

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΑΕΝ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΑΤΟΥΛΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΘΕΜΑ: “Λύσεις και μέτρα αντιμετώπισης της υπερθέρμανσης του πλανήτη.”

ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΠΟΥΝΑΡΤΖΟΓΛΟΥ ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΗ

Α.Γ.Μ.: 3309

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας:

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

<i>A/A</i>	<i>Όνοματεπώνυμο</i>	<i>Ειδικότης</i>	<i>Αξιολόγηση</i>	<i>Υπογραφή</i>
<i>1</i>	Τσούλης Νικόλαος			
<i>2</i>	Ματούλας Αθανάσιος			
<i>3</i>	Ρωσιάδου Κωνσταντία			
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ :

2016

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρελθόν, το κλίμα της γης έχει πολλές φορές μεταβληθεί ως αποτέλεσμα φυσικών αιτίων. Ανέκαθεν στην ιστορία της γης επικρατούσε μια αλληλουχία θερμών και ψυχρών περιόδων. Όμως, οι αλλαγές που παρατηρούνται τα τελευταία χρόνια και αυτές που προβλέπονται στο μέλλον, οφείλονται κυρίως στην ανθρώπινη συμπεριφορά. Έχει αλλάξει μια εύθραυστη ισορροπία.

Μέσα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες απελευθερώνονται κάθε χρόνο στην ατμόσφαιρα τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να θερμαίνεται ο πλανήτης. Παρατηρήσεις, έρευνες και μελέτες δείχνουν αρκετά ανησυχητικούς αριθμούς τόσο σχετικά με την τις εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα, όσο και για την ετήσια μέση άνοδο της θερμοκρασίας του πλανήτη. Ενδεικτικά, σήμερα η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα είναι η υψηλότερη που έχει παρατηρηθεί τα τελευταία 420.000 χρόνια, βάση δεδομένων του World Resources Institute, ενώ αναμένεται άνοδος της παγκόσμιας θερμοκρασία έως και 6.0°C, ως τα τέλη του αιώνα μας. {1}

Κάτι τέτοιο όπως είναι εύλογο, θα έχει ως αποτέλεσμα ξηρασίες, πλημμύρες, λιώσιμο των πάγων, άνοδο της στάθμης της θάλασσας, καθώς επίσης και καταστροφή των οικοσυστημάτων. Πιθανό επακόλουθο είναι οι μαζικές μετακινήσεις πληθυσμών σε αναζήτηση καλύτερων συνθηκών ζωής, που συνεπάγεται πλήγματα στην παραγωγή και την απασχόληση όπως άλλωστε έχει ήδη προειδοποιήσει και η διακυβερνητική επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών.

Τα στοιχεία μιλούν από μόνα τους. Η υπερθέρμανση του πλανήτη, έχει τη δύναμη όχι απλά να αλλάξει την μορφή του κόσμου, όπως τον γνωρίζουμε μέχρι σήμερα, αλλά να τον καταστρέψει ολοκληρωτικά.

Στόχος της προσκείμενης εργασίας είναι να οδηγηθούμε σε λύσεις και να δούμε ποιά μέτρα θα μπορούσαμε να λάβουμε για την μείωση ή ακόμα πιο ελπιδοφόρα, στον εκμηδενισμό του φαινομένου.

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ.....	5
1.1 Ανθρώπινη ευθύνη.....	5
1.2 Φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	5
1.2.1 Αέρια του θερμοκηπίου.....	6
1.3 Τρύπα του όζοντος.....	7
1.4 Ορισμός της Υπερθέρμανσης.....	7
1.4.1 Τρέχοντα στατιστικά στοιχεία.....	8
1.4.2 Επιπτώσεις της υπερθέρμανσης.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ.....	11
2.1 Αντιμετώπιση του φαινομένου.....	11
2.1.1 Προσαρμογή.....	11
2.1.2 Ανάλυση των κατηγοριών “προσαρμογής”.....	11
2.1.3 Μετριασμός.....	12
2.1.4 Εφαρμογή μετριασμού.....	13
2.2 Πρωτόκολλο του Κιότο και UNFCCC.....	13
2.2.1 Πρωτόκολλο του Κιότο.....	13
2.2.1.1 ΣΕΔΕ (Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπής) - (emissions trading).....	14
2.2.1.2 Προγράμματα Κοινής Εφαρμογής - (joint implementation).....	14
2.2.1.3 Μηχανισμός "καθαράς" ανάπτυξης - (clean development mechanism).....	14
2.2.2 UNFCCC (1992).....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	16
3.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).....	16
3.2 Πλεονεκτήματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).....	16
3.3 Είδη ήπιων μορφών ενέργειας.....	17
3.3.1 Αιολική ενέργεια.....	17
3.3.2 Ηλιακή ενέργεια.....	19
3.3.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια και ενέργεια από Υδατοπτώσεις.....	21
3.3.4 Βιομάζα και βιοκαύσιμα.....	22
3.3.5 Γεωθερμική ενέργεια.....	25
3.3.6 Ωκεάνια ενέργεια.....	27
3.3.6.1 Παλιρροϊακή ενέργεια.....	27
3.3.6.2 Ενέργεια κυμάτων.....	28
3.3.7 Θερμική ενέργεια.....	31
3.4 Η αξιοποίηση των ΑΠΕ στο Μέλλον.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ.....	35
4.1 Εξοικονόμηση ενέργειας - Ενεργειακή απόδοση.....	35
4.1.1 Κτίρια.....	35
4.1.2 Μεταφορές.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΙ ΛΥΣΕΙΣ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ.....	39
5.1 Γεωμηχανική.....	39
5.2 Οι πλέον ενδιαφέρουσες από τις προτάσεις της γεωμηχανικής.....	42
5.2.1 Γιγαντιαίες “ομπρέλες” για το ηλιακό φως.....	42
5.2.2 Θείο στη στρατόσφαιρα.....	43
5.2.3 Τεχνητοί πάγοι για να σωθεί το Ρεύμα του Κόλπου.....	45
5.2.4 Λευκότερα σύννεφα.....	45
5.5.5 Φίλτρα για το διοξείδιο του άνθρακα.....	46

5.5.6 Σιδηρούχο “λίπασμα” στους ωκεανούς που θα παγιδεύει το διοξείδιο του άνθρακα.	47
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	49
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ

1.1 Ανθρώπινη ευθύνη

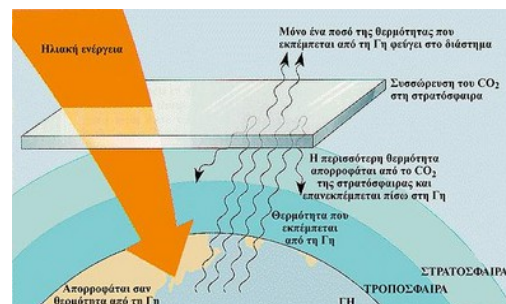
Ανατρέχοντας λίγο στο κοντινό παρελθόν, παρατηρούμε πως από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης, οι άνθρωποι ξεκίνησαν να καίνε ορυκτά καύσιμα σε μαζικές ποσότητες για να κινήσουν οχήματα, να θερμάνουν τις κατοικίες τους, να εκτελέσουν τις επαγγελματικές τους δραστηριότητες, να τροφοδοτήσουν τα εργοστάσια με ενέργεια. Ενέργεια που είχε αποθηκευτεί στα ορυκτά αυτά μέσα σε διάστημα εκατομμυρίων ετών. Τα τελευταία 200 χρόνια έχουμε καταναλώσει ένα μεγάλο μέρος των αποθεμάτων αυτών των ορυκτών καυσίμων, με αποτέλεσμα την κατακόρυφη αύξηση της ποσότητας του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) στην ατμόσφαιρα. Ταυτόχρονα, μέσα από την συνεχιζόμενη αποψίλωση των δασών απελευθερώνονται οι ποσότητες διοξειδίου που είναι αποθηκευμένο στα δέντρα και το έδαφος. Με αυτόν τον τρόπο επέρχεται μια γενική αύξηση στις ποσότητες των αερίων του θερμοκηπίου, καθώς το CO_2 αποτελεί ίσως το κυριότερο αυτών.

1.2 Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Φαινόμενο του Θερμοκηπίου ονομάζεται η απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπει ο ήλιος από την ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας να αυξάνεται. Το φαινόμενο αυτό, που επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, μοιάζει με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου και ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε 1822 “**Φαινόμενο Θερμοκηπίου**”. {2} Αποτέλεσμα του φαινομένου

αυτού, είναι η αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας της Γης περίπου στους $15\text{ }^\circ\text{C}$. Χωρίς το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, η θερμοκρασία της γήινης επιφάνειας θα ήταν σε παγκόσμια και ετήσια βάση περίπου $-18\text{ }^\circ\text{C}$.

Ωστόσο η αύξηση της ποσότητας των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, έχει ως αποτέλεσμα τη μεταστροφή του θετικού χαρακτήρα του φαινομένου του θερμοκηπίου και κατ' επέκταση την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη. Αν μάλιστα η αύξηση τους είναι υπερβολική, η άνοδος της θερμοκρασίας είναι ανάλογη.



Εικόνα 1: Λειτουργία του Φαινομένου του Θερμοκηπίου

1.2.1 Αέρια του θερμοκηπίου

Αέρια του θερμοκηπίου, είναι τα αέρια που λόγω των χαρακτηριστικών του μορίου τους, απορροφούν και εκπέμπουν ακτινοβολία, διατηρώντας την στην ατμόσφαιρα της γης. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η μεγάλη απορροφητικότητα που παρουσιάζουν στις ακτίνες μεγάλου μήκους κύματος. Τα αέρια τα οποία θεωρούνται αέρια του θερμοκηπίου, είναι αυτά τα οποία συμφωνήθηκαν μέσα από το Πρωτόκολλο του Κιότο: {3}

- Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂): Πρόκειται για το πιο κοινό αέριο του θερμοκηπίου. Ευθύνεται παγκοσμίως για τουλάχιστον το 60% του ενισχυμένου φαινομένου των αερίων θερμοκηπίου. Στις βιομηχανικές χώρες, το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί τουλάχιστον το 80% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Το CO₂ μπορεί να παραμείνει στην ατμόσφαιρα για 50-200 χρόνια, ανάλογα με τον τρόπο ανακύκλωσης και επιστροφής του στο έδαφος και τους ωκεανούς. {4} Μία από τις κύριες πηγές του CO₂ στην ατμόσφαιρα είναι η καύση ορυκτών καυσίμων

- Μεθάνιο (CH₄): Αποτελεί το δεύτερο πιο συνηθισμένο αέριο είναι το μεθάνιο, το οποίο παράγεται κυρίως από την κτηνοτροφία. Ένας από τους λόγους αύξησης των εκπομπών μεθανίου είναι η επέκταση της κτηνοτροφίας λόγω της αυξανόμενης κατανάλωσης κρέατος και γαλακτοκομικών προϊόντων.

- Υποξείδιο του αζώτου (N₂O): Παράγεται κυρίως από τα αζωτούχα λιπάσματα, την καύση των ορυκτών καυσίμων και κάποιες βιομηχανικές διεργασίες.

- Υδροφθοράνθρακες (HFCs), Υπερφθοράνθρακες (PFCs) και Εξαφθοριούχο θείο (SF₆): Είναι τα μόνα αέρια θερμοκηπίου που δεν έχουν συντεθεί με φυσικό τρόπο, αλλά έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο για βιομηχανικούς σκοπούς. Το μερίδιό τους στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τις βιομηχανικές χώρες είναι περίπου 1,5%. Όμως, είναι εξαιρετικά ισχυρά καθώς μπορούν να δεσμεύσουν θερμότητα 22.000 φορές πιο αποτελεσματικά από ό,τι το CO₂ και παραμένουν στην ατμόσφαιρα για χιλιάδες χρόνια. {4}

Η αύξηση της συγκέντρωσης των έξι αυτών αερίων στην ατμόσφαιρα οδηγεί στην αύξηση του πάχους της “κουβέρτας του θερμοκηπίου”, με συνέπεια τον εγκλωβισμό υπερβολικής ποσότητας θερμότητας.

1.3 Τρύπα του όζοντος

Τρύπα του όζοντος ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο το όζον το οποίο βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας μειώνεται σε πάχος σε ένα σημείο πάνω από την Ανταρκτική. Το φαινόμενο αυτό θεωρείται πως δημιουργήθηκε από υπερβολική χρήση χλωροφθορανθράκων (*CFC*) που χρησιμοποιούνταν ευρέως ως προωθητικά αέρια και σε ψυκτικές συσκευές όπως τα κλιματιστικά. Στην επέκτασή του επίσης συμβάλλουν τόσο τα καυσαέρια (από την κυκλοφορία των οχημάτων), όσο και τα αέρια απόβλητα των εργοστασίων. Επόμενο αυτών είναι η μείωση του πάχους του στρώματος του όζοντος και η δημιουργία της γνωστής “τρύπας του όζοντος”. {5, 6} Λόγω όμως της “τρύπας”, αυξημένες ποσότητες υπεριώδους και υπέρυθρης ακτινοβολίας φτάνουν πιο εύκολα στη Γη. Αυτό επιδεινώνει το παγκόσμιο πρόβλημα της αύξησης της θερμοκρασίας και φτάνουμε στο φαινόμενο του "ζεστού χειμώνα". {7}

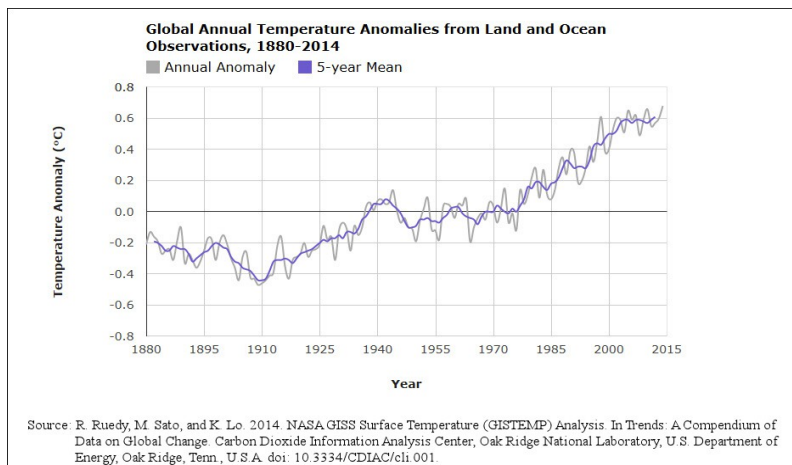
Όπως προκύπτει, ο επικίνδυνος συνδυασμός του “**φαινομένου του θερμοκηπίου**” και της “**τρύπας του όζοντος**”, σταδιακά και αναπόφευκτα θα οδηγήσει στο περιβαλλοντικό φαινόμενο που καλούμε “**υπερθέρμανση του πλανήτη**”.

1.4 Ορισμός της Υπερθέρμανσης

Ο όρος **υπερθέρμανση του πλανήτη** (*global warming*) δηλώνει μία ειδική περίπτωση κλιματικής μεταβολής και αναφέρεται στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας και των ωκεανών της γης. Αυτό συμβαίνει όταν τα προαναφερθέντα αέρια του θερμοκηπίου δημιουργούν ένα παχύ στρώμα και παγιδεύουν τη θερμότητα και το φως από τον ήλιο στην ατμόσφαιρα της γης, η οποία προκαλεί αυτή την αύξηση της θερμοκρασίας, εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ο όρος είναι εν γένει ουδέτερος ως προς τα αίτια πρόκλησης της υπερθέρμανσης, ωστόσο έχει επικρατήσει να υπονοεί την ανθρώπινη παρέμβαση. Αποδίδεται συχνά με διαφορετικό τρόπο, ως πλανητική (υπερ)θέρμανση ή παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ άλλες φορές ταυτίζεται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου που αποτελεί έναν μηχανισμό υπερθέρμανσης του πλανήτη. Το συγκεκριμένο γεγονός επηρεάζει όλους τους ζωντανούς οργανισμούς. Οι άνθρωποι, τα ζώα και τα φυτά καλούνται να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες. Αν δεν τα καταφέρουν, τότε πεθαίνουν.

1.4.1 Τρέχοντα στατιστικά στοιχεία

Η επίσημη επιστημονική θέση πάνω στις κλιματικές μεταβολές, είναι πως η μέση θερμοκρασία του πλανήτη έχει αυξηθεί 0.4-0.8 °C από τα τέλη του 19ου αιώνα και πως η αύξηση αυτή οφείλεται σημαντικά στην ανθρώπινη δραστηριότητα των τελευταίων 50 ετών. Μία μειοψηφία επιστημόνων, διαφοροποιείται σε σχέση με την άποψη αυτή, αμφισβητώντας την καταλυτική επίδραση που ενδέχεται να έχει η ανθρώπινη δραστηριότητα σε σχέση με την παγκόσμια θέρμανση.



Εικόνα 2: Μέση αύξηση θερμοκρασίας

Δεδομένα από το World Resources Institute δείχνουν ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν προσθέσει στην ατμόσφαιρα 2.3 τρισεκατομμύρια τόνους CO₂ τα τελευταία 200 χρόνια. Η μεγαλύτερη απόλυτη αύξηση στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα παρουσιάστηκε το 2004, όταν μόνο από την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων προστέθηκαν στην ατμόσφαιρα πάνω από 28 εκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα. Συνολικά, η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί κατά 31% από το 1750, δηλαδή από τη Βιομηχανική Επανάσταση. Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα είναι πλέον περίπου 12 φορές υψηλότερες σε σχέση με το 1900, καθώς οι ανθρώπινες κοινωνίες ανά την υφήλιο καίνε αυξημένες ποσότητες γαιάνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου για την παραγωγή ενέργειας.

Σήμερα, η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα είναι η υψηλότερη που έχει παρατηρηθεί τα τελευταία 420.000 χρόνια. Το 2005 μαζί με το 1998, ήταν οι πιο θερμές χρονιές που έχουν καταγραφεί ποτέ. Ίσως ακόμα πιο ανησυχητικό είναι το γεγονός ότι τα 10 θερμότερα χρόνια που έχουν καταγραφεί παγκοσμίως από το 1856 παρατηρήθηκαν τα τελευταία 15 χρόνια. Στοιχεία από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό δείχνουν ότι τα 11 θερμότερα χρόνια με φθίνουσα σειρά ήταν: 1998 & 2005 (μαζί), 2002 και 2003 (μαζί), 2001, 1997, 1995, 1990 και 1999 (μαζί), 1991 & 2000 (μαζί).

