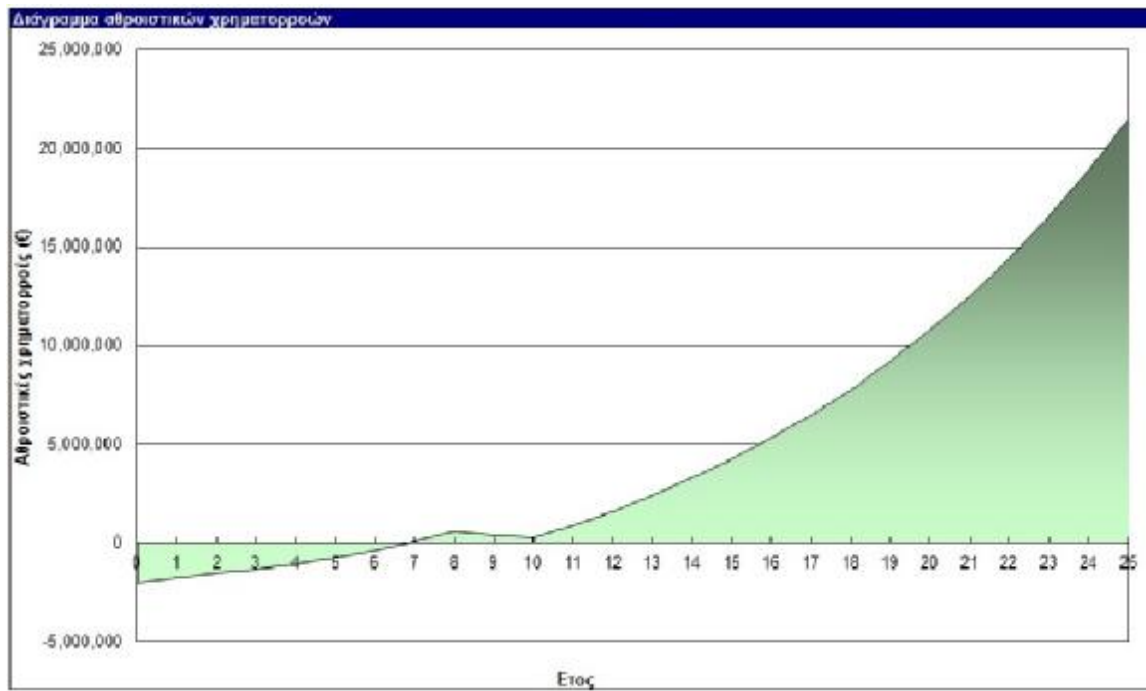
	Εκπομπές ΑΤΘ βασικής περίπτωσης tn CO ₂	Εκπομπές ΑΤΘ προτεινόμενης περίπτωσης tn CO ₂	Μικτή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ tn CO ₂	Τέλη συναλλαγών πιστώσεων εκπομπών ΑΤΘ %	Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ tn CO ₂
Έργο ηλεκτροπαραγωγής	12,139.9	4,613.2	7,526.7	15%	6,397.7
Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ	6,398	tn CO ₂	ισοδυναμεί με 1,172	Αυτοκίνητα και ελαφρά φορτηγά δεν χρησιμοποιούνται	

Εικόνα 24:Ανάλυση μείωσης εκπομπών.

Οικονομικοί Παράμετροι			
Γενικά			
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%		2.5%
Τιμή πληθωρισμού	%		3.0%
Επιτόκιο αναγωγής	%		9.5%
Διάρκεια ζωής έργου	έτος		25
Χρηματοδότηση			
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	€		700,000
Τοκοχρεολύσιο	%		70.0%
Χρέος	€		6,232,103
Μετοχή	€		2,670,901
Επιτόκιο δανεισμού	%		2.70%
Περίοδος χρέους	έτος		10
Πληρωμές χρέους	€/έτος		719,451
Ανάλυση φόρου εισοδήματος			
		<input checked="" type="checkbox"/>	
Συντελεστής φόρου εισοδηματικής επίπτωσης	%		7.0%
Ζημιές εις μεταφορά;			Όχι
Μέθοδος απόσβεσης			Αποκλίνον ισοζύγιο
Κανόνας μισού χρόνου - χρόνος 1	ναί/όχι		Ναι
Φορολογική βάση απόσβεσης	%		15.0%
Ρυθμός απόσβεσης	%		10.0%
Υφίσταται φορολογική ατέλεια;	ναί/όχι		Ναι
Διάρκεια φορολογικής ατέλειας	έτος		2

Ετήσια έσοδα				Άλλα εισοδήματα (κόστος)			
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας				Ενέργεια			
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	9,855		MWh		8,200	
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	€/MWh	0.87		Ρυθμός	€/MWh	0.640	
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	€	8,674		Άλλα εισοδήματα (κόστος)	€	5,248	
Κυλιόμενος φόρος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	%	15.0%		Διάρκεια	έτος	25	
Εσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ				Ρυθμός αύξησης			
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ	tn CO2/έτος	6,308		Εσοδα παραγωγής Καθαρής Ενέργειας (ΚΕ)			
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ - 25 έτη	tn CO2	159,943		Παραγωγή ΚΕ	MWh	9,855	
Τιμή πίστωσης μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	€/tCO2	35.00		Τιμή πίστωσης παραγωγής ΚΕ	€/MWh	0.064	
Εσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ	€	223,920		Εσοδα παραγωγής Καθαρής Ενέργειας	€	630,747	
Διάρκεια πίστωσης μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	έτος	25		Διάρκεια πίστωσης παραγωγής ΚΕ	έτος	8	
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ - 25 έτη	tn CO2	159,943		Κυλιόμενος φόρος πίστωσης παραγωγής ΚΕ	%	2.5%	
Κυλιόμενος φόρος πίστωσης μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	%	10.0%		Αποδόξη			
Προσούληση εσόδων πελάτη (έκπτωση)				Αποδόξη			
Προσούληση ημής ηλεκτρικής ενέργειας (έκπτωση)	%	35.0%		Αποδόξη			
Προσούληση εσόδων ηλεκτρικής ενέργειας (έκπτωση)	€	0		Ενέργεια			
Προσούληση εσόδων πελάτη (έκπτωση)				Καθαρή ενέργεια			
Προσούληση εσόδων πελάτη (έκπτωση)	€	0		Τύπος Καυσίμου	(MWh)		
				Υδροηλεκτρικό	9,855		Ναι
				Υδροηλεκτρικό	1,708		Όχι
				Υδροηλεκτρικό	0		Όχι

Εικόνα 25: Οικονομικά Στοιχεία



Εικόνα 26: Διάγραμμα αποσβέσεων του έργου.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας έχει γνωρίσει πολλές πρόσφατες εξελίξεις οι οποίες αναβίωσαν το ενδιαφέρον όχι μόνο στον τομέα της έρευνας και της ανάπτυξης, αλλά επίσης οδήγησε σε σημαντικά κοινωνικό-οικονομικά και άλλα μη-απτά οφέλη για το σύνολο της κοινωνίας. Η αφύπνιση των πολιτών σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και του αποτυπώματος άνθρακα (ενεργειακό αποτύπωμα) όλων των πηγών ενέργειας, έχουν δώσει ώθηση στην ανάπτυξη και την υιοθέτηση των ανανεώσιμων και εναλλακτικών πηγών ενέργειας.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Οι κυριότερες μορφές των ΑΠΕ είναι η υδροηλεκτρική ενέργεια, η θαλάσσια- κυματική ενέργεια, η ενέργεια που προέρχεται από τη βιομάζα, η γεωθερμική ενέργεια, το υδρογόνο, η αιολική ενέργεια και η ηλιακή. Έχουν πολλά πλεονεκτήματα έναντι άλλων πηγών ενέργειας, όπως το γεγονός ότι είναι πρακτικά ανεξάντλητες, δε μολύνουν το περιβάλλον και έχουν χαμηλό λειτουργικό κόστος. Η αύξηση των επενδύσεων σε ΑΠΕ άρχισε να γίνεται ιδιαίτερα αισθητή τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια όπου παρατηρείται έντονη άνοδος στην επενδυτική δραστηριότητα και συνεπώς στην εγκατεστημένη ισχύ μονάδων παραγωγής ενέργειας.

Από την μελέτη των Φ/Β συστημάτων προκύπτει ότι δεν έχουν κανένα κινούμενο μέρος, είναι συνολικά μη ρυπαντικά και δεν απαιτούν πολύ συντήρηση και έχουν τα κύτταρα που διαρκούν για δεκαετίες. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής παραγωγής είναι ότι δεν απαιτεί μια εγκατάσταση μεγάλης κλίμακας για να λειτουργήσει, σε αντίθεση με τους συμβατικούς σταθμούς ηλεκτρικής παραγωγής. Οι ηλιογεννήτριες μπορούν να εγκατασταθούν σε κάθε σπίτι ή επιχείρηση ή σχολείο, και να παράγουν ισχύ ήσυχα και ακίνδυνα. Επιπλέον δεν χρειάζεται να κατασκευαστεί κάποιος ξεχωριστός χώρος. Τέλος σε σύγκριση με άλλες ΑΠΕ δεν έχει κινούμενα μέρη τα οποία απαιτούν συντήρηση, καθώς είναι και θορυβώδης διαδικασία. Από την άλλη μεριά ο ηλεκτρισμός από βιομάζα είναι μια άλλη μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας και μπορεί να φέρει τη σφραγίδα του «πράσινου καυσίμου». Δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς αυτό που παράγει δεσμεύεται από την ατμόσφαιρα από τα φυτά, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Η βιομάζα αποτελεί μια από τις διαδεδομένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η καύση της έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα και έτσι δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνονται κατά την καύση της, δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας. Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα, στη βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος. Ακόμη η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών, αυξάνει τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στον βιομηχανικό χώρο.

Η άνοδος του έξυπνου δικτύου είναι ένα όφελος όχι μόνο για την κοινωνία στο σύνολό της αλλά σε όλους όσους εμπλέκονται στη βιομηχανία ηλεκτρικής ενέργειας, τους πελάτες της και των πολλών εμπλεκόμενων φορέων.

Ο πολλαπλασιασμός της ενεργειακής αποθήκευσης, η αποκεντρωμένη παραγωγή, ο εξοπλισμός στερεάς κατάστασης, και μεγαλύτερη συμμετοχή στην πλευρά της ζήτησης δεν

είναι, προς το παρόν, πλήρως ολοκληρωμένη για διάφορους λόγους (όπως είναι η αγορά, ρυθμιστικά και πολιτικά εμπόδια).

Αν και τα κύρια συστατικά των περισσότερων υπάρχων τεχνολογιών υπάρχουν, η πρόκληση είναι η ανάπτυξη και η επίδειξη της ολοκλήρωσης (ενσωμάτωσης) αποτελεσματικού ενεργειακού συστήματος και ο έλεγχος σε πραγματικό χρόνο, δείχνοντας ότι τα μικροδίκτυα μπορεί να προσφέρουν τη λειτουργικότητα και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των μελλοντικών συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας με χαμηλές εκπομπές άνθρακα.

6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ηρακλής Χατζηαγγέλου “Τεχνική Υδρομηχανική” Θεσσαλονίκη, 2002.
2. Ιωάννης Α. Τσακογιάννης “Υδραυλική, Μόνιμη Ροή Σε Κλειστούς Αγωγούς Και Σε Υδροδυναμικές Μηχανές” Θεσσαλονίκη, 2002.
3. Π. Πρίνος “Υδραυλική Ανοικτών Αγωγών” Θεσσαλονίκη 2007.
4. Βασίλειος . Δερμίσης “Εισαγωγή Στη Μηχανική Των Ποταμών” Θεσσαλονίκη 2005.
5. Κορμπάκης Γ., Καλδέλλης Ι., "Παρούσα Κατάσταση-Προοπτικές Μικρών Υδροηλεκτρικών στη Χώρα μας", Περιοδικό "Τεχνικά", Τεύχος 171, 2001.
6. Καλδέλλης Ι.Κ., Καββαδίας Κ.Α., "Εργαστηριακές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας", Εκδ. Αθ. Σταμούλης, Αθήνα, 2000,
7. Παπαντώνης ., "Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα", Αθήνα, 2001.
8. ΕΣΥΕ Κατανομή της εκτάσεως της χώρας κατά βασικές κατηγορίες χρήσεως, για το έτος 1991, Αθήνα 1995.
9. Layman’s Guidebook “On How To Develop A Small Hydro Site”.
10. Ιάκωβος Γ. Γκανούλης “Υδραυλική Των Σωληνοειδών Ροών” Θεσσαλονίκη 1983.
11. Καλκάνης Ε. “Περιοχές Εφαρμογής Και Χαρακτηριστικά Τυποποιημένων Στροβίλων Για Εγκαταστάσεις Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων” τόμος 8, 1988.

