

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας  
Σχολή Διοίκησης & Οικονομίας  
Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ (ΝΕΡΟ) ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ**



**Μελέτη**  
ΤΖΑΚΟΥ ΣΤΑΜΑΤΙΑ - ΤΖΑΚΟΣ ΘΩΜΑΣ  
ΜΗΤΣΟΠΟΥΛΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ  
**Επίβλεψη**  
ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ

Ιούνιος 2015

## ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ (ΝΕΡΟ) ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

## Περιεχόμενα

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>8</b>
<b>1. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>	<b>9</b>
1.1 Ορισμός	9
1.2 Ιστορική Αναδρομή	9
1.3 Αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	9
1.4 Προωθώντας τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	14
1.5 Αιολική ενέργεια	17
1.6 Ηλιακή ενέργεια	22
1.7 Υδροηλεκτρική ενέργεια	23
1.7.1 Γεωγραφική Κατανομή Βροχοπτώσεων στον Ελλαδικό Χώρο	26
1.7.2 Παραγόμενη Ενέργεια από Υδροηλεκτρικό Σταθμό	27
1.7.3 Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί στον Ελλαδικό Χώρο	28
1.7.4 Τα Υδροηλεκτρικά Έργα ως Εγκαταστάσεις Πολλαπλού Σκοπού	28
<b>2. ΑΕΙΦΩΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ</b>	<b>30</b>
2.1 Ιστορική Αναδρομή	30
2.2 Η Έννοια της Αειφορικής Ανάπτυξης	35
2.3 Διαμόρφωση Ενεργειακής Πολιτικής	37
2.4 Εκπαίδευση στην Αειφορική Ανάπτυξη	39
<b>3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ</b>	<b>42</b>
3.1 Ο Κύκλος του Νερού	42
3.2 Αξιοποίηση Κινητικής Ενέργειας για Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας	44
3.3 Αξιοποίηση Δυναμικής Ενέργειας για Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας	47
3.4 Παραγόμενη Ενέργεια από Υδροηλεκτρικό Σταθμό	50

<b>3.5 Η Εξέλιξη των Υδροηλεκτρικών Σταθμών στην Ελλάδα</b>	<b>54</b>
<b>3.6 Υδροηλεκτρικό Συγκρότημα Αχελώου</b>	<b>56</b>
<b>3.7 Υδροηλεκτρικό Συγκρότημα Αλιάκμονα</b>	<b>59</b>
3.7.1 Υδροηλεκτρικός Σταθμός Πολυφύτου	61
3.7.2 Υδροηλεκτρικός Σταθμός Σφηκιάς (αντλητικός)	62
3.7.3 Υδροηλεκτρικός Σταθμός Ασωμάτων	63
3.7.4 Μικρός Υδροηλεκτρικός Σταθμός Μακροχωρίου	64
3.5.3 Υδροηλεκτρικός Σταθμός Άγρας	65
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>71</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>77</b>

## Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1 Η παγκόσμια παραγωγή ενέργειας για το 2000, ήταν 424 exajouls, όπου οι Α.Π.Ε. κάλυπταν μόλις το 2,1% αυτής της παραγωγής.(United Nations, 2001) .....	10
Εικόνα 2 Όλες οι μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, εξαρτώνται από την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία συνολικά είναι 5,4 εκατομμύρια exajouls. Από αυτό το ποσό το 30% επιστρέφεται στο διάστημα .....	11
Εικόνα 3 Στον χάρτη φαίνονται οι άδειες για πάρκα αιολικής ενέργειας που είναι ήδη εγκατεστημένα στην Στερεά Ελλάδα καθώς και πάρκα των οποίων η κατασκευή γίνεται αυτήν την περίοδο.....	15
Εικόνα 4 Παγκόσμια ετήσια εγκατεστημένη αιολική ισχύς τη δεκαετία 1991-2007..	18
Εικόνα 5 Οι μεγαλύτερες αγορές στον κόσμο στον τομέα της αιολικής ισχύος το έτος 2007.....	18
<b>Εικόνα 6</b> Εγκατεστημένη ισχύς των αιολικών πάρκων στην Ελλάδα και εκτίμηση της εξέλιξης έως το έτος 2010. Μετά το 1998 πραγματοποιείται μία ραγδαία αύξηση των εγκατεστημένων αιολικών πάρκων, ενώ η πρόβλεψη για την εξέλιξή τους είναι αρκετά ευοίωνη.....	20
Εικόνα 7 Σχεδιάγραμμα ροής λειτουργίας υδροηλεκτρικού σταθμού .....	23
Εικόνα 8 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 2008 ανά καύσιμο (GWH).....	25
Εικόνα 9 Εγκατεστημένη ισχύς σταθμών διασυνδεδεμένων συστημάτων ανά τύπου καυσίμου (2008) .....	25
Εικόνα 10 Γεωγραφική κατανομή βροχοπτώσεων .....	26
Εικόνα 11 Αριστερά από το 1950 έως το 1975 οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί στην Ελλάδα ενώ από το 1976 μέχρι και σήμερα διακρίνονται στην δεξιά εικόνα.....	28
Εικόνα 12 Οι τρεις συντελεστές – άξονες της αειφορίας .....	36
Εικόνα 13 Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας τελικής χρήσης στην Ε.Ε. για κτίρια κατοικιών και εμπορικά κτίρια (1998). (Α. Δημούδη, 2008) .....	38
<b>Εικόνα 14</b> Ο υδρολογικός κύκλος (Πηγή: water.usgs.gov) .....	42
Εικόνα 15 Ο κύκλος του νερού (πηγή: agrino.org) .....	43
<b>Εικόνα 16</b> Σχηματική παράσταση παραγωγής ενέργειας από κύματα (5dim-pyrgou.ilei.sch.gr) .....	45
<b>Εικόνα 17</b> Σχηματική παράσταση εκμετάλλευσης του φαινομένου της παλίρροιας..	46
Εικόνα 18 Υδροστρόβιλος δράσης Pelton (users.sch.gr) .....	47

<b>Εικόνα 19</b> 100kW - υδροστρόβιλος Kaplan στροβίλων αντίδρασης 30000KW/στρόβιλος νερού Kaplan με τις σταθερές λεπίδες ή τις διευθετήσιμες λεπίδες ( <a href="http://greek.hydrotu.com">greek.hydrotu.com</a> ).....	48
<b>Εικόνα 20</b> Οριζόντιος υδροστρόβιλος του Francis ( <a href="http://greek.hydrotu.com">greek.hydrotu.com</a> ) .....	48
<b>Εικόνα 21</b> Γραφική παράσταση των περιοχών λειτουργίας των υδροστρόβιλων σε συνάρτηση με το ύψος και την παροχή. ( <a href="http://www.energotech.gr">www.energotech.gr</a> ) .....	49
<b>Εικόνα 22</b> Υδροηλεκτρικά εργοστάσια που χρησιμοποιούν στρόβιλο Κάπλαν (αριστερά) και στρόβιλο Πέλτον (δεξιά). ( <a href="http://anonymrida.wordpress.com">anonymrida.wordpress.com</a> ) .....	49
<b>Εικόνα 23</b> Διάγραμμα υδροηλεκτρικού εργοστασίου. Α: Ταμιευτήρας Ε: Υδατοφράκτης F: Υδαταγωγός C: Τουρμπίνα D: Γεννήτρια Ε: Εγκατάσταση παραγωγής ισχύος G: Γραμμή μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας H: Συνέχεια ροής ποταμού ( <a href="http://el.wikipedia.org">el.wikipedia.org</a> ) .....	50
<b>Εικόνα 24</b> Α: Γεννήτρια Β: Τουρμπίνα (1) Στάτορας (2) Ρότορας (3) θυρίδα (4) πτερύγια (5) Είσοδος ρέοντος νερού (6) Άξονας σύνδεσης τουρμπίνας – γεννήτριας ( <a href="http://el.wikipedia.org">el.wikipedia.org</a> ) .....	52
<b>Εικόνα 25</b> Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο στο Tucuruí Dam, Βραζιλία ( <a href="http://www.thessaliatv.gr">www.thessaliatv.gr</a> ) .....	53
<b>Εικόνα 26</b> Ο Υδροηλεκτρικός σταθμός στη λίμνη Πλαστήρα (Πηγή: <a href="http://econews.gr">econews.gr</a> )...54	
Εικόνα 27 Οι Υδροηλεκτρικοί σταθμοί της ΔΕΗ σήμερα (πηγή: <a href="http://dei.gr">dei.gr</a> ).....	56
Εικόνα 28 Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Κρεμαστών, ο μεγαλύτερος υδροηλεκτρικός σταθμός της Ελλάδος.....	57
Εικόνα 29 Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Καστρακίου, με φράγμα ύψους 96 μέτρων ο οποίος λειτουργεί από το 1969 .....	58
Εικόνα 30 Ταμιευτήρας ΥΗΣ Κρεμαστών για την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής .....	58
Εικόνα 31 Το Υδροηλεκτρικό συγκρότημα Αλιάκμονα (πηγή: ΑΡΓΥΡΑΚΗΣ Ι., 2009) .....	60
Εικόνα 32 Ετήσια υδροηλεκτρική παραγωγή ανα ποταμό (GWH).....	60
Εικόνα 33 Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Πολυφύτου .....	61
Εικόνα 34 Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Σφηκιάς .....	62
Εικόνα 35 Το φράγμα του Υδροηλεκτρικού σταθμού Ασωμάτων (πηγή: <a href="http://kathimerini.gr">kathimerini.gr</a> ) .....	63
Εικόνα 36 .....	64
Εικόνα 37 Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο του Άγρα ( <a href="http://dim-rizou.pel.sch.gr">dim-rizou.pel.sch.gr</a> ) .....	66

Εικόνα 38 Σχηματικό διάγραμμα διαχείρισης του νερού από την ΔΕΗ στην περιοχή της Έδεσσας.....	67
Εικόνα 39 Το κέντρο λειτουργίας του υδροηλεκτρικού σταθμού του Άγρα.....	68
Εικόνα 40 Βροχόπτωση στην περιοχή της Έδεσσας το 2013.....	68
Εικόνα 41 Ετήσια υδροηλεκτρική παραγωγή (MWH).....	69
Εικόνα 42 Ποσοστά συμμετοχής ποταμού στο σύνολο της παραγωγής (%) .....	75

## **Ευρετήριο Πινάκων**

Πίνακας 1 Ετήσια παροχή ποταμών (m <sup>3</sup> /sec) .....	26
Πίνακας 2 Ετήσιες εισροές στους ταμιευτήρες των Υδροηλεκτρικών σταθμών (εκ. μ <sup>3</sup> ).....	27
Πίνακας 3 Υδροηλεκτρικοί σταθμοί στην Ελλάδα μέχρι και το 1975 .....	55
Πίνακας 4 Νεότεροι υδροηλεκτρικοί σταθμοί στον Ελλαδικό χώρο .....	55
Πίνακας 5 Το Υδροηλεκτρικό συγκρότημα Αχελώου (πηγή: dei.gr).....	57
Πίνακας 6 Νερά που διατέθηκαν την διετία 2004-2009 για διάφορες χρήσεις.....	76

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτελεί η καταγραφή των μεθόδων αξιοποίησης και σωστής χρήσης του νερού, ως κινητήρια δύναμη.

Η εκμετάλλευση της δύναμης (κινητικής και δυναμικής ενέργειας που μας παρέχει η υδατόπτωση έχει καταστήσει το νερό μια από τις πλέον ήπιες μορφές ενέργειας, είτε για άμεση χρήση (κίνηση) είτε για έμμεση αξιοποίηση (μετατροπή σε άλλη μορφή).

Η ανάπτυξη του Υδροδυναμικού της Ελλάδας ουσιαστικά συμπίπτει με την ίδρυση της ΔΕΗ Δημόσιας Επιχείρησης Κοινής Ωφέλειας το 1950. Πριν από την ίδρυση της ΔΕΗ (1950), είχαν τεθεί σε λειτουργία πολύ μικρά Υδροηλεκτρικά Εργοστάσια την περίοδο 1927 – 1931 (Γλαύκος, Βέρμιο, Αγία Χανίων, Αγ. Ιωάννης Σερρών), συνολικής εγκατεστημένης ισχύος περίπου 6MW. Την περίοδο 1950 – 1975 κατασκευάστηκαν οκτώ (8) Μεγάλοι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (Άγρας, Λάδωνας, Λούρος, Ταυρωπός /Πλαστήρας, Κρεμαστά, Καστράκι, Εδεσσαίος και Πολύφυτο), συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 1.410 MW. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνονται και οι τρεις (3) μεγαλύτεροι: Κρεμαστά, Καστράκι, Πολύφυτο. Την περίοδο από το 1976 μέχρι σήμερα κατασκευάστηκαν 8 μεγάλα και 3 μικρά ΥΗΕ (Πουρνάρι και Πουρνάρι II, Σφηκιά, Ασώματα, Στράτος, Στράτος II, Πηγές Αώου, Θησαυρός, Πλατανόβρυση, Γκιώνα και Μακροχώρι), συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 1.630MW. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται και δύο αναστρέψιμα αντλητικά έργα (Σφηκιά και Θησαυρός).

Οι ΥΗΣ ως εγκαταστάσεις πολλαπλού σκοπού αποκτούν ολοένα και σημαντικότερο ρόλο ιδιαίτερα στην Ελλάδα που σαν μεσογειακή χώρα απειλείται έντονα από τις επερχόμενες κλιματικές αλλαγές.



# **1. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

## **1.1 Ορισμός**

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Οι ΑΠΕ πρακτικά είναι ανεξάντλητες, η χρήση τους δεν ρυπαίνει το περιβάλλον ενώ η αξιοποίησή τους περιορίζεται μόνον από την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδεκτών τεχνολογιών που θα έχουν σαν σκοπό την δέσμευση του δυναμικού τους.

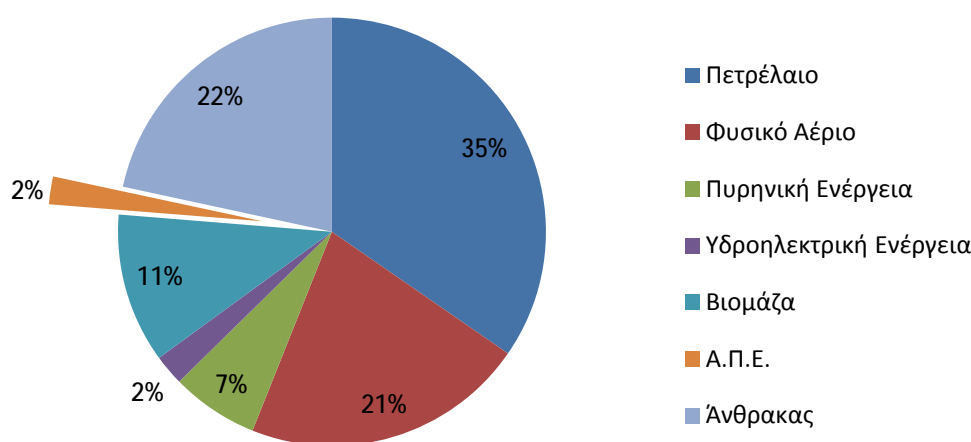
## **1.2 Ιστορική Αναδρομή**

Το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη των τεχνολογιών αυτών εμφανίσθηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1974 και παγιώθηκε μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων την τελευταία δεκαετία. Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μια εγχώρια πηγή ενέργειας με ευνοϊκές προοπτικές συνεισφοράς στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα, συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, καθώς έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο κλάδος που ευθύνεται κατά κύριο λόγο για τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο μόνος δυνατός τρόπος που διαφαίνεται για να μπορέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση να ανταποκριθεί στο φιλόδοξο στόχο που έθεσε το 1992 στη συνδιάσκεψη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, να περιορίσει δηλαδή, μέχρι το έτος 2000 τους ρύπους του διοξειδίου του άνθρακα στα επίπεδα του 1993, είναι να επιταχύνει την ανάπτυξη των ΑΠΕ.

## **1.3 Αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**

Οι Α.Π.Ε. παρουσιάζουν δυο βασικά χαρακτηριστικά. Πρώτον, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση, καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά

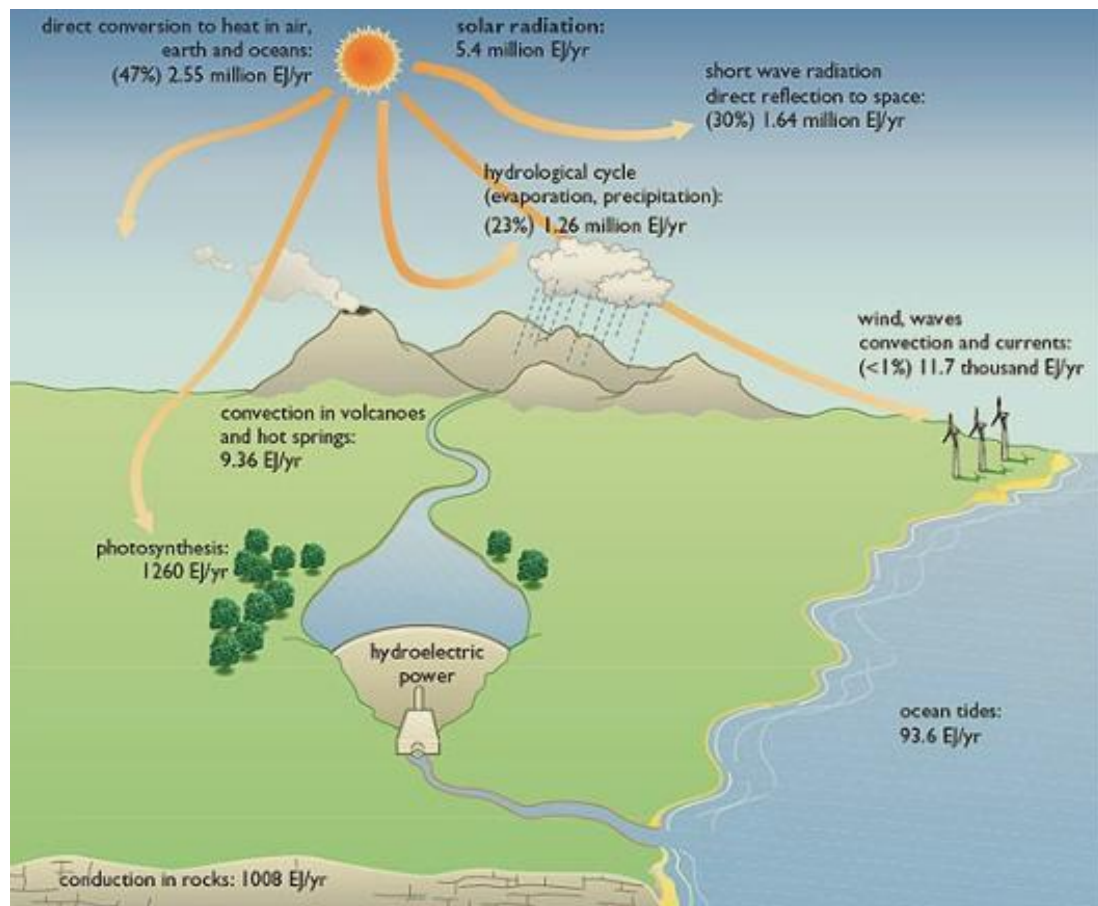
απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά τις Α.Π.Ε. ανεξάντλητες, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς τα αποθέματα της ανθρωπότητας σε ορυκτά καύσιμα και ουράνιο έχουν αρχίσει να εξαντλούνται. Δεύτερον, πρόκειται για "καθαρές" μορφές ενέργειας, πολύ φιλικές στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, σε αντίθεση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα. (Α. Β. Γκίκα, 2008)



**Εικόνα 1** Η παγκόσμια παραγωγή ενέργειας για το 2000, ήταν 424 exajoules<sup>1</sup>, όπου οι Α.Π.Ε. κάλυπταν μόλις το 2,1% αυτής της παραγωγής. (United Nations, 2001)

Οι Α.Π.Ε. βασίζονται ουσιαστικά στην ηλιακή ακτινοβολία, με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια, η οποία είναι ροή ενέργειας από το εσωτερικό του φλοιού της γης, και την ενέργεια απ' τις παλίρροιες, η οποία εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα. Έτσι, η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης, η αιολική ενέργεια εκμεταλλεύεται τους ανέμους που προκαλούνται από τη θέρμανση του αέρα, ενώ οι Α.Π.Ε. που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο εξάτμισης-συμπύκνωσης του νερού και την κυκλοφορία του. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία πηγές ενέργειας είναι ανανεώσιμες, αφού δεν πρόκειται να εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος, συγκεκριμένα για 5 δισεκατομμύρια χρόνια ακόμα. (United Nations, 2001)

<sup>1</sup> Exajoules = 3\*million joules



**Εικόνα 2** Όλες οι μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, εξαρτώνται από την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία συνολικά είναι 5,4 εκατομμύρια exajoules. Από αυτό το ποσό το 30% επιστρέφεται στο διάστημα

Οι Α.Π.Ε. χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (κυρίως για θέρμανση), είτε μετατρεπόμενες σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια). Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό απ' τις Α.Π.Ε. είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας.

Το αυξημένο κόστος των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά-κατασκευαστικά προβλήματα εφαρμογής, καθώς τα συμφέροντα που θίγονται (οικονομικά και πολιτικά) από την εισαγωγή των νέων μεθόδων εμπόδισαν την ανάπτυξη του τομέα κατά ένα μέρος. Ειδικά στην Ελλάδα, που έχει μορφολογία και κλίμα κατάλληλο για νέες ενεργειακές εφαρμογές, η εκμετάλλευση αυτού του ενεργειακού δυναμικού θα συντελούσε σημαντικά στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας.(Α.Ρόκκου & Σ. Τσιούτρα, 2010)

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των Α.Π.Ε., καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους, ανακινήθηκε μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1979, και παγιώθηκε κυρίως την τελευταία δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων και της αλλοίωσης της ποιότητας της ανθρώπινης ζωής από τη χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας.

Οι Α.Π.Ε., ιδιαίτερα ακριβές στην αρχή, ξεκίνησαν κατά βάση σαν πειραματικές εφαρμογές. Σήμερα, όμως, λαμβάνονται υπόψη στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια και, αν και προς το παρόν αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής, πραγματοποιούνται βήματα για την εκτενέστερη αξιοποίησή τους. Το κόστος δε των εφαρμογών τους μειώνεται σταδιακά τα τελευταία είκοσι χρόνια και, ειδικά η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια, αλλά και η βιομάζα, μπορούν πλέον να ανταγωνίζονται εξίσου παραδοσιακές πηγές ενέργειας, όπως ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια. Ενδεικτικά, στις Η.Π.Α., ένα 6% της ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, ενώ στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει τεθεί ως στόχος μέχρι το 2020 το 60% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (κυρίως υδροηλεκτρικά και βιομάζα). (Α. Β. Γκίκα, 2008)

Εξάλλου, στην προώθηση των Α.Π.Ε. στην παγκόσμια ενεργειακή αγορά συνέβαλε το γεγονός ότι μπορούν να συμβάλλουν στην ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, αποτελώντας την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου. Είναι προφανές ότι χώρες με μεγάλα αποθέματα στις πρωταρχικές μορφές ενέργειας έχουν συνήθως την τάση να χρησιμοποιούν αυτό το πλεονέκτημα ως μέσο για πολιτικό και οικονομικό έλεγχο των υπολοίπων. Παράδειγμα τέτοιων συνεπειών είναι η πολιτική και οικονομική κατάσταση που έχει εδραιωθεί στη Μέση Ανατολή. Οι Α.Π.Ε., όμως, αποτελούν ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας παράλληλα την ανάγκη για τεράστιες μονάδες ενεργειακής παραγωγής, αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις. Ταυτόχρονα, υποβοηθείται η αποκέντρωση και η ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας σε κάθε περιοχή όπου εγκαθίστανται τέτοιου είδους μονάδες. (Γ. Αργυρόπουλος, 1992)

Ένα επιπρόσθετο πλεονέκτημα είναι ο απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση εξοπλισμός τους. Εξάλλου, το μηδενικό κόστος πρώτης ύλης, σε συνδυασμό με τις μικρές έως ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης που εμφανίζουν, συνεπάγεται

περιορισμένο κόστος λειτουργίας. Έτσι, αντισταθμίζεται σε μεγάλο βαθμό το μέχρι σήμερα μειονέκτημα του αυξημένου κόστους που απαιτείται για την εγκατάσταση των μονάδων εκμετάλλευσής τους.(Γ. Παπανδρέου, 2011)

Παρόλα αυτά, οι Α.Π.Ε. παρουσιάζουν έναν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Αυτό ουσιαστικά σημαίνει ότι απαιτείται ένα μεγάλο σύνολο εγκαταστάσεων και, άρα, ένα αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος, μέχρι τώρα, χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας και όχι για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των μεγάλων αστικών κέντρων

Εκτός από αυτό, η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτώνται από την εποχή του έτους, αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται. Για παράδειγμα, τα φωτοβολταϊκά πάνελ παρουσιάζουν αυξημένη ή μειωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με την ηλιοφάνεια που παρουσιάζεται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αντίθετα, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτριες πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια όλης της ημέρας, αποτελεί, όμως, συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου. Για τις ανεμογεννήτριες υπάρχει επιπλέον η άποψη ότι επηρεάζουν το περιβάλλον από αισθητική άποψη και ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους, και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα), αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.(Α. Β. Γκίκα, 2008)

Τέλος, μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί (ΥΗΣ) που μετατρέπουν τη δυναμική ενέργεια του τρεχούμενου νερού σε ηλεκτρική αποτελούν σημαντική εναλλακτική σε σχέση με θερμικούς και πυρηνικούς σταθμούς, καθώς δεν παρουσιάζουν τα μειονεκτήματα των πεπερασμένων αποθεμάτων, εκπομπών ή αποβλήτων. Ωστόσο, είναι δύσκολο να ικανοποιηθεί η ζήτηση σε παγκόσμιο επίπεδο με μεγάλους ΥΗΣ, γιατί στις ανεπτυγμένες χώρες, ως επί το πλείστον, το υδραυλικό δυναμικό ήδη χρησιμοποιείται και προκειμένου να αυξηθεί το μερίδιο των ΥΗΣ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θα έπρεπε να κατασκευαστούν ΥΗΣ σε απόμακρες τοποθεσίες, οι οποίες στις περισσότερες περιπτώσεις είναι δύσκολο να προσεγγιστούν.(Π. Πάτης, 2009)

Επιπλέον, η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται εξαιρετικά δύσκολη, αφενός γιατί το κόστος και η πολυπλοκότητα του συστήματος μεταφοράς αυξάνεται χάρη στις μεγάλες αποστάσεις, αφετέρου γιατί σε ορισμένες περιπτώσεις πρέπει να

