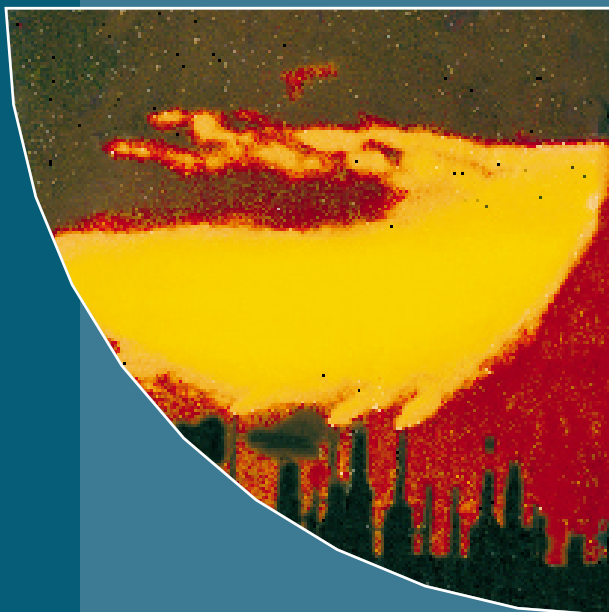


ΕΥΘ. Α. ΛΕΚΚΑΣ



Φ Υ Σ Ι Κ Ε Σ
&
Τ Ε Χ Ν Ο Λ Ο Γ Ι Κ Ε Σ
Κ Α Τ Α Σ Τ Ρ Ο Φ Ε Σ

Β' ΕΚΔΟΣΗ
Αθήνα

Φ Υ Σ Ι Κ Ε Σ
&
Τ Ε Χ Ν Ο Λ Ο Γ Ι Κ Ε Σ
Κ Α Τ Α Σ Τ Ρ Ο Φ Ε Σ

Φ Υ Σ Ι Κ Ε Σ
&
Τ Ε Χ Ν Ο Λ Ο Γ Ι Κ Ε Σ
Κ Α Τ Α Σ Τ Ρ Ο Φ Ε Σ

Ε. Α. ΛΕΚΚΑΣ
Αναπληρωτής Καθηγητής

ΤΟΜΕΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

COPYRIGHT: Δρ. **ΕΥΘ. Λ. ΛΕΚΚΑΣ**, 2000

ΔΙΟΡΘΩΣΗ - ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΚΕΙΜΕΝΩΝ: ΣΟΦΙΑ ΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ
ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ ΜΠΕΡΤΑΚΗΣ
ΒΕΡΑ ΑΝΤΩΝΙΟΥ
ΓΙΩΤΑ ΜΠΟΣΙΝΑΚΟΥ
ΜΑΝΙΑ ΜΠΕΝΙΣΗ

ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΚΕΙΜΕΝΩΝ: ΓΙΩΡΓΟΣ ΔΑΝΑΜΟΣ
ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ ΜΠΕΡΤΑΚΗΣ


ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ: ΣΤΕΛΙΟΣ ΛΟΖΙΟΣ

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΕΙΜΕΝΟΥ: ΒΕΡΑ ΑΝΤΩΝΙΟΥ

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ: ΑΙΜΙΛΙΑ ΓΚΑΡΔΙΑΚΟΥ

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ: ΜΑΝΩΛΗΣ ΑΝΔΡΕΑΔΑΚΗΣ
ΝΙΚΟΣ ΓΑΣΠΑΡΗΣ
ΓΙΩΡΓΟΣ ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΣΣ

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΜΟΝΤΑΖ: ΒΕΡΑ ΑΝΤΩΝΙΟΥ

ΕΚΔΟΣΗ:  **ACCESS** Pre-Press • 3804460 - 3805459

ISBN: 960 - 90329 - 0 - 7

Στην Ελσα

Πρόλογος του Καθηγητή Δημ. Παπανικολάου

Οι φυσικές καταστροφές υπήρχαν πάντοτε στη γεωλογική ιστορία σαν ακραία φυσικά φαινόμενα στο χρόνο, στην ένταση ή στο χώρο, οι επιπτώσεις των οποίων εξαρτώνταν από την ύπαρξη ή όχι οργανωμένων κοινωνιών και από το γενικό επίπεδο πολιτισμού και τεχνολογικής ανάπτυξης του ανθρώπου. Αντίθετα, οι τεχνολογικές καταστροφές ως επί το πλείστον εξαρτώνται από το επίπεδο της τεχνολογίας και είναι συνάρτηση της τεχνολογικής ανάπτυξης κατά το σχετικό πρόσφατο παρελθόν. Στις τεχνολογικές καταστροφές παρατηρείται μια προϊούσα αύξηση των δυσμενών επιπτώσεων σε σχέση με το επίπεδο της τεχνολογικής ανάπτυξης, το οποίο αυξάνεται ραγδαία με την πάροδο του χρόνου. Έτσι, οι τεχνολογικές καταστροφές του αιώνα μας (π.χ. χημικές ή πυρηνικές, όπως στο Σεβέζο ή το Τσερνόμπιλ) είναι καταστροφές μεγάλης κλίμακας, εντοπισμένες γεωγραφικά, που πρόσφατα δημιουργήθηκαν όπως και οι γενικότερου χαρακτήρα σε παγκόσμια κλίμακα καταστροφές της όξινης βροχής ή της μείωσης της στοιβάδας του όζοντος. Όσο η τεχνολογία αναπτύσσεται και διαδίδεται τόσο προκύπτουν νέοι τύποι τεχνολογικών καταστροφών και πλείττονται περισσότερες χώρες.

Οι φυσικές καταστροφές εξαρτώνται κατά βάση από φυσικά φαινόμενα, η γνώση των οποίων μπορεί να επιτρέψει τη χρησιμοποίηση της σύγχρονης τεχνολογίας για την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιπτώσεων. Αντίστοιχα, οι τεχνολογικές καταστροφές μπορούν να ελαχιστοποιηθούν αξιοποιώντας τη γνώση από το φυσικό περιβάλλον και φροντίζοντας να μην υπάρχει αλληλοσυσχέτιση ή αλληλοεξάρτηση μεταξύ των φυσικών και των τεχνολογικών καταστροφών π.χ. πυρηνικό εργοστάσιο ή υδροπλεκτρικό φράγμα σε ζώνη ενεργού ρήγματος ή σε ζώνη επικίνδυνη για κατολίθωση.

Το θέμα των καταστροφικών φαινομένων είναι σαφώς πολυκλαδικό και μόνο σαν τέτοιο μπορεί να αντιμετωπισθεί. Εντούτοις η γνώση των γεωεπιστημών αποτελεί το υπόβαθρο, πάνω στο οποίο πρέπει να θεμελιωθούν οι υπόλοιπες επιστήμες και τεχνολογίες. Αυτή την ανάγκη έρχεται να καλύψει η παρούσα έκδοση του αγαπητού μου μαθητή και συνεργάτη Ε. Λέκκα, ο οποίος έχοντας και μια προσωπική εμπειρία από το χώρο των γεωδυναμικών καταστροφικών φαινομένων και ιδιαίτερα των σεισμών εντός και εκτός Ελλάδος, μπόρεσε να παρουσιάσει το δύσκολο αυτό θέμα, το οποίο εκτός της επιστημονικής έχει και καίρια κοινωνική σημασία.

Νομίζω ότι είναι καιρός και στα Πανεπιστήμια να αρχίσει η ενεργητική θεώρηση, με στόχο την πρακτική αντιμετώπιση των καταστροφών, μετά την πρώτη φάση της αμήχανης παρατήρησης και της απλής περιγραφής των φαινομένων και τούτο διότι σήμερα στις περισσότερες των περιπτώσεων είναι σαφές το που οφείλεται μια καταστροφή, πως εξελίσσεται, τι αναμένεται και μερικές φορές πως μπορεί να προβλεφθεί. Ταυτόχρονα, σε κάθε περίπτωση είναι δυνατόν να προταθούν μέθοδοι και μέτρα πρόληψης για τη μείωση των επιπτώσεων ή βέλτιστης αποκατάστασης.

*Δ. Ι. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ
Καθηγητής Γεωλογίας
Πανεπιστημίου Αθηνών*

Πρόλογος του Καθηγητή Παν. Καρύδη

Η ύλη του βιβλίου “ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ” είναι ένα κομμάτι γνώσης στοιχειωδώς απαραίτητο αλλά και κάτι που έλειπε μέχρι σήμερα. Ιδιαίτερη εντύπωση προξενεί η έκταση, το πλήθος των πρόσφατων δεδομένων και το βάθος στο οποίο εισέρχεται ο συγγραφέας.

Πρόκειται για μια αξιόλογη εργασία στον τομέα της μείωσης των επιπτώσεων των φυσικών και τεχνολογικών καταστροφών, παρουσιάζοντας την “τελευταία λέξη της τέχνης” (state of the art) στον τομέα αυτό, τόσο σε Ελληνικό όσο και σε Διεθνές επίπεδο.

Αρχικά, ακόμα και ο μη εξειδικευμένος αναγνώστης μπορεί εύκολα να κατανοήσει δύσκολες ή πρωτότυπες έννοιες όπως η συχνότητα επανεμφάνισης ακραίων καταστροφικών γεγονότων, η αντίληψη και εκτίμηση του κινδύνου καθώς και η προσαρμογή στις καταστροφές.

Στη συνέχεια δίδονται με επαρκή σαφήνεια και κατανοητά παραδείγματα η έννοια, το είδος και η έκταση των επιπτώσεων που μπορούν να προκύψουν από κάθε είδους φυσική ή τεχνολογική καταστροφή καθώς επίσης και οι μέθοδοι αντιμετώπισής τους σύμφωνα με τις τελευταίες σε παγκόσμιο επίπεδο αντιλήψεις.

Τα τρία τελευταία κεφάλαια σχετικά με το σχεδιασμό, την ετοιμότητα και τις κοινωνικοοικονομικές διαστάσεις των καταστροφών αποτελούν μια εξαιρετική πηγή επιστημονικών γνώσεων τόσο για πληροφόρηση σε ατομικό επίπεδο όσο και για επιχειρησιακό σχεδιασμό σε ανώτερα κλιμάκια. Τέλος, σημαντική είναι η συμβολή του συγγράμματος και στην εξειδικευμένη βιβλιογραφία σε κάθε ένα κεφάλαιο.

Ο συγγραφέας πολύ επιτυχημένα έχει κάνει τη διάρθρωση της ύλης κατά συστηματικό και επαγγελματικό τρόπο και τον συγχαίρω για την ωραία προσπάθεια. Πιστεύω ότι το παρόν σύγγραμμα θα αποτελέσει σημείο αναφοράς για κάθε ανάλογη μελλοντική συγγραφική απόπειρα και μια ουσιαστική συνεισφορά στην προσπάθεια διαχείρισης των καταστροφών.

Π. ΚΑΡΥΔΗΣ

*Καθηγητής Αντισεισμικής Τεχνολογίας
Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου*

Εισαγωγικό σημείωμα

Τις τελευταίες δεκαετίες με όλο και αυξανόμενη συχνότητα η παγκόσμια κοινή γνώμη απασχολείται και παράλληλα ανησυχεί από τις καταστροφές που προκαλούνται από φυσικά φαινόμενα και τεχνολογικά ατυχήματα.

Οι αλληπάληδες πλημμύρες, οι εκδηλούμενοι σεισμοί, οι κατολισθήσεις και άλλα φαινόμενα σε διάφορα σημεία του πλανήτη μας με έντονες γεωτεκτονικές ανακατατάξεις, δίνουν την εντύπωση μιας ολοένα επιταχυνόμενης διαδικασίας αλλαγών στη γήινη επιφάνεια, η οποία τείνει -παρόλο που φαίνεται παράδοξο- στην εξεύρεση κάποιων ισορροπιών στο φυσικό περιβάλλον. Ισορροπιών που έχουν διαταραχθεί όχι μόνο από εξωγενείς και ενδογενείς δυνάμεις αλλά σε κάποιο βαθμό και από τις συνεχώς αυξανόμενες ανθρώπινες παρεμβάσεις, όπως η ρύπανση της ατμόσφαιρας και η συνεπακόλουθη αλλαγή των κλιματολογικών συνθηκών, η μόλυνση των υπογείων στρωμάτων, οι πυρηνικές δοκιμές, η κατασκευή τεράστιων τεχνικών έργων και γενικότερα η παρεμπόδιση κάποιων φυσικών διεργασιών και η επιτάχυνση ορισμένων άλλων.

Παράλληλα, με αλματώδη συχνότητα τα τελευταία χρόνια, λαμβάνουν χώρα τεχνολογικές καταστροφές οι οποίες προέρχονται από τις δραστηριότητες του ανθρώπου και από την ατυχή διαχείριση ορισμένων στοιχείων της τεχνολογίας όπως πυρηνικά ατυχήματα, εκρήξεις, μολύνσεις από απόβλητα και τοξικές χημικές ουσίες, βιολογικές ρυπάνσεις, κ.ά..

Με το δεδομένο ότι στο άμεσο μέλλον τα ανωτέρω θα αποτελέσουν το κατ' εξοχήν πρόβλημα των κρατών και των κατά τόπους αρχών, ένας μεγάλος αριθμός επιστημόνων πολλών κλάδων σε παγκόσμιο επίπεδο έχει προσανατολιστεί στη συστηματική έρευνα των φαινομένων, που περιλαμβάνει την αναγνώριση, γεωγραφική οριοθέτηση, πιθανολογική εκτίμηση, πρόληψη και διαχείριση - αντιμετώπιση. Ταυτόχρονα παρατηρείται μεγάλη συσσώρευση τεχνογνωσίας σε ερευνητικά κέντρα, η οποία όμως ακόμη δεν διοχετεύεται με γρήγορους ρυθμούς στους υπεύθυνους περιφερειακούς και τοπικούς φορείς αλλά και στα ευρύτερα κοινωνικά στρώματα, με αποτέλεσμα η απόκριση να είναι η μη ενδεικνυόμενη.

Σκοπός του παρόντος συγγράματος είναι η, με βάση τα πλέον σύγχρονα επιστημονικά δεδομένα και αντιλήψεις, παρουσίαση των αντικειμένων που έχουν σχέση με τις φυσικές - τεχνολογικές καταστροφές. Η ύλη ουσιαστικά διαιρείται σε τρία μέρη, από τα οποία στο πρώτο γίνεται μια γενική ενημέρωση, στο δεύτερο αναλύονται οι φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές και στο τρίτο δίνεται μια πρώτη εικόνα των μεθόδων οργάνωσης για την αντιμετώπισή τους.

Τέλος θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στους Καθηγητές του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνίου κ. Π. ΚΑΡΥΔΗ και του Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Δ. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ για την κριτική ανάγνωση του βιβλίου και για την προλόγισή του. Επίσης θερμές ευχαριστίες εκφράζονται σε όλους τους συνεργάτες του Τομέα Δυναμικής Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών που βοήθησαν με κάθε τρόπο στην έκδοση αυτή.

Δρ. ΕΥΘ. Α. ΛΕΚΚΑΣ

ΠΗΓΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

ΛΕΚΚΑΣ, Ε.

1.6 - 5.4 - 5.5 - 9.1 - 9.10 - 9.11 - 9.12 - 9.13 - 9.14 - 9.15 - 9.16 - 9.17 - 9.18
10.3 - 10.4 - 10.8 - 10.11 - 10.13 - 10.16 - 10.17 - 10.18 - 10.19 - 10.20 - 10.21
10.22 - 10.23 - 10.24 - 10.25 - 10.28 - 11.12 - 11.20 - 11.23

ΚΑΡΥΔΗΣ, Π.

10.27 - 16.1 - 16.2 - 16.3 - 16.5 - 16.6 - 16.8 - 16.9 - 16.10 - 16.11 - 17.2 - 17.3
17.4 - 17.8 - 18.1

U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE NATIONAL OCEANIC & ATMOSPHERIC ADM.

8.3 - 8.4 - 8.5 - 11.5 - 11.7 - 11.11

NATIONAL GEOGRAPHIC

1.2 - 8.8 - 11.6 - 11.10 - 11.13 - 12.6

ΦΩΣ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΑ

6.3 - 7.6 - 7.8 - 7.10 - 7.12 - 10.6 - 10.14 - 16.17

MASTIN, G.

11.4

ΠΗΓΕΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Alexander, D., 1993.*
Natural Disasters. 632p., UCL Press, London. **(Εικ. 1.3, 17.5, 17.6, Πίν. 1.3).**
-
- Alexander, D.E., 1986.*
Landslide damage to buildings. Environmental Geology and Water Science, 8, 147-51. **(Πίν. 1.7)**
-
- Berz, G., 1988.*
List of major natural disasters, 1960-87. Earthquakes and Volcanoes, 20, 226-8. **(Εικ. 1.1)**
-
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975.*
Geological Hazards. 328p., Springer-Verlag, Berlin. **(Πίν. 8.1)**
-
- Burton, I., Kates, R.W. & White, G.F., 1978.*
The environment as hazard. Oxford University Press, New York. **(Εικ. 18.2)**
-
- Crandell, D.R., Mullineaux, D.R & Miller, C.D., 1979.*
Volcanic-hazards studies in the Cascades Range of the Western United States. In Sheets, P.D. and Grayson, D.K. (eds) **(Εικ. 11.16)**
-
- Coburn, A.W., Pomonis, A., Sakai, S., 1989.*
Assessing strategies to reduce fatalities in earthquakes. International Workshop on Earthquake Injury Epidemiology for Mitigation and Response, 107-32. The John Hopkins University Press, Baltimore. **(Εικ. 17.7)**
-
- Cox, D.C. & Morgan, J., 1984.*
Local tsunamis in Hawaii: implications for warning. Hawaii Institute of Geophysics, Honolulu. **(Εικ. 17.10)**
-
- Dawson, A.G., 1992.*
Ice age earth: Late Quaternary geology and climate. Routledge, London. **(Εικ. 12.5)**
-
- Decker, R. & Decker, B., 1989.*
Volcanoes. W.H. Freeman & Co, New York. **(Εικ. 12.5)**
-
- Edwards, M., 1987.*
Chernobyl - One year after. National Geographic, 171, 5, 632-649. **(Εικ. 15.2)**
-
- Foxworthy, B.L. & Hill, M., 1982.*
Volcanic eruptions at Mount St Helens: The first 100 days. Geological survey professional paper 1249, Government Printing Office, Washington dc. **(Εικ. 11.17)**
-
- Haas, J.E., Kates, R.W. & Bowden, M.J. (eds), 1977.*
Reconstruction following disaster, MIT Press, Cambridge, Mass. **(Εικ. 5.1)**
-
- Καρύδης, Π., Λέκκας, Ε. & Παπαδόπουλος, Τ., 1995.*
Περενύνηση, συσχέτιση γεωδυναμικών κινδύνων - κατασκευών στις σεισμόπληκτες περιοχές Κοζάνης - Γρεβενών. Προτάσεις για ασφαλή ανοικοδόμηση. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. **(Εικ. 5.3)**

<i>Keller, A.E., 1976.</i> Environmental geology. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.	(Εικ. 7.2, 8.1, 8.2, Πίθ. 8.1)
<i>Lekkas, E., Kranis, H., Leounakis, M. & Stylianos, P., 1996.</i> The seismotectonic setting of Kobe area (Japan) - The concomitant geodynamic phenomena of the Hanshin earthquake (January 17, 1995). Advances in Earthquake Engineering, The Kobe Earthquake: Geodynamic Aspects, p.1-16, Computational Mechanics Publications, Southampton.	(Εικ. 10.12)
<i>Λέκκας, Ε. και συνεργάτες, 1995.</i> Αντισεισμικός Σχεδιασμός - Οργάνωση Δήμου Ρόδου. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών.	(Εικ. 5.2, 16.6)
<i>Leopold, L.B., 1968.</i> Hydrology for urban land planning. U. S. Geological Survey Circular, 559.	(Εικ. 7.3, 7.7)
<i>Moore, P.G., 1983.</i> The business of risk. Cambridge University Press, Cambridge.	(Εικ. 2.1)
<i>PAHO, 1981.</i> Emergency health management after natural disaster. Pan American Health Organization, Washington.	(Εικ. 17.1)
<i>Παπανικολάου, Δ., Λέκκας, Ε., & Συσκάκης, Δ., 1989.</i> Τεκτονική ανάλυση του γεωθερμικού πεδίου της Μήλου. Σύνοψη, Γεωημερίωση, Περ. Β', 4, Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ., XXIV (υπό εκτύπωση).	(Εικ. 11.20)
<i>Παπανικολάου, Δ., Λέκκας, Ε., με τη συμβολή του Σακελλαρίου, Δ., 1991.</i> Η γεωλογική δομή και εξέλιξη του ηφαιστείου της Νισύρου. 5ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελλην. Γεωλ. Εταιρ., Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ., XXV, 1, 405-419.	(Εικ. 11.19)
<i>Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994.</i> An introduction to global environmental issues. 390p., Routledge, London.	(Εικ. 12.2, 12.3)
<i>Shah, B.V., 1983.</i> Is the environment becoming more hazardous? A global survey 1947 to 1980. Disasters, 7, 202-9.	(Πίθ. 1.1)
<i>Soloviev, V., 1978.</i> Tsunamis. In The Assessment and mitigation of earthquake risk. Unesco Press, Paris.	(Πίθ. 1.5)
<i>Σταυρακάκης, Γ., Λόζιος, Σ. & Χατζηγιάννου Δ., 1986.</i> Εισαγωγή στις μεθόδους πρόγνωσης των σεισμών. ΟΑΣΠ, Απρίλιος 1986.	(Πίθ. 10.1)
<i>Tilling, R.I., 1989.</i> Volcanic hazards and their mitigation: progress and problems. Reviews of Geophysics, 27, 237-69.	(Πίθ. 11.14)
<i>Thompson, S.A., 1982.</i> Trends and developments in global natural disasters 1947-81. Working Paper No. 45, Institute of Behavioral Science, University of Colorado, Boulder.	(Πίθ. 3.1, 3.2)
<i>UNDRO, 1982.</i> Shelter after disaster, guidelines for assistance. Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator, Geneva.	(Πίθ. 16.2)
<i>UNDRO, 1985.</i> Volcanic Emergency Management. United Nations, New York.	(Εικ. 11.15)
<i>Varnes, D.J., 1958.</i> Types of slope movements. Landslides, Transportation Research Board Special Report, 176, R.L. Schuster & R.J. Krizek.	(Εικ. 9.8)
<i>White, I.D., Mottershead, D.N. & Harrison, J.J., 1984.</i> Environmental systems: an introductory text. Allen and Unwin, London.	(Εικ. 14.1)



Περιεχόμενα

1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ 23

1. ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ	23
2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	25
3. ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ	25
4. ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	27
5. Η ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	28
6. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΠΕΡΙΘΑΛΨΗΣ	29
7. ΠΑΡΑΝΟΗΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ	29
8. ΥΠΕΡΒΟΛΗ ΚΑΙ ΦΗΜΕΣ	30
9. ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ	31
10. ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ	31
11. ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΦΑΣΕΙΣ	32
12. ΖΩΝΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ	33
13. ΕΝΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ	35
14. ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΣΕΙΣΜΩΝ	35
15. ΑΛΛΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΕΝΤΑΣΗΣ	38
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	40



2

ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ 41

- 1. ΕΝΗΜΕΡΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 41
 - 2. ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΚΑΙ ΔΥΝΗΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ 42
 - 3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 45
 - 4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ 46
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 46

3

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ 47

- 1. ΚΛΙΜΑΚΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ 47
 - 2. ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΣΕ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 49
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 51



4

ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ 53

1. Η ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ 53
 2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ 55
 3. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΟΣΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ 56
 4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ 56
 5. ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ 57
 6. ΜΕΡΙΚΕΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ 58
 7. ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ 59
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 59

5

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 61

1. ΕΚΤΑΣΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ 61
 2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ 62
 3. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΒΟΗΘΕΙΑ 63
 4. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ 65
 5. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ 65
 6. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ 66
 7. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ: ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 67
 8. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ: ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑ 67
 9. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ: ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΚΑΙ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ 68
 10. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ 69
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 71



6

ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 73

- 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 73
- 2. ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 75
- 3. ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΟΛΥΝΣΗ 75
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 76

7

ΠΟΤΑΜΙΕΣ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ 77

- 1. ΓΕΝΙΚΑ 77
- 2. ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ 77
- 3. ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ 79
- 4. ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ 81
- 5. ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ 82
- 6. ΟΙ ΓΝΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ 86
- 7. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ 86
- 8. ΟΙ ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ
ΣΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΤΩΝ 86
- 9. ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΤΩΝ 87
- 10. ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ 87
- 11. ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ
ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ 88
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 89



8

ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 91

1. ΓΕΝΙΚΑ 91
 2. ΤΡΟΠΙΚΟΙ ΚΥΚΛΩΝΕΣ 91
 3. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΕΣ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ 91
 4. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΑ ΚΥΜΑΤΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ (Tsunamis) 92
 5. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗ 95
 6. ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗ 98
 7. ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥΣ 100
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 103

9

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ 105

1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ 105
 2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ 110
 3. ΑΙΤΙΑ ΕΚΔΗΛΩΣΗΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ 116
 4. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ 121
 5. ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ 128
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 130



10

ΣΕΙΣΜΟΙ 131

1. Η ΦΥΣΗ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ 131
 2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑΣ 132
 3. ΠΡΟΔΡΟΜΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ 136
 4. ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΡΗΓΜΑΤΑ 140
 5. ΣΥΝΟΔΑ ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ 146
 6. ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ 151
 7. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ 153
 8. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ 163
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 166

11

ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 169

1. ΓΕΝΙΚΑ 169
 2. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 177
 3. ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ 182
 4. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΕΣ ΖΩΝΕΣ: ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ 184
 5. ΔΙΕΥΘΕΤΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ 186
 6. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ 186
 7. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ 189
 8. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΝΙΣΥΡΟ 190
 9. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ 190
 10. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΜΕΘΑΝΑ 192
 11. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΜΗΛΟ 192
 12. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟ-ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ 192
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 195



12

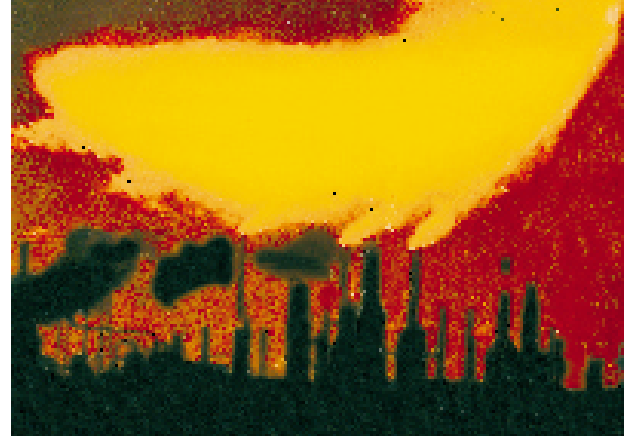
ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ 197

- 1. ΓΕΝΙΚΑ 197
- 2. ΑΙΤΙΑ ΤΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ 199
- 3. ΜΟΝΤΕΛΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ 202
- 4. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ 202
- 5. ΞΗΡΑΣΙΑ 204
- 6. ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ 205
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 206

13

ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 207

- 1. ΓΕΝΙΚΑ 207
- 2. ΑΝΕΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΙ 207
- 3. ΤΥΦΩΝΕΣ 209
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 211



14

ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ 213

1. ΓΕΝΙΚΑ 213

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 216

15

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 217

1. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ 217

2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ 218

3. ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ 218

4. ΟΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΒΗΟΡΑΛ ΚΑΙ CHERNOBYL 221

5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ 222

6. ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗ - ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΩΛΕΙΩΝ 223

7. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ 223

8. ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ 224

9. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ 225

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 226



16

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΜΕΣΗ ΔΡΑΣΗ 227

1. ΓΕΝΙΚΑ	227
2. ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ	227
3. ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	228
4. ΕΙΔΗ ΧΑΡΤΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ	228
5. ΜΙΚΡΟΖΩΝΟΠΟΙΗΣΗ	230
6. ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ	231
7. ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ	231
8. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ	233
9. ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥΣ	234
10. ΜΟΝΤΕΛΑ ΥΠΟ ΚΛΙΜΑΚΑ	234
11. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	234
12. ΨΗΦΙΑΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	235
13. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΥΠΟΘΕΣΗΣ	235
14. Η ΤΕΧΝΙΚΗ “ΔΕΛΦΟΙ”	235
15. ΑΣΚΗΣΗ ΥΠΑΙΘΡΟΥ	235
16. ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ	235
17. Η ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ	236
18. ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΣΤΙΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ	237
19. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	238
20. ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ	239
21. ΤΟ ΣΧΕΔΙΟ	240
22. ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΜΑΖΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ	241
23. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ	242
24. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	243
25. ΕΚΚΕΝΩΣΗ	244
26. Η ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ	245
27. ΚΑΤΑΦΥΓΙΑ	250
28. ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ	252
29. ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΚΑΤΕΣ & ΡΙΖΑΥΚΑ	252
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	254



17

ΙΑΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ 256

- 1. ΓΕΝΙΚΑ 256
- 2. ΟΙ ΠΕΡΙΟΔΟΙ ΤΟΥ ΙΑΤΡΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 258
- 3. ΘΑΝΑΤΟΙ ΚΑΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ 261
- 4. ΔΥΣΤΥΧΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟΥΣ 261
- 5. ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 265
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 266

18

ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ 267

- 1. ΚΟΙΝΩΝΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ 267
- 2. ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 268
- 3. ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΠΑΡΑΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 270
- 4. ΠΑΝΙΚΟΣ 271
- 5. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 271
- 6. ΤΑ ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΑ ΘΥΜΑΤΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ 272
- 7. ΟΙ ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ 273
- 8. ΤΟ “ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ” 274
- 9. ΚΛΙΜΑΚΙΑ ΒΟΗΘΕΙΑΣ: ΜΙΑ ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΥΜΑΤΩΝ 275
- 10. ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 275
- 11. ΟΙΚΟΝΟΜΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ 276
- 12. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ 276
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 277

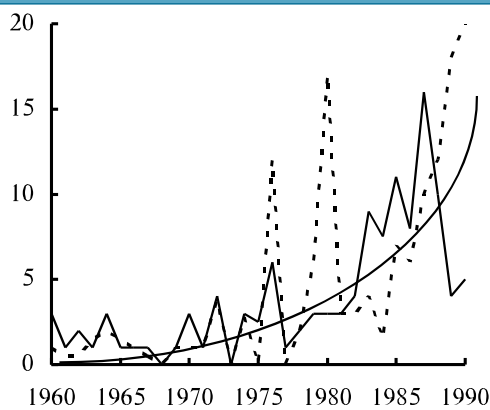
1

Εισαγωγή

1. ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ

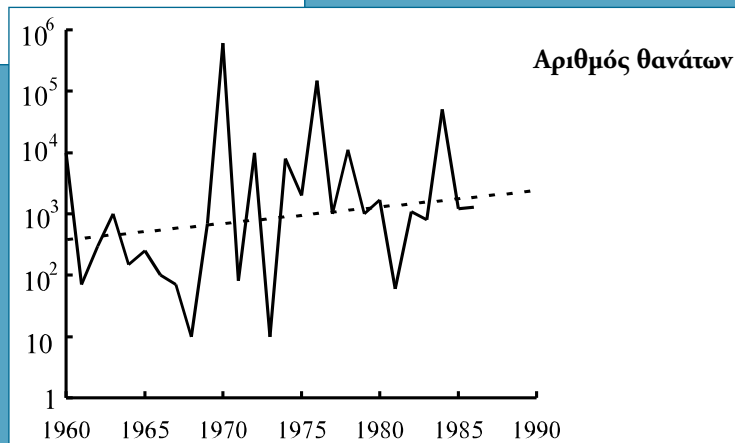
Ο αριθμός των θανάτων και των ζημιών από τις φυσικές καταστροφές σε παγκόσμια κλίμακα, αυξάνεται (Εικ. 1.1) αν και δεν υπάρχει μια διεθνής βάση δεδομένων που να καταγράφει όλα τα γεγονότα. Παρόλα αυτά όμως, η συχνότητα με την οποία αντιμετωπίζονται με δυσμενείς επιπτώσεις στο κοινωνικο-οικονομικό σύστημα μειώνεται συνεχώς και αυτό λόγω της σημαντικής προόδου που έχει σημειωθεί στην πρόβλεψη, προειδοποίηση αλλά και στην αντιμετώπιση. Το κόστος στην παγκόσμια οικονομία υπερβαίνει σήμερα τα 60 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως από τα οποία το 1/3 αντιστοιχεί στα έξοδα για την πρόβλεψη, πρόληψη και για την αποφυγή των καταστροφών και τα υπόλοιπα 2/3 αντιστοιχούν στις άμεσες ζημιές από καταστροφές και την αποκατάστασή τους. Ο αριθμός των θανάτων ετησίως κυμαίνεται από χρόνο σε χρόνο με ένα παγκόσμιο μέσο όρο 250.000, ενώ οι μεγάλες καταστροφές προκαλούν περίπου 140.000 νεκρούς ετησίως. Το 95% περίπου των θανάτων σημειώνονται σε χώρες του Τρίτου Κόσμου, όπου ο πληθυσμός υπερβαίνει τα 4,2 δισεκατομμύρια (Πίν. 1.1).

