

Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΙΚΡΟΥ
ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ**



Μοσχοβίτης Ανδρέας

Επιβλέπων:
Κατσιγιαννης Ιωάννης

ΧΑΝΙΑ 2012

Όνοματεπώνυμο: Μοσχοβίτης Ανδρέας

Τίτλος: Οικονομοτεχνική Μελέτη Μικρού Υδροηλεκτρικού Έργου

Title: Techno-economic Analysis of a Small Hydroelectric Plant

Εξεταστική επιτροπή: Κατσίγιαννης Ιωάννης (επιβλέπων)
Καραπιδάκης Εμμανουήλ
Τσικαλάκης Αντώνιος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Κύριο Κατσίγιανη Ιωάννη για τη καθοδήγηση την εμπιστοσύνη και την υπομονή του.

Μοσχοβίτης Ανδρέας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στην οικονομοτεχνική ανάλυση του μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού Σμοκόβου. Αξιολογείται η οικονομική απόδοση των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών και διερευνάται η οικονομική αποδοτικότητα μιας πραγματικής περίπτωσης στο μικρό υδροηλεκτρικό σταθμό Σμοκόβου. Τέλος διαπιστώνεται αν οι επενδύσεις τέτοιου μεγέθους είναι ελκυστικές και με ποιους τρόπους. Η εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ενεργειακή κατάσταση στην Ελλάδα και συγκεκριμένα ο ρόλος της υδροηλεκτρικής ενέργειας στον ενεργειακό χάρτη της χώρας μας καθώς και τα οφέλη των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται το πώς σχεδιάζονται οι μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί, οι ταμιευτήρες, τα φράγματα καθώς και οι εγκαταστάσεις παραγωγής. Επίσης παρουσιάζεται η λειτουργία του υδροηλεκτρικού σταθμού Σμοκόβου. Στο τρίτο και τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η οικονομική μελέτη του έργου. Αναλυτικότερα, παρουσιάζονται τα κόστη μέλετης και λειτουργίας του υδροηλεκτρικού σταθμού, οι πηγές χρηματοδότησης, ο υπολογισμός εσόδων και εξόδων, καθώς και όλα τα απαραίτητα οικονομικά στοιχεία για τη κατανόηση της μέλετης κατασκευής και λειτουργίας του υδροηλεκτρικού σταθμού. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται τα βασικά συμπεράσματα της εργασίας.

ABSTRACT

This thesis presents the feasibility analysis of a small hydroelectric plant in Smokovo. It evaluates the economic performance of small hydropower stations and investigates the economic efficiency of a real case of the small hydroelectric plant in Smokovo. At the end, it is determined whether such types of investments are attractive. The work consists of five chapters. The first chapter represents the energy situation in Greece and particularly the role of hydropower in the energy map of our country and the benefits of small hydropower stations. The second chapter describes how small hydropower plants, reservoirs, dams and production facilities are designed. Moreover, it shows the operation of the hydroelectric station in Smokovo. The third and fourth chapter present the economic analysis of the project. More specifically, the feasibility study costs and operating costs of the hydroelectric power plant are evaluated, as well as the sources of financing, the income and expenses calculation, and all the necessary financial information for the understanding of the design and operation of hydroelectric station. Finally, the fifth chapter presents the basic conclusions of this thesis.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

<i>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</i>	<i>7</i>
<i>ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....</i>	<i>8</i>
<i>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....</i>	<i>11</i>
<i>ΕΛΛΑΔΑ -ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....</i>	<i>13</i>
<i>ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ.....</i>	<i>15</i>
<i>ΟΦΕΛΗ ΤΩΝ ΥΗΣ</i>	<i>19</i>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

<i>ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....</i>	<i>21</i>
<i>ΕΙΔΗ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ.....</i>	<i>22</i>
<i>Σταθμοί φυσικής ροής</i>	<i>22</i>
<i>Σταθμοί δεξαμενής</i>	<i>23</i>
<i>Υδραντλητικοί σταθμοί</i>	<i>24</i>
<i>ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΥΗΣ</i>	<i>26</i>
<i>Υπολογισμός της ισχύος ενός μικρού ΥΗΣ.....</i>	<i>26</i>
<i>Σχεδιασμός ενός ΥΗΣ</i>	<i>27</i>
<i>Τεχνητή λίμνη –φράγμα</i>	<i>27</i>
<i>Εγκαταστάσεις παραγωγής.....</i>	<i>30</i>
<i>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΥΗΣ ΣΜΟΚΟΒΟΥ</i>	<i>34</i>
<i>Εκτίμηση μηνιαίων εισροών ταμιευτήρα</i>	<i>36</i>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	37
<i>Παράγοντες που εξετάζονται στην εκτίμηση μιας μελέτης.....</i>	<i>38</i>
Η έννοια της μελέτης	38
Επιλογή και εκτίμηση μελέτης στη βιομηχανία της ενέργειας...38	
Ανάπτυξη μελέτης	39
1. Φάση προ-επένδυσης.....	40
1.1 Τεχνικοοικονομική μελέτη.....	40
1.2 Η αποτίμηση της μελέτης.....	41
1.3 Χαρακτηριστική περίληψη μιας μελέτης Σκοπιμότητας.....	42
2. Φάση επένδυσης.....	45
3. Φάση λειτουργίας	46
4. Εκτίμηση μετά-λειτουργίας	47
Η χρονική αξία του χρήματος.....	48
Ο ρόλος του πληθωρισμού στις χρηματικές ροές	52
Η επιλογή του προεξοφλητικού επιτοκίου.....	55
Τι εκφράζει το προεξοφλητικό επιτόκιο.....	55
Η σημασία του προεξοφλητικού επιτοκίου.....	55

Νόμος 3468/2006 Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	57
---------------------------------------------------------------------------------------	----

Χρηματική Εκτίμηση Μελέτης-Μέθοδοι αξιολόγησης επενδύσεων.....	61
Χρηματικό κόστος μελέτης	61
Χρηματικά έσοδα μελέτης.....	62
Ισολογισμός.....	63
Ίδια Κεφάλαια.....	63
Υποχρεώσεις	64

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ ΤΟΥ ΜΥΗΣ ΣΜΟΚΟΒΟΥ.....	65
---------------------------------------------------------------------	----

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΜΥΗΣ	65
Δάνειο.....	66
Υπολογισμό εσόδων.....	72
Υπολογισμός εξόδων.....	75
Ταμειακή ροή.....	79
Η λύση ελάχιστου κόστους.....	81
Μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ ή NPV).....	82
Ο συντελεστής εσωτερικής αποδοτικότητας (INTERNAL RATE OF RETURN).....	87
Η μέθοδος του δείκτη κόστους /ωφέλειας (COST BENEFIT RATIO).....	91
Η μέθοδος του αριθμού των περιόδων ανάκτησης του επενδύομένου κεφαλαίου (PAYBACK PERIOD).....	93

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ94

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ96

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται στην οικονομική ανάλυση και αξιολόγηση του μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού Σμοκόβου. 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 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, η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης, ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR) αυτής, κλπ. Η εργασία υλοποιήθηκε χρησιμοποιώντας δεδομένα που αναφέρονται στο έτος 2006.

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα τελευταία χρόνια γίνεται όλο και περισσότερο κοινή συνείδηση η ανάγκη αποδοτικότερης χρησιμοποίησης των πηγών ενέργειας γενικά, ειδικότερα δε η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη αξιοποίηση των «Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας». Ο όρος «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» αναφέρεται κυρίως στις ακόλουθες :

- Την αιολική ενέργεια
- Την ηλιακή ενέργεια
- Τα μικρά υδροηλεκτρικά
- Τις κυψέλες καυσίμου
- Την ενέργεια των θαλασσίων κυμάτων
- Τη γεωθερμική ενέργεια
- Την ενέργεια της βιομάζας

Η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη αξιοποίηση των «Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας» επιβάλλεται όχι μόνο από το πεπερασμένο των συμβατικών μη «Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας» αλλά και από την ανάγκη περιορισμού των δυσμενών επιπτώσεων από την χρήση τους στο περιβάλλον. Για την επίτευξη των σκοπών αυτών απαιτείται η ανάπτυξη μιας σειράς νέων τεχνικών, οι οποίες αξιοποιούν τις υφιστάμενες τεχνολογίες ή οδηγούν στην ανάπτυξη νέων.

Η παγκόσμια συνεισφορά κάθε πηγής φαίνεται παρακάτω σε έναν προσεγγιστικό πίνακα:

Ορυκτά καύσιμα	83%
Πυρηνική ενέργεια	5,5%
Γεωθερμική ενέργεια	0,1%
Υδάτινο δυναμικό	5,9%
Ηλιακή ενέργεια	1,9%
Αιολική ενέργεια	0,2%
Βιομάζα	3,4%

Πίνακας 1

Κατά τα τελευταία 40 χρόνια οι τεχνολογικά αναπτυγμένες χώρες καταβάλλουν προσπάθειες προσαρμογής προς τα νέα αυτά δεδομένα , με τη λήψη κατάλληλων νομοθετικών έργων και ενημέρωση των πολιτών, καθώς και την ανάπτυξη της τεχνολογίας των ΑΠΕ κατά τέτοιο τρόπο ώστε το κόστος τους να είναι συγκρίσιμο με αυτό των συμβατικών πηγών ενέργειας.

Στα πλαίσια αυτών των προσπαθειών , και λόγω των κλιματικών αλλαγών, υπογράφηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο στη διάσκεψη του Ρίο του 1992 από 154 χώρες και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η Ελλάδα κύρωσε τη σύμβαση αυτή , κάνοντάς τη νόμο του κράτους τον Απρίλιο του 1994.Κεντρικός άξονας του πρωτοκόλλου του Κιότο είναι οι νομικά κατοχυρωμένες δεσμεύσεις των βιομηχανικά ανεπτυγμένων κρατών να μειώσουν τις εκπομπές αερίων ρύπων , που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου ,τη περίοδο 2008 με 2012 σε ποσοστό 5,2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.Το Πρωτόκολλο προβλέπει επίσης αναλυτικό καταμερισμό

των ευθυνών ανά χώρα . Ο στόχος της ΕΕ είναι η μείωση κατά 8% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2012. Πρακτικά για να αποκτήσει ουσιαστική ισχύ ,το Πρωτόκολλο θα έπρεπε να επικυρωθεί τουλάχιστο από τις ΗΠΑ, στις οποίες αντιστοιχεί το 30% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως.

Σύμφωνα με την οδηγία 2001/77/ΕΚ ("Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας") η Ελλάδα έχει στόχο κάλυψης από ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές(συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων) 20,1% σε ποσοστό της εγχώριας ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας κατά το έτος 2010. Ο στόχος αυτός είναι συμβατός με τις διεθνείς δεσμεύσεις της χώρας που απορρέουν από το πρωτόκολλο του Κιότο που υπογράφηκε το Δεκέμβριο του 1997 στη σύμβαση πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος. Το πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπει για την Ελλάδα συγκράτηση του ποσοστού αύξησης κατά την περίοδο 2008-2012 του CO₂ και άλλων αερίων που επιτείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 25%, σε σχέση με το έτος βάση 1990.

Συγκεκριμένα ο στόχος για την Ελλάδα είναι το 18% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας να προέρχεται από ΑΠΕ. Αυτό σημαίνει ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ εκτιμάται ότι θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 30-35% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η κυριότερη πηγή καυσίμου στην Ελλάδα είναι ο εγχώριος λιγνίτης μικρής θερμογόνου δύναμης (70 εκατ. τόνοι), ενώ στα νησιωτικά συστήματα, τα οποία δε συνδέονται με την ηπειρωτική χώρα, κυρίως το πετρέλαιο για την κίνηση ηλεκτροπαραγωγικών εγκαταστάσεων. Ακόμη άλλες πηγές ενέργειας είναι το φυσικό αέριο προερχόμενο από εισαγωγές από τη Ρωσία και την Αλγερία, καθώς και σε μικρότερα ποσοστά η αιολική ενέργεια, τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα, η βιομάζα, φωτοβολταϊκά και γενικότερα οι ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Από τις παραπάνω η αιολική ενέργεια είναι σήμερα η ευρύτερα αξιοποιούμενη και η μόνη με την οποία παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια σε τιμές συγκρίσιμες με των συμβατικών πηγών και σε μεγάλες σχετικά ισχύεις.

Η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται με κόστος συγκρίσιμο με των συμβατικών πηγών μόνο για τη θέρμανση νερού με τους ηλιακούς θερμοσίφωνες. Για τη παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω φωτοβολταϊκών στοιχείων, το κόστος της ενέργειας παραμένει σήμερα πολύ υψηλότερο από των συμβατικών πηγών, λόγω κυρίως του υψηλού κόστους των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Οποσδήποτε για την ηλεκτροδότηση εγκαταστάσεων μικρής σχετικά ισχύος, σε απομονωμένες περιοχές, η χρησιμοποίηση φωτοβολταϊκών γεννητριών σε συνδυασμό με συσσωρευτές αποτελεί μια τεχνικοοικονομικά ενδεικνυόμενη λύση.

Όσο αφορά την αποδοτικότητα των μικρών υδροηλεκτρικών (συνήθως μέχρι 10MW) συναρτάται άμεσα με τις υπάρχουσες εδαφό – υδρολογικές συνθήκες. Η συμβολή τους στις ενεργειακές ανάγκες μιας περιοχής μπορεί να είναι σημαντική, οποσδήποτε όμως σε εθνικό επίπεδο παραμένει περιορισμένη. Σχετικά με τις υπόλοιπες μορφές ΑΠΕ η αξιοποίησή τους είναι περιορισμένη και η εμπορική εφαρμογή τους δεν έχει ακόμη προχωρήσει.

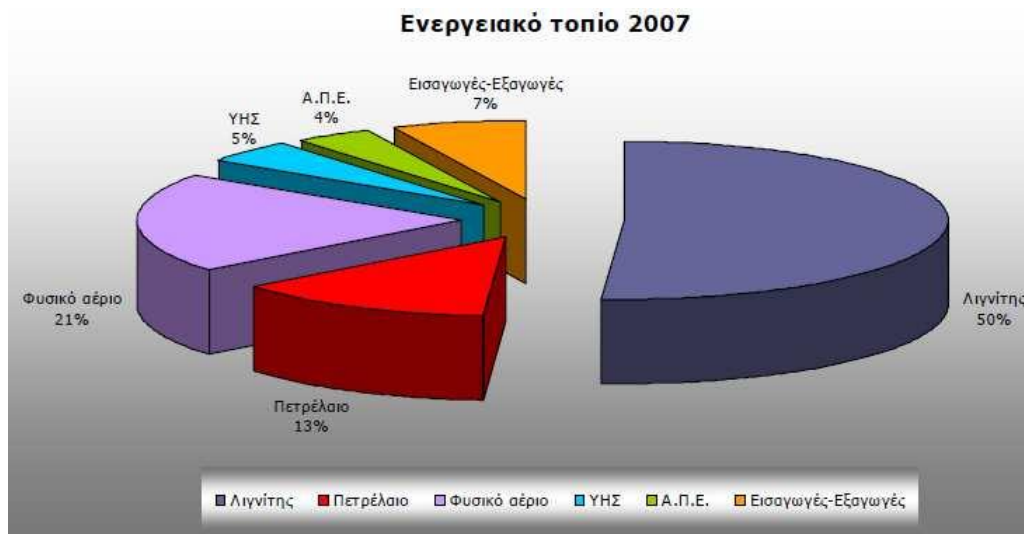
Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε με την υδροηλεκτρική ενέργεια. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη και αποκεντρωμένη πηγή ενέργειας που παράγεται από τη μετακίνηση του γλυκού νερού από τους ποταμούς και τις λίμνες. Η δυναμική ενέργεια, λόγω βαρύτητας, αναγκάζει το νερό να διατηρεί μία καθοδική ροή. Αυτή η προς τα κάτω κίνηση του ύδατος περιέχει την κινητική ενέργεια, η οποία μπορεί να μετατραπεί σε μηχανική ενέργεια, και έπειτα από τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική στους σταθμούς υδροηλεκτρικής παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος.

ΕΛΛΑΔΑ-ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Στην Ελλάδα, σε αρκετά σημεία, υπάρχουν κάποιες παραδοσιακές, αλλά και σύγχρονες εγκαταστάσεις μικρών υδροηλεκτρικών έργων οι οποίες αξιοποιούν την ενέργεια του νερού για την παραγωγή μηχανικού έργου, αλλά κυρίως πλέον για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Το μέχρι σήμερα αναξιοποίητο υδροηλεκτρικό δυναμικό της ηπειρωτικής κυρίως Ελλάδος, θα μπορούσε να καλύψει σημαντικό ποσοστό της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Μια από τις αναξιοποίητες πλουτοπαραγωγικές πηγές της Ηπείρου αποτελεί το τεράστιο υδάτινο δυναμικό το οποίο σύμφωνα με συντηρητικές εκτιμήσεις φαίνεται να πλησιάζει το 30% του συνολικού “φρέσκου” νερού της Ελλάδας. Όλοι οι ποταμοί της Ηπείρου έχουν τις πηγές τους στην οροσειρά της Πίνδου. Η οροσειρά της Πίνδου έχει σημαντικές βροχοπτώσεις και εδαφολογία τέτοια ώστε να μπορούμε να εκμεταλλευτούμε το υδάτινο δυναμικό από μεγάλες υψομετρικές διαφορές, ενώ από την άλλη πλευρά το έδαφος της οροσειράς είναι τέτοιο που ευνοεί τη δημιουργία τεχνητών λιμνών και δεξαμενών ύδατος.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται το ενεργειακό ισοζύγιο στην Ελλάδα το έτος 2007, όπου παρατηρούμε ότι μόλις το 5% της συνολικής ενέργειας προέρχεται από ΥΗΣ.



Σχήμα 1

Η πρόσφατη νομοθεσία που αφορά την δυνατότητα του ιδιωτικού τομέα να παράγει ηλεκτρική ενέργεια, αναμένεται να ενισχύσει σημαντικά το ενδιαφέρον επενδυτών στον τομέα των Α.Π.Ε. Πολλές Κοινότητες αλλά και ιδιώτες έχουν εκφράσει το ενδιαφέρον τους για την κατασκευή και εκμετάλλευση μικρών υδροηλεκτρικών εργοστασίων. Επιπρόσθετα, συνήθως τέτοιες επενδύσεις επιχορηγούνται και συγχρηματοδοτούνται από το Ελληνικό Κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Για τον μικρό υδροηλεκτρικό σταθμό Σμοκόβου, ο οποίος αποτελεί το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, το ποσοστό της επιδότησης (Γ΄ Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης 2000-2006) από την Ευρωπαϊκή Ένωση ανήλθε στο 40% του κόστους, δηλαδή σε 2669992,8€.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι στόχοι και οι προοπτικές της Ελλάδας στον τομέα των Α.Π.Ε έως το έτος 2020, σύμφωνα με τη ΡΑΕ, όπου παρατηρούμε ότι η συμμετοχή των ΑΠΕ στην συνολική κατανάλωση θα πρέπει να αυξηθεί σε 33,2% σε σύγκριση με το έτος 2007 που το ποσοστό συμμετοχής τους είναι μόλις 7%.

ΑΠΕ	Εγκατεστημένη Ισχύς Δεκ. 2007 (MW)	Πιθανή Κατανομή Απαιτούμενης Ισχύος Ιαν. 2020 (MW)	Παραγωγή Ηλ. Ενέργειας ΑΠΕ το 2007 (GWh)	Εκτιμώμενη Παραγωγή Ηλ. Ενέργειας ΑΠΕ το 2020 (GWh)	Συμμετοχή ΑΠΕ το 2007 (%)	Συμμετοχή ΑΠΕ το 2020 (%)
Τεχνολογία	1034,9	10630	2254	22588	3,7%	28,2%
Διασυνδεδεμένο	819	8350	1712	16937	2,8%	21,2%
Αιολικά	644	7500	1333	15111	2,2%	18,9%
Μικρά Υδροηλ/κά	138	300	223	710	0,4%	0,9%
Βιομάζα	37	150	156	591	0,3%	0,7%
Φωτοβολταϊκά	0	400	0	526	0,0%	0,7%
Νησιά (Διασίνα και μη)	216	2280	542	5650	0,9%	7,1%
Αιολικά	215	2000	541	4555	0,9%	5,7%
Γεωθερμία	0	130	0	911	0,0%	1,1%
Φωτοβολταϊκά	1	150	1	184	0,0%	0,2%
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά	3060	3500	2021	4003	3,3%	5,0%
Σύνολα	4095	14130	4274	26591	7,0%	33,2%
		2007	2020			
Συνολική κατανάλωση (GWh)		60789	80000			
Ενέργεια ΑΠΕ (GWh)		4274	26591			
Συμμετοχή ΑΠΕ στη συνολική κατανάλωση		7,0%	33,2%			

Πίνακας 2

ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΥΗΣ

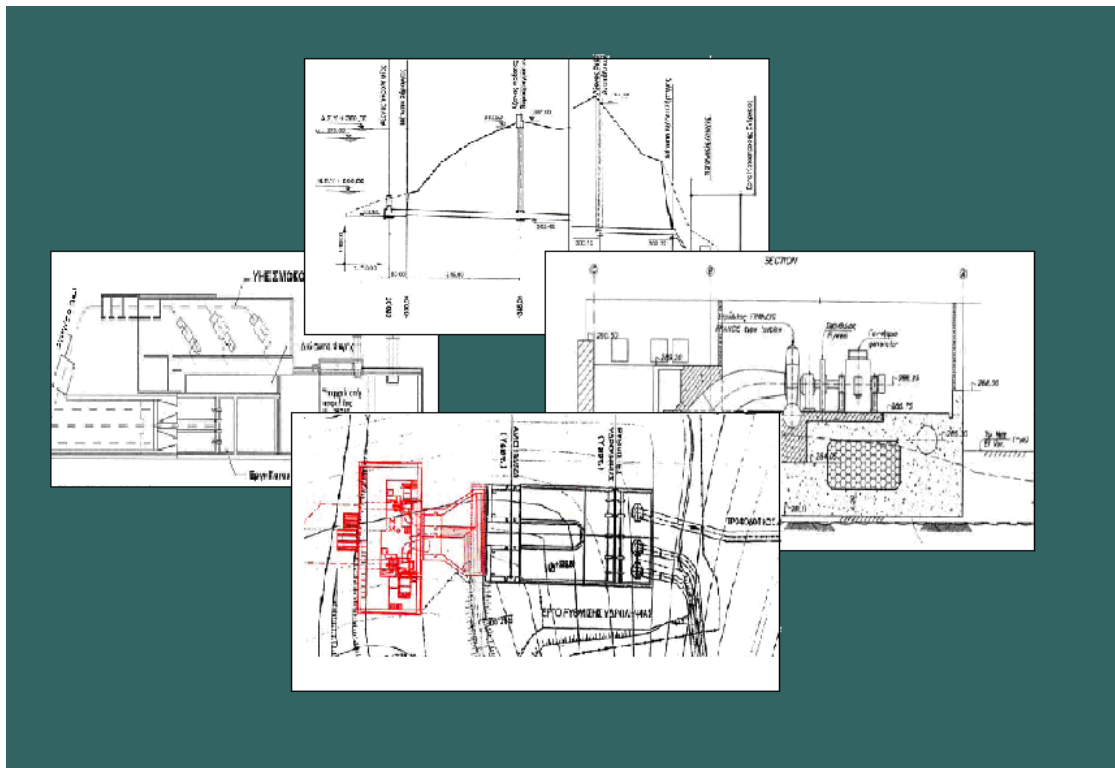
Τα υδροηλεκτρικά έργα παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης – απόζευξης στο δίκτυο, ή η αυτόνομη λειτουργία τους, η αξιοπιστία τους, η παραγωγή ενέργειας αρίστης ποιότητας χωρίς διακυμάνσεις, η άριστη διαχρονική συμπεριφορά τους, η μεγάλη διάρκεια ζωής, ο προβλέψιμος χρόνος απόσβεσης των αναγκών επενδύσεων που οφείλεται στο πολύ χαμηλό κόστος συντήρησης και λειτουργίας και στην ανυπαρξία κόστους πρώτης ύλης. Επίσης, η φιλικότητα προς το περιβάλλον με τις μηδενικές εκπομπές ρύπων και τις περιορισμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η ταυτόχρονη ικανοποίηση και άλλων αναγκών χρήσης νερού (ύδρευσης, άρδευσης, κλπ.), η δυνατότητα παρεμβολής τους σε υπάρχουσες υδραυλικές εγκαταστάσεις, κ.α. Συγκεκριμένα, η λειτουργία του υδροηλεκτρικού σταθμού Σμοκόβου συμβάλλει στην αποφυγή εκπομπής ρύπων CO₂ κατά 10.700 tn ετησίως. Επίσης, θα έχουμε ετήσια εξοικονόμηση 1000 tn SO₂ και 700 tn NO_x. Ο σταθμός λειτουργεί κυρίως κατά την αρδευτική περίοδο.

