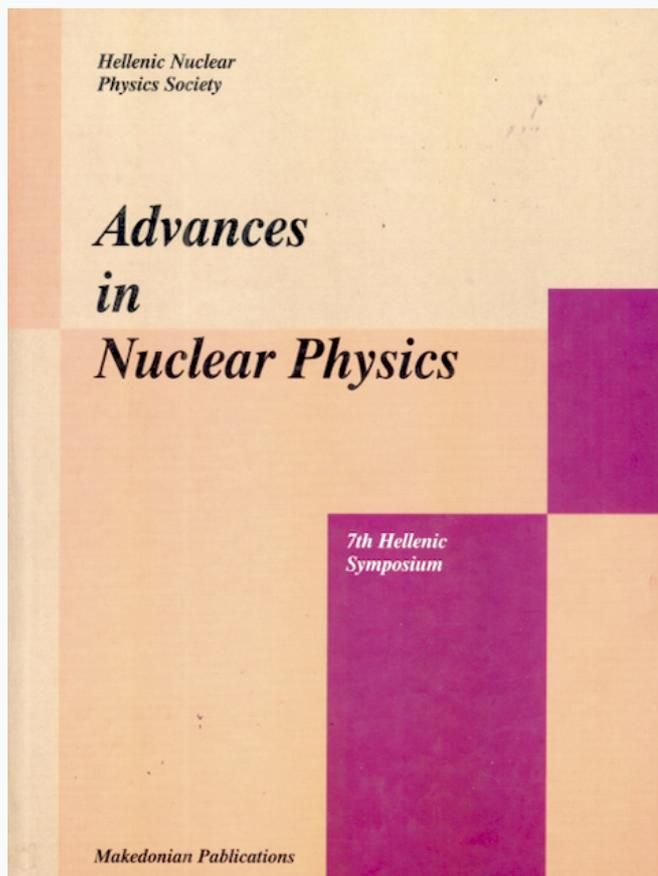


## HNPS Advances in Nuclear Physics

Vol 7 (1996)

HNPS1996



### The end of Nuclear Energy. (in Greek)

Θαν. Κ. Γεράνιος

doi: [10.12681/hnps.2426](https://doi.org/10.12681/hnps.2426)

#### To cite this article:

Γεράνιος Θ. Κ. (2019). The end of Nuclear Energy. (in Greek). *HNPS Advances in Nuclear Physics*, 7, 239–251. <https://doi.org/10.12681/hnps.2426>

## Η ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Θαν. Κ. Γεράνιου

Επικ. Καθηγ. του Τομέα Πυρηνικής  
και Σωματιδιακής Φυσικής  
του Πανεπιστημίου της Αθήνας

Είναι ουτοπία να πιστεύει κανείς ότι το Chernobyl τελείωσε. Η 26 Απριλίου του 1986 ήταν απλά η αρχή. Οι επιστήμονες και οι ειδικοί που δημιούργησαν αυτόν τον τεχνολογικό «πολιτισμό» απέκρυσαν από την κοινωνία τις συνέπειες.

Μια επετειακή και μόνον επανάληψη στην αναφορά της πυρηνικής καταστροφής στο Chernobyl, της πλέον χαρακτηριστικής στην ιστορία της αποκαλούμενης «ειρηνικής» εφαρμογής της πυρηνικής ενέργειας, δεν θα προσέφερε σχεδόν τίποτα αν δεν συνοδεύεται με νεώτερα στοιχεία που σημαδεύουν το μέλλον της πυρηνικής εποχής, αλλά και ολόκληρης της κοινωνίας.

Αγγίξαμε τη δεύτερη δεκαετία μετά από το τραγικό αυτό ατύχημα της Ουκρανίας που κόστισε και θα κοστίζει για πάρα πολλά χρόνια όχι μόνον στην περιοχή του Chernobyl, αλλά και στις γειτονικές, και όχι μόνον περιοχές, όπως για παράδειγμα τη Λευκορωσία, τη Ρωσία. Ήταν όμως η αφορμή για να κτυπήσει το καμπανάκι του κινδύνου για όλα τα κράτη που χρησιμοποιούν την πυρηνική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή. Οι λόγοι για τους οποίους θα πρέπει να φωτίσουμε από διαφορετικές πλευρές το γεγονός αυτό είναι τέσσερις,

- A. Πόσο θα αντέξει ακόμη η σαρκοφάγος (Σχ. 1) που προσωρινά εμποδίζει τα ραδιενεργά στοιχεία που υπάρχουν στον κατεστραμμένο αντιδραστήρα να διαφύγουν στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα να μας δώσουν ένα δεύτερο ραδιενεργό νέφος;
- B. Πόσα πρόκειται να είναι τα θύματα τώρα που πέρασε η «λανθάνουσα» περίοδος που είναι περίπου μια δεκαετία;
- Γ. Ποια είναι η σημερινή κατάσταση των πυρηνικών αποβλήτων;
- Δ. Και τέλος το σοβαρότερο, πως θα θάψουμε τους μισούς από τους 430 πυρηνικούς αντιδραστήρες που θα κλείσουν οριστικά μέχρι το 2010 και τους άλλους μισούς στην επόμενη δεκαετία, λόγω της επικίνδυνης ακτινοβολίας που εκπέμπουν;