Σύμφωνα με επιστημονικές έρευνες της ΔΕΑΚ (Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος), το καλύτερο σενάριο ως προς την μελλοντική αύξηση των εκπομπών CO₂ προβλέπει διπλάσιες συγκεντρώσεις αυτού του αερίου στην ατμόσφαιρα το 2100 σε σχέση με τις συγκεντρώσεις που παρατηρούνταν πριν από τη Βιομηχανική Επανάσταση. Σύμφωνα με το χειρότερο σενάριο, αυτός ο διπλασιασμός αναμένεται νωρίτερα, περίπου το 2045. Η τρίτη

αναφορά αξιολόγησης της ΔΕΑΚ προβλέπει αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας μεταξύ 1,4°C και 5,8°C εντός της χρονικής περιόδου 1990 και 2100. Μίας τέτοια ενδεχόμενη αύξηση της θερμοκρασίας δύναται να έχει τρομερές συνέπειες στο οικοσύστημα της γης που θα έχουν αντίκτυπο σε όλους μας.

1.4.2 Επιπτώσεις της υπερθέρμανσης

Προβλέπεται ότι η υπερθέρμανσης του πλανήτη θα έχει επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Στις κυριότερες από αυτές συγκαταλέγονται η αύξηση της στάθμης των θαλασσών καθώς και διαφορετικά ακραία καιρικά φαινόμενα. Η εκτίμηση των επιπτώσεων της συγκέντρωσης των αερίων θερμοκηπίου στην γενικότερη οικολογική ισορροπία, αποτελεί πεδίο επιστημονικής αντιπαράθεσης καθώς υπάρχουν πολλές διαφορετικές παράμετροι που αλληλεπιδρούν και πολλά στοιχεία που πρέπει να συνεκτιμηθούν.

1. Στο κλίμα, τη βλάστηση και τα ζώα

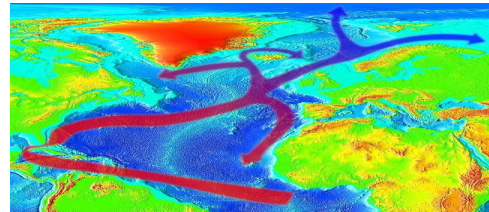
Η υπερθέρμανση του πλανήτη συνιστά και την αλλαγή του κλίματος της Γης μετακινώντας τις ζώνες βροχοπτώσεως, από τον ισημερινό προς τον βορρά και ερημοποιώντας το κάτω τμήμα της εύκρατης ζώνης. Αυτό συνεπάγεται αλλαγές στους διάφορους τύπους βλάστησης τόσο στις γεωργικές όσο και στις δασικές εκτάσεις. Πολλές από τις δασικές εκτάσεις καταστρέφονται είτε εξαιτίας της ξηρασίας, που μπορεί να προκληθεί από την υπερθέρμανση του πλανήτη, είτε λόγω πυρκαγιών από τις υψηλές θερμοκρασίες.

Παράλληλα οι καταρρακτώδεις βροχές θα επηρεάσουν την γλωρίδα και την πανίδα. Το νερό θα καλύψει τα φυτά και πολλά από αυτά θα πεθάνουν. Ακολούθως όταν τα φυτά πεθάνουν, τα ζώα θα χάσουν μια πηγή τροφίμων και θα αναγκαστούν να αλλάξουν τις διατροφικές τους συνήθειες. Παρά το γεγονός ότι τα ζώα έχουν μια καλύτερη ικανότητα ως προς το να προσαρμόζονται στις νέες συνθήκες, σε σύγκριση με τα φυτά, ένας μεγάλος αριθμός τους θα χάσει τη ζωή του, συμπεριλαμβανομένων και απειλούμενων υπό εξαφάνιση ειδών. Άμεση συνέπεια όλων αυτών είναι η διαταραχή της τροφικής αλυσίδας, με προφανή αντίκτυπο στις ζωές των ανθρώπων. {8, 9}

2. Στους ωκεανούς

Η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να οδηγήσει σε άνοδο της θερμοκρασίας και κατά συνέπεια της στάθμης των ωκεανών, λόγω της θερμικής διαστολής των υδάτων και της τήξης των πάγων. Μία αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1,5 έως 4,5 °C εκτιμάται πως μπορεί να οδηγήσει σε μία άνοδο της μέσης θαλάσσιας στάθμης κατά 15 έως 95 εκατοστά (ΔΕΑΚ 2001). Η άνοδος αυτή, μπορεί να προκαλέσει πλημμύρες σε περιοχές που βρίσκονται σε χαμηλό υψόμετρο και κοντά στο επίπεδο της θάλασσας.

Σύμφωνα με μία άλλη υπόθεση, η παγκόσμια θέρμανση ενδέχεται να επηρεάσει την ωκεάνια κυκλοφορία και ειδικότερα επιβραδύνοντας το θερμό ρεύμα του Κόλπου, ωθώντας το προς τα Νότια και προκαλώντας πτώση της θερμοκρασίας στις περιοχές από τις οποίες διέρχεται, όπως η Δυτική Ευρώπη και η Βόρεια Αμερική.

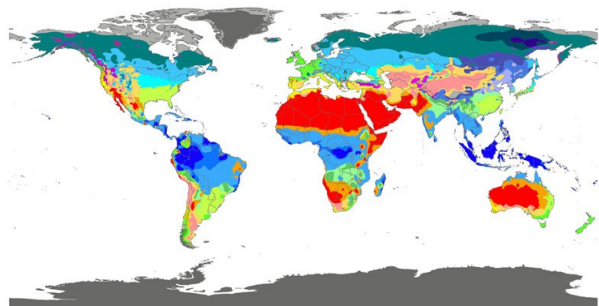


Εικόνα 3: Θαλάσσια κυκλοφορία των ρευμάτων του Κόλπου

Επιπλέον, λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα, οι ωκεανοί της Γης απορροφούν μεγαλύτερο ποσοστό CO₂, γεγονός που οδηγεί στην οξίνιση (μείωση του pH) των θαλασσών. Παράλληλα, εξαιτίας της υπερθέρμανσης, πολλοί θαλάσσιοι οργανισμοί, όπως είναι τα φύκια, πεθαίνουν. Ο συνδυασμός αυτών επιφέρει δυσάρεστες επιπτώσεις στη θαλάσσια ζωή. {8, 9}

3. Στην Υγεία των ανθρώπων

Η άνοδος της θερμοκρασίας εμφανίζει δύο αντικρουόμενα άμεσα αποτελέσματα σε σχέση με την ανθρώπινη θνησιμότητα: οδηγεί σε αύξηση των θανάτων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού αλλά και σε μείωση των θανάτων κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Σύμφωνα με έρευνα, περίπου 1.400 επιπλέον θάνατοι θα μπορούσαν να συμβαίνουν ετησίως, επειδή η κλιματική αλλαγή θα έχει αρνητική επίπτωση στην αγροτική παραγωγή και στη διατροφή.



Εικόνα 4: Θάνατοι λόγω της υπερθέρμανσης

Τέλος, μία άλλη παράμετρος της παγκόσμιας θέρμανσης αφορά στην ενδεχόμενη εξάπλωση και άνθιση επιδημιών του παρελθόντος, καθώς οι μεγάλες θερμοκρασίες και η υγρασία αποτελούν κατάλληλο υπόβαθρο για την ανάπτυξη πολλών μικροβίων. {8, 9}

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ

2.1 Αντιμετώπιση του φαινομένου

Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής είναι ήδη εμφανείς. Ακόμη κι αν μειωθούν δραστικά οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η άνοδος της θερμοκρασίας του πλανήτη θα συνεχιστεί για δεκαετίες, και οι επιπτώσεις θα είναι εμφανείς για αιώνες εξαιτίας των μέχρι σήμερα εκπομπών. Γι' αυτό τον λόγο, η προσαρμογή και ο μετριασμός θα πρέπει να λειτουργήσουν συμπληρωματικά. {10} Ο όρος “**Μετριασμός**” περιγράφει μέτρα που έχουν να κάνουν κυρίως με τα αίτια της κλιματικής αλλαγής, ενώ η “**Προσαρμογή**” εστιάζει σε μέτρα που σχετίζονται με τα αποτελέσματα της.

2.1.1 Προσαρμογή

Ο όρος “προσαρμογή” (*adaptation*) αναφέρεται σε όλες εκείνες τις ενέργειες και παρεμβάσεις στα φυσικά και ανθρωπογενή συστήματα ως αντίδραση στις επιπτώσεις που επέρχονται ή πρόκειται να επέλθουν λόγω της μεταβολής του κλίματος (IPCC, 2007a). {11} Προσαρμογή δηλαδή σημαίνει να προλάβουμε τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, να λάβουμε τα κατάλληλα μέτρα πρόληψης ή ακόμα και η ελαχιστοποίησης των ζημιών που ίσως προκληθούν και να ενισχύσουμε την ανθεκτικότητα της κοινωνίας. Έχει αποδειχτεί ότι με μια καλά σχεδιασμένη, έγκαιρη δράση προσαρμογής θα μπορούσαμε αργότερα να μειώσουμε το κόστος και να σώσουμε ζωές. {12}

2.1.2 Ανάλυση των κατηγοριών “προσαρμογής”

Προληπτική ή προπαρασκευαστική προσαρμογή (*proactive or anticipatory adaptation*), είναι η προσαρμογή, η οποία λαμβάνει χώρα πριν να εκδηλωθούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

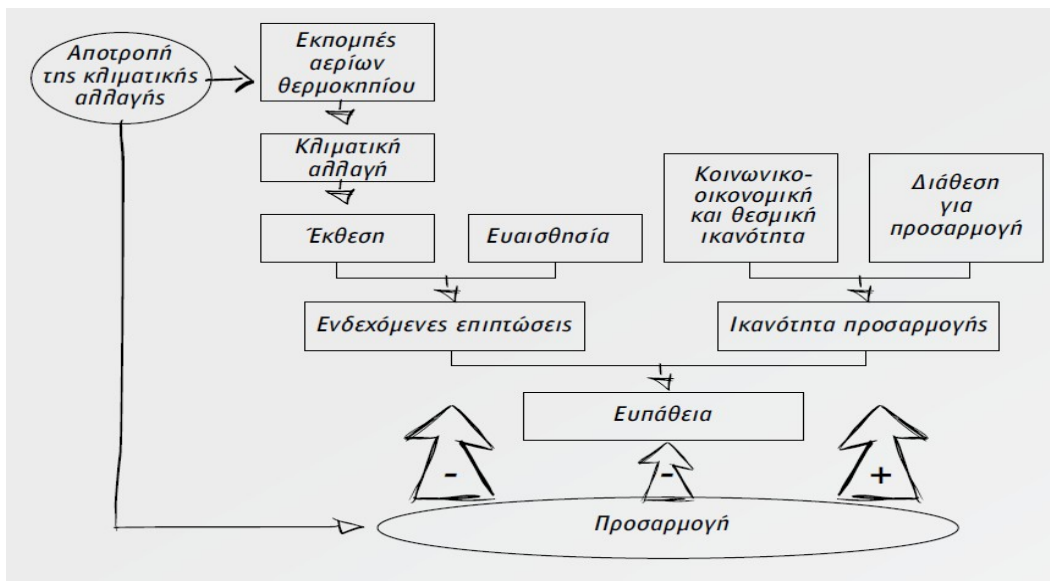
Αυτόνομη προσαρμογή (*autonomous adaptation*) είναι η προσαρμογή, η οποία δεν αποτελεί συνειδητή αντίδραση σε ένα κλιματικό γεγονός αλλά επιτυγχάνεται μέσα από φυσικές αλλαγές στις οποίες προβαίνουν τα οικολογικά συστήματα, καθώς και μέσα από αυτόνομες αλλαγές που λαμβάνουν χώρα στα ανθρώπινα συστήματα (*κοινωνικές δομές, αγορά*).

Σχεδιασμένη προσαρμογή (*planned adaptation*) είναι η προσαρμογή, η οποία είναι αποτέλεσμα πολιτικής απόφασης βασισμένη στη συνειδητοποίηση του γεγονότος, ότι οι συνθήκες έχουν αλλάξει ή πρόκειται να αλλάξουν και χρειάζονται συγκεκριμένες δράσεις για να επανέλθει ή να

διατηρηθεί ή να επιτευχθεί η επιθυμητή κατάσταση.

Τέλος, ως δυνατότητα προσαρμογής (*adaptive capacity*) ορίζεται η ικανότητα ενός συστήματος να προσαρμόζεται επιτυχώς στις κλιματικές διακυμάνσεις και αλλαγές, και να περικλείει τις ανάλογες προσαρμογές, τόσο στη συμπεριφορά και στους πόρους, όσο και στις τεχνολογίες.

Θα άξιζε να σημειωθεί πως η προσαρμογή υποδηλώνει την ανάγκη πρόβλεψης των μελλοντικών αλλαγών, με απώτερο σκοπό την αποτελεσματική μείωση του ρίσκου και των ζημιών, ελαχιστοποιώντας το κόστος δράσης και μεγιστοποιώντας τα όποια δυνατά οφέλη σε κοινωνικούς, οικονομικούς και περιβαλλοντικούς όρους. {12}



Εικόνα 5: Διάγραμμα απεικόνισης της διασύνδεσης μεταξύ κλιματικών επιπτώσεων, ευπάθειας και προσαρμογής{13}

2.1.3 Μετριασμός

Με τον όρο “μετριασμός των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής” ή απλά “μετριασμός”, νοείται το σύνολο των δράσεων οι οποίες στοχεύουν στον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων είτε μέσω της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είτε μέσω της αύξησης των δυνατοτήτων απορρόφησης και αποθήκευσης αυτών των αερίων, που είναι υπεύθυνα για την κλιματική αλλαγή (IPCC, 2007b). {11}

2.1.4 Εφαρμογή μετριασμού

Η γεωργία, εκτός από τη σημαντική συμβολή στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, είναι και μεγάλη “δεξαμενή” αποθήκευσης τέτοιων αερίων, μέσω της δέσμευσής τους στα φυτά και στο έδαφος (OECD, 2010). Σύμφωνα με πρόσφατη έκθεση (E.C., 2009), στην ευρωπαϊκή γεωργία υπάρχει αναξιοποίητο δυναμικό για οικονομικά αποδοτικές ενέργειες μετριασμού. Η βιωσιμότητα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων είναι η απαραίτητη βάση για να διαδοθούν κλιματικά φιλικές δράσεις και να υιοθετηθούν τεχνικές μετριασμού από τους γεωργούς. Για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου πρέπει να δοθούν κίνητρα ώστε: να επεκταθεί η βιολογική γεωργία και κτηνοτροφία, που συμβάλλει στην αύξηση της οργανικής ουσίας των εδαφών, να εγκατασταθούν σύγχρονα συστήματα διαχείρισης ζωικών αποβλήτων, να γίνει ορθολογική χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων (μείωση μέχρι και 30% των σημερινών), να προωθηθούν γεωργικές πρακτικές ολοκληρωμένης διαχείρισης για τη μείωση της νιτρορύπανσης καθώς και να προωθηθεί η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τόσο για κάλυψη αγροτικών αναγκών όσο και για διάθεση σε άλλες παραγωγικές διαδικασίες. {11}

2.2 Πρωτόκολλο του Κιότο και UNFCCC

Στα πλαίσια λοιπόν της μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, τέθηκαν σε ισχύ διεθνείς συμβάσεις και περιβαλλοντικές συνθήκες, τις οποίες οφείλουν όλοι να ακολουθούν και συμβάλουν στην μακροπρόθεσμη επίλυση του προβλήματος.

2.2.1 Πρωτόκολλο του Κιότο

Το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι μια διεθνής συμφωνία που συνδέεται με τη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή, η οποία δεσμεύει τα συμβαλλόμενα μέρη της θέτοντας διεθνώς δεσμευτικούς στόχους μείωσης των εκπομπών.

Αναγνωρίζοντας ότι οι ανεπτυγμένες χώρες είναι κυρίως υπεύθυνες για τα σημερινά υψηλά επίπεδα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, ως αποτέλεσμα της πάνω από 150 χρόνια βιομηχανικής δραστηριότητας, το πρωτόκολλο θέτει μια μεγαλύτερη επιβάρυνση για τα ανεπτυγμένα έθνη με βάση την αρχή των “κοινών αλλά διαφοροποιημένων ευθυνών”.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο υιοθετήθηκε στο Κιότο της Ιαπωνίας, στις 11 Δεκεμβρίου 1997 και τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005. Οι λεπτομερείς κανόνες για την εφαρμογή του Πρωτοκόλλου υιοθετήθηκαν κατά την COP 7 στο Μαρακές, στο Μαρόκο, το 2001, και

αναφέρονται ως η «Μαρακές». Η πρώτη περίοδο δέσμευσης του ξεκίνησε το 2008 και τελείωσε το 2012. {14}

Το Πρωτόκολλο προβλέπει τρεις (3) μηχανισμούς μέσω των οποίων οι χώρες δύνανται να επιτύχουν μείωση των εκπομπών τους. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΣΕΔΕ), τα προγράμματα Κοινής Εφαρμογής και οι Μηχανισμοί "Καθαρής" Ανάπτυξης. {15}

2.2.1.1 ΣΕΔΕ (Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπής) - (emissions trading)

Το ΣΕΔΕ είναι το μεγαλύτερο σύστημα μείωσης εκπομπών στον κόσμο και τέθηκε σε ισχύ στα κράτη-μέλη της ΕΕ το 2005. Οι περισσότερες αεροπορικές εταιρίες βέβαια αντιτίθενται στη συμμετοχή στο ΣΕΔΕ, δεδομένου ότι ο κλάδος προτιμά παγκόσμιες, τομεακές λύσεις για τη μείωση των εκπομπών ρύπων των αεροπορικών μεταφορών, κάτι που θα μειώσει τα οικονομικά τους ωφέλη. {16}

Όπως προβλέπεται από το άρθρο 17, κράτη που έχουν αναλάβει δεσμεύσεις από το Πρωτόκολλο του Κιότο (Παράρτημα Β') δύνανται να συμμετέχουν σε σύστημα εμπορίας (*trading*) εκπομπών προκειμένου να εκπληρώσουν τον στόχο τους, αλλά μόνο συμπληρωματικά των εθνικών δράσεων τους. {17}

2.2.1.2 Προγράμματα Κοινής Εφαρμογής - (joint implementation)

Το άρθρο 6 δίνει τη δυνατότητα υλοποίησης κοινών προγραμμάτων και δραστηριοτήτων μεταξύ των χωρών του Παραρτήματος Ι της Σύμβασης. Η χώρα που χρηματοδοτεί τις δραστηριότητες αυτές επωφελείται από τη μείωση των εκπομπών που θα προκύψει από την υλοποίηση του προγράμματος στην άλλη συμβαλλόμενη χώρα. Βασική προϋπόθεση οι δραστηριότητες αυτές να επιφέρουν επιπλέον μείωση εκπομπών στην χώρα εφαρμογής. {17}

2.2.1.3 Μηχανισμός "καθαρής" ανάπτυξης - (clean development mechanism)

Το άρθρο 12 προβλέπει τη δυνατότητα υλοποίησης προγραμμάτων από ανεπτυγμένες χώρες σε άλλες αναπτυσσόμενες. Με προϋπόθεση την εθελοντική συμμετοχή, οι ανεπτυγμένες χώρες επωφελούνται από τις μειώσεις των εκπομπών που προκύπτουν, για εκπλήρωση μέρους των

υποχρεώσεών τους, ενώ οι αναπτυσσόμενες ωφελούνται από την υλοποίηση των προγραμμάτων (χρηματοδότηση, τεχνολογία κλπ.). Απαραίτητη είναι η πιστοποίηση επιπλέον μείωσης εκπομπών και υπαρκτά οφέλη για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών στην αναπτυσσόμενη χώρα.