Οι φυσικές καταστροφές είναι δυνατό να έχουν δραματικά αποτελέσματα και για τις ανεπτυγμένες χώρες, όπως για παράδειγμα την Ιαπωνία, την Ιταλία και τις ΗΠΑ. Στις περιοχές της πρώην Σοβιετικής Ένωσης, οι φυσικές καταστροφές επιφέρουν το θάνατο σε 150-200 άτομα το χρόνο και προκαλούν τραυματισμούς σε αρκετές χιλιάδες, ενώ στις ΗΠΑ 30 περίπου καταστροφές λαμβάνουν χώρα κατά μέσο όρο ετησίως. Για παράδειγμα, το 1983, συνέβησαν 34 καταστροφές και 4 επεισόδια έκτακτης ανάγκης ενώ 31 πολιτείες επλήγησαν. Οι πλημμύρες αποτελούν το 40% περίπου των συνολικών φυσικών καταστροφών, ενώ οι τυφώνες και οι τροπικές καταιγίδες προκαλούν τους περισσότερους θανάτους, ήτοι το 20% περίπου του συνολικού αριθμού θανάτων από φυσικές καταστροφές. Εν κατακλείδι, το σύνολο των θανάτων φαίνεται πως παρουσιάζει κάποια μικρή άνοδο (την περίοδο 1971-1980 ο μέσος όρος θανάτων ήταν 332 σε κάθε καταστροφή) αλλά και οι υλικές ζημιές όπως και το κόστος των αποκαταστάσεων σε περιπτώσεις σεισμών, πλημμυρών, τυφώνων, κατολισθήσεων, κλπ. έχουν επίσης αυξηθεί. Τα έξοδα αποκατάστασης από τις ξηρασίες, τους κεραυνούς, τα τσουνάμι, τις ηφαιστειακές εκρήξεις, τις χιονοστιβάδες, τους παγετούς, τις θύελλες με χαλάζι, τις χιονοθύελλες και τις ανεμοθύελλες είναι σχετικά σταθερά, ενώ έχουν αυξηθεί οι καταστροφές που προκαλούν ιδιαίτερα



Εικόνα 1.1

Αριθμός καταστροφών και μέσες απώλειες κατά τα έτη 1960-1988.



Πίνακας 1.1

Θάνατοι από καταστροφικά γεγονότα ανά ήπειρο κατά τα έτη 1947-80.

Τύπος	Αριθμός γεγονότων	Ασία	Ωκεανία	Αφρική	Ευρώπη	Νότια Αμερική	Καραϊβική & Κεντρική Αμερική	Βόρεια Αμερική
Σεισμός	180	354.521	18	18.232	7.750	38.837	30.613	77
Τσουνάμι	7	4.459	—	—	—	—	—	60
Ηφαιστειακή έκρηξη	18	2.805	4.000	—	2.000	440	151	34
Πλημμύρα	333	170.664	77	3.891	11.199	4.396	2.575	1.633
Κυκλώνας	210	478.574	290	864	250	—	16.541	1.997
Τυφώνας	119	4.308	—	548	39	—	26	2.727
Δυνατή καταγίδα	73	22.008	—	5	146	205	310	303
Ομίχλη	3	—	—	—	3.550	—	—	—
Καύσωνας	25	4.705	100	—	340	135	—	2.190
Χιονοστιβάδα	12	335	—	—	340	4.350	—	—
Χιονόπτωση & δυνατό κρύο	46	7.690	17	—	2.780	—	200	2.510
Κατολίσθηση	33	4.021	—	—	300	912	260	—
Σύνολο		1.054.090	4.502	23.540	28.694	49.275	50.676	11.531

τα τελευταία πέντε καταστροφικά γεγονότα.

Οι φυσικές καταστροφές επομένως επηρεάζουν τη σύγχρονη κοινωνία. Υπάρχουν αρκετοί λόγοι για τους οποίους ο άνθρωπος πρέπει να ενδιαφερθεί γι'αυτές, να ενημερωθεί και να τις κατανοήσει:

- Πολλοί άνθρωποι σε επαγγελματικό, διοικητικό και πολιτικό επίπεδο χρειάζεται να αντιμετωπίσουν τα αποτελέσματα μιας καταστροφής.
- Όσο πιο πολύπλοκη τεχνολογικά γίνεται η κοινωνία, τόσο πληθαίνουν οι κίνδυνοι και τόσο πιο πολύ οξύνονται τα αποτελέσματα των καταστροφικών γεγονότων.
- Είναι ζωτικής σημασίας να αποβληθούν οι μύθοι και οι προκαταλήψεις σχετικά με τις φυσικές καταστροφές εφόσον μπορούν αυτές να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά μόνο με αντικειμενική κρίση και δράση.
- Μέσα στο πνεύμα της διεθνούς αλληλεγγύης θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη σημασία στα προβλήματα των χωρών του Τρίτου Κόσμου.

Στο πεδίο της μελέτης των φυσικών καταστροφών η πρακτική εμπειρία είναι τόσο σημαντική όσο και η επιστημονική κατάρτιση, ειδικότερα όταν εθνικά ή κοινωνικά προβλήματα πρέπει να αντιμετωπιστούν. Ετοι λοιπόν για την αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών δε χρειάζονται μόνο γνώσεις γεωλογίας, γεωγραφίας, κοινωνιολογίας και άλλες εξειδικευμένες, αλλά και εκπαίδευση ετοιμότητας καθώς και αντικειμενική κρίση. Θα μπορούσε να πει κανείς ότι κάθε απλός πολίτης θα πρέπει να εκπαιδευτεί για την αντιμετώπιση των καταστροφικών γεγονότων όπως ακριβώς γίνεται ήδη στην Ιαπωνία.

2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Ο όρος “*φυσική καταστροφή*” έχει οριστεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους ως:

- “Τα στοιχεία εκείνα του φυσικού περιβάλλοντος που είναι βλαβερά για τον άνθρωπο και προκαλούνται από δυνάμεις ξένες και άγνωστες σε αυτόν”.
- “Η πιθανότητα εμφάνισης ενός δυνητικά καταστροφικού γεγονότος μέσα σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή”.
- “Μια φυσική ή ανθρωπογενής γεωλογική κατάσταση ή φαινόμενο κατά την οποία παρουσιάζεται πραγματικός ή δυνητικός κίνδυνος για την ανθρώπινη ζωή ή τις περιουσίες”.

Η φυσική καταστροφή μπορεί να αποτελεί μια ταχύτητα, στιγμιαία ή μεγάλη σύγκρουση του φυσικού περιβάλλοντος με το κοινωνικο-οικονομικό σύστημα. Πολλοί καθορίζουν το φαινόμενο πιο λεπτομερώς σαν “ένα γεγονός στο χώρο και στο χρόνο που απειλεί την κοινωνία ή κάποιο τμήμα της με σοβαρές ακούσιες επιπτώσεις που είναι αποτέλεσμα της ανεπάρκειας των προφυλάξεων οι οποίες μέχρι τότε θεωρούνταν ως επαρκείς”.

Με έναν άλλο ορισμό η “καταστροφή” θεωρείται ως ένα μεμονωμένο γεγονός που προκαλεί ζημιές μεγαλύτερες από 1 εκατομμύριο δολάρια και θανάτους ή τραυματισμούς σε περισσότερους από 100 ανθρώπους. Η εκτίμηση όμως των ζημιών που προκαλούνται από κάποια καταστροφή ποικίλλει καθώς οι μικρές καταστροφές μπορεί να προκαλέσουν μεγάλες υλικές ζημιές στις πολύ αναπτυγμένες χώρες ενώ μεγάλες καταστροφές σε φτωχές χώρες μπορεί να προκαλέσουν μικρές ζημιές εφόσον εκεί δεν υπάρχουν πολύτιμα αντικείμενα ή ακριβές κατασκευές. Συνήθως στις φτωχές χώρες τα καταστροφικά γεγονότα προκαλούν πολλά δυστυχήματα, ενώ στις πολύ αναπτυγμένες και πλούσιες χώρες μεγάλες υλικές ζημιές. Οι επιπτώσεις από ένα τέτοιο γεγονός μπορεί να είναι μεγάλες και στην περίπτωση κοινωνιών που βρίσκονται στο στάδιο της βιομηχανοποίησης και που δεν έχουν αναπτύξει ακόμα ολοκληρωμένα σχέδια αντιμετώπισης και αποκατάστασης των καταστροφών.

Γενικότερα, τα φαινόμενα μπορεί να είναι μεγάλου μεγέθους και πολύ μεγάλης έντασης οπότε χαρακτηρίζονται σαν *φαινόμενα εξαιρετικής έντασης* δηλαδή φαινόμενα που συμβαίνουν στο φυσικό σύστημα (λιθόσφαιρα, υδρόσφαιρα ή ατμόσφαιρα) και τα οποία διαφέρουν σημαντικά από το μέσο όρο (Εικ. 1.2). Αν τα ανθρωπογενή κοινωνικο-οικονομικά συστήματα δεν έχουν την ικανότητα να αντιμετωπίσουν τις συνέπειες ενός τέτοιου γεγονότος όπως και τα φυσικά, τότε οι καταστροφές είναι μεγάλες.

3. ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ

Ο βαθμός στον οποίο η κοινωνία μένει ανεπηρέαστη από τα φυσικά καταστροφικά γεγονότα, αντικατοπτρίζει την ικανότητα προσαρμογής της στον κίνδυνο. *Προσαρμογή* στον κίνδυνο σημαίνει κοινωνική ενημερότητα όσον αφορά τις φυσικές καταστροφές αλλά και μέσα για την αποφυγή τους. Εξαρτάται άμεσα από τη διαθέσιμη τεχνολογία, από την οικονομική βιωσιμότητα των εναλλακτικών



Εικόνα 1.2

Συσσωρευμένοι θάνατοι στην Πομπηία από την έκρηξη του Βεζούβιου το 79μ.Χ., η οποία αποτέλεσε μια εξαιρετικής έντασης φυσική καταστροφή.

στρατηγικών για την αποφυγή των καταστροφών και από τις κοινωνικές μεθόδους οι οποίες μπορεί να είναι αργές και πολύπλοκες.

Τα τελευταία χρόνια καθορίστηκαν τέσσερις μορφές ή επίπεδα προσαρμογής στις φυσικές καταστροφές:

- Η πρώτη μορφή προσαρμογής περιλαμβάνει την επίμονη ενασχόληση στη ζώνη καταστροφής παρά την παρουσία κινδύνου, δηλαδή λήψη μέτρων για την αποκατάσταση και την απαλοιφή των καταστροφών στην πληγείσα περιοχή. Εναλλακτικά μπορεί να μη ληφθούν άλλα μέτρα πέρα από την προειδοποίηση των κατοίκων και την εκκένωση της περιοχής ή να μη ληφθούν καθόλου μέτρα πράγμα όμως που αυξάνει την τραγώτητα.
- Η δεύτερη μορφή προσαρμογής, περιλαμβάνει τη συνύπαρξη με την καταστροφή που έχει ήδη προκληθεί.
- Κατά την τρίτη μορφή προσαρμογής, εγκαταλείπονται όλες οι κατεστραμμένες κατασκευές αλλά ο πληθυσμός επανατοποθετείται στην ζώνη κινδύνου.
- Τέταρτη μορφή προσαρμογής είναι η μετακίνηση και η μετοίκηση σε ασφαλέστερες ζώνες.

Οι προσπάθειες που γίνονται για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων των φυσικών φαινομένων συνοψίζονται στον όρο *διευθέτηση*. Η διευθέτηση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων είναι συχνά λιγότερο δαπανηρή από την προσπάθεια ελέγχου των φυσικών δυνάμεων, αν βέβαια αυτό καταστεί ποτέ δυνατό. Για παράδειγμα, είναι συχνά λιγότερο δαπανηρό να καταρτιστούν κανονισμοί χρήσεων γης σε ένα πλημμυρικό πεδίο ώστε να περιοριστεί ο κίνδυνος πλημμύρας, παρά να κατασκευαστούν αναχώματα κατά μήκος της κοίτης του ποταμού, κατασκευή η οποία δεν είναι απόλυτα ασφαλής για την προστασία από πλημμύρα εξαιρετικής έντασης.

Στη πιο απλή της μορφή, η ανθρωπότητα μπορεί είτε να ζήσει σε *αρμονία* με το φυσικό περιβάλλον, είτε να εκμεταλλεύεται τους φυσικούς πόρους με τη μορφή ενός *παρασιτισμού* κατά τον οποίο οι φυσικές καταστροφές αγνοούνται μέχρι την στιγμή που λαμβάνουν χώρα. Στην πρώτη περίπτωση υπάρχει ανάπτυξη και προστασία κατά των περιβαλλοντικών καταστροφών και στη δεύτερη δίνεται μεγάλη έμφαση στην εκμετάλλευση των μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων και καθόλου ή πολύ λίγη έμφαση στην ελάττωση των καταστροφών.

4. ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Η καταστροφή μπορεί να οριστεί ως “ο βαθμός απώλειας κάποιου αγαθού ή πολλών αγαθών που είναι αποτέλεσμα της δράσης ενός φυσικού φαινομένου δεδομένου μεγέθους” και μετρείται σε μια κλίμακα από το 0 (καθόλου απώλεια) έως το 1 (μέγιστη απώλεια). Όταν ο κίνδυνος γίνει ορατός και επικείμενος τότε γίνεται σαφής διάκριση της *απειλής*. Έτσι λοιπόν η ακολουθία των καταστάσεων που αναφέρονται σε μια καταστροφή έχει ως εξής:

καταστροφικό γεγονός → κίνδυνος →

απειλή → επιπτώσεις → επακόλουθο

Οι καταστροφές ορίζονται ως “απειλές στους ανθρώπους και σε ό,τι έχει αξία” και οι κίνδυνοι ως οι “ποσοτικές και περιστασιακές πιθανότητες που καθιστούν τις συνέπειες των καταστροφών επιβλαβείς”. Η έννοια του κινδύνου μπορεί να αποδοθεί με βάση τις τρεις παρακάτω συνιστώσες του:

- τα *στοιχεία που εκτίθενται στον κίνδυνο (E)* δηλαδή ο πληθυσμός, οι περιουσίες, οι οικονομικές δραστηριότητες, οι δημόσιες υπηρεσίες, κλπ., στοιχεία τα οποία απειλούνται με καταστροφή σε μια συγκεκριμένη περιοχή,
- τον *ειδικό κίνδυνο (R_s)* ο οποίος είναι ο βαθμός των απωλειών που πιθανόν να προκληθούν από τη δράση ενός ειδικού φυσικού φαινομένου. Μπορεί να εκφραστεί ως το προϊόν της φυσικής καταστροφής, **H**, επί την τραγώτητα, **V**,
- τον *ολικό κίνδυνο (R_t)* ο οποίος εκφράζει τον αριθμό των ανθρώπινων ζώων που πιθανόν να χαθούν, τον αριθμό των τραυματιών, τις καταστροφές σε περιουσίες και το κόστος από τη διακοπή των διαφόρων δραστηριοτήτων που προκλήθηκαν από τη δράση ενός ειδικού φυσικού φαινομένου. Είναι προϊόν του ειδικού κινδύνου (R_s) και των στοιχείων που εκτίθενται στον κίνδυνο (E):

$$R_t = (E) (R_s) = (E) (H.V)$$

Τόσο οι καταστροφές όσο και οι απιές που τις προκαλούν είναι μηχανισμοί πολύπλοκοι και έτσι καθιστούν δύσκολη την ταξινόμησή τους. Μια βασική διάκριση μπορεί όμως να γίνει μεταξύ των γεγονότων που δρουν αστραπιαία και αυτών που δρουν με αργούς ρυθμούς. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν καταστροφές που λαμβάνουν

χώρα σε μερικά δευτερόλεπτα (σεισμοί), λεπτά (τυφώνες) ή ώρες (πλημμύρες) ενώ στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν καταστροφές που χρειάζονται μήνες (μερικοί τύποι ηφαιστειακών εκρήξεων), χρόνια (διάφοροι τύποι εδαφικών καθιζήσεων) ή και αιώνες (διάφοροι τύποι διάβρωσης) για να γίνουν.

Ένας άλλος παράγοντας που καθιστά δύσκολη την ταξινόμηση των καταστροφών, είναι η πολυπλοκότητά τους, όπως για παράδειγμα ένας σεισμός που συνοδεύεται από τσουνάμι, κατολισθήσεις ή χιονοστιβάδες στις απότομες πλαγιές, διαρρήξεις σε φράγματα, καταστροφές σε κατασκευές και πυρκαγιές σε αστικές περιοχές. Μια καταστροφική πλημμύρα μπορεί να εξαρτάται πολύ από τη διεύθυνση των χρίσεων γης στο πλημμυρικό πεδίο - γεγονός που εξαρτάται άμεσα από την ανθρώπινη δράση - αλλά και από την υδρολογική συμπεριφορά του ποταμού.

5. Η ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Στα τέλη του 20ου αιώνα παρατηρείται μια αύξηση του κινδύνου φυσικών καταστροφών. Αυτό οφείλεται σε τέσσερις βασικούς λόγους:

- Η γεωγραφική θέση και τα οικονομικά πλεονεκτήματα μερικών τοποθεσιών οδηγούν σε όλο και πυκνότερη κατοίκηση περιοχών που στο παρελθόν είχαν αποτελέσει ζώνες καταστροφών.
- Ιδιάζοντες κίνδυνοι ή καταστάσεις έχουν μερικές φορές οξυνθεί από περιβαλλοντική απροσεξία και αμέλεια. Για παράδειγμα, τα αντιπλημμυρικά έργα έχουν αυξήσει την επιφανειακή απορροή σε ορισμένους ποταμούς με αποτέλεσμα να αυξηθεί και ο κίνδυνος πλημμύρας στα κατάντη των υπό προστασία περιοχών.
- Οι επιπτώσεις των καταστροφών γίνονται περισσότερο ασαφείς όσο πιο πολύπλοκη γίνεται η κοινωνία. Η απόκτηση φυσικού κεφαλαίου συνοδεύεται από τη συγκέντρωσή του πληθυσμού σε επικίνδυνες περιοχές ή από την κατανομή του μέσα σε περιοχές που δυνητικά παρουσιάζουν καταστροφές. Όσο αυξάνεται ο παγκόσμιος πληθυσμός, τέτοιες περιοχές γίνονται όλο και περισσότερο πυκνοκατοικημένες. Οι πολίτες από πλουσιότερα έθνη γίνονται ακόμα πιο πλούσιοι, συμμετέχουν όλο και περισσότερο στις κοινωνικο-οικονομικές διαδικασίες, εμπλέκονται σε όλο και περισσότερες δραστηριότητες, συχνά σε επικίνδυνες περιοχές, και έτσι αναμέ-

νουν και μεγαλύτερη προστασία. Καταλήγοντας, η διαβίωση σε περιοχές που είναι γνωστό ότι είναι επιρρεπείς σε καταστροφές είναι πολυτέλεια για τους πλούσιους και ανάγκη για τους φτωχούς πολίτες.

- Μέχρι πρόσφατα, υπάρχει έλλειψη γνώσεων, έρευνας και κανονισμών προστασίας όσον αφορά τις καταστροφές και τις επιπτώσεις τους. Αυτό εν μέρει αντικατοπτρίζει τη δυσκολία να μελετηθούν γεγονότα που λαμβάνουν χώρα στον γεωλογικό χρόνο (10^3 - 10^9 χρόνια) και των οποίων η συχνότητα εμφάνισης μπορεί να είναι πολύ μικρή.

Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για τους οποίους ομάδες ανθρώπων συνεχίζουν να κατοικούν σε επικίνδυνες ζώνες αφηρώντας την ύπαρξη σημαντικών κινδύνων. Μερικές από αυτές τις περιοχές προσφέρουν στους κατοίκους τους σημαντικά οικονομικά οφέλη όπως από την εκμετάλλευση εύφορων ηφαιστειακών εδαφών. Για πολλές όμως ομάδες ανθρώπων απλά δεν υπάρχουν ικανοποιητικές εναλλακτικές λύσεις έτσι ώστε να μετακομίσουν σε άλλες πιο πολλά υποσχόμενες και ασφαλέστερες περιοχές. Άλλες πάλι ομάδες προσπαθούν να επωφεληθούν από βραχυπρόθεσμες δραστηριότητες στις επικίνδυνες αυτές περιοχές που όμως τους επιφέρουν σημαντικά κέρδη (τουρισμός, γεωργία, βιομηχανία, κλπ.).

Τα τελευταία 125 χρόνια δίνεται συνεχώς όλο και μεγαλύτερη έμφαση από τις φυσικές και τις κοινωνικές επιστήμες στην επίδραση που μπορεί να έχει το περιβάλλον στην ανθρωπότητα αλλά και ο άνθρωπος στο περιβάλλον. Κατά μια έννοια, οι καταστροφές αποτελούν μια ιδιαίτερη τάξη ανθρώπινων - περιβαλλοντικών ή οικολογικών φαινομένων. Οι φυσικές καταστροφές έχουν μελετηθεί μέσα από τις αρχές της ανθρωπο-οικολογίας, η οποία ορίζεται ως "η αναζήτηση των παραγόντων που καθορίζουν την ανθρώπινη συμπεριφορά μέσα στο φυσικό περιβάλλον και οι διαδικασίες που διευκολύνουν τη διαβίωση του ανθρώπου στον φυσικό κόσμο μέσα από την κοινωνική οργάνωση".

Υπάρχουν πάρα πολλές απόψεις και εκτιμήσεις που αφορούν στις φυσικές καταστροφές. Μπορούν να διακριθούν έξι τουλάχιστον σχολές που αφορούν στις διαφορετικές προσεγγίσεις των διαφόρων περιβαλλοντικών προβλημάτων:

- Η *γεωγραφική προσέγγιση* των φυσικών καταστροφών η οποία ξεκίνησε κατά τη δεκαετία του 1920 πάνω στην οικολογική προσαρμογή του ανθρώπου στο περιβάλλον. Στην προσέγγιση αυτή χρησιμοποιούνται οι μέθο-

δοι των κοινωνικών επιστημών και δίνεται μεγάλη έμφαση στην χωρο-χρονική κατανομή των καταστροφών, των επιπτώσεών τους και της επικινδυνότητας των περιοχών.

- Η *ανθρωπολογική προσέγγιση* εστιάζει στο ρόλο που διαδραματίζουν οι καταστροφές και στον τρόπο με τον οποίο καθοδηγούν την κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη των πληθυσμών διασκορπίζοντάς τους και καταστρέφοντας ολόκληρους πολιτισμούς.
- Η *κοινωνιολογική προσέγγιση* σύμφωνα με την οποία η επικινδυνότητα και οι επιπτώσεις θεωρούνται συναρτήσεις της ανθρώπινης συμπεριφοράς, των λειτουργιών της κοινότητας και της κοινωνικής οργάνωσης. Συμπληρωματικά, οι ψυχολόγοι μελετούν τις καταστροφές σε σχέση με παράγοντες όπως το άγχος, οι στερήσεις καθώς και το “καταστροφικό σύνδρομο”.
- Η *προσέγγιση των μελετών ανάπτυξης* έχει σαν κύριο στόχο την παροχή βοήθειας στις χώρες του Τρίτου Κόσμου, την αποφυγή των λιμοκτονιών, κλπ. Περισσότερο από το 80% των καταστροφικών επιπτώσεων πλήττουν τις αναπτυσσόμενες χώρες και το φαινόμενο της ανέχειας αυξάνει την τρωτότητα του ανθρώπου απέναντι στις φυσικές καταστροφές.
- Η *επιδημιολογία και η ιατρική των καταστροφών* είναι μια καινούρια προσέγγιση και εστιάζει στην διαχείριση των μαζικών δυστυχημάτων, τη φροντίδα βαρειών φυσικών τραυματισμών και την επιδημιολογική επιτήρηση των μεταδοτικών ασθενειών που αφθονούν στις περιπτώσεις καταστροφικών γεγονότων.
- Η *τεχνική προσέγγιση* τέλος, επικρατεί μεταξύ των επιστημόνων. Έμφαση δίνεται στη σεισμολογία, την ηφαιστειολογία, τη γεωμορφολογία και άλλες γεωφυσικές προσεγγίσεις των καταστροφών όπως επίσης και στις μηχανικές λύσεις.

6. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΠΕΡΙΘΑΛΨΗΣ

Οι διαδικασίες περίθαλψης που συνήθως ακολουθούν τις μεγάλες καταστροφές διεθνώς πρέπει να συνυπολογίζουν μερικά προβλήματα που υπάρχουν:

- Οι χώρες του Τρίτου Κόσμου συχνά έχουν πρόβλημα αφομοίωσης της βοήθειας που φθάνει από τις αναπτυγμένες χώρες.
- Η εκκένωση των ζωνών κινδύνου ή των περιοχών που επλήγησαν από καταστροφή πιθανόν να δημιουργήσει

σοβαρά προβλήματα στέγασης.

- Η φτώχεια τείνει να επιδεινώσει αρκετές φορές τα διάφορα προβλήματα που έχει ήδη δημιουργήσει ένα καταστροφικό γεγονός. Στις φτωχότερες περιοχές του πλανήτη υπάρχουν κατασκευές πολύ ευάλωτες σε καταστροφές για την αναβάθμιση των οποίων δεν υπάρχουν οι κατάλληλοι οικονομικοί πόροι.