A. ΣΑΡΚΟΦΑΓΟΣ

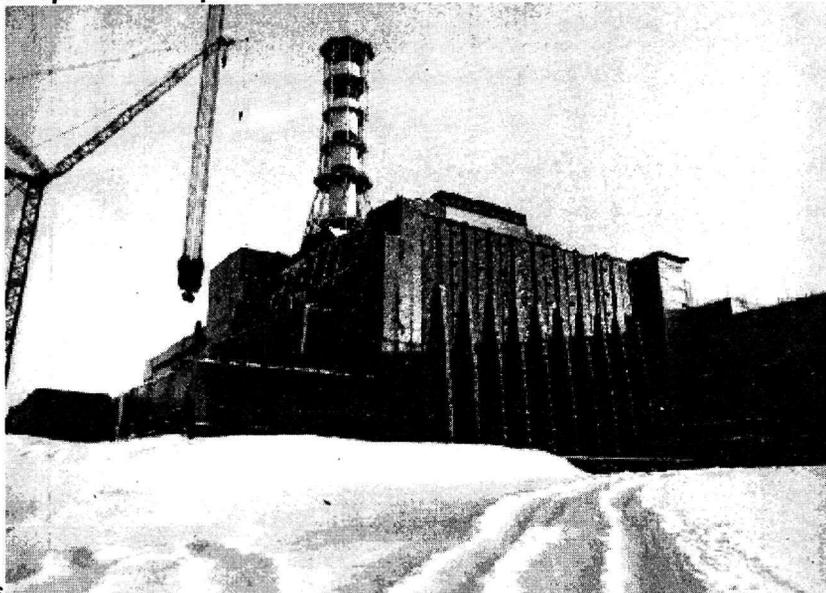
Η προστατευτική σαρκοφάγος που σκεπάζει την ακτινοβολούσα καρδιά του κατεστραμμένου αντιδραστήρα του Chernobyl, κτίστηκε βιαστικά μέσα σε ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα 7 μηνών, λόγω της επείγουσας κατάστασης, με αποτέλεσμα να μην αντέχει πάνω από δέκα περίπου χρόνια. Η κατασκευή αυτή δεν προβλέπει ούτε πιθανή σεισμική δόνηση ούτε και την παρουσία ανεμοστροβίλων. Ήδη, έχει διαπιστωθεί και μετρηθεί διαρροή ραδιενεργών στοιχείων, όπως για παράδειγμα ραδιενεργό καίσιο, που διαφεύγει από τις ρωγμές της σαρκοφάγου προς την ατμόσφαιρα. Μέσα από τις ίδιες αυτές ρωγμές εισέρχεται το νερό της βροχής, γίνεται ραδιενεργό με τιμές 40 εκατομμύρια Becquerel ανά λίτρο και σήμερα, παρ όλη την άντληση, καταλαμβάνει μέσα στη σαρκοφάγο έναν συνολικό όγκο 3000 κυβ. μέτρων. Η παρουσία αυτή του νερού, σαν ο καλύτερος επιβραδυντής νετρονίων, θα μπορούσε να αυξήσει την ενεργό διατομή των νετρονίων για σχάση και να προκαλέσει πυρηνικές σχάσεις στο άκαυτο ακόμα ουράνιο της καρδιάς του αντιδραστήρα, παρ όλες τις ενέσεις με χημικά για να αποτραπεί κάτι τέτοιο. Το γεγονός, ότι κατά καιρούς έχουν διαπιστωθεί μικρής διάρκειας αυξήσεις της ροής των νετρονίων εσωτερικά της σαρκοφάγου, κάνουν πιο πιθανό ένα τέτοιο ατύχημα. Ο κίνδυνος κατάρρευσης από τη διάβρωση των θεμελίων της σαρκοφάγου είναι ορατός και κάθε χρόνος που περνάει αυξάνει την πιθανότητα μιας δεύτερης καταστροφής.

Ενας άλλος κίνδυνος ραδιενεργού μόλυνσης του περιβάλλοντος, κρύβεται πίσω από την πρόχειρη κατασκευή του υπογείου φράγματος μήκους τρεισήμισι χιλιομέτρων και βάθους 3.5 μέτρων γύρω από τα θεμέλια του αντιδραστήρα, όπου ρέουν υπόγεια νερά. Η στάθμη του νερού αυτού πολύ εύκολα μπορεί να φθάσει κοντά στην επιφάνεια της γύρω περιοχής, που είναι θαμμένοι χιλιάδες τόνοι ραδιενεργών από την απολύμανση του 1986. Έτσι, μπορεί να δημιουργηθεί ένας μηχανισμός ραδιενεργού ξεπλύματος που θα καλύψει μεγάλες επιφάνειες με φόβο τα ραδιενεργά αυτά απόνερα να χυθούν στον ποταμό Pripyat.

Όλες οι σκέψεις αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες ενός δεύτερου Chernobyl, σκοντάφτουν στα τεράστια κονδύλια που απαιτούνται και που φυσικά δεν διαθέτει η Ουκρανία. Και κάθε χρόνος που περνάει αυξάνει τις ευχές όλων να μην επέλθει το μοιραίο. Η σκέψη να προστεθεί μια δεύτερη πάνω στην πρώτη βάρους 300 χιλιάδων τόνων σαρκοφάγο, είναι σχεδόν απαγορευτική, γιατί δεν θα αντέξουν τα ήδη τραυματισμένα θεμέλια της πρώτης στο πρόσθετο βάρος.

Επί πλέον, λόγω ενός σοβαρού κατασκευαστικού λάθους η σαρκοφάγος έχει στηριχθεί κατά ένα μέρος στον εν λειτουργία τρίτο αντιδραστήρα του Chernobyl και μια ενδεχόμενη κατάρρευση της σαρκοφάγου θα παρέσυρε και τον τρίτο αντιδραστήρα, με αποτέλεσμα την καταστροφή του θόλου του. Η κατασκευή μιας νέας που θα περιβάλλει την παλαιά σαρκοφάγο απαιτεί τεράστια ποσά στα οποία καμία χώρα δεν προτίθεται να συνεισφέρει. Ο Ουκρανός υπουργός πυρηνικής ασφάλειας Yuri Kostenko ισχυρίζεται ότι για μια νέα και ασφαλέστερη σαρκοφάγο απαιτείται κονδύλιο ύψους **μερικών δεκάδων δισεκατομμυρίων**

δολαρίων και διάρκεια 50 ετών.



ε  
Σχ. 1 Η σαρκοφάγος σήμερα

## Β. ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Υπάρχει μια περίοδος, με μέσο όρο τα δέκα χρόνια, μεταξύ του χρόνου της ραδιενεργού μόλυνσης και της εμφάνισης των συμπτωμάτων (π.χ., λευχαιμία ή θυρεοειδής), που λέγεται λανθάνουσα και κατά την οποία δεν εκδηλώνεται το σύμπτωμα.

