



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΤΙΚΩΝ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΕΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

« Ατμοσφαιρική Ρύπανση  
&  
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας »

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΒΟΥΛΑΤΖΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ  
Α.Μ. : 11104

ΕΠΟΠΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Κα. ΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ

ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙ  
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2010



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

1.1. Περιβάλλον .....	1
1.2. Ατμοσφαιρική ρύπανση .....	1
1.3. Πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης .....	2
1.4. Επιπτώσεις ατμοσφαιρικής ρύπανσης .....	6
1.4.1. Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία .....	6
1.4.2. Επιπτώσεις στην πανίδα .....	7
1.4.3. Επιπτώσεις στην χλωρίδα .....	7
1.4.4. Μετεωρολογικές επιπτώσεις .....	8
1.5. Φαινόμενο θερμοκηπίου – Κλιματικές αλλαγές .....	9
1.6. Όξινη βροχή .....	12
1.6.1. Γενικά .....	12
1.6.2. Επιπτώσεις της όξινης βροχής στο περιβάλλον & στον άνθρωπο .....	14
1.6.3. Τρόποι αντιμετώπισης του φαινομένου .....	17
1.7. Τρύπα του όζοντος .....	18
1.7.1. Ορισμός .....	18
1.7.2. Πηγές που ενισχύουν το φαινόμενο .....	18
1.7.3. Επιπτώσεις του φαινομένου .....	19

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΕΝΕΡΓΕΙΑ

2.1. Τι είναι ενέργεια .....	22
2.2. Από πού προέρχεται η ενέργεια .....	22
2.3. Πηγές ενέργειας .....	23
2.3.1. Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας .....	23
2.3.2. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας .....	28

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1. Εισαγωγή .....	29
3.2. Ηλιακή ενέργεια .....	29
3.2.1. Συστήματα μετατροπής ηλιακής ενέργειας σε θερμότητα .....	29
3.2.2. Συστήματα μετατροπής ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική .....	31
3.2.2.1. Φωτοβολταϊκά συστήματα .....	32
3.2.2.2. Ηλιοθερμικά συστήματα .....	37
3.3. Ενέργεια ωκεανών και θαλασσών .....	40
3.4. Αιολική ενέργεια .....	41
3.4.1. Άνεμος .....	42
3.4.2. Ανεμογεννήτριες .....	43
3.4.3. Κριτήρια για την επιλογή θέσης εγκατάστασης αιολικών πάρκων .....	46
3.4.4. Πλεονεκτήματα αιολικής ενέργειας .....	47
3.4.5. Μειονεκτήματα αιολικής ενέργειας .....	48
3.4.6. Μύθοι και πραγματικότητα .....	49
3.5. Υδροηλεκτρικά συστήματα .....	51
3.5.1. Πώς λειτουργούν οι σταθμοί υδροηλεκτρικής παραγωγής ηλ.ρεύματος .....	52
3.5.2. Υδροηλεκτρικοί σταθμοί μεγάλης κλίμακας .....	54
3.5.3. Υδροηλεκτρικοί σταθμοί μικρής κλίμακας .....	54

3.6. Κυψέλες καυσίμων με χρήση υδρογόνου .....	56
3.7. Γεωθερμία .....	59
3.8. Αξιοποίηση βιομάζας .....	60
3.8.1. Ορισμός και πηγές βιομάζας .....	60
3.8.2. Προοπτικές βιομάζας στην εγχώρια αγορά .....	63
3.8.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης της βιομάζας .....	64
3.8.4. Δυνατότητες της βιομάζας .....	65
3.8.5. Πιλοτικά έργα βιομάζας στην Ελλάδα .....	66

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

4.1. Λόγοι για την δημιουργία κοινοτικής πολιτικής περιβάλλοντος.....	68
4.2. Το 6 <sup>ο</sup> Περιβαλλοντολογικό πρόγραμμα δράσης της Ε.Ε. 2002-2012.....	70
4.3. Η Ευρώπη στην περιβαλλοντική πρωτοπορία.....	71

#### ΕΠΙΛΟΓΟΣ

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γεγονός ότι στις μέρες μας, η μόλυνση του περιβάλλοντος αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που απασχολούν την ανθρωπότητα δεδομένου ότι η υπερεκμετάλλευσή του έχει οδηγήσει στην αλλοίωση της μορφής του καθώς και στη διαταραχή της ισορροπίας του με τον άνθρωπο. Μια πολύ σημαντική πλευρά της ρύπανσης του περιβάλλοντος αποτελεί η Ατμοσφαιρική Ρύπανση.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η καταγραφή του προβλήματος της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης καθώς και η παρουσίαση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ως μέτρο αντιμετώπισής του.

Αρχικά, γίνεται μια πρώτη προσέγγιση στις πηγές της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης καθώς και στις επιπτώσεις που αυτή έχει στην ανθρώπινη υγεία, στη χλωρίδα και πανίδα καθώς επίσης και στο κλίμα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, στην όξινη βροχή καθώς και στην Τρύπα του όζοντος, φαινόμενα τα οποία αποτελούν τις σημαντικότερες εκφάνσεις της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης.

Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στην ενέργεια δεδομένου ότι αυτή είναι στενά συνυφασμένη με κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα. Η συνεχής και αλόγιστη εκμετάλλευση των φυσικών καυσίμων (γαϊάνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) αφενός οδηγεί στην εξάντληση των αποθεμάτων τους και αφετέρου δρα καταλυτικά στην όξυνση της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης. Δεδομένου ότι οι ενεργειακές ανάγκες αυξάνονται, αποτελεί επιτακτική ανάγκη η εξεύρεση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την υποκατάσταση των καθιερωμένων συμβατικών ενεργειακών πηγών.

Έπειτα, ακολουθεί μία εκτενής αναφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η χρήση των οποίων δε ρυπαίνει το περιβάλλον. Συγκεκριμένα, αναλύονται οι εξής μορφές: η ηλιακή και αιολική ενέργεια, η ενέργεια ωκεανών και θαλασσών, τα υδροηλεκτρικά συστήματα, οι κυψέλες καυσίμων με χρήση υδρογόνου, η γεωθερμία καθώς και η αξιοποίηση της βιομάζας.

Τέλος, παρουσιάζεται η ανάγκη εφαρμογής κοινοτικής πολιτικής για την προστασία του περιβάλλοντος και επιπλέον υπογραμμίζεται η συμβολή της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην περιβαλλοντική πρωτοπορία.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Περιβάλλον

## 1.1. Περιβάλλον

Σύμφωνα με την επιστήμη της Οικολογίας, περιβάλλον ονομάζεται ο χώρος καθώς και όλοι οι παράγοντες που επιδρούν σε έναν οργανισμό και καθορίζουν την ανάπτυξη και την ύπαρξή του. Γενικότερα, το περιβάλλον είναι ο φυσικός κόσμος μέσα στον οποίο ζούμε. Ειδικότερα, το φυσικό περιβάλλον περιλαμβάνει όλους τους ζωντανούς οργανισμούς και την άβια ύλη που βρίσκονται με φυσικό τρόπο στη Γη. Υπό αυτή την άποψη, το φυσικό περιβάλλον δεν είναι αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων και διαφοροποιείται από το δομημένο περιβάλλον, στο οποίο συγκαταλέγονται οι γεωγραφικές περιοχές που δέχονται σημαντική επιρροή από τον άνθρωπο. Στο φυσικό περιβάλλον μπορούμε να κατατάξουμε πλήρεις οικολογικές μονάδες, τα οικοσυστήματα, αλλά και παγκόσμιους φυσικούς πόρους, όπως ο αέρας και το νερό.

Μετά τη βιομηχανική επανάσταση έχει παρατηρηθεί μεγάλη ανθρώπινη παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον, τόσο στα αστικά κέντρα όσο και στην ύπαιθρο, λόγω της τεχνολογικής εξέλιξης και της οικονομικής ανάπτυξης. Στις μεγάλες πόλεις συγκεντρώνεται ένας τεράστιος αριθμός ανθρώπων, σε μια πολύ μικρή όμως έκταση. Έτσι, οι δραστηριότητες των ανθρώπων αυτών αθροίζονται συνεχώς και φτάνουν σε τέτοιο σημείο που το φυσικό περιβάλλον δεν μπορεί να τις αντιμετωπίσει, με αποτέλεσμα την εμφάνιση οικολογικών προβλημάτων.<sup>1</sup>

## 1.2. Ατμοσφαιρική ρύπανση

Η γη είναι βυθισμένη σε ένα μίγμα αερίων που συγκρατούνται στην επιφάνειά της με τη δύναμη της βαρύτητας. Αυτά τα αέρια και οι συμπυκνωμένες σταγόνες νερού αποτελούν αυτό που ονομάζεται ατμόσφαιρα. Η ατμόσφαιρα της γης είναι μοναδική ανάμεσα στους πλανήτες του ηλιακού συστήματος και δίνει τη δυνατότητα της ύπαρξης της ζωής.

Ως ατμοσφαιρική ρύπανση ορίζεται η κάθε αλλαγή στη σύσταση της ατμόσφαιρας με την προσθήκη σωματιδίων, αερίων, χημικών ουσιών ή και μορφών ενέργειας όπως θερμότητα, ακτινοβολία ή θόρυβος, σε μεγάλες ποσότητες και για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η ρυπασμένη ατμόσφαιρα θέτει προβλήματα στον άνθρωπο είτε άμεσα, καθώς βλάπτει την υγεία του είτε έμμεσα, τα οποία είναι εξίσου σημαντικά. Η εξωτερική ρύπανση στις βιομηχανικές χώρες προέρχεται κυρίως από το οξείδιο του άνθρακα, το οξείδιο του αζώτου, το οξείδιο του θείου και τα πτητικά οργανικά

---

<sup>1</sup> <http://el.wikipedia.org>

συστατικά, από τα οποία τα κυριότερα είναι οι υδρογονάνθρακες και τα αιωρούμενα σωματίδια της ύλης (στερεά σωματίδια και σταγονίδια).

Η ρύπανση του αέρα άρχισε να αναπτύσσεται την εποχή της Βιομηχανικής Επανάστασης. Στις αναπτυγμένες χώρες οι περισσότεροι ρυπαντές προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων στα εργοστάσια και στα οχήματα. Στις πόλεις με μεγάλη κυκλοφοριακή κίνηση, τα οχήματα φέρουν την ευθύνη για την ατμοσφαιρική ρύπανση σε ποσοστό 80-88%. Η ρύπανση της ατμόσφαιρας, γνωστή και ως φωτοχημικό νέφος, είναι μίγμα ρυπαντών που σχηματίζονται όταν αλληλεπιδρούν λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας. Το φωτοχημικό νέφος είναι συνηθισμένο φαινόμενο σε πόλεις, όπου κυριαρχεί θερμό και ξηρό κλίμα, καθώς και μεγάλος αριθμός αυτοκινήτων. Όσο πιο ζεστή είναι μια μέρα, τόσο υψηλότερα είναι τα επίπεδα του όζοντος και άλλων συστατικών στο φωτοχημικό νέφος. Η συχνότητα του νέφους εξαρτάται από το τοπικό κλίμα και την τοπογραφία, τον πληθυσμό, τη βιομηχανική ανάπτυξη, τη χρήση καυσίμων και τη θερμότητα.<sup>2</sup>

### **1.3. Πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης**

---

Στη ρύπανση της ατμόσφαιρας εμπλέκονται τόσο οι ανθρώπινες δραστηριότητες όσο και οι φυσικές διεργασίες και έτσι ένας ρύπος μπορεί να έχει ανθρωπογενείς ή φυσικές πηγές. Αν και τα προγράμματα ελέγχου εστιάζονται στην ανθρωπογενή ρύπανση, η φύση μπορεί να παράγει ρύπους και προβλήματα ρύπανσης δημιουργώντας τοπικά ή παγκόσμια προβλήματα. Εκτός από τις εκρήξεις των ηφαιστείων και τις φωτιές των δασών που μπορεί να επιβαρύνουν ιδιαίτερα το περιβάλλον, φυσική ρύπανση μπορεί επίσης να προέλθει από την αποσύνθεση φυτών και ζώων, τη διάβρωση του εδάφους, τους σπόρους γύρης και μυκήτων, τους πτητικούς υδρογονάνθρακες που εκλύονται από τα φυτά κ.α.. Φυσικοί ρύποι που προέρχονται από βιολογικές διεργασίες ονομάζονται βιογενείς, ενώ αυτοί που προέρχονται από γεωλογικές διεργασίες ονομάζονται γεωγενείς.

Οι φυσικοί ρύποι μπορεί να θέσουν σοβαρό πρόβλημα ποιότητας του αέρα όταν ελευθερώνονται σε μεγάλες ποσότητες και ιδιαίτερα όταν η πηγή τους βρίσκεται κοντά σε κατοικημένες περιοχές. Με εξαίρεση γεγονότα όπως οι θύελλες σκόνης, οι φωτιές των δασών και οι εκρήξεις των ηφαιστείων, η ρύπανση φυσικής προέλευσης δεν είναι ιδιαίτερου κοινωνικού ενδιαφέροντος. Η φύση μπορεί να ρυπάνει περισσότερο απ' τον άνθρωπο, συνήθως όμως από τις εκλύσεις αυτές δεν προκαλούνται ιδιαίτερα προβλήματα στην υγεία κι ούτε απειλείται το επίπεδο ζωής του ανθρώπου για τους εξής λόγους:

- Οι περισσότερες από τις φυσικές πηγές είναι διάσπαρτες με αποτέλεσμα τα επίπεδα ρύπανσης που προκαλούν να είναι χαμηλά.
- Οι φυσικές πηγές είναι συνήθως μακριά από πυκνοκατοικημένες περιοχές με

---

<sup>2</sup> <http://www.scienceline.gr/environmentpollution.doc>

αποτέλεσμα την μικρή επίδραση των πηγών αυτών στα μεγάλα αστικά κέντρα.

- Οι κυριότερες πηγές φυσικής ρύπανσης, όπως οι φωτιές των δασών, οι εκρήξεις των ηφαιστειών και οι θύελλες σκόνης είναι παροδικά επεισόδια ρύπανσης.

Στα παραπάνω υπάρχουν εξαιρέσεις. Η έκλυση μεγάλων ποσοτήτων σκόνης από εκρήξεις ηφαιστειών έχει προκαλέσει σημαντικές αλλαγές του κλίματος με διάρκεια ακόμα και εκατοντάδων ετών, ενώ εικάζεται ότι η εξαφάνιση πολλών προϊστορικών ειδών οφείλεται στη σκόνη που δημιουργήθηκε από την πρόσκρουση μεγάλου μετεωρίτη.

Από την άλλη πλευρά, η ανθρωπογενής ρύπανση συμβάλει σημαντικά στη διατάραξη του φυσικού περιβάλλοντος και πλήθος αρνητικών επιπτώσεων προκύπτουν στην υγεία και στο επίπεδο ζωής του ανθρώπου. Από ιστορική άποψη η ρύπανση της ατμόσφαιρας έγινε πρόβλημα όταν ο άνθρωπος ανακάλυψε τη φωτιά. Για τους πολιτισμούς της Δυτικής Ευρώπης ο αποδεκατισμός των δασών και η εισαγωγή του κάρβουνου σαν πηγή καυσίμου τον 14<sup>ο</sup> αιώνα πρόσθεσε μία νέα διάσταση στο πρόβλημα της ρύπανσης. Οι εκπομπές ρυπογόνων ουσιών από την καύση ήταν έντονη και ο καπνός έγινε ένα κοινωνικό πρόβλημα.<sup>3</sup>

Αναλυτικότερα, ως κύριες πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης μπορούμε να θεωρήσουμε: (i) τα μέσα μεταφοράς, (ii) την οικιακή θέρμανση, (iii) τις διεργασίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, (iv) τις ανεπιθύμητες καύσεις και (v) τις βιομηχανικές καύσεις καυσίμων και γενικότερα τις υπόλοιπες βιομηχανικές εκπομπές. Είναι δύσκολο να καθοριστεί το ποσοστό ευθύνης που αναλογεί σε κάθε μια από αυτές τις πηγές. Μια χονδρική κατανομή θα χρέωνε την συνεισφορά όλων των τύπων μηχανών εσωτερικής καύσης για την κίνηση των αυτοκινήτων στο 60% της συνολικής ετήσιας εκπομπής. Οι γεννήτριες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνεισφέρουν κατά 10-15%, η οικιακή θέρμανση περίπου 10%, οι βιομηχανικές καύσεις και βιομηχανικές εκπομπές περίπου 20% και οι ανεπιθύμητες καύσεις περίπου 5%. Εφόσον η κοινωνία μας είναι εξελίξιμη, αυτά τα προσεγγιστικά ποσοστά δεν είναι σταθερά. Όσο κατασκευάζονται και πωλούνται περισσότερα αυτοκίνητα, η συνεισφορά της αυτοκίνησης στην ατμοσφαιρική ρύπανση θα αυξάνεται.

Σε αυτές τις κύριες κατηγορίες εκπομπών έρχεται να προστεθεί ένας μεγάλος αριθμός από άλλες μικρότερες, που ενώ δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές, εντούτοις συνεισφέρουν στο συνολικό πρόβλημα. Μερικές από αυτές τις εκπομπές που αξίζει να σημειωθούν είναι:

- Τα σωματίδια ύλης που εκτινάσσονται από τα λάστιχα των οχημάτων κατά την κίνηση αλλά κυρίως κατά την πέδηση.

---

<sup>3</sup> Οικονομόπουλος Π.Αλέξανδρος, «Ρύπανση και έλεγχος ρύπανσης αέρα», Πρόχειρες σημειώσεις, Χανιά 2000, Κεφάλαιο Α2: Ρύποι αέρα και ατμοσφαιρική χημεία.

- Τα οργανικά συστατικά στα αρώματα και σε άλλα καλλυντικά προϊόντα που αναδύουν μεν ευχάριστες οσμές αλλά ταυτόχρονα συνεισφέρουν, κατά ένα μικρό ποσοστό στην ατμοσφαιρική ρύπανση.
- Οι διαδικασίες κατασκευής δρόμων, οικοδομών και συγκροτημάτων συνεισφέρουν στην αύξηση των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα.
- Το κάπνισμα: τουλάχιστον το 50% των ανθρώπων καπνίζουν. Ο καπνός των τσιγάρων είναι σίγουρα μια πηγή μόλυνσης του αέρα ιδιαίτερα σε κλειστούς χώρους.
- Το υδρόθειο και οι υδρογονάνθρακες από φυσικές πηγές, καθώς και η χρήση των συνηθισμένων αεροζόλ για ψεκασμό εκτάσεων ή απλά για φρεσκάρισμα του αέρα στο σαλόνι μας, συμβάλει στο συνολικό πρόβλημα.
- Η αποσύνθεση της βλάστησης στα δάση, στα έλη, ακόμα και στην αυλή του σπιτιού συμβάλει στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Τόσο απλά πράγματα όπως η ναφθαλίνη που χρησιμοποιείται για την συντήρηση των ρούχων ή το βάδισμα στον δρόμο συνοδεύονται από εκπομπές ουσιών στην ατμόσφαιρα.
- Οι πτητικοί υδρογονάνθρακες που εξατμίζονται από την βενζίνη.

Μια κατηγοριοποίηση των ρύπων που εκπέμπονται καθημερινά στο περιβάλλον, με σκοπό την ευχερέστερη αξιολόγηση του συνολικού προβλήματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, είναι η ακόλουθη:

- Μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ )
- Οξείδια του θείου ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ) και ενώσεις που περιέχουν θείο ( $\text{OCS}$ ,  $\text{CH}_3\text{SCH}_3$ , κτλ.)
- Οξείδια του αζώτου ( $\text{N}_2\text{O}$  και  $\text{NO}_x$ :  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) και  $\text{NH}_3$
- Οργανικές ενώσεις που περιέχουν άνθρακα ( $\text{CH}_4$ , υδρογονάνθρακες και γενικότερα πτητικές οργανικές ενώσεις, VOCs)
- Σωματιδιακή ύλη

Οι ρύποι αυτοί χαρακτηρίζονται ως "πρωτογενείς" υπό την έννοια ότι έτσι ακριβώς εκπέμπονται από τις πηγές. Ωστόσο, υπάρχει και μια άλλη μεγάλη οικογένεια ρύπων, η οποία προκύπτει από διάφορες χημικές μεταβολές των πρωτογενών κατά την αλληλεπίδραση μεταξύ τους καθώς και με τις άλλες οντότητες της ατμόσφαιρας. Οι ρύποι αυτοί ονομάζονται "δευτερογενείς" και ένας χαρακτηριστικός τους αντιπρόσωπος είναι το  $\text{O}_3$  της τροπόσφαιρας.

Οι τρεις πρώτες κατηγορίες αφορούν συγκεκριμένους ρύπους, ενώ οι δύο τελευταίες περιλαμβάνουν ένα πολύ μεγάλο αριθμό διαφορετικών ενώσεων και υλικών. Στον Πίνακα 1.3-1 παρουσιάζονται οι πηγές των κυριότερων ρύπων.



**Πίνακας 1.3-1. Οι κυριότεροι ρύποι και οι πηγές τους.**

ΠΗΓΗ		ΡΥΠΟΣ (εκατομμύρια τόνοι/έτος)					
		CO	SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub>	NO, NO <sub>2</sub>	H/C	Σωματίδια	Σύνολα
<b>ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ:</b>	Αυτοκίνητο	67.3	0.3	7.0	12.7	0.7	88.0
	Άλλα	3.9	0.1	1.0	1.1	0.5	6.6
	<b>Σύνολο</b>	<b>71.2</b>	<b>0.4</b>	<b>8.0</b>	<b>13.8</b>	<b>1.2</b>	<b>94.6</b>
<b>ΚΑΥΣΕΙΣ:</b>	Παρ.Ηλεκτρικής Ενέργειας	0.1	14.0	3.5	0.1	2.3	19.9
	Βιομηχανία	0.3	5.5	3.1	0.6	3.0	12.0
	Οικιακή θέρμανση	1.3	1.8	0.5	0.7	0.4	4.6
	Άλλα	0.2	0.7	0.4		0.3	1.6
	<b>Σύνολο</b>	<b>1.9</b>	<b>22.0</b>	<b>7.5</b>		<b>6.0</b>	<b>38.1</b>
<b>Επεξεργασία Στερεών Αποβλήτων</b>		4.5	0.1	0.7	1.4	1.2	7.9
<b>Διάφορες κατεργασίες</b>		7.8	7.2	0.2	3.5	5.9	24.6
<b>Διάφορα</b>		1.2	0,6	0.2	4.2	0.4	6.6
<b>Σύνολα</b>		<b>86.6</b>	<b>30.3</b>	<b>16.6</b>	<b>23.6</b>	<b>14.6</b>	<b>172.8</b>

Από τον Πίνακα 1.3-1 συμπεραίνεται ότι το περισσότερο μονοξείδιο του άνθρακα παράγεται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης. Η μεγαλύτερη ποσότητα των οξειδίων του θείου (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>) προέρχεται από τις μονάδες παραγωγής ενέργειας και τις βιομηχανίες. Το μεγαλύτερο ποσοστό οξειδίων του αζώτου (NO<sub>2</sub>, NO) προέρχεται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης, ενώ η καύση καυσίμων κατέχει τη δεύτερη θέση. Το μεγαλύτερο ποσοστό σωματιδιακών εκπομπών και εκπομπών υδρογονανθράκων οφείλεται επίσης στις μηχανές εσωτερικής καύσης, αλλά μεγάλες εκπομπές παρατηρούνται και σε βιομηχανικές μονάδες. Η εκπομπή σωματιδίων είναι κυρίως συνδεδεμένη με χημικές βιομηχανίες και διεργασίες καύσης. Έχει υπολογιστεί ότι 200.000.000 kg μολύβδου εκπέμπονται ετησίως από τα αυτοκίνητα μόνο των ΗΠΑ στην ατμόσφαιρα.

Συμπερασματικά, αποτελεί επιτακτική ανάγκη η συνειδητοποίηση τόσο των βιομηχανικών όσο και των μη βιομηχανικών δραστηριοτήτων να προβούν σε ελαχιστοποίηση των εκπομπών ρύπων προκειμένου να επιτευχθεί η προστασία του περιβάλλοντος.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Γεντεκάκης Β. Ιωάννης, «Ατμοσφαιρική ρύπανση, Επιπτώσεις, Έλεγχος & Εναλλακτικές τεχνολογίες, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 1999, σελ: 19-22.

## 1.4. Επιπτώσεις ατμοσφαιρικής ρύπανσης

### 1.4.1. Επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία

Οι βλαβερές επιδράσεις των διαφόρων ρύπων στην ανθρώπινη υγεία, αλλά και γενικότερα στην εξέλιξη της ζωής είναι η ακόλουθη :

- **Το μονοξείδιο του άνθρακα** είναι ένας βέβαιος συντελεστής για καρδιακά προβλήματα. Σε ήπιες συγκεντρώσεις προκαλεί δημιουργία λιπαρού στρώματος στα αιμοφόρα αγγεία. Σε μεγαλύτερες, ακαριαία τον θάνατο. Η δράση του είναι προσθετική. Επιδρά στο κεντρικό νευρικό σύστημα ακόμα και σε συγκεντρώσεις της τάξης των λίγων ppm (~10ppm).

Το CO επιδρά στο κεντρικό νευρικό σύστημα ακόμα και σε συγκεντρώσεις της τάξης των λίγων ppm (~10ppm). Αυτό το επίπεδο αντιστοιχεί στο σχηματισμό περίπου 2% καρβοξυ-αιμοσφαιρίνης (κατεστραμμένης αιμοσφαιρίνης) στο κυκλοφοριακό σύστημα, μετά από παρατεταμένη έκθεση πάνω από οκτώ ώρες. Υπάρχουν στοιχεία ότι η κυκλοφορία του οξυγόνου στο αίμα επηρεάζεται όταν το επίπεδο της καρβοξυ-αιμοσφαιρίνης φτάσει περίπου το 5%, και αυτό προκαλείται όταν η συγκέντρωση του μονοξειδίου του άνθρακα στον αέρα είναι 30 ppm. Τα επίπεδα του μονοξειδίου του άνθρακα σε αστικές περιοχές συχνά φτάνουν τα 50 ppm και μπορεί να αυξηθούν μέχρι και 140 ppm για μικρό διάστημα σε περίπτωση έντονης κυκλοφοριακής δραστηριότητας. Το κάπνισμα μπορεί να δημιουργήσει πάνω από το 15% της καρβοξυ-αιμοσφαιρίνης στο αίμα. Τα πειράματα των εργαστηρίων έχουν δείξει ότι ζώα τα οποία τρέφονταν συνεχώς με τροφές πλούσιες σε χοληστερόλη ή εκτίθενται για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα σε υψηλά επίπεδα μονοξειδίου του άνθρακα, εμφάνισαν 2 και 1.5 φορές αντίστοιχα περισσότερη χοληστερίνη στην αορτή, σε σχέση με ζώα τα οποία τρέφονταν υγιεινά ή δεν εκτέθηκαν σε υψηλά επίπεδα μονοξειδίου του άνθρακα.

- **Το διοξείδιου του θείου** (υψηλές συγκεντρώσεις) είναι τοξικό για τον ανθρώπινο οργανισμό και μπορεί να προκαλέσει το θάνατο. Συνηθέστερες είναι οι περιπτώσεις σοβαρών αναπνευστικών νοσημάτων όπως το εμφύσημα. Τα άτομα μεγάλης ηλικίας είναι περισσότερο ευαίσθητα.
- **Τα οξείδια του αζώτου** είναι από τους κύριους συντελεστές στο σχηματισμό του φωτοχημικού νέφους εξαιτίας φωτοχημικών αντιδράσεων στην ατμόσφαιρα στις οποίες συμμετέχει. Τα τελευταία χρόνια επηρρίπτονται στα NO<sub>x</sub> (=NO + NO<sub>2</sub>) όλο και περισσότερες ευθύνες για

αλλοιώσεις του οργανισμού, και ως εκ τούτου ο έλεγχος τους γίνεται συνεχώς αυστηρότερος.

- **Οι υδρογονάνθρακες** είναι καρκινογόνοι και πρέπει να αποφεύγεται η με οποιονδήποτε τρόπο εισαγωγή τους στους ζώντες οργανισμούς είτε δια μέσου της αναπνοής είτε δια μέσου της τροφικής αλυσίδας.
- **Τα σωματίδια ύλης**, τα οποία είναι βλαβερά για το αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου και γενικότερα των ζώντων οργανισμών. Η άμεση τοξικότητα ή μη κάποιου σωματιδιακού ρύπου σχετίζεται με την πηγή προέλευσης του.