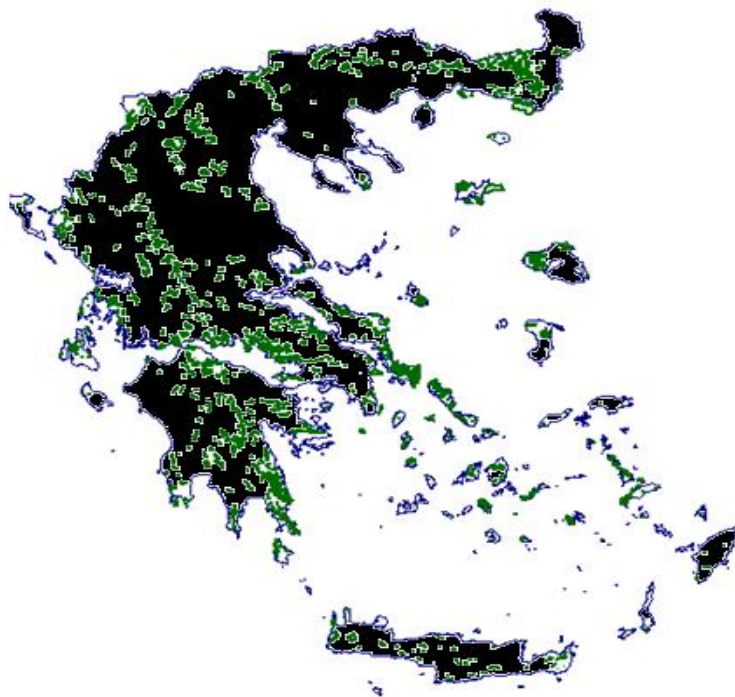
διασχιστούν πολιτικά ασταθείς περιοχές με ζωντανό τον κίνδυνο των σαμποτάζ των γραμμών μεταφοράς. Άλλωστε, η κατασκευή φραγμάτων και τεχνητών λιμνών για τους ΥΗΣ πολλές φορές προκαλεί την καταστροφή τοπικών οικοσυστημάτων, ενώ μπορεί να οδηγήσει σε αναγκαστική μετακίνηση κατοίκων. Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται, επίσης, ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό, κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επομένως, τα μεγάλα υδροηλεκτρικά, αν και υπερέχουν των θερμικών και πυρηνικών σταθμών ως προς το θέμα των εκπομπών και των αποθεμάτων, εν τούτοις έχουν άλλου είδους επιπλοκές, ιδιαίτερα στον περιβαλλοντικό τομέα. Αναλυτικά, τα είδη των Α.Π.Ε. είναι τα ακόλουθα:

- Ø Αιολική ενέργεια
- Ø Ηλιακή ενέργεια
- Ø Υδροηλεκτρική ενέργεια
- Ø Βιομάζα
- Ø Γεωθερμική ενέργεια
- Ø Ενέργεια από παλίρροια
- Ø Ενέργεια από θαλάσσια κύματα
- Ø Ενέργεια από τους ωκεανούς (ακόμα στο στάδιο της έρευνας)

#### **1.4 Προωθώντας τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας**

Η κινητική ενέργεια του ανέμου ονομάζεται «αιολική ενέργεια». Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία. Η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία αέριων μαζών με διαφορετικές θερμοκρασίες. Οι θερμές αέριες μάζες ως ελαφρύτερες από τις ψυχρές έχουν την τάση να απομακρύνονται από τη γη και να κατευθύνονται προς τα ανατολικά. Η μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μία περιοχή στην άλλη, δημιουργεί τους ανέμους. Η αιολική ενέργεια ανήκει στις ήπιες ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεδομένου ότι αφ' ενός δε ρυπαίνει το περιβάλλον και αφ' ετέρου είναι θεωρητικά ανεξάντλητη. Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της

Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της. Η κινητική ενέργεια των ανέμων είναι τόση που, με βάση τη σημερινή τεχνολογία εκμετάλλευσής της, θα μπορούσε να καλύψει πάνω από δύο φορές τις ανάγκες της ανθρωπότητας σε ηλεκτρική ενέργεια. (Δ. Μπαστάκη & Ε. Παπαδάκη, 2010)



**Εικόνα 3** Στον χάρτη φαίνονται οι άδειες για πάρκα αιολικής ενέργειας που είναι ήδη εγκατεστημένα στην Στερεά Ελλάδα καθώς και πάρκα των οποίων η κατασκευή γίνεται αυτήν την περίοδο

Στα νησιά του Αιγαίου, στην Κρήτη και στην Στερεά Ελλάδα οι μέσες ταχύτητες ανέμου είναι 6 - 7 m/sec, με αποτέλεσμα το κόστος της παραγόμενης ενέργειας να είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό, για αυτό παρατηρείται πληθώρα έργων εκμετάλλευσης στις περιοχές αυτές. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από τον άνεμο είναι σήμερα ελκυστική για πολλούς λόγους. Η αιολική ενέργεια είναι σήμερα η πιο φτηνή απ' όλες τις υπάρχουσες ήπιες μορφές και είναι ανεξάντλητη. Η παραγωγή ενέργειας από μια ανεμογεννήτρια κατά τα 20 χρόνια λειτουργίας της ισοδυναμεί με την 80πλάσια ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κατασκευή, λειτουργία και καταστροφή της όταν αυτή κριθεί ανενεργή. (Α.Ρόκκου & Σ. Τσιούτρα, 2010)

Η αξιοποίηση της κινητικής ενέργειας του ανέμου ξεκίνησε από τα πρώιμα ιστορικά χρόνια και έπαιξε αποφασιστικό ρόλο στην εξέλιξη της ανθρωπότητας με την χρήση της τόσο στη ναυτιλία όσο και στην άρδευση, καθώς και στις αγροτικές καλλιέργειες. Κατά τη διάρκεια του 17ου αιώνα η ανακάλυψη των ατμοστρόβιλων

άρχισε να αντικαθιστά τους ανεμόμυλους, οι οποίοι αποτέλεσαν τον πρόγονο της ανεμογεννήτριας, ενώ τον επόμενο αιώνα πραγματοποιήθηκε από τους Δανούς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο. (Δ. Μπαστάκη & Ε. Παπαδάκη, 2010)

Η ανταγωνιστική θέση των εφαρμογών της αιολικής ενέργειας έναντι των συμβατικών πηγών ενέργειας ενισχύεται και από τα οικονομικά στοιχεία για το κόστος παραγωγής ενέργειας. Το κόστος της αιολικής kWh υπολείπεται σημαντικά του κόστους των συμβατικών καυσίμων και επιπλέον το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η αιολική ενέργεια διανύει, κατά κάποιο τρόπο, μία «ύστερη» περίοδο ωριμότητας.

Συγκεκριμένα, η εκμετάλλευση της κινητικής ενεργείας του ανέμου γίνεται μέσω ανεμοκινητήρων που την μετατρέπουν σε ωφέλιμη μηχανική ενέργεια, και μέσω ανεμογεννητριών, ανεμοκινητήρων δηλαδή που διαθέτουν ηλεκτρογεννήτρια που την μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενεργεία.(Σ. Ταουλαντ, 2010)

Με βάση τα προαναφερθέντα, κύρια πλεονεκτήματα των συμβατικών μεθόδων παραγωγής είναι η τιμή του παραγόμενου ηλεκτρισμού, η ελεγχιμότητα και η ευελιξία της εξόδου τους. Από την άλλη πλευρά, οι Α.Π.Ε. προέρχονται από πρωτογενείς πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή ακτινοβολία, ο άνεμος ή η βιομάζα, και συνοδεύονται από μικρότερες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις. Παγκοσμίως, πολλές κυβερνήσεις έχουν την τάση να αξιολογούν καλύτερα τα οφέλη των Α.Π.Ε., υποστηρίζοντας την αύξηση του μεριδίου των τελευταίων στην κάλυψη της ζήτησης με διάφορους τρόπους, οι οποίοι αποσκοπούν κυρίως στη μείωση του κόστους και την επίτευξη αυξημένης ελεγχιμότητας.

Το μειονέκτημα του κόστους περιορίζεται τις περισσότερες φορές με κάποια μορφή κρατικής επιχορήγησης, όπως για παράδειγμα η πίεση που ασκείται στις ηλεκτρικές εταιρείες να αγοράζουν από Α.Π.Ε. σε μία εγγυημένη τιμή που δε βασίζεται στην πραγματική τιμή της ενέργειας, αλλά η οποία υπολογίζεται έτσι ώστε η παραγωγική διαδικασία του σταθμού ανανεώσιμης πηγής ενέργειας να είναι κερδοφόρα. Διακανονισμοί σαν αυτόν θα οδηγήσουν σε μία γενική αύξηση της τιμής του ηλεκτρισμού, σαν αποτέλεσμα του οποίου όλοι οι καταναλωτές πληρώνουν το πρόσθετο κόστος του ηλεκτρισμού που παράγεται από Α.Π.Ε., εκτός εάν οι



ηλεκτρικές εταιρείες είναι σε θέση να πουλήσουν αυτήν την ενέργεια σαν πράσινη ενέργεια σε μια έξτρα τιμή.<sup>2</sup>(Π. Κωνσταντέλου, 2009)

Το μειονέκτημα της μη ελεγχιμότητας αντιμετωπίζεται με την εξαίρεση αυτών των σταθμών παραγωγής από τη διαδικασία ελέγχου της ισορροπίας του συστήματος. Όλοι οι παραγωγοί που θέλουν να συνδεθούν στο δίκτυο πρέπει να πληρούν τα λεγόμενα «κριτήρια σύνδεσης» της εταιρείας που ελέγχει το δίκτυο. Αυτά περιλαμβάνουν απαιτήσεις σχετικά με την αλληλεπίδραση μεταξύ γεννήτριας και δικτύου. Για να εξασφαλιστεί η ισορροπία μεταξύ παραγωγής και ζήτησης, η οποία είναι απαραίτητη για την ισορροπία του συστήματος, μεταξύ άλλων στα παραπάνω κριτήρια περιλαμβάνεται και η δυνατότητα ελέγχου των γεννητριών. Παρ' όλα αυτά, κάποιες φορές οι Α.Π.Ε. εξαιρούνται από αυτόν τον περιορισμό που έχει να κάνει με τον έλεγχο της παραγόμενης ενέργειας.

Με αυτόν τον τρόπο, το μειονέκτημα της μη ελεγχιμότητας ακυρώνεται, τουλάχιστον από την πλευρά του παραγωγού, ο οποίος δεν είναι υποχρεωμένος να λάβει πρόσθετα μέτρα για τον έλεγχο της παραγωγής προκειμένου να συνδεθεί στο δίκτυο, π.χ. μέσω συστήματος αποθήκευσης ή εφεδρικής γεννήτριας. Στην πραγματικότητα, το πρόβλημα μεταφέρεται στους διαχειριστές των ελεγχόμενων μονάδων, καθώς η τεχνική προαπαιτία για ισορροπία μεταξύ ζήτησης και παραγωγής δεν επηρεάζεται από την αλλαγή των απαιτήσεων σύνδεσης.

## 1.5 Αιολική ενέργεια

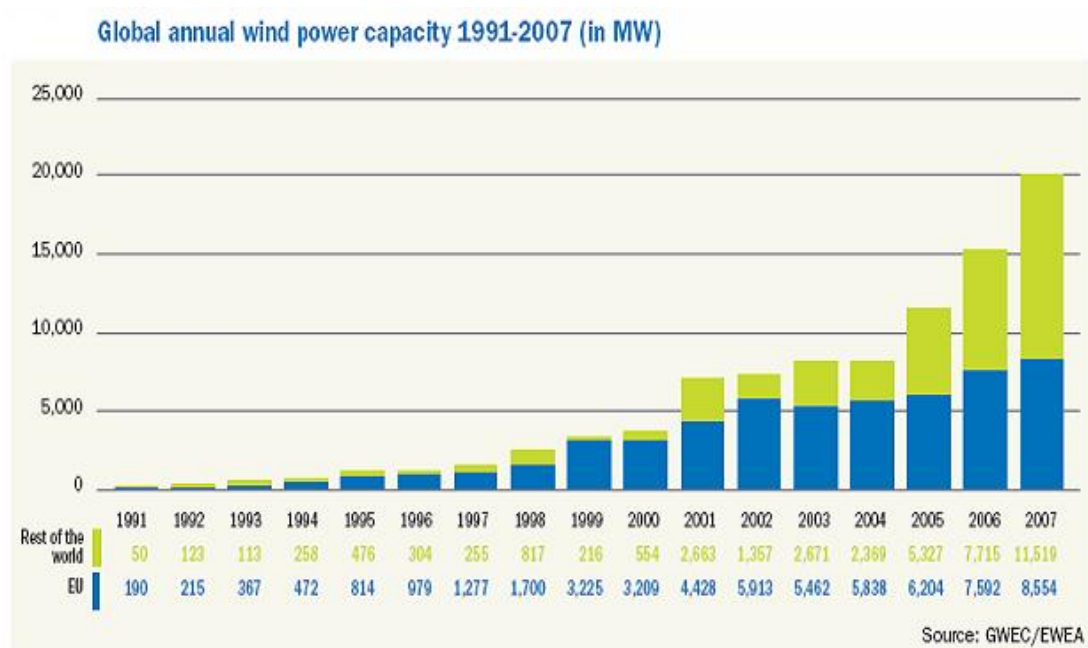
Από τα μέσα της δεκαετίας του 1970, οπότε άρχισε η εγκατάσταση των πρώτων ανεμογεννητριών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μέχρι και τα τέλη του 2004, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε όλο τον κόσμο προσέγγισε τα 50000 MW. Από αυτά, τα 34205 MW, βρίσκονταν στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Το 1994, οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ξεπέρασαν τις Η.Π.Α. σε συνολική εγκατεστημένη ισχύ, με πρωτοπόρες τη Δανία, την Ολλανδία και την Αγγλία. Η Γερμανία εισήλθε δυναμικά στο χώρο και, από 60 MW το 1990, έφθασε τα 16629

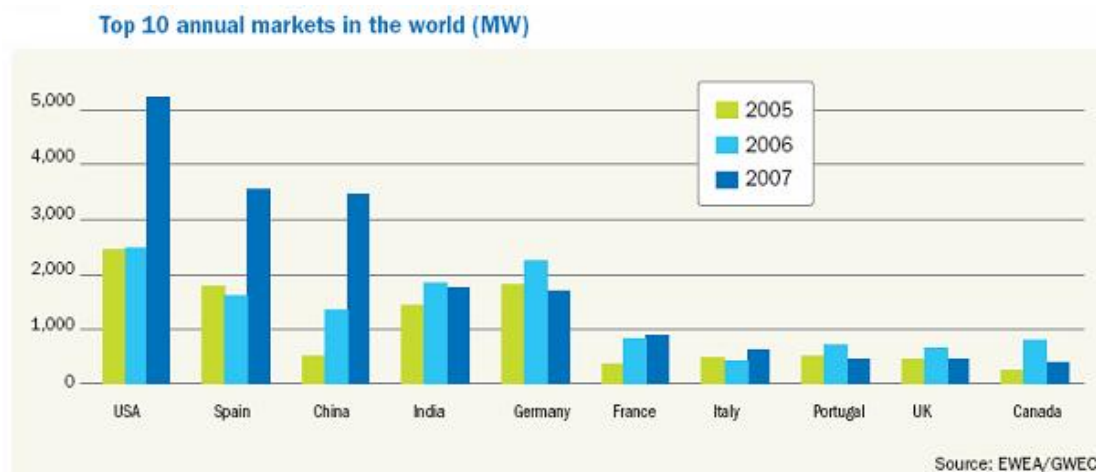
---

<sup>2</sup> Άλλο παράδειγμα είναι οι επιχορηγήσεις που δίνονται στους παραγωγούς, οι οποίες διαμοιράζουν την επιβάρυνση που σχετίζεται με τις Α.Π.Ε. σε όλους τους φορολογούμενους. Μια ακόμη προσέγγιση του προβλήματος αυτού είναι μέσω της αυξημένης φορολογίας των συμβατικών μεθόδων παραγωγής ηλεκτρισμού, αυξάνοντας έτσι το κόστος παραγωγής τους, και άρα κάνοντας πιο εύκολο το πεδίο ανταγωνισμού για τις Α.Π.Ε.

MW εγκατεστημένης ισχύος στα τέλη του 2004. Μεγάλη πρόοδο σημείωσε σταδιακά και η Ισπανία, η οποία κατόρθωσε να εγκαταστήσει 8263 MW μέχρι το τέλος του 2004. Στις Η.Π.Α. υπολογίζεται ότι μέχρι το 2005 είχαν εγκατασταθεί 6.8 GW αιολικής ισχύος, ενώ στην Αυστραλία η αιολική παραγωγή σχεδόν διπλασιάστηκε από τα 198 MW το 2003 στα 380 MW στο τέλος του 2004.



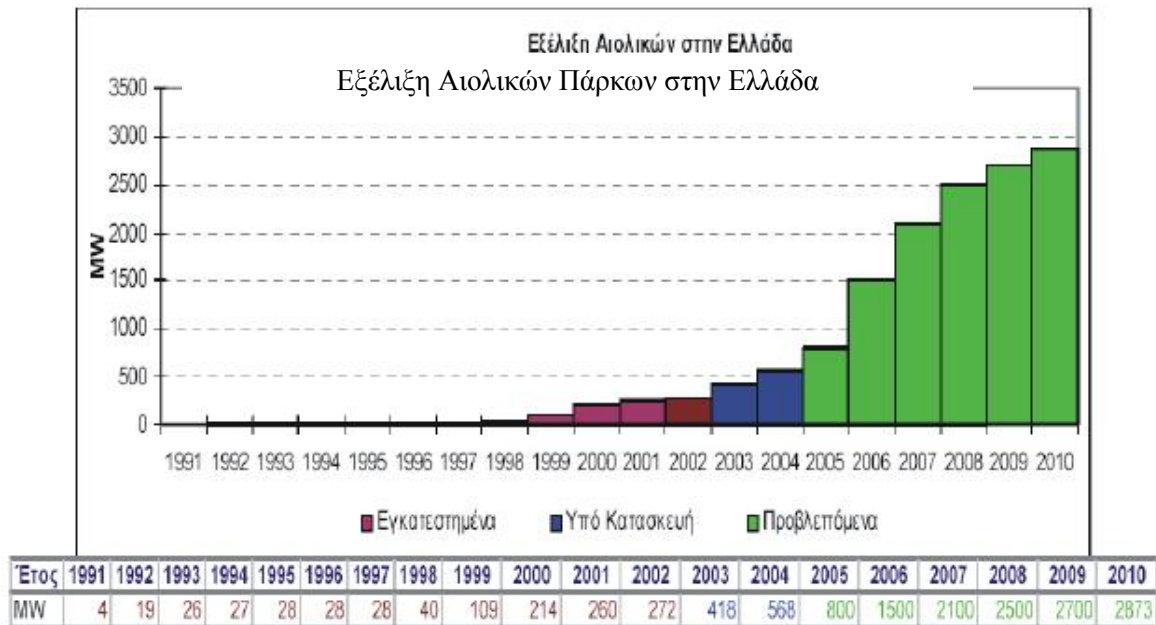
**Εικόνα 4** Παγκόσμια ετήσια εγκατεστημένη αιολική ισχύς τη δεκαετία 1991-2007



**Εικόνα 5** Οι μεγαλύτερες αγορές στον κόσμο στον τομέα της αιολικής ισχύος το έτος 2007

Στην Ελλάδα, όπου λόγω του πλούσιου αιολικού δυναμικού που διαθέτει η αιολική ενέργεια μπορεί να αποτελέσει σημαντικό μοχλό για την ανάπτυξή της, η κατάσταση δεν είναι αρκετά ικανοποιητική. Παρά το μεγάλο αιολικό δυναμικό που έχει η χώρα

μας, μόνο το 1.7% της συνολικής απαιτούμενης ενέργειας καλύφθηκε το 2003 από αιολική παραγωγή. Μετά την υπογραφή του Κιότο το Δεκέμβριο του 1997, η Ελλάδα, ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ακολουθεί πλέον την ευρωπαϊκή πολιτική όσον αφορά την εκπομπή αερίων που είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Κύριος στόχος είναι η επίτευξη ποσοστού 20% διείσδυσης Α.Π.Ε. στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι και το 2010. Για το λόγο αυτό δίνεται πληθώρα κινήτρων στους ανεξάρτητους παραγωγούς, μεταξύ των οποίων επενδυτικές επιχορηγήσεις, εγγυημένη σύνδεση στο δίκτυο, μακροπρόθεσμα συμβόλαια, κτλ. Επιπρόσθετα, η απελευθέρωση των ενεργειακών αγορών με την κατάργηση του καθετοποιημένου συστήματος παραγωγής-μεταφοράς-διανομής παρέχει τη δυνατότητα στους υποψήφιους ανεξάρτητους παραγωγούς να επενδύσουν σε περιοχές της επιλογής τους ανάλογα με τα συμφέροντά τους. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την κατάθεση στην Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.), η οποία ιδρύθηκε για να παρακολουθεί και να ελέγχει τη λειτουργία ολόκληρης της αγοράς ενέργειας, αιτήσεων για εγκατάσταση αιολικών πάρκων, ισχύος πάνω από 13000 MW. Οι περισσότερες αιτήσεις από αυτές αφορούν περιοχές της Ελλάδας με μεγάλο αιολικό δυναμικό, όπως η Εύβοια, η νοτιοανατολική Πελοπόννησος και η Θράκη. Ωστόσο, παρά το τεράστιο ενδιαφέρον από ανεξάρτητους παραγωγούς, το αιολικό δυναμικό της χώρας μας παραμένει σε μεγάλο βαθμό ανεκμετάλλευτο. Κύρια εμπόδια αποτελούν αφενός οι χρονοβόρες και επίπονες διαδικασίες έκδοσης αδειών εγκατάστασης (που κυρίως οφείλονται στην έλλειψη χωροταξικού σχεδιασμού και στην μη επαρκή στελέχωση και εκπαίδευση των αρμόδιων περιφερειακών υπηρεσιών) και, αφετέρου, νομικά ζητήματα που οφείλονται σε αντιδράσεις πολιτών, οι οποίες πηγάζουν από την εν γένει ελλιπή ενημέρωσή τους. Από τεχνικής απόψεως, περιορισμοί διείσδυσης αιολικής ισχύος δημιουργούνται από τα όρια μεταφερόμενης ισχύος στην ενδοχώρα και από τα όρια διείσδυσης στα νησιά. Έτσι, η παρούσα συνολική αιολική διείσδυση είναι μικρή. (Α. Β. Γκίκα, 2008)



**Εικόνα 6** Εγκατεστημένη ισχύς των αιολικών πάρκων στην Ελλάδα και εκτίμηση της εξέλιξης έως το έτος 2010. Μετά το 1998 πραγματοποιείται μία ραγδαία αύξηση των εγκατεστημένων αιολικών πάρκων, ενώ η πρόβλεψη για την εξέλιξή τους είναι αρκετά ευοίωνη

Η αυξανόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικά πάρκα (Α/Π) έχει οδηγήσει σε μερικές χώρες στην υψηλή διείσδυση της αιολικής ενέργειας στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Τέτοια υψηλή διείσδυση έχει παρατηρηθεί τα τελευταία 5 χρόνια σε χώρες, όπως η Γερμανία, η Δανία και η Ισπανία (χώρες με υψηλό αιολικό δυναμικό και μεγάλη ευαισθησία στην εκμετάλλευση των Α.Π.Ε.). Στο *σχήμα (1.5)* που ακολουθεί φαίνεται η εγκατεστημένη αιολική ισχύς σε κάθε ευρωπαϊκή χώρα το έτος 2007. Όσο οι διεισδύσεις αιολικής ισχύος στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας ήταν ακόμα χαμηλές, τα Α/Π αντιμετωπίζονταν σαν αρνητικά φορτία, χωρίς ουσιαστική επίδραση στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Στη σημερινή πραγματικότητα όμως, δίνεται περισσότερη προσοχή στην αλληλεπίδραση των Α/Π με τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό οφείλεται στις διαφορές που παρουσιάζουν τα Α/Π σε σχέση με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής.

Κύρια διαφοροποίηση των αιολικών πάρκων από τους συμβατικούς σταθμούς είναι ότι η πηγή ενέργειας, ο άνεμος, είναι μεταβαλλόμενη και δύσκολα προβλέψιμη. Έτσι, η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς είναι συνάρτηση της τυχαίας ταχύτητας του ανέμου. Αντίθετα, οι συμβατικοί σταθμοί μπορούν με ρυθμιστές στροφών να ελέγχουν τη ροή του καυσίμου, και άρα και την παραγωγή της ηλεκτρικής ισχύος. Η μεταβλητότητα

του ανέμου και η δυσκολία πρόβλεψής του επηρεάζουν τη δυνατότητα ενσωμάτωσης των Α/Π στα σημερινά συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Σημαντική είναι και η διαφορά όσον αφορά την τεχνολογία μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Οι συμβατικοί σταθμοί αποτελούνται από σύγχρονες γεννήτριες απευθείας συνδεδεμένες στο δίκτυο, ενώ οι Α/Γ σε μεγάλο ποσοστό χρησιμοποιούν ασύγχρονες γεννήτριες που συνδέονται στο δίκτυο μέσω μετατροπέων αποτελούμενων από ηλεκτρονικά ισχύος. Ακόμη όμως και οι Α/Γ με σύγχρονη γεννήτρια συνδέονται στο δίκτυο μέσω ηλεκτρονικών ισχύος, γεγονός που διαφοροποιεί τα χαρακτηριστικά τους από αυτά των συμβατικών γεννητριών.

Τα Α/Π, λόγω της απομακρυσμένης τοπολογίας τους, συνδέονται στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας συνήθως με ασθενείς γραμμές μεταφοράς ή στο δίκτυο μέσης τάσης. Αυτό δημιουργεί επιπρόσθετες δυσκολίες στην διασύνδεση των Α/Π, καθώς έχει συνέπειες σε θέματα αστάθειας τάσης από άποψη αξιοπιστίας. Αξίζει να σημειωθεί, βέβαια, ότι τα μελλοντικά αιολικά πάρκα αναμένεται να τοποθετούνται κυρίως στη θάλασσα (off-shore wind farms). Το βασικό πλεονέκτημα των υπεράκτιων αιολικών πάρκων, σε σχέση με τα συμβατικά που τοποθετούνται στην ξηρά, είναι ότι το αιολικό δυναμικό είναι εν γένει υψηλότερο, ενώ παράλληλα η τύρβη είναι χαμηλότερη. Η απόσταση ανάμεσα στο αιολικό πάρκο και το σημείο σύνδεσης στην ξηρά μπορεί να κυμαίνεται από λίγα χιλιόμετρα έως αρκετές δεκάδες χιλιόμετρα. Στην περίπτωση συνδέσεων με αγωγούς AC, η χωρητική φόρτιση λαμβάνει τόσο μεγάλες τιμές, ώστε αυτή η παράμετρος να περιορίζει το μήκος της σύνδεσης. Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι η μεταφορά ισχύος σε μεγάλες αποστάσεις υποθαλάσσια, χωρίς τη δυνατότητα αντιστάθμισης ισχύος, είναι δυνατή μόνο με DC συνδέσεις. Συνεπώς, αφού η χρήση DC σύνδεσης είναι επιβεβλημένη για τέτοια συστήματα, η χρήση όσο το δυνατόν περισσότερων συσκευών DC στο σύστημα είναι προτιμότερη, ως προς τις απώλειες, την πολυπλοκότητα και το κόστος. Αυτός ο τρόπος σύνδεσης επιτρέπει επιπλέον τον ανεξάρτητο έλεγχο της κάθε ανεμογεννήτριας με σκοπό, είτε την απόδοση μέγιστης ισχύος (Maximum Power Point Tracking), είτε την παροχή σταθερής ισχύος στο δίκτυο. Ακόμα, είναι δυνατή η ρύθμιση του συνολικού συντελεστή ισχύος του πάρκου, ιδιότητα ιδιαίτερα σημαντική, καθώς οι κανόνες διασύνδεσης απαιτούν τη δυνατότητα προσφοράς αέργου ισχύος ανάλογα με τη ζήτηση ισχύος και το επίπεδο της τάσης στο δίκτυο.

