

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

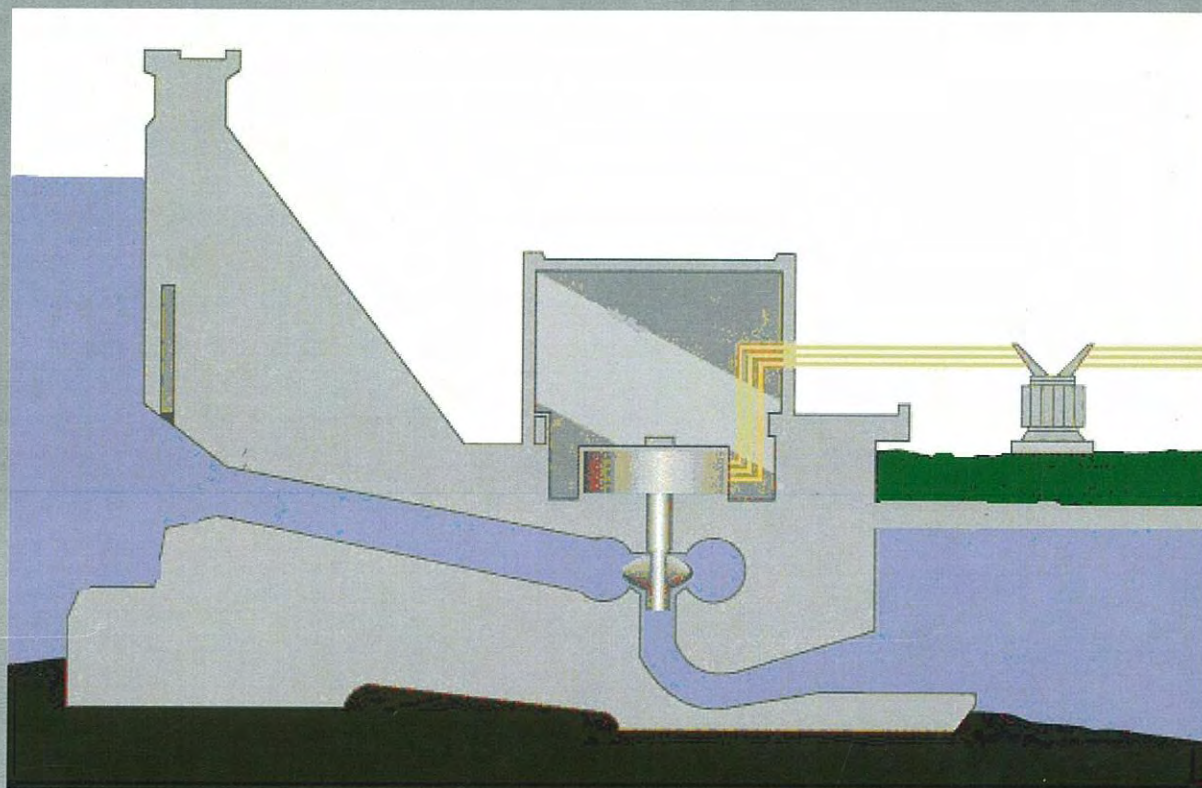


ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ &  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ανάλυση οικονομικής σκοπιμότητας και  
περιβαλλοντικών επιπτώσεων μικρών  
υδροηλεκτρικών σταθμών - Εφαρμογή στο νομό  
Καρδίτσας»



## ΚΟΥΚΟΣΙΑ ΗΛΙΑΝΑ

Επιβλέπων: Πολύζος Σεραφείμ, Λέκτορας Τ.Μ.Χ.Π.Π.Α Παν/μίου  
Θεσσαλίας

Βόλος, Φεβρουάριος 2010



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια, θέματα που αφορούν την παραγωγή ενέργειας, βρίσκονται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος. Σε αυτό το πλαίσιο, στην παρούσα διπλωματική εργασία, συλλέγονται και παρουσιάζονται δεδομένα που αφορούν τους Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς (ΜΥΗΣ), με σκοπό την αξιολόγησή τους. Η παρούσα εργασία έχει σκοπό να παρουσιάσει τη διαδικασία με την οποία μια βιώσιμη μονάδα, όπως ένα μικρό υδροηλεκτρικό μπορεί να εγκατασταθεί και να αναπτυχθεί επιτυγχάνοντας υψηλή οικονομική αποδοτικότητα και ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Παρά το ευνοϊκό των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ελλάδα, η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ηλεκτρικής ενέργειας είναι αργή κυρίως λόγω της έλλειψης χωροταξικού σχεδιασμού όσον αφορά στην υλοποίηση των εγκαταστάσεων.

Λέξεις κλειδιά: Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα, ενέργεια των υδάτων, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, υδροηλεκτρική ενέργεια, αξιολόγηση, έξοδα και έσοδα, Καθαρή Παρούσα Αξία, περιβαλλοντικές επιπτώσεις, βιωσιμότητα.



### ABSTRACT

In recent years issues relating to production of energy are the focus of attention. In this context, in this dissertation validated data containing resources that concerns Small Hydroelectric Plants (SHP) aiming at their evaluation. This paper aims to present the procedure under which a sustainable plant, like a small hydroelectric plant, can be installed and deployed achieving high economical profitability and minimum environmental consequences. Despite the favorable Renewable Energy Resources (RES) potential in Greece, the growth of the renewable electricity is slow, mainly due to the lack of spatial planning that concerns the realization of RES plants in Greece.

Key words: Small Hydroelectric Plants, energy of water, Renewable Energy Resources, hydroelectric energy, evaluation, cost and benefits, Net Present Value, environmental consequences, viability.



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Επιβλέπων καθηγητής της διπλωματικής εργασίας ήταν ο κ. Σεραφείμ Πολύζος, λέκτορας του Τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης του πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την υποστήριξη, καθοδήγηση και την αίσθηση της συνεχούς επικοινωνίας που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αθανάσιο Κούγκολο, αναπληρωτή καθηγητή ΤΜΧΠΠΑ του πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη σημαντική βοήθεια που μου προσέφερε. Ο προαναφερόμενος μου υπέδειξε σημαντικές διορθώσεις όσον αφορά στο περιβαλλοντικό κομμάτι της εργασίας.

Ευχαριστίες οφείλω και στην πολεοδομία της Νομαρχίας του Νομού Καρδίτσας (Τμήμα Περιβαλλοντικών Μελετών) καθώς επίσης και την πολεοδομία του Δήμου Καρδίτσας (Τμήμα Σχεδίου Πόλης και Κτηματολογίου) για την παροχή μελετών και στοιχείων που φάνηκαν ιδιαίτερα χρήσιμα για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου και στους φίλους μου που με στήριξαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου στο ΤΜΧΠΠΑ.

Φεβρουάριος, 2010

Κουκόσια Ηλιάνα



## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ

ΑΒΕΤΕ	Ανώνυμη Βιομηχανική Εμπορική Τεχνική Εταιρεία Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΑΕΙ	Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΔΔ	Δημοτικό Διαμέρισμα
ΔΕΗ	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΛΚΒ	Εταιρία Λαϊκής Βάσης Κοινότητας Βατσουνιάς
ΕΠΑΝ	Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητας
ΕΠΧΣΑΑ	Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης
ΕΥΔΑΠ	Εταιρία Ύδρευσης και Άρδευσης Πρωτεύουσας
ΚΑΠΕ	Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
ΚΕΠΕ	Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών
ΚΠΑ	Καθαρή Παρούσα Αξία
ΚΠΣ	Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΜΠΕ	Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
ΜΤ	Μέση Τάση
ΜΥΗΕ	Μικρό Υδροηλεκτρικό Έργο
ΜΥΗΣ	Μικρός Υδροηλεκτρικός Σταθμός
ΟΠΑΑΧ	Ολοκληρωμένο Πρόγραμμα Ανάπτυξης Αγροτικού Χώρου
ΟΤΑ	Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΣΑ	Συντελεστής Αναγωγής
ΣΕΕΣ	Συμβουλίου Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής
ΣΗΘ	Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
ΣΗΘΥΑ	Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας
ΤΠΠ	Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου
ΥΗΕ	Υδροηλεκτρικό Έργο
ΥΗΣ	Υδροηλεκτρικός Σταθμός
ΥΠΕΧΩΔΕ	Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων
ΤΜΧΠΠΑ	Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως
Φ/Β	Φωτοβολταϊκό Σύστημα
E.S.Co	Energy Service Company
ΙΗΑ	International Hydropower Association



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	15
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
2.2. ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	19
2.3. Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ .....	25
3.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	25
3.2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	28
3.3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΩΝ ΜΥΗΕ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	30
3.4. ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΙΑΣ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ.....	34
3.4.1. ΦΡΑΓΜΑ.....	40
3.4.2. ΥΔΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΙ .....	42
3.4.3. ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ.....	45
3.5. ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΓΕΝΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ .....	46
3.5.1. ΥΔΡΕΥΣΗ .....	48
3.5.2. ΑΡΔΕΥΣΗ .....	49
3.5.3. ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ .....	50
3.5.4. ΞΗΡΑΣΙΑ - ΛΕΙΨΥΔΡΙΑ.....	50
3.5.5. ΑΝΑΠΛΑΣΕΙΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ .....	50
3.5.6. ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ ΣΤΟΥΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΕΣ.....	50
3.5.7. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ .....	51
3.5.8. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΥΣΗΣ ΛΙΓΝΙΤΗ.....	52
3.6. ΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ .....	58
3.7. Η ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ ΔΕΗ Α.Ε.....	59
3.7.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΗΣ ΤΑΥΡΩΠΟΥ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ .....	62
3.8. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΥΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΗΣ ΔΕΗ Α.Ε.....	64
3.8.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΥΗΣ ΣΜΟΚΟΒΟΥ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ.....	64
3.9. ΤΕΣΣΕΡΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΜΕΓΑΛΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ .....	66
3.10. ΜΙΚΡΟΙ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ (< 10 MW).....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΜΙΚΡΩΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ....	70
4.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ .....	72
4.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ (ΜΗΔΕΝΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ) .....	73
4.3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ .....	74
4.4. ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΜΙΚΡΩΝ ΥΗΣ .....	74
4.5. ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	76
4.5.1. ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΝΟΣ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ .....	77
4.5.2. ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ Η ΤΟΥ ΕΚΧΕΙΛΙΣΤΟΥ.....	81
4.5.3. ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ .....	81
4.5.4. ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ.....	82
4.5.5. ΚΟΣΤΟΣ ΤΗΣ ΔΙΩΡΥΓΑΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ.....	82
4.5.6. ΚΟΣΤΟΣ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ.....	83
4.5.7. ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΠΤΩΣΕΩΣ .....	84
4.5.8. ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΥΗΣ.....	84
4.5.9. ΚΟΣΤΟΣ ΟΔΟΥ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ.....	85
4.5.10. ΚΟΣΤΟΣ ΥΔΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ.....	85
4.5.11. ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ .....	87
4.5.12. ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ .....	87
4.5.13. ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΝΑ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΚW.....	89
4.6. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΠΩΛΗΣΕΩΝ .....	89



4.7. ΟΦΕΛΗ.....	91
4.7.1. ΝΕΡΟ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ.....	93
4.7.2. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	94
4.8. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ.....	94
4.9. ΘΕΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΥΗΣ.....	98
4.10. ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΕΣ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΥΗΣ.....	102
4.10.1. ΕΔΑΦΟΣ.....	102
4.10.2. ΝΕΡΟ.....	103
4.10.3. ΠΑΝΙΔΑ.....	106
4.10.4. ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΧΛΩΡΙΔΑ-ΒΛΑΣΤΗΣΗ.....	108
4.10.5. ΤΟΠΙΟ.....	109
4.10.6. ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ.....	110
4.10.7. ΘΟΡΥΒΟΣ.....	111
4.10.8. ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ.....	111
4.10.9. ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	111
4.10.10. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....	112
4.10.11. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ.....	113
4.11. ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΜΥΗΣ.....	117
4.11.1. ΕΔΑΦΟΣ.....	117
4.11.2. ΝΕΡΟ.....	118
4.11.3. ΠΑΝΙΔΑ.....	118
4.11.4. ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΒΛΑΣΤΗΣΗ-ΧΛΩΡΙΔΑ.....	121
4.11.5. ΤΟΠΙΟ.....	122
4.11.6. ΘΟΡΥΒΟΣ.....	123
4.11.7. ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ.....	124
4.11.8. ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ.....	124
4.11.9. ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	124
4.11.10. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....	125
4.11.11. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	126
4.10.12. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΓΩΓΟΥ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ.....	126
4.10.13. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	127
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΝΟΜΟΥ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ.....	128
5.1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ.....	128
5.2. ΑΝΑΓΛΥΦΟ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ.....	129
5.3. ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.....	131
5.4. ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	132
5.5. ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ.....	134
5.6. ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΙ ΕΙΔΗ.....	135
5.7. ΔΙΚΤΥΟ NATURA 2000.....	137
5.7.1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΛΙΜΝΗΣ ΤΑΥΡΩΠΟΥ (GR1410001).....	137
5.7.2. ΑΓΡΑΦΑ (GR1410002).....	137
5.7.3. ΠΕΡΙΟΧΗ «ΚΟΙΛΑΔΑ ΑΧΕΛΩΟΥ» (GR 2110003).....	138
5.8. ΡΥΠΑΝΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ.....	139
5.8.1 ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ.....	139
5.8.2. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΝΕΡΑ.....	139
5.9. ΜΥΗΕ ΝΟΜΟΥ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ.....	140
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ ΚΑΡΥΑΣ ΙΣΧΥΟΣ 0,88 MW.....	144
6.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.....	144
6.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	149
6.2.1. ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ- ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ.....	149
6.2.2. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ- ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	149
6.2.3. ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ.....	151
6.2.4. ΧΛΩΡΙΔΑ- ΠΑΝΙΔΑ.....	151
6.3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	156



6.3.1. ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ- ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΥΗΣ ΚΑΡΥΑΣ .....	156
6.3.2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ .....	158
6.3.3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ .....	159
6.4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	160
6.4.1. ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ .....	160
6.4.2. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΕΤΗΣΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ .....	160
6.4.3. ΕΤΗΣΙΕΣ ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ .....	161
6.5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ .....	162
6.5.1. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANNT .....	162
6.5.2. ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ .....	164
6.5.3. ΔΟΣΕΙΣ ΔΑΝΕΙΟΥ .....	164
6.5.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΣΟΔΩΝ ΕΞΟΔΩΝ .....	165
6.5.5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ .....	167
6.6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ .....	168
6.6.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ- ΕΔΑΦΟΣ .....	168
6.6.2. ΝΕΡΑ .....	170
6.6.3. ΧΛΩΡΙΔΑ – ΠΑΝΙΔΑ .....	172
6.6.4. ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΤΟΠΙΟΥ .....	175
6.6.5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΘΟΡΥΒΟΥΣ .....	176
6.6.6. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ .....	176
6.6.7. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ .....	176
6.6.8. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΔΙΚΤΥΑ .....	177
6.6.9. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ .....	177
6.6.10. ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΑΛΛΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ .....	178
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ ΒΑΤΣΟΥΝΙΑ Ι ΙΣΧΥΟΣ 0,6 MW .....	181
7.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ .....	181
7.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΥΗΣ ΒΑΤΣΟΥΝΙΑ Ι .....	188
7.3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ .....	189
7.4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	190
7.4.1. ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ .....	190
7.4.2. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΕΤΗΣΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ .....	191
7.5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ .....	191
7.5.1. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANNT .....	191
7.5.2. ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ .....	193
7.5.3. ΔΟΣΕΙΣ ΔΑΝΕΙΟΥ .....	193
7.5.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΣΟΔΩΝ ΕΞΟΔΩΝ .....	194
7.5.5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ .....	196
7.6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ .....	197
7.6.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ- ΕΔΑΦΟΣ .....	199
7.6.2. ΝΕΡΑ .....	199
7.6.3. ΧΛΩΡΙΔΑ – ΠΑΝΙΔΑ .....	200
7.6.4. ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΤΟΠΙΟΥ .....	200
7.6.5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΘΟΡΥΒΟΥΣ .....	201
7.6.6. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ .....	201
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....	205
ΠΗΓΕΣ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ .....	211
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΡΤΩΝ .....	218

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1: Ανάλυση Ισχύος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας 2006 (MW) .....	31
Πίνακας 3.2: Ανάλυση Καθαρής Παραγωγής Ενέργειας 2006 (GWh) .....	31





Πίνακας 3.3: Πλήθος ΜΥΗΕ που έχουν αδειοδοτηθεί (μέσα 2006) ανά διοικητική περιφέρεια .....	32
Πίνακας 3.4: Αδειοδοτημένες εγκαταστάσεις ΑΠΕ το έτος 2008 .....	32
Πίνακας 3.5: Τιμή ενέργειας στην Ελλάδα το έτος 2008.....	33
Πίνακας 3.6: Εργατοέτη σε σχέση με την καύση λιγνίτη.....	57
Πίνακας 3.7: Τα μεγαλύτερα υδροηλεκτρικά έργα εκμεταλλευόμενα από τη ΔΕΗ .....	61
Πίνακας 3.8: Υδροηλεκτρικά έργα της ΔΕΗ προγραμματισμένα για εμπορική λειτουργία έως το 2010.....	64
Πίνακας 4.1: Ποσοστιαία συμμετοχή των συνιστωσών κόστους κατασκευής ΥΗΕ .....	78
Πίνακας 4.2: Ανάλυση Προϋπολογισμού κατασκευής ΜΥΗΣ.....	80
Πίνακας 4.3: Τιμές συντελεστών για διάφορους τύπους υδροστροβίλων .....	86
Πίνακας 4.4: Ενδεικτικό κόστος ηλεκτρικής γραμμής και υποσταθμού .....	87
Πίνακας 4.5: Συμμετοχή % κάθε συνιστώσας μελετών και επίβλεψης στο συνολικό κόστος του έργου .....	88
Πίνακας 4.6: Ετήσιες Προβλέψεις Κόστους και Πωλήσεων του ΜΥΗΣ.....	89
Πίνακας 4.7: Ετήσιο λειτουργικό κόστος ΜΥΗΣ.....	91
Πίνακας 4.8: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ΜΥΗΣ .....	99
Πίνακας 4.9: Περιβαλλοντικοί, τεχνικοί, οικονομικοί και κοινωνικοί δείκτες των ΜΥΗΣ .....	101
Πίνακας 4.10: Κατανομή εργατικών ατυχημάτων στα ΥΗΕ της ΔΕΗ .....	113
Πίνακας 4.11: Ενδεικτικές τιμές του εξωτερικού κόστους διαφόρων συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας .....	115
Πίνακας 4.12: Αξιολόγηση ενδεχόμενων αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από ΜΥΗΣ με τη μέθοδο του μητρώου.....	116
Πίνακας 4.13: Συγκεντρωτικός πίνακας Αξιολόγησης των ΜΠΕ ΜΥΗΣ στην Ελλάδα .....	116
Πίνακας 5.1: Καταγεγραμμένοι υγρότοποι Ν. Καρδίτσας.....	135
Πίνακας 5.2: Αδειοδοτημένοι ΜΥΗΣ νομού Καρδίτσας το έτος 2008.....	141
Πίνακας 6.1: Κλιματολογικές συνθήκες ευρύτερης περιοχής ΜΥΗΣ Καρυάς.....	150
Πίνακας 6.2: Είδη χλωρίδας περιοχής ΜΥΗΣ Καρυάς.....	152
Πίνακας 6.3: Σημαντικότερα είδη πανίδας περιοχής ΜΥΗΣ Καρυάς .....	153
Πίνακας 6.4: Είδη ορνιθοπανίδας ΜΥΗΣ Καρυάς.....	155
Πίνακας 6.5: Οικονομικά ενεργός πληθυσμός ανά ομάδα κλάδων οικονομικής δραστηριότητας για το Δημοτικό Διαμέρισμα Βραγγιανών .....	157
Πίνακας 6.6: Οικονομικά ενεργός πληθυσμός ανά ομάδα κλάδων οικονομικής δραστηριότητας για το Δ.Δ. Καρίτσης Δολόπων.....	158
Πίνακας 6.7: Κατανομή χρήσεων γης στο σύνολο του Δ.Δ. Βραγγιανών και του Δ.Δ. Καρίτσης Δολόπων.....	159
Πίνακας 6.8: Ανάλυση Προϋπολογισμού κατασκευής ΜΥΗΣ Καρυάς.....	160
Πίνακας 6.9: Ετήσιο κόστος απασχόλησης προσωπικού ΜΥΗΣ Καρυάς (σε €).....	161
Πίνακας 6.10: Ετήσιο λειτουργικό κόστος ΜΥΗΣ Καρυάς σε (€).....	161
Πίνακας 6.11: Προβλεπόμενα μέσα ετήσια έσοδα ΜΥΗΣ Καρυάς .....	162
Πίνακας 6.12: Το διάγραμμα Gantt της επένδυσης.....	163
Πίνακας 6.13: Το χρηματοδοτικό πρόγραμμα της επένδυσης.....	164
Πίνακας 6.14: Τιμές KWh ηλεκτρικής ενέργειας και KW/μήνα της ισχύς σε € .....	166
Πίνακας 6.15: Μέση ετήσια παραγωγή .....	166
Πίνακας 6.16: Υπολογισμός των πωλήσεων (σε €) .....	166
Πίνακας 6.17: Έξοδα λειτουργίας ανά εξάμηνο .....	166
Πίνακας 6.18: Υπολογισμός λειτουργικών χρηματοροών .....	167
Πίνακας 6.19: Καθαρή Παρούσα Αξία .....	167
Πίνακας 6.20: Συγκεντρωτικός πίνακας περιβαλλοντικών επιπτώσεων και μέτρων αντιμετώπισης του ΜΥΗΣ Καρυάς στη φάση κατασκευής.....	179
Πίνακας 6.21: Συγκεντρωτικός πίνακας περιβαλλοντικών επιπτώσεων και μέτρων αντιμετώπισης του ΜΥΗΣ Καρυάς στη φάση λειτουργίας .....	180
Πίνακας 7.1: Αποδιδόμενη ενέργεια ΜΥΗΣ Βατσουνιάς Ι μέχρι το έτος 2006.....	187
Πίνακας 7.2: Ανάλυση Προϋπολογισμού κατασκευής ΜΥΗΣ Βατσουνιά Ι.....	190
Πίνακας 7.3: Ετήσιο κόστος απασχόλησης προσωπικού ΜΥΗΣ Βατσουνιά Ι (σε €).....	191
Πίνακας 7.4: Διάγραμμα Gantt ΜΥΗΣ Βατσουνιά Ι .....	192
Πίνακας 7.5: Το χρηματοδοτικό πρόγραμμα της επένδυσης.....	193



Πίνακας 7.6: Υπολογισμός των πωλήσεων (σε €) .....	194
Πίνακας 7.7: Έξοδα λειτουργίας ανά εξάμηνο .....	195
Πίνακας 7.8: Υπολογισμός λειτουργικών χρηματοροών .....	195
Πίνακας 7.9: Καθαρή Παρούσα Αξία .....	196
Πίνακας 7.10: Συγκεντρωτικός πίνακας περιβαλλοντικών επιπτώσεων και μέτρων αντιμετώπισης του ΜΥΗΣ Βατσουινιάς στη φάση κατασκευής.....	202
Πίνακας 7.11: Συγκεντρωτικός πίνακας περιβαλλοντικών επιπτώσεων και μέτρων αντιμετώπισης του ΜΥΗΣ Βατσουινιάς στη φάση λειτουργίας .....	203

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1: Περιγραφή μιας Υδροηλεκτρικής, Μονάδας .....	35
Εικόνα 3.2: Σχηματική παράσταση παραγωγή ενέργειας σε υδροηλεκτρικό σταθμό .....	35
Εικόνα 3.3: Βασικά Στοιχεία μιας Υδροηλεκτρικής Εγκατάστασης .....	38
Εικόνα 3.4: Αρχή διαμόρφωσης μικρού ΥΗΕ με κλειστό αγωγό προσαγωγής .....	38
Εικόνα 3.5: ΜΥΗΕ χαμηλής υδραυλικής πτώσης στο οποίο ο ΥΗΣ είναι ενσωματωμένος στο φράγμα .....	39
Εικόνα 3.6: Λίμνη Πλαστήρα.....	63
Εικόνα 3.7: Περιοχή λίμνης Πλαστήρα .....	63
Εικόνα 3.8: Φράγμα Σμοκόβου .....	65
Εικόνα 4.1: Διαμόρφωση διόδων ψαριών για την παράκαμψη του φράγματος .....	120
Εικόνα 4.2: Δίοδος ψαριών με κεκλιμένα επίπεδα .....	120
Εικόνα 5.1: Ανάγλυφο νομού Καρδίτσας.....	131
Εικόνα 5.2: Υδρογραφικό Δίκτυο Νομού Καρδίτσας .....	134
Εικόνα 5.3: Περιοχές νιτρορύπανσης.....	140
Εικόνα 6.1: Χώρος εγκατάστασης υδροληψίας ΜΥΗΣ Καρυάς .....	147
Εικόνα 6.2: Χώρος εγκατάστασης υδροληψίας ΜΥΗΣ Καρυάς .....	147
Εικόνα 6.3: Χώρος εγκατάστασης σταθμού παραγωγής ΜΥΗΣ Καρυάς.....	148
Εικόνα 6.4: Κάτοψη κτιρίου σταθμού παραγωγής ΜΥΗΣ Καρυάς.....	148
Εικόνα 7.1: Δεξαμενή εξισορρόπησης (η υπερχειλίση πλεονάζοντος νερού) ΜΥΗΕ Βατσουινιά Ι .....	182
Εικόνα 7.2: Αγωγός προσαγωγής ΜΥΗΕ Βατσουινιά Ι.....	183
Εικόνα 7.3: Οικίσκος ΜΥΗΕ Βατσουινιά Ι.....	183
Εικόνα 7.4: Πηγή Γκούρα ΙI.....	185
Εικόνα 7.5: Υδρομάστευση Γκούρα Ι.....	186
Εικόνα 7.6: Νερά οικοσυστήματος- υδατόρεμα Βατσουινιάς.....	186

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 3.1: Παραγωγή Ενέργειας από ΥΗΣ στην Ελλάδα .....	26
Διάγραμμα 3.2: Εγκαταστημένη Ισχύς ανά είδος καυσίμου στην Ελλάδα το έτος 2001 .....	26
Διάγραμμα 3.3: Βαθμός Απόδοσης (efficiency) διάφορων τύπων Υδροστρόβιλων Ανάλογα με το Βαθμό Φόρτισης.....	44
Διάγραμμα 3.4: Παραγωγή ενέργειας μέσω ΜΥΗΣ και αιολικών πάρκων .....	53
Διάγραμμα 3.5: Παραγωγή ενέργειας μέσω ΜΥΗΣ και μέσω λιγνίτη.....	56
Διάγραμμα 4.1: Κόστος φράγματος σκυροδέματος ανά μέτρο ανοίγματος συναρτήσει του μέσου ύψους του φράγματος .....	81
Διάγραμμα 4.2: Κόστος έργου υδροληψίας συναρτήσει της ονομαστικής παροχής .....	82
Διάγραμμα 4.3: Κόστος διώρυγας ανά μέτρο μήκους συναρτήσει της ονομαστικής παροχής (εσκαφή σε βραχώδες έδαφος).....	83
Διάγραμμα 4.4: Κόστος δεξαμενής φόρτισης συναρτήσει της ονομαστικής παροχής .....	83
Διάγραμμα 4.5: Κόστος αγωγού πτώσεως συναρτήσει της ονομαστικής παροχής και με παράμετρο την υδραυλική πτώση.....	84
Διάγραμμα 4.6: Κόστος κτιρίου ΥΗΣ συναρτήσει της ονομαστικής παροχής και για δύο διαφορετικές τιμές της υδραυλικής πτώσης.....	85



Διάγραμμα 4.7: Κόστος υδροστροβίλου ισχύος 2.000 KW συναρτήσει της ονομαστικής παροχής (σύγκριση κόστους υδρ/λων αξονικής ροής, Francis και Pelton) .....	87
Διάγραμμα 6.1: Δ.Δ. Βραγγιανών-Αριθμός απασχολούμενων ανά τομέα.....	157
Διάγραμμα 6.2: Δ.Δ. Καρίτσας Δολόπων-Αριθμός απασχολούμενων ανά τομέα .....	158

#### ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Σχεδιάγραμμα 2.1: Αδειοδοτική διαδικασία έργων ΑΠΕ.....	24
Σχεδιάγραμμα 4.1: Πλαίσιο Αξιολόγησης των ΜΥΗΣ.....	70
Σχεδιάγραμμα 6.1: Υπολογισμός δόσεων δανείου ΜΥΗΣ Καρυάς.....	165
Σχεδιάγραμμα 7.1: Υπολογισμός δόσεων δανείου ΜΥΗΣ Βατσουνιά Ι .....	194



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενεργεία αποτελεί ένα από τους βασικότερους συντελεστές παραγωγής και η σημασία της στη διατήρηση και εξέλιξη της ζωής είναι καθοριστική. Είτε με τη μορφή ηλεκτρικής ή θερμικής ή δυναμικής ενέργειας αποτελεί σημαντικό παράγοντα της ανθρώπινης ευημερίας καθώς επίσης και της οικονομικής και κοινωνικής ευημερίας. Τα περισσότερα αποθέματα ενέργειας παγκοσμίως, προέρχονται από τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, τα οποία έχουν το πλεονέκτημα να παράγουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας σε σχετικά χαμηλό κόστος (γνωστή τεχνολογία, αφθονία ορυκτών καυσίμων). Παρά το χαμηλό λειτουργικό κόστος όμως, οι ενεργειακές πηγές που χρησιμοποιούνται σήμερα (άνθρακας, φυσικό αέριο, πετρέλαιο, κλπ), δεν είναι ανεξάντλητες. Το ενεργειακό πρόβλημα, σε συνδυασμό με το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος, επιβάλλει την αναζήτηση άλλων πηγών ενέργειας που να είναι ανανεώσιμες και ανεξάντλητες. Τέτοιες πηγές, όπως είναι ο ήλιος, ο άνεμος, το νερό, η βιομάζα και η γεωθερμία, ανανεώνονται συνεχώς και αποτελούν φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό παράγοντα για την κάλυψη των αναγκών ενός συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς τα χαρακτηριστικά τους (διασπορά στο χώρο, μη εξαντλητικότητα, ευέλικτη διαχείριση, συμβολή στην περιφερειακή ανάπτυξη, δυνατότητα δημιουργίας θέσεων απασχόλησης κλπ) τις καθιστούν συστατικό στοιχείο μιας νέας αναπτυξιακής πολιτικής με στόχο την αειφόρο ανάπτυξη μακροπρόθεσμα.

Οι ΑΠΕ βρίσκονται σε άμεση προτεραιότητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), η οποία ξεκίνησε με τη Λευκή Βίβλο του 1997 και συνέχισε με τη θέσπιση συγκεκριμένων στόχων και τη χάραξη μιας ενιαίας ενεργειακής πολιτικής που καλύπτει και δεσμεύει όλα τα κράτη μέλη. Σήμερα, οι υποχρεώσεις όλων των ευρωπαϊκών εταίρων (και της Ελλάδας) είναι η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου έως και 30% μέχρι το 2020. Κεντρικός στόχος είναι η αποδέσμευση των ευρωπαϊκών οικονομιών από τις ορυκτές πηγές ενέργειας και η αντικατάστασή τους από ΑΠΕ. Όσον αφορά την Ελλάδα χαρακτηρίζεται από μεγάλη εξάρτηση ορυκτών καυσίμων αλλά και από έλλειψη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, οι οποίες πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στον μελλοντικό ενεργειακό σχεδιασμό του κράτους (Παπαγεωργίου, 2009). Συμπερασματικά, λόγω της αφθονίας του δυναμικού των ΑΠΕ στην Ελλάδα, οι



επενδύσεις σε παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ είναι ιδιαίτερα κερδοφόρες μακροπρόθεσμα, μιας και το καύσιμο που χρησιμοποιείται είναι ο άνεμος, ο ήλιος, η γεωθερμία, η βιομάζα, το νερό και όχι το πετρέλαιο (ή κάποιο παραγωγό του), το οποίο εκτός του ότι τείνει να εκλείψει από τον πλανήτη, έχει συνεχώς αυξανόμενη τιμή, αλλά και επιπτώσεις συνήθως αρνητικές για το περιβάλλον, που προκύπτουν από την καύση του.

Η υδραυλική ενέργεια αποτελεί έναν από τους συχνότερους τρόπους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ. Όπως όλα τα σώματα που κινούνται, έτσι και τα νερά που προέρχονται από την τήξη των πάγων και του χιονιού ή τη βροχή που έπεσε σε μεγάλο υψόμετρο, έχουν ενέργεια καθώς κατεβαίνουν προς χαμηλότερες περιοχές. Όμως, όταν η κάθοδός τους γίνεται από πολλά σημεία και συνεχώς, δεν είναι εύκολο ή δυνατό να χρησιμοποιήσουμε αυτή την ενέργεια. Αντίθετα, συγκεντρώνοντας τα νερά σε τεχνητές λίμνες (ταμιευτήρες) σε μεγάλο υψόμετρο, στην ουσία αποθηκεύουμε την ενέργειά τους. Αφήνοντάς τα, στη συνέχεια, να ρέουν μέσα σε αγωγούς με ταχύτητα (λόγω της διαφοράς του υψομέτρου) προς χαμηλότερες περιοχές, μπορούμε να εκμεταλλευτούμε αυτή την αποθηκευμένη ενέργεια, μετατρέποντάς τη σε άλλη μορφή ενέργειας. Πραγματικά, το νερό, πέφτοντας με ταχύτητα, είναι δυνατό να περιστρέψει μεγάλους τροχούς που έχουν πτερύγια στην περιφέρειά τους, τους υδροστρόβιλους. Σήμερα το νερό των ταμιευτήρων, που συνήθως δημιουργούνται με τεχνητά φράγματα, χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (υδροηλεκτρικοί σταθμοί). Στη χώρα μας, όπου τα νερά δεν είναι άφθονα, οι υδατοταμιευτήρες δεν είναι δυνατό να τροφοδοτούν συνεχώς με νερό τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Συνήθως, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί λειτουργούν μόνο μερικές ώρες της ημέρας, τις ώρες αιχμής όπως λέγονται, όταν δηλαδή χρειαζόμαστε πρόσθετη ηλεκτρική ενέργεια (ΚΑΠΕ).

Όπως και για τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές, έτσι και για τα υδροηλεκτρικά (μεγάλα και μικρά), αναφέρεται, ως κύρια ευνοϊκή περιβαλλοντική επίπτωση η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και αερίων ρύπων (όπως διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>), οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>), σωματιδίων κ.λ.π.) και η ταυτόχρονη εξοικονόμηση καυσίμων από τη μείωση της λειτουργίας μονάδων με συμβατικά καύσιμα (Αργυρίου κ.ά., 2006).



Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, υπάρχει έντονη η ανάγκη ύπαρξης επιστημονικά τεκμηριωμένων δεδομένων και πληροφοριών γύρω από τις ΑΠΕ. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συλλογή δεδομένων και πληροφοριών που αφορούν τα Υδροηλεκτρικά Έργα (ΥΗΕ) καθώς επίσης και η αξιολόγηση τους από οικονομική και περιβαλλοντική σκοπιά.

Όσον αφορά στη δομή της εργασίας, διαρθρώνεται στα εξής επιμέρους κεφάλαια:

#### Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Πρόκειται για το παρόν κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά ο σκοπός της εργασίας καθώς και ο τρόπος δόμησής της.

#### Κεφάλαιο 2: Υδροηλεκτρική ενεργεία

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται γενικά στοιχεία που αφορούν την υδροηλεκτρική ενέργεια (όπως οι κατηγορίες της υδροηλεκτρικής ενέργειας), τα οφέλη αυτής καθώς επίσης και η κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα όσον αφορά την υδροηλεκτρική ενέργεια.

#### Κεφάλαιο 3: Υδροηλεκτρικές μονάδες

Στην ενότητα αυτή γίνεται περιγραφή των υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων (μέρη που τις απαρτίζουν και τρόπος λειτουργίας) των ΜΥΗΣ. Παρουσιάζεται και αξιολογείται το υφιστάμενο νομοθετικό πλαίσιο που τις αφορά, παρουσιάζεται η ενεργειακή συνεισφορά των υδροηλεκτρικών έργων στη Ελλάδα, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που προκύπτουν από τη λειτουργία τέτοιων μονάδων και οι μονάδες μικρών και μεγάλων ΥΗΕ που έχουν ήδη εγκατασταθεί ή βρίσκονται υπό κατασκευή.

#### Κεφάλαιο 4: Πλαίσιο αξιολόγησης υδροηλεκτρικών σταθμών

Στο κεφάλαιο αυτό προτείνεται ένα πλαίσιο αξιολόγησης υδροηλεκτρικών σταθμών. Η αξιολόγηση αφορά κυρίως την οικονομική αποδοτικότητα των Μικρών Υδροηλεκτρικών Σταθμών (ΜΥΗΣ) (μέσω οικονομικών δεικτών) καθώς επίσης και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούν. Δίνονται επίσης τρόποι αντιμετώπισης των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

#### Κεφάλαιο 5: Περιγραφή Νομού Καρδίτσας

Στην ενότητα αυτή γίνεται περιγραφή του Νομού Καρδίτσας. Η περιγραφή αφορά τους παράγοντες που ευνοούν την εγκατάσταση Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων



(ΜΥΗΕ). Επίσης καταγράφονται οι ΜΥΗΣ που έχουν ήδη κατασκευαστεί στο Νομό καθώς και αυτοί που έχουν αδειοδοτηθεί.

Κεφάλαιο 6: Εφαρμογή του Πλαισίου αξιολόγησης στο ΜΥΗΣ Καρυάς ισχύος 0,88 MW

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η εφαρμογή του πλαισίου αξιολόγησης που προτείνεται στο Κεφάλαιο 4 στον αδειοδοτημένο ΜΥΗΣ Καρυάς με σκοπό τον έλεγχο βιωσιμότητας του σταθμού.

Κεφάλαιο 7: Εφαρμογή του Πλαισίου αξιολόγησης στον ΜΥΗΣ Βατσουνιά Ι ισχύος 0,6 MW

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η εφαρμογή του πλαισίου αξιολόγησης που προτείνεται στο Κεφάλαιο 4 στον ήδη κατασκευασμένο ΜΥΗΣ Βατσουνιά Ι με σκοπό τον έλεγχο της λειτουργικότητας του σταθμού.

Κεφάλαιο 8: Συμπερασματικές προτάσεις

Στο τελευταίο κεφάλαιο επισημαίνονται ορισμένα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη αξιολόγηση των ΜΥΗΕ και διατυπώνονται κάποιες προτάσεις που αφορούν κυρίως το σύνολο των ΑΠΕ γενικά αλλά και τους ΜΥΗΣ ειδικότερα.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### 2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η ενέργεια που παράγεται από την πτώση του νερού των μικρών ή μεγάλων ποταμών, υδρορευμάτων ή πηγών σε υδροτροχούς, με αποτέλεσμα την περιστροφή τους και την παραγωγή μηχανικού ή ηλεκτρικού ρεύματος (Φετάνη κ.α.,2002).

Η ενέργεια που προκαλούν τα ύδατα παράγεται σε πολλά μέρη του κόσμου που είναι πλούσια σε ποταμούς και με ανάγλυφο του εδάφους τέτοιο ώστε να χρησιμοποιείται εύκολα η βαρυτική ενέργεια. Η υδροηλεκτρική τεχνολογία είναι μια από τις κυριότερες ενεργειακές τεχνολογίες, καθώς καλύπτει περίπου το 20% των παγκοσμίων αναγκών σε ηλεκτρισμό, ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες φθάνει το 40%. Η Ευρώπη έχει πλήρως εκμεταλλευτεί τις υδροφόρες πηγές της, ενώ οι φτωχότερες περιοχές της Λατινικής Αμερικής, Ασίας και Αφρικής είναι πλούσιες σε υδρευνησιακούς πόρους και μια ορθολογική πολιτική στην παραγωγή ενέργειας μπορεί να συμβάλλει στην αειφόρο ανάπτυξη χωρίς υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Η υδροηλεκτρική ενέργεια περιλαμβάνει την ενέργεια από μικρές και μεγάλες μονάδες υδροηλεκτρικής παραγωγής, της ενέργεια από τις παλίρροιες, την ενέργεια από τα θαλάσσια κύματα και την θερμική ενέργεια των ωκεανών (Παπαγεωργίου, 2009).

Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρες, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) γίνεται εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευαστούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές μορφές ενέργειας, σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ικανοποιεί το 10% των ενεργειακών αναγκών (Παπαδημητρίου, 2008).

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, που συνδέεται με το νερό, το αναγκάζει 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. Πολυάριθμοι υδραυλικοί τροχοί, νερόμυλοι, δριστελλές, υδροτριβεία, πριονιστήρια, κλωστοϋφαντουργία και άλλοι μηχανισμοί υδροκίνησης συνεχίζουν ακόμη και σήμερα να χρησιμοποιούν τη δύναμη του νερού, συμβάλλοντας σημαντικά στην πρόοδο της τοπικής οικονομίας πολλών περιοχών, με απόλυτα φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο (ΚΑΠΕ).

Η υδροηλεκτρική ενέργεια, είναι διαθέσιμη από μερικές εκατοντάδες Watt μέχρι και 10 GW. Στο χαμηλό σημείο αυτού του φάσματος, η υδροηλεκτρική ενέργεια μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις κατηγορίες. Οι ορισμοί των κατηγοριών ποικίλλουν, αλλά συνήθως διακρίνονται στις: μικρο (δυναμικό λιγότερο από 100 KW), μίνι (100 KW-1MW) και μικρό (1 MW-5 MW) υδροηλεκτρικός σταθμός. Τα μικρά υδροσυστήματα είναι γενικά αυτόνομα συστήματα, δηλ. δεν συνδέονται με το πλέγμα ηλεκτρικής ενέργειας ([www.energypoint.gr](http://www.energypoint.gr)).

Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδραυλικών τουρμπίνων παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Η υδροηλεκτρική ενέργεια ταξινομείται σε μικρής και μεγάλης κλίμακας. Η μικρή κλίμακας υδροηλεκτρική ενέργεια διαφέρει σημαντικά από τη μεγάλης κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο άμεσο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων για τη συγκέντρωση του νερού περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα. Τα μικρής κλίμακας συστήματα τοποθετούνται δίπλα σε ποτάμια και κανάλια και έχουν λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον οικοσύστημα (Κρόκος, 2006).

Υδροηλεκτρικές μονάδες λιγότερες των 30 MW σε μέγεθος χαρακτηρίζονται μικρής κλίμακας και θεωρούνται ανανεώσιμες πηγές. Το γρήγορα κινούμενο νερό οδηγείται μέσα από τούνελ να περιστρέφει τουρμπίνες, δημιουργώντας έτσι μηχανική ενέργεια. Μια γεννήτρια (υδροστρόβιλος) μετατρέπει αυτή την ενέργεια σε ηλεκτρική. Διαφορετικά από ότι συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα, το νερό δεν αχρηστεύεται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς (Κρόκος, 2006).



Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά συστήματα λειτουργούν με την καθοδήγηση μέρους της ροής κάποιου ποταμού στον ρυθμιστή ροής (penstock) και στον υδροστρόβιλο, ο οποίος κινεί μια γεννήτρια και παραγάγει την ηλεκτρική ενέργεια. Το νερό μετά τον υδροστρόβιλο ρέει έπειτα πίσω στον ποταμό. Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά συστήματα λειτουργούν συνήθως παράλληλα στη ροή του ποταμού, και έτσι δεν διακόπτεται η ροή του. Αυτό είναι προτιμότερο από περιβαλλοντικής άποψης καθώς οι εποχιακές αυξομειώσεις νερού δεν επηρεάζουν την ροή του ποταμού στην κατεύθυνση του ρεύματος, ενώ δεν πλημμυρίζουν κοιλάδες σε υψηλότερα από το σύστημα επίπεδα. Μια περαιτέρω επίπτωση είναι ότι η παραγωγή ενέργειας δεν καθορίζεται με κάποιο έλεγχο της ροής του ποταμού, αλλά αντίθετα ο στρόβιλος λειτουργεί όταν υπάρχει κάποια ροή και σε παράγωγη ενέργειας εξαρτάται αποκλειστικά από αυτή. Αυτό σημαίνει ότι το μηχανικό σύστημα ρύθμισης της ροής του νερού δεν απαιτείται με αποτέλεσμα να μειώνεται το κόστος και οι απαιτήσεις συντήρησης. Ένα από τα μειονεκτήματα είναι ότι το νερό πολλές φορές δεν μπορεί να αποθηκευτεί (π.χ. σε κάποιο φράγμα), με αποτέλεσμα η υπερβολική παραγωγή ενέργειας να πετιέται εκτός και αν υπάρχει ένα σύστημα αποθήκευσης. Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά συστήματα είναι ιδιαίτερα κατάλληλα ως μακρινές παροχές ηλεκτρικού ρεύματος για τις αγροτικές και απομονωμένες κοινότητες, ως οικονομική εναλλακτική λύση στην επέκταση ή αναβάθμιση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Τα συστήματα παρέχουν μια πηγή φτηνής, ανεξάρτητης και συνεχούς ενέργειας, χωρίς να υποβαθμίζεται το περιβάλλον. Υπολογίζεται ότι το 1990 υπήρξε παγκοσμίως εγκατεστημένη ισχύς μικρής υδροηλεκτρικής κλίμακας (λιγότερο από 10MW) της τάξεως των 19,5GW ([www.energypoint.gr](http://www.energypoint.gr)). Οι πολλοί υψηλοί βαθμοί απόδοσης των υδροστρόβιλων, που μερικές φορές υπερβαίνουν και το 90%, και η πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής των υδροηλεκτρικών έργων, που μπορεί να υπερβαίνει τα 100 έτη, αποτελούν επίσης δύο χαρακτηριστικούς δείκτες για την ενεργειακή αποτελεσματικότητα και την τεχνολογική ωριμότητα των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών (ΚΑΠΕ).

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η μεγαλύτερη και πιο ώριμη εφαρμογή ανανεώσιμης ενέργειας, με περίπου 700.000 MW εγκαταστημένης ισχύος υδροηλεκτρικά έργα, τα οποία παρήγαγαν το 2004 πάνω από το 16% της ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως (2.803 TWh). Στην Ευρώπη τα υδροηλεκτρικά συνεισέφεραν 326 TWh



ηλεκτρικής ενέργειας το 2004 ή το 11% περίπου της ηλεκτρικής ενέργειας (αποφεύγοντας με τον τρόπο αυτό την εκπομπή περίπου 40 εκατομμυρίων τόνων CO<sub>2</sub> ετησίως). Παρά, όμως, το μεγάλο υφιστάμενο υδροηλεκτρικό δυναμικό, υπάρχουν ακόμη περιθώρια ανάπτυξης, καθώς, σύμφωνα με τις περισσότερες εκτιμήσεις, η παρούσα εκμετάλλευση αφορά μόνο το 10% περίπου του συνολικού παγκόσμιου βιώσιμου υδροδυναμικού (Παπαγεωργίου, 2009).

Η Κίνα είναι πρωτοπόρος στα μικρά υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Έχει ήδη αναπτύξει 58.000 από αυτά, τα οποία παρέχουν περισσότερα από 13.000 MW ηλεκτρικής ισχύος. Συνήθως, τα εργοστάσια αυτά τροφοδοτούν αγροτικές κοινότητες χωρίς εναλλακτικές πηγές ενέργειας (Παπαϊωάννου, 2008). Στην Ελλάδα, έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό τα υδροηλεκτρικά έργα, καθώς ο ελληνικός χώρος λόγω των ιδιαίτερων κλιματολογικών και μορφολογικών του χαρακτηριστικών ευνοεί τη ροή μικρών σχετικά ποταμών και τη δημιουργία λιμνών. Η έλλειψη μεγάλων ποταμών είναι βέβαια περιοριστικός παράγοντας στην εκμετάλλευση μεγάλων υδροηλεκτρικών μονάδων, αλλά η σχετική ευκολία δημιουργίας τεχνητών λιμνών λόγω του ανώμαλου εδάφους ευνοεί την αξιοποίηση του υπάρχοντος υδάτινου πλούτου (Παπαγεωργίου, 2009).

Η υδροηλεκτρική ενέργεια αντιπροσωπεύει το 6% των παγκοσμίων αποθεμάτων ενέργειας. Επίσης το 15% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρισμού προέρχεται από την πηγή αυτή. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί προμηθεύουν τουλάχιστον το 50% της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος σε 66 χώρες και τουλάχιστον το 90% σε 24 χώρες. Εκτιμάται μάλιστα ότι μόνο το 32% των οικονομικά εκμεταλλεύσιμων πηγών υδροηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται σήμερα. Περίπου το 22% της παραγόμενης παγκοσμίως υδροηλεκτρικής ενέργειας παράγεται στην Ευρώπη, με μεγαλύτερες συμμετοχές εκείνες της Γαλλίας, της Νορβηγίας και της Σουηδίας που μόνες τους παράγουν περισσότερο από το μισό υδροηλεκτρισμό της Ευρώπης (257 δισεκατομμύρια κιλοβατώρες από τις 479 δισεκατομμύρια που παράγονται στην περιοχή). Οι ειδικοί υποστηρίζουν ότι η ζήτηση για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ευρώπη θα αυξάνονται με ρυθμό 1,8% το χρόνο μέχρι το 2015. Η Ελλάδα μπορεί να παράγει υδροηλεκτρισμό μέχρι 21 δισεκατομμύρια κιλοβατώρες (Παπαντώνης, 2008).



## 2.2. ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως είναι η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης- απόζευξης στο δίκτυο, ή η αυτόνομη λειτουργία τους, η αξιοπιστία τους, η παραγωγή ενέργειας άριστης ποιότητας χωρίς διακυμάνσεις, η άριστη διαχρονική συμπεριφορά τους, η μεγάλη διάρκεια ζωής, ο προβλέψιμος χρόνος απόσβεσης των αναγκαίων επενδύσεων που οφείλεται στο πολύ χαμηλό κόστος συντήρησης και λειτουργίας και στην ανυπαρξία κόστους πρώτης ύλης, 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, κ.λ.π.), η δυνατότητα παρεμβολής τους σε υπάρχουσες υδραυλικές εγκαταστάσεις, κ.α. (ΚΑΠΕ).

Εξ'ορισμού, ένας μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός αποτελεί ένα έργο απόλυτα συμβατό με το περιβάλλον, που μπορεί να συμβάλει ακόμη και στη δημιουργία νέων υδροβιότοπων μικρής κλίμακας στα ανάντη των μικρών ταμιευτήρων. Το σύνολο των επιμέρους 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. Τα μικρά υδροηλεκτρικά μπορούν να έχουν απόλυτη συμβατότητα και με άλλες χρήσεις νερού όπως π.χ. ύδρευση, άρδευση, αναψυχή κτλ. Η συμβατότητα αυτή μπορεί να εκδηλωθεί και με την ένταξη τους σε υφιστάμενα υδραυλικά δίκτυα και κατασκευές. Δεδομένου ότι το ζεύγος της στροβιλογεννήτριας στεγάζεται στο κτίριο του σταθμού, δεν υπάρχει καμία απολύτως ακουστική διαταραχή της στάθμης του θορύβου του φυσικού περιβάλλοντος. Η πλήρης αυτοματοποίηση των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών οδηγεί στην ελαχιστοποίηση των λειτουργικών εξόδων και περιορίζει τις ανάγκες σε προσωπικό στις απλές περιοδικές επισκέψεις ελέγχου (Κρόκος, 2006).

Η τροφοδότηση με ηλεκτρισμό όλων των περιοχών του πλανήτη είναι μια από τις πλέον σημαντικές κοινωνικές επιδιώξεις του σύγχρονου ανθρώπου. Η παραγωγή μάλιστα ηλεκτρισμού από τη συστηματική εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού θεωρείται ως σημαντικός παράγοντας οικονομικής ανάπτυξης και προόδου, δεδομένου ότι πρόκειται για μια φυσικά ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία μάλιστα δεν παράγει βλαβερά αέρια και κατά συνέπεια έχει αισθητά μικρότερη επίδραση στην ατμόσφαιρα.



Η υδροηλεκτρική παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος είναι ουσιαστικά άμεση και μπορεί να ανταποκριθεί πολύ γρήγορα σε ξαφνικές ανάγκες παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Χρειάζονται μόνο ελάχιστα λεπτά της ώρας για να παραχθεί η ενέργεια αυτή σε σύγκριση με τις αρκετές ώρες που θα χρειαστεί ένα παραδοσιακό εργοστάσιο που λειτουργεί με λιγνίτη. Αρκεί να ανοιχτούν οι στρόφιγγες και το νερό που είναι αποθηκευμένο στις τεχνητές λίμνες να αρχίσει να τρέχει θέτοντας σε κίνηση τους υδροστρόβιλους και τις γεννήτριες παραγωγής. Έτσι μπορούν να καλυφθούν άμεσα οι αυξημένες ανάγκες που παρουσιάζονται σε ώρες ή εποχές αιχμής ή ακόμη και μετά από βλάβες στο δίκτυο.

Οι εταιρίες παροχής ηλεκτρισμού έχουν σχέδια αντιμετώπισης των αυξημένων αναγκών που παρατηρούνται τις πρωινές ή τις πρώτες βραδινές ώρες όταν οι εργαζόμενοι ξεκινούν ή επιστρέφουν από τη δουλειά τους τις πολύ κρύες ή πολύ ζεστές ημέρες οπότε οι καταναλωτές χρησιμοποιούν αυξημένες ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος για θέρμανση ή δροσιά, αλλά και στις περιπτώσεις που μια βλάβη μειώσει ξαφνικά την ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο. Στα σχέδια αυτά των εταιριών σημαντικό ρόλο παίζει η υδροηλεκτρική παραγωγή (Μπουρίκος, 2003).

Επιπλέον η υδροηλεκτρική ενέργεια δεν παράγει CO<sub>2</sub> και κατά συνέπεια έχει αμελητέα επίπτωση στην ατμόσφαιρα. Η επίδραση αφορά μόνο την τοπική ανάπτυξη της υγρασίας από εξάτμιση και μια μικρή επίδραση στη θερμοκρασία των γύρω περιοχών. Ιδιαίτερα για την περίπτωση των υδροηλεκτρικών έργων με δημιουργία σημαντικών ταμιευτήρων, η αποικοδόμηση της βλάστησης που αναπτύσσεται κάτω από την επιφάνεια του νερού παράγει μεθάνιο σε πολύ μικρές ποσότητες. Ο θόρυβος είναι γενικά αμελητέος. Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί και το γεγονός ότι υπάρχει μια μικρή πιθανότητα για τη δημιουργία πυρκαγιάς ή την έκλυση βλαβερών υλικών (Μπουρίκος, 2003).

Γενικά παρά το γεγονός ότι η παραγωγή ενέργειας από υδροηλεκτρικά συστήματα είναι η περισσότερο αναπτυγμένη τεχνολογία ΑΠΕ, παρουσιάζονται κάποια οικολογικά προβλήματα που αφορούν τις μεγάλες μονάδες παραγωγής και όχι τις μικρές. Οι περιβαλλοντικές αυτές επιπτώσεις των μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών μπορεί να είναι υδρολογικές (ροή νερού, υπόγεια νερά, παροχή νερού, άρδευση, κλπ), οικολογικές



(στη γη, στα φυτά, στα ζώα), κοινωνικές (μετακινήσεις ανθρώπων, αλλαγή συνηθειών, κλπ) ή οικονομικές (χρήσεις γης) (Μπουρίκος, 2003).

### 2.3. Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Έχοντας υπόψη κανείς τα σημαντικά υδροενεργειακά προσόντα της χώρας μας, θα μπορούσε να υποστηρίξει ότι η ανάπτυξη των μικρών υδροηλεκτρικών στην Ελλάδα βρίσκεται στα πρώτα βήματα της, ενώ απέχει κατά πολύ από ένα μελλοντικό πιθανό σημείο κορεσμού. Εκατοντάδες θέσεις, διάσπαρτες στην ελληνική επικράτεια, περιμένουν την εγκατάσταση κυρίως μικρών υδροηλεκτρικών έργων για μία πραγματική αποκεντρωμένη αξιοποίηση του τοπικού ανανεώσιμου δυναμικού (Κρόκος, 2006).

Σε πολλά σημεία του ελληνικού χώρου κάποιες παραδοσιακές, αλλά και σύγχρονες εγκαταστάσεις Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων αξιοποιούν την ενέργεια του νερού για την παραγωγή μηχανικού έργου αλλά κυρίως πλέον για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Η αξιοποίηση του μικρού υδροδυναμικού των χιλιάδων μικρών ή μεγαλύτερων υδατορρευμάτων και πηγών της ορεινής Ελλάδος περνά από την υλοποίηση αποκεντρωμένων, αναπτυξιακών μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών πολλαπλής σκοπιμότητας, που μπορούν δηλαδή να λειτουργούν και για την ταυτόχρονη κάλυψη υδρευτικών, αρδευτικών και άλλων τοπικών αναγκών (ΚΑΠΕ).

Σύμφωνα με έρευνες του ΚΑΠΕ, το θεωρητικό υδροδυναμικό της χώρας είναι της τάξης των δεκάδων δισεκατομμυρίων κιλοβατώραν ανά έτος και είναι δυνατή η εγκατάσταση εκατοντάδων μικρών υδροηλεκτρικών έργων σε μεγάλα ή μικρά υδατορρεύματα που θα αξιοποιούν ένα μέρος από το συνολικό αναξιοποίητο ελληνικό μικρό υδροηλεκτρικό δυναμικό. Σύμφωνα με ένα ρεαλιστικό συντηρητικό σενάριο του ΚΑΠΕ για την μικρο-υδροηλεκτρική ανάπτυξη της χώρας, το τεχνικο-οικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό των μικρών υδροηλεκτρικών έργων της ηπειρωτικής Ελλάδος θα μπορούσε να δώσει παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στα επίπεδα των 6 δισεκατομμυρίων KWh/έτος και μία εγκατεστημένη ισχύ περίπου 800 MW.

Ένα μικρό υδροηλεκτρικό έργο είναι ένα πολυβάθμιο σύστημα με πολλές επιμέρους συνιστώσες, που δεν είναι σημειακά τοποθετημένες στο χώρο, αλλά συνιστούν ένα σύνολο υδραυλικών, υδρολογικών και εδαφολογικών παρεμβάσεων (Κρόκος, 2006).



Έχει αξιοποιηθεί μεγάλο ποσοστό του υδροηλεκτρικού δυναμικού, με το οποίο καλύπτεται το 10% περίπου της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το 3% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας (ηλεκτρική και μη) της χώρας. Τα περισσότερα υδροηλεκτρικά εργοστάσια βρίσκονται στη Δυτική Ελλάδα, όπου οι βροχοπτώσεις είναι άφθονες και υπάρχουν ποτάμια με μεγάλη παροχή και απότομες κλίσεις. Οι μεγαλύτεροι ΥΗΣ αξιοποιούν τα νερά του Αχελώου (σε τρεις φάσεις με τους ΥΗΣ Κρεμαστών, Καστρακίου και Στράτου), του παραπόταμου του Μέγδοβα (ΥΗΣ Ταυρωπού), του Αλιάκμονα (σε τρεις φάσεις με τους ΥΗΣ Πολυφύτου, Σφηκιά και Ασωμάτων), του Αράχθου (ΥΗΣ Πουρναρίου). Υπάρχουν ακόμη υδροηλεκτρικοί σταθμοί στον Λάδωνα στις πηγές του Αώου, στον Εδεσσαίο, στο Νέστο κ.α. Τα τελευταία χρόνια, παράλληλα με τη συνέχιση της κατασκευής μεγάλων ΥΗΣ γίνεται προσπάθεια να αξιοποιηθεί το υδροδυναμικό με τη δημιουργία πολλών μικρών υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Μέχρι το 2010 προγραμματίζεται η κατασκευή σε διάφορα σημεία της χώρας περίπου 30 τέτοιων σταθμών με συνολική ισχύ 150 MW (Παπαϊωάννου, 2008).

Όσον αφορά στο σχεδιασμό των ΑΠΕ στην Ελλάδα, παρά το ευνοϊκό δυναμικό, η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι αργή, κυρίως λόγω της πολυπλοκότητας του διοικητικού συστήματος, καθώς και του ελέγχου της νομιμότητας που το Συμβούλιο της Επικρατείας επιβάλλει. Εξάλλου, η έλλειψη χωροταξικού σχεδιασμού αποτελεί επίσης ένα σημαντικό εμπόδιο της υλοποίησης των εγκαταστάσεων ΑΠΕ στην Ελλάδα, όπου το πρόβλημα των χρήσεων γης κατέχει δεσπόζουσα θέση. Ο στόχος κατά το σχεδιασμό ενός ΜΥΗΣ πρέπει να είναι η παραγωγή ενέργειας με τη βέλτιστη αξιοποίηση των προϋποθέσεων που προσφέρει μια περιοχή, συμπεριλαμβανομένης της οικονομικής βελτιστοποίησης του συστήματος παραγωγής ενέργειας. Ανάλογα με τα ετήσια υδρολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής, η παραγωγή σε KWh κυμαίνεται από 75% έως 125%. Σε γενικές γραμμές υπάρχουν, υπάρχουν τρεις τρόποι για τη βελτιστοποίηση του ενεργειακού κόστους παραγωγής (Tsoutsos κ.α., 2006):

1. Μείωση του κόστους της επένδυσης. Όπως και το κόστος κεφαλαίου έτσι και το κόστος εγκατάστασης των ΜΥΗΣ, μπορεί να μειώσει το κόστος της επένδυσης, υπάρχει όμως κίνδυνος αποτυχίας λόγω ότι το ενεργειακό κόστος παραγωγής μπορεί να αυξηθεί γρήγορα.



2. Μείωση του κόστους διαχείρισης και λειτουργίας. Στις ήδη υπάρχουσες μονάδες αυτό μπορεί να γίνει με την εγκατάσταση σύγχρονου, σχετικά φθηνού εξοπλισμού.
3. Τέλος το μέγεθος των στροβίλων που θα χρησιμοποιηθούν αποτελεί απαραίτητο παράγοντα για την οικονομική βιωσιμότητα ενός ΜΥΗΣ.

Όσον αφορά στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός ΜΥΗΣ, μία GWh ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΜΥΗΣ σημαίνει μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 480 τόνους, παροχή ηλεκτρισμού για ένα χρόνο σε 250 νοικοκυριά μιας ανεπτυγμένης χώρας και σε 450 νοικοκυριά μιας αναπτυσσόμενης χώρας, εξοικονόμηση ισοδύναμων 220 τόνων πετρελαίου (Tsoutsos κ.α.,2006).

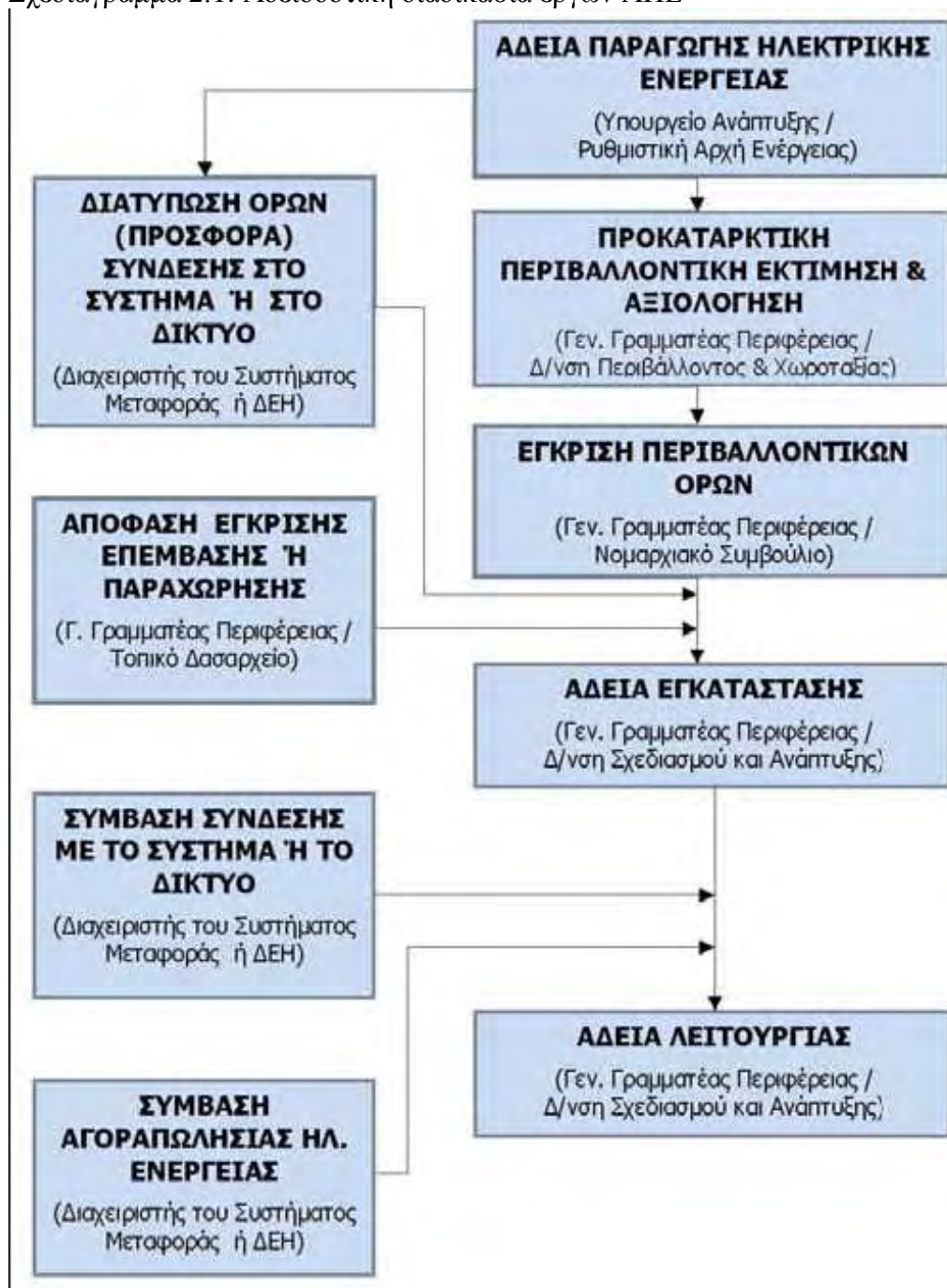
Το νομικό σύστημα δημιουργεί πολλά προβλήματα. Τα προβλήματα αυτά αφορούν το πολύπλοκο πλαίσιο αδειοδότησης (συμμετοχή πολλών διοικητικών οργάνων). Αν και υπάρχουν πολλά κίνητρα για την προώθηση της υδροηλεκτρικής ανάπτυξης στην Ευρώπη, και επομένως στις Ελλάδα, υπάρχουν εμπόδια που περιορίζουν την ανάπτυξη της, όπως είναι οι διάφοροι περιβαλλοντικοί περιορισμοί. Σημαντικό παράδειγμα αποτελεί το πλαίσιο για τα ύδατα της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ και η σταδιακή ενσωμάτωσή του στις εθνικές νομοθεσίες. Η Οδηγία αυτή, που υποχρεώνει τα κράτη μέλη για τη διατήρηση της ικανοποιητικής οικολογικής κατάστασης των υδάτων των ποταμών, έχει αρνητικές συνέπειες στην παραγωγή ηλεκτρισμού από ΜΥΗΣ κυρίως μέσω της προστασίας της ροής του νερού και καθιστά δύσκολη την παραγωγή ενέργειας μέσω στροβίλων. Από την άλλη πλευρά όμως, οι χώρες της ΕΕ πρέπει να λαμβάνουν υπόψη μια άλλη Οδηγία (2001/77/ΕΚ), που απαιτεί από τα κράτη μέλη να αυξήσουν το μερίδιο των ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Tsoutsos κ.α.,2006).

Η πολύπλοκη υφιστάμενη αδειοδοτική διαδικασία έργων ΑΠΕ, όπως αυτή προκύπτει από το ισχύον θεσμικό και κανονιστικό πλαίσιο, απεικονίζεται σχηματικά στο σχεδιάγραμμα που ακολουθεί:





Σχεδιάγραμμα 2.1: Αδειοδοτική διαδικασία έργων ΑΠΕ



Πηγή: ΚΑΠΕ, Ιδία επεξεργασία



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

### 3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η Ελλάδα είναι προικισμένη όσον αφορά τις ΑΠΕ. Η αξιοποίησή τους όμως παραμένει σε εμβρυακό στάδιο. Τα πρώτα βήματα έγιναν από την Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ). Στη συνέχεια πολλές ελληνικές και ξένες επιχειρήσεις δραστηριοποιήθηκαν στις ΑΠΕ στην Ελλάδα, πρωτίστως στην αιολική και δευτερευόντως στην υδροηλεκτρική ενέργεια. Συνέπεια αυτού του ενδιαφέροντος είναι η εφαρμογή αξιόλογων προγραμμάτων, που σχετίζονται με την ανάπτυξη και διάδοση των ΑΠΕ. Πολλά από τα προγράμματα αναπτύχθηκαν από τα διάφορα ΑΕΙ της χώρας καθώς και από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) το οποίο ως βασικό του σκοπό έχει ακριβώς την προώθηση και αξιοποίηση των πηγών αυτών (Φετάνη κ.α.,2002).

Χωρίζουμε τους υδροηλεκτρικούς σταθμούς με βάση:

- Το ύψος πτώσης των υδάτων
- Τη διαθεσιμότητα της ηλεκτροπαραγωγού μονάδας
- Το είδος κατασκευής της υδροηλεκτρικής μονάδας
- Τη ισχύ που μπορούν να παράγουν (Φετάνη κ.α.,2002).

Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί (ΥΗΣ) κατατάσσονται ανάλογα με το μέγεθος της παραγόμενης ισχύος σε :

-Μεγάλους (large) ΥΗΣ με παραγόμενη ισχύ  $> 10$  MW.

-Μικρούς (small) ΥΗΣ με παραγόμενη ισχύ 1-10 MW.

-Πολύ μικρούς (mini) ΥΗΣ με παραγόμενη ισχύ  $< 1$  MW.

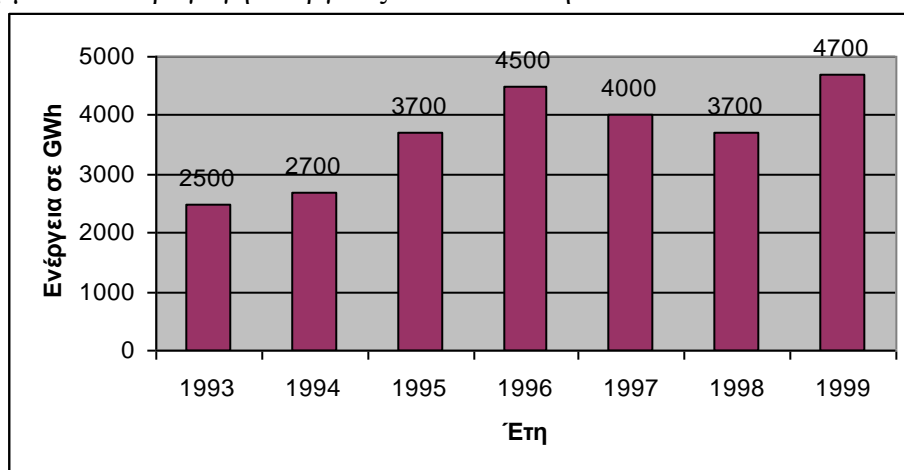
Διεθνώς η κατάταξη των ΥΗΣ, ανάλογα με το μέγεθος της παραγόμενης ισχύος, παρουσιάζει κάποιες μικροδιαφορές. Επίσης, υπάρχουν πλήθος άλλες υποκατηγορίες όπως π.χ. τα πάρα πολύ μικρά (micro) ΥΗΣ, που η ισχύ τους δεν υπερβαίνει το 1 MW. Η ελληνική νομοθεσία (Ν.1559/85, Ν. 2244/94 και Ν. 2773/99) ορίζει ως μικρούς (ΜΥΗΣ) τους σταθμούς με ισχύ μικρότερη των 10 MW με τον όρο ότι μόνο τα έργα εγκατεστημένης ισχύς έως και 2 MW, μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο ελεύθερης δράσης. Επισημαίνεται ότι κάτω από προϋποθέσεις είναι δυνατή και ανάληψη σχετικής μικροϋδροηλεκτρικής δράσης και για μικρά έργα ισχύος μεταξύ 2 MW και 5 MW. Μέχρι το έτος 2002, εκτός από τους δεκάδες ΜΥΗΣ ιδιωτικής ιδιοκτησίας από τους λεγόμενους



«Ανεξάρτητους Παραγωγούς», στον Ελλαδικό χώρο λειτουργούσαν 15 μεγάλα και 9 μικρά υδροηλεκτρικά έργα ιδιοκτησίας ΔΕΗ Α.Ε., με εγκατεστημένη ισχύ 3.060 MW, τα οποία καλύπτουν το 30% περίπου της εγκαταστημένης ισχύος του συστήματος και παράγουν ετησίως 3.500 ~ 4.500 GWh, που αντιστοιχούν το πολύ στο 6% της συνολικής ηλεκτρικής παραγωγής της χώρας (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

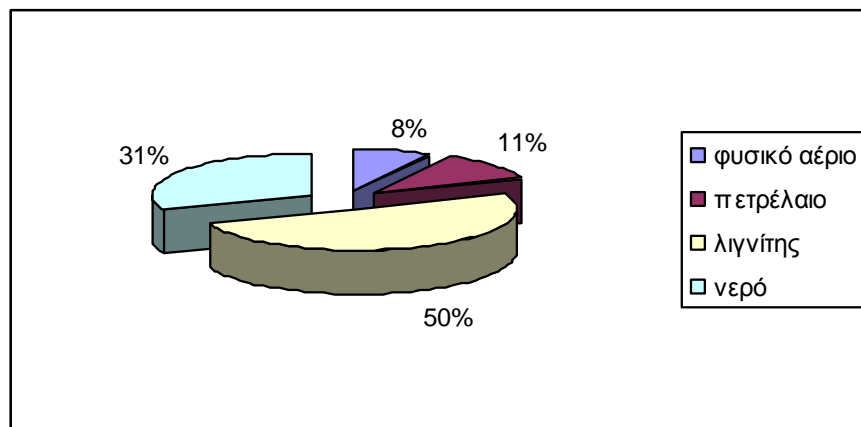
Η υδροηλεκτρική παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα και το συνολικό ποσοστό συμμετοχής των ΥΗΣ στο ενεργειακό ισοζύγιο φαίνονται καθαρά στα παρακάτω διαγράμματα 3.1 και 3.2 .

