

## ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΙΚΡΟΥ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ

Δημήτριος Α. Γεωργακέλλος

Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων, Πανεπιστήμιο Πειραιώς  
Καραολή και Δημητρίου 80, 185 34 Πειραιάς, e-mail: dgeorg@unipi.gr

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στην οικονομική ανάλυση και αξιολόγηση μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού. Χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές για την αξιολόγηση της οικονομικής απόδοσης των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών διαπιστώνεται ότι οι περισσότεροι από αυτούς φαίνεται να παράγουν κατά τα πρώτα χρόνια λειτουργίας τους μάλλον ακριβή ενέργεια, καθώς το αρχικό κεφάλαιο είναι ιδιαίτερα υψηλό. Μετά την περίοδο αυτή όμως, η ενέργεια που παράγεται γίνεται φθηνή καθώς επιβαρύνεται μόνο από το κόστος συντήρησης και αντικατάστασης, τα διοικητικά έξοδα κ.λπ. Για τους λόγους αυτούς, στόχος της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει και να αξιολογήσει την οικονομική αποδοτικότητα μιας πραγματικής περίπτωσης μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού (κατά τα πρώτα χρόνια της λειτουργίας του) προκειμένου να διαπιστωθεί κατά πόσο αυτού του είδους οι επενδύσεις είναι ελκυστικές με βάση οικονομικά κριτήρια της αγοράς, υπό ποιες προϋποθέσεις και με τι υποστήριξη. Η αξιολόγηση αυτή γίνεται υπολογίζοντας και λαμβάνοντας υπόψη διάφορους δείκτες όπως η περίοδος αποπληρωμής κεφαλαίου, ο απλός συντελεστής απόδοσης κεφαλαίου, η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης, ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR) αυτής κ.λπ.

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες παρατηρείται διεθνώς ένα έντονο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη μικρών υδροηλεκτρικών έργων. Το ενδιαφέρον αυτό εκδηλώνεται κυρίως με την αξιοποίηση νέων μικρών υδατοπτώσεων, με τη συστηματική επανεξέταση και αναθεώρηση των μικρών υδροηλεκτρικών έργων που είχαν σχεδιασθεί και αποσυρθεί σταδιακά από την ενεργειακή παραγωγή και με την επαναξιολόγηση του δυναμικού του οποίο είχε αποκλειστεί στο παρελθόν. Η ελληνική νομοθεσία ορίζει ως μικρούς τους σταθμούς που έχουν ισχύ μικρότερη των 10 MW, και επιτρέπει την υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεξάρτητους παραγωγούς. Τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα παρουσιάζουν σημαντικά συγκριτικά πλεονεκτήματα έναντι των υπολοίπων πηγών ενέργειας, όπως δυνατότητα άμεσης σύνδεσης - αποξενύξης στο δίκτυο ή αυτόνομη λειτουργία, παραγωγή ενέργειας άριστης ποιότητας χωρίς διακυμάνσεις, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής, φιλικότητα προς το περιβάλλον αφού δεν υπάρχουν κατάλοιπα, ταυτόχρονη ικανοποίηση και άλλων αναγκών χρήσης νερού (ύδρευση, άρδευση κ.λπ.), δυνατότητα παρεμβολής τους σε υπάρχουσες υδραυλικές εγκαταστάσεις [1]. Ειδικότερα, σε σχέση με τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα, τα αντίστοιχα μικρά παρουσιάζουν το επιπλέον πλεονέκτημα ότι έχουν λιγότερες επιπτώσεις από αυτά, τόσο περιβαλλοντικές όσο και κοινωνικές. Αυτό συμβαίνει διότι τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα, τις περισσότερες φορές, απαιτούν μικρά ή και καθόλου φράγματα, καθώς λειτουργούν μόνο με τη φυσική ροή του νερού. Επίσης, οι απαιτούμενες εκτάσεις γης ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας είναι πολλαπλώς λιγότερες στα μικρά σε σχέση με τα μεγάλα έργα αυτού του είδους, συνήθως δε κάτω από το ένα δέκατο των μεγάλων. Βέβαια, λόγω της έλλειψης μεγάλων φραγμάτων, γεγονός το οποίο δεν επιτρέπει την αποταμίευση αξιολογών

ποσοτήτων νερού, οι μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί (ΜΥΗΣ) δεν έχουν τη δυνατότητα να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διάρκεια των ξηρών θερινών μηνών και γενικότερα των περιόδων αυξημένης ξηρασίας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι σταθμοί αυτοί να έχουν χαμηλό συντελεστή απόδοσης (ο συντελεστής αυτός ορίζεται ως το πηλίκον των πραγματικά παραγομένων kWh ανά έτος προς το γινόμενο των kW της εγκατεστημένης ισχύος επί 8.760 ώρες ανά έτος) και άρα χαμηλή απόδοση επενδεδυμένων κεφαλαίων [2,3].