## 1.6 Ηλιακή ενέργεια

Ο ήλιος εκπέμπει τεράστια ποσότητα ενέργειας. Η ηλιακή ακτινοβολία αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού με δύο τρόπους: με θερμικές και φωτοβολταϊκές εφαρμογές. Η πρώτη είναι η συλλογή της ηλιακής ενέργειας με στόχο την παραγωγή θερμότητας (χρησιμοποιείται κυρίως για τη θέρμανση του νερού και τη μετατροπή του σε ατμό για την κίνηση τουρμπίνων), ενώ στη δεύτερη εφαρμογή τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν το φως του ήλιου σε ηλεκτρισμό με τη χρήση φωτοβολταϊκών κυψελών ή συστοιχιών. Αυτή η τεχνολογία που εμφανίστηκε στις αρχές του 1970 στα διαστημικά προγράμματα των ΗΠΑ έχει μειώσει το κόστος παραγωγής ηλεκτρισμού με αυτόν τον τρόπο από \$300 σε \$4 το Watt. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές όπου η σύνδεση με το δίκτυο είναι πολύ ακριβή. Αν και όλη η γη δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία, η ποσότητά της εξαρτάται κυρίως από τη γεωγραφική θέση, την ημέρα, την εποχή και τη νεφοκάλυψη. Για παράδειγμα, η έρημος δέχεται περίπου το διπλάσιο ποσό ηλιακής ενέργειας από άλλες περιοχές.

Στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρα μας η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2700 ώρες το χρόνο. Στη Δυτική Μακεδονία και την Ήπειρο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές κυμαινόμενη από 2200 ως 2300 ώρες, ενώ στη Ρόδο και τη νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3100 ώρες ετησίως. Η δράση της ηλιακής ακτινοβολίας αξιοποιείται με ενεργητικά και παθητικά ηλιακά συστήματα. Στα πλεονεκτήματα της βρίσκονται τα εξής :

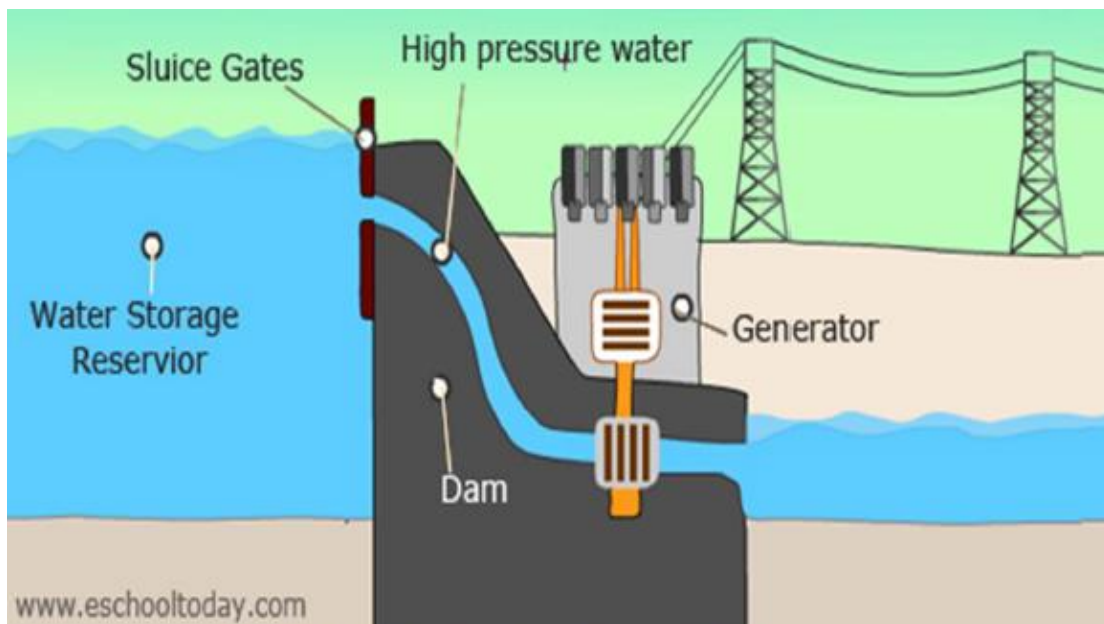
- Μηδενική ρύπανση
- Αθόρυβη λειτουργία
- Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής
- Απεξάρτηση από τροφοδοσία καυσίμων για την παραγωγή της ενέργειας (μπαταρίες)
- Δυνατότητα επέκτασης
- Μηδενικό κόστος παραγωγής ενέργειας - ελάχιστη συντήρηση

Αντίστοιχα τα μειονεκτήματα της είναι

- υψηλό κόστος κατασκευής
- έλλειψη επιδοτήσεων
- προβλήματα στην αποθήκευση

## 1.7 Υδροηλεκτρική ενέργεια

Το νερό στη φύση, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, έχει δυναμική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε κινητική όταν το νερό ρέει προς χαμηλότερες περιοχές. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) γίνεται δυνατή η εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδραυλικών τουρμπίνων παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή ταξινομείται σε υδροηλεκτρική ενέργεια μεγάλης και μικρής κλίμακας. Η υδροηλεκτρική ενέργεια μικρής κλίμακας διαφέρει σημαντικά από αυτή της μεγάλης σε ότι αφορά τις επιπτώσεις της στο περιβάλλον. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες μεγάλης κλίμακας απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα και γενικότερα στο άμεσο περιβάλλον.



Εικόνα 7 Σχεδιάγραμμα ροής λειτουργίας υδροηλεκτρικού σταθμού

Τα συστήματα μικρής κλίμακας τοποθετούνται δίπλα σε ποτάμια και κανάλια με αποτέλεσμα να έχουν λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Υδροηλεκτρικές μονάδες λιγότερες των 30 MW χαρακτηρίζονται μικρής κλίμακας και θεωρούνται ανανεώσιμες πηγές. Το γρήγορα κινούμενο νερό οδηγείται μέσα από τούνελ με

σκοπό να θέσει σε λειτουργία τις τουρμπίνες παράγοντας έτσι μηχανική ενέργεια. Μια γεννήτρια μετατρέπει αυτή την ενέργεια σε ηλεκτρική. Σε αντίθεση με το ότι συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα, το νερό δεν αχρηστεύεται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς.

Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται με τον τρόπο αυτό, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 10% των ενεργειακών μας αναγκών.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της υδραυλικής ενέργειας είναι :

Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (γαιανθράκων, πετρελαίου), που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας

Είναι μία "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά πλεονεκτήματα (εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, προστασία περιβάλλοντος)

Μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή, αθλητισμός.

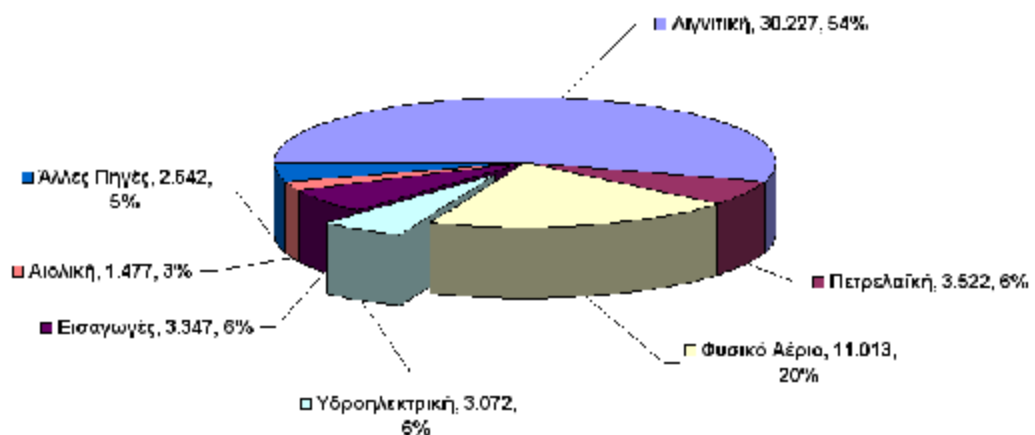
Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της υδραυλικής ενέργειας είναι :

- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (γαιανθράκων, πετρελαίου), που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας
- Είναι μία "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά πλεονεκτήματα (εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, προστασία περιβάλλοντος)
- Μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή, αθλητισμός.

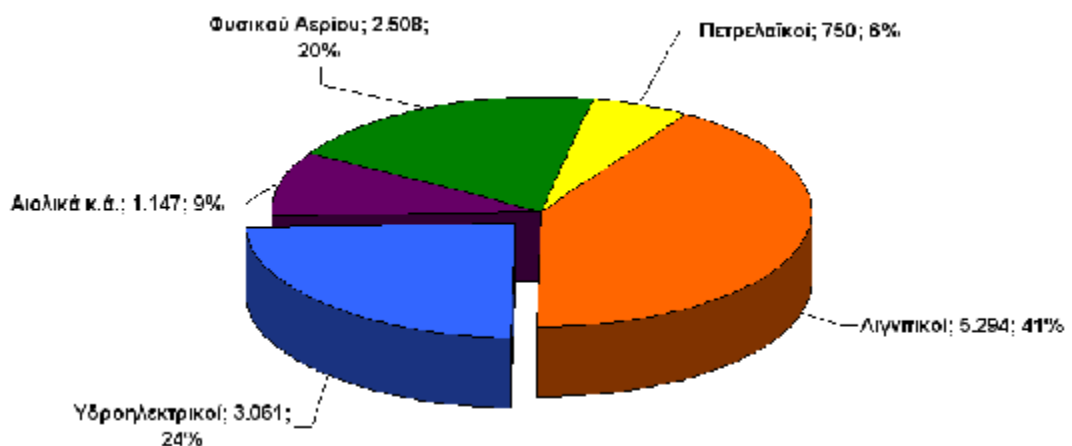
Τα μειονεκτήματα που συνήθως εμφανίζονται είναι:



- Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής καθώς και η μεγάλη χρονική διάρκεια απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου
- Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα (ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών, αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και του τοπικού κλίματος, αύξηση σεισμικής επικινδυνότητας, κ.ά.). Η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων.



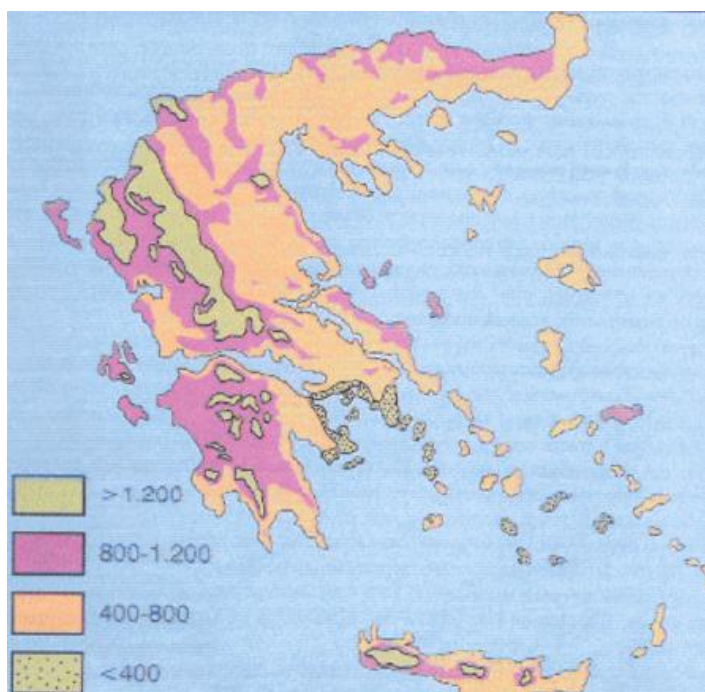
Εικόνα 8 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 2008 ανά καύσιμο (GWh)



Εικόνα 9 Εγκατεστημένη ισχύς σταθμών διασυνδεδεμένων συστημάτων ανά τύπου καυσίμου (2008)

### 1.7.1 Γεωγραφική Κατανομή Βροχοπτώσεων στον Ελλαδικό Χώρο

Ο κύριος όγκος νερού προέρχεται από τις βροχές που πέφτουν στο βορειοδυτικό



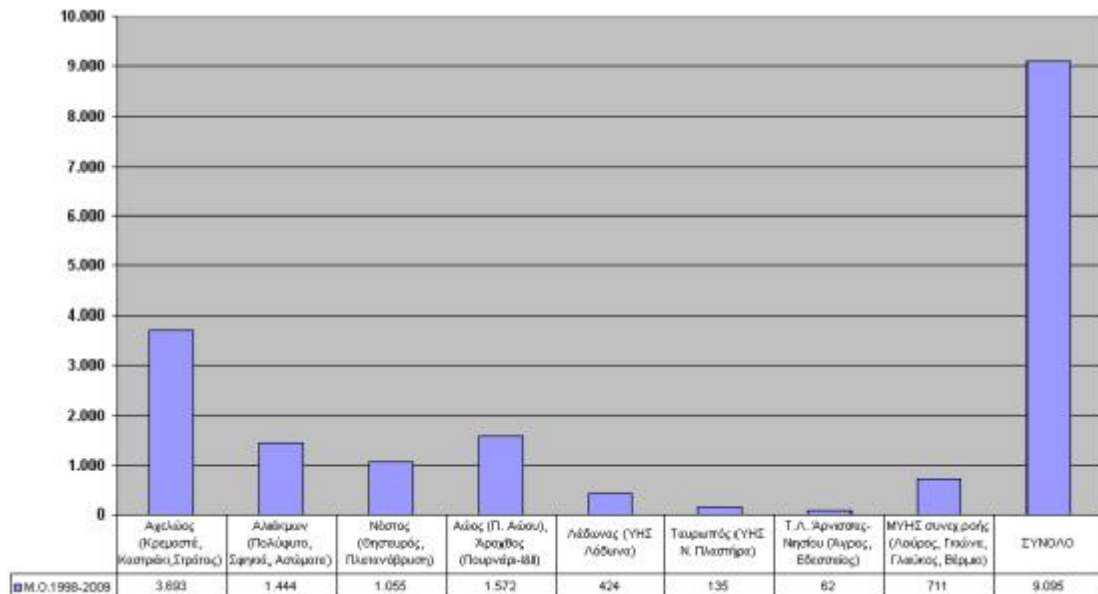
ορεινό τμήμα της χώρας. Κατά μήκος της οροσειράς της Πίνδου διατάσσονται τα υδροηλεκτρικά έργα με τους μεγαλύτερους ταμιευτήρες στους οποίους αποθηκεύεται για πολλαπλή εκμετάλλευση (ενέργεια, κλπ) το 90% του εγχώριου υδροδυναμικού.

**Εικόνα 10** Γεωγραφική κατανομή βροχοπτώσεων

**Πίνακας 1** Ετήσια παροχή ποταμών (m<sup>3</sup>/sec)

Ποταμός	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2208	2009	ΜΟ
Αχελώος	117	131	87	66	91	133	140	161	147	84	77	170	117
Αλιάκμον	42	54	31	15	44	66	59	51	60	31	28	69	46
Αραχθός	47	52	29	27	38	47	56	68	54	38	32	73	47
Αώος	3	4	2	2	3	3	4	4	3	3	2	5	3
Νέστος	22	33	22	12	32							47	33
Λάδων	11	20	12	10	11	20	13	16	19	6	6	17	13
Ταυρωπός	5	4	3	3	4	6	5	5	5	3	2	6	4
Σύνολο	246	298	185	135	224	311	312	362	335	195	174	388	264

**Πίνακας 2** Ετήσιες εισροές στους ταμιευτήρες των Υδροηλεκτρικών σταθμών (εκ. μ3)



## 1.7.2 Παραγόμενη Ενέργεια από Υδροηλεκτρικό Σταθμό

Ο τύπος υπολογισμού της παραγόμενης ενέργειας από έναν υδροηλεκτρικό σταθμό είναι ο ακόλουθος :

$$E = \gamma V ((h - h_f) n)$$

Όπου :

E: η παραγόμενη ενέργεια

$\gamma$ : το ειδικό βάρος του νερού ( $9.81 \cdot 10^3$  Nt/m<sup>3</sup>)

V:  $V = qT$  ο διατιθέμενος όγκος νερού (m<sup>3</sup>)

q: η παροχή του νερού (m<sup>3</sup> ανά ώρα)

T: ο χρόνος λειτουργίας (σε ώρες)

h: η εκμεταλλεύσιμη υψομετρική διαφορά (m)

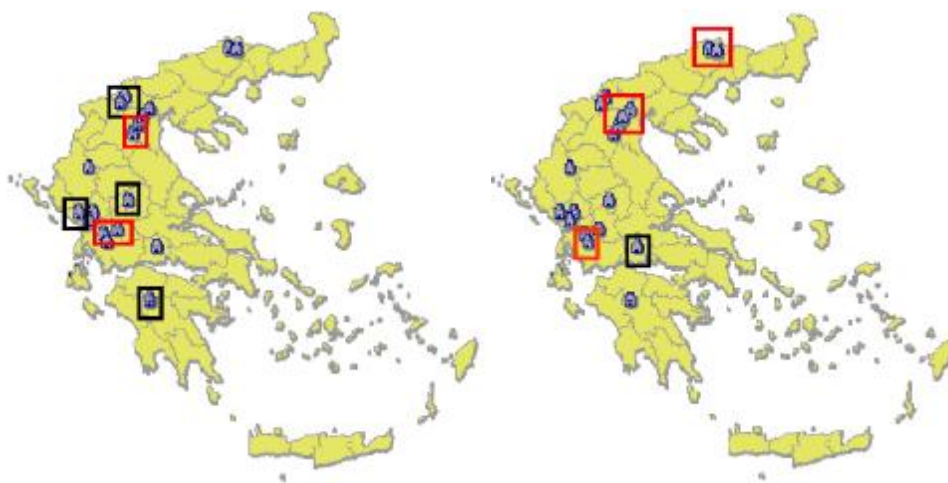
$h_f$ : οι υδραυλικές απώλειες (m στήλης νερού)

$h - h_f$ : το ωφέλιμο ύψος (m)

n: ο βαθμός απόδοσης της μονάδας

### 1.7.3 Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί στον Ελλαδικό Χώρο

Από το 1950 έως το 1975 κατασκευάστηκαν συνολικά 8 μεγάλοι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί, συνολικής ισχύος 1.416,2 MW, μεταξύ των οποίων και οι 3μεγαλύτεροι : Άγρας, Λάδων, Λούρος, Ταυρωπός, Κρεμαστά, Καστράκι, Εδεσσαίος, Πολύφυτο  
Ενώ από το 1976 μέχρι και σήμερα κατασκευάστηκαν 8 μεγάλοι & 4 μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί, συνολικής ισχύος 1.644,9 MW, μεταξύ των οποίων και 2 αντλητικοί: Πουρνάρι I & II, Σφηκιά, Ασώματα, Αγ. Βαρβάρα, Στράτος I, Στράτος II, Πηγές Αώου, Θησαυρός, Πλατανόβρυση, Γκιώνα, Μακροχώρι



**Εικόνα 11** Αριστερά από το 1950 έως το 1975 οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί στην Ελλάδα ενώ από το 1976 μέχρι και σήμερα διακρίνονται στην δεξιά εικόνα

### 1.7.4 Τα Υδροηλεκτρικά Έργα ως Εγκαταστάσεις Πολλαπλού Σκοπού

Τα Υδροηλεκτρικά Έργα ως Εγκαταστάσεις Πολλαπλού Σκοπού παίζουν πολύ σοβαρό ρόλο στην Εθνική Οικονομία και συμβάλλουν τα μέγιστα στην κοινωνική ζωή των περιοχών που βρίσκονται και λειτουργούν.

<b>Παραγωγή Ενέργειας</b>	Τα Υδροηλεκτρικά Έργα συμβάλλουν σε ποσοστό περισσότερο από 9% στην συνολική παραγωγή της ΔΕΗ Α.Ε. Η παραγόμενη ενέργεια είναι «πράσινη – καθαρή» δηλαδή δεν επιβαρύνει με εκπομπές και υψηλής ποιότητας δηλαδή καλύπτει αιχμές φορτίου, έχει δε μεγάλη ευελιξία στην ένταξη της.
<b>Επικουρικές Εργασίες</b>	Οι ΥΗΕ εξαιτίας των ειδικών τους χαρακτηριστικών παρέχουν επικουρικές υπηρεσίες στο Ηλεκτρικό Σύστημα δηλαδή εφεδρεία ισχύος, ρύθμιση συχνότητας, τάσης, κλπ.
<b>Αντιπλημμυρική Προστασία</b>	Οι κύριοι ταμιευτήρες των ποταμών με την αποθηκευτική τους ικανότητα δημιουργούν ανάσχεση των πλημμυρικών φαινομένων παρέχοντας την αντιπλημμυρική προστασία στις κατάντη των ΥΗΣ περιοχές.
<b>Αρδεύσεις</b>	Από τους ταμιευτήρες των ΥΗΕ αρδεύονται περίπου 5.000.000 στρέμματα συμβάλλοντας έτσι στην γεωργική παραγωγή της χώρας.
<b>Ύδρευση</b>	Οι πληθυσμοί πολλών πόλεων υδρεύονται από τους ταμιευτήρες των ΥΗΕ (π.χ. Θεσσαλονίκη, Καρδίτσα, Αργίριο, Άρτα κ.λ.π.).
<b>Ναυταθλητισμός</b>	Πολλές περιοχές των λιμνών των ΥΗΕ χρησιμοποιούνται για ναυταθλητικές δραστηριότητες όπως θαλάσσιο σκι, κωπηλασία, καγιάκ κλπ. (Λίμνη Στράτου, Λίμνη Πολυφύτου κ.λ.π.).
<b>Αλιεία</b>	Η αλιεία τόσο σε επαγγελματικό όσο και ερασιτεχνικό επίπεδο είναι μία από τις πολλές δραστηριότητες στους ταμιευτήρες των ΥΗΕ, οι οποίοι διαθέτουν καθαρό νερό και τους οποίους η ΔΕΗ Α.Ε. εμπλουτίζει με γόννο ψαριών.
<b>Αναψυχή</b>	Οι όχθες των λιμνών είναι ιδανικές θέσεις για δημιουργία πόλων αναψυχής και τουρισμού. Χαρακτηριστικά παραδείγματα η λίμνη Πηγών Αώου, η πλαζ Λαμπερού στη Λίμνη Πλαστήρα κλπ.
<b>Αναβάθμιση Περιβάλλοντος</b>	Γενικά οι ΥΗΕ αναβαθμίζουν το περιβάλλον τους με τη δημιουργία οικοσυστημάτων στην περιοχή των λιμνών και με τη διατήρηση εντός των κοιτών των ποταμών των οικολογικών παροχών για τη διατήρηση της ιχθυοπανίδας.

## 2. ΑΕΙΦΩΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

### 2.1 Ιστορική Αναδρομή

Η σημασία της επίτευξης μιας αειφόρου ανάπτυξης, αρχικά, αναγνωρίστηκε ως σημαντική πτυχή οποιασδήποτε ανάπτυξης το 1983, στην Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών, όπου καθιέρωσε την Παγκόσμια Επιτροπή για την Οικονομική Ανάπτυξη, αλλιώς γνωστή και ως Επιτροπή Brundtland.<sup>3</sup> (Anderson M., 1996)

Η αρχή όμως είχε δοθεί αρκετά νωρίτερα. Ήδη από τη δεκαετία του 60' όπου εκδηλώθηκαν περιβαλλοντικά προβλήματα εξαιτίας της αλόγιστης χρήσης πόρων που έγινε στο βωμό της βιομηχανικής και οικονομικής ανάπτυξης ομάδες ευαισθητοποιημένες για θέματα του περιβάλλοντος αντέδρασαν. Το 1972 η Λέσχη της Ρώμης (Club of Rome) δημοσίευσε μια έκθεση που προέβλεπε ότι, αν η υφιστάμενη τότε οικονομική δραστηριότητα συνεχιζόταν με τον ίδιο ρυθμό, θα υπήρχε σύντομα υπέρβαση των επιτρεπόμενων ορίων ανάπτυξης, ενώ την ίδια χρονιά πραγματοποιήθηκε η Σύνοδος των Ηνωμένων Εθνών για το Ανθρώπινο Περιβάλλον στη Στοκχόλμη.<sup>4</sup> (Κεφαλογιάννη Ζ., 2010)

Η πετρελαϊκή κρίση του 1973,<sup>5</sup> έγινε στην αρχή αισθητή ως ένα **πρόβλημα έλλειψης πετρελαίου**. Αλλά καθώς ο φόβος έλλειψης του πετρελαίου μειωνόταν, το πρόβλημα των τιμών, με τις χρηματοοικονομικές του συνέπειες, περνούσε στο πρώτο πλάνο. (Μαντάλης Γ., 2010) Πράγματι, ενώ οι δυσκολίες εφοδιασμού μειώνονταν, ιδίως μετά τον Δεκέμβριο του 1973, **η τιμή του πετρελαίου εξακολούθησε να ανέρχεται** για να φθάσει, μετά το δεύτερο πετρελαϊκό σοκ που προκάλεσε ο πόλεμος του Ιράν με το Ιράκ το 1979, δώδεκα φορές τα προ της κρίσης επίπεδα (από 3 σε 36 δολάρια

---

<sup>3</sup> (World Commission on Economic Development, WCED), προκειμένου να διερευνήσει τα συστατικά μιας παγκόσμιας αλλαγής.

<sup>4</sup> Η Σύνοδος της Στοκχόλμης αν και εστιάστηκε στην εξέταση των προβλημάτων του Ανθρώπινου Περιβάλλοντος ανέδειξε την ανάγκη μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης η οποία επιχειρήθηκε σε πρώτο στάδιο με την εξέταση των αλληλεξαρτήσεων Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης (Επιτροπή Brundtland, Σύνοδος Κορυφής του Ρίο και Ειδική Σύνοδος Ρίο +5), και τελικά με την πλήρη ολοκλήρωση των τριών διαστάσεων της ανάπτυξης, δηλαδή στην έννοια της Αειφορικής Ανάπτυξης (Σύνοδος Κορυφής του Γιοχάνεσμπουργκ).

<sup>5</sup> Ήταν το αποτέλεσμα του πολέμου του Γιομ Κιπούρ μεταξύ του Ισραήλ και των Αραβικών χωρών.

το βαρέλι). Αυτή η τεράστια αύξηση της τιμής του αργού πετρελαίου σε διάστημα έξι ετών ήταν ένα ισχυρό πλήγμα για τις οικονομίες πολλών χωρών του κόσμου, μεταξύ των οποίων ήταν και εκείνες της Κοινότητας. (Φραντζή Α., 2006)

Εκτός από τα οικονομικά της επακόλουθα, η κρίση του 1973 δημιούργησε ένα **αίσθημα ανασφάλειας** στις ευρωπαϊκές χώρες δίκαια, γιατί επέδειξε την ευπάθεια των οικονομιών τους, λόγω της εξάρτησής τους από τις ποσότητες και τις τιμές αυτού του ζωτικού προϊόντος που ήταν το πετρέλαιο. (Μαντάλης Γ., 2010)

Σε αυτό το κλίμα διατυπώθηκε στα τέλη της δεκαετίας του '70 από τον Pirages ("The Sustainable Society") και τον Brown ("Building a Sustainable Society") η πρόταση για την οικοδόμηση μιας «αιφόρου κοινωνίας». Η χρήση του όρου αυτού διαδόθηκε μέσα από την έκθεση της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη του ΟΗΕ δημοσίευσε το 1987 το πόρισμα Brundtland ή αλλιώς το βιβλίο «Our Common Future» (Το κοινό μας μέλλον). (Κεφαλογιάννη Ζ., 2010) (Σκουλάς Γ., 2011)

Η Έκθεση Brundtland<sup>6</sup> εισήγαγε τον όρο «Αειφόρος Ανάπτυξη» ως μέτρο αξιολόγησης και στόχο πολιτικής στις σύγχρονες κοινωνίες και πρόβαλε τις συνέπειες που θα έχουν οι σημερινές πρακτικές παραγωγής και κατανάλωσης στους μελλοντικούς κατοίκους του πλανήτη. Μια σημαντική ιδεολογική στροφή σημειώνεται σε αυτή την Έκθεση, καθώς τα περιβαλλοντικά προβλήματα προκύπτουν ως αποτέλεσμα δυο τάσεων, το τέλος των φυσικών πόρων από τη μια και την αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού και της υπερκατανάλωσης από την άλλη. Στο πόρισμα Brundtland, καθώς και στα πιεστικά περιβαλλοντικά προβλήματα που είχαν προηγηθεί βασίστηκε η Σύνοδος των Ηνωμένων Εθνών του Ρίο και δρομολόγησε μεταξύ άλλων και την Agenda 21, σημεία σταθμοί στην αλλαγή πολιτικής της διεθνούς κοινότητας.

