

# ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ-ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ-ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ

## ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ

### ***Τι είναι;-Πως δημιουργείται;***

Ως πλημμύρα ορίζεται η υπερχειλίση επιπέδων νερού, που καλύπτει την ξηρά. Η οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις πλημμύρες ορίζει μια πλημμύρα ως προσωρινή κάλυψη από νερό εδάφους το οποίο υπό φυσιολογικές συνθήκες δεν καλύπτεται από νερό. Κατά την έννοια του «ρέοντος νερού», ο όρος πλημμύρα μπορεί επίσης να εφαρμοστεί στην εισροή της παλίρροιας. Οι πλημμύρες μπορεί να προκύψουν από τον όγκο νερού μέσα σε ένα σώμα του ύδατος, όπως ένα ποτάμι ή λίμνη, η οποία υπερχειλίζει ή σπάει τα αναχώματα, με αποτέλεσμα το νερό να διαφύγει από τα συνήθη όριά του. Αντιθέτως, το μέγεθος της λίμνης ή άλλου φορέα του νερού που ποικίλλει ανάλογα με τις εποχιακές αλλαγές στις βροχοπτώσεις και στα χιόνια που λιώνουν, δεν είναι μια σημαντική πλημμύρα, εκτός αν τέτοιες διαρροές νερού θέσουν σε κίνδυνο τις εκτάσεις που χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο, όπως ένα χωριό, μια πόλη ή άλλη κατοικημένη περιοχή.

Οι πλημμύρες μπορεί επίσης να εμφανιστούν στα ποτάμια, όταν ροή υπερβαίνει την χωρητικότητα του καναλιού του ποταμού, ιδίως σε στροφές ή μαιάνδρους. Οι πλημμύρες συχνά προκαλούν ζημιές σε σπίτια και επιχειρήσεις, εφόσον έχουν τοποθετηθεί σε φυσικές περιοχές κατάκλυσης των ποταμών. Ενώ οι ζημιές από τις πλημμύρες μπορεί να έχουν σχεδόν εξαλειφθεί με την απομάκρυνση του ανθρώπου από τους ποταμούς και άλλους φορείς του νερού, ωστόσο ανέκαθεν οι άνθρωποι έχουν ζήσει και εργαστεί κοντά στο νερό για να αναζητήσουν τροφή και να αξιοποιήσουν τα οφέλη της φθηνής και εύκολης μετακίνησης και το εμπόριο, με το να είναι κοντά στο νερό. Το γεγονός ότι οι άνθρωποι συνεχίζουν να κατοικούν περιοχές που απειλούνται με ζημιές από πλημμύρες, είναι απόδειξη ότι η αξία του να ζουν κοντά στο νερό υπερβαίνει το κόστος των επαναλαμβανόμενων περιόδων πλημμυρών.

### ***Πρόληψη-Αντιμετώπιση***

Όσον αφορά τις πλημμύρες, ως πρώτη προτεραιότητα είναι η πρόληψη μέσα από τη μελέτη των εν δυνάμει πλημμυρόπληκτων περιοχών και του ενδεχόμενου πλημμύρας είτε από βροχές με πλημμύρισμα ποταμών είτε από αστοχία αντιπλημμυρικών έργων (π.χ. δεξαμενές συγκράτησης, φράγματα). Στην περίπτωση των πλημμυρών κύρια μέριμνα για πρόληψη μεγάλων καταστροφών είναι η διασφάλιση της απρόσκοπτης ροής των νερών για να μην πλημμυρίσουν κατοικημένες περιοχές, αυτοκινητόδρομοι και άλλες κατασκευές.

Η αντιμετώπιση των πλημμυρών έγκειται κατά κανόνα στη διασφάλιση της καθαρότητας της κοίτης των ποταμών και ρεμάτων ώστε το νερό να διοχετευτεί προς τα φράγματα ή τη θάλασσα, ανάλογα και εντός των οικιστικών περιοχών στη συντήρηση των υφιστάμενων υποδομών αποχέτευσης για εξάλειψη του κινδύνου απόφραξης και περιορισμό στο ελάχιστο

της τοπικής πλημμύρας. Όπου βέβαια κρίνεται ότι για την εξάλειψη του κινδύνου επιβάλλεται κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων, τότε αυτά θα πρέπει να μελετηθούν και κατασκευαστούν κατά σειρά προτεραιότητας. Το ενδεχόμενο κατάρρευσης ενός φράγματος είναι πολύ σπάνιο αλλά αποτελεί ίσως το δυσμενέστερο από πλευράς καταστροφικών επιπτώσεων σενάριο, λόγω των τεράστιων όγκων της πλημμύρας που θα αναπτυχθεί αλλά και του ελάχιστου διαθέσιμου χρόνου για οποιαδήποτε τυχόν αντίδραση διαφυγής, ιδιαίτερα στις περιοχές κατάντι του φράγματος.

## **Αναφορές**

### **Οι 10 μεγαλύτερες Πλημμύρες Ποταμών στον κόσμο**

1. Δέλτα του ποταμού Περλ, Κίνα
2. Σανγκάι, Κίνα
3. Κολκάτα, Ινδία
4. Τζακάρτα, Ινδία
5. Δελχί, Ινδία
6. Τόκιο-Γιοκοχάμα, Ιαπωνία
7. Μπανγκοκ, Ταϊλάνδη
8. Μεξικό
9. Κάιρο
10. Τσαντζιν, Κίνα

Πηγή:

iefimerida.gr

<https://www.iefimerida.gr/news/122922/%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%B5%CF%82-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CE%BF%CE%B9-10-%CF%87%CF%8E%CF%81%CE%B5%CF%82-%CF%80%CE%BF%CF%85-%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B4%CF%85%CE%BD%CE%B5%CF%8D%CE%BF%CF%85%CE%BD-%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%83%CF%8C%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%BF-%CE%B1%CF%80%CF%8C-%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%AD%CF%82>

### **Πλημμύρες στην Ευρώπη τα τελευταία 150 χρόνια**

Οι πλημμύρες στην Ευρώπη εμφανίζουν διαχρονικά το διπλό πρόσωπο του Ιανού κατά τα τελευταία 150 χρόνια. Από τη μια, σύμφωνα με μια νέα διεθνή επιστημονική μελέτη, αυξάνονται συνεχώς οι πλημμυρισμένες εκτάσεις, από την άλλη όμως συνεχώς μικραίνει ο αριθμός των θυμάτων. Επίσης, ενώ το ύψος των οικονομικών ζημιών από τις πλημμύρες αυξάνεται σε απόλυτο αριθμό, μειώνεται συνεχώς ως ποσοστό του ΑΕΠ.

Οι ερευνητές από την Ολλανδία, την Ιταλία και τις ΗΠΑ, με επικεφαλής τον Ντομινίκ Παπρόντι της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών και Γεωεπιστημών του ολλανδικού Πανεπιστημίου Τεχνολογίας Ντελφτ, που έκαναν τη σχετική δημοσίευση στο περιοδικό

«Nature Communications», ανέλυσαν τα ιστορικά στοιχεία φυσικών καταστροφών σε 37 ευρωπαϊκές χώρες (της Ελλάδας συμπεριλαμβανομένης) κατά την περίοδο 1870-2016.

Συνολικά, μελέτησαν 1.564 πλημμύρες που συνέβησαν σε αυτό το διάστημα του ενάμιση περίπου αιώνα. Από αυτές, οι 879 (56%) ήταν στιγμιαίες (flash) που προήλθαν από υπερχειλίση ποταμών ή ρεμάτων και διήρκεσαν λιγότερο από 24 ώρες, οι 606 (39%) ήταν κανονικές πλημμύρες ποταμών, οι 56 (4%) παράκτιες πλημμύρες και οι υπόλοιπες 23 (1,5%) μικτά πλημμυρικά φαινόμενα.

Οι περισσότερες πλημμύρες στη Νότια Ευρώπη (και στην Ελλάδα) αφορούν την πρώτη κατηγορία των στιγμιαίων πλημμυρών και συμβαίνουν συνήθως μεταξύ Σεπτεμβρίου-Νοεμβρίου. Στην κεντρική και δυτική Ευρώπη είναι πιο συνηθισμένες οι πλημμύρες της δεύτερης κατηγορίας, όταν ξεχειλίζουν τα μεγάλα ποτάμια κυρίως μεταξύ Ιουνίου-Αυγούστου. Στη βόρεια Ευρώπη οι πλημμύρες προκαλούνται κυρίως από το λιώσιμο των χιονιών και σπάνια προκαλούν θύματα ή ζημιές.

Διαπιστώθηκε ότι σε όλη την Ευρώπη υπάρχει διαχρονικά αύξηση στις εκτάσεις που πλημμυρίζουν από τα νερά. Από την άλλη όμως, παρότι από το 1870 έως το 2016 ο πληθυσμός της Ευρώπης έχει αυξηθεί κατά 130% και οι κατοικημένες αστικές περιοχές πάνω από 1.000%, τα ανθρώπινα θύματα από τις πλημμύρες μειώνονταν με μέσο ετήσιο ρυθμό 1,4% έως το 1950. Από τότε μέχρι σήμερα, η μέση ετήσια μείωση των θυμάτων είναι ακόμη μεγαλύτερη (4,3%).

Αν και σε απόλυτο νούμερο οι ζημιές αυξάνονται διαχρονικά και αναμένεται να συνεχίσουν την αυξητική πορεία τους έως το τέλος του αιώνα, σαφής και ενθαρρυντική πτωτική τάση καταγράφεται στις οικονομικές ζημιές από τις πλημμύρες ως ποσοστό του ΑΕΠ.

Παρότι μεταξύ 1870 και 2016 ο πλούτος της Ευρώπης έχει αυξηθεί πάνω από 2.000%, οι οικονομικές ζημιές από τις πλημμύρες μειώνονταν με μέσο ετήσιο ρυθμό 2,6% στο διάστημα 1950-2016.

Οι ερευνητές επεσήμαναν ότι αυτές είναι οι γενικές ευρωπαϊκές τάσεις και ότι ασφαλώς υπάρχουν διαφορές από χώρα σε χώρα. Επιπλέον, ανέφεραν ότι συχνά δεν καταγράφονται σωστά οι μικρότερες πλημμύρες, με αποτέλεσμα να υπάρχει μια υποεκτίμηση για το συνολικό κόστος των πλημμυρών.

Σύμφωνα με τη μελέτη, παρόλο που η κλιματική αλλαγή αυξάνει τους κινδύνους των πλημμυρών, μέχρι στιγμής λιγότερο από το 10% της επικράτειας της Ευρώπης απειλείται με πλημμύρες από τα ύδατα των θαλασσών ή των ποταμών.

Οι παγκόσμιες οικονομικές ζημιές από φυσικές καταστροφές που σχετίζονταν με κάθε είδους καιρικά φαινόμενα, ξεπέρασαν τα 300 δισεκατομμύρια δολάρια το 2017.

*Πηγή: ΑΠΕ-ΜΠΕ*

## **Οι μεγαλύτερες πλημμύρες με νεκρούς στην Ελλάδα**

Η Αθήνα «βούλιαξε» με δεκάδες νεκρούς (1961, 1977)

Εθνικός πένθος για τους 24 νεκρούς στη Μάνδρα (2017)

Η «μετεωρολογική βόμβα» που σάρωσε την Χαλκιδική (2019)

Οι φονικές πλημμύρες είναι μια ιστορία που επαναλαμβάνεται στην Ελλάδα από το 1896. Είναι δε χαρακτηριστικό ότι στην συντριπτική τους πλειοψηφία οι πλημμύρες έχουν σημειωθεί τον Νοέμβριο, πράγμα ωστόσο που δεν είναι περίεργο αφού οι μετεωρολόγοι επισημαίνουν ότι αυτός ο μήνας είναι από τους πιο βροχερούς του χρόνου.

Νοέμβριος 1896

Στις 14 Νοεμβρίου του 1896, 70 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους σε Αθήνα και Πειραιά, όταν μετά από μία ισχυρή δωδεκάωρη καταιγίδα, ξεχείλισε ο Κηφισός και πλημμύρισε η περιοχή του Αγίου Παντελεήμονα.

Στην πρωτεύουσα πολλοί δρόμοι καταστράφηκαν ολοσχερώς ενώ οι περισσότεροι ήταν αδιάβατοι. Στον δε Πειραιά κατέπεσαν 450 σπίτια, ενώ επί δύο ημέρες η πόλη φωτιζόταν με τη βοήθεια των πλοίων....

Νοέμβριος 1925

Στις 23 Νοεμβρίου 1925 μια καταιγίδα σε Αθήνα και Πειραιά, άφησε πίσω της οκτώ θύματα. Στην πρωτεύουσα κατέρρευσαν 127 σπίτια συνολικά σε διάφορους οικισμούς αν και η βροχή κράτησε για τέσσερις μόλις ώρες.

Στον Πειραιά τα φαινόμενα ήταν επίσης ακραία και η πόλη σαρωνόταν για ώρες ακραία από θυελλώδεις ανέμους.

Νοέμβριος 1934

Στις 22 Νοεμβρίου 1934, έξι άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους από τη δυνατή νεροποντή που έπνιξε το Νέο Φάληρο και το Μοσχάτο. Ισχυρή καταιγίδα την ίδια μέρα έπληξε τις περιοχές της Νέας Ιωνίας και της Νέας Φιλαδέλφειας προκαλώντας ζημιές σε δεκάδες σπίτια.

Οκτώβριος 1955

Στις 14 Οκτωβρίου 1955, είχαμε φονικές πλημμύρες στο Βόλο, από τις οποίες έχασαν τη ζωή τους 27 άνθρωποι και τραυματίστηκαν άλλοι 23. Υλικές ζημιές ανυπολόγιστες, δεκάδες οικίες εξαφανίστηκαν και εκατοντάδες άλλες πλημμύρισαν. Η Μαγνησία ζούσε σκηνές και στιγμές αλλοφροσύνης.

Τότε, συνολικά 18 δρόμοι μετατράπηκαν σε χειμάρρους, διεκόπη για δύο ώρες η κυκλοφορία στην πόλη, πλημμύρισαν 70 παραπήγματα και σκηνές ανθρώπων που ζούσαν εκεί μέσα μετά την πληγή του μεγάλου σεισμού του '55 λίγους μόλις μήνες πριν.

Τα πτώματα, βρέφη στην πλειοψηφία τους, επέπλεαν στη θάλασσα και ξεβράζονταν το ένα μετά το άλλο. Τότε ήταν που ο τερματοφύλακας του Ολυμπιακού Βόλου Τσιγαρίδας, δεμένος

από ένα δέντρο με σκοινί στον Αναυρο έπιασε περισσότερους από 20 ανθρώπους που θα τους παράσερνε η ορμή των χειμάρρων.

Η τραγωδία ήταν απροσδόκητης και ασύλληπτης έκτασης. Ο Βόλος χάθηκε κάτω από τα νερά των έντονων βροχοπτώσεων από τη νύχτα της Τετάρτης μέχρι και το μεσημέρι της Πέμπτης, όπου και η βροχή μετατράπηκε σε σφοδρή καταιγίδα.