Για εκείνους που παρέχουν την περίθαλψη είναι συχνά πολύ δύσκολη η διάκριση των προβλημάτων που προϋπήρχαν από αυτά που δημιουργήθηκαν μετά την καταστροφή. Όταν οι πηγές βοήθειας και περίθαλψης είναι περιορισμένες, τότε δημιουργείται ένα μεγάλο δίλημμα στο αν η βοήθεια θα πρέπει να επικεντρωθεί στην θεραπεία των αποτελεσμάτων της καταστροφής ή θα πρέπει να αντιμετωπιστεί το ευρύτερο πρόβλημα της υπανάπτυξης από το οποίο άλλωστε ξεπηδά και η γενικότερη αδυναμία αντιμετώπισης των καταστροφών.

7. ΠΑΡΑΝΟΗΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Η παρανόηση που υπάρχει σχετικά με τις καταστροφές και τη σοβαρότητά τους ξεκινά από την αντίληψη, ότι στο φυσικό περιβάλλον δεν είναι απαραίτητο να συμπεριφερόμαστε με πολύ προσοχή. Αυτή η θεώρηση έχει χαρακτηριστεί σαν *τεχνοκεντρική* γιατί θεωρεί ότι η ανθρώπινη ευφυΐα είναι αρκετή και υπερσχύει του κινδύνου από μια καταστροφή είτε γιατί μπορεί να αλλάξει τον κίνδυνο, είτε γιατί μπορεί να κάνει το περιβάλλον ασφαλές για τον άνθρωπο. Η ανθρώπινη όμως αδυναμία και η τρωτότητα απέναντι στις φυσικές καταστροφές οφείλεται πολύ συχνά στην άγνοια όχι μόνο των συνεπειών από μια καταστροφή αλλά και του πολύ περιορισμένου βαθμού στον οποίο μια δεδομένη τεχνολογία μπορεί να τροποποιήσει μια φυσική κατάσταση.

Άλλη μία παρανόηση που γίνεται είναι ότι οι καταστροφές είναι φαινόμενα μοναδικά και εξαιρετικά. Αντίθετα όμως, πολλά φυσικά φαινόμενα εξαιρετικής έντασης έχουν μια περιοδικότητα που είναι ελαφρά μεγαλύτερη από ότι μπορεί να ανακαλέσει η ανθρώπινη μνήμη (30-100 χρόνια). Η τάση του ανθρώπου να ξεχνάει κατά τη διάρκεια των περιόδων ηρεμίας που μεσολαμβάνει ανάμεσα στις καταστροφές, σημαίνει ότι, εκτός και αν η κοινότητα είναι έτοιμη να αντιμετωπίσει τους κινδύνους από τους οποίους απειλείται, ο καθορισμός και η αντιμετώπιση του γεγονότος

καθώς και η πρόβλεψη των συνεπειών του δε θα είναι απο-τελεσματική λόγω έλλειψης χρόνου. Το αποτέλεσμα είναι τότε μεγάλη έκπληξη, σύγχυση και πανικός κατά την αντιμετώπιση των γεγονότων, που θα μπορούσαν να έχουν προβλεφθεί.

Οι παρανοήσεις του κοινού σχετικά με τις φυσικές καταστροφές αφθονούν και μπορούν να απαλειφθούν μόνο με την καλή *δημόσια εκπαίδευση* και την παρότρυνση για δημιουργία *κοινωνικής άμυνας* κατά την οποία ο κάθε πολίτης καλείται να αντιμετωπίσει υπεύθυνα τα προβλήματα της ασφάλειάς του. Επειδή είναι αδύνατο να αναφερθούν όλες οι παρανοήσεις που γεννιούνται συχνά από τις καταστροφές, εδώ θα αναφερθεί μόνο ένα παράδειγμα. Αν και η δημιουργία ρηγμάτων είναι συχνό φαινόμενο σε χαλαρά ιζήματα, οι σεισμοί σπάνια προκαλούν μεγάλα χάσματα στα οποία χάνονται άνθρωποι ή υλικά. Υπάρχουν αρκετές περιοχές στον πλανήτη όπου οι περιοχές με κατασκευές χαμηλής ποιότητας συμπίπτουν με καταστροφές από σεισμούς μεγάλου μεγέθους. Αντίθετα με τη γενική κοινωνική αντίληψη, στους περισσότερους σεισμούς τα κτίρια δεν καταρρέουν ολοσχερώς και ακαριαίως. Έτσι, το να βρίσκεται κανείς στον δρόμο κατά τη διάρκεια των δονήσεων είναι πιο επικίνδυνο, από ότι εάν παρέμενε μέσα σε κάποιο κτίριο, εφόσον στο δρόμο υπάρχει πιθανότητα να πέσουν τμήματα από τις πληγείσες οικοδομές.

8. ΥΠΕΡΒΟΛΗ ΚΑΙ ΦΗΜΕΣ

Οι καταστροφές αποτελούν από τη φύση τους *χαστικές καταστάσεις* γι' αυτό και μόνο όσοι τις έζησαν από πολύ κοντά μπορούν να έχουν μια ακριβή εικόνα και εκτίμηση των ζημιών. Πολλές φορές όμως η εκτίμηση του αριθμού των θανάτων ή των τραυματιών και των ζημιών που προκλήθηκαν από μια φυσική καταστροφή περιέχει υπερβολή. Συχνά οι επίσημοι υπολογισμοί των θανάτων και των ζημιών από ένα καταστροφικό γεγονός διαρρέουν σαν πληροφορία και ενώ αρχίζει η επιχείρηση διάσωσης, γίνονται ανεπίσημες εκτιμήσεις με αποτέλεσμα οι αριθμοί των θυμάτων να φαίνονται υπερβολικά μεγάλοι, εφόσον τα άτομα που κάνουν αυτές τις πρόχειρες και ανεπίσημες εκτιμήσεις επηρεάζονται άμεσα από την τραγικότητα του γεγονότος. Οι αριθμοί σταδιακά σταθεροποιούνται, αυτό όμως γίνεται πολύ αργότερα (*Εικ. 1.3*).

Άλλο ένα πολύ συχνό φαινόμενο κατά τη διάρκεια της *δράσης* ενός καταστροφικού γεγονότος ή αμέσως μετά είναι οι φήμες. Αυτές συνήθως αφορούν ένα ή περισσότερα από

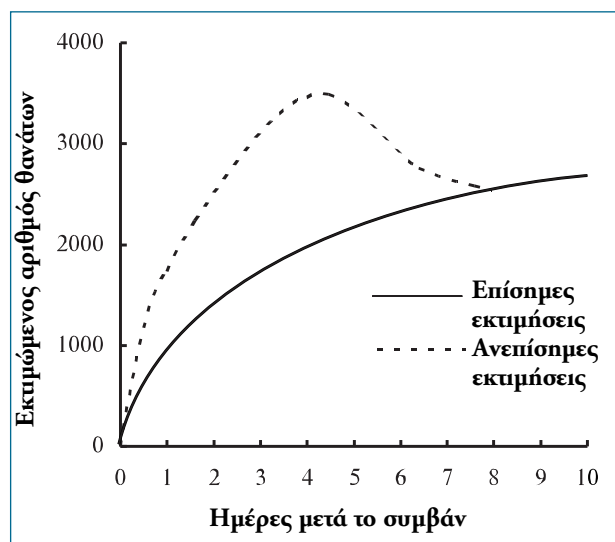
τα ακόλουθα, όπως την πιθανότητα ότι θα επακολουθήσει και άλλη παρόμοια καταστροφή πολύ σύντομα, ότι η μια καταστροφή θα ακολουθηθεί από κάποια άλλη εξίσου σοβαρή όπως για παράδειγμα μια επιδημία, ή τέλος ότι το κράτος αποκρύπτει την πραγματική έκταση και σοβαρότητα των γεγονότων από τον κόσμο. Οι φήμες τείνουν να διαδοθούν ανάμεσα σε ανθρώπους του ίδιου φύλου και παρόμοιας κοινωνικο-οικονομικής κατάστασης που ομιλούν την ίδια γλώσσα. Αυτές οι καταστάσεις αποδεικνύουν την ανάγκη συλλογής ακριβών και αξιόπιστων πληροφοριών, οι οποίες πρέπει να διαδοθούν προσεκτικά στον τύπο, στους επιζώντες και στο ευρύτερο κοινό.

Είναι επίσης σαφές ότι οι κρατικοί υπεύθυνοι που έρχονται σε επαφή με τους πολίτες αλλά και με τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, θα πρέπει να ενημερώνουν *επακριβώς* και *αξιόπιστα* αποφεύγοντας τις υπερβολές, ενώ δεν πρέπει να κάνουν καμία αναφορά στις φήμες.

Η ετοιμότητα, η εκπαίδευση και η εμπειρία είναι απαραίτητα στοιχεία για την καλή διαχείριση μιας καταστροφής. Η ψυχρή και αποσπασματική αποφασιστικότητα είναι βέβαια πολύ δύσκολη τις πρώτες ώρες μετά την καταστροφή αλλά όμως απαραίτητη και ζωτικής σημασίας. Για παράδειγμα, ένας κρατικός υπάλληλος ή ένας άνθρωπος των τοπικών αρχών μπορεί να βρίσκεται ο ίδιος ή κάποιο μέλος της οικογένειάς του σε άμεσο και συνεχιζόμενο κίνδυνο, οπότε οι απώλειες και η προσωπική άσχημη ψυχολογική κατάσταση μπορεί να υπερνικούν τη θέληση για άσκη-

Εικόνα 1.3

Επίσημοι και ανεπίσημοι υπολογισμοί των θανάτων από την δράση ενός καταστροφικού γεγονότος.



ση του καθήκοντος. Παρόμοια, οι επιζώντες μπορεί να έχουν θορυβώδεις και υπερβολικές αντιδράσεις και απαιτήσεις, και γενικά η όλη κατάσταση μπορεί να φαντάζει παράξενη και ακατανόητη.

Δυστυχώς, λόγω της έλλειψης εμπειρίας και εκπαίδευσης, τα λάθη που έγιναν σε αντίστοιχες περιπτώσεις του παρελθόντος συχνά επαναλαμβάνονται. Παρ' όλα αυτά όμως, σημαντικά μαθήματα υπάρχουν από την εμπειρία του παρελθόντος. Για παράδειγμα, ο κόσμος πιστεύει ότι πολλές κλοπές γίνονται στα εγκαταλελειμμένα κτίρια μετά από ένα καταστροφικό γεγονός και έτσι μια σεβαστή αστυνομική δύναμη ασχολείται με την περιφρούρηση των περιουσιών όταν πιθανότατα η βοήθειά της στην διάσωση των επιζώντων είναι εξαιρετικής σημασίας.

Άλλη μια παρανόηση που συχνά συμβαίνει είναι ότι τα άταφα πτώματα προκαλούν υγειονομικά προβλήματα και για το λόγο αυτό πρέπει να απομακρυνθούν πολύ γρήγορα, ενώ κανονικά θα πρέπει να ακολουθηθούν οι διαδικασίες ταφής όπως η αυτοψία, η αναγνώριση, κλπ..

Μέτρα επίσης πρέπει να ληφθούν ώστε να αποφευχθεί η παροχή ακατάλληλης τροφής, ιματισμού ή φαρμάκων στους επιζώντες. Συμπληρωματικά θα πρέπει να τονιστεί ότι, όταν υπάρχει παροχή βοήθειας, θα πρέπει αυτή να δίνεται με σεβασμό στα κοινωνικά και βιοφυσικά έθιμα των θυμάτων και για παράδειγμα δε θα πρέπει να τους προσφέρονται αγαθά με τα οποία δεν έχουν καμία εξοικείωση.

Η ιστορία έχει δείξει ότι αμέσως μετά από μια καταστροφή, θα πρέπει να οριοθετείται η πληγείσα περιοχή και τα άτομα που συμμετέχουν στις αποστολές βοήθειας θα πρέπει να έχουν σαφείς οδηγίες για τη δράση τους και όχι να δρουν ατομικά. Επίσης οι επισκέψεις επισήμων στις περιοχές που έχουν πληγεί από καταστροφές, χρησιμοποιώντας ιδιαίτερα μέσα μεταφοράς και ασφάλειας, δε βοηθούν καθόλου το πθικό των επιζώντων γι' αυτό και θα πρέπει να αποφεύγονται.

9. ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ

Σαν γραμμική συνάρτηση, ο χρόνος αποτελεί την οπνδυλική στίλη για τα περισσότερα μοντέλα που εξετάζουν το μηχανισμό με τον οποίο λαμβάνουν χώρα οι καταστροφές ή τον τρόπο με τον οποίο αυτές μπορεί να ελεγχθούν. Ο χώρος είναι ένα άλλο σημαντικό στοιχείο για όλες τις καταστροφές και σχετίζεται με την τρωτότητα και την επιδεκτικότητα σε καταστροφές καθώς και τις συνέπειες από ένα γεγονός, ενώ αποτελεί άμεση συνάρτηση του χρόνου.

10. ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

Η σχέση μέγεθος - συχνότητα απεικονίζει την ένταση των καταστροφών που προκλήθηκαν από ένα συγκεκριμένο καταστροφικό γεγονός σαν αποτέλεσμα του μεγέθους του επί τη συχνότητα εμφάνισής του. Γενικά, μεγάλης κλίμακας γεγονότα δε λαμβάνουν χώρα τόσο συχνά ώστε να θεωρούνται σαν τα σημαντικότερα, ενώ τα φαινόμενα που εμφανίζονται συχνότερα είναι συνήθως μικρότερης έντασης. Οι μέσες συνέπειες επομένως υπολογίζονται από τον πολλαπλασιασμό του μεγέθους του γεγονότος επί τη συχνότητα εμφάνισής τους.

Η *συχνότητα* μπορεί να οριστεί ποικιλοτρόπως είτε ως ο αριθμός των συμβάντων συγκεκριμένου μεγέθους σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, είτε ως ο αριθμός των συμβάντων και τα μεγέθη τους σε διαδοχικές χρονικές περιόδους, είτε τέλος ως το πόσο συχνά συμβαίνει ένα γεγονός συγκεκριμένου μεγέθους. Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο γεγονότων ίδιου μεγέθους ονομάζεται *περίοδος επανάληψης*. Τα παραπάνω μεγέθη ποικίλουν ανάλογα με τους διάφορους τύπους των φυσικών φαινομένων (Πίν. 1.2) και συνήθως παρουσιάζουν μια μη γραμμική αναλογία με το μέγεθος του γεγονότος, όπως φαίνεται και στην *εικόνα 1.4*.

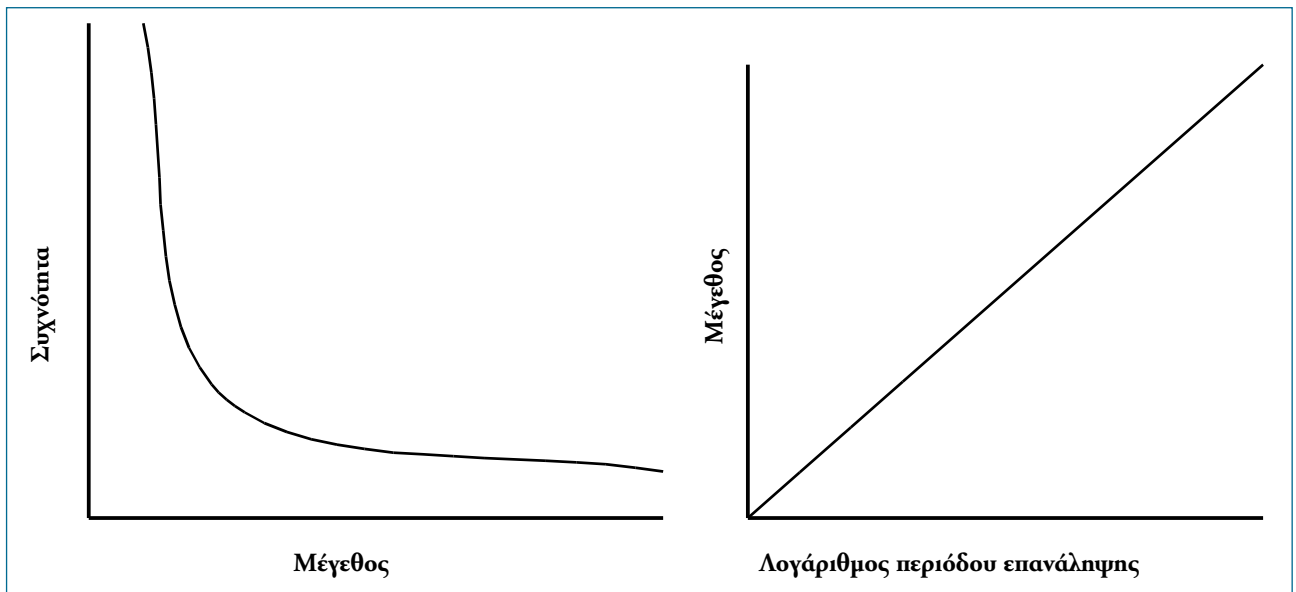
Είναι πολύ δύσκολο να οριστεί μία τιμή μεγέθους πάνω από την οποία τα γεγονότα γίνονται καταστροφικά. Συνήθως, για να είναι ένας σεισμός καταστροφικός θα πρέπει το μέγεθός του να είναι τουλάχιστον 6.0, ενώ για να είναι ένα τσουνάμι καταστροφικό θα πρέπει το ύψος των κυμάτων να υπερβαίνει τα 2 μέτρα. Οι επίσημοι οργανισμοί πρόβλεψης και πρόληψης των καταστροφικών γεγονότων είναι συνήθως οι πρώτοι που προσπαθούν να βρουν αυτή την ποσοτική σχέση μεταξύ μεγέθους γεγονότος και συνεπειών.

Μελέτες πάνω στη συχνότητα εμφάνισης των φυσικών καταστροφικών φαινομένων απέδειξαν ότι όσο έχουμε μείωση του μεγέθους τόσο έχουμε αύξηση της συχνότητας. Όταν υπολογιστεί όμως ο λογάριθμος της περιόδου επανάληψης τότε έχουμε μια γραμμική συνάρτηση μεγέθους - συχνότητας. Πολλές δυσκολίες εμφανίζονται όταν υπάρχουν λίγα ή και καθόλου στοιχεία για διάφορες χρονικές περιόδους, αφού συνήθως τα στοιχεία που είναι διαθέσιμα αντιστοιχούν σε μερικές δεκαετίες ή, στην καλύτερη περίπτωση, στους δύο τελευταίους αιώνες, εφόσον οι γεωεπιπτώσεις έχουν μια πολύ περιορισμένη, χρονικά, ιστορία.

Τύπος καταστροφής	Συχνότητα εμφάνισης
Κεραυνός	Τυχαία
Χιονοστιβάδα	Εποχιακή/ημερήσια ή τυχαία
Σεισμός	Τυχαία
Κατολίθηση	Εποχιακή/ακανόνιστη
Ανεμοστρόβιλος	Εποχιακή
Εντονη βροχόπτωση	Εποχιακή/ημερήσια
Χαλάζι	Εποχιακή/ημερήσια
Τσουνάμι	Τυχαία
Καθίζηση	Απότομη ή σταδιακή
Ανεμοθύελλα	Εποχιακή
Παγετός	Εποχιακή/ημερήσια
Τυφώνας	Εποχιακή/ακανόνιστη
Χιονοθύελλα	Εποχιακή
Πυρκαγιά	Εποχιακή/τυχαία
Ηφαιστειακή έκρηξη	Ακανόνιστη
Ομίχλη	Εποχιακή/ημερήσια
Πλημμύρα	Εποχιακή
Παράκτια διάβρωση	Εποχιακή/ακανόνιστη
Ερημοποίηση	Προοδευτική
Ξηρασία	Εποχιακή/ακανόνιστη

Πίνακας 1.2

Ταξινόμηση των καταστροφών σύμφωνα με τη συχνότητά τους.



Ετσι λοιπόν είναι πολύ δύσκολη η πρόβλεψη γεγονότων μακράς περιόδου. Με αυτά τα δεδομένα όσο περισσότερο οι προβλέψεις προχωρούν στο μέλλον τόσο πιο ανακριβείς γίνονται.

11. ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΦΑΣΕΙΣ

Οι καταστροφές μπορούν να ταξινομηθούν σε χρονικές φάσεις. Η πρώτη είναι η *φάση επιπτώσεων* κατά την οποία οι επιζώντες μπορούν να κάνουν ελάχιστα πράγματα και απλώς να περιμένουν να περάσει το κακό. Η κρίση που συνεπάγεται του γεγονότος μπορεί να χωριστεί σε φάσεις *απομόνωσης*, *διάσωσης* και *θεραπείας*. Η απομόνωση μπορεί να διαρκέσει από μερικές ώρες μέχρι τρεις μέρες γεγονός που εξαρτάται από την προσπελασιμότητα της πληγείσας περιοχής και από την καλή οργάνωση των υπηρεσιών άμεσης επέμβασης. Κατά τους ιστορικούς χρόνους, η απομόνωση περιοχών που είχαν χτυπηθεί από κάποιο καταστροφικό γεγονός, μπορούσε να διαρκέσει μήνες ή ακόμα και χρόνια. Ακόμα και σήμερα όμως, πολλές φορές οι επιζώντες από κάποια καταστροφή υποφέρουν στην συνέχεια από την αμέλεια ή την καθυστέρηση από μέρους των τοπικών ή και των διεθνών αρχών για την παροχή βοήθειας.

Η *θεραπεία της κρίσης* περιλαμβάνει την παροχή τροφής, καταφυγίου, ιατρικής φροντίδας και οργανωμένης βοήθειας έτσι ώστε το περιβάλλον να καταστεί ασφαλές και

Εικόνα 1.4

Συσχετισμός μεταξύ μεγέθους, συχνότητας και περιόδου επανάληψης των φυσικών φαινομένων.

κατοικίσιμο. Η τάση που επικρατεί σήμερα είναι η βοήθεια στις περιοχές που έχουν πληγεί από κάποιο καταστροφικό γεγονός να καταφθάνει όσο το δυνατό γρηγορότερα. Στις περισσότερες μεγάλες διεθνείς καταστροφές που συνέβησαν τα τελευταία χρόνια, βοήθεια από ξένες χώρες καθώς και ειδικευμένα συνεργεία διάσωσης και βοήθειας έφθασαν στις περιοχές αυτές μέσα σε χρονικό διάστημα λίγων μόλις ωρών μετά το γεγονός.

Κατά τη διάρκεια της φάσης *ανάκαμψης*, προσωρινά καταφύγια χρησιμοποιούνται για την παροχή στέγης στους επιζώντες και οργανώνονται κοινοτικά συστήματα για την παροχή τροφής. Η κοινωνική συνοχή αυξάνει κατά την περίοδο δράσης των καταστροφικών φαινομένων αφού αυτά αντιπροσωπεύουν κοινούς εχθρούς για τους απλούς πολίτες που πρέπει να αντιμετωπιστούν ομαδικά και οργανωμένα. Γενικά πάντως το μέγεθος καθώς και η διάρκεια της περιόδου ανάκαμψης και αποκατάστασης της κοινωνικής ισορροπίας που διαταράχθηκε από μια καταστροφή είναι συνάρτηση του μεγέθους των *κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων* της. Η πολυπλοκότητα και η ποικιλομορφία των σημερινών κοινωνιών έχει σαν αποτέλεσμα την αδυναμία προκαθορισμού του χρόνου ανάκαμψης και αποκατάστασης αφού αυτό έχει άμεση σχέση με το μέγεθος του πληθυσμού, την κοινωνική οργάνωση, τη διαθεσιμότητα πόρων, κλπ.

Η φυσική καταστροφή μπορεί να έχει κοινωνικές, οικονομικές και ιατρικές συνέπειες. Για παράδειγμα, όταν οι καταστροφές συμβαίνουν σε μεγάλες περιοχές, τότε η ανάγκη στέγασης των πληγέντων και η αποκατάσταση των κατεστραμμένων κατασκευών είναι άμεση. Μέχρι να ολοκληρωθεί η αποκατάσταση των ζημιών μερικοί επιζώντες θα αναγκαστούν να μετακομίσουν μακριά από την περιοχή, ενώ οι διαδικασίες επανεγκατάστασης θα ακολουθήσουν πολύ αργότερα όταν οι ανακατασκευές θα έχουν προχωρήσει αρκετά ώστε να παρέχουν ικανοποιητική στέγαση του πληθυσμού.

Αν και αυτό συμβαίνει σε λίγα είδη καταστροφικών φαινομένων, μερικές φορές καταστροφικά γεγονότα όπως ξηρασίες, πλημμύρες ή τυφώνες μπορεί να έχουν σαν αποτέλεσμα την, τοπική εμβέλεια, έλλειψη τροφής. Ταυτόχρονα η καταστροφή του δικτύου παροχής ύδατος μπορεί να οδηγήσει στην δημιουργία μαύρης αγοράς που εμπορεύεται εμφιαλωμένο νερό. Ο αυξημένος κίνδυνος μετάδοσης ασθενειών από ακατάλληλα ύδατα και κατεστραμμένο δίκτυο ύδρευσης γίνεται τότε πλέον εμφανής

στο κοινωνικό σύνολο που αντιμετωπίζει έτσι και προβλήματα υγιεινής.

Η απώλεια βιοτικών πόρων είναι ακόμα μία δυνητική συνέπεια της δράσης καταστροφικών φαινομένων. Αν αυτό συμβεί ακολουθεί βίαια και απότομη διατάραξη και ίσως καταστροφή της κοινωνικής οργάνωσης, με συνέπειες την ανεργία και την ανέχεια.

Οι χρονικές κλίμακες για τις καταστροφές συνοψίζονται στον *πίνακα 1.3* για τρεις υποθετικές περιπτώσεις. Βέβαια, οι χρονικές περίοδοι που παρουσιάζονται εδώ μπορεί να διαφέρουν αισθητά από περίπτωση σε περίπτωση ανάλογα με τις φυσικές, κοινωνικές, πολιτικές και οικονομικές ιδιαιτερότητες κάθε μιας περίπτωσης.

12. ΖΩΝΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Η κατανομή των καταστροφών στο χώρο είναι συνήθως μικρής σημασίας αν και η κατανόσή της είναι θεμελιώδης για την αντιμετώπιση τόσο των καταστροφών, όσο και των διαφόρων επειγόντων περιστατικών. Προτείνεται γενικά ένα απλό μοντέλο της κατανομής των καταστροφών το οποίο αποτελείται από πέντε συγκεντρικές περιοχές (*Εικ. 1.5*).

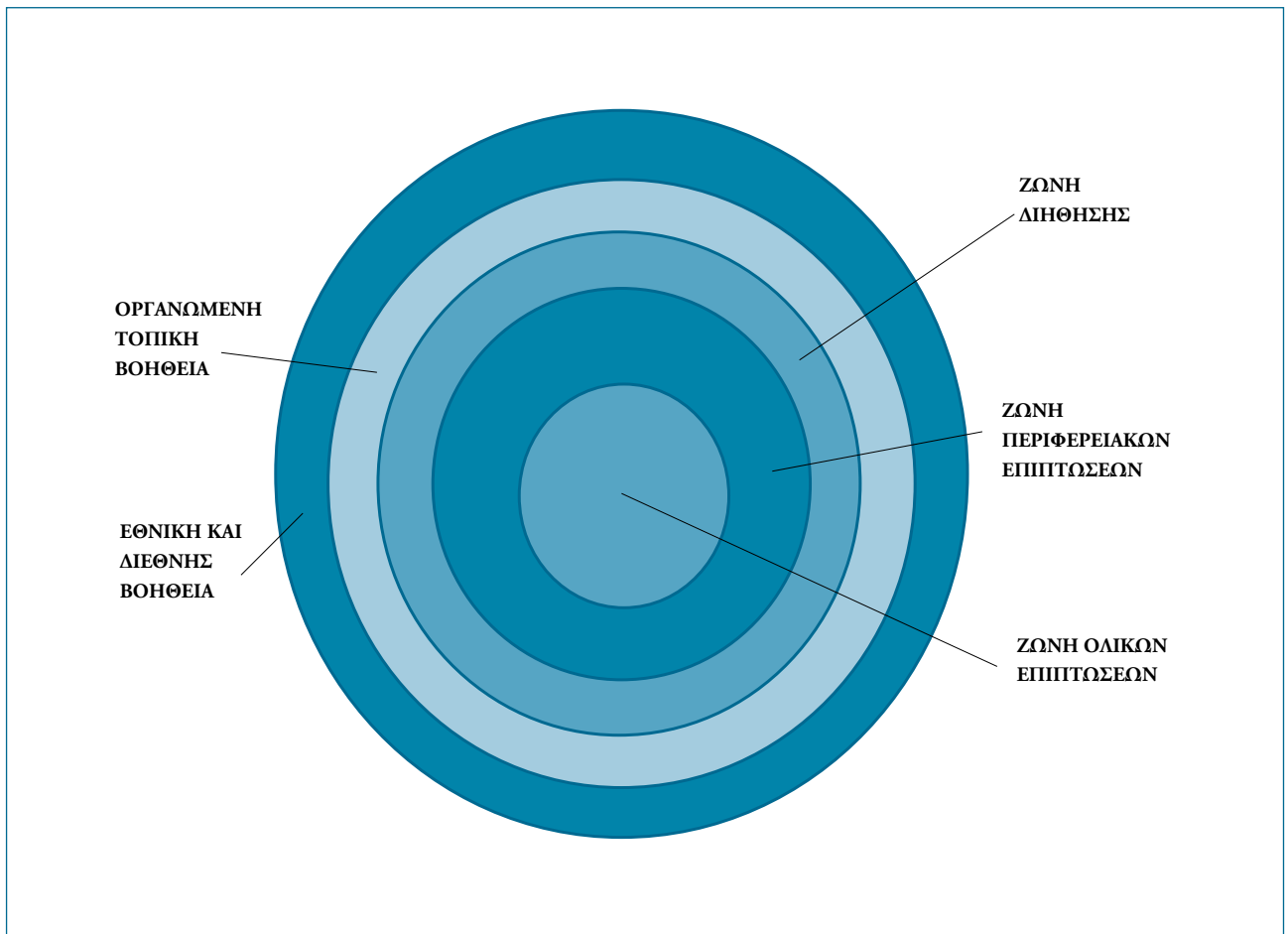
- Στο κέντρο βρίσκεται η *ζώνη των ολικών επιπτώσεων*, στην οποία όλες ή οι περισσότερες κατασκευές είναι κατεστραμμένες.
- Η ζώνη αυτή περικλείεται από τη *ζώνη των περιφερειακών επιπτώσεων*, στην οποία οι καταστροφές είναι λιγότερο σοβαρές.
- Στη συνέχεια ακολουθεί η *ζώνη διήθησης* όπου δεν υπάρχουν φυσικές καταστροφές αλλά συγκεντρώνονται σε μεγάλους αριθμούς οι πρόσφυγες και παρέχεται στέγη, σίτιση και κάθε είδους βοήθεια.
- Οι τελευταίες εξωτερικές ζώνες είναι η *ζώνη τοπικής βοήθειας* και η *ζώνη εθνικής και διεθνούς βοήθειας* όπου συγκεντρώνονται οι προμήθειες, ενώ υλικά και προσωπικό στέλνονται από εκεί στην κατεστραμμένη περιοχή. Το μέγεθος της απόκρισης εξαρτάται από τη φύση της προσφερόμενης βοήθειας, το βαθμό του εθνικού αλλά και του διεθνούς ενδιαφέροντος καθώς και από την επιρροή της κοινής γνώμης.