7 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στο σημείο αυτό παρατίθενται οι πίνακες παροχών κατά τα υδρολογικά έτη 2000 – 2008 προκειμένου αυτά τα δεδομένα να χρησιμοποιηθούν ως εισαγωγή στο υπολογιστικό πακέτο RETSCREEN και να ολοκληρωθεί η προσομοίωση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1 (Υδρολογικό έτος 2000-2001)

Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 32,07 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	4,99	7,20	8,31	9,97	12,74	36,57	24,93	58,73	49,86	37,67	13,85	8,86
2	7,20	7,20	8,86	9,97	13,30	32,69	23,82	55,96	49,86	35,46	13,30	8,86
3	6,65	7,20	8,86	8,86	45,98	31,58	26,04	53,74	49,86	31,58	11,63	8,86
4	7,20	7,20	8,86	9,42	33,80	25,48	43,21	52,08	49,86	34,90	10,53	8,86
5	6,65	6,65	9,42	9,97	75,35	25,48	31,58	53,74	50,97	31,58	9,42	8,86
6	7,20	6,09	9,97	10,53	233,80	25,48	28,25	54,85	50,97	32,69	9,97	9,42
7	7,20	6,09	10,53	10,53	448,75	27,15	25,48	54,85	52,08	31,02	12,19	8,86
8	6,65	5,54	10,53	9,97	294,18	28,25	26,04	53,74	47,65	28,25	9,42	8,31
9	6,65	6,09	9,42	9,97	382,27	28,25	25,48	54,85	45,43	28,25	9,97	8,31
10	6,65	6,65	9,42	9,97	96,40	28,81	27,15	62,60	44,32	26,04	8,86	8,31
11	6,65	6,09	8,86	10,53	69,25	79,78	23,82	72,02	49,86	26,04	8,86	7,76
12	6,65	6,09	8,31	10,53	50,97	395,01	23,27	73,68	52,08	24,93	9,97	8,31
13	6,65	6,09	9,97	9,97	41,00	213,85	23,27	70,91	59,83	24,93	8,86	7,76
14	6,65	11,08	9,97	9,97	37,67	103,05	23,82	54,85	49,86	23,27	8,31	7,20
15	6,65	9,42	9,42	14,40	32,69	72,02	74,79	43,21	47,65	23,82	9,97	7,20
16	6,65	8,86	21,05	16,07	28,25	74,79	78,12	42,11	45,43	23,27	10,53	7,76
17	7,20	7,20	19,39	12,74	26,04	74,79	54,85	63,71	45,43	22,16	10,53	7,76
18	7,20	7,20	31,58	14,40	23,82	68,14	121,88	151,80	49,86	21,61	9,97	7,76
19	7,20	7,20	43,77	31,58	24,93	65,37	167,87	139,06	41,00	21,61	10,53	7,76
20	7,20	7,20	207,76	29,36	35,46	49,86	98,06	93,07	38,78	20,50	10,53	7,76
21	6,65	8,31	63,16	21,61	31,58	45,43	33,80	69,25	43,21	20,50	9,97	7,76
22	5,54	7,76	26,04	19,39	27,15	39,89	29,36	55,96	47,65	19,94	10,53	7,76
23	5,54	8,31	17,73	13,30	27,15	34,90	26,04	53,74	42,11	18,84	10,53	7,76
24	5,54	8,31	13,30	12,74	29,92	32,69	20,50	50,97	31,58	18,84	10,53	7,20
25	5,54	8,86	12,19	12,74	36,57	28,25	14,96	48,75	29,36	18,28	10,53	7,20
26	5,54	8,86	10,53	12,74	44,32	25,48	19,39	52,08	54,29	17,73	10,53	7,20
27	5,54	8,86	11,08	18,84	38,78	25,48	43,77	52,08	29,92	17,73	10,53	7,20
28	5,54	8,86	10,53	19,39	80,89	24,93	34,90	55,96	28,25	16,07	10,53	6,09
29	6,09	7,76	9,97	16,07	65,37		28,25	76,45	27,15	16,07	8,31	6,09
30	6,09	8,31	9,97	14,40	44,32		39,89	74,79	34,90	14,40	8,31	5,54
31		8,86		13,30	41,00		29,36		37,67		8,31	4,43
Max	7,20	11,08	207,76	31,58	448,75	395,01	167,87	151,80	59,83	37,67	13,85	9,42
Min	4,99	5,54	8,31	8,86	12,74	24,93	14,96	42,11	27,15	14,40	8,31	4,43
Μέση	6,45	7,60	21,63	13,98	79,80	62,27	41,68	64,99	44,41	24,27	10,19	7,70
Μέση ετήσια παροχή : 32,07 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.2 (Υδρολογικό έτος 2001-2002)

Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 48,56 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	8,86	6,09	7,20	68,14	136,84	47,65	70,36	51,52	45,98	38,78	22,71	12,19
2	8,86	6,09	7,76	54,85	104,16	114,13	69,25	54,29	45,98	39,89	24,38	12,19
3	8,86	6,09	21,61	45,43	63,71	111,91	94,18	54,29	45,98	38,78	23,27	12,19
4	8,86	5,54	24,93	39,89	62,60	72,02	161,77	51,52	45,98	31,02	25,48	11,63
5	8,86	5,54	58,73	37,67	244,88	54,29	142,94	51,52	45,43	31,02	25,48	11,63
6	8,86	4,99	120,78	32,69	157,89	48,75	108,03	51,52	45,43	29,36	24,38	13,30
7	8,86	5,54	171,19	27,15	211,08	69,25	94,18	51,52	44,88	28,25	19,39	12,74
8	8,86	6,09	18,84	25,48	127,98	108,03	73,68	51,52	44,88	28,25	20,50	12,19
9	8,86	6,65	9,97	24,93	91,41	82,55	73,68	50,42	44,88	44,88	20,50	12,19
10	8,86	6,65	8,31	23,82	70,91	105,26	69,25	50,42	44,32	50,42	18,84	11,63
11	8,86	6,65	7,20	29,92	63,16	70,36	77,56	45,98	44,32	50,42	17,17	9,97
12	8,86	6,65	6,65	29,92	55,96	77,56	146,26	44,88	43,77	50,42	14,40	9,97
13	8,86	6,65	4,99	25,48	56,51	67,59	124,10	45,98	43,77	50,42	14,96	9,97
14	8,86	6,65	4,99	24,93	42,11	54,29	89,75	70,36	43,77	37,67	14,96	8,86
15	6,65	6,65	5,54	21,61	39,89	48,75	65,93	47,65	44,88	36,57	14,40	8,86
16	6,09	6,65	5,54	17,73	108,03	100,83	59,83	47,65	47,65	36,57	14,40	12,19
17	6,09	6,09	4,99	17,73	263,16	124,10	59,83	41,00	54,29	31,02	14,40	10,53
18	6,09	6,09	4,99	17,73	105,26	91,97	61,50	41,00	53,19	28,25	14,40	9,42
19	6,09	6,26	6,26	17,73	64,27	116,90	58,73	50,42	47,65	31,02	14,40	9,42
20	6,09	6,65	26,04	16,62	51,52	337,95	53,19	192,80	47,65	36,57	14,40	9,42
21	6,09	6,65	31,02	16,62	39,89	309,14	50,42	73,68	48,75	61,50	14,96	9,42
22	7,20	6,65	14,96	16,07	36,57	309,14	50,42	53,19	79,22	36,57	16,07	9,42
23	7,20	7,20	12,74	14,96	48,75	421,05	48,75	51,52	58,73	33,80	13,85	9,42
24	7,20	8,86	31,58	14,96	96,40	172,85	47,65	51,52	57,06	26,04	13,85	8,86
25	7,20	7,20	105,26	14,96	219,94	170,08	47,65	45,98	55,96	26,04	13,85	8,31
26	7,20	7,20	53,74	14,96	154,02	227,15	47,65	53,19	47,65	26,04	13,85	8,31
27	7,20	6,09	771,75	57,06	77,56	125,76	48,75	53,19	48,75	26,04	13,30	8,31
28	7,20	7,20	212,74	57,06	63,16	89,75	50,42	44,88	47,65	23,27	12,74	8,31
29	7,20	7,20	180,06	34,90	58,73		54,29	44,88	42,11	21,05	12,74	8,31
30	7,20	7,20	103,05	34,90	48,75		57,06	45,98	41,00	21,61	12,74	8,31
31		7,20		45,43	48,75		51,52		41,00		12,19	8,31
Max	8,86	8,86	771,75	68,14	263,16	421,05	161,77	192,80	79,22	61,50	25,48	13,30
Min	6,09	4,99	4,99	14,96	36,57	47,65	47,65	41,00	41,00	21,05	12,19	8,31
Μέση	7,74	6,55	68,11	29,72	97,22	133,18	74,47	55,48	48,15	35,05	16,87	10,19
Μέση ετήσια παροχή : 48,56 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.3 (Υδρολογικό έτος 2002-2003)

Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 30,78 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	8,86	7,20	9,97	7,20	7,76	77,56	28,25	120,78	25,48	51,52	17,73	8,31
2	8,86	7,20	9,97	7,20	7,76	55,96	29,92	125,76	26,04	50,42	17,17	8,31
3	9,97	6,65	7,76	7,20	20,50	39,89	45,98	82,55	28,25	47,65	14,96	7,76
4	8,86	6,65	11,63	7,20	22,71	32,69	47,65	65,93	31,58	44,88	11,63	7,76
5	8,86	6,65	16,07	7,20	10,53	32,69	36,57	58,73	33,80	43,77	11,08	7,20
6	8,86	6,65	12,19	7,20	22,16	31,58	31,02	55,96	94,18	43,77	20,50	7,20
7	8,86	6,65	11,08	7,20	33,80	31,02	29,36	53,74	132,96	43,77	17,17	7,20
8	8,86	6,65	9,42	7,20	50,42	29,36	28,25	50,97	111,91	43,77	16,62	7,20
9	9,42	7,20	9,42	7,20	27,15	23,27	27,15	48,75	86,43	43,77	16,07	7,20
10	8,86	7,20	9,42	7,20	13,85	17,17	27,15	45,98	69,25	39,89	14,40	7,20
11	9,42	7,20	7,76	6,65	106,93	16,07	25,48	43,77	54,29	37,67	14,40	7,20
12	9,97	7,20	8,86	6,65	269,81	16,07	20,50	41,00	51,52	34,90	13,30	7,20
13	9,97	7,20	9,42	6,65	67,59	14,96	21,05	38,78	50,42	32,69	13,30	7,20
14	9,97	7,20	9,42	6,65	38,78	41,00	21,61	36,57	48,75	31,02	12,74	7,20
15	9,97	7,76	8,86	7,20	50,42	86,43	21,61	33,80	50,42	29,36	11,63	7,76
16	9,97	7,76	8,86	11,08	135,18	114,13	21,61	29,92	53,19	28,25	10,53	7,20
17	10,53	7,76	8,31	84,76	86,43	88,09	23,27	26,04	54,29	27,15	10,53	7,76
18	10,53	8,31	7,76	29,36	75,35	69,25	25,48	22,71	51,52	26,04	10,53	7,76
19	9,97	7,76	7,76	12,19	65,93	54,29	32,69	21,61	51,52	24,38	10,53	7,76
20	9,97	8,86	7,20	45,98	53,19	47,65	29,92	23,27	54,29	23,27	10,53	9,97
21	9,97	8,86	7,20	21,05	51,52	84,76	91,97	27,15	57,06	28,25	10,53	12,19
22	9,97	8,86	7,20	14,96	43,77	64,27	162,88	27,70	64,27	25,48	9,97	8,86
23	10,53	8,31	6,65	29,92	41,00	55,96	370,08	27,15	47,65	23,27	9,97	8,86
24	10,53	8,31	7,20	13,85	33,80	51,52	165,10	23,27	50,42	23,27	9,42	8,86
25	10,53	12,74	7,20	11,63	29,92	41,00	86,43	21,61	50,42	21,61	9,42	8,86
26	10,53	12,19	7,20	7,76	28,25	33,80	67,59	23,27	51,52	21,05	8,86	8,86
27	10,53	14,96	7,20	7,76	28,25	29,92	58,73	23,27	50,42	20,50	7,76	8,86
28	11,08	14,40	7,20	7,76	51,52	27,15	51,52	32,69	47,65	20,50	8,31	8,86
29	11,08	11,63	7,20	7,76	170,08		51,52	28,25	44,88	20,50	8,31	8,86
30	11,08	9,97	7,20	7,76	313,02		70,36	26,04	38,78	19,39	8,31	8,86
31		9,97		7,76	137,95		213,85		45,98		8,31	8,86
Max	11,08	14,96	16,07	84,76	313,02	114,13	370,08	125,76	132,96	51,52	20,50	12,19
Min	8,86	6,65	6,65	6,65	7,76	14,96	20,50	21,61	25,48	19,39	7,76	7,20
Μέση	9,88	8,58	8,75	13,78	67,59	46,70	63,37	42,90	55,13	32,39	12,08	8,17
Μέση ετήσια παροχή : 30,78 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.4 (Υδρολογικό έτος 2003-2004)

Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 33,16 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	3,32	26,04	14,40	58,73	33,80	62,05	134,07	70,36	41,00	16,62	8,86	7,20
2	3,88	19,39	14,40	50,97	31,58	42,11	135,18	75,35	29,92	24,38	8,86	7,20
3	4,43	17,17	16,07	45,43	29,36	33,80	72,02	61,50	28,25	21,05	8,86	7,20
4	4,99	13,85	116,90	39,89	27,70	29,36	58,73	50,42	29,36	20,50	9,97	7,20
5	4,99	11,08	25,48	38,78	25,48	27,15	45,98	53,19	31,02	17,73	9,97	7,20
6	5,54	10,53	13,85	100,83	25,48	29,92	45,98	67,59	33,80	16,62	9,97	7,20
7	6,09	10,53	11,08	172,85	24,93	29,92	43,77	73,68	33,80	16,62	9,42	7,76
8	6,65	29,36	8,31	79,22	23,27	27,15	47,65	79,22	33,80	16,62	9,42	7,76
9	6,65	37,12	18,84	98,06	23,27	98,06	45,98	67,59	29,92	16,62	8,86	7,76
10	7,20	20,50	24,93	180,06	23,27	85,32	38,78	63,16	29,36	16,62	8,86	8,31
11	7,76	13,85	330,75	100,83	23,27	62,60	34,90	58,73	28,25	16,62	8,86	8,31
12	8,31	13,85	141,27	80,89	22,16	52,08	36,57	54,29	27,15	16,62	8,86	8,31
13	8,31	48,75	57,06	62,60	20,50	44,32	33,80	51,52	27,15	14,96	8,86	8,86
14	8,86	28,25	35,46	58,17	20,50	36,57	34,90	53,74	25,48	13,30	8,86	8,86
15	9,42	18,84	26,04	82,55	18,84	33,80	34,90	51,52	25,48	12,74	8,86	8,86
16	9,97	16,07	19,94	86,98	18,84	33,80	38,78	41,00	24,38	12,74	8,86	9,42
17	9,97	12,74	18,28	65,37	18,84	31,58	44,88	38,78	23,27	12,19	8,86	9,42
18	9,42	12,74	18,84	58,73	18,84	28,81	75,35	38,78	23,27	12,19	8,86	9,42
19	9,42	12,74	17,73	54,85	18,84	27,15	55,96	36,57	22,71	12,19	8,86	9,97
20	8,86	12,74	17,73	58,73	18,84	26,04	51,52	32,69	22,71	12,19	8,86	9,97
21	8,86	12,19	113,02	56,51	18,84	25,48	41,00	31,58	22,71	11,63	8,86	9,97
22	8,86	12,74	121,88	54,29	21,61	23,82	41,00	36,57	23,27	11,63	8,86	6,09
23	8,86	12,74	72,02	52,08	23,27	20,50	43,77	38,78	22,71	12,19	8,86	6,09
24	11,08	12,74	77,56	50,42	22,16	23,27	89,75	38,78	20,50	11,63	8,86	5,54
25	10,53	12,74	76,45	48,20	18,84	69,25	82,55	37,67	20,50	11,63	8,86	2,77
26	9,97	12,19	60,94	45,98	20,50	141,27	59,83	37,67	20,50	11,63	8,31	2,77
27	9,42	12,19	260,94	44,32	41,00	115,24	53,19	38,78	20,50	9,42	8,31	2,22
28	9,42	12,19	116,90	42,11	28,25	85,32	86,43	38,78	20,50	9,42	8,31	2,22
29	9,42	12,19	82,55	39,89	26,04	73,68	67,59	37,67	20,50	9,42	8,31	2,22
30	9,42	12,19	80,89	37,67	25,48		54,29	42,11	16,07	8,86	8,31	2,77
31		22,71		36,01	111,91		51,52		16,62		8,31	3,32
Max	11,08	48,75	330,75	180,06	111,91	141,27	135,18	79,22	41,00	24,38	9,97	9,97
Min	3,32	10,53	8,31	36,01	18,84	20,50	33,80	31,58	16,07	8,86	8,31	2,22
Μέση	8,00	17,19	67,02	67,16	26,63	48,94	57,44	49,94	25,63	14,22	8,90	6,84
Μέση ετήσια παροχή : 33,16 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.5 (Υδρολογικό έτος 2004-2005)

Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 26,96 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	6,65	9,42	18,84	21,61	36,01	9,97	120,22	22,16	59,83	18,84	13,30	4,43
2	6,65	9,42	13,85	257,06	33,24	10,53	227,15	22,16	54,85	38,78	13,85	4,43
3	6,65	9,97	10,53	417,17	32,13	9,97	119,11	22,16	48,75	36,57	13,30	9,42
4	6,65	10,53	9,97	176,18	28,81	9,97	100,83	22,16	42,11	27,15	16,62	8,86
5	6,09	18,84	9,97	132,96	26,04	9,97	104,16	22,16	39,89	21,61	13,30	8,31
6	6,09	17,73	11,08	73,68	24,38	10,53	66,48	23,27	37,67	21,61	13,30	7,20
7	6,09	11,08	11,08	69,25	22,71	10,53	53,74	24,93	37,67	21,61	11,63	8,31
8	6,09	11,08	11,63	54,29	21,05	11,08	45,43	20,50	44,32	19,94	8,31	8,31
9	6,09	14,40	11,08	89,20	21,05	10,53	42,11	19,94	37,67	18,84	7,20	7,76
10	5,54	9,42	10,53	80,89	19,94	10,53	38,78	16,07	33,80	18,28	9,97	7,76
11	5,54	9,42	9,42	78,67	19,94	9,97	33,80	16,07	31,02	18,28	13,85	7,20
12	5,54	9,42	8,31	68,70	18,28	9,42	31,02	16,62	31,02	19,94	13,85	7,76
13	5,54	9,42	7,76	56,51	18,28	9,42	28,81	16,62	28,81	17,73	9,97	8,31
14	5,54	8,86	33,80	63,16	17,73	9,97	28,25	48,75	28,81	19,94	8,86	6,65
15	5,54	8,86	41,00	58,17	16,07	9,97	25,48	80,89	28,81	28,25	8,31	6,65
16	5,54	8,86	21,61	54,85	14,96	9,97	24,93	62,60	28,25	19,94	7,20	6,65
17	5,54	8,31	18,84	51,52	14,96	8,86	23,82	39,89	26,04	19,94	5,54	6,65
18	5,54	8,31	14,96	48,20	14,40	8,86	23,27	36,57	26,04	18,84	4,99	6,65
19	4,99	8,31	13,85	45,43	14,40	8,86	23,27	34,90	26,04	16,07	4,99	6,65
20	4,99	8,31	33,80	44,32	14,40	8,86	24,93	32,69	26,04	16,07	4,99	6,09
21	4,99	8,31	77,56	84,21	13,85	8,31	28,25	27,15	24,93	14,96	4,99	4,99
22	4,99	23,27	135,18	84,21	13,30	8,31	28,25	25,48	24,93	13,85	4,43	4,99
23	4,99	19,39	304,16	77,01	13,30	8,31	26,04	26,04	23,82	12,74	4,43	3,88
24	4,99	8,31	116,90	69,81	13,30	8,31	28,81	27,15	26,04	12,74	3,32	4,43
25	4,99	8,31	79,22	64,27	13,30	7,76	29,92	26,04	23,27	12,74	3,32	8,86
26	4,99	7,76	53,19	59,28	12,19	73,68	27,15	24,93	20,50	11,63	3,32	7,76
27	5,54	7,76	36,57	45,98	12,19	204,99	25,48	22,16	20,50	11,63	4,43	6,09
28	5,54	7,76	28,25	45,98	11,63	120,22	24,93	22,16	20,50	23,82	13,30	4,99
29	8,31	8,31	25,48	43,21	11,63		23,82	23,27	20,50	18,84	6,65	7,76
30	8,31	8,31	23,27	39,34	11,08		23,82	34,90	22,16	16,07	4,99	9,97
31		11,63		38,23	10,53		23,82		18,84		4,99	8,31
Max	8,31	23,27	304,16	417,17	36,01	204,99	227,15	80,89	59,83	38,78	16,62	9,97
Min	4,99	7,76	7,76	21,61	10,53	7,76	23,27	16,07	18,84	11,63	3,32	3,88
Μέση	5,82	10,62	40,06	83,66	18,23	22,77	47,61	28,68	31,08	19,58	8,44	6,97
Μέση ετήσια παροχή : 26,96 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.6 (Υδρολογικό έτος 2005-2006)

Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 21,99 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	6,09	7,20	12,74	34,90	30,47	16,07	16,07	10,53	22,16	21,61	7,20	5,54
2	5,54	7,20	11,63	31,58	28,81	16,07	14,96	10,53	21,05	16,07	6,65	5,54
3	6,09	7,20	11,63	30,47	28,81	14,96	14,40	9,97	20,50	14,96	6,65	5,54
4	6,09	7,20	11,63	28,81	27,15	14,96	13,85	9,42	19,94	16,62	6,65	6,09
5	6,65	7,20	12,74	28,25	26,04	14,96	13,30	9,42	18,84	16,07	6,65	7,20
6	5,54	7,20	23,27	27,15	25,48	14,96	13,30	9,97	18,28	13,85	6,65	6,09
7	5,54	7,20	223,82	26,04	24,93	14,96	13,30	10,53	17,73	12,19	6,65	6,09
8	5,54	8,31	120,22	52,63	26,04	14,96	13,30	11,08	16,62	11,63	6,09	6,09
9	5,54	65,37	75,35	270,91	17,73	14,40	11,08	11,08	16,07	11,63	6,09	6,09
10	5,54	455,96	53,19	147,92	17,73	14,40	11,63	11,63	15,51	11,08	6,09	6,09
11	5,54	200,00	43,77	69,25	16,62	14,40	11,63	33,24	15,51	11,08	6,09	6,65
12	6,09	89,75	39,34	59,28	16,62	14,96	11,63	33,24	15,51	11,08	6,09	6,65
13	6,09	62,60	33,24	54,85	16,62	17,17	11,63	24,93	16,07	10,53	6,09	4,99
14	6,09	44,88	32,13	51,52	16,62	16,62	12,19	20,50	16,07	10,53	6,09	4,99
15	6,09	26,59	30,47	47,65	16,07	16,07	12,19	18,84	16,07	10,53	6,09	4,99
16	5,54	26,04	29,92	46,54	16,07	17,17	12,19	25,48	16,62	9,42	6,09	4,99
17	5,54	24,38	28,25	42,11	14,96	18,28	11,63	19,94	16,62	10,53	6,09	4,99
18	5,54	22,71	28,25	39,34	15,51	16,62	12,19	29,36	16,62	8,86	6,09	4,99
19	5,54	21,61	27,15	37,12	15,51	15,51	12,19	26,04	17,17	8,31	6,09	4,99
20	5,54	18,84	34,35	36,57	15,51	14,40	11,63	41,55	17,17	8,31	6,09	4,99
21	5,54	17,73	35,46	33,80	15,51	14,40	12,19	41,55	17,17	8,31	6,09	4,99
22	5,54	17,73	35,46	33,80	13,85	13,30	11,63	33,80	16,62	8,31	6,09	4,99
23	5,54	17,73	241,00	31,58	13,85	13,30	10,53	33,80	16,07	8,31	6,09	8,31
24	5,54	17,73	141,27	30,47	13,85	12,74	11,08	26,59	15,51	8,31	5,54	8,31
25	5,54	17,73	121,88	30,47	13,85	12,74	11,08	25,48	14,96	7,20	5,54	7,20
26	5,54	18,28	103,05	30,47	13,85	12,74	11,08	26,59	13,85	7,20	6,09	6,65
27	5,54	18,28	75,35	28,81	13,85	12,74	10,53	25,48	13,30	7,20	6,09	6,09
28	6,09	18,28	58,17	30,47	14,40	14,96	10,53	22,71	12,74	7,20	6,09	6,09
29	6,09	16,07	49,31	42,11	14,40		10,53	21,61	13,85	7,20	6,65	6,09
30	5,54	13,85	43,77	36,57	16,07		10,53	22,71	22,16	7,20	5,54	6,09
31		12,74		30,47	16,07		10,53		24,93		5,54	6,09
Max	6,65	455,96	241,00	270,91	30,47	18,28	16,07	41,55	24,93	21,61	7,20	8,31
Min	5,54	7,20	11,63	26,04	13,85	12,74	10,53	9,42	12,74	7,20	5,54	4,99
Μέση	5,74	42,05	59,59	49,09	18,48	14,96	12,08	21,92	17,14	10,71	6,18	5,95
Μέση ετήσια παροχή : 21,99 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.7 (Υδρολογικό έτος 2006-2007)

Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 44,17 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	8,86	5,54	27,15	109,14	44,88	19,39	38,78	60,94	68,70	46,54	15,51	17,73
2	8,86	5,54	19,94	90,86	51,52	19,39	35,46	48,75	62,05	46,54	23,27	18,28
3	10,53	5,54	17,73	69,25	63,16	21,05	39,89	50,97	62,05	42,66	25,48	15,51
4	8,86	5,54	18,84	57,06	50,97	25,48	34,90	50,97	60,94	42,66	28,81	13,30
5	8,86	4,99	33,80	49,86	47,65	30,47	31,02	39,89	63,16	44,88	27,70	13,30
6	8,86	4,99	32,69	217,17	38,78	34,90	31,02	38,78	69,81	44,88	22,16	24,93
7	8,86	4,43	24,38	229,92	38,78	39,89	29,36	69,81	68,70	41,55	23,27	18,84
8	8,31	5,54	32,69	114,13	39,89	44,32	29,36	53,74	65,93	42,66	22,16	13,30
9	7,76	5,54	26,04	94,74	35,46	49,31	31,02	55,96	58,73	46,54	19,39	13,30
10	7,76	5,54	22,16	105,26	34,90	53,74	31,58	52,63	67,04	41,55	21,05	12,74
11	7,76	5,54	21,61	304,16	29,36	58,73	36,57	44,88	126,87	36,57	22,71	11,08
12	7,20	5,54	19,39	325,21	27,15	50,97	35,46	44,88	84,21	38,78	23,27	11,08
13	7,20	5,54	18,84	252,08	28,25	110,25	33,24	87,53	60,94	50,97	21,05	11,08
14	7,20	5,54	21,05	308,03	23,82	98,61	35,46	84,76	60,94	38,23	21,05	9,97
15	7,20	5,54	24,38	234,90	26,04	243,77	37,12	68,70	60,94	35,46	21,05	9,97
16	7,76	5,54	30,47	192,80	25,48	139,06	38,23	59,83	58,73	33,80	23,27	13,30
17	8,31	5,54	44,88	193,91	24,93	146,26	44,88	59,83	115,79	32,13	18,28	13,30
18	11,63	5,54	34,90	176,18	25,48	135,73	44,88	60,94	141,27	31,58	18,28	12,19
19	12,74	5,54	33,24	147,92	22,16	101,94	44,88	82,55	98,06	29,92	17,73	10,53
20	12,74	5,54	32,69	125,21	21,05	89,20	48,75	68,70	74,24	29,92	16,07	11,63
21	12,74	5,54	30,47	120,22	21,05	87,53	46,54	63,16	71,47	29,36	12,74	13,30
22	13,30	5,54	26,04	77,01	28,25	83,10	48,75	81,44	60,94	24,93	14,40	16,62
23	14,40	6,65	25,48	51,52	23,82	75,35	47,65	69,81	59,83	23,27	20,50	14,40
24	17,17	5,54	30,47	57,62	23,27	71,47	50,97	71,47	59,83	20,50	19,39	12,19
25	19,39	5,54	39,34	57,62	24,93	54,85	47,65	63,16	95,29	19,39	16,62	12,19
26	19,94	7,20	32,69	39,89	23,27	54,85	48,75	60,94	77,56	23,27	17,17	9,97
27	14,96	8,31	31,58	41,55	22,16	41,55	47,65	55,96	60,94	23,82	20,50	9,97
28	16,07	7,76	48,75	59,83	22,16	41,00	45,43	64,82	57,62	18,84	13,85	9,97
29	14,96	26,04	47,65	52,63	22,16		50,97	75,35	48,75	18,28	13,30	9,42
30	14,40	91,97	134,07	45,43	20,50		50,97	84,21	47,65	16,62	17,17	8,86
31		60,94		50,97	18,84		47,65		46,54		20,50	8,86
Max	19,94	91,97	134,07	325,21	63,16	243,77	50,97	87,53	141,27	50,97	28,81	24,93
Min	7,20	4,43	17,73	39,89	18,84	19,39	29,36	38,78	46,54	16,62	12,74	8,86
Μέση	11,15	10,96	32,78	130,71	30,65	72,22	40,80	62,51	71,47	33,87	19,93	13,07
Μέση ετήσια παροχή : 44,17 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.8 (Υδρολογικό έτος 2007-2008)

Μέσες ημερήσιες παροχές στην θέση Άγιος Νικόλαος Μέση ετήσια παροχή : 19,43 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	16,07	9,42	14,96	29,36	12,19	18,84	10,53	20,50	33,24	21,05	9,42	7,20
2	24,93	15,51	14,96	27,70	8,86	19,94	8,86	22,71	30,47	22,71	9,42	6,65
3	24,38	15,51	16,07	26,04	8,86	24,38	7,76	22,71	26,59	17,73	9,42	6,65
4	23,27	15,51	17,73	30,47	14,40	26,59	7,20	18,84	22,71	21,05	8,86	6,09
5	22,16	15,51	17,73	29,92	15,51	26,04	7,20	17,73	24,93	19,94	8,86	6,65
6	21,05	14,40	62,05	28,25	14,96	19,94	7,20	19,94	28,25	14,96	8,31	6,65
7	19,94	8,86	49,86	24,93	12,19	21,05	7,20	20,50	24,38	13,30	7,76	6,09
8	18,84	9,42	39,34	19,94	12,19	22,16	7,20	27,15	22,71	11,63	8,31	6,09
9	18,28	9,97	31,58	21,05	12,74	26,04	7,20	28,25	21,05	12,74	7,76	5,54
10	17,73	9,97	31,58	18,84	17,73	27,70	9,97	42,66	22,16	12,74	8,31	5,54
11	17,17	8,31	19,94	23,82	13,85	18,28	10,53	115,24	21,61	11,63	7,76	5,54
12	16,62	7,20	19,94	27,70	11,63	13,30	16,62	77,01	22,71	11,63	7,76	5,54
13	19,94	7,20	20,50	23,82	10,53	14,40	18,84	47,65	22,71	11,63	8,86	5,54
14	14,40	7,20	21,05	21,05	8,86	13,85	17,73	37,12	18,28	11,63	8,31	6,09
15	17,73	6,65	21,61	19,94	9,42	18,84	17,73	32,13	18,28	11,63	8,31	6,09
16	19,94	6,65	22,16	14,96	9,42	21,05	16,62	29,92	17,73	11,63	8,86	6,09
17	16,62	6,65	77,56	17,17	12,74	22,16	16,62	27,15	15,51	11,63	7,20	5,54
18	17,73	17,17	126,87	18,28	12,19	20,50	18,28	46,54	14,96	13,30	6,65	6,65
19	12,19	14,96	49,86	20,50	11,08	17,17	20,50	141,27	26,59	12,19	6,65	5,54
20	8,86	14,96	31,02	21,61	12,19	22,16	10,53	118,01	33,24	11,63	6,65	5,54
21	6,65	89,75	26,04	19,94	16,62	22,16	8,86	76,45	27,70	9,97	6,09	8,86
22	6,09	60,39	24,38	17,73	16,62	22,16	9,42	57,06	21,05	9,97	6,09	6,65
23	6,09	37,67	23,82	14,96	14,40	20,50	8,31	48,20	19,39	11,63	6,09	6,65
24	6,09	26,59	28,25	14,40	13,85	18,28	8,31	47,65	17,73	13,30	6,09	6,09
25	7,20	19,39	90,86	14,40	12,19	17,73	9,97	45,43	21,61	14,96	6,09	7,20
26	6,09	17,73	74,24	13,30	11,63	15,51	10,53	38,78	37,12	17,73	7,76	6,65
27	6,09	17,73	55,96	12,74	10,53	14,40	12,74	34,90	47,65	11,63	7,20	10,53
28	6,65	14,40	50,42	10,53	21,61	13,30	17,73	31,02	31,02	9,97	6,65	10,53
29	6,65	13,30	37,67	10,53	21,05	3,88	26,59	24,93	24,38	9,42	6,65	8,86
30	6,65	13,30	36,57	10,53	19,39		21,05	32,13	20,50	9,42	7,76	6,65
31		14,40		9,97	17,73		19,39		20,50		6,65	9,97
Max	24,93	89,75	126,87	30,47	21,61	27,70	26,59	141,27	47,65	22,71	9,42	10,53
Min	6,09	6,65	14,96	9,97	8,86	3,88	7,20	17,73	14,96	9,42	6,09	5,54
Μέση	14,40	17,60	38,49	19,82	13,46	19,39	12,81	44,99	24,41	13,48	7,63	6,77
Μέση ετήσια παροχή : 19,43 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.1 (Υδρολογικό έτος 2000-2001)

Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.58 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	0,09	0,13	0,15	0,18	0,23	0,66	0,45	1,06	0,90	0,68	0,25	0,16
2	0,13	0,13	0,16	0,18	0,24	0,59	0,43	1,01	0,90	0,64	0,24	0,16
3	0,12	0,13	0,16	0,16	0,83	0,57	0,47	0,97	0,90	0,57	0,21	0,16
4	0,13	0,13	0,16	0,17	0,61	0,46	0,78	0,94	0,90	0,63	0,19	0,16
5	0,12	0,12	0,17	0,18	1,36	0,46	0,57	0,97	0,92	0,57	0,17	0,16
6	0,13	0,11	0,18	0,19	4,22	0,46	0,51	0,99	0,92	0,59	0,18	0,17
7	0,13	0,11	0,19	0,19	8,10	0,49	0,46	0,99	0,94	0,56	0,22	0,16
8	0,12	0,10	0,19	0,18	5,31	0,51	0,47	0,97	0,86	0,51	0,17	0,15
9	0,12	0,11	0,17	0,18	6,90	0,51	0,46	0,99	0,82	0,51	0,18	0,15
10	0,12	0,12	0,17	0,18	1,74	0,52	0,49	1,13	0,80	0,47	0,16	0,15
11	0,12	0,11	0,16	0,19	1,25	1,44	0,43	1,30	0,90	0,47	0,16	0,14
12	0,12	0,11	0,15	0,19	0,92	7,13	0,42	1,33	0,94	0,45	0,18	0,15
13	0,12	0,11	0,18	0,18	0,74	3,86	0,42	1,28	1,08	0,45	0,16	0,14
14	0,12	0,20	0,18	0,18	0,68	1,86	0,43	0,99	0,90	0,42	0,15	0,13
15	0,12	0,17	0,17	0,26	0,59	1,30	1,35	0,78	0,86	0,43	0,18	0,13
16	0,12	0,16	0,38	0,29	0,51	1,35	1,41	0,76	0,82	0,42	0,19	0,14
17	0,13	0,13	0,35	0,23	0,47	1,35	0,99	1,15	0,82	0,40	0,19	0,14
18	0,13	0,13	0,57	0,26	0,43	1,23	2,20	2,74	0,90	0,39	0,18	0,14
19	0,13	0,13	0,79	0,57	0,45	1,18	3,03	2,51	0,74	0,39	0,19	0,14
20	0,13	0,13	3,75	0,53	0,64	0,90	1,77	1,68	0,70	0,37	0,19	0,14
21	0,12	0,15	1,14	0,39	0,57	0,82	0,61	1,25	0,78	0,37	0,18	0,14
22	0,10	0,14	0,47	0,35	0,49	0,72	0,53	1,01	0,86	0,36	0,19	0,14
23	0,10	0,15	0,32	0,24	0,49	0,63	0,47	0,97	0,76	0,34	0,19	0,14
24	0,10	0,15	0,24	0,23	0,54	0,59	0,37	0,92	0,57	0,34	0,19	0,13
25	0,10	0,16	0,22	0,23	0,66	0,51	0,27	0,88	0,53	0,33	0,19	0,13
26	0,10	0,16	0,19	0,23	0,80	0,46	0,35	0,94	0,98	0,32	0,19	0,13
27	0,10	0,16	0,20	0,34	0,70	0,46	0,79	0,94	0,54	0,32	0,19	0,13
28	0,10	0,16	0,19	0,35	1,46	0,45	0,63	1,01	0,51	0,29	0,19	0,11
29	0,11	0,14	0,18	0,29	1,18		0,51	1,38	0,49	0,29	0,15	0,11
30	0,11	0,15	0,18	0,26	0,80		0,72	1,35	0,63	0,26	0,15	0,10
31		0,16		0,24	0,74		0,53		0,68		0,15	0,08
Max	0,13	0,20	3,75	0,57	8,10	7,13	3,03	2,74	1,08	0,68	0,25	0,17
Min	0,09	0,10	0,15	0,16	0,23	0,45	0,27	0,76	0,49	0,26	0,15	0,08
Μέση	0,12	0,14	0,39	0,25	1,44	1,12	0,75	1,17	0,80	0,44	0,18	0,14
Μέση ετήσια παροχή : 0,58 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.2 (Υδρολογικό έτος 2001-2002)

Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.88 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	0,16	0,11	0,13	1,23	2,47	0,86	1,27	0,93	0,83	0,70	0,41	0,22
2	0,16	0,11	0,14	0,99	1,88	2,06	1,25	0,98	0,83	0,72	0,44	0,22
3	0,16	0,11	0,39	0,82	1,15	2,02	1,70	0,98	0,83	0,70	0,42	0,22
4	0,16	0,10	0,45	0,72	1,13	1,30	2,92	0,93	0,83	0,56	0,46	0,21
5	0,16	0,10	1,06	0,68	4,42	0,98	2,58	0,93	0,82	0,56	0,46	0,21
6	0,16	0,09	2,18	0,59	2,85	0,88	1,95	0,93	0,82	0,53	0,44	0,24
7	0,16	0,10	3,09	0,49	3,81	1,25	1,70	0,93	0,81	0,51	0,35	0,23
8	0,16	0,11	0,34	0,46	2,31	1,95	1,33	0,93	0,81	0,51	0,37	0,22
9	0,16	0,12	0,18	0,45	1,65	1,49	1,33	0,91	0,81	0,81	0,37	0,22
10	0,16	0,12	0,15	0,43	1,28	1,90	1,25	0,91	0,80	0,91	0,34	0,21
11	0,16	0,12	0,13	0,54	1,14	1,27	1,40	0,83	0,80	0,91	0,31	0,18
12	0,16	0,12	0,12	0,54	1,01	1,40	2,64	0,81	0,79	0,91	0,26	0,18
13	0,16	0,12	0,09	0,46	1,02	1,22	2,24	0,83	0,79	0,91	0,27	0,18
14	0,16	0,12	0,09	0,45	0,76	0,98	1,62	1,27	0,79	0,68	0,27	0,16
15	0,12	0,12	0,10	0,39	0,72	0,88	1,19	0,86	0,81	0,66	0,26	0,16
16	0,11	0,12	0,10	0,32	1,95	1,82	1,08	0,86	0,86	0,66	0,26	0,22
17	0,11	0,11	0,09	0,32	4,75	2,24	1,08	0,74	0,98	0,56	0,26	0,19
18	0,11	0,11	0,09	0,32	1,90	1,66	1,11	0,74	0,96	0,51	0,26	0,17
19	0,11	0,11	0,11	0,32	1,16	2,11	1,06	0,91	0,86	0,56	0,26	0,17
20	0,11	0,12	0,47	0,30	0,93	6,10	0,96	3,48	0,86	0,66	0,26	0,17
21	0,11	0,12	0,56	0,30	0,72	5,58	0,91	1,33	0,88	1,11	0,27	0,17
22	0,13	0,12	0,27	0,29	0,66	5,58	0,91	0,96	1,43	0,66	0,29	0,17
23	0,13	0,13	0,23	0,27	0,88	7,60	0,88	0,93	1,06	0,61	0,25	0,17
24	0,13	0,16	0,57	0,27	1,74	3,12	0,86	0,93	1,03	0,47	0,25	0,16
25	0,13	0,13	1,90	0,27	3,97	3,07	0,86	0,83	1,01	0,47	0,25	0,15
26	0,13	0,13	0,97	0,27	2,78	4,10	0,86	0,96	0,86	0,47	0,25	0,15
27	0,13	0,11	13,93	1,03	1,40	2,27	0,88	0,96	0,88	0,47	0,24	0,15
28	0,13	0,13	3,84	1,03	1,14	1,62	0,91	0,81	0,86	0,42	0,23	0,15
29	0,13	0,13	3,25	0,63	1,06		0,98	0,81	0,76	0,38	0,23	0,15
30	0,13	0,13	1,86	0,63	0,88		1,03	0,83	0,74	0,39	0,23	0,15
31		0,13		0,82	0,88		0,93		0,74		0,22	0,15
Max	0,16	0,16	13,93	1,23	4,75	7,60	2,92	3,48	1,43	1,11	0,46	0,24
Min	0,11	0,09	0,09	0,27	0,66	0,86	0,86	0,74	0,74	0,38	0,22	0,15
Μέση	0,14	0,12	1,23	0,54	1,75	2,40	1,34	1,00	0,87	0,63	0,30	0,18
Μέση ετήσια παροχή : 0,88 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.3 (Υδρολογικό έτος 2002-2003)

Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.56 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	0,16	0,13	0,18	0,13	0,14	1,40	0,51	2,18	0,46	0,93	0,32	0,15
2	0,16	0,13	0,18	0,13	0,14	1,01	0,54	2,27	0,47	0,91	0,31	0,15
3	0,18	0,12	0,14	0,13	0,37	0,72	0,83	1,49	0,51	0,86	0,27	0,14
4	0,16	0,12	0,21	0,13	0,41	0,59	0,86	1,19	0,57	0,81	0,21	0,14
5	0,16	0,12	0,29	0,13	0,19	0,59	0,66	1,06	0,61	0,79	0,20	0,13
6	0,16	0,12	0,22	0,13	0,40	0,57	0,56	1,01	1,70	0,79	0,37	0,13
7	0,16	0,12	0,20	0,13	0,61	0,56	0,53	0,97	2,40	0,79	0,31	0,13
8	0,16	0,12	0,17	0,13	0,91	0,53	0,51	0,92	2,02	0,79	0,30	0,13
9	0,17	0,13	0,17	0,13	0,49	0,42	0,49	0,88	1,56	0,79	0,29	0,13
10	0,16	0,13	0,17	0,13	0,25	0,31	0,49	0,83	1,25	0,72	0,26	0,13
11	0,17	0,13	0,14	0,12	1,93	0,29	0,46	0,79	0,98	0,68	0,26	0,13
12	0,18	0,13	0,16	0,12	4,87	0,29	0,37	0,74	0,93	0,63	0,24	0,13
13	0,18	0,13	0,17	0,12	1,22	0,27	0,38	0,70	0,91	0,59	0,24	0,13
14	0,18	0,13	0,17	0,12	0,70	0,74	0,39	0,66	0,88	0,56	0,23	0,13
15	0,18	0,14	0,16	0,13	0,91	1,56	0,39	0,61	0,91	0,53	0,21	0,14
16	0,18	0,14	0,16	0,20	2,44	2,06	0,39	0,54	0,96	0,51	0,19	0,13
17	0,19	0,14	0,15	1,53	1,56	1,59	0,42	0,47	0,98	0,49	0,19	0,14
18	0,19	0,15	0,14	0,53	1,36	1,25	0,46	0,41	0,93	0,47	0,19	0,14
19	0,18	0,14	0,14	0,22	1,19	0,98	0,59	0,39	0,93	0,44	0,19	0,14
20	0,18	0,16	0,13	0,83	0,96	0,86	0,54	0,42	0,98	0,42	0,19	0,18
21	0,18	0,16	0,13	0,38	0,93	1,53	1,66	0,49	1,03	0,51	0,19	0,22
22	0,18	0,16	0,13	0,27	0,79	1,16	2,94	0,50	1,16	0,46	0,18	0,16
23	0,19	0,15	0,12	0,54	0,74	1,01	6,68	0,49	0,86	0,42	0,18	0,16
24	0,19	0,15	0,13	0,25	0,61	0,93	2,98	0,42	0,91	0,42	0,17	0,16
25	0,19	0,23	0,13	0,21	0,54	0,74	1,56	0,39	0,91	0,39	0,17	0,16
26	0,19	0,22	0,13	0,14	0,51	0,61	1,22	0,42	0,93	0,38	0,16	0,16
27	0,19	0,27	0,13	0,14	0,51	0,54	1,06	0,42	0,91	0,37	0,14	0,16
28	0,20	0,26	0,13	0,14	0,93	0,49	0,93	0,59	0,86	0,37	0,15	0,16
29	0,20	0,21	0,13	0,14	3,07		0,93	0,51	0,81	0,37	0,15	0,16
30	0,20	0,18	0,13	0,14	5,65		1,27	0,47	0,70	0,35	0,15	0,16
31		0,18		0,14	2,49		3,86		0,83		0,15	0,16
Max	0,20	0,27	0,29	1,53	5,65	2,06	6,68	2,27	2,40	0,93	0,37	0,22
Min	0,16	0,12	0,12	0,12	0,14	0,27	0,37	0,39	0,46	0,35	0,14	0,13
Μέση	0,18	0,15	0,16	0,25	1,22	0,84	1,14	0,77	1,00	0,58	0,22	0,15
Μέση ετήσια παροχή : 0,56 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.4 (Υδρολογικό έτος 2003-2004)

Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.60 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	0,06	0,47	0,26	1,06	0,61	1,12	2,42	1,27	0,74	0,30	0,16	0,13
2	0,07	0,35	0,26	0,92	0,57	0,76	2,44	1,36	0,54	0,44	0,16	0,13
3	0,08	0,31	0,29	0,82	0,53	0,61	1,30	1,11	0,51	0,38	0,16	0,13
4	0,09	0,25	2,11	0,72	0,50	0,53	1,06	0,91	0,53	0,37	0,18	0,13
5	0,09	0,20	0,46	0,70	0,46	0,49	0,83	0,96	0,56	0,32	0,18	0,13
6	0,10	0,19	0,25	1,82	0,46	0,54	0,83	1,22	0,61	0,30	0,18	0,13
7	0,11	0,19	0,20	3,12	0,45	0,54	0,79	1,33	0,61	0,30	0,17	0,14
8	0,12	0,53	0,15	1,43	0,42	0,49	0,86	1,43	0,61	0,30	0,17	0,14
9	0,12	0,67	0,34	1,77	0,42	1,77	0,83	1,22	0,54	0,30	0,16	0,14
10	0,13	0,37	0,45	3,25	0,42	1,54	0,70	1,14	0,53	0,30	0,16	0,15
11	0,14	0,25	5,97	1,82	0,42	1,13	0,63	1,06	0,51	0,30	0,16	0,15
12	0,15	0,25	2,55	1,46	0,40	0,94	0,66	0,98	0,49	0,30	0,16	0,15
13	0,15	0,88	1,03	1,13	0,37	0,80	0,61	0,93	0,49	0,27	0,16	0,16
14	0,16	0,51	0,64	1,05	0,37	0,66	0,63	0,97	0,46	0,24	0,16	0,16
15	0,17	0,34	0,47	1,49	0,34	0,61	0,63	0,93	0,46	0,23	0,16	0,16
16	0,18	0,29	0,36	1,57	0,34	0,61	0,70	0,74	0,44	0,23	0,16	0,17
17	0,18	0,23	0,33	1,18	0,34	0,57	0,81	0,70	0,42	0,22	0,16	0,17
18	0,17	0,23	0,34	1,06	0,34	0,52	1,36	0,70	0,42	0,22	0,16	0,17
19	0,17	0,23	0,32	0,99	0,34	0,49	1,01	0,66	0,41	0,22	0,16	0,18
20	0,16	0,23	0,32	1,06	0,34	0,47	0,93	0,59	0,41	0,22	0,16	0,18
21	0,16	0,22	2,04	1,02	0,34	0,46	0,74	0,57	0,41	0,21	0,16	0,18
22	0,16	0,23	2,20	0,98	0,39	0,43	0,74	0,66	0,42	0,21	0,16	0,11
23	0,16	0,23	1,30	0,94	0,42	0,37	0,79	0,70	0,41	0,22	0,16	0,11
24	0,20	0,23	1,40	0,91	0,40	0,42	1,62	0,70	0,37	0,21	0,16	0,10
25	0,19	0,23	1,38	0,87	0,34	1,25	1,49	0,68	0,37	0,21	0,16	0,05
26	0,18	0,22	1,10	0,83	0,37	2,55	1,08	0,68	0,37	0,21	0,15	0,05
27	0,17	0,22	4,71	0,80	0,74	2,08	0,96	0,70	0,37	0,17	0,15	0,04
28	0,17	0,22	2,11	0,76	0,51	1,54	1,56	0,70	0,37	0,17	0,15	0,04
29	0,17	0,22	1,49	0,72	0,47	1,33	1,22	0,68	0,37	0,17	0,15	0,04
30	0,17	0,22	1,46	0,68	0,46		0,98	0,76	0,29	0,16	0,15	0,05
31		0,41		0,65	2,02		0,93		0,30		0,15	0,06
Max	0,20	0,88	5,97	3,25	2,02	2,55	2,44	1,43	0,74	0,44	0,18	0,18
Min	0,06	0,19	0,15	0,65	0,34	0,37	0,61	0,57	0,29	0,16	0,15	0,04
Μέση	0,14	0,31	1,21	1,21	0,48	0,88	1,04	0,90	0,46	0,26	0,16	0,12
Μέση ετήσια παροχή : 0,60 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5 (Υδρολογικό έτος 2004-2005)

Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.49 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	0,12	0,17	0,34	0,39	0,65	0,18	2,17	0,40	1,08	0,34	0,24	0,08
2	0,12	0,17	0,25	4,64	0,60	0,19	4,10	0,40	0,99	0,70	0,25	0,08
3	0,12	0,18	0,19	7,53	0,58	0,18	2,15	0,40	0,88	0,66	0,24	0,17
4	0,12	0,19	0,18	3,18	0,52	0,18	1,82	0,40	0,76	0,49	0,30	0,16
5	0,11	0,34	0,18	2,40	0,47	0,18	1,88	0,40	0,72	0,39	0,24	0,15
6	0,11	0,32	0,20	1,33	0,44	0,19	1,20	0,42	0,68	0,39	0,24	0,13
7	0,11	0,20	0,20	1,25	0,41	0,19	0,97	0,45	0,68	0,39	0,21	0,15
8	0,11	0,20	0,21	0,98	0,38	0,20	0,82	0,37	0,80	0,36	0,15	0,15
9	0,11	0,26	0,20	1,61	0,38	0,19	0,76	0,36	0,68	0,34	0,13	0,14
10	0,10	0,17	0,19	1,46	0,36	0,19	0,70	0,29	0,61	0,33	0,18	0,14
11	0,10	0,17	0,17	1,42	0,36	0,18	0,61	0,29	0,56	0,33	0,25	0,13
12	0,10	0,17	0,15	1,24	0,33	0,17	0,56	0,30	0,56	0,36	0,25	0,14
13	0,10	0,17	0,14	1,02	0,33	0,17	0,52	0,30	0,52	0,32	0,18	0,15
14	0,10	0,16	0,61	1,14	0,32	0,18	0,51	0,88	0,52	0,36	0,16	0,12
15	0,10	0,16	0,74	1,05	0,29	0,18	0,46	1,46	0,52	0,51	0,15	0,12
16	0,10	0,16	0,39	0,99	0,27	0,18	0,45	1,13	0,51	0,36	0,13	0,12
17	0,10	0,15	0,34	0,93	0,27	0,16	0,43	0,72	0,47	0,36	0,10	0,12
18	0,10	0,15	0,27	0,87	0,26	0,16	0,42	0,66	0,47	0,34	0,09	0,12
19	0,09	0,15	0,25	0,82	0,26	0,16	0,42	0,63	0,47	0,29	0,09	0,12
20	0,09	0,15	0,61	0,80	0,26	0,16	0,45	0,59	0,47	0,29	0,09	0,11
21	0,09	0,15	1,40	1,52	0,25	0,15	0,51	0,49	0,45	0,27	0,09	0,09
22	0,09	0,42	2,44	1,52	0,24	0,15	0,51	0,46	0,45	0,25	0,08	0,09
23	0,09	0,35	5,49	1,39	0,24	0,15	0,47	0,47	0,43	0,23	0,08	0,07
24	0,09	0,15	2,11	1,26	0,24	0,15	0,52	0,49	0,47	0,23	0,06	0,08
25	0,09	0,15	1,43	1,16	0,24	0,14	0,54	0,47	0,42	0,23	0,06	0,16
26	0,09	0,14	0,96	1,07	0,22	1,33	0,49	0,45	0,37	0,21	0,06	0,14
27	0,10	0,14	0,66	0,83	0,22	3,70	0,46	0,40	0,37	0,21	0,08	0,11
28	0,10	0,14	0,51	0,83	0,21	2,17	0,45	0,40	0,37	0,43	0,24	0,09
29	0,15	0,15	0,46	0,78	0,21		0,43	0,42	0,37	0,34	0,12	0,14
30	0,15	0,15	0,42	0,71	0,20		0,43	0,63	0,40	0,29	0,09	0,18
31		0,21		0,69	0,19		0,43		0,34		0,09	0,15
Max	0,15	0,42	5,49	7,53	0,65	3,70	4,10	1,46	1,08	0,70	0,30	0,18
Min	0,09	0,14	0,14	0,39	0,19	0,14	0,42	0,29	0,34	0,21	0,06	0,07
Μέση	0,11	0,19	0,72	1,51	0,33	0,41	0,86	0,52	0,56	0,35	0,15	0,13
Μέση ετήσια παροχή : 0,49 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.6 (Υδρολογικό έτος 2005-2006)

Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.40 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	0,11	0,13	0,23	0,63	0,55	0,29	0,29	0,19	0,40	0,39	0,13	0,10
2	0,10	0,13	0,21	0,57	0,52	0,29	0,27	0,19	0,38	0,29	0,12	0,10
3	0,11	0,13	0,21	0,55	0,52	0,27	0,26	0,18	0,37	0,27	0,12	0,10
4	0,11	0,13	0,21	0,52	0,49	0,27	0,25	0,17	0,36	0,30	0,12	0,11
5	0,12	0,13	0,23	0,51	0,47	0,27	0,24	0,17	0,34	0,29	0,12	0,13
6	0,10	0,13	0,42	0,49	0,46	0,27	0,24	0,18	0,33	0,25	0,12	0,11
7	0,10	0,13	4,04	0,47	0,45	0,27	0,24	0,19	0,32	0,22	0,12	0,11
8	0,10	0,15	2,17	0,95	0,47	0,27	0,24	0,20	0,30	0,21	0,11	0,11
9	0,10	1,18	1,36	4,89	0,32	0,26	0,20	0,20	0,29	0,21	0,11	0,11
10	0,10	8,23	0,96	2,67	0,32	0,26	0,21	0,21	0,28	0,20	0,11	0,11
11	0,10	3,61	0,79	1,25	0,30	0,26	0,21	0,60	0,28	0,20	0,11	0,12
12	0,11	1,62	0,71	1,07	0,30	0,27	0,21	0,60	0,28	0,20	0,11	0,12
13	0,11	1,13	0,60	0,99	0,30	0,31	0,21	0,45	0,29	0,19	0,11	0,09
14	0,11	0,81	0,58	0,93	0,30	0,30	0,22	0,37	0,29	0,19	0,11	0,09
15	0,11	0,48	0,55	0,86	0,29	0,29	0,22	0,34	0,29	0,19	0,11	0,09
16	0,10	0,47	0,54	0,84	0,29	0,31	0,22	0,46	0,30	0,17	0,11	0,09
17	0,10	0,44	0,51	0,76	0,27	0,33	0,21	0,36	0,30	0,19	0,11	0,09
18	0,10	0,41	0,51	0,71	0,28	0,30	0,22	0,53	0,30	0,16	0,11	0,09
19	0,10	0,39	0,49	0,67	0,28	0,28	0,22	0,47	0,31	0,15	0,11	0,09
20	0,10	0,34	0,62	0,66	0,28	0,26	0,21	0,75	0,31	0,15	0,11	0,09
21	0,10	0,32	0,64	0,61	0,28	0,26	0,22	0,75	0,31	0,15	0,11	0,09
22	0,10	0,32	0,64	0,61	0,25	0,24	0,21	0,61	0,30	0,15	0,11	0,09
23	0,10	0,32	4,35	0,57	0,25	0,24	0,19	0,61	0,29	0,15	0,11	0,15
24	0,10	0,32	2,55	0,55	0,25	0,23	0,20	0,48	0,28	0,15	0,10	0,15
25	0,10	0,32	2,20	0,55	0,25	0,23	0,20	0,46	0,27	0,13	0,10	0,13
26	0,10	0,33	1,86	0,55	0,25	0,23	0,20	0,48	0,25	0,13	0,11	0,12
27	0,10	0,33	1,36	0,52	0,25	0,23	0,19	0,46	0,24	0,13	0,11	0,11
28	0,11	0,33	1,05	0,55	0,26	0,27	0,19	0,41	0,23	0,13	0,11	0,11
29	0,11	0,29	0,89	0,76	0,26		0,19	0,39	0,25	0,13	0,12	0,11
30	0,10	0,25	0,79	0,66	0,29		0,19	0,41	0,40	0,13	0,10	0,11
31		0,23		0,55	0,29		0,19		0,45		0,10	0,11
Max	0,12	8,23	4,35	4,89	0,55	0,33	0,29	0,75	0,45	0,39	0,13	0,15
Min	0,10	0,13	0,21	0,47	0,25	0,23	0,19	0,17	0,23	0,13	0,10	0,09
Μέση	0,10	0,76	1,08	0,89	0,33	0,27	0,22	0,40	0,31	0,19	0,11	0,11
Μέση ετήσια παροχή : 0,40 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.7 (Υδρολογικό έτος 2006-2007)

Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.80 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	0,16	0,10	0,49	1,97	0,81	0,35	0,70	1,10	1,24	0,84	0,28	0,32
2	0,16	0,10	0,36	1,64	0,93	0,35	0,64	0,88	1,12	0,84	0,42	0,33
3	0,19	0,10	0,32	1,25	1,14	0,38	0,72	0,92	1,12	0,77	0,46	0,28
4	0,16	0,10	0,34	1,03	0,92	0,46	0,63	0,92	1,10	0,77	0,52	0,24
5	0,16	0,09	0,61	0,90	0,86	0,55	0,56	0,72	1,14	0,81	0,50	0,24
6	0,16	0,09	0,59	3,92	0,70	0,63	0,56	0,70	1,26	0,81	0,40	0,45
7	0,16	0,08	0,44	4,15	0,70	0,72	0,53	1,26	1,24	0,75	0,42	0,34
8	0,15	0,10	0,59	2,06	0,72	0,80	0,53	0,97	1,19	0,77	0,40	0,24
9	0,14	0,10	0,47	1,71	0,64	0,89	0,56	1,01	1,06	0,84	0,35	0,24
10	0,14	0,10	0,40	1,90	0,63	0,97	0,57	0,95	1,21	0,75	0,38	0,23
11	0,14	0,10	0,39	5,49	0,53	1,06	0,66	0,81	2,29	0,66	0,41	0,20
12	0,13	0,10	0,35	5,87	0,49	0,92	0,64	0,81	1,52	0,70	0,42	0,20
13	0,13	0,10	0,34	4,55	0,51	1,99	0,60	1,58	1,10	0,92	0,38	0,20
14	0,13	0,10	0,38	5,56	0,43	1,78	0,64	1,53	1,10	0,69	0,38	0,18
15	0,13	0,10	0,44	4,24	0,47	4,40	0,67	1,24	1,10	0,64	0,38	0,18
16	0,14	0,10	0,55	3,48	0,46	2,51	0,69	1,08	1,06	0,61	0,42	0,24
17	0,15	0,10	0,81	3,50	0,45	2,64	0,81	1,08	2,09	0,58	0,33	0,24
18	0,21	0,10	0,63	3,18	0,46	2,45	0,81	1,10	2,55	0,57	0,33	0,22
19	0,23	0,10	0,60	2,67	0,40	1,84	0,81	1,49	1,77	0,54	0,32	0,19
20	0,23	0,10	0,59	2,26	0,38	1,61	0,88	1,24	1,34	0,54	0,29	0,21
21	0,23	0,10	0,55	2,17	0,38	1,58	0,84	1,14	1,29	0,53	0,23	0,24
22	0,24	0,10	0,47	1,39	0,51	1,50	0,88	1,47	1,10	0,45	0,26	0,30
23	0,26	0,12	0,46	0,93	0,43	1,36	0,86	1,26	1,08	0,42	0,37	0,26
24	0,31	0,10	0,55	1,04	0,42	1,29	0,92	1,29	1,08	0,37	0,35	0,22
25	0,35	0,10	0,71	1,04	0,45	0,99	0,86	1,14	1,72	0,35	0,30	0,22
26	0,36	0,13	0,59	0,72	0,42	0,99	0,88	1,10	1,40	0,42	0,31	0,18
27	0,27	0,15	0,57	0,75	0,40	0,75	0,86	1,01	1,10	0,43	0,37	0,18
28	0,29	0,14	0,88	1,08	0,40	0,74	0,82	1,17	1,04	0,34	0,25	0,18
29	0,27	0,47	0,86	0,95	0,40		0,92	1,36	0,88	0,33	0,24	0,17
30	0,26	1,66	2,42	0,82	0,37		0,92	1,52	0,86	0,30	0,31	0,16
31		1,10		0,92	0,34		0,86		0,84		0,37	0,16
Max	0,36	1,66	2,42	5,87	1,14	4,40	0,92	1,58	2,55	0,92	0,52	0,45
Min	0,13	0,08	0,32	0,72	0,34	0,35	0,53	0,70	0,84	0,30	0,23	0,16
Μέση	0,20	0,20	0,59	2,36	0,55	1,30	0,74	1,13	1,29	0,61	0,36	0,24
Μέση ετήσια παροχή : 0,80 m ³ /s												

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.8 (Υδρολογικό έτος 2007-2008)

Μέσες ημερήσιες παροχές στη θέση Καταρράκτη Μέση ετήσια παροχή : 0.35 m³/s

Ημέρα	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.
1	0,29	0,17	0,27	0,53	0,22	0,34	0,19	0,37	0,60	0,38	0,17	0,13
2	0,45	0,28	0,27	0,50	0,16	0,36	0,16	0,41	0,55	0,41	0,17	0,12
3	0,44	0,28	0,29	0,47	0,16	0,44	0,14	0,41	0,48	0,32	0,17	0,12
4	0,42	0,28	0,32	0,55	0,26	0,48	0,13	0,34	0,41	0,38	0,16	0,11
5	0,4	0,28	0,32	0,54	0,28	0,47	0,13	0,32	0,45	0,36	0,16	0,12
6	0,38	0,26	1,12	0,51	0,27	0,36	0,13	0,36	0,51	0,27	0,15	0,12
7	0,36	0,16	0,90	0,45	0,22	0,38	0,13	0,37	0,44	0,24	0,14	0,11
8	0,34	0,17	0,71	0,36	0,22	0,40	0,13	0,49	0,41	0,21	0,15	0,11
9	0,33	0,18	0,57	0,38	0,23	0,47	0,13	0,51	0,38	0,23	0,14	0,10
10	0,32	0,18	0,57	0,34	0,32	0,50	0,18	0,77	0,40	0,23	0,15	0,10
11	0,31	0,15	0,36	0,43	0,25	0,33	0,19	2,08	0,39	0,21	0,14	0,10
12	0,3	0,13	0,36	0,50	0,21	0,24	0,30	1,39	0,41	0,21	0,14	0,10
13	0,36	0,13	0,37	0,43	0,19	0,26	0,34	0,86	0,41	0,21	0,16	0,10
14	0,26	0,13	0,38	0,38	0,16	0,25	0,32	0,67	0,33	0,21	0,15	0,11
15	0,32	0,12	0,39	0,36	0,17	0,34	0,32	0,58	0,33	0,21	0,15	0,11
16	0,36	0,12	0,40	0,27	0,17	0,38	0,30	0,54	0,32	0,21	0,16	0,11
17	0,3	0,12	1,40	0,31	0,23	0,40	0,30	0,49	0,28	0,21	0,13	0,10
18	0,32	0,31	2,29	0,33	0,22	0,37	0,33	0,84	0,27	0,24	0,12	0,12
19	0,22	0,27	0,90	0,37	0,20	0,31	0,37	2,55	0,48	0,22	0,12	0,10
20	0,16	0,27	0,56	0,39	0,22	0,40	0,19	2,13	0,60	0,21	0,12	0,10
21	0,12	1,62	0,47	0,36	0,30	0,40	0,16	1,38	0,50	0,18	0,11	0,16
22	0,11	1,09	0,44	0,32	0,30	0,40	0,17	1,03	0,38	0,18	0,11	0,12
23	0,11	0,68	0,43	0,27	0,26	0,37	0,15	0,87	0,35	0,21	0,11	0,12
24	0,11	0,48	0,51	0,26	0,25	0,33	0,15	0,86	0,32	0,24	0,11	0,11
25	0,13	0,35	1,64	0,26	0,22	0,32	0,18	0,82	0,39	0,27	0,11	0,13
26	0,11	0,32	1,34	0,24	0,21	0,28	0,19	0,70	0,67	0,32	0,14	0,12
27	0,11	0,32	1,01	0,23	0,19	0,26	0,23	0,63	0,86	0,21	0,13	0,19
28	0,12	0,26	0,91	0,19	0,39	0,24	0,32	0,56	0,56	0,18	0,12	0,19
29	0,12	0,24	0,68	0,19	0,38	0,07	0,48	0,45	0,44	0,17	0,12	0,16
30	0,12	0,24	0,66	0,19	0,35		0,38	0,58	0,37	0,17	0,14	0,12
31		0,26		0,18	0,32		0,35		0,37		0,12	0,18
Max	0,45	1,62	2,29	0,55	0,39	0,50	0,48	2,55	0,86	0,41	0,17	0,19
Min	0,11	0,12	0,27	0,18	0,16	0,07	0,13	0,32	0,27	0,17	0,11	0,10
Μέση	0,26	0,32	0,69	0,36	0,24	0,35	0,23	0,81	0,44	0,24	0,14	0,12
Μέση ετήσια παροχή : 0,35 m ³ /s												