Οικοδομές και σπίτια κατέρρευσαν εν ριπή οφθαλμού, δέκα στον αριθμό, ξεριζώθηκαν δέντρα, αυτοκίνητα καταπλακώθηκαν από νερά και λάσπες και πτώματα μικρών παιδιών ανασύρονταν γεμάτα λάσπες και γυμνά από το μένος του καιρού.

Νοέμβριος 1961

Στις 5 Νοεμβρίου 1961, η Αττική θρήνησε τον μεγαλύτερο αριθμό νεκρών, όταν μετά από συνεχή χαλαζόπτωση που έμοιαζε περισσότερο με τυφώνα, πλημμύρισε ο Κηφισός στέλνοντας στο θάνατο 40 ανθρώπους. Το επίκεντρο της καταστροφής ήταν στο Μπουρνάκι. Ακόμη, 300 άτομα τραυματίστηκαν και 3.700 έμειναν άστεγοι ενώ πάνω από 4.000 σπίτια καταστράφηκαν. Μέσα σε οκτώ ώρες έπεσαν 114 χιλιοστά βροχής και σε μία ώρα 40 χιλιοστά βροχής.

Να σημειωθεί ότι η καταστροφική πλημμύρα συνέβη δύο ημέρες μετά την ορκωμοσία της νέας κυβέρνησης του Κωνσταντίνου Γ. Καραμανλή και μία εβδομάδα μετά τις βουλευτικές εκλογές της 29ης Οκτωβρίου 1961.

Νοέμβριος 1977

Στις 2 Νοεμβρίου του 1977 η Αθήνα και ο Πειραιάς χτυπήθηκαν ανελέητα από τη σφοδρότερη καταιγίδα στη σύγχρονη ιστορία της χώρας. Οι καταστροφές ήταν βιβλικές, καθώς η σφοδρή βροχόπτωση ξεκίνησε στις 6 το απόγευμα και συνεχίστηκε με αμείωτη ένταση ως τα μεσάνυχτα.

Τουλάχιστον 39 άτομα έχασαν τη ζωή τους, κεραυνοί κατέστρεψαν τα κέντρα επικοινωνίας της Αμέσου Δράσεως στον Λυκαβηττό, 927 υπόγεια πλημμύρισαν, 100 αυτοκίνητα παρασύρθηκαν, ενώ το ύψος του νερού σε πολλές περιοχές ξεπέρασε τα δύο μέτρα. Στο έλεος της καταιγίδας βρέθηκαν κυρίως το Περιστερι, οι Τζίτζιφιές, ο Ταύρος και το Μοσχάτο.

Η υπερχειλίση του Κηφισού, δυσχέρανε ακόμα περισσότερο την κατάσταση στις γύρω περιοχές. Η βροχή είχε ξεκινήσει από το πρωί και βαθμιαία αυξανόταν ώσπου στις 7 το απόγευμα, άρχισε ο βιβλικός κατακλυσμός.

Όπως αναφέρει η εφημερίδα «Το Βήμα» της εποχής, σε πολλά νοσοκομεία τα χειρουργεία σταμάτησαν και κατέρρευσε μεγάλο κομμάτι του δικτύου του ΟΤΕ. Ανθρωποι εγκλωβισμένοι στους δρόμους πάνω σε στάσεις λεωφορείων και αγκαλιασμένοι από κολώνες προσπαθούσαν να σωθούν και οι υπόλοιποι που ήταν σε ασφαλή μέρη δεν είχαν την δυνατότητα να επικοινωνήσουν με τους δικούς του να τους που ότι είναι καλά. Στιγμές αλλοφροσύνης διαδραματίστηκαν στις οδούς Πειραιώς, Χαμοστέρνας, Πέτρου Ράλλη, Αθηνών, Ιερά Οδό και Ποσειδώνος.

Νοέμβριος 1993 Τον Νοέμβριο του 1993 οι καταστροφικές πλημμύρες έπνιξαν κυριολεκτικά τη Βάρη, τη Βούλα και τη Γλυφάδα όταν πλημμύρισε το Λυκόρεμα. Σε διάρκεια πέντε ωρών, όπως θυμάται χαρακτηριστικά ο μετεωρολόγος Θωδωρής Κολυδάς, έπεσαν 64 χιλιοστά βροχής, ενώ 2.000 άνθρωποι έμειναν άστεγοι. Μετά την πλημμύρα του 1993, ο Δήμος Βάρης άνοιξε τα ρέματα, έγινε ένα μεγάλο έργο αποχέτευσης των όμβριων υδάτων στην παραλία και έκτοτε η περιοχή δεν γνώρισε άλλες καταστροφές από πλημμύρες, σε αντίθεση με τη Βούλα και τη Γλυφάδα.

#### Οκτώβριος 1994

Στις 21 Οκτωβρίου 1994, ο Ποδονίφτης ξεχείλισε στην περιοχή της Νέας Ιωνίας και του Περισσού πνίγοντας 13 ανθρώπους ενώ ανυπολόγιστες ήταν οι υλικές ζημιές. Η δύναμη της βροχής ήταν τέτοια που μέσα σε 1,5 ώρα έπεσαν 70 χιλιοστά βροχής (τα 40 χιλιοστά σε μία ώρα).

Πάνω από 500 οικογένειες έμειναν άστεγες, σχεδόν 400 σπίτια κατέρρευσαν και 4.000 πλημμύρισαν. Μεγάλες ζημιές υπέστη και το κτίριο του ΚΚΕ στον Περισσό όταν η λάσπη κατέστρεψε μέρος των ιστορικών αρχείων του κόμματος που βρίσκονταν στο υπόγειο του κτιρίου αλλά και τις ραδιοφωνικές εγκαταστάσεις του 902 και της Τυποεκδοτικής.

#### Φεβρουάριος 1995

Τον Φεβρουάριο του 1995 έγινε η μεγάλη κατολίσθηση στη Μαλακάσα από τις συνεχείς βροχοπτώσεις. «Ένα ολόκληρο βουνό κατέβηκε προς τη θάλασσα» είπαν τότε οι ειδικοί. Δεν υπήρξαν θύματα, διεκόπη όμως η κυκλοφορία των αυτοκινήτων και των τρένων του ΟΣΕ για μεγάλο χρονικό διάστημα.

#### Ιανουάριος 1996

Τον Ιανουάριο του 1996 το Θριάσιο Πεδίο έγινε απέραντη λίμνη και δύο άνθρωποι πνίγηκαν όταν ο Σαρανταπόταμος (που ξεκινάει από την περιοχή της Μάντρας και φτάνει μέχρι την Χαλυβουργική), υπερχειλίσει και καθώς δεν είχε διέξοδο προς τη θάλασσα, έπνιξε κυριολεκτικά την περιοχή. Δεν ήταν όμως αυτή η πρώτη φορά.

Ο Σαρανταπόταμος είχε επίσης πλημμυρίσει, το 1953, το 1977, το 1978 προκαλώντας μεγάλες ζημιές στην περιοχή του Θριάσιου Πεδίου, ενώ το 1963 ο χειμάρρος Σούρες είχε ξεχειλίσει πνίγοντας πάλι την περιοχή του Θριασίου.

Τον ίδιο χρόνο καταστροφικές πλημμύρες έγιναν στην Κόρινθο όταν υπερχειλίσει ο ποταμός Ξηριάς και στην Ξάνθη διότι υπερχείλισαν οι ξηροπόταμοι της περιοχής. Το ίδιο συνέβη και στην Ηπειρο με τον ποταμό Λούρο, αλλά και στην Αθήνα όπου ο Κηφισός υπερχειλίσει και μία υπόγεια διάβασή του μετετράπη σε ποτάμι. Υπήρξαν και ανθρώπινα θύματα.n

Πηγές:

-

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BB%CE%B7%CE%BC%CE%BC%CF%8D%CF%81%CE%B1>

- <https://www.akinita.com.cy/index.php/el/symvoules-xristika/333-prolipsi-kai-antimetopisi-ton-megalon-katastrofon>

-

[https://www.ekirikas.com/archive\\_greece/arthro/plimmyres\\_stin\\_ellada\\_h\\_istoria\\_epanalambanetai-157635/](https://www.ekirikas.com/archive_greece/arthro/plimmyres_stin_ellada_h_istoria_epanalambanetai-157635/)

## Εικόνες από πλημμύρες





**ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ: Αντωνία Κουλαξουζίδου  
Κατερίνα Καργιώτη**

## **ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ**

### **Ορισμός**

Η **κατολίσθηση** είναι φυσική καταστροφή στην οποία συμβαίνει επικίνδυνη ολίσθηση, η οποία περιλαμβάνει τα πραγματικά στοιχεία του εδάφους, συμπεριλαμβανομένων βράχων, δέντρων, χώματος και γενικότερα οποιουδήποτε συστατικού μπορεί να παρασυρθεί.



Η εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων αποτελεί απόρροια ελλιπούς ευστάθειας των πρηνών έναντι στατικών και σεισμικών φορτίων. Ένα πρηνές μπορεί να αστοχήσει υπό την επίδραση γεωλογικών, μορφολογικών, φυσικών ή ανθρωπογενών παραγόντων, όπως είναι οι [βροχοπτώσεις](#) (η πιο συχνή αιτία), οι [σεισμοί](#), οι [ηφαιστειακές εκρήξεις](#) ή μια γενική αστάθεια του [εδάφους](#). Η **κατολίσθηση λάσπης** ή **λασπολίσθηση** είναι μία ιδιαίτερη κατηγορία κατολισθήσεων, κατά τις οποίες οι έντονες βροχοπτώσεις αναγκάζουν το χαλαρό έδαφος μιας απότομης πλαγιάς να καταρρεύσει και να ολισθήσει προς τα κάτω.

Το μέγεθος των κατολισθήσεων ποικίλλει, όμως πρόκειται για κινήσεις με μεγάλες ποσότητες υλικού, ικανές να προκαλέσουν καταστροφές όπως αποκλεισμός δρόμων μέχρι απώλεια ανθρώπινων ζώων. Συνήθως μια κατολίσθηση διαρκεί από ένα μέχρι δύο λεπτά, ενώ μερικές φορές η [ταχύτητα](#) των μετακινούμενων μαζών φτάνει τα 60 με 150 μέτρα ανά δευτερόλεπτο.

## Πρόληψη

### ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

Περιοχές που ο κίνδυνος εκδήλωσης κατολίσθησης είναι αυξημένος

- Σε περιοχές υφιστάμενων παλαιότερων κατολισθήσεων.
- Πάνω ή στη βάση απότομων πρηνών ή κλιτύων.
- Στη βάση ή την κορυφή επιχωμάτων και εκσκαφών.
- Η ισχυρή ανατάραξη του εδάφους που προκαλείται από τους σεισμούς μπορεί να προκαλέσει κατολισθήσεις ή να εντείνει τις συνέπειές τους.

Ενέργειες πριν την εκδήλωση της κατολίσθησης

- Οι κατολισθήσεις συμβαίνουν συνήθως σε περιοχές που έχουν συμβεί και στο παρελθόν. Ζητήστε πληροφορίες για τις κατολισθήσεις στην περιοχή σας, και ενδεχομένως ζητήστε μια λεπτομερή πραγματογνωμοσύνη της περιοχής του ακινήτου σας.

Εάν η κατοικία σας βρίσκεται εντός περιοχής με αυξημένο κίνδυνο για την εκδήλωση κατολίσθησης ελαχιστοποιείτε τον κίνδυνο πραγματοποιώντας φύτευση των πρηνών που βρίσκονται εντός της ιδιοκτησίας σας και κατασκευάζοντας τοίχους αντιστήριξης

## Αντιμετώπιση

### Ενέργειες κατά την διάρκεια εκδήλωσης κατολισθήσεων

- Απομακρυνθείτε το ταχύτερο δυνατό από την περιοχή εκδήλωσης της κατολίσθησης.
- Αν παραμείνετε στο σπίτι, μετακινηθείτε σε ψηλότερους ορόφους.
- Εάν είναι αδύνατο να απομακρυνθείτε καθίστε στο πάτωμα σε εμβρυακή στάση και προστατέψτε το κεφάλι σας.
- Να είστε έτοιμοι να μετακινηθείτε γρήγορα. Δώστε προτεραιότητα στην ασφάλεια του εαυτού σας και όχι των υπαρχόντων σας.
- Μείνετε σε ετοιμότητα και επαγρύπνηση όταν οδηγείτε. Τα κράσπεδα κατά μήκος των οδών είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε κατολισθήσεις και καταπτώσεις βράχων. Παρατηρείτε με προσοχή το δρόμο για πιθανά σημάδια καθίζησης, κατάρρευσης, καταπτώσεις βράχων κλπ.

### Ενέργειες μετά την εκδήλωση κατολισθήσεων

- Μείνετε μακριά από την περιοχή της κατολίσθησης. Μπορεί να υπάρχει κίνδυνος εκδήλωσης νέας κατολίσθησης.
- Παρακολουθείτε τους τοπικούς ραδιοφωνικούς ή τηλεοπτικούς σταθμούς για τις τελευταίες πληροφορίες σχετικά με την αντιμετώπιση των έκτακτων αναγκών που προέκυψαν από την εκδήλωση της κατολίσθησης.
- Ελέγξτε για τραυματίες και παγιδευμένα άτομα περιμετρικά του χώρου εκδήλωσης της κατολίσθησης, χωρίς να εισέλθετε σε αυτόν. Κατευθύνεται τα σωστικά συνεργεία στις θέσεις των παγιδευμένων.
- Ελέγξτε για βλάβες σε δίκτυα κοινής ωφέλειας, οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο και αναφέρεται τις βλάβες στις αρμόδιες Αρχές.
- Ελέγξτε για ζημιές τα κρίσιμα σημεία για την στατικότητα του σπιτιού σας.

## Αναφορά

Από μεγάλους βράχους «βομβαρδίστηκε» το χωριό Πλωμάρι στη Λέσβο ξημερώματα Σαββάτου 24 Νοεμβρίου, ιδίως το ανατολικό τμήμα του οικισμού, που βρίσκεται κάτω από την απότομη πλαγιά του υψώματος Προφήτης Ηλίας. Δεκατέσσερα σπίτια κρίθηκαν μη κατοικήσιμα. Πρώτες εκτιμήσεις μιλούν για φαινόμενο απότοκο του ισχυρού σεισμού που έπληξε τη νότια Λέσβο τον Ιούνιο του 2017. Το φαινόμενο της κατολίσθησης δίνει συνεχώς το «παρών» στον ελλαδικό χώρο και απαιτεί διαρκή παρακολούθηση, έρευνα και προληπτικά μέτρα.

Στις 8 Νοεμβρίου 2018 αποφασίστηκε προσωρινή διακοπή διέλευσης πλοίων από τον Ισθμό της Κορίνθου λόγω υποχώρησης των πρανών και πτώσης βράχων και χώματος στο νερό της διώρυγας. Στις αρχές Σεπτεμβρίου είχε σημειωθεί κατολίσθηση στην πασίγνωστη παραλία «Ναυάγιο» της Ζακύνθου, ενώ σύμφωνα με εκτιμήσεις του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας τουλάχιστον ακόμη επτά παραλίες στα Ιόνια παρουσιάζουν αυξημένη επικινδυνότητα για κατολισθήσεις, μεταξύ αυτών το Πόρτο Κατσίκι στη Λευκάδα και ο Μύρτος στην Κεφαλονιά.