Γενικά, η οικονομική αποδοτικότητα και συνεπώς η βιωσιμότητα των μικρών υδροηλεκτρικών έργων αποτελούν, χωρίς αμφιβολία, κρίσιμους παράγοντες που επηρεάζουν την περαιτέρω ανάπτυξη και αξιοποίηση τους. Έτσι, χρησιμοποιώντας διάφορους δείκτες για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας αυτής (π.χ. την περίοδο αποπληρωμής κεφαλαίου, το κόστος της εξοικονομούμενης ενέργειας, τον εσωτερικό συντελεστή απόδοσης ή το κόστος κύκλου ζωής της επένδυσης κ.λπ.) διαπιστώνεται ότι οι περισσότεροι από τους σύγχρονους ΜΥΗΣ φαίνεται να παράγουν μάλλον ακριβή ενέργεια, καθώς το αρχικό κεφάλαιο συνήθως αποσβένεται πρακτικά σε 10 έως 20 χρόνια ή μπορεί και περισσότερο. Μετά την περίοδο αυτή όμως, η ενέργεια που παράγεται γίνεται φθηνή καθώς επιβαρύνεται μόνο από το κόστος συντήρησης και αντικατάστασης, τα διοικητικά έξοδα κ.λπ. Για παράδειγμα, το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ένα τυπικό ΜΥΗΣ στη Βρετανία είναι 75 ευρώ ανά MWh περίπου κατά τα δέκα πρώτα χρόνια, όταν δηλαδή το αρχικό κεφάλαιο ακόμα αποπληρώνεται, ποσό το οποίο στη συνέχεια πέφτει στο ένα δέκατο, δηλαδή γίνεται 7,5 ευρώ ανά MWh περίπου μετά την αποπληρωμή του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης. Διαπιστώνεται, δηλαδή, ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από έναν ΜΥΗΣ ενδέχεται κατά τα πρώτα χρόνια λειτουργίας της μονάδας να είναι ακριβότερη από την ενέργεια που παρέχεται από το δίκτυο, αλλά στη συνέχεια γίνεται εξαιρετικά ελκυστική. Ωστόσο, το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αποθαρρύνονται ορισμένοι υποψήφιοι επενδυτές οι οποίοι επιζητούν ταχύτερη απόδοση των κεφαλαίων τους [4,5]. Στο πλαίσιο αυτό έχουν εμφανιστεί νέοι τρόποι χρηματοδότησης επενδύσεων αυτού του είδους όπως για παράδειγμα του τύπου BOO (build - own - operate) και BOT (build - own - transfer) [6].

Τέλος, όσον αφορά το κόστος κατασκευής των υδροηλεκτρικών έργων, δηλαδή το κόστος ανά εγκατεστημένο kW, αυτό κυμαίνεται ανάλογα με το μέγεθος του σε σχέση με την εγκατεστημένη ισχύ, το σχεδιασμό και την τεχνολογία που επιβάλλουν οι τοπικές συνθήκες, το χρόνο κατασκευής του, που συχνά επηρεάζεται από αστάθμητους παράγοντες (αφού πρόκειται για επέμβαση στη φύση με εξειδικευμένες κατασκευές που απαιτούν υψηλή ασφάλεια) ακόμα και με τις τεχνικές δυσκολίες που παρουσιάζει ένα έργο σε σχέση με την περιοχή που κατασκευάζεται (δημιουργία προσπελάσεων και οδικών επικοινωνιών, αποκατάσταση περιβάλλοντος, κατασκευή βοηθητικών έργων κ.λπ.) [7]. Έτσι, σύμφωνα με την ελληνική εμπειρία και κατόπιν στατιστικής προσέγγισης, θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει ότι τα 1500 ευρώ ανα εγκατεστημένο kW είναι ένα ενδεικτικό κόστος κατασκευής των υδροηλεκτρικών έργων. Στο ποσό αυτό υπολογίζεται επιβάρυνση ίση με 5 % περίπου για την εκπόνηση της οριστικής μελέτης και 8 % περίπου για την επίβλεψη του έργου [8]. Στη συνέχεια επιχειρείται η χρηματοοικονομική ανάλυση και αξιολόγηση της οικονομικής απόδοσης της επένδυσης ενός μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού. Στόχος της ανάλυσης αυτής, η οποία αναφέρεται σε πραγματική περίπτωση, είναι να διαπιστωθεί κατά πόσο επενδύσεις αυτού του είδους στην Ελλάδα είναι ελκυστικές με βάση τα κριτήρια της αγοράς, δεδομένων των τελευταίων εξελίξεων στη χώρα μας (απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας).