Αν και το παραπάνω μοντέλο είναι ευρέως γνωστό από τη βιβλιογραφία, εν τούτοις σπάνια έχει εφαρμοστεί στην πράξη. Η συγκεντρική φύση των ζωνών είναι βέβαια θεωρητική όπως επίσης θεωρητικό είναι και το μέγεθός τους.

ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΣΕΙΣΜΟΣ	ΤΥΦΩΝΑΣ	ΠΛΗΜΜΥΡΑ
Περίοδος επανάληψης	5 χρόνια	5 χρόνια	100 χρόνια
Πρόδρομη φάση	καμμία	20 λεπτά	15 ώρες
Διάρκεια	100 δευτ/πτα	5 λεπτά	36 ώρες
<i>Περίοδος κρίσης</i>			
Απομόνωση	8-48 ώρες	2 ώρες	2 ώρες
Ερευνα-διάσωση	2-7 ημέρες	12 ώρες	3 ημέρες
Επισκευή βασικών υπηρεσιών	4 εβδομάδες	3 εβδομάδες	5 εβδομάδες
<i>Μακράς περιόδου</i>			
Αποκατάσταση - ανακατασκευή	12 χρόνια	2 χρόνια	4 χρόνια
Ανακατασκευή με στόχο την ανάπτυξη	25 χρόνια	3 χρόνια	12 χρόνια

Πίνακας 1.3

Χρονικές περίοδοι καταστροφών.



Εικόνα 1.5

Μοντέλο καταστροφών.

Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας στοιχεία από την καταστροφή που έγινε το 1985 από λασπορροή στο Val di Stava στα Dolomite Mountains της βόρειας Ιταλίας φαίνεται ότι η σχέση των αποστάσεων μεταξύ των ζωνών είναι λογαριθμική. Αυξάνεται σημαντικά και απότομα όσο απομακρυνόμαστε από τη ζώνη των ολικών επιπτώσεων.

13. ΕΝΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

Η ένταση μπορεί να δοθεί σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση ενέργειας κατά τη διάρκεια των φυσικών φαινομένων και τη σοβαρότητα των επιπτώσεων των φαινομένων αυτών στις ανθρώπινες ζωές, στις κατασκευές και στο φυσικό περιβάλλον.

Η ταξινόμηση με βάση την ένταση δεν έχει εφαρμοστεί σε όλες τις φυσικές καταστροφές όπως για παράδειγμα στις πλημμύρες. Αντίθετα, για τους σεισμούς γίνονται συνεχώς προσπάθειες για την ταξινόμηση των καταστροφών που επιφέρουν στον άνθρωπο δηλαδή με βάση την ένταση του φαινομένου.

14. ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΣΕΙΣΜΩΝ

Η πρώτη συστηματική ταξινόμηση των σεισμικών εντάσεων ήταν αυτή που προτάθηκε από τον Domenico Rignataro, έναν Ιταλό φυσικό κατά τα τέλη της δεκαετίας του 1780. Έχοντας στοιχεία από 1181 σεισμικά γεγονότα, τα ταξινόμησε σαν ασθενή, μέτρια, δυνατά και πολύ δυνατά, ενώ χαρακτήρισε “βίαιους” τους σεισμούς του 1783 στην Καλαβρία κατά τους οποίους σκοτώθηκαν περί τα 29.500 άτομα. Την ίδια εποχή ένας ιερέας ο Father Elisio della Concezione, κατασκεύασε τον πρώτο χάρτη καταστροφών (σε κλίμακα 1/145.600) χρησιμοποιώντας αστρονομικά δεδομένα για τον προσδιορισμό των συντεταγμένων των πόλεων.

Η κλίμακα που προτάθηκε το 1828 από τον Egen περιείχε έξι τάξεις εντάσεων οι οποίες ήταν πολύ πιο λεπτομερώς ορισμένες απ’ότι αυτές του Rignataro. Στη συνέχεια, ο Ιρλανδός μηχανικός Robert Mallet, ο οποίος είναι ένας από τους κύριους θεμελιωτές της σύγχρονης σεισμολογίας, συνδύασε την υφιστάμενη θεωρητική γνώση, τις καταγραφές των αρχείων καθώς και τα δεδομένα από τις προσωπικές του παρατηρήσεις υπαίθρου στη νότια Ιταλία αμέσως μετά τους σεισμούς του Δεκεμβρίου 1857 κατά τους οποίους σκοτώθηκαν περί τα 9.750 άτομα. Οι μέθοδοι κατα-

γραφής των σεισμικών καταστροφών που χρησιμοποίησε ήταν πολύ συστηματικές και αναλυτικές και έτσι καινούργιες κλίμακες σεισμικών εντάσεων μπόρεσαν να προταθούν βασισμένες στις πληροφορίες αυτές που ήταν και περισσότερο κατανοητές και λιγότερο υποκειμενικές από όλες τις άλλες του παρελθόντος.

Η θεμελίωση των σύγχρονων κλιμάκων εντάσεων έγινε το 1879 από τον De Rossi και στη συνέχεια αναπτύχθηκαν από τον Forel το 1883. Η κλίμακα των 10 τάξεων που προτάθηκε από τους δύο παραπάνω επεκτάθηκε σε κλίμακα 12 τάξεων από τον Giuseppe Mercalli το 1902, ο οποίος πρότεινε το μέχρι σήμερα γνωστό σύστημα ταξινόμησης των σεισμικών γεγονότων με βάση την έντασή τους. Το 1931 προτάθηκε η κλίμακα Mercalli-Wood-Neumann με σκοπό να λαμβάνει υπόψη τις καταστροφές σε οχήματα και ψηλά κτίρια και άλλες σύγχρονες κατασκευές, οι οποίες δεν ήταν γνωστές την εποχή του Mercalli. Οι σύγχρονες τροποποιήσεις της αρχικής κλίμακας Mercalli αποτελούν την Τροποποιημένη Κλίμακα Mercalli (MM) του 1956 (*Πίν. 1.4*) που χρησιμοποιείται στην Αμερική και την κλίμακα Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) που χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρώπη. Άλλες κλίμακες είναι: η κλίμακα Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK), η κλίμακα της Japan Meteorological Association (JMA) (η οποία έχει 7 τάξεις και όχι 12 όπως συνθίζεται στις Δυτικές κλίμακες) και η κλίμακα GOST. Τελευταία εφαρμόζεται η European Macroseismic Scale (EMS, 1992) η οποία αποτελεί εξέλιξη της MSK, περιλαμβάνει νέους τύπους κτιρίων, ενώ για την εκτίμηση της έντασης λαμβάνονται υπόψη περισσότερο αντικειμενικά κριτήρια (*Εικ. 1.6*).

Οι κλίμακες σεισμικών εντάσεων συνιστούν μια προσπάθεια ταξινόμησης των παρατηρούμενων αποτελεσμάτων των σεισμών με σκοπό την απεικόνιση της κατανομής τους στο χώρο και το χρόνο. Πολύ ασθενή σεισμικά γεγονότα (δηλαδή πολύ ασθενείς δονήσεις, οι οποίες δεν είναι δυνατό να μετακινήσουν αντικείμενα) μπορούν να καταγραφούν μόνο από πολύ ευαίσθητα όργανα και έτσι καταλαμβάνουν τις χαμηλότερες θέσεις στις κλίμακες εντάσεων. Οι χαμηλές ή οι μέσες κατηγορίες περιλαμβάνουν γεγονότα που γίνονται αισθητά από το κοινό και προκαλούν ζημιές σε έπιπλα ή άλλες οικοσκευές.

Στις υψηλότερες κατηγορίες περιλαμβάνονται γεγονότα που προκαλούν ζημιές σε κτίρια και δομικές κατασκευές, ενώ στις τελευταίες κατηγορίες έχουμε καταστροφές αστικών περιοχών, τροποποιήσεις του ανάγλυφου και των

Πίνακας 1.4

Τροποποιημένη κλίμακα σεισμικών εντάσεων Mercalli.

ΒΑΘΜΟΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
I	Δε γίνεται αισθητός παρά μόνο από πολύ λίγους ανθρώπους και κάτω από ιδιαίτερες συνθήκες.
II	Γίνεται αισθητός μόνο από λίγους ανθρώπους που βρίσκονται σε στιγμή ανάπαυσης, συνήθως στους τελευταίους ορόφους κτιρίων.
III	Αρκετά αισθητός μέσα σε κτίρια, κυρίως στους υψηλότερους ορόφους, αν και πολλοί άνθρωποι δεν τον αναγνωρίζουν σαν σεισμό. Σταθμευμένα οχήματα μπορεί να μετακινηθούν ελαφρά ενώ η δόνηση μοιάζει πολύ με αυτή που προκαλεί ένα διερχόμενο φορτηγό.
IV	Κατά τη διάρκεια της ημέρας είναι αισθητός από πολλούς ανθρώπους που βρίσκονται μέσα σε κτίρια και από πολύ λίγους που βρίσκονται εκτός. Αν συμβεί κατά τη διάρκεια της νύχτας, πολλοί άνθρωποι ξυπνούν. Ζημιές παρατηρούνται σε πύλινα είδη, πόρτες και παράθυρα ενώ οι τοίχοι τρίζουν. Σταθμευμένα οχήματα μπορεί να μετακινηθούν αρκετά.
V	Αισθητός από όλους σχεδόν ενώ πολλοί άνθρωποι ξυπνούν από τον ύπνο τους. Πύλινα αντικείμενα, παράθυρα, κλπ. σπάζουν ενώ ασταθή αντικείμενα ανατρέπονται. Πτώσεις δέντρων ή πασσάλων παρατηρούνται επίσης. Εκκρεμή ωρολόγια μπορεί να σταματήσουν.
VI	Αισθητός από όλους τους ανθρώπους, πολλοί τρομοκρατούνται και σπεύδουν να βγουν έξω από τα κτίρια. Βαριά έπιπλα μετακινούνται και κατακρημνίζονται καμινάδες και γύψινα. Ελαφρές καταστροφές.
VII	Όλοι τρέχουν έξω από τα κτίρια. Ασήμαντες οι ζημιές σε κτίρια με καλό σχεδιασμό και κατασκευή και ελαφρές έως μέτριες σε καλά κατασκευασμένα κοινά κτίρια. Σημαντικές οι ζημιές σε κακές κατασκευές. Κατακρημνίζονται καμινάδες. Αισθητός επίσης από ανθρώπους που οδηγούν οχήματα.
VIII	Ελαφρές ζημιές στα ειδικά κατασκευασμένα κτίρια, σημαντικές στα κοινά κτίρια με μερική συντριβή, μεγάλες οι ζημιές στις κακές κατασκευές. Πτώσεις καμινάδων οικιών ή και εργοστασίων, μνημείων, τοίχων, κλπ. Βαριά έπιπλα αναποδογυρίζονται. Εκτοξεύσεις άμμου και λάσπης σε μικρές ποσότητες από το έδαφος. Αλλαγή της στάθμης των υδάτων στα πηγάδια. Ο σεισμός επηρεάζει άμεσα όσους οδηγούν οχήματα.
IX	Σημαντικές ζημιές σε ειδικά κατασκευασμένα κτίρια, ενώ πολλές καλοσχεδιασμένες κατασκευές ξεφεύγουν από το δομικό τους σκελετό. Πολύ μεγάλες οι ζημιές που συνοδεύονται από μερική κατάρρευση στα κοινά κτίρια. Οι κατασκευές φεύγουν από τα θεμέλιά τους. Εδαφικές ρωγμές δημιουργούνται και καταστρέφονται υπόγειοι αγωγοί.
X	Καταστρέφονται μερικά καλά κατασκευασμένα ξύλινα κτίρια, ενώ οι περισσότερες λίθινες κατασκευές καταστρέφονται από τα θεμέλια. Μεγάλες εδαφικές ρωγμές. Οι σιδηροδρομικές γραμμές κάμπτονται και σημαντικές κατολισθήσεις λαμβάνουν χώρα. Αποθέσεις άμμου και λάσπης μετακινούνται και το νερό στις κοίτες των ποταμών υπερχειλίζει.
XI	Πολύ λίγες ή και καθόλου λίθινες κατασκευές στέκονται όρθιες. Γέφυρες καταστρέφονται. Πολύ μεγάλες ρωγμές στο έδαφος, ενώ όλοι οι υπόγειοι αγωγοί καταστρέφονται ολοσχερώς.
XII	Η καταστροφή είναι ολική. Η επιφάνεια του εδάφους σχηματίζει κύματα. Διάφορα αντικείμενα πετούν στον αέρα.



Εικόνα 1.6

Ζημιές τρίτου βαθμού σε κατασκευή Β κλάσεως στον Πύργο, οι οποίες προκλήθηκαν από το σεισμό της 26ης Μαρτίου 1993. Η εκτίμηση των ζημιών έγινε σύμφωνα με την EMS-1992 στο σύνολο των κατασκευών της πόλης, με αποτέλεσμα να προκύψει ο χάρτης εντάσεων.

υδρογραφικών συστημάτων. Οι κύριοι λόγοι για τους οποίους χρειαζόμαστε περισσότερες από μία κλίμακες ταξινόμησης είναι ότι το δομημένο περιβάλλον διαφέρει από περιοχή σε περιοχή και αλλάζει κατά τη διάρκεια του χρόνου. Η χρήση ατσάλινων αρμών και ενισχυμένου σκυροδέματος στις κατασκευές για παράδειγμα έχει αλλάξει την απόκριση των κατασκευών στη σεισμική διέγερση και έτσι γίνεται αναγκαία η επανεκτίμηση της τρωτότητάς τους στην καταστροφή.

Σε ισότροπα μέσα, τα αποτελέσματα της σεισμικής διέγερσης αμβλύνονται όσο απομακρύνονται από το επίκεντρο αφού αυτός είναι ο μηχανισμός ελάττωσης της ενέργειας της δόνησης. Πολλές ανωμαλίες παρατηρούνται όμως τόσο λόγω της εξάπλωσης των γεωλογικών σχηματισμών, πράγμα που είναι πολύ σημαντικό, όσο και λόγω του αριθμού, του πάχους, της συνοχής και γενικότερα της φύσης των

πετρωμάτων αφού αυτά επηρεάζουν άμεσα τη συχνότητα και το μήκος των κυμάτων που διαδίδουν. Πρακτικά, τα χαλαρά ιζήματα αυξάνουν το πλάτος των κυμάτων, ενώ στα σκληρά πετρώματα συμβαίνει το αντίθετο. Επιπρόσθετα, οι λόφοι ή τα εδαφικά προνή μπορεί να λειτουργήσουν σαν ανακλαστές των κυμάτων.

Εκτός από τη γεωλογία και τη γεωμορφολογία, οι αλλαγές στο ανθρωπογενές τοπίο, όπως για παράδειγμα η πολυμορφία των υλικών δόμησης ή οι αστικές συναθροίσεις επιδρούν στην κατανομή των καταστροφών. Επιπρόσθετα, το καθεστώς συντήρησης και διατήρησης των κτιρίων είναι ζωτικής σημασίας για την αντοχή τους σε ένα σεισμικό γεγονός. Ερειπωμένα ή κτίρια χωρίς αντισεισμικό σχεδιασμό παρουσιάζουν αδυναμία αντίστασης στην οριζόντια εδαφική επιτάχυνση. Επομένως, συγκεντρώσεις τέτοιων κτιρίων αντιπροσωπεύουν τις περιοχές με τη μεγαλύτερη τρωτότητα και τις περισσότερες καταστροφές. Τελικά, εφόσον οι κλίμακες σεισμικών εντάσεων παρουσιάζουν τα αποτελέσματα ενός σεισμικού γεγονότος έτσι όπως τα αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής, εξαρτώνται κατά κάποιο τρόπο από τις υποκειμενικές απόψεις και αντιλήψεις και έτσι δε

μπορεί να αποκλειστεί, σε μερικές περιπτώσεις, το στοιχείο της υπερβολής.

15. ΑΛΛΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΕΝΤΑΣΗΣ

Οι μετρήσεις των σεισμικών εντάσεων αναφέρονται στα άμεσα αποτελέσματα της δόνησης και σχετίζονται έμμεσα μόνο με τις φυσικές δυνάμεις. Άλλες όμως κλίμακες έντασης σχετίζονται περισσότερο με τις φυσικές μεταβλητές ή περιέχουν πιο ακριβείς μετρήσεις. Η ένταση των τσουνάμι για παράδειγμα, υπολογίζεται με βάση το ύψος των κυμά-

Πίνακας 1.5

Κλίμακα εντάσεων τσουνάμι

Ένταση	Υψος κυμάτων (m)	Περιγραφή Τσουνάμι	Συχνότητα εμφάνισης
I	0,5	<i>Πολύ ασθενές.</i> Μικρά κύματα.	
II	1	<i>Ασθενές.</i> Τα κύματα γίνονται αισθητά από τους ανθρώπους που κατοικούν κοντά στη θάλασσα.	ένα κάθε τέσσερις μήνες
III	2	<i>Μάλλον ισχυρό.</i> Είναι γενικά αισθητό. Πλημμύρα στις ελαφρά κεκλιμένες ακτές. Ελαφρά σκάφη παρασύρονται μακριά από την ακτή. Ελαφρές ζημιές σε πρόχειρες κατασκευές κοντά στην ακτή. Αναστροφή της ροής των υδάτων στις εκβολές των ποταμών.	ένα κάθε οκτώ μήνες
IV	4	<i>Ισχυρό.</i> Πλημμύρα της ακτής. Ολική καταστροφή αναχωμάτων και προσχωμάτων καθώς και των πρόχειρων κατασκευών κοντά στην ακτή. Μικρές ζημιές σε σταθερές κατασκευές κοντά στην ακτή. Μεγάλα σκάφη ή και μικρά πλοία παρασύρονται είτε μέσα στη θάλασσα είτε προς την ξηρά. Οι ακτές γεμίζουν με φερτά υλικά.	ένα κάθε χρόνο
V	8	<i>Πολύ ισχυρό.</i> Γενική πλημμύρα της ακτής. Καταστροφές στις προκυμαίες και στις άλλες καλά κατασκευασμένες παράκτιες κατασκευές. Οι ελαφρές παράκτιες κατασκευές καταστρέφονται ολοσχερώς. Η ξηρά κατακλύζεται από αντικείμενα της πλημμύρας, ψάρια και άλλους θαλάσσιους οργανισμούς. Με εξαίρεση τα μεγάλα πλοία, όλα τα σκάφη παρασύρονται είτε μέσα στη θάλασσα είτε στην ξηρά. Τα λιμενικά έργα καταστρέφονται. Θάνατοι από πνιγμό.	ένα κάθε τρία χρόνια
≥ VI	16	<i>Καταστροφικό.</i> Μερική ή ολική καταστροφή όλων των ανθρωπογενών κατασκευών σε μεγάλες αποστάσεις από την ακτή. Πλημμύρα των ακτών. Μεγάλα πλοία καταστρέφονται. Δέντρα ξεριζώνονται ή σπάνε από τα κύματα.	ένα κάθε δέκα χρόνια

των που φτάνουν στην ακτή όπως επίσης και με το μέγεθος των καταστροφών (Πίν. 1.5). Η κλίμακα περικλείει και άλλα φαινόμενα όπως το μέγεθος της πλημμύρας, την υδροδυναμική ενέργεια των υδάτων, τη δύναμη των κυμάτων, τις καταστροφές σε δομικές κατασκευές ή και πλοία καθώς και την ύπαρξη θανάτων από πνιγμό. Η συνεχής χρήση της κλίμακας επιτρέπει τον υπολογισμό των χρονικών διαστημάτων επανεμφάνισης διαφορετικών μεγεθών τσουνάμι.

Οι ηφαιστειακές εκρήξεις έχουν μέχρι σήμερα ταξινομηθεί μόνο στη βάση των φυσικών εκδηλώσεών τους (Πίν. 1.6). Οι δύο κλίμακες που χρησιμοποιούνται είναι η ταξινόμηση Tsuya (I-IX) και η Volcanic Explosivity Index

Δείκτης ηφαιστειακής δράσης (VEI)	Ηφαιστειακή ένταση	Κλίμακα Tsuya	Σφοδρότητα έκρηξης (kg/sec)	Όγκος εκτοξευόμενων υλικών (m ³)	Ύψος εκρηκτικής στήλης (km)	Θερμική ενέργεια (log. kW)	Διάρκεια (ώρες συνεχούς έκρηξης)
0	V	I	10 ² -10 ³	<10 ⁴	0,8-1,5	5-6	<1
1	VI	II-III	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁶	1,5-2,8	6-7	<1
2	VII	IV	10 ⁴ -10 ⁵	10 ⁶ -10 ⁷	2,8-5,5	7-8	1-6
3	VIII	V	10 ⁵ -10 ⁶	10 ⁷ -10 ⁸	5,5-10,5	8-9	1-12
4	IX	VI	10 ⁶ -10 ⁷	10 ⁸ -10 ⁹	10,5-17,0	9-10	1->12
5	X	VII	10 ⁷ -10 ⁸	10 ⁹ -10 ¹⁰	17,0-28,0	10-11	6->12
6	XI	VIII	10 ⁸ -10 ⁹	10 ¹⁰ -10 ¹¹	28,0-47,0	11-12	>12
7	XII	IX	>10 ⁹	10 ¹¹ -10 ¹²	>47,0	>12	>12
8	—	—	—	>10 ¹²	—	—	>12

Πίνακας 1.6

Κλίμακες ηφαιστειακών εκρήξεων.

Βαθμός	Περιγραφή καταστροφών
0	Καμμία. Τα κτίρια είναι ανέπαφα.
1	Ασήμαντες. Πολύ λεπτές ρωγμές στους τοίχους δομικών κατασκευών, καμμία δομική καταστροφή ή αποκόλληση εξωτερικών αρχιτεκτονικών λεπτομερειών.
2	Ελαφρές. Τα κτίρια εξακολουθούν να είναι κατοικήσιμα, η επιδιόρθωση δεν είναι επείγουσα. Οχι σημαντικές δομικές καταστροφές ή κλίσεις τοίχων.
3	Μέτριες. Οι τοίχοι χάνουν την καθετότητά τους κατά 1-2 μοίρες, ρωγμές παρατηρούνται στις δομικές κατασκευές, διαφορικές καθιζήσεις των 15 εκατοστών κατ'ελάχιστο, τα κτίρια χρειάζονται άμεση επέμβαση και εκκένωση προκειμένου να διαφυλαχθούν οι ανθρώπινες ζωές.
4	Σοβαρές. Οι τοίχοι εκτός καθετότητας κατά αρκετές μοίρες, ανοιχτές ρωγμές στους τοίχους, διάρρηξη των δομικών στοιχείων, διαφορική καθίζηση 25 εκατοστών κατ'ελάχιστο, τα πατώματα αποκτούν κλίση 1-2 μοιρών, παραμορφώνονται οι πόρτες και τα παράθυρα με αποτέλεσμα να μην μπορούν να χρησιμοποιηθούν, οι ιδιοκτήσιες πρέπει να εκκενωθούν και να γίνουν βασικές επιδιορθώσεις.
5	Πολύ σοβαρές. Οι τοίχοι εκτός καθετότητας κατά 5-6 μοίρες, η δομή των κτιρίων έχει καταστραφεί και η διαφορική καθίζηση οδηγεί στη ρωγμάτωση των πατωμάτων και των τοίχων, περίσφιξη των κτιρίων (μερικές ξύλινες κατασκευές αποκολλώνται εντελώς από τα θεμέλιά τους). Οι εσωτερικοί τοίχοι καταρρέουν μερικώς ή και ολικώς.
6	Μερική κατάρρευση. Απαιτείται άμεση εκκένωση και ειδική σήμανση της περιοχής για την αποφυγή ατυχημάτων από την πτώση αντικειμένων στο δρόμο.
7	Ολική κατάρρευση. Απαιτείται γενική εκκαθάριση της περιοχής.

Πίνακας 1.7

Κλίμακα εντάσεων καταστροφών από κατολισθήσεις.

(VEI) (0-8). Η πρώτη αναφέρεται στην εκτίμηση του μεγέθους της έκρηξης γι' αυτό και περιγράφεται σαν κλίμακα μεγέθους και βασίζεται στον όγκο των εκτοξευόμενων υλικών, θεωρώντας τα όλα σαν πυροκλαστικά υλικά. Η δεύτερη είναι πιο κατανοητή και βασίζεται στον τύπο και τη σφοδρότητα της έκρηξης, στα μαγματικά της προϊόντα, στη διάρκειά της και στα συνοδευόμενα φαινόμενα (όπως λασπορροές). Η ένταση της ανθρώπινης επίδρασης στις

ηφαιστειακές εκρήξεις δεν έχει ακόμα αποσαφηνιστεί.

Οι ταχύτητες του ανέμου μπορούν να ταξινομηθούν από το 0 έως το 12 σύμφωνα με την κλίμακα Beaufort, η οποία καθορίζει τη δύναμη του ανέμου σύμφωνα με την ταχύτητα και τα αποτελέσματά του στην θάλασσα αλλά και στην ξηρά. Οι τυφώνες αντίθετα ταξινομούνται με τρεις διαφορετικές κλίμακες που σχετίζονται με την ένταση του φαινομένου (κλίμακα Fujita) καθώς και το μήκος και πλάτος των “διαδρόμων ξηράς” που αφήνουν στο πέρασμά τους (κλίμακα Pearson). Πάντως οι καταστροφές που προ-

καλούνται από τους τυφώνες δε λαμβάνονται υπόψη στην ταξινόμηση των εντάσεων τους.