Διάγραμμα 3.1: Παραγωγή Ενέργειας από ΥΗΣ στην Ελλάδα



Πηγή: Λαμπροπούλου κ.α., 2004, ίδια επεξεργασία

Διάγραμμα 3.2: Εγκαταστημένη Ισχύς ανά είδος καυσίμου στην Ελλάδα το έτος 2001



Πηγή: Λαμπροπούλου κ.α., 2004, ίδια επεξεργασία

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 3.2, οι εγκαταστημένοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί στην Ελλάδα κατέχουν μεγάλο ποσοστό σε σχέση με το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο, ενώ ακόμη μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν οι σταθμοί καύσης λιγνίτη.



Το θεωρητικό υδροδυναμικό της χώρας είναι της τάξης των δεκάδων δισεκατομμυρίων KWh ανά έτος και είναι δυνατή η θεωρητική εγκατάσταση εκατοντάδων μικρών ΜΥΗΣ σε μεγάλα ή μικρά υδατορρέυματα, που να αξιοποιούν ένα μέρος από το συνολικό αναξιοποίητο ελληνικό μικροϋδροηλεκτρικό δυναμικό (Λαμπροπούλου κ.α., 2004). Σε ένα υδροηλεκτρικό σταθμό το νερό διοχετεύεται σε καθοδικό αγωγό, αποκτάει κινητική ενέργεια και περιστρέφει ένα υδρόμυλο ή ένα υδροστρόβιλο. Στα υδροηλεκτρικά έργα η ενέργεια από την πτώση του νερού μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια με τη βοήθεια μιας τουρμπίνας. Οι μονάδες παραγωγής αποτελούνται συνήθως από μια δεξαμενή κοντά σε κάποιο φράγμα, μέσα στην οποία συγκεντρώνεται μεγάλη ποσότητα νερού. Το νερό απελευθερώνεται ξαφνικά και διέρχεται με μεγάλη δύναμη μέσα από μια γεννήτρια, παράγοντας κατά αυτόν τον τρόπο ενέργεια.

Τα μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικά εν γένει δεν θεωρούνται ως συστήματα αξιοποίησης των ΑΠΕ, κυρίως διότι μεταβάλλουν το οικοσύστημα, αφού εγκαθίστανται σε περιοχές φυσικών ρεμάτων και μειώνουν το οξυγόνο του νερού. Οι ταμιευτήρες είναι λίμνες αδρανούς ή λιμνάζοντος ύδατος, οπότε είναι αφιλόξενοι για τα ενδημικά είδη ψαριών. Επομένως, προκαλούν εναλλασσόμενες περιόδους λειψυδρίας ακολουθούμενες από ορμητικούς κυματισμούς που διαβρώνουν το έδαφος και την βλάστηση (Παπαγεωργίου, 2009).

Ένα πλήρες υδροηλεκτρικό σύστημα συμπεριλαμβάνει την πηγή ύδατος, τη σωλήνωση όδευσης του ύδατος από την πηγή στον υδροστρόβιλο, το σύστημα ελέγχου/ρύθμισης της ροής, τον υδροστρόβιλο, τη γεννήτρια ρεύματος, το ρυθμιστή της γεννήτριας και τέλος τις καλωδιώσεις για τη μεταφορά/διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας. Σε αντίθεση με κάποιες άλλες από τις τεχνολογίες ΑΠΕ, τα ΜΥΗΣ μπορούν γενικά να παράγουν ένα ποσό ηλεκτρισμού σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή ανάλογα με τη ζήτηση (δηλαδή δεν απαιτούν συστήματα αποθήκευσης ή εφεδρείας), τουλάχιστον στις χρονικές στιγμές κατά τις οποίες υφίσταται επαρκής ροή νερού, και σε κόστος πολλές φορές ανταγωνιστικό των συμβατικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής (Παπαγεωργίου, 2009).

Οι υδροηλεκτρικές μονάδες ως μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, σε σχέση με άλλου είδους



μονάδες ηλεκτροπαραγωγής. Αναλυτικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ΜΥΗΣ αναφέρονται παρακάτω.

### 3.2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η εκπλήρωση του στόχου της Κοινοτικής Οδηγίας για την παραγωγή ηλεκτρισμού από ΑΠΕ (2001/77/EC) είναι η μεγάλη πρόκληση της Ελλάδας, όσον αφορά στις ΑΠΕ. Σύμφωνα με αυτήν, η Ελλάδα καλείται να αυξήσει τη συμβολή των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, στο επίπεδο του 20,1% το 2010 (συμπεριλαμβανομένης της συμβολής των μεγάλων υδροηλεκτρικών). Ο στόχος αυτός, αν και υψηλός, δεν είναι ανέφικτος και εκτιμάται ότι μπορεί να επιτευχθεί με κάποια μικρή χρονική καθυστέρηση. Ο δρόμος για την ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ στην Ελλάδα άνοιξε ουσιαστικά με τον Ν.2244/94 και συνεχίστηκε με τον Ν.2773/99, που θέτει τους κανόνες για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα και προβλέπει με ειδική διάταξη, ότι ο Διαχειριστής του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας υποχρεούται να δίνει προτεραιότητα στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ. Επίσης, ο νόμος αυτός επαναφέρει την άδεια ίδρυσης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, με τη μορφή της άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που εκδίδεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης, μετά από γνωμάτευση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ). Το ίδιο νομικό πλαίσιο (Ν.2244/94, Ν.2773/99) αφορά και στη Συμπααραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ), ενώ ο Ν.3175/2003 καλύπτει τα θέματα δικτύων διανομής θερμότητας (τηλεθέρμανση). Ιδιαίτερη σημασία έχει η ψήφιση του Ν.3468/2006 για τις ΑΠΕ και τη Συμπααραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας (ΣΗΘΥΑ). Ο στόχος του νόμου αυτού είναι η θέσπιση θεμελιωδών αρχών και η θεσμοθέτηση σύγχρονων οργάνων, διαδικασιών και μέσων άσκησης ενεργειακής πολιτικής, που προωθούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και μονάδες ΣΗΘΥΑ. Στο πρώτο σκέλος του νόμου, επιδιώκεται η απλοποίηση και επιτάχυνση των διαδικασιών αδειοδότησης των εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ. Το δεύτερο σκέλος του νόμου είναι χρηματοδοτικό εργαλείο υποστήριξης των ΑΠΕ και της ΣΗΘΥΑ, μέσω εγγυημένων τιμών αγοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τις τεχνολογίες αυτές ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).



Ο Ν.2742/99 έχει ως αντικείμενο την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας, τη ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις. Σύμφωνα με το νόμο αυτό η ΡΑΕ εκδίδει την άδεια χωρίς την οποία ο ενδιαφερόμενος για την κατασκευή έργου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δεν μπορεί να προχωρήσει σε κατασκευές.

Το νομικό πλαίσιο για τον ενεργειακό σχεδιασμό της χώρας ολοκληρώθηκε με την ψήφιση του Ν.3438/06, για τη σύσταση Συμβουλίου Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής (Σ.Ε.Ε.Σ.), ως γνωμοδοτικό όργανο για τη χάραξη μιας μακροχρόνιας ενεργειακής πολιτικής. Παράλληλα, αναμένεται να εγκριθεί και το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (Ε.Π.Χ.Σ.Α.Α.) για τις ΑΠΕ, το οποίο έχει ως στόχο τη διαμόρφωση πολιτικών χωροθέτησης των έργων ΑΠΕ, που θα επιτρέπουν αφενός τη δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων ΑΠΕ και αφετέρου την αρμονική ένταξη τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Ακόμα, θα προβλέπουν τη δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των εγκαταστάσεων ΑΠΕ, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)). Όμως το Ειδικό Πλαίσιο για τις ΑΠΕ παρουσιάζει δύο σημαντικά μειονεκτήματα. Δεν περιλαμβάνει ρυθμίσεις (περιορισμούς) για την εκτός σχεδίου δόμηση, με αποτέλεσμα να μην αντιμετωπίζεται το πρόβλημα της διάσπαρτης χωροθέτησης, και επιπλέον δεν περιλαμβάνει κατευθύνσεις για τον αναπτυξιακό προγραμματισμό (Οικονόμου, 2009).

Όσον αφορά στις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), η κατηγοριοποίηση των ΜΥΗΣ γινόταν μέχρι πρόσφατα βάσει του Ν.1650/86 και της ΚΥΑ69269/90. Προκειμένου να εναρμονιστεί ο Ν.1650/85 με τις κοινοτικές οδηγίες ΕΕ/11/97 και ΕΕ/61/96 ψηφίστηκε το 2002 η τροποποίηση του σε ορισμένα σημεία με το Νόμο 3010/2002, ενώ τον ίδιο χρόνο επίσης ψηφίστηκε και η συνοδευτική ΚΥΑ 15393/2332 στο ΦΕΚ 1022/2002, με την οποία ρυθμίζονται τα θέματα της κατάταξης των δημόσιων και ιδιωτικών έργων σύμφωνα με το άρθρο 1 του Ν.1650/85, όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 1 του Ν.3010/2002. Με βάση τόσο το Νόμο όσο και την ΚΥΑ, τα έργα που παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά ως προς την αξιολόγηση και εκτίμηση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων κατατάσσονται σε δέκα ομάδες:

1. Έργα οδοποιίας.
2. Υδραυλικά έργα.



3. Λιμενικά έργα.
4. Συστήματα υποδομών.
5. Εξορυκτικές και συναφείς δραστηριότητες.
6. Τουριστικές εγκαταστάσεις - Εργασίες πολεοδομίας.
7. Κτηνοτροφικές και πτηνοτροφικές εγκαταστάσεις.
8. Υδατοκαλλιέργειες.
9. Βιομηχανίες εγκατάστασης και εργασίες διαρρύθμισης βιομηχανικών ζωνών.
10. Ειδικά έργα.

Έτσι μέσα στην ομάδα 2 που είναι τα υδραυλικά έργα συμπεριλαμβάνονται και τα υδροηλεκτρικά έργα, όπου τα ΜΥΗΣ κατηγοριοποιούνται στην πρώτη υποκατηγορία (Α1) αν έχουν ισχύ από 8 έως 10 MW (βάσει του ορισμού τους) και στην δεύτερη υποκατηγορία (Α2) αυτά που η ισχύς τους είναι από 1 έως 8 MW. Πρόσφατα εκδόθηκε και η ΚΥΑ 1726/2003, που αφορά στη διαδικασία της προκαταρκτικής περιβαλλοντικής εκτίμησης και αξιολόγησης έγκρισης περιβαλλοντικών όρων στο πλαίσιο της έκδοσης άδειας εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και αποτελεί ένα ισχυρό νομοθετικό εργαλείο, που απουσίαζε αισθητά από την ισχύουσα νομοθεσία.

### 3.3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΩΝ ΜΥΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το ελληνικό ηλεκτρικό σύστημα αναπτύχθηκε κυρίως μετά το 1960, με στόχο την ηλεκτροδότηση της χώρας μέσω της εκμετάλλευσης των εγχώριων πηγών ενέργειας. Η ζήτηση στο διασυνδεδεμένο σύστημα της ηπειρωτικής χώρας καλύφθηκε αρχικά από πετρελαϊκές μονάδες και εν συνεχεία από λιγνιτικούς σταθμούς και υδροηλεκτρικά έργα, ενώ στα συστήματα των νησιών καλύφθηκε από αυτόνομες πετρελαϊκές μονάδες και πρόσφατα από αιολικά πάρκα, και όχι με διασύνδεση λόγω του υψηλού κόστους της (ΚΑΠΕ).

Το έτος 2005 η εγχώρια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα ανήλθε σε 59,4 TWh και η οποία καλύφθηκε κατά 55,9% από τις λιγνιτικές μονάδες και το 12% από ΑΠΕ. Από την συμμετοχή των ΑΠΕ, το 79% αντιστοιχεί στα μεγάλα ΥΗΕ της ΔΕΗ τα οποία καλύπτουν το 9,1% της παραγόμενης ενέργειας και παρήγαγαν 4.160 GWh με συνολικά εγκαταστημένη ισχύ της τάξεως των 3.000 MW και η οποία αντιστοιχεί στο



27% περίπου της συνολικά εγκατεστημένης ισχύος των μονάδων παραγωγής της ΔΕΗ (Παπαντώνης, 2008).

Στους δύο παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται αναλυτικά η ισχύς ηλεκτρικής ενέργειας το έτος 2006, η καθαρή ενέργεια ανά καύσιμο καθώς επίσης και τα αντίστοιχα ποσοστά. Είναι εμφανές ότι το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν οι σταθμοί καύσης λιγνίτη ενώ αμέσως μετά ακολουθούν τα ΥΗΕ. Ειδικά στον πίνακα της καθαρής παραγωγής ενέργειας οι λιγνιτικοί σταθμοί καταλαμβάνουν ποσοστό μεγαλύτερο του 50%.

Πίνακας 3.1: Ανάλυση Ισχύος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας 2006 (MW)

Καύσιμο	Σύνολο Εγκαταστημένης Ισχύος	Ποσοστό %
Αιολικά	751,5	5,26
Βιομάζα	30,7	0,21
Υδροηλεκτρικά	3.135	21,95
Φυσικό Αέριο	2.518	17,63
Πετρέλαιο	2.317	16,22
Λιγνίτης	5.288	37,02
ΣΗΘ	243	1,70
Σύνολο	14.283,2	100

Πηγή: ΚΑΠΕ, Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 3.2: Ανάλυση Καθαρής Παραγωγής Ενέργειας 2006 (GWh)

Καύσιμο	Σύνολο Καθαρής Παραγωγής	Ποσοστό %
Αιολικά	1.683,4	2,97
Βιομάζα	65,5	0,12
Υδροηλεκτρικά	6.484	11,46
Φυσικό Αέριο	10.169	17,97
Πετρέλαιο	8.045	14,22
Λιγνίτης	29.165	51,53
ΣΗΘ	983	1,74
Σύνολο	56.595	100

Πηγή: ΚΑΠΕ, Ιδία επεξεργασία

Σήμερα τόσο η ανάπτυξη των ΑΠΕ, όσο και η απελευθέρωση της ηλεκτρικής αγοράς δεν έχουν προχωρήσει ιδιαίτερα στην Ελλάδα, εξ' αιτίας πολλών πολιτικών, κοινωνικών και οικονομικών παραγόντων και είναι αξιοσημείωτο ότι βάσει της Λευκής Βίβλου της Ε.Ε. η Ελλάδα θα πρέπει έως το 2010, σύμφωνα με την κοινοτική Οδηγία 2001/77, να παράγει το 20,1% της συνολικής παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ (Φετάνη κ.α.,2002). Πιο συγκεκριμένα η συμμετοχή αυτή των ΑΠΕ προβλέπεται να καλυφθεί





κατά το ήμισυ (10,42%) από αιολικά πάρκα (με συνολικά εγκαταστημένη ισχύ 3.372 MW) και κατά 1,6% από τα μικρά ΥΗΕ με συνολικά εγκαταστημένη ισχύ 364 MW. Σημειώνεται ότι ο αριθμός των μικρών ΥΗΕ που έχουν αδειοδοτηθεί (στα μέσα του 2006) αντιστοιχεί σε ισχύ 400 MW περίπου (Παπαντώνης, 2006). Κατά συνέπεια αν ληφθεί υπόψη ο χρόνος ολοκλήρωσης ο στόχος μέχρι το 2010 φαίνεται εφικτός. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται ο αριθμός των αδειοδοτημένων ΜΥΗΕ ανά διοικητική περιφέρεια.

Πίνακας 3.3: Πλήθος ΜΥΗΕ που έχουν αδειοδοτηθεί (μέσα 2006) ανά διοικητική περιφέρεια

Περιφέρεια	Πλήθος αδειοδοτηθέντων ΜΥΗΕ
Αν. Μακεδονία-Θράκη	6
Αττική	1
Δυτική Ελλάδα	44
Δυτική Μακεδονία	21
Ήπειρος	37
Θεσσαλία	32
Κεντρ. Μακεδονία	50
Κρήτη	2
Πελοπόννησος	10
Στερεά Ελλάδα	47
Σύνολο	250

Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

Από τα στοιχεία αυτά προκύπτει το συμπέρασμα ότι υπάρχει σημαντικό περιθώριο ανάπτυξης μικρών ΥΗΕ, παρά τις προσπάθειες της ΔΕΗ τα τελευταία χρόνια, ο ρυθμός κατασκευής τους δεν είναι ικανοποιητικός. Στον πίνακα 3.4. παρουσιάζονται αναλυτικά οι αδειοδοτημένες εγκαταστάσεις ΑΠΕ με άδεια λειτουργίας.

Πίνακας 3.4: Αδειοδοτημένες εγκαταστάσεις ΑΠΕ το έτος 2008

Τεχνολογία	Με άδεια λειτουργίας	
	Συνολική Ισχύς (MW)	Ποσοστό %
Αιολικά	868,7	85,80%
Βιομάζα	33,9	3,40%
Γεωθερμία	0	0%
ΜΥΗΣ	108,5	10,70%
Ηλιακά/ΦΒ	0,8	0,10%
Συνολική Ισχύς	1.011,90	100%

Πηγή: Γκαρής, 2008, Ιδία επεξεργασία



Όπως φαίνεται και στον πίνακα το μεγαλύτερο ποσοστό συνολικής ισχύς καταλαμβάνουν τα αιολικά πάρκα με ποσοστό 85,8%, ακολουθούν οι ΜΥΗΣ με ένα αρκετά μικρό ποσοστό οι εγκαταστάσεις βιομάζας και τα φωτοβολταϊκά συστήματα με ποσοστό μόλις 0,1%, ενώ καμία άδεια λειτουργίας δεν έχει εκδοθεί για τις εγκαταστάσεις γεωθερμίας.

Στη συνέχεια ακολουθεί ένας πίνακας που παρουσιάζει την τιμή της ενέργειας σε €/MWh που παράγεται από τις διάφορες εγκαταστάσεις ΑΠΕ στην Ελλάδα το έτος 2008.

Πίνακας 3.5: Τιμή ενέργειας στην Ελλάδα το έτος 2008

Μορφή Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας	Τιμή Ενέργειας (€/MWh) στην Ελλάδα για το 2008	
	Διασυνδ/νο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
Αιολική ενέργεια (χερσαία)	80,14	91,74
Αιολική ενέργεια (θαλάσσια)	97,14	
ΜΥΗΣ έως 15 MW	80,14	91,74
Φ/Β μονάδες έως 100 KW	457,14	507,14
Φ/Β μονάδες >100 KW	407,14	457,14
Γεωθερμική ενέργεια	80,14	91,74
Βιομάζα, κλπ	80,14	91,74

Πηγή: Γκαρής, 2008, Ιδία επεξεργασία

Όπως φαίνεται στον πίνακα 3.5 η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ΜΥΗΣ, αιολικά πάρκα, γεωθερμία και βιομάζα έχει την ίδια τιμή και για διασυνδεδεμένο σύστημα, αλλά και για μη διασυνδεδεμένα νησιά. Ιδιαίτερα υψηλή τιμή παρουσιάζουν οι φωτοβολταϊκές μονάδες. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι η τιμή της ενέργειας στους ΜΥΗΣ παραμένει σταθερή όλες τις ώρες και όλους τους μήνες της ημέρας, γεγονός που ευνοεί την αποδοτικότητα της επιχείρησης (αυξημένη τιμή σε ώρες αιχμής).

Ο βασικός νόμος που ρυθμίζει τα θέματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ είναι ο Νόμος 2773/99 για την απελευθέρωση της εσωτερικής αγοράς ηλεκτρισμού και, συγκεκριμένα, το Κεφάλαιο 10, άρθρα 35-41 του νόμου αυτού. Ο Νόμος 2773 ενσωμάτωσε την πλειοψηφία των διατάξεων του προηγούμενου Νόμου 2244/94, ο οποίος, σε αντίθεση με το Νόμο 2773, είχε επικεντρωθεί εξ ολοκλήρου σε θέματα



παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Μέχρι σήμερα, δεν υπάρχει αντίστοιχος νόμος που να ασχολείται ειδικά με την παραγωγή θερμότητας από ΑΠΕ (ΚΑΠΕ).

Δύο είναι τα κύρια χρηματοδοτικά όργανα για την ενίσχυση παραγωγικών εν γένει επενδύσεων, τα οποία παρέχουν σημαντικές δημόσιες επιχορηγήσεις (μεταξύ άλλων) και σε επενδυτικά έργα ΑΠΕ: α) Ο νέος Αναπτυξιακός Νόμος (Νόμος 3299/04, ο οποίος τέθηκε σε ισχύ το Δεκέμβριο του 2004) και β) το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητας (ΕΠΑΝ), ένα από τα ένδεκα (11) εθνικά και τα δέκα τρία (13) περιφερειακά επιχειρησιακά προγράμματα, στα οποία έχει κατανεμηθεί το Τρίτο Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης (Γ' ΚΠΣ 2000-2006) για την Ελλάδα (ΚΑΠΕ).

Η εγκατεστημένη ισχύς των λειτουργούντων μικρών υδροηλεκτρικών έργων (<\_10 MW) στην Ελλάδα ανήλθε το 2005 σε 66,6 MW (συμπεριλαμβανομένων των έργων της ΔΕΗ). Ο Αναπτυξιακός Νόμος χρηματοδότησε, την περίοδο 1998-2001, 12 επενδύσεις μικρών υδροηλεκτρικών έργων, συνολικής ισχύος 35 MW, ενώ το Β' ΚΠΣ χρηματοδότησε 9 επιπλέον επενδύσεις, συνολικής ισχύος 11,5 MW (πρόκειται για μονάδες ισχύος μικρότερης του 1 MW). Το Γ' ΚΠΣ συνέχισε το καθεστώς δημόσιων ενισχύσεων σε μικρά υδροηλεκτρικά έργα, στο πλαίσιο της Δράσης 2.1.3 και του Μέτρου 6.5 του ΕΠΑΝ. Ενισχύσεις για μικρά υδροηλεκτρικά έργα προβλέπονται και στο νέο Αναπτυξιακό Νόμο 3299/04 (ΚΑΠΕ).

#### 3.4. ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΙΑΣ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

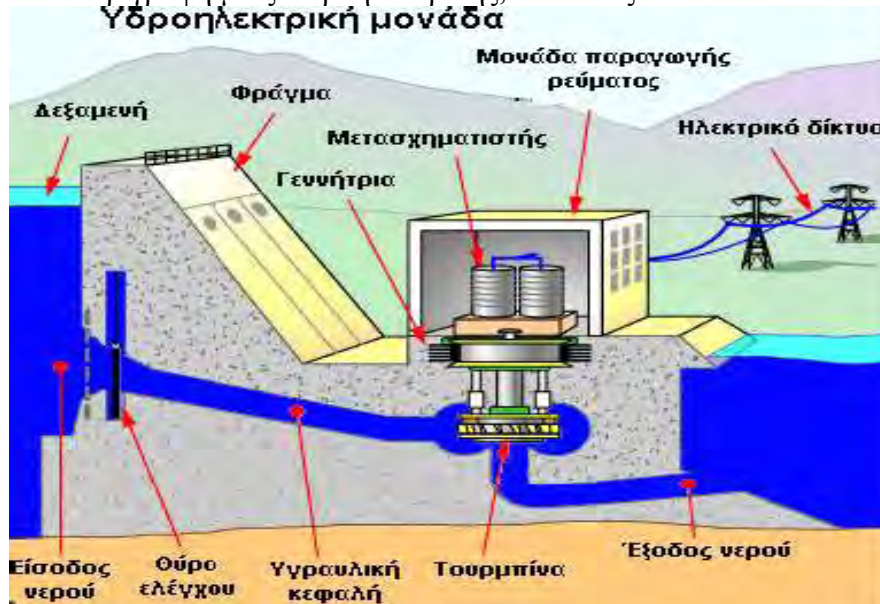
Τα βασικά στοιχεία μιας υδροηλεκτρικής μονάδας είναι (Ρηγόπουλος κ.α., 1988):

1. Το φράγμα ή υδατοφράκτης, που αυξάνει το ύψος πτώσης και δημιουργεί τον ταμιευτήρα αποθήκευσης νερού.
2. Το σύστημα εισαγωγής του νερού που περιλαμβάνει τη σήραγγα ή τη σωλήνωση ή και τα δύο.
3. Το εργοστάσιο με τον μηχανολογικό εξοπλισμό, π.χ. τουρμπίνες, εναλλακτήρες, κτίρια, βοηθητικό εξοπλισμό κλπ.
4. Η διώρυγα φυγής του νερού από το εργοστάσιο στον ποταμό.
5. Οι γραμμές μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας.



Η ύπαρξη μεγάλου ταμιευτήρα νερού δίνει τη δυνατότητα ρύθμισης μεγαλύτερης παροχής, και συνεπώς και της παραγόμενης ισχύος (Ρηγόπουλος κ.α., 1988).

Εικόνα 3.1: Περιγραφή μιας Υδροηλεκτρικής Μονάδας



Πηγή: ΚΑΠΕ, Ιδία επεξεργασία

Εικόνα 3.2: Σχηματική παράσταση παραγωγή ενέργειας σε υδροηλεκτρικό σταθμό



Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

Κάθε ΥΗΕ είναι ένα σύνθετο έργο και περιλαμβάνει σημαντικά έργα πολιτικού μηχανικού, καθώς και σημαντικό ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό. Βασικός σκοπός των έργων πολιτικού μηχανικού είναι η συγκέντρωση της επιφανειακής ροής, η οδήγηση της μέσω του υδροστροβίλου, ώστε να γίνει μετατροπή της ενέργειας του νερού σε μηχανική ενέργεια, και η απαγωγή και οδήγηση της παροχής στη φυσική κοίτη, όπου συνεχίζει την



ελεύθερη ροή της προς χαμηλότερες στάθμες. Στα έργα πολιτικού μηχανικού περιλαμβάνονται και έργα που αφορούν στην ασφάλεια των υπόλοιπων έργων, τόσο κατά τη φάση της κατασκευής, όσο και κατά την κανονική εκμετάλλευση, καθώς και των έργων που έχουν σκοπό τη στέγαση και την ασφάλεια του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού. Στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό περιλαμβάνονται: ο υδροστροβίλος, η γεννήτρια, ο μετασχηματιστής, οι αυτοματισμοί, οι ηλεκτρικοί πίνακες και ο βοηθητικός εξοπλισμός, όπως η γερανογέφυρα κ.λπ.. Σε πολλές περιπτώσεις, ένα ΥΗΕ είναι εξοπλισμένο με περισσότερους υδροστροβίλους, έτσι ώστε να αυξάνεται η ευελιξία λειτουργίας και να βελτιώνεται η αξιοποίηση της διαθέσιμης υδραυλικής ενέργειας ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).

Τα κύρια μέρη των έργων πολιτικού μηχανικού ενός ΥΗΕ έργου είναι: το φράγμα σκοπός του οποίου είναι η δημιουργία δεξαμενής, του ταμιευτήρα, στην οποία συγκεντρώνεται ποσότητα νερού (προερχόμενη από την φυσική απορροή του υδατορεύματος) από την οποία, μέσω του αγωγού προσαγωγής, το νερό προσάγεται στον υδροστροβίλο. Με τον σχηματισμό ταμιευτήρα μεγάλης χωρητικότητας (συνάρτηση της θέσεως, του ύψους και του ανοίγματος φράγματος) επιτυγχάνεται ευελιξία στην λειτουργία του έργου, δηλ. η παραγωγή ενέργειας γίνεται, ως ένα βαθμό, ανεξάρτητη από την φυσική παροχή. Ο σχηματισμός ταμιευτήρα μεγάλης χωρητικότητας αποτελεί χαρακτηριστικό των μεγάλων ΥΗΕ μέσω των οποίων επιδιώκεται η κάλυψη των αιχμών του δικτύου. Όμως η κατασκευή μεγάλου φράγματος και ο σχηματισμός μεγάλου ταμιευτήρα επιβαρύνει σημαντικά το κόστος του έργου ενώ, στην περίπτωση ενός μικρού ΥΗΕ, η παραγωγή των μονάδων δεν συμβάλλει ουσιαστικά στην ανακούφιση των αιχμών ενός ισχυρού διασυνδεδεμένου δικτύου (Παπαντώνης, 2008).

Ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός αποτελείται από τους υδροστροβίλους, τους ρυθμιστές στροφών, τις ηλεκτρογεννήτριες, τους μετασχηματιστές, τους ηλεκτρικούς πίνακες, τους ασφαλειοαποζεύκτες και τον βοηθητικό εξοπλισμό, όπως τα ανυψωτικά μηχανήματα (γερανογέφυρες), το σύστημα πεπιεσμένου ελαίου και αέρα, οι αυτοματισμοί κ.λπ.. Κάθε ηλεκτρογεννήτρια είναι κατευθείαν συνδεδεμένη με τον υδροστροβίλο, στην ίδια άτρακτο, εκτός από πολύ μικρές μονάδες, στις οποίες παρεμβάλλεται γραναζωτή μετάδοση. Σκοπός των μετασχηματιστών είναι η ανύψωση της τάσης που παράγουν οι γεννήτριες στην υψηλή τάση του διασυνδεδεμένου δικτύου,



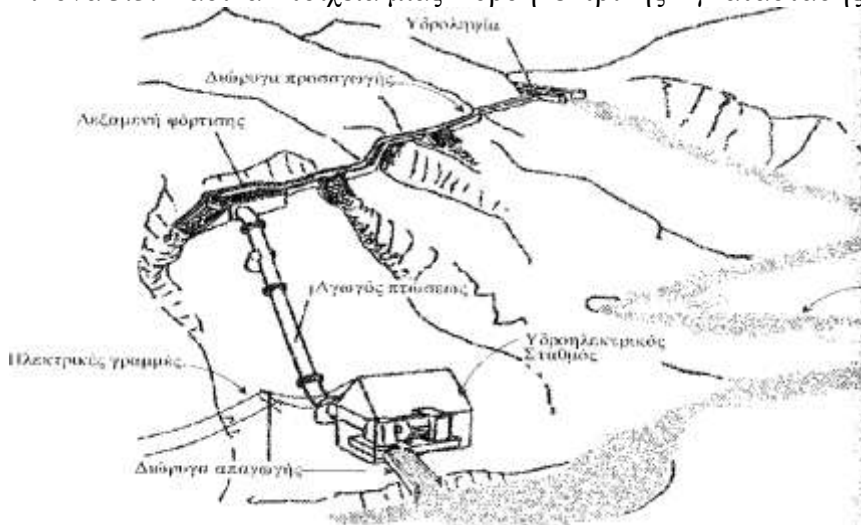
ώστε η μεταφορά της ενέργειας να γίνεται με τις μικρότερες απώλειες (Καραγιώργα, 2008).

Το πλήθος των μονάδων, δηλαδή των συγκροτημάτων υδροστροβίλου-ηλεκτρικής γεννήτριας-μετασχηματιστή κ.λπ., εξαρτάται από το προβλεπόμενο πρόγραμμα παραγωγής του έργου, λαμβάνοντας υπόψη τη διακύμανση της παροχής, την ανάγκη κάλυψης αιχμών του δικτύου κ.λπ.. Και φυσικά, καθορίζεται από οικονομοτεχνικά κριτήρια. Για λόγους ασφαλείας, το πλήθος των μονάδων ενός μεγάλου ΥΗΕ είναι συνήθως μεγαλύτερο ή ίσο του δύο. Με τον τρόπο αυτόν, υπάρχει δυνατότητα συντήρησης και μεγαλύτερη ευελιξία στο πρόγραμμα παραγωγής. Στα μικρά ΥΗΕ, το βέλτιστο πλήθος των μονάδων παραγωγής προκύπτει από καθαρά οικονομοτεχνικά κριτήρια (Παπαντώνης, 2008).

Στη συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή της τεχνολογίας ενός ΥΗΕ. Εάν συλλέξουμε το νερό μιας φυσικής ροής σε μια υψηλότερη στάθμη Ζ-εισόδου και το οδηγήσουμε σε μια χαμηλότερη στάθμη Ζ-εξόδου με έναν κλειστό αγωγό, μέσω αγωγού προσαγωγής, είναι δυνατή η μετατροπή της δυναμικής ενέργειας της διερχόμενης παροχής σε μηχανική ενέργεια, με την τοποθέτηση ενός υδροστροβίλου. Εάν το μήκος του αγωγού προσαγωγής δεν είναι υπερβολικό, τότε η προσαγωγή του νερού από την υδροληψία μέχρι τον υδροστρόβιλο γίνεται με κλειστό αγωγό (σωλήνα), όπως σχηματικά δίνεται στο σχήμα 3.4 (Παπαντώνης, 2008). Η παραγόμενη αυτή μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια, για την εύκολη και ικανοποιητική μεταφορά της στον τόπο κατανάλωσης. Η μετατροπή αυτή γίνεται μέσω μιας ηλεκτρικής γεννήτριας, η οποία είναι κατευθείαν συζευγμένη στην άτρακτο του υδροστροβίλου. Για τον λόγο αυτό, το σύνολο των έργων και του εξοπλισμού, μέσω των οποίων μετατρέπεται η υδραυλική ενέργεια σε μηχανική και στη συνέχεια σε ηλεκτρική, ονομάζεται Υδροηλεκτρικό Έργο (ΥΗΕ) ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).



Εικόνα 3.3: Βασικά Στοιχεία μιας Υδροηλεκτρικής Εγκατάστασης



Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

Εικόνα 3.4: Αρχή διαμόρφωσης μικρού ΥΗΕ με κλειστό αγωγό προσαγωγής



Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

Στο σχήμα 3.3 δίνεται η σχηματική διάταξη μικρού ΥΗΕ το σύστημα προσαγωγής του οποίου περιλαμβάνει ανοικτό αγωγό (διώρυγα), δεξαμενή φόρτισης στο άκρο της διώρυγας και αγωγό πτώσεως.

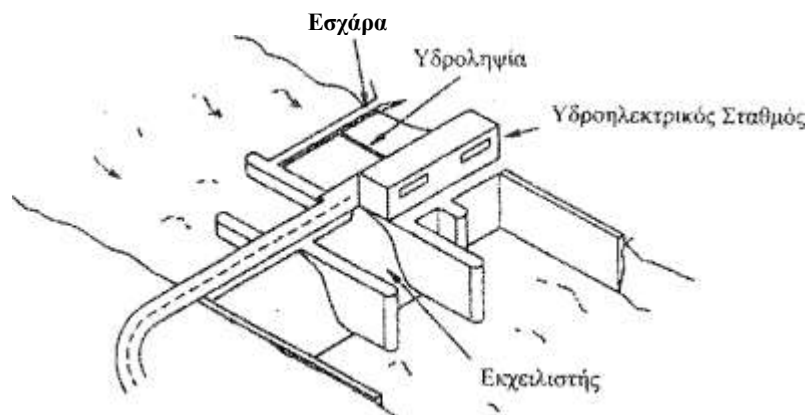
Στην περίπτωση μικρής κλίσης του εδάφους κατασκευάζονται έργα χαμηλού ύψους όπου ο ΥΗΣ ενσωματώνεται στο φράγμα (σχ. 3.5), όπως έγινε στο μικρό έργο Στράτος II (2x3 MW). Στην περίπτωση όπου δεν σχηματίζεται ταμιευτήρας ο σταθμός λειτουργεί κατά τον ρού του ποταμού, όπως το μικρό ΥΗΕ Μακροχωρίου (3x4 MW) το οποίο κατασκευάστηκε σε αρδευτικό κανάλι του Αλιάκμονα ποταμού. Και τα δύο αυτά



μικρά ΥΗΕ αξιοποιούν την υδραυλική ενέργεια αρδευτικών έργων η οποία διαφορετικά θα έπρεπε να καταστραφεί με βάνες καταστροφής ενέργειας, όπως γινόταν αρχικά σε όλα τα έργα καταστροφής ενέργειας στα άκρα των σηράγγων του υδραγωγείου Μόρνου (Παπαντώνης, 2008).

Η ποικιλία των διαμορφώσεων των μικρών ΥΗΕ δεν εξαντλείται με τις βασικές διατάξεις των μικρών ΥΗΕ που αναπτύχθηκαν προηγουμένως. Εάν ληφθεί υπόψη η ποικιλία που παρουσιάζει η φυσική διαμόρφωση κάθε λεκάνης απορροής προκύπτει ότι για τη σωστή διάταξη του ΥΗΕ απαιτείται εμπειρία και φαντασία από τον μελετητή ώστε, λαμβάνοντας υπόψη την επιφανειακή διαμόρφωση κάθε εξεταζόμενης θέσης και τα γεωλογικά στοιχεία, να αναζητηθεί η απλούστερη, οικονομικότερη και ασφαλέστερη λύση (Παπαντώνης, 2008).

Εικόνα 3.5: ΜΥΗΕ χαμηλής υδραυλικής πτώσης στο οποίο ο ΥΗΣ είναι ενσωματωμένος στο φράγμα



Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

Γίνεται ήδη φανερό, ότι για να είναι δυνατή η σημαντική παραγωγή ενέργειας, θα πρέπει να υπάρχει σημαντική ποσότητα επιφανειακών υδάτων που προέρχονται από βροχοπτώσεις ή χιονοπτώσεις, καθώς και από υψομετρικές διαφορές, δηλαδή έντονο ανάγλυφο εδάφους (βουνά), ώστε η δυναμική ενέργεια ανά μονάδα μάζας του νερού να είναι ικανοποιητική. Οι υδροστρόβιλοι είναι οι μηχανές, μέσω των οποίων η ενέργεια του υγρού μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια, δηλαδή σε κινητήρια ροπή στη στρεφόμενη άτρακτο του δρομέα. Εκτός ειδικών περιπτώσεων, το διακινούμενο υγρό είναι το φυσικό νερό της επιφανειακής απορροής ενός υδατορεύματος. Η ενέργεια του υγρού, την οποία ο υδροστρόβιλος καλείται να μετατρέψει σε μηχανική ενέργεια, είναι ανανεώσιμη, δεδομένου ότι η επιφανειακή απορροή είναι αποτέλεσμα του υδρολογικού





κύκλου, κατά τον οποίον οι λεκάνες απορροής τροφοδοτούνται με νερό μέσω των βροχοπτώσεων και των χιονοπτώσεων, κατά την υγρή περίοδο. Χάρη στη βαρύτητα, η επιφανειακή απορροή ενός υδατορεύματος ρέει συνεχώς προς χαμηλότερες στάθμες, μέχρι τη στάθμη της θάλασσας. Κατά τη φυσική αυτή ροή, η δυναμική ενέργεια του νερού συνεχώς υποβαθμίζεται και μετατρέπεται σε θερμότητα και μηχανικό έργο, μέσω μηχανισμών υδραυλικών απωλειών, τύρβης και μεταφοράς υλικών (φερτών) ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).

Τα ΥΗΕ, πέραν των διαφόρων κατηγοριών, μπορούν να διακριθούν και σε έργα: (α) κατά τον ρουν του ποταμού και (β) σε έργα με ταμιευτήρα αποθήκευσης. Τα έργα κατά τον ρουν του ποταμού λειτουργούν με την εκάστοτε διαθέσιμη παροχή του ποταμού. Είναι έργα χαμηλού κόστους και η αποκλειστική αποστολή τους είναι να παρέχουν ενέργεια στο ηλεκτρικό σύστημα, το οποίο τροφοδοτούν ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).

Τα έργα με ταμιευτήρα αποθήκευσης είναι εξοπλισμένα με φράγμα για τον σχηματισμό λίμνης, με σκοπό την αποθήκευση του νερού. Η αποθήκευση νερού μπορεί να είναι μικρή και να αφορά σε απλή ημερήσια ρύθμιση ή να είναι μεγαλύτερη και να φθάνει σε ετήσια ρύθμιση, όπως στα μεγάλα ΥΗΕ της χώρας με τους μεγάλους ταμιευτήρες, των Κρεματών ή του Πολυφύτου. Γίνεται φανερό, ότι τα έργα με μεγάλο ταμιευτήρα μπορούν να συνδυαστούν και με άλλες χρήσεις νερού, όπως είναι η ύδρευση για το έργο του Ταυρωπού και η άρδευση για το έργο Στράτος II. Αρχικά, κάποια κατασκευάστηκαν αποκλειστικά για αρδευτικούς σκοπούς (Αλφειός και Πηνειός Ηλείας), ενώ εξετάζεται και η δυνατότητα υδροηλεκτρικής παραγωγής. Κάποια άλλα κατασκευάστηκαν πρωτίστως για αντιπλημμυρική προστασία, όπως ο Ταμιευτήρας της Κερκίνης, και στη συνέχεια απέκτησαν αρδευτική και υδροηλεκτρική χρήση ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).

#### 3.4.1. ΦΡΑΓΜΑ

Ο ρόλος των φραγμάτων είναι η αναρρύθμιση της ροής των ποταμών και η χρησιμοποίηση των πολύτιμων υδάτινων πόρων κατά τρόπο οικονομικά αποδοτικότερο και περισσότερο ωφέλιμο. Στη σύγχρονη εποχή η πλειονότητα των φραγμάτων χρησιμοποιείται για πολλαπλούς σκοπούς. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται παγκοσμίως για αρδευτικούς σκοπούς (37%), για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (16%), για παροχή



πόσιμου νερού (12%), για αντιπλημμυρικό έλεγχο (6%), για σκοπούς αναψυχής (3%) και για λοιπούς σκοπούς (4%). Τα οφέλη από τη λειτουργία αυτών των φραγμάτων υπήρξαν πολλαπλά, όμως έχουν σε πολλές περιπτώσεις σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Φιλίντας κ.α., 2008).

Το φράγμα (όταν απαιτείται), σκοπός του οποίου είναι η δημιουργία δεξαμενής, δηλαδή του ταμιευτήρα, στην οποία συγκεντρώνεται ποσότητα νερού (προερχόμενη από τη φυσική απορροή του υδατορεύματος). Μέσω του αγωγού προσαγωγής, το νερό αυτό προσάγεται στον υδροστρόβιλο.

Με τον σχηματισμό ταμιευτήρα μεγάλης χωρητικότητας, επιτυγχάνεται ευελιξία στη λειτουργία του έργου, δηλαδή η παραγωγή ενέργειας γίνεται ως ένα βαθμό ανεξάρτητη από τη φυσική παροχή. Όπως ήδη αναφέρθηκε, ο σχηματισμός ταμιευτήρα μεγάλης χωρητικότητας αποτελεί χαρακτηριστικό των μεγάλων ΥΗΕ, μέσω των οποίων επιδιώκεται η κάλυψη των αιχμών του δικτύου. Όπως έχει αναφερθεί η κατασκευή μεγάλου φράγματος και ο σχηματισμός μεγάλου ταμιευτήρα επιβαρύνει σημαντικά το κόστος του έργου, ενώ στην περίπτωση ενός μικρού ΥΗΕ, η παραγωγή των μονάδων δεν συμβάλλει ουσιαστικά στην ανακούφιση των αιχμών ενός ισχυρού διασυνδεδεμένου δικτύου. Για τους λόγους αυτούς, ο σκοπός του φράγματος στα μικρά ΥΗΕ δεν είναι ο σχηματισμός μεγάλου ταμιευτήρα, αλλά η εξασφάλιση ομαλών συνθηκών στην υδροληψία, δηλαδή στην είσοδο του συστήματος προσαγωγής, ώστε να μην εισέρχονται σε αυτό φερτά του υδατορεύματος ή αέρας ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).

Το φράγμα κατασκευάζεται στην κοίτη του υδατορεύματος και σε θέση που επιλέγεται με βάση πλήθος κριτηρίων, όπως: ο σχηματισμός ταμιευτήρα (χωρητικότητα, κατακλυζόμενη επιφάνεια, μεταβολή της στάθμης), η ευκολία κατασκευής του (μικρό ύψος, μικρό άνοιγμα, κλπ.), η δημιουργία μεγάλης υψομετρικής διαφοράς με το κατά δυνατόν μικρό μήκος του αγωγού προσαγωγής, κ.λπ.. Για τον λόγο αυτό, η επιλογή της θέσης ενός φράγματος και ο καθορισμός των βασικών χαρακτηριστικών του είναι αποτέλεσμα οικονομοτεχνικής μελέτης, στην οποία εξετάζονται διάφορες εναλλακτικές λύσεις. Ο τύπος του φράγματος που θα κατασκευασθεί καθορίζεται κυρίως από τη φυσική διαμόρφωση της θέσης και τη διαθεσιμότητα των υλικών (Παπαντώνης, 2008).

Το φράγμα συνοδεύεται και από τα ακόλουθα έργα, τα οποία εξυπηρετούν το έργο ή σχετίζονται με την ασφάλεια του, όπως ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)) :



- Ο εκχειλιστής, που σκοπό έχει τη διοχέτευση πλημμυρικής παροχής, ώστε η στάθμη του νερού να μην ξεπεράσει τη στέψη του φράγματος.
- Τα έργα εκτροπής ή η σήραγγα εκτροπής, που διοχετεύουν τη φυσική παροχή κατά την τελευταία φάση της κατασκευής του φράγματος.
- Ο εκκενωτής πυθμένα, μέσω του οποίου εκκενώνεται ο ταμιευτήρας σε περίπτωση ανάγκης ή συντήρησης και διοχετεύεται η απαιτούμενη παροχή συντήρησης της κοίτης του ποταμού.
- Η υδροληψία, δηλαδή το στόμιο εισόδου του αγωγού ή της σήραγγας προσαγωγής.

Το υδραυλικό σύστημα προσαγωγής και απαγωγής της παροχής από την υδροληψία στους υδροστροβίλους και στη συνέχεια, στη φυσική κοίτη του υδατορεύματος αποτελείται από: τον ανοικτό αγωγό (διώρυγα ή κανάλι) ή σήραγγα (συναντάται συνήθως μόνο στα μεγάλα ΥΗΕ), τη δεξαμενή φόρτισης (στο άκρο της διώρυγας προσαγωγής), τον αγωγό προσαγωγής (τις βάνες και τα θυροφράγματα) και ενδεχόμενα τον πύργο ή τους πύργους ανάπλασης, όταν απαιτείται η προστασία των αγωγών προσαγωγής ή και απαγωγής από υπερπίεσεις και υποπίεσεις, που λαμβάνουν χώρα κατά τα μεταβατικά φαινόμενα εκκίνησης ή απόρριψης φορτίου των υδροστροβίλων (υδραυλικό πλήγμα). Ανάλογα με τη διαμόρφωση του έργου, το σύστημα προσαγωγής μπορεί να μην περιλαμβάνει σήραγγα ή και διώρυγα προσαγωγής. Στην περίπτωση αγωγού προσαγωγής μεγάλου μήκους, είναι προτιμότερη η κατασκευή ενός αγωγού προσαγωγής για την τροφοδοσία όλων των υδροστροβίλων του Υδροηλεκτρικού Σταθμού, ενώ στην αντίθετη περίπτωση, κάθε υδροστροβίλος τροφοδοτείται από ανεξάρτητο αγωγό. Για τις ανάγκες κατασκευής και συντήρησης του έργου, προβλέπονται τα θυροφράγματα και οι βάνες διακοπής, πάνω και κάτω από τους υδροστροβίλους, οι οποίες κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας είναι πλήρως ανοικτές ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).

#### 3.4.2. ΥΔΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΙ

Ως υδροστροβίλος ορίζεται η μηχανή που μετατρέπει την ενέργεια του υγρού (νερού) σε μηχανική ενέργεια μέσω συνεχούς ροής του υγρού και σταθερής περιστροφικής κίνησης (Παπαντώνης, 2008).



Η απλούστερη μορφή υδροστροβίλου, που βασίζεται στη λογική λειτουργίας του νερόμυλου, είναι ο στρόβιλος “δράσης”. Στους υδροστροβίλους δράσης, το νερό κατευθύνεται μέσω ακροφυσίων που το οδηγούν σε κάποιο τύπο έλικας (οι Pelton και οι Turgo είναι δύο συνήθεις τύποι) (Καραγιώργα, 2008).

#### Pelton

Ο στρόβιλος τύπου Pelton δεν ήταν ο πρώτος τύπος υδροστροβίλου που χρησιμοποιήθηκε αλλά επειδή είναι απλός και απεικονίζει ένα βασικό υδραυλικό αξίωμα, είναι ο πιο δημοφιλής στη συντριπτική πλειοψηφία των εργαστηρίων μηχανικής. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιδείξει τα περισσότερα από τα απαραίτητα χαρακτηριστικά των υδροστροβίλων. Οι υδροστρόβιλοι αντίδρασης είναι ελικοειδείς μηχανές και φυγόκεντρες αντλίες που χρησιμοποιούνται ως υδροστρόβιλοι, όπου ο δρομέας κλείνεται σε ένα κλειστό κιβώτιο (οι Propellor, οι Kaplan και οι Francis είναι συνήθεις τύποι) (Καραγιώργα, 2008).

#### Propellor και Kaplan

Οι υδροστρόβιλοι τύπου Propellor μπορούν να τροφοδοτηθούν με ένα εύρος διατάξεων ώστε να εξυπηρετήσουν εξειδικευμένες ανάγκες. Παρόλο που βασικά είναι υδροστρόβιλος σταθερού φορτίου, μπορεί να αποκτηθεί σημαντική ευελιξία μέσω της χρήσης ρυθμιζόμενων βασικών πτερυγίων. Πλήρεις υδροστρόβιλοι Kaplan με ρυθμιζόμενα πτερύγια και είτε σταθερά είτε ρυθμιζόμενα βασικά πτερύγια (οδηγούς) μπορούν επίσης να κατασκευαστούν. Τα ρυθμιζόμενα τμήματα καθώς και η διατήρηση υψηλού βαθμού απόδοσης σε ένα ευρύ φάσμα λειτουργίας, επιτρέπει στον τύπο Kaplan να εξάγει τη μέγιστη διαθέσιμη ενέργεια υπό συνθήκες μικρής παροχής ή μικρού υδραυλικού ύψους. Αυτό το στοιχείο επίσης επιτρέπει στον υδροστρόβιλο Kaplan να προσαρμόζεται σε μεγάλες διακυμάνσεις του φορτίου. Τα πτερύγια οδηγού και/ή τα πτερύγια της έλικας μπορούν να ρυθμιστούν χειροκίνητα ή να ελεγχθούν από ένα κέντρο ρύθμισης (Καραγιώργα, 2008).

#### Francis

Για συνθήκες σταθερής ισχύος και συγκεκριμένου υδραυλικού ύψους, οι υδροστρόβιλοι τύπου Francis συχνά χρειάζονται πολύ μικρότερο χώρο εγκατάστασης από τους άλλους τύπους υδροστροβίλων. Επίσης έχουν το πλεονέκτημα του πολύ υψηλού βαθμού απόδοσης σε λειτουργία αιχμής (Καραγιώργα, 2008).

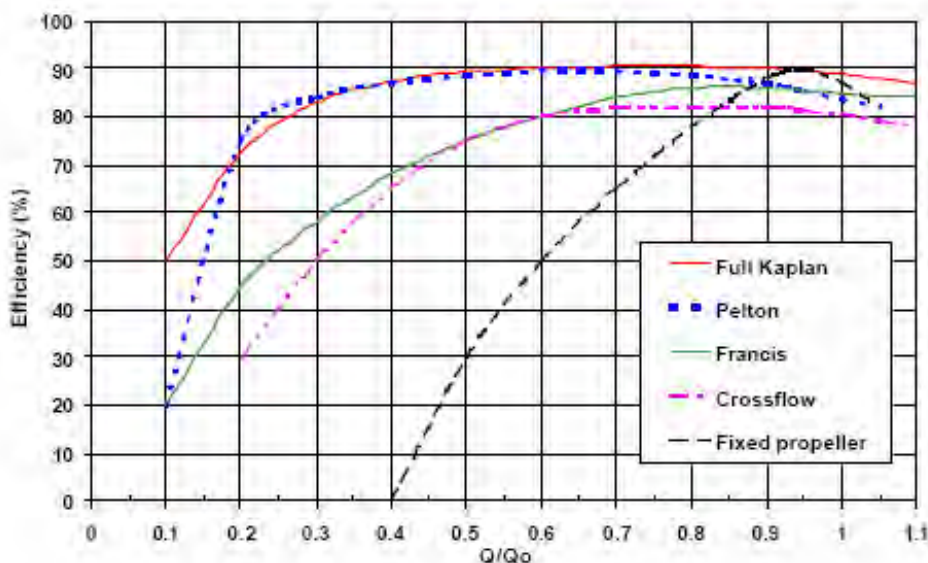


### Αξονικοί υδροστροβίλοι

Οι αξονικοί υδροστροβίλοι, είναι στροβίλοι αντιδράσεως. Στα μικρά υδροηλεκτρικά αντί της κλασσικής διαμόρφωσης τύπου Kaplan χρησιμοποιούνται οι σωληνωτοί υδροστροβίλοι οι οποίοι κατασκευάζονται για μικρές ισχείς (μέχρι και 10 MW), και είναι κατάλληλοι για την αξιοποίηση μικρών υδραυλικών πτώσεων της τάξης των 5-20 m. Το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η σχεδόν ευθεία διέλευση του νερού που βοηθά στην απλούστευση της κατασκευής, και τη μείωση του κόστους εγκατάστασης (ΚΑΠΕ)

Ένας σημαντικός παράγοντας για τη σύγκριση διαφορετικών τύπων υδροστροβίλων είναι οι σχετικοί τους βαθμοί απόδοσης τόσο στο σημείο σχεδιασμένης λειτουργίας τους όσο και σε λειτουργία με μειωμένη παροχή. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι υδροστροβίλοι τύπου Pelton και Kaplan διατηρούν πολύ υψηλούς βαθμούς απόδοσης όταν λειτουργούν χαμηλότερα από το σημείο σχεδιασμού τους, αντίθετα με τους υδροστροβίλους τύπου Crossflow και Francis. Οι περισσότεροι υδροστροβίλοι σταθερού βήματος έλικας εμφανίζουν χαμηλή απόδοση σε μειωμένο φορτίο (συγκεκριμένα, στην περιοχή χαμηλότερα από το 80% του πλήρους φορτίου) (Καραγιώργα, 2008).

Διάγραμμα 3.3: Βαθμός Απόδοσης (efficiency) διάφορων τύπων Υδροστροβίλων Ανάλογα με το Βαθμό Φόρτισης



Πηγή: Καραγιώργα, 2008, Ιδία επεξεργασία

Στο παραπάνω σχήμα δίνεται ενδεικτικά η μεταβολή του ολικού βαθμού απόδοσης υδροστροβίλων διαφόρων τύπων συναρτήσει του φορτίου, δηλαδή της



παροχής  $Q$  ως προς την παροχή  $Q_0$  στο κανονικό σημείο λειτουργίας με  $H$  (υδραυλική πτώση) σταθερό.

Ο υδροστρόβιλος αποτελεί το κύριο μέρος ενός υδροηλεκτρικού συστήματος. Ο βαθμός απόδοσής του, ορίζεται ως το πηλίκο της αποδιδόμενης μηχανικής ισχύος στον άξονα του στρόβιλου, προς την προσδιδόμενη από το νερό ισχύ (που υπολογίζεται από την παροχή και το καθαρό ύψος βροχής). Οι βαθμοί απόδοσης των στρόβιλων διαφοροποιούνται, ανάλογα με τους διάφορους τύπους υδροστρόβιλων (διαφορετική γεωμετρία, διαστάσεις) και μερικές φορές φτάνουν σε υψηλά επίπεδα και υπερβαίνουν το 90%. Ειδικότερα, οι στρόβιλοι Banki (Cross Flow) έχουν χαμηλό βαθμό απόδοσης (της τάξης του 80%) αλλά σταθερό για τα  $\frac{3}{4}$  περίπου της περιοχής λειτουργίας. Ο στρόβιλος Francis αν και παρουσιάζει υψηλό βαθμό απόδοσης (92% περίπου), παρουσιάζει εν τούτοις απότομη μεταβολή. Η απόδοση για τον στρόβιλο Kaplan, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα, είναι ικανοποιητική και βελτιώνεται σημαντικά εάν υπάρξει και δυνατότητα της σταθερής περύγωσης. Οι στρόβιλοι Pelton έχουν ικανοποιητική συμπεριφορά κυρίως για τα φορτία άνω του 25% του ονομαστικού τους. Τέλος, οι στρόβιλαντλίες, έχουν πολύ μικρό εύρος λειτουργίας (από 85%-100% του ονομαστικού φορτίου) με σχετικά χαμηλό βαθμό απόδοσης (Αργυρίου κ.α., 2006).

### 3.4.3. ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Τα φορτία των καταναλωτών που συνδέονται συνήθως στις εγκαταστάσεις μικρών υδροηλεκτρικών είναι κατά κύριο λόγο μονοφασικά φορτία φωτισμού. Γι' αυτό, χρησιμοποιούνται γεννήτριες που δίνουν μονοφασική έξοδο (εν μέρει και λόγω του χαμηλότερου κόστους των μονοφασικών γραμμών διανομής). Οι γεννήτριες επαγωγής χρησιμοποιούνται συνήθως για εγκαταστάσεις μικρών υδροηλεκτρικών λόγω των πλεονεκτημάτων τους έναντι των άλλων τύπων γεννητριών που είναι η διαθεσιμότητά τους, το χαμηλό κόστος τους και η αντοχή τους. Το κόστος ανά KW ισχύος για μία μονοφασική γεννήτρια είναι γενικά υψηλότερο από αυτό για μία τριφασική γεννήτρια. Έτσι, συνήθως χρησιμοποιείται μια τριφασική γεννήτρια που παράγει μονοφασική έξοδο. Για να μειωθούν περαιτέρω τα έξοδα επένδυσης, χρησιμοποιούνται μέθοδοι ελέγχου της τάσης και της συχνότητας (Καραγιώργα, 2009).



### 3.5. ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΓΕΝΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Μεγάλη αξιοπιστία λειτουργίας. Οι εγκαταστάσεις είναι απλές, εύκολες και φθηνές στη συντήρηση (Ρηγόπουλος κ.α., 1988). Αντίθετα με άλλες τεχνολογίες που εξαρτώνται από ποικίλους παράγοντες, όπως η ταχύτητα του ανέμου ή η ακτινοβολία του ήλιου σε μια περιοχή, η ροή ενός μικρού ποταμού είναι σχετικά σταθερή, προσδίδοντας έτσι περαιτέρω προβλεψιμότητα και αξιοπιστία στην παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Συγκεκριμένα, τα μικρο- υδροηλεκτρικά έχουν χαρακτηριστεί ως τα πιο προβλέψιμα από όλα τα συστήματα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ (Καραγιώργα, 2008).
2. Πολύ υψηλός βαθμός απόδοσης (70 - 90%) (Καραγιώργα, 2008).
3. Ευκολία και απλότητα στη λειτουργία. Μπορούν να ξεκινήσουν και να συγχρονιστούν σε λίγα λεπτά. Μπορούν εύκολα να αυξήσουν και να ελαττώσουν το φορτίο και έτσι μπορούν να ανταποκριθούν πολύ γρήγορα και χωρίς δυσκολία σε απότομη ανάληψη φορτίου του διασυνδεδεμένου δικτύου (Ρηγόπουλος κ.α., 1988).
4. Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και η απόδοση δε μεταβάλλεται με την ηλικία τους, όταν υπάρχει βέβαια και κάποια λογική συντήρηση (Ρηγόπουλος κ.α., 1988).
5. Δεν απαιτούν πολύ ειδικευμένο τεχνικό προσωπικό για τη λειτουργία και συντήρηση τους (Ρηγόπουλος κ.α., 1988).
6. Οι υδροστρόβιλοι είναι στιβαρές και αξιόπιστες μηχανές που απαιτούν μικρή συντήρηση και επίβλεψη (ο προληπτικός έλεγχος γίνεται μετά από 5000 ώρες λειτουργίας περίπου) και για τον λόγο αυτό το προσωπικό των ΥΗΕ είναι πολύ μικρό σε σύγκριση με την εγκαταστημένη ισχύ (περίπου 25 άτομα για ΥΗΕ συνολικής ισχύος 300 MW) ή ένας τεχνίτης με μερική απασχόληση για την επίβλεψη ενός μικρού ΥΗΕ (Παπαντώνης, 2008).
7. Το κόστος παραγωγής είναι πολύ μικρό και μεταβάλλεται ελάχιστα με την πάροδο του χρόνου (Ρηγόπουλος κ.α., 1988). Το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας δεν παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις και αντιστοιχεί ουσιαστικά στις αποσβέσεις του έργου. Το λειτουργικό κόστος των ΥΗΕ (κόστος συντήρησης και προσωπικού) είναι μικρό (Παπαντώνης, 2008).
8. Δε χρησιμοποιούν καύσιμα και έτσι είναι απαλλαγμένες από τους περιορισμούς και τα μειονεκτήματα που συνεπάγεται η χρήση των καυσίμων, π.χ. ρύπανση, μόλυνση



περιβάλλοντος, αστάθμητες συνθήκες διεθνούς αγοράς κλπ (Ρηγόπουλος κ.α., 1988).

Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα ΜΥΗΕ 5 MW:

- Υποκαθιστά 1.376 ΤΠΠ.
- Δημιουργεί εργασία για 23 άτομα/έτος, κατά το σχεδιασμό και την ανέγερση.
- Παράγει ηλεκτρική ενέργεια για 5.300 οικογένειες.
- Μειώνει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 16.000 τόνους/έτος (Καραγιώργα, 2008).

9. Είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και δεν υπόκεινται στον κίνδυνο εξάντλησης, όπως αντιμετωπίζεται το ενδεχόμενο αυτό για τα συμβατά καύσιμα (Ρηγόπουλος κ.α., 1988).
10. Είναι δυνατό να εξυπηρετούνται και άλλοι σκοποί εκτός από τον ενεργειακό, π.χ. άρδευση, ύδρευση, αντιπλημμυρική προστασία κλπ (Ρηγόπουλος κ.α., 1988).
11. Για τις ανάγκες κατασκευής του ΥΗΕ κατασκευάζονται έργα υποδομής (δρόμοι, γέφυρες) που βοηθούν στην αξιοποίηση απομακρυσμένων περιοχών (Παπαντώνης, 2008).
12. Σημαντικές κοινωνικές επιπτώσεις. Κατά τις δύο τελευταίες δεκαετίες έχει καταστεί σαφές ότι η λειτουργία των εγκαταστάσεων ΑΠΕ δημιουργεί ισχυρούς πόλους τοπικής ανάπτυξης (ανάπτυξη της τοπικής απασχόλησης), η λειτουργία των ΑΠΕ προσφέρει ένα ικανοποιητικό/υψηλό εισόδημα στους φορείς της τοπικής αυτοδιοίκησης, αλλά και στην τοπική οικονομία γενικότερα (Tsoutsos κ.α., 2006).
13. Οι ταμιευτήρες των ΥΗΣ εξελίσσονται σε υγροβιότοπους σπάνιας ομορφιάς, με πλούσια χλωρίδα και πανίδα (ιδιαίτερος ιχθυοπανίδα και ορνιθοπανίδα).
14. Το πλέον σημαντικό και αναντικατάστατο πλεονέκτημα των υδροηλεκτρικών έργων είναι η δυνατότητα πολύ γρήγορης παραλαβής και απόρριψης φορτίου έτσι ώστε να γίνεται δυνατή η παρακολούθηση της μεταβολής της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και η κάλυψη των αιχμών ζήτησης του διασυνδεδεμένου δικτύου. Το ρόλο αυτό αναλαμβάνουν τα μεγάλης ισχύος υδροηλεκτρικά έργα αποθήκευσης, δηλαδή αυτών των οποίων το φράγμα δημιουργεί δεξαμενή (ταμιευτήρα) μεγάλης χωρητικότητας. Η δυνατότητα κάλυψης των αιχμών ισχύος του δικτύου είναι πολύ σημαντική από τεχνικής και οικονομικής άποψης επειδή η αξία της KWh αιχμής είναι πολλαπλάσια της αξίας της KWh βάσεως. Σ' αυτό ακριβώς το πλεονέκτημα των ΥΗΕ βασίζεται η





κατασκευή αναστρέψιμων μονάδων οι οποίες κατά την διάρκεια της χαμηλής ζήτησης (νύχτα) λειτουργούν αντλώντας νερό από τον κάτω ταμιευτήρα προς τον άνω δηλαδή αποταμιεύοντας ενέργεια την οποία είναι να αποδώσουν κατά τις ώρες αιχμής. Τα μικρά ΥΗΕ, λόγω ακριβώς της μικρής ισχύος τους, δε μπορούν να συνεισφέρουν στην κάλυψη των αιχμών ενός διασυνδεδεμένου δικτύου και για τον λόγο αυτό συνήθως δεν υπάρχει σε αυτά ενδιαφέρον κατασκευής ταμιευτήρα (Παπαντώνης, 2008).

15. Οι ΥΗΣ συμβάλλουν στην ήπια τουριστική ανάπτυξη των περιοχών στις οποίες βρίσκονται ([www.CityPress.gr](http://www.CityPress.gr)). Όπως έχει αναφερθεί, τα οφέλη που προκύπτουν από την εκμετάλλευση των υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων, και ιδιαίτερα των ταμιευτήρων, είναι πολλαπλά. Οι υδροταμιευτήρες προσφέρονται για πολλαπλή χρήση, όπως (Μιζάν, 2006):

- Άρδευση (5.000.000 στρέμματα περίπου αρδεύονται στις κατάντη περιοχές των ΥΗΣ).
- Ύδρευση Πόλεων & Κοινοτήτων (όπως π.χ. της Θεσσαλονίκης, της Άρτας, του Αγρινίου, της Καρδίτσας κλπ.).
- Αντιπλημμυρική Προστασία των κατάντη περιοχών.
- Ναυταθλητικές Δραστηριότητες (π.χ. θαλάσσιο σκι στους ταμιευτήρες Στράτου & Πολυφύτου).
- Αναψυχή (π.χ. όχθες του ταμιευτήρα των Πηγών Αώου & της λίμνης Λαμπερού του ταμιευτήρα Πλαστήρα).
- Αλιεία .

Γενικά, αναβαθμίζουν το περιβάλλον παρέχοντας οικολογική ροή στις κοίτες των ποταμών και συνιστώντας υδροβιότοπους μοναδικού κάλλους για την τοπική υδρόβια πανίδα.

### 3.5.1. ΥΔΡΕΥΣΗ

Στον τομέα της ύδρευσης, οι ταμιευτήρες, με τη μεγάλη χωρητικότητά τους και το καλής ποιότητας νερό, εξυπηρετούν πολλές περιοχές, εξασφαλίζοντας μεγάλες ποσότητες πόσιμου νερού σε περίπου 2,5 εκατομμύρια πολίτες (Άρτα, Πρέβεζα, Λευκάδα, Αγρίνιο, Καρδίτσα, σύντομα Θεσσαλονίκη) ([www.CityPress.gr](http://www.CityPress.gr)).



Παρότι η απευθείας ύδρευση από ποτάμι (χωρίς την κατασκευή ταμιευτήρα) έχει ορισμένα πλεονεκτήματα, όπως η φθηνή παροχή, ο μικρός αγωγός για παραποτάμιες πόλεις και τα έργα μπορούν να ολοκληρωθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα και το αρχικό κόστος εγκατάστασης είναι πολύ μικρό έχει ορισμένα μειονεκτήματα που αφορούν κυρίως την ποιότητα του νερού. Τα μειονεκτήματα αυτά είναι:

- Κίνδυνος μόλυνσης κυρίως από τοξικά βιομηχανικά και υγρά απόβλητα
- Διακύμανση της ποιότητας εισόδου στη μονάδα επεξεργασίας νερού ύδρευσης
- Προβλήματα παροχής ιδιαίτερα στις ώρες αιχμής (Κούγκολος, 2005).

Η μέθοδος της άμεσης ύδρευσης από ποτάμι έχει σήμερα ελάχιστη εφαρμογή στην Ελλάδα κυρίως διότι τα πλεονεκτήματα της ύδρευσης μέσω ταμιευτήρα είναι πολύ περισσότερα. Αυτά είναι:

- Βεβαιότερη πηγή ύδρευσης
- Καθαρό νερό που συνήθως απαιτεί ελάχιστη επεξεργασία
- Χαμηλό λειτουργικό κόστος
- Καλύτερος έλεγχος της ποιότητας
- Έγκαιρη προειδοποίηση έλλειψης νερού από την παρακολούθηση της στάθμης της λίμνης
- Δημιουργία υγροτόπων, όπως είναι η λίμνη του Πλαστήρα (Μέγδοβα) στα ορεινά του νομού Καρδίτσας, η οποία αποτελεί πόλο έλξης για την περιοχή (Κούγκολος, 2005).

### 3.5.2. ΑΡΔΕΥΣΗ

Οι ταμιευτήρες εξασφαλίζουν μεγάλες ποσότητες νερού τη θερινή περίοδο, με αιχμή τον Ιούλιο-Αύγουστο, για την άρδευση εκτεταμένων περιοχών στα κατάντη των φραγμάτων. Υπολογίζεται ότι αρδεύονται περίπου 5 εκατομμύρια στρέμματα, αυξάνοντας τόσο την αξία της περιουσίας των αγροτικών πληθυσμών όσο και το ετήσιο εισόδημα. Στο σημείο αυτό, θα μπορούσε να προστεθεί ότι τόσο μεγάλες αρδευόμενες περιοχές συμβάλλουν στη γενικότερη αναβάθμιση του περιβάλλοντος. Με τον τρόπο αυτό οι υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις ενισχύουν την απασχόληση μεγάλου μέρους του πληθυσμού και διατηρούν τη χλωρίδα και την πανίδα, που χωρίς νερό θα



καταστρέφονταν. Οι ταμιευτήρες αρδεύουν μεγάλες πεδιάδες, όπως του Αγρινίου, του Μεσολογγίου, της Άρτας, της Θεσσαλίας, της Ημαθίας, της Πιερίας, της Καβάλας, της Ξάνθης κ.λπ. ([www.CityPress.gr](http://www.CityPress.gr)).

### 3.5.3. ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Τα φράγματα που κατασκευάστηκαν στα κυριότερα ποτάμια της Ελλάδας προσφέρουν αντιπλημμυρική προστασία στα κατάντη και επέτρεψαν την αξιοποίηση μεγάλων γόνιμων παραποτάμιων εκτάσεων εκατοντάδων χιλιάδων στρεμμάτων. Καλλιεργούνται, χωρίς φόβο από πλημμύρες, παραποτάμιες περιοχές κοντά στις εκβολές των ποταμών (Λάδωνας, Αχελώος, Άραχθος, Αλιάκμονας, Νέστος κ.λπ.) ([www.CityPress.gr](http://www.CityPress.gr)).

### 3.5.4. ΞΗΡΑΣΙΑ - ΛΕΙΨΥΔΡΙΑ

Οι ταμιευτήρες των υδροηλεκτρικών σταθμών προφυλάσσουν πολλές περιοχές της χώρας από μεγάλες καταστροφές. Επιπλέον, εξασφαλίζουν την αποφυγή άσχημων καταστάσεων λόγω παρατεταμένης ξηρασίας, φαινόμενο που εμφανίζεται κυρίως στη Μεσόγειο ([www.CityPress.gr](http://www.CityPress.gr)).

### 3.5.5. ΑΝΑΠΛΑΣΕΙΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Η ΔΕΗ, προσπαθώντας να μειώσει τις επιπτώσεις των έργων, προβαίνει σε διάφορα επανορθωτικά μέτρα, που προκύπτουν από περιβαλλοντικές μελέτες και όρους του αρμόδιου Υπουργείου ΠΕΧΩΔΕ. Τέτοιες δράσεις είναι οι αναπλάσεις σε διάφορες περιοχές, όπως στην Άρτα και στον Άραχθο, δενδροφυτεύσεις όπως στο Στράτο στον Αχελώο κ.λπ. Επίσης, στα κατάντη των φραγμάτων εξασφαλίζεται ικανή παροχή για τη διατήρηση του οικοσυστήματος του ποταμού. Χωρίς την παρουσία του φράγματος και του αντίστοιχου ταμιευτήρα δεν θα υπήρχαν παροχές στις κοίτες των ποταμών το καλοκαίρι ([www.CityPress.gr](http://www.CityPress.gr)).

### 3.5.6. ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ ΣΤΟΥΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΕΣ

Οι ετήσιοι ταμιευτήρες έχουν σχεδιαστεί να έχουν μεγάλες διακυμάνσεις, πράγμα που είναι αρνητικό, ιδίως για αισθητικούς λόγους. Συνήθως στόχος είναι να μην υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις, για να διατηρείται η όμορφη εικόνα που δημιουργεί μια



τεχνητή λίμνη με τη λεκάνη απορροής, με τις ιδιαίτερες ομορφιές που παρουσιάζει ([www.CityPress.gr](http://www.CityPress.gr)).

### 3.5.7. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Τα υδροηλεκτρικά ενισχύουν εξειδικευμένες οικονομικές και διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως είναι:

- (α) Η ανάπτυξη της κτηνοτροφίας στις παραλίμνιες περιοχές.
- (β) Η στήριξη της ερασιτεχνικής και επαγγελματικής αλιείας και των ιχθυοκαλλιεργειών στον ταμιευτήρα Κρεμαστών.
- (γ) Ναυταθλητικές δραστηριότητες στις λίμνες Στράτου και Πολυφύτου, με παραχώρηση στη Γενική Γραμματεία Αθλητισμού.
- (δ) Δυναμικά σπορ όπως το καγιάκ στη λίμνη Καστρακίου και το ράφτινγκ στη λίμνη των Πηγών Αώου.
- (ε) Επιστημονική παρατήρηση στους υγροτόπους του Άγρα και των δέλτα του Αχελώου και του Αλιάκμονα.
- (στ) Περιβαλλοντική εκπαίδευση μαθητών και σπουδαστών.
- (ζ) Αναψυχή και οικοτουρισμός στο περιβάλλον των ταμιευτήρων και των ποταμών ([www.CityPress.gr](http://www.CityPress.gr)).

