



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

**ΜΑΡΟΥΤΣΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

Επιβλέποντες καθηγητές:

Ελευθέριος Τσουκαλάς

Καθηγητής Π.Θ.

Παναγιώτα Τσομπανοπούλου

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Π.Θ.

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**



ΒΟΛΟΣ 2016



DIPLOMA THESIS  
ENERGY ECONOMICS

**MAROUTSOS NIKOLAOS**

Supervisors:

Eleutherios Tsoukalas  
Professor UTH

Panagiota Tsobanopoulou  
Associate Professor UTH

**DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING**



VOLOS 2016

## Ευχαριστίες

Με αφορμή την παρούσα διπλωματική εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Τσουκαλά Ελευθέριο για την καθοδήγησή του και τις πολύ χρήσιμες συμβουλές του, καθώς και την κ. Τσομπανοπούλου Παναγιώτα ως συνεπιβλέπουσα της εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τη διδακτορική φοιτήτρια κ. Καρασίμου Μαρία για την πολύτιμη βοήθειά της όποτε τη χρειάστηκα και την επιτυχή συνεργασία που είχαμε σε καθ' όλη τη συγγραφή της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για όλη την υλική και ψυχολογική υποστήριξή τους σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη παρούσα διπλωματική εργασία αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται η τιμολόγηση της ενέργειας και πως επηρεάζει αυτή το άμεσο κοινωνικό περιβάλλον.

Συγκεκριμένα στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στα βασικά μεγέθη που αφορούν τα οικονομικά της ενέργειας και στη συνέχεια αναλύεται η ενεργειακή ζήτηση και οι μεθοδολογικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούμε για την ανάλυσή της, καθώς και η σημασία της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται μια εκτενής ανάλυση για την αγορά της ενέργειας και πως επηρεάζεται η τιμολόγηση από την προσφορά-ζήτηση από παραγωγούς-καταναλωτές και πως αυτό έχει αντίκτυπο στην οικονομική ευρωστία του εκάστοτε κράτους.

Στο τρίτο κεφάλαιο, αναλύουμε τον τρόπο με τον οποίο διαδραματίζεται τιμολόγηση της ενέργειας και πως επηρεάζεται αυτή όταν το σύστημα βρίσκεται σε περίοδο αιχμής και σε περίοδο μη-αιχμής.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια εκτενής αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, στα οφέλη τους αλλά και στα μειονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση τους. Αναφέρονται τα επιμέρους κόστη που προκύπτουν από τη χρήση τους αλλά και στις πολιτικές που χρειάζονται να χρησιμοποιηθούν για να ελαχιστοποιήσουμε τα αρνητικά από τη χρήση τους.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, αναφερόμαστε σε ένα πολύ σημαντικό κομμάτι των οικονομικών της ενέργειας που αφορά την ενεργειακή ασφάλεια. Αναλύουμε τους δείκτες που χρησιμοποιούμε, καθώς και τις πολιτικές που χρειάζονται όταν εισάγουμε ενέργεια.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο, αναφερόμαστε στη συμβολή του ενεργειακού τομέα στη κλιματική αλλαγή και με ποιο τρόπο μπορούμε να περιορίσουμε το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

## **ABSTRACT**

The present diploma thesis is analyzing the energy pricing and how can affect the immediate social.

To make it more specific, the first chapter analyzes the energy basics. Also describes in a large scale the role of energy demand and its methodological approaches and the importance of the energy efficiency.

The second chapter continues the analysis of the energy market describing how the supply-demand affect the energy pricing and concequently how the wealth of its country can be affected.

The third chapter analyzes the energy pricing focusing in the peak and off-peak hours of active plant.

The fourth chapter describes how the renewable energy resources can help for an economic energy pricing and the politics which are needed to be adopted to minimize the negatives of their use.

The fifth chapter analyze the part of energy security, the indicators which are used and the politics which are needed as long as we import energy.

The last chapter describes how the energy sector affect the climate changes nad the politics which are needed to be adopted in order to minimize the problem.

## **Περιεχόμενα**

### **Κεφάλαιο 1ο Βασικά μεγέθη των οικονομικών της ενέργειας – Ενεργειακή ζήτηση**

1.1 Τα βασικά μεγέθη	3
1.2 Η ζήτηση για ενέργεια (Energy Demand)	5
1.3 Σύνοψη αποφάσεων για την ενεργειακή ζήτηση	6
1.4 Οικιακή ενεργειακή ζήτηση-κατανάλωση	7
1.5 Μεθοδολογικές προσεγγίσεις στην ανάλυση ενεργειακής ζήτησης	8
1.5.1 Περιγραφική ανάλυση	9
1.5.2 Ανάλυση αποδόμησης	11
1.5 Ενεργειακή αποδοτικότητα	12

### **Κεφάλαιο 2ο Η αγορά ενέργειας**

2.1 Γενικά για την αγορά ενέργειας	14
2.2 Ιδιότητες της αγοράς ενέργειας	17
2.3 Αποτυχίες αγοράς	18
2.4 Φυσικό μονοπώλιο	20

### **Κεφάλαιο 3ο Η τιμολόγηση στον ενεργειακό τομέα**

3.1 Γενικά για την τιμολόγηση	23
3.2 Εμπορευσιμότητα των ενεργειακών προϊόντων και κόστος ευκαιρίας	24
3.3 Τιμολόγηση σε ώρα αιχμής και εκτός αιχμής	26
3.4 Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας	30

### **Κεφάλαιο 4ο Οικονομικά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**

4.1 Γενικά για τα οικονομικά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	32
4.2 Είδη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	33
4.3 Πλεονεκτήματα χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	34
4.4 Αρνητικά χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	35
4.5 Οι διάφορες μορφές του κόστους	37
4.6 Μηχανισμοί υποστήριξης	39

## **Κεφάλαιο 5ο Οικονομικά της ενεργειακής ασφάλειας**

5.1 Γενικά για την ενεργειακή ασφάλεια	41
5.2 Ενεργειακή ασφάλεια και περιβαλλοντική προστασία	42
5.3 Απλοί δείκτες στην ενεργειακή ασφάλεια	44
5.4 Δείκτες συγκέντρωσης και ποικιλομορφίας στην ενεργειακή επάρκεια	45
5.5 Βέλτιστο επίπεδο ενεργειακής επάρκειας	47
5.6 Πολιτικές για την εισαγωγή ενέργειας	47

## **Κεφάλαιο 6ο Οικονομικά της κλιματικής αλλαγής**

6.1 Γενικά για την κλιματική αλλαγή	50
6.2 Η διάσταση του προβλήματος	52
6.3 Οικονομική προσέγγιση ελέγχου του φαινομένου του θερμοκηπίου	53
6.4 Εναλλακτικές επιλογές για την αντιμετώπιση του προβλήματος	54
6.5 Πολιτικές αντιμετώπισης	55
6.6 Πρωτόκολλο του Κιότο	55

## **Κεφάλαιο 7ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

**57**

## **Βιβλιογραφία**

**59**

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΖΗΤΗΣΗ

## 1.1 Τα βασικά μεγέθη

Μπορούμε να δώσουμε ένα ακριβή όρο της ενέργειας ως φυσικό μέγεθος, αλλά μια γενικότερη παραδοχή θεωρεί την ενέργεια ως το αίτιον για την πρόκληση διαφόρων μεταβολών στον υλικό κόσμο. Κατά τους Nicholls & Ogborn (1993) και Prideaux (1995) η ‘ενέργεια είναι το καύσιμο’ ή αλλιώς ‘οτιδήποτε αποθηκεύεται στο εσωτερικό των αντικειμένων’.<sup>1</sup> Κάθε φορά που γίνεται αναφορά στον όρο ενέργεια, θα πρέπει να έχουμε στο νου μας τους δύο θεμελιώδεις νόμους της θερμοδυναμικής. Κατά τον Chiegels, ο πρώτος νόμος αναφέρει ότι η συνολική ποσότητα ενέργειας μέσα σε ένα απομονωμένο ή κλειστό σύστημα είναι πάντα σταθερή. Με άλλα λόγια, είναι νόμος συντήρησης της ενέργειας αφού ποτέ δε χάνεται. Σε κάθε διεργασία έχουμε μια ποσότητα απορρόφηση θερμότητας από το περιβάλλον και μια ποσότητα παραγωγής έργου. Η μεταξύ τους διαφορά που είναι η συνολική ενέργεια πάντα μένει σταθερή. Ο δεύτερος νόμος -ο πιο σημαντικός- αναφέρεται στην ποιότητα της ενέργειας, αφού σύμφωνα με αυτόν δύο ίσα ποσά ενέργειας δεν έχουν γενικά την ίδια ικανότητα παραγωγής έργου<sup>2</sup>. Η μετατροπή μια μορφής ενέργειας σε κάποια άλλη, έχει σαν αποτέλεσμα ένα μέρος της να αποβάλλεται στο περιβάλλον με τη μορφή θερμικής ενέργειας.

Η ενέργεια απαντάται και στις τρεις γνωστές μορφές της ύλης, δηλαδή τη στερεή, υγρή, αέρια και ανάλογα με τα κριτήρια με τα οποία την εξετάζουμε κάθε φορά μπορούμε να την κατηγοριοποιήσουμε ποικίλα. Καταρχάς, με βάση τον τρόπο με τον οποίο την εξορύσσουμε από την επιφάνεια της γης την διακρίνουμε σε πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια μορφή. Στην πρώτη περίπτωση ανήκουν διάφορες πηγές όπως το κάρβουνο που η εξόρυξη και η χρήση του γίνονται άμεσα δίχως να χρειαστεί κάποια μεταποίηση. Αντίθετα στη δευτεροβάθμια ανήκουν εκείνες οι πηγές που χρειάζεται πρώτα να επεξεργαστούν προτού χρησιμοποιηθούν όπως συμβαίνει με τα πετρελαιοειδή. Επιπρόσθετα, μια πολύ γνωστή διάκριση μορφών ενέργειας είναι ανάμεσα σε ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες. Εδώ, στις ανανεώσιμες ανήκουν ενεργειακές πηγές που τα αποθέματά τους ανανεώνονται και παρέχονται στον άνθρωπο με σταθερό ρυθμό, όπως συμβαίνει με την ηλιακή και αιολική ενέργεια, σε αντίθεση με τις μη ανανεώσιμες μορφές των οποίων τα αποθέματα είναι πεπερασμένα και υπάρχει συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο αξιοποίησής τους(π.χ. το κάρβουνο).

1 Nicholls & Ogborn, 1993, p.73, Prideaux 1995, p.278

2 Cengel, YA & Bolew, MA (1994), *Thermodynamics: An engineering approach*, 2<sup>nd</sup> edn, McGraw Hill, London.



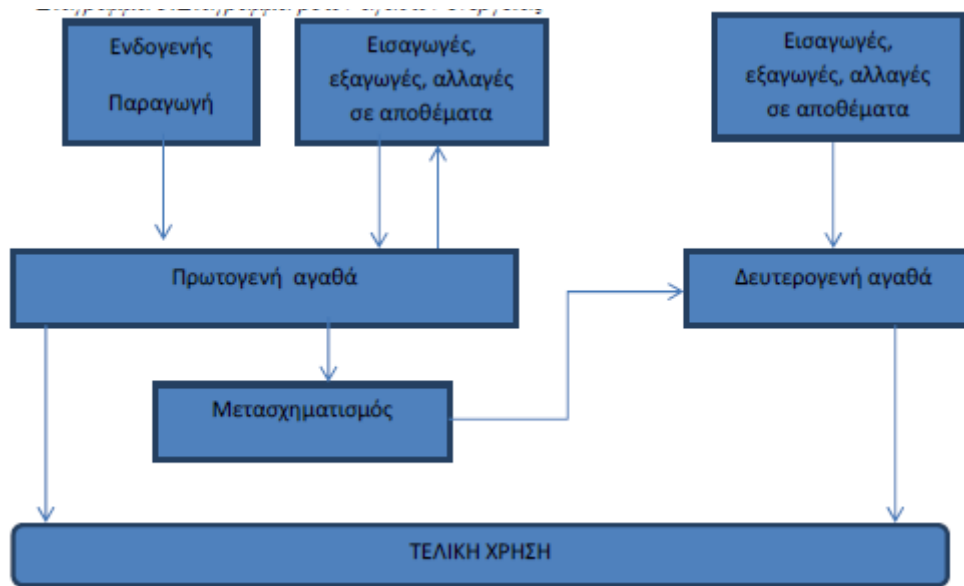
Ένας ακόμη χαρακτηρισμός των ενεργειακών μορφών είναι οι εμπορικές και μη εμπορικές. Αυτός ο χαρακτηρισμός έγκειται στο τρόπο με τον οποίο γίνεται η διάθεσή τους στους άμεσα ενδιαφερόμενους. Η αιολική ενέργεια είναι εύκολα διαθέσιμη δίχως τη καταβολή κάποιου αντίτιμου και γι αυτό μπορούμε να τη κατατάξουμε στις μη εμπορικές, ενώ από την άλλη πλευρά το πετρέλαιο μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε σα προϊόν εξαγωγής από μία χώρα σε μία άλλη επιβάλλοντας οικονομικούς όρους, οπότε και προκύπτει ο χαρακτηρισμός του σε εμπορική. Τελειώνοντας πρέπει να αναφέρουμε ότι μπορούμε να κατατάξουμε τις ενεργειακές πηγές σε συμβατικές και μη, αναλόγως του τεχνολογικού εξοπλισμού που χρειάζονται για την εξόρυξή τους και πιθανή μεταποίησή τους. Για παράδειγμα οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας συνήθως λόγω και της δυσκολίας αξιοποίησής τους καινοτόμων τεχνολογιών που χρησιμοποιούν τις κατατάσσουμε στις συμβατικές, ενώ η τεχνογνωσία στη εξόρυξη του λιγνίτη που παραμένει σταθερή τα τελευταία χρόνια και για αυτό τον κατατάσσουμε στις μη συμβατικές.

Από τη στιγμή που γίνεται γνωστή η εύρεση μιας ενεργειακής πηγής ,σημαντικό παράγοντα παίζει το επίπεδο της πληροφόρησης που υπάρχει, ώστε να είναι δυνατή η καλύτερη εκμετάλλευσή της. Αφού πρώτα γίνει μια εκτενής ανάλυση για το ιστορικό της εν λόγω ενεργειακής πηγής για το αν έχει γίνει η εκμετάλλευσή της παλιότερα, τι αποθέματα υπάρχουν, στη συνέχεια εξετάζονται εάν υπάρχουν προοπτικές για περαιτέρω εκμετάλλευση στο εγγύς μέλλον. Οι προοπτικές αυτές έρχονται σε άμεση εξάρτηση από την ύπαρξη επενδυτικών σχεδίων για τη δημιουργία μονάδων παραγωγής, δυνατότητα εύκολης διανομής στο κεντρικό δίκτυο και από διάφορους άλλους κοινωνικούς και μακροοικονομικούς λόγους.

Η απαιτούμενη πληροφόρηση που αναφέραμε παραπάνω μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σύμφωνα με τους Codoni et al. (1985)<sup>3</sup>, στο κομμάτι που αναφέρεται στη κοστολόγηση της ενέργειας, στο κομμάτι που αφορά τις επενδύσεις, έρευνα και ανάπτυξη στο θέμα της τεχνογνωσίας, διαχείριση του όλου συστήματος και τέλος στο κομμάτι του μακροπρόθεσμου σχεδιασμού.

---

<sup>3</sup>Codoni R.,Park HC,Ramani KV (eds)(1985)Integrated energy planning:a manual.Asian and Pacific Development Centre, Kuala Lumpur



Διάγραμμα 1, Η ροή των ενεργειακών αγαθών. Πηγή: IEA (2004)

Όλα αυτά δεν αποτελούν ανεξάρτητα κομμάτια μεταξύ τους, αλλά μαζί ενώνουν ένα πολυσχιδές και πολύπλοκο δίκτυο εξόρυξης, μετασχηματισμού και διανομής μιας ενεργειακής πηγής για την μελλοντική αξιοποίησή της στο κομμάτι της παραγωγής. Παραπάνω, παρατίθεται ένα χρήσιμο διάγραμμα (διάγραμμα 1) που δείχνει πως οι διάφορες ενεργειακές πηγές ανάλογα με το είδος τους μετασχηματίζονται και διατίθενται στη παραγωγή. Το διάγραμμα δείχνει πως είτε από εγχώρια παραγωγή είτε από εισαγωγές, το καύσιμο ή το είδος της ενέργειας μπορεί να μετασχηματιστεί ή όχι, προτού αξιοποιηθεί για τελική χρήση.

## 1.2 Η ζήτηση για ενέργεια (Energy Demand)

Γενικότερα ο όρος ενεργειακή ζήτηση εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο την αντιλαμβάνεται ο εκάστοτε χρήστης. Σε μια μεγάλη βιομηχανία με τον όρο ενεργειακή ζήτηση αναφερόμαστε στην ανάγκη για περισσότερο καύσιμα προκειμένου τη κάλυψη των αναγκών της, ενώ ενεργειακή ζήτηση από τη πλευρά ενός πολιτικού είναι η προσπάθεια θέσπισης κατάλληλων πολιτικών μέτρων για την ομαλή ενεργειακή κάλυψη μιας χώρας σε συνεχές χρονικό πλαίσιο. Πολλές φορές συμβαίνει σύγχυση ανάμεσα στους όρους ενεργειακής ζήτησης και ενεργειακής κατανάλωσης, θεωρώντας τους ότι αναφέρονται για το ίδιο πράγμα. Από την άλλη πλευρά, σύμφωνα με το Worrell et al.(2004)<sup>4</sup> η ενεργειακή ζήτηση είναι ο τρόπος μέτρησης της επίδρασης που έχουν οι παραγόμενες ποσότητες ενός αγαθού και το

<sup>4</sup> Worrell E., Ramesohl S., Boyd G. (2004), Advances in energy forecasting models based on engineering economics. Annu Rev Environ Res, 29:345-381.

μέτρο της διαθεσιμότητάς τους έναντι στο δημιουργία μιας τιμής βασιζόμενη πάνω σε αυτά τα κόστη. Από την άλλη πλευρά η ενεργειακή κατανάλωση δεν είναι μια έννοια αλλά ένα μετρήσιμο μέγεθος που υπολογίζει την ποσότητα που έχει παραχθεί υπό τις επιταγές της ενεργειακής ζήτησης.

Με το πέρασμα των τελευταίων ετών οι ανάγκες σε ενέργεια αυξήθηκαν και μαζί με αυτές αυξήθηκε η τιμή της ενέργειας. Η γνώση πάνω στο τρόπο με τον οποίο τιμολογείται η ενέργεια και πως αυτή αλληλεπιδρά με το περιβάλλον ήταν αρκετά περιορισμένη. Διάφορα ενεργειακά μοντέλα συνέβαλλαν σιγά-σιγά στην διάφορα ενεργειακά μοντέλα συνέβαλλαν στην περαιτέρω κατανόησή της, από τα οποία το καθένα εξειδικευόταν σε διαφορετικό κομμάτι της έρευνας για την τιμολόγηση της ενέργειας. Οι Worrel et al. (2004) και Laitner et al. (2003)<sup>56</sup>στις τρεις δεκαετίες που ακολούθησαν μετά τη πρώτη πετρελαϊκή κρίση, ο ενεργειακός χώρος δέχθηκε πολλές επιρροές που είχαν αντίκτυπο στην ενεργειακή ανάλυση και στην ανάπτυξη ενεργειακών μοντέλων. Από αυτές τις επιρροές οι πιο σημαντικές είναι η υπερθέρμανση του πλανήτη, η εστίαση της ενεργειακής ανάλυσης σε βραχυπρόθεσμο χρονικό πλαίσιο, οι αυξανόμενες απαιτήσεις σε θέματα ασφάλειας των εγκαταστάσεων παροχής ενέργειας και η διεύρυνση της χωρητικότητάς τους σε παγκόσμιο επίπεδο και τέλος η ανάπτυξη των δυνατοτήτων σε επίπεδο υπολογισμού και επικοινωνίας.

### 1.3 Επισκόπηση των αποφάσεων πάνω στην ενεργειακή ζήτηση

Εξετάζοντας το θέμα της ενεργειακής ζήτησης η οποία έχει τα δικά της χαρακτηριστικά σε σχέση με άλλα αγαθά, αλλά από μικροοικονομικής απόψεως δε διαφέρει σε τίποτα. Η ζήτηση για ενέργεια μπορεί να προκύψει από διάφορους λόγους, είτε για τη κάλυψη αναγκών σε οικιακό επίπεδο, είτε για τη κάλυψη των αναγκών σε επίπεδο βιομηχανίας. Στη πρώτη περίπτωση ο οικιακός καταναλωτής κατατάσσει την ανάγκη για ενέργεια ισότιμη με την κάλυψη άλλων αναγκών π.χ. βιοτικών, ενώ στη δεύτερη ο εμπορικός καταναλωτής κινείται με βάση την ελαχιστοποίηση του κόστους οπότε για τις δύο αυτές περιπτώσεις απαιτείται διαφορετικός τύπος ενεργειακού μοντέλου. Σε γενικές γραμμές, θα μπορούσαμε να απλοποιήσουμε αυτή την αλληλεπίδραση μεταξύ ζήτησης και προσφοράς μέσω μιας

απλουστευμένης εξίσωσης:

$$q=f(p) \quad , \quad (\text{Εξίσωση 1.1})$$

όπου  $q$  είναι η απαιτούμενη ποσότητα ενέργειας και  $p$  η τιμή της.

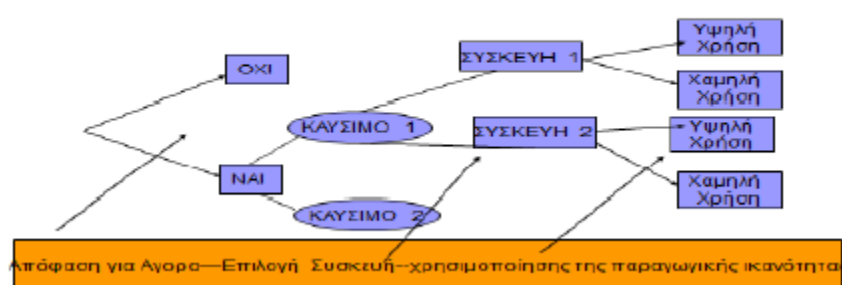
---

5 Worrel E., Ramesohl S., Boyd G. (2004), Advances in energy forecasting models based on engineering economics. Annu Rev Environ Res, 29:345-381.

6 Laitner JA, DeCanio SJ, Coomey JG, Sanstand AH (2003) Room for improvement: increasing the value of energy modeling for policy analysis. Utilities Policy, 11:87-94.

Αν τώρα εξετάσουμε από το πρίσμα της οικιακής κατανάλωσης, οι Hartman (1979)<sup>7</sup>, Stevens (2000)<sup>8</sup> και Bhattacharyya (2006)<sup>9</sup> αναφέρουν ότι η απόφαση για εκτέλεση μιας εμπορικής ενέργειας παίρνεται δια μέσω μιας διαδικασίας λήψης αποφάσεων τριών σταδίων. Ο οικιακός καταναλωτής στο πρώτο στάδιο καλείται να επιλέξει ποιο καύσιμο θέλει να χρησιμοποιήσει, στο δεύτερο στάδιο το τύπο των συσκευών που θα χρησιμοποιεί και τέλος ένα πλάνο χρήσης των επιλεγμένων συσκευών βάσει της ενεργειακής τους κατανάλωσης και απόδοσης. Τα παραπάνω στάδια απεικονίζονται στο διάγραμμα 2 που ακολουθεί.

### Διαγραμματική απεικόνιση



Διάγραμμα 2, Οι ενεργειακές επιλογές του οικιακού καταναλωτή.