## 2. ΤΕΧΝΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΜΥΗΣ

Όπως αναφέρθηκε ήδη, ο υπόψη ΜΥΗΣ αφορά πραγματική περίπτωση, η οποία όμως δεν έχει προς το παρόν υλοποιηθεί. Έτσι, τόσο η αρχική τεχνική προμελέτη, όσο και η οικονομική ανάλυση που προκύπτει από την μελέτη αυτή, έχουν βασισθεί στα πραγματικά υδρολογικά στοιχεία και λοιπά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης θέσης, η οποία βρίσκεται στην Ελληνική επικράτεια. Το καθαρό ύψος πτώσης ανέρχεται σε 14 m και η μέση ετήσια παροχή στην υπόψη θέση ανέρχεται σε 13,0 m<sup>3</sup>/s. Για τον υπολογισμό όμως της αναμενόμενης να παραχθεί ενέργειας κρίνεται σκόπιμο, για λόγους ασφαλείας, να ληφθεί το 75 % του ετήσιου χρόνου ενώ η συνεχώς αποδιδόμενη κατάντη οικολογική παροχή προς ελεύθερη διακίνηση των ψαριών κ.λπ. λαμβάνεται 0,3 m<sup>3</sup>/s. Η κατά μήνα παραγωγή ενέργειας υπολογίζεται από τη θεωρία με βάση τα ιδιαίτερα υδρολογικά και λοιπά χαρακτηριστικά στη συγκεκριμένη θέση [9]. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς αυτούς, η συνολική ετήσια παραγόμενη ενέργεια είναι περίπου 14,00 GWh ανά έτος, η οποία προβλέπεται ότι θα πωλείται στην ΔΕΗ. Η μέση ωριαία καθαρή ισχύς διαθέσιμη στο σύστημα είναι 1,20 MW ενώ η μέγιστη καθαρή ισχύς διαθέσιμη από την εγκατάσταση παραγωγής στο σύστημα είναι 2,60 MW. Με βάση την καμπύλη διάρκειας παροχών και το καθαρό ύψος πτώσης και σύμφωνα με το διάγραμμα επιλογής του υδροτροβίλου της Sulzer – Escher Wyss, αρχικά επιλέγεται η εγκατάσταση μίας μονάδας, ισχύος 3,0 MW, τύπου KAPLAN Double Regulated, κλειστού τύπου η οποία θα είναι απευθείας συνδεδεμένη με σύγχρονη γεννήτρια. Για την μεταφορά της παραγόμενης ενέργειας η διασύνδεση θα γίνει στο διερχόμενο στην περιοχή δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ [10].

Το συνολικό κόστος του έργου και άρα της επένδυσης εκτιμάται σε 4.100.000 ευρώ. Στο κόστος αυτό περιλαμβάνεται το κόστος των έργων πολιτικού μηχανικού και το κόστος του εξοπλισμού παραγωγής. Το συνολικό κόστος του έργου θα προκύψει από το κόστος των επιμέρους τμημάτων του έργου (όπως οδοί προσπέλασης, έργα κεφαλής, αγωγός παραγωγής, στροβιλοστάσιο, κύριος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός, αυτοματισμός, προστασίες και υπόλοιπος εξοπλισμός ΜΥΗΣ, μεταλλικές κατασκευές, διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου, έξοδα μελετών κ.λπ.) με βάση το κόστος εργασίας και την προμήθεια. Τα κόστη του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού καθώς των έργων πολιτικού μηχανικού και του μεταλλικού αγωγού εκτιμώνται από τις τιμές που υπάρχουν στην ελληνική και την ευρωπαϊκή αγορά. Η χρηματοδότηση του έργου προβλέπεται να γίνει κατά 20 % από ίδια κεφάλαια, κατά 40 % από δανεισμό (για τον υπολογισμό των τόκων λαμβάνεται επιτόκιο 8 % και διάρκεια 9 έτη) ενώ το υπόλοιπο 40 % θα καλυφθεί από επιχορηγήσεις σύμφωνα με τον Αναπτυξιακό Νόμο 2601/98 και το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας [11]. Στον πίνακα 1 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ετήσιες προβλέψεις του κόστους παραγωγής, ταξινομημένου σε σταθερό και μεταβλητό, καθώς και τα έσοδα από τις πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας.

**Πίνακας 1 : Ετήσιες Προβλέψεις Κόστους και Πωλήσεων του ΜΥΗΣ**

<i>ΕΙΔΟΣ ΔΑΠΑΝΗΣ – ΕΣΟΔΟΥ</i>	<i>ΠΟΣΟ (ευρώ)</i>
Σταθερά Έξοδα Λειτουργίας ανά έτος	102.617
Μεταβλητά έξοδα Λειτουργίας ανά έτος	49.245
Έσοδα από Πωλήσεις ανά έτος	795.200
Λειτουργικό Κόστος Παραγωγής ανά kWh	0,01085
Συνολική Ετήσια Δαπάνη ανά kWh	0,02960

Στον παραπάνω πίνακα το λειτουργικό κόστος παραγωγής προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη το άθροισμα των σταθερών και μεταβλητών εξόδων λειτουργίας ενώ η συνολική ετήσια δαπάνη προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη επιπλέον την επιβάρυνση των συνολικών ετήσιων αποπληρωμών του δανείου (κεφάλαιο συν τόκοι). Στις σταθερές δαπάνες περιλαμβάνονται έξοδα προσωπικού παρακολούθησης και φύλαξης, κόστος συντήρησης εξοπλισμού καθώς και διάφορα διοικητικά έξοδα τα οποία, σύμφωνα με την ελληνική εμπειρία, λαμβάνονται ως εξής :

- Τρία (3) άτομα x 1.175 ευρώ ανά μήνα x 14 μήνες ανά έτος.
- Έξοδα συντήρησης : 0,7 % x κόστος επενδύσεως.
- Διοικητικά έξοδα : 1.640 ευρώ ανά μήνα x 12 μήνες ανά έτος.

