

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	1
Πίνακες.....	4
Διαγράμματα.....	5
1. Η Ενέργεια ως βάση της Οικονομικής Δραστηριότητας.....	6
1.1 Συμβολή της ενέργειας στην παγκόσμια ανάπτυξη.....	6
1.2 Το ενεργειακό πρόβλημα.....	8
1.3 Χρήσεις της ενέργειας.....	9
1.4 Είδη Ενέργειας.....	12
1.5 Αξονες Ανάλυσης.....	12
1.6 Βασικές Πηγές.....	14
2. Παρούσα κατάσταση στη αγορά ενέργειας.....	17
2.1 Παγκόσμιες ενεργειακές ανάγκες.....	17
3. Πετρέλαιο.....	20
3.1 Γενικά χαρακτηριστικά πετρελαίου.....	20
3.2 Διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσης του πετρελαίου.....	20
3.3 Πορεία χρήσης πετρελαίου.....	22
3.4 Πλεονεκτήματα χρήσης πετρελαίου.....	23
3.5 Μειονεκτήματα χρήσης πετρελαίου.....	24
3.6 Φορείς που εμπλέκονται στην αγορά.....	28
3.7 Προοπτικές εκμετάλλευσης πετρελαίου.....	35
3.8 Αποθέματα πετρελαίου.....	35
3.9 Παράρτημα.....	37
3.10 Πηγές για το Πετρέλαιο.....	39
4. Άνθρακας.....	41
4.1 Γενικά χαρακτηριστικά άνθρακα.....	41
4.2 Διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσης άνθρακα.....	41

4.3	Πορεία χρήσης άνθρακα	42
4.4	Πλεονεκτήματα χρήσης άνθρακα.....	42
4.5	Μειονεκτήματα χρήσης άνθρακα	43
4.6	Φορείς που εμπλέκονται στην αγορά άνθρακα.....	44
4.7	Προοπτικές εκμετάλλευσης άνθρακα.....	44
4.8	Παράρτημα.....	46
4.9	Πηγές για τον Άνθρακα.....	46
5.	Φυσικό Αέριο.....	48
5.1	Γενικά χαρακτηριστικά Φυσικού Αερίου.....	48
5.2	Διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσης Φυσικού Αερίου.....	48
5.3	Πορεία χρήσης Φυσικού Αερίου.....	49
5.4	Πλεονεκτήματα χρήσης Φυσικού Αερίου	49
5.5	Μειονεκτήματα χρήσης Φυσικού Αερίου.....	50
5.6	Φορείς που εμπλέκονται στην αγορά Φυσικού Αερίου	50
5.7	Προοπτικές εκμετάλλευσης Φυσικού Αερίου	51
5.8	Παράρτημα.....	52
5.9	Πηγές για το Φυσικό Αέριο.....	52
6.	Πυρηνική Ενέργεια	54
6.1	Γενικά χαρακτηριστικά πυρηνικής ενέργειας	54
6.2	Διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσης της πυρηνικής ενέργειας.....	54
6.3	Πορεία χρήσης πυρηνικής ενέργειας	55
6.4	Πλεονεκτήματα χρήσης πυρηνικής ενέργειας.....	56
6.5	Μειονεκτήματα χρήσης πυρηνικής ενέργειας.....	57
6.6	Φορείς που εμπλέκονται στην αγορά	59
6.7	Προοπτικές εκμετάλλευσης πυρηνικής ενέργειας.....	61
6.8	Πυρηνική Σύντηξη.....	62
6.9	Παράρτημα.....	64
6.10	Πηγές για την Πυρηνική Ενέργεια.....	66
7.	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	69

7.1	Γενικά χαρακτηριστικά Α.Π.Ε.....	69
7.2	Διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσης Α.Π.Ε.....	70
7.3	Πορεία χρήσης Α.Π.Ε.....	70
7.4	Πλεονεκτήματα χρήσης Α.Π.Ε.....	71
7.5	Μειονεκτήματα χρήσης Α.Π.Ε.....	72
7.6	Φορείς που εμπλέκονται στην αγορά των Α.Π.Ε.....	74
7.7	Προοπτικές εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε.....	75
7.8	Πηγές για τις ΑΠΕ.....	76
8.	Ανάλυση Αγοράς με βάση το μοντέλο του Porter	77
8.1	Θεωρητική Ανάλυση του μοντέλου του Porter.....	77
8.2	Εφαρμογή του μοντέλου Porter στην Αγορά Ενέργειας.....	80
8.2.1	Η απειλή νεοεισερχόμενων στην αγορά ενέργειας	81
8.2.2	Ο ανταγωνισμός μεταξύ των εταιρειών που δραστηριοποιούνται στον κλάδο:.....	82
8.2.3	Η απειλή των υποκατάστατων και των νέων προϊόντων:	83
8.2.4	Η διαπραγματευτική δύναμη των αγοραστών :.....	84
8.2.5	Η διαπραγματευτική δύναμη των προμηθευτών:.....	85
8.2.6	Υπόλοιποι συμμετέχοντες στην αγορά.....	86
8.2.7	Συμπεράσματα της εφαρμογής του μοντέλου Porter στην αγορά ενέργειας.....	87
9.	Χρήση του Υδρογόνου ως καυσίμου.....	88
9.1	Γενικά χαρακτηριστικά Υδρογόνου.....	88
9.2	Το υδρογόνο ως καύσιμο:.....	88
9.3	Διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσης Υδρογόνου.....	90
9.3.1	Παραγωγή Υδρογόνου.....	91
9.4	Διανομή Υδρογόνου	92
9.5	Μετατροπή Υδρογόνου σε Ηλεκτρική Ενέργεια με Κυψέλες Καυσίμου (Fuel Cells)....	93
9.6	Πορεία χρήσης Υδρογόνου.....	95
9.7	Πλεονεκτήματα χρήσης Υδρογόνου	97
9.8	Μειονεκτήματα χρήσης Υδρογόνου.....	99
9.9	Φορείς που εμπλέκονται στην αγορά Υδρογόνου.....	100
9.9.1	Ενέργειες χωρών στον τομέα του Υδρογόνου	101
9.9.1.1	Διεθνείς Οργανισμοί και Χώρες που επενδύουν στο Υδρογόνο:.....	102
9.9.1.2	Ευρωπαϊκή Ένωση:.....	103

9.9.1.3	Αυστραλία:.....	105
9.9.1.4	Το μοντέλο της Ισλανδίας.....	105
9.9.1.5	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.....	106
9.9.1.6	Καναδάς.....	110
9.9.2	Επιχειρήσεις που επενδύουν στο υδρογόνο.....	113
9.9.2.1	Πετρελαϊκές.....	115
9.9.2.1.1	BP (British Petroleum):.....	115
9.9.2.1.2	Shell.....	117
9.9.2.2	Αυτοκινητοβιομηχανίες - Βιομηχανίες Παραγωγής Εναέριων Μέσων.....	119
9.9.2.2.1	General Motors (GM):.....	122
9.9.2.2.2	Toyota.....	123
9.9.2.2.3	Honda.....	125
9.9.2.2.4	Αεροπλάνα και Πλοία Υδρογόνου.....	126
9.9.2.3	Εταιρείες Υδρογόνου.....	128
9.9.2.3.1	Ballard Power Systems.....	128
9.9.2.3.2	Hydrogenics Corporation.....	130
10.	Προοπτικές εκμετάλλευσης του Υδρογόνου.....	131
10.1	Λόγοι που ευνοούν την είσοδο του υδρογόνου στην αγορά:.....	131
10.2	Λόγοι που εμποδίζουν την είσοδο του υδρογόνου στην αγορά:.....	134
10.3	Το Μέλλον του Υδρογόνου.....	136
10.3.1	Το όραμα της Οικονομίας Υδρογόνου.....	138
10.4	Το Υδρογόνο στην Ελλάδα.....	140
10.5	Πηγές για το Υδρογόνο.....	145
11.	Συγκεντρωτική Κατάσταση Πηγών.....	149

Πίνακες

Πίνακας 2.1-1:	Πίνακας κατανάλωσης ανά καύσιμο/πηγή ενέργειας (σε εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου) για το 2005.....	18
Πίνακας 2.1-2	Πίνακας κατανάλωσης ανά καύσιμο/πηγή ενέργειας (σε εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου) για το 2005.....	18
Πίνακας 3.6-1:	Μερίδια αγοράς πετρελαϊκών εταιρειών το 1993.....	32
Πίνακας 3.6-2:	Μερίδια αγοράς πετρελαϊκών εταιρειών το 2005.....	33
Πίνακας 3.8-1:	Πίνακας Παγκόσμιας Παραγωγής Πετρελαίου για την περίοδο 1965 – 2006	

(ποσά σε εκατομμύρια τόνους).....	37
Πίνακας 3.8-2 : Πίνακας Παγκόσμιας Κατανάλωσης Πετρελαίου για την περίοδο 1965 - 2006 (ποσά σε εκατομμύρια τόνους).....	38
Πίνακας 3.8-3: Πίνακας Παγκόσμιων Υπολογιζόμενων Ανακτήσιμων Αποθεμάτων.....	39
Πίνακας 4.8-1: Πίνακας Παγκόσμιας Παραγωγής Άνθρακα για την περίοδο 1965 – 2006 (ποσά σε mtoe).....	46
Πίνακας 5.7-1: Πίνακας Παγκόσμιας Παραγωγής Φυσικού Αερίου περιόδου 1970 – 2006 (ποσά σε mtoe)	52
Πίνακας 6.8-1: Παγκόσμια Κατανάλωση Πυρηνικής Ενέργειας για την περίοδο 1965 - 2006 (ποσότητα σε TW)	64
Πίνακας 7.3-1: Παγκόσμιο Μερίδιο Αγοράς Κατηγοριών Α.Π.Ε. το 2004	71
Πίνακας 9.2-1: Ιδιότητες Βασικών Καυσίμων	90
Πίνακας 9.6-1 : Παγκόσμια Παραγωγή Υδρογόνου το έτος 2004.....	96
Πίνακας 9.9-1: Πίνακας Σύγκρισης Απόδοσης Υβριδικού και FCV οχήματος Toyota.....	124
Πίνακας 10.4-1: Παραγωγή Ενέργειας στην Ελλάδα το 2004 (σε mtoe)	141

Διαγράμματα

Εικόνα 3.3-1: Διάγραμμα Παγκόσμιας Παραγωγής Πετρελαίου περιόδου 1965 - 2006	23
Εικόνα 3.3-2: Διάγραμμα Παγκόσμιας Κατανάλωσης Πετρελαίου περιόδου 1965 - 2006.....	23
Εικόνα 3.8-1: Πίνακας Υπολογιζόμενων Ανακτήσιμων Αποθεμάτων.....	36
Εικόνα 4.3-1: Παγκόσμια Παραγωγή Άνθρακα για την περίοδο 1965 – 2006 (ποσά σε εκατομμύρια τόνους).....	42
Εικόνα 5.3-1: Πορεία Παγκόσμιας Παραγωγής Φυσικού Αερίου περιόδου 1970 - 2006....	49
Εικόνα 6.3-1: Πορεία Παγκόσμιας Κατανάλωσης Πυρηνικής Ενέργειας για την περίοδο 1965 - 2006.....	56

1. Η Ενέργεια ως βάση της Οικονομικής Δραστηριότητας

Η βάση της οικονομικής δραστηριότητας μίας κοινωνίας και εν γένει της λειτουργίας της, είναι η ενέργεια που αυτή χρησιμοποιεί. Για κάθε έκφανση επιχειρηματικής δραστηριότητας, όπως η παραγωγή προϊόντων, η λειτουργία μηχανημάτων και η μεταφορά αγαθών, είναι αναγκαία η κατανάλωση μίας ποσότητας ενέργειας. Το ίδιο συμβαίνει και για ιδιωτικές δραστηριότητες όπως η οδήγηση ενός αυτοκινήτου ή η λειτουργία οικιακών συσκευών, που απαιτούν δαπάνη ενέργειας για να τελεστούν.

Το σύστημα παραγωγής ενέργειας που κάνει εφικτές τις ανωτέρω δραστηριότητες είναι εξαιρετικά πολύπλοκο, παρότι ουσιαστικά δεν γίνεται αντιληπτό από τον σύγχρονο άνθρωπο. Ενδεικτικά, κάποια από τα κομμάτια αυτής της σύνθετης διαδικασίας είναι:

- τα μηχανήματα γεωτρήσεων
- τα μηχανήματα εξόρυξης πετρελαίου, λιγνίτη και φυσικού αερίου
- οι θαλάσσιες πλατφόρμες άντλησης πετρελαίου
- οι αγωγοί μεταφοράς πετρελαίου και φυσικού αερίου
- τα μεταφορικά μέσα (πλοία και βυτιοφόρα)
- τα διυλιστήρια πετρελαίου και τα εργοστάσια επεξεργασίας του άνθρακα
- τα πρατήρια βενζίνης και πετρελαίου.

Ενώ όμως τα ευεργετικά αποτελέσματα της λειτουργίας του ανωτέρω συστήματος για την ανθρωπότητα θεωρούνται δεδομένα, η έκταση των επιπτώσεών της και η πιθανότητα ανεπάρκειάς της έχουν φέρει την ενέργεια στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος της παγκόσμιας κοινής γνώμης.

1.1 Συμβολή της ενέργειας στην παγκόσμια ανάπτυξη

Εξετάζοντας τη συμβολή της ενέργειας στην πορεία του ανθρώπινου πολιτισμού

διαχρονικά, παρατηρούμε πως αυτή όρισε την εξέλιξή του, ακόμα και αν η διαδικασία αξιοποίησής της δεν ήταν πάντα τόσο προηγμένη όπως στις μέρες μας. Παρότι η έννοια της ενέργειας είναι για τους περισσότερους συνυφασμένη με εφαρμογές της σύγχρονης εποχής (ηλεκτρισμός, μεταφορές κλπ.), ιστορικά η ανθρωπότητα πάντα τη χρησιμοποιούσε. Είτε προέκυπτε από την εργασία των σκλάβων της αρχαίας εποχής, χάρη στην οποία οικοδομήθηκαν έργα όπως οι πυραμίδες της Αιγύπτου είτε από τον αέρα με τον οποίο λειτουργούσαν οι ανεμόμυλοι, η ενέργεια παρέμενε απαραίτητη για τη πρόοδο και τη λειτουργία της κοινωνίας. Άλλωστε, ακόμα και σήμερα υπάρχει ένα πολύ μεγάλο κομμάτι του παγκόσμιου πληθυσμού¹ που δεν έχει πρόσβαση στις σύγχρονες μορφές ενέργειας, κυρίως λόγω αδυναμίας κάλυψης του κόστους τους.

Κατά μείζονα λόγο, όταν οι επιστημονικές εξελίξεις επέτρεψαν τη χρησιμοποίηση της ατμομηχανής και έπειτα του κινητήρα εσωτερικής καύσης, η συνεισφορά της ενέργειας στη λειτουργία και την πρόοδο της κοινωνίας έγινε ακόμα πιο έντονη. Αντιστοίχως, μεγαλύτερη έγινε και η εξάρτηση της κοινωνίας από την ενέργεια.

Απόδειξη και συνέπεια αυτής της αλληλεξάρτησης είναι το γεγονός πως οι μεταβολές στον κλάδο της ενέργειας έχουν ανάλογες συνέπειες στη δομή της κοινωνίας και στο οικονομικό περιβάλλον. Οι μεταβολές αυτές μπορεί να αφορούν:

- Την τεχνολογία αξιοποίησης της ενέργειας. Πράγματι, η μεγάλη οικονομική και κοινωνική εξέλιξη, που ξεκίνησε με τη είσοδο στη βιομηχανική εποχή, βασίστηκε στην αλλαγή του τρόπου χρησιμοποίησης της ενέργειας. Η ανάπτυξη του εμπορίου, η εξέλιξη της παραγωγής, των τηλεπικοινωνιών και των μεταφορών, όπως και η πρόοδος των επιστημών είναι πτυχές των θετικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής νέων μεθόδων εκμετάλλευσης της ενέργειας. Για αυτό το λόγο, η τελευταία είναι απόλυτα συνδεδεμένη με τη δομή της κοινωνίας και της οικονομίας όπως υφίστανται σήμερα.

¹ Στην ιστοσελίδα <http://www.physics4u.gr> υπολογίζεται πως το μέγεθος του πληθυσμού που δεν έχει πρόσβαση στις σύγχρονες μορφές ενέργειας αγγίζει τα 2 δισεκατομμύρια άτομα.

- Τις οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες που την αφορούν. Ένα παράδειγμα μεταβολής των συνθηκών εκμετάλλευσης της ενέργειας² αποτελεί η επανάσταση των δούλων υπό τον Σπάρτακο στην αρχαία Ρώμη το 73 - 71 π.Χ., η οποία αποτέλεσε μία σοβαρή απειλή για την κοινωνία της εποχής. Η αγροτική οικονομία της κατέρρευσε χωρίς την απολεσθείσα, λόγω της επανάστασης, ενέργεια. Αντιστοίχως, παράδειγμα από τη σύγχρονη εποχή, αποτελεί η διαρκής αύξηση της τιμής του πετρελαίου. Εξαιτίας αυτής, το κόστος των παραγόμενων αγαθών και κατά συνέπεια ο πληθωρισμός αυξάνονται. Αποτέλεσμα αυτού είναι η επιβάρυνση της παγκόσμιας οικονομίας και κατά προέκταση η συμβολή σε μία διαδικασία παγκόσμιας οικονομικής ύφεσης.

Άρα, κάθε μεταβολή στην αγορά ενέργειας έχει σημαντικές επιδράσεις στην παγκόσμια οικονομία, ενώ οι μεγάλες αλλαγές στην τεχνολογία εκμετάλλευσης της ενέργειας επιφέρουν ριζικές αλλαγές στην ίδια την κοινωνία. Σχολιάζοντας την αρνητική πλευρά της εξάρτησης από την ενέργεια, θα πρέπει στις επιπτώσεις της αύξησης της τιμής του πετρελαίου που αναφέρθηκε, να προστεθούν τα πολιτικά και οικολογικά προβλήματα που προκύπτουν από την ευρεία χρήση των ορυκτών καυσίμων.

1.2 Το ενεργειακό πρόβλημα

Για τους λόγους που αναφέρθηκαν, η ενέργεια αποτελεί ένα από τα κεντρικότερα ζητήματα στα οποία έχει στρέψει το ενδιαφέρον της η παγκόσμια κοινή γνώμη και ιδιαίτερα η επιστημονική, οικονομική και πολιτική κοινότητα. Η συζήτηση για την ενέργεια αφορά τις αρνητικές συνέπειες της χρήσης των ορυκτών καυσίμων³, κυρίως της ρύπανσης, της πιθανότητας εξάντλησής τους και των οικονομικών προβλημάτων λόγω της αλματώδους αύξησης της τιμής του πετρελαίου, αλλά και τις θετικές εξελίξεις στο κλάδο, με την πραγματοποίηση επενδύσεων και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών.

² Δεδομένου πως, όπως έχει ήδη αναφερθεί, η πρώτη μορφή ενέργειας προέκυπτε από την εργασία των ανθρώπων.

³ Ορυκτά καύσιμα: είναι μία κατηγορία καυσίμων που περιλαμβάνει τους υδρογονάνθρακες (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, λιγνίτης) και το ουράνιο.

Φυσικά, οι εξελίξεις στην αγορά ενέργειας αποτελούν αντικείμενο μελέτης και για κάθε σύγχρονη επιχείρηση διότι η ενέργεια αποτελεί βασικό στοιχείο κόστους για την λειτουργία τους, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούν μηχανήματα και μεταφορικές υπηρεσίες. Επίσης, δεδομένων των εξελίξεων στην τεχνολογία και το περιβάλλον μίας τόσο μεγάλης αγοράς, είναι αναμενόμενο να υπάρξουν πολλές ευκαιρίες για επενδύσεις και επιχειρηματική δράση, είτε από τις υπάρχουσες επιχειρήσεις είτε από νέους φορείς. Οι εξελίξεις στον τομέα προέρχονται εν πολλοίς από την προσπάθεια που γίνεται για να βρεθούν λύσεις στο ενεργειακό πρόβλημα.

Μία από τις προτάσεις της επιστημονικής κοινότητας είναι η τεχνολογία υδρογόνου, τις οικονομικές πτυχές της αξιοποίησης της οποίας πραγματεύεται η συγκεκριμένη εργασία. Από τη σύντομη εισαγωγή στο αντικείμενο που προηγήθηκε, γίνεται εύκολα αντιληπτή η σημασία μίας τέτοιας εξέλιξης και αναδύονται ιδιαίτερα ενδιαφέροντες προβληματισμοί. Εκτός από τη βασική τεχνολογική διάσταση του ζητήματος, πολύ σημαντική είναι και η επιχειρηματική.

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι να εξεταστεί από οικονομική και επιχειρηματική σκοπιά η δραστηριότητα στο αναπτυσσόμενο κομμάτι του κλάδου της ενέργειας που αφορά το υδρογόνο, η αναφορά σε ανταγωνιστικές λύσεις στο ενεργειακό πρόβλημα, ο σχολιασμός απόψεων για το κατά πόσον η μετάβαση στην Οικονομία Υδρογόνου είναι πραγματιστική προοπτική αλλά και οι προοπτικές αξιοποίησής του στην Ελλάδα.

1.3 Χρήσεις της ενέργειας

Είναι σημαντικό στα πλαίσια της ανάλυσης που θα ακολουθήσει να γίνει μία πιο εκτεταμένη αναφορά στις χρήσεις της ενέργειας, ώστε να γίνει αντιληπτή η μετέπειτα ανάλυση της παρούσας αγοράς αλλά και η αξιοποίηση του υδρογόνου ως καυσίμου.

Πρώτον, η ενέργεια χρησιμοποιείται για λόγους οικιακής χρήσης και συγκεκριμένα για τη θέρμανση και τη λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών. Η ανωτέρω διάκριση έχει σημασία, διότι αλλάζει το είδος και η πηγή της χρησιμοποιούμενης ενέργειας. Για παράδειγμα, ένα σπίτι θερμαίνεται είτε με κλιματιστικό, που χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια παρεχόμενη από το δίκτυο ενός κεντρικού παροχέα ενέργειας (π.χ. στην Ελλάδα η ΔΕΗ) είτε από τα σώματα (καλοριφέρ) που θερμαίνονται από την καύση πετρελαίου ή φυσικού αερίου που βρίσκεται στο κτίριο. Σε κάθε μία από τις δύο

περιπτώσεις το κόστος αλλά και η απόδοση της ενέργειας είναι διαφορετική, διότι ο κεντρικός παροχέας μπορεί να χρησιμοποιεί διαφορετικά είδη καυσίμων, όπως λιγνίτη, πετρέλαιο, φυσικό αέριο ή Α.Π.Ε.

Δεύτερον, η ενέργεια χρησιμοποιείται κατά την διάρκεια της παραγωγής αγαθών. Η λειτουργία μηχανημάτων απαιτεί κυρίως ηλεκτρική ενέργεια, συνήθως παραγόμενη από κάποιον κεντρικό φορέα (περίπτωση στην οποία έχουμε αναφερθεί) και σπανιότερα από αυτόνομη εγκατάσταση (φωτοβολταϊκά, υδροηλεκτρική κλπ.). Ιδιαίτερα κοστοβόρα, από άποψη χρηματική και ενεργειακή είναι και η μεταφορά πρώτων υλών και ετοιμών προϊόντων, καθώς στηρίζεται σχεδόν εξ ολοκλήρου στην κατανάλωση πετρελαίου.

Σε κάθε περίπτωση, όπως διαφαίνεται και από την γενική αναφορά στις δύο πτυχές της οικονομικής ζωής, την πλευρά της παραγωγής και των νοικοκυριών, μεγάλο κομμάτι της κατανάλωσης ενέργειας προέρχεται από το πετρέλαιο⁴. Άρα, τα προβλήματα που σχετίζονται με την χρήση πετρελαίου επηρεάζουν ολόκληρη την αγορά και κατά συνέπεια το σύνολο της οικονομικής δραστηριότητας.

Εξάλλου, ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα είναι η σχέση αγαθών και ενέργειας. Ουσιαστικά, κάθε παραγόμενο προϊόν έχει προέλθει από τη κατανάλωση ποσοτήτων ενέργειας, δεδομένου πως χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή του μηχανήματα και μεταφορικά μέσα. Άρα, κάθε ποσότητα αγαθού μπορεί να αντιστοιχιστεί με την ποσότητα ενέργειας που χρειάστηκε για να παραχθεί.

⁴ Αναλυτικότερη αναφορά, που περιλαμβάνει και ποσοτικά στοιχεία, γίνεται στο κεφάλαιο που αφορά τη σημερινή αγορά ενέργειας.

Μία παρατήρηση εξαιρετικής σημασίας κάνει ο Τζέρεμι Ρίφκιν στο βιβλίο του «Η Οικονομία Υδρογόνου»,⁵ όπου παρουσιάζει στοιχεία για τη σχέση της παραγωγής τροφής και της απαιτούμενης ενέργειας. Αναφέρει πως ένα ποσοστό της τάξης του 17% της κατανάλωσης ενέργειας στις Η.Π.Α. αφορά την παραγωγή τροφής και τη μεταφορά της στην αγορά, ενώ παράλληλα υπολογίζει πως με τις σύγχρονες μεθόδους παραγωγής απαιτούνται δέκα θερμίδες⁶ ενέργειας για κάθε μία θερμίδα τροφής. Είναι φανερό πως το ενεργειακό πρόβλημα δεν επηρεάζει μόνο τις μεταφορές, αλλά και ολόκληρη τη διαδικασία παραγωγής.

Αν, λοιπόν, πράγματι πλησιάζει η κορύφωση της παραγωγής πετρελαίου⁷ και το ενδεχόμενο εξάντλησης των εναπομεινάντων αποθεμάτων είναι ορατό στις επόμενες δεκαετίες, τότε θα πρέπει να συνυπολογιστεί πως η ενεργειακή κρίση θα επιφέρει και ανεπάρκεια αγαθών. Βασιζόμενος στο ανωτέρω παράδειγμα και αναλογιζόμενος την ποικιλία των χρήσεων του πετρελαίου⁸, τότε εύκολα μπορεί να αντιληφθεί κανείς πως η ενεργειακή κρίση θα μπορούσε να συνταράξει το υπάρχον κοινωνικό σύστημα, προκαλώντας ανεπάρκεια ακόμα και των βασικών αγαθών όπως η τροφή. Αυτή η διάσταση είναι σημαντική, διότι στη συνείδηση της κοινής γνώμης αλλά και των επιχειρήσεων, το ενδεχόμενο αυτής της κρίσης μοιάζει μακρινό, ενώ το μέγεθος των επιπτώσεων της απροσδιόριστο.

⁵ Στο σημείο αυτό έχει αποδείξει τη σημασία της γεωργικής παραγωγής για τη διάρθρωση της κοινωνίας με τη σημερινή μορφή, τονίζοντας πως η αύξηση του πληθυσμού και η βιομηχανική επανάσταση στηρίχτηκαν στις νέες μεθόδους παραγωγής, που αφενός βοήθησαν την αύξηση των παραγόμενων ποσοτήτων τροφίμων και αφετέρου επέτρεψαν την απελευθέρωση εργατικού δυναμικού. Καταλήγει στο συμπέρασμα πως μία ενεργειακή κρίση απειλεί τα θεμέλια της κοινωνίας, που χωρίς την απαιτούμενη ενέργεια δεν μπορεί ούτε να θρέψει τον πληθυσμό της.

⁶ 1 cal = 4,183 Joule

⁷ Κορύφωση της παραγωγής πετρελαίου: έννοια που αναλύεται στην ενότητα «Προοπτικές εκμετάλλευσης πετρελαίου»

⁸ Σημειώνεται πως το πετρέλαιο χρησιμοποιείται για πλήθος εφαρμογών, όπως τα πετροχημικά που είναι απαραίτητα για τη γεωργική παραγωγή όπως έχει διαμορφωθεί στις μέρες μας. Εκτενέστερη αναφορά στο ζήτημα γίνεται στη σχετική με το πετρέλαιο ενότητα.

1.4 Είδη Ενέργειας

Στο σημείο αυτό είναι χρήσιμο να αναφερθούμε και στην έννοια των πηγών ενέργειας, των καυσίμων και της αξιοποιήσιμης ενέργειας. Πηγή ενέργειας είναι μία πρωτογενής μορφή ενέργειας, όπως η αιολική, η ηλιακή, η πυρηνική. Προφανώς για να γίνει χρήσιμη η ενέργεια αυτή θα πρέπει να μετατραπεί σε μία από τις μορφές που είναι αξιοποιήσιμες από τον άνθρωπο. Αυτό γίνεται είτε άμεσα (π.χ. παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από υδροηλεκτρική εγκατάσταση και αξιοποίηση σε βιομηχανική μονάδα) είτε με τη μεσολάβηση καυσίμου.

Το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και το υδρογόνο είναι καύσιμα, δηλαδή φορείς ενέργειας που απελευθερώνεται με την καύση τους. Για παράδειγμα, ο κινητήρας εσωτερικής καύσης μετατρέπει την (χημική) ενέργεια του καυσίμου σε κινητική. Αντιστοίχως και το υδρογόνο είναι φορέας ενέργειας, δηλαδή μέσω αυτού μία από τις πρωτογενείς μορφές ενέργειας μετατρέπεται σε είδος χρήσιμο για τον άνθρωπο.

Αντιστοίχως, ενέργεια που είναι χρήσιμη για τον άνθρωπο είναι η ηλεκτρική (με την οποία λειτουργούν οι συσκευές, τα μηχανήματα κλπ.), η θερμότητα (χρήσιμη στη θέρμανση, τη μαγειρική κλπ.) και η κινητική (μεταφορές). Καίριο ζήτημα για τις τεχνολογίες αξιοποίησης της ενέργειας, είναι η ενεργειακή απόδοση αλλά και η οικονομική.

1.5 Άξονες Ανάλυσης

Τα ζητήματα της ανάλυσης της υπάρχουσας αγοράς ενέργειας και της ανάπτυξης μίας νέας τεχνολογίας που έχει ήδη αρχίσει να εισέρχεται σε αυτήν, είναι εξαιρετικά ενδιαφέροντα αλλά και εξίσου πολύπλοκα. Στο ζήτημα της αγοράς ενέργειας υπάρχουν αρκετές πληροφορίες στις οποίες έχει πρόσβαση ο ερευνητής. Η πολυπλοκότητα της αγοράς έγκειται στο γεγονός πως έχει πολύ μεγάλο μέγεθος, δηλαδή αξία δισεκατομμυρίων δολαρίων και κατανάλωση δισεκατομμυρίων βαρελιών ισοδύναμου

πετρελαίου⁹ ετησίως, αλλά και πολλούς εμπλεκόμενους φορείς (πετρελαιοπαραγωγά κράτη και εταιρείες, παροχείς ενέργειας, αγοραστές που μπορεί να είναι κράτη, επιχειρήσεις ή πολίτες), που συνεπάγονται και περίπλοκους συσχετισμούς μεταξύ αυτών.

Η προσέγγιση που θα επιχειρηθεί χωρίζεται σε τρεις βασικές ενότητες: την ανάλυση της παρούσας αγοράς ενέργειας, τη δραστηριότητα που αφορά το υδρογόνο και τις προοπτικές του τελευταίου. Το υδρογόνο αντιμετωπίζεται σαν ένα νέο προϊόν που έρχεται να ικανοποιήσει συγκεκριμένες ανάγκες. Για αυτόν τον λόγο, η ανάλυση της παρούσας αγοράς έχει ιδιαίτερη σημασία.

Η ανάλυση της αγοράς ενέργειας γίνεται σε τρία επίπεδα: 1^ο περιγραφή παγκόσμιων (και σε δεύτερο χρόνο ευρωπαϊκών και ελληνικών) ενεργειακών αναγκών, 2^ο αναφορά σε κάθε κατηγορία πηγών ενέργειας και καυσίμων που χρησιμοποιούνται και 3^ο εφαρμογή του μοντέλου των πέντε δυνάμεων του Porter για την αγορά. Επιλέχθηκε να γίνει ανάλυση σε επίπεδο του συνόλου της αγοράς της ενέργειας ώστε να μην δίδεται αποσπασματικά η εικόνα της, ενώ ειδική ανάλυση θα γίνει για την υπό διαμόρφωση αγορά υδρογόνου. Μεγάλο μέρος των στατιστικών στοιχείων έχει ληφθεί από την ετήσια έκθεση της BP (British Petroleum) και από έρευνα της υπηρεσίας διαχείρισης ενέργειας των Η.Π.Α. DOE (Department of Energy). Τα στοιχεία των εταιρειών λαμβάνονται από τους ιστοχώρους τους.

Όσον αφορά το υδρογόνο, που αποτελεί και το βασικό αντικείμενο μελέτης, θα πρέπει να εξεταστεί από πολλές οπτικές γωνίες. Αρχικά θα πρέπει να γίνει αναφορά στο τεχνικό μέρος της χρήσης υδρογόνου, ώστε να προκύψουν τα πλεονεκτήματα της αξιοποίησής του σε σχέση με τα παραδοσιακά καύσιμα αλλά και τα εμπόδια για την εμπορική εκμετάλλευσή του. Εν συνέχεια, θα αναλυθεί η αγορά υδρογόνου και οι

⁹ Για την οργάνωση των στατιστικών στοιχείων που αφορούν την κατανάλωση και παραγωγή ενέργειας, δημιουργήθηκαν οι μονάδες μέτρησης «τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου» (mtoe: Million tonnes oil equivalent) και «βαρέλια ισοδύναμου πετρελαίου». Αυτές οι μονάδες έχουν σαν βάση τις μονάδες μέτρησης αργού πετρελαίου, δηλαδή τους τόνους και τα βαρέλια πετρελαίου. Ουσιαστικά χρησιμοποιείται το ενεργειακό περιεχόμενο των ανωτέρω μονάδων ως βάση για τη μέτρηση της ενέργειας που παράγεται από όλες τις άλλες πηγές.

συμμετέχοντες σε αυτήν. Τέλος, σε ξεχωριστό τμήμα θα αναφερθούν οι προοπτικές αξιοποίησής του υδρογόνου στην Ελλάδα.

Το κρίσιμο σημείο στη μεθοδολογία που χρησιμοποιείται στη συγκεκριμένη εργασία, όσον αφορά τη συλλογή πληροφοριών, είναι πως τα γραπτά που χρησιμοποιούνται αποτελούν τη μειοψηφία σε σχέση με τα άρθρα που περιέχονται σε ιστοσελίδες. Αυτό συμβαίνει, διότι το θέμα που πραγματεύεται η εργασία είναι δυναμικό και θα πρέπει και οι πληροφορίες να ανταποκρίνονται στη παρούσα περίοδο, ώστε να μην είναι παρωχημένες. Για να μην θυσιαστεί βεβαίως η αξιοπιστία των στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν, οι πηγές από τις οποίες αντλήθηκαν ήταν γνωστοί και ελεγχόμενοι φορείς, όπως οι εταιρείες που παράγουν πετρέλαιο, η Ευρωπαϊκή Κοινότητα και κρατικοί οργανισμοί.

Ιδιαίτερα, πολλοί από τους ορισμούς των πηγών ενέργειας και κάποια από τα βασικά τους χαρακτηριστικά, αντλούνται από την ελληνική και αγγλική έκδοση της διαδικτυακής εγκυκλοπαίδειας wikipedia, που είναι η πιο σύγχρονη, δυναμική και έγκυρη στο είδος της.

1.6 Βασικές Πηγές:

Οι πηγές που ακολουθούν χρησιμοποιήθηκαν για την άντληση στοιχείων που περιέχονται στην πρώτη ενότητα της εργασίας, αλλά και για τη συγγραφή των υπόλοιπων τμημάτων.

- Ø Το βιβλίο «Η Οικονομία Υδρογόνου» του Τζέρεμι Ρίφκιν προέδρου του Ινστιτούτου Οικονομικών Τάσεων της Ουάσιγκτον, των Εκδόσεων «Λιβάνη» - 2003
- Ø Δικτυακή πύλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης: <http://www.europa.eu>
- Ø Ιστοσελίδα της ABS Energy Research, εταιρείας που διεξάγει έρευνα για την αγορά ενέργειας: <http://www.absenergyresearch.com/>
- Ø Ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής: <http://ec.europa.eu/>
- Ø Υπουργείο Ενέργειας Η.Π.Α. (Department of Energy): <http://www.energy.gov>

- Ø Η ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας [(European Wind Energy Association (EWEA]): <http://www.ewea.org/>
- Ø Η ιστοσελίδα της μεγαλύτερης εγκυκλοπαίδειας στην αγγλική (<http://en.wikipedia.org>) και ελληνική (<http://el.wikipedia.org>) εκδοχή της.
- Ø Η ιστοσελίδα του Υπουργείου Ενέργειας των Η.Π.Α. (Department of Energy, DOE): www.doe.gov

Παρούσα Κατάσταση στην Αγορά Ενέργειας:

- Ø Έρευνα με στατιστικά στοιχεία για την απελευθέρωση της Ευρωπαϊκής Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας από την ιστοσελίδα της Eurostat: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
- Ø Άρθρο «World energy resources and consumption» από την αγγλική Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/>
- Ø Η ιστοσελίδα της Ένωσης Παραγωγών Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου των Η.Π.Α. [American Petroleum Institute (API)] <http://www.api.org/>
- Ø Άρθρο «Top World Oil Producers, Exporters, Consumers, and Importers, 2006» της ενημερωτικής ιστοσελίδας: <http://www.infoplease.com>
- Ø Ειδήσεις που αφορούν την Αγορά Ενέργειας από την ιστοσελίδα της εταιρείας συμβούλων Consulting ΕΠΕ: <http://www.consulting.com.gr>
- Ø Άρθρα για τις απόψεις τις πλευράς των οικολόγων από την ιστοσελίδα: www.citizen.org
- Ø Στατιστικά Στοιχεία από έρευνα του Οργανισμού Πληροφόρησης Ενέργειας [Energy Information Administration (EIA)] <http://www.eia.doe.gov>
- Ø Άρθρο «The Consequences of Oil Dependency» στην ιστοσελίδα <http://www.energybulletin.net/2431.html>

- Ø Άρθρο για τους στόχους της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής της ιστοσελίδας <http://www.energia.gr>
- Ø Έκθεση της IEA με στατιστικά για την παγκόσμια αγορά ενέργειας στην ιστοσελίδα της: <http://www.iea.org>
- Ø Άρθρο «Εκτός τροχιάς οι Αναπτυξιακοί Στόχοι της Χιλιετίας», δημοσιευμένο στην ιστοσελίδα της Καθημερινής (08-04-08) <http://portal.kathimerini.gr>
- Ø Άρθρο «BP, GM see hydrogen in their future» στην οικονομική ιστοσελίδα του CNN <http://money.cnn.com>

Ρύπανση του Περιβάλλοντος:

- Ø Άρθρο για την ατμοσφαιρική ρύπανση από την ιστοσελίδα του Υπουργείου Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων της Κύπρου: <http://www.mlsi.gov.cy>
- Ø Άρθρο στην ιστοσελίδα της μη κυβερνητικής οργάνωσης One Earth με τίτλο «Ημέρα Περιβάλλοντος : ρυπαίνουν οι ισχυροί την πληρώνουν οι φτωχοί» στις 05/06/07: <http://www.oneearth.gr>

2. Παρούσα κατάσταση στη αγορά ενέργειας

Η ανάλυση της αγοράς ενέργειας θα γίνει στα εξής βήματα: αρχικά θα αναφερθεί το σύνολο των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών (παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας) αλλά και η διάρθρωση της παραγωγής και της κατανάλωσης ενέργειας, έπειτα θα γίνει ιδιαίτερη αναφορά στους υπόλοιπους τρόπους παραγωγής ενέργειας και εν τέλει θα χαρτογραφηθεί η αγορά με αναφορά στους φορείς (κράτη και επιχειρήσεις) που μετέχουν σε αυτήν.

Στόχος είναι να περιγραφούν οι συνθήκες που επικρατούν στην αγορά όπου καλείται να εισέλθει το υδρογόνο (διαδικασία απαραίτητη πριν την ανάπτυξη οποιουδήποτε νέου προϊόντος), να αποδειχθεί ότι υπάρχει αναγκαιότητα για ένα νέο καύσιμο και να αναφερθούν οι ανταγωνιστικοί ή συμπληρωματικοί τρόποι παραγωγής ενέργειας.

2.1 Παγκόσμιες ενεργειακές ανάγκες

Ξεκινώντας την ανάλυσή μας, είναι χρήσιμο να εξετάσουμε τις συνολικές ενεργειακές ανάγκες, δηλαδή την ποσότητα ενέργειας που παγκοσμίως καταναλώνεται και αποτελεί το μέγεθος της αγοράς. Οφείλουμε να σημειώσουμε σε αυτό το σημείο, πως η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να μετρηθεί στη μονάδα μέτρησης joule αλλά και σε όρους τόνων ισοδύναμων τόνων πετρελαίου ή βαρελιών ισοδύναμου πετρελαίου.

Έτσι, για το 2006, η παγκόσμια κατανάλωση πετρελαίου κυμάνθηκε στους 10,8785 δισεκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου, δηλαδή στα 79,7390 δισεκατομμύρια βαρέλια ισοδύναμου πετρελαίου. Η ποσότητα αυτή μεταφράζεται σε 48.953,25 TWh¹⁰ ή σε 176.231 PJ¹¹. Σημειώνουμε πως στο εξής οι αναφορές σε ποσότητες ενέργειας θα γίνονται με μονάδα μέτρησης είτε τους τόνους ισοδύναμου πετρελαίου είτε τα βαρέλια ισοδύναμου πετρελαίου.

¹⁰ 1 Terawatt hour = 10¹² Watt-hours

¹¹ 1 Peto joule = 10¹⁵ joule

Είναι οπωσδήποτε δύσκολο για κάποιον να αισθητοποιήσει το μέγεθος της ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας. Ένα μέτρο που μπορεί να δείξει το πόσο μεγάλες είναι οι ετήσιες ανάγκες της ανθρωπότητας, είναι η σύγκρισή τους με τις αντίστοιχες παλαιότερων ετών. Για παράδειγμα, το 1965 οι παγκόσμιες ανάγκες ήταν 3,827 δισεκατομμύρια τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου, δηλαδή το 1/3 των σημερινών.

Αυτό που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι η διάρθρωση της αγοράς, δηλαδή το ποσοστό της προαναφερθείσας ενέργειας που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα (κατηγορία που περιλαμβάνει το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και τον άνθρακα), πυρηνική ενέργεια και υδροηλεκτρική. Στον πίνακα που ακολουθεί περιέχονται τα στοιχεία για τα έτη 2005 και 2006, σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου αλλά και ως ποσοστά επί της κατανάλωσης.

Πίνακας 2.1-1: Πίνακας κατανάλωσης ανά καύσιμο/πηγή ενέργειας (σε εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου) για το 2005

Καύσιμο/Πηγή ενέργειας	Πετρέλαιο	Φυσικό αέριο	Άνθρακας	Πυρηνική	Υδροηλεκτρική	Σύνολο
Τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου	3861,3	2512,2	2957,0	627,0	666,6	10624,0
Ποσοστό επί του συνόλου	36,34%	23,65%	27,83%	5,90%	6,27%	100,00%

Πίνακας 2.1-2 Πίνακας κατανάλωσης ανά καύσιμο/πηγή ενέργειας (σε εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου) για το 2006

Καύσιμο/Πηγή ενέργειας	Πετρέλαιο	Φυσικό αέριο	Άνθρακας	Πυρηνική	Υδροηλεκτρική	Σύνολο
Τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου	3889,8	2574,9	3090,1	635,5	688,1	10878,5
Ποσοστό επί του συνόλου	35,76%	23,67%	28,41%	5,84%	6,33%	100,00%

Όπως φαίνεται από τα στοιχεία που αναφέρονται στους πίνακες, το μεγαλύτερο ποσοστό της κατανάλωσης ενέργειας προέρχεται από ορυκτά καύσιμα. Συγκεκριμένα, το 2005 τα ορυκτά καύσιμα συγκέντρωναν το 87,37% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, ενώ το 2006 το 87,84%. Τα ποσοστά αυτά σε καθαρές ποσότητες ήταν 9.330,5 εκ. τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου για το 2005 και 9.554,8 εκ. τόνοι το 2006.

Έχουμε ήδη αναφέρει σαν πηγή των ανωτέρω στοιχείων την ετήσια στατιστική έκθεση της BP. Οφείλουμε να σημειώσουμε όμως, πως παραλείπει να αναφέρει τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (εφεξής αναφερόμενες ως Α.Π.Ε.), αλλά περιλαμβάνει στοιχεία για την υδροηλεκτρική. Στα πλαίσια αυτής της εργασίας και δεδομένου ότι σε όλες τις δημοσιευμένες έρευνες και τα επιστημονικά άρθρα η υδροηλεκτρική ενέργεια περιλαμβάνεται στις Α.Π.Ε, θεωρείται ότι το ποσοστό της υδροηλεκτρικής ενέργειας αναφέρεται στο σύνολο των Α.Π.Ε. Η κατηγορία των Α.Π.Ε. περιλαμβάνει τα βιοκαύσιμα, την αιολική ενέργεια, την ηλιακή και τη γεωθερμική. Οι πηγές ενέργειας της κατηγορίας αυτή παρουσιάζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, που έχουν ως αποτέλεσμα να στραφεί η παγκόσμια κοινωνία προς την εκμετάλλευσή τους και να αυξάνεται η διείσδυσή τους στην αγορά.

Έγινε ήδη η πρώτη αναφορά στις βασικές πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε., πυρηνική, υδροηλεκτρική) και τα καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, άνθρακας, υδρογόνο). Για να γίνει αντιληπτή η εικόνα της αγοράς, θα ακολουθήσει εκτενέστερη αναφορά στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Οι παράμετροι της ανάλυσης θα είναι η ενεργειακή και η οικονομική απόδοση κάθε καυσίμου και πηγής ενέργειας, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους αλλά και οι προοπτικές της χρήσης τους.