Πρέπει να σημειωθεί εδώ, ότι ενώ η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται τη στιγμή που απαιτείται από τους καταναλωτές, το νερό το οποίο αποταμιεύεται σε ταμιευτήρες για μελλοντική χρήση για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων, σαν απόθεμα νερού, εμπλουτισμό λιμνών, αθλητικά γεγονότα, τουρισμό κ.λ.π. Το νερό μπορεί να αποθηκευτεί σε μια λίμνη και να απελευθερωθεί όποτε απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, όταν οι άνθρωποι χρησιμοποιούν λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια, μπορούν να μειώσουν την παραγωγή ενέργειας. Κατόπιν, κατά τη διάρκεια της ημέρας, όταν χρειαζόμαστε περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια, το εργοστάσιο μπορεί να δώσει και πάλι μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας

Εξ' ορισμού, ένας υδροηλεκτρικός σταθμός αποτελεί ένα έργο απόλυτα συμβατό με το περιβάλλον, που μπορεί να συμβάλει ακόμη και στη δημιουργία νέων υδροβιοτόπων μικρής κλίμακας. Το σύνολο των επί μέρους

συνιστωσών του έργου μπορεί να ενταχθεί αισθητικά και λειτουργικά στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας τα τοπικά υλικά με παραδοσιακό τρόπο και αναβαθμίζοντας το γύρω χώρο. Άλλωστε το κύριο κριτήριο για την κατασκευή ή όχι ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου δεν είναι μόνο η δυνατότητα παραγωγής φτηνής και καθαρής για το περιβάλλον ενέργειας, αλλά η σωστότερη, οικολογική επέμβαση στη φύση για διατήρηση της φύσης της περιοχής και τη σωστή περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ



ΕΙΔΗ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ

Ανάλογα με την υψομετρική διαφορά του νερού που διεργάζονται οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί (ΥΗΣ) διακρίνονται σε σταθμούς χαμηλής (<20m), μέσης(20-100m) και υψηλής πίεσης (>100m).

Ανάλογα με το αν το νερό προέρχεται από τη συνεχή ροή ενός ποταμού ή από μια δεξαμενή οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί χαρακτηρίζονται ως σταθμοί φυσικής ροής ή σταθμοί δεξαμενής . Στους σταθμούς δεξαμενής κατατάσσονται και οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί.

Σταθμοί φυσικής ροής

Σταθμοί φυσικής ροής εγκαθίστανται σε ποτάμια με μεγάλη παροχή σ' όλες τις εποχές του έτους. Αποτελούνται από μια ή περισσότερες υδροηλεκτρικές μονάδες.

Ο ποταμός προς εκμετάλλευση φράζεται και το νερό διοχετεύεται ελεγχόμενα, με αγωγούς μέσα σε στροβίλους KAPLAN ή FRANCIS . Λόγω του φράγματος υπάρχει υψομετρική διαφορά μεταξύ της στάθμης προσαγωγής και της στάθμης φυγής του νερού. Για να διευκολυνθεί η διέλευση των ψαριών και ενδεχόμενα ναυσιπλοΐας υπάρχουν συνήθως ιχθυόσκαλες ή κανάλια παράκαμψης. Δηλαδή δεν καταλαμβάνεται όλος ο ποταμός από τον ΥΗΣ. Αν η διαμόρφωση του ποταμού δεν επιτρέπει την κατασκευή εργοστασίου μέσα στον ποταμό τότε ανοίγεται ένα παράλληλο κανάλι και τοποθετείται εκεί ο ΥΗΣ. Σε ποτάμια όπου το επιτρέπει η κλίση του εδάφους μπορεί να κατασκευαστεί μια αλυσίδα από ΥΗΣ φυσικής ροής.

Ο βαθμός απόδοσης των ΥΗΣ φυσικής ροής κυμαίνεται από 80-92%. Η εκκίνηση και η ρύθμιση ισχύος δεν παρουσιάζει κανένα πρόβλημα .Πολλοί ΥΗΣ φυσικής ροής μπορούν να αποδώσουν την ονομαστική τους ισχύ μέσα σ' ένα λεπτό. Χρησιμοποιούνται κυρίως ως εργοστάσια βάσης .

Σταθμοί δεξαμενής

ΥΗΣ δεξαμενής εγκαθίστανται σε ποτάμια που δεν έχουν μεγάλη εγγυημένη παροχή σ' όλη τη διάρκεια του έτους. Τότε, εκεί που η μορφολογία του εδάφους το επιτρέπει δημιουργείται μια τεχνητή λίμνη (ταμιευτήρας) με την κατασκευή ενός φράγματος. Το νερό μεταφέρεται με αγωγούς (καταθλιπτικούς σωλήνες) από το κάτω μέρος της δεξαμενής στον ΗΥΣ.

Μετά τον σταθμό το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αρδεύσεις. Μάλιστα μπορεί να υπάρχει και στην έξοδο του εργοστασίου μια μικρή δεξαμενή έτσι ώστε να μπορεί να ρυθμιστεί καλύτερα η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται για άρδευση. Επίσης, πρέπει να προβλεφθεί και ένα τούνελ κάμψης, έτσι ώστε όταν χρειαστεί να διακοπεί η παροχή νερού στον ΥΗΣ, να παρέχεται νερό για αρδεύσεις μέσω τούνελ παράκαμψης. Επίσης, χρειάζεται πρόβλεψη για ελεγχόμενη υπερχείλιση της δεξαμενής για την περίπτωση που οι εισροές είναι μεγαλύτερες από τις εκροές. Σε ποτάμια όπου το επιτρέπει η μορφολογία του εδάφους μπορεί να κατασκευαστεί μια αλυσίδα από ΥΗΣ δεξαμενής. Τότε οι εκροές της δεξαμενής του ενός ΥΗΣ θα αποτελούν τις εισροές στη δεξαμενή του κατάντη ΥΗΣ και θα πρέπει να γίνει συντονισμός της λειτουργίας τους.

Στους καταθλιπτικούς σωλήνες που οδηγούν το νερό από τη δεξαμενή στον ΥΗΣ υπάρχουν συνήθως δύο αποφρακτικά όργανα. Το ένα είναι στο φράγμα στο σημείο του νερού στους σωλήνες. Αυτό χρησιμεύει όταν θέλουμε να σταματήσουμε την εκροή νερού και να εκτελέσουμε διάφορες εργασίες στους καταθλιπτικούς σωλήνες. Το άλλο αποφρακτικό όργανο χρησιμοποιείται για να διακοπεί η εισροή νερού στο στρόβιλο κα χρειάζεται γιατί εκτός των άλλων ένας καταθλιπτικός σωλήνας ίσως τροφοδοτεί δύο ή περισσότερους στρόβιλους.

Η ρύθμιση ισχύος στους ΗΥΣ δεξαμενής γίνεται γρήγορα και χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα όχι όμως τόσο γρήγορα όσο στους ΗΥΣ φυσικής ροής. Αυτό γιατί σε απότομες αλλαγές ισχύος δημιουργούνται κρουστικά κύματα στις σωληνώσεις (υδραυλικό πλήγμα) που μπορούν να τις καταστρέψουν . Γι'

αυτό όταν το μήκος των καταθλιπτικών σωλήνων είναι μεγάλο χρησιμοποιείται μια δεξαμενή απόσβεσης.

Ο βαθμό απόσβεσης των ΥΗΣ δεξαμενής κυμαίνεται συνήθως από 0,75 ως 0,92 και υπολογίζεται από το γινόμενο του βαθμού απόδοσης των αγωγών του στροβίλου και της γεννήτριας

Η σειρά ένταξης των ΥΗΣ για την κάλυψη του φορτίου εξαρτάται από την υδραυλικότητα του έτους. Σε περιόδους ξηρασίας χρησιμοποιούνται ως εργοστάσια αιχμής ενώ σε περιόδους με πολλές βροχές και πολλές εισροές στη δεξαμενή χρησιμοποιούνται ακόμα και ως εργοστάσια βάσης.

Υδραντλητικοί σταθμοί

Οι υδραντλητικοί σταθμοί αποτελούνται από δύο δεξαμενές τη δεξαμενή κάτω στάθμης και τη δεξαμενή άνω στάθμης, μια αντλία ένα στρόβιλο και μια γεννήτρια. Ο στρόβιλος και η αντλία πολλές φορές είναι ενσωματωμένοι σε μια μοναδική υδρομηχανή τον αντλιοστρόβιλο. Ο αντλιοστρόβιλος ανάλογα με τη φορά περιστροφής του , αντλεί νερό ή κινείται από το νερό δηλαδή παίρνει ή δίνει ισχύ στο δίκτυο.

Ο βαθμός απόδοσης του κύκλου άντλησης –παραγωγής που υπολογίζεται ως το γινόμενο των βαθμών απόδοσης της αντλίας και του στροβίλου μπορεί να φτάσει το 75%. Η εκκίνηση και ρύθμιση ισχύος δεν παρουσιάζουν κανένα πρόβλημα. Μπορούν να αποδώσουν την πλήρη ισχύ τους μέσα σε 3-4 min.

Οι υδραντλητικοί σταθμοί χρησιμοποιούνται ως αποθήκες ηλεκτρικής ενέργειας : όταν η ηλεκτρική ζήτηση είναι χαμηλή ,ενέργεια που παράγεται σε σταθμούς βάσης χρησιμοποιείται για την άντληση του νερού από την κάτω δεξαμενή στην πάνω.

Σε περιόδους αιχμής η αποθηκευμένη στις δεξαμενές ενέργεια χρησιμοποιείται για να αντικαταστήσει την παραγωγή από σταθμούς αιχμής.

Έτσι ενώ χάνουμε σε ενέργεια κερδίζουμε σε κόστος αφού το κόστος παραγωγής της kWh από τα εργοστάσια βάσης είναι χαμηλότερο του κόστους παραγωγής των εργοστασίων αιχμής

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΥΗΣ

Υπολογισμός της ισχύος ενός μικρού ΥΗΣ

Η ισχύς που διαθέτει μια μάζα νερού που ρέει από ένα ύψος είναι:

$$P = \rho * Q * g * H$$

P : ισχύς [(Kg m²)/ s³]

ρ : πυκνότητα νερού [kg/m³]

Q : παροχή όγκου νερού [m³/s]

G : επιτάχυνση της βαρύτητας [m/s²]

H : υψομετρική διαφορά [m]

Από την βασική αυτή σχέση προκύπτει ότι για να υπάρχει μια σταθερή ισχύς απαιτείται η παροχή νερού να είναι σταθερή και αυτό συνεπάγεται την ύπαρξη ή κατασκευή ενός φράγματος και την ύπαρξη μιας αναγκαίας στάθμης βροχόπτωσης, συνήθως όχι μικρότερης από 400mm το χρόνο. Με προσεγγιστικά δεδομένα (ακρίβεια 50%) μπορεί να γίνει μια πρώτη εκτίμηση, αλλά για μια πλήρη μελέτη απαιτούνται κλιματολογικά στοιχεία για μια περίοδο ορισμένων χρόνων, καθώς και τα μετεωρολογικά φαινόμενα είναι στοχαστικά.

Η συνολική παραγόμενη ισχύς στην έξοδο του ΥΗΣ δίνεται από τον πολλαπλασιασμό της ισχύος που διαθέτει μια μάζα νερού που ρέει από ένα ύψος επί τον ολικό βαθμό απόδοσης η. Ολικός βαθμός απόδοσης είναι το γινόμενο της απόδοσης των αγωγών (0.93, 0.99, ...), του στροβίλου (0.85, ..., 0.94) και της γεννήτριας (0.95, ..., 0.99). Ο ολικός βαθμός απόδοσης κυμαίνεται συνήθως από 0.75 έως 0.92.

Σχεδιασμός ενός ΥΗΣ

Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια αποτελούνται από τρία μέρη:

1. Τη τεχνητή λίμνη όπου το νερό αποθηκεύεται.
2. Το φράγμα με τις πύλες που μπορούν ν' ανοίξουν και να κλείσουν για να ελέγξουν τη ροή του νερού αλλά και την περίπτωση υπερχείλισης μετά από παρατεταμένες βροχοπτώσεις και τους σωλήνες μεταφοράς του νερού μέχρι το εργοστάσιο.
3. Τις εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (θάλαμος ελέγχου, στρόβιλος, γεννήτρια, γραμμές μεταφοράς παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην κεντρική υπηρεσία, ΔΕΗ στην περίπτωση της Ελλάδας).

Τεχνητή λίμνη -φράγμα

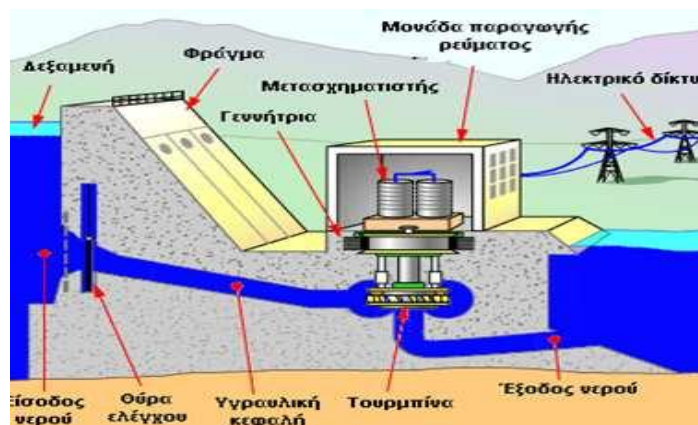
Η αποθήκευση του νερού είναι ένα σημαντικό στοιχείο στο σχεδιασμό. Η ποσότητα του νερού, που χρειάζεται να αποθηκευτεί εξαρτάται από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ισχύ στο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής. Οι ανάγκες αυτές δεν είναι πάντοτε οι ίδιες.

Τα φράγματα κατασκευάζονται σε ποταμούς όπου η έκταση του εδάφους επιτρέπει τη δημιουργία μιας λίμνης ή μιας δεξαμενής. Τα υδροηλεκτρικά φράγματα δουλεύουν με βάση ορισμένες πολύ απλές αρχές. Το νερό με φυσικό τρόπο συγκρατείται σε μια τεχνητή λίμνη. Καθώς το νερό περνά από ένα διάφραγμα, συγκρατείται από αυτό κάθε τι άχρηστο. Το νερό τότε ρέει μέσα από ολισθαίνουσες θύρες (penstocks). Οι ολισθαίνουσες θύρες (υπάρχουν αρκετές, ανάλογα με το μέγεθος του εργοστασίου) κατευθύνουν το νερό στο σημείο όπου είναι ο στρόβιλος. Όταν οι ανάγκες είναι μεγάλες, ανοίγονται περισσότερο οι θύρες του φράγματος, για να επιτρέψουν σε περισσότερο νερό να περάσει από τον υδροστρόβιλο. Ως αποτέλεσμα έχουμε την παραγωγή περισσότερης ισχύος.

Ο ηλεκτρικός φόρτος είναι μεγαλύτερος την ημέρα και σταδιακά μειώνεται το απόγευμα, φθάνοντας στο κατώτατο σημείο τη νύκτα. Η χρήση ηλεκτρικής ισχύος είναι επίσης μεγαλύτερη κατά τον Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο.

Είναι σημαντικό το νερό να πέφτει από μία προκαθορισμένη απόσταση. Αυτή η απόσταση, που ονομάζεται ύψος, καθορίζει τη δυνατότητα εκμεταλλεύσεως του φράγματος.

Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια απαιτούν υψόμετρο (ύψος στάθμης νερού) τουλάχιστον 6 m. Ως υψόμετρο ορίζουμε την απόσταση μεταξύ της ανώτατης στάθμης του νερού και του σημείου, όπου βρίσκεται ο υδροστρόβιλος. Πολλά χαμηλού υψομέτρου φράγματα έχουν υψόμετρο όχι μεγαλύτερο από 30 m. Υπάρχουν ψηλά φράγματα, όπου το υψόμετρο είναι 30 m με 300 m



Σχήμα 2: Πλάγια όψη ΗΥΣ

Η ποσότητα ενέργειας του νερού που πέφτει εξαιτίας βαρυτικών δυνάμεων εξαρτάται από δύο παράγοντες. Πρώτον, όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα (περισσότερο νερό), τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα ενέργειας. Δεύτερον, όσο γρηγορότερα πέφτει το νερό (ταχύτητα), τόσο περισσότερη είναι η ενέργεια. Τα υδροηλεκτρικά φράγματα σχεδιάζονται και κατασκευάζονται έτσι, ώστε να εκμεταλλεύονται στο έπακρον τόσο τη μάζα όσο και την ταχύτητα του υδάτινου όγκου.

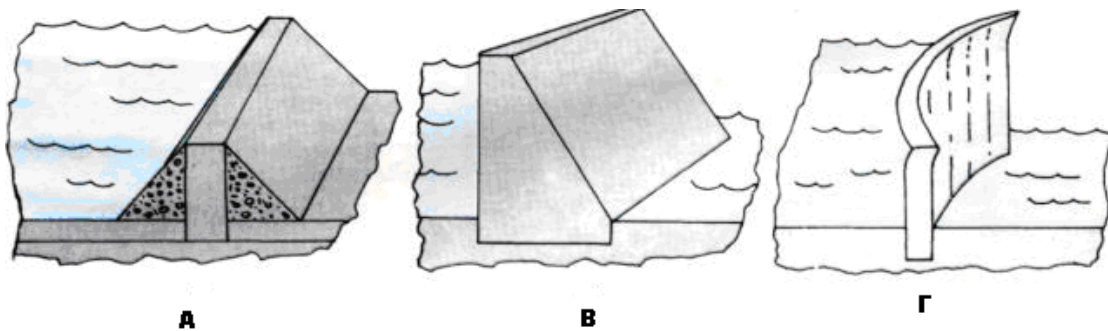
Ανάλογα με τη κατασκευή τους υπάρχουν τρεις τύποι φραγμάτων:

A)Στα φράγματα τύπου Embankment χρησιμοποιείται χώμα ή βράχοι. Είναι τα απλούστερα και τα φθηνότερα.

B) Τα φράγματα από σκυρόδεμα είναι μεγάλα και ακριβά. Συνήθως κατασκευάζονται σε πλατιές κοιλάδες.

Γ)Τα τοξοειδή φράγματα έχουν λεπτό τοίχωμα και είναι κυρτά προς την πλευρά της λίμνης. Δυνάμεις από αποθηκευμένο νερό ασκούνται στο τοίχωμα και στον πυθμένα της δεξαμενής του φράγματος.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται οι τρεις τύποι φραγμάτων:



Σχήμα 3: Τύποι φραγμάτων

Εγκαταστάσεις παραγωγής

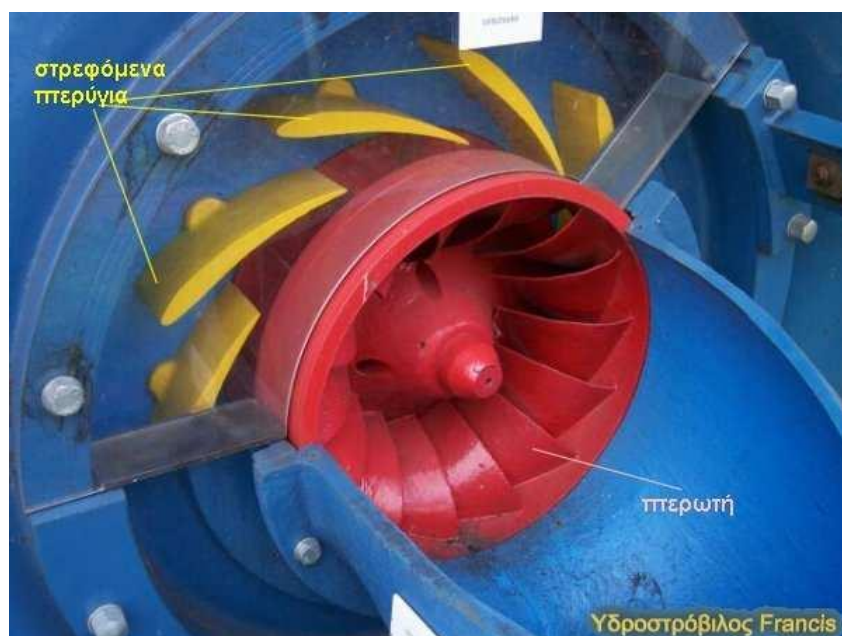
Το νερό μεταφέρεται από την τεχνητή λίμνη στον υδροηλεκτρικό σταθμό μέσω ενός αγωγού. Στην συνέχεια, στον υδροστρόβιλο (τουρμπίνα) μετατρέπεται η δυναμική και κινητική ενέργεια του νερού σε μηχανική ενέργεια (περιστροφή). Αυτή η κίνηση μεταδίδεται σε ηλεκτρογεννήτρια περιστρεφόμενου δρομέα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τέτοιου τύπου υδροστρόβιλοι σχεδιάζονται με διαφορετικές τεχνικές λεπτομέρειες, ανάλογα με τις γεωγραφικές συνθήκες της περιοχής που θα εγκατασταθούν, με το αν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε μια ποτάμια μονάδα παραγωγής ή σε ένα σταθμό με μεγάλο ύψος πτώσης νερού κλπ. Οι μεγαλύτεροι υδροστρόβιλοι που έχουν κατασκευαστεί μέχρι το τέλος του 20^{ου} αιώνα έχουν διάμετρο περί τα 11m. Σημαντικό ρόλο στη λειτουργία ενός υδροστρόβιλου παίζει ο αυτόματος έλεγχος του αριθμού στροφών, λόγω της μεταβαλλόμενης ποσότητας διερχόμενου νερού και λόγω μεταβολών στην πλευρά του φορτίου (ανοικτό κύκλωμα, ονομαστική λειτουργία, βραχυκύκλωμα λόγω βλάβης κλπ).

Υπάρχουν τρεις τύποι υδροστρόβιλων οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε ηλεκτρική:

- Francis
- Kaplan
- Pelton

Ο στρόβιλος Francis χρησιμοποιείται συνήθως για ύψος πτώσης νερού από 10 μέχρι 250m και για διερχόμενες ποσότητες νερού από 0,2 μέχρι 20 m³/s, με ισχείς από 10 kW μέχρι 770 MW. Αυτός ο στρόβιλος κινείται με την πίεση νερού στα πτερύγια της πτερωτής, το οποίο νερό διοχετεύεται σ' αυτά μέσω περιμετρικού κοχλιοειδούς καναλιού. Ένας σταθερός τροχός καθοδήγησης έχει τοποθετημένα πτερύγια που στρέφονται αντίθετα με την κατεύθυνση προσανατολισμού των σταθερών πτερυγίων της πτερωτής και ρυθμίζουν έτσι τη γωνία πρόσπτωσης και την ταχύτητα του εισερχόμενου νερού και κατ' επέκταση ρυθμίζουν τον αριθμό στροφών και την ισχύ του στρόβιλου. Ο περιστρεφόμενος δρομέας του στρόβιλου είναι συνδεδεμένος

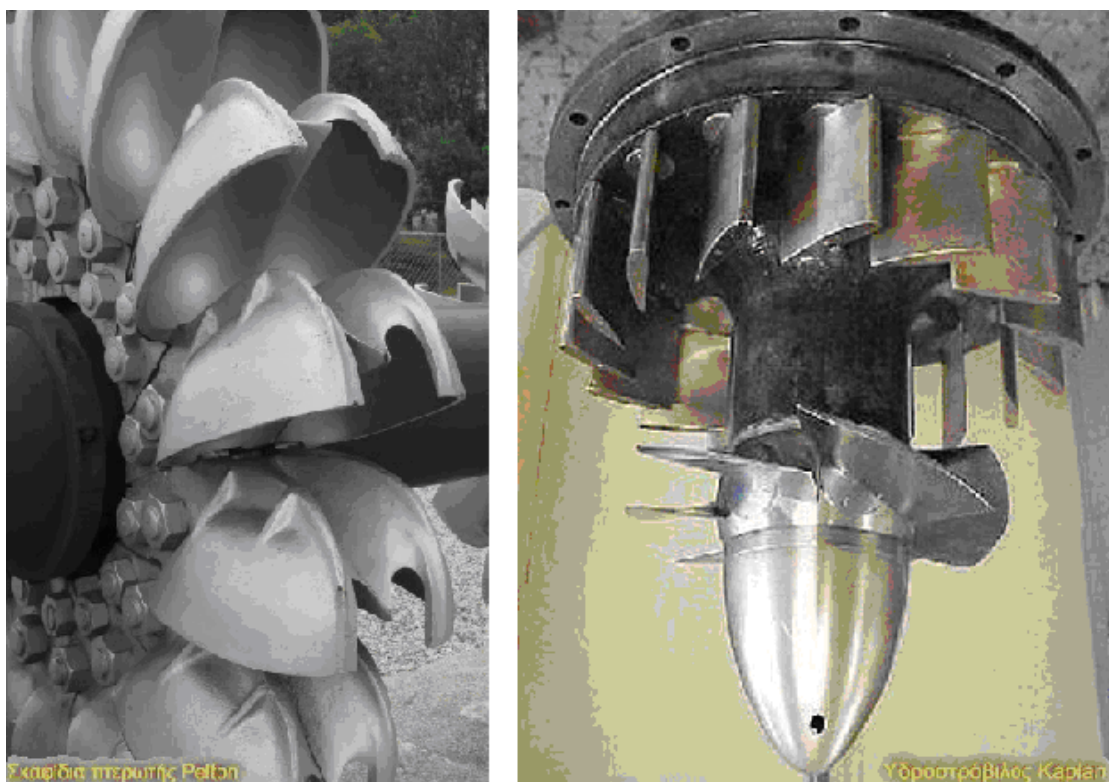
απευθείας σε προέκταση του άξονα της γεννήτριας κι έτσι όλη η ροπή του στρόβιλου μεταφέρεται στη γεννήτρια.