Ανοίγονται επομένως νέοι δρόμοι για τη στήριξη του αγροτουρισμού και των εναλλακτικών μορφών τουρισμού, που θα μπορέσουν να συμβάλουν στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και εισοδημάτων στην περιφέρεια, κοντά στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς.

Όταν το ΥΗΕ απαιτεί την ύπαρξη φράγματος (ή και ταμιευτήρα) τα οφέλη στην τοπική οικονομία και επομένως στην περιφερειακή ανάπτυξη είναι ακόμη μεγαλύτερα. Αναλυτικότερα, ακολουθεί μία συνοπτική ταξινόμηση των ωφελειών στην περιφερειακή ανάπτυξη από την κατασκευή φραγμάτων:

1. Έλεγχος των πλημμυρών, μείωση ή εξάλειψη των καταστροφών που προκαλούν.
2. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μείωση της εξάρτησης κάθε περιοχής από την ενέργεια που παράγεται από ρυπογόνες διαδικασίες (πετρέλαιο, λιθάνθρακας).
3. Πιθανά οφέλη που μπορούν να επέλθουν στην περίπτωση που ο ταμιευτήρας ευνοεί τη δημιουργία «υδάτινων οδών».



4. Ύδρευση οικισμών και βελτίωση της δημόσιας υγείας λόγω της χρήσης ελεγχόμενου πόσιμου νερού.
5. Αύξηση του παραγόμενου γεωργικού προϊόντος λόγω της δυνατότητας άρδευσης γεωργικών εκτάσεων και αύξηση της παραγωγικότητας του αγροτικού τομέα.
6. Αύξηση του εισοδήματος που προέρχεται από τις ιχθυοκαλλιέργειες που μπορούν να αναπτυχθούν εντός του ταμιευτήρα του φράγματος.
7. Βελτίωση της τουριστικής ελκυστικότητας των περιοχών πέριξ του φράγματος και του ταμιευτήρα του και αύξηση του τουριστικού εισοδήματος (Φιλίντας κ.α, 2008).

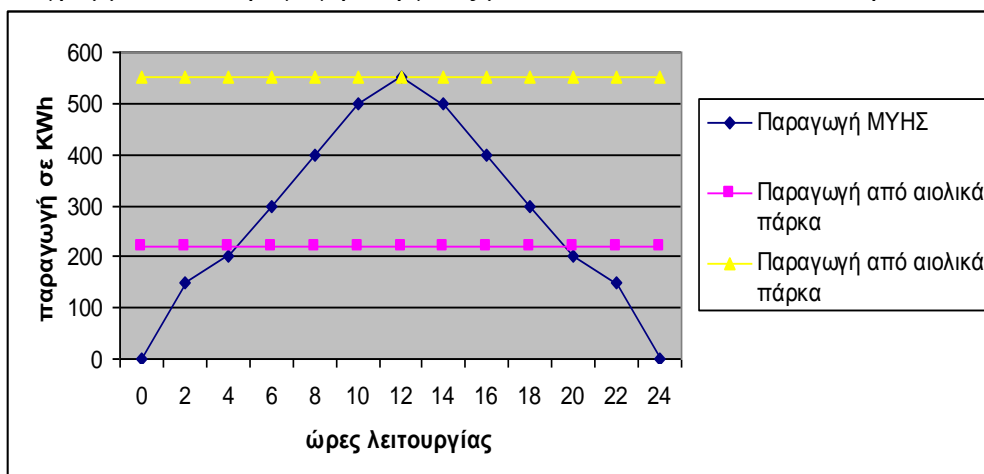
### *3.5.8. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΥΣΗΣ ΛΙΓΝΙΤΗ*

Οι ενεργειακές πηγές στην Ελλάδα είναι ο λιγνίτης, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Η ως τώρα ανάπτυξη των ΑΠΕ στη χώρα μας στηρίζεται, σε πολύ μεγάλο βαθμό, στα αιολικά πάρκα, με περιορισμένη ανάπτυξη ορισμένων άλλων ενεργειακών τεχνολογιών ΑΠΕ, όπως των μικρών υδροηλεκτρικών έργων και του βιοαερίου, ενώ είναι σχεδόν ολοκληρωτική η απουσία σημαντικών εφαρμογών εμπορικής κλίμακας σε φωτοβολταϊκά συστήματα, στη γεωθερμία και στην παραγωγή ηλεκτρισμού (και θερμότητας) από βιομάζα. Αυτό οφείλεται, κατά βάση, στην ενιαία τιμή αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που ισχύει σήμερα, μία τιμή που είναι σχετικά χαμηλή για τα Ευρωπαϊκά δεδομένα (6,8 Eurocents/KWh) (ΚΑΠΕ). Η τιμή αυτή δεν διαφοροποιείται μεταξύ των τεχνολογιών ΑΠΕ, συνεπώς ευνοεί την πιο ώριμη, τεχνικά και οικονομικά, μορφή ΑΠΕ που είναι η αιολική ενέργεια.

Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθός της και την ταχύτητα του ανέμου. Επομένως, η ισχυρότερη πρόκληση στη χρησιμοποίηση του ανέμου ως πηγή ενέργειας είναι ότι ο άνεμος είναι περιοδικά διακοπτόμενος και δεν φυσά πάντα όταν ο ηλεκτρισμός απαιτείται. Η αιολική ενέργεια δεν μπορεί να αποθηκευτεί, επιπλέον δεν μπορούν όλοι οι άνεμοι να τιθασεύσουν ώστε να καλυφθούν, τη στιγμή που προκύπτουν, οι ανάγκες σε ηλεκτρισμό, σε αντίθεση με τις εγκαταστάσεις των μικρών υδροηλεκτρικών που το νερό συνήθως αποθηκεύεται στον ταμιευτήρα (Αργυρίου κ.α., 2006).



Διάγραμμα 3.4: Παραγωγή ενέργειας μέσω ΜΥΗΣ και αιολικών πάρκων



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Κάθε παραγόμενη KWh από ανεμογεννήτριες αποτρέπει την καύση ορυκτών καυσίμων. Η λειτουργία ενός αιολικού πάρκου των 10 MW σημαίνει, για τα ελληνικά δεδομένα, σε ετήσια βάση έως και 40.000 τόνους λιγότερο CO<sub>2</sub> και σε σύγκριση με ένα πυρηνικό εργοστάσιο, το πάρκο αυτό εξοικονομεί 72 κιλά πυρηνικά απόβλητα ετησίως. Πολλά από τα αιολικά πάρκα επηρεάζουν δυσμενώς την πανίδα. Ειδικότερα έχουν παρατηρηθεί θάνατοι πουλιών και αλλαγές στους δρόμους που ακολουθούν όταν αποδημούν (Παπαγεωργίου, 2009).

Επιπρόσθετα, δεδομένου ότι οι σύγχρονες αιολικές μηχανές έχουν ύψος περίπου 40 m και μήκος πτερυγίων 20 m, αλλοιώνουν το τοπίο (Αργυρίου κ.α., 2006).

Παράλληλα όμως, ένα MW αιολικής ενέργειας καλύπτει τις ανάγκες περίπου 350 οικιακών καταναλωτών ή 1.000 ατόμων και εξοικονομεί περίπου 300 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Μια GWh αιολικής ενέργειας εξοικονομεί 600 τόνους CO<sub>2</sub> έναντι 480 τόνων CO<sub>2</sub> από μία GWh που παράγεται από ΥΗΕ. Η ποσότητα CO<sub>2</sub> που ελκύεται κατά την κατασκευή και εγκατάσταση μιας ανεμογεννήτριας με χρόνο ζωής τα 20 έτη «αποσβένεται» μέσα στους πρώτους 3 με 6 μήνες λειτουργίας της (Αργυρίου κ.α., 2006).

Το κόστος εγκατάστασης αιολικής ενέργειας ανέρχεται σε 700 έως 1.100 € ανά KW. Δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά με ένα ΜΥΗΕ εφόσον το κόστος εγκατάστασης του μπορεί να είναι μικρότερο των 1.500 €/KW. Το κόστος της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας των αιολικών είναι 0,03–0,12 € ανά KWh σε σύγκριση με τους σταθμούς καύσης λιγνίτη που είναι 0,04–0,05 € ανά KWh και τους ΥΗΣ που είναι 0,05–0,15 €/KW.



Η διακύμανση του κόστους παραγωγής των αιολικών οφείλεται στις διαφορετικές συνθήκες εγκατάστασης του κάθε έργου, ταχύτητα ανέμου στη θέση εγκατάστασης, κόστος κατασκευής ηλεκτρικού δικτύου, ευκολία πρόσβασης κλπ.. Στις καλύτερες θέσεις, το κόστος παραγωγής των αιολικών είναι συγκρίσιμο (ή και χαμηλότερο) εκείνου των συμβατικών μορφών ενέργειας. Το εξωτερικό κόστος λόγω περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι 2,05 €/MWh για τα αιολικά πάρκα, 25 €/MWh για τις εγκαταστάσεις λιγνίτη και 1,40 €/MWh για τα ΥΗΕ (Παπαντώνης, 2008).

Σύμφωνα με τις ρυθμίσεις /όρους του Μέτρου 2.1 του ΕΠΑΝ, όσον αφορά στη δημόσια επιχορήγηση επενδύσεων ΑΠΕ, το ύψος (ποσοστό) της δημόσιας ενίσχυσης επί της συνολικής επιλέξιμης επενδυτικής δαπάνης αιολικών πάρκων είναι 30%, ενώ για τα ΥΗΕ είναι έργων 40%.

Γενικά το κόστος 1 KWh από μικρο-υδροηλεκτρικά είναι δυνητικά ίσο με (Καραγιώργα, 2008):

- 1/2 κόστους από τοπικά κατασκευασμένα αιολικά συστήματα
- 1/10 κόστους από τοπικά ηλιακά συστήματα (αποκεντρωμένη εφαρμογή)
- 1/2 – 1/4 κόστους από συστήματα ντιζελογεννητριών

Από την παραπάνω σύγκριση είναι φανερά τα πλεονεκτήματα των ΜΥΕ απέναντι στις εγκαταστάσεις αιολικών πάρκων. Στη συνέχεια γίνεται σύγκριση μεταξύ των ΜΥΗΣ και των εγκαταστάσεων καύσης λιγνίτη.

Η χώρα μας έχει σημαντικά λιγνιτικά κοιτάσματα τα οποία ήταν άγνωστα πριν 50 έτη. Τα σημαντικότερα κοιτάσματα λιγνίτη αναπτύχθηκαν σε αβαθείς λίμνες και έλη κλειστών ενδοηπειρωτικών λεκανών (Αξιάδουλος κ.α., 2005). Σήμερα, ο λιγνίτης αποτελεί το βασικό καύσιμο που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ για ηλεκτροπαραγωγή (το 62% της ενέργειας της χώρας παράγεται από λιγνίτη) και η Ελλάδα αποτελεί τη δεύτερη παραγωγό λιγνίτη της ΕΕ με παραγωγή περίπου 68,1 εκατομμύρια τόνους το 2003 (Σούλτης, 2007).

Η οικονομική ανάπτυξη και η αύξηση του πληθυσμού έχουν επιβαρύνει υπέρμετρα το περιβάλλον. Η παραγωγή και η μετατροπή της ενέργειας συμβάλλουν σημαντικά στη ρύπανση του περιβάλλοντος (το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή ενέργειας). Μερικοί από τους εκπεμπόμενους ρύπους, όπως το διοξείδιο του θείου που είναι υπεύθυνο για την καταστροφή των δασών και των λιμνών



με την όξινη βροχή, είναι δυνατό να περιοριστούν ή ακόμη να μηδενιστούν. Η παραγωγή όμως του διοξειδίου του άνθρακα είναι αναπόφευκτη, αφού είναι η βάση της μετατροπής του άνθρακα σε θερμική ενέργεια. Το παραγόμενο CO<sub>2</sub>, προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου το οποίο με τη σειρά του επιδρά στο κλίμα της γης. Οι μισές περίπου εκπομπές CO<sub>2</sub>, προέρχονται από τον τομέα παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας και με 83% αυτών να οφείλονται στην καύση λιγνίτη (Αλιβιζάτος κ.α., 1991).

Ειδικά για την ηλεκτροπαραγωγή υπολογίζεται ότι για την παραγωγή μιας MWh ηλεκτρικού ρεύματος με καύσιμο τον λιγνίτη εκλύονται 1,4 CO<sub>2</sub>, έναντι 0,8 τόνων CO<sub>2</sub> για κάθε MWh από πετρέλαιο, 0,4- 0,6 τόνους CO<sub>2</sub> από φυσικό αέριο και 1 τόνο CO<sub>2</sub> από λιθάνθρακα (Πίου, 2009). Επομένως, γίνεται εύκολα κατανοητό ότι με την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω ΑΠΕ, η οικονομική επιβάρυνση είναι πολύ μικρή σε σχέση με τους παραπάνω σταθμούς εφόσον υπάρχει εξοικονόμηση δαπανών από την αγορά δικαιωμάτων εκπομπής ρύπων (στο πλαίσιο των εθνικών μας δεσμεύσεων που απορρέουν από το Πρωτόκολλο του Κιότο).

Έχει υπολογιστεί ότι αν ο καταναλωτής επιβαρυνθεί με τέλος για την αγορά δικαιωμάτων εκπομπών CO<sub>2</sub>, τότε το τέλος αυτό θα ανερχόταν σε 2,23 €/ KWh, σχεδόν το τριπλάσιο από το ειδικό τέλος υπέρ των ΑΠΕ που πληρώνεται σήμερα μαζί με τον λογαριασμό της ΔΕΗ (0,8 €/ 1.000 KWh) (Πίου, 2009). Έτσι για κάθε 1.000 πρόσθετες KWh που παράγεται από ΑΠΕ αντί από συμβατικά καύσιμα υπάρχει όφελος πάνω από 1 €, από τη μείωση της εκπομπής CO<sub>2</sub>.

Μία σημαντική επίσης διαφορά μεταξύ του υδροηλεκτρικού σταθμού και του σταθμού καύσης λιγνίτη, εκτός από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, είναι πως στο μεν πρώτο η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται βάση της ανάγκης της περιοχής για ενέργεια σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές, ενώ στο δε δεύτερο η παραγωγή ενέργειας είναι σταθερή στα μέγιστα επίπεδα παραγωγής καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας που σημαίνει πως χάνονται πολλές ποσότητες ενέργειας.

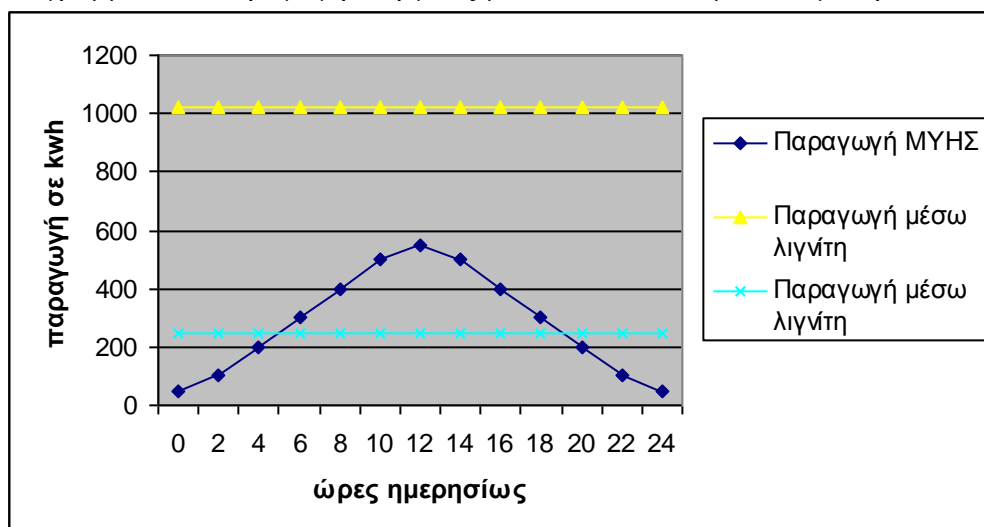
Επίσης ο σταθμός παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να σταματήσει και να αρχίσει την λειτουργία του χωρίς να χάσει χρόνο ως αναφορά την απαιτούμενη ισχύ για την παραγωγή ενέργειας κάτι το οποίο δεν συμβαίνει στο σταθμό παραγωγής λιγνίτη όπου αν τυχόν σταματήσει η λειτουργία του θα χρειαστούν μέρες για την επαναλειτουργία του σταθμού παραγωγής στους αρχικούς ρυθμούς.





Το παρακάτω διάγραμμα (χρησιμοποιώντας ενδεικτικές τιμές), μας δείχνει την παραγωγή ενέργειας του υδροηλεκτρικού σταθμού καθώς επίσης και του σταθμού παραγωγής μέσω λιγνίτη. Στην πρώτη περίπτωση η παραγωγή γίνεται μόνο μέσω της καύσης του λιγνίτη ενώ στην δεύτερη περίπτωση η παραγωγή γίνεται από τον υδροηλεκτρικό σταθμό.

Διάγραμμα 3.5: Παραγωγή ενέργειας μέσω ΜΥΗΣ και μέσω λιγνίτη



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας με την παραγωγή ενέργειας μέσω λιγνίτη, χάνονται μεγάλα ποσά ενέργειας. Τα ποσά αυτά είναι δυνατόν να τα υπολογίσουμε με την βοήθεια του διαγράμματος. Η διαφορά ανάμεσα στην παραγωγή με την καύση του λιγνίτη (κίτρινη γραμμή και γαλάζια γραμμή) και την παραγωγή από τον ΜΥΗΣ (μπλέ) είναι η ζητούμενη χαμένη ενέργεια.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι οι καθαρές ροές θα μειωθούν λόγω της απολεσθείσας ενέργειας και του υψηλού κόστους συντήρησης και λειτουργίας. Κατ' επέκταση η ΚΠΑ θα μειωθεί αφού η αξία της παραχθείσας ενέργειας δεν αλλάζει κατά την διάρκεια του χρόνου. Με βάση αυτό καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ένας ΜΥΗΣ αποτελεί περισσότερο κερδοφόρα επιχείρηση από ότι οι εγκαταστάσεις λιγνίτη.

Το κόστος παραγωγής λιγνίτη συμπεριλαμβανομένου και των δικαιωμάτων CO<sub>2</sub> είναι 74 €/MWh. Ενώ το κόστος συντήρησης και λειτουργίας είναι 3% του κόστους επένδυσης ετησίως και μεταβλητό κόστος 0,01 €/KWh (Κακαράς κ.α., 2007). Το κόστος εκπεμπόμενου CO<sub>2</sub> (τιμή που καθορίζεται από την αγορά CO<sub>2</sub>) είναι 18 €/tn. Από το



2013 και μετά η επιβάρυνση για τις εκπομπές CO<sub>2</sub> θα είναι 25 έως 30 €/tn. Επιπλέον σε μια συμβατική λιγνιτική μονάδα ισχύουν (Σούλτης, 2007):

- Βαθμός απόδοσης: 35.4%
- Κόστος επένδυσης: 1.100 €/KW
- Ειδικές εκπομπές CO<sub>2</sub>: 1.075 kg/ KWh

Ωστόσο, λόγω του χαμηλού βαθμού απόδοσης των μονάδων με δέσμευση CO<sub>2</sub>, το μεταβλητό κόστος αυξάνει σημαντικά. Η τιμή πώλησης ηλεκτρισμού ανέρχεται στα 0.070 €/KWh (αυτόνομο σύστημα) (Κακαράς κ.α., 2007).

Σε ότι αφορά στην κοινωνική διάσταση, η πρόταση για αποδέσμευση από τον λιγνίτη θα πρέπει να απαντήσει στο πως θα διασφαλιστούν εναλλακτικές θέσεις εργασίας στον ενεργειακό τομέα, αφού η λιγνιτοπαραγωγή διασφαλίζει σήμερα αρκετές χιλιάδες θέσεις εργασίας. Η απάντηση ευνοεί τις ΑΠΕ, αφού αυτές δημιουργούν περισσότερες θέσεις εργασίας από τον λιγνίτη, τόσο ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος όσο και ανά μονάδα ενέργειας. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα αποτελέσματα πρόσφατης έρευνας επί του θέματος.

Πίνακας 3.6: Εργατοέτη σε σχέση με την καύση λιγνίτη

Εργατοέτη σε σχέση με λιγνίτη (λιγνίτης=1)	Ανά μονάδα ισχύος	Ανά μονάδα ενέργειας
Λιγνίτης	1	1
Αιολικά πάρκα	0,9	3,75
ΥΗΕ	1,2	6,88

Πηγή: Ψωμάς, 2006, Ιδία επεξεργασία

Το θέμα των θέσεων εργασίας μπορεί λοιπόν να απαντηθεί. Το πραγματικό θέμα είναι πως θα γίνει το πέρασμα σε μια μεταλιγνιτική εποχή χωρίς απότομες και επώδυνες αλλαγές. Το κατά πόσο θα υπάρξει δηλαδή σχεδιασμός και πρόνοια ώστε η ελληνική κοινωνία να απορροφήσει κατά το δυνατόν τους κλυδωνισμούς μιας τόσο μεγάλης αλλαγής. Για να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα που είναι συνυφασμένα με τον λιγνίτη και τα οποία περιγράφηκαν παραπάνω, θα πρέπει να διασφαλίσουμε κατ' αρχήν ότι δεν θα κατασκευαστούν νέοι λιγνιτικοί σταθμοί. Οι παλιές μονάδες της ΔΕΗ μπορούν να κλείνουν σταδιακά σε βάθος χρόνου καθώς φτάνουν στο τέλος του ωφέλιμου χρόνου ζωής τους. Έτσι, η μετάβαση στη μεταλιγνιτική εποχή θα γίνει σταδιακά και θα διαρκέσει σχεδόν 20-25 χρόνια, αφού τότε εκτιμάται ότι θα απαξιωθεί και ο πιο



σύγχρονος λιγνιτικός σταθμός της ΔΕΗ. Το θέμα λοιπόν δεν είναι αν θα περάσουμε σε μια μεταλιγνιτική εποχή. Κάτι τέτοιο είναι πλέον επιβεβλημένο. Το πραγματικό πρόβλημα είναι πόσο γρήγορα θα συμβεί αυτό. Υπάρχουν πολλές δυσκολίες οι περισσότερες από τις οποίες αφορούν κυρίως το σχεδιασμό με την έννοια ότι η χώρα χρειάζεται επιτέλους ένα μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό που δεν θα υποθηκεύει το μέλλον των επόμενων γενεών, αλλά θα ανοίγει το δρόμο στην εποχή της καθαρής ενέργειας (Ψωμάς, 2006).

### 3.6. ΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα κυριότερα μειονεκτήματα των υδροηλεκτρικών μονάδων είναι τα εξής:

1. Διακύμανση της υδραυλικότητας μεταξύ υγρής και ξηρής περιόδου και κατ' επέκταση, η διακύμανση και της παραγόμενης ισχύος εποχιακά (Ρηγόπουλος κ.α., 1988).
2. Περιορισμένη ειδική ενεργειακή πυκνότητα του νερού (KW/kg νερού), πράγμα που επιβάλλει μεγάλες εγκαταστάσεις επεξεργασίας και αποθήκευσης νερού (π.χ. φράγματα, υδαταγωγοί κλπ) και απαιτεί μεγάλο αρχικό κεφάλαιο επένδυσης (Ρηγόπουλος κ.α., 1988).
3. Πολλαπλά τεχνικά προβλήματα κατασκευής αρμοδιότητας πολιτικού μηχανικού και μηχανολόγου ηλεκτρολόγου, από την μελέτη μέχρι την κατασκευή (Ρηγόπουλος κ.α., 1988). Μεγάλες διάρκειες μελέτης και κατασκευής (Σκάγιαννης, 1994).
4. Η σπανιότητα των υδατοπτώσεων μεγάλων ισχύων (Ρηγόπουλος κ.α., 1988).
5. Μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, καθώς και μεγάλος χρόνος μέχρι την αποπεράτωση του έργου (Φετάνη κ.α., 2002).
6. Έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα (μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών, αλλαγή στην χλωρίδα και πανίδα καθώς και στο τοπικό κλίμα) (Φετάνη κ.α., 2002).
7. Εξάρτηση από τα υδατικά αποθέματα και ανατροπή οικολογικών ισορροπιών (Σκάγιαννης, 1994).
8. Πιθανή μόλυνση από φυτοφάρμακα (Κούγκολος, 2005).



9. Μεγάλες απώλειες από εξάτμιση και διαφυγή στο έδαφος (Κούγκολος, 2005).
10. Η δυσκολία εύρεσης διαθέσιμης τοποθεσίας και θέματα περιβαλλοντικής προστασίας (Καραγιώργα, 2008).

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ΥΗΣ παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω στο κεφάλαιο 4.

### 3.7. Η ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ ΔΕΗ Α.Ε.

Η ΔΕΗ από την ίδρυσή της επεδίωξε να αναπτύξει και να αξιοποιήσει το υδάτινο δυναμικό της χώρας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατασκευάζοντας σημαντικά για την εποχή έργα που συνέβαλαν στην ανάπτυξη της χώρας.

Η ολική εγκατεστημένη ισχύς είναι περίπου 3.060 MW (16 μεγάλοι & 8 μικροί σταθμοί) ενώ η ολική μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας είναι περίπου 5.000 GWh. Η συνεισφορά κατά μέσο όρο στη συνολική μέση ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι 10% και εξαρτάται κυρίως από τις ετήσιες υδραυλικές συνθήκες. Όπως έχει αναφερθεί η υδροηλεκτρική ενέργεια καλύπτει ηλεκτρικές ανάγκες αιχμής. Τα βασικά φορτία του δικτύου καλύπτονται από θερμικούς σταθμούς (κύρια λιγνιτικούς, εισαγόμενο πετρέλαιο και φυσικό αέριο) (Μιζάν, 2006).

Οι ΥΗΣ που έχει αναπτύξει η ΔΕΗ σε ολόκληρη τη χώρα είναι οι εξής (Λέρης, 2006):

- ΥΗΣ Λάδωνα (έναρξη λειτουργίας το 1956, με ισχύ 70 MW και παραγωγική ικανότητα σε εκατ. KWh/έτος 215), που βρίσκεται κοντά στην Ολυμπία στον ποταμό Λάδωνα. Το φράγμα είναι τσιμεντένιο με καλή παραγωγή.
- ΥΗΣ Γκιώνας (έναρξη λειτουργίας το 1988, ισχύος 9,6 MW περίπου) κοντά στην Άμφισσα, στη σήραγγα προσαγωγής του νερού ύδρευσης της ΕΥΔΑΠ για την Αθήνα από τον ταμιευτήρα του Μόρνου.
- ΥΗΣ Πλαστήρα (έναρξη λειτουργίας το 1962, ισχύος 130 MW και παραγωγική ικανότητα σε εκατ. KWh/έτος 163) που αξιοποιεί τα νερά του ποταμού Ταυρωπού και είναι η πρώτη εκτροπή των νερών της λεκάνης απορροής του Αχελώου προς τη Θεσσαλία. Βρίσκεται κοντά στην Καρδίτσα. Το φράγμα είναι τσιμεντένιο τοξωτό στον ποταμό Ταυρωπό (Μέγδοβα), 40 περίπου χλμ. από την



Καρδίτσα. Αποτελεί τυπικό παράδειγμα υδροηλεκτρικού έργου που λειτουργεί πολύ καλά ως έργο πολλαπλού σκοπού.

- ΥΗΣ Κρεμαστών (έναρξη λειτουργίας το 1965, ισχύος 437 MW και με παραγωγική ικανότητα σε εκατ. KWh/έτος 964) στον Αχελώο, 60 χλμ. από το Αγρίνιο, έχει μεγάλο φράγμα χωμάτινο, μεγάλο ταμιευτήρα.
- ΥΗΣ Καστρακίου (έναρξη λειτουργίας το 1970, ισχύς 320 MW και παραγωγική ικανότητα 639 εκατομ. KWh/έτος) στον Αχελώο, μετά τα Κρεμαστά, 25 χλμ. από το Αγρίνιο, με χωμάτινο φράγμα.
- ΥΗΣ Στράτος I (έναρξη λειτουργίας το 1988, με ισχύ 150 MW και παραγωγική ικανότητα 298 εκατομ. KWh/έτος) στον Αχελώο μετά το Καστράκι. Ο σταθμός είναι υπόγειος. Οι τρεις σταθμοί του Αχελώου έχουν μεγάλη παραγωγή και είναι πολύ σημαντικοί για το σύστημα παραγωγής-μεταφοράς.
- ΥΗΣ Πουρναρίου I (έναρξη λειτουργίας το 1981, ισχύος 300 MW και παραγωγική ικανότητα 281 εκατομ. KWh/έτος), 4 χλμ. από την Άρτα, στον ποταμό Άραχθο, με χωμάτινο φράγμα.
- ΥΗΣ Πουρναρίου II (έναρξη λειτουργίας 2000, ισχύος 31,5 MW και παραγωγική ικανότητα 45 εκατομ. KWh/έτος) μετά το Πουρνάρι I.
- ΥΗΣ Λούρου (έναρξη λειτουργίας 1954, ισχύος 10,5 MW) κοντά στη Φιλιπιάδα, στον ποταμό Λούρο, με τσιμεντένιο φράγμα βαρύτητας, υψηλής παραγωγικότητας.
- ΥΗΣ Πηγών Αώου (έναρξη λειτουργίας 1990, ισχύς 210 MW και παραγωγική ικανότητα 149 εκατομ. KWh/έτος) 45 χλμ. από τα Ιωάννινα, κοντά στο Μέτσοβο, εκτρέπει μικρό μέρος των υδάτων του Αώου προς τη λεκάνη του Αράχθου. Φράγμα χωμάτινο, σταθμός υπόγειος.
- ΥΗΣ Πολυφύτου (έναρξη λειτουργίας 1974, ισχύς 360 MW και παραγωγική ικανότητα 386 εκατομ. KWh/έτος) στον ποταμό Αλιάκμονα, κοντά στα Σέρβια Κοζάνης, φράγμα χωμάτινο. Έργο πολύ σημαντικό για την εξασφάλιση νερού στη Μακεδονία.
- ΥΗΣ Σφηκιάς (έναρξη λειτουργίας το 1985, ισχύς 315 MW και παραγωγική ικανότητα 182 εκατομ. KWh/έτος) κατάντη του Πολυφύτου στον Αλιάκμονα, 25 χλμ. από τη Βέροια, με φράγμα χωμάτινο. Ο σταθμός αυτός είναι αναστρέψιμος,



δηλαδή λειτουργεί το βράδυ ως αντλητικός ισχύος 315 MW για τη ρύθμιση του συστήματος, ανεβάζοντας τα νερά του ταμιευτήρα Ασωμάτων στον ταμιευτήρα Σφηκιάς.

- ΥΗΣ Ασωμάτων (έναρξη λειτουργίας 1985, ισχύος 108 MW και παραγωγική ικανότητα 126 εκατομ. KWh/έτος) κατάντη της Σφηκιάς.
- ΥΗΣ Άγρα (έναρξη 1956, ισχύς 50 MW και παραγωγική ικανότητα 19 εκατομ. KWh/έτος), 2 χλμ. από την Έδεσσα στον ποταμό Έδεσσαίο (Βόδα), φράγμα χαμηλό χωμάτινο.
- ΥΗΣ Θησαυρού (έναρξη το 1997, ισχύς 384 MW και παραγωγική ικανότητα 440 εκατομ. KWh/έτος), 60 χλμ. από τη Δράμα, κοντά στο Παρανέστι, στον ποταμό Νέστο, με φράγμα υψηλό, λιθόρριπτο χωμάτινο. Είναι σταθμός αναστρέψιμος με λειτουργία ως αντλητικός το βράδυ, ανεβάζοντας το νερό του ταμιευτήρα Πλατανόβρυσης στον ταμιευτήρα Θησαυρού.
- ΥΗΣ Πλατανόβρυσης (έναρξη λειτουργίας 1999, ισχύς 116 MW και παραγωγική ικανότητα 240 εκατομ. KWh/έτος) κατάντη του Θησαυρού, φράγμα από κυλινδρούμενο σκυρόδεμα.

Συνοπτικά, οι κυριότεροι υδροηλεκτρικοί σταθμοί παρουσιάζονται παρακάτω στον πίνακα 3.7.

Πίνακας 3.7: Τα μεγαλύτερα υδροηλεκτρικά έργα εκμεταλλεζόμενα από τη ΔΕΗ

Περιφέρεια	Όνομα σταθμού	Ισχύς σε MW
Ανατολ. Μακεδονίας & Θράκης	Θησαυρός	384
	Πλατανόβρυση	116
Δυτικής Ελλάδας	Κρεμαστά	437
	Καστράκι	320
	Στράτος	150
Δυτικής Μακεδονίας	Πολύφυτο	360
Ηπείρου	Πουρνάρι	300
	Πουρνάρι II	31,5
	Πηγές Αώου	210
	Λούρου	10,5
Στερεάς Ελλάδας	Γκίωνα	9,6
Θεσσαλίας	Ταυρωπός	130
Κεντρικής Μακεδονίας	Άγρας	50
	Ασώματα	108
	Σφηκιά	315
Πελοποννήσου	Λάδωνας	70
Σύνολα		3.001,6

Πηγή: Λέρης, 2006, Ιδία επεξεργασία



Σε αντίθεση με τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα, δεν έχει γίνει συστηματική αξιοποίηση των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών. Σε λειτουργία υπάρχουν 14 μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί. Στο μέλλον όμως προβλέπεται η λειτουργία 110 μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών καθώς έχουν υποβληθεί οι απαραίτητες αιτήσεις (Λέρης, 2006).

### 3.7.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΗΣ ΤΑΥΡΩΠΟΥ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ

Η λίμνη δημιουργήθηκε με την κατασκευή του φράγματος Πλαστήρα στα τέλη της δεκαετίας του 1950. Η πλήρωση του ταμιευτήρα ξεκίνησε το 1959. Ο ποταμός στον οποίο κατασκευάστηκε το φράγμα είναι παραπόταμος του Αχελώου. Η λίμνη ονομάστηκε επισήμως τεχνητή λίμνη Ταυρωπού, ενώ αναφέρεται κατά τόπους και ως λίμνη Μέγδοβα, αλλά επικράτησε τελικά η ονομασία «λίμνη Πλαστήρα», που τελικά πέρασε και στα κρατικά έγγραφα, π.χ. στο ΦΕΚ 885Δ/1998. Ο ταμιευτήρας κατασκευάστηκε με κύριο στόχο την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Χαρακτηριστικό του είναι ότι ο σταθμός παραγωγής ενέργειας δεν βρίσκεται κατάντη του φράγματος, αλλά στους πρόποδες του βουνού ανατολικά, στη λεκάνη του ποταμού Πηνειού. Το αποτέλεσμα είναι αφενός ένα ασυνήθιστα μεγάλο ύψος πτώσης 577 m, που κάνει το σταθμό να παράγει πολύ μεγάλη ποσότητα ενέργειας συγκριτικά με τη διαθέσιμη ποσότητα νερού, και αφετέρου η εκτροπή του νερού του Μέγδοβα προς τη Θεσσαλική Πεδιάδα. Στη δεκαετία του 1990 η λίμνη, λόγω της φυσικής ομορφιάς του τοπίου της, άρχισε να αναπτύσσεται τουριστικά. Έτσι, στις δύο βασικές χρήσεις νερού, την ενέργεια και την άρδευση, που είναι ανταγωνιστικές, προστέθηκε και η χρήση αναψυχής, με αποτέλεσμα να απαιτείται άλλη διαχείριση του ταμιευτήρα. Επιπλέον, η ύδρευση της Καρδίτσας από τη λίμνη καταναλώνει μικρή ποσότητα νερού αλλά έχει μεγάλη σημασία και υψηλές απαιτήσεις σε ποιότητα (Ανδρεαδάκης κ.α., 2002).



Εικόνα 3.6: Λίμνη Πλαστήρα



Πηγή: [www.itia.ntua.gr](http://www.itia.ntua.gr), Ιδία επεξεργασία

Εικόνα 3.7: Περιοχή λίμνης Πλαστήρα



Πηγή: [www.itia.ntua.gr](http://www.itia.ntua.gr), Ιδία επεξεργασία

Το νερό χρησιμοποιείται για ύδρευση της Καρδίτσας και άλλων οικισμών, και η ποιότητά του πρέπει να είναι υψηλή. Εξάλλου, σύμφωνα με τις τρέχουσες αντιλήψεις, τα υδάτινα σώματα πρέπει να έχουν υψηλή ποιότητα νερού ανεξάρτητα από τη χρήση τους. Η ταπείνωση της στάθμης και η συνεπαγόμενη μείωση του υδάτινου όγκου επηρεάζει





την τροφική κατάσταση της λίμνης αυξάνοντας τις συγκεντρώσεις χλωροφύλλης, με συνέπεια την υποβάθμισή της ποιότητας του νερού (Ανδρεαδάκης κ.α.,2002).

### 3.8. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΥΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΗΣ ΔΕΗ Α.Ε.

Σήμερα η ΔΕΗ έχει πρακτικά εγκαταλείψει την κατασκευή νέων μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, στρεφόμενη στην κατασκευή ΜΥΗΣ. Βρίσκονται υπό κατασκευή 3 μεγάλοι σταθμοί συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 347 MW μεταξύ αυτών και ο ΥΗΣ Μεσοχώρας (160 MW) στον ποταμό Αχελώο, πρώτο φράγμα τύπου CFRD (με ανάντη πλάκα από σκυρόδεμα), και ο ΥΗΣ Ιλαρίωνα (157,3 MW) στον ποταμό Αλιάκμονα (Μιζάν, 2006). Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα υδροηλεκτρικά έργα που είναι προγραμματισμένα για εμπορική λειτουργία μέχρι το 2010.

Πίνακας 3.8: Υδροηλεκτρικά έργα της ΔΕΗ προγραμματισμένα για εμπορική λειτουργία έως το 2010

Περιφέρεια	Όνομα σταθμού	Ισχύς σε MW	Παραγωγική ικανότητα σε εκατ. KWh/έτος
Ανατολ. Μακεδονίας & Θράκης	Τέμενος	19	60
Δυτικής- Στερεάς Ελλάδας	Συκία	126,5	296
Θεσσαλίας	Σμόκοβο	10	27
	Πευκόφυτο	160	340
	Μεσοχώρα	161,6	384
Κεντρικής Μακεδονίας	Ιλαρίωνας	120	413
Ηπείρου	Μετσοβίτικος	25	58
Σύνολα		622,1	1578

Πηγή: Πηγή: Λέρης, 2006, Ιδία επεξεργασία

#### *3.8.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΥΗΣ ΣΜΟΚΟΒΟΥ ΚΑΡΑΙΤΣΑΣ*

Η κατασκευή του Μικρού Υδροηλεκτρικού Σταθμού Σμοκόβου, ισχύος 10,4 MW ολοκληρώθηκε τον Οκτώβριο 2008 και ο Σταθμός βρίσκεται σε φάση δοκιμών. Η συνολική επένδυση κατασκευής (μαζί με τις αναθεωρήσεις τιμών κλπ) ανήλθε στα 12 εκ. € περίπου. Η ετήσια προβλεπόμενη παραγωγή ενέργειας θα είναι της τάξεως των 17.900 MWh και γνωρίζοντας την τιμή πώλησης ενέργειας: 80,14 €/ MWh, υπολογίζονται τα ετήσια προβλεπόμενα έσοδα. Όσον αφορά τα έξοδα, καθώς πρόκειται για νέο σταθμό, χωρίς προφανώς ανάγκη βαρέων συντηρήσεων και μεγάλης κλίμακας επισκευών,



τουλάχιστον τα πρώτα χρόνια και ο οποίος σταθμός θα είναι αυτοματοποιημένος, χωρίς να έχει δηλαδή την ανάγκη παρουσίας μόνιμου προσωπικού σε αυτόν (οι όποιες ανάγκες θα εξυπηρετούνται από το προσωπικό του ΥΗΣ Πλαστήρα της ΔΕΗ), δεν αναμένονται μεγάλες ετήσιες δαπάνες. Εκτιμάται λοιπόν ένα ποσό της τάξεως των 100.000 € ετησίως (ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ). Το έργο έχει ως κύριο στόχο του την πλήρη εκμετάλλευση του δυναμικού υδατόπτωσης από το υπάρχον φράγμα Σμοκόβου και λειτουργεί εξαρτώμενος άμεσα από τα έργα άρδευσης του συγκροτήματος Σμοκόβου του Νομού Καρδίτσας που στόχο τους έχουν την άρδευση μιας αγροτικής έκτασης περίπου 250.000 στρεμμάτων. Το έργο βρίσκεται κοντά στην έξοδο της σήραγγας Λεονταρίου, που θα μεταφέρει το νερό από τη λίμνη Σμοκόβου. Με τον τρόπο αυτό, τα νερά του φράγματος Σμοκόβου, πέρα από την αρδευτική και υδρευτική τους εκμετάλλευση, αξιοποιούνται και υδροηλεκτρικά για την παραγωγή ενέργειας. Το έργο είναι προϋπολογισμού 8.000.000 € και έχει ενταχθεί στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα "Ανταγωνιστικότητα" του Υπουργείου Ανάπτυξης, συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (3ο Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης) και το Ελληνικό Δημόσιο, είναι ενταγμένο στο αναπτυξιακό πρόγραμμα της ΔΕΗ και έχει λάβει σχετική άδεια παραγωγής από τη ΡΑΕ. Ο ΥΗΣ Σμοκόβου έχει ισχύ 10 Μεγαβάτ (MW) και θα παράγει ετησίως 30 GWh περίπου ([www.euro2day.gr](http://www.euro2day.gr)). Η περιοχή που θα εξυπηρετήσει ο ταμιευτήρας αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα υποβάθμισης των υδατικών πόρων λόγω της υπερεκμετάλλευσης που υφίστανται, αφού οι αυξημένες αρδευτικές ανάγκες ικανοποιούνται σήμερα από πλήθος γεωτρήσεων, νόμιμων και παράνομων.

Εικόνα 3.8: Φράγμα Σμοκόβου



Πηγή: [www.itia.ntua.gr](http://www.itia.ntua.gr), Ιδία επεξεργασία



Κατά τη θερινή περίοδο παράγονται 10,7 GWh φιλικής προς το περιβάλλον ενέργειας. Κατά τη χειμερινή περίοδο, υπάρχει η δυνατότητα πρόσθετης παραγωγής, υπό την προϋπόθεση τροφοδότησης από τον ταμιευτήρα Σμοκόβου. Η λειτουργία του σταθμού θα συμβάλει στη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, με την υποκατάσταση της ενέργειας που παράγεται από την καύση άνθρακα, πετρελαίου κλπ, συμμετέχοντας έτσι στην παγκόσμια προσπάθεια μείωσης των αέριων ρύπων, καθώς θα υπάρξει σε ετήσια βάση ([www.ppcrfiles.com](http://www.ppcrfiles.com)):

- Εξοικονόμηση 10.7000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)
- Εξοικονόμηση 1.000 τόνων διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>)
- Εξοικονόμηση 700 τόνων οξειδίου του αζώτου (NO<sub>x</sub>)
- Κάλυψη των αναγκών σε ενέργεια 5.500 ελληνικών νοικοκυριών.

Η ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ προγραμματίζει την περαιτέρω ανάπτυξη των ενεργειακών έργων Σμοκόβου με την κατασκευή δύο ακόμη Μικρών Υδροηλεκτρικών Σταθμών ([www.ppcrfiles.com](http://www.ppcrfiles.com)):

- ΜΥΗΕ Σμοκόβου 2 ισχύος 5,6 MW, ετήσια παραγωγή ενέργειας 11,5 GWh και ύψους επένδυσης 4,7 εκατ. €
- ΜΥΗΕ Σμοκόβου 4 ισχύος 0,8 MW, ετήσια παραγωγή ενέργειας 4 GWh και ύψους επένδυσης 1,5 εκατ. €.

### 3.9. ΤΕΣΣΕΡΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΜΕΓΑΛΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ

- Το συγκρότημα Αχελώου: ΥΗΣ Κρεμαστών-Καστρακίου-Στράτου (συνολική εγκατεστημένη ισχύς: 907 MW).
- Το συγκρότημα Αλιάκμονα: ΥΗΣ Πολυφύτου-Σφηκιάς-Ασωμάτων (συνολική εγκατεστημένη ισχύς: 798 MW).
- Το συγκρότημα Αράχθου: ΥΗΣ Πουρναρίου I& II (συνολική εγκατεστημένη ισχύς: 333,5 MW).
- Το συγκρότημα Νέστου: ΥΗΣ Θησαυρού-Πλατανόβρυσης (συνολική εγκατεστημένη ισχύς: 489 MW) (Μιζάν, 2006).



### 3.10. ΜΙΚΡΟΙ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ (< 10 MW)

Τα μικρά υδροηλεκτρικά αποτελούν μια τοπική πηγή ενέργειας, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αγροτικές ενεργειακές ανάγκες, αξιοποιώντας μικρά ποτάμια όπου υπάρχει μια κλίση λίγων μέτρων και η παροχή (ροή) του νερού είναι λίγο πάνω από μερικά λίτρα/δευτερόλεπτο. Το 1990 η παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς σε μικρά υδροηλεκτρικά ήταν 19,5 GW. Σήμερα, η συνεισφορά των μικρών υδροηλεκτρικών στην παγκόσμια δυναμικότητα εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας είναι της ίδιας κλίμακας με τις υπόλοιπες τεχνολογίες ΑΠΕ (δηλαδή 1–2% της συνολικής ισχύος), και υπολογίζεται περίπου σε 63 GW εγκατεστημένης ισχύος. Η Ευρώπη, με εγκατεστημένη ισχύ περίπου 13 GW, είναι δεύτερη σε συνεισφορά στην παγκόσμια ηλεκτρική ισχύ, μετά από την Ασία που κατέχει την πρώτη θέση (Καραγιώργα, 2008).

Οι ΜΥΗΣ στην Ελλάδα αποτελούν μία από τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Δεν απαιτούν την κατασκευή προσωρινών οικισμών ή δρόμων πρόσβασης, όπως γίνεται κατά το χρονικό διάστημα που κατασκευάζονται οι υποδομές των μεγάλων συστημάτων. Σε γενικές γραμμές, τα μικρά υδροηλεκτρικά σχεδιάζονται ώστε να χρησιμοποιούν μόνο ένα μικρό τμήμα της φυσικής ροής του ποταμού, επιστρέφοντας την ποσότητα νερού που έχει εκτραπεί στην αρχική της πορεία μόνο μερικές εκατοντάδες μέτρα πιο χαμηλά στο ποτάμι και προκαλώντας έτσι ελάχιστη ή μηδενική βλάβη στους ζωντανούς οργανισμούς. Γι' αυτό το λόγο, οι εγκαταστάσεις που γίνονται πάνω στη ροή του ποταμού δεν έχουν απέναντι στο τοπικό περιβάλλον τη δυσμενή επίδραση που έχουν τα υδροηλεκτρικά μεγάλης κλίμακας. Τα μικρά υδροηλεκτρικά δεν παράγουν θερμότητα ούτε αέρια του θερμοκηπίου. Χρησιμοποιούν τοπικές πηγές και οι τεχνολογίες τους γίνονται εύκολα κατανοητές από τους περισσότερους ανθρώπους (Παπαγεωργίου, 2009). Παρουσιάζουν δε, σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα όσον αφορά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με την αξιοποίηση συμβατικών μορφών ενέργειας (λιγνίτη, πετρέλαιο κ.α.). Παρά ταύτα, δεν είναι λίγες οι φορές που οργανώσεις ή η τοπική κοινωνία αντιτίθεται στην κατασκευή των ΜΥΗΣ εξαιτίας κάποιων ενδεχόμενων αρνητικών περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

Οι ΜΥΗΣ είναι δυνατόν να κατασκευαστούν σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση. Συνήθως η ενέργεια, που



παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με τις άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας και καλύπτει τις ώρες αιχμής φορτίου. Η Ελλάδα, παρότι διαθέτει πλούσιο υδροδυναμικό, ικανοποιεί μόνο το 6% των ενεργειακών της αναγκών από υδροηλεκτρική ενέργεια (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

Η ονομαστική εγκαταστημένη ισχύς ενός μικρού υδροηλεκτρικού έργου και η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από αυτό, είναι ανάλογη της παροχής που περνά μέσα από τον υδροστρόβιλο και της υψομετρικής διαφοράς που καλύπτει το νερό, στην πορεία του προς τον υδροστρόβιλο μέσα από τον αγωγό πίεσης. Είναι προφανές ότι ανάλογη ισχύς μπορεί να παραχθεί τόσο από μια μεγάλη ποσότητα νερού που πέφτει από μικρό ύψος, όσο και από μια μικρή ποσότητα νερού που πέφτει όμως από μεγάλο ύψος. Στην πρώτη περίπτωση οι διαστάσεις των επιμέρους συνιστωσών του μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού θα είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές της δεύτερης περίπτωσης. Το νερό του ποταμού, της πηγής ή του χείμαρρου αφήνοντας την αναγκαία αρχική δεξαμενή ή τον αρχικό μικρό ταμιευτήρα, οδεύει μέσα από ένα σύστημα ανοικτών και κλειστών αγωγών στο χαλύβδινο αγωγό υψηλής πίεσης και στη συνέχεια στον υδροστρόβιλο και από τον αγωγό φυγής, στη φυσική κοίτη του ρέματος της περιοχής (ΚΑΠΕ).

Η συνολική εφικτή εγκατεστημένη ισχύς είναι περίπου 600 MW ενώ ο εκτιμώμενος αριθμός κατάλληλων θέσεων ΜΥΗΣ είναι περίπου 250. Οι υπό κατασκευή ΜΥΗΣ της ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε. είναι 4 με συνολική ισχύ 20 MW. Το Πρόγραμμα Ανάπτυξης Μικρών ΥΗΣ περιλαμβάνει περίπου 100 MW μέχρι το 2014. Ο αριθμός των ΜΥΗΣ σε λειτουργία της ΔΕΗ Α.Ε. είναι 8 (32 MW) ενώ ο συνολικός αριθμός των υπό κατασκευή ΜΥΗΣ είναι 6 (18 MW). Ο πρώτος μεταπολεμικός ΜΥΗΣ είναι αυτός στη Γκιώνα ισχύος 8,5MW (Μιζάν, 2006).

Οι σημαντικότεροι ΜΥΗΣ είναι: Αλμυρός και Αγυιά στην Κρήτη, Γλαύκος στην Πάτρα, Στράτος II, αρδευτικός στο Αγρίνιο, Βέρμιο και Μακροχώρι στη Βέροια, Αγ. Ιωάννης στις Σέρρες με μικρή σχετική παραγωγή ([www.CityPress.gr](http://www.CityPress.gr)).

Ήδη όμως στο χώρο δραστηριοποιούνται πολλές ιδιωτικές εταιρίες με κυριότερη την Τέρνα Ενεργειακή που έχει ήδη αδειοδοτηθεί για την κατασκευή επτά ΜΥΗΣ ισχύος από 4 έως 10 MW, ενώ η ΕΥΔΑΠ επίσης κατασκευάζει 6 μικρούς σταθμούς (από 0,25 έως 1,2 MW) κατά μήκος του κεντρικού της αγωγού από Εύηνο και Μόρνο προς την Αττική (Παπαγεωργίου, 2009).



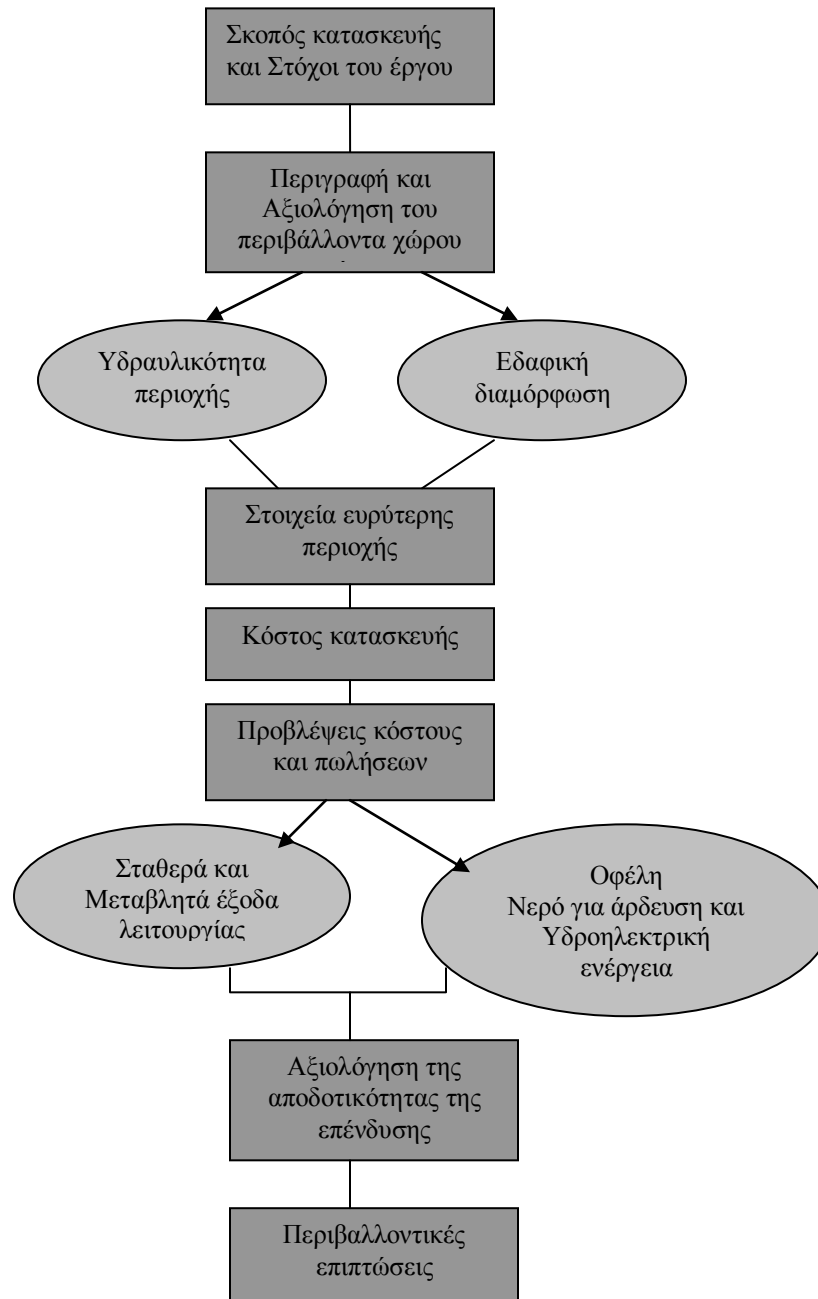
Ενδιαφέροντα συνδυασμό αποτελεί το ευρισκόμενο σε φάση κατασκευής από τη ΔΕΗ Ανανεώσιμες στο απομονωμένο ηλεκτρικό σύστημα της Ικαρίας υβριδικό σχήμα, αποτελούμενο από τυπική υδροηλεκτρική μονάδα συζευγμένη με δύο αντλησιοταμιευτήρες ισχύος 3,8 MW και βοηθούμενο από αιολικό πάρκο 2,4 MW για την παραγωγή περίπου 14 GWh ανά έτος. Το ηλεκτρικό σύστημα της Ικαρίας που κατά το 2003 παρήγαγε 23 GWh περιλαμβάνει πετρελαιοκίνητο σταθμό δυναμικότητας 5,8 MW βοηθούμενο από κινητή, επίσης πετρελαιοκίνητη θερμική μονάδα 3,1 MW και υπάρχον αιολικό πάρκο 0,385 MW. Το υβριδικό εκμεταλλεύεται υπάρχουσα λιμνοδεξαμενή που εξυπηρετεί υδρευτικούς και αρδευτικούς σκοπούς, βρίσκεται σε υψόμετρο 721 μέτρων και διαθέτει συνολική χωρητικότητα 1.000.000 m<sup>3</sup> νερού. Η λιμνοδεξαμενή που δεν ανήκει αποκλειστικά στο αντλησιοταμιευτικό σχήμα τροφοδοτεί με τη βοήθεια αγωγού μήκους 3.500 μέτρων κατάντη ταμιευτήρα εφοδιασμένο με στρόβιλο Pelton 1 MW. Το αιολικό πάρκο αποτελείται από τέσσερις ανεμογεννήτριες (συνολικής ισχύος 2,4 MW). Η ενεργειακή απολαβή του αιολικού σκέλους είναι 6.232 MWh (27,1%) ενώ το υδροενεργειακό τμήμα παράγει 7.960 MWh (34,6%) και οι υπόλοιπες 8.800 MWh (38,3%) προέρχονται από συμβατικά παραγόμενη ενέργεια στη διάρκεια του έτους μέσου βροχομετρικού ύψους (Παπαγεωργίου, 2009).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΜΙΚΡΩΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται το πλαίσιο αξιολόγησης των ΜΥΗΣ, που προτείνεται. Το πλαίσιο παρουσιάζεται συνοπτικά στο παρακάτω σχεδιάγραμμα.

Σχεδιάγραμμα 4.1: Πλαίσιο Αξιολόγησης των ΜΥΗΣ



Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Το κριτήριο της οικονομικής βιωσιμότητας εξαρτάται από το εάν το μικρό ΥΗΕ τροφοδοτεί ένα διασυνδεδεμένο ή ένα αυτόνομο ηλεκτρικό δίκτυο. Εάν το μικρό ΥΗΕ θα τροφοδοτήσει ένα διασυνδεδεμένο ηλεκτρικό δίκτυο τότε πρόκειται για μία επένδυση η οποία θα πρέπει να είναι αποδοτική συγκρινόμενη με άλλη εναλλακτική τοποθέτηση των χρημάτων, πχ. θα πρέπει η απόδοση των χρημάτων που θα επενδυθούν να είναι μεγαλύτερη από αυτή που αναμένεται εάν είχαν κατατεθεί σε τραπεζικό λογαριασμό. Η ανάλυση της οικονομικής απόδοσης ενός μικρού ΥΗΕ δεν είναι απλή όταν το μικρό ΥΗΕ συνδυάζεται με άλλες χρήσεις και διευθετήσεις όπως η ύδρευση, η άρδευση, η τουριστική αξιοποίηση κλπ. Λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη την έντονη διακύμανση της φυσικής απορροής κατά την διάρκεια ενός έτους καθώς και την διακύμανση της από έτος σε έτος τίθεται έντονα το πρόβλημα της βέλτιστης σχεδίασης του έργου και επιλογής του μεγέθους και του πλήθους των υδροτροβίλων ώστε να μεγιστοποιηθεί η οικονομική του απόδοση, ανεξάρτητα της παραγόμενης ανά έτος ενέργειας και της καμπύλης διάρκειας της παραγόμενης ενέργειας.

Στην περίπτωση κατά την οποία το μικρό ΥΗΕ προβλέπεται να καλύπτει εν μέρει ή στο σύνολο του ένα αυτόνομο ηλεκτρικό δίκτυο, δηλ. καλύπτει μία ανελαστική ανάγκη (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας), η οικονομική του απόδοση θα πρέπει να συγκριθεί με άλλους εναλλακτικούς τρόπους παραγωγής της ίδιας ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας, πχ. με μονάδα Diesel, λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη την διάρκεια ζωής του συστήματος, την δυνατότητα συνεχούς τροφοδοσίας του δικτύου κα. Στην περίπτωση αυτή η μονάδα παραγωγής διαστασιολογείται έτσι ώστε να καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες του δικτύου, τόσο τις σημερινές όσο και τις αναμενόμενες μετά από μερικά χρόνια (πχ. μετά από 10 χρόνια). Συγκρίνοντας ένα μικρό ΥΗΕ με μία μονάδα Diesel οι κύριες οικονομοτεχνικές διαφορές είναι οι ακόλουθες (Παπαντώνης, 2008):

Μικρό ΥΗΕ: Υψηλό κόστος επένδυσης, μεγάλη διάρκεια ζωής (περί τα 35 έτη), σταθερά και μικρά λειτουργικά έξοδα, διαθεσιμότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που εξαρτάται από την διαθεσιμότητα παροχής νερού, μικρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Μονάδα Diesel: Χαμηλό κόστος επένδυσης (περίπου το 1/3 του αντίστοιχου μικρού ΥΗΕ), μικρή διάρκεια ζωής (περί τα 15 έτη), υψηλά λειτουργικά έξοδα που εξαρτώνται από τις διακυμάνσεις της τιμής του καυσίμου, υψηλή διαθεσιμότητα στην παραγωγή ενέργειας, σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (θόρυβος, ρύπανση).





Δεν θα πρέπει να παραβλεφθεί το σημαντικό όφελος που προκύπτει σε επίπεδο εθνικής οικονομίας από την όσο το δυνατό μεγαλύτερη αξιοποίηση του διαθέσιμου υδροδυναμικού, μικρής και μεγάλης κλίμακας, καθώς πρόκειται για μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Για τον λόγο αυτό οι διάφορες κυβερνήσεις δίνουν κίνητρα ή επιδοτήσεις για την κατασκευή ή ανακατασκευή και ανανέωση του εξοπλισμού των μικρών ΥΗΕ ή επιδοτούν το τιμολόγιο αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η οικονομοτεχνική ανάλυση είναι απαραίτητη για την κατάταξη των πιθανών θέσεων κατασκευής μικρών ΥΗΕ και για τον προσδιορισμό της βέλτιστης διάταξης ενός μικρού ΥΗΕ σε δεδομένο υδατόρευμα (προσδιορισμός της θέσης κατασκευής του φράγματος και της υδροληψίας και της θέσεως εγκατάστασης του ΥΗΣ) (Παπαντώνης, 2008).

Η οικονομική ανάλυση ενός μικρού ΥΗΕ, συμπληρώνεται με την χρηματοδοτική ανάλυση λαμβάνοντας υπόψη τον τρόπο χρηματοδότησης του έργου, δηλ. το ποσοστό της επιδότησης (εάν αυτή υπάρχει), το ύψος και τους όρους του τραπεζικού δανείου κλπ. Από την ανάλυση αυτή προκύπτει η αναμενόμενη χρηματορροή, η δυνατότητα κάλυψης των λειτουργικών εξόδων και εξόδων συντήρησης, η αποπληρωμή του δανείου.

Στην οικονομική ανάλυση που ακολουθεί λαμβάνονται υπόψη δαπάνες και έσοδα τα οποία είναι μετρήσιμα με καθαρά οικονομικούς όρους και όχι αυτά που σχετίζονται με κοινωνικές ή άλλες επιπτώσεις, όπως για παράδειγμα το εξωτερικό κόστος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ή η παράλληλη ανάπτυξη τουριστικής δραστηριότητας.

Η αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι προτιμότερο να γίνεται με τη μέθοδο μητρώου καθώς αποτελεί την πιο αξιόπιστη μέθοδο.

#### 4.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνεται μία συνοπτική περιγραφή του έργου καθώς επίσης και των λόγων που οδήγησαν στην κατασκευή του. Μετέπειτα θα παρουσιάζονται οι στόχοι του έργου όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας με στόχο έτος τα δέκα/είκοσι χρόνια περίπου, το γεγονός αυτό θα συμβάλει στην κατανόηση εάν η λειτουργία του έργου θα είναι βιώσιμη.



Παρακάτω, χρησιμοποιώντας διάφορους δείκτες για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας, διαπιστώνεται ότι οι περισσότεροι από τους σύγχρονους ΜΥΗΣ φαίνεται να παράγουν μάλλον ακριβή ενέργεια, καθώς το αρχικό κεφάλαιο συνήθως αποσβένεται πρακτικά σε 10 έως 20 χρόνια ή μπορεί και περισσότερο. Μετά την περίοδο αυτή όμως, η ενέργεια που παράγεται γίνεται φθηνή καθώς επιβαρύνεται μόνο από το κόστος συντήρησης και αντικατάστασης, τα διοικητικά έξοδα κ.λπ.

#### 4.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ (ΜΗΔΕΝΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ)

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη δημιουργία του υδροδυναμικού μιας χώρας είναι η υδραυλικότητά της και η εδαφική διαμόρφωση της. Η υδραυλικότητα εκφράζει θεωρητικά την υγρότητα του κλίματος ή απλούστερα το ποσό των βροχοπτώσεων ή χιονοπτώσεων σε ένα χρόνο. Η εδαφική διαμόρφωση είναι ο παράγοντας που αξιοποιεί την υδραυλικότητα. Επίπεδα οριζόντια εδάφη δεν ευνοούν ούτε την επιφανειακή κίνηση και τη συγκέντρωση των υδάτων, ούτε τη δημιουργία υδατοπτώσεων. Περισσότερο ευνοούν την εισχώρηση του νερού μέσα στο έδαφος και τη δημιουργία υπόγειων ταμιευτήρων νερού. Αντίθετα, τα ανώμαλα, ορεινά και διακεκομμένα εδάφη ευνοούν και τη συγκέντρωση των υδάτων και τη δημιουργία πτώσεων αλλά και τη δημιουργία μεγάλων ταμιευτήρων νερού (Ρηγόπουλος κ.α., 1988).

Η υδραυλική ισχύς μπορεί να αποκτηθεί από μια μάζα ύδατος η οποία κινείται με μια συγκεκριμένη ροή, ή αλλιώς παροχή ( $Q$ ), όπως γίνεται κατά την πτώση του λόγω βαρύτητας. Το μήκος που διανύει το νερό στην κάθετη διαδρομή του, γνωστό ως υδραυλικό ύψος ( $H$ ), είναι μια παράμετρος καθοριστική για το σχεδιασμό υδροηλεκτρικών συστημάτων (Καραγιώργα, 2008).

Στο σημείο αυτό εφόσον γίνει αξιολόγηση εάν η περιοχή εγκατάστασης είναι πρόσφορη για την εγκατάσταση του ΜΥΗΣ, θα πρέπει να αναφερθούν οι προστατευόμενες περιοχές (δίκτυο Natura), η χλωρίδα, η πανίδα και οι υγρότοποι που υπάρχουν στην περιοχή καθώς επίσης και ο βαθμός επιρροής από το έργο. Επιπλέον, θα πρέπει να μελετούνται και οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, έτσι ώστε να υπάρχει η αντίστοιχη πρόληψη σε πιθανότητα πλημμυρών.



Ακόμη ο υπολογισμός της πλημμυρικής παροχής πρέπει να γίνει για την εξασφάλιση των υπό κατασκευή έργων κατά τη διάρκεια της εκτροπής του υδατορεύματος. Για την εκτίμηση της πλημμυρικής παροχής εφαρμόζονται δύο ειδών μέθοδοι: αυτές που βασίζονται στην αξιολόγηση των ετήσιων μεγίστων της επιφανειακής απορροής επί σειρά ετών και αυτές που βασίζονται στην έννοια της μέγιστης βροχόπτωσης (η οποία είναι αίτιο εμφάνισης πλημμύρας) και οι οποίες εφαρμόζονται όταν δεν υπάρχουν επαρκή μετρημένα στοιχεία μεγίστων παροχών (Παπαντώνης, 2008).

#### 4.3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στο υποκεφάλαιο αυτό πρέπει να καταγραφούν ορισμένα στοιχεία της ευρύτερης περιοχής όπως η μεταβολή του πληθυσμού των οικισμών που επηρεάζονται από το έργο, η απασχόληση των κατοίκων, οι υποδομές (τεχνικές, κοινωνικές, περιβαλλοντικές), οι χρήσεις γης και τα μνημεία που βρίσκονται εντός της περιοχής μελέτης εάν υπάρχουν. Η κατασκευή του ΜΥΗΣ είναι δυνατό μακροχρόνια να μεταβάλλει το περιβάλλον της ευρύτερης περιοχής (μεταβολή χρήσεων και καλύψεων γης, αύξηση εισοδήματος λόγω ανάπτυξης του τουρισμού στην περιοχή, κατασκευή νέων υποδομών κλπ).

#### 4.4. ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΜΙΚΡΩΝ ΥΗΣ

Για να είναι οικονομική η κατασκευή και η λειτουργία των ΜΥΗΣ., δεν πρέπει η σχεδίαση και η χρησιμοποίηση να είναι η ίδια με εκείνη των μεγάλων ΥΗΣ.

Υπάρχουν δαπάνες που είναι σταθερές και ανεξάρτητες των παραγόμενων KWh. Έτσι, οι ΜΥΗΣ θα πρέπει να έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Απλές τυποποιημένες κατασκευές παραγόμενες σε σειρά, αν είναι δυνατό, για ορισμένες τάξεις μεγέθους ισχύων, ώστε η κατασκευή να είναι φθηνή, γρήγορη και με τα απόλυτα αναγκαία εξαρτήματα.
- Απλός και ισχυρός ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός, ώστε να μην απαιτείται σοβαρή συντήρηση και η λειτουργία να είναι ασφαλής.
- Περιορισμένη έκταση τοπολογικών, υδρολογικών, γεωλογικών και γεωτεχνικών ερευνών.



- Τα έργα πολιτικού μηχανικού να είναι μικρής έκτασης. Να αποφεύγεται η κατασκευή μεγάλων φραγμάτων, μεγάλων ταμιευτήρων νερού, οικημάτων κλπ. Τα έργα να σχεδιάζονται για την υπάρχουσα σταθερή ροή νερού, χωρίς μεγάλη ρυθμιστική ικανότητα, με αποδοχή υδραυλικής απώλειας λόγω υπερχειλίσης σε περίπτωση αυξημένης παροχής νερού και με διακοπή της λειτουργίας σε περίπτωση μεγάλης μείωσης ή διακοπής της παροχής νερού. Σε περίπτωση αναγκαιότητας κατασκευής φράγματος αυτό να είναι χωμάτινο.
- Αυτοματοποιημένη λειτουργία με μόνο ρυθμιστικό παράγοντα τη στάθμη του νερού. Ύπαρξη ασφαλιστικών διατάξεων, ώστε η λειτουργία να είναι ασφαλής χωρίς την ύπαρξη προσωπικού επίβλεψης. Τηλεχειρισμός για την περίπτωση αναγκαιών χειρισμών κατά τη λειτουργία.
- Οι τάσεις των γεννητριών να είναι τέτοιες ώστε να μπορεί ο ΜΥΗΣ να συνδεθεί στο πλησιέστερο δίκτυο της ΔΕΗ, δηλαδή υψηλής, μέσης ή χαμηλής τάσης.
- Αναστρεφόμενη λειτουργία όταν υπάρχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις, δηλαδή ταμιευτήρας στα κατάντη κλπ, ώστε κατά την περίοδο διακοπής της παροχής να λειτουργεί σαν αντλητικό συγκρότημα άρδευσης (Ρηγόπουλος κ.α., 1988).
- Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η οικολογική παροχή δεν πρέπει να είναι μικρότερη από το 30% της μέσης παροχής των τριών θερινών μηνών. Η οικολογική παροχή ή παροχή συντήρησης είναι η ελάχιστη παροχή που πρέπει να υπάρχει στην κοίτη του ποταμού κατάντη του έργου ώστε να εξασφαλίζονται οι άλλες ανταγωνιστικές χρήσεις του νερού και οι συνθήκες επιβίωσης της χλωρίδας και της πανίδας κατά μήκος του υδατορεύματος στο τμήμα μεταξύ φράγματος- υδροληψίας και ΥΗΣ και αποτελεί ένα σημαντικό μέγεθος για την εκμετάλλευση ενός ΜΥΗΣ (Παπαντώνης, 2008).



#### 4.5. ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Στην πράξη και για λόγους απλοποίησης ως αφετηρία της οικονομικής ανάλυσης θεωρείται συνήθως η έναρξη κατασκευής του έργου και όχι η έναρξη των διαδικασιών και μελετών.

Η δημιουργία ενός οικονομικού μοντέλου που να περιγράφει με ακρίβεια το συνολικό κόστος κατασκευής ενός ΥΗΣ σαν συνάρτηση ορισμένων παραγόντων και κυρίως της ισχύος είναι πολύ δύσκολη. Το γεγονός αυτό οφείλεται κυρίως στη διαμόρφωση του εδάφους στη θέση του υδροηλεκτρικού έργου, που αποτελεί προσωπικό χαρακτηριστικό του κάθε έργου. Δεν είναι δυνατό να βρεθεί μία συνάρτηση, π.χ. μεταξύ της ισχύος του ΥΗΣ και του κόστους του φράγματος ή του κόστους του ταμιευτήρα γενικότερα. Υπάρχουν υδατοπτώσεις όπου το κόστος του φράγματος είναι αμελητέο, και υπάρχουν υδατοπτώσεις όπου το κόστος του φράγματος ανεβαίνει στο 70% του συνολικού κόστους του ΜΥΗΣ (Ρηγόπουλος κ.α., 1988). Αν αγνοήσουμε τον παράγοντα της εδαφικής διαμόρφωσης τότε μπορεί να βρεθεί ένα μοντέλο π.χ. μεταξύ του κόστους ενός ΜΥΗΣ και της ισχύος, εάν θεωρηθεί ότι στο κόστος δεν περιλαμβάνεται το κόστος του ταμιευτήρα και του αγωγού προσαγωγής του νερού.

Δεδομένου ότι η υδραυλική ισχύς είναι γινόμενο της παροχής  $Q$  του νερού ( $m^3/s$ ) και της υδραυλικής πτώσης  $H$  (m), γίνεται φανερό ότι το κόστος κατασκευής ενός μικρού ΥΗΕ είναι τόσο μικρότερο, και άρα και η επένδυση τόσο πιο αποδοτική, όσο μεγαλύτερη είναι η υδραυλική πτώση (οπότε είναι μεγαλύτερη η αντίστοιχη παροχή που αντιστοιχεί σε μεγαλύτερη διάμετρο του αγωγού, μεγαλύτερο σε όγκο υδροστροβίλο κλπ). Η τιμή της υδραυλικής πτώσης  $H$  εκφράζει την ανά μονάδα μάζας υδραυλική ενέργεια του νερού και την τάξη μεγέθους στατικής πίεσης στον αγωγό προσαγωγής και τι τμήμα εισόδου του υδροστροβίλου. Επιπλέον από την τιμή της διαθέσιμης υδραυλικής πτώσης εξαρτάται κυρίως η επιλογή του τύπου του υδροστροβίλου. Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες (Παπαντώνης, 2008):

- Μικρού ύψους όταν το  $H$  είναι μικρότερο των 20 m
- Μέσου ύψους, όταν  $20 < H < 150$  m
- Μεγάλου ύψους όταν  $H > 150$  m.