#### **1.4.2. Επιδράσεις στην πανίδα**

Οι συνηθισμένοι ρύποι έχουν αρνητικά αποτελέσματα και στα ζώα που έχουν παραπλήσια φυσιολογία με τον άνθρωπο. Μπορούμε να δεχτούμε αξιωματικά ότι τα ζώα που ζούν σε πυκνοκατοικημένες περιοχές έχουν πιο σύντομη ζωή από αυτά που ζουν μακριά από βιομηχανικές και πυκνοκατοικημένες περιοχές της Γης. Η ελάττωση του πληθυσμού ή ακόμη και η πλήρης εξαφάνιση διαφόρων άγριων ζώων και πουλιών, συνδέονται πολλές φορές με το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Ίσως η πιο επιβλαβής δραστηριότητα του ανθρώπου που σχετίζεται άμεσα με την επιβίωση των ζώων είναι η αδιάκριτη χρήση των θανατηφόρων εντομοκτόνων. Ακόμη και αν οι αέριοι ρύποι δεν απορροφηθούν άμεσα από τον δέκτη, εισέρχονται στον οργανισμό διαμέσου της τροφικής αλυσίδας εφόσον αυτοί θα επικαθίσουν στην βλάστηση ή θα απορροφηθούν από αυτήν. Η ατμοσφαιρική ρύπανση μολύνει ακόμη και τους υδάτινους ορίζοντες και μάλιστα σε πολύ μεγάλες αποστάσεις από τις πηγές της.

#### **1.4.3. Επιδράσεις στην χλωρίδα**

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερα στοιχεία έρχονται να αποδείξουν ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει και τη βλάστηση, τουλάχιστον στην ίδια έκταση που επηρεάζει τη ζωή των ανθρώπων και των ζώων. Η ατμοσφαιρική ρύπανση επιδρά στα φυτά με δύο τρόπους: Άμεσα, υπό την επίδραση κάποιου σοβαρού επεισοδίου ρύπανσης ή μακροπρόθεσμα εξαιτίας μακρόχρονης έκθεσης της χλωρίδας σε αυξημένα επίπεδα ρύπων. Η σταδιακή αλλαγή των κλιματολογικών παραγόντων, λόγω της ρύπανσης, επιφέρει τις δικές της επιδράσεις όπως τη μετατόπιση των εύκρατων ζωνών, τη δημιουργία παρατεταμένης ξηρασίας ή έντονων καταστροφικών βροχοπτώσεων, τους τυφώνες κλπ. Τα φυτά επηρεάζονται τόσο από πρωτογενείς (όπως αυτοί εκπέμπονται από την πηγή) ρύπους, όσο και από δευτερογενείς (προκύπτουν από διάφορες χημικές μεταβολές των πρωτογενών)

ρύπους. Βασικοί πρωτογενείς ρύποι που σχετίζονται με σοβαρές επιδράσεις στην γλωρίδα είναι το διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ ) και το υδροφθόριο (HF). Οι κυριότεροι δευτερογενείς ρύποι είναι το όζον ( $\text{O}_3$ ) και το νιτρικό υπεροξείδιο του αζώτου,  $\text{CH}_3\text{COO}_2\text{NO}_2$  (PAN). Η ζημία που προκαλείται από το διοξείδιο του θείου στα φυτά ή δέντρα, μπορεί να είναι οξεία (άμεση) ή χρόνια. Οξεία ζημία συμβαίνει όταν ο ρύπος απορροφάται από το φυτό με γρήγορο ρυθμό και χρόνια όταν το φυτό μένει εκτεθειμένο για μεγάλο διάστημα σε χαμηλά επίπεδα του ρύπου. Η βλάστηση επηρεάζεται όταν τα επίπεδα του διοξειδίου του θείου υπερβούν τα 0,5 ppm.

Το φθόριο, το οποίο προέρχεται από διάφορες πηγές, αλλά κυρίως από την παρασκευή φθοριούχων λιπασμάτων και την βιομηχανία αλουμινίου, έχει προσθετικού τύπου καταστρεπτικά αποτελέσματα στα φυτά. Το φθόριο στην ατμόσφαιρα βρίσκεται συνήθως με τη μορφή υδροφθορίου (HF) ή τετραφθοριούχου πυριτίου ( $\text{SiF}_4$ ) και αυτό απορροφάται αμέσως από τα φύλλα του φυτού προκαλώντας το νέκρωμα των ιστών των φύλλων. Το πρόβλημα με το φθόριο είναι ότι ακόμα και συγκεντρώσεις πολύ μικρότερες των 0,5 ppm μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες.

Το όζον της τροπόσφαιρας είναι ένας τυπικός δευτερογενής ρύπος. Το όζον πλήττει τα φυτά τόσο έντονα όσο και το διοξείδιο του θείου. Τα κωνοφόρα δέντρα είναι ιδιαίτερα επιρρεπή στις επιδράσεις του όζοντος, εφόσον συγκεντρώσεις ακόμα και κάτω από 0,5 ppm προκαλούν αλλοιώσεις.

Ο άλλος δευτερογενής ρύπος, το νιτρικό υπεροξείδιο του αζώτου (PAN), είναι ένα μέλος μιας σειράς ενώσεων οι οποίες παράγονται αρχικά από αντιδράσεις μη κορεσμένων υδρογονανθράκων με οξειδία του αζώτου παρουσία φωτός. Συγκεντρώσεις PAN ~0,2ppm και χρόνος έκθεσης μερικών ωρών είναι ικανοί παράγοντες για πρόκληση έντονης ζημιάς στη βλάστηση.

#### **1.4.4. Μετεωρολογικές επιδράσεις**

Ίσως ένα από τα πλέον ενδιαφέροντα θέματα που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η επίδραση της στις κλιματολογικές συνθήκες. Μακρόχρονες προσεκτικές παρατηρήσεις αποδεικνύουν το γεγονός τέτοιων εκτεταμένων μετεωρολογικών επιδράσεων. Η βροχή, το χαλάζι και το χιόνι είναι αποτέλεσμα υγροποίησης και κρυστάλλωσης υδρατμών πάνω σε πυρήνες μικροσωματιδιακής ύλης. Αυξανόμενης, λοιπόν, της μόλυνσης του αέρα από σωματιδιακούς ρύπους, κυρίως στις αστικές περιοχές, προκαλείται σημαντική αύξηση των βροχοπτώσεων στις περιοχές αυτές. Έχει αποδειχθεί ότι υπερβολική επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με σωματιδιακή ύλη μπορεί να προκαλέσει και τα ακριβώς αντίθετα αποτελέσματα. Φαινόμενα, δηλαδή, λειψυδρίας. Πυκνές ομίχλες αλλά και βίαιες καταιγίδες καθώς και θύελλες είναι άμεσα συνδεδεμένες σε πολλές

περιοχές με την ατμοσφαιρική ρύπανση. Σε αστικές περιοχές μια παρατηρούμενη σημαντική επαύξηση της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας (μέχρι και 5°C) έχει αποδοθεί στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Το νέφος των ρύπων δρα σαν "κουβέρτα" πάνω από μια πόλη. Παράλληλα έχουμε και μια σοβαρή μείωση της ηλιοφάνειας σε αυτές τις περιοχές.

Ένα από τα πιο εκτεταμένα προβλήματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, σε επίπεδο πλανήτη, που σχετίζεται με την τροποποίηση του παγκόσμιου κλίματος είναι και το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Greenhouse ή Global Warming). Το φαινόμενο αυτό ενδέχεται να αποτελέσει μελλοντικά ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα της ανθρωπότητας και γενικότερα της διατήρησης της ζωής πάνω σ' αυτόν τον πλανήτη, αν δεν ληφθούν απαραίτητα μέτρα.<sup>5</sup>

### **1.5. Φαινόμενο θερμοκηπίου – Κλιματικές αλλαγές**

---

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου διέπεται από ορισμένα αέρια της ατμόσφαιρας τα οποία επιτρέπουν την διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας προς την Γη, ενώ παράλληλα παρεμποδίζουν και επανακλούν προς το έδαφος, ένα μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας που ανακλάται από την επιφάνεια της Γης. Αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου είναι να διατηρείται η θερμοκρασία του πλανήτη σε υψηλά επίπεδα. Τα αέρια αυτά, δηλαδή, δρουν με ένα ακριβώς ανάλογο τρόπο με αυτόν που δρα η διαφανής πλαστική επένδυση των θερμοκηπίων ή τα τζάμια ενός αυτοκινήτου που προκαλούν το καλοκαίρι υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου.

Με άλλα λόγια το στρώμα αυτό των αερίων είναι "διαφανές" (διαπερατό) από την ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος και ημι-διαφανές (σχεδόν αδιαπέραστο) από την ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος (προς το ερυθρό του φάσματος) που επανεκπέμπει η Γη. Χωρίς αυτόν το μηχανισμό η θερμοκρασία της Γης θα ήταν κατά 35°C χαμηλότερη, δηλαδή περίπου -20°C αντί για +15°C που είναι σήμερα και η ύπαρξη ζωής θα ήταν αδύνατη, τουλάχιστον στην μορφή που την γνωρίζουμε σήμερα.

Ωστόσο η ενίσχυση αυτή του φαινομένου του θερμοκηπίου σε συνδυασμό με άλλες καταστρεπτικές παρεμβάσεις του ανθρώπου στον πλανήτη που τον φιλοξενεί, συνιστά κίνδυνο ανατροπής της φυσικής οικολογικής ισορροπίας.

Οι παράγοντες που ενισχύουν το φαινόμενο είναι οι πυρκαγιές των δασών, τα καυσαέρια των οχημάτων και των βιομηχανιών και η αλόγιστη καύση πετρελαίου και

---

<sup>5</sup> Γεντεκάκης Β. Ιωάννης, «Ατμοσφαιρική ρύπανση, Επιπτώσεις, Έλεγχος & Εναλλακτικές τεχνολογίες, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 1999, σελ: 22-29.

άνθρακα στις βιομηχανικές χώρες που συσσωρεύουν κυρίως διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Όλα αυτά συμβάλλουν στην εκδήλωση του γνωστού ως «Πρόβλημα Παγκόσμιας Θέρμανσης». Πολλοί επιστήμονες πιστεύουν ότι μέχρι το τέλος του αιώνα η θερμοκρασία του πλανήτη μπορεί να αυξηθεί κατά 1-4 βαθμούς Κελσίου εξαιτίας των ανθρωπογενών ρύπων. Ήδη μάλιστα κάποιοι υποστηρίζουν ότι η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης έχει αυξηθεί κατά 0,3 έως 0,8 βαθμούς Κελσίου κατά τα τελευταία 100 χρόνια.<sup>6</sup>

Στον Πίνακα 1.5-1 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αέρια που συμμετέχουν ενεργά στο Φαινόμενο Θερμοκηπίου, οι συγκεντρώσεις τους στην ατμόσφαιρα σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) ή μέρη ανά δισεκατομμύριο (ppb) κατά το έτος 1750 και σήμερα, καθώς και η προέλευσή τους, φυσική ή ανθρωπογενής.

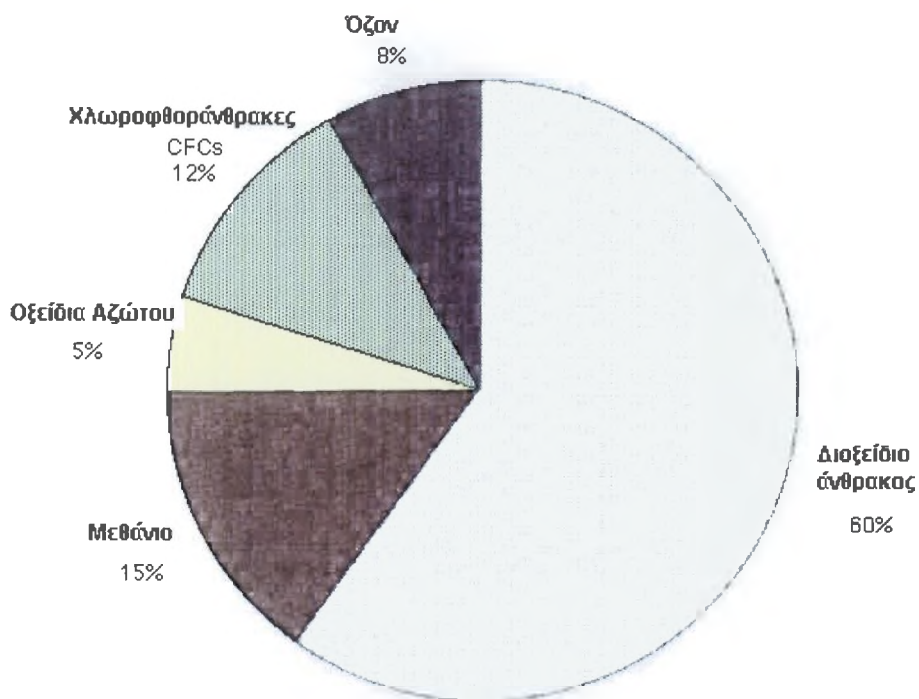
**Πίνακας 1.5-1. Αέρια που συμμετέχουν ενεργά στο Φαινόμενο Θερμοκηπίου.**

Αέρια Θερμοκηπίου	Συγκέντρωση τό 1750	Συγκέντρωση σήμερα	Ποσοστό μεταβολής	Προέλευση
Διοξείδιο του άνθρακα	280 ppm	360 ppm	29 %	Οργανική αποσύνθεση, Πυρκαγιές δασών, Ηφαίστεια, Καύσιμα Αποδασώσεις, κ.λ.π.
Μεθάνιο	0.70 ppm	1.70 ppm	143 %	Υγρότοποι, Οργανική αποσύνθεση, Τερμίτες, Φυσικό αέριο – πετρελαιοπηγές, Καύση βιομάζας, Ρυζοκαλλιέργειες, Κτήνη, Σκουπιδότοποι
Οξείδια αζώτου	280 ppb	310 ppb	11 %	Δάση, Λιβάδια, Ωκεανοί, Απορρίμματα, Καλλιέργειες, Λιπάσματα; Καύση Βιομάζας, Καύσιμα
χλωροφθοράνθρακες (CFCs)	0	900 ppt	-	Ψυγεία, Ψεκασμοί, Αεριοθούμενα, Απορρυπαντικά
Όζον	Άγνωστο	Ποικίλει	-	Δράση ηλιακής ακτινοβολίας επί μορίων Οξυγόνου και τεχνητή παραγωγή διά μέσου της φωτοχημικής αιθαλομίχλης

Στο παρακάτω Διάγραμμα 1.5-2 φαίνεται η συμμετοχή των ρύπων με ανθρωπογενή προέλευση στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

<sup>6</sup> Γεντεκάκης Β. Ιωάννης, «Ατμοσφαιρική ρύπανση, Επιπτώσεις, Έλεγχος & Εναλλακτικές τεχνολογίες, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 1999, σελ:157-160

#### ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ



**Διάγραμμα 1.5-2. Η συμμετοχή των ανθρωπογενών ρύπων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.**

Όπως έγινε κατανοητό, το φαινόμενο αυτό καθ' εαυτό δεν είναι επιβλαβές, εξάλλου υφίστατο πάντα. Αντίθετα, είναι ουσιώδες και απαραίτητο για την ύπαρξη, διατήρηση και εξέλιξη της ζωής στον πλανήτη υπό την μορφή που την γνωρίζουμε.

Η συγκέντρωση των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο έχει αυξηθεί (ως αποτέλεσμα της τεχνολογικής ανάπτυξης) κατά 30% για το CO<sub>2</sub> και σχεδόν κατά 100% για το CH<sub>4</sub>. Οι υπολογισμοί δείχνουν ότι αν δεν ληφθούν κατάλληλα μέτρα όσον αφορά τις ανθρώπινες δραστηριότητες, η ισχύς του φαινομένου θα διπλασιαστεί σε λιγότερο από 50 χρόνια. Αυτό θα είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 1.5°-6°C, την η ανύψωση της στάθμης των θαλασσών λόγω τήξεως των πάγων των πόλων και την ερήμωση εκτεταμένων περιοχών της εύκρατης ζώνης με μετακίνηση των ζωνών βροχόπτωσης από τον ισημερινό προς το βορρά. Η σημαντική ανύψωση της στάθμης των θαλασσών (μερικά μοντέλα την εκτιμούν στα 65 εκατοστά μέχρι το τέλος του αιώνα) αυτονόητο είναι ότι θα οδηγήσει σε καταβύθιση ολόκληρων παράκτιων περιοχών συμπαράσυροντας και ολόκληρες πόλεις. Η ερήμωση, όπως και η λέξη δηλώνει, θα καταστήσει το έδαφος ακατοίκητο, αφού η λειψυδρία θα είναι φοβερή. Επιπλέον, θα ακολουθήσει, ενίσχυση των ακραίων κλιματολογικών φαινομένων, μετατόπιση των καλλιεργήσιμων και δασικών ζωνών της Γης, μετακίνηση των πληθυσμών, έντονες οικονομικές επιπτώσεις κτλ.

Βέβαια υπάρχουν σχετικές αβεβαιότητες για το που η υπερθέρμανση θα είναι εντονότερη. Η υπερθέρμανση θα αυξήσει τις νεφώσεις, αλλά παραμένει άγνωστο αν αυτές θα αυξηθούν στα ανώτερα ατμοσφαιρικά στρώματα όπου με την σειρά τους θα συνέβαλλαν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ή στα χαμηλότερα, πράγμα που θα υποβάθμιζε την διαδικασία της υπερθέρμανσης. Άγνωστος επίσης είναι και ο τρόπος και βαθμός προσαρμογής του ζωικού και φυτικού βασιλείου στις νέες συνθήκες. Πέραν αυτών όμως οι επιπτώσεις της παγκόσμιας θέρμανσης ενδεχομένως θα είναι απρόβλεπτες τόσο στις κλιματικές επιπτώσεις όσο και στην ανακατανομή της ποιότητας των εδαφών.

Όλα αυτά βεβαίως θα οδηγήσουν σε αλυσιδωτά προβλήματα που θα αφορούν όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας αφού όλα είναι συνυφασμένα με το περιβάλλον. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί σήμερα οικουμενικό πρόβλημα, παρά τις σχετικές αβεβαιότητες για τις επιδράσεις που θα έχει. Η τεχνολογία και οι γνώσεις του ανθρώπου είναι ικανές για να παρέμβουν δραστικά στην αντιμετώπιση του, αρκεί να υπάρξει μαζική συνειδητοποίηση.<sup>7</sup>

## **1.6. Όξινη βροχή**

### **1.6.1. Γενικά**

Βρισκόμαστε σε μια εποχή που η βιομηχανική δραστηριότητα εξαπλώνεται σε όλο και περισσότερα σημεία στον πλανήτη. Καθημερινά απελευθερώνονται χιλιάδες τόνοι αποβλήτων σε αέρα, στεριά και θάλασσα, μολύνοντας, κυριολεκτικά, την ίδια μας την ζωή.

Όξινη βροχή ονομάζεται οτιδήποτε πέφτει από τον ουρανό πάνω στον πλανήτη (η βροχή, το χιόνι, η υγρασία κλπ) και που είναι αφύσικα όξινα. Προκαλείται από τη σημερινή βιομηχανία που χρησιμοποιεί πολλές χημικές ουσίες για να κατασκευάζει διάφορα προϊόντα. Εντούτοις, λόγω της δυσκολίας και του κόστους των προϊόντων εκπέμπονται συχνά στην ατμόσφαιρα, με ελάχιστη ή καμία επεξεργασία, πολλές χημικές ουσίες.

Καθώς το όξινο νερό της βροχής κυλάει πάνω και μέσα από το έδαφος, επηρεάζει ένα μεγάλο ποσοστό των φυτών και των ζώων. Το μέγεθος της επιρροής εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως πόσο όξινο είναι το νερό, την σύσταση του εδάφους καθώς και τα είδη των ψαριών, δέντρων ή και άλλων έμβιων όντων που έρχονται σε επαφή με το νερό.

---

<sup>7</sup> <http://users.att.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/FainThermoKip.htm>



Επίσης, τα διάφορα απόβλητα μπορούν να φτάσουν και να μολύνουν το έδαφος με ξηρή απόθεση, η οποία αναφέρεται στα αέρια και σωματίδια. Περίπου το μισό ποσοστό των οξέων που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα επιστρέφει στην Γη με αυτόν τον τρόπο.



1.6.1-1. Σχήμα. Το φαινόμενο της όξινη βροχή.

Ο άνεμος παρασέρνει τα όξινα σωματίδια και τα αέρια πάνω σε κτίρια, αυτοκίνητα, δένδρα και σπίτια τα οποία μπορούν να ξεπλυθούν από τις διάφορες επιφάνειες με την βροχή. Όταν συμβαίνει αυτό, τα απόνερα προσθέτονται στο νερό της όξινης βροχής, κάνοντας έναν συνδυασμό ακόμη πιο όξινο και ισχυρό, απ' όσο η όξινη βροχή από μόνη της.

Η κύρια αιτία δημιουργίας της όξινης βροχής είναι η παρουσία μεγάλων ποσοστών διοξειδίου του θείου ( $\text{SO}_2$ ) και οξειδίων του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ) στην ατμόσφαιρα. Στις Η.Π.Α., τα  $\frac{2}{3}$  απ' όλο το διοξείδιο του θείου και το  $\frac{1}{4}$  από όλα τα οξείδια του αζώτου προέρχονται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στην οποία χρησιμοποιούνται ορυκτά καύσιμα, όπως ο άνθρακας.

Η όξινη βροχή δημιουργείται όταν αυτά τα αέρια αντιδρούν στην ατμόσφαιρα με νερό, οξυγόνο και άλλες χημικές ενώσεις σχηματίζοντας διάφορες όξινες ενώσεις. Η ηλιακή ακτινοβολία δρα καταλυτικά, αυξάνοντας το ποσοστό αυτών των αντιδράσεων. Το αποτέλεσμα είναι ο σχηματισμός θειικού και νιτρικού οξέος. Η

δραστηριότητα της όξινης βροχής μετριέται με την κλίμακα του pH. Όσο πιο χαμηλό είναι το pH, τόσο πιο όξινη είναι η βροχή.

### 1.6.2. Επιπτώσεις της Όξινης Βροχής στο περιβάλλον και στον άνθρωπο

Η όξινη βροχή προκαλεί όξυνση στο νερό των λιμνών και των ποταμών, όπως επίσης την καταστροφή δέντρων σε μεγάλα ύψη (π.χ. κόκκινα έλατα, πάνω τα 650m) και πολλών ευαίσθητων εδαφών στα δάση. Επιπλέον, η όξινη βροχή επιταχύνει την φθορά των οικοδομικών υλικών και χρωμάτων. Αυτό σημαίνει πως αναντικατάστατα κτίρια, αγάλματα και γλυπτά που μπορεί να είναι μέρος της εθνικής κληρονομιάς μιας χώρας, βρίσκονται στο έλεος της όξινης βροχής. Αλλά ακόμη και πριν πέσουν στο έδαφος το διοξείδιο του θείου και τα οξείδια του αζώτου, καθώς και τα παράγωγα τους, προκαλούν προβλήματα στην ορατότητα και βλάπτουν την υγεία του ανθρώπου. Στον Πίνακα 1.6.2-1 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ρύποι και οι αντίστοιχες επιπτώσεις τους σε κάθε περίπτωση.

**Πίνακας 1.6.2-1. Καταγραφή ρύπων και οι επιπτώσεις στην υγεία μας.**

Ρύπος	Περίοδος Έκθεσης	Επιπτώσεις στην Υγεία
Διοξείδιο του θείου (SO <sub>2</sub> )	Επιπτώσεις στην υγεία μετά από λιγότερες από 24 ώρες έκθεσης.	Αποτελέσματα στον αναπνευστικό συριγμό και λαχάνιασμα. Οι αισθητική είναι η πιο ευαίσθητη κοινωνική ομάδα
Διοξείδιο του θείου (SO <sub>2</sub> )	Σε συνδυασμό με τις επιπτώσεις SPM για την υγεία μετά από περισσότερες από 24 ώρες έκθεσης.	Ακόμα και μικρά επίπεδα έκθεσης προκαλούν θάνατο και μπορούν να οδηγήσουν σε χρόνια αποφρακτική πνευμονική νόσο.
	Μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα	Το αναπνευστικό σύστημα καταστρέφεται, με αύξηση των σχετικών ασθενειών.
Διοξείδιο του αζώτου (NO <sub>2</sub> )	Επιπτώσεις στην υγεία μετά από λιγότερες από 24 ώρες έκθεσης	Η έμμεση έκθεση στο CO με μια μείωση της φέρουσας ικανότητας του αίματος και μεταβάλλει την απελευθέρωση του οξυγόνου από την αιμοσφαιρίνη.

	Μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα	Τα πνευμόνια, η σπλήνα, το συκώτι και το αίμα προσβάλλονται από μακρόχρονη έκθεση στο NO <sub>2</sub> . Τα παιδιά είναι η πιο ευαίσθητη ομάδα.
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	Επιπτώσεις στην υγεία μετά από λιγότερες από 24 ώρες έκθεσης	Η έμμεση έκθεση στο CO οδηγεί σε μια μείωση της φέρουσας ικανότητας του αίματος και μεταβάλλει την απελευθέρωση του οξυγόνου από την αιμοσφαιρίνη.
	Μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα	Η πρόσληψη του CO με το κάπνισμα ή λόγω εργασίας σε μολυσμένο περιβάλλον (π.χ. τροχονόμοι, εργαζόμενοι συνεργείων αυτοκινήτων) οδηγεί σε καρδιαγγειακές παθήσεις ή θάνατο.
	Επιπτώσεις στην υγεία μετά από λιγότερο από 24 ώρες έκθεσης	Οι επιπτώσεις στην υγεία εξαρτώνται από το μέγεθος και την συγκέντρωση του SPM
	Μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα	Αυξημένα ποσοστά βρογχίτιδας, ειδικά στα παιδιά
Μόλυβδος (Pb)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Διαπιστώνεται μείωση της βιταμίνης D3 στα παιδιά</li> <li>- Προσβάλλεται το κεντρικό νευρολογικό σύστημα</li> <li>- Χειροτερεύει η ακοή</li> <li>- Κακές λειτουργίες του εγκεφάλου</li> </ul> <p>Τα VOC δεν είναι άμεσος κίνδυνος για την υγεία, όμως επειδή ακολουθούνται από το σχηματισμό του όζοντος αποτελούν ένα σοβαρό πρόβλημα για την ανθρώπινη ζωή.</p>

Οι ενώσεις του θείου και του αζώτου που σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα από τις εκπομπές διοξειδίου του θείου και νιτρικών οξέων προκαλούν μείωση της ορατότητας. Αυτό σημαίνει πως δεν μπορούμε να δούμε τόσο μακριά και τόσο καθαρά όσο στον καθαρό αέρα.

Η όξινη βροχή προκαλεί μείωση της ταχύτητας της ανάπτυξης, τραυματισμό και θάνατο των δασών. Φυσικά, δεν είναι μόνο η όξινη βροχή που τα προκαλεί αυτά. Η μόλυνση του αέρα, τα έντομα, οι ασθένειες, η ξηρασία ή ο πολύ κρύος καιρός μπορούν, επίσης, να βλάψουν τα δέντρα και τα φυτά. Στην πραγματικότητα, στις περισσότερες περιπτώσεις, οι επιπτώσεις της όξινης βροχής στα δέντρα συμβαίνουν λόγω της συνδυασμένης δράσης της όξινης βροχής μαζί με τους υπόλοιπους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Μετά από μια μακρόχρονη συλλογή στοιχείων για την χημεία και βιολογία των δασών, οι ερευνητές καταλαβαίνουν πως η όξινη βροχή επιδρά στο έδαφος του δάσους, στα δέντρα και στα άλλα φυτά.

Επίσης, η όξινη βροχή προκαλεί μια σειρά επιδράσεων που βλάπτουν ή σκοτώνουν κάποια είδη ψαριών, μειώνοντας έτσι τον πληθυσμό τους ή ακόμη και εξολοθρεύοντας ένα ολόκληρο είδος από κάποιον υδροβιότοπο, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο την βιοποικιλότητα. Καθώς το νερό της όξινης βροχής ρέει μέσω του εδάφους στις λίμνες και τα ποτάμια μια περιοχής, απελευθερώνεται άργιλος από το έδαφος. Έτσι, καθώς το pH σε μια λίμνη μειώνεται, οι ποσότητες του αργίλου αυξάνονται. Το χαμηλό pH μαζί μετά αυξημένα επίπεδα αργίλου είναι πολύ τοξικά για τα ψάρια. Επιπλέον, η συνεχής πίεση που θα ασκηθεί, μπορεί να μην σκοτώσει απ' ευθείας κάποια είδη ψαριών, αλλά οδηγούν σε μικρότερο βάρος σώματος και μειωμένο μέγεθος, κάνοντας τα έτσι λιγότερο ικανά στο να ανταγωνιστούν για την τροφή και την διαμονή τους σε ένα μέρος.

Η επίδραση του αζώτου στην επιφάνεια του νερού είναι επίσης κρίσιμη. Το άζωτο παίζει σημαντικό ρόλο στην σταδιακή όξυνση και μια νέα έρευνα αναγνώρισε την σπουδαιότητα του αζώτου στην μακροχρόνια όξυνση. Επιπλέον, η αρνητική επίδραση της απόθεσης του ατμοσφαιρικού αζώτου σε εκβολές ποταμών και παράκτιες περιοχές είναι επίσης σημαντική. Το άζωτο είναι ένας σημαντικός παράγοντας που προκαλεί ευτροφισμό (εξάντληση οξυγόνου) στις φυσικές δεξαμενές νερού. Τα συμπτώματα του ευτροφισμού περιλαμβάνουν την άνθιση των θαλάσσιων φυκιών (τοξικά και μη-τοξικά), μείωση στην υγεία των ψαριών και οστρακόδερμων, μείωση του θαλάσσιας χλωρίδας και των κοραλλιογενών υφάλων και αλλαγές στις τροφικές αλλαγές. Όταν η βροχή πέφτει, αποθέτει ενώσεις αζώτου ( $\text{NO}_x$  και  $\text{NH}_3$ ) στο έδαφος, βλάπτοντας τις χερσαίες πηγές οικοσυστημάτων. Όσο η ποσότητα αζώτου στο έδαφος αυξάνεται, τα είδη των φυτών κι ο τρόπος που μεγαλώνουν τα δέντρα αλλάζει άλλο τόσο.