Σχήμα 4: Στρόβιλος Francis

Στον στρόβιλο Pelton το νερό οδηγείται σε ένα ή περισσότερα ακροφύσια, από τα οποία εκτοξεύεται το υγρό με μεγάλες ταχύτητες στα πτερύγια της πτερωτής. Αυτά τα πτερύγια είναι διαμορφωμένα σαν δίδυμα δοχεία (*σκαφίδια*), ώστε το νερό να διαχωρίζεται στην αιχμηρή ακμή των δύο σκαφιδίων και να έρχεται σε επαφή με την εσωτερική επιφάνειά τους, ακολουθώντας έτσι τοξοειδή διαδρομή και αποδίδοντας όλη την κινητική ενέργεια. Κάθε ακροφύσιο διοχετεύει περί τα $10 \text{ m}^3/\text{s}$ και ο αριθμός των ακροφυσίων εξαρτάται από τις διαθέσιμες ποσότητες νερού. Η παρεχόμενη ροή ρυθμίζεται με βελόνες στον αυλό του ακροφυσίου. Για μεγάλες ποσότητες νερού και πολλά ακροφύσια (μέχρι 6) τοποθετείται ο στρόβιλος κατακόρυφα. Ο στρόβιλος Pelton χρησιμοποιείται σε μεγάλες υδροηλεκτρικές μονάδες, με μεγάλα ύψη και μικρές ποσότητες νερού. Για ένα ύψος πτώσης νερού περί τα 1.000 μέτρα η ταχύτητα εξόδου νερού στο ακροφύσιο φτάνει τα 500 km/h (139 m/s) και γι' αυτό η καταπόνηση των υλικών είναι τεράστια (σπηλαιώση του χάλυβα). Οι στρόβιλοι αυτού του τύπου λειτουργούν με μεγάλο αριθμό στροφών, περί τις 3.000 ανά λεπτό και έχουν βαθμό αποδόσεως μέχρι 90%.

Μειονέκτημα αυτού του τύπου στροβίλων είναι η ταχεία διάβρωση των υλικών.



Σχήμα 5: Στρόβιλοι Pelton και Francis

Όσον αφορά τον Karlan η περρωτή αυτού του στροβίλου που τοποθετείται συνήθως κατακόρυφα, μοιάζει με έλικα πλοίου, της οποίας τα πτερύγια μπορούν να περιστραφούν κι έτσι επιτυγχάνεται η ρύθμιση της αποδοτικότερης λειτουργίας του. Αυτός ο στρόβιλος είναι κατάλληλος για μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες, μικρά ύψη πτώσης και μικρές ποσότητες διελεύσεως νερού.

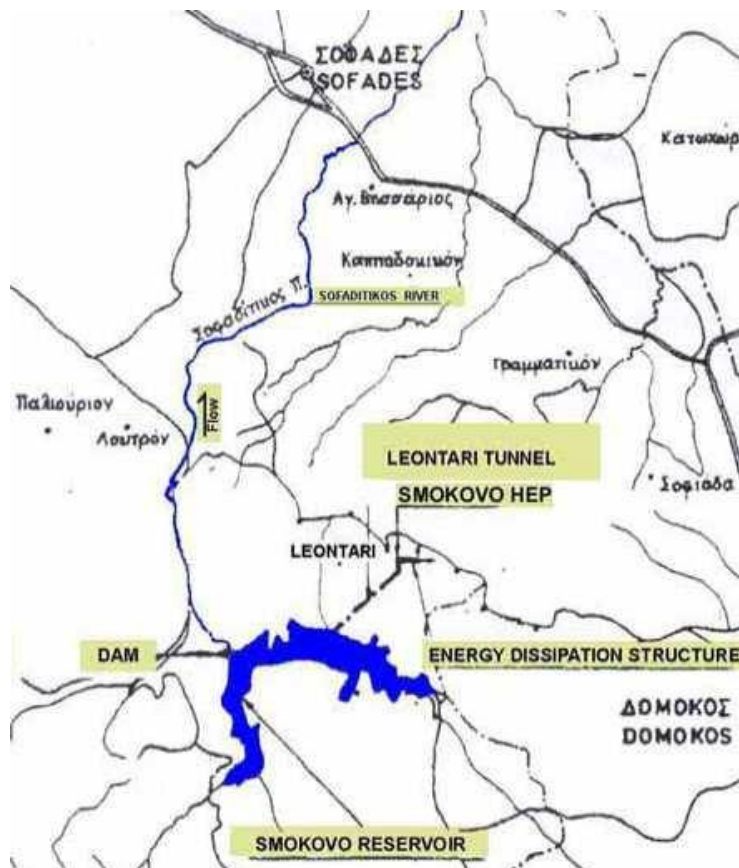
Ο πιο συνηθισμένος τύπος στροβίλου που χρησιμοποιείται σε υδροηλεκτρικά εργοστάσια είναι ο στρόβιλος Francis. Καθώς οι φτερωτές της τουρμπίνας περιστρέφονται, περιστρέφουν τους μαγνήτες της γεννήτριας γύρω από ένα πηνίο θέτοντας σε κίνηση ηλεκτρόνια και δημιουργώντας έτσι εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Κατά κανόνα σε ΥΗΣ χρησιμοποιούνται σύγχρονες γεννήτριες (μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια σε τριφασική AC) διακεκριμένων ή έκτυπων πόλων (6-64 πόλοι). Η ταχύτητα της γεννήτριας είναι σημαντικά μικρότερη από τη σύγχρονη ($n=2\pi f/p$ $f=50\text{Hz}$). Ο υδροστρόβιλος

λειτουργεί με σταθερή συχνότητα ανεξάρτητα από την ισχύ του φορτίου της γεννήτριας. Στη συνέχεια, ο μετασχηματιστής παίρνει το εναλλασσόμενο ρεύμα και το μετατρέπει σε ρεύμα υψηλής τάσης. Έξω από κάθε υδροηλεκτρικό εργοστάσιο υπάρχουν τέσσερα καλώδια: οι τρεις φάσεις του ρεύματος που δημιουργούνται ταυτόχρονα και η ουδέτερη γείωση και για τις τρεις. Όταν ανοίγουν οι θύρες νερό που περνά μέσα από τον αγωγό γίνεται κινητική ενέργεια λόγω της κίνησής του. Η ποσότητα του ηλεκτρισμού που παράγεται καθορίζεται από αρκετούς παράγοντες. Δυο από αυτούς είναι ο όγκος του νερού που ρέει και η ποσότητα της υδραυλικής κεφαλής. Υδραυλική κεφαλή είναι η απόσταση μεταξύ της επιφάνεια του νερού και της τουρμπίνας. Όσο αυξάνεται ο όγκος του νερού και της υδραυλικής κεφαλής τόσο αυξάνεται και το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Το μέγεθος της υδραυλικής κεφαλής εξαρτάται από την ποσότητα του νερού της δεξαμενής.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΥΗΣ ΣΜΟΚΟΒΟΥ

Το υδροηλεκτρικό φράγμα Σμοκόβου αποτελεί ένα έργο αξιοποίησης των υδάτινων πόρων της νοτιοδυτικής Θεσσαλίας. Η μέγιστη ετήσια εισροή καθώς και η μέση ετήσια εισροή νερού υπολογίζεται στα $620 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ και στα $160 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα.

Το σύστημα των έργων Σμοκόβου περιλαμβάνει τον ταμιευτήρα και τη λεκάνη απορροής του καθώς και τη σήραγγα εκτροπής (σήραγγα Λεονταρίου) , τον υδροηλεκτρικό σταθμό, την περιοχή ανάπτυξης των αρδευτικών δικτύων, την ενδιάμεση λεκάνη μεταξύ του φράγματος και του υδρομετρικού σταθμού Κέδρου, και την παραποτάμια ζώνη κατά μήκος του ποταμού Σοφαδίτη.



Σχήμα 7

Ο ταμιευτήρας Σμοκόβου (σχήμα 8) θα εξασφαλίζει σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό νερό άρδευσης 252 km^2 το οποίο θα παροχετεύει στους νομούς Καρδίτσας, Φθιώτιδας και Λάρισας για την ύδρευση οικισμών και την

παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα συμβάλει στην κάλυψη των αναγκών σε ενέργεια 5.500 νοικοκυριών .



Σχήμα 8: Ταμιευτήρας Σμοκόβου

Η κύρια συνιστώσα του συστήματος είναι ο ταμιευτήρας Σμοκόβου, με ολική χωρητικότητα $232 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Η ανώτατη στάθμη λειτουργίας του είναι 375 m, η κατώτατη στάθμη υδροληψίας είναι 338 m ενώ η ανώτατη στάθμη πλημμύρας είναι 380 m.

Το φράγμα (σχήμα 9) είναι χωμάτινο, με ύψος 100 m , όγκο 3600000 m^3 και βρίσκεται στη συμβολή των ρεμάτων Ονόχωνου και του Ρεντινιώτικου. Η στέψη του φράγματος είναι 382 (a.s.l.)m και το μήκος και πλάτος του υπολογίζονται 450m και 11m αντίστοιχα. Η κατασκευή του έργου ξεκίνησε το 1985 και ολοκληρώθηκε το 1996, ενώ η πλήρωση του ταμιευτήρα έγινε το 2003.



Σχήμα 9: Φράγμα

Η σήραγγα εκτροπής και ο εκκενωτής πυθμένα (Σχήμα 10) χρησιμοποιούνται για τη διατήρηση περιβαλλοντικής παροχής στον Σοφαδίτη. Το μήκος της σήραγγας είναι 615m, η διάμετρος 5m και η παροχетеυτικότητα $335 \text{ m}^3/\text{s}$. Το συγκεκριμένο έργο κατασκευάστηκε κατά την περίοδο 1984-1992 .



Σχήμα 10: Σήραγγα εκτροπής και ο εκκενωτής πυθμένα

Η τροφοδοσία των αρδευτικών εκτάσεων πραγματοποιείται μέσω της σήραγγας Λεονταρίου (Σχήμα 11) και των συναφών έργων. Για τη κατασκευή τους χρειάστηκαν 7 χρόνια με τελική παράδοση της σήραγγας τα 1997. Η εισροή του νερού γίνεται στον πύργο υδροληψίας που βρίσκεται 3 km νοτιοανατολικά του φράγματος. Το κατώφλι υδροληψίας είναι στα +330.0 m. Η κυρίως σήραγγα έχει μήκος 4170 m, διάμετρο 3m, επιφάνεια διατομής 7,43 m² και περιλαμβάνει δύο τμήματα, ανάντη και κατόντη του φρέατος ανάπαλσης, το οποίο βρίσκεται σε απόσταση 207 m ανάντη του μετώπου εξόδου της σήραγγας. Το φρέαρ ανάπαλσης, το οποίο χρησιμεύει για την εξομάλυνση των απότομων αλλαγών πίεσης που προκαλεί η εκκίνηση και το σταμάτημα των μονάδων του ΥΗΣ έχει ύψος 86,85 m και διάμετρο 8m.



Σχήμα 11: Σήραγγα Λεονταρίου

Από την έξοδο της σήραγγας ξεκινά μεταλλικός αγωγός υπό πίεση, εγκιβωτισμένος σε σκυρόδεμα, μήκους 54 m, ο οποίος καταλήγει στον υδροηλεκτρικό σταθμό και το έργο καταστροφής ενέργειας (ΕΚΕ). Το άνω έργο καταστροφής (Σχήμα 12) ενέργειας αποτελείται από δύο ξεχωριστούς θαλάμους 18*18m ο καθένας και ο πυθμένος του έχει βάθος 282 (a.s.l.). Επιπλέον, υπάρχουν τρεις βαλβίδες καταστροφής ενέργειας (2 βαλβίδες διαμέτρου 1300mm και μια 500mm) αλλά και ένας υπερχειλιστής πλημμύρας με ύψος κατωφλίου 287,10 (a.s.l.). Όσον αφορά το κάτω έργο καταστροφής

(Σχήμα 13) ενέργειας έχει μήκος 65m και οι πτώσεις γίνονται σε δύο στάδια 2*7m και 1*4m.



Σχήμα 12: Άνω έργο καταστροφής ενέργειας



Σχήμα 13: Κάτω έργο καταστροφής ενέργειας

m^2 . Με το έργο ρύθμισης υδροληψίας αρδεύσεων ρυθμίζεται μέσω θυροφραγμάτων τύπου AVIO η παροχή του νερού με ανώτατο όριο τα $12,6 m^3/sec$. Ο πυθμένας του έχει ύψος 229,80 a.s.l.

Το κανάλι υπερχειλίσης (Σχήμα 15) είναι ένα ανοιχτό κανάλι $2*2 m$.



Σχήμα 14: Έργα ρύθμισης υδροληψίας αρδεύσεων



Σχήμα 15: Κανάλι υπερχείλισης

Στη συνέχεια, η παροχή διοχετεύεται στο σωληνωτό αρδευτικό δίκτυο. Η μέγιστη παροχή λειτουργίας της σήραγγας και των συναφών έργων φτάνει τα $25 \text{ m}^3/\text{s}$.

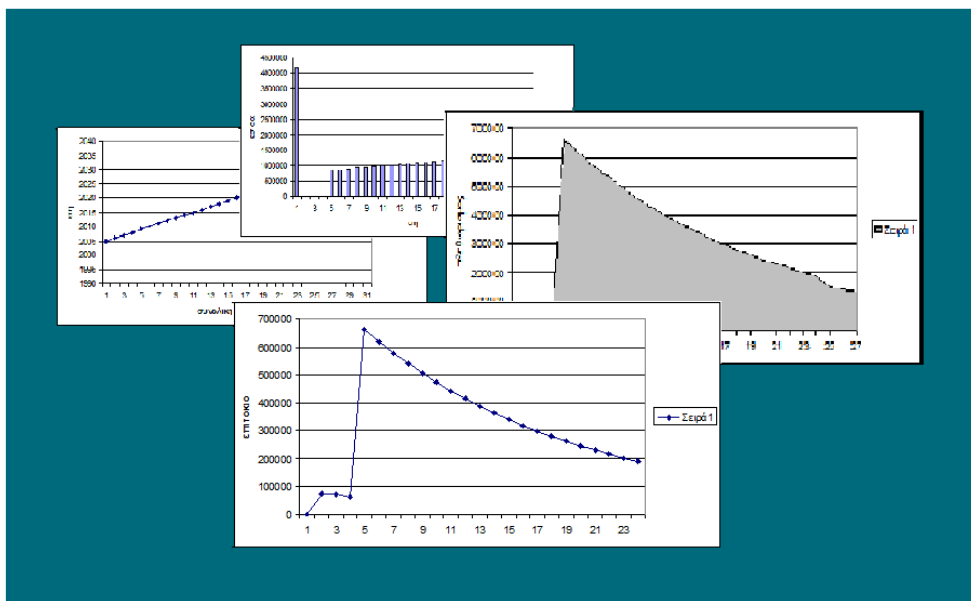
Ο υδροηλεκτρικός σταθμός (ΥΗΣ) Λεονταρίου βρίσκεται στην έξοδο της σήραγγας και σε απόσταση περίπου 1.5 km από τον ομώνυμο οικισμό. Περιλαμβάνει δύο στροβίλους τύπου Francis οριζόντιου άξονα (με προοπτικές εγκατάστασης τρίτου στροβίλου), με παροχές λειτουργίας $3,9 \text{ m}^3/\text{s}$ και $9,2 \text{ m}^3/\text{s}$ αντίστοιχα, εγκατεστημένη ισχύ $2,9 \text{ MW}$ (700 στροφές/λεπτό) και $6,8 \text{ MW}$ (1500 στροφές/λεπτό) με συντελεστή ισχύος 0,9. Η μέγιστη πτώση του νερού υπολογίζεται στα 88m και η ελάχιστη πτώση στα 40m. Ακόμη, χρησιμοποιούνται δύο μετασχηματιστές 3200 kVA και 7950 kVA αντίστοιχα.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΗΝΙΑΙΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

Για το διάστημα λειτουργίας των έργων Σμοκόβου, ξεκινώντας από τον Ιούλιο του 2002, εκτιμήθηκε η μηνιαία απορροή της υπολεκάνης ανάντη του φράγματος, με βάση του ισοζύγιο εισροών-εκροών του ταμιευτήρα. Για το σκοπό αυτό, συλλέχθηκαν από την ΕΥΔΕ Σμοκόβου οι καταγραφές στάθμης (μη συστηματικές) και προσεγγιστικών εκτιμήσεων των εκροών μέσω της βαλβίδας οικολογικής παροχής και της σήραγγας Λεονταρίου. Με γνωστά την ημερήσια τιμή της στάθμης (πραγματική ή εκτιμώμενη από γραμμική παρεμβολή), τις καμπύλες στάθμης-αποθέματος, τη βροχόπτωση στην επιφάνεια του ταμιευτήρα (από το σταθμό Λουτροπηγής), τις απώλειες λόγω εξάτμισης και τις απολήψεις εκτιμήθηκαν οι μηνιαίες εισροές του ταμιευτήρα. Οι προηγούμενες μελέτες έδιναν μέση ετήσια εισροή στη θέση του φράγματος από 130 έως 175 hm³. Επισημαίνεται ότι οι εκτιμήσεις των μελετών προέρχονται από αναγωγή της χρονοσειράς απορροής του Κέδρου στη θέση του φράγματος. Ωστόσο, τόσο η ποιότητα των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν όσο και η μεθοδολογία αναγωγής που υιοθετήθηκε φαίνεται ότι υπόκεινται σε σοβαρά σφάλματα, όπως κατέδειξε η σχετική υδρολογική διερεύνηση. Ειδικότερα, φαίνεται ότι στο δείγμα απορροής του Κέδρου γίνεται υπερεκτίμηση των υψηλών παροχών, καθώς σε αρκετούς χειμερινούς και εαρινούς μήνες ο συντελεστής απορροής που υπολογίζεται είναι ιδιαίτερα υψηλός(της τάξης του 70-80%), και σε αρκετές περιπτώσεις μάλιστα ξεπερνά κατά πολύ τη μονάδα. Τόσο υψηλές τιμές δεν μπορούν να ερμηνευτούν από τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης, μεγάλο τμήμα της οποίας καταλαμβάνεται από τη πεδιάδα της Ξυνιάδας, η οποία έχει πολύ μικρές κλίσεις. Επιπλέον, η έξοδος της Ξυνιάδας φράσσεται τους θερινούς μήνες με πρόχειρα αναχώματα για την πραγματοποίηση αρδευτικών απολήψεων, με συνέπεια τη διακοπή της ροής προς κατάντη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ



ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΖΟΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΙΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η έννοια της μελέτης

Μία μελέτη εμπεριέχει επενδύσεις που στοχεύουν στην ικανοποίηση κάποιας ανάγκης, και στην επίτευξη ενός τεχνικού ή οικονομικού στόχου (συνήθως καλύτερη αποδοτικότητα ή ενίσχυση της εκτέλεσης του έργου). Συνεπώς, μία μελέτη είναι μια διαδικασία δημιουργίας συγκεκριμένων αποτελεσμάτων, μία σύνθετη προσπάθεια για την επίτευξη ενός στόχου. Είναι μια μοναδική διαδικασία με αρχή και τέλος που συμπεριλαμβάνει τον προϋπολογισμό, τα χρηματοοικονομικά σχέδια, καθορίζει τη διάρκεια ζωής και τα στάδια ενός έργου.

Επιλογή και εκτίμηση μελέτης στη βιομηχανία της ενέργειας

Στη βιομηχανία της διανομής ενέργειας, οι περισσότερες μελέτες επιβάλλονται κυρίως ανάλογα με την αύξηση των αναγκών. Έτσι, υπάρχουν πολλοί τρόποι να ικανοποιηθεί μια ανάγκη όπως με την κατασκευή νέων εγκαταστάσεων παραγωγής, με την ενίσχυση του δικτύου ή με την επανεκκίνηση εγκαταστάσεων που ήδη υπάρχουν.

Πολλές μελέτες παρακινούνται από την ανάγκη βελτίωσης της ποιότητας προμήθειας ενέργειας. Κάποιες άλλες μελέτες για βελτίωση της αποδοτικότητας, δικαιολογούνται από οικονομικούς ή περιβαλλοντολογικούς προβληματισμούς.

Επομένως, οι απαιτήσεις στις μελέτες του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας είναι περισσότερο συγκεκριμένες και λιγότερο ποικίλες σε σχέση με των υπόλοιπων τομέων.

Πρόσφατα, λόγω της απελευθέρωσης και ιδιωτικοποίησης, μια ευρύτερη αγορά έχει γίνει διαθέσιμη για τους επιχειρηματίες και τους

επενδυτές ώστε να επιχορηγήσουν μελέτες, κατά κύριο λόγο μελέτες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Με αυξημένη την παγκοσμιοποίηση, τα κεφάλαια των επενδυτών στην βιομηχανία ηλεκτρικής ενέργειας θα αναζητήσουν παγκόσμια όπως και οι τοπικές αγορές. Παρά το γεγονός ότι μερικές μελέτες που αναλαμβάνουν ανεξάρτητοι παραγωγοί έχουν αρκετά εχέγγυα (χρηματικά και ζήτησης), ωστόσο περιλαμβάνουν ακόμη το στοιχείο του κινδύνου(κόστος μελέτης, καθυστερήσεις, διαθεσιμότητα σχεδίου). Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι πλέον η επιλογή μιας μελέτης, η ανάλυση και η εκτίμησή της έχουν γίνει πολύ σημαντικοί παράγοντες σε σχέση με οποιαδήποτε στιγμή στο παρελθόν.

Η ανάλυση μιας μελέτης είναι μια μέθοδος παρουσίασης της επιλογής ανάμεσα σε ανταγωνιστικές χρήσεις των πόρων και προκύπτει μέσω επεξεργασίας πληροφοριών και δεδομένων. Η έρευνα για την αξιολόγηση μιας μελέτης στοχεύει στο να βοηθήσει στην επιλογή και σχεδίαση βιώσιμων μελετών. Η έρευνα θα εκτιμήσει το βαθμό που η μελέτη παράγει τα προσδοκώμενα αποτελέσματα, την κατάλληλη τεχνολογία, την ελάχιστου κόστους εναλλακτική διαδικασία, καθώς και την σχέση κόστους-αποδοτικότητας της μελέτης. Επίσης, μεριμνά τόσο για το τεχνικό όσο και το χρηματικό κόστος, ενώ ταυτόχρονα λαμβάνει υπόψη και το οικονομικό(κοινωνικό) κόστος.

Ανάπτυξη μελέτης

Η ανάπτυξη μιας μελέτης είναι ένας κύκλος που περιλαμβάνει τρεις διαφορετικές φάσεις:

- 1.Φάση προ-επένδυσης
- 2.Φάση επένδυσης
- 3.Φάση λειτουργίας

Οι μελέτες έντασης κεφαλαίου στην βιομηχανία ηλεκτρικής ενέργειας περνούν από τις τρεις αυτές φάσεις. Κάθε μια από τις δύο πρώτες φάσεις

χωρίζεται σε επιμέρους στάδια, όπως ο προγραμματισμός, το τεχνικό σχέδιο, και στάδια εκτέλεσης του έργου.