Όμως κατά κανόνα οι μεγάλες υδραυλικές πτώσεις αναπτύσσονται σε ορεινές και απομακρυσμένες περιοχές οπότε ενδέχεται το κόστος των γραμμών μεταφοράς της



ηλεκτρικής ενέργειας να είναι αρκετά ψηλό και να αντισταθμίζει το πλεονέκτημα του σχετικά χαμηλού κόστους του μικρού ΥΗΕ. Το αντίθετο συμβαίνει με τα μικρά ΥΗΕ μικρής υδραυλικής πτώσης: το ύψος της επένδυσης είναι αυξημένο όμως κατά κανόνα βρίσκονται κοντά σε πεδινές και κατοικήσιμες περιοχές οπότε το κόστος των έργων σύνδεσης με το διασυνδεδεμένο ηλεκτρικό δίκτυο είναι μικρό (Παπαντώνης, 2008).

Επιπλέον πρέπει να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι βασική προϋπόθεση για την σωστή κατασκευή του έργου αποτελεί η αποφυγή βασικών ατυχημάτων που συχνά προκύπτουν όπως: ολική ή μερική και χρόνια ή παροδική ανικανότητα, απώλεια ή καταστροφή εξοπλισμού και υλικών και δαπάνη χρόνου (Πολύζος, 2006).

#### 4.5.1. ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΝΟΣ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

Τα κύρια τμήματα ενός υδροηλεκτρικού σταθμού από πλευράς κόστους είναι τα εξής (Ρηγόπουλος κ.α., 1988):

- Το συγκρότημα του ταμιευτήρα, που περιλαμβάνει το φράγμα, τις θεμελιώσεις, το στόμιο υπερχείλισης κλπ.
- Το συγκρότημα υδροληψίας, που αποτελείται από το στόμιο υδροληψίας με τα όργανα ρύθμισης και μέτρησης της ροής και τους αγωγούς ή τη σήραγγα του νερού.
- Ο σταθμός παραγωγής ισχύος, που αποτελείται από τα εξής υποσυγκροτήματα:
  - Τα δομικά έργα αρμοδιότητας πολιτικού μηχανικού.
  - Ο κύριος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός, που αποτελείται από το στρόβιλο, το ρυθμιστή, τη γεννήτρια κλπ.
  - Ο βοηθητικός ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός, δηλαδή μετασχηματιστές, ασφαλειοδιακόπτες, συνδεσμολογίες, γραμμές μεταφοράς κλπ.
  - Ο γενικός μηχανολογικός εξοπλισμός, π.χ. γερανογέφυρες, θυροφράκτες κλπ.
- Υπόλοιπες εγκαταστάσεις.
- Οδοί προσπέλασης (βαλτιώσεις).
- Έξοδα μελέτης και διαδικασιών αδειοδότησης.
- Αγορά εκτάσεων.
- Έργα προστασίας και αποκατάστασης περιβάλλοντος.
- Το κόστος διασύνδεσης με το δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ.



Όσον αφορά στο κόστος κατασκευής ενός ΜΥΗΣ το συνολικό κόστος του έργου και άρα της επένδυσης εκτιμάται γύρω στα 3.000.000 €. Στο κόστος αυτό περιλαμβάνεται το κόστος των έργων πολιτικού μηχανικού και το κόστος του εξοπλισμού παραγωγής καθώς επίσης και το κόστος μελετών, επίβλεψης και αδειοδοτήσεων.

Η αναλογία των τριών αυτών συνιστωσών στο συνολικό κόστος κατασκευής είναι κατά κανόνα διαφορετική για τα μεγάλα και για τα μικρά ΥΗΕ. Το γεγονός αυτό είναι αποτέλεσμα της διαφορετικής φιλοσοφίας διαστασιολόγησης και λειτουργίας των μικρών και μεγάλων ΥΗΕ. Το μικρό ΥΗΕ λειτουργεί όσο υπάρχει διαθέσιμη παροχή ενώ ο βασικός στόχος ενός μεγάλου ΥΗΕ είναι συνήθως η κάλυψη των αιχμών του δικτύου μέσω αποθήκευσης νερού στον ταμιευτήρα ώστε να αποσυνδέεται η παραγωγή ενέργειας από την ποσότητα των φυσικών εισροών. Για τον λόγο αυτό το μικρό ΥΗΕ διαστασιολογείται έτσι ώστε να προκύπτει η βέλτιστη αξιοποίηση της φυσικής απορροής χωρίς την κατασκευή μεγάλου φράγματος και τον σχηματισμό μεγάλου ταμιευτήρα (ο οποίος αποβλέπει στην κάλυψη αιχμών ισχύος του ηλεκτρικού δικτύου). Εξαιρέση σε αυτόν τον κανόνα αποτελούν τα μικρά ΥΗΕ, τα οποία σχεδιάζονται με ταμιευτήρα ημερήσιας αναρρύθμισης όταν ισχύει διαφορετικό τιμολόγιο πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και τα μικρά ΥΗΕ που συνδυάζονται με άλλες διευθετήσεις, όπως ταμιευτήρες αποθήκευσης νερού για την κάλυψη αρδευτικών αναγκών. Αποτέλεσμα των προηγούμενων είναι το ότι σε ένα ΜΥΗΕ, κυρίως τα έργα πολιτικού μηχανικού είναι περιορισμένα σε σύγκριση με ένα μεγάλο, γεγονός που μεταβάλλει την αναλογία μεταξύ των τριών βασικών συνιστωσών του κόστους κατασκευής. Επίσης στα ΜΥΗΕ χρησιμοποιείται κατά κανόνα τυποποιημένος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός, άρα μικρότερου κόστους από τον αντίστοιχο επί παραγγελία.. Στον πίνακα 4.1 δίνεται η μέση ποσοστιαία συμμετοχή των τριών συνιστωσών κόστους στο συνολικό κόστος κατασκευής (Παπαντώνης, 2008).

Πίνακας 4.1: Ποσοστιαία συμμετοχή των συνιστωσών κόστους κατασκευής ΥΗΕ

Συνιστώσα κόστους	Μικρό ΥΗΕ	Μεγάλο ΥΗΕ
Έργα πολιτικού μηχανικού	40-(45)-50	60-70
Ηλεκτρ/κός εξοπλισμός	40-(50)-60	25-35
Μελέτες, επίβλεψη	10- (15)-20	5-10
ΣΥΝΟΛΟ	100	100

Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία



Στην περίπτωση των ΜΥΗΕ ο υπολογισμός του ύψους της επένδυσης μέσω μίας τιμής ειδικού κόστους, πχ. σε € ανά εγκατεστημένο KW, είναι ιδιαίτερα επισφαλής λόγω της σημαντικής επίπτωσης στην διαμόρφωση του κόστους της τιμής της υδραυλικής πτώσης  $h$  και της ιδιαιτερότητας της κάθε περίπτωσης. Η ισχύς  $N$  είναι γινόμενο της παροχής  $Q$  και της υδραυλικής πτώσης  $h$ . Άρα, για την παραγωγή της ίδιας ισχύος  $N$ , όσο αυξάνεται η υδραυλική πτώση  $h$  τόσο μειώνεται η παροχή  $Q$  και άρα μειώνεται ο όγκος των έργων υδροληψίας, η διάμετρος του αγωγού προσαγωγής, το μέγεθος του υδροστροβίλου, το μέγεθος του ΥΗΣ και κατά συνέπεια μειώνεται το κόστος του έργου. Όμως η μείωση αυτή του κόστους δεν είναι αντίστροφα ανάλογη της υδραυλικής πτώσης  $h$ , καθώς αύξηση της υδραυλικής πτώσης έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των στατικών πιέσεων, του πάχους του αγωγού προσαγωγής και της διαμέτρου (άρα του μεγέθους) του υδροστροβίλου και συνήθως αύξηση του μήκους των έργων προσαγωγής του νερού. Από την υπάρχουσα εμπειρία φαίνεται ότι ένα μικρό ΥΗΕ είναι οικονομοτεχνικά βιώσιμο εάν το κόστος ανά εγκατεστημένο KW είναι της τάξεως των 2.000-3.500 €/KW. Σε ειδικές περιπτώσεις κατά τις οποίες μέρος των έργων προϋπάρχουν (πχ. κατασκευή ΜΥΗΕ σε δώρυγα άρδευσης ή ύδρευσης) το ειδικό κόστος του μικρού ΥΗΕ μπορεί να είναι μικρότερο των 1.500 €/KW. Η διασπορά του ειδικού κόστους των ΜΥΗΕ είναι σημαντική. Δεν συμβαίνει το ίδιο με τα άλλα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (θερμικές μονάδες, diesel, ανεμογεννήτριες) στα οποία το ειδικό κόστος κυμαίνεται σε στενά όρια. Το κόστος των έργων πολιτικού μηχανικού καθώς και το κόστος για απαλλοτριώσεις γης, έργα υποδομής (οδοί και γέφυρες προσπέλασης) εξαρτώνται έντονα από την μέγιστη παροχή λειτουργίας του έργου (έργα προσαγωγής), την υπολογιζόμενη πλημμυρική παροχή αλλά και τις τοπικές συνθήκες. Για τον λόγο αυτό το κόστος των έργων αυτών δεν είναι δυνατόν να υπολογισθεί μέσω κάποιας συσχέτισης. Αντίθετα το κόστος του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού μπορεί να συσχετισθεί, με κάποια ανεκτή προσέγγιση, με το ονομαστικό σημείο λειτουργίας και το πλήθος των υδροστροβίλων (Παπαντώνης, 2008).

Το συνολικό κόστος του έργου θα προκύψει από το κόστος των επιμέρους τμημάτων του έργου (όπως οδοί προσπέλασης, έργα κεφαλής, αγωγός προσαγωγής, στροβιλοστάσιο, κύριος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός, αυτοματισμός, προστασίες και υπόλοιπος εξοπλισμός ΜΥΗΣ, μεταλλικές κατασκευές, διαμόρφωση του





περιβάλλοντος χώρου, έξοδα μελετών κ.λπ.) με βάση το κόστος εργασίας και την προμήθεια. Τα κόστη του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού καθώς των έργων πολιτικού μηχανικού και του μεταλλικού αγωγού εκτιμώνται από τις τιμές που υπάρχουν στην ελληνική και την ευρωπαϊκή αγορά. Η χρηματοδότηση του έργου προβλέπεται να γίνει κατά 20% από ίδια κεφάλαια, κατά 40% από δανεισμό (για τον υπολογισμό των τόκων λαμβάνεται επιτόκιο 8% και διάρκεια 9 έτη) ενώ το υπόλοιπο 40% θα καλυφθεί από επιχορηγήσεις σύμφωνα με τον Αναπτυξιακό Νόμο 2601/98 και το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας με ενδεικτικές τιμές για την κατασκευή ενός ΜΥΗΣ.

Πίνακας 4.2: Ανάλυση Προϋπολογισμού κατασκευής ΜΥΗΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ-ΔΑΠΑΝΗΣ	ΚΟΣΤΟΣ (€)
Στρόβυλος με ρυθμιστή, Γεννήτρια (και εγκατάσταση)	305.000
Πίνακες αυτοματισμού, προστασιών και τροφοδοσίας	40.000
Μετασηματιστής ανύψωσης, βοηθητικός Μ/Σ και πίνακες μέσης τάσης	39.000
Μεταλλικές κατασκευές (θυροφράγματα, βαρούλκο, κ.α.)	25.000
Λοιπός ηλεκτρολογικός και μηχανολογικός εξοπλισμός	39.000
Φράγμα-υδροληψία	130.000
Αγωγός προσαγωγής (και εγκατάσταση)	450.000
Κτίριο σταθμού παραγωγής, διώρυγα φυγής, περιβάλλον χώρος	50.000
Οδοί προσπέλασης (βαλιώσεις)	30.000
Έξοδα μελέτης και διαδικασιών αδειοδότησης	45.000
Αγορά εκτάσεων	20.000
Έργα προστασίας και αποκατάστασης περιβάλλοντος	30.000
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	1.203.000

Πηγή: Σπανός κ.α., 2007, Ίδια επεξεργασία

Το κόστος διασύνδεσης ενός ΜΥΗΣ με το δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ έχει εκτιμηθεί ότι θα ανέρχεται περίπου σε 30.000 €.

Η σύνδεση του ΜΥΗΣ πρέπει να γίνεται με κατάλληλο εξοπλισμό ώστε να εξασφαλίζεται η ασφάλεια τόσο του δικτύου της ΔΕΗ (ή στην γενική περίπτωση του ιδιοκτήτη του διασυνδεδεμένου δικτύου) όσο και του εξοπλισμού της μονάδας και του προσωπικού. Για το λόγο αυτό πρέπει να ακολουθούνται οι αντίστοιχες οδηγίες της ΔΕΗ. Σύμφωνα με την ισχύουσα οδηγία της ΔΕΗ (Οδηγία Διανομής Νο 129) ένας αυτοπαραγωγός επιτρέπεται να συνδεθεί στο δίκτυο χαμηλής τάσεως εάν η συνολική ισχύς είναι μέχρι 100 KW (Παπαντώνης, 2008).



#### 4.5.2. ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ Η ΤΟΥ ΕΚΧΕΙΛΙΣΤΟΥ

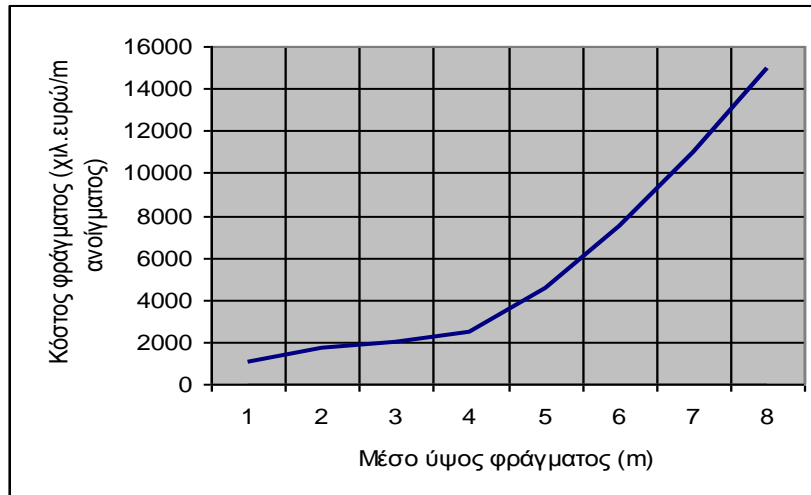
Το κόστος των έργων πολιτικού μηχανικού για την κατασκευή του ταμιευτήρα, δηλαδή για το φράγμα, τις θεμελιώσεις, τις στηρίξεις φράγματος κλπ εξαρτάται αποκλειστικά από τη μορφολογία του εδάφους. Το κόστος χωμάτινου φράγματος αυξάνεται γραμμικά με το ύψος του (Ρηγόπουλος κ.α., 1988).

Το κόστος C του φράγματος ή του εκχειλιστού από σκυρόδεμα δίνεται ανά μέτρο ανοίγματος από τη σχέση:

$$C=97,632 \cdot h^2+ 14,3 \cdot h+ 821,75 \text{ σε χιλ. } \text{€}$$

Όπου h το μέσο ύψος του φράγματος (ή του εκχειλιστού) (Παπαντώνης, 2008).

Διάγραμμα 4.1: Κόστος φράγματος σκυροδέματος ανά μέτρο ανοίγματος συναρτήσει του μέσου ύψους του φράγματος



Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

Η παραπάνω σχέση παριστάνεται από το διάγραμμα 4.1. Το κόστος χωμάτινου φράγματος εκτιμάται ότι κυμαίνεται μεταξύ 30-90 €/m<sup>3</sup>, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες και την διαθεσιμότητα των υλικών (Παπαντώνης, 2008).

#### 4.5.3. ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Ως κύριος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός εννοούνται οι υδροστρόβιλοι, γεννήτριες, ρυθμιστές στροφών, μετασχηματιστής, ηλεκτρικοί πίνακες. Η διατύπωση μίας συσχέτισης του κόστους συναρτήσει του ον. σημείου λειτουργίας είναι επισφαλής καθώς το κάθε επιμέρους κόστος εξαρτάται από περισσότερους παράγοντες (πχ. για τον υδροστρόβιλο ο τύπος, η διάταξη του άξονα, για την ηλεκτρική γεννήτρια εάν είναι σύγχρονη ή ασύγχρονη, η ταχύτητα περιστροφής της κλπ). Στην βιβλιογραφία



διατυπώνονται απλές συσχετίσεις για τον υπολογισμό του κόστους  $C_{EM}$  της μονάδας παραγωγής (υδροστρόβιλος, γεννήτρια, ρυθμιστής στροφών) όπως η ακόλουθη:

$$C_{EM} \approx 20.570 \cdot N^{0.70} / H^{0.35} \text{ €}$$

Στην οποία με  $C_{EM}$  συμβολίζεται το κόστος της κάθε μονάδας παραγωγής σε €, με  $N$  η ονομαστική ισχύς σε KW και με  $H$  η ονομαστική διαθέσιμη υδραυλική πτώση σε m.

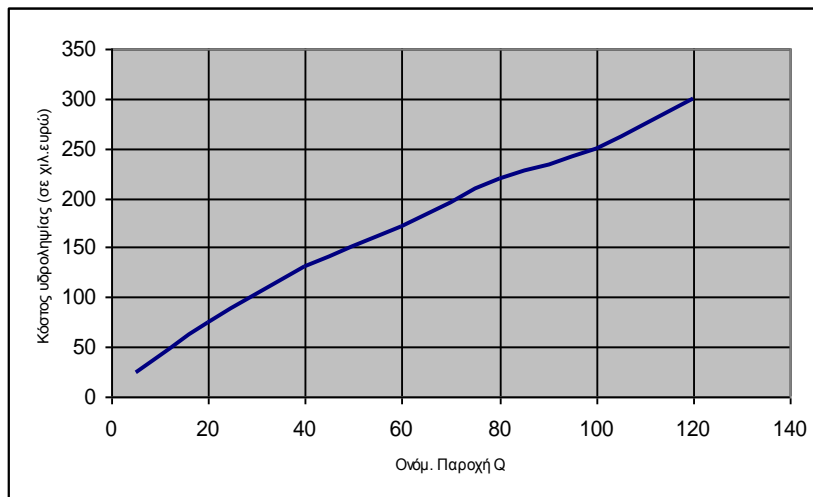
#### 4.5.4. ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ

Στο έργο υδροληψίας περιλαμβάνεται το θυρόφραγμα και η εσχάρα καθαρισμού. Το κόστος  $C$  του έργου υδροληψίας συσχετίζεται με την ονομαστική παροχή  $Q$  (σε  $m^3/sec$ ) του ΜΥΗΕ και δίνεται από την σχέση (Παπαντώνης, 2008):

$$C = 9,236 \cdot Q^{0.72} \text{ σε χιλ. €}$$

Η παραπάνω σχέση παριστάνεται από το διάγραμμα 4.2.

Διάγραμμα 4.2: Κόστος έργου υδροληψίας συναρτήσει της ονομαστικής παροχής



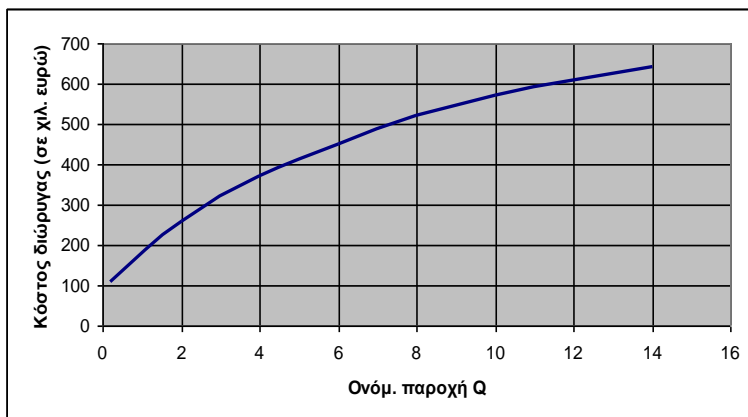
Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

#### 4.5.5. ΚΟΣΤΟΣ ΤΗΣ ΔΙΩΡΥΓΑΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ

Το κόστος  $C$  ανά μέτρο μήκους της διώρυγας προσαγωγής κατασκευασμένης από σκυρόδεμα με τραπεζοειδή διατομή κλίσεως πλευρικών τοιχωμάτων ίσης προς 0,25/1 συσχετίζεται με την ονομαστική παροχή  $Q$  (σε  $m^3/sec$ ) του μικρού ΥΗΕ. Διακρίνονται δύο ακραίες περιπτώσεις: στην πρώτη η κατασκευή της διώρυγας γίνεται σε βραχώδες έδαφος και η δεύτερη σε χώμα. Οι συσχετίσεις για κάθε περίπτωση είναι οι ακόλουθες (Παπαντώνης, 2008):



Διάγραμμα 4.3: Κόστος διώρυγας ανά μέτρο μήκους συναρτήσει της ονομαστικής παροχής (εκσκαφή σε βραχώδες έδαφος)



Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία  
Εκσκαφή σε βραχώδες έδαφος:

$$C = -0,0286 \cdot Q^4 + 0,935 \cdot Q^3 - 12,081 \cdot Q^2 + 17,677 \cdot Q \text{ σε χιλ.€}$$

Εκσκαφή σε χώμα:

$$C = -0,1782 \cdot Q^2 + 17,677 \cdot Q + 104,71 \text{ σε χιλ.€}$$

Η πρώτη σχέση παριστάνεται από το διάγραμμα του σχήματος 4.3.

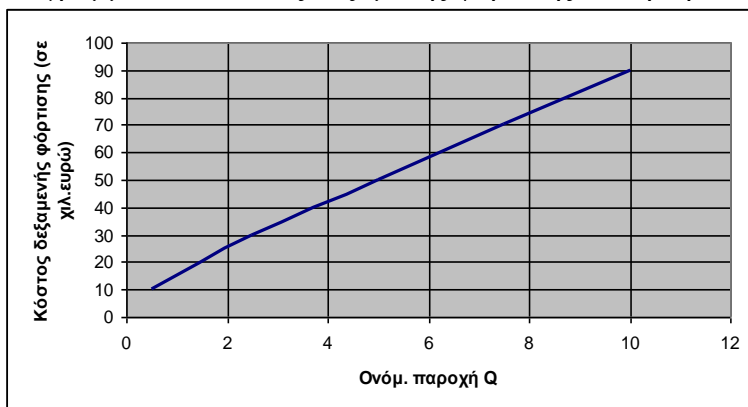
#### 4.5.6. ΚΟΣΤΟΣ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Το κόστος C της δεξαμενής φόρτισης συσχετίζεται με την ονομαστική παροχή Q (m³/s) του μικρού ΥΗΕ και δίνεται από την σχέση (Παπαντώνης, 2008):

$$C = 9,05 \cdot Q + 4,14 \text{ σε χιλ. €}$$

Η παραπάνω σχέση παριστάνεται στο διάγραμμα 4.4

Διάγραμμα 4.4: Κόστος δεξαμενής φόρτισης συναρτήσει της ονομαστικής παροχής



Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία



#### 4.5.7. ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΠΤΩΣΕΩΣ

Ο αγωγός πτώσεως θεωρείται ότι είναι κατασκευασμένος από χαλυβόσωληνα, μεταβλητού πάχους ανάλογα με την πίεση που υφίσταται κάθε τμήμα. Το κόστος  $C$  του αγωγού πτώσεως, ανά μέτρο μήκους, συσχετίζεται με την υδραυλική πτώση  $h$  (σε m) και την ονομαστική παροχή  $Q$  (σε  $m^3/sec$ ) του μικρού ΥΗΕ και δίνεται από την σχέση (Παπαντώνης, 2008):

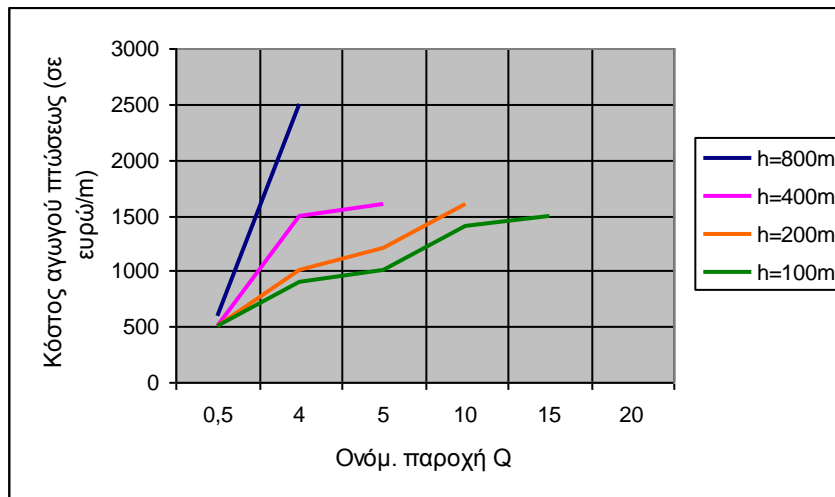
$$C = a \cdot Q^n \text{ σε } \text{€}/s$$

Στην οποία:  $a = 0,0007 \cdot h^2 + 0,0662 \cdot h + 497,6$

$$n = -6 \cdot 10^{-7} \cdot h^2 + 0,0009 \cdot h + 0,316$$

Στις οποίες τίθεται ως ελάχιστη τιμή  $h$  η τιμή των 100 m.

Διάγραμμα 4.5: Κόστος αγωγού πτώσεως συναρτήσει της ονομαστικής παροχής και με παράμετρο την υδραυλική πτώση



Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

Από το σχήμα 4.5 γίνεται φανερή η πολύ γρήγορη αύξηση του κόστους όσο αυξάνεται η υδραυλική πτώση  $h$ , γεγονός που οφείλεται στην αύξηση του πάχους του αγωγού.

#### 4.5.8. ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΥΗΣ

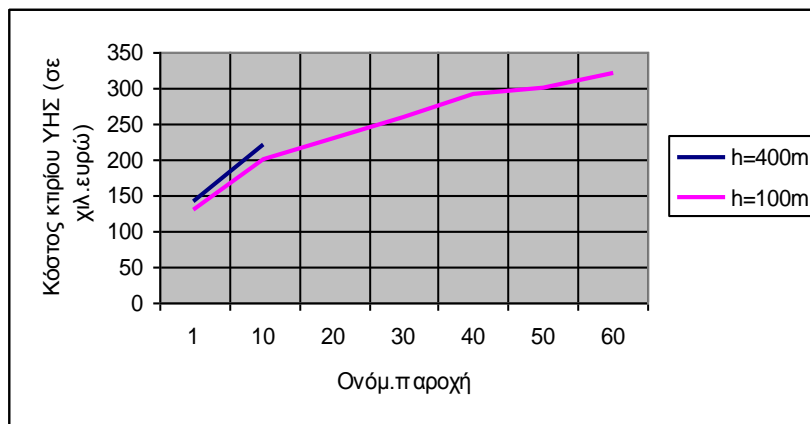
Το κόστος  $C$  του κτιρίου του ΥΗΣ συσχετίζεται με την ονομαστική παροχή  $Q$   $m^3/s$  του μικρού ΥΗΕ ενώ μικρότερη επίδραση σε αυτό έχει η τιμή της υδραυλικής πτώσης  $h$ , καθώς από αυτή εξαρτώνται οι δυνάμεις που αναπτύσσονται στους υδροστροβίλους και το άκρο του αγωγού πτώσεως. Το κόστος του ΥΗΣ δίνεται από την σχέση (Παπαντώνης, 2008):



$C=a \cdot Q^n$  σε χιλ. €

Στην οποία η τιμή των παραμέτρων  $a$  και  $n$  εξαρτώνται κυρίως από την υδραυλική πτώση  $h$  και την ονομαστική παροχή  $Q$ . Η παραπάνω σχέση παριστάνεται από το διάγραμμα του σχήματος συναρτήσει της παροχής  $Q$  για δύο ενδεικτικές τιμές της υδραυλικής πτώσης  $h$ . Από το σχήμα 4.6 γίνεται φανερό ότι η επίδραση της υδραυλικής πτώσης  $h$  στο κόστος του κτιρίου του ΥΗΣ είναι σημαντικά μικρότερη από αυτή της ον. παροχής. Στον όγκο και άρα στο κόστος του κτιρίου του ΥΗΣ σημαντικό ρόλο έχει και η διάταξη του άξονα των υδροστροβίλων καθώς μία κατακόρυφη διάταξη απαιτεί περισσότερο χώρο, τα ενδεχόμενα προβλήματα στην θεμελίωση, ο όγκος των εκσκαφών κλπ.

Διάγραμμα 4.6: Κόστος κτιρίου ΥΗΣ συναρτήσει της ονομαστικής παροχής και για δύο διαφορετικές τιμές της υδραυλικής πτώσης



Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

#### 4.5.9. ΚΟΣΤΟΣ ΟΔΟΥ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Το κόστος των οδών προσπέλασης στα έργα κυμαίνεται μεταξύ 20.000-50.000 €/Km, ανάλογα με το έδαφος και τις απαραίτητες διασταυρώσεις με το υδατόρευμα, οπότε απαιτείται η κατασκευή γεφυρών (Παπαντώνης, 2008).

#### 4.5.10. ΚΟΣΤΟΣ ΥΔΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ

Το κόστος του υδροστροβίλου συσχετίζεται με την ονομαστική παροχή του  $Q$  (σε  $m^3/sec$ ) και την υδραυλική πτώση  $H$  (σε  $m$ ) ή την ονομαστική ισχύ  $N$  (σε  $KW$ ) και την διαθέσιμη υδραυλική πτώση  $H$ , θεωρώντας μία μέση τιμή του ολικού βαθμού απόδοσης



του υδροστροβίλου ίση προς  $\eta=0,92$ . Οι συσχετίσεις αυτές έχουν την μορφή (Παπαντώνης, 2008):

$$C = a \cdot Q^n \cdot H^m \text{ ή } C = b \cdot N^n \cdot H^k \text{ σε χιλ. €}$$

Οι τιμές των συντελεστών και εκθετών  $a$ ,  $n$ ,  $m$ ,  $b$  και  $k$  έχουν ως εξής για τους κύριους τύπους υδροστροβίλων:

Πίνακας 4.3: Τιμές συντελεστών για διάφορους τύπους υδροστροβίλων

Υδροστροβίλος	a	n	m	b	k
Αξονικής ροής	87,336	0,410	0,2000	35,446	-0,2100
FRANCIS	96,998	0,481	0,1953	33,676	-0,2858
Pelton	1 15,420	0,444	0,2582	43,465	-0,1858

Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

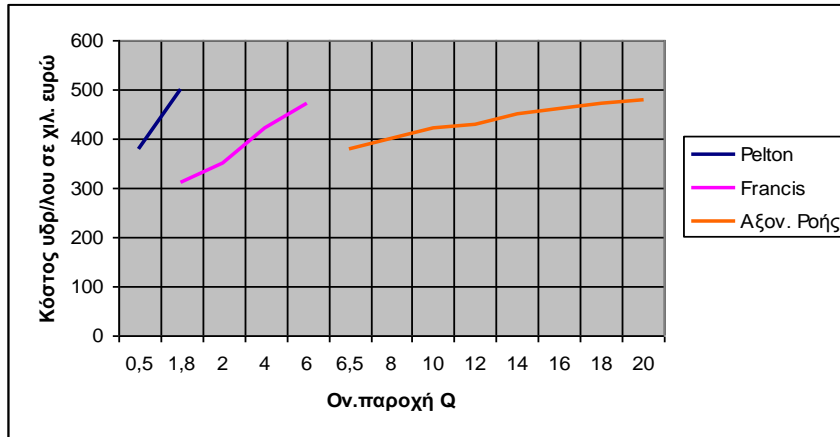
Το κόστος του υδροστροβίλου αυξάνεται όσο αυξάνει η ισχύς και η ονομαστική παροχή.

Στο διάγραμμα του σχήματος 4.7 έχει χαραχθεί το κόστος του υδροστροβίλου της ίδιας ονομαστικής ισχύος  $N = 2.000 \text{ KW}$ , όπως προκύπτει από την εφαρμογή της σχέσεως του κόστους, μεταβαλλόμενης της ονομαστικής παροχής  $Q$  (σε  $\text{m}^3/\text{sec}$ ). Θεωρώντας σταθερό τον ολικό βαθμό απόδοσης του υδροστροβίλου  $\eta=0,92$ , η υδραυλική πτώση  $H$ , για σταθερή ισχύ  $N$ , θα μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα προς την ονομαστική παροχή  $Q$ . Στο διάγραμμα του σχήματος 4.7 η πρώτη καμπύλη αντιστοιχεί σε υδροστροβίλο τύπου Pelton (για  $Q=0,32-1,47 \text{ m}^3/\text{sec}$  και  $H=700-150 \text{ m}$ ), η δεύτερη σε υδροστροβίλο Francis (για  $Q=1,38-7,39 \text{ m}^3/\text{sec}$  και  $H=35-4 \text{ m}$ ).

Από το διάγραμμα του σχήματος 4.7 γίνεται φανερό η σημαντική διαφορά κόστους μεταξύ υδροστροβίλου Pelton και Francis όταν υπάρχει δυνατότητα επιλογής (για υδραυλική πτώση της τάξεως των  $150 \text{ m}$ ) καθώς και μεταξύ Francis και Kaplan ή αξονικής ροής (για υδραυλική πτώση της τάξεως των  $25-30 \text{ m}$ ).



Διάγραμμα 4.7: Κόστος υδροστροβίλου ισχύος 2.000 KW συναρτήσει της ονομαστικής παροχής (σύγκριση κόστους υδρ/λων αξονικής ροής, Francis και Pelton)



Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

#### 4.5.11. ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Το κόστος των ηλεκτρικών γραμμών μεταφοράς της ηλεκτρικής ισχύος μέχρι το δίκτυο ΜΤ εξαρτάται από την τάση της γραμμής μεταφοράς (15, 20 ή 44 KV), την δυσκολία κατασκευής της γραμμής, το μήκος της γραμμής και την ονομαστική ηλεκτρική ισχύ. Στον πίνακα 4.4 δίνονται ενδεικτικές τιμές του κόστους της γραμμής μεταφοράς και του υποσταθμού, εάν απαιτείται, για μέσης δυσκολίας συνθήκες, ανάλογα με την ηλεκτρική ισχύ και την τάση (Παπαντώνης, 2008).

Πίνακας 4.4: Ενδεικτικό κόστος ηλεκτρικής γραμμής και υποσταθμού

Ηλεκ. ισχύς (MW)	Τάση (KV)	Κόστος γραμμής μεταφοράς (€/Km)	Κόστος υποσταθμού (€)
0-2	25	55.000	250.000
2-5	44	65.000	600.000
>5	115	100.000	2.000.000

Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

#### 4.5.12. ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ

Το συνολικό κόστος για την εκπόνηση των μελετών, την έκδοση των αδειών και την επίβλεψη του έργου ανέρχεται στο 10-15 % περίπου του συνολικού κόστους του έργου (Παπαντώνης, 2008). Στον παρακάτω πίνακα δίνεται το ποσοστό % της συμμετοχής κάθε συνιστώσας του κόστους μελετών και επίβλεψης στο συνολικό κόστος του έργου.





Πίνακας 4.5: Συμμετοχή % κάθε συνιστώσας μελετών και επίβλεψης στο συνολικό κόστος του έργου

Επί μέρους μελέτη	Ποσοστιαία συμμετοχή % στο συνολικό κόστος του έργου
Αναγνώριση περιοχής	0,90
Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων	1,0
Συγκέντρωση και αξιολόγηση υδρολογικών δεδομένων	0,30
Αναγνωριστική μελέτη (περιλαμβάνει εκτίμηση κόστους και την σύνταξη σχετικής έκθεσης)	0,80
Αδειοδοτήσεις	0,50
Εδαφολογική μελέτη	0,40
Μελέτη χρηματοδότησης του έργου	1,5
Δημιουργία της εταιρείας διαχείρισης και λογιστική παρακολούθηση	0,90

Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

Το κόστος  $C$  επίβλεψης του έργου, χωρίς να συμπεριλαμβάνεται η επίβλεψη κατά την κατασκευή του έργου, από την έναρξη της αναγνωριστικής μελέτης μέχρι την παραλαβή του έργου, συσχετίζεται με την ονομαστική εγκατεστημένη ισχύ  $N$  σε MW και την υδραυλική πτώση  $h$  σε m, και σε πρώτη προσέγγιση δίνεται από την σχέση:

$$C = 70.000(N/h^{0,3})^{0,54} \text{ σε } \text{€}$$

Το κόστος της μελέτης εφαρμογής και της σύνταξης των απαραίτητων τευχών προδιαγραφών και δημοπράτησης συσχετίζεται με την ονομαστική εγκατεστημένη ισχύ  $N$  σε MW και την υδραυλική πτώση  $h$  σε m, και σε πρώτη προσέγγιση δίνεται από την σχέση:

$$C = 200.000(N/h^{0,3})^{0,54} \text{ σε } \text{€}$$

Το κόστος  $C$  της επίβλεψης της κατασκευής του έργου συσχετίζεται με την ονομαστική εγκατεστημένη ισχύ  $N$  σε MW και την υδραυλική πτώση  $h$  σε m, και σε πρώτη προσέγγιση δίνεται από την σχέση:

$$C = 100.000(N/h^{0,3})^{0,54} \text{ σε } \text{€}$$

Το κόστος για την εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού που θα αναλάβει την λειτουργία και συντήρηση του έργου μετά την παραλαβή του αντιστοιχεί σε 5-100 ημέρες ενός τεχνικού. Η δαπάνη ανά ημέρα κυμαίνεται μεταξύ 500-800 € (Παπαντώνης, 2008).



#### 4.5.13. ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΝΑ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ KW

Όσον αφορά στο κόστος κατασκευής ανά εγκατεστημένο KW, αυτό κυμαίνεται ανάλογα με το μέγεθος του σε σχέση με την εγκατεστημένη ισχύ, το σχεδιασμό και την τεχνολογία που επιβάλλουν οι τοπικές συνθήκες, το χρόνο κατασκευής του, που συχνά επηρεάζεται από αστάθμητους παράγοντες (αφού πρόκειται για επέμβαση στη φύση με εξειδικευμένες κατασκευές που απαιτούν υψηλή ασφάλεια) ακόμα και με τις τεχνικές δυσκολίες που παρουσιάζει ένα έργο σε σχέση με την περιοχή που κατασκευάζεται (δημιουργία προσπελάσεων και οδικών επικοινωνιών, αποκατάσταση περιβάλλοντος, κατασκευή βοηθητικών έργων κ.λπ.) (Ρηγόπουλος κ.α., 1988).

Έτσι, σύμφωνα με την ελληνική εμπειρία και κατόπιν στατιστικής προσέγγισης, θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει ότι τα 1.500 € ανά εγκατεστημένο KW είναι ένα ενδεικτικό κόστος κατασκευής των υδροηλεκτρικών έργων. Στο ποσό αυτό υπολογίζεται επιβάρυνση ίση με 5% περίπου για την εκπόνηση της οριστικής μελέτης και 8% περίπου για την επίβλεψη του έργου (Γεωργακέλλος, 2002).

#### 4.6. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΠΩΛΗΣΕΩΝ

Στον πίνακα 4.6 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ετήσιες προβλέψεις του κόστους παραγωγής, ταξινομημένου σε σταθερό και μεταβλητό, καθώς και τα έσοδα από τις πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας.

Πίνακας 4.6: Ετήσιες Προβλέψεις Κόστους και Πωλήσεων του ΜΥΗΣ

ΕΙΔΟΣ ΔΑΠΑΝΗΣ -ΕΣΟΔΟΥ	ΠΟΣΟ (€)
Σταθερά έξοδα Λειτουργίας ανά έτος	100.000
Μεταβλητά έξοδα Λειτουργίας ανά έτος	49.245
Έσοδα από Πωλήσεις ανά έτος	795.200
Λειτουργικό Κόστος Παραγωγής ανά KWh	0,01085
Συνολική Ετήσια Δαπάνη ανά KWh	0,0296

Πηγή: Γεωργακέλλος, 2002, Ιδία επεξεργασία

Στον παραπάνω πίνακα το λειτουργικό κόστος παραγωγής προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη το άθροισμα των σταθερών και μεταβλητών εξόδων λειτουργίας ενώ η συνολική ετήσια δαπάνη προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη επιπλέον την επιβάρυνση



των συνολικών ετήσιων αποπληρωμών του δανείου (κεφάλαιο συν τόκοι). Στις σταθερές δαπάνες περιλαμβάνονται έξοδα προσωπικού οικονομικής παρακολούθησης και φύλαξης και, κόστος συντήρησης εξοπλισμού καθώς και διάφορα διοικητικά έξοδα τα οποία, σύμφωνα με την ελληνική εμπειρία, λαμβάνονται ως εξής :

- Τρία (3) άτομα x 1.175 € ανά μήνα x 12 μήνες ανά έτος.
- Έξοδα συντήρησης : 0,7 % x κόστος επενδύσεως.
- Διοικητικά έξοδα : 1.640 € ανά μήνα x 12 μήνες ανά έτος (Γεωργακέλλος, 2002).

Το κόστος προσωπικού λειτουργίας μπορεί να ελαχιστοποιηθεί μέσω πλήρους αυτοματισμού της μονάδας (τηλεχειρισμός και τηλεσηματοδοσία). Οι δυνατότητες αυτές της σύγχρονης τεχνολογίας θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την εκπόνηση της μελέτης εφαρμογής (Παπαντώνης, 2008).

Στα λειτουργικά έξοδα της επιχείρησης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη δαπάνες ΟΤΕ, ταχυδρομικές, αναλωσίμων και πρώτων υλών (πχ. λιπαντικών) ενώ τα ασφάλιστρα υπολογίζονται σε 0,65% επί του κόστους του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και σε 0,35% επί της αξίας των κτιριακών (Παπαντώνης, 2008).

Στις μεταβλητές δαπάνες περιλαμβάνονται κυρίως τα έξοδα αποκατάστασης ζημιών, η προμήθεια ανταλλακτικών, η ρύθμιση απόδοσης της μονάδας καθώς και οι έκτακτες μεταβάσεις και επιστροφές εξειδικευμένου προσωπικού. Δεδομένου ότι σε αυτές τις δαπάνες σημαντικό ποσοστό κατέχουν οι αποκαταστάσεις ζημιών και η προμήθεια ανταλλακτικών και εξαρτώνται βασικά από τον τύπο των μονάδων και την επιλογή του προμηθευτή, γίνεται εκτίμηση των δαπανών αυτών με βάση ενδεικτικά στοιχεία των κατασκευαστών του μηχανολογικού και ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.

Έτσι, οι δαπάνες αυτές εκτιμώνται σε 3,35 € ανά παραγόμενη MWh που μπορεί να θεωρηθεί από την διεθνή πρακτική αλλά και την ελληνική εμπειρία σε αντίστοιχα έργα ότι ανταποκρίνεται στα πραγματικά μεγέθη. Επίσης, έχουν συνυπολογιστεί διάφορα απρόβλεπτα κόστη που ανέρχονται σε 5% επί των σταθερών και μεταβλητών εξόδων. Η παραγόμενη ενέργεια πρόκειται να πωληθεί στη ΔΕΗ προς 5,68 λεπτά ανά KWh σύμφωνα με όσα προβλέπονται στους Νόμους 2244/1997 και 2773/1999 σχετικά με την τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία παράγεται από ανανεώσιμες μορφές ενέργειας. Η τιμή αυτή θεωρείται ότι παραμένει σταθερή κατά τα πρώτα δέκα,



τουλάχιστον, χρόνια λειτουργίας της μονάδας σε πλήρη δυναμικότητα (Γεωργακέλλος, 2002).

Στον πίνακα 4.7 παρουσιάζεται το ενδεικτικό λειτουργικό κόστος ενός ΜΥΗΣ.

Πίνακας 4.7: Ετήσιο λειτουργικό κόστος ΜΥΗΣ

ΕΙΔΟΣ	Ετήσια Δαπάνη
Κόστος Εργασίας	15.000
Ανταλλακτικά/Επισκευές	4.500
Ασφάλιστρα	800
Κόστος διοίκησης	2.000
Λοιπά έξοδα	2.000
Σύνολο Εξόδων	24.300

Πηγή: Σπανός κ.α., 2007, Γεωργακέλλος, 2002, Ιδία επεξεργασία

Τα μικρά υδροηλεκτρικά μπορούν να παρουσιάσουν πολύ μικρά κόστη ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας (KWh) σε σύγκριση με άλλες διαθέσιμες επιλογές. Με σωστές τεχνολογίες, εφαρμογές και διαχείριση, το κόστος μιας KWh που παράγεται από μικρο-υδροηλεκτρικά μπορεί να είναι τόσο χαμηλό όσο περίπου το μισό των τοπικά κατασκευασμένων αιολικών συστημάτων, το ένα δέκατο του αντίστοιχου κόστους ανά μονάδα ενέργειας των τοπικών ηλιακών συστημάτων (για αποκεντρωμένη αγροτική εφαρμογή) και, τελικά, το μισό με ένα τέταρτο του κόστους της ενέργειας που παράγεται από συστήματα ντιζελογενητριών (Καραγιώργα, 2008).

Η τιμή των εσόδων από την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό είναι συνάρτηση της ηλεκτρικής ισχύος και της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Προσδιορίζεται με βάση τα τιμολόγια καταναλωτών της επιχείρησης ηλεκτρισμού (ΔΕΗ). Τα προβλεπόμενα μέσα ετήσια έσοδα υπολογίζονται από το άθροισμα της πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας και της ισχύς. Ο υπολογισμός της αξίας της ισχύς και της παραγόμενης ενέργειας σε € προκύπτει από το γινόμενο της τιμής πώλησης σε €/ KW επί της μέσης ετήσιας παραγωγής σε KW και της τιμής πώλησης σε €/ KWh επί της μέσης ετήσιας παραγωγής σε KWh αντίστοιχα.

#### 4.7. ΟΦΕΛΗ

Τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα παρουσιάζουν σημαντικά συγκριτικά πλεονεκτήματα έναντι των υπολοίπων πηγών ενέργειας, όπως δυνατότητα άμεσης σύνδεσης - απόζευξης στο δίκτυο ή αυτόνομη λειτουργία, παραγωγή ενέργειας άριστης ποιότητας χωρίς διακυμάνσεις, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής, φιλικότητα προς το



περιβάλλον αφού δεν υπάρχουν κατάλοιπα, ταυτόχρονη ικανοποίηση και άλλων αναγκών χρήσης νερού (ύδρευση, άρδευση κ.λπ.), δυνατότητα παρεμβολής τους σε υπάρχουσες υδραυλικές εγκαταστάσεις. Ειδικότερα, σε σχέση με τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα, τα αντίστοιχα μικρά παρουσιάζουν το επιπλέον πλεονέκτημα ότι έχουν λιγότερες επιπτώσεις από αυτά, τόσο περιβαλλοντικές όσο και κοινωνικές. Αυτό συμβαίνει διότι τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα, τις περισσότερες φορές, απαιτούν μικρά ή και καθόλου φράγματα, καθώς λειτουργούν μόνο με τη φυσική ροή του νερού. Επίσης, οι απαιτούμενες εκτάσεις γης ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας είναι πολλαπλώς λιγότερες στα μικρά σε σχέση με τα μεγάλα έργα αυτού του είδους, συνήθως κάτω από το ένα δέκατο των μεγάλων. Βέβαια, λόγω της έλλειψης μεγάλων φραγμάτων, γεγονός το οποίο δεν επιτρέπει την αποταμίευση αξιόλογων ποσοτήτων νερού, οι ΜΥΗΣ δεν έχουν τη δυνατότητα να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διάρκεια των ξηρών θερινών μηνών και γενικότερα των περιόδων αυξημένης ξηρασίας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι σταθμοί αυτοί να έχουν χαμηλό συντελεστή απόδοσης (ο συντελεστής αυτός ορίζεται ως το πηλίκο των πραγματικά παραγομένων KWh ανά έτος προς το γινόμενο των KW της εγκατεστημένης ισχύος επί 8.760 ώρες ανά έτος) και άρα χαμηλή απόδοση επενδυμένων κεφαλαίων. Ενδιαφέρον για την διαμόρφωση ανάντη ταμιευτήρα σε μικρό ΥΗΕ μπορεί να υπάρξει στην περίπτωση κατά την οποία ισχύει διαφορετικό τιμολόγιο πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας, υψηλό για τις ώρες αιχμής και χαμηλό για τις ώρες χαμηλής κατανάλωσης. Με ταμιευτήρα χωρητικότητας που αντιστοιχεί στην ποσότητα του νερού της φυσικής απορροής μερικών ωρών, θα παράγεται περισσότερη ενέργεια υψηλής τιμής πώλησης με αποτέλεσμα την αύξηση εσόδων, χωρίς όμως να επιτυγχάνεται, παρά οριακά, καλύτερη εκμετάλλευση της φυσικής εισροής. Σημειώνεται όμως στην Ελλάδα ότι η τιμολόγηση είναι ενιαία για ολόκληρο το 24ωρο και όλες τις μέρες του χρόνου (Παπαντώνης, 2008).

Γενικά, η οικονομική αποδοτικότητα και συνεπώς η βιωσιμότητα των μικρών υδροηλεκτρικών έργων, αποτελούν, χωρίς αμφιβολία, κρίσιμους παράγοντες που επηρεάζουν την περαιτέρω ανάπτυξη και αξιοποίηση τους. Έτσι, χρησιμοποιώντας διάφορους δείκτες για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας αυτής (π.χ. την περίοδο αποπληρωμής κεφαλαίου, το κόστος της εξοικονομούμενης ενέργειας, τον εσωτερικό συντελεστή απόδοσης ή το κόστος κύκλου ζωής της επένδυσης κ.λπ.) διαπιστώνεται ότι



οι περισσότεροι από τους σύγχρονους ΜΥΗΣ φαίνεται να παράγουν ακριβή ενέργεια, καθώς το αρχικό κεφάλαιο συνήθως αποσβένεται πρακτικά σε 10 έως 20 χρόνια ή μπορεί και περισσότερο. Μετά την περίοδο αυτή όμως, η ενέργεια που παράγεται γίνεται φθηνή καθώς επιβαρύνεται μόνο από το κόστος συντήρησης και αντικατάστασης, τα διοικητικά έξοδα κ.λπ. Για παράδειγμα, το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ένα τυπικό ΜΥΗΣ στη Βρετανία είναι 75 € ανά MWh περίπου κατά τα δέκα πρώτα χρόνια, όταν δηλαδή το αρχικό κεφάλαιο ακόμα αποπληρώνεται, ποσό το οποίο στη συνέχεια πέφτει στο ένα δέκατο, δηλαδή γίνεται 7,5 € ανά MWh περίπου μετά την αποπληρωμή του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης (Γεωργακέλλος, 2002).

Διαπιστώνεται, δηλαδή, ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από έναν ΜΥΗΣ ενδέχεται κατά τα πρώτα χρόνια λειτουργίας της μονάδας να είναι ακριβότερη από την ενέργεια που παρέχεται από το δίκτυο, αλλά στη συνέχεια γίνεται εξαιρετικά ελκυστική. Ωστόσο, το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αποθαρρύνονται ορισμένοι υποψήφιοι επενδυτές οι οποίοι επιζητούν ταχύτερη απόδοση των κεφαλαίων τους (Γεωργακέλλος, 2002).

Τα έσοδα ενός ΜΥΗΣ υπολογίζονται ως το γινόμενο της καθαρής παραγόμενης ενέργειας με το εκάστοτε ισχύον τιμολόγιο αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας από την ΔΕΗ, όπως αυτό καθορίζεται από Υπουργική Απόφαση. Εκτός από την ενέργεια τιμολογείται και η ισχύς. Σε ορισμένες χώρες το τιμολόγιο αγοράς ενέργειας από την ηλεκτρική εταιρία διακρίνεται σε θερινό και χειμερινό και εξαρτάται από τις ώρες της ημέρας στις οποίες προσφέρεται ενέργεια. Στην περίπτωση αυτή τα έσοδα του ΜΥΗΣ είναι δυνατό να αυξηθούν. Επιπλέον στον υπολογισμό των καθαρών εσόδων θα πρέπει να υπολογιστεί ο φόρος εισοδήματος επί των αποτελεσμάτων χρήσης για την περίπτωση κατά την οποία η επιχείρηση που διαχειρίζεται το έργο είναι ανώνυμη εταιρία. Μια αμιγής κοινοτική επιχείρηση δεν επιβαρύνεται με φόρο εισοδήματος (Παπαντώνης, 2008).

#### 4.7.1. ΝΕΡΟ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ

Το καθαρό όφελος του νερού άρδευσης είναι περίπλοκο να υπολογίσει, αλλά μπορεί να προσεγγιστεί από το εισόδημα των αγροτών, που είναι η διαφορά μεταξύ των καθαρών αποδοχών του αγροτικού πληθυσμού με άρδευση και των καθαρών αποδοχών του αγροτικού πληθυσμού χωρίς άρδευση (Chutubtim, 2001).



#### 4.7.2. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας είναι ατελής. Στο σημείο αυτό πρέπει να προσδιοριστεί το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από το φράγμα συναρτήσει του συνολικού ποσού ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται. Εάν η αναλογία είναι πολύ μεγάλη, μπορεί να αλλάξει τη μελλοντική τιμή αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας (Chutubtim, 2001).

Στα υδροηλεκτρικά συγκροτήματα παραγωγής η ετησίως παραγόμενη ενέργεια διακρίνεται σε πρωτεύουσα και δευτερεύουσα. Ως πρωτεύουσα χαρακτηρίζεται η ενέργεια που παράγεται ετησίως από ένα ΥΗΣ ανεξάρτητα από τις συνθήκες υδραυλικότητας του κάθε υδρολογικού έτους, είναι δηλαδή η ενέργεια την οποία εγγυημένα θα δώσει ο ΥΗΣ στο ηλεκτρικό δίκτυο. Ως δευτερεύουσα χαρακτηρίζεται η ενέργεια που παράγεται ετησίως επιπλέον της πρωτεύουσας και το μέγεθός της εξαρτάται από την μεγαλύτερη ή μικρότερη υδραυλικότητα του κάθε υδραυλικού έτους (Παπαντώνης, 2008).

#### 4.8. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα οικονομικά μεγέθη με τα οποία μπορούμε να υπολογίσουμε την αποδοτικότητα μιας επένδυσης. Ο πιο συνηθισμένος και αξιόπιστος τρόπος όμως είναι ο υπολογισμός της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ).

Η περίοδος απόδοσης κεφαλαίων (payback period) είναι ο χρόνος επιστροφής του κεφαλαίου της αρχικής επένδυσης μέσω των κερδών του προγράμματος. Ως κέρδος ορίζεται το καθαρό κέρδος μετά τους φόρους συν τα έξοδα χρηματοδότησης και την απόσβεση. Στον υπολογισμό των κερδών, ο φορολογικός συντελεστής λαμβάνεται 35% ενώ οι αποσβέσεις προκύπτουν με βάση τη γραμμική μέθοδο σύμφωνα με την οποία η ετήσια επιβάρυνση από αποσβέσεις είναι το πηλίκο του αρχικού κόστους επένδυσης (μειωμένο κατά τις επιδοτήσεις) προς τον αριθμό των ετών χρήσεως που έχουν προβλεφθεί (Γεωργακέλλος, 2002).

Ο απλός συντελεστής απόδοσης κεφαλαίου R είναι η σχέση του κέρδους (συν τους τόκους δανείων) σε κανονικό έτος πλήρους παραγωγής της μονάδας προς την αρχική επένδυση (συνολικό κεφάλαιο επένδυσης) (Γεωργακέλλος, 2002).



Επίσης, θα μπορούσε να υπολογιστεί και ο συντελεστής απόδοσης μετοχικού κεφαλαίου Re ο οποίος ορίζεται ως η σχέση του κέρδους (μετά τις αποσβέσεις, την πληρωμή των φόρων επί των κερδών και των τόκων των δανείων των κεφαλαίων) σε κανονικό έτος πλήρους παραγωγής της μονάδας προς τα ίδια κεφάλαια (Γεωργακέλλος, 2002).

Ο λόγος εσόδων προς έξοδα BCK (Benefit to Cost Ratio) εκφράζει το πηλίκο του άθροισματος των εσόδων καθ' όλη την διαχειριστική περίοδο n ετών (ή εξαμήνων) προς το άθροισμα των εξόδων. Για να είναι η επένδυση οικονομικά βιώσιμη θα πρέπει ο λόγος BCK να είναι μεγαλύτερος της μονάδας (Παπαντώνης, 2008).

Επιτόκιο είναι ο τόκος ανά μονάδα χρόνου και κεφαλαίου. Συνήθως εκφράζεται επί τοις εκατό ανά έτος. Το επιτόκιο δανεισμού, είναι το ποσό που ο δανειζόμενος καταβάλλει για χρήματα που δανείσθηκε και επομένως αποτελεί δαπάνη. Το επιτόκιο δανεισμού υπεισέρχεται στην χρηματοδοτική ανάλυση καθώς εκφράζει την ποσοστιαία προσαύξηση που πρέπει να καταβληθεί στον δανειοδότη (πχ. την τράπεζα) για το ποσό του δανείου με το οποίο καλύπτεται μέρος της συνολικής επένδυσης. Πρόκειται για μακροοικονομικό μέγεθος που εξαρτάται από την οικονομική κατάσταση και οικονομική πολιτική του κράτους (Παπαντώνης, 2008).

Η διάρκεια αποπληρωμής εκφράζει το πλήθος των ετών που απαιτούνται ώστε τα αναμενόμενα καθαρά έσοδα (έσοδα μείον τα λειτουργικά έξοδα) να αποπληρώσουν το ποσό της επένδυσης. Συνήθως υπολογίζεται χωρίς την αναγωγή των διαφόρων ποσών σε παρούσα αξία. Η διάρκεια αποπληρωμής ενός μικρού ΥΗΕ δεν πρέπει να ξεπερνά τα επτά έτη ώστε να μπορεί να κριθεί ως οικονομικά βιώσιμο. Το κριτήριο αυτό δεν επιτρέπει την κατάταξη διαφόρων μικρών ΥΗΕ κατά σειρά οικονομικής απόδοσης καθώς δεν λαμβάνει υπόψη την απόδοση της επένδυσης καθ' όλη την διάρκεια ζωής του (Παπαντώνης, 2008).

Η Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value), εκφράζει όλες τις ροές του επενδυτικού σχεδίου στην παρούσα αξία τους, δηλαδή σε αυτήν που ισχύει τη στιγμή που παίρνουμε την απόφαση για την επένδυση. Η ΚΠΑ προκύπτει αν προεξοφλήσουμε στο παρόν, για κάθε έτος χωριστά, τη διαφορά μεταξύ όλων των μελλοντικών εισροών και εκροών του επενδυτικού σχεδίου, με βάση ένα κατάλληλο συντελεστή προεξόφλησης. ο αναλυτής της επένδυσης πρέπει να χρησιμοποιήσει ως προεξοφλητικό





επιτόκιο αυτό που είναι θεωρείται ευρύτερα αποδεκτό για τη δεδομένη οικονομική κατάσταση και τη συγκεκριμένη κατηγορία επένδυσης. Το επιτόκιο αυτό αποτελεί, υπό αυτήν την έννοια, μια γενική εκτίμηση της κόστους του κεφαλαίου και συχνά αναφέρεται ως ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο απόδοσης (Παπαντώνης, 2008).

Για τον υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας κατασκευάζεται ένας πίνακας όπου καταγράφονται τα αρχικά μεγέθη των εσόδων και εξόδων και υπολογίζεται η καθαρή ροή (δηλαδή η διαφορά μεταξύ εισροών και εκροών). Επιλέγεται επίσης κατάλληλο επιτόκιο προεξόφλησης σύμφωνα με τις τρέχουσες χρηματοοικονομικές συνθήκες (10%) στο οποίο έχει προστεθεί το περιθώριο «ρίσκου» (επιχειρηματικού κινδύνου). Εφόσον η καθαρή παρούσα αξία είναι θετική, η αποδοτικότητα είναι πάνω από το επιτόκιο προεξόφλησης και επομένως η επιχείρηση θεωρείται βιώσιμη (Γεωργακέλλος, 2002).

Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR) είναι το επιτόκιο στο οποίο η παρούσα αξία των ταμειακών εισροών είναι ίση προς την παρούσα αξία των ταμειακών εκροών. Με άλλα λόγια, είναι το επιτόκιο για το οποίο η παρούσα αξία των καθαρών εισπράξεων από το επενδυτικό σχέδιο είναι ίση με την παρούσα αξία της επένδυσης, οπότε η ΚΠΑ είναι μηδέν. Η διαδικασία που χρησιμοποιείται για να υπολογισθεί ο IRR είναι η ίδια με εκείνη που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ΚΠΑ. Χρησιμοποιείται το ίδιο είδος πινάκων, με μόνη διαφορά ότι, αντί των προεξοφλημένων ταμειακών ροών με προκαθορισμένο επιτόκιο, πρέπει να δοκιμάζονται διάφορα επιτόκια προεξόφλησης μέχρι να βρεθεί εκείνο στο οποίο η ΚΠΑ να είναι μηδέν (Γεωργακέλλος, 2002).

Το νεκρό σημείο (break even point) ή BEP μπορεί να οριστεί ως το σημείο όπου τα συνολικά έσοδα από πωλήσεις ισούνται με τα συνολικά έξοδα, μεταβλητά και σταθερά, ή ως το σημείο εκείνο που αντιστοιχεί σε επίπεδο απασχόλησης της παραγωγικής δυναμικότητας τέτοιο, κάτω από το οποίο η επιχείρηση θα παρουσιάσει ζημιές (Γεωργακέλλος, 2002). Εάν ο όγκος της παραγωγής που πραγματοποιείται είναι μεγαλύτερος ή μικρότερος από εκείνον που αντιστοιχεί στο νεκρό σημείο, τότε η επιχείρηση επιτυγχάνει κέρδος ή ζημιές αντίστοιχα (Πολύζος, 2004).

Η αξιολόγηση της επένδυσης θα γίνει με την εκτίμηση των καθαρών ροών σε βάθος χρόνου. Η εκτίμηση αυτή προϋποθέτει μια σειρά υπολογισμών. Αρχικά θα



κατασκευαστεί το διάγραμμα Gantt στο οποίο εμφανίζεται η χρονική περίοδος εκτέλεσης κάθε εργασίας και το κόστος αυτής. Αναλυτικότερα κατασκευάζεται ένας πίνακας, στον οποίο τοποθετούνται στην πρώτη στήλη περιγραφικά οι δραστηριότητες που προβλέπεται ότι απαιτούνται για την εκτέλεση ενός έργου, ενώ στην πρώτη γραμμή αναγράφονται οι χρονικές μονάδες μέτρησης (ημέρες, εβδομάδες, μήνες κλπ.) (Πολύζος, 2004). Συνήθως ως μονάδα χρόνου στο διάγραμμα για ένα ΜΥΗΣ χρησιμοποιείται το εξάμηνο ή το έτος. Σε κάθε γραμμή τοποθετούνται ευθύγραμμα τμήματα με μήκος αντίστοιχο με τη χρονική διάρκεια κάθε δραστηριότητας. Στην τελευταία στήλη μπορούν να τοποθετηθούν το κόστος σε κάθε χρονική μονάδα του έργου, προσθέτοντας το κόστος των δραστηριοτήτων σε κάθε στήλη κατακόρυφα.

Στη συνέχεια θα υπολογιστούν οι απαιτήσεις για τη χρηματοδότηση της επένδυσης και θα γίνει το χρηματοδοτικό πρόγραμμα. Η χρηματοδότηση της επένδυσης γίνεται 20% από ίδια κεφάλαια, 40% από επιδότηση και 40% με λήψη δανείου. Για την αποπληρωμή του δανείου και τον υπολογισμό των δόσεων  $D$  του δανείου που θα καταβληθούν κατασκευάζεται ένας άξονας χρόνου στον οποίο τοποθετούνται το αρχικό ποσό του δανείου και οι δόσεις  $D$  στους χρόνους που αντιστοιχούν.

Τέλος γίνεται υπολογισμός των εσόδων και των εξόδων και μέσω αυτών και των δόσεων του δανείου που έχουν ήδη υπολογιστεί βρίσκονται οι καθαρές ροές. Για τον υπολογισμό των καθαρών ροών αφαιρούμε τις δόσεις του δανείου και τα έξοδα λειτουργίας από τα ίδια κεφάλαια και προσθέτουμε τα έσοδα.

Χρησιμοποιώντας τις καθαρές ροές και με επιδιωκόμενη αποδοτικότητα συνήθως 10% ανά εξάμηνο κατασκευάζεται ο τελικός πίνακας αξιολόγησης στον οποίο υπολογίζεται η συνολική ΚΠΑ των καθαρών χρηματοροών της επένδυσης.

Ο συντελεστής αναγωγής ή συντελεστής παρούσας αξίας υπολογίζεται από τον τύπο:  $\Sigma.A. = 1/(1+r)^n$  όπου  $r$  το προεξοφλητικό επιτόκιο και  $n$  ο χρόνος σε εξάμηνα. Η ΚΠΑ υπολογίζεται από το άθροισμα των καθαρών ροών πολλαπλασιάζοντάς τες με τον συντελεστή αναγωγής, εκφράζεται δηλαδή από την διαφορά της παρούσας αξίας του αθροίσματος των εσόδων μείον την παρούσα αξία του αθροίσματος των εξόδων και δαπανών. Το προεξοφλητικό επιτόκιο λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό της σημερινής αξίας ενός χρηματικού ποσού που θα δαπανηθεί ή θα εισπραχθεί στο μέλλον και χρησιμοποιείται στην ανάλυση της οικονομικής βιωσιμότητας μίας επένδυσης.



Συνήθως λαμβάνεται υψηλότερο από το επιτόκιο δανεισμού έτσι ώστε να ληφθούν υπόψη οι οικονομικές αβεβαιότητες και η αβεβαιότητα της παραγωγής κατά την διάρκεια ζωής και λειτουργίας του έργου. Πρόκειται επίσης για μακροοικονομικό μέγεθος (Παπαντώνης, 2008).

Από τους τελικούς υπολογισμούς αν η συνολική ΚΠΑ είναι μεγαλύτερη του 0, τότε η επένδυση είναι κερδοφόρα και βιώσιμη. Στην περίπτωση όπου η ΚΠΑ είναι μικρότερη του 0, τότε η επένδυση δεν είναι αποδοτική και επομένως πρέπει να γίνει νέο σενάριο στο οποίο είτε η κατασκευή του ΥΗΣ δεν θα πραγματοποιηθεί είτε θα υπάρξουν αλλαγές στη θέση υδροληψίας ή στη θέση του σταθμού παραγωγής, έτσι ώστε να μειωθεί το κόστος κατασκευής και να υπάρξει αύξηση των εσόδων και μείωση των εξόδων. Εάν ο σταθμός έχει ήδη κατασκευαστεί σταδιακά θα υπάρξει παύση της λειτουργίας του. Εάν ΚΠΑ=0, τότε η επένδυση είναι βιώσιμη με μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης ίσο με  $d$  (όπου  $d$  το επιτόκιο αναγωγής) και η αποδοτικότητα της επένδυσης είναι οριακή.

Ο δείκτης αυτός είναι χρήσιμος για την κατάταξη διαφόρων εναλλακτικών λύσεων κατά σειρά οικονομικής βιωσιμότητας: το πλέον αποδοτικό είναι αυτό στο οποίο αντιστοιχεί υψηλότερη τιμή της καθαρής παρούσας αξίας.

#### 4.9. ΘΕΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΥΗΣ

Όπως κάθε τεχνικό έργο, ένα μικρό ΥΗΕ αποτελεί μία παρέμβαση στο περιβάλλον, τόσο το φυσικό όσο και το κοινωνικό και πολιτιστικό. Η παρέμβαση αυτή λαμβάνει χώρα τόσο κατά την φάση της κατασκευής και όσο και της λειτουργίας του. Σε ορισμένες περιπτώσεις η έκταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μπορεί να μετριασθεί και το έργο να γίνει αποδεκτό με επεμβάσεις που επιβαρύνουν τον προϋπολογισμό και ενδεχομένως επηρεάζουν σημαντικά την οικονομική απόδοση του έργου. Για τον λόγο αυτό οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός μικρού ΥΗΕ πρέπει να εξετάζονται ήδη κατά τις αρχικές φάσεις διαμόρφωσης του έργου ώστε να μην κινδυνεύσει στην συνέχεια να ματαιωθεί το έργο είτε λόγω των σοβαρών επιπτώσεων που θα προκαλεί είτε λόγω της σοβαρής επιβάρυνσης του κόστους από τις πρόσθετες επεμβάσεις που θα απαιτηθούν. Κατά γενικό κανόνα, τα ΜΥΗΕ θεωρούνται ως έργα με αντιμετωπίσιμες



περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σύγκριση με άλλα έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Γενικά η συμβατική παραγωγή ενέργειας επηρεάζει το περιβάλλον προκαλώντας επιπτώσεις σε όλες σχεδόν τις παραμέτρους του όπως είναι ο αέρας, η θάλασσα, το τοπίο κ.ά και γενικά συντελεί στην επιδείνωση των κλιματικών αλλαγών του πλανήτη μας.

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται οι συνηθέστερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός ΜΥΗΣ, θετικές ή αρνητικές, χωρίς να γίνεται καμία αναφορά στην βαρύτητα ή τον τρόπο αντιμετώπισης τους.

Πίνακας 4.8: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ΜΥΗΣ

1) Επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον

Υδρολογικές	Στάθμη, ποσότητα και ποιότητα υπέργειων και υπόγειων υδάτων
Εδαφικές	Διακοπή της συνέχειας της παροχής φερτών υλών, μορφολογία του εδάφους
Βιολογικές	Χλωρίδα και πανίδα της περιοχής
Ατμοσφαιρικές	Ποιότητα του αέρα, υγρασία

2) Επιπτώσεις στο πολιτιστικό και κοινωνικό περιβάλλον

Κοινωνικές	Αλλοίωση φυσικού κάλλους, προστατευόμενης περιοχής, ιστορικών και αρχαιολογικών μνημείων, υγεία και ασφάλεια, θόρυβος
Οικονομικές	Απασχόληση κατά την διάρκεια της κατασκευής και λειτουργίας, οικιστικές (κατά την διάρκεια της κατασκευής), οικονομικά οφέλη της τοπικής αρχής (ΟΤΑ)
Αξία και χρήσεις γης	Δασικών εκτάσεων, αγροτεμαχίων, οικιών
Υποδομή	Κατασκευή δρόμων, διάθεση υλικών εκσκαφών
Αναψυχή	Αλιεία, τουρισμός κλπ.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η χρήση ΑΠΕ όπως είναι οι ΜΥΗΣ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, υποκαθιστώντας τη χρήση των συμβατικών μορφών ενέργειας, προσφέρει πολλά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα και κυρίως:

- Δεν εκπέμπονται αέριοι ρύποι (π.χ. CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) που συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, όπως συμβαίνει κατά τη χρήση των συμβατικών καυσίμων.
- Δεν καταναλώνονται φυσικοί πόροι, όπως τα ορυκτά καύσιμα .
- Με προσεκτικές παρεμβάσεις των κατασκευαστών ΜΥΗΣ μπορούν να δημιουργηθούν νέοι τεχνητοί υγροβιότοποι, ιδίως στους μεγάλους ΥΗΣ (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, εστιασμένες σε δώδεκα μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων, που αφορούν κυρίως στην διαχείριση φυσικών πόρων, τις εκπομπές των αέριων ρύπων και διαχείριση των υγρών και στερεών αποβλήτων, από τις συμβατικές



μορφές ενέργειας, είναι πολλές φορές μεγαλύτερες από αυτές των ΑΠΕ και συγκεκριμένα όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή 1 KWh ηλεκτρικής ενέργειας από ένα ΜΥΗΣ ισοδύναμης ισχύος. Αυτές είναι:

- 300 φορές μικρότερες από ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση λιγνίτη.
- 250 φορές μικρότερες από ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση πετρελαίου.
- 125 φορές μικρότερες από ένα πυρηνικό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- 50 φορές μικρότερες από ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση φυσικού αερίου (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

Στα παραπάνω περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των ΜΥΗΣ, έρχονται να προστεθούν και αρκετά τεχνικοοικονομικά και κοινωνικά οφέλη από την χρήση τους όπως :

- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς.
- Πολύ υψηλή απόδοση (>90%).
- Μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Άριστη διαχρονική συμπεριφορά.
- Μικρό κόστος λειτουργίας και συντήρησης.
- Δυνατότητα χρήσης του νερού για άρδευση-ύδρευση και για άλλες χρήσεις όπως αναψυχή εφόσον δεν υπάρχει καμία αλλοίωση του νερού κατά την διέλευσή του από τους υδροστροβίλους.
- Εκμετάλλευση εγχώριων ανανεώσιμων φυσικών πόρων, γεγονός που απαιτείται για την ικανοποίηση της απαίτησης της Πράσινης Βίβλου της ΕΕ (Οδηγία ΕΕ/2001/77), η οποία υποχρεώνει τα κράτη - μέλη να έχουν παραγωγή από ΑΠΕ σε ποσοστό 20,1 % μέχρι το 2010 (από 8,6 % που ήταν το 1997).
- Αποτελούν κομβικό σημείο συνάντησης πολλών επιστημονικών περιοχών όπως η μηχανική, η μετεωρολογία, η γεωλογία, η φυσική, η χημεία, η γεωγραφία, η βιολογία κ.ά.
- Συμβάλλουν σημαντικά στην εκτέλεση περιφερειακών έργων, στη διάνομιση καινούργιων δρόμων, στην ανάπτυξη δικτύων, στην οικιστική, βιομηχανική ανάπτυξη



και εξασφαλίζουν νέες θέσεις εργασίας (Λαμπροπούλου κ.α., 2004). Επιπλέον, αναπτύσσονται οικονομικά και αναβαθμίζονται οι περιοχές, όπου κατασκευάζονται τα έργα, ενισχύονται τα έργα υποδομής της ευρύτερης περιοχής του έργου και δημιουργούνται πρόσθετες αλυσιδωτές αναπτυξιακές επιδράσεις, όπως: αύξηση του κατά κεφαλήν εισοδήματος της περιοχής, ανάπτυξη τουρισμού, εγκατάσταση και άλλων οικονομικών δραστηριοτήτων (Παπαγεωργίου, 2009).

