

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 11ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 1979

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΚΑΙΣΑΡΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΥ

---

ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.— **Κριτήρια διά τήν εφαρμογήν τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων εἰς τήν Ἑλλάδα, ὑπό Κ. Η. Σύρου\***. Ἀνεκοινώθη ὑπό τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Καίσαρος Ἀλεξοπούλου.

#### 1. ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Ποῖοι παράγοντες ἐξασφαλίζουν εἰς μίαν χώραν τήν δυνατότητα καί ποῖοι δημιουργοῦν τήν ἀνάγκην πρὸς χρησιμοποίησιν τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων διά παραγωγήν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας;

Οἱ πυρηνικοὶ ἀντιδραστήρες ὡς καί τὰ σύγχρονα ὀπλικά συστήματα δὲν ἀποτελοῦν ἀντικείμενα προσφερόμενα εἰς τήν διεθνή ἀγορὰν ὡς τὰ αὐτοκίνητα ἢ αἱ συσκευαὶ τηλεοράσεως κ.τ.λ. Ἀγοραστὴς ἐν προκειμένῳ δὲν εἶναι ὁ πληθυσμὸς ἀλλὰ τὸ κράτος μιᾶς ἐκάστης χώρας. Διὰ τοὺς λόγους αὐτοὺς ἡ διεθνὴς πρᾶκτικὴ δὲν συνίσταται, ὡς εἰς ἄλλας περιπτώσεις, εἰς τήν προσπάθειαν ἔλξεως ὑφισταμένων ἐνδιαφερομένων διὰ τὸ προϊόν ἀλλὰ εἰς τήν μελετημένην καί σκοπευμένην δημιουργίαν ἀγοραστῶν.

Συνεπῶς, τὸ ἀνωτέρω τεθὲν ἐρώτημα ὄχι μόνον δὲν λαμβάνει ἀπάντησιν, ἀλλὰ εἰς τὰς περισσοτέρας τῶν περιπτώσεων ἀποσιωπᾶται ὀλοσχερῶς. Οὕτως ἐξηγεῖται τὸ φαινόμενον, κατὰ τὸ ὅποιον μικραὶ χῶραι ἔχουν ἐμπλακῆ εἰς ἐκτεταμένον πρόγραμμα πυρηνικῆς ἐνεργείας ἀπὸ ἐποχῆς, εἰς τήν ὁποίαν δὲν ὑπῆρχεν ὑποψία ἐνεργειακῆς κρίσεως. Τί ὠφελήθησαν αἱ χῶραι αὐταὶ μέχρι σήμερον; Ὁ ἀναγνώστης θὰ συναγάγῃ μόνος τὰ συμπεράσματά του ἐκ τῆς ἀναγνώσεως τῶν κατωτέρω θεωρήσεων.

---

\* C. SYROS, **Criteria for the application of nuclear reactors in Greece.**

Ἡ Ἑλλάς διὰ διαφόρους λόγους δὲν συνεδέθη μέχρι σήμερον πρὸς τὴν παραγωγὴν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας διὰ πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων. Τὸ γεγονός τοῦτο ἀποτελεῖ ἀναμφιβόλως μέγα πλεονέκτημα, ἀφ' ἑνὸς μὲν διότι οὐδενὸς ὠφελήματος ἐστερήθη μέχρι σήμερον, ἀφ' ἑτέρου δὲ διότι σήμερον ὑπάρχει παγκοσμίως ἰκανὴ ἐμπειρία 30 περίπου ἐτῶν εἰς τὴν χρῆσιν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων. Αὕτη ἀποτελεῖ τὴν ἀναγκαίαν βάσιν, τὴν ὁποίαν ἡ Χώρα πρέπει νὰ χρησιμοποίησιν προκειμένου νὰ λάβῃ τὴν ἀπάφασίν της περὶ τῆς χρήσεως ἢ μὴ πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων.

Ἡ συνήθης παράλειψις, ἡ ὁποία διαπράττεται κατὰ τὴν διαμόρφωσιν τῆς ἀποφάσεως ἐν σχέσει πρὸς τὴν ἐφαρμογὴν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων εἰς μικρὰς χώρας, συνίσταται εἰς τὴν παραδοχὴν τῶν προϋποθέσεων τῶν ἰσχυρῶν εἰς τὰς χώρας, αἱ ὁποῖαι διαθέτουν βαρεῖαν βιομηχανίαν, τόσον κατασκευῆς ἀντιδραστήρων ὅσον καὶ βιομηχανίαν ἐξορύξεως καὶ ἐμπλουτισμοῦ μεταλλευμάτων τοῦ πυρηνικοῦ καυσίμου Οὐρανίου (U).

Ἄν καὶ πλεῖστοι χῶραι ἀνὰ τὸν κόσμον ἀπὸ μακροῦ πραγματοποιοῦν προγράμματα τεχνολογικῆς ἐρεῦνης ἐπὶ τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων ἰσχύος, μόνον ὀλίγαι χῶραι διαθέτουν κατασκευὴν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων εἰς βιομηχανικὴν κλίμακα. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἀπαιτεῖται μέγας ἀριθμὸς οὐσιωδῶς διαφορετικῶν συνιστωσῶν, προκειμένου νὰ κατασκευασθῇ ὁ ἀντιδραστήρ ἰσχύος καὶ νὰ λειτουργήσῃ ὑπὸ οἰκονομικῶς ἀποδεκτὰς συνθήκας ἱκανοποιούσας τὰ ἐλάχιστα ἀναγκαῖα κριτήρια ἀσφαλείας. Τοιαῦται χῶραι εἶναι κυρίως αἱ Η. Π. Α., ὁ Καναδᾶς, ἡ Βρετανία, ἡ Γαλλία, ἡ Γερμανία, ἡ Ἰαπωνία καὶ ἡ Σοβιετικὴ Ἑνωσις.

Τὸ μέγα κῆμα ἐξαπλώσεως τῆς κινήσεως ἀνὰ τὸν κόσμον ὑπὲρ τῆς εἰρηνικῆς χρήσεως τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας ἐνεφανίσθη κατὰ τὰς ἀρχὰς τῆς δεκαετίας τοῦ 1950, ὅταν μετὰ τὴν ἐκρηξιν τῶν δύο ἀτομικῶν βομβῶν εἰς Hiroshima καὶ Nagasaki ὁ πρόεδρος τῶν Η. Π. Α., D. Eisenhower ἐξαπέλυσε τὴν εἰρηνικὴν ἐκστρατείαν «Atoms for peace».

Οἱ κυριώτεροι, ἀπαραίτητοι ἐκ τῶν ποικίλων βιομηχανικῶν κλάδων διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων ἰσχύος εἶναι ὁ μεταλλουργικός, ὁ χημικός, ὁ κατασκευῆς εἰδικῶν κεραμικῶν ὑλικῶν, ὁ ἠλεκτρονικός, ὁ εἰδικὸς πυρηνικός, ὁ μηχανολογικός. Πρὸς κατανόησιν μέρους τῶν προβλημάτων ἀρκεῖ νὰ λεχθῇ, ὅτι ὁ λέβης τοῦ ἀντιδραστήρος ἀποτελεῖται ἐξ εἰδικοῦ ἀνοξειδώτου χάλυβος πάχους 20-25 περίπου ἑκατοστομέτρων, διαμέτρου 6 περίπου μέτρων καὶ ὕψους 20 περίπου μέτρων. Διὰ νὰ ἀντέχῃ εἰς πίεσιν 160 ἀτμοσφαιρῶν καὶ εἰς τὴν συνεχῆ ἐπίδρασιν ὅλων τῶν δυνατῶν πυρηνικῶν ἀκτινοβολιῶν (νετρονίων, γ-φωτονίων,

ηλεκτρονίων κ.τ.λ.), ως επίσης και εις θερμοκρασίας  $400^{\circ}\text{C}$  έως  $600^{\circ}\text{C}$  επί 20 έως 25 ζτη, απαιτείται ιδιαίτερος ηθξημένη φροντίς, διὰ νὰ εἶναι ὁ χάλυψ ἐλεύθερος πάσης φουσαλίδος ἢ ρωγμῆς. Αἱ συγκολλήσεις τῶν διαφόρων μερῶν δέον νὰ πραγματοποιοῦνται διὰ τελείως εἰδικῶν μεθόδων. Τὸ βάρος ἑνὸς τοιούτου λέβητος εἶναι τῆς τάξεως τῶν 1000 τόννων.

Ἐξ ἄλλου ἡ βιομηχανία τῶν πυρηνικῶν καυσίμων περιλαμβάνει διαφόρους κλάδους :

1) Τὴν ἐξόρυξιν πρὸ τῆς εἰσαγωγῆς τοῦ ὕλικου εἰς τὸν κύκλον τοῦ πυρηνικοῦ καυσίμου. Χῶραι ἐξορύσσουσαι μεταλλεύματα Οὐρανίου (U) εἶναι αἱ Η.Π.Α., ὁ Καναδᾶς, ἡ Νότιος Ἀφρική, τὸ Κογκό, ἡ Αὐστραλία, ἡ Σοβιετικὴ Ἑνωσις. Μικρότερα ἀπόθεμα εὐρίσκονται εἰς τὴν Γαλλίαν, τὴν Γερμανίαν καὶ ἀλλαχοῦ. Τὸ μέγιστον ἀπόθεμα Οὐρανίου (7 ἑκατομμύρια τόννοι) εὐρέθη εἰς τὴν Τουρκικὴν Κασπίαν θάλασσαν. Ἔνεκα τῆς μικρᾶς συγκεντρώσεως ὅμως δὲν θεωροῦνται σήμερον ὡς οἰκονομικοῦ ἐνδιαφέροντος.

Τὸ φυσικὸν μέταλλον U συνίσταται κυρίως ἐκ τῶν δύο ἰσοτόπων : U-238 κατὰ 99,3% καὶ ἐξ U-235 μόνον κατὰ 0,7%. Μόνον τὸ δεύτερον ἰσότοπον χρησιμοποιεῖται ὡς πυρηνικὸν καύσιμον, ἐνῶ τὸ πρῶτον δύναται νὰ μετατραπῆ εἰς τοιοῦτον (Πλουτώνιον -Pu) κατόπιν ἀκτινοβολήσεως διὰ νετρονίων ἐντὸς τῶν ἀντιδραστήρων. Σημειωτέον, ὅτι διὰ τὴν ἐπίτευξιν ἑνὸς τόννου μεταλλεύματος U ἀπαιτεῖται ἡ ἐξόρυξις 2000 τόννων περίπου γαιῶν καὶ ἀπαιτεῖται εἰδικὴ διεργασία διαχωρισμοῦ ἀπὸ τῶν ἄλλων ὑλῶν.

Τὸ φυσικὸν U δύναται νὰ ἀποτελέσῃ πυρηνικὸν καύσιμον μόνον ἐντὸς ἀντιδραστήρων βαρέος ὕδατος  $\text{D}_2\text{O}$  ἢ  $\text{DHO}$  (τὸ βαρὺ ὕδωρ περιέχει ἀντὶ τοῦ συνήθους ὕδρογόνου ἓν ἢ δύο ἄτομα τοῦ βαρέος ἰσοτόπου ὕδρογόνου, τοῦ ὁποίου ὁ πυρὴν δὲν ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς πρωτονίου ἀλλὰ ἐξ ἑνὸς πρωτονίου καὶ ἑνὸς νετρονίου), τὸ ὁποῖον πρακτικῶς δὲν ἀπορροφᾷ νετρόνια χρήσιμα διὰ τὴν συνέχισιν τῆς ἀλυσωτῆς ἀντιδράσεως διασπάσεως τοῦ ἀτομικοῦ πυρῆνος τοῦ U. Διὰ τοῦτο τὸ φυσικὸν U ὑπόκειται εἰς ἐμπλουτισμὸν ὡς πρὸς τὸ ἰσότοπον U-235.

2) Ὁ ἐμπλουτισμὸς συνίσταται εἰς τὴν σχετικὴν μείωσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν πυρήνων τοῦ ἰσοτόπου U-238, οἱ ὁποῖοι διασπῶνται πολὺ δυσκολώτερον τῶν πυρήνων U-235. Ἡ διεργασία τοῦ ἐμπλουτισμοῦ εἶναι λίαν διεξοδικὴ καὶ ἀπαιτεῖ τεράστια ποσὰ ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας.

Ὁ συνήθης ἐμπλουτισμὸς ὁ ἀπαιτούμενος εἰς τοὺς ἀντιδραστήρας ἐλαφροῦ ὕδατος ἀνέρχεται εἰς 3% ἕως 4% εἰς U-235.

Μέθοδοι ἐμπλουτισμοῦ εἶναι ἡ θερμοδιάχυσις, ἡ φυγοκεντρικὴ καὶ ἡ δι' ἀκροφυσίων διαχωρισμοῦ ἰσοτόπων.

Όταν ο εμπλουτισμός ανέρχεται εις 20 % εις U-235, ο αντιδραστήρ καλείται αναπαραγωγικού τύπου (παράγει Pu-239). Το υλικόν της ατομικής βόμβας U περιέχει συνήθως άνω του 90 % τo ισότοπον U-235.

3) Μετά τον εμπλουτισμόν είναι δυνατή ή κατασκευή των πυρηνικών καυσσοτοιχείων, τὰ όποια αποτελούν τo καύσιμον των αντιδραστήρων. Πρὸς τοῦτο τo όξειδιον του U συμπιέζεται ισχυρῶς εις δισκία μεγέθους περίπου μιᾶς άσπιρίνης και τοποθετεῖται εις σωληνάρια εκ κράματος Ζιρκονίου, μήκους κατά περίπτωσιν από 1 έως τριών μέτρων περίπου. Τὰ σωληνάρια αυτά συννεοόμενα εις σταθεράς δέσμας αποτελούν τὰ καυσσοτοιχεῖα των πυρηνικών αντιδραστήρων. Καυσσοτοιχείων υπάρχουν διάφορα είδη ως και υλικών επενδύσεων του U. Π. χ. γραφίτης, αλουμίνιον, άνοξειδωτος χάλυψ και διάφορα καρβίδια.

Η διάσπασις του U εντός των καυσσοτοιχείων πραγματοποιεῖται διά τοποθετήσεώς των εις πυρηνικούς αντιδραστήρας, εις τούς όποίους συγκεντροῦται τo πυρηνικόν καύσιμον ως συνολικόν βάρος 100 περίπου τόννων. Μόνον όταν συγκεντρωθῆ αὐτή ή κρίσιμος μᾶζα, είναι δυνατή ή συνέχισις άφ' έαυτῆς της διασπάσεως των πυρήνων, έφ' όσον έχει αρχίσει τῆ βοηθεία έξωτερικῆς ή άλλης πηγῆς νετρονίων.

Υπό κανονικᾶς συνθήκας λειτουργίας 30 τόννοι καυσσοτοιχείων πρέπει να ανανεοῦνται ετησίως εντός της καρδίας του αντιδραστήρος.

Τὰ έξαγόμενα καυσσοτοιχεῖα μετά εν έτος παραμονῆς εντός του αντιδραστήρος είναι ύψηλῶς ραδιενεργά (70.000 Curie ανά χιλιόγραμμα U) <sup>1</sup> ένεκα των προϊόντων της διασπάσεως του U. Ταῦτα αποτελοῦνται κυρίως εκ του Ίωδίου, του Στροντίου, του Κρυπτοῦ, του Ξένου. Όλα είναι ισχυρά ραδιενεργά δηλητήρια.

4) Τὰ ραδιενεργά αυτά κατάλοιπα διαχωρίζονται εκ του υπολοίπου U ως και εκ του παραχθέντος Pu διά τηλεχειρισμοῦ και διά μεθόδων της θερμῆς ραδιοχημείας.

Αντιδραστήρ 1000 MW ήλεκτρικῆς ισχύος παράγει ετησίως 220 χιλιόγραμμα περίπου Pu, τo όποιον άρκει διά τῆν κατασκευῆν 10 περίπου βομβών. Ένεκα της ύψηλῆς ραδιενεργείας των ακτινοβοληθέντων καυσσοτοιχείων πρὸ της διαλύσεώς των και της χημικῆς επεργασίας του πυρηνικοῦ υλικου των έναποτίθενται εις κατάλληλον πρὸς τοῦτο δεξαμενήν πλήρη ύδατος πρὸς «ψῦξιν» εντός

1. Έν Ci (= Curie) αντίστοιχεῖ εις ενεργότητα προκύπτουσαν εκ της ραδιενεργου διασπάσεως 37 δισεκατομμυρίων πυρήνων ανά δευτερόλεπτον.

του κτηρίου της ΕΠΠΕ<sup>2</sup> επί 6 μῆνας περίπου, ὁπότε ἡ ἐνεργότης μειοῦται εἰς 3300 Curie ἀνὰ χιλιόγραμμα Οὐρανίου.

5) Μετὰ τὸν χημικὸν διαχωρισμὸν τῶν πυρηνικῶν καυσίμων ἐκ τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων τῆς διασπάσεως ἐπαναφέρονται ταῦτα εἰς τὸ ἐργοστάσιον κατασκευῆς καυσοστοιχείων καὶ τῇ προσθήκῃ νέου U συνεχίζεται ὁ κύκλος τῶν πυρηνικῶν καυσίμων.

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω συνοπτικῆς περιγραφῆς καθίσταται σαφές, ὅτι μικρὴ χώρα μὴ διαθέτουσα μακρὰν τεχνολογικὴν παράδοσιν εἰς μεταλλουργικὰς ἐπιστήμας καὶ εἰς χημικὴν τεχνολογίαν καὶ στερουμένη τελείως ἐξειδικευμένης χημικῆς βιομηχανίας δὲν εἶναι ἱκανὴ νὰ κατασκευάσῃ πυρηνικὰ καυσοστοιχεῖα. Οὔτε δύναται νὰ γίνεται λόγος περὶ ἐπεργασίας ἀκτινοβοληθέντος σχασίμου ὕλικου.