1.Φάσηπρο-επένδυσης

Η φάση της προ-επένδυσης ξεκινά με την αναγνώριση της ανάγκης για τη μελέτη. Αυτή η αρχική αναγνώριση της ανάγκης της μελέτης ακολουθείται από μια προ-τεχνικοοικονομική μελέτη, που θεωρείται ως ένα ενδιάμεσο στάδιο ανάμεσα στην αναγνώριση της ανάγκης και μιας λεπτομερούς τεχνικοοικονομικής μελέτης. Στη φάση της προ-τεχνικοοικονομικής μελέτης, γίνεται ένας λεπτομερής απολογισμός της ανάγκης της μελέτης και της ζήτησης των αποτελεσμάτων της, καθώς και των δυνατοτήτων και εναλλακτικών(τοποθεσία, μέγεθος, καύσιμα, κτλ). Επομένως, γίνεται σημαντική έρευνα για την υποστήριξη αυτού του σταδίου σε διάφορους άξονες, όπως έρευνα της αγοράς και της ζήτησης, έρευνα για την προμήθεια καυσίμων, την ψύξη του νερού, την τοποθεσία και την επίδραση στο περιβάλλον. Επίσης, είναι απαραίτητη η έκβαση χρηματικής και οικονομικής ανάλυσης για την επιλογή ελάχιστου κόστους εγκαταστάσεων, τεχνολογιών και τοποθεσιών. Τέλος, γίνεται έρευνα ώστε να συμπεράνουμε αν η μελέτη είναι επικερδής.

1.1.Τεχνικοοικονομικήμελέτη

Η τεχνικοοικονομική μελέτη πρέπει να παρέχει όλα τα δεδομένα και τις λεπτομέρειες που είναι απαραίτητα για να πάρει κάποιος την απόφαση να επενδύσει σε ένα έργο. Η τεχνικοοικονομική μελέτη καθορίζει και εξετάζει αυστηρά τα αποτελέσματα της έρευνας που έχει γίνει στο στάδιο της προ-τεχνικοοικονομικής μελέτης. Τα αποτελέσματα της τεχνικοοικονομικής μελέτης αποτελούν μια μελέτη όπου όλα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα έχουν καθοριστεί σωστά: μέγεθος και τοποθέτηση των εγκαταστάσεων, τεχνικές λεπτομέρειες, καύσιμα, χαρακτηριστικά δικτύου, περιβαλλοντική επίδραση, ρύθμιση του χρόνου που είναι απαραίτητος για τη μελέτη και τελικώς η εφαρμογή του σχεδίου. Δεν είναι εύκολο να ορίσουμε μια σαφή διαχωριστική γραμμή ανάμεσα στο στάδιο της προ-τεχνικοοικονομικής μελέτης και της

τεχνικοοικονομικής μελέτης. Η προ-τεχνικοοικονομική μελέτη ασχολείται κυρίως με τον καθορισμό των εναλλακτικών (ζήτηση, τοποθέτηση, μέγεθος, τεχνολογία, καύσιμα, κόστος και περιβαλλοντική επίδραση), ενώ η τεχνικοοικονομική μελέτη ορίζει το έργο με έναν τρόπο που επιτρέπει να προχωρήσει η εφαρμογή του.

Η τεχνικοοικονομική μελέτη για μεγάλα έργα στη βιομηχανία της ηλεκτρικής ενέργειας (όπως η κατασκευή ενός μεγάλου σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή ενός κύριου δικτύου διανομής και υποσταθμών), δεν θέτει απλώς τα όρια της μελέτης, αλλά ταυτόχρονα πρέπει να ερευνήσει τον τομέα ηλεκτρικής ενέργειας στον οποίο το έργο θα λειτουργεί (μέσω της εκπόνησης ανάλυσης του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας), την μελλοντική ζήτηση και την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Η τεχνικοοικονομική μελέτη πρέπει να αναλάβει μια τεχνική ανάλυση που θα ερευνήσει τις υπάρχουσες τεχνολογίες, το πεδίο του έργου, τον χρονοπρογραμματισμό του, την εφαρμογή των ρυθμίσεών του, την διαχείριση και τις ανάγκες σε ανθρώπινο δυναμικό, καθώς και την χρηματική και οικονομική βιωσιμότητά του.

Σε μελέτες έντασης κεφαλαίου, το χρηματοοικονομικό σχέδιο είναι ζωτικής σημασίας αφού μέσω αυτού επιβεβαιώνεται ότι υπάρχει το απαραίτητο κεφάλαιο που θα οδηγήσει στην ολοκλήρωση του έργου. Στα περισσότερα από τα έργα υψηλού κόστους, πέρα από το κεφάλαιο που παρέχει ο ιδιοκτήτης του έργου, παρέχονται δάνεια από τράπεζες, χρηματικούς οργανισμούς και άλλες υπηρεσίες ανάπτυξης. Όλες αυτές οι ανάγκες πρέπει να ερευνηθούν, να οργανωθούν και να συντονιστούν στο χρηματοοικονομικό σχέδιο.

1.2. Αποτίμηση της μελέτης

Πέρα από την προ-τεχνικοοικονομική μελέτη και την τεχνικοοικονομική μελέτη που πραγματοποιείται από τους ιδιοκτήτες του έργου, περαιτέρω εκτίμηση, η οποία καλείται «αποτίμηση της μελέτης», εκτελείται από τους χρηματοδότες (π.χ τράπεζες που παρέχουν δάνεια). Η ιδέα της αποτίμησης στοχεύει στην ικανοποίηση των χρηματοδοτών ως προς την ακρίβεια και την

αρτιότητα της τεχνικοοικονομικής μελέτης. Η αποτίμηση συνήθως ασχολείται σε βάθος με μακροοικονομικά θέματα, την περιβαλλοντολογική επίδραση και τις άμεσες αλληλεπιδράσεις παραγωγής ή κατανάλωσης ανταγωνιστικών προϊόντων. Πρόκειται για κόστη και ωφέλειες που βρίσκονται εκτός των ορίων της ίδιας της μελέτης, αλλά επηρεάζουν άλλους αντικειμενικούς σκοπούς ή πολιτικές τακτικές της χώρας. Η εκπόνηση της αποτίμησης της μελέτης υποβοηθείται σημαντικά από μια κατάλληλη τεχνικοοικονομική μελέτη που καλύπτει κάθε πλευρά του έργου. Η αποτίμηση θα αναλάβει μια εξονυχιστική οικονομική(κοινωνική) εκτίμηση του κόστους και της ωφέλειας της μελέτης, καθώς και θα πραγματοποιήσει λεπτομερή ανάλυση της ευαισθησίας και του κινδύνου ώστε να επιβεβαιωθεί η οικονομική και χρηματική βιωσιμότητα της μελέτης.

1.3.Χαρακτηριστική περίληψη μιας μελέτης σκοπιμότητας

1. Εισαγωγή
2. Το πλαίσιο του τομέα
 - (α) Ο βιομηχανικός (εφαρμοσμένης μηχανικής ηλεκτρικής ενέργειας) τομέας και οι σύνδεσμοι με τα υπόλοιπα τμήματα της οικονομίας
 - (β) Ο υποτομέας (π.χ. ο υποτομέας παραγωγής)
 - (γ) Ζητήματα και προβλήματα
 - (δ) Προτάσεις για αλλαγή
3. Η αγορά, η κοστολόγηση και η διανομή
 - (α) Η αγορά
 - (i) Ιστορική παροχή και κατανάλωση
 - (ii) Προβαλλόμενη προσφορά και ζήτηση
 - (iii) Αγορά για την προτεινόμενη επένδυση
 - (β) Μεταφορά, διανομή και πώληση
 - (γ) Κοστολόγηση

4. Η χρησιμότητα

- (α) Υπόβαθρο
- (β) Ιδιοκτησία
- (γ) Οργανωτικό πλαίσιο
- (δ) Διαχείριση

5. Η επένδυση

- (α) Στόχοι
- (β) Σκοπός του επένδυσης
- (γ) Τεχνική περιγραφή
 - (i) Εγκαταστάσεις παραγωγής
 - (ii) Χρησιμότητες και υποδομή
 - (iii) Οικολογία και το περιβάλλον
- (δ) Εργατικό δυναμικό και κατάρτιση
- (ε) Σημαντικές εισαγωγές
- (στ) Διαχείριση και εκτέλεση επένδυσης
- (ζ) Συγχρονισμός επένδυσης
- (η) Περιβαλλοντική επίδραση και μετρήσεις για την περιβαλλοντική συντήρηση

6. Κόστος κεφαλαίου και χρηματοδοτικό σχέδιο

- (α) Κόστος κεφαλαίου
- (β) Απαιτήσεις κεφαλαίου κίνησης
- (γ) Χρηματοδοτικό σχέδιο
- (δ) Προμήθεια
- (ε) Κατανομή της χρηματοδότησης και της εκταμίευσης

7. Οικονομική ανάλυση

- (α) Έσοδα

- (β) Λειτουργικές δαπάνες
- (γ) Χρηματοοικονομικές προβλέψεις
- (δ) Ανάλυση ισορροπημένου προϋπολογισμού
- (ε) Απαιτήσεις λογιστικής και λογιστικού ελέγχου
- (στ) Χρηματοοικονομικό ποσοστό απόδοσης
- (ζ) Σημαντικοί κίνδυνοι και ανάλυση κινδύνου

8. Οικονομική αιτιολόγηση

- (α) Οικονομική ανάλυση και οικονομικό ποσοστό απόδοσης
- (β) Σύνδεσμοι και απασχόληση
- (γ) Τεχνολογική ανάπτυξη και μεταφορά
- (δ) Διαθεσιμότητα συναλλάγματος και αποτελέσματα
- (ε) Αντίκτυπος περιφερειακής ανάπτυξης

9. Συμφωνίες

Η αποτίμηση της μελέτης, ειδικά όταν πραγματοποιείται από περιφερειακές, διεθνείς υπηρεσίες ανάπτυξης, οδηγεί σε μια ολοσχερή κριτική εκτίμηση της μελέτης και του τομέα. Συνήθως, προκύπτουν υποθέσεις και προτάσεις που βελτιώνουν την οργάνωση και επαυξάνουν την μελλοντική απόδοση. Μερικές από αυτές τις προτάσεις είναι ζωτικές για την επιτυχία του έργου, τόσο που αντιμετωπίζονται ως συνθήκες και ενσωματώνονται στη χρηματική και δανειακή συμφωνία. Έτσι, η αποτελεσματικότητα της δανειακής συμφωνίας και η αποπληρωμή εξαρτώνται από όρους που πρώτα απ' όλα σέβονται αυτές τις συνθήκες. Άρα, η αποτίμηση της μελέτης δεν είναι ωφέλιμη μόνο για το ίδιο το έργο, αλλά μπορεί να οδηγήσει στην ανασυγκρότηση του τομέα έντασης κεφαλαίου και να έχει επίπτωση στην εθνική οικονομία. Μπορεί να επηρεάσει τιμές, χειρισμούς και την εισαγωγή νόμων. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση των αναπτυσσόμενων χωρών που έχουν μεγάλη ανάγκη την χρηματοδότηση στον ενεργειακό τομέα τους και πρέπει να πάρουν εκτεταμένα δάνεια από ανεπτυγμένα ιδρύματα που δανείζουν γι' αυτό το σκοπό (όπως η Παγκόσμια Τράπεζα).

2.Φάσηεπένδυσης

Όταν η μελέτη είναι πλήρως ορισμένη, έχει γίνει επιτυχής εκτίμηση, αποτίμηση και η χρηματοδότηση είναι εφικτή, η επόμενη φάση της μελέτης -η φάση της επένδυσης- ξεκινά. Αυτή περιλαμβάνει πολλά επιμέρους στάδια:

- Πραγματοποίηση των οργανωτικών, νομικών και χρηματικών μέτρων για την εφαρμογή της μελέτης.
- Βασική και ταυτόχρονα αναλυτική μηχανολογική εργασία.
- Απόκτηση γης.
- Μέσα αποζημίωσης, εκτίμηση της προσφοράς της τιμής για την αγορά και σύναψη συμβολαίου.
- Εργασία κατασκευής και εγκατάστασης.
- Επάνδρωση και εκπαίδευση του προσωπικού.
- Σχεδιασμός ανάθεσης και έναρξης.

Ο καλός προγραμματισμός και η σωστή διαχείριση του έργου πρέπει να εγγυώνται την κατάλληλη εφαρμογή όλων των παραπάνω σταδίων πριν ξεκινήσει το έργο. Καθυστερήσεις ή κενά στην εφαρμογή ή διαχείριση της μελέτης μπορεί να προκαλέσουν αυξημένα κόστη ή άλλη ζημιά στην χρήση, στους επενδυτές και τους καταναλωτές. Σχέδια εκτέλεσης διαφορετικών πτυχών της μελέτης πρέπει να ετοιμάζονται, να συντονίζονται και να παρακολουθούνται στενά. Ποικίλες μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί για την αποτελεσματική και ισορροπημένη οργάνωση της φάσης επένδυσης όπως η μέθοδος του κρίσιμου δρόμου (critical path method-CPM) και η τεχνική αξιολόγησης και αναθεώρησης της επένδυσης (project evaluation and review technique-PERT).

Αυτή η φάση περιλαμβάνει έξοδα αποπληρωμής και επένδυσης που χρειάζονται προσεκτική εκτίμηση. Τέτοια έξοδα προκύπτουν στα πρώτα χρόνια της εκτίμησης της μελέτης και δεν μειώνονται σημαντικά. Επομένως, έχουν σημαντική επίδραση στην χρηματική βιωσιμότητα του έργου. Η

επίδρασή τους μπορεί να είναι πιο σημαντική από μελλοντικές χρηματικές ροές(που προκύπτουν στα τελευταία στάδια της λειτουργίας του έργου) των οποίων η σημασία μετριάζεται πολύ. Τέτοια έξοδα αποπληρωμής και επένδυσης πρέπει να ταιριάζουν με το χρηματοοικονομικό σχέδιο της φάσης επένδυσης.

3.Φάσηλειτουργίας

Αν το έργο έχει σχεδιαστεί και εκτελεστεί σωστά στις φάσεις προ-επένδυσης και επένδυσης, αντίστοιχα, λίγα προβλήματα θα εμφανιστούν στη φάση της λειτουργίας πέρα από αρχικές δυσχέρειες που είναι συνήθη φαινόμενα στις περισσότερες καινούργιες εγκαταστάσεις. Η επιτυχία της μελέτης και η ωφελιμότητα , φυσικά , στηρίζεται όχι μόνο σε παράγοντες σωστής μηχανικής και διαχείρισης, αλλά και σε ορθή χρηματική και οικονομική εκτίμηση κατά τη διάρκεια των σταδίων της προ-τεχνικοοικονομικής μελέτης και της αποτίμησης της μελέτης.

Οι εγκαταστάσεις στη βιομηχανία της ηλεκτρικής ενέργειας έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Για να εξασφαλιστεί ότι αυτές οι εγκαταστάσεις θα επιβιώσουν, χρειάζεται κατάλληλη λειτουργία και αποδοτική συντήρηση που μπορεί να οδηγήσουν σε υψηλά έξοδα. Όλα αυτά πρέπει να έχουν ληφθεί υπόψη κατά τη διάρκεια της εκτίμησης της μελέτης. Ωστόσο, όπως επισημάνθηκε προηγουμένως, η επίδραση των εξόδων στα τελευταία χρόνια της μελέτης μπορεί να έχει μειωθεί σημαντικά στην εκτίμηση ειδικά αν χρησιμοποιούνται υψηλά προεξοφλητικά επιτόκια. Όμως, είναι χρήσιμο να ορίσουμε την αναμενόμενη ζωή του έργου στο στάδιο της εκτίμησης. Αυτή μπορεί να επηρεαστεί έντονα από παράγοντες τεχνολογικής αλλαγής και παλαίωσης, καθώς και από αλλαγές στην αγορά καυσίμου και από τη νομοθεσία για το περιβάλλον(στην περίπτωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας). Τέτοια απροσδόκητα αποτελέσματα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διάρκεια της ανάλυσης του κινδύνου.

4.Εκτίμησημετά-λειτουργίας

Είναι χρήσιμο σε ένα μετέπειτα στάδιο, μετά την ολοκλήρωση του έργου, να επισκεφτούμε εκ νέου το έργο για να συγκρίνουμε την απόδοσή του με τις εκτιμήσεις της μελέτης. Αυτή η διαδικασία κυρίως έχει να κάνει με τη ζήτηση, το κόστος, το χρόνο εκτέλεσης, την εκτίμηση των επιδράσεων, καθώς και των επιστροφών. Αυτό το στάδιο πραγματοποιείται από διεθνείς υπηρεσίες ανάπτυξης, όπως η Παγκόσμια Τράπεζα. Επίσης, χρειάζεται να πραγματοποιηθεί από επενδυτές. Επομένως, η έρευνα που γίνεται στο στάδιο της μετά-λειτουργίας, θα εκπαιδεύσει τους σχεδιαστές μελετών και αυτούς που λαμβάνουν αποφάσεις και θα διευρύνει το πεδίο για μελλοντικές προετοιμασίες μελετών, ώστε να μειωθούν οι κίνδυνοι στην προετοιμασία άλλων παρόμοιων μελλοντικών έργων. Άρα, το στάδιο αυτό είναι ζωτικής σημασίας για την επαύξηση της εμπειρίας και της μείωσης μελλοντικών κινδύνων.

ΗΧΡΟΝΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΧΡΗΜΑΤΟΣ

Έργα στη βιομηχανία ηλεκτρικής ενέργειας «ζουν» για μεγάλο χρονικό διάστημα. Για έναν συμβατικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μια φυσιολογική ωφέλιμη διάρκεια ζωής είναι περίπου 25-30 χρόνια. Το δίκτυο ζει ακόμη περισσότερο. Για τα έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τα περισσότερα έξοδα, με τη μορφή λειτουργικών εξόδων(καύσιμα, κτλ) και έσοδα προκύπτουν μετά την λειτουργία. Τέτοιες μελλοντικές χρηματικές ροές θα προκύψουν κατά τη διάρκεια διαφορετικών χρονικών στιγμών και περιστάσεων. Αντιστοίχως, αυτές οι χρηματικές ροές θα έχουν διαφορετική αξία χρήματος σε σχέση με τις ροές που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της εκτίμησης της μελέτης. Επομένως, η χρονική αξία του χρήματος (discounting) και η επιλογή ενός κατάλληλου προεξοφλητικού επιτοκίου είναι ιδιαίτερα σημαντικοί παράγοντες για μελέτες έντασης κεφαλαίου, μεγάλης διάρκειας ζωής έργα με μεγάλο λειτουργικό κόστος, όπως σε μελέτες έργων για τη βιομηχανία προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας.

Γενικά, οι χρηματικές ροές(ροές εσόδων και εξόδων) από τις μελέτες δεν προκύπτουν κατά τη διάρκεια της εκτίμησης της μελέτης. Προκύπτουν μετά από ένα χρόνο, μερικά χρόνια ή συχνά μετά από πολλά χρόνια. Η ετήσια ταμειακή ροή(cash flow) είναι η διαφορά μεταξύ των χρημάτων που λαμβάνονται και αυτών που χρησιμοποιούνται για πληρωμές κάθε χρόνο. Οι ροές μετρητών ή χρηματικές ροές που συμβαίνουν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές δεν μπορούν εύκολα να προστεθούν καθώς 1€ σήμερα είναι διαφορετικό από 1€τον επόμενο χρόνο και πολύ διαφορετικό από 1€σε είκοσι χρόνια. Πριν χειριστούμε τις χρηματικές ροές που προκύπτουν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, αυτές θα πρέπει να προσαρμοστούν στην αξία του χρήματος σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, που συνήθως καλείται ημερομηνία βάσης ή έτος βάσης.

Επομένως, ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να αναγνωρίζουμε στην εκτίμηση μιας μελέτης είναι η χρονική αξία του χρήματος.

Ένα ευρώ σήμερα έχει πιο μεγάλη αξία απ' ότι ένα ευρώ αύριο. Υπάρχουν πολλοί λόγοι που το δικαιολογούν αυτό:

- Τα μελλοντικά έσοδα επηρεάζονται από τον πληθωρισμό. Άρα η αγοραστική δύναμη ενός ευρώ σήμερα είναι υψηλότερη από την αγοραστική δύναμη ενός ευρώ σε ένα χρόνο.
- Η ύπαρξη του κινδύνου. Τα έσοδα ή έξοδα που προκύπτουν σήμερα είναι ένα σίγουρο ποσό. Όμως, τα μελλοντικά έσοδα ή έξοδα μπορεί να ποικίλουν από τις προσδοκώμενες αξίες.
- Η ανάγκη επιστροφών. Ένας επενδυτής που αποφασίζει να επιχειρήσει μια επένδυση και να κάνει κάποια έξοδα σήμερα, αναμένει να ανταμειφθεί από μια επιστροφή στο μέλλον.

Ένας επιχειρηματίας έχει σαν στόχο να κερδίσει μια επιβράβευση στην επένδυσή του, που να προνοεί για τους παράγοντες του πληθωρισμού, του ρίσκου που παίρνει, και της προσδοκίας μιας πραγματικής επιστροφής. Αυτό σημαίνει ότι προσδοκά να ξανακερδίσει τα χρήματά του και επιπλέον μια επιστροφή που να αντιστοιχεί στην αγορά και στους παραπάνω τρεις παράγοντες.

Ακόμη και αν ο πληθωρισμός λαμβάνεται υπόψη ή αγνοείται, τα χρήματα που έχει κάποιος σήμερα θα συνεχίσουν να έχουν μεγαλύτερη αξία απ' ότι αύριο λόγω της ύπαρξης κινδύνου και της ανάγκης για επιστροφή από τα χρήματα που επενδύθηκαν σήμερα. Για έναν επενδυτή ένα ευρώ σήμερα έχει μεγαλύτερη αξία από ένα ευρώ αύριο επειδή μπορεί να επενδυθεί άμεσα και από την επένδυση αυτή ενδέχεται να κερδίσει ένα πραγματικό έσοδο, που να είναι μια επιστροφή υψηλότερη από τον πληθωρισμό. Άρα, ένα ευρώ σήμερα θα ισούται με ένα ευρώ αύριο συν μια πραγματική αξία.

Η μετατροπή των χρηματικών ροών σε παρούσα αξία είναι μια ενέργεια ουσιώδης στην χρηματική και οικονομική εξέλιξη της μελέτης. Καθώς τα περισσότερα έξοδα, όπως και οι ωφέλειες, του έργου προκύπτουν στο μέλλον, είναι πολύ σημαντικό να εκφραστούν στην παρούσα αξία τους για να επιτρέψουν να γίνει η κατάλληλη εκτίμηση της μελέτης. Η έκφραση των

χρηματικών ρών σε παρούσα αξία θα πραγματοποιηθεί μέσω μετατροπής των προγραμματισμένων χρηματικών δαπανών της επόμενης περιόδου(F_1) στην παρούσα αξία τους πολλαπλασιάζοντάς τες με έναν προεξοφλητικό παράγοντα. Ο προεξοφλητικός παράγοντας είναι μια συνάρτηση του προεξοφλητικού επιτοκίου, το οποίο είναι η ανταμοιβή που ζητάνε οι επενδυτές για να αποδεχθούν μια καθυστερημένη πληρωμή. Επίσης, αναφέρεται ως επιτόκιο επιστροφής(rate of return) ή ευκαιριακό κόστος κεφαλαίου(opportunity cost of capital), έτσι ώστε να ισχύει η παρακάτω σχέση:

$$\text{Παρούσα αξία(PV)} = \text{προεξοφλητικός παράγοντας} \times F_1$$

Όπου ο προεξοφλητικός παράγοντας ισούται με:

$$\text{Προεξοφλητικός παράγοντας} = \frac{1}{(1+r)}$$

Όπου r το προεξοφλητικό επιτόκιο.

Ο προεξοφλητικός παράγοντας κάποιες φορές αποκαλείται «παράγοντας παρούσας αξίας». Εκφράζει το πόσο ένα ευρώ στο μέλλον αξίζει σήμερα.

Παρόμοια, μια δαπάνη σε δύο χρόνια θα πρέπει να πολλαπλασιαστεί με $\frac{1}{(1+r)^2}$ και μια δαπάνη που προκύπτει σε ένα τυχαίο έτος n θα πρέπει να πολλαπλασιαστεί με $\frac{1}{(1+r)^n}$. Επομένως ο προεξοφλητικός παράγοντας στο έτος n θα ισούται με:

$$\text{Προεξοφλητικός παράγοντας} = \frac{1}{(1+r)^n}$$

Και η παρούσα αξία προκύπτει ως εξής:

$$\text{Παρούσα αξία(PV)} = \text{προεξοφλητικός παράγοντας} \times F_n$$

$$\text{Παρούσα αξία(PV)} = \frac{1}{(1+r)^n} \times F_1$$

Με τον ίδιο τρόπο, η διαδικασία του «discounting» μπορεί να μετατραπεί σε μια διαδικασία «compounding» όταν χρειάζεται να βρεθεί η παρούσα αξία παρελθοντικών χρηματικών ροών. Ο συντελεστής ανατοκισμού (compound factor) είναι ο αντίστροφος του συντελεστή προεξόφλησης (discount factor) και ισούται με:

$$\text{Συντελεστής ανατοκισμού} = (1+r)^n$$

Επομένως, μια χρηματική ροή που συνέβη ένα χρόνο νωρίτερα (F_2), έχει μια παρούσα αξία που ισούται με:

$$\text{Παρούσα αξία(PV)} = (1+r) \times F_2$$

Άρα, ο προεξοφλητικός παράγοντας $\frac{1}{(1+r)^n}$ είναι καθολικός, με το n θετικό (+ n) για όλα τα μελλοντικά χρόνια και αρνητικό (- n) για όλες τις χρηματικές δαπάνες στο παρελθόν με $n=0$ για το έτος βάσης. Σε αρκετές μελέτες στη βιομηχανία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας το έτος βάσης είναι συνήθως το έτος λειτουργίας. Έτσι, τόσο οι μελλοντικές ροές των ρευστών όσο και οι παρελθοντικές ανάγονται στο έτος βάσης πολλαπλασιάζοντας με τον αντίστοιχο συντελεστή.

