



# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

## ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ.) «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

### Ενεργειακές Απαιτήσεις και ο Κύκλος του Άνθρακα: Διαθέσιμες Εναλλακτικές Λύσεις με Βάση τις Τεχνολογικές και Οικονομικές Διαστάσεις της Αειφόρου Ανάπτυξης

Παυλίνα Κούση, Μηχανικός Μεταλλείων - Μεταλλουργός

#### Επιτροπή Παρακολούθησης:

**Καθηγητής Μ. Τσέζος (επιβλέπων)**, Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών Ε.Μ.Π.

**Καθηγητής Κ. Καγκαράκης**, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

**Επ. Καθηγήτρια Δ. Χατζηιωσήφ - Διακουλάκη**, Τμήμα Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

#### Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια οι επιστήμονες κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου όσο αφορά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου και την επερχόμενη κλιματική αλλαγή. Καταλυτικό ρόλο σε αυτή την εξέλιξη διαδραμάτισε, κατά κοινή ομολογία, η ανεξέλεγκτη καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας.

Με αφορμή τη διαπίστωση αυτή, πραγματοποιήθηκε η παρούσα εργασία, στόχος της οποίας ήταν:

- η μελέτη των συμπεριφορών που διαμορφώνονται στην κατανάλωση ενέργειας τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε περιφερειακό επίπεδο,
- η μελέτη των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και της συνεπαγόμενης διαταραχής της ισορροπίας του κύκλου του άνθρακα καθώς και η συσχέτιση της σχετικής συνεισφοράς των διαφόρων γεωγραφικών περιοχών με τις προβλεπόμενες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής και
- η αξιολόγηση ενδεικτικών εναλλακτικών λύσεων ως προς τα κριτήρια που τίθενται από την αρχή της αειφόρου ανάπτυξης.

Προκειμένου, λοιπόν, να διερευνηθούν οι πλέον σημαντικές όψεις του ενεργειακού ζητήματος, η διάρθρωση της εργασίας ακολούθησε την εξής δομή:

Στο **πρώτο κεφάλαιο** σκιαγραφείται η έννοια της βιώσιμης ενεργειακής ανάπτυξης και ορίζονται οι συνδετικοί κρίκοι μεταξύ ενέργειας-οικονομίας, ενέργειας-ανάπτυξης και

ενέργειας-περιβάλλοντος που συνιστούν την ενεργειακή πρόκληση που καλείται να αντιμετωπίσει σήμερα η ανθρωπότητα.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** εξετάζεται η ποσότητα των καταναλισκόμενων ενεργειακών πόρων καθώς και η ενεργειακή κατανάλωση ανά κάτοικο και μονάδα ΑΕΠ κατά την περίοδο 1970-99 στη Βόρεια Αμερική, τη Νότια & Κεντρική Αμερική, την Ευρώπη, τη Μέση Ανατολή, την Νοτιοανατολική Ασία & Ωκεανία, την Πρώην Σοβιετική Ένωση και την Αφρική. Παράλληλα παρουσιάζεται συγκριτικά η διαφοροποίηση των εξεταζόμενων μεγεθών εντός και εκτός ΟΟΣΑ.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** αναλύεται η διάρθρωση του σύγχρονου ενεργειακού συστήματος, με έμφαση στα γνωστά αποθέματα ορυκτών καυσίμων, την κατανομή τους ανά τον πλανήτη, τις αγορές που διαμορφώνονται και τον τρόπο που επηρεάζεται η διεθνής ενεργειακή σταθερότητα.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** μελετώνται οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προέκυψαν από την καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας την περίοδο 1980-99 και δίνεται έμφαση στη σχετική συνεισφορά των επτά εξεταζόμενων περιοχών. Τονίζεται επίσης η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου, ως αποτέλεσμα των αυξανόμενων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, και οι συνέπειες της επακόλουθης κλιματικής αλλαγής.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μελετών προσομοίωσης που πραγματο-ποιήθηκαν από διεθνείς φορείς με θέμα τη μελλοντική εξέλιξη της κατανάλωσης ενέργειας, των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και της συνεπαγόμενης αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη. Επίσης γίνεται αναφορά στις διαθέσιμες εναλλακτικές λύσεις.