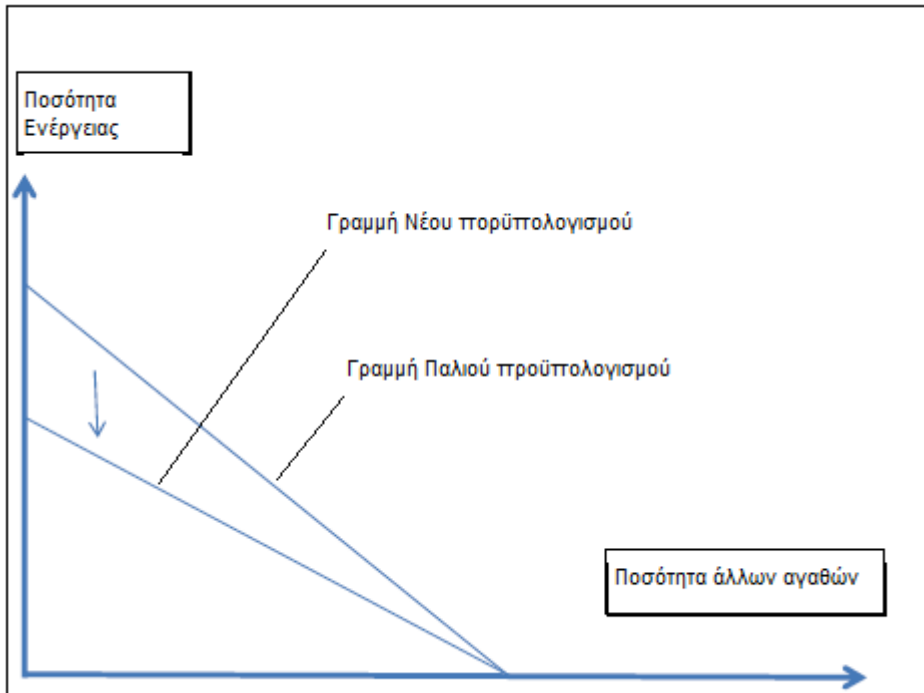
## 1.4 Οικιακή Ενεργειακή Ζήτηση-Κατανάλωση

Οι οικιακοί καταναλωτές με γνώμονα τις προτιμήσεις τους, αποφασίζουν για το ποσό της οικιακής ηλεκτρικής ενέργειας προτίθεται να καταναλώσουν. Αυτές οι αποφάσεις μπορούμε να τις αναπαραστήσουμε μέσω μιας συνάρτησης χρησιμότητας και ο οικιακός καταναλωτής στο μέτρο του λογικού θα μπορεί να επιλέξει κάποια από τις διαθέσιμες εναλλακτικές λύσεις.

7 Hartman RS (1997). Frontiers in energy demand modelling. Annu Rev Energy. 4:433-466

8 Stevens P (2000). An introduction to energy economics. In: Stevens P (ed.). The economics of energy, vol.1

9 Bhattacharyya SC (2006). Renewable energies and the poor: Niche or Nexus. Energy Policy, 34(6):659-663.



Διάγραμμα 3, Επίδραση των αλλαγών στην ενεργειακή τιμή βάσει της γραμμής του προϋπολογισμού.

Για την επίτευξη της μέγιστης ικανοποίησης χρήσης, θα πρέπει η δείκτης της οριακής χρησιμότητας οποιουδήποτε άλλου αγαθού με αυτό της ενέργειας να είναι ισότιμα (Διάγραμμα 3). Εάν για μια δραστηριότητα ξοδέψουμε ένα συγκεκριμένο πόσο χρημάτων και η οριακή χρησιμότητα της ενέργειας είναι μεγαλύτερη από αυτή κάποιου άλλου αγαθού, τότε η συνάρτηση χρησιμότητας της εν λόγω δραστηριότητας αυξάνεται.

## 1.5 Μεθοδολογικές Προσεγγίσεις στην ανάλυση ενεργειακής ζήτησης

Η μελέτη της ενεργειακής ζήτησης στο πέρασμα του χρόνου και οι αναπροσαρμογές της στις επιταγές του εκάστοτε οικονομικού συστήματος μπορεί να καταστεί αρκετά ωφέλιμη. Έκτοτε, αρκετές μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί παρόλα αυτά, παρακάτω θα αναπτύξουμε αυτές που είναι πιο συνηθέστερες, όπως η περιγραφική ανάλυση και η ανάλυση αποδόμησης.

### 1.5.1 Περιγραφική Ανάλυση

Σύμφωνα με τον UN (1991)<sup>10</sup> η περιγραφική ανάλυση βασίζεται σε τρεις απλούς δείκτες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τις αλλαγές στη ζήτηση και την σχέση της με μια οικονομική σταθερά. Οι τρεις αυτοί δείκτες είναι ο ρυθμός ανάπτυξης, η ελαστικότητα ως προς τη ενεργειακή ζήτηση και η ενεργειακή ένταση τους οποίους αναλύουμε παρακάτω.

#### Ρυθμός ανάπτυξης

Ο ρυθμός ανάπτυξης χρησιμοποιείται σε ετήσιο χρονικό διάστημα και μας δείχνει τη τάση της αγοράς για το συγκεκριμένο έτος. Κρατώντας ένα ιστορικό της μεταβολής του ρυθμού ανάπτυξης, μπορούμε εύκολα να προσεγγίσουμε την ταχύτητα στην μεταβολές της ενεργειακής ζήτησης. Ο μαθηματικός τύπος δίνεται ως εξής:

$$a = \frac{E_{t+1} - E_t}{E_t} \quad (\text{Εξίσωση 1.2})$$

όπου  $a$  ο ρυθμός ανάπτυξης,  $E_{t+1}$  η κατανάλωση ενέργειας σε χρόνο  $t+1$  και

η  $E_t$  η ζήτηση ενέργειας σε χρόνο  $t$ .

Πολλές φορές χρησιμοποιείται και ο ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης βάσει του τύπου:

$$E_{T1} = E_{T0} * (1 + a_g)^{(T1 - T0)} \quad (\text{Εξίσωση 1.3})$$

Όπου  $a_g$  ο ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης,  $E_{T1}$  η ζήτηση ενέργειας σε χρονική περίοδο  $T1$  και  $E_{T0}$  η ζήτηση ενέργειας σε χρονική περίοδο  $T0$ .

#### Ελαστικότητα ως προς την ενεργειακή ζήτηση

Στην ουσία υπολογίζουμε την αντίδραση της ενεργειακής ζήτησης στη μεταβλητή που εξετάζουμε που έχει υποστεί αλλαγή τάξης 1%. Με άλλα λόγια, εξετάζουμε το βαθμό ευαισθησίας της ενεργειακής ζήτησης απέναντι στις όποιες μεταβολές της τιμής της ενέργειας.

---

10 UN (1991), Sectoral energy demand studies: application of the end-use approach to Asian Countries. Energy Resources and Development series, No.33, United Nations.

Ο τύπος υπολογισμού είναι ο παρακάτω:

$$e_t = \frac{(\Delta EC_t / EC_t)}{(\Delta I_t / I_t)} \quad (\text{Εξίσωση 1.4})$$

Όπου  $EC$  η ενεργειακή κατανάλωση σε χρονική περίοδο  $t$ ,  $I$  η μεταβλητή την οποία εξετάζουμε (π.χ. ΑΕΠ, εισόδημα κλπ) και  $\Delta$  η αλλαγή στην μεταβλητή.  
Ενεργειακή ένταση

Με τη βοήθεια υπολογισμού της ενεργειακής έντασης, μετράμε το μέγεθος του ποσού της ενέργειας που χρησιμοποιούμε για τη παραγωγή μιας μονάδας ΑΕΠ, στο σύνολο της οικονομίας. Αποτελεί έκφραση των δομικών και τεχνολογικών χαρακτηριστικών του ενεργειακού συστήματος. Κάλλιστα θα μπορούσαμε να τη θεωρήσουμε ως μέτρο ενεργειακής αποδοτικότητας, πράγμα που μας διευκολύνει στη σύγκριση και στην εύρεση διαφορών ανάμεσα και σε ανεπτυγμένες χώρες. Αυτό βοηθά στη μετέπειτα χάραξη πολιτικής για επιβολή των κατάλληλων αλλαγών προκειμένου να μπορέσει μια χώρα να βελτιώσει το ενεργειακό επίπεδό της.

Ο τύπος με τον οποίο υπολογίζουμε την ενεργειακή ένταση είναι ο παρακάτω:

Ενεργειακή ένταση για χρήση ενός τύπου ενέργειας

$$a_g = (E_{T1} / E_{T0})^{1/(T1-T0)} \quad (\text{Εξίσωση 1.5})$$

Όπου  $E I_t$  η ενεργειακή ένταση για χρόνο  $t$ ,  $E_t$  η κατανάλωση ενέργειας για χρόνο  $t$  και  $I_t$  η τιμή της μεταβλητής που εξετάζουμε.

Ενεργειακή ένταση για χρήση διάφορων τύπων ενέργειας

$$E I_t = \frac{\sum_{i=1}^n E I_t}{I_t} \quad (\text{Εξίσωση 1.6})$$

Όπου  $E_{it}$  η κατανάλωση ενέργειας του  $i$ -οστού τύπου καυσίμου σε χρόνο  $t$ .

## 1.5.2 Ανάλυση αποδόμησης

Την ανάλυση της αποδόμησης παρατηρούμε ότι την χωρίζουμε σε τρεις παράγοντες και γίνεται μια προσπάθεια καταγραφής του βαθμού με τον οποίο επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση. Διαμέσου των αλλαγών στην οικονομική δραστηριότητα ενός κράτους (economic activity effect) μελετώνται κατά πόσο επιδρούν στην οικονομία μιας χώρας οι αλλαγές ενός οικονομικού παράγοντα. Μέσω του τρόπου χρήσης της τεχνολογίας (intensity effect) μελετώνται οι αλλαγές ως προς τα τεχνολογικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται κατά τη παραγωγή ενός προϊόντος, ενώ μέσω της γενικής διάθρωσης της οικονομίας (structural effect) εξετάζουμε πόσο μεγάλο αντίκτυπο έχουν οι η πολιτική των ιδιωτικών επενδύσεων στη χάραξη ενεργειακής πολιτικής ενός κράτους. Εξετάζουμε το καθένα μεμονωμένα, αλλά στο τέλος διαμέσου του συνολικού τους αθροίσματος έχουμε μια καλύτερη άποψη για το θέμα της ενεργειακής χρήσης και τι προοπτικές ανοίγονται στο μέλλον.

Βάσει της επόμενης σχέσης:

$$E = Q * EI = Q * \sum_i \left( \frac{E_i Q_i}{Q_i Q} \right) = Q \sum_i E I_i S_i \quad (\text{Εξίσωση 1.7})$$

Όπου  $E I_i$  η ενεργειακή ζήτηση του  $i$  κλάδου,  $S_i$  η συμμετοχή του  $i$  κλάδου,  $Q$  η συνολική οικονομική δραστηριότητα με  $Q_i$  την οικονομική δραστηριότητα του  $i$  κλάδου και  $E$  η κατανάλωση ενέργειας με  $E_i$  την κατανάλωση ενέργειας του  $i$  κλάδου.

Θεωρώντας δύο χρονικές περιόδους, 0 ως έτος βάσης και χρόνο  $t$ , η κατανάλωση ενέργειας στο χρόνο 0 και  $t$  δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$E^t = Q^t \sum E I_i^t S_i^t \quad (\text{Εξίσωση 1.8})$$

και  $E^0 = Q^0 \sum E I_i^0 S_i^0 \quad (\text{Εξίσωση 1.9})$

Η συνεισφορά των προαναφερθέντων αλλαγών στην οικονομική δραστηριότητα ενός κράτους (economic activity effect), στον τρόπο χρήσης τεχνολογίας – από το πρίσμα της κατανάλωσης ενέργειας (intensity effect) και στη γενικότερη διάθρωση της οικονομίας (structural effect) μπορεί να υπολογισθεί ως εξής:

Economic activity effect :  $Q_{effect} = (Q^t - Q^0) \sum E I_i^0 S_i^0 \quad (\text{Εξίσωση 1.10})$

Intensity effect:  $I_{effect} = (Q^0) \sum (E I_i^t - E I_i^0) S_i^0 \quad (\text{Εξίσωση 1.11})$



Structural effect:  $S_{effect} = (Q^0) \sum (S_i^t - S_i^0) EI_i^0$  (Εξίσωση 1.12)

Το άθροισμα των παραπάνω μεγεθών μας δίνει και τη συνολική αλλαγή στην κατανάλωση ενέργειας.

$$\Delta E = Q_{effect} + I_{effect} + S_{effect} \quad (\text{Εξίσωση 1.13})$$

## 1.6 Ενεργειακή αποδοτικότητα (Energy Efficiency)

Με όρο ενεργειακή αποδοτικότητα αναφερόμαστε σε έναν γενικό όρο, χωρίς να υπάρχει κάποια συγκεκριμένη ποσοτικοποιημένη μονάδα μέτρησης, τουναντίον ο καθένας πρέπει να βασίζεται σε μια σειρά από διάφορους παράγοντες προκειμένου να μπορέσει να μετρήσει την ποσότητα στις αλλαγές στην ενεργειακή αποδοτικότητα. Συχνά σαν έναν γενικό ορισμό της δίνεται από το εξής τύπο (Patterson, 1991)<sup>11</sup>:

$$\text{Energy Efficiency} = \frac{\text{Παραγόμενο προϊόν μιας διαδικασίας}}{\text{Ενεργειακή εισροή σε μια διαδικασία}} \quad (\text{Εξίσωση 1.14})$$

Δηλαδή είναι ο λόγος του παραγόμενου προϊόντος από μια διαδικασία προς την ενεργειακή εισροή στην διαδικασία.

Κατά τον Gillingham et al. (2009)<sup>12</sup>, κατά την ενεργειακή ανάλυση του παραπάνω ορισμού, οι αναλυτές δίνουν έμφαση στις ενεργειακές υπηρεσίες που παρέχει μια μονάδα κατά τον εφοδιασμό της παραγωγής και για αυτό το λόγο έχουν προσαρμόσει κατάλληλα τον αριθμητή του παραπάνω ορισμού, σε σχέση με τον αντίστοιχο που συναντάμε στη θερμοδυναμική. Αυτού του είδους η μέτρηση επιτρέπει αντικειμενική μέτρηση του παραγόμενου προϊόντος και είναι σύμφωνη με τη σειριακή χρονική ανάλυση.

Επιπρόσθετα, κατά τον Herring (2006)<sup>13</sup> με τον όρο ενεργειακή αποδοτικότητα αναφερόμαστε και στη χρήση της κατάλληλης τεχνολογίας, προκειμένου να εκτελεστεί μια λειτουργία όσο το δυνατό με λιγότερη κατανάλωση ενέργειας. Η χρήση ενός λαμπτήρα φθορισμού, αντί ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως για την παραγωγή της ίδιας ποσότητας φωτός με λιγότερη κατανάλωση ενέργειας, αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ενεργειακής αποδοτικότητας.

Εξαιτίας της ετερογένειας ως προς τα παραγόμενα προϊόντα των διαδικασιών, απαιτούνται συγκεκριμένοι δείκτες προκειμένου να μετρηθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα σε φυσικά πλαίσια.

- i. Σε οικιστικούς και εμπορικούς τομείς ο πιο σύνηθες δείκτης, είναι η ενεργειακή εισροή ανά κυβικά μέτρα, το οποίο υποθέτει ότι είναι απευθείας αναλογική με την περιοχή των κτισμάτων.

11 Patterson M.G. (1996). What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. Energy Policy. Vol.4, No.5, pp.377-390.

12 Gillingham K, Newell R., Palmer K (2009). Energy efficiency economics and policy. RFF-DP-13, Resources for the Future, Washington.

13 Herring H (2006). Energy efficiency-acritical review. Energy 31(1):10-20.

- ii. Στου τομέα των μεταφορών, έχουμε το δείκτη ενεργειακή εισροή ανά επιβάτη-χιλιόμετρα για μεταφορές επιβατών και ενεργειακή εισροή ανά τόνο-χιλιόμετρα για μεταφορές εμπορευμάτων.
- iii. Στον τομέα της βιομηχανίας, έχουμε το δείκτη ενεργειακή εισροή ανά τόνο.

## Οφέλη ενεργειακής αποδοτικότητας

Η ενεργειακή αποδοτικότητα αποτελεί ένα από τους σημαντικότερους παράγοντες προς ανάλυση, για την χάραξη μιας σωστής ενεργειακής πολιτικής, με πολλά οφέλη:

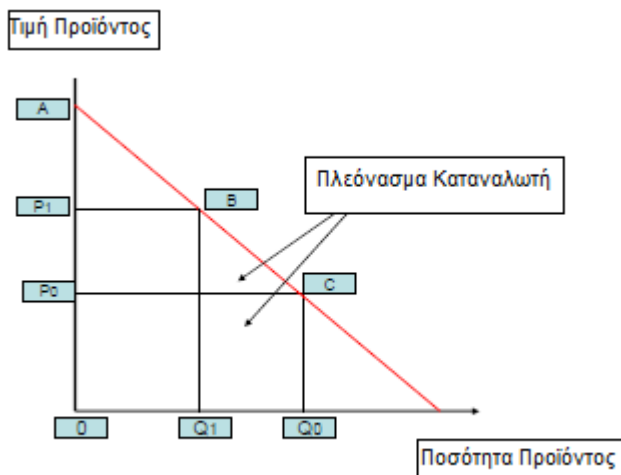
1. Συμβάλλει στην οικονομική και -στο μέτρο του δυνατού – ελάχιστης χρήση των πρώτων υλών, με αποτέλεσμα να εκπέμπονται λιγότεροι ρύποι από τις βιομηχανίες, ανεβάζοντας παράλληλα το βιοτικό επίπεδο των διπλανών αστικών κέντρων.
2. Λιγότερες πρώτες ύλες, σημαίνει λιγότερη ανάγκη για ενεργειακό εφοδιασμό, οπότε μειώνονται τα κρατικά έξοδα και σε βάθος χρόνου παρουσιάζει μεγάλη απόδοση.
3. Για την εφαρμογή της ενεργειακής αποδοτικότητας, απαιτείται η χρήση καινούργιων τεχνολογιών, πράγμα που οδηγεί στη δημιουργία καινούργιων θέσεων εργασίας στο τομέα της τεχνογνωσίας, λειτουργίας και συντήρησης. Επομένως οδηγεί στην καταπολέμηση της ανεργίας.
4. Αποτελεί μια από τις πιο δραστικές λύσεις αντιμετώπισης του προβλήματος εξαντλήσεως των ενεργειακών αποθεμάτων.

Από τα παραπάνω μπορεί να διαπιστωθεί η μεγάλη συμβολή της, όχι μόνο στο κομμάτι εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και στην βελτίωση της κοινωνικής και οικονομικής ευημερίας ενός κράτους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Η ΑΓΟΡΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 2.1 Γενικά για την αγορά ενέργειας

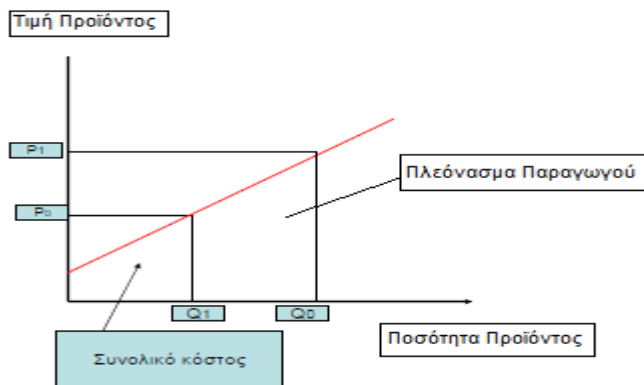
Σε μια ιδανικής μορφής αγορά ενέργειας κυριαρχεί ένας ευγενής συναγωνισμός μεταξύ των συμμετεχόντων, είτε αυτοί έχουν το ρόλο του καταναλωτή που προσπαθεί να αγοράσει στην μέγιστη οικονομική τιμή, είτε παραγωγοί οι οποίοι προσπαθούν να πουλήσουν την παραγωγή τους στη μέγιστη δυνατή τιμή προσδοκώντας στην απόκτηση του μέγιστου κέρδους. Από την άλλη σε μια ανταγωνιστική αγορά, ο κάθε ενδιαφερόμενος δεν είναι απαραίτητο ότι θα συμμετέχει με ενεργό ρόλο αντιθέτως σε ένα πρώτο στάδιο απλά παρατηρεί τις τιμές που κινούνται μέχρι να πάρει τη τελική του απόφαση. Βέβαια αυτό δεν είναι ένα τυχαίο γεγονός, διότι ο κανόνας λέει όσο παρατηρείται αύξηση στις τιμές, αυτομάτως και οι καταναλωτές που θα αγοράσουν μειώνονται. Αυτή η αλληλεπίδραση ανάμεσα στη ζήτηση και στη προσφορά είναι και που καθορίζει την τιμή ενός αγαθού στην αγορά αλλά και την ίδια την παραγωγή του, διότι όσο υπάρχει μεγάλη ζήτηση τόσο αναγκαία είναι αύξηση της παραγόμενης ποσότητας.



Διάγραμμα 4, Προθυμία να πληρώσει

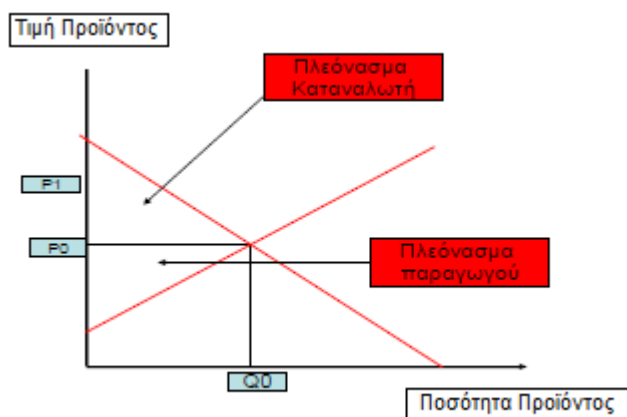
Ο καταναλωτής από την στιγμή που αποφασίσει να παίξει ενεργό ρόλο και αγοράζει ένα αγαθό, στην ουσία ικανοποιεί μια επιθυμία για την απόκτηση του εν λόγω αγαθού. Αυτή η τάση για την αγορά του συγκεκριμένου αγαθού μπορεί να μετρηθεί μέσα από την αναποφασιστικότητα να το αγοράσει σε μια δεδομένη τιμή ή να περιμένει κάποιο χρονικό διάστημα προσμένοντας σε μια πιο οικονομική τιμή. Στο διάγραμμα 4, απεικονίζεται η επιθυμία του καταναλωτή να πληρώσει για την απόκτηση ενός αγαθού σε μια συγκεκριμένη τιμή  $P_0$  η οποία αφορά την περιοχή  $ACQ_00$ , ενώ στη περιοχή  $P_0CQ_00$  απεικονίζεται το συνολικό κόστος για την αγορά του εν λόγω αγαθού για την ίδια τιμή  $P_0$ . Αν θελήσουμε να υπολογίσουμε τη μεταξύ τους διαφορά, αυτή είναι γνωστή ως το πλεόνασμα του καταναλωτή.

Στο διάγραμμα 5, απεικονίζεται η απόφαση ενός παραγωγού που θέλει να πουλήσει το αγαθό που παράγει σε μια συγκεκριμένη τιμή, έχοντας όμως εξασφαλίσει ότι το κόστος από την παραγωγή έχει καλυφθεί. Με δεδομένο ότι το κόστος παραγωγής είναι σε χαμηλά επίπεδα, το ονομάζουμε πλεόνασμα του παραγωγού.



Διάγραμμα 5, Προθυμία να δεχτεί την αγορά

Το παρακάτω διάγραμμα 6 απεικονίζει το σημείο ισορροπίας στο οποίο η ζήτηση εξισορροπείται στο ίδιο σημείο με τη προσφορά. Με άλλα λόγια, καταναλωτής και παραγωγός έχουν εξασφαλίσει την αγορά και πώληση αντίστοιχα του αγαθού στη καλύτερη δυνατή τιμή.