Η καρκινογένεση γενικά είναι μια πολυσταδιακή διαδικασία που αφορά την απελευθέρωση ενός κυττάρου και των απογόνων του από το φυσιολογικό έλεγχο της κυτταρικής διαίρεσης, της διαφοροποίησης και του προγραμματισμένου κυτταρικού θανάτου.

*Τα στάδια της καρκινογένεσης είναι τρία:*

*Εναρξη, μετάβαση και εξέλιξη.*

*Το πρώτο στάδιο, περιλαμβάνει συνήθως μεταλλάξεις ως αποτέλεσμα της ακτινοβολήσης και πολλές φορές συνοδεύεται και με κάποιο πλεονέκτημα πολλαπλασιασμού έναντι των φυσιολογικών κυττάρων. Η συμμετοχή της ακτινοβολίας στο αρχικό αυτό στάδιο είναι περισσότερο σημαντική από ότι στα επόμενα 20 χρόνια. Ένα νεοπλαστικό κύτταρο όμως, χρειάζεται να περάσει από επί πλέον στάδια για την επίτευξη της πλήρους κακοήθους ιδιότητας του. Χρειάζεται να χαθεί η επικοινωνία του με τα άλλα κύτταρα και οι απόγονοί του να αυξάνονται εκθετικά μη υπακούοντας σε οποιονδήποτε έλεγχο και πολλαπλές άλλες διαφοροποιήσεις ώστε να περάσουν στο τελικό στάδιο της εξέλιξης του καρκίνου.*

*Η καρκινογένεση επομένως, είναι μια διαδικασία που απαιτεί πάροδο ορισμένου χρονικού διαστήματος πριν την εμφάνιση της κακοήθειας και εξαρτάται από το είδος των κυττάρων, του βαθμού διαφοροποίησης και πολλαπλασιασμού τους και κατ'επέκταση, από το είδος του καρκίνου.*

*Πολύ σημαντικό είναι το γεγονός, πως πολλές φορές μετά την ακτινοβολήση, πραγματοποιούνται μεταλλάξεις, οι οποίες όμως δεν αρκούν για την πρόοδο της καρκινογένεσης. Παραμένουν στον οργανισμό, και αφού παρέλθουν αρκετά χρόνια και συσσωρευτούν λάθη οφειλόμενα σε περιβαλλοντικές αιτίες, διατροφικές συνήθειες, χημικά τοξικά, κάπνισμα κ.α., εμφανίζεται η κακοήθεια. Η συνέργεια των παραπάνω παραγόντων θα οδηγήσει ένα κύτταρο στον πλήρη νεοπλαστικό μετασχηματισμό του και θα περάσει από το στάδιο της έναρξης, το οποίο μπορεί να κρατήσει πολλά χρόνια,*

Μετά από αυτήν την περίοδο και για 30 περίπου χρόνια είναι η περίοδος μέσα στην οποία μπορεί να εμφανιστεί το σύμπτωμα. Μετά από αυτή, η πιθανότητα εμφάνισής του είναι μηδενική, εφόσον βέβαια το εν λόγω άτομο βρίσκεται εν ζωή. Όπως λέγεται, τα φαινόμενα της επίδρασης της ακτινοβολίας μικρών δόσεων στον άνθρωπο χαρακτηρίζονται σαν «στοχαστικά». Δηλαδή, Οι «χαμηλές» δόσεις δεν δίνουν άμεσα διακριτές επιπτώσεις και αυτό ακριβώς είναι και ένα από τα ύπουλα χαρακτηριστικά στοιχεία της ραδιενέργειας. Όσο οι απορροφούμενες ραδιενεργές δόσεις μικραίνουν, τόσο η ασάφεια των επιπτώσεων μεγαλώνει και αντίστροφα. Το γεγονός αυτό, λειτούργησε δυστυχώς σαν άλλοθι των υποστηρικτών της πυρηνικής ενέργειας πριν ολοκληρωθεί καλά-καλά η λανθάνουσα δεκαετής περίοδος μετά το ατύχημα.

Είναι γεγονός και κοινά αποδεκτό από τους ειδικούς, η διαπίστωση της δραματικής αύξησης του παιδικού καρκίνου του θυρεοειδή στις πληγείσες χώρες, που σήμερα έχει τουλάχιστον 15-πλάσιες τιμές. Και κανείς δεν αμφισβητεί πια ότι το 20% της έκτασης της Λευκορωσίας, που εισέπραξε το 70% της συνολικής ραδιενέργειας, ζει σήμερα κάτω από συνθήκες άγχους, ιατρικών εξετάσεων, θεραπειών και αβεβαιότητας για το αν και πότε θα επέλθει το μοιραίο. Την εικόνα αυτή την έδωσε πέρυσι ο καθηγητής φιλοσοφίας Gennadij Gruschewoj, και Πρόεδρος της Παγκόσμιας Οργάνωσης «Για τα Παιδιά του Chernobyl», όταν επισκέφθηκε την Αθήνα.

Η αισιόδοξη όμως άποψη κάποιων Ευρωπαίων ειδικών, πως οι επιπτώσεις για τις χώρες, εκτός των τριών της πρώην Σοβιετικής Ένωσης (Λευκορωσία, Ουκρανία και Ρωσία), ήταν αμελητέες, στερούνται τουλάχιστον επιστημονικής βάσης.

Ενα χαρακτηριστικό στοιχείο που δείχνει την ύπαρξη της λανθάνουσας περιόδου, είναι το γεγονός, ότι παρ'όλο που το ραδιενεργό ιώδιο-131, που διέφυγε από τον κατεστραμμένο αντιδραστήρα, λόγω του μικρού χρόνου ημιζωής του (8 ημέρες), έζησε το πολύ για δέκα εβδομάδες μετά το ατύχημα, τα συμπτώματα όμως καρκίνου του θυρεοειδή, που οφείλονταν στο ιώδιο, εμφανίστηκαν αυξημένα μετά από χρόνια και θα συνεχίσουν να εμφανίζονται και στο μέλλον. Ενα δεύτερο αποδεικτικό στοιχείο της λανθάνουσας περιόδου πηγάζει από το γεγονός, ότι τα θύματα της ραδιενέργειας στη Χιροσίμα και το Ναγκαασάκι που δεν πέθαναν

αμέσως (περί τις 100.000) και που απορρόφησαν χαμηλές σχετικά δόσεις (περί τα 20 rem), πέθαναν μετά από 12 χρόνια από καρκίνο, ή μετά από 26 από λευχαιμία.