Στόχος της ανάλυσης αυτής είναι να αντιμετωπιστούν τα καύσιμα και οι πηγές ενέργειας ως προϊόντα που κυριαρχούν στην αγορά ενέργειας που πρόκειται να εισέλθει το υδρογόνο, ενώ δύνανται να είναι συμβατά και με τη τεχνολογία υδρογόνου. Επίσης, θα πρέπει να αναφερθούν τα αδιέξοδα της αγοράς που κυριαρχείται από τα ορυκτά καύσιμα, αλλά και οι γενικότερες επιπτώσεις τις χρήσεις τους, στοιχεία που δημιουργούν τον χώρο ανάπτυξης μίας νέας τεχνολογίας.

3. Πετρέλαιο

Το πετρέλαιο αποτελεί το πιο σημαντικό από τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας για δύο λόγους. Πρώτον, διότι έχει το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς (όπως προαναφέρθηκε, το ποσοστό της κατανάλωσης ενέργειας που παρήχθη από πετρέλαιο το 2006 έφτασε το 36,34% της συνολικής κατανάλωσης) και δεύτερον διότι αυτό και τα παράγωγά του καλύπτουν σχεδόν αποκλειστικά τις ενεργειακές ανάγκες του κλάδου των μεταφορών.

Τα σημαντικότερα στοιχεία που αναφέρονται και αφορούν την εκμετάλλευσή του είναι ο τρόπος εξόρυξης και εκμετάλλευσης του, οι αρνητικές πλευρές της χρήσης του και η πορεία εξάντλησής του.

3.1 Γενικά χαρακτηριστικά πετρελαίου

Το πετρέλαιο είναι ένα ορυκτό καύσιμο που αποτελεί ένωση υδρογονανθράκων και άλλων ενώσεων φυσικής προέλευσης. Είναι παχύρρεστο υγρό, έχει χαρακτηριστική οσμή και είναι ελαφρύτερο από το νερό. Σύμφωνα με την επικρατούσα θεωρία για την προέλευσή του, σχηματίζεται από τη συγκέντρωση φυτικών και ζωικών οργανισμών σε μεγάλο βάθος και ανάμεσα σε πετρώματα, όπου υπό συνθήκες μεγάλης πίεσης και θερμοκρασίας αποσυντίθενται και προκύπτει το πετρέλαιο. Η διαδικασία αυτή διαρκεί εκατομμύρια χρόνια, οπότε δεδομένου του ρυθμού κατανάλωσης του πετρελαίου, η αντικατάσταση των καταναλισκόμενων ποσοτήτων είναι πρακτικά αδύνατη. Η σύστασή του παρουσιάζει διαφορές ανάλογα με τον τόπο όπου βρίσκεται το κοιτάσμα και αυτό συνεπάγεται διαφορετικούς τρόπους επεξεργασίας του.

3.2 Διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσης του πετρελαίου

Όπως αναφέρθηκε πρωτίτερα, το πετρέλαιο βρίσκεται συνήθως σε μεγάλο βάθος στο έδαφος, αναμειγμένο με άλλα στοιχεία και όχι πάντα σε ποσότητα που να συμφέρει να εξορυχθεί. Σημειώνουμε ότι μπορεί ένα κοιτάσμα πετρελαίου να βρίσκεται σε μεγάλο βάθος ή να έχει μικρό μέγεθος, σε τέτοιο βαθμό που να μη συμφέρει οικονομικά (δηλαδή το περιεχόμενό του να αξίζει λιγότερο από το κόστος εξόρυξης, μεταφοράς και επεξεργασίας του) ή ενεργειακά (να απαιτείται περισσότερη ενέργεια για την εξόρυξη από όση μπορεί να αποδώσει το περιεχόμενο του κοιτάσματος), να αξιοποιηθεί. Άλλωστε, σε περιπτώσεις μεγάλου βάθους μπορεί να είναι τεχνικά αδύνατο να

εξορυχθεί, τουλάχιστον με τις υπάρχουσες τεχνικές.

Η διαδικασία για να γίνει το πετρέλαιο αξιοποιήσιμο ως καύσιμο χωρίζεται σε τρία στάδια:

1. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την ανακάλυψη ενός κοιτάσματος, τη γεώτρηση, την εξόρυξη και τον καθαρισμό από άλλα στοιχεία με τα οποία είναι αναμεμιγμένο στο υπέδαφος
2. Το δεύτερο στάδιο είναι η μεταφορά στο διυλιστήριο.
3. Το τρίτο στάδιο περιλαμβάνει την επεξεργασία από την οποία καθίσταται εκμεταλλεύσιμο και από την οποία προκύπτουν τα παράγωγα του, όπως και την εμπορία αυτών.

Τα παράγωγα της διύλισης του πετρελαίου είναι τα εξής:

- Τα αέρια μεθάνιο και αιθάνιο.
- Το υγραέριο (μίγμα υγροποιημένου αερίου προπανίου και αερίων βουτανίων).
- Η βενζίνη.
- Η νάφθα.
- Η κηροζίνη.
- Το πετρέλαιο Diesel.
- Τα ορυκτέλαια.
- Το μαζούτ και η άσφαλτος.

Η επέκταση στις λεπτομέρειες της προαναφερθείσας διαδικασίας δεν είναι αναγκαία για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας. Αυτό που έχει ιδιαίτερη σημασία στη προκειμένη περίπτωση είναι να τονιστεί η πολυπλοκότητά της, αφού από την ανίχνευση ενός κοιτάσματος και τη δημιουργία υποδομής μεταφοράς του πετρελαίου για επεξεργασία

(αγωγοί), μέχρι την ίδια τη λειτουργία των διυλιστηρίων, υπάρχουν πολλές επιλογές και ιδιαίτερα κοστοβόρες.

3.3 Πορεία χρήσης πετρελαίου

Το πετρέλαιο έχει χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς για διάφορους λόγους¹². Στην αρχαιότητα χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή νάφθας¹³ και πιθανώς ασφάλτου¹⁴ αλλά και ως καύσιμη ύλη. Επίσης, θεωρείται πως στο Βυζάντιο χρησιμοποιούνταν και ως συστατικό του υγρού πυρός, στις αραβικές χώρες ως φαρμακευτικό συστατικό ενώ τα πρώτα χρόνια της Βιομηχανικής Επανάστασης χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή κηροζίνης¹⁵ και για τη λειτουργία των λαμπών πετρελαίου.

Η εφεύρεση που ανέδειξε το πετρέλαιο σε πυλώνα του σύγχρονου τρόπου ζωής, ήταν ο κινητήρας εσωτερικής καύσης. Αποτέλεσε μία από τις καθοριστικότερες εφευρέσεις της Ιστορίας, διότι άλλαξε τελείως τη χρήση της ενέργειας σε τομείς όπως οι μεταφορές. Επειδή η παγκόσμια ανάπτυξη συνεπάγεται αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες, είναι αναμενόμενο πως και η ποσότητα πετρελαίου που χρησιμοποιείται βαίνει αυξανόμενη διαχρονικά.

Ακολουθούν διαγράμματα με την παραγωγή και κατανάλωση πετρελαίου¹⁶ κατά τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες.

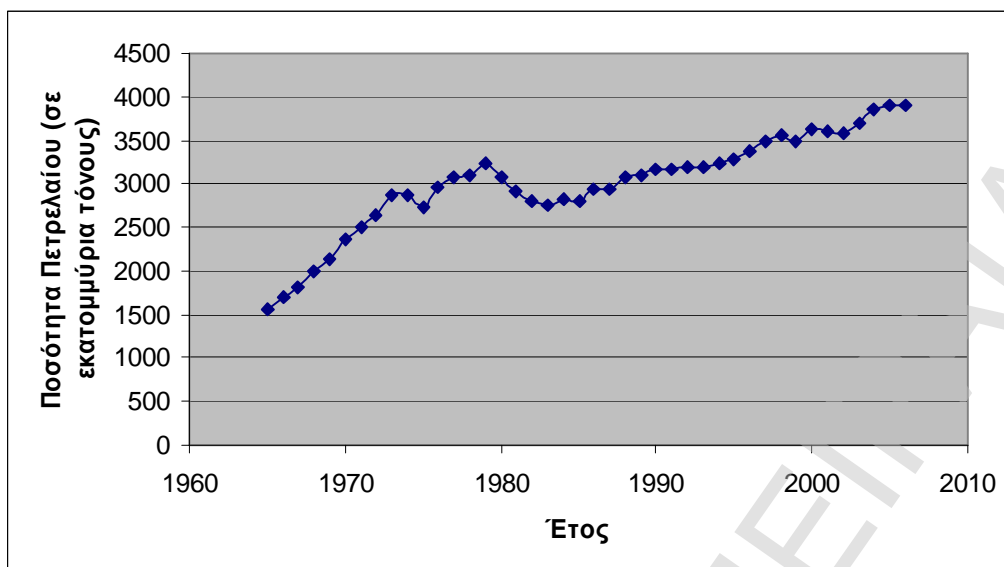
¹² Πηγή: ο ιστοχώρος της wikipedia: <http://en.wikipedia.org> και <http://el.wikipedia.org> .

¹³ Νάφθα είναι το κλάσμα της απόσταξης του αργού πετρελαίου που βρίσκεται μεταξύ της βενζίνης και της κηροζίνης. Πηγή: <http://users.altecnet.gr/>

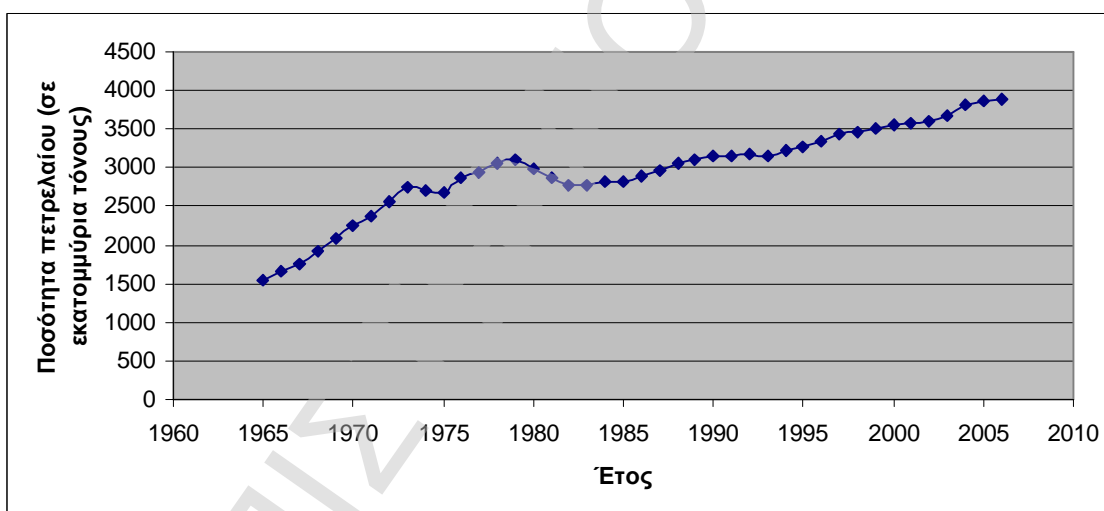
¹⁴ Ασφαλτος είναι ένα σώμα στερεό, σκουρόχρωμο, που βρίσκεται σαν κοίτασμα ή σαν υπόλειμμα της απόσταξης του πετρελαίου.

¹⁵ Κηροζίνη: παράγωγο του πετρελαίου που χρησιμοποιείται για επιστημονικούς και βιομηχανικούς σκοπούς. Βασικό καύσιμο αεροπλάνων.

¹⁶ Τα στοιχεία είναι από την ετήσια έκθεση της BP. Η διαφορά παραγόμενων και καταναλισκόμενων ποσοτήτων οφείλεται στις υπόλοιπες χρήσεις του πετρελαίου. Οι πίνακες πάνω στους οποίους βασίστηκαν τα διαγράμματα, βρίσκονται στο παράρτημα του κεφαλαίου.



Εικόνα 3.3-1: Διάγραμμα Παγκόσμιας Παραγωγής Πετρελαίου περιόδου 1965 - 2006



Εικόνα 3.3-2: Διάγραμμα Παγκόσμιας Κατανάλωσης Πετρελαίου περιόδου 1965 - 2006

3.4 Πλεονεκτήματα χρήσης πετρελαίου

Αναμφισβήτητα, χάρη στη χρήση του πετρελαίου η κοινωνία εξελίχθηκε στο σημερινό βαθμό. Η ποσότητα του φάνηκε αρκετή για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου και να στηρίξει την οικονομική και τεχνολογική πρόοδο σε ολόκληρο τον 20^ο αιώνα και, όπως όλα δείχνουν, σε μεγάλο μέρος του 21^{ου}. Αυτή η ευεργετική του επίδραση στην ποιότητα ζωής και στην πρόοδο του ανθρώπινου γένους είναι το σημαντικότερο πλεονέκτημα του. Αλλά και τα συγκριτικά του πλεονεκτήματά

έναντι των υπολοίπων καυσίμων, που δυνητικά θα μπορούσαν να το υποκαταστήσουν, είναι πολύ σημαντικά¹⁷:

1. Υπερέχει από άποψη οικονομικής απόδοσης. Οι ανταγωνιστικές του τεχνολογίες, στις οποίες συμπεριλαμβάνεται το υδρογόνο, δεν είναι ακόμα εμπορικά εκμεταλλεύσιμες, ακριβώς διότι δεν είναι συμφέρουσα η αξιοποίησή τους (αν και πιθανόν να ισχύει και το αντίστροφο).
2. Είναι εύκολη η μεταφορά του, ακόμα και σε σχέση με το φυσικό αέριο. Αντιστοίχως, για το υδρογόνο δεν έχει ακόμα τελειοποιηθεί η τεχνολογία μεταφοράς και αποθήκευσής του.
3. Είναι πιο ασφαλές από την πυρηνική ενέργεια, δεδομένου ότι οι συνέπειες των πυρηνικών ατυχημάτων έχουν σημαντικές επιπτώσεις.

3.5 Μειονεκτήματα χρήσης πετρελαίου

Παρά τη συμβολή του πετρελαίου στην ανάπτυξη της κοινωνίας, η χρήση του έχει και ορισμένα σοβαρά μειονεκτήματα εξαιτίας των οποίων η διεθνής κοινότητα προσανατολίζεται στην υποκατάσταση της χρήσης του από νέες τεχνολογίες. Τα μειονεκτήματα αυτά είναι τα εξής:

1. Η ανησυχία για τη προοπτική της χρήσης του πετρελαίου ξεκινάει από τη σκέψη πως πρόκειται να εξαντληθεί. Συνθέτοντας τα όσα έχουν αναφερθεί πρωτίτερα, το συμπέρασμα είναι πως ανεξάρτητα από τον ακριβή προσδιορισμό του χρόνου στον οποίο μπορεί τα αποθέματα πετρελαίου να τελειώσουν, αυτό θα συμβεί και τότε η ενεργειακή κρίση θα έχει σοβαρότατες επιπτώσεις, στην περίπτωση φυσικά που δεν έχει βρεθεί αξιόπιστη διάδοχος λύση.
2. Πέραν από τη μακροπρόθεσμη προοπτική εξάντλησης του πετρελαίου, είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό το γεγονός πως το μεγαλύτερο ποσοστό των εναπομεινάντων αποθεμάτων βρίσκεται σε περιοχές της Μέσης Ανατολής. Στην περιοχή αυτή, ως

¹⁷ Πηγή: η ιστοσελίδα <http://www.uswebpros.com>

γνωστόν, επικρατεί ένταση μεταξύ του κράτους του Ισραήλ και του αραβικού κόσμου. Στη διαμάχη αυτή ο Δυτικός κόσμος και ιδιαίτερα οι Η.Π.Α., έχει ανάμειξη υπέρ του Ισραήλ με αποτέλεσμα ο αραβικός, αλλά και στο μεγαλύτερο μέρος ο ισλαμικός, κόσμος να στοχοποιεί τη Δύση.

Η προστριβή Ανατολής – Δύσης και κατά προέκταση χριστιανικού κόσμου και ισλαμικού έχει κορυφωθεί τον 21^ο αιώνα. Η ένταση της αντιπαράθεσης φαίνεται από τη τρομοκρατική επίθεση στο Παγκόσμιο Κέντρο Εμπορίου και τη μετέπειτα επέμβαση του αμερικανικού στρατού στο Αφγανιστάν και στο Ιράκ. Μία από τις παραμέτρους αυτής της διαμάχης είναι και η πρόσβαση στα αποθέματα πετρελαίου. Η κατοχή των κοιτασμάτων μπορεί να αλλάξει το συσχετισμό δυνάμεων αλλά και να πιέσει έντονα τις οικονομίες της Δύσης.

Σημειώνεται πως οι Δυτικές χώρες αντιμετωπίζουν την έκθεση στον ανωτέρω κίνδυνο με συνεργασίες με τα αραβικά κράτη (όπως η ενεργειακή συμφωνία Γαλλίας και Σαουδικής Αραβίας για επενδύσεις σε πυρηνική τεχνολογία), με τη στροφή σε νέες τεχνολογίες και με ανακατανομή των προμηθειών (μείωση προμηθειών από τη Μέση Ανατολή και στροφή σε Ρωσία, Καναδά κλπ.). Σε αυτά μπορεί κανείς να προσθέσει και την πρόσβαση που προσφέρουν στα κύρια κοιτάσματα πετρελαίου οι στρατιωτικές επεμβάσεις στο Αφγανιστάν και στο Ιράκ.

3. Ένα από τα θέματα που απασχολεί με διαρκώς αυξανόμενη ένταση την παγκόσμια κοινή γνώμη είναι η ρύπανση του περιβάλλοντος και οι κλιματικές αλλαγές¹⁸. Σύμφωνα με την επικρατούσα επιστημονική άποψη¹⁹, για τα συγκεκριμένα

¹⁸ Κλιματικές αλλαγές: όρος που εννοεί την υπερθέρμανση του πλανήτη, δηλαδή την αύξηση του μέσου όρου της θερμοκρασίας. Οι προβλέψεις των επιστημόνων συγκλίνουν στο ότι έχει αυξηθεί και πρόκειται να αυξηθεί ακόμα περισσότερο τις επόμενες δεκαετίες. Η υπερθέρμανση του πλανήτη έχει ως ακόλουθο την άνοδο της στάθμης της θάλασσας λόγω του λιώσιματος των πάγων, ενώ επιβαρύνει τα οικοσυστήματα, τις καλλιέργειες αλλά και τις συνθήκες διαβίωσης των πληθυσμών, ιδιαίτερα στις νότιες περιοχές του βορείου ημισφαιρίου.

¹⁹ Σημειώνεται πως υπάρχουν και διαφωνούντες με αυτή την άποψη, οι οποίοι υποστηρίζουν πως οι κλιματικές αλλαγές είναι αποτέλεσμα μόνο φυσικών διεργασιών και άσχετες με την ανθρώπινη δραστηριότητα.

προβλήματα είναι υπεύθυνη η ανθρώπινη δραστηριότητα και ιδιαίτερα οι ρύποι²⁰ που αποτελούν παράγωγα της χρήσης των ορυκτών καυσίμων. Το ζήτημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος είναι πολύπλοκο, διότι πηγάζει από πολλές δραστηριότητες και έχει πολυσύνθετα αποτελέσματα.

Αυτό που πρέπει να επισημανθεί είναι πως η καύση του πετρελαίου όπως και η χρήση των παραγώγων του έχει ως αποτέλεσμα την έκλυση ρυπογόνων ουσιών. Οι ρύποι αυτοί έχουν πολλές αρνητικές επιδράσεις, όπως η επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, η διεύρυνση της τρύπας του όζοντος και το νέφος στην ατμόσφαιρα των πόλεων. Αποτέλεσμα της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος, αποτελεί η χειροτέρευση του βιοτικού επιπέδου των ανθρώπων, ιδιαίτερα του αστικού κόσμου, ενώ παρότι τα αποτελέσματα της ενδεχόμενης υπερθέρμανσης του πλανήτη είναι απροσδιόριστα, οι επιστήμονες κάνουν λόγο για φυσικές καταστροφές και μεταβολή των συνθηκών που επικρατούν σε πλήθος περιοχών.

Αποτέλεσμα όλων αυτών θα είναι η δημιουργία ενός μεγάλου κύματος «οικολογικών» μεταναστών που θα αδυνατούν να επιβιώσουν στις πατρογονικές τους εστίες, ενώ το κόστος αντιμετώπισης των νέων δεδομένων θα είναι τεράστιο. Το σημαντικότερο όμως είναι πως η συζήτηση δεν γίνεται πια επί πιθανών κλιματικών αλλαγών, αλλά επί γεγονότων που αποδεικνύουν πως οι εξελίξεις πρόλαβαν την ανθρώπινη αντίδραση. Αρκετοί θεωρούν πως σημάδια αυτής της νέας πραγματικότητας αποτελούν γεγονότα όπως οι καταστροφές στην πόλη της Νέας Ορλεάνης των Η.Π.Α. εξαιτίας του τυφώνα «Κατρίνα» αλλά και η υποχρεωτική μετανάστευση λόγω κλιματικών αλλαγών²¹.

²⁰ Ρύποι από την καύση ορυκτών καυσίμων: Διοξείδιο του Θείου (SO₂), Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO), Διοξείδιο του Αζώτου (NO₂), Όζον (O₃), Αιωρούμενα Σωματίδια (PM), Το Βενζόλιο (C₆H₆), Ο Μόλυβδος (Pb). (πηγή: μελέτη του υπουργείου εργασίας της Κύπρου Κύπρου, με ιστοχώρο: www.mlsi.gov.cy)

²¹ Οι μετανάστες λόγω των κλιματικών αλλαγών υπολογίζονται σύμφωνα με έρευνα του Πανεπιστημίου της Οξφόρδης σε 20 εκατομμύρια. Η Διακυβερνητική Ομάδα για την Κλιματική Αλλαγή του Ο.Η.Ε., προβλέπει ότι έως το 2010 οι κλιματικοί πρόσφυγες θα ξεπερνούν τα 50 εκατομμύρια και το 2050 τα 150 εκατομμύρια.

Όλα τα ανωτέρω αφορούν στο σύνολό της τη χρήση των ορυκτών καυσίμων, αλλά αναφέρονται στην ενότητα του πετρελαίου διότι όπως αναφέρθηκε ήδη είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο από αυτά.

4. Ο συγκεντρωτισμός της αγοράς είναι επίσης ένα σοβαρό πρόβλημα. Όπως θα φανεί από την αναφορά στις εταιρείες που συμμετέχουν στην αγορά και στο σύντομο ιστορικό τους, στην αγορά υπάρχει τάση για ολοένα μεγαλύτερη συγκέντρωση. Είναι χαρακτηριστικό πως σε οικονομικές στήλες κυκλοφορεί από καιρό η φήμη για ενδεχόμενη συγχώνευση δύο εκ των μεγαλύτερων πετρελαϊκών εταιρειών, των BP και Shell²².

Σε κάθε περίπτωση, η αγορά δεν διέπεται από τους κανόνες του ελεύθερου ανταγωνισμού, αλλά πληρεί τα χαρακτηριστικά ολιγοπωλίου. Οι δύο απαραίτητες συνθήκες που πρέπει να διέπουν μία ολιγοπωλιακή αγορά είναι ο σχετικά μικρός αριθμός επιχειρήσεων και ο βαθμός ομοιογένειας του προϊόντος. Πράγματι, στην αγορά πετρελαίου κυριαρχούν οι επιχειρήσεις που προαναφέρθηκαν, χωρίς μάλιστα να ξεχωρίζει κάποια εξ αυτών (παρατήρηση που αποσκοπεί στο να αποκλείσει την περίπτωση μονοπωλίου). Όσον αφορά το προϊόν, αυτό ουσιαστικά είναι παρόμοιο σε όλες τις περιοχές, παρά τις διαφορές στη χημική σύσταση που επιφέρουν και διαφοροποιήσεις στην επεξεργασία²³ του.

Άρα, είναι λογικό οι εταιρείες να καθορίζουν τη στρατηγική τους με βάση τους ανταγωνιστές τους, γεγονός που αποτελεί τον ορισμό των ολιγοπωλιακών αγορών. Η συμπεριφορά της αγοράς δείχνει ωστόσο την αρνητική πλευρά του ολιγοπωλίου. Άλλωστε, ενδεικτικό της ισχύος του ανωτέρω συλλογισμού, αποτελεί το γεγονός πως

²² Πάντως, ο Tony Hayward, ο νέος διευθύνων σύμβουλος της BP, διέψευσε τα σχέδια συγχώνευσης με τη Royal Dutch Shell. Πηγή: <http://www-org.euro2day.gr>

²³ Οι διαφορές στην επεξεργασία πετρελαίου που π.χ. αντλείται στο Τέξας ή στη Σαουδική Αραβία είναι σημαντικές, διότι χρειάζονται διαφορετικά μηχανήματα και μέθοδοι. Αυτό που έχει όμως σημασία είναι πως όλες οι εταιρείες έχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης των διαφόρων κοιτασμάτων.

χώρες του ΟΠΕΚ καθορίζουν σε συνεργασία το επίπεδο των παραγόμενων ποσοτήτων πετρελαίου²⁴.

5. Οι επιπτώσεις της αύξησης της τιμής του, που είναι ήδη εμφανείς στην εικόνα της παγκόσμιας οικονομίας. Δεδομένου πως από το πετρέλαιο προέρχεται το 95% της ενέργειας για μεταφορές, όπως και μεγάλο μέρος της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, είναι αναμενόμενο πως η αύξηση της τιμής του επιδρά αυξητικά στις τιμές των προϊόντων και κατά συνέπεια στον πληθωρισμό των χωρών.

6. Η ενεργειακή εκμετάλλευση του πετρελαίου πιθανότατα στερεί από την ανθρωπότητα μία πρώτη ύλη για την παραγωγή άλλων αγαθών. Υπάρχει δηλαδή κόστος ευκαιρίας, διότι όσο το πετρέλαιο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας, τόσο υποκαθίσταται η παραγωγή προϊόντων όπως τα πετροχημικά και το πλαστικό.

3.6 Φορείς που εμπλέκονται στην αγορά

Το μεγάλο κόστος κι η τεχνογνωσία που απαιτείται για την δραστηριοποίηση στο χώρο, είναι παράμετροι που έχουν ευνοήσει τη δημιουργία λίγων εταιρειών με πολύ μεγάλο μέγεθος. Οι εταιρείες αυτές κατέχουν τη τεχνογνωσία, τα κεφάλαια και δημιουργούν τις οικονομίες κλίμακας που ευνοούν την καλύτερη εκμετάλλευση των κοιτασμάτων, ενώ η δραστηριότητά τους καλύπτει όλα τα στάδια που αναφέρθηκαν, δηλαδή από την εξερεύνηση για νέα κοιτάσματα και την εξόρυξη του περιεχομένου τους, μέχρι την εμπορική εκμετάλλευσή τους. Σε όρους στρατηγικής των επιχειρήσεων, οι εταιρείες αυτές χαρακτηρίζονται ως πλήρως καθετοποιημένες (vertically integrated), δηλαδή έχουν επεκταθεί σε όλη την προμηθευτική αλυσίδα (supply chain).

²⁴ Για τον λόγο αυτό, σε πολλά συγκράματα μικροοικονομικής θεωρίας, η αγορά πετρελαίου θεωρείται υπόδειγμα καρτέλ. Πηγή: <http://www.cliffsnotes.com>

Άλλωστε ο συλλογισμός αποδεικνύεται και από την ίδια τη δράση τους σε διάφορες χρονικές περιόδους, όπως κατά τη διάρκεια της πετρελαϊκής κρίσης του 1968, όταν τα αραβικά μέλη του ΟΠΕΚ επέβαλλαν εμπάργκο εναντίον των χωρών που συνέδραμαν το Ισραήλ κατά τον αραβοϊσραηλινό πόλεμο, αλλά και από τη συμφωνία τους μετά το καταποντισμό των τιμών πετρελαίου το 1998.

Στο σημείο αυτό, οφείλουμε να σημειώσουμε πως οι πετρελαϊκές εταιρείες έχουν διευρύνει τη δραστηριότητά τους και έχουν εξελιχθεί σε ενεργειακές εταιρείες, επενδύοντας και σε άλλες τεχνολογίες²⁵. Έχουν δηλαδή επεκτείνει τις δραστηριότητές τους σε όλο το εύρος της αγοράς ενέργειας. Η στρατηγική αυτή επιλογή, που χαρακτηρίζεται ως οριζόντια επέκταση (horizontal integration), έχει προφανώς ως στόχο να τις καταστήσει οδηγούς στις εξελίξεις και κυρίαρχες στο τομέα των τεχνολογιών που πιθανά θα υποκαταστήσουν το πετρέλαιο.

Επιπρόσθετα, η συγκέντρωση των κοιτασμάτων σε συγκεκριμένες περιοχές (Λατινική Αμερική, Καύκασος, Μέση Ανατολή και δευτερευόντως Η.Π.Α., Βαλτική κλπ.), δίνει τη δυνατότητα σε συγκεκριμένες χώρες να διαχειριστούν τα παγκόσμια αποθέματα.

Άρα, βασικότεροι φορείς που συμμετέχουν στην αγορά είναι οι μεγάλες πετρελαϊκές εταιρείες και τα κράτη που εκμεταλλεύονται τα κοιτάσματα. Στο συγκεκριμένο κλάδο οι μεγάλες πετρελαϊκές ήταν γνωστές ως οι «επτά αδερφές», δηλαδή οι εταιρείες EXXON, Mobil oil, Chevron, Texaco, BP, Royal Dutch – Shell και η Gulf Oil, εκ των οποίων οι τρεις πρώτες προήλθαν από τη διάσπαση της Standard Oil Trust (που έγινε για λόγους παραβίασης των νόμων των Η.Π.Α. περί μονοπωλίου το 1911). Ιδιαίτερη αναφορά σε αυτό τον χαρακτηρισμό γίνεται διότι δείχνει την αντίληψη που επικρατεί για τη αγορά. Σύμφωνα με αυτήν οι όροι στην αγορά είναι μάλλον μονοπωλιακοί, δηλαδή δεν ισχύουν οι κανόνες της ελεύθερης αγοράς.

Ιδιαίτερο, πάντως, ενδιαφέρον έχει το γεγονός πως έπειτα από δύο ενεργειακές κρίσεις αλλά και μετά από διαδοχικές εξαγορές μικρότερων εταιρειών και συγχωνεύσεις των ανωτέρω επιχειρήσεων, προέκυψαν οι εξής τέσσερις εταιρείες:

- EXXON MOBIL
- ROYAL DUTCH – SHELL
- BP

²⁵ Η δράση των εταιρειών αυτών αφορά άμεσα το αντικείμενο της εργασίας και θα γίνει περαιτέρω αναφορά σε επόμενα τμήματα της εργασίας.

- CHEVRON TEXACO

Κοινό στοιχείο των εταιρειών αυτών είναι η κεφαλαιοποίηση σε επίπεδα τουλάχιστον 60 έως 65 δις δολάρια²⁶.

Επιπρόσθετα σε αυτές, υπάρχουν οι κρατικές πετρελαϊκές εταιρείες. Χαρακτηριστικό αυτών είναι η, σε αρκετές περιπτώσεις ακόμα μεγαλύτερη, από την προαναφερθείσα κεφαλαιοποίηση. Κάποιες από τις σημαντικότερες κρατικές πετρελαϊκές εταιρείες είναι οι κάτωθι:

- CONOCO PHILIPS – Η.Π.Α.
- YPF-ΑΡΓΕΝΤΙΝΗΣ
- PETROBRAS- ΒΡΑΖΙΛΙΑ
- ENI-ΙΤΑΛΙΑ
- CHINESE PETROLEUM –ΚΙΝΑ
- NIPPON OIL- ΙΑΠΩΝΙΑΣ
- Citgo-PDV

Ένας καλός δείκτης για τη δυναμική των πετρελαϊκών εταιρειών αποτελούν τα μερίδια αγοράς των σημαντικότερων εξ αυτών. Επίσης, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εξέλιξη της αγοράς την τελευταία δεκαετία, δεδομένων των αλλαγών στο περιβάλλον

²⁶Πηγή: άρθρο στην ιστοσελίδα της εταιρείας συμβούλων «LTD Consulting»

αλλά και των συγχωνεύσεων και εξαγορών. Ακολουθούν με χρονολογική σειρά πίνακες των μεριδίων αγοράς για τα έτη 1993 και 2005²⁷:

²⁷ Τα συγκεκριμένα στοιχεία προέρχονται από έρευνα βασιζόμενη σε στοιχεία της ιστοσελίδας www.eia.doe.gov , που αποτελεί δικτυακό τόπο της στατιστικής υπηρεσίας ενέργειας των Η.Π.Α.

Πίνακας 3.6-1: Μερίδια αγοράς πετρελαϊκών εταιρειών το 1993

Εταιρεία	Μερίδια Αγοράς
Chevron	9.1%
Exxon	6.6%
Amoco	6.5%
Texaco-Star Enterprise	6.2%
Mobil	6.0%
Σύνολο μεριδίων κορυφαίων 5 εταιρειών το 1993	34.5%
Shell	4.9%
BP	4.4%
Citgo (PDV)/Lyondell	4.2%
Arco/Lyondell	3.8%
Marathon	3.8%
Σύνολο μεριδίων κορυφαίων 10 εταιρειών το 1993	55.6%

Πίνακας 3.6-2: Μεριδία αγοράς πετρελαϊκών εταιρειών το 2005

Εταιρεία	Μεριδία Αγοράς
ConocoPhillips-Tosco-Burlington Resources	12.8%
Valero-Ultramar-Diamond Shamrock-Orion Refining-Premcor-TPI	12.6%
ExxonMobil	11.7%
Shell	9.3%
BP	8.5%
Σύνολο μεριδίων κορυφαίων 5 εταιρειών το 2005	54.8%
ChevronTexaco-Unocal	5.8%
Sunoco	5.7%
Marathon	5.6%
Citgo-PDV	5.0%
Koch-Flint Hills	4.5%
Σύνολο μεριδίων κορυφαίων 10 εταιρειών το 2005	81.4 %

Από τα στοιχεία που περιέχονται στους ανωτέρω πίνακες επιβεβαιώνεται ο συγκεντρωτισμός που επικρατεί στο κλάδο. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός πως το 1993 οι πέντε μεγαλύτερες εταιρείες συγκέντρωναν το 34,5% της αγοράς πετρελαίου και οι δέκα μεγαλύτερες το 55,6%, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά το 2005,

διαμορφώθηκαν στο 54,8% και 81,4% αντιστοίχως. Οι συγχωνεύσεις και οι εξαγορές άλλαξαν το τοπίο στην αγορά, ενώ διαφοροποιήθηκε και η κατάταξη των ισχυρότερων εταιρειών. Για παράδειγμα, το 1993 η μεγαλύτερη εταιρεία ήταν η Chevron ενώ το 2005 και παρά τη συγχώνευση με τη Texaco δεν συγκαταλέχθηκε ανάμεσα στις πέντε πρώτες του κλάδου.

Επίσης, ρυθμιστικός παράγοντας της αγοράς είναι οι πετρελαιοπαραγωγές χώρες. Οι σημαντικότερες εξ αυτών έχουν συγκροτήσει έναν οργανισμό, τον ΟΠΕΚ (OPEC: Organization of the Oil Exporting Countries). Τα μέλη του είναι τα ακόλουθα κράτη: Αλγερία, Γκαμπόν, Ισημερινός (Εκουαδόρ), Ινδονησία, Ιράκ, Κατάρ, Κουβέιτ, Λιβύη, Νιγηρία, Σαουδική Αραβία και Βενεζουέλα²⁸. Άλλες σημαντικές πετρελαιοπαραγωγές χώρες είναι η Ρωσία²⁹ και η Νορβηγία³⁰, ενώ παλαιότερα οι Η.Π.Α.³¹ είχαν μεγάλο μερίδιο της παραγωγής. Εκτός ΟΠΕΚ και το Μεξικό είναι σημαντική πετρελαιοπαραγωγός χώρα.

Το άλλο μέρος της αγοράς είναι οι αγοραστές πετρελαίου. Εννοείται πως οι τελικοί καταναλωτές πετρελαίου είναι οι καταναλωτές ενέργειας (επιχειρήσεις και νοικοκυριά). Ωστόσο, προτού φτάσει σε αυτούς, μεσολαβούν ενδιάμεσοι πωλητές και φυσικά οι χώρες εισαγωγείς. Ουσιαστικά, όλες οι χώρες είναι εισαγωγείς πετρελαίου, εκτός ίσως από τις μεγάλες πετρελαιοπαραγωγές που καλύπτουν τις ανάγκες τους. Τις μεγαλύτερες ποσότητες εισάγουν οι εξής χώρες: Η.Π.Α., Κίνα, Ιαπωνία, Γερμανία, Βόρεια Κορέα, Γαλλία, Ιταλία, Ισπανία, Ινδία και Ταϊβάν.

²⁸ Δημιουργήθηκε στη Βαγδάτη (Ιράκ) το 1960 από τις ακόλουθες χώρες μέλη Ιράν, Ιράκ, Κουβέιτ, Σαουδική Αραβία και Βενεζουέλα. Πηγή: <http://www.wikipedia.gr>

²⁹ Η Ρωσία έχει αναδειχθεί σε σημαντικό παράγοντα της αγοράς ενέργειας χάρη στις μεγάλες επενδύσεις που έχουν μεγαλώσει τις δυνατότητες παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου και στις σημαντικές διεθνείς συμφωνίες.

³⁰ Η Νορβηγία έχει πρόσβαση στα κοιτάσματα της Βόρειας Θάλασσας και κατά συνέπεια είναι η σημαντικότερη πετρελαιοπαραγωγός χώρα της Δυτικής Ευρώπης.

³¹ Παρότι οι Η.Π.Α. υπήρξαν κάποια στιγμή η χώρα με τη μεγαλύτερη παραγωγή πετρελαίου, η οποία κορυφώθηκε κατά τη δεκαετία του 70 και μετά ακολούθησε φθίνουσα πορεία.

Η προσπάθεια των χωρών που εισάγουν πετρέλαιο είναι να μην εξαρτώνται από συγκεκριμένες χώρες – προμηθευτές, αλλά να εισάγουν από διάφορα κράτη. Ιδιαίτερα δε, προσπαθούν να μην εξαρτώνται από τις μουσουλμανικές χώρες με την ασταθή πολιτική κατάσταση.

3.7 Προοπτικές εκμετάλλευσης πετρελαίου

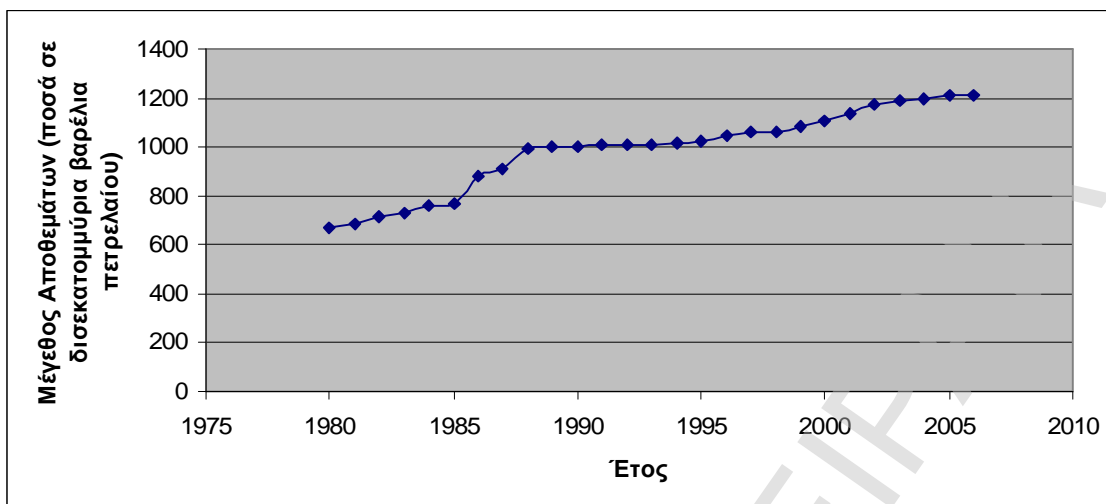
Για να γίνει μία σωστή ανάλυση των προοπτικών εκμετάλλευσης πετρελαίου, θα πρέπει να αναφερθούν δύο βασικές παράμετροι:

- τα υπολογιζόμενα εναπομείναντα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα και
- η συμπεριφορά της παραγωγής πετρελαίου

3.8 Αποθέματα πετρελαίου

Αρχικά πρέπει να σημειωθεί πως ο υπολογισμός των αποθεμάτων πετρελαίου είναι μία διαδικασία δύσκολη και με αβέβαια, ως προς την εγκυρότητά τους, αποτελέσματα. Ένας πολύ βασικός λόγος που συμβαίνει αυτό είναι διότι τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται προέρχονται σε μεγάλο βαθμό από τα ίδια τα πετρελαιοπαραγωγά κράτη, που έχουν λόγους να τα παραποιούν. Αυξάνοντας, πιθανώς αυθαίρετα τα στατιστικά στοιχεία, ισχυροποιούν τη θέση τους στην παγκόσμια σκηνή. Ένα παράδειγμα της αναξιπιστίας των στοιχείων των κρατών, είναι πως μέσα σε ένα μόλις έτος η Σαουδική Αραβία ανακοίνωσε διπλάσια αποθέματα.

Επίσης, ο υπολογισμός των αποθεμάτων πετρελαίου δεν αρκεί, διότι σημασία έχουν τα ανακτήσιμα αποθέματα. Ανακτήσιμα αποθέματα είναι αυτά τα οποία είναι εφικτό να αντληθούν με βάση την παρούσα τεχνολογία, ενώ είναι συμφέρουσα η ανάκτησή τους από οικονομική και ενεργειακή άποψη. Ακολουθεί αντίστοιχο διάγραμμα με τις προβλέψεις για τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου. Η διαχρονική αύξηση των παγκόσμιων αποθεμάτων, οφείλεται στα νέα αποθέματα και σε νέους υπολογισμούς των κρατών.



Εικόνα 3.8-1: Πίνακας Υπολογιζόμενων Ανακλήσιμων Αποθεμάτων

Συνοψίζοντας, είναι προφανές πως το πετρέλαιο αποτελεί το κυρίαρχο καύσιμο στην αγορά ενέργειας, όπως αποδεικνύει και το μερίδιο αγοράς του, διότι η ενεργειακή υποδομή είναι σχεδιασμένη σε μεγάλο βαθμό με βάση αυτό, ενώ σε αρκετές εφαρμογές (θέρμανση, μεταφορές) οι εναλλακτικές λύσεις χρησιμοποιούνται ελάχιστα.

Από την άλλη πλευρά, οι λόγοι που προαναφέρθηκαν και για τους οποίους η κοινωνία θα πρέπει να στραφεί σε καθαρότερες μορφές ενέργειας είναι πολλοί και σημαντικοί. Η παγκόσμια κοινή γνώμη ευνοεί αυτήν την αλλαγή και πιέζει τις κυβερνήσεις προς αυτήν την κατεύθυνση.

3.9 Παράρτημα

*Πίνακας 3.8-1: Πίνακας Παγκόσμιας Παραγωγής Πετρελαίου για την περίοδο 1965 – 2006
(ποσά σε εκατομμύρια τόνους)*

1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
1566,33	1700,63	1824,74	1990,89	2141,18	2355,23	2492,65	2636,64
1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
2866,6	2875,16	2734,4	2968,97	3073,25	3103,09	3233,13	3087,94
1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
2910,02	2795,63	2759,16	2814,58	2792,12	2935,92	2947,13	3069,03
1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
3102,89	3170,58	3160,46	3190,03	3188,64	3237,21	3281,02	3376,51
1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
3480,47	3548,34	3482,95	3618,15	3602,67	3575,63	3701,35	3862,6
2005				2006			
3896,79				3914,07			

Πίνακας 3.8-2 : Πίνακας Παγκόσμιας Κατανάλωσης Πετρελαίου για την περίοδο 1965 - 2006 (ποσά σε εκατομμύρια τόνους)

1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
1530,83	1646,72	1764,03	1912,78	2076,45	2254,35	2377,22	2556,11
1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
2754,4	2710,74	2678,81	2854,01	2948,61	3060,59	3108,82	2975,13
1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
2870,64	2778,65	2762,34	2815,87	2807,73	2893,62	2950,16	3043,71
1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
3095,51	3153,84	3146,68	3184,93	3161,28	3216,68	3263,86	3346,96
1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
3433,15	3448,95	3517,01	3556,22	3572,55	3606,63	3675,27	3813,71
2005				2006			
3861,27				3889,77			

Πίνακας 3.8-3: Πίνακας Παγκόσμιων Υπολογιζόμενων Ανακτήσιμων Αποθεμάτων

1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
667,1287	687,5236	716,7748	727,2265	761,6721	770,4903	877,3982
1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
909,1352	996,3896	1003,766	1000,995	1005,66	1011,406	1012,354
1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1014,062	1027,192	1049,005	1058,785	1063,852	1083	1108,216
2001	2002	2003	2004	2005	2006	
1135,356	1173,451	1188,933	1197,349	1209,547	1208,242	

3.10 Πηγές για το Πετρέλαιο

- Ø Άρθρο «Global Value Chains» για την αλυσίδα χρήσης του πετρελαίου από την ιστοσελίδα <http://www.duke.edu/>
- Ø Άρθρο «Η BP διαψεύδει περί συγχώνευσης με Shell», την 25/7/07, στην ειδησεογραφική ιστοσελίδα <http://www-org.euro2day.gr>
- Ø Άρθρο «Norway, an oil nation», στην ιστοσελίδα της πρεσβείας της Νορβηγίας στη Μεγάλη Βρετανία: <http://www.norway.org.uk>
- Ø Άρθρο «Αμετάβλητη αναμένεται να διατηρήσει την παραγωγή πετρελαίου ο ΟΠΕΚ», την 01/02/08 στην ιστοσελίδα <http://www.in.gr>
- Ø Άρθρο «Προς τα κάτω αναθεωρεί και πάλι η IEA τις προβλέψεις για τη ζήτηση πετρελαίου το 2008» <http://www.in.gr>

Ø Άρθρο τίτλο «Energy consumption growth rate reduced», δημοσιευμένο στις 30/6/06 στην ιστοσελίδα της αγγλικής κυβέρνησης <http://english.gov.cn>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

4. Άνθρακας

Όπως προκύπτει από τα στατιστικά στοιχεία της προέλευσης της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας, ο άνθρακας (carbon) είναι η δεύτερη σημαντικότερη πηγή. Το γεγονός ότι βρίσκεται σε πολλές χώρες και σε σημαντικές ποσότητες, τον έχει καταστήσει ως μία διαδεδομένη λύση για αρκετές χώρες. Όπως θα φανεί και από την ανάλυση που ακολουθεί, έχει αρκετά κοινά στοιχεία με την υπόλοιπη κατηγορία των ορυκτών καυσίμων. Μία, όμως, σημαντική διαφορά του άνθρακα από τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα, είναι πως χρησιμοποιείται κυρίως στις χώρες όπου παράγεται.