Διάγραμμα 6, Σημείο Ισορροπίας

Από τα παραπάνω διαγράμματα μπορούμε να συνειδητοποιήσουμε την αλληλεξάρτηση μεταξύ ζήτησης και προσφοράς. Ο καταναλωτής στην προσπάθεια του να αγοράσει ένα αγαθό προσπαθεί να βρει τη οικονομικότερη τιμή περιμένοντας, όπου τότε θα είναι η στιγμή που θα μπει ενεργά στην αγορά για την απόκτηση του. Παράλληλα η χαμηλή τιμή θα προσελκύσει και άλλους καταναλωτές, οπότε θα αυξηθεί η ανάγκη για μεγαλύτερη παραγωγή, έχοντας την είσοδο καινούργιων παραγωγών. Η αυξανόμενη ζήτηση αυξάνει τιμές αλλά λειτουργεί αποτρεπτικά για τους καταναλωτές, με αποτέλεσμα σιγά-σιγά να χάνεται αυτή η επιθυμία για αγορά.

Ο καθένας λειτουργεί με ελεύθερη βούληση και με κύριο γνώμονα το συμφέρον του, για αυτό και όποιες αλλαγές στην τιμή έχουν άμεσο αντίκτυπο στη παραγωγή και τούμπαλιν.

Στη προσπάθεια μαθηματικής προσέγγισης της παραπάνω αγοραστικής συμπεριφοράς χρησιμοποιούμε τους παρακάτω τύπους.

α) Το συνολικό πλεόνασμα καταναλωτή για την αγορά ενός αγαθού σε δεδομένη τιμή  $p$  και το αντίστοιχο του παραγωγού:

$$CS = \int_{p^{\square}}^{p^*} Q(p) dp \quad (\text{Εξίσωση 2.1})$$

$$\pi = pQ(p) - C[Q(p)] \quad (\text{Εξίσωση 2.2})$$

$$Q(p) dp + pQ(p) - C[Q(p)] \quad (\text{Εξίσωση 2.3})$$

$$W(p) = CS + \pi = \int_{p^{\square}}^{\infty} \dots$$

β) Η τιμή που μεγιστοποιεί το επίπεδο ευημερίας είναι:

$$\frac{dW}{dp} = \frac{d}{dp}(CS) + \frac{d\pi}{dp} = 0 \quad (\text{Εξίσωση 2.4}) \quad \text{ή}$$

$$\left[ -Q(p^{\square}) \right] + \left\{ Q(p^{\square}) + p^{\square} \frac{dQ(p)}{dp} - \frac{dC[Q(p)]}{dp} \right\} = 0 \quad (\text{Εξίσωση 2.5})$$

Έτσι καταλήγουμε ότι  $MC=P$ , δηλαδή η τιμή αγοράς είναι ίση με το ελάχιστο κόστος.

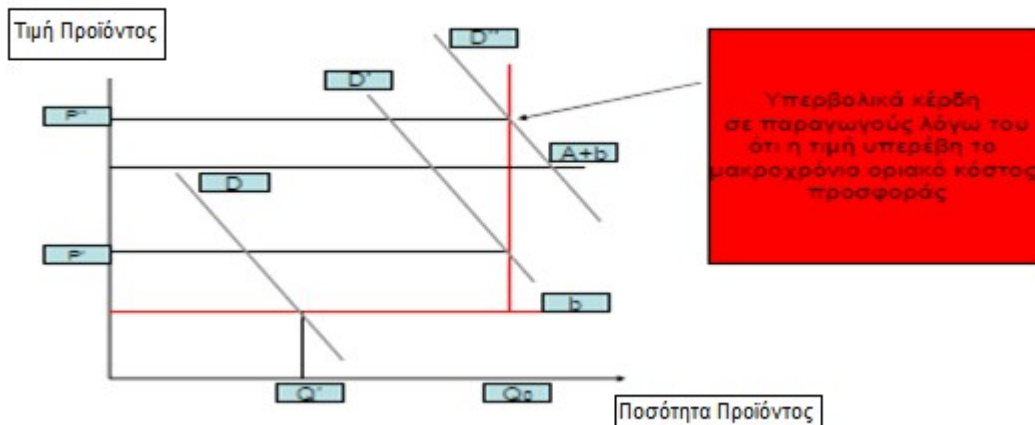
Από τα παραπάνω μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι ο κάθε ενδιαφερόμενος, είτε από την πλευρά του καταναλωτή είτε από την πλευρά του παραγωγού, συμμετέχει όποτε αυτός κρίνει καλύτερο και χωρίς να υπάρχει κάποιος παράγοντας που να τον κρατάει μέσα στην αγορά αναγκαστικά. Οι καταναλωτές εισέρχονται στην αγορά όταν πετύχουν τη καλύτερη τιμή και οι παραγωγοί από τη μεριά τους εισέρχονται από τη στιγμή που έχουν εξασφαλίσει το κόστος παραγωγής και είναι σε θέση να εξασφαλίσουν κέρδος. Αυτό βέβαια έχει ως άμεση συνέπεια ώστε η τιμή του αγαθού να αυξομειώνεται συνεχώς, μέχρις ως όπου να εναρμονιστεί με το σημείο ισορροπίας.

## 2.2 Ιδιότητες της αγοράς ενέργειας

Η αγορά της ενέργειας, στην οποία ο κάθε ενδιαφερόμενος, είτε από την πλευρά του καταναλωτή είτε από την πλευρά του παραγωγού, συμμετέχει όποτε αυτός κρίνει καλύτερο, χαρακτηρίζεται από τις εξής ιδιότητες:

- i. Ο κάθε καταναλωτής και παραγωγός είναι ελεύθερος να μπει και να βγει από το σύστημα σε όποια χρονική στιγμή επιθυμεί.
- ii. Ένας καταναλωτής μπορεί να εισέλθει στο παραπάνω σύστημα εάν έχει τη προθυμία να πληρώσει στη τιμή που δίνεται το αγαθό τη δεδομένη χρονική στιγμή. Αντίθετα, ο παραγωγός μπορεί να μπει μόνο από τη στιγμή που έχει εξασφαλίσει το οριακό κόστος παραγωγής -δεδομένου ότι είναι μικρότερο ή ίσο με την τιμή του αγαθού στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.
- iii. Η διαδικασία τιμολόγησης ενός αγαθού λειτουργεί με βάση ένα βραχυπρόθεσμο χρονικό διάστημα, με κύριο στόχο την εξασφάλιση της ισορροπίας στην αγορά.
- iv. Η αδιαραιτότητα του κεφαλαίου συνεπάγεται την επέκταση της παραγωγικής ικανότητας σε διακριτές μονάδες της ενεργειακής βιομηχανίας, ενώ από την άλλη οι επενδύσεις διακρίνονται για τον ασταθή χαρακτήρα απόδοσης.
- v. Η ύπαρξη επιμέρους κλιμακωτών οικονομιών υποδηλώνει ότι όσο αυξάνουμε την χωρητικότητα, τόσο περισσότερα είναι και τα πλεονεκτήματα που εξασφαλίζουμε ως προς το κόστος.
- vi. Αυτή η συμπεριφορά του κεφαλαίου είναι που αλλάζει τη καμπύλη προσφοράς. Όσο αυξάνουμε την χωρητικότητα, παρατηρείται μια απότομη αλλαγή στο σημείο που λαμβάνουν χώρα οι επενδύσεις.

Το διάγραμμα 7 απεικονίζει τη λειτουργία ενός εργοστασίου με συγκεκριμένη χωρητικότητα  $Q_0$  και ένα οριακό κόστος προσφοράς ίσο με μια ποσότητα  $b$ . Η ζήτηση δίνεται από τη καμπύλη  $H$  ζήτηση δίνεται από τη καμπύλη  $D$ , ενώ η καμπύλη  $D'$  απεικονίζει την υπέρβαση της ζήτησης έναντι της προσφοράς, με μια παράλληλη αύξηση της τιμής της αγοράς κατά  $P''$ . Σε αυτό το κομμάτι, η συμμετοχή καταναλωτή στην αγορά δεν ωφελεί, καθότι υπάρχουν ακόμα κόστη που δεν έχουν καλυφθεί. Στη καμπύλη  $D''$ , η ζήτηση είναι σε υψηλότερο επίπεδο από την προσφορά, το οποίο μπορεί να δώσει κέρδη στους παραγωγούς.



Διάγραμμα 7, Σημείο Ισοροπίας – Fixed plant case

Από το παραπάνω διάγραμμα διαπιστώνουμε ότι όσο υπάρχει μικρής τάξεως παραγωγή από το εργοστάσιο, αλλά με ορατές τις προοπτικές για περαιτέρω αύξησης της παραγωγής, και σε άμεση συνάρτηση με τη υψηλή τιμολόγηση, αυτοί οι παράγοντες αποτελούν πρόσφορο έδαφος για την συμμετοχή και νέων παραγωγών.

### 2.3 Αποτυχίες αγοράς

Κάθε αγορά λειτουργεί με κάποιες θεωρήσεις και σε περίπτωση που κάποια από αυτές διαταραχθεί, τότε προκαλείται κατάρρευση της αγοράς.

Στο παραπάνω διάγραμμα απεικονίζεται η διαμόρφωση της τιμής σε μια αγορά μονοπωλιακού τύπου. Ο παραγωγός σε μονοπωλιακή αγορά προσπαθεί να ισοδυναμεί την τιμή με τη τομή του οριακού κόστους και του οριακού εσόδου.

Στη τομή  $MR=MC$  όπου ικανοποιείται η συνθήκη μεγιστοποίησης της σχέσης

$$\max(PD(p)) - C[D(p)] \quad (\text{Εξίσωση 2.6})$$

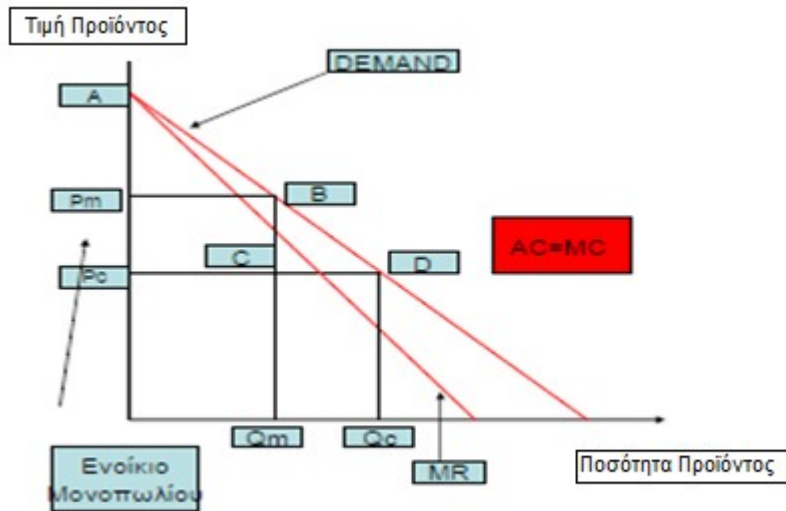
$$PD'P^{\square} + DP^{\square} - TC'P^{\square} D'P^{\square} = 0 \quad (\text{Εξίσωση 2.7}), \text{ συνεπάγεται παίρνοντας την}$$

$$1\text{η παράγωγο} \quad P^{\square} - TC' = \frac{-DP^{\square}}{D'P^{\square}} \quad (\text{Εξίσωση 2.8})$$

$$\text{το οποίο συνεπάγεται} \quad P^{\square} - TC' / P^{\square} = \frac{1}{\varepsilon} \quad (\text{Εξίσωση 2.9})$$

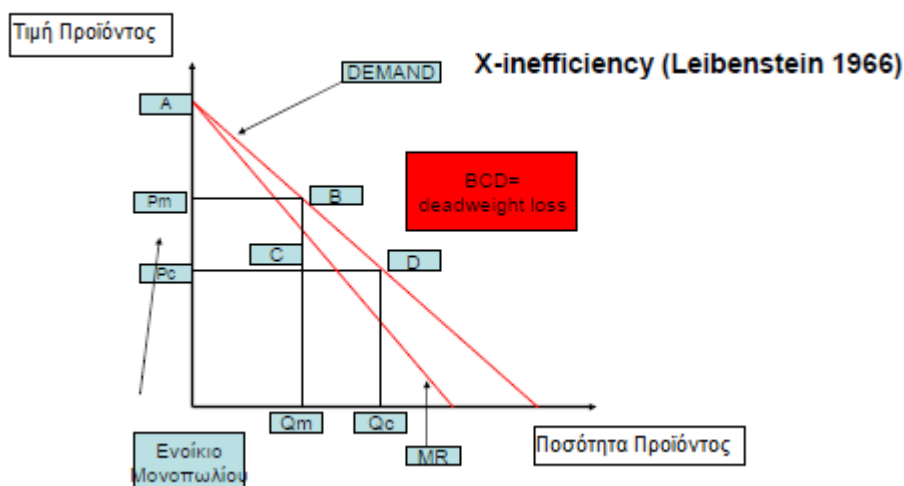
Τα κέρδη χρεώνονται στους καταναλωτές με βάση την ελαστικότητα. Μεγάλη η ανελαστικότητα της ζήτησης, πιο υψηλές οι τιμές.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του μονοπωλίου έναντι της ανταγωνιστικής αγοράς, παρατηρούμε ότι στη πρώτη περίπτωση η απόδοση περιορίζεται στο  $Q_m$  ενώ στη δεύτερη περίπτωση περιορίζεται στο  $Q_c$ .



Διάγραμμα 8, Καθορισμός της τιμής σε μονοπώλιο

Ο Leibenstein διατύπωσε το 1966 μια παραδοχή γνωστή ως X-inefficiency. Σε μια ιδανικού τύπου αγορά καταναλωτές και παραγωγοί μεγιστοποιούν την απόδοσή τους με στόχο να επιτύχουν και βγάλουν αμφότεροι κέρδος. Αυτοί που δε το επιτυγχάνουν αυτό, αναγκάζονται να βγουν από την αγορά. Ωστόσο, η παραδοχή του Leibenstein αξιώνει ότι κάτω από κάποιες συνθήκες η αναποτελεσματικότητα είναι εφικτή δεδομένου ότι οι διαχειριστές της αγοράς μπορούν να επιβάλλουν τους δικούς τους όρους κόντρα σε αυτούς που έχουν οριστεί από τον ιδιοκτήτη, με άμεσο στόχο την αύξηση του κέρδους.

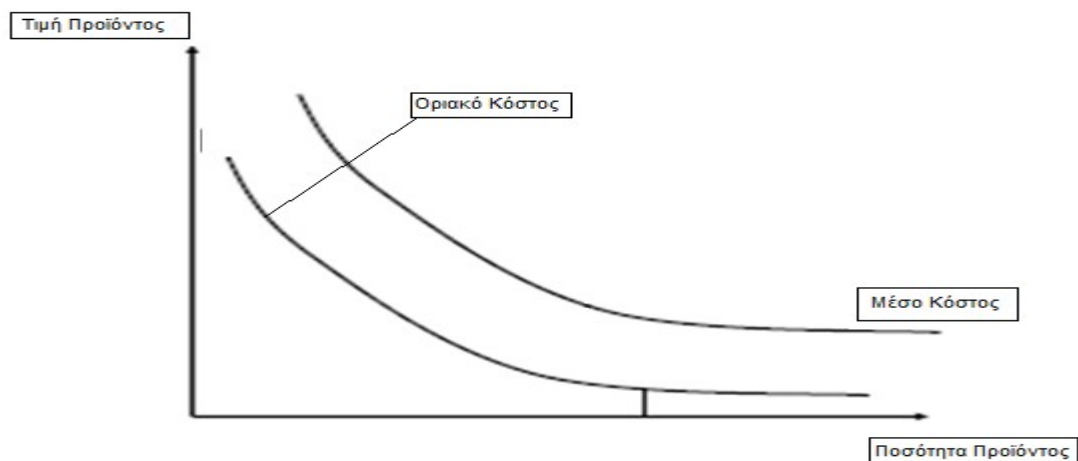


Διάγραμμα 9, Καθορισμός της τιμής σε μονοπώλιο, X-inefficiency



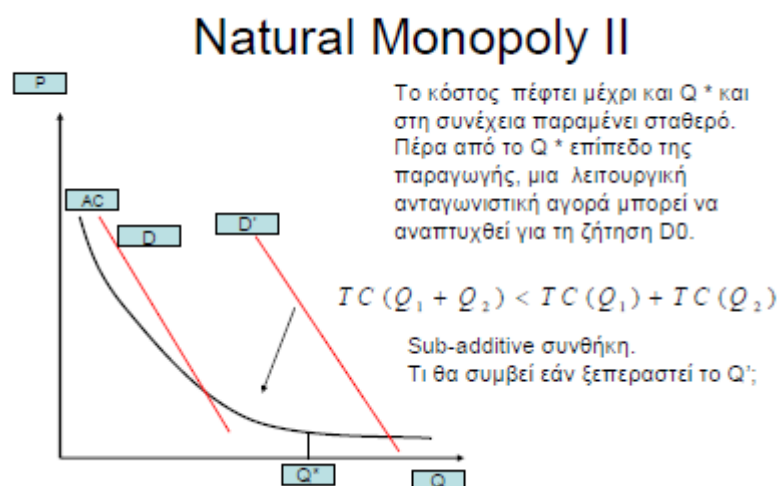
## 2.4 Φυσικό μονοπώλιο – Natural Monopoly

Το μονοπώλιο που δημιουργείται όταν μια επιχείρηση έχει τη δυνατότητα να προσφέρει ένα μόνο αγαθό ή μια υπηρεσία σε ολόκληρη την αγορά πιο φθηνά και πιο αποτελεσματικά, χαρακτηρίζεται ως φυσικό μονοπώλιο. Στη περίπτωση που το μέσο κόστος μειώνεται, με αποτέλεσμα να μειώνεται και το οριακό κόστος, λέμε ότι έχουμε μόνιμο φυσικό μονοπώλιο.



Διάγραμμα 10, Φυσικό μονοπώλιο

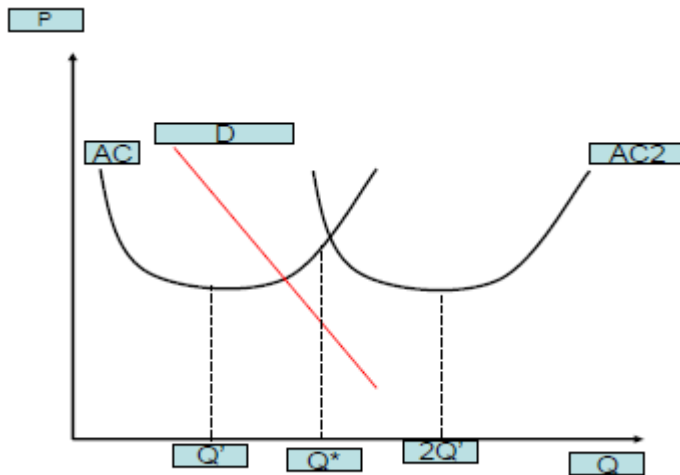
Στο παρακάτω διάγραμμα 11 απεικονίζεται ένα προσωρινό φυσικό μονοπώλιο όπου το μέσο κόστος πέφτει μέχρι τη τιμή του  $Q^*$  και στη συνέχεια σταθεροποιείται. Πέρα από τη τιμή του  $Q^*$  όπου βρίσκεται η ζήτηση του  $D$  έχουμε ανάπτυξη της ανταγωνιστικής αγοράς πλέον.



Διάγραμμα 11, Προσωρινό φυσικό μονοπώλιο

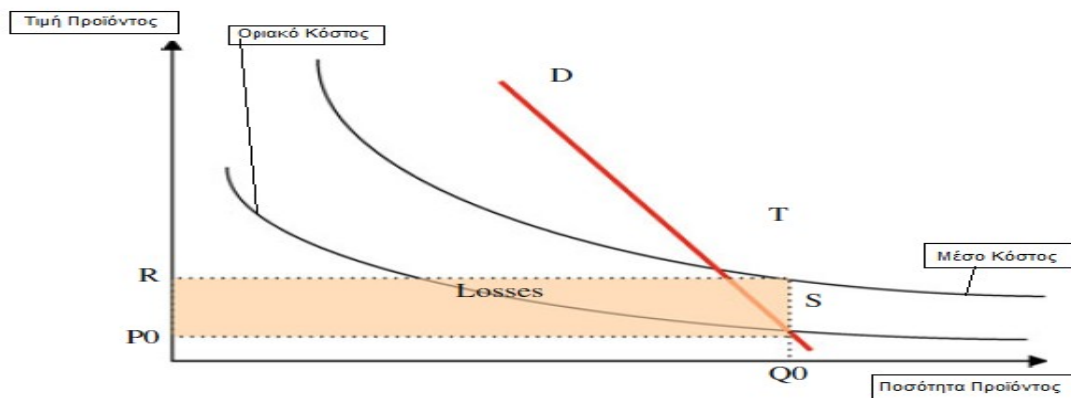
Στο διάγραμμα 12 από την άλλη πλευρά, έχουμε δύο επιχειρήσεις με τα μέση κόστη τους. Υποθέτοντας ότι και οι δύο επιχειρήσεις παράγουν με το ίδιο ρυθμό απόδοσης, η δεύτερη καμπύλη μας δείχνει τι συμβαίνει όταν διπλασιάζουμε το ρυθμό απόδοσης για ένα συγκεκριμένο σημείο. Παρατηρώντας στο διάγραμμα, η επιλογή του λιγότερου κόστους για την παραγωγή ενός αγαθού είναι μοναδική ακόμα και εάν παρατηρούνται κλιμακωτές αντι-οικονομίες. Επομένως οι κλιμακωτές οικονομίες στη

περίπτωση παραγωγής πολλαπλών προϊόντων δεν είναι ούτε αναγκαία ούτε μοναδική προϋπόθεση για τη δημιουργία ενός φυσικού μονοπωλίου.



Διάγραμμα 12, Υπο-προσθετικότητα σε κλιμακωτές οικονομίες.

Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, οι τιμές σε μια ανταγωνιστική αγορά είναι ίσες με το οριακό κόστος της παραγωγής. Ωστόσο εάν θεωρηθεί ότι η τιμή είναι μικρότερη από το μέσο κόστος παραγωγής, η επιχείρηση μπορεί να έχει απώλειες. Αυτό μπορεί να επιλυθεί μέσω νομοθετικών ρυθμίσεων περί επιβολής ενός κατά αποκοπή φόρου, επιτρέποντας στον καταναλωτή να μπορεί να ισορροπεί σε υψηλότερο επίπεδο χρησιμότητας.



Διάγραμμα 13, Επιδράσεις τιμολόγησης οριακού κόστος σε φυσικό μονοπώλιο

Θεωρητικά μπορούμε να πούμε ότι η επιβολή ενός τέτοιου φόρου μπορεί να βοηθήσει, αλλά λαμβάνοντας υπόψη κάποιους παράγοντες καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι δεν είναι και τόσο δίκαιος.

- i. Ο φόρος επιβάλλεται και σε άτομα που δεν είναι αγοραστές του εν λόγω προϊόντος, δηλαδή χωρίς να το θέλουν συμμετέχουν στην αγορά του.

ii. Χάνονται τα κίνητρα και οι δυνατότητες ελέγχου του κόστους, αφού όλοι ξέρουν ότι η χασούρα θα αναπληρωθεί, με συνέπεια τη δημιουργία αναποτελεσματικών πρακτικών.

iii. Εάν το κόστος δεν έχουν ένα κοινό σημείο, τότε το κοινωνικό όφελος από την παραγωγή ενός αγαθού μπορεί να είναι μηδαμινό.