Συνεπώς, η αξία των μελλοντικών χρηματικών ροών διαβρώνεται σημαντικά χρόνο με τον χρόνο, ιδιαίτερα αν τα προεξοφλητικά επιτόκια είναι υψηλά.

Δηλαδή, στην εκτίμηση μιας μελέτης, οι χρηματικές ροές του πρώτου χρόνου έχουν πολύ μεγάλη σημασία. Η πρόβλεψη αυτών των χρηματικών ροών πρέπει να γίνεται με ακρίβεια, επειδή είναι οι ροές χρημάτων αυτών των πρώτων χρόνων που έχουν μεγαλύτερη πραγματική αξία και επίδραση.

Ορόλος του πληθωρισμού στις χρηματικές ροές

Μελλοντικές χρηματικές ροές μπορούν να εκτιμηθούν είτε σε σημερινά χρήματα και συνήθως αποκαλούνται χρηματικές ροές πραγματικής χρονικής περιόδου είτε σε χρήματα της ημερομηνίας(έτους) που προέκυψαν και αποκαλούνται νομισματικές ή εικονικές χρηματικές ροές. Συνήθως είναι πιο εύκολο να προβλεφθούν οι μελλοντικές χρηματικές ροές σε πραγματικό χρόνο, γιατί οι σημερινές πληροφορίες είναι οι περισσότερο διαθέσιμες. Χρησιμοποιώντας πραγματικό χρόνο θα εξαλειφθεί η ανάγκη να προβλεφθεί ένας ακόμη μελλοντικός παράγοντας, ο πληθωρισμός, ως εκ τούτου μειώνεται ο αριθμός των αγνώστων.

Οι ονομαστικές χρηματικές ροές είναι ιδιαίτερα σημαντικές για εμπορικούς χρηματικούς απολογισμούς και λογαριασμούς. Χρησιμοποιούνται στην πρόβλεψη των χρηματικών απολογισμών επιχορηγήσεων(απόσβεση, κτλ) με σκοπό την επίτευξη πολύ μεγάλων οφελών και καθαρών κερδών (αφού ληφθεί υπόψη η φορολογία και παρόμοιες δαπάνες). Για να χρησιμοποιήσουμε ονομαστικές χρηματικές ροές, οι πραγματικές χρηματικές ροές που έχουν προβλεφθεί θα πρέπει να πληθωριστούν ανάλογα με τον αναμενόμενο συντελεστή πληθωρισμού.

Στην αναγωγή σε παρούσα αξία, ένα πραγματικό προεξοφλητικό επιτόκιο πρέπει να χρησιμοποιηθεί αν οι χρηματικές ροές είναι σε σημερινά χρήματα(σε πραγματική χρονική περίοδο). Ένα ονομαστικό/χρηματικό προεξοφλητικό επιτόκιο χρησιμοποιείται αν οι χρηματικές ροές είναι εκφρασμένες στη χρηματική αξία του χρόνου στον οποίο προέκυψαν.

Το ονομαστικό/χρηματικό προεξοφλητικό επιτόκιο ισούται με το πραγματικό προεξοφλητικό επιτόκιο τροποποιημένο από τον πληθωρισμό:

$$\text{nominal discount rate} = [(1+r) \times (1 + \text{inflation_rate}) - 1]$$

Λόγω των μικρών τιμών τους και σαν προσέγγιση, ένα ονομαστικό/χρηματικό προεξοφλητικό επιτόκιο μπορούμε να θεωρήσουμε ότι ισούται με το πραγματικό προεξοφλητικό επιτόκιο συν τον πληθωρισμό.

Η καθαρή παρούσα αξία είναι η ίδια όταν είτε επιλεγεί το πραγματικό προεξοφλητικό επιτόκιο είτε επιλεγεί το ονομαστικό/χρηματικό προεξοφλητικό επιτόκιο. Ποια μέθοδος θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από τον χρόνο στον οποίο είναι εκφρασμένες οι χρηματικές ροές.

Όταν οι χρηματικές αξίες είναι εκφρασμένες σε χρήματα της ημέρας της διεξαγωγής της εμπορικής δραστηριότητας, τότε αυτές οι αξίες θα πρέπει να αποπληθωριστούν σε χρήματα του έτους βάσης και στη συνέχεια να αναχθούν στην παρούσα αξία τους με το κατάλληλο πραγματικό προεξοφλητικό επιτόκιο .

Σε πολλά έργα της βιομηχανίας ηλεκτρικής ενέργειας, θεωρείται το έτος λειτουργίας ως το έτος βάσης. Πριν από το έτος βάσης, πολλά έξοδα, συνήθως τα κόστη επένδυσης, έχουν ήδη εμφανιστεί. Αυτά πρέπει πρώτα απ' όλα να παρουσιαστούν στα χρήματα του έτους λειτουργίας, και στη συνέχεια να αναχθούν στην παρούσα αξία πολλαπλασιάζοντας με τον συντελεστή ανατοκισμού $(1+r)^n$. Αυτό είναι το ίδιο με τον πολλαπλασιασμό με τον προεξοφλητικό παράγοντα $\frac{1}{(1+r)^{-n}}$. Οι ροές χρημάτων που εμφανίζονται μετά το έτος βάσης, πρέπει να παρουσιαστούν σε χρήματα του έτους βάσης πολλαπλασιάζοντας με τον προεξοφλητικό παράγοντα $\frac{1}{(1+r)^n}$. Επομένως, ο προεξοφλητικός παράγοντας είναι κοινός για όλες τις χρηματικές ροές με n

αρνητικό για όλες τις ροές που προκύπτουν πριν το έτος βάσης, θετικό για όλες τις ροές μετά το έτος βάσης και μηδέν για το έτος βάσης.

Στην προηγούμενη ανάλυση θεωρήσαμε ότι οι τιμές για τα λειτουργικά έξοδα όπως και για τα εισοδήματα μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου με την ίδια αναλογία. Αυτό μπορεί να μην ισχύει σε πολλές περιπτώσεις, καθώς σχετικές αλλαγές στις τιμές δεν συμβαίνουν συχνά. Κατηγορίες διαφορετικού κόστους, όπως κόστη καυσίμου, μπορεί να έχουν διαφορετικές αναλογίες αλλαγής της τιμής κατά τη διάρκεια του χρόνου από άλλες κατηγορίες όπως κόστη εργατικού δυναμικού ή υλικών. Στην περίπτωση αυτή οι μελλοντικές ροές παρουσιάζονται σε ονοματικούς όρους, χρησιμοποιώντας για κάθε είδος κόστους ή εσόδου, και το αντίστοιχο προβλεπόμενο επιτόκιο πληθωρισμού. Οι πραγματικές χρηματικές ροές προκύπτουν αν τις αποπληθωρίσουμε με το μέσο ετήσιο ποσοστό πληθωρισμού που προβλέπεται κατά τη διάρκεια της περιόδου του έργου.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι οι μελέτες αποτελούνται από χρηματικές ροές από οφέλη και κόστη που προκύπτουν σε διαφορετικά χρόνια κατά τη διάρκεια της ζωής του έργου. Επομένως, θεωρείται καίριο να καταλάβει ο μελετητής πώς να αντιμετωπίσει αυτές τις ροές, πώς να τις χειριστεί ώστε να οδηγηθεί στον υπολογισμό της Καθαρής Παρούσας Αξίας, και να είναι δυνατή η σύγκριση ανάμεσα σε διαφορετικά οφέλη και κόστη.

Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΤΙΚΟΥ ΕΠΙΤΟΚΙΟΥ

Τι εκφράζει το προεξοφλητικό επιτόκιο

Το προεξοφλητικό επιτόκιο είναι το ευκαιριακό κόστος κεφαλαίου (ως ποσοστό επί τοις εκατό της αξίας του κεφαλαίου). Για την ανάληψη ενός επενδυτικού έργου θα πρέπει η προσδοκώμενη απόδοση του να υπερβαίνει το ευκαιριακό κόστος των κεφαλαίων που θα δεσμευθούν. Δηλαδή, το ευκαιριακό κόστος κεφαλαίου αποτελεί ένα όριο κάτω από το οποίο δεν αξίζει να επενδύσει κάποιος στη μελέτη.

Το προεξοφλητικό επιτόκιο υποδηλώνει την αδιαφορία του επενδυτή στο χρόνο της επιστροφής του κεφαλαίου. Αν για παράδειγμα, ισούται με 10%, τότε αυτό σημαίνει πως ο επενδυτής αδιαφορεί για το αν θα λάβει 1 € σήμερα ή 1.10 € σε ένα χρόνο από σήμερα. Αυτή η αδιαφορία είναι η βάση για τη λήψη οικονομικών αποφάσεων στην εφαρμοσμένη μηχανική.

Η σημασία του προεξοφλητικού επιτοκίου

Κατά τη ωφέλιμη διάρκεια ζωής ενός τεχνικού έργου, τόσο τα έξοδα που εμφανίζονται όσο και οι παράγοντες που καθιστούν την υλοποίησή του εφικτή, καθορίζονται από τα ακόλουθα τρία στοιχεία:

- Το κόστος επένδυσης.
- Τα λειτουργικά έξοδα.
- Το προεξοφλητικό επιτόκιο που χρησιμοποιείται.

Πολλοί είναι οι μελετητές που πιστεύουν ότι το σημαντικότερο από τα παραπάνω είναι η επιλογή του κατάλληλου προεξοφλητικού επιτοκίου. Φυσικά, το προεξοφλητικό επιτόκιο επηρεάζει ολόκληρη την οικονομική θεώρηση της μελέτης και την λήψη της απόφασης, ιδιαίτερα σε έργα υψηλής έντασης κεφαλαίου, όπως είναι αυτά της βιομηχανίας ηλεκτρικής ενέργειας. Η επιλογή του προεξοφλητικού επιτοκίου σχεδόν καθορίζει την επιλογή της

λύσης ελάχιστου κόστους. Επίσης, όχι μόνο παίζει σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό των καθαρών επιστροφών από το έργο (Καθαρή Παρούσα Αξία) κατά τη διάρκεια του σταδίου της εκτίμησης της μελέτης, αλλά ταυτόχρονα καθορίζει την δυνατότητα υλοποίησης της μελέτης και την λήψη της απόφασης σχετικά με το αν θα προχωρήσει η επένδυση ή όχι.

Παρά την ζωτική σημασία του, είναι εκπληκτικό το γεγονός ότι ελάχιστη προσπάθεια καταβάλλεται για την επιλογή του κατάλληλου προεξοφλητικού επιτοκίου που χρειάζεται στην εκτίμηση της μελέτης. Έτσι, όλη η προσπάθεια για την εκτίμηση τόσο της επένδυσης όσο και των λειτουργικών εξόδων μπορεί να γίνει ασήμαντη εξαιτίας μιας απόκλισης στην επιλογή των προεξοφλητικών επιτοκίων. Πολλοί μελετητές συνήθως χρησιμοποιούν ένα συγκεκριμένο προεξοφλητικό επιτόκιο της δικής τους επιλογής, ως κατάλληλο, και στη συνέχεια προσπαθούν να καλύψουν τις πιθανές ανακρίβειες με ανάλυση ευαισθησίας (η μέθοδος ή τεχνική μεταβολής των τιμών ορισμένων επιλεκτικών μεταβλητών, για να διερευνηθεί η επίπτωση τους σε ορισμένες άλλες μεταβλητές που έχουν αποφασιστική σημασία στην αξιολόγηση ή επιλογή των επενδύσεων).

Μερικές φορές εξαιτίας της έλλειψης σαφήνειας για το προεξοφλητικό επιτόκιο, δύο(ή περισσότερα) προεξοφλητικά επιτόκια επιλέγονται για την αξιολόγηση μιας μελέτης. Συχνά, σε έργα που χρηματοδοτούνται από το κράτος, η δουλειά του μελετητή γίνεται ακόμη πιο εύκολη καθώς οι αρχές επιλέγουν το προεξοφλητικό επιτόκιο(μερικές φορές ανακριβώς). Σε πολλές περιπτώσεις ο Συντελεστής Εσωτερικής Αποδοτικότητας (IRR) της μελέτης, ο οποίος αναλύεται στη συνέχεια, υπολογίζεται και αν θεωρηθεί ότι είναι κατάλληλος από τους επενδυτές (χρησιμοποιώντας την εμπειρία τους και διαθέσιμες πληροφορίες για επιστροφές και κινδύνους από άλλες μελέτες), τότε λαμβάνεται η απόφαση να προχωρήσει το έργο χωρίς να αναγκάζονται να καταφύγουν στον λεπτομερή υπολογισμό ενός κατάλληλου προεξοφλητικού επιτοκίου. Ωστόσο, μια τέτοια μέθοδος δεν επιτρέπει ούτε τον υπολογισμό της Καθαρής Παρούσας Αξίας μιας μελέτης ούτε μια επαρκή σύγκριση μεταξύ διαφορετικών εναλλακτικών.

Στις περισσότερες χώρες, μελέτες που χρηματοδοτούνται από το κράτος χρησιμοποιούν ένα διαφορετικό προεξοφλητικό επιτόκιο σε σχέση με αυτό που χρησιμοποιούν οι επενδυτές στον ιδιωτικό τομέα. Όπως είναι φυσικό, στις πρώτες ο παράγοντας του κινδύνου είναι περιορισμένος. Αντιθέτως, σε μελέτες του ιδιωτικού τομέα το προεξοφλητικό επιτόκιο δεν επηρεάζεται μόνο από τον παράγοντα του κινδύνου, αλλά και από τις επιστροφές στην ομολογιακή αγορά. Ωστόσο, και στις δύο περιπτώσεις τα προεξοφλητικά επιτόκια εξαρτώνται σημαντικά από τη διαθεσιμότητα του κεφαλαίου για επενδύσεις καθώς και από το κόστος του δανεισμού.

ΝΟΜΟΣ 3468/2006: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΛΟΙΠΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

Η τεχνικοοικονομική μελέτη του μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού Σμοκόβου έγινε για το έτος 2006 και χρησιμοποιεί οικονομικά στοιχεία του έτους 2005. Για το λόγο αυτό, θεωρήθηκε ότι ισχύει το νομικό πλαίσιο της εποχής εκείνης και όχι αυτό που ισχύει το έτος 2012.

Ο νόμος του ελληνικού κράτους 3468/2006 για την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις (ΦΕΚ Α' 129/27.06.2006) είναι ο νόμος που διέπει τις προϋποθέσεις για τη δημιουργία μονάδων παραγωγής ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σύμφωνα με τον νόμο αυτό ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Α.Π.Ε θεωρείται η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από:

- εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση μιας ή περισσότερων μορφών Α.Π.Ε.
- εγκαταστάσεις συμπαράγωγής με χρήση μιας ή περισσότερων μορφών Α.Π.Ε.
- Υβριδικούς Σταθμούς.

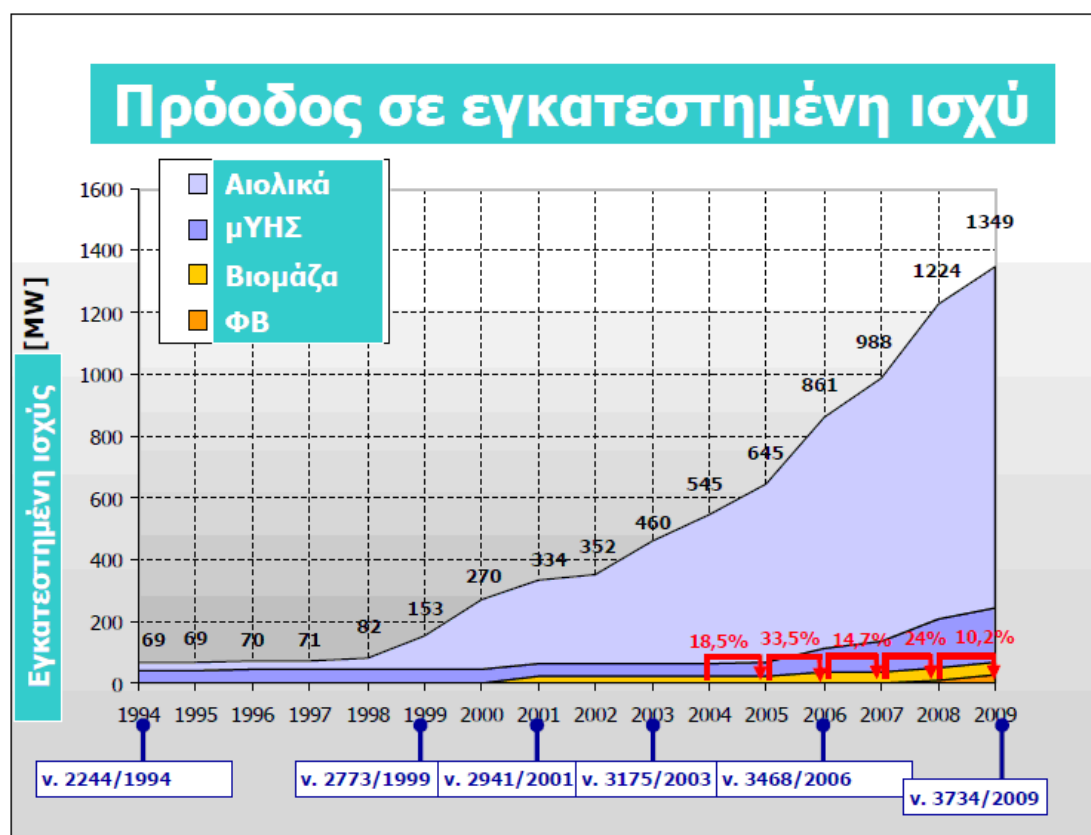
Ο νόμος αυτός καθορίζει τις συμβάσεις (αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας με το ΔΕΣΜΗΕ ή τη ΔΕΗ) και τις τιμές πώλησης (σε Ευρώ/MWh) της ενέργειας που παράγεται στον ΔΕΣΜΗΕ ή στη ΔΕΗ αντίστοιχα.

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)	
	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
(α) Αιολική ενέργεια	73	84,6
(β) Αιολική ενέργεια από αιολικά πάρκα στη θάλασσα	90	
(γ) Υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ έως δεκαπέντε (15) MW _e	73	84,6
(δ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από φωτοβολταϊκές μονάδες, με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των εκατό (100) kW _{peak} , οι οποίες εγκαθίστανται σε ακίνητη ιδιοκτησίας ή νόμιμης κατοχής ή όμορα ακίνητα του ίδιου ιδιοκτήτη ή νομίμου κατόχου	450	500
(ε) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από φωτοβολταϊκές μονάδες, με Εγκατεστημένη Ισχύ μεγαλύτερη των εκατό (100) kW _{peak}	400	450
(στ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από μονάδες άλλης τεχνολογίας, πλην αυτής των φωτοβολταϊκών, με Εγκατεστημένη Ισχύ έως πέντε (5) MW _e	250	270
(ζ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από μονάδες άλλης τεχνολογίας, πλην αυτής των φωτοβολταϊκών, με Εγκατεστημένη Ισχύ μεγαλύτερη των πέντε (5) MW _e	230	250
(η) Γεωθερμική ενέργεια, βιομάζα, αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέριο	73	84,6
(θ) Λοιπές Α.Π.Ε.	73	84,6
(ι) Σ.Η.Θ.Υ.Α.	73	84,6

Πίνακας 6

Οι τιμές που περιλαμβάνονται στον πίνακα 6 αναπροσαρμόζονται, κάθε έτος, με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, η οποία εκδίδεται μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε. Σύμφωνα με τη σχετική κείμενη νομοθεσία, οι τιμές του πίνακα αναπροσαρμόζονται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης σε ποσοστό 80% του δείκτη των τιμών καταναλωτή, όπως αυτός καθορίζεται από την Τράπεζα της Ελλάδος. Η αναπροσαρμογή αυτή γίνεται με ενιαίο τρόπο και ισχύει για όλες τις τιμές του πίνακα.

Στο παρακάτω διάγραμμα, παρουσιάζεται η σημαντική επίδραση του νόμου 3468/2006 στην αύξηση της εγκατεστημένης ισχύς που προέρχεται από ΑΠΕ συγκριτικά με τους προηγούμενους νόμους. Παρατηρούμε ότι με τον νόμο αυτό, η εγκατεστημένη ισχύς που προέρχεται από ΜΥΗΣ παρουσιάζει μια ανοδική πορεία σε σχέση με την περιορισμένη αύξηση αυτής των φωτοβολταϊκών και της βιομάζας, ενώ η εγκατεστημένη ισχύς που προέρχεται από αιολικά πάρκα συνεχίζει την σημαντική αύξηση που ξεκίνησε με τον νόμο 2773/1999.



Σχήμα 17

ΧΡΗΜΑΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ-ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ

Κατά τη διάρκεια ζωής ενός έργου, προκύπτουν δύο χρηματικές ροές. Η μία είναι η ροή του κόστους και η άλλη η ροή των εσόδων. Η αξία των καθαρών εσόδων μπορεί να είναι αρνητική, ειδικά κατά τη διάρκεια της κατασκευής και στα πρώτα χρόνια λειτουργίας του έργου. Όμως, στα επόμενα χρόνια τα έσοδα συνήθως ξεπερνούν τα έξοδα ώστε η ταμειακή ροή (λαμβάνοντας υπόψη και το προεξοφλητικό επιτόκιο) να είναι θετική, διαφορετικά δεν συμφέρει να αναλάβει κάποιος επενδυτής το έργο.

Χρηματικό κόστος μελέτης

Υπάρχουν τρία κύρια είδη κόστους:

- Κόστος Επένδυσης

Στο κόστος επένδυσης περιλαμβάνεται το κόστος κατασκευής, λαμβάνοντας υπόψη την απαιτούμενη γη, τα έργα πολιτικού μηχανικού, τις εγκαταστάσεις και τον εξοπλισμό. Επίσης, περιλαμβάνει τα έξοδα συντήρησης των εγκαταστάσεων και των εξοπλισμών για να διατηρήσουν την αρχική παραγωγική τους ικανότητα. Τέλος, το κόστος επένδυσης περιλαμβάνει και την αξία που θα έχουν τα στοιχεία αυτά (πχ γη, εξοπλισμός) μετά το τέλος της «χρήσιμης» ζωής του έργου. Όμως, αυτός ο παράγοντας έχει μικρή επίδραση στο κόστος επένδυσης και ως εκ τούτου μικρό αντίκτυπο στην λήψη της απόφασης.

- Λειτουργικό Κόστος

Το λειτουργικό κόστος συνθέτει ένας συνδυασμός από σταθερά και μεταβλητά κόστη. Αρχικά, ως σταθερά κόστη θεωρούνται οι μισθοί, το κόστος της διαχείρισης και μέρος του κόστους συντήρησης. Από την άλλη πλευρά, τα μεταβλητά κόστη εξαρτάται από παράγοντες όπως το καύσιμο και η

ενέργεια, το νερό, τα λιπαντικά, καθώς και μέρος του κόστους συντήρησης. Επομένως, το λειτουργικό κόστος είναι το άθροισμα των σταθερών με τα μεταβλητά έξοδα.

- Κεφάλαιο Κίνησης

Το κεφάλαιο κίνησης αναφέρεται στο φυσικό απόθεμα που χρειάζεται για να επιτραπεί η συνεχόμενη παραγωγή(ανταλλακτικά, καύσιμο, πρώτες ύλες). Το φυσικό απόθεμα θα πρέπει να έχει συγκεντρωθεί πριν την έναρξη της εμπορικής λειτουργίας. Συνήθως, οι απαιτήσεις αποθέματος καθορίζονται ως ενός μήνα αξία παραγωγής

Χρηματικά έσοδα μελέτης

Τα χρηματικά οφέλη μιας μελέτης προκύπτουν από την πώληση του προϊόντος της μελέτης. Τα οφέλη αυτά συνήθως είναι ίσα με το ποσοστό της παραγωγής πολλαπλασιασμένο με την τιμή βάσης που έχει εκτιμηθεί. Υπάρχουν μελέτες στην βιομηχανία ηλεκτρικής ενέργειας που δεν έχουν σαν στόχο την παραγωγή. Μερικές, όπως η βελτίωση της αποδοτικότητας, οδηγούν στη μείωση του κόστους γεγονός που αποτελεί όφελος. Άλλες πάλι έχουν πιο πολύ οικονομικό παρά χρηματικό όφελος, όπως η περίπτωση της βελτίωσης της αξιοπιστίας παροχής ή ακόμη η περίπτωση της συντήρησης του περιβάλλοντος.