Μία από τις πιο τραγικές περιπτώσεις κατολίσθησης είναι αυτή που «έθαψε» το Μικρό Χωριό της Ευρυτανίας, στις 13 Ιανουαρίου 1963. Ένα τρομερό βουητό, που έβγαινε μέσα από το βουνό, ακούστηκε λίγο μετά τις 8 το πρωί ως έσχατη προειδοποίηση καθώς η πλαγιά κατρακύλησε καταπλακώνοντας μεγάλο μέρος του χωριού. Ένα τεράστιο κύμα λάσπης, παρασέρνοντας βράχια και δέντρα, σκέπασε τα μισά από τα 150 πέτρινα σπίτια του Μικρού Χωριού. Δεκατρείς άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους. Η αιτία της δραματικής κατολίσθησης εντοπίστηκε, πέρα από το σαθρό του εδάφους, στις διαρκείς βροχοπτώσεις των προηγούμενων μηνών. Η κατολίσθηση, με μικρότερη ένταση, συνεχίστηκε για αρκετές ημέρες. Ένα νέο Μικρό Χωριό ανεγέρθηκε σε κοντινό ασφαλές σημείο, αν και μερικοί κάτοικοι έμειναν στον παλιό οικισμό.

«Οι εδαφικές κινήσεις και τα κατολισθητικά φαινόμενα αποτελούν συχνό φαινόμενο στην Ελλάδα καθώς η εκδήλωσή τους ευνοείται από το γεωτεκτονικό καθεστώς του

ελληνικού χώρου», αναφέρεται σε μελέτη της Επιτροπής Μελέτης της Κλιματικής Αλλαγής με τίτλο «Μεταβολές στην ένταση και την κατανομή των φυσικών καταστροφών» του καθηγητή Γεωλογίας του ΕΚΠΑ Δημήτρη Παπανικολάου και του διδάκτορος Μιχάλη Διακάκη. Όπως σημειώνεται, οι κατολισθήσεις στην Ελλάδα «σε πολλές περιπτώσεις έχουν επιφέρει θανάτους και τραυματισμούς, αλλά και σημαντικές ζημιές σε περιούσιες και υποδομές. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις κατολισθητικών φαινομένων εμφανίζονται στις κεντρικές και δυτικές περιοχές κυρίως γύρω από την οροσειρά της Πίνδου, αλλά και στη βόρεια και δυτική Πελοπόννησο».

## **Οι αιτίες**

Σύμφωνα με παλαιότερη μελέτη του καθηγητή Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών Γεωργίου Κούκη και του Κωνσταντίνου Ζιούρκα οι πέντε κυριότεροι παράγοντες που συμβάλλουν στην εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων είναι η διάβρωση του εδάφους λόγω δημιουργίας ρεμάτων, η αύξηση νερού στους πόρους, η φυσική αποσύνθεση κοκκωδών πετρωμάτων, η λιθολογική σύσταση των σχηματισμών και η βροχοπτώση. Ως πιο συνηθισμένο έναυσμα ξεχωρίζουν οι παρατεταμένες βροχοπτώσεις. Στο 61,4% των περιπτώσεων οι κατολισθήσεις εκδηλώθηκαν σε περιοχές όπου λείπει η βλάστηση, κυρίως λόγω ανθρωπογενών παρεμβάσεων.

Με βάση αυτές τις προσεγγίσεις ενδιαφέρον έχει το ερώτημα εάν η κλιματική αλλαγή, με τις μεταβολές που προκαλεί στην ένταση και τη συχνότητα των βροχοπτώσεων, θα επηρεάσει και πώς το φαινόμενο των κατολισθήσεων. Στην προαναφερθείσα μελέτη καταγράφονται οι τάσεις (με ορίζοντα τη δεκαετία 2040-49) σχετικά με την πιθανότητα υπέρβασης του ορίου βροχοπτώσης, πέραν του οποίου μπορεί να προκληθούν κατολισθήσεις. Αυξημένες πιθανότητες εκτιμούνται σε βορειοδυτική Πελοπόννησο, κεντρική Ελλάδα, βόρεια και κεντρική Εύβοια,

Χαλκιδική και Θράκη. Αντιθέτως, μείωση της πιθανότητας εκτιμάται σε Κρήτη, Δωδεκάνησα και δυτική Μακεδονία.

## Πως δημιουργούνται

Οι δυνάμεις που καθορίζουν αν κάποιο πέτρωμα ενός πρανούς θα κινηθεί ή θα παραμείνει σταθερό είναι: η διατμητική τάση και η διατμητική αντοχή, οι οποίες είναι αντίρροπες μεταξύ τους. Το βάρος ενός πετρώματος επί ενός πρανούς μπορεί να αναλυθεί σε μια συνιστώσα κάθετη στο πρανές, την ορθή τάση και μια συνιστώσα παράλληλη προς το πρανές, τη διατμητική τάση. Η τάση αυτή θα κινούσε το πέτρωμα προς τα κάτω αν αυτό δεν αντιδρούσε με την εσωτερική αντοχή του (διατμητική αντοχή). Αυτή καθορίζεται από την τριβή και την συνεκτικότητα των επί μέρους τμημάτων του πετρώματος ή του αποσαθρωμένου μανδύα.

Οι βασικοί παράγοντες που ρυθμίζουν την ενεργότητα του πρανούς είναι οι ακόλουθοι: 1. Η κλίση του πρανούς. Μεγάλη συχνότητα κατολισθήσεων (65,6%) εντοπίζεται σε περιοχές με έντονο ανάγλυφο ενώ σε περιοχές με ήπιο ανάγλυφο το ποσοστό είναι πολύ μικρό (2,9%). Καθορίζεται από φυσικές αιτίες ή από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Στις φυσικές αιτίες συγκαταλέγονται οι κατακόρυφες τεκτονικές κινήσεις μιας περιοχής, η ποτάμια διάβρωση, καθώς και ο ποτάμιος κυματισμός. Στις ανθρωπογενείς αιτίες περιλαμβάνονται έργα οδοποιίας, μεταλλευτικές δραστηριότητες και άλλα τεχνικά έργα. 2. Η σύσταση και η δομή του πρανούς. Ένα πρανές συγκροτείται συχνά από ένα συνδυασμό πετρωμάτων, αποσαθρωμένου μανδύα και εδάφους με ποικίλες ποσότητες φυτοκάλυψης και ποικίλη περιεκτικότητα σε νερό. Όταν το πρανές δομείται αποκλειστικά από συνεκτικά πετρώματα τότε μπορεί να σχηματίζονται έως και κατακόρυφα πρανή. Κάθε πέτρωμα αφενός μεν αποσαθρώνεται, σχηματίζοντας έναν μανδύα αποσάθρωσης, αφετέρου δε φέρει εσωτερικώς επιφάνειες ασυνέχειας (στρώσεις, διαρρήξεις, φυλλώσεις) που όταν η κλίση τους είναι ομόρροπη με αυτή του πρανούς προκαλούν ολισθήσεις και συμβάλουν στο σχηματισμό των κορημάτων. Η σταθερότητα αυτών των κορημάτων εξαρτάται από το μέγεθος, το σχήμα και τη διάταξη των επί μέρους κλαστικών υλικών τους. Γενικώς κορήματα με μεγάλους, γωνιώδεις και ακανόνιστους κόκκους διατεταγμένους χαοτικώς σχηματίζουν πρανή μεγαλύτερων κλίσεων από ότι κορήματα με μικρούς και αποστρογγυλωμένους κόκκους διατεταγμένους σε παράλληλα επίπεδα.

## ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ





Πηγές: wikipedia

Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας

afrodioikisi.gr, candiadoc.gr, pressing.gr, eleftheriaonline.gr

## ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ: Ελένη Καβουσανού

# ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ

## Ενέργεια

Κάθε φυσικό σύστημα περιέχει (ή εναλλακτικά αποθηκεύει) μία ποσότητα που ονομάζεται **ενέργεια**. Ενέργεια, συνεπώς, είναι η ικανότητα ενός σώματος ή συστήματος να παραγάγει έργο.

Οποιαδήποτε μορφή δράσης από τα παιδικά παιχνίδια μέχρι τη λειτουργία των μηχανών και από το μαγείρεμα τροφών μέχρι τη γραμμή παραγωγής στο εργοστάσιο προϋποθέτει κατανάλωση ενέργειας. Οι πράγματι πολυποίκιλες μορφές ενέργειας βρίσκονται πίσω από την ασύλληπτη ποικιλία των φυσικών φαινομένων.

Η ενέργεια με την οποία τροφοδοτείται ο πλανήτης μας προέρχεται σχεδόν εξ ολοκλήρου από τον Ήλιο.

Η ενέργεια χαρακτηρίζεται, τόσο στη θεωρία όσο και στη πράξη, περισσότερο ως μια λογιστική έννοια, που δίνει τη δυνατότητα πρόβλεψης της εξέλιξης ή της κίνησης ενός συστήματος. Ορίζεται σαν το ποσό του έργου που απαιτείται προκειμένου το σύστημα να

πάει από μια αρχική κατάσταση σε μια τελική. Ακριβώς πόση ενέργεια περιέχεται σε ένα σύστημα μπορεί να υπολογιστεί παίρνοντας το άθροισμα ή το ολοκλήρωμα ενός αριθμού ειδικών εξισώσεων (όπως οι εξισώσεις Λαγκράν ή οι εξισώσεις Χάμιλτον), καθεμιά από τις οποίες δίνει την ενέργεια που έχει αποθηκευτεί κατά έναν ιδιαίτερο τρόπο. Ανάλογα με τον τρόπο που έχει αποκτηθεί, ανταλλαχθεί ή αποθηκευτεί, μπορούμε να μιλήσουμε για πολλές μορφές ενέργειας:

1. Μηχανική ενέργεια, που συνδυάζει την κινητική και τη δυναμική.
2. Ηλεκτρομαγνητική ενέργεια, που συνδυάζει την ηλεκτρική και τη φωτεινή ή ενέργεια ακτινοβολίας,
3. Πυρηνική ενέργεια
4. Θερμική ενέργεια
5. Χημική ενέργεια
6. Υλο-ενέργεια



**Γενικά, η παρουσία της ενέργειας ανιχνεύεται από έναν παρατηρητή κάθε φορά που υπάρχει αλλαγή στις ιδιότητες ενός αντικειμένου ή ενός συστήματος.**

Η κυριότερη ιδιότητά της είναι ότι η συνολική ενέργεια ενός απομονωμένου (κλειστού) συστήματος είναι σταθερή, πρόταση που έχει αποδειχθεί από πλήθος πειραμάτων και χαρακτηρίζεται ως μία από τις πλέον θεμελιώδεις αρχές διατήρησης της φυσικής.

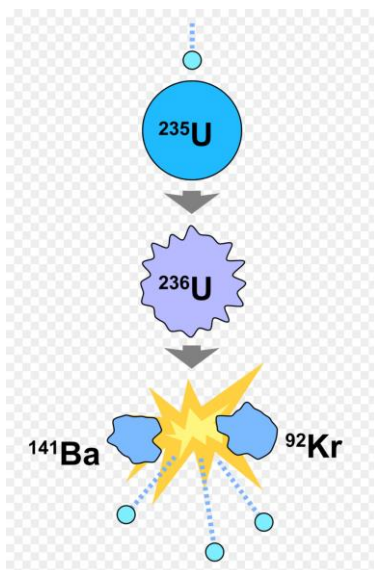
Πλέον, η συζήτηση για την ενέργεια έχει πάρει μια διαφορετική μορφή, για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), το Περιβάλλον καθώς και την Αειφόρο ανάπτυξη.

## Πυρηνική ενέργεια

Πυρηνική ενέργεια ή Ατομική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που απελευθερώνεται όταν μετασχηματίζονται ατομικοί πυρήνες. Είναι δηλαδή η δυναμική ενέργεια που είναι εγκλεισμένη στους πυρήνες των ατόμων λόγω της αλληλεπίδρασης των σωματιδίων που τα συνιστούν. Η πυρηνική ενέργεια απελευθερώνεται κατά τη **σχάση** ή **σύντηξη** των πυρήνων και εφόσον οι πυρηνικές αντιδράσεις είναι ελεγχόμενες (όπως συμβαίνει στην καρδιά ενός πυρηνικού αντιδραστήρα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καλύψει ενεργειακές ανάγκες.



Πυρηνική σχάση ονομάζεται η διαδικασία κατά την οποία ένας ασταθής ατομικός πυρήνας διασπάται (σχάται) σε δυο ή περισσότερους (μικρότερους) πυρήνες και σε μερικά παραπροϊόντα σωμάτια (όπως νετρόνια). Η σχάση αποτελεί μια περίπτωση μεταστοιχείωσης κατά την οποία παράγονται δύο πυρήνες με συγκρίσιμες μάζες. Στα βαρύτερα στοιχεία η σχάση είναι εξώθερμη αντίδραση αποδίδοντας στο περιβάλλον ενέργεια ως ακτινοβολία  $\gamma$  και ως κινητική ενέργεια των θραυσμάτων.

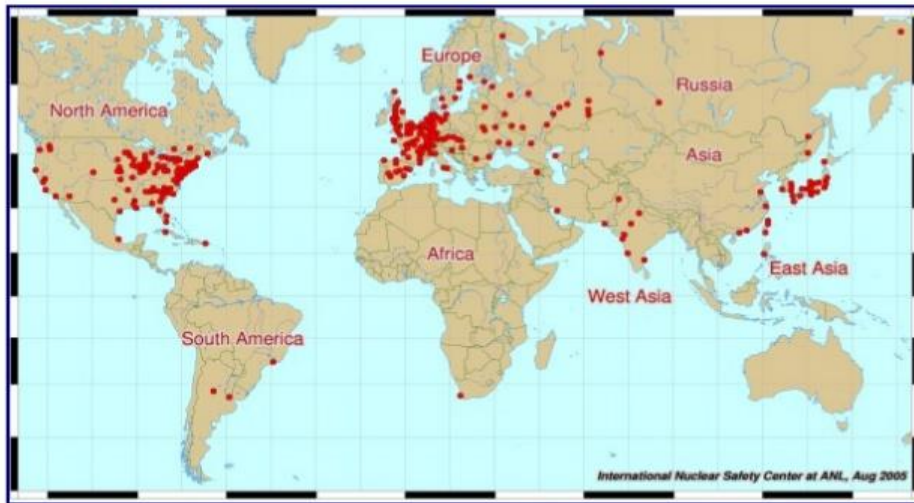


*Παράδειγμα σχάσης που προκλήθηκε από το βομβαρδισμό ενός πυρήνα Ουρανίου-235 με θερμικό νετρόνιο. Από την αντίδραση ελευθερώνονται τρία νετρόνια.*

Η

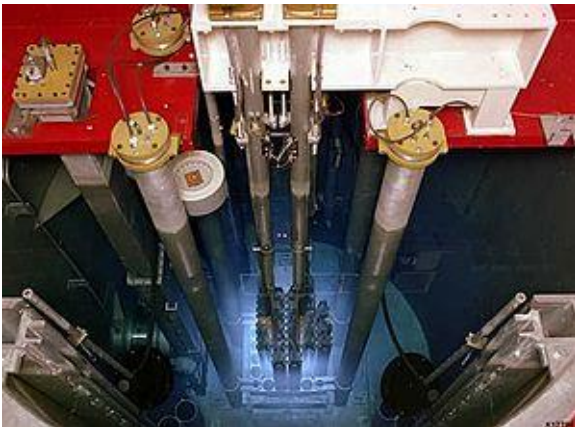
ιστορία της πυρηνικής ενέργειας ξεκινά τη δεκαετία του 1930 με τις αξιοσημείωτες προσπάθειες πολλών επιστημόνων να βομβαρδίσουν με νετρόνια το ουράνιο και συνεχίζεται τη δεκαετία του 1940 με σταθμό το Σχέδιο Μανχάταν, ένα δαπανηρό αμυντικό πρόγραμμα που αναπτύχθηκε από τις ΗΠΑ και είχε ως σκοπό τη δημιουργία ατομικών βομβών κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Η κίνηση αυτή άλλαξε καθοριστικά τον ρου τόσο του πολέμου όσο και της ιστορίας. Η ρίψη των ατομικών βομβών στη Χιροσίμα και το Ναγκασάκι της Ιαπωνίας τον Αύγουστο του 1945, επισφράγισε την ήττα της τελευταίας στο Β' ΠΠ και αναδιαμόρφωσε τους κανόνες του παιχνιδιού συλλήβδην με την εισαγωγή ενός νέου ασύγκριτα καταστροφικού όπλου, αυτού των πυρηνικών.