Τέλος, τα αποτελέσματα και όχι οι φυσικές διαστάσεις των κατολισθήσεων έχουν ταξινομηθεί σύμφωνα με την έντασή τους. Σκοπός ήταν να δημιουργηθεί μια σειρά από αλληλοσυνδεόμενες κλίμακες που θα εκφράζουν την καταστροφή που προκλήθηκε από κατολίσθηση στο δομικό και το αστικό περιβάλλον. Έτσι, οι κλίμακες αυτές συνδέονται με το βαθμό ρηγμάτων, περιστροφής, κατάρρευσης και εφελκυσμού ή συμπίεσης των κατασκευών (Πίν. 1.7). Η χρήση συμπληρωματικών κλιμάκων για δρόμους, κτίρια, γέφυρες, κλπ., επιτρέπει την κατασκευή χαρτών εντάσεων για όλες τις διαφορετικές περιπτώσεις καταστροφών οι οποίες μπορούν να σχετιστούν με τα φυσικά χαρακτηριστικά της μετακίνησης, συμπεριλαμβανομένης της ταχύτητας και της ανάπτυξής της.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D.E., 1986. Landslide damage to buildings. *Environmental Geology and Water Science*, 8, 147-51.
- Alexander, D.E., 1991. Natural disasters: a framework for research and teaching. *Disasters*, 15, 209-26.
- Alexander, D., 1993. *Natural Disasters*. 632p., UCL Press, London.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. *Geological Hazards*. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bryant, E.A., 1991. *Natural Hazards*. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Burton, I. & Kates, R.W., 1964. The perception of natural hazards in resource management. *Natural Resources Journal*, 3, 412-41.
- Burton, I., Kates, R.W. & White, G.F., 1978. *The environment as hazard*. Oxford University Press, New York.
- Coch, N.K., 1995. *Geohazards. Natural and human*. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Davis, I., 1978. *Shelter after disaster*. Headington, Oxford Polytechnic Press, Oxford.
- El-Sabh, M.I. & Murty, T.S., 1988. *Natural and man-made hazards*. Kluwer, Dordrecht.
- Gore, R., 1984. The dead do tell tales at Vesuvius. *National Geographic*, 165, 5.
- Gronthal, G., 1993. *European Macroseismic Scale 1992* (up-dated MSK-scale). Conseil de l' Europe, Cahiers du Centre European de Geodynamique et de Seismology, 7, 79, Luxembourg.
- Harris, R.C., Hohenemser, C. & Kates, R.W., 1978. Our hazardous environment. *Environment*, 20, 6-15, 38-40.
- Howell, B.F.Jr. & Schultz, T.R., 1975. Attenuation of Modified Mercalli intensity with distance from the epicentre. *Seismological Society of America*, 65, 651-66.
- Karnik, V., Schenkova, Z. & Schenk, V., 1984. Vulnerability and the MSK scale. *Engineering Geology*, 20, 161-8.
- Keller, A.E., 1976. *Environmental geology*. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- Lekkas, E., 1995. Pyrgos earthquake damages (based on E.M.S. - 1992) in relation with geological and geotechnical conditions. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Elsevier (in press).
- Λέκκας, Ε., 1995. Γεωλογία και Περιβάλλον. Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 242σ., Αθήνα.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. *Geohazards. Natural and man-made*. 227p., Chapman & Hall, London.
- Newhall, C.G. & Self, S., 1982. The Volcanic Explosivity Index (VEI): an estimate of explosive magnitude for historical volcanism. *Journal of Geophysical Research*, 87, 1, 231-8.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. *An introduction to global environmental issues*. 390p., Routledge, London.
- Quarantelli, E.L., 1978. *Disasters: theory and research*. Sage, Beverly Hills.
- Shah, B.V., 1983. Is the environment becoming more hazardous? A global survey 1947 to 1980. *Disasters*, 7, 202-9.
- Smith, K., 1992. *Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster*. 324p., Routledge, London.
- Taylor, A.J., 1990. A pattern of disasters and victims. *Disasters*, 14, 291-300.
- UNDRO, 1982. *Natural disasters and vulnerability analysis*. Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator, Geneva.
- Wallace, A.F.C., 1956. *Human behavior during extreme situations*. Disaster Research Group, National Academy of Sciences, Washington.
- White, G.F., 1974. *Natural hazards: Local, National, Global*. Oxford University Press, New York.
- Wood, H.O. & Neumann, F., 1931. Modified Mercalli intensity scale of 1931. *Seismological Society of America Bulletin*, 21, 277-83.

2

Καταστροφές και περιβάλλον

1. ΕΝΗΜΕΡΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Ο 1 ονομαζόμενες φυσικές καταστροφές αποτελούσαν πάντα μέρος της ανθρώπινης ιστορίας. Στη σύγχρονη όμως κοινωνία παρατηρείται μια ολοένα αυξανόμενη αντίθεση μεταξύ της προόδου των επιστημών και της ιατρικής, οι οποίες καθιστούν την ανθρώπινη διαβίωση ασφαλέστερη, και του ρυθμού των θανάτων και των καταστροφών από τη δράση ακραίων φυσικών γεγονότων. Το παράδοξο που δημιουργείται εντείνεται από το γεγονός ότι η ίδια η επιστήμη εμπεριέχει τον κίνδυνο, ενώ έχει οδηγήσει και στο σχετικά πρόσφατο φαινόμενο των *ανθρωπογενών απειλών* που προκύπτουν από την κακή χρήση της τεχνολογίας. Ο άνθρωπος σήμερα κινδυνεύει όχι μόνο από φυσικά γεγονότα όπως οι σεισμοί και οι πλημμύρες αλλά και από βιομηχανικές εκρήξεις, χημικά και ραδιενεργά απόβλητα και ατυχήματα μεταφοράς. Τα γραφικά αποτελέσματα των καταστροφών, τόσο των φυσικών όσο και των ανθρωπογενών, παρουσιάζονται συχνά στα μέσα μαζικής ενημέρωσης σε ολόκληρο τον κόσμο και αποτελούν αντικείμενα πρωτοσέλιδων στις εφημερίδες, συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση της ενημέρωσης του κοινού.

Ποιά είναι όμως η πραγματικότητα; Γίνεται ο πλανήτης όλο και περισσότερο επικίνδυνος; Γιατί ο άνθρωπος φαίνεται πως είναι αδύνατο να χρησιμοποιήσει την επιστημονική γνώση για να μειώσει τις καταστροφές; Είναι η ένταση και η συχνότητα εμφάνισης των καταστροφών αυξανόμενη; Ποιός είναι ο προστιθέμενος κίνδυνος από τα τελευταία τεχνολογικά επιτεύγματα; Η ανθρώπινη κοινωνία γίνεται όλο και περισσότερο ευάλωτη στις καταστροφές; Από την άλλη πλευρά, με την συστηματική ανάπτυξη των μαζικών επικοινωνιών, οι καταστροφές καταγράφονται καλύτερα από ότι στο παρελθόν ή απλά αποτελούν αντικείμενο προσφοράς ακροαματικότητας για τα μέσα μαζικής ενημέρωσης; Σε κάθε περίπτωση όμως, πώς είναι δυνατό να καθοριστεί το επίπεδο του *αποδεκτού κινδύνου* και ο τρόπος με τον οποίο αυτός μεταβάλλεται στις διάφορες κοινότητες του κόσμου; Είναι ρεαλιστικό να αναμένεται η απαλοιφή κάθε μορφής κινδύνου από τον πλανήτη;

Προς το παρόν δεν υπάρχουν δυστυχώς σαφείς απαντήσεις στις παραπάνω ερωτήσεις γεγονός το οποίο εν μέρει οφείλεται στο ότι το επιστημονικό ενδιαφέρον για τις περιβαλλοντικές καταστροφές είναι πολύ πρόσφατο. Τα φυσικά φαινόμενα εξαιρετικής έντασης προσελκύουν την ανθρώπινη προσοχή εδώ και εκατοντάδες χρόνια. Προσπάθειες προστασίας των κατασκευών απέναντι στους σεισμούς

εντοπίζονται μέχρι και 2.000 χρόνια πριν από σήμερα. Παρόλα αυτά όμως, η συστηματική και προσανατολισμένη έρευνα για την εκτίμηση και την μείωση των καταστροφών αρχίζει από τον WHITE το 1936, ο οποίος επισήμανε ότι τα σχέδια των μηχανικών δεν είναι ο μόνος τρόπος για την αντιμετώπιση των πλημμυρών στις Η.Π.Α. Ο ερευνητής και οι συνεργάτες του συνέχισαν να μελετούν τις διαφορές εναλλακτικές μεθόδους αντιμετώπισης των πλημμυρών μέχρι το 1967 που τέθηκε σε λειτουργία ένα ερευνητικό πρόγραμμα που εκπονήθηκε με τη συνεργασία πολλών επιστημόνων και τέλος παρουσιάστηκε στο Πανεπιστήμιο του Σικάγου. Τα αποτελέσματα του προγράμματος εφαρμόστηκαν και σε άλλες γεωλογικές καταστροφές εκτός των πλημμυρών αλλά και σε περιοχές πέρα από τη Βόρεια Αμερική. Την ίδια εποχή αρχίζει η έρευνα των καταστροφικών φαινομένων σε ευρεία ακαδημαϊκή κλίμακα και απασχολεί επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων, από γεωλόγους μέχρι κοινωνιολόγους.

Η έρευνα των φυσικών καταστροφών απέκτησε ιδιαίτερο ενδιαφέρον και πήρε νέες διαστάσεις κατά την δεκαετία του 1970 για διάφορους λόγους όπως οι μεγάλες κλιματικές μεταβολές αυτής της δεκαετίας που έδωσαν και την ξηρασία Sahel, την ξηρασία στην ΒΔ Ευρώπη το 1975-76 και τους πολύ ψυχρούς χειμώνες στη Βόρεια Αμερική το 1976-77 και το 1977-78. Τα γεγονότα αυτά έφεραν στο φως την αδυναμία απόκρισης και την τρωτότητα των διαφόρων κοινοτήτων στις κλιματικές μεταβολές, ακόμα και αυτών που θεωρούνται αναπτυγμένες. Διάφοροι επιστήμονες όπως οι φυσικοί γεωγράφοι αρχίζουν να ενδιαφέρονται για τις φυσικές καταστροφές ακολουθώντας τους παλαιοντολόγους που προσπαθούν να εξηγήσουν την απότομη εξαφάνιση των διαφόρων ειδών ζωής ενώ στη συνέχεια και οι γεωμορφολόγοι ανυπομονούν να μάθουν τη σημασία των διαφόρων γεωμορφών και των γεγονότων που τις δημιούργησαν.

Κατά την δεκαετία του 1970 πολλές σημαντικές εργασίες, προερχόμενες κυρίως από την σχολή της Βόρειας Αμερικής και την ερευνητική ομάδα του WHITE είδαν το φως της δημοσιότητας δημιουργώντας έτσι το υπόβαθρο για την περαιτέρω έρευνα των φυσικών καταστροφών.

Κατά την δεκαετία του 1980, το ερευνητικό υπόβαθρο που κληρονομήθηκε από την προηγούμενη δεκαετία τροποποιήθηκε από τρεις βασικές αλλαγές στην προοπτική αντιμετώπισης των γεγονότων:

□ Δόθηκε περισσότερη έμφαση στους συσχετισμούς

μεταξύ των φυσικών καταστροφών και της οικονομικής υπανάπτυξης στον Τρίτο Κόσμο και πιο συγκεκριμένα στον βαθμό στον οποίο η οικονομική εξάρτηση οξύνει τις συνέπειες από μια φυσική καταστροφή.

□ Λόγω των υπαρχόντων ήδη από την δεκαετία του 1970 σημείων τεχνολογικών καταστροφών, οι λεγόμενες “ανθρωπογενείς καταστροφές” άρχισαν να αποκτούν ιδιαίτερη σημασία. Το έτος 1984 υπήρξε σταθμός στην ιστορία των τεχνολογικών καταστροφών (Bhopal - Ινδία, 2.500 άμεσοι θάνατοι).

□ Η φύση της έρευνας των καταστροφών διευρύνθηκε σε σημείο που οι προηγούμενες διακρίσεις μεταξύ “φυσικών” και “ανθρωπογενών” καταστροφών είναι πλέον δύσκολο να χρησιμοποιηθούν.

Η ενημερότητα σχετικά με τις φυσικές καταστροφές δεν ήταν ποτέ μεγαλύτερη από αυτή κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα. Η ιδέα ενός παγκόσμιου προγράμματος συνεργασίας με σκοπό τη μείωση των απωλειών από τις φυσικές καταστροφές προτάθηκε αρχικά από τον Dr. FRANK PRESS, Πρόεδρο της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών των Η.Π.Α. το 1984. Ακολουθώντας αρκετά χρόνια προετοιμασίας, η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών τον Δεκέμβριο του 1989 υιοθέτησε τελικά την Απόφαση 44/236 ανακηρύσσοντας την δεκαετία του 1990 ως την *Διεθνή Δεκαετία για την Υφρεση των Φυσικών Καταστροφών* (International Decade for Natural Disaster Reduction - IDNDR). Το αντικείμενο, όπως αναφέρεται στην Απόφαση 44/236 είναι:

“Η μείωση, μέσα από προσυμφωνημένη διεθνή δραστηριότητα ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες, των απωλειών ανθρώπινων ζωών, καταστροφών ιδιοκτησιών καθώς και των κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων που προκαλούνται από φυσικές καταστροφές όπως οι σεισμοί, οι πλημμύρες, οι κατολισθήσεις, οι ηφαιστειακές εκρήξεις, η ξηρασία και η ερημοποίηση, καθώς και άλλες καταστροφές φυσικής προέλευσης”.

2. ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΚΑΙ ΔΥΝΗΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ

Ο κίνδυνος αποτελεί σήμερα αναπόσπαστο κομμάτι της ανθρώπινης ζωής και των καθημερινών ανθρώπινων δραστηριοτήτων είτε πρόκειται για απειλή της ζωής από κάποιο τροχαίο ατύχημα, είτε για απειλή ιδιοκτησίας από επεμβάσεις τρίτων ή απροσεξία, είτε από έκθεση σε μόλυνση, κλπ. Κανένα άτομο δεν είναι δυνατό να ζει σε περιβάλ-

λον απόλυτα ασφαλές και να μην διατρέχει τον παραμικρό κίνδυνο.

Οι έννοιες “κίνδυνος” και “δυσνητική καταστροφή” διαχωρίζονται ως εξής: Η έννοια “δυσνητική καταστροφή” αναφέρεται στην απειλή που υφίσταται δυσνητικά η ανθρώπινη ζωή ή οι ιδιοκτησίες ενώ η έννοια “κίνδυνος” αναφέρεται στην πιθανότητα να συμβεί κάποια καταστροφή. Για να αποσαφηνιστούν οι δύο έννοιες χρησιμοποιείται το παράδειγμα δύο ανθρώπων που διασχίζουν ένα ωκεανό ο ένας με μια σανίδα και ο άλλος με μία βάρκα. Η δυσνητική καταστροφή (θάνατος από πνιγμό) είναι ίδια και για τους δύο, ενώ ο κίνδυνος (πιθανότητα πνιγμού) είναι διαφορετικός. Αν ο πνιγμός τελικά συμβεί τότε θα έχουμε “καταστροφή” την πραγματοποίηση δηλαδή της “δυσνητικής καταστροφής”.

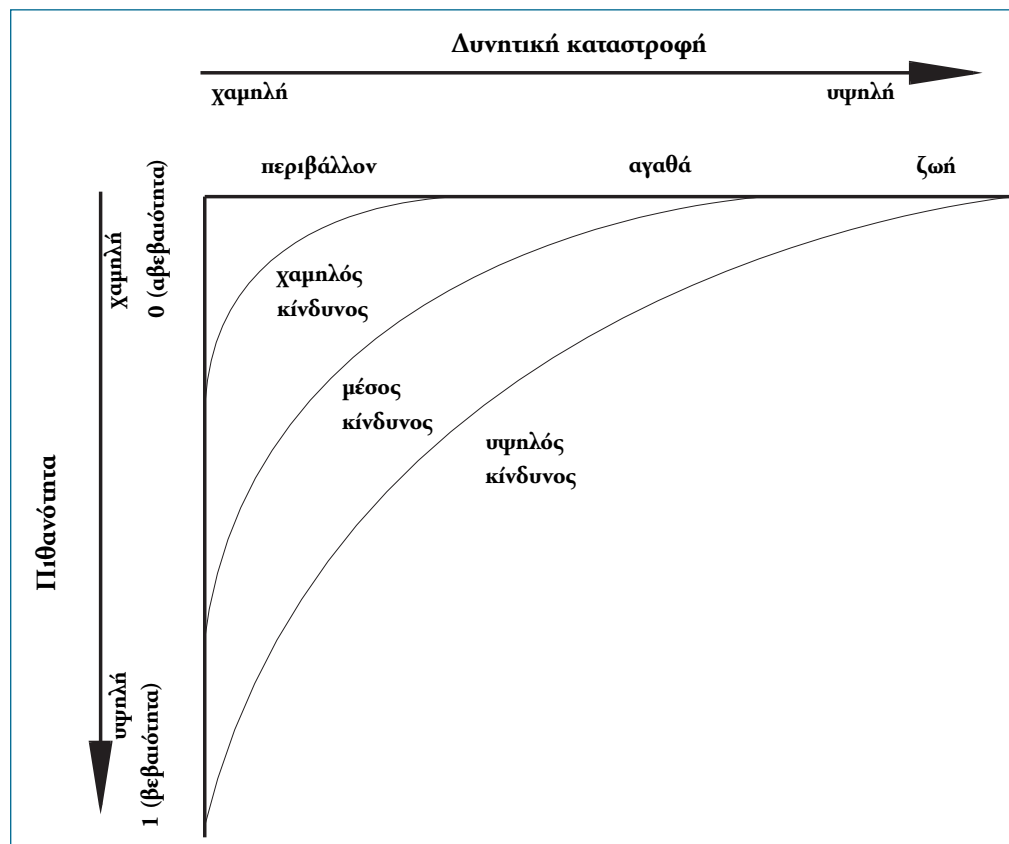
Δυσνητικές καταστροφές διακρίνονται τριών ειδών:

- καταστροφές στους ανθρώπους - θάνατοι, τραυματισμοί, ασθένειες,
- καταστροφές σε αγαθά - οικονομικές απώλειες, καταστροφές ιδιοκτησιών,

- καταστροφές στο περιβάλλον - καταστροφές στη χλωρίδα και την πανίδα, μόλυνση.

Η πιθανότητα εμφάνισης ενός καταστροφικού φαινομένου τοποθετείται σε μια θεωρητική κλίμακα από το 0 έως το 1 (από την αβεβαιότητα έως την βεβαιότητα). Στην εικόνα 2.1 απεικονίζεται ο συσχετισμός μεταξύ της δριμύτητας μιας δυσνητικής περιβαλλοντικής καταστροφής, της πιθανότητας εμφάνισης και του κινδύνου. Αν και οι υλικές καταστροφές καθώς και οι καταστροφές στο περιβάλλον έχουν δραματικές επιπτώσεις στα κοινωνικά και οικονομικά συστήματα, είναι γενικά αποδεκτό ότι η άμεση απειλή της ανθρώπινης ζωής αποτελεί την πιο σοβαρή καταστροφή που μπορεί να αντιμετωπίσει ο άνθρωπος.

Ο πίνακας 2.1 δείχνει ότι ο κίνδυνος θανάτου εξαρτάται άμεσα από την ηλικία. Είναι υψηλός τα πρώτα τέσσερα χρόνια της ζωής ενός ατόμου, μειώνεται αισθητά στις ηλικίες 5-9 χρόνων και στη συνέχεια αυξάνεται σταθερά μέχρι την ηλικία των 70 χρόνων έτσι ώστε τα άτομα σε αυτή την ηλικία να είναι εκτεθειμένα σε κίνδυνο δέκα φορές μεγαλύτερο από αυτόν στον οποίο εκτίθεται ένα μικρό παιδί. Τα μεγέθη αυτά αντικατοπτρίζουν την σπουδαιότητα των



Εικόνα 2.1

Θεωρητικοί συσχετισμοί μεταξύ της δριμύτητας μιας δυσνητικής περιβαλλοντικής καταστροφής, της πιθανότητας εμφάνισης και του κινδύνου.

Ομάδα ηλικιών	Ατομικός κίνδυνος ανά έτος ($\times 10^{-3}$)
0-4	3,3
5-9	0,3
10-14	0,3
15-19	0,6
20-24	0,7
25-34	0,8
35-44	1,8
45-54	5,8
55-64	14,8
65-74	36,7
75-84	87,7
> 85	205,2

Πίνακας 2.1

Ατομικός κίνδυνος θανάτου από διάφορες αιτίες για το Ηνωμένο Βασίλειο ανάλογα με την ηλικία.

Είδος γεγονότος	Χρονική περίοδος	Μέγιστο μέγεθος	Μέσο μέγεθος	Συχνότητα (περιστατικά/έτος)
Αεροπορικά ατυχήματα	1965-1969	155	78	6,00
Σεισμοί	1920-1970	180.000	25.000	0,50
Εκρήξεις	1950-1968	100	26	2,00
Πυρκαγιές	1960-1968	322	35	0,67
Πλημμύρες - παλλιρροιακά κύματα	1887-1969	900.000	28.000	0,54
Τυφώνες	1888-1969	11.000	1.105	0,41
Σιδηροδρομικά ατυχήματα	1950-1966	79	30	1,00
Θαλάσσια ατυχήματα	1965-1969	300	61	6,00

ασθενειών εκφυλισμού στις χώρες του Δυτικού Κόσμου. Περίπου το 90% του συνόλου των θανάτων οφείλονται σε συνήθεις ασθένειες (καρκίνος, καρδιακά επεισόδια, κλπ.). Οι τυχαίοι θάνατοι αποτελούν λιγότερο από το 3% του συνολικού αριθμού και αναφέρονται συνήθως σε καθημερινά περιστατικά όπως τα τροχαία δυστυχήματα.

Αν και οι κυριότερες φυσικές καταστροφές μπορεί να προκαλέσουν μαζικούς θανάτους εν τούτοις δεν συμβαίνουν τόσο συχνά. Στον πίνακα 2.2 παρουσιάζονται μερικές φυσικές αλλά και ανθρωπογενείς καταστροφές όπου είναι εμφανές ότι η συχνότητα εμφάνισης των γεγονότων είναι χαμηλή.

Πίνακας 2.2

Οι κυριότερες καταστροφές που έγιναν πρωτοσέλιδα στις Η.Π.Α. (Το μέγεθος αναφέρεται στον αριθμό των θανάτων ανά περιστατικό).

Πίνακας 2.3

Κίνδυνος θανάτου από ακούσιους κινδύνους.

Ακούσιος κίνδυνος	Κίνδυνος θανάτου/άτομο/έτος
Αυτοκινητιστικό ατύχημα (Η.Π.Α.)	1 ανά 20.000
Αυτοκινητιστικό ατύχημα (Η.Β.)	1 ανά 16.600
Πλημμύρες (Η.Π.Α.)	1 ανά 455.000
Σεισμός (Καλιφόρνια)	1 ανά 588.000
Αστραπές (Η.Β.)	1 ανά 10 εκατομμύρια
Πτώση αεροσκάφους (Η.Π.Α.)	1 ανά 10 εκατομμύρια
Πτώση αεροσκάφους (Η.Β.)	1 ανά 50 εκατομμύρια
Εκρηξη (Η.Π.Α.)	1 ανά 20 εκατομμύρια
Ατύχημα σε σταθμό ατομικής ενέργειας (Η.Π.Α. και Η.Β.)	1 ανά 10 εκατομμύρια
Πλημμύρα (Ολλανδία)	1 ανά 10 εκατομμύρια
Λευκαμία	1 ανά 12.500
Μετεωρίτες	1 ανά 100 δισεκατομμύρια

Από την άλλη πλευρά όμως, οι επιπτώσεις και η θνησιμότητα που συνεπάγονται ορισμένες φυσικές καταστροφές μπορεί να είναι πολύ υψηλές. Στον πίνακα 2.3 φαίνεται ότι στις Η.Π.Α. ο κίνδυνος από μερικές φυσικές καταστροφές (σεισμοί, πλημμύρες, τυφώνες) είναι μεγαλύτερος από εκείνον που συνδέεται με μερικά ανθρωπογενή και τεχνολογικά ατυχήματα (π.χ. ατυχήματα σε σταθμούς ατομικής ενέργειας).

Αν και οι περιβαλλοντικές καταστροφές δεν αποτελούν καθημερινό φαινόμενο και επομένως δεν ευθύνονται συχνά για θανάτους ή υλικές καταστροφές, το δυναμικό τους για δυνητικές απρόσμενες καταστροφικές απώλειες τις καθιστά όχι μόνο μεγάλης σημασίας αλλά και καθορίζει τον χαρακτήρα τους.

3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Ο καθορισμός των περιβαλλοντικών καταστροφών είναι βέβαια πολύ δύσκολος. Η προσοχή μέχρι τώρα ήταν στραμμένη κυρίως στις “φυσικές καταστροφές” που καθορίστηκαν ως “τα στοιχεία εκείνα του φυσικού περιβάλλοντος που είναι επιβλαβή για τον άνθρωπο και προκαλούνται από δυνάμεις ξένες σ’ αυτόν”. Παραδοσιακά, οι φυσικές καταστροφές έχουν επίσης αποδοθεί ως “Πράξεις του Θεού”. Η θεώρηση αυτή δεν βοήθησε βέβαια στην αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών αφού σύμφωνα με αυτήν ο άνθρωπος δεν μπορεί να παίζει κανένα ρόλο ούτε στη δημιουργία αλλά ούτε και στη μετρίαση ή τον έλεγχο αυτών των φαινομένων. Στη συνέχεια όμως και καθώς οι ιδέες άλλαζαν, άλλαξε και η θεώρηση των καταστροφών. Καθώς η κυριαρχία του ανθρώπου απλώθηκε σε ολόκληρο σχεδόν τον πλανήτη, έγινε πλέον σταδιακά δυσκολότερη αλλά και χωρίς νόημα η διάκριση των “Πράξεων του Θεού” από τις “Πράξεις του Ανθρώπου”. Για παράδειγμα, τα προβλήματα με τις πλημμύρες μπορεί να οφείλονται τόσο στις φυσικές διακυμάνσεις του κλίματος όσο και στην ανθρώπινη δραστηριότητα όπως οι αποψιλώσεις, οι αποστραγγίσεις γαιών και η μορφοποίηση των ποταμών. Ισοδύναμα, οι συνέπειες που εμπεριέχουν οι περισσότερες καταστροφές έχουν τόσο φυσικές όσο και τεχνολογικές συνιστώσες. Οι επιπτώσεις ενός τροπικού κυκλώνα μπορούν να μετριαστούν σε μεγάλο βαθμό από την πρόβλεψή του μέσω των δορυφόρων ενώ οι συνέπειες ενός πυρηνικού ατυχήματος εξαρτώνται άμεσα από τις υφιστάμενες κατά την δεδομένη χρονική στιγμή καιρικές συνθήκες.

Εφόσον η γη είναι ένας πλανήτης με μεγάλο δυναμικό, τα περισσότερα φυσικά φαινόμενα παρουσιάζουν μεγάλες διαφοροποιήσεις κατά τη διάρκεια του χρόνου όσον αφορά στην ενέργεια τους. Τα εξωτερικά όρια αυτής της συμπεριφοράς καλούνται “ακραία” ενώ διάφορες στατιστικές μετρήσεις, κυρίως οι σχέσεις μεγέθους/συχνότητας, χρησιμοποιούνται για την περιγραφή τους. Τα “ακραία φυσικά φαινόμενα” ή “φαινόμενα εξαιρετικής έντασης” δεν συγκαταλέγονται πάντα στις φυσικές καταστροφές εκτός και αν προκαλούν θανάτους ή καταστροφές στους ανθρώπους. Ένας ισχυρός σεισμός σε μια απομακρυσμένη και ακατοίκητη περιοχή είναι ένα “ακραίο φυσικό φαινόμενο” ή “φαινόμενο εξαιρετικής έντασης” που όμως έχει ενδιαφέρον μόνο για τους σεισμολόγους και κανέναν άλλο αφού δεν επιδρά στην ανθρώπινη ζωή.

Οι περιβαλλοντικές καταστροφές παρουσιάζουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά:

- Η πηγή του καταστροφικού γεγονότος είναι σαφής και δημιουργεί χαρακτηριστικά αποτελέσματα (π.χ. η πλημμύρα προκαλεί θανάτους από πνιγμό).
- Ο χρόνος προειδοποίησης είναι συνήθως μικρός.
- Ο μεγαλύτερος αριθμός των απωλειών που προκαλούνται, είτε σε ανθρώπινες ζωές, είτε σε περιουσιακά στοιχεία, παρουσιάζονται αμέσως μετά τη δράση του φαινομένου.
- Ο κίνδυνος έκθεσης είναι σε μεγάλο ποσοστό ακούσιος, συνήθως εξαιτίας της εύρεσης πληθυσμών σε επικίνδυνες περιοχές.
- Η καταστροφή έχει τέτοια ένταση και κλίμακα που απαιτεί άμεση απόκριση.

Οι φυσικές καταστροφές μπορούν να διαχωριστούν σε:

- αυτές που οφείλονται σε ενδογενή αίτια (σεισμοί, ηφαιστειακές εκρήξεις),
- αυτές που οφείλονται σε εξωγενή αίτια (πλημμύρες, ξηρασίες, χιονοστιβάδες),
- αυτές που οφείλονται σε ανθρωπογενή αίτια (πλημμύρες που προκαλούνται από την διάρρηξη φραγμάτων).

Συνήθως οι καταστροφές εκτιμώνται με μερικά ποσοτικά κριτήρια που αναφέρονται στους θανάτους και τις ζημιές που προκαλούνται. Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές μεγάλη καταστροφή θεωρείται αυτή που προκαλεί:

- τουλάχιστον 100 θανάτους ή,
- τουλάχιστον 100 τραυματισμούς ή,
- ζημιές τουλάχιστον 1 εκατομμυρίου δολλαρίων.

Σύμφωνα με την UNDRO, η καταστροφή ορίζεται, περισσότερο ποιοτικά, ως:

“Ένα γεγονός, συγκεντρωμένο στο χώρο και το χρόνο, κατά το οποίο μια κοινότητα υφίσταται σοβαρό κίνδυνο και τα μέλη της αντιμετωπίζουν τέτοιες απώλειες που διαρρηγνύεται η κοινωνική δομή ενώ παρεμποδίζεται η εκπλήρωση όλων ή μερικών από τις ουσιώδεις λειτουργίες της”.

4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Η διαχείριση των καταστροφών που περιλαμβάνει τόσο την εκτίμηση όσο και την κατάλληλη απόκριση χωρίζεται σε τέσσερα χρονολογικά στάδια αν και πολλές φορές τα στάδια αυτά αλληλοκαλύπτονται.

- Σχεδιασμός πριν την καταστροφή.* Περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία δραστηριοτήτων, όπως η κατασκευή έργων με υψηλό βαθμό προστασίας, ο σχεδιασμός και η τυποποίηση των χρήσεων γης, η κατάρτιση σχεδίων εκκένωσης, κλπ.
- Προετοιμασία.* Το στάδιο αυτό αντικατοπτρίζει τον βαθμό της ετοιμότητας μιας κοινότητας αμέσως πριν από την εκδήλωση ενός καταστροφικού γεγονότος.
- Απόκριση.* Άλλη μια μεγάλη κατηγορία που σχετίζεται με τα γεγονότα αμέσως πριν και μετά το κύριο καταστροφικό γεγονός. Συμπεριλαμβάνει την αντίδραση των πληθυσμών στους συναγερμούς καθώς και τις παροχές άμεσης βοήθειας και αποκατάστασης των πληγέντων.
- Ανακατασκευή και ανάκτηση.* Πρόκειται για δραστηριότητες που ακολουθούν στο τέλος των προηγούμενων σταδίων και στοχεύουν στην επανακατοίκηση μιας περιοχής μετά από εκκένωση, εξαιτίας κάποιας καταστροφής.

Η *περίοδος αποκατάστασης* καλύπτει τις πρώτες ώρες ή και ημέρες μετά το γεγονός. Μετά την διάσωση των επιζώντων, ακολουθεί η μεταφορά και παροχή βασικών προμηθειών (τροφίμων, νερού, ρουχισμού, στέγης, ιατρικής φροντίδας) για να διασφαλιστεί η υγεία των επιζώντων. Η *φάση της επανακατοίκησης* περιλαμβάνει τις πρώτες εβδομάδες ή μήνες που ακολουθούν, ενώ δίνεται προτεραιότητα στις προσπάθειες επαναλειτουργίας της περιοχής έστω και προσωρινά. Η προσωρινή στέγη αντικαθίσταται σταδιακά από τις μόνιμες επισκευασμένες οικίες και οι τραυματίες μεταφέρονται σε κανονικά νοσοκομεία αφού τα νοσοκομεία

και τα ιατρεία που πρόχειρα είχαν στηθεί στην ύπαιθρο παύουν να χρησιμοποιούνται. Τέλος, η *φάση της τελικής ανάκτησης* συνήθως διαρκεί αρκετά χρόνια μετά το καταστροφικό γεγονός. Στοχεύει στην πλήρη και σωστή επαναλειτουργία της κοινότητας ακόμα και με καλύτερη μορφή από ότι ήταν πριν από την καταστροφή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D., 1993. Natural Disasters. 632p., UCL Press, London.
- Barinaga, M., 1989. Loma Prieta: saved by a short, sharp shock. Science, 246, 1, 390-1.
- Beatley, T., 1988. Ethical dilemmas in hazard management. Natural Hazards Observer, 12, 5, 1-3.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. Geological Hazards. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bryant, E.A., 1991. Natural Hazards. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Christensen, L. & Ruch, E., 1980. The effect of social influence on response to hurricane warnings. Disasters, 4, 205-11.
- Coch, N.K., 1995. Geohazards. Natural and human. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Gardner, G.T. & Gould, L.C., 1989. Public perceptions of the risks and benefits of technology. Risk Analysis, 9, 225-42.
- Graves, P.E. & Bresnock, A.E., 1985. Are natural hazards temporally random? Applied Geography, 5, 5-12.
- Keller, A.E., 1976. Environmental geology. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- Λέκκας, Ε., Λόζιος, Σ. & Χολέβας, Κ., 1994. Επιχειρησιακή οργάνωση Δήμου Χαλανδρίου για την αντιμετώπιση φυσικών και τεχνολογικών καταστροφών. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 232σ.
- Λέκκας, Ε., 1995. Γεωλογία και Περιβάλλον. Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 242σ., Αθήνα.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. Geohazards. Natural and man-made. 227p., Chapman & Hall, London.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. An introduction to global environmental issues. 390p., Routledge, London.
- Smith, K., 1992. Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster. 324p., Routledge, London.
- White, G.F., 1974. Natural hazards: Local, National, Global. Oxford University Press, New York.

3

Διαστάσεις καταστροφών

1. ΚΛΙΜΑΚΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Κατά τη διάρκεια των δεκαετιών 1970 και 1980, οι φυσικές καταστροφές στοίχιζαν τη ζωή σε περίπου 3 εκατομμύρια ανθρώπους, ενώ επηρέασαν 820 εκατομμύρια άτομα παγκοσμίως. Σύμφωνα με στοιχεία που προέρχονται από το 1949 και έπειτα, τουλάχιστον 17 φυσικά καταστροφικά επεισόδια προκάλεσαν 10.000 θανάτους το καθένα, ενώ σε δύο περιπτώσεις φυσικών καταστροφών - σεισμός στην Κίνα (1976) και τροπικός κυκλώνας στο Μπαγκλαντές (1970) - καταγράφηκαν φυσικές καταστροφές με πάνω από 250.000 θανάτους. Ιστορικά βέβαια έχουν καταγραφεί ακόμα μεγαλύτερες καταστροφές. Αναφέρονται έξι ιστορικά γεγονότα με πάνω από 1 εκατομμύριο θύματα. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία έχουν γίνει προσπάθειες μετάφρασης αυτών των αριθμών των θυμάτων σε γενικευμένες ακτίνες επίδρασης των καταστροφών. Για παράδειγμα, στα τέλη της δεκαετίας του 1970 εκτιμήθηκε ότι οι φυσικές καταστροφές επιβαρύνουν την παγκόσμια οικονομία με 40 δισεκατομμύρια δολάρια το χρόνο από τα οποία τα 25 δισεκατομμύρια περίπου αντιστοιχούν σε υλικές απώλειες και τα υπόλοιπα 15 δισεκατομμύρια σε εργασίες αποκατάστασης και μετρίασης των καταστροφών. Ο μέσος όρος των θανάτων υπολογίστηκε σε 250.000 ανά έτος.

Στην πράξη είναι βέβαια πολύ δύσκολο να επιβεβαιωθούν αυτοί οι μέσες τιμές των θανάτων ή των καταστροφών για συγκεκριμένες περιόδους αφού πολλά προβλήματα ανακύπτουν στην ποσοτικοποίηση των απωλειών. Ακόμα και στην περίπτωση που προσπαθήσει κανείς να υπολογίσει μόνο τη θνησιμότητα που προκαλεί μια φυσική καταστροφή είναι πολύ δύσκολο να διαχωριστούν οι διάφορες περιπτώσεις της, αφού άλλες αναφέρονται σε άμεσους θανάτους και άλλες σε έμμεσους λόγω των ασθενειών που μπορεί να εκδηλωθούν μετά από μια καταστροφή.

Πολλά στοιχεία αναφέρουν ότι οι πλημμύρες αποτελούν το πιο συχνό φυσικό καταστροφικό φαινόμενο, ενώ από πολλούς ερευνητές υποτιμάται ή και αγνοείται μερικές φορές το πρόβλημα της ξηρασίας. Το γεγονός αυτό οφείλεται κυρίως στη δυσκολία διαχωρισμού των άμεσων επιπτώσεων μιας ξηρασίας από τους θανάτους από υποσιτισμό ή κακή διατροφή που μαστιίζουν τις χώρες του Τρίτου Κόσμου. Από την άλλη πλευρά, οι σεισμοί είναι το πιο πολυσυζητημένο φυσικό φαινόμενο μιας και είναι εύκολη η διάκρισή τους ακόμα και σε μεγάλες αποστάσεις και επιπρόσθετα οι απώλειες που προκαλούν είναι άμεσες και ευδιάκριτες.

Η δυσκολία στην μελέτη των διαφόρων τύπων φυσικών καταστροφών παγκοσμίως έγκειται στην έλλειψη ενημερωμένων βάσεων δεδομένων. Ως μεγάλες καταστροφές έχουν αυθαίρετα καθοριστεί αυτές με τουλάχιστον 100 θανάτους και καταστροφές τουλάχιστον 1 εκατομμυρίου δολλαρίων, ποσό που το 1981 αναπροσαρμόστηκε λόγω πληθωρισμού στα 2.8 εκατομμύρια δολάρια. Κατά την περίοδο 1947 - 1981 καταγράφηκαν 1.208.008 θάνατοι δίνοντας μέσο όρο 34.514 θανάτους ανά έτος. Ο συνολικός αριθμός των καταστροφικών γεγονότων που καταγράφηκαν είναι 1.062 δηλαδή 30,3 γεγονότα ανά έτος. Τα στοιχεία της μελέτης παρουσιάζονται στον πίνακα 3.1. Οι πλημμύρες αποτελούν το 32% του συνόλου των γεγονότων, οι τυφώνες το 20% και οι σεισμοί το 15%.

Αν και οι πλημμύρες είναι το πιο συχνό καταστροφικό φαινόμενο παγκοσμίως, οι περισσότεροι θάνατοι προκαλούνται από τους σεισμούς και τους τυφώνες ενώ ο μεγαλύτερος αριθμός πληγέντων από φυσική καταστροφή φαίνεται πως αντιστοιχεί στις περιόδους ξηρασίας. Έχει εκτι-

Πίνακας 3.1

Φυσικές καταστροφές σε παγκόσμια κλίμακα κατά την περίοδο 1947-1981.

Αίτιο	Αριθμός	Ποσοστό %
Πλημμύρες	343	32
Τυφώνες	211	20
Σεισμοί	161	15
Κυκλώνες	127	12
Χιονοθύελλες	40	4
Καταιγίδες	36	3
Κατολισθήσεις	29	3
Βροχές	29	3
Καύσωνες	22	2
Ηφαίστεια	18	2
Κύματα ψύχους	17	2
Χιονοστιβάδες	12	1
Τσουνάμι	10	1
Ομίχλη	3	-
Παγετός	2	-
Αμμοθύελλες	2	-
Σύνολο	1.062	100

μηθεί ότι κατά τη δεκαετία του 1970 περίπου 25 εκατομμύρια άνθρωποι επλήγησαν από ξηρασία. Οι αριθμοί φανερόνουν την σπουδαιότητα του φαινομένου της ξηρασίας την περίοδο αυτή όσον αφορά στη μείωση της παραγωγής τροφίμων, ενώ δεν υπάρχουν καθόλου στοιχεία για τις έμμεσες επιπτώσεις της ξηρασίας στην κοινωνική δομή.

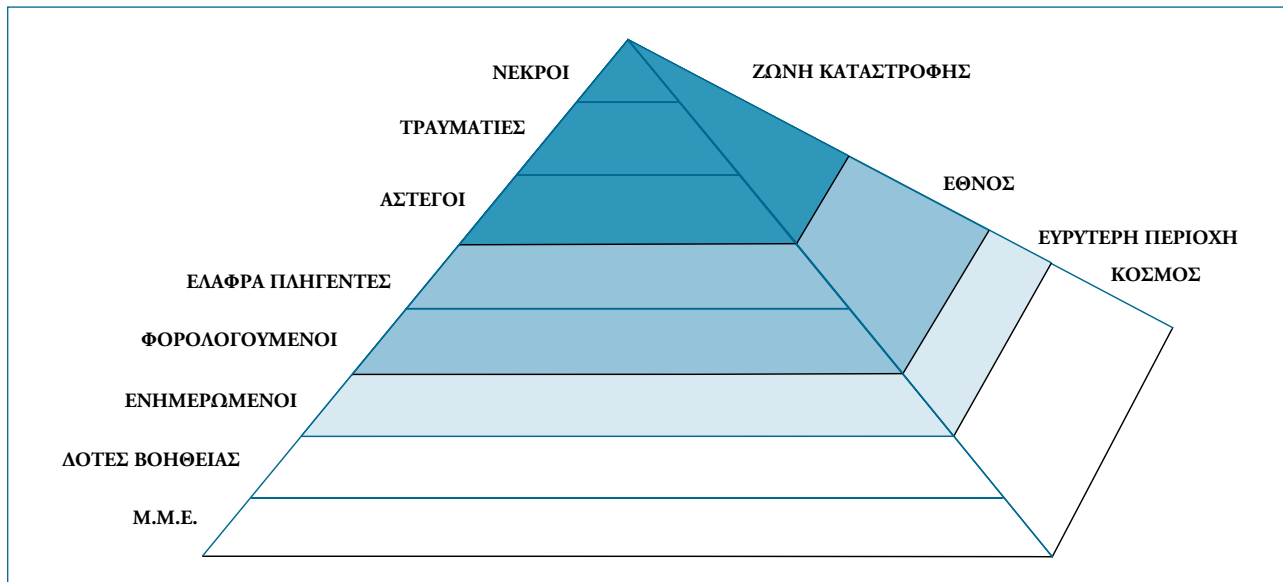
Η κλίμακα μιας φυσικής καταστροφής και οι ποσοτικοποιημένες οικονομικές συνέπειες είναι τεράστιες. Το 1972 ένας σεισμός στη Νικαράγουα ισοπέδωσε την πρωτεύουσα Μανάγκουα αφήνοντας 300.000 άστεγους. Ο τυφώνας στα νησιά Fiji το 1976 κατέστρεψε το 1/4 των σπιτιών. Ο τυφώνας Alicia το 1983 στο Τέξας προκάλεσε ζημιές ύψους 2 δισεκατομμυρίων δολλαρίων σύμφωνα με τις αναφορές των ασφαλιστικών εταιριών. Ισχυροί άνεμοι που έπληξαν τη νότια Αγγλία τον Οκτώβριο του 1987 προκάλεσαν ζημιές στις αγροτικές καλλιέργειες ύψους 40 εκατομμυρίων δολαρίων. Περίπου 1 στα 6 βρετανικά σπίτια υπέστησαν βλάβες οι οποίες, σύμφωνα πάντα με τις ασφαλιστικές εταιρίες, έφθασαν τα 1-2 δισεκατομμύρια δολάρια, ενώ οι καταστροφές ήταν σαφώς πολύ μεγαλύτερες αφού πολλά από αυτά ήταν ανασφάλιστα.

Η ακτίνα και το μέγεθος της καταστροφής ποικίλει αισθητά ανάλογα με το είδος του φυσικού φαινομένου που λαμβάνει χώρα, αλλά και από την περιοχή, λόγω των διαφόρων φυσικών χαρακτηριστικών αφενός και της κοινωνικής τρωτότητας αφετέρου. Η φύση του περιβάλλοντος διαχωρίζει τα διάφορα φυσικά φαινόμενα σε συγκεκριμένα μέρη του πλανήτη. Για παράδειγμα, οι μεγαλύτεροι σεισμοί

Πίνακας 3.2

Φυσικές καταστροφές και θάνατοι ανά ήπειρο για την περίοδο 1947-1981.

Περιοχή ή Ηπειρος	Ποσοστό %	Θάνατοι (%)
Βόρεια Αμερική	33	1,0
Καριβική και Κεντρική Αμερική	7	4,5
Νότια Αμερική	6	4,2
Ευρώπη	11	2,2
Αφρική	3	2,0
Ασία	38	85,7
Αυστραλία	2	0,4
Σύνολο	100	100



Εικόνα 3.1
Πυραμίδα των επιπτώσεων μιας καταστροφής.

συνδέονται με τα περιθώρια των λιθοσφαιρικών πλακών, οι πλημμύρες με τις λεκάνες κατακλύσεως και οι τροπικοί κυκλώνες με τις παράκτιες περιοχές σε μικρά γεωγραφικά πλάτη. Οι μεγάλες διαφοροποιήσεις στην πυκνότητα του πληθυσμού οδηγεί σε διαφορές και στον εκτιθέμενο κίνδυνο. Ετσι η Ασία υποφέρει πολύ από τις φυσικές καταστροφές αφού το μεγαλύτερο τμήμα της ηπείρου χαρακτηρίζεται από μεγάλες πληθυσμιακές πυκνότητες, εντοπίζονται πολλές τεκτονικά ενεργές περιοχές αλλά και παράκτιες τροπικές περιοχές μικρού γεωγραφικού πλάτους επιρρεπείς σε κυκλώνες. Επιπρόσθετα και πάνω από όλα τα άλλα, η Ασία χαρακτηρίζεται από αυξημένη τρωτότητα περιβάλλοντος λόγω υπανάπτυξης. Ο *πίνακας 3.2* παρουσιάζει φυσικές καταστροφές σε παγκόσμια κλίμακα για την περίοδο 1947-1981. Από τον πίνακα φαίνεται ότι αν και η Βόρεια Αμερική και η Ασία συγκεντρώνουν η κάθε μία το 1/3 περίπου των φαινομένων παγκοσμίως, στην Ασία υπάρχει το μεγαλύτερο ποσοστό θνησιμότητας.

Στην *εικόνα 3.1* παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο οι διάφορες συνέπειες από μια φυσική καταστροφή εκτείνονται από τα θύματα στην άμεση ζώνη καταστροφής μέχρι το ευρύτερο κοινό, μέσα από τα ΜΜΕ και τις εκκλήσεις για βοήθεια. Μια φυσική καταστροφή συνήθως ακολουθείται από πανικό, αν και ταυτόχρονα, ανάμεσα στα επιζώντα θύματα της καταστροφής, επικρατεί ομαδικό πνεύμα

με αποτέλεσμα τη συσπείρωση των ατομικών προσπαθειών σε ομαδικές για την επίτευξη κοινωνικής αποκατάστασης.

2. ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΣΕ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Με βάση τα στοιχεία για την κατανομή των θανάτων και των υλικών απωλειών από μια φυσική καταστροφή μπορεί κανείς να διαχωρίσει το είδος και μέγεθος των καταστροφικών συνεπειών ανάμεσα στις αναπτυγμένες και τις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες. Είναι γενικά γνωστό ότι το 90% των θανάτων από φυσική καταστροφή εντοπίζεται στα 2/3 του παγκόσμιου πληθυσμού που ζει στις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες, ενώ παράλληλα τα 3/4 των παγκόσμιων οικονομικών απωλειών εντοπίζονται στις αναπτυγμένες χώρες.

Στις χώρες με χαμηλό ατομικό εισόδημα παρατηρούνται πάνω από 3.000 θάνατοι ανά γεγονός, ενώ στις χώρες με υψηλό εισόδημα παρατηρούνται λιγότεροι από 500 θάνατοι ανά γεγονός. Στον *πίνακα 3.3* παρουσιάζονται 9 χώρες με χαμηλό ατομικό εισόδημα όπου παρατηρούνται περισσότεροι από 1.000 θάνατοι ανά 1 εκατομμύριο κατοίκους, σε σύγκριση με 10 πλουσιότερες χώρες. Η Ασία και η κεντρική Αμερική φαίνεται πως είναι από τις πλέον τρωτές περιοχές σε περίπτωση φυσικής καταστροφής. Οι υψηλού εισοδήματος βιομηχανικές χώρες έχουν σημαντικά μικρότερα ποσοστά απωλειών αν και στην περίπτωση της Ιαπωνίας παρουσιάζεται μια μερική ανωμαλία λόγω των διαφορετικών κατανομών εισοδήματος ανά γεωγραφική περιοχή.

Το εθνικό προϊόν των πέντε χωρών της Κοινής Αγοράς

της Κεντρικής Αμερικής μειώθηκε κατά 2.3% την περίοδο 1960-1974 λόγω των φυσικών καταστροφών. Παρόμοια, μικρές φτωχές νησιωτικές κοινότητες όπως η Αϊτή το 1980 και η Δομνικανική Δημοκρατία το 1979, υπέστησαν βλάβες από τυφώνες που ισοδυναμούσαν με το 15% του εθνικού τους προϊόντος. Οι ατμοσφαιρικές καταστροφές επιφέρουν στις φτωχές χώρες βλάβες στο εθνικό τους προϊόν 20-30 φορές μεγαλύτερες απ'ότι στις πλούσιες χώρες.

Πίνακας 3.4

Μέσος όρος φυσικών καταστροφών, θανάτων και υλικών απωλειών ανά καταστροφή σε διάφορες χώρες για την περίοδο 1900-1988.

Πίνακας 3.3

Κατάλογος χωρών με πάνω από 1.000 θανάτους από φυσική καταστροφή ανά εκατομμύριο πληθυσμού σε σύγκριση με θανάτους από φυσική καταστροφή σε επιλεγμένες χώρες υψηλού ατομικού εισοδήματος.

Χώρα	Θάνατοι/εκατομμύριο πληθυσμού
Ομάδα υψηλού κινδύνου	
Μπαγκλαντές	3.958
Γουατεμάλα	3.174
Νικαράγουα	2.590
Ονδούρα	1.995
Ιράν	1.539
Περού	1.309
Νέα Γουινέα	1.283
Αϊτή	1.189
Νότια Κορέα	1.021
Ομάδα υψηλού εισοδήματος	
Ιαπωνία	276
Ηνωμένο Βασίλειο	89
Η.Π.Α.	51
Γαλλία	19
Καναδάς	12
Αυστραλία	11
Δυτική Γερμανία	10
Ελλάδα	9
Ελβετία	8
Νότια Αφρική	1

Στον πίνακα 3.4 συνοψίζονται οι συνέπειες από φυσικές καταστροφές σε παγκόσμια κλίμακα για το διάστημα 1900 - 1988.

Ορισμένοι ερευνητές δίνουν έμφαση στο γεγονός ότι η υπανάπτυξη στις αντίστοιχες χώρες οδηγεί σε έλλειψη αποτελεσματικού σχεδιασμού και ετοιμότητας για την αντιμετώπιση φυσικών καταστροφικών φαινομένων. Για παράδειγμα στην περίπτωση του σεισμού στη πρωτεύουσα

Φυσικές καταστροφές	Θάνατοι	Ζημιές (χιλιάδες US \$)
Ινδία 199	πρώην ΕΣΣΔ 284.334	Ιταλία 611.694
Φιλιππίνες 134	Κίνα 80.812	Ισπανία 374.686
Ινδονησία 110	Ινδία 44.379	Χιλή 121.505
Μπαγκλαντές 109	Μπαγκλαντές 26.981	πρώην ΕΣΣΔ 90.645
Ιαπωνία 91	Αιθιοπία 16.138	Αργεντινή 84.758
Κίνα 89	Νιγηρία 7.826	Μεξικό 80.563
Βραζιλία 68	Μοζαμβίκη 7.262	Κολομβία 51.969
Μεξικό 60	Ιταλία 2.949	Πακιστάν 39.370
Περού 55	Πακιστάν 2.061	Κίνα 39.296
Ιράν 53	Ιαπωνία 2.005	Περού 32.498
Τουρκία 43	Περού 1.355	Ινδία 31.940
Κολομβία 39	Χιλή 1.107	Σρι Λάνκα 31.734
Ιταλία 39	Ιράν 1.103	Ιαπωνία 30.416
Κορέα 38	Τουρκία 1.027	Μπαγκλαντές 26.831
Χιλή 37	Κολομβία 705	Κορέα 25.116
Βιρμανία 36	Αϊτή 429	Φιλιππίνες 13.393
Πακιστάν 33	Βιετνάμ 412	Αϊτή 10.460
Βιετνάμ 32	Σρι Λάνκα 317	Τουρκία 10.320
πρώην ΕΣΣΔ 31	Μεξικό 287	Μοζαμβίκη 9.588
Εκουαδόρ 30	Εκουαδόρ 261	Εκουαδόρ 8.830
Αργεντινή 29	Ινδονησία 225	Βραζιλία 6.964
Σρι Λάνκα 29	Φιλιππίνες 222	Ινδονησία 6.838
Νιγηρία 27	Αργεντινή 202	Νιγηρία 4.322
Αϊτή 26	Βιρμανία 176	Βιρμανία 4.280
Αιθιοπία 25	Κορέα 107	Αιθιοπία 3.129
Μοζαμβίκη 25	Ισπανία 106	Βιετνάμ 2.296
Νότια Αφρική 25	Βραζιλία 99	Ιράν 1.415
Ισπανία 25	Νότια Αφρική 73	Νότια Αφρική 40

Μανάγκουα της Νικαράγουα το 1972 αν και το φαινόμενο του σεισμού δεν ήταν μια άγνωστη εμπειρία, η πόλη δεν είχε έτοιμο κάποιο σχέδιο άμεσης επέμβασης. Το αποτέλεσμα ήταν να μείνουν άστεγοι το 70% των κατοίκων της (συνολικός πληθυσμός 430.000) και να καταστραφεί τουλάχιστον το 10% του βιομηχανικού δυναμικού της. Αντίστοιχες περιπτώσεις ανετοιμότητας έχουν περιγραφεί για το Τσάντ, το Μπαγκλαντές και την Ονδούρα. Η αιτία βέβαια αυτής της ανετοιμότητας είναι το υψηλό κόστος οργάνωσης των σχεδίων ετοιμότητας ειδικά για τις περιπτώσεις χωρών με περιορισμένους οικονομικούς πόρους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D., 1993. *Natural Disasters*. 632p., UCL Press, London.
- Barrows, H.H., 1923. Geography as human ecology. *Annals of the Association of American Geographers*, 13, 1-14.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. *Geological Hazards*. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bryant, E.A., 1991. *Natural Hazards*. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Burton, I. & Kates, R.W., 1964. The perception of natural hazards in resource management. *Natural Resources Journal*, 3, 412-41.
- Coch, N.K., 1995. *Geohazards. Natural and human*. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Cutter, S.L., 1984. Emergency preparedness and planning for nuclear power plant accidents. *Applied Geography*, 4, 235-45.
- D'souza, F., 1984. Disaster research - ten years on. *Ekistics*, 51, 309, 496-9.
- Gardner, G.T. & Gould, L.C., 1989. Public perceptions of the risks and benefits of technology. *Risk Analysis*, 9, 225-42.
- Keller, A.E., 1976. *Environmental geology*. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. *Geohazards. Natural and man-made*. 227p., Chapman & Hall, London.
- Morimiya, Y., 1985. Covering natural disasters in the Japanese market. *Risk Management*, 32, 12, 18-26.
- Okrent, D., 1980. Comment on societal risk. *Science*, 208, 372-5.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. *An introduction to global environmental issues*. 390p., Routledge, London.
- Smith, K., 1992. *Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster*. 324p., Routledge, London.
- Wigley, T.M.L., 1985. Impact of extreme events. *Nature*, 316, 106-7.

4

Αντίληψη και εκτίμηση του κινδύνου

1. Η ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Ο κίνδυνος είναι ένα κομμάτι της ζωής μας. Η λέξη “weiji” που χρησιμοποιούν οι Κινέζοι για τον κίνδυνο συνδυάζει χαρακτήρες που σημαίνουν “ευκαιρία” και “κίνδυνος” για να δείξουν ότι η αβεβαιότητα πάντα εμπεριέχει κάποια ισορροπία μεταξύ κέρδους και απώλειας. Εφόσον ο κίνδυνος αφ'εαυτού δεν μπορεί να εξαλειφθεί, η μόνη εναλλακτική λύση που υπάρχει είναι να μπορεί ελεγχθεί και να διαχειριστεί. *Διαχείριση του κινδύνου* σημαίνει ελαχιστοποίηση των απειλών για τη ζωή, την περιουσία και το περιβάλλον με ταυτόχρονη μεγιστοποίηση των όποιων συσχετιζόμενων οφελών.

Η *εκτίμηση του κινδύνου*, συμπεριλαμβανόμενης μιας αξιόπιστης ποσοτικοποίησής του, θα πρέπει στην ιδανική της μορφή να θεμελιώνει και τη διαχείριση και την αντιμετώπιση όλων των καταστροφών που πιθανώς συνεπάγονται. Πρακτικά, ο κίνδυνος καταστροφής δεν έχει ακόμα εκτιμηθεί για πολλά φυσικά φαινόμενα. Ακόμα και όταν έχει προηγηθεί ανάλυση του κινδύνου, πολλές αβεβαιότητες συχνά συνοδεύουν τις πρώτες εκτιμήσεις. Ο κίνδυνος απαρχής είναι μια τόσο πολύπλοκη έννοια που μία μόνο, επιστημονικά αποδεκτή προσέγγισή του, πολύ σπάνια μπορεί να αντικατοπτρίσει ικανοποιητικά ολόκληρη την πολιτική πραγματικότητα της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Οπου είναι δυνατόν, η εκτίμηση του κινδύνου είναι η αρχή μιας διαδικασίας που οδηγεί στον εντοπισμό των προβλημάτων. Όταν ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία, ακολουθεί η διαχείριση του κινδύνου - διαδικασία λήψης αποφάσεων για το τι πρέπει να γίνει ώστε να μετριαστούν τα προβλήματα. Είναι γενικά παραδεκτό ότι η διαχείριση των φυσικών καταστροφικών φαινομένων είναι ένας στόχος πολύ ευρύς.

Η εκτίμηση του κινδύνου δεν μπορεί να διαχωριστεί από τις επιλογές που γίνονται σύμφωνα με τις ατομικές πεποιθήσεις και τις εκάστοτε περιστάσεις. Πολλοί άνθρωποι αποφασίζουν και δρουν βασιζόμενοι περισσότερο σε προσωπικές εκτιμήσεις του κινδύνου που αντιμετωπίζουν παρά σε αντικειμενικά μέτρα. Ετσι λοιπόν, η υποκειμενική εκτίμηση του κινδύνου πρέπει επίσης να ληφθεί σαν μια συνιστώσα της διαχείρισής του, παράλληλα με τις επιστημονικές εκτιμήσεις. Διάσταση παρατηρείται πολλές φορές μεταξύ των αντικειμενικά και των υποκειμενικά αντιλαμβανόμενων κινδύνων, κυρίως επειδή ο κόσμος αντιλαμβάνεται τον κίνδυνο πολύ διαφορετικά από τις προβλέψεις που γίνονται με τη χρήση των μοντέλων εκτίμησης. Η ανάλυση επομένως αυτής της διαφοράς μεταξύ των αποτελεσμάτων των

τεχνικών αναλύσεων κινδύνου και την υποκειμενικής αντίληψης είναι ένας κύριος παράγοντας που θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στη χάραξη των περισσότερων στρατηγικών διαχείρισης και αντιμετώπισης των καταστροφών από φυσικά αίτια.

Ο τύπος και ο βαθμός του κινδύνου διαφοροποιείται πολύ ανάμεσα στα διάφορα άτομα της ίδιας ηλικίας και φύλου, σύμφωνα με διάφορους προσωπικούς παράγοντες όπως ο τόπος διαμονής, το επάγγελμα και ο τρόπος ζωής. Σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι σύνηθες να ταξινομούνται οι κίνδυνοι σε δύο κύριες κατηγορίες, στους κινδύνους στους οποίους εκτίθενται τα άτομα ακούσια (ακούσιοι κίνδυνοι) και σε αυτούς που εκτίθενται εκούσια (εκούσιοι κίνδυνοι).

- *Ακούσιοι κίνδυνοι.* Είναι οι κίνδυνοι στους οποίους εκτιθέμεθα εκούσια. Οι κίνδυνοι αυτοί είναι σχετικά σπάνιοι αλλά μπορεί να έχουν καταστροφική επίδραση. Ο κίνδυνος μπορεί να είναι άγνωστος στο εκτιθέμενο άτομο ενώ όταν αυτός γίνει αντιληπτός, είναι πιθανό να μην μπορεί να ελεγχθεί. Οι περισσότερες καταστροφές που αναφέρονται, εμπίπτουν σε αυτή την κατηγορία και αντιπροσωπεύονται από κινδύνους που είναι αποτέλεσμα της διαβίωσης σε ένα ιδιαίτερο περιβάλλον ή τοπίο.
- *Εκούσιοι κίνδυνοι.* Πρόκειται για κινδύνους οι οποίοι είναι περισσότερο και εκούσια αποδεκτοί από τους ανθρώπους μέσα από τις δραστηριότητές τους. Τέτοιοι κίνδυνοι είναι συνήθως πιο συχνοί, έχουν λιγότερες καταστροφικές επιδράσεις και είναι περισσότερο επδεδεικτικοί σε έλεγχο. Αντίθετα με τους ακούσιους κινδύνους, βαθμονομούνται αμεσότερα από τα άτομα ανάλογα με τις προσωπικές τους κρίσεις και το είδος ζωής. Το κυριότερο στάδιο ελέγχου στους εκούσιους κινδύνους είναι είτε η ατομική συμπεριφορά (σταμάτημα του καπνίσματος ή της συμμετοχής σε ένα επικίνδυνο άθλημα), είτε κάποια μορφή κυβερνητικής δράσης (εισαγωγή ασφαλιστικής νομοθεσίας ή έλεγχος μόλυνσης περιβάλλοντος). Οι ανθρωπογενείς καταστροφές, συμπεριλαμβανόμενων και των τεχνολογικών, συνήθως ανήκουν σε αυτή την κατηγορία.

Η παραπάνω διαίρεση συνήθως είναι λιγότερο σαφής απ'ότι παρουσιάζεται. Για παράδειγμα, ενώ το κάπνισμα ή η ορειβασία είναι παραδείγματα ατομικών δραστηριοτήτων όπου υπάρχει προφανής και εκούσια έκθεση σε κίνδυνο, δεν μπορούμε να πούμε, έτσι απλά, το ίδιο και για την οδή-

γηση ενός αυτοκινήτου ή την άσκηση ενός επικίνδυνου επαγγέλματος - παρόλο που και αυτές οι δραστηριότητες εμπεριέχουν την εκούσια έκθεση του ατόμου σε κίνδυνο - εφόσον η χρήση του αυτοκινήτου μπορεί να είναι ουσιώδης για τη μετάβαση του ατόμου στο χώρο εργασίας του και η εναλλακτική λύση της εργασίας σε μια επικίνδυνη χημική βιομηχανία μπορεί να είναι η ανεργία. Με άλλα λόγια, ένας κίνδυνος είναι γενικά λιγότερο εκούσιος από έναν άλλο αν η αποφυγή του συνδέεται με μια μεγαλύτερη προσωπική θυσία από την πλευρά του εκτιθέμενου στον κίνδυνο ατόμου.

Οι φυσικές καταστροφές συνήθως κατατάσσονται στους ακούσιους κινδύνους. Ωστόσο η πλημμύρα για παράδειγμα, σε μερικά πολύ ενεργά πλημμυρικά πεδία είναι ένα φαινόμενο πολύ συχνό και πολύ καλά δημοσιοποιημένο. Μερικοί από τους κατοίκους τέτοιων πλημμυρικών πεδίων προτιμούν να αποκτήσουν μια ιδιοκτησία εκεί όπου είναι συνήθως και φθηνότερη από μια ισοδύναμη ιδιοκτησία σε μια πιο ασφαλή αστική περιοχή. Από αυτή την άποψη η απόφαση της επιλογής κατοικίας όχι μόνο είναι εκούσια αλλά κατευθύνεται και από οικονομικούς λόγους. Τα άτομα που εκούσια εκτίθενται σε κάποιο κίνδυνο αποτελούν μερικές φορές μια ιδιαίτερη ομάδα ανθρώπων. Αλλά ακόμα και αν η γενικότερη πιθανότητα κινδύνου μπορεί να εκτιμηθεί, όπως στην περίπτωση ενός μεγάλου αριθμού καπνιστών, δεν έχει ακόμα καταστεί δυνατό να γνωρίζουμε ποιά από όλα αυτά τα άτομα θα πεθάνουν από ασθένειες που προκαλεί το κάπνισμα.

Παρόλα αυτά τα προβλήματα όμως, ο άνθρωπος αντιδρά διαφορετικά στους κινδύνους στους οποίους εκτίθεται εκούσια απ'ότι σε αυτούς που του επιβάλλονται από εξωτερικούς και άγνωστους σε αυτόν παράγοντες. Ορισμένοι ερευνητές προσπαθούν να συσχετίσουν το κίνδυνο φυσικού θανάτου ενός ατόμου, που εκφράζεται ως η στατιστική πιθανότητα δυστυχήματος ανά ώρα με την έκθεση σε ένα συγκεκριμένο είδος επικίνδυνης δραστηριότητας και το υποτιθέμενο κοινωνικό όφελος από αυτή τη δραστηριότητα. Υπάρχει μια μεγάλη διαφορά μεταξύ της αντίληψης του εκούσιου και του ακούσιου κινδύνου, ενώ το κοινό επιθυμεί να εκτεθεί σε εκούσιους κινδύνους 1000 φορές περισσότερο από ότι σε ακούσιους. Έτσι, εκούσιοι κίνδυνοι όπως η οδήγηση και το κάπνισμα είναι αποδεκτοί παρόλο που ο κίνδυνος θανάτου που συνεπάγονται είναι ένα - ή και περισσότερα - ανά 100.000 άτομα το χρόνο. Αντίθετα, οι ακούσιοι κίνδυνοι εκθέτουν τους ανθρώπους σε κίνδυνο

θανάτου με αναλογία ένα - ή και λιγότερα- ανά 10.000.000 άτομα το χρόνο.

Αυτή η τελευταία συσχέτιση μεταξύ εκούσιας και ακούσιας έκθεσης σε κίνδυνο είναι σημαντική γιατί εισάγει την έννοια του αποδεκτού κινδύνου ή της ανοχής κινδύνου. Δεδομένου ότι η ύπαρξη απόλυτης ασφάλειας είναι αδύνατη, είναι πολύ σημαντικό να καθοριστεί το επίπεδο του κινδύνου που είναι αποδεκτό για κάθε δραστηριότητα ή κατάσταση. Όταν γίνεται διαχείριση μιας καταστροφής, τα οικονομικά και άλλα μέσα, όπως αυτά κατανέμονται σύμφωνα με τους στόχους της διαχείρισης, θα πρέπει θεωρητικά να ταιριάζουν με το βαθμό της καταστροφής. Με άλλα λόγια, στη διαχείριση των καταστροφών θα πρέπει να τίθενται προτεραιότητες σύμφωνα με την τάξη της ίδιας της καταστροφής και του ενδεχόμενου κινδύνου. Δυστυχώς προβλήματα προκύπτουν όταν αναλυτικές προσεγγίσεις, συνήθως βασισμένες σε οικονομικές αναλύσεις κόστους - οφέλους, δεν ταυτίζονται με τις προσωπικές εκτιμήσεις του κινδύνου από τα διάφορα άτομα.

Ορισμένοι άλλοι ερευνητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι παρά την προφανή δυνητική χρησιμότητά της, η φράση αποδεκτός κίνδυνος δεν είναι η πλέον κατάλληλη. Αυτό συμβαίνει γιατί ο κίνδυνος που συνδέεται με αυτή την άποψη δεν είναι αληθινά “αποδεκτός”, με την απόλυτη έννοια του όρου. Με άλλα λόγια, υπάρχει ακόμα έλλειψη γνώσης και κατανόησης του προβλήματος της έκθεσης στον κίνδυνο. Η επικρατούσα άποψη είναι ότι δεν είναι δυνατό να υπάρξουν αντικειμενικές προσεγγίσεις στο πρόβλημα και μιας και πολύ λίγα είναι γνωστά για τη διαχείριση των περισσότερων καταστροφών, η ειδική ανάλυση είναι μια περισσότερο σχετική παρά απόλυτη διαδικασία.

2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Η ανάλυση του κινδύνου βασίζεται σε μαθηματικές θεωρίες πιθανοτήτων και επιστημονικές μεθόδους για την αναγνώριση συνδετικών κρίκων μεταξύ των διαφορετικών τύπων δραστηριοτήτων που εμπεριέχουν κίνδυνο και των αντίθετων συνεπειών που έχουν σαν αποτέλεσμα. Η εκτίμηση του κινδύνου περιλαμβάνει τρία στάδια:

- Αναγνώριση των κινδύνων που πιθανώς να προκαλέσουν καταστροφές δηλαδή τι καταστροφικά φαινόμενα είναι πιθανόν να συμβούν.
- Εκτίμηση της πιθανότητας να συμβεί κάποιο καταστροφικό γεγονός.

- Εκτίμηση των κοινωνικών συνεπειών από τα καταστροφικά φαινόμενα.

Στην ανάλυση, ο κίνδυνος (R) είναι συνάρτηση της πιθανότητας (p) και της ζημίας (L) που προκαλεί.

$$R = (p) (L)$$

Αν όλα τα καταστροφικά γεγονότα είχαν τα ίδια αποτελέσματα, τότε θα ήταν αρκετό να υπολογιστεί μόνο η συχνότητα εμφάνισής τους. Τα περισσότερα όμως καταστροφικά φαινόμενα που σχετίζονται με το περιβάλλον έχουν ποικίλα αποτελέσματα. Θεωρείται ότι είναι δυνατό να συμβούν η διαφορετικά γεγονότα E_1, \dots, E_n . Αυτά τα γεγονότα μπορεί να είναι μια σειρά από καταστροφικές πλημμύρες ή κατολισθήσεις σε αστικές περιοχές. Η μέθοδος βέβαια βασίζεται στην διαθεσιμότητα μιας καλής βάσης δεδομένων για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Έτσι, η μέθοδος δίνει λιγότερο ικανοποιητικά αποτελέσματα για γεγονότα που συμβαίνουν πολύ σπάνια ή για μερικές τεχνολογικές καταστροφές.

Από ιστορικά στοιχεία μπορεί να προσδιοριστεί ότι το γεγονός E_i έχει πιθανότητα p_i να συμβεί και θα προκαλέσει καταστροφές ίσες με L_i , όπου i μπορεί να κυμαίνεται από $1, \dots, n$. Οι καταστροφές L_1, \dots, L_n μετρούνται με τις ίδιες μονάδες. Εκτιμάται λοιπόν ότι όλα τα γεγονότα που είναι πιθανό να συμβούν μπορούν να προβλεφθούν. Για το λόγο αυτό $p_1 + \dots + p_n = 1$. Ταξινομώντας στη συνέχεια τα n γεγονότα σε σειρά αυξανόμενων απωλειών ($L_1 \leq \dots \leq L_n$), η ολική πιθανότητα να συμβεί ένα συγκεκριμένο γεγονός υπολογίζεται ως $P_i = p_1 + \dots + p_n$. Έτσι ορίζεται με λεπτομέρεια η πιθανότητα να συμβεί ένα γεγονός για το οποίο οι απώλειες θα είναι ίσες ή και μεγαλύτερες από L_i , όπως φαίνεται και στον πίνακα 4.1. Αν καταταχθούν λοιπόν σε κατηγορίες όλα τα γεγονότα που μπορεί να συμβούν σύμφωνα με τις απώλειες σε υλικά αγαθά μπορεί να υπάρξει μια πρώτη ανάλυση του κινδύνου.

Πίνακας 4.1

Υλικές ζημιές και πιθανότητα εκδήλωσης.

Υλικές ζημιές (U.S. \$)	Πιθανότητα (p)	Ολική πιθανότητα(P)
0	0,950	1,000
10.000.000	0,030	0,050
50.000.000	0,015	0,020
100.000.000	0,005	0,005

3. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΟΣΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Όπως φαίνεται και στο θεωρητικό παράδειγμα του Πίνακα 4.1, υπάρχει πιθανότητα 95% να μην υπάρξουν καθόλου υλικές ζημιές και μόνο 2% πιθανότητα να υπάρξουν υλικές ζημιές 50.000 δολλαρίων ή και περισσότερο.

Σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να είναι περισσότερο απαραίτητο ή να κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστεί ένα συνοπτικό μέτρο του κινδύνου (R). Αυτό μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους:

- Είτε υπολογίζοντας τις μέσες απώλειες:

$$R = p_1L_1 + \dots + p_nL_n.$$

- Είτε υπολογίζοντας τις μέγιστες απώλειες.

Ο δεύτερος τρόπος μάλλον αποτελεί μια ακραία σύνοψη εφόσον αγνοεί την πιθανότητα να συμβεί ένα καταστροφικό γεγονός και θεωρεί ότι ο κίνδυνος ισοδυναμεί με τις μέγιστες απώλειες. Η παραπάνω μεθοδολογία μπορεί να εφαρμοστεί και στην περίπτωση που οι απώλειες αναφέρονται σε ανθρώπινες ζωές. Ετσι λοιπόν για το προηγούμενο παράδειγμα θα υπήρχαν τα αποτελέσματα που εικονίζονται στον πίνακα 4.2.

Παρά τη φαινομενική ακρίβεια που προσδίδει η παραπάνω ποσοτική εκτίμηση του κινδύνου, στην περίπτωση των περιβαλλοντικών καταστροφών περικλείει μεγάλη αβεβαιότητα. Μέχρι ενός σημείου, ο βαθμός του κινδύνου ποικίλλει ανάλογα με τις προοπτικές. Για τις περισσότερες από τις απειλές, ειδικότερα για αυτές που αντιμετωπίζουμε από την τεχνολογική ανάπτυξη, η βάση δεδομένων που υπάρχει από τους ιστορικούς χρόνους είναι αρκετά ανεπαρκής για να στηρίξει μια αξιόπιστη στατιστική εκτίμηση του κινδύνου. Σ' αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιείται η μέθοδος του δέντρου γεγονότων. Η τεχνική του δέντρου γεγονότων είναι μια διαδικασία επαγωγικής λογικής που εφαρμόζεται

Πίνακας 4.2

Ανθρώπινες απώλειες και πιθανότητα εκδήλωσης.

Αριθμός θανάτων	Πιθανότητα	Ολική πιθανότητα
0	0.990	1.000
1	0.006	0.010
2	0.003	0.004
3	0.001	0.001

όταν μια γνωστή σειρά γεγονότων πρέπει να λάβει χώρα προκειμένου να προκληθεί καταστροφή.

4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ

Η γνώση του μεγέθους και της πιθανής συχνότητας εμφάνισης καταστροφικών γεγονότων είναι ζωτικής σημασίας για τη διαχείριση των καταστροφών. Για παράδειγμα, όταν υπάρχουν επαρκή στοιχεία, στατιστικές μέθοδοι μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να δείξουν ότι πλημμύρες ενός συγκεκριμένου μεγέθους μπορεί να συμβούν κατά μέσο όρο κάθε χρόνο, κάθε δέκα χρόνια, κάθε εκατό χρόνια κλπ. Η πληροφόρηση αυτού του είδους βοηθά αλλά και καθοδηγεί το μηχανικό που έχει αναλάβει το σχεδιασμό μεγάλων κατασκευαστικών έργων όπως φράγματα ή αναχώματα. Στις περισσότερες περιπτώσεις το πρόβλημα είναι οικονομικό αν και το κόστος κατασκευής μιας γέφυρας ικανής να παροχετεύσει την πλημμύρα που συμβαίνει κάθε πέντε χρόνια είναι πολύ μικρότερο από το κόστος της ανακατασκευής της κάθε πέντε χρόνια. Αντίστροφα, το κόστος κατασκευής μια γέφυρας ικανής να παροχετεύσει την πλημμύρα που συμβαίνει κάθε εκατό χρόνια μπορεί να είναι πάρα πολύ μεγάλο. Πέρα όμως από αυτές τις μηχανικές εφαρμογές, η γνώση της συχνότητας των πλημμυρών είναι αναγκαία και για άλλες στρατηγικές διαχείρισης καταστροφών όπως η ζωνοποίηση των πλημμυρικών πεδίων ή η ασφάλιση κατά των πλημμυρών.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η όποια ανάλυση ακραίων γεγονότων μπορεί να γίνει μόνο εφόσον υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία. Όταν για παράδειγμα επιχειρηθεί να προβλεφθεί η πιθανότητα εκδήλωσης πλημμυρών με περίοδο εκατό χρόνια χρησιμοποιώντας μια βάση δεδομένων μόλις τριάντα χρόνων τότε το σφάλμα στους υπολογισμούς θα είναι πολύ μεγάλο. Τοποθετούνται επομένως αυστηρά όρια στην πρόβλεψη φαινομένων που συμβαίνουν πολύ σπάνια. Τα περισσότερα άλλωστε από τα καταστροφικά φαινόμενα συμβαίνουν πολύ σπάνια στην κλίμακα της ανθρώπινης ζωής. Για παράδειγμα πλημμύρες με περίοδο εμφάνισης 100 χρόνια μπορεί να συμβούν σε ένα χρόνο από σήμερα και στη συνέχεια μετά από 200 χρόνια.

Η ανάλυση ακραίων γεγονότων αφορά συνήθως στην κατανομή των σχετικών επίσιων ελάχιστων και μέγιστων μεγεθών σε ένα συγκεκριμένο μέρος. Για παράδειγμα, οι μέγιστες επίσιες τιμές έντασης ανέμου που μετρήθηκαν στην πόλη Titee της δυτικής Σκωτίας για μια περίοδο 59

χρόνων (από το 1927 μέχρι το 1985) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθοριστεί η πιθανότητα καταστροφών από θύελλα. Σε τέτοια γεγονότα μπορεί να δοθεί ένας βαθμός m , ξεκινώντας με $m = 1$ για το γεγονός με τη μεγαλύτερη ένταση, $m = 2$ για το γεγονός με την αμέσως μικρότερη και ούτω καθεξής. Η συχνότητα επανεμφάνισης του καταστροφικού γεγονότος T_r (σε χρόνια) μπορεί να υπολογιστεί με βάση τον τύπο:

$$T_r \text{ (σε χρόνια)} = n + 1/m$$

όπου:

m = βαθμός γεγονότος και

n = το πλήθος των καταστροφικών γεγονότων.

Η εκατοστιαία πιθανότητα για κάθε γεγονός είναι:

$$P (\%) = 100/T_r$$

Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν άμεσες πληροφορίες για μερικά ακραία καταστροφικά φαινόμενα χρησιμοποιούνται έμμεσες ενδείξεις. Για παράδειγμα, στην περίπτωση των πλημμυρών όπου δεν υπάρχουν μετρήσεις για τη μέγιστη πλημμύρα που έχει ποτέ παρατηρηθεί, χρησιμοποιούνται γεωμορφολογικά ή ιζηματολογικά στοιχεία για να υπολογιστεί το μέγιστο ύψος που έφθασαν κάποτε τα ύδατα κατά τη διάρκεια πλημμυρικών περιόδων. Για τους σεισμούς, η τροποποιημένη κλίμακα Mercalli, όπου οι καταστροφές σε κατασκευές χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της έντασης του σεισμού, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για έναν πρόχειρο υπολογισμό του μεγέθους της ενέργειας που ελευθερώθηκε. Όλες όμως αυτές οι προσεγγίσεις δεν είναι απόλυτα ικανοποιητικά υποκατάστατα της άμεσης μέτρησης της έντασης ακραίων γεγονότων.

Αλλή μια αδυναμία της ανάλυσης των ακραίων γεγονότων έγκειται στην περιορισμένη δυνατότητα αναπαράστασης όλων των σημείων δεδομένων στον χώρο και το χρόνο. Όταν καταγραφές του παρελθόντος χρησιμοποιούνται για να προβλεφθεί το μέλλον, γίνεται ταυτόχρονα και η παραδοχή ότι δε θα υπάρξουν αλλαγές στους παράγοντες που προξένησαν καταστροφικά γεγονότα, όπως οι πλημμύρες ή οι ανεμοθύελλες, στο παρελθόν. Η υπόθεση αυτής της σταθερότητας των παραγόντων αγνοεί εντελώς την πιθανότητα των περιβαλλοντικών αλλαγών οι οποίες πολλές φορές είναι απόλυτα φυσικές ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια μεγάλων χρονικών περιόδων. Τις τελευταίες δεκαετίες οι ανθρώπινες επεμβάσεις στο περιβάλλον έχουν αλλοιώσει πολλά φυσικά φαινόμενα όπως στην περίπτωση τροποποιήσεων στις χρή-

σεις γης με αποψιλώσεις, οι οποίες προφανέστατα οδηγούν σε αύξηση της συχνότητας των πλημμυρών. Οι αυξανόμενες συγκεντρώσεις αερίων στην ατμόσφαιρα προβλέπεται ότι θα οδηγήσουν σε όλο και μεγαλύτερη αύξηση της συχνότητας εμφάνισης υψηλών θερμοκρασιών, ενώ επηρεάζουν και άλλους παράγοντες όπως τον καιρό, το κλίμα, κλπ.

5. ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Οι αποφάσεις για τη διαχείριση καταστροφών δεν μπορούν να βασίζονται μόνο σε αντικειμενικές και στατιστικές εκτιμήσεις του κινδύνου. Το πλέον διαδεδομένο μοντέλο λήψης αποφάσεων στο πεδίο των καταστροφών επικεντρώνεται στην ατομική επιλογή πράγμα που σημαίνει ότι ένα άτομο ανταποκρίνεται στον κίνδυνο μόνο εφόσον αντιμετωπίσει την απειλή και επομένως η αντίδρασή του βασίζεται στην υποκειμενική του εκτίμηση. Με άλλα λόγια η ανθρώπινη αντίληψη λειτουργεί σαν φίλτρο μέσα από το οποίο αναγνωρίζονται οι διαφόρων ειδών καταστροφές.

Ορισμένοι ερευνητές δέχονται ότι οι άνθρωποι είναι αρκετά ικανοί να παίρνουν αποφάσεις τις οποίες διαλέγουν ανάμεσα από ένα πλήθος εναλλακτικών λύσεων. Οι επιλογές που κάνουν οι άνθρωποι βασίζονται σε ένα συνδυασμό ατομικών γνώσεων και εμπειριών. Με άλλα λόγια, τόσο τα θύματα των καταστροφών, όσο και αυτοί που τις διαχειρίζονται, ανταποκρίνονται στον περιβαλλοντικό κίνδυνο με διαφορετικό τρόπο, σύμφωνα με την προσωπική τους εμπειρία και αντίληψη.

Η αντίληψη του κινδύνου είναι εντελώς διαφορετική από την εκτίμησή του. Η *εκτίμηση του κινδύνου* είναι μια τυπική μέθοδος καθορισμού του βαθμού του κινδύνου και αναφέρεται στην πιθανότητα εκδήλωσης ενός καταστροφικού γεγονότος και τις συνέπειές του. Πρόκειται για μια τεχνική εξειδικευμένη διαδικασία, η οποία συνήθως πραγματοποιείται από εκπαιδευμένα άτομα για λογαριασμό κάποιων άλλων. Σαν μια ρητά επιστημονική προσέγγιση, προσπαθεί να αποκλείσει όλες τις συγκινησιακές απόψεις και να εκτιμήσει τις κρίσεις που σχετίζονται με προσωπικές προτιμήσεις συμπεριλαμβανομένων και αυτών του εκτιμητή. Στόχος της είναι να παράγει αποτελέσματα που μπορούν να εφαρμοστούν επανειλημμένα σε μια ομάδα ανθρώπων. Αντίθετα, η αντίληψη του κινδύνου δεν έχει σταθερά και πανομοιότυπα αποτελέσματα. Ο κίνδυνος σημαίνει διαφορετικά πράγματα σε διαφορετικούς ανθρώπους γιατί ο κάθε άνθρωπος έχει και μια μοναδική άποψη για το περι-

βάλλον και τους περιβαλλοντικούς κινδύνους. Όλες οι ατομικές αντιλήψεις του κινδύνου είναι αποδεκτές και για κάθε ενδεχόμενη απειλή το κάθε άτομο διαλέγει τη δική του απόκριση. Για το κάθε άτομο και σύμφωνα με το πώς αντιλαμβάνεται τον κίνδυνο, οι συνέπειες από μια απειλή συχνά είναι πολύ μεγαλύτερης σημασίας από την πιθανότητα. Έτσι ο τύπος της ανάλυσης του κινδύνου μπορεί να γίνει ως εξής:

$$R = p \times L^x$$

όπου x είναι ένας εκθέτης που εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων αλλά η αριθμητική του τιμή είναι πάντα μεγαλύτερη της μονάδας.

Οι παραπάνω βασικές διαφορές ανάμεσα στην αντίληψη και την εκτίμηση του κινδύνου, όπως φαίνεται και στον πίνακα 4.3, οδηγούν σε αντιπαραθέσεις όσον αφορά τη διαχείριση των καταστροφών.

Οι τεχνικοί ειδικοί επιστήμονες συχνά εκτιμούν καταστροφές που λαμβάνουν χώρα όχι πολύ συχνά και στοιχίζουν τις ζωές πολλών ανθρώπων, ως ισοδύναμες με καταστροφές που είναι μέρος της καθημερινής ζωής οι οποίες, για την ίδια χρονική περίοδο, στοιχίζουν τον ίδιο αριθμό ανθρώπων ζωών με μόνη διαφορά ότι αντιστοιχούν σε μία ανθρώπινη ζωή κάθε φορά που συμβαίνουν. Αντίθετα, οι περισσότεροι άνθρωποι θα έδιναν μεγαλύτερη βαρύτητα στα καταστροφικά γεγονότα που στοιχίζουν πολλές ανθρώπινες ζωές τη φορά που θα συμβούν. Οι ειδικοί λοιπόν θα δώσουν την ίδια βαρύτητα στους ακούσιους και στους εκούσιους κινδύνους, ενώ ο απλός πολίτης δίνει μεγαλύτερη

Πίνακας 4.3

Βασικές διαφορές ανάμεσα στην αντίληψη και στην εκτίμηση του κινδύνου.

Φάση ανάλυσης	Διαδικασίες εκτίμησης κινδύνου	Διαδικασίες αντίληψης κινδύνου
Αναγνώριση κινδύνου	Παρακολούθηση γεγονότος Στατιστικά συμπεράσματα	Ατομική προαίσθηση Προσωπική ενημερότητα
Υπολογισμός κινδύνου	Μέγεθος/Συχνότητα Οικονομικές συνέπειες	Προσωπική εμπειρία Απώλειες
Εκτίμηση κινδύνου	Ανάλυση κόστους/οφελών Κοινωνική πολιτική	Προσωπικότητα Ατομική δραστηριότητα

ρη έμφαση στους ακούσιους.

6. ΜΕΡΙΚΕΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Πολλοί αναλυτές του κινδύνου θεωρούν την αντίληψη του κινδύνου ανώφελη και άχρηστη αφού βασίζονται σε συναισθηματικούς και άλλους υποκειμενικούς παράγοντες. Για το άτομο όμως, η αντίληψη είναι η μόνη σχετική εικόνα που μπορεί να έχει εφόσον συνδυάζει τις αναλύσεις των ειδικών με τις ατομικές κρίσεις που βασίζονται στην εμπειρία, την κοινωνική κατάσταση, κλπ. Το γεγονός ότι αυτή η προσέγγιση δεν είναι και τόσο “επιστημονική”, δε σημαίνει ότι είναι και άκυρη. Η πραγματική δυσκολία εμφανίζεται όταν οι ειδικοί αναλυτές του κινδύνου αναμένουν τα συμπεράσματά τους να γίνουν αποδεκτά μόνο και μόνο επειδή είναι όσο το δυνατό πιο αντικειμενικά, ενώ οι πολίτες αρνούνται τέτοιες ερμηνείες απλά γιατί αγνοούν τα ατομικά ενδιαφέροντα και φόβους τους. Υπάρχει επομένως ανάγκη καλύτερης επικοινωνίας μεταξύ των επιστημόνων και του κοινού, λαμβάνοντας μόνο υπόψη το γεγονός ότι τα περισσότερα από τα αποτελέσματα περιβαλλοντικών καταστροφών είναι μη αντιστρέψιμα.