Στη βιομηχανία ηλεκτρικής ενέργειας, ο υπολογισμός των οφελών δεν είναι εύκολος. Ένας καινούργιος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει όχι μόνο να οδηγήσει στην αύξηση της παραγωγής, αλλά και να συμβάλλει στην μείωση του κόστους παραγωγής ολόκληρου του συστήματος. Επίσης, μπορεί να μειώσει τις απώλειες του συστήματος και να καθυστερήσει κάποιες άλλες μελέτες που έχουν σαν στόχο την ενδυνάμωση του δικτύου. Μερικές μελέτες θεωρούνται περισσείες και κρίνονται απαραίτητες λόγω της ανάγκης να εξασφαλιστεί η ασφάλεια στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Κάποιες βελτιώσεις σε σταθμούς παραγωγής όπως η παρεμπόδιση των εκπομπών, έχουν ως αντίκτυπο οικονομικά οφέλη.

Χάρη στην απελευθέρωση της αγοράς, στην ιδιωτικοποίηση και τον ανταγωνισμό, τα χρηματικά οφέλη που εκτιμούνται από την βιομηχανία ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνονται σημαντικά.

Ισολογισμός

Ο ισολογισμός απεικονίζει την οικονομική θέση μιας επιχείρησης σε κάποια δεδομένη χρονική στιγμή. Αποτελείται από δύο βασικά μέρη:

- Ενεργητικό: Το σύνολο των μέσων δράσεων ή των οικονομικών πόρων (αγαθών και απαιτήσεων) τα οποία ανήκουν κατά κυριότητα στην επιχείρηση και μπορούν να εκφραστούν σε χρηματικές μονάδες κατά τρόπο αντικειμενικό. Επομένως, στο ενεργητικό ανήκει κάθε πράγμα που κατέχει η επιχείρηση και όποια χρηματική απαίτηση έχει προς τρίτους.
- Παθητικό: Πρόκειται για τις πηγές από τις οποίες άντλησε τα κεφάλαιά της η επιχείρηση. Εκφράζει τις υποχρεώσεις της επιχείρησης προς τρίτους, αλλά και προς τους ιδιοκτήτες της. Το παθητικό της επιχείρησης διακρίνεται στις εξής βασικές κατηγορίες:
 - i. Ίδια Κεφάλαια
 - ii. Προβλέψεις
 - iii. Υποχρεώσεις
 - iv. Μεταβατικοί λογαριασμοί Παθητικού

Ίδια Κεφάλαια

Τα ίδια κεφάλαια εκπροσωπούν το εναπομένον ποσό αν από το σύνολο των περιουσιακών στοιχείων της επιχείρησης αφαιρεθούν οι υποχρεώσεις της προς τρίτους. Αντιπροσωπεύουν το συμφέρον των ιδιοκτητών της επιχείρησης στην επιχείρηση. Προκύπτουν ως εξής:

Ποσά που κατά καιρούς καταβλήθηκαν στην επιχείρηση

+ Κέρδη που πραγματοποίησε η επιχείρηση και δεν καλύφθηκαν από τους ιδιοκτήτες της.

- Ζημιές που πραγματοποίησε η επιχείρηση και δεν καλύφθηκαν από τους ιδιοκτήτες της.

Υποχρεώσεις

i. Μακροπρόθεσμες υποχρεώσεις

Είναι οι υποχρεώσεις της επιχείρησης προς τρίτους οι οποίες αναμένεται ότι θα καταστούν πληρωτέες εντός χρονικού διαστήματος μεγαλύτερου του ενός χρόνου από την ημερομηνία του ισολογισμού. Στην κατηγορία αυτή των υποχρεώσεων συνήθως εμπίπτουν τα μακροχρόνια τραπεζικά δάνεια. Για την πραγματοποίηση του έργου του ΜΥΗΣ Σμοκόβου θεωρήθηκε ότι λήφθηκε δάνειο από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων, ο υπολογισμός του οποίου αναλύεται στη συνέχεια. Οι μακροπρόθεσμες υποχρεώσεις αποτελούν μια σημαντική πηγή κεφαλαίων για τις επιχειρήσεις ηλεκτρισμού.

ii. Βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις

Είναι οι οφειλές της επιχείρησης προς τρίτους οι οποίες αναμένεται ότι θα καταστούν πληρωτέες εντός της επόμενης χρήσεως από την ημερομηνία του ισολογισμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ ΤΟΥ ΜΥΗΣ ΣΜΟΚΟΒΟΥ

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΜΥΗΣ

Ο αρχικός προϋπολογισμός του κόστους της έργου του μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού Σμοκόβου, που αποτελεί το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής, ανήλθε σε 6674982€.

Σύμφωνα με τις διατάξεις του ΕΠΑΝ/ Γ'ΚΠΣ το 40% του κόστους του έργου επιδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και αντιστοιχεί σε ποσό:

Ποσό Επιδότησης από ΕΕ=0,4*6674982=2669992,8€

Άρα, λαμβάνοντας υπόψη το παραπάνω ποσό επιδότησης, το ποσό που τελικά θα δαπανήσει η ΔΕΗ από δάνεια και ίδια κεφάλαια ανέρχεται σε 4004989,2€.

Με βάση τον ισολογισμό της ΔΕΗ για το έτος 2005 που αναλύθηκε προηγουμένως, το ποσό που θεωρούμε ότι χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες του έργου από ίδια κεφάλαια είναι 2491944,33€ και αντίστοιχα από δανεισμό 1513044,87€.

ΠΗΓΗ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	ΠΟΣΟ (€)
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ	2669992,80
ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ	2491944,33
ΔΑΝΕΙΟ	1513044,87
ΣΥΝΟΛΟ	6674982

Πίνακας 8

ΔΑΝΕΙΟ

Τα μακροπρόθεσμα δάνεια που λαμβάνει η ΔΕΗ για την πραγματοποίηση ανάλογων έργων με αυτό του ΜΥΗΣ Σμοκόβου που μελετούμε προέρχονται από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων. Η διάρκεια των δανείων της ΕΤΕπ κυμαίνεται από 4 έως 20 χρόνια. Για ορισμένα έργα υποδομής, είναι δυνατόν να γίνει δεκτή μεγαλύτερη διάρκεια. Ανάλογα με τον τύπο της επένδυσης, είναι δυνατό να χορηγείται περίοδος χάριτος για την αποπληρωμή του δανείου. Συνήθως, η αποπληρωμή των δανείων γίνεται σε ισόποσες ετήσιες ή εξαμηνιαίες δόσεις.

Για τον υπολογισμό του ποσού του δανείου του έργου του υδροηλεκτρικού σταθμού Σμοκόβου λήφθηκαν υπόψη αφενός οι όροι δανεισμού της ΕΤΕπ, αφετέρου οι οικονομικοί όροι με τους οποίους πραγματοποιεί ανάλογα έργα η ΔΕΗ. Έτσι, θεωρείται ότι το δάνειο θα πρέπει να εξοφληθεί σε διάστημα 20 ετών, ενώ δίνεται περίοδος χάριτος 2 ετών. Η αποπληρωμή του δανείου γίνεται με τη μέθοδο ράντα σύμφωνα με την οποία η ΔΕΗ πρέπει να καταβάλλει ετήσιες τοκοχρεωλυτικές δόσεις μέχρι να μηδενιστεί το χρέος της. Οι δόσεις αυτές είναι σταθερές και υπολογίζονται με τον παρακάτω τύπο:

$$R = \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} A = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} A$$

Όπου:

R: τοκοχρεωλυτική δόση

i : επιτόκιο δανεισμού

A : ποσό δανείου

n : έτη αποπληρωμής

Οπότε υπολογίζεται για επιτόκιο δανεισμού 3,93%, σύμφωνα με την Τράπεζα της Ελλάδος για το έτος 2005 , τοκοχρεωλυτική δόση ίση με 114991.7848€.

Ο διαχωρισμός των τοκοχρεωλυτικών δόσεων σε τόκους και χρεολύσιο έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς ο μεν τόκος θεωρείται από τη φορολογική νομοθεσία δαπάνη που επιβαρύνει το κόστος του αντίστοιχου έτους, ενώ το χρεολύσιο δεν έχει άμεση επίδραση στο κόστος του έτους. Οι τόκοι, όπως θα δούμε και στο λογιστικό φύλλο της ταμειακής ροής, μειώνουν το φορολογητέο κέρδος και κατά συνέπεια τους φόρους της επιχείρησης. Το χρεολύσιο δεν έχει άμεση επίπτωση στους φόρους καθώς δεν εισέρχεται στον υπολογισμό των κερδών.

Ο τόκος δεν παραμένει σταθερός εφόσον υπολογίζεται σύμφωνα με το ανεξόφλητο υπόλοιπο του προηγούμενου έτους με τον εξής τρόπο:

$$\text{ΤΟΚΟΣ} = i * \text{ΑΝΕΞΟΦΛΗΤΟ ΥΠΟΛΟΙΠΟ}$$

Το χρεολύσιο είναι το μέρος της πληρωμής που επιτυγχάνει τη μείωση του ανεξόφλητου ύψους του δανείου, και σε αυτό το σύστημα απόσβεσης το άθροισμα των χρεολυσίων ισούται με το αρχικό ποσό του δανείου.

$$\text{ΧΡΕΟΛΥΣΙΟ} = \text{ΤΟΚΟΧΡΕΩΛΥΤΙΚΗ ΔΟΣΗ} - \text{ΤΟΚΟΣ}$$

Όπως προαναφέρθηκε, η καθυστέρηση στην έναρξη των πληρωμών ονομάζεται περίοδος χάριτος του δανείου. Στην περίπτωση μας, θεωρήθηκε περίοδος χάριτος 2 χρόνια. Επομένως, το ανεξόφλητο υπόλοιπο υπολογίζεται αν αφαιρέσουμε από το ανεξόφλητο υπόλοιπο του προηγούμενου έτους το χρεολύσιο του τρέχοντος έτους. Όσο διαρκεί η περίοδος χάριτος του δανείου, επειδή η τοκοχρεωλυτική δόση είναι μηδενική, οι τόκοι του δανείου που εμφανίζονται στην περίοδο αυτή προκαλούν την αύξηση του ανεξόφλητου υπολοίπου. Στη συνέχεια, στην περίπτωση μας από το έτος 2007 και μετά, το ανεξόφλητο υπόλοιπο ενός έτους προκύπτει αν από το ανεξόφλητο υπόλοιπο

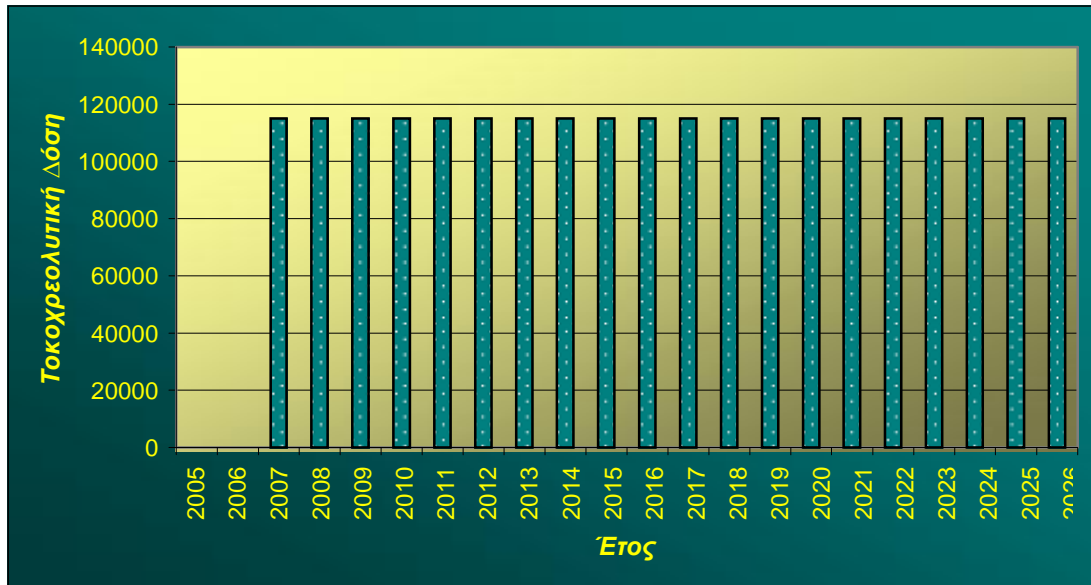
του προηγούμενου έτους αφαιρέσουμε το χρεολύσιο του τρέχοντος έτους, ώσπου το 2026 μηδενίζεται.

Στον πίνακα 9 παρουσιάζεται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού του δανείου για τα έτη 2005-2026 όπου φαίνονται αναλυτικά οι τοκοχρεωλυτικές δόσεις, ο τόκος, το χρεολύσιο και το ανεξόφλητο υπόλοιπο σε κάθε έτος.

ΕΤΟΣ	ΤΟΚΟΧΡΕΩΛΥΤΙΚΗ ΔΟΣΗ(€)	ΤΟΚΟΣ (€)	ΧΡΕΟΛΥΣΙΟ (€)	ΑΝΕΞΟΦΛΗΤΟ ΥΠΟΛΟΙΠΟ (€)
2005	0	0	0	1513044,87
2006	0	59463	-59463	1572507,87
2007	114991,78	61799,55	53192,24	1519315,30
2008	114991,78	59709,09	55282,70	1464032,60
2009	114991,78	57536,48	57455,30	1406577,30
2010	114991,78	55278,49	59713,30	1346864
2011	114991,78	52931,76	62060,03	1284803,97
2012	114991,78	50492,80	64498,99	1220304,98
2013	114991,78	47957,96	67033,80	1153271,18
2014	114991,78	45323,56	69668,23	1083602,96
2015	114991,78	42585,60	72406,19	1011196,77
2016	114991,78	39740,03	75251,75	935945,02
2017	114991,78	36782,64	78209,15	857735,87
2018	114991,78	33709,02	81282,77	776453,10
2019	114991,78	30514,61	84477,18	691975,93
2020	114991,78	27194,65	87797,13	604178,80
2021	114991,78	23744,23	91247,56	512931,24
2022	114991,78	20158,20	94833,59	418097,65
2023	114991,78	16431,24	98560,55	319537,10
2024	114991,78	12557,81	102433,98	217103,13
2025	114991,78	8532,15	106459,63	110643,50
2026	114991,78	4348,29	110643,50	0

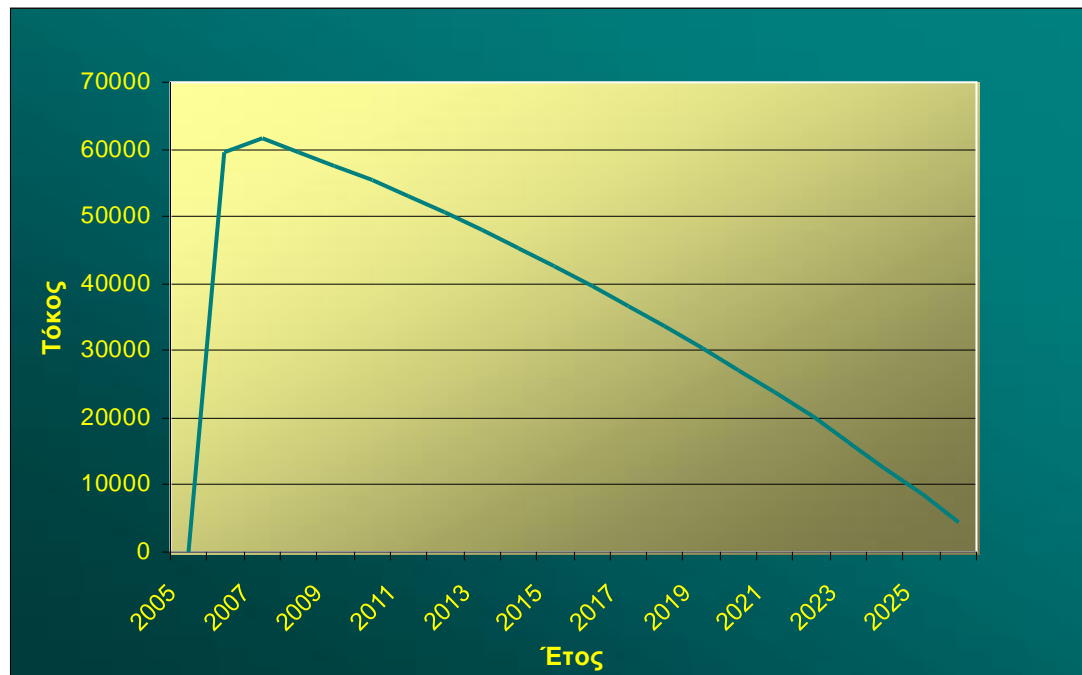
Πίνακας 9: Δάνειο

Στα διαγράμματα που ακολουθούν φαίνεται η σχέση αλληλεξάρτησης που έχουν μεταξύ τους οι τοκοχρεωλυτικές δόσεις, ο τόκος, το χρεολύσιο και το ανεξόφλητο υπόλοιπο σε κάθε έτος και πως επιδρά η περίοδος χάριτος στην εξόφληση του δανείου.



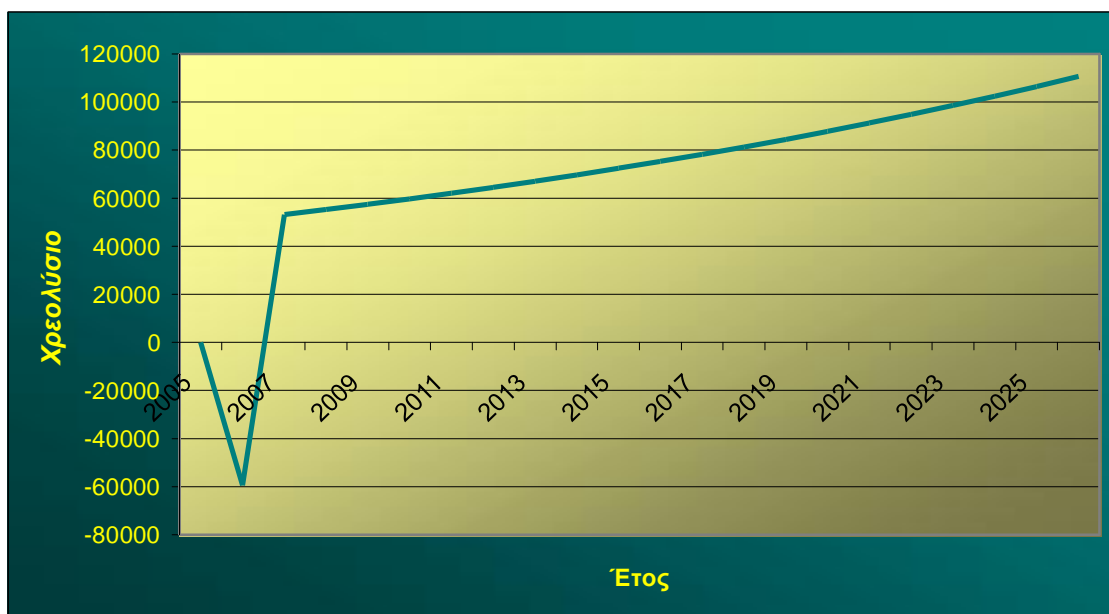
Σχήμα 18: Ετήσια τοκοχρεωλυτική δόση

Φαίνεται ότι κατά την περίοδο χάριτος η τοκοχρεωλυτική δόση είναι μηδενική, ενώ τα έτη 2007-2026 σταθερή.



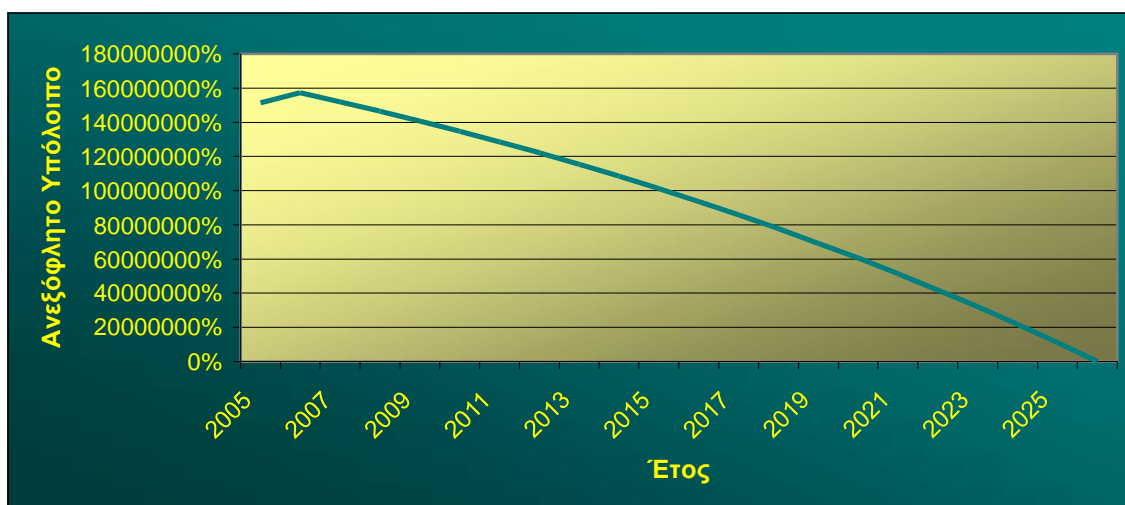
Σχήμα 19: Τόκος

Παρατηρούμε ότι κατά την περίοδο χάριτος ο τόκος αυξάνεται, καθώς το «αρνητικό» χρεολύσιο αυξάνει το ανεξόφλητο υπόλοιπο. Στη συνέχεια, η μείωση του ανεξόφλητου υπόλοιπου οδηγεί στη μείωση του τόκου.



Σχήμα 20:Χρεολύσιο

Παρατηρούμε ότι το χρεολύσιο αρχικά είναι αρνητικό, γεγονός που οφείλεται στο ότι η τοκοχρεωλυτική δόση είναι μηδέν κατά την περίοδο χάριτος. Μετά από αυτή την περίοδο, από το έτος 2007 και μετά, οι σταθερές τοκοχρεωλυτικές δόσεις σε συνδυασμό με την μείωση του τόκου σε κάθε έτος οδηγούν στην αύξηση του χρεολυσίου.



Σχήμα 20:Ανεξόφλητο υπόλοιπο

Το «αρνητικό» αρχικά χρεολύσιο προκαλεί την αύξηση του ανεξόφλητου ποσού του δανείου. Στη συνέχεια, η συνεχής αύξηση του χρεολυσίου από το έτος 2007 και μετά προκαλεί την συνεχή μείωση του ανεξόφλητου υπολοίπου έως τον μηδενισμό του το έτος 2026, που σημαίνει ότι το δάνειο εξοφλείται το έτος αυτό.

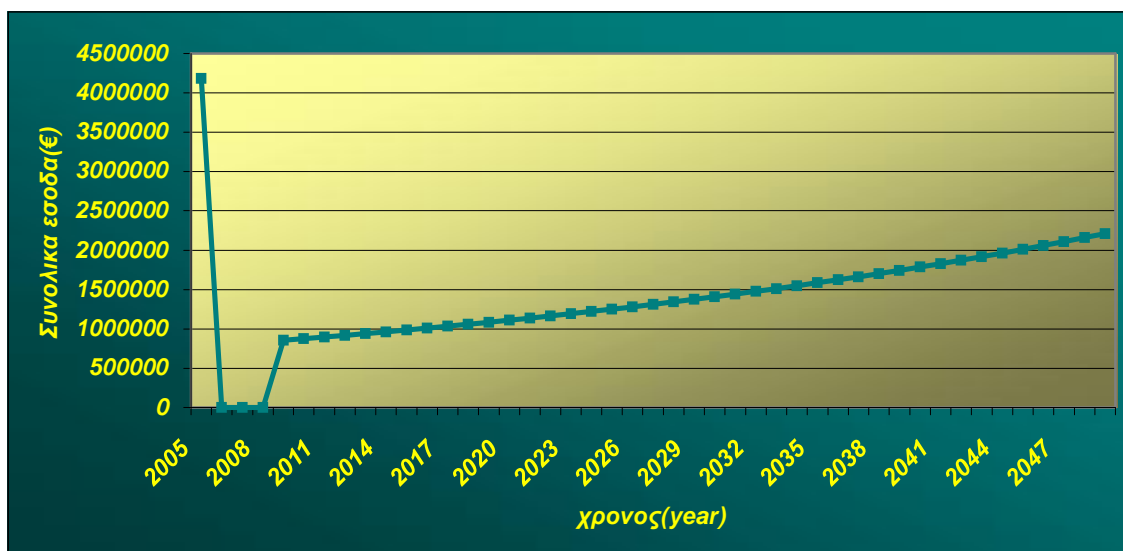
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΣΟΔΩΝ

Η ετήσια παραγωγή του ΜΥΗΣ Σμοκόβου είναι 10,7 GWh (παράγονται τη θερινή περίοδο) και η τιμή της ενέργειας κατά το έτος 2009 ανέρχεται σε 80,0039€/MWh σύμφωνα με τον νόμο 3468/2006 του Υπουργείου Ανάπτυξης. Από τα δεδομένα αυτά προκύπτουν οι εισροές για το έτος 2009. Τα επόμενα χρόνια οι εισροές πληθωρίζονται με ένα συντελεστή ο οποίος σύμφωνα με το νόμο 3468/2006 είναι το 80% του δείκτη των τιμών καταναλωτή, όπως αυτός καθορίζεται από την Τράπεζα της Ελλάδος. Ο πληθωρισμός θεωρήθηκε ότι είναι 3%.