# Ο ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



## Πυρηνικός αντιδραστήρας

Πυρηνικός αντιδραστήρας ονομάζεται η διάταξη εκείνη εντός της οποίας παράγεται



Εσωτερικό πυρηνικού αντιδραστήρα που εκλύει την χαρακτηριστική γαλάζια ακτινοβολία Cherenkov

ενέργεια με ελεγχόμενη αντίδραση σχάσης. Ο πυρηνικός αντιδραστήρας θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μια μεγάλη δεξαμενή όπου το πυρηνικό καύσιμο υφίσταται πυρηνική σχάση απελευθερώνοντας έτσι θερμότητα. Τα άτομα του εν λόγω καυσίμου, υπό ορισμένες συνθήκες, διασπώνται αυθόρμητα εκπέμποντας νετρόνια, τα οποία στη συνέχεια προκαλούν τη διάσπαση άλλων ατόμων, με τελικό αποτέλεσμα μια γεωμετρικά αυξανόμενη αλυσιδωτή αντίδραση.

Στην καρδιά του αντιδραστήρα φέρονται επιβραδυντικό υλικό και ρυθμιστικές ράβδοι (ή "ράβδοι ελέγχου" ή "ράβδοι ρύθμισης") που συγκρατούν την αλυσιδωτή αντίδραση σε σταθερό ρυθμό έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ομαλή ροή της θερμότητας. Ένα "ψυκτικό μέσο" (που μπορεί να είναι αέριο ή υγρό όπως το νερό) κυκλοφορεί μέσα στον αντιδραστήρα και θερμαίνεται. Στη συνέχεια αυτό οδηγείται σε ένα "εναλλάκτη

θερμότητας" όπου προκαλεί βρασμό σε νερό που υπάρχει εκεί. Ο παραγόμενος ατμός στη συνέχεια θέτει σε κίνηση στρόβιλους που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα αλλά και κινητική ενέργεια (π.χ. πυρηνοκίνητα πλοία).

Ο πυρηνικός αντιδραστήρας εκπέμπει έντονη ακτινοβολία που αξιοποιείται στη παραγωγή ραδιοϊσοτόπων. Η διαρροή της ακτινοβολίας αυτής εμποδίζεται από τα προστατευτικά στρώματα της "θωράκισης" (κελύφους) του αντιδραστήρα. Όλοι όσοι εργάζονται σε τέτοιους χώρους υποχρεούνται να είναι εφοδιασμένοι με ειδικούς φορητούς ανιχνευτές ραδιενέργειας.

## Λειτουργία

Συνοπτικά, σε έναν πυρηνικό αντιδραστήρα σχάσης η ενέργεια που απελευθερώνεται από τη σχάση του πυρηνικού καυσίμου χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού, με τον οποίο τίθεται σε λειτουργία ένας στρόβιλος που με τη σειρά του περιστρέφει μια ηλεκτρογεννήτρια.

Στην πλειοψηφία τους, οι σύγχρονοι πυρηνικοί αντιδραστήρες χρησιμοποιούν ως καύσιμο εμπλουτισμένο ουράνιο ή μεικτό οξειδίο, ενώ κάποιοι χρησιμοποιούν φυσικό ουράνιο (U). Το εμπλουτισμένο ουράνιο, περιέχει το ισότοπο U235 σε μεγαλύτερο ποσοστό από ότι το φυσικό ουράνιο, ενώ το μεικτό οξειδίο εκτός από ουράνιο περιέχει και τα ισότοπα Pu239 και Pu240 του πλουτωνίου. Υπάρχουν και αντιδραστήρες σχάσης που χρησιμοποιούν ως καύσιμα είτε το πλουτώνιο είτε το ισότοπο U233 του ουρανίου.

Το καύσιμο βρίσκεται σε ειδικούς φορείς (*containers*), σε μορφή ράβδων καυσίμου (*fuel pins*). Αυτές οι ράβδοι τοποθετούνται με καθορισμένη διάταξη μέσα στον επιβραδυντή (*moderator*), ο οποίος είναι γραφίτης ή βαρύ ύδωρ και σκοπός του είναι να επιβραδύνει τα νετρόνια που παράγονται από τις σχάσεις. Οι ρυθμιστικές ράβδοι, που χρησιμεύουν στη διατήρηση ενός σταθερού ρυθμού σχάσης, εισέρχονται στον πυρήνα του επιβραδυντή και η θέση τους μεταβάλλεται έτσι ώστε να επιτευχθεί ο επιθυμητός ρυθμός σχάσης· όταν οι ράβδοι είναι βαθύτερα μέσα στον πυρήνα, επιβραδύνουν περισσότερα νετρόνια κι έτσι μειώνεται ο ρυθμός σχάσεων. Το αντίθετο συμβαίνει όταν οι ράβδοι αποσύρονται.

Ένα ψυκτικό υλικό κυκλοφορεί υπό πίεση μέσα στα λεγόμενα "κανάλια" του επιβραδυντή. Σκοπός της κυκλοφορίας του ψυκτικού είναι η απαγωγή της θερμικής ενέργειας και η μεταφορά της σε εναλλάκτη θερμότητας. Ο επιβραδυντής βρίσκεται στο εσωτερικό χαλύβδινου προστατευτικού περιβλήματος, κατασκευασμένου έτσι ώστε να αντέχει στις υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες στο εσωτερικό του αντιδραστήρα. Γύρω από το χαλύβδινο περίβλημα υπάρχει θωράκιση από σκυρόδεμα που εμποδίζει τη ραδιενέργεια να φτάσει στους χειριστές του αντιδραστήρα και το περιβάλλον, τόσο σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας όσο και σε περίπτωση ατυχήματος.

## Πυρηνικό εργοστάσιο

Ένα πυρηνικό εργοστάσιο αποτελείται από τέσσερα κύρια μέρη:

- 1) Τον πυρηνικό αντιδραστήρα
- 2) Τον εναλλάκτη θερμότητας
- 3) Την τουρμπίνα ατμού
- 4) Τον πύργο ψύξης.



Πυρηνικό εργοστάσιο

Στον πυρηνικό αντιδραστήρα υπάρχουν οι ράβδοι ελέγχου, ο μηχανισμός κίνησης, η είσοδος του καυσίμου.

Ο πυρηνικός αντιδραστήρας συνδέεται με τον εναλλάκτη θερμότητας μέσω αγωγών(σωλήνων). Εναλλάκτης θερμότητας ονομάζεται η συσκευή που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά της θερμικής ενέργειας μεταξύ δύο ρευστών διαφορετικής θερμοκρασίας.

Τα σημερινά πυρηνικά εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής χρησιμοποιούν θερμικούς πυρηνικούς αντιδραστήρες. Μόνο στη Γαλλία πρόσφατα άρχισα να λειτουργούν ταχείς αναπαραγωγικοί αντιδραστήρες. Οι τελευταίοι έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν σαν καύσιμο όλο το φυσικό ουράνιο, ενώ οι θερμικοί χρησιμοποιούν μόνο το ουράνιο-235 που στο φυσικό ουράνιο περιέχεται σε αναλογία 0,7%.

Οι θερμικοί αντιδραστήρες έχουν ένα ακόμη μειονέκτημα, χρειάζεται να εμπλουτιστεί το ισότοπο 235 του ουρανίου για να μπορέσει να ανάψει, να πολλαπλασιαστεί δηλαδή τον αριθμό των νετρονίων. Ο εμπλουτισμός είναι ιδιαίτερα πολυδάπανη υπόθεση και λίγα τέτοια εργοστάσια υπάρχουν στο κόσμο.

Μερικοί αντιδραστήρες χρησιμοποιούν βαρύ νερό αποφεύγοντας έτσι τον εμπλουτισμό. Δυστυχώς η παραγωγή του νερού αυτού είναι αρκετά πολυδάπανη υπόθεση. Το σχάσιμο υλικό στους πυρηνικούς αντιδραστήρες περιβάλλεται από ειδικό κράμα μετάλλου ώστε να μην δυνατή η διαφυγή των προϊόντων της σχάσης στο υπόλοιπο μέρος της καρδιάς. Στο εσωτερικό του πυρηνικού αντιδραστήρα ο πυρήνας του ατόμου βομβαρδίζεται απο νετρόνια. Μέσω αυτών των βομβαρδισμών γίνεται μια αλυσιδωτή αντίδραση η οποία παράγει θερμότητα. Αν η σχάση του ουρανίου γίνεται ανεξέλεγκτα, τεράστια ποσότητα ενέργειας θα απελευθερωθεί μέσα στον αντιδραστήρα, θα υπερθερμανθεί το νερό, θα βράσει και μια μεγάλη έκρηξη ατμού θα συμβεί, επιτρέποντας ραδιενεργά υλικά να βγούν στο περιβάλλον. Για να μην συμβεί λοιπόν κάτι τέτοιο, χρησιμοποιούνται ράβδοι γραφίτη, οι οποίες ελέγχουν την αλυσιδωτή αντίδραση. Όσο πιο πολύ τις έχουμε βυθισμένες στο νερό του αντιδραστήρα, τόσο περισσότερο ελέγχεται (σταματά ή είναι ελεγχόμενη) η αντίδραση.

Αυτή είναι η λειτουργία ενός πυρηνικού αντιδραστήρα και έτσι παράγεται η θερμική ενέργεια.

Το απιονισμένο νερό μέσω των αγωγών μεταφέρεται στον εναλλάκτη της θερμότητας. Στον εναλλάκτη θερμότητας αυξάνεται η θερμοκρασία και δημιουργούνται ατμοί. Οι ατμοί αυτοί μεταφέρονται στην τουρμπινα ατμού όπου η θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική. Η κινητική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ακι χρησιμοποιείται. Το απιονισμένο νερό που απομένει μέσω αγωγών μεταφέρεται στον πύργο ψύξης έτσι ώστε να ξαναγίνει η διαδικασία.

Συνοψίζοντας, τα στάδια παραγωγής πυρηνικής ενέργειας είναι τα παρακάτω:

### 1ο στάδιο:Νερό

Το νερό υπο πίεση μαζί με τον επιβραδυντή εκτοξεύονται μέσα στον πυρήνα του αντιδραστήρα. Η θερμοκρασία ανεβαίνει εκατοντάδες βαθμούς.

### 2ο στάδιο:Ατμός

Ο ατμός που παράγεται διοχετεύεται σε έναν εναλλάκτη όπου θερμαίνει νερό μέχρι να το μετατρέψει και αυτό σε ατμό.

### 3ο στάδιο:Ηλεκτρισμός

Ο ατμός περνά από τους στροβίλους και τους θέτει σε κίνηση. Οι στροβίλοι στη συνέχεια κινούν τη γεννήτρια η οποία παράγει ηλεκτρισμό.

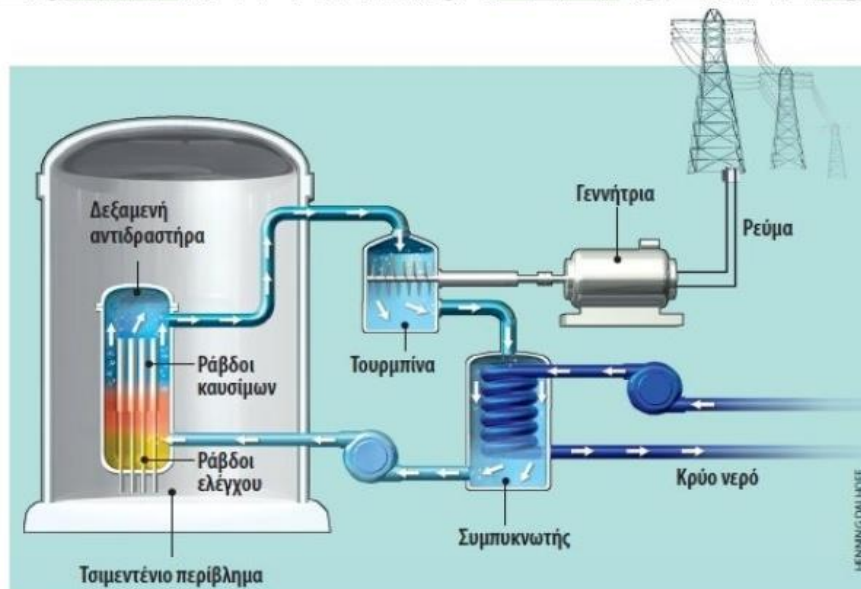
### 4ο στάδιο: Ανακύκλωση

Ατμός συμπυκνώνεται μέσω ενός συστήματος ψύξης ώστε να χρησιμοποιηθεί ξανά.

### 5ο στάδιο: Μεταφορά

Πριν μεταφερθεί ο ηλεκτρισμός ένας μετασχηματιστής αυξάνει την τάση του.

## ΔΟΜΗ ΠΥΡΗΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ



**Πυρηνικό ατύχημα** ονομάζεται το σοβαρότατο ατύχημα κατά το οποίο λιώνει κυριολεκτικά ο πυρήνας ενός αντιδραστήρα.

Τέτοιο ατύχημα μπορεί να συμβεί όταν ξεφύγει από τον έλεγχο η αλυσιδωτή αντίδραση που συμβαίνει στο εσωτερικό ενός πυρήνα αντιδραστήρα ή ακόμη και όταν δεν λειτουργεί

αποτελεσματικά το σύστημα ψύξης αυτού και που έχει ως αποτέλεσμα αυτός να λιώσει από την υπερθέρμανση. Επακόλουθο είναι ο πυρήνας του αντιδραστήρα είτε να εκραγεί, είτε να καεί και μαζί και η θωράκιση αυτού με απρόβλεπτες πλέον συνέπειες τόσο εγγύς του αντιδραστήρα όσο και σε μεγάλες αποστάσεις απ' αυτόν από την έκλυση, απελευθέρωση ραδιενέργειας.