Η όξινη βροχή και ξηρή απόθεση των όξινων σωματιδίων προκαλούν φθορές στα μέταλλα (όπως τον μπρούντζο) και μείωση της αξίας των χρωμάτων και πετρωμάτων (όπως το μάρμαρο και τον ασβεστόλιθο). Αυτό με την σειρά του επιφέρει μείωση της αξίας των κτισμάτων, των γεφυρών, των πολιτισμικών αντικειμένων (όπως αγάλματα, μνημεία και τάφοι) και των αυτοκινήτων.

Η ξηρή απόθεση των όξινων ενώσεων μπορεί επίσης να λερώσει τα κτίρια, οδηγώντας σε αυξημένο κόστος συντήρησης. Για να μειωθεί η ζημιά στο χρώμα των αυτοκινήτων, κάποιοι κατασκευαστές χρησιμοποιούν μπογιές οι οποίες είναι ανθεκτικές στο όξινο περιβάλλον, αυξάνοντας λίγο το μέσο κόστος κατασκευής.

### 1.6.3. Τρόποι αντιμετώπισης φαινομένου

Για να λυθεί το πρόβλημα της όξινης βροχής, οι άνθρωποι πρέπει να καταλάβουν με ποιον τρόπο αυτή καταστρέφει το περιβάλλον και τι αλλαγές πρέπει να κάνουν στις εστίες μόλυνσης που προκαλούν το πρόβλημα.

Υπάρχουν πολλές επιλογές για την μείωση της εκπομπής του διοξειδίου του θείου, όπως χρησιμοποιώντας άνθρακα που περιέχει λιγότερο θείο, ξεπλένοντας τον άνθρακα και κάνοντας χρήση φίλτρων τα οποία απομακρύνουν χημικά το διοξείδιο του θείου από τα αέρια που βγαίνουν από τις καπνοδόχους των εργοστασίων. Επίσης, τα βιομηχανικά συγκροτήματα θα μπορούσαν να αλλάξουν καύσιμο, χρησιμοποιώντας για παράδειγμα, φυσικό αέριο, που δημιουργεί πολύ λιγότερο διοξείδιο του θείου, αντί για άνθρακα. Κάποιες επιπλέον προτάσεις θα μπορούσαν να φέρουν καλύτερη απόδοση στην μείωση κάποιων άλλων ρύπων, όπως ο υδράργυρος και το διοξείδιο του άνθρακα.

Η απόθεση οξέων εισχωρεί βαθιά στην κατασκευή ενός οικοσυστήματος, αλλάζοντας την σύσταση του εδάφους, όπως και την σύσταση των ποταμών περιορίζοντας τον χώρο όπου κάποια ήδη φυτών και ζώων επιβιώνουν. Επειδή είναι πολλές οι αλλαγές που γίνονται, παίρνει πολλά χρόνια σε ένα οικοσύστημα για να επανέλθει στην φυσιολογική του κατάσταση. Για παράδειγμα, ενώ η ορατότητα μπορεί να βελτιωθεί μέσα σε μερικές μέρες, και μικρές ή επεισοδιακές χημικές αλλαγές σε ποτάμια παρουσιάζουν βελτίωση σε μερικούς μήνες, η χρόνια όξυνση των λιμνών, των ποταμών, των δασών και του εδάφους μπορεί να πάρει από χρόνια, μέχρι και δεκαετίες (ακόμη και αιώνες στην περίπτωση του εδάφους) για να θεραπευτεί.

Μπορούμε όλοι να συνεισφέρουμε απευθείας με το να «συγκροτούμε» την ενέργεια, μιας και στην παραγωγή ενέργειας ανήκει το μεγαλύτερο ποσοστό του προβλήματος της απόθεσης οξέων. Για παράδειγμα, αυτά που μπορεί ο καθένας να κάνει είναι:

- Να κλείνει τα φώτα, τον υπολογιστή ή άλλες συσκευές όταν δεν είναι απαραίτητο να λειτουργούν.
- Να χρησιμοποιεί ηλεκτρικές συσκευές μόνο όταν τις χρειάζεται.
- Να έχει τον θερμοστάτη στους 20 °C τον χειμώνα και στους 23 °C το καλοκαίρι. Μπορεί να κατέβει ακόμη περισσότερο τον χειμώνα, ή να ανέβει το καλοκαίρι όταν λείπει απ' το σπίτι.

- Να μονώσει το σπίτι του όσο καλύτερα μπορεί.
- Να χρησιμοποιεί τα μέσα μαζικής μεταφοράς όσο πιο συχνά μπορεί ή ακόμη καλύτερα να περπατάει ή να χρησιμοποιεί ποδήλατο.
- Να αγοράσει αυτοκίνητο με χαμηλές εκπομπές οξειδίων του αζώτου και να το διατηρεί σε καλή κατάσταση.<sup>8</sup>

## **1.7. Τρύπα του όζοντος**

---

### **1.7.1. Ορισμός**

Τον τελευταίο αιώνα η ανάπτυξη της εκβιομηχάνισης, η αύξηση του πληθυσμού και η άνοδος του βιοτικού επιπέδου στις αναπτυσσόμενες χώρες συνοδεύεται από την αλόγιστη χρήση χημικών, όπως είναι οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs), οι οποίοι συνεισφέρουν στο φαινόμενο της τρύπας του όζοντος. Ένα φαινόμενο το οποίο ανακαλύφτηκε πρόσφατα (1985) είναι η μείωση της συγκέντρωσης του στρατοσφαιρικού όζοντος, το οποίο παρουσιάζεται τοπικά πάνω από την Ανταρκτική, κατά το αυστραλιανό φθινόπωρο (δικιά μας άνοιξη) μεταξύ Σεπτεμβρίου και Νοεμβρίου κάθε χρόνο από το 1975.

Το στρώμα του όζοντος επεκτείνεται από 15 έως και 40 km από την επιφάνεια της γης. Αντιπροσωπεύει ένα ατμοσφαιρικό περιβάλλον στο οποίο το όζον δημιουργείται και καταστρέφεται. Το όζον είναι ένα πολύ δραστικό αέριο, αρκετά εκρηκτικό σε υψηλές συγκεντρώσεις και βρίσκεται σε μικρές ποσότητες στην τροπόσφαιρα. Στην στρατόσφαιρα είναι σημαντικό επειδή ενεργεί ως κέλυφος που απορροφά μεγάλο μέρος της βλαβερής υπεριώδους ακτινοβολίας από τον ήλιο.

### **1.7.2. Πηγές που ενισχύουν το φαινόμενο**

Οι κυριότερες πηγές που ενισχύουν το φαινόμενο της τρύπας του όζοντος είναι οι ακόλουθες:

1. Τα οξείδια του αζώτου που παράγονται από τους κινητήρες των μεγάλων αεροπλάνων ήταν η πρώτη αντιληπτή απειλή για το στρώμα του όζοντος. Μπορούν να αντιδράσουν με το όζον παράγοντας διοξείδιο του αζώτου και οξυγόνο. Το διοξείδιο του αζώτου έπειτα μπορεί να αντιδράσει με ατομικό οξυγόνο παράγοντας μονοξείδιο του αζώτου. Έτσι το μονοξείδιο του αζώτου καταλυτικά καταστρέφει το όζον.
2. Οι χλωροφθοράνθρακες (CFC), που περιέχουν τα περισσότερα σπρέι, αποτελούν μια απειλή για το όζον αφού τα άτομα του χλωρίου μπορούν

<sup>8</sup> [www.scribd.com/doc/6991544/-](http://www.scribd.com/doc/6991544/-)  
[www.ecocrete.gr/index.php?option=content&ask=view&id=1858](http://www.ecocrete.gr/index.php?option=content&ask=view&id=1858)

καταλυτικά να καταστρέψουν τα μόρια του όζοντος. Μετά από 3 χρόνια περίπου (ο μέσος χρόνος στρατοσφαιρικής παραμονής του χλωρίου) επιστρέφει και πάλι πίσω στη γη, αλλά όχι πριν καταστρέψει δεκάδες χιλιάδες μόρια όζοντος (Rowland 1989).

3. Τα άτομα του βρωμίου τα οποία υπάρχουν σε συστατικά όπως τα Halons και το μεθυλικό βρωμίδιο συμπεριφέρονται όμοια με το χλώριο. Οι αντιδράσεις του βρωμίου με το όζον είναι παρόμοιες με τις αντιδράσεις του χλωρίου.
4. Επιπλέον του CFC, ο τετραχλωρικός άνθρακας και το χλωροφόρμιο συνεισφέρουν στο χλώριο το οποίο αντιδρά με το όζον.
5. Τα υπεροξειδία του αζώτου καταστρέφουν το όζον μέσω της καταλυτικής τους δράσης.<sup>9</sup>

### 1.7.3. Επιπτώσεις φαινομένου

Στη συνέχεια ακολουθεί μια σειρά από επιπτώσεις του φαινομένου, όπως αυτές παρουσιάζονται σε διάφορα επίπεδα.

- **Η ανθρώπινη υγεία**

Η υπεριώδης ακτινοβολία έχει διαφορετικές αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Καθώς δεν διαπερνά περισσότερα από μερικά στρώματα κυττάρων, η βλάβη που προξενεί η UV-B κατά κανόνα περιορίζεται στο δέρμα και στα μάτια. Οι πλέον συνήθεις κίνδυνοι είναι τα εγκαύματα από τον ήλιο με τη μέγιστη βλάβη να προξενείται σε μήκη κύματος 280 nm. Η έκθεση στη UV-B προξενεί φλεγμονή του κερατοειδούς χιτώνα. Η μακροχρόνια έκθεση στη UV-B μπορεί επίσης να οδηγήσει στην ανάπτυξη καταρράκτη. Επιπλέον, η γενετική ύλη των κυττάρων, το DNA, απορροφά την υπεριώδη ακτινοβολία. Η ενέργεια που αποκτάται από την απορρόφηση της υπεριώδους ακτινοβολίας προξενεί διάσπαση του DNA στα κύτταρα του δέρματος. Τέλος, η UV-B καταστρέφει το ανοσοποιητικό σύστημα του σώματος και καθιστά τον οργανισμό λιγότερο ικανό στην καταπολέμηση των ασθενειών. Οι άνθρωποι με κατεστραμμένο το ανοσοποιητικό σύστημα, λόγω της UV-B, θα είναι περισσότερο επιρρεπείς στον καρκίνο του δέρματος, σε παρασιτικές μολύνσεις του δέρματος, έρπη, ηπατίτιδα και άλλες ασθένειες. Μια μείωση του όζοντος κατά 10% αναμένεται να επιφέρει αύξηση των καρκίνων του δέρματος κατά 26%, δηλαδή 300.000 επιπλέον περιπτώσεις καρκίνων του δέρματος ετησίως καθώς και 1.6 έως 1.75 εκατομμύρια επιπλέον περιπτώσεις καταρράκτη παγκοσμίως.

---

<sup>9</sup> [www.apn.gr/pylh/2210-ozon.html](http://www.apn.gr/pylh/2210-ozon.html)

- **Επιπτώσεις στο οικοσύστημα**

Όλα τα είδη διαθέτουν μηχανισμούς που τους επιτρέπουν να ανέχονται τα υπάρχοντα επίπεδα της UV-B. Όμως οι αυξήσεις της UV-B ίσως να ξεπεράσουν την ικανότητα των ειδών να την αντιμετωπίσουν, γεγονός το οποίο θα προξενήσει αυξημένες βλάβες, μεταλλάξεις και θανάτους. Ειδικότερα οι επιπτώσεις της αυξημένης ακτινοβολίας της UV-B στους φυτικούς και υδρόβιους οργανισμούς είναι:

- ✓ **Φυτικοί οργανισμοί**

- Παρεμπόδιση της φωτοσύνθεσης
- Αλλαγή των ρυθμών ανάπτυξης
- Καταστροφή του DNA

Τέλος, τα φυτικά είδη τα οποία αναπτύσσονται σε σκιερά περιβάλλοντα είναι λιγότερο ικανά να ανεχτούν την έκθεση στη UV-B ενώ τα φυτά τα οποία αναπτύσσονται σε πλήρη ηλιοφάνεια έχουν πιο ισχυρό σύστημα να δεχτούν την UV-B.

- ✓ **Υδρόβιοι οργανισμοί**

Οι υδρόβιοι οργανισμοί προστατεύονται περισσότερο από ότι οι χερσαίοι οργανισμοί εξαιτίας του γεγονότος ότι το νερό απορροφά την υπεριώδη ακτινοβολία. Όμως, η έκθεση σε υψηλά επίπεδα UV-B είναι δυνατό να καταστρέψει το DNA και να εμποδίσει την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή του φυτοπλαγκτού. Η πτώση του πληθυσμού του φυτοπλαγκτού έχει πολύ μεγαλύτερες επιδράσεις, καθώς αποτελούν την βάση της τροφικής αλυσίδας των ωκεανών. Το ίδιο εξυπηρετεί ως τροφή τα ψάρια και τα φαλαανοειδή. Κάθε σημαντική μείωση στην ποσότητα των φυκών μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη καταστροφή των τροφικών αλυσίδων στην περιοχή της Ανταρκτικής.

- **Επιπτώσεις στο κλίμα**

Η μείωση της ποσότητας του όζοντος στην στρατόσφαιρα έχει δραματικές επιπτώσεις στο κλίμα. Μία επίδραση είναι η αύξηση της θερμότητας στα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας και στην επιφάνεια της γης που δημιουργείται από τις αυξημένες ποσότητες υπεριώδους και υπέρυθρης ακτινοβολίας που φτάνουν πιο εύκολα στη γη εξαιτίας της τρύπας. Αυτό επιδεινώνει το παγκόσμιο πρόβλημα της αύξησης της θερμοκρασίας. Επιπλέον, καθώς η απορρόφηση υπεριώδους ακτινοβολίας από το όζον παράγει θερμότητα, η μείωση του όζοντος θα προκαλέσει σημαντική αύξηση του ψύχους στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. (Giese 1976, Watson 1988). Είναι, λοιπόν, φανερό πως η μείωση του όζοντος αποτελεί μια



σημαντική απειλή για το παγκόσμιο περιβάλλον και προειδοποιεί τον άνθρωπο ότι δεν μπορεί να συνεχίσει τη σημερινή του πορεία. Όμως είναι ένα από τα πολλά σημάδια, ότι το εργοστάσιο της ζωής του πλανήτη διατρέχει κίνδυνο καθώς ο αριθμός των ανθρώπων και οι δραστηριότητες συνεχίζουν να αυξάνονται ταχύτατα, ο κίνδυνος να ξεπεράσουμε τα συστήματα υποστήριξης της ζωής του πλανήτη γίνεται μεγαλύτερος. Είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα, το οποίο είναι και ένα μάθημα προς όλους τους ανθρώπους για την εύθραυστη φύση των φυσικών μας συστημάτων και συνεπώς απαιτεί παγκόσμια δράση για την επίλυση του.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ενέργεια

### 2.1. Τι είναι ενέργεια

---

Κάθε φυσικό σύστημα περιέχει (ή εναλλακτικά αποθηκεύει) μία ποσότητα που ονομάζεται ενέργεια. Πρόκειται περισσότερο για μια λογιστική έννοια, που μας δίνει τη δυνατότητα να προβλέψουμε την εξέλιξη ή την κίνηση ενός συστήματος. Γενικότερα, η ενέργεια ορίζεται σαν το ποσό του έργου που απαιτείται προκειμένου το σύστημα να πάει από μια αρχική κατάσταση σε μια τελική.

Η ενέργεια είναι σε τέτοιο βαθμό συνυφασμένη με την καθημερινή μας ζωή που μόνο η έλλειψή της καθιστά πρόδηλη την αναγκαιότητά της. Το σύνολο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων δεσμεύει, παράγει, καταναλώνει, μετατρέπει, αποθηκεύει και υποβαθμίζει τεράστια ποσά ενέργειας. Κάθε πολίτης των αναπτυγμένων κρατών καταναλώνει ημερησίως τόση ενέργεια όση παράγουν οι μύες 100 μεγαλόσωμων ανδρών ή 12 δυνατών αλόγων.

Η ενέργεια εμφανίζεται με πολλές μορφές. Κίνηση, θερμότητα, ενέργεια χημικών δεσμών ή ηλεκτρισμός. Ακόμη και η μάζα είναι μια μορφή ενέργειας. Η ενέργεια μπορεί να προέρχεται από διαφορετικές πηγές όπως ο άνεμος, ο άνθρακας, η ξυλεία ή τα τρόφιμα. Όλες οι πηγές ενέργειας έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό. Η χρήση τους μας δίνει τη δυνατότητα να θέσουμε αντικείμενα σε κίνηση, να μεταβάλουμε θερμοκρασίες, να παράγουμε ήχο και εικόνα. Με άλλα λόγια, μας δίνεται η δυνατότητα να παράγουμε έργο.

### 2.2. Από πού προέρχεται η ενέργεια;

---

Ο κύκλος της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας ξεκινά από τις αρχικές μορφές ενέργειας όπως ο άνθρακας, το αργό πετρέλαιο, ο άνεμος, το ηλιακό φως ή το φυσικό αέριο. Αυτές οι μορφές χαρακτηρίζονται ως πρωτογενή ενέργεια και βεβαίως, ελάχιστα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους καταναλωτές. Το επόμενο βήμα είναι η μετατροπή των πρωτογενών μορφών σε τελική ενέργεια όπως για παράδειγμα ηλεκτρισμός ή βενζίνη. Τέλος, κατάλληλος εξοπλισμός ή συσκευές όπως το αυτοκίνητο ή η τηλεόραση, μετατρέπουν την τελική ενέργεια σε χρήσιμη ενέργεια παρέχοντας ενεργειακές υπηρεσίες. Από την πρωτογενή έως την χρήσιμη ενέργεια, μεσολαβούν πολλά ενδιάμεσα στάδια ανάλογα με τη μορφή της ενέργειας. Εξόρυξη άνθρακα η πετρελαίου, μεταφορά με αγωγούς, χρήση δεξαμενόπλοιων, καύση σε μεγάλους θερμικούς σταθμούς, δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και πολλά άλλα. Όλη αυτή η πολυσύνθετη αλυσίδα είναι γνωστή ως ενεργειακό σύστημα.

## **2.3. Πηγές ενέργειας**

---

Ο συχνά χρησιμοποιούμενος όρος "Πηγές Ενέργειας" δεν ευσταθεί από επιστημονικής σκοπιάς διότι σύμφωνα με το νόμο διατήρησης της ενέργειας, η ενέργεια ούτε δημιουργείται αλλά ούτε και καταστρέφεται, απλά αλλάζει μορφές. Γενικά όμως ο όρος Πηγές Ενέργειας περιγράφει τη δυνατότητα παραγωγής ενέργειας χρήσης.

Οι πηγές ενέργειας ταξινομούνται γενικά σε δύο κατηγορίες: ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες.

### **2.3.1. Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**

---

Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χαρακτηρίζονται οι πηγές οι οποίες δεν αναπληρώνονται ή αναπληρώνονται εξαιρετικά αργά για τα ανθρώπινα μέτρα από φυσικές διαδικασίες. Στις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνονται κυρίως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, γνωστά και ως ορυκτά καύσιμα. Βέβαια, η φύση δεν σταματά να δημιουργεί ούτε άνθρακα ούτε πετρέλαιο. Αν αναλογισθούμε όμως ότι η ανθρωπότητα καταναλώνει ημερησίως τόση ποσότητα ορυκτών καυσίμων όση μπορεί η φύση να δημιουργήσει σε χίλια περίπου χρόνια, αντιλαμβανόμαστε πλέον την έννοια της ανανεωσιμότητας.

Πιο αναλυτικά:

#### ✓ ΓΑΙΑΝΘΡΑΚΕΣ

Ο όρος "γαιάνθρακες" χαρακτηρίζει τα οργανικά ιζήματα που προήλθαν από φυτικά υπολείμματα μέσω μιας σειράς διεργασιών ενανθράκωσης. Οι διεργασίες αυτές είχαν ως αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό των φυτικών υπολειμμάτων σε άνθρακα. Η μετατροπή των φυτών σε τύρφη και η μετάβαση από την τύρφη (αρχικό στάδιο αναθράκωσης) στον ανθρακίτη (τελικό στάδιο αναθράκωσης) είναι συνάρτηση της επίδρασης του χρόνου, της θερμοκρασίας και της πίεσης. Η μετατροπή της φυτικής ύλης σε άνθρακα ξεκίνησε πριν 400 περίπου εκατομμύρια χρόνια και βεβαίως συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Οι ειδικοί επιστήμονες εκτιμούν ότι απαιτείται στρώμα 2,5 μέτρων φυτικής ύλης για τη δημιουργία άνθρακα στρώματος 30 εκατοστών.

Σχεδόν κάθε χώρα στον πλανήτη διαθέτει αποθέματα ανθράκων αλλά μόνο σε 70 χώρες η εξόρυξη άνθρακα αποτελεί εμπορική δραστηριότητα. Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία που υπάρχουν για το 2006 σχετικά με τα επίπεδα παραγωγής και κατανάλωσης, τα παγκόσμια αποθέματα άνθρακα επαρκούν για τα επόμενα 164

χρόνια. Σε αντιδιαστολή, τα αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου επαρκούν για τα επόμενα 41 και 67 χρόνια αντίστοιχα. Μεσοπρόθεσμα αναμένεται σημαντική αύξηση της κατανάλωσης άνθρακα στις αναπτυσσόμενες χώρες και ιδιαίτερα στην Κίνα και την Ινδία. Μέχρι το 2030, οι δύο αυτές χώρες θα καταναλώνουν τα 2/3 της παγκόσμιας αύξησης κατανάλωσης του άνθρακα.

## ✓ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Το πετρέλαιο βρίσκεται στο υπέδαφος σε υγρή μορφή, μέσα σε κοιλάτητες, σχηματίστηκε εκεί από ζωικούς και φυτικούς μικροοργανισμούς, κυρίως θαλάσσιους, οι οποίοι συγκεντρώθηκαν από τα θαλάσσια ρεύματα στο βάθος λεκανών, όπου και καταπλακώθηκαν λόγω επιχωματώσεων ή άλλων διαδικασιών. Εκεί, χωρίς την παρουσία αέρα, μετατράπηκαν σε πετρέλαιο κατά την διάρκεια χιλιάδων ετών. Η ενέργεια του πετρελαίου προέρχεται από την ενέργεια που είχαν συγκεντρώσει από τον ήλιο και την τροφή τους οι μικροοργανισμοί που το δημιούργησαν. Σήμερα αντλούμε το πετρέλαιο από τα υπόγεια κοιτάσματά του, ακόμα και αν αυτά βρίσκονται κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας. Τα κύρια συστατικά του είναι αλκάνια (παραφίνες), κυκλοεξάνια (ναφθένια) και αρωματικοί υδρογονάνθρακες και σε μικρότερες ποσότητες οξυγονούχες, αζωτούχες και θειούχες ενώσεις. Το πετρέλαιο αποτελεί το σημαντικότερο ορυκτό για την παγκόσμια οικονομία, καθώς αποτελεί την κύρια πρωτογενή πηγή ενέργειας και την πρώτη ύλη από την οποία παράγεται ένας τεράστιος αριθμός προϊόντων (πλαστικά, φάρμακα, καλλυντικά, απορρυπαντικά, φιλμ. μαγνητοταινίες, εκρηκτικά κλπ.).<sup>10</sup>

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι σημαντικότερες πετρελαιοπαραγωγικές χώρες σύμφωνα με στοιχεία του 2006.

**Πίνακας 2.3.1-1. Σημαντικότερες πετρελαιοπαραγωγικές χώρες (2006)**

Χώρα	Mt	% παραγωγής
Σαουδική Αραβία	507	12,9
Ρωσία	477	12,1
ΗΠΑ	310	7,9
Ιράν	216	5,5
Κίνα	184	4,7
Μεξικό	183	4,6
Καναδάς	151	3,8
Βενεζουέλα	151	3,8
Κουβέιτ	139	3,5
Η.Αραβικά Εμιράτα	134	3,4

*Πηγή IEA*

<sup>10</sup> <http://www.allaboutenergy.gr/>

## ✓ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Το φυσικό αέριο είναι μίγμα υδρογονανθράκων και αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και σε πολύ μικρότερη αναλογία από αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο και πεντάνιο. Καθοριστικός παράγοντας για τη σύστασή του, αποτελεί η προέλευσή του και ιδιαίτερα εάν πρόκειται για αμιγώς κοίτασμα φυσικού αερίου ή προκύπτει από κοιτάσματα πετρελαίου. Η εμπορική αξιοποίησή του ξεκίνησε περίπου το 1810 ως καύσιμο σε λάμπες φωτισμού ενώ μετά το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου κατασκευάστηκαν τα πρώτα δίκτυα μεταφοράς και διανομής φυσικού αερίου. Στα προτερήματά του ως πηγή ενέργειας περιλαμβάνονται η δυνατότητα μεταφοράς του σε μεγάλες αποστάσεις μέσω αγωγών και βεβαίως η συγκριτικά φιλική προς το περιβάλλον καύση του. Το φυσικό αέριο υπάρχει σε μεγάλα αποθέματα που ήδη έχει διαπιστωθεί ότι επαρκούν τουλάχιστον 100 έτη σε χώρες όπως η πρώην Σοβιετική Ένωση, το Ιράν, το Κατάρ, το Ιράκ, η Νιγηρία, η Αλγερία, οι ΗΠΑ κ.ά.

Η Ελλάδα σήμερα προμηθεύεται φυσικό αέριο από 3 διαφορετικές πηγές:

- από τη Ρωσία (μέσω Βουλγαρίας) μέσω αγωγών σε αέρια μορφή,
- από την Αλγερία με δεξαμενόπλοια σε υγροποιημένη μορφή (στις εγκαταστάσεις της νήσου Ρεβυθούσας, στον κόλπο των Μεγάρων) και
- από το 2007, από το Αζερμπαϊτζάν (μέσω Τουρκίας) μέσω αγωγών σε αέρια μορφή.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι χώρες παραγωγής φυσικού αερίου σύμφωνα με στοιχεία του 2006.

**Πίνακας 2.3.1-2: Σημαντικότερες χώρες παραγωγής φυσικού αερίου (2006)**

Χώρα	Mm <sup>3</sup>	% παραγωγής
Ρωσία	656.290	22,0
ΗΠΑ	524.368	17,6
Καναδάς	189.179	6,4
Ιράν	98.123	3,3
Νορβηγία	91.834	3,1
Αλγερία	88.785	3,0
Μ.Βρετανία	83.821	2,8
Ολλανδία	77.295	2,6
Ινδονησία	72.096	2,4
Τουρκμενιστάν	67.052	2,3

*Πηγή IEA*

Το φυσικό αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πλήθος εφαρμογών και περιπτώσεων στο σπίτι, στις επιχειρήσεις και στη βιομηχανία.

Στον οικιακό τομέα για:

- κεντρική θέρμανση πολυκατοικίας
- αυτόνομη θέρμανση μονοκατοικίας ή διαμερίσματος
- παροχή ζεστού νερού
- μαγείρεμα
- κλιματισμό

Στον επαγγελματικό τομέα για:

- θέρμανση
- μαγείρεμα και ψήσιμο
- παραγωγή ζεστού νερού
- παραγωγή ατμού
- κλιματισμό
- συμπαραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας

Μια σειρά επαγγελματιών μπορεί να χρησιμοποιήσει το φυσικό αέριο καλύπτοντας τις καθημερινές ανάγκες των επιχειρήσεών τους, όπως αρτοποιεία, εστιατόρια, εργαστήρια ζαχαροπλαστικής, κομμωτήρια, εργαστήρια αργυροχρυσοχοΐας, στεγνοκαθαριστήρια, συνεργεία αυτοκινήτων με φούρνους βαφής κ.ά. Επίσης, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, εκπαιδευτικά ιδρύματα, μεγάλα κτίρια γραφείων, εμπορικά κέντρα και καταστήματα, κολυμβητήρια, αθλητικές εγκαταστάσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν το φυσικό αέριο καλύπτοντας τις ενεργειακές τους ανάγκες με οικονομία και ασφάλεια.

Στη βιομηχανία για:

- κάλυψη θερμικών αναγκών για όλες τις παραγωγικές διαδικασίες (παραγωγή ατμού, ξήρανση)
- κλιματισμό
- συμπαραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα υποκαθιστάμενα ανταγωνιστικά καύσιμα από το φυσικό αέριο. Είναι, λοιπόν, φανερό ότι το φυσικό αέριο μπορεί να υποκαταστήσει όλα τα γνωστά και ευρέως χρησιμοποιούμενα καύσιμα και μορφές ενέργειας.

