

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : Πυρηνική Ενέργεια-Τσερνομπιλ-Ιαπωνία-
Οφέλη και Κίνδυνος**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : Μόσχος Νικόλαος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : κα Λάμπουρα

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2015

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : Πυρηνική Ενέργεια-Τσερνομπιλ-Ιαπωνία-
Οφέλη και Κίνδυνος**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : Μόσχος Νικόλαος
ΑΜ : 4245**

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

Περίληψη

Η ενέργεια αποτελεί το πλέον διαδεδομένο στη σημερινή εποχή φυσικό μέγεθος καθώς αυτή συνοδεύει την κάθε μεταβολή του φυσικού κόσμου, από τα πιο απλά έως και τα πιο σύνθετα φαινόμενα. Δε δημιουργείται και δεν καταστρέφεται, μετατρέπεται όμως σε πολλές και διαφορετικές μορφές. Οι πολλές και διαφορετικές μορφές ενέργειας που έχουν άμεσα σχέση με την τεράστια ποικιλία των φυσικών φαινομένων. Η ενέργεια χαρακτηρίζεται, τόσο στη θεωρία όσο και στη πράξη, περισσότερο ως μια λογιστική έννοια, που δίνει τη δυνατότητα πρόβλεψης της εξέλιξης ή της κίνησης ενός συστήματος

Η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου αλλά και η πρόοδος της οικονομίας οδηγούν σε διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση για ενέργεια. Το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας που χρησιμοποιείται αυτή τη στιγμή προέρχεται από συμβατικές πηγές όπως το πετρέλαιο, η βενζίνη και ο άνθρακας. Οι πηγές αυτές δυστυχώς αναμένεται να εξαντληθούν σύντομα ενώ ως γνωστόν η παραγωγή αλλά και η χρήση ενέργειας από αυτές τις πηγές δημιουργεί μία σειρά περιβαλλοντικών προβλημάτων με κυριότερο όλων το πολύ γνωστό φαινόμενο του θερμοκηπίου. Στον αντίποδα, υπάρχουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες όπως το ξύλο και ακόμη τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης, είναι πηγές ενέργειας που προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ

Η πυρηνική ενέργεια αποτελεί την πλέον αμφισβητούμενη εναλλακτική μορφή ενέργειας καθώς πρόκειται τόσο για την πιο γρήγορη όσο και για την πλέον επικίνδυνη. Προέρχεται από την πυρηνική σχάση δεν αποτελεί τίποτε περισσότερο από την ιδιότητα κάποιων ατόμων να διασπώνται με τρόπο τέτοιο ώστε να παράγουν ενέργεια. Τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση της είναι πάρα πολλά το ίδιο όμως έντονη είναι και η απειλή που δέχεται η ανθρωπότητα εάν δε γίνει σωστή διαχείρισή της. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι αυτά του Τσέρνομπιλ και της Φουκοσίμα οι συνέπειες των οποίων ήταν καταστροφικές για την ανθρωπότητα.

Σημαντική είναι και η χρήση της πυρηνικής ενέργειας στον τομέα της ναυτιλίας στον οποίο τα τελευταία χρόνια γίνεται ιδιαίτερα εντατική προσπάθεια ώστε να χρησιμοποιηθεί αυτή καθώς μειώνει σημαντικά τα κόστη που προκύπτουν από την κατανάλωση των καυσίμων. Εικάζεται μάλιστα ότι σε ελάχιστα χρόνια αυτή θα είναι πλέον μία πραγματικότητα για τη ναυτιλία.

Abstract

Energy is the most widespread nowadays physical size as it accompanies any change in the natural world, from the simplest to the most complex phenomena. It is born and not destroyed, but transformed into many different forms. The many different forms of energy are directly related to the huge variety of natural phenomena. This action is characterized, both in theory and in practice, more as an accounting concept that enables prediction of progression or movement of a system

Improved living standards and the progress of the economy leads to a continuously increasing demand for energy. The energy currently used comes from conventional sources such as oil, gasoline and coal. These sources unfortunately are expected to run out soon and as known they are responsible for some major environmental problems as the well-known greenhouse effect.

In contrast, there are renewable energy sources that are renewed by the cycle of nature and are considered practically inexhaustible. The sun, the wind, the rivers, the organic materials such as wood and even household and the agricultural waste are energy sources whose supply never runs out.

Nuclear energy is the most controversial form of alternative energy as it both the fastest and the most dangerous. It comes from nuclear fission which is nothing more than the capacity of some atoms to disintegrate in such a way to produce energy. The benefits arising from the use of too many but so strong is the threat that accepts humanity if not properly managed. Typical examples are those of Chernobyl and Fukushima whose consequences were catastrophic for humanity.

Equally important is the use of nuclear energy in the maritime sector which in recent years shows particularly intensive efforts to use it as it significantly reduces costs resulting from fuel consumption. It is thought that even a few years this will become a reality for shipping.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	6
1.1 Η ενέργεια	6
1.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και Οικονομική ανάπτυξη.....	9
1.3 Ηλιακή Ενέργεια	11
1.4 Αιολική ενέργεια	15
Κεφάλαιο 2	19
2.1 Η πυρηνική ενέργεια	19
2.2 Η περίπτωση του Τσέρνομπιλ	25
2.3 Η περίπτωση της Φουκοσίμα	30
Κεφάλαιο 3	33
3.1 Εφαρμογές της πυρηνικής ενέργειας στη ναυτιλία	33
Βιβλιογραφία.....	39
Figure 1 : Οι διάφορες μορφές ενέργειας	7
Figure 2 : Η ηλιακή ενέργεια.....	11
Figure 3 : Φωτοβολταικά συστήματα.....	13
Figure 4 : Η Αιολική ενέργεια.....	15
Figure 5 : Αιολικό πάρκο	17
Figure 6 : Η διαδικασία της σχάσης	19
Figure 7 : Πυρηνικός αντιδραστήρας.....	21
Figure 8 : Πυρηνικά απόβλητα.....	23
Figure 9 : Πυρηνικό όπλο.....	24
Figure 10 : Η πόλη του Τσέρνομπιλ.....	25
Figure 11 : Διασπορά της ραδιενεργής μόλυνσης στη Φουκοσίμα.....	30

Κεφάλαιο 1

1.1 Η ενέργεια

Η ενέργεια αποτελεί το πλέον διαδεδομένο στη σημερινή εποχή φυσικό μέγεθος καθώς αυτή συνοδεύει την κάθε μεταβολή του φυσικού κόσμου, από τα πιο απλά έως και τα πιο σύνθετα φαινόμενα. Πρόκειται για ένα μέγεθος κατά βάση άγνωστο στις αισθήσεις καθώς δεν είναι αντιληπτό από τον άνθρωπο, αλλά παρόν σε πολλές από τις πτυχές της καθημερινής ανθρώπινης δραστηριότητας. Αντιληπτά από τον άνθρωπο είναι τα αποτελέσματα της ενέργειας γνωστά και ως έργο (www.clab.edc.uoc.gr). Η ενέργεια παραμένει καλά κρυμμένη σε διάφορα σώματα και αποκαλύπτεται κατά τη συμμετοχή αυτών σε διάφορα φυσικά ή χημικά φαινόμενα. Ενέργεια λοιπόν είναι η ποσότητα που περιέχεται ή αποθηκεύεται σε κάθε φυσικό σύστημα (Wikipedia, 2015). Οποιαδήποτε μορφή δράσης, όπως για παράδειγμα η θέρμανση, η κίνηση των ανεμόμυλων ή ακόμη και η γραμμή παραγωγής ενός εργοστασίου προϋποθέτει και απαιτεί τη χρήση και την κατανάλωση ενέργειας. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η ενέργεια, δε δημιουργείται και δεν καταστρέφεται, μετατρέπεται όμως σε πολλές και διαφορετικές μορφές.

Όπως είναι αντιληπτό, οι πολλές και διαφορετικές μορφές ενέργειας που έχουν άμεσα σχέση με την τεράστια ποικιλία των φυσικών φαινομένων. Η ενέργεια χαρακτηρίζεται, τόσο στη θεωρία όσο και στη πράξη, περισσότερο ως μια λογιστική έννοια, που δίνει τη δυνατότητα πρόβλεψης της εξέλιξης ή της κίνησης ενός συστήματος (Wikipedia, 2015). Ορίζεται σαν το ποσό του έργου που απαιτείται προκειμένου το σύστημα να πάει από μια αρχική κατάσταση σε μια τελική. Ακριβώς πόση ενέργεια περιέχεται σε ένα σύστημα μπορεί να υπολογιστεί παίρνοντας το άθροισμα ή το ολοκλήρωμα ενός αριθμού ειδικών εξισώσεων, καθεμιά από τις οποίες δίνει την ενέργεια που έχει αποθηκευτεί κατά έναν ιδιαίτερο τρόπο (Wikipedia, 2015).

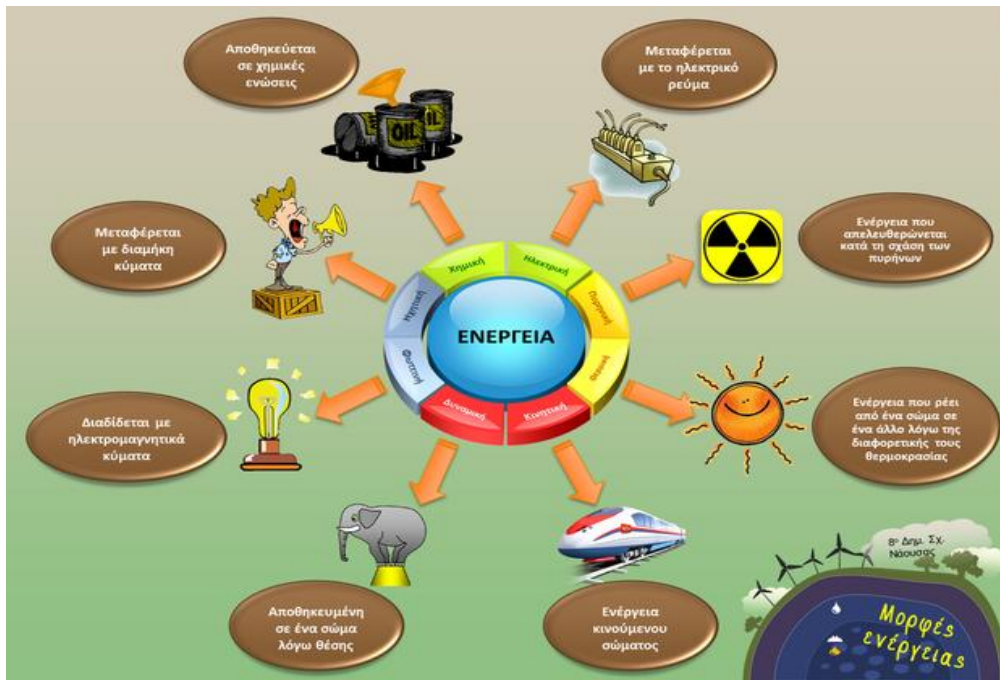


Figure 1 : Οι διάφορες μορφές ενέργειας

Ο τρόπος με τον οποίο έχει χρησιμοποιηθεί αποκτηθεί ή ανταλλαχθεί η ενέργεια ορίζει και τις διάφορες μορφές της. Για παράδειγμα, στη διαδικασία της καύσης, η χημική ενέργεια που περιέχεται στα καύσιμα μετατρέπεται σε θερμική, η οποία και αυτή με τη χρήση μιας και μόνο μηχανής μπορεί να μετατραπεί σε κινητική. Στη γενικότερη μορφή της αυτή είναι ανιχνεύσιμη από τον άνθρωπο κάθε φορά που παρατηρούνται αλλαγές στις ιδιότητες ενός αντικειμένου ή ενός συστήματος. Έτσι, γνωστές είναι πλέον οι παρακάτω μορφές ενέργειας:

- ☞ Ηλιακή ενέργεια
- ☞ Αιολική ενέργεια
- ☞ Κινητική ενέργεια
- ☞ Δυναμική ενέργεια
- ☞ Ηλεκτρική ενέργεια
- ☞ Φωτεινή ενέργεια
- ☞ Πυρηνική ενέργεια
- ☞ Θερμική ενέργεια
- ☞ Χημική ενέργεια

Οι σύγχρονες κοινωνίες, λόγω των ιδιαίτερα υψηλών τους απαιτήσεων, καταναλώνουν σημαντικά μεγάλες ποσότητες ενέργειας, για τη θέρμανσή τους, τα μέσα μεταφοράς, τη λειτουργία μεγάλων παραγωγικών μονάδων και πολλά άλλα. Η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου αλλά και η πρόοδος της οικονομίας οδηγούν σε διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση για ενέργεια. Το μεγαλύτερο ποσοστό

ενέργειας που χρησιμοποιείται αυτή τη στιγμή προέρχεται από συμβατικές πηγές όπως το πετρέλαιο, η βενζίνη και ο άνθρακας (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εκοικονόμησης Ενέργειας, 2015). Οι πηγές αυτές δυστυχώς αναμένεται να εξαντληθούν σύντομα ενώ ως γνωστόν η παραγωγή αλλά και η χρήση ενέργειας από αυτές τις πηγές δημιουργεί μία σειρά περιβαλλοντικών προβλημάτων με κυριότερο όλων το πολύ γνωστό φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Στον αντίποδα, υπάρχουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες όπως το ξύλο και ακόμη τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης, είναι πηγές ενέργειας που προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εκοικονόμησης Ενέργειας, 2015). Υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό περιβάλλον και είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εκοικονόμησης Ενέργειας, 2015).

Για πάρα πολλές χώρες, οι παραπάνω μορφές ενέργειας αποτελούν μία σημαντική εγχώρια πηγή με ιδιαίτερα σημαντικές μάλιστα δυνατότητες ανάπτυξης τόσο σε τοπικό όσο και εθνικό επίπεδο. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό ισοζύγιο, προσφέροντας σημαντική εξοικονόμηση από το ιδιαίτερα ακριβό πετρέλαιο. Επιπλέον, ιδιαίτερη είναι η συνεισφορά τους σε ότι αφορά την προστασία του περιβάλλοντος, καθώς αυτό δεν επιβαρύνεται σε καμία περίπτωση. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στερούνται της παραγωγής ρύπων ή αερίων που μακροπρόθεσμα οδηγούν σε κλιματικές αλλαγές. Έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο πρωταρχικός υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος, καθώς σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εκοικονόμησης Ενέργειας, 2015).