Ολική τέτοια κατάρρευση δεν έχει σημειωθεί εκτός από μερική κατάρρευση που σημειώθηκε σε αρκετά τέτοια ατυχήματα κυρίως σε "πυρηνικούς σταθμούς ισχύος".

Μετά το ατύχημα του Τσέρνομπιλ, οι αρχές της Γαλλίας προχώρησαν στη δημιουργία ενός συστήματος που περιέγραφε το βαθμό επικινδυνότητας πυρηνικών συμβάντων. Πάνω σ' αυτό το σύστημα η Διεθνής Οργάνωση Ατομικής Ενέργειας δημιούργησε την Διεθνή Κλίμακα Πυρηνικών Γεγονότων (Δ.Κ.Π.Γ) που χρησιμοποιείται από το 1990. Αρχικά, η χρήση της περιοριζόταν σε συμβάντα εντός πυρηνικών σταθμών παραγωγής ενέργειας, αλλά από το 2006 επεκτάθηκε σε όλο τον κύκλο της πυρηνικής βιομηχανίας, όπως μεταφορά, αποθήκευση και χρήση ραδιολογικών υλικών, με την εξαίρεση των στρατιωτικών εφαρμογών.

Πρόκειται για μια κλίμακα 7 επιπέδων στην οποία τα χαμηλότερα επίπεδα 1, 2 και 3 χαρακτηρίζονται ως συμβάντα και τα τέσσερα υψηλότερα ως ατυχήματα. Γεγονός ή σσονος σημασίας χαρακτηρίζεται εκτροπή ή παρέκκλιση και ταξινομείται στο επίπεδο 0. Το μέγιστο στην κλίμακα είναι το 7 και ονομάζεται μεγάλο ατύχημα ή σε κάποιες γλώσσες καταστροφικό ατύχημα. Μέχρι σήμερα, έχουν συμβεί 6 πυρηνικά ατυχήματα που κατατάσσονται στα 4 υψηλότερα επίπεδα στα οποία θα αναφερθούμε αναλυτικά.

| Διεθνής Κλίμακα Πυρηνικών Γεγονότων |   |
|-------------------------------------|---|
| Επίπεδο                             | Χαρακτηρισμός                                   |
| 7                                   | Καταστροφικό ατύχημα                            |
| 6                                   | Σοβαρό ατύχημα                                  |
| 5                                   | Ατύχημα με ευρύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις |
| 4                                   | Ατύχημα με τοπικές επιπτώσεις                   |
| 3                                   | Σοβαρό συμβάν                                   |
| 2                                   | Συμβάν  |
| 1                                   | Ατυχεσία  |
| 0                                   | Εκτροπή   |

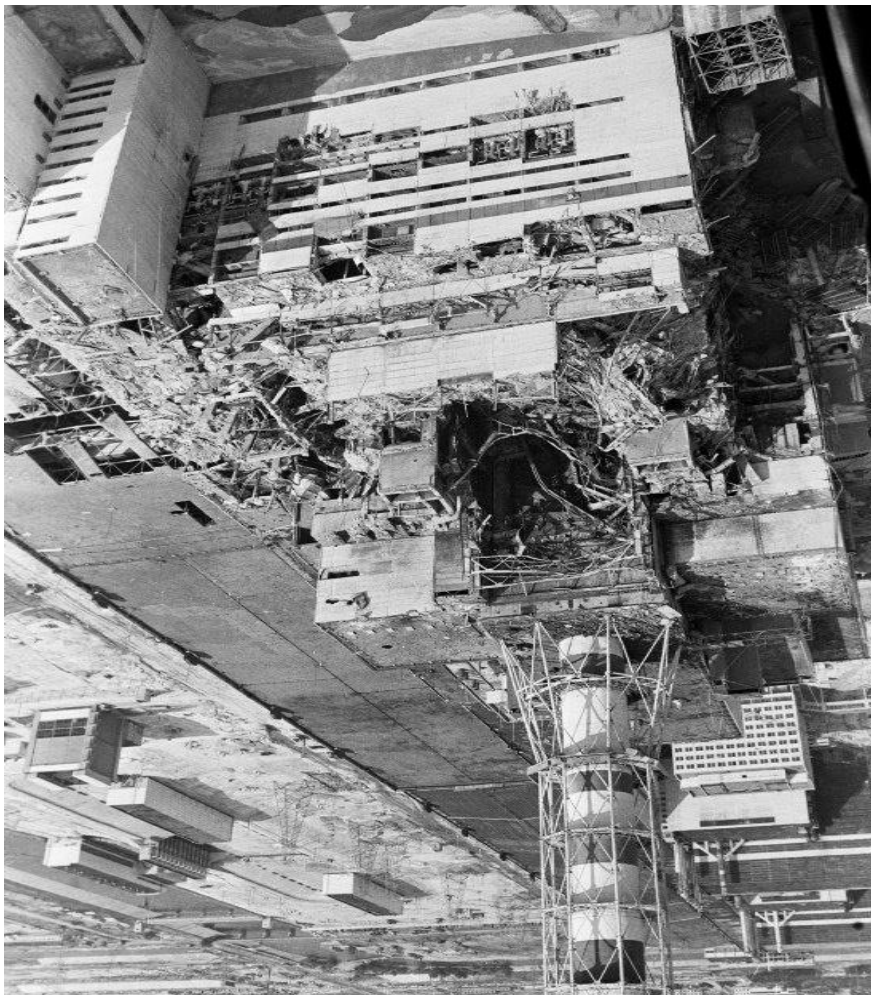
**Πυρηνικά**

**ατυχήματα επιπέδου 7**

**Τσέρνομπιλ, Ουκρανία**

Το πυρηνικό δυστύχημα του Τσερνόμπιλ έλαβε χώρα στις 26 Απριλίου του 1986, στον αντιδραστήρα αρ. 4 του Πυρηνικού Σταθμού Παραγωγής Ενέργειας του Τσερνόμπιλ της Σοβιετικής Ένωσης, ο οποίος σήμερα βρίσκεται σε εδάφη της Ουκρανίας. Το ατύχημα ήταν της τάξης του μέγιστου προβλεπόμενου ατυχήματος στην Διεθνή Κλίμακα Πυρηνικών Γεγονότων, διατάραξε σοβαρότατα τις οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες που επικρατούσαν στις γύρω περιοχές και είχε σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην υγεία.

Από το ατύχημα πέθαναν επιτόπου 2 από τους εργάτες του σταθμού. Μέσα σε τέσσερις μήνες, από τη ραδιενέργεια και από εγκαύματα λόγω της θερμότητας, πέθαναν 28 πυροσβέστες που έσπευσαν στο χώρο του ατυχήματος και διαπιστώθηκαν 19 επιπλέον θάνατοι ως το 2004 . Επιπλέον, υπολογίζεται ότι επηρεάστηκε η υγεία εκατοντάδων χιλιάδων ανθρώπων εξαιτίας της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος με ραδιενέργεια.



Φωτογραφία του κατεστραμμένου αντιδραστήρα νούμερο 4 από τον πυρηνικό σταθμό του Τσερνομπίλ (Απρίλιος του 1986).

Οι

ποσοστιαίες αυξήσεις των καρκίνων ήταν άνω του 15% στους πληθυσμούς που εκτέθηκαν, με χιλιάδες θανάτους από καρκίνο και λευχαιμία να συνδέονται με το ατύχημα.

Η καταστροφή που προκάλεσε το ατύχημα φάνηκε από τις μετέπειτα συνέπειες του: ο χώρος εκκενώθηκε, έγινε μια μεγάλη διαρροή ραδιενέργειας, πολλοί άνθρωποι εκτέθηκαν σε ραδιενέργεια και εργάτες εγκατέλειψαν τον τόπο εργασίας τους.

Τα Μέσα Ενημέρωσης αργότερα αναφέρθηκαν στο περιστατικό ως μια καταστροφή ευρείας κλίμακας, αναφερόμενα σε αυτό ως πυρηνικό ατύχημα και επίσης εκτίμησαν ότι η ζημιά που προκλήθηκε στο Τσερνόμπιλ είχε καταστροφικές συνέπειες και για την υπόλοιπη Ευρώπη.

### **Αίτια του ατυχήματος**

Το ατύχημα στο Τσερνόμπιλ προήλθε από μια σειρά μη προβλεπόμενων χειρισμών και λαθών, και οφείλεται σε μεγάλο βαθμό σε σχεδιαστικές ατέλειες του αντιδραστήρα RBMK-1000, που χρησιμοποιούσε το εργοστάσιο.

Σύμφωνα με την επανεκτίμηση του ατυχήματος από τη Διεθνή Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας που έγινε το 1992 (INSAG-7), οι ακόλουθοι παράγοντες μπορεί να προκάλεσαν το Πυρηνικό Ατύχημα στο Τσερνόμπιλ:

- Ο αντιδραστήρας είχε επικίνδυνα μεγάλο θετικό συντελεστή κενού. Ο συντελεστής κενού εκφράζει τον τρόπο με τον οποίο συμπεριφέρεται ο αντιδραστήρας όταν στο νερό ψύξης που έχει στο εσωτερικό του δημιουργηθούν φυσαλίδες ατμού. Οι περισσότεροι αντιδραστήρες έχουν αρνητικό συντελεστή κενού, όμως οι αντιδραστήρες γραφίτη -όπως αυτό του Τσερνόμπιλ- έχουν θετικό συντελεστή.
- Πιο σημαντικό σφάλμα θεωρείται η χρήση γραφίτη στο άκρο των ράβδων ελέγχου. Με τον σχεδιασμό αυτό, όταν οι ράβδοι κατεβαίνουν από την ανώτατη δυνατή θέση, η ισχύς τους αντιδραστήρα αυξάνει για μερικά δευτερόλεπτα. Οι χειριστές του αντιδραστήρα δεν ήταν ενήμεροι για αυτή την συμπεριφορά
- Ο σχεδιασμός των αντιδραστήρων RBMK-1000 παρουσίαζε και άλλες ελλείψεις και ελαττώματα, και δεν συμμορφωνόταν με τα αποδεκτά



επίπεδα



Πανοραμική φωτογραφία από την έκρηξη στο εργοστάσιο λίγο μετά την έκρηξη. Ο καπνός φαίνεται από αυτή τη λήψη από αεροπλάνο.

ασφαλείας για τους πυρηνικούς  
αντιδραστήρες.

## Επιπτώσεις

### Τοπικές επιπτώσεις

Το πυρηνικό ατύχημα στο Τσερνόμπιλ, είχε σημαντικές επιπτώσεις στην Σοβιετική Σοσιαλιστική Δημοκρατία της Ουκρανίας (ΣΣΔΟ – Ουκρανία από τις 24 Αυγούστου του 1991) και στην ευρύτερη περιοχή της ΕΣΣΔ. Σοβιετικοί και άλλοι επιστήμονες κατέγραψαν τα δεδομένα για τη μόλυνση του αέρα, των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, των προϊόντων της καλλιέργειας, των τροφίμων και των κατοικημένων περιοχών της ΣΣΔΟ, της Σοβιετικής Σοσιαλιστικής Δημοκρατίας της Λευκορωσίας (ΣΣΛΛ) και της Ρωσικής Σοβιετικής Ομοσπονδιακής Σοσιαλιστικής Δημοκρατίας (ΡΣΟΣΔ). Ο συστηματικός έλεγχος για τη μόλυνση από ραδιενέργεια συνεχίστηκε και μετά την πτώση της Σοβιετικής Ένωσης και συνεχίζεται και σήμερα. Τα αποτελέσματα συγκεντρώνει και δημοσιοποιεί μεταξύ άλλων και η Διεθνής Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας, ανά πέντε ή δέκα έτη.



Οι μετρήσεις περιλάμβαναν δειγματοληψία του εδάφους, των αγροτικών προϊόντων, του κρέατος, του γάλακτος, του νερού και του αέρα. Στο έδαφος γινόταν διαχωρισμός ανάλογα με το αν ήταν σε περιοχές με καλλιεργήσιμα εδάφη, με ένα ή πολλά είδη καλλιέργειας, με το αν είχαν πληγεί άμεσα από τη ραδιενέργεια και με το αν κατοικούσαν ή ήταν περιοχές φυσικού περιβάλλοντος. Για τα δείγματα που προέρχονταν από το έδαφος

περιοχών εκτός των καλλιεργήσιμων, λαμβάνονταν αρχικά μετρήσεις της ακτινοβολίας γάμμα που υποδείκνυαν αν υπάρχει εκεί θερμό σημείο, που θα υποδήλωνε συσσώρευση της ραδιενεργού δράσης στην περιοχή αυτή με εμφάνιση οξείας κορυφής. Αν εμφανιζόταν θερμό σημείο η περιοχή θεωρείτο ακατάλληλη για δειγματοληψία και επιλεγόταν άλλη περιοχή οπότε και λαμβάνονταν ένα με έξι δείγματα για αυτήν. Αυτή η μέθοδος που περιλάμβανε τη σκόπιμη παράλειψη των θερμών σημείων κρίθηκε ανεπαρκής για τη δειγματοληψία του εδάφους όπου υποτίθεται ότι τα θερμά σημεία θεωρούνται περιορισμένης έκτασης και μεγέθους που δεν υπερβαίνει τα λίγα μέτρα. Όμως, ακόμη και στην Πολωνία, το 1986, βρέθηκαν θερμά «σημεία» δεκάδων έως και εκατοντάδων μέτρων με δεκαπλάσια ποσά ραδιενέργειας από τις γύρω περιοχές.

### **Απαγορευμένη Ζώνη**

Η ζώνη εφαρμόστηκε λίγο μετά την καταστροφή του Τσερνόμπιλ το 1986 για να βοηθήσει στην εκκένωση του τοπικού πληθυσμού και στην αποτροπή εισόδου στην σημαντικά μολυσμένη περιοχή. Η τοποθεσία γύρω από το χώρο του ατυχήματος χωρίστηκε σε τέσσερις ομόκεντρες ζώνες ανάλογα με το βαθμό επικινδυνότητας. Κάθε οικιστική, πολιτική και επαγγελματική δραστηριότητα είναι απαγορευμένη και ποινικοποιημένη μέσα στη τέταρτη και πιο επικίνδυνη ζώνη, ακτίνας 30 χιλιομέτρων. Η μόνη επίσημη εξαίρεση είναι η λειτουργία του πυρηνικού σταθμού στο Τσερνόμπιλ και τις επιστημονικές εγκαταστάσεις που σχετίζονται με τις έρευνες για την ασφάλεια της πυρηνικής ενέργειας.