Ακόμη, στα συνολικά έσοδα συμπεριλαμβάνονται, εκτός από τις εισροές από την πώληση της ενέργειας, το δάνειο και η επιχορήγηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς αυτά τα χρήματα χορηγήθηκαν για τη διεξαγωγή του έργου κατά την έναρξη των εργασιών ανοικοδόμησης του.

Α/Α	ΕΤΟΣ	ΕΙΣΡΟΕΣ	ΔΑΝΕΙΟ	ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗ ΕΕ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΣΟΔΑ
-4	2005	0	1513044,87	2669992,8	4183037,67
-3	2006	0	0	0	0
-2	2007	0	0	0	0
-1	2008	0	0	0	0
0	2009	856041,73	0	0	856041,73
1	2010	876586,73	0	0	876586,73
2	2011	897624,81	0	0	897624,81
3	2012	919167,80	0	0	919167,80
4	2013	941227,83	0	0	941227,83
5	2014	963817,30	0	0	963817,30
6	2015	986948,91	0	0	986948,91
7	2016	1010635,69	0	0	1010635,69
8	2017	1034890,95	0	0	1034890,95
9	2018	1059728,33	0	0	1059728,33
10	2019	1085161,81	0	0	1085161,81
11	2020	1111205,69	0	0	1111205,69
12	2021	1137874,63	0	0	1137874,63
13	2022	1165183,62	0	0	1165183,62
14	2023	1193148,03	0	0	1193148,03
15	2024	1221783,58	0	0	1221783,58
16	2025	1251106,39	0	0	1251106,39
17	2026	1281132,94	0	0	1281132,94
18	2027	1311880,13	0	0	1311880,13
19	2028	1343365,25	0	0	1343365,25
20	2029	1375606,02	0	0	1375606,02
21	2030	1408620,56	0	0	1408620,56
22	2031	1442427,46	0	0	1442427,46
23	2032	1477045,72	0	0	1477045,72
24	2033	1512494,81	0	0	1512494,81
25	2034	1548794,69	0	0	1548794,69
26	2035	1585965,76	0	0	1585965,76
27	2036	1624028,94	0	0	1624028,94
28	2037	1663005,63	0	0	1663005,63
29	2038	1702917,77	0	0	1702917,77
30	2039	1743787,80	0	0	1743787,80
31	2040	1785638,70	0	0	1785638,70
32	2041	1828494,03	0	0	1828494,03
33	2042	1872377,89	0	0	1872377,89
34	2043	1917314,96	0	0	1917314,96
35	2044	1963330,52	0	0	1963330,52
36	2045	2010450,45	0	0	2010450,45
37	2046	2058701,26	0	0	2058701,26
38	2047	2108110,09	0	0	2108110,09
39	2048	2158704,73	0	0	2158704,73

Πίνακας 10: Έσοδα



Σχήμα 21

Παρατηρούμε ότι αρχικά, το έτος 2005, τα έσοδα απορρέουν από τα δάνεια και την επιχορήγηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση, ενώ τα υπόλοιπα τρία χρόνια τα έσοδα είναι μηδενικά. Από το έτος λειτουργίας (2009) και μετά τα έσοδα προκύπτουν από τη πώληση ενέργειας και αυξάνονται σταδιακά.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΔΩΝ

Τα συνολικά έξοδα προκύπτουν από το άθροισμα των παρακάτω ποσών:

Α) Αποσβέσεις

Ένας σταθμός παραγωγής που καταγράφεται στο πάγιο ενεργητικό, αναμένεται να παρέχει υπηρεσίες για τα επόμενα 30-40 χρόνια. Το πάγιο ενεργητικό αντιπροσωπεύει το σύνολο των περιουσιακών στοιχείων που είναι απαραίτητα για τη στήριξη των δραστηριοτήτων της επιχείρησης αλλά δεν αποτελούν αντικείμενο εμπορικής δραστηριότητας (π.χ μηχανήματα, οχήματα). Η «ανάλωση» των πάγιων στοιχείων σε μια χρήση αναφέρεται ως ετήσια απόσβεση. Η ανάλωση της αξίας των πάγιων στοιχείων της σε μια χρήση είναι απόρροια της λειτουργικής φθοράς που υφίστανται .

Οι αποσβέσεις που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται στην απόσβεση των έργων Η/Μ και πολιτικού μηχανικού για τον μικρό υδροηλεκτρικό σταθμό Σμοκόβου. Τα έργα πολιτικού μηχανικού αποσβένονται με συντελεστή 5%, ενώ τα έργα ηλεκτρολόγου μηχανικού αποσβένονται με συντελεστή 4%. Οι κατώτεροι και οι ανώτεροι συντελεστές απόσβεσης καθορίζονται σύμφωνα με το Π.Δ. 299/04.11.03. Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκαν οι ανώτεροι συντελεστές. Τα έργα ηλεκτρολόγου μηχανικού θα αποσβεστούν 24 χρόνια μετά την έναρξη της λειτουργίας του σταθμού, ενώ τα έργα πολιτικού μηχανικού θα αποσβεστούν μετά από 19 χρόνια. Το συνολικό κόστος αυτών των έργων αποσβένεται το εικοστό τέταρτο έτος της λειτουργίας του σταθμού.

Α/Α	ΕΤΟΣ	ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ Η/Μ	ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ ΠΟΛ.ΜΗΧ.	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ
-4	2005	0	0	0	0
-3	2006	0	0	0	0
-2	2007	0	0	0	0
-1	2008	0	0	0	0
0	2009	225633,04	129504,1	355137,14	355137,14
1	2010	225633,04	129504,1	355137,14	710274,28
2	2011	225633,04	129504,1	355137,14	1065411,42
3	2012	225633,04	129504,1	355137,14	1420548,56
4	2013	225633,04	129504,1	355137,14	1775685,70
5	2014	225633,04	129504,1	355137,14	2130822,84
6	2015	225633,04	129504,1	355137,14	2485959,98
7	2016	225633,04	129504,1	355137,14	2841097,12
8	2017	225633,04	129504,1	355137,14	3196234,26
9	2018	225633,04	129504,1	355137,14	3551371,40
10	2019	225633,04	129504,1	355137,14	3906508,54
11	2020	225633,04	129504,1	355137,14	4261645,68
12	2021	225633,04	129504,1	355137,14	4616782,82
13	2022	225633,04	129504,1	355137,14	4971919,96
14	2023	225633,04	129504,1	355137,14	5327057,10
15	2024	225633,04	129504,1	355137,14	5682194,24
16	2025	225633,04	129504,1	355137,14	6037331,38
17	2026	225633,04	129504,1	355137,14	6392468,52
18	2027	225633,04	129504,1	355137,14	6747605,66
19	2028	225633,04	129504,1	355137,14	7102742,80
20	2029	225633,04	0	225633,04	7328375,84
21	2030	225633,04	0	225633,04	7554008,88
22	2031	225633,04	0	225633,04	7779641,92
23	2032	225633,04	0	225633,04	8005274,96
24	2033	225633,04	0	225633,04	8230908
25	2034	0	0	0	0

Πίνακας 11

Β)Τόκοι

Η κατασκευή των εγκαταστάσεων μιας επιχείρησης μπορεί να διαρκέσει 2-3 χρόνια ή και περισσότερα. Εάν τα έργα χρηματοδοτούνται με δανειακά κεφάλαια, στην περίπτωση μας θεωρήσαμε τραπεζικό δάνειο, κατά το προκαταρκτικό αυτό στάδιο συσσωρεύονται τόκοι χωρίς να δημιουργούνται τα αντίστοιχα έσοδα. Επομένως, οι τόκοι αφορούν το ετήσιο ποσό που είναι απαραίτητο για την εξόφληση του δανείου. Η αποπληρωμή του δανείου ολοκληρώνεται κατά το δέκατο όγδοο έτος λειτουργίας του σταθμού.

Γ)Μισθοί

Αποτελούν τη συνολική αμοιβή ενός έτους προς τους υπαλλήλους του σταθμού. Θεωρήθηκε ότι ο πληθωρισμός των μισθών θα κυμανθεί στο 3%.

Δ)Συντήρηση

Αναφέρεται στα έξοδα συντήρησης των κτιριακών εγκαταστάσεων και των μηχανημάτων του σταθμού. Το ποσό αυτό ,επίσης, πληθωρίζεται κάθε χρόνο με ένα συντελεστή της τάξης του 3% .

Ε)ΟΤΑ

Είναι οι παροχές προς του οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης, οι οποίες σύμφωνα με το νόμο 3468/2006 αποτελούν το 3% των εισροών του σταθμού ετησίως.

ΣΤ)Φορέας διαχείρισης

Συνιστούν τις παροχές προς το φορέα διαχείρισης και αποτελούν σύμφωνα με τη ΡΑΕ το 1% των ετήσιων εισροών του σταθμού.

	Έτος	Αποσβέσει ς	Τόκοι	Μισθοί	Συντήρηση	ΟΤΑ	ΦΔ	Συνολικά Έξοδα
-4	2005	0	0	0	0	0	0	6674982
-3	2006	0	59462,66	0	0	0	0	59462,66
-2	2007	0	61799,55	0	0	0	0	61799,55
-1	2008	0	59709,09	0	0	0	0	59709,09
0	2009	355137,14	57536,48	100000	115000	25681,25	8560,42	661915,29
1	2010	355137,14	55278,49	103000	118450	26297,60	8765,87	666929,10
2	2011	355137,14	52931,76	106090	122003,5	26928,74	8976,25	672067,39
3	2012	355137,14	50492,80	109272,7	125663,61	27575,03	9191,68	677332,95
4	2013	355137,14	47957,99	112550,9	129433,51	28236,84	9412,28	682728,63
5	2014	355137,14	45323,56	115927,4	133316,52	28914,52	9638,17	688257,32
6	2015	355137,14	42585,60	119405,2	137316,01	29608,47	9869,49	693921,94
7	2016	355137,14	39740,03	122987,4	141435,50	30319,07	10106,36	699725,48
8	2017	355137,14	36782,64	126677	145678,56	31046,73	10348,91	705670,98
9	2018	355137,14	33709,02	130477,3	150048,92	31791,85	10597,28	711761,53
10	2019	355137,14	30514,61	134391,6	154550,38	32554,85	10851,62	718000,24
11	2020	355137,14	27194,65	138423,4	159186,90	33336,17	11112,06	724390,30
12	2021	355137,14	23744,23	142576,1	163962,50	34136,24	11378,75	730934,94
13	2022	355137,14	20158,20	146853,4	168881,38	34955,51	11651,84	737637,43
14	2023	355137,14	16431,24	151259	173947,82	35794,44	11931,48	744501,09
15	2024	355137,14	12557,81	155796,7	179166,25	36653,51	12217,84	751529,29
16	2025	355137,14	8532,153	160470,6	184541,24	37533,19	12511,06	758725,43
17	2026	355137,14	4348,289	165284,8	190077,48	38433,99	12811,33	766092,99
18	2027	355137,14	0	170243,3	195779,80	39356,40	13118,80	773635,45
19	2028	355137,14	0	175350,6	201653,20	40300,96	13433,65	785875,55
20	2029	225633,04	0	180611,1	207702,80	41268,18	13756,06	668971,20
21	2030	225633,04	0	186029,5	213933,88	42258,62	14086,21	681941,20
22	2031	225633,04	0	191610,3	220351,90	43272,82	14424,28	695292,37
23	2032	225633,04	0	197358,7	226962,45	44311,37	14770,46	709035,97
24	2033	225633,04	0	203279,4	233771,32	45374,84	15124,95	723183,57
25	2034	0	0	209377,8	240784,46	46463,84	15487,95	512114,04
26	2035	0	0	215659,1	248007,99	47578,97	15859,66	527105,75
27	2036	0	0	222128,9	255448,24	48720,87	16240,29	542538,29
28	2037	0	0	228792,8	263111,68	49890,17	16630,06	558424,68
29	2038	0	0	235656,6	271005,03	51087,53	17029,18	574778,29
30	2039	0	0	242726,2	279135,18	52313,63	17437,88	591612,94
31	2040	0	0	250008	287509,24	53569,16	17856,39	608942,82
32	2041	0	0	257508,3	296134,52	54854,82	18284,94	626782,55
33	2042	0	0	265233,5	305018,55	56171,34	18723,78	645147,19
34	2043	0	0	273190,5	314169,11	57519,45	19173,15	664052,24
35	2044	0	0	281386,2	323594,18	58899,92	19633,31	683513,65
36	2045	0	0	289827,8	333302,01	60313,51	20104,50	703547,86
37	2046	0	0	298522,7	343301,07	61761,04	20587,01	724171,79
38	2047	0	0	307478,3	353600,10	63243,30	21081,10	745402,85
39	2048	0	0	316702,7	364208,10	64761,14	21587,05	767258,99
40	2049	0	0	326203,8	375134,35	66315,41	22105,14	789758,67

Πίνακας 12: Έξοδα

Ταμειακή ροή

Για την εύρεση της ταμειακής ροής λαμβάνουμε υπόψη τα κέρδη προ φόρων, τόκων και αποσβέσεων. Υπολογίζεται αν αφαιρεθούν τα συνολικά έξοδα από τα συνολικά έσοδα.

Ο φόρος προκύπτει από τα κέρδη προ φόρων, τόκων και αποσβέσεων επί 0,25(που αποτελεί το συντελεστή φορολογίας σύμφωνα με το πιο πρόσφατο ισολογισμό της ΔΕΗ).Από τα κέρδη προ φόρων, τόκων και αποσβέσεων αφαιρούμε τους φόρους για να υπολογίσουμε τα κέρδη μετά φόρων (προ τόκων και αποσβέσεων).

Τέλος η ταμειακή ροή προκύπτει αν από τα κέρδη μετά φόρων (προ τόκων και αποσβέσεων) προσθέσουμε τις συνολικές αποσβέσεις και αφαιρέσουμε το χρεολύσιο.

Παρατηρούμε ότι οι αποσβέσεις συμπεριλαμβάνονται στην εύρεση των συνολικών εξόδων και κατ' επέκταση του φόρου. Ωστόσο, προστίθεται στη ταμειακή ροή, γιατί αποτελούν πλασματικά έξοδα του σταθμού και όχι πραγματικά λόγω της απαξίωσης των πάγιων περιουσιακών στοιχείων. Ακόμη, το χρεολύσιο δεν έχει άμεση επίπτωση στους φόρους, καθώς δεν εισέρχεται στον υπολογισμό των κερδών. Όμως, αποτελεί υπολογίσιμο μέγεθος για την μείωση της ταμειακής ροής.

A/A	έτος	κέρδη προ φορων τόκων κ αποσβ.	φόρος	κέρδη μετα φορων(προ τόκων κ αποσβέσεων)	Ταμειακή ροή
-4	2005	4183037,67	0	4183037,67	4183037,67
-3	2006	-59462,66	0	-59462,66	0
-2	2007	-61799,54	0	-61799,54	-114991,78
-1	2008	-59709,09	0	-59709,09	-114991,78
0	2009	194126,43	48531,61	145594,82	443276,66
1	2010	209657,63	52414,41	157243,22	452667,06
2	2011	225557,42	56389,36	169168,06	462245,17
3	2012	241834,85	60458,71	181376,14	472014,29
4	2013	258499,20	64624,80	193874,40	481977,74
5	2014	275559,98	68890,00	206669,99	492138,90
6	2015	293026,98	73256,75	219770,23	502501,18
7	2016	310910,21	77727,55	233182,65	513068,04
8	2017	329219,96	82304,99	246914,97	523842,96
9	2018	347966,80	86991,70	260975,10	534829,47
10	2019	367161,57	91790,39	275371,17	546031,14
11	2020	386815,39	96703,85	290111,54	557451,55
12	2021	406939,69	101734,9	305204,76	569094,34
13	2022	427546,19	106886,5	320659,64	580963,19
14	2023	448646,94	112161,7	336485,20	593061,79
15	2024	470254,29	117563,6	352690,72	605393,88
16	2025	492380,95	123095,2	369285,71	617963,22
17	2026	515039,95	128760,0	386279,96	630773,61
18	2027	538244,68	134561,2	403683,51	758820,65
19	2028	557489,70	139372,4	418117,27	773254,41
20	2029	706634,82	176658,7	529976,12	755609,16
21	2030	726679,37	181669,8	545009,52	770642,56
22	2031	747135,09	186783,8	560351,31	785984,35
23	2032	768009,75	192002,4	576007,31	801640,35
24	2033	789311,25	197327,8	591983,43	817616,47
25	2034	1036680,65	259170,2	777510,48	777510,48
26	2035	1058860,01	264715,0	794145,00	794145,01
27	2036	1081490,65	270372,7	811117,98	811117,98
28	2037	1104580,96	276145,2	828435,72	828435,72
29	2038	1128139,48	282034,9	846104,60	846104,60
30	2039	1152174,85	288043,7	864131,14	864131,14
31	2040	1176695,88	294174,0	882521,91	882521,91
32	2041	1201711,48	300427,9	901283,61	901283,61
33	2042	1227230,70	306807,7	920423,02	920423,02
34	2043	1253262,72	313315,7	939947,04	939947,04
35	2044	1279816,87	319954,2	959862,65	959862,65
36	2045	1306902,59	326725,6	980176,94	980176,94
37	2046	1334529,48	333632,4	1000897,11	1000897,11
38	2047	1362707,24	340676,8	1022030,43	1022030,43
39	2048	1391445,74	347861,4	1043584,31	1043584,31
40	2049	1420754,98	355188,7	1065566,23	1065566,23

Πίνακας 13: Ταμειακή ροή

ΗΛΥΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ

Είναι απαραίτητο να επιβεβαιώσουμε ότι ένα έργο είναι επικερδές και ότι οι χρηματικές επιστροφές θα είναι μεγαλύτερες από το ευκαιριακό κόστος κεφαλαίου. Το ίδιο σημαντικό είναι να επιβεβαιώσουμε ότι η μελέτη αποτελεί την ελάχιστου κόστους εναλλακτική λύση για την επίτευξη του συγκεκριμένου αποτελέσματος.

Η εύρεση της λύσης ελάχιστου κόστους έχει ως στόχο την εκτίμηση όλων των εναλλακτικών λύσεων, από χρηματική και οικονομική άποψη, πριν υιοθετηθεί η εναλλακτική ελάχιστου κόστους που μπορεί να επιτύχει τα οφέλη της μελέτης.

Οι περισσότερες καθημερινές αποφάσεις στη βιομηχανία ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνουν χρηματική εκτίμηση για την επιλογή της λύσης ελάχιστου κόστους που θα οδηγήσει στην ικανοποίηση της ζήτησης και της παροχής υπηρεσιών. Για παράδειγμα, είναι πολλές οι εναλλακτικές επιλογές που μπορούν να επιτύχουν την κάλυψη της ανάγκης για περισσότερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας: θερμικοί σταθμοί σε διαφορετικές περιοχές, πυρηνικοί σταθμοί, υδροηλεκτρικοί, κτλ. Κάθε εναλλακτική θα έχει ένα διαφορετικό κόστος, θα έχει διαφορετική επίδραση στο σύστημα και θα οδηγήσει σε ένα νέο συνολικό κόστος συστήματος.

Επομένως, στις περισσότερες αποφάσεις που λαμβάνονται στον τομέα της βιομηχανίας ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχουν περισσότερες από μία εναλλακτικές για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος. Η μέθοδος εύρεσης της λύσης ελάχιστου κόστους λαμβάνει υπόψη όλες αυτές τις εναλλακτικές, τις εκτιμά και υποδεικνύει αυτή με το ελάχιστο discounted συνολικό κόστος καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου.

Στην επιλογή της λύσης ελάχιστου κόστους μας ενδιαφέρουν οι διαφορές στην παρούσα αξία του κόστους των εναλλακτικών (συμπεριλαμβανομένων και των επιδράσεων στο σύστημα, αν υπάρχουν). Σε

πολλές περιπτώσεις, τα οφέλη από την κάθε εναλλακτική είναι τα ίδια, καθώς όλες οι εναλλακτικές υποτίθεται ότι ικανοποιούν τις ανάγκες του έργου. Σε αυτή την περίπτωση δίνουμε βάση στην εκτίμηση και σύγκριση του κόστους των εναλλακτικών. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι που βοηθάνε τον μελετητή σε αυτή την κατεύθυνση και του επιτρέπουν να πραγματοποιήσει αποτελεσματικότερες επιλογές.

Στην πράξη χρησιμοποιούνται κυρίως :

- Η μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ)-Net Present Value(NPV).
- Η μέθοδος του Συντελεστή Εσωτερικής Αποδοτικότητας-Internal rate of return(IRR).

Σε μικρότερη έκταση και κυρίως επικουρικά, χρησιμοποιούνται:

- Η μέθοδος του αριθμού των Περιόδων Ανάκτησης του Επενδεδυμένου Κεφαλαίου-Payback Period
- Η μέθοδος του Δείκτη Κόστους/Ωφέλειας-Cost Benefit Ratio

Μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ ή NPV)

Η μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας έχει σαν στόχο την παρουσίαση όλων των εξόδων και των εσόδων ή ταμειακών ροών σε μία συγκεκριμένη ημερομηνία που αποκαλείται έτος βάσης. Στην περίπτωση αυτή, όλες οι ταμειακές ροές πριν ή μετά το έτος βάσης ανάγονται στο έτος βάσης πολλαπλασιάζοντας με τον προεξοφλητικό παράγοντα $\frac{1}{(1+r)^n}$, όπου n είναι αρνητικό για τα χρόνια πριν το έτος βάσης. Όλες οι αξίες θεωρείται ότι προκύπτουν στο τέλος του χρόνου. Στην παρούσα μελέτη, ως έτος βάσης θεωρήθηκε το έτος 2009, δηλαδή το έτος έναρξης της λειτουργίας του υδροηλεκτρικού σταθμού Σμοκόβου.

Η μέθοδος της ΚΠΑ λειτουργεί ως εξής:

- Εκτιμώνται οι μελλοντικές εισροές και εκροές σε τρέχουσες τιμές.
- Προσδιορίζεται ο Συντελεστής Προεξόφλησης Χρηματικών Ροών.
- Υπολογίζεται η Παρούσα Αξία(ΠΑ ή PV) των μελλοντικών εισροών.
- Υπολογίζεται η Παρούσα Αξία των μελλοντικών εκροών.
- Υπολογίζεται η διαφορά ΚΠΑ=ΠΑ(εισροών)-ΠΑ(εκροών)
 - i. Όταν ΚΠΑ=0, ο επενδυτής παίρνει από την επένδυση τη ζητούμενη αποδοτικότητα ακριβώς.
 - ii. Όταν ΚΠΑ>0, η αμοιβή του επενδυτή από την επένδυση υπερβαίνει τη ζητούμενη αποδοτικότητα.
 - iii. Όταν ΚΠΑ<0, η αμοιβή του επενδυτή από την επένδυση είναι μικρότερη από τη ζητούμενη αποδοτικότητα.