Για αυτό το λόγο μπορούμε να υιοθετήσουμε άλλες μεθόδους προκειμένου να ελέγξουμε την τιμολόγηση. Μία είναι το σύστημα τιμολόγησης με δύο μέρη, η μία είναι σταθερή, σχεδιασμένη έτσι ώστε να καλύπτει τη χασούρα και η άλλη ανά μονάδα και ισούται με το οριακό κόστος.

Η άλλη μέθοδος είναι τιμολόγηση Ramsey, η οποία δεν έχει διαγώνια αποτελέσματα τιμών. Η τιμή επιλέγεται έτσι ώστε:

$$\frac{p_i - MC_i}{p_i} = \frac{k}{e_i} \quad (\text{Εξίσωση 2.10})$$

Όπου  $p$  είναι η τιμή,  $MC$  το οριακό κόστος,  $e$  η ελαστικότητα ζήτησης του  $i$  προϊόντος και  $k$  μια σταθερά.

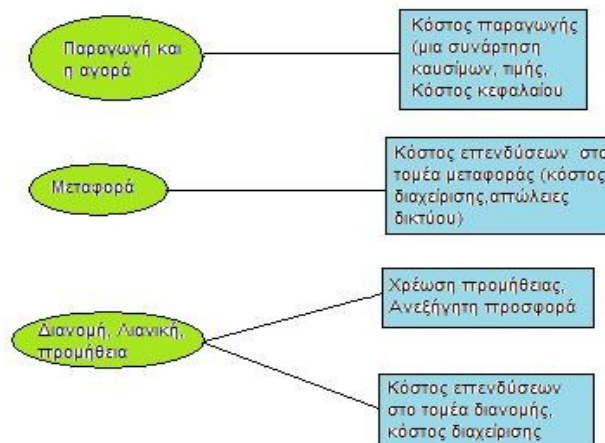
Στον παραπάνω τύπο όσο πιο ελαστική είναι η ζήτηση, τόσο μικρότερη τιμή έχει το  $P_i - MC_i$ . Ακόμα και στη περίπτωση που όλα τα προϊόντα έχουν το ίδιο οριακό κόστος, οι τιμές θα διαφέρουν εξαιτίας της ελαστικότητας της ζήτησης.

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> Η ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ

### 3.1 Γενικά για την τιμολόγηση

Ένα από τα κρισιμότερα αντικείμενα που απασχολεί τον καθορισμό της εκάστοτε ενεργειακή πολιτικής μιας χώρας είναι η τιμολόγηση της ενέργειας. Αυτό όμως έρχεται σε πλήρη εξάρτηση από τους διεθνείς παράγοντες που ελέγχουν τη παγκόσμια αγορά, από τις πολιτικές και οικονομικές συνθήκες που επικρατούν στο κράτος καθώς και από τους ίδιους τους καταναλωτές και παραγωγούς. Στα παραπάνω έρχονται να προστεθούν και τα προβλήματα που ελοχεύουν από την εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων, διάφορες κεφαλοποιήσεις της αγοράς και προβλήματα έλλειψης αποθήκευσης των ενεργειακών πηγών. Στη προσπάθεια κατανόησης της τιμολόγησης ο Munasinghe<sup>14</sup> το 1985 πρότεινε το σχεδιάγραμμα δύο βημάτων, στο πρώτο που οι τιμές καθορίζονται αυστηρά από τη βασικές οικονομικές θεωρήσεις και το δεύτερο όπου οι οικονομικές τιμές προσαρμόζονται προκειμένου να εξυπηρετήσουν διάφορους στόχους.

Στο παραπάνω σχήμα απεικονίζεται η αλυσίδα εφοδιασμού ηλεκτρικής ενέργειας για τη διαμόρφωση της λιανικής τιμής στην αγορά. Η λιανική τιμή προκύπτει από το συνδυασμό του κόστους εξόρυξης, μετασχηματισμού, μεταφοράς, διανομής και των διαφόρων δασμών και φορών που επιβάλλονται από το κράτος και τις υπηρεσίες.



Σχήμα 1, Αλυσίδα αξίας προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας και παράγοντες κόστους.

14 Munasinghe M. (1985), Energy Pricing and demand management. Westview Press, Boulder

### 3.1.1 Βασικά μοντέλα τιμολόγησης

Η αρχή του μέσου κόστους βασίζεται στα κόστη που απαιτούνται για τη παραγωγή από μια επιχείρηση, έχοντας όμως σα δεδομένο ότι η παραγωγή αυτή δεν αποφέρει μεγάλα κέρδη αλλά ούτε έχει και μεγάλα ελλείμματα. Στη ουσία δεν βοηθά στην περαιτέρω ανάπτυξη και αύξηση της παραγωγής και βοηθά στο να μην απειλούνται οι χαμηλές επιχειρήσεις από μεγαλύτερες.

Σε μια ιδανικά ανταγωνιστική αγορά το μέσο κόστος θεωρούμε ότι είναι ίσο με το οριακό, πράγμα που οδηγεί στο γεγονός ώστε ανάλογα με τη μακροπρόθεσμη καμπύλη του μέσου κόστους να είμαστε σε θέση να εξετάσουμε εάν υπάρχουν προοπτικές για βελτίωση της παραγωγής. Παράλληλα, όσες περισσότερες επιχειρήσεις εισέρχονται στο χώρο παραγωγής του ίδιου ή παρόμοιου προϊόντος βοηθάνε ώστε να έχουμε μια πιο δίκαια και ακριβέστερη τιμολόγηση.

Η μαθηματική προσέγγιση είναι η εξής:

$$\frac{dAC}{dQ} = \frac{d\left(\frac{TC}{Q}\right)}{dQ} = \frac{Qd\left(\frac{TC}{Q}\right) - dTC}{Q^2} = 0 \iff \frac{QMC - TC}{Q^2} = 0 \quad (\text{Εξίσωση 3.1})$$

Όπου  $P=MC$  (Pareto).

Η προσέγγιση μας βασίζεται στο οριακό κόστος μέσω μιας ανταγωνιστικής αγοράς και οι τελευταίοι παραγωγοί του συστήματος είναι αυτή που καθορίζουν και την τελική τιμή. Με αυτό τον τρόπο έχουμε την καλύτερη χρήση του Pareto καθώς και καλύτερη εποπτεία της παραγωγής περιορίζοντας το φαινόμενο της σπατάλης κατανάλωσης και παραγωγής ενός εμπορεύματος.

### 3.2 Εμπορευσιμότητα των ενεργειακών προϊόντων και κόστος ευκαιρίας

Βρισκόμαστε σε μια εποχή που το κάθε ενεργειακό προϊόν μπορεί εύκολα να διανεμηθεί και εμπορευθεί σε κάθε μέρος του πλανήτη, πράγμα που γεννάει τέσσερις περιπτώσεις:

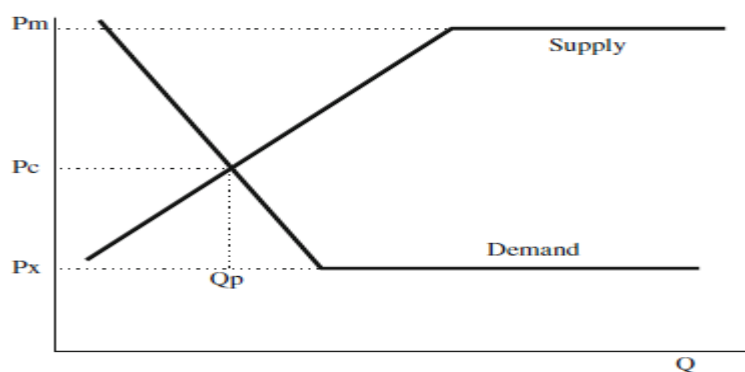
- i. Εθνική αυτάρκεια σε ενέργεια
- ii. Εθνικές εξαγωγές
- iii. Εθνικές εισαγωγές προκειμένου να καλυφθούν όλες οι ανάγκες
- iv. Κρατικές εισαγωγές χωρίς αντίστοιχους εγχώριους πόρους.

Κατά τον Rangaswamy <sup>15</sup>(1989), στις παραπάνω κατηγορίες η εμπορευσιμότητα του χαρακτήρα των ενεργειακών αγαθών είναι αυτή που επηρεάζει τα αποτελέσματα των τιμών.

---

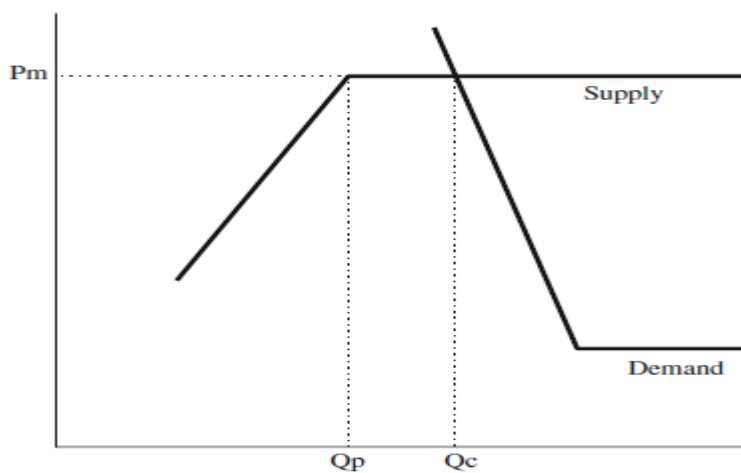
15 Rangaswamy, V. (1989). Domestic energy pricing policies, Energy Series Paper 13, World Bank, Washington DC. World Bank, 2004, Reforming infrastructure: privatization, regulation and competition, World Bank.

Στο διάγραμμα 14(α) έχουμε την απεικόνιση της τιμολόγησης σε ένα κράτος που στηρίζεται στους εγχώριους πόρους του για να έχει ενεργειακή επάρκεια και η τιμή της ενέργειας να κυμαίνεται ανάμεσα στη τιμή εισαγωγής από άλλα κράτη και στη τιμή ισοτιμίας εισαγωγής.



(α)

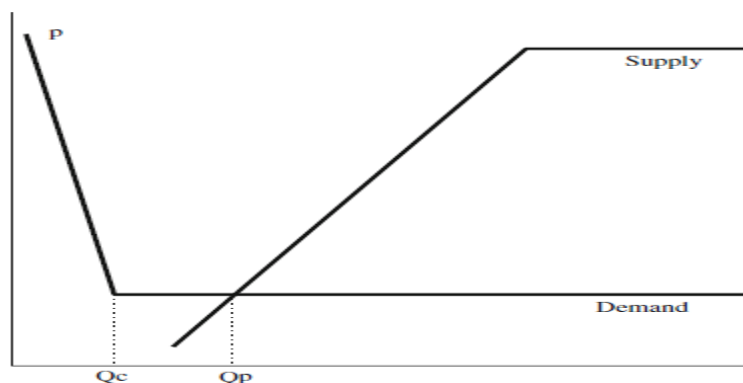
Στη δεύτερο διάγραμμα 14(β), έχουμε την απεικόνιση της τιμολόγησης μιας χώρας που χρειάζεται να εισάγει για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της και εδώ η τιμολόγηση καθορίζεται από τη τιμή ισοτιμίας εισαγωγής σε ποσότητα ίση με τη διαφορά  $Q_p - Q_c$ , όπου  $Q_p$  η ποσότητα της εγχώριας παραγωγής.



(β)

Διάγραμμα 14, (α) Τιμολόγηση σε χώρα αυτάρκη, (β) Τιμολόγηση σε χώρα εισαγωγέα

Στο διάγραμμα 15 έχουμε τη περίπτωση που το κράτος εξάγει, δηλαδή υπάρχουν πλεονάζοντα ενεργειακά αποθέματα ( $Q_p$ ), εκ των οποίων χρησιμοποιεί μια ποσότητα  $Q_c$  μικρότερη από τη συνολική διαθέσιμη για την ενεργειακή της αυτάρκεια και το υπόλοιπο  $Q_p - Q_c$  το εξάγει.

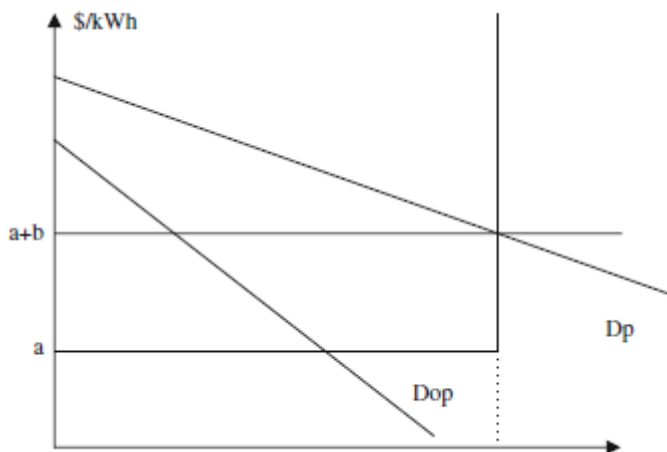


Διάγραμμα 15, Τιμολόγηση σε χώρα εξαγωγέας.

Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι τα κράτη με ενεργειακή επάρκεια, ακόμα και αυτά που δεν βρίσκονται σε θέση για εξαγωγή, υπερτερούν έναντι των άλλων. Η τιμή του εξαγόμενου αγαθού δε είναι σταθερή και αυτό γιατί εξαρτάται πρώτα από τη ζήτηση, αλλά και από τα κόστη παραγωγής του που διαφέρουν από κράτος σε κράτος. Αυτή η διαφορά ανάμεσα στη τιμή εισαγωγής και εξαγωγής έγκειται στα κόστη της μεταφοράς και διανομής του αγαθού. Η τιμή ποτέ δε μπορεί να φύγει από τα χαμηλά όρια της αγορά και τα κράτη με ενεργειακή επάρκεια μπορούν να δεχθούν επενδύσεις για τη περαιτέρω ανάπτυξή τους, αφού η χαμηλή τιμή ενέργειας είναι ο κινητήριος μοχλός για τις επενδύσεις και τη βιομηχανική ανάπτυξη.

### 3.3 Τιμολόγηση σε ώρα αιχμής και εκτός αιχμής

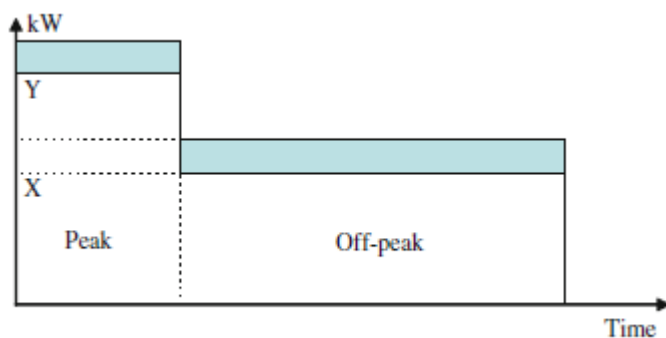
Αναλόγως της ζήτησης η οποία διαφέρει ανάμεσα στα διάφορα ενεργειακά προϊόντα και αναλόγως του κόστους κρίνεται σκόπιμη ή όχι η επένδυση σε εγκαταστάσεις αποθήκευσής τους. Ο λιγνίτης για παράδειγμα είναι ένα ενεργειακό καύσιμο που εξορύσσεται καθημερινά, ανεξαρτήτως της ζήτησής του και η ποσότητα που πλεονάζει αποθηκεύεται με σκοπό την κάλυψη απότομης αύξησης ενεργειακής ζήτησης. Στη περίπτωση που έχουμε να κάνουμε με τον ηλεκτρισμό, στον οποίο χρησιμοποιούνται διάφορων ειδών τεχνολογίες, τα πράγματα γίνονται πιο περίπλοκα, καθώς κάθε τεχνολογία έχει τα δικά της κόστη για τις ώρες αιχμής και τις ώρες εκτός αιχμής.



Διάγραμμα 16, Τιμολόγηση σε ώρα αιχμής φορτίου.

Στο παραπάνω διάγραμμα έχουμε δύο καμπύλες, η μία αντιπροσωπεύει την περίπτωση κατάστασης αιχμής ( $D_p$ ) και η άλλη την περίπτωση κατάστασης εκτός αιχμής ( $D_{op}$ ).

Σύμφωνα με τους Munasinghe & Warford (1982)<sup>16</sup>, η καμπύλη του οριακού κόστους μπορεί να απλοποιηθεί με τη χρήση δύο σταθερών. Η μία είναι η σταθερά  $a$ , η οποία αντιπροσωπεύει το λειτουργικό κόστος και η άλλη είναι σταθερά  $b$  που αντιπροσωπεύει το σταθερό κόστος. Η  $a$  είναι στην ουσία το βραχυπρόθεσμο οριακό κόστος που προστιθέμενο στη σταθερά  $b$  μας δίνει το μακροπρόθεσμο οριακό κόστος. Κατά τη διάρκεια μιας περιόδου αιχμής, η ζήτηση ολοένα αυξάνεται και το σύστημα εξετάζει το κόστος για το αν θα αυξήσει τη χωρητικότητα, με τη τιμή να δίνεται με βάση το βραχυπρόθεσμο οριακό κόστος. Ο γενικός κανόνας που ακολουθείται είναι όσοι εισέρχονται στο δίκτυο σε ώρα αιχμής αναγκάζονται να καλύψουν τα κόστη, να επιμεριστούν τα κόστη χωρητικότητας και λειτουργίας της παραγωγής, ενώ αυτοί που χρησιμοποιούν το δίκτυο σε ώρα εκτός αιχμής απλά υποχρεώνονται να καλύψουν, το βραχυπρόθεσμο οριακό κόστος.



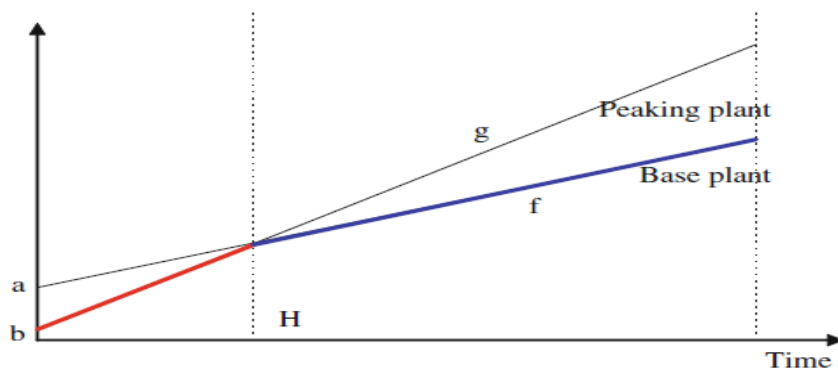
Διάγραμμα 17, Καμπύλη διάρκειας φορτίου.

<sup>16</sup> Munasinghe, M. Warford J.J. (1982). Electricity pricing: theory and case studies. World Bank, Washington D.C.



Από τη μελέτη της τιμολόγησης σε ετήσιο χρονικό διάστημα, μπορούμε να διακρίνουμε δύο χρονικές περιόδους.

- Έχουμε μια περίοδο εκτός αιχμής, με δεδομένο ότι τα κόστη είναι εξίσου ομοιόμορφα, το φορτίο που καταναλώνεται προορίζεται για τη λειτουργία της βιομηχανίας και όποια ποσότητα είναι πλεονάζουσα αποθηκεύεται για μελλοντική χρήση. Το σταθερό κόστος για kW ισχύος είναι  $a$ , η το μεταβλητό κόστος ανά ώρα είναι  $f$  και η χωρητικότητα είναι της τάξης  $X$  kW.
- Έχουμε και τη περίοδο αιχμής όπου οι ανάγκες αυξάνονται απότομα από τη συνηθισμένη ζήτηση και χρειάζεται να αξιοποιηθούν τα αποθέματα που είχαν αποθηκευτεί. Το σταθερό κόστος για kW ισχύος είναι  $b$  και το μεταβλητό κόστος είναι  $g$ . Το συνολικό φορτίο είναι  $Y$  kW, δηλαδή το  $Y-X$  είναι η χωρητικότητα του φορτίου ζήτησης.



Διάγραμμα 18, καμπύλη διαλογής.

Δοθέντων των χαρακτηριστικών του κόστους, υπάρχει ένα σημείο συμπίπτουν οι περίοδοι αιχμής και εκτός αιχμής κατά τη λειτουργία ενός εργοστασίου. Αυτό το σημείο υποδεικνύει τον αριθμό από τις ώρες κατά τις οποίες το εργοστάσιο θα πρέπει να λειτουργεί σε περίοδο αιχμής και το οποίο φαίνεται στο διάγραμμα 18.

Παρακάτω γίνεται μια ανάλυση των περιπτώσεων μεταβολής του κόστους ανάλογα με τις μεταβολές στη ζήτηση φορτίου σε περίοδο αιχμής και περίοδο μη-αιχμής.

#### Περίπτωση 1<sup>η</sup> Η ζήτηση του φορτίου αιχμής μεταβάλλεται κατά 1 kW

Καθώς χρησιμοποιείται στο μέγιστο η ήδη εγκατεστημένη ισχύς, εάν αυξηθεί η ζήτηση στο φορτίο αιχμής κατά 1 kW, θα χρειαστεί να εγκατασταθεί ένα ακόμη kW ισχύος.

Το κόστος εφοδιασμού δίνεται από:

$$C1 = X(a + f \cdot T) + (Y + 1 - X)(b + g \cdot H) \quad (\text{Εξίσωση 3.2})$$

Η μεταβολή του κόστους δίνεται:

$$\Delta C1 = C1 - C = b + g \cdot H \quad (\text{Εξίσωση 3.3})$$

### Περίπτωση 2η Αύξηση της ζήτησης σε περίοδο εκτός αιχμής

Καθώς η χωρητικότητα σε περίοδο εκτός αιχμής χρησιμοποιείται στο μέγιστο, όταν σημειωθεί αύξηση κατά 1 kW, αυτή θα καλυφθεί από το απόθεμα που είναι αποθηκευμένο για τη χρήση του σε περίοδο αιχμής, μειώνοντας παράλληλα το απόθεμα φορτίου αιχμής.

Το κόστος εφοδιασμού δίνεται από:

$$C2 = (X + 1)(a + f \cdot T) + [Y - (X + 1)](b + g \cdot H) \quad (\text{Εξίσωση 3.4})$$

Η μεταβολή του κόστους δίνεται από:

$$\Delta C2 = C2 - C = (a + b) + (f \cdot T - g \cdot H) \quad (\text{Εξίσωση 3.5})$$

### Περίπτωση 3η Η ζήτηση αυξάνεται καθόλη την περίοδο

Σε αυτή τη περίπτωση η συνολική ζήτηση αυξάνεται καθ' όλη την διάρκεια και το κόστος εφοδιασμού δίνεται από:

$$C3 = (X + 1)(a + f \cdot T) + (Y - X)(b + g \cdot H) \quad (\text{Εξίσωση 3.6})$$

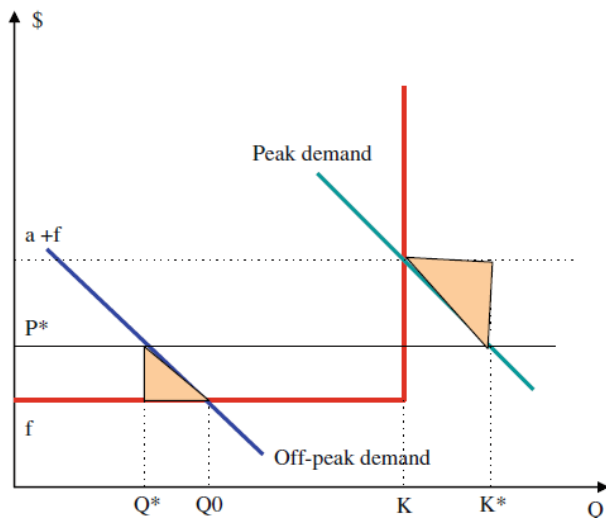
Η μεταβολή του κόστους δίνεται:

$$\Delta C3 = a + f \cdot T \quad (\text{Εξίσωση 3.7})$$

Υπάρχει πάντα και η περίπτωση όπου δεν ακολουθείται αυτή η πολιτική τιμολόγησης. Σύμφωνα με το Viscusi et al. (2005)<sup>17</sup> (διάγραμμα 19), υποθέτουμε ότι ακολουθούμε τη πολιτική της μέσης τιμολόγησης (P\*) αντί της τιμολόγησης σε περίοδο αιχμής. Σε περίοδο εκτός αιχμής, παρατηρείται αύξηση της τιμής και η ζήτηση να μειώνεται (η παραγόμενη ποσότητα για χρήση μειώνεται από Q\* σε Q<sub>0</sub>). Από την άλλη αυτή η μείωση των τιμών ωθεί τους καταναλωτές να αυξήσουν πάλι τη ζήτηση, οπότε μειώνεται το αποθηκευμένο απόθεμα φορτίου αιχμής και απαιτείται για την κάλυψη της απόθεμα ίσο με (K\* - K). Όμως, ακολουθώντας και τη πολιτική τιμολόγησης σε ώρα αιχμής η εμφάνιση απωλειών είναι αναπόφευκτη.