**Η χλωρίδα και η πανίδα στην περιοχή επηρεάστηκαν σημαντικά μετά το ατύχημα. Πευκοδάση στην περιοχή καταστράφηκαν από τη ραδιενέργεια, ενώ υπήρξαν αναφορές και για μεταλλάξεις σε ζώα, με μόνη επιστημονική καταγραφή τον μερικό αλμπινισμό στα χελιδόνια. Τα τελευταία χρόνια υπάρχουν αναφορές ότι η άγρια ζωή στην περιοχή γνωρίζει ιδιαίτερη ανάπτυξη λόγω της έλλειψης του ανθρώπινου παράγοντα. Εντούτοις επιστημονικές έρευνες αντικρούουν αυτές τις αναφορές, ισχυριζόμενες ότι τα επίπεδα ραδιενέργειας έχουν σημαντική επίπτωση σε άγρια ζώα και φυτά.**

Η περιοχή είναι επίσης γεμάτη με νεκροταφεία οχημάτων (περισσότερα από 800) γεμάτα από μολυσμένα στρατιωτικά οχήματα και ελικόπτερα. Δεκάδες ποταμόπλοια και φορτηγίδες σκουριάζουν σε εγκαταλελειμμένα λιμάνια.

## **Πληθυσμός**

Ως αποτέλεσμα του ατυχήματος 237 άνθρωποι υπέφεραν από οξείας μορφής μόλυνση από ραδιενέργεια, από τους οποίους 31 πέθαναν μέσα στους πρώτους τρεις μήνες. Οι περισσότεροι ήταν πυροσβέστες και διασώστες, οι οποίοι δεν ήταν πλήρως ενημέρωτοι για τους κινδύνους που διέτρεχαν. 135.000 άνθρωποι εκκένωσαν την περιοχή, 50.000 από αυτούς κάτοικοι του Πριπυάτ. Ο συνολικός αριθμός των θανάτων στην περιοχή είναι δύσκολο να καθοριστεί επακριβώς λόγω της μυστικοπάθειας του τότε καθεστώτος, η οποία οδήγησε σε ελλιπή καταγραφή των σχετικών στατιστικών στοιχείων.

## **Επιπτώσεις στην υπόλοιπη Ευρώπη**

Το ατύχημα στο Τσερνόμπιλ είχε επιπτώσεις στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης, με τη δυτική, ανατολική και βόρεια Ευρώπη να δέχεται το μεγαλύτερο ποσοστό ραδιενεργών ισοτόπων (περισσότερα από τα μισά ραδιενεργά σωματίδια που απελευθερώθηκαν από το ατύχημα κατέληξαν σε περιοχές εκτός ΕΣΣΔ). Πρώην Γιουγκοσλαβία, Φινλανδία, Σουηδία, Γερμανία, Βουλγαρία, Νορβηγία, Ρουμανία, Αυστρία και Πολωνία δέχθηκαν η κάθε μια περισσότερα από ένα πεταμπεκερέλ (1015 Bq) καισίου 137. Η περιοχή που μολύνθηκε με πάνω από 4.000 Bq/m<sup>2</sup> καλύπτει το 40% της επιφάνειας της Ευρώπης, ενώ το 2,3% δέχτηκε πάνω από 40.000 Bq/m<sup>2</sup>. Υπολογίζεται ότι από τη συνολική δόση ραδιενέργειας που έλαβε ο πληθυσμός της γης λόγω του ατυχήματος, το 36% αντιστοιχεί στους κατοίκους Ρωσίας, Ουκρανίας και Λευκορωσίας και το 53% στους υπόλοιπους Ευρωπαίους.



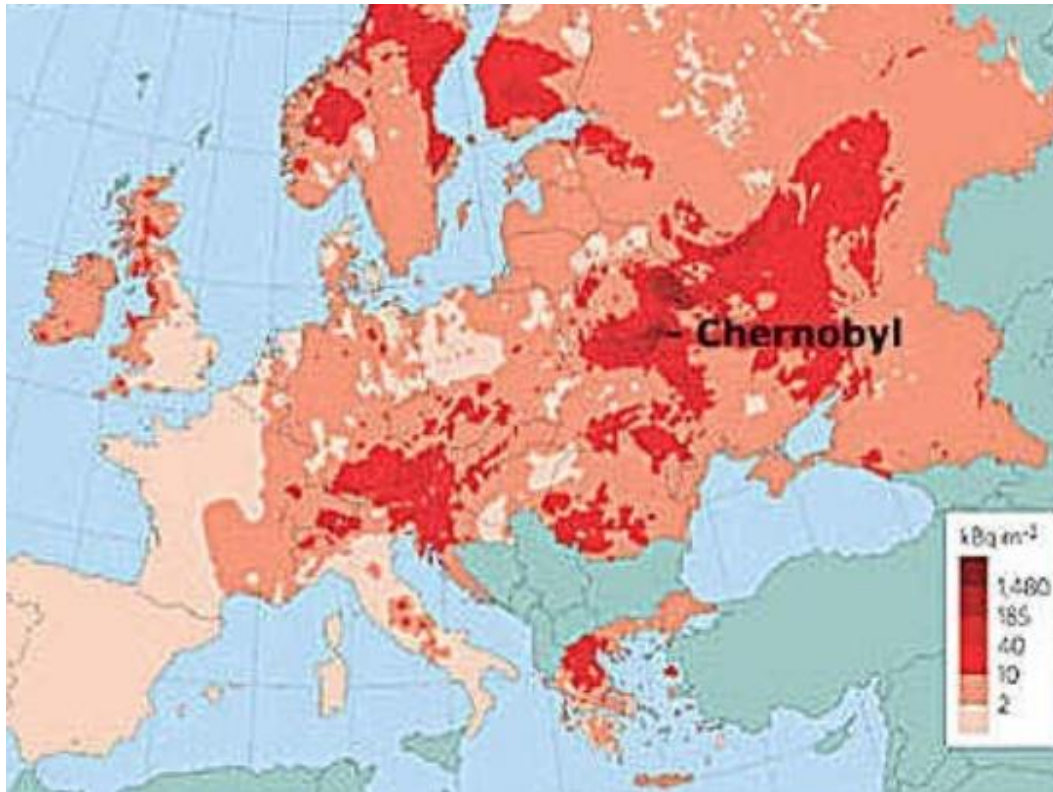
Παιδί πίνει

ιώδιο ενάντια στην ραδιενέργεια σε κλινική στη Βαρσοβία (30 Απριλίου 1986)

Ακόμα και σήμερα υπάρχουν περιορισμοί στη διακίνηση τροφίμων σε χώρες της Ευρώπης:

- **Στο Ηνωμένο Βασίλειο υπάρχουν περιορισμοί σε 374 φάρμες με 200.000 πρόβατα.**
- Σε Σουηδία και Νορβηγία υπάρχουν περιορισμοί για ζώα που βρίσκονται σε ελεύθερο περιβάλλον (ανάμεσά τους και οι τάρανδοι).
- Στη Γερμανία αλλά και σε άλλες βορειοευρωπαϊκές χώρες ανιχνεύονται υψηλά ποσοστά καισίου 137 σε άγρια ζώα, όπως αγριόχοιρους (μέσα επίπεδα 6.800 Bq/kg, δέκα φορές υψηλότερα από το όριο ασφαλείας της Ευρωπαϊκής Ένωσης στα 600 Bq/kg).

Εκτιμάται ότι περισσότερο από το μισό του ιωδίου 131 που διέφυγε από το Τσερνόμπιλ κατέληξε εκτός ΕΣΣΔ. Το ραδιενεργό ιώδιο προκαλεί αύξηση των περιπτώσεων καρκίνου του θυρεοειδούς και σύμφωνα με εκτιμήσεις, παρουσιάστηκε αύξηση αυτής της μορφής καρκίνου σε Ηνωμένο Βασίλειο και Τσεχία, χρειάζονται όμως περισσότερες έρευνες για να υπάρξει συνολική εικόνα για την Ευρώπη. Κάποιες άλλες μελέτες αναφέρουν επίσης αύξηση της παιδικής λευχαιμίας σε Δυτική Γερμανία, Ελλάδα και Λευκορωσία. Έχοντας υπόψη ότι τα περισσότερα είδη καρκίνου χρειάζονται 20 με 60 χρόνια μεταξύ έκθεσης στο αίτιο και εκδήλωσης της ασθένειας, είναι προφανές ότι είναι ακόμα νωρίς για να εκτιμήσουμε τις πραγματικές διαστάσεις των επιπτώσεων του ατυχήματος.



Η εξάπλωση της  
ραδιενέργειας από το ατύχημα

## Επιπτώσεις στην Ελλάδα

Μέρος του ραδιενεργού νέφους από το Τσερνόμπιλ έφτασε και στην Ελλάδα μετά από μερικές μέρες. Προκλήθηκε πανικός στον ελληνικό πληθυσμό, συγκεκριμένα σχετικά με την ασφάλεια των τροφίμων, με τον κρατικό μηχανισμό να κάνει συστάσεις για αποφυγή του φρέσκου γάλακτος και το καλό πλύσιμο φρούτων και λαχανικών από τις 5 Μαΐου και μετά. Το ραδιενεργό νέφος επηρέασε κυρίως την Βόρεια Ελλάδα και τη Θεσσαλία, όπου χρόνια αργότερα ανιχνεύονταν ποσά ραδιενέργειας υψηλότερα του κανονικού. Μετρήσεις που έγιναν το 1996 έδειξαν εκπομπές καισίου στα 65 κιλομπεκερέλ ανά τετραγωνικό μέτρο με το όριο επικινδυνότητας να βρίσκεται στα 5 κιλομπεκερέλ. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία δεν παρατηρήθηκε αύξηση στη συχνότητα της λευχαιμίας, εκτός από τη σπάνια βρεφική λευχαιμία, αλλά ούτε και στον καρκίνο του θυρεοειδούς. Από την άλλη όμως υπολογίζεται από έρευνα της Ελληνικής Ψυχιατρικής Εταιρείας ότι έγιναν περίπου 2.500 τεχνητές εκτρώσεις το 1986 από γονείς οι οποίοι φοβήθηκαν τις πιθανές επιπτώσεις της ραδιενέργειας στο έμβρυο. Επίσης ιατρικοί κύκλοι αποδίδουν 1500 περιπτώσεις καρκίνου (τη δεκαετία 1986-1996) που δεν δικαιολογούνταν από το ιστορικό του ασθενούς, σε πιθανές επιπτώσεις του Τσερνόμπιλ.

## Σημερινή κατάσταση

Τον Σεπτέμβριο του 2007 η Ουκρανία ενέκρινε την κατασκευή ενός ατσάλινου κελύφους πάνω από τον αντιδραστήρα, σε αντικατάσταση της υπάρχουσας σαρκοφάγου, η οποία κινδυνεύε από κατάρρευση. Το κέλυφος το οποίο κατασκευάστηκε από τον όμιλο γαλλικών εταιρειών Novarka, κοστίζει 432 εκ. ευρώ (κατ' άλλες πηγές 505 εκ. ευρώ), με το κόστος να καλύπτεται από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Ανοικοδόμησης και Ανάπτυξης και διεθνείς χορηγούς. Η τοξωτή κατασκευή είχε πλάτος 257 μέτρων, ύψος 105 μέτρων και μήκος 150 μέτρων και χρειάστηκαν 58 μήνες για την ολοκλήρωσή της. Η νέα σαρκοφάγος κατασκευάστηκε σε σχετική απόσταση από τον αντιδραστήρα και μόλις ολοκληρώθηκε μετακινηθεί πάνω σε ράγες προς την τελική της θέση, πάνω από την προϋπάρχουσα σαρκοφάγο. Μετά το πέρας της κατασκευής ξεκίνησε η αποδόμηση του πυρήνα.

Στις 10 Ιουλίου 2019 παραδόθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση επίσημα η νέα ασφαλής σαρκοφάγος, η οποία καλύπτει τον τέταρτο πυρηνικό αντιδραστήρα του πυρηνικού σταθμού του Τσερνόμπιλ, ανακοίνωσε η αντιπροσωπεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην Ουκρανία.

## Φουκουσίμα, Ιαπωνία

Τα πυρηνικά ατυχήματα στον σταθμό Φουκουσίμα 1 το 2011 αφορούν στη σειρά των καταστροφικών γεγονότων στη μονάδα παραγωγής ενέργειας Φουκουσίμα 1 στην Ιαπωνία την άνοιξη του 2011 και αποτελούν μία από τις πιο σημαντικές οικολογικές επιβαρύνσεις από καταστροφή πυρηνικών εγκαταστάσεων που έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα.

Οι καταστροφές προέκυψαν ως ακολουθία του γεγονότος του μεγάλου σεισμού της 11ης Μαρτίου στο Σεντάι και του τσουνάμι που τον ακολούθησε. Τις μέρες μετά τα γεωλογικά συμβάντα, σημειώθηκαν εκρήξεις σε αντιδραστήρες του σταθμού και καταγράφηκε διαρροή μεγάλης ποσότητας ραδιενέργειας στο περιβάλλον. Κύρια αιτία που συνέτεινε στην καταστροφή στις εγκαταστάσεις ήταν η μη λειτουργία του συστήματος ψύξης των αντιδραστήρων, ως ακόλουθο του ανεπαρκούς σχεδιασμού προστασίας για περίπτωση φυσικής καταστροφής τέτοιου μεγέθους.

Επιπλέον παράγοντες που συνετέλεσαν στα πυρηνικά ατυχήματα ήταν η κακή κατάσταση των αντιδραστήρων, (παλαιότητα, ρωγμές, προηγούμενα ατυχήματα που συγκαλύφθηκαν) και η αύξηση της παραγωγής (καταπόνηση), με ταυτόχρονες οικονομικές περικοπές (ανεπαρκής συντήρηση) εις βάρος της ασφάλειας. Το συγκεκριμένο εργοστάσιο ήταν προγραμματισμένο να τεθεί εκτός λειτουργίας στις αρχές του 2011 έχοντας ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής του αλλά πήρε δεκαετή παράταση λειτουργίας ένα μήνα πριν την καταστροφή.



Φουκοσίμα

## Πυρηνικά ατυχήματα επιπέδου 6

### Κιστίμ, Ρωσία

**Η καταστροφή στην πόλη Κιστίμ ( Kyshtym) στις 29 Σεπτεμβρίου 1957 και συγκεκριμένα στις πυρηνικές εγκαταστάσεις Mayak, όπου λειτουργούσε η μεγαλύτερη μονάδα παραγωγής πλουτωνίου στη Ρωσία, είναι η μοναδική στη σύγχρονη ιστορία που κατατάσσεται μία κατηγορία κάτω από τού ύψιστο επίπεδο προβλεπόμενου ατυχήματος της Διεθνούς Κλίμακας Πυρηνικών Γεγονότων, δηλαδή στο επίπεδο 6. Αποτελεί το τρίτο σοβαρότερο πυρηνικό ατύχημα που σημειώθηκε ποτέ, όμως παράλληλα αποτελεί και ένα πυρηνικό ατύχημα που για χρόνια περιβαλλόταν από πέπλο μυστηρίου, αφού η Σοβιετική Ένωση δεν ήθελε να γίνει γνωστό πως είχε δημιουργήσει μία τόσο εξελιγμένη μονάδα πλουτωνίου.**

Το περιστατικό συνέβη στην Ozyorsk, στην ευρύτερη περιοχή Chelyabinsk, μια κλειστή πόλη που χτίστηκε γύρω από το εργοστάσιο Mayak, όπου ζούσαν τουλάχιστον 270.000 άνθρωποι. Καθώς μέχρι το 1994 η πόλη δεν υπήρχε στους χάρτες, η πυρηνική καταστροφή πήρε το όνομά της από την πλησιέστερη πόλη, την Κιστίμ.