Στην συνέχεια και αφού είχαν δοθεί οι κατευθυντήριες οδοί ακολούθησε πλήθως συνεδρίων που είχαν ως στόχο την ενίσχυση της θέσης της αειφορίας. Το 1995

---

<sup>6</sup> Μετά την δημοσίευση της Έκθεσης Brundtland η Βιώσιμη Ανάπτυξη γίνεται σταδιακά κεντρικό σημείο του δημόσιου διαλόγου. Η ταχύτητα της εξέλιξης αυτής δεν οφείλεται αποκλειστικά στην αποτελεσματικότητα της προσπάθειας εξειδικευμένων αναλυτών, αλλά κυρίως στην ωμή πραγματικότητα η οποία είτε μέσα από τις εικόνες πείνας στην Αφρική, τις τραγικές μειώσεις αλιευμάτων, τις πρόσφατες πλημμύρες ανά τον κόσμο και τον αυξανόμενο αριθμό μελανωμάτων λόγω της μείωσης του στρώματος του όζοντος, κάνει ορατή στους πολίτες την ανάγκη αναγνώρισης της Αειφορικής Ανάπτυξης ως κέντρου και ουσίας της ανθρώπινης ύπαρξης.

διοργανώθηκε το τρίτο Συνέδριο Υπουργών Περιβάλλοντος στη Σόφια,<sup>7</sup> όπου υιοθετήθηκαν ορισμένες Αρχές σχετικά με την Πρόσβαση στην Περιβαλλοντική Πληροφόρηση και τη Συμμετοχή του Κοινού στη Λήψη Αποφάσεων για το Περιβάλλον. Οι Αρχές αυτές αποτέλεσαν το έναυσμα για την έναρξη διαπραγματεύσεων στο πλαίσιο της UNECE με στόχο την υιοθέτηση ενός δεσμευτικού συμβατικού κειμένου που θα κατοχύρωνε τα εκτεθέντα παραπάνω διαδικαστικά δικαιώματα.

Δύο χρόνια αργότερα τον Δεκέμβριο του 1997, πραγματοποιήθηκε η Διάσκεψη του Κιότο για την προστασία του κλίματος και την καταπολέμηση του φαινομένου του Θερμοκηπίου. (Ghandhi S., 2010)

Σημαντικός σταθμός για την κατοχύρωση της αειφορίας ως ανθρώπινο δικαίωμα υπήρξε Η Σύμβαση του Aarhus<sup>8</sup> στην οποία αναγνωρίστηκε το δικαίωμα σχετικά με την πρόσβαση σε πληροφορίες, τη συμμετοχή του κοινού στη λήψη αποφάσεων και την πρόσβαση στη δικαιοσύνη για περιβαλλοντικά θέματα.. Στο προοίμιο της προβλέπει επίσης το δικαίωμα.

*« Αναγνωρίζοντας επίσης ότι κάθε άτομο έχει το δικαίωμα να ζει σε περιβάλλον κατάλληλο για την υγεία και την ευημερία του, καθώς και το καθήκον, τόσο μεμονωμένα, όσο και σε συνεργασία με άλλους, να προστατεύει και να βελτιώνει το περιβάλλον για να ωφελούνται οι παρούσες και μέλλουσες γενεές» .<sup>9</sup>*

Η Σύμβαση αποτελεί το πρώτο διεθνώς δεσμευτικό κείμενο το οποίο επιβάλλει συγκεκριμένες υποχρεώσεις στα κράτη-μέλη. Επίσης, καθιερώνει έναν μηχανισμό ελέγχου εφαρμογής αρκετά αποτελεσματικό ενόψει της αναγνώρισης της

<sup>7</sup> στο πλαίσιο της κίνησης «Περιβάλλον για την Ευρώπη» της Οικονομικής Επιτροπής του ΟΗΕ για την Ευρώπη.

<sup>8</sup> Η Σύμβαση για την πρόσβαση σε πληροφορίες, τη συμμετοχή του κοινού στη λήψη αποφάσεων και την πρόσβαση στη δικαιοσύνη για περιβαλλοντικά θέματα της Οικονομικής Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη (UNECE) η οποία υπεγράφη στο Aarhus της Δανίας στις 25 Ιουνίου 1998 (και εν συνεχεία αναφέρεται ως η Σύμβαση του Aarhus) κυρώθηκε, σύμφωνα με το άρθρο 28 παρ.1 του Συντάγματος, με το νόμο 3422/12.12.2005 (ΦΕΚ Α' 303/13.12.2005). Η Σύμβαση τέθηκε σε ισχύ στις 30 Οκτωβρίου 2001 και αποτελεί αναμφίβολα το πιο αναλυτικό και νομοτεχνικά επεξεργασμένο διεθνές κείμενο που ρυθμίζει το συγκεκριμένο αντικείμενο, περιλαμβάνει 22 άρθρα και δύο Παραρτήματα και αποτελείται από τρεις πυλώνες έκαστος των οποίων περιλαμβάνει διατάξεις που εκχωρούν διαφορετικά δικαιώματα: Ο πρώτος πυλώνας αναφέρεται στο δικαίωμα των πολιτών να έχουν πρόσβαση στις περιβαλλοντικές πληροφορίες. Ο δεύτερος πυλώνας αναφέρεται στην συμμετοχή του κοινού στην λήψη αποφάσεων. Ο τρίτος πυλώνας αναφέρεται στην πρόσβαση στην δικαιοσύνη.

<sup>9</sup> Επιπλέον, το άρθρο 1 ορίζει το σκοπό της Σύμβασης:

*«Προκειμένου να συμβάλουν στην προστασία του δικαιώματος κάθε ατόμου από τις παρούσες και μελλοντικές γενεές να ζει σε περιβάλλον κατάλληλο για την υγεία και την ευημερία του, κάθε μέρος εξασφαλίζει τα δικαιώματα της πρόσβασης σε πληροφορίες, της συμμετοχής του κοινού στη λήψη αποφάσεων και της πρόσβασης στη δικαιοσύνη για περιβαλλοντικά θέματα, σύμφωνα με τις διατάξεις της παρούσας σύμβασης».*



δυνατότητας υποβολής ατομικών προσφυγών (αρ. 15). Εντούτοις, υποστηρίζεται ότι η Σύμβαση δεν καθιερώνει το δικαίωμα σε ένα υγιές περιβάλλον αυτό καθαυτό, αλλά μόνο τις διαδικαστικές του όψεις. Η διατύπωση που χρησιμοποιεί ο νομοθέτης αποδεικνύει ότι η αναγνώριση ενός δικαιώματος στο περιβάλλον δεν αποτελεί παρά το μέσο για την ύπαρξη διαδικαστικών δικαιωμάτων που σχετίζονται με το περιβάλλον, ενδεικτικά του δικαιώματος στην πληροφόρηση, στην συμμετοχή στη λήψη αποφάσεων και στην πρόσβαση στη δικαιοσύνη. (Κουτούπα Ευ. & Ρεγκάκου Ε., 2002)

Έτσι φτάνουμε στο 2002, δέκα χρόνια μετά το Ρίο και μετά από έναν μεγάλο αριθμό περιφερειακών, υποπεριφερειακών και άλλων διασκέψεων, όπου η πρόοδος είναι ελάχιστη, διοργανώνεται η Διάσκεψη του Γιοχάνεσμπουργκ.<sup>10</sup> Μεταξύ των θετικών αποτελεσμάτων της Διάσκεψης μπορεί να αναφερθεί η συμφωνία σε περίπου είκοσι πέντε στόχους, οι οποίοι συμπεριλαμβάνουν την δέσμευση για μείωση έως το 2015 κατά 50% του πληθυσμού που δεν έχει πρόσβαση σε βασικές υποδομές υγιεινής, την δέσμευση για το ξεκίνημα της υλοποίησης Εθνικών Προγραμμάτων Αειφορικής Ανάπτυξης ως το 2005, την δέσμευση για πρόσβαση σε ενέργεια, την δέσμευση για χρήση χημικών με τρόπους οι οποίοι να μην βλάπτουν την υγεία και το περιβάλλον, την δέσμευση για μείωση του ρυθμού μείωσης της βιοποικιλότητας έως το 2010, την δέσμευση για τον περιορισμό των αλιευμάτων στην μέγιστη αειφόρο απόδοσή τους ως το 2015, την δέσμευση για πρόσβαση των αναπτυσσόμενων χωρών σε χημικά τα οποία δεν βλάπτουν το όζον ως το 2010. Επίσης στα θετικά μπορεί να συμπεριληφθεί η απόρριψη της πρότασης να είναι οι Πολυμερείς Περιβαλλοντικές Συνθήκες υποτελείς του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου και οι εξαγγελίες του πρωθυπουργού του Καναδά και των Προέδρων της Ρωσίας και της Κίνας για σύντομη επικύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Στη Διάσκεψη του 2012 (20-22 Ιουνίου), είκοσι χρόνια μετά τη Διάσκεψη Κορυφής του Ρίο του 1992, συμμετείχαν 10.047 εκπρόσωποι ΜΚΟ και άλλων "μειζόνων ομάδων" (major groups), καθώς και διαπιστευμένοι αντιπρόσωποι από 191 κράτη

---

<sup>10</sup> Η προετοιμασία της Συνόδου Κορυφής του Γιοχάνεσμπουργκ πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια τεσσάρων ειδικών Συνόδων της Επιτροπής Αειφορικής Ανάπτυξης του Οργανισμού των Ηνωμένων Εθνών και διήρκεσε ένα περίπου έτος. Η πρόοδος των προπαρασκευαστικών διαπραγματεύσεων υπήρξε αργή, μεταθέτοντας τα πλέον ακανθώδη θέματα στο Γιοχάνεσμπουργκ. Παράλληλα στις αποσκευές του ταξιδιού προς το Γιοχάνεσμπουργκ προστέθηκαν και οι αποφάσεις των Διασκέψεων της Doha και του Monterrey, οι οποίες αφορούν στην απελευθέρωση του εμπορίου και στην χρηματοδότηση της ανάπτυξης αντίστοιχα.

μέλη του ΟΗΕ και διεθνείς οργανισμούς.<sup>11</sup> Το Ρίο+20 αυτοχαρακτηρίστηκε ως η πιο συμμετοχική Διάσκεψη στην ιστορία» καθώς και ότι αποτέλεσε «μια παγκόσμια έκφραση της δημοκρατίας» (United Nations Conference on Sustainable Development (UNCSD) President Dilma Rousseff). Οι εκπρόσωποι των ΜΚΟ συμφώνησαν στο γεγονός ότι «η Διάσκεψη αποτέλεσε ευκαιρία κινητοποίησης και ενεργού δράσης των πολιτών. (Γεροντέλη, 2012)

Οι προαναφερθείσες διεθνείς συναντήσεις είναι ενδεικτικές της εξέλιξης του προβληματισμού ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής αρχικά και αργότερα της κοινωνικής διάστασης στην διαδικασία της οικονομικής ανάπτυξης, δηλαδή του προσδιορισμού της έννοιας της Αειφορικής Ανάπτυξης.

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα αίτια που οδήγησαν στον επαναπροσδιορισμό της βιωσιμότητας τις τελευταίες δύο δεκαετίες μπορούν να συνοψισθούν σε πέντε κατηγορίες - αίτια:

Την «κλασική» οικονομική θεωρία (τέλη του 18<sup>ου</sup> και τις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα) η οποία οδήγησε στην ανάγκη για βιώσιμη ανάπτυξη.

Την ανάπτυξη διεθνών και άλλων οργανισμών, κυρίως μετά τον Β΄ παγκόσμιο Πόλεμο.

Τις διάφορες περιβαλλοντικές κρίσεις σε τοπική ή παγκόσμια κλίμακα (Τσέρνομπιλ, μείωση της στιβάδας του όζοντος κλπ).

Τα περιβαλλοντικά κινήματα και την περιβαλλοντική βιβλιογραφία.

Την ανάπτυξη της περιβαλλοντικής προστασίας ως αποτέλεσμα των δύο ανωτέρω.

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι η έννοια της Αειφορικής Ανάπτυξης παραμένει ακόμη υπό προσδιορισμό και ως εκ τούτου είναι αρκετά δύσκολο να της προσδώσουμε ένα καθαρό και απόλυτο ορισμό επί του παρόντος. Όπως συμβαίνει και με άλλες βασικές ηθικές έννοιες, όπως η ελευθερία, η γενικότητα και ασάφεια του ορισμού τους δεν μειώνει την αξία την οποία της προσδίδει η κοινωνία. Επιπλέον, η ασάφεια της έννοιας ασφαλώς και δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ως δικαιολογία η οποία οδηγεί στην αδράνεια. Η πρόκληση τόσο σε πρακτικό επίπεδο πολιτικής όσο και σε θεωρητικό επίπεδο είναι η αποσαφήνιση και ο προσδιορισμός των διαφόρων στοιχείων της Αειφορικής Ανάπτυξης έτσι ώστε να προωθηθούν λύσεις σε

---

<sup>11</sup> Στη Διάσκεψη πραγματοποιήθηκαν περισσότερες από 500 κύριες και παράλληλες εκδηλώσεις και 3.000 ανεπίσημες συνεδριάσεις. Ηχηρές απουσίες ήταν αυτές των Μπάρακ Ομπάμα, Άνγκελα Μέρκελ και Ντέιβιντ Κάμερον. (Γεροντέλη, 2012)

συγκεκριμένα ζητήματα λαμβάνοντας υπόψη την ισόρροπη αντιμετώπισή τους μέσα στο γενικό πλαίσιο της Αειφορικής Ανάπτυξης. (Mees W., 1992)

## **2.2 Η Έννοια της Αειφορικής Ανάπτυξης**

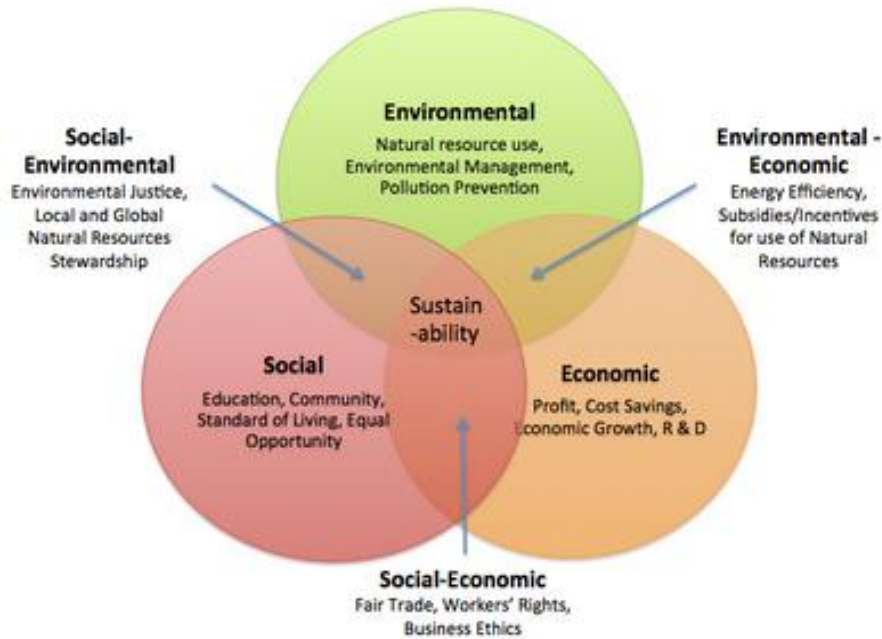
Όπως διαφαίνεται και από την ιστορική εξέλιξη της έννοιας, η Αειφόρος Ανάπτυξη συνιστά ένα διαφορετικό τρόπο σκέψης για το μέλλον, στα πλαίσια του οποίου συνυπολογίζονται και βρίσκονται σε αρμονία το περιβάλλον, η κοινωνία και η οικονομία, αποσκοπώντας στην επίτευξη ενός υψηλού επιπέδου ποιότητας ζωής. Η προσπάθεια προσδιορισμού της έννοιας της Αειφορικής Ανάπτυξης θα ήταν ευκολότερη εάν υπήρχε ένας ευρέως αποδεκτός ορισμός της έννοιας της ανάπτυξης. Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, η έννοια της Αειφόρου Ανάπτυξης προσδιορίστηκε πρώτη φορά το 1987 από την έκθεση Bruntland ως

*«το είδος της ανάπτυξης που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες».* (Σκουλάς Γ., 2011)

Όσον αφορά στο φυσικό περιβάλλον και τα φυσικά οικοσυστήματα ο ακόλουθος ορισμός είναι ακόμα πιο διευκρινιστικός,

*«Αειφόρο θεωρείται το είδος εκείνο της ανάπτυξης που δεν υπερβαίνει τα όρια της φέρουσας ικανότητας των οικοσυστημάτων που στηρίζουν τη ζωή στον πλανήτη»*

Ο ορισμός που δίνεται στην έκθεση Bruntland αφορά στη διαγενεακή αλληλεγγύη ενώ ο δεύτερος ορισμός αφορά στην αλληλεγγύη με τα φυσικά οικοσυστήματα και το περιβάλλον. (Φλογαΐτη Ε., 2006)



**Εικόνα 12** Οι τρεις συντελεστές – άξονες της αειφορίας

Πέραν των δύο συντελεστών (κοινωνικός – περιβαλλοντικός) διαμόρφωσης της έννοιας της αειφορίας, υπάρχει και ένας τρίτος εξίσου σημαντικός, η οικονομία. Εάν θέλουμε να έχουμε ρεαλιστική εικόνα της κατάστασης δεν θα πρέπει να αγνοήσουμε ότι λόγω του καπιταλιστικού συστήματος του δυτικού πολιτισμού, μέσα στο οποίο επιχειρείται η βιώσιμη ανάπτυξη, ο παράγοντας κέρδος καθορίζει την κοινωνική και περιβαλλοντική πολιτική της διεθνούς κοινότητας.

Θα πρέπει ωστόσο να αποσαφηνιστεί πως οι οικονομικοί δείκτες δεν αντικατοπτρίζουν τις σχέσεις μεταξύ των οικονομικών μεγεθών και των περιβαλλοντικών, πολιτικών και κοινωνικών αλλαγών. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες από την άλλη συχνά προτείνουν διαδικασίες οι οποίες είτε δεν είναι ρεαλιστικές, είτε δεν επιτρέπουν στις επιχειρήσεις ή στα κράτη να αξιοποιήσουν τις δυνατότητες που έχουν σε κεφάλαιο και σε τεχνογνωσία. (Φραντζή Α., 2006) *Για την επίτευξη μιας ήπιας ανάπτυξης που θα χαρακτηρίζεται από ισορροπία μεταξύ των αναγκών της οικονομίας και των περιβαλλοντικών αλλαγών απαιτείται μια μεθοδολογική προσέγγιση του ζητήματος, η οποία θα ξεκινάει από την εκπαίδευση των πολιτών.*

## 2.3 Διαμόρφωση Ενεργειακής Πολιτικής

Πριν από την πετρελαϊκή κρίση του 1973, η ενεργειακή απόδοση των επιμέρους τμημάτων του κελύφους των κτιρίων ποτέ δεν αποτέλεσε κρίσιμο και σημαντικό παράγοντα στο σχεδιασμό των κτιρίων. Ωστόσο, η μέχρι το 1973 κατάσταση άλλαξε ριζικά με την ανάπτυξη και την εφαρμογή αρκετών προτύπων και κανονισμών, με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης διάφορων στοιχείων του κτιριακού κελύφους. Έτσι, η μέχρι πρότινος τακτική, το κέλυφος των κτιρίων να σχεδιάζεται από τους αρχιτέκτονες μηχανικούς με τέτοιο τρόπο ώστε να ανταποκρίνεται στην ικανοποίηση πολλών παραγόντων, κατασκευαστικών και αισθητικών, διαμορφώθηκε εκ νέου με τη βελτίωση ενεργειακής συμπεριφοράς του.

Στα 1974 εμφανίζονται, οι πρώτοι κανονισμοί θερμομόνωσης στις Ευρωπαϊκές χώρες (Γαλλία, Γερμανία) με στόχο μέσα από την σωστή θερμομόνωση κτηρίων την εξοικονόμηση ενέργειας. Στην Ελλάδα, η επιβολή θερμομόνωσης στα νέα κτίρια ρυθμίστηκε για πρώτη φορά νομοθετικά στα τέλη της δεκαετίας του 80' (ΦΕΚ362/1979)

Με την πρόβλεψη για θερμομόνωση<sup>12</sup> στις κτιριακές κατασκευές λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα ώστε να παρεμποδίζεται η διαφυγή της θερμικής ενέργειας από ένα χώρο προς την ατμόσφαιρα ή προς ένα άλλο, ψυχρότερο γειτονικό χώρο - ή αντίστροφα - και συγχρόνως δημιουργείται αίσθημα θερμικής άνεσης για τους χρήστες του κτιρίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Σε παλαιότερες εποχές, η ανάγκη για μια τέτοια πρόβλεψη δεν ήταν επιβεβλημένη, αφού οι βαριές κατασκευές του περιβλήματος (τοιχοί, στέγη), η διάταξη των χώρων καθώς και η σύνθεση των όγκων των παραδοσιακών κτισμάτων, ήταν καθοριστικοί παράγοντες ρύθμισης της θερμομονωτικής ικανότητας, αλλά και της ροής θερμότητας.

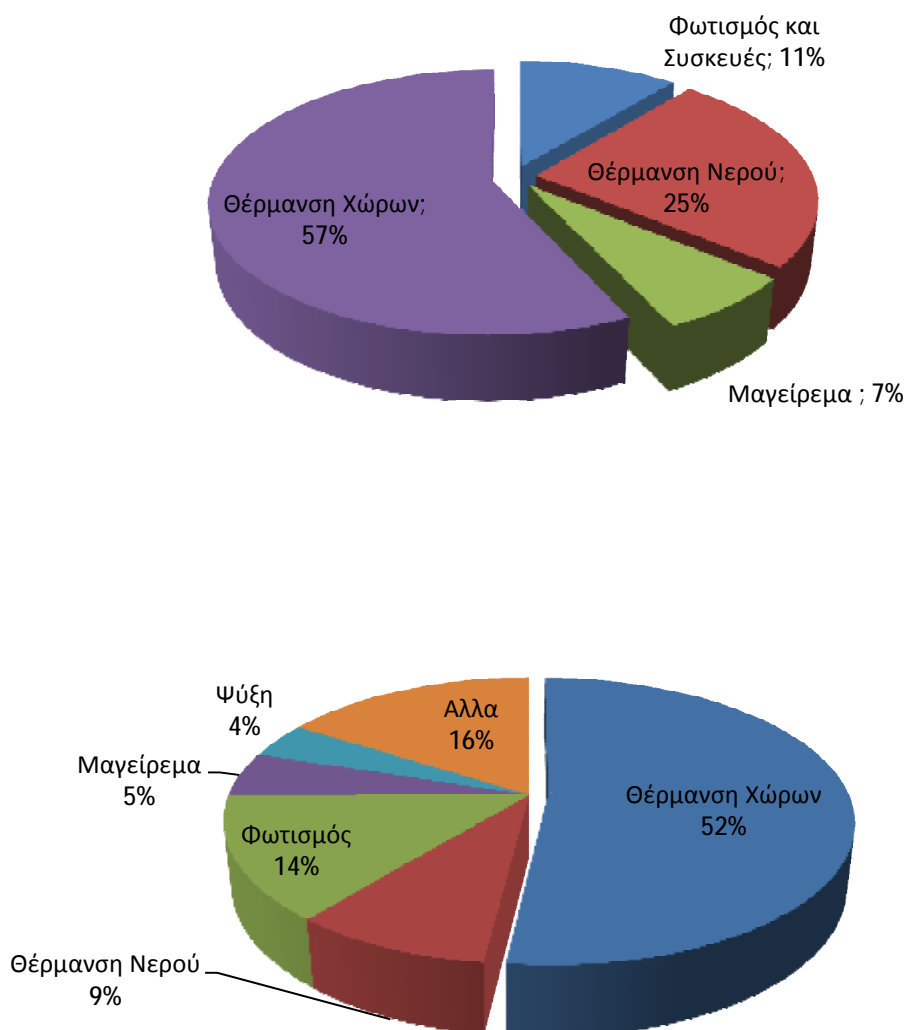
Αξιοσημείωτο είναι πως, σε αντίθεση με σήμερα και μολονότι τα βασικά υλικά κατασκευής ήταν κοινά, η τυπολογία οικισμών και κτισμάτων διαφοροποιούνταν από τόπο σε τόπο με βάση τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε περιοχής. Επιπλέον, η ορθή ένταξη και προσανατολισμός των κτιρίων αυτών στο περιβάλλον, με τη σωστή

---

<sup>12</sup> Σταδιακά στα μέσα της δεκαετίας του 80, η Ευρώπη ανακαλύπτει, και μια άλλη συνιστώσα πέρα από την θερμομόνωση, που είναι η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική. Αυτή μας διδάσκει, όχι μόνο να θερμομονώνουμε τα σπίτια, αλλά και να τα προσανατολίζουμε σωστά σε σχέση με τον ήλιο (χειμωνιάτικο και καλοκαιρινό) αλλά και με τους επικρατούντες ανέμους.

διαμόρφωση χώρων και επιλογή υλικών κατασκευής, καθιστούσε επιτρεπτό τον επιθυμητό φωτισμό-ηλιασμό και παρείχε τη δυνατότητα φυσικού δροσισμού.