• Επίσης σημαντικά είναι τα έσοδα των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Δήμων) στα όρια των οποίων κατασκευάζεται το έργο και τα οποία μακροπρόθεσμα διοχετεύονται στην βελτίωση της υποδομής και των συνθηκών διαβίωσης των κατοίκων (Παπαντώνης, 2008).

Στον πίνακα 4.9 παρουσιάζονται ορισμένοι δείκτες των ΜΥΗΣ όπου δείχνουν τα πλεονεκτήματα των ΜΥΗΣ .

Πίνακας 4.9: Περιβαλλοντικοί, τεχνικοί, οικονομικοί και κοινωνικοί δείκτες των ΜΥΗΣ

Δείκτης	ΜΥΗΣ
CO <sub>2</sub> μείωση εκπομπών (t/έτος/MW)	3.200
SO <sub>2</sub> μείωση εκπομπών (t/έτος/MW)	20
Υποκατάσταση συμβατικών καυσίμων (t/έτος/MW)	280
Βαθμοί απόδοσης (%)	75-80
Οικονομικός χρόνος ζωής (έτη)	15-20
Χρόνος ζωής σχεδιασμού (έτη)	10-50
Παραγωγή ηλ. ενέργειας (€/kWh)	0,05-0,15
Κόστος επένδυσης (€/kW)	600-2000

Πηγή: Λαμπροπούλου κ.α., 2004, Ιδία επεξεργασία

Η εξοικονόμηση καυσίμων αποτελεί σημαντικό παράγοντα υπέρ των υδροηλεκτρικών συστημάτων, διότι συνεπάγεται εξοικονόμηση πολύτιμου συναλλάγματος και μείωση της εξάρτησης της χώρας από τις πηγές εισαγωγής. Από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των υδροηλεκτρικών συστημάτων είναι και η αυξημένη δυνατότητα ελέγχου της παραγωγής ενέργειας (σημαντικό κυρίως για τη διαχείριση της ζήτησης αιχμής) και η δυνατότητα αξιοποίησης μικρών πηγών για την εξυπηρέτηση αναγκών τοπικού χαρακτήρα (Αργυρίου κ.ά., 2006).



#### 4.10. ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΕΣ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ

#### ΜΥΗΣ

Η παράθεση των προαναφερθέντων πλεονεκτημάτων δεν συνεπάγεται ότι οι ΜΥΗΣ έχουν ασήμαντες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Επιπλέον, ο όρος «μικρό» αναφέρεται στο μέγεθος της παραγόμενης ενέργειας και όχι στο μέγεθος των ενδεχόμενων περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων, οι οποίες εξαρτώνται κυρίως από τα ειδικά χαρακτηριστικά του έργου και του χώρου στον οποίο θα κατασκευαστεί.

Ένα υδατόρευμα αποτελεί το φυσικό περιβάλλον το οποίο συντηρεί μεγάλη ποικιλία πανίδας και χλωρίδας ενώ επίσης σε αυτό καταφεύγουν και μεγάλα άγρια ζώα. Από εδαφολογικής πλευράς η κοίτη του ποταμού και τα πρανή της βρίσκονται σε μία δυναμική ισορροπία καθώς οι φερτές ύλες συνεχώς παρασύρονται προς τις χαμηλότερες στάθμες. Η ισορροπία αυτή έχει αποκατασταθεί κατά την διάρκεια της μακρόχρονης ιστορίας του ποταμού. Από υδρολογικής πλευράς η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας του υδατορεύματος αποτελεί την οριακή συνθήκη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα τον οποίο τροφοδοτεί ή τροφοδοτείται από αυτόν. Με την κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού έργου και συγκεκριμένα με την κατασκευή του φράγματος (ή του υπερχειλιστή) διαταράσσεται αυτή η ισορροπία, τόσο στο εδαφολογικό όσο στο υδρολογικό και βιολογικό τομέα (Παπαντώνης, 2008).

Παρακάτω ακολουθεί μια ανάλυση ενδεχόμενων περιβαλλοντικών επιπτώσεων των διαφόρων ΜΥΗΣ ανά παράμετρο του περιβάλλοντος, θεωρώντας τη δυσμενέστερη πάντα περίπτωση.

##### *4.10.1. ΕΔΑΦΟΣ*

Όταν η κατασκευή ΜΥΗΣ συνδυάζεται και με τη κατασκευή υδροταμιευτήρα, ισχύουν τα εξής :

- Το φράγμα αποτελεί μία διακοπή της συνέχειας της παροχής των φερτών υλών οι οποίες εγκλωβίζονται στην λεκάνη ή τον ταμιευτήρα τον οποίο αυτό σχηματίζει. Στην περίπτωση των μικρών ΥΗΕ ο ταμιευτήρας είναι μικρής χωρητικότητας με αποτέλεσμα οι φερτές ύλες που συσσωρεύονται σε αυτόν να αποτελούν πρόβλημα που απαιτεί συνεχή αντιμετώπιση ώστε η λειτουργία του έργου να είναι απρόσκοπτη. Όμως η διακοπή της συνέχειας της ροής των φερτών προκαλεί εδαφολογικά προβλήματα



κατάντη της διατομής απαγωγής, μετά την έξοδο από τους υδροστρόβιλους όπου η παροχή του νερού συναντά εκ νέου την φυσική της κοίτη. Η ροή παρασύρει φερτές ύλες προς τις χαμηλότερες στάθμες οι οποίες όμως δεν αναπληρώνονται από ανάντη. Για τον λόγο αυτό υπάρχει σοβαρός κίνδυνος διαβρώσεως των εδαφών κατάντη του ΥΗΣ. Ο ρυθμός διαβρώσεως εξαρτάται από την σύσταση των εδαφών. Το πρόβλημα αυτό είναι το ίδιο σημαντικό τόσο στα μεγάλα όσο και στα μικρά ΥΗΕ (Παπαντώνης, 2008).

- Με τη δημιουργία του φράγματος και των λοιπών συνοδευτικών έργων κατακλύζονται εκτάσεις γης (συνήθως γεωργικές) και έτσι μεταβάλλονται οι χρήσεις γης της περιοχής.
- Παρατηρείται σημαντική ποιοτική μεταβολή, όπου μια χερσαία έκταση και ένας ποτάμιος υγρότοπος μετατρέπονται σε λιμναίο βιότοπο, ενώ το προηγούμενο φυσικό περιβάλλον μετατρέπεται κατά μεγάλο ποσοστό σε ανθρωπογενές.
- Αναμένεται πιθανή αλλοίωση του εδάφους από τη διάνοιξη δανειοθάλαμου για την απόληψη υλικών.
- Μεταβολή στη μορφολογία του εδάφους από την κατασκευή τόσο του ορύγματος του ταμιευτήρα όσο και του ίδιου του φράγματος καθώς και αλλοίωση του ανάγλυφου από την κατασκευή της λίμνης και των υπόλοιπων οικοδομικών έργων.
- Κατά την πλήρωση του ταμιευτήρα μπορεί να προκληθούν κάποιες σεισμικές δραστηριότητες ή κατολισθήσεις, ενώ από την άνοδο του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα στην περιοχή του ταμιευτήρα μπορούν να προκληθούν στατικά προβλήματα .

Όταν δεν κατασκευάζεται υδροταμιευτήρας, τότε επίσης αναμένεται :

- Αλλοίωση του εδάφους από την κατασκευή πιθανού αποθεσιοθάλαμου για την επακόλουθη απόθεση των υλικών που θα προκύψουν από την κατασκευή του ορύγματος που θα δημιουργηθεί από τον αγωγό μεταφοράς και πτώσης του νερού καθώς και από όλα τα υπόλοιπα βοηθητικά κατασκευαστικά έργα.
- Μεταβολή της μορφολογίας του εδάφους από τις προαναφερθείσες κατασκευές (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

#### 4.10.2. ΝΕΡΟ

Η λειτουργία των ΜΥΕ επηρεάζει σημαντικά τα επιφανειακά ύδατα της περιοχής και συγκεκριμένα, από το σημείο του φράγματος/υδροληψίας μέχρι την έξοδο των υδάτων στην κοίτη του ποταμού, στο ύψος του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής





ενέργειας. Συνεπώς, υπάρχει κίνδυνος σημαντικής μείωσης της υδατικής διαίτας του ποταμού αλλά και αύξησης των παρασιτικών ασθενειών που οφείλονται στο ακίνητο νερό. Βέβαια, με κατάλληλη διαστασιολόγηση του έργου, μπορούν να μειωθούν τέτοιου είδους κίνδυνοι (Αργυρίου κ.ά., 2006).

#### I. Ποσότητα

Όταν η κατασκευή ΜΥΗΣ συνδυάζεται και με τη κατασκευή υδροταμιευτήρα, ισχύουν τα εξής :

- Μεταβολή της ποσότητας του νερού στα κατάντη του φράγματος με εναλλαγές περιόδων ξηρασίας και πλημμυρών.
- Επιβράδυνση της ροής του ποταμού στο φράγμα και επιτάχυνση της ροής του κατάντη του φράγματος.
- Έντονες αυξομειώσεις της στάθμης του ταμιευτήρα, διαφορετικές από αυτές που σημειώνονται σε μια φυσική λίμνη.
- Μεταβολές στον υδροφόρο ορίζοντα της περιοχής .

Οι δύο πρώτες επιπτώσεις ισχύουν με κάποιες μικρές τροποποιήσεις και στην περίπτωση που δεν κατασκευάζεται υδροταμιευτήρας συνοδευτικά με την κατασκευή του ΜΥΗΣ.

#### II. Ποιότητα

- Το νερό που υπερχειλίζει από το φράγμα είναι «φτωχό» σε φερτές ύλες λόγω της κατακράτησης των υλών αυτών στο φράγμα, με αποτέλεσμα τη διάβρωση της παλιάς κοίτης του ποταμού.
- Στην περίπτωση μη αποψίλωσης της βλάστησης μέσα από το χώρο που κατακλύζεται, παρατηρείται μείωση του οξυγόνου στο νερό λόγω βιοαποδόμησης των οργανικών και έκλυση μεθανίου εξαιτίας της συνεπακόλουθης δημιουργίας αναερόβιων συνθηκών στον πυθμένα.
- Τα αναπτυσσόμενα αναερόβια βακτήρια μπορούν να μετατρέψουν τον αβλαβή ανόργανο υδράργυρο, που προϋπάρχει στο έδαφος, σε μεθυλδράργυρο που είναι τοξικός και βιοσυσσωρεύσιμος καθώς μέσω της τροφικής αλυσίδας μπορεί να μεταβιβαστεί τελικά και στους ανώτερους οργανισμούς.
- Επίσης, μπορεί να παρατηρηθεί μείωση του διαλυμένου οξυγόνου και αλλαγή στη θερμοκρασία του νερού , όπου το νερό της λίμνης στα ανώτερα στρώματα είναι πιο



ζεστό λόγω της στασιμότητας, ενώ το πιο κρύο νερό βυθίζεται και είναι φτωχότερο σε οξυγόνο. Αυτό έχει ως συνέπεια το νερό που απελευθερώνεται στην κοίτη του ποταμού, είτε άμεσα είτε μετά το σταθμό παραγωγής, να είναι πιο κρύο και πιο ανοξικό από το φυσικό, αν προέρχεται από το κάτω στόμιο του φράγματος, και να προκαλέσει προβλήματα διαβίωσης ή ακόμα και θανάτωση της ιχθυοπανίδας, που είναι συνηθισμένη να ζει σε θερμότερο και πιο οξυγονωμένο νερό. Το πρόβλημα είναι σαφώς τοπικό και επικεντρώνεται στην περιοχή αμέσως κατάντη του φράγματος ή του σταθμού παραγωγής. Αν πάλι το νερό προέρχεται από το πάνω στόμιο του φράγματος, τότε θα είναι πιο θερμό από το κανονικό οπότε και πάλι θα δημιουργηθεί τοπικό πρόβλημα.

- Τέλος, μπορεί να υπάρξει μείωση του pH από την αποσύνθεση της βιομάζας που υπάρχει στον ταμιευτήρα, θολότητα και αιωρούμενα στερεά από την διάβρωση του πυθμένα, καθώς και πιθανή αλάτωση του νερού.

Η πρώτη επίπτωση ισχύει και στην περίπτωση που δεν κατασκευάζεται υδροταμιευτήρας συνοδευτικά με την κατασκευή του ΜΥΗΣ.

Με την κατασκευή του φράγματος ανυψώνεται η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας του νερού η οποία φθάνει την στάθμη της υπερχειλίσης. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανύψωση της στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα ανάντη της λεκάνης υδροληψίας. Η ανύψωση της στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα προκαλεί άνοση στα παρακείμενα κτίρια με αποτέλεσμα να τίθεται σε αμφιβολία η στατικότητα τους. Το πρόβλημα αυτό είναι έντονο στα ΥΗΕ ροής τα οποία κατά κανόνα διαμορφώνονται σε επίπεδες περιοχές (μικρής κλίσης) οπότε η ανύψωση της στάθμης γίνεται αισθητή σε μεγάλη έκταση. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με την κατασκευή παράπλευρης συλλέκτηριας διώρυγας, παράλληλης προς το υδατόρευμα (Παπαντώνης, 2008).

Οι ταμιευτήρες νερού επιφέρουν φυσικές, χημικές και βιολογικές αλλαγές στο αποθηκευμένο νερό και στα υποκείμενα εδάφη και πετρώματα, τα οποία επηρεάζουν την ποιότητα νερού. Η χημική σύσταση του νερού μέσα σε ένα ταμιευτήρα μπορεί να είναι σημαντικά διαφορετική από αυτήν των εισρεόμενων ποσοτήτων νερού. Σημαντικές βιολογικά-οδηγούμενες αλλαγές εμφανίζονται μέσα στους θερμικά στρωματοποιημένους ταμιευτήρες νερού. Στο επιφανειακό στρώμα το φυτοπλαγκτόν πολλαπλασιάζεται και απελευθερώνει οξυγόνο, διατηρώντας με αυτό τον τρόπο τις συγκεντρώσεις σε κοντινά



επίπεδα κορεσμού για τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους. Αντίθετα η έλλειψη μίξης φυτοπλαγκτόν και ηλιακής ακτινοβολίας για εν θερμώ σύνθεση με συνένωση με το οξυγόνο που χρησιμοποιείται στην αποσύνθεση της υποβρύχιας βιομάζας, μπορούν να οδηγήσουν σε συνθήκες μη οξυγόνωσης ιστών, στο κατώτατο υδατικό στρώμα. Οι θρεπτικές ουσίες (δηλαδή φώσφορος και το άζωτο), απελευθερώνονται βιολογικά και εκπλύνονται από την πλημμυρισμένη βλάστηση και το έδαφος. Μερικοί ταμειυτήρες απαιτούν μια περίοδο περισσοτέρων από είκοσι έτη για να αναπτύξουν σταθερά σε ποιότητα υδατικά καθεστάτα. Κυριότεροι αποδέκτες της ρύπανσης με νιτρικά είναι συνήθως τα αγροτικής χρήσης εδάφη και οι υδατικοί πόροι που επηρεάζονται από αυτά (Φιλίντας κ.α, 2008).

Ειδικότερα, όσον αφορά τα νιτρικά, υπάρχουν δύο κύριες ανησυχίες που προκύπτουν από την παρουσία νιτρικών αλάτων στο νερό:

- Τα υψηλά επίπεδα νιτρικών αλάτων στους ποταμούς και τις λίμνες μπορούν να αυξήσουν την ανάπτυξη φυκών- αλγών, υποβαθμίζοντας τον υδατικό βίοτοπο των ψαριών και των λοιπών υδρόβιων οργανισμών καθώς και της άγριας πανίδας.
- Τα υψηλά επίπεδα νιτρικών αλάτων στο πόσιμα νερό μπορεί να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις για την ανθρώπινη υγεία (Φιλίντας κ.α, 2008).

#### 4.10.3. ΠΑΝΙΔΑ

Κατάντη του φράγματος η παροχή στην φυσική κοίτη του ποταμού μπορεί ακόμη και να μηδενισθεί σε μεγάλα χρονικά διαστήματα, ιδιαίτερα εάν η λεκάνη υδροληψίας είναι μεγάλης χωρητικότητας. Το γεγονός αυτό θα είχε καταστρεπτικές συνέπειες στην επιβίωση της χλωρίδας και της πανίδας, τουλάχιστον στην ζώνη μεταξύ υδροληψίας και ΥΗΣ. Για τον λόγο αυτόν απαιτείται η διατήρηση μιας ελάχιστης παροχής καθ' όλη την διάρκεια του έτους η οποία να διαρρέει την φυσική κοίτη, η παροχή συντήρησης (οικολογική παροχή). Υψηλή τιμή της παροχής συντήρησης αντιστοιχεί σε μείωση της διαθέσιμης παροχής για παραγωγή ενέργειας και μειωμένα έσοδα του έργου. Εάν δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις σε μία συγκεκριμένη περίπτωση, η παροχή συντήρησης πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση προς την ελάχιστη φυσική παροχή του υδατορεύματος ή προς το 30% της μέσης παροχής των θερινών μηνών (Παπαντώνης, 2008).



### 1. Ιχθυοπανίδα

- Ευνοούνται νέα είδη ιχθυοπανίδας κυρίως λιμναίας, ενώ ταυτόχρονα δημιουργείται αναταραχή με μείωση έως και εξαφάνιση της πρότερης ποτάμιας ιχθυοπανίδας. Οι λόγοι αφορούν στις αλλαγές της θερμοκρασίας του νερού και στη συγκέντρωση των διαλυμένων αερίων κατάντη, στη μεταβολή της ποσότητας και της ποιότητας του νερού καθώς στις έντονες διακυμάνσεις της στάθμης του νερού .
- Εξαφανίζονται ή μειώνονται αισθητά τα ψάρια κατάντη του φράγματος εξαιτίας της εκεί μικρής παροχής του νερού.
- Μεγάλο πρόβλημα δημιουργείται σε όλα τα είδη των μεταναστευτικών ψαριών, τα ανάδρομα (π.χ. σολομός), τα κατάδρομα (π.χ. χέλι), τα αμφίδρομα (π.χ. κάποια είδη κεφάλων) και τα ποταμοδρομικά. Τα μεταναστευτικά ψάρια απαιτούν διαφορετικό περιβάλλον στις βασικές φάσεις της ζωής (Λαμπροπούλου κ.α., 2004). Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να προβλέπεται ειδική τεχνική μελέτη (ιχθυόδρομος) ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).

Ο κύκλος ζωής τους πραγματοποιείται εν μέρει στο γλυκό νερό και εν μέρει στο αλμυρό νερό της θάλασσας. Το φράγμα και η δεξαμενή αποτελούν εμπόδιο για τη μετανάστευση των ψαριών είτε στα ανάντη είτε στα κατάντη. Το εμπόδιο, που συναντούν τα ψάρια κατά το ταξίδι της μετανάστευσης τους, είναι πιθανό: α) να τα οδηγήσει στους στροβίλους του σταθμού παραγωγής με αποτέλεσμα τη διαταραχή τους, τον τραυματισμό τους ή και τη θανάτωσή τους, μιας και οι μηχανισμοί τραυματισμού των ψαριών μέσα σε μια τουρμπίνα, μπορεί να είναι: οι αλλαγές πιέσεων, ο στροβιλισμός, το χτύπημά τους στα μηχανικά μέρη της τουρμπίνας και ο τεμαχισμός τους ανάμεσα στα κενά και τα κινητά μέρη της τουρμπίνας, ή β) να τα καθυστερήσει, με αποτέλεσμα να συσσωρευτούν πίσω από το φράγμα, να παραμείνουν σε ακατάλληλες θερμικές ζώνες στο βαθύτερο στρώμα του νερού και να πέσουν εύκολο θύμα παράνομης αλιείας ή θύματα άλλων ειδών ιχθυοπανίδας ή αρπακτικών ζώων (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

### 2. Λοιπή πανίδα

- Ευνοούνται από την ύπαρξη του ταμιευτήρα κάποια είδη ορνιθοπανίδας, ερπετών και θηλαστικών κυρίως αρπακτικών (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).



- Από το ίδιο το φράγμα ή και τον ταμιευτήρα αποκόπτονται κάποια είδη ζώων κυρίως θηλαστικών και δυσκολεύουν οι μετακινήσεις και οι μεταναστεύσεις τους (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).
- Η θερμοκρασία του νερού, η περιεκτικότητά του σε αλάτι και οξυγόνο, μπορεί να μεταβληθούν συνέπεια του σχηματισμού του ταμιευτήρα, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει μεταβολές στην πανίδα της περιοχής (Φιλίντας κ.α, 2008).
- Η εκφόρτιση τοξικών ουσιών (π.χ. φυτοφάρμακα) στο ποτάμιο οικοσύστημα και η συμπύκνωσή τους στην τροφική αλυσίδα μπορεί να έχει άμεσες επιπτώσεις σε ευαίσθητα ζώα (Φιλίντας κ.α, 2008).

Λόγω της αύξησης της υγρασίας και του ηπιότερου περιβάλλοντος ευνοούνται κάποια είδη εντόμων (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

#### 4.10.4. ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΧΛΩΡΙΔΑ-ΒΛΑΣΤΗΣΗ

- Με την κατασκευή του φράγματος και την κατάκλιση του ταμιευτήρα χάνεται όλο το χερσαίο οικοσύστημα. Αλλοιώνεται έτσι το ποτάμιο και παραποτάμιο οικοσύστημα, ανάντη και κατάντη του φράγματος, ενώ ταυτόχρονα αντικαθίσταται με μια ομοιόμορφη δεξαμενή, με έντονες και αφύσικες διακυμάνσεις της στάθμης με πιθανό αποτέλεσμα την απώλεια ενός μέρους της φυσικής παρόχθιας βλάστησης και πανίδας. Είναι δυνατόν, επίσης, να επέλθουν ολέθριες υποβιβάσεις ακτών, με προβλήματα τόσο στην αλιεία, όσο και στα υδρόβια πουλιά.
- Με την κατασκευή του φράγματος συγκρατείται πίσω του όλο το φορτίο των φερτών ιζημάτων που μετέφερε το νερό του ποταμού με αποτέλεσμα να μην μεταφέρεται το φορτίο αυτό στα κατάντη και να αλλοιώνεται έτσι το εκεί περιβάλλον, κυρίως στο στόμιο της εκβολής (δέλτα) του ποταμού ή ακόμα και αρκετά μέτρα πιο μακριά στις γειτονικές ακτές.
- Η εναλλαγή περιόδων ξηρασίας ή πλημμυρών μπορεί να επιφέρει τη διάβρωση του εδάφους και την εξαφάνιση της βλάστησης, παρόχθιας ή μη (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).
- Παράλληλα, κατά τη φάση των κατασκευών, εμφανής είναι η απειλή της αποψίλωσης της βλάστησης, η οποία είναι ανάγκη να περιορίζεται στην απολύτως αναγκαία έκταση για τη δημιουργία των έργων. Σε περιπτώσεις δημιουργίας ταμιευτήρα, μεταβάλλεται μόνιμα η χλωρίδα στη λεκάνη κατάκλισης, καθώς απαιτείται η εκχέρσωση της



βλάστησης που βρίσκεται στη λεκάνη κατάληψης του δημιουργούμενου ταμιευτήρα ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).

Η προτελευταία επίπτωση ισχύει και στην περίπτωση που δεν κατασκευάζεται υδροταμιευτήρας συνοδευτικά με την κατασκευή του ΜΥΗΣ (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

#### 4.10.5. ΤΟΠΙΟ

Τα ΥΗΕ κατασκευάζονται κατά κανόνα σε ορεινές περιοχές φυσικού κάλλους. Η κύρια οπτική ενόχληση προκαλείται από το φράγμα και το έργο υδροληψίας, την διώρυγα προσαγωγής, τις οδούς προσπέλασης, τον αγωγό προσαγωγής, το κτίριο του ΥΗΣ και τις γραμμές μεταφοράς.

- Από τα προηγούμενα το περισσότερο ενοχλητικό είναι ο αγωγός προσαγωγής, λόγω του μήκους του, και το έργο υδροληψίας το οποίο όμως έχει συνήθως μικρή έκταση. Η εγκατάσταση ολόκληρου του αγωγού προσαγωγής αυξάνει το κόστος σημαντικά ενώ δεν είναι πάντοτε εφικτή. Τα πρανή που διαμορφώνονται κατά μήκος της διώρυγας προσαγωγής προκαλούν οπτική υποβάθμιση κατά την φάση της κατασκευής, όμως καλύπτονται από αυτοφυή βλάστηση μετά από σύντομο χρονικό διάστημα (Παπαντώνης, 2008).
- Παρατηρείται σημαντική σημειακή αλλαγή και τομή του τοπίου, όπου από φυσικό τοπίο μετατρέπεται σε κάποια σημεία του σε ανθρωπογενές. Το διάμηκες, δαιδαλώδες και άγριο ποτάμιο τοπίο, μετατρέπεται σε λιμναίο, συνήθως ήπιο και ομαλό. Τα δάση και η όποια βλάστηση προϋπάρχει, δίνουν τη θέση τους στη λίμνη, σε διώρυγες, κανάλια και στο σταθμό παραγωγής, σε νέους δρόμους πρόσβασης καθώς και σε νέα δίκτυα κοινής ωφέλειας (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).
- Προσοχή πρέπει να δοθεί στην οπτική όχληση που προκαλείται κυρίως από τα έργα οδοποιίας (συνοδό έργο του ΜΥΗΕ), τα οποία εάν δεν σχεδιαστούν και εκτελεστούν προσεκτικά, μπορεί να δημιουργήσουν μεγάλα πρανή, που ακολούθως έχουν έντονη επίπτωση στην αισθητική του τοπίου. Επιπλέον, υπάρχει ο κίνδυνος πρόκλησης κατολισθήσεων σε ασταθή εδάφη ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).
- Κατά την φάση της κατασκευής του ΥΗΕ η οπτική ενόχληση στην περιοχή μπορεί να είναι σημαντική και προέρχεται από την εγκατάσταση του εργοταξίου, την απόθεση της



περίσσειας των εκσκαφών, την ενδεχόμενη δημιουργία δανειοθαλάμων από υλικά χρήσιμα για την κατασκευή του έργου κλπ. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει στις προδιαγραφές κατασκευής του έργου να προβλέπεται σαφώς η πλήρης αποκατάσταση των χώρων μετά την ολοκλήρωση των εργασιών. Το κόστος αποκατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος είναι της τάξεως του 1-2% του συνολικού κόστους του έργου (Παπαντώνης, 2008).

- Η διέλευση των καλωδίων μέσης τάσης προκαλεί μία οπτική υποβάθμιση της περιοχής ενώ παράλληλα μπορεί να είναι εστία κινδύνου πυρκαγιάς από βραχυκύκλωμα ή αστοχία στο δίκτυο μεταφοράς (Παπαντώνης, 2008).
- Με τη μειωμένη ροή του νερού στα κατάντη του φράγματος και με την πολλές φορές διαβρωμένη κοίτη του ποταμού αλλοιώνεται σημαντικά το τοπίο μέχρι και το σημείο της εκβολής του. Η επίπτωση αυτή ισχύει και στην περίπτωση που δεν κατασκευάζεται υδροταμιευτήρας συνοδευτικά με την κατασκευή του ΜΥΗΣ (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

#### 4.10.6. ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ

- Οι επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα από ένα ΥΗΕ προκαλούνται από την επιφάνεια την οποία καταλαμβάνει η λεκάνη υδροληψίας (ανάντη δεξαμενή). Στην περίπτωση μεγάλου ταμιευτήρα αυξάνεται η ατμοσφαιρική υγρασία λόγω της εξάτμισης που λαμβάνει χώρα και μεταβάλλεται το μικροκλίμα της περιοχής. Στα μικρά ΥΗΕ λόγω της πολύ μικρής έκτασης της λεκάνης υδροληψίας οι επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα είναι αμελητέες (Παπαντώνης, 2008).
- Η κατασκευή ταμιευτήρα συνεπάγεται αλλαγή του τοπικού υδρολογικού κύκλου με συνέπεια την αύξηση της υγρασίας. Είναι δε σύνηθες το φαινόμενο της πρωινής ομίχλης στη λίμνη.
- Το κλίμα γίνεται ηπιότερο καθώς παρατηρείται σχετική άνοδος της θερμοκρασίας και αλλαγή στους τοπικούς ανέμους, αφού πλέον δεν συναντούν στο πέρασμά τους έδαφος, βλάστηση, δέντρα αλλά μια επίπεδη υγρή επιφάνεια (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).



#### 4.10.7. ΘΟΡΥΒΟΣ

Η λειτουργία ενός ΥΗΕ συνοδεύεται από εκπομπή θορύβου. Ο θόρυβος προέρχεται από την λειτουργία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του ΥΗΣ, με κυριότερες πηγές θορύβου τους υδροστροβίλους, τις γεννήτριες και το σύστημα εξαερισμού τους και τον μετασχηματιστή. Από αυτούς την σημαντικότερη συμμετοχή στην εκπομπή θορύβου έχει το σύστημα εξαερισμού των γεννητριών. Οι παρακάτω επιπτώσεις ισχύουν και στις δύο περιπτώσεις ΜΥΗΣ με ή χωρίς υδροταμιευτήρα.

- Σύμφωνα με τους περισσότερους κατασκευαστές οι μόνιμοι θόρυβοι των στροβίλων μέσα στο εργοστάσιο είναι συνήθως κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια, οπότε δεν αναμένεται κάποια όχληση στον περιβάλλοντα χώρο εξωτερικά του εργοστασίου.
- Απεναντίας, αναμένεται αύξηση των επιπέδων θορύβου κατά την κατασκευή του ΜΥΗΣ από την κίνηση των μηχανημάτων και των οχημάτων του εργοταξίου (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

#### 4.10.8. ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ

- Έχει παρατηρηθεί ότι στα υδροηλεκτρικά όπου δεν έχει απομακρυνθεί η βλάστηση στη λεκάνη του ταμιευτήρα, αυτή αποσυντίθεται προκαλώντας τη συσσώρευση και την απελευθέρωση μεθανίου, που είναι ανεπιθύμητο αέριο του θερμοκηπίου.
- Κατά την κατασκευή του έργου αναμένονται, επίσης, κάποιες μικρές εκλύσεις αέριων ρύπων και σκόνης από τα μηχανήματα και τα οχήματα του εργοταξίου.

Η τελευταία επίπτωση ισχύει και στην περίπτωση που δεν κατασκευάζεται υδροταμιευτήρας συνοδευτικά με την κατασκευή του ΜΥΗΣ (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

#### 4.10.9. ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Οι παρακάτω επιπτώσεις ισχύουν και στις δύο περιπτώσεις ΜΥΗΣ με ή χωρίς υδροταμιευτήρα.

- Στη φάση της κατασκευής του ΜΥΗΣ δημιουργούνται κάποια απόβλητα, κυρίως από εξαρτήματα, λάδια ή και από τους εργαζομένους, τα οποία όμως είναι μικρής κλίμακας όγκου.





- Από τη λειτουργία ενός ΥΗΣ δεν δημιουργούνται ιδιαίτερης επικινδυνότητας απόβλητα. Συνήθως αυτά είναι οικιακής μορφής και διατίθενται εύκολα.
- Στην περιοχή του ταμιευτήρα προκειμένου να μην μειωθεί το δυναμικό αποθήκευσής του σε νερό, δημιουργούνται κάποια απόβλητα κατά τον τακτικό καθαρισμό του πυθμένα του από τις συσσωρεύσεις φερτών υλικών και βούρκου.
- Για τη λειτουργία του στροβίλου και της γεννήτριας απαιτούνται κάποια λιπαντικά, όπως υδραυλικό έλαιο λειτουργίας, λιπαντικό για τον αξονικό τριβέα της ηλεκτρογεννήτριας και άλλα για τα οποία απαιτείται ιδιαίτερη μέριμνα για τη συλλογή και τη διαχείριση τους σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία περί διάθεσης χρησιμοποιούμενων ορυκτέλαιων (ΥΑ 72751/3054/85 και ΥΑ 98012/2001) (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

#### 4.10.10. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

##### 1. Εργασία

- Οι επιπτώσεις οφείλονται στη μετακίνηση των ανθρώπων και των κατοικιών τους, που βρίσκονται εγκατεστημένοι στις περιοχές, που κατασκευάζεται ο ταμιευτήρας και τα υπόλοιπα οικοδομικά έργα, στην αλλαγή του αντικειμένου εργασίας τους και στην απώλεια των γεωργικών εκτάσεων που εκμεταλλεύονταν οικονομικά και πλέον κατακλύζονται από τα νερά που συγκεντρώνονται στον ταμιευτήρα. Σαφώς αλλάζουν κάποιοι παραγωγικοί τομείς δραστηριότητας των κατοίκων της περιοχής. Κάποιοι από αυτούς επωφελούνται βρίσκοντας εργασία στο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο είτε κατά την κατασκευή είτε κατά τη λειτουργία του, κάποιοι άλλοι όμως χάνουν τις γεωργικές τους εκτάσεις, που απαλλοτριώνονται και αλλάζουν εργασία (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

##### 2. Υγεία

- Οι μεταβολές του κλίματος και κυρίως της υγρασίας μπορούν να επιφέρουν μεταβολές στην υγεία των κατοίκων της τοπικής κοινωνίας.
- Ενδεχόμενοι κίνδυνοι αναμένονται από σεισμικές δονήσεις ή και κατολισθήσεις κατά τη φάση κατασκευής και λειτουργίας του ΜΥΗΣ.
- Ενδεχόμενοι πολύ μικροί κίνδυνοι αναμένονται, επίσης, από επαφή των λιπαντικών του στροβίλου και της γεννήτριας με το νερό ή από διαρροή ελαίων του μετασχηματιστή (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).



- Το υδατικό καθεστώς της περιοχής του φράγματος μπορεί να αλλάξει ως αποτέλεσμα της καταστροφής της φύσης (πλημμύρες) Σε ορισμένες περιπτώσεις αύξηση των ασθενειών που οφείλονται σε στάσιμα νερά (Φιλίντας κ.α, 2008).
- Η λειτουργία του έργου και κυρίως οι γραμμές μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας αντιπροσωπεύουν ένα αυξημένο κίνδυνο πρόκλησης πυρκαγιάς από βραχυκύκλωμα, τουλάχιστον για τα ΥΗΕ που κατασκευάζονται σε ορεινές περιοχές με δασική κάλυψη. Τα εργατικά ατυχήματα τόσο κατά την φάση της κατασκευής όσο και την λειτουργία του έργου είναι συνήθως τυχαία περιστατικά των οποίων η συχνότητα και η κατηγορία στην οποία εντάσσονται (θανατηφόρα, σοβαρά και ελαφρά) εξαρτάται από πολλές παραμέτρους (την φύση του έργου και κυρίως τα μέτρα ασφαλείας). Τις περισσότερες φορές η εκτίμηση του κινδύνου εργατικών ατυχημάτων γίνεται βάσει στατιστικών στοιχείων από ΥΗΕ που έχουν ήδη κατασκευασθεί. Στον πίνακα 4.10 δίνεται η στατιστική κατανομή των εργατικών ατυχημάτων κατά την φάση κατασκευής και λειτουργίας των ΥΗΕ της ΔΕΗ για την περίοδο 1986 έως 1992, ανηγμένη ως προς την ετήσια παραγωγή ενέργειας σε TWh. Σε κάθε περίπτωση τόσο κατά την φάση κατασκευής όσο και κατά την λειτουργία ενός μικρού ΥΗΕ ο κίνδυνος εργατικών ατυχημάτων δεν είναι μεγαλύτερος των άλλων τεχνικών έργων (οδών, γεφυρών κλπ) (Παπαντώνης, 2008).

Πίνακας 4.10: Κατανομή εργατικών ατυχημάτων στα ΥΗΕ της ΔΕΗ

	Θανατηφόρα (συμβάντα/TWh)	Σοβαρά (συμβάντα/TWh)	Ελαφρά (συμβάντα/TWh)
Κατασκευή ΥΗΕ	0,115	1,175	4,593
Λειτουργία ΥΗΕ	0,072	0,182	0,73

Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

### 3. Ανθρωπογενές περιβάλλον

- Καταργείται η ποτάμια ερασιτεχνική αλιεία.
- Η δημιουργία του ταμιευτήρα μπορεί να καλύψει αρχαιολογικούς χώρους και χώρους ιστορικής μνήμης, ενώ μπορεί να καλυφθούν χώροι με τοπογραφική, γεωλογική και αισθητική αξία (Φιλίντας κ.α, 2008).

#### 4.10.11. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Η δυσκολία στην αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων έγκειται στο ότι οι περισσότερες από αυτές δεν είναι δυνατόν να αποδοθούν ποσοτικά αλλά



χαρακτηρίζονται ποιοτικά από μία κλίμακα, όπως: σημαντική, μέτρια ή αμελητέα-μηδενική επίδραση. Επίσης δεν υπάρχει μία γενικά αποδεκτή μέθοδος συνολικής περιβαλλοντικής αξιολόγησης έτσι ώστε όταν η τιμή ενός δείκτη (πχ. ενός δείκτη περιβαλλοντικής επιβάρυνσης) υπερβαίνει μία δεδομένη τιμή να ματαιώνεται η κατασκευή του έργου. Σε ορισμένες περιπτώσεις η επίπτωση στο περιβάλλον μπορεί να είναι τόσο προφανής ώστε να αποτρέπει κάθε δυνατότητα συνέχισης της μελέτης του έργου, όπως για παράδειγμα εάν συντρέχουν λόγοι αλλοίωσης της θέας ιδιαίτερου φυσικού κάλλους (πχ. καταρράκτη) ή καταστροφής αρχαιοτήτων. Για τον λόγο αυτό η κάθε περιβαλλοντική επίπτωση χαρακτηρίζεται ποιοτικά (ως σημαντική, μέτρια ή αμελητέα) ή βαθμολογείται σύμφωνα με μία υποκειμενική κλίμακα με βαθμολογία από -10 (πολύ αρνητική επίπτωση) έως +10 (πολύ θετική επίπτωση). Στην συνέχεια περιγράφονται μέθοδοι αποτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η μόνη γνωστή μέθοδος που βασίζεται στην ποσοτικοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι αυτή του εξωτερικού κόστους, όμως και σε αυτή πολλές συνιστώσες του εξωτερικού κόστους δεν μπορούν να αποτιμηθούν αντικειμενικά (Παπαντώνης, 2008).

α) Μέθοδος μητρώου. Πρόκειται για την απλούστερη μέθοδο καταγραφής των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε μορφή πίνακα. Κάθε μία από τις αυτές σχολιάζεται και χαρακτηρίζεται ποιοτικά (ως σημαντική, μη σημαντική, αμελητέα/ανύπαρκτη ή μικρή, μεσαία, μεγάλη). Η μέθοδος αυτή ακολουθείται κατά την φάση προέγκρισης χωροθέτησης σύμφωνα με την ισχύουσα υπουργική απόφαση.

β) Μέθοδος βαθμολογίας. Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή κάθε περιβαλλοντική επίπτωση βαθμολογείται σύμφωνα με μία υποκειμενική κλίμακα μεταξύ του -10 (πολύ αρνητική επίπτωση) έως +10 (πολύ θετική επίπτωση) συμπληρώνοντας ένα γράφημα. Το βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η γρήγορη οπτική απεικόνιση του συνόλου των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός έργου.

γ) Μέθοδος εξωτερικού κόστους. Η μέθοδος αυτή οδηγεί σε μία ποσοτική αποτίμηση κάθε μίας από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, το άθροισμα των οποίων δίνει την συνολική περιβαλλοντική αποτίμηση του έργου. Όμως η εκτίμηση μερικών συνιστωσών του εξωτερικού κόστους δεν μπορεί να γίνει αντικειμενικά και είναι έντονη η υποκειμενική εκτίμηση του αξιολογητή. Σύμφωνα με την μέθοδο του εξωτερικού κόστους, στο κόστος της παραγόμενης ενέργειας, όπως αυτό υπολογίζεται με καθαρά



οικονομικά και τεχνικά δεδομένα, θα πρέπει να συνυπολογισθεί το κόστος που αντιστοιχεί στην μείωση της κοινωνικής ευημερίας, την υποβάθμιση του περιβάλλοντος κλπ (Παπαντώνης, 2008).

Πίνακας 4.11: Ενδεικτικές τιμές του εξωτερικού κόστους διαφόρων συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Σύστημα παραγωγής ή καύσιμο	Αποτίμηση εξωτερικού κόστους λόγω περιβαλλοντικών επιπτώσεων (σε €/MWh)
Άνθρακας	26,0
Λιγνίτης	25,0
Πετρέλαιο	19,7
Φυσικό αέριο	7,30
ΥΗΕ (μεγάλο ή μικρό)	1,40
Αιολικό πάρκο	2,05

Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

Η ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων που επιχειρείται με την μέθοδο του εξωτερικού κόστους δεν τυγχάνει γενικής αποδοχής καθώς ο υπολογισμός άλλων συνιστωσών του εξωτερικού κόστους (εργατικών ατυχημάτων, οπτικής παρέμβασης κλπ.) έχει πολύ μικρότερη αντικειμενικότητα. Στον πίνακα 4.11 δίνεται ενδεικτική μέση τιμή του συνολικού εξωτερικού κόστους λόγω των περιβαλλοντικών επιπτώσεων διαφόρων συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και από τον οποίο διαπιστώνεται ότι τα ΥΗΕ, μικρά ή μεγάλα, έχουν κατά μέσο όρο πολύ μικρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, συγκρίσιμες με αυτές των αιολικών πάρκων.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την λειτουργία ενός μικρού ΥΗΕ θα μπορούσαν σε πολύ μεγάλο βαθμό να εξαλειφθούν με αντάλλαγμα την σημαντική επιβάρυνση του κόστους (κατασκευή υπόγειου ΥΗΣ, αγωγού προσαγωγής, ηχομόνωση του ΥΗΣ κλπ) (Παπαντώνης, 2008).

Στον πίνακα 4.12 φαίνεται ο βαθμός επίπτωσης κάθε τμήματος ενός ΜΥΗΣ. Παρατηρείται ότι ο ταμιευτήρας και η εκτροπή του ποταμού προκαλούν τις περισσότερες αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενώ το εργοστάσιο και οι αγωγοί διώρυγες έχουν ελάχιστη επιβάρυνση το περιβάλλον. Στον πίνακα 4.13 παρουσιάζεται ο πίνακας αξιολόγησης των ΜΥΗΣ όπως υπάρχει στις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων στην Ελλάδα τόσο στην φάση κατασκευής όσο και στη φάση λειτουργίας.



Πίνακας 4.12: Αξιολόγηση ενδεχόμενων αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από ΜΥΗΣ με τη μέθοδο του μητρώου

Δραστηριότητα	Χαρακτηρισμός επίπτωσης
Κατασκευή του έργου	++
Ταμιευτήρας	+++
Φράγμα	++
Εκτροπή Ποταμού	+++
Εργοστάσιο	+
Αγωγοί - Διώρυγες	+
Λειτουργία έργου	++

(+ μικρή, ++ μέτρια, +++ μεγάλη)

Πηγή: Λαμπροπούλου κ.α., 2004, Ιδία επεξεργασία.

Πίνακας 4.13: Συγκεντρωτικός πίνακας Αξιολόγησης των ΜΠΕ ΜΥΗΣ στην Ελλάδα

Παράμετρος Περιβάλλοντος	Φάση Κατασκευής	Φάση Λειτουργίας
Έδαφος	Αρνητική, μεσαία και αντιστρεπτή	Αρνητική, μεσαία
Νερά	Αρνητική, μικρή και αντιστρεπτή	Αρνητική, μεσαία
Ατμόσφαιρα	Αρνητική, μικρή και αντιστρεπτή	Μικρή
Χλωρίδα-Βλάστηση	Αρνητική, μεσαία και αντιστρεπτή	Αρνητική, μεσαία
Πανίδα	Αρνητική, μεσαία και αντιστρεπτή	Αρνητική, μεσαία
Τοπίο	Αρνητική, μεσαία και αντιστρεπτή	Μικρή
Κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον	Αρνητική, μικρή και αντιστρεπτή	Μικρή
Προστατευόμενες Περιοχές	Αρνητική, μικρή και αντιστρεπτή	Μικρή

Πηγή: Λαμπροπούλου κ.α., 2004, Σπανός κ.α., 2007, Ιδία επεξεργασία.

Στην Ελλάδα εντοπίζονται κάποια προβλήματα όσον αφορά στην περιβαλλοντική θεώρηση των ΜΥΗΣ. Η υπάρχουσα νομοθεσία υποχρεώνει την εφαρμογή ΜΠΕ στους ΜΥΗΣ, όμως ο διαχωρισμός των έργων γίνεται ανάλογα με το μέγεθος του έργου ως προς την παραγόμενη ενέργεια και όχι αναλύοντας το μέγεθος των ενδεχόμενων περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Από την άλλη πλευρά οι περισσότερες ΜΠΕ μέχρι σήμερα ήταν σύντομες και απλές απαντήσεις του σχετικού ερωτηματολογίου χωρίς να ανιχνεύουν σε βάθος τις ιδιαίτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις του εκάστοτε έργου.



Επίσης, όπως προκύπτει από τους πίνακες αξιολόγησης τους, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στις περισσότερες περιπτώσεις κρίνονται ως μικρές ή μέτριες και εύκολα αντιστρέψιμες, χωρίς να έχουν ενσωματωθεί μέσα στα προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης ή μετριασμού νέες τεχνολογίες κυρίως για τη διαχείριση του προβλήματος της θανάτωσης των ψαριών, της διαχείρισης του νερού του ποταμού, της διάβρωσης της κοίτης του, της ιζηματοαπόθεσης στον ταμιευτήρα, της αλλοίωσης του ποτάμιου υδροβιότοπου, του θορύβου στο εργοστάσιο κ.ά. (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

#### 4.11. ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΜΥΗΣ

Η μελέτη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός μικρού ΥΗΕ είναι απαραίτητη κατά την φάση αδειοδότησης του έργου σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και συγκεκριμένα κατά την διαδικασία προέγκρισης χωροθέτησης και έγκρισης περιβαλλοντικών όρων. Εκπονείται από ειδικευμένους επιστήμονες οι οποίοι εκτός από την καταγραφή των επιπτώσεων προτείνουν και μέτρα για τον μετριασμό τους. Τα μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν προκειμένου να μειωθούν ή να αντιμετωπιστούν οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ΜΥΗΣ, διαχωρίζονται σε αυτά που αφορούν στο σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία τους καθώς και στη διαδικασία της οικολογικής τους πιστοποίησης. Τα ενδεχόμενα μέτρα για την αντιμετώπιση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ΜΥΗΣ παρουσιάζονται παρακάτω.

##### *4.11.1. ΕΔΑΦΟΣ*

- Μείωση των κατακλυζόμενων εκτάσεων.
- Διάνοιξη δανειοθάλαμου μέσα στη λεκάνη.
- Χρήση πιθανώς υπάρχοντος λατομείου.
- Γεωτεχνικές μελέτες κατά τη φάση του σχεδιασμού για αποφυγή σεισμικών δονήσεων και κατολισθήσεων με συνοδευτικά έργα ενίσχυσής του.
- Αποφυγή διατήρησης σε υψηλή στάθμη του νερού του ταμιευτήρα και μικρότερη διακύμανση των μεταβολών της.



- Διάθεση των αποβλήτων των φερτών υλών που κατακρατεί το φράγμα στις κατάντη καλλιέργειες ως εδαφοβελτιωτικό.
- Δενδροφυτεύσεις και τεχνητή φυτοκάλυψη (Λαμπροπούλου κ.α., 2004, Σπανός κ.α., 2007)

#### 4.11.2. ΝΕΡΟ

- Εξασφάλιση ελάχιστης μόνιμης ροής και στα κατάντη του φράγματος (Ν. 2773/99). Ιεράρχηση χρήσεων νερού του ταμιευτήρα. Μείωση του χρόνου παραμονής του νερού στον ταμιευτήρα. Για τη βελτίωση των προβλημάτων της ποιότητας του νερού, προτείνονται λύσεις όπως εκχειλιστές σε διάφορα ύψη του φράγματος, ώστε το νερό να διατηρεί σταθερή μέση θερμοκρασία, τεχνητά συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού, αναμείκτες και συστήματα αερισμού μέσα στο νερό της λίμνης ή στην ειδικά διαμορφωμένη τουρμπίνα που θα βοηθούν την αύξηση του οξυγόνου που είναι διαλυμένο στο νερό της λίμνης. Αποψίλωση της κατακλυζόμενης βλάστησης στο χώρο του ταμιευτήρα (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

#### 4.11.3. ΠΑΝΙΔΑ

##### Ιχθυοπανίδα

- Τοποθέτηση αποτελεσματικών και ελκυστικών ιχθυοσκαλών ή ιχθυοπερασμάτων για την ασφαλή μετάβαση των ψαριών στα κατάντη ή στα ανάντη του φράγματος. Για να μπορούν τα ψάρια να παρακάμψουν το φράγμα (ή τον εκχειλιστή), θα πρέπει να διαμορφωθεί μια δίοδος (βλέπε εικόνα 4.1) διαμορφωμένη έτσι ώστε να αποτρέπεται η προσέγγισή τους στις ζώνες υψηλής τύρβης. Οι δίοδοι αυτοί για να είναι αποτελεσματικοί πρέπει να χωροθετηθούν κατάλληλα και θα πρέπει να εξασφαλίζουν συνθήκες για τα ψάρια παρόμοιες με του ποταμού όσον αφορά ποιότητα, ποσότητα ροής νερού και πυθμένα. Οι ιχθυόσκαλες αυτές μπορεί να είναι σε αναβαθμίδες, σκαλοπάτια ή κατασκευασμένες σε κεκλιμένα επίπεδα. Επίσης, θα πρέπει να καλύπτονται με σχάρες και κλειδαριές για να μην πέσουν τα ψάρια θύματα παράνομης αλιείας.

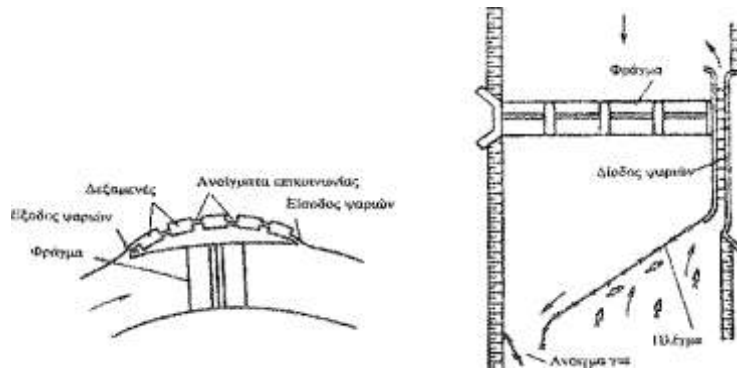


Στην εικόνα 4.2 φαίνεται μία ανοικτή διώρυγα κλίσης 10-20% στο εσωτερικό της οποίας έχουν τοποθετηθεί κεκλιμένα επίπεδα που φέρουν εγκοπή στο μέσο τους και τα οποία επιβραδύνουν την ροή. Η απαραίτητη παροχή νερού είναι της τάξεως των 280-600 l/sec. Ο τύπος αυτός διόδου ψαριών είναι κατάλληλος για υψομετρικές διαφορές της τάξεως των 2 έως 10 m ενώ ως βασικό τους πλεονέκτημα θεωρείται ο μικρός όγκος και το χαμηλό κόστος. Η κάθοδος των ψαριών από ανάντη προς κατόντη και η αποτροπή εισόδου τους στην διώρυγα ή αγωγό προσαγωγής των υδροστροβίλων επιτυγχάνεται με την διαμόρφωση παρακαμπτήριου αγωγού σε κατάλληλο βάθος από την ελεύθερη επιφάνεια. Σημειώνεται ότι στην περίπτωση ορεινής υδροληψίας δεν υπάρχει ανάγκη καμίας παρόμοιας πρόβλεψης καθώς τα ψάρια παρασύρονται από την ροή που υπερχειλίζει ενώ εμποδίζονται από την εσχάρα να εισχωρήσουν στην διώρυγα προσαγωγής. Συνήθως, ιδιαίτερα στα ΥΗΣ μικρής υδραυλικής πτώσης, η εσχάρα στην αρχή του αγωγού ή διώρυγας προσαγωγής δεν επιτρέπει στα μεγάλοι μεγέθους ψάρια να εισχωρήσουν στην διώρυγα και στη συνέχεια να οδηγηθούν στον υδροστρόβιλο. Έχει προκύψει από μελέτες ότι το ποσοστό των ψαριών που επιβιώνει μετά από την διέλευση τους από τον υδροστρόβιλο εξαρτάται από τον τύπο του υδροστροβίλου και την ταχύτητα περιστροφής του. Κατά κανόνα το ποσοστό επιβίωσης είναι μικρότερο στην περίπτωση των υδροστροβίλων Francis (λόγω των στενότερων διόδων του νερού μεταξύ των πτερυγίων) παρά στους υδροστρόβιλους Kaplan. Η υδραυλική πτώση  $H$  δεν σχετίζεται με το ποσοστό επιβίωσης. Αντίθετα σημαντικό ρόλο παίζει το σημείο λειτουργίας του υδροστροβίλου (μείωση ποσοστού επιβίωσης σε σημεία λειτουργίας εκτός του κανονικού). Το κόστος κατασκευής μίας διόδου ψαριών είναι συνήθως σημαντικό και μπορεί να φθάσει μέχρι το 10-15% του συνολικού κόστους του έργου (4.000-20.000 €/m ανύψωσης ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες) (Παπαντώνης, 2008).

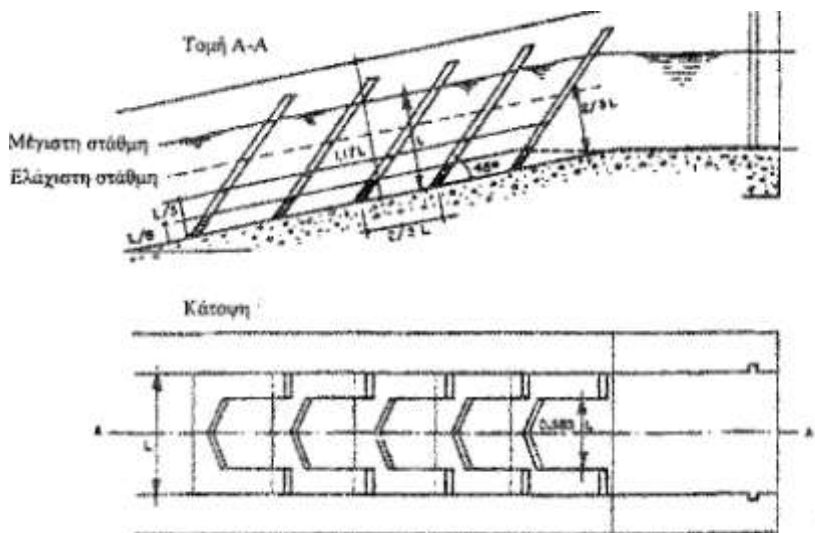




Εικόνα 4.1: Διαμόρφωση διόδων ψαριών για την παράκαμψη του φράγματος



Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία  
Εικόνα 4.2: Δίοδος ψαριών με κεκλιμένα επίπεδα



Πηγή: Παπαντώνης, 2008, Ιδία επεξεργασία

- Για την ομαλή μετάβαση των ψαριών στα κατάντη μπορούν να τοποθετηθούν συστήματα αερισμού, θέρμανσης ή κλιματισμού που θα αποτρέπουν την είσοδο των ψαριών στις επικίνδυνες για αυτά τουρμπίνες. Πολύ συχνά εφαρμοζόμενες τεχνικές είναι οι παρακαμπτήριες επιφανειακές δίοδοι ή τα κόσκινα - φίλτρα. Τα φίλτρα μπορεί να είναι διάτρητοι δίσκοι και μεταλλικές ή πλαστικές ράβδοι. Επίσης, αντί των φυσικών φραγμών των κόσκινων μπορούν να χρησιμοποιηθούν φραγμοί όπου χρησιμοποιώντας κάποιο φως ή ήχους ή ηλεκτρικά πεδία ή φυσαλίδες να προσελκύουν τα ψάρια να περάσουν μέσα από αυτές τις δίοδους αποφεύγοντας έτσι τους στροβίλους.



- Όλα τα πιο πάνω για το ασφαλές πέρασμα είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω πρέπει να συνδυάζονται με τις φιλικές για τα ψάρια τουρμπίνες. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται ο περιβαλλοντικός επανασχεδιασμός τους, ώστε τα ψάρια να μην πεθαίνουν είτε άμεσα είτε έμμεσα στο πέρασμά τους από αυτές. Οι φιλικές για τα ψάρια τουρμπίνες σχεδιάζονται με ένα συνδυασμό αλλαγών στα μεγέθη των ανοιγμάτων, στις γωνίες των ραφιών - ελασμάτων, στις διόδους ανοιγμάτων και στις προεξοχές τους καθώς και στη ροή του νερού μέσα σε αυτές, έτσι ώστε το ψάρι να βρεθεί σε μια ζώνη ασφαλείας όπου οι πιέσεις, ο στροβιλισμός και η πιθανότητα χτυπήματος του να είναι σε αποδεκτά επίπεδα.
- Συνεργασία μηχανικών και βιολόγων για την εξομοίωση της συμπεριφοράς των ψαριών, μέσω κάποιων αισθητήρων στο φράγμα και στο πέρασμά τους από τις τουρμπίνες.
- Δημιουργία τεχνητών καλλιεργείων και αναπαραγωγικών ειδών ιχθυοπανίδα.
- Εγκατάσταση μονάδων αερισμού, θέρμανσης για τη διατήρηση της θερμοκρασίας και του οξυγόνου του νερού στα πρότερα επίπεδα, ώστε να μπορεί να επιβιώνει η ιχθυοπανίδα, που είναι συνηθισμένη σε αυτές τις συνθήκες.
- Προσεκτικός καθαρισμός της παρόχθιας ζώνης.
- Εξασφάλιση ελάχιστης μόνιμης ροής του ποταμού στην παλιά του κοίτη (Λαμπροπούλου κ.α., 2004).

#### Λοιπή πανίδα

- Προσεκτικός καθαρισμός της παρόχθιας ζώνης.
- Δενδροφυτεύσεις.
- Δημιουργία ζωνών προστασίας και τεχνητή μεταφορά ευαίσθητων ειδών πανίδας (Λαμπροπούλου κ .α., 2004).

#### 4.11.4. ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΒΛΑΣΤΗΣΗ-ΧΛΩΡΙΔΑ

- Εξασφάλιση ελάχιστης μόνιμης ροής του ποταμού στην παλιά του κοίτη.
- Δενδροφυτεύσεις, επαναφυτεύσεις.



- Δημιουργία ζωνών προστασίας στη γειτονική παρόχθια περιοχή.
- Διατήρηση σταθερής στάθμης του νερού του ταμιευτήρα-με την κατασκευή πολλαπλών ταμιευτήρων (π.χ. ημερήσιων ή μηνιαίων), ώστε να προσομοιάζεται ο ταμιευτήρας με μια φυσική λίμνη.
- Για την αντιμετώπιση της ιζηματοαπόθεσης στον ταμιευτήρα και των συνεπαγόμενων επιπτώσεων του (π.χ. διάβρωση), προτείνονται: α) οι κατασκευές εξόδων των φερτών υλών πριν τη δεξαμενή καθώς και η δημιουργία μικρών ταμιευτήρων πριν από τον κεντρικό για την εναπόθεση των φερτών σε αυτόν και την ομαλή απομάκρυνσή τους μέσω ειδικών διόδων, β) συχνός καθαρισμός των ιζημάτων και μεταφορά τους στο κατάντη νερό (Λαμπροπούλου κ .α., 2004).
- Στην περίπτωση της επιλογής υδροληψίας ορεινού τύπου και την κατασκευή οδών προσπέλασης, δεν αναμένονται σημαντικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον, με την προϋπόθεση ότι: εξασφαλίζεται η προσαρμογή της υδροληψίας στην κοίτη του ποταμού, με έργα χαμηλού ύψους, ώστε να μην αλλοιώνεται η φυσιογνωμία του χώρου. Γίνεται προσπάθεια, ιδιαίτερα σε περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους ή προστατευόμενες περιοχές (NATURA 2000), να αποφεύγεται η εκχέρσωση σημαντικού αριθμού δέντρων, για την κατασκευή της υδροληψίας και των οδών προσπέλασης ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).

#### 4.11.5. ΤΟΠΙΟ

- Δενδροφυτεύσεις, επαναφυτεύσεις.
- Κατασκευή των οικοδομικών έργων με υλικά εναρμονισμένα με τον περιβάλλοντα χώρο (π.χ. χρήση τοπικής πέτρας κ.ά.). Το κτίριο του ΥΗΣ συνήθως δεν προκαλεί οπτική ενόχληση στο περιβάλλον καθώς με διάφορες αρχιτεκτονικές επεμβάσεις, που δεν επιβαρύνουν σημαντικά το κόστος, μπορούν να ενταχθούν πολύ ικανοποιητικά στον περιβάλλοντα χώρο. Συνήθως στην εξωτερική όψη του κτιρίου του ΥΗΣ ακολουθείται, όσο αυτό είναι δυνατόν, η τοπική αρχιτεκτονική. Επίσης ο περιβάλλον χώρος του ΥΗΣ, μετά την ολοκλήρωση των εργασιών, μπορεί να γίνει καλαίσθητος με μικρές σχετικά επεμβάσεις (Παπαντώνης, 2008).



- Αν το φράγμα είναι μεγάλο, προτείνεται η επένδυσή του με πέτρες ή με σιδερένιες κατασκευές, ώστε να προσφέρεται μια καλή αμφιθεατρική θέαση.
- Υπογείωση του κτιρίου του σταθμού και όλων των αγωγών, ώστε να μην υπάρχει οπτική θέαση και διακοπή στην υπάρχουσα βλάστηση και πανίδα που πιθανώς υπάρχουν πάνω στο λόφο. Η υπογείωση αυτή των αγωγών μπορεί να επιτευχθεί σχετικά εύκολα, με τη χρήση κατάλληλων υλικών κυρίως πλαστικού όπου η επιδιόρθωση και η συντήρησή τους είναι πιο σπάνιες, στη δε περίπτωση διαρροής ή βλάβης αυτή βρίσκεται εύκολα με τη χρήση θερμοκάμερας.
- Εξασφάλιση ελάχιστης μόνιμης ροής του ποταμού στην παλιά του κοίτη, έτσι ώστε να είναι ορατή η παρουσία του ποταμού και μετά την κατασκευή του φράγματος (Λαμπροπούλου κ .α., 2004).
- Σε ορισμένες περιοχές οι οποίες έχουν χαρακτηριστεί ως προστατευόμενες (πχ. στους εθνικούς δρυμούς), σε περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους ή με ιδιαίτερη αρχαιολογική αξία η κατασκευή ενός μικρού ΥΗΕ είναι ουσιαστικά απαγορευμένη καθώς είναι πολύ δύσκολο να ικανοποιηθούν οι περιβαλλοντικοί όροι κατά την διαδικασία προέγκρισης χωροθέτησης (Παπαντώνης, 2008).

#### 4.11.6. ΘΟΡΥΒΟΣ

- Κατά την κατασκευή, τήρηση όλων των προβλεπόμενων από τη νομοθεσία κανόνων (χρήση μηχανημάτων, ωραρίων κ.ά.).
- Χρήση αντικραδασμικών εξαρτημάτων.
- Ηχομόνωση, ατομικά μέτρα προστασίας (Λαμπροπούλου κ .α., 2004).

Η στάθμη του θορύβου στον περιβάλλοντα χώρο είναι δυνατόν να μειωθεί σημαντικά με την χρήση κατάλληλων ηχομονωτικών υλικών στην κατασκευή του ΥΗΣ ή την διαμόρφωση του ΥΗΣ πλήρως υπόγειου. Στο εξωτερικό αναφέρονται περιπτώσεις κατασκευής μικρών ΥΗΣ μέσα σε αστικές περιοχές πληρώνοντας πολύ αυστηρούς περιβαλλοντικούς όρους. Ο υπολογισμός του θορύβου  $L_x$  (σε dBA) σε απόσταση  $x$  από την πηγή του θορύβου έντασης  $L_w$  (δηλαδή τον ΥΗΣ) υπολογίζεται



εφαρμόζοντας το ημισφαιρικό μοντέλο διάδοσης του θορύβου, σύμφωνα με το οποίο ισχύει η σχέση (Παπαντώνης, 2008):

$$L_x = L_w - 20 \log 10^x$$

Η παραπάνω σχέση αντιστοιχεί στην δυσμενή περίπτωση κατά την οποία δεν ισχύουν πρόσθετοι λόγοι απορρόφησης του θορύβου, όπως η υψηλή βλάστηση. Το επίπεδο θορύβου  $L$ (dBA) σε μία εξεταζόμενη θέση θα είναι το άθροισμα του προϋπάρχοντος επιπέδου θορύβου  $L_b$  (dBA) και του εκπεμπόμενου από τον ΥΗΣ και θα εκφράζεται ως (Παπαντώνης, 2008):

$$L = 10 \log_{10}(10^{L_x/10} + 10^{L_b/10})$$

Σε μία ερημική ορεινή περιοχή η στάθμη του προϋπάρχοντος θορύβου λαμβάνεται ίση προς  $L_b=30$  (dBA). Από την εφαρμογή της παραπάνω εξίσωσης προκύπτει ότι η αύξηση του επιπέδου θορύβου από ΜΥΗΕ συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 24 MW και σε απόσταση 1,5 Km από τον ΥΗΣ είναι ίση προς 5,1 dBA ενώ σε απόσταση 5,5 Km από τον ΥΗΣ είναι ίση 0,96 dBA (Παπαντώνης, 2008).

#### 4.11.7. ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ

- Δενδροφυτεύσεις, επαναφυτεύσεις (Λαμπροπούλου κ .α., 2004).

#### 4.11.8. ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ

- Κατά την κατασκευή, διαβροχή του εργοταξίου και των χρησιμοποιούμενων δρόμων.
- Αποψίλωση καταδυόμενης βλάστησης
- Δενδροφυτεύσεις, επαναφυτεύσεις (Λαμπροπούλου κ .α., 2004).

#### 4.11.9. ΑΠΟΒΛΗΤΑ

- Συλλογή και διάθεση σύμφωνα με τις ισχύουσες νομοθετικές διατάξεις.
- Κατά την κατασκευή, ειδική μέριμνα απομάκρυνσης και σωστής διάθεσης για τα πάσης φύσης απόβλητα (οικοδομικά, οικιακά κ.ά.).



- Προγραμματισμένη μεταφορά των φερτών υλών που προκύπτουν από τον καθαρισμό του φράγματος.
- Κατά τη λειτουργία του ΜΥΗΣ χρειάζεται ειδική μέριμνα και κυρίως συμμόρφωση με την ισχύουσα νομοθεσία (ΥΑ 72751/3054/85 και ΥΑ 98012/2001) για τη συλλογή (π.χ. σε δεξαμενή από χαλύβδινο έλασμα με εποξειδική βάση) και κυρίως για τη διάθεση των χρησιμοποιούμενων ορυκτέλαιων σε εταιρείες που κατέχουν τη νόμιμη άδεια συλλογής και διάθεσης αυτών (Λαμπροπούλου κ .α., 2004).

#### 4.11.10. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

- Ορθολογικός προγραμματισμός των κύριων και συνοδευτικών έργων, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι κατακλυζόμενες περιοχές. Κατόπιν θα πρέπει να απαλλοτριωθούν άμεσα οι θιγμένοι (από απώλεια κατοικίας ή αγροκτημάτων) και να ενταχθούν σε προγράμματα επανεγκατάστασης.
- Νέες θέσεις εργασίας για την τοπική κοινωνία από την κατασκευή αλλά και στη λειτουργία του ΜΥΗΣ.
- Ανταποδοτικά οφέλη στην τοπική κοινωνία, (π.χ. φθηνότερο αρδευτικό νερό, δωρεάν πόσιμο νερό).
- Σωστή εκμετάλλευση του ήπιου τουρισμού και της ανάπτυξης της περιοχής.
- Πληροφόρηση, περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση για την αποδοχή του έργου από τους κατοίκους (Λαμπροπούλου κ .α., 2004).

#### Υγεία

- Απεντομώσεις.
- Μετρήσεις ποιότητας νερού (Λαμπροπούλου κ .α., 2004).
- Ενισχύσεις των εδαφών για την περίπτωση κατολισθήσεων ή σεισμών.
- Κατά τη λειτουργία του ΜΥΗΣ να υπάρχει ειδική μέριμνα για τη διαχείριση των χρησιμοποιούμενων λιπαντικών, που είναι απαραίτητα για την ομαλή λειτουργία του στροβίλου και της γεννήτριας, όπως εξασφάλιση μη επαφής αυτών με το



νερό, χρήση ελαιολεκάνης για τη συλλογή τυχόν ελαίων διαρροής του μετασχηματιστή κ.ά.

#### 4.11.11. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Στην περίπτωση της επιλογής κατασκευής φράγματος, θα πρέπει να εξεταστούν με προσοχή τα ακόλουθα:

Υλικά κατασκευής του φράγματος και των επιμέρους έργων (ενδείκνυται τα χωμάτινα φράγματα, καθώς έχουν καλύτερη προσαρμογή στον χώρο και καλύτερη συμπεριφορά σε περιπτώσεις σεισμών) ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).

Χώροι απόληξης και απόρριψης υλικών (αποφυγή απόληξης και απόρριψης υλικών από χώρους εκτός της έκτασης κατάληξης του ταμιευτήρα, εάν πρώτα δεν εξεταστεί η δυνατότητα αυτή).

Χωροθέτηση του φράγματος (αν και στις περισσότερες περιπτώσεις το φράγμα χωροθετείται σε στενώματα ποταμών, θα πρέπει να ελεγχθεί εάν ο δημιουργούμενος ταμιευτήρας και η λειτουργία του έργου μπορούν να εξασφαλίσουν τη δημιουργία υγροτοπικού οικοσυστήματος και δεν επιδρούν αρνητικά στη χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής, τόσο κατά την κατασκευή, όσο και κατά τη λειτουργία του).

Ευστάθεια του φράγματος και σεισμικότητα της περιοχής (σε μεγάλες κατασκευές ενδείκνυται η εξέταση διάδοσης πλημμυρικού κύματος, σε περίπτωση μερικής ή ολικής καταστροφής του φράγματος και ιδιαίτερα σε περιπτώσεις εγγύτητας οικισμών) ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).

#### 4.10.12. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΓΩΓΟΥ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ

Οι αγωγοί από σκυρόδεμα (διώρυγες) πρέπει να τοποθετούνται μέσα στο έδαφος και όχι πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, τόσο για λόγους ασφαλείας, όσο και για την απρόσκοπτη μετακίνηση της πανίδας. Κατά τον σχεδιασμό του έργου, η λύση της όδευσης του αγωγού προσαγωγής εντός της κοίτης του ποταμού θα πρέπει να αποφεύγεται, ώστε να μη διαταράσσεται το ποτάμιο οικοσύστημα. Η κατασκευή οδού πρόσβασης για τον εγκιβωτισμό του αγωγού δεν επιδρά μόνιμα στο περιβάλλον, καθώς κατά τη λειτουργία του έργου, η ζώνη κατάληξης του αποδίδεται στην πρότερη χρήση της (π.χ. βοσκότοπος ή αγροτική χρήση) ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).



#### 4.10.13. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Η κατασκευή διώρυγας φυγής για την αποφυγή διάβρωσης του πυθμένα του σημείου εξόδου του νερού είναι απαραίτητη. Όπως επίσης και η αποφυγή οποιασδήποτε αλλοίωσης των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του νερού (διαρροές, χρήση επικινδύνων ουσιών), ώστε να αποδοθεί ποιοτικά όπως ήταν πριν την εκμετάλλευση και ακόμα, η προσαρμογή του κτιρίου του στροβιλοστασίου προς την τοπική αρχιτεκτονική και η κατάλληλη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).

#### 4.10.14. ΓΡΑΜΜΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η γραμμή μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το δίκτυο της ΔΕΗ πραγματοποιείται πάντα με βάση τις υποδείξεις της. Σκόπιμο είναι να ακολουθούνται, κατά το δυνατόν, οι υφιστάμενες οδοί προσπέλασης, ώστε να περιοριστεί στο ελάχιστο η εκχέρσωση ή η γενικότερη υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Ζητήματα, όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση και ο θόρυβος (φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα κατά τη φάση της κατασκευής), δεν αποτελούν σημαντικά θέματα. Μεγαλύτερη σημασία αποκτούν, όταν το ΜΥΗΕ κατασκευάζεται πλησίον κατοικημένης περιοχής ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΝΟΜΟΥ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ

Χαρακτηριστικό του Νομού είναι ότι μοιράζεται κατά το ήμισυ ανάμεσα στο πρωτογενώς ή δευτερογενώς επηρεασμένο φυσικό περιβάλλον από τον άνθρωπο, που περιλαμβάνει δάση, νερά, βοσκοτόπια, φαράγγια, λίμνες, χωριά κλπ. και στο πεδινό περιβάλλον που περιλαμβάνει καλλιεργούμενες εκτάσεις και είναι αμιγώς ανθρωπογενές πλέον. Το μεγαλύτερο τμήμα των δασών καταλαμβάνουν τα δάση δρυός τα οποία καλύπτουν έκταση 7100 ha και τα δάση ελάτης που καλύπτουν έκταση 2400 ha, ενώ σημαντικό αριθμό εκτάσεων στα ορεινά του νομού καταλαμβάνουν τα μικτά δάση δρυός-ελάτης και ελάτης δρυός, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό καταλαμβάνεται από μικτά δάση δρυός-καστανιάς. Ο κάμπος της Καρδίτσας καταλαμβάνεται σχεδόν αποκλειστικά από καλλιέργεια βαμβακιού ή οποία είναι πολύ απαιτητική σε νερό και υλοποιείται σε όλα τα στάδια μόνο με μηχανικά μέσα (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

### 5.1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ

Χαρακτηριστικό μορφολογικό γνώρισμα του νομού Καρδίτσας είναι η αντίθεση μεταξύ του ορεινού δυτικού και νότιου τμήματος και του πεδινού βόρειου και ανατολικού, που αποτελεί τμήμα της μεγάλης πεδιάδας των Τρικάλων. Το ορεινό τμήμα καταλαμβάνεται από τις ψηλές οροσειρές της νότιας Πίνδου και των Αγράφων, που κατέρχονται από τον νομό Τρικάλων και συνεχίζουν προς τα νότια στον νομό Ευρυτανίας, με τη χαρακτηριστική βορειοδυτική και νοτιοανατολική διεύθυνση.