Οι ευέλικτοι μηχανισμοί βασίζονται στο σκεπτικό ότι οι εκπομπές αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου αποτελούν παγκόσμιο πρόβλημα και ότι ο τόπος όπου επιτυγχάνεται ο περιορισμός τους έχει δευτερεύουσα σημασία. Με τον τρόπο αυτό, μπορούν να επέλθουν μειώσεις εκεί όπου το κόστος είναι χαμηλότερο, τουλάχιστον στην πρώτη φάση της καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής. Ειδικότερα, ο μηχανισμός "καθαρής" ανάπτυξης (*CDM*), δεδομένου ότι καλύπτει έργα σε χώρες που δεν έχουν αναλάβει συγκεκριμένες υποχρεώσεις, στοχεύει επιπλέον στην προώθηση της "βιώσιμης ανάπτυξης" στις αναπτυσσόμενες χώρες, μέσω έργων που χρηματοδοτούνται από ανεπτυγμένες χώρες και οδηγούν σε μείωση εκπομπών ή σε αντιμετώπιση των αλλαγών του κλίματος. Επιπλέον, μέσω εισφορών που επιβάλλονται στα έργα αυτά, τροφοδοτείται ειδικό Ταμείο για την βοήθεια των αναπτυσσομένων χωρών. {17}

2.2.2 UNFCCC (1992)

Η Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) είναι μια διεθνής περιβαλλοντική συνθήκη διαπραγματεύσεων στη Σύνοδο Κορυφής της Γης στο Ρίο ντε Τζανέιρο, που έγινε στις 3-14 Ιουνίου 1992 και τέθηκε σε ισχύ στις 21 Μαρτίου 1994. Ο στόχος της UNFCCC είναι η σταθεροποίηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, σε ένα επίπεδο που θα καθιστούσε την ανθρωπογενή παρέμβαση στο κλιματικό σύστημα ως ακίνδυνη. Το πλαίσιο δεν θέτει δεσμευτικά όρια για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για τις επιμέρους χώρες και δεν περιέχει μηχανισμούς επιβολής. Αντιθέτως, το πλαίσιο περιγράφει πώς συγκεκριμένες διεθνείς συνθήκες, που ονομάζονται "πρωτόκολλα" ή "συμφωνίες", μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο διαπραγμάτευσης ώστε να θέσουν δεσμευτικά όρια για τα αέρια του θερμοκηπίου. {18}

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ)

Οι ανανεώσιμες ή ήπιες μορφές ενέργειας (ΑΠΕ) είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχεται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ως ανανεώσιμες πηγές θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα) που από τη φύση τους ανανεώνονται και είναι διαρκώς διαθέσιμες.

Ο όρος “ήπιες” αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Κατ’ αρχήν, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, (εξόρυξη, άντληση, καύση) όπως συμβαίνει με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για “καθαρές” μορφές ενέργειας, πολύ φιλικές στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα όπως οι υπόλοιπες πηγές που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. {19}



Εικόνα 6: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

3.2 Πλεονεκτήματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του τοπικού πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής αλλά και για μεταφορά της σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής. {19}

3.3 Είδη ήπιων μορφών ενέργειας

3.3.1 Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι η ενέργεια του ανέμου που προέρχεται από τη μετακίνηση αερίων μαζών της ατμόσφαιρας. Η εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου από τον άνθρωπο αποτελεί μία πρακτική που βρίσκει τις ρίζες της στην αρχαιότητα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας είναι τα ιστιοφόρα και οι ανεμόμυλοι. {20}

Η αιολική ενέργεια, αξιοποιείται στις μέρες μας ολοένα και περισσότερο, σε περιοχές όπου συχνά φυσούν ισχυροί άνεμοι. Για την αξιοποίηση της χρησιμοποιούμε τις Ανεμογεννήτριες, με τις οποίες μετατρέπεται η κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας με συστηματικό τρόπο άρχισε παγκοσμίως στις αρχές της δεκαετίας του '80, όταν προκλήθηκε η πρώτη πετρελαϊκή κρίση και αυξήθηκε πολύ τα τελευταία χρόνια. Αποτελεί μια ανεξάντλητη, καθαρή και φιλική προς το περιβάλλον μορφή ενέργειας και η “δέσμευσή” της επιτυγχάνεται με τις ανεμογεννήτριες. {21}



Εικόνα 7: Σύγχρονη Ανεμογεννήτρια σε αιολικό πάρκο της Γερμανίας

Οι ανεμογεννήτριες είναι εξειδικευμένες μηχανές με ένα ή περισσότερα αεροδυναμικά πτερύγια (έλικες), κατασκευασμένα με κατάλληλα υλικά για να αντέχουν σε εντάσεις που συγκρίνονται με τις δυνάμεις στις οποίες υπόκεινται τα αεροπλάνα. Οι άκρες των πτερυγίων μπορούν να πετύχουν ταχύτητες 5 φορές μεγαλύτερες από τις ταχύτητες του ανέμου, με συνέπεια στις περιπτώσεις καταιγίδων ή ακανόνιστων ριπών αέρα, οι έλικες να φθάνουν σε ταχύτητες που πλησιάζουν τις υπερηχητικές. Σε κάθε περίπτωση, οι ανεμογεννήτριες είναι εξοπλισμένες με αυτόματες διατάξεις επιβράδυνσης των πτερυγίων για να μην προκαλούνται ζημιές σ' αυτά. {22}

Οι αιολικές γεννήτριες χωρίζονται σε δύο μεγάλες οικογένειες, ανάλογα με το αν το στροφέιο είναι παράλληλο ή κάθετο στην διεύθυνση του ανέμου. Στην πρώτη περίπτωση ονομάζονται οριζοντίου άξονα ενώ στη δεύτερη περίπτωση μιλάμε για ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα. Οι μηχανές οριζοντίου άξονα χρειάζονται πολύπλοκα συστήματα ελέγχου της έντασης και της συχνότητας και έχουν μεγαλύτερη αεροδυναμική απόδοση. Γι' αυτό το λόγο είναι οι μηχανές που χρησιμοποιούνται περισσότερο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι μηχανές κατακόρυφου άξονα, αντίθετα, προσαρμόζονται καλύτερα ώστε να εκμεταλλεύονται ανέμους μεταβλητής διεύθυνσης και είναι λιγότερο εξειδικευμένες.

Οι διαστάσεις των σύγχρονων ανεμογεννητριών είναι αξιοσημείωτες. Αποτελούνται από μια μηχανή των 200kW, που τοποθετείται σε ένα πύργο στήριξης ύψους 30 μέτρων και γυρίζει ένα στροφέιο διαμέτρου 35 μέτρων περίπου. Για μεγαλύτερες μηχανές, οι πύργοι στήριξης μπορούν να

φθάσουν τα 80 μέτρα ύψος, με στροφεΐα των 80-100 μέτρων. {22}

Οι εφαρμογές εγκατάστασης αιολικών ποικίλουν και αφορούν ιδιώτες και επιχειρήσεις. Αιολικές εγκαταστάσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν σε:

- διαθέσιμα οικόπεδα (τα λεγόμενα πάρκα)
- οικίες ή επιχειρήσεις με δύο τρόπους,
 - είτε αυτόνομα ή υβριδικά συστήματα για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος
 - είτε οικιακά και εμπορικά συστήματα που μπορούν να συνδεθούν στο δίκτυο τροφοδοτώντας το με περίσσεια πράσινης ενέργειας και παρέχοντας ένα συμπληρωματικό εισόδημα στον ιδιοκτήτη τους
- υπεράκτιες εγκαταστάσεις οι οποίες αποτελούν ακόμη μία προσοδοφόρα επιλογή, μία εφαρμογή που πραγματοποιείται λίγα χιλιόμετρα έξω από τις ακτές, εκεί όπου ο άνεμος είναι ακόμα δυνατότερος. {23}

Από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας προκύπτουν πολλά οφέλη όπως είναι η αποφυγή επιβάρυνσης του τοπικού περιβάλλοντος με επικίνδυνους αέριους ρύπους, φθηνότερη κιλοβατώρα από την αντίστοιχη που παράγεται από την καύση πετρελαίου ή φυσικού αερίου και η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

Για να αντιληφθούμε καλύτερα τα περιβαλλοντικά οφέλη της αιολικής ενέργειας, είναι χαρακτηριστικό πως για κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από αιολικά πάρκα, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός κιλού διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ.). Μία συνηθισμένη ανεμογεννήτρια του 1,5 MW παράγει κατά μέσο όρο στην Ελλάδα 4,5 εκατομμύρια κιλοβατώρες το χρόνο και έτσι αποτρέπεται η έκλυση 4.500 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή απορροφούν ετησίως 6.000 στρέμματα δάσους ή αλλιώς 300.000 δέντρα. {23}

Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό, σε αρκετές περιοχές της Κρήτης, της Πελοποννήσου, της Ευβοίας και φυσικά στα νησιά του Αιγαίου. Σε αυτές τις περιοχές θα συναντήσουμε και τα περισσότερα αιολικά πάρκα, τα οποία αποτελούνται από συστοιχίες ανεμογεννητριών σε βέλτιστη διάταξη για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού. {20}

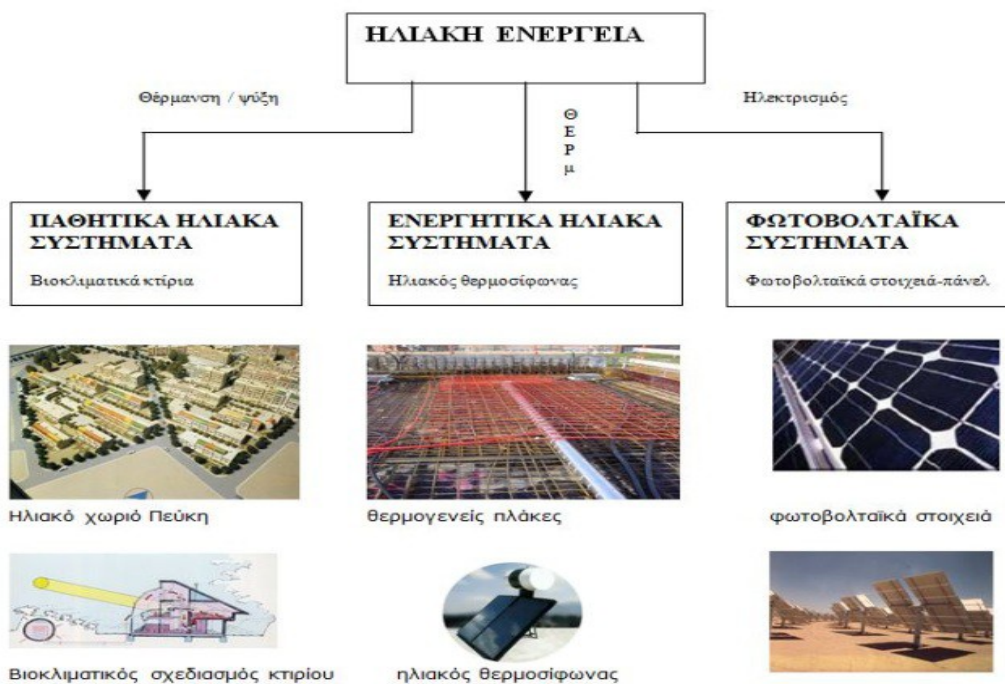
3.3.2 Ηλιακή ενέργεια

Με τον όρο Ηλιακή Ενέργεια χαρακτηρίζουμε το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας. Το φως και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, απορροφούνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας.

Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της.

Όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών:

- τα παθητικά ηλιακά συστήματα,
- τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα ή Ηλιοθερμικά συστήματα, και
- τα φωτοβολταϊκά συστήματα.



Εικόνα 8: Κατηγορίες εκμετάλλευσης της Ηλιακής Ενέργειας και παραδείγματα των εφαρμογών τους

Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη

μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Παρόλα αυτά, η σημερινή τεχνολογία δεν μας επιτρέπει να αξιοποιήσουμε παρά ένα μηδαμινό ποσοστό της καταφθάνουσας στην επιφάνεια του πλανήτη μας ηλιακής ενέργειας. {24, 25}

Παθητικά ηλιακά συστήματα είναι εκείνα που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία για θέρμανση ή ψύξη και δεν κάνουν χρήση μηχανικών μέσων για τη μεταφορά της θερμότητας προς το χώρο. Βασίζονται στη φυσική ροή της θερμικής ενέργειας, εκμεταλλεύονται τις φυσικές ιδιότητες των υλικών του κτηρίου και χρησιμοποιούν, για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την αποθήκευση της θερμότητας, τα δομικά στοιχεία του κελύφους (τοίχους, δάπεδα, οροφές). {26}

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων βασίζεται σε 3 μηχανισμούς

- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου (*συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και η διατήρηση της στο εσωτερικό του κτηρίου για την θέρμανση των χώρων*)
- Τη θερμική υστέρηση των υλικών (*θερμοχωρητικότητα*)
- Τις αρχές μετάδοσης της θερμότητας (*την ιδιότητα της θερμότητας να μεταφέρεται από το θερμό στο κρύο αντικείμενο*) {27}

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι αυτά που απαιτούν τη χρησιμοποίηση μηχανικών μέσων, απλών μέχρι υψηλής τεχνολογίας, και προϋποθέτουν σύνθετους μηχανισμούς συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης της θερμότητας που έχει προέλθει από την ηλιακή ακτινοβολία που δεσμεύτηκε. {30} Η πιο απλή και διαδεδομένη μορφή των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι οι γνωστοί σε όλους μας ηλιακοί θερμοσίφωνες, οι οποίοι απορροφούν την ηλιακή ενέργεια και στη συνέχεια, τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε κάποιο ρευστό, όπως το νερό για παράδειγμα. Η απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται μέσω ηλιακών συλλεκτών, σκουρόχρωμων δηλαδή επιφανειών καλά προσανατολισμένων στον ήλιο, οι οποίες βρίσκονται σε επαφή με νερό και του μεταδίδουν μέρος της θερμότητας που παρέλαβαν. Το παραγόμενο ζεστό νερό χρησιμοποιείται για απλή οικιακή ή πιο σύνθετη βιομηχανική χρήση, τελευταία δε ακόμη και για τη θέρμανση και ψύξη χώρων μέσω κατάλληλων διατάξεων. {25}

Φωτοβολταϊκά συστήματα, είναι αυτά που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια και που, εδώ και πολλά χρόνια, χρησιμοποιούνται για την ηλεκτροδότηση μη διασυνδεδεμένων στο ηλεκτρικό δίκτυο καταναλώσεων. Δορυφόροι, φάροι και απομονωμένα σπίτια χρησιμοποιούν παραδοσιακά τα φωτοβολταϊκά για την ηλεκτροδότησή τους. Στην Ελλάδα, η προοπτική ανάπτυξης και εφαρμογής των Φ/Β συστημάτων είναι τεράστια, λόγω του ιδιαίτερα

υψηλού δυναμικού ηλιακής ενέργειας.

Ανάλογα με τη χρήση του παραγόμενου ρεύματος, τα Φ/Β κατατάσσονται σε:

- Αυτόνομα συστήματα, η παραγόμενη ενέργεια των οποίων καταναλώνεται επιτόπου και εξολοκλήρου (από την παραγωγή στην κατανάλωση)
- Διασυνδεδεμένα συστήματα, η παραγόμενη ενέργεια των οποίων διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να μεταφερθεί και να καταναλωθεί αλλού {25}

3.3.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια και ενέργεια από Υδατοπτώσεις

Η **Υδροηλεκτρική Ενέργεια (Y/E)** είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση και τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της περωτής του στροβίλου, έχουμε την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της περωτής και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνουμε τη μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. {28}



Εικόνα 9: Λειτουργία ενός Υδροηλεκτρικού σταθμού

Αναλυτικότερα, η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας βασίζεται στη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας ενός όγκου νερού που βρίσκεται αποθηκευμένος σε κάποιο ψηλό σημείο, σε κινητική ενέργεια καθώς το νερό ρέει από ένα ψηλό σημείο σε κάποιο χαμηλότερο σημείο, μέσω της **Υδατόπτωσης** (η υψομετρική διαφορά μεταξύ των δύο σημείων ονομάζεται “υδραυλικό ύψος”). Στο χαμηλότερο σημείο, βρίσκεται εγκαταστημένος ένας στρόβιλος ή τουρμπίνα, που περιστρέφεται από τη ροή του νερού και ενεργοποιεί μια γεννήτρια που

μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Μια τυπική υδροηλεκτρική Μονάδα μπορεί να βρίσκεται εγκατεστημένη σε ποταμό ή καταρράκτη και να εκμεταλλεύεται τη φυσική ροή του νερού ή να συνδυάζεται με τεχνητό ταμιευτήρα ή Φράγμα, στο οποίο αποθηκεύεται νερό

που μεταφέρεται στο σταθμό μέσω ενός αγωγού μεταφοράς. {29}

Η ποσότητα της παραγόμενης ενέργειας καθορίζεται από τον όγκο του νερού που ρέει, τη διαφορά μανομετρικού ύψους μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας του ταμιευτήρα και του στροβίλου. Για το λόγο αυτόν μόνο σε περιοχές με σημαντικές βροχοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευαστούν υδροηλεκτρικά έργα. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά ως προς άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, καλύπτοντας φορτία αιχμής. Ενδεικτικά την Ελλάδα η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 9% των ενεργειακών μας αναγκών σε ηλεκτρισμό. {30}