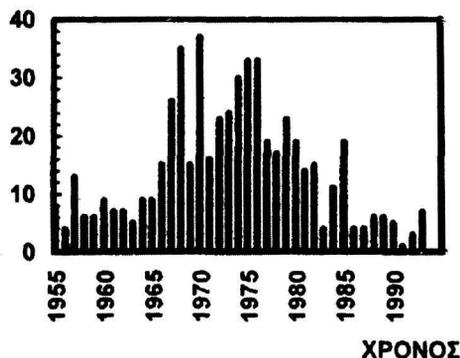
### Γ. ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Το σοβαρότερο αλλά και οικονομικά άλυτο πρόβλημα των πυρηνικών αντιδραστήρων, που σκόπιμα αποφεύγουν να αναφέρουν οι λάτρεις της πυρηνικής ενέργειας, είναι τα πυρηνικά απόβλητα.

Ο πονοκέφαλος των 7 οικονομικά ανεπτυγμένων κρατών (G7) στις τακτικές τους συναντήσεις είναι το αδιέξοδο των πυρηνικών αποβλήτων, κάτι που δεν προβάλλεται καθόλου από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Η δεύτερη δεκαετία του Chernobyl περισσότερο χαρακτηρίζεται από τον κίνδυνο των πρόχειρα συσσωρευμένων πυρηνικών αποβλήτων και των κινδύνων που εγκυμονούν, παρά από ένα μελλοντικό ατύχημα από την ίδια τη λειτουργία των πυρηνικών αντιδραστήρων, οι οποίοι σήμερα αποδεδειγμένα βρίσκονται στη δύση τους (Σχ. 2). Ο αριθμός των καινούργιων αντιδραστήρων σήμερα είναι ίσος με αυτών της δεκαετίας του 50! Και η μείωσή τους δεν συντελέστηκε λόγω της κοινωνικής ευαισθητοποίησης των ειδικών, αλλά λόγω της πολυδάπανης λειτουργίας τους, τους κινδύνους, τα πυρηνικά απόβλητα που συσσωρεύουν και τέλος της διάλυσής τους όταν «γεράσουν».

## ΕΝΑΡΞΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΩΝ

ΜΟΝΑΔΕΣ

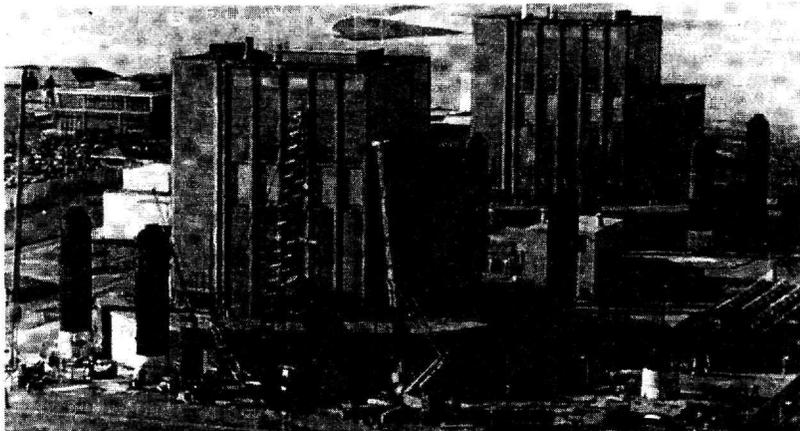


Σχ. 2 Αντιδραστήρες ανά έτος

#### Δ. Η ΔΙΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΩΝ

Αφησα για το τέλος το σοβαρότερο στοιχείο του αδιεξόδου των πυρηνικών αντιδραστήρων που έγκειται στο γεγονός ότι, ακόμη ο «ασφαλέστερος» και τελειότερος αντιδραστήρας είναι κατασκευασμένος για 30 χρόνια ζωής. Μετά από τα 30 χρόνια λειτουργίας του αναγκαστικά πρέπει να σταματήσει οριστικά, να κλείσει και να μπει στη διαδικασία διάλυσής του (Dismantling). Και αυτό επιβάλλεται γιατί, ακτινοβολεί πλέον υπερβολικά και η παρουσία χειριστών και προσωπικού είναι άκρως επικίνδυνη. Η διάλυση αυτή, δεν είναι μια διαδικασία ρουτίνας, όπως η κατεδάφιση ενός συμβατικού κτιρίου. Εδώ, θα πρέπει να γίνει μια εξειδικευμένη διαδικασία με τη χρήση ρομπότ, γιατί η παρουσία του ανθρώπου σημαίνει θάνατο. Η διάρκειά της μπορεί να φθάσει μέχρι και 50 χρόνια και το συνολικό κόστος μπορεί να αγγίξει το 50% του κόστους ενός καινούργιου αντιδραστήρα. Ο ίδιος δε αντιδραστήρας θα πρέπει να καταλήξει σαν ένα πυρηνικό απόβλητο. Λόγω αυτού ακριβώς του «γήρατος», ήδη 70 πυρηνικοί σταθμοί έφτασαν στο όριο, έκλεισαν και περιμένουν στην ουρά τη διάλυσή τους. Μέσα στη δεκαετία που ζούμε, 215 (οι μισοί) θα βάλουν λουκέτο και θα γίνουν με την παρά πάνω διαδικασία πυρηνικά απόβλητα (Σχ. 3). Και διερωτάται κανείς, πόσα κράτη θα διαθέσουν τέτοια κονδύλια και πως θα διεξαχθούν τόσο επικίνδυνες εργασίες για δεκαετίες;