---

17 Viscusi WK, Harrington JE, Vernon JM (2005). Economics of regulation and antitrust. The MIT Press, Massachusetts.



Διάγραμμα 19, Χασούρα τιμολόγησης σε περίοδο εκτός αιχμής.

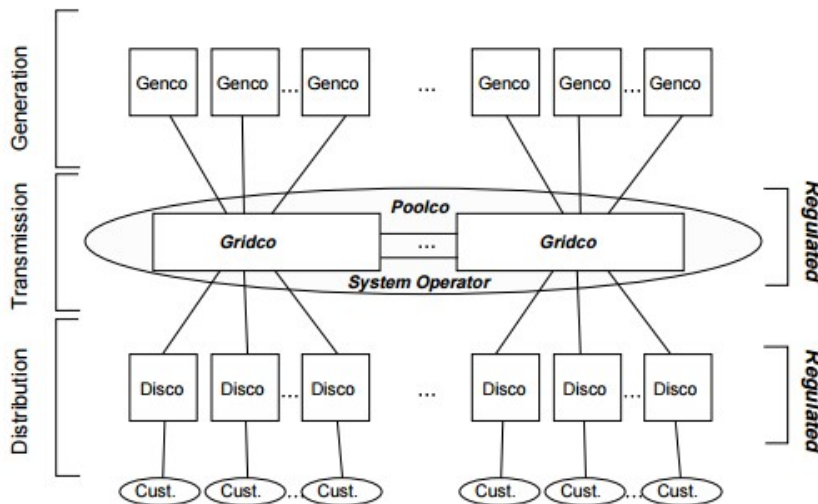
### 3.4 Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας

Σύμφωνα με το Hogan το σύστημα αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας αποτελείται από ένα σύνολο από δομές δικτύων διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία ελέγχονται μέσω ενός χειριστή του συστήματος. Οι παραγωγοί ενημερώνουν το σύστημα ανά 30 λεπτά για το ποσό της ενέργειας που έχουν παράξει και είναι διαθέσιμη για πώληση, καταθέτοντας παράλληλα και μια τιμή πώλησης βασισμένοι στο οριακό κόστος παραγωγής. Οι τιμές κόστους τοποθετούνται σε κλιμακωτή σειρά από τη πιο φτηνή στη πιο ακριβή. Έτσι δημιουργούνται η βραχυπρόθεσμη καμπύλη οριακού κόστους με βάση την οποία λειτουργεί το σύστημα ανά τριάντα λεπτά. Οι υποψήφιοι αγοραστές ανάλογα με τις απαιτήσεις τους σε ενέργεια και τη διαθεσιμότητα που υπάρχει, προσπαθούν να αγοράσουν στην μικρότερη δυνατή τιμή του συστήματος. Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά συστήματα τιμολόγησης όπου οι αγοραστές πληρώνουν το μέσο κόστος, εδώ το οριακό κόστος είναι αυτό που καθορίζει τη τιμή. Το σύστημα στέλνει στους παραγωγούς τη βραχυπρόθεσμη τιμή που διαμορφώνεται και αυτοί με τη σειρά τους καταθέτουν τις προσφορές βασισμένοι πάντα στο οριακό κόστος. Στο διάστημα του κάθε μισάωρου οι χρήστες αγοράζουν και οι παραγωγοί δέχονται τη τιμή του οριακού κόστους για όλη την παραγόμενη ποσότητα ενέργειας από το προηγούμενο μισάωρο. Ανάλογα με τη ζήτηση και τη προσφορά οι παραγωγοί καταθέτουν τις προσφορές τους και οι χρήστες αγοράζουν ενέργεια. Μεγαλύτερη προσφορά από το οριακό κόστος, μεγαλύτερη πιθανότητα να μη μπορέσουν να πωλήσουν τη παραγόμενη ενέργεια, ενώ μικρότερη προσφορά ελλοχεύει το κίνδυνο να μη μπορέσει να καλύψει τα βασικά έξοδα λειτουργίας του εργοστασίου. Με βάση αυτή τη βραχυπρόθεσμη τιμή, το σύστημα μπορεί και εκμαιεύει τιμές από τους παραγωγούς και τους αγοραστές.

Όταν οι τιμές είναι ιδιαίτερα υψηλές και εμφανίζονται σοβαρά προβλήματα από άποψη διαθεσιμότητας ενέργειας, τότε παρατηρούνται και αλλαγές στη τιμολόγηση από περιοχή σε περιοχή. Με δεδομένη την αστάθεια στη τιμολόγηση, ορισμένες φορές υιοθετούνται μηχανισμοί για μακροπρόθεσμα συμβόλαια, δηλαδή για την πόση συγκεκριμένης ποσότητας σε συγκεκριμένη τιμή. Σε περίπτωση που αλλάξουν οι ενεργειακές ανάγκες του αγοραστή μπορεί να πωλήσει το συμβόλαιο σε κάποιον άλλον υποψήφιο αγοραστή, πράγμα που μπορεί να συμβεί και στη περίπτωση του παραγωγού.

Καταλυτικό ρόλο παίζει και ο χειριστής του συστήματος, ο οποίος είναι ο άμεσα υπεύθυνος για την εύρυθμη εφαρμογή του τιμολογιακού συστήματος, με τη παροχή ευέλικτων υπηρεσιών στους χρήστες και επίλυση τυχόν προβλημάτων που προκύπτουν ως προς το περιορισμό σε θέματα ποσότητας ενέργειας που μπορεί να μεταφερθεί μέσω του συστήματος. Μέσω των πληροφοριών για τις διαθέσιμες ποσότητες και τις προσφορές που υπάρχουν διευκολύνονται τόσο οι συμμετέχοντες όσο και οι πιθανοί εισερχόμενοι χρήστες στο σύστημα. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η γενικότερη δομή του συστήματος τιμολόγησης.

### Competitive Wholesale Electricity Market Structure

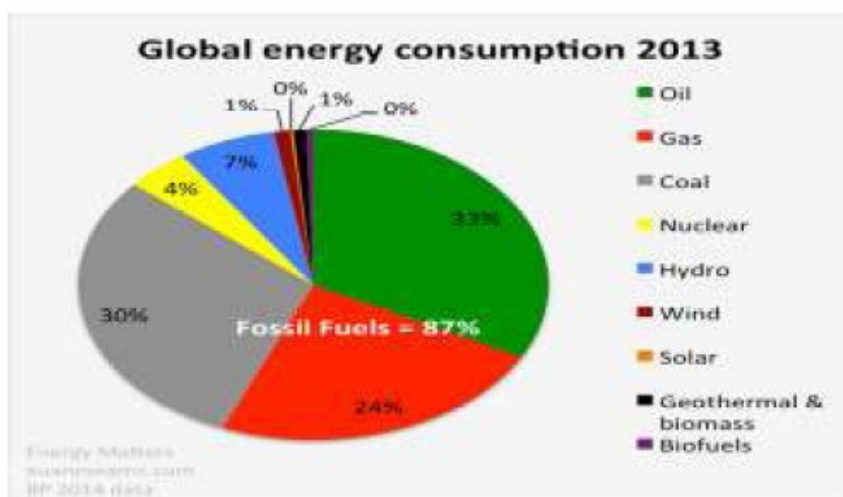


Σχήμα , Η δομή μιας ανταγωνιστικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

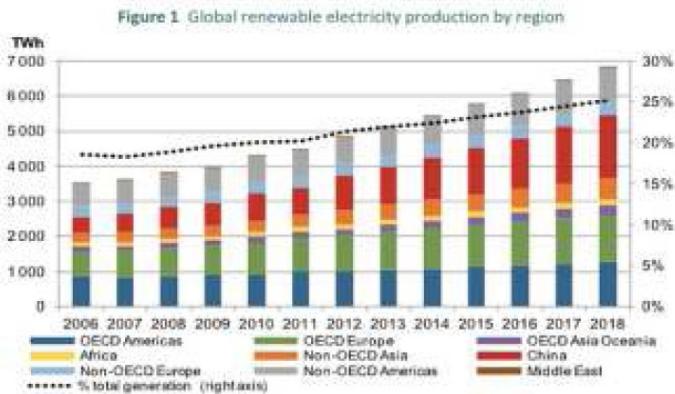
### 4.1 Γενικά για τα οικονομικά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Όπως έχουμε προαναφέρει και στο πρώτο κεφάλαιο, όταν μια πρωτοβάθμια μορφή ενέργειας αποκτάται από μια συνεχή και σταθερής ροής ενεργειακή πηγή χαρακτηρίζεται ως ανανεώσιμη (ΑΠΕ), ενώ αντίθετα όταν η πρωτοβάθμια μορφής ενέργεια αποκτάται από πεπερασμένο απόθεμα χαρακτηρίζεται ως μη ανανεώσιμη μορφή ενέργειας. Ένα βασικό χαρακτηριστικό των ΑΠΕ βρίσκονται σε αφθονία στο φυσικό περιβάλλον και μπορούν οι εκάστοτε περιοχές να αποδεσμευτούν ενεργειακά από το κεντρικό δίκτυο, εκμεταλλευόμενες τις εγχώριες ενεργειακές πηγές τους. Παράλληλα πετυχαίνουμε καλύτερη ισχύς της παραγόμενης ενέργειας αφού οι όποιες απώλειες κατά τη μεταφορά από το κεντρικό δίκτυο στην απομακρυσμένη περιοχή περιορίζονται. Ακόμη δεδομένου της πετρελαϊκής κρίσης στις δεκαετίες του 1970 και 1990, η ανάγκη για ενεργειακές πηγές των οποίων η εξόρυξη και εκμετάλλευση είναι φθηνότερη –άρα και ενέργεια με φθηνή τιμολόγηση- τις καθιστά αναγκαίες. Τέλος, τα τελευταία χρόνια που η παραγωγή σε ρύπους έχει αυξηθεί απότομα και η περιβαλλοντική συνείδηση γίνεται ολοένα μεγαλύτερη, η χρήση των φιλικών προς το περιβάλλον ΑΠΕ θεωρείται επιτακτική.



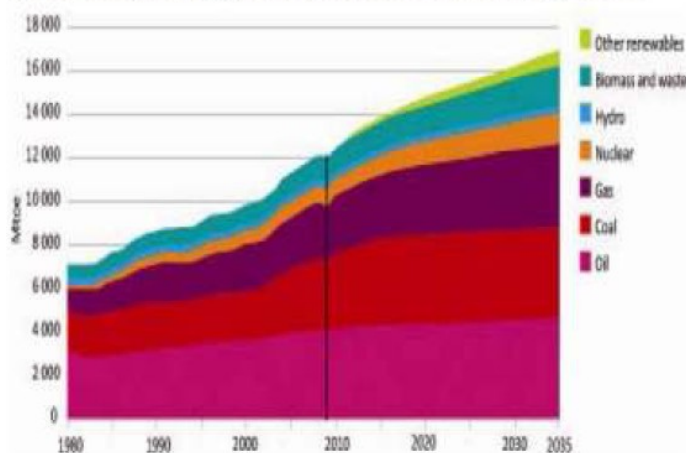
Source: International Energy Agency (IEA 2013)

Σχήμα 2, Η παγκόσμια κατανάλωση ενεργειακών καυσίμων για το έτος 2013.



Σχήμα 3, Η παγκόσμια παραγωγή ενέργειας από τις ΑΠΕ.

Figure 3.3: World primary energy demand by fuel in the New Policies Scenario, 1980 to 2035



Πηγή: IEA, World Energy Outlook 2011, IEA, Paris, 2011, p.76

Σχήμα 4, Η παγκόσμια ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας.

## 4.2 Είδη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές, παράλληλα με την εξέλιξη της τεχνολογίας, διακρίνονται σε διάφορα είδη:

1. **Αιολική Ενέργεια.** Η χρήση της δεν είναι καθόλου άγνωστη στον άνθρωπο, αφού από την αρχαιότητα αντλούσε νερό από τα πηγάδια για να θέσει σε κίνηση διάφορες μηχανικές εφαρμογές με πιο γνωστή την άλεση από τους ανεμόμυλους. Πλέον στις μέρες μας χρησιμοποιείται σε έντονο βαθμό για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από σύγχρονα αιολικά πάρκα με τελευταίας

τεχνολογίας ανεμογεννήτριες τα οποία είτε τροφοδοτούν το δίκτυο είτε τροφοδοτούν την εγγύς περιοχή.

2. **Ηλιακή ενέργεια.** Η εκμετάλλευση της γίνεται είτε μέσω θερμικών εφαρμογών που μετατρέπουν την ηλιακή σε θερμική ενέργεια (π.χ. ηλιακοί θερμοσίφωνες). Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, άρχισε να αποκτά σημαντικό ρόλο και στη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, που δεδομένου της οικονομικής της χρήσεως προωθείται εντόνως τα τελευταία χρόνια από την Ευρωπαϊκή Ένωση και ειδικά από την Ελλάδα. .
3. **Υδραυλική ενέργεια.** Στην ουσία εκμεταλλευόμαστε την μετακίνηση του νερού από τα ποτάμια, λίμνες, φράγματα και μετατρέπουμε αυτή την κινητική ενέργεια σε μηχανική και ηλεκτρική.
4. **Βιομάζα.** Χρησιμοποιεί τις οργανικές ύλες (κυρίως απόβλητα ξύλου, τροφίμων, ζωοτροφών, απόβλητα, απορρίμματα) και αποδεδεσμεύει ενέργεια μέσω της φωτοσύνθεσης. Η παραγόμενη ενέργεια στην ουσία είναι χημικής μορφής και δεν έχει καμιά επίπτωση στο περιβάλλον.
5. **Γεωθερμική ενέργεια.** Στην επιφάνεια της έχουμε αποθηκευμένη θερμότητα που προέρχεται είτε από τη διάσπαση διαφόρων χημικών στοιχείων του υποφλοιού της γης, είτε από την απορρόφηση ηλιακής ενέργειας. Αυτή τη θερμότητα τη μετατρέπουμε σε κατά κύριο λόγο σε ηλεκτρική, ενώ δεν είναι λίγες οι φορές που χρησιμοποιείται στην μορφή που τη βρίσκουμε για την άμεση θέρμανση σπιτιών, θερμοκηπίων, παροχή ζεστού νερού.
6. **Ωκεάνια ενέργεια.** Στους ωκεανούς όπου τα κύματα, οι παλίρροιες και τα διάφορα θαλάσσια ρεύματα βρίσκουν πρόσφορο έδαφος για το σχηματισμό τους σε μεγάλη ένταση, σε συνδυασμό με την θεαματική εξέλιξη της τεχνολογίας μπορούμε να αξιοποιήσουμε αυτή την κινητική ενέργεια που παράγουν σε ηλεκτρική –κατά κύριο λόγο.

### 4.3 Πλεονεκτήματα χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Οι ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές τα τελευταία χρόνια προωθούνται συνεχώς μέσω διάφορων πολιτικών. Τα πλεονεκτήματα που πηγάζουν από την αξιοποίησή τους είναι πολλά:<sup>18</sup>

1. Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από εξαντλήσιμους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.
2. Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτητοποίησης και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.

---

18 ΚΑΠΕ- Οδηγός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας- Δυνατότητες στην τοπική αυτοδιοίκηση (1996)



3. Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του κεντρικού ενεργειακού συστήματος και μειώνονται οι απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.
4. Χαμηλό λειτουργικό κόστος, ανεξάρτητο από τις διακυμάνσεις της παγκόσμιας οικονομίας και των τιμών στα συμβατικά καύσιμα.
5. Ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα αναγκών των χρηστών.
6. Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των ΑΠΕ έχουν σχεδιαστεί για να καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών σε μικρή και μεγάλη κλίμακα εφαρμογών, με μικρή διάρκεια κατασκευής έτσι ώστε να ανταποκρίνονται γρήγορα στις ανάγκες της προσφοράς και της ζήτησης σε ενέργεια.
7. Οι συνεχείς επενδύσεις των ΑΠΕ δημιουργούν σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
8. Μπορούν να αναζωογονήσουν τις οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών με τη προώθηση των ανάλογων επενδύσεων.
9. Φιλικές προς το περιβάλλον εκπέμποντας ελάχιστες ποσότητες ρύπων, ορισμένες φορές ακόμα και μηδενικές.

Από τα παραπάνω μπορούμε να διαπιστώσουμε και τους λόγους που έχει δοθεί τόση μεγάλη βαρύτητα από τη παγκόσμια κοινότητα για την αξιοποίησή τους. Εκμεταλλεζόμενοι προσεκτικά τα οφέλη τους, δίνονται τεράστιες προοπτικές τόσο για την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, όσο και για την ανάπτυξη σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο.

#### 4.4 Αρνητικά χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Όπως συμβαίνει σε κάθε τεχνολογικό προϊόν, πέρα από τα πλεονεκτήματά τους οι ΑΠΕ εμφανίζουν κάποια μειονεκτήματα:<sup>19</sup>

1. Υψηλό κόστος ανάπτυξης των ΑΠΕ. Απαιτείται μεγάλο κόστος τόσο για τη κατασκευή των κτιριακών εγκαταστάσεων όσο και η έρευνα που απαιτείται για την δημιουργία της απαιτούμενη τεχνολογίας. Στον αντίποδα τα ορυκτά καύσιμα έχουν μικρότερο κόστος εξόρυξης, αφού η διαδικασία εξόρυξης και παραγωγής είναι ήδη γνωστή
2. Οι διάφορες προτεινόμενες ΑΠΕ είναι ευάλωτες στις καιρικές και κλιματικές μεταβολές. Η μικρή συχνότητα βροχής ή μικρής έντασης αέρας για μεγάλα χρονικά διαστήματα μπορούν να μειώσουν σημαντικά την ηλεκτροπαραγωγή, οπότε αυτόματα μειώνονται και τα προσδοκώμενα αποθέματα ενέργειας.

---

<sup>19</sup><http://www.conserve-energy-future.com/pros-and-cons-of-renewable-energy.php>



3. Τα ΑΠΕ δε μπορούν να συναγωνιστούν τις τεράστιες ποσότητες ενέργειες που παράγουν τα εργοστάσια που τροφοδοτούνται από κάρβουνο. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι καινούργια και λόγω της άμεσης εξάρτησής της από άλλους βασικούς λόγους όπως καιρός, η παραγωγή ενέργειας σε μεγάλες ποσότητες θεωρείται αποτρεπτική.
4. Δεν μπορούν να χτιστούν σε όλα τα μέρη εργοστάσια βασισμένα σε ΑΠΕ είτε γιατί δεν υπάρχει σε αφθονία κάποια από τις ΑΠΕ, είτε γιατί το έδαφος δεν βοηθά στην δημιουργία κτιριακών εγκαταστάσεων.

Τα πλεονεκτήματα σαφώς και υπερτερούν έναντι των μειονεκτημάτων, τα οποία στην πλειοψηφία τους είναι και ήσσονος σημασίας, με άμεσο επακόλουθο και η έρευνα να έχει στρέψει το ενδιαφέρον της στην εμβάθυνση της τεχνολογίας και βελτίωση των τεχνολογικών μέσων προκειμένου να εξασφαλιστεί η μέγιστη δυνατή αξιοποίησή τους από τον άνθρωπο. Σύμφωνα με τον Goldemberg(2004)<sup>20</sup>, η μείωση της εκπομπής ρύπων CO<sub>2</sub> και ο περιορισμός της κλιματικής αλλαγής αποτελούν κυρίαρχο παράγοντα προς τη χρήση ΑΠΕ. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου έχει πάρει μεγάλες εκτάσεις και εκτιμά ότι η ποσότητα των ρύπων θα διπλασιαστεί το 2050. Η ανησυχία των κρατών για το θέμα της ενεργειακής τους ανεξαρτησίας είναι σε συνεχή ρυθμό, διαπιστώνοντας ότι τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων με τη συνεχή κατανάλωσή τους μειώνονται και η απειλή του να χάσουν την ενεργειακή τους αυτάρκεια γίνεται ολοένα και πιο έντονη, με μακροπρόθεσμη επίπτωση να χρειαστεί να εισάγουν από άλλα κράτη. Τέλος, ένα μεγάλο μέρος του ανθρώπινου πληθυσμού κατοικεί σε υποανάπτυκτα μέρη, όπου οι βιομηχανίες στηρίζονται αποκλειστικά σε όχι και τόσο ‘καθαρές’ μορφές ενέργειας, προκαλώντας βλαβερές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Σε τελική ανάλυση, από τη χρήση των ΑΠΕ ανεβαίνει το όριο θνησιμότητας και βοηθάνε στη καταπολέμηση της φτώχειας. Μέσω των επενδύσεων για τις ΑΠΕ, οι τοπικές κοινωνίες επωφελούνται καθώς δημιουργούνται θέσεις εργασίας. Τέλος, αν το κοιτάξουμε μέσα από το πρίσμα της μακροοικονομικής θεώρησης παρέχουν σταθερότητα αφού μειώνεται η ενεργειακή εξάρτηση μεταξύ των κρατών.

Πολλοί είναι οι λόγοι που δίνουν το ερέθισμα για χρήση των ΑΠΕ, αλλά πολλά είναι και τα εμπόδια που βρίσκονται στη πορεία. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω στα μειονεκτήματα των ΑΠΕ εξαιτίας των απρόβλεπτων καιρικών και κλιματικών αλλαγών δεν είναι δυνατή η δημιουργία ενός πλάνου διανομής ενέργειας με βάση τις ανάγκες της εκάστοτε περιοχής. Η παραγόμενη ισχύς έχει συγκεκριμένη διάρκεια, οδηγώντας σε περιορισμένο ποσοστό χρήσης για την παραγωγή. Ακολουθώς, οι παραγόμενες ποσότητες δεν επαρκούν για τη κάλυψη της ζήτησης και δημιουργείται η ανάγκη για την ύπαρξη μια μόνιμης εφεδρείας για την κάλυψη τους.

---

20 Goldenberg J., (2004). The case for renewable energies. Thematic Background paper 1, international

Με βάση την μελέτη του Gross et al. (2006)<sup>21</sup> υπολογίζεται ότι τα κόστη από τα διακεκομένα κόστη στη Βρετανία είναι της τάξης 0.1-0.15 πένες/kWh.