Οι οροσειρές αυτές σχηματίζουν τρεις παράλληλες δέσμες, ψηλότερες κορυφές των οποίων είναι η Καράβα (2.184 m.), το Ντελιδίμι (2.163 m), το Βουτσικάκι (2.154 m), η Καζάρμα (1.971 m) κ.ά. Στα ανατολικά οι οροσειρές συνεχίζονται με τον Ίταμο (1.490 m), το Καπροβούνι (1.447 m), τη Βουλγάρα (1.654 m) και άλλες χαμηλότερες, φτάνοντας μέχρι το υψίπεδο του Δομοκού.

Μεταξύ των παράλληλων οροσειρών του δυτικού ορεινού τμήματος σχηματίζονται στενές κοιλάδες, οι οποίες διαρρέονται από μικρούς ποταμούς, που εκβάλλουν στον Αχελώο. Στην κοίτη ενός από αυτούς τους ποταμούς (του Ταυρωπού ή Μέγδοβα) και ανάμεσα στα όρη Ίταμος και Βουτσικάκι, έχει κατασκευαστεί φράγμα, με το οποίο σχηματίζεται τεχνητή λίμνη. Τα νερά της τελευταίας δεσμεύονται και αρχικά



διοχετεύονται στον υδροηλεκτρικό σταθμό για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ύστερα στην πεδιάδα της Καρδίτσας, την οποία αρδεύουν. Στα ανατολικά των μεγάλων ορεινών όγκων τα επιφανειακά νερά αποχετεύονται με πολλούς μικρούς ποταμούς (Απιδανού, Παμίσου, Σοφαδίτικου κ.ά.), στον Πηνειό, ο οποίος για μικρό διάστημα καθορίζει τα όρια του νομού Καρδίτσας με τον νομό Τρικάλων (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

Το κλίμα του νομού, λόγω της γειννιάσής του με τους ορεινούς όγκους, είναι καθαρά ηπειρωτικό. Τον Ιανουάριο, που είναι και ο ψυχρότερος μήνας, η θερμοκρασία κυμαίνεται περίπου στους 6°C. Ο χειμώνας είναι εξαιρετικά δριμύς, ο παγετός αποτελεί συνηθισμένο φαινόμενο και οι ελάχιστες θερμοκρασίες φτάνουν συχνά κάτω από τους 10°C. Οι ξηροί και ορμητικοί άνεμοι που κατεβαίνουν από τα χιονισμένα βουνά επιτείνουν τη δριμύτητα του χειμώνα. Η επίδραση της θάλασσας δεν φτάνει στην περιοχή, γι' αυτό το καλοκαίρι είναι ιδιαίτερα θερμό στα πεδινά, όπου η θερμοκρασία υπερβαίνει συχνά τους 40°C. Η περιοχή είναι πολύ υγρή τον χειμώνα και ξηρή το καλοκαίρι (80 βαθμοί της υγρομετρικής κλίμακας τον Νοέμβριο και το Δεκέμβριο, κάτω από τους 50 βαθμούς το καλοκαίρι). Οι διευθύνσεις των ανέμων είναι πολύπλοκες, κυρίως εξαιτίας του πολυσχιδούς ανάγλυφου. Η βροχή δεν παρουσιάζει μεγάλα ύψη: 1.200 χιλιοστά στα ορεινά τμήματα, 500-700 στα πεδινά, ενώ οι χιονοπτώσεις είναι συχνές κυρίως στα ορεινά συγκροτήματα. Χαρακτηριστικό του κλίματος του νομού Καρδίτσας είναι η μεγάλη κύμανση του ύψους και του αριθμού των ημερών βροχής από έτος σε έτος. Γενικά οι βροχοπτώσεις στο νομό διαρκούν σχεδόν όλο το χρόνο με μέγιστα τους μήνες Οκτώβριο μέχρι και Φεβρουάριο και ελάχιστα τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

## 5.2. ΑΝΑΓΛΥΦΟ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ

Η γεωμορφολογία του νομού παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία. Περιλαμβάνει δύο τμήματα: ένα πεδινό και ένα ορεινό – ημιορεινό. Το πεδινό τμήμα καλύπτει σχεδόν τη μισή έκταση του νομού (49%), ενώ η υπόλοιπη είναι ορεινή (42%) και ημιορεινή (9%). Το ορεινό ημιορεινό τμήμα (περιοχή Αγράφων-Αργιθέας) διαιρείται περαιτέρω σε τρεις υποενότητες μία ημιορεινή (περιοχής λίμνης Ταυρωπού) και δύο καθαρά ορεινές (περιοχή Αγράφων- Μουζακίου και περιοχή Σμοκόβου). Η Γεωμορφολογία του νομού



είναι τέτοια που τον εντάσσει σε ευρύτερες γεωγραφικές ζώνες. Συγκεκριμένα το πεδινό τμήμα, αποτελεί τμήμα της Θεσσαλικής πεδιάδας, ενώ το ορεινό αποτελεί τμήμα του ευρύτερου ορεινού όγκου της Πίνδου (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

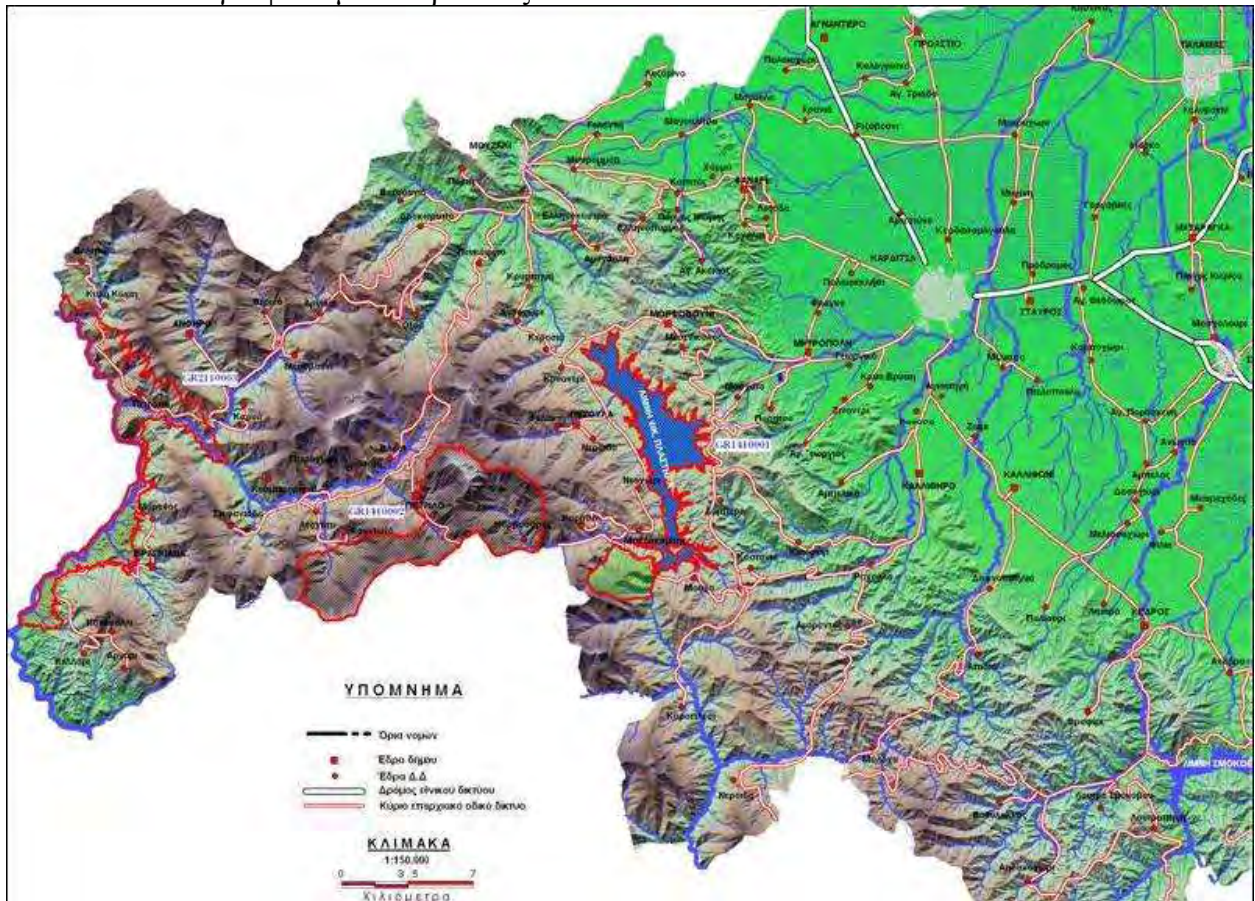
Οι δυσπρόσιτες ορεινές περιοχές αποκόπτουν το νομό από τη δυτική Ελλάδα. Οι πεδινές του εκτάσεις είναι σε μεγάλο βαθμό καλλιεργούμενες. Οι υψομετρικές διαφορές του από τον κάμπο μέχρι την οροσειρά των Αγράφων δημιουργούν όπως είναι φυσικό και διαφορετικά τοπία, και συνεπώς διαφορετικές φυτικές διαπλάσεις, τα οποία κατατάσσονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

- Το πεδινό τοπίο που κατά κύρια διαμόρφωση είναι αγροτικό με αροτραίες καλλιέργειες.
- Το πεδινό τοπίο με δενδρώδεις καλλιέργειες
- Το ορεινό τοπίο με τη δασική βλάστηση
- Το ημιορεινό με μικτή χαμηλή και αραιή δασικής βλάστησης με φρυγανότοπους και με καλλιέργειες ( Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

Στην εικόνα που ακολουθεί, στην οποία απεικονίζεται το ανάγλυφο του νομού, είναι εμφανής ο διαχωρισμός μεταξύ του ορεινού και του πεδινού τμήματος.



Εικόνα 5.1: Ανάγλυφο νομού Καρδίτσας



Πηγή: Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013, Ιδία επεξεργασία

### 5.3. ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Στο νομό υπάρχουν αρκετοί χείμαρροι και ρέματα (Τσαμασόρευμα, Ενιπέας, Σοφαδίτης, Φαρσαλιώτης, Καράμπαλης, Παλιούρις, Πάμισος κ.λπ.), καθώς και πηγές μεγάλης παροχής των οποίων τα ύδατα χρησιμοποιούνται για ύδρευση και άρδευση. Οι λεκάνες απορροής που καλύπτουν το νομό είναι δέκα ([www.itia.ntua.gr](http://www.itia.ntua.gr)):

1. Ο ταμιευτήρας του Ταυρωπού (ή Μέγδοβα) που βρίσκεται στα Άγραφα, στην κεντρική και ανατολική Πίνδο. Είναι πιο γνωστός ως λίμνη Ν. Πλαστήρα
2. Ο ταμιευτήρας του Σμοκόβου (νέα τεχνητή λίμνη)
3. Η Λεκάνη απορροής του Φαρσαλιώτη
4. Η Λεκάνη απορροής του Παμίσου
5. Η Λεκάνη απορροής Σελλάνων
6. Η Λεκάνη απορροής άνω και κάτω Ενιπέα



7. Η Λεκάνη απορροής Ταμασίου
8. Η Λεκάνη απορροής Σοφάδων
9. Η Λεκάνη απορροής Σμοκόβου
10. Η Λεκάνη απορροής Καρδίτσας.

#### 5.4. ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Ο νομός Καρδίτσας καταλαμβάνει έκταση 472 km<sup>2</sup> και ποσοστό 19% από το υδατικό διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, 2.163 km<sup>2</sup> και ποσοστό 89% από το υδατικό διαμέρισμα Θεσσαλίας ενώ ο πληθυσμός των τμημάτων αυτών που ανήκει στα διαμερίσματα είναι 7.513 και 121.380 κατοίκους αντίστοιχα (απογραφή 2001) ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)).

Ποτάμια: Ο Ν. Καρδίτσας δεν διαθέτει μεγάλους ποταμούς (ο ποταμός Αχελώος αποτελεί φυσικό όριο μεταξύ αυτού και του Ν. Άρτας καθώς επίσης και τμήμα του ποταμού Πηνειού που βρίσκεται στα σύνορα Ν.Καρδίτσας, Ν.Τρικάλων) (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

Λίμνες : Από τα νερά του παραπόταμου του Αχελώου που ονομαζόταν Μέγδοβας (ο αρχαίος Ταυρωπός), έχει δημιουργηθεί η ομώνυμη τεχνητή λίμνη ή όπως είναι πιο γνωστή «λίμνη Ν. Πλαστήρα», στη δυτική περιοχή του Ν. Καρδίτσας. Είναι στενόμακρη, δενδροειδούς μορφής και χαρακτηρίζεται ως ολιγοτροφική. Το μήκος της είναι 14 χλμ., το πλάτος της 4 χλμ. και βάθος της φθάνει έως τα 60 m. Καταλαμβάνει έκταση 25 τ. χλμ. Από τη λίμνη Πλαστήρα υδρεύεται ο νομός Καρδίτσας, αρδεύεται ένα αρκετά μεγάλο κομμάτι του κάμπου και κινείται ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

Επίσης υπάρχει μια νέα σχετικά τεχνητή λίμνη, αυτή του Σμοκόβου η οποία έχει δημιουργηθεί από τη συγκράτηση των νερών της λεκάνης απορροής της ευρύτερης περιοχής με ένα χωμάτινο φράγμα μήκους 460 m περίπου και ύψος 104 m. Φράζει την έξοδο των υδάτων προς τον ποταμό Ονόχωνο και βρίσκεται σε απόσταση 30 χλμ. ΝΑ της Καρδίτσας. Η χωρητικότητα της λίμνης ανέρχεται στα 237 εκατ. m<sup>3</sup> νερού και η έκταση που καταλαμβάνει σε 9.000 στρέμματα. Υπολογίζεται ότι με τα νερά που θα συγκρατηθούν στον ταμιευτήρα αρδεύονται 250.000 στρέμματα γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Η έξοδος της σήραγγας μεταφοράς των υδάτων βρίσκεται σε



απόσταση 1,5 χλμ. περίπου από το Λεοντάρι και 1.120 m από τη λίμνη. Επίσης πρόσφατα ξεκίνησε η λειτουργία ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

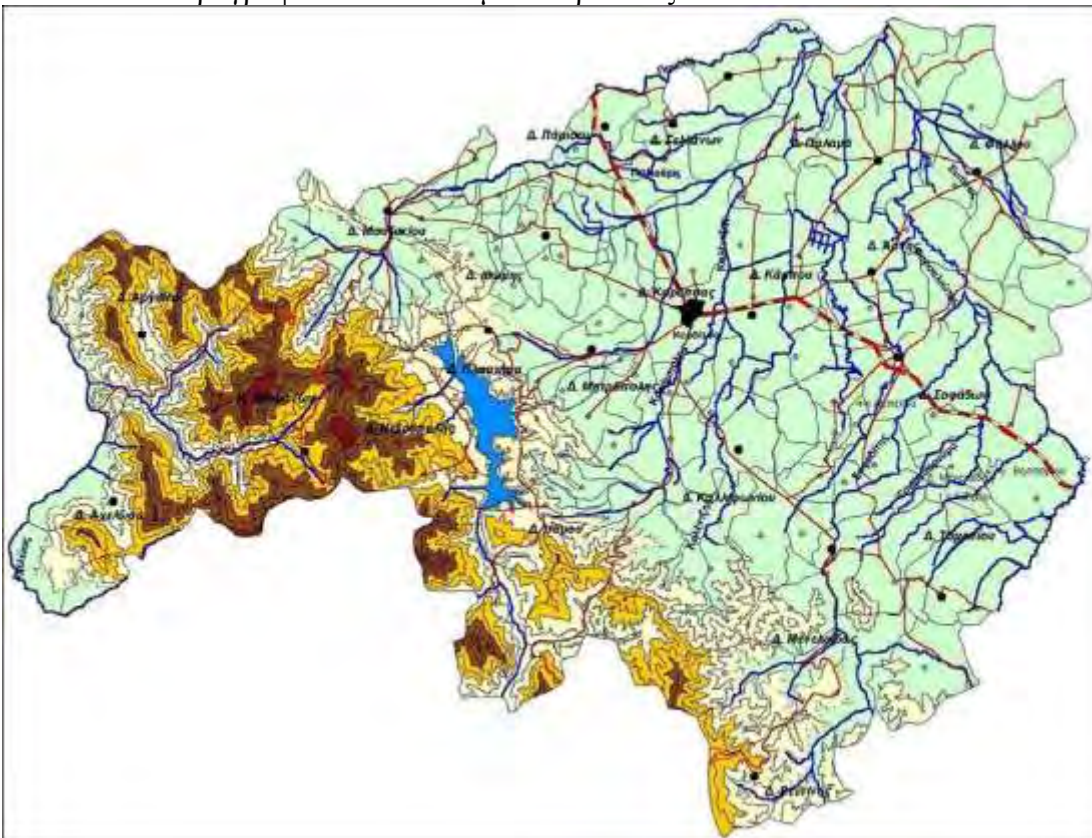
Επίσης στην ορεινή Αργιθέα υπάρχει και μια φυσική λίμνη, αυτή της Στεφανάδας η οποία δημιουργήθηκε από κατολίσθηση εδαφών και μάλιστα η δημιουργία της ήταν η αιτία καταστροφής του χωριού Στεφανάδα που βρισκόταν στη θέση της (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

Χειμαρροπόταμοι : Η περιοχή διαθέτει πυκνό δίκτυο χειμάρρων και ρεμάτων. Την περιοχή του Ν. Καρδίτσας διατρέχουν αρκετοί χείμαρροι – ρέματα και ποταμοί: Παλιούρις (Δ.Σελλάνων), Ενιπέας (Δ.Φάλλου), Σοφαδίτης (Δ.Σοφάδων), Τσαμασόρευμα (Δ.Ταμασίου), Καλέτζης (Δ.Καλλιφωνίου), Φαρσαλιώτης (Δ.Άρνης), Καράμπαλης (Δ.Μητρόπολης), ρέμα Κερεντάν (περιοχή Μπελοκομήτη) (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

Το Ν. Καρδίτσας διαρρέουν ο Πάμισος και ο Ενιπέυς, οι παραπόταμοι του Πηνειού. Ο Πάμισος δέχεται σαν παραπόταμο τον Καρδιτσιώτικο, ενώ ο Ενιπέυς τον Φαρσαλίτη και τον Σοφαδίτικο. Οι υφιστάμενες πηγές οι οποίες χρησιμοποιούνται για ύδρευση ή/και άρδευση, είναι η Λ.Ταυρωπού (Ν. Πλαστήρα), ο Σοφαδίτικος και πολλές τοπικές πηγές κυρίως σε ορεινές περιοχές (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013). Στην εικόνα που ακολουθεί αποτυπώνεται το υδρογραφικό δίκτυο του νομού Καρδίτσας.



Εικόνα 5.2: Υδρογραφικό Δίκτυο Νομού Καρδίτσας



Πηγή: Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013, Ιδία επεξεργασία

### 5.5. ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ

Στο Ν. Καρδίτσας, υγράτοποι που έχουν καταγραφεί αναφέρονται αναλυτικά στον πίνακα που ακολουθεί. Κάποιοι από τους υγράτοπους που αναφέρονται στον πίνακα, όπως το έλος Μεταμόρφωσης Σωτήρος, ήταν στο παρελθόν από τους πιο σημαντικούς στην Ελλάδα. Σήμερα τα περισσότερα έλη είναι αποξηραμένα και οι περισσότεροι υγράτοποι που βρίσκονται σε αροτραίες εκτάσεις κινδυνεύουν από ρύπανση εκ των γεωργικών φαρμάκων, των σκουπιδιών και των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων γενικότερα.



Πίνακας 5.1: Καταγεγραμμένοι υγρότοποι Ν. Καρδίτσας

A/A	Υγρότοπος	Είδος	Τοποθεσία
1	Ρέμα Λαπατά	Έλος	Νεοχώρι
2	Μεταμόρφωση Σωτήρος	Έλος	Παλαμάς
3	Μέγα Ρέμα	Ρέμα	Μουζάκι
4	Κουρτίκιο	Έλος	Παλαμάς
5	ο Ενιπέυς	Παραπόταμος Πηγειού	Ν.Καρδίτσας
6	ο Παμισός	Παραπόταμος Πηγειού	Μουζάκι,Μαυρομάτι,Παλαμάς,κλπ
7	Πετριλιώτικο ρέμα	Ρέμα	Αργιθέας
8	Καριτσιώτικο ρέμα	Ρέμα	Καρίτσα
9	Πλαστήρα Ταυρωπού	Λίμνη	Ταυρωπός
10	Φαρσαλίτη	Χείμαρρος	Ν.Καρδίτσας
11	Σοφαδίτη	Ποταμός	Σοφάδες
12	Καλέτζης	Ποταμός	Μητρόπολη,Καρδίτσα,Αρτεσιανό
13	Μεταμόρφωσης	Έλος	Μεταμόρφωση
14	Λουτροπηγή	Πηγή	Λουτροπηγή
15	Βαθύλακκος	Πηγή	Βαθύλακκου

Πηγή: [www.itia.ntua.gr](http://www.itia.ntua.gr), Ιδία επεξεργασία

## 5.6. ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΙ ΕΙΔΗ

Οι προστατευόμενες περιοχές του Ν. Καρδίτσας είναι:

• Η «Περιοχή Λίμνης Ταυρωπού» με κωδικό GR1410001 έτσι όπως περιγράφεται την τυποποιημένη μορφή δεδομένων του προγράμματος “ΦΥΣΗ 2000” είναι τύπου, δηλαδή τόπος Κοινοτικού Ενδιαφέροντος που δεν σχετίζεται με άλλες περιοχές του δικτύου “Φύση 2000” (Natura 2000). Στο μωσαϊκό των οικοτόπων φιλοξενεί εξαιρετικά πλούσια πανίδα. Σύμφωνα με το πρόγραμμα ‘Φύση 2000’ η περιοχή φιλοξενεί:

- ο 12 είδη πτηνών που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα I της οδηγίας 709/409/ΕΟΚ
- ο 7 είδη ζώων (2 είδη εντόμων, 1 είδος αμφιβίου, 1 είδος ερπετού, 2 είδη θηλαστικών και ένα ενδημικό είδος ιχθύος) τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ
- ο 56 είδη ζώων προστατευόμενα από τη σύμβαση της Βέρνης
- ο 3 είδη ιχθύων ενδημικά ή ενδημικά με ευρεία περιοχή εξάπλωσης
- ο 3 είδη ιχθύων και 2 είδη θηλαστικών που περιλαμβάνονται στο Εθνικό Κόκκινο Βιβλίο





- ο 2 σπονδυλόζωα που προστατεύονται από την Ελληνική Νομοθεσία (Π.Δ. 67/81) (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).
- Τα «Άγραφα» με κωδικό GR1410002 έτσι όπως περιγράφεται στην τυποποιημένη μορφή δεδομένων του προγράμματος “ΦΥΣΗ 2000” είναι τύπου Β, δηλαδή τόπος Κοινοτικού Ενδιαφέροντος που δεν σχετίζεται με άλλες περιοχές του δικτύου “Φύση 2000”. Η περιοχή βρίσκεται στη Νότια Πίνδο και σ’ αυτήν εντάσσονται δύο κορυφές με απόκρημνες πλαγιές το Βουτσικάκι και το Αυγό. Η περιοχή είναι ιδιοκτησία του ελληνικού δημοσίου και των τοπικών κοινοτήτων και ανήκει στο Νομό Καρδίτσας (51% της περιοχής) και στο Νομό Ευρυτανίας (49% της περιοχής) (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).
- Παραποτάμιο δάσος Καροπλεσίου
- Στη συμβολή των ποταμών Άσπρου και Μέγδοβα έχει δημιουργηθεί ένα πολύ σημαντικό παραποτάμιο οικοσύστημα έκτασης 600-800 στρεμμάτων. Το οικοσύστημα αυτό, βάσει των δεδομένων που συγκέντρωσε η ομάδα μελέτης, συγκαταλέγεται στους σημαντικούς βιότοπους της περιοχής.
- Στο Ν.Καρδίτσας υπάρχουν ακόμη, 11 καταφύγια άγριας ζωής τα οποία είναι:
  - 1) Μάρτσα-Κοκκινόβρυση (Κλειστού), έκταση 690στρ.
  - 2) Λογγιές Καταφυγίου, έκταση 840στρ.
  - 3) Αγ. Γεώργιος-Κερασούλες(Αμυγδαλής), έκταση 1250στρ.
  - 4) Ι.Μ. Αγίου Γεωργίου-Σπηλιά Καραϊσκάκη (Μαυροματίου και Ελληνοκάστρου), έκταση 572στρ.
  - 5) Κατάχλωμος (Κέδρου-Ανάβρας), έκταση 2800στρ.
  - 6) Πιλάκο-Λούτσα(Ανθηρού), έκταση 2000στρ.
  - 7) Σωτήρας-Κάστρο Τιτανίου(Μεταμόρφωσης), έκταση 4567στρ.
  - 8) Αργιθέας-Θερινού (Δ.Δ Αργιθέας Θερινού), έκταση 8200στρ.
  - 9) Καρυάς-Καμπουριανών (Δ.Δ Καρυάς, Καμπουριανών Δήμου Αργιθέας και κοινότητας Αθαμάνων), έκταση 17200στρ.
  - 10) Νησίδα Νιάγκα Λίμνης Πλαστήρα (Δ. Ίταμου), έκταση 488στρ.
  - 11) Δημόσιο Δάσος Καμάρια-Αγράφων (Καμάρια Αγράφων), έκταση 16825(Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).



## 5.7. ΔΙΚΤΥΟ NATURA 2000

Το δίκτυο Natura 2000, αποτελεί το εργαλείο για την εφαρμογή της οδηγίας 92/43 της ΕΟΚ, «για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων και της άγριας χλωρίδας και πανίδας». Υπάρχουν δύο περιοχές που ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000, η λεπτομερής περιγραφή των οποίων δίνεται παρακάτω.

### 5.7.1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΛΙΜΝΗΣ ΤΑΥΡΩΠΟΥ (GR1410001)

Ο τόπος «περιοχή Λίμνη Ταυρωπού» έχει συμπεριληφθεί στο παραπάνω Δίκτυο και περιλαμβάνει 7 τύπους οικοτόπων, οι οποίοι περιλαμβάνουν περιοχές εσωτερικών υδάτων και δασών. Περιλαμβάνει τη λίμνη Ταυρωπού ενώ τα πιο εκτεταμένα δάση είναι εκείνα που αποτελούνται αμιγώς από *Abies borisii-regis* (κωδικός 9270). Σε μικρές συστάδες καθώς και ως μεμονωμένα δένδρα εμφανίζονται πολλά είδη ξυλωδών φυτών δημιουργώντας ένα μωσαϊκό βλάστησης στην περιοχή. Η χλωρίδα της Λίμνης Ταυρωπού είναι πλούσια σε κοινά είδη, αλλά συμπεριλαμβάνει και ενδημικά και σπάνια είδη. Παρόμοια και η πανίδα της περιοχής είναι ενδιαφέρουσα. Έχουν καταγραφεί πολλά είδη ασπόνδυλων, μεταξύ αυτών ενδημικά και σπάνια είδη (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013). Επιπλέον η περιοχή φιλοξενεί σπάνια και προστατευόμενα είδη αμφιβίων και ερπετών.

Η οικονομική αξία της περιοχής συνίσταται σε δύο πλουτοπαραγωγικές πηγές: α) την ξυλεία και την παραγωγή αρωματικών φυτών και ανθέων καθώς και β) τον τουρισμό. Οι δύο αυτές δραστηριότητες υποστηρίζουν τα χωριά και της τοπικές κοινωνίες. Στα χωριά της λίμνης Ταυρωπού διατηρείται η τοπική παραδοσιακή αρχιτεκτονική που αποτελεί κομμάτι του φυσικού περιβάλλοντος. Η σπάνια αισθητική αξία της περιοχής εστιάζεται σε αυτήν ακριβώς την αρμονία ανθρώπινης παρουσίας και περιβάλλοντος και στο συνδυασμό του ορεινού και παραθαλάσσιου τοπίου (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

### 5.7.2. ΑΓΡΑΦΑ (GR1410002)

Ο τόπος «Άγραφα» με κωδικό GR1410002 έτσι όπως περιγράφεται στην τυποποιημένη μορφή δεδομένων του προγράμματος “ΦΥΣΗ 2000” είναι τύπου Β, δηλαδή τόπος Κοινοτικού Ενδιαφέροντος που δεν σχετίζεται με άλλες περιοχές του δικτύου “Φύση 2000”. Η περιοχή βρίσκεται στη Νότια Πίνδο και σε αυτήν εντάσσονται



δύο κορυφές με απόκρημνες πλαγιές το Βουτσικάκι και το Αυγό. Η περιοχή είναι ιδιοκτησία του ελληνικού δημοσίου και των τοπικών κοινοτήτων και ανήκει στο Νομό Καρδίτσας (51% της περιοχής) και στο Νομό Ευρυτανίας (49% της περιοχής). (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

Ο χαρακτήρας της περιοχής είναι τυπικός των ορεινών εκτάσεων της Ελλάδας, με αντιπροσωπευτικούς οικοτόπους και είδη της αλπικής και υποαλπικής ζώνης. Βασικό στοιχείο για την αξιολόγηση της περιοχής είναι το πλήθος των ενδημικών φυτών της Βαλκανικής Χερσονήσου, της Ελλάδας και των τοπικών ενδημικών φυτικών ειδών. Η ύπαρξη πλήθους ενδημικών ειδών αποδίδεται στη γεωμορφολογία, στη σχετική απομόνωση και στο υψόμετρο της περιοχής. Οι αλπικοί και υποαλπικοί βιότοποι συγκροτούν ενδαιτήματα σπάνιων ειδών που χρήζουν προστασίας. Οι συστάδες της υβριδογενούς ελάτης διατηρούνται σε άριστη κατάσταση, ενώ η παρουσία προστατευόμενων θηλαστικών και αρπακτικών πτηνών προσδίδουν στην περιοχή μεγάλη αξία. Στην περιοχή απαντώνται:

- 39 είδη φυτών (ενδημικά, σπάνια, προστατευόμενα ή απειλούμενα)
- 5 είδη αμφιβίων και ερπετών του Παραρτήματος II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ και 4 είδη αμφιβίων προστατευόμενα από την Ελληνική Νομοθεσία και διεθνείς συμβάσεις και Οδηγίες (σύμβαση της Βέρνης, Οδηγία 92/43/ΕΟΚ)
- 2 είδη θηλαστικών του Παραρτήματος II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ ένα εκ των οποίων είναι είδος προτεραιότητας.
- 28 είδη πτηνών που περιλαμβάνονται είτε σε διεθνείς συμβάσεις είτε στο Εθνικό Κόκκινο Βιβλίο (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

### 5.7.3. ΠΕΡΙΟΧΗ «ΚΟΙΛΑΔΑ ΑΧΕΛΩΟΥ» (GR 2110003)

Πρόκειται για τη λεκάνη απορροής του Αχελώου, η οποία ανήκει εν μέρει στους Ν. Καρδίτσας, Τρικάλων και Αρτας.



## 5.8. ΡΥΠΑΝΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

### 5.8.1 ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ

Παρατηρείται πρόβλημα ρύπανσης από νιτρικά ιόντα στο σύνολο σχεδόν της πεδινής Καρδίτσας όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα. Στις περιοχές αυτές γίνεται εντατική χρήση αζωτούχων λιπασμάτων, η περίσσεια νιτρικών ιόντων καταλήγει στους υδάτινους αποδέκτες (π.χ. Πηνειό) και στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, προκαλώντας περιστασιακά το φαινόμενο του ευτροφισμού και κάνοντας τα υπόγεια νερά ακατάλληλα για χρήση (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

Σε μερικές πηγές κοντά σε οικισμούς που δεν καλύπτονται από αποχετευτικό δίκτυο παρατηρείται μικροβιακή μόλυνση από την διείσδυση αστικών λυμάτων λόγω της εκτεταμένης χρήσης απορροφητικών βόθρων (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

### 5.8.2. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΝΕΡΑ

Η ρύπανση των επιφανειακών νερών στην περιοχή του νομού Καρδίτσας οφείλεται κατά βάση στη γεωργοκτηνοτροφική δραστηριότητα. Η συχνή και αλόγιστη χρήση κυρίως νιτρικών και φωσφορικών λιπασμάτων χωρίς την εφαρμογή προγράμματος ορθολογικής λίπανσης καθώς και την εφαρμογή κωδίκων ορθής γεωργικής πρακτικής οδήγησαν σε μία σειρά βιολογικών φαινομένων (π.χ. ευτροφισμός) που επηρέασαν τα οικοσυστήματα (φυσικά και τεχνητά), οδηγώντας σε μείωση της βιοποικιλότητας και της ζωής σε αυτά. Παράλληλα η ρύπανση των επιφανειακών υδάτων οφείλεται και στη χρήση ισχυρών φυτοφαρμάκων. Λόγω της μη τήρησης των οδηγιών χρήσης των φυτοφαρμάκων τόσο κατά τη διάρκεια των ψεκασμών (δε γίνεται σωστή παρασκευή διαλυμάτων, τα οποία είναι συνήθως μεγαλύτερης συγκέντρωσης σε φυτοφάρμακα από το όριο), όσο και κατά τη διάρκεια καθαρισμού των ψεκαστικών μηχανημάτων που πρέπει να γίνεται σε συγκεκριμένη απόσταση από τα επιφανειακά νερά. Επιπροσθέτως εστίες ρύπανσης αποτελούν και τα εσταυλιζόμενα ζώα. Ως εκ τούτου πρέπει να τηρείται το όριο του λόγου αριθμός ζώων/έκταση (στρ.). Τέλος εντοπίζονται σημειακές πηγές ρύπανσης που προέρχονται από βιομηχανική



δραστηριότητα και αστικά λύματα (Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013).

Εικόνα 5.3: Περιοχές νιτρορύπανσης



Πηγή: Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας, 2007-2013, Ιδία επεξεργασία  
Με το πράσινο χρώμα απεικονίζονται οι περιοχές με υψηλά επίπεδα νιτρορύπανσης, ενώ με το κίτρινο τα χαμηλότερα.

#### 5.9. ΜΥΗΕ ΝΟΜΟΥ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ

Εκτός από τον ΥΗΣ Πλαστήρα και τον ΥΗΣ Σμοκόβου στο νομό Καρδίτσας έχει δοθεί άδεια για την κατασκευή 19 ΜΥΗΣ. Οι αδειοδοτούμενοι ΜΥΗΣ του νομού Καρδίτσας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:



Πίνακας 5.2: Αδειοδοτημένοι ΜΥΗΣ νομού Καρδίτσας το έτος 2008

Κάτοχος Άδειας	Δήμος/Κοιν.	Θέση	Ισχύς (MW)
ΑΡΓΥΡΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΧΕΛΩΟΥ	ΚΛΕΙΔΕΡΕΣ ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΠΛΑΤΑΝΙΑΣ	6,35
ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ & ΣΙΑ ΟΕ ΜΥΗΣ ΛΑΓΚΑΔΙΩΤΗΣ	ΑΡΓΙΘΕΑΣ	ΛΑΓΚΑΔΙΩΤΗΣ	0,995
ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΕ	Δ. ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ Κ. ΒΑΤΣΟΥΝΙΑ	ΒΑΤΣΟΥΝΙΑ	0,6
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ	ΙΤΑΜΟΥ	ΝΕΡΑΙΔΑ	1,96
ΕΝΒΙ ΑΒΕΕ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΡΓΙΘΕΑΣ	ΠΟΤΑΜΟΣ ΠΕΤΡΙΛΙΩΤΗΣ	4
ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΛΑΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ ΒΑΤΣΟΥΝΙΑΣ . ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ ΑΕ	ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ	ΣΕΜΕΙΚΟ ΣΚΑΜΙΑΣ ΑΓΡΑΦΩΝ	0,6
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ Α.Β.Ε.Τ.Ε.	ΝΕΒΡΟΠΟΛΗΣ ΑΓΡΑΦΩΝ	ΡΕΜΑ ΚΑΡΙΣΤΙΩΤΗ	1,49
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ Α.Β.Ε.Τ.Ε.	ΠΛΑΣΤΗΡΑ & ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ	ΚΕΡΑΣΙΩΤΙΚΟ ΡΕΜΑ	0,79
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ Α.Β.Ε.Τ.Ε.	ΙΤΑΜΟΥ	ΡΕΜΑ ΑΣΠΡΟΣ	0,99
ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	ΤΑΜΑΣΙΟΥ	ΣΜΟΚΟΒΟ ΝΟ.2 ΣΤΟ ΛΕΟΝΤΑΡΙΟ Ν. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	5,62



Κάτοχος Άδειας	Δήμος/Κοιν.	Θέση	Ισχύς (MW)
Λ. Χ. ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΟΣ ΑΤΕΕ	ΑΡΓΙΘΕΑΣ	ΜΥΗΕ ΔΙΠΟΤΑΜΑ ΡΕΜΑ ΠΛΑΤΑΝΙΑΣ	2,64
ΔΙΕΚΑΤ - ΜΥΗΕ ΘΕΡΙΝΟ ΑΕ	ΑΡΓΙΘΕΑΣ	ΡΕΜΑ ΘΕΡΙΝΟ	1,05
ΡΟΚΑΣ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΙ ΕΠΕ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΑΘΑΜΑΝΩΝ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΡΟΣΑΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΣ ΠΕΤΡΙΛΙΩΤΗΣ	2,6
ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΕ	ΙΤΑΜΟΥ	ΜΕΓΑΣ ΚΑΜΠΟΣ ΡΕΜΑ ΟΞΟΥΛΑ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΑΡΟΠΛΕΣΙΟΥ	0,48
ΔΙΕΚΑΤ - ΜΥΗΕ ΘΕΡΙΝΟ ΑΕ	ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ	ΡΕΜΑ ΟΞΥΑΣ Δ.Δ. ΟΞΥΑΣ	2,35
VENTO WATT ΕΠΕ	ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ	ΜΥΗΕ ΔΑΦΝΗΣ ΡΕΜΑ ΟΞΥΑΣ	3,1
SENTRY TECHNOLOGY ΕΤΕΒ ΑΕ	ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ	ΡΕΜΑ ΚΟΥΡΑ Δ.Δ. ΟΞΥΑΣ	1,42
ΑΡΓΩ Ε.Μ.Ε.Π.Ε.	ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ	ΡΕΜΑ ΜΕΛΙΣΣΙ Δ.Δ. ΟΞΥΑΣ	2,45
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ Α.Β.Ε.Τ.Ε.	ΝΕΒΡΟΠΟΛΗΣ ΑΓΡΑΦΩΝ	ΡΕΜΑ ΚΑΡΥΑΣ Δ.Δ. ΚΑΡΙΤΣΗΣ ΔΟΛΟΠΩΝ	0,8

Πηγή: ΡΑΕ, Ίδια επεξεργασία

Από τους παραπάνω ΜΥΗΣ έχουν κατασκευαστεί ένας στην περιοχή Μουζακίου 2,35 MW, Ιτάμου 0,48 MW, Μουζακίου 0,6 MW, Δ. Μουζακίου Κ. Βατσουνιάς, 0,6 MW. Από τους υπόλοιπους οι περισσότεροι βρίσκονται σε φάση κατασκευής. Ο νομός Καρδίτσας λόγω του ανάγλυφού, του κυρίως στο δυτικό τμήμα (βλέπε χάρτη 1) που είναι



ορεινό, και του πλούσιου υδρολογικού δικτύου του προσφέρει αρκετές θέσεις που είναι κατάλληλες για εγκατάσταση ΜΥΗΣ. Θα πρέπει βέβαια ο αριθμός των εγκαταστημένων ΜΥΗΣ να μην είναι αρκετά μεγάλος, έτσι ώστε να μην επιβαρύνεται το τοπίο και η πλούσια φυσική και πολιτιστική κληρονομιά του νομού. Παρακάτω γίνεται εφαρμογή του Πλαισίου Αξιολόγησης σε δύο ΜΥΗΣ του νομού, στον ΜΥΗΣ Καρυάς, 0,88 MW και στον ΜΥΗΣ Βατσουνιά Ι ισχύος 0,6 MW.





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ ΚΑΡΥΑΣ ΙΣΧΥΟΣ 0,88 MW

### 6.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Καρυάς σύμφωνα με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 15393/2332 (ΦΕΚ 1022B- 5.8.2002) που εκδόθηκε κατά εξουσιοδότηση του νόμου 3010 (ΦΕΚ 91 Α- 25.4.2002), ο οποίος τροποποιεί το νόμο 1650 ( ΦΕΚ 160 Α- 1986) και η οποία καταργεί τις διατάξεις των άρθρων 4 και 5 της ΚΥΑ 69269/5387 (ΦΕΚ 678 Β- 25.10.1990), κατατάσσεται στην κατηγορία Α έργων και δραστηριοτήτων και υποκατηγορία 1 (ομάδα 2<sup>η</sup>:υδραυλικά έργα Α/Α:15 υδροηλεκτρικά έργα) λόγω του ότι ο αγωγός προσαγωγής του νερού θα έχει μήκος 2.320 m, μεγαλύτερα δηλαδή των 1.000 m που αποτελεί βασική προϋπόθεση ένταξης των αντίστοιχων έργων στην κατηγορία Α1. Ο φορέας υλοποίησης του έργου είναι κάποιο φυσικό ή νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου.

Ο Μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός βρίσκεται κοντά στα ρέματα Καρυάς και Καριτσιώτη ακριβώς κατάντη του σχηματισμού του ρέματος Καριτσιώτη και της γέφυρας του δρόμου που οδηγεί στον οικισμό Καρβασαρά. Η υδροληψία του έργου γίνεται 220 m ανάντη της συμβολής του δρόμου που οδηγεί στον οικισμό Καρυά με το ρέμα Καρυάς και 800 m νότια και νοτιοανατολικά του οικισμού. Διοικητικά το έργο υπάγεται στο Δημοτικό Διαμέρισμα Καρίτσης Δολόπων που ανήκει στο Δήμου Νεβρόπολης Αγράφων που ανήκουν στην νομαρχία Καρδίτσας. Η ισχύς του ΜΥΗΣ είναι 0,88 MW ενώ η μέση ετήσια παραγωγή του είναι 2.800.000 KWh. Το μήκος του αγωγού εκτροπής είναι 2.320 m, ενώ ο ΜΥΗΣ δεν περιλαμβάνει ταμιευτήρα νερού. Ο αριθμός των απασχολούμενων για την λειτουργία του έργου είναι 1 έως 2 άτομα κυρίως για τη φύλαξη του χώρου. Επιπροσθέτως, πρέπει να τονιστεί ότι λόγω του ότι ο ΜΥΗΣ Καρυάς θα αξιοποιεί μία Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας για την παραγωγή ενός βασικού αγαθού κοινής ωφελείας. Τέλος, η δημιουργία και λειτουργία του ΜΥΗΣ θα συνεισφέρει στην κάλυψη των δεσμεύσεων της χώρας μας που απορρέουν από την Οδηγία 2001/77/EC «για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας» (Σπανός κ.α., 2007).

Ο ΜΥΗΣ αποτελεί ένα έργο αξιοποίησης μιας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας για την παραγωγή ενός αγαθού κοινής ωφέλειας Η ετήσια παραγωγή του υδροηλεκτρικού



σταθμού θα οδηγήσει σε ετήσια μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 1.868 τόνους που είναι η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται αν η ηλεκτρική ενέργεια που παράγει ο ΜΥΗΣ Καρυάς παραχθεί από αντίστοιχη ηλεκτροπαραγωγό μονάδα, η οποία χρησιμοποιεί λιγνίτη. Επομένως η λειτουργία του ΜΥΗΣ θα συμβάλει στην εξοικονόμηση λιγνίτη και πετρελαίου, δηλαδή μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων που χρησιμοποιούνται από τις υφιστάμενες συμβατικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ΜΥΗΣ Καρυάς δεν θα απαιτεί την χρήση κάποιας μορφής ενέργειας για τη λειτουργία του. Αντιθέτως θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια (μέση ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 2.800.000 KWh), γεγονός που θα συμβάλει στην κάλυψη των αναγκών της χώρας σε μέσω της αξιοποίησης των διαθέσιμων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Σπανός κ.α., 2007).

Ο σταθμός παραγωγής του ΜΥΗΣ θα συνδεθεί μέσω του μετασχηματιστή ανύψωσης με το δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ, με εναέρια γραμμή, σύμφωνα με τις υποδείξεις της αρμόδιας υπηρεσίας. Επιπλέον θα απαιτηθεί ενίσχυση του υφιστάμενου δικτύου ηλεκτροδότησης και αντικατάσταση του των αγωγών σε μήκος 3,8 km. Επιπλέον το συγκεκριμένο είδος αξιοποίησης του νερού δεν θα αλλοιώνει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του, με αποτέλεσμα η ποιότητα του συγκεκριμένου υδάτινου πόρου να παραμείνει η ίδια με αυτή που υφίσταται σήμερα (Σπανός κ.α., 2007).

Η θέση της υδροληψίας του Μικρού Υδροηλεκτρικού Σταθμού Καρυάς (βλέπε εικόνες 5.1, 5.2) καθώς και η περιοχή διέλευσης του μεγαλύτερου τμήματος του αγωγού προσαρμογής, βρίσκονται στο δημοτικό διαμέρισμα Βραγγιανών του δήμου Αγράφων του νομού Ευρυτανίας, ενώ το κτίριο του σταθμού παραγωγής και το τελευταίο τμήμα του αγωγού βρίσκονται στο ΔΔ Καρίτσης Δολόπων του δήμου Νεβρόπολης Αγράφων της Νομαρχίας Καρδίτσας. Ο χώρος εγκατάστασης (βλέπε εικόνες 5.3, 5.4) του ΜΥΗΣ βρίσκεται 2,15 km ανάντη της συμβολής του ρέματος Καρυάς και με το ρέμα Μπούνου, 220 m περίπου ανάντη της συμβολής του δρόμου που οδηγεί στον οικισμό της Καρυάς με το ρέμα Καρυάς, και περίπου:

- 0,8 km νότια-νοτιοανατολικά της Καρυάς
- 3,2 km βορειοανατολικά των Βραγγιανών
- 4,0 km νοτιοδυτικά της Καρίτσας
- 2,2 km νότια του Καρβασαρά.



Ο χώρος εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής του υπό εξέταση ΜΥΗΣ βρίσκεται σε δημόσια δασική έκταση πλησίον του ρέματος Καριτσιώτη, κατάντη του σημείου σχηματισμού του από την ένωση του ρέματος της Καρυάς με το ρέμα Μπούνου, κατάντη της γέφυρας του δρόμου που οδηγεί στον οικισμό Καρβασαρά, και περίπου:

- 1,4 km βορειοανατολικά της Καρυάς
- 5,1 km βορειοανατολικά των Βραγγιανών
- 2,3 km νοτιοδυτικά της Καρίτσας
- 1,2 km ανατολικά-νοτιοανατολικά του Καρβασαρά

Ο εξεταζόμενος ΜΥΗΣ θα αξιοποιεί τα νερά του ρέματος Καρυάς, το οποίο αποτελεί το κύριο υδατόρεμα της περιοχής του οικισμού Καρυάς Ευρυτανίας, και του οποίου η υδρολογική λεκάνη βρίσκεται στην βορειοανατολική πλευρά των Αγράφων στη νότια Πίνδο, στα σύνορα των Νομών Καρδίτσας και Ευρυτανίας (Σπανός κ.α., 2007).

Οι συντεταγμένες των χώρων εγκατάστασης της υδροληψίας και του σταθμού παραγωγής είναι:

Υδροληψία: X= 16950 Y= -2115

Σταθμός παραγωγής: X= 17715 Y= -290

Το απόλυτο υψόμετρο στη θέση κατασκευής της υδροληψίας είναι 1.071 m (από την επιφάνεια της θάλασσας) ενώ του σταθμού παραγωγής είναι 920 m. Ο αγωγός προσαρμογής του νερού από την υδροληψία στο σταθμό παραγωγής έχει μήκος 2.320 m. Η πρόσβαση τόσο στον χώρο υδροληψίας όσο και στο γήπεδο εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής εξασφαλίζεται με τους υφιστάμενους χωματόδρομους, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την εξυπηρέτηση των όμορων οικισμών και για όδευση των δικτύων της ΔΕΗ και του ΟΤΕ, τα οποία περνούν, τα οποία περνούν αρκετά κοντά από το κτίριο του σταθμού παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα η πρόσβαση στο χώρο του σταθμού παραγωγής θα εξασφαλίζεται μέσω της οδού που ενώνει τους οικισμούς Καρβασαρά και Μπελοκομίτη. Η πρόσβαση στον χώρο υδροληψίας θα εξασφαλίζεται από μέσω της οδού που οδηγεί στον οικισμό της Καρυάς και εν συνεχεία μέσω φυσικού πλατώματος το οποίο θα εξομαλυνθεί. Η έκταση του σταθμού παραγωγής είναι 86,34 m<sup>2</sup> (Σπανός κ.α., 2007).

Όσον αφορά τη διοικητική υπαγωγή του έργου όπως έχει αναφερθεί ο ΜΥΗΣ Καρυάς θα εγκατασταθεί τμηματικά στο δήμο Αγράφων του νομού Ευρυτανίας και στο



δήμο Νεβρόπολης Αγράφων του Νομού Καρδίτσας. Επειδή η παραγωγική μονάδα δηλαδή ο σταθμός παραγωγής ενέργειας του ΜΥΗΣ βρίσκεται στο νόμο Καρδίτσας, το έργο υπάγεται διοικητικά στο νομό αυτό. Η συνολική διάρκεια της φάσης κατασκευής του έργου είναι 24 μήνες (Σπανός κ.α., 2007).

Εικόνα 6.1: Χώρος εγκατάστασης υδροληψίας ΜΥΗΣ Καρυάς



Πηγή: Σπανός κ.α., 2007, Ιδία επεξεργασία

Εικόνα 6.2: Χώρος εγκατάστασης υδροληψίας ΜΥΗΣ Καρυάς



Πηγή: Σπανός κ.α., 2007, Ιδία επεξεργασία

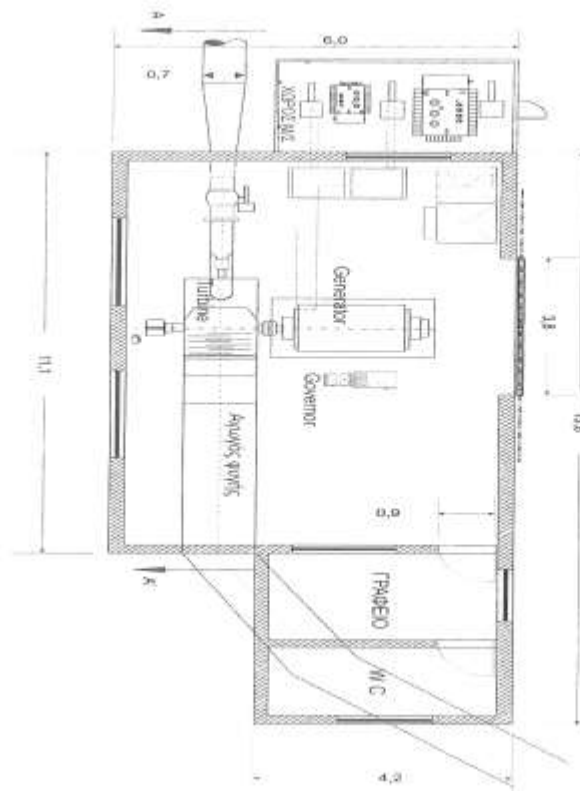


Εικόνα 6.3: Χώρος εγκατάστασης σταθμού παραγωγής ΜΥΗΣ Καρυάς



Πηγή: Σπανός κ.α., 2007, *Ιδία επεξεργασία*

Εικόνα 6.4: Κάτοψη κτιρίου σταθμού παραγωγής ΜΥΗΣ Καρυάς



Πηγή: Σπανός κ.α., 2007, *Ιδία επεξεργασία*



## 6.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ

### ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

#### *6.2.1. ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ- ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ*

Το έδαφος της περιοχής εγκατάστασης του ΜΥΗΣ αποτελείται από εδάφη σκληρών ασβεστόλιθων (όξινα με αργιλοπυλώδη- αργιλώδη υφή) και φλύσχη (όξινα με πυλώδη- αργιλοπυλώδη υφή). Το υψόμετρο στο χώρο υδροληψίας του σταθμού είναι 1.071 m ενώ στη θέση του σταθμού παραγωγής είναι 920 m.

Το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής εγκατάστασης του ΜΥΗΣ Καρυάς (υδροληψία, αγωγός παραγωγής, σταθμός παραγωγής) προσεγγίζοντας το από τη νότια προς τη βόρεια κατεύθυνση έχει ως εξής (Σπανός κ.α., 2007):

- Η περιοχή κατάντη της υδροληψίας (και έως 200 m κατάντη αυτής) παρουσιάζει ιδιαίτερα ομαλό ανάγλυφο
- Κατά μήκος του ρέματος της Καρυάς και ως και το χώρο του σταθμού παραγωγής, το ανάγλυφο εμφανίζεται ιδιαίτερα απότομο εκατέρωθεν της κοίτης (ανατολικά και δυτικά).

#### *6.2.2. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ- ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ*

Όσον αφορά τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή του έργου, παραθέτονται τα παρακάτω δεδομένα, τα οποία έχουν ληφθεί από τον μετεωρολογικό σταθμό του Καρπενησίου κατά την περίοδο 1981-1990. Συγκεκριμένα οι συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και ολικού ψύχους βροχής δίνονται στον παρακάτω πίνακα όπου παρατηρείται ότι η μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του χρόνου κυμαίνεται μεταξύ 3,1 °C και 21,6 °C.



Πίνακας 6.1: Κλιματολογικές συνθήκες ευρύτερης περιοχής ΜΥΗΣ Καρυάς

	Θερμοκρασία °C					Σχετική υγρασία %	Ολικό ψύχος βροχής (mm)
	Απόλυτη μέγιστη	Μέση μέγιστη	Μέση τιμή	Μέση ελάχιστη	Απόλυτη ελάχιστη		
Ιανουάριος	19,0	7,8	3,8	0,4	-8,6	68,0	86,4
Φεβρουάριος	17,4	6,9	3,1	-0,2	-10,8	70,5	113,3
Μάρτιος	21,2	9,3	5,4	1,7	-5,0	73,9	155,9
Απρίλιος	25,6	15,5	10,6	5,3	-1,6	60,6	118,9
Μάιος	30,2	19,5	14,7	8,9	0,8	61,8	67,8
Ιούνιος	34,6	23,8	18,9	12,1	5,4	55,6	43,9
Ιούλιος	39,0	26,4	21,6	14,9	9,4	52,2	22,0
Αύγουστος	34,6	26,2	20,9	14,6	9,6	53,8	24,4
Σεπτέμβριος	30,8	23,2	17,6	11,9	5,4	59,1	23,0
Οκτώβριος	29,2	17,5	12,4	7,9	-2,4	66,2	79,2
Νοέμβριος	23,2	11,3	6,8	3,4	-4,6	73,8	183,3
Δεκέμβριος	20,0	8,7	4,8	1,7	-7,0	73,5	162,1

Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, 2007, Ιδία επεξεργασία

Όσον αφορά την υδρολογία της περιοχής η υδρολογική λεκάνη του ρέματος Καρυάς, το οποίο είναι το κύριο υδατόρεμα του οικισμού Καρυάς Ευρυτανίας, βρίσκεται στη βορειοανατολική πλευρά των Αγράφων στη Νότια Πίνδο, στα σύνορα των νομών Ευρυτανίας και Καρδίτσας και χαρακτηρίζεται από έντονα πτυχωμένο ανάγλυφο, σημαντικές κλίσεις και μεγάλα υψόμετρα. Θεωρείται υπολεκάνη του ποταμού Ταυρωπού. Στην εν λόγω περιοχή υπάρχει μεγάλος αριθμός ρεμάτων που καταλήγουν στο ρέμα της Καρυάς και στο ρέμα Καριτσιώτη. Η λεκάνη απορροής του ρέματος της Καρυάς έχει επίμηκες σχήμα και κατεύθυνση από βορειοδυτικά προς νοτιοανατολικά. Δυτικά από τη θέση της υδροληψίας του ΜΥΗΣ, η λεκάνη απορροής ορίζεται από το ύψωμα Μίχος και την κορυφή Βοϊδολίβαδο, ενώ η λεκάνη προς το νότο οριοθετείται από τα υψώματα Απέλινα και Πλάκα. Στη συνέχεια ο υδροκρίτης της λεκάνης στρέφεται βόρεια και διέρχεται από την κορυφογραμμή Γαλατά, η οποία αποτελεί και το ανατολικό όριο της λεκάνης απορροής του ρέματος Καρυάς, πριν στραφεί δυτικά και διέλθει από τη θέση της υδροληψίας. Η λεκάνη διατρέχεται από πλήθος ανώνυμων ρεμάτων που πηγάζουν από τα υψώματα Βοϊδολίβαδο και Πλάκα και τα οποία συμβάλλουν μεταξύ τους πριν το σημείο της υδροληψίας. Η έκταση της λεκάνης απορροής του ρέματος Καρυάς στην θέση της υδροληψίας του ΜΥΗΣ υπολογίζεται σε 5,9 km<sup>2</sup> ενώ το μέσο υψόμετρο ανέρχεται σε 1.585m. Το μέγιστο υψόμετρο της λεκάνης είναι 2.016 m στο



νότιο άκρο της κορυφογραμμής Γαλατά. Η λεκάνη είναι πολύ ορεινή και η κατακρήμνιση που δέχεται είναι πολύ μεγάλη τόσο λόγω της θέσης της σε μια από τις βροχερότερες περιοχές της Ελλάδας, όσο και λόγω του υψομέτρου. Ανάντη της υδροληψίας και εντός των ορίων της λεκάνης δεν υπάρχουν υφιστάμενες χρήσεις νερού (Σπανός κ.α., 2007).

Όπως προκύπτει από την παραπάνω ανάλυση η περιοχή εγκατάστασης του ΜΥΗΣ τόσο από πλευράς εδάφους όσο και από πλευράς μετεωρολογικών και υδρολογικών συνθηκών ενδείκνυται για την εγκατάσταση και λειτουργία Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων.

### 6.2.3. ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Η περιοχή που περιλαμβάνει τις θέσεις εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής, της υδροληψίας αλλά του αγωγού προσαγωγής που καλύπτονται στην πλειοψηφία τους από δάσος ελάτης ενώ πλησίον αυτών (εκτός του ρέματος Καρυάς) βρίσκεται και το ρέμα Καριτσιώτη.

Ο ΜΥΗΣ Καρυάς βρίσκεται εντός του δικτύου NATURA 2000 περιοχής GR1410002 (Άγραφα). Πιο συγκεκριμένα ο σταθμός θα εγκατασταθεί πλησίον του ανατολικού ορίου της προαναφερθείσας προστατευόμενης περιοχής. Επιπλέον σε μεγαλύτερη απόσταση και με κατεύθυνση ανατολικά και βορειοανατολικά της περιοχής εγκατάστασης του ΜΥΗΣ βρίσκεται η περιοχή GR1410001 (περιοχή λίμνης Ταυρωπού), η οποία ανήκει επίσης στο δίκτυο NATURA 2000 ([www.filotis.gr](http://www.filotis.gr)).

### 6.2.4. ΧΛΩΡΙΔΑ- ΠΑΝΙΔΑ

Στην περιοχή του έργου κυριαρχεί πυκνό δάσος ελάτης, ενώ σημαντικές περιοχές χρησιμοποιούνται ως βοσκότοποι. Ειδικότερα:

- Στην ευρύτερη περιοχή της υδροληψίας και στο αρχικό τμήμα του αγωγού προσαγωγής επικρατούν βοσκότοποι
- Το υπόλοιπο τμήμα του αγωγού προσαγωγής και του σταθμού παραγωγής βρίσκεται στα όρια περιοχής πυκνού δάσους ελάτης με περιοχή αραιού δάσους δρυός.





Οι βοσκότοποι εκτείνονται σε μεγάλη απόσταση προς τη νότια κατεύθυνση από την υδροληψία. Το πυκνό δάσος ελάτης εκτείνεται σε μεγάλη απόσταση ανατολικά και δυτικά από τον αγωγό προσαγωγής. Τέλος το αραιό δάσος δρυός εκτείνεται σε περιορισμένης έκτασης περιοχή περιμετρικά του σταθμού παραγωγής. Ανάμεσα στο δάσος ελάτης και στον υπόροφο υπάρχουν τυπικά είδη θάμνων της μακκίας όπως σχίνα (*Pistacia lentiscus*) πουρνάρια (*Querus coccifera*), λαδανιές (*Cistus* spp.) και παραποτάμια βλάστηση. Η περιοχή αυτή γενικότερα αποτελεί χαρακτηριστικό μεσογειακό βιότοπο και χαρακτηρίζεται από την παρουσία αειθαλών σκληρόφυλλων δέντρων και θάμνων που είναι ανθεκτικά στην ξηρασία και περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων: Άριες (*Quersus ilex*), πουρνάρια (*Querus coccifera*), φυλλική αλλά και κωνοφόρα (Σπανός κ.α., 2007, [www.filotis.gr](http://www.filotis.gr)).

Ενδεικτικά παραθέτονται τα παρακάτω είδη χλωρίδας στην ευρύτερη περιοχή του έργου:

Πίνακας 6.2: Είδη χλωρίδας περιοχής ΜΥΗΣ Καρυάς

Ελληνική Ονομασία	Λατινική Ονομασία
Πλατάνια	( <i>Platanus orientalis</i> )
Βελανιδιές	( <i>Quercuw</i> spp.)
Αγριοκρανιά	( <i>Cornus sanguinea</i> )
Φιλλύκι	( <i>Phillyrea latifolia</i> )
Φιλλυρέα	( <i>Phillyrea angustifolia</i> )
Καρυδιά	( <i>Juglans Regia</i> )
Λεύκες	( <i>Populus</i> spp.)
Αγριοακακίας	( <i>Acacia</i> spp.)
Πικροδάφνες	( <i>Nerium oleander</i> )

Πηγή: Σπανός κ.α., 2007, *Ιδία επεξεργασία*

Στις όχθες του ρέματος Καρυάς εμφανίζονται διάφορα υδρόφιλα είδη (παραποτάμια βλάστηση) όπως ο πλάτανος, οι λεύκες, οι ιτιές, τα σκλήθρα, η φιλλυρεα, και άλλα. Η βλάστηση στο χώρο εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής του ΜΥΗΣ Καρυάς χαρακτηρίζεται από την παρουσία αραιής τυπικής παραποτάμιας χλωρίδας της



περιοχής (πλατάνια, ιτιές, κλπ). Αντίθετα στο χώρο εγκατάστασης της υδροληψίας η βλάστηση είναι ιδιαίτερα φτωχή λόγω του γεγονότος ότι η εγκατάσταση πραγματοποιείται εντός και παραπλεύρως της κοίτης του ρέματος όπου αφενός ρέουν σημαντικές ποσότητες νερού και αφετέρου το έδαφος αποτελείται από βράχους και μεγάλου μεγέθους κροκάλες και ως εκ τούτου δεν προσφέρεται για την ανάπτυξη ανώτερης βλάστησης. Επιπλέον, σύμφωνα με την από 23/06/2006 με Α.Π. 92331/2458 γνωμοδότηση του τμήματος Γ της Διεύθυνσης Αισθητικών Δασών, Δρυμών και Θήρας της Γενικής Δ/σης Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, απαιτήθηκε η εκπόνηση βοτανικής μελέτης για την καταγραφή των σπάνιων ειδών που υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή του έργου. Σύμφωνα με την μελέτη του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ τα σπάνια είδη που παρατηρούνται είναι τα: *Viola Chelmea* και *Hieracium Epirensis* τα οποία όμως δεν συναντώνται στις θέσεις της υδροληψίας και του σταθμού παραγωγής (κυρίως λόγω υψομέτρου) (Σπανός κ.α., 2007).

Τα σημαντικότερα είδη πανίδας που υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή του έργου παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.3: Σημαντικότερα είδη πανίδας περιοχής ΜΥΗΣ Καρυάς

	Ελληνική Ονομασία	Λατινική Ονομασία
Ιχθυοπανίδα	Πέστροφα	<i>Salmo trutta</i>
	Πέστροφα	<i>Salmo macrostigma</i>
	Τούρνα	<i>Esox lucius</i>
	Μαυρόψαρο	<i>Tinca tinca</i>
	Μπριάνα	<i>Barbus barbus</i>
	Μπριάνα	<i>Barbus Albanicus</i>
	Κοκκινόφτερο	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>
	Χέλι	<i>Anguilla anguilla</i>
Αμφίβιο	Φρύνος κοινός	<i>Bufo bufo</i>
	Πράσινος φρύνος	<i>Bufo viridis</i>
	Δαλματικός βάτραχος	<i>Rana dalmatica</i>
	Βάτραχος ο υδρόβιος	<i>Rana ridibunda</i>
Ερπετά	Χελώνα	<i>Testudo graeca</i>
	Νεροχελώνα	<i>Emys orbicularis</i>
	Νεροχελώνα	<i>Mauremys caspica</i>



	Ελληνική Ονομασία	Λατινική Ονομασία
	Σαμιαμίδι	Cyrtodactylus kotschy
	Αβλέφαρος	Ablepharus kitaibeli
	Κονάκι	Anguis fragilis
	Σμαραγδόσαυρα	Lacerta viridis
	Γουστέρα	Podarcis taurica
	Σαπίτης	Malpolon monspessulanus
	Ζαμενίς	Caluber jugularis
	Σαίτα	Caluber najadum
	Νερόφιδο	Natrix Natrix
	Νερόφιδο	Natrix Tesselata
Θηλαστικά	Σκαντζόχοιρος	Erinaceus concolor
	Νανομυγαλίδα	Sorex minutus
	Βαλτομυγαλίδα	Neomys anomalous
	Ρωμαϊκός Ασπάλακας	Talpa romana
	Λύκος	Canis lupus
	Αλεπού	Vulpes vulpes
	Νυφίτσα	Mustella nivalis
	Κουνάβι	Martes foina
	Ασβός	Meles meles
	Αγριογούρουνο	Sus scrofa
	Ζαρκάδι	Capreolus capreolus
	Αγριόγατα	Felis sylvestris
	Σπερμόφιλος	Cricetulus migratorius
	Μικροτυφλοποντικός	Nanospalax leucodon
	Αρουραίος	Microtus arvalis
	Αρουραίος της μεσογείου	Microtus socialis
	Βραχοποντικός	Apodemus mystacinus
	Δασοποντικός	Apodemus sylvaticus
	Κρικοποντικός	Apodemus flavicollis
	Αρουραίος	Ratus ratus
	Σταχτοποντικός	Mus musculus
	Σκίουρος	Sciurus vulgaris
	Δασομυωξός	Glis glis
Δενδρομυωξός	Dryomys nitedula	

Πηγή: Σπανός κ.α.,2007, www.fillotis.gr, Ίδια επεξεργασία

Στο ρέμα Καρυάς δεν έχουν παρατηρηθεί είδη ιχθυοπανίδας. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα είδη ορνιθοπανίδας της περιοχής εγκατάστασης του ΜΥΗΣ Καρυάς:



Πίνακας 6.4: Είδη ορνιθοπανίδας ΜΥΗΣ Καρυάς

Ελληνική Ονομασία	Λατινική Ονομασία
Σταυραετός	Hieraetus pennatus
Φιδαετός	Circaetus gallicus
Γεράκι ή πετρίτης	Falco peregrinus
Ποντικοβαρβακίνα	Buteo buteo
Αετοβαρβακίνα	Buteo rufinus
Βραχοκίρκινεζο	Falco tinnuculus
Λαγγόνα ή Φαλακροκόρακας ο πυγμαίος	Phalacrocorax pygmaeus
Φαλακροκόρακας ή κορμοράνος	Phalacrocorax carbo
Μπεκάτσα	Scolopax rusticola
Κούκος	Cuculus canorus
Πετροπέρδικα	Alectoris graeca
Ορτύκι	Coturnix coturnix
Αιγοθήλης ή γιδοβύζι	Caprimulgus europaeus
Αλκυόνα	Alcebo atthis
Τσαλαπετεινός ή αγριοκοράκι	Uruba erops
Παρδαλοσικλιτάρια	Dendrocoros major
Μαυροσικλιτάρια	Dryocopus martius
Στραβολαίμης	Jynx torquilla
Λευκοσικινιάς	Egretta garzetta
Λευκοπελαργός	Ciconia ciconia
Μαυροπελαργός	Ciconia nigra
Μπούφος	Bubo bubo
Κουκουβάγια	Athene noctua



Ελληνική Ονομασία	Λατινική Ονομασία
Νανόμπουφος	Asio otus
Χουχουριστής	Strix aluco
Γκιώνης	Otus scops
Πεπλόγλαυκα	Tyto alba
Κοράκι	Corvus corax
Μαυροκουρούνα	Corvus corone corone
Σταχτοκουρούνα	Corvus corone cornix
Κίσσα η βαλινοφάγος	Garrulus glandarius
Καρακάξα	Pica pica
Συκοφάγος	Oriolus oriolus
Τσοπανάκος	Sitta spp.
Νεροκότσυφας	Cinclus cinclus
Κατσουλιέρος	Galerida cristata
Γαλιάντρα	Melanocorypha calandra
Σπίνος	Fringilla coelebs
Φλώρος	Carduelis chloris
Χοντρομύτης	Coccothraustes coccothraustes
Ελατοπαπαδίτσα	Parus ater
Καλόγερος	Parus major
Λευκοσουσουράδα	Motacilla alba
Αετομάχος	Lanius collurio
Κοκκινολαίμης	Erithacus rubecula
Αηδόني	Lucinica megarhynchos
Κότσυφας	Turdus merula
Πετροκότσυφας	Monticola saxatilis
Αγριοπερίστερο	Columba livia
Χελιδόνι	Hirundo rustica
Γαλαζοκότσυφας	Molticola solitarius
Φάσσα	Columba palumbus
Δεκαοχτούρα	Streptopelia decaocto
Τρυγόνι	Streptopelia turtur

Πηγή: Σπανός κ.α.,2007, [www.fillotis.gr](http://www.fillotis.gr)

### 6.3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

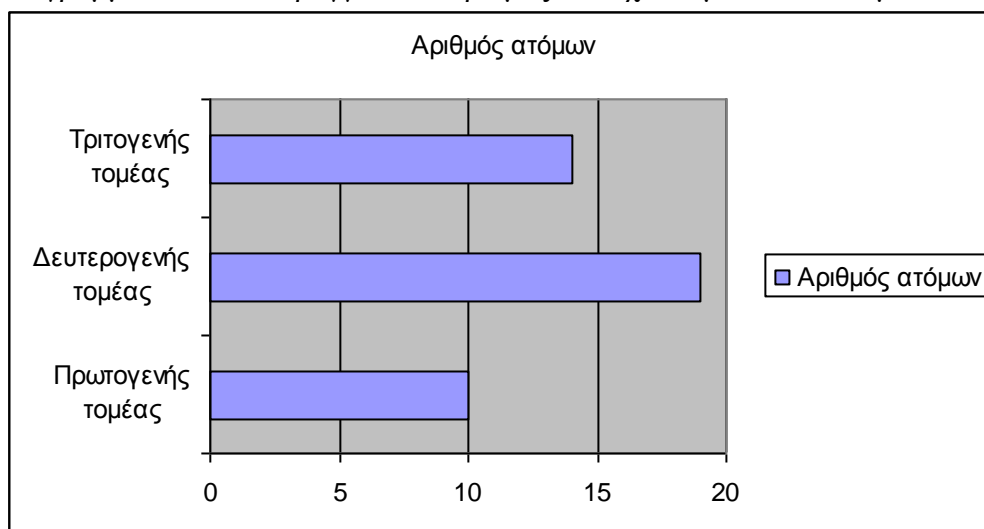
#### 6.3.1. ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ- ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΥΗΣ ΚΑΡΥΑΣ

Ο συνολικός πληθυσμός του Δήμου Αγράφων σύμφωνα με την απογραφή του 2001 ανέρχεται σε 3.691 κατοίκους ενώ ο συνολικός πληθυσμός του Δήμου Νεβρόπολης



Αγράφων σύμφωνα με την απογραφή του 2001 ανέρχεται σε 3.601 κατοίκους. Ο πληθυσμός του Δ.Δ. Βραγγιανών του Δήμου Αγράφων ανέρχεται στους 617 κατοίκους ενώ του Δ.Δ. Καρίτσης Δολόπων του Δήμου Νεβρόπολης Αγράφων σε 208 σύμφωνα επίσης με την απογραφή του 2001. Η κατανομή του οικονομικώς ενεργού πληθυσμού ανά τομέα δραστηριότητας στο Δ.Δ. των Βραγγιανών του δήμου Αγράφων παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα:

Διάγραμμα 6.1: Δ.Δ. Βραγγιανών-Αριθμός απασχολούμενων ανά τομέα



Πηγή: Εργαστήριο Περιφερειακών Οικονομικών Αναλύσεων Τ.Μ.Χ.Π.Π.Α., Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 6.5: Οικονομικά ενεργός πληθυσμός ανά ομάδα κλάδων οικονομικής δραστηριότητας για το Δημοτικό Διαμέρισμα Βραγγιανών

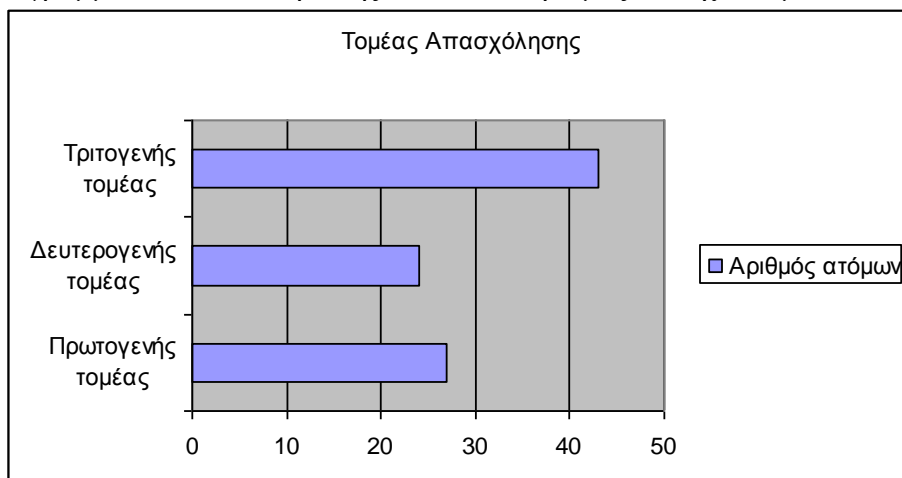
Ομάδες κλάδων οικονομικής δραστηριότητας	Αριθμός οικονομικά ενεργών ατόμων	Ποσοστιαία κατανομή (%)
Σύνολο	45	
Γεωργία, κτηνοτροφία, θήρα, δασοκομία και αλιεία	14	31,1
Ορυχεία και λατομεία	0	0
Μεταποιητικές βιομηχανίες	0	0
Παροχή ηλ. ρεύματος, φυσικού αερίου και νερού	1	2,2
Κατασκευές	18	40
Εμπόριο, Επισκευές, Ξενοδοχεία, Εστιατόρια	2	4,4
Μεταφορές Αποθηκεύσεις και επικοινωνίες	3	6,7
Ενδιάμεσοι χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί	0	0
Λοιπές υπηρεσίες	5	11,1
Νέοι	2	4,4
Δεν δήλωσαν οικονομική δραστηριότητα	0	0

Πηγή: Εργαστήριο Περιφερειακών Οικονομικών Αναλύσεων Τ.Μ.Χ.Π.Π.Α., Ιδία επεξεργασία



Παρακάτω παρατίθενται τα αντίστοιχα στοιχεία για το Δημοτικό Διαμέρισμα Καρίτσης Δολόπων του Δήμου Νεβρόπολης Αγράφων.