Στο **έκτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η αρχή λειτουργίας των πυρηνικών μονάδων και εξετάζεται η βιωσιμότητα της πυρηνικής ενέργειας ως προς τα διαθέσιμα αποθέματα, τη διαφύλαξη της οικολογικής ισορροπίας και την οικονομική των αντίστοιχων τεχνολογιών και εγκαταστάσεων.

Στο **έβδομο κεφάλαιο** εξετάζεται η δυνατότητα παραγωγής εναλλακτικού καυσίμου ντιζελοκινητήρων από ενεργειακές καλλιέργειες (βιολογικό ντίζελ) και μελετώνται τα πλεονεκτήματα καθώς και οι επιφυλάξεις που διατυπώνονται αναφορικά με αυτή την προοπτική.

Τέλος, στο **όγδοο κεφάλαιο** παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά συμπεράσματα της μελέτης και διατυπώνονται γενικότερες, προσωπικές προτάσεις και σκέψεις για την αντιμετώπιση του ενεργειακού ζητήματος.

Η εργασία αυτή βασίζεται στην επεξεργασία ιστορικών δεδομένων που αφορούν την κατανάλωση και την παραγωγή ενεργειακών πόρων σε σχέση με οικονομικά και πληθυσμιακά στοιχεία αλλά και σε αναφορές σε μελέτες προσομοίωσης των μελλοντικών τάσεων.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση της παραγωγής και κατανάλωσης εμπορεύσιμης πρωτογενούς ενέργειας αντλήθηκαν από τις βάσεις δεδομένων της εταιρείας British Petroleum που διατίθενται στο διαδίκτυο.

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για τις αναγωγές των μεγεθών ανά κάτοικο και ανά μονάδα ΑΕΠ αντλήθηκαν από τη βάση δεδομένων της Παγκόσμιας Τράπεζας (World Bank).

Τα δεδομένα που αφορούν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αντλήθηκαν από την επίσημη βάση στατιστικών δεδομένων “*International Energy Annual 1999: Carbon Dioxide Emissions from Use of Fossil Fuels 1980-1999*” της υπηρεσίας Energy Information Administration του υπουργείου Ενέργειας των Η.Π.Α..

Τα σημαντικότερα ευρήματα της εργασίας μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

- Οι ολοένα αυξανόμενες ενεργειακές απαιτήσεις και τα πεπερασμένα αποθέματα συμβατικών ορυκτών καυσίμων επιβάλλουν την ανανέωση του σύγχρονου ενεργειακού συστήματος προς την κατεύθυνση της εξασφάλισης των απαραίτητων πόρων για την ανάπτυξη όλων των χωρών του πλανήτη, της προώθησης της ενεργειακής αυτονομίας και ασφάλειας καθώς και της περιβαλλοντικής προστασίας.
- Πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε τα βάρη που συνεπάγεται η μεταβατική περίοδος να κατανομηθούν δίκαια ανάμεσα στις διάφορες χώρες-καταναλωτές, ανάλογα με τη σχετική ανά κάτοικο συνεισφορά τους στη διαμόρφωση της σημερινής κατάστασης.
- Το ζήτημα είναι εξαιρετικά σημαντικό για να αποκλείονται εναλλακτικές λύσεις πριν αποδειχθεί πέρα από κάθε αμφιβολία η αδυναμία τους να υπηρετήσουν τους σκοπούς της αειφόρου ανάπτυξης.
- Προτείνεται ενημέρωση των πολιτών σχετικά με τη σοβαρότητα του θέματος και ενίσχυση της έρευνας και της τεχνολογίας προς την κατεύθυνση της προώθησης της οικονομικής βιωσιμότητας των εναλλακτικών ενεργειακών πηγών.

Σημειώνεται ότι η επεξεργασία και η ανάλυση των ενεργειακών δεδομένων, όπως έγινε στην παρούσα εργασία, αποτελεί πηγή προβληματισμού και όχι προσπάθεια υπόδειξης λύσεων στο πολυδιάστατο ενεργειακό ζήτημα. Άλλωστε, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι οι πολιτικές αποφάσεις είναι αυτές που ορίζουν τις κατευθύνσεις στις οποίες κινείται η έρευνα και η τεχνολογία και στην προκειμένη περίπτωση είναι απαραίτητες για να δρομολογηθεί η διαδικασία απεξάρτησης του σύγχρονου πολιτισμού από τα ορυκτά καύσιμα και η ανάσχεση, αν αυτό είναι δυνατό πια, της επερχόμενης κλιματικής αλλαγής.