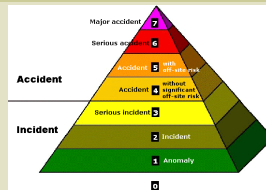




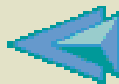
Πυρηνική Τεχνολογία - ΣΕΜΦΕ



Κεφάλαιο 2^ο



Εισαγωγή στην Πυρηνική Τεχνολογία



Παρουσίαση 2.12



Περιεχόμενα Παρουσίασης 2.12

1. Αρχή Λειτουργίας των ΠΑΙ : Η Σχάση
2. Πυρηνική Ηλεκτροπαραγωγή – ΠΗΣ
3. Πυρηνικά Υλικά και Τύποι ΠΑΙ
4. Σύγχρονοι ΠΑΙ
5. Ο Κύκλος του Πυρηνικού Καυσίμου
6. Διαστασιολόγηση, Παραγωγή Ενέργειας και Λειτουργία ενός ΠΑΙ

Περιεχόμενα Παρουσίασης 2.12

7. Ραδιοπεριβαλλοντικές Επιπτώσεις από τη Λειτουργία των ΠΑΙ
8. Πυρηνικά Ατυχήματα
9. Εξέλιξη των ΠΑΙ
10. ΠΑΙ 4ης Γενιάς

25-10-03

ΠΤ-ΣΕΜΦΕ-Εισαγωγή στην ΠΤ-2.12

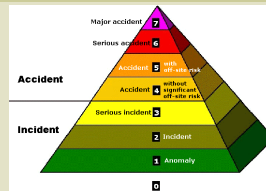
3



Εισαγωγή στην Πυρηνική Τεχνολογία



Κεφάλαιο 2^ο



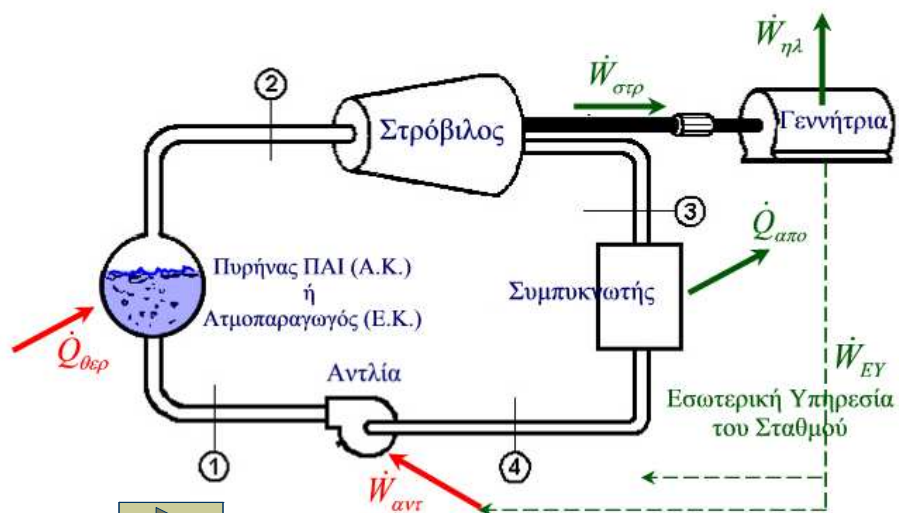
8. Πυρηνικά Ατυχήματα : Αίτια και Αποτελέσματα