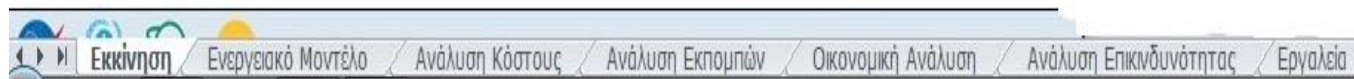
Εισαγωγή δεδομένων RETSCREEN

Όνομασία έργου	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ
Τοποθεσία έργου	ΑΡΑΧΘΟΣ
Συμπάχθηκε για	ΤΕΙΛΑΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
Συμπάχθηκε από	ΠΑΝΤΕΛΑΚΗΣ-ΤΑΤΣΙΟΣ
Τύπος έργου	Παραγωγή ηλεκτρισμού - πολλαπλές τεχνολογίες
Τύπος δικτύου	Κεντρικό δίκτυο
Τύπος ανάλυσης	Μέθοδος 2
Θερμολογικός δείκτης αναφοράς	Ανώτερη θερμολογικός ικανότητα [Α/σι]
Δείξε ρυθμίσεις	☒
Γλώσσα	Greek - Ελληνικά
Εγχειρίδιο Χρήστη	English - English
Νόμισμα	Σύμβολο Ευρώ
Μονάδες	Μονάδες μετρικού συστήματος

Αποτελέσματα δεδομένων RETSCREEN

Γεωγραφικό πλάτος	Άση κλιματολογικά Μονάδα	
	ν δεδομένων	Τοποθεσία έργου
Γεωγραφικό μήκος	39.2	39.2
Υψόμετρο	21.0	21.0
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδίασης	m	11
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδίασης	°C	-2.2
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	30.0
	°C	21.7

Μήνας	Θερμοκρασία αέρα		Σχετική υγρασία		Ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια		Ατμοσφαιρική πίεση		Ταχύτητα ανέμου		Θερμοκρασία εδάφους		Βαθμό-ημέρες θέρμανσης		Βαθμό-ημέρες ψύξης	
	°C	%	kWh/m ² ημ	hPa	m/δευτερόλεπτο	°C	°C-ημ	°C-ημ								
Ιανουάριος	3.9	73.5%	1.43	95.8	3.8	3.0	437	0								
Φεβρουάριος	4.5	69.1%	2.09	95.7	4.0	4.3	378	0								
Μάρτιος	7.4	64.5%	3.26	95.6	3.7	8.2	330	0								
Απρίλιος	12.0	56.9%	4.54	95.4	3.3	13.7	180	60								
Μαΐος	17.7	49.1%	5.52	95.5	3.0	20.2	9	239								
Ιούνιος	22.4	43.4%	6.39	95.5	2.9	25.4	0	372								
Ιούλιος	25.2	39.3%	6.32	95.4	3.1	28.4	0	472								
Αύγουστος	24.9	41.0%	5.57	95.5	3.1	27.7	0	463								
Σεπτέμβριος	20.6	46.2%	4.21	95.7	2.9	22.6	0	311								
Οκτώβριος	15.4	57.0%	2.59	95.9	3.3	16.1	81	167								
Νοέμβριος	9.5	70.1%	1.61	95.8	3.7	9.1	255	0								
Δεκέμβριος	5.0	75.2%	1.23	95.8	4.0	4.1	403	0								
Ετήσιο	14.1	57.2%	3.74	95.6	3.4	15.3	2,073	2,090								
Μιστημέσος	m				10.0	0.0										



Ενεργειακό μοντέλο RETSCREEN

Σύστημα ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης

Σύστημα του ηλεκτρικού φορτίου βάσης

Τεχνολογία

Υδροστρόβιλος

Τύπος ανάλυσης

Μέθοδος 1

Μέθοδος 2

Αξιολόγηση πηγών

Προτεινόμενο Έργο

Υδρολογική μέθοδος

Ολικό μανομετρικό

Επίδραση μεγίστου ύψους απαγωγής

Μέθοδος μέσης ροής

Λεκάνη απορροής

Ειδική απορροή

Μέση ροή

Ροή καταλοίπων

Τύπος FDC / Πιστοποιημένο Νο πάχους

Ποσοστό χρόνου ύπαρξης σταθερής ροής

Σταθερή ροή

	Σε ροή ποταμού
	Ειδική απορροή
m	282.0
m	2360.00
	Υπολογισμένη
km ²	17.29
m ³ /Δευτερόλεπτο/km ²	0.5800
m ³ /s	10.0
m ³ /s	0.250
	1
%	30.0%
m ³ /s	0.05

Υδροστρόβιλος

Διαστασιολόγηση ροής

Τύπος

Απόδοση στρόβιλου

Αριθμός ψεκαστών για στρόβιλο ώθησης

Αριθμός στρόβιλων

Κατασκευαστής

Μοντέλο

Ρύθμιση απόδοσης

Απόδοση αιχμής στρόβιλου

Ροή στην μέγιστη απόδοση

Απόδοση στρόβιλου σε ονομαστική ισχύ

m ³ /s	0.580
	Pelton
	Τυποποιημένο
ακροφύσιο	1
	2
	Voith Siemens
	Pelton
%	5.0%
%	92.1%
m ³ /s	0.4
%	90.1%

Απόδοση στρόβιλου-ων

%	Κανονικοποιημένη	Ροή m ³ /s	Απόδοση στροβίλου	Αριθμός στροβίλων	Συνδυασμένη απόδοση
	ροή m ³ /s				
0%	0.00	0.00	0.05	0	0.00
5%	0.05	0.60	0.19	1	0.48
10%	0.10	1.00	0.48	1	0.79
15%	0.15	1.50	0.67	1	0.89
20%	0.20	2.01	0.79	1	0.92
25%	0.25	2.51	0.85	1	0.92
30%	0.30	3.01	0.89	1	0.92
35%	0.35	3.51	0.91	1	0.92
40%	0.40	4.01	0.92	1	0.92
45%	0.45	4.51	0.92	1	0.92
50%	0.50	5.01	0.92	1	0.90
55%	0.55	5.52	0.92	2	0.92
60%	0.60	6.02	0.92	2	0.92
65%	0.65	6.52	0.92	2	0.92
70%	0.70	7.02	0.92	2	0.92
75%	0.75	7.52	0.92	2	0.92
80%	0.80	8.02	0.92	2	0.92
85%	0.85	8.52	0.92	2	0.92
90%	0.90	9.03	0.92	2	0.92
95%	0.95	9.53	0.91	2	0.91
100%	1.00	10.03	0.90	2	0.90

Ηλεκτρική ισχύς-Υδραυλικές απώλειες

Μέγιστες υδραυλικές απώλειες	%	5.0%
Λοιπές απώλειες	%	10.0%
Αποδοτικότητα γεννήτριας	%	95.0%
Διαθεσιμότητα	%	94.0%
Περίληψη		
Ηλεκτρική ισχύς	kW	1,174
Συντελεστής ρύθμισης διαθέσιμης ροής		0.10
Συντελεστής ισχύος	%	-16.6%
Ηλεκτρική ενέργεια αποδιδόμενη στο φορτίο	MWh	-1,708
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	0

Ηλεκτρική ισχύς

Σύστημα ενδιάμεσου ηλεκτρικού φορτίου

Τεχνολογία

Υδροστρόβιλος

Υδροστρόβιλος #2

Ηλεκτρική ισχύς

kW	2,200
----	-------

Κατασκευαστής

Voith Siemens

Μοντέλο

Pelton

Συντελεστής ισχύος

%	60.0%
---	-------

Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο

MWh	9,855
-----	-------

Μελέτη σκοπιμότητας

Αρχικό κόστος (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό
Μελέτη σκοπιμότητας				
Διερεύνηση χώρου	ανά ημέρα		€	-
Αξιολόγηση πηγών	έργο		€	-
Περιβαλλοντική αξιολόγηση	ανά ημέρα	1	€ 70,000	70,000
Προκαταρκτικός σχεδιασμός	ανά ημέρα	7	€ 350	2,450
Αναλυτική εκτίμηση κόστους	ανά ημέρα	2	€ 150	300
Μελέτη σεναρίου αναφοράς ΑΤΘ & ΜΡ	έργο	1	€ 12,000	12,000
Προετοιμασία έκθεσης	ανά ημέρα	7	€ 600	4,200
Διαχείριση έργου	ανά ημέρα	5	€ 650	3,250
Ταξίδια & Διαμονή	ανά-ταξίδι	4	€ 190	760
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος	1	€ 85,000	85,000
			€	-
Υπο-σύνολο:			€	177,960

Αναπτυξιακές δαπάνες

Ανάπτυξη

Διαπραγματεύσεις συμβολαίου	ανά ημέρα	27	€	950	€	25.650
Άδειες & εγκρίσεις	ανά ημέρα	99	€	450	€	44.550
Επισκόπηση χώρου & δικαιώματα γης	ανά ημέρα	4	€	550	€	2.200
Διαπίστευση & καταχώρηση ΑΤΘ	έργο	1	€	1.200	€	1.200
Χρηματοδότηση έργου	ανά ημέρα	15	€	650	€	9.750
Νομικές & λογιστικές υπηρεσίες	ανά ημέρα	90	€	420	€	37.800
Διαχείριση έργου	ανά ημέρα	114	€	550	€	62.700
Ταξίδια & Διαμονή	ανά-ταξίδι	4	€	190	€	760
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος	1	€	3.500	€	3.500
					€	-
Υπο-σύνολο:					€	188.110

Μηχανολογικός σχεδιασμός**Μηχανολογικά**

Τοποθέσια & σχεδιασμός κτηρίου	ανά ημέρα	1	€	170.000	€	163.000
Μηχανολογικός Σχεδιασμός	ανά ημέρα	1	€	140.000	€	84.000
Ηλεκτρολογικός Σχεδιασμός	ανά ημέρα	1	€	250.000	€	250.000
Οικοδομικός Σχεδιασμός	ανά ημέρα	1	€	220.000	€	220.000
Διαγωνισμοί & συμβάσεις	ανά ημέρα				€	-
Επιβλεψη κατασκευής	ανά ημέρα	3.000	€	2.500	€	750.000
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος				€	-
					€	-
Υπο-σύνολο:					€	1.457.000

Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Φορτίο βάσης - Υδροστρόβιλος	kW	1,173.82	€ 140	€	164,335
Ενδιάμεσο φορτίο - Υδροστρόβιλος	kW	2,200.00	€ 110	€	242,000
Εργα οδοποιίας	km	10	€ 5,100	€	51,000
Γραμμή μεταφοράς ηλεκτρισμού	km	15	€ 7,200	€	108,000
Υποσταθμός	έργο			€	-
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	έργο			€	-
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€	-
				€	-
Υπο-σύνολο:				€	565,335

Συνολικά αρχικά κόστη

Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα

Ειδικά κόστη έργου	Σύστημα διαχείρισης καυσίμου				
Εξοπλισμός παράδοσης	έργο	1	€ 50,000	€	50,000
Εξοπλισμός προετοιμασίας	έργο	12	€ 3,500	€	42,000
Εξοπλισμός αποθήκευσης	έργο	18	€ 1,700	€	30,600
Εξοπλισμός διανομής	έργο	35	€ 1,200	€	42,000
Κατασκευή κτιρίων και περιβόλου	m ²	70	€ 5,000	€	350,000
Ανταλλακτικά	%			€	-
Μεταφορά	έργο			€	-
Εκπαίδευση & θέση σε λειτουργία	ανά ημέρα			€	-
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€	-
Απρόβλεπτα	%		€ 8,903,005	€	-
Τόκος κατά την κατασκευή			€ 8,903,005	€	-
Υπο-σύνολο:				€	514,600
Συνολικά αρχικά κόστη				€	3,903,005

Εισάγετε τον αριθμό μηνών

Ανάλυση εκπομπών

Ανάλυση μείωσης εκπομπών RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής

Ανάλυση Εκπομπών

- Μέθοδος 1
- Μέθοδος 2
- Μέθοδος 3

Δυναμικό παγκόσμιος θέρμανσης των A10

25 τόνοι CO₂ = 0 τόνοι CH₄ (IPCC 2017)

290 τόνοι CO₂ = 0 τόνοι H₂O (IPCC 2017)

Βασική περίπτωση συστήματος ηλεκτρισμού (Σενάριο Αναφοράς)

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Συντελεστής εκπομπής CO ₂ kg/GJ	Συντελεστής εκπομπής CH ₄ kg/GJ	Συντελεστής εκπομπής N ₂ O kg/GJ	Θερμός απόδοσης παραγωγής ηλεκτρισμού %	Απώλειες MΔΔ %	Συντελεστής εκπομπής A10 tn CO ₂ /MWh
Πετρέλαιο (H6)	85.0%	74.1	0.0029	0.0019	28.0%	33.0%	1.449
Μίγμα Ηλεκτρισμού	15.0%	339.2	0.0131	0.0087		23.6%	1.232

Λ: Αλλαγές στο Σενάριο Αναφοράς κατά τη διάρκεια ζωής του έργου

Περίληψη εκπομπών A10 βασικού σεναρίου (σεναρίου αναφοράς)