Συνεπῶς, μικρὰ χώρα, ἀφ' ἧς στιγμῆς ἀγοράσῃ καὶ ἐγκαταστήσῃ πυρηνικὸν ἀντιδραστήρα, π.χ., 1000 MW ἠλεκτρικῆς ἰσχύος, εἶναι ὑποχρεωμένη νὰ εἰσάγῃ ἐτησίως ὑπὸ συνθήκας κανονικῆς λειτουργίας 30 ἕως 40 τόννους ἐτοιμῶν καυσοστοιχείων καὶ νὰ ἐξάγῃ τὴν αὐτὴν ποσότητα ἀκτινοβοληθέντων καὶ ἰσχυρῶς ραδιενεργῶν πυρηνικῶν καυσοστοιχείων.

Ὡς γνωστὸν ὅμως ἡ μεταφορὰ τῶν πυρηνικῶν καυσοστοιχείων ὑπόκειται εἰς τὸν διεθνή κανονισμὸν [1] περὶ μεταφορᾶς πυρηνικῶν ὕλικῶν καὶ κατὰ συνέπειαν δὲν δύναται νὰ θεωρηθῶν ταῦτα ὡς σύνθητες φορτίον διὰ πολλαπλοῦς λόγους ἀσφαλείας. Αἱ δυσκολίαι εἶναι ἀσυγκρίτως μεγαλύτεραι προκειμένου περὶ τῆς ἐξαγωγῆς τῶν ἀκτινοβοληθέντων καὶ λίαν ραδιενεργῶν καυσοστοιχείων. Δύο λύσεις ὑπάρχουν: εἴτε νὰ κατασκευάσῃ ἰδίαις δαπάναις ἐγκαταστάσεις ψύξεως ἐπὶ ἔτη τῶν ραδιενεργῶν καυσοστοιχείων καὶ νὰ καταβάλλῃ ὑψηλότερον μίσθωμα διὰ τὸ ὑπόλοιπον πυρηνικὸν καύσιμον ἢ νὰ ἀναλάβῃ τὰ ἐπίσης ὑψηλὰ κόμιστρα τῶν ἰσχυρῶς ραδιενεργῶν καυσοστοιχείων.

Ἄλλὰ ὁ ἀντιδραστήρ δύναται νὰ χορηγῇ ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν, μόνον ἐφ' ὅσον ἀνεφοδιάζεται διὰ καύσιμον ἀνελλιπῶς. Συνεπῶς δέον, ὅπως ἐξασφαλισθῇ ἐκ τῶν προτέρων ἡ χορήγησις τῶν ἀπαιτουμένων πυρηνικῶν καυσοστοιχείων διὰ τὸ διάστημα τῶν 25 ἐτῶν, καθ' ἃ ὑποτίθεται, ὅτι θὰ λειτουργήσῃ ὁ ἀντιδραστήρ.

Ἄλλὰ τὴν τοιαύτην ὑποχρέωσιν οὐδεμία βιομηχανία πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων ἀναλαμβάνει διὰ συμβολαίου δοθέντος, ὅτι μετὰ 30 ἔτη εἶναι ἀμφίβολον, ἐὰν θὰ ὑπάρξῃ ἀκόμη U εἰς τὴν ἐλευθέρην ἀγοράν. Ἄλλὰ καὶ ἐὰν ὑπάρξῃ U εἰς τὴν ἀγοράν, οὐδεὶς δύναται νὰ ἐγγυηθῇ περὶ τῆς τιμῆς καὶ τῶν ὄρων μεταφορᾶς.

2. ΕΠΠΕ = Ἐγκατάστασις Παραγωγῆς Πυρηνικῆς Ἐνεργείας.

Σημειωτέον, ότι πρὸ 3 ἐτῶν περίπου ἡ Ὁμόσπονδος Δημοκρατία Γερμανία ἠναγκάσθη νὰ στραφῆ πρὸς τὴν Σοβιετικὴν Ἐνωσιν διὰ τὴν ἀγορὰν U, τὸ ὁποῖον ἠρνήθη μεγάλη δυτικὴ χώρα νὰ χορηγήσῃ εἰς αὐτήν.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καθίσταται σαφές, ὅτι αἱ συνθῆκαι χρησιμοποίησεως τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας ὑπὸ τῶν μικρῶν χωρῶν εἶναι τελείως διάφοροι ἐκείνων, αἱ ὁποῖαι κρατοῦν εἰς μεγάλας, βιομηχανικῶς ἰσχυρὰς χώρας.

Αἱ χῶραι αἱ διαθέτουσαι τὴν ἀναγκαίαν πυρηνικὴν ὑποδομὴν ἀπολαύουν τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας εἰς σημαντικῶς χαμηλότερον κόστος καὶ ἡ ἐτοιμότης καὶ διαθεσιμότης τῶν ἐγκαταστάσεων παραγωγῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας εἶναι ἀσυγκρίτως ὑψηλότερα ἐκείνης μιᾶς μικρᾶς χώρας. Πρὸς ἐπίρρωσιν τούτου ἀρκεῖ τὸ ἑξῆς παράδειγμα :

Ἐν σημαντικὸν ἐμπόδιον εἰς τὴν διεξαγωγὴν βασικῆς ἐρεῦνης εἰς τὴν Χώραν ὑπὸ κανονικὸν ρυθμὸν ἐργασίας ἔγκειται εἰς τὸ γεγονός, ὅτι σχεδὸν ὅλα τὰ ὄργανα καὶ αἱ ἐρευνητικαὶ ἐγκαταστάσεις πρέπει νὰ παραγγελθῶν εἰς τὸ ἔξω-τερικόν. Ἡ παράδοσις ὑπὸ τῶν ἐμπορικῶν ἀντιπροσωπειῶν τῶν παραγγελλθέντων ὀργάνων καὶ ἀνταλλακτικῶν ἀπαιτεῖ ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας 2 ἕως 3 μῆνας, ἔφ' ὅσον πρόκειται περὶ συνήθων συσκευῶν. Εἰς τὴν πρωτότυπον βασικὴν ἐρευναν ὅμως πολλάκις ἀπαιτοῦνται συσκευαί, αἱ ὁποῖαι δὲν ὑπάρχουν εἰς τὸ ἐμπόριον. Εἰς χώρας διαθέτουσας ἰσχυρὰν τεχνολογικὴν ὑποδομὴν τὰ ἐρευνητικὰ ἐργαστήρια κατασκευάζουν κατὰ κανόνα τὰς συσκευὰς τῶν τῆ βοήθειᾳ τῶν κατασκευαστικῶν οἰκῶν τῆς ἰδίας χώρας.

Εἰς πολλὰς περιπτώσεις πρόκειται ὅμως περὶ νέων συσκευῶν ἀποτελουσῶν εὐρεσιτεχνίας. Εἶναι πρόδηλον τί θὰ συμβῆ, ἐὰν δοθῆ παραγγελία κατασκευῆς μιᾶς τοιαύτης συσκευῆς εἰς τὸ ἔξωτερικόν πέραν βεβαίως τῆς ηὔξημένης χρονικῆς καθυστερήσεως. Συνθῆκαι ὡς αἱ ἀνωτέρω παρεκώλυσαν τὴν δημιουργίαν μεγάλης παραδόσεως πειραματικῆς ἐρεῦνης εἰς μικρὰς μὴ βιομηχανικὰς χώρας.

Ἐὰν ὁ ἀντιδραστήρ ἰσχύος εὐρισκόμενος εἰς μίαν μικρὰν χώραν ὑποστῆ βλάβην ἐπειδὴ, προφανῶς, τὰ ἀνταλλακτικὰ τῶν ἀντιδραστήρων δὲν εὐρίσκονται εἰς ἀποθήκας ἔτοιμα πρὸς χορήγησιν, δὲν θὰ ὑπάρξουν εἰς τὴν Ἑλλάδα πειραματικοὶ τεχνολόγοι πρὸς ἐπισκευὴν καὶ οὕτω θὰ παραστῆ ἀνάγκη σβέσεως τοῦ ἀντιδραστήρος διὰ πολὺ μεγαλύτερον διάστημα ἐκείνου, τὸ ὁποῖον θὰ ἀπαιτεῖτο, π.χ., εἰς Η.Π.Α., Γαλλίαν κ.τ.λ. Τοῦτο ἰσχύει εἰς μικρότερον βαθμὸν διὰ κλασσικὰς ἐγκαταστάσεις παραγωγῆς ἐνεργείας.

Αὐτὸ τὸ ἐνδεχόμενον ἀξιάκει σημαντικῶς τὴν μὴ διαθεσιμότητα τοῦ ἀντιδραστήρος καὶ συνεπῶς τὴν τιμὴν τῆς παραγομένης ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας.

Ἐνακεφαλαιοῦντες τὰ ἐν γενικαῖς γραμμαῖς λεχθέντα διαπιστοῦμεν ὅτι :

α) ἡ μεταφορὰ ἐκ μεγάλων ἀποστάσεων τῶν νέων πυρηνικῶν καυσσοτοιχείων (ἐκ τοῦ ἐργοστασίου κατασκευῆς).

β) ἡ μεταφορὰ εἰς μεγάλας ἀποστάσεις τῶν ἀκτινοβοληθέντων καὶ ραδιενεργῶν καυσσοτοιχείων (πρὸς τὸ ἐργοστάσιον διαλύσεως καὶ ἐπεργασίας).

γ) ἡ ἀβεβαιότης εἰς τὸν ἀνεφοδιασμόν τοῦ ἀντιδραστήρος διὰ πυρηνικοῦ καυσίμου (25 ἔτη).

δ) ὁ μακρότερος χρόνος μισθώσεως τοῦ μὴ κατακαυσθέντος πυρηνικοῦ καυσίμου (τὰ καύσιμα στοιχεῖα μισθοῦνται).

ε) ἡ ἔλλειψις τεχνολογικῆς ὑποδομῆς διὰ μικροεπισκευὰς καὶ αὐτοδύναμον συντήρησιν τοῦ πυρηνικοῦ ἀντιδραστήρος ἰσχύος (τὰ ὑλικά ὑφίστανται συνεχῆ φθοράν, ἰσχυροτέραν ἐκείνης κλασσικῶν ἐγκαταστάσεων ἕνεκα τῶν ἀκτινοβολιῶν).

ζ) ἡ ἀναμονὴ τῶν ἀνταλλακτικῶν ἐκ τοῦ ἐξωτερικοῦ (παραγγελία, κατασκευή, ἀποστολή).

η) ἡ βεβαία προτίμησις κατὰ προτεραιότητα τῶν ἰδίων ἀναγκῶν ἐκ μέρους τῆς χορηγούσης χώρας (καὶ ἐκείνη θὰ ἔχη ἴδιον πυρηνικὸν πρόγραμμα).

θ) ἡ τελεία ἀδυναμία αὐτοβοηθείας εἰς περίπτωσιν πυρηνικοῦ ἀτυχήματος πρὸς ἄρσιν τῆς ζημίας καὶ τῶν ἐκ τῆς ραδιενεργείας κινδύνων (ἔλλειψις τῆς ἀναγκαίας ὑποδομῆς).

ι) ἡ ἔλλειψις εἰδικῶν νοσοκομείων περιθάλψεως τῶν ἐκ ραδιενεργείας πληγέντων εἰς περίπτωσιν πυρηνικοῦ ἀτυχήματος (δὲν εἶναι σύμφορος ἡ συντήρησις εἰδικοῦ νοσοκομείου κ.τ.λ., κ.τ.λ.), ἀποτελοῦν τὸ σενάριο τῶν διαφορετικῶν ἀρχικῶν συνθηκῶν, αἱ ὁποῖαι δέον νὰ ληφθοῦν — καὶ αἱ ὁποῖαι κατὰ κανόνα δὲν λαμβάνονται — ὑπ' ὅπιν λίαν σοβαρῶς ὑπὸ μικρῶν χωρῶν πρὸ τῆς ἀπαντήσεως εἰς τὸ ἐρώτημα : πυρηνικὴ ἐνέργεια, ναὶ ἢ ὄχι.

Ἀξίζει νὰ σημειωθῇ, ὅτι κατὰ τὰ ἔτη 1975 καὶ 1976 ἠκυρώθησαν εἰς Η.Π.Α., 130 παραγγελίαι ἀντιδραστήρων συνολικῆς ἰσχύος 130.000 MWe.

Ὅλαι αἱ ἄνω δυσκολίαι, αἱ ὁποῖαι δὲν ὑπάρχουν διὰ μίαν μεγάλην πυρηνικὴν χώραν, μεταβάλλουν ριζικῶς τὰς προϋποθέσεις ἐφαρμογῆς τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας εἰς τὴν Χώραν μας.

Ἐν τούτοις ὅμως δὲν ἐξαντιλοῦν τὴν προβληματικότητα. Αἱ χῶραι, αἱ ὁποῖαι ἤρχισαν πρὸ 30 ἐτῶν τὴν ἀνάπτυξιν τῆς πυρηνικῆς βιομηχανίας, ἔχουν ἐπενδύσει παγκοσμίως μέχρι σήμερον ἄνω τῶν 1000 δισεκατομμυρίων δολλαρίων εἰς ἔρευναν, ἀνάπτυξιν καὶ εἰς ἐγκαταστάσεις, αἱ ὁποῖαι δέον νὰ ἀποσβεσθοῦν. Τὸ γεγονός τοῦτο ἀναγκάζει τὰς χώρας αὐτὰς νὰ συνεχίσουν τὴν ἀνάπτυξιν τῆς πυρηνικῆς

βιομηχανίας ἀκόμη και ἐὰν πείθωνται, ὅτι αὐτή δὲν εἶναι ἀπολύτως συμφέρουσα. Δὲν παραγνωρίζεται βεβαίως ἡ ὑπαρξίς χωρῶν, τῶν ὁποίων ἡ μόνη δυνατότης ἐνεργειακῆς γεφυρώσεως τοῦ χρόνου μέχρι τῆς βιομηχανικῆς πραγματοποιήσεως τῆς θερμοπυρηνικῆς συντήξεως, συνίσταται εἰς τὴν διάσπασιν τοῦ U καὶ τοῦ Pu. Εἰς τὴν μοῖραν αὐτὴν εὐρίσκονται ἡ Βρετανία (ἐν μέρει), ἡ Γαλλία, ἡ Γερμανία καὶ ἡ Ἰαπωνία.

Αἱ χῶραι αὐταί, τῶν ὁποίων ἡ μόνη βᾶσις ἐπιβιώσεως συνίσταται εἰς τὴν βιομηχανικὴν παραγωγήν, δὲν ἔχουν ἄλλην ἐκλογὴν ἐκτὸς τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων. Αὐτὸ πρέπει νὰ τύχη σαφοῦς κατανοήσεως καὶ διακρίσεως ἀπὸ ἄλλων περιπτώσεων<sup>3</sup>.

Ἄλλὰ ποία εἶναι ἡ ἐνεργειακὴ κατάστασις εἰς τὴν Ἑλλάδα; Πῶς διαγράφεται τὸ ἐνεργειακὸν μέλλον ἐν ὄψει τῶν ἀνωτέρω; Εἰς ὅλας τὰς χώρας, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦν πυρηνικοὺς ἀντιδραστήρας ὑπάρχει ἐπιτροπὴ ἐξ ἐμπειρογνομόνων, ἡ ὁποία προϋσταται ὑπηρεσιῶν ἱκανῶν νὰ ἐλέγξουν θεωρητικῶς δι' ὑπολογισμῶν καὶ πειραματικῶς δι' ἐγκαταστάσεων δοκιμῶν τὰ τεχνικὰ δεδομένα τῶν ὑπὸ τῶν κατασκευαστῶν προσφερομένων ΕΠΠΕ ὡς πρὸς τὴν πραγματικὴν ἀσφαλῆ λειτουργίαν αὐτῶν. Εἰς τὴν Ἑλλάδα δὲν ὑφίστανται σήμερον ἐπιστήμονες καὶ τεχνολόγοι ὅλων τῶν ἀπαιτουμένων εἰδικοτήτων πρὸς πλήρη ἐπ' ἀνδρωσιν τῶν ὑπηρεσιῶν ἐλέγχου διὰ τὴν ἔγκρισιν τῆς ἀδείας λειτουργίας τῶν ἀντιδραστήρων. Πῶς λοιπὸν θὰ ἦτο εἰς θέσιν ἡ Ἑλλάς νὰ ἐλέγξῃ τοὺς ὑπὸ ἀλλοδαπῶν ἐταιρειῶν προσφερομένους ἀντιδραστήρας; Θὰ ἦτο ἀποδεκτὴ ἡ τεραστία δαπάνη συγκροτήσεως — ὑποθέτοντες τὴν ὑπαρξίν τῆς δυνατότητος — τῶν ἀνω ὑπηρεσιῶν ἐλέγχου διὰ τὴν κανονικὴν ἔγκρισιν μόνον 1 ἀντιδραστήρος; Ἡ θὰ ἠδύνατο ἡ Ἑλλάς νὰ ἐμπιστευθῆ τὸ ἐθνικὸν αὐτὸ ἔργον εἰς μὴ Ἑλληνας ὑπηκόους; Ὅλαι αἱ χῶραι διαθέτουν ἰδίας ὑπηρεσίας ἐλέγχου καὶ ἐγκρίσεως τῶν ΕΠΠΕ. Ἀκόμη καὶ ἡ Ἑλβετία, ἡ ὁποία διαθέτει 3 ἀντιδραστήρας, διατηρεῖ σημαντικὸν κέντρον ἐρευνῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων (Würenlingen) ἀπὸ 30 περίπου ἐτῶν καὶ ὡς γνωστὸν ἰσχυρὰν μεταλλουργικὴν καὶ χημικὴν βιομηχανίαν. Ταῦτα οὔτε ὑπάρχουν εἰς τὴν Ἑλλάδα οὔτε εἶναι ἐθνικῶς συμφέρον καὶ δυνατόν νὰ ἀποκτηθοῦν βραχυπροθέσμως.