Η διάλυση πραγματοποιείται σε τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση αρχίζει με την παύση της λειτουργίας και μέσα σε 5 περίπου χρόνια όλο το καμένο και άκρως ραδιενεργό καύσιμο από την καρδιά του μεταφέρεται με ειδική τεχνολογία στις μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων. Στη συνέχεια, στραγγίζονται όλα τα συστήματα ψύξης του αντιδραστήρα, αποσυνδέονται τα συστήματα λειτουργίας και σφραγίζονται όλα τα ανοίγματα. Η διαδικασία αυτή πρέπει να εποπτεύεται αυστηρώς και συνεχώς για τυχόν διαρροή ραδιενέργειας. Στη δεύτερη φάση αποσυνδέονται και διαλύονται τα κτίρια και ο εξοπλισμός γύρω από την καρδιά του αντιδραστήρα, καθώς και όλες οι κατασκευές προστασίας βιολογικής θωράκισης. Στην τρίτη, ο αντιδραστήρας διαλύεται ολοσχερώς και τα μόνα που μένουν είναι κάποια βοηθητικά κτίρια διοίκησης.



Σχ. 3 Διαδικασία διάλυσης

Όλα αυτά, που αποτελούν και τη σοβαρότερη και επικινδυνότερη φάση του κύκλου των πυρηνικών αντιδραστήρων είναι γνωστά στους ειδικούς, οι οποίοι τα αποσιώπησαν, ενώ μόλις πέρυσι η Διεθνής Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας αρχικά έκανε δημόσια γνωστό το πρόβλημα αυτό και με πρωτοβουλία της, διοργανώνονται συνέδρια για τον τρόπο της διάλυσης των γηρασμένων αντιδραστήρων (Τηλερομποτική, κ.λ.π.). Ενός προβλήματος που η επιτροπή θα έπρεπε να το είχε θέσει από την αρχή της συγκρότησής της.

#### ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΣ ΜΕΣΣΟΓΕΙΟΣ;

Συντάραξε στην κυριολεξία τις Μεσογειακές χώρες, η είδηση ότι χιλιάδες τόνοι ραδιενεργών αποβλήτων από καταποντισμένα πλοία παραμονεύουν στο βυθό της Μεσογείου με κίνδυνο ν' απελευθερώσουν μεγάλες ποσότητες ραδιενεργών στοιχείων, μολύνοντας όχι μόνον το θαλάσσιο χώρο της Μεσογείου, αλλά και τις Μεσογειακές χώρες. Το γεγονός ότι τα φορτία αυτά περιέχουν μεγάλες ποσότητες πλουτωνίου, ενισχύουν ακόμη περισσότερο τις διαστάσεις αυτού του κινδύνου. Και σαν να μην έφτανε αυτό, η επικείμενη υπογραφή από την Τουρκική κυβέρνηση και πιθανώς την DAEWOO και HUNDAY της συμφωνίας για την εγκατάσταση δυο πυρηνικών σταθμών στα παράλια του Αιγαίου (Akkuyu), επιδεινώνει ακόμη περισσότερο τους επικείμενους πυρηνικούς κινδύνους στην περιοχή μας.

Την υπόθεση του καταποντισμού έχουν αναλάβει Ιταλοί εισαγγελείς, που εδώ και έξι περίπου μήνες διενεργούν σειρά ερευνών για 23 «ύποπτα» ναυάγια στη Μεσόγειο σε καιρό νηγεμίας, πιστεύοντας ότι αυτά τα πλοία μετέφεραν ραδιενεργά απόβλητα και βυθίστηκαν σκόπιμα από τους πλοιοκτήτες τους για να απαλλαγούν με τον φθηνότερο τρόπο από το επικίνδυνο φορτίο τους.

Σύμφωνα με την είδηση, οι Ιταλοί εισαγγελείς φοβούνται ακόμη και για τη ζωή τους. Αν λάβει κανείς υπ' όψιν του ότι η μεταφορά, η επεξεργασία και ο

ενταφιασμός ενός κιλού ραδιενεργών αποβλήτων κοστίζει 150 000 δρχ. σε αντίθεση με ένα κιλό τοξικών αποβλήτων που έχει κόστος 150 δρχ. περίπου, η καλοστημένη αυτή επιχείρηση αποφέρει κέρδος ενός τρισεκατομμυρίου δρχ. το χρόνο,

Το πρόβλημα είναι τεράστιο, γιατί τα φορτία ήσαν συσκευασμένα για μια απλή μεταφορά σε ειδικές μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων και όχι για μόνιμη φύλαξη στο βυθό. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι, μετά από μια δεκαετία παραμονής τους στο νερό, τα ραδιενεργά αυτά κιβώτια θα αρχίσουν να διαλύονται και η ραδιενέργεια θα μεταφερθεί με τα θαλάσσια ρεύματα ακόμα και στην επιφάνεια και θα απλωθεί σε μεγάλες αποστάσεις. Όσο θα περνάει ο καιρός, όλο και μακρύτερα θα απλώνονται τα ραδιενεργά στοιχεία. Το δε πλουτόνιο θα παραμένει ενεργό για 100.000 χιλιάδες χρόνια. Για να πάρει μια ιδέα ο αναγνώστης για το μέγεθος της ραδιενέργειας που θ' απελευθερωθεί από αυτά τα φορτία, θα πρέπει να πούμε ότι ένα μόνο δοχείο περιεκτικότητας μισού τόνου αποβλήτων αντιστοιχεί σε δεκαπλάσια ραδιενέργεια από αυτή που εκλύθηκε στη Χιροσίμα. Και αν υποθέσουμε ότι η συνολική ποσότητα των αποβλήτων είναι γύρω στους εκατό χιλιάδες τόνους, τότε προκύπτει συνολική ραδιενέργεια δυο εκατομμύρια φορές περισσότερη από αυτή της Χιροσίμα.

#### ΟΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΕΝ ΒΟΗΘΟΥΝ

Αρκετές συναντήσεις και συμφωνίες έχουν γίνει για τη «θεωρητική» προστασία της Μεσογείου από τη ραδιενεργό μόλυνση. Η συνθήκη του Λονδίνου το 1972 απαγορεύει την οποιαδήποτε ρίψη αποβλήτων στη θάλασσα. Στη συνάντηση της Διεθνούς Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας και της ΕΟΚ (Αθήνα, 6-10 Μαΐου 1991) αποφασίστηκε η συστηματική μέτρηση της μόλυνσης της Μεσογείου από τα ενδιαφερόμενα κράτη με σκοπό την προστασία της.