1.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και Οικονομική ανάπτυξη

Η χρήση των παραπάνω πηγών, των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, οδήγησε στην ανάπτυξη μίας ιδιαίτερα επιτυχημένης σήμερα οικονομίας, της γνωστής και ως πράσινη οικονομία ή green economy. Η οικονομία αυτή αφορά σε κάθε δραστηριότητα που σχετίζεται με τη μείωση της χρήσης των της χρήσεως των ορυκτών καυσίμων, τη μείωση της μόλυνσης και των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και της αύξησης της αποτελεσματικότητας της χρησιμοποιούμενης ενέργειας, την ανακύκλωση υλικών και την ανάπτυξη και υιοθέτηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Χασικίδη, 2015).

Η δημιουργία της πράσινης οικονομίας προήλθε κυρίως από τους τέσσερις παρακάτω βασικούς παράγοντες :

- 1.** Την ανάγκη για προστασία και βιωσιμότητα του περιβάλλοντος
- 2.** Την ανάγκη για οικονομική ανάπτυξη και δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
- 3.** Την ανάγκη για εθνική ασφάλεια
- 4.** Την ηθική υποχρέωση του ανθρώπου απέναντι στις επόμενες γενιές, οι οποίες θα κατοικήσουν τον πλανήτη

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, η εκτεταμένη χρήση των ορυκτών καυσίμων με στόχο την παραγωγή της ενέργειας οδηγεί στη δημιουργία του ιδιαίτερα ανησυχητικού φαινομένου του θερμοκηπίου το οποίο έως ενός σημείου είναι φυσικό για την ύπαρξη της ζωής πάνω στη γη. Λόγω όμως του διοξειδίου του άνθρακα αλλά και των διαφόρων άλλων ρύπων, που εκπέμπονται από την καύση των ορυκτών καυσίμων το φαινόμενο του θερμοκηπίου παίρνει μεγαλύτερες διαστάσεις, οι οποίες ξεπερνούν τα όρια του φυσιολογικού (Χασικίδη, 2015).

Τα προβλήματα αλλά και οι απειλές πίσω από το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι πολλά και ανησυχητικά. Ιδιαίτερα γνωστό είναι το πρόβλημα που αφορά στην άνοδο της στάθμης των θαλασσών. Ρίζα του προβλήματος αυτού είναι η τήξη των πάγων από την άνοδο της θερμοκρασίας και συνεπαγωγικά η διαστολή των υδάτων. Μία άνοδος της στάθμης κατά 50 έως 150 εκατοστά θα έχει βαρύτερες συνέπειες για τον πλανήτη, καθώς θα πλημμυρίσουν πολλές περιοχές που βρίσκονται κοντά στο επίπεδο της θάλασσας, οι περισσότερες από τις οποίες είναι εύφορες και πυκνοκατοικημένες (Smith, 1996). Το φαινόμενο του θερμοκηπίου συμβάλλει επίσης ουσιαστικά και στη δημιουργία του φαινομένου του Ελ Νίνιο. Ουσιαστικά πρόκειται για αύξηση της θερμοκρασίας των υδάτων στον Ειρηνικό Ωκεανό και έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ανέμων, πλημμύρων και ξηρασιών.

Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η κατασπατάληση χρήματος για τη σωτηρία των πληγέντων από τα φαινόμενα περιοχών. Η χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας συμβάλλει στο μέγιστο

δυνατό στη μείωση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων και άρα στην επιβράδυνση της επέκτασης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατό η εμφάνιση ανησυχητικών καιρικών φαινομένων ενώ τα αντίστοιχα χρήματα που εξοικονομούνται μπορούν να διατεθούν για τη σωτηρία των ανθρώπων.

Πέραν της προστασίας, ιδιαίτερα σημαντική είναι η συμβολή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας (Smith, 1996). Οι θέσεις αυτές αφορούν κυρίως στην παροχή προϊόντων και υπηρεσιών ενώ ταυτόχρονα συντελούν στη διαφύλαξη της ενέργειας και των φυσικών πόρων. Το περιβαλλοντικό πρόγραμμα του ΟΗΕ επεκτείνει τον παραπάνω ορισμό συμπεριλαμβάνοντας ότι είναι και οι θέσεις εργασίας οι οποίες προστατεύουν το οικοσύστημα και την βιοποικιλότητα, μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας, πρώτων υλών και νερού μέσα από υψηλής αποτελεσματικότητας στρατηγικές (Χασικίδη, 2015). Σημαντικό είναι επίσης να αναφερθεί ότι η δημιουργία των θέσεων αυτών εργασίας βοηθά στην αντιμετώπιση της κρίσης, στη μείωση της ανεργίας, στην εξάλειψη της φτώχειας και των ανισοτήτων. Ειδικότερα, μεταξύ των ετών 2002 έως και το 2007 αυξήθηκε η άμεση απασχόληση στον τομέα της αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη κατά 125% και κατά μέσο όρο δημιουργήθηκαν 33 νέες θέσεις εργασίας κάθε ημέρα, για 7 ημέρες την εβδομάδα (Χασικίδη, 2015). Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στην πράσινη οικονομία θα δημιουργηθούν 2,8 εκατομμύρια νέες θέσεις εργασίας σε όλη την Ευρώπη έως το 2020 (Χασικίδη, 2015).

Η τεχνολογία και η χρήση αυτής αποτελεί ως γνωστόν σημαντικό εχέγγυο για την ανάπτυξη οποιασδήποτε χώρας. Έτσι, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αλλά και η τεχνολογία που τις συνοδεύει συντελούν σημαντικά σε όποια οικονομική ανάπτυξη. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι αυτά της Αυστρίας, της Γερμανίας, της Ισπανίας και της Δανίας (Χασικίδη, 2015).

1.3 Ηλιακή Ενέργεια

Ως ηλιακή ονομάζεται η ενέργεια που αφορά σε κάθε είδους μορφής ενέργεια η οποία προέρχεται από τον ήλιο. Τέτοιες ενέργειες είναι το φως, η θερμότητα αλλά και διάφορες άλλες ακτινοβόλες μορφές ενέργειας (Wikipedia). Η ηλιακή ενέργεια φτάνει σχεδόν αμετάβλητη στο ανώτατο στρώμα του πλανήτη ενώ όταν φτάσει στην ατμόσφαιρα, αυτή υπόκειται σε ιδιαίτερα σημαντικές αλλαγές που κυρίως οφείλονται στη σύσταση της ίδιας της ατμόσφαιρας. Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε ένα σημείο στην επιφάνεια της γης μια δεδομένη χρονική στιγμή χαρακτηρίζεται από την ένταση και την διεύθυνση πρόσπτωσης. Στην επιφάνεια της γης φτάνει μόνο ένα μέρος της ακτινοβολίας που προέρχεται άμεσα από τον ήλιο, ενώ το υπόλοιπο είτε απορροφάται από τα συστατικά της ατμόσφαιρας είτε ανακλάται πάλι προς το διάστημα ή προς την επιφάνεια της γης (EuropeanGreenCities) . Η ακτινοβολία που προσπίπτει στην επιφάνεια της γης μετά από διαδοχικές ανακλάσεις δεν έχει συγκεκριμένη διεύθυνση και καλείται διάχυτη ακτινοβολία (EuropeanGreenCities).

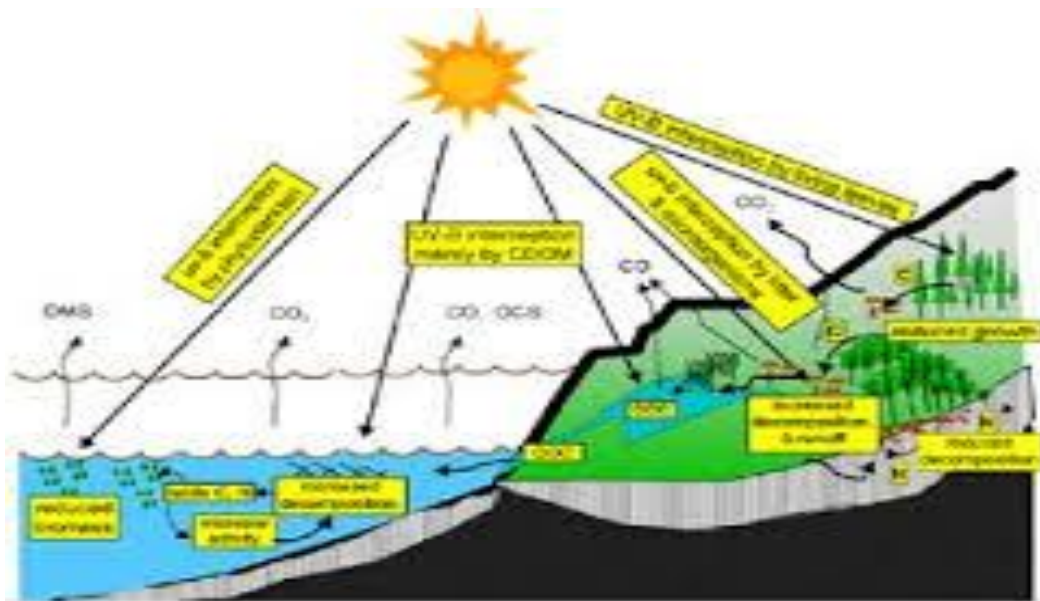


Figure 2 : Η ηλιακή ενέργεια

Η γη δέχεται σε καθημερινή βάση τεράστιες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας από τον ήλιο, μάλιστα σε βαθμό τέτοιο που φτάνουν τις 6,5 HWh. Υπολογίζεται ότι η ηλιακή ενέργεια που απορροφάται από τη γη φτάνει κυμαίνεται από 800 – 2500 KWh το χρόνο (Παπαζής, 1998).

Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

1. Την άμεση παραγωγή θερμότητας, με ενεργητικά και παθητικά ηλιακά συστήματα. Αν η παραγόμενη θερμότητα είναι υψηλής θερμοκρασίας, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την

παραγωγή ατμού και στη συνέχεια μηχανικής ενέργειας (με ατμοστρόβιλους). Η μηχανική ενέργεια μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια. Σε αυτή τη περίπτωση αναφερόμαστε σε θερμική παραγωγή ηλεκτρισμού από την ηλιακή ενέργεια (Μαρκίδης, 2013).

- 2.** Την άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με δύο τρόπους: θερμικές και φωτοβολταϊκές εφαρμογές. Η θερμική αξιοποίηση περιλαμβάνει συλλογή της ηλιακής ενέργειας για να παραχθεί θερμότητα κυρίως για θέρμανση νερού και μετατροπή του σε ατμό για την κίνηση ατμοστρόβιλων (Μαρκίδης, 2013).

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι :

- ↗ Αποτρέπεται η κατανάλωση ενέργειας από ορυκτά καύσιμα και κατά συνέπεια οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που προκαλούν τις παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές. (Μαρκίδης, 2013)
- ↗ Το φως του ήλιου είναι δωρεάν και διαθέσιμο σε όλο τον πλανήτη. Είναι ανανεώσιμη πηγή και δεν πρόκειται να εξαντληθεί. (Μαρκίδης, 2013)
- ↗ Η ηλιακή θερμική ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί και να απελευθερώνεται αργά και σταδιακά. (Μαρκίδης, 2013)
- ↗ Η τοποθέτηση ενός ηλιακού συστήματος είναι απλή. Η συντήρηση που απαιτεί είναι ελάχιστη ενώ η ανθεκτικότητα τους φτάνει τα 25 και άνω έτη λειτουργίας. (Μαρκίδης, 2013)
- ↗ Πρόκειται για απλή και συμφέρουσα λύση καθώς τα ηλιακά συστήματα έχουν μέσο χρόνο αποπληρωμής τα 4 έτη.
- ↗ Το εύρος των μηχανημάτων στα οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι τεράστιο
- ↗ Είναι η εναλλακτική ενέργεια που φαίνεται ότι μπορεί να ανταποκριθεί καλύτερα στις ανάγκες του μέλλοντος (Μαρκίδης, 2013).
- ↗ Τα συστήματα ηλιακής ενέργειας είναι γενικώς αθόρυβα ενώ black-outs δεν συμβαίνουν σχεδόν ποτέ.
- ↗ Πλεονάζουσα ενέργεια μπορεί να επανατροφοδοτήσει το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας (Μαρκίδης, 2013).
- ↗ Το κόστος δε μεταβάλλεται με τη πάροδο του χρόνου όπως συμβαίνει πχ με τα ορυκτά καύσιμα (Μαρκίδης, 2013).
- ↗ Η ηλιακή τεχνολογία είναι μια καθ' όλα ώριμη, δοκιμασμένη και αξιόπιστη τεχνολογία (Μαρκίδης, 2013).

- ☞ Είναι ιδανική για απομονωμένες περιοχές, μακριά από γεννήτριες.
- ☞ Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη παραγωγή ηλεκτρισμού ακόμα κι όταν έχει συννεφιά (Μαρκίδης, 2013).
- ☞ Η ενέργεια δε χάνεται κατά τη μεταφορά από τα κεντρικά σημεία, όταν τα καταναμημένα συστήματα βρίσκονται σε λειτουργία (Μαρκίδης, 2013).
- ☞ Το πυρίτιο το οποίο χρησιμοποιείται για ημιαγωγούς είναι το δεύτερο σε αφθονία ορυκτό στο πλανήτη (Μαρκίδης, 2013).

Τα οφέλη τα οποία πηγάζουν από τη χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι πολλά και συνήθως έχουν περιβαλλοντικό, κοινωνικό και οικονομικό αντίκτυπο. Ως γνωστόν πρόκειται για μία ιδιαίτερα φιλική προς το περιβάλλον ενέργεια η οποία μάλιστα συμβάλλει σημαντικά στην αντιμετώπιση των κλιματολογικών αλλαγών. Η χρήση των βολταϊκών, του εξοπλισμού δηλαδή που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οδηγεί στην παραγωγή αυτής με μηδενική σχεδόν ρύπανση (Greenpeace). Υπολογίζεται ότι στην Ελλάδα για κάθε μία ηλιακή κιλοβατώρα που παράγεται αποτρέπεται η έκλυση 1 κιλού διοξειδίου του άνθρακα. Αυτό σημαίνει ότι αν η Ελλάδα εκπληρώσει τους στόχους της για την ανάπτυξη της ηλιακής ενέργειας έως το 2020 (700MW φ/β), όπως προβλέπεται από το Ν.3468/06 για τις ΑΠΕ, θα αποτρέπεται ετησίως η έκλυση περίπου 1.000.000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα (Greenpeace).