Διάγραμμα 6.2: Δ.Δ. Καρίτσης Δολόπων-Αριθμός απασχολούμενων ανά τομέα



Πηγή: Εργαστήριο Περιφερειακών Οικονομικών Αναλύσεων Τ.Μ.Χ.Π.Π.Α., Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 6.6: Οικονομικά ενεργός πληθυσμός ανά ομάδα κλάδων οικονομικής δραστηριότητας για το Δ.Δ. Καρίτσης Δολόπων

Ομάδες κλάδων οικονομικής δραστηριότητας	Αριθμός οικονομικά ενεργών ατόμων	Ποσοστιαία κατανομή (%)
Σύνολο	105	
Γεωργία, κτηνοτροφία, θήρα, δασοκομία και αλιεία	28	26,7
Ορυχεία και λατομεία	0	0
Μεταποιητικές βιομηχανίες	11	10,5
Παροχή ηλ. Ρεύματος, φυσικού αερίου και νερού	5	4,8
Κατασκευές	8	7,6
Εμπόριο, Επισκευές, Ξενοδοχεία, Εστιατόρια	8	7,6
Μεταφορές Αποθηκεύσεις και επικοινωνίες	6	5,7
Ενδιάμεσοι χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί	1	1
Λοιπές υπηρεσίες	28	26,7
Νέοι	1	1
Δεν δήλωσαν κλάδο οικονομικής δραστηριότητας	9	8,6

Πηγή: Εργαστήριο Περιφερειακών Οικονομικών Αναλύσεων Τ.Μ.Χ.Π.Π.Α., Ιδία επεξεργασία

### 6.3.2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

Η συνολική έκταση του Δ.Δ. Βραγγιανών του δήμου Αγράφων είναι 41,9 χιλιάδες στρέμματα, ενώ του Δ.Δ. Καρίτσης Δολόπων του Δήμου Νεβρόπολης Αγράφων



είναι 21,3 χιλιάδες στρέμματα. Στο παρακάτω πίνακα δίνεται η κατανομή χρήσεων γης για τα δύο δημοτικά διαμερίσματα.

Πίνακας 6.7: Κατανομή χρήσεων γης στο σύνολο του Δ.Δ. Βραγγιανών και του Δ.Δ. Καρίτσης Δολόπων

Χρήση γης	Εκτάσεις (χιλιάδες στρέμματα)	
	Δ.Δ. Βραγγιανών	Δ.Δ. Καρίτσης Δολόπων
Συνολική έκταση	41,9	21,3
Καλλιεργούμενες εκτάσεις και αγραναπαύσεις	3,3	1
Βοσκότοποι Δημοτικοί ή Κοινοτικοί	24	2,3
Βοσκότοποι Ιδιωτικοί και άλλοι	0	1,2
Δάση	12,9	16,1
Εκτάσεις καλυπτόμενες από νερά	1,3	0,5
Εκτάσεις οικισμών (κτίρια, δρόμοι)	0,5	0,2
Άλλες εκτάσεις	0	0

Πηγή: Σπανός κ.α., 2007, Ιδία επεξεργασία

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα το μεγαλύτερο τμήμα του Δ.Δ. Βραγγιανών καταλαμβάνεται από βοσκοτόπους και δασικές εκτάσεις. Αντίστοιχα στο Δ.Δ. Καρίτσης Δολόπων το μεγαλύτερο τμήμα καταλαμβάνουν δασικές εκτάσεις και βοσκοτόποι. Στον τομέα της γεωργίας μεγάλος είναι ο αριθμός των ετήσιων καλλιεργειών καθώς επίσης και των μόνιμων λιβαδιών και βοσκοτόπων. Όσον αφορά στην κτηνοτροφία στο Δ.Δ. Βραγγιανών τα είδη ζώων που εκτρέφονται είναι κυρίως πρόβατα, αίγες και πουλερικά, ενώ σε μικρότερο ποσοστό υπάρχουν βοοειδή. Στο Δ.Δ. Καρίτσης Δολόπων επίσης τα μεγαλύτερα ποσοστά καταλαμβάνουν τα πρόβατα, οι αίγες και τα πουλερικά.

Στην περιοχή είναι αναπτυγμένος ο εναλλακτικός τουρισμός και συγκεκριμένα ο αγροτουρισμός, το γεγονός αυτό αποδεικνύεται από τον αριθμό των ξενοδοχείων, ενοικιαζόμενων δωματίων και καταλυμάτων που υπάρχουν στην περιοχή. Αναλυτικότερα εντοπίστηκαν εννιά ενοικιαζόμενα δωμάτια στο Δήμο Νεβρόπολης Αγράφων και δέκα ξενοδοχεία, ενώ στο Δήμο Αγράφων εντοπίστηκαν 8 ξενοδοχεία και 4 καταλύματα ([www.evritania.gr](http://www.evritania.gr), [www.guide.gr](http://www.guide.gr)).

### 6.3.3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στο Δήμο Αγράφων υπάρχουν οχτώ χωματερές ενώ στο Δήμο Νεβρόπολης Αγράφων καμία. Πλησίον του σημείου εγκατάστασης του έργου δεν υπάρχουν σημαντικές τεχνικές υποδομές παρά μόνο κυρίως αγροτικοί δρόμοι (ως προς το οδικό δίκτυο), δίκτυο ΔΕΗ και ΟΤΕ (Σπανός κ.α., 2007).





Στην ευρύτερη περιοχή του χώρου εγκατάστασης του Μικρού Υδροηλεκτρικού Σταθμού Καρυάς έχει παρατηρηθεί μεγάλη συγκέντρωση εγκατεστημένων όμοιων υδροηλεκτρικών, ένας από τους οποίους σε πολύ μικρή απόσταση από τον ΜΥΗΣ Καρυάς, στο ρέμα Καρβασαρά. Παράλληλα στο Νομό Ευρυτανίας υπάρχουν ήδη 31 υδροηλεκτρικοί σταθμοί και έχει εγκριθεί η κατασκευή άλλων 15. Η συνεχής αυτή αύξηση του αριθμού των ΜΥΗΣ σημαίνει την υπερεκμετάλλευση και μακροπρόθεσμα αλλοίωση του υδατικού δυναμικού της ευρύτερης περιοχής (ΡΑΕ).

#### 6.4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

##### *6.4.1. ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ*

Ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου εκτιμήθηκε σε 1.233.500 €. Το κόστος αυτό υπολογίστηκε λαμβάνοντας υπόψη το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης του εξοπλισμού αλλά και το κόστος κατασκευής των έργων (Σπανός κ.α., 2007). Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται επιμέρους ανάλυση του προϋπολογισμού του έργου.

Πίνακας 6.8: Ανάλυση Προϋπολογισμού κατασκευής ΜΥΗΣ Καρυάς

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ-ΔΑΠΑΝΗΣ	ΚΟΣΤΟΣ (€)
Στρόβυλος με ρυθμιστή, Γεννήτρια (και εγκατάσταση)	331.833
Πίνακες αυτοματισμού, προστασιών και τροφοδοσίας	30167
Μετασχηματιστής ανύψωσης, βοηθητικός Μ/Σ και πίνακες μέσης τάσης	38.500
Μεταλλικές κατασκευές (θυροφράγματα, βαρούλκο, κ.α.)	27.500
Λοιπός ηλεκτρολογικός και μηχανολογικός εξοπλισμός	38.500
Φράγμα-υδροληψία	132.000
Αγωγός προσαγωγής (και εγκατάσταση)	440.000
Κτίριο σταθμού παραγωγής, διώρυγα φυγής, περιβάλλον χώρος	49.500
Οδοί προσπέλασης (βαλτιώσεις)	27.500
Έξοδα μελέτης και διαδικασιών αδειοδότησης	44.000
Αγορά εκτάσεων	22.000
Έργα προστασίας και αποκατάστασης περιβάλλοντος	20.000
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	1.201.500

Πηγή: Σπανός κ.α., 2007, Ιδία επεξεργασία

Το κόστος διασύνδεσης του ΜΥΗΣ Καρυάς με το δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ έχει εκτιμηθεί από τη Διεύθυνση Διαχείρισης Δικτύου ότι θα ανέλθει σε 32.000 €.

##### *6.4.2. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΕΤΗΣΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ*

Κατά την λειτουργία του ΜΥΗΣ θα ημιαπασχολούνται 2 άτομα :

- 1 άτομο στις εγκαταστάσεις του έργου



- 1 άτομο που θα αναλάβει την οικονομική παρακολούθησή του

Το ετήσιο κόστος απασχόλησης προσωπικού παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα 6.9.

Πίνακας 6.9: Ετήσιο κόστος απασχόλησης προσωπικού ΜΥΗΣ Καρυάς (σε €)

Ειδικότητα	Αριθμός εργαζόμενων	Μηνιαίος Μισθός καθαρός	Μηνιαίος Μισθός μικτός	Ποσοστό απασχόλησης στο έργο	Ετήσιο συνολικό κόστος
Συντηρητής ηλεκτρολόγος	1	1.000	1.400	50%	9.800
Λογιστής	1	1.400	1.960	25%	6.860
Σύνολο	2	2.400	3.360		16.660

Πηγή: Σπανός κ.α., 2007, Ιδία επεξεργασία

Μια ρεαλιστική εκτίμηση για το κόστος συντήρησης και ανταλλακτικών του μηχανολογικού εξοπλισμού και των ειδικών εγκαταστάσεων υπολογίζεται στο 1% της αξίας κτήσης του μηχανολογικού εξοπλισμού, δηλαδή:  $450.000 \text{ €} \cdot 1\% = 4.500 \text{ €/έτος}$  λειτουργίας.

Στα λοιπά γενικά λειτουργικά έξοδα εμπεριέχονται οι παροχές σε τρίτους, ενοίκια μηχανικού εξοπλισμού και μεταφορικών μέσων, ασφάλιστρα κλπ. Επίσης διάφορα άλλα έξοδα όπως έξοδα μεταφοράς, υλικά άμεσης ανάλωσης και λοιπά γενικά έξοδα καθώς και έξοδα διοίκησης. Το κόστος διοίκησης λαμβάνεται ίσο με 2.000 € ανά έτος. Στον παρακάτω πίνακα 6.10 που ακολουθεί παρουσιάζεται το λειτουργικό κόστος του έργου.

Πίνακας 6.10: Ετήσιο λειτουργικό κόστος ΜΥΗΣ Καρυάς σε (€)

ΕΙΔΟΣ	Ετήσια Δαπάνη
Κόστος Εργασίας	16.660
Ανταλλακτικά/Επισκευές	4.500
Ασφάλιστρα	800
Κόστος διοίκησης	2.000
Λοιπά έξοδα	2.000
Σύνολο Εξόδων	25.960

Πηγή: Σπανός κ.α., 2007, Ιδία επεξεργασία

#### 6.4.3. ΕΤΗΣΙΕΣ ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ

Στον παρακάτω πίνακα 6.11 παρουσιάζονται τα εκτιμώμενα έσοδα από πωλήσεις ενέργειας και ισχύος του ΜΥΗΣ, σύμφωνα με τις τιμές που ίσχυαν το Φθινόπωρο του 2005.



Πίνακας 6.11: Προβλεπόμενα μέσα ετήσια έσοδα ΜΥΗΣ Καρυάς

Είδος	Μονάδα	Τιμή πώλησης	Μέση ετήσια παραγωγή	Αξία (€)
Ηλεκτρική ενέργεια	KWh	0,06842 €/KWh	2.800.000	191.576
Ισχύς	KW	1,75645 €/KW/μήνα	10.560	12.984
ΣΥΝΟΛΟ				204.560

Πηγή: Σπανός κ.α., ίδια επεξεργασία

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η εξεταζόμενη επιχείρηση θα είναι βιώσιμη και θα είναι σε θέση να εξυπηρετήσει με ευχέρεια τις διάφορες υποχρεώσεις της περιλαμβανόμενης και της εξυπηρέτησης του δανείου.

## 6.5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

### *6.5.1. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANNT*

Η αξιολόγηση της επένδυσης θα γίνει με την εκτίμηση των καθαρών ροών σε βάθος χρόνου. Η εκτίμηση αυτή προϋποθέτει μια σειρά υπολογισμών. Αρχικά θα κατασκευαστεί το διάγραμμα Gannt στο οποίο εμφανίζεται η χρονική περίοδος εκτέλεσης κάθε εργασίας και το κόστος αυτής (σε €). Ως μονάδα χρόνου στο διάγραμμα αυτό χρησιμοποιείται το εξάμηνο.



Πίνακας 6.12: Το διάγραμμα Gantt της επένδυσης

Εργασίες	ΕΤΟΣ 2005						ΕΤΟΣ 2006												ΕΤΟΣ 2007					
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Αγορά εκτάσεων, έξοδα μελέτης, άδειες	66.000																							
Κτίριο σταθμού παραγωγής, διώρυγα φυγής, περιβάλλον χώρος					11.000							33.000	5.500											
Φράγμα-υδροληψία												99.000	33.000											
Αγωγός προσαγωγής (και εγκατάσταση)												146.667	293.333											
Στρόβιλος με ρυθμιστή, Γεννήτρια (και εγκατάσταση)																	331.833							
Μεταλλικές κατασκευές (θυροφράγματα, βαρούλκο, κ.α.)																	27.500							
Λοιπός ηλεκτρολογικός και μηχανολογικός εξοπλισμός																	38.500							
Οδοί προσπέλασης (βαλιώσεις)																		27.500						
Μετασχηματιστής ανύψωσης, βοηθητικός Μ/Σ και πίνακες μέσης τάσης																				12.833	25.666			
Πίνακες αυτοματισμού, προστασιών και τροφοδοσίας																				7.541,75	22.625,25			
Διασύνδεση με το δίκτυο μέσης τάσης																							32.000	
Έργα προστασίας και αποκατάστασης περιβάλλοντος																								20.000
<b>Κόστος ανά εξάμηνο</b>	<b>77.000</b>						<b>278.667</b>						<b>757.166</b>						<b>120.666</b>					

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Αθροίζοντας το κόστος κάθε στήλης στο παραπάνω διάγραμμα προκύπτει το συνολικό κόστος ανά 6-μηνο και το συνολικό κόστος του έργου το οποίο ισούται με 1.233.500 € χωρίς τα απρόβλεπτα κόστη.

### 6.5.2. ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Η χρηματοδότηση του έργου όπως έχει προαναφερθεί προβλέπεται να γίνει κατά 20% από ίδια κεφάλαια, κατά 40% από δανεισμό ενώ το υπόλοιπο 40% θα καλυφθεί από επιχορηγήσεις σύμφωνα με τον Αναπτυξιακό Νόμο 2601/98 και το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας. Στη συνέχεια θα υπολογιστούν οι απαιτήσεις για τη χρηματοδότηση της επένδυσης και θα γίνει το χρηματοδοτικό πρόγραμμα. Στον Πίνακα 6.13 εμφανίζονται ανά χρονική περίοδο (α) το κόστος κατασκευής (β) τα ποσά επιδότησης όπου ισούται με το 40% της επένδυσης δηλαδή  $1.233.500 \cdot 0,4 = 493.400$  € καταναμεημένα σε δύο δόσεις τη μια στο ύψος των 108.967 € και η άλλη στο ύψος των 384.433 €. (γ) τα ίδια κεφάλαια τα οποία χρησιμοποιούνται τις περιόδους που απαιτούνται οι πληρωμές και είναι το 20% του κόστους κατασκευής δηλαδή 246.700 € και (δ) το ποσό του δανείου το οποίο πρέπει να ληφθεί την περίοδο που οι άλλες πηγές δεν επαρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες των πληρωμών και είναι 493.400 €. Για την κάλυψη του κόστους κατασκευής κρίνεται απαραίτητο να ληφθούν δύο δάνεια, το ένα την 1/7/2006 ύψους 372.733 € και το άλλο την 1/1/2007 ύψους 120.666 €.

Πίνακας 6.13: Το χρηματοδοτικό πρόγραμμα της επένδυσης

	1/7/2005	1/1/2006	1/7/2006	1/1/2007
Κατασκευή	77.000	278.667	757.166	120.666
Επιδότηση	-	108.967	384.433	-
Ίδια Συμμετοχή	77.000	169.700	-	-
Δάνεια	-	-	372.733	120.666

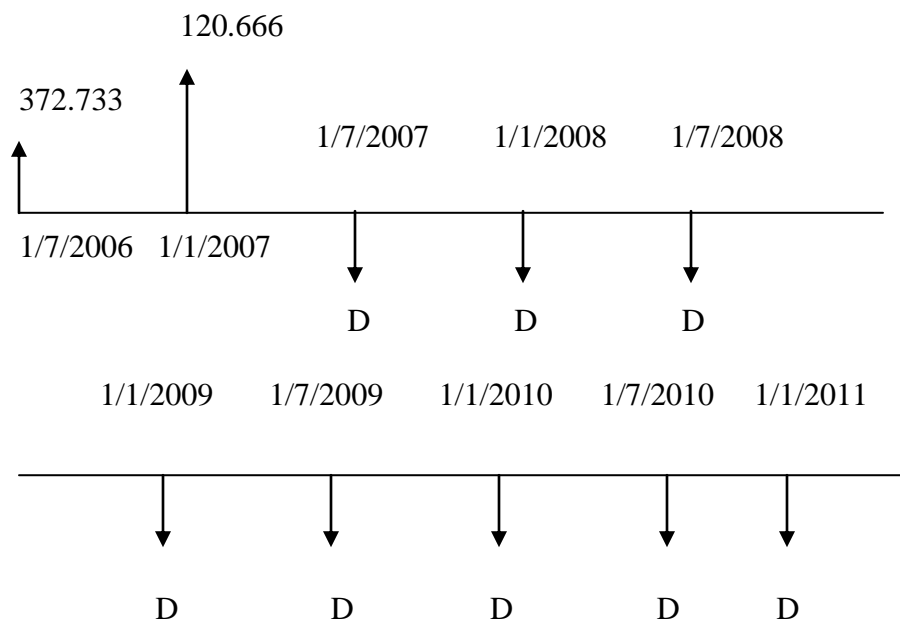
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

### 6.5.3. ΔΟΣΕΙΣ ΔΑΝΕΙΟΥ

Για την αποπληρωμή του δανείου και των υπολογισμό των δόσεων D που θα καταβληθούν κατασκευάζεται ο επόμενος άξονας του χρόνου στον οποίο τοποθετούνται τα αρχικά ποσά των δανείων 372.733 και 120.666 € και οι δόσεις εξαμήνου D στους χρόνους που αντιστοιχούν. Η πρώτη δόση δανείου θα κατατεθεί την 1/7/2009.



Σχεδιάγραμμα 6.1: Υπολογισμός δόσεων δανείου ΜΥΗΣ Καρυάς



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Το επιτόκιο του δανεισμού είναι  $r=8\%$  οπότε από το διάγραμμα ισχύει:

$$384.433 + 120.660(1,08)^{-1} = D((1+0,08)^{-2} + 1,08^{-3} + 1,08^{-4} + 1,08^{-5} + 1,08^{-6} + 1,08^{-7} + 1,08^{-8} + 1,08^{-9})$$

$$496.646,8 = D(0,86 + 0,79 + 0,73 + 0,68 + 0,64 + 0,58 + 0,54 + 0,50)$$

$$496.646,8 = D \cdot 5,3$$

$$D = 93.706,94 \text{ €}$$

Επομένως η δόση δανείου που πρέπει να καταθέτει κάθε εξάμηνο η επιχείρηση είναι 93.706,94 € μέχρι την 1/1/2011.

#### 6.5.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΣΟΔΩΝ ΕΞΟΔΩΝ

Στη συνέχεια θα υπολογισθούν τα έσοδα των πωλήσεων και τα έξοδα της επένδυσης δεδομένου ότι ο σταθμός θα ξεκινήσει τη λειτουργία του την 1/7/2007. Τις πωλήσεις θα τις υπολογίσουμε πολλαπλασιάζοντας την ετήσια μέση παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και ισχύς πολλαπλασιαζόμενες τες με την τιμή και διαιρώντας δια δύο για να υπολογίσουμε τα έσοδα ανά εξάμηνο. Έτσι έχουμε:



Πίνακας 6.14: Τιμές KWh ηλεκτρικής ενέργειας και KW της ισχύς σε €

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ηλεκτρική ενέργεια	0,06842	0,1	0,15	0,17	0,21	0,23	0,27
Ισχύς	1,9	2,2	2,3	2,7	2,9	3,1	3,5

Πηγή: Σπανός κ.α., 2007, Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 6.15: Μέση ετήσια παραγωγή

	Μέση ετήσια παραγωγή
Ηλεκτρική ενέργεια (KWh)	2.800.000
Ισχύς (KW)	10.560

Πηγή: Σπανός κ.α., 2007, Ιδία επεξεργασία

Αξιοσημείωτο είναι πως η παραγωγή δεν αλλάζει κατά την διάρκεια των ετών.

Από τα παραπάνω προκύπτουν:

Για το έτος 2007: έσοδα=  $0,06842 \cdot 2.800.000 + 1,9 \cdot 10.560 = 211.640$  € και  $211.640/2 = 105.820$  € ανά εξάμηνο κοκ.

Έτσι έχουμε τον παρακάτω πίνακα υπολογισμού των πωλήσεων

Πίνακας 6.16: Υπολογισμός των πωλήσεων (σε €)

1/7/2007	1/1/2008	1/7/2008	1/1/2009	1/7/2009	1/1/2010	1/7/2010
105.820	151.616	151.616	222.144	222.144	252.256	252.256
1/1/2011	1/7/2011	1/1/2012	1/7/2012	1/1/2013	1/7/2013	
309.312	309.312	338.368	338.368	396.480	396.480	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Τα σταθερά έξοδα της επένδυσης υπολογίζονται σε 100.000 € ανά έτος επομένως σε 50.000 € ανά εξάμηνο ενώ τα μεταβλητά έξοδα υπολογίζονται σε 25.960 € το χρόνο όπως έχει υπολογιστεί παραπάνω. Επίσης λαμβάνουμε υπόψη ότι τα έξοδα αυξάνονται κατά 5% κάθε τέλος του χρόνου.

Με βάση τα παραπάνω δημιουργείται ο πίνακας 6.17 στον οποίο εμφανίζονται τα σταθερά, τα μεταβλητά και τα συνολικά έξοδα λειτουργίας τα οποία αντιστοιχούν ανά εξάμηνο.

Πίνακας 6.17: Έξοδα λειτουργίας ανά εξάμηνο

	1/7/2007	1/1/2008	1/7/2008	1/1/2009	1/7/2009	1/1/2010	1/7/2010
ΣΤΑΘΕΡΑ	50.000,00	52.500,00	52.500,00	55.125,00	55.125,00	57.881,30	57.881,30
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ	12.980,00	13.629,00	13.629,00	14.310,50	14.310,50	15.026,00	15.026,00
ΣΥΝΟΛΟ	62.980,00	66.129,00	66.129,00	69.435,50	69.435,50	72.907,30	72.907,30



	1/1/2011	1/7/2011	1/1/2012	1/7/2012	1/1/2013	1/7/2013
ΣΤΑΘΕΡΑ	60.775,50	60.775,50	63.814,00	63.814,00	67.005,00	67.005,00
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ	15.777,25	15.777,25	16.566,00	16.566,00	17.394,00	17.394,00
ΣΥΝΟΛΟ	76.552,75	76.552,75	80.380,00	80.380,00	84.399,00	84.399,00

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Μετά τον υπολογισμό των εξόδων ακολουθεί ο πίνακας 6.18 που δείχνει τις λειτουργικές χρηματοροές

Πίνακας 6.18: Υπολογισμός λειτουργικών χρηματοροών

	1/7/2007	1/1/2008	1/7/2008	1/1/2009	1/7/2009	1/1/2010	1/7/2010
ΕΣΟΔΑ	105.820	151.616	151.616	222.144	222.144	252.256	252.256
ΕΞΟΔΑ	62.980,00	66.129,00	66.129,00	69.435,50	69.435,50	72.907,30	72.907,30
ΔΟΣΕΙΣ	93.706,94	93.706,94	93.706,94	93.706,94	93.706,94	93.706,94	93.706,94
ΚΑΘΑΡΕΣ ΡΟΕΣ	-50.866,94	-8.219,94	-8.219,94	59.001,56	59.001,56	85.641,76	85.641,76

	1/1/2011	1/7/2011	1/1/2012	1/7/2012	1/1/2013	1/7/2013
ΕΣΟΔΑ	309.312	309.312	338.368	338.368	396.480	396.480
ΕΞΟΔΑ	76.552,75	76.552,75	80.380,00	80.380,00	84.399,00	84.399,00
ΔΟΣΕΙΣ	93.706,94	-	-	-	-	-
ΚΑΘΑΡΕΣ ΡΟΕΣ	139.052,31	232.759,25	257.988,00	257.988,00	312.081,00	312.081,00

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

#### 6.5.5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ

Τέλος χρησιμοποιώντας τις καθαρές ροές και με επιτόκιο προεξόφλησης 8% ανά εξάμηνο κατασκευάζεται ο τελικός πίνακας αξιολόγησης στον οποίο υπολογίζεται η συνολική ΚΠΑ των καθαρών χρηματοροών της επένδυσης. Ο συντελεστής αναγωγής υπολογίζεται από τον τύπο:  $\Sigma.A. = 1/(1+r)^n$  όπου  $r$  το επιτόκιο προεξόφλησης και  $n$  ο χρόνος σε εξάμηνα. Η ΚΠΑ υπολογίζεται από τον πολλαπλασιασμό των καθαρών ροών με τον συντελεστή αναγωγής. Η συνολική ΚΠΑ υπολογίζεται από το άθροισμα όλων των ΚΠΑ ανά εξάμηνο.

Πίνακας 6.19: Καθαρή Παρούσα Αξία

	1/7/2005	1/1/2006	1/7/2006	1/1/2007	1/7/2007	1/1/2008
ΚΑΘΑΡΕΣ ΡΟΕΣ	-77.000	-169.700	-	-	-50.866,94	-8.219,94
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ	1	0,92	0,85	0,79	0,73	0,68
ΚΠΑ	-77.000,00	156.124,00	-	-	-37.132,87	-5.589,56





	1/7/2008	1/1/2009	1/7/2009	1/1/2010	1/7/2010	1/1/2011
ΚΑΘΑΡΕΣ ΡΟΕΣ	-8.219,94	59.001,56	59.001,56	85.641,76	85.641,76	139.052,31
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ	0,63	0,58	0,56	0,54	0,5	0,46
ΚΠΑ	-5.178,56	34.220,90	33.040,87	46.246,55	42.820,88	63.964,06

	1/7/2011	1/1/2012	1/7/2012	1/1/2013	1/7/2013
ΚΑΘΑΡΕΣ ΡΟΕΣ	232.759,25	257.988,00	257.988,00	312.081,00	312.081,00
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ	0,42	0,39	0,36	0,34	0,31
ΚΠΑ	97.758,89	100.615,32	92.875,68	106.107,54	96.745,11

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Από τους τελικούς υπολογισμούς προκύπτει ότι η συνολική ΚΠΑ ισούται με 433.370,82 > 0 και κατά συνέπεια η επένδυση είναι κερδοφόρα.

## 6.6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

### *6.6.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ- ΕΛΑΦΟΣ*

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών κατασκευής των εγκαταστάσεων του σημείου υδροληψίας και του σταθμού παραγωγής δεν θα υπάρχουν αλλαγές στην τοπογραφία ή στα ανάγλυφα χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους στις περιοχές αυτές λόγω του ότι αφενός οι περιοχές αυτές είναι πρακτικά επίπεδες με αποτέλεσμα να μην απαιτηθούν εκτεταμένες εργασίες ομαλοποίησης των γηπέδων των εγκαταστάσεων και αφετέρου η έκταση που θα καταληφθεί από τις εγκαταστάσεις αυτές είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Όσον αφορά στα έργα τοποθέτησης του αγωγού προσαγωγής νερού δεν θα προκαλέσουν καμία μόνιμη αλλαγή στην τοπογραφία ή στα ανάγλυφα χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους του «διαδρόμου» διέλευσης του αγωγού, λόγω του ότι μετά την περάτωση των εργασιών τοποθέτησης και δοκιμής του αγωγού, θα πραγματοποιηθεί πλήρωση του ορύγματος του αγωγού. Τέλος, κατά την λειτουργία του ΜΥΗΣ και λόγω της φύσης της λειτουργίας των συγκεκριμένων εγκαταστάσεων δεν θα δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για πρόκληση αλλαγών στην τοπογραφία ή στα ανάγλυφα χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους της περιοχής.



### *Μεταβολές του επιφανειακού στρώματος του εδάφους*

Τα έργα που θα πραγματοποιηθούν κατά τη φάση της κατασκευής του ΜΥΗΣ θα είναι ιδιαίτερα μικρής κλίμακας με αποτέλεσμα να μην δημιουργήσουν διασπάσεις, μετατοπίσεις ή συμπίεσεις του επιφανειακού στρώματος του εδάφους σε βαθμό που θα αλλοιώσει τα επιφανειακά χαρακτηριστικά του εδάφους της περιοχής. Υπερκάλυψη του εδάφους θα πραγματοποιηθεί στους χώρους όπου θα πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση της υδροληψίας και του σταθμού παραγωγής

Όσον αφορά τα έργα που θα πραγματοποιηθούν για την διάνοιξη του ορύγματος τοποθέτησης του αγωγού προσαγωγής του νερού, θα οδηγήσουν σε διασπάσεις του επιφανειακού στρώματος του εδάφους κατά μήκος της διέλευσης του αγωγού. Όμως λόγω του ότι το ίδιο εδαφικό υλικό που θα εκσκαφθεί θα χρησιμοποιηθεί αφενός για την κάλυψη του αγωγού και αφετέρου για την αποκατάσταση των κλίσεων των πρανών δεν θα υπάρξουν ουσιαστικές μεταβολές του επιφανειακού στρώματος του εδάφους.

Επίσης κατά την φάση κατασκευής δεν θα προκληθεί καμία ασταθής κατάσταση στο έδαφος της περιοχής, λόγω του ότι αφενός τα έργα εκσκαφής θα είναι μικρού βάθους και αφετέρου όπου απαιτηθεί θα πραγματοποιηθούν τα απαραίτητα έργα αντιστήριξης.

### *Διάβρωση του εδάφους*

Κατά τη φάση κατασκευής του έργου δεν θα πραγματοποιηθούν εργασίες οι οποίες θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αύξηση της διάβρωσης του εδάφους της περιοχής. Όσον αφορά την λειτουργία του ΜΥΗΣ Καρυάς δεν θα οδηγήσει σε κάποια ουσιαστική μεταβολή των ρυθμών διάβρωσης του εδάφους της περιοχής τόσο ανάντη όσο και κατόντη του έργου λόγω του ότι :

- Όπως είναι φυσικό το έργο δεν θα οδηγήσει σε αύξηση της συνολικής ροής του νερού εντός των ρεμάτων Καρυάς και Καριτσιώτη ούτε της ροής κατά τόπους συγκριτικά με τα υφιστάμενα υδρολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής.
- Η σχετική μείωση της ροής νερού στο τμήμα του ρέματος κατόντη της υδροληψίας και ανάντη του σταθμού παραγωγής αναμένεται να οδηγήσει σε πιθανή μείωση της ταχύτητας διάβρωσης της κοίτης του ρέματος στο τμήμα αυτό (Σπανός κ.α., 2007).

### *Μεταβολές γεωλογικών χαρακτηριστικών*



Κατά την κατασκευή του έργου δεν θα προκληθεί καμία καταστροφή, επικάλυψη ή αλλαγή των γεωλογικών χαρακτηριστικών της περιοχής ούτε αλλαγή στη γεωλογική διάταξη των πετρωμάτων, λόγω του ότι τα έργα εκσκαφής που θα πραγματοποιηθούν για την :

1. Θεμελίωση των εγκαταστάσεων στους χώρους της υδροληψίας και του σταθμού παραγωγής
2. Διάνοξη του ορύγματος επίχωσης του αγωγού

Θα έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Μικρό βάθος (μέσο βάθος εκσκαφής διώρυγας επίχωσης αγωγού περίπου 1,85 m, μέσο βάθος θεμελίωσης εγκαταστάσεων υδροληψίας και σταθμού παραγωγής περίπου 2 m)
- Μικρό πλάτος επέμβασης (πλάτος ορύγματος επίχωσης αγωγού περίπου 1,5 m)
- Μικρή έκταση επέμβασης (εμβαδό κτιρίου σταθμού παραγωγής περίπου 100 m<sup>2</sup>).

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών κατασκευής, κατά την λειτουργία του ΜΥΗΣ και λόγω της φύσης της λειτουργίας των συγκεκριμένων εγκαταστάσεων δεν θα δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για πρόκληση αλλαγών στα γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

#### *Μεταβολές τεκτονικών χαρακτηριστικών*

Λόγω του ότι ο ΜΥΗΣ Καρυάς δεν διαθέτει ταμιευτήρα νερού δεν δύναται να προκαλέσει οποιαδήποτε μεταβολή στα τεκτονικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

#### *6.6.2. ΝΕΡΑ*

##### *Μεταβολές της κατεύθυνσης κίνησης των νερών*

Κατά την φάση κατασκευής των εγκαταστάσεων υδροληψίας θα πραγματοποιηθεί προσωρινή εκτροπή μικρής κλίμακας των υδάτων του ρέματος Καρυάς προκειμένου να καταστεί δυνατή η ολοκλήρωση των απαιτούμενων κατασκευαστικών εργασιών. Η εν λόγω εκτροπή θα διατηρηθεί για μέγιστο διάστημα 5 μηνών, δηλαδή όσο θα διαρκέσουν οι εργασίες κατασκευής της υδροληψίας. Στη συνέχεια η ροή του ρέματος Καρυάς θα επαναδιευθετηθεί στην υφιστάμενη πορεία της. Επιπλέον καμία μεταβολή



στην κατεύθυνση των υπογείων υδάτων της περιοχής δεν θα προκληθεί κατά τη φάση κατασκευής του έργου. Η λειτουργία του ΜΥΗΣ δεν θα προκαλέσει οποιαδήποτε μεταβολή στις υφιστάμενες πορείες όδευσης των φυσικών υδάτων της περιοχής.

*Μεταβολές στην ροή των νερών από πλημμύρες*

Όσον αφορά στην φάση κατασκευής του ΜΥΗΣ δεν θα φραχθεί η κοίτη του ρέματος Καρυάς. Επιπλέον δεν θα τοποθετηθούν εντός της κοίτης υλικά εκσκαφής και κατά συνέπεια δεν θα προκληθούν μεταβολές στην πορεία ροής των νερών του ρέματος από πλημμύρες. Όσον αφορά τις λοιπές εγκαταστάσεις του ΜΥΗΣ (αγωγός προσαγωγής νερού και σταθμός παραγωγής), δεν θα επιφέρουν κάποια αλλαγή στο ανάγλυφο της περιοχής ούτε εμποδίζουν κατά οποιονδήποτε τρόπο την ελεύθερη ροή των νερών των ρεμάτων Καρυάς και Καριτσιώτη και επομένως δεν θα υπάρξει κίνδυνος από πλημμύρες λόγω της λειτουργίας του έργου. Κατά την λειτουργία του ΜΥΗΣ και όσον αφορά τις εγκαταστάσεις της υδροληψίας, δεν θα υπάρξει κίνδυνος πλημμύρας της γύρω περιοχής σε περίπτωση αύξησης της παροχής του νερού στο ρέμα Καρυάς, λόγω του ότι οι εν λόγω εγκαταστάσεις υδροληψίας είναι «ορεινού» τύπου και διαθέτουν σύστημα υπερχειλίσης του πλεονάζοντος, το οποίο θα οδηγείται και πάλι στην κοίτη του ρέματος (Σπανός κ.α., 2007).

*Μεταβολές στην ποσότητα των επιφανειακών υδάτων*

Όπως είναι φυσικό λόγω της φύσης του υπό εξέταση έργου, θα υπάρξει μια σημαντική μείωση της ποσότητας του νερού στο τμήμα της κοίτης του ρέματος Καρυάς κατάντη της υδροληψίας και ανάντη του σταθμού παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα στο τμήμα της κοίτης του ρέματος Καρυάς κατάντη της υδροληψίας και ανάντη του σταθμού παραγωγής συμβάλλει μικρός αριθμός μικρότερων χειμάρρων (βλέπε χάρτη 2) οι οποίοι όμως είναι εποχικοί και οι μέσες ποσότητες νερού που αποθέτουν στο ρέμα Καρυάς θεωρούνται αμελητέοι. Το νερό μετά την ενεργειακή αξιοποίηση του θα επαναδιοχετευτεί στο ρέμα Καριτσιώτη σε σημείο κατάντη του σταθμού παραγωγής. Επομένως στην κοίτη του ρέματος κατάντη του σταθμού παραγωγής το νερό θα ρέει με παροχές αντίστοιχες των σημερινών.

*Μεταβολές στην ποσότητα των υπόγειων υδάτων*

Κατά τη φάση της κατασκευής του ΜΥΗΣ αλλά και κατά την λειτουργία του δε θα πραγματοποιηθεί καμία προσθήκη νερού στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα αλλά ούτε



και απόληψη νερού από αυτόν. Επιπλέον δεν θα παρεμποδιστεί κανένας υπόγειος τροφοδότης του υπόγειου υδροφορέα. Επίσης κατά τη λειτουργία του ΜΥΗΣ η μεταβολή που θα πραγματοποιηθεί στην παροχή του νερού στην κοίτη ρέματος Καρυάς οδηγεί στο συμπέρασμα ότι θα υπάρξει μεταβολή στον ρυθμό τροφοδότησης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα από τα εν λόγω επιφανειακά νερά σε σχέση με την σημερινή κατάσταση (Σπανός κ.α., 2007).

#### *Μεταβολές στην ποιότητα των υδάτων*

Το συγκεκριμένο είδος αξιοποίησης του νερού δεν αλλοιώνει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του (πρόκειται για μια καθαρά φυσική διεργασία), με αποτέλεσμα η ποιότητα του συγκεκριμένου υδάτινου πόρου να παραμείνει αμετάβλητη και ίδια με αυτήν που υφίσταται σήμερα.

#### *Στερεοπαροχή*

Η λειτουργία του ΜΥΗΣ Καρυάς δεν θα οδηγήσει σε ουσιαστική μεταβολή της εναπόθεσης φερτών υλικών στο τμήμα της κοίτης του ρέματος κατάντη της υδροληψίας, λόγω του ότι:

- Κατά τη διάρκεια των πλημμυρικών παροχών, όπου ουσιαστικά λαμβάνει χώρα η μεταφορά και εναπόθεση των μεγαλύτερων ποσοτήτων φερτών υλικών, τα μεταφερόμενα από το νερό υλικά θα διέρχονται άνωθεν της σχάρας και θα οδηγούνται εντός της κοίτης.
- Επί του φράγματος της υδροληψίας θα ενσωματωθεί χειροκίνητο θυρόφραγμα ολίσθησης μέσω του οποίου σε τακτά χρονικά διαστήματα θα πραγματοποιείται η εκκένωση εντός της κοίτης των συσσωρευμένων ανάντη του φράγματος φερτών υλικών.

Επομένως, η συμπεριφορά του ρέματος Καρυάς σε σχέση με τη μεταφορά φερτών υλικών θα είναι αντίστοιχη με τη σημερινή (Σπανός κ.α., 2007).

#### *6.6.3. ΧΛΩΡΙΔΑ – ΠΑΝΙΔΑ*

Η κατασκευή του ΜΥΗΣ Καρυάς θα επηρεάσει εν μέρει την ποικιλία των ειδών φυτών της περιοχής.

Προκειμένου να μην επηρεαστεί η παραποτάμια χλωρίδα στα ρέματα Καρυάς και Καριτσιώτη, έχουν επιλεγεί για την εγκατάσταση της υδροληψίας και του σταθμού



παραγωγής χώροι, όπου η βλάστηση είναι αραιή. Για της εγκατάσταση του σταθμού παραγωγής θα απαιτηθεί η αποψίλωση περιορισμένου αριθμού χαμηλών θάμνων και πιθανώς κάποιον νεαρών πλατανιών, που βρίσκονται ακριβώς επί της συγκεκριμένης θέσης εγκατάστασης. Στον χώρο της υδροληψίας δεν θα πραγματοποιηθεί αποψίλωση οποιασδήποτε μορφής βλάστησης, διότι η εγκατάσταση της θα πραγματοποιηθεί σε επιφάνεια όπου δένδρα και θάμνοι εκλείπουν.

Κατά την φάση της κατασκευής του έργου πιθανόν, λόγω γεωμορφολογικών ιδιαιτεροτήτων της περιοχής διέλευσης του εν λόγω τμήματος του αγωγού, να απαιτηθεί η κοπή ενός αριθμού δένδρων (Σπανός κ.α., 2007).

Κατά την λειτουργία του ΜΥΗΣ αναμένεται να επηρεαστούν αρνητικά τα διάφορα είδη πανίδας ως προς τις συνθήκες διαβίωσης, κυρίως λόγω του θορύβου αλλά και της συχνότερης παρουσίας ανθρώπων και οχημάτων. Παράλληλα κατάντη του σημείου υδροληψίας και ανάντη του σταθμού παραγωγής η αισθητή μείωση της ποσότητας νερού αναμένεται να δυσχεράνει την διατήρηση των διαφόρων τυχόντων ιχθύων (Σπανός κ.α., 2007).

Η διατήρηση των υφιστάμενων ειδών υδρόβιας πανίδας (ιχθύων, αμφίβιων) όσο και της χερσαίας, στο ρέμα Καρυάς, τόσο στο τμήμα του έργου όσο και ανάντη και κατάντη αυτού θα διασφαλιστεί με την εξασφάλιση της ελευθεροεπικοινωνίας των ιχθύων, παράμετρος που έχει ιδιαίτερη σημασία για το σύνολο του ρέματος. Το στηθαίο της υδροληψίας, μέγιστου ύψους 2 m, μπορεί να επιδράσει σε κάποιο βαθμό στην ελευθεροεπικοινωνία των τυχόντων ιχθύων του ρέματος Καρυάς. Η κατασκευή ειδικής κλιμακωτής διάταξης ακριβώς κατάντη του στηθαίου της υδροληψίας, η οποία θα διασφαλίζει την δυνατότητα αμφίδρομης μετάβασης των ιχθύων μεταξύ των τμημάτων του ρέματος που τυχόν βρίσκονται ανάντη και κατάντη των εγκαταστάσεων υδροληψίας. Η παροχή του νερού που διέρχεται από την κλιμακωτή διάταξη θα είναι ίση με την παροχή διαχείρισης του οικοσυστήματος (οικολογική παροχή). Τα ακριβή τεχνικά χαρακτηριστικά της ανωτέρω διάταξης θα καθοριστούν κατά την εκπόνηση οριστικής μελέτης εφαρμογής του έργου (Σπανός κ.α., 2007).

Προκειμένου, κατά το δυνατόν να μην επηρεαστεί η παραποτάμια χλωρίδα στο ρέμα Καρυάς, έχουν επιλεγθεί για την εγκατάσταση της υδροληψίας και του σταθμού παραγωγής του ΜΥΗΣ χώροι, όπου η βλάστηση είναι αραιή. Για την εγκατάσταση του



σταθμού παραγωγής θα απαιτηθεί η αποψίλωση περιορισμένου αριθμού χαμηλών θάμνων και πιθανώς κάποιων νεαρών πλατανιών, που βρίσκονται ακριβώς επί της συγκεκριμένης θέσης εγκατάστασης. Στον χώρο της υδροληψίας δεν θα πραγματοποιηθεί αποψίλωση οποιασδήποτε μορφής βλάστησης, διότι η εγκατάσταση της θα πραγματοποιηθεί σε επιφάνεια όπου δένδρα και θάμνοι εκλείπουν.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι χώροι εγκατάστασης της υδροληψίας και του σταθμού παραγωγής έχουν επιλεγεί αξιοποιώντας το υφιστάμενο οδικό δίκτυο της περιοχής, ώστε να μην απαιτηθεί η διάνοιξη μόνιμου δρόμου πρόσβασης στους χώρους αυτούς και να προστατευτεί το φυσικό οικοσύστημα από οποιαδήποτε αλλοίωση που πιθανόν να επέφερε ένα τέτοιο πρόσθετο έργο. Επιπλέον, για την επίχωση του αγωγού προσαγωγής νερού, επιλέχθηκε να αξιοποιηθεί ο υφιστάμενος χωμάτινος δρόμος ο οποίος βρίσκεται παράλληλα του ρέματος Καρυάς, και επομένως δεν θα απαιτηθεί η διάνοιξη κάποιου βοηθητικού-προσωρινού δρόμου για τις ανάγκες των εργασιών επίχωσης του αγωγού.

Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο τμήμα του αγωγού θα επιχωθεί κατά μήκος του χωμάτινου δρόμου που οδηγεί στον οικισμό της Καρυάς, δεν θα απαιτηθεί η αποψίλωση κάποιας μορφής βλάστησης κατά μήκος της πορείας όδευσης του αγωγού. Το πρώτο τμήμα του αγωγού μήκους περίπου 180 m θα διέλθει μέσω αποψιλωμένης έκτασης, κατά μήκος φυσικού πλατώματος, το οποίο καταλήγει στον δρόμο προς Καρυά. Πρέπει επιπλέον να τονιστεί ότι το τελευταίο τμήμα του αγωγού μήκους περίπου 70 m, το οποίο καταλήγει στον σταθμό παραγωγής, θα διέλθει από δενδρόφυτη περιοχή με πρηνές έντονης κλίσης, η φυτοκάλυψη της οποίας δεν θα επηρεαστεί ουσιαστικά, δεδομένου ότι επιλέχθηκε η τοποθέτηση του αγωγού να πραγματοποιηθεί χειρωνακτικά, είτε σε όρυγμα είτε επιφανειακά, σε επιλεγμένο χώρο όπου υπάρχει φυσική δίοδος. Με αυτόν τον τρόπο δεν θα απαιτηθεί η κοπή δένδρων για την επίχωση του συγκεκριμένου τμήματος του αγωγού και θα αποφευχθεί η οποιαδήποτε ουσιαστική αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος και της χλωρίδας λόγω των εκσκαφικών εργασιών. Στο σημείο βέβαια αυτό πρέπει να επισημανθεί ότι κατά την φάση κατασκευής του έργου πιθανόν, λόγω γεωμορφολογικών ιδιοτήτων της περιοχής, να απαιτηθεί η κοπή ενός ιδιαίτερα περιορισμένου αριθμού δέντρων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι θα ληφθούν μέτρα για την αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος στις περιοχές επέμβασης του έργου μέσω της πραγματοποίησης φύτευσης



με αυτόχθονα είδη στους χώρους επέμβασης του έργου σύμφωνα με τις υποδείξεις του αρμόδιου Δασαρχείου.

Η χωμάτινη οδός που οδηγεί στον οικισμό της Καρυάς, η οποία θα εξασφαλίζει την πρόσβαση στον χώρο της υδροληψίας, θα εξομαλυνθεί και θα βελτιωθεί όπου απαιτείται. Η εν λόγω οδός εξαιτίας των δυσμενών καιρικών συνθηκών και της κακής συντήρησης είναι δυσπρόσιτη από τα οχήματα. Η βελτίωση της οδού, η οποία λειτουργεί και ως ζώνη πυροπροστασίας για την συγκεκριμένη περιοχή, θα δώσει την δυνατότητα εύκολης πρόσβασης στα πυροσβεστικά οχήματα σε περίπτωση πυρκαγιάς στην περιοχή. Κατά συνέπεια τα έργα βελτίωσης της εν λόγω οδού θα συμβάλλουν στην προστασία της γλωρίδας και εν γένει του οικοσυστήματος της περιοχής (Σπανός κ.α., 2007).

#### 6.6.4. ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΤΟΠΙΟΥ

Ο Μικρός Υδροηλεκτρικός Σταθμός Καρυάς τόσο κατά την φάση της κατασκευής του όσο και κατά την λειτουργία του θα προκαλέσει μια σχετική υποβάθμιση των φυσικών χαρακτηριστικών της περιοχής του έργου και αλλοίωση του τοπίου της περιοχής λόγω της ύπαρξης εργοταξίων (Σπανός κ.α., 2007).

Προκειμένου να διασφαλιστεί η υφιστάμενη αισθητική της περιοχής όπου θα πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση του ΜΥΗΣ έχει ληφθεί πρόνοια για την λήψη των κάτωθι μέτρων:

- Η αρχιτεκτονική του κτιρίου του σταθμού παραγωγής θα είναι σύμφωνη με την υφιστάμενη αρχιτεκτονική της περιοχής. Στο πλαίσιο αυτό, έχει προβλεφθεί η οροφή του κτιρίου να αποτελείται από κεραμοσκεπή και η εξωτερική επιφάνεια της τοιχοποιίας να είναι επενδυμένη με πέτρα της περιοχής, προκειμένου το οικοδόμημα να ενταχθεί αρμονικά στο περιβάλλον της περιοχής και όπως προαναφέρθηκε να είναι συμβατό με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική της ευρύτερης περιοχής του έργου.
- Το κτίριο του σταθμού παραγωγής θα διαθέτει κατάλληλο σύστημα πυροπροστασίας σύμφωνα με τους ελληνικούς και διεθνείς κανονισμούς ασφαλείας, καθώς και σύστημα αντικεραυνικής προστασίας.





#### 6.6.5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΘΟΡΥΒΟΥΣ

Κατά συνέπεια και βάσει των ανωτέρω, προκύπτει ότι δεν θα υπάρξει κάποια ουσιαστική αύξηση της υπάρχουσας στάθμης θορύβου στην περιοχή του έργου εξαιτίας της λειτουργίας του ΜΥΗΣ Καρυάς και κατά επέκταση δεν θα δημιουργηθεί οποιαδήποτε σχετική όχληση.

Κατά την φάση της κατασκευής του Μικρού Υδροηλεκτρικού Σταθμού Καρυάς, θα ληφθεί μέριμνα ώστε τα μηχανήματα που θα χρησιμοποιηθούν στις διάφορες εργασίες να είναι τελευταίας τεχνολογίας και κατά το δυνατόν αθόρυβα. Επιπλέον, κατά την λειτουργία του ΜΥΗΣ, για την αποφυγή της μετάδοσης στο περιβάλλον γύρω από το κτίριο του σταθμού παραγωγής των θορύβων που θα εκπέμπονται από τον μηχανολογικό εξοπλισμό του ΜΥΗΣ και την τήρηση του ορίου των 50 dBA, υπάρχει σχετική πρόβλεψη βάσει της οποίας το κτίριο του σταθμού παραγωγής θα διαθέτει αφενός μόνωση με κατάλληλα ηχομονωτικά υλικά και αφετέρου τοιχώματα κατάλληλου πάχους, ώστε να εξασφαλίζεται η επαρκής ηχομόνωση του. Επιπλέον, έχει προβλεφθεί η συστηματική συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού σε τακτά χρονικά διαστήματα προκειμένου να εξασφαλίζεται η εντός των προδιαγραφών λειτουργία του.

#### 6.6.6. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Ένα σημαντικό μειονέκτημα που παρουσιάζει ο ΜΥΗΣ είναι ότι ο σταθμός παραγωγής εμπίπτει στην προτεινόμενη για ένταξη στο δίκτυο NATURA 2000 περιοχής GR1410002 (Αγραφα) (Σπανός κ.α., 2007). Το NATURA 2000 είναι πρόγραμμα προστασίας βιοτόπων. Και ως πρόγραμμα προστασίας δεν μπορεί παρά να περιλαμβάνει σημαντικούς περιορισμούς σε χρήσεις γης, αλλά και γενικά σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες και μάλιστα τέτοιας μορφής.

#### 6.6.7. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Η φύση των εργασιών που θα λάβουν χώρα κατά την φάση κατασκευής του έργου, αλλά και η φύση της λειτουργίας του έργου, είναι τέτοια ώστε δεν θα προκληθεί καμία αλλαγή των κινήσεων του αέρα, της υγρασίας ή της θερμοκρασίας ή οποιαδήποτε αλλαγή στο κλίμα είτε τοπικά είτε σε μεγαλύτερη έκταση (Σπανός κ.α., 2007).



Η εκτροπή του νερού από την κοίτη του ρέματος ενδεχομένως να προκαλέσει αλλαγές στο μικροκλίμα της περιοχής, περιλαμβανομένης της υγρασίας και θερμοκρασίας γεγονός που μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες. Αλλαγή στο κλίμα της ευρύτερης περιοχής δεν αναμένεται από την λειτουργία του ΜΥΗΣ (Σπανός κ.α., 2007). Κατά την διάρκεια της κατασκευής θα ληφθούν μέτρα προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι έστω και μικρού επιπέδου προαναφερθείσες εκπομπές σκόνης. Πιο συγκεκριμένα, η εναπόθεση υλικών σε σωρούς θα πραγματοποιείται από το ελάχιστο δυνατό ύψος έτσι ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία κονιορτού. Επιπλέον, κατά την μεταφορά χύδην υλικών θα αποφεύγεται η υπερπλήρωση των φορτηγών οχημάτων μεταφοράς τους ενώ επίσης τα υλικά αυτά θα καλύπτονται με ειδικά σκέπαστρα.

Επιπλέον, και παρόλο που οι εκπομπές αέριων ρύπων από τον μηχανοκίνητο εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί στις κατασκευαστικές εργασίες θα είναι ιδιαίτερα περιορισμένες, θα ληφθεί μέριμνα έτσι ώστε τα οχήματα και τα μηχανήματα που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή να είναι τελευταίας τεχνολογίας και άριστα συντηρημένα προκειμένου να μειωθούν στο ελάχιστο οι εκπομπές αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα της περιοχής του έργου. Κατά την λειτουργία του ΜΥΗΣ δεν θα δημιουργείται η εκπομπή οιαδήποτε αέριου ρύπου και επομένως δεν απαιτείται η λήψη κάποιου σχετικού αντιρρυπαντικού μέτρου.

#### 6.6.8. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Ο ΜΥΗΣ κατά την κατασκευή του και κατά την λειτουργία του θα απαιτήσει την αύξηση των υφιστάμενων υποδομών της ευρύτερης περιοχής στον τομέα του ηλεκτρισμού (Σπανός κ.α., 2007).

#### 6.6.9. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ

Κατά την φάση της κατασκευής του έργου ίσως υπάρξει μία σχετική αύξηση των κυκλοφοριακών κινδύνων αφενός λόγω της κυκλοφορίας στους δρόμους της περιοχής των εργοταξιακών οχημάτων/ μηχανημάτων και αφετέρου λόγω του ότι: οι εργασίες κατασκευής για την τοποθέτηση του μεγαλύτερου τμήματος του αγωγού προσαγωγής του νερού θα λάβουν χώρα παραπλεύρως του υφιστάμενου χωμάτινου δρόμου προς Καρυά (Σπανός κ.α., 2007).



#### 6.6.10. ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΑΛΛΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ

Κατάντη του χώρου εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής του ΜΥΗΣ Καρυάς και σε απόσταση περίπου 1.200 m (μήκος κοίτης) επί του ρέματος Καριτσιώτη προγραμματίζεται από τον ίδιο φορέα (Ενεργειακή Δράση Α.Β.Ε.Τ.Ε.) η εγκατάσταση έτερου Μικρού Υδροηλεκτρικού Σταθμού. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εν λόγω ΜΥΗΣ (ΜΥΗΣ Καριτσιώτη) είναι τα εξής:

Ισχύς: 1,49 MW

Μέση ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας: 4.600.000 KWh

Μήκος αγωγού εκτροπής: 1.600 m

Παράλληλα στον νομό Ευρυτανίας έχουν αδειοδοτηθεί 31 ΜΥΗΣ (και εκκρεμούν άλλοι 15) και άλλοι 10 στο νομό Καρδίτσας (Σπανός κ.α., 2007).

Έτσι είναι ορατός ο κίνδυνος της μακροπρόθεσμης υποβάθμισης του υδατικού δυναμικού και του φυσικού οικοσυστήματος της ευρύτερης περιοχής.

Ακολουθεί συνοπτική παρουσίαση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του ΜΥΗΣ Καρυάς σε πίνακες τόσο κατά την φάση κατασκευής όσο και κατά τη φάση λειτουργίας του.



Πίνακας 6.20: Συγκεντρωτικός πίνακας περιβαλλοντικών επιπτώσεων και μέτρων αντιμετώπισης του ΜΥΗΣ Καρυάς στη φάση κατασκευής

ΦΑΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΟΥ			
Παράμετρος	Επιπτώσεις	Χαρακτήρας επιπτώσεων	Μέτρα αντιμετώπισης
Επιφανειακά νερά	Εκτροπή των υδάτων του ρέματος	Προσωρινός	
Ατμόσφαιρα	Μεγάλες ποσότητες σκόνης από τις χηματοουργικές εργασίες	Προσωρινός	Εναπόθεση υλικών σε σωρούς από το ελάχιστο δυνατό ύψος
Έδαφος	Εκσκαφές, επιχώσεις, πλεονάζοντα υλικά	Προσωρινός	Περιορισμός χρήσης μηχανημάτων όπου είναι εφικτό
Αισθητική τοπίου	Υποβάθμιση τοπίου από εργοτάξια	Προσωρινός	
Χλωρίδα-πανίδα	Αποψίλωση βλάστησης/κοπή δέντρων για την εγκατάσταση υδροληψίας, αγωγού και κτιρίου σταθμού παραγωγής	Μόνιμος	Επιλογή θέσεων με αραιή βλάστηση
Θόρυβος	Εργοταξιακά μηχανήματα	Προσωρινός	Επιλογή σύγχρονων μηχανημάτων
Κυκλοφοριακοί κίνδυνοι	Αυξημένη κίνηση εργοταξιακών οχημάτων/μηχανημάτων	Προσωρινός	Μέτρα προειδοποίησης διερχόμενων οδηγών οχημάτων

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Πίνακας 6.21: Συγκεντρωτικός πίνακας περιβαλλοντικών επιπτώσεων και μέτρων αντιμετώπισης του ΜΥΗΣ Καρυάς στη φάση λειτουργίας

ΦΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΡΓΟΥ			
Παράμετρος	Επιπτώσεις	Χαρακτήρας επιπτώσεων	Μέτρα αντιμετώπισης
Επιφανειακά και Υπόγεια νερά	Πιθανότητα μείωσης της παροχής σε επίπεδα χαμηλότερα της οικολογικής	Περιοδικός	Διακοπή της λειτουργίας του ΜΥΗΣ κατά τους θερινούς μήνες
	Μείωση του ρυθμού τροφοδότησης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα από τα επιφανειακά νερά	Μόνιμος	
Αισθητική τοπίου	Υποβάθμιση αισθητικής τοπίου με την ανέγερση του κτιρίου του σταθμού	Μόνιμος	Κατασκευή του κτιρίου με παραδοσιακά στοιχεία (πχ χρήση πέτρας)
Χλωρίδα-πανίδα	Υποβάθμιση παραποτάμιας βλάστησης	Μόνιμος	Εξασφάλιση της ελευθεροεπικοινωνίας των ιχθύων (στην θέση της υδροληψίας)
	Απώθηση των ειδών πανίδας και δυσμενής επιβίωση τυχόντων ιχθύων		
Θόρυβος	Λειτουργία υδροστρόβιλου σταθμού παραγωγής	Μόνιμος	Χρήση μονωτικών υλικών

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ ΒΑΤΣΟΥΝΙΑ Ι ΙΣΧΥΟΣ 0,6 MW

### 7.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Βατσουνιά Ι σύμφωνα με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 15393/2332 (ΦΕΚ 1022B- 5.8.2002) που εκδόθηκε κατά εξουσιοδότηση του νόμου 3010 (ΦΕΚ 91 Α- 25.4.2002), κατατάσσεται στην κατηγορία Α έργων και δραστηριοτήτων και υποκατηγορία 1 (ομάδα 2<sup>η</sup>: υδραυλικά έργα Α/Α :15 υδροηλεκτρικά έργα) λόγω του ότι ο αγωγός προσαγωγής του νερού θα έχει μήκος 1.572 m, μεγαλύτερα δηλαδή των 1.000 m που αποτελεί βασική προϋπόθεση ένταξης των αντίστοιχων έργων στην κατηγορία Α1.

Πρόκειται για μικρό υδροηλεκτρικό έργο ισχύος 600 KW, το οποίο εκμεταλλεύεται το υδροδυναμικό του υδατορεύματος Βατσουνιάς και αξιοποιώντας τη δυναμική ενέργεια του νερού (μεταξύ δύο υψομετρικών σταθμών), την μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια, της εταιρίας ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ Α.Ε. ήτοι κοινοτική Υδροηλεκτρική επιχείρηση Λαϊκής Βάσης ΒΑΤΣΟΥΝΙΑΣ Α.Ε. στη θέση Συμέικο Σκαμιάς Αγράφων της κοινότητας Βατσουνιάς του Δήμου Μουζακίου Νομού Καρδίτσας.

Ο μικροϋδροηλεκτρικός σταθμός Βατσουνιάς χαρακτηριζόμενος ως ΜΥΗΕ Ι περιέλαβε τα ακόλουθα κατασκευασθέντα έργα (Μπατρακούλης κ.α., 2006):

- Δεξαμενή φόρτισης όγκου 300 m<sup>3</sup>, κυκλικής διατομής
- Αγωγός φόρτισης διαμέτρου 500 mm, μήκους 1572 m
- Οικίσκος σταθμού παραγωγής στον οποίο είναι εγκατεστημένος ο κύριος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του έργου.
- Υδροστρόβιλος Pelton οριζόντιου άξονα δυο ακροφυσίων, ονομαστικής ισχύος 618 KW
- Ασύγχρονη γεννήτρια, ονομαστικής ισχύος 618 KW
- Σύστημα ελέγχου. Ηλεκτρονικοί ελεγκτές είναι ένα σύστημα αυτοματισμού για τον έλεγχο λειτουργίας με σύστημα χειρισμών και μηνυμάτων με οθόνη LCD φωτισμένη, τεσσάρων γραμμών (4) είκοσι (20) χαρακτήρων κ.λ.π.(που σε κάθε στιγμή, σε πίνακα, διαβάζοντας την



ηλεκτρική ισχύς, γνωρίζουμε και την ποσότητα νερού που διέρχεται μέσα από τον στρόβιλο.

- Πίνακες, χαμηλής και μέσης τάσης
- Μετασχηματιστής.

Η έναρξη κατασκευής του έργου έγινε στις 1-1-1998, τα ανωτέρω έργα κατασκευάστηκαν και απεδόθησαν σε λειτουργία στις 1-1-2000. Η κατασκευή τους ελέγχθηκε και παραλήφθηκε από την επιτροπή παραλαβής στις 30-9-1999.

Στις ακόλουθες φωτογραφίες απεικονίζεται η δεξαμενή φόρτισης, ο αγωγός και ο οικίσκος.

Εικόνα 7.1: Δεξαμενή εξισορρόπησης (η υπερχειλίση πλεονάζοντος νερού) ΜΥΗΕ Βατσουνιά Ι



Πηγή: Μπατρακούλης κ.α., 2006, Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 7.2: Αγωγός προσαγωγής ΜΥΗΕ Βατσουνιά Ι



Πηγή: Μπατρακούλης κ.α., 2006, Ιδία επεξεργασία

Εικόνα 7.3: Οικίσκος ΜΥΗΕ Βατσουνιά Ι



Πηγή: Μπατρακούλης κ.α., 2006, Ιδία επεξεργασία





Ο αγωγός ύδρευσης διατομής Φ90 χιλ., όπως φαίνεται και στις φωτογραφίες, συνδέεται με την πηγή Γκούρα ΙΙ σε υψόμετρο 896 m και καταλήγει στην κοινότητα Βατσουνιάς για την ύδρευση των κατοίκων και το πότισμα των ζώων.

Επίσης ο αγωγός εμφιάλωσης διαμέτρου Φ90 χιλ. μελλοντικά θα ξεκινά από την ίδια πηγή και θα καταλήγει στο εργοστάσιο εμφιάλωσης. Και το πλεονάζον νερό της πηγής καταλήγει στην υδρομάστευση Γκούρα Ι σε υψόμετρο 892 m. Επομένως η πηγή Γκούρα ΙΙ ως προς την επάρκεια παροχής νερού για την ύδρευση ή την εμφιάλωση δεν επηρεάζεται από κανέναν άλλον παράγοντα (Μπατρακούλης κ.α., 2006).

Όσον αφορά την άρδευση των κτημάτων των κατοίκων της κοινότητας Βατσουνιάς από την υδρομάστευση Γκούρα Ι ξεκινά αγωγός του αρδευτικού δικτύου της κοινότητας και το πλεονάζον νερό καταλήγει στην υδρομάστευση Συμείκο σε υψόμετρο 804 m η οποία εμπλουτίζεται από άλλες πηγές όπως και από το υδατόρεμα Βοκολίβαδο. Από τις υδρομαστεύσεις αυτές ξεκινά το υπάρχον αρδευτικό δίκτυο της Βατσουνιάς που ισχύει από το 1953 με αρδευτικούς υπόγειους σωλήνες που σε κάποιο σημείο ενώνονται και το υπάρχον αρδευτικό δίκτυο ακολουθεί κατάλληλη χάραξη κατά μήκος του δασικού δρόμου και τα νερά καταλήγουν στην υπάρχουσα δεξαμενή άρδευσης όπου ανάλογα με τις ανάγκες διατίθεται το νερό για άρδευση μέσω αρδευτικού δικτύου ή αποδίδεται το νερό στην φυσική του ροή στο υδατόρεμα. Το μικρό υδροηλεκτρικό Βατσουνιά Ι παρεμβάλλεται στο υπάρχον αρδευτικό δίκτυο με την δεξαμενή εξισορρόπησης 300 m σε υψόμετρο 780 m δίπλα στο δασικό δρόμο όπου παρακρατείται η μέγιστη παροχή ύδατος 360 l/sec, ενώ το υπόλοιπο από τον υπερχειλιστή της δεξαμενής καταλήγει στο υδατόρεμα (Μπατρακούλης κ.α., 2006).

Από την δεξαμενή εξισορρόπησης αρχίζει ο αγωγός προσαγωγής χαλύβδινος Φ 500χιλ. μήκους 1.572 m υπόγεια ακολουθεί κατάλληλη χάραξη κατά μήκος του δασικού δρόμου που κυρίως αντικαθιστά το υπάρχον αρδευτικό δίκτυο και καταλήγει στο κτίριο παραγωγής του ηλεκτρικού ρεύματος που βρίσκεται σε υψόμετρο 570 m δίπλα στο δασικό δρόμο. Τα νερά μετά την διέλευση τους από το κτίριο καταλήγουν πάλι στην υπάρχουσα δεξαμενή όπου ανάλογα με τις ανάγκες διατίθεται το νερό για άρδευση μέσω αρδευτικού δικτύου ή αποθηκεύεται το νερό στην φυσική του ροή στο ποτάμι. Επομένως το πρώτο υδροηλεκτρικό ουδεμία σχέση έχει με την παροχή ύδρευσης νερού των κατοίκων και μελλοντικά με την παροχή εμφιάλωσης. Διότι δεν συνδέεται με καμία πηγή



και μόνον το πλεονάζον νερό της πηγής χρησιμοποιείται για την υδρομάστευση Γκούρα Ι. Ούτε παρακωλύει το σύστημα άρδευσης διότι η δεξαμενή άρδευσης είναι μετά τον υδροστροβίλο, ο δε αγωγός προσαγωγής του υδροστροβίλου αντικατέστησε τον παλιό αγωγό άρδευσης της κοινότητας και είναι κοινός χρήσης κοινότητος και υδροηλεκτρικού. Όσο για το σύστημα καταμέτρησης παροχής νερού του υδροηλεκτρικού, υπάρχει στον πίνακα χαμηλής τάσης αυτοματισμός ο οποίος μέσω ηλεκτρονικών ελεγκτών, δείχνουν ανά πάσα στιγμή σε φωτισμένη οθόνη LCD την ηλεκτρική ισχύ της γεννήτριας και συγχρόνως γνωρίζουμε και την ποσότητα του νερού η οποία είναι το μέγιστο 360 I/s όπως φαίνεται και από τις επισυναπτόμενες εγγραμμένες αποδόσεις σε λειτουργία από την κατασκευάστρια εταιρία (Μπατρακούλης κ.α., 2006).

Υπάρχει δικαστική απόφαση του ειρηνοδικείου Μουζακίου με την υπ' αριθμ. 15/2005 ότι το νερό ανήκει στους κατοίκους της Βατσουνιάς και το διαχειρίζεται η κοινότητα και επομένως δεν το παραχωρεί αν το χρειάζεται.

Εικόνα 7.4: Πηγή Γκούρα ΙΙ



Πηγή: Μπατρακούλης κ.α., 2006, Ιδία επεξεργασία

αγωγός ύδρευσης

αγωγός εμφιάλωσης



Εικόνα 7.5: Υδρομάστευση Γκούρα Ι



Πηγή: Μπατρακούλης κ.α., 2006, Ιδία επεξεργασία

Εικόνα 7.6: Νερά οικοσυστήματος- υδατόρεμα Βατσουνιάς



Πηγή: Μπατρακούλης κ.α., 2006, Ιδία επεξεργασία

Το έργο λειτουργεί κατά αποδοτικό τρόπο και με καλή απόδοση όπως προκύπτει και από τα στοιχεία του πίνακα 7.1 η παραγωγή ενέργειας έως το 2006 είναι 16.778.857 KWh.



Πίνακας 7.1: Αποδιδόμενη ενέργεια ΜΥΗΣ Βατσουνιάς Ι μέχρι το έτος 2006

ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΑΠΟΔΙΔΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚWh
2000	Ιανουάριος έως Δεκέμβριος	2.106.979
2001	Ιανουάριος έως Δεκέμβριος	2.220.600
2002	Ιανουάριος έως Δεκέμβριος	2.301.000
2003	Ιανουάριος έως Δεκέμβριος	2.661.124
2004	Ιανουάριος έως Δεκέμβριος	2.574.850
2005	Ιανουάριος έως Δεκέμβριος	2.020.558
2006	Ιανουάριος έως Δεκέμβριος	2.893.746
ΣΥΝΟΛΟ		16.778.857

Πηγή: Μπατρακούλης κ.α., 2006, *Ίδια επεξεργασία*

Από τα παραπάνω στοιχεία συμπεραίνουμε τα ακόλουθα:

Η αποδοθείσα ενέργεια συμβατικών καυσίμων (μαζούτ, λιγνίτη) αρκετών ποσοτήτων και εξουδετέρωσε την εκτόνωση αερίων θερμοκηπίου που σήμερα αποτελεί μέγιστο πρόβλημα όχι μόνο για την χώρα μας αλλά και την ΕΕ. Σημειώνεται δε ότι το έργο αυτό της κοινότητας Βατσουνιάς συμβάλει στην υποχρεωτική προσαρμογή της χώρας μας για την ικανοποίηση της χρονικής απαίτησης για επίτευξη του ορίου που έχει τεθεί για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Μπατρακούλης κ.α., 2006).

Η αποδοθείσα πληρωμή για την παραχθείσα και μεταφερθείσα στο δίκτυο της ΔΕΗ ηλεκτρική ενέργεια στην ΕΛΒΚΒ ωφέλησε τους συμμετέχοντες που είναι κατά το πλείστον αγρότες και κτηνοτρόφοι και ενίσχυσε το οικογενειακό τους εισόδημα που η επιρροή του είναι εμφανής στην ποιότητα ζωής του έργου μέχρι σήμερα, ανάλογη είναι και η επίδραση στον Δήμο Μουζακίου από την οικονομική ενίσχυση με σημαντικά πλεονεκτήματα για την αγροτική περιφέρεια που αποτελεί στις μέρες μας πρωταρχικό στόχο (Μπατρακούλης κ.α., 2006).



## 7.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

### ΜΥΗΣ ΒΑΤΣΟΥΝΙΑ Ι

Η Κοινότητα Βατσουνιάς βρίσκεται στους πρόποδες των ανατολικών Αγράφων, στην ορεινή περιοχή του Νομού Καρδίτσας, 10 χιλιόμετρα και 40 χιλιόμετρα από την Καρδίτσα βόρεια του Δήμου Μουζακίου. Είναι η πρώτη κοινότητα που συναντάμε από τα χωριά που απαρτίζουν την περιοχή της Αργιθέας. Το υψόμετρο της περιοχής είναι 430 m. Η χλωρίδα της περιοχής είναι κυρίως έλατα, οξιές, καστανιές, κέδροι και βελανιδιές.