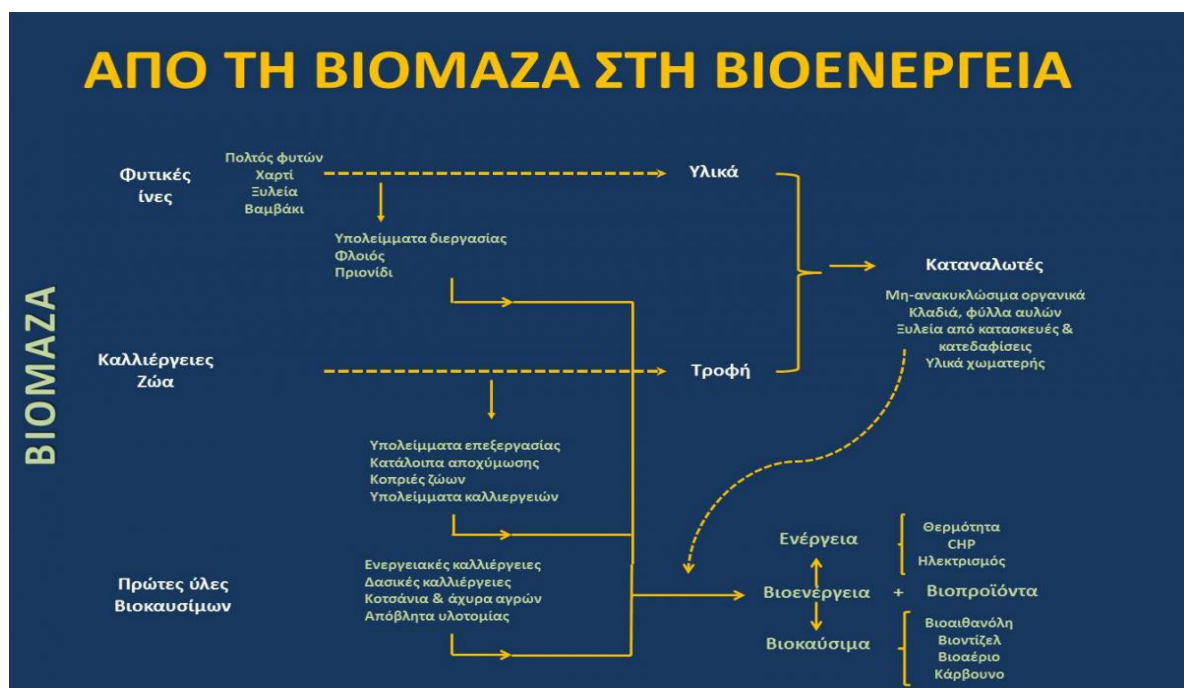
Υδροηλεκτρικά έργα: Τα υδροηλεκτρικά έργα ταξινομούνται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας. Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα διαφέρουν σημαντικά από της μεγάλης κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον:

- Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα καθώς μεταβάλλει ριζικά τη μορφολογία της περιοχής.
- Οι μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες αντιθέτως, εγκαθίστανται δίπλα σε ποτάμια ή κανάλια και η λειτουργία τους παρουσιάζει πολύ μικρότερη περιβαλλοντική διαταραχή. Για το λόγο αυτό, οι υδροηλεκτρικές μονάδες μικρότερης δυναμικότητας των 30 MW χαρακτηρίζονται ως μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα και συμπεριλαμβάνονται μεταξύ των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Κατά τη λειτουργία τους, μέρος της ροής ενός ποταμού οδηγείται σε στρόβιλο για την παραγωγή ενέργειας. Κατόπιν, η χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού επιστρέφει στο φυσικό ταμιευτήρα, ακολουθώντας τη φυσική της ροή. {30}

3.3.4 Βιομάζα και βιοκαύσιμα

Με τον όρο **βιομάζα** αποκαλείται οποιοδήποτε υλικό που παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Πρόκειται δηλαδή για ύλη που έχει βιολογική (*οργανική*) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, σ' αυτήν περιλαμβάνονται:

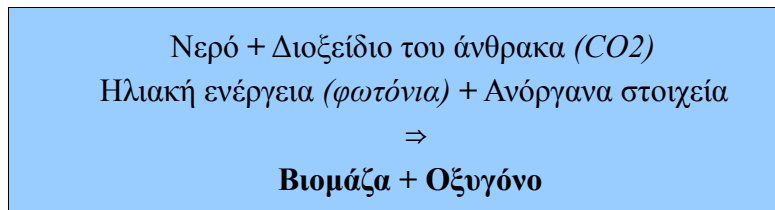
- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται:
 - είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως είναι τα αυτοφυή φυτά και δάση,
 - είτε από τις ενεργειακές καλλιέργειες γεωργικών και δασικών ειδών (δηλαδή τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας), όπως είναι το σόργο το σακχαρούχο, το καλάμι και ο ευκάλυπτος.
- Τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως είναι τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα και οι κληματίδες
- Τα υποπροϊόντα που προέρχονται από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, ή το πριονίδι καθώς και
- Το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών. {31}



Εικόνα 10: Διάγραμμα μετατροπής της Βιομάζας σε Βιοενέργεια

Η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Κατ' αυτήν, η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα καθώς και

νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος. Η διεργασία αυτή μπορεί να παρασταθεί σχηματικά ως εξής:



Από τη στιγμή που σχηματίζεται η βιομάζα, μπορεί πλέον κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας. Η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια, αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (*πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο*). {31}

Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Ο πρωτόγονος άνθρωπος, για να ζεσταθεί και να μαγειρέψει, χρησιμοποίησε την ενέργεια (*θερμότητα*) που προερχόταν από την καύση των ξύλων, που είναι ένα είδος βιομάζας.

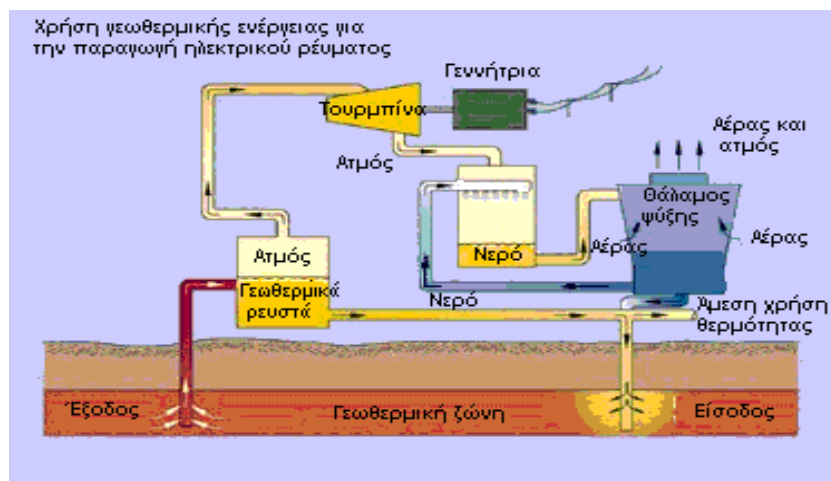
Αλλά και μέχρι σήμερα, κυρίως οι αγροτικοί πληθυσμοί, τόσο της Αφρικής, της Ινδίας και της Λατινικής Αμερικής, όσο και της Ευρώπης, για να ζεσταθούν, να μαγειρέψουν και να φωτιστούν χρησιμοποιούν ξύλα, φυτικά υπολείμματα και ζωικά απόβλητα. Στη βιομάζα επίσης συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που, μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα, κάλυπταν το 97% των ενεργειακών αναγκών της Ελλάδας. {32}

Η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο στον πλανήτη μας υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 172 δισεκ. τόνους ξηρού υλικού, με ενεργειακό περιεχόμενο δεκαπλάσιο της ενέργειας που καταναλίσκεται παγκοσμίως στο ίδιο διάστημα. Το τεράστιο αυτό ενεργειακό δυναμικό παραμένει κατά το μεγαλύτερο μέρος του ανεκμετάλλευτο, καθώς, σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, μόνο το 1/7 της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από τη βιομάζα και αφορά κυρίως τις παραδοσιακές χρήσεις της (καυσόξυλα κλπ.).

Στην Ελλάδα, τα κατ' έτος διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα ισοδυναμούν ενεργειακά με 3-4 εκατ. τόνους πετρελαίου. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί ενεργειακά στο 30- 40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στα όριά της. Γενικά στην χώρα μας η χρήση της βιομάζας αφορά κυρίως την παραγωγή θερμότητας σε οικιακό τομέα και αυτή μάλιστα σε περιορισμένη κλίμακα. Παρ' όλα αυτά, οι προοπτικές αξιοποίησής της είναι εξαιρετικά ευοίωνες, καθώς υπάρχει σημαντικό δυναμικό, μεγάλο μέρος του οποίου είναι άμεσα διαθέσιμο. Παράλληλα, η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι, σε πολλές περιπτώσεις, οικονομικά ανταγωνιστική αυτής που παράγεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας. {31}

3.3.5 Γεωθερμική ενέργεια

Γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται η φυσική θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμφανίζεται με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού στην επιφάνεια αυτής. Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Είναι μια ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες. Οι γεωθερμικές περιοχές συχνά εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές του φλοιού της γης ή από την παρουσία θερμών πηγών. Για να υφίσταται διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμός σε μια περιοχή, πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας αποθήκευσης του, κοντά σε ένα θερμικό κέντρο. Στην περίπτωση αυτή, το νερό του ταμιευτήρα που συνήθως είναι βρόχινο νερό που έχει διεισδύσει στους βαθύτερους ορίζοντες της γης, θερμαίνεται και ανεβαίνει προς την επιφάνεια. Τα θερμικά αυτά ρευστά εμφανίζονται στην επιφάνεια είτε με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού όπως προαναφέρθηκε είτε αντλούνται με γεώτρηση και αφού χρησιμοποιηθεί η θερμική τους ενέργεια, γίνεται επανέγχυση του ρευστού στο έδαφος με δεύτερη γεώτρηση. Έτσι ενισχύεται η μακροβιότητα του ταμιευτήρα και αποφεύγεται η θερμική ρύπανση του περιβάλλοντος. {33}



Εικόνα 11: Χρήση γεωθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος

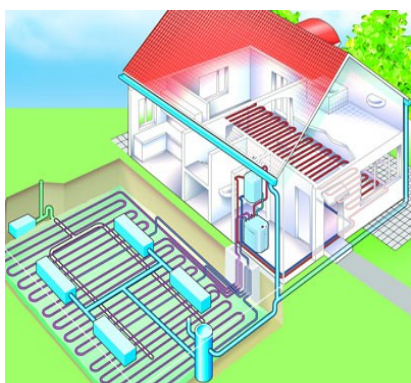
Ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις:

- Η Υψηλής Ενθαλπίας ($>150\text{ }^{\circ}\text{C}$) χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η Μέσης Ενθαλπίας (80 έως $150\text{ }^{\circ}\text{C}$) που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων καθώς και μερικές φορές και για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Συνήθης είναι η χρήση κλειστού κυκλώματος φρέον, που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως.

- Η Χαμηλής Ενθαλπίας (25 έως 80 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες ή για παραγωγή γλυκού νερού. {34}

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω η γεωθερμική ενέργεια έχει σημαντικά πλεονεκτήματα αν αναλογιστούμε πως αποτελεί μια ουσιαστικά ανεξάντλητη πηγή θερμότητας, προκαλεί μικρή μόλυνση στο περιβάλλον, δεν απαιτεί μεγάλες εκτάσεις γης και έχει χαμηλό κόστος λειτουργείας. Επίσης παρέχει μεγαλύτερη αξιοπιστία σε σχέση με όλα τα άλλα ήδη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας όπως την αιολική και την ηλιακή. Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να παράγει ηλεκτρισμό με συνεχή διάρκεια 24 ώρες το 24ωρο χωρίς να εξαρτάται από φυσικές αιτίες που μπορεί να την παρεμποδίσουν. {35}

Η στροφή λοιπόν στην εκμετάλλευση της γεωθερμίας, είναι κάτι απαραίτητο. Η πρώτη βιομηχανική εκμετάλλευση έγινε στο Λαρνταρέλλο (Lardarello) της Ιταλίας, όπου από τα μέσα του 18ου αιώνα χρησιμοποιήθηκε ο φυσικός ατμός για να εξατμίσει τα νερά που περιείχαν βορικό οξύ αλλά και να θερμάνει διάφορα κτήρια. Το 1904 έγινε στο ίδιο μέρος η πρώτη παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από τη γεωθερμία (σήμερα παράγονται εκεί 2,5 δισ. kWh/έτος). Σπουδαία ακόμα είναι η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας από την Ισλανδία, όπου καλύπτεται πολύ μεγάλο μέρος των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια και θέρμανση. {34}



Εικόνα 12: Σύγχρονη απεικόνιση γεωθερμικής εκμετάλλευσης, για οικιακή θέρμανση

Όσον αφορά τον Ελλαδικό χώρο, λόγω κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών, συναντώνται σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) σε οικονομικά βάθη (100-1500 μ). Σε μερικές περιπτώσεις μάλιστα τα βάθη των γεωθερμικών ταμιευτήρων είναι πολύ μικρά, κάνοντας ιδιαίτερα ελκυστική, από οικονομική άποψη, τη γεωθερμική εκμετάλλευση. Μεγάλος αριθμός επιβεβαιωμένων γεωθερμικών πεδίων είναι διάσπαρτα σε ολόκληρη σχεδόν τη χώρα, όπως στη Ν.Κεσσάνη Ξάνθης, Νιγρίτα Σερρών, Λαγκαδά, Θεσσαλονίκη, Ελαιοχώρα Χαλκιδικής, Στύψη και Άργεννο Λέσβου, Μήλο, Σαντορίνη και Νίσυρο. Η συστηματική εκμετάλλευση τους μπορεί να επιφέρει στη χώρα μας σημαντικά οφέλη. {33, 34}

3.3.6 Ωκεάνια ενέργεια

Με την έννοια **ωκεάνια ενέργεια** ή **ενέργεια των ωκεανών**, εννοούμε την ενέργεια που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε από τις παλίρροιες, από τα κύματα της θάλασσας καθώς και από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού.

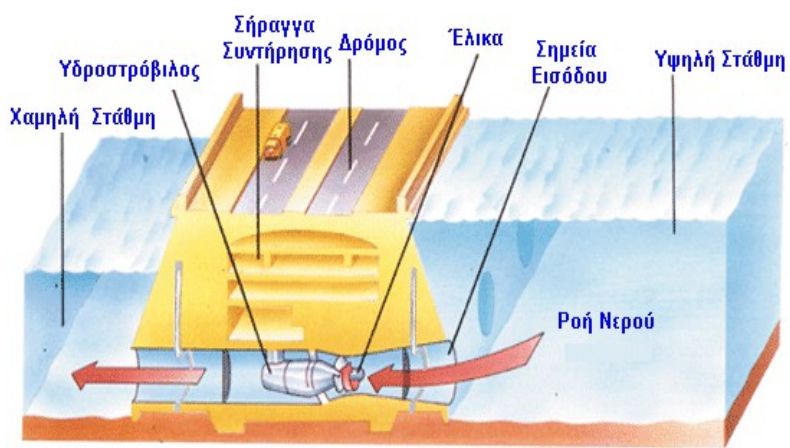
3.3.6.1 Παλιρροϊακή ενέργεια

Η **παλιρροϊκή ενέργεια** είναι η μηχανική ενέργεια που παράγει η περιοδική ανύψωση και πτώση της στάθμης του νερού των θαλασσών (*πλημμυρίδα και άμπωτη αντίστοιχα*), φαινόμενο που γίνεται αντιληπτό κοντά στις ακτές. Η παλίρροια προκαλείται από την έλξη που ασκεί ο Ήλιος και κυρίως η Σελήνη στις υδάτινες μάζες της Γης. Η διαφορά ύψους μεταξύ της υψηλότερης και της χαμηλότερης στάθμης που φτάνει το νερό αποτελεί το παλιρροϊκό εύρος ή πλάτος. Στις περισσότερες θάλασσες το παλιρροϊκό εύρος είναι περίπου 1 μέτρο. Στη Μεσόγειο φτάνει τα 60 εκατοστά, στις ακτές της Γαλλίας (La Rance) φτάνει τα 13,5 μέτρα, ενώ στον κόλπο του Φάντι στον Καναδά φτάνει τα 17 μέτρα.

Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας από τον άνθρωπο, γίνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις (*παλιρροϊκά εργοστάσια*) και άρχισε πριν από αιώνες, με πρωτόγονους μηχανισμούς. Τα πρώτα όμως εργοστάσια που μετατρέπουν την παλιρροϊκή σε ηλεκτρική ενέργεια, εμφανίστηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 1960 και κυρίως μετά την πετρελαϊκή κρίση του 1973. Το μεγαλύτερο παλιρροϊκό εργοστάσιο στον κόσμο βρίσκεται στο Σαιν Μαλό, στις εκβολές του La Rance στη Γαλλία, με 24 στροβίλους και συνολική ισχύ 240 μεγαβάτ. Άλλα παλιρροϊκά εργοστάσια βρίσκονται στην Κίνα, στην πρώην Σοβιετική Ένωση, στη Μ. Βρετανία, στις ΗΠΑ και μελέτες γίνονται για εγκατάστασή τους και σε άλλες περιοχές του κόσμου. {36}

Πρωτεύουσα προϋπόθεση για τη λειτουργία ενός παλιρροϊκού εργοστασίου σε μια θάλασσα περιοχή είναι το μεγάλο παλιρροϊκό της εύρος (*πάνω από 1,5 μέτρα*). Η εκμετάλλευση της δυναμικής ενέργειας της παλίρροιας γίνεται με την κατασκευή ενός φράγματος στην είσοδο ενός κόλπου ή θαλάσσιου διαύλου, δημιουργώντας έτσι μία φυσική δεξαμενή. Κατά την άνοδο της παλίρροιας το νερό εισέρχεται στη φυσική αυτή δεξαμενή μέσα από υδατοφράκτες, οι οποίοι κλείνουν όταν η παλίρροια φτάσει στο ζενίθ. Οι υδατοφράκτες ανοίγουν πάλι στο ναδίρ της παλίρροιας, επιτρέποντας την έξοδο του νερού διά μέσου υδροστροβίλων. Η τεχνολογία αυτή μπορεί να θεωρηθεί «ώριμη». {37}

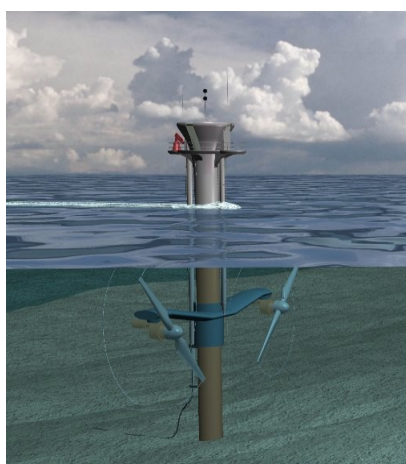
Το κόστος του παλιρροϊκού εργοστασίου είναι χαμηλότερο από εκείνο ενός πυρηνικού σταθμού, η πηγή ενέργειας είναι πρακτικά ανεξάντλητη και μη ρυπαντική για το περιβάλλον. Από την άλλη πλευρά, όμως, εκφράζονται επιφυλάξεις για τις ενδεχόμενες αλλαγές στο θαλάσσιο οικοσύστημα της περιοχής.