Figure 3 : Φωτοβολταϊκά συστήματα

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας, πέρα από τη σημαντική συμβολή της στη μείωση των ρύπων αλλά και στη διάσωση με τον τρόπο αυτό της ανθρώπινης ζωής, επιφέρει και σημαντικά οικονομικά οφέλη. Μειώνεται δραστικά η εξάρτηση από τα εισαγόμενα καύσιμα, μία εξάρτηση που αποτελεί τεράστιο οικονομικό βάρος για μία χώρα. Σύμφωνα με τα όσα υποστηρίζει το Υπουργείο ανάπτυξης για την Ελλάδα τα εισαγόμενα καύσιμα και οι εισαγωγές ενέργειας κάλυψαν την

ηλεκτροπαραγωγή στην Ελλάδα σε ποσοστό μεγαλύτερο από 40% για το έτος 2007 (Greenpeace). Η αύξηση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα αποτυπώνεται και στην οικονομική πορεία της ΔΕΗ, η οποία για το πρώτο εννιάμηνο του 2008 ανακοίνωσε ρεκόρ οικονομικών ζημιών (Greenpeace). Το συμπέρασμα λοιπόν το οποίο διεξάγεται από τα όσα περιγράφηκαν παραπάνω είναι πως η ηλιακή ενέργεια συμβάλει όχι μόνο στη μείωση των ρύπων αλλά στην τόνωση της οικονομίας μιας χώρας.

Μοναδικό μειονέκτημα το οποίο παρατηρείται στην περίπτωση αυτή είναι η συνεχής αύξηση των τιμών πώλησης της ενέργειας, για το οποίο εικάζεται πως ευθύνεται η άνοδος των τιμών στα εισαγόμενα καύσιμα και την ενέργεια. Φυσικά δε θα πρέπει κανείς να αγνοήσει τη λανθασμένη στρατηγική που ακολουθείται και οδηγεί διαρκώς σε αρνητικές εξελίξεις σε ότι αφορά στον τομέα αυτό. Στα παραπάνω θα έπρεπε φυσικά να προστεθούν και οι παγκόσμιες εξελίξεις οι οποίες επηρεάζουν άμεσα και ξεχωριστά την κάθε χώρα.

Η ανάπτυξη των ΑΠΕ και της εξοικονόμησης ενέργειας συμβάλει άμεσα και ουσιαστικά προς την δημιουργία νέων, μόνιμων θέσεων εργασίας. Υπολογίζεται ότι αν η Ελλάδα πετύχει τους στόχους της για την ανάπτυξη των ΑΠΕ όπως αυτοί απορρέουν από την ευρωπαϊκή νομοθεσία (18% διείσδυση των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας), θα δημιουργηθούν περίπου 20.000 νέες, μόνιμες θέσεις εργασίας στην ηλεκτροπαραγωγή, χωρίς να υπολογίζεται ο κατασκευαστικός κλάδος (Greenpeace).

Το τελευταίο και σημαντικότερο πλεονέκτημα που πηγάζει από τη χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων και άρα της ηλιακής ενέργειας είναι η πλήρης κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων της χώρας. Η χρήση οικιακών συσκευών νέας τεχνολογίας που απαιτούν ιδιαίτερα χαμηλή κατανάλωση ενέργειας σε συνδυασμό με χρήση ΑΠΕ οδηγούν σε πλήρη κάλυψη αναγκών προσφέροντας ταυτόχρονα τα μοναδικά πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω.

1.4 Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια διαφορετικής μορφής ενέργεια που προέρχεται από την κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα ο οποίος με τη σειρά του περιβάλλει τη γη. Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει εξαιτίας των παρακάτω παραμέτρων (Χασικίδη, 2015) :

- ☞ Η ηλιακή ακτινοβολία
- ☞ Η ανομοιογένεια του ανάγλυφου του εδάφους
- ☞ Η περιστροφική κίνηση της γης γύρω από τον άξονά της



Figure 4 : Η Αιολική ενέργεια

Οι πολλοί γνωστοί σε όλους άνεμοι δημιουργούνται από την ανομοιομορφία στη θέρμανση της γης από τον ήλιο η οποία προκαλεί μεγάλη μετακίνηση μαζών αέρα. Ο άνεμος, αποτελεί ένα ιδιαίτερα ισχυρό φαινόμενο το οποίο μάλιστα έχει τη δυνατότητα να περιστρέφει τροχούς, να κινεί αντικείμενα, να μετακινεί καράβια, να παράγει δηλαδή μία μορφή ενέργειας που θα είναι πλήρως εκμεταλλεύσιμη (Wikipreidia) Η πηγή αυτής της ενέργειας είναι πρακτικά ανεξάντλητη, ανανεούμενη συνεχώς, γι' αυτό και ονομάζεται ανανεώσιμη. Εάν υπήρχε η δυνατότητα, με τη σημερινή τεχνολογία, να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης

εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ενέργεια από τον άνεμο θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα (Χασικίδη, 2015).

Από θερμοδυναμικής απόψεως, η ενέργεια αυτή είναι υψηλής ποιότητας και γι' αυτόν τον λόγο προσφέρεται ιδιαίτερα για μετατροπή σε ηλεκτρική ή χρήσιμη μηχανική ενέργεια. Αυτό δεν αποκλείει βέβαια τη δυνατότητα να αξιοποιηθεί και για άλλες χρήσεις, όπως η προστασία θερμοκηπίων από τον παγετό κ.λ.π. (Χασικίδη, 2015)

Έρευνες κορυφαίων επιστημόνων τα τελευταία χρόνια έχουν υπολογίσει πως οι άνεμοι μέσης ταχύτητας, δηλαδή άνεμοι πάνω από 5,1 m/s καταφέρνουν να καλύψουν το 25% της επιφάνειας της γης. Εάν για κάποιο λόγο εμφανιστούν τιμές μεγαλύτερες από αυτή, τότε το αιολικό δυναμική της περιοχής όπου εμφανίστηκαν οι ισχυροί άνεμοι θεωρείται πλήρως εκμεταλλεύσιμο και μπορούν εκεί να δημιουργηθούν εγκαταστάσεις οικονομικά βιώσιμες.

Η αιολική ενέργεια στη σημερινή εποχή χρησιμοποιείται διαμέσου καταλλήλων μηχανισμών και διατάξεων που ονομάζονται ανεμογεννήτριες (Wikipedia). Οι μηχανισμοί αυτοί έχουν τη μοναδική ιδιότητα να μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου αρχικά σε μηχανική και στη συνέχεια σε ηλεκτρική. Για το λόγο αυτό, η τεχνολογία τους παρουσιάζει μεγάλη εξέλιξη τα τελευταία χρόνια και το εμπορικό τους μέγεθος, το μέγεθος δηλαδή το οποίο παρουσιάζει την βέλτιστη σχέση κόστους οφέλους, κυμαίνεται μεταξύ 0,6 και 1,5mw (Χασικίδη, 2015).

Κύριο μειονέκτημα των ανεμογεννητριών και των αιολικών πάρκων είναι η οπτική αλλαγή που επιφέρουν στο περιβάλλον, καθώς όλα τα υπόλοιπα όπως ο θόρυβος αντιμετωπίζονται ιδιαίτερα εύκολα όταν το πάρκο βρεθεί στην κατάλληλη θέση. Στον αντίποδα, τα πλεονεκτήματα από τη χρήση και αυτής της μορφής ενέργειας είναι πάρα πολλά.

Τα αιολικά πάρκα εγκαθίστανται κυρίως σε περιοχές απομακρυσμένες από μεγάλες πόλεις δημιουργώντας έτσι μία αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος. Για το λόγο αυτό μπορεί να υπάρχει τοπική κάλυψη και αποφόρτιση των συστημάτων υποδομής από την απαραίτητη μεταφορά της ενέργειας. Ο άνεμος, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, αποτελεί μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, και άρα παρέχει ένα συνεχή «ανεφοδιασμό» του ενεργειακού συστήματος της χώρας που τον χρησιμοποιεί. Όπως και στην περίπτωση της ηλιακής ενέργειας, η χώρα που κάνει χρήση της αιολικής απαλλάσσεται από την εξάρτησή της από τα εισαγόμενα καύσιμα και άρα και από ένα τεράστιο οικονομικό βάρος. Ακόμη, η αιολική ενέργεια αποτελεί την καλύτερη, μακράν, περιβαλλοντική λύση γιατί δεν υπάρχει εκπομπή αερίων θερμοκηπίου, ενώ υποκαθίστανται τα καύσιμα, τα οποία ρυπαίνουν κατά την εξόρυξη, άντληση, μεταφορά αποθήκευση και καύση τους. Έτσι, μειώνεται η ατμοσφαιρική ρύπανση, η οποία προκαλείται από την χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας (Χασικίδη, 2015).



Figure 5 : Αιολικό πάρκο

Έγκυρες μελέτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έδειξαν ότι μία σημαντική υποκατάσταση των συμβατικών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και κυρίως με αιολικά πάρκα, που βρίσκονται ήδη στο στάδιο σχεδιασμού ή υλοποίησης, θα μπορούσε να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ηλεκτροπαραγωγή τουλάχιστον κατά 11%, και επομένως να περιορίσει αντίστοιχα και τις δυσμενείς επιπτώσεις από το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Χασικίδη, 2015). Ποιο συγκεκριμένα ανάλογα με το μέγεθος των μηχανών και το αιολικό δυναμικό εξοικονομούνται (Ackerman & Soder, 2002):

- ✓ Για μέση ταχύτητα ανέμου 4,5 m/s
 - 19-34 τόννοι διοξειδίου του άνθρακα ανά GWh
 - 18-32 kg διοξειδίου του θείου ανά GWh
 - 26-43kg νιτρικά οξείδια ανά GWh
- ✓ Για μέση ταχύτητα ανέμου 5,5 m/s
 - 13-22 τόννοι διοξειδίου του άνθρακα ανά GWh
 - 13-20 kg διοξειδίου του θείου ανά GWh
 - 18-27kg νιτρικά οξείδια ανά GWh
- ✓ Για μέση ταχύτητα ανέμου 6,5 m/s
 - 10-17 τόννοι διοξειδίου του άνθρακα ανά GWh
 - 10-16 kg διοξειδίου του θείου ανά GWh
 - 14-22kg νιτρικά οξείδια ανά GWh

Πέραν τούτου, δημιουργείται ένας σημαντικά υψηλός αριθμός θέσεων εργασίας σε τοπικό επίπεδο ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες κατασκευής αλλά και συντήρησης των αιολικών πάρκων. Η συσσωρευμένη εμπειρία της τελευταίας 15 ετίας, τόσο σε διεθνές επίπεδο, όσο και στην Ελλάδα, όπου λειτουργούν ήδη περίπου 500 αιολικά MW, δείχνει καθαρά ότι η ίδρυση και λειτουργία

αιολικών πάρκων εμπορικής κλίμακας δημιουργεί ισχυρούς πόλους τοπικής ανάπτυξης και περιβαλλοντικής αναβάθμισης και προσπορίζει πολλαπλά, μετρήσιμα και ουσιαστικά οφέλη στις τοπικές κοινωνίες, στις περιοχές των οποίων εγκαθίστανται τα έργα αυτά (Χασικίδη, 2015). Πέρα από την τοπική ανάπτυξη, η ύπαρξη των αιολικών πάρκων συμβάλλει και στη γενικότερη κρατική ευημερία. Η επιμέρους τοπική ανάπτυξη οδηγεί σε δραστηριότητες που σχετίζονται με τη συνολική οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας.

Κεφάλαιο 2

2.1 Η πυρηνική ενέργεια

Πυρηνική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που εντοπίζεται μέσα στον πυρήνα του ατόμου και απελευθερώνεται με τις διαδικασίες της σχάσης ή της σύντηξης. Η μορφή αυτή ενέργειας απελευθερώνεται κατά τη σχάση ή τη σύντηξη των πυρήνων και εφόσον οι πυρηνικές αντιδράσεις είναι ελεγχόμενες (Κάππου). Κατά την εκτέλεση της διαδικασίας αυτής η μάζα μετατρέπεται σε ενέργεια. Η μετατροπή αυτή δίνεται άλλωστε και από τον πολύ γνωστό τύπο του Einstein όπου $E = mc^2$, με E την ενέργεια, m τη μάζα και C τη σταθερή ταχύτητα του φωτός. Αυτό λοιπόν το οποίο θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει είναι πως η πυρηνική ενέργεια προέρχεται κατά βάση από διάσπαση των ατόμων του ουρανίου, μία διαδικασία που είναι γνωστή και ως πυρηνική σχάση. Παρά το γεγονός ότι η πυρηνική ενέργεια μπορεί να παραχθεί με άλλους δύο τρόπους, έως σήμερα η μόνη μορφή παραγωγής της είναι η σχάση.

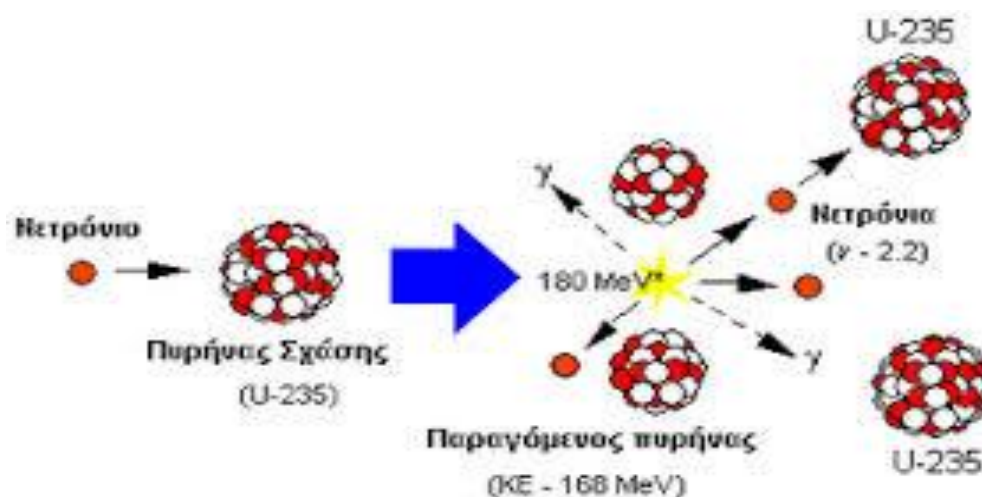


Figure 6 : Η διαδικασία της σχάσης

Η πυρηνική σχάση δεν αποτελεί τίποτε περισσότερο από την ιδιότητα κάποιων ατόμων να διασπώνται με τρόπο τέτοιο ώστε να παράγουν ενέργεια. Χαρακτηριστικό των ατόμων αυτών είναι ότι ο πυρήνας τους αποτελείται από ένα σύννεφο ηλεκτρονίων αλλά και διαφορετικούς αριθμούς πρωτονίων και νετρονίων (Chemist). Τα πρωτόνια και τα νετρόνια συγκρούονται μεταξύ τους με μία ισχυρή δύναμη που ονομάζεται ενέργεια σύνδεσης. Οι περισσότεροι από τους πυρήνες που εντοπίζονται στη φύση παραμένουν σταθεροί εκτός από τον πυρήνα του ουρανίου ο οποίος

συγκρουόμενος με ένα νετρόνιο διασπάται και απελευθερώνει ένα μέρος της συνδετικής του ενέργειας (Chemist). Τα νετρόνια και πρωτόνια που συγκεντρώνονται στον πυρήνα αυτό είναι στο σύνολό τους 235.