4

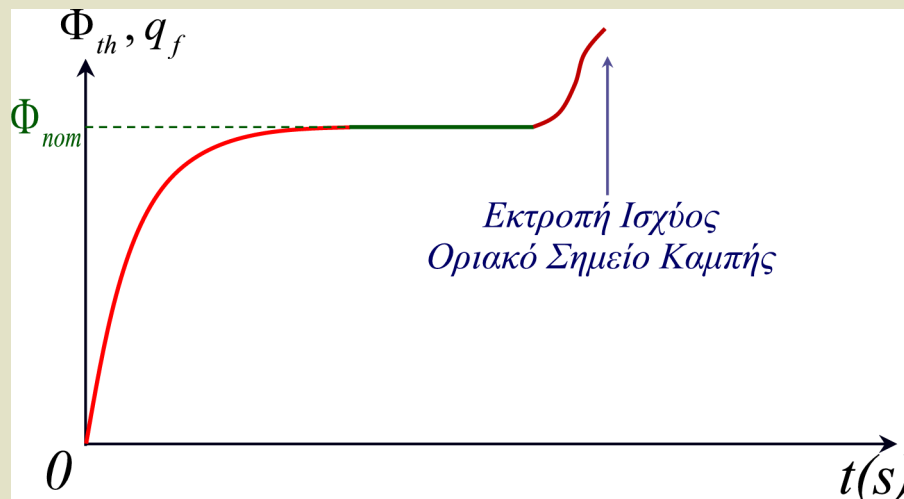
Πυρηνικά Ατυχήματα

8.1 Κυριότερες Αιτίες Ατυχήματος σε ΠΑΙ

Διάγραμμα Ροής της Ενέργειας



Μεταβατικό που μπορεί να οδηγήσει σε Ατύχημα



25-10-03

ΠΤ-ΣΕΜΦΕ-Εισαγωγή στην ΠΤ-2.12



7

Κατηγοριοποίηση των Πιθανών Ατυχημάτων σε ΠΑΙ

- **Ενεργειακής Φύσης Ατυχήματα** – Ατυχήματα που οδηγούν σε αδυναμία απαγωγής της παραγόμενης θερμικής ισχύος.
- **Ατυχήματα Αντιδραστικότητας** – Ατυχήματα που έχουν ως αφετηρία την αδυναμία ρύθμισης του ΠΑΙ ή/και απότομη αύξηση της ροής νετρονίων που έχει ως συνέπεια την απότομη αύξηση ισχύος/θερμοκρασίας και ανάπτυξη θερμικών τάσεων.
- **Συμβατικά Ατυχήματα** όπως πυρκαγιά, αστοχία υλικού κλπ.)

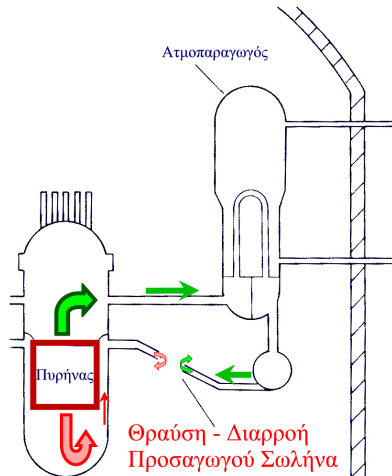
25-10-03

ΠΤ-ΣΕΜΦΕ-Εισαγωγή στην ΠΤ-2.12

8

Το Μέγιστο Πιστευτό Ατύχημα

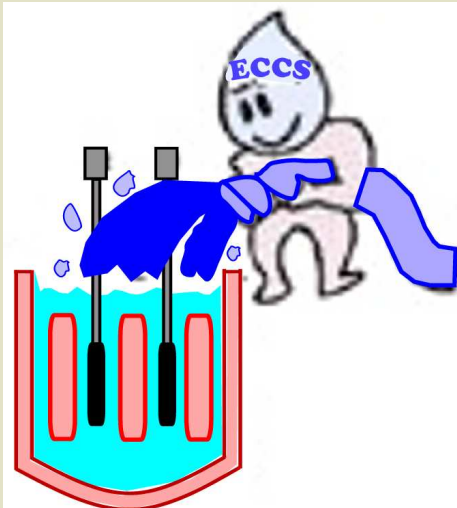
"The Maximum Credible Accident"



Με τη θραύση-διαρροή του προσαγωγού σωλήνα α) προκαλείται αναστροφή της ροής του ψυκτικού στην προσαγωγή όπου δημιουργείται σημείο ανακοπής, και β) διακόπτεται η ψύξη του πυρήνα με αποτέλεσμα την απότομη άνοδο της θερμοκρασίας καταρχήν στο ΠΚ.

Απαιτείται ακαριαία σβέση και έκτακτη ψύξη για να αποφευχθεί τήξη του πυρήνα

Η Ανάγκη Έκτακτης – Εφεδρικής Ψύξης

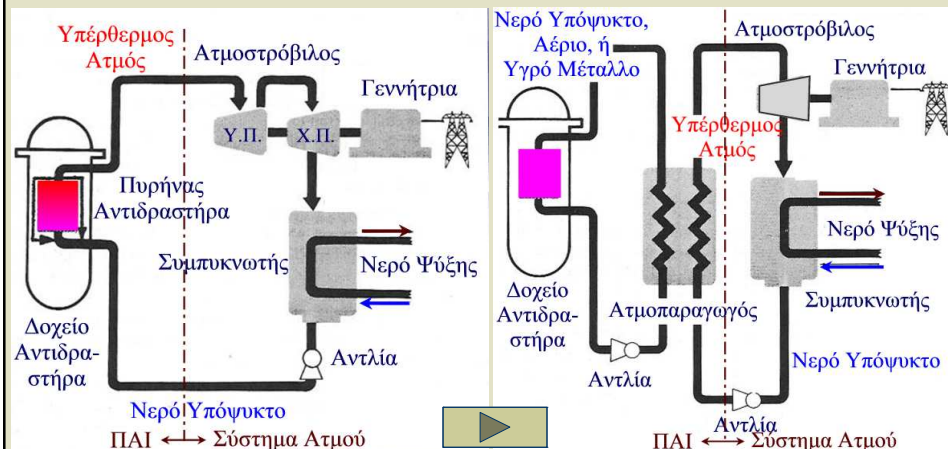


**Emergency
Core
Cooling
System**

Βασική Δομή των ΠΑΙ – Κύκλοι

Άμεσος Κύκλος

Έμμεσος Κύκλος



25-10-03

ΠΤ-ΣΕΜΦΕ-Εισαγωγή στην ΠΤ-2.12

11

Αιτίες Μικρότερης Σοβαρότητας Ενεργειακής Φύσης Ατυχημάτων

- Αστοχία των αντλιών κυκλοφορίας στο πρωτεύον
- Αστοχία των αντλιών κυκλοφορίας στο δευτερεύον
- Αστοχία της Στροβιλογεννήτριας
- Αστοχία του Ατμοπαραγωγού
- Αστοχία του Υ/Σ ή του Διασυνδεδεμένου Δικτύου

25-10-03

ΠΤ-ΣΕΜΦΕ-Εισαγωγή στην ΠΤ-2.12

12

Ατυχήματα Απώλειας Ψυκτικού (LOCA)

Τα Ενεργειακής Φύσης Ατυχήματα, δηλαδή τα ατυχήματα που οδηγούν σε αδυναμία απαγωγής της παραγόμενης θερμικής ισχύος, ονομάζονται μεταφορικά και ως :

Ατυχήματα Απωλείας Ψυκτικού

με τον αγγλόφωνο όρο :

Loss-of-Coolant Accodents – L.O.C.A.

Αντιξοότητες στην Αντιμετώπιση Ατυχήματος σε ΠΑΙ

Σε αντιδιαστολή με ένα Συμβατικό ΑΗΣ

- 1) Η "σβέση" ενός ΠΑΙ διαρκεί πολύ περισσότερο. Επί πλέον, θερμότητα από πυρηνικές αντιδράσεις παράγεται για μεγάλο διάστημα από τη σηματο-δότηση της "τυπικής" σβέσης.
- 2) Η φυσική επίσκεψη μέσα στο δοχείο του ΠΑΙ δεν είναι εφικτή για βδομάδες μετά τη σβέση, λόγω ραδιενέργειας.
- 3) Η παραγόμενη ισχύς είναι πολύ υψηλότερες από ό,τι σε ένα ΑΗΣ. Αυτό επιβάλλει πρόσθετες αντιξοότητες όσον αφορά στην ευστάθεια του δικτύου, και όχι μόνο.

Αντιξοότητες στην Αντιμετώπιση Ατυχήματος σε ΠΑΙ

- 4) Περιορισμοί περιβαλλοντικής προστασίας επιβάλλουν πρόσθετες αντιξοότητες ιδιαίτερης σημασίας, ιδιαίτερα στην περίπτωση εκδήλωσης πυρκαγιάς. Η σημασία και ο ρόλος του περιβλήματος είναι στην περίπτωση αυτή εξαιρετικά σημαντικός.

Πυρηνικά Ατυχήματα

8.2 Χαρακτηρισμός της Σοβαρότητας των Πυρηνικών Ατυχημάτων

Η Διεθνής Κλίμακα Πυρηνικών Γεγονότων INES

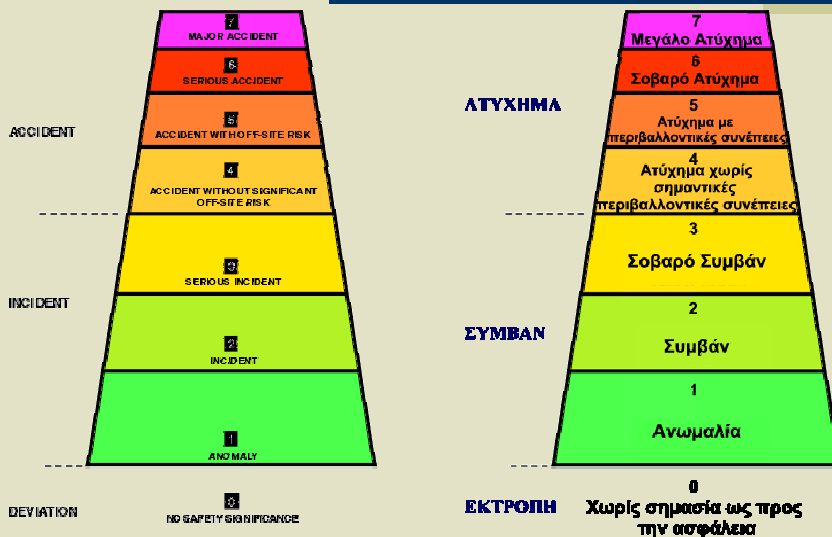
"International Nuclear Event Scale - INES"

Η Διεθνής Κλίμακα Πυρηνικών Γεγονότων INES

"International Nuclear Event Scale - INES"

- Η κλίμακα συνεκτιμά και αποδίδει συνέπειες από γεγονότα σχετικά με τις ειρηνικές εφαρμογές της πυρηνικής ενέργειας.
- Θεσπίστηκε από το **Διεθνή Οργανισμό Ατομικής Ενέργειας** (*International Atomic Energy Agency*), θυγατρικό του ΟΗΕ που εδρεύει στη Βιέννη.
- Η 7-βάθμια κλίμακα εφαρμόζεται από όποιον αναφέρει γεγονότα στο ΔΟΑΕ, ο οποίος έχει και την τελική ευθύνη της αξιολόγησης και της συνακόλουθης διάχυσης.

Η Διεθνής Κλίμακα Πυρηνικών Γεγονότων INES

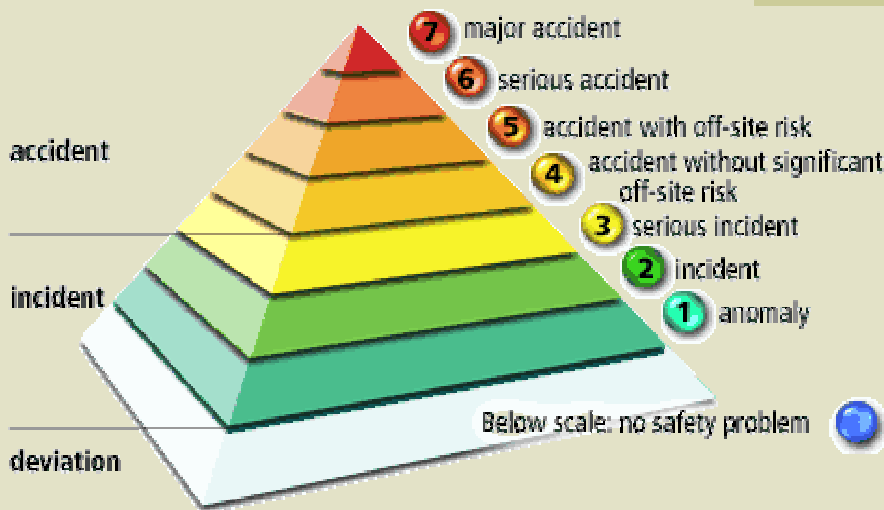


25-10-03

ΠΤ-ΣΕΜΦΕ-Εισαγωγή στην ΠΤ-2.12

19

Η Διεθνής Κλίμακα Πυρηνικών Γεγονότων INES



25-10-03

ΠΤ-ΣΕΜΦΕ-Εισαγωγή στην ΠΤ-2.12

20

Κωδικοποίηση της Κλίμακας INES

1 : Ανωμαλία

Υπέρβαση προκαθορισμένων ορίων ασφαλείας λόγω αστοχίας υλικού, ανθρώπινου σφάλματος ή λειτουργικών αδυναμιών.

Κωδικοποίηση της Κλίμακας INES

2 : Συμβάν

Παραβίαση ορίων ασφαλείας, αλλά με ανοχή ως προς τη σωρευτικότητα, δηλαδή με δυνατότητα αντιστάθμισης της δόσης με το χρόνο. Συμβάν που οδηγεί σε υπέρβαση των ορίων ραδιενέργειας σε περιοχές όπου αυτό δεν προβλέπεται.

Κωδικοποίηση της Κλίμακας INES

3 : Σοβαρό συμβάν

Συνεπάγεται διαρροή ραδιενέργειας στο περιβάλλον με δυσμενέστερη δόση της τάξεως των δεκάτων mSv, χωρίς να απαιτείται λήψη μέτρων. Μέσα στην εγκατάσταση οι δόσεις ενδεχομένως οδηγούν σε ντετερμινιστικές συνέπειες με διαρροή ραδιενέργειας μερικές χιλιάδες TBq και ρύπανση σε υλικά τα οποία πρέπει να αποσυρθούν και να αποθηκευτούν κατάλληλα. (*Vandellos NPP, Spain, 1989*)

Κωδικοποίηση της Κλίμακας INES

4 : Ατύχημα χωρίς σημαντικές περιβαλλοντικές συνέπειες

Συνεπάγεται διαρροή ραδιενέργειας στο περιβάλλον με δυσμενέστερη δόση της τάξεως των μερικών mSv. Η λήψη μέτρων ενδεχομένως περιορίζεται σε έλεγχο των τροφίμων. Σημαντικές ζημιές στην εγκατάσταση, ενδεχομένως μερική τήξη του πυρήνα ΠΑΙ. Δόση σε εργαζόμενους με υψηλή πιθανότητα ντετερμινιστικών συνεπειών μέχρι θανάτου. (*Saint Laurent NPP, France, 1980 Tokai Mura, Japan, 1999*)

Κωδικοποίηση της Κλίμακας INES

5 : Ατύχημα με περιβαλλοντικές συνέπειες

Συνεπάγεται διαφυγή ραδιενεργού υλικού στο περιβάλλον σε ποσότητες ραδιολογικά ισοδύναμες 100 - 1000 TBq I-131. Επιβάλλεται η λήψη μέτρων για τον πληθυσμό ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι συνέπειες. Σοβαρές ζημιές στην εγκατάσταση, με εκτεταμένη τήξη του πυρήνα ΠΑΙ ή/και πυρκαγιά. Δόση σε εργαζόμενους ντετερμινιστικές συνέπειες. (*Windscale Pile, UK, 1957 Three Mile Island, USA, 1979*)

Κωδικοποίηση της Κλίμακας INES

6 : Σοβαρό Ατύχημα

Συνεπάγεται διαφυγή ραδιενεργού υλικού στο περιβάλλον σε ποσότητες ραδιολογικά ισοδύναμες της τάξης των χιλιάδων TBq I-131. Επιβάλλεται η λήψη μέτρων για τον πληθυσμό ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι συνέπειες.

7 : Σοβαρό Ατύχημα

Συνεπάγεται διαφυγή μεγάλης ποσότητας ραδιενεργού υλικού μιας μεγάλης εγκαταστάσεως, πχ. ενός ΠΑΙ. Διαφυγή ραδιολογικά ισοδύναμη της τάξης των δεκάδων χιλιάδων TBq I-131. Αναμένονται ντετερμινιστικές συνέπειες στον εγγύς πληθυσμό και μεγάλης έκτασης μακροχρόνιες ραδιοπεριβαλλοντικές συνέπειες. (*Chernobyl NPP, USSR - Ukraine, 1986*)