Στις μεταβλητές δαπάνες περιλαμβάνονται κυρίως τα έξοδα αποκατάστασης ζημιών, η προμήθεια ανταλλακτικών, η ρύθμιση απόδοσης της μονάδας καθώς και οι έκτακτες μεταβάσεις και επιστροφές εξειδικευμένου προσωπικού. Δεδομένου ότι σε αυτές τις δαπάνες σημαντικό ποσοστό κατέχουν οι αποκαταστάσεις ζημιών και η προμήθεια ανταλλακτικών και εξαρτώνται βασικά από τον τύπο των μονάδων και την επιλογή του προμηθευτή, γίνεται εκτίμηση των δαπανών αυτών με βάση ενδεικτικά στοιχεία των κατασκευαστών του μηχανολογικού και ηλεκτρολογικού εξοπλισμού. Έτσι, οι δαπάνες αυτές εκτιμώνται σε 3,35 ευρώ ανά παραγόμενη MWh που μπορεί να θεωρηθεί από την διεθνή πρακτική αλλά και την ελληνική εμπειρία σε αντίστοιχα έργα ότι ανταποκρίνεται στα πραγματικά μεγέθη. Επίσης, έχουν συνυπολογιστεί διάφορα απρόβλεπτα κόστη που ανέρχονται σε 5 % επί των σταθερών και μεταβλητών εξόδων. Η παραγόμενη ενέργεια πρόκειται να πωληθεί στη ΔΕΗ προς 5,68 λεπτά ανά kWh σύμφωνα με όσα προβλέπονται στους Νόμους 2244/1997 και 2773/1999 σχετικά με την τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία παράγεται από ανανεώσιμες μορφές ενέργειας [12,13]. Η τιμή αυτή θεωρείται ότι παραμένει σταθερή κατά τα πρώτα δέκα, τουλάχιστον, χρόνια λειτουργίας της μονάδας σε πλήρη δυναμικότητα [14,15].

### 3. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας της επένδυσης του συγκεκριμένου ΜΥΗΣ λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω οικονομικά μεγέθη και λοιπά χαρακτηριστικά αυτής τα οποία υπολογίζονται με βάση όσα αναφέρθηκαν μέχρι τώρα.

#### ➤ Ταμειακές Ροές

Στον πίνακα 2 που ακολουθεί δίνεται η προβλεπόμενη χρηματική ροή του υπό μελέτη επενδυτικού έργου. Η ανάλυση αναφέρεται στα δέκα πρώτα έτη λειτουργίας σε πλήρη δυναμικότητα της μονάδας του ΜΥΗΣ.

#### ➤ Περίοδος Απόδοσης Κεφαλαίων

Η περίοδος απόδοσης κεφαλαίων (payback period) είναι ο χρόνος επιστροφής του κεφαλαίου της αρχικής επένδυσης μέσω των κερδών του προγράμματος. Ως «κέρδος» ορίζεται το καθαρό κέρδος μετά τους φόρους συν τα έξοδα χρηματοδότησης και την απόσβεση. Στον υπολογισμό των κερδών, ο φορολογικός συντελεστής λαμβάνεται 35 % ενώ οι αποσβέσεις προκύπτουν με βάση τη γραμμική μέθοδο σύμφωνα με την οποία η ετήσια επιβάρυνση από αποσβέσεις είναι το πηλίκο του αρχικού κόστους επένδυσης (μειωμένο κατά τις επιδοτήσεις) προς τον αριθμό των ετών χρήσεως που έχουν προβλεφθεί (20 έτη) [16]. Στον πίνακα 3 δίνεται η εξέλιξη των κερδών του προγράμματος κατά τα δέκα πρώτα έτη λειτουργίας της μονά-

δας σε πλήρη δυναμικότητα. Από τον πίνακα αυτόν και από το γεγονός ότι η αρχική επένδυση είναι 4.100.000 ευρώ, φαίνεται ότι το κεφάλαιο μπορεί να καλυφθεί (δηλαδή να επιστραφεί) σε έξι περίπου χρόνια (αφού στα πρώτα έξι χρόνια τα συνολικά κέρδη θα είναι περίπου 4 εκατομμύρια ευρώ). Σε αυτό το χρονικό διάστημα θα πρέπει να προστεθεί και η διετής διάρκεια κατασκευής του έργου, οπότε στην πραγματικότητα, η επιστροφή γίνεται σε οκτώ χρόνια. Βέβαια, αν στον υπολογισμό αυτό, δεν ληφθεί υπόψη το ποσοστό της αρχικής επένδυσης που θα καλυφθεί από επιχορήγηση (1.640.000 ευρώ), τότε το αρχικό κεφάλαιο των 2.460.000 ευρώ (ίδια κεφάλαια συν δάνεια) μπορεί να επιστραφεί σε τέσσερα χρόνια (ή έξι χρόνια αν προστεθεί και η κατασκευαστική περίοδος αντίστοιχα) δεδομένου ότι το συνολικό κέρδος των τεσσάρων πρώτων ετών εκτιμάται σε 2.597.088 ευρώ.