Δυστυχώς σύγχρονες αρχιτεκτονικές τάσεις που υιοθετήθηκαν στη χώρα μας τα προηγούμενα χρόνια αγνοούν σε μεγάλο βαθμό τον παράγοντα κλίμα, ήλιο κ.λπ. και στα πλαίσια ενός κακώς νοούμενου διεθνισμού δημιουργήθηκαν κτίρια απομακρυσμένα από την παράδοση, και των οποίων μιμήσεις συναντά κανείς σε τόπους με διαφορετικό εντελώς κλίμα. Με την πάροδο του χρόνου, οι κατασκευές έγιναν ελαφρότερες, περισσότερο σύνθετες και λιγότερο ανθεκτικές στις καιρικές συνθήκες. (Υπηρεσία Ενέργειας, 2010)



**Εικόνα 13** Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας τελικής χρήσης στην Ε.Ε. για κτίρια κατοικιών και εμπορικά κτίρια (1998). (Α. Δημούδη, 2008)

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας η προστασία από τις θερμικές μεταβολές μεταβιβάστηκε στα διάφορα συστήματα ελέγχου του μικροκλίματος, όπως η κεντρική θέρμανση και ο κλιματισμός. Η κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των συστημάτων αυτών δεν αποτελούσε πρόβλημα μέχρι τη στιγμή που τα διαθέσιμα αποθέματα των συμβατικών καυσίμων – ουσιαστικά του πετρελαίου – μειώθηκαν και έπαψαν να είναι φτηνά. Επακόλουθο αυτού ήταν μια παγκόσμια προσπάθεια διαφύλαξης και ορθολογικής εκμετάλλευσης των αποθεμάτων ενέργειας και έτσι άρχισε να διαφαίνεται, μεταξύ άλλων, ο πρωτεύοντας ρόλος της θερμομόνωσης στο καίριο ζήτημα της εξοικονόμησης ενέργειας.(Υπηρεσία Ενέργειας, 2010)

## **2.4 Εκπαίδευση στην Αειφορική Ανάπτυξη**

Αναφερόμενοι στην Αειφορική Ανάπτυξη, θα πρέπει να εξεταστεί το μέσο επίτευξης της, η εκπαίδευση. Η εκπαίδευση για την Αειφορική Ανάπτυξη εστιάζει στη χρήση των φυσικών πόρων και στη σημασία της ανανέωσης και βιωσιμότητάς τους. Κατά την Διάσκεψη του Ρίο στη Βραζιλία το 1992, συντάχθηκε η Agenda 21, όπου συναντάται για πρώτη φορά η έννοια της Εκπαίδευσης για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη και η οποία ορίστηκε ως, *«η εκπαίδευση για την αειφορία είναι μια δια βίου μαθησιακή διαδικασία η οποία οδηγεί στη δημιουργία πληροφορημένων και ενεργών πολιτών, που διαθέτουν τις δεξιότητες της δημιουργικής επίλυσης προβλημάτων, διαθέτουν επιστημονική και κοινωνική παιδεία και αφοσίωση, έτσι ώστε να είναι ικανοί να εμπλακούν σε ατομικές και συλλογικές υπεύθυνες δράσεις, οι οποίες θα βοηθήσουν στην εξασφάλιση ενός μέλλοντος με οικονομική ευημερία και υγιούς από περιβαλλοντική άποψη»*. Αυτός ο ορισμός εισάγει την έννοια της οικονομικής ευημερίας και απαιτεί στην πράξη αλλαγή της εκπαίδευσης με τη συμμετοχή και άλλων παραγόντων. Η εξέλιξη αυτή επικυρώθηκε το 1997 στη Διάσκεψη της Θεσσαλονίκης και έδωσε νέα ώθηση στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, η οποία αναφέρεται και *«ως εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία»*. (Κεφαλογιάννη Ζ., 2010)]

Απο τότε έως σήμερα έχουν γίνει σημαντικά βήματα ουσιαστικής εφαρμογής εκπαιδευτικών διαδικασιών για την αειφόρο ανάπτυξη. Χαρακτηριστικά αναφέρεται πως η στρατηγική της UNECE για την Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη (Education for Sustainable Development) αντιμετωπίζει το ζήτημα σύνθετα καθώς

περιέχει θέματα όπως η μάχη για την εξάλειψη της φτώχειας, το ρόλο του πολίτη, την ειρήνη, την ηθική, την υπευθυνότητα σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο, τη δημοκρατία και τη διακυβέρνηση, τη δικαιοσύνη, την ασφάλεια, τα ανθρώπινα δικαιώματα, την υγεία, την ισότητα των φύλων, την οικονομία, τα παραγωγικά και καταναλωτικά πρότυπα, την ευθύνη των επιχειρήσεων, την προστασία του περιβάλλοντος, τη διαχείριση των φυσικών πόρων, τη βιοποικιλότητα και τα δικαιώματα των μελλόντων προσώπων. (Κεφαλογιάννη Ζ., 2010)

Όπως γίνεται κατανοητό η έννοια της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης διευρύνεται σε αλληλοσχετιζόμενα περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά θέματα και απαιτείται μια ολιστική προσέγγιση.

Οι αρνητικές, όμως, περιβαλλοντικές επιπτώσεις που βιώνουμε θεωρούνται συνέπειες της μη αειφορικής χρήσης των φυσικών πόρων και τονίζεται ότι ένα «υγιές» περιβάλλον συνιστά απαραίτητα προϋπόθεση για μια σταθερή, υγιή οικονομία μακροπρόθεσμα.

Συγκεκριμένα απαιτείται μια ενδοσκόπηση στα παγκόσμια, περιφερειακά, εθνικά και τοπικά περιβαλλοντικά προβλήματα ερμηνεύοντας τα με τη βοήθεια της προσέγγισης του κύκλου ζωής και εστιάζοντας όχι μόνο στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις αλλά και στον οικονομικό και κοινωνικό αντίκτυπο. Ακόμη, απαιτείται ένα ευρύ φάσμα εκπαιδευτικών μεθόδων, (τυπικές, μη τυπικές, άτυπες) συμμετοχικών και προσανατολισμένων στις διαδικασίες και στην ανεύρεση λύσεων. Πέρα από τις μεθόδους αυτές πρέπει να περιλαμβάνονται συζητήσεις, εννοιολογική αποσαφήνιση, φιλοσοφική αναζήτηση, διευκρίνιση αξιών, παιχνίδια ρόλων, μελέτη περιπτώσεων, κ.ά.. (Κεφαλογιάννη Ζ., 2010)

Η Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη πρέπει να καλλιεργεί την κριτική σκέψη<sup>13</sup> και τη δυνατότητα να αξιολογούν οι μαθητές κάθε φορά το θέμα που έχει τεθεί, μέσα από την προοπτική της αειφόρου ανάπτυξης και να αποφεύγονται οι προκατασκευασμένες απαντήσεις, ηθικολογίες ή διαφορετικές ιδεολογίες. Είναι

---

<sup>13</sup> Η κριτική σκέψη είναι η διαδικασία της εξέτασης, της ανάλυσης, του προβληματισμού και της αμφισβήτησης καταστάσεων, θεμάτων και πληροφοριών κάθε είδους. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι θεώρησης της διαδικασίας της κριτικής σκέψης. Ο απλούστερος, ίσως, είναι ο εξής: *Αναγνώριση του προβλήματος / σκοπού*: Ποιο είναι εδώ το πραγματικό θέμα; *Διάγνωση*: Με βάση όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης του θέματος; *Διερεύνηση*: Πώς και ποιος θα πραγματοποιήσει ότι αποφασίστηκε; *Δράση*: Κάντε το! *Αναλογισμός*: Λειτουργήσε αυτό που κάνατε; Αν ναι, πώς μπορεί να λειτουργήσει καλύτερα; Αν όχι, τι έγινε λάθος και πώς μπορεί να διορθωθεί; Τι είναι αυτό που μάθατε εδώ και μπορεί να φανεί χρήσιμο στο μέλλον; Ο αναλογισμός μπορεί να οδηγήσει στην εξέταση ενός άλλου προβλήματος ή σκοπού, και ο κύκλος ξεκινά ξανά από την αρχή.



σημαντικό και κομβικό σημείο η ανάδυση του προβληματισμού να προκύπτει δημοκρατικά, έτσι, ώστε να αναπτύσσονται ελεύθερες προσωπικότητες. Τα παιδιά θα πρέπει να κατανοήσουν το δημόσιο διάλογο, τις λεπτές αποχρώσεις στην ορολογία, να διερευνήσουν και να κατανοήσουν το δίκτυο των αλληλεπιδράσεων που συγκροτούν το περιβάλλον και να διεκδικήσουν μια καλύτερη ποιότητα ζωής γι' αυτούς και τους απογόνους τους. Να εξετάζουν διεπιστημονικά τις σχέσεις μεταξύ ανθρώπου, κοινωνίας και φύσης, να αναδεικνύεται η πολυπλοκότητα των ζητημάτων που σχετίζονται με το περιβάλλον και την ανάπτυξη. Αυτό θα γίνει μέσα από εκπαιδευτικούς ευαισθητοποιημένους, ενημερωμένους και οξυδερκείς, οι οποίοι θα επιτρέπουν να δημιουργηθούν τα κατάλληλα μαθησιακά περιβάλλοντα, ώστε να καλλιεργείται η αυτονομία και η κριτική σκέψη των μαθητών τους. (Κορκόβελος Χ., 1997)

Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 36 παράγραφο 3 της πρότασης *Agenda 21* για να είναι αποτελεσματική η εκπαίδευση για το περιβάλλον και την ανάπτυξη του ανθρώπου,

*«...πρέπει να ενσωματωθεί σε όλους τους επιστημονικούς κλάδους και πρέπει να χρησιμοποιεί μεθόδους της τυπικής και μη τυπικής εκπαίδευσης...»* (United Nations, 1992)

Βάσει των χαρακτηριστικών της εκπαιδευτικής διαδικασίας, η εκπαίδευση για την αειφορία διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες, την τυπική, την μη τυπική και την άτυπη εκπαίδευση.

### 3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

#### 3.1 Ο Κύκλος του Νερού

Ο κύκλος του νερού (υδρολογικός κύκλος), περιγράφει την κυκλοφορία του στην επιφάνεια της Γης, καθώς και κάτω και πάνω απ' αυτή. Το νερό της Γης είναι πάντα σε κίνηση και αλλαγή, από την υγρή μορφή στην αέρια ή σε στερεά (πάγος) και αντίστροφα. Ο κύκλος του νερού λειτουργεί εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια και η ζωή στη Γη εξαρτάται απ' αυτόν. Η ζωή στη Γη θα ήταν πολύ διαφορετική χωρίς τον υδρολογικό κύκλο. Σαν κύκλος που είναι, ο υδρολογικός δεν έχει αρχή, αλλά για να τον περιγράψουμε θα ξεκινήσουμε απ' τη θάλασσα.

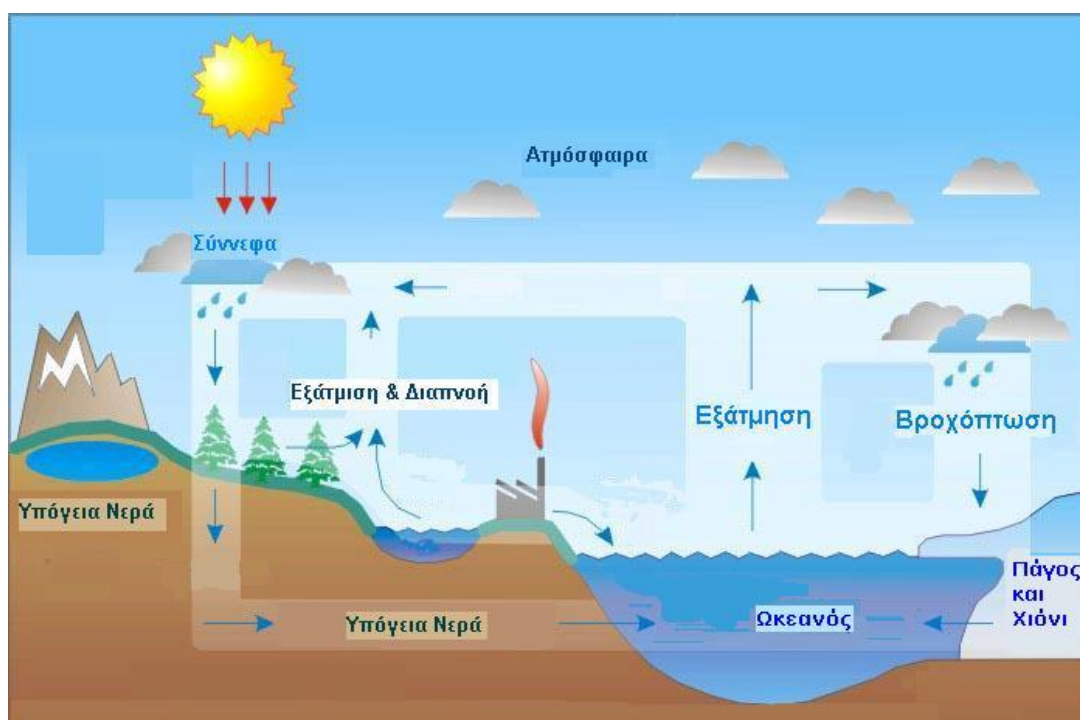


Εικόνα 14 Ο υδρολογικός κύκλος (Πηγή: water.usgs.gov)

Ο ήλιος, που κινεί τον κύκλο του νερού, θερμαίνει το νερό στη θάλασσα το οποίο εν μέρει εξατμίζεται και ανυψώνεται με τη μορφή ατμού στον αέρα. Νερό εξατμίζεται ακόμα από τις λίμνες, τα ποτάμια αλλά και το έδαφος. Η διαπνοή των φυτών είναι μια ακόμη λειτουργία που αποδίδει υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Η εξάτμιση και διαπνοή από την ξηρά συχνά δεν διακρίνονται και έτσι μιλούμε για εξατμοδιαπνοή. Μια μικρή

ποσότητα υδρατμών στην ατμόσφαιρα προέρχεται από την εξάχνωση, μέσω της οποίας μόρια από πάγους και χιόνια μετατρέπονται απευθείας σε υδρατμούς χωρίς να περάσουν από την υγρή μορφή.

Ανοδικά ρεύματα αέρα ανεβάζουν τους υδρατμούς στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, όπου οι μικρότερες πιέσεις που επικρατούν έχουν αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας. Επειδή όμως σε χαμηλή θερμοκρασία ο αέρας δεν μπορεί πια να συγκρατεί όλη τη μάζα των υδρατμών, ένα μέρος τους συμπυκνώνεται και σχηματίζει τα σύννεφα. Τα ρεύματα του αέρα κινούν τα σύννεφα γύρω απ' την υδρόγειο, παράλληλα τα σταγονίδια νερού που σχηματίζουν τα σύννεφα συγκρούονται και μεγαλώνουν, και τελικά πέφτουν απ' τον ουρανό ως κατακρημνίσματα, η συχνότερη μορφή των οποίων είναι η βροχή. Μια άλλη μορφή κατακρημνίσματος είναι το χιόνι, το οποίο όταν συσσωρεύεται σχηματίζει πάγους και παγετώνες.



**Εικόνα 15** Ο κύκλος του νερού (πηγή: agrino.org)

Καθώς η εποχή αλλάζει και οι θερμοκρασίες αυξάνονται, το χιόνι λιώνει και το νερό ρέει, σχηματίζοντας την απορροή από το λιώσιμο του χιονιού. Η μεγαλύτερη ποσότητα κατακρημνισμάτων πέφτει απευθείας στους ωκεανούς. Από την ποσότητα που πέφτει στη στεριά, ένα σημαντικό μέρος καταλήγει και πάλι στους ωκεανούς ρέοντας υπό την επίδραση της βαρύτητας, ως επιφανειακή απορροή.

Η μεγαλύτερη ποσότητα της επιφανειακής απορροής μεταφέρεται στους ωκεανούς από τα ποτάμια, με τη μορφή ροής σε υδατορεύματα. Η επιφανειακή απορροή μπορεί ακόμη να καταλήξει στις λίμνες, που αποτελούν, μαζί με τα ποτάμια, τις κυριότερες αποθήκες γλυκού νερού.

Ωστόσο, το νερό των κατακρημνισμάτων δεν ρέει αποκλειστικά μέσα στους ποταμούς. Κάποιες ποσότητες διαπερνούν το έδαφος με τη λειτουργία της διήθησης και σχηματίζουν το υπόγειο νερό.

Μέρος του νερού αυτού μπορεί να ξαναβρεί το δρόμο του προς τα επιφανειακά υδάτινα σώματα και τους ωκεανούς ως εκφόρτιση του υπόγειου νερού.

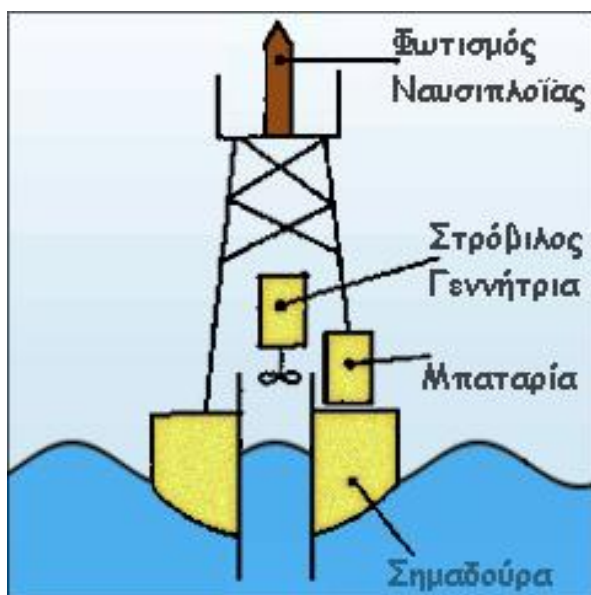
Όταν το νερό βρίσκει διόδους προς της επιφάνεια της γης εμφανίζεται με τη μορφή πηγών. Ένα άλλο μέρος του υπόγειου νερού πηγαίνει βαθύτερα και εμπλουτίζει τους υπόγειους υδροφορείς, οι οποίοι μπορούν να αποθηκεύσουν τεράστιες ποσότητες νερού για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ακόμα και αυτό το νερό όμως συνεχίζει να κινείται και με τη πάροδο του χρόνου μέρος του ξαναπηγαίνει στους ωκεανούς όπου ο κύκλος του νερού "τελειώνει" ... και "ξεκινάει". (US Geological Survey)

### **3.2 Αξιοποίηση Κινητικής Ενέργειας για Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας**

Κινητική ενέργεια, είναι η ενέργεια που έχει ένα σώμα όταν κινείται και αναφέρεται στην ικανότητά του να παράγει έργο. Κινητική ενέργεια έχουν τα σώματα που εκτελούν κίνηση ή περιστροφή ή ταλάντωση. Για παράδειγμα το βλήμα ή ο πύραυλος που εκτοξεύεται έχει κινητική ενέργεια λόγω της ταχύτητάς του. Όταν ένα όχημα επιβραδύνεται χάνει σταδιακά την κινητική του ενέργεια.

Η θάλασσα μπορεί να μας προσφέρει τεράστια ποσά ενέργειας, αξιοποιώντας την κινητική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε ηλεκτρική.

Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει μία τουρμπίνα. Η



ανυψωτική κίνηση του κύματος πιέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων. Η παραγόμενη ενέργεια είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες ενός σπιτιού, ενός φάρου, κ.λπ.

**Εικόνα 16** Σχηματική παράσταση παραγωγής ενέργειας από κύματα (5dim-pyrgou.ilei.sch.gr)

Ένας άλλος τρόπος να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια από τη θάλασσα είναι η παλίρροια. Όπως γνωρίζουμε από τη Φυσική του Λυκείου, οι δυνάμεις βαρύτητας του Ήλιου και της Σελήνης, προκαλούν ανύψωση της στάθμης του νερού.

Το νερό αποθηκεύεται καθώς ανεβαίνει και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρισμό. Τέτοια συστήματα έχουν εφαρμοστεί στην Αγγλία, τη Γαλλία, τη Ρωσία και αλλού. Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν οι νερόμυλοι.

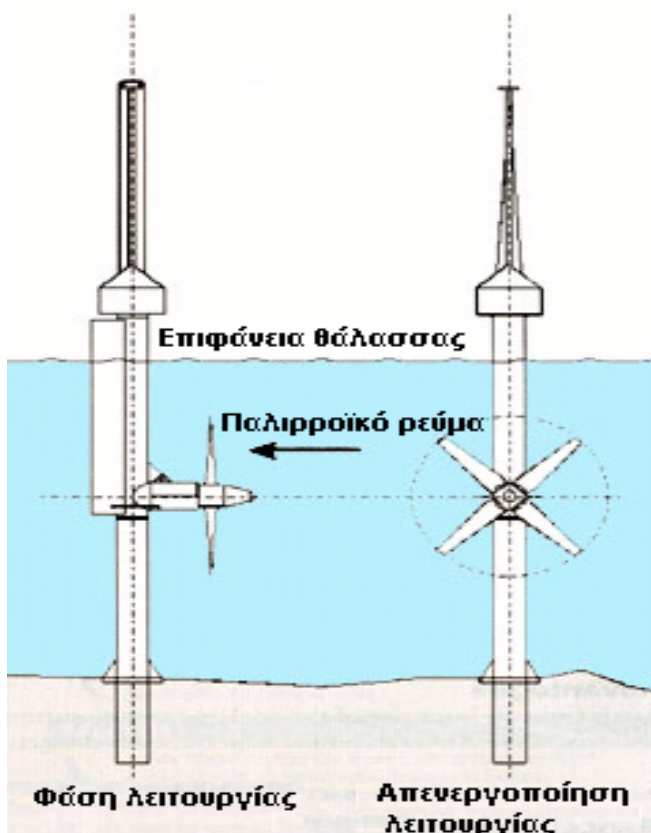
Ο τρόπος είναι απλός: Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι

τουλάχιστον 10 μέτρα. Σήμερα οι μικροί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το θαλασινό νερό βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο. Η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες μιας πόλης μέχρι και 240.000 κατοίκων.

Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε στον ποταμό La Rance στις ακτές της Βορειοδυτικής Γαλλίας το 1962. Ο τρόπος παραγωγής ηλεκτρισμού από τις παλίρροιες μοιάζει πολύ με αυτόν της υδροηλεκτρικής ενέργειας με τη διαφορά ότι το νερό κινείται σε δύο κατευθύνσεις, ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη στην κατασκευή γεννητριών.

Ενώ η παλιρροϊκή ενέργεια προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα, υπάρχουν ωστόσο σημαντικά περιβαλλοντικά μειονεκτήματα. Η κατασκευή δεξαμενών στις εκβολές ποταμών μπορεί να αυξήσει το ιζήμα και τη θολερότητα του νερού στη δεξαμενή. Επιπλέον, θα μπορούσε να έχει επιπτώσεις στη ναυσιπλοΐα και τον τουρισμό, αφού το βάθος της θαλάσσιας περιοχής θα μειωθεί λόγω αύξησης του ιζήματος. Πιθανόν το μεγαλύτερο πρόβλημα που θα μπορούσε να

δημιουργήσει μια τέτοια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι οι επιπτώσεις στην πανίδα και χλωρίδα της περιοχής. Προς το παρόν πολύ λίγες μονάδες είναι σε λειτουργία για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε όλες τις συνέπειες που έχουν στο περιβάλλον. (Πάπυρος Λαρούς)

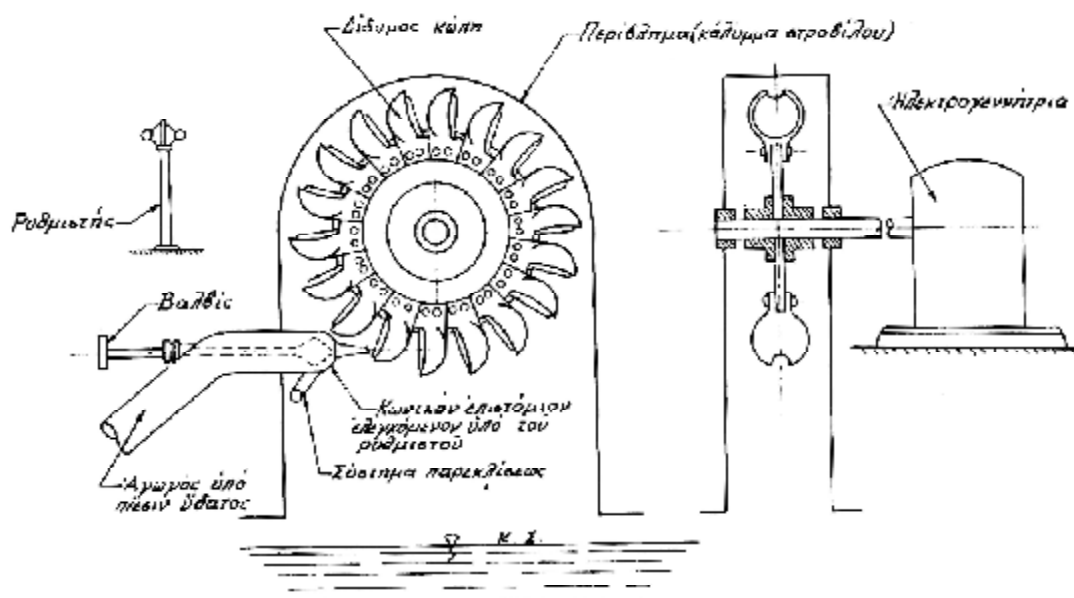


**Εικόνα 17** Σχηματική παράσταση εκμετάλλευσης του φαινομένου της παλίρροιας. (5dim-pyrgou.ilei.sch.gr)

Μία άλλη περίπτωση μετατροπής της δυναμικής ή κινητικής ενέργειας του νερού σε ηλεκτρική, είναι οι υδροστρόβιλοι οι οποίοι διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- Υδροστρόβιλοι δράσης (Pelton)
- Υδροστρόβιλοι αντίδρασης (Francis ή Kaplan)

**Υδροστρόβιλοι δράσης:** Διαθέτουν σταθερά πτερύγια ή ακροφύσια στα οποία οδηγείται το νερό, το οποίο στη συνέχεια χτυπά στα κινητά πτερύγια που βρίσκονται στην περιφέρεια ενός τροχού ο οποίος μετά από αυτό περιστρέφεται. Οι υδροστρόβιλοι δράσης χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου το νερό πέφτει από μεγάλο ύψος (30 έως 100 μέτρα) και η ποσότητά του είναι σχετικά μικρή. Ο βαθμός απόδοσής τους κυμαίνεται από 80 έως 90%. (Παπαντώνης Δ., 2009)



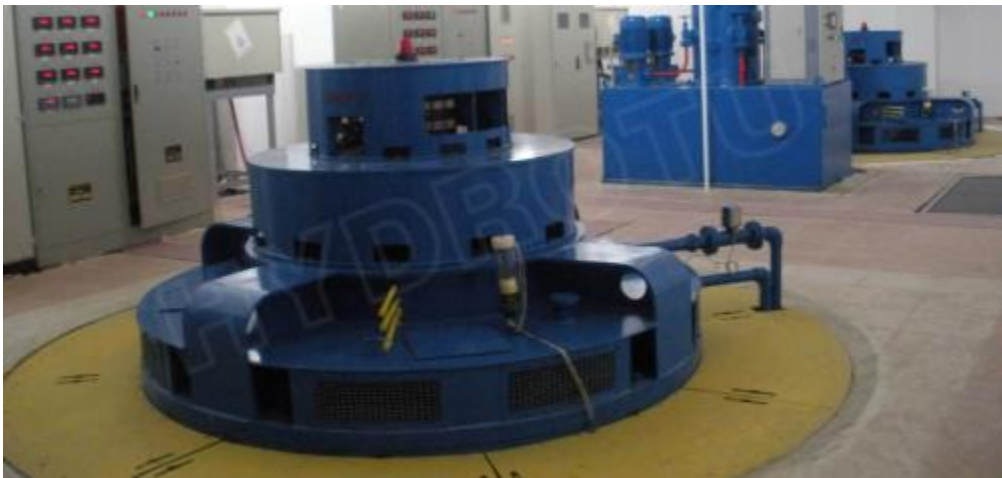
Εικόνα 18 Υδροστρόβιλος δράσης Pelton (users.sch.gr)

### 3.3 Αξιοποίηση Δυναμικής Ενέργειας για Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

Για την μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού σε ηλεκτρική, χρησιμοποιούνται κυρίως οι υδροστρόβιλοι αντίδρασης: Σε αυτούς του υδροστρόβιλους μόνο ένα μέρος της δυναμικής ενέργειας του νερού μετατρέπεται σε κινητική, ενώ το υπόλοιπο παραμένει σε μορφή δυναμικής ή πίεσης. Για αυτόν τον

λόγο αυτοί οι υδροστρόβιλοι μπορούν να λειτουργούν όταν το νερό ρέει ελεύθερα αλλά και όταν κατευθύνεται σε δεξαμενή που βρίσκεται σε μεγαλύτερο ύψος από τον υδροστρόβιλο. Κατασκευάζονται με κατακόρυφο άξονα ο οποίος εξασφαλίζει μικρότερο χώρο εγκατάστασης, ενώ δεν έχουν έδρανα κύλισης οπότε έχουν μεγαλύτερη δυνατότητα ρύθμισης των στροφών. (Παπαντώνης Δ., 2009). Οι δύο κύριες κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται είναι:

**Ελικοφόροι – Kaplan**, χρησιμοποιούνται σε μικρού ύψους υδατοπτώσεις, έως 30 μέτρα και με μεγάλη παροχή νερού.



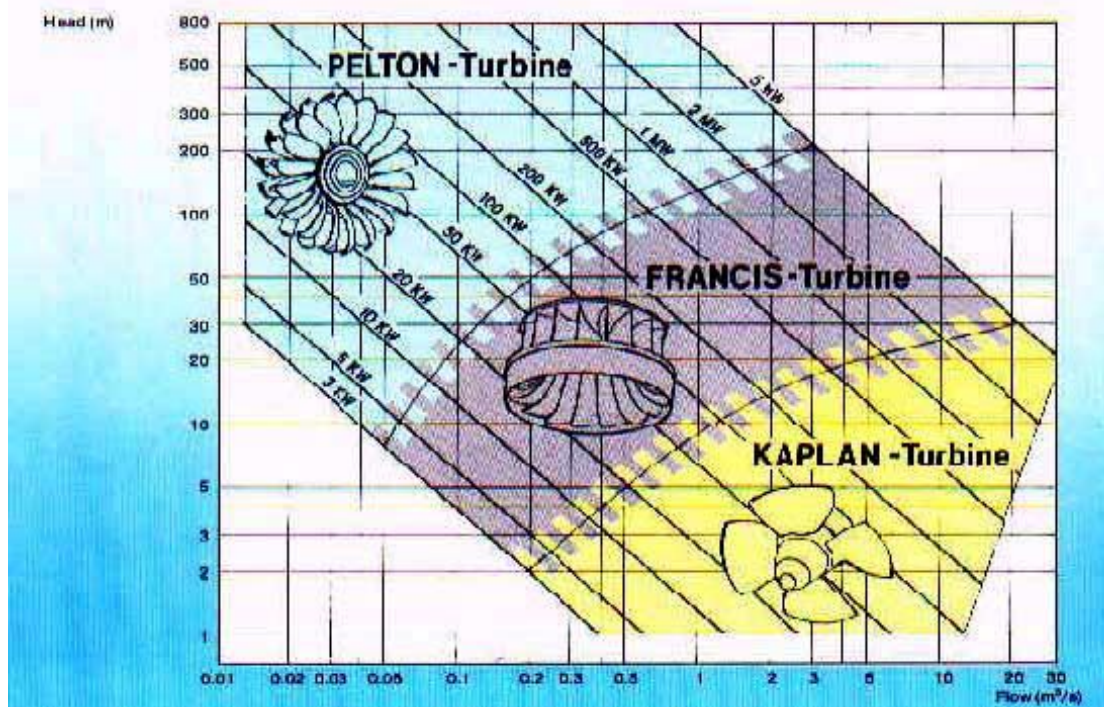
**Εικόνα 19** 100kW - υδροστρόβιλος Kaplan στροβίλων αντίδρασης 30000KW/στρόβιλος νερού Kaplan με τις σταθερές λεπίδες ή τις διευθετήσιμες λεπίδες (greek.hydrotu.com)

**Μη ελικοφόροι – Francis**, χρησιμοποιούνται σε μέσου ύψους υδατοπτώσεις, 30 έως 100 μέτρα και με μέση παροχή νερού.

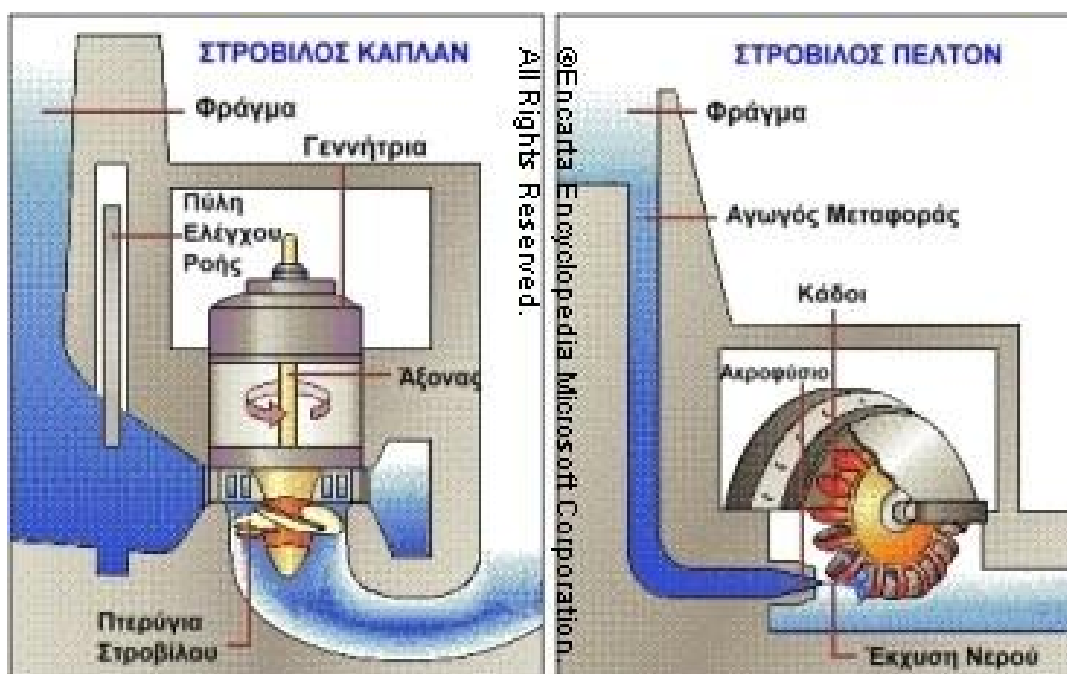


**Εικόνα 20** Οριζόντιος υδροστρόβιλος του Francis (greek.hydrotu.com)





**Εικόνα 21** Γραφική παράσταση των περιοχών λειτουργίας των υδροστροβίλων σε συνάρτηση με το ύψος και την παροχή. ([www.energotech.gr](http://www.energotech.gr))



**Εικόνα 22** Υδροηλεκτρικά εργοστάσια που χρησιμοποιούν στρόβιλο Κάπλαν (αριστερά) και στρόβιλο Πέλτον (δεξιά). ([anomvrida.wordpress.com](http://anomvrida.wordpress.com))

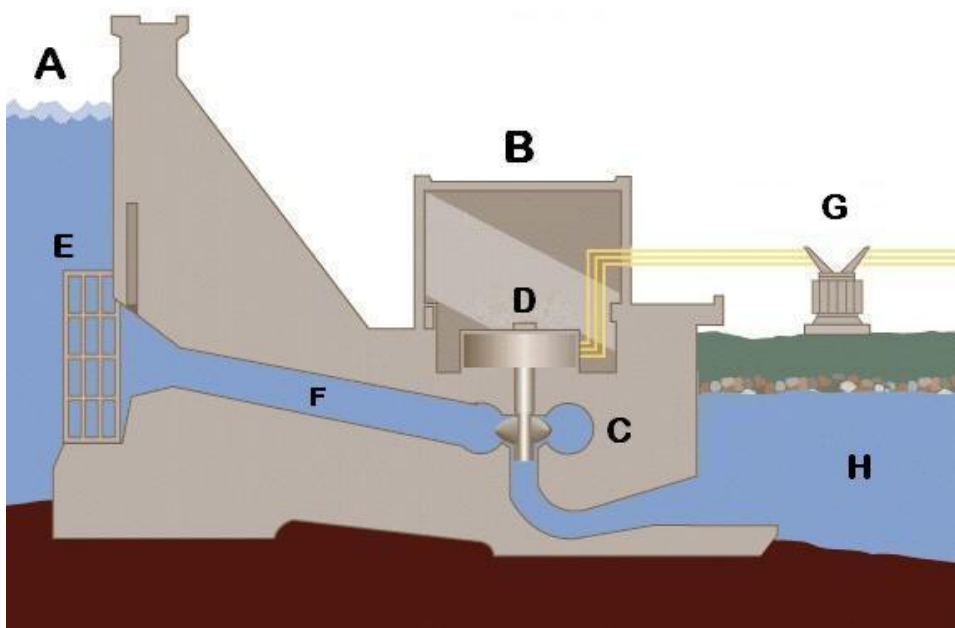
### 3.4 Παραγόμενη Ενέργεια από Υδροηλεκτρικό Σταθμό

Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί (ΥΗΣ) χαρακτηρίζονται ανάλογα με το αν το νερό προέρχεται από την συνεχή ροή ενός ποταμού (ΥΗΣ φυσικής ροής) ή από μια δεξαμενή σε σταθμούς φυσικής ροής ή σταθμούς δεξαμενής (ΥΗΣ δεξαμενής)

Στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς δεξαμενής κατατάσσονται και οι υδροαντλητικοί σταθμοί. Αυτοί χρησιμοποιούνται για την διευθέτηση ισχύος: Κατά τη διάρκεια της ημέρας αποθηκεύουν ενέργεια που παίρνουν από το δίκτυο σε περιόδους χαμηλής ζήτησης, π.χ. τη νύχτα και τη δίνουν πάλι στο δίκτυο σε περιόδους αιχμής, π.χ. το μεσημέρι.

Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής έχουν μεγάλο κόστος κατασκευής σε σύγκριση με θερμικούς σταθμούς (συνήθως διπλάσιο ή παραπάνω).

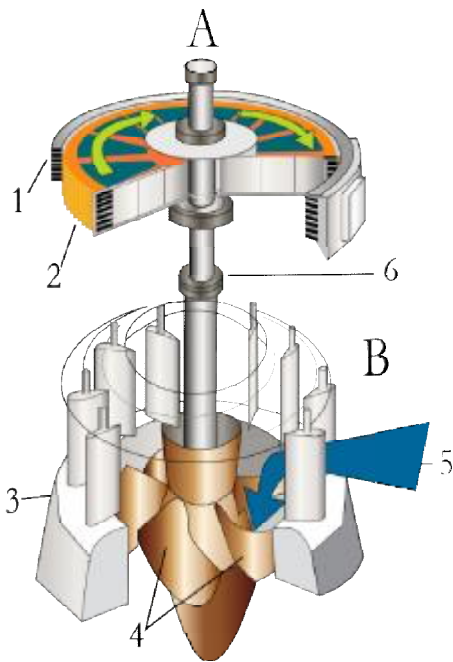
Η παραγωγή τους εξαρτάται από το πόσο νερό είναι διαθέσιμο, πράγμα που χαρακτηρίζεται με τον όρο υδραυλικότητα. Υπάρχουν δηλαδή, έτη με μεγάλη ή μικρή υδραυλικότητα.



**Εικόνα 23** Διάγραμμα υδροηλεκτρικού εργοστασίου. A: Ταμιευτήρας E: Υδατοφράκτης F: Υδατοαγωγός C: Τουρμπίνα D: Γεννήτρια E: Εγκατάσταση παραγωγής ισχύος G: Γραμμή μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας H: Συνέχεια ροής ποταμού (el.wikipedia.org)

Κύρια τμήματα ενός υδροηλεκτρικού έργου είναι το Φράγμα, ο Ταμιευτήρας, ο Εκχειλιστής ή Υπερχειλιστής, η Υδροληψία, οι Σήραγγες, ο Αγωγός Προσαγωγής / Απαγωγής του νερού, το Εργοστάσιο Παραγωγής, ο Υποσταθμός ανύψωσης τάσεως και οι Γραμμές μεταφοράς.

<b>Το Φράγμα</b>	Υπάρχουν πολλά είδη φραγμάτων και χωρίζονται ανάλογα το υλικό με το οποίο κατασκευάζονται (πέτρα, σκυρόδεμα, χώμα και άλλα υλικά). Επίσης, ανάλογα με το ύψος τους, διακρίνονται σε μεγάλα, μεσαία και μικρά.
<b>Ο Ταμιευτήρας</b>	Ο Ταμιευτήρας σχηματίζεται μετά την έμφραξη της σήραγγας εκτροπής. Η έκταση και η χωρητικότητά του εξαρτώνται από την μορφολογία της λεκάνης απορροής του ποταμού και από το ύψος του φράγματος.
<b>Ο Εκχειλιστής – Υπερχειλιστής – Εκκενωτής</b>	Ο Εκχειλιστής ή Υπερχειλιστής και ο Εκκενωτής είναι τα επιμέρους έργα ή τμήματα του φράγματος που εξασφαλίζουν την ασφάλειά του σε έκτακτες περιπτώσεις όπως είναι οι μεγάλες πλημμύρες ή κάποιο άλλο συμβάν που μπορεί να θέσει σε κίνδυνο ένα φράγμα (σεισμοί, γεωλογικά προβλήματα, κατολισθήσεις, κ.τ.λ.).
<b>Υδροληψία, Σήραγγες/Αγωγοί Προσαγωγής-Απαγωγής του νερού</b>	Είναι τα έργα που οδηγούν το νερό από τον ταμιευτήρα στο σταθμό παραγωγής και μετά την διέλευσή του από τις μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη κοίτη του ποταμού κατάντη ή στον επόμενο ταμιευτήρα (ανάλογα με την περίπτωση).
<b>Το Εργοστάσιο Παραγωγής</b>	Είναι το κτίριο που περιέχει τις μονάδες παραγωγής, τους πίνακες ελέγχου και τον βοηθητικό εξοπλισμό που χρειάζεται για την λειτουργία του. Μπορεί να είναι υπόγειος, υπαίθριος, ημιυπαίθριος.
<b>Ο Υποσταθμός Υψώσεως Τάσεως – Γραμμές Μεταφοράς</b>	Κοντά στο εργοστάσιο βρίσκεται ο υποσταθμός όπου υπάρχουν οι μετασχηματιστές ισχύος, διακόπτες, το κτίριο ελέγχου και άλλος βοηθητικός εξοπλισμός. Επίσης στον υποσταθμό είναι εγκατεστημένοι οι διακόπτες των γραμμών που μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια και αποτελούν τμήμα του εθνικού συστήματος μεταφοράς υψηλής τάσεως 150 KV και 380 KV.



**Εικόνα 24** Α: Γεννήτρια Β: Τουρμπίνα (1) Στάτορας (2) Ρότορας (3) θυρίδα (4) πτερύγια (5) Είσοδος ρέοντος νερού (6) Άξονας σύνδεσης τουρμπίνας – γεννήτριας (el.wikipedia.org)

Σαν λειτουργικά πλεονεκτήματα των ΥΗΣ μπορεί να αναφερθούν το ασήμαντο κόστος λειτουργίας, η γρήγορη και απλή διαδικασία εκκίνησης τους (απαιτούνται μόνο λίγα λεπτά), η ταχεία ρύθμιση ισχύος και το ότι δεν ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα.

Στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς μετατρέπεται η κινητική ή και δυναμική ενέργεια του τρεχούμενου νερού σε μηχανική ενέργεια μέσω ενός υδροστρόβιλου που λειτουργεί, σ' αυτή την περίπτωση, σαν μετατροπέας ενέργειας.

Η γεννήτρια, που είναι σε κοινό άξονα με τον υδροστρόβιλο, μετατρέπει την μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική.

Ανάλογα με την υψομετρική διαφορά του νερού που διεργάζονται τα εργοστάσια τα διακρίνουμε σε σταθμούς χαμηλής (0-20m), μέσης (20-100m) και υψηλής πίεσης (> 100m).

Οι υψομετρικές διαφορές είναι από μερικά μέτρα, π.χ. 3 m, μέχρι και 1500 m περίπου. Οι σταθμοί στη χώρα μας είναι υδροηλεκτρικοί σταθμοί δεξαμενής κατά κανόνα, ρυθμιζόμενοι στην ισχύ τους. Αυτοί, χρησιμοποιούν το νερό που είναι αποθηκευμένο σε μια δεξαμενή χωρητικότητας τάξης μεγέθους  $10^9 \text{ m}^3$ .

Στο εξωτερικό, σε μεγάλα ποτάμια (π.χ. Ρήνος), χρησιμοποιούνται και σταθμοί φυσικής ροής.

Η ηλεκτρική ισχύς που αποδίδεται από την γεννήτρια είναι η δυναμική ενέργεια του νερού επί ένα βαθμό απόδοσης που είναι το γινόμενο της απόδοσης των αγωγών  $\eta_{\alpha}=0,93$  έως  $0,99$ , του στροβίλου  $\eta_{\tau}=0,85$  έως  $0,94$  και της γεννήτριας  $\eta_{\gamma}=0,95$  έως  $0,99$ . Ο ολικός βαθμός της απόδοσης ενέργειας κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 0,75 και 0,92.



**Εικόνα 25** Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο στο Tucuruí Dam, Βραζιλία

([www.thessaliatv.gr](http://www.thessaliatv.gr))

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα των ΥΗΣ είναι, ότι η ισχύς τους ρυθμίζεται σε χρόνους πολύ σύντομους. Έτσι χρησιμοποιούνται σαν ρυθμιστικά εργοστάσια για την ρύθμιση ροής ισχύος στο δίκτυο εκεί, όπου απαιτούνται μικρές χρονικές σταθερές ρύθμισης.

Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται ο σταθμός του Καστρακίου για την ρύθμιση της ροής ισχύος μεταξύ Ελλάδας και Γιουγκοσλαβίας. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί ανήκουν στα μεγαλύτερα τεχνικά έργα. Συνδυάζουν, πολλές φορές, την παραγωγή ενέργειας και την άρδευση. Η πραγματοποίησή τους όμως είναι πολυδάπανη και μακροχρόνια.

Οι υδροστρόβιλοι εργάζονται αποδοτικά σε περιστροφικές ταχύτητες κάτω των 50 Hz (=300/min). Έτσι χρειάζεται μια προσαρμογή της ταχύτητας τους με την ταχύτητα του δικτύου που είναι 50 Hz. Αυτό γίνεται με κατάλληλη εκλογή του αριθμού των πόλων της γεννήτριας. Η αλλαγή της ταχύτητας με γρανάζια (κιβώτια μετατροπής ταχύτητας) είναι συνήθως μια τεχνικά ασύμφορη λύση.

Σε συνδυασμό με τους υδροηλεκτρικούς σταθμούς χρησιμοποιούνται οι όροι πρωτογενής και δευτερογενής ενέργεια. Πρωτογενής ενέργεια είναι εκείνη που ρυθμίζεται και μπορεί να προσαρμοσθεί στην κατανάλωση, π.χ. σε διάφορους σταθμούς δεξαμενής. Δευτερογενής ενέργεια είναι εκείνη που δεν μπορεί να προσαρμοσθεί στη ζήτηση, όπως π.χ. στα εργοστάσια φυσικής ροής. (Παπαδιάς Κ., 2011)

### 3.5 Η Εξέλιξη των Υδροηλεκτρικών Σταθμών στην Ελλάδα

Στη χώρα μας οι Υδροηλεκτρικοί σταθμοί καλύπτουν περίπου το 9% των αναγκών σε ηλεκτρικό ρεύμα, με μέση ετήσια παραγωγή τις 4.500 MWh. Η ενέργεια που παράγεται από αυτούς είναι οικολογικοί αφού οι ρύποι είναι ελάχιστοι. Άλλα θετικά στοιχεία των Υδροηλεκτρικών σταθμών είναι:

- Αντιπλημμυρική προστασία
- Αποθήκευση νερού στους ταμιευτήρες και χρησιμοποίηση αυτού σε περιόδους ανομβρίας
- Παροχή νερού για αρδεύσεις καλλιεργιών
- Παροχή νερού για ύδρευση πόλεων
- Παροχή νερού για την ψύξη βιομηχανικών μονάδων
- Οι ταμιευτήρες νερού προσφέρονται για αλιεία, περιβαλλοντολογική εκπαίδευση, ναυταθλητισμό, ποδηλασία και άλλες δραστηριότητες
- Κατασκευή δρόμων και άλλων υποδομών στις περιοχές που βρίσκονται Υδροηλεκτρικοί σταθμοί
- Οι ταμιευτήρες είναι ιδανικό περιβάλλον για πολλά ζώα και φυτά, αναβαθμίζουν το περιβάλλον και εξελίσσονται σε υδροβιότοπους μοναδικής ομορφιάς.



**Εικόνα 26** Ο Υδροηλεκτρικός σταθμός στη λίμνη Πλαστήρα (Πηγή: econews.gr)

Η κατασκευή των Υδροηλεκτρικών σταθμών τη χώρα μας ξεκίνησε το 1950 και μέχρι το 1975 είχαν κατασκευαστεί 8 μεγάλοι σταθμοί, συνολικής ισχύος 1.410 MW

**Πίνακας 3** Υδροηλεκτρικοί σταθμοί στην Ελλάδα μέχρι και το 1975

Άγρας	Καστράκι
Λάδων	Εδεσσαίος
Λούρος	Πολύφυτο
Ταυρωπός	Κρεμαστά

Στην συνέχεια από το 1976 μέχρι και σήμερα κατασκευάστηκαν άλλοι 12 Υδροηλεκτρικοί σταθμοί συνολικής ισχύος 1.630 MW

**Πίνακας 4** Νεότεροι υδροηλεκτρικοί σταθμοί στον Ελλαδικό χώρο

Πουρνάρι I & II	Στράτος I & II
Σφηκιά	Πηγές Αώου
Ασώματα	Πλατανόβρυση
Θησαυρός	Γκιώνα
Μακροχώρι	Αγ. Βαρβάρα

**Πίνακας 1** Οι Υδροηλεκτρικοί σταθμοί της ΔΕΗ σήμερα (πηγή: dei.gr)

Υδροηλεκτρικός Σταθμός	Παραγωγή σε MW
Συγκρότημα Αχελώου (Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος Γκιώνα, Γλάυκος)	925,6
Συγκρότημα Αλιάκμονα (Πολύφυτο, Σφηκιά, Ασώματα, Αγ. Βαρβάρα, Μακροχώρι, Βέρμιο, Άγρας, Εδεσσαίος)	880,2
Συγκρότημα Αράχθου (Αώος, Πουρνάρι I,II, Λούρος)	553,9
Συγκρότημα Νέστου (Θησαυρός, Πλατανόβρυση)	500
Ν. Πλαστήρα	129,9
Λάδωνα	70
Υπόλοιποι μικροί ΥΗΣ	1,3



Εικόνα 27 Οι Υδροηλεκτρικοί σταθμοί της ΔΕΗ σήμερα (πηγή: dei.gr)

### 3.6 Υδροηλεκτρικό Συγκρότημα Αχελώου

Το Υδροηλεκτρικό συγκρότημα του ποταμού Αχελώου αλλά και των παραποτάμων του αποτελεί το δεύτερο μεγαλύτερο σε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα με ετήσια παραγωγή τα 926,0 MW.



Πίνακας 5 Το Υδροηλεκτρικό συγκρότημα Αχελώου (πηγή: dei.gr)

Αχελώος	Ύψος φράγματος (m)	Ωφέλιμη περιεκτικότητα ταμιαευτήρα (m <sup>3</sup> )	Παραγόμενη ισχύς (MW)
<b>ΥΗΣ Κρεμαστών</b>	165	3300	437,2
<b>ΥΗΣ Καστρακίου</b>	96	53	320
<b>ΥΗΣ Στράτος Ι</b>	26	11	150
<b>ΥΗΣ Στράτος ΙΙ</b>			6,2
<b>Σύνολο</b>			913,4
<b>Παραπόταμοι Αλιάκμονα</b>			
Μικρός ΥΗΣ Γκιώνας			8,5
Μικρός ΥΗΣ Γλαύκου			4,1
<b>Σύνολο</b>			<b>12,6</b>
<b>Γενικό Σύνολο</b>			<b>926,0</b>

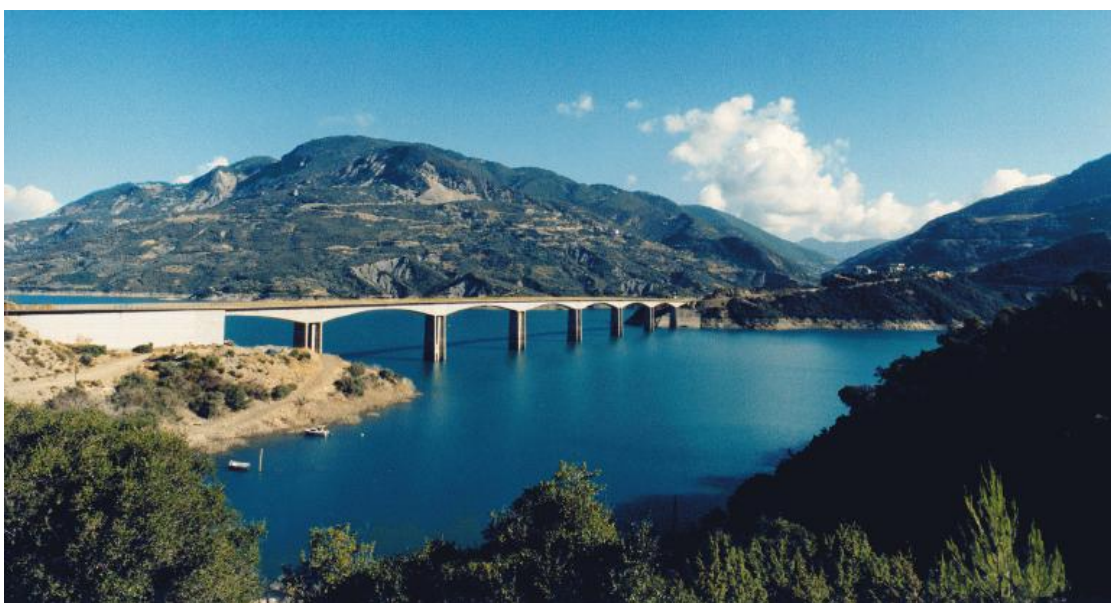


Εικόνα 28 Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Κρεμαστών, ο μεγαλύτερος υδροηλεκτρικός σταθμός της Ελλάδος

Το συγκρότημα βρίσκεται στην Δυτική Στερεά Ελλάδα στον Νομό Αιτωλοακαρνανίας, με σκοπό λειτουργίας την υδροηλεκτρική παραγωγή και την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής. Συγκεκριμένα ο Υδροηλεκτρικός σταθμός Κρεμαστών λειτουργεί από το 1966 και το χωμάτινο φράγμα του φτάνει τα 165 μέτρα ύψος.