Η συνεχής αυτή αντίδραση της σχάσης τροφοδοτεί με ενέργεια τους πυρηνικούς αντιδραστήρες. Μάλιστα, για να διευκολυνθεί η διαδικασία αυτή πολλές φορές χρησιμοποιείται καύσιμο.

Η πυρηνική ενέργεια αποτελεί μία από τις ασφαλέστερες πηγές ενέργειας προς χρήση αρκεί πάντα να λαμβάνονται όλες οι κατάλληλες προφυλάξεις. Σημαντική είναι η βοήθειά της σε τομείς όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η διεξαγωγή ιατρικών εξετάσεων, η μείωση της ρύπανσης και πολλά άλλα (Κάππου). Οι λόγοι για τους οποίους θα έπρεπε να χρησιμοποιείται η πυρηνική ενέργεια είναι πολλοί και διάφοροι. Ξεκινώντας από την περιβαλλοντική ασφάλεια, θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει πως η πυρηνική ενέργεια, είναι ιδιαίτερα φιλική προς το περιβάλλον. Οι πυρηνικοί σταθμοί που είναι και ο χώροι παραγωγής της μορφής αυτής ενέργειας δε εκπέμπουν ρύπους όπως το διοξείδιο του άνθρακα, του αζώτου ή του θείου το οποίο παράγεται από τα συμβατικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας (Κάππου).

Οι χώροι παραγωγής της πυρηνικής ενέργειας ονομάζονται πυρηνικοί σταθμοί. Συνήθως, πρόκειται για θερμικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση πυρηνικού αντιδραστήρα. Η θερμότητα δημιουργείται από τη διάσπαση του πυρηνικού καυσίμου και παράγει ατμό ο οποίος με τη σειρά του κινεί μία γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος. Ο πρώτος πυρηνικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρισμού εγκαινιάστηκε το 1956 στην Αγγλία και σε αυτόν χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά η ενέργεια του ατόμου για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος (Noesis).

Ως καύσιμο στους χώρους αυτούς χρησιμοποιείται το ουράνιο 235 το οποίο αφού υπερθερμανθεί μεταφέρει τη θερμότητά του σε ένα ψυκτικό μέσο που απορροφά τη θερμότητα και με τη σειρά του θερμαίνει το νερό ενός λέβητα. Ακόλουθα, ο παραγόμενος ατμός κινεί τους διαθέσιμους στρόβιλους και μέσω αυτών της γεννήτριες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος.

Τα πυρηνικά καύσιμα δεν αποτελούν τίποτε περισσότερο από τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία των πυρηνικών αντιδραστήρων. Η ενέργειά που προέρχεται από αυτά οφείλεται καθαρά στη διάσπαση των πυρήνων τους.

Ο πυρηνικός αντιδραστήρας, η «μηχανή» δηλαδή μέσα στην οποία παράγεται η πυρηνική ενέργεια δεν αποτελεί τίποτε άλλο παρά μία διάταξη που προσφέρει στον άνθρωπο την ενέργεια διαμέσου αλυσιδωτών αντιδράσεων (Wikipedia). Βασικότερο μέρος του είναι το πυρηνικό καύσιμο το οποίο συνήθως είναι είτε ουράνιο 235 είτε άλλο σχάσιμο υλικό με μάζα μεγαλύτερη από την κρίσιμη. Για να αποφευχθεί οποιαδήποτε πυρηνική έκρηξη χρησιμοποιούνται ράβδοι καδμίου οι οποίοι έχουν την ιδιότητα της απορρόφησης μερικών νετρονίων ενώ η θωράκιση του αντιδραστήρα με πλάκες μολύβδου προστατεύει σημαντικά το προσωπικό που εργάζεται σε αυτόν από την εκπεμπόμενη ακτινοβολία (Wikipedia).

Η σχάση ενός ουρανίου 235 παράγει ενέργεια τόση όση θα παρήγαγαν δύο τόνοι κάρβουνου σε έναν παραδοσιακό σταθμό ηλεκτρικής ενέργειας. Σοβαρή πρόκληση για τις χώρες που χρησιμοποιούν σταθμούς πυρηνικής ενέργειας είναι η θωράκιση αυτών ώστε να γίνεται όσο το δυνατόν πιο ασφαλής η λειτουργία τους. Η ασφάλεια αυτή βασίζεται σε μία αρχή που ονομάζεται άμυνα σε βάθος (Σένδρου, Σιδηροπούλου, Σπυριδοπούλου, & Χατζηαποστολίδου) και έχει ως αντικειμενικό σκοπό τη μείωση ατυχημάτων που θα απειλήσουν τόσο το περιβάλλον όσο και τους ανθρώπους. Μία από τις πλέον γνωστές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την προστασία αυτή είναι η δημιουργία ασπίδων στο εσωτερικό του αντιδραστήρα αλλά και στον εξωτερικό κόσμο (Σένδρου, Σιδηροπούλου, Σπυριδοπούλου, & Χατζηαποστολίδου). Η πρώτη ασπίδα αποτελείται από ένα αεροστεγές μέταλλο μέσα στο οποίο υπάρχουν σφραγισμένοι σβόλοι καυσίμου, η δεύτερη ασπίδα είναι μία δεξαμενή πάχους 20 εκατοστών γεμάτη με νερό ενώ η τρίτη ασπίδα είναι ένας τιμεντένιος τοίχος που καλείται και κτίριο του αντιδραστήρα (Σένδρου, Σιδηροπούλου, Σπυριδοπούλου, & Χατζηαποστολίδου). Σύμφωνα με τα όσα υποστηρίζουν οι ειδικοί, η μέθοδος αυτή προστασίας, εξουδετερώνει κάθε μορφής κίνδυνο ειδικότερα όταν αυτός αφορά σε μόλυνση του περιβάλλοντος.



Figure 7 : Πυρηνικός αντιδραστήρας

Ακόμη και τα ύδατα τα οποία αποβάλλονται από τους διάφορους πυρηνικούς σταθμούς είναι απαλλαγμένα από κακόβουλη ακτινοβολία ή ρύπους και πληρούν όλες τις ρυθμιστικές προϋποθέσεις. Ως εκ τούτου, η χρήση της πυρηνικής ενέργειας συντελεί σημαντικά στην προστασία της υδρόβιας ζωής αλλά και τη διατήρηση της πανίδας.

Μοναδικό πλεονέκτημα της πυρηνικής ενέργειας είναι η αξιοπιστία που παρουσιάζει. Σε καμία περίπτωση δεν εξαρτάται από τις όποιες καιρικές συνθήκες, τις δαπάνες ή την εισαγωγή από ξένα κράτη.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση της πυρηνικής είναι μία ιδιαίτερα χαμηλού κόστους διαδικασία καθώς τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αυτής είναι ανεξάντλητα. Ανεξάντλητα είναι συνεπαγωγικά και τα αποθέματα καθώς ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται το νερό και κυρίως το θαλασσινό (Κάππου). Κάθε χώρα που θα επιλέξει να κάνει χρήση της πυρηνικής ενέργειας υπολογίζεται ότι σε βάθος χρόνου θα μπορεί να χρησιμοποιήσει μία ανεξάντλητη πηγή που θα την καθιστά άμεσα ανεξάρτητη από διάφορες ενεργειακές κρίσεις. Συνήθως, δεν υπάρχει κίνδυνος πυρηνικού ατυχήματος και ο λόγος για αυτό είναι το γεγονός ότι η αντίδραση που συντελείται είναι ασταθής ενώ η ποσότητα του καυσίμου πάρα πολύ μικρή.

Η χρήση της πυρηνικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντική και στον τομέα της ιατρικής καθώς αυτή χρησιμοποιείται τόσο για τη διάγνωση όσο και για τη θεραπεία διαφόρων ασθενειών. Δεν είναι λίγες εκείνες οι περιπτώσεις όπου η υπήρξε χρήση της πυρηνικής ακτινοβολίας ώστε να γίνει ακτινοθεραπεία για την καταπολέμηση του καρκίνου. Επιπρόσθετα, η πυρηνική ενέργεια χρησιμοποιείται για την αποστείρωση των χειρουργικών εργαλείων αλλά και την καταπολέμηση των όποιων μικροβίων.

Ιδιαίτερα χρήσιμη παρουσιάζεται να είναι η πυρηνική ενέργεια και στον τομέα της γεωργίας καθώς η χρήση των ραδιοϊσοτόπων αλλά και της ακτινοβολίας συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση της ποσότητας παραγωγής, στη μείωση του κόστους αυτής αλλά και στην ελαχιστοποίηση της ρύπανσης των καλλιεργειών τροφίμων.

Η πυρηνική ενέργεια δε θα μπορούσε σε καμία περίπτωση να απουσιάσει από τον τομέα της επιστήμης γενικότερα καθώς η μέθοδος του ραδιενεργού άνθρακα βοηθά σημαντικά στον καθορισμό της ηλικίας των διαφόρων πετρωμάτων αλλά και των διαφόρων αρχαιολογικών ευρημάτων.

Πέρα από τα μοναδικά πλεονεκτήματα τα οποία προκύπτουν από τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας όπως είναι αναμενόμενο πηγάζουν και πολλά μειονεκτήματα γύρω από αυτή. Εικάζεται πως έως και σήμερα δεν έχει βρεθεί ο απόλυτα ασφαλής τρόπος ώστε να γίνει ασφαλής αποθήκευση των ραδιενεργών καταλοίπων. Ακόμη, πολλά γνωστά είναι στην ανθρωπότητα τα πυρηνικά ατυχήματα τα οποία έχουν συμβεί. Ο κίνδυνος αυτός δεν έχει εξαιρεθεί καθώς διαρροή ραδιενέργειας μπορεί να προκληθεί ιδιαίτερα εύκολα από ατύχημα σε οποιοδήποτε χώρο συγκεντρώνεται μεγάλη ποσότητα ουρανίου όπως ένα εργοστάσιο, ένα πλοίο ή ένα νοσοκομείο.

Τα πυρηνικά απόβλητα καθίστανται μη ασφαλή όταν τα άτομα που περιέχονται σε αυτά είναι ασταθή. Τότε προσπαθούν να επανέλθουν στη σταθερή τους κατάσταση και συνεπαγωγικά εκπέμπουν ραδιενεργή ακτινοβολία. Η ραδιενέργεια αυτή που ακτινοβολείται είναι ιδιαίτερα

τοξική και μολύνει κάθε ζωντανό οργανισμό. Το θετικό σε αυτό είναι πως τα ραδιενεργά στοιχεία δεν είναι αθάνατα και έτσι όταν εκπεμφθεί νεά ακτινοβολία η ενέργειά τους εξαντλείται. Ο χρόνος που απαιτείται για τη δραστηριότητα ενός συγκεκριμένου ραδιενεργού στοιχείου να μειώσει κατά το ήμισυ την αρχική του τιμή ραδιενέργεια ονομάζεται «ημιπερίοδος ζωής» (Σένδρου, Σιδηροπούλου, Σπυριδοπούλου, & Χατζηαποστολίδου). Η διάρκεια μιας ημιπεριόδου μπορεί να διαρκέσει από μερικά δευτερόλεπτα μέχρι εκατομμύρια χρόνια. Οι επιστήμονες έχουν υπολογίσει ότι χρειάζονται περίπου 10 ημιπεριόδοι ζωής ώστε ένα ραδιενεργό στοιχείο να σταματήσει να αποτελεί ιδιαίτερα σοβαρή απειλή.



Figure 8 : Πυρηνικά απόβλητα

Στην κατηγορία των πυρηνικών αποβλήτων συμπεριλαμβάνονται κυρίως τα ρούχα ή τα γάντια, οι λαμπτήρες και οι βελόνες των νοσοκομείων (Σένδρου, Σιδηροπούλου, Σπυριδοπούλου, & Χατζηαποστολίδου). Τα παραπάνω αποτελούν τη συντριπτική πλειοψηφία των πυρηνικών αποβλήτων παρόλα αυτά όμως εκπέμπουν λιγότερο από το 1% της συνολικής ακτινοβολίας και άρα επί της ουσίας σχεδόν δεν αποτελούν πρόβλημα. Αυτά τα οποία δημιουργούν πρόβλημα είναι και αυτά που ελλοχεύουν και το μεγαλύτερο κίνδυνο. Η διάρκεια ζωής του είναι χιλιάδες χρόνια ενώ προέρχονται κυρίως από τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στους πυρηνικούς σταθμούς.