**Πίνακας 2 : Πρόγραμμα Χρηματικών Ροών ΜΥΗΣ (χιλιάδες ευρώ)**

Έτος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΕΙΣΡΟΕΣ										
Εισροές από πωλήσεις	795,2	795,2	795,2	795,2	795,2	795,2	795,2	795,2	795,2	795,2
ΕΚΡΟΕΣ										
Κόστος πωληθέντων	151,9	151,9	151,9	151,9	151,9	151,9	151,9	151,9	151,9	151,9
Χρεωστικοί τόκοι	131,2	120,7	109,3	97,1	83,9	69,6	54,1	37,5	19,4	0
Αποπληρωμή δανείων	131,3	141,8	153,2	165,4	178,7	193,0	208,4	225,1	243,1	0
Μερίσματα πληρωτέα	0	151,7	193,8	208,7	217,3	224,5	231,9	239,8	248,3	257,4
Φόροι προηγ. περιόδου	0	136,2	139,9	143,8	148,1	152,8	157,8	163,2	169,0	175,3
ΠΛΕΟΝΑΣΜΑ – ΕΛΛΕΙΜΜΑ										
Καθαρή ταμειακή ροή έτους	380,8	92,8	47,1	28,2	15,4	3,5	-8,9	-22,2	-36,5	210,6
Συνσωρ. ταμειακό υπόλοιπο	380,8	473,7	520,8	549,0	564,4	567,9	559,0	536,8	500,4	711,0

**Πίνακας 3 : Καθαρά Κέρδη ΜΥΗΣ (χιλιάδες ευρώ)**

Έτος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Καθαρά κέρδη μετά φόρων	252,9	259,8	267,1	275,1	283,7	293,0	303,0	313,9	325,6	338,2
Τόκοι δανείων	131,2	120,7	109,3	97,1	83,9	69,6	54,1	37,5	19,4	0
Αποπληρωμή δανείων	131,3	141,8	153,2	165,4	178,6	193,0	208,4	225,1	243,1	0
Αποσβέσεις	123,0	123,0	123,0	123,0	123,0	123,0	123,0	123,0	123,0	123,0
«Κέρδος»	638,5	645,3	652,7	660,6	669,2	678,5	688,6	699,4	711,1	723,8

➤ Απλός Συντελεστής Απόδοσης Κεφαλαίου

Ο απλός συντελεστής απόδοσης κεφαλαίου R είναι η σχέση του κέρδους (συν τους τόκους δανείων) σε κανονικό έτος πλήρους παραγωγής της μονάδας προς την αρχική επένδυση (συνολικό κεφάλαιο επένδυσης) [17]. Το κεφάλαιο αυτό είναι 4.100.000 ευρώ ενώ το κέρδος (μετά τις αποσβέσεις και τους φόρους) συν τους τόκους τον πρώτο χρόνο προβλέπεται σε 515.471 ευρώ. Έτσι, ο συντελεστής απόδοσης R θα είναι :

$$R = 515.471 / 4.100.000 = 0,1257 \text{ ή } 12,57 \%$$

Επίσης, θα μπορούσε να υπολογιστεί και ο συντελεστής απόδοσης μετοχικού κεφαλαίου  $R_e$  ο οποίος ορίζεται ως η σχέση του κέρδους (μετά τις αποσβέσεις, την πληρωμή των φόρων επί των κερδών και των τόκων των δανείων των κεφαλαίων) σε κανονικό έτος πλήρους παραγωγής της μονάδας προς τα ίδια κεφάλαια [17]. Τα ίδια κεφάλαια είναι 820.000 ευρώ ενώ τα καθαρά κέρδη (μετά τις αποσβέσεις, τους φόρους και τους τόκους) είναι 252.940 ευρώ οπότε ο συντελεστής απόδοσης  $R_e$  θα είναι :

$$R_e = 252.940 / 820.000 = 0,3085 \text{ ή } 30,85 \%$$

➤ Καθαρή Παρούσα Αξία

Η καθαρή παρούσα αξία (net present value) ή ΚΠΑ εκφράζει όλες τις ροές του επενδυτικού σχεδίου στην παρούσα αξία τους, δηλαδή σε αυτήν που ισχύει τη στιγμή που παίρνουμε την απόφαση για την επένδυση. Η ΚΠΑ προκύπτει αν προεξοφλήσουμε στο παρόν, για κάθε έτος χωριστά, τη διαφορά μεταξύ όλων των μελλοντικών ταμειακών εισροών και εκροών του επενδυτικού σχεδίου, με βάση ένα κατάλληλο συντελεστή προεξόφλησης [18]. Για τον υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας κατασκευάζεται ο πίνακας 4 όπου καταγράφονται τα αρχικά μεγέθη των ταμειακών ροών και υπολογίζεται η καθαρή ταμειακή ροή (δηλαδή η διαφορά μεταξύ εισροών και εκροών). Επιλέγεται επίσης κατάλληλο επιτόκιο προεξόφλησης σύμφωνα με τις τρέχουσες χρηματοοικονομικές συνθήκες (10 %) στο οποίο έχει προστεθεί το περιθώριο «ρίσκου» (επιχειρηματικού κινδύνου). Εφόσον η καθαρή παρούσα αξία είναι θετική, η αποδοτικότητα είναι πάνω από το επιτόκιο προεξόφλησης.