**Πίνακας 2.3.1-3. Υποκαθιστάμενα ανταγωνιστικά καύσιμα από φυσικό αέριο.**

ΧΡΗΣΗ	ΥΠΟΚΑΘΙΣΤΑΜΕΝΟ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟ ΚΑΥΣΙΜΟ
Θέρμανση χώρων (κεντρική ή αυτόνομη)	Πετρέλαιο Θέρμανσης & Ηλεκτρισμός
Παραγωγή ζεστού νερού	Ηλεκτρισμός & Πετρέλαιο Κίνησης
Παραγωγή ατμού	Πετρέλαιο Κίνησης & Μαζούτ
Μαγείρεμα-Ψήσιμο	Ηλεκτρισμός, Υγραέριο & Πετρέλαιο Κίνησης
Κλιματισμός (ψύξη-θέρμανση)	Ηλεκτρισμός
Βιομηχανικές χρήσεις	Μαζούτ, Πετρέλαιο Κίνησης & Υγραέριο

Το φυσικό αέριο είναι το πιο καθαρό και με τους χαμηλότερους ρύπους σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα.

- Η καύση του παράγει λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα, οπότε υποκαθιστώντας τα άλλα καύσιμα συμβάλλει στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.
- Δεν περιέχει ενώσεις θείου που ρυπαίνουν το περιβάλλον και προκαλούν το φαινόμενο της όξινης βροχής.
- Η καύση του είναι καθαρή και πρακτικά δεν εκπέμπει αιθάλη και αιωρούμενα σωματίδια, περιορίζοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Ενδεικτικά στον κάτωθι Πίνακα 2.3.1-4 δίνονται οι εκπεμπόμενοι ρύποι κατά την καύση του φυσικού αερίου σε σχέση με άλλα καύσιμα (σε mg ρύπου ανά kWh εισαγόμενης θερμότητας καυσίμου).<sup>11</sup>

**Πίνακας 2.3.1-4. Εκπεμπόμενοι ρύποι κατά την καύση διαφόρων καυσίμων.**

Τύπος καυσίμου	Διοξείδιο του Ανθρακα	Διοξείδιο του Θείου	Μονοξείδιο του Ανθρακα	Μονοξείδιο του Αζώτου	Υδρογονάνθρακες	Σωματίδια
Μαζούτ χαμηλού θείου	260	1,147	0,046	0,0439	0,015	0,150
Πετρέλαιο θέρμανσης	249	0,056	0,045	0,189	0,015	0,023
Πετρέλαιο κίνησης	244	0,054	0,044	0,185	0,015	0,022
Υγραέριο	227	0,000	0,025	0,157	0,006	0,007
Φυσικό Αέριο	177	0,000	0,022	0,137	0,005	0,007

<sup>11</sup> www.aerioattikis.gr

### 2.3.2. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) έχουν οριστεί οι ενεργειακές πηγές, οι οποίες υπάρχουν εν αφθονία στο φυσικό περιβάλλον. Είναι η πρώτη μορφή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος πριν στραφεί έντονα στη χρήση των ορυκτών καυσίμων. 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. Το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη των τεχνολογιών αυτών εμφανίστηκε 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 εγγώρια 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.

Ενδεικτικά παρουσιάζονται παρακάτω οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μιας και ακολουθεί στο επόμενο κεφάλαιο η εκτενής ανάλυσή τους.

- **ο ήλιος - ηλιακή ενέργεια**, με υποτομείς τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τα παθητικά ηλιακά συστήματα και τη φωτοβολταϊκή μετατροπή,
- **ο άνεμος - αιολική ενέργεια**,
- **οι υδατοπτώσεις - υδραυλική ενέργεια**, με περιορισμό στα μικρά υδροηλεκτρικά, ισχύος κάτω των 10 MW,
- **η γεωθερμία - γεωθερμική ενέργεια**: υψηλής και χαμηλής ενθαλπίας,
- **η βιομάζα**: θερμική ή χημική ενέργεια με την παραγωγή βιοκαυσίμων, τη χρήση υπολειμμάτων δασικών εκμεταλλεύσεων και την αξιοποίηση βιομηχανικών αγροτικών (φυτικών και ζωικών) και αστικών αποβλήτων,
- **οι θάλασσες**: ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκή ενέργεια και ενέργεια των ωκεανών από τη διαφορά θερμοκρασίας των νερών στην επιφάνεια και σε μεγάλο βάθος και
- **οι κυψέλες καυσίμων με τη χρήση υδρογόνου**.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

### 3.1. Εισαγωγή

Η ανάπτυξη και εκμετάλλευση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για υποκατάσταση των καθιερωμένων συμβατικών ενεργειακών πηγών, πολλές από τις οποίες εξαντλούνται ταχύτατα, αποτελεί βασικό στοιχείο της ενεργειακής πολιτικής των τεχνολογικά ανεπτυγμένων χωρών.

Όπως είναι γνωστό, τα παγκόσμια αποθέματα αργού πετρελαίου, φυσικού αερίου και στερεών καυσίμων εξαντλούνται με ταχείς ρυθμούς και το πρόβλημα θα είναι ιδιαίτερα έντονο στις επόμενες δεκαετίες, όπου προβλέπεται διπλασιασμός του πληθυσμού της γης, με ταυτόχρονη αύξηση των κατά κεφαλήν ενεργειακών καταναλώσεων. Τονίζεται ότι παρατηρείται μεγάλη σπατάλη στην κατανάλωση ενέργειας, δεδομένου ότι η χρήσιμη ενέργεια υπολογίζεται στο 40% περίπου της συνολικά χρησιμοποιούμενης ενέργειας.

Αναφορικά με τις τεχνολογίες ΑΠΕ, οι περισσότερες από αυτές είναι ήδη ή τείνουν να γίνουν οικονομικά βιώσιμες σε ευρεία κλίμακα, ειδικά εάν ληφθεί υπόψη και το εσωτερικό κόστος της παραγόμενης ενέργειας (περιβαλλοντικό-κοινωνικό). Ως τέτοιες μπορούν να χαρακτηρισθούν τα συστήματα ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας, τα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής, της υδροδυναμικής και της γεωθερμικής ενέργειας, τα φωτοβολταϊκά και τα θερμικά ηλιακά συστήματα και στην κατεύθυνση της εξοικονόμησης ενέργειας, τα παθητικά ηλιακά συστήματα. Στις ενότητες που ακολουθούν, περιγράφονται οι κύριες μορφές και τεχνολογίες ΑΠΕ.<sup>12</sup>

### 3.2. Ηλιακή ενέργεια

#### 3.2.1. Συστήματα μετατροπής ηλιακής ενέργειας σε θερμότητα

Τα Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα (ΕΗΣ) μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε θερμότητα. Η μεταφορά της θερμότητας από τα σημεία συλλογής της στον τόπο που αποθηκεύεται ή καταναλώνεται γίνεται κατά βάση με μηχανικά μέσα. Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή ΕΗΣ είναι η παραγωγή θερμού νερού χρήσης, συνήθως από οικιακά συστήματα (θερμοσίφωνες). Αντίστοιχα, μεγάλες ποσότητες θερμού νερού παράγονται από κεντρικά ηλιακά συστήματα, τα οποία έχουν εφαρμογή μεταξύ άλλων σε μεγάλα κτίρια, βιομηχανίες, ξενοδοχεία, θερμοκήπια και αθλητικά κέντρα. Χρησιμοποιώντας ηλιακούς συλλέκτες μέσων-υψηλών θερμοκρασιών (συλλέκτες

<sup>12</sup> Λοϊζίδου Μαρία, «Εισαγωγή στην περιβαλλοντική επιστήμη – Περιβαλλοντική πολιτική», Αθήνα 2006, σελ:71.

κενού, συγκεντρωτικούς συλλέκτες), ένα ΕΗΣ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για εφαρμογές όπως συνδυασμένη θέρμανση-ψύξη χώρων, παραγωγή ατμού για βιομηχανική χρήση, ηλεκτροπαραγωγή μέσω θερμικού κύκλου και αφαλάτωση.

Γενικά, τα ΕΗΣ διακρίνονται σε τεχνολογίες χαμηλής απόδοσης (χαμηλών ή μέσων θερμοκρασιών) και τεχνολογίες υψηλής απόδοσης (υψηλών θερμοκρασιών). Τα ηλιακά συστήματα χαμηλής απόδοσης περιλαμβάνουν τους επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες νερού ή αέρα και συλλέκτες με σωλήνες κενού ενώ στις τεχνολογίες υψηλής απόδοσης ανήκουν τα συστήματα συγκεντρωτικών συλλεκτών (συλλέκτες παραβολικής σκάφης, παραβολικά πιάτα, ηλιακοί πύργοι).

Η τεχνολογία των ΕΗΣ για παραγωγή θερμού νερού οικιακής χρήσης έχει ευρεία εμπορική εφαρμογή στην Ελλάδα. Το 2006, με περίπου 2.500.000 m<sup>2</sup> εγκατεστημένους ηλιακούς συλλέκτες υπολογίζεται ότι τουλάχιστον 800.000 ελληνικά νοικοκυριά χρησιμοποιούσαν ηλιακό θερμοσίφωνα. Από τα 2.500.000 m<sup>2</sup> εγκατεστημένων συλλεκτών που λειτουργούσαν, εξοικονομούνται περισσότερες από 1.300.000 MWh το χρόνο, μειώνοντας τις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 1.600.000 τόνους κάθε χρόνο. Η επιφάνεια αυτή κάλυπτε περίπου το 50% της επιφάνειας εγκατεστημένων συλλεκτών σε ολόκληρη την Ευρώπη. Στις μέρες μας, οι εισαγωγές ηλιακών συλλεκτών στην Ελλάδα έχουν μηδενιστεί και οι πωλήσεις έχουν σταθεροποιηθεί στην τάξη των 50.000 και άνω ηλιακών θερμοσιφωνικών συστημάτων ετησίως. Πάνω από 40% της εγχώριας παραγωγής ηλιακών συλλεκτών εξάγεται και η Ελλάδα είναι ο μεγαλύτερος εξαγωγέας ηλιακών συλλεκτών σε όλη την Ευρώπη. Επίσης, υπάρχουν αρκετές εφαρμογές ΕΗΣ για παραγωγή θερμού νερού σε ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις και ορισμένες σε βιομηχανίες, θερμοκήπια και αθλητικές εγκαταστάσεις.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο της για το 2020 το 20% της κατανάλωσης ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές. Ως προς την ηλιοθερμική ενέργεια η Ελλάδα ήταν πρωτοπόρος χώρα στην Ευρώπη τις τελευταίες δεκαετίες με περίπου ένα εκατομμύριο εγκατεστημένους ηλιακούς θερμοσίφωνες, που συμβάλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προστασία του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας το ανεξάντλητο ηλιακό δυναμικό. Οι προοπτικές για την περαιτέρω ανάπτυξη των εφαρμογών ηλιακών συστημάτων στην Ελλάδα είναι σημαντικές, λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος της δυνητικής αγοράς που υπάρχει σήμερα.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Λουϊζίδου Μαρία, «Εισαγωγή στην περιβαλλοντική επιστήμη – Περιβαλλοντική πολιτική», Αθήνα 2006, σελ:71-72.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποιοι μύθοι και πραγματικότητες σχετικά με τη χρήση των ΕΗΣ:

**❖ Τα συστήματα ηλιακής ενέργειας είναι δύσχρηστα.**

Η τοποθέτηση ενός ηλιακού συλλέκτη είναι απλή. Η δε συντήρηση που απαιτεί είναι ελάχιστη.

**❖ Με την ηλιακή ενέργεια δεν εξοικονομούνται χρήματα.**

Για τον απλό καταναλωτή, ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η πιο απλή και συμφέρουσα λύση για να περικόψει τους λογαριασμούς ρεύματος. Το μέσο ετήσιο κέρδος του μπορεί να φτάσει έως 100 ευρώ περίπου.

**❖ Με την ηλιακή ενέργεια δεν γίνεται εξοικονόμηση ενέργειας.**

Για την Ελλάδα, η εξοικονόμηση που ήδη συντελείται είναι πολύ σημαντική. Οι εγκατεστημένοι ηλιακοί θερμοσίφωνες εξοικονομούν ήδη 1,1 δισεκατομμύρια κιλοβατώρες το χρόνο, όση ενέργεια παράγει δηλαδή ένας συμβατικός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής, ισχύος 200 MWatt. Χωρίς τους ηλιακούς θερμοσίφωνες θα υπήρχε ένα σημαντικό έλλειμμα ισχύος, ιδιαίτερα στα απομονωμένα ηλεκτρικά δίκτυα των νησιών που θα αντιμετώπιζαν έτσι συχνές διακοπές ρεύματος, ιδίως κατά την καλοκαιρινή τουριστική περίοδο.

**❖ Η ηλιακή ενέργεια δεν συμβάλει αρκετά στην προστασία του περιβάλλοντος.**

Με την ηλιακή ενέργεια αποτρέπεται η έκλυση μεγάλων ποσοτήτων ρύπων που επιβαρύνουν το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Αποτρέπεται, επίσης, η κατανάλωση ενέργειας από ορυκτά καύσιμα και κατά συνέπεια οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που προκαλούν τις παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές. Ένα τυπικό θερμοσιφωνικό σύστημα για οικιακή χρήση παράγει στην Ελλάδα ετησίως 840-1.080 KWh και προκαλεί την έκλυση 925-1.200 Kg CO<sub>2</sub> το χρόνο, όσο δηλαδή θα απορροφούσε 1,5 στρέμμα δάσους.<sup>14</sup>

### 3.2.2. Συστήματα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική

Η παραγωγή ηλεκτρισμού με εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας επιτυγχάνεται με δύο τρόπους:

- (α) φωτοβολταϊκά συστήματα (αξιοποίηση του φωτο-ηλεκτρικού φαινομένου)
- (β) θερμικά συστήματα, τα οποία χρησιμοποιούνται για την λειτουργία ηλιοθερμικών σταθμών.

<sup>14</sup> <http://www.ypan.gr/ape/energeia.php?cat=iliaka>

Μέχρι σήμερα στην Ελλάδα υπάρχει εφαρμογή των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων σε περιορισμένη κλίμακα, ενώ έχουν εκπονηθεί μελέτες για τη δημιουργία κεντρικών μονάδων παραγωγής ηλεκτρισμού με θερμικά συστήματα.<sup>15</sup>

### 3.2.2.1. Φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τη δυνατότητα της άμεσης μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικά φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από το φωτοβολταϊκό πλαίσιο (ηλιακός συλλέκτης), το σύστημα αποθήκευσης της ενέργειας (για αυτόνομα συστήματα) και τα ηλεκτρονικά υποσυστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγουν τα φωτοβολταϊκά κύτταρα. Μια φωτοβολταϊκή συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα ηλιακά ηλεκτρικά πλαίσια συνδεδεμένα μεταξύ τους. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα που διατίθενται στο εμπόριο είναι κυρίως επίπεδου τύπου, η ονομαστική ισχύς τους κυμαίνεται από 10W έως 130W και υπάρχουν τρεις εμπορικά διαθέσιμες τεχνολογίες. Από πλευράς σχεδιασμού και εγκατάστασης, τα φωτοβολταϊκά συστήματα διακρίνονται σε αυτόνομα και διασυνδεδεμένα. Παραδείγματα χρήσης αυτόνομων συστημάτων αποτελούν η ηλεκτροδότηση οικιών, τουριστικών μονάδων, μικρών οικισμών, εγκαταστάσεων αφαλάτωσης νερού, οι αγροτικές εφαρμογές (άντληση νερού, ιχθυοκαλλιέργειες κλπ), οι τηλεπικοινωνίες, τα συστήματα φάρων, τα μικρά αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα σε πόλεις (ηλεκτροδότηση τηλεφωνικών θαλάμων, παρκόμετρων, κα).<sup>16</sup>

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τα εξής πλεονεκτήματα

- Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα.
- Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής.
- Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη.
- Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας.
- Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών.

<sup>15</sup> Λουϊζίδου Μαρία, «Εισαγωγή στην περιβαλλοντική επιστήμη – Περιβαλλοντική πολιτική», Αθήνα 2006, σελ:72-75.

<sup>16</sup> Καλδέλλης Κ. Ι., «Φωτοβολταϊκά συστήματα», Πρόχειρες σημειώσεις, 2007.

- Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου.
- Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πουλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου.

Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 6.000 ευρώ ανά εγκατεστημένο KW ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 KW, το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο. Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το Φ/Β σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια. Επιπλέον, το υλικό που συνήθως χρησιμοποιείται για την κατασκευή φωτοβολταϊκών είναι το πυρίτιο. Συνήθως, οι φωτοβολταϊκές κυψέλες από πυρίτιο μπορούν να μετατρέψουν περίπου το 25% της ολικής ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό. Αυτό είναι ένα θεωρητικό όριο λόγω της δυνατότητάς μας να κατασκευάσουμε πρακτικές φωτοβολταϊκές συσκευές. Σε μερικές περιπτώσεις ίσως είναι οικονομικότερο να κατασκευάσουμε συστήματα που εκμεταλλεύονται τη θερμική ενέργεια που συσσωρεύεται στο υλικό, για εφαρμογές όπου χρειάζεται ηλεκτρισμός και θερμότητα. Τέτοια συστήματα ονομάζονται φωτοβολταϊκά-θερμικά συστήματα ή "ολικά ενεργειακά συστήματα".<sup>17</sup>

Υπάρχουν επιπλέον και άλλα αρνητικά σημεία στα φωτοβολταϊκά που πηγάζουν από το υλικό κατασκευή τους, το πυρίτιο, όπως<sup>18</sup>:

- ✓ Ένα μέρος της ακτινοβολίας ποτέ δε φτάνει στο φωτοβολταϊκό γιατί αντανακλάται πάνω στην επιφάνεια του υλικού. Αυτή η απώλεια μπορεί να μειωθεί χρησιμοποιώντας κάποια αντανάκλαστική επικάλυψη στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού.
- ✓ Υπάρχουν εσωτερικές απώλειες ενέργειας που εξαρτώνται από την καθαρότητα του υλικού και την ποιότητα της κρυσταλλικής δομής του.
- ✓ Σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα η επιφάνεια που έχει διατεθεί για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας δεν καλύπτεται πλήρως από φωτοβολταϊκά στοιχεία. Αν

<sup>17</sup> [http://el.wikipedia.org/wiki/Φωτοβολταϊκό\\_σύστημα#](http://el.wikipedia.org/wiki/Φωτοβολταϊκό_σύστημα#)

<sup>18</sup> Καλδέλλης Κ. Ι., «Φωτοβολταϊκά συστήματα», 2007, σελ:3

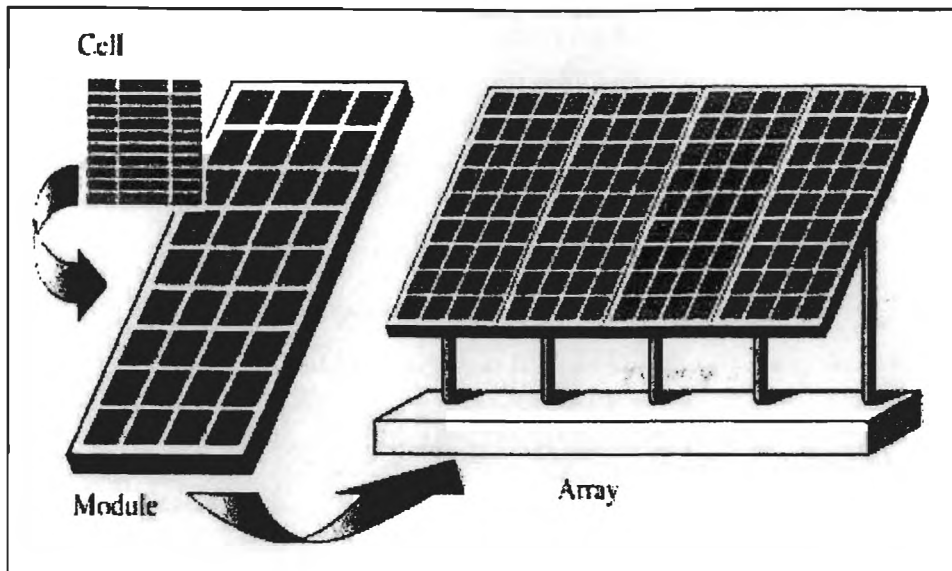
και αυτό το πρόβλημα περιορίζεται κατασκευάζοντας στοιχεία με εξαγωνικό ή παραλληλεπίπεδο σχήμα αντί για κυκλικό (όπως συνηθιζόταν παλαιότερα), κάποιο μέρος της επιφάνειας παραμένει αχρησιμοποίητο.

Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, και το ευρύ κοινό έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά ειδικότερα, για την κάλυψη ή την συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών. Άλλωστε, τα νέα φωτοβολταϊκά στοιχεία που κατασκευάζονται σήμερα πετυχαίνουν αποδόσεις μετατροπής της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας που ξεπερνούν το 20%.

Σε σύγκριση με τις άλλες Ευρωπαϊκές χώρες, η Ελλάδα παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη και την εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων, όπως είναι τα υψηλά επίπεδα ηλιοφάνειας, ο μεγάλος αριθμός νησιωτικών κυρίως περιοχών μη συνδεδεμένων με το δίκτυο της ΔΕΗ και με αυξημένες ενεργειακές ανάγκες, κυρίως σε τουριστικές περιοχές. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αρκετές εγκαταστάσεις αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων από δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς. Για παράδειγμα, η ΔΕΗ έχει εγκαταστήσει κεντρικούς και απομονωμένους (σε επίπεδο κατοικίας) φωτοβολταϊκούς σταθμούς σε νησιά για την ηλεκτροδότηση των τοπικών κοινοτήτων (Κύθνος, Σίφνος, Γαύδος κ.λπ.). Επίσης, το Πολεμικό Ναυτικό έχει εγκαταστήσει περισσότερο από 360 φωτοβολταϊκά συστήματα φάρων στο Αιγαίο. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα για το 1998 ανέρχεται σε 635 kWp ενώ στις αρχές του 2001 έχει ξεπεράσει το 1,2 MWp. Συνεπώς, οι εφαρμογές των φωτοβολταϊκών μπορούν να είναι από μικρο-συσκευές, όπως υπολογιστές τσέπης και ρολόγια, μέχρι και για κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια μιας κατοικίας ή ενός κτιρίου, ή και ανεξάρτητα συστήματα για την παροχή ενέργειας σε ανεξάρτητες ή απομονωμένες μονάδες (π.χ. σταθμοί αναμεταδόσεων).

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία συνήθως συνδέονται σε σειρά για μεγαλύτερες αποδόσεις, δημιουργώντας τα λεγόμενα πανελά (photovoltaic module) ή φωτοβολταϊκά πλαίσια. Η σύνδεση πολλών τέτοιων πανέλων δημιουργούν τα λεγόμενα "arrays" (συστοιχίες) για μεγάλες εγκαταστάσεις με υψηλές απαιτήσεις, όπως παρουσιάζεται στο **Σχήμα 3.2.2-1**.

Τέλος, τα φωτοβολταϊκά έχουν με επιτυχία λειτουργήσει στο αφιλόξενο διάστημα (κενό, υψηλές θερμοκρασιακές διαφορές, υψηλά ποσοστά ακτινοβολίας) με πολύ καλές επιδόσεις ανθεκτικότητας, απόδοσης και αξιοπιστίας. Σε εφαρμογές στη γη επέζησαν σε εξαιρετικά δύσκολες συνθήκες σκόνης, ατμοσφαιρικής μόλυνσης, ανέμων και χαλάζιου αποδεικνύοντας πάλι την επιτυχία τους. Από την εμπειρία που έχει αποκτηθεί, τα φωτοβολταϊκά μπορούν να αντέξουν περίπου 20 χρόνια στο διάστημα και 10 χρόνια στη γη, χωρίς σημαντική μείωση στην απόδοσή τους.



Σχήμα 3.2.2-1. Φωτοβολταϊκά πλαίσια & συστοιχίες

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια ενδεικτικά έργα και ολοκληρωμένες εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα <sup>19</sup>:

### ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΑΡΚΑ

Σταθμός 98,7KWp, στην Χαλκιδική



Τεχνολογία panel: Μονοκρυσταλλικά, Επιδότηση: Αναπτυξιακός 40%  
 Σύνδεση με το δίκτυο: 30.09.2008, Ετήσια έσοδα: 61.000,00€ /έτος  
 Μείωση εκπομπής: 95ton CO<sub>2</sub> /έτος (Ισοδυναμεί με 190 στρέματα δάσους)

<sup>19</sup> [http://www.aktinaplan.gr/proj\\_gr.html](http://www.aktinaplan.gr/proj_gr.html)



### Σταθμός 18,9KWp, στο Γαλανάδο Νάξου



Τεχνολογία panel: Μονοκρυσταλλικά, Επιδότηση: ΕΠΙΑΝ 6.5  
Σύνδεση με το δίκτυο: 10.09.2008, Ετήσια έσοδα: 13.000,00€ /έτος  
Μείωση εκπομπής: 20ton CO<sub>2</sub> /έτος (Ισοδυναμεί με 40 στρέματα δάσους)

### Σταθμός 5 KWp, στην Μεταμόρφωση Αττικής



Τεχνολογία panel: Μονοκρυσταλλικά,  
Σύνδεση με το δίκτυο: 12.09.2007, Ετήσια έσοδα: 3.600,00€ /έτος  
Μείωση εκπομπής: 4ton CO<sub>2</sub> /έτος (Ισοδυναμεί με 8 στρέματα δάσους)

### Σταθμός 19,79KWp, στην Θήβα



Τεχνολογία panel: ThinFilm, Επιδότηση: Αναπτυξιακός 40%  
Σύνδεση με το δίκτυο: 01.09.2008, Ετήσια έσοδα: 13.000,00€ /έτος  
Μείωση εκπομπής: 20ton CO<sub>2</sub> /έτος (Ισοδυναμεί με 40 στρέματα δάσους)



### Σταθμός 20KWp, στην Άνδρο



Τεχνολογία panel: Πολυκρυσταλλικά, Επιδότηση: ΕΠΑΝ 6.5  
Σύνδεση με το δίκτυο: 26.09.2008, Ετήσια έσοδα: 12.500,00€ /έτος  
Μείωση εκπομπής: 20ton CO<sub>2</sub> /έτος (Ισοδυναμεί με 40 στρέματα δάσους)

#### 3.2.2.2. Ηλιοθερμικά συστήματα

Σήμερα, είναι εφικτή η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ηλιοθερμικών συστημάτων, τα οποία χρησιμοποιούν συγκεντρωτικούς συλλέκτες (π.χ. συλλέκτες παραβολικής σκαφής). Η τεχνολογία αυτή θεωρείται ώριμη και ήδη εφαρμόζεται διεθνώς. Επίσης, έχουν δοκιμασθεί με επιτυχία, αλλά με υψηλό σχετικά κόστος, ηλιοθερμικά οπτικά συστήματα κατόπτρων - τύπου ηλιακών πύργων, τα οποία μέσα από ένα πεδίο ανακλαστήρων συγκεντρώνουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ένα κεντρικό σημείο όπου παράγεται υψηλή θερμοκρασία. Ήδη, λειτουργούν πειραματικά ηλιακοί πύργοι στις ΗΠΑ, στην Ισπανία, στην Ιαπωνία και σε άλλες χώρες. Η έρευνα εστιάζει στη βελτίωση των οπτικών συστημάτων ώστε να μειώνεται η διασπορά της συγκεντρωμένης ακτινοβολίας γύρω από το εστιακό σημείο του άξονα. Επίσης, διερευνάται η χρήση νέων υλικών, ανθεκτικών σε θερμοκρασίες άνω των 1500 °C καθώς και υλικών κατάλληλων για την αποθήκευση της συλλεγόμενης θερμότητας π.χ. τετηγμένο άλας.

Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν εγκαταστάσεις, έστω και πιλοτικές, για την παραγωγή ηλεκτρισμού από ηλιοθερμικά συστήματα. Σε κάθε περίπτωση, αρκετές περιοχές στη Νότια Ελλάδα προσφέρονται για την κατασκευή και λειτουργία ηλιοθερμικών σταθμών, αφού το κόστος ανά παραγόμενη KWh θεωρείται ανταγωνιστικό σε σχέση με το κόστος που παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα ή από αιολικά πάρκα.

Τα Ηλιακά Παθητικά Συστήματα αφορούν κυρίως σε εφαρμογές σε κτίρια και βασίζονται στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας από το ίδιο το κτιριακό κέλυφος. Τα παθητικά συστήματα, σε αντίθεση με τα ενεργητικά συστήματα, εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια με "παθητικό" τρόπο. Δηλαδή, η λειτουργία τους δεν προϋποθέτει την εγκατάσταση κάποιων ηλεκτρικών ή μηχανολογικών συστημάτων και γενικά κινούμενων μερών και δεν απαιτούν ανθρώπινη παρέμβαση.