Έκδηλος φυσικά είναι και ο κίνδυνος από τις άπειρες πυρηνικές δοκιμές που λαμβάνουν χώρα σε πολλές στρατιωτικές βάσεις. Οι σύγχρονοι πύραυλοι, τα σύγχρονα όπλα και βλήματα έχουν ως βάση την πυρηνική ενέργεια και χαρακτηρίζονται όπλα μαζικής καταστροφής διότι μπορούν να εξοντώσουν χιλιάδες ανθρώπων στο πέρασμά τους. Το εξασθενημένο ουράνιο μπορεί να προκαλέσει θανάτους, σοβαρές ασθένειες, αναπηρίες και γενετικές ανωμαλίες για πολλά ακόμη χρόνια μετά τη χρήση του (Σένδρου, Σιδηροπούλου, Σπυριδοπούλου, & Χατζηαποστολίδου). Σύμφωνα με δεδομένα που δόθηκαν από την κυβέρνηση των ΗΠΑ, οι βραχυπρόθεσμες συνέπειες υψηλών δόσεων εξασθενημένου ουρανίου μπορεί να οδηγήσουν σε θάνατο ενώ η μακροπρόθεσμη

κατάληξη μικρών δόσεων είναι ο καρκίνος (Σένδρου, Σιδηροπούλου, Σπυριδοπούλου, & Χατζηαποστολίδου). Ιδιαίτερα μεγάλο απόθεμα πυρηνικών όπλων εντοπίζεται σε χώρες όπως η Μεγάλη Βρετανία, η Γαλλία και η Ρωσία.



Figure 9 : Πυρηνικό όπλο

Επιπρόσθετα, σημαντική είναι και η οικονομική επιβάρυνση που προέρχεται από την αγορά όλου αυτού του εξοπλισμού. Τα ποσά που δαπανούνται καθημερινά για την αγορά των όπλων είναι τεράστια. Οποιαδήποτε εναλλακτική διάθεσή τους θα συνέβαλλε θετικά στις οικονομίες των χωρών και ίσως να οδηγούσε στη δόμηση κοινωνικών κρατών.

Το κύμα κρούσης, η φωτεινή ακτινοβολία και η ραδιενέργεια που προέρχονται από την έκρηξη των πυρηνικών όπλων δημιουργούν σοβαρά εγκαύματα, θλάσεις αλλά και τη νόσο των ακτινών (Κάππου). Σε περιοχές όπου έχουν συντελεστεί πυρηνικά ατυχήματα ή έχει γίνει ρίψη βόμβας οι συνέπειες για τους ανθρώπους είναι καταστροφικές. Πέρα από τους τραυματισμούς μολύνονται τα ύδατα και το έδαφος στο οποίο δημιουργούνται καλλιέργειες που μολύνουν τον ανθρώπινο οργανισμό για πολλές επόμενες γενιές.

Το ραδιενεργό νέφος, μεταφέρεται από τον άνεμο σε ακτίνα εκατοντάδων χιλιομέτρων και εντοπίζεται σε ζώα, φυτά, στη βροχή, στα ύδατα, στα ρούχα και στο σώμα των ανθρώπων που έχουν εκτεθεί σε ακτινοβολία (Κάππου). Η κατανάλωση των φυτών αλλά και των ζώων που έχουν εκτεθεί σε αυτή τη μορφή της ενέργειας έχει όπως είναι αντιληπτό καταστροφικές για τον άνθρωπο συνέπειες.

2.2 Η περίπτωση του Τσέρνομπιλ

Στις 26 Απριλίου του 1986 συντελέστηκε το πρώτο μεγάλο πυρηνικό ατύχημα στον αντιδραστήρα 4 του πυρηνικού σταθμού στο Τσέρνομπιλ της Ουκρανίας. Πρόκειται για το μεγαλύτερο ατύχημα στο χώρο της πυρηνικής βιομηχανίας το οποίο συνοδεύτηκε με χρονικά εκτεταμένες διαρροές μεγάλων ποσοτήτων ραδιενεργών ρύπων στην ατμόσφαιρα.



Figure 10 : Η πόλη του Τσέρνομπιλ

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ατυχήματος και οι τότε επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες επέφεραν τη διασπορά πολλαπλών ραδιενεργών νεφών σε μεγάλη έκταση στο Βόρειο Ημισφαίριο. Ραδιενεργοί ρύποι από το ατύχημα μετρήθηκαν όχι μόνο στην Ευρώπη, αλλά και στον Καναδά, την Ιαπωνία και τις Ηνωμένες Πολιτείες (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009). Το Νότιο Ημισφαίριο δεν ρυπάνθηκε.

Η μονάδα 4, μία από τους 4 αντιδραστήρες που λειτουργούσαν στο εργοστάσιο του Τσέρνομπιλ καταστράφηκε από ατύχημα. Η δεύτερη μονάδα, η μονάδα 2 έκλεισε το 1991 μετά από πυρκαγιά ενώ η μονάδα 1 το 1977. Τέλος η μονάδα 3 έκλεισε την περίοδο που ακολούθησε το 2000 μετά από σοβαρές διεθνείς πιέσεις.

Το πυρηνικό ατύχημα στην μονάδα 4 ξεκίνησε από το κλείσιμο αυτής για μία προγραμματισμένη συντήρηση τις 25 Απριλίου. Είχε επίσης προγραμματισθεί για την ίδια μέρα, μετά τη μείωση της ισχύος του αντιδραστήρα, η διεξαγωγή του εξής πειράματος: διακοπή της παροχής ατμού στον ατμοστρόβιλο και μέτρησή της μετά τούτο χρονικής διάρκειας κατά την οποία ο άξονας του στροβίλου εξακολουθεί (λόγω αδράνειας) να περιστρέφεται, ώστε να εξακολουθεί η γεννήτρια να παράγει ηλεκτρική ισχύ (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009). Σκοπός και στόχος του πειράματος αυτού ήταν ο έλεγχος της ικανότητας του συστήματος για παροχή ηλεκτρικής ισχύος στα συστήματα ασφαλείας σε περίπτωση μπλακάουτ έως ώσπου να ξεκινήσουν τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη. Λόγος λοιπόν του ατυχήματος ήταν η επιμονή και η εντατική προσπάθεια ώστε το πειράματα αυτό να υλοποιηθεί. Κύριες αιτίες του ατυχήματος χαρακτηρίζονται οι εξής :

- 1. Σοβαρό λάθος σχεδιασμού του αντιδραστήρα.** Ουσιώδες και επικίνδυνο χαρακτηριστικό αυτού του αντιδραστήρα είναι ότι σε χαμηλές τιμές ισχύος (π.χ. λιγότερο από 700 MW θερμικής ισχύος) η ανάδραση κενού είναι ισχυρά θετική (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009), ιδιότητα που καθιστούσε τον αντιδραστήρα ιδιαίτερα επικίνδυνο εάν υπήρχε κάποιος λάθος χειρισμός επιστημονική ιεραρχία της Σοβιετικής Ένωσης γνώριζε από καιρό αυτό το επικίνδυνο χαρακτηριστικό του αντιδραστήρα και ουδέν έπραξε για την αντιμετώπισή του (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009). Αφότου έγινε το ατύχημα, η Δύση συνέβαλε σημαντικά με οικονομική ενίσχυση αλλά και τεχνογνωσία ώστε να μειωθεί ο βαθμός της θετικής ανάδραση και να βελτιωθεί σημαντικά η ασφάλεια.
- 2. Ελλιπής εκπαίδευση του προσωπικού,** το οποίο δεν είχε επαρκή γνώση της σοβαρότητας αυτού του λάθους σχεδιασμού και δεν γνώριζε ότι το πείραμα θα μπορούσε να οδηγήσει τον αντιδραστήρα σε τέτοια εκρηκτική κατάσταση (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009).
- 3. Έλλειψη παιδείας ασφάλειας (“safety culture”).** Οι χειριστές παραβίασαν επανειλημμένα τις προδιαγεγραμμένες διαδικασίες ασφάλειας προκειμένου να πραγματοποιηθεί το πείραμα. Έθεσαν εκτός λειτουργίας τα αυτόματα συστήματα ασφάλειας του αντιδραστήρα, τα οποία οδηγούσαν στο κλείσιμο του αντιδραστήρα, πράγμα που συνεπάγετο τη ματαίωση του πειράματος (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009). Παρά τους ρητούς κανονισμούς, απέσυραν το σύνολο σχεδόν των ράβδων ελέγχου από την καρδιά, προκειμένου να διατηρήσουν την ισχύ για την πραγματοποίηση του πειράματος, με αποτέλεσμα, όταν τελικά αντελήφθησαν ότι ο αντιδραστήρας βρισκόταν σε προχωρημένη πορεία ατυχήματος και επιβαλλόταν το άμεσο κλείσιμο, ο απαιτούμενος χρόνος καθόδου στην καρδιά των ράβδων ελέγχου ήταν πολύ μεγάλος για να προλάβει την ταχύτητα

προϊούσα καταστροφή (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009).

Όλα τα παραπάνω οδήγησαν σε πολύ γρήγορη αύξηση της ισχύος μέσα στον αντιδραστήρα και συνεπακόλουθα σε φοβερή αύξηση της θερμοκρασίας του καυσίμου το οποίο θρυμματίστηκε, ήρθε σε επαφή με το ψυκτικό νερό και δημιούργησε έκρηξη ατμού. Η έκρηξη αυτή έφερε μεγαλύτερη αύξηση της ισχύος και έτσι εξατμίστηκε το καύσιμο, ενέργεια που με τη σειρά της έφερε μία τεράστια έκρηξη η οποία προκλήθηκε από τους ατμούς. Αυτή η έκρηξη διέλυσε την καρδιά, εκτίναξε το «καπάκι» της καρδιάς (οπότε αυτή εκτέθηκε στην ατμόσφαιρα) και κατάστρεψε το μεγαλύτερο μέρος του κτηρίου (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009). Πολλά από το μέρη του αντιδραστήρα εκτοξεύθηκαν στα διπλανά κτίρια ενώ ο ίδιος ο αντιδραστήρας είχε πλέον μετατραπεί σε ένα «ηφαίστειο» πυρηνικού καυσίμου.

Τα διασκορπισμένα συντρίμια του αντιδραστήρα αλλά και ο κονιορτός προκάλεσαν σειρά πυρκαγιών στις στέγες του αντιδραστήρα που επεκταθήκαν σε όλο το κτίριο. Οι πυρκαγιές αυτές ήταν ιδιαίτερα δύσκολο να ελεγχθούν λόγω των πολύ πυκνών καπνών αλλά και λόγω της συνεχούς εκπομπής ραδιενέργειας. Στη συνέχεια ακολούθησε νεότερη πυρκαγιά με πολύ μεγάλη φλόγα που ξεπερνούσε όπως λέγεται τα 50 μέτρα.

Το απότομο τέλος της εκπομπής ραδιενεργών ρύπων στην ατμόσφαιρα συνέβη μετά το σταμάτημα της πυρκαγιάς του γραφίτη (5 Μαΐου). Μετά την κατάσβεση της πυρκαγιάς του γραφίτη, άρχισαν εργασίες κατασκευής μιας τεράστιας πλάκας από προεντεταμένο σκυρόδεμα κάτω από τον αντιδραστήρα (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009) η οποία μάλιστα περιείχε σύστημα ψύξης. Λόγος της κατασκευής της ήταν η ψύξη του καυσίμου αλλά και ο παρεμποδισμός της ενδεχόμενης διείσδυσης του τηγμένου υλικού στον υδροφόρο ορίζοντα.

Μετά το ατύχημα, ο κατεστραμμένος αντιδραστήρας εγκλωβίστηκε σε μια δομή από περίπου 300.000 τόνους σκυροδέματος και σιδήρου, η οποία ονομάστηκε «περίβλημα», ή «σαρκοφάγος» (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009).

Οι εκρήξεις που συντελέστηκαν τη μέρα εκείνη στο Τσέρνομπιλ, εκτόξευσαν εκατομμύρια ραδιενεργά σωματίδια στην ατμόσφαιρα. Τα βαρύτερα παρέμεινα σχετικά κοντά στο σταθμό ενώ τα ελαφρύτερα παρασύρθηκαν από τους ανέμους. Δυστυχώς, οι εκροές ραδιενεργών στοιχείων συνέχισαν για πολλές ακόμη μέρες μετά το ατύχημα με την ποσότητα αυτών να είναι μικρότερη μετά το σβήσιμο της φωτιάς.

Η έντονη πυρκαγιά του γραφίτη ανύψωνε τους ραδιενεργούς ρύπους σε μεγάλα ύψη στην ατμόσφαιρα (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009). Τα μεγαλύτερα και βαρύτερα σωματίδια, κυρίως σωματίδια κονιορτού του καυσίμου, έπεσαν και εναποτέθηκαν στο έδαφος σε έκταση 100 περίπου χιλιομέτρων από τον σταθμό (Αντωνόπουλος,

Βλαχοκώστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009). Τα μικρότερα σωματίδια παρασύρονταν από τους ανέμους σε μεγάλες αποστάσεις. Στις περιοχές όπου βρισκόταν το ραδιενεργό νέφος και συνέβαιναν ταυτόχρονα βροχοπτώσεις, εναποτίθεντο ραδιενεργοί ρύποι στα εδάφη (Αντωνόπουλος, Βλαχοκώστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009).

Η μεγάλη χρονική διάρκεια των εκροών, τα μεγάλα ύψη στην ατμόσφαιρα στα οποία ανυψώθηκαν οι ρύποι λόγω πυρκαγιάς του γραφίτη και οι συχνές αλλαγές στην κατεύθυνση των ανέμων είχαν ως αποτέλεσμα τη διασπορά του ραδιενεργού νέφους και την εναπόθεση ραδιενεργών ρύπων σε εδάφη σε εξαιρετικά μεγάλη έκταση, που συμπεριλάμβανε ολόκληρο το Βόρειο ημισφαίριο (Αντωνόπουλος, Βλαχοκώστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009).

Τα παραπάνω γεγονότα ακολούθησε εκκένωση των γειτονικών πόλεων μάλιστα σε ακτίνα 30 χιλιομέτρων γύρω από το εργοστάσιο. Το ατύχημα έφερε ιδιαίτερα σημαντικές επιπτώσεις και στην υγεία των κατοίκων και άλλων περιοχών όπως η Λευκορωσία και η Ρωσία.

Το καλοκαίρι του 1986 δημιουργήθηκαν στην Σοβιετική Ένωση "Αρχεία Τσέρνομπιλ" για τη συνεχή παρακολούθηση της κατάστασης της υγείας των πληθυσμών που εκτέθηκαν στη ραδιενέργεια από το ατύχημα. Το 1987 επεβλήθη διά νόμου υποχρεωτική εγγραφή σε ειδικά αρχεία για την συνεχή παρακολούθηση της κατάστασης της υγείας των εξής ομάδων πληθυσμού (UNESCAR, 2006):

1. Των «εκκαθαριστών» (ομάδα ανθρώπων που χρησιμοποιήθηκε για την απορρύπανση των σταθμών).
2. Των ατόμων που εκκενώθηκαν από τις πλέον βεβαρημένες περιοχές (περιοχές με εναπόθεση Cs-137 στο έδαφος μεγαλύτερη από 1.480 kBq/m²).
3. Κατοίκων βεβαρημένων περιοχών (με εναπόθεση Cs-137 στο έδαφος μεγαλύτερη από 555 kBq/m²), στις οποίες δεν έγιναν εκκενώσεις πληθυσμών
4. Παιδιών που γεννήθηκαν μετά το ατύχημα από γονείς που ενεγράφησαν στις ομάδες 1-3.