Αρκούν όμως αυτά για ένα τόσο σοβαρό, αλλά ελάχιστα γνωστό πρόβλημα όπως οι κίνδυνοι από τα πυρηνικά απόβλητα των εργοστασίων και των μονάδων επεξεργασίας που μας παράτησαν οι εγκληματικοί τεχνοκράτες με το άλλοθι της δήθεν ακίνδυνης και καθαρής πυρηνικής κιλοβατώρας;

#### ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ

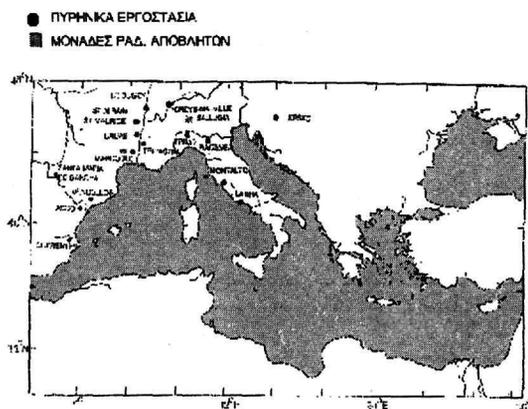
Οι πηγές της ραδιενεργού μόλυνσης της Μεσογείου είναι τα πυρηνικά εργοστάσια, οι μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων που έχουν εγκατασταθεί δίπλα σε ποτάμια που χύνονται στη Μεσόγειο, οι πυρηνικές δοκιμές και τα μεγάλα πυρηνικά ατυχήματα (Three Mile Island, Chernobyl).

Από μετρήσεις που έχουν γίνει στη Μεσόγειο, οι κυριότερες ραδιενεργές μολύνσεις προέρχονται από το καίσιο-137 με συνολική ραδιενέργεια 360 000 Ci

και από το πλουτώνιο-239 με 36 000 Ci το χρόνο. Σήμερα, αυτές οι τιμές σε σχέση με τον τεράστιο όγκο της Μεσογείου θεωρούνται ακίνδυνες.

Είναι τόσο μεγάλη η μεταφορά και διάχυση του ραδιενεργού νέφους στην ατμόσφαιρα, ώστε πυρηνικά ατυχήματα που έχουν γίνει στο παρελθόν πολύ μακριά από τη Μεσόγειο να την έχουν μολύνει. Συγκεκριμένα, εκτός από το ατύχημα στο Chernobyl, είχαμε μόλυνση της Μεσογείου με πλουτώνιο από την καταστροφή του αμερικάνικου δορυφόρου SNAP το 1964, από την απώλεια πυρηνικού όπλου πάνω από την Ισπανία και από τη σύγκρουση αεροπλάνου στη Γροιλανδία το 1966 που μετέφερε πυρηνικά όπλα.

Κι' ακριβώς επειδή η Μεσόγειος, σύμφωνα με τις μετρήσεις αυτές, θεωρείται ως προς τη ραδιενέργεια καθαρή θάλασσα, ταυτόχρονα όμως είναι και μια θάλασσα κλειστή, χωρίς δυνατότητες ανανέωσης των νερών της, γι' αυτό γίνεται ακόμη πιο επικίνδυνη η ενδεχόμενη επιβεβαίωση της είδησης (Σχ. 4).



ΟΙ ΠΥΡΗΝΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΟΥ ΜΟΛΥΝΟΥΝ ΜΕ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ

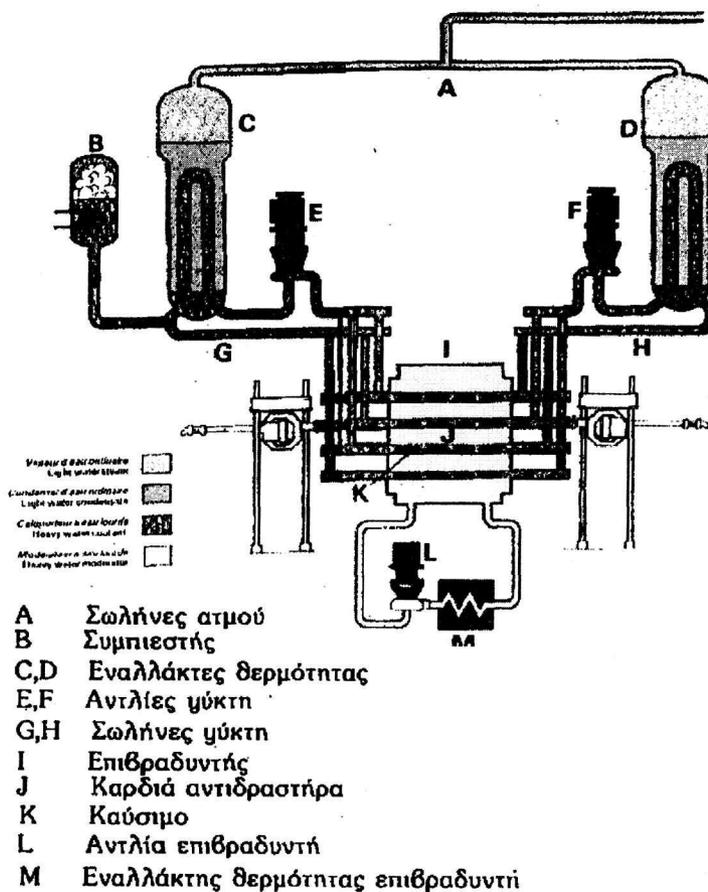
Σχ. 4 Πηγές ραδιενεργού μόλυνσης της Μεσογείου

#### ΑΚΚΟΥΥ, Ο ΠΥΡΗΝΙΚΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΣΤΟ ΑΙΓΑΙΟ.

Και σαν να μην έφταναν όλ' αυτά, η Τουρκική κυβέρνηση είναι έτοιμη να υπογράψει πιθανά με την Daewoo και τη Hunday την κατασκευή δυο πυρηνικών μονάδων καναδέζικης τεχνολογίας στην περιοχή Akkuyu, απέναντι από την Κύπρο και κοντά στα Ελληνικά νησιά. Προσφορές έχει πάρει και από τις εταιρείες AECL του Καναδά, ABB της Σουηδίας, Westinghouse, Ansaldo, κ.α.