Εικόνα 13: Λειτουργία ενός Παλιρροϊακού σταθμού

Εκτός από την παλίρροια, ενεργειακά εκμεταλλεύσιμα είναι και τα παλιρροϊκά ρεύματα, τα οποία μετακινούν υδάτινες μάζες με αξιόλογη ταχύτητα. Τα ρεύματα αυτά παρατηρούνται συνήθως κοντά σε κόλπους και όρμους που η διαμόρφωσή τους ευνοεί το σχηματισμό τους. Η μέθοδος που προτείνεται για την εκμετάλλευσή τους είναι η εγκατάσταση υδροστροβίλων που θα κινούν γεννήτριες και θα παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα σε βάθος τέτοιο, ώστε να μην επηρεάζεται η ναυσιπλοΐα. Στην Ελλάδα ενδιαφέρον για εκμετάλλευση παρουσιάζει το παλιρροϊκό ρεύμα του πορθμού του Ευρίπου στον Ευβοϊκό Κόλπο. {36}

3.3.6.2 Ενέργεια κυμάτων



Εικόνα 14: Θαλάσσια γενήτρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Η κυματική ενέργεια παράγεται από την κίνηση των κυμάτων στη θαλάσσια επιφάνεια που προκαλείται από τους κατά τόπους ανέμους. Αρκετοί ερευνητές από τα τέλη του περασμένου αιώνα άρχισαν να αναπτύσσουν μηχανισμούς που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια των κυμάτων σε ηλεκτρική. Τα κύματα προκαλούνται κυρίως από την κίνηση του ανέμου πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Το ενδιαφέρον επικεντρώνεται κυρίως στα τρέχοντα κύματα, που μεταφέρουν κινητική ενέργεια, και όχι στα κύματα αιώρησης, που απλά ανεβοκατεβαίνουν. {36}

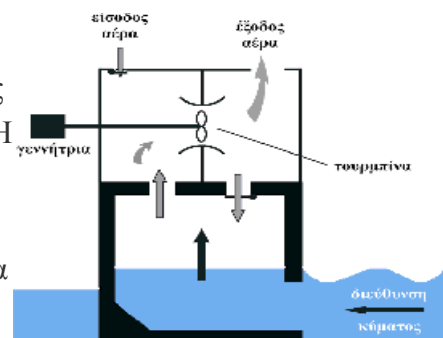
Η ενέργεια του θαλάσσιου κυματισμού είναι, όπως όλες οι

ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ανεξάντλητη. Υπολογίζεται ότι η αξιοποίηση του 1% του κυματικού δυναμικού του πλανήτη μας θα κάλυπτε στο τετραπλάσιο την παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση. Παρουσιάζει μεταξύ των ανανεώσιμων, την υψηλότερη ενεργειακή πυκνότητα. Για παράδειγμα, σε ημερήσια βάση, η ενέργεια κυματισμού ύψους 1 μέτρου μπορεί σε μέτωπο πλάτους μόλις 1 μέτρου να ξεπεράσει τις 300 kWh. Από την ενέργεια αυτή θα μπορούσε να μετατραπεί σε ηλεκτρισμό τουλάχιστον το 5-10%, δηλ. περ. 15-30 kWh ημερησίως. Συγκριτικά αναφέρεται ότι μία τετραμελής οικογένεια καταναλώνει κατά μέσον όρο 10 kWh ημερησίως. Αυτή τη στιγμή 5 ευρωπαϊκές χώρες με προεξάρχουσα τη Γαλλία λειτουργούν μονάδες ισχύος 250 MW συνολικά ενώ 3 ακόμη χώρες έχουν ξεκινήσει να εγκαθιστούν νέες μικρές μονάδες. {37}

Η παραγωγή ενέργειας από τα κύματα συγκεντρώνει τα όλα τα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και επιπλέον σε αντίθεση με άλλες πηγές, οι εγκαταστάσεις της κυματικής ενέργειας δεν δεσμεύουν γη και επίσης η οπτική και ακουστική όχληση είναι μηδαμινή. Η κυματική ενέργεια θα μπορούσε να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στις προσπάθειες του κόσμου για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, αντικαθιστώντας μεγάλο μέρος των συμβατικών πηγών ορυκτών καυσίμων, μειώνοντας έτσι μέχρι και 2.000.000.000 τόνους CO₂ από τις ετήσιες εκπομπές αυτών. Οι εγκαταστάσεις αυτές θα παρέχουν επίσης πολλές ευκαιρίες απασχόλησης σε επιχειρήσεις κατασκευής και συντήρησης. {37}

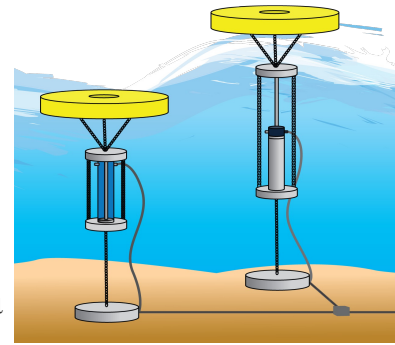
Τα συστήματα που έχουν κατά καιρούς προταθεί είναι πλωτά ή βυθιζόμενα πλήρως στο νερό. Ποιά αναλυτικά, συναντώνται οι ακόλουθοι τύποι:

- **Παλλόμενη στήλη ύδατος:** πρόκειται για έναν θάλαμο αέρα, βυθισμένο κατακόρυφα στο μισό μήκος του περίπου, ανοικτό προς την πλευρά του πυθμένα. Η παλινδρομική κίνηση της θαλάσσιας επιφάνειας προκαλεί ρυθμική συμπίεση-αποσυμπίεση της αέριας μάζας μέσα στον θάλαμο, η οποία χρησιμοποιείται για την κίνηση αεροστρόβιλου. Σταθμοί της κατηγορίας αυτής έχουν εγκατασταθεί στις Πορτογαλικές Αζόρες και στη νήσο Islay στη βόρεια Σκωτία.



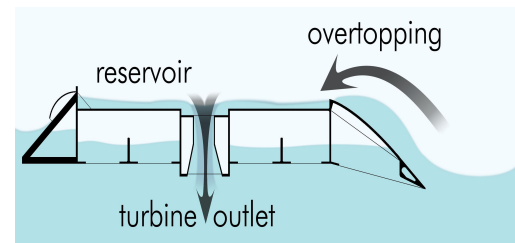
Εικόνα 15: Γεννήτρια "παλλόμενης στήλης ύδατος"

- Πλωτήρες:** αγκυρωμένοι στον θαλάσσιο πυθμένα, οι οποίοι ακολουθούν την κατακόρυφη κίνηση της θαλάσσιας επιφάνειας. Η παλινδρομική κίνηση του πλωτήρα μετατρέπεται μέσω μηχανικών ή υδραυλικών συστημάτων σε περιστροφική για την κίνηση ηλεκτρογεννήτριας. Ένα σύστημα αυτής της κατηγορίας, με πλωτήρες διαμέτρου 2 μ., το οποίο εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για αφαλάτωση νερού, έχει κατασκευασθεί και δοκιμασθεί με επιτυχία από την ελληνική εταιρεία Κυματική Ενέργεια Α.Ε.



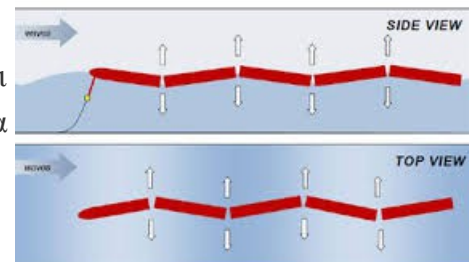
Εικόνα 16: Σχηματική απεικόνιση "Πλωτήρων"

- Πλωτές δεξαμενές:** οι οποίες περισυλλέγουν το νερό των κυμάτων σε στάθμη υψηλότερη από τη μέση στάθμη της θαλάσσιας επιφάνειας. Η διαφορά στάθμης χρησιμοποιείται για την κίνηση ενός ή περισσότερων υδροστροβίλων. Ο γνωστότερος εκπρόσωπος της κατηγορίας αυτής είναι ο πλωτός σταθμός Wave Dragon, ο οποίος δοκιμάζεται στις ακτές της Δανίας.



Εικόνα 17: Σχηματική αναπαράσταση της λειτουργίας του "Wave Dragon"

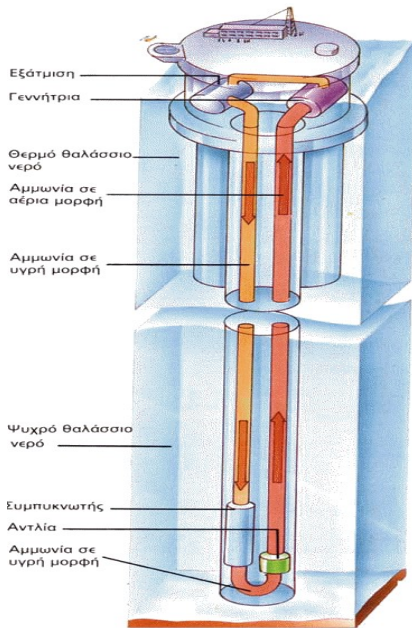
- Πλωτά αρθρωτά συστήματα:** τα οποία στις αρθρώσεις φέρουν αντλίες. Με τις κινήσεις του κυματισμού οι αντλίες συμπιέζουν υδραυλικό υγρό και δίνουν κίνηση σε υδραυλικούς κινητήρες. Το σύστημα Pelamis, της βρετανικής εταιρείας Pelamis Wave Power, ονομαστικής ισχύος 750 kW, έχει ήδη δοκιμασθεί με επιτυχία σε διασυνδεδεμένη λειτουργία, και ετοιμάζεται η εγκατάσταση κυματικών πάρκων με πολλές μηχανές Pelamis στις πορτογαλικές, σκοτσέζικες και βρετανικές ακτές. {37}



Εικόνα 18: Απεικόνιση συστήματος "Pelamis"

3.3.7 Θερμική ενέργεια

Το μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη είναι καλυμμένο από ωκεανούς και αυτοί απορροφούν ένα τεράστιο ποσό ενέργειας από τον ήλιο κάθε μέρα. Θερμική είναι η ενέργεια που μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας αποθηκεύεται ως θερμότητα στα ανώτερα στρώματα των θαλασσών. Έτσι αυτά αποκτούν θερμοκρασία 26-30 C που σε συνδυασμό με εκείνη των χαμηλότερων στρωμάτων (περίπου 5 C) μπορεί να αξιοποιηθεί με ειδικές διατάξεις, όπως είναι οι θαλάσσιοι θερμοκοί σταθμοί, (*Ocean thermal energy conversion - OTEC*), για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 19: Σύστημα εκμετάλλευσης της θερμικής ενέργειας των ωκεανών

Οι εγκαταστάσεις της *OTEC* χρησιμοποιούν το ζεστό νερό της επιφάνειας για να θερμάνουν την αμμωνία ή κάποιο άλλο υγρό που βράζει σε χαμηλή θερμοκρασία. Το παραγόμενο αέριο χρησιμοποιείται για να οδηγήσει τουρμπίνες στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Το αέριο στη συνέχεια ψύχεται από το κρύο νερό που προέρχεται από τα βάθη του ωκεανού και έπειτα ανακυκλώνεται για την παραγωγή δύναμης. Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ επιφανειακών και βαθύτερων στρωμάτων πρέπει να είναι τουλάχιστον 20 C, ενώ όσο μεγαλύτερη είναι αυτή τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόδοση της διάταξης. Επομένως η *OTEC* δρα καλύτερα στους τροπικούς όπου η επιφάνεια είναι θερμότερη. {36, 38}

Η ηλεκτρική ισχύς που παράγεται από το σταθμό μπορεί να μεταφέρεται μέσω καλωδίων στην πλησιέστερη ακτή, ώστε να χρησιμοποιηθεί για ηλεκτροδότηση. Μπορεί ακόμη να χρησιμοποιηθεί επί τόπου, πάνω στο σταθμό ή σε βιομηχανική μονάδα εγκαταστημένη εκεί κοντά, για διάφορες διεργασίες και παρασκευή προϊόντων (αφαλάτωση νερού, παρασκευή αμμωνίας, υδρογόνου, λιπασμάτων κ.λπ.). Οι θερμοκοί σταθμοί μπορεί να βρίσκονται πάνω σε μετακινούμενες εξέδρες, οπότε υπάρχει το πλεονέκτημα επιλογής τοποθεσίας ανάλογα με τις εποχές του έτους, τη γεωγραφική κατανομή του θερμικού δυναμικού και τα θαλάσσια ρεύματα, και κατά συνέπεια γίνεται η βέλτιστη εκμετάλλευση.

Η δυνατότητα εκμετάλλευσης της θερμοκρασιακής διαφοράς είχε διατυπωθεί ως ιδέα το 1881 από τον Γάλλο φυσικό *Jacques-Arsene d'Arsonval* και ερευνήθηκε το 1930 από τον επίσης Γάλλο

φυσικό George Claude. Επανήλθε, όμως, στο προσκήνιο μετά την πετρελαϊκή κρίση, με νέες έρευνες. Σήμερα λειτουργούν θαλάσσιοι θερμικοί σταθμοί στη Χαβάη, την Κούβα, την Ταϊτή, το Πόρτο Ρίκο, το Βέλγιο και την Ιαπωνία. Οι χώρες που χρηματοδοτούν τα ανάλογα προγράμματα είναι οι ΗΠΑ, η Γαλλία και η Ιαπωνία, ενώ συμμετέχουν πολλά πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα και βιομηχανίες.

Η θερμότητα που αποθηκεύεται καθημερινά στους ωκεανούς λόγω ηλιακής ακτινοβολίας αποτελεί μια αξιόλογη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, καθώς ισοδυναμεί, σύμφωνα με τους υπολογισμούς των ερευνητών, με 170 δισεκατομ. βαρέλια πετρέλαιο (1 βαρ. = 159 lit). Αν λιγότερο από το ένα δέκατο του 1% όλης της ηλιακής ενέργειας που παγιδεύεται στους ωκεανούς μπορούσε να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια θα τροφοδοτούσε πάνω από 20 φορές την ολική ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουν οι Η.Π.Α. καθημερινά σύμφωνα με το Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμης Ενέργειας (*National Renewable Energy Laboratory*). Σύμφωνα με τον *Terry Penney*, διευθυντή του εργαστηριακού προγράμματος στο Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμης Ενέργειας, το ποσό αυτό θα μπορούσε εύκολα να παράγει όλη την ενέργεια που χρειαζόμαστε. "Η διαδικασία είναι πολύ χαμηλής αποδοτικότητας μόνο 2,3 ή 4%, αλλά όλη αυτή η ενέργεια είναι δωρεάν". {38}

Σε αντίθεση με την αιολική και την ηλιακή ενέργεια η ΟΤΕC μπορεί να παράγει συνεχή ισχύ που η ωφέλειά τους μπορεί να βασιστεί σε κάθε στιγμή της ημέρας. Επίσης, ο ηλεκτρισμός που παράγει μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να οδηγήσει σε χημικές αντιδράσεις που παράγουν καύσιμα όπως το υδρογόνο, αμμωνία ή μεθανόλη προσθέτει ο *Penney*. Μπορεί ειδικά να ωφελήσει νησιωτικές κοινότητες και στρατιωτικά φυλάκια που βασίζονται κυρίως σε εισαγόμενα καύσιμα. {38}

Οι θερμικοί σταθμοί δεν βλάπτουν το περιβάλλον και τα περισσότερα τεχνικά προβλήματα, όπως η διάβρωση συστημάτων, η εγκατάσταση και σταθεροποίηση εξέδρας και ο καθαρισμός σωλήνων, έχουν ήδη επιλυθεί με διάφορους τρόπους. Απομένει να αποδειχτεί η αποδοτικότητα των σταθμών αυτών από οικονομική άποψη, ενώ συνεχίζουν να εξελίσσονται τα σχετικά προγράμματα από τις ενδιαφερόμενες χώρες. {36}

3.4 Η αξιοποίηση των ΑΠΕ στο Μέλλον

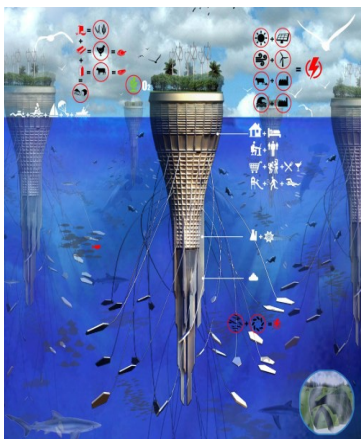
Αν και με την σωστή εκμετάλλευση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας μπορεί να καλυφθεί το μεγαλύτερο μέρος των ενεργειακών μας αναγκών, ακόμα και με την τρέχουσα τεχνολογία, ειδικοί επιστήμονες κάνουν προτάσεις για το πώς μπορούν να αξιοποιηθούν ακόμα περισσότερο. Κάποιες από αυτές τις προτάσεις θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στο άμεσο μέλλον ενώ άλλες είναι πιο προχωρημένες και σήμερα βρίσκονται απλά σε θεωρητικό στάδιο. Μερικές από αυτές τις προτάσεις

είναι οι παρακάτω:

- **Υδρογόνο αντί για πετρέλαιο:** Σύμφωνα με τις προβλέψεις των επιστημόνων το πετρέλαιο αναμένεται να εξαντληθεί μετά το 2040. Η πυρηνική ενέργεια που θα μπορούσε να το αντικαταστήσει είναι πολύ επικίνδυνη ενώ οι ήπιες μορφές ενέργειας δεν επαρκούν να καλύψουν τις όλο αυξανόμενες ανάγκες του πλανήτη. Έτσι η πιο κατάλληλη λύση για καύσιμα μετακίνησης φαίνεται να είναι το υδρογόνο.

Το υδρογόνο βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες στη φύση, είναι άχρωμο, άοσμο και ιδιαίτερα εύφλεκτο, και αφήνει ως μόνο απόβλητο καύσης ζεστό νερό. Για να το χρησιμοποιήσουμε όμως ως κύριο καύσιμο χρειάζεται να λυθούν κάποια προβλήματα. Για παράδειγμα πρέπει να βρεθεί ο κατάλληλος τρόπος εξαγωγής, αποθήκευσης, μεταφοράς και καύσης του. Θα πρέπει επίσης να αντικατασταθεί το υπάρχον παγκόσμιο δίκτυο διανομής καυσίμων, και να δοθούν κίνητρα για την αντικατάσταση των τωρινών οχημάτων και την ενεργειακή αναδόμηση των βιομηχανιών.

- **Πλωτές πόλεις του μέλλοντος:** Προκειμένου να καταπολεμηθεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η σταδιακή αύξηση της στάθμης της θάλασσας, ο υπερπληθυσμός, η έλλειψη πόσιμου νερού, η ανάγκη για ανακύκλωση των σκουπιδιών και κατανάλωση λιγότερης ενέργειας, διάφοροι επιστήμονες και εφευρέτες σε όλο τον κόσμο σχεδίασαν τις “πλωτές πόλεις” του μέλλοντος. Αν και ακόμα βρίσκονται στη σφαίρα της φαντασίας, τα φαντασμαγορικά αυτά έργα αποτελούν εναλλακτικές λύσεις για τα μεγαλύτερα προβλήματα που απειλούν, τόσο τον πλανήτη μας, όσο και την ποιότητα της ζωής μας.
- **Ο Seascraper (Θαλασσοξύστης) και ο Oceanscraper (Ωκεανοξύστης):** Πρόκειται για πλωτές κατασκευές που μοιάζουν με ουρανοξύστες και που θα δημιουργηθούν μέσα



Εικόνα 20: Προσομοίωση των μελλοντικών "Seascraper"

στη θάλασσα. θα αποτελούν μια αυτάρκη κοινότητα σπιτιών, γραφείων και χώρων αναψυχής και θα έχουν ενεργειακή ανεξαρτησία. Θα χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές για την παραγωγή ενέργειας, όπως για παράδειγμα ανεμογεννήτριες και ηλιακούς συλλέκτες. Θα μπορούν να παράγουν πόσιμο νερό με αφαλάτωση και επιπλέον θα συλλέγουν τα σκουπίδια στη βάση τους και θα τα ανακυκλώνουν στον πυρήνα τους. Ταυτόχρονα οι ανθρώπινοι οικισμοί θα βρίσκονται στο τμήμα πάνω από το νερό.