3. Ὑπάρχουν μεγάλαι χῶραι, εἰς τὰς ὁποίας ἀποτελεῖ βασικὴν πολιτικὴν ἢ εἰσαγωγὴν καὶ ἀποθήκευσις ἐνεργειακῶν ὑλῶν καὶ ἄλλων φυσικῶν πόρων (διάφορα μεταλλεύματα) πρὸς ἐξοικονόμησιν τῶν ἰδίων ἀποθεμάτων.



## 2. ΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΚ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΩΝ

Σήμερα λειτουργούν εις τόν κόσμον 230 πυρηνικοί αντιδραστήρες ισχύος καί ευρίσκονται υπό παραγγελίαν ή κατασκευήν επί πλέον 373. Είναι επικίνδυνοι οί αντιδραστήρες; Οί πυρηνικοί αντιδραστήρες δέν είναι επικίνδυνοι. Τοῦτο ὄχι ἐπειδή παρατηρεῖται ροπή πρὸς σύγχυσιν μετὰ τῶν κινδύνων ἐκ τῶν ἀνθρακωρυχείων ἢ διότι ἡ Ἑλλάς εἶναι χώρα «ἀραιοκαταφκημένη», ἀλλὰ μόνον ὅταν πληροῦνται εἰδικαί συνθῆκαι. Δέν εἶναι επικίνδυνοι, π. χ. ὅταν :

1. Ἐχουν κατασκευασθῆ μετὰ μεγίστης προσοχῆς.
2. Τὰ ὕλικά αὐτῶν ἔχουν ἐπιλεγῆ καὶ ἐλεγχθῆ ἀπὸ ἀπόψεως ποιότητος μετὰ μεγίστης προσοχῆς.
3. Ὁ χειρισμὸς τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων ἔχει ἀνατεθῆ εἰς εἰδικούς τεχνικούς ἀρίστου εἰδικεύσεως.
4. Ὁ ἔλεγχος καὶ ἡ συντήρησις διεξάγονται ὑπ' ἀρίστων εἰδικῶν τεχνικῶν ὑπὸ τὰς ἀρίστας συνθήκας.

Ὅλαι αἱ ἀνωτέρω συνθῆκαι, ἂν καὶ ἐξαιρετικῶς δύσκολοι, εἶναι τεχνολογικῶς πραγματοποιήσιμοι. Εἰς ὀλίγας περιπτώσεις χωρῶν ὑψηλῆς τεχνολογικῆς ἀναπτύξεως ἀπὸ τοῦ 1950 καὶ ἐντεῦθεν ὑπῆρξαν παραδείγματα ἀδυναμίας τηρήσεως τῶν ἀνω συνθηκῶν. Ἀναφέρονται μόνον μερικά παραδείγματα πυρηνικῶν ἀτυχημάτων.

1. Σοβιετικὴ πυρηνικὴ ἐγκατάστασις εἰς τὴν περιοχὴν τῶν Οὐραλίων, τῆς ὁποίας ἡ ζημία ἐρρῶπανεν ραδιενεργῶς μίαν μεγάλην ἔκτασιν πρὸ 20 περίπου ἐτῶν.

2. Chalk River NRX (Canada), 12-12-1952. Κατὰ λάθος βοηθὸς ἤνοιξεν 4 κρουνοὺς πεπιεσμένου ἀέρος, οἱ ὁποῖοι ἐρρῶθμιζον τὴν κίνησιν τῶν στοιχείων ἐλέγχου τῆς ἀλυσωτῆς ἀντιδράσεως. Μέρος τῆς καρδίας τοῦ ἀντιδραστήρος ἐτάκη καὶ ὁ ἀντιδραστήρ κατεστράφη. Ἰσχυρὰ ραδιενεργὸς μόλυνσις τῆς ἀτμοσφαιράς.

3. EBR-1 Idaho Falls (USA), 10-11-1955. Ἡ θερμοκρασία τῆς καρδίας τοῦ ἀντιδραστήρος παρουσίασεν ἀνώμαλον αὔξησιν κατὰ 1000<sup>0</sup> C, τὰ καυσοστοιχεῖα ἐκάμφθησαν ἀκτινικῶς πρὸς τὰ ἔξω, παρεκώλυσαν τὴν κυκλοφορίαν τοῦ ἐκ τειηγμένου Νατρίου ψυκτικῶν μέσου. Ὁ χειριστὴς εἰς συγκεκριμένην φάσιν τοῦ ἀτυχήματος, ἀντὶ νὰ «σβέση ταχέως» τὸν ἀντιδραστήρα, ἐπίεσε τὸ κομβίον «βραδείας σβέσεως». Μέρος τῶν καυσοστοιχείων ἐτάκη. Ὁ ἀντιδραστήρ κατεστράφη.

4. WR-1 Windscale (UK), 8-10-1957. Κατά την διεργασία της θερμομάνσεως του γραφίτου διά την απενεργοποίησιν Wigner<sup>4</sup> παρατηρήθη ανώμαλος ταχεια αύξεις της θερμοκρασίας των καυσοστοιχείων του αντιδραστήρος, τὰ δὲ ὄργανα ἐλέγχου ἐδείκνυον αντιφατικά δεδομένα. Ταυτόχρονος αύξεις της ραδιενεργείας εἰς τὸν ἀεριοαγωγὸν ἐξαπολύσεως ραδιενεργῶν ἀερίων, 1 καυσοστοιχείον U διεργάγη. Πρὸς ψύξιν ἐτέθη τελικῶς ὁ αντιδραστήρ ὑπὸ ὕδωρ. Ἐκρηξις δὲν παρατηρήθη. Ἐμολύνθη ραδιενεργῶς περιοχὴ 500 τετραγωνικῶν χιλιομέτρων καὶ εἰς διάστημα 2 μηνῶν περίπου ἀπερρίπτετο εἰς τὴν θάλασσαν τὸ παραχθέν γάλα εἰς τὴν μολυνθεῖσαν περιοχὴν. Ὁ αντιδραστήρ ἠχρηστεύθη ὀριστικῶς. 2 δὲ ἕως 3 ἑκατομμύρια δολλάρια ἐχρειάσθησαν διὰ τὴν διάλυσιν τοῦ πυρηνικοῦ ραδιενεργοῦ μέρους τοῦ αντιδραστήρος.

5. NRU, Chalk River (Canada), 23-5-1958. Μετὰ μίαν ἐβδομάδα συνεχοῦς λειτουργίας ὁ αντιδραστήρ παρουσίασεν ἀνεξήγητον αύξεις της παραγομένης ἰσχύος καὶ ἐσβέσθη ὑπὸ τοῦ αὐτομάτου συστήματος ἐλέγχου. Τὸ προσωπικὸν ἐλέγχου μὴ εὕρισκον ἀνωμαλίαν ἐπανεθεσεν εἰς λειτουργίαν τὸν αντιδραστήρα, ὁ ὁποῖος καὶ πάλιν ἐσβέσθη αὐτομάτως θέτων εἰς συναγερομὸν πλεῖστα συστήματα της ἐγκαταστάσεως. Ἡὕξημένη ραδιενέργεια παρατηρήθη εἰς τὸ βαρὺ ὕδωρ ψύξεως τῶν καυσοστοιχείων. Τρία ἐξ αὐτῶν ἦσαν κατεστραμμένα καὶ ἔπρεπε νὰ ἀντικατασταθοῦν. Κατὰ τὴν ἀντικατάστασιν τμήμα τοῦ τακέντος καυσοστοιχείου ἀπεσπᾶσθη ἐκ της φιάλης μεταφορᾶς, κατέπεσεν εἰς τὴν ὄροφὴν τοῦ αντιδραστήρος καὶ ἐμόλυνεν αὐτὴν ἰσχυρῶς διὰ ραδιενεργείας. Αἱ ἐργασίαι ἀπομολύνσεως διήρκεσαν ἐπὶ 3 μῆνας. Κατὰ τὴν πρώτην ἐβδομάδα σχεδὸν ὀλόκληρον τὸ προσωπικὸν εἶχε δεχθῆ τὴν μεγίστην δι' ἑν ἔτος ἐπιτρεπομένην (τότε) δόσιν ραδιενεργείας καὶ ἀπηγορεύετο ἢ περαιτέρω ἐκθεσίς του. Ἀντικατεστάθη ὑπὸ 300 στρατιωτῶν.

6. SL-1 Idaho Falls (USA), 3-1-1961. Κατὰ τὴν ἐργασίαν συντηρήσεως τοῦ συστήματος ἐλέγχου τοῦ αντιδραστήρος οἱ τρεῖς συντηρηταὶ ἐξήγαγον πέραν τοῦ δέοντος στοιχείον ἐλέγχου. Ὁ αντιδραστήρ ἐξεργάγη, οἱ τρεῖς συντηρηταὶ ἐφρονεύθησαν.

7. Ἀντιδραστήρ Enrico-Fermi, Lagoona Beach (USA), 5-10-1966. Ἀκριβῶς 2 μῆνας μετὰ τὴν ἔναρξιν λειτουργίας τοῦ αντιδραστήρος παρουσιάσθησαν αἱ πρῶται ἐνδείξεις ἀνωμάλου λειτουργίας. Τοῦλάχιστον δύο καυσοστοιχεῖα παρουσίαζον ἀνωμάλως ὑψηλὰς θερμοκρασίας, ἐνῶ τὸ σύστημα αὐτομάτου ἐλέγχου της ραδιενεργείας ἐσήμανε συναγερομὸν. Διεπιστώθη κακὴ λειτουργία τῶν

4. Αύξεις της ἐνεργείας τοῦ γραφίτου ἔνεκα της ἀκτινοβολήσεως τῶν νετρονίων.

στοιχείων ελέγχου τῆς ἀλυσωτῆς ἀντιδράσεως. Δύο καυσοστοιχεῖα ἐτάκησαν. Ὁ ἀντιδραστήρ διελύθη καὶ ἐτάφη. Ἐξοδα διαλύσεως ἀνω τῶν 4 ἑκατομμυρίων δολλαρίων.

8. Würzgassen (B.R.D.), Αὐγούστος 1972. Σφάλμα κατασκευῆς ὠδήγησεν εἰς τὴν διακοπὴν λειτουργίας τοῦ συστήματος παροχῆς ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εἰς τὸν ἀντιδραστήρα διὰ τὸ σύστημα ἀσφαλείας εἰς περίπτωσιν ἀτυχήματος.

9. Lingen (B.R.D.), Ἰούνιος 1972. Σφάλμα τεχνίτου ὠδήγησεν εἰς βλάβην τοῦ δευτερεύοντος κυκλώματος ψύξεως. Συνέπεια: αὔξεις τῆς ραδιενεργείας.

10. Karlsruhe (B.R.D.), 1972. Πυρκαϊὰ ἔνεκα ἐκροῆς τετηγμένου νατρίου. Ὁ ἀντιδραστήρ ἐκλείσθη διὰ 6 ἑβδομάδας.

11. Obrigheim (B. R. D.), 1972. Ἐνεκα κακοῦ χειρισμοῦ ἠλευθερώθη ραδιενεργὸν ὕδωρ ὑψηλῆς πιέσεως καὶ θερμοκρασίας καὶ κατέστρεψε κύκλωμα χαμηλῆς πιέσεως. Ὁ ἀντιδραστήρ ἐκλείσθη διὰ 40 ἡμέρας.

12. Browns Ferry (USA), 22-3-1975. Ἐνεκα κακῆς μεθοδολογίας κατὰ τὴν ἀναζήτησιν ὑπὸ δύο τεχνικῶν διαφυγῶν ἀέρος προεκλήθη πυρκαϊὰ εἰς τὸν ὑπόροφον τοῦ χώρου ελέγχου, ὅπου ὑπῆρχον αἱ καλωδιώσεις τῶν ἀντιδραστήρων. Οἱ ἀντιδραστήρες ἐσβέσθησαν ἐπὶ διάστημα πλέον τοῦ ἑνὸς ἔτους. Ἡ ἐπισκευὴ καὶ ἡ οἰκονομικὴ ζημίαι ἐκόστισαν περὶ τὰ 120 ἑκατομμύρια δολλάρια.

13. Gundremmingen (B.R.D.), 20-11-1975. Ἐνεκα ἐλαττωματικοῦ κρουνοῦ ἐξέρευσεν 1 κυβικὸν μέτρον περίπου ραδιενεργοῦ ὕδατος. Ἐφρονεύθησαν δύο τεχνικοί.

14. Harrisburg (USA), 28-3-1979. Κατὰ τὴν συντήρησιν (μέσα Μαρτίου) κατὰ λάθος ἀφέθησαν κλειστοὶ οἱ κρουνοὶ τριῶν ἀντλιῶν ἐκτάκτου ψύξεως τῆς καρδίας. Τὴν 28 Μαρτίου παρουσίασαν βλάβην αἱ ἀντλῖαι κανονικῆς ψύξεως καὶ ἐπειδὴ αἱ ἄλλαι τρεῖς ἦσαν κλεισταὶ ἀνῆλθεν ἡ θερμοκρασία εἰς τὴν καρδίαν τοῦ ἀντιδραστήρος. Καταστραφείσης τῆς ἐκ μετάλλου ἐπενδύσεως τοῦ πυρηνικοῦ καυσίμου εἰσῆλθον τὰ ραδιενεργὰ προϊόντα σχάσεως εἰς τὸ ψυκτικὸν ὕδωρ. Ἐνεκα τῆς ὑπερπίεσεως εἰς τὸν λέβητα τοῦ ἀντιδραστήρος ἐξῆλθον διὰ τῶν βαλβίδων ἀσφαλείας 230.000 λίτρα ραδιενεργοῦ ὕδατος. Ραδιενεργὸς μόλυνσις τῆς περιοχῆς καὶ ἐκκένωσις τοῦ πληθυσμοῦ.

Τὰ ἀνωτέρω παραδείγματα πυρηνικῶν ἀτυχημάτων ἀποτελοῦν μόνον ὀλίγας ἐκ τῶν γενομένων γνωστῶν περιπτώσεων ἐλαττωματικῆς λειτουργίας.

Ὡς προκύπτει ἐκ τῆς συντόμου περιγραφῆς σχεδὸν εἰς ὅλας τὰς περιπτώσεις ἀτυχημάτων — ἐκτὸς ἴσως τοῦ Windscale — τὸ αἷτιον μεταξὺ ἄλλων ὀφείλετο εἰς ἀνθρώπινον σφάλμα. Εἰς ὀλίγας περιπτώσεις ὀφείλετο ἀποκλειστικῶς εἰς ἐλαττωματικὸν ὑλικόν. Ἀλλὰ καὶ αὐτὴ ἡ περίπτωσις δὲν εἶναι ἀνεξάρτητος

άνθρωπίνου σφάλματος δοθέντος, ότι τὰ ὑλικά ἐλέγχονται ἐπίσης ὑπὸ ἐιδικῶν τεχνικῶν.

*Συνεπῶς, τίθεται τὸ ἐρώτημα, ἐὰν εἶναι δυνατὸν νὰ υἰοθετηθῇ εἰς χώρας χαμηλῆς τεχνολογικῆς ἀναπτύξεως μία μεθοδολογία παραγωγῆς ἐνεργείας εἰς μαζικὴν κλίμακα, ὅταν τὸ ἀνθρώπινον σφάλμα παίζει τόσον σημαντικὸν — σχεδὸν ἀποκλειστικῶς ἀποφασιστικὸν ρόλον.*

Εἶναι ἀπολύτως βέβαιον, ὅτι τὸ τεχνολογικὸν προσωπικὸν τὸ σχετισθὲν πρὸς ὅλας τὰς ἄνω περιπτώσεις ἀτυχημάτων πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων διέθετον ἐμπειρίαν ἀσυγκρίτως ἀνωτέραν ἐκείνης, ἡ ὁποία συναντᾶται σήμερον καὶ θὰ ὑπάρξει εἰς τὸ ἐγγὺς μέλλον εἰς τὴν Ἑλλάδα.

Τοῦτο διότι εἰς τὰς ἀναφερθείσας χώρας τὸ προσωπικὸν διέθετε ἐμπειρίαν ἐκ τῆς κατασκευῆς τῶν ἀντιστοίχων ἀντιδραστήρων.

Ἄτυχήματα τῶν ἀναφερθέντων εἰδῶν ἔχουν συμβῆ ἄνω τῶν 50 κατὰ τὰ 30 τελευταῖα ἔτη. Ἐὰν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν, ὅτι σήμερον ὑπάρχουν 230 ἀντιδραστήρες ἰσχύος εἰς τὸν κόσμον, τότε τὰ ἀτυχήματα κατὰ τὸ ἔτος 2000 ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν, ὅτι θὰ ὑπάρξουν — ἐὰν δὲν ἀλλάξῃ τίποτε — 2.500 ἀντιδραστήρες θὰ πρέπει νὰ ἀνέρχονται εἰς 15 ἕως 30 ἑτησίως.