Για να υπολογίσουμε την Καθαρή Παρούσα Αξία χρησιμοποιήσαμε:

$$\begin{aligned}\text{Ονομαστικό προεξοφλητικό επιτόκιο} &= [(1+r) * (1 + \text{inflationrate})] - 1 \\ &= [(1+0.05) * (1+0.0261)] - 1 \\ &= 0.077405\end{aligned}$$

Επομένως:

Συντελεστής αναγωγής = 1,077405

- Ονομαστικό προεξοφλητικό επιτόκιο: 0,077405
- Μέσος ετήσιος πληθωρισμός 2009: 2,61%(ΕΘΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ)
- Έτος βάσης: 2009
- Πραγματικό προεξοφλητικό επιτόκιο: 5%(ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ)
- Τιμή ενέργειας: 80,0039€/MWh(NΟΜΟΣ 3468/2006)
- Ετήσια παραγωγή Υ/Σ Σμοκόβου: 10,7 GWh/year(10,7 GWh/year)

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω μεγέθη, όπως φαίνεται στο λογιστικό φύλλο που ακολουθεί, η Καθαρή Παρούσα Αξία υπολογίστηκε:

$KPA=4119119,708$

Αφού το αποτέλεσμα είναι μεγαλύτερο του μηδενός, αυτό αποδεικνύει ότι το έργο του υδροηλεκτρικού σταθμού Σμοκόβου θα επιφέρει μεγαλύτερα οφέλη συγκριτικά με τα έξοδα και αξίζει το κόπο να επενδύσει κάποιος σε αυτό.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΗ ΡΟΗ	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΑΦΡ.ΤΑΜ.ΡΟΗΣ
1,347460201	-2491944,33	-3357795,81	-3357795,81
1,250653377	0	0	-3357795,81
1,160801534	-114991,78	-133482,64	-3491278,44
1,077405000	-114991,78	-123892,72	-3615171,17
1	443276,66	443276,66	-3171894,50
0,928156079	452667,06	420145,69	-2751748,81
0,861473706	462245,17	398212,06	-2353536,74
0,799582057	472014,29	377414,15	-1976122,58
0,742136947	481977,74	357693,49	-1618429,09
0,688818919	492138,90	338994,58	-1279434,51
0,639331466	502501,18	321264,82	-958169,68
0,593399387	513068,04	304454,26	-653715,42
0,550767248	523842,96	288515,55	-365199,87
0,511197969	534829,47	273403,74	-91796,12
0,474471503	546031,14	259076,21	167280,08
0,440383609	557451,55	245492,52	412772,61
0,408744724	569094,34	232614,31	645386,92
0,379378900	580963,19	220405,17	865792,11
0,352122832	593061,79	208830,61	1074622,71
0,326824947	605393,88	197857,82	1272480,53
0,303344562	617963,22	187455,78	1459936,31
0,281551099	630773,61	177595,00	1637531,31
0,261323364	758820,65	198297,56	1835828,88
0,242548869	773254,41	187551,98	2023380,86
0,225123207	755609,16	170105,15	2193486,02
0,208949473	770642,56	161025,35	2354511,38
0,193937723	785984,35	152432,01	2506943,39
0,180004477	801640,35	144298,85	2651242,25
0,167072249	817616,47	136601,02	2787843,27
0,155069124	777510,48	120567,87	2908411,14
0,143928350	794145,01	114299,98	3022711,12
0,133587973	811117,98	108355,60	3131066,73
0,123990489	828435,72	102718,15	3233784,88
0,115082526	846104,61	97371,85	3331156,74
0,106814546	864131,14	92301,77	3423458,51
0,099140570	882521,91	87493,72	3510952,24

0,092017923	901283,61	82934,24	3593886,48
0,085406995	920423,02	78610,56	3672497,05
0,079271021	939947,04	74510,56	3747007,61
0,073575880	959862,65	70622,74	3817630,35
0,068289900	980176,94	66936,18	3884566,54
0,063383686	1000897,11	63440,54	3948007,09
0,058829954	1022030,43	60126,01	4008133,09
0,054603379	1043584,31	56983,22	4065116,32
0,050680458	1065566,23	54003,38	4119119,71
		4119119,71	

Πίνακας 14: Μέθοδος Κ.Π.Α.

Η μέθοδος της ΚΠΑ έχει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως η εύκολη εφαρμογή της και η δυνατότητα συνεξέτασης πολλών επιμέρους επενδυτικών σχεδίων . Ωστόσο, υστερεί στο ότι δεν συνδέει τα καθαρά έσοδα με το κεφάλαιο που επενδύθηκε και το χρόνο που χρειάστηκε για να επιτευχθούν. Για παράδειγμα, στη συγκεκριμένη μελέτη δεν έχει σημασία ούτε το ποσό που επενδύθηκε για να αποκτηθούν τα 4119119,708€ ούτε πόσα χρόνια χρειάστηκαν. Επιπλέον, προϋπόθεση της εφαρμογής της μεθόδου αυτής αποτελεί ο εκ των προτέρων προσδιορισμός του συντελεστή προεξόφλησης. Όμως, η μέθοδος της ΚΠΑ είναι πολύ χρήσιμη στην εύρεση της λύσης ελάχιστου κόστους, καθώς είναι η εναλλακτική που εκπληρώνει τις ακριβείς απαιτήσεις της μελέτης.

Ο συντελεστής εσωτερικής αποδοτικότητας (INTERNAL RATE OF RETURN)

Ο υπολογισμός του συντελεστή εσωτερικής αποδοτικότητας είναι μια δημοφιλής και ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος στην εκτίμηση μελετών. Ο συντελεστής εσωτερικής αποδοτικότητας (IRR) είναι στην ουσία το προεξοφλητικό επιτόκιο που εξισώνει τις δύο χρηματικές ροές του κόστους (C_n) και των εσόδων (B_n) της μελέτης. Εναλλακτικά, είναι επίσης το επιτόκιο (r), που μηδενίζει την Καθαρή Παρούσα Αξία της μελέτης, δηλαδή ισχύει:

$$\sum \frac{C_n}{(1+r)^n} = \sum \frac{B_n}{(1+r)^n}$$

Αν ο συντελεστής εσωτερικής αποδοτικότητας (IRR) ισούται ή είναι μεγαλύτερος σε σχέση με το ευκαιριακό κόστος κεφαλαίου για ιδιωτικό έργο, ή σε σχέση με το προεξοφλητικό επιτόκιο που ορίζει η κυβέρνηση για κάποιο δημόσιο έργο, τότε η υλοποίηση μιας μελέτης θεωρείται συμφέρουσα. Στη μελέτη του υδροηλεκτρικού σταθμού Σμοκόβου, χρησιμοποιήθηκε προεξοφλητικό επιτόκιο 5%, βάση της «Διοικητικής Μεταρρύθμισης 2007-2013» του Υπουργείου Εσωτερικών, το οποίο αποτελεί σημείο αναφοράς (benchmark) για τα δημόσια έργα που συγχρηματοδοτούνται από τα Διαρθρωτικά Ταμεία. Για κάποιους επενδυτές, το προεξοφλητικό επιτόκιο μπορεί να θεωρηθεί ως το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο επιστροφής, κάτω από το οποίο η μελέτη απορρίπτεται. Επομένως, αν ο IRR ισούται ή ξεπερνά αυτό το ελάχιστο επιτόκιο, τότε το έργο θεωρείται επικερδές.

Ο IRR μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας την παραπάνω εξίσωση, εκτελώντας τόσες δοκιμές όσες χρειάζονται ώστε ο συντελεστής r να βρεθεί ή να παρεμβληθεί. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και μια γραφική μέθοδος. Αν στον οριζόντιο άξονα πάρουμε διάφορες τιμές επιτοκίων και στον κατακόρυφο άξονα τις αντίστοιχες τιμές που προκύπτουν για την NPV τότε το σημείο όπου η καμπύλη τέμνει τον οριζόντιο άξονα αντιστοιχεί σε $NPV=0$,

δηλαδή η τετμημένη του σημείου αυτού μας δίνει τον IRR. Ωστόσο, προτιμάται ο υπολογισμός του με τη βοήθεια κάποιου προγράμματος ή με τη βοήθεια μιας σύγχρονης υπολογιστικής χρηματικής μηχανής. Παρακάτω, φαίνονται οι τρεις τρόποι εύρεσης του IRR που ακολουθήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη:

- Με τη βοήθεια του Excel, χρησιμοποιώντας την οικονομική συνάρτηση για τον IRR στη στήλη των αποτελεσμάτων της ταμειακής ροής για τα έτη 2005 έως 2049, προέκυψε: $IRR = 14\%$. Αφού ο συντελεστής εσωτερικής αποδοτικότητας είναι μεγαλύτερος από $7,7405\%$ τότε το έργο του υδροηλεκτρικού σταθμού Σμοκόβου θεωρείται επικερδές και η υλοποίησή του γίνεται αποδεκτή.
- Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η γραφική μέθοδος υπολογισμού του IRR. Το σημείο που η καμπύλη τέμνει τον οριζόντιο άξονα δίνει τον IRR(για NPV μηδέν), επομένως $IRR \approx 13,507\%$.



Σχήμα 22:IRR

- Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η ακριβής τιμή του IRR η οποία κατόπιν δοκιμών (παρεμβολών) φαίνεται ότι οδήγησε σε μηδενισμό της Καθαρής Παρούσας Αξίας είναι: $IRR \approx 13,507\%$

Α/Α	ΕΤΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΗ ΡΟΗ	NPV
-4	2005	1,659954186	-2491944,33	-4136513,42
-3	2006	1,462419861	0	0
-2	2007	1,288392093	-114991,78	-148154,50
-1	2008	1,135073607	-114991,78	-130524,13
0	2009	1	443276,66	443276,66
1	2010	0,881000134	452667,06	398799,74
2	2011	0,776161236	462245,17	358776,78
3	2012	0,683798153	472014,29	322762,50
4	2013	0,602426265	481977,74	290356,05
5	2014	0,530737620	492138,90	261196,63
6	2015	0,467579914	502501,18	234959,46
7	2016	0,411937967	513068,04	211352,20
8	2017	0,362917404	523842,96	190111,73
9	2018	0,319730282	534829,47	171001,18
10	2019	0,281682421	546031,14	153807,37
11	2020	0,248162251	557451,55	138338,43
12	2021	0,218630976	569094,34	124421,65
13	2022	0,192613920	580963,19	111901,59
14	2023	0,169692889	593061,79	100638,37
15	2024	0,149499458	605393,88	90506,05
16	2025	0,131709042	617963,22	81391,34
17	2026	0,116035684	630773,61	73192,24
18	2027	0,102227453	758820,65	77572,30
19	2028	0,090062400	773254,41	69641,14
20	2029	0,079344986	755609,16	59953,79
21	2030	0,069902944	770642,56	53870,18
22	2031	0,061584503	785984,35	48404,45
23	2032	0,054255955	801640,35	43493,76
24	2033	0,047799504	817616,47	39081,66
25	2034	0,042111369	777510,48	32742,03
26	2035	0,037100122	794145,01	29462,87
27	2036	0,032685212	811117,98	26511,56
28	2037	0,028795677	828435,72	23855,36
29	2038	0,025368995	846104,61	21464,82
30	2039	0,022350088	864131,14	19313,40
31	2040	0,019690430	882521,91	17377,23

32	2041	0,017347272	901283,61	15634,81
33	2042	0,015282949	920423,02	14066,77
34	2043	0,013464280	939947,04	12655,71
35	2044	0,011862032	959862,65	11385,92
36	2045	0,010450452	980176,94	10243,29
37	2046	0,009206850	1000897,11	9215,11
38	2047	0,008111236	1022030,43	8289,92
39	2048	0,007146000	1043584,31	7457,45
40	2049	0,006295627	1065566,23	6708,41
				0,015

Πίνακας 15: IRR

Το γεγονός ότι η μέθοδος του συντελεστή εσωτερικής αποδοτικότητας δεν προϋποθέτει τον προσδιορισμό του συντελεστή προεξόφλησης, όπως είναι απαραίτητο στην περίπτωση της μεθόδου της Καθαρής Παρούσας Αξίας, αποτελεί το βασικό πλεονέκτημά της. Ωστόσο, περιέχει μια σημαντική ελλοχεύουσα υπόθεση, ότι το χρηματικό ποσό που ανακτήθηκε μπορεί να επενδυθεί εκ νέου σε ένα επιτόκιο ίσο με το IRR, κάτι το οποίο δεν είναι πάντα δυνατό. Εν κατακλείδι, πρόκειται για μια απλή μέθοδο, μια ευρέως κατανοητή έννοια που αντιπροσωπεύει σε μεγάλο βαθμό τις αναμενόμενες χρηματικές και οικονομικές επιστροφές από μια οικονομικοτεχνική μελέτη.

Η μέθοδος του δείκτη κόστους/ωφέλειας (COST BENEFIT RATIO)

Αυτή η μέθοδος συγκρίνει τις καθαρές εισροές σε παρούσες αξίες (B) με τα καθαρά έξοδα (C). Χρησιμοποιείται ο παρακάτω δείκτης κόστους/ωφέλειας:

$$B / C = \frac{\sum_n \frac{B}{(1+r)^n}}{\sum_n \frac{C}{(1+r)^n}}$$

Για τιμές του δείκτη αυτού ίσες ή μεγαλύτερες της μονάδας, η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα και υιοθετείται, ενώ για τιμές μικρότερες της μονάδας απορρίπτεται. Είναι προφανές ότι η μέθοδος αυτή μοιάζει πολύ με τη μέθοδο της Καθαρής Παρούσας Αξίας, δεδομένου ότι χρησιμοποιεί τον λόγο αντί της διαφοράς των ιδίων ακριβώς παραμέτρων, δηλαδή των παρουσών αξιών εισροών και εκροών. Επομένως, σε κάθε περίπτωση που ισχύει $NPV > 0$ ή $NPV < 0$, θα ισχύει και $B/C > 1$ ή $B/C < 1$, δηλαδή όταν η επένδυση θεωρείται επικερδής με το κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας προκρίνεται και με τη μέθοδο του δείκτη κόστους/ωφέλειας και το αντίστροφο. Αυτή η μέθοδος είναι ευρέως γνωστή και, σε μερικές περιπτώσεις, είναι πιο χρήσιμη από τη μέθοδο της Καθαρής Παρούσας Αξίας, στο ότι συνδέει τα έσοδα ως προς τα έξοδα της μελέτης.

Στη συγκεκριμένη μελέτη του υδροηλεκτρικού σταθμού Σμοκόβου, ο δείκτης κόστους/ωφέλειας υπολογίστηκε:

$$\text{Benefit / Cost _ ratio} \approx 1,129 \geq 1$$

Επομένως, η μελέτη θεωρείται επικερδής.

A/A	ΕΤΟΣ	nominal discount factor	value of discounted benefits	value of discounted costs
-4	2005	1,347460201	5636476,78	8994272,59
-3	2006	1,250653377	0	74367,18
-2	2007	1,160801534	0	71737,01
-1	2008	1,077405000	0	64330,87
0	2009	1	856041,73	661915,29
1	2010	0,928156079	813609,30	619014,29
2	2011	0,861473706	773280,17	578968,38
3	2012	0,799582057	734950,08	541583,27
4	2013	0,742136947	698519,95	506678,14
5	2014	0,688818919	663895,59	474084,65
6	2015	0,639331466	630987,49	443646,12
7	2016	0,593399387	599710,61	415216,67
8	2017	0,550767248	569984,04	388660,46
9	2018	0,511197969	541730,97	363851,04
10	2019	0,474471503	514878,35	340670,65
11	2020	0,440383609	489356,77	319009,61
12	2021	0,408744724	465100,25	298765,81
13	2022	0,379378900	442046,08	279844,07
14	2023	0,352122832	420134,66	262155,83
15	2024	0,326824947	399309,35	245618,51
16	2025	0,303344562	379516,31	230155,23
17	2026	0,281551099	360704,38	215694,32
18	2027	0,261323364	342824,92	202169,01
19	2028	0,242548869	325831,72	190613,22
20	2029	0,225123207	309680,83	150600,94
21	2030	0,208949473	294330,52	142491,25
22	2031	0,193937723	279741,09	134843,41
23	2032	0,180004477	265874,84	127629,64
24	2033	0,167072249	252695,91	120823,91
25	2034	0,155069124	240170,23	79413,07
26	2035	0,143928350	228265,43	75865,46
27	2036	0,133587973	216950,73	72476,59
28	2037	0,123990489	206196,88	69239,34
29	2038	0,115082526	195976,07	66146,93
30	2039	0,106814546	186261,91	63192,86
31	2040	0,099140570	177029,23	60370,93
32	2041	0,092017923	168254,22	57675,22
33	2042	0,085406995	159914,16	55100,08
34	2043	0,079271021	151987,51	52640,09
35	2044	0,073575880	144453,77	50290,11
36	2045	0,068289900	137293,46	48045,21
37	2046	0,063383686	130488,07	45900,67
38	2047	0,058829954	124020,01	43852,01
39	2048	0,054603379	117872,57	41894,93
40	2049	0,050680458	112029,84	40025,33
		SUM	20758376,96	18381540,41

Πίνακας 16:Benefit / Cost ratio

Η μέθοδος του αριθμού των περιόδων ανάκτησης του
επενδύόμενου κεφαλαίου (PAYBACK PERIOD)

Η μέθοδος αυτή δίνει βαρύτητα στο χρόνο επανείσπραξης του επενδύόμενου κεφαλαίου τον οποίο εκφράζει σε αριθμό περιόδων. Προφανώς μεταξύ δύο επενδύσεων που διαφέρουν μόνο ως προς το χρόνο ανάκτησης του επενδύόμενου κεφαλαίου, θα πρέπει να επιλεγεί εκείνη με το μικρότερο χρόνο.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται ως επικουρική(π.χ. της μεθόδου Κ.Π.Α. και όχι ως μοναδική μέθοδος αξιολόγησης επενδυτικών ευκαιριών) . Αυτό συμβαίνει γιατί δεν λαμβάνει υπόψη το πληθωρισμό και σε μεγάλα έργα υποδομής δεν δίνει μια πλήρη εικόνα της οικονομικής κατάστασης του έργου μετά τη περίοδο αποπληρωμής. Γι' αυτό χρησιμοποιείται μόνο σε μικρές επενδύσεις και είναι μία απλή ως προς την κατανόηση μέθοδος.

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου, για τον υπολογισμό των περιόδων ανάκτησης του κεφαλαίου, χρησιμοποιούνται είτε «τρέχουσες» χρηματοροές είτε παρούσες αξίες.

Στο παρακάτω πίνακα , χρησιμοποιώντας τρέχουσες χρηματοροές, φαίνεται ότι για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης των 6674982€για τον μικρό Υδροηλεκτρικό Σταθμό Σμοκόβου χρειάζονται περισσότερες από 6 περίοδοι.

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΕΤΟΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΑ ΕΣΟΔΑ
1	2005	4183037,67
2	2006	4183037,67
3	2007	4183037,67
4	2008	4183037,67
5	2009	5039079,40
6	2010	5915666,13
7	2011	6813290,95

Πίνακας 17: Pay back period

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάστηκε λεπτομερώς η τεχνικοοικονομική μελέτη του μικρού Υδροηλεκτρικού Σταθμού Σμοκόβου , δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στο οικονομικό κομμάτι. Από την ανάλυση που προηγήθηκε συμπεραίνουμε ότι ο υδροηλεκτρικός αυτός σταθμός αποτελεί μια συμφέρουσα επένδυση από πολλές απόψεις.

Αρχικά, συνιστά μία φθηνή επιλογή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον. Συγκεκριμένα, όσο αφορά το οικονομικό κομμάτι, το κόστος της εγκατάστασης είναι υψηλό, αλλά αυτό αντισταθμίζεται από το χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης. Λαμβάνοντας υπόψη τις κυριότερες μεθόδους αξιολόγησης επενδύσεων, δηλαδή την μέθοδο Καθαρής Παρούσας Αξίας και τον Συντελεστή Εσωτερικής Αποδοτικότητας , καταλήγουμε ότι αποτελεί ένα επικερδές έργο για τα 40 έτη λειτουργίας που εξετάστηκαν.

Το Μικρό Υδροηλεκτρικό Έργο θα έχει σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη για την περιοχή, καθώς θα αποτελέσει «ανάσα ζωής» για τις αρδεύσεις των καλλιεργειών, θα επιλυθούν μόνιμα προβλήματα ύδρευσης, δημιουργούνται προοπτικές δυναμικής τουριστικής ανάπτυξης με την κατασκευή της λίμνης Σμοκόβου και τα νερά του φράγματος θα αξιοποιηθούν για την παραγωγή καθαρής ενέργειας. Η λειτουργία του Σταθμού θα συμβάλει στη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, με την υποκατάσταση της ενέργειας που παράγεται από την καύση άνθρακα, πετρελαίου κτλ, συμμετέχοντας έτσι στην παγκόσμια προσπάθεια μείωσης των αερίων ρύπων.

Εν κατακλείδι, η κατασκευή και λειτουργία του σταθμού συνεπικουρεί στην ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ελλάδα, αφού αποτελεί εφιαλτήριο για την δημιουργία νέων έργων προς αυτή την κατεύθυνση, υπό την αιγίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αναμφισβήτητα, είναι ένα έργο το οποίο αποτελεί πρόδρομο για την κατασκευή των ΜΥΗΕ

Σμόκοβο 2 (εγκατεστημένη ισχύ 5.6MW) και Σμόκοβο 4 (εγκατεστημένη ισχύ 0.8MW), για τα οποία έχει ήδη εκδοθεί η Άδεια Παραγωγής. Η κατασκευή του ΜΥΗΕ Σμόκοβο 2 θα αξιοποιήσει ενεργειακά το διαθέσιμο ύψος πτώσης στη θέση του Έργου Καταστροφής Ενέργειας 1. Αντίστοιχα, το ΜΥΗΕ Σμόκοβο 4 θα κατασκευαστεί στην έξοδο του έργου εκκένωσης φράγματος Σμοκόβου, με στόχο την ενεργειακή εκμετάλλευση της παροχής που διατίθεται για τη διατήρηση του οικοσυστήματος του ποταμού Σοφαδίτη. Ως εκ τούτου συμπεραίνουμε ότι η οικονομικοτεχνική μελέτη του ΜΥΗΣ Σμοκόβου σηματοδοτεί την έναρξη μιας νέας εποχής για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ιδιαίτερα της υδροηλεκτρικής στην περιοχή της νοτιοδυτικής Θεσσαλίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1.Διδακτικά βιβλία-Εγχειρίδια.

- 1.1 Αναστάσιος Γ. Μπακιρτζής: “Οικονομική Λειτουργία Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας.
- 1.2 Αναστάσιος Γ. Μπακιρτζής: “Σημειώσεις Ηλεκτρικής Οικονομίας”
- 1.3 Λ.Λαμπρίδης, Π.Ντοκόπουλος, Γ.Παπαγιάννης: “Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας”.
- 1.4 Μιχ.Π.Παπαδόπουλος: “Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές”.
- 1.5 A.T.Johns, D.F.Warne: “Economic Evaluation of Projects in the Electricity Supply Industry”.
- 1.6 Μ.Γκλεζάκος : “Αρχές Χρηματοοικονομικής”.
- 1.7 Ε.Σ Σαρτζετάκη: “Θεωρία Επενδύσεων-Μακροοικονομική”.
- 1.8 STOLL, H. G.: “Least-cost, electric utility planning”.
- 1.10 Δημήτριος Α.Γεωργάκελλος: “Χρηματοοικονομική ανάλυση και αξιολόγηση της οικονομικής απόδοσης μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού”
- 1.11 Σ.Ν.Καπλάνης: “Περιβάλλον και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας”.
- 1.12 Πατέλης Γεώργιος: “Οικονομική μελέτη ενός φωτοβολταϊκού σταθμού 100kW.
- 1.13 Matt Ayres, Morgan MacRae, Melanie Stogran: “Levelised Unit Electricity Cost Comparison of Alternate Technologies for Baseload Generation in Ontario”
- 1.14 Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο-Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων : “Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου”.

2.ΔΙΚΤΥΑΚΟΪ ΤΌΠΟΙ

3.1 Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας:	www.kape.gr
3.2 Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού	www.dei.gr
3.3 Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας:	www.rae.gr
3.4 Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας(ΔΕΣΜΗΕ):	www.desmie.gr
3.5 Υπουργείο Ανάπτυξης :	www.ypan.gr
3.6 Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας:	www.cres .gr
3.7 ΔΕΗ Ανανεώσιμες:	www.ppcr.gr
3.8 Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών:	www.kepe.gr
3.9 Εθνική Στατιστική Υπηρεσία:	www.statistics.gr
3.10 Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων:	www.eib.org
3.11 Τράπεζα Της Ελλάδος:	www.bankofgreece.gr
3.12 Athens University of Economics and Business:	www.aueb.gr
3.13 Υπουργείο Οικονομικών:	www.enet.gr
3.14 Υπουργείο Εσωτερικών:	www.ypes.gr
3.15 Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής :	www.minenv.gr
3.16 ΚΕΨΕ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ :	www.library.tee.gr/digital/kdth/kdth_3460/kdth_3460_thanopoulos.pdf
3.17 Τύπος:	www.capital.gr
3.18 Παρουσιάσεις Hydroelectric energy :	http://lyk- sidir.ser.sch.gr/
3.19 Παρουσιάσεις Η υδροηλεκτρική ενέργεια :	tee.samou.sam.sch.gr/
3.20 Παρουσιάσεις Ιστορία της Τεχνολογίας:	http://sfrang.com/