- **Lilypad, η Πλωτή Πόλη:** Είναι ένα οικολογικό και πρωτοποριακό σχέδιο που εμπνεύστηκε ο Βέλγος αρχιτέκτονας Vincent Callebaut. Πρόκειται για μια πλωτή πόλη που μοιάζει με τεράστιο νούφαρο. Σύμφωνα με το σχέδιο, οι πόλεις αυτές θα χτιστούν πάνω σε πλωτές, αβύθιστες πλατφόρμες. Οι δρόμοι και τα κτίρια θα καλύπτονται από βλάστηση και στο κέντρο θα υπάρχει μία λίμνη που θα βοηθάει στην εξισορρόπηση της όλης κατασκευής.



Εικόνα 21: Προσομοίωση της πόλης "Lilypad"

Η Lilypad θα είναι αυτόνομη και για την παραγωγή ενέργειας θα χρησιμοποιεί τη βιομάζα, τις παλίρροιες, τον ήλιο και τον άνεμο. Το πλωτό αυτό νησί θα φιλοξενεί 50.000 ανθρώπους και θα μπορεί είτε να μετακινείται σε διάφορες περιοχές του κόσμου, είτε να μένει σταθερό κοντά στην ακτή. Οι Lilypad θα μπορούσαν να είναι μια πρωτότυπη λύση για να αντιμετωπίσουμε τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής καθώς με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας πολλές πόλεις θα εξαφανιστούν και οι κάτοικοί τους θα αναγκαστούν να γίνουν πρόσφυγες. Ωστόσο, αυτό το τολμηρό σχέδιο δεν αναμένεται να πραγματοποιηθεί πριν το 2100. {39}

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ

4.1 Εξοικονόμηση ενέργειας - Ενεργειακή απόδοση

Η ενέργεια είναι συνυφασμένη με την καθημερινή μας ζωή. Το σύνολο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων παράγει, καταναλώνει, και δεσμεύει τεράστια, μη φυσιολογικά ποσά ενέργειας. Κάθε πολίτης των αναπτυγμένων κρατών καταναλώνει ημερησίως τόση ενέργεια όση παράγουν οι μύες 100 μεγαλόσωμων ανδρών ή 12 δυνατών αλόγων. {40}

Οι όροι **εξοικονόμηση ενέργειας** και **ενεργειακή απόδοση** είναι δύο συσχετιζόμενες αλλά διαφορετικές έννοιες. Υπάρχουν πολλά μέτρα που μπορούν να ληφθούν για να χρησιμοποιούμε λιγότερη ενέργεια (*εξοικονόμηση*) με έξυπνο τρόπο (*αποδοτικά*). Η Εξοικονόμηση Ενέργειας αποτελεί σήμερα θέμα ζωτικής σημασίας, όχι μόνο για την μείωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη, αλλά και γενικότερα για την προστασία του περιβάλλοντος ή την εξοικονόμηση πόρων ενέργειας.

Εξοικονόμηση Ενέργειας: είναι η συμπεριφορά που οδηγεί στο αποτέλεσμα λιγότερης κατανάλωσης ενέργειας. Το κλείσιμο των φώτων του δωματίου όταν φεύγουμε, είναι μια συμπεριφορά που βοηθά στη εξοικονόμηση ενέργειας.

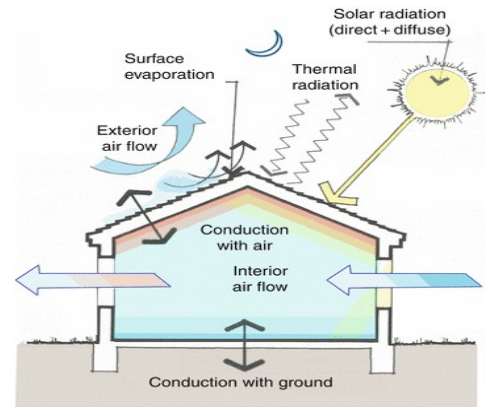
Ενεργειακή Απόδοση: είναι η χρήση τεχνολογίας που παράγει το ίδιο αποτέλεσμα με λιγότερη ενέργεια. Η χρήση λαμπτήρων φθορισμού αντί των συνήθων λαμπτήρων πυρακτώσεων, οι οποίοι παράγουν την ίδια ποσότητα φωτός χρησιμοποιώντας λιγότερη ενέργεια, είναι ένα παράδειγμα ενεργειακής απόδοσης. {41}

4.1.1 Κτίρια

Τα κτίρια αποτελούν ένα μεγάλο ενεργειακό καταναλωτή που, ταυτοχρόνως, διαθέτει υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών και οικονομικά αποτελεσματικών τεχνολογιών είναι δυνατή η επίτευξη σημαντικής βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων με αντίστοιχα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη.

Ιδιαίτερη σημασία για την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου έχει η χρήση τεχνικών βιοκλιματικού σχεδιασμού. Με τον όρο αυτό περιγράφεται ο σχεδιασμός, ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη το τοπικό κλίμα, επιδιώκει την επίτευξη των βέλτιστων συνθηκών εσωτερικής άνεσης, με την αξιοποίηση των διαθέσιμων φυσικών πηγών και την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Βασικές τεχνικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν:

- η θερμική προστασία του κτιριακού κελύφους
- τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- τα παθητικά συστήματα δροσισμού και
- η χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας για συστήματα φυσικού φωτισμού {42}



Εικόνα 22: Κτιριακή εξοικονόμηση ενέργειας

Η **θερμική προστασία** του κελύφους εξασφαλίζεται, κυρίως, με τη χρήση κατάλληλων δομικών και μονωτικών υλικών για την επαρκή θερμομόνωση του κτιρίου, τη χρήση επιχρισμάτων και ψυχρών βαφών μεγάλης ανακλαστικότητας για τις προσήλιες εξωτερικές επιφάνειες τοίχων και ταρατσών, τη χρήση διπλών υαλοπινάκων και αεροστεγών κουφωμάτων για τον περιορισμό των απωλειών των ανοιγμάτων και τέλος την φύτευση των δωματίων όπου αυτό είναι εφικτό.

Τα **παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης** αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για την κάλυψη των θερμικών αναγκών των χώρων ενός κτιρίου. Για το σκοπό αυτό, το πλέον σημαντικό στοιχείο είναι ο προσανατολισμός των ανοιγμάτων. Για παράδειγμα, τα ανοίγματα με νότιο προσανατολισμό είναι αυτά που δέχονται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και συνιστώνται για χώρους με μεγαλύτερη ανάγκη για θέρμανση. Εκτός, όμως, από αυτό το σύστημα άμεσου κέρδους, υπάρχουν και συστήματα έμμεσου κέρδους, όπως οι ηλιακοί τοίχοι, οι ηλιακοί χώροι (*θερμοκήπια*) και τα ηλιακά αίθρια.

Με τα **παθητικά συστήματα δροσισμού** επιδιώκεται η μείωση των θερμικών φορτίων του κτιρίου κατά τους θερινούς μήνες και επιτυγχάνεται με κατάλληλη σκίαση των ανοιγμάτων, ανάλογα με τον προσανατολισμό τους. Μεγάλη συμβολή στο δροσισμό του κτιρίου έχει και ο φυσικός αερισμός του, που εξαρτάται επίσης από τη θέση των ανοιγμάτων και ο οποίος μπορεί να ενισχύεται με τη χρήση μηχανικών μέσων όπως οι ανεμιστήρες οροφής (*υβριδικά συστήματα*) και να επιφέρει το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα με πολύ μικρή κατανάλωση ενέργειας. Η ελεύθερη ψύξη (*free cooling*) ή αλλιώς ο νυκτερινός δροσισμός, συνίσταται στην ανανέωση του αέρα με φυσικό ή τεχνητό τρόπο τις νυχτερινές ή πρωινές ώρες, κατά τις οποίες η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του χώρου, είναι ευρύτατα χρησιμοποιούμενη τεχνική εξοικονόμησης.

Η **ηλιακή ακτινοβολία** μπορεί να εξυπηρετήσει με φυσικό τρόπο και τις ανάγκες για φωτισμό. Η επάρκεια του φυσικού φωτισμού και η κατανομή του εξαρτώνται από τη γεωμετρία των ανοιγμάτων και του φωτιζόμενου χώρου, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών, όπως το χρώμα τους. {42}

Τέλος, εκτός από την εφαρμογή αυτών των τεχνικών, δυνατότητες εξοικονόμησης υπάρχουν και στα συστήματα που καταναλώνουν ενέργεια για να καλύψουν τις ανάγκες για θέρμανση και ψύξη.

Για τα **συστήματα κεντρικής θέρμανσης** ιδιαίτερη σημασία έχει η σωστή διαστασιολόγησή τους, η τακτική συντήρησή τους καθώς και η κατάλληλη μόνωση των μερών τους. Επίσης, η χρήση αυτοματισμών, όπως οι θερμοστατικοί διακόπτες και οι χρονοδιακόπτες, εξασφαλίζουν, με χαμηλό κόστος αγοράς, σημαντική μείωση στην κατανάλωση καυσίμου.

Αντίστοιχα, τα **συστήματα ψύξης** πρέπει να διαστασιολογούνται και να συντηρούνται σωστά. Εξάλλου, οι κλιματιστικές συσκευές, όπως και όλες σχεδόν οι οικιακές ηλεκτρικές συσκευές, φέρουν ειδική ενεργειακή σήμανση, που βοηθά στην επιλογή της πλέον κατάλληλης και ενεργειακά αποδοτικής. {42}

4.1.2 Μεταφορές

Το 2003, είχε υπολογιστεί ότι στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης μερίδιο 30% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας αντιστοιχούσε στον τομέα των μεταφορών, είχε διαπιστωθεί ότι η τάση ήταν αυξητική και ότι από αυτό το μερίδιο το 98% αντιστοιχούσε στην κατανάλωση παραγώγων πετρελαιοειδών προϊόντων.

Τις μεταφορές σήμερα, είτε αυτές αφορούν ανθρώπους είτε εμπορεύματα, τις διακρίνουμε σε τρεις ιδιαίτερες κατηγορίες: τις **επίγειες χερσαίες**, τις **θαλάσσιες** και τις **αεροπορικές**. Οι δύο τελευταίες, πλην ελαχίστων εξαιρέσεων, χρησιμοποιούν κοινή πηγή ενέργειας τα συμβατικά υγρά καύσιμα, τα οποία είναι προϊόντα διύλισης αργού πετρελαίου.

Οι επίγειες μεταφορές, έχουν μια διαφοροποίηση ως προς την πηγή ενέργειας τους έναντι των άλλων δύο. Τα συμβατικά καύσιμα εδώ δεν είναι η μοναδική πηγή ενέργειας. Μπορεί να κατέχουν το μεγαλύτερο μέρος, αλλά στις επίγειες μεταφορές υπάρχει η δυνατότητα και γίνονται σημαντικές προσπάθειες για όλο και μεγαλύτερη διείσδυση στο ενεργειακό τους μείγμα και άλλων πηγών ενέργειας.

Μία από αυτές τις εναλλακτικές πηγές ενέργειας, η δεύτερη σημαντικότερη του τομέα, είναι η

ηλεκτρική ενέργεια, η οποία εισέβαλε στο προσκήνιο τα περασμένα έτη με τραίνα, τραμ, μετρό, τρόλεϊ και πρόσφατα επεκτείνεται και με ηλεκτρικά και υβριδικά οχήματα. Άλλη πηγή, είναι τα ανανεώσιμα καύσιμα, κύρια τα βιοκαύσιμα βιοντίζελ και βιοαιθανόλη, τα οποία συναντώνται σπανιότερα σε αυτούσια μορφή και συνηθέστερα σαν πρόσμικτα σε διαφορετικά ποσοστά στο πετρέλαιο και την βενζίνη αντίστοιχα. Όπως παρατηρείται εκτοπίζουν σταθερά τα συμβατικά καύσιμα από τη χρήση τους στις επίγειες μεταφορές.

Σημαντικές επίσης ερευνητικές και πειραματικές προσπάθειες γίνονται σήμερα για την ανάπτυξη νέων ανταγωνιστικών τεχνολογιών και για την εξασφάλιση βιώσιμων οικονομικά και περιβαλλοντικά ενεργειακών πηγών και εναλλακτικών καυσίμων, σε αντικατάσταση των συμβατικών υγρών καυσίμων. Οι κυψέλες καυσίμων, το υδρογόνο και τα φωτοβολταϊκά, βρίσκονται σε δοκιμαστικό στάδιο τα τελευταία χρόνια και πιστεύουμε πως σύντομα οι επιστήμονες και οι διεθνείς εξελίξεις θα τα προωθήσουν σε ευρύτερη εμπορική χρήση.

Όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα των μεταφορών, τρεις είναι οι βασικοί άξονες γύρω από τους οποίους θα πρέπει να στραφούμε για να επιτύχουμε θετικά αποτελέσματα:

1. Ορθολογική, επιλεκτική και βέλτιστη χρήση των διαθέσιμων μέσων μεταφοράς *(περπάτημα, ποδήλατο, χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς)*

2. Χρήση οχημάτων τα οποία ενσωματώνουν τεχνολογίες υψηλής απόδοσης *(υψηλή απόδοση σημαίνει καλύτερη εκμετάλλευση της καταναλισκόμενης ενέργειας, παραλαβή περισσότερης ωφέλιμης ενέργειας από την ούτως ή άλλως καταναλισκόμενη)*

3. Οικολογική / Οικονομική οδήγηση με την έννοια της ελαχιστοποίησης της καταναλισκόμενης ενέργειας ανά επιβάτη και χιλιόμετρο διανυθείσας απόστασης *(χρήση μεγάλης σχέσης μετάδοσης που συνδέεται με χαμηλές στροφές κινητήρα και κατά το δυνατόν σταθερή ταχύτητα χωρίς απότομες αυξομειώσεις)*. {43}

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΙ ΛΥΣΕΙΣ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ

5.1 Γεωμηχανική

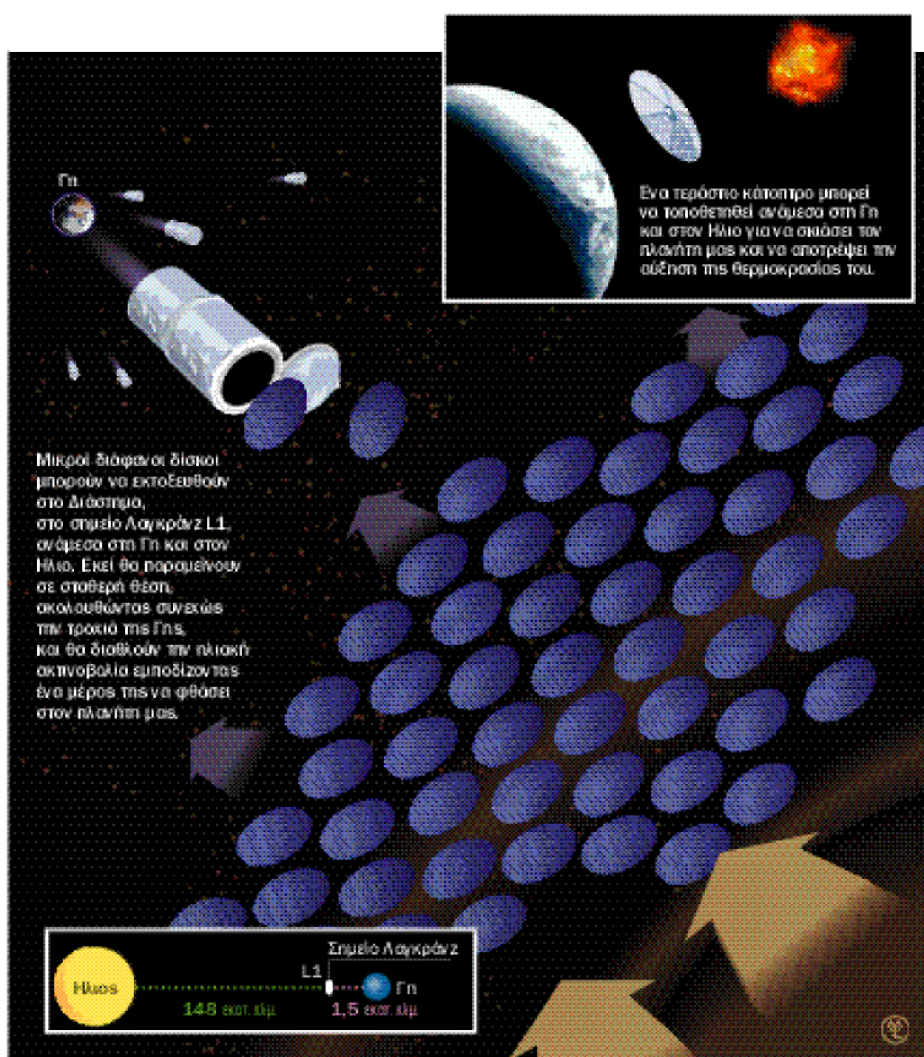
Μέσα στο κλίμα της προσπάθειας αντιμετώπισης της υπερθέρμανσης του πλανήτη, ακόμη και ιδέες οι οποίες ως τώρα θεωρούνταν “γραφικές” ή επικίνδυνες (όπως η σκίαση του πλανήτη με κάτοπτρα στο Διάστημα ή ο βομβαρδισμός της ατμόσφαιρας με σωματίδια τα οποία θα αντανακλούν το φως του ηλίου), έχουν αρχίσει να εξετάζονται υπό νέο πρίσμα. Οι περισσότερες από αυτές υπάγονται σε έναν τομέα ο οποίος τα τελευταία χρόνια έχει γίνει γνωστός ως “γεωμηχανική” (*geoengineering*). Αποτελούν μεγάλης, αν όχι τεράστιας, κλίμακας τεχνικές παρεμβάσεις οι οποίες έχουν ως στόχο να επιτρέψουν τον τεχνητό έλεγχο της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Ως τώρα αντιμετωπίζονταν με μεγάλη καχυποψία, όχι μόνο γιατί κάποιες από αυτές αγγίζουν τα όρια ταινιών επιστημονικής φαντασίας αλλά και επειδή το κυριότερο, κανείς δεν είναι σε θέση να σταθμίσει τους κινδύνους τους. Η γεωμηχανική παρεμβαίνει συνολικά στον πλανήτη και τέτοιου είδους παρεμβάσεις δεν μπορεί να είναι χωρίς συνέπειες, και μάλιστα επώδυνες, επισημαίνουν οι περισσότεροι ειδικοί. Επίσης προσάπτουν στη “νέα επιστήμη” ότι προσπαθεί απλώς να καλύψει τεχνητά το πρόβλημα απαλείφοντας το σύμπτωμα αλλά δεν θεραπεύει την αιτία. Ενα άλλο, όχι επιστημονικό αλλά ουσιαστικό επιχείρημα εναντίον της, το οποίο προτείνεται από όλους σχεδόν τους κλιματολόγους, είναι αυτό του “ψυχολογικού” παράγοντα. Από τη στιγμή που θα έχουμε μια έστω και τεχνητή λύση, επισημαίνουν, οι περισσότεροι άνθρωποι θα θεωρήσουν ότι δεν χρειάζεται να λαμβάνονται μέτρα καταπολέμησης του φαινομένου του θερμοκηπίου και της ρύπανσης του περιβάλλοντος και οι ήδη πενιχρές προσπάθειες προς αυτή την κατεύθυνση θα ατονήσουν.