Τὸ ἐμπειρικὸν αὐτὸ ἀποτέλεσμα ἀντιφάσκει ριζικῶς πρὸς τοὺς θεωρητικοὺς ὑπολογισμοὺς εἰς τὴν ἐκθεσιν ἀσφαλείας τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων τοῦ Ἀμερικανοῦ καθηγητοῦ Rasmussen, ἡ ὁποία προβλέπει 1 ἀτύχημα εἰς 1000 ἔτη διὰ 10.000 ἀντιδραστήρας [2].

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει, ὅτι ἐπιβάλλεται ἀναθεώρησις τῶν κριτηρίων διὰ τὴν χρησιμοποίησιν τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων εἰς χώρας, αἱ ὁποῖαι διὰ διαφόρους λόγους δὲν εἶχον τὴν δυνατότητα ἢ τὴν «τύχην» νὰ ἐμπλακοῦν ἀρκούντως ἐνωρὶς εἰς τὴν βιομηχανικὴν ἐκμετάλλευσιν τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας.

### 3. ΑΝΑΓΚΗ ΚΑΙ ΦΡΟΝΤΙΣ

Τὸ πρόγραμμα εἰσαγωγῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας εἰς τὴν Χώραν ἀποτελεῖ θέμα ὑψίστης οἰκονομικῆς καὶ ὑπαρξιακῆς σημασίας ὄχι μόνον διὰ τὸ μέλλον τοῦ Ἑλληνικοῦ λαοῦ, ἀλλὰ καὶ διὰ τὴν προστασίαν τῆς Χώρας ἀπὸ τῆς λήψεως μιᾶς ἀποφάσεως, ἡ ὁποία δυνατὸν νὰ μὴ ἀποδειχθῇ ὡς βασιζομένη ἐπὶ πραγματογνώμονος καὶ ἀντικειμενικῆς γνωμοδοτήσεως. *Πρόκειται ἐιδικῶς περὶ τοῦ προγράμματος ἀγορᾶς καὶ ἐγκαταστάσεως πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων ἰσχύος πρὸς κάλυψιν τῆς μελλοντικῆς ἀυξήσεως ζητήσεως ἐνεργείας εἰς τὴν Ἑλλάδα.* Ἡ πραγματοποίησις εἰς τὴν Χώραν πυρηνικοῦ προγράμματος τῆς ἐκτάσεως, ἡ ὁποία φημολογεῖται,

συνεπάγεται τεράστια οικονομικά συμφέροντα. Συνεπῶς ἡ λήψις ἀποφάσεως ἐπὶ τῇ βάσει μὴ ἀσφαλῶς ἀξιοπίστου τεχνικῆς γνωμοδοτήσεως — πράγμα σήμερον σὺνήθες εἰς τὴν διεθνῆ βιομηχανικὴν πρᾶξιν — θὰ συνεπήγετο ἀφ' ἑνὸς μὲν τεραστίαν οικονομικὴν ζημίαν διὰ τὴν Χώραν, ἀφ' ἑτέρου δὲ μίαν ἀβεβαίαν ἐξέλιξιν καὶ ὡς ἐκ τούτου ἀπροσδιορίστου μεγέθους κινδύνους διὰ τὴν ἐθνικὴν ἀσφάλειαν, ὡς ὑποδεικνύεται κατωτέρω.

Ἡ παρῶσα κατάστασις θὰ ἀρχίσῃ νὰ διασαφηνίζηται, ἀφ' ἧς στιγμῆς καταστῆ σαφές, ὅτι ἡ χώρα δύναται νὰ βασισθῆ μόνον ἐπὶ τῆς γνώμης ἀποδεδειγμένως ἐμπείρων καὶ ἐθνικῶς ὑπευθύνων πυρηνικῶν τεχνολόγων. Τοῦτο δὲν συμβαίνει εἰς τὴν Χώραν μας μέχρι στιγμῆς, ὡς ἀποδεικνύουν τὰ δύο κάτωθι παραδείγματα.

1. Ὑπεστηρίχθη συχνὰ δημοσίως ἡ ἄποψις εἰς τὴν Χώραν μας, ὅτι «ἡ Ἑλλάς εἶναι τόσον ἀραιοκατοικημένη χώρα<sup>5</sup>, ὥστε ὁπουδήποτε ἀπὸ τὸ Λαύριο μέχρι τὴν Καβάλα μπορεῖ νὰ ἐγκατασταθῆ πυρηνικὸς ἀντιδραστήρας».

Ἡ ἀνωτέρω ἄποψις εἶναι ἀπολύτως ἐσφαλμένη καὶ δὲν προκύπτει ὡς συμπέρασμα ἐξ οὐδενὸς παραδεδεγμένου ἐπιστημονικοῦ κριτηρίου. Ἡ μέση πυκνότης πληθυσμοῦ μιᾶς χώρας εἶναι τελείως ἄσχετος πρὸς τὴν μεθοδολογίαν ἐπιλογῆς μιᾶς συγκεκριμένης θέσεως πρὸς τοποθέτησιν πυρηνικοῦ ἀντιδραστήρος ἰσχύος.

Ὡς αἰτιολογικὸν ὑπεστηρίχθη ἡ ἄποψις, ὅτι ἐὰν τὸ  $\frac{1}{3}$  τοῦ Ἑλληνικοῦ πληθυσμοῦ ἔχει συγκεντρωθῆ εἰς τὴν Ἀττικὴν, «τότε πράγματι μπορεῖ νὰ ἐγκατασταθῆ πυρηνικὸς ἀντιδραστήρας ὁπουδήποτε στὴν ὑπόλοιπὴ Χώρα».

Ἡ ἄποψις αὕτη εἶναι ἐσφαλμένη καὶ ἡ ἀποδοχὴ αὐτῆς θὰ ἐνέκλειεν κινδύνους. Εἶναι προφανές, ὅτι δὲν θὰ ἠδύναντο νὰ παραμεληθοῦν τὰ  $\frac{2}{3}$  τοῦ Ἑλληνικοῦ πληθυσμοῦ εἰς ὄφελος (;) τοῦ ἄλλου τρίτου. Δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ γίνῃ δεκτὴ τυχὸν ραδιενεργὸς ρύπανσις τῶν γεωργικῶν περιοχῶν τῆς Χώρας, αἱ ὁποῖαι τροφοδοτοῦν ὄχι μόνον ἑαυτὰς ἀλλὰ καὶ αὐτὸ τὸ  $\frac{1}{3}$  τοῦ Ἑλληνικοῦ πληθυσμοῦ τοῦ εὐρισκομένου εἰς τὸ λεκανοπέδιον Ἀττικῆς. Οὔτε δύναται νὰ εἶναι ἐθνικῶς παραδεκταὶ αἱ τυχὸν γενετικαὶ συνέπειαι ἐπὶ τῶν  $\frac{2}{3}$  τοῦ πληθυσμοῦ εἰς περίπτωσιν πυρηνικοῦ ἀτυχήματος ὡς τὸ πρόσφατον εἰς Harrisburg τῶν Η.Π.Α.

2. Ἠκούσθη συχνὰ νὰ λέγεται, ὅτι οἱ κίνδυνοι ἐκ τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων «εἶναι μικρότεροι ἀπὸ τοὺς κινδύνους τῶν ἀνθρακωρυχείων, διότι καὶ ἐκεῖ πέφτουν πέτρες καὶ σκοτώνονται καθημερινῶς ἄνθρωποι».

Δὲν εἶναι γνωστὸν, ἐὰν ἐκ λάθους ἢ ἐν ἀγνοίᾳ τῆς τεχνολογικῆς πραγματικότητος ἐξεφράσθη ἡ ἄνω γνώμη. Ἡ τεχνολογικὴ πραγματικότης εἶναι ἄλλη καὶ

5. 68 ἄτομα ἀνὰ τετραγωνικὸν χιλιόμετρον.

οί κίνδυνοι τῶν ἀνθρακωρυχείων εἶναι θεμελιωδῶς διάφοροι ἐκείνων, οἱ ὁποῖοι δύνανται νὰ προέλθουν ἐκ τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων.

Δὲν δύνανται νὰ συγκριθοῦν οἱ τόσον διάφοροι κίνδυνοι κατὰ τὸν ἄνω εὐ-  
κολον καὶ ἀπλοῦν τρόπον. Εἰς τὸ ἀνθρακωρυχεῖον ὁ κίνδυνος θανάτου, *ὅταν*  
*ὑπάρχη*, ἀπειλεῖ ἀποκλειστικῶς τὸν ἀνθρακωρύχον, ἐνῶ ἡ ραδιενέργεια, *ὅταν*  
*ὑπάρχη*, ἐπερεάζει ὄχι μόνον τοὺς ἐργαζομένους εἰς τὸν ἀντιδραστήρα, ὄχι μόνον τὸν  
περίοικον πληθυσμόν, ὁ ὁποῖος καταναλίσκει τὰ γεωργικὰ ἀγαθὰ τὰ παραχθέντα  
εἰς τὴν ραδιενεργῶς ρυπανθεῖσαν περιοχὴν, ἀλλὰ προδικάζει καὶ τὰς ἐπερχομένας  
γενεὰς τοῦ μολυθέντος πληθυσμοῦ.

Ἐκ τῶν δύο ἀνωτέρω παραδειγμάτων προκύπτει, ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς τε-  
χνολογικῆς ἐνημερώσεως πρέπει νὰ εἶναι πολὺ ὑψηλότερον, διὰ νὰ δυνηθῇ ἡ  
Χώρα μας νὰ λάβῃ τὴν ὀρθὴν ἀπόφασιν. Ἐπίσης τὸ τεχνικὸν προσωπικὸν εἰς τὸ  
ὁποῖον θὰ ἀνατεθῇ ὁ χειρισμὸς τεχνολογικῶν ἐγκαταστάσεων, οἱ ὁποῖοι ἀπαιτοῦν  
ὑψίστην προσοχὴν καὶ λεπτοτάτους χειρισμούς, ὀφείλει νὰ ἔχη ὑψηλὴν κατάρτισιν.

Χαρακτηριστικὸν τῆς καταστάσεως ἐρεῦνης εἰς τὴν Ἑλλάδα ἐπὶ τοῦ τομέως  
τῶν ἀντιδραστήρων ἰσχύος εἶναι τὸ γεγονός, ὅτι αἱ γινόμεναι συνήθως ἐργα-  
σίαι καὶ ἀνακινούμεναι δημοσίως εἴτε εἶναι ἐπισκοπήσεις κυρίως διεθνοῦς προε-  
λεύσεως μὴ προσηρμοσμένοι πρὸς τὰς ἐλληνικὰς συνθήκας, εἴτε εἶναι ἀπλῶς ἐνη-  
μερωτικοῦ χαρακτῆρος ἐπὶ δημοσιογραφικοῦ ἐπιπέδου. Σημειωτέον, ὅτι καὶ αἱ  
ἀπόψεις αἱ παρουσιαζόμεναι ὑπὸ Ἑλλήνων ἢ ἀλλοδαπῶν Τεχνολόγων ἐργαζομέ-  
νων εἰς τὸ ἔξωτερικὸν εἶναι συνήθως προσηρμοσμένοι εἰς τὰ δεδομένα τῶν χω-  
ρῶν, ἐκ τῶν ὁποίων οὗτοι προέρχονται. Τοῦτο δὲν ὀφείλεται εἰς τὴν δῆθεν κακὴν  
κατάρτισιν τῶν ξένων Τεχνολόγων, ἀλλὰ εἰς τὴν μεγάλην ἔκτασιν τῆς ἀπαιτουμέ-  
νης ἐργασίας, προκειμένου νὰ ληφθοῦν ὑπ' ὄψιν αἱ ἰδιαίτουσαι συνθήκαι τῆς Ἑλ-  
λάδος ὡς οἰασδήποτε ἄλλης χώρας. Π.χ., διὰ τὴν διεξαγωγὴν μελέτης ἐπιλογῆς  
τόπου ἐγκαταστάσεως πυρηνικοῦ ἀντιδραστήρος ἰσχύος εἰς τὴν Ἑλλάδα, ἀπαι-  
τεῖται ἡ ἀκριβὴς γνώσις καὶ εἰδικὴ ἐπεξεργασία τῆς μορφολογίας καὶ τῆς σεισμι-  
κότητος τοῦ ἐδάφους, τῆς μέσης ἐτησίως ταχύτητος καὶ διευσθύνσεως τῶν ἀνέμων,  
ἡ ἀκριβὴς κατανομὴ τοῦ πληθυσμοῦ, ἡ ὑπαρξίς μεγάλης ποσότητος ὕδατος πρὸς  
ψῆξιν καὶ ἄλλα πολλά<sup>6</sup>. Τοιούτου εἴδους μελέτη διεξάγεται εἰς τὸ Ἐργαστήριον  
Πυρηνικῆς Τεχνολογίας τοῦ Πανεπιστημίου Πατρῶν ἀπὸ 4ετίας περίπου καὶ  
ἐπίκειται ὁ τερματισμὸς τῆς. Ἡ ἐργασία αὕτη εἶναι ἡ πρώτη ἐν Ἑλλάδι ἀπὸ  
ἀπόψεως πληρότητος καὶ ἐπιστημονικῆς αὐστηρότητος. Ἐκ τῆς ἐργασίας αὐτῆς

6. Ἐν προκειμένῳ ἐννοεῖται ἡ ἐπεξεργασία τῶν ἄνω ὑπαρχόντων δεδομένων ἐπὶ  
τῇ βάσει τῶν ἀρχῶν τῆς πυρηνικῆς τεχνολογίας πρὸς ἐπίτευξιν τῶν ἀπαραιτήτων κρι-  
τηρίων.

θά προκύψη ἐὰν ὑπάρχουν καὶ ποῖαι θὰ εἶναι αἱ γεωγραφικαὶ θέσεις, εἰς τὰς ὁποίας θὰ ἠδύνατο κατ' ἀρχὴν νὰ ἐγκατασταθῇ πυρηνικὸς ἀντιδραστήρ ἰσχύος εἰς τὴν Ἑλλάδα.

Διὰ τὰ καταστῆ σαφές, πόσον προσεκτικὴ δέον νὰ εἶναι ἡ ἐκλογή τῆς θέσεως ἐγκαταστάσεως μιᾶς ΕΠΠΕ, ἀρκεῖ νὰ ἀναφερθῆ, ὅτι ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας λειτουργίας τὰ ραδιενεργὰ στοιχεῖα παραμένουν ἐντὸς τῆς ἐπενδύσεως τοῦ πυρηνικοῦ καυσίμου. Ἐὰν ὅμως δι' οἰονδήποτε λόγον ἐλευθερωθῆ 1 % τῆς ἐνεργότητος ἑνὸς ἐπὶ 1 ἔτος ἀκτινοβοληθέντος καυσοστοιχείου ἐντὸς ἀντιδραστήρος 1000 MWe ἠλεκτρικῆς ἰσχύος, διαπεράσῃ τὰς δύο θωρακίσεις (λέβης καὶ περίβλημα ἀσφαλείας) καὶ φθάσῃ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, τότε προκύπτει ἀναπόφευκτος ἀνάγκη ἐκκενώσεως τοῦ πληθυσμοῦ ἀπὸ μιᾶς περιοχῆς τῆς τάξεως μεγέθους τῶν 800 τετρ. χιλιομ. πρὸς ἀποφυγὴν μεγάλου ἀριθμοῦ θανάτων ἐξ ὀξείας προσβολῆς, ἐκ καρκίνου καὶ ἐκ καθυστερημένων θανατηφόρων ἐπιδράσεων τῶν ραδιενεργῶν ἀκτινοβολιῶν. Τὸ ἀκριβὲς σχῆμα καὶ ἡ ἔκτασις τῆς περιοχῆς ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς διαμορφώσεως τοῦ ἐδάφους καὶ τῆς μετεωρολογίας τῆς περιοχῆς.

#### 4. Η ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ ΚΑΙ ΑΙ ΠΙΘΑΝΑΙ ΑΝΑΓΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ἡ ἐγκατεστημένη ἰσχύς τῆς χώρας σήμερον κατανέμεται ὡς εἰς τὸν Πίν. 1.

##### ΠΙΝΑΞ 1.

##### Ἐγκατεστημένη ἠλεκτρικὴ ἰσχύς 1979

Ὑδροηλεκτρικὴ . . . . .	1400 MW	30,9 %
Τύρφης . . . . .	1893	» 41,8 %
Πετρελαίου . . . . .	1230	» 27,3 %
Σύνολον . . . . .	4523 MW	

Ποσοστὸν 16 % τῆς ἀνω ἐγκατεστημένης ἰσχύος προέρχεται ἐκ καθαρῶς ἐθνικῶν πρωτογενῶν πηγῶν [3].

7. Ἡ ἀντίστοιχος καταναλωθεῖσα ἐνέργεια εἰς τὴν Χώραν ἦτο περίπου 15.000 GWh.

Κατά τὸ ἔτος 1974 ἡ μέση ἔτησία ἠλεκτρικὴ ἰσχύς [7] εἰς τὴν Χώραν ἀνήρ-  
χετο εἰς 1714 MW, ἀντιστοιχοῦσα εἰς 191,3 W/ἄτομον. Διαφωτιστικὴ εἶναι ἡ  
σύγκρισις μεταξὺ ἰσχύος ἀνὰ ἄτομον εἰς τὰς χώρας τῶν Ε.Κ., καὶ ἐκείνης τῆς  
Ἑλλάδος (Πίν. 2) [4].