**Εικόνα 29** Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Καστρακίου, με φράγμα ύψους 96 μέτρων ο οποίος λειτουργεί από το 1969



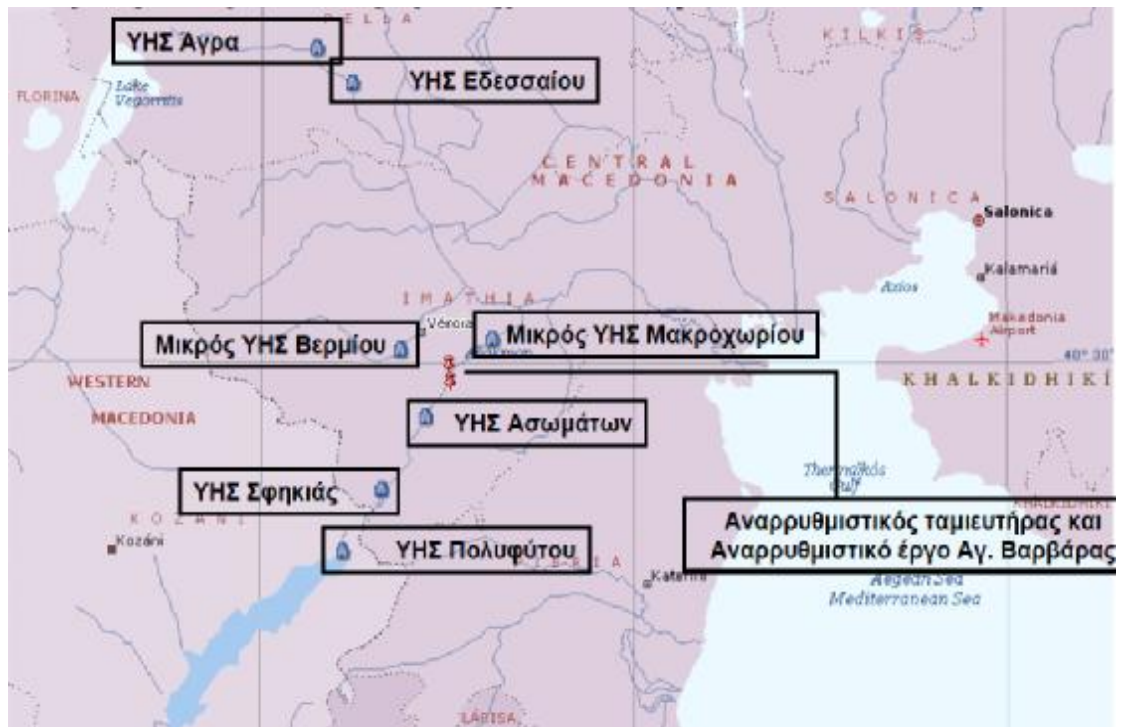
**Εικόνα 30** Ταμιευτήρας ΥΗΣ Κρεμαστών για την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής

### 3.7 Υδροηλεκτρικό Συγκρότημα Αλιάκμονα

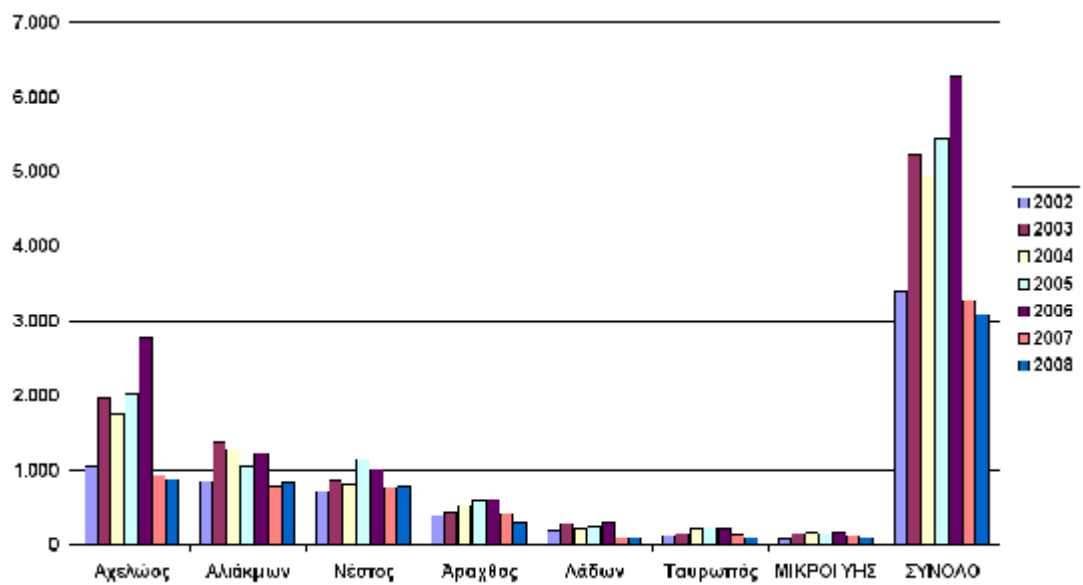
Το Υδροηλεκτρικό συγκρότημα του ποταμού Αλιάκμονα αλλά και των παραποτάμων του αποτελεί το δεύτερο μεγαλύτερο σε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα με ετήσια παραγωγή τα 880,2 MW. Το συγκρότημα περιλαμβάνει τους Υδροηλεκτρικούς σταθμούς του Πολυφύτου, της Σφηκιάς, των Ασωμάτων, της Αγ. Βαρβάρας, του Μακροχωρίου, του Βερμίου, του Άγρα και του Εδεσαίου.

**Πίνακας 2** Το Υδροηλεκτρικό συγκρότημα Αλιάκμονα (πηγή: dei.gr)

Αλιάκμονας	Ύψος φράγματος (m)	Ωφέλιμη περιεκτικότητα ταμιαιεντήρα (m <sup>3</sup> )	Παραγόμενη ισχύς (MW)
ΥΗΣ Πολυφύτου	112	1220	375
ΥΗΣ Σφηκιάς	82	18	315
ΥΗΣ Ασωμάτων	52	10	108
ΥΗΣ Αγ. Βαρβάρας			0,9
ΥΗΣ Μακροχωρίου			10,8
<b>Σύνολο</b>			<b>809,7</b>
<b>Παραπόταμοι Αλιάκμονα</b>			
ΥΗΣ Βερμίου			1,5
ΥΗΣ Άγρα			50
ΥΗΣ Εδεσαίου			19
<b>Σύνολο</b>			<b>70,5</b>
<b>Γενικό Σύνολο</b>			<b>880,2</b>



Εικόνα 31 Το Υδροηλεκτρικό συγκρότημα Αλιάκμονα (πηγή: ΑΡΓΥΡΑΚΗΣ Ι., 2009)



Εικόνα 32 Ετήσια υδροηλεκτρική παραγωγή ανα ποταμό (GWH)

### 3.7.1 Υδροηλεκτρικός Σταθμός Πολυφύτου

Βρίσκεται στον Νομό Κοζάνης στη Δυτική Μακεδονία και ξεκίνησε την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το 1974. Εκτός από την παραγωγή ρεύματος, χρησιμεύει για άρδευση, ύδρευση και αντιπλημμυρική προστασία. Διαθέτει τουρμπίνες τύπου Francis (3 x 125 MW) και ετήσια παραγωγή 420 GWH.



**Εικόνα 33** Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Πολυφύτου

Το φράγμα του εν λόγω σταθμού είναι λιθόρριπτο και έχει ύψος 112 μέτρα. Ο σκοπός λειτουργίας του σταθμού πέραν από την υδροηλεκτρική παραγωγή είναι και η άρδευση, ή ύδρευση και η αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής.

### 3.7.2 Υδροηλεκτρικός Σταθμός Σφηκιάς (αντλητικός)

Ο αντλητικός υδροηλεκτρικός σταθμός Σφηκιάς βρίσκεται στον Νομό Ημαθίας στην Κεντρική Μακεδονία και εγκαινιάστηκε το 1985. Διαθέτει τουρμπίνες τύπου Francis (pump<sup>14</sup>) 3 x 105 MW και παράγει σε ετήσια βάση 380 GWH (οι 200 από άντληση).



**Εικόνα 34** Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Σφηκιάς

Το φράγμα του εν λόγω σταθμού είναι λιθόρριπτο και έχει ύψος 82 μέτρα. Ο σκοπός λειτουργίας του σταθμού είναι αποκλειστικά η υδροηλεκτρική παραγωγή. Χαρακτηριστικό του σταθμού είναι η δυνατότητα άντλησης σε ώρες χαμηλού φορτίου με χαμηλό κόστος. Παράλληλα επιτυγχάνει απόδοση σε ώρες αιχμής, ενεργειακή επάρκεια σε υψηλή ζήτησης και τελικώς μείωση του κόστους παραγωγής.

---

<sup>14</sup> Αντληση

### 3.7.3 Υδροηλεκτρικός Σταθμός Ασωμάτων

Βρίσκεται στον Νομό Ημαθίας στην Κεντρική Μακεδονία και εγκαινιάστηκε το 1985. Διαθέτει τουρμπίνες τύπου Francis 2 x 54 MW και η ετήσια παραγωγή του είναι 130 GWH.



**Εικόνα 35** Το φράγμα του Υδροηλεκτρικού σταθμού Ασωμάτων (πηγή: kathimerini.gr)

### 3.7.4 Μικρός Υδροηλεκτρικός Σταθμός Μακροχωρίου

Βρίσκεται στον Νομό Ημαθίας στην Κεντρική Μακεδονία και εγκαινιάστηκε το 1992. Διαθέτει τουρμπίνες τύπου Kaplan tubular S 3 x 3,6 MW και η ετήσια παραγωγή του είναι 30 GWH.(ΑΡΓΥΡΑΚΗΣ Ι., 2009)



Εικόνα 36

Σε γενικότερο επίπεδο οι ΥΗΣ παράγουν «καθαρή», ανανεώσιμη Ενέργεια, συμβάλλοντας παράλληλα στην κάλυψη των Ενεργειακών αναγκών της χώρας.

Επιπρόσθετα παρέχουν Αντιπλημμυρική προστασία στα κατόντη και συμβάλλουν στην ανάπτυξη των περιοχών (αναψυχή, αλιεία, ναυταθλητισμός, κ.λ.π.) και στην αναβάθμιση του περιβάλλοντος.



### 3.5.3 Υδροηλεκτρικός Σταθμός Άγρας

Ο υδροηλεκτρικός σταθμός του Άγρα είναι ένας από τους τρεις μεγαλύτερους υδροηλεκτρικούς σταθμούς της Ελλάδας. Βρίσκεται κοντά στο χωριό Άγρα, της επαρχίας της Έδεσσας, από το οποίο πήρε και το όνομα του.

Η ισχύς του σταθμού είναι 50.000 κιλοβάτ, ενώ η δυναμικότητα του φτάνει το χρόνο τα 60 εκατομμύρια κιλοβατώρες.

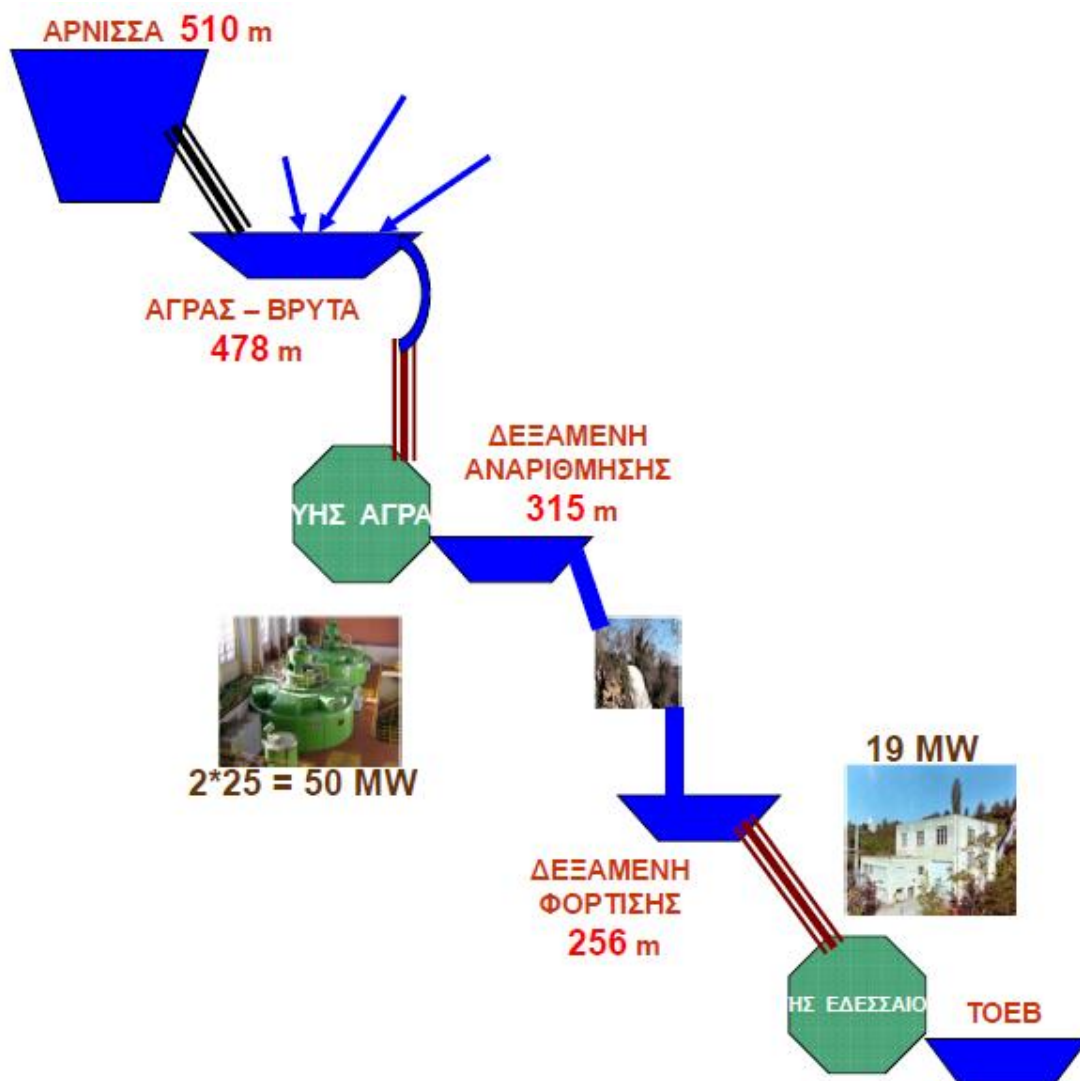


Ο σταθμός αυτός τέθηκε πρώτη φορά σε λειτουργία το 1954. Στο σημείο που αρχίζει η φυσική ροή του ποταμού Εδεσσαίου ή Βόδα (όπως αλλιώς είναι γνωστός), δηλαδή κοντά στο ανατολικό μέρος της λίμνης Νισίας, κατασκευάστηκε μεγάλο φράγμα εκτροπής του Εδεσσαίου ποταμού.



**Εικόνα 37** Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο του Άγρια ([dim-rizou.pel.sch.gr](http://dim-rizou.pel.sch.gr))

Από το φράγμα αυτό αρχίζει μια μεγάλη διώρυγα, που έχει μήκος 1480 μέτρα και που είναι στην ουσία και διώρυγα προσαγωγής της απαραίτητης ποσότητας νερού. Από εκεί τα νερά διοχετεύονται μέσα σε σήραγγα, που έχει μήκος 1669 μέτρα και καταλήγει στο θάλαμο της ισορροπίας ενώ από εκεί αρχίζει ένας μεγάλος χαλύβδινος αγωγός πτώσης, που οδηγεί το νερό στις τουρμπίνες του σταθμού.



**Εικόνα 38** Σχηματικό διάγραμμα διαχείρισης του νερού από την ΔΕΗ στην περιοχή της Έδεσσας

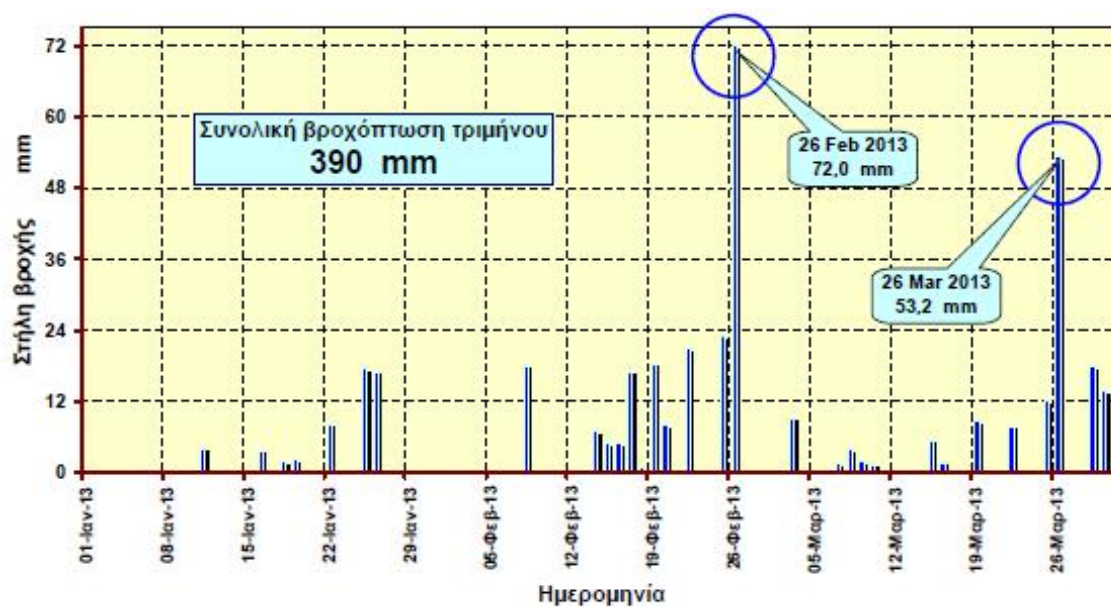
Επειδή τα νερά της Νισίας δεν ήταν αρκετά, για να εξασφαλίσουν τη λειτουργία του υδροηλεκτρικού σταθμού, ιδιαίτερα για τους καλοκαιρινούς μήνες, κατασκευάστηκε μια άλλη σήραγγα που συνδέει τη λίμνη Νίσια με τη λίμνη Βεγορίτιδα. Η σήραγγα αυτή, που έχει μήκος πάνω από έξι χιλιάδες μέτρα, διοχετεύει από τη λίμνη Βεγορίτιδα την απαραίτητη ποσότητα νερού στη λίμνη Νίσια.

Η σύνδεση αυτή έγινε δυνατή, γιατί η λίμνη Βεγορίτιδα βρίσκεται πιο ψηλά από τη Νίσια. Ένα μεγάλο μέρος από τα νερά, που πλεονάζουν από τη λίμνη Βεγορίτιδα, διοχετεύονται διαμέσου της σήραγγας στην παλιά κοίτη του ποταμού Εδεσσαίου και χρησιμοποιούνται για την άρδευση μεγάλων εκτάσεων στην περιοχή του νομού Πέλλης.

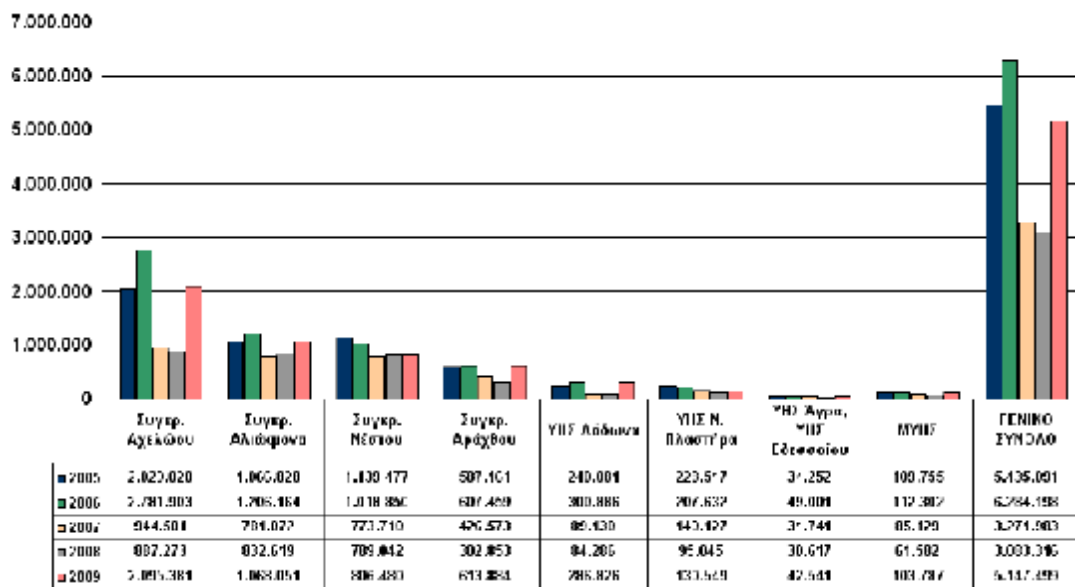


**Εικόνα 39** Το κέντρο λειτουργίας του υδροηλεκτρικού σταθμού του Άγρα  
(dim-rizou.pel.sch.gr)

Για την καλύτερη αξιοποίηση και εκμετάλλευση του Εδεσσαίου ποταμού αποφασίστηκε η κατασκευή ενός ακόμα υδροηλεκτρικού σταθμού στην πόλη της Έδεσσας στο σημείο που είναι οι γνωστοί καταρράχτες. (Θεοδοσίου Κ., 2010)



**Εικόνα 40** Βροχόπτωση στην περιοχή της Έδεσσας το 2013



Εικόνα 41 Ετήσια υδροηλεκτρική παραγωγή (MWh)

Στα χαρακτηριστικά των ΥΗΣ να προστεθούν τα εξής :

- Παραγωγή «καθαρής» και ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας, κάλυψη ενεργειακών απαιτήσεων στην αιχμή της ζήτησης, παροχή επικουρικών υπηρεσιών στο Διασυνδεδεμένο Δίκτυο
- Αντιπλημμυρική προστασία
- Ρύθμιση των εισροών μέσω των ταμιευτήρων και χρήση των νερών σε περιπτώσεις παρατεταμένης ανομβρίας
- Παροχή νερού για αρδεύσεις καλλιεργειών και ύδρευση πόλεων
- Παροχή νερού για ψύξη μονάδων Θερμοηλεκτρικών Σταθμών και άλλες βιομηχανικές χρήσεις
- Αλιεία, ναυαθλητισμός, αναψυχή, περιβαλλοντική εκπαίδευση, εναλλακτικός τουρισμός και άλλες δραστηριότητες στους ταμιευτήρες
- Κατασκευή δρόμων και δημιουργία σημαντικών υποδομών στις περιοχές όπου βρίσκονται
- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί προστατεύουν το περιβάλλον εξασφαλίζοντας οικολογική παροχή στις κοίτες των ποταμών. Οι ταμιευτήρες αποτελούν ιδανικό περιβάλλον επιβίωσης και ανάπτυξης πολλών ειδών χλωρίδας και πανίδας, αναβαθμίζουν αισθητικά το τοπίο και σε πολλές περιπτώσεις εξελίσσονται σε μοναδικής ομορφιάς υγροβιότοπους

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η έννοια της ανάπτυξης νοηματοδοτείται ποικιλοτρόπως, ανάλογα με τον τομέα στον οποίο αναφερόμαστε. Εν τούτοις η έννοια της αειφορικής ανάπτυξης – αειφορίας είναι στενά συνδεδεμένη με έννοιες, όπως η ευημερία, η κοινωνική δικαιοσύνη, η οικονομική ευημερία, η οικολογική προστασία.

Η βιωσιμότητα – αειφορία μιας δραστηριότητας αφορά στην μακροπρόθεσμη παράτασή της στο μέλλον· η βιωσιμότητα με την σημερινή έννοια του όρου αποτελεί μια πορεία, μια διαδικασία του ανθρώπου να διατηρηθεί στο πεπερασμένο οικοσύστημα της Γης.

Η τρέχουσα οικονομική, τεχνολογική και κοινωνική ανάπτυξη, έχει σαν αποτέλεσμα την αυξανόμενη ζήτηση, χρήση και εκμετάλλευση των ορυκτών και των φυσικών πόρων του πλανήτη μας. Κύριως εκφραστής αυτής της θεώρησης της ανάπτυξης της οικονομίας είναι οι τεχνολογίες αξιοποίησης των φυσικών πόρων του πλανήτη.

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των φυσικών πόρων., καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους, ανακινήθηκε μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1979, και παγιώθηκε κυρίως την τελευταία δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων και της αλλοίωσης της ποιότητας της ανθρώπινης ζωής από τη χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας.

Η οικοδομική και η κατασκευαστική δραστηριότητα, η βιομηχανία, η αεροναυπηγική, η αυτοκινητοβιομηχανία, η ναυπηγική, η επίλυση πολλών περιβαλλοντικών ζητημάτων, οι τηλεπικοινωνίες, οι τεχνολογίες των ΑΠΕ στηρίζονται κυρίως στους φυσικούς πόρους στη μεταποίησή τους και στην εκμετάλλευση των εξειδικευμένων φυσικοχημικών ιδιοτήτων ορισμένων ορυκτών.

Είναι φανερό ότι οι φυσικοί πόροι είναι απαραίτητη συνιστώσα για την βιωσιμότητα της οικονομικής ανάπτυξης και την ποιότητα ζωής, αλλά και ότι η διαθεσιμότητα τους είναι πολύτιμο αγαθό και ανεκτίμητη πλουτοπαραγωγική πηγή.

Ειδικότερα για τις Α.Π.Ε. χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (για θέρμανση), είτε μετατρέπομενες σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια). Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό απ' τις Α.Π.Ε. είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας.

Παράλληλα το αυξημένο κόστος των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά-κατασκευαστικά προβλήματα εφαρμογής, καθώς τα συμφέροντα που θίγονται (οικονομικά και πολιτικά) από την εισαγωγή των νέων μεθόδων εμπόδισαν την ανάπτυξη του τομέα κατά ένα μέρος. Ειδικά στην Ελλάδα, που έχει μορφολογία και κλίμα κατάλληλο για νέες ενεργειακές εφαρμογές, η εκμετάλλευση αυτού του ενεργειακού δυναμικού θα συντελούσε σημαντικά στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας.

Σε παγκόσμιο επίπεδο πολλές κυβερνήσεις αξιολόγησαν καλύτερα τα οφέλη των Α.Π.Ε., υποστηρίζοντας την αύξηση του μεριδίου των τελευταίων στην κάλυψη της ζήτησης με διάφορους τρόπους, οι οποίοι αποσκοπούν κυρίως στη μείωση του κόστους και την επίτευξη αυξημένης ελεγχιμότητας.

Το μειονέκτημα του κόστους περιορίζεται τις περισσότερες φορές με κάποια μορφή κρατικής επιχορήγησης, όπως για παράδειγμα η πίεση που ασκείται στις ηλεκτρικές εταιρείες να αγοράζουν από Α.Π.Ε. σε μία εγγυημένη τιμή που δε βασίζεται στην πραγματική τιμή της ενέργειας, αλλά η οποία υπολογίζεται έτσι ώστε η παραγωγική διαδικασία του σταθμού ανανεώσιμης πηγής ενέργειας να είναι κερδοφόρα. Διακανονισμοί σαν αυτόν θα οδηγήσουν σε μία γενική αύξηση της τιμής του ηλεκτρισμού, σαν αποτέλεσμα του οποίου όλοι οι καταναλωτές πληρώνουν το πρόσθετο κόστος του ηλεκτρισμού που παράγεται από Α.Π.Ε., εκτός εάν οι ηλεκτρικές εταιρείες είναι σε θέση να πουλήσουν αυτήν την ενέργεια σαν πράσινη ενέργεια σε μια έξτρα τιμή.

Όσον αφορά λοιπόν τις ανανεώσιμες παρουσιάζουν δυο βασικά χαρακτηριστικά. Πρώτον, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση, καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά τις Α.Π.Ε. ανεξάντλητες, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς τα αποθέματα της ανθρωπότητας σε ορυκτά καύσιμα και ουράνιο έχουν αρχίσει να εξαντλούνται. Δεύτερον, πρόκειται για "καθαρές" μορφές ενέργειας, πολύ φιλικές στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο



του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, σε αντίθεση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα.

Η Ελλάδα θεωρείται μία από τις Ευρωπαϊκές χώρες που διαθέτει αξιόλογο φυσικό πλούτο. Η μεγάλη ποικιλία των φυσικών πόρων (ΑΠΕ, ορυκτά μεταλλεύματα, κλπ.) που απαντώνται στον ελληνικό χώρο, η ποιότητα καθώς και η ποσότητα τους καθιστά την εκμετάλλευσή τους μια εξαιρετικά βιώσιμη δραστηριότητα. Η Ελλάδα ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 90 έχει δεσμευθεί για την προώθηση σχετικών θεσμικών διοικητικών και οργανωτικών μέτρων, καθώς και των ενεργειακά αποδοτικών και περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών. Η χώρα συμμετέχει σε συμφωνίες, διακηρύξεις και προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

- Παγκόσμια διάσκεψη Ρίο,
- Ευρωπαϊκά προγράμματα SAVE, THERMIE ALTENER
- Εθνικό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα ΕΝΕΡΓΕΙΑ του Υπουργείου Ανάπτυξης στα πλαίσια του Β κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης,
- Σχέδιο Δράσης του ΥΠΕΧΩΔΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2001,
- Κοινοτική Οδηγία 91/2002/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Το εμπλεκόμενο ανθρώπινο δυναμικό και η περιφερειακή ανάπτυξη είναι μια άλλη διάσταση που αξίζει να ληφθεί υπόψη. Στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών της χώρας υπολογίζεται ότι απασχολούνται άμεσα, με οποιαδήποτε σχέση εργασίας 20,000-23,300 εργαζόμενοι.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά την χρήση των Υδροηλεκτρικών σταθμών βοηθάει στην παραγωγή «καθαρής» και ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας, με την ταυτόχρονη παροχή άλλων υπηρεσιών στο δίκτυο. Τα φράγματα που κατασκευάζονται παρέχουν ανατιπλημμυρική προστασία στην περιοχή, ενώ μπορούν χρησιμοποιηθούν για αρδευτικούς και υδρευτικούς σκοπούς. Επιπλέον το νερό που βρίσκεται στους ταμιευτήρες μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ψύξη μεγάλων βιομηχανικών μονάδων. Η περιοχή δίπλα από τα φράγματα αναβαθμίζεται καλοπιστικά και μπορεί να φιλοξενήσει κάθε είδους δραστηριότητα αναψυχής ή αθλητισμού. Γύρω από τα φράγματα αναπτύσσεται η χλωρίδα και η πανίδα γεγονός που τα καθιστά ελκυστικό προορισμό για εναλλακτικό τουρισμό, περιβαλλοντική εκπαίδευση, αναψυχή, ναυταθλητισμό, αλιεία, ποδηλασία και άλλες δραστηριότητες. Η κατασκευή δρόμων και άλλων σημαντικών υποδομών στα σημεία που

κατασκευάζονται υδροηλεκτρικά εργοστάσια αποτελούν άλλο ένα θετικό από τη χρήση τους.