Παρ' όλα αυτά, υπό το βάρος των τελευταίων εξελίξεων, οι αντιρρήσεις φαίνεται να κάμπτονται και η τάση των «πραγματιστών απαισιόδοξων» οι οποίοι υποστηρίζουν ότι πρέπει να εξετάσουμε και τις γεωμηχανικές λύσεις ώστε να είμαστε προετοιμασμένοι να αντιμετωπίσουμε μια ενδεχόμενη καταστροφή φαίνεται να κερδίζει έδαφος. Αν τα πράγματα φθάσουν σε αδιέξοδο, υποστηρίζουν, καλό είναι να έχουμε αξιολογήσει σοβαρά όλες αυτές τις προτάσεις ώστε να ξέρουμε ποιες είναι εφαρμόσιμες και με ποιες συνέπειες· αν πάλι αποδειχθούν επικίνδυνες, καλύτερα να τις απορρίψουμε τώρα παρά όταν κάποιος ίσως αποπειραθεί να τις εφαρμόσει.

Για τον λόγο αυτόν η NASA σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Κάρνεγκι του Πανεπιστημίου Στάνφορντ διοργάνωσε τον περασμένο Νοέμβριο το πρώτο «εργαστήριο» γεωμηχανικής. Στόχος ήταν να διερευνηθούν όλα τα σχέδια που έχουν προταθεί και να εξεταστούν όλες οι παράμετροι αυτής της προσέγγισης και οι ενδεχόμενοι κίνδυνοί της. Η έκθεση με τα συμπεράσματα της συνάντησης αναμένεται να δημοσιευθεί ως το τέλος του μήνα, οι πρώτες εντυπώσεις όμως όσων συμμετείχαν σε αυτήν είναι ότι η γεωμηχανική βρίσκεται ακόμη στα πρώτα της βήματα και ότι, αν θέλουμε να την εξετάσουμε ως λύση, θα πρέπει να φροντίσουμε τη διευθέτηση πολλών ζητημάτων προτού προχωρήσουμε στην υλοποίηση κάποιας από τις προτάσεις της.

Οι προτάσεις αυτές μπορούν να χωριστούν κατ' αρχήν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: αυτές που επιχειρούν να ελέγξουν τη θερμοκρασία της Γης μειώνοντας την ηλιακή ακτινοβολία και αυτές που στρέφονται προς τον καθαρισμό του διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Η πρώτη κατηγορία, η οποία είναι και η πιο πλούσια σε ιδέες, μπορεί να χωριστεί σε τέσσερις επί μέρους «στρατηγικές». Η πρώτη και πιο εντυπωσιακή αλλά λιγότερο πρακτική, συνίσταται στην προσπάθεια σκίασης του πλανήτη με τη βοήθεια αντικειμένων τοποθετημένων στο Διάστημα. Η δεύτερη επιχειρεί να μειώσει την ηλιακή ακτινοβολία με σωματίδια στη στρατόσφαιρα και η τρίτη με παρεμβάσεις σε χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας και τα σύννεφα. Η τέταρτη, τέλος, εξετάζει την αύξηση της ανακλαστικότητας του εδάφους προτείνοντας να βάψουμε άσπρες τις στέγες των σπιτιών και τους δρόμους, να βάλουμε λευκά αντικείμενα να επιπλέουν στους ωκεανούς και άλλες ανάλογες πρακτικές.



Εικόνα 23: Εικονικές εφαρμογές της Γεωμηχανικής

Καμία από όλες αυτές τις στρατηγικές δεν στρέφεται εναντίον των αιτίων, δηλαδή της ρύπανσης και του φαινομένου του θερμοκηπίου. Όλες στοχεύουν στο να «ψυχράνουν» με κάποιον τρόπο τον πλανήτη χωρίς να επιδιώκουν να αντιμετωπίσουν τη ρίζα του προβλήματος, τους παράγοντες δηλαδή, που οδηγούν στην υπερθέρμανση.

Προς το παρόν καμία χώρα δεν χρηματοδοτεί έρευνες στον τομέα της γεωμηχανικής. Οι περισσότερες προέρχονται από μεμονωμένους ερευνητές οι οποίοι ασχολούνται με αυτές με δική τους πρωτοβουλία. Κανείς δεν μπορεί να αποκλείσει ωστόσο ότι στο μέλλον κάποιες κυβερνήσεις δεν θα εξετάσουν σοβαρά τέτοιου είδους σχέδια. {44}

5.2 Οι πλέον ενδιαφέρουσες από τις προτάσεις της γεωμηχανικής

5.2.1 Γιγαντιαίες “ομπρέλες” για το ηλιακό φως

Η ιδέα του ελέγχου της θερμοκρασίας της Γης με την προστασία της από την ηλιακή ακτινοβολία προτάθηκε για πρώτη φορά από τον πατέρα της βόμβας υδρογόνου Εντουαρντ Τέλερ, ο οποίος σκέφτηκε να διασκορπίσει στην ατμόσφαιρα μικροσκοπικά θραύσματα από μέταλλο που θα αντανακλούσαν συγκεκριμένα μήκη κύματος του ηλιακού φωτός. Η πρώτη αυτή πρόταση, εξαιρετικά δύσκολη στην εφαρμογή της και υπέρογκα δαπανηρή, αντιμετωπίστηκε τουλάχιστον με καχυποψία. Ο Τέλερ όμως επανήλθε αργότερα μαζί με τον Λόουελ Γουντ, συνεργάτη του στο Εθνικό Εργαστήριο της Καλιφόρνιας Λόρενς Λίβερμορ.

Βελτιώνοντας την προηγούμενη ιδέα τους οι δύο ερευνητές υποστήριξαν ότι η σκίαση του πλανήτη θα μπορούσε να επιτευχθεί με τη βοήθεια ενός εκατομμυρίου σφαιριδίων από αλουμίνιο γεμισμένων με υδρογόνο, τα οποία θα μπορούσαν να κατασκευαστούν και να αποσταλούν στη στρατόσφαιρα με ένα λογικό συνολικό κόστος (1 δισ. δολάρια). Σε μια πρώτη εξέταση με προσομοιώσεις σε ηλεκτρονικό υπολογιστή η πρότασή τους έδειξε ότι είναι σε θέση να διατηρήσει τη θερμοκρασία της Γης σταθερή ακόμη και με διπλάσιο διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, χωρίς ιδιαίτερα επικίνδυνες επιπτώσεις για το κλίμα, τουλάχιστον σε πρώτη φάση. Οι ερευνητές που διεξήγαγαν τη σχετική έρευνα τόνισαν ωστόσο ότι τα μοντέλα που διαθέτει αυτή τη στιγμή η επιστήμη δεν είναι σε θέση να εξετάσουν με αξιοπιστία εγχειρήματα ανάλογου μεγέθους και πολυπλοκότητας.

Ο Λόουελ Γουντ έχει καταθέσει μία ακόμη εκδοχή: την τοποθέτηση ανάμεσα στη Γη και στον Ήλιο ενός γιγαντιαίου κατόπτρου, σαν δίχτυ από αλουμίνιο, έκτασης εκατοντάδων χιλιάδων τετραγωνικών χιλιομέτρων και βάρους 3.000 τόνων, το οποίο θα εκτρέπει την ηλιακή ακτινοβολία αποτρέποντας την αύξηση της θερμοκρασίας της Γης ακόμη και σε περίπτωση διπλασιασμού του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Μια τέτοια κατασκευή απαιτεί, όπως τόνισαν δηκτικά

ορισμένοι, ένα εργοστάσιο στη Σελήνη, ενώ το κόστος της ανέρχεται σε εκατοντάδες δισεκατομμύρια δολάρια. Ο αμερικανός φυσικός θεωρεί ότι η λύση του είναι ιδιαίτερα ασφαλής και χωρίς συνέπειες για το κλίμα και το περιβάλλον του πλανήτη, τονίζει όμως ότι θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί κυριολεκτικά σαν “δίχτυ ασφαλείας” μόνο σε περίπτωση που όλα τα άλλα μέτρα για την αντιμετώπιση της υπερθέρμανσης αποτύχουν μέσα στις αμέσως επόμενες δεκαετίες.

Η πρόταση ωστόσο που φαίνεται να προσελκύει αυτή τη στιγμή το μεγαλύτερο ενδιαφέρον και την υποστήριξη της NASA είναι αυτή του επιφανούς αστρονόμου και ειδικού της Οπτικής Ρότζερ Εϊντζελ. Η ιδέα του καθηγητή του Πανεπιστημίου της Αριζόνας, η οποία δημοσιεύθηκε τον περασμένο Νοέμβριο στην επιθεώρηση «Proceedings of the National Academies of Science», δεν βασίζεται στην ανάκλαση αλλά στη διάθλαση. Στηρίζεται στην τοποθέτηση τρισεκατομμυρίων διάφανων μικροσκοπικών δίσκων στο σημείο Λαγκράνζ (L1) ανάμεσα στη Γη και στον Ήλιο, σε απόσταση 1,5 εκατ. χλμ. από τον πλανήτη μας.

Σε αυτό το σημείο οι δίσκοι, αν η πορεία τους δεν διαταραχθεί από κάποιον εξωτερικό παράγοντα, θα παραμένουν σταθεροί ακολουθώντας την τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο. Ακριβώς για να αποφευχθούν οι εξωτερικές διαταραχές, όπως η ανάκλαση του ηλιακού φωτός η οποία θα μπορούσε να τους εκτρέψει από την ιδανική τροχιά, οι δίσκοι θα είναι διάφανοι ώστε να διαθλούν τις ακτίνες του Ήλιου αλλάζοντας ελαφρά την πορεία τους και μη επιτρέποντας σε κάποιες από αυτές να φθάσουν ως τη Γη.

Για να είναι αποτελεσματικό, προστατεύοντας τον πλανήτη από την υπερθέρμανση ακόμη και σε περίπτωση διπλασιασμού του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, το σχέδιο του Ρότζερ Εϊντζελ απαιτεί τη χρήση 20 ηλεκτρομαγνητικών εκτοξευτήρων, οι οποίοι θα εκτοξεύουν 800.000 δίσκους ο καθένας ανά πέντε λεπτά επί δέκα χρόνια. Το κόστος είναι παραπάνω από αστρονομικό: μερικά τρισεκατομμύρια δολάρια για τα επόμενα 25 χρόνια. Όπως επισημαίνουν ωστόσο ορισμένοι, αυτό ωχριά μπροστά στο κόστος από την υπερθέρμανση του πλανήτη, το οποίο η έκθεση Στερν που παρουσιάστηκε πρόσφατα στη Βρετανία εκτιμά στα 5,5 τρισ. ευρώ ή 7 τρισ. Δολάρια. Ο ειδικός υπογραμμίζει πάντως ότι η πρότασή του πρέπει να εξετάζεται ως “έσχατη” και όχι ως “εύκολη” λύση. {44}

5.2.2 Θείο στη στρατόσφαιρα

Η έκθεση του Πολ Κρούτσεν, ερευνητή του Ινστιτούτου Μαξ Πλανκ και βραβευμένου με το Νομπέλ Χημείας για τις μελέτες του σχετικά με τη μείωση του όζοντος στην ατμόσφαιρα, δημοσιεύθηκε στην επιθεώρηση “Climate Change” τον περασμένο Αύγουστο και θεωρείται σταθμός για τη γεωμηχανική επειδή έδωσε νέο βάρος στην καινούργια αυτή επιστήμη. Ο Ολλανδός χημικός προτείνει την ψύχρανση του πλανήτη με τη βοήθεια σωματιδίων θείου τα οποία

θα εισαχθούν στη στρατόσφαιρα για να διώξουν το ηλιακό φως. Η πρότασή του είναι η πλέον αποτελεσματική, η πιο εύκολα υλοποιήσιμη και η πιο οικονομική από όσες έχουν παρουσιαστεί ως τώρα.

“Ως πριν από μερικά χρόνια ήμουν και εγώ εναντίον της γεωμηχανικής” δήλωσε ο καθηγητής Κρούτσεν σε αυστραλιανή εφημερίδα. Οι συνθήκες όμως και κυρίως η ολιγωρία στις προσπάθειες για την καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου τον έκαναν, όπως λέει, να πιστεύει ότι πρέπει να αρχίσουμε να εξετάζουμε παράλληλα και κάποιες λύσεις ανάγκης στο πλαίσιο αυτής της προσέγγισης. Υπογραμμίζει ότι η τεχνική που προτείνει αποτελεί έσχατη επιλογή και “δεν θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να δικαιολογήσει ελλείψεις και ανεπάρκειες στις πολιτικές λύσεις για το κλίμα”.

Η ιδέα της εισαγωγής θείου στην ατμόσφαιρα ως μέσου ελέγχου της θερμοκρασίας του πλανήτη δεν είναι καινούργια. Προτάθηκε για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1970 από τον ρώσο επιστήμονα Μιχαήλ Μπουντίκο και επανήλθε στο προσκήνιο μετά τις μεγάλες εκρήξεις των ηφαιστείων Ελ Τσιτσόν (1982) και Πινατούμπο (1991), οι οποίες είχαν επηρεάσει τη θερμοκρασία της Γης εξαιτίας της εκβολής θείου στην ατμόσφαιρα.

Ο καθηγητής Κρούτσεν προτείνει την τεχνητή δημιουργία ενός ανάλογου φαινομένου. Βάσει του σχεδίου του, ένα εκατομμύριο τόνοι θείου ή θειούχου υδρογόνου σε υγρή μορφή μπορεί να αποσταλούν στη στρατόσφαιρα με μετεωρολογικά αερόστατα και να απελευθερωθούν ώστε να αντιδράσουν χημικά με το οξυγόνο δημιουργώντας διοξείδιο του θείου. Αυτό με τη σειρά του θα αντιδράσει με το νερό δημιουργώντας θειούχα σταγονίδια, τα οποία θα ανακλούν ή θα διαθλούν το ηλιακό φως μειώνοντας την ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στο έδαφος.

Όπως και οι άλλες μέθοδοι, η τεχνική αυτή δεν μειώνει την επίδραση του διοξειδίου του άνθρακα στους ωκεανούς και στο περιβάλλον αλλά, όπως έχει αποδειχθεί με πειράματα, στη σωστή ποσότητα είναι σε θέση να διατηρήσει σταθερή τη θερμοκρασία της Γης ακόμη και σε περίπτωση διπλασιασμού του CO₂ στην ατμόσφαιρα. Ο Τομ Γουίγκλεϊ του αμερικανικού Εθνικού Κέντρου Ατμοσφαιρικών Ερευνών έδειξε μάλιστα ότι, αν συνδυαστεί με μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, μπορεί να αποδώσει τα καλύτερα αποτελέσματα από κάθε άλλη μέθοδο που έχει προταθεί ως τώρα. Το κόστος της είναι λογικό (25 δισ. δολάρια) και οι τεχνικές δυσκολίες της κρίνονται αντιμετωπίσιμες. Ερευνητές ωστόσο επισημαίνουν ότι ακόμη δεν υπάρχει τρόπος να ελέγξουμε τις ευρύτερες επιπτώσεις που θα μπορούσε να έχει στο περιβάλλον και στο κλίμα του πλανήτη και κυρίως στο όζον, ενώ ο ίδιος ο καθηγητής Κρούτσεν αρνείται προς το παρόν την υλοποίησή της έστω και σε δοκιμαστικό στάδιο, θεωρώντας ότι θα πρέπει να εξεταστεί μόνο σε περίπτωση πραγματικής και έκτακτης ανάγκης. {44}

5.2.3 Τεχνητοί πάγοι για να σωθεί το Ρεύμα του Κόλπου

Ενας από τους μεγάλους φόβους των επιστημόνων είναι ότι η κλιματική μεταβολή μπορεί να εξασθενήσει το Ρεύμα του Κόλπου, έναν από τους σημαντικούς ρυθμιστές του κλίματος του πλανήτη, βυθίζοντας την Ευρώπη σε πολικό ψύχος. Πολλοί μάλιστα από όσους έχουν εκπονήσει σχέδια γεωμηχανικής αναφέρουν ως μία από τις περιπτώσεις ανάγκης εφαρμογής τους το ενδεχόμενο της ξαφνικής διακοπής της κυκλοφορίας των ρευμάτων των ωκεανών.

Για την αντιμετώπιση μιας τέτοιας εφιαλτικής προοπτικής ο Πίτερ Φλιν, χημικός μηχανικός στο Πανεπιστήμιο της Αλμπέρτα του Καναδά, και ο συνεργάτης του Σονγκτζιάν Ζου προτείνουν την ενίσχυση των πάγων της Αρκτικής στα ανοιχτά της Γροιλανδίας και της Ισλανδίας, εκεί από όπου ξεκινά ένα ψυχρό υπόγειο ρεύμα το οποίο κατεβαίνει τον Ατλαντικό Ωκεανό προς τα νότια για να ενισχύσει τον σχηματισμό του θερμού ρεύματος στον Κόλπο του Μεξικού.

Οι δύο ερευνητές μελέτησαν διάφορες μεθόδους για να επιτύχουν κάτι τέτοιο και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η καλύτερη είναι η εξής: 8.000 μαούνες θα διαπλέουν το φθινόπωρο τον Βόρειο Παγωμένο Ωκεανό και θα επιταχύνουν τον σχηματισμό πάγου αντλώντας νερό από τον ωκεανό και ψεκάζοντάς το στον αέρα. Μόλις σχηματιστεί ένα πρώτο λεπτό στρώμα πάγου θα συνεχίζουν τον ψεκασμό επάνω σε αυτό, παγιδεύοντας αλάτι στο εσωτερικό του και κάνοντάς το να αποκτήσει πάχος επτά μέτρων. Την άνοιξη τα σκάφη θα εξακολουθούν να ρίχνουν νερό επάνω στις τεχνητές νησίδες πάγου ώστε να τις κάνουν να λιώνουν και να απελευθερώνουν ψυχρό νερό το οποίο θα ενισχύει το υπόγειο ρεύμα.