4.1 Γενικά χαρακτηριστικά άνθρακα

Αρχικά, σημειώνεται πως ο άνθρακας αποτελεί μία γενική κατηγορία στοιχείων στην οποία ανήκουν οι ορυκτοί άνθρακες ή γαιάνθρακες (coal). Σε αυτούς ανήκει και η υποκατηγορία των καυσίμων ορυκτών ανθράκων, που περιλαμβάνει τις ύλες που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς παραγωγής ενέργειας.

4.2 Διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσης άνθρακα

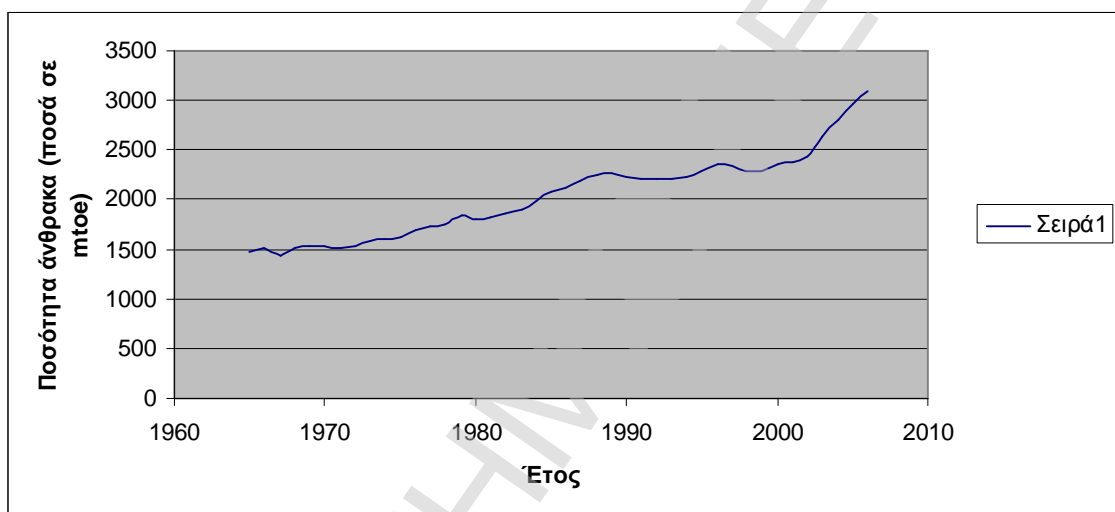
Η διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσης του άνθρακα είναι παρόμοια με του πετρελαίου³². Τα στάδια είναι τα εξής:

1. Εξόρυξη του άνθρακα. Ανάλογα με το βάθος όπου βρίσκεται το κοίτασμα, η εξόρυξη μπορεί να είναι επιφανειακή ή σε βάθος (δηλαδή με τη δημιουργία υπόγειων σηράγγων που αποτελούν το ανθρακωρυχείο).
2. Μεταφορά του άνθρακα στα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας.
3. Επεξεργασία (καύση) του άνθρακα στις μονάδες παραγωγής και παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο.

³² Πηγή: www.worldcoal.org

4.3 Πορεία χρήσης άνθρακα

Υπάρχουν στοιχεία χρήσης του άνθρακα στην αρχαία Κίνα και την Ελλάδα, αλλά ενεργειακά κατέστη σημαντικός τα χρόνια της Βιομηχανικής Επανάστασης. Η ατμομηχανή, στην οποία χρησιμοποιείτο σαν πρώτη ύλη, ήταν η εφεύρεση που άλλαξε τη μορφή των μεταφορών και άρα του εμπορίου και της παραγωγής. Η μηχανή εσωτερικής καύσης τον έβαλε σε δεύτερη μοίρα, αναδεικνύοντας το πετρέλαιο σε πρωτεύον καύσιμο. Ωστόσο, η χρήση του σε εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, επανάφερε τον άνθρακα στον ενεργειακό χάρτη.



Εικόνα 4.3-1: Παγκόσμιας Παραγωγής Άνθρακα για την περίοδο 1965 – 2006 (ποσά σε εκατομμύρια τόνους)

4.4 Πλεονεκτήματα χρήσης άνθρακα

1. Ο άνθρακας είναι ορυκτό που βρίσκεται σε πολλές περιοχές, σε αντίθεση με το πετρέλαιο που εντοπίζεται σε συγκεκριμένες χώρες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι χρήστες του να μην είναι εξαρτημένοι από την πολιτική κατάσταση και τις γεωπολιτικές ισορροπίες συγκεκριμένων κρατών.

2. Τα αποθέματα άνθρακα είναι μεγάλα, ιδιαίτερα σε σχέση με τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα. Υπολογίζεται πως με βάση τις σημερινές ενεργειακές ανάγκες, ο λιγνίτης και ο λιθάνθρακας αρκούν για τα επόμενα 225 και 160 χρόνια αντίστοιχα³³.
3. Οι τιμές του ακολούθησαν πάντοτε πιο συγκρατημένη πορεία από τις αντίστοιχες του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια όπου οι τιμές των άλλων ορυκτών καυσίμων έχουν ανοδική πορεία, ο άνθρακας αποτελεί μία οικονομικά αποδοτικότερη λύση. Αυτό οφείλεται στην διασπορά των κοιτασμάτων άνθρακα, στις σχετικά μεγάλες ποσότητες αποθεμάτων του, αλλά και στο γεγονός πως δεν υπάρχει ένας κλάδος που να εξαρτάται αποκλειστικά από τον άνθρακα (όπως αυτός των μεταφορών από το πετρέλαιο).
4. Δεδομένης της διασποράς των κοιτασμάτων του, είναι δυνατόν οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας και εκμετάλλευσής του να βρίσκονται κοντά στα ανθρακωρυχεία. Αποτέλεσμα αυτού είναι οι μειωμένες ανάγκες μεταφορών.
5. Η μεταφορά είναι πιο ασφαλής και εύκολη, σε αντίθεση με αυτήν του φυσικού αερίου που χρειάζεται τεράστιες επενδύσεις σε αγωγούς, της πυρηνικής ενέργειας που ελλοχεύει τον κίνδυνο διαρροής ραδιενέργειας και του πετρελαίου που στις περιπτώσεις ατυχημάτων συμβαίνουν σοβαρές οικολογικές καταστροφές (π.χ. ναυάγια των πετρελαιοφόρων πλοίων Exxon Valdez και Prestige).
6. Η προοπτική συνδυασμού του με την τεχνολογία υδρογόνου είναι παράμετρος που μετράει θετικά για το μέλλον της χρήσης του άνθρακα.

4.5 Μειονεκτήματα χρήσης άνθρακα

1. Οι οικολογικές επιπτώσεις της χρήσης του άνθρακα αποτελούν και το βασικό μειονέκτημά του. Τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που τον χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη εκπέμπουν μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα. Θεωρείται πως οι ρύποι από βιομηχανικές δραστηριότητες είναι περισσότεροι από

³³ Πηγή: www.euro2day.gr/.

αυτούς των μεταφορών, οπότε και η –αρνητική– συνεισφορά του άνθρακα στα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι μεγάλη.

2. Περαιτέρω, στις περιοχές εξόρυξης του άνθρακα και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το περιβάλλον είναι, τοπικά πια, ιδιαίτερα επιβαρυνόμενο. Οικολόγοι, περιβαλλοντολόγοι αλλά και γιατροί, θεωρούν πως η υψηλή θνησιμότητα και τα μεγάλα ποσοστά ασθενειών στις συγκεκριμένες περιοχές, σχετίζονται άμεσα με τον άνθρακα.

4.6 Φορείς που εμπλέκονται στην αγορά άνθρακα

Στους φορείς που εμπλέκονται στην αγορά περιλαμβάνονται τα κράτη που παράγουν τον άνθρακα και οι εταιρείες που ασχολούνται με την εξόρυξη, μεταφορά, το εμπόριο και την επεξεργασία του. Δεν υπάρχουν στην αγορά εταιρείες του μεγέθους των πετρελαϊκών, ενώ οι μεγαλύτερες είναι κρατικές.

4.7 Προοπτικές εκμετάλλευσης άνθρακα

Πράγματι, τα οικολογικά προβλήματα που προκαλεί η χρήση του είναι πολύ σημαντικά. Ωστόσο, το μεγάλο μέγεθος αποθεμάτων άνθρακα είναι το στοιχείο που κάνει τους συμμετέχοντες στον κλάδο αισιόδοξους για το μέλλον της χρήσης του. Υπολογίζεται³⁴ πως με τις σημερινές συνθήκες στην αγορά ενέργειας, τα αποθέματα άνθρακα αρκούν για 147 χρόνια χρήσης. Για να γίνει αντιληπτή η ποσότητά τους, είναι τόσο μεγάλη που θα αρκούσε για να καλύψει πλήρως τις παγκόσμιες ενεργειακές ανάγκες τα επόμενα 57 χρόνια.

Μία εξέλιξη που πιθανότατα θα ενισχύσει περαιτέρω την ενεργειακή σημασία του άνθρακα, είναι η παραγωγή υγρών καυσίμων (πετρελαίου) από άνθρακα. Αυτή είναι μία εφαρμογή που ερευνά η μεγαλύτερη κινεζική εταιρεία άνθρακα, η Shenhua Group³⁵, η οποία αναμένεται εντός του 2008 να αρχίσει να την εκμεταλλεύεται

³⁴ Πηγή: en.wikipedia.org/wiki

³⁵ Πηγή: news.xinhuanet.com

εμπορικά. Αν τελικά εδραιωθεί αυτός ο τρόπος παραγωγής καυσίμων, τότε αλλάζουν ορισμένες παράμετροι της αγοράς, όπως τα αποθέματα πετρελαίου (και άρα οι δυνατότητες μεταφορών) και ο βαθμός εξάρτησης των κρατών από τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες και εταιρείες,

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

4.8 Παράρτημα

*Πίνακας 4.8-1: Πίνακας Παγκόσμιας Παραγωγής Άνθρακας για την περίοδο 1965 – 2006
(ποσά σε mtoe)*

1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
1481,767	1505,459	1442,198	1504,384	1526,09	1533,698	1515,236	1529,202
1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
1582,476	1596,229	1616,162	1686,531	1730,537	1747,495	1837,2	1807,367
1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
1821,95	1854,217	1901,172	1991,221	2075,399	2118,838	2193,719	2253,14
1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
2267,515	2237,159	2219,512	2202,213	2216,895	2230,183	2284,718	2355,833
1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
2340,314	2285,751	2276,643	2364,276	2384,754	2437,212	2632,844	2805,54
2005				2006			
2957,022				3090,143			

4.9 Πηγές για τον Άνθρακα

Ø Άρθρο «Γαιάνθρακας» στην ελληνική Wikipedia

- Ø Άρθρο «Θησαυρός ο Άνθρακας» του Τάσου Μαντικίδη από την εφημερίδα «Το Βήμα», αναδημοσιευμένο την 21/02/08 στην ιστοσελίδα <http://www.energia.gr>
- Ø Η ιστοσελίδα <http://www.worldcoal.org/> του World Coal Institute (WCI), ενός μη κερδοσκοπικού και μη κυβερνητικού οργανισμού με μέλη από την παγκόσμια βιομηχανία άνθρακα
- Ø Άρθρο “Coal as Fuel of the Future” του Eric McLab, δημοσιευμένο την 20/08/00 στην οικολογική ιστοσελίδα <http://www.ecology.com>
- Ø Άρθρο “Chinese coal producer to make liquid fuel in 2008”, των Huang Xin και Gao Feng, δημοσιευμένο την 17/09/08 στην αγγλόφωνη έκδοση της κινεζικής ειδησεογραφικής ιστοσελίδας <http://news.xinhuanet.com>

5. Φυσικό Αέριο

Είναι το τρίτο ορυκτό καύσιμο σε επέκταση στην αγορά εργασίας, με χαρακτηριστικό την ταχεία μέχρι στιγμής εξάπλωσή του. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θέρμανσης, αλλά και –περιορισμένα- ως καύσιμο. Έχει χαρακτηριστεί ως οικολογικό καύσιμο, διότι σε σχέση με το πετρέλαιο και τον άνθρακα έχει λιγότερους ρύπους όταν χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας. Για την ίδια ποσότητα θερμότητας, η καύση φυσικού αερίου παράγει 30% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα από την καύση του πετρελαίου και 45% από του άνθρακα.

5.1 Γενικά χαρακτηριστικά Φυσικού Αερίου

Το φυσικό αέριο είναι ένα αέριο μείγμα υδρογονανθράκων, κυρίως μεθανίου, αλλά και αιθανίου, προπανίου, βουτανίου, καθώς και διοξειδίου του άνθρακα.³⁶ Είναι αέριο άχρωμο και άοσμο, που βρίσκεται σε υπόγειες κοιλότητες. Η θεωρία δημιουργίας του περιγράφει τις ίδιες συνθήκες και παρόμοιο μηχανισμό σχηματισμού με αυτό του πετρελαίου.

5.2 Διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσης Φυσικού Αερίου

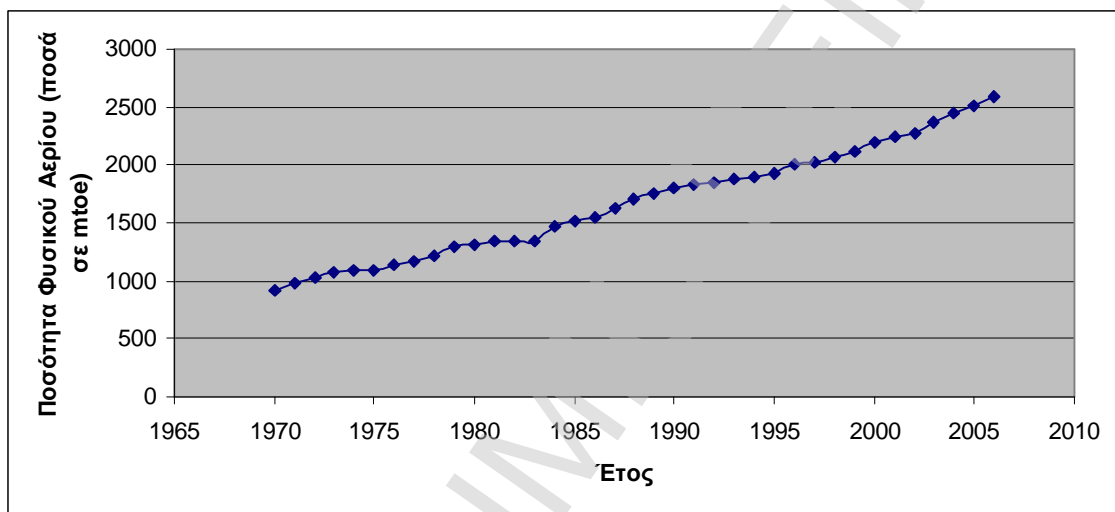
Η διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσης του φυσικού αερίου χωρίζεται στα ίδια βασικά στάδια με αυτήν των υπολοίπων ορυκτών καυσίμων (παρότι αυτονόητα η ίδια η διεργασία είναι εντελώς διαφορετική):

1. Έρευνα για κοίτασμα και γεώτρηση.
2. Εξόρυξη και μεταφορά. Η μεταφορά γίνεται με αγωγούς και υπό μεγάλη πίεση όταν το καύσιμο βρίσκεται σε αέρια μορφή και με πλοία όταν είναι σε υγρή κατάσταση.
3. Επεξεργασία και παραγωγή ενέργειας

³⁶ Πηγή: για τα βασικά χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου, el.wikipedia.org/wiki

5.3 Πορεία χρήσης Φυσικού Αερίου

Το φυσικό αέριο όπως και τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα ήταν γνωστά στους ανθρώπους από την αρχαιότητα. Ενεργειακά χρησιμοποιούνταν από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα, αλλά ουσιαστικά έμεινε στις παρυφές της Βιομηχανικής Επανάστασης, εωςότου μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο άρχισε να επεκτείνεται σε μεγάλο μέρος της αγοράς. Πράγματι, όπως φαίνεται από τα στοιχεία που ακολουθούν, η παραγωγή φυσικού αερίου τριπλασιάστηκε μέσα στις τελευταίες τρεις δεκαετίες.



Εικόνα 5.3-1: Πορεία Παγκόσμιας Παραγωγής Φυσικού Αερίου περιόδου 1970 - 2006

5.4 Πλεονεκτήματα χρήσης Φυσικού Αερίου

Τα βασικά πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου είναι τα εξής:

1. Σε οικολογικό επίπεδο υπερέχει έναντι των υπολοίπων ορυκτών καυσίμων, χάρη στις μικρές εκπομπές αέριων ρύπων της καύσης του. Επίσης, ενδεχόμενη διαρροή του δεν είναι επικίνδυνη όπως στην περίπτωση ενός πυρηνικού αντιδραστήρα, παρότι φυσικά μπορεί να επιφέρει δηλητηρίαση ή έκρηξη.
2. Η μεταφορά του είναι σαφώς ευκολότερη και σε μεγάλο βαθμό ασφαλέστερη σε σχέση με του πετρελαίου. Για παράδειγμα, οι αγωγοί φυσικού αερίου εξασφαλίζουν την απρόσκοπτη παροχή φυσικού αερίου, χωρίς συνθήκες όπως οι καιρικές να επηρεάζουν τη ροή του.

3. Η κορύφωση της παραγωγής του τοποθετείται σε χρονικό ορίζοντα δύο έως τριών δεκαετιών, σε αντίθεση με του πετρελαίου που θεωρείται πως είτε συμβαίνει στον παρόντα χρόνο είτε θα συμβεί στο άμεσο μέλλον.

5.5 Μειονεκτήματα χρήσης Φυσικού Αερίου

1. Παρότι είναι οικολογικά καθαρότερο σε σχέση με τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα, δεν συμβαίνει το ίδιο σε σχέση με το υδρογόνο, του οποίου η καύση δεν συνεπάγεται καθόλου βλαβερούς ρύπους.

2. Η υποδομή που είναι αναγκαία για την αξιοποίησή του έχει πολύ μεγάλο κόστος.

3. Η διασπορά του είναι αντίστοιχη του πετρελαίου, με αποτέλεσμα να μη λύνεται το πρόβλημα της εξάρτησης από συγκεκριμένες περιοχές του κόσμου. Οι περιοχές με τα μεγαλύτερα αποθέματα είναι η Ρωσία (42.855 mtoe), το Ιράν (25.317 mtoe) και το Κατάρ (222.824 mtoe).

4. Η υποδομή του είναι εκτεθειμένη. Λαμβάνοντας υπόψη τη θεωρία σύμφωνα με την οποία οι ενεργειακές εγκαταστάσεις, ως τροφοδότες της παγκόσμιας κοινωνίας, μπορεί να αποτελέσουν τρομοκρατικό στόχο, τότε το γεγονός πως οι αγωγοί μεταφοράς φυσικού αερίου καλύπτουν τεράστιες αποστάσεις και κατά συνέπεια είναι εκτεθειμένες σε δολιοφθορές, αποτελεί μειονέκτημά του.

5.6 Φορείς που εμπλέκονται στην αγορά Φυσικού Αερίου

Σε κρατικό επίπεδο, σημαντική είναι η συμμετοχή στην αγορά των χωρών που έχουν μεγάλα αποθέματα και παραγωγή φυσικού αερίου. Εκτός από τις χώρες με τα μεγαλύτερα αποθέματα που αναφέρθηκαν, σημαντικός είναι και ο ρόλος χωρών με μικρότερα αποθέματα, αλλά μεγάλη παραγωγή, όπως των Η.Π.Α., του Καναδά, της Σαουδικής Αραβίας, της Νορβηγίας, της Κίνας κ.α. Σε διακρατικό επίπεδο εμπλέκεται έντονα και η Ευρωπαϊκή Ένωση, η οποία ευνοεί την ανάπτυξη καθαρών μορφών ενέργειας (σε σχέση με το πετρέλαιο και τον άνθρακα), σε βαθμό που να επιδοτεί την κατασκευή των έργων υποδομής που την αφορούν.

Υπάρχουν επίσης οργανισμοί³⁷, όπως οι εξής American Gas Association (AGA), American Petroleum Institute (API), American Public Gas Association (APGA), Canadian Association of Petroleum Producers, Natural Gas Prices in the North American Market. Στόχος όλων αυτών είναι να λειτουργήσουν ως κόμβοι πληροφόρησης και ως σύνδεσμοι των εταιρειών του κλάδου.

Οι εταιρείες του κλάδου είναι πολλές, διότι η δομή του δε μοιάζει με αυτή του πετρελαίου, αλλά με αυτή του άνθρακα. Αυτό συμβαίνει διότι υπάρχουν λίγες επιχειρήσεις - κολοσσοί που ασχολούνται με όλο το φάσμα της αγοράς (παραγωγή, μεταφορά, επεξεργασία, παραγωγή ενέργειας κλπ.), όπως η ρωσική Gas Prom. Εκτός αυτής, στην αγορά έχουν εισέλθει και αρκετές από τις σημαντικότερες εταιρείες πετρελαίου, όπως η BP και η Chevron- Texaco.

5.7 Προοπτικές εκμετάλλευσης Φυσικού Αερίου

Το φυσικό αέριο διεκδικεί πρωταγωνιστικό ρόλο στην αγορά ενέργειας. Συνδυάζει τα χαρακτηριστικά που έχουν ανάγκη τα ορυκτά καύσιμα στους βασικότερους ενεργειακούς τροφοδότες, όντας συγχρόνως το πιο οικολογικό καύσιμο. Αν συνυπολογιστούν οι μεγάλες επενδύσεις που σχεδιάζονται και πραγματοποιούνται στον τομέα, τότε φαίνεται η δυναμική του.

Σημαντική παράμετρος του μέλλοντος του φυσικού αερίου είναι η πρόβλεψη για το χρονικό σημείο κορύφωσης της χρήσης του, που υπολογίζεται σε χρονικό ορίζοντα τριών τουλάχιστον δεκαετιών.

³⁷ Πηγή: www.epis.com

5.8 Παράρτημα

*Πίνακας 5.7-1: Πίνακας Παγκόσμιας Παραγωγής Φυσικού Αερίου περιόδου 1970 – 2006
(ποσά σε mtoe)*

1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
918,7542	977,1467	1021,281	1067,46	1087,96	1087,684	1131,809	1175,995
1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
1216,222	1299,002	1310,792	1335,77	1337,705	1342,807	1462,049	1508,595
1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
1549,827	1627,107	1701,791	1757,538	1800,561	1829,676	1841,708	1872,915
1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1892,178	1928,054	2012,05	2015,305	2061,01	2116,811	2189,256	2242,187
2002	2003	2004	2005	2006			
2279,642	2362,311	2440,099	2509,852	2586,384			

5.9 Πηγές για το Φυσικό Αέριο

- [1] Η ιστοσελίδα <http://www.naturalgas.org>, που περιέχει πληροφορίες για τις φυσικές ιδιότητες, τη διαδικασία εκμετάλλευσης και την αγορά φυσικού αερίου
- [2] Άρθρο «Νέα κοιτάσματα φυσικού αερίου στην Ρωσία», δημοσιευμένο την 14/02.08 στην ιστοσελίδα <http://www.energia.gr>

- [3] Άρθρο «Στο σταυροδρόμι των αγωγών», δημοσιευμένο στο 3^ο τεύχος του περιοδικού “Energy Point”

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

6. Πυρηνική Ενέργεια

Μία από τις εναλλακτικές επιλογές στην χρήση ορυκτών καυσίμων αποτελεί η πυρηνική ενέργεια. Οι ιδιαιτερότητες αυτής της λύσης είναι αρκετές, διότι στη συνείδηση της κοινής γνώμης έχει ταυτιστεί με τα πυρηνικά όπλα και το ατύχημα του Τσέρνομπιλ, ενώ η χρήση της έχει κάποια κοινά προβλήματα με τα ορυκτά καύσιμα. Σε κάθε περίπτωση όμως, είναι μία λύση εφαρμοσμένη, που έχει μειώσει την εξάρτηση από το πετρέλαιο. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, αλλά και για μεταφορικούς σκοπούς (όπως στα πυρηνικά υποβρύχια).

Οι χώρες που έχουν επενδύσει στην κατάλληλη υποδομή για την παραγωγή πυρηνικής ενέργειας είναι περίπου τριάντα. Οι μεγαλύτερες ποσότητες πυρηνικής ενέργειας παράγονται σε χώρες όπως οι Η.Π.Α., ο Καναδάς, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ρωσία και η Ιαπωνία. Οι περισσότερο εξαρτημένες χώρες από την πυρηνική ενέργεια είναι η Γαλλία, η Λιθουανία και το Βέλγιο.

6.1 Γενικά χαρακτηριστικά πυρηνικής ενέργειας

Πυρηνική (ή Ατομική) ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που απελευθερώνεται όταν μετασχηματίζονται ατομικοί πυρήνες. Είναι δηλαδή η δυναμική ενέργεια που είναι εγκλεισμένη στους πυρήνες των ατόμων λόγω της αλληλεπίδρασης των σωματιδίων που τα συνιστούν. Η πυρηνική ενέργεια απελευθερώνεται κατά τη σχάση ή σύντηξη των πυρήνων και εφόσον οι πυρηνικές αντιδράσεις είναι ελεγχόμενες (όπως συμβαίνει στην καρδιά ενός πυρηνικού αντιδραστήρα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καλύψει ενεργειακές ανάγκες.³⁸

6.2 Διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσης της πυρηνικής ενέργειας

Η παραγωγή πυρηνικής ενέργειας περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

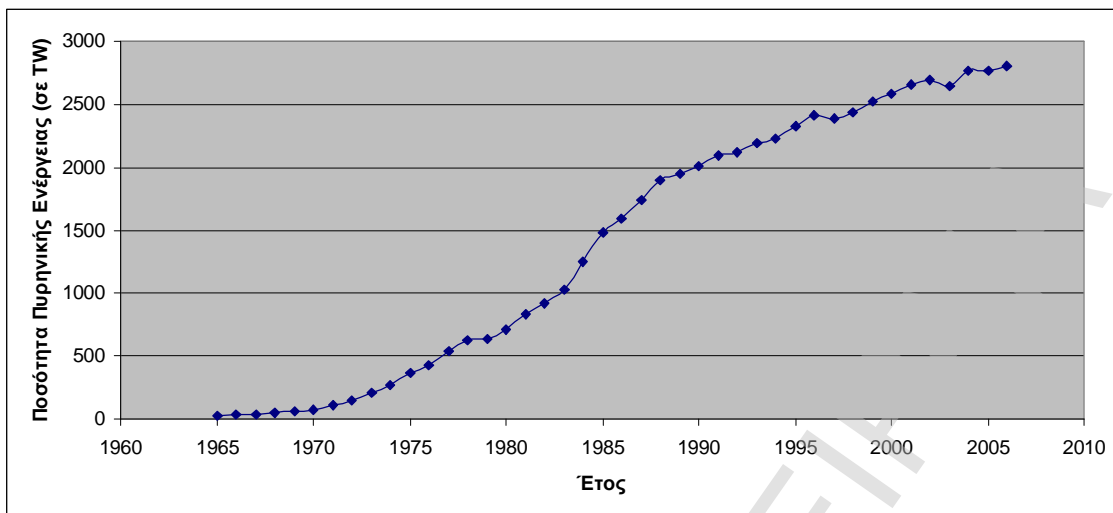
³⁸ Ο ορισμός της πυρηνικής ενέργειας προέρχεται από την ιστοσελίδα της wikipedia <http://el.wikipedia.org/>

1. Συλλογή πρώτων υλών, κυρίως δηλαδή ουρανίου και πλουτωνίου. Μεταφορά πρώτων υλών σε σταθμούς επεξεργασίας.
2. Μεταφορά επεξεργασμένων πρώτων υλών σε εργοστάσια παραγωγής πυρηνικής ενέργειας και αξιοποίησή τους μέσω της τεχνολογίας των πυρηνικών αντιδραστήρων για την παραγωγή ενέργειας. Για την επεξεργασία του ουρανίου απαιτούνται και μεγάλες ποσότητες νερού.
3. Απομάκρυνση πυρηνικών αποβλήτων από εργοστάσιο και αποθήκευσή τους σε απομακρυσμένη και ασφαλή περιοχή.

6.3 Πορεία χρήσης πυρηνικής ενέργειας

Η αρχή της χρήσης της πυρηνικής ενέργειας έγινε τη δεκαετία του 1940, όταν αρχικά σε πειράματα παρατηρήθηκε το φαινόμενο της σχάσης του πυρήνα του στοιχείου ουρανίου. Ακολούθησε η έρευνα και η διεκπεραίωση προγραμμάτων εκμετάλλευσης της πυρηνικής ενέργειας για στρατιωτικούς σκοπούς. Μετά το τέλος του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου και συγκεκριμένα το 1951, δημιουργήθηκε ο πρώτος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις Η.Π.Α. από πυρηνική ενέργεια, ενώ σταθμό στη χρήση της τελευταίας αποτέλεσε η ενεργειακή κρίση του 1973. Τότε, εξαιτίας του αραβοϊσραηλινού πολέμου, οι αραβικές χώρες – μέλη του ΟΠΕΚ επέβαλαν εμπάργκο στις εξαγωγές πετρελαίου προς τις Η.Π.Α., την Ιαπωνία και τις εμπλεκόμενες ευρωπαϊκές χώρες. Αποτέλεσμα αυτού ήταν κράτη όπως η Γαλλία και η Ιαπωνία να αναγκαστούν να στραφούν στην πυρηνική ενέργεια για να μειώσουν την εξάρτησή τους από το πετρέλαιο.

Τα πυρηνικά ατυχήματα, η προκατάληψη του κοινού έναντι της πυρηνικής ενέργειας, η άρνηση των Δυτικών χωρών στις ισλαμικές να αναπτύξουν πυρηνική τεχνολογία και η χαμηλή οικονομική απόδοση λόγω του υψηλού κόστους εν σχέση με τα ορυκτά είναι οι λόγοι για τους οποίους η επέκταση της πυρηνικής ενέργειας στην αγορά ενέργειας επιβραδύνθηκε. Σήμερα λειτουργούν περίπου 440 πυρηνικοί αντιδραστήρες σε όλο το κόσμο.



Εικόνα 6.3-1: Πορεία Παγκόσμιας Κατανάλωσης Πυρηνικής Ενέργειας για την περίοδο 1965 - 2006

6.4 Πλεονεκτήματα χρήσης πυρηνικής ενέργειας

1. Η πυρηνική ενέργεια είναι μία δοκιμασμένη λύση, αφού ήδη καλύπτει σχεδόν το 75% της ηλεκτρικής ενέργειας της Γαλλίας αλλά και το 30% της Δυτικής Ευρώπης³⁹. Υπερέχει σε αυτό το σημείο έναντι των Α.Π.Ε. που έχουν μικρή ακόμα διείσδυση στην αγορά και του υδρογόνου που η εμπορική του χρήση βρίσκεται σε εμβρυικό στάδιο.

2. Είναι αξιόπιστη, διότι λειτουργεί χωρίς διακοπή εφόσον φυσικά παρέχεται στη μονάδα παραγωγής η αναγκαία πρώτη ύλη, σε ποσοστό του χρόνου που προσεγγίζει το 90%, ενώ ο υπόλοιπος χρόνος αναλώνεται σε συντήρηση. Αυτό είναι ένα σημαντικό της συγκριτικό πλεονέκτημα σε σχέση με τις Α.Π.Ε. . Η λειτουργία της τεχνολογίας χάρη στην οποία καθίσταται εφικτή η εκμετάλλευση της ενέργειας των ανανεώσιμων πηγών, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από εξωγενείς παράγοντες.⁴⁰

³⁹ Στοιχεία από την <http://en.wikipedia.org>

⁴⁰ Αναλυτικότερα θα γίνει αναφορά στο θέμα στην ενότητα που αφορά τα μειονεκτήματα της χρήσης των Α.Π.Ε., αλλά και στα πλεονεκτήματα του συνδυασμού τους με το υδρογόνο.

3. Οι δαπάνες λειτουργίας των εγκαταστάσεων είναι σχετικά μικρές, διότι μετά την κατασκευή τους το βασικότερο κόστος είναι οι πρώτες ύλες (ουράνιο και πλουτώνιο).
4. Σύμφωνα με τους υποστηρικτές της, έχει περιορισμένες αρνητικές συνέπειες για το περιβάλλον. Η εκτίμηση αυτή βασίζεται στο ότι με την υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων από την πυρηνική ενέργεια μειώνονται οι αέριοι ρύποι της καύσης τους.
5. Οι υπέρμαχοί της υποστηρίζουν ότι είναι ασφαλέστερη από όλες τις άλλες πηγές, εκτός ίσως από το φυσικό αέριο. Σύμφωνα με τη συλλογιστική τους, τα θύματα στη διαδικασία παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα (π.χ. σε ορυχεία εξόρυξης άνθρακα), είναι περισσότερα από τα αποδεδειγμένα λόγω του πυρηνικού ατυχήματος του Τσέρνομπιλ.
6. Το ουράνιο βρίσκεται σε χώρες όπως η Αυστραλία και ο Καναδάς, δηλαδή σε χώρες με δυτική νοοτροπία και σταθερή πολιτική κατάσταση, αλλά και σε χώρες με αδύναμα καθεστώτα και άρα ελέγξιμα, όπως η Νιγηρία. Ουσιαστικά, η χρήση της πυρηνικής ενέργειας βοηθά στην απαγκίστρωση, ιδιαίτερα του Δυτικού κόσμου, από τις ασταθείς πολιτικά χώρες της Μέσης Ανατολής.

6.5 Μειονεκτήματα χρήσης πυρηνικής ενέργειας

1. Οι επιπτώσεις ενός ατυχήματος μπορεί να είναι τεράστιες. Οι πιθανότητες να συμβεί αυτό δεν είναι τόσο μικρές όσο αφήνουν να εννοηθεί οι υπέρμαχοι της πυρηνικής ενέργειας, καθώς τα τελευταία πενήντα χρόνια που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας έχουν συμβεί περίπου είκοσι πέντε μικρά ή μεγάλα ατυχήματα, με σοβαρότερο αυτό του Τσέρνομπιλ. Ο κίνδυνος ατυχήματος δεν υπάρχει μόνο στα πυρηνικά εργοστάσια, αλλά και στα ορυχεία ουρανίου, στους σταθμούς καθαρισμού του και στη μεταφορά των πρώτων υλών.
2. Τα πυρηνικά εργοστάσια που λειτουργούν επί του παρόντος, είναι γερασμένα. Ο αναμενόμενος χρόνος ζωής ενός πυρηνικού αντιδραστήρα παλαιού τύπου είναι εξήντα έτη και με δεδομένο πως αρκετοί λειτουργούν ήδη περισσότερες από τέσσερις ή και πέντε δεκαετίες, σύντομα θα πρέπει να τερματιστεί η λειτουργία τους. Η διαδικασία

αυτή θεωρείται ιδιαίτερα δύσκολη⁴¹. Το άλλο θέμα που εγείρεται εξαιτίας της παλαιότητας των αντιδραστήρων είναι αυτό της ασφάλειάς τους.

3. Αν και πράγματι με την υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων από την πυρηνική ενέργεια μειώνεται η περιβαλλοντική επιβάρυνση από τους ρύπους της καύσης τους, σημαντικό πρόβλημα αποτελούν τα πυρηνικά απόβλητα. Πυρηνικά απόβλητα ονομάζονται τα ραδιενεργά απόβλητα της παραγωγής πυρηνικής ενέργειας. Υπάρχει μία διαβάθμιση στην επικινδυνότητά τους, αλλά το βασικό ζήτημα είναι πως είναι ραδιενεργά και έχουν διάρκεια ζωής ακόμα και χιλιετιών. Η λύση που δίνεται είναι η μεταφορά και το θάψιμό τους σε απομακρυσμένες περιοχές, με όλα τα προβλήματα ασφάλειας που μπορεί να ανακύπτουν από την διαδικασία⁴².

4. Υπάρχει ο φόβος πως η ανάπτυξη πυρηνικής τεχνολογίας για την παραγωγή ενέργειας, μπορεί να αποτελέσει αφετηρία για την ανάπτυξη πυρηνικών όπλων. Αυτή η εξέλιξη μπορεί να απειλήσει την παγκόσμια ισορροπία δυνάμεων, να αυξήσει τους φόβους των πολιτών και στη χειρότερη περίπτωση να οδηγήσει στην χρήση των όπλων αυτών.

5. Μετά τα γεγονότα της 11^{ης} Σεπτεμβρίου στις Η.Π.Α., τα τρομοκρατικά χτυπήματα στην Ισπανία και τη Βρετανία, αλλά και την αντίδραση των Η.Π.Α. και των συμμάχων τους (εισβολή σε Ιράκ και Αφγανιστάν), η κοινή γνώμη, οι επιστήμονες και οι κυβερνήσεις εξετάζουν πολλά ζητήματα υπό το πρίσμα του φόβου για τρομοκρατικά χτυπήματα. Αρκετοί συγγραφείς και δημοσιογράφοι αναφέρονται στο πόσο ευάλωτες είναι οι υλικές υποδομές της σύγχρονης κοινωνίας. Μία παράμετρος αυτών είναι και ο λεγόμενος ενεργειακός ιστός⁴³, ο οποίος αποτελεί στόχο χωρίς κάλυψη (π.χ. οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας, οι πυρηνικοί σταθμοί, οι αγωγοί πετρελαίου και φυσικού αερίου).

⁴¹ Πηγή: <http://www.bbc.co.uk>

⁴² Πάντως, η έρευνα για μεθόδους επίλυσης του προβλήματος των αποβλήτων πιθανόν να φέρει στο σύντομο μέλλον αποτέλεσμα.

⁴³ Κατ' αντιστοιχία του ηλεκτρονικού ιστού όπου διακινούνται πληροφορίες, στον ενεργειακό ιστό διακινείται ενέργεια.

Τα αποτελέσματα μίας ενδεχόμενης επίθεσης σε έναν τέτοιο ζωτικό κομμάτι της οικονομικής και κοινωνικής λειτουργίας, μπορεί να γίνουν αντιληπτά από τις εμπειρίες αντίστοιχων βλαβών στο ενεργειακό δίκτυο (ή απεργιών), όταν εξαιτίας της διακοπής παροχής ενέργειας παραλύουν όλες οι παραγωγικές αλλά και ατομικές δραστηριότητες. Το ζήτημα αυτό αποτελεί μέρος του γενικότερου ενεργειακού προβλήματος, αλλά γίνεται ιδιαίτερα εμφανικό στην περίπτωση της πυρηνικής ενέργειας. Προφανώς, οι συνέπειες ενός τρομοκρατικού χτυπήματος σε πυρηνικές εγκαταστάσεις δεν περιορίζονται στη διακοπή ροής της ενέργειας και στην τοπική (και ίσως ελεγχόμενη ή αναστρέψιμη) ρύπανση, αλλά σε μία εκτεταμένη οικολογική και ανθρωπιστική καταστροφή.

Στις 21 Μαΐου 2008, στον πυρηνικό σταθμό Οσκαρσάμ της Σουηδίας, έναν από τους τρεις που λειτουργούν στη χώρα παρέχοντας το 50% των αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας, συνελήφθη εργαζόμενος να έχει στη κατοχή του ποσότητα εκρηκτικών⁴⁴. Αυτό είναι ένα περιστατικό που εντείνει το προβληματισμό γύρω από τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας.

6. Σε κάθε περίπτωση, ακόμα και αν το κόστος λειτουργίας ενός πυρηνικού εργοστασίου είναι σημαντικά μικρότερο από μία αντίστοιχη εγκατάσταση φυσικού αερίου ή γαιάνθρακα, το κόστος δημιουργίας της εγκατάστασης είναι πολύ μεγάλο. Η πλευρά των αντιτιθέμενων στην χρήση της πυρηνικής ενέργειας, ιδιαίτερα οι οικολογικές οργανώσεις που έχουν αυξανόμενο έρεισμα στην παγκόσμια κοινή γνώμη, υποστηρίζει πως αν τα χρήματα που απαιτούνται για την ενίσχυση του πυρηνικού συστήματος παραγωγής ενέργειας δοθούν για την εκμετάλλευση των Α.Π.Ε., τα αποτελέσματα θα είναι οικολογικά, οικονομικά και ενεργειακά καλύτερα.

6.6 Φορείς που εμπλέκονται στην αγορά

Όπως και στις υπόλοιπες μορφές ενέργειας, τα κράτη αποτελούν βασικό μέλος της αγοράς, λόγω των υψηλών απαιτήσεων σε κεφάλαια και τεχνογνωσία αλλά και λόγω

⁴⁴ Πηγή: η ιστοσελίδα της καθημερινής www.kathimerini.gr

της σημασίας που έχει η παραγωγή ενέργειας για την λειτουργία της κοινωνίας. Κατά συνέπεια οι κυριότερες εταιρείες που εμπλέκονται στην αγορά είναι κρατικές.

Όταν ένα κράτος αποφασίζει να επενδύσει στην πυρηνική ενέργεια, συνεργάζεται με κάποια από τις εταιρείες που δραστηριοποιούνται ήδη στον κλάδο. Για παράδειγμα, η Βουλγαρία στην προσπάθειά της να καλύψει τη μείωση της παραγωγής πυρηνικής ενέργειας λόγω του κλεισίματος δύο αντιδραστήρων του εργοστασίου στο Κοζλοντούι, αλλά και για να επεκτείνει τη δυναμικότητά της, συνεργάζεται με μία ρωσική (Atomstroyexport) και με μία γαλλογερμανική (NV) εταιρεία.

Άλλο παράδειγμα αποτελεί η Κίνα, όπου η NV (κοινοπραξία των Areva και Siemens) σε συνεργασία με την Mitsubishi και την Westinghouse θα εκπονήσουν σχέδιο δημιουργίας είκοσι αντιδραστήρων. Το κόστος αυτή της επένδυσης αγγίζει τα οκτώ δις ευρώ. Από τη συγκεκριμένη κίνηση προκύπτει και το άνοιγμα των ασιατικών αναπτυσσόμενων οικονομιών στη συγκεκριμένη μορφή ενέργειας.

Οι επιχειρήσεις του κλάδου, όπως και σε αυτόν του πετρελαίου, δραστηριοποιούνται σε όλο το φάσμα της αγοράς, από τη συλλογή ουρανίου μέχρι και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Όπως προαναφέρθηκε, η χρήση της πυρηνικής ενέργειας πέρασε μία περίοδο κρίσης, λόγω του ατυχήματος του Τσέρνομπιλ και των επιφυλάξεων της κοινής γνώμης. Ωστόσο η αγορά αναθερμάνθηκε και γίνονται επενδύσεις στην έρευνα και στη δημιουργία καινούργιων αντιδραστήρων, σε χώρες όπως η Γερμανία, η Ιαπωνία, η Ουκρανία και ο Καναδάς.

Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα είναι η δραστηριότητα της Energy Alberta Corporation, μίας καναδικής εταιρείας που αγοράστηκε από την επίσης καναδική Bruce Power Limited Partnership, αλλά με μετοχές της να ανήκουν στην British Energy. Πέραν των επενδύσεων σε αντιδραστήρες νέου τύπου⁴⁵, σχεδιάζεται η συνεργασία με το καναδικό

⁴⁵ Πληροφορίες από το άρθρο στην ιστοσελίδα www.world-nuclear-news.org και για το business plan της alberta από την <http://www.energyab.com>

φορέα υδρογόνου Canadian Hydrogen Association. Προσπάθειά τους είναι να συνδυάσουν την πυρηνική ενέργεια με το υδρογόνο ως καύσιμο.

Τέλος, έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η δυναμική που αναπτύσσεται στη Μεγάλη Βρετανία. Χαρακτηριστική είναι η δήλωση του βρετανού Υπουργού Υγείας John Hutton, ο οποίος θεωρεί τη πυρηνική ενέργεια ως τη νέα Βόρειο Θάλασσα της Αγγλίας⁴⁶. Εννοεί με αυτό, πως είναι η ευκαιρία της Βρετανίας να απεξαρτηθεί από το πετρέλαιο και να δημιουργήσει μία καινούργια αγορά με περίπου 100.000 νέες θέσεις εργασίας, με απώτερο στόχο να καταστεί οδηγός των πυρηνικών εξελίξεων στην Ευρώπη. Βέβαια, κυρίαρχη θέση σε αυτό το στρατηγικό ενεργειακό σχεδιασμό κατέχει η κρατική πυρηνική εταιρεία UK Atomic Energy Authority, η οποία σε σύμπραξη με γαλλικές πυρηνικές εταιρείες έχει προγραμματίσει τη δημιουργία νέων πυρηνικών αντιδραστήρων.