Συγκριτικά με τις άλλες τεχνολογίες οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (γαιανθράκων, πετρελαίου), που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας

Παράλληλα μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή, αθλητισμός.

Θα πρέπει βέβαια να αναφερθεί και στα συμπεράσματα πως το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής καθώς και η μεγάλη χρονική διάρκεια απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου, αποτελούν τροχοπέδη της ανάπτυξης τους. Συν τοις άλλοις η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα (ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών, αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και του τοπικού κλίματος, αύξηση σεισμικής επικινδυνότητας, κ.ά.), αποτελεί άλλη μια δυσκολία ανάπτυξης του τομέα.

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των Υδροηλεκτρικών Έργων της ΔΕΗ Α.Ε. ανέρχεται σε 3.060MW. (16 μεγάλοι και 8 μικροί σταθμοί), ενώ η συνολική μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας είναι περίπου 5000GWh.

Τα Υδροηλεκτρικά Έργα σήμερα κατατάσσονται σε τέσσερα (4) κυρίως Συγκροτήματα, σε δύο Ανεξάρτητα ΥΗΕ και σε άλλα μικρά.

□ *Συγκρότημα Αχελώου:*

(Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος I και II, Γκιώνα και Γλαύκος). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 925,6MW.

□ *Συγκρότημα Αλιάκμονα:*

(Πολύφυτο, Σφηκιά, Ανώματα, Μακροχώρι, Άγρας, Εδεσσαίος, Βέρμιο). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 879,3MW.

□ *Συγκρότημα Αράχθου:*

(Πηγές Αώου, Πουρνάρι I, Πουρνάρι II, Λούρος). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 553,9MW.

□ Συγκρότημα Νέστου:

(Θησαυρός, Πλατανόβρυση). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 500MW.

□ Ν. Πλαστήρας

Εγκατεστημένη Ισχύς 129,9MW.

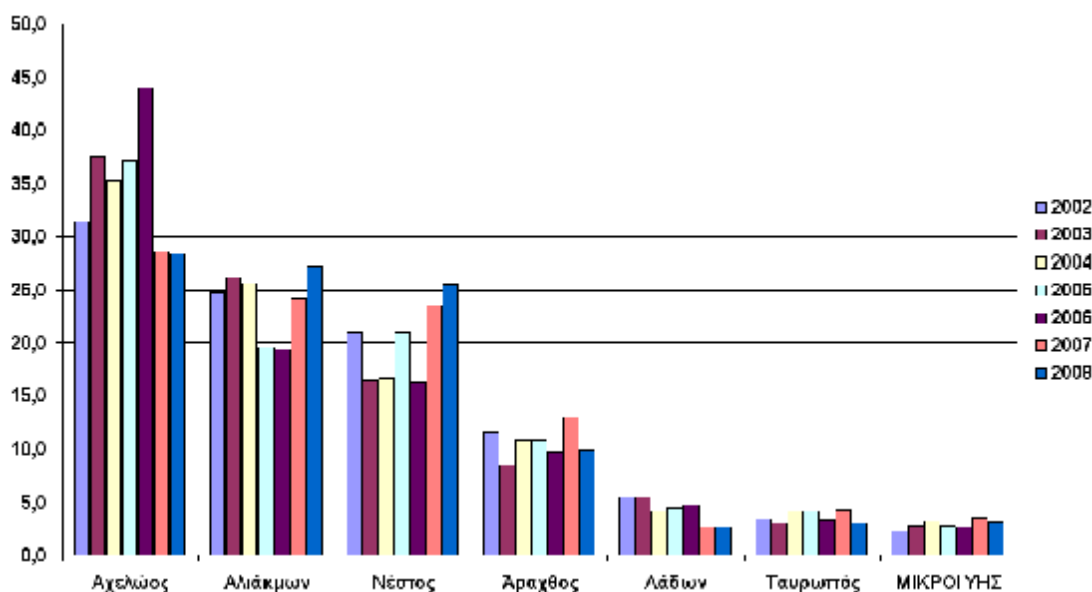
□ Λάδωνας

Εγκατεστημένη Ισχύς 70MW.

□ Λοιποί μικροί ΥΗΣ:

(Αγ. Ιωάννης Σερρών, Αγιά, Αλμυρός). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 1,3MW. Η Υδροηλεκτρική Ισχύς σήμερα των 3.060MW καλύπτει το 28% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος των Συμβατικών Σταθμών η οποία ανέρχεται σε 11.079MW. Η Μέση Ετήσια Υδροηλεκτρική Παραγωγή, ανάλογα με την υδραυλικότητα του έτους καλύπτει το 9÷10% της παραγωγής της ΔΕΗ. Πιο συγκεκριμένα σχετικά με την ενεργειακή συμβολή των υδροηλεκτρικών σταθμών προκύπτουν τα εξής :

- Κάλυψη αναγκών κατά Μ.Ο. 9% .
- Μέση Ετήσια Παραγωγή περίπου 4.500 MWh
- Ευελιξία-Ταχεία ένταξη: Φορτία Αιχμής, Επικουρικές Υπηρεσίες (ρύθμιση συχνότητας, τάσης κ.λ.π.)
- Πράσινη, οικολογική ενέργεια χωρίς ρύπους.



Εικόνα 42 Ποσοστά συμμετοχής ποταμού στο σύνολο της παραγωγής (%)

Παραγωγή Η/Ε 5.000 Gwh κατ' έτος αντιστοιχεί με εκπομπές 3-8 εκατ. περίπου τόνων διοξειδίου του άνθρακα, ανάλογα με τον τύπο καυσίμου(λιγνίτης - φυσικό αέριο). Η υποκατάσταση λοιπόν αυτής της Παραγωγής με Υδροηλεκτρική, εξοικονομεί τους παραπάνω ρύπους για το περιβάλλον. Εναλλακτικά το κόστος για την αγορά αντιστοίχων δικαιωμάτων ανέρχεται σε περίπου 45 έως 100 εκ €

**Πίνακας 6** Νερά που διατέθηκαν την βετία 2004-2009 για διάφορες χρήσεις

	Άρδευση <sup>15</sup>	Οικ. περιοχή	ύδρευση	Ψύξη ΑΗΣ	Σύνολο
2004	1132	598	127	64	1922
2005	1296	714	126	64	2201
2006	1080	643	128	64	1917
2007	1270	624	109	64	2068
2008	1087	1019	124	67	2296
2009	1159	916	122	65	2262
Μ.Ο,	1171	752	123	65	2111

Κλείνοντας τα συμπεράσματα της εργασίας θα θέλαμε να τονίσουμε πως η αειφόρος ανάπτυξη παραμένει η θεμελιώδης αρχή που μπορεί να ενσωματώσει τα ανθρώπινα δικαιώματα, την περιβαλλοντική προστασία και την οικονομική ανάπτυξη στην πορεία προς μια πράσινη οικονομία. Οι τρεις πυλώνες είναι αδιαίρετες και μπορεί να προχωρήσει μόνο εάν όλα συνυπάρχουν με ένα αλληλοενισχυόμενο τρόπο.

<sup>15</sup> 2.500.00 στρέμματα

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) **0031/2010 Οδηγία ΕΟΚ** Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων [Βιβλίο]. - 2010.
- 2) **Anderson M. A** Human Approaches to Environmental Protection Oxford, Clarendon Press [Book]. - 1996.
- 3) **Blog Σαρωνικού Β** Σαρωνίδα: Σύγχρονη Πόλη Σαρωνικού [Ηλεκτρονικό] // <http://polisonline.wordpress.com/tag>. - 2012.
- 4) **C.Nigel** Engineering Design Methods, Strategies for Product Design [Βιβλίο]. - UK : Wiley, 2000.
- 5) **DeutscheWelle D** Architecturbiennale Sao Paulo 2011 [Ηλεκτρονικό]. - 2.11.2011.
- 6) **Dr. A. Δημούδη D** Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων [Βιβλίο]. - Θράκη : Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης - Πολυτεχνική Σχολή - Τμήμα Μηχανολόγων Περιβάλλοντος - Εργαστήριο Περιβαλλοντικού και Ενεργειακού Σχεδιασμού, 2008.
- 7) **DW-WORLD.DE DeutscheWelle** Architecturbiennale Sao Paulo 2011 [Ηλεκτρονικό]. - 2.11.2011.
- 8) **European Construction Technology Platform E** Vision 2030 & Strategic Research Agenda – Focus Area Materials [Εργασία]. - 2005.
- 9) **Ghandhi S. G** International Human Rights Documents [Book]. - [s.l.] : Oxford University Press, 2010.
- 10) **Liew Richard** Theory and Analysis of Structures [Βιβλίο]. - 2003.

- 11) **Life Project L** Αειφόρος Κατασκευή στο Δημόσιο και Ιδιωτικό Τομέα μέσω της Ολοκληρωμένης Πολιτικής Προϊόντων - Προτάσεις Θεσμικών Ρυθμίσεων για την Προώθηση των Αειφόρων Κτιρίων σε Ελλάδα και Κύπρο [Βιβλίο]. - [s.l.] : Sustainable Construction, 2006.
- 12) **Life Πρόγραμμα** Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την Κατασκευαστική Δραστηριότητα σε Ελλάδα και Κύπρο [Βιβλίο]. - 2006.
- 13) **Masnbridge John** History of Architecture [Βιβλίο]. - 1996.
- 14) **Mees W. M** Understanding sustainability [Book Section] // Sustainable development and the future of cities, Centre for European Studies / book auth. Hamm Bernd, et. al.. - Trier, Germany : Universität Trier, 1992.
- 15) **Promoting Urban Sustainable Development in Local Authorities P** Leonardo da Vinci - Βιώσιμες Αστικές Κατασκευές [Βιβλίο]. - [s.l.] : Ajuntament de Sabadell, 2009.
- 16) **solar light energy systems s** Solar Light [Ηλεκτρονικό] // [www.solarlight.gr](http://www.solarlight.gr). - 2011.
- 17) **United Nations U** World Population Prospects, the 2000 Revision, [Book]. - New York : UN Population Division, Department of Economic and Social Affairs, 2001.
- 18) **US Geological Survey U** U.S. Geological Survey [Ηλεκτρονικό] // U.S. Geological Survey. - [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov).
- 19) **[www.emy.gr](http://www.emy.gr)** Ιστορικό Νοτιοανατολικής Αττικής [Βιβλίο]. - [s.l.] : Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία , 2012.
- 20) **[www.googlemap.gr](http://www.googlemap.gr)** Δήμος Σαρωνικού [Βιβλίο]. - 2012.
- 21) **[www.plugme.eu](http://www.plugme.eu)** Building Energy Management Systems (B.E.M.S.) [Ηλεκτρονικό]. - Intelen Group , 2008.

- 22) **Α. Ανδρεάδη Α** Κηποτεχνική Διαμόρφωση Δημοτικού Παιδικού Σταθμού Ανωγείων [Ενότητα βιβλίου]. - 2009.
- 23) **Α. Β. Γκίκα Α** Μοντελοποίηση Ηλεκτρονικών Μεταρτοπέων Ευρείας Χρησιμοποιούμενων σε Ανεμογεννήτριες Μεταβλητών Στροφών [Book]. - Αθήνα : Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2008.
- 24) **Α. Δημούδη Α** Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων [Book]. - Θράκη : Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης - Πολυτεχνική Σχολή - Τμήμα Μηχανολόγων Περιβάλλοντος - Εργαστήριο Περιβαλλοντικού και Ενεργειακού Σχεδιασμού, 2008.
- 25) **Α. Λύκου Α** Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα [Βιβλίο]. - Αθήνα : Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, 2009.
- 26) **Α. Ορλάνδος Α** Τα Υλικά δομής των αρχαίων Ελλήνων και οι τρόποι εφαρμογής αυτών, κατά τους συγγραφείς, τας επιγραφάς και τα μνημεία [Βιβλίο]. - Αθήνα, : [s.n.], 1995. - Τόμ. β' τόμος σελ 277.
- 27) **Α.Ρόκκου & Σ. Τσιούτρα** Σύγκριση Αιολικού Πάρκου & Πυρηνικού Σταθμού [Book]. - Θεσσαλονίκη : Α.Π.Θ. Τμήμα Ηλεκτρολόγων & Μηχανικών Υπολογιστών, 2010.
- 28) **ΑΡΓΥΡΑΚΗΣ Ι. Α** Εκμετάλλευση των Υδροηλεκτρικών Σταθμών ως Έργων Πολλαπλού Σκοπού [Βιβλίο]. - ΓΙΑΝΝΕΝΑ : ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ & Περιφερειακό Τμήμα Ηπείρου του ΤΕΕ, 2009.
- 29) **Γ. Θεοδωρίδης Γ** Ανάλυση και Βελτιστοποίηση Εφοδιαστικής Αλυσίδας Συλλογής Αστικών Στερεών Απορριμμάτων- Εφαρμογή στον Δήμο Κορυδαλλού [Βιβλίο]. - Αθήνα : Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, 2011.
- 30) **Γ. Λαββας** Επίτομη Ιστορία της Αρχιτεκτονικής [Βιβλίο]. - Θεσσαλονίκη : University Studio Press, 2002.

- 31) **Γ. Παπανδρέου Γ** Μελέτη Παραμέτρων Ανεμογεννήτριας και Εφαρμογή για Παράκτιο Αιολικό Πάρκο στη Λήμνο [Book]. - Αθήνα : Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, 2011.
- 32) **Γ.Αργυρόπουλος** Κίνητρα για την εξάπλωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: Ανάλυση και προτάσεις [Βιβλίο]. - [s.l.] : Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Φεβρουάριος 1992.
- 33) **Γ.Αργυρόπουλος** Η αξιοποίηση των ήπιων πηγών ενέργειας [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ελληνική Εταιρεία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης, 1990.
- 34) **Γ.Αργυρόπουλος** Κίνητρα για την εξάπλωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: Ανάλυση και προτάσεις [Book]. - [s.l.] : Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, 1992.
- 35) **Γεροντέλη Α.& Μιχαλίδου, Ε.** , Διάσκεψη Κορυφής Rio+20 (UNCSD) «Το μέλλον που θέλουμε» (The future we want) Μετά είκοσι έτη [Book]. - Αθήνα : Ε.Μ.ΠΜ, 2012.
- 36) **Δ. Μπαστάκη & Ε. Παπαδάκη** Αξιολόγηση Αιολικού Χάρτη της Κρήτης με στοιχεία Ανέμου από Αιολικά Πάρκα σε λειτουργία [Book]. - Κρήτη : Τ.Ε.Ι. Κρήτης, 2010.
- 37) **Δ. Τάσιος Δ** Πρόταση για μια Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Αστικών Στερεών Απορριμάτων στην Αχαΐα [Βιβλίο]. - Αθήνα : Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Ανάλυσης Σχεδιασμού & Ανάπτυξης Διεργασιών & Συστημάτων, Εργαστήριο Θερμοδυναμικής & Φαινομένων Μεταφοράς, 2010.
- 38) **Δανιήλ Γ.** Τοπογραφία II Σημειώσεις Μαθήματος [Βιβλίο]. - Καρπενήσι : Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λαμίας, 2010.
- 39) **Δήμος Σαρωνικού** [Ηλεκτρονικό] // [www.saronikocity.gr](http://www.saronikocity.gr). - 2011.
- 40) **Δημούδη Α.** Οικοδομικά υλικά [Βιβλίο]. - Ξάνθη : [s.n.], 2006.



- 41) **Δρ.Α. Γυπάκης** Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Ελέγχου [Ηλεκτρονικό] // [www.emaskorinthia.gr](http://www.emaskorinthia.gr). - Unique.Com, 2008.
- 42) **Ε. Κοντού Σ. Τατάκη** Μνημεία του Αρχαίου Ελληνικού Κόσμου [Βιβλίο]. - Αθήνα : [s.n.], 2010.
- 43) **Ε. Λάζαρη Ε** Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή Απόδοση και Κατευθύνσεις Εφαρμογής [Βιβλίο]. - Αθήνα : Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, 2002.
- 44) **Ε. Λάζαρη Ε** Ενέργεια και κτίριο στην Ελλάδα: Υφιστάμενη Κατάσταση, Τάσεις και Τεχνολογικές Προοπτικές [Βιβλίο]. - Αθήνα : Τμήμα Κτιρίων , Διεύθυνση Εξοικονόμησης Ενέργειας , Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ,, 2004.
- 45) **Ε. Μπάουμαν** Η Ελληνική Χλωρίδα [Βιβλίο]. - [s.l.] : Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσης, 2004.
- 46) **Ε. Τριάντου** Γεωμετρική τεκμηρίωση του Ι. Ν. Γέννησης του Χριστού – Διερεύνηση δυνατοτήτων του εικονογεωδαιτικού σταθμού GPT-7003i της TOPCON [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π., 2009.
- 47) **Ε.Κουρσάρη** Αθήνα και Αστική Διάχυση [Βιβλίο]. - Αθήνα : ΕΜΠ - Σχολή Αρχιτεκτόνων, 2008.
- 48) **Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία Ε**  
<http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE> [Ηλεκτρονικό]. - 2002.
- 49) **Επιτροπή Συντήρησης Μνημείων Επιδαύρου** Στοά Αβάτου Ασκληπιείου Επιδαύρου , Αργολίδα [Ηλεκτρονικό] // [www.yougles.com](http://www.yougles.com).
- 50) **Η. Ευθυμίουπουλος Η** Κτίριο και Περιβάλλον [Βιβλίο]. - Αθήνα : Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2005.

- 51) **Θ.Δ.Δαλάκογλου** Λίγα Λόγια για την Ιστορία της Αναβύσσου [Συνέδριο]. - Φώκαια Αττικής : [s.n.], 2000.
- 52) **Θεοδοσίου Κ. Παπαθεοδώρου Κ., Σελίδου Α.** , dim-rizou.pel.sch.gr [Ηλεκτρονικό] // Δημοτικό Σχολείο Ριζού. - 20 Οκτώβρης 2010. - [http://dim-rizou.pel.sch.gr/ekdromi\\_agra-amintaio.html](http://dim-rizou.pel.sch.gr/ekdromi_agra-amintaio.html).
- 53) **Κ. Ιακωβίδης Γ. Μαθιουδάκης, Μ.Μετινίδου** Ο ρόλος των Οργανισμών Τυποποίησης – ΕΛΟΤ: Ορισμοί και έννοιες – Αρχές – Αρμοδιότητες έκδοσης και έγκρισης [Εργασία]. - [s.l.] : ΤΕΕ, 2008.
- 54) **Κ. Τσίππρας & Θ. Τσίππρας Κ** Οικολογική Αρχιτεκτονική [Βιβλίο]. - [s.l.] : Εκδόσεις Κέδρος, 2005.
- 55) **Κ. Τσίππρας Κ** Θερμομόνωση (Σημαντικός παράγοντας στην Οικολογική Δόμηση) [Ηλεκτρονικό] // [www.building.gr](http://www.building.gr). - 2011.
- 56) **Κ. Χρυσομαλλίδου Ν. Θεοδοσίου Θ. Τσικαλουδάκ** Αειφόρος Ανάπτυξη Ελευθέρων Χώρων σε Αστικό Περιβάλλον [Βιβλίο]. - Θεσσαλονίκη : Α.Π.Θ., 2008.
- 57) **Κ.Α.Π.Ε. Κ** Σχέδιο Προεδρικού Διατάγματος για τη Θεσμοθέτηση του Σώματος Ενεργειακών Επιθεωρητών [Βιβλίο]. - Αθήνα : [s.n.], 2009.
- 58) **Καββαδίας Παναγής** Το ιερόν του Ασκληπιού εν Επιδαύρω και η θεραπεία των ασθενών [Βιβλίο]. - Αθήνα : [s.n.], 1900.
- 59) **Κεφαλογιάννη Ζ. Κ** Διαγενεακή Αλληλεγγύη και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση [Book]. - Ανώγεια Κρήτης : ΚΠΕ Ανωγείων, 2010.
- 60) **Κουτούπα Ευ. & Ρεγκάκου Ε. Κ** Δίκαιο του περιβάλλοντος [Book]. - Αθήνα-Θεσσαλονίκη : εκδ. Σάκκουλα, 2002.
- 61) **Λ. Βρανούσης** Ιστορικά και τοπογραφικά του μεσαιωνικού κάστρου των Ιωαννίνων [Βιβλίο]. - [s.l.] : Εταιρείας Ηπειρωτικών Μελετών, 1968.

- 62) **Λάζαρη Ε.** Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή Απόδοση και Κατευθύνσεις Εφαρμογής [Βιβλίο]. - Αθήνα : ΚΑΠΕ , 2002.
- 63) **Λάζαρη Ε.** Ενέργεια και κτίριο στην Ελλάδα: Υφιστάμενη Κατάσταση, Τάσεις και Τεχνολογικές Προοπτικές [Βιβλίο]. - Αθήνα : Τμήμα Κτιρίων , Διεύθυνση Εξοικονόμησης Ενέργειας , ΚΑΠΕ, , Οκτώβριος 2004.
- 64) **Μάλλιαρης Μ** Ενεργειακός Σχεδιασμός, Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες [Βιβλίο]. - [s.l.] : Παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1994.
- 65) **Μαντάλης Γ. Μ** Διεθνείς Οικονομικές Κρίσεις [Book]. - Ηράκλειο Κρήτης : [s.n.], 2010.
- 66) **Ν. Σιούτα & Λ. Γιαννακούλης Ν** Περιβάλλον, Κατασκευή, ΣΠΔ και Βιώσιμη Κατασκευή, Πρώτη Εφαρμογή του EMAS στην Κατασκευή της Ελλάδας [Βιβλίο]. - Αθήνα : ΑΚΤΩΡ Κατασκευαστική, 2010.
- 67) **Ν.Κ.Αξαρχή** Παρεμβάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Υπολογισμοί και συστήματα ελέγχου της απόδοσης. [Βιβλίο]. - Θεσσαλονίκη : Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ. σελ. 8 , 2007.
- 68) **Νομοθέτική Ρύθμιση Ν Φ.Ε.Κ. 125Δ/27-2-1998** [Βιβλίο].
- 69) **Νόμος 3661/2008 Ν** Μείωση Ενεργειακής Κατανάλωσης Κτιρίων [Βιβλίο]. - 2008.
- 70) **Π. Θωμά Π** Διαχείριση Στερεών Απορριμάτων στο Δήμο Πατρών [Βιβλίο]. - Αθήνα : Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, 2005.
- 71) **Π. Κωνσταντέλου Π** Χωροθέτηση Αιολικών Σταθμών στο Νομό Λακωνίας - Προβλήματα – Προοπτικές [Book]. - Αθήνα : Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο , 2009.

- 72) **Π. Πάτης** Κατασκευή Λειτουργία & Συντήρηση Πάρκων Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα. [Book]. - Κρήτη : ΤΕΙ Κρήτης , 2009.
- 73) **Παπαδιάς Κ. Ντελκής Κ., Κωνσταντίνος Β. ,** ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ [Βιβλίο]. - ΑΘΗΝΑ : ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ, 2011.
- 74) **Παπαντώνης Δ. Π** Υδροδυναμικές μηχανές, αντλίες - υδροστρόβιλοι, υδροδυναμικές μεταδόσεις [Βιβλίο]. - [s.l.] : Συμεών, 2009.
- 75) **Πάπυρος Λαρούς Π** Ενέργεια [Βιβλίο]. - [s.l.] : Εγκυκλοπαίδεια Πάπυρος Λαρούς, Μπριτάνικα. - Τόμ. Τόμος 23.
- 76) **Πρακτικά Ημερίδας Π** Εξοικονόμηση Ενέργειας [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ακαδημία Αθηνών - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2006.
- 77) **Πρόγραμμα Life Π** Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την Κατασκευαστική Δραστηριότητα σε Ελλάδα και Κύπρο [Βιβλίο]. - 2006.
- 78) **Σ. Δούβαλης** Ο ρόλος της φωτιάς στην ισορροπία δύο Μεσογειακών κωνοφόρων της *J. phoenicea* και της *P. halepensis* [Βιβλίο]. - Αθήνα : Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, 2009.
- 79) **Σ. Ταουλαντ** Μελέτη Ανάπτυξης Αιολικού Πάρκου στη Κρήτη [Book]. - Κρήτη : Τ.Ε.Ι. Κρήτης, 2010.
- 80) **Σ. Τσίμας Σ** Επιστήμη και Τεχνολογία Ασβέστη [Βιβλίο]. - Αθήνα : Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2007.
- 81) **Σιούτα Ν. Γιαννακούλης Α.** Περιβάλλον, Κατασκευή, ΣΠΔ και Βιώσιμη Κατασκευή, Πρώτη Εφαρμογή του EMAS στην Κατασκευή της Ελλάδας [Βιβλίο]. - [s.l.] : ΑΚΤΩΡ, 2010.

- 82) **Σκουλάς Γ. Σ** Το δικαίωμα του πολίτη στο περιβάλλον: η συνταγματική και νομική του διάσταση στην παιδεία και στον πολιτισμό [Book]. - ΑΘΗΝΑ : Το βήμα των κοινωνικών επιστημών, 2011.
- 83) **Τ.Ε.Ε. Τ** Αξιοποίηση Αστικών Στερεών Αποβλήτων απο την Ενεργειακή Σκοπιά και οι Προοπτικές Εφαρμογής στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας [Βιβλίο]. - Θεσσαλονίκη : Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 2010.
- 84) **Υ.Π.Ε.Κ.Α. Υ** Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων [Βιβλίο]. - Αθήνα : Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2011.
- 85) **Υπηρεσία Ενέργειας Υ** Οδηγός Θερμομόνωσης Κτιρίων [Book]. - Αθήνα : Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, 2010.
- 86) **Φλογαΐτη Ε. Φ** Εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία [Book]. - Αθήνα : [s.n.], 2006.
- 87) **Φραντζή Α. Φ** Ανθρώπινα δικαιώματα και εκπαίδευση [Book]. - ΑΘΗΝΑ : Επιστημονικό βήμα, 2006.
- 88) **Χρυσομαλλίδου Ν.** Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Παθητικά Ηλιακά Συστήματα [Βιβλίο]. - Αθήνα : Εργαστήριο Οικοδομικής και Δομικής Φυσικής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ., 2004.
- 89) **Χρυσομαλλίδου Ν.** Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Παθητικά Ηλιακά Συστήματα [Βιβλίο]. - Αθήνα : Εργαστήριο Οικοδομικής και Δομικής Φυσικής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ..
- 90) **Ψάλλα Λ.** Ενεργειακές Κατοικίες [Άρθρο] // ΒΗMagazino . - Ιούνιος 2011.

