

Το ενεργειακό πρόβλημα η Δαμόκλειος Σπάθη πάνω από την ανθρωπότητα

του Σ.- Σ. Αυγουστίδη

Γενικά

Οι αλληπάλληλες ενεργειακές κρίσεις (πετρελαιακές κρίσεις) από το 1973 είχαν σαν αποτέλεσμα οι περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες να ερευνήσουν και να βρουν επαρκείς ενεργειακές πηγές, ή εάν αυτό δεν ήταν εφικτό, να έχουν αποθέματα τα οποία θα τις βοηθήσουν να ανταπεξέλθουν (αντιμετωπίσουν) τις περιόδους κρίσης. Επίσης, οι κρίσεις αυτές έδιδαν ότι το ενεργειακό πρόβλημα είναι πιο περίπλοκο απ' ό,τι πίστευαν.

Ένα άλλο δίδαγμα είναι ότι κάθε χώρα πρέπει να αξιοποιήσει το ευρύτερο προσιτό φάσμα δυνατοτήτων ενεργειακών πηγών και να διατηρεί την υποδομή χρησιμοποίησης (λειτουργικότητας) των ενεργειακών πηγών, παρόλο που κατά καιρούς «η προσιτότης πετρελαίου σε χαμηλές τιμές» καθιστά την χρησιμοποίησή τους μη ανταγωνιστική.

Επιπρόσθετα, έγινε αντιληπτό ότι η προσιτότητα φθηνής ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας για την επιβίωση μιας χώρας και της ανταγωνιστικότητάς της στην διεθνή «αρένα». Παρ' όλα αυτά, ειδικότερα μετά το Τσέρνομπιλ, τον πόλεμο του Κόλπου (ειδικότερα τις πυρκαϊές των πετρελαιοπηγών) και λόγω των πολλών διαρροών - ρύπανσης - καταστροφών, η σχέση χρησιμοποίησης ενέργειας - περιβαλλοντικής ρύπανσης¹ μπορεί να προβεί μακροπρόθεσμα εξίσου σημαντική παρά τη δυνατότητα αλλη-

λοσυσχέτισης με τη σχέση κρίση-πόλεμος-ενέργεια.

Επειδή στην επικρατούσα ελεύθερη και ανταγωνιστική διεθνή αγορά η τιμή στη συγκεκριμένη περιοχή χρησιμοποίησης (της ενέργειας) είναι υψηλής σημασίας, οι αναφερθέντες παράγοντες πρέπει να ληφθούν υπόψη για τον καθορισμό της καλύτερης χρησιμοποίησης της ενέργειας.

Η προσιτότητα πηγών ενέργειας δεν σημαίνει ότι η καλύτερη χρησιμοποίησή της είναι στη χώρα που διαθέτει τις ενεργειακές πηγές. Στην ελεύθερη διεθνή αγορά, η καλύτερη χρησιμοποίηση μπορεί να επιτευχθεί με διμερείς συμφωνίες στην περίπτωση στην οποία η μια χώρα προμηθεύει την ενέργεια και η άλλη παράγει την πρώτη ύλη ή ακόμα και το Know-how για την παρασκευή ενός προϊόντος ή ακόμα και την αγορά διάθεσής του.

Επιπρόσθετα, επειδή υπάρχουν πολλές διαφορετικές πηγές ενέργειας και διαφορετικές δυνατότητες χρησιμοποίησης μιας πηγής ενέργειας για ένα συγκεκριμένο σκοπό (ή αποκλειστικό σκοπό) πέρα από την ύπαρξη ενός ευρέος φάσματος από δυνατότητες, μακροπρόθεσμα μπορεί να συμπεριλαμβάνει και μερικούς περιορισμούς. Παρ' όλα αυτά η σχέση μεταβάλλεται και εξαρτάται από την τεχνολογική πρόοδο και την ακολουθούμενη πολιτική των συγκροτημάτων εταιρειών τα οποία ελέγχουν τον ενεργειακό τομέα και ειδικότερα το πετρέλαιο.

Ένα παράδειγμα όπου οι παραγωγοί πετρελαίου επιβάλλουν την πολιτική τους, είναι η βιομηχανία

αυτοκινητών. Οι εταιρείες πετρελαίου «δεν ενθαρρύνουν» την ανάπτυξη σε μεγάλη κλίμακα της παραγωγής αυτοκινητών με συσσωρευτές (μπαταρίες) παρά το γεγονός ότι η τεχνολογία συσσωρευτών λιθίου και άλλων τύπων έχει επιτελέσει σημαντική πρόοδο.

Σχετικά με την κρίση στα πετρέλαια-ενεργειακές κρίσεις

Εξετάζοντας το ενεργειακό πρόβλημα, ίσως είναι ενδιαφέρον να αναλογιστεί κανείς μερικές από τις ενεργειακές κρίσεις, επειδή κατά τη διάρκειά τους τα προβλήματα παρουσιάζονται και μπορεί να προσλάβουν την μεγαλύτερη δυνατή οξύτητα. Η πετρελαιοική κρίση του 1973 ήταν τεχνητή και δημιουργήθηκε η εντύπωση μιας απελπιστικής κατάστασης από τις «επτά αδελφές» ότι δηλαδή τα γνωστά αποθέματα πετρελαίου βρίσκονται στα πρόθυρα εξάντλησης και ότι μια μόνιμη ενεργειακή κρίση μπορεί ν' αποφευχθεί μόνο με μια δραστική περικοπή της κατανάλωσης. Όποιος θυμάται τις εικόνες στην τηλεόραση και τα άλλα Μ.Μ.Ε. θα μειδιά όταν θα θυμάται τις ουρές στα βενζινάδικα και τον πανικό που είχε δημιουργηθεί «από τις επτά αδελφές» και τους Άραβες συμμάχους «συνεταίρους τους» για να πλουτίσουν ακόμη περισσότερο (παρ' όλο που η κρίση οφειλόταν στον εμφύλιο πόλεμο μεταξύ των). Ίσως ένας επιπρόσθετος λόγος της κρίσης που ήταν τεχνητή ήταν να ελεγχθεί η ανταγωνιστικότητα του ενός βιομηχανικού γίγαντα, της Ιαπωνίας.

Η ανακάλυψη όμως νέων πετρελαιοπαραγωγών περιοχών και πε-

Ο Σ.Σ. Αυγουστίδης είναι καθηγητής, RANS, RF

ριοχών φυσικών αερίων² διέψευσε τους ισχυρισμούς ότι τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου αντιμετώπιζαν εξάντληση. Φημολογείται ότι ορισμένα κέντρα σχετικά με την πυρηνική ενέργεια ήταν ελεγχόμενα από τις «επτά αδελφές» και στη συνάντηση «Formation of Uranium Ore Deposits-Proceedings from a Symposium, Athens, 6-10 May, 1974 - International Atomic Energy Agency, Vienna, 1974», δόθηκε έμφαση στο ότι δεν υπάρχει μόνο έλλειψη αποθεμάτων πετρελαίου, αλλά ότι και η εναλλακτική πυρηνική ενέργεια είναι ανεπαρκής και απαιτεί εξερεύνηση ραδιενεργών ορυκτών λόγω του ότι τα γνωστά αποθέματα ραδιενεργών ορυκτών ήταν ανεπαρκή. Η ενοχληστρομένη παράσταση ότι η ανθρωπότητα αντιμετωπίζει οξεία και μόνιμη ενεργειακή κρίση εξυπηρετούσε τους στόχους της δεκαετίας του '70. Αλλά το ίδιο σενάριο δεν ήταν πιστευτό για τα τέλη της δεκαετίας του '80 - αρχές της δεκαετίας του '90.

Τότε παρουσιάστηκε ο πόλεμος του Κόλπου. Ήταν σκηνοθετημένος; Ή μήπως ήταν μια ευκαιρία που άδραξαν για να επιτευχθούν τα εξής:

1) Η Σαουδική Αραβία που είχε πλεόνασμα από καταθέσεις 200 δισ. δολάρια σε τραπεζικά αποθέματα, σύντομα είχε 70 δισ. χρέος (αυτό ήταν το τίμημα των Σαουδαράβων για να προστατευθούν από τον Σαντάμ Χουσεΐν, παρ' όλα αυτά ο Σαντάμ και παρά την ήττα του παραμένει μια επικρατούσα απειλή).

2) Οι πετρελαιοπηγές του Κουβέϊτ τις οποίες κατά κάποιο τρόπο «λειτούργουσαν οι Ιάπωνες» ετέθησαν εκτός λειτουργίας για διάστημα μηνών. Η Ιαπωνία αισθάνθηκε την κρίση του κόλπου στο πετρί της (αλλά μόνο για περιορισμένο χρονικό διάστημα).

3) Η απαίτηση του Σαντάμ και της OPEC (η οποία και εξουδετερώθηκε) για μεγάλη αύξηση της τιμής του πετρελαίου (κάτι που θα έβλαπτε όλες τις δυτικές βιομηχανικές

χώρες) αποφεύχθηκε.

4) Το Ιράκ ετέθη για μερικά χρόνια εκτός της ανταγωνιστικής αγοράς πώλησης πετρελαίου (για να μην υπάρχει υπερπαραγωγή... και πτώση τιμών πέραν ορισμένων ορίων).

5) Ο Περσικός Κόλπος (η περιοχή του περιέχει 50% των γνωστών αποθεμάτων πετρελαίου) τέθηκε κάτω από τον άμεσο ή έμμεσο έλεγχο των ΗΠΑ και ειδικότερα από τα συγκροτήματα εταιρειών τα οποία επέβαλαν την νέα PAX ROMANA & Co. Ltd.

6) Οι εταιρείες και τα διεθνή συγκροτήματα εταιρειών των χωρών που παραστάθηκαν στο πλευρό των Κουβιετιανών ανέλαβαν και την ανοικοδόμηση της καταστραμμένης χώρας (φημολογείται από ορισμένους κύκλους ότι η Ρωσία είναι σήμερα σημαντικό προμηθευτής όπλων του Κουβέϊτ).

7) Ο πόλεμος ήταν μια ευκαιρία για τη χρησιμοποίηση ανεπτυγμένης και προηγμένης τεχνολογίας οπλικών συστημάτων και την παρουσίαση της ανωτερότητας της δυτικής τεχνολογίας πολεμικών μέσων. Επίσης οι εταιρείες που κατασκευάζουν όπλα (εξοπλισμό) μετά τις αλλαγές στην Σοβιετική Ένωση χρειάζονταν ένα λόγο ύπαρξης «Raison d' etre»... την επιβολή μιας νέας τάξης πραγμάτων. Σε τελευταία ανάλυση, μια καλή ευκαιρία για πολλούς να κάνουν «Good Business»... ήταν μια επιπρόσθετη ενεργειακή κρίση.

Η ενεργειακή κρίση του κόλπου παρ' όλο που επιτεύχθηκαν οι αναφερόμενοι στόχοι ήταν μια περίπλοκη υπόθεση που απαιτεί επιπρόσθετη αναφορά. Η προσιτότητα φθηνής ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας, όπως έχει τονιστεί για την επιβίωση μιας χώρας και για την ανταγωνιστικότητά της. Οι εξελίξεις στον Κόλπο, σε μια περιοχή που έχει το 50% περίπου των γνωστών αποθεμάτων πετρελαίου αναπόφευκτα ενδιαφέρει όλους και βέβαια ο έλεγχος της περιοχής από την οποία εξαρτάται η διεθνής προσιτότητα του πετρελαίου είναι τεράστιας σπουδαιότητας.

Δυστυχώς οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας δεν προσφέρουν την επίλυση στο πρόβλημα και συγκεκριμένα το πετρέλαιο δεν μπορεί να αντικατασταθεί από άλλες πηγές ενέργειας για ορισμένες χρήσεις (Όπως π.χ. η κίνηση μέσω μεταφοράς). Λόγω της αλληλοεξάρτησης πόλεμος-πετρέλαιο (ενέργεια)-οικονομία, μπορεί να κατανοήσει κανείς τα γεγονότα που συνέβησαν στον Κόλπο και στα διεθνή χρηματιστήρια και τους οικονομικούς κύκλους. Παρ' όλα αυτά, συνέβησαν ορισμένα μη αναμενόμενα γεγονότα τα οποία καθιστούν την σχέση πόλεμος-πετρέλαιο-οικονομία πιο περίπλοκη, όπως π.χ. η πτώση της τιμής του πετρελαίου με την έναρξη των εθροπραξιών (ίσως διότι έγινε φανερό ότι ο Σαντάμ δεν θα μπορούσε να επιφέρει εκτεταμένη καταστροφή των Σαουδικών πετρελαιοπηγών). Ασφαλώς ο έλεγχος των τιμών του πετρελαίου την περίοδο εκείνη έγινε για να αποφευχθεί ο εύλογος συλλογισμός ότι ο πόλεμος έγινε για το πετρέλαιο και μόνο και όχι «για την βίαιη εισβολή του Ιράκ στο Κουβέϊτ».

Το ερώτημα είναι: μπορεί κανείς να φανταστεί ένα διεθνή πόλεμο σήμερα σε μια έρημο που δεν έχει πετρέλαιο; Η απάντησή μου είναι «Ναι», σε μια έρημο όπου μπορεί να δοκιμαστεί η ανεπτυγμένη τεχνολογία πολεμικών μέσων και όπου μπορούν να καταναλωθούν τεράστιες ποσότητες πολεμικών εφοδίων.

Επιπρόσθετα ενδιαφέρει να αναπτυχθούν περισσότερο ορισμένα θέματα, τα οποία αφορούν μακροπρόθεσμες και μελλοντικές εξελίξεις.

Οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας και οι μελλοντικές προοπτικές

Παρά το ότι υπάρχουν τεράστιες δυνατότητες, το θέμα είναι εξαιρετικής σημασίας για τις χώρες οι οποίες έχουν μεγάλες ενεργειακές ανάγκες και δεν διαθέτουν σημαντικά αποθέματα πετρελαίου ή έχουν περιορισμένες άλλες ενεργειακές

δυνατότητες. Π.χ. μια ακραία περίπτωση, αλλά ένα σημαντικό παράδειγμα, είναι ο οικονομικός και βιομηχανικός γίγαντας, η Ιαπωνία, η οποία για αρκετό χρονικό διάστημα έχει επικεντρώσει την προσοχή της στην ανάπτυξη εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Όπως αναφέρεται στο ιαπωνικό περιοδικό «Science and Technology in Japan» (Vol. 7, No.25, Feb/Mar. 1988, Quarterly, Tokyo, Japan, Article «Cabinet Decides Supply Target of Alternative Energy» p. 51) τα ποσοστά ενεργειακής κατανάλωσης για το 1986 ήταν τα ακόλουθα: Γαϊάνθρακες 18.3%, πυρηνική ενέργεια 9.5%, φυσικό αέριο 9.9%, υδροηλεκτρική ενέργεια 4.2%, γεωθερμική ενέργεια 0.1%, νέες πηγές ενέργειας 1.3% και πετρέλαιο 56%. Παρ' όλα αυτά, είναι σημαντικό ότι έγινε μια μεγάλη προσπάθεια από την ιαπωνική κυβέρνηση και την ιδιωτική πρωτοβουλία να επιτευχθούν για το έτος 2000 οι στόχοι: Γαϊάνθρακες 20%, πυρηνική ενέργεια 16%, φυσικό αέριο 11%, υδροηλεκτρική ενέργεια 11%, γεωθερμική ενέργεια 1%, νέες πηγές ενέργειας 6-9% και να περιοριστεί η προμήθεια πετρελαίου στο 42%. Από τις παραπάνω συγκρίσεις προκύπτει ότι ο περιορισμός (αναγκαιών προμηθειών) πετρελαίου, από 56% το 1986 θα είναι 42%, το 2000. Αλλά και πάλι η ανταγωνιστικότητα της Ιαπωνίας θα εξαρτάται από το πετρέλαιο, γι' αυτό το λόγο στην διάρκεια της κρίσης του Κόλπου ο δείκτης NIKKEI επηρεαζόταν άμεσα από τις εξελίξεις στον Κόλπο.

Παρά τα σχέδια της χρησιμοποίησης των εναλλακτικών πηγών ενέργειας, κανείς δεν μπορεί να υποτιμά την ευελιξία των Ιαπώνων σχεδιαστών της ενεργειακής πολιτικής, οι οποίοι δεν θα διατάσουν να χρησιμοποιήσουν ευρύτερα το πετρέλαιο εάν αυτό είναι προσιτό σε χαμηλές τιμές. Σχετικά θα πρέπει να διευκρινισθεί ότι ενώ πλησιάζουμε το 2000 (το έτος που η Ιαπωνία θα περιόριζε την προμήθεια πετρελαίου στο 42%), η κατανάλωση πετρελαίου το 1995 είναι περίπου



60%.

Το παράδειγμα της Ιαπωνίας επιλέχθηκε για τους παρακάτω λόγους:

1) Η Ιαπωνία και η επίδραση των τιμών του πετρελαίου στην Ιαπωνία επηρεάζουν ακόλουθα τις άλλες χώρες, π.χ. η πτώση του δείκτη NIKKEI επηρεάζει τα χρηματιστήρια των άλλων χωρών.

2) Οι Ιάπωνες κατέχουν υψηλή τεχνολογία και έχουν επενδύσει μεγάλα ποσά στην ανάπτυξη των εναλλακτικών πηγών ενέργειας.

3) Φημολογείται ότι ο πόλεμος στον Κόλπο, και ειδικότερα τα γεγονότα στο Κουβέιτ, είχαν ενορχηστρωθεί για να γονατίσουν τον ιαπωνικό γίγαντα. Παρ' όλ' αυτά, στα πλαίσια της ανταγωνιστικότητας, υπάρχει μια συνεργασία των ΗΠΑ-Ιαπωνίας και μια αλληλοεξάρτηση που δεν επιδιώκει την εξόντωση του άλλου (δηλαδή είναι συνεταιρι οι οποίοι εκμεταλλεύονται τον υπόλοιπο κόσμο).

Ένα άλλο παράδειγμα είναι η Ελβετία όπου το ενεργειακό πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την εκμετάλλευση της μορφολογίας της χώρας (αφθονία υδάτων και έντονο ανάγλυφο), και με υψηλή τεχνολογία. Τα ποσοστά της ενεργειακής κατανάλωσης δείχνουν ότι η λύση που εδόθη από τους Ελβετούς στο

ενεργειακό πρόβλημα, έχει ως εξής:

Κατανάλωση Ενέργειας:

20% ηλεκτρική (70% της οποίας προέρχεται από υδατοηλεκτρική ενέργεια και 30% από πυρηνική ενέργεια)

1% εισαγομένη ενέργεια

5% γαϊάνθρακες και ξύλο

7% φυσικό αέριο, και

67% πετρέλαιο.

Όπως φαίνεται, η τεχνολογικά ανεπτυγμένη Ελβετία έχει καλύψει τις ενεργειακές της ανάγκες ηλεκτροδότησης κατά 70% με υδροηλεκτρική ενέργεια και 30% με πυρηνική ενέργεια. Όπως είναι φανερό, οι ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια καλύπτονται με μη ρυπογόνες πηγές (για να αποφευχθεί το φαινόμενο του «θερμοκηπίου»).

Σαν ένα επιπρόσθετο παράδειγμα της επίλυσης του ενεργειακού της προβλήματος, αναφέρεται η Ελλάδα, που παρά την μη εξεύρεση σημαντικών κοιτασμάτων πετρελαίου (έχει όμως δυνατότητες) έχει σημαντικές δυνατότητες εναλλακτικών πηγών ενέργειας από τις οποίες μερικές μόνο έχουν αναπτυχθεί. Συνοπτικά, οι εναλλακτικές σε σχέση με το πετρέλαιο πηγές ενέργειας που προσφέρονται στον ελληνικό χώρο είναι οι εξής: λιγνίτες (Τύρφη), υδροηλεκτρική ενέργεια, αιολική και γεωθερμική ενέργεια. Παρ'

όλο ότι ο λιγνίτης είναι χαμηλής ποιότητας γαιάνθρακας και είναι σε μεγάλο βαθμό ρυπογόνος, χρησιμοποιείται εκτεταμένα.

Ίσως η Ελλάδα είναι μια ενδιαφέρουσα περίπτωση χώρας που έχει έντονο ανάγλυφο και σημαντικές ποσότητες βροχοπτώσεων. Το υδάτινο δυναμικό της Ελλάδας, ήταν το 1973 περίπου 64 δισ. κυβικά μέτρα ύδατος ετήσια. Οι μη χρησιμοποιήσιμες ποσότητες ύδατος μετά το έτος 2000 υπολογιζόταν τότε ότι θα είναι 55 δισ. κυβικά μέτρα. Πρέπει να τονισθεί ότι η Ελλάδα κατά το μεγαλύτερο μέρος περιβάλλεται από θάλασσα και οι ποταμοί της είναι «χειμωράδεις» και εκβάλλουν στη θάλασσα (λόγω του έντονου ανάγλυφου) μετά από σύντομη διαδρομή στη στεριά.

Το υδάτινο δυναμικό θα μπορούσε να είναι «ικανοποιητικό» αλλά το μικρό μήκος των ποταμών (προτού αυτοί εκβάλλουν στη θάλασσα) καθιστά την ορθολογική αξιοποίηση των υδάτων δύσκολη (προβληματική). Γι' αυτό το λόγο προτείνεται η κατασκευή σιμνοφραγμάτων για ηλεκτρικά έργα καθώς και αρδευτικοί ταμιευτήρες, αλλά αυτά θα έπρεπε να είχαν κατασκευαστεί όταν το κόστος ήταν χαμηλό. Ένα άλλο πρόβλημα που πρέπει να λάβουμε υπόψη είναι η μεγάλη σεισμικότητα του χώρου και ότι θα απαιτηθούν μεγάλες δαπάνες για την κατασκευή φραγμάτων με υψηλό συντελεστή ασφάλειας, εάν βεβαίως αυτό είναι δυνατόν.

Η αξιοποίηση των βροχοπτώσεων για την αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος πρέπει να θεωρηθεί βάσει της αρχής της αξιοποίησης της λεκάνης αποστράγγισης των βροχοπτώσεων (river basin studies) όπου λαμβάνεται υπόψη το όλο σύστημα καθώς και οι βιομηχανικές και αγροτικές δυνατότητες της λεκάνης αποστράγγισης των ομβρίων υδάτων (συμπεριλαμβανομένης της μελέτης αξιοποίησης των ορυκτών πρώτων υλών και βιομηχανικών ορυκτών).

Επίσης η Ελλάδα όπως και πολλές άλλες ευρωπαϊκές χώρες, εξαο-

τάται ουσιαστικά από τις εισαγωγές πετρελαίου και παρά τις δυνατότητες εναλλακτικών πηγών ενέργειας η ανάγκη πετρελαίου ιδιαίτερα για τα μεταφορικά μέσα είναι επιτακτική. Διμερείς συμφωνίες για την παροχή φυσικού αερίου και πετρελαίου θα μπορούσαν να επιλύσουν το ενεργειακό πρόβλημα της χώρας (ώσπου να εξευρευθούν εντόπια κοιτάσματα) και να αποτελέσουν τη βάση για τη βιομηχανική και οικονομική ανάπτυξη. Σχετικά με τη μεταφορά πετρελαίου από το Αζερμπαϊτζάν διά μέσου Τσετσενίας, Ρωσίας, Μαύρης Θάλασσας και Βουλγαρίας, το βασικό πρόβλημα είναι πολιτικό και για τούτο, όπως φημιολογείται, οι αναταραχές στην Τσετσενία ενθαρρύνονται από ορισμένους οι οποίοι προτιμούν τη διέλευση του πετρελαιοαγωγού από το Αζερμπαϊτζάν διά μέσου Γεωργίας και Τουρκίας. Η δεύτερη αυτή λύση θα είναι επιβλαβής για τα ελληνικά συμφέροντα.

Αλλά θα πρέπει να τονιστεί ότι η βιοσιμότητα της βόρειας λύσης ως μοναδικής, θα εξαρτηθεί από τη δυνατότητά της να μεταφερθούν δια μέσου των αγωγών και Τάνκερς που απαιτούνται σημαντικές ποσότητες πετρελαίου που οι παραγωγικές εταιρείες λόγω των τεραστίων ποσοτήτων που δύνανται να εξαγουν θα απαιτήσουν και την αντίστοιχη δυνατότητα μεταφοράς δια της βόρειας λύσης. Διαφορετικά θα αναζητήσουν άλλες επιπρόσθετες λύσεις ή ακόμη και εναλλακτικές. Αυτό έχει ήδη διευκρινιστεί από πλευράς εταιρειών όσον αφορά τις προθέσεις τους. Σε τελική ανάλυση η κατασκευή δύο διαφορετικών αγωγών θα εξυπηρετούσε τις εταιρείες παραγωγής οι οποίες έχουν υπογράψει συμφωνία για την χρησιμοποίηση και των δύο αγωγών, δίδοντας προτεραιότητα στον ήδη υπάρχοντα Ρώσικο αγωγό και προτιθέμενες να κατασκευάσουν έναν άλλο αγωγό διά μέσου της Τουρκίας (δεδομένου ότι ο αγωγός της Γεωργίας είναι περιορισμένης δυνατότητας. Η λύση αυτή θα ακολουθηθεί στο μέλλον).

Το φαινόμενο του «θερμοκηπίου» και οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι το πετρέλαιο θα είναι η κυρίαρχη ενεργειακή πηγή για αρκετά χρόνια επειδή υπάρχουν σημαντικά αποθέματα στη στεριά και κάτω από αβαθείς θάλασσες. Αλλά η χρησιμοποίηση πετρελαίου-γαιανθράκων και σε γενικές γραμμές υλών που εκπέμπουν CO₂ θα επιταχύνουν τη δημιουργία του φαινομένου του «θερμοκηπίου» το οποίο μπορεί να προσλάβει ανησυχητικές διαστάσεις κατά τα επόμενα 20-30 έτη. Ωστόσο το NIRE υπολογίζει ότι «εάν η τάση συσσώρευσης CO₂ και CFCs (χλωρο-φθοροανθράκων) ενισχυθεί, η θερμοκρασία του αέρα στην επιφάνεια της γης θα ανεβεί κατά ένα με δύο βαθμούς στα επόμενα 50 χρόνια (η ιαπωνική πρόβλεψη είναι μάλλον αισιόδοξη επειδή η ταχύτητα των εκπομπών είναι άγνωστος). Επιπρόσθετα υπολογίζεται από το NIRE ότι η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω μεθανίου θα υπερβεί αυτήν του CO₂ στο άμεσο μέλλον. Οι εκπομπές της βιομηχανίας είναι φρέατα φυσικών αερίων, ορυχεία γαιανθράκων και απορρίμματα των χωματερών (το μεθάνιο θα μπορούσε να μετατραπεί με φωτοχημικές και ηλεκτροχημικές αντιδράσεις σε υδρογονάνθρακα και αλκοόλη).

Οι αλλαγές της θερμοκρασίας μπορεί να οδηγήσουν σε παγκόσμια αλλαγή του κλίματος. Μακροπρόθεσμα η Αλάσκα και η Σιβηρία ίσως αποκτήσουν πιο ήπιο κλίμα. Πιστεύεται ότι η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ήδη συμβάλει στην τήξη των παγετώνων στις Άλπεις οι οποίοι υποχωρούν τα τελευταία 50 χρόνια. Οι πρόσφατες πλημμύρες στην βορειοανατολική Κίνα, πιστεύεται ότι έχουν δημιουργηθεί λόγω της τήξης των παγετώνων στο Θιβέτ από την αύξηση της θερμοκρασίας.

Η συνεχής αύξηση της χρησιμοποίησης καυσίμων που εκπέμπουν CO₂³ και η αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να επιφέρει τήξη των

παγετώνων στους πόλους και οι καταστροφικές συνέπειες μπορεί να είναι ένα εκφοβιστικό σενάριο, του οποίου όμως δεν έχουμε πραγματική μαρτυρία ή εμπειρία.

Η σχέση των αναφλεγόμενων καυσίμων (πετρέλαιο-γαϊάνθρακες) με το φαινόμενο του «θερμοκηπίου» -εναλλακτικές πηγές ενέργειας (κυρίως μη ρυπογόνες πηγές) θα προσλάβει διαφορετικές διαστάσεις. Η πυρηνική ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια και άλλες μη ρυπογόνες πηγές ενέργειας (π.χ. αιολική ενέργεια και γεωθερμία) θα προσλάβουν μεγαλύτερη σπουδαιότητα απ' ό,τι έχουν σήμερα.

Στις αρχές του 1980 είχε προταθεί η «Βιομάζα» σαν μια πολλά υποσχόμενη πηγή ενέργειας, πλην όμως τίποτα το εντυπωσιακό δεν ακούστηκε από τότε. Εντούτοις, πιστεύεται από το NIRE ότι η βιομάζα είναι μοναδική από το γεγονός ότι είναι ανανεώσιμη και ανθρακοειδής (Carbonaceous since they fix CO₂ in the atmosphere). Η ιαπωνική έρευνα (NIRE) στοχεύει στην παραγωγή υγρών καυσίμων από ταχύτατα αυξανόμενη βιομάζα, όπως αυτή των ευκαλύπτων με θερμοχημική μετατροπή (conversion). Επίσης, το R&D (έρευνα και ανάπτυξη) συνεχίζεται με τη μαζική παραγωγή και το διαχωρισμό μικροαλγών που θα μπορούν να προσλαμβάνουν CO₂ από την ατμόσφαιρα, καθώς και με την πρόσληψη υδρογονανθράκων από τις άλγες.

Η ιδανική λύση στο ενεργειακό πρόβλημα είναι η σύντηξη (FUSION) αλλά, παρά τις προσπάθειες που έχουν γίνει, υπολογίζεται ότι δεν θα παίξει ένα σημαντικό ρόλο το λιγότερο για τα επόμενα 40-50 χρόνια. Στην έκδοση «Science and Technology of Japan-1988», p.50-51, το άρθρο με τον τίτλο «JT-60 Attains Target Area of Break-Even Plasma Condition» αναφέρεται ότι το JT-60 επιτυγχάνει την επιδιωκόμενη περιοχή της ισορροπίας της καταστάσεως του πλάσματος (δηλαδή τη διατήρηση του πλάσματος). Το άρθρο παρουσιάζει μερικές απόψεις σχετικά με το πρόβλημα της σύντη-

ξης αναφέροντας τα εξής:

«Πειράματα με τον JT-60 του ιαπωνικού ερευνητικού ινστιτούτου, άρχισαν τον Απρίλιο του 1985 και μεγίστης ισχύος θέρμανσης πειράματα άρχισαν τον Ιούνιο του 1987... μετέπειτα το JT-60 θα βελτιωθεί περισσότερο με την εγκατάσταση μιας μονάδας pellet-injection unit, κατά τον Φεβρουάριο του 1988 και θα προχωρήσει με πειράματα της βέλτιστης διαφύλαξης των χαρακτηριστικών του πλάσματος, μετά τον Μάρτιο του 1988. Στην συνέχεια το JT-60 θα ακολουθήσει υψηλότερες εκτελέσεις, συμπεριλαμβανομένου και πλάσματος αυξημένου ρεύματος, στην προσπάθεια να επιτύχει την επόμενη φάση της ερευνας και ανάπτυξης για να πραγματοποιηθεί η σύντηξη. Συγκρίνοντας την πρόσφατη εξέλιξη των μεγάλων συσκευών Tokamaks (όπως αναφέρει το άρθρο) εκτός Ιαπωνίας το ευρωπαϊκό ECs JET επέτυχε τον στόχο του ιαπωνικού JT-60 με τα αποτελέσματά του τον Νοέμβριο του 1986. Το δε αμερικανικό Tokamak (Fusion test reactor-TFTR) πλησίασε την απόδοσή του ιαπωνικού JT-60».

Από τα αναφερόμενα παρουσιάζεται μια εικόνα προόδου για την επίτευξη της τήξης. Επειδή η σπουδαιότητα του θέματος είναι επιτακτική, η παρακολούθηση των εξελίξεων στον τομέα είναι θέμα θεωρητικής και πρακτικής σημασίας και ανεπιφύλακτα επιβάλλεται από τους σχεδιαστές της χάραξης της ενεργειακής πολιτικής.

Πάνω από όλα, οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας (με εξαίρεση το φυσικό αέριο) έχουν να αντιμετωπίσουν τον οικονομικό πόλεμο των ισχυρών πετρελαιοπαραγωγικών συγκροτημάτων εταιρειών. Πρέπει να τονιστεί ότι μετά από κάθε ενεργειακή κρίση, που στην πραγματικότητα είναι πετρελαιοική κρίση, και όταν η προσοχή έχει στραφεί στις εναλλακτικές πηγές ενέργειας και η χρησιμοποίησή τους κάνει ένα βήμα μπροστά, ακολουθεί μια πτώση της τιμής του πετρελαίου που καθιστά σχεδόν κάθε προσπάθεια για την ανάπτυξη των εναλλακτικών

πηγών ενέργειας μάταια-οικονομικά ασύμφορη. Αυτό το παιχνίδι της «γάτας με το ποντίκι» όπου η γάτα είναι το πετρέλαιο και το ποντίκι οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας, δεν είναι στερεότυπο. Ομολογουμένως εμπλέκει αρκετή δόση φαντασίας, π.χ. μετά την εθνικοποίηση του διυλιστηρίου του Abadan ακολούθησε το άνοιγμα των πετρελαιοπηγών του Κόλπου, η τεχνητή «εξάντληση των παγκοσμίων αποθεμάτων» ακολούθησε η περίοδος αφθονίας πετρελαίου, ο πόλεμος του Κόλπου ακολουθήθηκε από την πτώση της τιμής του πετρελαίου με την έναρξη των εχθροπραξιών, και τί θα ακολουθήσει... αλλά όταν πολλές πετρελαιοπαραγωγικές περιοχές αναπτύχθηκαν και όταν η OPEC έχασε τον έλεγχο και οι «επτά αδελφές» δυσκολεύονται να ελέγχουν κάθε καινούργια πετρελαιοπαραγωγική περιοχή ή περιοχή με δυνατότητες, ειδικότερα στην πρώην Σοβιετική Ένωση και σήμερα στη Ρωσία και μετά στην Κίνα, τότε το παιχνίδι είναι απρόβλεπτο και κατά κάποιον τρόπο θα σταματήσει, όταν η ρύπανση του αέρα, της θάλασσας και των υδάτων θα φθάσει σε ένα επικίνδυνο όριο. Τότε ο λογικός άνθρωπος θα σκεφθεί να βρει μια λύση.

Η πυρηνική ενέργεια σαν εναλλακτική πηγή ενέργειας

Σχετικά με τις εναλλακτικές πηγές ενέργειας σημαντική πρόοδος έχει γίνει από χώρες με προηγμένη τεχνολογία όπως είναι οι ΗΠΑ, Γαλλία, Ιαπωνία (η οποία έχει πιο πολλούς από 5.000 πυρηνικούς τεχνολόγους. Η πρόσφατη αγορά μεγάλων ποσοτήτων πλουτωνίου θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση για μια εκτεταμένη χρησιμοποίηση πυρηνικής ενέργειας. Ας ελπίσουμε ότι δεν θα στραφεί σε πυρηνικό εξοπλισμό, η Βρετανία και άλλες χώρες.

Το 1967 ιδρύθηκε από την Ιαπωνία το PNC (POWER REACTOR AND NUCLEAR FUEL CORPORATION). Αντίστοιχοι οργανισμοί έχουν ιδρυθεί στις ΗΠΑ,

Βρετανία, Καναδά, Γαλλία, Γερμανία, Ολλανδία, Βέλγιο και Κίνα. Ο στόχος των οργανισμών αυτών είναι η καλύτερη χρησιμοποίηση του πυρηνικού κύκλου καυσίμων, που συμπεριλαμβάνει εξεύρεση ραδιενεργών ορυκτών, εντόπιση κοιτασμάτων, εμπλουτισμό μεταλλευμάτων, συγκέντρωση ουρανίου και διαχωρισμό του U^{235} , πυρηνικούς αντιδραστήρες με ύδωρ, πυρηνικούς αντιδραστήρες με βαρύ ύδωρ και αντιδραστήρες ανακύκλωσης (ταχείας τροφοδότησης αντιδραστήρες), υψηλού επιπέδου ραδιενεργά απόβλητα και ταφή των υψηλού επιπέδου ραδιενεργών αποβλήτων.

Αναφορικά με τον πυρηνικό κύκλο καυσίμων, μερικές από τις ευπαθείς φάσεις απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή:

α) Σύγχρονη τεχνολογία αντιδραστήρων για την αποφυγή ατυχημάτων.

β) Εφαρμογή της αντισεισμικής κατασκευής (ίσως δια της εφαρμογής της αλεξιμεικής τεχνολογίας κατασκευής αντιδραστήρων σε σεισμογενείς περιοχές).

γ) Η απομάκρυνση (ταφή) υψηλού επιπέδου ραδιενεργών αποβλήτων.

Τα προβλήματα που αφορούν τη χρησιμοποίηση της πυρηνικής ενέργειας είναι πολλά και δύσκολα αλλά με τη σύγχρονη τεχνολογία τα περισσότερα μπορούν να αντιμετωπισθούν επιτυχώς. Μερικά από τα προβλήματα που πρέπει να μελετηθούν είναι τα παρακάτω:

1) Οι επιδράσεις της ραδιενέργειας και η ελάχιστη δόση που μπορεί να προξενήσει καρκίνο.

2) Η τεχνολογική πρόοδος για ασφαλείς πυρηνικούς αντιδραστήρες.

3) Συντήρηση σε υψηλό επίπεδο ασφάλειας του όλου πυρηνικού κύκλου καυσίμων.

4) Ένα από τα πιο σοβαρά προβλήματα όπως έχει τονισθεί είναι η απομάκρυνση των υψηλού επιπέδου ραδιενεργών αποβλήτων, τα οποία είναι εντός των τεχνολογικών πλαισίων του σήμερα. Αναφέρω αποσπάσματα από μια σχετική βι-

βλιοκρισία δημοσιευθείσα για το βιβλίο «The Geological Disposal of High Level Radioactive Wastes» edited by Prof. Douglas G. Brookins, USA-Published by Theophrastus Publications S.A.-Athens 1987, στο «Book Review Series No. 1328» στο Αυστραλιανό Ίδρυμα Ορυκτών, η οποία αναφέρει τα εξής: Η διαχείριση και η απομάκρυνση υψηλού επιπέδου ραδιενεργών αποβλήτων προερχόμενων από ραδιενεργά συγκροτήματα (αντιδραστήρες) και από κατασκευές ατομικών οπλοστασίων είναι ένα διεθνές πρόβλημα, η επίλυση του οποίου είναι επιτακτική, και προσλαμβάνει κατακλειστικές διαστάσεις. Υπολογίζεται από τον καθηγητή Douglas G. Brookins, ότι παγκοσμίως στα τέλη της δεκαετίας θα υπάρχουν περισσότεροι από 530 πυρηνικοί αντιδραστήρες σε λειτουργία και παρ' όλο ότι ο όγκος των αποβλήτων των προερχόμενων από ένα αντιδραστήρα είναι μικρός σε σύγκριση με την παραγόμενη ενέργεια, η μάζα που συσσωρεύτηκε προσλαμβάνει ανησυχητικές διαστάσεις και η ανάγκη να υιοθετηθεί ένα πρόγραμμα απομάκρυνσης των αποβλήτων είναι επιτακτική παρά την αρνητική «συμφωνία της λαϊκής αποδοχής» (consensus) σχετικά με την μέθοδο και την τοποθεσία η οποία επηρεάζει την χάραξη μιας πολιτικής, φθάνουμε ήδη στην κατάσταση όπου η λαϊκή επιταγή πρέπει να αγνοηθεί σε βάρος μιας σταθερής απόφασης. Το παράδοξο της κατάστασης τονίζεται στις εργασίες του βιβλίου που είναι γραμμένες από 40 συγγραφείς, 11 χωρών. Οι ειδικοί έχουν να παρουσιάσουν πολλές ικανοποιητικές λύσεις, αλλά το κοινό δεν εμπιστεύεται τους ειδικούς και δεν δέχεται «τεχνικές συνταγές» (fixes) και γι' αυτό το δίλημμα παραμένει. Το εύρος και το αντικείμενο και πολλές καταστάσεις που επιδεικνύονται δια του περιεχομένου του βιβλίου αυτού, δίνουν έμφαση στους διαφόρους τρόπους με τους οποίους το πρόβλημα μπορεί να λυθεί -αν υπάρχει πολιτικό θάρρος και επαρκής κατανόηση του κοινού,

αμφότερα τα οποία δεν είναι τεχνολογικά θέματα. Ίσως τα «απολιθωμένα καύσιμα» (πετρέλαιο και γαιάνθρακες) και το φαινόμενο του «θερμοκηπίου» θα επισκιάσουν την αντίληψη που έχουμε για τον κίνδυνο της ραδιενέργειας και θα βοηθήσουν για να επιτευχθεί μια λογική συμβατική λύση.

5) Παρά το γεγονός ότι σημαντικά αποθέματα ουρανίου έχουν εντοπισθεί, η χρησιμοποίηση της πυρηνικής ενέργειας ίσως απαιτεί επιπρόσθετα αποθέματα και η αναζήτηση θα πρέπει να συνεχισθεί, παρά το ότι η συνάντηση «Formation of Uranium Ore Deposits -Proceedings of a Symposium-Athens, 6-10 May, 1974 - International Atomic Energy Agency - Vienna 1974» έδωσε έμφαση στην ανάγκη για εξεύρεση περισσότερων αποθεμάτων ουρανίου και παρουσίασε την ανάγκη εντατικής εξερεύνησης. Στην πραγματικότητα, οι διακυμάνσεις της τιμής του πετρελαίου (ειδικότερα η πτώση των τιμών του πετρελαίου, μετά από κάθε ενεργειακή κρίση) έχει εμποδίσει και μπλοκάρει τις απαραίτητες επενδύσεις για την εξεύρεση ραδιενεργών ορυκτών).

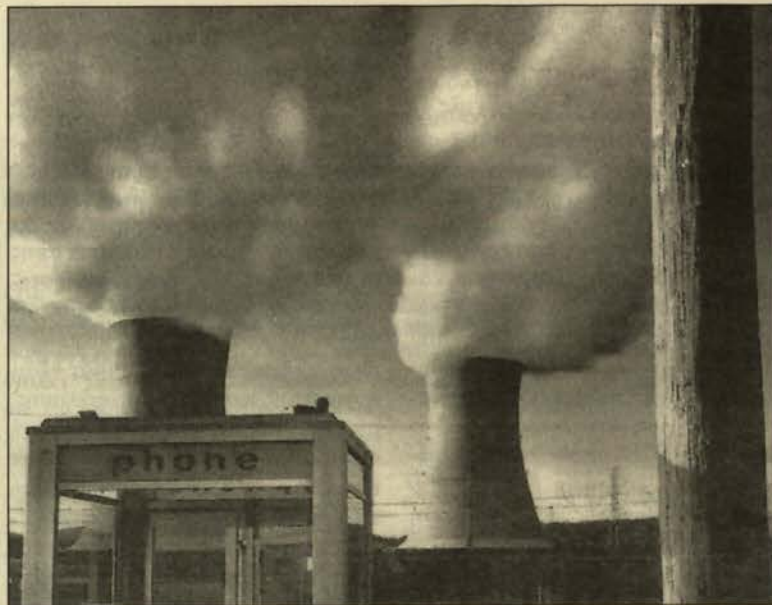
Η ισορροπία ραδιενεργά ορυκτά αναγκαία για ατομικά όπλα και ραδιενεργά ορυκτά απαιτούμενα για ειρηνικούς σκοπούς (πυρηνική ενέργεια) έχει αλλάξει με τις αλλαγές της πρώην Σοβιετικής Ένωσης και η δυνατότητα και η τεχνολογία να χρησιμοποιηθεί το πλουτόνιο ή το U^{235} από στρατιωτικούς σκοπούς σαν ραδιενεργό καύσιμο, είναι ένας ερευνητικός στόχος και μια μελλοντική τεχνολογία που πρέπει να αναπτυχθεί. Έτσι, μεγάλες ποσότητες από πυρηνικά καύσιμα θα μπορούσαν να γίνουν προσιτά για ειρηνικούς σκοπούς.

6) Επιπρόσθετα της αναφερόμενης ανάγκης κατασκευών υψηλού συντελεστή αντισεισμικής προστασίας, η επιλογή της μακρο και μικρο τοποθεσίας (εγκαταστάσεως) κατασκευής ενός αντιδραστήρα είναι μεγάλης σημασίας. Σε γενικές γραμμές, περιοχές με αυξημένη σεισμικότητα πρέπει να αποφεύγονται και η

μικροτοποθεσία πρέπει να επιλέγεται μακριά από τεκτονικά ρήγματα (ειδικότερα μακριά από ρήγματα που έχουν δώσει στο παρελθόν σεισμούς 7 με 8 ρίχτες). Παρ' όλον ότι ορισμένες περιοχές έχουν ταξινομηθεί τεκτονικά και από πλευράς γεωλογικής δομής σαν υψηλού, μέσου και μικρού κινδύνου σεισμικότητας και λόγω του ότι περιοχές θεωρούμενες χαμηλής σεισμικότητας έχουν δώσει ισχυρούς σεισμούς, οι αντισεισμικές κατασκευές όσο είναι αυτό επικτό, είναι απαραίτητες. Η επίλυση του προβλήματος όπως προτάθηκε από τον Καθηγητή Αρίσταρχο Οικονόμου, (βλέπε «The Earthquake Guarding System» Athens 1968 - 1972, «Alexisismon Isolation Engineering for Nuclear Power Plants» Nuclear Engineering and Design 85 (1985) 201-216m, North Holland, Amsterdam and also «Parasitic Seismic Response of Equipment in Base Isolated Structure Mounted on Sliding Bearings» February 1989, Vol. III, Journal of Pressure Vessel Technology) δύναται να θεωρηθεί ως ενδεδειγμένη.

Τα περισσότερα από τα αναφερόμενα προβλήματα θα μπορούσαν να αντιμετωπισθούν ή να επιλυθούν και λύσεις υπάρχουν ή θα μπορούσαν να προσεγγισθούν. Αλλά το μεγαλύτερο πρόβλημα ειδικότερα μετά το Τσέρνομπιλ, είναι πρόβλημα κοινωνικής-ψυχολογικής φύσεως και αν υπάρχει η θέληση ή η ανάγκη να προχωρήσουμε με την πυρηνική ενεργειακή λύση, η οποία μπορεί να θεωρηθεί ως ενδιάμεση, μεταβατική μεταξύ καυσίμων και σύντηξης.

Εάν αναλογισθεί κανείς τα υπέρ και τα κατά της πυρηνικής ενέργειας και το γεγονός ότι ο De Gaulle πήρε την απόφαση να προχωρήσει στην πυρηνική ενέργεια με κέντρο το Nancy της Γαλλίας (ο Καθηγητής M. Roubault ήταν ο υπεύθυνος για την εξεύρεση ραδιενεργών ορυκτών κατά την περίοδο του 1960), το αποτέλεσμα είναι ότι η Γαλλία εξάγει ενέργεια στην Ιταλία με πολύ χαμηλές τιμές, γεγονός το οποίο δείχνει την μεγάλη ανταγωνιστικότητα της πυρηνικής ενέρ-



γιας. Παρ' όλα αυτά, πολλοί από τους πυρηνικούς αντιδραστήρες, έχουν εισέλθει στην περίοδο όπου οι προσδοκίες έχουν αντικατασταθεί με χρόνια σκληρής πραγματικότητας, όπου πραγματικά προβλήματα έχουν παρουσιασθεί και με δυσκολία αντιμετωπίζονται. Και το ερώτημα που προκύπτει είναι: «Οι πυρηνικοί αντιδραστήρες είναι μια επωφελής επένδυση, αν αναλογιστούμε ότι η διάρκεια ζωής των είναι 30 με 35 χρόνια;». Ίσως μόνο πυρηνικοί αντιδραστήρες μεγάλης ισχύος θα μπορούσαν να θεωρηθούν σαν μια συμφέρουσα επένδυση, επειδή η αυτοπροσβολή με ραδιενέργεια (radioactive self contamination) περιορίζει τον χρόνο λειτουργικότητάς των. Έτσι η επένδυση πρέπει να αποσβεσθεί και να έχει κέρδος σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα.

Ίσως η λύση κατασκευής πυρηνικών αντιδραστήρων υπογείως να περιορίζει τα προβλήματα της ταφής τους μετά τη λειτουργία τους. Αλλά και σ' αυτή την περίπτωση, θα πρέπει να υπολογισθεί το επιπρόσθετο κόστος καθώς και τα αντισεισμικά προβλήματα, τα οποία σχετίζονται με μία υπόγεια κατασκευή.

Καθώς ο κίνδυνος για μια καταστροφή συσχετιζόμενη με το φαι-

νόμενο «θερμοκηπίου» μπορεί να περάσει το όριο (το κατώφλι) μιας απομακρυσμένης δυνατότητας και να γίνει ένας απειλητικός εφιάλτης, τότε θα αναγκαστούμε να στραφούμε στις εναλλακτικές πηγές ενέργειας, δηλαδή άλλες από το πετρέλαιο και τους λιθάνθρακες. Οι εναλλακτικές λύσεις είναι πυρηνική ενέργεια, υδροηλεκτρική, φυσικό αέριο (το οποίο είναι λιγότερο ρυπογόνο από το πετρέλαιο και τους λιθάνθρακες), ηλιακή ενέργεια, αιολική ενέργεια και γεωθερμία. Και πάνω από όλα, θα αναγκαστούμε να αναλάβουμε τον κίνδυνο να χρησιμοποιήσουμε ευρύτερα την πυρηνική ενέργεια.

Πρέπει όμως να τονισθεί ότι το μεγαλύτερο ερώτημα είναι η ηθική-πολιτιστική φιλοειρηνική στάση των κοινωνιών μας εάν έχουν πλησιάσει το αναγκαίο επίπεδο για μια φιλοειρηνική χρήση και μόνο της πυρηνικής δύναμης και αν θα είναι το κλειδί για την ευημερία των λαών ή θα είναι η καταστροφή; Οι συμφωνίες για την μη εξάπλωση των ατομικών όπλων δεν πρέπει να θεωρηθούν σαν το μονοπώλιο μερικών και μόνο να χρησιμοποιήσουν την ατομική απειλή... Θα πρέπει να βασιστεί στην ηθική ανύψωση των κοινωνιών μας... και γι' αυτό πολλοί

(και γω προσωπικά) αμφιβάλουν.

Το φυσικό αέριο σαν εναλλακτική πηγή ενέργειας και τα προβλήματα προσπέλασης (χάραξη και κατασκευή) των αγωγών

Όπως τονίστηκε, υπάρχουν τεράστια αποθέματα πετρελαίου και επίσης επάρσιες δυνατότητες εξεύρεσης πετρώσθετων. Έκθεση που δημοσιεύθηκε από το Πανεπιστήμιο του Ryad της Σαουδαραβίας αναφέρει ότι η χώρα έχει περισσότερα από 25% των όλων αποθεμάτων πετρελαίου στον κόσμο, η εικόνα όμως αυτή είναι συνεχώς μεταβαλλόμενη δεδομένου ότι πρόσφατα εντοπίστηκαν πολλά και μεγάλα αποθέματα π.χ. στην περικασιπία περιοχή, στη Ρωσία, Κίνα, Ινδονησία και σε πολλές περιοχές της Αφρικής και της Νοτίου Αμερικής και αν η τιμή του πετρελαίου αυξηθεί, πολλά μη οικονομικά εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα θα αποβούν εκμεταλλεύσιμα. Ένας άλλος παράγοντας είναι ότι κοιτάσματα τα οποία έφθασαν στα όρια επιλειψίμης ποσότητας πετρελαίου μπορεί να επαναλειτουργήσουν με την εφαρμογή προηγμένης σύγχρονης τεχνολογίας (που θα κάνει την ποσότητα η οποία παραμένει εντός του πορώδους επιλειψίμης) και κατ' αυτόν τον τρόπο θα αυξηθούν τα αποθέματα διεθνώς.

Επίσης σημαντικά είναι τα αποθέματα φυσικού αερίου τα οποία βρέθηκαν και τα οποία παράγουν σε πολλές περιοχές του κόσμου. Ειδικότερα μεγάλης σημασίας είναι τα ρωσικά αποθέματα της δυτικής Σιβηρίας (βλέπε «The Origin of Gas Accumulations in Western Siberia» by Galimov et al., «Geochemistry of Gaseous Elements and Compounds» - Theophrastus-Athens 1990) και τεράστια αποθέματα και δυνατότητες υπάρχουν σε πολλά μέρη του κόσμου. Συγκρίνοντας την προμήθεια πετρελαίου με το φυσικό αέριο, βλέπουμε να υπάρχουν ορισμένες βασικές ομοιότητες και διαφορές σχετικά με την μεταφορά και χρησιμοποίησή των. Αν και η μεταφορά

του πετρελαίου σε γενικές γραμμές είναι πιό ανεξάρτητη από καθορισμένα γεωγραφικά σημεία (επειδή σε πολλές περιπτώσεις αρκούν μόνο μερικές λιμενικές εγκαταστάσεις), οι πετρελαιοπαραγωγοί και αγωγοί μεταφοράς φυσικού αερίου απαιτούν προσεκτικό σχεδιασμό όχι μόνο του εδάφους προσπέλασης αλλά και της πολιτικής σταθερότητας της ευρύτερης περιοχής και των χωρών από τις οποίες θα περάσει ο αγωγός. Σημαντικής σημασίας είναι η φύση της περιοχής προσπέλασης, αν είναι ορεινή και αν η περιοχή είναι μεγάλης σεισμικότητας τότε είναι αναγκαία ειδική αντισεισμική κατασκευή, π.χ. σε αντίθετη περίπτωση δύναται να προκύψει εκτεταμένη καταστροφή όπως πρόσφατα με τους σεισμούς στις ρωσικές νήσους «Κυρίλες» που έγιναν εκτεταμένες καταστροφές στους αγωγούς.

Εκτός των διμερών συμφωνιών και εμπλεκόμενων οικονομικών συμφερόντων, μεγάλης σημασίας είναι το ότι οι αγωγοί δεν πρέπει να διασχίζουν πολιτικά ασταθείς περιοχές και χώρες οι οποίες μελλοντικά θα προβούν σε εχθρικές ενέργειες προς τους προμηθευτές ή προς τους προμηθευόμενους το πετρέλαιο ή το φυσικό αέριο. Πάνω απ' όλα, η σταθερότητα των σχέσεων μεταξύ των χωρών διά μέσου των οποίων θα περάσει ο αγωγός, πρέπει όχι μόνο να βασίζεται σε διμερείς συμβάσεις και διαβεβαιώσεις, αλλά είναι προτιμότερο να βασίζεται σε ιστορική παραδοσιακή συνεργασία και φιλία μεταξύ των χωρών που εμπλέκονται. Επειδή ο αγωγός ο οποίος θα περάσει από μια περιοχή στην κυριολεξία μπορεί να μεταβληθεί σε «όμηρο» πολιτικού εκβιασμού, σαν παράδειγμα δύναται να χρησιμοποιηθεί το σλόγκαν «μην παραδίδεις» (εννοώντας ότι αν δεχθείς να περάσει ο αγωγός διά μέσου περιοχής δυνατών μελλοντικών αντιπάλων είναι σαν να παραδίδεις στη βούληση του εχθρού σου). Το αναφερόμενο παράδειγμα του πετρελαιοπαραγωγού ο οποίος μελετάται να περάσει από το Αρζαμπαϊτζάν διά μέσου Ρωσίας, Μαύ-

ρης Θαλάσσης, Βουλγαρίας και να φθάσει στην Ελλάδα δεν είναι διά το συμφέρον της Ρωσίας και μόνον (η οποία θα έχει ασφαλώς μεγάλη οφέλη) είναι όμως και μεγάλης σπουδαιότητας για την Ελλάδα. Οι αναταραχές στην Τσετσενία, ασφαλώς υποκινούνται για να εμποδίσουν τη διέλευση του αγωγού διά μέσου της βορείας οδού όπως αποκαλείται.

Η εφευρετικότητα για τη δημιουργία ενεργειακής κρίσης δεν έχει όρια. Επιπρόσθετα σε όσα αναφέρθηκαν, ενεργειακή κρίση μπορεί να δημιουργηθεί και σε χώρες που προμηθεύονται πετρέλαιο ή φυσικό αέριο με αγωγούς. Ειδικά αν οι αγωγοί περνούν από περιοχές όπου υπάρχει πολιτική αστάθεια και ο κίνδυνος είναι ακόμη μεγαλύτερος αν οι αγωγοί διέρχονται μέσω περιοχών που κατέχουν χώρες αντιτιθέμενες προς τις χώρες που προμηθεύονται πετρέλαιο ή φυσικό αέριο.

Το φυσικό αέριο, σαν μια εναλλακτική πηγή ενέργειας, στην πραγματικότητα είναι στενά συνδεδεμένο με το πετρέλαιο και γεωλογικά συνυπάρχουν σε πολλές περιπτώσεις. Παρά τις απαιτούμενες αυξημένες επενδύσεις κατασκευής αγωγού και τα αναφερόμενα προβλήματα, το φυσικό αέριο είναι λιγότερο ρυπογόνο από το πετρέλαιο. Πάντως η κατασκευή του αγωγού καθιστά την χώρα που προμηθεύεται φυσικό αέριο περισσότερο δέσμη από την χώρα που το προμηθεύει.

Τα προβλήματα συντήρησης των πετρελαιοαγωγών και των αγωγών φυσικού αερίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην μελέτη σκοπιμότητας και οι δαπάνες να συνυπολογίζονται.

**Σύντομη ανασκόπηση των
ενεργειακών πηγών (η
βιομηχανική επανάσταση
βασίστηκε στο λιθάνθρακα!
Ποιά θα είναι η βάση για την
επόμενη επανάσταση;**

Όταν ο Προμηθέας έδωσε στον άνθρωπο το «πυρ» (την φωτιά), οι

θεοί τον αλυσόδεσαν και είχε φρικτό τέλος. Αυτή είναι η μυθολογική εκδοχή της πρωτοπόρου χρήσης της φωτιάς από τον άνθρωπο και των ευφλέκτων υλικών (combustible) κυρίως ξύλα⁴ που ήταν η πρώτη χρησιμοποίηση ενεργειακής πηγής εκτός από την προσωπική του δύναμη και την χρήση ζώων όπως το άλογο, τα βόδια και άλλα.

Ιστορικά αυτή ήταν μια πολύ μεγάλη περίοδος η οποία διήρξε χιλιετηρήδες... Εάν αναλογισθεί όμως κανείς τις εξελίξεις που έλαβαν χώρα μετά την βιομηχανική επανάσταση όπου ο λιθάνθρακας χρησιμοποιήθηκε σαν πηγή ενέργειας και τις ταχύτερες αλλαγές που ακολούθησαν - η ανθρωπότητα είδε την χρησιμοποίηση πολλών πηγών ενέργειας, π.χ. υψηλής ποιότητας λιθάνθρακες, λιγνίτη, υδροηλεκτρική ενέργεια (παρότι η χρήση του ύδατος ανάγεται πολλά χρόνια πίσω ιστορικά) και πίο πρόσφατα το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και την πυρηνική ενέργεια.

Είναι δύσκολο να προβλέψει κανείς αν η ατομική εποχή θα οδηγήσει στην επόμενη «βιομηχανική επανάσταση» (ή θα είναι η εποχή των «computer» υπολογιστών). Σε κάθε περίπτωση, είναι αβέβαιο εάν η επόμενη «βιομηχανική επανάσταση» ή break through θα είναι με την πυρηνική ενέργεια ή με τη σύντηξη. Δεν είναι ακόμα ιστορικά εξακριβωμένο πιά πηγή ενέργειας θα σημάδεψει μια νέα περίοδο ιστορικά, όπως ο λιθάνθρακας χαρακτήρισε την βιομηχανική επανάσταση.

Οι λιθάνθρακες παραμένουν σαν μια κύρια πηγή ενέργειας (ειδικότερα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας) και καλύπτουν πολλές από τις ανάγκες, και αυτές ακόμα των σύγχρονων κοινωνιών (πολλές όμως ανάγκες μπορούν να αντιμετωπισθούν με την χρησιμοποίηση του πετρελαίου και μόνο). Τα κοιτάσματα και αποθέματα λιθανθράκων ανά τον κόσμο είναι τεράστια και ανέρονται σε αρκετά τρισεκατομμύρια τόννων τα οποία έχουν βεβαιωθεί και περισσότερα θεωρού-

νται σαν πιθανά. Οι λιθάνθρακες και το πετρέλαιο είναι βασικές ενεργειακές πηγές και πολλές χώρες που διαθέτουν και τα δύο προσανατολίζουν την ενεργειακή πολιτική τους σε μια ορθολογική εκμετάλλευση και των δύο, π.χ. η Ρωσία και η Η.Π.Α.

Αντίθετα μερικές άλλες χώρες, έχουν την μία και στερούνται την άλλη πηγή ενέργειας και οι ανάγκες των ικανοποιούνται μ' αυτά που διαθέτουν και είναι εκμεταλλεύσιμα. Εν τούτοις, η εκμετάλλευση των λιθανθράκων παρά την αυτοματοποίηση και τον εκσυγχρονισμό της εκμετάλλευσής των σε πολλές περιπτώσεις, είναι σχετικά μεγαλύτερου κόστους από το πετρέλαιο ή ακόμη και από το εισαγόμενο πετρέλαιο το οποίο είναι και πιο ανταγωνιστικό.

Οι Γερμανοί κατά την διάρκεια του δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου κατόρθωσαν να παράγουν βενζίνη και υγρά καύσιμα από λιθάνθρακες αλλά μακροπρόθεσμα τα ρευστά φυσικά καύσιμα είναι φθηνότερα (βλέπε «Advances in Coal Chemistry» Ed. by Prof. N.P. Vasilakos. Theophrastus Publications S.A. - Athens 1988).

Τελευταίες μελέτες και R&D (έρευνα και ανάπτυξη) του Ιαπωνικού NIRE στην τεχνολογία της ενέργειας έχει σαν στόχο την καθαρή (μη ρυπογόνο) χρήση του λιθάνθρακα σε μεγάλη κλίμακα (λόγω του ότι υπάρχουν όπως αναφέρθηκε τεράστιες ποσότητες λιθανθράκων ανά τον κόσμο), δια της *κυκλοφοριακής ρευστοποιημένης καύσης στρωμάτων* (by circulating fluidized bed combustion) και δια της ρευστοποίησης και αεροποίησης. Ειδικότερα στην έκθεση του NIRE η «απειθείας καύση των λιθανθράκων, είναι πλέον αποτελεσματική στην τεχνολογία της χρησιμοποίησής των, αλλά οι λιθάνθρακες έχουν πολλά μειονεκτήματα εν σχέσει με την «μεταχείρηση» των και εκπέμπουν ρύπους». Σχετικά με την περιβαλλοντική προστασία, τεχνολογίες αναζητούνται που θα περιορίσουν τους ρύπους καύσης⁵ η δια της *κυκλοφοριακής ρευστοποιημένης καύσης*

στρωμάτων είναι μια από τις τελευταίες τεχνολογίες. Μπορεί να καύσει διάφορα στερεά καύσιμα κατά ένα τρόπο περιβαλλοντικά παραδεκτό. Επίσης βασική έρευνα σε σχέση με τις εκπομπές NOx και στην ρευστή δομή γίνεται με βάση «a bench-scale combustor» (επιτραπέζιας κλίμακας καυστήρα).

Μια άλλη σημαντική χρήση των λιθανθράκων κατά την R&D (έρευνα και ανάπτυξη) την NIRE είναι η ρευστοποίηση σε υψηλές θερμοκρασίες με αντικειμενικό στόχο την πρόβλεψη των καλύτερων συνθηκών για την πίο αποτελεσματική μετατροπή των λιθανθράκων σε αέριο χρησιμοποιώντας πειραματική και θεωρητική προσέγγιση.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι και τα δύο πετρέλαιο και λιθάνθρακες, εκπέμπουν ρύπους CO₂ οι οποίοι συμβάλλουν στην δημιουργία του φαινομένου του «θερμοκηπίου» και παρά την ανταγωνιστικότητα μεταξύ τους ίσως και τα δύο ταυτόχρονα να σταματήσουν να χρησιμοποιούνται όταν θα περάσουμε το όριο (κατώφλι) και μπούμε στην περίοδο που η ατμοσφαιρική ρύπανση και το φαινόμενο του «θερμοκηπίου» θα προσλάβουν επικίνδυνες διαστάσεις. Θα μπορέσει η πυρηνική ενέργεια να τα αντικαταστήσει; Αν κανείς λάβει υπόψη του ότι 850.000 τόννοι άνθρακα παράγουν την ίση ενέργεια όσο ένας τόνος U³⁰⁸ ή τελικώς θα αντικατασταθούν από την σύντηξη;

Μέχρι τώρα μιλάμε για την τύχη των ανεπτυγμένων χωρών. Τι θα συμβεί στις φτωχές χώρες του τρίτου κόσμου, οι οποίες δεν έχουν, ή αδυνατούν να χρησιμοποιήσουν σύγχρονες ενεργειακές πηγές; Τι θα συμβεί στα δάση και στις ζώνες πρασίνου (green belts) της γης, εξίσου σημαντικές για την επιβίωση του ανθρώπου; Θα χρησιμοποιηθούν σαν πηγές ενέργειας ή οι ανεπτυγμένες χώρες θα αναγκαστούν να τους χορηγήσουν ενέργεια που θα τους βοηθήσει να επιβιώσουν; Ή καλύτερα να πούμε για να μην καθύουν τα δάση; Ίσως η μεγαλύτερη επανάσταση να μην

είναι η χρησιμοποίηση μιας πηγής ενέργειας, ανεξάρτητα αν αυτή θα είναι συμβατική ή πυρηνική ή ακόμη η σύντηξη. Μερικοί πιστεύουν ότι η μεγάλη επανάσταση παγκοσμίου σπουδαιότητας θα γίνει δια μέσου της μεταφοράς της ενέργειας.

Η μεταφορά ενέργειας και μελλοντικές δυνατότητες

Η μεταφορά της ενέργειας δεν είναι κάτι το καινούργιο. Πλοία στους τελευταίους αιώνες μετέφεραν ξυλεία και λιθάνθρακες και αργότερα τάνκερς και σούπερ τάνκερς μετέφεραν πετρέλαιο δια μέσου ωκεανών, θαλασσών και υδατινών οδών. Παράλληλα με την τεράστια μεταφορά ενεργειακών υλών και ειδικότερα τα τελευταία χρόνια μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας δια υψηλής τάσης καλωδίων δεν προμηθεύουν ενέργεια μόνο εντός των ιδίων χωρών, αλλά η μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας είναι μια ζωτικής σημασίας ανταλλαγή μεταξύ χωρών. Η ηλεκτρική ενέργεια είναι προϊόν ευκόλως μεταφερόμενο και έχει συμβάλει στην συνεργασία των χωρών βάσει διακυβερνητικών συμφωνιών.

Όταν η Κορέα και η Ιαπωνία άρχισαν να μελετούν (κατά τις αρχές της δεκαετίας του '80) την κατασκευή υποθαλάσσιας σήραγγας μεταξύ της Κορέας και της Ιαπωνίας κανείς δεν μπορούσε να κατανοήσει ότι δια της χρησιμοποίησης τεχνολογίας βασιζόμενης σε ειδικές υάλινες ίνες (special glass fibres) δια μέσου σηράγγων, μεταφορά ενέργειας θα ήταν δυνατόν να επιτευχθεί σε μεγέθη και ταχύτητες οι οποίες είναι πέραν της σύλληψης της φαντασίας. Η ηλεκτρική ενέργεια θα δύναται να μεταφερθεί (δια μέσου του μελλοντικού συστήματος σηράγγων και την αναφερθείσης τεχνολογίας) από την Ιαπωνία στην Ευρώπη και αντίστροφα, ώστε η επιπλέον ενέργεια κατά τις νικημερινές ώρες να μεταφέρεται από την μια περιοχή στην άλλη και αντίστροφα. Μπορεί η μεταφορά της ενέργειας να αποτελέσει την βάση για μια μελλοντική επανάσταση;

Είναι αυτό το γενναίο σχέδιο υλοποιήσιμο; Είναι κάτι που μπορεί να πραγματοποιηθεί μετά την απόφαση των «επτά πλουσίων χωρών» για την πραγματοποίησή του οι οποίοι σχεδιάζουν ένα παγκόσμιο σύστημα μεταφοράς ενέργειας δια μέσου ενός δικτύου σηράγγων και δια της αναφερθείσης τεχνολογίας;

Η αρχική ιδέα της μεταφοράς ενέργειας δια του συστήματος σηράγγων παρουσιάστηκε από την οργάνωση «Moonists» στις αρχές της δεκαετίας του '80 στην Σεούλ, εν σχέσει με την διάνοιξη υποθαλάσσιας σήραγγας η οποία θα ενώνει την Κορέα με την Ιαπωνία. Πάντως είναι εντυπωσιακό, ότι βασικά η πρόταση αυτή υιοθετήθηκε από τους «επτά μεγάλους» το 1995 και ανακοινώθηκε το σχέδιο μεταφοράς ενέργειας σε Παγκόσμια Κλίμακα.

Το ύδωρ ως πηγή ενέργειας

Κάθε σταγόνα ύδατος που πέφτει στην επιφάνεια της γης έχει την θεωρητική δυνατότητα να φθάσει στην θάλασσα ή στους ωκεανούς. Στον δρόμο του προς την θάλασσα το ύδωρ έχει την δυναμική να είναι μια σημαντική πηγή ενέργειας με τεράστιες δυνατότητες.

Στις περιοχές όπου οι βροχοπτώσεις είναι μεγαλύτερες από την εξάτμιση το ύδωρ που πέφτει στην επιφάνεια της στερεάς ρέει στην θάλασσα και δημιουργεί στα διάφορα πετρώματα πρότυπα (patterns) αποστράγγισης των υδάτων (ποταμούς) ή διευθετεί εντός των πετρωμάτων ως υπόγεια ύδατα.

Τα πρότυπα αποστράγγισης των επιφανειακών υδάτων στην ξηρά (δηλαδή ποταμοί) ανάλογα με την σύσταση των γεωλογικών σχηματισμών δημιουργούν τύπους διάταξης των ποταμών που αποστραγγίζουν μια περιοχή. Διακρίνονται δύο κύριοι τύποι πρωτύπων (patterns) διάταξης: ο δενδριτικός τύπος και ο trellised, ο διατεταγμένος όταν τα υποκείμενα στρώματα πετρωμάτων είναι σκληρά και μαλακά. Τα πρότυπα αυτά αφορούν τους κυρίους ποταμούς και τα παρακλάδια τους.

Ο ποταμός και τα παρακλάδια του που αποστραγγίζουν μια περιοχή απαρτίζουν την λεκάνη αποστραγγίσεως (river basin). Η έννοια της λεκάνης αποστραγγίσεως είναι βασικής σημασίας για την αξιοποίηση των επιφανειακών υδάτων και για την ενεργειακή εκμετάλλευση και γενικά αξιοποίησή των.

Λόγω του ότι στην μελέτη, ανάπτυξη και εκμετάλλευση των υδάτων ενός συστήματος αποστραγγίσεως (ενός ποταμού) εμπλέκονται πολλές ειδικότητες και αρμοδιότητες οι οποίες απαιτούν συντονισμό, και λόγω του ότι κάθε λεκάνη αποστραγγίσεως έχει τα ιδιαίτερα προβλήματα ελέγχου και διατήρησης κατασκευών (γέφυρες, φράγματα, κανάλια, κ.λπ.) κάθε μεγάλη λεκάνη αποστράγγισης απαιτεί εξειδικευμένο οργανισμό (π.χ. Mississippi River Authority και το γνωστό Colorado River Authority) για την καλύτερη αξιοποίηση των υδατινών πόρων και για την βέλτιστη αξιοποίηση του υδατινού δυναμικού από πλευράς υδροηλεκτρικών έργων.

Κατά την διάρκεια του 1950-60 οι ΗΠΑ οργάνωσαν με βάση το πρόγραμμα «Point 4 The Blue Nile water Resources» (υδάτινοι πόροι του Κιανού Νείλου) εις την Αιθιοπία, το οποίο είχε ως στόχο την μελέτη των υδατινών δυνατοτήτων της λεκάνης αποστραγγίσεως του Κιανού Νείλου για την κατασκευή φραγμάτων για υδατοηλεκτρική εκμετάλλευση και ταμειυτήρες για την χρησιμοποίησή των για την βιομηχανική και αγροτική ανάπτυξη της περιοχής, ώστε η Αιθιοπία να δύναται να απαιτήσει την αξιοποίηση του μεριδίου των υδάτων που της επιτρέποντο βάσει του Διεθνούς Δικαίου των Διεθνών Ποταμών (International Rivers). Κατ' αυτόν τον τρόπο θα εξασκείτο πίεση στην Αίγυπτο του Nasser η οποία το χρονικό εκείνο διάστημα είχε φιλικές σχέσεις με την U.S.S.R.

Διεθνείς ποταμοί είναι κάτω από το Διεθνές Δίκαιο των ποταμών το οποίο καθορίζει την ποσότητα ύδατος που δύναται να χρησι-

μποιήσει κάθε χώρα. Καθώς η Σοβιετική Ομοσπονδία έχει διαχωριστεί αναπόφευκτα προβλήματα δικαιωμάτων θα προκύψουν σχετιζόμενα με την αξιοποίηση των διεθνών πλέον ποταμών όπου κάθε χώρα δια της οποίας διέρχονται ορισμένοι ποταμοί θα έχει δικαιώματα.

Όπως τονίστηκε η λεκάνη αποστράγγισης των υδάτων ενός ποταμού αποτελεί την βάση μελέτης των δυνατοτήτων υδροηλεκτρικής εκμετάλλευσης. Οι ποταμοί με την παρέλευση του γεωλογικού χρόνου τείνουν να εγκαθιδρύουν την καμπύλη απλής ροής (equilibrium profile) όπου τα σκληρά και μαλακά πετρώματα (γεωλογικοί σχηματισμοί) έχουν κοπεί στο βάθος μιας θεωρητικής υπερβολικής καμπύλης (equilibrium profile).

Καθώς ο ποταμός διαβρώνει μια περιοχή λόγω κυρίως διαφοράς σκληρότητας των πετρωμάτων, καταρράκτες δημιουργούνται (οι οποίοι υποχωρούν και τελικά εξαφανίζονται καθώς ο ποταμός τείνει να εγκαθιδρύσει την καμπύλη της απλής ροής και το σύστημα απορροής των υδάτων περνάει από τις φάσεις της νεότητας, ωριμότητας και φτάνει στο γήρας όπου ο ποταμός δεν δύναται να σκάψει προς τα κάτω αλλά δημιουργεί μαιάνδρους). Όπως είναι γνωστόν οι καταρράκτες προσφέρονται δια της αξιοποίησης των υδατοπτώσεων - για την κατασκευή φραγμάτων. Ο κύκλος διάβρωσης δια των ποταμών σε συνδυασμό με την έννοια της λεκάνης αποστράγγισης των υδάτων δίνουν πρακτικά και θεωρητικά την δυνατότητα επιλογής της μικρο και μικρο τοποθεσίας, μιας θέσεως κατασκευής φράγματος και καθορίζουν τον τύπο του φράγματος ο οποίος μπορεί να κατασκευαστεί και ο οποίος εξαρτάται από την μελέτη της λεκάνης αποστράγγισης (ποσότητα βροχοπτώσεων, αγροτική και βιομηχανική χρησιμοποίηση των υδάτων και η κατασκευή υδροηλεκτρικών σταθμών που μπορούν να κατασκευαστούν).

Αντίθετα με τους καταρράκτες

που είναι φυσικά «εμπόδια» για την εγκαθίδρυση της απλής ροής ενός ποταμού τα φράγματα είναι «τεχνικά» εμπόδια που κατασκευάζονται στην ροή των ποταμών και τα οποία και αυτά (τα φράγματα) με την πάροδο του χρόνου θα καταστραφούν (θα διαβρωθούν - δηλ. και τα φράγματα έχουν ένα περιορισμένο χρόνο ζωής) καθώς και τα φυσικά εμπόδια λόγω της διαφοράς σκληρότητας (όπως τονίστηκε οι καταρράκτες και τα cascades θα υποχωρήσουν και τελικά θα εξαφανισθούν). Σχετικά με την κατασκευή ενός φράγματος πρέπει να τονισθεί ότι εξαρτάται από τον σχεδιασμό και την τέχνη του «κατασκευάζειν» ενός φράγματος για να επιτευχθεί όσο είναι δυνατόν η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και λειτουργικότητας ενός τεχνικού εμποδίου το οποίο όπως ετονίσθη τελικά θα καταστραφεί.

Στο πάνω μέρος του ποταμού, δηλαδή προς τις πηγές του και όπου συνήθως έχουμε ένα V σχήματος κοιλάδα, βάσει της αναλογίας χορδής προς ύψος διαφορετικοί τύποι φραγμάτων κατασκευάζονται και καθορίζονται από την φύση των πετρωμάτων. Όταν ο ποταμός φτάνει στην προχωρημένη φάση της ωριμότητας ή του γήρατος και η κοιλάδα είναι ευρεία βάσει της φύσης των πετρωμάτων, χωμάτινα φράγματα δύναται να κατασκευαστούν και έτσι όλο το μήκος ενός ποταμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή φραγμάτων (σε πολλές περιπτώσεις κατασκευάζονται σμηνοφράγματα).

Οι υδροηλεκτρικές δυνατότητες είναι τεράστιες και λόγω του ότι είναι μη ρυπογόνος ενεργειακή πηγή θα πρέπει να αξιοποιηθεί όπου είναι δυνατόν. Η μελέτη των λεκανών αποστράγγισης των υδάτων σε παγκόσμια κλίμακα δείχνει ότι πολλές από τις τριτοκοσμικές χώρες οι οποίες δεν έχουν ή δεν έχουν αναπτύξει άλλες πηγές ενέργειας, έχουν μεγάλες δυνατότητες υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Πάνω απ' όλα οι ταμιενήρες δύναται να χρησιμοποιηθούν για

την διαφύλαξη και συγκέντρωση πόσιμοι ύδατος και ταυτόχρονα να χρησιμοποιηθούν για υδροηλεκτρική αξιοποίηση.

Η χρησιμοποίηση της υδροηλεκτρικής ενέργειας με την δημιουργία ταμιεντήρων για πόσιμο ύδωρ δύναται να καταστεί τεράστιας σημασίας και θα πρέπει να μελετηθεί και ακολουθηθεί όχι μόνο σε εθνική αλλά και σε διεθνή βάση.

Όπως η χρησιμοποίηση των υδάτων των ποταμών αντιμετωπίζει σαν το μεγαλύτερο πρόβλημα όχι τις τεχνικές δυσκολίες και την δαπάνη κατασκευής αλλά το γεγονός ειδικότερα για διεθνείς ποταμούς (ποταμούς που διασχίζουν διάφορες χώρες) το ότι κάθε χώρα απαιτεί δυσανάλογα μεγάλες ποσότητες ύδατος για χρησιμοποίησή της.

Στο πρόβλημα εμπλέκονται πολιτικές αντιπαραθέσεις χωρών και μπορεί να οδηγήσουν ακόμα και σε πόλεμο, αλλά αυτό δεν είναι κάτι το καινούργιο. Αναφέρεται ότι επί Φαραωνικής εποχής όταν οι Αιθίοπες κατασκεύασαν ένα φράγμα στον Νείλο τα Αιγυπτιακά αντίποινα ήταν πόλεμος (ασφαλώς η κατ' αποκλειστικότητα και παράλογη χρησιμοποίηση των υδάτων ενός ποταμού εις βάρος άλλων χωρών δύναται να οδηγήσει σε πόλεμο). Η διαμάχη του Ισραήλ και των Αράβων γειτόνων και της Τουρκίας με το Ιράκ και την Συρία, δεν είναι τα μόνα παραδείγματα προστριβών μεταξύ χωρών καθώς ο διαχωρισμός της Σοβιετικής Ένωσης δύναται να δημιουργήσει παρόμοια προβλήματα.

Εάν αναλογιστούμε τον ρόλο των επιφανειακών υδάτων και ειδικότερα τις υδατοπτώσεις των καταρρακτιών δεν πρέπει να λησμονούμε τις προσπάθειες των Γερμανών στον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο να χρησιμοποιήσουν τις υδατοπτώσεις των Νορβηγικών καταρρακτιών για την παραγωγή βαρέως ύδατος, το οποίο ακόμη και τώρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την λειτουργία βαρέως ύδατος πυρηνικών αντιδραστήρων.

Θερμά ύδατα - γεωθερμική ενέργεια

Επιπρόσθετα της σύντομης αναφοράς της σπουδαιότητας των επιφανειακών υδάτων σαν πηγή ενέργειας σημαντικό είναι το ύδωρ που διαπερνά το έδαφος και τα υποκείμενα πετρώματα. Σε ορισμένες καρστικές περιοχές υπόγειοι ποταμοί δύναται να χρησιμοποιηθούν και υπόγεια φράγματα κατασκευάζονται, αυτή όμως η αξιοποίηση των υπογείων υδάτων είναι περιορισμένης σπουδαιότητας.

Το ύδωρ που διεισδύει εντός του εδάφους και των υποκειμένων σχηματισμών όταν έλθει σε επαφή με θερμή εστία συνήθως σχετιζόμενη με ηφαιστειακή ενέργεια ή σε ορισμένες περιπτώσεις με ζώνες τριβής (friction) εντός των πετρωμάτων δύναται να επανέλθει ως «θερμό ύδωρ» το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν γεωθερμική πηγή ενέργειας. Σε πολλές περιπτώσεις μερικοί βαθμοί διαφοράς στην θερμοκρασία δύναται να καθιστούν το ύδωρ χρήσιμο για ένα δίκτυο κεντρικής θέρμανσης (μιας πόλης) ή για την θέρμανση θερμοκηπίων. Έτσι στις περισσότερες περιπτώσεις το ύδωρ που διαπερνά το έδαφος και τα πετρώματα είναι το μέσον μεταφοράς της θερμότητας και δύναται να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας (συνήθως επανέρχεται υπό μορφή ατμών).

Εκτός από τα επιφανειακά ύδατα που διαπερνούν τα εδάφη και τα πετρώματα, σημαντικά είναι και τα «junvenile» (πρωτογενή) ύδατα που σχετίζονται με την ηφαιστειότητα και είναι και αυτά μέσον μεταφοράς θερμότητας αλλά και η μεταφορά θερμότητας λόγω επαφής (contactivity) δεν πρέπει να υποτιμάται και ίσως στο μέλλον η πρόοδος της τεχνολογίας καταστήσει δυνατή την αξιοποίηση θερμότητας σχετιζόμενη με την ηφαιστειότητα. Πειραματικές προσπάθειες γεωτρήσεων σε ηφαιστειακές περιοχές και δια της διοχέτευσης ύδατος και επαναφοράς του δια ειδικού συστήματος κυκλοφορίας των υδάτων (ατμών)

αναφέρεται ότι έχει ήδη επιτευχθεί. Μερικές από τις δυνατότητες της γεωθερμικής ενέργειας παρουσιάζονται στις εξής δημοσιεύσεις: «Proceedings Geothermal Energy Vol. I. - International Congress on Thermal Water, Geothermal Energy and Vulcanism of the Mediterranean Area - Athens, Oct. 1976 and Geothermics Thermal - Mineral Waters and Hydrogeology - Theophrastus Publications S.A. - Athens 1985».

Θα πρέπει όμως να τονισθεί ότι μερικές από τις μεγαλύτερες δυνατότητες γεωθερμικής ενέργειας σχετίζονται άμεσα με την ενεργό ηφαιστειότητα. Μελετώντας τα γεωθερμικά πεδία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος είναι μερικές περιοχές όπως το Danakil της Ερυθραίας και η Καμτσάτκα της Ρωσίας όπου υπάρχουν τεράστιες γεωθερμικές δυνατότητες.

Στην προσπάθεια αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας δύο πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις αναφέρονται:

α) «The downhole co-axial heat exchange system» το σύστημα δημιουργίας οπών σε πετρώματα τα οποία δεν περιέχουν ατμό ή θερμό ύδωρ και διοχέτευση εντός του συστήματος των οπών ύδατος το οποίο επιστρέφει θερμαινόμενο και

β) Η τεχνολογία γεωτρήσεων για γεωθερμικά φρέατα χρησιμοποιώντας μέθοδο γεώτρησης δια εξαερωμένης λάσπης (Aerated mud drilling methods) για την βελτίωση της αποτελεσματικότητας των γεωτρήσεων στα πετρώματα.

Επίσης χρησιμοποιούνται κεφαλαί (bits) με PDC (polycrystalline diamond compact) κόπτες οι οποίοι αναπτύχθηκαν ειδικά για την διάτρηση θερμών και σκληρών σχηματισμών.

Αντές οι τεχνολογίες και η μελλοντική βελτίωσή τους πιστεύεται ότι θα συμβάλει στην μεγαλύτερη χρησιμοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας η οποία ομολογούμενα είναι επί του παρόντος σε χαμηλό επίπεδο αξιοποίησης. Ένα άλλο επιπρόσθετο πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπισθεί είναι «η χημική εναπόθεση» υλικών στα τοιχώματα

του σωλήνα της μεταφοράς του ύδατος και του ατμού - και οι «εκπομπές» θείου και η ρύπανση γενικότερα.

Το θαλάσσιο ύδωρ ως δυνατή πηγή ενέργειας

Θαλάσσια ρεύματα λόγω διαφοράς θερμοκρασίας ή αλμυρότητας μπορεί θεωρητικά να είναι πηγή ενέργειας. Πιό σημαντικά είναι όμως επί του παρόντος τα παλιωροικά κύματα ειδικά στις ακτές οι οποίες αντικρίζουν ανοικτές θάλασσες (ωκεανούς). Η δυνατότητα της χρησιμοποίησης ειδικών «turbines» δεν είναι μια απλή υπόθεση και επιπρόσθετα των κατασκευαστικών και τεχνολογικών δυσκολιών η διάβρωση δια του θαλάσσιου ύδατος θα πρέπει και αυτή να αντιμετωπισθεί.

Παρ' όλα αυτά η τεχνολογία θα πρέπει να αναπτυχθεί λαμβάνοντας υπόψη ωκεανογραφικές μελέτες καθώς και την θαλάσσια διάβρωση και παράκτια μετακίνηση της άμμου καθώς και την εναπόθεση ιζημάτων, οι οποίοι είναι παράγοντες που δεν μπορούν να αγνοηθούν.

Αυτές οι κατασκευές απαιτούν την στενή συνεργασία ωκεανογραφικών κέντρων μελετών και σχεδιαστών ενεργειακής πολιτικής καθώς και εξειδικευμένα κέντρα σχεδιασμού των εγκαταστάσεων, μηχανικού εξοπλισμού και πάνω απ' όλα ειδικές κατασκευές είναι μια βασική προϋπόθεση για να επιτευχθούν τα καλύτερα αποτελέσματα για μια επιλεγείσα περιοχή.

Ηλιακή και αιολική ενέργεια

Και οι δύο, η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, εξαρτώνται από τις κλιματολογικές συνθήκες και ο γράφων το άρθρο δεν κατέχει επαρκή γνώση του θέματος για να αναφερθεί λεπτομερώς και εκτεταμένα. Το οποίο απαιτεί ειδικές γνώσεις κλιματολογίας και της σχετικής τεχνολογίας. Παρ' όλα αυτά μπορεί να λεχθεί ότι και οι δύο είναι καθαρές και ανανεώσιμες και ειδικότερα η μεγάλη ηλιοφάνεια του ελληνικού χώρου έχει ήδη συντε-

λέσει να καθιερωθεί εκτεταμένα η χρήση θερμοηλεκτρογεννητριών (ηλεκτρογεννητριών) (ηλεκτρογεννητριών) (ηλεκτρογεννητριών).

Ένα πρόβλημα με την αιολική ενέργεια είναι ότι η τεχνολογία μέχρι τώρα απαιτεί την χρησιμοποίηση συσσωρευτών.

Συμπεράσματα και Σκέψεις

Το άρθρο αναφέρεται σε γενικές γραμμές στις ενεργειακές πηγές καθώς και στις σημερινές και μελλοντικές δυνατότητες και περιορισμούς.

Επίσης μπορεί να είναι χρήσιμο για την θεώρηση μερικών προβλημάτων της εποχής μας καθώς και για την αντιμετώπιση διλημμάτων τα οποία αναπόφευκτα αντιμετωπίζουν οι σχεδιαστές ενεργειακής πολιτικής, αλλά πάνω από όλα πρέπει ιδιαίτερα να τονισθεί ότι παρ' όλο που η σύντηξη (fusion) θεωρείται ότι είναι η ιδεώδης καθαρή ενεργειακή πηγή, η οποία θα είναι προσιτή και η οποία θα ελευθερώσει την ανθρωπότητα από το άγχος της έλλειψης επαρκούς ενέργειας, ο γράφων το άρθρο θέτει την εξής βασική ερώτηση: «Και αν δεν πετύχει; Και αν καθυστερήσει υπέρμετρα;». Και γι' αυτό προτείνεται ως μέσον ασφάλειας η μεγαλύτερη δυνατόν ανάπτυξη και ποικιλία (diversification) στην χρήση όλων των ανανεώσιμων καθαρών πηγών ενέργειας.

Βεβαίως γνωστές μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αποθέματα και δυνατότητες πετρελαίου, φυσικών αερίων, γαιανθράκων και ραδιενεργών ορυκτών) είναι επαρκή για τουλάχιστον 100 με 200 χρόνια και ακόμα για περισσότερα. Θα εξαρτηθεί από την κατανάλωση και την αναζήτηση - ανάπτυξη των μη ανανεώσιμων ενεργειακών αποθεμάτων.

Ένα άλλο ερώτημα είναι: «Επιτρέπεται εμείς να χρησιμοποιούμε ότι έχουμε για το μεγαλύτερο όφελος αυτής της γενεάς ή για των επομένων δύο ή τριών γενεών; Ή θα

πρέπει να δούμε το πρόβλημα από μακροπρόθεσμα δηλ. με μέγιστο δυνατό ορθολογισμό (rationalization);». Μερικοί απαντούν: «Και βέβαια η ανθρωπότητα καθώς η επιστήμη και η τεχνολογία προοδεύουν θα βρει λύση!». Μερικοί άλλοι λένε: «Και ποιός νοιάζεται τί θα γίνει μετά από 100 ή 200 χρόνια;».

Δεν υπάρχει όμως αμφιβολία ότι η γενιά μας χρησιμοποιεί ασύδοτα όλες τις πηγές και αποθέματα ενέργειας που μπορεί να βάλει στο χέρι.

Σημειώσεις

1. Μία διαφορετική άποψη της σχέσης ενέργεια-ρύπανση είναι η ανακύκλωση των απορριμμάτων με την καύση και παραγωγή ενέργειας. Μια καινούργια μέθοδος επαναχρησιμοποίησης των απορριμμάτων αναπτύσσεται στην Ιαπωνία (NIRE-National Institute for Resources and Development) με την οποία θα μετατρέπονται τα στερεά απόβλητα με θερμική ρευστοποίηση και ακολούθως θα μετατρέπονται σε υγρά καύσιμα. Υγρά με υψηλή περιεκτικότητα σε καλοριές θα κατασκευάζονται από τα απορρίμματα και σε κάποιο βαθμό θα περιορισθεί η χρήση των αποθεμάτων καυσίμων.

2. Ειδικά για τις ΗΠΑ σημαντικό γεγονός ήταν η ανακάλυψη πετρελαίου και φυσικών αερίων στον δυτικό κόλπο του Μεξικού (βλέπε «Estimation of the Future Rates of Oil and Gas Discoveries in the Western Gulf of Mexico», by L.J.Dew, J.H. Schuenemeyer and W.J.Bawiec, Geological Survey Professional Paper 1252, United States Government Printing Office, Washington, 1982). Αμερικανικές εταιρείες επένδυσαν μεγάλη ποσά στην εκμετάλλευση των πετρελαίων και φυσικών αερίων του Μεξικού (πιστεύεται ότι η εισδοχή του Μεξικού στην NAFTA έγινε λόγω των αποθεμάτων πετρελαίου και φυσικών αερίων που διαθέτει το Μεξικό), με την πτώση όμως των τιμών του πετρελαίου οι επενδύσεις δεν είχαν τις αναμενόμενες οικονομικές αποδόσεις και το Μεξικό εισήλθε σε μεγάλη οικονομική κρίση.

3. Σχετικά με την εκπομπή του CO2

το Ινστιτούτο NIRE της Ιαπωνίας υπολογίζει και υποστηρίζει με βάση τη μελέτη του κύκλου του C στο βορειοδυτικό Ειρηνικό Ωκεανό, ότι περίπου τα 50% του CO2 που ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα απορροφάται από τον Ωκεανό. Η συμπεριφορά των υλικών του C στον Ωκεανό δεν είναι σε βάθος γνωστή, επειδή εμπλέκονται πλήθος διεργασιών: η ισορροπία της πίεσης μεταξύ του αέρος και του θαλασσίου ύδατος, η χημική ισορροπία του συστήματος του C και βιολογικές διεργασίες, συμπεριλαμβανομένης και της πρωτογενούς παραγωγής. Το περίπλοκο αυτό σύστημα κάνει αβέβαιη την ποσότητα του CO2 που απορροφάται σήμερα από τον ωκεανό και την ποσότητα που θα απορροφηθεί στο μέλλον.

4. Το ξύλο είναι η φυσική ενεργειακή πηγή καυσίμων υλικών με την μεγαλύτερη ιστορία που ήταν για πολλές χιλιάδες χρόνια και που διατηρήθηκε παρά τις φυσικές πυρκαϊές και πάνω από όλα από την αλλόγιστη χρήση από τον άνθρωπο να ικανοποιήσει τις ανάγκες του για χλιετηρήδες, αλλά αυτό το πολύτιμο υλικό είναι πιο χρήσιμο στον άνθρωπο από το να χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Αλλά καθώς η αποδοτικοποίηση και η καταστροφή των δασών συνεχίζονται, ειδικότερα στις υποανάπτυκτες χώρες, όπου άλλα καύσιμα είναι πολύ ακριβά, η ανθρωπότητα απειλείται με την μεγαλύτερη οικολογική καταστροφή (δεν θα πρέπει να ξεχνάμε και την acid rain την όξινη βροχή στις βιομηχανικές χώρες).

5. Όπως μπορεί να παρακολουθηθεί από την αναφορά στους στόχους του Ιαπωνικού Ινστιτούτου NIRE προσπάθειά του είναι η επίτευξη της μεγαλύτερης ποικιλίας (diversification) χρησιμοποίησης εναλλακτικών προς το πετρέλαιο υλών και ταυτόχρονα να χρησιμοποιήσει όσο αυτό είναι δυνατό καθαρές διεργασίες για την χρησιμοποίηση του λιθάνθρακα. Ένας επιπρόσθετος στόχος του είναι να επιτύχει την μεγαλύτερη δυνατόν χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, και πολλές από αυτές θα είναι εκμεταλλεύσιμες μόνο κατά το πρώτο τέταρτο του επόμενου αιώνα.