**Πίνακας 4 : Προεξοφλούμενες Χρηματικές Ροές και ΚΠΑ ΜΥΗΣ (χιλιάδες ευρώ)**

Έτος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΧΡΗΜΑΤΙΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ										
Έσοδα από πωλήσεις	795,2	795,2	795,2	795,2	795,2	795,2	795,2	795,2	795,2	795,2
ΧΡΗΜΑΤΙΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ										
Λειτουργικό κόστος	151,9	151,9	151,9	151,9	151,9	151,9	151,9	151,9	151,9	151,9
Φόρος	139,2	139,9	143,8	148,1	152,8	157,8	163,2	169,0	175,3	182,1
ΠΑΛΕΟΝΑΣΜΑ – ΕΛΛΕΙΜΜΑ										
Καθαρή χρηματική ροή	507,1	503,5	499,5	495,2	490,6	485,6	480,2	474,3	468,0	461,2
Συντελ. προεξόφλησης	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621	0,564	0,513	0,467	0,424	0,386
Καθαρή παρούσα αξία	461,0	415,9	375,1	338,2	304,6	273,9	246,3	221,5	198,4	178,0

Από τον προηγούμενο πίνακα διαπιστώνεται ότι η καθαρή παρούσα αξία των καθαρών χρηματικών ροών για τα πρώτα 10 χρόνια πλήρους λειτουργίας του ΜΥΗΣ είναι 3.013.003 ευρώ (για συντελεστή προεξόφλησης 10 %). Αν το αποτέλεσμα αυτό συγκριθεί με το σύνολο της αρχικής επένδυσης (4.100.000 ευρώ) προκύπτει ότι η ΚΠΑ είναι αρνητική. Αν όμως, όπως και προηγουμένως, αγνοηθεί το ποσοστό της αρχικής επένδυσης που καλύπτεται από επιχορήγηση (1.640.000 ευρώ) τότε η ΚΠΑ είναι θετική :

$$\text{ΚΠΑ} = 3.013.003 - 2.460.000 = 553.003 \text{ ευρώ}$$

#### ➤ Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης

Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR) είναι το επιτόκιο στο οποίο η παρούσα αξία των ταμειακών εισροών είναι ίση προς την παρούσα αξία των ταμειακών εκροών. Με άλλα λόγια, είναι το επιτόκιο για το οποίο η παρούσα αξία των καθαρών εισπράξεων από το επενδυτικό σχέδιο είναι ίση με την παρούσα αξία της επένδυσης, οπότε η ΚΠΑ είναι μηδέν. Η διαδικασία που χρησιμοποιείται για να υπολογισθεί ο IRR είναι η ίδια με εκείνη που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ΚΠΑ. Χρησιμοποιείται το ίδιο είδος πινάκων, με μόνη διαφορά ότι, αντί των προεξοφλημένων ταμειακών ροών με προκαθορισμένο επιτόκιο, πρέπει να δοκιμάζονται διάφορα επιτόκια προεξόφλησης μέχρι να βρεθεί εκείνο στο οποίο η ΚΠΑ να είναι μηδέν. Η λύση βρίσκεται με επαναληπτική διαδικασία, χρησιμοποιώντας είτε πίνακες προεξόφλησης είτε κατάλληλο πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή. Αυτό το επιτόκιο είναι ο IRR που αντιπροσωπεύει την κερδοφορία του επενδυτικού σχεδίου [19]. Στην περίπτωση μας, ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης βρίσκεται προσεγγιστικά με βάση την ακόλουθη διαδικασία (στη συνολική επένδυση δεν λαμβάνονται υπόψη οι επιχορηγήσεις) [17] :

- Υπολογίζονται οι σχετικές χρηματικές ροές με βάση τον πίνακα 4, όπως και για τη ΚΠΑ.
- Γίνεται προεξόφληση της ΚΠΑ όχι όμως με το δεδομένο επιτόκιο της αγοράς κεφαλαίων (10 %) αλλά με διάφορα επιτόκια.
- Όταν η χρήση ενός χαμηλού επιτοκίου δώσει ΚΠΑ θετική ( $IRR_1$ ) δοκιμάζουμε ένα υψηλότερο μέχρι η ΚΠΑ να γίνει αρνητική ( $IRR_2$ ). Τότε ο ακριβής IRR βρίσκεται ανάμεσα στα δύο επιτόκια με βάση τον τύπο :

$$\text{IRR} = \text{IRR}_1 + \Theta\text{ΚΠΑ} \cdot (\text{IRR}_2 - \text{IRR}_1) / (\Theta\text{ΚΠΑ} + \text{ΑΚΠΑ})$$

όπου  $\Theta\text{ΚΠΑ}$  = θετική καθαρή παρούσα αξία &  $\text{ΑΚΠΑ}$  = αρνητική καθαρή παρούσα αξία.