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Συντελεστής εκπομπής CO ₂ kg/GJ	Συντελεστής εκπομπής CH ₄ kg/GJ	Συντελεστής εκπομπής N ₂ O kg/GJ	Κατανάλωση καυσίμου MWh	Συντελεστής εκπομπής A10 tn CO ₂ /MWh	Εκπομπές A10 tn CO ₂
Ηλεκτρική ενέργεια	100.0%	339.2	0.0131	0.0087	9.855	1.232	12.139.9
Σύνολο	100.0%	339.2	0.0131	0.0087	9.855	1.232	12.139.9

Περίληψη εκπομπών A10 προτεινόμενης περίπτωσης (Έργο ηλεκτροπαραγωγής)

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Συντελεστής εκπομπής CO ₂ kg/GJ	Συντελεστής εκπομπής CH ₄ kg/GJ	Συντελεστής εκπομπής N ₂ O kg/GJ	Κατανάλωση καυσίμου MWh	Συντελεστής εκπομπής A10 tn CO ₂ /MWh	Εκπομπές A10 tn CO ₂
Υδροηλεκτρικά	-17.3%	0.0	0.0000	0.0000	-1.708	0.000	0.0
Υδροηλεκτρικά	117.3%	0.0	0.0000	0.0000	11.563	0.000	0.0
Σύνολο	100.0%	0.0	0.0000	0.0000	9.855	0.000	0.0
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	9.855		Απώλειες MΔΔ 38.3%	3.745	1.232	4.613.2
						Σύνολο	4.613.2

Σύνοψη μείωσης εκπομπών A10

	Εκπομπές A10 βασικής περίπτωσης tn CO ₂	Εκπομπές A10 προτεινόμενης περίπτωσης tn CO ₂	Μικτή ετήσια μείωση εκπομπών A10 tn CO ₂	Τέλη συνολογενών πιστώσεων εκπομπών A10 %	Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών A10 tn CO ₂
Έργο ηλεκτροπαραγωγής	12.139.9	4.613.2	7.526.7	15%	6.397.7
Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών A10	6.398	tn CO ₂	ισοδυναμεί με 1.172	Αυτοκίβητα και ελαφρά φορτηγά δίκυκλα χρησιμοποιεία	

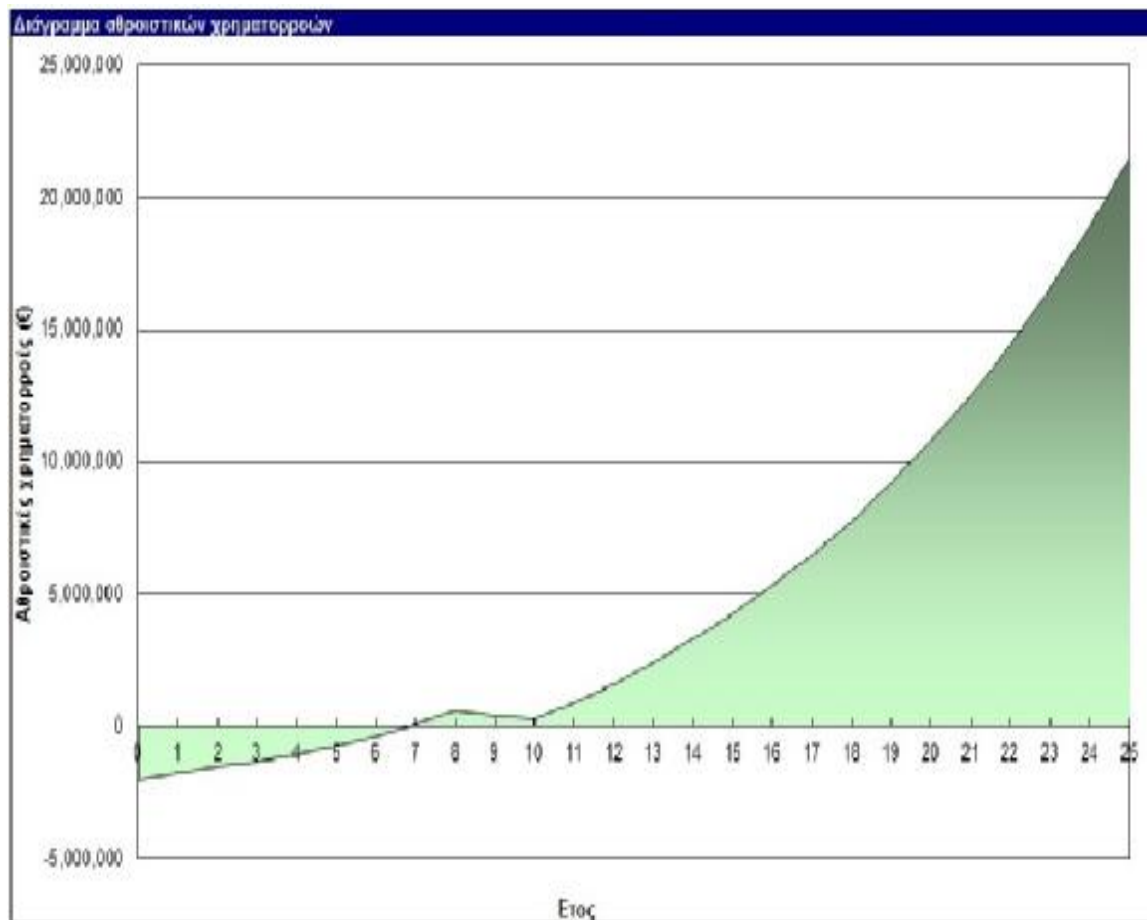
Οικονομική ανάλυση RETSCREEN

Οικονομικοί Παράμετροι		
Γενικά		
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%	2.5%
Τιμή πληθωρισμού	%	3.0%
Επιτόκιο αναγωγής	%	9.5%
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	25
Χρηματοδότηση		
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	€	700,000
Τοκοχρεολύσιο	%	70.0%
Χρέος	€	6,232,103
Μετοχή	€	2,670,901
Επιτόκιο δανεισμού	%	2.70%
Περίοδος χρέους	έτος	10
Πληρωμές χρέους	€/έτος	719,451
Ανάλυση φόρου εισοδήματος		
Συντελεστής φόρου εισοδηματικής επίπτωσης	%	<input checked="" type="checkbox"/> 7.0%
Ζημιές εις μεταφορά;		Όχι
Μέθοδος απόσβεσης		Αποκλίνον ισοζύγιο
Κανόνας μισού χρόνου - χρόνος 1	ναί/όχι	Ναι
Φορολογική βάση απόσβεσης	%	15.0%
Ρυθμός απόσβεσης	%	10.0%
Υφίσταται φορολογική ατέλεια;	ναί/όχι	Ναι
Διάρκεια φορολογικής ατέλειας	έτος	2

Ετήσια έσοδα		
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας		
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	9,855
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	€/MWh	0.87
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	€	8,574
Κυλιόμενος φόρος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	%	15.0%
Εσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ		
		<input checked="" type="checkbox"/>
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ	tn CO ₂ /έτος	6,398
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ - 25 έτη	tn CO ₂	159,943
Τιμή πίστωσης μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	€/tCO ₂	35.00
Εσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ	€	223,920
Διάρκεια πίστωσης μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	έτος	25
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ - 25 έτη	tn CO ₂	159,943
Κυλιόμενος φόρος πίστωσης μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	%	10.0%
Προσαύξηση εσόδων πελάτη (έκπτωση)		
		<input checked="" type="checkbox"/>
Προσαύξηση τιμής ηλεκτρικής ενέργειας (έκπτωση)	%	35.0%
Προσαύξηση εσόδων ηλεκτρικής ενέργειας (έκπτωση)	€	0
Προσαύξηση εσόδων πελάτη (έκπτωση)	€	0

Άλλα εισοδήματα (κόστος)		<input checked="" type="checkbox"/>
Ενέργεια	MWh	8,200
Ρυθμός	€/MWh	0.640
Άλλα εισοδήματα (κόστος)	€	5,248
Διάρκεια	έτος	25
Ρυθμός αύξησης	%	12.0%
Εσοδα παραγωγής Καθαρής Ενέργειας (ΚΕ)		<input checked="" type="checkbox"/>
Παραγωγή ΚΕ	MWh	9,855
Τιμή πίστωσης παραγωγής ΚΕ	€/kWh	0.064
Εσοδα παραγωγής Καθαρής Ενέργειας	€	630,747
Διάρκεια πίστωσης παραγωγής ΚΕ	έτος	8
Κυλιόμενος φόρος πίστωσης παραγωγής ΚΕ	%	2.5%
	Αποδιδόμενη Ενέργεια (MWh)	Καθαρή ενέργεια
Τύπος Καυσίμου		
Υδροηλεκτρικό	9,855	Ναι
Υδροηλεκτρικό	1,708	Όχι
Υδροηλεκτρικό	0	Όχι

Σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων			
Αρχικά κόστη			
Μελέτη σκοπιμότητας	2.0%	€	177,960
Ανάπτυξη	2.1%	€	188,110
Μηχανολογικά	83.8%	€	7,457,000
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	6.3%	€	565,335
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα	5.8%	€	514,600
Συνολικά αρχικά κόστη	100.0%	€	8,903,005
Κίνητρα και επιχορηγήσεις		€	700,000
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
Λειτουργία & Συντήρηση		€	0
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση		€	0
Πληρωμές χρέους - 10 έτη		€	719,451
Συνολικά ετήσια κόστη		€	719,451
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)			
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση		€	0
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας		€	8,574
Εσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ - 25 έτη		€	223,920
Άλλα εισοδήματα (κόστος) - 25 έτη		€	5,248
Εσοδα παραγωγής Καθαρής Ενέργειας - 8 έτη		€	630,747
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα		€	868,490



Ανάλυση ευαισθησίας και επικινδυνότητας

ΕΙ Ανάλυση ευαισθησίας

Εκτέλεση ανάλυσης σε
Εύρος ευαισθησίας
Κατώφλι

(IRR) μετά-φόρου - μετοχές

		Αρχικά κόστη				€
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση		8.903.005	8.903.005	8.903.005	8.903.005	8.903.005
€		0%	0%	0%	0%	0%
0	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%
0	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%
0	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%
0	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%
0	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%

		Αρχικά κόστη				€
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση		8.903.005	8.903.005	8.903.005	8.903.005	8.903.005
€		0%	0%	0%	0%	0%
0	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%
0	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%
0	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%
0	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%
0	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%

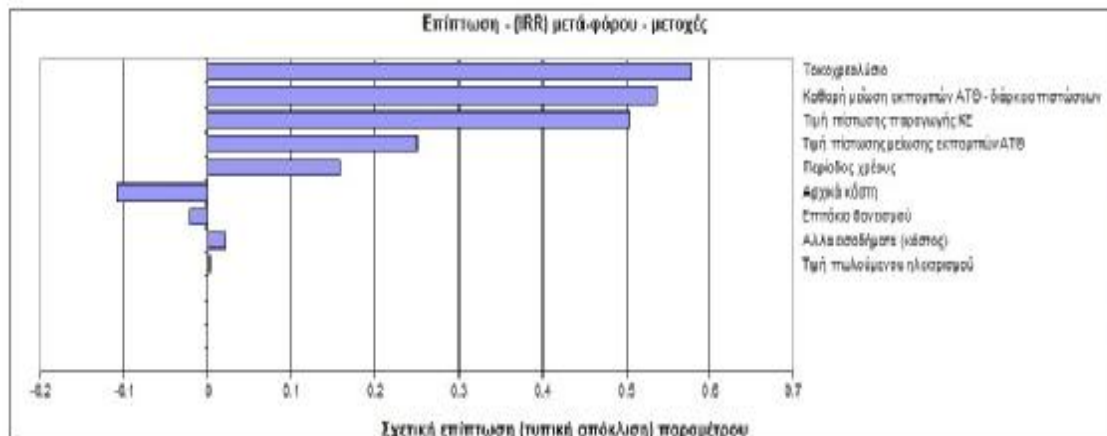
		Αρχικά κόστη				€
Επίπλοο δανεισμού		8.903.005	8.903.005	8.903.005	8.903.005	8.903.005
%		0%	0%	0%	0%	0%
2.70%	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%
2.70%	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%
2.70%	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%
2.70%	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%
2.70%	0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%

ΕΙ Ανάλυση επικινδυνότητας

Εκτέλεση ανάλυσης σε

(IRR) μετά-φόρου - μετοχές

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή	Εύρος(+/-)	Ελάχιστο	Μέγιστο
Αρχικά κόστη	€	8.903.005	2%	8.724.945	9.081.065
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	€/MWh	0.87	12%	0.77	0.97
Τιμή πίστωσης μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	€/tCO2	35.00	15%	29.75	40.25
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ - θάρκρια πιστώσεων	t CO2	159.943	30%	111.960	207.926
Άλλα εισοδήματα (κόστος)	€	5.248	5%	4.986	5.510
Τιμή πίστωσης παραγωγής ΚΕ	€/kWh	0.06	12%	0.06	0.07
Τοκοχρεολύσιο	%	70%	20%	56%	84%
Επίπλοο δανεισμού	%	2.70%	3%	2.62%	2.78%
Περίοδος χρέους	έτος	10	15%	8.5	11.5



Μέσο	%	19.1%
Επίπεδο κινδύνου	%	
Ελάχιστο επίπεδο εμπιστοσύνης	%	13.8%
Μέγιστο επίπεδο εμπιστοσύνης	%	33.4%