Έως και την κατάρρευση της Σοβιετικής Ένωσης είχαν συσσωρευθεί στα αρχεία του κράτους δεδομένα για το σύνολο των 659.292 ανθρώπων (UNESCAR, 2006).

Από διάφορες μελέτες που έγιναν αργότερα προέκυψε ότι :

- ✱ Η τάξη μεγέθους της αύξησης των παθήσεων καρκίνου του θυρεοειδούς, σε παιδιά πέραν αυτών που αναμενόταν να προκληθούν από άλλες συνήθεις αιτίες, δεν υπερέβη τα δεκαοκτώ παιδιά (ηλικίας ως 18 ετών το 1986) ανά έτος και ανά 100.000 παιδιά και τα 67 παιδιά ανά 100.000 παιδιά στην εξαετία 1991-1996, στις πιο βεβαρημένες από το ατύχημα περιοχές (Ουκρανία, Λευκορωσία, Ρωσική Ομοσπονδία) (Αντωνόπουλος, Βλαχοκώστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009).

- ✿ Σημαντική αύξηση του ποσοστού καρκίνου του θυρεοειδούς σε Ρώσους «εκκαθαριστές», σε σχέση με την κανονικά αναμενόμενη από τα εθνικά δεδομένα (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009).
- ✿ Για τις έξι πιο ρυπασμένες περιοχές της Ρωσίας, παρατηρήθηκε αύξηση των περιστατικών καρκίνου του θυρεοειδούς σε ενήλικους, μεγαλύτερη από τη μέση αύξηση στο σύνολο της Ρωσικής Ομοσπονδίας. Δεν διαπιστώθηκε συσχέτιση μεταξύ των περιστατικών καρκίνου του θυρεοειδούς ενηλίκων και των επιπέδων της ραδιενεργού ρύπανσης (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009).
- ✿ Μολονότι η λευχαιμία έχει διαπιστωθεί ότι είναι μία από τις σύντομα εμφανιζόμενες καρκινογενείς επιπτώσεις της ιοντίζουσας ακτινοβολίας, με περίοδο επώασης 2 έως 3 έτη, δεν έχει βρεθεί αυξημένο ποσοστό λευχαιμίας συσχετιζόμενο με ιοντίζουσα ακτινοβολία μεταξύ των «εκκαθαριστών» και των κατοίκων των βεβαρημένων περιοχών (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009).
- ✿ Μεταξύ των «εκκαθαριστών», αυτοί που υπέφεραν από μεγαλύτερο βαθμό νευρωτικών διαταραχών με σημαντικά ψυχοσωματικά συμπτώματα ήταν όσοι δεν είχαν επαγγελματική εμπειρία με την ραδιενέργεια (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009).
- ✿ Είναι αδύνατον να εκτιμηθεί αξιόπιστα ο αριθμός των θανατηφόρων καρκίνων, που ενδεχομένως προκλήθηκαν σε ραδιενεργό έκθεση του πληθυσμού στην πλέον ρυπασμένη περιοχή, διότι μικρές διαφορές στις υποθέσεις οδηγούν σε μεγάλες διαφορές ως προς τις συνέπειες. Διεθνής ομάδα ειδικών εκτιμά ότι η συνολική μακροχρόνια αύξηση των καρκινογενών θανάτων, λόγω του ατυχήματος, μεταξύ των πλέον εκτεθέντων (εκκαθαριστές, άτομα από περιοχές που εκκενώθηκαν και των περιοχών αυστηρού ελέγχου) μπορεί να είναι μερικές χιλιάδες, επιπλέον των αναμενόμενων καρκινογενών θανάτων από άλλες αιτίες (Αντωνόπουλος, Βλαχοκόστας, Κιαρτζής, Μπίλλιας, & Σαμαράς, 2009).

Η μόλυνση από το Τσέρνομπιλ φυσικά κατάφερε να διεισδύσει και σε χώρες εκτός Σοβιετικής Ένωσης όπως η Σουηδία, η Αυστρία, η Βουλγαρία και η Νορβηγία. Οι επιπτώσεις στην υγεία στις χώρες αυτές δεν ήταν άμεσες ενώ ακόμη και σήμερα διεξάγονται μελέτες για ενδεχόμενες καθυστερημένες επιπτώσεις. Το συμπέρασμα από τις έρευνες είναι ότι δε μπορεί αυτή τη στιγμή σε καμία περίπτωση να συσχετιστεί οποιαδήποτε αύξηση καρκίνου ή περιστατικών θνησιμότητας με το συγκεκριμένο ατύχημα.

2.3 Η περίπτωση της Φουκοσίμα

Ο καταστροφικός σεισμός που σάρωσε την Ιαπωνία το Μάρτιο του 2011 προκάλεσε ένα τεράστιο παλιρροϊκό κύμα που έπληξε σφοδρά την χώρα και προκάλεσε χιλιάδες θανάτους. Πέρα από αυτό δυστυχώς οδήγησε στην τήξη τριών αντιδραστήρων του πυρηνικού σταθμού της Φουκοσίμα προκαλώντας τη διαρροή τεράστιων ποσοτήτων ραδιενέργειας στο περιβάλλον. Σύμφωνα με την Πυρηνική Αρχή της Ιαπωνίας, η ποσότητα του ραδιενεργού καισίου που εκλύθηκε στην ατμόσφαιρα είναι ισοδύναμη με 168 πυρηνικές βόμβες σαν της Χιροσίμα. Περισσότεροι από 150.000 κάτοικοι αναγκάστηκαν να εγκαταλείψουν τα σπίτια τους – πιθανότατα για πάντα – ενώ το οικονομικό κόστος του ατυχήματος εκτιμάται ότι μπορεί να ξεπεράσει τα 500 δισεκατομμύρια δολάρια (Greenpeace).

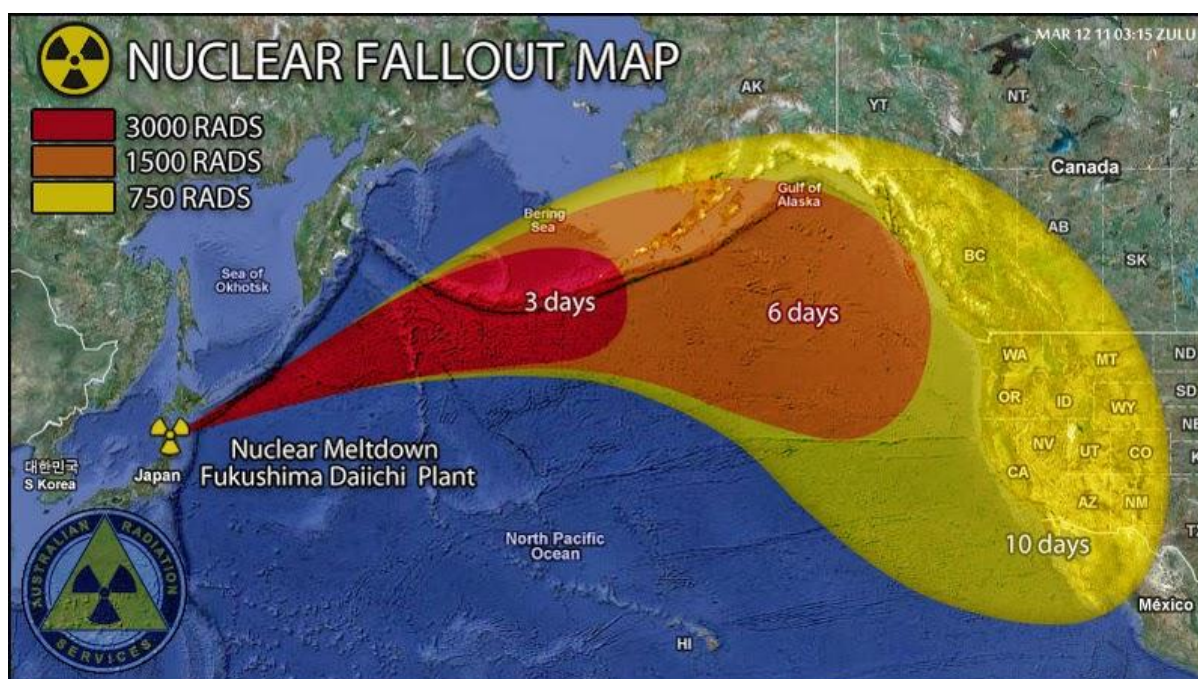


Figure 11 : Διασπορά της ραδιενεργής μόλυνσης στη Φουκοσίμα

Τον επόμενο χρόνο, και παρά τις τεράστιες προσπάθειες που γίνανε η πυρηνικός σταθμός εξακολουθούσε να διαρρέει τεράστιες ποσότητες ραδιενέργειας προς το περιβάλλον απειλώντας ένα σημαντικά μεγάλο μέρος του πληθυσμού της χώρας. Η οριστική ανακατασκευή του σταθμού αναμένεται να γίνει στα μέσα του επόμενου αιώνα.

Μία σχετική έρευνα με τίτλο «Μαθήματα από τη Φουκοσίμα» που πραγματοποίησε η

Greenpeace με τη συνδρομή ανεξάρτητων εμπειρογνομόνων οδηγεί στα παρακάτω συμπεράσματα :

- ☞ Η πιθανότητα τήξης των αντιδραστήρων ως αποτέλεσμα πλήγματος από τσουνάμι είχε προβλεφθεί από τον Οργανισμό για την Πυρηνική Ασφάλεια της Ιαπωνίας (Japan Nuclear Energy Safety Organization), σύμφωνα με έγγραφα που είχαν δημοσιευθεί το 2008 (Greenpeace).
- ☞ Αν και η ιδιοκτήτρια εταιρία του πυρηνικού σταθμού της Φουκουσίμα, TEPCO, γνώριζε ότι δεν αρκούσαν τα μέτρα προστασίας του σταθμού στο ενδεχόμενο υψηλού παλιρροϊκού κύματος, δεν έκανε καμία προσπάθεια να οχυρώσει επαρκώς τις εγκαταστάσεις (Greenpeace).
- ☞ Περισσότεροι από 150 χιλιάδες κάτοικοι αναγκάστηκαν πολύ σύντομα να εγκαταλείψουν τα σπίτια και τα χωράφια τους σε μία ακτίνα 50 χλμ από τον πυρηνικό σταθμό. Οι περισσότεροι από αυτούς έχουν επιλέξει να μην επιστρέψουν εξαιτίας των έντονων ανησυχιών για την ύπαρξη ραδιενέργειας, αλλά και από το φόβο της ανεργίας και της διαβίωσης σε πόλεις «φαντάσματα» (Greenpeace).
- ☞ Η πρόσβαση στη ζώνη εκκένωσης 20 χλμ περιμετρικά του σταθμού εξακολουθεί να απαγορεύεται. Σύμφωνα με τη γνώμη των ειδικών, η ζώνη εκκένωσης θα παραμείνει μία ακατοίκητη – νεκρή – για πολλές δεκαετίες ακόμα, ακολουθώντας την τύχη της αντίστοιχης ζώνης στο Τσερνόμπιλ (Greenpeace).

Όπως έχει περιγραφεί και στις παραπάνω ενότητες, ο μεγαλύτερος κίνδυνος που προκύπτει από την έκθεση σε ραδιενέργεια αφορά πέρα από την καταστροφή του οικοσυστήματος στον ίδιο τον άνθρωπο. Η έκθεση σε ραδιενέργεια μπορεί να οδηγήσει σε γενετικές μεταλλάξεις, συγγενείς ανωμαλίες, καρκίνο, λευχαιμία, καθώς και δυσλειτουργίες στο αναπαραγωγικό, ανοσοποιητικό, καρδιαγγειακό και ενδοκρινικό σύστημα. Αν και μεγάλες δόσεις ακτινοβολίας προκαλούν άμεσες επιπτώσεις – ακόμα και θάνατο – οι επιπτώσεις από μικρές δόσεις ραδιενέργειας θα γίνουν έκδηλες μετά το πέρας μεγάλου χρονικού διαστήματος, πολλές φορές ακόμα και μετά από δεκαετίες (Greenpeace).

Ειδικότερα

- ☞ Σύμφωνα με μελέτη που πραγματοποιήθηκε από την Ωκεανογραφική Εταιρεία Woods Hole, το ατύχημα της Φουκουσίμα αποτελεί τη «μεγαλύτερη κατά λάθος απελευθέρωση ραδιενέργειας σε θάλασσα στην ιστορία» (Greenpeace).
- ☞ Τον Απρίλιο του 2011, ένα μήνα μετά το ατύχημα, τα επίπεδα καϊσίου-137 που μετρήθηκαν στη θάλασσα ήταν 50 εκατομμύρια φορές πιο υψηλά από ό,τι πριν το ατύχημα (Scientists access radioactivity in the ocean from japan nuclear power facility, National Science Foundation).