Σήμερα έχουν αναπτυχθεί και δοκιμασθεί επιτυχώς εδώ και αρκετά χρόνια πολλοί διαφορετικοί τύποι ηλιακών παθητικών συστημάτων. Τα ηλιακά παθητικά συστήματα συνήθως σχεδιάζονται από πριν και ενσωματώνονται στο κέλυφος του κτιρίου. Υπάρχουν, όμως, και περιπτώσεις, ανάλογα με την κατάσταση του κτιρίου, στις οποίες παθητικά ηλιακά συστήματα έχουν προστεθεί και προσαρμοσθεί στο κτιριακό κέλυφος εκ των υστέρων.

Με τα παθητικά ηλιακά συστήματα επιτυγχάνεται σημαντική μείωση του ενεργειακού κόστους που αφορά στη θέρμανση των κτιρίων, ενώ παράλληλα βελτιώνεται η θερμική άνεση των ενοίκων. Η θέρμανση των κτιρίων με παθητικά ηλιακά συστήματα βασίζεται:

- ✓ στη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και στην μετατροπή της σε χρήσιμη θερμική (συνήθως μέσα από υαλοπίνακες),
- ✓ στην αποθήκευση της θερμικής ενέργειας (μέσα στον ίδιο τον σκελετό του κτιρίου, στα δάπεδα, στους τοίχους),
- ✓ στη διατήρηση της θερμότητας στο κτίριο και
- ✓ στη διανομή της θερμότητας (μέσα στους διαφορετικούς χώρους του κτιρίου).

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι συνήθως απλές κατασκευές και τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι στην πλειονότητά τους κοινά οικοδομικά υλικά. Οι τρεις βασικές συνθήκες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την κατασκευή των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης είναι οι εξής:

- ✓ Το κτίριο πρέπει να έχει νότιο προσανατολισμό με απόκλιση  $\pm 25^\circ$ .
- ✓ Το κτίριο πρέπει να έχει σχεδιασθεί από την αρχή με ενεργειακά κριτήρια.
- ✓ Το κέλυφος πρέπει να είναι καλά μονωμένο, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες.

Ειδική προσοχή πρέπει να δίνεται στην περίπτωση των κτιρίων στα οποία έχουν ενσωματωθεί παθητικά ηλιακά συστήματα, έτσι ώστε να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα (σκίαση, φυσικός αερισμός κλπ) για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Βασικός γνώμονας στη σχεδίαση των ηλιακών παθητικών συστημάτων είναι η μεγιστοποίηση της συλλογής της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται, ως αποτέλεσμα:

- ✓ Του προσανατολισμού, του μεγέθους και της κλίσης των ανοιγμάτων.
- ✓ Της διαπερατότητας των διαφανών υλικών.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα διαφοροποιούνται κυρίως ως προς τον τρόπο της συλλογής και αποθήκευσης της ηλιακής ακτινοβολίας. Διακρίνονται στις εξής βασικές κατηγορίες:

- ✓ Συστήματα άμεσης αποθήκευσης.
- ✓ Συστήματα έμμεσης αποθήκευσης.
- ✓ Συστήματα ενσωματωμένων και προσαρτημένων θερμοκηπίων.
- ✓ Συστήματα οροφής (συλλογή και αποθήκευση θερμότητας σε κτιριακή συμπαγή ή υδάτινη μάζα στην οροφή του κτιρίου).

Η κάλυψη των αναγκών για τη θέρμανση και τη ψύξη των κτιρίων με ηλιακά παθητικά συστήματα μπορεί να φθάσει έως και το 100%. Όμως για λόγους οικονομίας κατασκευής, ο σχεδιαστής στοχεύει συνήθως στην κάλυψη έως 50% - 75% των θερμικών ενεργειακών αναγκών του κτιρίου μέσω της εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας. Το επιπλέον κόστος που συνήθως προϋποθέτει η ενσωμάτωση ηλιακών παθητικών συστημάτων δεν υπερβαίνει το 5% του συνολικού προϋπολογισμού της κατασκευής, ενώ συνήθως κυμαίνεται στο 2% - 3% του συνολικού κόστους του κτιρίου.

Οι εφαρμογές ηλιακών παθητικών συστημάτων είναι πλέον διαδεδομένες από σχεδιαστικής και κατασκευαστικής πλευράς σε μονώροφες και διώροφες κατασκευές αν και υπάρχουν ήδη αρκετά παραδείγματα πολυώροφων κτιρίων που χρησιμοποιούν παθητικό σύστημα, αρκεί η σχεδίαση να έχει γίνει από την αρχή του έργου.

Στην Ελλάδα υπάρχουν σήμερα μερικές εκατοντάδες κτίρια τα οποία αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια με ηλιακά παθητικά συστήματα για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος περίπου για το 40% της καταναλισκόμενης ενέργειας σε εθνικό επίπεδο. Έτσι, τα παθητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να έχουν σημαντική συμμετοχή στη μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων των κτιρίων για θέρμανση και ψύξη. Με τη συμβολή των παθητικών ηλιακών συστημάτων θεωρείται εφικτή η εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας σε ποσοστό 10% σε εθνικό επίπεδο μέχρι το 2010.

Σημαντικά ενεργειακά κέρδη μπορούν να προκύψουν από την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων των κτιρίων, από την εφαρμογή συστημάτων παθητικής θέρμανσης και ψύξης, φυσικού φωτισμού και από την ταυτόχρονη εφαρμογή συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας, όπως μόνωση και αυτοματισμοί για τον έλεγχο της λειτουργίας τους ανάλογα με τις υφιστάμενες περιβαλλοντικές συνθήκες.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> Λουϊζίδου Μαρία, «Εισαγωγή στην περιβαλλοντική επιστήμη – Περιβαλλοντική πολιτική», Αθήνα 2006, σελ:73-75.

### 3.3. Ενέργεια ωκεανών και θαλασσών

Υφίστανται τρεις βασικοί τρόποι για την εκμετάλλευση της ενέργειας που παρέχεται από τις θάλασσες και τους ωκεανούς:

- α) από τα κύματα,
- β) από τις παλίρροιες (μικρές και μεγάλες) και
- γ) από τις θερμοκρασιακές διαφορές του θαλάσσιου νερού

Πιο αναλυτικά:

α) Η κινητική ενέργεια των κυμάτων χρησιμοποιείται για την περιστροφική κίνηση κατάλληλης τουρμπίνας έτσι ώστε η γεννήτρια του συστήματος να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων. Η παραγόμενη ενέργεια είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες μιας οικίας, ενός φάρου κ.λ.π.

β) Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι, με την εξής απλή διαδικασία: 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 m.

Η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες μιας πόλης μέχρι και 240 χιλιάδων κατοίκων. Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε στον ποταμό La Ranee στις ακτές της Βορειοδυτικής Γαλλίας το 1962 και οι υδροστρόβιλοι του μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς το νερό κινείται κατά τη μια ή την άλλη κατεύθυνση. Άλλοι τέτοιοι σταθμοί λειτουργούν στη Ρωσία, στη θάλασσα Barents και στον κόλπο Fuhdy της Νέας Σκωτίας.

γ) Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5 °C.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ενέργειας των ωκεανών, εκτός από "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με τα γνωστά ευεργετήματα, είναι το σχετικά μικρό κόστος κατασκευής των απαιτούμενων εγκαταστάσεων, η μεγάλη

απόδοση (40-70 KW ανά μέτρο μετώπων κύματος) και η δυνατότητα παραγωγής υδρογόνου με ηλεκτρόλυση από το άφθονο θαλασσινό νερό. Στα μειονεκτήματα αναφέρεται το κόστος μεταφοράς της παραγόμενης ενέργειας στη στεριά για εκμετάλλευση.<sup>21</sup>

### **3.4. Αιολική ενέργεια**

---

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η κινητική ενέργεια του ανέμου και οφείλεται κυρίως στην ηλιακή ακτινοβολία. Περίπου το 2% της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στον πλανήτη μας μετατρέπεται σε αιολική ενέργεια, η οποία υπολογίζεται σε 3,6 δισεκατομμύρια MW. Η ενέργεια είναι πολύ μεγάλη συγκρινόμενη με τις ανάγκες της ανθρωπότητας. Υπολογίζεται ότι είναι ίση με το εκατονταπλάσιο της ενέργειας που μετατρέπεται σε βιομάζα από όλους τους φυτικούς οργανισμούς του πλανήτη.

Η αιολική ενέργεια ανήκει στις ήπιες ή Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) δεδομένου ότι δε ρυπαίνει το περιβάλλον και παράλληλα είναι ανεξάντλητη. Από την άλλη πλευρά παρουσιάζεται μικρή ισχύ ρεύματος ( $\text{Watt/m}^2$ ), δηλαδή είναι μικρή η ποσότητα ενέργειας ανά μονάδα χρόνου που μπορεί να δεσμευτεί ανά επιφάνεια και για αυτό χαρακτηρίζεται ως μια «αραιή» μορφή ενέργειας. Ακόμα, η αδυναμία ακριβούς πρόβλεψης της ταχύτητας και της διεύθυνσης των ανέμων αποτελεί ένα βασικό μειονέκτημα για την αξιοποίηση της.

Η ονομασία της αιολικής ενέργειας προέρχεται από την Αρχαία Ελλάδα και συγκεκριμένα από τον θεό των ανέμων, τον Αίολο. Η αναφορά των ομηρικών επών στον Αίολο υπογραμμίζει τη σημασία της αιολικής ενέργειας στην ναυσιπλοΐα για τους πολιτισμούς εκείνης της ιστορικής περιόδου.

Οι πρώτες ιστορικές μαρτυρίες για εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας με χρήση ανεμόμυλων αναφέρονται στο 1700 π.Χ. οπότε οι πρώτοι ανεμόμυλοι άρδευαν τους κάμπους της Μεσοποταμίας. Αλλά και αρκετά νεότερα γραπτά κείμενα (700 μ.Χ.) από το Αφγανιστάν, εμφανίζουν το επάγγελμα του κατασκευαστή ανεμόμυλων να χαίρει ιδιαίτερης αναγνώρισης, γεγονός που αποδεικνύει το μεγάλο βαθμό χρήσης των ανεμόμυλων για άρδευση και άλεση δημητριακών στους πολιτισμούς εκείνης της εποχής. Τα πρώτα γραπτά κείμενα που μαρτυρούν τη χρήση των ανεμομύλων στην Ευρώπη εμφανίζονται τον 12<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ.. Πιστεύεται ότι κατά τη διάρκεια των Σταυροφοριών μεταφέρθηκε τεχνογνωσία από την Γηραιά Ήπειρο προς την Συρία. Από τα μέσα του 18<sup>ου</sup> αιώνα, η συστηματική μελέτη των φυσικών αρχών λειτουργίας των ανεμόμυλων βελτιώνει ολοένα και περισσότερο τον συντελεστή απόδοσής τους

---

<sup>21</sup> Λοϊζίδου Μαρία, «Εισαγωγή στην περιβαλλοντική επιστήμη – Περιβαλλοντική πολιτική», Αθήνα 2006, σελ:75-76.

και στα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα, οι Δανοί κατασκευάζουν τις πρώτες ανεμογεννήτριες (Α/Γ) παράγοντας ηλεκτρισμό από τον άνεμο.

Η εξέλιξη των Α/Γ συνεχίζεται, με υποτονικούς ρυθμούς στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα λόγω στροφής του ενδιαφέροντος στις ατμομηχανές και τις μηχανές εσωτερικής καύσης. Στα χρόνια που ακολούθησαν τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, η υπερεκμετάλλευση των κοιτασμάτων πετρελαίου και η αιφνίδια διείσδυση της πυρηνικής ενέργειας στο διεθνές ενεργειακό ισοζύγιο οδηγούν την εξέλιξη των μηχανών σε ύφεση. Η ισορροπία αρχίζει σταδιακά να ανατρέπεται από το 1973 και μετά, λόγω της ενεργειακής κρίσης. Οι τεχνολογικά ανεπτυγμένες χώρες, συνειδητοποιούν ότι τα οργανικά ενεργειακά αποθέματα δεν είναι ανεξάντλητα και στρέφουν το ενδιαφέρον τους στις Α.Π.Ε. Μέσα στην δεκαετία του '80, λόγω πτώσης της τιμής του πετρελαίου, παρατηρείται ύφεση στην έρευνα και την ανάπτυξή τους. Στα χρόνια που ακολουθούν, τα προβλήματα που παρουσιάζονται από τη ρύπανση του περιβάλλοντος (φαινόμενο θερμοκηπίου) καθώς και η επανεξέταση της χρήσης της πυρηνικής ενέργειας μετά το ατύχημα στο Τσέρνομπιλ, δίνουν μεγάλη ώθηση στην έρευνα και την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας.<sup>22</sup>

#### 3.4.1. Ο Άνεμος

Η αιολική ενέργεια προέρχεται από μετατροπή ενός μικρού ποσοστού (περίπου 0,2%) της ηλιακής ενέργειας, που φθάνει στο έδαφος του πλανήτη μας, σε κινητική ενέργεια του ανέμου. Η ισχύς του ανέμου σε ολόκληρο τον πλανήτη μας εκτιμάται σε  $3,6 \times 10^9$  MW, ενώ σύμφωνα με εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Μετεωρολογίας, ποσοστό περίπου 1% της αιολικής ενέργειας, που ανέρχεται σε 0,6Q (ή  $175 \times 10^{12}$  kWh) είναι διαθέσιμο για ενεργειακή αξιοποίηση σε διάφορα μέρη του κόσμου.

Οι πλέον ευνοημένες περιοχές του πλανήτη μας από πλευράς αιολικού δυναμικού είναι οι χώρες της πολικής και εύκρατης ζώνης, ιδιαίτερα κοντά στις ακτές. Βέβαια η αξιοποίηση της δωρεάν ενέργειας που προσφέρει η φύση στον άνθρωπο, προϋποθέτει την ύπαρξη των κατάλληλων μηχανών, για τη δέσμευση της αιολικής ενέργειας και τη μετατροπή της στην επιθυμητή μορφή ενέργειας.

Τα τελευταία είκοσι χρόνια, ιδιαίτερα μετά τις διαδοχικές ενεργειακές κρίσεις και σε συνδυασμό με τα οξυμένα περιβαλλοντικά προβλήματα, οι άνθρωποι έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας. Αξίζει να σημειώσουμε στο σημείο αυτό, ότι από τεχνικοοικονομικής άποψης η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα την πλέον συμφέρουσα ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, δεδομένου ότι ήδη το κόστος της παραγόμενης αιολικής kWh συναγωνίζεται το κόστος της συμβατικής kWh, χωρίς μάλιστα να συμπεριληφθεί το κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος από την παραγωγή ενέργειας. Για το λόγο αυτό τα τελευταία

<sup>22</sup> Παρασκευόπουλος Αλέξανδρος, «Αιολική ενέργεια – Αξιολόγηση ιδιωτικών επενδύσεων σε αιολικά πάρκα», Αθήνα 2000, σελ:12

χρόνια γίνονται σοβαρές επενδύσεις στον τομέα της αιολικής ενέργειας τόσο από δημόσιους όσο και από ιδιωτικούς φορείς, κυρίως στις πιο ανεπτυγμένες χώρες του πλανήτη μας.

Βέβαια από την άλλη πλευρά αντιπαρατίθεται το γεγονός ότι η αιολική ενέργεια δεν είναι ακριβώς προβλέψιμη ούτε και συνεχής, ενώ παράλληλα είναι μια μορφή ενέργειας χαμηλής πυκνότητας ("αραιή" μορφή ενέργειας), γεγονός που μας υποχρεώνει σε μεγάλες κατασκευές.

Ολοκληρώνοντας, πρέπει να επισημάνουμε ότι αρκετοί επιστήμονες (κυρίως οικονομολόγοι) έχουν υποστηρίξει ότι η κατάλληλη αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας μπορεί να λύσει το παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα που χρησιμοποιείται αρκετά συχνά είναι το γεγονός ότι οι ενεργειακές ανάγκες των Η.Π.Α αποτελούν μόλις το ένα δέκατο του αντίστοιχου αιολικού δυναμικού της χώρας αυτής.

Οπωσδήποτε οι παραπάνω ισχυρισμοί, ότι η αιολική ενέργεια μπορεί να επιλύσει τα ενεργειακά προβλήματα μιας χώρας, είναι υπερβολικοί, τουλάχιστον με τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες, δεδομένου ότι ένα πολύ μικρό τμήμα του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί τελικά.

Είναι όμως τελείως ρεαλιστική η εκτίμηση ότι η σωστή αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας θα βελτιώσει το παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο, ενώ στην περίπτωση της χώρας μας θα ανακουφίσει σημαντικά το πλήρως εξαρτώμενο από εισαγόμενα καύσιμα ενεργειακό ισοζύγιό της, χωρίς ταυτόχρονα να επιβαρύνει με πρόσθετους ρύπους το ήδη βεβαρημένο περιβάλλον μας.

Τέλος, αν και είναι ευρύτερα αποδεκτό ότι η αιολική ενέργεια μπορεί να αποτελέσει μια καθαρή και οικονομικά ενδιαφέρουσα πηγή ενέργειας, ιδιαίτερα για τη χώρα μας, προτού διατυπωθούν τελικά συμπεράσματα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τα βασικά θετικά και αρνητικά στοιχεία, που συνοδεύουν την εγκατάσταση ανεμογεννητριών και την αξιοποίηση του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού μιας περιοχής.<sup>23</sup>

### **3.4.2. Ανεμογεννήτριες**

Τα σύγχρονα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας αφορούν κυρίως μηχανές που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια και ονομάζονται ανεμογεννήτριες.

Οι Α/Γ διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

---

<sup>23</sup> [http://www.enman.uowm.gr/dep/tourlidakis/courses/renew/AN/an\\_general.html](http://www.enman.uowm.gr/dep/tourlidakis/courses/renew/AN/an_general.html)

- ✓ **Οριζόντιου άξονα**, στις οποίες ο άξονας περιστροφής του δρομέα είναι παράλληλος προς την επιφάνεια της Γης.
- ✓ **Κατακόρυφου άξονα**, στις οποίες ο άξονας περιστροφής είναι κάθετος στην επιφάνεια της Γης.

Μία ανεμογεννήτρια περιλαμβάνει συνήθως τα ακόλουθα μέρη:

**Στροφέας:** Τα πτερύγια του στροφέα σχεδιάζονται στην περιστροφή στον αέρα, που οδηγεί τη γεννήτρια στροβίλων. Μερικές φορές χρησιμοποιείται σύστημα γραναζιών για να αυξηθεί η συχνότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

**Γεννήτρια:** Ο μηχανισμός αυτός παράγει την ηλεκτρική ενέργεια όταν υπάρχει ικανοποιητικός αέρας για να περιστρέψει τα πτερύγια. Η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται στο επόμενο στάδιο (είτε για αποθήκευση, είτε στο σύστημα διανομής, είτε για άμεση χρήση) χρησιμοποιώντας καλωδίωση.

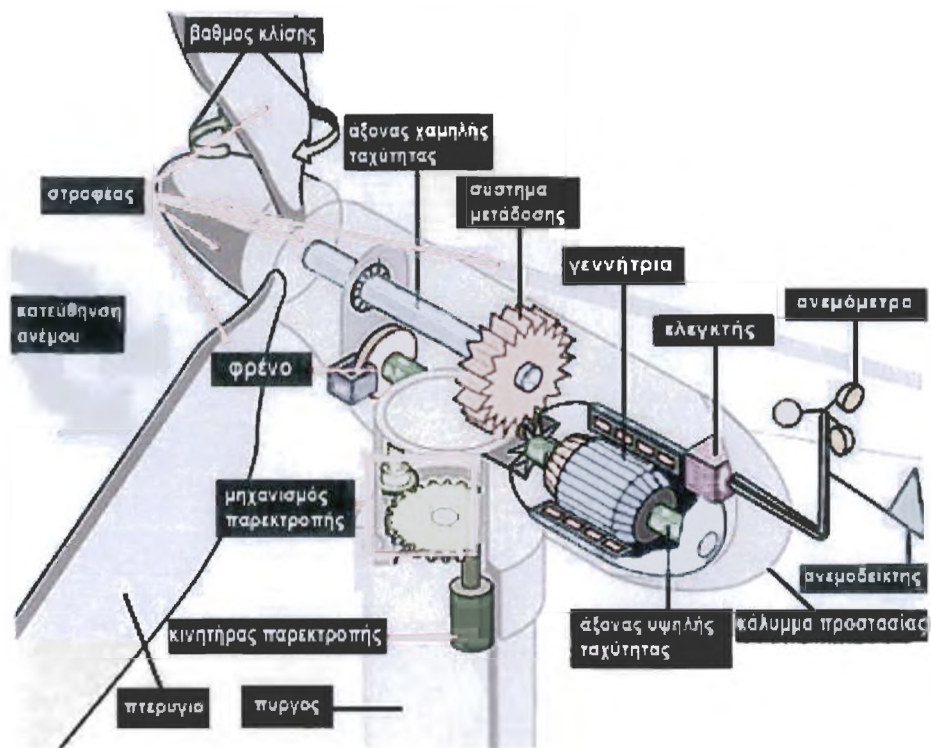
**Κατευθυντήριο σύστημα:** Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα απαιτούν έναν μηχανισμό που να τις τοποθετεί προς την κατεύθυνση του αέρα. Οι μικρές ανεμογεννήτριες έχουν συνήθως μια ουρά που τις περιστρέφει προς τη σωστή κατεύθυνση. Οι μεγάλες μηχανές έχουν συνήθως έναν "σέρβο μηχανισμό" που τις προσανατολίζει στην κατεύθυνση της μέγιστης αιολικής δύναμης.

**Σύστημα προστασίας:** Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι συνήθως εξοπλισμένες με μηχανισμούς για να αποτρέψουν κάποια ζημία στους υπερβολικά υψηλούς ανέμους. Οι μεγάλες μηχανές μπορούν και έχουν σύνθετες ρυθμίσεις για να διακόψουν την παραγωγή με τις ταχύτητες υψηλού αέρα. Τα μικρότερα συστήματα αλλάζουν τον προσανατολισμό των λεπίδων έτσι ώστε να παρουσιάζουν μια μικρότερη επιφάνεια στον αέρα και με αυτόν τον τρόπο μειώνουν την ταχύτητα περιστροφής των πτερυγίων τους ή χρησιμοποιούν μηχανικά φρένα.

**Πύργος:** Ο πύργος υψώνει την ανεμογεννήτρια αρκετά παραπάνω από τη δίνη του αέρα κοντά στο έδαφος και συλλαμβάνει τον αέρα ψηλότερα σε μεγαλύτερες ταχύτητες. Ο σχεδιασμός των πύργων είναι ιδιαίτερα κρίσιμος, καθώς πρέπει να είναι ψηλός, γερός, να επιτρέπει την πρόσβαση στην ανεμογεννήτρια για τη συντήρησή της και να μην επιβαρύνει το κόστος του συστήματος.

Στην αγορά της αιολικής ενέργειας, έχουν επικρατήσει οι Α/Γ οριζόντιου άξονα. Η αρχή λειτουργίας των Α/Γ βασίζεται στο φαινόμενο της άνωσης, σύμφωνα με το οποίο η ταχύτητα ροής του ρευστού (αέρα) είναι διαφορετική στις δύο πλευρές των πτερυγίων (λόγω αεροδυναμικής σχεδίασής τους) με αποτέλεσμα τη δημιουργία υποπίεσης στη μια πλευρά και υπερπίεσης στην άλλη και συνεπώς την εμφάνιση δύναμης (άνωση) που κινεί τα πτερύγια.





**Σχήμα 3.4-1** Τυπική μορφή ανεμογεννήτριας

Τα συστήματα ενεργειακής μετατροπής του αέρα (ανεμογεννήτριες) σχεδιάζονται για να μετατρέψουν την ενέργεια της μετακίνησης αέρα (κινητική ενέργεια) σε μηχανική δύναμη (μηχανική ενέργεια), η οποία είναι η κινητήρια δύναμη μιας μηχανής. Στην ανεμογεννήτρια, αυτή η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενώ στους ανεμόμυλους αυτή η ενέργεια χρησιμοποιείται για να κάνει την οποιαδήποτε εργασία, όπως την άντληση του νερού, το άλεσμα των σιταριών ή την κίνηση των μηχανημάτων. Η παραχθείσα ηλεκτρική ενέργεια μπορεί είτε να αποθηκευτεί σε μπαταρίες είτε να χρησιμοποιηθεί άμεσα..<sup>24</sup>

<sup>24</sup>[http://www.energypoint.gr/ananevwsimes\\_piges\\_energeia/pws\\_leitoyrgoyn\\_oi\\_anemogennitries.html](http://www.energypoint.gr/ananevwsimes_piges_energeia/pws_leitoyrgoyn_oi_anemogennitries.html)

### 3.4.3. Κριτήρια για την επιλογή θέσης εγκατάστασης Αιολικών Πάρκων

Τα κύρια κριτήρια για την επιλογή θέσης εγκατάστασης Αιολικών Πάρκων είναι:

- Υψηλό αιολικό δυναμικό.
- Τα γειτονικά δίκτυα με τη ΔΕΗ ανάλογης ισχύος και η ύπαρξη δρόμων πρόσβασης.
- Αποστάσεις από τις κοντινότερες κοινότητες.
- Το αρχαιολογικό ενδιαφέρον για την εξεταζόμενη περιοχή.
- Η θέση της Α/Γ σε σχέση με τους αναμεταδότες της ΕΡΤ και του ΟΤΕ.
- Αποστάσεις από τα αεροδρόμια.
- Ειδικά προγράμματα περιβαλλοντικής προστασίας (NATURA, RAMSAR κ.α.)

Παρόλο που οι ανεμολογικές συνθήκες σε περιοχές κοντά στη θάλασσα είναι συνήθως ιδανικές για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων, μπορούν, αντίστοιχα, να εντοπισθούν και ιδιαίτερα ελκυστικές -από οικονομική άποψη- ηπειρωτικές περιοχές, που προσφέρονται για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών.

Καθώς ο άνεμος περνάει πάνω από ένα λόφο ή μέσα από ένα ορεινό πέρασμα, συμπιέζεται και επιταχύνεται σημαντικά. Ομαλές κορυφές λόφων με ανοιχτή θέα προς τις επικρατούσες κατευθύνσεις του ανέμου είναι, συνεπώς, πολύ ελκυστικές και αυτές για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών.

Η εγκατάσταση ανεμογεννητριών με πυλώνες μεγάλου ύψους είναι μία κοινή μέθοδος για την αύξηση της ενεργειακής τους απόδοσης, καθώς η ταχύτητα του ανέμου συνήθως αυξάνεται σημαντικά με το ύψος, πάνω από το επίπεδο του εδάφους.

Σε περιοχές με χαμηλή ταχύτητα ανέμου, οι κατασκευαστές ανεμογεννητριών μπορούν να σχεδιάσουν και να προμηθεύσουν ειδικούς τύπους ανεμογεννητριών, σε σχέση με το μέγεθος της ηλεκτρογεννήτριας. Τέτοιου τύπου μηχανές, μπορούν να φθάσουν στο μέγιστο δυνατό επίπεδο παραγωγής ηλεκτρισμού, σε σχετικά χαμηλές ταχύτητες ανέμου, αν και έτσι χάνουν μέρος του ενεργειακού δυναμικού που υπάρχει σε ανέμους υψηλών ταχυτήτων. Οι κατασκευαστές ανεμογεννητριών, σε παγκόσμιο επίπεδο, βελτιώνουν συνεχώς τις μηχανές τους έτσι ώστε να ανταποκρίνονται καλύτερα στις τοπικές ανεμολογικές συνθήκες.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> <http://www.angelfire.com/alt2/si77sm/perival05-06/perival05-06.htm>

#### 3.4.4. Πλεονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας

1. Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, που σημαίνει ότι δεν εξαντλείται, σε αντίθεση με την ενέργεια από συμβατικά καύσιμα.
2. Είναι μια καθαρή μορφή και ήπια προς το περιβάλλον ενέργεια, που η χρήση της δεν επιβαρύνει τα οικοσυστήματα των περιοχών εγκατάστασης και παράλληλα αντικαθιστά ιδιαίτερα ρυπογόνες πηγές ενέργειας, όπως το κάρβουνο, το πετρέλαιο και την πυρηνική ενέργεια. Για τη χώρα μας ισχύουν ειδικά και τα παρακάτω πλεονεκτήματα:
3. Διαθέτουμε πολύ υψηλό αιολικό δυναμικό, ενδεικτικά στα νησιά του αρχιπελάγους εμφανίζονται άνεμοι σημαντικής ταχύτητας και διάρκειας σχεδόν ολόκληρο το έτος.
4. Απεριόριστες δυνατότητες σύστασης αιολικών εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας σε μια αγορά με σημαντικό αριθμό αναξιοποίητων θέσεων εγκατάστασης.
5. Απεξάρτηση της χώρας μας από τα εισαγόμενα καύσιμα, τα οποία οδηγούν αφ' ενός σε συναλλαγματική αιμορραγία τη χώρα μας, αφετέρου σε εξάρτηση της από χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης.
6. Η υψηλή σεισμικότητα της χώρας μας εγκυμονεί κινδύνους για τις θερμοηλεκτρικές και κυρίως τις πυρηνικές εγκαταστάσεις, με αποτέλεσμα να θεωρείται προβληματική στο άμεσο μέλλον η κατασκευή πυρηνικών μονάδων στη χώρα μας.
7. Η σημαντική διασπορά και ανομοιομορφία του κόστους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στα διάφορα τμήματα της χώρας μας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι ακόμα και σε περίπτωση που η μέση τιμή διάθεσης της ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας θα είναι ελαφρώς κατώτερη του οριακού κόστους της παραγόμενης αιολικής KWh, σε αρκετά νησιά της χώρας μας το κόστος παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολλαπλάσιο, ενίοτε και υπερδεκαπλάσιο, του οριακού κόστους παραγωγής της Δ.Ε.Η.
8. Η δυνατότητα τόνωσης της ελληνικής κατασκευαστικής δραστηριότητας με προϊόντα υψηλής Εγχώριας Προστιθέμενης Αξίας (Ε.Π.Α.) και συγκριτικά χαμηλού επενδυτικού κόστους, όπως θα μπορούσε να αποτελέσει η απόφαση συμπαραγωγής ανεμογεννητριών στην χώρα μας, συνεισφέροντας ταυτόχρονα και στη μείωση της ανεργίας.
9. Η υψηλή Ε.Π.Α. η οποία συνοδεύει την απόφαση εγχώριας παραγωγής ανεμογεννητριών. Η εκτιμώμενη Ε.Π.Α. μπορεί να φθάσει και να υπερβεί με τη σταδιακή απόκτηση εμπειρίας και στο 90% του συνολικού κόστους μιας ανεμογεννήτριας, ενισχύοντας ταυτόχρονα την εθνική οικονομία.