Τα τεχνικά προβλήματα που προκύπτουν από τη χρήση των ΑΠΕ δεν είναι μόνο τα παραπάνω. Έρχεται να προστεθεί η δυσκολία στην τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας, αφού οι ΑΠΕ λειτουργούν εκτός του δικτύου του κεντρικού ενεργειακού εφοδιασμού και δεν υπάγονται στις γνωστές πολιτικές τιμολόγησης και καθιστά τη τιμολόγηση σε περίοδο αιχμής και εκτός αιχμής αρκετά δύσκολη. Επιπρόσθετα, η ταρίφα της λιανικής αγοράς βασίζεται στην ημερήσια τιμολόγηση, και οι ΑΠΕ δίνουν λανθασμένες πληροφορίες όσον αφορά την ενέργεια που παρέχουν και την ενέργεια που καταναλώνουν όποτε περιπλέκουν το ευρύτερο σύστημα τιμολόγησης. Μπορεί να υπερτερούν οι ΑΠΕ έναντι των ορυκτών καυσίμων ως προς τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα και να μην έχουν το ίδιο ρίσκο σε σχέση με τις τιμές που αντιμετωπίζουν τα ορυκτά καύσιμα ωστόσο δεν υπάρχει ανάλογη αναγνώριση του κόστους που προκύπτει από τις απρόβλεπτες καιρικές αλλαγές και η τιμολόγηση ακολουθεί τους ίδιους κανόνες και στις δύο περιπτώσεις. Αυτό αποτελεί τροχοπέδη για την περαιτέρω ανάπτυξη της τεχνολογίας των ΑΠΕ.

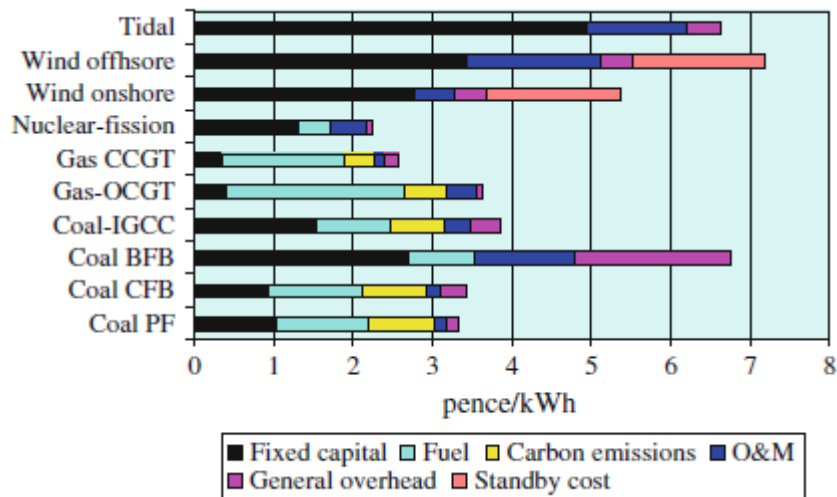
#### 4.5 Οι διάφορες μορφές του κόστους

Για την ανάλυση των ΑΠΕ, πρέπει να λάβουμε υπόψη μας και τα επιμέρους κόστη που δημιουργούνται και επηρεάζουν ως ένα βαθμό την εξέλιξη τους:

1. Τα κόστη που αφορούν την παραγωγή ενέργειας από μία εγκατάσταση, όπως είναι τα κόστη από τη χρήση καυσίμων για την εκκίνηση του εργοστασίου και διάφορα άλλα κόστη που αφορούν τη εύρυθμη λειτουργία και συντήρηση του. Συνήθως στα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα τα κόστη αυτά είναι ιδιαίτερα υψηλά, σε σχέση με αυτά των ΑΠΕ.
2. Τα κόστη που αφορούν τη χωρητικότητα και περιλαμβάνουν τα κόστη της εγκατάστασης και της σταθερής λειτουργίας και συντήρησης. Αυτό είναι και το βασικότερο κόστος για τις ΑΠΕ και κυμαίνεται μεταξύ 50-80% του συνολικού κόστους εφοδιασμού.
3. Άλλα κόστη που προκύπτουν από τις κλιματικές και καιρικές αλλαγές, και κόστη που αφορούν τη κατάσταση αναμονής χρησιμοποίησης της παραγομένης ενέργειας από τον καταναλωτή.

---

21 Gross R, Heptonstall P, Anderson D, Green T, Leach M, Skea J (2006) The costs and impacts of intermittency: as assessment of the evidence on the costs and impacts of intermittent generation on the British electricity network. UKERC, London.



ΠΗΓΗ: Royal Academy of Engineering (2004)

Σχήμα 5, Τα κλιμακωτά κόστη της ηλεκτροπαραγωγής με βάση τις τεχνολογίες

Technology description	Cost in 2015 (2008 constant \$/MWh)	Cost in 2025 (2008 constant \$/MWh)
Super critical pulverized coal	66	86–101
Integrated gasification combined cycle	71	78–92
Combustion turbine combined cycle	74–89	67–81
Nuclear	84	74
Wind	99	82
Biomass circulating fluidised bed	77–90	77
Solar thermal trough	225–290	225–290
Solar PV	456	456

ΠΗΓΗ: EPRI (2009)

Πίνακας 1, Τα κλιμακωτά κόστη από τη παραγωγή ενέργειας.

Με βάση τα παραπάνω, η ανάγκη διαχείρισης των μειονεκτημάτων που προκύπτουν από τα επιμέρους κόστη είναι επιτακτική και για αυτό χρειάζεται διαμέσου της κατάλληλης έρευνας και τεχνογνωσίας να προωθηθούν ακόμα περισσότερες στη κοινή γνώμη.

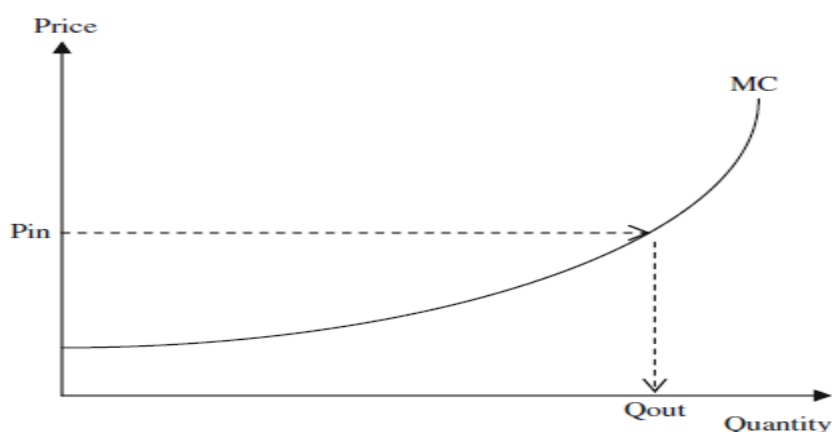
## 4.6 Μηχανισμοί υποστήριξης

Στα πλαίσια άρσης των εμποδίων που προκύπτουν από τις επιταγές της αγοράς και παράλληλα εξοικείωσης της κοινής γνώμης με τη χρήση των ΑΠΕ, έχουν αναπτυχθεί αρκετοί μηχανισμοί υποστήριξης όπως είναι οι παρακάτω:

- feed in tariffs.

Πρόκειται για ένα μηχανισμό στον οποίο οι καταναλωτές αναγκάζονται να αγοράσουν τη τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται μέσω των ΑΠΕ σε μια συγκεκριμένη, υψηλότερη από την αγορά, τιμή. Η τιμολόγηση βέβαια διαφέρει από μέρος σε μέρος και εξαρτάται από τη πολυπλοκότητα του τεχνολογικού εξοπλισμού που χρειάζεται και το μέγεθος της βιομηχανίας για να υποστηρίξει αυτή την τεχνολογία.

Παρακάτω παρατηρούμε διαγραμματικά τον κανόνα feed in tariffs.



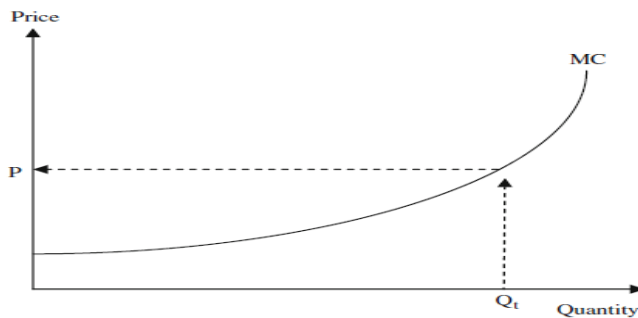
ΠΗΓΗ: Menanteau et al.(2003)

Διάγραμμα 20, Κανόνας του feed-in Tariff

- Competitive bidding processes

Σε αυτή την περίπτωση οριοθετείται μια συγκεκριμένη ποσότητα που πρέπει να καλυφθεί από μέρος της ηλεκτροπαραγωγής με ΑΠΕ και μέσω μια διαδικασίας προσφορών επιλέγονται οι παραγωγοί που θα τροφοδοτήσουν το σύστημα. Ο κάθε ενδιαφερόμενος παραγωγός καταθέτει τη προσφορά του στο σύστημα και ανάλογα με τα κόστη που απαιτούνται για να μπορέσει να εφοδιάσει το σύστημα κατατάσσεται η κάθε προσφορά σε μια λίστα. Όσο πιο μικρό είναι το κόστος, τόσο πιο ψηλά ανεβαίνει στη λίστα η προσφορά. Όταν η απαιτούμενη ποσότητα έχει ικανοποιηθεί, τότε σταματάει η διαδικασία των προσφορών. Με άλλα λόγια, η ανάλυση της

καμπύλης τροφοδοσίας γίνεται διαμέσου αυτής της διαδικασίας των προσφορών. Όλα τα παραπάνω διαγράφονται στο παρακάτω διάγραμμα, δηλαδή στον κανόνα της ανταγωνιστικής διαδικασίας προσφορών.



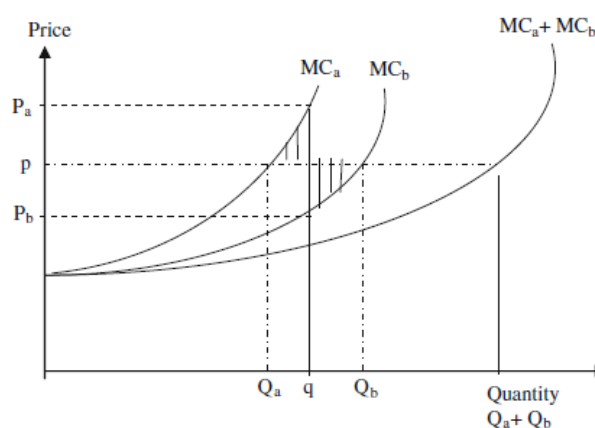
ΠΗΓΗ: Menanteau et al.(2003)

Διάγραμμα 21, Κανόνας της ανταγωνιστικής διαδικασίας προσφορών

➤ Renewable obligations

Αυτού του είδους ο μηχανισμός αποτελεί συνδυασμό των παραπάνω, όπου υπάρχει στόχος για κάλυψη συγκεκριμένης ποσότητας της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, απλά η τιμολόγηση καθορίζεται από τους νόμους της ελεύθερης αγοράς. Παράλληλα υπάρχει ένα χρονικό πλαίσιο με περιορισμένα όρια εντός των οποίων χρειάζεται πωληθεί συγκεκριμένη ποσότητα που να προέρχεται από ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ.

Παρακάτω βλέπουμε σχηματικά τον κανόνα των προσταγών για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.



ΠΗΓΗ: Menanteau et al.(2003)

Διάγραμμα 22, κανόνας των προσταγών για ανανεώσιμες

## Κεφάλαιο 5° ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

### 5.1 Γενικά για την ενεργειακή ασφάλεια

Όταν ξέσπασε η πρώτη πετρελαϊκή κρίση, τα βιομηχανοποιημένα κράτη υπέστησαν μεγάλο πλήγμα και αναγκάστηκαν να προβούν σε δραστικά μέτρα για την μελλοντική αποφυγή παρόμοιας κατάστασης. Στην προσπάθεια διατήρησης της ομαλής ισορροπίας στην πετρελαϊκή αγορά έχουμε την ίδρυση του Οργανισμού Εξαγωγών Πετρελαιοπαραγωγών Χωρών το 1960, γνωστός και ως ΟΠΕΚ. Έκτοτε, οι αλλαγές στην διεθνή ενεργειακή αγορά που έχουν σημειωθεί είναι αρκετές, με βασικότερη την παγκοσμιοποίηση της αγοράς και διανομής του πετρελαίου. Επιπρόσθετα, με τη πάροδο των ετών η τεχνολογία αυξήθηκε, ενισχύθηκε με πολλές καινοτόμες εφαρμογές και η ερευνα απέκτησε περισσότερο παγκόσμιο χαρακτήρα παρά εθνικό. Το σημαντικό ζήτημα που αφορά τον οικονομικό ενεργειακό εφοδιασμό και την εξάρτησή του από ανασταλτικούς παράγοντες, παραμένει πάντα ψηλά στην ατζέντα της διεθνούς ενεργειακής πολιτικής. Μεγάλης σημασίας θεωρείται το γεγονός ότι οι ανεπτυγμένες χώρες που διαθέτουν μεγάλες βιομηχανίες εξαρτώνται από μια μικρή περιοχή παροχής πετρελαίου και που βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή της Μέσης Ανατολής. Τελευταία μεγάλη συμμετοχή παρουσιάζει και η είσοδος του φυσικού αερίου με τις Ρωσία, Κατάρ και Ιράν να κατέχουν το σημαντικότερο κομμάτι προσφοράς στη διεθνή αγορά.

Κατά τον Bielecki (2002)<sup>22</sup> αναλύοντας τον όρο της ενεργειακής ασφάλειας, συνήθως αναφερόμαστε στον αξιόπιστο και αδιάλειπτο ανεφοδιασμό σε ενέργεια, σε λογικές τιμές. Συνεχίζει επισημαίνοντας ότι το τι θεωρείται αξιόπιστο και τι λογικό, έχει πολυποίκιλο νόημα και εξαρτάται από γεωπολιτικούς, στρατιωτικούς, τεχνικούς και οικονομικούς παράγοντες. Ο Toman (2002)<sup>23</sup> εξετάζοντας το θέμα της ενεργειακής ασφάλειας από τη μεριά του εφοδιασμού πετρελαίου, εντοπίζονται μια σειρά από συγκεκριμένα συστατικά του προβλήματος της ενεργειακής ασφάλειας:

- i. Το γεγονός επηρεασμού της αύξησης τιμών όχι μόνο από τους νόμους της ζήτησης-προσφοράς αλλά και από τους ίδιους τους παρόχους ενέργειας. Οι ανωμαλίες που προκαλούνται λόγω των της αστάθειας στη τιμολόγηση της ενέργειας.
- ii. Διάφορες απειλές για τις υποδομές του συστήματος.
- iii. Τοπικά προβλήματα αξιοπιστίας.
- iv. Ασφάλεια σε θέματα περιβάλλοντος.

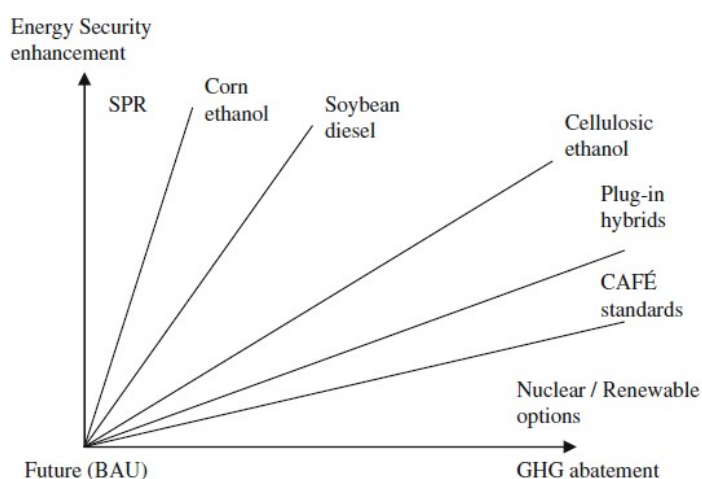
---

22 Bielecki J (2002) Energy Security: Is the wolf at the door? Q Rev Econ Finance 42:235–250

23 Toman MA (2002) International Oil security: Problems and policies, RFF Issue Briefs. Resources for the Future, Washington, DC.

## 5.2 Ενεργειακή ασφάλεια και περιβαλλοντική προστασία

Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την χάραξη της ενεργειακής ασφάλειας είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Εάν χρησιμοποιήσουμε το λιγνίτη αυτόματα αυξάνουμε την εκπομπή βλαβερών ρύπων στο περιβάλλον, ενώ αντίθετα με τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις περιορίζονται αλλά ελλοχεύουν άλλοι σημαντικοί παράγοντες. Δεδομένου ότι υπάρχει μια ευρεία γκάμα επιλογών από τεχνολογίες ώστε να περιοριστούν οι όποιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και να ενισχυθεί η ενεργειακή ασφάλεια, με τη κάθε μια να έχει τους δικούς της περιορισμούς, για αυτό καταλήγουμε να κάνουμε μια μορφής ανταλλαγής στόχων μεταξύ των δύο πολιτικών (trade-off). Το αποτέλεσμα είναι οι διαφορές στα κόστη οδηγούν σε μια βέλτιστη πολιτική η οποία περιλαμβάνει μια σύνθεση από τεχνολογίες, η καθεμιά να συνεισφέρει στο μέγιστο για την επίτευξη του ενός στόχου, κάτι που μας ωφελεί περισσότερο από το να χρησιμοποιούσαμε μεμονωμένες τεχνολογίες για την επίτευξη και των δύο στόχων ταυτοχρόνως.



Διάγραμμα 23, Τεχνολογίες μείωσης επιπτώσεων από το φαινόμενο του θερμοκηπίου και βελτίωσης της ενεργειακής ασφάλειας.

Στο παραπάνω διάγραμμα 23, παρατίθεται η γκάμα επιλογών από διαφορετικές τεχνολογίες, οι οποίες εάν συνδυαστούν μπορούν να βοηθήσουν στη προστασία του περιβάλλοντος και στην ενεργειακή ασφάλεια. Σαν σημείο αναφοράς, τα επίπεδα της ενεργειακής ασφάλειας και των εκπομπών ρύπων από το φαινόμενο του θερμοκηπίου προβάλλονται για το μέλλον και χαράσσονται από την αρχή των αξόνων. Η ενεργειακή ασφάλεια μπορεί να βελτιωθεί σύμφωνα με αυτές τις συνθήκες με την αύξηση κατά τον κάθετο άξονα του σχήματος και η προστασία της κλιματικής αλλαγής βελτιώνεται όσο μεγαλώνει η γραμμή κατά τον οριζόντιο άξονα. Όσο ένα κράτος ελαχιστοποιεί τα ρίσκα από την περίπτωση να είναι ευάλωτος σε ενεργειακή αυτάρκεια, τόσο αυξάνεται και το επίπεδο της ενεργειακής ασφάλειας. Αντίστοιχα,



όσο το κράτος ελαχιστοποιεί τα ρίσκα που ελλοχεύουν από τη παγκόσμια κλιματική αλλαγή, τόσο αυξάνεται και το επίπεδο της κλιματικής προστασίας του.

Έτσι, σύμφωνα με τους Brown and Huntington (2008)<sup>24</sup>, για να μπορέσουμε να απεικονίσουμε αυτή τη βέλτιστη πολιτική με μαθηματικούς όρους κατέληξαν στο ότι όταν έχουμε έναν αριθμό από  $n$  τεχνολογίες (συμπεριλαμβανομένων και των περιοριστικών επιλογών τους),  $x_i$  για τη προστασία του περιβάλλοντος και ενθαρρύνοντας τον ενεργειακή επάρκεια, με αντίστοιχα κόστη  $c_i$ . Υποθέτοντας ακόμη, ότι η βελτίωση της ασφάλειας που αποκτάται μέσω της κάθε τεχνολογίας είναι  $s_i$ , και ο περιορισμός του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι  $q_i$  από την συνεισφορά της κάθε τεχνολογίας, τότε το συνολική παροχή ενεργειακής ασφάλειας  $S$  είναι το συνολικό άθροισμα της συνεισφοράς της κάθε τεχνολογίας.

$$S = \sum_{i=1}^n s_i(x_i) \quad (\text{Εξίσωση 5.1})$$

Η συνολική μείωση εκπομπών  $Q$  δίνεται με ολικό κόστος  $C$ , από όπου προκύπτει ένα πρόβλημα ελαχιστοποίησης.

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i(x_i) \quad (\text{Εξίσωση 5.2}) \quad \text{και} \quad C = \sum_{i=1}^n c_i(x_i) \quad (\text{Εξίσωση 5.3})$$

Για την επίλυση του προκύπτοντος προβλήματος ελαχιστοποίησης,

$$\lambda = C - \lambda_s \sum s_i(x_i) - \lambda_q \sum q_i(x_i) \quad (\text{Εξίσωση 5.4})$$

Καταλήγουμε ότι: 
$$\frac{\partial C}{\partial x_i} = \lambda_s \frac{\partial s_i}{\partial x_i} + \lambda_q \frac{\partial q_i}{\partial x_i} \quad (\text{Εξίσωση 5.5}) \quad \text{για κάθε } i,$$

με τα  $\lambda_s$  και  $\lambda_q$  να αντιπροσωπεύουν την αυξητική τιμή της βελτίωσης της ενεργειακής ασφάλειας και περιορισμού του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Η συνθήκη βελτιστοποίησης προϋποθέτει ότι η κάθε τεχνολογία χρησιμοποιείται στο βαθμό όπου το οριακό κόστος της είναι ισοδύναμο με τη τιμή της επιπρόσθετης ενεργειακής ασφάλειας και περιορισμού του φαινομένου του θερμοκηπίου που αυτή παρέχει. Δεδομένου ότι στην παραπάνω εξίσωση έχουμε δύο παράγοντες στη δεξιά πλευρά, μία αποδοτική λύση από άποψη κόστους μπορεί να επιτευχθεί ακόμα και εάν ένας από τους δύο παράγοντες υπερέχει σημαντικά του άλλου και τείνει σε διαφορετική κατεύθυνση.

<sup>24</sup> Brown SPA, Huntington H (2008) Energy security and climate change protection: complementarity or trade-off. Energy Policy 36(9):3510–3513.

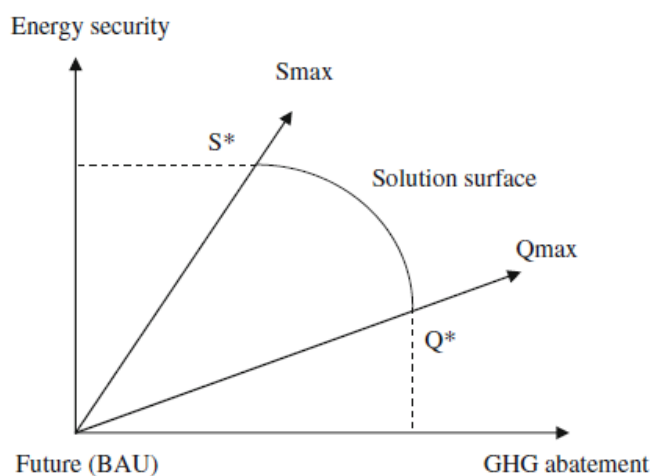


Εάν δεν μας ενδιαφέρει και τόσο η κλιματική προστασία τότε μπορούμε στο δεύτερο όρο να τον μηδενίσουμε ή εάν δεν μας ενδιαφέρει η ενεργειακή ασφάλεια μηδενίζουμε τον πρώτο όρο.

Δηλαδή  $\frac{\partial C}{\partial s_i} = \lambda_s$  (Εξίσωση 5.6) και  $\frac{\partial C}{\partial q_i} = \lambda_q$  (Εξίσωση 5.7) για κάθε  $i$ .

Οι παραπάνω εξισώσεις μας δείχνουν ότι όταν μόνο μια από αυτές λαμβάνεται υπόψη, η κάθε τεχνολογία πρέπει να χρησιμοποιηθεί έτσι ώστε το οριακό κόστος μιας επιπρόσθετης ωφέλειας να είναι ισότιμο για όλες τις τεχνολογίες. Κατά αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να επιτύχουμε υψηλό κέρδος στο χαμηλότερο κόστος.

Αυτά τα δύο αποτελέσματα οριοθετούν την επιφάνεια της λύσης από την προοπτική του κάθε στόχου, όπως μπορούμε να δούμε στο παρακάτω διάγραμμα 24. Έχοντας ένα συγκεκριμένο κόστος, αυτόματα ξεκινάει ένα παζάρι επιλογών ανάμεσα σε συνδυασμούς τεχνολογιών μέσω των οποίων μπορούμε να εξασφαλίσουμε τους δύο επιθυμητούς στόχους.