Η έκρηξη εκτιμάται ότι είχε δύναμη περίπου 70-100 τόνων TNT. Λίγα 24ωρα πριν, το σύστημα ψύξης σε μία από τις δεξαμενές, που περιείχαν περίπου 70-80 τόνους υγρών ραδιενεργών αποβλήτων, κατέρρευσε και δεν επισκευάστηκε. Η θερμοκρασία σε αυτή άρχισε να αυξάνεται, με αποτέλεσμα τη χημική έκρηξη των αποβλήτων, που αποτελούνταν κυρίως από νιτρικό αμμώνιο και οξικά άλατα.

Τουλάχιστον 22 χωριά, με συνολικό πληθυσμό 10.000 ανθρώπων, εκτέθηκαν σε ακτινοβολία από την καταστροφή. Μάλιστα, λόγω της μυστικότητας που περιέβαλε τις επιχειρήσεις στη Mayak, οι εν λόγω πληθυσμοί δεν ενημερώθηκαν για το ατύχημα και την



ανάγκη εκκένωσης των χωριών παρά μόνο μία εβδομάδα αργότερα. Μελέτη που διεξήχθη από το Ινστιτούτο Βιοφυσικής του Υπουργείου Υγείας της ΕΣΣΔ διαπίστωσε πως 8.015 άτομα έχασαν τη ζωή τους 32 χρόνια μετά το ατύχημα, λόγω αιτιών που συνδέονται με την πυρηνική καταστροφή.



## **Πυρηνικά ατυχήματα επιπέδου 5**

### **Ουίντσκείλ(Windscale) Αγγλία**



Το δυστύχημα συνέβη στις 10 Οκτωβρίου 1957 στ πυρηνικό εργοστάσιο της κομητείας Cumberland, στη Βορειοδυτική Αγγλία. Πρόκειται για το πιο σοβαρό πυρηνικό ατύχημα που σημειώθηκε στη χώρα. Η φωτιά που ξέσπασε στον πυρήνα του αντιδραστήρα, οδήγησε σε περιορισμένη απελευθέρωση ραδιενέργειας. Η φωτιά έκαιγε ανεξέλεγκτη για 16 ολόκληρες ώρες. Συνεπεία του ατυχήματος, η κυβέρνηση απαγόρευσε για ένα μήνα την πώληση του

γάλακτος από γειτονικές γεωργικές εκμεταλλεύσεις. Εκείνη την εποχή, η βρετανική κυβέρνηση κυκλοφόρησε μόνο πρόχειρες λεπτομέρειες του ατυχήματος, σε μια προσπάθεια να μειώσει στα μάτια του κόσμου τη σοβαρότητα του. Ο μολυσμένος αντιδραστήρας σφραγίστηκε μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1980, όταν άρχισε η εκκαθάριση.

## **Θρι Μάιλ Άιλαντ(Three Mile Islan), ΗΠΑ**

Πρόκειται για το πιο καταστροφικό ατύχημα στην ιστορία των ΗΠΑ. Στις 28 Μαρτίου 1979, μια μικρή υδραυλική βλάβη προκάλεσε την υπερθέρμανση του πυρήνα του αντιδραστήρα, η θερμοκρασία του οποίου έφτασε τους 2.3710 Κελσίου. Μελέτες που έγιναν, δεν κατέδειξαν συσχέτιση με ενδεχόμενα περιστατικά καρκίνου. Ωστόσο, το ατύχημα επέδρασε καταλυτικά στη στάση των πολιτών απέναντι στην πυρηνική ενέργεια, καθώς τότε δεν έχει εγκρίθηκε ούτε ένας πυρηνικός σταθμός.



## **Πυρηνικά ατυχήματα επιπέδου 4**

### **Τοκαίμουρα, Ιαπωνία**

Το ατύχημα συνέβη στις 30 Σεπτεμβρίου 1999, καθώς εργάτες αναμίγνυαν υγρό ουράνιο σε ακατάλληλη δεξαμενή. Περίπου 100 άνθρωποι που ζούσαν κοντά στο σταθμό νοσηλεύτηκαν για έκθεση σε ακτινοβολία, ενώ περισσότεροι από 150

**αναγκάστηκαν να εκκενώσουν την περιοχή σε μια ακτίνα 300 μέτρων από το εργοστάσιο.**

## **Πλεονεκτήματα της πυρηνικής ενέργειας**

Τα πλεονεκτήματα της πυρηνικής ενέργειας είναι πολυάριθμα και αφορούν κατά κύριο λόγο την μεγάλη ποσότητα του ουρανίου στη φύση, το χαμηλό κόστος παραγωγής του ουρανίου και λειτουργίας του πυρηνικού αντιδραστήρα, τη μικρή επίδρασή της στο περιβάλλον, την ενεργειακή ανεξαρτησία που προσφέρει στις χώρες που τη διαθέτουν, καθώς και την μικρή πιθανότητα ατυχήματος αν ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα προστασίας. Πιο αναλυτικά, τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα παρουσιάζονται παρακάτω:

**Αφθονία Ουρανίου:** Το ουράνιο (U<sup>92</sup>) είναι ένα χημικό στοιχείο που προσφέρεται σε τεράστιες ποσότητες στη φύση. Χαρακτηριστικά εκτιμάται ότι η ποσότητά του είναι χίλιες φορές μεγαλύτερη από το χρυσό. Το γεγονός αυτό δεν το καθιστά ανανεώσιμη αλλά εναλλακτική πηγή ενέργειας. Για να αξιοποιηθεί και να μετατραπεί σε ενέργεια το ουράνιο, λαμβάνει χώρα ο κύκλος του πυρηνικού καυσίμου, με την εξής σειρά: εξόρυξη, συμπύκνωση και εμπλουτισμός για τη μετατροπή του ουρανίου σε καύσιμο, κατασκευή ράβδων καυσίμου και χρήση τους στον πυρηνικό αντιδραστήρα για την παραγωγή ενέργειας, απόσυρση, προσωρινή αποθήκευση, ανακύκλωση ή τελική επεξεργασία. Παρόλο που είναι ορυκτό στοιχείο, η αφθονία του ουρανίου του δίνει πλεονέκτημα σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα και κυρίως το πετρέλαιο του οποίου οι αποδεδειγμένες πηγές δεν ξεπερνούν τα 40 χρόνια.

**Αξιοπιστία:** Λόγω της υψηλής διαθεσιμότητά του ως στοιχείο, το ουράνιο χαρακτηρίζεται ως αξιόπιστο προς μετατροπή καύσιμο σε αντίθεση με τη διαλείπουσα φύση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Πράγματι, για να είναι αποδοτική η ηλιακή ενέργεια χρειάζεται να έχει ήλιο. Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και με την αιολική ενέργεια, όπου η ύπαρξη του ανέμου είναι απαραίτητη προϋπόθεση *sine qua non* για να κινηθεί η τουρμπίνα και να παραχθεί ενέργεια από τη μετατροπή της κινητικής σε ηλεκτρική. Επειδή κανένας από τους δύο παράγοντες δεν μπορεί να προβλεφθεί εκ των προτέρων, η πυρηνική ενέργεια κερδίζει έδαφος.

**Περιβαλλοντική Ασφάλεια:** Σε αντίθεση με τα συμβατικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούν καύσιμα, όπως το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και το κάρβουνο, οι πυρηνικοί σταθμοί έχουν μικρή περιβαλλοντική επίδραση.

Αρχικά, από τον πυρηνικό αντιδραστήρα δεν εκλύονται τα επιβλαβή αέρια του θερμοκηπίου, δηλαδή διοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του θείου, του αζώτου και μεθάνιο, που συμβάλλουν στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή. Οι μόνες εκπομπές αερίων, που σχετίζονται με την παραγωγή πυρηνικής ενέργειας, λαμβάνουν χώρα κατά το πρώτο και δεύτερο στάδιο του κύκλου πυρηνικού

καυσίμου, δηλαδή την εξόρυξη και συμπύκνωση του ουρανίου καθώς και την κατασκευή πυρηνικών αντιδραστήρων. Συνολικά, οι εκπομπές αερίων από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από πυρηνικούς αντιδραστήρες υπολογίζονται στο 16% αυτών που εκπέμπονται από συμβατικά εργοστάσια που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα.

Πέρα από τη χαμηλή ρύπανση του αέρα, τα πυρηνικά εργοστάσια κατά τη διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δε ρυπαίνουν το νερό της θάλασσας. Τα ύδατα που εκχέονται από πυρηνικούς σταθμούς είναι ασφαλή αφού λειτουργούν ως ψυκτικό μέσο στον κύκλο παραγωγής ενέργειας χωρίς ωστόσο να έρχονται σε επαφή με το νερό που χρησιμοποιείται εντός του πυρηνικού αντιδραστήρα. Το γεγονός αυτό τα καθιστά απαλλαγμένα από ακτινοβολία και λοιπούς επιβλαβείς ρύπους. Τέλος, δεν τίθεται σε κίνδυνο η τοπική υδρόβια ζωή ενώ παράλληλα διατηρούνται η πανίδα και η χλωρίδα της εκάστοτε περιοχής.

Για τους παραπάνω λόγους, οι υποστηρικτές της πυρηνικής ενέργειας την χαρακτηρίζουν ως πράσινη και καθαρή. Παρουσιάζεται δε, ως αποτελεσματικό μέσο για την επίτευξη των στόχων της Συμφωνίας του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή, δηλαδή τη διατήρηση της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη στους 2 βαθμούς Κελσίου μέσω της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

**Χαμηλό κόστος:** Οι υποστηρικτές της πυρηνικής ενέργειας τονίζουν το μειωμένο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με πυρηνικό καύσιμο. Το κόστος του πυρηνικού καυσίμου ανά KWh, δηλαδή ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας, είναι πολύ χαμηλό συγκριτικά με το αντίστοιχο κόστος της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα.

Χαρακτηριστικά, σύμφωνα με έρευνα της Βασιλικής Ακαδημίας της Βρετανίας για το 2014, η ενέργεια που παράγουν τα πυρηνικά εργοστάσια κοστίζει 0,156 ευρώ ανά KWh. Η ενέργεια που παράγουν εργοστάσια με φυσικό αέριο κοστίζει 0,249 ευρώ και με άνθρακα 0,228 ευρώ ανά KWh. Λαμβάνοντας υπόψη μόνο το κόστος παραγωγής της, χωρίς τις εξωτερικότητες [10], η πυρηνική ενέργεια δύναται να συγκριθεί με το αντίστοιχο κόστος στις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας. Ακόμη, το κόστος λειτουργίας σε αντίθεση με το κόστος συντήρησης ή αποκατάστασης ενός ατυχήματος στην πυρηνική ενέργεια είναι χαμηλό σε σχέση με τις τεχνολογίες ανανεώσιμων μορφών ενέργειας όπως τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

**Υψηλή ενεργειακή πυκνότητα:** Ένα δισκίο πυρηνικού καυσίμου διαμέτρου δύο εκατοστών παράγει την ίδια ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που αποδίδει 1,5 τόνοι άνθρακα. Μία ποσότητα ουρανίου μικρότερη σε μέγεθος από μία μπάλα γκολφ αρκεί για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ολόκληρης της ζωής του μέσου ανθρώπου. Το ισοδύναμο της ενέργειας αυτής είναι 56 βυτιοφόρα φυσικού αερίου, 800 σάκοι κάρβουνου σε μέγεθος ελέφαντα ή μία ανανεώσιμη μπαταρία ύψους 16 ουρανοξυστών.

**Ενεργειακή ανεξαρτησία:** Η πυρηνική ενέργεια διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας της χώρας που την παράγει. Πέρα από τη γεωπολιτική της σημασία, η πυρηνική ενέργεια προσφέρει αυτονομία έναντι των ενεργειακών κρίσεων που εμφανίζονται διαρκώς και οδηγεί σε απεξάρτηση από τρίτες χώρες για εισαγωγή

ορυκτών καυσίμων. Όπως είναι γνωστό, η πλειονότητα των συμβατικών καυσίμων όπως το κάρβουνο, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο βρίσκονται σε χώρες που χαρακτηρίζονται από πολιτική αστάθεια. Έτσι λοιπόν, η διασφάλιση της προσφοράς ενέργειας από πόρους προερχόμενους από το εσωτερικό, αποτελεί μία πρόκληση με στόχο όχι μόνο τη μείωση εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα, αλλά και από εισαγωγές από τρίτες χώρες.

**Χαμηλή πιθανότητα ατυχήματος:** Στη σημερινή εποχή με την εξέλιξη της τεχνολογίας, τη βελτίωση της τεχνογνωσίας και την κατανόηση των λαθών και κυρίως ατυχημάτων του παρελθόντος, οι καινούριοι πυρηνικοί σταθμοί φέρουν μια σειρά από αυστηρά μέτρα ασφαλείας που αποτελούν ισχυρό μέσο αποτροπής ατυχημάτων, αλλά παράλληλα διασφαλίζουν και την προστασία των ανθρώπων και του περιβάλλοντος σε περίπτωση που αυτά συμβούν.

## **Μειονεκτήματα της πυρηνικής ενέργειας**

Οι πολέμιοι της πυρηνικής ενέργειας αν και αναγνωρίζουν εν μέρει τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει υπογραμμίζουν τα μειονεκτήματα της. Οι αρνητικές πτυχές της σχετίζονται με το κόστος κατασκευής και συντήρησης του πυρηνικού εργοστασίου, τη διαχείριση των πυρηνικών αποβλήτων, τις ανεξέλεγκτες περιβαλλοντικές συνέπειες από πιθανό ατύχημα, όπως επίσης και τον κίνδυνο εξάπλωσης των πυρηνικών όπλων. Με περισσότερες λεπτομέρειες:

**Κόστος:** Η διεθνής βιβλιογραφία σχετικά με το κόστος της πυρηνικής ενέργειας είναι αμφίσημη. Όταν γίνεται αναφορά στο γεγονός ότι η πυρηνική ενέργεια είναι φτηνή αναφερόμαστε στο κόστος καυσίμου ανά κιλοβατώρα. Τι γίνεται όμως με το κόστος διάλυσης, απόσυρσης και θέσης εκτός λειτουργίας ενός πυρηνικού αντιδραστήρα; Με τη διαχείριση των ραδιενεργών αποβλήτων; Τα ασφάλιστρα για τη μεταφορά του φορτίου είναι υπέρογκα. Ένα μεγάλο ποσοστό του κόστους της πυρηνικής ηλεκτρικής ενέργειας οφείλεται στα επιπρόσθετα μέτρα πρόληψης πιθανών κινδύνων, στην ελαχιστοποίηση της πιθανότητας ατυχήματος, όπως επίσης και στην ετοιμότητα αντιμετώπισης των συνεπειών σε περίπτωση ατυχήματος από τυχόν σεισμό ή άλλη φυσική καταστροφή.