- ☞ Έρευνα της Greenpeace έδειξε υψηλά επίπεδα ραδιενεργού καισίου σε ψάρια και φύκια. Σε αυτήν την περίπτωση (εσωτερική έκθεση) οι επιπτώσεις από την ραδιενέργεια μπορεί να είναι πιο σοβαρές, αφού πλέον τα ραδιενεργά σωματίδια εκπέμπουν ακτινοβολία μέσα στο σώμα και μπορούν να παραμείνουν εκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα (Greenpeace). Τα ραδιενεργά σωματίδια μεταφέρονται μέσω του νερού και της βροχής και μπορούν να συσσωρευτούν σε θάλασσες, λίμνες και ποτάμια και να εισέρθουν με αυτόν τον τρόπο στην τροφική αλυσίδα.
- ☞ Ανάλυση της Asahi News – της δεύτερης μεγαλύτερης σε κυκλοφορία εφημερίδας της Ιαπωνίας – κατέδειξε ότι 462 TBq (τετραμπεκερέλ = ένα τρις Μπεκερέλ) ραδιενεργού στροντίου έχουν απελευθερωθεί στον Ειρηνικό Ωκεανό (Greenpeace).
- ☞ Στην Ιαπωνία έχει κατά καιρούς εντοπιστεί ραδιενέργεια σε αγροτικά προϊόντα όπως ρύζι, μοσχάρι, φρούτα, λαχανικά, προκαλώντας τεράστια ανησυχία στο κοινό και μεγάλο κόστος στην ιαπωνική οικονομία (Greenpeace).
- ☞ Η Ιαπωνική κυβέρνηση παραδέχτηκε ότι χρησιμοποίησε ραδιενεργά μπάζα (κυρίως αμμοχάλικο) για την κατασκευή νέων κατοικιών και την επισκευή δρόμων και άλλων υποδομών δρόμων που επλήγησαν από το σεισμό. Δεν υπήρχε καμία μέριμνα για τη μέτρηση της ακτινοβολίας στις πέτρες και τα χαλίκια (Greenpeace).
- ☞ Περίπου 29 δις κυβικά μέτρα ραδιενεργού χώματος πρέπει να αφαιρεθούν μόνο από την Περιφέρεια της Φουκουσίμα για να προστατευθούν σπίτια, σχολεία και δημοτικές εκτάσεις από τη ραδιενεργό ρύπανση. Η εκχωμάτωση τέτοιου όγκου χώματος είναι μία εξαιρετικά δύσκολη διαδικασία και η κυβέρνηση ακόμα προσπαθεί να προσδιορίσει το μέρος αποθήκευσης του ραδιενεργού χώματος (Greenpeace).

Οι συνέπειες του πυρηνικού αυτού ατυχήματος έγιναν αισθητές σε όλο τον κόσμο. Μάλιστα η Γερμανία αλλά και η Ιταλία δήλωσαν αντίθετες στη χρήση της πυρηνικής ενέργειας. Μάλιστα, στο σύνολο του σύγχρονου κόσμου έγινε αναθεώρηση σχετικά με την ασφάλεια των πυρηνικών.

Κεφάλαιο 3

3.1 Εφαρμογές της πυρηνικής ενέργειας στη ναυτιλία

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς και τα διάφορα άλλα ανησυχητικά φαινόμενα που οδηγούν σε υπερθέρμανση του πλανήτη αποτελούν καθημερινό θέμα συζήτησης κυρίως από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Τα αίτια εκδήλωσης του φαινομένου όπως συζητήθηκε και παραπάνω είναι πολλά και τα αποτελέσματα αυτού προκύπτουν κυρίως από πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες. Για την πρόληψη αλλά και τον περιορισμό τέτοιων φαινομένων αλλά και στα πλαίσια μίας πλέον πράσινη ανάπτυξης λαμβάνονται καθημερινά αποφάσεις για τον περιορισμό της κατανάλωσης καυσίμων, όπως ο σχεδιασμός και η επιλογή της θέρμανσης που θα εγκατασταθεί σε ένα νέο σπίτι ή πόση θα είναι η κατανάλωση ενός αυτοκινήτου κ.α. (Perialos). Τέτοιες αποφάσεις, έχουν ως στόχο τη μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας, άρα της κατανάλωσης των καυσίμων και έτσι τη μείωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος.

Οι εμπλεκόμενοι στους διάφορους τομείς της ναυτιλιακής βιομηχανίας, με επίγνωση της κοινής ωφέλειας που απορρέει από την πράσινη ανάπτυξη, ακολουθούν περιβαλλοντικούς κανονισμούς που θεσπίζονται μέσω των διεθνών οργανισμών (Perialos). Οι κανονισμοί αυτοί αντιμετωπίζονται με ευαισθησία εφ' όσον επηρεάζουν άμεσα το περιβάλλον αλλά ακόμα και το λειτουργικό κόστος ενός πλοίου.

Η πλειοψηφία των συστημάτων πρόωσης στα πλοία χρησιμοποιεί μηχανές εσωτερικής καύσης που καταναλώνουν βαρύ πετρέλαιο ή ντίζελ. Η αύξηση όμως της τιμής των καυσίμων, οι ισχυρές ανησυχίες για τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από τη λειτουργία των μηχανών στα πλοία και οι νέοι κανονισμοί μαζί με τις αυξανόμενες απαιτήσεις κατά τη μεταφορά των εμπορευμάτων, έχουν αλλάξει το τοπίο του ανταγωνισμού (Perialos).

Το παραπάνω σημαίνει ότι ένα πλοίο που έως τώρα ήταν και θεωρούνταν προηγμένης τεχνολογίας αλλά και οδηγός του ανταγωνισμού τα προηγούμενα 5 χρόνια, αναμένεται πλέον να καταστεί αδύνατο στο να συμμετέχει σε αυτόν, ενώ σε άλλα 5 χρόνια, η μείωση της ανταγωνιστικότητά τους θα είναι τέτοια που θα οδηγήσει σε συντριπτική απώλεια της αξίας του ως περιουσιακό στοιχείο. Ως εκ τούτου, το μεταβαλλόμενο ανταγωνιστικό περιβάλλον έχει αναζωπυρώσει το ενδιαφέρον για τη βελτίωση της αποδοτικότητας και της αειφόρου ανάπτυξης στον τομέα της ναυτιλίας.

Ανάμεσα στους μελλοντικούς στόχους που έχουν τεθεί για τη ναυτιλιακή βιομηχανία συμπεριλαμβάνονται η μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων CO₂ από τα πλοία, προκειμένου να πληρούν τις αυστηρές απαιτήσεις που προέρχονται από το Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO)

και αφορούν τη μείωση των αέριων ρύπων και η σχεδίαση των νέων πλοίων να γίνεται σύμφωνα με τους δύο δείκτες εκπομπών CO₂ το «Δείκτη Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης» ('Energy efficiency Design Index' EEDI) και τον «Ενεργειακό Δείκτη Επιχειρησιακής Απόδοσης» ('Energy Efficiency Operational Indicator' EEOI) (Perialos). Ο EEDI χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του σχεδιασμού της προωστήριας εγκατάστασης και του σκάφους, ενώ ο EEOI χρησιμοποιείται για να καθοδηγήσει τον χειρισμό στην ανάπτυξη των βέλτιστων πρακτικών επί του πλοίου (Perialos).

Ο στόχος είναι τα μελλοντικά πλοία να σχεδιάζονται με δείκτη που σταδιακά θα μειωθεί κατά την περίοδο 2012 - 2018 ώστε να φτάσει στο μέγιστο επίπεδο του 70% συγκριτικά με το 100% του μέσου δείκτη σχεδιασμού που ισχύει σήμερα (Perialos). Δεδομένου ότι η μείωση των εκπομπών CO₂ είναι περίπου ισοδύναμη με τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων, ο στόχος για τους κατασκευαστές στα νεότευκτα πλοία θα αντιστοιχεί περίπου σε 30% μείωση στην κατανάλωση καυσίμων ανά ταξίδι κατά μέσο όρο υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας (Perialos).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι η αποδοτικότητα ενός πλοίου υπολογίζεται εάν λάβει κανείς υπόψη το μέσο λειτουργικό κόστος ανά μίλι ενώ την ίδια στιγμή το CO₂ που προέρχεται από τις ναυτιλιακές δραστηριότητες αντιστοιχεί στο 4% σε παγκόσμια κλίμακα μεταφερόμενου φορτίου. Επιπρόσθετα, σε ότι αφορά στη μεταφορά ενός τόνου ανά μίλι έχει το χαμηλότερο ποσοστό εκπομπών CO₂ σε σύγκριση με όλες τις άλλες συμβατικές μορφές μεταφοράς. Οι τιμές αυτές ισχύουν και για την κατανάλωση καυσίμου επομένως και για τα επίπεδα των άλλων ρύπων, ώστε η ναυτιλία μπορεί να συμβάλει περαιτέρω στη μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων με τη βελτίωση της αποδοτικότητας (Perialos).

Για αντιμετωπιστούν όλα τα παραπάνω προβλήματα, οι μεταβολές στην αγορά του εμπορίου αλλά και τα θέματα που δημιουργούνται στο γενικότερο οικονομικό περιβάλλον της ναυτιλίας, ο σχεδιασμός των νέων πλοίων απαιτείται να στοχεύει σε πολύ μεγαλύτερη διάρκεια ζωής σε συνδυασμό πάντα με έναν ευέλικτο σχεδιασμό που θα καθιστά τα πλοία ενεργειακά πιο οικονομικά και αποδοτικά σε ότι αφορά στη λειτουργία τους. Σε αυτά τα πλοία εφαρμόζονται οι τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις, ενώ ταυτόχρονα αξιοποιούν τις βελτιωμένες υποδομές της ξηράς.

Βασικοί παράγοντες που αφορούν στο σχεδιασμό και επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση ενός πλοίου είναι η αποδοτικότητα της προωστήριας εγκατάστασης, η αποδοτικότητα της προπέλας και η αποδοτικότητα από το σχεδιασμό του κύτους που μετριέται σε λειτουργικό επίπεδο από την ειδική κατανάλωση καυσίμου και την ταχύτητα του πλοίου. Στους υπόλοιπους παράγοντες συγκαταλέγονται ο χρόνος παραμονής του πλοίου στο λιμάνι, οι αποτελεσματικοί χειρισμοί κατά τη διαδικασία της φορτοεκφόρτωσης, η συντήρηση, η στελέχωση αλλά και η ορθή τήρηση όλων των κανονισμών.

Τα τελευταία χρόνια, έχουν γίνει σοβαρές έρευνες που αφορούν στο λειτουργικό σχεδιασμό ο οποίος μάλιστα θα πρέπει να συμφιλιωθεί με ιδιαίτερα αυστηρούς κανονισμούς σχετικά με της

χαμηλές εκπομπές ρύπων. Έτσι η τάση επιβάλλει την ανάπτυξη προωστήριων εγκαταστάσεων ντίζελ που μειώνουν τις εκπομπές ρύπων, ή τη χρήση εναλλακτικών μορφών καυσίμων. Η απόδειξη της αναγκαίας ελαχιστοποίησης στο λειτουργικό κόστος, που είναι υψίστης σημασίας προκειμένου να είναι ανταγωνιστική η λειτουργία του πλοίου, είναι να αναλογιστεί κανείς ότι με βάση το πετρέλαιο ως πηγή ενέργειας, με τις πρόσφατες υψηλές τιμές του, μπορεί να οδηγήσει το κόστος του καυσίμου να φθάσει το 50% του λειτουργικού κόστους (Perialos). Επομένως, η επιλογή της πιο κατάλληλης πηγής ενέργειας, η επιλογή της προωστήριας εγκατάστασης και ο αποδοτικός σχεδιασμός είναι ζωτικής σημασίας.

Μία από τις πλέον αποδοτικές λύσεις που προτάθηκαν σε ότι αφορά στο σχεδιασμό των καινοτόμων και οικονομικά αποδοτικών πλοίων είναι και αυτή της πυρηνικής ενέργειας. Τα πλοία που θα κάνουν χρήση αυτής θα πρέπει να έχουν ειδικό σχεδιασμό, άριστα εφαρμοσμένο ώστε να αποφεύγουν στο μέγιστο δυνατό βαθμό τα οποιαδήποτε δυσάρεστα αποτελέσματα.

Στο πλοίο που θα κάνει χρήση πυρηνικής ενέργεια θα εγκατασταθεί ένας πυρηνικός αντιδραστήρας που θα έχει ως στόχο την παραγωγή της ενέργειας που βασίζεται στην πυρηνική σχάση. Ο όρος σχάση αφορά στη διάσπαση του πυρήνα του ατόμου ώστε να παραχθούν πολλοί μικρότεροι πυρήνες αλλά και μερικά ελεύθερα παραπροϊόντα σωμάτια όπως τα νετρόνια. Η διάσπαση αυτή, έχει ως κύριο αποτέλεσμα την παραγωγή της θερμικής ενέργειας αλλά και την εκπομπή της ακτινοβολίας. Τα στοιχεία που δημιουργούνται από τον πυρήνα έχουν τόσο μεγάλη διάρκεια ζωής που καθιστούν τον ανεφοδιασμό ενός πλοίου δυνατό μονάχα μία φορά σε διάστημα δέκα ετών. Έτσι τα πλοία με πυρηνικό αντιδραστήρα όπως και τα ιστιοφόρα είναι ανεξάρτητα από τις ιδιαιτερότητες στην προμήθεια των καυσίμων σε κάθε λιμάνι εξαλείφοντας σε μεγάλο βαθμό την δαπανηρή και χρονοβόρα διαδικασία πετρέλευσης στη λειτουργική διάρκεια της ζωής ενός πλοίου (Perialos).

Το κόστος κατασκευής των πυρηνικών στοιχείων είναι ιδιαίτερα υψηλό, παρόλα αυτά όμως, λόγω της φοβερής εξοικονόμησης ενέργειας που γίνεται, το συνολικό κόστος, τελικά καθίσταται ιδιαίτερα χαμηλότερο από αυτό των ορυκτών καυσίμων που απαιτούνται για την παραγωγή της ίδιας ακριβώς ποσότητας ενέργειας. Μια μικρή ποσότητα πυρηνικών καυσίμων παρέχει ενέργεια ισοδύναμη με εκατομμύρια φορές την ποσότητα άνθρακα ή πετρελαίου. Συνυπολογίζοντας το χαμηλό κόστος καυσίμων, τις σχεδόν μηδενικές εκπομπές ρύπων και την εξάλειψη των ανησυχιών για την ασφάλεια του πληρώματος, δημιουργούνται οι προϋποθέσεις ώστε η δημοτικότητα της τεχνολογίας πρόωσης των πλοίων με πυρηνική ενέργεια να αυξάνεται συνεχώς (Perialos).

Η θερμότητα που παράγεται στον αντιδραστήρα από τη διαδικασία της πυρηνικής σχάσης είναι και η ενέργεια που χρησιμοποιείται τόσο για την πρόωση όσο και για τη λειτουργία του πλοίου. Για να διαχειριστεί λοιπόν την ενέργεια αυτή, ο σταθμός πρόωσης απαιτεί την συνεχή και υπό πίεση

επανακυκλοφορία του νερού. Το όλο σύστημα του πυρηνικού αντιδραστήρα περιέχει δύο υποσυστήματα, το πρωτοβάθμιο και το δευτεροβάθμιο.