## Π Ι Ν Α Κ 2.

Ἐτησία μέση ἠλεκτρικὴ ἰσχύς ἀνὰ ἄτομον εἰς τὰς Ε.Κ. (1974)

Χ ὄ ρ α	Πληθυσμὸς εἰς ἑκατομύρια	W/ἄτομον
Βέλγιον . . . . .	9,772	499,4
Βρετανία . . . . .	56,056	434,4
Γαλλία . . . . .	52,507	409,1
Ο. Δ. Γερμανία . . .	62,054	573,2
Δανία . . . . .	5,045	424,3
Ἑλλάς . . . . .	8,962	191,3
Ἴρλανδία . . . . .	3,086	292,1
Ἴταλία . . . . .	55,413	306,7
Λουξεμβούργον . . .	0,357	664,3
Ὁλλανδία . . . . .	13,545	466,4

Ὡς προκύπτει ἐκ τοῦ Πίν. 2, τὴν μεγίστην τιμὴν παρουσίαζε κατὰ τὸ 1974  
ἡ Ο. Δ. Γερμανία καὶ τὴν ἐλαχίστην ἡ Ἑλλάς. Σήμερον ἡ διαφορὰ αὐτὴ ἔχει  
μειωθῆ σημαντικῶς ἔνεκα τῆς προσθήκης νέων ὑδροηλεκτρικῶν ἐγκαταστάσεων  
παραγωγῆς ἐνεργείας εἰς τὸ δίκτυον τῆς Χώρας.

Ἀπὸ τοῦ ἔτους 1974, εἰς τὸ ὁποῖον ἀναφέρεται ὁ Πίν. 2, ἡ ἐγκατεστημένη  
ἰσχύς ἀνὰ ἄτομον εἰς τὴν Χώραν ἔχει ἀυξηθῆ σημαντικῶς. Ἐπὶ τῆ βάσει τοῦ Πίν. 1,  
προκύπτει, ὅτι σήμερον αὕτη δύναται κατ' ἀρχὴν νὰ εἶναι 500 W/ἄτομον<sup>8</sup>.

Ἡ ἀύξησης τῆς ἐγκατεστημένης ἰσχύος ἀντικατοπτρίζει τὴν ραγδαίαν αὔξη-  
σιν ζητήσεως, ἡ ὁποία ὀφείλεται ἐν μέρει εἰς τὴν ἐγκατάστασιν νέων, κυρίως  
ἀλλοδαπῶν βιομηχανιῶν, αἱ ὁποῖαι ἔχουν ἀνάγκην ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας.

8. Ἐὰν γίνῃ πλήρης ἐκμετάλλευσις τῶν ἐγκαταστάσεων παραγωγῆς ἐνεργείας.



Προφανώς η αύξησης αυτή δεν πρόκειται να συνεχισθῆ εἰς τὸ μέλλον, διότι δὲν εἶναι πιθανὴ ἢ παραδοχὴ, οὔτε πρέπει νὰ εἶναι ἐπιθυμητὴ ἢ ἀποδοχὴ, αὐξήσεως τῆς βιομηχανίας εἰς τὴν Ἑλλάδα εἰς τὸ ὕψος, π. χ., τῆς Γερμανικῆς βιομηχανίας. Ἡ ἐτησίαι αὐξησης μέχρι τὸ 1990 δὲν δύναται νὰ εἶναι κατὰ μέσον ὄρον 8,5%, ὡς δέχεται ἡ ΔΕΗ, ἐὰν κατὰ τὴν παρελθούσαν δεκαετίαν ἦτο αὕτη ἐτησίως 14% περίπου. Ἐὰν πραγματοποιηθῆ ἡ μέση ἐτησίαι αὐξησης τῆς ἐγκατεστημένης ἰσχύος κατὰ 8,5%, τότε κατὰ τὸ ἔτος 1989 ἡ Ἑλλὰς θὰ καταναλίσκη ἀνὰ κεφαλὴν ἐνέργειαν ἴσων περίπου πρὸς τὴν τῆς Ο. Δ. Γερμανίας κατὰ τὸ ἔτος 1972\*, ἥτοι 40 MWh/cap.

Ἐὰν ἡ Χώρα μας ἀποδίδῃ σημασίαν εἰς τὴν διατήρησιν ἱκανοποιητικῆς ποιότητος ζωῆς καὶ εἰς τὴν προστασίαν τοῦ περιβάλλοντος, τὸ ὁποῖον ἀσφαλῶς καθιστᾷ ἐλκτικὴν τὴν Ἑλλάδα διὰ τοὺς ξένους καὶ συμβάλλει εἰς τὴν διατήρησιν τῶν πολιτιστικῶν ἀξιών τῆς Χώρας, τότε εἶναι ἀμφίβολον ἐὰν πρέπει νὰ υἱοθετήσῃ τὸ ἄνω πρόγραμμα.

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἀρκετὰ ταχείας ἀλλὰ κατ' οὐσίαν ὀρθῆς ἀναλύσεως, προκύπτει, ὅτι εἰς τὸ τέλος τῆς προσεχοῦς δεκαετίας ἡ Ἑλλὰς δὲν πρέπει νὰ αὐξήσῃ τὴν ἐγκατεστημένην ἰσχύν της πέραν τοῦ 50% τῆς σημερινῆς τιμῆς της. Αὕτη κατὰ τὴν ἄνω ἀνάλυσιν δὲν πρέπει νὰ ὑπερβῆ τὰ 6000 MW περίπου μέχρι τὸ 1990<sup>9</sup>.

Ἐὰν διατηρηθῆ ἡ μέση αὐξησης τῶν 11% περίπου ἐτησίως ὡς αὕτη ὑπῆρξε κατὰ τὰ τελευταῖα 5 ἔτη, τότε εἰς τὸ τέλος τῆς προσεχοῦς δεκαετίας (1990) ἡ Ἑλλὰς θὰ ἔχει ἐγκατεστημένην ἰσχὴν 10.000 MW περίπου, ἥτοι 1000 W/ἄτομον, ὁμοίαν ἐκείνης οἰασδήποτε χώρας τῶν Ε.Κ. Μία τοιαύτη κατάστασις θὰ ἦτο τελείως ἐκτὸς πραγματικότητος, καθ' ὅσον ἡ Ἑλλὰς πρέπει νὰ ἀποφύγῃ νὰ καταστῆ ἕως τὸ 1990 βιομηχανικὴ χώρα ἰσχύος ἴσης πρὸς ἐκείνην τῆς σημερινῆς Γερμανίας.

Ἄλλὰ καὶ ἐὰν ἀκόμη ὑπῆρχεν ἄποψις, ἡ ὁποία θὰ ἐδέχετο αὐτὴν τὴν βιομηχανικὴν αὐξησην ὡς ὀρθήν, ἡ τοιαύτη πολιτικὴ βιομηχανικῆς ἀναπτύξεως θὰ ἦτο τελείως οὐτοπικὴ, διότι οὔτε πρῶται ὕλαι οὔτε καταναλωτικὴ ἀγορὰ δύναται νὰ διατεθοῦν εἰς τὴν Ἑλλάδα. Τοῦτο θὰ ἦτο ἀδύνατον διὰ τοὺς σοβαροὺς λόγους :

- 1) Ἐνεκα τῆς ἐλλείψεως θεμελιώδους ἐρεῦνης εἰς τὴν Ἑλλάδα καὶ

9. Ἡ μέση ἐτησίαι ἰσχύς τῶν 6000 MW ἀντιστοιχεῖ εἰς 52572 GWh. Τὸ μέγεθος αὐτὸ εἶναι κατὰ κεφαλὴν ἴσον πρὸς ἐκεῖνο τῆς Ο. Δ. Γερμανίας τοῦ ἔτους 1972, ἥτοι 252.516 GWh διὰ πληθυσμὸν 61.973.000.

2) Ένεκα τοῦ πιεστικοῦ διεθνοῦς ἀνταγωνισμοῦ.

Συνεπῶς, ἡ Ἑλλάς οὐδένα λόγον ἔχει νὰ ἐπιδιώξῃ τὸν διπλασιασμὸν τῆς ἐγκατεστημένης ἰσχύος μέχρι τοῦ 1990. Ἐξ ἄλλου δὲν φαίνεται πιθανόν, ὅτι ὁ πληθυσμὸς τῆς Χώρας θὰ αὐξηθῇ πέραν τοῦ 10 % κατὰ τὴν ἄνω χρονικὴν περίοδον. Τὸ μόνον ἀποτέλεσμα τῆς αὐξήσεως καταναλώσεως ἐνεργείας εἰς τὴν Ἑλλάδα θὰ ἦτο ἡ ἐξαγωγή καὶ ταχεῖα κατανάλωσις τῶν φυσικῶν πόρων τῆς Χώρας. Τοῦτο πρέπει νὰ ἀποφευχθῇ.

##### 5. Η ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΔΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ἡ πυρηνικὴ τεχνολογία θεραπεύεται δι' ἀντιστοίχων Ἐδρῶν εἰς τὴν Χώραν μας μόνον ὑπὸ δύο Α.Ε.Ι. : τοῦ Ἑθνικοῦ Μετσοβίου Πολυτεχνείου καὶ τοῦ Πανεπιστημίου Πατρῶν.

Ἐφαρμογαὶ ὠρισμένων κλάδων τῆς πυρηνικῆς τεχνολογίας πραγματοποιοῦνται εἰς τὸ Κ.Π.Ε., Δημόκριτος καὶ εἰς Νοσοκομεῖα. Οἱ κλάδοι αὐτοὶ συνίστανται :

α) Εἰς τὴν παραγωγὴν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων εἰς τὸν πειραματικὸν ἀντιδραστήρα (τύπου δεξαμενῆς ὕδατος ἀμελητέας καὶ ἀπορριπτομένης ἰσχύος μικροτέρως τῶν 10 MW) τοῦ Κ.Π.Ε. Δημόκριτος.

β) Εἰς τὴν χρῆσιν τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων εἰς τὴν θεραπευτικὴν καὶ εἰς τὴν διαγνωστικὴν.

γ) Εἰς γεωργικὰς ἐφαρμογὰς.

Αἱ ἄνω τρεῖς ἐφαρμογαὶ οὐδεμίαν σχέσιν ἔχουν πρὸς τοὺς ἀντιδραστήρας ἰσχύος. Ἐξ ἄλλου εἰς τὴν Ἑλλάδα ἐλλείπει παντελῶς μέχρι σήμερον πυρηνικὴ βιομηχανία. Κατὰ πᾶσαν πρόβλεψιν οὔτε πρόκειται νὰ δημιουργηθῇ βιομηχανία τοῦ τύπου αὐτοῦ. Ἀκόμη καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν, καθ' ἣν ἀποδειχθῇ, ὅτι τὰ κοιτάσματα U εἰς τὴν Θράκην καὶ εἰς τὴν Μακεδονίαν εἶναι σημαντικά, ἡ ἀνάπτυξις βιομηχανίας ἐπεργασίας, ἐμπλουτισμοῦ, κατασκευῆς καυσσοτοιχείων καὶ διαχωρισμοῦ τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως ἀπαιτεῖ ὡς προϋπόθεσιν ἄλλους κλάδους τῆς βιομηχανίας, τοὺς ὁποίους δὲν διαθέτει ἡ Ἑλλάς. Ἐξ ἄλλου ἐπὶ τοῦ παρόντος δὲν ὑπάρχει ἔνδειξις περὶ τοῦ ἐκμεταλλεύσιμου τῶν ἄνω κοιτασμάτων. Δὲν θὰ ἦτο, συνεπῶς, σοφὴ ἡ ἐγκατάστασις πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων ἰσχύος εἰς τὴν Χώραν, πρὶν ἀποδειχθῇ ἡ ὑπαρξίς ἐκμεταλλεύσιμων κοιτασμάτων U<sup>10</sup>. Τοῦτο τοῦλάχιστον ἀπὸ ἀπόψεως καυσίμων.

10. Μετὰ τὴν συγγραφὴν ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ Ἵπουργ. Βιομηχανίας καὶ Ἐνεργ-

Ἡ ἔλλειψις πυρηνικῆς βιομηχανίας ἐξηγεῖ τὴν ἔλλειψιν ἐμπείρων Ἑλλήνων πυρηνικῶν τεχνολόγων ἐκτὸς τῶν ἀναφερθέντων Α. Ε. Ι. Κατὰ ταῦτα ἡ Ἑλλάς σήμερον δὲν εἶναι ἐτοιμὴ νὰ δεχθῆ τὴν ἐγκατάστασιν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων καὶ τὰ προγράμματα τῆς τεχνολογικῆς ἐρεῦνης ἀποδεικνύουν, ὅτι οὔτε πρόκειται νὰ καταστῆ ἱκανὴ νὰ ἐλέγξῃ τὴν πορείαν ἐγκαταστάσεως καὶ λειτουργίας πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων ἰσχύος, ὡς θὰ προέβλεπεν ἐν ὑγιᾶς πρόγραμμα πυρηνικῆς ἐνεργείας προστατεῦον τὰ ἐθνικὰ συμφέροντα.

Τὸ ἀποτέλεσμα θὰ εἶναι, ὅτι ἀλλοδαποὶ τεχνικοὶ θὰ ἔχουν εἰς τὰς χεῖρας τῶν τὸν ἀπόλυτον ἔλεγχον τῶν ἐργασιῶν καὶ οἱ Ἑλληνες τεχνικοὶ, οἱ ὁποῖοι θὰ συμβουλεύσων τὴν Κυβέρνησιν ὡς πραγματογνώμονες θὰ ἐνημεροῦνται ἀπλῶς ἐκ μέρους τῶν ἀλλοδαπῶν τεχνικῶν.

Τοῦτο δέον νὰ ἀποφευχθῆ πάσῃ θυσίᾳ διὰ δύο λόγους :

1. Οἱ ἀλλοδαποὶ προτείνουν λύσεις καὶ τεχνικὰς διαδικασίας ἐγκαταστάσεως, αἱ ὁποῖαι ἐξυπηρετοῦν μόνον τὰ συμφέροντα τῶν ἐταιρειῶν, τὰς ὁποίας ὑπηρετοῦν.

2. Ὁ τύπος καὶ τὸ μέγεθος τοῦ ἐπιλεγχομένου ἀντιδραστήρος δημιουργεῖ κατὰ κανόνα προϋποθέσεις ὀλικῆς τεχνικῆς ἐξαρτήσεως ἀποσκοπούσης εἰς τὴν πώλησιν μελλοντικῶς, καὶ ἄλλων ἀντιδραστήρων εἰς τὴν Ἑλλάδα, παρὰ τὴν ἀδυναμίαν τῶν νὰ ἐξασφαλίσουν τὴν χορήγησιν καὶ τοῦ πυρηνικοῦ καυσίμου πρὸς λειτουργίαν αὐτῶν.

Ἐκτὸς τῶν ἄνω ὑπάρχουν καὶ ἄλλοι λόγοι ἀπτόμενοι τῆς ἐθνικῆς ἀσφαλείας. Π. χ., εἰς περίπτωσιν πολεμικῆς συγκρούσεως ἢ καταστροφῆ τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων θὰ εἶναι πολὺ εὔκολος καὶ οἱ δυνατοὶ κίνδυνοι πολὺ μεγάλοι : Δοθείσης τῆς ὑψηλῆς σεισμικότητος μεγάλου μέρους τῆς Χώρας, θὰ καθίστατο ἀναγκαία ἡ τοποθέτησις τῶν ΕΠΠΕ πλησίον τοῦ Αἰγαίου Πελάγους.

Ἐκ τῆς ἀναλύσεως τῆς μελλοντικῆς ἀξήσεως ζητήσεως ἐνεργείας εἰς τὴν Χώραν καὶ ἐκ τῆς συγκρίσεως τῆς παρουσίας τιμῆς 500 W/ἄτομον πρὸς ἐκείνην τῶν ἄλλων Χωρῶν τῶν Ε.Κ. (Πίν. 2) δὲν συνιστᾶται πρὸς τὸ παρὸν ἡ ἐφαρμογὴ ἐνὸς προγράμματος πυρηνικῆς ἐνεργείας διὰ τὴν Χώραν μας, ὡς τοῦτο προετάθη εἰς τὸ παρελθόν.

Ἀλλὰ τὸ κύριον ἐπιχείρημα, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται ὑπὲρ τῆς ἐφαρμογῆς τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων, ἀποτελεῖ ἡ βαθμιαία ἐξάντλησις τῶν ἀποθεμάτων πετρελαίων, ἐκ τῶν ὁποίων ἐφοδιάζεται ἡ Ἑλλάς. Ὡς γνωστὸν τὰ ἀπο-

---

γείας, ὅτι τὰ κοιτάσματα U εἰς Σέρρας, ἀνέρχονται εἰς 1000 τόνους φυσικοῦ U. Ἡ ποσότης αὐτῆ ἀρκεῖ μόνον διὰ 6 ἕως 7 ἔτη κατὰ μέγιστον δι' ἀντιδραστήρα 700 MWe.

θέματα ταύτα θὰ ἀρκέσουν διὰ τὰ προσεχῆ 30 ἔως 40 ἔτη [5]. Ἀλλὰ τὰ πυρηνικὰ καύσιμα δὲν πρόκειται νὰ διαρκέσουν ἐπὶ μακρότερον διάστημα τῶν 40 ἐτῶν περίπου [5] καὶ συνεπῶς ὁ ἴδιος περιορισμὸς θὰ ἰσχύσῃ καὶ διὰ τὰ πυρηνικὰ καύσιμα εὐθὺς ὡς ἡ Ἑλλάς ἀποκτήσῃ τοὺς πρώτους πυρηνικοὺς ἀντιδραστήρας, ὡς καὶ διὰ τὸ πετρέλαιον.