Όλα τα παραπάνω μπορούν να φτάσουν στο 50% της τιμής κατασκευής ενός νέου πυρηνικού εργοστασίου. Γι' αυτό πολλά πυρηνικά εργοστάσια επειδή εκ των πραγμάτων δεν μπορούν να κλείσουν εγκαταλείπονται ανενεργά και κατασκευάζονται νέα. Λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής και συντήρησης τους, τα πυρηνικά εργοστάσια χρειάζονται διαρκείς επιχορηγήσεις για να διατηρήσουν την ανταγωνιστικότητά τους στην αγορά.

**Πυρηνικά απόβλητα:** Το πιο σημαντικό πρόβλημα της πυρηνικής ενέργειας είναι η παραγωγή ραδιενεργών αποβλήτων στην προτελευταία φάση του κύκλου του πυρηνικού καυσίμου. Η διαχείριση και εναπόθεση τους αποτελεί τη μεγαλύτερη πρόκληση για την πυρηνική βιομηχανία. Σε μη ελεγχόμενες καταστάσεις μπορούν να προκαλέσουν αρκετά προβλήματα στο ανθρώπινο είδος και στο φυσικό περιβάλλον λόγω της τοξικότητας της

ραδιενέργειας. Η δράση τους ποικίλλει και γι' αυτό διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες χαμηλής, μέσης και υψηλής ραδιενέργειας. Τα πυρηνικά κατάλοιπα στους πυρηνικούς αντιδραστήρες πρέπει να αποθηκευτούν με ασφάλεια έτσι ώστε να μην υπάρχει περίπτωση περιβαλλοντικής ρύπανσης. Οι επιλογές διαχείρισης των πυρηνικών αποβλήτων συνοψίζονται ως εξής: προσωρινή αποθήκευση, ταφή σε υπόγειους χώρους ή κάτω από τη θάλασσα ή εναπόθεση τους στο διάστημα όπως και επεξεργασία και ανακύκλωση για δημιουργία σχάσιμου υλικού. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος είναι αφού περιβληθούν με γυαλί και στρώματα χάλυβα και τσιμέντου να ταφούν στο έδαφος σε βάθος μεγαλύτερο από χίλια μέτρα. Επίσης, υπάρχουν περιπτώσεις που είτε βυθίζονται στον πάτο της θάλασσας είτε αποστέλλονται στο διάστημα. Όλες οι μέθοδοι ενέχουν κινδύνους και θα πρέπει να πληρούν τα πρότυπα της Κοινής Σύμβασης για την ασφαλή διαχείριση αναλωθέντων καυσίμων και ραδιενεργών αποβλήτων του Διεθνούς Οργανισμού Ατομικής Ενέργειας.

**Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από πιθανό πυρηνικό ατύχημα:** Σε παλιά πυρηνικά εργοστάσια τα οποία δεν έχουν κατασκευασθεί με τις προβλεπόμενες – απαραίτητες υποδομές ασφαλείας ή δεν συντηρούνται σωστά, ενδέχεται να σημειωθούν ατυχήματα με καταστροφικές συνέπειες, τόσο μεγάλες που καταρρίπτουν όλα τα προαναφερθέντα οφέλη της πυρηνικής ενέργειας. Συνεπώς, δημιουργούνται σοβαρότατες ανησυχίες για την ασφαλή λειτουργία των πυρηνικών εργοστασίων, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το απαιτούμενο κόστος για τα συστήματα αποτροπής ατυχημάτων.

Από τα ατυχήματα που έχουν λάβει χώρα, τα τρία με το σοβαρότερο κόστος σε ανθρώπινες ζωές και τις δυσμενέστερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, από την απελευθέρωση ραδιενέργειας ήταν: Three Mile Island (1979), Chernobyl (1986) και Fukushima (2011).

**Διάδοση όπλων και εκμετάλλευσή τους από τρομοκρατικές ομάδες:** Τα πυρηνικά όπλα λειτουργούν με βάση την πυρηνική σχάση ή την πυρηνική σύντηξη. Στα πυρηνικά όπλα σχάσης, που λέγονται και ατομικές βόμβες, η αλυσιδωτή αντίδραση είναι ανεξέλεγκτη. Πιο καταστροφικά όμως, θεωρούνται τα πυρηνικά όπλα σύντηξης, δηλαδή οι βόμβες υδρογόνου. Λόγω της σημαντικής στρατιωτικής ισχύος που μπορούν να προσδώσουν τα πυρηνικά όπλα σε όποιον τα κατέχει, ο έλεγχός τους αποτελεί υψίστης σημασίας ζήτημα. Σε κάθε περίπτωση, θεωρείται κρίσιμο η τεχνογνωσία κατασκευής τους να μην περιέλθει στα χέρια των τρομοκρατικών οργανώσεων, ενδεχόμενο που θα είχε ολέθριες συνέπειες.

## **Πρόληψη πυρηνικών ατυχημάτων**

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπιστεί ομοιόμορφη προσέγγιση αναφορικά με την πυρηνική ασφάλεια, δεδομένου ότι ένα πυρηνικό ατύχημα θα μπορούσε να έχει αρνητικές συνέπειες για τις χώρες σε ολόκληρη την Ευρώπη αλλά και πέραν αυτής.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπιστεί ομοιόμορφη προσέγγιση αναφορικά με την πυρηνική ασφάλεια, δεδομένου ότι ένα πυρηνικό ατύχημα θα μπορούσε να έχει αρνητικές συνέπειες για τις χώρες σε ολόκληρη την Ευρώπη αλλά και πέραν αυτής.

Η Οδηγία 2009/71/Ευρατόμ του Συμβουλίου υποχρεώνει τα κράτη μέλη να δημιουργήσουν και να διατηρήσουν ένα εθνικό πλαίσιο για την πυρηνική ασφάλεια. Η εν λόγω οδηγία αντικατοπτρίζει τις διατάξεις της βασικής διεθνούς πράξεως στον τομέα της πυρηνικής ασφάλειας και ειδικότερα της Σύμβασης για την Πυρηνική Ασφάλεια, καθώς και των θεμελιωδών αρχών ασφάλειας που καθορίστηκαν από τον Διεθνή Οργανισμό Ατομικής Ενέργειας (ΔΟΑΕ).

Το πυρηνικό ατύχημα της Φουκουσίμα στην Ιαπωνία, το 2011, ανανέωσε το διεθνές ενδιαφέρον για τα μέτρα που απαιτούνται για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου και την εξασφάλιση των πιο υψηλών επιπέδων πυρηνικής ασφάλειας. Με βάση τα συμπεράσματα του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου της 24-25 Μαρτίου 2011, οι αρμόδιες εθνικές ρυθμιστικές αρχές, από κοινού με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στο πλαίσιο της Ομάδας Ευρωπαϊκών Ρυθμιστικών Αρχών σε θέματα Πυρηνικής Ασφάλειας (ENSREG), πραγματοποίησαν το 2011 και 2012 σε όλους τους πυρηνικούς σταθμούς στην Ευρωπαϊκή Ένωση αξιολογήσεις κινδύνων και ασφάλειας (προσομοιώσεις ακραίων καταστάσεων, stress tests). Στις αξιολογήσεις αυτές συμμετείχαν επίσης πλήρως και γειτονικές χώρες, όπως η Ελβετία και η Ουκρανία.

Ο στόχος των αξιολογήσεων αυτών ήταν να ελεγχθεί κατά πόσο τα πρότυπα ασφάλειας που χρησιμοποιούνται στους πυρηνικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής είναι επαρκή ακόμα και στην περίπτωση απρόβλεπτων ακραίων καιρικών φαινομένων. Συγκεκριμένα, οι προσομοιώσεις κάλυψαν την ικανότητα των πυρηνικών εγκαταστάσεων να αντέχουν σε βλάβες από φυσικούς ή ανθρωπογενείς κινδύνους, όπως οι σεισμοί, οι πλημμύρες, τρομοκρατικές επιθέσεις ή συγκρούσεις αεροσκαφών.

Οι αξιολογήσεις κινδύνων και ασφάλειας έδειξαν ότι τα πρότυπα ασφάλειας των πυρηνικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής στην Ευρώπη είναι γενικά σε υψηλό επίπεδο, όμως έγιναν και συστάσεις για περαιτέρω βελτιώσεις. Επιπλέον, οι ρυθμιστικές αρχές πυρηνικής ασφάλειας των κρατών μελών κατάρτισαν εθνικά σχέδια δράσης, τα οποία έχουν αξιολογηθεί από ανεξάρτητους εμπειρογνώμονες από κράτη μέλη της ΕΕ και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Η Ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής που αφορά τη συνολική αξιολόγηση των κινδύνων και της ασφάλειας (προσομοίωση ακραίων καταστάσεων) των πυρηνοληκτρικών σταθμών στην Ευρωπαϊκή Ένωση και τις συναφείς δραστηριότητες είναι διαθέσιμη εδώ. Διαθέσιμη είναι και η τελική έκθεση της ομάδας ENSREG (Απρίλιος 2012), όπως επίσης και οι εκθέσεις όλων των χωρών (της ΕΕ και γειτονικών) που συμμετείχαν στις αξιολογήσεις αυτές.

Με βάση τις πιο πάνω προσομοιώσεις ακραίων καταστάσεων, τα διδάγματα από το πυρηνικό ατύχημα στη Φουκουσίμα και τις απαιτήσεις ασφάλειας της Δυτικοευρωπαϊκής Ένωσης Ρυθμιστικών Αρχών για τα Πυρηνικά (Western European Nuclear Regulators Association, WENRA) και του Διεθνούς Οργανισμού Ατομικής Ενέργειας (ΙΑΕΑ), η ΕΕ τροποποίησε με την Οδηγία 2014/87/Ευρατόμ του Συμβουλίου της 8ης Ιουλίου 2014 περί θεσπίσεως κοινοτικού πλαισίου για την πυρηνική ασφάλεια πυρηνικών εγκαταστάσεων την παλαιότερη σχετική Οδηγία 2009/71/Ευρατόμ.

Η νέα Οδηγία απαιτεί από τις χώρες της ΕΕ να δώσουν ύψιστη προτεραιότητα στην πυρηνική ασφάλεια σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής των πυρηνικών σταθμών παραγωγής

ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό περιλαμβάνει τη διενέργεια αξιολογήσεων ασφάλειας πριν την κατασκευή νέων σταθμών πυρηνικής ενέργειας και τη διενέργεια σημαντικών βελτιώσεων ασφάλειας για τους παλαιούς αντιδραστήρες.

Συγκεκριμένα, η Οδηγία:

- ενισχύει το ρόλο των εθνικών ρυθμιστικών αρχών εξασφαλίζοντας την ανεξαρτησία τους από τις εθνικές κυβερνήσεις. Τα κράτη μέλη θα πρέπει να διασφαλίσουν την ουσιαστική ανεξαρτησία των ρυθμιστικών αρχών από αθέμιτες επιρροές κατά τη διαδικασία λήψης ρυθμιστικών αποφάσεων, στις οποίες να παρέχονται τα κατάλληλα μέσα και αρμοδιότητες για την ορθή άσκηση των καθηκόντων που τους ανατίθενται. Ειδικότερα, η ρυθμιστική αρχή πρέπει να έχει επαρκείς νομικές εξουσίες, επαρκή στελέχωση και επαρκείς οικονομικούς πόρους για την ορθή εκτέλεση των αρμοδιοτήτων που της έχουν ανατεθεί.
- δημιουργεί ένα σύστημα αξιολόγησης από ομοτίμους (peer-reviews). Τα κράτη μέλη επιλέγουν κάθε έξι χρόνια ένα κοινό θέμα σχετικό με την πυρηνική ασφάλεια και οργανώνουν εθνική αξιολόγηση στο θέμα αυτό. Στη συνέχεια τα κράτη μέλη υποβάλλουν τα αποτελέσματα της αξιολόγησής τους σε άλλα κράτη μέλη για επανεξέταση. Τα πορίσματα αυτών των αξιολογήσεων από ομοτίμους δημοσιοποιούνται.
- απαιτεί την επαναξιολόγηση της ασφάλειας για όλα τα πυρηνικά εργοστάσια τουλάχιστον μία φορά κάθε 10 χρόνια.
- προωθεί τη διαφάνεια απαιτώντας από τους διαχειριστές των πυρηνικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας να προβαίνουν σε ενημέρωση του κοινού, τόσο σε περιόδους κανονικής λειτουργίας όσο και σε περίπτωση ατυχήματος.

Ένας πυρηνικός αντιδραστήρας, εξάλλου, πρέπει να πληρεί τα απαραίτητα μέτρα, ώστε να μην είναι δυνατή η διαφυγή των ραδιενεργών προϊόντων της σχάσης προς το περιβάλλον. Οι ανωτέρω απαιτήσεις επιβάλλουν τη μεσολάβηση τριών τουλάχιστον συστημάτων θωράκισης ανάμεσα στο πυρηνικό καύσιμο και στο περιβάλλον, που κατά σειρά ξ επένδυση του πυρηνικού καυσίμου, το περίβλημα της καρδιάς του αντιδραστήρα(βιολογική θωράκιση) και το κτίριο-περίβλημα της όλης εγκατάστασης.

## **Αντιμετώπιση πυρηνικού ατυχήματος**

- Επίπεδα ραδιενέργειας: Εκπαίδευση προσωπικού σε θέματα ραδιενέργειας.
- Απαραίτητος εξοπλισμός για το προσωπικό του εργοστασίου σε περίπτωση διαφυγήραδιενέργειας (προστατευτικές στολές, μάσκες, κ.τ.λ)
- Να ακολουθηθεί μόνο τις οδηγίες που θα δοθούν από τις αρμόδιες Αρχές, διά των μέσων μαζικής ενημέρωσης και των μέσων κοινωνικής δικτύωσης.
- Οι αρμόδιες αρχές αναλαμβάνουν να περιορίσουν τις ζημιές.
- Έλεγχος πυρκαγιάς.



- Εκκένωση των περιοχών γύρω απο την εγκατάσταση του εργοστασίου, ανάλογα με τα επίπεδα διαφυγής ραδιενέργειας.
- Απομάκρυνση Καταλοίπων.

## **ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ: Κωνσταντίνα Δουβίτσα**

Πηγές:el.wikipedia.org

mlsi.gov.cy

Slideshare.net

noesis.edu.gr

community.gr

enikos.gr

egeorgoudis.gr

[lifo.gr](http://lifo.gr)

[insideoutborders.com](http://insideoutborders.com)

Ant1news.gr, άρθρο Παπαντωνάκη Χάρις, μέλος της SAFIA( Φοιτητική Οργάνωση Διεθνών Σχέσεων, Μη κερδοσκοπική Οργάνωση) ερευνήτρια στην υποομάδα Περιβάλλον & Ενέργειας.