Το κόστος της μεθόδου αυτής υπολογίζεται στα 50 εκατ. δολάρια, τα αποτελέσματά της είναι ωστόσο ακόμη αβέβαια. Κατ' αρχήν, όπως τονίζουν οι ίδιοι οι ερευνητές, πρέπει να εξασφαλιστεί ότι το αλάτι θα παγιδεύεται στο εσωτερικό του πάγου κατά τον σχηματισμό του, διαφορετικά το λιώσιμο των τεχνητών παγονησίδων θα προκαλεί αραίωση στο νερό του ωκεανού. Επίσης, όπως και με τα περισσότερα σχέδια της γεωμηχανικής, δεν μπορεί να προσδιοριστεί ακόμη ποιες θα είναι οι πλήρεις, μακροπρόθεσμες και βραχυπρόθεσμες, συνέπειες μιας τόσο μεγάλης κλίμακας ενέργειας όχι μόνο στον σύνθετο σχηματισμό των ωκεάνιων ρευμάτων, αλλά και στο περιβάλλον και στο κλίμα του πλανήτη. {44}

5.2.4 Λευκότερα σύννεφα

Η πρόταση του Τζον Λέιθαμ, φυσικού του αμερικανικού Εθνικού Κέντρου Ερευνών είναι από τις πλέον «συμπαθείς» στους κλιματολόγους διότι, τουλάχιστον σε πρώτη φάση, φαίνεται να είναι από αυτές που ενέχουν τους λιγότερους κινδύνους. Ο αμερικανός ερευνητής υποστηρίζει ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη μπορεί να αντιμετωπιστεί σε σημαντικό βαθμό αν αυξήσουμε την

ανακλαστικότητα της Γης, κάνοντας τα σύννεφα πιο λευκά ώστε να αντανακλούν μεγαλύτερο μέρος του ηλιακού φωτός.

Η ιδέα του Τζον Λέιθαμ είναι μια παραλλαγή της σποράς των νεφών για τον σχηματισμό βροχής. Η βροχή προκαλείται από σταγονίδια νερού τα οποία σχηματίζονται στο εσωτερικό των νεφών από τη συγκέντρωση υδρατμών γύρω από τους λεγόμενους “πυρήνες συμπύκνωσης”. Στη σπορά των νεφών για την πρόκληση βροχής πολλαπλασιάζονται οι πυρήνες συμπύκνωσης τόσο ώστε να σχηματιστούν περισσότερα σταγονίδια, τα οποία μόλις φθάσουν σε ένα ικανό μέγεθος πέφτουν στο έδαφος. Αν οι πυρήνες πολλαπλασιαστούν περισσότερο από όσο είναι απαραίτητο, τότε σχηματίζονται ακόμη περισσότερα σταγονίδια τα οποία όμως δεν μπορούν να αυξηθούν σε μέγεθος τόσο ώστε να πέσουν: το σύννεφο γίνεται πιο πυκνό και πιο λευκό χωρίς να προκαλείται βροχή.

Στόχος του Λέιθαμ είναι οι θαλάσσιοι στρωματοσφαιρίτες, χαμηλά υπόλευκα και γκριζα νέφη τα οποία καθημερινά καλύπτουν περίπου το ένα τρίτο των ωκεανών. Αν τα σταγονίδια σε αυτά τα σύννεφα αυξηθούν κατά 10%, η ανακλαστικότητά τους θα ενισχυθεί τόσο ώστε να διατηρήσει τη θερμοκρασία του πλανήτη στα ίδια επίπεδα ακόμη και αν το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα διπλασιαστεί.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί όπως υποστηρίζει σε συνεργασία με τον Στίβεν Σόλτερ του Πανεπιστημίου του Εδιμβούργου, ο οποίος αναπτύσσει την τεχνική πλευρά της πρότασης με τη βοήθεια πλοίων εξοπλισμένων με ανεμογεννήτριες που θα ψεκάζουν το θαλασσινό νερό προς τα σύννεφα έτσι ώστε το αλάτι να ενεργεί ως πυρήνας συμπύκνωσης αυξάνοντας τα σταγονίδια στο εσωτερικό τους.

Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει ακόμη αρκετές τεχνικές δυσκολίες, είναι όμως “ήπια” για το περιβάλλον και έχει χαμηλό κόστος. Το δυνατό σημείο της είναι το γεγονός ότι είναι ελέγξιμη. “Αν τη δοκιμάσουμε και δούμε ότι έχει κάποιο καταστρεπτικό αποτέλεσμα” τονίζει ο κ. Λέιθαμ “μπορούμε εύκολα να τη σταματήσουμε και μέσα σε τέσσερις με πέντε ημέρες όλες οι επιδράσεις της θα έχουν εξαφανιστεί”. {44}

5.5.5 Φίλτρα για το διοξείδιο του άνθρακα

Το σχέδιο του Κλάους Λάκνερ του Πανεπιστημίου Κολούμπια της Νέας Υόρκης θα μπορούσε να χαρακτηριστεί “δονκιωτικό”. Στηρίζεται στην κατασκευή ανεμόμυλων οι οποίοι θα φιλτράρουν τον αέρα αφαιρώντας του το διοξείδιο του άνθρακα. Στην ουσία πρόκειται για μικρές μονάδες καθαρισμού της ατμόσφαιρας οι οποίες θα λειτουργούν ως εξής: ένας έλικας θα διοχετεύει τον αέρα προς το εσωτερικό της μονάδας στέλνοντάς τον να περάσει μέσα από ένα χημικό

(υδροξείδιο του ασβεστίου ή υδροξείδιο του νατρίου) το οποίο θα διασπά το διοξείδιο του άνθρακα και στη συνέχεια θα το επαναφέρει στην ατμόσφαιρα. Το αφαιρεθέν διοξείδιο του άνθρακα θα παραμένει στο εσωτερικό της μονάδας και θα απομακρύνεται ως απόβλητο με την κατάλληλη επεξεργασία. Κάθε πόλη ή κάθε γειτονιά θα μπορεί να έχει τον δικό της ανεμόμυλο ώστε να φιλτράρει το διοξείδιο του άνθρακα που παράγει διατηρώντας την τοπική αλλά και τη συνολική ατμόσφαιρα του πλανήτη καθαρή.

Η ιδέα ακούγεται ιδανική, παρουσιάζει όμως σημαντικά προβλήματα. Κατ' αρχήν πολλοί επιστήμονες εκφράζουν αμφιβολίες ως προς το κατά πόσον ο αποχωρισμός του διοξειδίου του άνθρακα από τον αέρα μπορεί να επιτευχθεί χωρίς την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας. Γενικώς το κόστος μιας τέτοιας επιχείρησης θεωρείται υπέρογκο, ενώ για να καταστεί δυνατόν να φιλτραριστούν οι τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες θα χρειαστεί να καλυφθούν με ανεμόμυλους εκτάσεις τουλάχιστον πενταπλάσιες σε μέγεθος από την Ελλάδα. {44}

5.5.6 Σιδηρούχο “λίπασμα” στους ωκεανούς που θα παγιδεύει το διοξείδιο του άνθρακα

Είναι η μόνη από τις προτεινόμενες μεθόδους γεωμηχανικής που έχει δοκιμαστεί πειραματικά, συναντά όμως και αυτή ποικίλες αντιρρήσεις. Εδώ και μερικά χρόνια ομάδες ερευνητών από πολλά κράτη έχουν αρχίσει να πραγματοποιούν μελέτες σκορπίζοντας στην επιφάνεια του ωκεανού σίδηρο ο οποίος λειτουργεί σαν λίπασμα, ενισχύοντας την ανάπτυξη του πλαγκτόν. Οι μελέτες γίνονται στον Νότιο Ωκεανό, ο οποίος λόγω βιοχημικών ιδιοτεροτήτων παρουσιάζει μεγάλη έλλειψη σιδήρου.

Η ιδέα είχε ξεκινήσει πριν από περισσότερο από μία δεκαετία από τον ωκεανολόγο Τζον Μάρτιν, ο οποίος είχε καταλήξει στο συμπέρασμα ότι ο Νότιος Ωκεανός δεν διαθέτει πολύ πλαγκτόν και επομένως δεν χειρίζεται ικανοποιητικά το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρά του, επειδή είναι “αναιμικός”. “Δώστε μου μισό τάνκερ σίδηρο” είχε δηλώσει “και θα σας φέρω την εποχή των παγετώνων”. Το πλαγκτόν απορροφά μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα από τον αέρα και οι υποστηρικτές της συγκεκριμένης προσέγγισης πιστεύουν ότι η ενίσχυση της ανάπτυξης του στον Νότιο Ωκεανό θα καθαρίσει σημαντικά την ατμόσφαιρα, καθώς με τον θάνατο των θαλάσσιων μικροοργανισμών το επικίνδυνο για τη θερμοκρασία του πλανήτη αέριο θα παρασυρθεί στον βυθό της θάλασσας και θα παγιδευτεί εκεί για εκατοντάδες χρόνια.

Η μέθοδος έχει χαμηλό κόστος και είναι εύκολη στην εφαρμογή της. Ωστόσο οι επιστήμονες δεν γνωρίζουν ακόμη με βεβαιότητα αν λειτουργεί ακριβώς όπως προβλέπουν τα μοντέλα και οι προσομοιώσεις. Κατ' αρχάς δεν είναι βέβαιο ότι όλο το διοξείδιο του άνθρακα θα οδηγηθεί στον

βυθό. Αυτό συμβαίνει όταν καταναλώνεται από τους μικροοργανισμούς που ζουν σε μεγαλύτερο βάθος, το πλαγκτόν όμως της επιφανείας αποθηκεύει το διοξείδιο του άνθρακα τον χειμώνα αλλά το απελευθερώνει ξανά την άνοιξη επιστρέφοντάς το στον αέρα. Ερευνητές οι οποίοι έχουν ασχοληθεί με τη μελέτη της συγκεκριμένης πρότασης, όπως ο Κεν Μπούσλερ του Ωκεανογραφικού Ινστιτούτου Γουντς Χόουλ, υπογραμμίζουν ότι για τον λόγο αυτόν δεν είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε πόσο ακριβώς διοξείδιο του άνθρακα θα απορροφηθεί.

Επίσης κανένας δεν μπορεί να προβλέψει, ούτε οι ίδιοι οι υπέρμαχοι της πρότασης, αν αυτή η παρέμβαση θα έχει ευρύτερες συνέπειες στη διατροφική αλυσίδα και στην ισορροπία των άλλων ωκεανών με ανυπολόγιστες συνέπειες για το οικοσύστημα. Αν, για παράδειγμα, τα θαλάσσια ρεύματα παρασύρουν πλούσια σε θρεπτικά συστατικά νερά προς τα βόρεια, σε περιοχές όπου ζουν ψάρια και άλλοι οργανισμοί που τρέφονται με αυτά, οι ωκεανοί αντί για πλουσιότεροι μπορεί να γίνουν άγονοι. {44}

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ...

Η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι πλέον γεγονός και τα αποτελέσματά της φανερά σε όλους μας. Ωστόσο οι προβλέψεις για το μέλλον θα λέγαμε ότι είναι ακόμα πιο δυσοίωνες από τις παρούσες επιπτώσεις. Ο πλανήτης μας “βράζει” και εμείς καθόμαστε με σταυρωμένα χέρια και βλέπουμε το ίδιο μας το σπίτι να καταρρέει. Οι επιστήμονες αναμένουν ακόμα πιο ακραία καιρικά φαινόμενα, έλλειψη πόσιμου νερού σε πάνω από 1 δις ανθρώπους, έλλειψη τροφής και έξαρση ασθενειών στο σύντομο μέλλον. Εκατομμύρια άνθρωποι θα επηρεαστούν από πλημμύρες εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και ομαδικές μετακινήσεις πληθισμών θα είναι η μόνη λύση τους για επιβίωση, με ό,τι συνέπειες κάτι τέτοιο μπορεί να επιφέρει.

Η ευθύνη της κλιματικής αλλαγής δεν βαραινεί κανέναν άλλο παρά τον άνθρωπο. Όλοι μας, λιγότερο ή περισσότερο, συντελέσαμε στην κατάσταση αυτή της περιβαλλοντικής κρίσης, αυτού του “μονόδρομου”. Ενός “μονόδρομου” όμως που εμείς θα καθορίσουμε την κατεύθυνσή και τον τελικό προορισμό του. Υπάρχουν τουλάχιστον ..ΠΟΛΛΑ.. πράγματα που θα μπορούσαμε και μπορούμε να κάνουμε για την σωτηρία του πλανήτη μας.

Η τεχνολογία και μαζί της η γνώση στις μέρες μας προσδύει με ταχύτατους ρυθμούς, πιο γρήγορους από κάθε άλλη φορά και αυτό είναι κάτι που όλα τα έθνη πρέπει να εκμεταλλευτούν προς ένα κοινό όφελος. Ένα όφελος πέραν της “κοσμικής κυριαρχίας”. Γιατί μια κυριαρχία σε έναν άγονο, έρημο και κατεστραμένο πλανήτη δε διαφέρει πολύ από την βασιλεία σε ένα παλάτι χωρίς τροφή, νερό και υπηκόους. Ας ενώσουμε λοιπόν για μια φορά όλοι τα χέρια μας για να καταφέρουμε κάτι όμορφο, γιατί μπορούμε να το κάνουμε.

Με απλές αρχικά κινήσεις, όπως η στροφή μας στις αστείρευτες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, με την ανακύκλωση, την προστασία των δασών, την χρήση οικονομικών μέσων μεταφοράς και την προσοχή στην “αλόγιστη σπατάλη” της ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί να γίνει ένα πολυ καλό ξεκίνημα. Παρόλα αυτά, αποτελεί μια μάχη, που κανείς δεν μπορεί ποτέ να κερδίσει μόνος του. Απαιτούνται συντονισμένες προσπάθειες και η συνεργασία όλων μας.

Αν λοιπόν θέλουμε η γη να είναι ένας φιλόξενος τόπος για μας και τις επόμενες γενιές, τότε θα πρέπει να μάθουμε να ακούμε και να βλέπουμε τα “σήματα κινδύνου καταστροφής” που αυτή εκπέμπει και να επιλέξουμε έναν πιο ανθρώπινο και φυσικό τρόπο ζωής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <https://earthhourhellas.wordpress.com/%CE%9A%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%91%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%AE/%CE%A5%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B8%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CF%84%CE%B7/>
2. http://www.doyk.gr/vivliothiki/pdf/perivallon/fainomeno_thermokipiou.pdf
3. http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf/de10_gr/de10_gr?OpenDocument&ExpandSection=2%2C1%2C3#_Section2
4. http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_el.pdf
5. <https://sites.google.com/site/etrypatouozontos/semasia-tes-ennoias-trypa-tou-ozontos>
6. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%81%CF%8D%CF%80%CE%B1_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CF%8C%CE%B6%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%82
7. <http://lyk-vatheos.eyv.sch.gr/Ergasies/2008-2009/Tripa%20ozontos%202.htm>
8. <https://ecoedub.wikispaces.com/%CE%A5%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B8%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7+%CF%84%CE%BF%CF%85+%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CF%84%CE%B7>
9. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B8%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CF%84%CE%B7
10. http://europa.eu/pol/pdf/flipbook/el/climate_action_el.pdf
11. <http://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/ECD203/%CE%9F%CE%B9%20%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B2%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82,%20%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%BA%CE%BF%CE%B9%CE%BD%CF%89%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%B5%CF%80%CE>

[%B9%CF%80%CF%84%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CF%84%CE%B7%CF%82%20%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82%20%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%AE%CF%82%20%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD%20%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1.pdf](#)

12. http://www.wwf.gr/images/pdfs/odikos_xartis.pdf

13. Πηγή: Isoard et al., Climate Change Impacts, Vulnerability and Adaptation: Theory and Concepts. Paper presented at the Workshop "Climate Change Impacts and Adaptation in the European

14. http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php

15. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=456>

16. http://www.emirates.com/gr/greek/environment/our_position/eu_emissions_trading_scheme.aspx

17. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=304>

18. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>

19. <http://demo.openececlass.org/modules/document/file.php/DEMO-A1281/%CE%B5%CE%BD%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B1%20%CE%BA%CE%B5%CE%AF%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%B1/%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%8E%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%82%20%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CE%AD%CF%82%20%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82.PDF>

20. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=287>

21. http://users.sch.gr/imarinakis/aeolian_energy.htm

22. http://greenenergyforus.blogspot.gr/2011/03/blog-post_21.html

23. <http://www.greenbanking.gr/el/BusinessSectors/aiolika>

24. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1

25. <http://www.ypeka.gr/?tabid=286>
26. <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/3-pathetika-eliaka-systemata-thermanses>
27. http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf
28. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=484&language=el-GR>
29. [http://www.moa.gov.cy/moa/agrokypros.nsf/0/9EC1175A942BDBDCC2257BF200270F0B/\\$file/Ydrolektrikh%20Energeia%20sthn%20Kypro.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/agrokypros.nsf/0/9EC1175A942BDBDCC2257BF200270F0B/$file/Ydrolektrikh%20Energeia%20sthn%20Kypro.pdf)
30. <http://hellasnrg.gr/el/content/ydroilektriki-energeia>
31. http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf
32. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1>
33. <http://www.ee.teihal.gr/labs/pkoukos/PROSTASIA%20PERIBALONTOS/Geothermiki%20Energeia.htm>
34. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B5%CF%89%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%AF%CE%B1>
35. http://www.energia.gr/geofar/page.asp?p_id=12&lng=5
36. <http://5dim-pyrgou.ilei.sch.gr/energy/html/anant2b.htm>
37. http://bioenergynews.blogspot.gr/2008/04/blog-post_1246.html
38. http://biologion.blogspot.gr/2008/12/blog-post_15.html
39. http://espepalkar.blogspot.gr/2013_02_01_archive.html
40. <http://www.allaboutenergy.gr>
41. [http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/All/7FCCCC67119C7A3AC2257586003AC345/\\$file/%CE%A3%CE%A5%CE%A7%CE%A1%CE%9F%CE%9D%CE%91%20%CE%95%CE%9D%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%91%20%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%92%CE%9B%CE%97%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%91_%CE%91%CE%A0%CE%9B%CE%9F%CE%99%20%CE](http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/All/7FCCCC67119C7A3AC2257586003AC345/$file/%CE%A3%CE%A5%CE%A7%CE%A1%CE%9F%CE%9D%CE%91%20%CE%95%CE%9D%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%91%20%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%92%CE%9B%CE%97%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%91_%CE%91%CE%A0%CE%9B%CE%9F%CE%99%20%CE)

%A4%CE%A1%CE%9F%CE%A0%CE%9F%CE%99%20%CE%95%CE%9E%CE%9F
%CE%99%CE%9A%CE%9F%CE%9D%CE%9F%CE%9C%CE%97%CE%A3%CE
%97%CE%A3%20%CE%95%CE%9D%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE
%99%CE%91%CE%A3.pdf

42. <http://www.ypeka.gr/?tabid=282>

43. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=283&language=el-GR>

44. <http://www.tovima.gr/science/article/?aid=178723>