Ἐπίσης δέον νὰ ἐπιστηθῆ ἡ προσοχὴ τῆς Κυβερνήσεως ἐπὶ τοῦ γεγονότος, ὅτι σήμερον σημαντικὴ προσπάθεια τῶν Εὐρωπαϊκῶν Κοινοτήτων καταβάλλεται διὰ τὴν ἐπίτευξιν παραγωγῆς ἐνεργείας ἐκ τῆς θερμοπυρηνικῆς συντήξεως. Ἡ μέθοδος τῆς θερμοπυρηνικῆς συντήξεως εἶναι τελείως ἀκίνδυνος διὰ τὸ περιβάλλον καὶ ὑπολογίζεται, ὅτι ἡ εἰσαγωγή της εἰς βιομηχανικὴν κλίμακα θὰ συμπέσῃ πρὸς τὸν χρόνον ἔξαντλήσεως τῶν πετρελαίων (2020).

Συνεπῶς, καὶ αὐτὸ τὸ γεγονὸς συνηγορεῖ ὑπὲρ μιᾶς συντηρητικῆς ἐνεργειακῆς πολιτικῆς ἐκ μέρους τῆς Ἑλληνικῆς Κυβερνήσεως, καθ' ὅσον ἡ πρόοδος τῆς ζητήσεως ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς τὴν Χώραν δὲν πρόκειται νὰ ἐμφανίσῃ τὴν αὐτὴν ταχύτητα ὡς κατὰ τὸ στάδιον βιομηχανικῆς ἀναπτύξεώς της κατὰ τὴν τελευταίαν 15ετίαν<sup>11</sup>.

## 6. ΤΟ ΥΔΑΤΟΠΤΩΤΙΚΟΝ ΔΥΝΑΜΙΚΟΝ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

Ἡ Ἑλλάς διασχίζεται ὑπὸ 10 μετρίως μεγάλων ποταμῶν, οἱ ὅποιοι κατὰ κανόνα παρουσιάζουν ἰκανὴν κλίσιν τοῦλάχιστον εἰς τὸ ἀρχικὸν τμήμα τῆς κοίτης των καὶ τῶν ὁποίων ἡ ἐλάχιστη παροχὴ δὲν εἶναι ἀμελητέα.

Π.χ., ποταμὸς παροχῆς 800 κυβικῶν μέτρων ἀνὰ δευτερόλεπτον καὶ διαφορᾶς ὑψομέτρου 15 μέτρων, δύναται νὰ τροφοδοτήσῃ μίαν ΕΠΥΕ<sup>12</sup> 100 MW περίπου.

Εἰς τὸν Ἀχελῶον μετὰ τὴν ΕΠΥΕ τῶν Κρεμαστῶν μέχρι τῆς ὀριζοντιώσεως τῆς κοίτης εἶναι δυνατὸν ἀνὰ 5 ἔως 10 χιλιόμετρα ἀναλόγως τῆς μορφολογίας τοῦ ἐδάφους νὰ τοποθετηθοῦν συνολικῶς 5 ἔως 6 ΕΠΥΕ, τῶν ὁποίων ἡ παροχὴ θὰ ρυθμίζεται διὰ τοῦ αὐτοῦ ὕδατοφράγματος.

Τὸ μέρος τοῦ ὕδατοπτωτικοῦ δυναμικοῦ, τὸ ὁποῖον ἐκμεταλλεύεται σήμερον ἡ Χώρα ἀνέρχεται εἰς 1470 MW, ἥτοι ὀλιγότερον τοῦ 25% τοῦ ἐκμεταλλευσίμου καὶ κατανέμεται κατὰ ποταμοὺς ὡς ἑξῆς :

11. Κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς δεκαετίας 1980 4% ἔως 5% καὶ περὶ τὸ 1990 1-2% περίπου ἐτησίως.

12. ΕΠΥΕ = Ἐγκατάστασις Παραγωγῆς Ὑδροηλεκτρικῆς Ἐνεργείας.

## Π Ι Ν Α Κ Σ.

## Χρησιμοποιούμενον ύδατοπρωτικόν δυναμικόν 1979

ΕΠΥΕ	Άγρας . . . . .	50 MWe
»	Έδεσσαῖος . .	19 »
»	Καστράκι . . .	320 »
»	Κρεμαστά . .	437 »
»	Λάδων . . . . .	69 »
»	Λουῖρος . . . . .	70 »
»	Πολύφυτον . .	375 »
»	Ταυρωπός . .	130 »
	Σύνολον . . . . .	1470 MWe

Άνεκμετάλλευτοι παραμένουν μέχρι στιγμῆς οἱ ποταμοὶ Ἄξιός, Ἀλιάκμων, Στρυμών, Νέστος, οἱ δύο Πηνεῖοί, ὁ Ἐβρος, ὁ Μέγδοβας.

Π.χ., ἡ κοίτη τοῦ Ἄξειοῦ ἐντὸς τοῦ Ἑλληνικοῦ ἐδάφους ἔχει μῆκος περίπου 50 χιλιόμετρα. Κατὰ μῆκος τοῦ τμήματος αὐτοῦ εἶναι δυνατὸν κατόπιν τῶν ἀναγκαίων χωματουργικῶν διαμορφώσεων νὰ ἐγκατασταθοῦν 3 ἕως 4 ΕΠΥΕ. Εἰς τὸν Ἀλιάκμονα, εἰς τὸν Στρυμόνα, εἰς τὸν Νέστον καὶ εἰς τὸν Ἐβρον, εἰς τὸν Πηνεῖον τῆς Πελοποννήσου, εἰς τὸν Μέγδοβα καὶ εἰς τὸν Πηνεῖον τῆς Θεσσαλίας δύνανται νὰ κατασκευασθοῦν περὶ τὰς 20 ΕΠΥΕ πλέον τῶν προγραμματισθεισῶν [7] ὑπὸ τῆς ΔΕΗ.

Συνολικῶς, δύνανται νὰ ἐγκατασταθοῦν εἰς τοὺς Ἑλληνικοὺς ποταμοὺς περὶ τὰς 30 ΕΠΥΕ κατὰ μέσον ὄρον 130-150 MW ἠλεκτρικῆς ἰσχύος. Ἐὰν τὸ ἔργον αὐτὸ πραγματοποιηθῇ, θὰ χορηγήσῃ συνολικῶς μέχρι 4000 MWe περίπου μέσης ἐτησίαις ἠλεκτρικῆς ἰσχύος, καλυπτομένης τῆς πιθανῆς αὐξήσεως τῆς ζήτησεως τοῦλάχιστον μέχρι τοῦ ἔτους 2000. Ἡ ἰσχύς αὕτη ἰσοδυναμεῖ πρὸς 30 ἑκατομμύρια MWh περίπου ἐτησίως ἐπὶ πλέον.

Τὰ δεδομένα αὐτὰ πρέπει νὰ θεωρηθοῦν ὡς κατ' ἀρχὴν συντηρητικά. Προκειμένου νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἀκριβῆς μεγίστη δυναμένη νὰ ἐπιτευχθῇ ἠλεκτρικὴ ἰσχύς, ἀπαιτεῖται προφανῶς μία ἐντελεχῆς ἐπιθεώρησης τῶν ποταμῶν τῆς Χώρας ἀπὸ τῶν πηγῶν μέχρι τῶν ἐκβολῶν.

Ἡ παραγωγή τῶν ἄνω 4000 MWe διὰ πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων θὰ ἀπῆται 4 ἕως 5 ἐγκαταστάσεις παραγωγῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας, ἐκάστη τῶν ὁποίων 1000

*MW* περίπου ηλεκτρικής ισχύος, και συνολικήν δαπάνην 10 δισεκατομμυρίων δολλαρίων περίπου άνευ τών πυρηνικών καυσίμων. Συνεπώς, ως πρὸς τὰς ἐπενδύσεις θὰ ὑπάρξῃ σημαντικὸν κέρδος ἐκ τῆς προτιμῆσεως τῶν ΕΠΥΕ ἀντὶ τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων.

Ἄλλὰ πῶς ἐμφανίζεται ἡ προοπτικὴ ἀπὸ ἀπόψεως ἀνεφοδιασμοῦ διὰ καυσίμων; Προφανῶς αἱ ΕΠΥΕ ἀνεφοδιάζονται δωρεὰν ὑπὸ τῆς φύσεως, ἀρκεῖ νὰ ὑπάρχουν αἱ συνήθεις βροχοπτώσεις. Δὲν ὑπάρχει πρόβλεψις ἀποτόμου κλιματικῆς ἀλλαγῆς οὔτε τῆς μέσης ἐτησίως βροχοπτώσεως εἰς τὸν Κόσμον καὶ συνεπῶς οὔτε εἰς τὴν Ἑλλάδα.

Ἄλλὰ ὁ ἀνεφοδιασμὸς τῶν ΕΠΠΕ διὰ πυρηνικῶν καυσίμων;

Ἐν πρώτοις, ὡς ἐλέχθη καὶ προηγουμένως (κεφ. 1), δὲν ὑπάρχει ἐγγύησις ἐκ μέρους οὐδενὸς χορηγοῦ πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων περὶ τοῦ ἀνεφοδιασμοῦ διὰ *U*. Ἡ Ἑταιρεία Westinghouse Electric, ἡ ὁποία ὡς μόνος κατασκευαστὴς ἐχορήγει καὶ τὸ ἀναγκαῖον πυρηνικὸν καύσιμον, ἔπαυσεν ἀπὸ τοῦ θέρους τοῦ 1975 νὰ χορηγῇ τὸ πυρηνικὸν καύσιμον πρὸς λειτουργίαν τῶν ἀντιδραστήρων, τοὺς ὁποίους αὕτη πωλεῖ. Ἐκτὸς αὐτοῦ οὐδεμία ἐγγύησις ὑπάρχει περὶ τῶν μελλοντικῶν τιμῶν τῶν πυρηνικῶν καυσίμων.

Κατὰ τὴν 1-1-1978 τὸ φυσικὸν Οὐράνιον ἐκόστιζε 100 \$ περίπου ἀνὰ χιλιόγραμμα καὶ ἀντιδραστήρ 1000 MW ηλεκτρικῆς ισχύος ἀπαιτεῖ ἐτησίως περίπου 30 τόνους πυρηνικοῦ καυσίμου. Προφανῶς εἰς τὰ 100 δολλάρια ἀνὰ χιλιόγραμμα *U* δὲν περιέχονται τὰ ἔξοδα μετατροπῆς εἰς  $UF_6$ , ἐμπλουτισμοῦ, κατασκευῆς τῶν καυσσοστοιχείων, ὡς περιεγράφη εἰς κεφ. 1, καὶ ἐπεργασίας τοῦ ἀκτινοβοληθέντος καυσίμου. Ταῦτα ἔχουν ὡς εἰς Πίν. 4.

## Π Ι Ν Α Κ 4.

## Κόστος παραγωγῆς καὶ ἐπεργασίας Οὐρανίου κατὰ τὴν 1-1-1978

Φυσικὸν Οὐράνιον ( $U_3O_8$ ) . . . . .	100	\$/kg
Μετατροπὴ εἰς ἀέριον $UF_6$ διὰ νὰ καταστῇ δυνατὸς ὁ ἐμπλουτισμὸς . . . . .	4,5	\$/kg
Ἐμπλουτισμὸς εἰς $^{235}U$ 3,5% (kg). Μονὰς ἔργου διαχωρισμοῦ ἰσοτόπων . . . . .	88,65	\$
Ἐπεργασία ἀκτινοβοληθέντος καυσίμου . . .	500	\$/kg
Πλουτώνιον παραγόμενον ἐντὸς τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων ἐκ $^{238}U$ . . . . .	12000 - 20000	\$/kg

Εἶναι ἴσως διαφωτιστικὸν τὸ γεγονός, ὅτι ἀπὸ τοῦ 1970 μέχρι σήμερον τὸ κόστος τῶν ΕΠΠΕ ἔχει τοῦλάχιστον πενταπλασιασθῆ, ἤτοι, ἓνα KW ἐγκατεστη-

## Π Ι Ν Α Κ 5.

## Κόστος διαφόρων ἐγκαταστάσεων παραγωγῆς ἐνεργείας 1000 MWe

Πυρηνικὸς ἀντιδραστήρ ὕδατος . . . . .	\$ 975.000.000
Βοηθητικαὶ ἐγκαταστάσεις . . . . .	\$ 500.000.000
Ἀντιδραστήρ ταχέων νετρονίων . . . . .	\$ 1.820.000.000
Ἐγκατάσεις παραγωγῆς θερμικῆς ἐνεργείας (ἄνθρακος) . . . . .	\$ 780.000.000
Ἀντιδραστήρ θερμοπυρηνικῆς συντήξεως <sup>13</sup> .	\$ 4.450.000.000

μένης ἠλεκτρικῆς ἰσχύος κοστίζει σήμερον 1500 περίπου δολλάρια. Ἐξ αὐτοῦ ἔπεται ἀμέσως, ὅτι πυρηνικὸς ἀντιδραστήρ 1000 MW κοστίζει περὶ τὸ 1.500.000.000 δολλάρια. Πρὸς σύγκρισιν ἀναφέρεται, ὅτι μία ΕΠΘΕ<sup>14</sup> (πετρελαίου) κοστίζει περὶ τὰ  $\frac{2}{3}$  περίπου τοῦ ἄνω ποσοῦ καὶ μία ΕΠΥΕ ὀλιγώτερον τοῦ  $\frac{1}{3}$  τῆς αὐτῆς ὡς ἄνω ἀξίας.

Ἐκ τῶν στοιχείων αὐτῶν προκύπτει, ὅτι ἡ Ἑλλάς ἔχει πολλοὺς λόγους νὰ προσφύγῃ κατὰ προτεραιότητα εἰς τὴν ἐκμετάλλευσιν τοῦ ὕδατοπρωτικοῦ δυναμικοῦ τῶν ποταμῶν τῆς. Ἀλλὰ καὶ μετὰ τὴν ἐκμετάλλευσιν ταύτην τὸ ὕδατοπρωτικὸν δυναμικὸν τῆς χώρας δὲν θὰ ἔχῃ ἐξαντληθῆ.

Πέραν ὅμως τῶν ποταμῶν ὑπάρχει καὶ ἡ δυνατότης νὰ γίνῃ ἐκμετάλλευσιν τῶν θαλασσίων ρευμάτων.

Δὲν θὰ ἦτο οὔτε ἐκπληκτικὸν οὔτε ἀδύνατον διὰ τὴν Ἑλλάδα νὰ ἀναπτύξῃ τεχνολογικὰς μεθόδους ἐκμεταλλεύσεως τῶν θαλασσίων ρευμάτων πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, καθ' ὅσον πρόκειται περὶ κλασσικῆς μηχανικῆς τεχνολογίας. Πέραν αὐτῶν ὅμως ὑπάρχει καὶ ἡ αἰολικὴ ἐνέργεια. Εἰς τὴν Ἑλλάδα καὶ ἰδίως εἰς τὰς νήσους τοῦ Αἰγαίου Πελάγους δὲν λείπουν οἱ ἄνεμοι. Καὶ εἰς αὐτὴν τὴν περίπτωσιν πρόκειται περὶ κλασσικῆς μηχανικῆς τεχνολογίας.

13. Τὸ κόστος αὐτὸ ὑπελογίσθη ἐπὶ τῇ βάσει σημερινῶν τιμῶν. Ὁ ἀντιδραστήρ δὲν θὰ καταστῆ ἐμπορικῶς διαθέσιμος πρὸ τοῦ ἔτους 2010 ἕως 2020.

14. ΕΠΘΕ = Ἐγκατάσεις Παραγωγῆς Θερμικῆς Ἐνεργείας.

Δεν υπάρχει λόγος να άντληται ή ηλεκτρική ενέργεια διὰ μικρὰς πόλεις και χωρία ἐκ μεμακρυσμένων ΕΠΥΕ. Μικραὶ ἐγκαταστάσεις 5 ἕως 10 MW δύνανται νὰ χρησιμοποιοῦνται, ἐπιτυχανομένης οὕτω και οἰκονομίας γραμμῶν μεταφορᾶς.

Ἐς σημειωθῆ, ὅτι 45,3% τῆς παραγομένης ηλεκτρικῆς ἰσχύος καταναλίσκεται εἰς τὰς οἰκιακὰς χρήσεις και συνεπῶς διασπορὰ τῶν ἐγκαταστάσεων παραγωγῆς ἀποτελεῖ πλεονέκτημα και ὄχι μειονέκτημα. Ἡ βιομηχανία κατηνάλωσε κατὰ τὸ ἔτος 1978 ποσοστὸν 54,7% τῆς παραχθείσης ηλεκτρικῆς ἐνεργείας [3].

Ὅταν ἀξιοποιηθῆ αὐτὸ τὸ δυναμικόν, και ὑπάρξει ἀνάγκη, τότε θὰ προσφύγη ἡ Ἑλλάς εἰς τὴν χρησιμοποίησιν τῆς ἐνεργείας τῆς διασπάσεως τοῦ ἀτομικοῦ πυρῆνος. Συνεπῶς, θὰ ἦτο εὐκαταῖον, ἐὰν ἡ Ἑλλάς μὴ μιμουμένη ἄλλας χώρας δὲν ἐφαρμόσῃ πρακτικὰς και συστήματα, τὰ ὁποῖα ἐπενοήθησαν διὰ τὰς ἀνάγκας ἄλλων χωρῶν και ὄχι δι' ἐλληνικὰς ἀνάγκας.

## 7. ΕΘΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Ἡ ἀσθενὴς ἀξιοποίησις τῶν φυσικῶν πόρων τῆς Χώρας κατὰ τὸ παρελθόν ἀποδεικνύεται ἐκ τοῦ γεγονότος, ὅτι μόλις κατὰ τὴν τελευταίαν δεκαετίαν ἐτέθησαν [9] εἰς λειτουργίαν αἱ κυριώτεραι ΕΠΥΕ, ἐνῶ ἡ τεχνικὴ ἐκμεταλλεύσεως τῶν ὕδατοπτώσεων εἶναι μᾶλλον παλαιά.

Ἡ ἀνάγκη περαιτέρω βελτιώσεως τοῦ παρόντος σχεδιασμοῦ ἐνεργειακῆς πολιτικῆς προκύπτει [ἐκ τοῦ γεγονότος, ὅτι χορηγεῖται ἄδεια ἐγκαταστάσεως και λειτουργίας ἄλλοδαπῶν ἐταιρειῶν εἰς τὴν Χώραν, αἱ ὁποῖαι καταναλίσκουν ἐλληνικὴν ἐνέργειαν και ἐξορύσσουν ἐλληνικὰς πρώτας ὕλας. Αὐτὰς τὰς ἐξευγενίζουσαν ἐλαφρῶς πάλιν δι' ἐλληνικῆς ἐνεργείας, διὰ νὰ καθίστανται προσφορώτεραι εἰς τὴν ἀποκόμισιν. Ἀκολουθῶς μεταφέρονται εἰς τὰς χώρας τῶν ἐταιρειῶν, πρὸς πραγματικὴν ἐπεργασίαν και ἐκμετάλλευσιν. Βιομηχανικὰ προϊόντα ἐκ τῶν πρώτων αὐτῶν ἐλληνικῶν ὕλων ἐξάγονται εἰς ὅλον τὸν κόσμον και ἐπανεισάγονται εἰς τὴν Ἑλλάδα ἤδη ὅμως εἰς λίαν ηὔξημέναις τιμάς. Αἱ ἐταιρεῖαι αὐταὶ ζητοῦν ἀπὸ τὴν Ἑλλάδα νὰ τοὺς χορηγῆ ηλεκτρικὴν ἐνέργειαν, πρᾶγμα ὁδηγοῦν εἰς τὴν αὔξησιν τῆς ζητήσεως.

Ἡ ἐξαγωγή ὀρυκτῶν ἀλουμίνιου ἀποτελεῖ διαχείρισιν φυσικῶν πόρων, ἡ ὁποία εἰς οὐδεμίαν προωδευμένην χώραν συναντᾶται πλέον. Τοῦτο δὲν συμβαίνει, διότι κατὰ τὴν τελευταίαν δεκαετίαν κατέστη σαφές, ὅτι αἱ πρώται ὕλα ἀποτελοῦν μὴ ἐξαγοράσιμον ἐθνικὸν κεφάλαιον ἀναγκαῖον διὰ τὸ μέλλον τῆς χώρας. Ἀκόμη και ἡ ἐξαγωγή ἀνθρακος ἐκ τῶν μεγάλων παραγωγῶν χωρῶν τείνει σήμερον νὰ ἐκλείψῃ.



Λίαν προσφάτως ἀνεκοινώθη ἐκ τῶν ἐπισήμων μέσων ἐνημερώσεως, ὅτι ἀλλοδαπαὶ ἐταιρεῖαι ἐνδιαφέρονται διὰ τὴν ἐκμετάλλευσιν τῶν κοιτασμάτων Μολύβδου καὶ Ψευδαργύρου.

Οἱ φυσικοὶ αὐτοὶ πόροι θὰ εἶναι περιζήτητοι ἀργότερον καὶ ἴσως ματαίως θὰ ζητῆ ἡ Ἑλλάς νὰ εἰσαγάγῃ μικρὰς ποσότητας διὰ τὰς ἀνάγκας τῆς.

Τὸ ζήτημα τῆς ἐξασφαλίσεως ἐνεργείας πρὸς κάλυψιν τῶν ἀναγκῶν τῆς Χώρας εἰς τὸ μέλλον ἀποτελεῖ κατὰ τὰ ἀνωτέρω μέρος τοῦ γενικωτέρου προβλήματος τῆς διαχειρίσεως τῶν ἐθνικῶν φυσικῶν πόρων καὶ τῆς ἐπιβιώσεως τοῦ Ἑλληνισμοῦ. Χῶραι ἐξάγουσαι πρῶτας ὕλας σήμερον, ὀφείλουν πρὸς ἐξασφάλισιν τῆς μελλοντικῆς ἐπιβιώσεώς των νὰ πράττουν τοῦτο κατὰ τρόπον ἐπενδυτικόν. Ἐάν, π. χ., αἱ χῶραι, αἱ ὁποῖαι ἐξάγουν σήμερον πετρέλαιον δὲν προβοῦν διὰ τοῦ εἰσοδήματός των εἰς τὰς καταλλήλους ἐπενδύσεις, θὰ ἐρημωθοῦν ταχύτατα μετὰ τὴν ἀναχώρησιν ἐκ τοῦ λιμένος των τοῦ τελευταίου πετρελαιοφόρου. Τὸ ἐθνικὸν κέρδος, π. χ., διὰ τὴν Ἑλλάδα θὰ ἦτο ἀσυγκρίτως ἀνώτερον, ἐὰν δὲν ἐξήγοντο τὰ ἀκατέργαστα ὀρυκτὰ εἰς χαμηλὰς τιμὰς, ἀλλὰ τὰ ἐπεξεργασμένα προϊόντα. Δὲν ὑπάρχει ἡ ἀπαιτουμένη βιομηχανικὴ ὑποδομή; Οὐδεμία σπουδὴ δικαιολογεῖται σήμερον εἰς τὴν ἐξαγωγὴν τῶν πρώτων ὑλῶν. Τὸ ἐθνικὸν συμφέρον ἐπιβάλλει, ὅπως αὕτη διακοπῇ, ἐφ' ὅσον δὲν ἀξιοποιεῖται ἐπενδυτικῶς, μέχρις ὅτου δημιουργηθοῦν αἱ κατάλληλοι συνθήκαι πρὸς ἐξαγωγὴν ἐπεξεργασμένων προϊόντων.

#### 8. Η ΑΛΛΗΛΕΞΑΡΤΗΣΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΒΛΕΨΙΣ

Ἡ τεχνολογικὴ πρόβλεψις διὰ τὴν ὀρθὴν ἐνεργειακὴν ἀνάπτυξιν μιᾶς χώρας ἐξαρτᾶται καὶ αὕτη, ὡς τόσαι ἄλλαι τεχνολογικαὶ διαδικασίαι ἐκ πολλῶν παραμέτρων. Εἶναι ἀδύνατος ἡ βελτιστοποίησις τῆς ἀναπτύξεως μιᾶς χώρας, ἐὰν δὲν διαγνωσθῇ τὸ σύνολον τῶν παραμέτρων, περὶ ὧν ὁ λόγος καὶ ἐὰν δὲν ληφθοῦν αὐταὶ ὑπ' ὄψιν κατὰ τὴν κατάστρωσιν τοῦ προγραμματισμοῦ. Οἰοσδήποτε ἄλλος τρόπος διαμορφώσεως μιᾶς πολιτικῆς ἀποφάσεως περὶ τῆς ἐνεργειακῆς ἀναπτύξεως ἐκφεύγει κατ' ἀνάγκην τῶν πλαισίων τῆς ἐπιστημονικῆς προετοιμασίας ἀποφάσεων.

Θὰ θεωρηθοῦν τὰ ἀκόλουθα παραδείγματα :

1. Ἐκ τῶν δημοσιεύσεων [3] τοῦ προγραμματισμοῦ προκύπτει, ὅτι κατὰ τὸ ἔτος 1978 κατηναλώθησαν 18.212 GWh ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας. Ἡ ἐνέργεια αὕτη ἀντιστοιχεῖ εἰς μίαν μέσην ἔτησίαν ἰσχὺν 2220 MW.

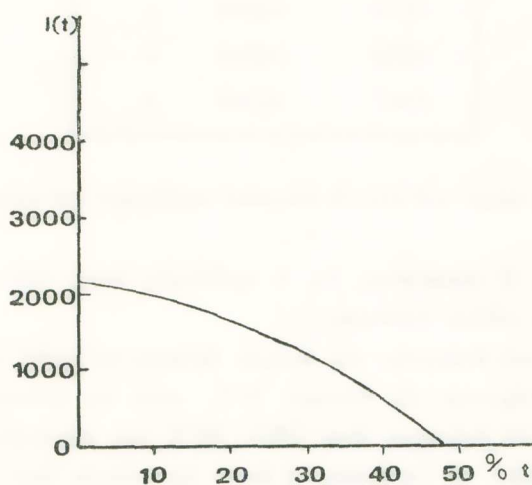
Ἡ ἐγκατεστημένη ἰσχύς ἀνέρχεται εἰς 4523 MWe. Ὡς ὑποθεθῆ, ὅτι  $t$  παριστᾷ τὸ κλάσμα τοῦ ἔτους, κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ὁποίου χρησιμοποιεῖται ὑπὸ πλήρης φορτίον ἢ ἐγκατεστημένη ἰσχύς,  $I_0 = 4523$  MW. Ἐὰν  $I(t)$  παριστᾷ τὴν μέσην τιμὴν τῆς ἰσχύος, ἢ ὁποία ἀπαιτεῖται νὰ χρησιμοποιηθῆ κατὰ τὸ ὑπόλοιπον κλάσμα τοῦ ἔτους  $(1 - t)$ , τότε ἰσχύει ἡ ἐξίσωσις :

$$(1 - t) \cdot I(t) + tI_0 = 2220. \quad (1)$$

Ἐξ αὐτῆς τῆς ἐξισώσεως προκύπτει, ὅτι

$$I(t) = \frac{2220 - t \cdot I_0}{1 - t}. \quad (2)$$

Τὸ μέγεθος  $I(t)$  παρίσταται γραφικῶς εἰς τὸ Σχ. 1.



Σχ. 1. Ποσοστὸν τοῦ ἔτους, καθ' ὃ δὲν χρησιμοποιεῖται ὑπὸ πλήρης φορτίον ἢ ἐγκατεστημένη ἰσχύς τῆς ΔΕΗ καὶ μέση ἰσχύς κατὰ τοῦτο. Ἡ καμπύλη ἀποδεικνύει χαμηλὸν βαθμὸν ἐκμεταλλεύσεως τῆς ἐγκατεστημένης ἰσχύος.

Ἐκ τοῦ Σχ. 1 προκύπτει, ὅτι ἐὰν τὸ κλάσμα ἦτο  $t = 0,49$ , ἴτοι 6 μῆνες περίπου, τότε κατὰ τοὺς ὑπολοίπους 6 μῆνας ἢ ἐγκατεστημένη ἰσχύς θὰ παρέμενεν ἀνεκμετάλλευτος. Ἡ, ἐὰν  $t = 0,33$ , ἴτοι 4 μῆνες, τότε κατὰ τοὺς ὑπολοίπους 8 μῆνας θὰ ἤρκει μία μέση ἰσχύς  $I(t) = 712$  MW κ.ο.κ.

Ἐκ τῶν ἄνω ἀριθμῶν προκύπτει, ὅτι ὁ βαθμὸς ἐκμεταλλεύσεως τῆς ἐγκατεστημένης ἰσχύος τῆς ΔΕΗ εἶναι λίαν χαμηλός. Συνεπῶς, ὑπάρχουν σημαντικὰ περιθώρια βελτιώσεως τῆς ἀποδόσεως διὰ καταλλήλων κινήτρων ἀφ' ἑνὸς πρὸς μείωσιν τῶν αἰχμῶν, ἀφ' ἑτέρου δὲ πρὸς ἀποθήκευσιν τῆς ἐνεργείας.

2. Συμφώνως πρὸς ἐπίσημα δημοσιεύματα τῶν Εὐρωπαϊκῶν Κοινοτήτων καὶ τοῦ προγραμματισμοῦ [3] ἡ καταναλωθεῖσα ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια εἰς τὴν Χώραν τὰ ἔτη 1968 [10], 1974 [4] καὶ 1978 [3] εἶχεν ὡς εἰς τὸν Πίν. 6.

## Π Ι Ν Α Κ Ε 6.

Καταναλωθεῖσα ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια  
εἰς τὴν Ἑλλάδα

1968	7340	GWh
1974	14900	»
1978	18219	»
1987	42500	»

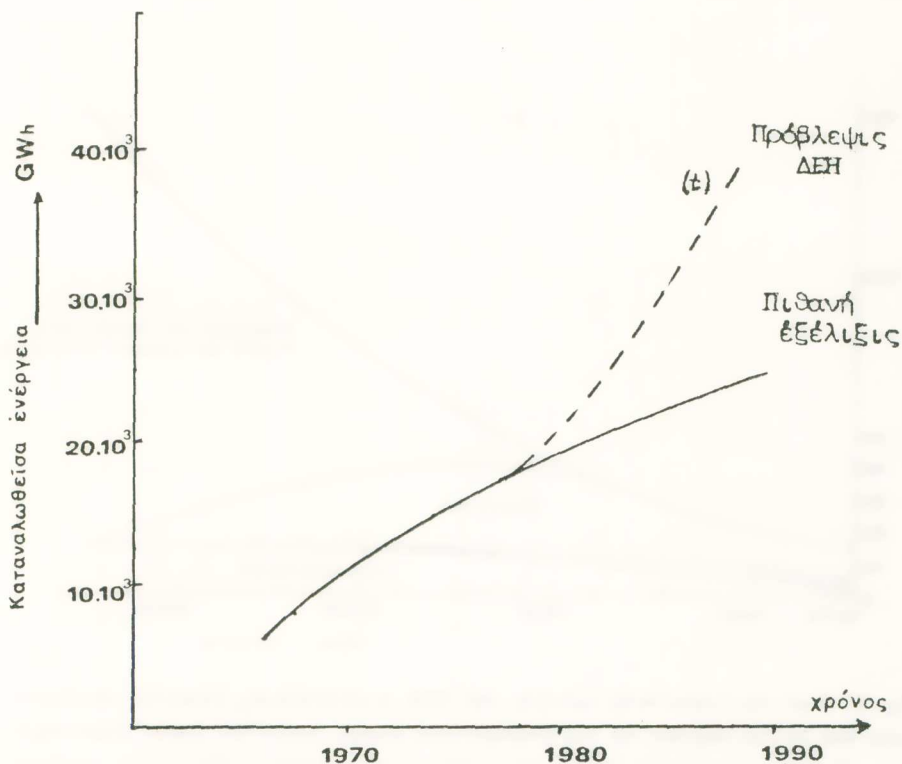
Ἡ τελευταία σειρά τοῦ Πίν. 6 ἀποτελεῖ πρόβλεψιν τοῦ προγραμματισμοῦ [7].

Ἐκ τοῦ Σχ. 2 προκύπτει, ὅτι ἡ πρόβλεψις αὐτὴ τοῦ προγραμματισμοῦ (καμπύλη 1) εἶναι μᾶλλον ἀπίθανος.

Ἡ βιομηχανικὴ ἀνάπτυξις τῆς Χώρας δύναται νὰ λεχθῆ, ὅτι ἔχει ἤδη πραγματοποιηθῆ τοῦλάχιστον εἰς ἔκτασιν 70% κατὰ τὸ διάστημα 1949-1979. Ἡ ἀΐξισις κατὰ τὸ διάστημα ἀπὸ 1968-1978 τῆς καταναλωθείσης ἐνεργείας ἀποκλείει τὴν ἐξέλιξιν τῆς ζήτησεως, ἡ ὁποία προτείνεται ὑπὸ τοῦ προγραμματισμοῦ. Ἡ προτεινομένη ἐξέλιξις θὰ ἦτο δυνατὴ μόνον, ἐὰν ἐπρόκειτο νὰ συμβῆ κάποια βιομηχανικὴ ἐπανάστασις πληθωριστικοῦ τύπου εἰς τὴν Ἑλλάδα. Ἀλλὰ ὅλα τὰ ρεαλιστικὰ δεδομένα συνηγοροῦν ὑπὲρ μιᾶς συντηρητικῆς ἐνεργειακῆς ἀναπτύξεως, ὅχι μόνον εἰς τὴν Ἑλλάδα, ἀλλὰ εἰς ὅλον τὸν Κόσμον. Αἱ Εὐρωπαϊκαὶ Κοινότητες ἤδη συνέστησαν λελογισμένην χορῆσιν ἐνεργείας (18-6-1979).

3. Αἱ προβλέψεις τῆς ἐξελίξεως τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν μιᾶς χώρας ὑποκείνται εἰς τὴν ἐπίδρασιν μεγάλου ἀριθμοῦ ἀσταθμῆτων παραγόντων. Τοῦτο ἀποτελεῖ διεθνῶς ἀνεγνωρισμένον δεδομένον, τὸ ὁποῖον περιορίζει τὴν δυνατὴν ἀκρίβειαν εἰς τεχνολογικὰς προβλέψεις.

Ἡ ἀνακρίβεια μακροπροθέσμου προβλέψεως τῆς ἐξελίξεως τῆς ζήτησεως ἐνεργείας εἰς τὸ τέλος τῆς 15ετίας 1974-1989 δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ εἶναι μικροτέρα τοῦ 20% ὑπὸ τὰς ἀρίστας τῶν συνθηκῶν. Συμφώνως ὅμως πρὸς τὸν προ-



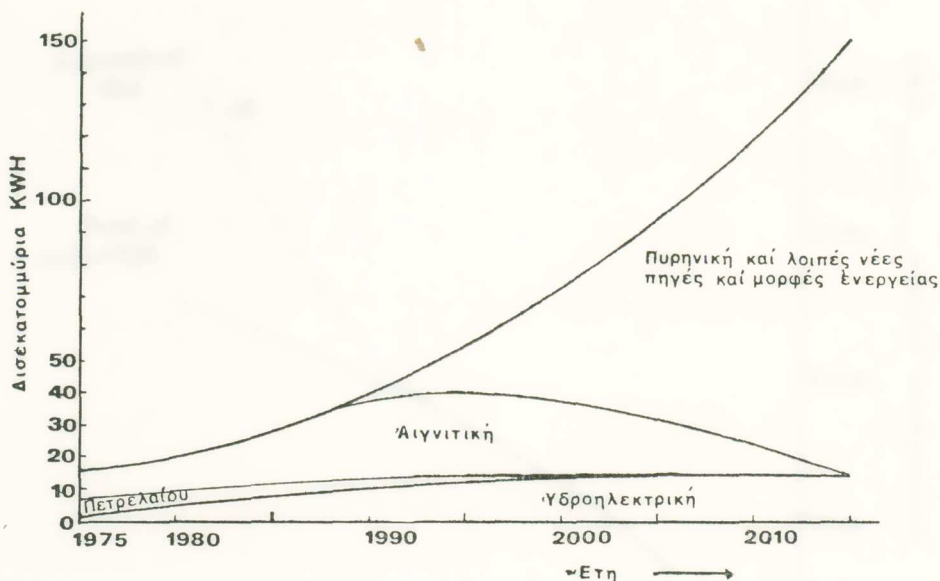
Σχ. 2. Ἡ συνεχῆς καμπύλη παριστᾶ τὴν πραγματικὴν κατανάλωσιν μέχρι τοῦ 1978. Ἡ διακεκομμένη γραμμὴ ἀποτελεῖ πρόβλεψιν τῆς ΔΕΗ. Ἡ ἀλλαγὴ τοῦ σημείου τῆς καμπυλότητος θὰ ἐδικαιολογεῖτο μόνον ὑπὸ μιᾶς βιομηχανικῆς ἐπαναστάσεως, ἢ ὁποία ὅμως οὐδαμῶ ἀναμένεται σήμερον.

γραμματισμὸν ἢ κατανάλωσις ἐνεργείας κατὰ τὸ ἔτος 1989 θὰ ἀνέρχεται εἰς 42.500 GWh καὶ ἡ ἐγκατεστημένη ἰσχὺς θὰ εἶναι ἴση πρὸς 11.521 MWe.

Συγχρόνως ὑπολογίζεται, ὅτι ἡ πυρηνικὴ ἐγκατεστημένη ἠλεκτρικὴ ἰσχὺς θὰ εἶναι 600 MW. Ἀλλὰ τὰ 600 MW ἀποτελοῦν μόνις τὸ 5,2% τῶν 11.521 MW καὶ κεῖται ἐκτὸς τῶν ὁρίων τῆς δυνατῆς ἀκριβείας μακροπροθέσμου προβλέψεως.

Ἐκ τοῦ παραδείγματος αὐτοῦ προκύπτει, ὅτι ἡ «πρόβλεψις», καθ' ἣν 600 MW πυρηνικῆς ἐνεργείας θὰ εἶναι ἀπαραίτητα, εἶναι τελείως ἀβάσιμος καὶ ὄχι τεχνολογικὴ πρόβλεψις ἐξ ἐντελεχοῦς ἐπιστημονικῆς ἀναλύσεως.

4. Ἄξιοπαρατήρητον εἶναι καὶ τὸ ἐξῆς στοιχεῖον προβλέψεως τοῦ προγραμματισμοῦ: Πρὸ τῆς ἐμφάνισεως τῆς ἐνεργειακῆς κρίσεως κατὰ τὸ ἔτος 1973 ὁ διεθνὴς κανὼν ἐνεργειακῆς αὐξήσεως ἦτο *grosso modo* διπλασιασμός ἀνὰ δεκαετίαν. Ὁ κανὼν αὐτὸς ἔχει ἐγκαταλειφθῆ ἔκτοτε καὶ ὁ ὑπολογισμὸς διαμορφοῦται λεπτο-



Σχ. 3. Πρὸ τῆς ἐνεργειακῆς κρίσεως τοῦ 1973 ἡ κατανάλωσις ἐνεργείας ἐδιπλασιάζετο ἀνὰ 10 ἔτη περίπου εἰς τὰς βιομηχανικὰς χώρας. Τοῦτο δὲν ἰσχύει πλέον σήμερον. Ὁ διπλασιασμὸς ἀνὰ 10 ἔτη προϋποθέτει μέσην ἐτησίαν αὐξήσιν 7% περίπου.

Ἡ ΔΕΗ δέχεται διὰ τὴν προσεχῆ δεκαετίαν μέσην ἐτησίαν αὐξήσιν 8,5%.

μερέστερον. Τὸ γεγονός τοῦτο φαίνεται, ὅτι δὲν λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν εἰς τὴν Ἑλλάδα. Κατὰ τὸν προγραμματισμὸν ὁ κανὼν διπλασιασμοῦ ἀνὰ 10 ἔτη θὰ συνεχίσῃ δῆθεν ἰσχύων εἰς τὴν Ἑλλάδα μέχρι τοῦ ἔτους 2015.

Ἡ ὑπόθεσις αὕτη εἶναι μὴ ρεαλιστικὴ διὰ τοὺς κάτωθι λόγους:

α) Εἶναι ἀδύνατον νὰ γίνῃ βάσιμος πρόβλεψις τῆς ἀκρίβειας τοῦ Σχ. 3 διὰ διάστημα 50 ἐτῶν.

β) Εἶναι ἀδύνατον διὰ τὴν Ἑλλάδα νὰ ἀποκτήσῃ βιομηχανικὴν ἰσχὴν τριπλασίαν τῆς σημερινῆς Ο. Δ. Γερμανίας.

γ) Ἡ ρύπανσις τοῦ περιβάλλοντος θὰ μειώσῃ σημαντικῶς τὸ ἀνθρώπινον δυναμικὸν τῆς Χώρας.

δ) Εἰς τὴν Ο. Δ. Γερμανίαν ὁ διπλασιασμός τῆς καταναλώσεως ἐνεργείας πραγματοποιεῖται ἐπὶ τῇ βᾶσει τῶν σημερινῶν δεδομένων ἀνὰ 35 ἔτη.

ε) Ἡ Ἑλλάς κατὰ τὸ Σχ. 3 θὰ ἔχη φθάσει τὴν σημερινὴν κατανάλωσιν τῆς Ο. Δ. Γερμανίας κατὰ τὸ ἔτος 1985 περίπου. Συνεπῶς καὶ ἐὰν ἀκόμη οἱ ἐνεργειακοὶ πόροι θὰ ὑπάρξουν εἰς τὴν σημερινὴν ἀφθονίαν, ἡ αὔξησις θὰ μειωθῇ καὶ εἰς τὴν Ἑλλάδα διὰ τοὺς αὐτοὺς λόγους, ὡς καὶ εἰς τὴν Γερμανίαν καὶ εἶναι ἀπίθανον νὰ εἶναι μεγαλύτερα τοῦ 2% ἢ 3%.

στ) Ἐκ τοῦ Σχ. 2 προκύπτει, ὅτι ὁ προγραμματισμός τῆς Χώρας περιέχει μὴ ρεαλιστικὰς ὑποθέσεις. Ἡ ἀλλαγὴ τῆς πορείας τῆς καμπύλης καταναλώσεως δύναται νὰ προκληθῇ ὑπὸ παραγόντων ζητήσεως ἐνεργείας, οἱ ὁποῖοι δὲν ἀναμένονται σήμερον. Ἐκ τῶν ἄνω τεσσάρων παραδειγμάτων ἐνεργειακῆς ἀναπτύξεως προκύπτει, ὅτι εἶναι τοῦλάχιστον ἀβάσιμος ἡ πρόβλεψις τῆς ἀνάγκης χρησιμοποίησης τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας εἰς τὴν Ἑλλάδα σήμερον.

#### 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Ἐπειδὴ ἡ Ἑλλάς δὲν διαθέτει τὸ ἀπαιτούμενον τεχνολογικὸν ἢ βιομηχανικὸν δυναμικὸν εἰς τὸν τομέα τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων ἰσχύος, τὸ κόστος τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας διὰ τὴν Ἑλλάδα θὰ εἶναι λίαν ὑψηλότερον ἐκείνου εἰς χώρας διαθέτουσας μεγάλην τεχνολογικὴν ὑποδομὴν, βαρεῖαν βιομηχανίαν καὶ ἰδίως πυρηνικὴν ἐπιστήμην καὶ τεχνολογίαν.
2. Ἡ ἀνάλυσις καὶ ἡ σύγκρισις τῆς ἐνεργειακῆς καταναλώσεως εἰς τὴν Ἑλλάδα καὶ εἰς τὰς χώρας τῶν Ε. Κ. ἀποδεικνύει, ὅτι ἡ Ἑλλάς θὰ εὐρίσκειται ἐνεργειακῶς εἰς κατάστασιν κόρου ἐντὸς δεκαετίας.
3. Ἡ Χώρα ὀφείλει νὰ ἀποφύγῃ κατὰ τὴν προσεχῇ δεκαετίαν τὴν εἰσαγωγὴν πυρηνικοῦ προγράμματος, τὸ ὁποῖον :
  - α) δὲν ἐπιβάλλεται ἐκ τῆς ἀσφαλοῦς ἀναλύσεως τῶν δεδομένων,
  - β) εἶναι δαπανηρόν,
  - γ) θὰ ἔχη μετὰ βεβαιότητος σοβαρὰ προβλήματα πυρηνικῶν καυσίμων κατὰ τὰ προσεχῇ 30 - 40 ἔτη,
  - δ) τὰ παγκόσμια ἀποθέματα πυρηνικῶν καυσίμων σχάσεως θὰ ἀρκέσουν διὰ τὸ αὐτὸ περίπου χρονικὸν διάστημα ὡς καὶ τὰ πετρέλαια.
4. Ἡ ἐκμετάλλευσις τοῦ ὑδατοπιωτικοῦ δυναμικοῦ δὲν ἔχει ἐξαντληθῆ εἰς τὴν Ἑλλάδα.
5. Ἡ αἰολικὴ ἐνέργεια δὲν χρησιμοποιεῖται εἰσέτι εἰς τὴν Ἑλλάδα.

6. Ένεκα ἐλλείψεως εἰς τὴν Ἑλλάδα βασικῆς ἐρεῦνης σχετικῆς πρὸς τὴν τεχνολογικὴν ἐκμετάλλευσιν τῆς ἡλιακῆς ἐνεργείας, δὲν εἶναι δυνατόν νὰ γίνεταί λόγος περὶ χρήσεως εἰς βιομηχανικὴν κλίμακα τῆς ἡλιακῆς ἐνεργείας, ἀλλὰ δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ δι' ὅλους τοὺς ἄλλους σκοπούς.

#### 10. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συμπερασμάτων προκύπτει, ὅτι ἡ Ἑλλάς δὲν ἔχει σήμερον ἀνάγκην πυρηνικῆς ἐνεργείας. Διὰ τοῦτο προτείνεται :

1. Ἡ συστηματικὴ καὶ ἐξαντλητικὴ ἀξιοποίησις τοῦ ὕδατοπρωτικῆς δυναμικοῦ καὶ τῶν θαλασσίων ρευμάτων διὰ ΕΠΥΕ.
2. Ἡ συστηματικὴ ἐφαρμογὴ τῆς ἡλιακῆς ἐνεργείας διὰ οἰκιακὰς χρήσεις.
3. Ἡ συστηματικὴ προετοιμασία ἐκμεταλλεύσεως τῆς αἰολικῆς ἐνεργείας.
4. Χρησιμοποίησις τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας, ὅταν χρησιμοποιηθῇ ὅλον τὸ δυναμικὸν τῶν ἀνωτέρω ἐθνικῶν πηγῶν ἐνεργείας.

#### S U M M A R Y

The present paper is a critical analysis of the forecasting on Greece's energy needs. The result of this analysis is that the forecasting done at the end of the decade 1960 according to which Greece would need in 1989 5.2% of the total installed electrical power in the form of nuclear energy is not justified.

1. The percentage of 5.2 is impossible to calculate exactly on the basis of the long range technological forecasting and consequently not realistic.

2. Even if this percentage were possible to foresee it would not be necessary to cover through nuclear energy since the hydroelectric potential of Greece in accordance with the data of the forecasting authorities will not be completely exhausted.

3. The installation of a nuclear reactor in Greece does not guarantee the production of the expected 5.2% from 1989 on since there is no guarantee for the supply of nuclear fuel.

4. The nuclear fuels will continue to be available as long as the world oil production will last approximately.

5. Until now only 1000 tons of natural uranium have been discovered in Greece and this would suffice just for 4-5 years.

6. It is difficult to find a foreign company to undertake the transportation of the radioactive fuel elements outside of Greece for reprocessing under financially interesting conditions.

7. The Aegean Sea is a closed one and should not be contaminated by radioactive waste disposals. Another region of Greece would not be appropriate for siting a nuclear reactor due to the earthquake activity.

Proposals :

1. Systematic and exhaustive use of the hydroelectric potential of the country.

2. Extensive use of solar energy for non-industrial purposes.

3. Projects for using the Aeolic energy.

4. When the energy resources of the country will be exhausted and the energy needs continue to develop, then Greece will be prepared to use the nuclear energy. Then the nuclear technology will have made the reactors safer.

5. The fact that Greece has not yet used the nuclear reactors is an advantage which Greece should not abolish today without necessity in as much as the existing installed capacity of 4500 MW electric is used only to 50% on the average.

6. The processing of minerals the use of which at present is considered as interesting can be realised by means of a better exploitation of the existing hydroelectric potential of the country.

In conclusion it seems rather unlikely that the economic development of Greece would suffer if a nuclear reactor of 600 MW would not be installed in 1989 when the total installed capacity would be according to the forecasting approximately 11.500 MW.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Examination of International Atomic Energy's Regulations of the Safe Transport of Radioactive Materials. EUR 3485, Vol. IV και Vol. V.
2. Les Dossiers de l'Énergie 5. Projet Rasmussen «Étude de la sûreté des réacteurs». Ministère de l'industrie et de la recherche. Paris 1975.
3. «Die Welt» Nr. 123, 29 Μαΐου 1979, σελ. X.
4. Eurostat : Statistische Grundzahlen der Gemeinschaft, 1975 - 1976, σελ. 87.
5. Availability of World Energy Resources. D. C. Ion, Graham and Trotman Ltd., London 1976.
6. Revue Générale Nucléaire, No 2, 1979, σελ. 170.
7. Τα βασικά μεγέθη του προγράμματος της περιόδου 1979 - 1983 - 1988 για ταχύρρυθμη ανάπτυξη της ηλεκτροπαραγωγής με λιγνίτη. ΔΕΗ, 'Απρίλιος 1979, Πίναξ 2.
8. Revue Générale Nucléaire, No 2, 1978, σελ. 130.
9. 'Η συμβολή της ΔΕΗ στην αξιοποίηση των έγχωριων ενεργειακών πόρων και οι υπάρχουσες προοπτικές.
10. Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, 1968 - 1969, σελ. 52.

Ὁ Ἀκαδημαϊκὸς κ. **I. N. Θεοδωρακόπουλος** εἶπε τὰ ἑξῆς :

«Ἡ ἀνακοίνωσις τοῦ κ. Σύρου ἐπανέφερεν εἰς τὸν νοῦν μου ὠρισμένας σκέψεις πὸν μὲ ἀπασχολοῦν κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη, σχετικῶς μὲ τὴν τεχνικὴν. Ὅπως φαίνεται καὶ ἀπ' ὅσα εἶπε ὁ κ. Σύρος πρέπει νὰ δεχθῶμεν ὅτι ἡ τεχνικὴ τοῦ ἀνθρώπου ἔχει καὶ ὅρια. Τὰ ὅρια αὐτὰ συνδέονται μὲ τὴν πεπερασμένην ποσότητα, τὴν ὁποίαν ἔχουν αἱ πρῶται ὕλαι τῆς γῆς. Ἐξ ἄλλου ἢ Ἐπιστήμη δὲν ἔχει ὅρια. Τοῦτο εἶναι ἀναμφισβήτητον, διότι ἐργάζεται ἀνεξαρτήτως ἀπὸ ὑλικά δεδομένα. Ἡ ἀνακοίνωσις τοῦ κ. Σύρου, ἐκτὸς τῶν ἄλλων, ἐπεσήμανεν ὅτι, μὲ τὴν δημιουργίαν ἀτομικῶν ἀντιδραστήρων πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ὁ τόπος μας θὰ ἐξαρτᾶται πάντοτε ἀπὸ τὴν χώραν, ἢ ὁποία θὰ κατασκευάσῃ τὸ πυρηνικὸν ἐργοστάσιον· καὶ τοῦτο διότι ὁ τόπος μας θὰ εἶναι ὑποχρεωμένος νὰ προμηθεύεται ὅλα τὰ ἀνταλλακτικὰ ἐξαρτήματα ἀπὸ τὴν παραγωγὸν χώραν. Ἡ ἐξάρτησις αὕτη εἶναι ὅλως διόλου διάφορος ἀπὸ τὴν γενικὴν ἐξάρτησιν τοῦ ἐνὸς τόπου ἀπὸ τοὺς ἄλλους. Ἐδῶ πρόκειται περὶ εἰδικῆς ἐξαρτήσεως, ἢ ὁποία εἶναι δυνατὸν νὰ ἔχη μεγάλας συνεπείας.

Βεβαίως τὸ θέμα εἶναι μέγα καὶ δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ κριθῇ μὲ τὰς ὀλίγας αὐτὰς λέξεις».