6.7 Προοπτικές εκμετάλλευσης πυρηνικής ενέργειας

Το μέλλον της πυρηνικής ενέργειας διαγράφεται ιδιαίτερα ευόιωνο, λόγω των νέων τεχνολογιών που βελτιώνουν τη λειτουργία των πυρηνικών αντιδραστήρων, βοηθούν στην επίλυση του σοβαρού προβλήματος των πυρηνικών αποβλήτων, επιτρέπουν την εκμετάλλευση του ουρανίου τύπου U-238 και βελτιώνουν την ασφάλεια λειτουργίας των πυρηνικών αντιδραστήρων.

Αρκετές χώρες σχεδιάζουν να εισέλθουν στον κλάδο της πυρηνικής ενέργειας, ενώ αρκετές από αυτές που ήδη λειτουργούν πυρηνικούς αντιδραστήρες, σχεδιάζουν επέκταση της δυναμικότητάς τους. Σημαντική είναι και σε αυτή την αγορά η προσθήκη των μεγάλων αναπτυσσόμενων οικονομιών της Κίνας και την Ινδίας, που σχεδιάζουν και πραγματοποιούν επενδύσεις. Το μεγάλο, όμως, «πυρηνικό στοίχημα» είναι αυτό της πυρηνικής σύντηξης, μίας εφαρμογής που θα μπορούσε να λύσει τα περισσότερα από τα ενεργειακά προβλήματα.

⁴⁶ Πηγή: άρθρο από την ιστοσελίδα της εφημερίδας The Guardian <http://www.guardian.co.uk>

6.8 Πυρηνική Σύντηξη

Πυρηνική σύντηξη ονομάζεται η συνένωση ελαφρών πυρήνων με ταυτόχρονη απελευθέρωση ενέργειας⁴⁷. Το κλειδί της λειτουργίας αυτής της τεχνολογίας είναι ο πυρηνικός αντιδραστήρας που θέλει να δημιουργήσει ο οργανισμός ITER, μία κοινοπραξία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της Κίνας, της Ινδίας, της Ιαπωνίας, της Νοτίου Κορέας, των Ηνωμένων Πολιτειών και της Ρωσίας.⁴⁸ Εφόσον η ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας ευδοκιμήσει τα επιθυμητά αποτελέσματα, τότε οι επιστήμονες που εμπλέκονται στο σχέδιο αλλά και μεγάλο μέρος της παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας θεωρεί πως το ενεργειακό πρόβλημα θα έχει λυθεί, με μία φθηνή, απεριόριστη και ασφαλή ενέργεια.

Τα βασικά πλεονεκτήματα αυτής της λύσης είναι πολλά, καθώς συνδυάζει τα πλεονεκτήματα της πυρηνικής ενέργειας και επιλύει αρκετά από τα μειονεκτήματα. Αναλυτικά, τα πλεονεκτήματα που θα μπορούσε να δώσει η παραγωγή ενέργειας με αυτή τη μέθοδο, όπως περιγράφονται από τον ίδιο τον οργανισμό αλλά και από την Ευρωπαϊκή Ένωση, είναι τα εξής:

1. Υπάρχουν επαρκείς ποσότητες πρώτων υλών, δηλαδή δευτέρου και λίθιου, σε βαθμό που οι επιστήμονες του ITER να τις θεωρούν άφθονες.
2. Το ραδιενεργό υλικό της σύντηξης είναι το ενδιάμεσο στοιχείο τρίτιο, που όμως παράγεται στο μανδύα του αντιδραστήρα και άρα το ζήτημα της μεταφοράς των ραδιενεργών υλικών εξαλείφεται.
3. Ο ρύπος της διαδικασίας είναι το στοιχείο ήλιο, που δεν είναι ραδιενεργό.
4. Οι επιστήμονες θεωρούν τη νέα τεχνολογία περισσότερο ασφαλή από τους παραδοσιακούς πυρηνικούς αντιδραστήρες και κατά συνέπεια απομακρύνεται η πιθανότητα πυρηνικού ατυχήματος.

⁴⁷ Ορισμός από www.el.wikipedia.org/wik

⁴⁸ Πηγή η ιστοσελίδα του ITER <http://www.iter.org/>

Από την άλλη πλευρά, οι οικολόγοι όντας σκεπτικιστές για οποιαδήποτε λύση περιλαμβάνει πυρηνική τεχνολογία, επισημαίνουν πως κάποια βασικά προβλήματα παραμένουν. Συγκεκριμένα:

1. Το υψηλό κόστος ανάπτυξης της τεχνολογίας, που δεν έχει σίγουρη απόδοση και κατ' αυτούς αποτελεί κόστος ευκαιρίας για την ανάπτυξη, βελτίωση και χρήση των τεχνολογιών που βασίζονται στις Α.Π.Ε. .
2. Η πιθανότητα ανάπτυξης πυρηνικών όπλων με βάση τη πυρηνική τεχνολογία.
3. Η πιθανότητα πυρηνικού ατυχήματος παραμένει, διότι δεν πείθονται για την ασφάλεια των νέων αντιδραστήρων.

Συμπερασματικά, η πυρηνική ενέργεια είναι μία από τις σοβαρότερες και περισσότερο επαρκείς ενεργειακές λύσεις, με την προϋπόθεση πως θα γίνουν βήματα προόδου στην τεχνολογία εκμετάλλευσής της. Αν δε, το πείραμα της πυρηνικής σύντηξης επιτύχει, πιθανότατα μέσω του ITER, η ανθρωπότητα μπορεί να προσβλέπει σε ένα πυρηνικό ενεργειακό μέλλον. Σοβαρή σημείωση που θα ληφθεί υπόψη αργότερα, είναι πως όπως έχει ήδη αναφερθεί η πυρηνική ενέργεια δεν είναι καύσιμο, οπότε συνεχίζει να απουσιάζει το στοιχείο που θα καταστήσει αυτή τη λύση ολοκληρωμένη.

6.9 Παράρτημα

Πίνακας 6.8-1: Παγκόσμιας Κατανάλωσης Πυρηνικής Ενέργειας για την περίοδο 1965 - 2006 (ποσότητα σε TW)

1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
25,6544	34,39	42,2153	51,5872	62,8502	77,3123	109,961	150,816
1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
202,584	263,318	364,305	433,337	535,438	619,32	639,624	711,338
1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
835,96	916,67	1029,42	1244,54	1481,77	1596,4	1736,11	1892,95
1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1947,08	2002,54	2097,19	2114,27	2187,32	2228,03	2324,6	2408,24
1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
2391,72	2431,34	2524,3	2582,63	2655,17	2699,47	2645,74	2764,32
2005	2006						
2770,33	2808,12						

Πίνακας 6-3: Παραγωγής Πυρηνικής Ενέργειας ανά χώρα (ποσότητες σε TW hours)

Χώρα	TW hours	Ποσοστό επί του συνόλου
Η.Π.Α.	828,7	29,5%
Γαλλία	451,3	16,1%
Ιαπωνία	303,0	10,8%
Γερμανία	167,4	6,0%
Ρωσία	156,4	5,6%
Νότιος Κορέα	148,7	5,3%
Καναδάς	98,4	3,5%
Ουκρανία	90,3	3,2%
Βρετανία	75,2	2,7%
Σουηδία	68,2	2,4%
Ισπανία	60,2	2,1%
Κίνα	54,3	1,9%
Βέλγιο και Λουξεμβούργο	48,4	1,7%
Ταϊβάν	39,9	1,4%
Ελβετία	27,6	1,0%
Τσεχία	26,0	0,9%
Φινλανδία	23,9	0,9%

Βουλγαρία	19,5	0,7%
Σλοβακία	18,0	0,6%
Ινδία	17,6	0,6%
Βραζιλία	13,8	0,5%
Ουγγαρία	13,5	0,5%
Μεξικό	10,9	0,4%
Νότιος Αφρική	10,6	0,4%
Λιθουανία	8,7	0,3%
Αργεντινή	7,7	0,3%
Ρουμανία	5,6	0,2%
Ολλανδία	3,5	0,1%
Πακιστάν	2,8	0,1%
Παγκόσμια Κατανάλωση	2808,1	100,0%

6.10 Πηγές για την Πυρηνική Ενέργεια

- Ø Ιστοσελίδα του Ινστιτούτου Πυρηνικής Ενέργειας των Η.Π.Α. [(Nuclear Energy Institute (NEI]): <http://www.nei.org/>
- Ø Άρθρο «Η πυρηνική ενέργεια στο κέντρο της διαμάχης για το περιβάλλον» από την εκπαιδευτική ιστοσελίδα <http://www.physics4u.gr>
- Ø Άρθρο «Καληνύχτα πετρέλαιο, καλημέρα πυρηνική ενέργεια», την 04/02/07 από τον δικτυακό τόπο της Ελευθεροτυπίας <http://www.enet.gr>

- Ø Άρθρο «Η πυρηνική ενέργεια δεν είναι λύση», την 9/11/2008 από την ιστοσελίδα της Greenpeace: <http://www.greenpeace.org>
- Ø Άρθρο «Κλιματικές αλλαγές και πυρηνική ενέργεια», την 09/11/2008 στην ιστοσελίδα της Greenpeace <http://www.greenpeace.org>
- Ø Άρθρο «Nuclear power's new age», την 06/06/2008 στην ιστοσελίδα του Economist <http://www.economist.com>
- Ø Άρθρο τίτλο «Νομοσχέδιο για την πυρηνική ενέργεια ετοιμάζει η Βρετανία» , δημοσιευμένο στις 02/01/08, στην ιστοσελίδα της Καθημερινής <http://portal.kathimerini.gr>
- Ø Άρθρο τίτλο «Πυρηνικά απόβλητα», της Σούζι Έμετ, δημοσιευμένο στην ελληνική έκδοση της ιστοσελίδας του BBC <http://www.bbc.co.uk/greek/>, με την επιμέλεια του Θανάση Γκαβού.
- Ø Άρθρο τίτλο «The Economics of Nuclear Power» στην ιστοσελίδα <http://www.world-nuclear.org> του Διεθνούς Οργανισμού Πυρηνικής Ενέργειας (World Nuclear Association - WNA)
- Ø Άρθρο για τον τρόπο παραγωγής πυρηνικής ενέργειας στην ιστοσελίδα <http://www.world-nuclear.org> του WNA
- Ø Άρθρο «Πυρηνική ενέργεια στην Θράκη: Αλήθειες και Ψέματα», δημοσιευμένο την 14/02/08, στην ειδησεογραφική ιστοσελίδα <http://www.e-evros.gr>
- Ø Άρθρο «Η Διεθνής Υπηρεσία Ενέργειας προτείνει στροφή στην πυρηνική ενέργεια», δημοσιευμένο την 07/11/06 στην ειδησεογραφική ιστοσελίδα <http://www.in.gr>
- Ø Άρθρο «Το Μεγάλο Άλμα της Areva» του Νίκου Σοφιανού, δημοσιευμένο την 31/01/08 στην ιστοσελίδα <http://www.energia.gr>

- Ø Άρθρο «Αρχίζει η κατασκευή του Πυρηνικού σταθμού παραγωγής ενέργειας "Μπέλενε"», της Βενέτα Νικόλοβα, δημοσιευμένο στην ελληνική έκδοση της ιστοσελίδας της κρατικής βουλγαρικής ραδιοφωνίας <http://www.bnr.bg>, με την επιμέλεια της Σβέτλα Ασένοβα
- Ø Άρθρο «Nuclear power companies» στην αγγλική Wikipedia
- Ø Άρθρο «Nuclear power» στην αγγλική Wikipedia
- Ø Άρθρο «Bruce Power to acquire Energy Alberta» στην ιστοσελίδα <http://www.world-nuclear-news.org>
- Ø Άρθρο «Atomic Energy Authority gears up to go global» του Mark Milner, δημοσιευμένο την 02/04/08 στην ιστοσελίδα <http://www.guardian.co.uk> της εφημερίδας "The Guardian"
- Ø Άρθρο "Nuclear is UK's new North Sea oil - minister", των Andrew Sparrow και Patrick Wintour, δημοσιευμένο την 26/03/08 στην ιστοσελίδα <http://www.guardian.co.uk> της εφημερίδας "The Guardian"
- Ø Άρθρο «Επιστρέφει στην πυρηνική ενέργεια η Ιταλία με κατασκευή σταθμών στην Αλβανία», δημοσιευμένο την 29/05/08 στην ιστοσελίδα <http://www.in.gr>

ITER:

- Άρθρο "Nuclear Fusion Power" στην ιστοσελίδα <http://www.world-nuclear.org> του WNA
- Ø Άρθρο "ITER – το Επόμενο Βήμα", δημοσιευμένο στην ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής <http://ec.europa.eu>
- Ø Η ιστοσελίδα του προγράμματος ITER <http://www.iter.org/>

7. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Renewable Energy Sources) ή ήπιες μορφές ενέργειας αποτελούν μία ομάδα πηγών όπου η ενέργεια δημιουργείται με φυσικό τρόπο, αποτελεί δηλαδή απόρροια μιας φυσικής διαδικασίας. Δεδομένου ότι κάθε φυσική διεργασία έχει ως βασικό συστατικό την ενέργεια, είναι πολύ σημαντικό για τον άνθρωπο να έχει τους τρόπους με τους οποίους θα μπορεί να εκμεταλλεύεται την ενέργεια που παράγεται από την φύση.

Η κατηγορία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελείται από τις εξής μορφές:

- Ηλιακή Ενέργεια (solar power)
- Αιολική Ενέργεια (wind power)
- Υδροηλεκτρική Ενέργεια (hydroelectric power), ενέργεια από κύματα (wave power), ενέργεια από παλίρροιες (tidal power)
- Βιομάζα (biomass) και Βιοκαύσιμα (biofuel)
- Γεωθερμική (Geothermal)

7.1 Γενικά χαρακτηριστικά Α.Π.Ε.

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, η τεχνολογία εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε. είναι ο τρόπος του ανθρώπου να εκμεταλλεύεται την ενέργεια που παράγεται από φυσικά φαινόμενα, όπως ο αέρας, ο κυματισμός της θάλασσας κλπ. Ενώ όμως, όπως υποστηρίζει η πλευρά των οικολόγων, η ενέργεια των ανανεώσιμων πηγών μπορεί να υπερκαλύψει τις ανθρώπινες ανάγκες, το πρόβλημα είναι πως η υπάρχουσα τεχνολογία δε μπορεί να μετατρέπει παρά μικρό ποσοστό της σε χρήσιμη μορφή.

Παρότι, λοιπόν, οι τρόποι εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε. έχουν διεισδύσει ως ένα βαθμό στην αγορά, η επέκτασή τους είναι ακόμα ιδιαίτερα μικρή. Για να γίνουν ανταγωνιστικές των ορυκτών καυσίμων, θα πρέπει να γίνουν οικονομικά και ενεργειακά πολύ αποδοτικότερες.

7.2 Διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσης Α.Π.Ε.

Ανάλογα με την κατηγορία Α.Π.Ε., υπάρχει τεχνολογία εκμετάλλευσής της. Η ηλιακή ενέργεια γίνεται εκμεταλλεύσιμη με παθητικά ηλιακά συστήματα (οικολογικά κτίρια), με ενεργητικά ηλιακά συστήματα (ηλιακός θερμοσίφωνας) και με φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα (φωτοβολταϊκά, πάνελ, συστοιχίες)⁴⁹. Τα παθητικά και τα ενεργητικά συστήματα εκμεταλλεύονται την θερμότητα που εκπέμπεται από τον ήλιο, ενώ τα φωτοβολταϊκά παράγουν ηλεκτρισμό.

Η αιολική ενέργεια καθίσταται εκμεταλλεύσιμη χάρη στις ανεμογεννήτριες. Αυτές τοποθετούνται ομαδικά και σχηματίζουν αιολικά πάρκα, ενώ με βάση την υπάρχουσα τεχνολογία μπορούν να αποδίδουν 200 KW - 5 MW η κάθε μονάδα.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια προκύπτει από την εκμετάλλευση της ροής υδάτινων μαζών, κυρίως ποταμών, αλλά και κυμάτων ή παλιρροϊκών φαινομένων. Οι εγκαταστάσεις αυτές δεσμεύουν μεγάλες ποσότητες νερών και χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τις μεγάλες (παλαιού τύπου) μονάδες και τις μικρότερες (πιο ευέλικτες), που μπορούν να εγκαθίστανται και σε μικρότερους ποταμούς.

Όσον αφορά τη βιομάζα, αυτή αποτελεί την ύλη που προέρχεται από ζωντανούς ή νεκρούς οργανισμούς (φυτικούς και ζωικούς) και περιέχει μία δευτερογενή ηλιακή ενέργεια. Η βιομάζα χρησιμοποιείται ως ενέργεια θέρμανσης αλλά και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ τα βιοκαύσιμα χρησιμοποιούνται στις μεταφορές. Τέλος, η γεωθερμία χρησιμοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών αλλά και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ειδικά εργοστάσια.

7.3 Πορεία χρήσης Α.Π.Ε.

Οι Α.Π.Ε. καταλαμβάνουν ένα μικρό ποσοστό της συνολικής παραγωγής ενέργειας. Αν και είναι κλάδος υπό ανάπτυξη, παγκοσμίως καταλαμβάνουν μικρό ποσοστό της αγοράς ενέργειας. Τα δύο στοιχεία που έχουν ιδιαίτερη σημασία είναι:

⁴⁹ Πηγή: <http://el.wikipedia.org/>

1. Το ποσοστό που καταλαμβάνει παγκοσμίως (το 2004) κάθε κατηγορία Α.Π.Ε. ξεχωριστά:

Πίνακας 7.3-1: Παγκόσμιο Μερίδιο Αγοράς Κατηγοριών Α.Π.Ε. το 2004

Κατηγορία Α.Π.Ε.	Ποσοστό (%)
Υδροηλεκτρική	63,35
Βιομάζα	21,88
Ηλιακή	7,25
Αιολική	4,58
Γεωθερμία	0,72
Υπόλοιπα	0,05

2. Το γεγονός πως η ανάπτυξη των Α.Π.Ε. αναμένεται να συνεχιστεί λόγω των ισχυρών τους πλεονεκτημάτων (που θα αναφερθούν στην επόμενη ενότητα), τη στιγμή που στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχει η επιδίωξη οι Α.Π.Ε. να καταλάβουν το 25% της αγοράς.

Με βάση αυτές τις παραμέτρους γίνεται κατανοητή η δυναμική της κάθε κατηγορίας Α.Π.Ε., ενώ δίνεται και μία ένδειξη για τη μελλοντική τους πορεία.

7.4 Πλεονεκτήματα χρήσης Α.Π.Ε.

1. Το πρώτο και βασικότερο πλεονέκτημα των Α.Π.Ε. είναι το γεγονός πως η χρήση τους δεν επιβαρύνει το περιβάλλον. Για παράδειγμα, οι ρύποι που παράγονται από τις ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά είναι μηδενικοί. Χάρη σε αυτό τους το χαρακτηριστικό, η υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων από τις Α.Π.Ε. συνεπάγεται

και μείωση ή εξάλειψη των ρύπων που θα παρήγαγε η καύση των ορυκτών καυσίμων.

2. Οι Α.Π.Ε. θεωρούνται ανεξάντλητες πηγές ενέργειας. Πράγματι, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα αλλά και την πυρηνική ενέργεια (που βασίζεται στο ουράνιο), οι Α.Π.Ε. δεν εξαντλούνται διότι βασίζονται σε φυσικές διεργασίες, όπως ο άνεμος, η ακτινοβολία του ήλιου, η ροή των ποταμιών και η παλίρροια.

3. Στο βαθμό που χρησιμοποιούνται βοηθούν και στο στόχο της απεξάρτησης από το πετρέλαιο και τις χώρες που κατέχουν τους κατάλληλους πόρους.

4. Βοηθούν στο πρόβλημα της αποκέντρωσης του πληθυσμού, επειδή ο τρόπος παραγωγής της ενέργειας δεν είναι συγκεντρωτικός όπως των ορυκτών καυσίμων. Αντιθέτως, οι μονάδες παραγωγής σε αυτή τη περίπτωση είναι διασκορπισμένες οπουδήποτε μπορεί να καταστούν εκμεταλλεύσιμες οι ήπιες μορφές ενέργειας.

5. Το βασικό τους κόστος είναι αυτό της κατασκευής και της εγκατάστασης του εξοπλισμού, ενώ το κόστος λειτουργίας είναι, σχετικά, μικρό (βιοκαύσιμα, βιομάζα) ή μηδενικό (φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες). Κατά τη διάρκεια της ωφέλιμης ζωής τους, το βασικό κόστος των ανωτέρω εγκαταστάσεων είναι το κόστος συντήρησης.

7.5 Μειονεκτήματα χρήσης Α.Π.Ε.

1. Η ενεργειακή τους απόδοση είναι μικρότερη των υπολοίπων εδραιωμένων τρόπων παραγωγής. Οι υπολογισμοί για το πόσο μεγάλες εκτάσεις θα έπρεπε να καλυφθούν από ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά ή καλλιέργειες βιομάζας είναι ενδεικτικοί του γεγονότος ότι με τις παρούσες τεχνολογικές συνθήκες είναι πρακτικά ανέφικτο να στηριχτεί η ενεργειακή κατανάλωση στις Α.Π.Ε.. Για παράδειγμα, έχει υπολογιστεί πως χρειάζονται περίπου δύο εκατομμύρια ανεμογεννήτριες εγκατεστημένες σε ένα αιολικό πάρκο όσο το Τέξας των Η.Π.Α. για να καλύψουν το σύνολο των ενεργειακών αναγκών.

2. Βεβαίως, οι οικολόγοι επιμένουν πως αν έστω ένα μέρος των ποσών που δαπανώνται για έργα και έρευνα που θα υποστηρίξουν τα ορυκτά καύσιμα ή την πυρηνική ενέργεια, δαπανηθεί για την ανάπτυξη των ήπιων τεχνολογιών, τότε ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης των τελευταίων μπορεί να βελτιωθεί.

3. Παρά το πλεονέκτημα τους σε επίπεδο κόστους λειτουργίας, το κόστος εγκατάστασης είναι μεγάλο. Τα προβλήματα βέβαια είναι αλληλένδετα. Η προαναφερθείσα μικρή απόδοση συνεπάγεται και μεγαλύτερη έκταση εγκαταστάσεων και άρα υψηλό κόστος αρχικής επένδυσης. Επίσης, μπορεί κατά τη διάρκεια της ζωής τους να επιβαρύνονται κυρίως με το κόστος συντήρησης, λόγω απουσίας πρώτων υλών (ουσιαστικά γίνεται αναφορά στην αιολική και ηλιακή ενέργεια), αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι εξαιτίας των συχνών τεχνικών προβλημάτων και των ακριβών ανταλλακτικών αυτό δεν είναι και υψηλό.

4. Οι ανανεώσιμες πηγές δεν εξασφαλίζουν σταθερή ροή ενέργειας, διότι εξαρτώνται από αστάθμητους παράγοντες όπως οι καιρικές συνθήκες. Για παράδειγμα, χωρίς ηλιοφάνεια δεν λειτουργούν τα φωτοβολταϊκά, με άπνοια δε λειτουργούν οι ανεμογεννήτριες, ενώ μία περίοδος ξηρασίας επηρεάζει τη στάθμη των ποταμών και κατά συνέπεια τις υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις.

Η λύση για το πρόβλημα αυτό θα ήταν η αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας και η χρησιμοποίησή της σε οποιοδήποτε χρόνο καταστεί επιθυμητό. Το υδρογόνο αποτελεί την απάντηση στο ανωτέρω πρόβλημα, ενώ το γεγονός πως χρησιμοποιείται σαν καύσιμο σημαίνει πως μπορεί να αξιοποιηθεί και στις μετακινήσεις.

5. Κάποιες από τις εφαρμογές δεσμεύουν μεγάλες ποσότητες φυσικών πόρων, όπως τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια και η καλλιέργεια της βιομάζας. Ιδιαίτερα για την καλλιέργεια εκτάσεων από τις οποίες θα προκύψουν οι πρώτες ύλες της βιομάζας, είναι πολύ κρίσιμος ο προβληματισμός για κατά πόσο συμφέρει η χρήση για ενεργειακούς σκοπούς πολύτιμων εκτάσεων γης που θα μπορούσαν να χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τροφίμων.

6. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ο παγκόσμιος πληθυσμός έχει υψηλότατο ρυθμό αύξησης και ότι το βιοτικό επίπεδο των μεγαλύτερων αναπτυσσόμενων χωρών ανέρχεται επίσης ταχέως ως αποτέλεσμα της παγκόσμιας οικονομικής ανάπτυξης. Είναι κατά συνέπεια προφανές πως το κόστος ευκαιρίας χρήσης καλλιεργήσιμης γης και νερού για ενεργειακούς σκοπούς αντί για σκοπούς σίτισης και ύδρευσης είναι πολύ μεγάλο.

7. Εξαιτίας του μεγέθους των εγκαταστάσεων τίθεται ένα θέμα αισθητικής. Ωστόσο, δε μπορεί παρά να θεωρηθεί ελάσσων σε σχέση με τα προβλήματα που θα μπορούσε

να επιλύσει η ευρεία εφαρμογή της τεχνολογίας των Α.Π.Ε..

7.6 Φορείς που εμπλέκονται στην αγορά των Α.Π.Ε.

Η αγορά των Α.Π.Ε. δέχεται έντονες επιδράσεις από το ενδιαφέρον της κοινής γνώμης που έχει στραφεί σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την επιβάρυνση του περιβάλλοντος και την εξάρτηση από τις πλούσιες σε ορυκτά καύσιμα χώρες, ωθεί και τις κυβερνήσεις προς την ανάπτυξη των ήπιων μορφών ενέργειας.

Η υπογραφή του «πρωτοκόλλου του Κιότο»⁵⁰, η δημιουργία της αγοράς ρύπων⁵¹ και η υποχρέωση των χωρών να πληρώνουν πρόστιμα για την υπερβολική επιβάρυνση του περιβάλλοντος, αποτελούν επιπλέον λόγους που οι χώρες επενδύουν σε αυτήν τη κατεύθυνση.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση ευνοεί ιδιαίτερα την ανάπτυξη των ήπιων μορφών ενέργειας. Έχει θέσει σαν στόχο μέχρι το 2020, η ενέργεια που καταναλώνει κάθε κράτος - μέλος της να προέρχεται σε ποσοστό 25% από Α.Π.Ε. Από την πλευρά τους οι χώρες κινούνται προς αυτήν τη κατεύθυνση επενδύοντας στον τομέα ανάλογα με τους φυσικούς τους πόρους. Για παράδειγμα, στη Γερμανία έχουν δημιουργηθεί σημαντικές εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστοιχιών και ανεμογεννητριών, στη Πορτογαλία έχουν δημιουργηθεί πολλά αιολικά πάρκα, ενώ όπως έχει ήδη αναλυθεί στη Γαλλία συνεχίζεται το πυρηνικό πρόγραμμα.

Όσον αφορά την ιδιωτική δραστηριότητα, θα μπορούσε να χωριστεί σε δύο επίπεδα: σε επενδύσεις και έρευνα που διεξάγονται από μεγάλες ενεργειακές επιχειρήσεις και στην - κυρίως εμπορική- δραστηριότητα μικρότερων επιχειρήσεων. Οι μεγάλες επιχειρήσεις αναπτύσσουν επενδυτικά σχέδια σε συνεργασία και -συνήθως- σε συμπράξεις με το κράτος. Οι μικρότερες επιχειρήσεις ασχολούνται με την εμπορία των

⁵⁰ Παρά την άρνηση των Η.Π.Α. να το υπογράψουν.

⁵¹ Κάθε χώρα έχει -ανάλογα με ορισμένες παραμέτρους- συγκεκριμένο αριθμό ρύπων που μπορεί να παράγει. Στην αγορά ρύπων οι χώρες που υπερβαίνουν αυτό το όριο μπορούν να αγοράζουν δικαιώματα από αυτές που δεν εξαντλούν τα δικά τους.

τεχνολογιών που έχουν αναπτυχθεί. Η διαφορά έγκειται, στο ότι οι μεγάλες επιχειρήσεις αναλαμβάνουν έργα μεγάλης εμβέλειας όπως για παράδειγμα τη δημιουργία αιολικών πάρκων, ενώ οι μικρότερες πωλούν φωτοβολταϊκά σε ιδιώτες.

7.7 Προοπτικές εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε.

Τα στοιχεία που ευνοούν την περαιτέρω ανάπτυξη των Α.Π.Ε. είναι:

- η εύνοια της παγκόσμιας κοινής γνώμης και των κρατών
- η πραγματική ανάγκη για απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα
- οι στόχοι που έχουν τεθεί παγκοσμίως είτε με συμφωνίες όπως το Πρωτόκολλο του Κιότο είτε από φορείς όπως η Ευρωπαϊκή Ένωση
- η δυναμική της αγοράς που έχει ήδη αναπτυχθεί και φαίνεται στα έργα που γίνονται, στις εταιρείες που αναπτύσσονται και στη διεξόδυση των τεχνολογιών Α.Π.Ε. στην υπεραγορά ενέργειας.

Από την άλλη πλευρά, υπάρχει αβεβαιότητα σε σχέση με το κατά πόσο είναι πιθανή η πρόοδος στον τομέα σε βαθμό που να καταστήσει τις Α.Π.Ε. (ή κάποιες από αυτές) ως τη λύση στο ενεργειακό πρόβλημα.

Παρά τα όποια πλεονεκτήματά τους, οι Α.Π.Ε. θα πρέπει πρώτα να βελτιωθούν σε επίπεδο ενεργειακής και οικονομικής απόδοσης και μετά θα είναι ανταγωνιστικές των ορυκτών καυσίμων. Για το λόγο αυτό, τα δύο στοιχεία που είναι καθοριστικά για το μέλλον των Α.Π.Ε. είναι η πρόοδος της τεχνολογίας αξιοποίησης τους και η καθιέρωση της τεχνολογίας του υδρογόνου⁵² (για λόγους που θα αναπτυχθούν στη συνέχεια).

⁵² Η πρώτη νύξη για το ζήτημα έγινε στην ενότητα «2.6.5 Μειονεκτήματα χρήσης Α.Π.Ε.» και θα ακολουθήσει εκτενέστερη ανάλυση στην ενότητα που αφορά την χρήση του υδρογόνου ως καυσίμου.

7.8 Πηγές για τις ΑΠΕ

- Ø Άρθρο «Η Ευρώπη ανοίγει την ενεργειακή της ατζέντα» του Χρήστου Σύλλα, δημοσιευμένο την 22/01/08 στην ιστοσελίδα της Καθημερινής <http://portal.kathimerini.gr>
- Ø Συνέντευξη του Τζέρεμι Ρίφκιν στο περιοδικό Wind Directions της EWEA, δημοσιευμένο και μεταφρασμένο στην ιστοσελίδα: <http://www.indy.gr/>
- Ø Άρθρο «Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Αιολικής Ενέργειας» στην ιστοσελίδα <http://www.aenaon.net>
- Ø Άρθρο στην ιστοσελίδα της Καθημερινής «Η καινοτομία λύση του ενεργειακού παζλ» <http://portal.kathimerini.gr>
- Ø Η ιστοσελίδα του οργανισμού προώθησης της ηλιακής ενέργειας και έρευνας στις τεχνολογίες του Υπουργείου Ενέργειας των Η.Π.Α. <http://www.solartoday.org> και το άρθρο “Can We get There?”.
- Ø Η ιστοσελίδα της ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε., που αποτελεί θυγατρική της ΔΕΗ για τις Α.Π.Ε. <http://www.ppcr.gr>
- Ø Άρθρο στην ελληνική wikipedia «Ήπιες μορφές ενέργειας»
- Ø Άρθρο στην ιστοσελίδα του Κεντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) «Βιομάζα» <http://www.cres.gr>
- Ø Άρθρο «Γεωθερμία» στην ιστοσελίδα <http://www.physics4u.gr>
- Ø Άρθρο «Σχέδια ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας στις ΗΠΑ» στις 13/5/08 στις ιστοσελίδα της καθημερινής <http://portal.kathimerini.gr>

8. Ανάλυση Αγοράς με βάση το μοντέλο του Porter

Η ανάλυση που προηγήθηκε δίνει την εικόνα των ειδών ενέργειας γύρω από τα οποία κινείται η αγορά, των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων που έχουν και που προφανώς ορίζουν το μέλλον τους, καθώς και των φορέων που εμπλέκονται στην εκμετάλλευσή τους. Για να ολοκληρωθεί η εικόνα της αγοράς στην οποία καλείται να εισέλθει το υδρογόνο είτε ως ανταγωνιστικό είτε ως συμπληρωματικό προϊόν, θα ακολουθήσει μία ανάλυσή της, βάσει του μοντέλου του Porter.

8.1 Θεωρητική Ανάλυση του μοντέλου του Porter⁵³

Ο αμερικάνος ακαδημαϊκός και πρωτοπόρος σε θέματα επιχειρησιακής στρατηγικής Michael Porter, εφηύρε ένα σύστημα ανάλυσης των αγορών, το επονομαζόμενο «μοντέλο των πέντε δυνάμεων του Porter». Το μοντέλο αυτό περιγράφει την αγορά με βάση τις δυνάμεις που ασκούν οι βασικές κατηγορίες φορέων που συμμετέχουν σε αυτήν. Το αποτέλεσμα αυτής της ανάλυσης είναι το μέγεθος της έντασης του ανταγωνισμού, που αποτελεί μέτρο για τις δυνατότητες κέρδους από τη δραστηριοποίηση στην αγορά και άρα για την ελκυστικότητά της.

Ακολουθούν οι δυνάμεις του μοντέλου του Porter και οι παράμετροι που εξετάζονται για να διαπιστωθεί η ένταση τους:

1. Η απειλή νεοεισερχόμενων (Threat of new entrants). Η ένταση της εξαρτάται από:
 - τις οικονομίες κλίμακας που έχουν αναπτυχθεί η αγορά
 - την διαφοροποίηση των προϊόντων
 - τις απαιτήσεις του κεφαλαίου

⁵³ Η ανάλυση βασίζεται στο βιβλίο “Concepts in Strategic Management and Business Policy” (δέκατη έκδοση), Thomas L. Wheelen, J. David Hunger.

- το κόστος αλλαγής της παραγωγής
- την πρόσβαση στα κανάλια διανομής,
- την εδραίωση των υπαρχόντων προϊόντων στην αγορά και
- τις κυβερνητικές πολιτικές.

2. Ο ανταγωνισμός μεταξύ των εταιρειών που δραστηριοποιούνται στον κλάδο (Rivalry Among Existing Firms). Το μέγεθος της δύναμης του υπάρχοντος ανταγωνισμού εξαρτάται από:

- τον αριθμό των ανταγωνιστών
- το ρυθμό ανάπτυξης της αγοράς
- τα χαρακτηριστικά του αγαθού (προϊόντος ή υπηρεσίας)
- το μέγεθος του σταθερού κόστους
- δυναμικότητα παραγωγής
- εμπόδια εξόδου από την αγορά

3. Η απειλή των υποκατάστατων και των νέων προϊόντων (Threat of Substitute Products or Services), το μέγεθος της οποίας εξαρτάται από:

- την ύπαρξη και τον αριθμό τους
- την τιμή τους
- την ποιότητά τους

4. Η διαπραγματευτική δύναμη των αγοραστών (Bargaining power of Buyers), η οποία είναι μεγάλη όταν:

- υπάρχει ένας ή και περισσότεροι βασικοί αγοραστές του αγαθού
- οι αγοραστές δύνανται να επεκταθούν προς τα πίσω στην προμηθευτική αλυσίδα (backward horizontal integration) ώστε να παράγουν οι ίδιοι κάποιες από τις εισροές στη διαδικασία παραγωγής τους
- υπάρχει πληθώρα προμηθευτών λόγω ομοιομορφίας του προϊόντος
- η αλλαγή προμηθευτών έχει μικρό κόστος
- το αγοραζόμενο προϊόν αποτελεί μεγάλο μέρος του συνολικού κόστους του αγοραστή (π.χ. είναι μία σημαντική πρώτη ύλη για την παραγωγή ενός προϊόντος), οπότε σε απόλυτα μεγέθη είναι υψηλό και άρα αποτελεί διαπραγματευτικό ατού του αγοραστή
- το αγοραζόμενο προϊόν (ενδιάμεσο ή πρώτη ύλη) έχει μικρή σημασία για την τελική ποιότητα ή τιμή του τελικού προϊόντος.

5. Η διαπραγματευτική δύναμη των προμηθευτών (Bargaining power of Suppliers), που είναι μεγάλη όταν:

- η αγορά των προμηθευτών αποτελείται από λίγες επιχειρήσεις αλλά απευθύνεται σε πολλούς αγοραστές
- το προϊόν ή η υπηρεσία της είναι μοναδικό και εξαιτίας αυτού υπάρχει κόστος αλλαγής για τους αγοραστές
- δεν υπάρχουν υποκατάστατα ή έστω δεν είναι εμπορεύσιμα
- οι προμηθευτές δύνανται να ακολουθήσουν στρατηγική οριζόντιας επέκτασης προς τα μπροστά, (forward horizontal integration), ώστε π.χ. να κατασκευάζουν οι ίδιοι το τελικό προϊόν ή να το πωλούν στον τελικό καταναλωτή, οπότε γίνονται ανταγωνιστές των τωρινών πελατών τους
- οι πωλήσεις είναι καταμεμημένες σε πλήθος αγοραστών ή και αγορών, οπότε

κάθε κατηγορία έχει μικρή δύναμη απέναντι στους προμηθευτές.

6. Στο βιβλίο “Concepts in Strategic Management and Business Policy” (δέκατη έκδοση), οι συγγραφείς Thomas L. Wheelen και J. David Hunger έχουν προσθέσει και μία έκτη δύναμη, αυτή των υπόλοιπων συμμετεχόντων που έχουν συμφέρον στην αγορά (Relative Power of Other Stakeholders). Οι παράγοντες άσκησης αυτής της δύναμης είναι οι εξής:

- Οι κυβερνήσεις (και φυσικά οι διεθνείς οργανισμοί) που ορίζουν το θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας των αγορών και μπορούν να ευνοήσουν την ανάπτυξή τους (π.χ. με κίνητρα, επιδοτήσεις κτλ.).
- Οι ανεξάρτητες οργανώσεις (π.χ. καταναλωτών, οικολογικές κλπ) που έχουν κάποιο θεσμικό ρόλο ή έρεισμα στην κοινή γνώμη, ώστε να επηρεάζουν την αγορά)
- Κάθε φορέας που αλληλεπιδρά με την αγορά.

8.2 Εφαρμογή του μοντέλου Porter στην Αγορά Ενέργειας

Ολόκληρη η ανάλυση που προηγήθηκε είχε ως στόχο τη σύνθεση των επιμέρους στοιχείων που αναφέρθηκαν, σε μία εφαρμογή του μοντέλου του Porter στην αγορά ενέργειας. Έτσι, έχουν ήδη αναφερθεί:

- τα προϊόντα της αγοράς
- τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους
- οι κύριοι φορείς που συμμετέχουν σε κάθε υποαγορά⁵⁴
- η ιστορία και οι προοπτικές της χρήσης τους

⁵⁴ Η αγορά ενέργειας είναι η υπό εξέταση αγορά, ενώ οι επιμέρους αγορές των προϊόντων-πηγών ενέργειας και καυσίμων- λογίζονται ως υποαγορές.

- οι φορείς, επιχειρήσεις και θεσμικά όργανα, που εμπλέκονται στην αγορά.

Με βάση αυτά τα στοιχεία θα αξιολογηθούν οι παράμετροι που συνιστούν την ένταση των δυνάμεων του μοντέλου. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων για τις προοπτικές εισόδου του υδρογόνου στην αγορά.

8.2.1 Η απειλή νεοεισερχόμενων στην αγορά ενέργειας

- Οι οικονομίες κλίμακας που έχουν αναπτυχθεί από τις μεγάλες εταιρείες του κλάδου, όπως οι πετρελαϊκές, είναι τόσο ισχυρές που καθιστούν σχεδόν αδύνατη την εισαγωγή νέων εταιρειών στις υποαγορές τους. Εξαιτίας όμως του μεγέθους της δραστηριότητάς τους και των συνεπαγόμενων οικονομιών κλίμακας, η επέκτασή τους στον κλάδο και η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών (και πολύ περισσότερο η εμπορική τους εκμετάλλευση) είναι σαφώς ευκολότερη από αυτή νέων ανταγωνιστών.
- Τα προϊόντα της αγοράς, δηλαδή οι πηγές ενέργειας και τα καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, άνθρακας, πυρηνική, Α.Π.Ε.) είναι διαφοροποιημένα, δεδομένου ότι διαφέρουν σε όλα τα επίπεδα: στην παραγωγή, στην εκμετάλλευση, στους ρύπους τους, στην οικονομική και στην ενεργειακή τους απόδοση.
- Οι απαιτήσεις κεφαλαίου για την δραστηριοποίηση στον κλάδο ενέργειας είναι τεράστιες. Οι νέες εγκαταστάσεις, η τεχνογνωσία, έρευνα και ανάπτυξη και η δημιουργία δικτύων διανομής, είναι τα σημαντικότερα στοιχεία που απαιτούν υψηλές αρχικές επενδύσεις για να αποκτηθούν.
- Το κόστος αλλαγής της παραγωγής είναι επίσης μεγάλο, διότι όλα τα στοιχεία που προαναφέρθηκαν διαφέρουν απόλυτα σε κάθε περίπτωση.
- Η πρόσβαση στα κανάλια διανομής είναι ιδιαίτερα δύσκολη για κάποιον πιθανό νεοεισερχόμενο, διότι είτε ανήκουν στις υπάρχουσες εταιρείες και αξίζουν δεκάτομμυρια δολάρια (π.χ. τα δίκτυα πρατηρίων εταιρειών όπως η BP και η Shell) είτε η δημιουργία τους απαιτεί τεράστια κεφάλαια και τεχνογνωσία, που μπορεί να γίνει μόνο με σύμπραξη μεγάλων εταιρειών και δημοσίου (π.χ. οι αγωγοί φυσικού αερίου). Τα υπάρχοντα προϊόντα στην αγορά είναι πλήρως εδραιωμένα. Έχει ιδιαίτερη σημασία πως η λειτουργία πολλών βασικών αγορών

είναι συνυφασμένη με συγκεκριμένους τρόπους παραγωγής ενέργειας. Για παράδειγμα, ο κλάδος των μεταφορών είναι απόλυτα συνδεδεμένος με το πετρέλαιο και τα προϊόντα του.

- Οι κυβερνητικές πολιτικές ευνοούν σαφώς τις νέες, ήπιες μορφές ενέργειας. Η στήριξη αυτή παίρνει τον χαρακτήρα διευκολύνσεων, επιδοτήσεων και συμπράξεων με το δημόσιο.

Με βάση την ανωτέρω ανάλυση προκύπτει πως η απειλή νεοεισερχομένων εταιρειών στον κλάδο είναι σχετικά μικρή, αν και η πιθανότητα εισόδου νέων τεχνολογιών είναι μεγάλη. Πράγματι, οι εταιρείες που ασχολούνται αποκλειστικά με το υδρογόνο (π.χ. Ballard, Hydrogenics) και για τις οποίες θα γίνει εκτεταμένη αναφορά σε επόμενη ενότητα, είναι πολύ μικρές σε κεφαλαιοποίηση σε σχέση με τις μεγάλες εταιρείες του κλάδου (πετρελαϊκές, πυρηνικές, φυσικού αερίου). Επιπρόσθετα, είναι αναγκασμένες να προχωρούν σε συμπράξεις με τις εδραιωμένες ενεργειακές εταιρείες προκειμένου να εκμεταλλεύονται την τεχνογνωσία τους.

Άρα η απειλή νεοεισερχομένων στον κλάδο είναι σχετικά μεγάλη, ενώ θα πρέπει να αναμένεται πως η τεχνολογία υδρογόνου θα εισαχθεί στην αγορά από τις ήδη ισχυρές επιχειρήσεις της. Για παράδειγμα, η Royal Dutch - Shell έχει δημιουργήσει τη θυγατρική εταιρεία Shell Hydrogen, η οποία ασχολείται αποκλειστικά με τις εφαρμογές του υδρογόνου.

8.2.2 Ο ανταγωνισμός μεταξύ των εταιρειών που δραστηριοποιούνται στον κλάδο:

- Ο αριθμός των ανταγωνιστών είναι μεγάλος, παρότι στην κάθε υποαγορά υπάρχουν συγκεκριμένες εταιρείες που υπερέχουν (στην αγορά πετρελαίου οι μεγάλες πετρελαϊκές όπως η ROYAL DUTCH – SHELL, BP, CHEVRON TEXACO, στην αγορά φυσικού αερίου η Gazprom, στην πυρηνική αγορά η Atomstroyexport και η NV). Τα συμφέροντα των εταιρειών διαφορετικών κλάδων, βρίσκονται αντιμέτωπα όταν και μία υποαγορά επεκτείνεται έναντι της άλλης. Για παράδειγμα, οι επενδύσεις που γίνονται στη Βρετανία σε πυρηνικές εγκαταστάσεις, ουσιαστικά συνεπάγονται τον περιορισμό της πετρελαϊκής κατανάλωσης, οπότε αντίκεινται στα συμφέροντα των πετρελαϊκών.

- Ο ρυθμός ανάπτυξης της αγοράς κυμάνθηκε το 2006 περίπου στο 2,4%, όπως προκύπτει από τη συνολική κατανάλωση ενέργειας για τα έτη 2005 και 2006. Το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης αυτής προέρχεται από την κάλυψη των αναγκών των ταχύτερα αναπτυσσόμενων οικονομιών, της Κίνας κατά πρώτο λόγο αλλά και της Ινδίας. Οι αυξημένες ανάγκες των χωρών αυτών, αντισταθμίζονται από τη σχετική μείωση της ζήτησης για ενέργεια στο κλάδο μεταφορών, κυρίως λόγω της αύξησης της τιμής του πετρελαίου.
- Τα χαρακτηριστικά της ενέργειας γενικά, αλλά και κατά πηγή ενέργειας ή καύσιμο έχουν ήδη αναφερθεί. Από αυτά, το κύριο χαρακτηριστικό της ενέργειας ως αγαθού, είναι η αναγκαιότητά της για τη λειτουργία της κοινωνίας όπως είναι δομημένη στις ημέρες μας.
- Στο κομμάτι της αγοράς που καταλαμβάνει το πετρέλαιο, το μέγεθος της παραγωγής καθορίζεται από τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες και εταιρείες. Και στα υπόλοιπα κομμάτια της αγοράς, ο σχεδιασμός γίνεται κατά πρώτο λόγο από τα κράτη.
- Τα εμπόδια εξόδου από την αγορά είναι μεγάλα, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για τις μεγαλύτερες εταιρείες του κλάδου που έχουν στην κατοχή τους εγκαταστάσεις παραγωγής και δικτύων διανομής αξίας δισεκατομμυρίων ευρώ.

Από τα όσα αναφέρθηκαν, προκύπτει πως ο ανταγωνισμός στην αγορά υπάρχει σε δύο επίπεδα: αυτό της αγοράς ενέργειας και των υποαγορών της. Στο πρώτο επίπεδο, οι εταιρείες αναπτύσσονται ανάλογα και με το σχεδιασμό των κρατών, ενώ στο δεύτερο ανταγωνίζονται με αυτές του κλάδου τους για την επέκταση των μεριδίων αγοράς τους.

8.2.3 Η απειλή των υποκατάστατων και των νέων προϊόντων:

- Όλα τα προϊόντα της αγοράς αποτελούν υποκατάστατα των υπολοίπων. Όταν μία χώρα σχεδιάζει επενδύσει στη πυρηνική ενέργεια, όπως η Γαλλία και η Μεγάλη Βρετανία, ή στο υδρογόνο και στις ΑΠΕ, όπως η Ισλανδία, τότε είναι προφανές πως οι υπόλοιποι κλάδοι της αγοράς συρρικνώνονται και μαζί με αυτούς και οι εταιρείες τους. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας που διενεργείται παγκόσμια, είναι οι εταιρείες πυρηνικής ενέργειας και φυσικού αερίου να ισχυροποιούνται, ενώ δημιουργούνται και αναπτύσσονται εταιρείες

που ασχολούνται με τις νέες τεχνολογίες. Αντιστρόφως, οι πετρελαϊκές εταιρείες, παρά την παρούσα κυριαρχία των ορυκτών καυσίμων, διαβλέπουν πως διαγράφεται ένα διαφορετικό ενεργειακό μέλλον και μετασχηματίζονται σε εταιρείες ενέργειας, διευρύνοντας την δραστηριότητά τους και επενδύοντας στις νέες τεχνολογίες.

- Η αυξανόμενη τιμή του πετρελαίου, αποτελεί έναν πολύ βασικό λόγο που η παγκόσμια κοινή γνώμη και ο επιχειρηματικός κόσμος προσβλέπουν σε ένα διαφορετικό ενεργειακό μέλλον. Αντιστοίχως, η εμπορική αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών, μειώνει το κόστος τους και ευνοεί την εξέλιξή τους. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την ποιοτική διαφορά (σε οικολογικό επίπεδο) της πυρηνικής ενέργειας, του φυσικού αερίου και των νέων τεχνολογιών σε σχέση με τον άνθρακα και το πετρέλαιο, αναπτύσσει μία δυναμική που ευνοεί τις καθαρότερες πηγές ενέργειας.

Συμπερασματικά, η απειλή των υποκατάστατων είναι σημαντική, όπως και αυτή των νέων προϊόντων, αν και η δεύτερη δεν είναι άμεση. Με την εξέλιξη των νέων τεχνολογιών και με την επένδυση σε αυτές, είναι πιθανό να αλλάξει η δομή της αγοράς ενέργειας. Ο ρόλος όμως των εδραιωμένων εταιρειών θα είναι πιθανότατα κυρίαρχος και σε αυτές, διότι έχουν την εμπειρία, τη δομή (αν και αυτό αμφισβητείται), την κατοχή καναλιών διανομής και τα κεφάλαια που απαιτούνται. Απόδειξη αυτού είναι πως ήδη δραστηριοποιούνται σε αυτήν την κατεύθυνση.

8.2.4 Η διαπραγματευτική δύναμη των αγοραστών :

- Υπάρχει ένας ή και περισσότεροι βασικοί αγοραστές του αγαθού. Ουσιαστικά, τα κράτη αγοράζουν τις πρώτες ύλες από τις οποίες παράγεται η ενέργεια, ενώ οι επιχειρήσεις και τα νοικοκυριά αγοράζουν την τελική ενέργεια.
- Οι αγοραστές έχουν την δυνατότητα να επεκτείνονται προς τα πίσω στην προμηθευτική αλυσίδα, μόνο με την ανακάλυψη και εκμετάλλευση νέων πηγών ενέργειας, αλλά και την δημιουργία έργων υποδομής. Για παράδειγμα, μία χώρα επεκτείνει την προμηθευτική αλυσίδα ενέργειας προς τα πίσω με την ανακάλυψη κοιτασμάτων ορυκτών καυσίμων, με την δημιουργία εγκαταστάσεων όπως ένα εργοστάσιο λιθάνθρακα, ενός αιολικού πάρκου ή

ενός αγωγού φυσικού αερίου.

- Υπάρχει πληθώρα προμηθευτών ενέργειας, καθώς η ενέργεια προκύπτει με πολλούς τρόπους. Από την άλλη πλευρά, επειδή κάποιες από τις πηγές ενέργειας και τα καύσιμα έχουν συντριπτικά μεγαλύτερα μερίδια αγοράς έναντι των άλλων, οι προμηθευτές τους είναι και οι πιο ισχυροί. Άλλωστε, το κόστος αλλαγής προμηθευτή, όταν συνεπάγεται και την υποκατάσταση ενός τρόπου παραγωγής ενέργειας από έναν άλλο, είναι πολύ μεγάλο.
- Το αγοραζόμενο προϊόν, δηλαδή η ενέργεια, είναι δομικό συστατικό για την παρασκευή του τελικού προϊόντος και την τιμή του. Πράγματι, η ενέργεια είναι αναγκαία για τη μεταφορά και την επεξεργασία των προϊόντων. Το γεγονός ότι η τιμή του πετρελαίου τον Απρίλιο του 2008 άγγιξε τα 120 \$ επιβάρυνε το κόστος των αγαθών και κατά συνέπεια τον πληθωρισμό των χωρών.

Όπως προκύπτει από την ανάλυση που προηγήθηκε, η δύναμη των αγοραστών είναι μικρή, λόγω της αναγκαιότητας του αγαθού αλλά και της έλλειψης εναλλακτικών προμηθευτών. Η δύναμη των αγοραστών μπορεί να αυξηθεί μόνο αν περιορίσουν την εξάρτησή τους από εισαγόμενα καύσιμα. Αυτό μπορεί να γίνει σε επίπεδο κρατών με επενδύσεις σε εγχώριες πηγές ενέργειας (π.χ. αιολική και ηλιακή στην Ελλάδα). Σε επίπεδο επιχειρήσεων και νοικοκυριών, υπάρχουν λύσεις όπως η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, χάρη στα οποία μπορούν να αυτονομηθούν.

8.2.5 Η διαπραγματευτική δύναμη των προμηθευτών:

- Οι μεγαλύτερες εταιρείες ορυκτών καυσίμων και πυρηνικής ενέργειας δρουν σε όλο το φάσμα της προμηθευτικής αλυσίδας, ενώ αυτές που ασχολούνται με τις ΑΠΕ έχουν ως πρώτη ύλη την ενέργεια που παίρνουν από τη φύση. Ουσιαστικά, οι σημαντικότεροι προμηθευτές των εταιρειών ενέργειας είναι οι επιχειρήσεις που κατασκευάζουν τα εξειδικευμένα μηχανήματα που χρησιμοποιούν (εξόρυξης, επεξεργασίας, ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά κλπ.).
- Η ενέργεια είναι μοναδικό αγαθό. Το γεγονός ότι μπορεί να παραχθεί με διάφορους τρόπους είναι ένα πλεονέκτημα των αγοραστών και μειονέκτημα των προμηθευτών. Ωστόσο, το κόστος αλλαγής είναι πολύ μεγάλο λόγω των

επενδύσεων που απαιτούνται.

- Οι προμηθευτές δύνανται να ακολουθήσουν και σε πολλές περιπτώσεις έχουν ήδη εφαρμόσει, στρατηγική οριζόντιας επέκτασης προς τα μπροστά, ώστε να καλύπτουν όλα τα τμήματα της προμηθευτικής αλυσίδας.
- Οι πωλήσεις είναι κατανομημένες σε πλήθος αγοραστών ή και αγορών (κράτη, επιχειρήσεις, καταναλωτές), οπότε κάθε κατηγορία έχει μικρή δύναμη απέναντι στους προμηθευτές.

Οι προμηθευτές είναι οι πιο ισχυροί συμμετέχοντες στην αγορά. Η ισχύς τους προέρχεται εν πολλοίς από την κυριαρχία των ορυκτών καυσίμων, τα χαρακτηριστικά των οποίων ευνοούν τη δημιουργία εταιρειών- κολοσσών όπως οι πετρελαϊκές.

8.2.6 Υπόλοιποι συμμετέχοντες στην αγορά

- Οι κυβερνήσεις (και φυσικά οι διεθνείς οργανισμοί όπως ο ΟΠΕΚ και η Ε.Ε.) κάνουν τις κεντρικές επιλογές στον ενεργειακό σχεδιασμό των χωρών. Ορίζουν το θεσμικό πλαίσιο που ρυθμίζει την αγορά, ενισχύουν τις μορφές ενέργειας που κρίνουν συμφέρουσες και επενδύουν σε έργα παραγωγής και διανομής ενέργειας.
- Οι ανεξάρτητες οργανώσεις (π.χ. καταναλωτών, οικολογικές κλπ.) έχουν κάποιο θεσμικό ρόλο ή έρεισμα στην κοινή γνώμη, ώστε να επηρεάζουν την αγορά. Πράγματι, η κοινή γνώμη πιέζει προς την κατεύθυνση της χρήσης των καθαρών πηγών ενέργειας.
- Υπάρχουν φορείς όπως η DOE και η IEA, που παίζουν ρόλο στον ενεργειακό σχεδιασμό και στη διάχυση των πληροφοριών στην αγορά.

Συμπερασματικά, η δύναμη των υπόλοιπων συμμετεχόντων στην αγορά (other stakeholders) είναι μεγάλη και ωθεί τις εξελίξεις προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση, αυτή των ήπιων μορφών ενέργειας.

8.2.7 Συμπεράσματα της εφαρμογής του μοντέλου Porter στην αγορά ενέργειας

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση που προηγήθηκε είναι τα εξής:

1. Οι δυνάμεις που αυξάνουν την ένταση του ανταγωνισμού, είναι η απειλή των νέων τρόπων παραγωγής και εκμετάλλευσης της ενέργειας (όπως το υδρογόνο), ο ανταγωνισμός των υπαρχόντων εταιρειών, ιδιαίτερα στο πεδίο της έρευνας και ανάπτυξης νέων τεχνολογιών και η επιρροή των υπόλοιπων συμμετεχόντων στην αγορά. Επίσης, ο ενεργειακός σχεδιασμός των κρατών αυξάνει και τη δύναμη των αγοραστών.
2. Υπάρχει προοπτική διαρκούς ανάπτυξης για την αγορά ενέργειας, κυρίως λόγω των αναδυόμενων ασιατικών οικονομιών (Κίνα, Ινδία). Άρα, παρά το γεγονός πως οι συσχετισμοί μεταξύ των ενεργειακών κολοσσών που προέκυψαν από τις εξαγορές και τις συγχωνεύσεις της τελευταίας δεκαετίας δείχνουν σταθεροποιημένοι, υπάρχει χώρος για αλλαγή τους.
3. Παρά το γεγονός πως η αγορά ενέργειας ήταν διαρκώς αναπτυσσόμενη σε όλη τη διάρκεια της σύγχρονης Ιστορίας, η κυριαρχία των ορυκτών καυσίμων ήταν το χαρακτηριστικό της. Οι νέες τεχνολογίες προσδίδουν μία νέα δυναμική στην αγορά και δίνουν την ευκαιρία για ανακατατάξεις σε αυτήν. Το ερώτημα που τίθεται είναι το ποιες επιχειρήσεις θα καταστούν πιο επιτυχημένες στην καινοτομία και κατά συνέπεια πρωτοπόρες μελλοντικά.
4. Οι εξελίξεις σε όλα τα επίπεδα (οικολογικό, πολιτικό, οικονομικό και κοινωνικό) απαιτούν την εύρεση νέων τρόπων παραγωγής και εκμετάλλευσης ενέργειας και εδραίωση των καθαρότερων. Είναι όμως τέτοια η ισχύς των υπαρχουσών εταιρειών, που είναι πολύ δύσκολο για μία νέα και εξειδικευμένη επιχείρηση (όπως οι εταιρείες υδρογόνου) να τις ανταγωνιστεί ανεξάρτητα.

9. Χρήση του Υδρογόνου ως καυσίμου

Η ανάλυση που προηγήθηκε είχε ως σκοπό να φωτογραφήσει την παρούσα κατάσταση της αγοράς ενέργειας, να καταγράψει σε λίγες γραμμές την ιστορία της, να καταδείξει τους προβληματισμούς και τις ευκαιρίες που υπάρχουν σε αυτήν και εν τέλει να συνθέσει τα στοιχεία που προαναφέρθηκαν σε μία ανάλυση της δυναμικής της αγοράς ενέργειας, δηλαδή της ανάλυσης του μοντέλου Porter.

Αυτό που πρέπει να γίνει κατανοητό είναι πως η εφαρμογή μίας καινοτόμου τεχνολογίας όπως αυτή του υδρογόνου, θα μπορούσε λόγω των χαρακτηριστικών του, όπως αυτά θα αναφερθούν στη συνέχεια, να αλλάξει τη δομή και τη φυσιογνωμία της αγοράς και να αναδείξει ένα νέο πεδίο δράσης για τις εταιρείες με νέες ευκαιρίες και απειλές.

Σε κάθε περίπτωση, το βασικότερο ίσως συμπέρασμα που προκύπτει από τα προηγούμενα τμήματα της ανάλυσης είναι πως υπάρχει η ανάγκη για λόγους οικολογικούς, οικονομικούς και γεωπολιτικούς να λυθεί το ενεργειακό πρόβλημα. Το υδρογόνο, όπως θα αποδειχθεί στη συνέχεια, μπορεί να αποτελέσει λόγω των χαρακτηριστικών του την απάντηση σε όλες τις παραμέτρους του ενεργειακού προβλήματος.

Η ενεργειακή χρήση του υδρογόνου, όσο ιδανική προοπτική και αν παρουσιάζεται από τους υπέρμαχούς του, θα πρέπει να περάσει από κάποια στάδια για να εδραιωθεί. Σε κάθε περίπτωση, είναι μία εξέλιξη που αφορά μία από τις μεγαλύτερες αγορές παγκοσμίως, το βασικό προϊόν της οποίας αποτελεί και τη βάση κάθε οικονομικής δραστηριότητας του σύγχρονου κόσμου.

9.1 Γενικά χαρακτηριστικά Υδρογόνου

Είναι ένα αέριο άοσμο, άχρωμο και εύφλεκτο. Το άτομό του αποτελείται από ένα πρωτόνιο και ένα ηλεκτρόνιο. Αποτελεί το 90% του σύμπαντος και βρίσκεται άφθονο στη γη, αλλά σε ένωση με άλλα στοιχεία. Αυτό σημαίνει πως για να αξιοποιηθεί σε οποιαδήποτε χρήση του, πρέπει να αποσπαστεί από τις ενώσεις του.

9.2 Το υδρογόνο ως καύσιμο:

Σημαντικές είναι οι ιδιότητες του υδρογόνου ως καυσίμου⁵⁵. Θα πρέπει βέβαια να υπογραμμιστεί πως το **υδρογόνο είναι φορέας ενέργειας και όχι πρωτογενής πηγή**. Άρα, μπορεί να αξιοποιηθεί σαν καύσιμο, με τη προϋπόθεση ότι θα έχει αποθηκευτεί πρώτα σε αυτό ενέργεια με τη χρήση κατάλληλης τεχνολογίας. Το βασικό κομμάτι αυτής της διαδικασίας είναι **οι κυψέλες καυσίμου (fuel cells)**.

Η βασική του ιδιότητα ως καυσίμου, που το καθιστά συμφέρουσα λύση για την οικολογική πλευρά του ενεργειακού προβλήματος, είναι πως η καύση του είναι καθαρή. Αυτό σημαίνει πως από την καύση του προκύπτει η ωφέλιμη για την ανθρώπινη δραστηριότητα ενέργεια, ενώ ως ρύποι αποβάλλονται νερό και θερμότητα. Άρα, όταν η ενέργεια που αποθηκεύεται στο υδρογόνο προέρχεται από Α.Π.Ε., δεν παράγονται επιβλαβείς ρύποι. Στην περίπτωση που συνδυάζεται με συμβατικά καύσιμα, οι ρύποι αυτοί απλά περιορίζονται.

Επίσης, είναι πολύ σημαντικό το γεγονός πως αποτελεί το στοιχείο με το μεγαλύτερο ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα βάρους, σε σχέση με τα υπόλοιπα καύσιμα, αν και έχει μικρό ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα όγκου. Όλα τα ανωτέρω προκύπτουν από τον πίνακα σύγκρισης των βασικότερων καυσίμων⁵⁶ που ακολουθεί:

⁵⁵ Πηγές για τις ιδιότητες του υδρογόνου ως καυσίμου οι ιστοσελίδες: <http://www.hy2.gr> και <http://el.wikipedia.org>.

⁵⁶ Πηγή: ο πίνακας προέρχεται από το άρθρο: «Φυσικό Αέριο: Εφικτά Οράματα» της ιστοσελίδας της Καθημερινής, που προβάλλει ως τη μόνη πραγματιστική λύση για τη χρήση του φυσικού αερίου.

Πίνακας 9.2-1: Ιδιότητες Βασικών Καυσίμων

	Ντίζελ (Diesel)	Βενζίνη	Υδρογόνο	Μεθανόλη	Μεθάνιο	Προπάνιο
Θερμοκρασία Βρασμού (°C)	180-360	25-215	-253	65	-161	-41
Ενεργειακή Πυκνότητα (MJ/l)	33,2	31,4	8,5	16	21,1	26,9
Θερμοκρασία Ανάφλεξης (°C)	220	240	560	455	595	470
Εύρος Ανάφλεξης (αέρας %)	0,6-6,5	0,6-8	4,0-76	6,0-44	5,0-15	2,1-9,5
Min Ενέργεια Ανάφλεξης (mJ)	0,3	0,24	0,02	0,14	0,28	0,24

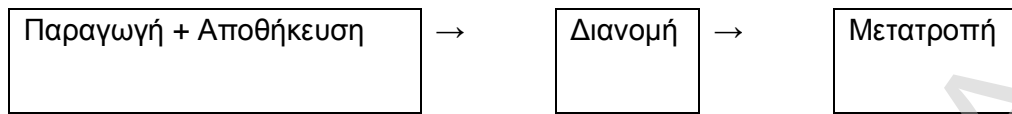
9.3 Διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσης Υδρογόνου

Για να γίνει κατανοητή η δομή μίας οικονομίας βασισμένης στο υδρογόνο, θα πρέπει να αναλυθεί η διαδικασία ενεργειακής εκμετάλλευσής του. Ουσιαστικά έχει τρία στάδια:

- Παραγωγή
- Αποθήκευση
- Μετατροπή

Άρα, η αλυσίδα εκμετάλλευσης του υδρογόνου ξεκινάει με την παραγωγή του, που γίνεται με τη χρήση κάποιας πρωτογενούς μορφής ενέργειας. Ακολουθεί η φάση αποθήκευσής του, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί την επιθυμητή χρονική στιγμή. Ακολουθεί η φάση διανομής του στα σημεία που θα αξιοποιηθεί και, τέλος, η

μετατροπή της ενέργειάς του σε μορφή χρήσιμη για τον άνθρωπο.



Ακολουθεί αναφορά σε λεπτομέρειες του κάθε βήματος, σε βαθμό χρήσιμο για τους σκοπούς της συγκεκριμένης εργασίας⁵⁷.

9.3.1 Παραγωγή Υδρογόνου

Υπάρχουν διαδικασίες παραγωγής υδρογόνου, καθώς χρησιμοποιείται από άλλες βιομηχανίες εκτός της ενεργειακής. Παράλληλα, εκπονείται έρευνα για την ανάπτυξη νέων τρόπων παραγωγής. Όλες οι μέθοδοι κατηγοριοποιούνται σε τρεις βασικές ομάδες:

- τις θερμοχημικές
- τις ηλεκτρολυτικές
- τις φωτολυτικές

1. Θερμοχημικές μέθοδοι παραγωγής υδρογόνου: Επεξεργασία Φυσικού Αερίου: Είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος παραγωγής υδρογόνου, με ποσοστό 45% της συνολικής παραγωγής. Ωστόσο παράγει ως ρύπο διοξείδιο του άνθρακα. Αν επιτευχθεί η χρήση του τελευταίου για περαιτέρω παραγωγή υδρογόνου, τότε θα επιβαρύνεται λιγότερο το περιβάλλον.

2. Αεριοποίηση και πυρόλυση της βιομάζας.

⁵⁷ Πηγές για τις ιδιότητες του υδρογόνου ως καυσίμου οι ιστοσελίδες: <http://www.hy2.gr> και <http://en.wikipedia.org>.

3. Ηλεκτρολυτικές μέθοδοι παραγωγής υδρογόνου: η ηλεκτρόλυση του νερού αποτελεί το καθαρότερο τρόπο παραγωγής υδρογόνου (ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με Α.Π.Ε.) αλλά και τον ακριβότερο, οπότε κατέχει το 5% της συνολικής παραγωγής.

4. Φωτολυτικές μέθοδοι παραγωγής υδρογόνου: Φωτοβιολογική παραγωγή είναι η μέθοδος με την οποία εκμεταλλεύονται μικροοργανισμοί που στον φυσικό τους κύκλο περιέχεται η παραγωγή υδρογόνου (όπως οι φίκαι). Επειδή η απόδοσή τους είναι χαμηλή, γίνονται πειράματα ώστε οι μικροοργανισμοί αυτοί να τροποποιηθούν γενετικά και να γίνουν αποδοτικότεροι.

9.4 Διανομή Υδρογόνου

Υπάρχουν δύο εκδοχές των τρόπων διανομής του υδρογόνου:

Ο πρώτος τρόπος έχει τα χαρακτηριστικά του ενεργειακού συστήματος των ορυκτών καυσίμων και ιδιαίτερα του φυσικού αερίου. Τα βασικά συστατικά της υποδομής θα είναι οι κεντρικοί σταθμοί παραγωγής υδρογόνου και οι αγωγοί που θα τους συνδέουν με τους σταθμούς ελέγχου του υδρογόνου και εν τέλει με αυτούς της κατανάλωσης. Εκτός των αγωγών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν φορητά, ο σιδηρόδρομος και πλοία.

Το σημαντικό είναι πως με βάση την υπάρχουσα τεχνολογία, η διανομή γίνεται με τους εξής τρόπους ανάλογα με την απόσταση⁵⁸: Αν πρόκειται για κοντινή απόσταση το υδρογόνο μπορεί να μεταφερθεί σε αέρια μορφή μέσω σωλήνων, ενώ σε μακρινές αποστάσεις μόνο υγροποιημένο με φορητά, πλοία και τραίνα.

Ο δεύτερος τρόπος διανομής υδρογόνου έχει ως χαρακτηριστικό την αποκέντρωση της παραγωγής. Ως πρωτογενής πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται σε κάθε περιοχή η διαθέσιμη (για παράδειγμα σε ηφαιστειογενείς περιοχές γεωθερμική, σε περιοχές με

⁵⁸ Πηγή, η ιστοσελίδα του IPHE www.iphe.net, οργανισμού για τον οποίο γίνεται ιδιαίτερα λόγος στην ενότητα Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

αντιδραστήρες η πυρηνική ενέργεια, σε περιοχές με κοιτάσματα το φυσικό αέριο κλπ.). και έπειτα διαχέεται στα κέντρα ανεφοδιασμού. Η εξέλιξη αυτού του συστήματος περιλαμβάνει ακόμα πιο αποκεντρωμένη παραγωγή. Για παράδειγμα, το υδρογόνο μπορεί να παράγεται με την ενέργεια ενός φωτοβολταϊκού σε μία κατοικία, οπότε το κόστος του καταναλωτή είναι το κόστος αγοράς, εγκατάστασης και συντήρησης του εξοπλισμού και όχι το καύσιμο καθεαυτό.

9.5 Μετατροπή Υδρογόνου σε Ηλεκτρική Ενέργεια με Κυψέλες Καυσίμου (Fuel Cells)⁵⁹

Το σημαντικότερο κομμάτι της αλυσίδας ενεργειακής εκμετάλλευσης του υδρογόνου είναι οι κυψέλες καυσίμου. Οι κυψέλες καυσίμου μετατρέπουν το υδρογόνο σε ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα. Ο ηλεκτρισμός παράγεται με τη μορφή συνεχούς ρεύματος.

Η ιστορία τους ξεκινάει το 1839, όταν ο Sir William Grove κατασκεύασε την πρώτη κυψελίδα. Η κρίσιμη καμπή στην εξέλιξή τους ήταν η έρευνα που διεξήγαγε η NASA, με αποκορύφωμα την χρήση τους στα διαστημικά σκάφη Gemini και Apollo. Στην παρούσα χρονική στιγμή διεξάγονται έρευνες προς την βελτίωση και ανάπτυξη της τεχνολογίας τους, ώστε να αξιοποιηθούν στο μέλλον και εμπορικά εφόσον εδραιωθεί η χρήση του υδρογόνου.

Ο ρόλος μίας κυψέλης καυσίμου μοιάζει με αυτόν μίας μπαταρίας με μία ουσιαστική διαφορά: ενώ η μπαταρία έχει αποθηκευμένη ενέργεια η οποία καταναλώνεται με την χρήση της, η κυψέλη καυσίμου λειτουργεί ως μετατροπέας ενέργειας. Η κυψέλη καυσίμου μετατρέπει το καύσιμο με ενέργεια που λαμβάνει από κάποια πρωτογενή πηγή, σε χρήσιμη ενέργεια για τον άνθρωπο.

Ανάλογα με τον τύπο του καυσίμου και με το αν η θερμότητα που παράγεται από τη λειτουργία τους επαναχρησιμοποιείται, η απόδοση μίας κυψέλης κυμαίνεται ανάμεσα

⁵⁹Πηγή: τα άρθρα Κυψέλη Καυσίμου της <http://el.wikipedia.org> και της ιστοσελίδας της ελληνικής εταιρείας έρευνας και ανάπτυξης τεχνολογιών υδρογόνου «Tropical A.B.E.E.» www.tropical.gr

στο 30% και στο 90%, είναι δηλαδή μεγαλύτερη από αυτή του κινητήρα εσωτερικής καύσης. Η διαφορά τους έγκειται στο γεγονός πως η κυψέλη καυσίμου παράγει άμεσα ενέργεια, ενώ ο κινητήρας εσωτερικής καύσης παράγει θερμότητα την οποία έπειτα μετατρέπει σε μηχανική ενέργεια, διαδικασία που επιφέρει απώλειες ενέργειας.

Θεωρείται πως οι κυψέλες καυσίμου υπερέχουν και σχεδιαστικά σε κάποια χαρακτηριστικά του κινητήρα εσωτερικής καύσης. Αναπτύσσουν χαμηλότερες θερμοκρασίες και έχουν λιγότερα λειτουργικά μέρη. Η απλότητα στον σχεδιασμό τις κάνει περισσότερο αξιόπιστες.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι κυψελών, που χρησιμοποιούν και διαφορετικά καύσιμα, όπως το φυσικό αέριο, το μεθάνιο και το υδρογόνο. Επίσης, οι διαφορετικοί τύποι κυψελών προορίζονται και για διαφορετική χρήση. Επιγραμματικά, οι τύποι κυψελών καυσίμου είναι οι εξής:

- Κυψέλη Μembrάνης Ανταλλαγής Πρωτονίων (Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC)
- Κυψέλη Μεθανόλης (Direct Methanol Fuel Cell, DMFC)
- Αλκαλικές Κυψέλες Καυσίμου (Alkaline Fuel Cells, AFC)
- Κυψέλες Καυσίμου Στερεών Οξειδίων (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC)
- Κυψέλη Καυσίμου Φωσφορικού Οξέος (Phosphoric Acid Fuel Cell, PAFC)
- Κυψέλη Καυσίμου με Τηγμένα Ανθρακικά άλατα (Molten Carbonate Fuel Cell, MCFC)

Σε όλες τις προαναφερθείσες κατηγορίες κυψελών υπάρχουν τεχνικά προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν. Για παράδειγμα, η λειτουργία της Κυψέλης Μembrάνης Ανταλλαγής Πρωτονίων βασίζεται στην ηλεκτρόλυση του νερού. Το υψηλό κόστος και η χαμηλή αντοχή της μεμβράνης είναι το βασικό πρόβλημα της συγκεκριμένης εφαρμογής.

9.6 Πορεία χρήσης Υδρογόνου

Η πορεία χρήσης του υδρογόνου χωρίζεται σε τρεις ιστορικές περιόδους⁶⁰:

1. Την προβιομηχανική περίοδο, το υδρογόνο αρχικά ανακαλύφθηκε και μεταγενέστερα αναγνωρίστηκε ως ξεχωριστό χημικό στοιχείο από επιστήμονες όπως ο Von Hohenheim (ή Παράκελσος), ο Robert Boyle και ο Henry Cavendish. Οι Antoine Lavoisier και Laplace βάφτισαν το νέο στοιχείο υδρογόνο όταν αναπαρήγαγαν τα πειράματα των παλαιότερων επιστημόνων και παρατήρησαν πως η καύση του υδρογόνου δίνει νερό.

2. Στην βιομηχανική εποχή, σημαντικές στιγμές στην ιστορία χρήσης του υδρογόνου ήταν η ανακάλυψη της τεχνικής υγροποίησης και η στερεοποίησής του, καθώς και η παραγωγή δευτέρου (deuterium) και τρίπιου (tritium). Οι πρώτες εφαρμογές του ήταν για φωτισμό με λάμπες ασετιλίνης (limelight) και τα αερόπλοια (zeppelins) που αξιοποιήθηκαν για τις πρώτες αερομεταφορές μέχρι το Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο, οπότε χρησιμοποιήθηκαν και ως στρατιωτικά μέσα. Σημείο σταθμό για την φήμη και τη χρήση του υδρογόνου αποτέλεσε το ατύχημα του αερόπλοιου Χίντεμπεργκ (Hindenburg) το 1937, για το οποίο κατηγορήθηκε (πιθανότατα εσφαλμένα) το υδρογόνο ως υπεύθυνο.

Ενδιαφέρον είναι πως στη διάρκεια των περιόδων που αναφερθήκαν, υπήρξαν και αναφορές, όχι αναγκαστικά τεκμηριωμένες επιστημονικά, που προέβλεπαν ότι το υδρογόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο. Μία από τις αναφορές αυτές, η οποία χρησιμοποιείται πολύ συχνά σε άρθρα, βιβλία και διαλέξεις που αφορούν το υδρογόνο είναι η ακόλουθη ρήση του ήρωα του βιβλίου του Ιουλίου Βερν «Το Μυστηριώδες Νησί», μηχανικού Πένκροφτ: «Το νερό θα γίνει το κάρβουνο του μέλλοντος. Αν το νερό διασπαστεί στα δύο κύρια συστατικά στοιχεία του, το υδρογόνο και το οξυγόνο, αυτά τα δύο, μαζί ή χωρία, θα αποτελέσουν μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας».

Επίσης, το 1923 ο Σκοτσέζος J. B. S. Haldane αναφέρει σε δημοσίευσή του ότι το υδρογόνο είναι το καύσιμο του μέλλοντος, που θα παράγεται από ανεμόμυλους που θα

⁶⁰ Πηγή: τα άρθρα "Hydrogen" και "Hydrogen Economy" της ιστοσελίδας <http://en.wikipedia.org>

παράγουν ηλεκτρική ενέργεια και θα διασπούν το νερό ηλεκτρολυτικά σε υδρογόνο και οξυγόνο.

3. Στην ύστερη βιομηχανική εποχή, το υδρογόνο χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή αμμωνίας αλλά και στην επεξεργασία πετρελαίου από την οποία προκύπτουν τα γνωστά υποπροϊόντα του. Η παραγωγή του ανέρχεται στους πενήντα εκατομμύρια τόνους (metric tones)⁶¹, που μεταφράζονται σε εκατόν εβδομήντα τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (mtoe). Η παραγωγή αυτή βασίζεται σχεδόν εξολοκλήρου στα ορυκτά καύσιμα (σε ποσοστό 96%), όπως φαίνεται και από τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 9.6-1 : Παγκόσμια Παραγωγή Υδρογόνου το έτος 2004

Πηγή	Ποσοστό(%)
Φυσικό Αέριο	48
Πετρέλαιο	30
Άνθρακας	18
Ηλεκτρόλυση	4

Άρα, παρά το γεγονός πως το υδρογόνο δεν χρησιμοποιείται παρά περιορισμένα και σε πιλοτικό επίπεδο για ενεργειακούς λόγους, υπάρχει υποδομή για την παραγωγή του έστω και για άλλες χρήσεις. Όπως είναι αναμενόμενο, η οικονομικότερη μέθοδος, δηλαδή η παρασκευή υδρογόνου από φυσικό αέριο είναι και η πλέον διαδεδομένη.

⁶¹ Πηγή: η ιστοσελίδα της Shell Hydrogen και της αγγλικής wikipedia

9.7 Πλεονεκτήματα χρήσης Υδρογόνου

Το γεγονός πως διεξάγεται έρευνα και γίνονται επενδύσεις στον τομέα του υδρογόνου, καταδεικνύει πως έχει κάποια πλεονεκτήματα ως ενδεχόμενη λύση στο ενεργειακό πρόβλημα:

1. Είναι επαρκές ως καύσιμο, αφού έχει υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο και για την ακρίβεια τρεις φορές υψηλότερο από τη βενζίνη.
2. Η τεχνολογία των κυψελών καυσίμου είναι ιδιαίτερα αποδοτική, παρά τα όποια μειονεκτήματά της.
3. Η καύση του είναι καθαρή αφού παράγει ως ρύπο νερό. Το γεγονός αυτό καθιστά το υδρογόνο ως το πλέον οικολογικό καύσιμο. Σημαντική σημείωση αποτελεί το γεγονός πως όταν το υδρογόνο συνδυαστεί με Α.Π.Ε., τότε ολόκληρη η αλυσίδα παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας δεν παράγει επιβλαβής ρύπους.
4. Τίθεται ένα ερώτημα για το κατά πόσον το νερό που θα παράγεται από μία ενδεχόμενη μαζική χρήση του υδρογόνου θα μπορούσε να αξιοποιηθεί θετικά ή να επηρεάσει το περιβάλλον αρνητικά. Ωστόσο, θεωρείται πιθανότερο ότι σε αυτήν την περίπτωση θα παράγεται αμελητέα ποσότητα νερού σε μορφή υδρατμών.
5. Είναι ασφαλές, αφού η θερμοκρασία ανάφλεξης του ανέρχεται στους 585 βαθμούς Κελσίου. Από την άλλη πλευρά, όταν βρίσκεται σε αέρια μορφή, μπορεί να γίνει επικίνδυνο και να εκτοπίσει το οξυγόνο από την ατμόσφαιρα ενός χώρου, οπότε να δράσει ως ασφυξιογόνο.
6. Στην αρθρογραφία που το αφορά, μπορούν βρεθούν υπέρμαχοι και πολέμιοι της ασφάλειας του υδρογόνου ως καυσίμου. Εν τέλει το υδρογόνο δε μπορεί να θεωρηθεί ούτε ακίνδυνο ούτε επικίνδυνο, αλλά απλώς καύσιμο. Αυτό σημαίνει πως η γνώση των

ιδιοτήτων και η καθιέρωση κανόνων ασφαλείας ανάλογα με αυτές διασφαλίζουν ένα επίπεδο ασφαλείας ανάλογο με αυτό των σημερινών καυσίμων⁶².

7. Οι τρόποι παραγωγής του είναι πολλοί, αφού συνδυάζεται με όλες τις χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας και τα καύσιμα. Πράγματι, μπορεί να παραχθεί από υδρογονάνθρακες αλλά και από ηλεκτρόλυση για την οποία χρησιμοποιείται ενέργεια προερχόμενη από Α.Π.Ε. Άρα, η χρήση του υδρογόνου δίνει σε κάθε χώρα τη δυνατότητα να παράγει ενέργεια ανάλογα με τους πόρους που διαθέτει.

8. Συνέπεια της ποικιλίας των τρόπων παραγωγής του υδρογόνου είναι και η ασφάλεια που προσδίδει σε ενδεχόμενες αλλαγές στην αγορά ενέργειας. Για παράδειγμα, η εξάρτηση από το πετρέλαιο έχει αρνητικά αποτελέσματα σε όλο το φάσμα της οικονομίας όταν η τιμή του ανεβαίνει. Αντιθέτως, σε ένα σύστημα αποκεντρωμένης παραγωγής όπου κάθε χώρα χρησιμοποιεί τους πόρους της, η ευαισθησία σε αυτές τις αλλαγές είναι μικρότερη.

9. Όταν το υδρογόνο παράγεται από υδρογονάνθρακες, εκλύεται διοξείδιο του άνθρακα. Το σημαντικό είναι ότι στην περίπτωση που το υδρογόνο παράγεται κεντρικά, είναι δυνατόν να διαχειριστούν και οι ρύποι που παράγονται χωρίς να μολύνουν το περιβάλλον. Έχει προταθεί η λύση να αντιμετωπίζονται τα απόβλητα της παραγωγής⁶³ περίπου όπως τα πυρηνικά, δηλαδή να θάβονται στο υπέδαφος έπειτα από επεξεργασία.

10. Η λειτουργία των κυψελών καυσίμου είναι αθόρυβη, οπότε υπερέχει αυτής των κινητήρων εσωτερικής καύσης, αφού οι τελευταίοι προκαλούν έντονη ηχορύπανση.

11. Μία ακόμη παράμετρος που ανήκει στις θετικές παρενέργειες της ανάπτυξης της αγοράς υδρογόνου, είναι η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Είναι φυσικό, η διαρκής ανάπτυξη της αγοράς ενέργειας, με την άνοδο της κατανάλωσης στις Δυτικές χώρες

⁶² Αποψη που υποστηρίζει η Μαρία Χωραφά, Μηχανικός Παραγωγής & Διοίκησης Συστημάτων Διαχείρισης Ενέργειας και Περιβάλλοντος στο άρθρο της «Υδρογόνο: Το καύσιμο του μέλλοντος» στην ιστοσελίδα www.industrynews.gr.

⁶³ Πηγή: Άρθρο του περιοδικού Scientific American: “High Hopes for Hydrogen” του 2006.

και, κυρίως, με την ταχεία ανάπτυξη που γνωρίζουν οι οικονομίες της Ινδίας και της Κίνας, να αποτελέσει την αιτία αύξησης των θέσεων εργασίας στην αγορά. Αρκετοί αναλυτές υποστηρίζουν πως η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών θα λειτουργήσει αυξητικά σε αυτό το ρεύμα⁶⁴.

12. Όπως είναι λογικό, στην φάση ανάπτυξης της αγοράς υδρογόνου, δηλαδή στην περίοδο εισαγωγής και εδραίωσης του υδρογόνου στην αγορά ενέργειας, θα δημιουργηθούν οι περισσότερες θέσεις εργασίας (για επιστημονικό προσωπικό, εργάτες στις γραμμές παραγωγής της νέας τεχνολογίας και πωλητές). Την περίοδο αυτή βεβαίως, θα προκύψουν και οι περισσότερες επιχειρηματικές ευκαιρίες.

13. Στην ενότητα όπου αναλύθηκε το σύστημα παραγωγής και διανομής υδρογόνου, παρουσιάστηκαν δύο εκδοχές: η κεντροποιημένη παραγωγή που μοιάζει με αυτή των ορυκτών καυσίμων και η αποκεντροποιημένη. Εφόσον εδραιωθεί η δεύτερη περίπτωση, τότε θα έχει προσφερθεί στον κόσμο⁶⁵ η ευκαιρία να λειτουργήσει ένα πιο δημοκρατικό σύστημα, όπου η ενέργεια δεν θα αποτελεί ένα από τα σημαντικά κόστη για την ανάπτυξη, αλλά αντιθέτως, όλοι θα έχουν πρόσβαση σε αυτήν.

9.8 Μειονεκτήματα χρήσης Υδρογόνου

Ενώ τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας υδρογόνου αναφέρονται στο μέλλον της ενέργειας εφόσον η τεχνολογία του εδραιωθεί, τα μειονεκτήματά της είναι πιο άμεσα και αποτελούν τα εμπόδια για την εφαρμογή της. Ουσιαστικά σε κάθε ένα από τα στάδια της αλυσίδας εκμετάλλευσης του υδρογόνου υπάρχουν προβλήματα που η επιστημονική κοινότητα προσπαθεί να επιλύσει:

⁶⁴ Όπως αναφέρεται σε άρθρο της ιστοσελίδας της ελληνικής εταιρείας υδρογόνου «Tropical A.B.E.E.» (www.tropical.gr), έχουν γίνει μελέτες σύμφωνα με τις οποίες υπολογίζεται ο αριθμός των νέων θέσεων εργασίας που θα δημιουργηθούν από την εφαρμογή των νέων τεχνολογιών σε αμερικανικές πολιτείες. Μόνο στην Καλιφόρνια, εφόσον δημιουργηθούν μονάδες παραγωγής προϊόντων βασισμένων στην τεχνολογία κυψελών καυσίμου, οι νέες θέσεις εργασίας θα αγγίξουν τις 700.000.

⁶⁵ Ιδέα που διατυπώθηκε επισήμως για πρώτη φορά από τον Τζέρεμι Ρίφκιν.

1. Στον τομέα της παραγωγής του υδρογόνου, η οικονομικότερη λύση είναι η χρήση φυσικού αερίου. Αυτό συνεπάγεται πως η καλύτερη οικονομικά λύση μετριάξει τα θετικά αποτελέσματα της τεχνολογίας υδρογόνου, αφού χρησιμοποιεί ρυπογόνο και περιορισμένη πηγή ενέργειας.

2. Επειδή το υδρογόνο είναι το ελαφρύτερο στοιχείο⁶⁶ (ατομικό βάρος 1, σε υγρή μορφή έχει πυκνότητα 0,007 γραμμάρια ανά κυβικό εκατοστό, έναντι 0,75 της βενζίνης), οπότε η συμπίεσή του σε μία δεξαμενή είναι δυσχερής. Για το ίδιο ποσό ενέργειας, το υδρογόνο απαιτεί τετραπλάσιο αποθηκευτικό χώρο από την βενζίνη. Αυτό αποτελεί εμπόδιο για την αποθήκευσή του και κατά συνέπεια στην προσπάθεια αξιοποίησής του στις μεταφορές, αφού μειώνει την αυτονομία των οχημάτων.

3. Όπως έχει αναφερθεί, η εκμετάλλευση του υδρογόνου βασίζεται στην τεχνολογία των κυψελών καυσίμου. Τα βασικά της προβλήματα είναι η υψηλή τιμή τους καθώς και η αξιοπιστία τους. Η τιμή των κυψελών καυσίμων είναι υψηλή, διότι τα υλικά από τα οποία φτιάχνονται είναι ακριβά. Για παράδειγμα, η πλατίνα είναι ένα ακριβό και σπάνιο υλικό. Σε επίπεδο αξιοπιστίας, η μεμβράνη που χρησιμοποιείται στις κυψέλες είναι ευαίσθητη και άρα επιρρεπής σε βλάβες. Η επίλυση αυτών των προβλημάτων απαιτεί πρόοδο στην τεχνολογία των νανοϋλικών.

4. Βασικό εμπόδιο για τη μετάβαση σε μία οικονομία υδρογόνου είναι το γεγονός πως θα πρέπει να αντικατασταθεί μεγάλο μέρος της υποδομής (εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, δίκτυο διανομής ενέργειας, ο παγκόσμιος στόλος αυτοκινήτων) που χρησιμοποιεί την ενέργεια με τη μορφή που παρέχεται σήμερα. Οι παράμετροι μίας τέτοιας δομικής αλλαγής είναι τα απαραίτητα κεφάλαια, η τεχνογνωσία σε όλα τα επίπεδα και χρόνος που χρειάζεται για να εδραιωθεί.

9.9 Φορείς που εμπλέκονται στην αγορά Υδρογόνου

Η τεχνολογία που επιτρέπει την ενεργειακή χρήση του υδρογόνου είναι στο στάδιο της ανάπτυξης, ενώ η εμπορική της αξιοποίηση βρίσκεται σε εμβρυικό στάδιο. Στην διαδικασία ανάπτυξης της τεχνολογίας υδρογόνου και εμπορικής χρήσης του,

⁶⁶ Πηγή: η ιστοσελίδα του Stanford: www.formal.stanford.edu

συμμετέχουν κράτη, πανεπιστημιακά και ερευνητικά ιδρύματα και κυρίως επιχειρήσεις. Παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η παρατήρηση της δράσης κάθε κατηγορίας που αναφέρθηκε ξεχωριστά, διότι αυτή θα δώσει ένα μέτρο αξιολόγησης των εξελίξεων και των προοπτικών της αγοράς.

Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός πως το υδρογόνο δεν εισέρχεται στην αγορά ως ένα νέο καύσιμο, δηλαδή σαν ένα καινούργιο προϊόν που προωθείται από κάποια εταιρεία. Ουσιαστικά εισάγεται πιλοτικά σε κάποιες εφαρμογές του, όπως στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, ως το αντικείμενο ενός σχεδίου στο οποίο συμμετέχουν αρκετοί φορείς. Αντικείμενο των προγραμμάτων που αφορούν την εισαγωγή το υδρογόνου στον κλάδο των μεταφορών, αποτελεί η δημιουργία μίας Λεωφόρου Υδρογόνου (Hydrogen Highway⁶⁷), δηλαδή μίας υποδομής σταθμών ανεφοδιασμού και τεχνικής υποστήριξης για αυτοκίνητα υδρογόνου.

9.9.1 Ενέργειες χωρών στον τομέα του Υδρογόνου

Ο ρόλος τους είναι ιδιαίτερα σημαντικός, διότι ο κεντρικός σχεδιασμός για το ενεργειακό μέλλον γίνεται σε επίπεδο κυβερνήσεων. Ο σχεδιασμός στον τομέα της ενέργειας αποτελεί (για τους λόγους που αναφέρθηκαν και πρωτίτερα⁶⁸) μία από τις πιο βασικές επιλογές κάθε κράτους. Η επιλογή μίας κατεύθυνσης σε αυτόν τον τομέα πρέπει προφανώς να υποστηριχτεί θεσμικά, πολιτικά και οικονομικά.

Ιδιαίτερα η οικονομική υποστήριξη στους πρωτοπόρους του κλάδου είναι πολύ σημαντική. Εφόσον τα προϊόντα που αναπτύσσουν οι εταιρείες εισάγονται πιλοτικά στην αγορά, είναι λογικό να απουσιάζουν οι οικονομίες κλίμακας που επιφέρει η μαζική παραγωγή. Κατά συνέπεια, το κόστος παραγωγής είναι υψηλό και οι τιμές των προϊόντων βρίσκονται σε επίπεδα μη ανταγωνιστικά. Σε αυτό το στάδιο εισαγωγής της τεχνολογίας στην αγορά, είναι χρήσιμη η συμβολή των σχεδίων επιχορηγήσεων και

⁶⁷ Hydrogen Highway ονομάζεται και ένα συγκεκριμένο τέτοιο πρόγραμμα, το οποίο αναφέρεται στην ενότητα που αφορά δράσεις στην πολιτεία της Καλιφόρνια.

⁶⁸ Στην ενότητα: «1.1 Συμβολή της ενέργειας στην παγκόσμια ανάπτυξη».

των συγχρηματοδοτήσεων, που υποστηρίζουν την ανάπτυξη προϊόντων που δεν είναι άμεσα εμπορεύσιμα.

Επίσης, ανάλογα με τις επιλογές τους οι χώρες ορίζουν το θεσμικό πλαίσιο στο οποίο θα λειτουργήσουν οι εταιρείες. Στις σημαντικές ενεργειακές συμφωνίες και στην πρόσκληση επενδύσεων και τεχνογνωσίας σε κάθε χώρα εμπλέκεται και η κυβέρνησή της⁶⁹.

Ξεχωριστή αναφορά πρέπει να γίνει στην τοπική αυτοδιοίκηση, διότι σε αυτό το επίπεδο δημόσιας διοίκησης παίρνονται πολλές πρωτοβουλίες. Για παράδειγμα, κάποια από τα προγράμματα που θα αναφερθούν έχουν προέλθει από σχεδιασμό σε αυτό το επίπεδο.

Άρα, τα κράτη μπορεί να είναι παραγωγοί ή πωλητές ενέργειας και καυσίμων, ρυθμιστές του θεσμικού πλαισίου λειτουργίας της αγοράς αλλά και ερευνητές ή υποστηρικτές (μέσω ερευνητικών κέντρων και πανεπιστημιακών ιδρυμάτων) των νέων τεχνολογιών. Σε κάθε περίπτωση, τα κράτη εκπονούν το βασικό σχεδιασμό του ενεργειακού τους μέλλοντος κατευθύνοντας τις επενδύσεις και ενισχύοντας την έρευνα και ανάπτυξη.

Ακολουθούν παραδείγματα δραστηριότητας από την πλευρά των κρατών και των διεθνών οργανισμών, ενώ ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο μοντέλο της Ισλανδίας. Σημειώνεται, πως τα περισσότερα κράτη που επενδύουν στο υδρογόνο εισάγουν πιλοτικά εφαρμογές του, ιδιαίτερα στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς τους.

9.9.1.1 Διεθνείς Οργανισμοί και Χώρες που επενδύουν στο Υδρογόνο:

Σε 17 χώρες έχουν ανακοινωθεί προγράμματα ανάπτυξης εφαρμογών υδρογόνου⁷⁰, κυρίως στη Βόρεια Αμερική (Η.Π.Α., Καναδάς), στην Ευρώπη (Γερμανία, Ιταλία, Γαλλία, Μεγάλη Βρετανία κ.α.), στην Ωκεανία (Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία), αλλά και σε

⁶⁹ Όπως συνέβη και στη συμφωνία για τον αγωγό Μπουργκάς Αλεξανδρούπολη, όπου είχαν ανάμειξη οι εμπλεκόμενες κυβερνήσεις.

⁷⁰ Πηγή: Το άρθρο του περιοδικού Scientific American “High Hopes for Hydrogen” του 2006.

ασιατικές χώρες όπως η Ιαπωνία και η Κίνα. Επίσης, στις χώρες με ισχυρή τοπική αυτοδιοίκηση, όπως οι Η.Π.Α., ο Καναδάς και η Αυστραλία, που λόγω μεγέθους δίνουν ιδιαίτερες αρμοδιότητες στις τοπικές αρχές, πολλές πρωτοβουλίες λαμβάνονται σε αυτό το επίπεδο. Τριάντα Πολιτείες των Η.Π.Α., κάποιες του Καναδά, αλλά και η Κυβέρνηση της Δυτικής Αυστραλίας έχουν οργανώσει προγράμματα.

Παρακάτω παρατίθενται παραδείγματα τέτοιων προγραμμάτων, που θα δώσουν ένα δείκτη για το πως δρουν τα κράτη που επενδύουν στην εξέλιξη του υδρογόνου και θα δώσουν το πλαίσιο στο οποίο δραστηριοποιούνται οι επιχειρήσεις.

9.9.1.2 Ευρωπαϊκή Ένωση:

Η Ευρωπαϊκή Ένωση δίνει μεγάλη έμφαση στην ανεξαρτητοποίηση των μελών της από το πετρέλαιο για οικονομικούς και γεωπολιτικούς λόγους, ενώ προωθεί τις καθαρές μορφές ενέργειας δείχνοντας τη διάθεσή της να καταστεί πρωτοπόρα στον τομέα. Εκφάνσεις αυτής της πολιτικής αποτελούν οι επιδοτήσεις προγραμμάτων στα οποία συμμετέχουν κράτη, μέλη της τοπικής αυτοδιοίκησης και επιχειρήσεις. Το ποσό που δίδεται σε τέτοια προγράμματα φτάνει το 2,8 δισ. ευρώ για έρευνα στο υδρογόνο έναντι 300-400 εκατ. ευρώ στο προηγούμενο αντίστοιχο διάστημα.

Σε συνεργασία με ιδιωτικούς φορείς, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει συμφωνήσει τη διεξαγωγή εξαετούς σχεδίου⁷¹ συγχρηματοδότησης, αξίας συνολικά 1 δισ €, εκ των οποίων τα 470 εκ. € θα καλυφθούν από την ίδια. Το αντικείμενο αυτής της χρηματοδότησης είναι προγράμματα (projects) για έρευνα πάνω στον τομέα του υδρογόνου.

Στα πλαίσια της πιλοτικής εφαρμογής των τεχνολογιών υδρογόνου στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, έχει σχεδιαστεί ένα πρόγραμμα με τίτλο “HyFLEET: CUTE (Clean Urban Transport for Europe)” που χρηματοδοτείται από το 6^ο Κοινοτικό Πλαίσιο. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα εκπονείται χάρη στη συνεργασία τριάντα ενός φορέων,

⁷¹ Πηγή: άρθρο με τίτλο «Υδρογόνο: το καύσιμο του μέλλοντος;» από την ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης ec.europa.eu.

μεταξύ των οποίων κράτη, επιχειρήσεις και ιδρύματα, που δεν είναι αποκλειστικά ευρωπαϊκά.

Είναι σημαντικό να αναλυθούν παράμετροι του συγκεκριμένου σχεδίου δράσης, διότι ο τρόπος οργάνωσής του είναι ενδεικτικός για τον τρόπο που λειτουργούν αυτά τα προγράμματα. Πρόκειται για ένα πιλοτικό πρόγραμμα, χρηματοδοτείται από ιδιωτικούς και δημόσιους φορείς, ενώ για την εκπόνησή του συνεργάζονται κεντρικές κυβερνήσεις, τοπική αυτοδιοίκηση, αυτοκινητοβιομηχανίες, εταιρείες ενέργειας και υδρογόνου. Αναλυτικότερα, οι στόχοι του προγράμματος είναι οι εξής:

- Η κατασκευή λεωφορείων που χρησιμοποιούν σαν καύσιμο το υδρογόνο.
- Η ανάπτυξη επαρκών και φιλικών προς το περιβάλλον τρόπων παραγωγής του υδρογόνου.
- Η έρευνα και ανάπτυξη της τεχνολογίας που είναι αναγκαία για να δημιουργηθεί η υποδομή χάρη στην οποία θα εδραιωθεί το υδρογόνο.
- Η ενημέρωση της κοινωνίας για τα θετικά της ανάπτυξης Μέσων Μαζικής Μεταφοράς που κινούνται με το υδρογόνο.

Ένας άξονας του προγράμματος είναι οι εταιρείες συγκοινωνιών των πόλεων που συμμετέχουν στο πρόγραμμα: Αμβούργο (Hamburger Hochbahn AG), Άμστερνταμ (GVB), Βαρκελώνη (Transports de Barcelona S.A.), Λονδίνο (London Bus Services Ltd.), Μαδρίτη (Empresa Municipal de Transportes de Madrid), Λουξεμβούργο (Autobus de la Ville de Luxembourg), Βερολίνο (BVG), Πόρτο, Στουτγάρδη και Στοκχόλμη. "Citaro".

Η δεύτερη κατηγορία φορέων που συνήθως συμμετέχουν σε αυτά τα σχέδια είναι οι αυτοκινητοβιομηχανίες. Ρόλος τους είναι να παρέχουν την τεχνογνωσία στο σχεδιασμό αυτοκινήτων, που συνδυαζόμενη με την εξειδικευμένη τεχνολογία που έχουν αναπτύξει οι εταιρείες ενέργειας που διεξάγουν έρευνα σχετική με το υδρογόνο, να παράγει τα αυτοκίνητα νέου τύπου. Στο CUTE εμπλέκονται οι γερμανικές αυτοκινητοβιομηχανίες DaimlerChrysler AG, EvoBus GmbH, MAN Nutzfahrzeuge AG και NEOMAN Bus.

Η τρίτη κατηγορία φορέων που συμμετέχουν στο σχέδιο είναι οι εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην έρευνα και ανάπτυξη εφαρμογών υδρογόνου. Ρόλος τους

είναι να παρέχουν την εξειδικευμένη τεχνογνωσία των εφαρμογών υδρογόνου. Στην προκειμένη περίπτωση, αυτές είναι οι εξής: Air Liquide, Division des Techniques Avancées, BP Gas Marketing Ltd., Islensk NyOrka ehf (Icelandic New Energy Ltd.), Norsk Hydro ASA, Repsol YPF, Shell Hydrogen B.V., Stuart Energy Europe N.V. και TOTAL Deutschland GmbH.

9.9.1.3 Αυστραλία:

Σε συνεργασία με τους φορείς του προγράμματος CUTE, στην Αυστραλία εφαρμόζεται το πρόγραμμα STEP (Sustainable Transport Energy Project). Το STEP είναι ένα σχέδιο που εκπονείται στο Περθ της Δυτικής Αυστραλίας και έχει ως αντικείμενο την κυκλοφορία τριών λεωφορείων υδρογόνου τύπου Citaro. Χρηματοδοτείται από την τοπική κυβέρνηση σε συνεργασία με την κεντρική.

Στόχοι του σχεδίου είναι:

- η δοκιμή της τεχνολογίας
- η μελέτη της πιλοτικής εφαρμογής της
- η διαπίστωση των αναγκών υποδομής για την ευρύτερη εισαγωγή της
- η εύρεση ευκαιριών για επενδύσεις από αυστραλιανές επιχειρήσεις.

9.9.1.4 Το μοντέλο της Ισλανδίας

Η Ισλανδία είναι η χώρα με το περισσότερο πρωτοποριακό σχέδιο για τη χρήση υδρογόνου: έχει ως στόχο να μετατρέψει την οικονομία της σε Οικονομία Υδρογόνου. Αυτό σημαίνει πως σκοπεύει να απεξαρτηθεί πλήρως από τα ορυκτά καύσιμα και να στηρίξει τον ενεργειακό σχεδιασμό της στις τεχνολογίες υδρογόνου.

Η επιλογή ευνοείται από ορισμένα χαρακτηριστικά της Ισλανδίας. Είναι μία χώρα με μικρό πληθυσμό (315.000 κάτοικοι περίπου) και με υψηλό βιοτικό επίπεδο. Η ενέργεια που χρησιμοποιείται στην Ισλανδία προέχεται σε ποσοστό 70% από Α.Π.Ε. ενώ το ίδιο ισχύει για το 99% της ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι έχει μεγάλη

διαθεσιμότητα Α.Π.Ε. λόγω της γεωθερμίας και της πληθώρας ποταμιών.

Παρά τις πολύ καλές προοπτικές της, η Ισλανδία έχει έναν από τους υψηλότερους δείκτες ρύπανσης ανά κάτοικο, γεγονός που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στις χερσαίες και θαλάσσιες μεταφορές. Στην Ισλανδία ο δείκτης αυτοκινήτων ανά κάτοικο είναι υψηλός, ενώ σε μεγάλο βαθμό η οικονομία της στηρίζεται στην αλιεία. Άρα, οι ανάγκες για ενέργεια κίνησης (η οποία όπως έχει αναφερθεί προέρχεται κυρίως από το πετρέλαιο και τα παράγωγά του) την καθιστά εξαρτημένη από το πετρέλαιο.

Για τον λόγο αυτό, στόχος της είναι να χρησιμοποιήσει το ενεργειακό της δυναμικό και να το συνδυάσει με την ανάπτυξη εφαρμογών υδρογόνου. Ήδη στο Ρέικιαβικ, την πρωτεύουσα της Ισλανδίας, κυκλοφορούν τρία λεωφορεία τύπου Citaro που κινούνται με υδρογόνο, υπάρχει σταθμός ανεφοδιασμού ο οποίος υπολογίζεται ότι θα παρέχει καύσιμα και σε ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητα, ενώ μετασκευάζεται ένα τουριστικό σκάφος ώστε να κινείται με υδρογόνο. Η κυκλοφορία των τριών λεωφορείων υδρογόνου γίνεται υπό την αιγίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στα πλαίσια του προγράμματος ECTOS (Ecological City TranspOrt System), το οποίο είναι σχεδιασμένο στα πρότυπα του CUTE και του STEP.

Το σχέδιο μετάβασης στην Οικονομία Υδρογόνου, περιλαμβάνει διάφορα στάδια, όπως η πλήρης αντικατάσταση των λεωφορείων με καινούργια που χρησιμοποιούν υδρογόνο, η δημιουργία σταθμών ανεφοδιασμού, η εδραίωση της νέας τεχνολογίας και στον αλιευτικό στόλο, ενώ σημαντικό ρόλο παίζει και η έρευνα στον τομέα. Η χώρα επενδύει πολύ στο υδρογόνο, αφού σκοπός της είναι να καταστεί πρωτοπόρος στον τομέα, ώστε μέχρι το 2050:

- να έχει ολοκληρώσει τη μετάβαση σε Οικονομία Υδρογόνου
- να είναι σε θέση να εκμεταλλεύεται εμπορικά τις εφαρμογές και την τεχνογνωσία που θα έχει αναπτύξει.
- να παράγει και να μεταπωλεί υδρογόνο.

9.9.1.5 Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

Στις Η.Π.Α., δια στόματος του απερχόμενου προέδρου Τζορτζ Μπους, έχουν γίνει

εξαγγελίες για τις προοπτικές του υδρογόνου στη χώρα⁷². Για τις ανάγκες της εφαρμογής των σχετικών προγραμμάτων, το αμερικανικό δημόσιο ενέκρινε κονδύλι 1,2 δις δολαρίων. Επιπλέον αυτών των χρημάτων, ένα κονδύλι της τάξης των 500 δις δολαρίων εγκρίθηκε για την ανάπτυξη του προγράμματος FreedomCAR (Cooperative Automotive Research) and Fuel Partnership, που έχει ως στόχο τη συνεργασία των φορέων που ασχολούνται με το υδρογόνο, με αυτούς που ενέχονται στην έρευνα για νέες τεχνολογίες αυτοκινήτων.

IPHE (International Partnership for the Hydrogen Economy):

Την ίδια χρονιά, οι αρμόδιες αρχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των Η.Π.Α. ήρθαν σε συμφωνία για την συνεργασία στην εκπόνηση προγραμμάτων που να προωθούν την Οικονομία Υδρογόνου. Σε αυτά τα πλαίσια ιδρύθηκε ο οργανισμός IPHE, που έχει ως στόχο τη μετάβαση σε Οικονομία Υδρογόνου.

Ο ρόλος του IPHE είναι να λειτουργεί ως κεντρικός φορέας έρευνας και ανάπτυξης των εφαρμογών υδρογόνου για τα μέλη της. Αποτελεί κόμβο διάχυσης πληροφοριών για τις εξελίξεις του κλάδου, οπότε μπορεί να συντονίζει την έρευνα και την προώθηση στην κοινή γνώμη των νέων τεχνολογιών. Στο σκοπό του IPHE περιλαμβάνεται και η εύρεση τρόπων μείωσης του κόστους των νέων εφαρμογών.

Το IPHE συντονίζει τριακόσια προγράμματα σε πολλές χώρες, μεταξύ των οποίων η Αυστραλία, η Βραζιλία, ο Καναδάς, η Κίνα, η Ινδία, η Ισλανδία, η Ευρωπαϊκή Ένωση, η Ρωσία και η Μεγάλη Βρετανία.

Παράλληλα με τον IPHE, έχει ιδρυθεί ένα κέντρο ενημέρωσης των ενδιαφερόμενων φορέων για τις δραστηριότητές του, το LGSA (Group of Stakeholder Associations). Μέλη αυτού είναι ερευνητικά ιδρύματα και επιχειρήσεις που ασχολούνται με το υδρογόνο, όπως:

⁷² Πηγή: η ιστοσελίδα του Λευκού Οίκου www.whitehouse.gov και το σχετικό δελτίο τύπου του Ιουνίου 2003, που αναφέρεται στη συνεργασία Ευρωπαϊκής Ένωσης και Η.Π.Α. για τη μετάβαση στην Οικονομία Υδρογόνου.

- το Αμερικανικό Συμβούλιο για τις Α.Π.Ε. (American Council on Renewable Energy, ACORE)
- Η Ένωση Κυψελών Καυσίμου της Καλιφόρνια (California Fuel Cell Partnership)
- το Ευρωπαϊκό Παρατηρητήριο Υδρογόνου και Κυψελών Καυσίμου (European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform, HFP)
- το Ινστιτούτο Πυρηνικής Ενέργειας (Nuclear Energy Institute) κ.α.

Η προσπάθεια εισαγωγής του υδρογόνου στην αγορά αντιμετωπίζει τα οικονομικά και τεχνικά προβλήματα που έχουν ήδη αναλυθεί. Για την επίλυση αυτών θα πρέπει να συντονίζεται η έρευνα κεντρικά, οπότε η λειτουργία του συγκεκριμένου φορέα είναι πολύ σημαντική, ιδιαίτερα δεδομένου πως συνεργάζεται με τους κεντρικούς φορείς ερευνών άλλων ενεργειακών κλάδων, από διαφορετικές χώρες.

Καλιφόρνια:

Εκτός από τις ενέργειες της κεντρικής κυβέρνησης των Η.Π.Α., σημαντική δραστηριότητα αναπτύσσεται και από τη διοίκηση κάποιων πολιτειών ξεχωριστά. Η Καλιφόρνια αποτελεί ένα καλό παράδειγμα τέτοιας δράσης, αφού εκεί επιτελείται το σχέδιο California Hydrogen Highway Network. Το πρόγραμμα εγκαινιάστηκε το 2004 από τον Κυβερνήτη της Καλιφόρνια Άρνολντ Σβαντζενέγκερ.

Στόχος του προγράμματος είναι η εισαγωγή της νέας τεχνολογίας στην οικονομία της Καλιφόρνια, με τη δημιουργία των κατάλληλων υποδομών που θα μπορούν να υποστηρίξουν πλήρως τις μεταφορές εντός αυτής.

Παράλληλα, θα πρέπει να γίνουν εμπορικά εκμεταλλεύσιμες οι εφαρμογές υδρογόνου που θα αναπτυχθούν. Σύμφωνα με την οικονομική μελέτη που έχει διεξάγει επιτελείο υπό την αιγίδα της Πολιτείας, απαιτείται η παραγωγή 20.000 αυτοκινήτων κυψελών και η λειτουργία 250 σταθμών ανεφοδιασμού.

Το πρόγραμμα είναι υπό συνεχή ανάπτυξη, ενώ ήδη λειτουργούν πολλοί σταθμοί ανεφοδιασμού για τα, συνολικά 300, οχήματα που κινούνται με υδρογόνο σε όλη την Πολιτεία. Ο ενδιάμεσος στόχος είναι να λειτουργούν 100 σταθμοί ανεφοδιασμού και να

κυκλοφορούν 2.000 αυτοκίνητα έως το 2010.

Παρόμοια προγράμματα εκπονούνται και σε άλλες πολιτείες, όπως το Αϊντάχο και η Χαβάη.

Ένοπλες Δυνάμεις Η.Π.Α.:

Το ερευνητικό σκέλος των προηγμένων Ενόπλων Δυνάμεων βρίσκεται στην αιχμή της τεχνολογίας. Πράγματι, μερικές από τις πιο καινοτόμες τεχνολογικά εφαρμογές έχουν προέλθει από στρατιωτική έρευνα. Στην προκειμένη περίπτωση, η τεχνολογία κυψελών καυσίμου αλλά και τα χαρακτηριστικά του υδρογόνου, αποτελούν πεδίο δράσης για τους στρατιωτικούς ερευνητές. Πράγματι, η προοπτική ενέργειας που δεν προέρχεται από άλλες χώρες και από καύσιμο που προσφέρει μεγαλύτερη αυτονομία και απόδοση, είναι πολύ σοβαρή για κάθε στρατιωτικό μηχανισμό.

Ο ισχυρότερος και πιο οργανωμένος στρατός είναι αυτός των Η.Π.Α., ενώ το ίδιο ισχύει και για την πολεμική βιομηχανία που τον στηρίζει. Είναι λοιπόν αναμενόμενο πως αυτοί οι φορείς εκπονούν προγράμματα με αντικείμενο το υδρογόνο και την εφαρμογή των κυψελών καυσίμου σε στρατιωτικά οχήματα.

Ένα παράδειγμα προγράμματος αποτελεί η ανάπτυξη του κατασκοπευτικού αεροσκάφους «Orion» (High Altitude, Long Loiter (HALL) aircraft). Το Orion κινείται με μηχανή υδρογόνου, που του δίδει τη δυνατότητα να πετάει στα 65,000 πόδια (19,5 χιλιόμετρα). Το σημαντικό του πλεονέκτημα είναι η αυτονομία του, που φτάνει τις τέσσερις ημέρες πτήσης.

Η τεχνολογία που το υποστηρίζει είναι πρωτοποριακή, καθώς πρόκειται για έναν τροποποιημένο, ώστε να καίει υδρογόνο, κινητήρα Ford. Το συγκεκριμένο μοντέλο αεροπλάνου δεν έχει τη δυνατότητα μεταφοράς μεγάλου βάρους (180 kg), όμως σαν κατασκοπευτικό λειτουργεί πολύ αποτελεσματικά.

Το κόστος του προγράμματος δεν είναι μεγάλο, αφού αγγίζει τα 6,2 εκ. \$. Αξίζει να σημειωθεί πως επειδή το συγκεκριμένο αεροπλάνο πετάει σε τέτοιο ύψος, η χαμηλή θερμοκρασία αμβλύνει τα αποθηκευτικά προβλήματα, διότι διατηρεί την ψύξη του υδρογόνου και το διατηρεί σε υγρή κατάσταση.

Ένα άλλο παράδειγμα πρώιμης στρατιωτικής εφαρμογής των κυψελών καυσίμου,

αποτελεί το όχημα Aggressor Alternative Mobility Vehicle. Αποτελεί δημιούργημα της συνεργασίας του αμερικανικού στρατού και της εταιρείας Quantum Fuel Systems Technologies Worldwide.

Αποδίδει 13,5 άλογα και έχει μέγιστη ταχύτητα 130 χιλιόμετρα ανά ώρα. Ενώ οι επιδόσεις του είναι αντίστοιχες ενός συμβατικού οχήματος, έχει δύο ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά:

- Είναι αθόρυβο
- Η λειτουργία της κυψέλης παράγει πολύ λιγότερη θερμότητα σε σχέση με ένα συνηθισμένο κινητήρα.

Απόρροια αυτών των χαρακτηριστικών είναι να εντοπίζεται πολύ δυσκολότερα από κάθε συμβατικό όχημα, ιδιότητα εξαιρετικής σημασίας για ένα στρατιωτικό όχημα.

9.9.1.6 Καναδάς

Στον Καναδά, η δραστηριότητα γύρω από το υδρογόνο είναι ιδιαίτερα έντονη, σε κρατικό και επιχειρηματικό επίπεδο⁷³. Από το 1974 και μέχρι σήμερα, η κεντρική κυβέρνηση του Καναδά έχει επενδύσει στην έρευνα για τις τεχνολογίες υδρογόνου και κυψελών καυσίμου 300 εκ. \$. Με αυτόν τον τρόπο και εκμεταλλευόμενος το επιχειρηματικό και επιστημονικό του δυναμικό, ο Καναδάς έχει καταστεί πρωτοπόρος στις εξελίξεις του κλάδου.

Ακολουθούν κάποια από τα προγράμματα που βρίσκονται σε εξέλιξη στη χώρα:

1. Πρόγραμμα Αυτοκινήτων Κυψελών Καυσίμων του Βανκούβερ (Vancouver Fuel Cell Vehicle Program -VFCVP)

⁷³ Πηγή: η ιστοσελίδα www.hydrogeneconomy.gc.ca, που αποτελεί δικτυακό τόπο της κυβέρνησης του Καναδά για τις εξελίξεις στην Οικονομία Υδρογόνου.

Το 1998 είχε εκτελεστεί το πρόγραμμα P2000 σε συνεργασία με τη Ford⁷⁴. Λόγω της επιτυχίας του, η κυβέρνηση του Καναδά συνεργάστηκε εκ νέου με την εταιρεία για την εκπόνηση του προγράμματος VFCVP, αντικείμενο του οποίου είναι η δημιουργία ενός στόλου αυτοκινήτων που να επιδεικνύουν τη νέα τεχνολογία. Αυτό είναι το πρώτο τέτοιο σχέδιο που εκπονήθηκε. Το κόστος του είναι 7,5 εκ. \$, ενώ η διάρκειά του τετραετής.

Ο στόχος του προγράμματος είναι διττός:

- Αφενός είναι ένα πειραματικό πρόγραμμα, από το οποίο μπορούν να βγουν χρήσιμα συμπεράσματα για την λειτουργία των κυψελών καυσίμου, με μετρήσεις για την συμπεριφορά και τις επιδόσεις τους (επίπεδο μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, τεχνικά προβλήματα και βελτιώσεις).
- Αφετέρου μπορεί να αποτελέσει έναν τρόπο εξοικείωσης του κοινού με τα αυτοκίνητα υδρογόνου και να αποτελέσει προπύργιο για την εμπορική του αξιοποίηση.

Μέχρι το Σεπτέμβριο του 2006 τα οχήματα είχαν διανύσει 76.000 χιλιόμετρα σε 3.100 ώρες, οπότε η Ford το επέκτεινε στην Καλιφόρνια, τη Φλόριντα, το Μίσιγκαν και τη Γερμανία.

2. Προώθηση της Οικονομίας Υδρογόνου με την επίδειξη πρότυπων μικρόκοσμων

Η κυβέρνηση του Καναδά ανακοίνωσε την οργάνωση δύο προγραμμάτων με αντικείμενο την επίδειξη πρότυπων μικρόκοσμων που να απεικονίζουν την Οικονομία Υδρογόνου. Στα προγράμματα αυτά εμπλέκονται διαφορετικές βαθμίδες διακυβέρνησης (κεντρική κυβέρνηση και διοίκηση επαρχιών), επιχειρήσεις και φυσικά το κοινό.

Ο στόχος είναι, σε ευρύτερο πεδίο από το VFCVP, η ενδελεχής ανάλυση της συμπεριφοράς ενός συστήματος που προσομοιώνει την Οικονομία Υδρογόνου. Εκτός

⁷⁴ Για το οποίο γίνεται λόγος στην ενότητα που αναφέρεται στην επιχειρηματική δραστηριότητα.

από την ενδελεχή ανάλυση των χαρακτηριστικών ενός τέτοιου συστήματος, τα προγράμματα αυτά δρουν ως σημεία αναφοράς, διότι δίδουν έναν κώδικα επικοινωνίας και έναν οδηγό των αναγκών για την ανάπτυξη της κατάλληλης υποδομής και της προμηθευτικής αλυσίδας.

Τα προγράμματα αυτά είναι τα “Hydrogen Highway” και “Hydrogen Village”:

- Hydrogen Highway:

Το “Hydrogen Highway”⁷⁵ (μτφ. «Η Λεωφόρος του Υδρογόνου»), στην Βρετανική Κολούμπια (τη Δυτικότερη επαρχία του Καναδά). Αποτελεί σύμπραξη του καναδικού δημοσίου και των σημαντικότερων καναδικών εταιρειών υδρογόνου. Το Hydrogen Highway χωρίζεται σε μικρότερα προγράμματα, καθένα από τα οποία έχει ως αντικείμενο την ανάπτυξη και χρήση συγκεκριμένης εφαρμογής τεχνολογίας υδρογόνου.

Ένα ενδιαφέρον στοιχείο είναι πως οι εφαρμογές ποικίλουν από μικροεφαρμογές όπως υποκατάστατα μπαταριών μέχρι μακροεφαρμογές όπως κινητήρες αυτοκινήτων. Στην πρώτη κατηγορία ανήκει το πρόγραμμα «Flashlights for Campus Security - University of Victoria»⁷⁶, που έχει ως αντικείμενο τη χρήση φακών που λειτουργούν με κυψέλες καυσίμου αντί μπαταριών και χρησιμοποιούνται από τους φύλακες του τοπικού Πανεπιστημίου. Η εφαρμογή αυτή της εταιρείας Angstrom Power, ανήκει στις μικρές εφαρμογές υδρογόνου (Micro Hydrogen) και αποδεικνύει ότι το υδρογόνο εκτός από τον κλάδο μεταφορών μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους.

Στη δεύτερη κατηγορία κατατάσσονται εφαρμογές μεγαλύτερης κλίμακας, όπως κινητήρες αυτοκινήτων και άλλοι μηχανισμοί. Για παράδειγμα, υπάρχει ένα πρόγραμμα από τις εταιρείες Sacré-Davey Engineering (εταιρεία μηχανικών μελετών), Nuvera (εταιρεία κυψελών καυσίμου) and Easywash (εταιρεία με πλυντήρια αυτοκινήτων), με

⁷⁵ Πηγή: η ιστοσελίδα του προγράμματος www.hydrogenhighway.ca

⁷⁶ Πηγή: η ιστοσελίδα της εταιρείας μικροεφαρμογών υδρογόνου Angstrom Power: <http://www.angstrompower.com/>.

αντικείμενο την τροφοδότηση του μηχανισμού ενός πλυντηρίου αυτοκινήτων. Οι κυψέλες καυσίμου αποδίδουν 150 kW.

- Hydrogen Village:

Το “Hydrogen Village” (μτφ. «Χωριό Υδρογόνου»), στο Τορόντο⁷⁷. Το πρόγραμμα αυτό έχει εμπορικό προσανατολισμό και γι’ αυτό είναι πολύ σημαντικό. Ο κεντρικός του στόχος είναι η δημιουργία μίας πρώιμης αγοράς για τα προϊόντα υδρογόνου. Από την παρατήρηση και την ανάπτυξη αυτής της αγοράς, θα προκύψουν χρήσιμα συμπεράσματα για τις επιχειρήσεις με τις καλύτερες προοπτικές για το μέλλον, για το ενδιαφέρον των αγοραστών, την υποδοχή του κοινού και για τις προοπτικές μείωσης του κόστους των νέων τεχνολογιών.

- Πρόγραμμα δημιουργίας σταθμού ανεφοδιασμού υδρογόνου, των 700 bar:

Η εταιρεία PowerTech Labs⁷⁸, δημιούργησε τον πρώτο σταθμό ανεφοδιασμού υδρογόνου με δυναμικότητα 700 bar το 2002, υπό την αιγίδα του Οργανισμού Διαχείρισης Φυσικών Πόρων του Καναδά (Natural Resources Canada). Το σημαντικό είναι πως ο συγκεκριμένος τύπος σταθμού μπορεί να λειτουργήσει με διπλάσια πίεση από τους υπόλοιπους. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα σημαντικό βήμα προς την επίλυση των προβλημάτων αποθήκευσης υδρογόνου, που επιφέρουν πρόβλημα αυτονομίας των αυτοκινήτων κυψελών καυσίμου.

9.9.2 Επιχειρήσεις που επενδύουν στο υδρογόνο

Ο άλλος άξονας που κινεί τις εξελίξεις είναι φυσικά οι επιχειρήσεις και η ιδιωτική δράση. Οι επιχειρήσεις διαβλέπουν τις εξής βασικές εξελίξεις στην αγορά ενέργειας έναν από τους ευρύτερους και βασικότερους κλάδους της παγκόσμιας οικονομίας:

⁷⁷ Πηγή: η ιστοσελίδα του προγράμματος: www.hydrogenvillage.ca.

⁷⁸ Είναι θυγατρική της BC Hydro και το συγκεκριμένο σχέδιο είναι μέρος της ευρύτερης έρευνας για την υποδομή υδρογόνου της εταιρείας, με τίτλο: «PowerTech's Compressed Hydrogen Infrastructure Program (CH2IP)»

Την **ανάγκη** για τους προαναφερθέντες οικολογικούς, γεωπολιτικούς, κοινωνικούς και οικονομικούς λόγους να απεξαρτηθεί η ανθρωπότητα από τα ορυκτά καύσιμα και να μεταβεί σε ένα νέο ενεργειακό καθεστώς.

Την **επιθυμία** του κοινού, με την ιδιότητα του πολίτη και του καταναλωτή, για νέες, πιο καθαρές και χαμηλότερου κόστους μορφές ενέργειας.

Εξαιτίας των ανωτέρω, την **ευκαιρία** για δραστηριοποίηση στην αγορά ενέργειας, με την προοπτική ανάπτυξης που δίνει η πιθανότητα εισαγωγής μίας ριζικής αλλαγής, όπως η αντικατάσταση του πετρελαίου από το υδρογόνο.

Αν πράγματι εφαρμοστεί η τεχνολογία υδρογόνου και κυψελών καυσίμου, θα επηρεαστούν όλοι οι τομείς της οικονομίας, με κεντρικότερο αυτόν της ενέργειας και των μεταφορών. Είναι προφανές ότι σε αυτό το νέο πεδίο δράσης που ανοίγεται στην αγορά ενέργειας και που μπορεί να προκαλέσει μεγάλες ανακατατάξεις. Αυτό σημαίνει πως η, σχετικά, παγιωμένη κατάσταση στον ενεργειακό τομέα, με συγκεκριμένες εταιρείες να κυριαρχούν διαχρονικά, θα μπορούσε να μεταβληθεί είτε από την είσοδο νέων εταιρειών είτε από ανακατάταξη στην ιεράρχηση των σημαντικότερων εταιρειών.

Με δεδομένο λοιπόν, πως το υπάρχον ενεργειακό καθεστώς διανύει τις τελευταίες δεκαετίες κυριαρχίας του, οι εταιρείες ενέργειας θα δώσουν τη μάχη για την κυριαρχία στο νέο τοπίο της αγοράς. Το ερώτημα είναι κατά πόσον θα υπερπηδηθούν τα εμπόδια εκμετάλλευσης του υδρογόνου και θα ευοδωθούν οι επενδύσεις πολλών κρατών και εταιρειών προς αυτήν την κατεύθυνση.

Οι εξελίξεις στα πρώιμα στάδια ανάπτυξης της Οικονομίας Υδρογόνου οδηγούνται από τρεις βασικές κατηγορίες επιχειρήσεων:

- Πετρελαϊκές
- Αυτοκινητοβιομηχανίες και Βιομηχανίες Κατασκευής Εναέριων Μέσων
- Επιχειρήσεις υδρογόνου.

9.9.2.1 Πετρελαϊκές

Οι πετρελαϊκές εταιρείες είναι οι σημαντικότερες και δυνατότερες εταιρείες του κλάδου της ενέργειας. Διαβλέποντας τις εξελίξεις στην αγορά ενέργειας, έχουν μετεξελιχθεί σε εταιρείες ενέργειας, δηλαδή δεν έχουν σαν αποστολή (mission) την ανακάλυψη, επεξεργασία και εκμετάλλευση πετρελαίου, αλλά την παροχή ενέργειας. Η αλλαγή αυτή φιλοσοφίας που φαίνεται από την διατύπωση του οράματος καθεμίας και από τις επενδυτικές κινήσεις τους, έχει ως στόχο την διασφάλιση της επιβίωσης και της κυριαρχίας τους στο νέο ενεργειακό τοπίο.

Στην προσπάθειά τους αυτή, έχουν ισχυρά πλεονεκτήματα:

- σημαντική τεχνογνωσία για τα ζητήματα ενέργειας
- παγκόσμια δίκτυα διανομής ενέργειας
- τα απαιτούμενα κεφάλαια.

Συνήθως οι ενέργειές τους στον τομέα ορίζονται από μία θυγατρική τους που έχει δημιουργηθεί αποκλειστικά για αυτόν το σκοπό⁷⁹. Ενδεικτικά αναφέρονται τρόποι δράσης διαφόρων πετρελαϊκών, που δείχνουν το πως σχεδιάζουν να καταστούν πρωτοπόρες και σε αυτόν τον τομέα:

9.9.2.1.1 BP (*British Petroleum*):

Η BP, η πέμπτη μεγαλύτερη πετρελαϊκή για το 2005⁸⁰, έχει δημιουργήσει την εταιρεία Hydrogen Energy⁸¹, από κοινού με τη μεγαλύτερη εταιρεία εξορύξεων Rio Tinto, με καθεμία από τις μητρικές εταιρείες να κατέχει το 50% της θυγατρικής τους. Η Hydrogen

⁷⁹ Πρακτική που δεν ακολουθείται μόνο για την τεχνολογία υδρογόνου αλλά και για όλες τις εναλλακτικές πηγές ενέργειας

⁸⁰ Ενότητα: «2.2.6 Φορείς που εμπλέκονται στην αγορά»

⁸¹ Πηγές: οι ιστοσελίδες της Hydrogen Energy <http://www.hydrogenenergy.com>, της RioTinto <http://www.riotinto.com> και της BP <http://www.bp.com/>.

Energy εκμεταλλεύεται την τεχνολογία των θυγατρικών για να παράγει ηλεκτρική από υδρογόνο που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα.

California project:

Τα σχέδια που εκπονεί παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Το «California project», συνδέεται με μία μεθοδολογία που αναφέρθηκε στην ενότητα «3.4 Πλεονεκτήματα Χρήσης Υδρογόνου». Πρόκειται για την περίπτωση παραγωγής υδρογόνου από ορυκτά καύσιμα και τη δυνατότητα οι ρύποι να διοχετεύονται στο υπέδαφος ώστε να μη μολύνουν την ατμόσφαιρα. Η BP κατέχει την τεχνολογία επεξεργασίας των ορυκτών καυσίμων και φυσικά έχει πρόσβαση σε αυτά, ενώ η Rio Tinto κατέχει την τεχνολογία για να δημιουργήσει την κατάλληλη υποδομή διοχέτευσης των ρύπων στο υπέδαφος.

Το αντικείμενο του σχεδίου είναι ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας 500 MW, που θα καλύπτουν την κατανάλωση ενέργειας 325.000 σπιτιών στη Νότια Καλιφόρνια. Το πετρέλαιο θα μετατρέπεται σε υδρογόνο και αυτό θα καίγεται για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια, ενώ οι ρύποι από την παραγωγή του υδρογόνου θα αποθηκεύονται στο υπέδαφος. Συνολική δυναμικότητα επεξεργασίας θα είναι οι 5,000 τόνοι πετρελαίου ημερησίως.

Οι ρύποι θα είναι 4 εκ. τόνοι που θα διοχετεύονται μέσω αγωγών σε κοιτάσματα πετρελαίου που έχουν εξαντληθεί και θα αποθηκεύονται εκεί. Θεωρείται δε, πως η πίεση που ασκεί το διοξείδιο του άνθρακα έχει και δύο παράπλευρα πλεονεκτήματα:

- καθίσταται δυνατό να εξορυχθούν και κάποιες ποσότητες πετρελαίου που διαφορετικά λόγω της σταδιακής μείωσης της πίεσης θα έμεναν ανεκμετάλλευτα και
- υποκαθίσταται το φυσικό αέριο που κανονικά ασκεί την απαιτούμενη πίεση, οπότε μπορεί να εξορυχθεί και να χρησιμοποιηθεί.

Το εργοστάσιο αναμένεται να λειτουργήσει το 2014, ενώ το κόστος του έχει προϋπολογιστεί στα 2 δις δολάρια.

Abu Dhabi Project:

Η τεχνική αυτού του σχεδίου είναι παρόμοια με αυτή του California Project. Αντικείμενο

του προγράμματος είναι η δημιουργία ενός εργοστασίου ηλεκτρικής ενέργειας στο Αμπού Νάμπι, την πρωτεύουσα των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων. Η ενέργεια θα παράγεται από υδρογόνο, το οποίο θα προέρχεται από φυσικό αέριο.

Αξίζει να σημειωθεί πως μία χώρα με πλούσια αποθέματα ορυκτών καυσίμων επιδιώκει να επενδύσει σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας και συγκεκριμένα στην τεχνολογία υδρογόνου. Το κόστος του συγκεκριμένου προγράμματος φτάνει τα 2 δις δολάρια.

Οι στόχοι του προγράμματος είναι οι εξής:

- Η δυναμικότητα των μηχανών που θα τροφοδοτούνται με υδρογόνο να φτάνει τα 420 MW, ενώ το εργοστάσιο να παράγει το 5% της ηλεκτρικής ενέργειας του Abu Dhabi.
- Καθημερινά θα μετατρέπονται 2,83 εκ κυβικά μέτρα φυσικού αερίου σε υδρογόνο.
- Το κόστος παραγωγής ενέργειας να είναι αντίστοιχο με αυτό των συμβατικών τρόπων.
- Από το φυσικό αέριο παράγεται υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Το διοξείδιο μεταφέρεται σε κοίτασμα πετρελαίου, με αποτέλεσμα αφενός να μη μολύνει και αφετέρου να διατηρεί την απαραίτητη για την εξόρυξη πετρελαίου και πίεση, με τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν πρωτίτερα. Υπολογίζεται πως η διαδικασία αυτή θα απελευθερώνει από ένα έως τρία δις βαρέλια πετρελαίου.

9.9.2.1.2 Shell

Η Royal Dutch Shell έχει δημιουργήσει την Shell Hydrogen, μία θυγατρική εταιρεία που διεξάγει έρευνα για το υδρογόνο και τις κυψέλες καυσίμου. Η Shell Hydrogen ιδρύθηκε το 1999 και έχει ως βάση την Χάγη στην Ολλανδία, ενώ διατηρεί γραφεία σε πόλεις όπου διεξάγει προγράμματα, όπως το Τόκιο και το Χιούστον.

Στόχος της είναι να δημιουργήσει την υποδομή εκμετάλλευσης υδρογόνου, λαμβάνοντας ως δεδομένο πως η ετήσια παραγωγή του αγγίζει τα πενήντα

εκατομμύρια τόνους. Άρα, ο βασικός στόχος της Shell Hydrogen είναι η δημιουργία ενός δικτύου διανομής του υδρογόνου.

Η Shell Hydrogen επιδιώκει να δραστηριοποιηθεί στους τρεις βασικούς γεωγραφικούς άξονες όπου αναπτύσσεται η Οικονομία Υδρογόνου, δηλαδή στη Βόρειο Αμερική, στην Ευρώπη και στην Ιαπωνία. Δυνατό της σημείο αποτελεί η γνώση των τρόπων ανάπτυξης των προγραμμάτων αυτών σε κάθε περιοχή, λόγω των υπόλοιπων δραστηριοτήτων της.

Σε κάποια από τα προγράμματα που έχουν αναφερθεί, όπως το ECTOS που εκπονείται στην Ισλανδία, το CUTE στην Ευρωπαϊκή Ένωση (με σταθμούς στο Λουξεμβούργο και στο Άμστερνταμ) και το California Hydrogen Highway Network στην Καλιφόρνια.

Εκτός από την Καλιφόρνια, η Shell Hydrogen συμμετέχει στο πρόγραμμα «On the road to hydrogen» στην Ουάσιγκτον. Στο πρόγραμμα αυτό, συνεργάζεται με την General Motors (GM), ώστε κάθε μία εξ αυτών των εταιρειών να εκμεταλλεύεται την τεχνογνωσία της στο κομμάτι που της αναλογεί. Αντικείμενο του προγράμματος είναι η δημιουργία μίας πλήρους «Αλυσίδας Υδρογόνου», η οποία εκτείνεται από την παραγωγή υδρογόνου, την αποθήκευση και την διανομή του (στάδια για τα οποία είναι υπεύθυνη η Shell Hydrogen), μέχρι την καύση του που θα δώσει την ενέργεια στο αυτοκίνητο (διαδικασία για την οποία υπεύθυνη είναι η GM).

Πρόκειται λοιπόν, για ένα πρόγραμμα βάση του οποίου οι δύο εταιρείες διατηρούν τους ρόλους που έχουν και στο σημερινό ενεργειακό καθεστώς: η Shell παράγει και διανέμει το καύσιμο, ενώ η GM παράγει τον στόλο των αυτοκινήτων που το χρησιμοποιεί.

Τέλος, στην Ιαπωνία λειτουργεί πέντε σταθμούς ανεφοδιασμού υδρογόνου. Το πρόγραμμα δεν το εκπονεί αυτόνομα. Για παράδειγμα, ένας από τους σταθμούς ανήκει στην εταιρεία Showa Shell, στην οποία έχει μερίδιο η Shell Hydrogen, ενώ το σύστημα ανεφοδιασμού του έχει σχεδιαστεί σε συνεργασία με την ιαπωνική εταιρεία φυσικού αερίου Iwatani. Από τον Ιούνιο του 2003 έως το Νοέμβριο του 2004, είχαν γίνει χίλιες διαδικασίες ανεφοδιασμού, καθιστώντας το σταθμό τον πιο επιτυχημένο από όσους λειτουργούν στην Ιαπωνία, ενώ έχει παγιώσει τη συνεργασία του με έξι εταιρείες που ανεφοδιάζουν τα αυτοκίνητα υδρογόνου τους σε αυτόν.

Όσον αφορά το μέλλον της Οικονομίας Υδρογόνου, η Shell Hydrogen θεωρεί πως το επόμενο σημαντικό βήμα δεν είναι τεχνικό αλλά οικονομικό. Θεωρεί πως το σημείο καμπής για τις εφαρμογές υδρογόνου θα είναι η επίτευξη ετήσιας παραγωγής ενός εκατομμυρίου αυτοκινήτων κυψελών καυσίμου (Fuel Cell Vehicles - FCVs). Μετά από αυτό το σημείο, που τοποθετείται μέσα στην επόμενη δεκαετία και με δεδομένο πως τα διάφορα προγράμματα ανά τον κόσμο έχουν εξασφαλίσει μία υποτυπώδη υποδομή, το κόστος των νέων οχημάτων θα είναι ανταγωνιστικό των παραδοσιακών.

9.9.2.2 Αυτοκινητοβιομηχανίες - Βιομηχανίες Παραγωγής Εναέριων Μέσων

Ο άλλος επιχειρηματικός πόλος ανάπτυξης της Οικονομίας Υδρογόνου είναι κατά πρώτο λόγο οι αυτοκινητοβιομηχανίες και κατά δεύτερο οι εταιρείες που σχεδιάζουν και παράγουν αεροπλάνα. Δεδομένου ότι η σημαντικότερη εφαρμογή του υδρογόνου είναι στον κλάδο μεταφορών, οι μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν κάθε λόγο να εξερευνούν τις προοπτικές τους στη νέα αγορά που δημιουργείται.

Ακολουθεί ένας κατάλογος με μοντέλα⁸² που έχουν αναπτύξει οι σημαντικότερες αυτοκινητοβιομηχανίες και έπεται η ενδεικτική παρουσίαση της δράσης της GM, της Toyota, της Honda και της κατασκευάστριας αεροπλάνων Boeing.

Σημειώνεται πως τα περισσότερα από τα μοντέλα που παρατίθενται είναι δοκιμαστικά και έχουν απλώς παρουσιαστεί σε εκθέσεις (ιδιαίτερα αυτά που έχουν παραχθεί πριν το 2004), αρκετά είναι υβριδικά, συνδυάζουν δηλαδή την τεχνολογία των κυψελών καυσίμου με αυτήν των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, ενώ κάποια αποτελούν γνωστά μοντέλα τροποποιημένα ώστε να κινούνται με υδρογόνο.

Audi:

- 2004: Audi A2H2

⁸² Πηγή: άρθρο της en.wikipedia.org με τίτλο "List of FCV"

BMW:

- 2002: BMW 750hl

DaimlerChrysler:

- 1994: Mercedes-Benz NECAR 1
- 1996: Mercedes-Benz NECAR 2
- 1997: Mercedes-Benz NECAR 3
- 1999: Mercedes-Benz NECAR 4
- 2000: Mercedes-Benz NECAR 5
- 2000: Jeep Commander II-hybrid vehicle-Commercial
- 2001: Chrysler Natrium-hybrid vehicle
- 2002: Mercedes-Benz F-Cell (A-Class)-hybrid vehicle
- 2003: Jeep Treo-Fuel cell
- 2005: Mercedes-Benz F600 Hygenius

Fiat:

- 2001-Fiat Seicento Elettra H2 Fuel Cell-hybrid vehicle
- 2003-Fiat Seicento Hydrogen-hybrid vehicle
- 2005-Fiat Panda Hydrogen-Fuel cell

Ford:

- 2000-Ford Focus FCV-Fuel cell

Hyundai:

- 2001: Hyundai Santa Fe FCEV-Fuel cell
- 2004: Hyundai Tucson FCEV-Fuel cell

Mazda:

- 1991: Mazda HR-X Hydrogen Wankel Rotary.
- 1993: Mazda HR-X2 Hydrogen Wankel Rotary.
- 1993: Mazda MX-5 Miata Hydrogen Wankel Rotary.
- 1995: Mazda Capella Cargo
- 1997: Mazda Demio FC-EV Methanol-Reducing Fuel Cell
- 2001: Mazda Premacy FC-EV
- 2003-Mazda RX-8 Hydrogen \ Gasoline hybrid Wankel Rotary.
- 2006-Mazda 5 Hydrogen \ Gasoline hybrid Wankel Rotary + Electric Motor hybrid. Tribrid-Vehicle

Nissan:

- 2002: Nissan X-Trail FCHV-hybrid vehicle

PSA Peugeot Citroën:

- Peugeot 207
- Peugeot Quark

Volkswagen:

- 2000: Bora Hy-motion
- 2002: Bora Hy-power
- 2004: Touran Hy-motion

9.9.2.2.1 General Motors (GM):

Το στίγμα της GM στον κλάδο το δίνει ο Lawrence Burns, ο αντιπρόεδρος της GM στην έρευνα και ανάπτυξη (Research and Development) και στον σχεδιασμό⁸³. Θεωρεί, όπως φαίνεται από δημόσια τοποθέτησή του, πως⁸⁴ η μετάβαση από τον κινητήρα εσωτερικής καύσης (που είναι μία τεχνολογία χωρίς ιδιαίτερη πρόοδο τον τελευταίο αιώνα) στις κυψέλες καυσίμου, θα είναι εξίσου σημαντικό βήμα με τη μετάβαση από τα παραδοσιακά μέσα μεταφοράς στο αυτοκίνητο.

Σε άρθρο⁸⁵ που έχει αναρτήσει στην ιστοσελίδα της, η GM υποστηρίζει πως τα προγράμματα που αφορούν την τεχνολογία ενεργειακής εκμετάλλευσης του υδρογόνου αποτελούν σταθμό για την οικονομική και τεχνολογική ζωή. Για αυτόν το λόγο θεωρεί πως το αυτοκίνητο επανιδρύεται. Η GM έχει παρουσιάσει δύο μοντέλα αυτοκινήτων που κινούνται με κυψέλες καυσίμου: το Hy-wire και το AUTOnomy.

Το AUTOnomy είναι ένα αμάξι που κινείται με βάση την τεχνολογία κυψελών καυσίμου, ενώ το Hy-wire είναι ένα μοντέλο αυτοκινήτου που συνδυάζει την τεχνολογία αυτή με

⁸³ Πηγή: Άρθρο με τίτλο «GM's Billion-Dollar Bet» στην ιστοσελίδα του περιοδικού wire <http://www.wired.com/wired/>.

⁸⁴ Αγγλικό κείμενο: «We've been working on internal combustion engines for a hundred years, and conceptually they're the same as they ever were. The fuel cell is as big a change from the internal combustion engine as the internal combustion engine was from the horse.»

⁸⁵ Πηγή: Άρθρο στη σελίδα της GM <http://www.gm.com>, με τίτλο «Reinventing the Automobile with Fuel Cell Technology»

έναν πρωτοποριακό ηλεκτρονικό σχεδιασμό που προσφέρει την ευκαιρία για ριζική ανανέωση των αυτοκινήτων.

Εκτός αυτού, η GM έχει κάνει βήματα προόδου σε ζητήματα πολύ κεντρικά, όπως αυτό της αποθήκευσης σε περίπτωση χαμηλών θερμοκρασιών. Πράγματι, ένα από τα σοβαρότερα και πιο σύνθετα προβλήματα είναι αυτό της αποθήκευσης, όμως μετά από έρευνά της, η GM κατάφερε να δουλεύει ο κινητήρας στους -20 °C, ενώ μέσα σε 15'' μπορεί να αναπτύξει το 100% της ισχύος του.

9.9.2.2.2 Toyota

Η αναφορά στην Toyota αποτελεί αφορμή για την εξέταση ενός ενδιαφέροντος ζητήματος που απασχολεί και την ίδια την εταιρεία⁸⁶. Το ερώτημα είναι το ποια τεχνολογία υπερέχει, των υβριδικών αυτοκινήτων ή των αυτοκινήτων κυψελών καυσίμων.

Η άποψη που επικρατεί είναι πως στην παρούσα χρονική στιγμή, η τεχνολογία των υβριδικών αυτοκινήτων υπερτερεί. Σε επίπεδο απόδοσης, η κατάταξη των αυτοκινήτων βάση των κινητήρων που χρησιμοποιούν είναι η εξής:

1. Υβριδικό Αυτοκίνητο
2. Αυτοκίνητο που κινείται με κυψέλες καυσίμου
3. Κινητήρας Εσωτερικής Καύσης
4. Well-to-wheel Efficiency:

Η ανωτέρω κατάταξη βασίζεται στην πολύ ενδιαφέρουσα προσέγγιση της απόδοσης καυσίμων «well-to-wheel efficiency», που σημαίνει «απόδοση από την πηγή στον τροχό». Ο όρος σημαίνει το πόση απόδοση έχει η ενέργεια από τη στιγμή που αντλείται μέχρι τη στιγμή που χρησιμοποιείται για την κίνηση ενός αυτοκινήτου. Με αυτήν την

⁸⁶ Πηγή: <http://www.toyota.gr/> και <http://www.toyota.com/> .

προσέγγιση, δεν απομονώνεται η έννοια της απόδοσης σε αυτήν του καυσίμου από τη στιγμή που μπαίνει στον κινητήρα, αλλά από την αρχή του κύκλου ζωής του.

Ακολουθεί πίνακας⁸⁷ όπου συγκρίνεται η απόδοση του υβριδικού μοντέλου Prius της Toyota και ενός FCV της ίδιας εταιρείας.

Πίνακας 9.9-1: Πίνακας Σύγκρισης Απόδοσης Υβριδικού και FCV οχήματος Toyota

Όχημα	Απόδοση Παραγωγής Καυσίμου (Fuel Production Efficiency)	Απόδοση Οχήματος (Vehicle Efficiency)	Well to Wheel Efficiency 88
Hybrid: Υβριδικό (κινούμενο με βενζίνη): Toyota Prius	79%	37%	29%
Fuel Cell Vehicle (FCV): Αυτοκίνητο κινούμενο με Κυψέλες Καυσίμου (το υδρογόνο προέρχεται από φυσικό αέριο)	58%	38%	22%

Από τη σύγκριση φαίνεται πως η υβριδική τεχνολογία υπερέχει σε επίπεδο απόδοσης, κυρίως λόγω της Απόδοσης Παραγωγής Καυσίμου. Αν δεν ακολουθηθεί ο ολοκληρωμένος αυτός τρόπος προσέγγισης, τότε η σύγκριση θα έδειχνε μία μικρή υπεροχή των κυψελών καυσίμου (Απόδοση Οχήματος).

⁸⁷ Πηγή: άρθρο “Hybrid or Hydrogen” στην ιστοσελίδα της Toyota.

⁸⁸ Σημειώνεται ο τρόπος υπολογισμού της Well to Wheel Efficiency:

$$\text{Well to Wheel Efficiency} = \text{Fuel Production Efficiency} \times \text{Vehicle Efficiency}$$

Προσθέτοντας στην ανωτέρω ανάλυση τα προβλήματα που υπάρχουν στην διαδικασία αξιοποίησης του υδρογόνου, η Toyota υποστηρίζει την έρευνα στις εφαρμογές υδρογόνου, αλλά θεωρεί πως τα υβριδικά είναι η μόνη βιώσιμη μεσοπρόθεσμα λύση.

9.9.2.2.3 Honda

Μία άλλη ιαπωνική αυτοκινητοβιομηχανία, η Honda, πρόσφατα⁸⁹ ανακοίνωσε την έναρξη της λειτουργίας της νέας γραμμής παραγωγής του FCX Clarity, ενός αυτοκινήτου που κινείται με κυψέλες καυσίμου. Ο σχεδιασμός του αυτοκινήτου δεν δείχνει να είναι διαφορετικός από ένα συμβατικό μοντέλο, ωστόσο η εταιρεία έχει φροντίσει να ενισχύσει την καινοτομία των κυψελών καυσίμου και με άλλα χαρακτηριστικά, όπως οικολογικά υλικά, σύστημα ελέγχου της κατανάλωσης υδρογόνου και ευρύχωρη καμπίνα. Από τη άλλη πλευρά δεν έχει πρόβλεψη για ηχοσύστημα. Σε επίπεδο επιδόσεων, η μέγιστη ταχύτητά του φτάνει τα 160 χλμ/ώρα. Η λειτουργία του είναι αθόρυβη, ενώ σοβαρό πλεονέκτημα έναντι παλαιότερων πιλοτικών μοντέλων FCV είναι η σταθερότητα στο δρόμο.

Έμφαση δόθηκε και στην ασφάλεια του αυτοκινήτου κατά την κυκλοφορία του και κατά τον ανεφοδιασμό. Υπάρχει σύστημα που ελέγχει τυχόν διαρροή υδρογόνου, ώστε να απενεργοποιεί το σύστημα παροχής του και να απομονώνει τα ηλεκτρικά μέρη. Για τον ανεφοδιασμό, η βαλβίδα στο ντεπόζιτο είναι σχεδιασμένη ώστε να μην επιτρέπει αναστροφή της ροής. Σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό της σειράς FCX Clarity και ιδιαίτερα στις προδιαγραφές ασφαλείας, έπαιξε η τεχνογνωσία που έχει αποκτήσει η Honda από το μοντέλο φυσικού αερίου Civic GX NGV

Σημειώνεται πως το FCX Clarity είναι ο απόγονος των πρώτων μοντέλων FCV της Honda (FCX-V1, FCX-V2, FCX-V3 και FCX-V4, καθένα από τα οποία είχε βελτιώσεις σε επίπεδο αυτονομίας και συνθηκών λειτουργίας, ενώ το τελευταίο ήταν το πρώτο FCV της Honda που πωλήθηκε και χρησιμοποιήθηκε), που από το 1999 παρουσίαζε σε εκθέσεις αυτοκινήτων αλλά και δικές της.

⁸⁹ Στις 16 Ιουνίου 2008. Πηγή: η ιστοσελίδα της εταιρείας <http://automobiles.honda.com/>.

Η εταιρεία φρόντισε να προβάλλει τους πρώτους αγοραστές του νέου μοντέλου, οι οποίοι είναι γνωστοί καλλιτέχνες και επιχειρηματίες⁹⁰, οι οποίοι κατοικούν στην Καλιφόρνια. Η συνεργασία⁹¹ με πελάτες που κατοικούν στη συγκεκριμένη πολιτεία έχει σχέση με τα προγράμματα δημιουργίας υποδομών υδρογόνου σε αυτήν, διότι η κυκλοφορία των FCX θα πρέπει να υποστηρίζεται από σταθμούς ανεφοδιασμού.

Μία ενδιαφέρουσα, αλλά και ανεπαρκή (διότι δε μπορεί να εξασφαλίσει την χρησιμότητα των νέων αυτοκινήτων) λύση προσφέρει η Honda, υποστηρίζοντας την εγκατάσταση υποδομής ανεφοδιασμού στις κατοικίες των αγοραστών. Παράλληλα με την ανάπτυξη των μοντέλων FCX και σε συνεργασία με την Plug Power (εταιρεία που ασχολείται με εφαρμογές κυψελών καυσίμου), η Honda ανέπτυξε ένα σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας σε σπίτια, με βάση τις κυψέλες καυσίμου. Το παραγόμενο υδρογόνο παρέχεται και για τον ανεφοδιασμό του αυτοκινήτου, οπότε η ενέργεια λαμβάνεται όχι από κάποιον εξωτερικό φορέα, αλλά από το κύκλωμα παροχής ενέργειας του σπιτιού.

9.9.2.4 Αεροπλάνα και Πλοία Υδρογόνου

Οι μεταφορές δεν είναι μόνο χερσαίες, αλλά και θαλάσσιες και εναέριες. Οι μετακινήσεις πλωτών και εναέριων μέσων είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρες, κοστοβόρες και ρυπογόνες, οπότε είναι σημαντική η δοκιμή της τεχνολογίας κυψελών καυσίμου σε αυτά. Οι μεγάλες βιομηχανίες παραγωγής αεροσκαφών, σχεδιάζουν και κατασκευάζουν ήδη μοντέλα υδρογόνου:

⁹⁰ Πρόκειται για την πώληση πέντε μοντέλων σε γνωστούς αμερικανούς καλλιτέχνες που έχουν οικολογικό προφίλ και επιχειρηματίες που ασχολούνται με την τεχνολογία των κυψελών καυσίμου.

⁹¹ Χρησιμοποιείται ο όρος συνεργασία, διότι η αγορά αυτών των αυτοκινήτων δεν αποτελεί μία συνηθισμένη εμπορική πράξη. Οι πελάτες ουσιαστικά συμμετέχουν στο project και συνεργάζονται με τους τεχνικούς της Honda που φροντίζουν για τη συντήρηση και επιδιόρθωση τυχόν προβλημάτων, ακριβώς διότι το μοντέλο είναι πρωτοποριακό.

- Tupolev:

Η ρωσική εταιρεία Tupolev, το 1988 κατασκεύασε το δοκιμαστικό μοντέλο Tu-155 (παραλλαγή του Tu-154) που λειτουργούσε με υγρό υδρογόνο και ονομάστηκε Tu-156 όταν μετέτρεψαν τον κινητήρα του ώστε να καίει φυσικό αέριο.

- Boeing:

Η Boeing, σε συνεργασία με τη Ford, που έχει κατασκευάσει τον κινητήρα και την Aurora Flight Sciences, η οποία παρέχει τεχνογνωσία για το σχεδιασμό μη επανδρωμένων αεροσκαφών, κατασκεύασε το μοντέλο HALE. Το HALE είναι ένα μη επανδρωμένο αεροσκάφος, το οποίο έχει τη δυνατότητα να πετάει στα 65.000 πόδια, να μεταφέρει 900 kg, ενώ η αυτονομία τους φτάνει τις επτά μέρες πτήσης. Το HALE μπορεί να αξιοποιηθεί για λόγους στρατιωτικούς, κατασκοπευτικούς, αλλά και στις τηλεπικοινωνίες.

Επίσης, η Boeing σχεδιάζει το πρώτο επανδρωμένο αεροσκάφος κυβελών καυσίμου. Το κλειδί στην επιτυχία του είναι ο συνδυασμός των μπαταριών με τις κυψέλες υδρογόνου, καθώς οι πρώτες δίνουν την αρχική ενέργεια για την απογείωση και κατά τη διάρκεια του ταξιδιού επαναφορτίζονται.

- Airbus:

Η Airbus, η ευρωπαϊκή εταιρεία που αποτελεί και το βασικό ανταγωνιστή της Boeing, συνεργάστηκε με το γερμανικό κέντρο αεροναυπηγικής DLR και την Michelin, με αποτέλεσμα το σχεδιασμό του μοντέλου A320 της DLR. Το A320 δοκιμάστηκε επιτυχώς τον Φεβρουάριο του 2008, ενώ παρουσιάζεται σε εκθέσεις αεροναυπηγικής.

- Πλοία Υδρογόνου:

Παρότι η εισαγωγή των κυβελών καυσίμου στο σχεδιασμό των αυτοκινήτων είναι η πιο απτή για το κοινό εφαρμογή, ενώ η εισαγωγή τους στον αεροναυπηγικό σχεδιασμό είναι η πιο δύσκολη λόγω των ενεργειακών απαιτήσεων, εξίσου σημαντική είναι η έρευνα που αφορά τις θαλάσσιες μεταφορές.

Έχουν αναπτυχθεί μοντέλα σκαφών που κινούνται αποκλειστικά με κυψέλες καυσίμου (π.χ. το Xperiance, που είναι θαλάσσιο ταξί), ιστιοπλοϊκά (όπως το Yacht XV 1, το

οποίο υποστηρίζεται από μηχανή κυψελών καυσίμου) και υποβρύχια (όπως το γερμανικό submarine 212, του οποίου το σύστημα πλοήγησης στηρίζεται σε κυψέλες καυσίμου).

9.9.2.3 Εταιρείες Υδρογόνου

Εκτός από τις εδραιωμένες εταιρείες στην αγορά ενέργειας, υπάρχουν και αυτές που εξειδικεύονται στις τεχνολογίες υδρογόνου. Ενώ δεν διαθέτουν τις δομές και τα κεφάλαια των πετρελαϊκών και των αυτοκινητοβιομηχανιών, αντλούν τη δυναμική τους από τα εξής χαρακτηριστικά τους:

- Έχουν δημιουργηθεί μόνο για την ανάπτυξη και την εμπορική εκμετάλλευση εφαρμογών υδρογόνου, οπότε ολόκληρη η παραγωγικότητά τους είναι προσανατολισμένη στο υδρογόνο.
- Εξειδικεύονται σε συγκεκριμένες εφαρμογές και αποκτούν τεχνογνωσία σε συγκεκριμένα ζητήματα.
- Συμμετέχουν στα σχέδια που εκπονούν τα κράτη σε συνεργασία με τις μεγάλες εταιρείες ενέργειας και τις αυτοκινητοβιομηχανίες.

Ακολουθούν παραδείγματα τέτοιων εταιρειών, με τη σημείωση πως κυρίως υπάρχουν σε χώρες που επενδύουν στον τομέα, όπως ο Καναδάς και η Ισλανδία.

9.9.2.3.1 *Ballard Power Systems*

Η Ballard⁹² είναι μία канаδική εταιρεία που αναπτύσσει εφαρμογές υδρογόνου και συνεργάζεται με επιχειρήσεις που τις αξιοποιούν στην παραγωγή αλλά και εμπορικά. Σε κάποια από τα προγράμματα που αναφέρθηκαν, όπως το Cute και το Ectos, η Ballard συμμετέχει παρέχοντας την τεχνογνωσία για την λειτουργία κινητήρων βασισμένων στις κυψέλες καυσίμων.

⁹² Πηγή: η ιστοσελίδα της Ballard www.ballard.com .

Η Ballard είναι σημαντική εταιρεία στον κλάδο, καθώς εκτός των εφαρμογών που αξιοποιούνται σε αυτοκίνητα και τη συμμετοχή της σε μεγάλα προγράμματα, έχει επεκτείνει τη δραστηριότητά της σε πολλές εφαρμογές κυψελών καυσίμου: κλιματισμός, ηλεκτρικές συσκευές, μηχανήματα κ.α. .

AFCC (Automotive Fuel Cell Cooperation Corp):

Η Ballard, σε συνεργασία με τη Ford και τη Daimler, ίδρυσαν την AFCC (Automotive Fuel Cell Cooperation Corp) το 2008. Η Daimler AG κατέχει το 50,1%, η Ford Motor Company το 30% και η Ballard Power Systems το 19,9%. Στόχος της εταιρείας είναι η ανάπτυξη εφαρμογών υδρογόνου σε αυτοκίνητα, ενώ η Ballard διατηρεί το δικαίωμα να χρησιμοποιεί τα αποτελέσματα των ερευνών της AFCC σε εφαρμογές που δε σχετίζονται με αυτοκίνητα.

Η Daimler AG, αξιοποιώντας τα ευρήματα της AFCC, έχει δημιουργήσει ένα μικρό στόλο οχημάτων Mercedes-Benz A-Class, τροποποιημένων ώστε να λειτουργούν με υδρογόνο και τα οποία κυκλοφορούν στη Γερμανία, την Ιαπωνία, την Σιγκαπούρη και τις Η.Π.Α. Επίσης, ειδικά τροποποιημένα ημιφορτηγά τύπου Sprinter, ανήκουν στην εταιρεία UPS και παραδίδουν δέματα. Συνολικά, κυκλοφορούν περίπου 100 οχήματα σε όλο το κόσμο της Daimler AG, βασιζόμενα στην τεχνολογία που έχει αναπτύξει η AFCC.

Ebara Ballard Corporation:

Η Ballard έχει αναπτύξει τη δραστηριότητά της και στην Ιαπωνία, δημιουργώντας την Ebara Ballard Corporation σε συνεργασία με την Ebara Corporation, που αποτελεί εταιρεία παραγωγής εξειδικευμένων μηχανημάτων. Προμηθευτές και άμεσοι συνεργάτες της Ebara Ballard Corporation είναι οι εταιρείες φυσικού αερίου Tokyo Gas και πετρελαίου Nippon Oil.

9.9.2.3.2 *Hydrogenics Corporation*

Η Hydrogenics⁹³ είναι επίσης μία από τις πρώτες επιχειρήσεις που δραστηριοποιήθηκαν στον τομέα του υδρογόνου και αποτελεί μία από τις ηγέτιδες. Το στοιχείο που διαφοροποιεί την θεώρησή της σε σχέση με άλλες εταιρείες του κλάδου, είναι πως έχει μία πιο στοχευμένη κατεύθυνση στα προϊόντα που αναπτύσσει. Θεωρεί πως η καθιέρωση του υδρογόνου ως καυσίμου καθυστερεί διότι η έρευνα επικεντρώνεται στην εφαρμογή των κυψελών καυσίμου σε αυτοκίνητα.

Παρότι η πιο προφανής και δομική αλλαγή που μπορεί να φέρει το υδρογόνο είναι στις μεταφορές, υπάρχει ένα πλήθος εφαρμογών που δύνανται να αποτελέσουν τα εφαλτήρια για την εδραίωσή του στην αγορά. Έτσι, η Hydrogenics επενδύει πρωτίστως σε αυτές τις εφαρμογές, προσπαθώντας να αποκτήσει το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των υπόλοιπων εταιρειών για να καταστεί κυρίαρχη στο κομμάτι της αγοράς που ανοίγει πρώτο. Ουσιαστικά δεν αμελεί τις εφαρμογές που σχετίζονται με τις μεταφορές, αλλά εκμεταλλεύεται την τεχνογνωσία της στον τομέα των αυτοκινήτων, όπου βρίσκεται το σημαντικότερο τμήμα του ανταγωνισμού.

Έτσι, η δράση της κινείται σε δύο βασικούς άξονες: στην έρευνα και την εμπορία μικρών εφαρμογών και στη συμμετοχή σε σχέδια που εκπονούνται σε συνεργασία με κράτη και εταιρείες.

⁹³ Πηγή: η ιστοσελίδα της Hydrogenics: www.hydrogenics.com

10. Προοπτικές εκμετάλλευσης του Υδρογόνου

Η συζήτηση για το υδρογόνο δεν αφορά μία σίγουρη προοπτική, αλλά εμπεριέχει το στοιχείο της αβεβαιότητας. Ενώ τα χαρακτηριστικά του υδρογόνου ως καυσίμου ευνοούν την ανάπτυξη και κυριαρχία της τεχνολογίας του, αυτό δεν είναι δυνατόν να συμβεί αν δεν ξεπεραστούν βασικές τεχνικές δυσκολίες και το κόστος των νέων εφαρμογών δεν γίνει ανταγωνιστικό των υπαρχουσών.

Ακολουθεί αναφορά στα σημαντικότερα σημεία ολόκληρης της ανάλυσης που έχει προηγηθεί, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα και να προσδιοριστούν οι προοπτικές του υδρογόνου στο μέλλον. Αρχικά αναλύονται οι λόγοι που ευνοούν την είσοδο του υδρογόνου στην αγορά ενέργειας και ακολουθούν τα εμπόδια σε αυτήν την κατεύθυνση.

10.1 Λόγοι που ευνοούν την είσοδο του υδρογόνου στην αγορά:

1. Οι συνέπειες της χρήσης των ορυκτών καυσίμων, που δεν απασχολούν πια μόνο την πλευρά των οικολόγων, αλλά μεγάλο μέρος της παγκόσμιας κοινής γνώμης. Καθοριστικό είναι το γεγονός πως οι συνέπειες έχουν αρχίσει να γίνονται απτές⁹⁴ με τη μορφή των κλιματικών αλλαγών, αλλά και να αποκτούν χρηματική διάσταση με τη μορφή του κόστους αποκατάστασης ζημιών που επιφέρουν.

Επιπρόσθετα, η προοπτική εξάντλησης του πετρελαίου και περιορισμού των αποθεμάτων του σε μουσουλμανικές χώρες, τη στιγμή που ο σημαντικότερος κάτοχος κοιτασμάτων φυσικού αερίου είναι η Ρωσία, η συνεχής αύξηση της τιμής του πετρελαίου σε μη αναμενόμενα επίπεδα και η ταυτόχρονη αύξηση της ζήτησης ενέργειας από τις αναπτυσσόμενες οικονομίες της Ινδίας και της Κίνας, αποτελούν βασικούς οικονομικούς και γεωπολιτικούς λόγους που ωθούν την παγκόσμια κοινότητα να στρέφεται σε άλλες λύσεις.

⁹⁴ Σύμφωνα με την κρατούσα πάντα θεωρία, αφού υπάρχει και η άποψη πως οι κλιματικές αλλαγές δεν σχετίζονται με την ανθρώπινη δραστηριότητα

Άρα, το πρώτο συμπέρασμα είναι πως δημιουργείται ένα κενό στην αγορά ενέργειας και άρα μία ευκαιρία για το υδρογόνο να το καλύψει.

2. Αρκετές χώρες επενδύουν σε μορφές ενέργειας διαφορετικές από τα ορυκτά καύσιμα. Οι λύσεις αυτές όμως από μόνες τους είναι ανεπαρκείς, διότι δεν καλύπτουν την κατανάλωση ενέργειας του κλάδου μεταφορών. Η πυρηνική ενέργεια όπως και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολική, ηλιακή, γεωθερμική κλπ.) είναι χρήσιμες στην περίπτωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για οικιακή και βιομηχανική χρήση, αλλά δεν αντικαθιστούν το πετρέλαιο. Τα βιοκαύσιμα μπορούν να καλύψουν αυτήν την ανάγκη, αλλά όπως έχει αναλυθεί δεν αποτελούν συμφέρουσα λύση.

Κατά συνέπεια, η επένδυση σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας αποτελεί μόνο το ένα κομμάτι της λύσης του ενεργειακού προβλήματος, που θα πρέπει να συμπληρωθεί από ένα καύσιμο στο οποίο η παραγόμενη ενέργεια θα αποθηκεύεται και θα χρησιμοποιείται. Το υδρογόνο μπορεί να επιτελέσει αυτήν ακριβώς τη λειτουργία, καθώς δεν είναι πρωτογενής πηγή ενέργειας, αλλά καύσιμο.

Ανταγωνιστική τεχνολογία σε αυτήν την περίπτωση είναι αυτή των υβριδικών αυτοκινήτων που κινούνται με ηλεκτρισμό, ο οποίος μπορεί να προέλθει από τις προαναφερθείσες πηγές.

Προκύπτει κατά συνέπεια το δεύτερο συμπέρασμα: το υδρογόνο, αν και δε μπορεί να αποτελέσει από μόνο του λύση στο ενεργειακό πρόβλημα, μπορεί να αποτελέσει μέρος αυτής συμπληρώνοντας τις πηγές ενέργειας.

3. Τα χαρακτηριστικά που συγκεντρώνει το υδρογόνο ως καύσιμο, το καθιστούν ιδανικό για να αποτελέσει βασικό κομμάτι της λύσης του ενεργειακού προβλήματος:

- Σε οικολογικό επίπεδο, το υδρογόνο είναι καύσιμο με υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο, η καύση του είναι καθαρή, η παραγωγή του μπορεί να είναι καθαρή και αποκεντρωμένη.
- Σε οικονομικό και γεωπολιτικό επίπεδο, η αποκεντρωμένη παραγωγή του υδρογόνου και ο συνδυασμός του με πηγές ενέργειας εκτός των ορυκτών καυσίμων, μπορεί να βοηθήσει στην απεξάρτηση του κόσμου από συγκεκριμένες περιοχές.

Άρα, σαν ένα τρίτο συμπέρασμα, προκύπτει πως οι ιδιότητές του και τα χαρακτηριστικά της ενεργειακής χρήσης του το καθιστούν ιδιαίτερα ελκυστικό

4. Το υδρογόνο και οι εφαρμογές του δεν αποτελούν ένα φανταστικό οικολογικό σενάριο, αλλά μία πραγματικότητα που υφίσταται και αναπτύσσεται. Παρά τα όποια τεχνολογικά προβλήματα και το υψηλό κόστος, οι εφαρμογές υδρογόνου φεύγουν από τα εργαστήρια και εισέρχονται στην αγορά.

Το υδρογόνο εισέρχεται στην αγορά σε δύο άξονες:

- Προγράμματα που έχουν αναπτυχθεί για να εισάγουν την τεχνολογία υδρογόνου στις μεταφορές
- Ανάπτυξη μικροεφαρμογών όπου οι κυψέλες καυσίμου αντικαθιστούν τις μπαταρίες (φορητοί υπολογιστές, ηλεκτρικές συσκευές, τηλεκατευθυνόμενα κλπ.)

Τα προγράμματα που εισάγουν την τεχνολογία του υδρογόνου στις μεταφορές και που έχουν αναπτυχθεί σε αρκετές περιοχές του κόσμου και αποτελούν μία συνεργασία κρατών, τοπικής αυτοδιοίκησης, επιχειρήσεων ενέργειας, αυτοκινητοβιομηχανιών και εταιρειών υδρογόνου, έχουν τους εξής στόχους:

- Δημιουργία πρώιμης αγοράς
- Δοκιμή της νέας τεχνολογίας
- Δημιουργία υποδομής για τα αυτοκίνητα υδρογόνου (σταθμών ανεφοδιασμού, τεχνικής υποστήριξης)
- Δημιουργία γραμμής μαζικής παραγωγής αυτοκινήτων υδρογόνου και άρα οικονομιών κλίμακας που θα μειώσουν το κόστος παραγωγής.

Παράλληλα με τα αυτοκίνητα υδρογόνου που αποτελούν τη σημαντικότερη, ίσως, εφαρμογή των κυψελών καυσίμου, υπάρχουν και άλλες, μικρότερες εφαρμογές, που σαν βασικό στόχο έχουν την υποκατάσταση των μπαταριών. Επίσης, η τεχνολογία των κυψελών καυσίμου χρησιμοποιείται σε οικιακή και βιομηχανική χρήση, καθώς μπορεί

να εξασφαλίσει τη συνεχή ροή ενέργειας που οι Α.Π.Ε. δε μπορούν.

Συμπέρασμα 4^ο: Οι εφαρμογές που έχουν ήδη αναπτυχθεί αποδεικνύουν πως η καθιέρωσή του είναι δυνατή, ενώ είναι σημαντικό πως παράγεται ήδη (έστω για βιομηχανική και όχι ενεργειακή χρήση).

10.2 Λόγοι που εμποδίζουν την είσοδο του υδρογόνου στην αγορά:

Παρά τα πλεονεκτήματα του υδρογόνου και του γεγονότος πως τα πρώτα βήματα στην εισαγωγή του στην αγορά συντελούνται, θα πρέπει να γίνουν συγκεκριμένα βήματα για να εισέλθει επιτυχημένα στην αγορά ενέργειας:

1. Αρχικά, θα πρέπει να υπερπηδηθούν τα προβλήματα στην αλυσίδα χρήσης του, δηλαδή στην παραγωγή, αποθήκευση, διανομή και μετατροπή (καύση) του. Επίσης, είναι σημαντικό να γίνει περαιτέρω έρευνα προκειμένου να διασφαλιστούν οι συνθήκες ασφάλειας χρήσης του υδρογόνου και ιδιαίτερα της διαδικασίας ανεφοδιασμού.

Σε επίπεδο παραγωγής, υπάρχουν αρκετές μέθοδοι, οι οποίες διαρκώς βελτιώνονται, ωστόσο θα πρέπει να μειωθεί το κόστος και να αυξηθεί η απόδοσή τους. Η αποθήκευση υδρογόνου παρουσιάζει δυσκολίες λόγω του μεγάλου αποθηκευτικού χώρου που απαιτεί, ενώ η καύση του και η παραγωγή ενέργειας γίνεται με τις κυψέλες καυσίμου, που παρουσιάζουν προβλήματα αξιοπιστίας.

Συμπέρασμα 5^ο: Κεντρικός στόχος για να μπορέσει να εισέλθει επιτυχημένα η τεχνολογία υδρογόνου στην αγορά, είναι η επίλυση των βασικών λειτουργικών προβλημάτων της διαδικασίας εκμετάλλευσης του υδρογόνου.

2. Σημαντικό εμπόδιο για την εδραίωση του υδρογόνου στην αγορά ενέργειας αποτελεί το υψηλό κόστος των εφαρμογών του. Άρα, κεντρικό στόχο αποτελεί η μείωση του κόστους παραγωγής και κατά συνέπεια της τιμής των εφαρμογών υδρογόνου, ιδιαίτερα των αυτοκινήτων. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να λυθεί μόνο με τη μαζική παραγωγή μοντέλων FCV (όπως το FCX Clarity) και με την επέκταση προγραμμάτων όπως αυτό της Καλιφόρνιας (όπου όπως έχει αναφερθεί, υπολογίζεται πως το κόστος κατασκευής θα μειωθεί με την παραγωγή 20.000 αυτοκινήτων).

Υπάρχει μία αντιστοιχία μεταξύ της ιστορίας του κινητήρα εσωτερικής καύσης και των

κυβελών καυσίμου. Μεταξύ της κατοχύρωσης της ευρεσιτεχνίας του κινητήρα εσωτερικής καύσης το 1879 από τον Μπέντς (Benz) και την παραγωγή 25 οχημάτων για εμπορική χρήση μέχρι το 1893⁹⁵ από τον ίδιο, μεσολάβησαν 24 χρόνια ερευνών και προσπαθειών για την εδραίωση της νέας, για την εποχή, τεχνολογίας. Και πάλι όμως, το υψηλό κόστος και τα τεχνικά προβλήματα του αυτοκινήτου δεν επέτρεψαν την επέκταση της αγοράς του.

Μόνο όταν το 1905 ο Χένρι Φόρντ (Henry Ford) σχεδίασε και έφερε στο εμπόριο το πρώτο τυποποιημένο και με χαμηλό κόστος μοντέλο, μπόρεσε το αυτοκίνητο να εισέλθει δυναμικά στην αγορά των μεταφορών και να τη μετασχηματίσει πλήρως. Αντιστοίχως, λοιπόν, τα αυτοκίνητα κυβελών καυσίμου είναι λογικό να παρουσιάζουν τεχνικά προβλήματα και να έχουν υψηλό κόστος, αλλά μόνο η εισαγωγή στην αγορά ενός μοντέλου όπως το πρώτο Ford μπορεί να αμβλύνει αυτά τα μειονεκτήματα.

Οι πολέμιοι του υδρογόνου υποστηρίζουν πως δεν είναι ζήτημα οικονομιών κλίμακας η μείωση του κόστους παραγωγής των αυτοκινήτων υδρογόνου. Επίσης, λέγεται πως η σύγκριση της τεχνολογίας των κυβελών καυσίμου και του κινητήρα εσωτερικής καύσης αδικεί τον δεύτερο, διότι πρόκειται για τεχνολογία ανεπτυγμένη εδώ και έναν αιώνα, τη στιγμή που η βασική έρευνα για το υδρογόνο γίνεται στις μέρες μας.

Αντιστοίχως όμως, θα πρέπει να ισχύει πως δεν είναι συγκρίσιμο το κόστος των εφαρμογών υδρογόνου που βρίσκονται σε στάδιο ανάπτυξης και εισαγωγής στην αγορά, με αυτές που παράγονται σε μεγάλη κλίμακα και με βάση την υπάρχουσα τεχνολογία.

Συμπέρασμα 6^ο: Η μείωση του κόστους παραγωγής των νέων εφαρμογών και ιδιαίτερα των αυτοκινήτων, θα επιτευχθεί μόνο εφόσον παραχθούν μαζικά και για εμπορική χρήση μοντέλα.

3. Ακόμα και εάν εκπληρωθούν οι συνθήκες αντιμετώπισης των τεχνικών προβλημάτων και μειωθεί η τιμή των νέων εφαρμογών, υπάρχει ένα σοβαρό εμπόδιο στην εισαγωγή του υδρογόνου στην αγορά, ιδιαίτερα στον κλάδο των μεταφορών. Η

⁹⁵ Πηγή: Άρθρο για το αυτοκίνητο στην el.wikipedia.org.

υπάρχουσα υποδομή, η οποία μάλιστα δημιουργείται διαρκώς τα τελευταία 150 χρόνια, έχει σχεδιαστεί και δομηθεί προκειμένου να εξυπηρετήσει την οικονομία των ορυκτών καυσίμων. Ένας ιστός αξίας τρισεκατομμυρίων ευρώ, που αποτελείται από το σύστημα παραγωγής, διανομής και χρήσης ενέργειας (εργοστάσια, διυλιστήρια, πλατφόρμες άντλησης πετρελαίου, σταθμούς ανεφοδιασμού κλπ.) θα πρέπει να αντικατασταθεί από κατάλληλη υποδομή που να υποστηρίζει τη νέα τεχνολογία.

Όπως δείχνει και το παράδειγμα της προώθησης του FCX Carity από τη Honda, δεν είναι εφικτό να χρησιμοποιηθούν εφαρμογές αν δεν υποστηρίζονται από συγκεκριμένη υποδομή. Ιδιαίτερα για τα μεταφορικά μέσα (εναέρια, θαλάσσια και επίγεια), είναι προφανές πως η χρήση υδρογόνου απαιτεί την αντικατάστασή τους από καινούργια με κυψέλες καυσίμου, τη δημιουργία σταθμών ανεφοδιασμού και την παροχή τεχνικής υποστήριξης.

Συμπέρασμα 7^ο: Δεν αρκεί να ξεπεραστούν τεχνικά προβλήματα στην αλυσίδα χρήσης του υδρογόνου και να μειωθεί το κόστος των εφαρμογών του, αλλά επιπλέον πρέπει να αντικατασταθεί η υπάρχουσα υποδομή από αντίστοιχη που να υποστηρίζει το υδρογόνο.

10.3 Το Μέλλον του Υδρογόνου

Ουσιαστικά, η ανάλυση που προηγήθηκε αναδεικνύει δύο πραγματικότητες:

Από τη μία πλευρά, υπάρχει η πλευρά των επιστημόνων, των πολιτικών και των επιχειρηματιών, που υποστηρίζουν τη τεχνολογία των κυψελών καυσίμου, επενδύουν σε αυτή και υλοποιούν σχέδια που την εισάγουν στην αγορά. Αντιλαμβάνονται τις δυσκολίες και τα εμπόδια στο δρόμο του υδρογόνου, αναγνωρίζουν όμως τα μοναδικά χαρακτηριστικά του και βλέπουν σε αυτό την επόμενη τεχνολογική, κοινωνική και οικονομική επανάσταση, που μπορεί να αλλάξει τις δομές του σύγχρονου κόσμου και να δημιουργήσει σοβαρές ευκαιρίες επιχειρηματικής δράσης.

Στον αντίποδα, υπάρχουν οι πολέμιοι του υδρογόνου, που στηρίζουν τη δυσπιστία τους στα τεχνολογικά προβλήματα, το υψηλό κόστος και στις ανταγωνιστικές τεχνολογίες. Σε κάθε περίπτωση, η απόφαση για το αν θα επενδύσει μία χώρα ή μία εταιρεία στο υδρογόνο πρέπει να ληφθεί με επιστημονικά και οικονομικά κριτήρια και

θα είναι υποκειμενική.

Η δημιουργία του Hydrogen Highway και όλων των υποδομών που θα στηρίξουν τη νέα τεχνολογία είναι ένα στοίχημα της επιστημονικής και επιχειρηματικής κοινότητας, που απαιτεί όραμα, κεφάλαια και πρόοδο σε όλα τα επίπεδα. Διαφαίνεται η χρησιμότητα των προγραμμάτων που εισάγουν το υδρογόνο στην αγορά και τα οποία δημιουργούν:

- τις συνθήκες όπου δοκιμάζονται οι νέες τεχνολογίες ώστε να βελτιωθούν
- τις πρώτες υποδομές για την στήριξή τους
- τις προϋποθέσεις για την μαζική παραγωγή και εμπορική εκμετάλλευσή τους
- την ευκαιρία για την πρώτη επαφή της κοινής γνώμης με τη τεχνολογία των κυψελών καυσίμου.