Πλούσιο είναι και το υδάτινο δυναμικό όλης της περιοχής, το οποίο σε συνδυασμό με το ευνοϊκό θεσμικό και χρηματοδοτικό πλαίσιο αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε επενδύσεις μικρών υδροηλεκτρικών μονάδων με ελπιδοφόρες προοπτικές για ανάπτυξη σύγχρονων μεταποιητικών και βιοτεχνικών δραστηριοτήτων.

Σύμφωνα με χημικές αναλύσεις, το νερό της Βατσουνιάς είναι ένα από τα καλύτερα της Ελλάδας. Τρεις είναι οι πηγές στην περιοχή της Βατσουνιάς, μία όμως από αυτές μόνο, η πηγή Σκλήθρο, είναι εύκολα προσβάσιμη από πεζόδρομο. Από το κέντρο του οικισμού διέρχεται ο ποταμός Μπλιούρης, με πλούσια παρόχθια βλάστηση και ορνιθοπανίδα που εκβάλλει στον Πάμισο και στη συνέχεια στον Πηνειό. Η έκταση του είναι 179.521 σε στρέμματα. Η παρόχθια βλάστηση είναι πολύ πλούσια και η ορνιθοπανίδα ενδιαφέρουσα ([www.ecoguide.gr](http://www.ecoguide.gr)).

Η χλωρίδα στην περιοχή παρουσιάζει σημαντική ποικιλία από φυτά και δένδρα τα οποία συναντά κανείς στο σύνολο σχεδόν των Αγράφων. Περιλαμβάνει 700 περίπου είδη φυτών ανάλογα με το υψόμετρο. Ευρέως διαδεδομένα είναι: το πουρνάρι, το φιλλύκι, το χρυσόξυλο, ο φράξος, η κουτσουπιά, η καστανιά, η βελανιδιά, η δρυς, ο γαύρος, η κουφοξυλιά, η κρυνιά, η αγριοφουντουκιά, το σφεντάμι κ.α., που αναπτύσσονται σε υψόμετρο μέχρι τα 900 m. περίπου. Σε μεγαλύτερα ύψη υπάρχουν πυκνά δάση υβριδογενούς και κεφαλλονίτικης ελάτης. Εκτεταμένα είναι τα υποαλπικά λιβάδια στις περισσότερες βουνοκορφές της περιοχής, τα οποία φιλοξενούν πλούσια χλωρίδα, αγριολούλουδα, ενδημικά είδη φυτών και άλλου είδους βλάστηση, κατάλληλη για βοσκή αιγοπροβάτων και βοοειδών.

Ο μεγάλος αριθμός χαραδρών, τα πολλά νερά και τα φαράγγια με την παρόχθια βλάστηση που αναπτύσσουν, δημιουργούν αξιόλογα καταφύγια για την άγρια πανίδα και



ιδανικούς βιότοπους για μεγάλο αριθμό τρωκτικών, ερπετών, πουλιών, μικρών θηλαστικών πεταλούδων κ.α. Πολλά από τα είδη αυτά τα συναντούμε στον ελλαδικό χώρο ευρύτερα και προστατεύονται από την ελληνική νομοθεσία και διεθνής συνθήκες ([www.karditsa-net.gr](http://www.karditsa-net.gr)). Αξίζει να σημειωθεί ότι η περιοχή εγκατάστασης του ΜΥΗΣ δεν βρίσκεται σε δίκτυο Natura.

### 7.3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Το Δ.Δ. Βατσουνιάς έχει περίπου 14.000 στρ. έκταση και αριθμεί σύμφωνα με την τελευταία απογραφή (2001) 605 κατοίκους. Ο Δήμος Μουζακίου που βρίσκεται Βορειοδυτικά του νομού Καρδίτσας και συνορεύει Βόρεια με το νομό Τρικάλων αριθμεί 12.500 κατοίκους. Κατά την περίοδο αιχμής του καλοκαιριού ο πληθυσμός ανέρχεται στους 13.500 κατοίκους.

Οι κάτοικοι των ορεινών Δ.Δ του Δήμου Μουζακίου ασχολούνται κυρίως με την κτηνοτροφία ενώ των πεδινών με την γεωργία. Ο δευτερογενής τομέας αν και δεν είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένος εντούτοις διαθέτει αρκετές βιοτεχνίες επεξεργασίας ξύλου (επιπλοποιία, πριστήριο), 3 τυροκομεία, 1 δημοτικό σφαγείο, 1 μονάδα παραγωγής τοματοπολτού και μία μονάδα καλλιέργειας μανιταριών στη Λαζαρίνα. Περισσότερο από 35% του ενεργού πληθυσμού απασχολείται στον τριτογενή τομέα, κυρίως στο Μουζάκι όπου συγκεντρώνονται όλες οι δημόσιες και ιδιωτικές υπηρεσίες ([www.karditsa-net.gr](http://www.karditsa-net.gr)).

Η Βατσουνιά είναι από τα ελάχιστα χωριά εκ του συνόλου των 70 χωριών του ορεινού όγκου του Νομού Καρδίτσας που θεωρείται βιώσιμο, έχει δε και πολλούς νέους που ασχολούνται με διάφορες αγροτικής φύσεως εργασίες. Η πρόσβαση της είναι εύκολη. Κύριες πηγές εισοδήματος των κατοίκων του χωριού είναι η γεωργία και η κτηνοτροφία. Σημαντικό ρόλο στην τοπική οικονομία παίζει ο μικρός Υδροηλεκτρικός Σταθμός που αξιοποιεί τον υδάτινο πλούτο του ποταμού Μπλιούρη και λειτουργεί ως εταιρία λαϊκής βάσης ([www.karditsa-net.gr](http://www.karditsa-net.gr)).

Το κύριο οδικό δίκτυο έχει συνολικό μήκος 101 χλμ., από τα οποία 96 χλμ. είναι ασφαλτοστρωμένα. Το δευτερεύον οδικό δίκτυο που συνδέει τους οικισμούς με τις κοινότητες παρουσιάζει προβλήματα, κυρίως τους χειμερινούς μήνες, όπου στην περιοχή επικρατούν έντονα καιρικά φαινόμενα (χιονοπτώσεις, πάγος κ.α). Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι στην περιοχή υπάρχουν αρκετά αξιόλογα αρχαιολογικά μνημεία όπως



η αρχαία πόλη των Γόμφων, τα προϊστορικά τείχη της Πορτής, τα βυζαντινά μοναστήρια, τα οποία παραμένουν άγνωστα και αναξιοποίητα. Ο ΜΥΗΣ Βατσουνιάς δεν επηρεάζει τα μνημεία αυτά, αντιθέτως αποτελεί παράγοντα τουριστικής ανάπτυξης και επομένως συμβάλει στην αύξηση της επισκεψιμότητας των μνημείων. Η μοναδική επιχείρηση του Δήμου είναι η Υδροηλεκτρική Α.Ε που δραστηριοποιείται στον τομέα της ενέργειας στο Δημοτικό Διαμέρισμα Βατσουνιάς και απασχολεί 2 άτομα.

Με την ολοκλήρωση των έργων εκτροπής του Αχελώου, του οδικού άξονα Καρδίτσας-Άρτας και των επενδυτικών σχεδίων δημοσίων και ιδιωτικών, που υλοποιούνται σήμερα στο πλαίσιο του ΟΠΑΑΧ Αργιθέας (Ολοκληρωμένο Πρόγραμμα Ανάπτυξης Αγροτικού Χώρου), μεγάλο μέρος της περιοχής αυτής θα αποκτήσει αξιόλογη τουριστική υποδομή σε καταλύματα και χώρους εστίασης και θα βελτιωθεί σημαντικά το οδικό δίκτυό της ([www.ecoguide.gr](http://www.ecoguide.gr)).

#### 7.4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

##### 7.4.1. ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ

Ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου εκτιμήθηκε σε 1.180.415 €. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται επιμέρους ανάλυση του προϋπολογισμού του έργου.

Πίνακας 7.2: Ανάλυση Προϋπολογισμού κατασκευής ΜΥΗΣ Βατσουνιά Ι

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ- ΔΑΠΑΝΗΣ	ΚΟΣΤΟΣ (€)
Στρόβυλος με ρυθμιστή, Γεννήτρια (και εγκατάσταση)	274.523
Πίνακες αυτοματισμού, προστασιών και τροφοδοσίας	47.000
Μετασχηματιστής ανύψωσης, βοηθητικός Μ/Σ και πίνακες μέσης τάσης	37.500
Μεταλλικές κατασκευές (θυροφράγματα, βαρούλκο, κ.α.)	21.450
Λοιπός ηλεκτρολογικός και μηχανολογικός εξοπλισμός	42.527
Φράγμα- υδροληψία	124.655
Αγωγός προσαγωγής (και εγκατάσταση)	443.783
Κτίριο σταθμού παραγωγής, διώρυγα φυγής, περιβάλλοντος χώρος	49.030
Οδοί προσπέλασης (βαλτιώσεις)	22.757
Έξοδα μελέτης και διαδικασιών αδειοδότησης	43.757
Αγορά εκτάσεων	15.688
Έργα προστασίας και αποκατάστασης περιβάλλοντος	37.745
Διασύνδεση με δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ	20.000
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	1.180.415

Πηγή: Μπατρακούλης κ.α., 2006, *Ιδία επεξεργασία*



#### 7.4.2. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΕΤΗΣΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Κατά την λειτουργία του ΜΥΗΣ θα ημιαπασχολούνται 2 άτομα. Ένα άτομο στις εγκαταστάσεις του έργου και ένα που θα αναλάβει τα λογιστικά του έργου.

Το ετήσιο κόστος απασχόλησης προσωπικού παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα 7.3.

Πίνακας 7.3: Ετήσιο κόστος απασχόλησης προσωπικού ΜΥΗΣ Βατσουνιά Ι (σε €)

Ειδικότητα	Αριθμός εργαζόμενων	Μηνιαίος Μισθός (€)	Ετήσιος Μισθός (€)
Συντηρητής ηλεκτρολογος	1	1.227	8.989
Λογιστής	1	1.345	9.415
Σύνολο	2	2.572	18.404

Πηγή: Μπατρακούλης κ.α., 2006, Ιδία επεξεργασία

Το ετήσιο λειτουργικό κόστος του ΜΥΗΕ Βατσουνιά Ι είναι 22.471,54 €

#### 7.5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

##### 7.5.1. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANNT

Στο διάγραμμα Gannt στο οποίο εμφανίζεται η χρονική περίοδος εκτέλεσης κάθε εργασίας και το κόστος αυτής (σε €). Ως μονάδα χρόνου στο διάγραμμα αυτό χρησιμοποιείται το εξάμηνο. Ο χρόνος διάρκειας κατασκευής του έργου ήταν δύο χρόνια.





ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΟΝ  
ΜΥΗΣ ΒΑΤΣΟΥΝΙΑ Ι ΙΣΧΥΟΣ 0,6 MW

Πίνακας 7.4: Διάγραμμα Gantt ΜΥΗΣ Βατσουνιά Ι

Εργασίες	ΕΤΟΣ 1998												ΕΤΟΣ 1999														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
Αγορά εκτάσεων, έξοδα μελέτης, άδειες	59.445																										
Κτίριο σταθμού παραγωγής, διώρυγα φυγής, περιβάλλον χώρος					10.895,56								32.686,67				5.447,778										
Φράγμα-υδροληψία												93.491,25				31.163,75											
Αγωγός προσαγωγής (και εγκατάσταση)												147.927,7				295.855,30											
Στρόβιλος με ρυθμιστή, Γεννήτρια (και εγκατάσταση)																								274523			
Μεταλλικές κατασκευές (θυροφράγματα, βαρούλκο, κ.α.)																								21.450			
Λοιπός ηλεκτρολογικός και μηχανολογικός εξοπλισμός																								42.527			
Οδοί προσπέλασης (βαλτιώσεις)																								22.757			
Μετασχηματιστής ανύψωσης, βοηθητικός Μ/Σ και πίνακες μέσης τάσης																								12.500		25.000	
Πίνακες αυτοματισμού, προστασιών και τροφοδοσίας																								11.750		35.250	
Διασύνδεση με το δίκτυο μέσης τάσης																										20.000	
Έργα προστασίας και αποκατάστασης περιβάλλοντος																										37.745	
<b>Κόστος ανα εξάμηνο</b>	<b>70.340,56</b>				<b>274.105,62</b>								<b>693.723,828</b>					<b>142.245</b>									

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Αθροίζοντας το κόστος κάθε στήλης στο παραπάνω διάγραμμα προκύπτει το συνολικό κόστος ανά εξάμηνο και το συνολικό κόστος του έργου το οποίο ισούται με 1.180.415 € χωρίς τα απρόβλεπτα κόστη.

### 7.5.2. ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Η χρηματοδότηση του έργου όπως έχει προαναφερθεί προβλέπεται να γίνει κατά 20% από ίδια κεφάλαια, κατά 40% από δανεισμό ενώ το υπόλοιπο 40% θα καλυφθεί από επιχορηγήσεις. Στον Πίνακα 7.5 εμφανίζονται ανά χρονική περίοδο το κόστος κατασκευής, τα ποσά επιδότησης όπου ισούται με το 40% της επένδυσης δηλαδή  $1.180.415 \cdot 0,4 = 472.166$  € κατανεμημένα σε δύο δόσεις τη μια στο ύψος των 108.363,18 € και η άλλη στο ύψος των 363.802,82 €, τα ίδια κεφάλαια τα οποία χρησιμοποιούνται τις περιόδους που απαιτούνται οι πληρωμές και είναι το 20% του κόστους κατασκευής δηλαδή 236.083 € και επαρκούν πλήρως για το πρώτο εξάμηνο και καλύπτουν περίπου το μισό κόστος του δεύτερου εξαμήνου και το ποσό του δανείου το οποίο πρέπει να ληφθεί την περίοδο που οι άλλες πηγές δεν επαρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες των πληρωμών και είναι 472.166 €. Για την κάλυψη του κόστους κατασκευής λήφθηκαν δύο δάνεια, το ένα την 1/1/1999 ύψους 329.921,01 € και το άλλο την 1/7/1999 ύψους 142.245 €.

Πίνακας 7.5: Το χρηματοδοτικό πρόγραμμα της επένδυσης

	ΕΤΟΣ 1998		ΕΤΟΣ 1999	
	1ος	7ος	1ος	7ος
Κατασκευή	70.340,56	274.105,62	693.723,83	142.245
Επιδότηση	-	108.363,18	363.802,82	-
Ιδία Συμμετοχή	70.340,56	165.742,44	-	-
Δάνεια	-	-	329.921,01	142.245

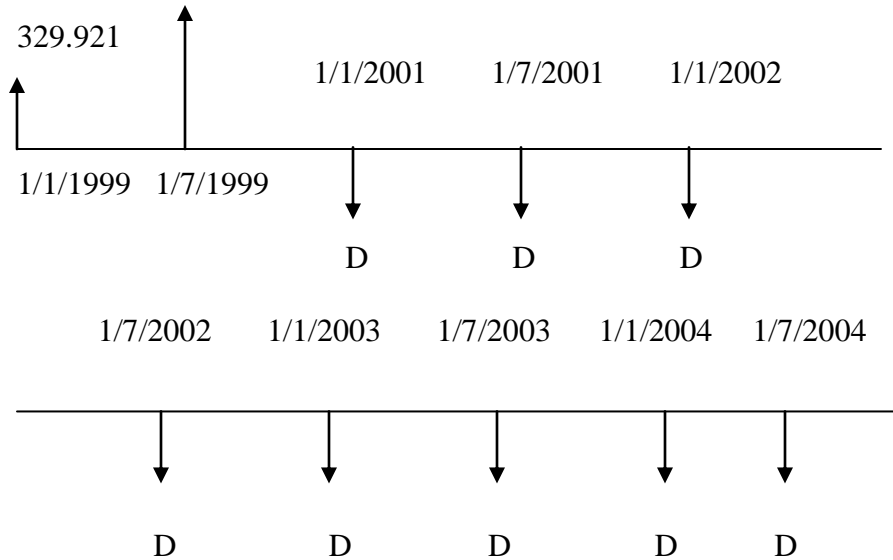
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

### 7.5.3. ΔΟΣΕΙΣ ΔΑΝΕΙΟΥ

Για την αποπληρωμή του δανείου και των υπολογισμό των δόσεων  $D$  που θα καταβληθούν κατασκευάζεται ο επόμενος άξονας του χρόνου στον οποίο τοποθετούνται τα αρχικά ποσά των δανείων 329.921,01 € και 142.245 € και οι δόσεις εξαμήνου  $D$  στους χρόνους που αντιστοιχούν. Η πρώτη δόση δανείου κατατέθηκε την 1/1/2001. Οι δόσεις θα δίνονται για οχτώ εξάμηνα.



Σχεδιάγραμμα 7.1: Υπολογισμός δόσεων δανείου ΜΥΗΣ Βατσουνιά Ι  
142.245



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το επιτόκιο του δανεισμού είναι  $r=8\%$  οπότε από το διάγραμμα ισχύει:

$$329.921,01 + 142.247 \cdot (1,08)^{-1} = D \cdot ((1,08)^{-4} + (1,08)^{-5} + (1,08)^{-6} + (1,08)^{-7} + (1,08)^{-8} + (1,08)^{-9} + (1,08)^{-10} + (1,08)^{-11}$$

$$329.921,01 + 131.710 = D \cdot 4,56$$

$$D = 461.631,2 / 4,56$$

$$D = 101.234,9 \text{ €}$$

Επομένως η δόση δανείου που πρέπει να καταθέτει κάθε εξάμηνο η επιχείρηση είναι 101.234,9 € μέχρι την 1/7/2004.

#### 7.5.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΣΟΔΩΝ ΕΞΟΔΩΝ

Στη συνέχεια θα υπολογισθούν τα έσοδα των πωλήσεων και τα έξοδα της επένδυσης δεδομένου ότι ο σταθμός ξεκίνησε τη λειτουργία του την 1/1/2000. Ο παρακάτω πίνακα δείχνει τα έσοδα του ΜΥΗΣ για επτά χρόνια μέχρι δηλαδή την 1/7/2006.

Πίνακας 7.6: Υπολογισμός των πωλήσεων (σε €)

	1/1/2000	1/7/2000	1/1/2001	1/7/2001	1/1/2002	1/7/2002	1/1/2003
ΕΣΟΔΑ	97.347	97.347	118.228,37	118.228,37	143.734,65	143.734,65	169.382,50



ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΟΝ  
ΜΥΗΣ ΒΑΤΣΟΥΝΙΑ Ι ΙΣΧΥΟΣ 0,6 MW

	1/7/2003	1/1/2004	1/7/2004	1/1/2005	1/7/2005	1/1/2006	1/7/2006
ΕΣΟΔΑ	169.382,50	198.437,78	198.437,78	226.894,71	226.894,71	261.863,25	261.863,25

Πηγή: Μπατρακούλης κ.α., 2006, Ιδία επεξεργασία

Τα σταθερά έξοδα της επένδυσης υπολογίζονται σε 90.000 € ανά έτος επομένως σε 45.000 € ανά εξάμηνο ενώ τα μεταβλητά έξοδα υπολογίζονται σε 29.335 € το χρόνο. Επίσης λαμβάνουμε υπόψη ότι τα έξοδα αυξάνονται κατά 5% κάθε τέλος του χρόνου.

Με βάση τα παραπάνω δημιουργείται ο πίνακας 7.7 στον οποίο εμφανίζονται τα σταθερά, τα μεταβλητά και τα συνολικά έξοδα λειτουργίας τα οποία αντιστοιχούν ανά εξάμηνο.

Πίνακας 7.7: Έξοδα λειτουργίας ανά εξάμηνο

ΕΞΟΔΑ	1/1/2000	1/7/2000	1/1/2001	1/7/2001	1/1/2002	1/7/2002	1/1/2003
ΣΤΑΘΕΡΑ	45.000,00	45.000,00	47.250	47.250	49.612,50	49.612,50	52.093,13
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ	11.235,77	11.235,77	11.797,56	11.797,56	12.387,44	12.387,44	13.006,81
ΣΥΝΟΛΟ	56.235,77	56.235,77	59.048	59.048	61.999,94	61.999,94	65.099,94

ΕΞΟΔΑ	1/7/2003	1/1/2004	1/7/2004	1/1/2005	1/7/2005	1/1/2006	1/7/2006
ΣΤΑΘΕΡΑ	52.093,13	54.697,78	54.697,78	57.432,67	57.432,67	60.304,30	60.304,30
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ	13.006,81	13.657,15	13.657,15	14.340,01	14.340,01	15.057,01	15.057,01
ΣΥΝΟΛΟ	65.099,94	68.354,93	68.354,93	71.772,68	71.772,68	75.361,31	75.361,31

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Μετά τον υπολογισμό των εξόδων ακολουθεί ο πίνακας 7.8 που δείχνει τις λειτουργικές χρηματοροές

Πίνακας 7.8: Υπολογισμός λειτουργικών χρηματοροών

	1/1/2000	1/7/2000	1/1/2001	1/7/2001	1/1/2002	1/7/2002	1/1/2003
ΕΣΟΔΑ	97.347	97.347	118.228,37	118.228,37	143.734,65	143.734,65	169.382,50
ΕΞΟΔΑ	56.235,77	56.235,77	59.048,00	59.048,00	61.999,94	61.999,94	65.099,94
ΔΟΣΕΙΣ ΔΑΝΕΙΟΥ			101.234,90	101.234,90	101.234,90	101.234,90	101.234,90
ΚΑΘΑΡΕΣ ΡΟΕΣ	41.110,78	41.110,78	-42.054,53	-42.054,53	-19.500,19	-19.500,19	3.047,66

	1/7/2003	1/1/2004	1/7/2004	1/1/2005	1/7/2005	1/1/2006	1/7/2006
ΕΣΟΔΑ	169.382,50	198.437,78	198.437,78	226.894,71	226.894,71	261.863,25	261.863,25
ΕΞΟΔΑ	65.099,94	68.354,93	68.354,93	71.772,68	71.772,68	75.361,31	75.361,31
ΔΟΣΕΙΣ ΔΑΝΕΙΟΥ	101.234,90	101.234,90	101.234,90				
ΚΑΘΑΡΕΣ ΡΟΕΣ	3.047,66	28.847,95	28.847,95	155.122,03	155.122,03	186.501,94	186.501,94

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



### 7.5.5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ

Τέλος χρησιμοποιώντας τις καθαρές ροές και με επιδιωκόμενη αποδοτικότητα 8% ανά εξάμηνο κατασκευάζεται ο τελικός πίνακας αξιολόγησης στον οποίο υπολογίζεται η συνολική ΚΠΑ των καθαρών χρηματοροών της επένδυσης. Η συνολική ΚΠΑ υπολογίζεται από το άθροισμα όλων των ΚΠΑ ανά εξάμηνο.

Πίνακας 7.9: Καθαρή Παρούσα Αξία

	1/1/1998	1/7/1998	1/1/1999	1/7/1999	1/1/2000	1/7/2000
ΚΑΘΑΡΕΣ ΡΟΕΣ	-70.340,56	-165.742,44	0	0	41.110,78	41.110,78
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ	1	0,92	0,85	0,79	0,73	0,68
ΚΠΑ	-70.340,56	-152.483,04	0	0	30.010,87	27.955,33

	1/1/2001	1/7/2001	1/1/2002	1/7/2002	1/1/2003	1/7/2003
ΚΑΘΑΡΕΣ ΡΟΕΣ	-42.054,53	-42.054,53	-19.500,19	-19.500,19	3.047,66	3.047,66
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ	0,63	0,58	0,56	0,54	0,5	0,46
ΚΠΑ	-26.494,35	-24.391,63	-10.920,11	-10.530,10	1.523,83	1.401,92

	1/1/2004	1/7/2004	1/1/2005	1/7/2005	1/1/2006	1/7/2006
ΚΑΘΑΡΕΣ ΡΟΕΣ	28.847,95	28.847,95	155.122,03	155.122,03	186.501,94	186.501,94
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ	0,42	0,39	0,36	0,34	0,31	0,25
ΚΠΑ	12.116,14	11.250,70	55.843,93	52.741,49	57.815,60	46.625,49

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τους τελικούς υπολογισμούς προκύπτει ότι η συνολική ΚΠΑ ισούται με  $2.125,5052 > 0$  και κατά συνέπεια η επένδυση είναι κερδοφόρα. Σε σύγκριση όμως με τον ΜΥΗΣ Καρυάς, ο ΜΥΗΣ Βατσουνιά Ι είναι λιγότερο αποδοτικός εφόσον η ΚΠΑ του είναι πολύ μικρότερη.



## 7.6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

Ειδικότερα επισημαίνεται ότι έχουν πραγματοποιηθεί οι προβλεπόμενες απαιτήσεις της 40446/26-3-1998 Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων ΜΥΗΕ Κοινότητας Βατσουνιάς Ν. Καρδίτσας, όπως ότι (Μπατρακούλης κ.α., 2006):

- Το νερό που αξιοποιείται για την ηλεκτροπαραγωγή επανέρχεται στον ποταμό ελεύθερο ρυπαντικών ουσιών
- Γίνεται συστηματικά ο καθαρισμός του έργου υδροληψίας από φερτά υλικά. Έχει εγκατασταθεί η απαιτούμενη εσχάρα στην δεξαμενή εξισορρόπησης για την αποτροπή διέλευσης φερτών υλικών στον αγωγό προσαρμογής
- Λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα για την αποφυγή οποιασδήποτε εσωτερικής ρύπανσης
- Το κτίριο είναι πλήρως εναρμονισμένο με το περιβάλλον και την αισθητική του τοπίου
- Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής έγινε η απομάκρυνση κάθε είδους απορριμμάτων και πλήρη αποκατάσταση του περιβάλλοντος χώρου.
- Ελήφθησαν μέτρα για την ελαχιστοποίηση του θορύβου κάτω του επιτρεπόμενου ορίου με την αγορά και τοποθέτηση αθόρυβων μηχανημάτων.
- Ελήφθησαν όλα τα προβλεπόμενα από τις κείμενες διατάξεις μέτρα πυρασφάλειας (πυρανίχνευσης, πυροσβεστήρες).
- Υπάρχει πάντοτε η αναγκαία παροχή νερού για την διατήρηση του οικοσυστήματος στο υδατόρεμα.
- Δεν έχει γίνει κανένα είδος μαζώματος στο υδατόρεμα Βατσουνιάς
- Όπου απαιτήθηκε έγινε επέμβαση με φύτευση με συμβατά προς τη χλωρίδα της περιοχής είδη.
- Έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα για την προστασία του προσωπικού κατά την λειτουργία του ΥΗΣ.



- Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία της κατασκευάστριας εταιρίας οι εγγυημένες αποδόσεις σε λειτουργία για καθαρό ύψος 200 m είναι: Η μέγιστη παροχή νερού 360 I/s και η ισχύς στρόβιλου είναι 618 KW. Αυτό σημαίνει ότι ο στρόβιλος, όσο νερό και αν υπάρχει στην δεξαμενή εξισορρόπησης, μόνο 360 I/s θα διέλθουν από τον αγωγό, το υπόλοιπο δια μέσω του υπερχειλιστή της δεξαμενής θα πάει στο υδατόρεμα.
- Όσο για το σύστημα καταμέτρησης παροχής νερού, υπάρχει στον πίνακα χαμηλής τάσης αυτοματισμός ο οποίος μέσω ηλεκτρονικών ελεγκτών, δείχνουν ανά πάσα στιγμή σε οθόνη LCD την ηλεκτρονική ισχύ της γεννήτριας και συγχρόνως γνωρίζουμε και την ποσότητα του νερού, η οποία είναι το μέγιστο 360 I/s

Το ΜΥΗΕ 1 της Βατσουνιάς έχει γίνει πόλος έλξης για επισκέψεις προς ενημέρωση και γενικότερη πληροφόρηση στο ευρύ κοινό όπως: σχολεία, εκπαιδευτικά ιδρύματα, επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων που ενημερώνονται στα υπαρκτά αποτελέσματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα.

Επίσης έχει συμβάλει:

- Βελτίωση υπάρχοντος αρδευτικού δικτύου για αποτελεσματικότερη και οικονομικότερη χρήση του νερού για αγροτικές ενασχολήσεις.
- Βελτίωση του υπάρχοντος δασικού δρόμου συνεχώς (λόγω καταστροφής κατά την χειμερινή περίοδο) που έχει ως άμεση συνέπεια την διευκόλυνση της επικοινωνίας των κατοίκων (ξυλοκόπων), το ντόπιο πληθυσμό, τους επισκέπτες - τουρίστες της περιοχής.
- Προσφορά εργασίας κατά την εκτέλεση αλλά και την μετέπειτα λειτουργίας του έργου.
- Δυνατότητα υπαίθριας αναψυχής και αναγνώρισης του φυσικού περιβάλλοντος
- Δημιουργία τουριστικού κύματος στην γενικότερη περιοχή του Δήμου Μουζακίου από την κατασκευή και λειτουργία του διακεκριμένου αυτού έργου. Αποτελεί μη ρυπογόνο έργο ανάπτυξης, εξοικονομεί καύσιμο και δεν προκαλεί



ουσιαστικές δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, ενισχύει την το ηλεκτρικό δίκτυο της ΔΕΗ και της οικονομίας της περιοχής του Δήμου Μουζακίου.

#### 7.6.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ- ΕΛΔΑΦΟΣ

Τα έργα που πραγματοποιήθηκαν κατά τη φάση της κατασκευής του ΜΥΗΣ δεν δημιουργήσουν μεταβολές του επιφανειακού στρώματος του. Μεταβολές προκλήθηκαν στους χώρους της υδροληψίας και του σταθμού παραγωγής και του αγωγού προσαγωγής του νερού.

Επιπλέον κατά τη φάση κατασκευής του έργου δεν πραγματοποιήθηκαν εργασίες οι οποίες θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αύξηση της διάβρωσης του εδάφους της περιοχής. Όσον αφορά την λειτουργία του ΜΥΗΣ δεν έχει οδηγήσει μέχρι αυτή τη χρονική περίοδο σε κάποια ουσιαστική μεταβολή των ρυθμών διάβρωσης του εδάφους της περιοχής τόσο ανάντη όσο και κατάντη του έργου.

Μέχρι της στιγμής αυτής λειτουργίας του έργου εφαρμόστηκαν τα προβλεφθέντα μέτρα αντιρρύπανσης κατά και από την κατασκευή του έργου. Επίσης έγινε πλήρης αποκατάσταση όλων των μεταβολών που είχαν συμβεί κατά την κατασκευή του έργου στο έδαφος της περιοχής που εντοπίζονται από τον υπεύθυνο της κατασκευής αλλά και αργότερα από τον υπάλληλο της (ΕΛΒΕΚΒ) (Μπατρακούλης κ.α., 2006).

#### 7.6.2. ΝΕΡΑ

Κατά την φάση κατασκευής των εγκαταστάσεων υδροληψίας πραγματοποιήθηκε προσωρινή εκτροπή μικρής κλίμακας των υδάτων του ρέματος Γκούρα προκειμένου να καταστεί δυνατή η ολοκλήρωση των απαιτούμενων κατασκευαστικών εργασιών. Η εν λόγω εκτροπή διατηρήθηκε για μέγιστο διάστημα 5 μηνών, δηλαδή περίπου όσο διήρκεσαν οι εργασίες κατασκευής της υδροληψίας. Καμία μεταβολή στην κατεύθυνση των υπογείων υδάτων της περιοχής δεν προκλήθηκε κατά τη φάση κατασκευής του έργου. Η λειτουργία του ΜΥΗΣ δεν θα προκαλέσει οποιαδήποτε μεταβολή στις υφιστάμενες πορείες όδευσης των φυσικών υδάτων της περιοχής.

Όσον αφορά την φάση κατασκευής του ΜΥΗΣ δεν φράχθηκε η κοίτη του ρέματος, επιπλέον δεν τοποθετήθηκαν εντός της κοίτης υλικά εκσκαφής και κατά συνέπεια δεν προκλήθηκαν μεταβολές στην πορεία ροής των νερών του ρέματος από





πλημμύρες. Όσον αφορά τις λοιπές εγκαταστάσεις του ΜΥΗΣ (αγωγός προσαγωγής νερού και σταθμός παραγωγής), δεν επέφεραν κάποια αλλαγή στο ανάγλυφο της περιοχής ούτε εμποδίζουν κατά οποιονδήποτε τρόπο την ελεύθερη ροή των νερών του ρέματος. Κατά την λειτουργία του ΜΥΗΣ και όσον αφορά στις εγκαταστάσεις της υδροληψίας δεν θα υπάρξει κίνδυνος πλημμύρας της γύρω περιοχής σε περίπτωση αύξησης της παροχής του νερού στο ρέμα. Για την διατήρηση του ποτάμιου οικοσυστήματος να εξασφαλισθεί σε 24ωρη βάση και καθ'όλη τη διάρκεια του έτους στο κατάντη της υδροληψίας τμήμα και μέχρι την έξοδο της διώρυγας φυγής η ύπαρξη ποσότητας νερού τουλάχιστον ίσης με το 30% της μέσης θερινής περιόδου του ποταμού. Η παραπάνω ποσότητα είναι δυνατόν να μεταβληθεί εφόσον κριθεί αναγκαίο για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος. Επίσης αναγκαίο είναι να εξασφαλιστούν κατά το δυνατόν οι υφιστάμενες χρήσεις νερού της εγγύτερης περιοχής στην περίπτωση που αυτές επηρεάζονται (Μπατρακούλης κ.α., 2006).

#### 7.6.3. ΧΛΩΡΙΔΑ – ΠΑΝΙΔΑ

Μετά το πέρας των εργασιών έγινε διαμόρφωση των χώρων επέμβασης και φύτευση τους με συμβατά προς τη χλωρίδα της περιοχής είδη. Η απόθεση των προϊόντων εκσκαφής που προέκυψαν από την κατασκευή του έργου έγιναν σε θέσεις χωρίς δασική κάλυψη, και δεν εμποδίζουν την επιφανειακή ροή των υδάτων και η διαμόρφωση τους έγινε κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να εναρμονίζεται με το περιβάλλον της περιοχής. Επιπλέον προβλέπεται τακτικός καθαρισμός του έργου υδροληψίας από τα φερτά υλικά καθώς επίσης και εγκατάσταση σχάρας στο σημείο υδροληψίας με μικρές οπές για την αποτροπή διέλευσης των ιχθύων στον αγωγό προσαγωγής.

#### 7.6.4. ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΤΟΠΙΟΥ

Ο Μικρός Υδροηλεκτρικός Σταθμός Βατσουνιάς τόσο κατά την φάση της κατασκευής του όσο και κατά την λειτουργία του έχει προκαλέσει μια σχετική υποβάθμιση των φυσικών χαρακτηριστικών της περιοχής του έργου και αλλοίωση του τοπίου της περιοχής λόγω της ύπαρξης εργοταξίων. Το κτίριο του ΜΥΗΣ είναι εναρμονισμένο με το περιβάλλον και την αισθητική του τοπίου, περιορίζοντας έτσι την υποβάθμιση του τοπίου.



#### 7.6.5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΘΟΡΥΒΟΥΣ

Κατά την φάση της κατασκευής του Μικρού Υδροηλεκτρικού Σταθμού Βατσουνιάς, έχει ληφθεί μέριμνα ώστε τα μηχανήματα που χρησιμοποιήθηκαν στις διάφορες εργασίες να είναι τελευταίας τεχνολογίας και κατά το δυνατόν αθόρυβα. Επιπλέον, κατά την λειτουργία του ΜΥΗΣ, επιδιώκεται η διατήρηση του θορύβου στον οικισμό λειτουργίας του υδροστροβίλου κάτω από το επιτρεπόμενο επίπεδο (<50 dBA). Η επίτευξη αυτής της δυνατότητας πραγματοποιήθηκε μέσω της αγοράς μηχανημάτων τελευταίας τεχνολογίας που λειτουργούν με τον ελάχιστο δυνατό θόρυβο. Έτσι διαπιστώνεται ότι δεν δημιουργείται ακουστική όχληση (ούτε μέσα ούτε έξω) στον οικισμό (Μπατρακούλης κ.α., 2006).

#### 7.6.6. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Η φύση των εργασιών που έλαβαν χώρα κατά την φάση κατασκευής του έργου, αλλά και η φύση της λειτουργίας του έργου, είναι τέτοια ώστε δεν θα προκληθεί καμία αλλαγή των κινήσεων του αέρα, της υγρασίας ή της θερμοκρασίας ή οποιαδήποτε αλλαγή στο κλίμα είτε τοπικά είτε σε μεγαλύτερη έκταση. Η εκτροπή του νερού από την κοίτη του ρέματος ενδεχομένως να προκαλέσει αλλαγές στο μικροκλίμα της περιοχής, περιλαμβανομένης της υγρασίας και θερμοκρασίας γεγονός που μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες. Αλλαγή στο κλίμα της ευρύτερης περιοχής δεν αναμένεται από την λειτουργία του ΜΥΗΣ (Μπατρακούλης κ.α., 2006).

Η λειτουργία του ΜΥΗΣ που, είναι απαραίτητη για τον Δήμο Μουζακίου, των ΕΛΒΕΚΒ και τους κατοίκους της κοινότητας Βατσουνιάς αλλά και το κοινωνικό σύνολο με την παροχή ήπιας μορφής ενέργειας και την απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα και παραγωγή CO<sub>2</sub>, που οξύνει το πρόβλημα του φαινομένου του θερμοκηπίου. Εξάλλου η άμεση οικονομική ενίσχυση που προκύπτει κατά την διάρκεια είναι αναγκαία για το Δήμο Μουζακίου της ΕΛΒΕΚΒ και τους κατοίκους της κοινότητας Βατσουνιάς.

Γενικά μέχρι τώρα δεν έχουν παρατηρηθεί μεταβολές στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής του έργου και η ένταση του έργου έχει γίνει με αποδοτικό τρόπο. Επισημαίνεται ότι η περιοχή δεν χαρακτηρίζεται προστατευταία, βρίσκεται εκτός Εθνικού Δρυμού και εκτός περιοχής που θα ενταχθεί στο πρόγραμμα φύση 2000 και δεν διέπεται από ρυθμίσεις (ΒΙΠΕ ΔΡΥΜΟΙ, ΓΠΣ, υδροβιότοποι κλπ.)



Ακολουθεί συνοπτική παρουσίαση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του ΜΥΗΣ Καρυάς σε πίνακες τόσο κατά την φάση κατασκευής όσο και κατά τη φάση λειτουργίας του.

Πίνακας 7.10: Συγκεντρωτικός πίνακας περιβαλλοντικών επιπτώσεων και μέτρων αντιμετώπισης του ΜΥΗΣ Βατσουνιάς στη φάση κατασκευής

ΦΑΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΟΥ			
Παράμετρος	Επιπτώσεις	Χαρακτήρας επιπτώσεων	Μέτρα αντιμετώπισης
Επιφανειακά νερά	Εκτροπή των υδάτων του ρέματος	Προσωρινός	
Ατμόσφαιρα	Μεγάλες ποσότητες σκόνης από τις χωματουργικές εργασίες	Προσωρινός	Εναπόθεση υλικών σε σωρούς από το ελάχιστο δυνατό ύψος
Έδαφος	Εκσκαφές, επιχώσεις, πλεονάζοντα υλικά	Προσωρινός	Περιορισμός χρήσης μηχανημάτων όπου είναι εφικτό
Αισθητική τοπίου	Υποβάθμιση τοπίου από εργοτάξια	Προσωρινός	
Χλωρίδα-πανίδα	Αποψίλωση βλάστησης/κοπή δέντρων για την εγκατάσταση υδροληψίας, αγωγού και κτιρίου σταθμού παραγωγής	Μόνιμος	Επιλογή θέσεων με αραιή βλάστηση
Θόρυβος	Εργοταξιακά μηχανήματα	Προσωρινός	Επιλογή σύγχρονων μηχανημάτων

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Πίνακας 7.11: Συγκεντρωτικός πίνακας περιβαλλοντικών επιπτώσεων και μέτρων αντιμετώπισης του ΜΥΗΣ Βατσουνιάς στη φάση λειτουργίας

ΦΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΡΓΟΥ			
Παράμετρος	Επιπτώσεις	Χαρακτήρας επιπτώσεων	Μέτρα αντιμετώπισης
Νερά	Πιθανότητα μείωσης της παροχής σε επίπεδα χαμηλότερα της οικολογικής	Περιοδικός	Διακοπή της λειτουργίας του ΜΥΗΣ. κατά τους θερινούς μήνες
	Μείωση του ρυθμού τροφοδότησης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα από τα επιφανειακά νερά	Μόνιμος	
Αισθητική τοπίου	Υποβάθμιση αισθητικής τοπίου με την ανέγερση του κτιρίου του σταθμού	Μόνιμος	Κατασκευή του κτιρίου με παραδοσιακά στοιχεία (πχ χρήση πέτρας)
Χλωρίδα-πανίδα	Υποβάθμιση παραποτάμιας βλάστησης	Μόνιμος	Τακτικός καθαρισμός του έργου υδροληψίας από τα φερτά υλικά και εγκατάσταση σχάρας στο σημείο υδροληψίας για την αποτροπή διέλευσης των ιχθύων στον αγωγό προσαγωγής
	Απώθηση των ειδών πανίδας και δυσμενής επιβίωση τυχόντων ιχθύων		



ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΟΝ  
ΜΥΗΣ ΒΑΤΣΟΥΝΙΑ Ι ΙΣΧΥΟΣ 0,6 MW

Θόρυβος	Λειτουργία υδροστρόβιλου σταθμού παραγωγής	Μόνιμος	Αγορά μηχανημάτων τελευταίας τεχνολογίας που λειτουργούν με τον ελάχιστο δυνατό θόρυβο
---------	--	---------	--

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η Ελλάδα έχει σημαντικό φυσικό πλούτο από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας κυρίως διότι κατέχει (Παπαντώνης, 2008):

- Ένα από τα υψηλότερα επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας στην Ευρώπη
- Αιολική δυνατότητα για περίπου 14.000 MW
- Γεωθερμικά πεδία με δυνατότητα ηλεκτρικής παραγωγής περίπου 350 MW (που ισοδυναμεί με 1.500 MW αιολικής ενέργειας)
- Πολλά ποτάμια αλλά και νερά για υδροηλεκτρική ενέργεια.

Τα υδροηλεκτρικά έργα όπως έχει προαναφερθεί παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως είναι 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 αναγκαίων 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. 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. 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. 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. Η πρόσφατη νομοθεσία που αφορά την δυνατότητα του ιδιωτικού τομέα να παράγει ηλεκτρική ενέργεια, αναμένεται να ενισχύσει σημαντικά το ενδιαφέρον επενδυτών στον τομέα των ΑΠΕ. 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, ενώ ο αναπτυξιακός νόμος 2601 του 1998 επιχορηγεί με 40% του συνολικού κόστους του έργου.

Παρόλο όμως που γενικά η τεχνολογία τους θεωρείται ώριμη, η βιομηχανία τους χρειάζεται συνεχείς εγχύσεις νέων ιδεών και τεχνογνωσίας έτσι ώστε να διασφαλιστεί αφενός ότι τα μικρά υδροηλεκτρικά θα καταφέρουν να διατηρήσουν και να βελτιώσουν τη συνεισφορά τους στην παραγωγή ηλεκτρισμού με τον τρόπο που αναζητούν οι Ευρωπαίοι (δηλαδή εγχώρια και χωρίς εκπομπές) και αφετέρου ότι οι υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις θα λειτουργούν σε αρμονία με το περιβάλλον.

Τα υδροηλεκτρικά είναι μια επιλογή που μπορεί να παράγει ενέργεια 24 ώρες τη μέρα συνεχώς σε πλήρη ισχύ (αν χρειάζεται), τα οριακά κόστη είναι ελάχιστα, και έτσι μπορεί να προωθήσει τη δημιουργία θέσεων εργασίας και τις παραγωγικές χρήσεις της ενέργειας για δημιουργία εισοδημάτων και κοινωνική ανάπτυξη των τοπικών κοινοτήτων. Τα μικρο-υδροηλεκτρικά συστήματα κατασκευάζονται κυρίως στη “ροή του ποταμού”, οπότε και δεν αλλοιώνουν το φυσικό περιβάλλον. Αυτό είναι προτιμότερο από περιβαλλοντική άποψη, καθώς οι εποχιακές αυξομειώσεις νερού δεν επηρεάζουν την ροή του ποταμού στην κατεύθυνση του ρεύματος, ενώ δεν πλημμυρίζουν κοιλάδες σε υψηλότερα από το σύστημα επίπεδα.

Μια περαιτέρω συνέπεια είναι ότι η ισχύς εξόδου του συστήματος δεν προσδιορίζεται με έλεγχο της ροής του ποταμού, αντίθετα ο στρόβιλος λειτουργεί όταν υπάρχει φυσική παροχή νερού και η έξοδος καθορίζεται από τη ροή αυτή. Αυτό σημαίνει ότι δεν απαιτείται πολύπλοκο μηχανικό σύστημα ελέγχου - ρύθμισης, κάτι το οποίο μειώνει τις απαιτήσεις κόστους και συντήρησης. Τα συστήματα μπορούν να κατασκευαστούν τοπικά με χαμηλό κόστος και η απλότητά τους προωθεί μεγαλύτερη αξιοπιστία μακροπρόθεσμα. Όμως, το μειονέκτημα είναι ότι το νερό δεν μπορεί να



μεταφερθεί από βροχερές σε ξηρές εποχές. Επιπρόσθετα, η επιπλέον ενέργεια που παράγεται χάνεται, εκτός αν εγκατασταθεί και ένα σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρισμού ή αν βρεθεί μια κατάλληλη χρήση για τις ώρες εκτός αιχμής.

Τα ΜΥΗΕ όσον αφορά στον περιβαλλοντικό τομέα, έχουν πολλές θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις κυρίως σε σύγκριση με τους λιγνιτικούς σταθμούς, όπως για παράδειγμα τον συνδυασμό τους σε ορισμένες περιπτώσεις με άλλες χρήσεις και διευθετήσεις του νερού (ύδρευση, άρδευση), τον έλεγχο της στάθμης κατά την διάρκεια πλημμύρων, την δημιουργία χώρων αναψυχής και τουρισμού, την κατασκευή έργων υποδομής σε απομακρυσμένες περιοχές (δρόμων, γεφυρών κλπ). Επίσης δεν πρέπει να παραληφθεί ότι η παραγωγή 6.000 MWh ετησίως από υδροηλεκτρικό έργο εγκατεστημένης ισχύος 1,35 MW περίπου αποτρέπει την εκπομπή στην ατμόσφαιρα 4.000 τόνων CO<sub>2</sub> ετησίως, για την περίπτωση κατά την οποία η ίδια ποσότητα ενέργειας παράγεται από λιγνιτικό σταθμό (Παπαντώνης, 2008).

Τα ΜΥΗΕ αποτελούν την πιο προσαρμόσιμη σε τοπικές συνθήκες τεχνολογία ΑΠΕ μικρής κλίμακας, εφόσον κατασκευάζονται σε συγκεκριμένες περιοχές και εναρμονίζονται με το τοπίο επιπλέον παρουσιάζουν αμελητέα οριακά κόστη παραγωγής ενέργειας (κατάλληλη για εξυπηρέτηση εντατικής ζήτησης).

Η εγκατάσταση των ΑΠΕ στη χώρα μας και γενικά η τεχνολογία των ΑΠΕ αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα τα οποία πρέπει να διευθετηθούν για την ομαλή λειτουργία τους, με σκοπό κυρίως την μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων καθώς επίσης και αντικατάσταση ρυπογόνων σταθμών (λιγνιτικοί, σταθμοί παραγωγής λιθάνθρακα κλπ) μακροπρόθεσμα.

Το γεγονός ότι η τεχνολογία μικρών υδροηλεκτρικών είναι μία από τις πιο ώριμες τεχνολογίες ΑΠΕ έχει κάποιες φορές ως αποτέλεσμα την εσφαλμένη αντίληψη ότι δεν επιδέχεται περαιτέρω βελτίωση. Γι' αυτό το λόγο παρατηρούνται πολύ χαμηλές, σε κάποιες περιπτώσεις μηδενικές, δαπάνες για Έρευνα και Τεχνολογική Ανάπτυξη στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες. Παρόλο που γενικά η τεχνολογία τους θεωρείται ώριμη, η βιομηχανία τους χρειάζεται συνεχείς ενισχύσεις νέων ιδεών και τεχνογνωσίας έτσι ώστε να διασφαλιστεί αφενός ότι τα μικρά υδροηλεκτρικά θα καταφέρουν να διατηρήσουν και να βελτιώσουν τη συνεισφορά τους στην παραγωγή ηλεκτρισμού με τον τρόπο που αναζητούν οι Ευρωπαίοι (δηλαδή εγχώρια και χωρίς εκπομπές) και αφετέρου





ότι οι υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις θα λειτουργούν σε αρμονία με το περιβάλλον. Επομένως, αναγκαία κρίνεται η υποστήριξη της έρευνα και της ανάπτυξης, σε συνεργασία Εκπαιδευτικών Κέντρων και Επιχειρήσεων, αλλά και η εκπαίδευση και κατάρτιση, με στόχο:

- Την ανάπτυξη τεχνολογιών ΑΠΕ και τη μείωση του κόστους επένδυσης και λειτουργίας
- Τη δημιουργία των προϋποθέσεων για την αύξηση της εγχώριας προστιθέμενης αξίας και της απασχόλησης
- Δημιουργία εξειδικευμένων μηχανικών οι οποίοι θα μπορούν να στηρίξουν την υλοποίηση εγκαταστάσεων.

Όσον αφορά συγκεκριμένα τα μικρά υδροηλεκτρικά στον τομέα της έρευνας προτείνεται:

- Ανάπτυξη οδηγιών για καλύτερο σχεδιασμό που θα απευθύνονται σε μηχανικούς και κατασκευαστές
- Καμπάνιες ενημέρωσης που θα βοηθήσουν στην κατανόηση της τεχνολογίας και θα προωθήσουν τη μεγαλύτερη αποδοχή των μικρών υδροηλεκτρικών
- Ανάπτυξη προτυποποιημένου λογισμικού για έλεγχο και παρακολούθηση που μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί για χρήση σε συγκεκριμένες τοποθεσίες (επιφάνεια εργασίας του χρήστη με γραφικά και διαγράμματα, βελτιωμένη παρακολούθηση και ανάλυση δεδομένων κτλ.)
- Ανάπτυξη ενιαίων κανόνων σχεδιασμού που θα λαμβάνουν υπόψη περιβαλλοντικά ζητήματα
- Ανάπτυξη μιας σειράς ελέγχων για την περιβαλλοντική ένταξη των ήδη υπαρχόντων εγκαταστάσεων
- Ανάπτυξη δοκιμών ελέγχου για την αρτιότητα της λειτουργίας των ήδη υπαρχόντων εγκαταστάσεων.
- Εφαρμογή του πλαισίου αξιολόγησης ΜΥΗΕ τόσο πριν την κατασκευή τους όσο και κατά τη διάρκεια λειτουργίας του ώστε να γίνεται συνεχής έλεγχος της αποδοτικότητας των επενδύσεων αλλά και έλεγχος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.



Ένα σοβαρότατο πλέον εμπόδιο στην οποιαδήποτε περαιτέρω ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα, είναι η συνεχιζόμενη έλλειψη ενός εθνικού χωροταξικού σχεδίου, ειδικά στοχευμένου και διαμορφωμένου για εγκαταστάσεις ΑΠΕ, που θα καθορίζει συγκεκριμένες αρχές, προτεραιότητες, κριτήρια, όρους και προϋποθέσεις για τη χωροθέτηση έργων ΑΠΕ σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Η κατάρτιση του Ειδικού Πλαισίου πρέπει να λάβει καθοριστικά υπ' όψη της τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ΑΠΕ, κυρίως δε τον περιβαλλοντικά φιλικό χαρακτήρα τους και τη σημειακή φύση του δυναμικού ΑΠΕ, ιδιαίτερα δε του αιολικού δυναμικού, το οποίο - λόγω του γεωφυσικού αναγλύφου της χώρας μας συγκεντρώνεται, ως επί το πλείστον, σε δασικές εκτάσεις με χαμηλή βλάστηση, κατά κανόνα δε στην υψηλότερη και ευνοϊκότερα τοποθετημένη κορυφογραμμή της ευρύτερης περιοχής. Το Ειδικό αυτό Πλαίσιο θα πρέπει να αποτελεί ένα εύχρηστο εργαλείο, το οποίο με ρεαλιστικά κριτήρια και συναφή διαγράμματα θα περιγράφει τα της χωροθέτησης των ΑΠΕ, και κυρίως τις περιοχές εκείνες στις οποίες δεν θα επιτρέπεται η εγκατάσταση έργων ΑΠΕ. Επιπλέον, το γεγονός ότι τα μικρά υδροηλεκτρικά συμπεριλαμβάνονται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δεν σημαίνει ότι πρέπει να οδηγηθούμε άκριτα σε φαινόμενα εντατικής εκμετάλλευσης χωρίς όρια. Και είναι ενδεικτικό το γεγονός ότι το ειδικό χωροταξικό σχέδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποφεύγει σκόπιμα να ορίσει την φέρουσα ικανότητα των υδατορευμάτων, να θέσει δηλαδή τα αναγκαία όρια στην εκμετάλλευσή τους.

Κρίνεται λοιπόν απαραίτητη η αναθεώρηση του θεσμικού πλαισίου, καθώς το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης, παρεμβαίνει μόνο στον τρόπο παραγωγής ενέργειας, χωρίς να ρυθμίζει τον τρόπο κατανάλωσης αυτής.

Ωφέλιμη θα ήταν η απλοποίηση των αδειοδοτικών διαδικασιών, οι οποίες εμφανίζονται σήμερα ιδιαίτερα πολύπλοκες και γραφειοκρατικές. Απαιτείται περιορισμός του αριθμού των γνωμοδοτούντων φορέων και των χρονικών προθεσμιών γνωμοδότησης.

Η τιμή αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ θα πρέπει να διαφοροποιείται ανάλογα με την τεχνολογία προκειμένου να δίνει τη δυνατότητα ενίσχυσης συγκεκριμένων τεχνολογιών. Επιπλέον θα πρέπει να διαφοροποιείται ανάλογα με τις εποχές και τη ζήτηση.



Τέλος απαιτείται μια ουσιαστική πολιτική κινήτρων και ενισχύσεων που να περιλαμβάνει ευρείες και μόνιμες σε διάρκεια παρεμβάσεις και όχι να περιορίζεται σε επιδοτήσεις μεγάλων εγκαταστάσεων μέσω των Κοινοτικών Πλαισίων Στήριξης. Παράλληλα θα πρέπει να θεσπιστούν κριτήρια ελέγχου της φερεγγυότητας των επενδύτων, ώστε να αποκλείονται οι καιροσκόποι.

Από την αξιολόγηση της τεχνολογίας των ΜΥΗΣ της παρούσας εργασίας, προκύπτει το συμπέρασμα ότι τα υδροηλεκτρικά αποτελούν μία πολύ καλή επιλογή (τόσο από άποψη της αποδοτικότητας των επενδύσεων όσο και από περιβαλλοντικής σκοπιάς) για την προώθηση παραγωγικών χρήσεων, της οικονομικής ανόδου και της ανάπτυξης σε μικρές απομακρυσμένες κοινωνίες αναπτυσσόμενων χωρών, εφόσον αποτελούν τη φθηνότερη από όλες τις επιλογές ηλεκτροδότησης απομονωμένων κοινωνιών, εφόσον υπάρχει αυτή η δυνατότητα. Κρίνεται απαραίτητη όμως η διευθέτηση σημαντικών θεμάτων κυρίως του θεσμικού πλαισίου για την ορθή λειτουργία (χωρίς να γίνεται υπερεκμετάλλευση των υδάτινων πόρων) και βιώσιμη ανάπτυξη των επενδύσεων υδροηλεκτρικών έργων.



## ΠΗΓΕΣ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλιβιζάτος Γ., Στελακάτος Κ., Τορτοπίδης Α. (1991): *Ενεργειακά Πάρκα*, Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση
- Ανδρεαδάκης Α., Κατσίρη Α., Στάμου Α., Βαλασσόπουλος Α., Γαβαλάκη Ε., Ευστρατιάδης Α., Κατσίρης Ι., Καπετανάκη Μ., Κουκουβίνος Α., Μαμάσης Ν., Νουτσόπουλος Κ., Σαργέντης Γ.-Φ., Χριστοφίδης Α. (2002), ‘Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα Τεύχος 1: Συνοπτική έκθεση’, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, διαθέσιμο: <http://www.itia.ntua.gr/g/projinfo/77/> , (πρόσβαση: 11-12-2009)
- Αξαόπουλος Π., Γελεγένης Ι. (2005): *Πηγές Ενέργειας: Συμβατικές και Ανανεώσιμες*, Αθήνα: Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική
- Αργυρίου Α., Καραγιάννης Φ., Μπαλάρας Κ. (2006): *Συμβατικές και Ήπιες Μορφές Ενέργειας*, Αθήνα: Εκδόσεις Τεκδοτική
- Γεωργακέλλος Δ. (2002), ‘Χρηματοοικονομική Ανάλυση και Αξιολόγηση της Οικονομικής Απόδοσης Μικρού Υδροηλεκτρικού Σταθμού’, Πανεπιστήμιο Πειραιώς- Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων, διαθέσιμο: [http://vergina.eng.auth.gr/IHT/B%20Tomos/B03%20-%20YDROHLEKTRIKA%20-%20ENERGEIA%20KYMMATWN/02-Georgakelos\\_\\_XRHMATOIOIK%20ANAL-A3IOL%20OIKON%20APOD.pdf](http://vergina.eng.auth.gr/IHT/B%20Tomos/B03%20-%20YDROHLEKTRIKA%20-%20ENERGEIA%20KYMMATWN/02-Georgakelos__XRHMATOIOIK%20ANAL-A3IOL%20OIKON%20APOD.pdf), (πρόσβαση: 11-12-2009)
- Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Δήμου Καρδίτσας για την περίοδο 2007 – 2010, Στρατηγικό Σχέδιο Δήμου Καρδίτσας, Α Μέρος, Αναπτυξιακή Καρδίτσας Αναπτυξιακή Ανώνυμη Εταιρία Ο.Τ.Α., Ιούλιος 2008
- Κακαράς Ε., Δουκέλης Α., Γιαννακόπουλος Δ., Κουμανάκος Α. (2007) ‘Δέσμευση CO<sub>2</sub> στον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από λιγνίτη και φυσικό αέριο’, διαθέσιμο: [http://library.tee.gr/digital/m2069/m2069\\_kakaras.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2069/m2069_kakaras.pdf) (πρόσβαση: 1-5-2010)
- Καραγιώργα Α. (2008) ‘Συλλογή Επικυρωμένων Δεδομένων και Ανάπτυξη Συνοπτικών Εκθέσεων για Τεχνολογίες Φωτοβολταϊκών και Μικρών



- Υδροηλεκτρικών’, Διπλωματική εργασία, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο- Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
- Κέντρος Η., Σταυρόπουλος Ξ., Ηλίας Ι., Χλύκας Ν. (1995) ‘Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων φράγματος Παναγιώτικο Νεοχωρίου Νομού Μαγνησίας’, Αθήνα: Υδροηλεκτρική Α.Ε.
  - Κούγκολος Α., (2005): *Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Μηχανική*, Αθήνα: Εκδόσεις Τζιόλα.
  - Κρόκος Χ. (2006) ‘Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: περιβαλλοντική και οικονομική διάσταση- τεχνική και οικονομική αξιολόγηση αιολικών πάρκων’, Διπλωματική εργασία, Βόλος: Τμήμα Μηχανικών χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης
  - Λαμπροπούλου Β, Κορνάρος Μ., Καραγεωργόπουλος Α., Τσούτσος Θ. (2004) ‘Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς – Η Ελληνική Εμπειρία’, Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, ΙΙΙ, τεύχ. 1-2 2004, διαθέσιμο:[http://portal.tee.gr/portal/page/portal/PUBLICATIONS/SCIENTIFIC\\_PUBLICATIONS/SEIRA\\_III/ETOS\\_2004/1.pdf](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/PUBLICATIONS/SCIENTIFIC_PUBLICATIONS/SEIRA_III/ETOS_2004/1.pdf) (πρόσβαση: 4-5-2009)
  - Λέρης Γ. (2006), ‘Μορφές & Διαχείριση Ενέργειας’, Διεθνές Συνέδριο «ENERGYTEC 2006» & 1η Διεθνής Έκθεση: 23-26 Νοεμβρίου 2006, διαθέσιμο: <http://www.itia.ntua.gr/getfile/91/1/documents/1998EMPSterea.pdf> (πρόσβαση: 4-5-2009)
  - Μιζάν Α. (2006), ‘Μεγιστοποιώντας τα Οφέλη της Υδροηλεκτρικής Ενέργειας- Επισκόπηση της Ελληνικής Υδροηλεκτρικής Ενέργειας’, διαθέσιμο: <http://www.dei.gr/documents/hydro.omilia.mizan.pdf>, (πρόσβαση: 10-11-2009)
  - Μπατρακούλης Δ. Αλεξίου Σ., (2006) ‘Τεχνική μελέτη- Ανανέωση/ Παράταση της χρονικής διάρκειας ισχύος απόφασης έγκρισης περιβαλλοντικών όρων υφιστάμενου έργου Μικρού Υδροηλεκτρικού Σταθμού Βατσουνιά Ι ισχύος 0,6 MW’, Λάρισα: ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ Α.Ε.
  - Μπουρικός Δ. (2003) ‘Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Η περίπτωση της αιολικής Ενέργειας’, Διπλωματική εργασία, Βόλος: Τμήμα Μηχανικών χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης



- Οικονόμου Δ. (2009) ‘Σημειώσεις για το μάθημα της Χωροταξικής Πολιτικής’, Βόλος: Τμήμα Μηχανικών χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης.
- Παπαγεωργίου Α. (2009) ‘Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Αξιολόγηση τους’, Διπλωματική εργασία, Βόλος: Τμήμα Μηχανικών χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης.
- Παπαδημητρίου Χ. (2008) ‘Οι εταιρίες E.S.Co. στην Ευρώπη και οι εφαρμογές αυτών’, Διπλωματική εργασία, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο- Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών- Τομέας Θερμότητας
- Παπαϊωάννου Γ., (2008): *Ηπιες Μορφές Ενέργειας*, Αθήνα: Εκδόσεις Ίων
- Παπαντώνης Δ., (2008): *Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα*, Αθήνα: Εκδόσεις Συμεών
- Πολύζος Σ.,(2004): *Διοίκηση και διαχείριση των έργων μέθοδοι και τεχνικές-τόμος 1*, Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική
- Πολύζος Σ.,(2006): *Προγραμματισμός και οργάνωση των έργων μέθοδοι και τεχνικές*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.
- Πολύζος Σ. (2008) ‘Σημειώσεις και Ασκήσεις για το μάθημα Αξιολόγηση Έργων και Επενδύσεων’, Βόλος: Τμήμα Μηχανικών χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης.
- Ρηγόπουλος Ρ., Γεωργαλάς Χ., Γιαννούλης Π., Διαμαντάρας Κ., Μασούρος Γ., Σανταμούρης Μ., Τρυπαναγνωστόπουλος Ι., (1988): *Δυνατότητες και προοπτικές για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα*, Αθήνα: ΚΕΠΕ.
- Σκάγιανης Π., (1994): *Πολιτική Προγραμματισμού των Υποδομών*, Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλης
- Σούλτης Δ., (2007): *Αύριο τι;: Ενέργεια-Περιβάλλον-Άνθρωπος, Σύγχρονες Τάσεις και κάποιες σκέψεις-Μια πρώτη Προσέγγιση*, Αθήνα: Εκδόσεις Δίαυλος
- Σπανός Ι., Μπαραφάκα Σ., Τσίκος Ι., Σωτηρόπουλος Α., (2007) ‘Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού Καρυάς ισχύος 0,88 MW’, Αθήνα: Terra nova Ε.Π.Ε.



- Φετάνη Α., Τόλη Ν., Φιμερέλη Δ., Κόντη Κ. (2002) ‘Οι ενεργειακοί πόροι της Ελλάδας και η διαχείρισή τους’, διαθέσιμο: <http://uaeco.biol.uoa.gr/files/ter.eco/stu/2007/Oi%20energeiakoι%20poroi%20ths%20Elladas.ppt> (πρόσβαση: 7-7-2009)
- Φιλίντας Α, Πολύζος Σ. (2008) ‘Φράγματα, λειτουργίες οικοσυστήματος και περιβαλλοντικές επιπτώσεις’, 1ο πανελλήνιο συνέδριο μεγάλων φραγμάτων.
- Φιλίντας Α, Πολύζος Σ., Σταμάτης Γ., (2008) ‘Σχεδιασμός, κατασκευή και λειτουργία φραγμάτων και ταμιευτήρων νερού, σε συνάρτηση με περιβαλλοντικές επιπτώσεις’, 1ο πανελλήνιο συνέδριο μεγάλων φραγμάτων.
- Ψυχουδάκης Α., Ράγκος Α., Θεοδορίδης Α., Χριστοφή Α. (2007), ‘Οικονομική Αξιολόγηση του φράγματος περιοχής Σημάντρων- Πορταριάς νομού Χαλκιδικής’, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, διαθέσιμο: [http://hydrolab.agro.auth.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=36&Itemid=60](http://hydrolab.agro.auth.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=60) (πρόσβαση 7-7-2009)
- Ψωμάς Σ. (2006), Το τέλος του λιγνίτη και το πέρασμα σε μια νέα ενεργειακή εποχή’, διαθέσιμο: <http://www.envedu.gr/Documents.pdf> (πρόσβαση 7-1-2010)

#### ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Chutubtim P.(2001), ‘Guidelines for Conducting Extended Cost-benefit Analysis of Dam Projects in Thailand’, διαθέσιμο: [http://www.idrc.ca/saro/ev-23542-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://www.idrc.ca/saro/ev-23542-201-1-DO_TOPIC.html) (πρόσβαση: 9-11-2009)
- Ghista G. (2006), ‘You Hide, O Gift of the Nile’, διαθέσιμο: [http://www.worldproutassembly.org/archives/2005/05/you\\_hide\\_o\\_gift.html](http://www.worldproutassembly.org/archives/2005/05/you_hide_o_gift.html), (πρόσβαση:15-8-2009)
- IEA, International Energy Agency (2000), Main report “Hydropower and the environment – Present context and guidelines for future action”, (<http://www.ieahydro.org/Environment/HyA3S5V2.pdf> (πρόσβαση:15-8-2009)
- Tsoutsos T., Maria E, Mathioudakis V.(2006) ‘Sustainable siting procedure of small hydroelectric plants: The Greek experience’, Energy Policy 35 (2007) 2946–2959



## ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΑ ΚΕΙΜΕΝΑ

- Νόμος 1559/1985, *Ρύθμιση Θεμάτων Εναλλακτικών Μορφών Ενέργειας και Ηλεκτροπαραγωγής από Συμβατικά Καύσιμα* (ΦΕΚ 135/Α 25.7.1987)
- Κοινή Υπουργική Απόφαση 69269/5387 (ΦΕΚ 678/25.1090)
- Νόμος 2244/1994, *Ρύθμιση Θεμάτων Ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από Συμβατικά Καύσιμα και Άλλες Διατάξεις* (ΦΕΚ Α' 135)
- Νόμος 27/73/99, *Απελευθέρωση της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας- Ρύθμιση Θεμάτων Ενεργειακής Πολιτικής και Λοιπές Διατάξεις* (ΦΕΚ Α' 286)
- Υπουργική Απόφαση αρ. 12160 (ΦΕΚ 1552/3.8.1999)
- Νόμος 3010/2002, *Εναρμόνιση του Ν. 1650/1986 με τις Οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ, Διαδικασία Οριοθέτησης και Ρυθμίσεις Θεμάτων για τα Υδατορέματα και Άλλες Διατάξεις* (ΦΕΚ Α'91)
- Νόμος 3468/2006, *Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και Λοιπές Διατάξεις* (ΦΕΚ Α' 129/27.06.2006)
- *Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Σχέδιο ΚΥΑ (2008)*

## ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

Κέντρο ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

- Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας- Υδραυλική Ενέργεια. Διαθέσιμο στο <http://www.cres.gr/kape/kidsol/hydravlic/36.htm>, (πρόσβαση:15-5-2009)
- <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/hydropower.htm>, (πρόσβαση:15-5-2009)
- [http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_hydro.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_hydro.htm), (πρόσβαση:15-5-2009)
- [http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm), (πρόσβαση:15-5-2009)
- [http://www.cres.gr/kape/pdf/download/Energy\\_Outlook\\_2009\\_EL%20.pdf](http://www.cres.gr/kape/pdf/download/Energy_Outlook_2009_EL%20.pdf), (πρόσβαση:15-5-2009)





- [http://www.cres.gr/kape/education/web\\_dynitikoι%20xristes.pdf](http://www.cres.gr/kape/education/web_dynitikoι%20xristes.pdf), (πρόσβαση:15-5-2009)
- [http://www.cres.gr/kape/pdf/download/02\\_Thesmiko%20Adeiopotiko%20&%20Xrimatooikomkio%20plaisio%20ergon%20APE%20stin%20Ellada.pdf](http://www.cres.gr/kape/pdf/download/02_Thesmiko%20Adeiopotiko%20&%20Xrimatooikomkio%20plaisio%20ergon%20APE%20stin%20Ellada.pdf), (πρόσβαση:15-5-2009)
- [http://www.cres.gr/kape/pdf/press/MYD\\_KAPE.pdf](http://www.cres.gr/kape/pdf/press/MYD_KAPE.pdf) (πρόσβαση:26-7-2009)

#### Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας

- Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας- Υδροηλεκτρικά. Διαθέσιμο στο [http://www.nmswork.gr/rae/internal1.aspx?page\\_id=25](http://www.nmswork.gr/rae/internal1.aspx?page_id=25) (πρόσβαση:15-5-2009)
- [www.rae.gr/downloads/applications\\_guide.pdf](http://www.rae.gr/downloads/applications_guide.pdf) (πρόσβαση:15-5-2009)

#### Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού

- Θεμελίωση υδροηλεκτρικού σταθμού Σμοκόβου. Διαθέσιμο στο <http://www.euro2day.gr/article/499420/ArticleDetails.aspx>(πρόσβαση:22-7-2009)
- Εγκαίνια ΜΥΗΣ Σμοκόβου. Διαθέσιμο στο [http://ppcrfiles.com/temp/smokono\\_egainia.pdf](http://ppcrfiles.com/temp/smokono_egainia.pdf) (πρόσβαση:22-11-2009)

#### Υπουργείο Ανάπτυξης

- Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της χώρας (2003) Διαθέσιμο στο [http://www.itia.ntua.gr/getfile/571/1/.../2003-main\\_report.pdf](http://www.itia.ntua.gr/getfile/571/1/.../2003-main_report.pdf) (πρόσβαση:23-12-2009)
- Γκαρής Α., 2008, 'Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Επιχειρηματική Θεώρηση', διαθέσιμο στο: <http://www.ypan.gr/ape/files/ForumEnergy.ppt>, (πρόσβαση:07-10-2009)
- <http://www.ypan.gr/ape/files/YDROILEKTRIKA.pdf>, (πρόσβαση:07-10-2009)

#### Διάφορα

- Πίου Μ. (2009) 'Ελλάδα μία ρυπογόνα χώρα' διαθέσιμο: <http://www.imerisia.gr/article.asp?catid=4667&subid=2&tag=2617&pubid=569145>, εφημερίδα Ημερησία (πρόσβαση: 5/1/2010)
- <http://www.citypress.gr/index.html?action=article&article=36436>, (πρόσβαση:22-7-2009)
- [http://www.energypoint.gr/ananeuwsimes\\_piges\\_energeia/ydroilektriki\\_energeia.html](http://www.energypoint.gr/ananeuwsimes_piges_energeia/ydroilektriki_energeia.html), (πρόσβαση:13-7-2009)



- <http://www.itia.ntua.gr/2002plastiras/>,(πρόσβαση: 11-12-2009)
- <http://www.itia.ntua.gr/getfile/596/3/2003MatsourisPR.pdf>,(πρόσβαση: 11-12-2009)
- Εφημερίδα Ελευθερία (2009), 'Παραγωγός "πράσινης" ενέργειας ο Ν. Καρδίτσας',  
διαθέσιμο:<http://www.eleftheria.gr/viewarticle.asp?aid=8337&pid=7&CategoryID=7>,(πρόσβαση: 11-12-2009)
- <http://www.eletaen.gr/Documents/laws/Proteletaendiabouleysh.doc>,(πρόσβαση: 15-1-2010)
- [http://www.retscreen.net/download.php/el/807/.../Course\\_hydro\\_el.ppt](http://www.retscreen.net/download.php/el/807/.../Course_hydro_el.ppt),  
(πρόσβαση: 15-1-2010)
- <http://www.itia.ntua.gr/filotis/> (πρόσβαση: 22/4/2009)
- [http://www.evrytania.gr/index.files/katalimata\\_evrytania.doc](http://www.evrytania.gr/index.files/katalimata_evrytania.doc)  
(πρόσβαση: 22/4/2009)
- <http://www.guide-online.gr/drop/index.php?country=15&state=54&country1=>  
(πρόσβαση: 1/6/2009)
- <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teelar/EKDILWSEIS/damConference/eisigiseis/4.4.pdf> (πρόσβαση: 5/1/2010)
- [http://www.karditsa-net.gr/2007/tour/tour-mouzaki\\_argithea\\_aheloos.htm](http://www.karditsa-net.gr/2007/tour/tour-mouzaki_argithea_aheloos.htm)  
(πρόσβαση: 5/1/2010)
- <http://diocles.civil.duth.gr/links/home/database/karditsa/pr24ge.pdf> (πρόσβαση: 5/1/2010)
- <http://www.pefkofyto.gr/Mouzaki.htm> (πρόσβαση: 5/1/2010)
- <http://www.karditsanews.gr/?p=6231> (πρόσβαση: 5/1/2010)



---

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΡΤΩΝ

---