Η μία από τις δυο μονάδες ισχύος 600 MW είναι του ίδιου τύπου «βαρέως ύδατος» με αυτόν που ο Καναδάς χρησιμοποιούσε στο Δεύτερο Παγκόσμιο

Πόλεμο για στρατιωτικούς σκοπούς. Έχει το πλεονέκτημα το καύσιμο του, φυσικό ουράνιο, να μη χρειάζεται εμπλουτισμό και η ανατροφοδότηση να γίνεται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του (Σχ. 5).



Σχ. 5 Ο αντιδραστήρας CANDU

Η διαδικασία της εγκατάστασης ενός πυρηνικού σταθμού είναι μακροχρόνια και μπορεί να περάσουν 15-20 χρόνια μέχρι την παραγωγή της πρώτης πυρηνικής κιλοβατώρας. Περίπου δέκα χρόνια απαιτούνται για τις σχετικές μελέτες επιλογής της θέσης (μελέτες σεισμικότητας, δυνατότητες ψύξης του αντιδραστήρα από ποτάμια και θάλασσα), του τύπου (εμπλουτισμένου ουρανίου ή φυσικού, άμεσου κύκλου, βαρέως ύδατος, κ.λ.π.), και της ηλεκτρικής ισχύος. Όλες αυτές τις απαραίτητες ενέργειες της πρώτης δεκαετίας οι τουρκική κυβέρνηση τις έχει ολοκληρώσει. Επί πλέον, σήμερα έχει κατασκευάσει και τους δρόμους πρόσβασης

από το Akkuyu στο εθνικό της μεταφορικό δίκτυο, καθώς επίσης και τα απαραίτητα λιμενικά έργα. Η τουρκική κυβέρνηση έχει υπογράψει και συμβόλαιο με την κορεάτικη εταιρεία KAERI, για παροχή των σχετικών τεχνολογικών συμβουλών (BBC, 12.1.95).

Η ίδια η κατασκευή του πυρηνικού σταθμού απαιτεί πέντε με δέκα χρόνια, ανάλογα με την εταιρεία που θα την αναλάβει. Επί πλέον, απαιτείται η κατάλληλη προετοιμασία της υποδομής, γιατί η Τουρκία όπως και η Ελλάδα δεν την διαθέτουν (για παράδειγμα, εκπαίδευση των χειριστών, δημιουργία υποδομής βοηθητικών τμημάτων, προετοιμασία και ενημέρωση του κοινού κυρίως στις γειτονικές περιοχές, κ.α.).

Από αρκετά χρόνια, οι παγκόσμιοι ειδικοί χάρτες των πυρηνικών αντιδραστήρων, δείχνουν και τη θέση, και τον τύπο και την ισχύ των πυρηνικών αντιδραστήρων που προγραμματίζουν να εγκαταστήσουν οι Τούρκοι. Δυο στον κόλπο της Μεσήνας (Akkuyu), ισχύος 1000 και 600 MW αντίστοιχα και ένας στα παράλια της Μαύρης Θάλασσας (Sinop), ισχύος 1200 MW. Ο τελευταίος φαίνεται ότι ματαιώθηκε, γιατί από το 1996 δεν αναφέρεται στους διεθνείς χάρτες πυρηνικών εργοστασίων και η Τουρκία έχει ρίξει όλο το βάρος στους άλλους δυο. Άρα, η πρώτη μακρόχρονη φάση της μελέτης και απόφασης έχει ολοκληρωθεί και απομένει η υπογραφή της συμφωνίας μεταξύ της Τουρκικής κυβέρνησης και της κατακευάστριας εταιρείας κατά πάσα πιθανότητα τον Ιούλιο του 1997.

Προχωρώντας η Τουρκία στην εγκατάσταση των δυο πυρηνικών εργοστασίων στο Αιγαίο, ισχύος μιάμιση φορά αυτής του Chernobyl, είναι σαν να αποφάσισε η τουρκική κυβέρνηση να εγκαταστήσει τους πυρηνικούς αντιδραστήρες μέσα στην ίδια τη χώρα μας.

Τι σημαίνει όμως μια εγκατάσταση πυρηνικού σταθμού στο Αιγαίο;

- Πρώτ' απ' όλα, σημαίνει μια πιθανή μελλοντική εστία επικίνδυνης ραδιενεργού μόλυνσης, που αν συμβεί ένα ατύχημα τύπου Chernobyl, τότε λόγω της μικρής απόστασης της Ελλάδας από αυτό, οι επιπτώσεις θα είναι μέχρι και 1000 φορές μεγαλύτερες.

- Το Αιγαίο θα χρησιμοποιείται συστηματικά σαν μόνιμος δρόμος μεταφοράς πυρηνικών αποβλήτων από τις δυο αυτές μονάδες. Η συχνή μεταφορά, η ποσότητα και η επικινδυνότητα του πυρηνικού αυτού φορτίου θα βάλει σε κίνδυνο και θα προκαλέσει τη σοβαρότερη μόλυνση που έχει υποστεί ποτέ το Αιγαίο, η Μεσόγειος και κατ'επέκταση τα ελληνικά νησιά.

- Προστίθεται ακόμη και ο κίνδυνος μιας πυρηνικής καταστροφής των μονάδων αυτών λόγω της πολιτικής και κοινωνικής αστάθειας της Τουρκίας. Δηλαδή, τα προβλήματα των μειονοτήτων, των θρησκευτικών διαφορών, των φανατισμών και το Κουρδικό, μπορούν να οδηγήσουν στην καταστροφή των αντιδραστήρων-στόχων αυτών. Και φυσικά, δεν αποκλείεται, μέσα σ' αυτήν την

κοινωνική αστάθεια, να γίνουν ακόμη και στόχοι τρομοκρατικών ενεργειών και εκβιασμών.