- Το πρωτοβάθμιο σύστημα, αποτελείται από τον αντιδραστήρα, τις αντλίες και την μονάδα παραγωγής του ατμού. Η θερμότητα που εκπέμπεται από τον πυρηνικό αντιδραστήρα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του νερού που κυκλοφορεί με μεγάλη πίεση στα στοιχεία που τον περιβάλλουν (για να αποφευχθεί η ατμοποίηση σε αυτό το στάδιο) (Perialos). Το ζεστό νερό στη συνέχεια οδηγείται στα στοιχεία της μονάδας παραγωγής ατμού, όπου μεταδίδει τη θερμότητα στο νερό χαμηλότερης θερμοκρασίας που κυκλοφορεί εξωτερικά των στοιχείων, χωρίς να αναμιχτεί με αυτό και επιστρέφει στον αντιδραστήρα για επαναθέρμανση (Perialos). Με τη μετάδοση της θερμότητας ατμοποιείται το νερό που υπάρχει εξωτερικά των στοιχείων και ο ατμός παρέχεται στο δευτεροβάθμιο σύστημα.
- Το δευτεροβάθμιο σύστημα, αποτελείται από τον κύριο ατμοστρόβιλο, τους μειωτήρες με το σύστημα της κίνησης προς την προπέλα, την ηλεκτρογεννήτρια που κινείται από ατμοστρόβιλο, τη συσκευή συμπύκνωσης των εξατμίσεων ατμού και τις αντλίες που τροφοδοτούν τη μονάδα παραγωγής ατμού (Perialos).

Στο πρωτοβάθμιο σύστημα, παράγεται μία τεράστια ποσότητα ατμού η οποία χρησιμοποιείται κατά βάση για τη λειτουργία του ατμοστρόβιλου, που συνδέεται με το σύστημα κίνησης της προπέλας και της στροβιλογεννήτριας για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Οι εξατμίσεις των ατμοστρόβιλων συμπυκνώνονται και επιστρέφουν ως τροφοδοτικό νερό στη μονάδα παραγωγής ατμού, ενώ το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται αποθηκεύεται σε μπαταρίες, για να χρησιμοποιηθεί σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης καλύπτοντας τις ενεργειακές ανάγκες του πλοίου (Perialos). Η ποιότητα, η αντοχή και η σταθερότητα των τμημάτων του αντιδραστήρα είναι πολύ σημαντικοί παράγοντες για την αποτελεσματική λειτουργία του. Έτσι τα σημερινά πυρηνοκίνητα πλοία κατασκευάζονται με προηγμένες τεχνολογίες, ασφαλή, με μεγάλα χυτά προστατευτικά του αντιδραστήρα, καλύπτοντας τις αρνητικές κριτικές που έχουν γίνει κατά καιρούς και αφορούν την ασφάλεια του πληρώματος και τους περιβαλλοντικούς κινδύνους (Perialos).

Πέρα από τα πλοία αλλά και τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας σε αυτά ώστε να εξοικονομηθούν τεράστιες ποσότητες ενέργειας, ιδιαίτερα γνωστή είναι και η χρήση αυτής στον τομέα των υποβρυχίων. Τα πρώτα πυρηνικά υποβρύχια εντοπίζονται να χρησιμοποιούνται εδώ και πολλές δεκαετίες ενώ ακόμη και σήμερα γίνονται σημαντικές μελέτες για την εξέλιξη αυτών. Μάλιστα, πρόσφατα κυκλοφόρησε το πυρηνικό υποβρύχιο κλάσης «Yashen» («Γιάσεν»), το πλέον απόρρητο

σχέδιο του Πολεμικού Ναυτικού της Ρωσίας, εντάχθηκε επίσημα στον Στόλο. Το νέο υπερσύγχρονο υποβρύχιο πολλαπλού ρόλου – έργο 885- παραδόθηκε επίσημα στις 17 Ιουνίου 2014 (RBTH).

Η δημιουργία του καινούριου αυτού υποβρυχίου αποτέλεσε τεχνολογική επανάσταση, το σχέδιο όμως υπάρχει εδώ και χρόνια και μάλιστα διέκοψε τη λειτουργία του το 1990. Το βασικότερο χαρακτηριστικό του υποβρυχίου αυτού, είναι η δυνατότητα χρήσης του σκάφους για πολλαπλούς ρόλους, κάτι που δεν ισχύει για τα άλλα ρωσικά υποβρύχια, αλλά δεν υπάρχει ούτε στα ανάλογα Δυτικά.

Το πρώτο υποβρύχιο κλάσης «Yashen», «Severodvinsk» («Σεβεροντβίνσκ»), που κατελκύστηκε στις 17 Ιουνίου, με τις εργασίες σχεδιασμού του να έχουν ολοκληρωθεί από το 1991, στην πραγματικότητα, σηματοδότησε μια στροφή – ορόσημο στη ρωσική πολιτική ναυπήγησης υποβρυχίων (Perialos). Οι ρώσοι το 1977 ξεκίνησαν οι εργασίες σχεδιασμού για την ανάπτυξη του πυρηνικού υποβρυχίου τέταρτης γενιάς. Τότε, αποφασίστηκε να εγκαταλειφθεί η αρχή της «στενής» εξειδίκευσης στη μάχη, που σημαίνει ότι το νέο πυρηνικό υποβρύχιο θα πρέπει να μπορεί να μάχεται εξίσου αποτελεσματικά σε διαφορετικές αποστολές: Να καταστρέφει εχθρικά υποβρύχια και πλοία επιφανείας, και να μπορεί εκτοξεύσει πυραύλους κρουζ. Μ' άλλα λόγια, να μπορεί να λύσει σχεδόν κάθε επιχειρησιακή αποστολή υποβρυχίων (RBTH).

Για να επιλύσουν τα σύνθετα αυτά προβλήματα σχεδιασμού, οι ρώσοι ναυπηγοί προχώρησαν στην εφαρμογή πρωτότυπων μηχανικών λύσεων που άλλαξαν τον τρόπο σκέψης της εγχώριας ναυπηγοκατασκευαστικής βιομηχανίας. Κατά το σχεδιασμό του «Yashen», εγκαταλείφθηκε η ιδέα του χτισίματος σκάφους με διπλό κύτος, που ήταν η χαρακτηριστική σχεδίαση όλων των ρωσικών υποβρυχίων εκείνη την εποχή (RBTH). Ωστόσο, οι ρώσοι ναυπηγοί-μηχανικοί δεν οδηγήθηκαν και στη λογική του μονού κύτους, που αποτελούσε το βασικό τύπο των αμερικανικών υποβρυχίων. Διπλό περίβλημα, σημαίνει δύναμη και πλευστότητα, μονό κύτος, αθόρυβα σκάφη και διακριτικότητα στην κίνηση. Το «Γιάσεν», ήταν σχεδιαστικά στο ενδιάμεσο: Χτίστηκε με την λεγόμενη και ως αρχιτεκτονική του «ενάμιση κύτους», όταν ένα ελαφρύ περίβλημα «καλύπτει» μόνο ένα μέρος του δεύτερου, ανθεκτικότερου μεταλλικού κύτους του υποβρυχίου (RBTH). Έτσι, έπρεπε να εγκαταλειφθεί ο παραδοσιακός σοβιετικός σχεδιασμός, ενώ στη «μύτη» του υποβρυχίου τοποθετήθηκε το νέο πανίσχυρο σύστημα σόναρ «Irtys» («Ιρτίς») που μετατόπισε το σύστημα εκτόξευσης των τορπιλών προς το διαμέρισμα κεντρικού ελέγχου του σκάφους. Μια ναυπηγική καινοτομία, που τη χρησιμοποιούν ευρέως οι αμερικανοί (RBTH).

Γενικότερα, κάθε πυρηνικό υποβρύχιο, κάνει και αυτό χρήση πυρηνικού αντιδραστήρα. Η διάσπαση του πυρήνα του ουρανίου δημιουργεί δύο μικρότερους πυρήνες και απελευθερώνει μεγάλα ποσά θερμότητας (θερμική ενέργεια). Μέρος της θερμότητας αυτής απορροφάται από νερό που κυκλοφορεί γύρω από τον πυρήνα του αντιδραστήρα. Το νερό αυτό μπορεί να είναι ελαφρά ραδιενεργό επειδή ακριβώς κυκλοφορεί γύρω από τον πυρήνα του αντιδραστήρα (Garyfallidou).

Για τον λόγο αυτό κινείται σε ένα κλειστό κύκλωμα (το πρωτεύον κύκλωμα) και δεν χρησιμοποιείται απευθείας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το πρωτεύον αυτό κύκλωμα έχει δυο ρόλους:

Ο πρώτος είναι να ψύχει το κέντρο του αντιδραστήρα (αλλιώς, αν αναπτυχθούν πολύ υψηλές θερμοκρασίες τα υλικά που αποτελούν τον αντιδραστήρα θα λιώσουν) (Garyfallidou).

Ο δεύτερος είναι να θερμάνει το νερό που κυκλοφορεί στο δευτερεύον κύκλωμα. Το νερό από το πρωτεύον κύκλωμα και το νερό από το δευτερεύον κύκλωμα δεν έρχονται σε επαφή (σκέψου πώς το ζεστό νερό του καλοριφέρ ζεσταίνει τον αέρα του δωματίου χωρίς να στάζει μέσα στο δωμάτιο). Το νερό από το δευτερεύον κύκλωμα βγαίνει απόλυτα καθαρό (μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε ακόμα και ως πόσιμο) (Garyfallidou). Ο σκοπός του δευτερεύοντος κυκλώματος είναι να μετατρέψει το νερό του σε ατμό (και μάλιστα με πίεση). Ο ατμός αυτός:

1. Θα γυρίσει τις τουρμπίνες, δηλαδή η θερμότητα μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια. Οι τουρμπίνες θα κινήσουν την ηλεκτρογεννήτρια για να παραχθεί η ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται το υποβρύχιο ή το πλοίο (Garyfallidou).
2. Ένα μέρος της ηλεκτρικής αυτής ενέργειας χρησιμοποιείται για να κινήσει (με τη βοήθεια ενός ηλεκτρικού μοτέρ) τις διάφορες έλικες που κινούν το υποβρύχιο ή το πλοίο. Δηλαδή η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική (Garyfallidou).
3. Ένα άλλο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται από τις ηλεκτρικές συσκευές που υπάρχουν στο υποβρύχιο ή το πλοίο (π.χ φωτισμός, ψυγεία, θερμοσίφωνες, θέρμανση κ.α) (Garyfallidou)
4. Το πλήρωμα του υποβρυχίου χρειάζεται οξυγόνο για να αναπνέει. Μέρος από το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα χρησιμοποιείται για να διασπάσει θαλασσινό νερό σε υδρογόνο και οξυγόνο, και να τροφοδοτήσει με το παραγόμενο οξυγόνο το εσωτερικό του υποβρυχίου. Η ηλεκτρική ενέργεια δηλαδή μετατρέπεται σε χημική (Garyfallidou).

Βιβλιογραφία

(n.d.). Retrieved 11 4, 2015, from www.clab.edc.uoc.gr:

http://www.clab.edc.uoc.gr/physics/materia/mate_34.HTM

Ackerman, T., & Soder, L. (2002). An overview of wind energy status. *Renewable and Sustainable energy reviews* , pp. 67-128.

Chemist. (n.d.). Retrieved from www.chemist.gr: <http://www.chemist.gr/2011/03/4964/>

EuropeanGreenCities. (n.d.). Retrieved 10 28, 2015, from www.europeangreencities.com:

http://www.europeangreencities.com/pdf/TrainingTools/65.%20SOLAR%20ENERGY_GR.pdf

Garyfallidou. (n.d.). Retrieved from

http://www.garyfallidou.org/energeia4/level_1/nuclear_submarines.html

Greenpeace. (n.d.). Retrieved from

http://www.greenpeace.org/greece/Global/greece/image/2012/reports/nuclear/Fukushima_Year_Brief.pdf

Greenpeace. *Περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη της ηλιακής ενέργειας*.

Noesis. (n.d.). Retrieved from

<https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CDIQFjADa hUKEwi78Oiz7pXJAhXIDywKHWWhhALE&url=http%3A%2F%2Fwww.noesis.edu.gr%2F%25CE%25B5%25CF%2580%25CE%25B9%25CF%2583%25CF%2584%25CE%25AE%25CE%25BC%25CE%25B7-%25CE%25BA%25C>

Perialos. (n.d.). Retrieved from perialos.blogspot.gr.

RBTH. (n.d.). Retrieved from

http://gr.rbth.com/tecnology/2014/06/20/etoima_ta_pyrinika_ypobryxia_4i_genia_31069

(National Science Foundation). *Scientists access radioactivity in the ocean from japan nuclear power faciility*.

Smith, H. (1996). *Energy sources/applications/alternatives*. Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδη.

UNESCAR. (2006). Chernobyl's Legacy : Health, Enivironment and Socio - Economic Impacts. *The Chernobyl forum*.

Wikipedia. (n.d.). Retrieved 11 01, 2015, from www.wikipedia.org:

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

Wikipedia. (n.d.). Retrieved from www.wikipedia.org:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%85%CF%81%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%B4%CF%81%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82

Wikipedia. (2015, 11 4). Retrieved from www.wikipedia.org:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1>

Wikipedia. (n.d.). Retrieved 10 27, 2015, from www.wikipedia.org:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1

Αντωνόπουλος, Μ., Βλαχοκώστας, Χ., Κιαρτζής, Σ., Μπίλλιας, Π., & Σαμαράς, Π. (2009). *Εφαρμογές της Πυρηνικής Τεχνολογίας στη Βιομηχανία Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας*. Θεσσαλονίκη: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας.

Κάππου, Μ. *Πυρηνική Ενέργεια*.

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εκοικονόμησης Ενέργειας. (2015, 1 11). Retrieved from www.cres.gr:

http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm

Μαρκίδης, Π. (2013). *Ηλιακή ενέργεια και φωτοβολταϊκά*. Αθήνα: Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Παπαζής, Σ. (1998). *Αξιολόγηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας : προβλέψεις με εναλλακτικά σενάρια σε περιφερειακό και εθνικό επίπεδο*.

Σένδρου, Κ., Σιδηροπούλου, Σ., Σπυριδοπούλου, Ε., & Χατζηαποστολίδου, Μ. *Η πυρηνική ενέργεια και οι χρήσεις της*.

Χασικίδη, Ε. -Φ. (2015). *Αιολική Ενέργεια σε Ελλάδα και Ευρώπη*. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών.