

Το Πυρηνικό Ατύχημα τον Απρίλιο 1986 στο Chernobyl

Οι Συνέπειες του Ατυχήματος στην
Ελλάδα όπως καταγράφηκαν από το
ΕΠΠ-ΕΜΠ

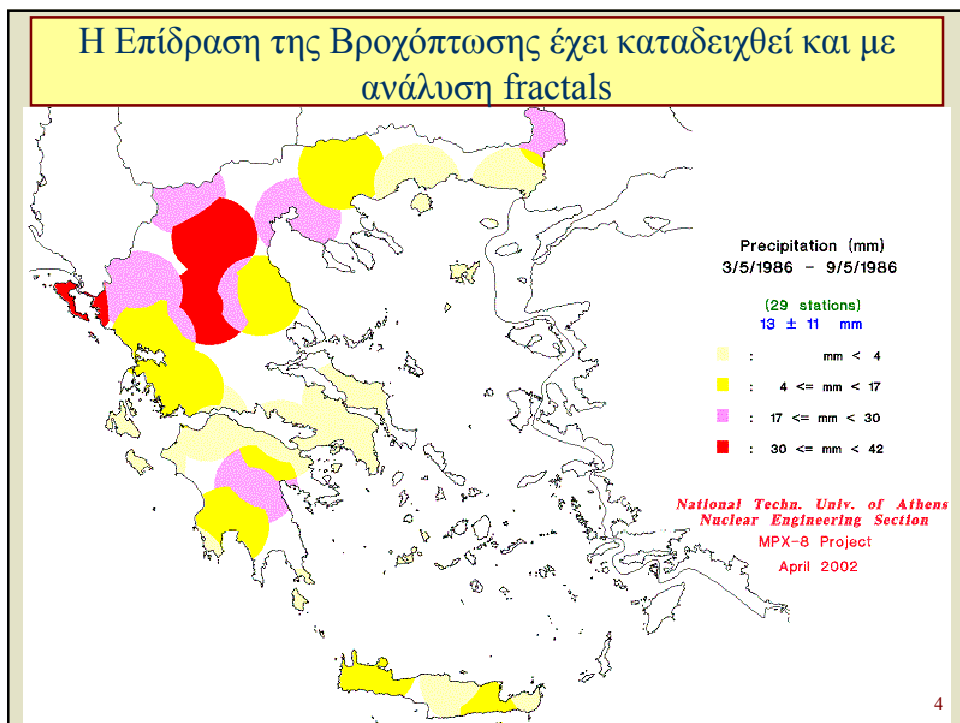
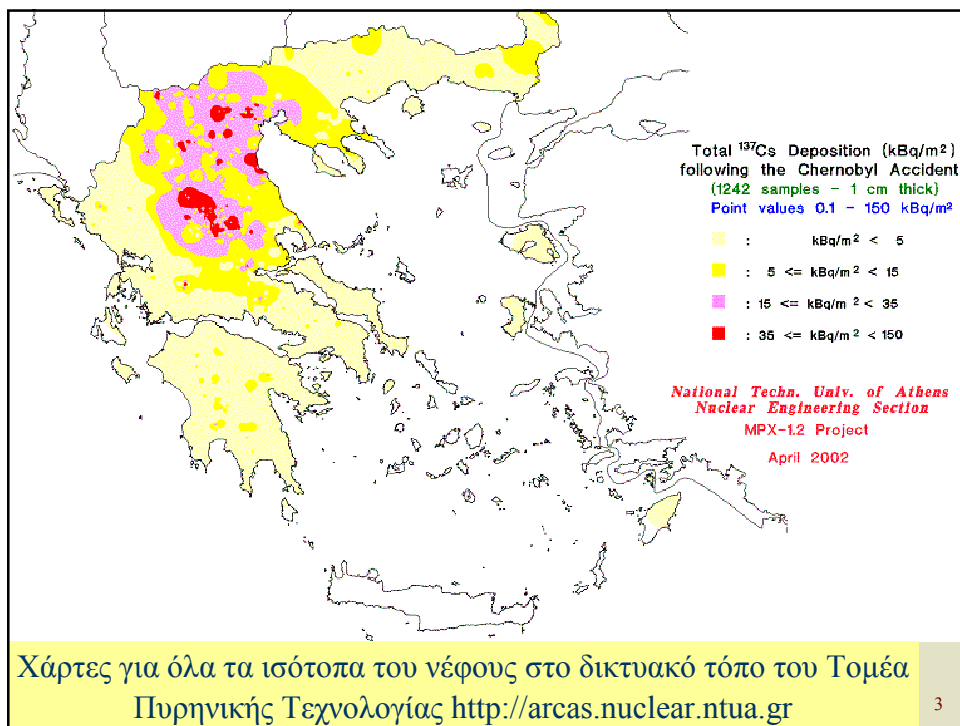
1

Τα Σημαντικότερα Ισότοπα του Ραδιενεργού Νέφους στην Ελλάδα – ΕΠΠ-ΕΜΠ

Isotope	Sample size	Geographical Mean $\pm 1\sigma$ (kBq m^{-2})	Arithmetic Mean $\pm 1\sigma$ (kBq m^{-2})	Maximum detected Ground Activity $\pm 1\sigma$ (kBq m^{-2})
¹³⁷ Cs	1231	8 \pm 10	12 \pm 21	149.5 \pm 0.1
¹³⁴ Cs	1211	4 \pm 5	6 \pm 10	76.1 \pm 0.1
¹²⁵ Sb	940	0.4 \pm 0.3	0.6 \pm 0.7	4.56 \pm 0.02
¹⁰⁶ Ru	787	6 \pm 5	10 \pm 11	79.1 \pm 0.1
¹⁴⁴ Ce	499	2.5 \pm 2	4 \pm 5	32.9 \pm 0.2
^{110m} Ag	467	0.8 \pm 0.8	0.5 \pm 0.6	7.98 \pm 0.02
⁵⁴ Mn	409	0.5 \pm 0.5	0.2 \pm 0.4	3.02 \pm 0.02
⁹⁵ Zr	127	3 \pm 3	5 \pm 4	20.1 \pm 0.2
¹⁰³ Ru	84	103 \pm 80	147 \pm 74	337 \pm 2
¹⁴¹ Ce	46	13 \pm 12	21 \pm 13	46 \pm 2

Table 1. Ground activities of Chernobyl fallout isotopes following the analysis of 1242 samples (decayed down to May 1st, 1986)

2



Το Πυρηνικό Ατύχημα τον Απρίλιο 1986 στο Chernobyl

Οι Δοσιμετρικές Συνέπειες του Ατυχήματος στους εργαζόμενους, στους απορρυπαντές και τον πληθυσμό γύρω από το Chernobyl σύμφωνα με το: UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations), 2001, ANNEX J

Δόσεις στους εργαζόμενους του Chernobyl - 1

- Οι πλέον εκτεθέντες ήταν οι περίπου 600 εργαζόμενοι του ΠΗΣ (4 Πυρηνικοί Αντιδραστήρες Ισχύος) την μοιραία νύχτα.
- Οι πλέον εκτεθέντες έλαβαν δόσεις από ραδιενεργές ακτινοβολίες εξωτερικά.
- 2 από τους πλέον εκτεθέντες εισέπνευσαν σημαντική ποσότητα ραδιενεργών ισοτόπων.
- Ακαριαίες – σε εξαιρετικά μικρό διάστημα χρόνου – δόσεις έλαβαν 134 από τους 600 πλέον εκτεθέντες εργαζόμενους.

Φυσιολογική δόση λόγω της γ-ακτινοβολίας από τα φυσικά ραδιενεργά ισότοπα του εδάφους

- ~50 nGy/ώρα (= 50 δισεκατομμυριοστά του Gy/ώρα), ή
- ~0.4 mGy/έτος (0.4 χιλιοστά του Gy/έτος), ή
- ~31mGy σε διάρκεια ζωής 70 ετών.

Σύγκριση Ραδιενεργών Δόσεων

- Φυσιολογική δόση από συνολικά από το περιβάλλον ατόμου με ζωή 70 ετών : 140 mGy
- Δυσμενέστερη δόση καθενός των περίπου 10000 ατόμων σε 1 χρόνο από το Chernobyl στην Ελλάδα : 0.4 mGy
- Δυσμενέστερη δόση καθενός των περίπου 116000 ατόμων σε 1 χρόνο από το το Chernobyl που κατοικούσαν σε ακτίνα 100 km από το Σταθμό : 70 mGy
- Δυσμενέστερη ακαριαία δόση καθενός των 21 πλέον εκτεθέντων εργαζόμενων στο Σταθμό του Chernobyl : 6 – 16 Gy

Δόσεις στους εργαζόμενους του Chernobyl - 2

- Για 41 από τους 134 επιβεβαιώθηκε ότι η δόση που έλαβαν ήταν μικρότερη από 2.1 Gy.
- 50 από τους 134 έλαβαν δόσεις μεταξύ 2.2 και 4.1 Gy.
- 22 από τους 134 έλαβαν δόσεις μεταξύ 4.2 και 6.4 Gy.
- 21 από τους 134 έλαβαν δόσεις μεταξύ 6.5 και 16 Gy.
- Υπολογίσθηκε ότι για 8 από τους 134 η δόση από β-ακτινοβολία **στο δέρμα** έφθασε τα 400 – 500 Gy.

Δόσεις στους απορρυπαντές του Chernobyl

- Άλλη κατηγορία εκτεθέντων είναι οι απορρυπαντές (liquidators) που τελικά έφθασαν τους 600.000
- 240.000 από αυτούς ήταν στρατιωτικό προσωπικό
- Η δόση στους μέγιστα εκτεθέντες από τους απορρυπαντές (οι εκτιμήσεις για τον αριθμό τους διαφέρουν) υπολογίσθηκε σε: 170 mSv το 1986, 130 mSv το 1987, σε 30 mSv το 1988 και 15 mSv το 1989
- Η μέση δόση που έλαβαν οι απορρυπαντές για τα έτη 1986 και 1987 εκτιμάται σε 100 mSv

Δόσεις στον πληθυσμό γύρω από το Chernobyl - 1

- Άλλη κατηγορία εκτεθέντων είναι ο πληθυσμός που κατοικούσε στις γύρω από τον ΠΗΣ προσβληθείσες περιοχές (5.000.000)
- Διακρίνεται σε πληθυσμό "Α" στη γειτονιά του ΠΗΣ (εκκενώθηκε), πληθυσμό "Β" στην περιοχή του ΠΗΣ (σε ακτίνα έως 100 km – μέγιστη ρύπανση Δ-ΒΔ) και πληθυσμό "C" στην περιοχή Gomel-Mogilev-Bryansk (σε απόσταση 200 km Β-ΒΑ) και στην περιοχή Kaluga-Tula-Orel (σε απόσταση 500 km ΒΑ)
- Η απόθεση Cs-137 σε αυτές τις περιοχές υπήρξε πολύ μεγαλύτερη από 37 kBq m^{-2} σε μία έκταση 150000 km 2

11

Κατά μέσο όρο δόσεις από το I-131 στον πληθυσμό

- Ο πληθυσμός του Pripyat (μέρος του "Α") μέσα σε 48 h εκτέθηκε σε 0.17 Gy στον θυρεοειδή από το I-131. Οι ενήλικοι εκτέθηκαν σε 0.07 Gy, τα βρέφη σε 2 Gy
- Ο πληθυσμός "Α" εκτέθηκε σε 0.47 Gy στον θυρεοειδή από το I-131
- Οι ενήλικοι των πληθυσμών "Β" και "C" εκτέθηκαν σε 0.2 Gy στον θυρεοειδή από το I-131.
- Τα βρέφη των πληθυσμών "Β" και "C" εκτέθηκαν σε 1 Gy στον θυρεοειδή από το I-131

12

Κατά μέσο όρο δόσεις από τα Cs-134, Cs-137 και Sr-90

- Η έκθεση στην ακτινοβολία αυτών των ισοτόπων είναι αυτή που παραμένει μετά τις πρώτες λίγες εβδομάδες από το ατύχημα διότι τότε η επίδραση από το I-131 εκλείπει.
- Υπολογίζεται ότι συνολικά τη δεκαετία 1987 – 1997 ο πληθυσμός στις επιβαρυνμένες εκτάσεις έλαβε βιολογική δόση από αυτά τα ισότοπα περίπου 10 mSv (περίπου 10mGy).

Σύνοψη βιολογικών συνεπειών στον τοπικό πληθυσμό του Chernobyl

- Αυξήθηκαν κατά 5 – 10 φορές οι καρκίνοι στον θυρεοειδή στα εκτεθέντα παιδιά.
- Δεν φαίνεται να έχουν αυξηθεί σημαντικά τα ποσοστά λευχαιμίας στους εκτεθέντες. Η λευχαιμία είναι ασφαλές (στοχαστικό) σύμπτωμα υπερέκθεσης με μικρό λανθάνοντα χρόνο (2 – 5 έτη).
- Δεν φαίνεται να έχουν αυξηθεί άλλοι τύποι καρκίνων (αλλά ο λανθάνων χρόνος για την εμφάνιση τους δεν έχει ακόμα εξαντληθεί: 10 – 30 χρόνια).

Κύριες άλλες συνέπειες στον τοπικό πληθυσμό του Chernobyl

- Σοβαρά ψυχοσωματικά και διανοητικά προβλήματα λόγω του άγχους (radiation anxiety)
- Εκούσια μείωση του ρυθμού γεννήσεων, επιπλοκές εγκυμοσύνης, κυρίως λόγω του άγχους
- Κακές κοινωνικοοικονομικές συνθήκες διαβίωσης του εκτεθέντος πληθυσμού

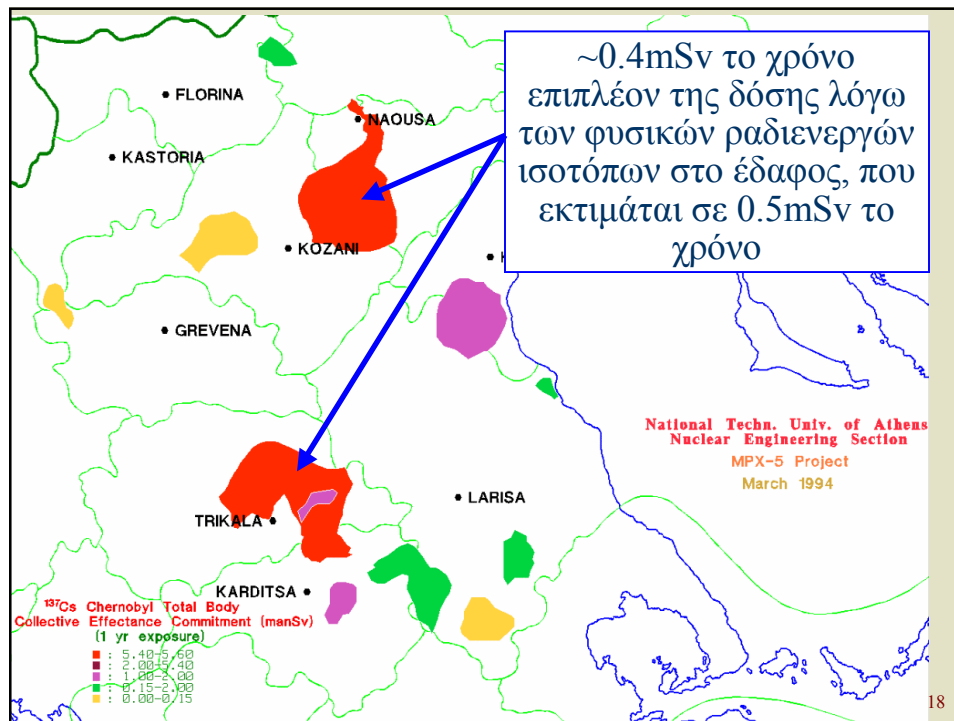
Δοσιμετρική Σύγκριση Πυρηνικών Ατυχημάτων

- **WINDSCALE:** Επίσημα αποδίδονται 32 θάνατοι, 260 καρκίνοι, ανεπίσημα οι θάνατοι εκτιμώνται σε 1000.
- **THREE-MILE ISLAND:** Η μέση δόση σε περίπου 2 εκ. άτομα, εξαιτίας του ατυχήματος, εκτιμάται σε 10 μSv . (Ένα πλήρες σετ ακτινογραφιών θώρακος αντιστοιχεί σε $\sim 60 \mu\text{Sv}$).
- **CHERNOBYL:** 28 νεκροί το πρώτο τρίμηνο και άλλοι 14 στα επόμενα χρόνια από ακαριαία έκθεση σε υψηλές δόσεις την ώρα του ατυχήματος ή κατά την απορρύπανση. Η γειτονιά του ΠΑΙ εκκενώθηκε από 116.000 κατοίκους. Αναγκάστηκαν να επαν εγκατασταθούν σε άλλες περιοχές 220.000 άτομα από την Ουκρανία, τη Λευκορωσία και τη Ρωσία.

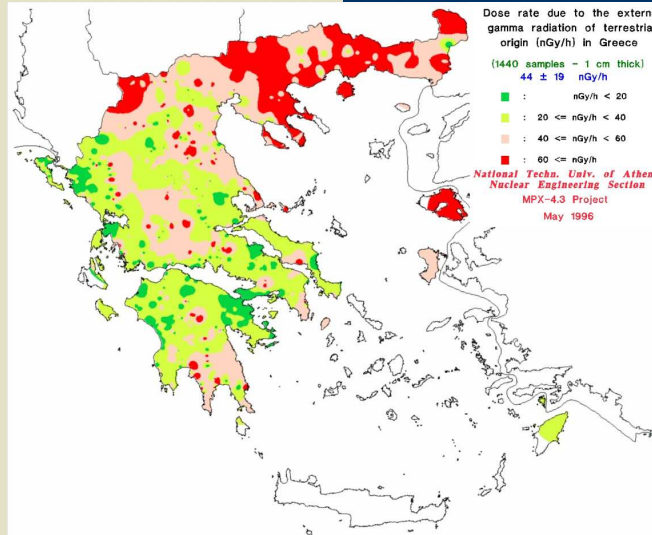
Το Πυρηνικό Ατύχημα τον Απρίλιο 1986 στο Chernobyl

Οι Δοσιμετρικές Συνέπειες του
Ατυχήματος στην Ελλάδα όπως
εκτιμήθηκαν από το ΕΠΤ-ΕΜΠ

17



Δοσιμετρία –γ Φυσικού Υποστρώματος



Φυσική –γ :
0.5 mSv/yr

**Chernobyl –
Καρδίτσα**
0.4 mSv/yr

**Μέση Τιμή
Συνολικά
στη Γη**
2 mSv/yr

19

Το Πυρηνικό Ατύχημα στο Chernobyl και οι Επιστήμονες (1)

Τα ατυχήματα και κυρίως αυτά των πυρηνικών αντιδραστήρων ισχύος με σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι αυτονόητα ανεπιθύμητα, μιας και οι επιπτώσεις τους στο οικοσύστημα δεν έχουν ακόμη υπολογιστεί με αυστηρή επιστημονική μεθοδολογία, αλλά εκτιμούνται με φαινομενολογικές παρατηρήσεις και εφαρμογή των νόμων των πιθανοτήτων. Οι επιστήμονες δεν έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιούν τις παρατηρήσεις αυτές με πειράματα στο εργαστήριο, όπως συμβαίνει σε πολλές άλλες περιπτώσεις.

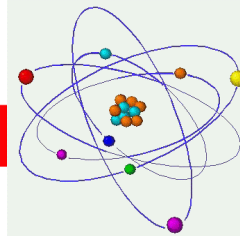
20

Το Πυρηνικό Ατύχημα στο Chernobyl και οι Επιστήμονες (2)

Όμως, έχουν την υποχρέωση – για να αποδώσουν ελάχιστη τιμή προς τα αθώα θύματα των ατυχημάτων από τη χρήση της πυρηνικής τεχνολογίας – να αντλούν κάθε δυνατή πληροφορία από τα ανεπιθύμητα αυτά συμβάντα, ώστε να ανατροφοδοτούν τη σχεδίαση της πρόληψης περαιτέρω όμοιων τραγικών ατυχημάτων. Αυτό κάνουμε συστηματικά εδώ και 20 χρόνια στο Εργαστήριο Πυρηνικής Τεχνολογίας του Ε.Μ.Π. Και δεν θα ησυχάσουμε. Δυστυχώς θα περάσουν πολλές ακόμη εικοσαετίες για να αποκωδικοποιήσουμε τον "κωδικό" Chernobyl, να μάθουμε όλη την έκταση των συνεπειών του.

21

Δημόκριτος



**"Ανθρώπιση κακά εξ'αγαθών φύεται επήν τις ταγαθά
μη πιστήται ποδηγετείν μηδέ οχείν ευπόρως"**



Στους ανθρώπους προκύπτουν συμφορές ακόμα και από καλά πράγματα, όταν δεν ξέρουν να να τα καθοδηγούν και να τα διευθύνουν σωστά

22

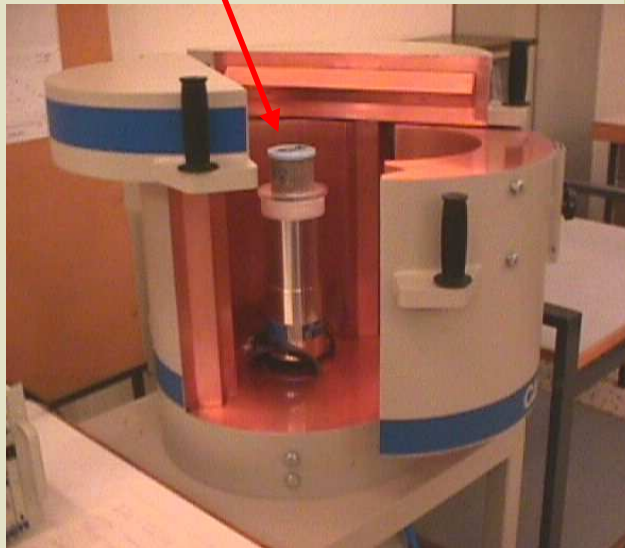
Το Εργαστήριο Πυρηνικής Τεχνολογίας του ΕΜΠ (ΕΠΤ-ΕΜΠ)

Κτίριο "Κ" Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου



23

Δείγμα Εδάφους προς Ανάλυση για Ραδιενέργεια



24

Το Εργαστήριο Πυρηνικής Τεχνολογίας του ΕΜΠ (ΕΠΤ-ΕΜΠ)

Καθηγητής Σ.Ε. Σιμόπουλος



25

Το Προσωπικό του Εργαστηρίου Πυρηνικής Τεχνολογίας του ΕΜΠ (ΕΠΤ-ΕΜΠ)



26