Με βάση τον παραπάνω τύπο έχουμε για το συγκεκριμένο ΜΥΗΣ :  $\text{IRR} = 15,05 \%$

#### ➤ Ανάλυση του Νεκρού Σημείου

Το νεκρό σημείο (break even point) ή BEP μπορεί να ορισθεί ως το σημείο όπου τα συνολικά έσοδα από πωλήσεις ισούνται με τα συνολικά έξοδα, μεταβλητά και σταθερά, ή ως το σημείο εκείνο που αντιστοιχεί σε επίπεδο απασχόλησης της παραγωγικής δυναμικότητας τέτοιο, κάτω από το οποίο η επιχείρηση θα παρουσιάσει ζημιές [20]. Ένας τρόπος για να γίνεται η ανάλυση του BEP είναι η μέθοδος της εξισώσεως η οποία έχει ως εξής :

$$\text{Πωλήσεις} - (\text{Μεταβλητό Κόστος} + \text{Σταθερό Κόστος}) = \text{Κέρδη}$$

Στο νεκρό σημείο το κέρδος θα είναι μηδέν. Επομένως, το BEP μπορεί να υπολογιστεί βρίσκοντας το σημείο στο οποίο οι πωλήσεις είναι ίσες προς το άθροισμα των μεταβλητών και

των σταθερών εξόδων (συμπεριλαμβανομένων και των τόκων). Με αριθμούς, αυτό θα μπορούσε να εκφραστεί ως εξής :

$$BEP = (102.617 + 262.531) / (0,0568 - 0,005175) = 6.853.057 \text{ kWh}$$

Το νεκρό σημείο από πωλήσεις θα είναι τότε :

$$6.853.057 \text{ kWh} \times 0,0658 \text{ ευρώ/kWh} = 389.253 \text{ ευρώ ή } 48,95 \% \text{ της πλήρους δυναμικότητας}$$

Το BEP αυτό είναι κοντά στο 50 % και φαίνεται να είναι ασφαλές κριτήριο για τη σταθερότητα της επένδυσης. Το γεγονός αυτό συνδυαζόμενο και με το ότι και οι πωλήσεις είναι χαμηλές στο νεκρό σημείο, εξασφαλίζεται η έλλειψη ευαισθησίας του συγκεκριμένου ΜΥΗΣ.

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μία πρώτη διαπίστωση από τη προηγηθείσα ανάλυση είναι ότι ο ΜΥΗΣ που εξετάζεται ακολουθεί και αυτός την ελληνική εμπειρία, σε ότι αφορά στο κόστος κατασκευής των υδροηλεκτρικών έργων, δηλαδή είναι της τάξης των 1.500 ευρώ ανα εγκατεστημένο kW (συγκεκριμένα είναι 1.370 ευρώ ανά εγκατεστημένο kW). Σε ότι αφορά στην οικονομική απόδοση της επένδυσης, και σύμφωνα με τα αριθμητικά αποτελέσματα που περιλαμβάνονται στους πίνακες που παρουσιάστηκαν παραπάνω, προκύπτει ότι η απόδοση αυτή, χωρίς να είναι η πλέον ελκυστική, δεν είναι απορριπτέα. Μάλιστα, εφόσον ληφθεί υπόψη ότι ένα μεγάλο μέρος της επένδυσης μπορεί να επιχορηγηθεί, τότε η απόδοση αυτή μπορεί να θεωρηθεί αρκετά ικανοποιητική. Επιπλέον, δεδομένου ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια έχει εξασφαλισμένη αγορά σε σταθερές τιμές και για αρκετά χρόνια, τότε ο επιχειρηματικός κίνδυνος είναι σημαντικά μειωμένος. Ένας σχετικός κίνδυνος που θα μπορούσε να υπάρξει είναι να μειωθεί η διαθέσιμη ποσότητα νερού για την παραγωγή ενέργειας. Όμως, καθώς το νεκρό σημείο (BEP) της μονάδας είναι αρκετά χαμηλά (κάτω από 50 %) αυτή η περίπτωση θα πρέπει να είναι πολύ έντονη και να διαρκέσει μεγάλο χρονικό διάστημα για δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα.

