

ΤΣΕΡΝΟΜΠΙΛ - Η ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΕΝΟΣ ΠΥΡΗΝΙΚΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Γράφει ο Κώστας Πάππας

3η Συνέχεια



Dr. Costas Pappas είναι πυρηνικός φυσικός και εργάζεται για την Ατομική Ενέργεια του Καναδά (AECL), στους πυρηνικούς αντιδραστήρες CANDU. Υπήρξε ο Γραμματέας του Οργανισμού Πυρηνικής Ενέργειας του Καναδά (1996-2000) και δίδαξε σε έκτακτη βάση το μάθημα της Μηχανικής Πυρηνικών αντιδραστήρων (Nuclear Engineering) στο Πανεπιστήμιο McGill του Μόντρεαλ. Απόφοιτος του Université de Montréal, συνέχισε τις μεταπτυχιακές του σπουδές στο McMaster University, Hamilton, Ontario, πλάι στον καθηγητή Bertram Brockhouse, ο οποίος το 1994 τιμήθηκε με το βραβείο Nobel για τη Φυσική, για εργασίες που έκανε πάνω στη σκέδαση ουδετερονίων. Costas μελέτησε την μαγνητική δομή της ύλης, σε κρυσταλλική μορφή, σε θερμοκρασίες κοντά στο απόλυτο

μηδέν (-273^ο C), οδηγώντας δέσμες ουδετερονίων (neutrons) από τον πειραματικό πυρηνικό αντιδραστήρα του πανεπιστημίου McMaster. Καθ' όλη την μετέπειτα καριέρα του, για 40 χρόνια δουλεύει με την AECL και περιστασιακά στην Νότιο Αφρική σαν σύμβουλος στο PBMR (Pebble Bed Modular Reactor) project .

Τα προηγμένα του ατυχήματος

Στα δύο προηγούμενα άρθρα μου ασχολήθηκα με την περιγραφή της λειτουργίας ενός πυρηνικού αντιδραστήρα, το έκρινα απόλυτα σκόπιμο. Καιρός τώρα με τα εφόδια που αποκομίσατε να μιλήσουμε για το ατύχημα καθ' εαυτό.

Τα γεγονότα του ατυχήματος και την ανάλυση θα παραθέσω σε δύο συνέχειες και αυτή είναι η πρώτη. Συστήνω να κρατήσετε το παρόν κείμενο στην επόμενη παρουσίαση διότι θα αναφερθώ σε αυτό.

Η ανάλυση που παρατίθεται απεικονίζει χρονικά τις ενέργειες του χειριστή και τον τρόπο που η μονάδα ανταποκρίθηκε σ' αυτές. Εδώ θα περιγράψω τα καθοριστικά σημεία και την χρονική στιγμή που συνέβησαν, εξηγώντας τις αιτίες που τα προκάλεσαν και υπογραμμίζοντας τις ατέλειες στον σχεδιασμό του αντιδραστήρα.

25 Απριλίου, ώρα 1 π. μ (νύχτα 24ης προς ξημερώματα της 25ης): Ο αντιδραστήρας ήταν σε πλήρη ισχύ 3.2 GW (3.2 δισεκατομμύρια Βατ) θερμική ισχύ, λειτουργώντας με τον ατμό να τροφοδοτεί τις δύο κεντρόφυγες. Τότε δόθηκε η εντολή να αρχίσει σταδιακά η ελάττωση της ισχύος, για να γίνει το πείραμα που αναφέραμε στο προηγούμενο άρθρο. Η σταδιακή ελάττωση αποσκοπούσε να φέρει τον αντιδραστήρα στα 50% της ολικής ισχύος στις επόμενες 12 ώρες.

Η εντολή 50% ελάττωση δόθηκε από τον χειριστή μέσω μιας συσκευής που λέγεται "Ρυθμιστής ελέγχου ισχύος" (Power Controller) στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

25 Απριλίου, ώρα 1:05 μ. μ (μεσημέρι της 25ης): Χωρίς περιπλοκές, ο υπολογιστής υλοποίησε την επιθυμία του χειριστή, με αλληπάλληλες εντολές στα μοτέρ που κινούν τις ράβδους ελέγχου και άρχισε η βαθμηδόν χρονοβόρα είσοδο των ράβδων μέσα στο χώρο καύσης του αντιδραστήρα (ελάττωση ισχύος). Ο σκοπός επιτεύχθηκε και ο αντιδραστήρας λειτουργούσε με την μισή ισχύ 1.6 GW. Με τη μισή ισχύ η μία από τις δύο κεντρόφυγες αποσυνδέθηκε από το κύκλωμα.

Το επόμενο βήμα θα ήταν η περαιτέρω ελάττωση στα 30%. Στο σημείο αυτό, οι υπεύθυνοι για την διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας στην Σοβιετική ένωση, αρνήθηκαν να δώσουν την άδεια, προφανώς γιατί την στιγμή αυτή υπήρχε ανάγκη ενέργειας για το δίκτυο. Η διαταγή ήταν να παραμείνει ο αντιδραστήρας στα 50% για άλλες 9 ώρες (δηλαδή μέχρι τις 10 μ.μ, βράδυ της 25ης Απριλίου).

25 Απριλίου, ώρα 11:10 μ.μ (βράδυ): Το προσωπικό λειτουργίας (απογευματινή βάρδια) του Τσερνομπίλ πήρε τελικά την άδεια για την περαιτέρω ελάττωση της ισχύος. Δυστυχώς την στιγμή αυτή ο χειριστής διέπραξε ένα λάθος, που τελικά αποδείχτηκε το "μοιραίο". Ο χειριστής δεν ζει να μας πει πιο ήταν το λάθος, αλλά εγώ από την δική μου εμπειρία συμπεραίνω το εξής:

Όταν θέλουμε να ελαττώσουμε την τιμή μίας μεταβλητής, στην περίπτωση αυτή της ισχύος, έχουμε μια συσκευή που λέγεται "Ρυθμιστής ελέγχου ισχύος" (Power Controller). Με ένα πληκτρολόγιο, πληκτρολογούμε πόσο τοις εκατό θέλουμε να χαμηλώσουμε την ισχύ και έπειτα πιέζουμε ένα άλλο πλήκτρο που λέγεται "Εκκίνηση" (start or go) και ο ηλεκτρονικός υπολογιστής μπαίνει σε ενέργεια, δίνοντας εντολή

στα ηλεκτρικά μοτέρ που κατευθύνουν τις ράβδους ελέγχου, να τις οδηγήσει με αργό ρυθμό, μέσα στο χώρο καύσης, ελαττώνοντας την ισχύ. Και μόλις φτάσει στην τιμή που θέλουμε, σταματάει.

Την προηγούμενη βραδιά δόθηκε η εντολή στον Ρυθμιστή ελέγχου ισχύος να ελαττώσει την ισχύ από 100% σε 50% και έτσι έγινε. Οι 9 ώρες που μεσολάβησαν στα 50%, είχαν σαν αποτέλεσμα να αλλάξει η βάρδια. Ο καινούργιος χειριστής με το σκεπτικό ότι ο αντιδραστήρας ήταν σε πλήρη ισχύ (100%), έδωσε καινούργια εντολή να ελαττωθεί η ισχύς άλλα 50% (με το σκεπτικό να κατέβει η ισχύ στα 50%).

Ο αντιδραστήρας ήταν ήδη στα 50%. Η αμέλεια του, ήταν η μη πιστοποίηση του γεγονότος, ότι ήταν ήδη στα 50%, απο τον προηγούμενο χειριστή.

Ο Ρυθμιστής ελέγχου ισχύος, πιστός στην εντολή, έπραξε το καθήκον του και ξεκινώντας από 50%, έφερε την ισχύ στα 1%. Πρακτικά ο αντιδραστήρας ήταν σχεδόν σβηστός. **Λάθος νούμερο 1 του χειριστή!!!**

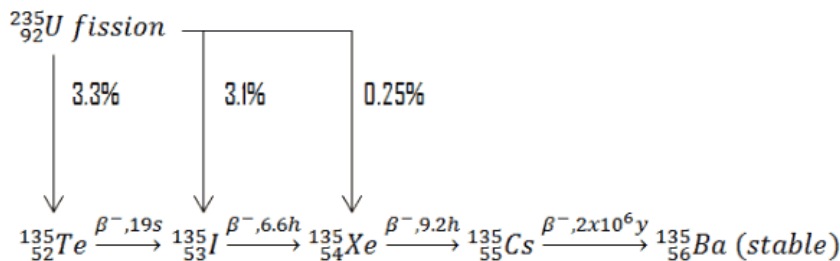
Πριν προχωρήσω, θα ήθελα να υπερτονίσω τρία βασικά στοιχεία που ήδη προανέφερα στο άρθρο 1 & 2, αλλά που θεωρώ σκόπιμο να τα επαναλάβω.

- Στοιχείο 1. Η ισχύς ενός αντιδραστήρα ελέγχεται (αυξομειώνεται) με την κίνηση των ράβδων ελέγχου μέσα-έξω από τον χώρο καύσης (διάσπασης) του αντιδραστήρα. Κινώντας μια ράβδο ελέγχου **εντός** του αντιδραστήρα, προσθέτουμε περισσότερη απορροφητική επιφάνεια για τα ουδετερόνια και επομένως η **ισχύς ελαττώνεται**, κινώντας την ράβδο προς **εκτός** αντιδραστήρα, η **ισχύς αυξάνεται**. Επίσης όσο περισσότερες ράβδους έχουμε μέσα στο χώρο καύσης τόσο η ισχύς ελαττώνεται. Όσο περισσότερες ράβδους έχουμε έξω από το χώρο καύσης τόσο η ισχύς αυξάνει.
- Στοιχείο 2. Το νερό σε υγρή μορφή ενεργεί σχεδόν σαν μια ράβδο ελέγχου μέσα στον αντιδραστήρα (σε μικρότερη βέβαια κλίμακα), απορροφά τα ουδετερόνια **μειώνοντας την ισχύ**. Σε κτάσταση **βρασμού** (ατμός) του νερού, λιγότερα ουδετερόνια απορροφώνται από το νερό, επομένως **αυξάνει** η ισχύς.
- Στοιχείο 3. Ο γραφίτης δεν απορροφά τα ουδετερόνια, τουναντίον σαν μετριάστής ελαττώνει την ταχύτητα τους, κάνοντας τα έτσι, πιο αποτελεσματικά να δημιουργήσουν διάσπαση. Έχουμε ήδη τονίσει, ότι τα ουδετερόνια έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να απορροφηθούν από το ουράνιο, όσο η ταχύτητά τους μειώνεται. Επομένως η **είσοδος γραφίτη** μέσα στον χώρο διάσπασης, **αυξάνει την ισχύ** του αντιδραστήρα.

Ενός λάθους, μύρια έπονται, λέγανε οι αρχαίοι προγονοί μας και επαληθεύτηκαν όπως θα δούμε παρακάτω. Θα σταματήσω προς στιγμή την ανάλυση, για να δώσω πάλι λίγη θεωρία, του τι συμβαίνει, όταν ένας αντιδραστήρας οδηγηθεί απότομα σε πολύ χαμηλή ισχύ, όπως στην προκειμένη περίπτωση.

Στο πρώτο μου άρθρο, όταν εξήγησα την αντίδραση της πυρηνικής σχάσης, είπα ότι κάποιο ουδετερόνιο, συγκρούεται με ένα βαρύ πυρήνα ουρανίου (ατομικός αριθμός 92, στο τέλος του περιοδικού πίνακα των χημικών στοιχείων) από το καύσιμο και τον κόβει στα δύο, δημιουργώντας δύο άλλα ελαφρύτερα στοιχεία, γύρω στη μέση του περιοδικού συστήματος, που το άθροισμα των ατομικών αριθμών είναι πάλι 92 (δηλαδή αν τα συγκολλήσουμε φτιάχνουμε πάλι ουράνιο).

Τα ελαφρύτερα αυτά στοιχεία είναι τα ισχυρώς ραδιενεργά **προϊόντα σχάσης** ή **ραδιενεργά απόβλητα**. Τέτοια ζευγάρια στοιχείων, προϊόντα καύσης, είναι γύρω στα 250 και δημιουργούνται στατιστικά, ακολουθώντας ένα πάτερν, που δεν μας ενδιαφέρει τη στιγμή αυτή.



Ένα απο τα προϊόντα σχάσεως, εξ όσων φαίνεται απο το διάγραμμα είναι και το στοιχείο Τελλούριο (Te-135), το οποίο είναι ασταθές. Όλα τα προϊόντα καύσης είναι ραδιενεργά, δηλαδή δώσε τους χρόνο και με

εκπομπή ραδιενέργειας, μεταστοιχειώνονται σε άλλα στοιχεία γειτονικά. Το πόσο χρόνο θέλει μια ποσότητα ενός ραδιενεργού στοιχείου, να μεταστοιχειωθεί σε κάποιο άλλο γειτονικό του στοιχείο στον περιοδικό πίνακα, είναι γνωστός και έχει ταξινομηθεί σε πίνακες.

Στην πυρηνική φυσική, ορίζουμε τον χρόνο, που παίρνει στη μισή ποσότητα ενός στοιχείου να μεταστοιχειωθεί σε άλλο στοιχείο, «**ημιζωή του στοιχείου**».

Το Te-135 από ότι φαίνεται απο το διάγραμμα, έχει πολύ σύντομη ημιζωή, σε 19 δευτερόλεπτα, η μισή ποσότητα του, εκπέμποντας ένα σωματίδιο β (βήτα ελληνικό), δηλαδή ένα ηλεκτρόνιο απο τον πυρήνα (Σημ: ο πυρήνας δεν νοείται να έχει ηλεκτρόνια εντός, αυτό που συμβαίνει είναι, ότι ένα νετρόνιο αποβάλλει αρνητικό φορτίο σε μορφή ηλεκτρονίου και μετατρέπεται σε πρωτόνιο (+), αυξάνοντας τον ατομικό αριθμό του κατά ένα, εδώ απο 52 σε 53) μετατρέπόμενο στο επόμενο στοιχείο, που είναι το ισότοπο Ιωδίνη-135 ή I-135.

Η Ιωδίνη εξ όσων φαίνεται απο το διάγραμμα, εκτός απο την μεταστοιχείωση, παράγεται και σαν προϊόν σχάσης (3.1%).

Η Ιωδίνη έχει ημιζωή γύρω στις 6.5 ώρες και εκπέμπει σαν ακτινοβολία ένα ηλεκτρόνιο και μεταστοιχειώνεται στο αμέσως επόμενο στοιχείο που λέγεται Ξένο (Xe-135 ή Xe-135). Με άλλα λόγια, παίρνει 6.5 ώρες να μεταστοιχειωθεί μισή από την ποσότητα Ιωδίνης μέσα από το χώρο καύσης στο στοιχείο Ξένο. Και εδώ είναι το μεγαλύτερο πρόβλημα των πυρηνικών αντιδραστήρων ΠΑΝΤΟΥ.

Το στοιχείο Ξένο είναι ένα τρομερό «δηλητήριο» για τα ουδετερόνια, το πιο απορροφητικό από όλα τα γνωστά στοιχεία της φύσης, απορροφά τα ουδετερόνια σαν σπόγγος. Δηλητήριο στην γλώσσα των Αντιδραστήρων, ονομάζεται το ισότοπο εκείνο, που απορροφά τα ουδετερόνια ανεξέλεγκτα. Οι ράβδοι ελέγχου, που κάνουν την ίδια δουλειά, δεν αποτελούν δηλητήριο, διότι το κάνουν κάτω από τον δικό μας έλεγχο.

Για να καταλάβετε το ποσό της απορροφητικότητας (έχει διατομή, cross section 2-3 εκατομμύρια barns), δηλαδή για τους μη μυημένους, φανταστείτε ένα ουδετερόνιο αν είχε μάτια να βλέπει τον πυρήνα του στοιχείου Ξένου, θα τον έβλεπε δυόμιση με τρία εκατομμύρια φορές μεγαλύτερο από ότι είναι στην πραγματικότητα, σαν στόχο. Δεν υπάρχει περίπτωση να τον αποφύγει και να απορροφηθεί.

Η παρουσία του στοιχείου ξένου στο χώρο καύσης σαν απόβλητο λέγεται στην πυρηνική διάλεκτο “**φαινόμενο Ξένου (Xenon poisoning)**”. Πως λοιπόν το αντιμετωπίζουμε;

Εάν δεν κάνουμε καμία ενέργεια, το ισότοπο Ξένο, θα αρχίσει να καταβροχθίζει λαίμαργα τα ουδετερόνια και η πυρηνική αντίδραση θα σβήσει. Αλλά και το Ξένο είναι ραδιενεργό, με ημιζωή 9.2 ώρες (δέτε διάγραμμα) να μεταστοιχειωθεί στο αμέσως επόμενο στοιχείο το Σίζιο (Cs-135), με τον ίδιο μηχανισμό αποβολής ηλεκτρονίου (σωματίδιο β). Εδώ δεν μπορούμε να κάνουμε τίποτα, διότι και το Cs-135 είναι ραδιενεργό και για να γίνει σταθερό στοιχείο Βάριο (Ba-135) με ημιζωή 2 εκατομμύρια χρόνια (2×10^6 years), δεν το συζητάμε. Τι κάνουμε λοιπόν;

Στον Καναδικό Αντιδραστήρα CANDU, μέχρι τις 40 περίπου ώρες, με αντιδραστήρα σβηστό, υπάρχει τόση ποσότητα Ξένο, που να μπορέσει ο αντιδραστήρας να ξαναρχίσει μόνος πάλι. Επομένως πρέπει μέσα σε 40 περίπου ώρες να τον ξαναρχίσουμε, πριν δηλητηριάσουμε την καρδιά του (core of the reactor), οπότε πρέπει να φορτώσουμε φρέσκο καύσιμο (ουράνιο), για να τον ξαναρχίσουμε.

Η άλλη ενέργεια, που πάντα ενδείκνυται, για να μη σβήσει ο αντιδραστήρας, είναι να σύρουμε τις ράβδους ελέγχου εκτός χώρου καύσης, για να ισορροπήσουμε τις απώλειες ουδετερονίων από το Ξένο.

Στην ομαλή λειτουργία του αντιδραστήρα την δουλειά αυτή κάνει ο υπολογιστής, συνεχώς μπάζο-βγάζοντας τις ράβδους συνεχώς, κρατώντας έτσι τις ισορροπίες.

Η παρουσία του Ξένου σε ένα αντιδραστήρα σε πλήρη ισχύ, δεν είναι και τόσο εμφανής, για να αποβεί μοιραία, την στιγμή που η ροή των ουδετερονίων είναι τρομακτικά μεγάλη. Όταν ο χειριστής κατάλαβε το σφάλμα, το Ξένο είχε ήδη αρχίσει να απορροφά τα λιγοστά ουδετερόνια. Αυτό όπως θα δούμε έκανε και ο χειριστής.

Ενός κακού, μύρια έπονται. Συνέβη και κάτι άλλο. Το νερό που μέχρι τότε ήταν ατμός, άρχισε να υγροποιείται, μια και η θερμοκρασία έπεσε (ο αντιδραστήρας σε 1% ισχύ). Το νερό σε υγρή μορφή (Στοιχείο 2) ενεργεί σχεδόν σαν μια ράβδο ελέγχου μέσα στον αντιδραστήρα (σε μικρότερη βέβαια κλίμακα), απορροφά τα ουδετερόνια μειώνοντας την ισχύ. Έτσι βλέποντας την ισχύ να πέφτει κατακόρυφα και έχοντας

εντολή να ανεβάσει την ισχύ στα 50% (αλλιώς μυρίζεται Σιβηρία) έδωσε εντολή στον υπολογιστή να ανεβάσει την ισχύ.

Ο υπολογιστής άρχισε μεθοδικά να σύρει τις ράβδους έξω από τον χώρο καύσης για να μπορέσει να αντιμετωπίσει την διπλή απώλεια ουδετερονίων, από τους κανίβαλους Ξένο και Νερό (το τελευταίο έντυπο του υπολογιστή στις 1:22 π. μ έδειχνε ισχύ 0.2 GW). Έσυρε έξω όλους τους ράβδους. Και με αυτή την ενέργεια πάλι δεν μπόρεσε να φέρει την ισχύ σε περισσότερο από 7%.

Ας ανακεφαλαιώσουμε την κατάσταση στην οποία βρίσκονταν ο αντιδραστήρας, πριν την ώρα **μηδέν** του ατυχήματος. Γνωρίζω ότι επαναλαμβάνω τον εαυτό μου σε πολλές μεριές, αλλά είναι επίσης σε γνώση μου, ότι προσπαθώ να αναλύσω ένα ειδικό θέμα δύσκολο για τον απλό αναγνώστη.

- Οι περισσότερες από τις ράβδους ασφαλείας ήσαν αδρανοποιημένες από τον χειριστή και ήσαν εκτός αντιδραστήρα (**Λάθος!!!**). Οι προδιαγραφές του αντιδραστήρα ήταν σαφείς, ότι χρειαζόνταν 30 ράβδοι μέσα στον χώρο καύσης, για να ελέγχεται ο αντιδραστήρας και ήσαν μόνο **μέσα 6 με 8 ράβδοι**.
- Η ισχύς είχε πέσει σε υπερβολικά χαμηλά επίπεδα, γύρω στα 7%, λόγω της συσσώρευσης των «δηλητηρίων», του στοιχείου Ξένου που σχηματίζεται κατά την διάσπαση του πυρήνα του Ουρανίου (προϊόν διάσπασης) και του Νερού, που όπως είπαμε απορροφούν τα ουδετερόνια λαίμαργα, ελαττώνοντας την ισχύ ακόμα περισσότερο.

Η κατάσταση αυτή ήταν επικίνδυνη και εδώ έγκειται η αστάθεια του αντιδραστήρα. **Ένα σύστημα που περιέχει δύο μεταβλητές (π.χ θερμοκρασία, ισχύ) λέγεται ασταθές, όταν είναι σε τέτοια κατάσταση, που μια μικρή αλλαγή στην τιμή της μιας μεταβλητής, προκαλεί τεράστια αλλαγή στην τιμή της άλλης.**

Με τον αντιδραστήρα γεμισμένο **εντελώς** με νερό, μια μικρή μεταβολή στην θερμοκρασία, που θα προκαλούσε βρασμό, επομένως ατμοποίηση (Στοιχείο 2, παραπάνω), θα προκαλούσε **μεγάλη ξαφνική** αύξηση της ισχύος, σε στιγμή που **όλοι οι ράβδοι ελέγχου ήσαν εκτός αντιδραστήρα!!!**, το λάθος που ανέφερα πάρα πάνω και θα έφερνε την καταστροφή.

Αλλά κάποιος εσωτερικός ή εξωτερικός παράγοντας, έπρεπε να δημιουργήσει αυτή την μεταβολή, σε κάποια από τις δύο μεταβλητές (ισχύ ή θερμοκρασία) και αυτό ακριβώς έγινε στο Τσερνομπίλ, με την **επόμενη** ενέργεια του χειριστή, που την φορά αυτή ήταν η **ενδεδειγμένη ενέργεια**, που κάθε χειριστής σε όλα τα μήκη και σε όλα τα πλάτη, έπρεπε να κάνει, για να “σβήσει” τον αντιδραστήρα. Η ενέργεια αυτή...**αλίμονο** έγινε, **αλλά με το στημένο σκηνικό απεδείχθη μοιραία.**

26 Απριλίου, ώρα 1:23:04 π. μ (νύχτα της 25ης προς τα ξημερώματα της 26ης). Ο χειριστής όπως αναφέραμε στο προηγούμενο άρθρο, θεώρησε ότι με 7% της ισχύος, η κατάσταση ήταν έτοιμη για το πείραμα. Οι χειριστές του τεστ αποσύμπλεξαν το αυτόματο σήμα, το οποίο θα έσβηνε (shut down) τον αντιδραστήρα, σε περίπτωση που ο αριθμός των ουδετερονίων ανέβαινε πολύ γρήγορα, για να μη σβήσει ο αντιδραστήρας. Με άλλα λόγια στο βωμό του πειράματος, θυσίασαν την ασφάλεια του αντιδραστήρα. Η ενέργεια αυτή ήταν πλήρως αντικανονική και αυθαίρετη και ενάντια στους κανονισμούς.

Στις 1:23:04 π.μ ακριβώς, η μια κεντρόφυγα, όπως είχε προσχεδιασθεί, απομονώθηκε από τον ατμό και η φθίνουσα ενέργειά της, καθώς έπεφταν οι στροφές της, οδηγήθηκε στις 4 από τις 8 υδραντλίες. Καθώς οι στροφές της κεντρόφυγος πέφτανε (δεν ετροφοδοτείτο πλέον με ατμό), τον ίδιο ρυθμό ακολουθούσαν και οι στροφές στις υδραντλίες, με αποτέλεσμα η ταχύτητα του κυκλοφορούντος ψυκτικού νερού μέσα από το θερμό καύσιμο του αντιδραστήρα να ελαττωθεί, με αποτέλεσμα το νερό να αρχίσει να **βράζει**. Συνέβηκε δηλαδή αυτό που ακριβώς **φοβόμαστε** μην συμβεί. Άρχισε το νερό να ατμοποιείται.

26 Απριλίου, ώρα 1:23:40 π. μ - η ισχύς άρχισε να ανέρχεται (Στοιχείο 2) αργά αλλά σταθερά, κατόπιν γρηγορότερα και στις 1:23:44 κάποιος χειριστής, που πιθανόν είδε τους δείκτες των μετρητών ισχύος να ανέρχονται επικίνδυνα ή τις ράβδους ελέγχου να κινούνται αργά μέσα στον αντιδραστήρα, για να περιορίσουν την άνοδο της ισχύος (Στοιχείο 1), πίεσε το **κόκκινο κουμπί**, ελευθερώνοντας όλες τις ράβδους ασφαλείας, να οδηγηθούν μέσα στον αντιδραστήρα για να σταματήσουν την πυρηνική αντίδραση, όπως ακριβώς συμβαίνει σε όλους τους αντιδραστήρες. **Και ήταν η σωστή και φυσική αντίδραση.**

Οι ράβδοι υπάκουσαν. Αντί όμως να ελαττώσουν την ισχύ, συνέβη κάτι **απρόβλεπτο** και **αναπάντεχο**. Προξένησαν μια **μεγάλη, ακαριαία άνοδο της ισχύος**. Μέσα σε **τέσσερα** δευτερόλεπτα ήρθε το τέλος. Η ισχύς του αντιδραστήρα ανήλθε σε περίπου **100** φορές την μέγιστη ισχύ ($100 \times 4 \text{GW} = 400$ δισεκατομμύρια Βατ), καταστρέφοντας ακαριαία τον αντιδραστήρα. **Τι ακριβώς συνέβηκε ;**

Συνεχίζεται...