- Επίσης, η μεγάλη σεισμικότητα του εδάφους της Τουρκίας, όπως και του δικού μας, φέρνει ακόμη πιο κοντά ένα πυρηνικό ατύχημα.

## ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΛΟΥΤΩΝΙΟΥ

Σε ό,τι αφορά τους τύπους των δυο αυτών πυρηνικών μονάδων θα πρέπει να διευκρινίσουμε ότι είναι διαφορετικοί και αυτό έχει σημασία. Ο ένας των 1000 μεγαβάτ είναι πεπιεσμένου νερού με επιβραδυντή ελαφρύ νερό (η πλειοψηφία των σημερινών αντιδραστήρων), ενώ ο μικρότερος είναι τύπου CANDU. Δηλαδή ο τύπος που πρωτοχρησιμοποιήθηκε από τους καναδούς για παραγωγή πλουτωνίου στο Β Παγκόσμιο Πόλεμο. Τελευταία, κατασκευάζονται τέτοιοι αντιδραστήρες και από την Κορέα, χώρα που όπως φαίνεται θα αναλάβει το μεγάλο αυτό έργο. Ετσι, η Τουρκία θα κάνει ένα σοβαρό βήμα στην κατασκευή της τουρκικής πυρηνικής βόμβας αν εξασφαλίσει και τις υπόλοιπες αναγκαίες φάσεις.

Ακριβώς για τον ίδιο λόγο ο Clinton, μέσω του υπουργού εξωτερικών Christopher, πασχίζει να πείσει τους Ρώσους να ματαιώσουν την κατασκευή παρόμοιου τύπου αντιδραστήρα στο Ιράν. Χαρακτηριστικά, ένα από τα εγκυρότερα σχετικά με τους πυρηνικούς εξοπλισμούς περιοδικά γράφει για την περίπτωση του Ιράν: «Για χρόνια, το Ιράν προσπαθεί να προμηθευτεί έναν πυρηνικό αντιδραστήρα βαρέως νερού, που είναι και ο καταλληλότερος για την παραγωγή πυρηνικών όπλων με πλουτόνιο και όχι για ηλεκτρική ενέργεια» (The Bulletin of Atomic Scientists, July/August 1995, σελ. 26.)

Η Διεθνής Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας θα δώσει τυπικά την άδεια λειτουργίας των πυρηνικών σταθμών. Το πρόβλημα είναι αν η Τουρκία συμμορφωθεί με τις υποδείξεις και τους περιορισμούς λειτουργίας των σταθμών αυτών. Σε αντίθετη περίπτωση, η Επιτροπή θα ανακαλέσει την άδεια, αλλά όχι και τη λειτουργία των σταθμών, με αποτέλεσμα η Τουρκία να τους μετονομάσει σε στρατιωτικούς, οπότε δεν θα υπόκεινται σε κανέναν έλεγχο, όπως οι δεκάδες των στρατιωτικών αντιδραστήρων στην Αμερική και στην πρώην Σ. Ένωση.

Καταλήγοντας, θα ήθελα να τονίσω, ότι εκτός από την εικόνα της δύσης των πυρηνικών αντιδραστήρων, με τη σημερινή αδυναμία αντιμετώπισης των πυρηνικών αποβλήτων, των τεράστιων εξόδων που απαιτούνται και η διάλυσή τους μετά τα 30 χρόνια λειτουργίας τους, το κόστος ανεβαίνει τόσο πολύ, ώστε ακόμη και από καθαρά οικονομικής πλευράς να μη συμφέρουν σήμερα τέτοιου είδους ενεργειακές επενδύσεις. Και όσοι υποστηρίζουν το αντίθετο, δεν λαμβάνουν υπ όψιν τη δαπάνη αυτή και δίνουν στις κυβερνήσεις πλασματικά στοιχεία.

Επί πλέον, η επιστήμη δεν έχει πια να δώσει τίποτε επί πλέον στους εμπορικούς πυρηνικούς αντιδραστήρες, ούτε και κερδίζει τίποτε από την παρουσία τους και άρα δεν θα χάσει τίποτα από την κατάργησή τους.

Αναμφισβήτητα, ήδη βρισκόμαστε στο τέλος της ζωής των πυρηνικών αντιδραστήρων και δεν μας χρειάζεται ούτε ένα επόμενο Chernobyl, ούτε περισσότερα πυρηνικά απόβλητα, ούτε και ο «θάνατος» 200 και πλέον πυρηνικών εργοστασίων για να μας αναγκάσουν ν'αντιταχθούμε ξεκάθαρα σε οποιαδήποτε προσπάθεια αναστάσης τους.

#### Βιβλιογραφία

1. Nuclear Engineering International:

α. March p. 8. 1996.

β. May p. 10. 1996.

γ. April, p. 31. 1996

δ. June p. 12, 1995,.

ε. October, p. 32-35. 1996

ζ. World Nuclear Industry Handbook, p. 95. 1996.

2. European Commission, JSP-4, Office for Official Publications of the European Communities, L-2985 Luxembourg.

3. IAEA, Nuclear Power Reactors In The World, Ser. 2, p. 77-78, 1995.

4. Nuclear Energy, R. Murray, Pergamon Press, 1993.

5. Radiation in Perspective, Improving comprehension of risks. Franz-Nikolaus Flakus. Int. Conf. on Radiation and Society. Comprehending Radiation Risk, 24-28 October 1994, Paris, France. IAEA Proceedings.

6. Potential Residual Risks. Radiological and Health Impact. An Assessment by the NEA Committee on Radiation Protection and Public Health, Nov. 1995. OECD Nuclear Energy Agency.

7. IAEA, 1993, EDFs Policy on Dismantling NPPs, in Nuclear Europe Worlscan, No 11/12, page 54, Dec. 1993.

8. Balkan, 2-8 Απριλίου 1995, σελ. 43.

9. Athens News, 14.4.1995, σελ. 1.

10. The Cyprus Weekly, 31 Μαρτίου 1995, σελ. 18.