10. Η αξιόλογη εγχώρια ήλεκτρο-μηχανολογική εμπειρία, καθώς και τα το σημαντικό επιστημονικό-ερευνητικό ενδιαφέρον και δραστηριότητα στη γνωστική περιοχή της αιολικής ενέργειας.<sup>26</sup>

### 3.4.5. Μειονεκτήματα της Αιολικής Ενέργειας

Παρόλα τα πολλά προαναφερθέντα πλεονεκτήματα, η αιολική ενέργεια έχει και κάποια σημαντικά μειονεκτήματα που είναι ως ένα σημαντικό βαθμό αποτρεπτικά για την εξάπλωσή τους:

1. Οι ανεμογεννήτριες μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς ή θανατώσεις πουλιών, κυρίως αποδημητικών γιατί τα ενδημικά «συνηθίζουν» την παρουσία των μηχανών και τις αποφεύγουν. Γι' αυτό καλύτερα να μην κατασκευάζονται αιολικά πάρκα σε δρόμους μετανάστευσης πουλιών. Σε κάθε περίπτωση, πριν τη δημιουργία ενός αιολικού πάρκου ή και οποιασδήποτε εγκατάστασης ΑΠΕ θα πρέπει να έχει προηγηθεί Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.).
2. Οπτικοαισθητική επίδραση: Η εγκατάσταση μιας τεράστιας ανεμογεννήτριας σε μια όχι και τόσο ανοιχτή περιοχή δημιουργεί άσχημη οπτική εντύπωση. Αντίθετα η εγκατάσταση της ίδιας ανεμογεννήτριας σε μια αχανή έκταση περνά σχεδόν απαρατήρητη.
3. Ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση: Το πρόβλημα της ηλεκτρομαγνητικής αλληλεπίδρασης δημιουργείται από την ανάκλαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων πάνω στα περιστρεφόμενα πτερύγια της πτερωτής.
4. Τα αιολικά συστήματα έχουν υψηλό κόστος έρευνας και εγκατάστασης.
5. Απαιτούν πολύ χρόνο για την έρευνα και τη χαρτογράφηση του αιολικού δυναμικού των μεγάλων περιοχών, ώστε να εντοπιστούν τα ευνοϊκά σημεία.
6. Παρουσιάζουν διακυμάνσεις ως προς την απόδοση ισχύος, διακύμανση που οφείλεται στη μεταβαλλόμενη -κατά τη διάρκεια της ημέρας, του μήνα και του έτους- ένταση του ανέμου. Η αιολική ενέργεια δεν μπορεί να αποθηκευτή (εκτός αν χρησιμοποιηθούν μπαταρίες που όμως αυξάνουν κατά πολύ το κόστος). Επιπλέον δεν μπορούν όλοι οι άνεμοι να τιθασευτούν ώστε να καλυφτούν, τη στιγμή που προκύπτουν, οι ανάγκες του ηλεκτρισμού.
7. Ως μορφή ενέργειας παρουσιάζει χαμηλή πυκνότητα και έχει αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτούνται πολλές ανεμογεννήτριες για την παραγωγή αξιόλογης ισχύος και αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιείται σαν συμπληρωματική πηγή ενέργειας.

---

<sup>26</sup> [http://www.ecoconcrete.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=4431&Itemid=70](http://www.ecoconcrete.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=4431&Itemid=70)

Σύμφωνα με εμπειρογνώμονες, τα αιολικά πάρκα μπορούν να καλύψουν την ενεργειακή ανάγκη του πλανήτη. Σε μια μελέτη που έγινε τελευταία οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι πρέπει να κατασκευαστεί ένα παγκόσμιο δίκτυο χειρσαίων ανεμογεννητριών 2,5MW που να λειτουργούν ελάχιστα, περίπου στο 20%, και να μην βρίσκονται σε δασικές εκτάσεις ή σε παγωμένες περιοχές. Με αυτόν τον τρόπο οι ανεμογεννήτριες θα μπορούσαν να καλύψουν την τωρινή αλλά και τη μελλοντική ενεργειακή ζήτηση παγκοσμίως. Η αιολική ενέργεια έχει τεράστια δύναμη και μπορεί να συμβάλλει θετικά στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Αυτό που απομένει τώρα είναι να βρεθούν τρόποι να ξεπεραστούν τα αρνητικά της αιολικής ενέργειας έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί πιο αποτελεσματικά.<sup>27</sup>

#### **3.4.6. Μύθοι και πραγματικότητα**

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθούν οι πιο διαδεδομένες ανησυχίες για τις αρνητικές επιπτώσεις που θα μπορούσε να έχει η εγκατάσταση και χρήση των ανεμογεννητριών σε αιολικά πάρκα.

##### **4. Προκαλούν προβλήματα θορύβου οι ανεμογεννήτριες**

Λαμβάνοντας υπόψη μελέτες που έχουν εκπονηθεί σε αιολικά πάρκα στην Ελλάδα και σε συνδυασμό με τη θέση των «οικοπέδων» που συνήθως εγκαθίστανται αυτά, για να έχουν καλύτερη απόδοση, προκύπτει ότι τα αιολικά πάρκα δεν προκαλούν αύξηση της υπάρχουσας στάθμης θορύβου εκτός των ορίων τους και ακόμη περισσότερο σε κατοικημένες περιοχές. Επίσης, δεν προκαλούν την έκθεση των ανθρώπων σε υψηλή στάθμη θορύβου.

##### **5. Δημιουργούν προβλήματα ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών οι ανεμογεννήτριες ;**

Η Ελληνική νομοθεσία προβλέπει την προώθηση αδειοδότησης ενός αιολικού πάρκου μόνον εφόσον τηρούνται κάποιες ελάχιστες αποστάσεις από τηλεπικοινωνιακούς ή ραδιοτηλεοπτικούς σταθμούς. Οποιαδήποτε πιθανά προβλήματα παρεμβολών μπορούν να προληφθούν με σωστό σχεδιασμό και χωροθέτηση ή να διορθωθούν με μικρό σχετικά κόστος από τον κατασκευαστή του πάρκου με μια σειρά απλών τεχνικών μέτρων, όπως π.χ. η εγκατάσταση επιπλέον αναμεταδοτών. Σε σχέση με την συμβατότητα και τις παρεμβολές στις τηλεπικοινωνίες, αξίζει να αναφερθεί, ότι σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες οι πύργοι των ανεμογεννητριών όχι μόνον δεν δημιουργούν εμπόδια, αλλά χρησιμοποιούνται ήδη για την εγκατάσταση κεραιών προς διευκόλυνση υπηρεσιών επικοινωνιών, όπως η κινητή τηλεφωνία.

<sup>27</sup> <http://www.sigmalive.com/simerini/environment/170879>

Αξίζει να σημειωθεί ότι το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο της ηλεκτρογεννήτριας είναι εξαιρετικά ασθενές και περιορίζεται σε μια πολύ μικρή απόσταση γύρω από το κέλυφος της που είναι τοποθετημένο τουλάχιστον 40-50 μέτρα πάνω από το έδαφος. Για το λόγο αυτό δεν υφίσταται πραγματικό θέμα έκθεσης στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ούτε καν στη βάση της ανεμογεννήτριας. Ο μετασχηματιστής, πάλι, περιβάλλεται πάντα από περίφραξη ασφαλείας ή είναι κλεισμένος σε μεταλλικό υπόστεγο. Η περίφραξη είναι τοποθετημένη σε τέτοια απόσταση που το επίπεδο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι αμελητέο.

#### **6. Έχουν επίδραση οι ανεμογεννήτριες στις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες ;**

Δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι τα αιολικά πάρκα επιβαρύνουν τη γεωργία ή την κτηνοτροφία. Δεδομένου ότι περίπου το 99% της γης που φιλοξενεί ένα αιολικό πάρκο είναι διαθέσιμο για άλλες χρήσεις, μπορούμε να κατανοήσουμε ότι οι αγροτικές δραστηριότητες μπορούν να συνεχίζονται και μετά την εγκατάσταση του. Οι συνήθεις θέσεις αιολικών πάρκων είναι σε ορεινές περιοχές με θαμνώδη βλάστηση ακριβώς λόγω των υψηλών ταχυτήτων του ανέμου που ευνοούν την εγκατάσταση του. Σε αυτές τις περιοχές, η χρήση γης είναι κυρίως για βοσκή αιγοπροβάτων οι οποία μπορεί να συνεχισθεί χωρίς κανένα πρόβλημα και μετά την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου. Χαρακτηριστικά, σε μερικά αιολικά πάρκα έχει παρατηρηθεί ότι οι ανεμογεννήτριες γίνονται πόλος έλξης αιγοπροβάτων που επωφελούνται από τη δροσιά της σκιάς που προσφέρουν οι πύργοι τους.

#### **7. Έχουν επιπτώσεις στον πληθυσμό των πουλιών οι ανεμογεννήτριες ;**

Τα πουλιά καθώς πετούν μερικές φορές συγκρούονται με κτίρια και άλλες σταθερές κατασκευές. Οι ανεμογεννήτριες όμως δεν προκαλούν ιδιαίτερο πρόβλημα όπως έχει φανεί από μελέτες που έχουν γίνει σε ευρωπαϊκές χώρες όπως η Γερμανία, η Ολλανδία, η Δανία και η Αγγλία. Συγκεκριμένα, υπολογίστηκε ότι στον συνολικό αριθμό πουλιών που σκοτώνονται ετησίως, μόνον 20 θάνατοι οφείλονται σε ανεμογεννήτριες (για εγκατεστημένη ισχύ 1000MW), ενώ αντίστοιχα 1.500 θάνατοι οφείλονται στους κνηγούς και 2.000 σε πρόσκρουση με οχήματα και τις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (καθότι είναι σχεδόν «αόρατες» για τα πουλιά). Ασφαλώς βέβαια, το θέμα της προστασίας του πληθυσμού των πουλιών σε ευαίσθητες οικολογικά και προστατευμένες περιοχές πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη φάση σχεδιασμού και χωροθέτησης του αιολικού πάρκου.<sup>28</sup>

<sup>28</sup> <http://www.eliafestival.gr/blog/?tag>



### 3.5. Υδροηλεκτρικά συστήματα

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι ενέργεια που παράγεται από τη μετακίνηση του γλυκού νερού από τους ποταμούς και τις λίμνες. Αυτό το νερό προέρχεται στους ποταμούς ως απορροή από τις βροχοπτώσεις. Όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 3.5-1, οι βροχοπτώσεις δημιουργούνται από την ηλιακή ενέργεια διαμέσου σύνθετων διαδικασιών ενεργειακής μεταφοράς στην ατμόσφαιρα και μεταξύ της ατμόσφαιρας και της θάλασσας.



Σχήμα 3.5-1. Δημιουργία βροχοπτώσεων διαμέσου της ηλιακής ενέργειας

Η δυναμική (λόγω βαρύτητας) ενέργεια που συνδέεται με αυτό το νερό το αναγκάζει να διατηρεί μία καθοδική ροή. Αυτή η προς τα κάτω κίνηση του ύδατος περιέχει την κινητική ενέργεια, η οποία μπορεί να μετατραπεί σε μηχανική ενέργεια, και έπειτα από τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική στους σταθμούς υδροηλεκτρικής παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος.

Η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε μηχανική δεν είναι μια καινούργια ιδέα. Οι ξύλινοι υδρόμυλοι χρησιμοποιήθηκαν πριν 2000 χρόνια για να την επεξεργασία διαφόρων αγαθών. Η ακριβής προέλευση αυτών των υδραυλικών τροχών δεν είναι γνωστή, αλλά η παλιότερη αναφορά ως προς τη χρήση τους προέρχεται από την αρχαία Ελλάδα.

Οι πρώτες σύγχρονες υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις χτίστηκαν το 1882 στις Ηνωμένες Πολιτείες. Αυτές οι πρώτες εγκαταστάσεις χρησιμοποίησαν έναν γρήγορα ρέοντα ποταμό ως πηγή της ενέργειας. Μερικά έτη αργότερα, άρχισαν να χρησιμοποιούνται τα φράγματα ως τεχνητές περιοχές αποθήκευσης ύδατος στις καταλληλότερες θέσεις. Αυτά τα φράγματα ελέγχουν επίσης το ποσοστό ροής του νερού στους στροβίλους των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος.

Αρχικά, οι σταθμοί υδροηλεκτρικής παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος ήταν μικρής κλίμακας και ιδρύονταν δίπλα σε καταρράκτες κοντά στις πόλεις καθώς δεν ήταν δυνατό, εκείνη την περίοδο, να μεταφερθεί η ηλεκτρική ενέργεια σε μεγάλες αποστάσεις. Πλέον, η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις είναι εφικτή με αποτέλεσμα να έχει υπάρξει μεγάλης κλίμακας χρήση της υδροηλεκτρικής δύναμης καθιστώντας την οικονομικά βιώσιμη. Η μετάδοση σε μεγάλες αποστάσεις πραγματοποιείται με τη βοήθεια της υψηλής τάσης σε εναέρια ηλεκτροφόρα καλώδια αποκαλούμενα γραμμές μετάδοσης.

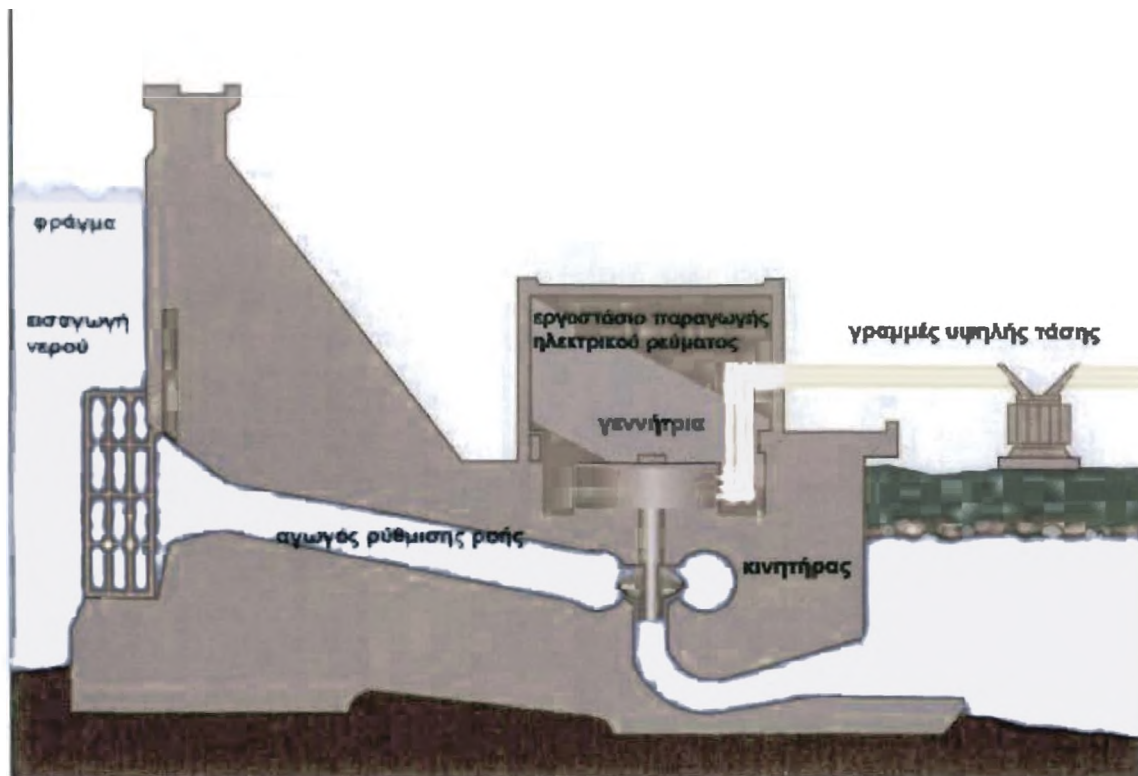
Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί χρειάζονται μικρό προσωπικό για τη λειτουργία και τη συντήρησή τους, και δεδομένου ότι κανένα καύσιμο δεν απαιτείται, οι τιμές καυσίμων δεν είναι πρόβλημα. Επίσης, χρησιμοποιεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που δεν μολύνει το περιβάλλον. Εντούτοις, η κατασκευή των φραγμάτων για να επιτρέψει την υδροηλεκτρική παραγωγή μπορεί να προκαλέσει σημαντική περιβαλλοντική ζημία.

Τέλος, αντίθετα από τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, που χρειάζονται αρκετό χρόνο για να ξεκινήσουν την παραγωγή ενέργειας, οι σταθμοί υδροηλεκτρικής παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος μπορούν να αρχίσουν την ηλεκτρική ενέργεια πολύ γρήγορα. Αυτό τους καθιστά ιδιαίτερα χρήσιμους για στις ξαφνικές αυξήσεις σε ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας από τους πελάτες.

### **3.5.1. Πώς λειτουργούν οι σταθμοί υδροηλεκτρικής παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος.**

Το ποσό ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να παραχθεί από μια περιοχή εξαρτάται από δύο συντελεστές: την υψομετρική διαφορά της στάθμης του νερού μεταξύ του φράγματος και του ποταμού (ή της λίμνης), όπου καταλήγει το νερό και την ποσότητα ροής του νερού. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι, επομένως, τοποθετημένοι όπου μπορούν να εκμεταλλευθούν τη μέγιστη πτώση μιας μεγάλης ποσότητας νερού - στο χαμηλότερο σημείο μιας βαθιάς και απότομα πλαισιωμένης κοιλάδας ή ενός φαραγγιού, ή κοντά στη βάση ενός φράγματος. Το Σχήμα 3.5-2 που ακολουθεί απεικονίζει το διάγραμμα μιας τυπικής μονάδας υδροηλεκτρικής παραγωγής.





Σχήμα 3.5-2: Διάγραμμα μονάδας υδροηλεκτρικής παραγωγής

Το νερό συλλέγεται και αποθηκεύεται σε ένα φράγμα, επάνω από το σταθμό παραγωγής, για να χρησιμοποιηθεί όταν απαιτείται. Μερικά φράγματα δημιουργούν μεγάλες δεξαμενές για αποθήκευση νερού (αυξάνοντας παράλληλα την στάθμη του ποταμού ή δημιουργώντας τεχνητή λίμνη), με σκοπό να αυξήσουν την δυναμικότητά τους. Άλλα φράγματα συλλαμβάνουν απλά τη ροή των ποταμών και εκτρέπουν το νερό στο σταθμό παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος μέσω των σωληνώσεων.

Ενώ ένας υδροστρόβιλος είναι πιο περίπλοκος από τους παλαιούς υδραυλικούς τροχούς, οι αρχές λειτουργίας του παραμένουν ίδιες: τα πτερύγια της γεννήτριας είναι ενωμένα με έναν άξονα ο οποίος περιστρέφεται λόγω της ροής του νερού που ασκεί πίεση στα πτερύγια. Όταν το νερό έχει μεταφέρει όλη του την κινητική ενέργεια στον υδροστρόβιλο, απαλλάσσεται μέσω των αποχετεύσεων ή των καναλιών διαφυγής του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος και συνεχίζει κανονικά τη ροή του στο ποτάμι ενώ δεν παύει να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για λόγους άρδευσης ή παροχής νερού.

Μια υδροηλεκτρική μονάδα παραγωγής αποτελείται από έναν υδροστρόβιλο, για να μετατρέψει την ενέργεια του νερού σε μηχανική, και μια ηλεκτρική γεννήτρια, για να μετατρέψει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική. Το σύνολο της διαθέσιμης ενέργειας εξαρτάται από την ποσότητα του διαθέσιμου νερού και από την πίεσή του στο στρόβιλο. Η πίεση είναι η υδροστατική πίεση, και μετριέται ως το διανυσματικό διάστημα από το στρόβιλο έως την επιφάνεια του νερού στο φράγμα. Όσο

μεγαλύτερο το ύψος του νερού πάνω από τον κινητήρα, τόσο περισσότερη ενέργεια μεταφέρει κάθε κυβικό μέτρο νερού στον κινητήρα (που κινεί στη συνέχεια τη γεννήτρια). Όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του νερού, τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός και το μέγεθος των στροβίλων που μπορούν να περιστραφούν, και τόσο μεγαλύτερη η παραγωγή ενέργειας.

### **3.5.2. Υδροηλεκτρικοί σταθμοί μεγάλης κλίμακας**

Τα συστήματα υδροηλεκτρικής ενέργειας μεγάλης κλίμακας έχουν εγκατασταθεί σε όλο τον κόσμο, με το μεγαλύτερο να έχει δυναμικότητα 10.000 MW (10 GW). Κάθε ένα από αυτά τα συστήματα μεγάλης κλίμακας απαιτεί ένα πολύ μεγάλο φράγμα ή μια σειρά φραγμάτων για να αποθηκεύει τις τεράστιες ποσότητες νερού που απαιτούνται από το σύστημα. Το φράγμα Kariba στη Ζάμπια της Αφρικής συγκρατεί 160 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα νερό, και παράγει 1.300 MW ηλεκτρικό ρεύμα.

Παρόλο που η παραγωγή ενέργειας από το νερό έχει τα οφέλη της από την άποψη των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, έχει επίσης, σημαντικές αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι εγκαταστάσεις υδροηλεκτρικής ενέργειας έχουν μια καταστρεπτική επίδραση στις ροές των ποταμών και στις παροχές νερού. Για την κατασκευή μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικών έργων χρειάζεται συνήθως να πλημμυρίσουν μεγάλες εκτάσεις εδάφους, οδηγώντας στη μετατόπιση των ανθρώπων που ζουν στην περιοχή και στις αρνητικές επιδράσεις στην τοπική πανίδα και χλωρίδα. Τα προτεινόμενα σχέδια παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας αντιμετωπίζουν συχνά την έντονη αντίδραση από ομάδες ανθρώπων σχετικές με το περιβάλλον και τα ανθρώπινα δικαιώματα καθώς προβληματίζονται για τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιδράσεις αυτών των αναπτυξιακών προγραμμάτων.

### **3.5.3. Υδροηλεκτρικοί σταθμοί μικρής κλίμακας**

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι διαθέσιμη από μερικές εκατοντάδες Watt μέχρι και 10GW. Στο χαμηλό σημείο αυτού του φάσματος η υδροηλεκτρική ενέργεια μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις κατηγορίες. Οι ορισμοί των κατηγοριών ποικίλλουν, αλλά συνήθως διακρίνονται στις: μικρο (δυναμικό λιγότερο από 100kW), μίνι (100kW-1MW) και μικρό (1MW-5MW) υδροηλεκτρικός σταθμός. Αυτό το τμήμα εστιάζει στα αυτόνομα συστήματα, δηλαδή σε αυτά που δεν συνδέονται με το πλέγμα ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά συστήματα λειτουργούν με την καθοδήγηση μέρους της ροής κάποιου ποταμού στον ρυθμιστή ροής (penstock) και στον υδροστρόβιλο, ο οποίος κινεί μια γεννήτρια και παραγάγει την ηλεκτρική ενέργεια. Το νερό ρέει έπειτα πίσω στον ποταμό. Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά

συστήματα λειτουργούν συνήθως παράλληλα στη ροή του ποταμού, και έτσι δεν διακόπτεται η ροή του. Αυτό είναι προτιμότερο, από περιβαλλοντικής άποψης, καθώς οι εποχιακές αυξομειώσεις νερού δεν επηρεάζουν την ροή του ποταμού στην κατεύθυνση του ρεύματος, ενώ δεν πλημμυρίζουν κοιλάδες σε υψηλότερα από το σύστημα επίπεδα. Μια περαιτέρω επίπτωση είναι ότι η παραγωγή ενέργειας δεν καθορίζεται με κάποιο έλεγχο της ροής του ποταμού, αλλά αντίθετα ο στρόβιλος λειτουργεί όταν υπάρχει κάποια ροή και σε παράγωγη ενέργειας εξαρτάται αποκλειστικά από αυτή. Αυτό σημαίνει ότι το μηχανικό σύστημα ρύθμισης της ροής του νερού δεν απαιτείται με αποτέλεσμα να μειώνεται το κόστος και οι απαιτήσεις συντήρησης. Ένα από τα μειονεκτήματα είναι ότι το νερό δεν μπορεί να αποθηκευτεί (π.χ. σε κάποιο φράγμα), με αποτέλεσμα η υπερβολική παραγωγή ενέργειας να πετιέται, εκτός και αν υπάρχει ένα σύστημα αποθήκευσης.

Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά συστήματα είναι ιδιαίτερα κατάλληλα ως μακρινές παροχές ηλεκτρικού ρεύματος για τις αγροτικές και απομονωμένες κοινότητες, ως οικονομική εναλλακτική λύση στην επέκταση ή αναβάθμιση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Τα συστήματα παρέχουν μια πηγή φτηνής, ανεξάρτητης και συνεχούς ενέργειας, χωρίς υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Υπολογίζεται ότι το 1990 υπήρξε παγκοσμίως εγκατεστημένη ισχύς μικρής υδροηλεκτρικής κλίμακας (λιγότερο από 10MW) της τάξεως των 19.5GW.

Οι πολύ υψηλοί βαθμοί απόδοσης των υδροστροβίλων, που μερικές φορές υπερβαίνουν και το 90%, καθώς επίσης η μεγάλη διάρκεια ζωής των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών, αποτελούν δύο χαρακτηριστικούς δείκτες της ενεργειακής αποτελεσματικότητας και της τεχνολογικής ωριμότητας των συστημάτων αυτών.<sup>29</sup>

Τα μικρά Υ/Η έργα παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως:

- ✓ η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης - απόξευξης στο δίκτυο ή η αυτόνομη λειτουργία τους
- ✓ η αξιοπιστία τους
- ✓ η παραγωγή ενέργειας αρίστης ποιότητας χωρίς διακυμάνσεις
- ✓ η μεγάλη διάρκεια ζωής
- ✓ ο σχετικά μικρός χρόνος απόσβεσης των αναγκαίων επενδύσεων, που οφείλεται στο πολύ χαμηλό κόστος συντήρησης και λειτουργίας και στην ανυπαρξία κόστους πρώτης ύλης
- ✓ η φιλικότητα προς το περιβάλλον, μιας και δεν παρουσιάζουν κατάλοιπα
- ✓ η ταυτόχρονη ικανοποίηση και άλλων
- ✓ η δυνατότητα παρεμβολής τους σε υφιστάμενες υδραυλικές εγκαταστάσεις.

<sup>29</sup> [http://www.energypoint.gr/ananewsimes\\_piges\\_energeia/gewthermiki\\_energeia.html](http://www.energypoint.gr/ananewsimes_piges_energeia/gewthermiki_energeia.html)

Τις τελευταίες δυο δεκαετίες παρατηρείται διεθνώς έντονο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη μικρών υδροηλεκτρικών έργων. Το ενδιαφέρον αυτό εκδηλώνεται με την αξιοποίηση νέων μικρών υδατοπτώσεων, με τη συστηματική επανεξέταση και αναθεώρηση των μικρών υδροηλεκτρικών έργων, που είχαν σχεδιασθεί και αποσυρθεί σταδιακά από την ενεργειακή παραγωγή και με την επαναξιολόγηση του δυναμικού, το οποίο είχε αποκλειστεί στο παρελθόν.

Η ελληνική νομοθεσία ορίζει ως μικρούς σταθμούς αυτούς που έχουν ισχύ μικρότερη των 10 MW, και επιτρέπει την υπό προϋποθέσεις παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεξάρτητους παραγωγούς. Η μικροϋδροηλεκτρική ανάπτυξη της χώρας παρουσιάζει σημαντική υστέρηση τόσο σε σχέση με τις άλλες ευρωπαϊκές αλλά και τις βαλκανικές χώρες, όσο και σε σχέση με τα σημαντικά υδροενεργειακά έργα της Ελλάδος. Με εξαίρεση το μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα της ΔΕΗ (εγκατεστημένης ισχύος περίπου 3.000 MW το 2000), μέχρι τώρα δεν έχει γίνει συστηματική αξιοποίηση των ΜΥΗΕ στην Ελλάδα. Υφίστανται μόνο 14 μικρά υδροηλεκτρικά έργα σε λειτουργία, με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 42,79 MW, τα οποία είναι συνδεδεμένα με το εθνικό δίκτυο. Το μέγεθος της εγκατεστημένης ισχύος είναι ιδιαίτερα μικρό σε σχέση με το υπάρχον δυναμικό (εκτιμάται ότι το τεχνικοοικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό των φυσικών υδατορευμάτων θα μπορούσε να αποδώσει εγκατεστημένη ισχύ της τάξεως των 1.600 MW).<sup>30</sup>

### **3.6. Κυψέλες καυσίμων με χρήση υδρογόνου**

---

Η σημαντική ρύπανση του περιβάλλοντος που προκαλεί η συνεχώς αυξανόμενη χρήση των συμβατικών ορυκτών καυσίμων καθώς και η προοπτική εξάντλησής τους, έχει στρέψει το ενδιαφέρον στην αντικατάσταση αυτών των καυσίμων από το υδρογόνο. Το υδρογόνο θεωρείται ως το ιδανικό καύσιμο, διότι έχει υψηλή θερμογόνο δύναμη, το προϊόν της καύσης του είναι καθαρό νερό και μπορεί να μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις με μηδενικές απώλειες.

Σήμερα το υδρογόνο παράγεται κυρίως από φυσικό αέριο με την επίδραση υδρατμών, αλλά η πιο φιλική προς το περιβάλλον μέθοδος είναι η παραγωγή του από ηλεκτρόλυση του νερού. Ιδιαίτερη δε σημασία έχει το γεγονός ότι, εκτός από τη δυνατότητα καύσης του σε ηλεκτρογεννήτριες, το υδρογόνο μπορεί να "τροφοδοτήσει" τις κυψέλες καυσίμου, μια από τις σημαντικότερες ενεργειακές πηγές του μέλλοντος.

---

<sup>30</sup> Λοϊζίδου Μαρία, «Εισαγωγή στην περιβαλλοντική επιστήμη – Περιβαλλοντική πολιτική», Αθήνα 2006, σελ:77-78.

Η πρώτη κυψέλη καυσίμων κατασκευάστηκε το 1839, όμως σοβαρό ενδιαφέρον για την τεχνολογία αυτή παρουσιάζεται κατά τη δεκαετία του 1960, όταν για το διαστημικό πρόγραμμα των ΗΠΑ χρησιμοποιήθηκαν κυψέλες καυσίμων αντι πυρηνική ενέργεια ή ηλιακή ενέργεια. Οι κυψέλες καυσίμων εφοδίασαν με ενέργεια τα διαστημικά σκάφη και παρείχαν ακόμα ηλεκτρική ενέργεια και νερό.

Οι κυψέλες καυσίμων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ένα μεγάλο εύρος καυσίμων και μάλιστα με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το υδρογόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα ως έχει, στις κυψέλες καυσίμων. Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν καύσιμα που περιέχουν υδρογόνο, συμπεριλαμβανομένης της μεθανόλης, της αιθανόλης, του φυσικού αερίου, και των ορυκτών καυσίμων π.χ. βενζίνη ή πετρέλαιο.

Η ενέργεια θα μπορούσε επίσης να παραχθεί από τη βιομάζα, τον αέρα, την ηλιακή ενέργεια ή άλλες ανανεώσιμες πηγές. Οι κυψέλες καυσίμων σήμερα λειτουργούν με πολλά διαφορετικά καύσιμα, ακόμη και αέριο από τις εγκαταστάσεις θερμικής επεξεργασίας αποβλήτων. Επίσης, η δύναμη του αέρα, οι παλίρροιες και οι υδροηλεκτρικοί στρόβιλοι μπορούν, επίσης, να δημιουργήσουν ηλεκτρική ενέργεια για να χωρίσουν το νερό σε υδρογόνο και οξυγόνο. Όταν το υδρογόνο παράγεται από τον ήλιο ή άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καλείται "ηλιακό-υδρογόνο".

Η χρήση καυσίμων που περιέχουν υδρογόνο προϋποθέτει την ύπαρξη ενός "μετασχηματιστή καυσίμου" που θα εξάγει από το καύσιμο το υδρογόνο. Τρία βασικά σχέδια μετασχηματιστών αξιολογούνται ως κατάλληλα για τις κυψέλες καυσίμων που προορίζονται για χρήση σε οχήματα: Μετασχηματιστής ατμού, μερικής οξειδωσης και αυτοθερμικός μετασχηματιστής. Οι μετασχηματιστές ατμού συνδυάζουν τα καύσιμα με τον ατμό και τη θερμότητα για να παραγάγουν το υδρογόνο. Η θερμότητα που απαιτείται για να ενεργοποιηθεί το σύστημα λαμβάνεται με την καύση των καυσίμων ή του πλεονάζοντος υδρογόνου από την έξοδο των κυττάρων καυσίμων. Οι μετασχηματιστές μερικής οξειδωσης συνδυάζουν χημικά τα καύσιμα με το οξυγόνο για να παράγουν μονοξείδιο του άνθρακα και άνθρακα. Το μονοξείδιο του άνθρακα αντιδρά έπειτα με τον ατμό για να παραχθεί περισσότερο υδρογόνο. Η μερική οξείδωση ελευθερώνει θερμότητα, η οποία συλλέγεται και χρησιμοποιείται σε άλλες λειτουργίες του συστήματος. Οι αυτοθερμικοί μετασχηματιστές συνδυάζουν χημικά τα καύσιμα με τον ατμό και το οξυγόνο έτσι ώστε η αντίδραση να βρίσκεται σε θερμική ισορροπία. Ο αυτοθερμικός μετασχηματισμός, ενώ δεν είναι τόσο πλήρως αναπτυγμένος όσο οι άλλες δύο τεχνικές, προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία στη διαχείριση της θερμότητας. Γενικά, και η μεθανόλη και η βενζίνη μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οποιαδήποτε από τα τρία είδη μετασχηματιστών. Οι διαφορές στη χημική φύση των καυσίμων, εντούτοις, μπορεί να ευνοήσουν τη χρήση του ενός συστήματος συγκριτικά με τα άλλα.

Οι κυψέλες καυσίμων που χρησιμοποιούν το υδρογόνο ως καύσιμο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κίνηση των οχημάτων, οδηγώντας στην παραγωγή μηδενικών εκπομπών καυσαερίων και μεγαλύτερες αποδόσεις, σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα που χρησιμοποιούν ηλεκτρικούς συσσωρευτές. Οι μελέτες που διενεργήθηκαν από αυτοκινητοβιομηχανίες έδειξαν ότι οι μηχανές αυτοκινήτων με χρήση κυττάρων καυσίμων θα μπορούσαν να κατασκευασθούν σχεδόν με την τιμή κατασκευής μίας μηχανής εσωτερικής καύσης.

Γενικά, η κυψέλη καυσίμων λειτουργεί με τρόπο παρόμοιο με αυτό ενός ηλεκτρικού συσσωρευτή (μπαταρίας). Διαθέτει δύο ηλεκτρόδια (άνοδο και κάθοδο) που χωρίζονται από μια ηλεκτρολυτική μεμβράνη. Το οξυγόνο περνά πάνω από το ένα ηλεκτρόδιο και το υδρογόνο από το άλλο. Το υδρογόνο αντιδρά με έναν καταλύτη στην άνοδο (+) που μετατρέπει το αέριο υδρογόνο σε αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια ( $e^-$ ) και θετικά φορτισμένα ιόντα ( $H^+$ ). Τα ηλεκτρόνια ρέοντας από την κυψέλη συνιστούν ένα ρεύμα που χρησιμοποιείται ως ηλεκτρική ενέργεια. Στη συνέχεια, τα ιόντα του υδρογόνου κινούνται μέσω της ηλεκτρολυτικής μεμβράνης προς την κάθοδο (-), όπου ενώνονται με το οξυγόνο και τα ηλεκτρόνια για να παραχθεί νερό. Αντίθετα από τις μπαταρίες, οι κυψέλες καυσίμων ποτέ δεν φορτίζονται από εξωτερική πηγή. Τυπικά, μία κυψέλη καυσίμου παράγει τάση περίπου 0,6 Volt και πολλές μαζί συνδυάζονται για να επιτευχθεί η επιθυμητή ηλεκτρική ισχύς.

Στη συνέχεια, ακολουθεί η παρουσίαση των εφαρμογών καθώς και των πλεονεκτημάτων τους, όπως αυτά προκύπτουν από τη χρήση των κυψελών καυσίμων. Συγκεκριμένα:

#### Εφαρμογές:

- Χρησιμοποίηση της κυψέλης καυσίμου για συμπαραγωγή ενέργειας. (Παραγωγή θερμότητας και ενέργειας για ξενοδοχεία, νοσοκομεία και οικίες).
- Αποκεντρωμένη παραγωγή ισχύος (βιομηχανία).
- Εφαρμογές μικρής ισχύος: Φωτισμός απομακρυσμένων περιοχών, σταθμοί επικοινωνιών και μετεωρολογικοί σταθμοί.
- Μεταφορές (Διαστημόπλοια, υποβρύχια, τρένα, λεωφορεία).
- Φορητές συσκευές ισχύος: Φορητά τηλέφωνα, φορητοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές, φορητές κάμερες και συσκευές ήχου.

#### Πλεονεκτήματα:

- Ελάχιστες εκπομπές ρύπων. Προστασία της ατμόσφαιρας, τεχνολογία φιλική προς το Περιβάλλον.
- Μικρές απαιτήσεις συντήρησης.
- Μεγάλη απόδοση μετατροπής ηλεκτρισμού (40-65%).
- Προσαρμοζόμενος σχεδιασμός για εφαρμογές μικρής έως πολύ μεγάλης κλίμακας.

•Ευκολία μεταφοράς του υδρογόνου (ως αέριο ή υγρό), με χαμηλότερο κόστος.<sup>31</sup>

### 3.7. Γεωθερμία

---

Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται ανανεώσιμη, επειδή ο κύριος όγκος της προέρχεται από νερό μετεωρικής ή επιφανειακής προέλευσης που κατεισδύει στο υπέδαφος, θερμαίνεται και εγκλωβίζεται, για να επανέλθει στην επιφάνεια είτε τυχαία (πηγές, ατμίδες) είτε εξαναγκασμένα π.χ. με γεωτρήσεις.

Η γεωθερμική ενέργεια βρίσκεται κυρίως εγκλωβισμένη στο υπέδαφος σε μικρά σχετικά βάθη (από 100 έως 200 m) με τη μορφή θερμών νερών, ατμών, αερίων ή μίγματος αυτών και με θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 25°C έως και 400°C. Το γεωθερμικό ρευστό με θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 150°C χαρακτηρίζεται ως υψηλής ενθαλπίας, το ρευστό με θερμοκρασίες μεταξύ 100°C -150°C μέσης, και το ρευστό θερμοκρασίας 25°C -100°C χαμηλής ενθαλπίας. Ρευστά υψηλής ενθαλπίας σχηματίζονται σε ευνοημένες γεωλογικά περιοχές (κυρίως ηφαιστειακές) και υπό ορισμένες συνθήκες. Στις περιοχές αυτές και σε βάθος από 1.000-2.000 m, συνήθως δημιουργούνται ατμοί (με ή χωρίς νερό) και μη συμπυκνωμένα αέρια (σε μικρό ποσοστό, συνήθως 5%) που εξέρχονται υπό πίεση και χρησιμοποιούνται κυρίως στην ηλεκτροπαραγωγή. Η διαθέσιμη τεχνολογία εκμετάλλευσης ακόμα και για τα πιο δυσμενή ρευστά (αυτά που έχουν νερό με υψηλή περιεκτικότητα διαρθρωτικών συνήθως αλάτων) παρέχει οικονομικά συμφέρουσες και περιβαλλοντικές αποδεκτές λύσεις.

Το κόστος της εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας εξαρτάται κυρίως από το βάθος, την περιεχόμενη ενθαλπία, τη σύσταση του ρευστού και τη δυναμικότητα (παροχή) των γεωτρήσεων. Κάθε μια γεώτρηση παράγει συνήθως 2-5 MW αλλά σε πολύ εξαιρετικές περιπτώσεις φθάνει τα 30-50 MW. Η οριζόντια απόσταση μεταξύ των γεωτρήσεων είναι συνήθως 500-1.000 m και το βάθος 1.000-2.000 m.

Η Ελλάδα παρουσιάζει υψηλό γεωθερμικό δυναμικό και υφίστανται σημαντικές ποσότητες ρευστών υψηλής και μέσης ενθαλπίας. Η Μήλος και η Νίσυρος αποτελούν δύο σπουδαία πεδία υψηλής ενθαλπίας, με θερμοκρασίες 325°C και 350°C αντίστοιχα σε οικονομικά εκμεταλλεύσιμα βάθη (1.000-1.500 m), ενώ άλλες περιοχές έχουν ρευστά μέσης ενθαλπίας (Σαντορίνη, Λέσβος, Χίος, Κως, Σαμοθράκη, Αλεξανδρούπολη, Χρυσούπολη Καβάλας κ.α.), σε ανάλογα βάθη. Επίσης, ρευστά χαμηλής ενθαλπίας (25°C -100°C) συναντώνται σε πολύ πιο

---

<sup>31</sup> Λουϊζίδου Μαρία, «Εισαγωγή στην περιβαλλοντική επιστήμη – Περιβαλλοντική πολιτική», Αθήνα 2006, σελ:78-79.

σημαντικές εκτάσεις (σε ιζηματογενείς κυρίως λεκάνες) και σε μικρότερα συνήθως βάθη, τα οποία είναι δυνητικά εκμεταλλεύσιμα

Τα γεωθερμικά ρευστά περιέχουν συνήθως μικρές ποσότητες διαλυμένων αερίων (κυρίως CO<sub>2</sub>), και αλάτων (σε συγκέντρωση από 1- 35 g/l). Η απόδοση των ρευστών κυμαίνεται από 20% - 75% (ανάλογα με το συντελεστή χρήσης), ενώ οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι ελάχιστες έως μηδενικές.

Οι γεωθερμικές γεωτρήσεις στην Ελλάδα απαντώνται συνήθως σε βάθος 100-500 m και πολύ σπάνια στα 800-1.000 m. Μια μέση γεωθερμική γεώτρηση παραγωγής 100 m<sup>3</sup>/h και 70 °C μπορεί να αντικαταστήσει 500 l πετρελαίου την ώρα. Η παραγόμενη ενέργεια χρησιμοποιείται για τη θέρμανση χώρων και νερού χρήσης αλλά και σε αγροτικές και αγροτοβιομηχανικές εφαρμογές (θέρμανση θερμοκηπίων και κτιρίων, κλιματισμός κτιρίων, πιλοτικές μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας, ξήρανση βαμβακιού, διαχωρισμός CO<sub>2</sub>, μονάδα αφαλάτωσης θαλασσινού νερού κ.λπ.). Η χρήση των γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας μπορεί εύκολα να αναπτυχθεί και να επεκταθεί περαιτέρω, σε περιπτώσεις όπως τηλεθέρμανση οικισμών, ξήρανση-αφυδάτωση αγροτικών και μη προϊόντων, υδατοκαλλιέργειες, αφαλάτωση υφάλμυρων υδάτων κλπ. Μεγάλο, επίσης, πεδίο υπάρχει στην εκμετάλλευση των χαμηλών θερμοκρασιών (20°-30° C) για κλιματισμό κτιρίων και χώρων με χρήση αντλιών θερμότητας.<sup>32</sup>

### **3.8. Αξιοποίηση βιομάζας**

---

#### **3.8.1. Ορισμός και πηγές βιομάζας**

Ο όρος βιομάζα χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει:

- α) Τα υλικά καθώς και τα υποπροϊόντα αλλά και τα κατάλοιπα της φυσικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής.
- β) Τα υποπροϊόντα τα οποία προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία των υλικών αυτών.
- γ) Τα αστικά λύματα και τα σκουπίδια.
- δ) Τις φυσικές ύλες που προέρχονται είτε από τα φυσικά οικοσυστήματα (π.χ. αυτοφυή φυτά και δάση) είτε από τις λεγόμενες ενεργειακές καλλιέργειες γεωργικών και δασικών ειδών (π.χ. το σόργο, το ζαχαρούχο, ο ευκάλυπτος κ.α.).

Αντίθετα προς τις άλλες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα συστήματα βιομάζας χρειάζονται κάποιο πρωτογενές καύσιμο. Το καύσιμο αυτό

---

<sup>32</sup> Λουϊζίδου Μαρία, , «Εισαγωγή στην περιβαλλοντική επιστήμη – Περιβαλλοντική πολιτική», Αθήνα 2006, σελ:80-81



προέρχεται από δύο κύριες πηγές, δηλαδή από τις **ενεργειακές φυτείες** και από τα **απορρίμματα**.

Κάθε μία από τις πηγές αυτές περιλαμβάνει διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με την πηγή και τα φυσικά χαρακτηριστικά του καυσίμου και τον τύπο της παραγόμενης ενέργειας ή τον τρόπο μεταφοράς της. Για παράδειγμα, οι ενεργειακές φυτείες περιλαμβάνουν φυτείες ξύλων (wood crops) για μετατροπή σε θερμότητα ή ηλεκτρισμό, φυτείες πετρελαίου (oil crops) για μετατροπή σε βιοντήζελ (biodiesel) ή φυτείες "C4" για μετατροπή σε αιθανόλη για καύσιμο οχημάτων.

Τα απορρίμματα περιλαμβάνουν μία ευρεία κατηγορία στερεών (π.χ. βιομηχανικών, αγροτικών, αστικών στερεών απορριμμάτων), υγρών (π.χ. ιλύς αποχετεύσεων, υπολείμματα ζώων) και αερίων προϊόντων (π.χ. αέριο χωματερών). Κάθε σύστημα έχει ιδιαίτερο τρόπο και τεχνολογία παραγωγής και συγκομιδής ή συλλογής, και καθένα είναι κατάλληλο για διαφορετική κλίμακα διεργασιών και τεχνολογιών μετατροπής. Οι διάφορες κατηγορίες καυσίμου που προέρχονται από βιομάζα μπορούν συνοπτικά να ταξινομηθούν ως εξής:

## **1. Ενεργειακές Φυτείες**

Η βάση όλων των ενεργειακών συστημάτων βιομάζας, εκτός από εκείνα στα οποία η τροφοδοσία είναι απορρίμματα, είναι οι ενεργειακές φυτείες. Υπάρχει πληθώρα ειδών που εξαρτώνται από το κλίμα της περιοχής, την τοπογραφία, τα χαρακτηριστικά του εδάφους, τις υπάρχουσες μεθόδους καλλιέργειας και δασοπονίας, τα διαθέσιμα μηχανικά μέσα σποράς, ανάπτυξης, κοπής, συγκομιδής και διεργασίας των φυτών καθώς και από τις αγορές των ενεργειακών προϊόντων.

## **2. Απορρίμματα**

### **• Στερεά Αγροτικά και Δασικά Υπολείμματα**

Τα αγροτικά υπολείμματα είναι κατά κύριο λόγο άχυρα από αγρούς δημητριακών καλλιεργειών.

### **• Αστικά (στερεά) απορρίμματα**

Το ποσοστό των αστικών απορριμμάτων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, ενώ μεταβάλλεται επίσης εποχικά και χρονικά. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την παραγωγή ενέργειας από τα αστικά απορρίμματα είναι η ύπαρξη ή μη προγράμματος ανακύκλωσης και η δραστική μεταβολή της σύνθεσης των διατιθέμενων για την παραγωγή ενέργειας απορριμμάτων. Η πλέον σημαντική τεχνολογία ανάκτησης ενέργειας από τα αστικά απορρίμματα είναι η αποτέφρωση (καύση). Η παραγόμενη θερμική ενέργεια

χρησιμοποιείται για την απευθείας θέρμανση περιοχών (τηλεθέρμανση), για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή για την παραγωγή συγχρόνως θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Το μεγάλο μειονέκτημα της αποτέφρωσης των αστικών απορριμμάτων είναι το πρόβλημα των αέριων εκπομπών. Η απαραίτητη αντιρρυπαντική τεχνολογία αυξάνει σημαντικά το κόστος της επένδυσης. Από την άλλη, η εφαρμογή προγραμμάτων διαλογής των απορριμμάτων μπορεί να βελτιώσει τις συνθήκες καύσης, τόσο όσον αφορά τη θερμογόνο δύναμη του προς καύση υλικού, όσο και την ποσότητα και το είδος των αέριων εκπομπών από την καμινάδα της εγκατάστασης.

- **Βιοαέριο**

Εφόσον υπάρχει νομοθεσία για την οργάνωση και λειτουργία των χωματερών, η συλλογή του παραγόμενου βιοαερίου αποτελεί την καλύτερη εκμετάλλευση των αστικών απορριμμάτων, αφού το βιοαέριο (με σύνθεση κατά κύριο λόγο από μεθάνιο) είναι άριστο καύσιμο. Η μικρή πίεση του αερίου δεν επιτρέπει τη μεταφορά του σε μεγάλες αποστάσεις, ωστόσο μπορεί να αντικαταστήσει οποιοδήποτε άλλο καύσιμο σε γειτονικές με τη χωματερή εγκαταστάσεις, είτε για τη θέρμανση χώρων είτε για την παραγωγή θερμότητας για παραγωγικές διαδικασίες.

- **Οργανικά Απορρίμματα**

Στα οργανικά απορρίμματα ανήκουν τα απορρίμματα τροφών από βιομηχανίες τροφίμων και άλλες ανάλογες βιομηχανίες, τα ζωικά απορρίμματα, η ιλύς των βιολογικών καθαρισμών και των άλλων διεργασιών υγρών αποβλήτων και τέλος το οργανικό τμήμα των αστικών απορριμμάτων (κυρίως υπολείμματα τροφών όταν ακολουθείται κάποιο πρόγραμμα διαλογής στην πηγή). Η κυρία διαδικασία μετατροπής είναι η αναερόβια ζύμωση για την παραγωγή αερίου, ένα μείγμα κυρίως μεθανίου, διοξειδίου του άνθρακα και ανόργανων υπολειμμάτων. Το αέριο χρησιμοποιείται για θέρμανση ή παραγωγή ενέργειας (όπως και το βιοαέριο των χωματερών) και τα ανόργανα υπολείμματα ως λίπασμα ή βελτιωτικό εδαφών. Ο περιορισμός που υπάρχει στη χρήση αυτή των ανόργανων υπολειμμάτων προέρχεται από την ύπαρξη στη σύνθεση τους βαρέων μετάλλων και άλλων τοξικών ή επικίνδυνων ουσιών όπως πλαστικά, γυαλί και πέτρες.

- **Βιομηχανικά Απορρίμματα**

Οι δυνατότητες χρήσης των καυσίμων βιομηχανικών απορριμμάτων για την παραγωγή ενέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Ωστόσο, επί του παρόντος, γίνεται περιορισμένη εκμετάλλευση αυτών των δυνατοτήτων. Η εκμετάλλευση είναι οικονομικά συμφέρουσα σε εκείνες τις βιομηχανίες που παράγουν σχετικά μεγάλες ποσότητες εύκολα καιόμενων απορριμμάτων, όπως είναι οι κλωστοϋφαντουργίες και οι βιομηχανίες επίπλων.

### 3.8.2. Προοπτικές Βιομάζας στην Εγχώρια Αγορά

Η βιομάζα είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών, οι οποίοι μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών. Οι βασικές πρώτες ύλες γι' αυτή τη διαδικασία είναι νερό, ανόργανα άλατα και διοξείδιο του άνθρακα, που αφθονούν στη φύση. Από τη στιγμή που η βιομάζα έχει σχηματιστεί, μπορεί να χρησιμοποιηθεί πλέον σαν πηγή ενέργειας. Η πράσινη πηγή ενέργειας, που δεν είναι άλλη από τη μάζα των φυτών, που σχηματίζεται από τη φωτοσυνθετική μετατροπή της ηλιακής ενέργειας, αφθονεί στον πλανήτη μας. Η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο σε αυτόν υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 172 δις τόνους ξηρού υλικού, με ενεργειακό περιεχόμενο δεκαπλάσιο της ενέργειας που καταναλίσκεται σε όλο τον κόσμο.

Το τεράστιο αυτό ενεργειακό δυναμικό, που παρέχει η βιομάζα, παραμένει κατά το μεγαλύτερο μέρος ανεκμετάλλευτο, καθώς σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, αξιοποιείται από αυτή μόνο το 1/7 της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας, που ισοδυναμεί με 3 εκ. τόνους πετρελαίου την ημέρα.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι οι ενεργειακές καλλιέργειες αποκτούν σήμερα ιδιαίτερη σημασία στις αναπτυσσόμενες χώρες, οι οποίες προσπαθούν να μειώσουν, τόσο τα οικολογικά προβλήματα όσο και τα προβλήματα επάρκειας ενέργειας και γεωργικών πλεονασμάτων μέσω των καλλιεργειών αυτών. Έτσι στις χώρες της Ε.Ε., τα γεωργικά πλεονάσματα και τα δημιουργούμενα εξ αυτών οικονομικά προβλήματα οδηγούν αναπόφευκτα στη μείωση της γεωργικής γης και παραγωγής. Υπολογίζεται ότι 100-150 εκ. στρέμματα γεωργικής γης πρέπει να αποδοθούν στις ενεργειακές καλλιέργειες, προκειμένου να αποφευχθούν τα προβλήματα των επιδοτήσεων γεωργικών πλεονασμάτων και χωματερών, με ταυτόχρονη αύξηση των ευρωπαϊκών ενεργειακών πόρων.

Στη χώρα μας επίσης 10 εκ. στρέμματα καλλιεργήσιμης γης έχουν ήδη ή προβλέπονται να περιθωριοποιηθούν και να εγκαταλειφθούν. Εάν η έκταση αυτή αποδοθεί στην ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών, η καθαρή ωφέλεια σε ενέργεια που μπορεί να αναμένεται, υπολογίζεται σε 5-6 ΜΤΙΠ (Μεγάτονοι Ισοδύναμου Πετρελαίου), ήτοι στο 50-60% της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου, σε ενεργειακές ανάγκες. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι τόσο στη χώρα μας, όσο και στις άλλες χώρες της Ε.Ε. εφαρμόζεται πρόγραμμα σημαντικών επιδοτήσεων, προκειμένου να αποδοθεί γεωργική γη στις ενεργειακές καλλιέργειες.

### 3.8.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης της βιομάζας

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα από τη χρησιμοποίηση της βιομάζας είναι τα ακόλουθα:

- 1. Αποφυγή του φαινομένου του θερμοκηπίου, που οφείλεται σε μεγάλο ποσοστό στο διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων.
- 2. Αποφυγή ρύπανσης με διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) που παράγεται κατά την καύση ορυκτών καυσίμων.
- 3. Μείωση της ενεργειακής εξάρτησης που συνεπάγεται η εισαγωγή καυσίμων από τρίτες χώρες.
- 4. Εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- 5. Εξασφάλιση εργασίας και συγκρότηση των αγροτικών πληθυσμών στις περιθωριακές και τις άλλες γεωργικές περιοχές.

Τα μειονεκτήματα που συνδέονται με τη χρησιμοποίηση της βιομάζας είναι τα εξής:

- 1. Μεγάλος όγκος και μεγάλη περιεκτικότητα υγρασίας ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας.
- 2. Δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευση έναντι των ορυκτών καυσίμων.
- 3. Δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός αξιοποίησης της βιομάζας.
- 4. Η μεγάλη διασπορά της και η εποχιακή παραγωγή της.

Εξ' αιτίας των παραπάνω μειονεκτημάτων, πολλές φορές το κόστος της βιομάζας παραμένει υψηλό συγκριτικά προς το πετρέλαιο. Το πρόβλημα αυτό πάντως εξαφανίζεται βαθμιαία, λόγω της ανόδου των τιμών του πετρελαίου και των εκ της καύσεως του προκαλουμένων περιβαλλοντικών προβλημάτων.<sup>33</sup>

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποιοι μύθοι και πραγματικότητες από τη χρήση της βιομάζας ως εναλλακτική μορφή ενέργειας.

#### 1. Η βιομάζα δεν είναι φυσικό προϊόν.

Η βιομάζα είναι μία από τις ήπιες μορφές ενέργειας, ανεξάντλητη κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις και φιλική προς το περιβάλλον. Το κύριο χαρακτηριστικό της είναι ότι πρόκειται για ένα καθαρά φυσικό προϊόν, που παράγεται με την γνωστή διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

<sup>33</sup> Καρδέλλης Κ.Ι., «Ενέργεια και βιομάζα», 2007, σελ:3-6.

### • Η βιομάζα είναι ακριβή.

Η εμπειρία των ευρωπαϊκών χωρών έδειξε ότι η χρήση βιομάζας είναι φθηνότερη για τον καταναλωτή από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Οι σύγχρονοι λέβητες βιομάζας αποδεικνύονται φθηνότεροι από τους αντίστοιχους λέβητες πετρελαίου όπως έδειξαν σχετικές έρευνες.

### • Η παραγωγή βιομάζας ρυπαίνει το περιβάλλον.

Η παραγωγή και η χρήση της δεν ρυπαίνει το περιβάλλον με τοξικές ουσίες, αφού τα προϊόντα καύσης της είναι βασικά νερό και διοξείδιο του άνθρακα. Δύστανται, βέβαια, οι απόψεις ως προς την επίδραση που έχει στο Φαινόμενο του Θερμοκηπίου και συνεπώς στην παγκόσμια θέρμανση. Αν όμως θεωρηθεί, ότι το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό που αποδίδει στην ατμόσφαιρα η Βιομάζα, το έχει ήδη αφαιρέσει η ίδια από την ατμόσφαιρα κατά την ανάπτυξή της, τότε προκύπτει το συμπέρασμα ότι είναι ουδέτερη ως προς αυτό το φαινόμενο. Σε κάθε περίπτωση πάντως δεν επιτείνει το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου.<sup>34</sup>

#### 3.8.4. Δυνατότητες της βιομάζας

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (θερμότητας, ατμού, ηλεκτρικού ρεύματος κ.α.) είτε με την απ' ευθείας καύση, είτε με μετασχηματισμό σε αέρια, υγρά ή και στερεά καύσιμα.

Επειδή η αξιοποίηση της βιομάζας αντιμετωπίζει συνήθως τα μειονεκτήματα της μεγάλης διασποράς, του μεγάλου όγκου και των δυσχερειών συλλογής - μεταποίησης - μεταφοράς - αποθήκευσης, επιβάλλεται σε τέτοιες περιπτώσεις η αξιοποίηση της να γίνεται κοντά στον τόπο παραγωγής. Έτσι, η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευχερέστατα για:

- Θέρμανση θερμοκηπίων.
- Θέρμανση κτηνοτροφικών μονάδων.
- Ξήρανση γεωργικών προϊόντων.
- Κάλυψη αναγκών θερμότητας και ηλεκτρισμού σε γεωργικές ή άλλες βιομηχανίες που βρίσκονται κοντά σε πηγές παραγωγής βιομάζας.
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στους τόπους παραγωγής βιομάζας για την κάλυψη τοπικών αναγκών ή για την τροφοδοσία του εθνικού δικτύου.
- Κάλυψη αναγκών τηλεθέρμανσης χωριών και πόλεων, που βρίσκονται κοντά σε τόπους παραγωγής βιομάζας.
- Παραγωγή υγρών καυσίμων κινητήρων.

<sup>34</sup> <http://www.ypan.gr/ape/energeia.php?cat=biomaza&subcat=mithoi>

Οι τρεις τελευταίες χρήσεις φαίνεται ότι μελλοντικά θα αποτελέσουν τους κύριους τομείς αξιοποίησης των τεραστίων ποσοτήτων βιομάζας από γεωργικά και δασικά υπολείμματα, καθώς και ενός σημαντικού μέρους της βιομάζας των ενεργειακών καλλιεργειών.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στη χώρα μας, τα διαθέσιμα γεωργικά υπολείμματα για παραγωγή ενέργειας, από σιτηρά, αραβόσιτο, βάμβακα, καπνό, ηλιάνθο, κλαδοδέματα, κληματίδες και πυρηνόξυλο ανέρχονται ετησίως σε 7.500.000 τόνους ή περίπου σε 3.000.000 ΤΠΠ (Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου), ενώ τα αντίστοιχα δασικά μπορεί να ανέλθουν σε 2.700.000 τόνους ή περίπου σε 1.000.000 ΤΠΠ.

### **3.8.5. Πιλοτικά έργα βιομάζας στην Ελλάδα**

Επειδή προβλέπεται ότι η βιομάζα θα παίξει σημαντικότατο ρόλο στην αντιμετώπιση των ενεργειακών αναγκών της χώρας, το Κ.Α.Π.Ε. έχει πραγματοποιήσει στα πλαίσια διαφόρων προγραμμάτων επιδεικτικά έργα αξίας άνω του 4.4 εκ. ευρώ.

Τα έργα αυτά αφορούν τη θέρμανση θερμοκηπίων με άχυρο και άλλα υπολείμματα γεωργικής προέλευσης, την κάλυψη αναγκών θερμότητας και ηλεκτρισμού βιομηχανιών με τα υπολείμματα τους, καθώς και τη τηλεθέρμανση από δασικά υπολείμματα, κατά οικονομικότατο τρόπο, όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια:

- Σε τέσσερα εκκοκκιστήρια βαμβακιού αντικαταστάθηκε ήδη το πετρέλαιο και το μαζούτ από τα υπολείμματα εκκοκκισμού, τα οποία χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των αναγκών θερμότητας και ηλεκτρισμού αυτών.
- Στην κοινότητα Νυμφασίας της Βυτίνας, έγινε η εγκατάσταση τηλεθέρμανσης (κεντρική θέρμανση) 80 κατοικιών του Κοινοτικού Γραφείου και του Σχολείου με δασικά υπολείμματα.
- Στη Νάξο, στο Βελεστίνο, στις Σέρρες και στην Κέρκυρα εγκαταστάθηκαν συστήματα θέρμανσης θερμοκηπίων με άχυρο ή άλλα υπολείμματα βιομάζας (τσόφλια αμυγδάλων, πυρηνόξυλο ελαιουργείων, ροκανίδια).
- Σε κιβωτοποιΐα, στην περιοχή της Βέροιας, εγκαταστάθηκε μονάδα παραγωγής θερμότητας, με τα υπολείμματα που παράγονται κατά την παραγωγή των κιβωτίων.
- Στη περιοχή των Μεγάρων, εγκαταστάθηκε μονάδα παραγωγής οργανικών λιπασμάτων από την επεξεργασία των πτηνοτροφικών αποβλήτων, η οποία εκτός από τις ευνοϊκές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αποφέρει σημαντικό εισόδημα στο Δήμο και συμβάλλει στην εξοικονόμηση συναλλάγματος, καθώς και ηλεκτρισμού, που απαιτείται για τη παραγωγή χημικών λιπασμάτων, ίσης λιπαντικής αξίας.

Τα παραπάνω έργα έχουν εκτός των άλλων σαν συνέπεια την εξοικονόμηση μερικών χιλιάδων τόνων πετρελαιοειδών, καθώς και μερικών εκατομμυρίων κιλοβατώραν ηλεκτρισμού το χρόνο.

Στα πλαίσια, επίσης, του Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης, προβλέφθηκε η πραγματοποίηση έργων για ΑΠΕ 83 εκ. ευρώ, με τη βιομάζα σε πρωταγωνιστικό ρόλο στις τηλεθερμάνσεις, στην ηλεκτροπαραγωγή, στις βιομηχανικές εφαρμογές καθώς και στην παραγωγή βιοαιθανόλης από ενεργειακές καλλιέργειες ως καύσιμο μεταφορών.

Επιπλέον στα πλαίσια των διαφόρων προγραμμάτων αξιοποίησης βιομάζας της Ε.Ε., έχουν δρομολογηθεί διάφορα ερευνητικά προγράμματα εφαρμογής που έχουν σχέση με τις ενεργειακές καλλιέργειες καθώς και με παραγωγή υγρών καυσίμων από βιομάζα.

Από τα προγράμματα αυτά σημαντικότερα είναι τα εξής:

- Παραγωγή υγρών καυσίμων με θερμοχημική (πυρολυτική) επεξεργασία της βιομάζας.
- Παραγωγή βιοαιθανόλης (οινοπνεύματος) που θα χρησιμοποιηθεί σε πρώτη φάση σαν καύσιμη ύλη στα αυτοκίνητα σε πρόςμιξη με βενζίνη και μέχρι 25%, για αύξηση των οκτανίων παραγωγής αμόλυβδης, καθώς και για εξοικονόμηση βενζίνης.

Σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης θα χρησιμοποιηθεί κυρίως ζαχαρούχο σόργο, του οποίου οι μέχρι σήμερα αποδόσεις στη χώρα μας είναι από τις υψηλότερες στον ανεπτυγμένο κόσμο. Το γεγονός αυτό θα παίξει σημαντικό ρόλο στο κόστος παραγωγής της βιοαιθανόλης. Ο αραβόσιτος επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον ίδιο σκοπό.

Με τα έργα αυτά και με μία σειρά άλλων που θα ακολουθήσουν, πιστεύεται ότι θα ανοίξει ο δρόμος για την αξιοποίηση μεγάλων ποσοτήτων βιομάζας που υπάρχουν στον τόπο μας με όλες τις ευεργετικές οικολογικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις, που συνεπάγεται μία τέτοια αξιοποίηση.<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> Καρδέλλης Κ.Ι., «Ενέργεια και βιομάζα», 2007, σελ:6-8.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μέτρα προστασίας περιβάλλοντος

### 4.1. Λόγοι για τη δημιουργία κοινοτικής πολιτικής περιβάλλοντος & οι στόχοι της

Συχνά γεννιέται το ερώτημα αν η προστασία του περιβάλλοντος περιλαμβάνεται στους στόχους της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Η καθημερινή εμπειρία αποδεικνύει ότι το περιβάλλον στη Ευρώπη καταστρέφεται με ταχύτατο ρυθμό, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια. Τα νεκρά δάση και οι λίμνες χωρίς ζωή από την όξινη βροχή, η εξαφάνιση ειδών ζώων και φυτών, τα ατυχήματα μεγάλης έκτασης από βιομηχανικές δραστηριότητες, η καταστροφή οικοσυστημάτων αποτελούν αποδείξεις της καταστροφής ή της υποβάθμισης του περιβάλλοντος καθώς και της ταυτόχρονης υποβάθμισης της ποιότητας της ζωής του ανθρώπου.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) έχει αναπτύξει διάφορες πολιτικές για την προστασία του περιβάλλοντος. Αυτή την στιγμή βρίσκεται σε εξέλιξη το έκτο περιβαλλοντικό πρόγραμμα δράσης για την περίοδο 2002-2012. Σε εξέλιξη βρίσκεται επίσης, το Σχέδιο Δράσης για το περιβάλλον και την υγεία, για την περίοδο 2004-2010. Το REACH αποτελεί ένα ενιαίο σύστημα καταχώρισης, αξιολόγησης και αδειοδότησης των χημικών προϊόντων που διαχειρίζεται ο νέος Ευρωπαϊκός Οργανισμός Χημικών Προϊόντων, με έδρα το Ελσίνκι. Σκοπός είναι να αποφεύγεται η χημική ρύπανση του αέρα, των υδάτων, του εδάφους και των κτιρίων προς όφελος της βιοποικιλότητας, όπως και της καλύτερης υγείας και ασφάλειας των πολιτών της Ε.Ε. Τέλος, σημαντική συνεισφορά στην διαμόρφωση των πολιτικών προστασίας του περιβάλλοντος στην Ε.Ε είναι ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, ο οποίος εδρεύει στην Κοπεγχάγη.

Οι πρώτες κοινοτικές δράσεις οι οποίες ξεκίνησαν το 1972, εγγεγραμμένες σε 4 διαδοχικά προγράμματα δράσης, υιοθετούσαν μια κάθετη και τομεακή προσέγγιση των οικολογικών προβλημάτων. Η κοινοτική δράση αναπτύχθηκε επί σειρά ετών, έως ότου η συνθήκη για την Ευρωπαϊκή Ένωση την αναβαθμίσει σε επίπεδο πολιτικής.

Η **συνθήκη του Άμστερνταμ** συνέχισε στην κατεύθυνση αυτή, με την ενσωμάτωση στους στόχους της Ευρωπαϊκής Κοινότητας της αρχής της βιώσιμης ανάπτυξης και με την ανάδειξη της υψηλού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος σε μια από τις απόλυτες προτεραιότητες. Για λόγους αποτελεσματικότητας, το πέμπτο πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον προς μια αειφόρο ανάπτυξη θέσπισε τις αρχές μιας βουλευσιαρχικής ευρωπαϊκής στρατηγικής για την περίοδο 1992-2000 και σηματοδότησε την αρχή μιας οριζόντιας κοινοτικής δράσης, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους ρυπογόνους παράγοντες (βιομηχανία, ενέργεια, τουρισμός, μεταφορές,



γεωργία). Η εγκάρσια αυτή προσέγγιση της πολιτικής για το περιβάλλον επιβεβαιώθηκε από την Επιτροπή σε συνέχεια της ανακοίνωσης του 1998 σχετικά με την ενσωμάτωση του περιβάλλοντος στις πολιτικές της Ένωσης, καθώς και από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο της Βιέννης (11-12 Δεκεμβρίου 1998). Η ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής πολιτικής στις άλλες πολιτικές κατέστη υποχρεωτική για τα θεσμικά όργανα της Κοινότητας. Τον Μάιο του 2001 εγκρίθηκε μια ανακοίνωση σχετικά με την ευρωπαϊκή στρατηγική για την αειφόρο ανάπτυξη.

Το **έκτο πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον**, το οποίο εγκρίθηκε το 2002, ορίζει τις προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας έως το 2012. Δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα σε τέσσερις τομείς: αλλαγή του κλίματος, φύση και βιοποικιλότητα, περιβάλλον και υγεία, διαχείριση φυσικών πόρων και αποβλήτων ενώ προτείνονται και οι εξής γραμμές δράσης: βελτίωση της εφαρμογής της περιβαλλοντικής νομοθεσίας, συνεργασία με την αγορά και τους πολίτες και βελτίωση της ενσωμάτωσης του περιβάλλοντος στις άλλες κοινοτικές πολιτικές.

Το κύριο χρηματοδοτικό μέσο είναι το **πρόγραμμα Life**, το οποίο διασφαλίζει συγχρηματοδότηση για δράσεις υπέρ του περιβάλλοντος στην ΕΕ και σε ορισμένες τρίτες χώρες. Στην εν λόγω κοινοτική χρηματοδότηση προστίθενται οι δυνατότητες που προσφέρονται από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων και τα μέτρα που ελήφθησαν σε επίπεδο κρατών μελών, είτε μέσω των κρατικών ενισχύσεων, είτε με την προσφυγή σε περιβαλλοντικούς φόρους. Η χρηματοδότηση περιβαλλοντικών έργων στις χώρες της νοτίου Μεσογείου εξασφαλίζεται επίσης μέσω του MEDA, ενός προγράμματος γενικής οικονομικής βοήθειας προς τη συγκεκριμένη περιφέρεια.

Η αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος προϋποθέτει την ακριβή αξιολόγηση των επιπτώσεων των αποφάσεων και των ανθρώπινων δράσεων στο περιβάλλον. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον μπορούν έτσι να εξεταστούν είτε εκ των προτέρων, χάρη στο σύστημα, εκτίμησης των επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον είτε εκ των υστέρων, χάρη στους περιβαλλοντικούς ελέγχους στα κράτη μέλη. Ένα ευρωπαϊκό μητρώο έκλυσης και μεταφοράς ρύπων βρίσκεται επιπλέον σε φάση της εκπόνησης, γεγονός που θα συμβάλλει σε μεγαλύτερη διαφάνεια σχετικά με την προέλευση και παρουσία ορισμένων ειδικών ρύπων. Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» έλαβε πράγματι σάρκα και οστά με τη θέσπιση το 2004 μιας οδηγίας για την περιβαλλοντική ευθύνη, η οποία επιτρέπει την αποκατάσταση των ζημιών που προκαλούνται στο περιβάλλον από τον υπεύθυνο που προκάλεσε τις εν λόγω ζημιές. Οι ιδιώτες εμπλέκονται επίσης στη διαδικασία εκπόνησης, ελέγχου και επιβολής κυρώσεων για τις παραβιάσεις των περιβαλλοντικών κανόνων χάρη στη **σύμβαση του Aarhus**, η οποία υπεγράφη το 1998.

Σημαντική επιστημονική στήριξη παρέχεται στα ευρωπαϊκά όργανα από τον **Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος**, ο οποίος εδρεύει στην Κοπεγχάγη, έχει ρόλο καθαρά συμβουλευτικό και αποστολή του είναι η παρακολούθηση της κατάστασης του περιβάλλοντος και η ταχεία προειδοποίηση σε περίπτωση επικείμενων προβλημάτων. Ο Οργανισμός:

- προσφέρει στους πολιτικούς ιθύνοντες πληροφορίες απαραίτητες για την λήψη αποφάσεων,
- προωθεί τις βέλτιστες πρακτικές προστασίας του περιβάλλοντος και τις βέλτιστες τεχνολογίες και
- διαδίδει τα αποτελέσματα της περιβαλλοντικής έρευνας<sup>36</sup>

#### **4.2. Το 6<sup>ο</sup> Περιβαλλοντικό πρόγραμμα δράσης της Ε.Ε. 2002-2012**

---

Το πρόγραμμα παρέχει μια περιβαλλοντική συνιστώσα στην κοινοτική στρατηγική για βιώσιμη ανάπτυξη τοποθετώντας τα περιβαλλοντικά σχέδια σε μια ευρύτερη σκοπιά, λαμβάνοντας υπόψη οικονομικές και κοινωνικές προϋποθέσεις. Επιπλέον, συσχετίζει το περιβάλλον με τους στόχους της Ε.Ε., για ανάπτυξη και ανταγωνιστικότητα.

Το πρόγραμμα προσδιορίζει τέσσερα περιβαλλοντικά πεδία που χρήζουν βελτίωσης:

- Κλιματική Αλλαγή.
- Φύση και Βιοποικιλότητα.
- Περιβάλλον και υγεία και Ποιότητα Ζωής.
- Φυσικές Πηγές και Απόβλητα.

Επίσης, ανατίθεται στην Επιτροπή η προετοιμασία Θεματικών στρατηγικών που καλύπτουν επτά πεδία:

- Μόλυνση του αέρα.
- Πρόληψη και Ανακύκλωση Αποβλήτων.
- Προστασία και Διατήρηση του θαλάσσιου Περιβάλλοντος.
- Έδαφος.
- Ορθή χρήση Εντομοκτόνων .
- Ορθή χρήση πηγών.
- Αστικό περιβάλλον.<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> [http://ec.europa.eu/ellada/news/hot\\_topics/environment/index\\_el.htm](http://ec.europa.eu/ellada/news/hot_topics/environment/index_el.htm)

<sup>37</sup> <http://www.eubusiness.com/topics/environ/6th-eap>

Το πρόγραμμα θέτει τους εξής τρόπους δράσης:

- Αποτελεσματική και αναγκαστική εφαρμογή της ευρωπαϊκής νομοθεσίας: απαραίτητη για να τεθεί μια κοινή βάση σε όλα τα κράτη μέλη.
- Ενσωμάτωση περιβαλλοντικών πολιτικών: τα περιβαλλοντικά προβλήματα πρέπει να λύνονται εκεί που δημιουργούνται.
- Χρήση ενός συνόλου εργαλείων: κάθε είδους εργαλείο πρέπει να συνυπολογιστεί με μοναδικό κριτήριο την αποτελεσματικότητά του.
- Συμμετοχή και δράση όλων των παραγόντων από επιχειρήσεις μέχρι πολίτες, Μη Κερδοσκοπικούς Οργανισμούς και κοινωνικούς εταίρους μέσω καλύτερης και πιο προσβάσιμης ενημέρωσης σχετικά με τα ζητήματα του περιβάλλοντος.

Οι Ετήσιες Αναθεωρήσεις Περιβαλλοντικής Πολιτικής εστιάζουν την προσοχή τους στις κύριες εξελίξεις περιβαλλοντικής πολιτικής τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε κρατικό επίπεδο του προηγούμενου έτους και υποδεικνύει τα κύρια θέματα του επόμενου. Σκοπός των Ε.Α.Π.Π. είναι η ενημέρωση του εαρινού Συμβουλίου.

Με το περιβαλλοντικό σήμα γίνεται και η συμμετοχή του κοινού πιο ενεργή, επιτρέποντάς τους να κάνουν σωστές περιβαλλοντικά αγορές. Πρόκειται για ένα προαιρετικό σήμα σχεδιασμένο να ενθαρρύνει επιχειρήσεις προϊόντων και υπηρεσιών που είναι φιλικότερες προς το περιβάλλον και τους ευρωπαίους καταναλωτές να τις αναγνωρίζουν εύκολα.

**Το κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου** επιτρέπει στις εταιρίες και στους οργανισμούς υπηρεσιών να επιδεικνύουν τα υψηλά περιβαλλοντικά πρότυπα. Πρόκειται για ένα προαιρετικό εργαλείο, το οποίο αναγνωρίζει οργανισμούς που βελτιώνουν την περιβαλλοντική τους επίδοση σε συνεχή βάση.

#### **4.3.Η Ευρώπη στη Περιβαλλοντική πρωτοπορία**

Σε ένα παγκόσμιο περιβάλλον δυσμενές για την άσκηση πολιτικών βιωσιμότητας και αειφορίας λόγω του έντονου οικονομικού ανταγωνισμού μεταξύ κρατών και επιχειρήσεων, η Ευρωπαϊκή Ένωση βρίσκεται στην περιβαλλοντική πρωτοπορία της παγκόσμιας κοινότητας, καθώς όχι μόνο αναλαμβάνει δεσμευτικά τις περιβαλλοντικές ευθύνες έναντι των υπολοίπων κρατών (π.χ. Οδηγία 2003\87 για την εφαρμογή των δεσμεύσεων που απορρέουν από το Πρωτόκολλο του Κυότο για την Κλιματική Αλλαγή), αλλά μέσα από ένα σύνολο Οδηγιών και Χρηματοδοτικών Μέσων (Κοινοτική Πρωτοβουλία URBAN, Ταμείο Συνοχής, Πρόγραμμα Leader κτλ)

επιδιώκει την ενός ενιαίου χώρου οικολογικής ευθύνης και περιβαλλοντικής ευημερίας. Το Έκτο Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον της Ε.Ε. 2001-2010, επιδιώκει να συνεισφέρει στην Αειφόρο Ανάπτυξη μια στρατηγική προσέγγιση, για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων σε συνεργασία με τους πολίτες, τα κράτη και τις επιχειρήσεις με κύριους τομείς ανάληψης δράσης τους εξής:

- ✓ Η προστασία της φύσης και της άγριας ζωής.
- ✓ Η αντιμετώπιση των κλιματικών μεταβολών .
- ✓ Η αντιμετώπιση θεμάτων σχετικών με το περιβάλλον και την υγεία
- ✓ Η διατήρηση των φυσικών πόρων και η διαχείριση των αποβλήτων.

Πολλά από τα κράτη - μέλη της Ε.Ε. δυστυχώς δεν έχουν αναδείξει την περιβαλλοντική παράμετρο ως ισότιμη συνιστώσα της αναπτυξιακής διαδικασίας με αποτέλεσμα να μειώνεται η αποδοτικότητα των πρωτοβουλιών που λαμβάνονται σε κεντρικό επίπεδο και να δημιουργούνται έντονες ανισότητες σε όρους περιβαλλοντικής ευημερίας, ποιότητας ζωής και επάρκειας φυσικών πόρων ανάμεσα στις ευρωπαϊκές χώρες.<sup>38</sup>

Εν κατακλείδι, η προσέγγιση που πρέπει να ακολουθείται αναφορικά με το σχεδιασμό και την εφαρμογή περιβαλλοντικής πολιτικής πρέπει να λαμβάνει υπόψη και τις ανάλογες οικονομικές και κοινωνικές συνιστώσες. Αντίστοιχα, η οικονομική ανάπτυξη πρέπει να επιδιώκεται σε άμεσο συσχετισμό με την εξασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος και της κοινωνικής προόδου.

Η αειφόρος ανάπτυξη (η ικανοποίηση των αναγκών της σημερινής γενιάς, χωρίς να διακυβεύεται η ικανοποίηση των αναγκών των μελλοντικών γενεών) αποτελεί θεμελιώδη στόχο, για την επίτευξη του οποίου απαιτείται συνδυασμός οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών πολιτικών. Εάν δεν καταστεί δυνατή η αναστροφή των τάσεων που απειλούν τη μελλοντική ποιότητα, θα αυξηθεί κατακόρυφα το κοινωνικό κόστος και ενδέχεται οι τάσεις αυτές να καταστούν μη αναστρέψιμες. Αντίθετα, μέσω την επίτευξη αειφόρου ανάπτυξης, θα δοθούν σημαντικές οικονομικές ευκαιρίες, οι οποίες θα οδηγήσουν σε τεχνολογικές καινοτομίες και επενδύσεις, με συνέπεια την οικονομική ανάπτυξη και τη δημιουργία νέων θέσεων απασχόλησης.<sup>39</sup>

---

<sup>38</sup> <http://www.riza.gr/municipality/history.html>

<sup>39</sup> Λουϊζίδου Μαρία, «Εισαγωγή στην περιβαλλοντική επιστήμη – Περιβαλλοντική πολιτική», Αθήνα 2006.

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας καθίσταται σαφές ότι η εξάπλωση και η χρήση των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας θα συμβάλει σημαντικά στον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και παράλληλα θα συντελέσει στη λύση του ενεργειακού προβλήματος του πλανήτη, δεδομένης της σταδιακής εξάντλησης των φυσικών πόρων. Συγκεκριμένα, από τεχνικής πλευράς, το δυναμικό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (δηλ. η ποσότητα ενέργειας που μπορεί να αντληθεί από τη φυσική προσφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με χρήση υπαρχουσών τεχνολογιών) είναι πολύ μεγαλύτερο από την παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση.

Πρόκειται, λοιπόν, για πηγές ανεξάντλητες και φιλικές προς το περιβάλλον. Δεδομένου ότι η κλιματική αλλαγή συνιστά την καίρια απειλή για το φυσικό περιβάλλον, με πολλαπλές επιπτώσεις, όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι υψηλότερες ακραίες θερμοκρασίες, οι ξηρασίες και οι πιο ραγδαίες και συχνές καταιγίδες, η χρήση αυτών των πηγών ενέργειας αποτελεί επιτακτική ανάγκη. Επιπλέον, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να εφαρμοστούν τόσο σε επίπεδο ιδιωτικής χρήσης (κατοικίες) όσο και σε ευρύτερα σύνολα (κοινωνία, επιχειρήσεις κτ). Παρουσιάζουν ευκολία στη χρήση τους και τις περισσότερες φορές είναι οικονομικά αποδοτικότερες συγκριτικά με τους υπάρχοντες πόρους (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, γαιάνθρακας). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η κοινωνία, έχοντας ιδιαίτερα ανεπτυγμένη την οικολογική συνείδηση, ανταποκρίνεται θετικά ολοένα και περισσότερο στις νέες αυτές μορφές ενέργειας και αυτό μάλιστα είναι φανερό από τις ήδη υπάρχουσες εφαρμογές τους τόσο σε εγχώριο όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Σε προσωπικό επίπεδο, έχοντας ευαισθητοποιηθεί από την ενασχόλησή μου με το συγκεκριμένο αντικείμενο, εκτιμώ ότι κρίνεται απαραίτητη η άμεση δραστηριοποίηση κρατικών και μη φορέων με κατεύθυνση προς τη στήριξη και περαιτέρω επένδυση σε προγράμματα αξιοποίησης και εφαρμογής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Είναι υπόθεση όλων η εξασφάλιση και διαφύλαξη της ισορροπίας του φυσικού περιβάλλοντος και η αρμονική συνύπαρξή του με τον άνθρωπο.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γεντεκάκης Β. Ιωάννης, «Ατμοσφαιρική ρύπανση, Επιπτώσεις, Έλεγχος & Εναλλακτικές τεχνολογίες», Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 1999.
2. Καλδέλλης Κ. Ι., Μαρκουλάκης Ε.Κ., Σπυρόπουλος Γ.Χ., «Τεχνολογία Περιβαλλοντικών Μετρήσεων», Ιανουάριος 2005.
3. Καλδέλλης Κ. Ι., «Φωτοβολταϊκά συστήματα», 2007.
4. Καλδέλλης Κ. Ι., «Ηπιες μορφές ενέργειας – Ηλιακή Ακτινοβολία», Δεκέμβριος 2007.
5. Καλδέλλης Κ. Ι., «Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα», Δεκέμβριος 2007.
6. Λοϊζίδου Μαρία, «Εισαγωγή στην περιβαλλοντική επιστήμη – Περιβαλλοντική πολιτική», Αθήνα, 2006.
7. Οικονομόπουλος Π. Αλέξανδρος, «Ρύπανση και έλεγχος ρύπανσης αέρα», Χανιά, 2000.
8. Παρασκευόπουλος Αλέξανδρος, «Αιολική ενέργεια – Αξιολόγηση ιδιωτικών επενδύσεων σε αιολικά πάρκα», Αθήνα, 2000.

## ΔΙΑΔΥΚΤΙΟ

1. <https://el.wikipedia.org>
2. <https://www.epi.gov.gr/environ/epi/epi.htm>
3. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
4. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
5. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
6. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
7. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
8. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
9. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
10. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
11. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
12. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
13. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
14. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
15. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
16. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
17. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
18. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
19. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
20. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
21. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
22. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>
23. <https://www.epi.gov.gr/epi/epi.htm>