Διάγραμμα 24, Trade-off μεταξύ των στόχων της ενεργειακής ασφάλειας και κλιματικής προστασίας.

### 5.3 Απλοί δείκτες στην ενεργειακή ασφάλεια

Σύμφωνα με τον A. Löschel (2010)<sup>25</sup> η ιδέα της ενεργειακής ασφάλειας δεν μπορεί να οριστεί με απόλυτη ακρίβεια και βασίζομενοι στον ορισμό ότι η ύπαρξή της οφείλεται όταν ο ενεργειακός κλάδος δεν προκαλεί κύριες τριβές αλλοίωσης της

25 Löschel, A., Moslener, U. & Rübhelke, D. (2010). *Energy security-concepts and indicators*. Energy policy. 38(4), p.1607-1608.

οικονομικής ευημερίας τόσο σε εθνικό, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, χρειάζεται να αναφερθούν κάποιοι δείκτες και σε πόσο βαθμό επηρεάζουν. Κατά την ΙΑΕΑ (2005)<sup>26</sup> οι δείκτες που είναι σχετικοί με την ενεργειακή ποικιλομορφία και την ενεργειακή ασφάλεια είναι:

1. **Δείκτης ενεργειακής εξάρτησης.** Χρησιμοποιείται στην περιγραφή της γενικής απόδοσης του ενεργειακής επάρκειας είτε μιας χώρας ή μιας περιοχής, είτε για κάποιο συγκεκριμένο καύσιμο. Στη περίπτωση χώρας/περιοχής, ο δείκτης όσο πιο υψηλός είναι, τόσο μεγαλύτερο και το ρίσκο αύξησης τιμών. Στη περίπτωση που αναφέρεται για κάποιο καύσιμο, παρουσιάζεται μεγάλη διαφοροποίηση.
2. **Δείκτης μίγματος καυσίμων.** Δείχνει το μέγεθος του βαθμού που συμμετέχει στην ενεργειακή ζήτηση μιας χώρας και την σημασία του στην ενεργειακή επάρκεια. Εξαρτώμενοι από το στόχο της ανάλυσης, αυτός ο δείκτης μπορεί να οριστεί σε διάφορα επίπεδα:
  - a. Η πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση μας δείχνει τις διαφοροποιήσεις που παρουσιάζονται στην ενεργειακή ζήτηση.
  - b. Η καταληκτική ενεργειακή κατανάλωση δείχνει την ποικιλομορφία στην τελική χρήση ενός καυσίμου.
  - c. Το επίπεδο μίγματος καυσίμων σε τομείς μας δείχνει μια παρόμοια εικόνα με το επίπεδο τελικής χρήσης ανά τομέα. Εάν η βιομηχανία εξαρτάται από ηλεκτρική ενέργεια και φυσικό αέριο και ο αντίστοιχα η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στηρίζεται στο φυσικό αέριο, είναι φυσικό επακόλουθο η βιομηχανία να επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις στη τιμή του φυσικού αερίου.
  - d. Το μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δείχνει ποια καύσιμα και αντίστοιχες τεχνολογίες, ένα κράτος χρησιμοποιεί για την παραγωγή σε ηλεκτρική ενέργεια.

## 5.4 Δείκτες συγκέντρωσης και ποικιλομορφίας στην ενεργειακή επάρκεια

Αντίστοιχα, για την καλύτερη ανάλυση της ενεργειακής επάρκειας οι συνηθέστεροι δείκτες που είναι και οι πιο σημαντικοί είναι οι παρακάτω:

1. **Δείκτης Herfindahl-Hirschman:** Πρόκειται για ένα δείκτη συγκέντρωσης, είναι το άθροισμα των τετραγώνων των μεριδίων αγοράς από τις επιχειρήσεις που ανήκουν σε μία αγορά. Κυμαίνεται από 0-10.000 και όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης τόσο λιγότερο ανταγωνιστική είναι η αγορά.

$$HHI = \sum_i x_i^2 \quad (\text{Εξίσωση 5.8}) \quad \text{όπου } x_i \text{ το μερίδιο αγοράς της κάθε}$$

επιχείρησης.

---

<sup>26</sup> ΙΑΕΑ (2005) Energy indicators for sustainable development: guidelines and methodologies. International Atomic Energy Agency, Vienna.

2. **Δείκτης Shannon-Wiener**. Πρόκειται για ένα δείκτη ποικιλότητας που δείχνει το μερίδιο των εισαγωγών από διαφορετικά κράτη/περιοχές.

$$SW = - \sum_i x_i \ln(x_i) \quad (\text{Εξίσωση 5.9})$$

Όπου το  $x_i$  αναπαριστά το μερίδιο εισαγωγής από την κάθε χώρα/περιοχή. Το αρνητικό πρόσημο υπάρχει για να είναι πάντα η τιμή του δείκτη θετική. Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης, τόσο καλύτερη είναι η ποικιλομορφία στις εισαγωγές και στην ενεργειακή επάρκεια.

3. **Δείκτης Shannon-Wiener-Neumann**. Πρόκειται για μια βελτιωμένη έκδοση του δείκτη Shannon-Wiener στην οποία έχουν εξαλειφθεί οι περιορισμοί που είχε. Εάν η περιλαμβάνεται μόνο η πολιτική σταθερότητα τότε ο τύπος παίρνει τη μορφή:

$$SWN1 = - \sum_i b_i x_i \ln(x_i) \quad (\text{Εξίσωση 5.10})$$

Όπου  $b_i$  είναι η πολιτική σταθερότητα της προμηθεύτριας χώρας.

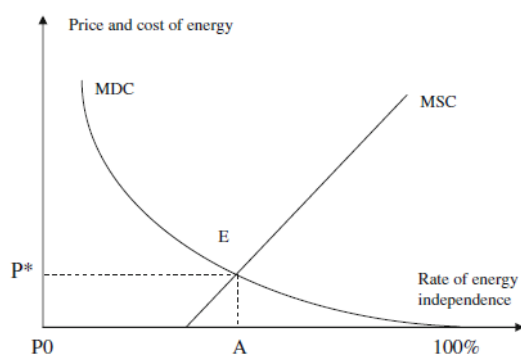
Εάν συμπεριλάβουμε και το μερίδιο της εγχώριας παραγωγής τότε ο τύπος διαμορφώνεται ως εξής:

$$SWN2 = - \sum (b_i x_i \ln(x_i)(1+g_i)) \quad (\text{Εξίσωση 5.11})$$

Όπου  $g_i$  αντιπροσωπεύει την εγχώρια παραγωγή της εν λόγω χώρας.

## 5.5 Βέλτιστο επίπεδο ενεργειακής επάρκειας

Η προσέγγιση του οριακού κόστους μπορεί να μας βοηθήσει στην κατανόηση της βέλτιστης ενεργειακής επάρκειας. Αυτό απαιτεί να κατασκευάσουμε μια καμπύλη που να απεικονίζει το οριακό κόστος από της εξάρτηση σε εισαγωγές και μία ακόμη καμπύλη που να δείχνει το οριακό κόστος της ασφάλειας όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα 25.



Διάγραμμα 25, Βέλτιστη τιμή ενεργειακής ανεξαρτησίας.

Σύμφωνα με τον Percebois (1989)<sup>27</sup> η τομή του δύο καμπυλών με τα οριακά κόστη μας δίνει τη βέλτιστη τιμή ενεργειακής ανεξαρτησίας. Το γράφημα μας δείχνει ότι για μια ιδεατή ενεργειακή ανεξαρτησία είναι σημαντικό να λάβουμε υπόψη μας τα κόστη για να έχουμε ασφάλεια στον ανεφοδιασμό και τα κόστη από τυχόν ζημιές. Κάθε προσπάθεια να βελτιώσουμε την ενεργειακή ανεξαρτησία πέρα από τη βέλτιστη τιμή δεν οδηγεί πάντα στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Το κόστος για την εξασφάλιση της απαιτούμενης ασφάλειας στην επάρκεια μπορεί να είναι ακόμα υψηλότερο συγκρινόμενο με το κόστος της οριακής εξάρτησης. Το  $P^*$  στο γράφημα μας δείχνει τη τιμή που είναι σε θέση ο καταναλωτής να πληρώσει για να εξασφαλίσει το βέλτιστο επίπεδο ασφάλειας στον ανεφοδιασμό.

## 5.6 Πολιτικές για την εισαγωγή ενέργειας

Στα πλαίσια ενίσχυσης της εθνικής ενεργειακής αυτάρκειας έχουν αναπτυχθεί διάφορες πολιτικές για τον περιορισμό της εισαγωγής ενέργειας. Μερικές από αυτές είναι:

- Περιορισμοί στις εισαγωγές

Μέσω αυτής της πολιτικής γίνεται προσπάθεια περιορισμού της εισαγωγής ενέργειας μέσω ταρίφας ή ενός πλαφόν προκειμένου να εξισορροπήσουν τα κόστη που σχετίζονται με την ενεργειακή ανεξαρτησία.

<sup>27</sup> Percebois J (1989) Economie de l'Energie. Economica, Paris

- Διαφοροποίηση στις εισαγωγές

Σε αυτή τη πολιτική, η κυρίαρχη ιδέα είναι η εξής: Δε είναι αναγκαίο να υπάρχει μία μόνο πηγή ανεφοδιασμού σε ενέργεια, αλλά περισσότεροι από του ενός. Από οικονομικής απόψεως, αυτό συνεπάγεται ότι πρέπει να γίνεται προσπάθεια εύρεσης της οικονομικότερης προσφοράς από τις χώρες προμηθευτές και όχι με μακροχρόνιες δεσμεύσεις. Από την άλλη, στην περίπτωση του πετρελαίου και σε μικρότερο βαθμό στο φυσικό αέριο που η πλειοψηφία των αποθεμάτων βρίσκεται στις χώρες Μέσης Ανατολής είναι φυσικό επακόλουθο να αυξηθεί η ζήτησή τους από αυτές τις χώρες. Οι ανησυχίες που προκύπτουν εξαιτίας της πολιτικής αστάθειας και της συνεχούς ζήτησης, αναδύουν ένα ζήτημα που πρέπει να μελετηθεί διεξοδικά.

Επίσης, χρειάζεται να αναφερθούν και δύο εξελίξεις όσον αφορά αυτού του είδους την πολιτική. Η μία σχετίζεται με την αυξανόμενη ροή επενδύσεων σε μονάδες παραγωγής από χώρες που εισάγουν σε περιοχές που παράγουν πετρέλαιο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα οι κινέζικες εταιρείες πετρελαίου και η Ιαπωνία. Η άλλη αφορά την οργάνωση σε συνεταιρισμούς για την ανταλλαγή και από κοινού διαχείριση πόρων αντί της εισόδου σε κάποιας μορφής αγορά. Έτσι έχουμε είτε συνεταιρισμούς εισαγωγών-εισαγωγών όπως η Κίνα με την Ινδία, είτε συνεταιρισμούς εισαγωγέων-εξαγωγέων. Στη πρώτη περίπτωση εξασφαλίζεται μείωση στο κόστος της προμήθειας και καλύτερη διαχείριση των υπόλοιπων πηγών, ενώ με την τη δεύτερη περίπτωση εξασφαλίζονται οι αναγκαίες επενδύσεις που πρέπει να γίνουν για την επέκταση των εγκαταστάσεων και ανανέωσης του τεχνολογικού τους εξοπλισμού και μειώνεται το ρίσκο των συναλλαγών.

- Διαφοροποίηση του μίγματος καυσίμων

Στην ουσία η συγκεκριμένη πολιτική προσπαθεί να ελαττώσει όσο γίνεται την εξάρτηση από την εισαγωγή ενός καυσίμου και να αυξήσει τις εισαγωγές ενέργειας από διαφορετικά καύσιμα. Ο Salameh (2003)<sup>28</sup> υπέδειξε τη προσπάθεια που κατέβαλλαν για μεγάλο χρονικό διάστημα οι ΗΠΑ για να αντικαταστήσουν την εξάρτηση της παραγωγής από πετρέλαιο και άνθρακα με τη χρήση φυσικού αερίου και πυρηνικής ενέργειας. Βεβαίως η διαθεσιμότητα δεν είναι πάντα εύκαιρη εξαιτίας της επάρκειας από πόρους, ελλείψεις σε απαιτούμενες επενδύσεις και περιορισμούς που απορρέουν από περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς λόγους.

---

28 Salameh M (2003) The new frontiers for the United States energy security in the 21st century. Appl Energy 76:135–144.

- Βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας

Με την εφαρμογή αυτής της πολιτικής αυτόματα μειώνεται η ενεργειακή ζήτηση, το οποίο οδηγεί σε μείωση της ανάγκης για εισαγωγή ενέργειας και διατήρηση των αποθεμάτων σε καύσιμα. Ωστόσο, μεγάλη έμφαση πρέπει να δοθεί στη τιμολόγηση της ενέργειας σε τοπικό επίπεδο, διότι εάν οι εγχώριες λιανικές τιμές δε βρίσκονται σε αποδοτικά επίπεδα, τότε οι καταναλωτές βρίσκονται απομονωμένοι από τις διακυμάνσεις των τιμών και δεν εκφράζουν την ανάγκη για αποδοτική χρήση ενέργειας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

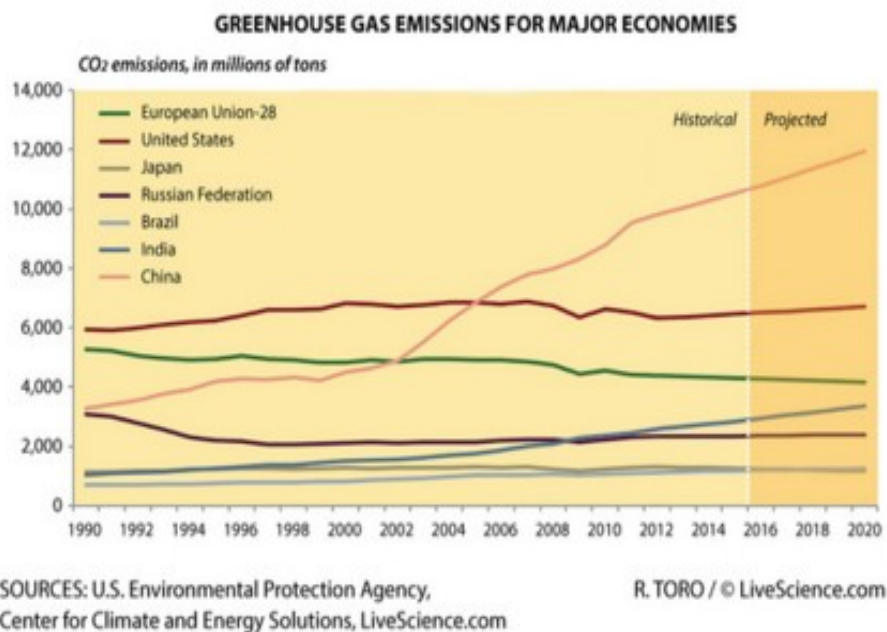
### 6.1 Γενικά για την κλιματική αλλαγή

Ένα από τα πιο σύγχρονα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο σύγχρονος κόσμος είναι οι ραγδαίες μεταβολές στο περιβάλλον του πλανήτη, με περίοπτη θέση στο πρόβλημα αυτό να κατέχει το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Με τον όρο φαινόμενο του θερμοκηπίου ονομάζουμε την ανταλλαγή εισερχόμενων και εξερχόμενων ακτινοβολιών, οι οποίες θερμαίνουν την επιφάνεια της γης. Το ισοδύναμο των εισερχόμενων-εξερχόμενων ακτινοβολιών είναι αυτό που καθιστά την γη βιώσιμη για την ανθρώπινη ύπαρξη με μέση θερμοκρασία γύρω στους 59° Fahrenheit (ή 15° Celsius), σύμφωνα με τη NASA. Η γη δέχεται ηλιακή ακτινοβολία και ένα μέρος της –περίπου το 30%- ανακλάται από την ατμόσφαιρα, τα νέφη και την επιφάνεια της γης. Το υπόλοιπο –περίπου 70%, απορροφάται κατά κύριο λόγο από την επιφάνεια της γης και από την ατμόσφαιρα, τα νέφη. Όλα τα αέρια συστατικά της ατμόσφαιρας που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αναφέρονται συνολικά με τον όρο αέρια του θερμοκηπίου. Απορροφούν την γήινη ακτινοβολία και επανεκπέμπουν θερμική ακτινοβολία θερμαίνοντας την επιφάνεια. Ορισμένα αέρια, όπως το όζον, έχουν ημιδιαφάνεια και στην ηλιακή ακτινοβολία, με αποτέλεσμα να απορροφούν ένα μέρος της συμβάλλοντας ως ένα βαθμό και στην ψύξη της γήινης επιφάνειας.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου ενισχύεται σημαντικά από την ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου καθώς και στην έκλυση άλλων ιχνοστοιχείων, όπως οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's). Σύμφωνα με έκθεση της IPCC (2001a, 2007a) από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης παρατηρείται έντονη αύξηση της συγκέντρωσης αρκετών αερίων του θερμοκηπίου με πιο έντονη αυτή του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), του NO<sub>x</sub> και το μεθανίου που είναι ιδιαίτερα επιζήμια για το παγκόσμιο οικοσύστημα. Επίσης έχει αυξηθεί και η εκπομπή θεικών που αποτελούν την αιτία αύξησης της θερμοκρασίας τα τελευταία χρόνια.

Gas	Pre-1750 tropospheric concentration <sup>1</sup>	Recent tropospheric concentration <sup>2,3</sup>	GWP <sup>4</sup> (100-yr time horizon)	Atmospheric lifetime <sup>5</sup> (years)	Increased radiative forcing <sup>6</sup> (W/m <sup>2</sup> )
<b>Concentrations in parts per million (ppm)</b>					
Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )	~280 <sup>7</sup>	399.5 <sup>2,8</sup>	1	~100-300 <sup>5</sup>	1.94
<b>Concentrations in parts per billion (ppb)</b>					
Methane (CH <sub>4</sub> )	722 <sup>9</sup>	1834 <sup>2</sup>	28	12.4 <sup>5</sup>	0.50
Nitrous oxide (N <sub>2</sub> O)	270 <sup>10</sup>	328 <sup>3</sup>	265	121 <sup>5</sup>	0.20
Tropospheric ozone (O <sub>3</sub> )	237 <sup>1</sup>	337 <sup>2</sup>	n.a. <sup>3</sup>	hours-days	0.40

Διάγραμμα 26, Οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου με βάση το IPCC (2013)



Διάγραμμα 27, Εκπομπή ρύπων από το φαινόμενο του θερμοκηπίου από τις μεγάλες οικονομικά χώρες.

Σύμφωνα με την έκθεση από την IPCC (2013)<sup>29</sup>, οι τελευταίες τρεις δεκαετίες, ειδικά τη δεκαετία του 2000- ήταν οι περισσότερο θερμές για την επιφάνεια της γης σε σχέση με τις καταγραφές από οποιαδήποτε άλλη δεκαετία. Η παγκόσμια μέση θερμοκρασία για τη ξηρά και τους ωκεανούς έχει παρουσιάσει αύξηση της 0.85 °C αλλά και η αύξηση των τελευταίων ετών είχε παρουσιάσει γεωμετρική πρόοδο. Η μέση αύξηση της στάθμης της θάλασσας είναι της τάξης 1.7mm ανά έτος για τη χρονική περίοδο 1901-2010, αλλά τη μεγαλύτερη αύξηση την σημείωσε τη περίοδο 1993-2010 με διπλάσια αύξηση της τάξεως των 3.2mm. Η συνολική άνοδος της στάθμης της θάλασσας κατά τον 20<sup>ο</sup> αιώνα εκτιμάται γύρω στα 0.19m.

<sup>29</sup> IPCC (2006) Guidelines for National Greenhouse gas inventories, IPCC National Greenhouse Gas Inventories Program, Intergovernmental Panel of Climate Change. Institute for Global Environment Strategies.



## 6.2 Η διάσταση του προβλήματος

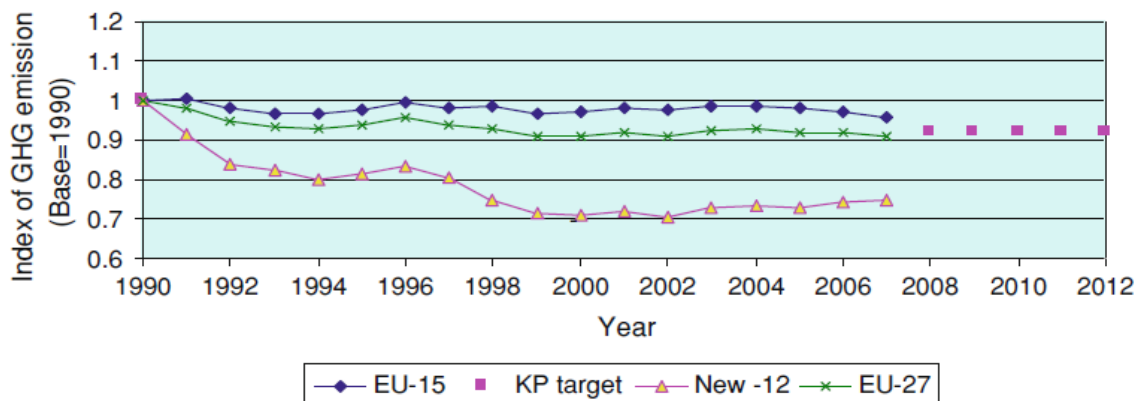
Η ατμόσφαιρα και οι ωκεανοί είναι δημοσία αγαθά και εύκαιρα προς κάθε άνθρωπο χωρίς την καταβολή κάποιου αντίτιμου, με οριακό κόστος προσφοράς μηδενικό. Ωστόσο, λόγω της υπερβολικής χρήσης αυτών των πηγών και της υποβάθμισής τους, σιγά-σιγά καταγράφονται ολοένα και περισσότερες απώλειες. Ωστόσο, η διάσταση του κλίματος έχει καθολικό χαρακτήρα. Μέσω της αλόγιστης ρύπανσης του περιβάλλοντος από τον καθένα, οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών επηρεάζει τους πάντες. Το γραφείο προϋπολογισμού CBO(2003)<sup>30</sup> επισημαίνει ότι η διαχείριση του προβλήματος λόγω της καθολικότητάς του, προϋποθέτει πολυπλοκότητα στη διαχείριση:

- Οι παράγοντες που συμβάλλουν στη διόγκωση του προβλήματος είναι αρκετοί και πρέπει να υπάρξει ένας τρόπος για την από κοινού συνεννόηση. Κάθε παράγοντας συνεισφέρει διαφορετικά και δεν υπάρχει τεκμηριωμένη επιβεβαίωση για τη ποσότητα και τις πραγματικές επιπτώσεις των ρύπων που εκπέμπει.
- Βρίσκεται στη κρίση του κάθε εμπλεκόμενου παράγοντα. Είναι ένα δημόσιο αγαθό και σίγουρα τα μέτρα που χρειάζονται να παρθούν για την προστασία του κοστίζουν και συνήθως πολλοί είναι αυτοί που βγάζουν τον εαυτό τους έξω από τη διαδικασία αυτή, προκειμένου να γλιτώσουν τα έξοδα. Με αυτή τη λογική όμως στο τέλος κανένας δε παίρνει μέτρα, με αποτέλεσμα το πρόβλημα να διογκώνεται και σε μακροπρόθεσμο σενάριο να καταλήγει σε αδιέξοδο.
- Οικονομικές, πολιτικές και κοινωνικές συνθήκες ποικίλουν από κράτος σε κράτος, οπότε είναι δύσκολο να επέλθει μια συμφωνία δίκαιη προς το καθένα για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Τέλος, πέρα από την καθολική διάσταση το πρόβλημα αυτό έχει και χρονική. Πρέπει να γίνει καθολική συνείδηση ότι προς το παρόν μπορεί να μην επηρεάζεται η ανθρώπινη ζωή αλλά εάν δε ληφθούν δραστικά μέτρα και άμεσα σε ένα μακροπρόθεσμο χρονικό πλαίσιο οι συνέπειες μπορεί να καταστούν ολέθριες για την ανθρώπινη επιβίωση.