Τέλος, παράλληλα με την αξιολόγηση της μονάδας βάσει οικονομικών κριτηρίων, δεν θα πρέπει να παραβλεφθούν και τα λοιπά κοινωνικοοικονομικά οφέλη που προκύπτουν από τη λειτουργία τέτοιων μονάδων. Τα υδροηλεκτρικά έργα θεωρούνται ως έργα εθνικής σημασίας λόγω της μεγάλης τους αξίας και της συμβολής τους στην εθνική οικονομία. Έτσι, ακόμα και τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα, μπορούν να θεωρηθούν ως έργα πολλαπλής χρήσης και ωφελιμότητας καθώς συμβάλλουν στην ανάπτυξη της χώρας προσφέροντας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην πιο καθαρή μορφή, οδικές επικοινωνίες σε απομακρυσμένες και υποβαθμισμένες περιοχές, δημιουργία τοπικά θέσεων εργασίας τόσο κατά την κατασκευή όσο και κατά τη λειτουργία τους, ανάπτυξη και ενίσχυση των ελληνικών τεχνικών εταιρειών και αναβάθμιση του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων της περιοχής. Επίσης, λόγω της συνεχώς αυξανόμενης ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια, που σήμερα υπερβαίνει το 4 % ετησίως, η ΔΕΗ αναγκάζεται να προχωρεί στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας από άλλες χώρες για την κάλυψη των αναγκών της. Η παραγωγή κατά συνέπεια των περίπου 14 GWh ετησίως θα συμβάλλει κατά ένα, έστω μικρό, μέρος στην κάλυψη του ενεργειακού ελλείμματος ή στην μείωση του εισαγόμενου καυσίμου (πετρέλαιο) από το οποίο σήμερα παράγονται χιλιάδες GWh ετησίως. Τα παραπάνω σε συνδυασμό με το γεγονός ότι αυτού του είδους τα έργα έχουν ιδιαίτερα μεγάλη διάρκεια ζωής (τουλάχιστον διπλάσια από τα 10 έτη που λήφθηκαν υπόψη στην παρούσα ανάλυση) τα κάνουν ακόμα πιο ελκυστικά.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Icar - Δήλος, 'Η Αγορά Ενέργειας στην Ελλάδα - Δυναμική και Προοπτικές', 2001.
2. E. S. Cassedy, 'Prospects for Sustainable Energy : A Critical Assessment', Cambridge University Press, 2000.
3. E. S. Cassedy, P. Z. Grossman, 'Introduction to Energy : Resources, Technology and Society', Cambridge University Press, 1998.
4. J. Goldemberg, 'Energy, Environment and Development', Earthscan Publications, 1999.
5. Fraenkel P., 'Flowing too slowly - Performance and potential of small hydro-power', Renewable Energy World, Vol. 2, No. 2, 1999.
6. N. Nakicenovic, A. Gruebler, A. McDonald, 'Global Energy Perspectives', International Institute for Applied Systems Analysis, World Energy Council, 1998.
7. R. Hill, P. O' Keefe, C. Snape, 'The Future of Energy Use', Earthscan Publications, 1996.
8. Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, 'Μεθοδολογία για το Σχεδιασμό των Υδροηλεκτρικών Έργων', ΔΕΗ - Διεύθυνση Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων, 2000.
9. Ν. Α. Αθανασιάδης, 'Υδροδυναμικές Μηχανές - Γενικές Αρχές - Αντλίες', Ε.Μ.Π., 1985.
10. Δ. Ε. Παπαντώνης, 'Υδροδυναμικές Μηχανές : Αντλίες - Υδροστρόβιλοι', Συμείων, 1994.
11. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, 'Το Πλαίσιο των Ενεργειακών Επενδύσεων', URL:www.rae.gr, 22.11.2000.
12. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, 'Τιμολογία Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας από Συμπαράγωγη και ΑΠΕ και Χρέωση Ισχύος στο Ηλεκτρικό Δίκτυο', URL:www.rae.gr, 11.09.2001.
13. Καρυδογιάννης Η., 'Θεσμικό Πλαίσιο Προώθησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Συμπαράγωγής στην Ελλάδα', Τεχνικά Χρονικά, Νο 2/97, 1997.
14. Ν.2244/94, 'Ρύθμιση Θεμάτων Ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από Συμβατικά Καύσιμα και άλλες διατάξεις', Τεύχος ΦΕΚ Α' 168/07-10-94.
15. Ν.2773/98, 'Απελευθέρωση της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας - Ρύθμιση Θεμάτων Ενεργειακής Πολιτικής και άλλες διατάξεις', Τεύχος ΦΕΚ Α' 286/22-12-99.
16. Σ. Κ. Καρβούνης, 'Οικονομοτεχνικές Μελέτες : Υποδείγματα Μελετών, Μελέτες Περιπτώσεων, Προβλήματα και Ασκήσεις', Εκδόσεις Σταμούλη, 2000.
17. Σ. Κ. Καρβούνης, 'Οικονομοτεχνικές Μελέτες : Μεθοδολογία, Τεχνικές Θεωρία', Εκδόσεις Σταμούλη, 2000.
18. J. F. Weston, E. F. Brigham, 'Βασικές Αρχές της Χρηματοοικονομικής Διαχείρισης και Πολιτικής', Εκδόσεις Παπαζήση, 1986.
19. W. F. Samuelson, Marks S.G., 'Managerial Economics', The Dryden Press, 1999.
20. C. E. Bullinger, 'Engineering Economy', McGraw-Hill Co. Inc., Third Edition.