Το γεγονός όμως, πως η εποχή των ορυκτών καυσίμων φτάνει (και είναι συμφέρον να φτάσει) στο τέλος της, σε συνδυασμό με τις ευκαιρίες ανάπτυξης που δημιουργεί η μετάβαση σε ένα νέο ενεργειακό καθεστώς, τοποθετεί το υδρογόνο ως ένα πολύ πιθανό κομμάτι της λύσης του ενεργειακού προβλήματος.

Το ενεργειακό μέλλον σε αυτήν την περίπτωση, θα περιλαμβάνει μία αλυσίδα παραγωγής, διανομής και χρήσης ενέργειας, όπου τον ρόλο της πρωτογενούς πηγής θα παίζει η πυρηνική ενέργεια, οι Α.Π.Ε. ή κάποιο ορυκτό καύσιμο, ενώ τον ρόλο του καυσίμου θα έχει το υδρογόνο. Κάθε χώρα μπορεί με αυτόν τον τρόπο να κάνει τις στρατηγικές της επιλογές στο κρίσιμο τομέα της ενέργειας και να αυτονομείται ενεργειακά καταμερίζοντας τους τρόπους παραγωγής της.

Ουσιαστικά, κάθε κράτος θα αριστοποιεί τον τρόπο παραγωγής ενέργειας, επιλέγοντας ανάμεσα σε εγχώριους και εισαγόμενους πόρους (Α.Π.Ε., ορυκτά καύσιμα και πυρηνική ενέργεια) και αποθηκεύοντας σε υδρογόνο. Η ιδανική περίπτωση θα είναι ο συνδυασμός πυρηνικής ενέργειας, προερχόμενης από πυρηνική σύντηξη και υδρογόνου, αλλά αυτό είναι ένα αβέβαιο σενάριο με δύο βασικές απαιτήσεις:

- Επιτυχή εισαγωγή του υδρογόνου στην αγορά

- Επιτυχία του προγράμματος ITER

10.3.1 Το όραμα της Οικονομίας Υδρογόνου

Έχουν εκτενώς αναλυθεί τα πλεονεκτήματα της χρήσης του υδρογόνου, αλλά είναι χρήσιμο να γίνει μία νύξη στο όραμα των θερμότερων υποστηρικτών του υδρογόνου, που αναλύεται στο βιβλίο «Η Οικονομία Υδρογόνου» του Τζέρεμι Ρίφκιν. Πέραν των επενδύσεων και της τεχνολογικής προόδου που απαιτούνται για την εφαρμογή της τεχνολογίας ενεργειακής εκμετάλλευσης του υδρογόνου, αλλά και των οικονομικών, κοινωνικών και γεωπολιτικών πλεονεκτημάτων που θα μπορούσε να φέρει η περίληψη του υδρογόνου στη λύση του ενεργειακού προβλήματος, υπάρχει και μία ακόμα διάσταση αυτής της εξέλιξης.

Αναφέρθηκε ότι η παραγωγή του υδρογόνου μπορεί να είναι αποκεντρωμένη, αλλά αυτή η ενεργειακή αυτονομία έχει διάφορα επίπεδα:

- Κάθε χώρα (π.χ. Ισλανδία) μπορεί να χρησιμοποιεί πρωτογενείς πηγές ενέργειας ανάλογα με τους φυσικούς της πόρους.
- Θα μπορούσε όμως και μία μικρότερη κοινότητα να αυτονομηθεί ενεργειακά: αν για παράδειγμα οι κάτοικοι ενός νησιού εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκές συστοιχίες και ανεμογεννήτριες, τότε αποθηκεύοντας την παραγόμενη ενέργεια σε υδρογόνο μπορούν να υποστηρίξουν πλήρως τις ενεργειακές τους ανάγκες ή και να γίνουν πωλητές ενέργειας.
- Σε ακόμα μικρότερη κλίμακα, ένα νοικοκυριό μπορεί να εγκαταστήσει φωτοβολταϊκό σύστημα, να αποθηκεύει την παραγόμενη ενέργεια σε υδρογόνο και να τροφοδοτεί με αυτήν τις ενεργειακές ανάγκες οικιακής κατανάλωσης και μεταφοράς του (όπως προτείνει το σχέδιο της Honda για την υποστήριξη του FCX Clarity).

Σημειώνεται ότι ο ανωτέρω συλλογισμός προϋποθέτει τεχνολογική πρόοδο και μείωση του κόστους των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών.

Άρα, στην περίπτωση που καταστεί δυνατόν να υπάρχει ένα τέτοιο επίπεδο ανεξαρτησίας, οι εταιρείες δεν είναι παραγωγοί και πάροχοι ενέργειας, αλλά θα

κατασκευάζουν, θα πωλούν και θα συντηρούν τα μηχανήματα που την παράγουν, την αποθηκεύουν και την καταναλώνουν. Τότε, η φύση του ενεργειακού καθεστώτος θα αλλάξει ριζικά και πιθανότατα η δομή της κοινωνίας και της οικονομίας.

Η ενέργεια θα διαχέεται σε ένα παγκόσμιο ιστό, όπου κάθε πολίτης ή επιχείρηση θα μπορεί να παράγει ενέργεια και ανάλογα με τις ανάγκες του να λειτουργεί ως αγοραστής ή πωλητής. Ο Ρίφκιν παρομοιάζει τον νέο σύστημα, σε επίπεδο δράσης κάθε μεμονωμένης οικονομικής μονάδας και δομής, με αυτό του Παγκόσμιου Ιστού (Internet).

Πρόκειται για ένα δημοκρατικότερο σύστημα διαχείρισης της ενέργειας, που ακριβώς επειδή η ενέργεια είναι τόσο βασικό αγαθό, οδηγεί σε ένα δημοκρατικότερο οικονομικό και κοινωνικό σύστημα. Πράγματι, η συζήτηση για την ενέργεια και το καθεστώς των ορυκτών καυσίμων αφορά μόνο τον ανεπτυγμένο κόσμο, τη στιγμή που περίπου δύο δισεκατομμύρια άνθρωποι έχουν πρόσβαση μόνο στις παραδοσιακότερες μορφές ενέργειας. Ένας βασικός λόγος είναι πως η δημιουργία της υποδομής του συστήματος διαχείρισης της ενέργειας απαιτεί μεγάλες επενδύσεις, ενώ και οι πρώτες ύλες (π.χ., πετρέλαιο) που τροφοδοτούν αυτό το σύστημα είναι πολύ ακριβές για κάποιες χώρες⁹⁶.

Βεβαίως, αυτό το όραμα είναι μακροπρόθεσμο και προϋποθέτει τη μετάβαση από την εποχή των ορυκτών καυσίμων σε αυτήν του υδρογόνου. Η μετάβαση αυτή πρέπει να περάσει από πολλά στάδια, αφού πρώτα επιλυθούν τα τεχνικά και οικονομικά προβλήματα που έχουν αναλυθεί. Ακόμα, όμως και τότε, η μορφή του νέου ενεργειακού χάρτη θα καθοριστεί από τις κεντρικές επιλογές της κοινωνίας, που έχουν και τεχνολογική διάσταση. Τίθενται δηλαδή ερωτήματα όπως:

- Η εκμετάλλευση της πρωτογενούς ενέργειας θα γίνεται κεντρικά ή όχι; Συμφέρει, για παράδειγμα, ένας οικισμός να τροφοδοτείται από μία μεγάλη εγκατάσταση παραγωγής ενέργειας (αιολικό ή φωτοβολταϊκό πάρκο) ή αυτό μπορεί να γίνει ανεξάρτητα σε κάθε σπίτι.

⁹⁶ Σημειώνεται πως ένα μεγάλο μέρος του χρέους των αναπτυσσόμενων οικονομιών έχει προκύψει από τις δαπάνες για εισαγωγή πετρελαίου.

- Η παραγωγή του υδρογόνου θα γίνεται σε κάποιο εργοστάσιο παραγωγής, στους σταθμούς ανεφοδιασμού ή στις ιδιωτικές εγκαταστάσεις; Η απάντηση στο ερώτημα σχετίζεται και με το ποια από τις μεθόδους παραγωγής του θα επικρατήσει.

Η απάντηση σε αυτό το ερώτημα είναι πρόσκαιρο να δοθεί στον παρόντα χρόνο. Η προοπτική όμως μετάβασης στην Οικονομία Υδρογόνου δεν αφήνει αδιάφορα ούτε τα κράτη, αλλά ούτε τις μεγάλες εταιρείες του κλάδου της ενέργειας και των μεταφορών. Η δράση και ο στρατηγικός σχεδιασμός σε αυτό το επίπεδο θα καθορίσουν τον χρόνο όπου τεχνολογικά και οικονομικά θα μπορεί να δοθεί μία απάντηση για το αν το υδρογόνο είναι πράγματι το καύσιμο του μέλλοντος.

10.4 Το Υδρογόνο στην Ελλάδα

Το ενεργειακό καθεστώς της Ελλάδας δεν ακολουθεί κάποια από τις σύγχρονες τάσεις. Τη στιγμή που αρκετές χώρες, μεταξύ των οποίων και οι γειτονικές Ιταλία, Βουλγαρία και Τουρκία, επενδύουν σε πυρηνικά εργοστάσια και η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δώσει χρονικό όριο για τη μείωση της εξάρτησης από τα ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα, ενώ χώρες όπως η Ισπανία και Γερμανία επενδύουν στην Έρευνα και Ανάπτυξη των Α.Π.Ε., η Ελλάδα προγραμματίζει την ίδρυση νέων μονάδων επεξεργασίας λιθάνθρακα.

Στόχος αυτής της πολιτικής είναι η αξιοποίηση των εθνικών πόρων, αλλά έχει ως συνέπεια την αποτυχία επίτευξης των ευρωπαϊκών στόχων, τη στιγμή που το περιβάλλον των τοπικών κοινωνιών θα επιβαρυνθεί επικίνδυνα. Εν τέλει, η Ελλάδα θα επιβαρυνθεί με πρόστιμα και θα υποχρεωθεί να αγοράσει δικαιώματα ρύπων. Ταυτόχρονα, η ανεπαρκής επιστημονική έρευνα σε τεχνολογίες αιχμής σε πανεπιστημιακό και επιχειρηματικό επίπεδο αποκλείει την χώρα από τις παγκόσμιες εξελίξεις.

Αποτέλεσμα αυτών, είναι να φτάνει στην κοινή γνώμη μόνο ο απόηχος της παγκόσμιας συζήτησης για το ενεργειακό πρόβλημα και να μην ανοίγει καν ο διάλογος για λύσεις όπως η πυρηνική ενέργεια και οι νέες τεχνολογίες. Κοινοτική δημοσκόπηση που έγινε σε όλες τις χώρες - μέλη, κατέδειξε πως το 79% των Ελλήνων είναι αντίθετο στην ίδρυση πυρηνικών εργοστασίων, έναντι του 45% που αποτελεί το κοινοτικό μέσο όρο. Άρα, ενώ στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες η κοινή γνώμη είναι μοιρασμένη στο

συγκεκριμένο θέμα, στην Ελλάδα είναι συντριπτικά αντίθετη. Αυτό δεν είναι κατ' ανάγκη αρνητικό, εφόσον όμως η άποψη προέρχεται ως απόρροια μίας γενικευμένης συζήτησης και ενημέρωσης. Στην προκειμένη περίπτωση αυτό δε συμβαίνει.

Ακολουθεί πίνακας που περιέχει στατιστικά στοιχεία για το ενεργειακό μίγμα στην Ελλάδα⁹⁷:

Πίνακας 10.4-1: Παραγωγή Ενέργειας στην Ελλάδα το 2004 (σε mtoe)

Είδος Καυσίμου	Εισαγωγή Ενέργειας	Εγχώρια Παραγωγή	Συνολική Παραγωγή Πρωτογενούς Ενέργειας	Ποσοστό Πηγής επί του συνόλου της Παραγωγής
Στερεά Ορυκτά Καύσιμα (Λιθάνθρακας)	0,5	8,5	9,1	29,74%
Πετρέλαιο	21,7	0,1	17,5	57,19%
Φυσικό Αέριο	2,2	0	2,2	7,19%
Α.Π.Ε.	0	1,6	1,6	5,23%
Άλλα	0,2	0	0,2	0,65%
Σύνολο	24,6	10,2	30,6	100,00%

Όπως δείχνουν τα στοιχεία του πίνακα 10-1, η Ελλάδα είναι εξαρτημένη ενεργειακά από τα ορυκτά καύσιμα και ιδιαίτερα από τον άνθρακα που παράγεται σε αυτήν και από το πετρέλαιο που εισάγεται κυρίως από το Ιράν, τη Ρωσία και τη Σαουδική Αραβία.

⁹⁷ Πηγή: έρευνα δημοσιευμένη στην ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής

Στον αντίποδα αυτής της πραγματικότητας, υπάρχουν κάποιες κινήσεις σε κρατικό και επιχειρηματικό επίπεδο που δείχνουν μία τάση εκσυγχρονισμού και ανάπτυξης της αγοράς:

Οι συμφωνίες για τη δημιουργία αγωγών που, περνώντας από τα ελληνικά σύνορα, θα μεταφέρουν πετρέλαιο και φυσικό αέριο στην υπόλοιπη Ευρώπη, τοποθετούν την Ελλάδα στον ενεργειακό χάρτη. Υπάρχουν τέσσερα σχέδια με αυτό το αντικείμενο⁹⁸, εκ των οποίων μόνο το πρώτο έχει δρομολογηθεί:

- Ο αγωγός για τον οποίο έχει γίνει πολύ λόγος τα τελευταία χρόνια και συνδέει το Μπουργκάς με την Αλεξανδρούπολη. Θα μεταφέρει πετρέλαιο από τα κοιτάσματα της Ρωσίας στην Δυτική Ευρώπη. Το κόστος κατασκευής του υπολογίζεται να φτάσει τα 700 εκ. ευρώ. Αποτελεί, κυρίως, μία προσπάθεια της Ρωσίας να εξασφαλίσει μία διαρκή ροή ενέργειας, χωρίς να παρεμβάλλονται οι χώρες της Ανατολικής Ευρώπης με την ασταθή συμπεριφορά τους.

Τα υπόλοιπα σχέδια αφορούν τη σύνδεση της Ελλάδας με την Ιταλία.

- Ο πρώτος αγωγός είναι ο «Poseidon», που θα κατασκευαστεί από τις εταιρείες Edison και η ΔΕΠΑ και ο οποίος θα μεταφέρει φυσικό αέριο, προερχόμενο από κοιτάσματα της Κασπίας που ελέγχονται από το Αζερμπαϊτζάν. Θα αποτελεί επέκταση του αγωγού που θα συνδέει Τουρκία και Ελλάδα.
- Ο δεύτερος αγωγός φυσικού αερίου είναι εκείνος που θα αποτελέσει τμήμα του συστήματος South Stream, ο οποίος θα κατασκευαστεί από τις εταιρείες ENI και Gazprom.
- Ο τρίτος αγωγός φυσικού αερίου θα κατασκευαστεί από τον ελβετικό όμιλο EGL, και θα συνδέει την Ελλάδα με την Ιταλία μέσω Αλβανίας και Αδριατικής.

⁹⁸ Πηγή: άρθρο με τίτλο «Στο σταυροδρόμι των αγωγών» από το 2^ο τεύχος του περιοδικού “Energy Point”.

Ως θετική για τη λειτουργία και ανάπτυξη της αγοράς κρίνεται η απελευθέρωσή της, ενώ υπάρχουν και κάποιες θετικές κινήσεις που αφορούν το ενεργειακό μέλλον της Ελλάδας και προέρχονται κυρίως από τον ιδιωτικό τομέα:

- Στις 3/8/2008 ανακοινώθηκε η δημιουργία μίας εταιρείας συμμετοχών⁹⁹, η οποία θα ασχολείται με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (από φυσικό αέριο) και με την πώλησή της. Στην εταιρεία αυτή θα συμμετέχουν: η EDISON Spa και τα «ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ» κατά 75%, η HE&D, που αποτελεί θυγατρική της ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΔΟΜΙΚΗΣ ΤΕΒ Α.Ε. και της Intracom κατά 23% και η ΧΑΛΚΟΡ κατά 2%.
- Στον χώρο των Α.Π.Ε. δραστηριοποιούνται πολλές εταιρείες είτε μεγάλες όπως η Endesa Hellas¹⁰⁰ είτε μικρότερες όπως η Ρόκας ΑΒΕΕ, που εγκαθιστούν και εκμεταλλεύονται αιολικά πάρκα σε περιοχές όπως τα νησιά του Αιγαίου, η Κρήτη και η Εύβοια.

Σε αυτό το πλαίσιο, το παρόν του υδρογόνου στη Ελλάδα σηματοδοτείται από περιορισμένη δράση σε κρατικό και ιδιωτικό επίπεδο:

Κ.Α.Π.Ε.:

Το Κ.Α.Π.Ε. (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) που λειτουργεί υπό την αιγίδα του Υπουργείου Ανάπτυξης, έχει εγκαταστήσει στο Λαύριο μία μονάδα¹⁰¹ παραγωγής υδρογόνου από αιολική ενέργεια, ισχύος 5kW.

⁹⁹ Πηγή: ο δικτυακός τόπος της εφημερίδας «ΗΜΕΡΗΣΙΑ», <http://www.imerisia.gr/>

¹⁰⁰ Η Endesa Hellas αποτελεί εταιρεία συμμετοχών της ισπανικής Endesa και του Ομίλου Μυτιληναίου. Στόχος είναι έως το 2015 να ελέγχει το 16% της εγχώριας αγοράς ενέργειας, να διαθέτει σε λειτουργία εγκατεστημένη ισχύ 1.500 MW από φυσικό αέριο και περισσότερη από 500 MW μέσω ΑΠΕ (πηγή: www-org.euro2day.gr)

¹⁰¹ Πηγή: η ιστοσελίδα του Κ.Α.Π.Ε., www.cres.gr

Tropical:

Σε ιδιωτικό επίπεδο, η εταιρεία Tropical αναπτύσσει κάποιες εφαρμογές, συμμετέχει σε διεθνείς εκθέσεις τεχνολογιών ενέργειας και τις πωλεί σε εταιρείες. Οι εφαρμογές με τις οποίες ασχολείται η Tropical ποικίλουν: κλιματισμός φορτηγών και σχολικών λεωφορείων, κατάψυξη προϊόντων κ.α.

Προτάσεις για την Ελλάδα:

Η έρευνα στις νέες τεχνολογίες ενέργειας είναι πολύ σημαντική με δεδομένο το μέγεθος του ενεργειακού προβλήματος. Για αυτόν τον λόγο, χώρες όπως η Ισλανδία και ο Καναδάς, χωρίς να διαθέτουν τα κεφάλαια της Ε.Ε. ή των Η.Π.Α., διαβλέπουν προοπτικές στις τεχνολογίες υδρογόνου και επενδύουν σε αυτές. Η ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών τους προσφέρει την ευκαιρία να ανεξαρτητοποιηθούν ενεργειακά και να γίνουν πωλητές ενέργειας και τεχνογνωσίας αντί για αγοραστές.

Υπάρχει λοιπόν η ευκαιρία για το ελληνικό κράτος και τις επιχειρήσεις να ξεκινήσουν σε λευκό καμβά τις προσπάθειές τους για πρόοδο στο ενεργειακό πρόβλημα, αναλαμβάνοντας δράση σε ένα τελείως καινούργιο τμήμα της αγοράς. Εκτός από το λιθάνθρακα, η Ελλάδα έχει και σημαντικά αποθέματα Α.Π.Ε., ενώ χάρη στους σχεδιαζόμενους αγωγούς έχει πρόσβαση σε μεγάλες ποσότητες φυσικού αερίου. Έχει, λοιπόν, τη δυνατότητα και τους φυσικούς πόρους για να προωθήσει την έρευνα και ανάπτυξη εφαρμογών υδρογόνου. Τα πρώτα βήματα προς αυτήν την κατεύθυνση θα μπορούσαν να είναι τα εξής:

- Ένταξη σε ένα πρόγραμμα όπως το CUTE. Από ένα τέτοιο πρόγραμμα μπορεί να κερδίσει τεχνογνωσία, να εκπαιδεύσει προσωπικό, να δώσει την ευκαιρία για έρευνα και σχεδιασμό υποδομών σε ελληνικές επιχειρήσεις και να φέρει το κοινό σε επαφή με τις παγκόσμιες εξελίξεις.
- Ένας ριζοσπαστικότερος σχεδιασμός θα περιελάμβανε τη μετατροπή μίας κοινότητας με υψηλό δυναμικό Α.Π.Ε. σε πρότυπη Οικονομία Υδρογόνου. Πρόκειται ουσιαστικά με τη μεταφορά του μοντέλου της Ισλανδίας σε κάποια κοινότητα στην Ελλάδα, όπως ένα νησί. Μία τέτοια εξέλιξη μπορεί να συνδυαστεί με τα αιολικά πάρκα που δημιουργούνται σε αρκετές περιοχές.
- Χρηματοδότηση της έρευνας σε πανεπιστημιακό επίπεδο και παροχή κινήτρων

σε ελληνικές και ξένες εταιρείες για διεξαγωγή έρευνας στην Ελλάδα. Οι επιδοτήσεις και τα προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν αυτό το στόχο ακριβώς.

- Διευκόλυνση των κινήσεων της τοπικής αυτοδιοίκησης. Μεγάλο μέρος των εξελίξεων στον τομέα, σε παγκόσμιο επίπεδο, προέρχεται από πρωτοβουλίες των τοπικών αρχών (Καλιφόρνια, Δυτική Αυστραλία, πόλεις του CUTE).

10.5 Πηγές για το Υδρογόνο

- Ø Άρθρο “possibilities and consequences of using Hydrogen as a fuel in the transport sector of Norway”, δημοσιευμένο την 22/06/04 στην αγγλική έκδοση της ιστοσελίδας του νορβηγικού Υπουργείου Μεταφορών και Τηλεπικοινωνιών <http://www.regjeringen.no/en>
- Ø Η ιστοσελίδα του μη κερδοσκοπικού οργανισμού HydrogenNow που εδρεύει στο Κολοράντο των Η.Π.Α. και λειτουργεί υπό την αιγίδα του U.S.D.O.E.: <http://www.hydrogennow.org>
- Ø Άρθρο “The basics on Hydrogen” στην σελίδα <http://fuelcellsworks.com> του DOE των Η.Π.Α.
- Ø Άρθρο “About Hydrogen” στην ιστοσελίδα <http://www.4hydrogen.com>
- Ø Άρθρο «Όταν τα αεροπλάνα γίνονται κρυοπλάνα» της Κωνσταντίνας Ψυχάρη, δημοσιευμένο την 16/02/08 στην ιστοσελίδα του Βήματος <http://www.tovima.gr>
- Ø Άρθρο «Το μέλλον του καπιταλισμού είναι πράσινο;» του Πέτρου Παπακωνσταντίνου, δημοσιευμένο την 19/01/08 στην ιστοσελίδα της Καθημερινής <http://news.kathimerini.gr>
- Ø Άρθρο «Φούλαρε υδρογόνο!» του Τάσου Καφαντάρη δημοσιευμένο την 01/06/08 στην ιστοσελίδα του Βήματος <http://tovima.dolnet.gr>
- Ø Η ιστοσελίδα <http://www.clean-air.org/> του American Hydrogen Association (AHA)

- Ø Άρθρο “Hydrogen Generating Technology Closer Than Ever”, δημοσιευμένο στις 29/08/2008 στην ιστοσελίδα www.sciencedaily.com
- Ø Άρθρο «Υδρογόνο: Το καύσιμο του μέλλοντος» της Μαρίας Χωραφά, δημοσιευμένο στις 10/10/2003 στην ιστοσελίδα <http://www.industrynews.gr>
- Ø Άρθρο «Υδρογόνο: το καύσιμο του μέλλοντος;», δημοσιευμένο στις 11/10/07 στην ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής <http://ec.europa.eu>
- Ø Η ιστοσελίδα των προγραμμάτων CUTE, ECTOS και STEP <http://www.global-hydrogen-bus-platform.com/>
- Ø Άρθρο «Η τεχνολογία υδρογόνου» του Νίκου Λυμπερόπουλου, υπεύθυνου του Τομέα Ενσωμάτωσης Τεχνολογιών ΑΠΕ & Η2 στο ΚΑΠΕ, από την ιστοσελίδα <http://www.agoraideon.gr>
- Ø Άρθρο “Hydrogen”, δημοσιευμένο στην ιστοσελίδα του DOE <http://www.energy.gov>
- Ø Η ιστοσελίδα του Hydrogen Energy Center (HEC) <http://www.hydrogenenergycenter.org>
- Ø Η ιστοσελίδα “International Partnership for the Hydrogen Economy (IPHE)” <http://www.iphe.net/>
- Ø Η ιστοσελίδα του European Hydrogen Association (EHA) <http://www.h2euro.org/>
- Ø Άρθρο “Hydrogen Economy Fact Sheet 25/06/03” στην ιστοσελίδα του Λευκού Οίκου <http://www.whitehouse.gov>
- Ø Η ιστοσελίδα του California Fuel Cell Partnership (CFCP) http://www.cafcp.org/fuel-vehl_map.html
- Ø Η ιστοσελίδα <http://www.hydrogeneconomy.gc> της κυβέρνησης του Καναδά
- Ø Άρθρο με τίτλο “Hydrogen” <http://www.cbc.ca/news/background/energy/hydrogen.html>

Ø Η ιστοσελίδα του Hydrogen Village Project www.hydrogenvillage.ca.

Ø Η ιστοσελίδα του Hydrogen Highway Project www.hydrogenhighway.ca

Ø Η ιστοσελίδα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών (ΚΑΠΕ) www.cres.gr

Εταιρείες:

Ø Η ιστοσελίδα της Angstrom Power <http://www.angstrompower.com/>

Ø Η ιστοσελίδα Hydrogen Energy <http://www.hydrogenenergy.com>

Ø Η ιστοσελίδα της Rio Tinto <http://www.riotinto.com/>

Ø Η ιστοσελίδα την BP <http://www.bp.com/>

Ø Η ιστοσελίδα της TÜV SÜD <http://www.netinform.net>

Ø Η ιστοσελίδα της Shell Hydrogen www.shell.com/hydrogen

Ø Η ιστοσελίδα GM http://www.gm.com/explore/technology/fuel_cells/

Ø Η ιστοσελίδα του διαδικτυακού περιοδικού Wired <http://www.wired.com>

Ø Η ιστοσελίδα της Toyota <http://www.toyota.gr>

Ø Η ιστοσελίδα της Honda <http://world.honda.com>

Ø Η ιστοσελίδα των Times <http://www.timesonline.co.uk>

Ø Η ιστοσελίδα της Hydrogenics www.hydrogenics.com

Ø Η ιστοσελίδα της Ballard Power Systems www.ballard.com

Ελλάδα:

- Ø Έκθεση που δημοσιεύθηκε τον Ιανουάριο του 2007 με αντικείμενο στατιστικά στοιχεία για την ενέργεια στην Ελλάδα, στην ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής: <http://ec.europa.eu/>
- Ø Άρθρο «Αυξάνεται η ενεργειακή εξάρτηση της Ελλάδας από το πετρέλαιο» <http://www.in.gr>
- Ø Άρθρο «Τριπλασιασμό της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ προτείνει το Συμβούλιο Ενεργειακής Στρατηγικής», δημοσιευμένο την 11/04/08 στην ιστοσελίδα <http://www.in.gr>
- Ø Άρθρο «Φλερτάρει με την πυρηνική ενέργεια η κυβέρνηση», την 16/9/2007 στην ιστοσελίδα της εφημερίδας των Νέων <http://www.tanea.gr>

11. Συγκεντρωτική Κατάσταση Πηγών

- Ø Το βιβλίο «Η Οικονομία Υδρογόνου» του Τζέρεμι Ρίφκιν προέδρου του Ινστιτούτου Οικονομικών Τάσεων της Ουάσιγκτον, των Εκδόσεων «Λιβάνη» - 2003
- Ø Δικτυακή πύλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης: <http://www.europa.eu>
- Ø Ιστοσελίδα της ABS Energy Research, εταιρείας που διεξάγει έρευνα για την αγορά ενέργειας: <http://www.absenergyresearch.com/>
- Ø Ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής: <http://ec.europa.eu/>
- Ø Υπουργείο Ενέργειας Η.Π.Α. (Department of Energy): <http://www.energy.gov>
- Ø Η ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας [(European Wind Energy Association (EWEA))]: <http://www.ewea.org/>
- Ø Η ιστοσελίδα της μεγαλύτερης εγκυκλοπαίδειας στην αγγλική (<http://en.wikipedia.org>) και ελληνική (<http://el.wikipedia.org>) εκδοχή της.
- Ø Η ιστοσελίδα του Υπουργείου Ενέργειας των Η.Π.Α. (Department of Energy, DOE): www.doe.gov
- Ø Έρευνα με στατιστικά στοιχεία για την απελευθέρωση της Ευρωπαϊκής Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας από την ιστοσελίδα της Eurostat: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
- Ø Άρθρο «World energy resources and consumption» από την αγγλική Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/>
- Ø Η ιστοσελίδα της Ένωσης Παραγωγών Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου των Η.Π.Α. [American Petroleum Institute (API)] <http://www.api.org/>
- Ø Άρθρο «Top World Oil Producers, Exporters, Consumers, and Importers, 2006» της ενημερωτικής ιστοσελίδας: <http://www.infoplease.com>

- Ø Ειδήσεις που αφορούν την Αγορά Ενέργειας από την ιστοσελίδα της εταιρείας συμβούλων Consulting ΕΠΕ: <http://www.consulting.com.gr>
- Ø Άρθρα για τις απόψεις τις πλευράς των οικολόγων από την ιστοσελίδα: www.citizen.org
- Ø Στατιστικά Στοιχεία από έρευνα του Οργανισμού Πληροφόρησης Ενέργειας [Energy Information Administration (EIA)] <http://www.eia.doe.gov>
- Ø Άρθρο «The Consequences of Oil Dependency» στην ιστοσελίδα <http://www.energybulletin.net/2431.html>
- Ø Άρθρο για τους στόχους της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής της ιστοσελίδας <http://www.energia.gr>
- Ø Έκθεση της ΙΕΑ με στατιστικά για την παγκόσμια αγορά ενέργειας στην ιστοσελίδα της: <http://www.iea.org>
- Ø Άρθρο «Εκτός τροχιάς οι Αναπτυξιακοί Στόχοι της Χιλιετίας», δημοσιευμένο στην ιστοσελίδα της Καθημερινής (08-04-08) <http://portal.kathimerini.gr>
- Ø Άρθρο «BP, GM see hydrogen in their future» στην οικονομική ιστοσελίδα του CNN <http://money.cnn.com>
- Ø Άρθρο για την ατμοσφαιρική ρύπανση από την ιστοσελίδα του Υπουργείου Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων της Κύπρου: <http://www.mlsi.gov.cy>
- Ø Άρθρο στην ιστοσελίδα της μη κυβερνητικής οργάνωσης One Earth με τίτλο «Ημέρα Περιβάλλοντος : ρυπαίνουν οι ισχυροί την πληρώνουν οι φτωχοί» στις 05/06/07: <http://www.oneearth.gr>
- Ø Άρθρο «Global Value Chains» για την αλυσίδα χρήσης του πετρελαίου από την ιστοσελίδα <http://www.duke.edu/>
- Ø Άρθρο «Η BP διαφεύδει περί συγχώνευσης με Shell», την 25/7/07, στην ειδησεογραφική ιστοσελίδα <http://www-org.euro2day.gr>

- Ø Άρθρο «Norway, an oil nation», στην ιστοσελίδα της πρεσβείας της Νορβηγίας στη Μεγάλη Βρετανία: <http://www.norway.org.uk>
- Ø Άρθρο «Αμετάβλητη αναμένεται να διατηρήσει την παραγωγή πετρελαίου ο ΟΠΕΚ», την 01/02/08 στην ιστοσελίδα <http://www.in.gr>
- Ø Άρθρο «Προς τα κάτω αναθεωρεί και πάλι η ΙΕΑ τις προβλέψεις για τη ζήτηση πετρελαίου το 2008»<http://www.in.gr>
- Ø Άρθρο τίτλο «Energy consumption growth rate reduced», δημοσιευμένο στις 30/6/06 στην ιστοσελίδα της αγγλικής κυβέρνησης <http://english.gov.cn>
- Ø Άρθρο «Γαιάνθρακας» στην ελληνική Wikipedia
- Ø Άρθρο «Θησαυρός ο Άνθρακας» του Τάσου Μαντικίδη από την εφημερίδα «Το Βήμα», αναδημοσιευμένο την 21/02/08 στην ιστοσελίδα <http://www.energia.gr>
- Ø Η ιστοσελίδα <http://www.worldcoal.org/> του World Coal Institute (WCI), ενός μη κερδοσκοπικού και μη κυβερνητικού οργανισμού με μέλη από την παγκόσμια βιομηχανία άνθρακα
- Ø Άρθρο “Coal as Fuel of the Future” του Eric McLab, δημοσιευμένο την 20/08/00 στην οικολογική ιστοσελίδα <http://www.ecology.com>
- Ø Άρθρο “Chinese coal producer to make liquid fuel in 2008”, των Huang Xin και Gao Feng, δημοσιευμένο την 17/09/08 στην αγγλόφωνη έκδοση της κινεζικής ειδησεογραφικής ιστοσελίδας <http://news.xinhuanet.com>
- Ø Η ιστοσελίδα <http://www.naturalgas.org>, που περιέχει πληροφορίες για τις φυσικές ιδιότητες, τη διαδικασία εκμετάλλευσης και την αγορά φυσικού αερίου
- Ø Άρθρο «Νέα κοιτάσματα φυσικού αερίου στην Ρωσία», δημοσιευμένο την 14/02.08 στην ιστοσελίδα <http://www.energia.gr>
- Ø Άρθρο «Στο σταυροδρόμι των αγωγών», δημοσιευμένο στο 3^ο τεύχος του περιοδικού “Energy Point”

- Ø Ιστοσελίδα του Ινστιτούτου Πυρηνικής Ενέργειας των Η.Π.Α. [(Nuclear Energy Institute (NEI]): <http://www.nei.org/>
- Ø Άρθρο «Η πυρηνική ενέργεια στο κέντρο της διαμάχης για το περιβάλλον» από την εκπαιδευτική ιστοσελίδα <http://www.physics4u.gr>
- Ø Άρθρο «Καληνύχτα πετρέλαιο, καλημέρα πυρηνική ενέργεια», την 04/02/07 από τον δικτυακό τόπο της Ελευθεροτυπίας <http://www.enet.gr>
- Ø Άρθρο «Η πυρηνική ενέργεια δεν είναι λύση», την 9/11/2008 από την ιστοσελίδα της Greenpeace: <http://www.greenpeace.org>
- Ø Άρθρο «Κλιματικές αλλαγές και πυρηνική ενέργεια», την 09/11/2008 στην ιστοσελίδα της Greenpeace <http://www.greenpeace.org>
- Ø Άρθρο «Nuclear power's new age», την 06/06/2008 στην ιστοσελίδα του Economist <http://www.economist.com>
- Ø Άρθρο τίτλο «Νομοσχέδιο για την πυρηνική ενέργεια ετοιμάζει η Βρετανία» , δημοσιευμένο στις 02/01/08, στην ιστοσελίδα της Καθημερινής <http://portal.kathimerini.gr>
- Ø Άρθρο τίτλο «Πυρηνικά απόβλητα», της Σούζι Έμετ, δημοσιευμένο στην ελληνική έκδοση της ιστοσελίδας του BBC <http://www.bbc.co.uk/greek/>, με την επιμέλεια του Θανάση Γκαβού.
- Ø Άρθρο τίτλο «The Economics of Nuclear Power» στην ιστοσελίδα <http://www.world-nuclear.org> του Διεθνούς Οργανισμού Πυρηνικής Ενέργειας (World Nuclear Association - WNA)
- Ø Άρθρο για τον τρόπο παραγωγής πυρηνικής ενέργειας στην ιστοσελίδα <http://www.world-nuclear.org> του WNA
- Ø Άρθρο «Πυρηνική ενέργεια στην Θράκη: Αλήθειες και Ψέματα», δημοσιευμένο την 14/02/08, στην ειδησεογραφική ιστοσελίδα <http://www.e-evros.gr>

- Ø Άρθρο «Η Διεθνής Υπηρεσία Ενέργειας προτείνει στροφή στην πυρηνική ενέργεια», δημοσιευμένο την 07/11/06 στην ειδησεογραφική ιστοσελίδα <http://www.in.gr>
- Ø Άρθρο «Το Μεγάλο Άλμα της Arena» του Νίκου Σοφιανού, δημοσιευμένο την 31/01/08 στην ιστοσελίδα <http://www.energia.gr>
- Ø Άρθρο «Αρχίζει η κατασκευή του Πυρηνικού σταθμού παραγωγής ενέργειας "Μπέλενε"», της Βενέτα Νικόλοβα, δημοσιευμένο στην ελληνική έκδοση της ιστοσελίδας της κρατικής βουλγαρικής ραδιοφωνίας <http://www.bnr.bg>, με την επιμέλεια της Σβέτλα Ασένοβα
- Ø Άρθρο «Nuclear power companies» στην αγγλική Wikipedia
- Ø Άρθρο «Nuclear power» στην αγγλική Wikipedia
- Ø Άρθρο «Bruce Power to acquire Energy Alberta» στην ιστοσελίδα <http://www.world-nuclear-news.org>
- Ø Άρθρο «Atomic Energy Authority gears up to go global» του Mark Milner, δημοσιευμένο την 02/04/08 στην ιστοσελίδα <http://www.guardian.co.uk> της εφημερίδας "The Guardian"
- Ø Άρθρο "Nuclear is UK's new North Sea oil - minister", των Andrew Sparrow και Patrick Wintour, δημοσιευμένο την 26/03/08 στην ιστοσελίδα <http://www.guardian.co.uk> της εφημερίδας "The Guardian"
- Ø Άρθρο «Επιστρέφει στην πυρηνική ενέργεια η Ιταλία με κατασκευή σταθμών στην Αλβανία», δημοσιευμένο την 29/05/08 στην ιστοσελίδα <http://www.in.gr>
- Ø Άρθρο «Η Ευρώπη ανοίγει την ενεργειακή της ατζέντα» του Χρήστου Σύλλα, δημοσιευμένο την 22/01/08 στην ιστοσελίδα της Καθημερινής <http://portal.kathimerini.gr>
- Ø Συνέντευξη του Τζέρεμι Ρίφκιν στο περιοδικό Wind Directions της EWEA, δημοσιευμένο και μεταφρασμένο στην ιστοσελίδα: <http://www.indy.gr/>

- Ø Άρθρο «Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Αιολικής Ενέργειας» στην ιστοσελίδα <http://www.aenaon.net>
- Ø Άρθρο στην ιστοσελίδα της Καθημερινής «Η καινοτομία λύση του ενεργειακού παζλ» <http://portal.kathimerini.gr>
- Ø Η ιστοσελίδα του οργανισμού προώθησης της ηλιακής ενέργειας και έρευνας στις τεχνολογίες του Υπουργείου Ενέργειας των Η.Π.Α. <http://www.solartoday.org> και το άρθρο “Can We get There?”.
- Ø Η ιστοσελίδα της ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε., που αποτελεί θυγατρική της ΔΕΗ για τις Α.Π.Ε. <http://www.ppcr.gr>
- Ø Άρθρο στην ελληνική wikipedia «Ήπιες μορφές ενέργειας»
- Ø Άρθρο στην ιστοσελίδα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) «Βιομάζα» <http://www.cres.gr>
- Ø Άρθρο «Γεωθερμία» στην ιστοσελίδα <http://www.physics4u.gr>
- Ø Άρθρο «Σχέδια ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας στις ΗΠΑ» στις 13/5/08 στις ιστοσελίδα της καθημερινής <http://portal.kathimerini.gr>
- Ø Άρθρο “possibilities and consequences of using Hydrogen as a fuel in the transport sector of Norway”, δημοσιευμένο την 22/06/04 στην αγγλική έκδοση της ιστοσελίδας του νορβηγικού Υπουργείου Μεταφορών και Τηλεπικοινωνιών <http://www.regjeringen.no/en>
- Ø Η ιστοσελίδα του μη κερδοσκοπικού οργανισμού HydrogenNow που εδρεύει στο Κολοράντο των Η.Π.Α. και λειτουργεί υπό την αιγίδα του U.S.D.O.E.: <http://www.hydrogennow.org>
- Ø Άρθρο “The basics on Hydrogen” στην σελίδα <http://fuelcellsworks.com> του DOE των Η.Π.Α.
- Ø Άρθρο “About Hydrogen” στην ιστοσελίδα <http://www.4hydrogen.com>

- Ø Άρθρο «Όταν τα αεροπλάνα γίνονται κρουσπλάνα» της Κωνσταντίνας Ψυχάρη, δημοσιευμένο την 16/02/08 στην ιστοσελίδα του Βήματος <http://www.tovima.gr>
- Ø Άρθρο «Το μέλλον του καπιταλισμού είναι πράσινο;» του Πέτρου Παπακωνσταντίνου, δημοσιευμένο την 19/01/08 στην ιστοσελίδα της Καθημερινής <http://news.kathimerini.gr>
- Ø Άρθρο «Φούλαρε υδρογόνο!» του Τάσου Καφαντάρη δημοσιευμένο την 01/06/08 στην ιστοσελίδα του Βήματος <http://tovima.dolnet.gr>
- Ø Η ιστοσελίδα <http://www.clean-air.org/> του American Hydrogen Association (AHA)
- Ø Άρθρο “Hydrogen Generating Technology Closer Than Ever”, δημοσιευμένο στις 29/08/2008 στην ιστοσελίδα www.sciencedaily.com
- Ø Άρθρο «Υδρογόνο: Το καύσιμο του μέλλοντος» της Μαρίας Χωραφά, δημοσιευμένο στις 10/10/2003 στην ιστοσελίδα <http://www.industrynews.gr>
- Ø Άρθρο «Υδρογόνο: το καύσιμο του μέλλοντος;», δημοσιευμένο στις 11/10/07 στην ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής <http://ec.europa.eu>
- Ø Η ιστοσελίδα των προγραμμάτων CUTE, ECTOS και STEP <http://www.global-hydrogen-bus-platform.com/>
- Ø Άρθρο «Η τεχνολογία υδρογόνου» του Νίκου Λυμπερόπουλου, υπεύθυνου του Τομέα Ενσωμάτωσης Τεχνολογιών ΑΠΕ & Η2 στο ΚΑΠΕ, από την ιστοσελίδα <http://www.agoraideon.gr>
- Ø Άρθρο “Hydrogen”, δημοσιευμένο στην ιστοσελίδα του DOE <http://www.energy.gov>
- Ø Η ιστοσελίδα του Hydrogen Energy Center (HEC) <http://www.hydrogenenergycenter.org>
- Ø Η ιστοσελίδα “International Partnership for the Hydrogen Economy (IPHE)” <http://www.iphe.net/>

- Ø Η ιστοσελίδα του European Hydrogen Association (EHA) <http://www.h2euro.org/>
- Ø Άρθρο “Hydrogen Economy Fact Sheet 25/06/03” στην ιστοσελίδα του Λευκού Οίκου <http://www.whitehouse.gov>
- Ø Η ιστοσελίδα του California Fuel Cell Partnership (CFCP) http://www.cafcp.org/fuel-vehl_map.html
- Ø Η ιστοσελίδα <http://www.hydrogeneconomy.gc> της κυβέρνησης του Καναδά
- Ø Άρθρο με τίτλο “Hydrogen” <http://www.cbc.ca/news/background/energy/hydrogen.html>
- Ø Η ιστοσελίδα του Hydrogen Village Project www.hydrogenvillage.ca.
- Ø Η ιστοσελίδα του Hydrogen Highway Project www.hydrogenhighway.ca
- Ø Η ιστοσελίδα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών (ΚΑΠΕ) www.cres.gr
- Ø Η ιστοσελίδα της Angstrom Power <http://www.angstrompower.com/>
- Ø Η ιστοσελίδα Hydrogen Energy <http://www.hydrogenenergy.com>
- Ø Η ιστοσελίδα της Rio Tinto <http://www.riotinto.com/>
- Ø Η ιστοσελίδα την BP <http://www.bp.com/>
- Ø Η ιστοσελίδα της TÜV SÜD <http://www.netinform.net>
- Ø Η ιστοσελίδα της Shell Hydrogen www.shell.com/hydrogen
- Ø Η ιστοσελίδα GM http://www.gm.com/explore/technology/fuel_cells/
- Ø Η ιστοσελίδα του διαδικτυακού περιοδικού Wired <http://www.wired.com>
- Ø Η ιστοσελίδα της Toyota <http://www.toyota.gr>

- Ø Η ιστοσελίδα της Honda <http://world.honda.com>
- Ø Η ιστοσελίδα των Times <http://www.timesonline.co.uk>
- Ø Η ιστοσελίδα της Hydrogenics www.hydrogenics.com
- Ø Η ιστοσελίδα της Ballard Power Systems www.ballard.com
- Ø Έκθεση που δημοσιεύθηκε τον Ιανουάριο του 2007 με αντικείμενο στατιστικά στοιχεία για την ενέργεια στην Ελλάδα, στην ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής: <http://ec.europa.eu/>
- Ø Άρθρο «Αυξάνεται η ενεργειακή εξάρτηση της Ελλάδας από το πετρέλαιο» <http://www.in.gr>
- Ø Άρθρο «Τριπλασιασμό της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ προτείνει το Συμβούλιο Ενεργειακής Στρατηγικής», δημοσιευμένο την 11/04/08 στην ιστοσελίδα <http://www.in.gr>
- Ø Άρθρο «Φλερτάρει με την πυρηνική ενέργεια η κυβέρνηση», την 16/9/2007 στην ιστοσελίδα της εφημερίδας των Νέων <http://www.tanea.gr>