---

30 CBO(2003) The economics of climate change: a primer, a CBOstudy. In: The congress of the United States, congressional budget office.



Διάγραμμα 28, Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την Ευρώπη τη περίοδο 1990-2012.

ΠΗΓΗ: Bhattacharyya και Matsumura (2010).

### 6.3 Οικονομική προσέγγιση ελέγχου του φαινομένου του θερμοκηπίου

Η βασική προσέγγιση για την οικονομική ανάλυση του κλιματικού προβλήματος βασίζεται στην ανάλυση κόστος- οφέλη. Πρώτα αποτύπωση του κόστους και τα οφέλη από το φαινόμενο του θερμοκηπίου και μετά θέσπιση πολιτικών μέσω των συναρτήσεων ζημίας της κλιματικής αλλαγής και περιορισμού κόστους από το φαινόμενο.

Σύμφωνα με το Stern (2007)<sup>31</sup> η συνάρτηση ζημίας αποτυπώνει το κόστος επίδρασης της παγκόσμιας υπερθέρμανσης και το κόστος μετάλλαξης της σοδειάς, την αύξηση της στάθμης της θάλασσας, τις απώλειες των οικοσυστημάτων και τη δημιουργία καινούργιων. Με τη συνάρτηση περιορισμού του κόστους αποτυπώνονται τα κόστη που απαιτούνται προκειμένου να παρθούν δραστικά μέτρα για την αντιμετώπιση του προβλήματος και προσπάθειας περιορισμού του σε λογικά πλαίσια.

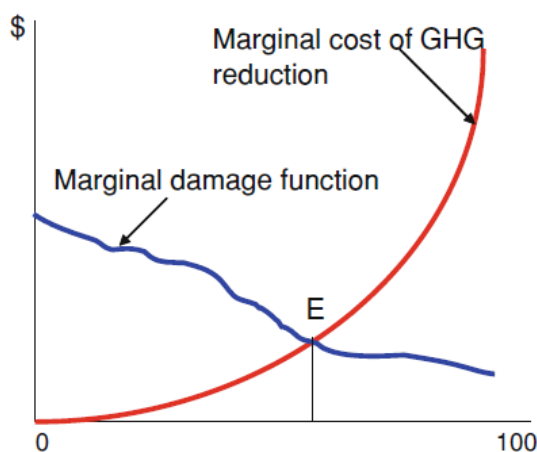
Όπως έχει αναλύσει ο Nordhaus (1991)<sup>32</sup>, το οριακό κόστος περιορισμού των ρύπων του θερμοκηπίου είναι μια προς τα πάνω κεκλιμένη καμπύλη που αντιπροσωπεύει το αυξανόμενο κόστος ελάττωσης των ρύπων από μια μονάδα.

Η οριακή συνάρτηση ζημίας μετρά το αυξανόμενο κόστος σε μια οικονομία από την εκπομπή ρύπων από μία ακόμη μονάδα. Ένας αποδοτικός έλεγχος των ρύπων

31 Stern N (2007) The economics of climate change, the stern report. Cambridge University Press, Cambridge

32 Nordhaus WD (1991) To slow or not to slow: the economics of the greenhouse effect. Econ J, 1991:920–937.

εξασφαλίζεται στο σημείο όπου το οριακό κόστος μείωσης ρύπων γίνεται ίσο με τη οριακή συνάρτηση ζημίας, στο σημείο E όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα 29.



Διάγραμμα 29, Αποδοτικό επίπεδο εκπομπής ρύπων του θερμοκηπίου.  
ΠΗΓΗ: Nordhaus (1991)

## 6.4 Εναλλακτικές επιλογές για την αντιμετώπιση του προβλήματος

Σύμφωνα με τον Cline (1991)<sup>33</sup> υπάρχουν τρεις ευρείες κατηγορίες πολιτικών αντιμετώπισης του προβλήματος:

1. Αποτροπή ή επιβράδυνση της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Αυτή η κατηγορία τα τελευταία χρόνια κατέχει τη μερίδα του λέοντος στο δημόσιο διάλογο. Επίκεντρο είναι η μείωση των εκπομπών από ορυκτά καύσιμα με την αντικατάστασή τους από καύσιμα ΑΠΕ ή με τη χρήση καινοτόμων εφαρμογών για το περιορισμό της έντασης με την οποία εκπέμπονται. Το RECP (2000)<sup>34</sup> προτείνει ότι πλέον καθίσταται δυνατή με τη χρήση της τεχνολογίας η απομάκρυνση του επιζήμιου CO<sub>2</sub> από τα καυσαέρια και τοποθέτησή του βαθιά μέσα στη γη σε εξαντλημένα κοιτάσματα πετρελαίου και αερίου. Σύμφωνα πάντα με την ίδια έκθεση επισημαίνεται ότι 200Gt CO<sub>2</sub> σε περίπτωση που αποθηκευτούν στην Ευρώπη, ισοδυναμούν με 770 χρόνια λειτουργίας των εργοστασίων της.

<sup>33</sup> Cline WR (1991) Scientific basis for the greenhouse effect. Econ J 101:904–919

<sup>34</sup> RCEP (2000) Energy and the climate change. Royal Commission on Environmental Pollution, London.

## 2. Εξισορρόπηση των επιπτώσεων από τη μεταβολή του κλίματος.

Εδώ απαιτείται τεχνογνωσία και κατασκευή καινοτόμων εφαρμογών για την εφικτή απομάκρυνση του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Διάφορες προτάσεις έχουν ακουστεί κατά καιρούς, όπως αυτή από τον RCEP (2000) που προτείνει την εκπομπή στην ατμόσφαιρα σιδερένιων σωματιδίων και λίπανση των ωκεανών με ανιχνεύσιμα σωματίδια σιδήρου, κάτι το οποίο προς το παρόν είναι αρκετά κοστοβόρο.

## 3. Προσαρμογή σε θερμότερες καιρικές συνθήκες.

Σε αυτή την περίπτωση είναι αναγκαία η άμεση κινητοποίηση της ανθρώπινης κοινωνίας σε μια προσπάθεια προσαρμογής στις νέες θερμές κλιματικές συνθήκες. Αντίστοιχα και οι εκάστοτε κυβερνήσεις οφείλουν να εκπονήσουν προγράμματα για τη δημιουργία σοδειάς που να αντέχει σε αυτές τις νέες συνθήκες και οικοδόμηση των απαραίτητων αναχωμάτων.

## 6.5 Πολιτικές αντιμετώπισης

Σύμφωνα με την IPCC (2001b)<sup>35</sup> υπάρχουν διάφορες πολιτικές για την αντιμετώπιση αυτών των κλιματικών και περιβαλλοντικών σκοπών, όπως:

- Νομοθετικές ρυθμίσεις
- Επιβολή φόρων για την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα και άλλες επιβαρύνσεις
- Εμπορικές άδειες
- Εθελοντικές συμφωνίες
- Μέσα πληροφόρησης της κοινωνίας για τις επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου
- Επιδοτήσεις και κίνητρα για την σωστή αντιμετώπιση του προβλήματος

## 6.6 Πρωτόκολλο του Κιότο<sup>36</sup>

Το πρωτόκολλο του Κιότο αποτελεί το κορμό της βασικής πολιτικής για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής που έχει δημιουργηθεί λόγω των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με αυτό τα κράτη που το έχουν συνυπογράψει –

<sup>35</sup> IPCC (2001b) Climate change 2001: mitigation. Cambridge University Press, London.

<sup>36</sup> [www.ypeka.gr/ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ\\_ΑΛΛΑΓΗ/ΔΙΕΘΝΗΣ\\_ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΣΕΙΣ/ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ\\_ΤΟΥ\\_ΚΙΟΤΟ](http://www.ypeka.gr/ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ_ΑΛΛΑΓΗ/ΔΙΕΘΝΗΣ_ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΣΕΙΣ/ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ_ΤΟΥ_ΚΙΟΤΟ).

μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα- δεσμεύονται να ελαττώσουν την ποσότητα των εκπεμπόμενων αερίων τους σε σχέση με τη καταγραφή των εκπομπών τους τη περίοδο του 1990. Δεσμεύονται να περιορίσουν την αύξηση των εκπομπών τους στο +25% για το διάστημα 2008-2012, προκειμένου να συνεισφέρουν στον κοινό στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μείωση στο 8% των εκπομπών σε εκείνο το διάστημα. (ΥΠΕΚΑ)

Τα κύρια σημεία του Πρωτοκόλλου συνοψίζονται ως εξής:

- Τα ανεπτυγμένα κράτη δεσμεύονται να μειώσουν τις συνολικές τους εκπομπές κατά 5% για το διοξείδιο του άνθρακος, μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, πλήρως φθοριοποιημένοι υδροφθοράνθρακες και εξαφθοριούχο θείο.
- Η εκπλήρωση των στόχων γίνεται από κοινού. Τα κράτη δύνανται να δηλώσουν κοινή εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους, μέσω μια συμφωνίας που θα συνάψουν στην οποία θα καταγράφεται η υποχρέωση του κάθε κράτους για το επίπεδο των εκπομπών του.
- Δυνατότητα εκπλήρωσης μέρους των υποχρεώσεων μέσω τριών ευέλικτων μηχανισμών: Την από κοινού εφαρμογή, μηχανισμός «καθαρής» ανάπτυξης και εμπόριο εκπομπών. Η εκπλήρωση αυτών των υποχρεώσεων μέσω των παραπάνω μηχανισμών είναι συμπληρωματική των εθνικών δράσεων για την επίτευξη του στόχου.
- Υιοθέτηση πολιτικών και μέτρων. Το Πρωτόκολλο δεσμεύει τα Κράτη-Μέρη του σε εφαρμογή ή υιοθέτηση πολιτικών και μέτρων για την επίτευξη του στόχου του Πρωτοκόλλου, σύμφωνα με τις εθνικές ανάγκες κάθε κράτους
- Συνεκτίμηση αποδεκτών (καταβόθρες), οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα συνυπολογισμού τη πρόσληψης διοξειδίου του άνθρακα από τα και δάση και τις καλλιεργούμενες γαίες στη μείωση των εκπομπών.
- Αυστηρό καθεστώς συμμόρφωσης.
- Δεν υπάρχουν ποσοτικοί στόχοι για τις αναπτυσσόμενες χώρες.

## Διάσκεψη για την Κλιματική αλλαγή 2015<sup>37</sup>

Μετά τη περάτωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο σε μια παγκόσμια διάσκεψη για τη κλιματική αλλαγή που έγινε σε κάποιο προάστιο του Παρισιού, όλες οι 195 χώρες του που συμμετείχαν –στις οποίες συμπεριλαμβάνεται και η Ελλάδα- υπέγραψαν μια νομικά δεσμευτική και καθολική συμφωνία για το κλίμα. Στη συμφωνία αυτή κύριος στόχος είναι ο περιορισμός της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης κάτω από τους 2° C –σε σύγκριση με την προβιομηχανική εποχή- προκειμένου να αποφευχθούν όσο το δυνατό περισσότερο οι επικίνδυνες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

37 [www.ypeka.gr/ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ\\_ΑΛΛΑΓΗ/ΔΙΑΣΚΕΨΗ\\_ΓΙΑ\\_ΤΗΝ\\_ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ\\_ΑΛΛΑΓΗ\\_2015](http://www.ypeka.gr/ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ_ΑΛΛΑΓΗ/ΔΙΑΣΚΕΨΗ_ΓΙΑ_ΤΗΝ_ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ_ΑΛΛΑΓΗ_2015).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κάνοντας μια βασική επισκόπηση της ενεργειακής ζήτησης, μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε ότι η ίδια η φύση της είναι αυτή που την επηρεάζει, και συνακολούθως και την χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας. Με τη χρήση της οικονομικής θεωρίας μπορούμε να αντιληφθούμε το βασικό νόημα και μέσω των δεικτών της μπορούμε να προβούμε σε περαιτέρω ανάλυσή της και να μπορέσουμε να βγάλουμε χρήσιμα συμπεράσματα για την παραγωγή μελλοντικών ενεργειακών μοντέλων πρόβλεψης. Μπορεί να ασχοληθήκαμε με τη περιγραφή προσεγγίσεων που αφορούν τη συνολική ζήτηση, αλλά αυτό δεν παύει ότι μπορεί να επεκταθεί και σε μεμονωμένο κομμάτι, πράγμα ωφέλιμο για τη μελέτη της ενεργειακής χρήσης και των μελλοντικών προοπτικών της. Ακόμη, η συνεισφορά της ενεργειακής αποδοτικότητας καθίσταται πολύ σημαντική στην μελέτη της διαχείρισης της ενεργειακής ζήτησης, καθώς η διαφοροποίηση που προκύπτει αναλόγως αν την εξετάζουμε από το τεχνολογικό ή από το οικονομικό κομμάτι της μπορεί να επιφέρει αρκετά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη, σε μικρό κόστος.

Έχοντας αναλύσει την αγοράς ενέργειας μέσω των βασικών πυλώνων οικονομικής θεώρησης, μπορούμε να εντοπίσουμε τα βασικά χαρακτηριστικά σχετικά με την ενεργειακή ανάλυση και να εντοπίσουμε τις διαφοροποιήσεις που προκύπτουν στην τιμολόγηση. Πιθανές αποτυχίες είναι εύκολο να προβλεφθούν και μέσω των κατάλληλων μέτρων από την πολιτεία μπορούμε να επιτύχουμε τιμές που να είναι χαμηλές για τον καταναλωτή σε βραχυπρόθεσμο πλάνο, ενώ μπορούν να ελκύσουν το ενδιαφέρον επενδυτών σε μακροπρόθεσμο πλάνο.

Συνεχίζοντας, η γνώση των παραγωγών που παίζουν καταλυτικό ρόλο στη διαμόρφωση της τιμής της ενέργειας έχει μεγάλη σημασία. Το πώς επηρεάζεται η τιμή της ενέργειας σε ώρα αιχμής και εκτός αιχμής, μας βοηθά να υπάρχει μια καλύτερη εποπτεία της παραγωγής και να περιορίζεται το φαινόμενο της σπατάλης ενεργειακής κατανάλωσης. Αυτό μπορεί να βοηθήσει το ίδιο το κράτος να μπορέσει να διατηρήσει αν όχι σε απόλυτο βαθμό, έστω σε ικανοποιητικό, ένα κομμάτι ενεργειακής αυτάρκειας, οπότε να είναι σε θέση να μπορεί να βάλει τις βάσεις για περαιτέρω βιομηχανική ανάπτυξη. Η κατανόηση από τη μελέτη της τιμολόγησης σύμφωνα με το W.Hogan, διευκολύνει αυτό το εγχείρημα για ενεργειακή επάρκεια και θέτει άμεση την θέσπιση των κατάλληλων συνταγματικών μέτρων προκειμένου να διασφαλιστεί η σωστή εφαρμογή του ενεργειακού συστήματος. Αυτό το σύστημα τιμολόγησης ανοίγει νέους ορίζοντες, αφού πλέον η ενέργεια μπορεί να γίνει ένα άμεσο, παγκόσμιο, δημόσιο αγαθό χωρίς όμως να επηρεάζει την εθνική ενεργειακή αυτάρκεια, του εναντίον να την ενισχύει σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κατέχουν το σημαντικότερο μέρος μελέτης αξιοποίησής τους λόγω των πολύτιμων πλεονεκτημάτων που μπορούν να προσφέρουν. Η σωστή χρήση τους ανοίγει προοπτικές τόσο για την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, όσο και για την ανάπτυξη σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο. Σίγουρα κρίνεται απαραίτητη και η περαιτέρω ανάπτυξη της τεχνογνωσίας αλλά και η ίδια η πολιτεία πρέπει να επιμείνει περισσότερο στην επιβολή μηχανισμών υποστήριξης, ώστε με τον καιρό να μπορέσει να εξοικειωθεί η χρήση τους από τη κοινή γνώμη.

Τα τελευταία χρόνια με την εξέλιξη της τεχνογνωσίας, την αναπτυσσόμενη παγκόσμια διανομή ενεργειακών προϊόντων αλλά και κάποιων αλλαγών στην διεθνή ενεργειακή αγορά αναδείχτηκε η ανάγκη για ασφάλεια στον ενεργειακό ανεφοδιασμό. Η συνεισφορά των τεχνολογικών επιτευγμάτων μπορεί να ενισχύσει την ενεργειακή ασφάλεια και να δώσει τη δυνατότητα για εθνική ενεργειακή αυτάρκεια. Σίγουρα η ενεργειακή ασφάλεια επηρεάζεται από διάφορους δείκτες, ωστόσο το κόστος εφαρμογής της εκάστοτε πολιτικής και των πλεονεκτημάτων που τη συνοδεύουν αποτελούν σημαντικά κριτήρια για την επιλογή της. Κάθε πολιτική που συνοδεύεται από δυσανάλογες επιβαρύνσεις στους καταναλωτές είναι τελείως αμφίβολο αν θα έχει ανταπόκριση από την κοινή γνώμη.

Τέλος, με τη χρήση απλών οικονομικών θεωριών μπορούμε να καταλάβουμε το οικονομικό υπόβαθρο από τις επιπτώσεις των αλλαγών του περιβάλλοντος. Με τη θέσπιση μιας πολιτικής είναι δύσκολο να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, γι' αυτό θεωρείται αναγκαίος ο συνδυασμός κατάλληλων προσεγγίσεων ώστε να επιτευχθεί σε μεγαλύτερο βαθμό η προστασία του περιβάλλοντος. Η σωστή διαχείριση της ενεργειακής ζήτησης, χρήση των καλύτερων μέσων τεχνολογίας, σωστός κρατικός έλεγχος, αποδοτική χρήση των ενεργειακών προϊόντων και θέσπιση αυστηρότερων μέτρων για χρήση «καθαρής» ενέργειας είναι στρατηγικές που έστω και σε μικρό βαθμό τηρηθούν, θα μπορέσουμε να δούμε θετικά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση του προβλήματος και θα βοηθήσουν στην εξέλιξη του βιοτικού επιπέδου.



## **Βιβλιογραφία**

- [1] Nicholls & Ogborn, 1993, p.73, Prideaux 1995, p.278
- [2] Cengel, YA & Bolew, MA (1994), *Thermodynamics: An engineering approach*, 2<sup>nd</sup> edn, McGraw Hill, London.
- [3] Codoni R., Park HC, Ramani KV (eds) (1985) *Integrated energy planning: a manual*. Asian and Pacific Development Centre, Kuala Lumpur
- [4] Worrel E., Ramesohl S., Boyd G. (2004), Advances in energy forecasting models based on engineering economics. *Annu Rev Environ Res*, 29:345-381.
- [5] Worrel E., Ramesohl S., Boyd G. (2004), Advances in energy forecasting models based on engineering economics. *Annu Rev Environ Res*, 29:345-381.
- [6] Laitner JA, DeCanio SJ, Coomey JG, Sanstand AH (2003) Room for improvement: increasing the value of energy modeling for policy analysis. *Utilities Policy*, 11:87-94.
- [7] Hartman RS (1997). *Frontiers in energy demand modelling*. *Annu Rev Energy*. 4:433-466
- [8] Stevens P (2000). *An introduction to energy economics*. In: Stevens P (ed.). *The economics of energy*, vol.1
- [9] Bhattacharyya SC (2006). Renewable energies and the poor: Niche or Nexus. *Energy Policy*, 34(6):659-663.
- [10] UN (1991), *Sectoral energy demand studies: application of the end-use approach to Asian Countries*. Energy Resources and Development series, No.33, United Nations.
- [11] Patterson M.G. (1996). What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. *Energy Policy*. Vol.4, No.5, pp.377-390.
- [12] Gillingham K, Newell R., Palmer K (2009). *Energy efficiency economics and policy*. RFF-DP-13, Resources for the Future, Washington.
- [13] Herring H (2006). Energy efficiency-a critical review. *Energy* 31(1):10-20.
- [14] Munasinghe M. (1985), *Energy Pricing and demand management*. Westview Press, Boulder
- [15] Rangaswamy, V. (1989). *Domestic energy pricing policies*, Energy Series Paper 13, World Bank, Washington DC. World Bank, 2004, *Reforming infrastructure: privatization, regulation and competition*, World Bank.
- [16] Munasinghe, M. Warford JJ. (1982). *Electricity pricing: theory and case studies*. World Bank, Washington D.C.
- [17] Viscusi WK, Harrington JE, Vernon JM (2005). *Economics of regulation and antitrust*. The MIT Press, Massachusetts.



- [18] ΚΑΠΕ- Οδηγός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας- Δυνατότητες στην τοπική αυτοδιοίκηση (1996)
- [19] <http://www.conserve-energy-future.com/pros-and-cons-of-renewable-energy.php>
- [20] Goldenberg J., (2004). The case for renewable energies. Thematic Background paper 1, international conference on renewable energies, Bonn
- [21] Gross R, Heptonstall P, Anderson D, Green T, Leach M, Skea J (2006) The costs and impacts of intermittency: as assessment of the evidence on the costs and impacts of intermittent generation on the British electricity network. UKERC, London.
- [22] Bielecki J (2002) Energy security: Is the wolf at the door? Q Rev Econ Finance 42:235–250.
- [23] Toman MA (2002) International Oil security: Problems and policies, RFF Issue Briefs. Resources for the Future, Washington, DC.
- [24] Brown SPA, Huntington H (2008) Energy security and climate change protection: complementarity or trade-off. Energy Policy 36(9):3510–3513.
- [25] Löschel, A., Moslener, U. & Rübhelke, D. (2010). *Energy security-concepts and indicators*. Energy policy. 38(4), p.1607-1608.
- [26] IAEA (2005) Energy indicators for sustainable development: guidelines and methodologies. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- [27] Percebois J (1989) Economie de l'Énergie. Economica, Paris.
- [28] Salameh M (2003) The new frontiers for the United States energy security in the 21st century. Appl Energy 76:135–144.
- [29] IPCC (2006) Guidelines for National Greenhouse gas inventories, IPCC National Greenhouse Gas Inventories Program, Intergovernmental Panel of Climate Change. Institute for Global Environment Strategies.
- [30] CBO (2003) The economics of climate change: a primer, a CBO study. In: The congress of the United States, congressional budget office.
- [31] Stern N (2007) The economics of climate change, the stern report. Cambridge University Press, Cambridge.
- [32] Nordhaus WD (1991) To slow or not to slow: the economics of the greenhouse effect. Econ J, 1991:920–937.
- [33] Cline WR (1991) Scientific basis for the greenhouse effect. Econ J 101:904–919

[34] RCEP (2000) Energy and the climate change. Royal Commission on Environmental Pollution, London.

[35] IPCC (2001b) Climate change 2001: mitigation. Cambridge University Press, London

[36]

[www.ypeka.gr/ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ\\_ΑΛΛΑΓΗ/ΔΙΕΘΝΗΣ\\_ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΣΕΙΣ/ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ\\_ΤΟΥ\\_ΚΙΟΤΟ](http://www.ypeka.gr/ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ_ΑΛΛΑΓΗ/ΔΙΕΘΝΗΣ_ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΣΕΙΣ/ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ_ΤΟΥ_ΚΙΟΤΟ).

[37] [www.ypeka.gr/ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ\\_ΑΛΛΑΓΗ/ΔΙΑΣΚΕΨΗ\\_ΓΙΑ\\_ΤΗΝ\\_ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ\\_ΑΛΛΑΓΗ\\_2015](http://www.ypeka.gr/ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ_ΑΛΛΑΓΗ/ΔΙΑΣΚΕΨΗ_ΓΙΑ_ΤΗΝ_ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ_ΑΛΛΑΓΗ_2015).