Η αντίληψη του κινδύνου και των καταστροφών που μπορεί να προκαλέσει εξαρτάται από ένα πλήθος παραγόντων όπως η εμπειρία του παρελθόντος, η προσωπικότητα, οι αξίες, κλπ. Ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει την ατομική αντίληψη είναι η εμπειρία του παρελθόντος. Όταν η προσωπική εμπειρία από ένα καταστροφικό γεγονός του παρελθόντος λείπει, όπως άλλωστε συμβαίνει και στις περισσότερες των περιπτώσεων, τότε τα άτομα μαθαίνουν για τα καταστροφικά φαινόμενα από έμμεσες πηγές, συμπεριλαμβανομένων και των μέσων μαζικής ενημέρωσης.

Σύμφωνα με *ατομικές αντιλήψεις*, ο κίνδυνος αντιμετωπίζεται ως σοβαρότερος όταν άμεσα απειλεί την ανθρώπινη ζωή παρά όταν είναι έμμεσος και μπορεί να προκαλέσει θνησιμότητα που όμως είναι χωρικά κατανεμημένη και επομένως γίνεται αντιληπτή καθυστερημένα. Για παράδειγμα, η πλημμύρα αντιμετωπίζεται σαν ένας κίνδυνος σοβαρότερος και αμεσότερος για το κάθε άτομο ξεχωριστά παρά η ξηρασία. Στην περίπτωση αυτή το μέγεθος της γνώσης και της εκπαίδευσης του ατόμου παίζει πολύ σημαντικό ρόλο.

Καθώς οι τεχνολογικές καταστροφές γίνονται όλο και περισσότερο εμφανείς, ο κόσμος αρχίζει να αντιμετωπίζει

τις περιβαλλοντικές καταστροφές σαν γεγονότα που μπορούν να ελεγχθούν από τον άνθρωπο. Με λίγα λόγια, οι καταστροφές αντιμετωπίζονται σαν γεγονότα για τα οποία πρέπει να γίνει κάτι, που σκοπό θα έχει τη μετριάσή τους.

7. ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Κάθε άτομο που ζει σε μια συγκεκριμένη κοινωνία είναι αναγκαίο να γνωρίζει την πιθανότητα και το μέγεθος των απωλειών από οποιαδήποτε καταστροφή που είναι δυνατό να συμβεί κατά τη διάρκεια της ζωής του. Η πληροφορία αυτή συνήθως δεν είναι εύκολο να αποκτηθεί. Για παράδειγμα, στις Η.Π.Α., 15 φυσικά καταστροφικά φαινόμενα χαρακτηρίστηκαν σαν σημαντικά. Οι κεραυνοί, οι τυφώνες και οι χιονοθύελλες στις αστικές περιοχές προξένησαν περισσότερους θανάτους, ενώ οι πλημμύρες, οι παγετώνες και οι ξηρασίες είχαν τις μεγαλύτερες οικονομικές επιπτώσεις.

Η Ιαπωνία αντιμετωπίζει έντονα το πρόβλημα των σεισμών λόγω της γεωγραφικής της θέσης. Το γεγονός ότι βρίσκεται στα όρια μιας τεκτονικής πλάκας αποτελεί απειλή για σεισμικά καταστροφικά φαινόμενα. Κατά τη διάρκεια ενός χρόνου, 3-4 τροπικοί κυκλώνες μαστιάζουν τις ακτές, ενώ τα Ιαπωνικά νησιά στο Βορρά αντιμετωπίζουν δύσκολους χειμώνες με δυνατές χιονοπτώσεις. Από την άλλη, οικονομικοί και κοινωνικοί παράγοντες περιπλέκονται επίσης. Η πληθυσμιακή αύξηση είναι έντονη στις λίγες σχετικά επίπεδες και κατάλληλες για δόμηση περιοχές. Το 45% περίπου του πληθυσμού της Ιαπωνίας συσσωρεύεται στις τρεις μεγάλες μητροπολιτικές ζώνες (Tokyo, Osaka, Nagoya) ενώ οι πυκνότερες υπερβαίνουν τα 5.000 άτομα ανά km². Ο εκπληκτικός οικονομικός πλούτος καθώς και η βιομηχανική ανάπτυξη έχουν αυξήσει κατά πολύ τον υφιστάμενο κίνδυνο. Ταυτόχρονα, η περιβαλλοντική ρύπανση και οι ταχύτερες κοινωνικές αλλαγές συνεισφέρουν στο να γίνεται η Ιαπωνία όλο και περισσότερο επιδεκτική σε καταστροφές.

Τέλος, μια από τις πιο λεπτομερείς εκτιμήσεις για τους κινδύνους τόσο τους φυσικούς όσο και τους ανθρωπογενείς είναι αυτή που έχει γίνει στην πόλη London του Καναδά. Εξετάζοντας όλα τα τοπικά αρχεία που περιέχουν πληροφορίες για τα τελευταία 100 χρόνια, μπόρεσε να εκτιμηθεί ο κίνδυνος καταστροφών σε σχέση με τους 200.000 κατοίκους της πόλης και για τα 45.000 km² έκτασης της ευρύτερης περιοχής. Οι πιο συχνές καταστροφές σχετίζονται με υδρολογικά και μετεωρολογικά φαινόμενα. Ένας

νεαρός έφηβος που πρόκειται να ζήσει όλη την υπόλοιπη ζωή του στην πόλη αυτή του Καναδά θα αντιμετωπίσει σίγουρα μια αληθινά μεγάλη χιονοθύελλα, ένα τυφώνα, δύο μεγάλες πλημμύρες και τουλάχιστον τρεις θύελλες με χαλάζι λόγω των οποίων πιθανότατα θα διακοπεί η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D., 1993. Natural Disasters. 632p., UCL Press, London.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. Geological Hazards. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bryant, E.A., 1991. Natural Hazards. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Coch, N.K., 1995. Geohazards. Natural and human. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Glickman, T.S., 1988. Hazardous materials routing - risk management or mismanagement? Resources, 93, 11-13.
- Greenberg, M.R., Sachsman, D.B., Sandman, P.M. & Salomone, K.L., 1989. Network evening news coverage of environmental risk. Risk Analysis, 9, 1, 119-26.
- Hewitt, K. & Burton, I., 1971. The Hazardousness of a Place: A regional Ecology of Damaging Events. Department of Geography, University of Toronto, Toronto.
- Housner, G.W., 1987. Confronting Natural Disasters: An International Decade for Natural Hazard Reduction. National Academy Press, Washington.
- Kates, R.W., 1978. Risk assessment of environmental hazard. Scope Report 8, J. Wiley, New York.
- Keller, A.E., 1976. Environmental geology. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- Lekkas, E., Kranis, H., Leounakis, M. & Stylianos, P., 1995. The seismotectonic setting of Kobe area (Japan) - The concomitant geodynamic phenomena of the Hanshin earthquake (January 17, 1995). Advances in Earthquake Engineering, The Kobe Earthquake: Geodynamic Aspects, p.1-16, Computational Mechanics Publications, Southampton.
- Λέκκας, Ε., Λόζιος, Σ. & Χολέβας, Κ., 1994. Επιχειρησιακή οργάνωση Δήμου Χαλανδρίου για την αντιμετώπιση φυσικών και τεχνολογικών καταστροφών. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 232σ.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. Geohazards. Natural and man-made. 227p., Chapman & Hall, London.
- Moore, P.G., 1983. The business of risk. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. An introduction to global environmental issues. 390p., Routledge, London.
- Smith, K., 1992. Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster. 324p., Routledge, London.

5

Προσαρμογή στις καταστροφές

1. ΕΚΤΑΣΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ

Η απειλή των ανθρώπινων πληθυσμών από τις φυσικές καταστροφές προκαλεί αντιδράσεις που σχεδιάζονται ειδικά για τη ελάττωση του επιπέδου του κινδύνου από την επερχόμενη καταστροφή. Σε ιδανικές περιπτώσεις, οι αντιδράσεις αυτές αποτελούν μια *προσπάθεια προσαρμογής* στις καταστροφές σε ευρεία κλίμακα αν και συνήθως τα διαθέσιμα στοιχεία για την κατανόηση των φαινομένων είναι ελλιπή, ενώ σε εξαιρετικές περιπτώσεις η οποιαδήποτε μορφή αντίδρασης είναι αδύνατη και το μόνο που απομένει είναι η *αποδοχή της καταστροφής*. Όλες οι μορφές προσαρμογής μπορούν να οργανωθούν σε τρεις ομάδες. Στην πράξη όμως οι πιο αποτελεσματικές μέθοδοι συχνά περιλαμβάνουν συνδυασμούς μέτρων από περισσότερες της μιας ομάδας. Οι ομάδες αυτές έχουν ως ακολούθως:

- *Τροποποίηση του μεγέθους των απωλειών.* Οι πρώτες αντιδράσεις στοχεύουν στην τροποποίηση του μεγέθους των απωλειών απαλύνοντας τα οικονομικά βάρη των άμεσων θυμάτων, όσο το δυνατό περισσότερο, μέσα από προγράμματα αποζημιώσεων και ασφάλισης. Τα σχέδια αυτά αποβλέπουν βέβαια περισσότερο στην εξομάλυνση των απωλειών παρά στην ελαχιστοποίησή τους.
- *Τροποποίηση των καταστροφικών γεγονότων.* Περιλαμβάνει μέτρα για τη μείωση των απωλειών μέσω της προσαρμογής των ανθρώπων στις καταστροφές. Οι περισσότερες φυσικές καταστροφές δύσκολα γίνονται κατανοητές ή διευθετήσιμες από τον άνθρωπο. Από την άλλη πλευρά όμως, σχέδια αντίστασης στις καταστροφές ή μέτρα έκτακτης ανάγκης σε ορισμένες περιοχές υψηλού κινδύνου και για ορισμένο τύπο φαινομένων μπορούν να εφαρμοστούν για την ασφάλεια των ανθρώπων ζώων και των περιουσιών.
- *Τροποποίηση του βαθμού της ανθρώπινης τρωτότητας στις καταστροφές.* Περιλαμβάνει όλα τα μέτρα που σχεδιάζονται ειδικά για την ελαχιστοποίηση των απωλειών από καταστροφές. Η ελαχιστοποίηση των απωλειών επιτυγχάνεται με το σχεδιασμό και την εφαρμογή προγραμμάτων ετοιμότητας που στοχεύουν στην αλλαγή της ανθρώπινης συμπεριφοράς και αντίδρασης μέσω της εγκατάστασης μηχανισμών πρόβλεψης και προειδοποίησης καθώς και μέσω των σχεδίων τροποποίησης των χρήσεων γης.

2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ

Πολύ λίγα είναι γνωστά για τον τρόπο με τον οποίο επιλέγουν τα άτομα ή οι υπεύθυνοι οργανισμοί ανάμεσα στις διάφορες εναλλακτικές λύσεις για την ελάττωση των απωλειών από μια καταστροφή. Ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή είναι το επίπεδο της τρέχουσας επιστημονικής κατανόησης των διαδικασιών της καταστροφής καθώς και η έκταση στην οποία η τεχνολογία μπορεί να επέμβει. Ετσι λοιπόν ανάμεσα στις αναπτυγμένες και τις υπανάπτυκτες χώρες οι δεύτερες μειονεκτούν αισθητά στην ανεύρεση λύσεων λόγω των περιορισμένων οικονομικών τους πόρων. Πέρα όμως από αυτό, οι κάθε μορφής εναλλακτικές προτάσεις προσαρμογής δεν είναι εφαρμόσιμες σε όλα τα είδη των καταστροφών. Για παράδειγμα, η σχετική έλλειψη γνώσεων και η μη απόλυτη κατανόηση των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα στο γήινο φλοιό καθιστά πολύ δύσκολη την ορθή πρόβλεψη και δημιουργία συστημάτων προειδοποίησης που αφορούν τη σεισμική δραστηριότητα. Κατά συνέπεια η μετρίαση των απωλειών από ένα σεισμό έγκειται κυρίως στο σχεδιασμό αντίστασης στις καταστροφές και στην κοινωνική ετοιμότητα. Σε αντίθεση, οι περισσότερες καταστροφές που συνδέονται με ατμοσφαιρικά φαινόμενα μπορούν να προβλεφθούν, ενώ τα συστήματα προειδοποίησης αποτελούν το κυριότερο μέτρο απόκρισης σε αυτού του είδους τις καταστροφές.

Οι φυσικές καταστροφές επηρεάζουν πολλούς τομείς της ζωής μιας κοινότητας και συχνά τα σχέδια αντιμετώπισής τους έρχονται σε αντίθεση με κάποιους άλλους στόχους. Με άλλα λόγια, κατά την εκδήλωση μιας φυσικής καταστροφής όλα τα άλλα προβλήματα που πλήττουν μια κοινωνία παραμερίζονται. Σε καθημερινή βάση, τόσο οι πολίτες όσο και οι πολιτικοί - λήπτες αποφάσεων - ασχολούνται με την επίλυση προβλημάτων όπως η ανεργία, η εγκληματικότητα και ο πληθωρισμός που προβληματίζουν την κοινωνία στην οποία ζούν, ενώ οι φυσικές καταστροφές και ο κίνδυνος εμφάνισής τους τυγχάνουν μικρού ενδιαφέροντος εκτός και αν υπάρχει πρόσφατη εμπειρία κάποιας καταστροφής. Ακόμα και στις περιπτώσεις που λαμβάνονται κάποια προληπτικά μέτρα απέναντι στον υφιστάμενο κίνδυνο μιας καταστροφής, αυτά δε γίνονται πάντα αποδεκτά από το ευρύτερο κοινό.

Κάθε εναλλακτική πρόταση προσαρμογής έχει κοινωνικά οφέλη αλλά και κόστος και η επιλογή μιας συγκεκριμένης πρότασης επιδρά όχι μόνο στη διευθέτηση του συγκεκριμένου κινδύνου στον οποίο αναφέρεται αλλά και στην

επιλογή άλλων μέτρων. Για παράδειγμα, η επιλογή της πρότασης για κατασκευή ενός φράγματος σε κάποιο πλημμυρικό πεδίο μπορεί να φανεί ότι παρέχει τόσο ασφάλεια ώστε να αποτραπούν οι διαδικασίες περαιτέρω ασφάλισης των περιοίκων. Σε ακραίες περιπτώσεις αυτή η αίσθηση της απόλυτης ασφάλειας μπορεί να οδηγήσει σε ακόμα μεγαλύτερη εισβολή του ανθρώπου στο πλημμυρικό πεδίο με αποτέλεσμα την αύξηση του κινδύνου, ενώ ο στόχος του αρχικού σχεδίου προσαρμογής είναι να ελαττωθεί.

Περιπλοκές προκύπτουν και από το γεγονός ότι τα διάφορα είδη των φυσικών καταστροφών απαντούν και σε διαφορετικές τοπογραφικές θέσεις. Μερικές καταστροφές (όπως για παράδειγμα οι πλημμύρες) και επομένως οι περιοχές (λεκάνες κατάκλυσης) που είναι επιρρεπείς σε αυτές μπορούν εύκολα να χαρτογραφηθούν σε αντίθεση με άλλες, όπως για παράδειγμα, οι σεισμικά επικίνδυνες ή οι περιοχές που είναι επιρρεπείς σε τροπικούς κυκλώνες. Στο σημείο αυτό τονίζεται η αναγκαιότητα σχεδιασμού χρήσεων γης ως μέτρο διευθέτησης των καταστροφών.

Πριν από τη λήψη οποιασδήποτε απόφασης και επιλογής συγκεκριμένων μεθόδων προσαρμογής, οι πολίτες θα πρέπει να είναι επαρκώς ενημερωμένοι για το πρόβλημα. Σε ατομικό επίπεδο, τρεις είναι οι κύριοι παράγοντες που διαμορφώνουν τη συμπεριφορά των πολιτών:

- Εμπειρία.* Οι πολίτες που δεν έχουν καμία εμπειρία από καταστροφικά φαινόμενα είναι συνήθως κακοί αποδέκτες των πληροφοριών, δεν αναγνωρίζουν τη σοβαρότητα της απειλής και αντιδρούν ακατάλληλα.
- Οικονομική κατάσταση.* Οι πολίτες με καλή οικονομική κατάσταση, η οποία συνήθως συνοδεύεται και από καλή πρόσβαση στα κέντρα πληροφόρησης και τεχνολογίας, έχουν την ικανότητα να διαλέξουν ανάμεσα σε ένα ευρύτερο σύνολο εναλλακτικών λύσεων από ό,τι οι φτωχότεροι.
- Προσωπικότητα.* Ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την ικανότητα και την ατομική αίσθηση για τον έλεγχο των γεγονότων και τη λήψη αποφάσεων.

Με το σκεπτικό ότι οι λεκάνες κατάκλυσης είναι περισσότερο κατάλληλες για πλημμύρες παρά για δόμηση, η απόφαση που θα έπρεπε να ακολουθηθεί είναι η καθολική αποφυγή των επικίνδυνων περιοχών από τον άνθρωπο. Αυτό δεν έγινε ποτέ εφικτό στο παρελθόν και είναι μάλλον απίθανο ότι θα συμβεί στο μέλλον λόγω της ολοένα αυξανόμενης ζήτησης γης για ανάπτυξη. Για παράδειγμα, οι

λεκάνες κατάκλυσης προτιμούνται πάντα ως περιοχές επί- πεδης δόμησης μεγάλων αστικών κέντρων, ενώ οι παρά- κτιες περιοχές και οι πανοραμικές κλιτύες - περιοχές επιρ- ρεπείς σε κατολισθήσεις - για αναψυχή. Τα περισσότερα σχέδια διαχείρισης των χρήσεων γης στοχεύουν στον περιορισμό ή και στην απαγόρευση της οικιστικής ή γεωρ- γικής εξάπλωσης στις επικίνδυνες ζώνες αλλά όπου υπάρ- χει ανάπτυξη είναι μάλλον απίθανη η ολοκληρωτική και μόνιμη εκκένωση μιας περιοχής ακόμα και μετά από μεγά- λη καταστροφή. Ακόμα και στις περιπτώσεις μεγάλων καταστροφών ή και εκκένωσης που ακολουθεί για παρά- δεigma ένα μεγάλο σεισμό, συνήθως παραμένουν στην επι- κίνδυνη ζώνη αρκετά στοιχεία του δομικού ιστού μιας κοι- νότητας που ενθαρρύνουν την επανακατοίκηση και την αποδοχή του κινδύνου.

Στη βάση ότι οι καλύτερες αποφάσεις τακτικής παίρνο- νται όταν ο κρατικός παράγοντας επεμβαίνει ελάχιστα, υπάρχει η θεωρητική περίπτωση να επιτρέπεται στους πολίτες να αποφασίζουν ποιον περιβαλλοντικό κίνδυνο επιθυμούν να δεχτούν χωρίς την παραμικρή επέμβαση, οδηγία ή έλεγχο από κάποιον εξωτερικό πολιτειακό παρά- γοντα. Σε αυτή την περίπτωση ελεύθερης επιλογής, οι πολίτες θα είναι ελεύθεροι να κατοικήσουν οπουδήποτε εφόσον είναι προετοιμασμένοι να δεχτούν τις συνέπειες της απόφασής τους. Ετσι μια οικογένεια θα μπορεί να αγοράσει μια ιδιοκτησία κείμενη μέσα σε πλημμυρικό πεδίο, ίσως σε χαμηλότερη τιμή απ'ότι σε μια λιγότερο επικίνδυνη περιο- χή, αναλαμβάνοντας την ευθύνη να αντιμετωπίσει τον κίν- δυνο πλημμύρας κατά τη διάρκεια της διαμονής της εκεί. Στην πράξη όμως, οι συνέπειες μιας τέτοιας ενουσιδητης ατομικής επιλογής είναι πολύ σπάνια αποδεκτές. Η έλλει- ψη πληροφόρησης αλλά και επαρκών οικονομικών πόρων οδηγούν πολλούς ανθρώπους στην επιλογή μιας επικίνδυ- νης περιοχής με αποτέλεσμα μεγάλες κοινότητες να εκτίθη- νται σε καθημερινό κίνδυνο. Οι συνέπειες από μια ενδεχό- μενη καταστροφή είναι τότε τόσο μεγάλες και οδυνηρές που είναι αδύνατο να αγνοηθούν από ολόκληρη την ανθρωπότητα ή τις κυβερνήσεις.

Η παθητική αυτή προσέγγιση είναι περισσότερο κοινή στις υπανάπτυκτες χώρες λόγω της έλλειψης οικονομικών αλλά και τεχνικών πόρων. Στις υπόλοιπες χώρες το φαινό- μενο παρατηρείται στις αγροτικές ή στις λιγότερο αναπτυγ- μένες περιοχές μιας χώρας ή ακόμα και σε επίπεδο ατόμου. Στην τελευταία περίπτωση και μετά από μια καταστροφή δε γίνονται συνήθως καθόλου προσπάθειες διευθέτησης αλλά

απλά, εφόσον οι υφιστάμενοι οικονομικοί πόροι το επιτρέ- πουν, αντικαθίσταται η κατεστραμμένη ιδιοκτησία.

3. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΒΟΗΘΕΙΑ

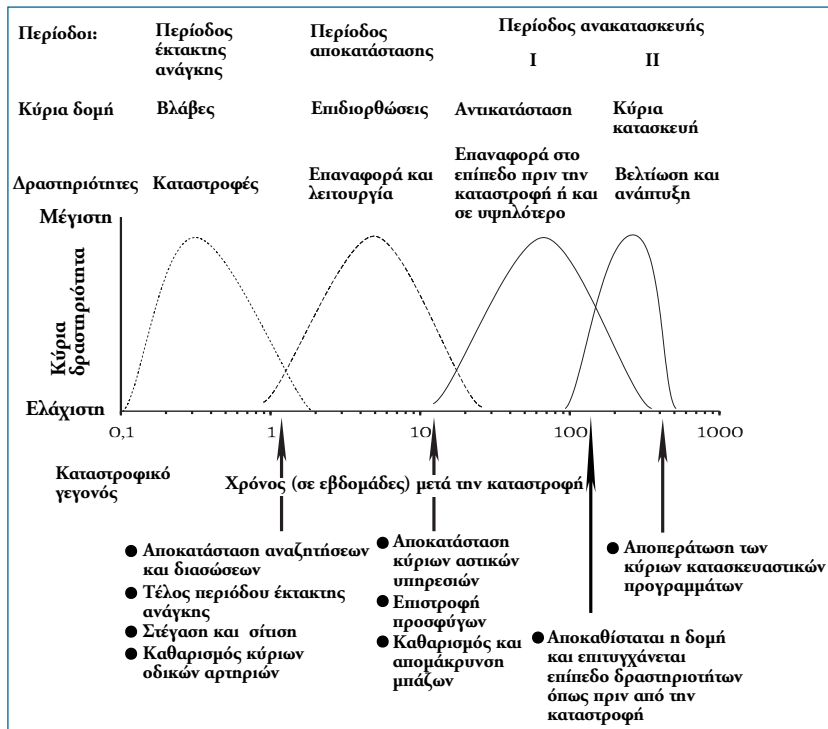
Η εξωτερική βοήθεια στην περίπτωση των φυσικών καταστροφών χρησιμοποιείται για τρεις κύριους σκοπούς:

- αποζημίωση
- επανακατοίκηση
- ανακατασκευή

Για να σωθούν οι ανθρώπινες ζωές είναι ζωτικής σημα- σίας να παρασχεθούν στα θύματα το συντομότερο δυνατό και καλύτερα μέσα σε λίγες ώρες οι ιατρικές παροχές του κατάλληλου τύπου και στις κατάλληλες ποσότητες. Ο καθορισμός των κατάλληλων ποσοτήτων είναι πολύ σημα- ντικός καθώς οι ανεπαρκείς προμήθειες μπορεί να κοστί- σουν ανθρώπινες ζωές ή περαιτέρω επιπλοκή των συνεπει- ών της καταστροφής, ενώ οι μεγαλύτερες από τις απαραί- τητες ποσότητες οδηγούν σε άσκοπη σπατάλη, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση του σεισμού στη νότια Ιταλία το 1980 όπου μεγάλες ποσότητες φαρμάκων που πλεόνα- σαν καταστράφηκαν στην πυρά με το πέρας της περιόδου έκτακτης ανάγκης. Τα προβλήματα παροχής βοήθειας γίνονται εντονότερα στις απομακρυσμένες περιοχές και σε πολλές χώρες του Τρίτου Κόσμου.

Κατά το σεισμό στη Γουατεμάλα το 1976, οι ιατρικές προμήθειες έφθασαν πολύ αργά, περίπου δύο εβδομάδες μετά την καταστροφή, με αποτέλεσμα να μη γίνει εφικτή η διάσωση των βαριά τραυματισμένων θυμάτων.

Η περίοδος έκτακτης ανάγκης ακολουθείται από την πολύ μακρύτερη σε διάρκεια περίοδο της επανακατοίκησης και ανακατασκευής. Στην *εικόνα 5.1* παρουσιάζεται ένα μοντέλο της επαναφοράς από φυσική καταστροφή για πόλεις στο οποίο φαίνεται ότι οι διαδικασίες επαναφοράς μπορεί να διαρκέσουν ακόμα και δέκα χρόνια. Η κυβερνη- τική υποστήριξη αποτελεί συνήθως τον κεντρικό άξονα των παροχών άμεσης βοήθειας στους πληγέντες από την καταστροφή αλλά συνήθως, ακόμα και στις πιο αναπτυγ- μένες χώρες, είναι πολύ σημαντικός ο ρόλος που διαδρα- ματίζουν ομάδες εθελοντών όπως αυτές του Ερυθρού Σταυρού. Σε περιπτώσεις χωρών του Τρίτου Κόσμου, η παροχή άμεσης βοήθειας μπορεί να προέρχεται εξολοκλή- ρου από τρίτες χώρες. Όσο περισσότερο χρησιμοποιηθούν από τις υπανάπτυκτες χώρες οι οικονομικές παροχές βοή- θειας για τα έργα ανακατασκευής παρά για αποζημιώσεις



Εικόνα 5.1

Μοντέλο επαναφοράς αστικών περιοχών μετά από φυσική καταστροφή. Το γράφημα δείχνει πως οι διάφορες χαρακτηριστικές δραστηριότητες σχετίζονται με τις φάσεις περίθαλψης, αποκατάστασης και επανακατοίκησης. Η χρονική κλίμακα είναι λογαριθμική.

τόσο περισσότερο θα προαχθεί η μακροπρόθεσμη ανάπτυξή τους.

Μετά από μια καταστροφή, είναι δύσκολο αρκετές φορές να διαχωριστεί η εξωτερική βοήθεια που προορίζεται για την ανακούφιση από την καταστροφή από τη μακροπρόθεσμη αναπτυξιακή βοήθεια καθώς πολλοί οργανισμοί όπως η UNICEF για παράδειγμα είναι παρόντες τόσο κατά την περίοδο της καταστροφής όσο και αργότερα βοηθώντας στην ανάπτυξη των υπανάπτυκτων κυρίως χωρών του Τρίτου Κόσμου.

Η παροχή βοήθειας μπορεί να χωριστεί σε κατηγορίες ανάλογα με την κλίμακα του γεγονότος και την επακόλουθη απόκριση όπως τοπική βοήθεια, εσωτερική κρατική βοήθεια και διεθνής βοήθεια.

□ *Τοπική βοήθεια.* Για μικρής κλίμακας καταστροφές, εθελοντικές παροχές βοήθειας από το κοινό, συχνά καθοδηγούμενες από τις τοπικές αρχές. Ο κύριος στόχος της βοήθειας που προέρχεται από το κοινό είναι η κάλυψη μερικών αναγκών και η οικονομική ενίσχυση των περισσότερο πληγέντων αν και με αυτό τον τρόπο υπολογίζεται ότι συνήθως καλύπτεται το 1/3 των απωλειών.

□ *Εσωτερική κρατική βοήθεια.* Ακολουθεί μια μεγάλη καταστροφή κατά την οποία μόνο το κράτος έχει

πόρους ικανούς να βοηθήσουν στην αποκατάσταση και περίθαλψη των θυμάτων. Σε πολλές περιπτώσεις όμως παρατηρείται το φαινόμενο ακόμα και η κρατική βοήθεια να είναι ανεπαρκής λόγω ανετοιμότητας για παρόμοιες περιπτώσεις γεγονός που μπορεί να αποφευχθεί με την ύπαρξη ενός συγκεκριμένου “ταμείου καταστροφών”, χρηματοδοτούμενο σε τακτική βάση από τους ίδιους τους φορολογούμενους πολίτες, και σκοπό έχει την κάλυψη των υλικών αναγκών που δημιουργεί μια φυσική καταστροφή.

□ *Διεθνής βοήθεια.* Βοήθεια σε διεθνές επίπεδο που καθοδηγείται από τις διάφορες κυβερνήσεις και τους διεθνείς οργανισμούς. Πριν από την ίδρυση του Ερυθρού Σταυρού το 1922, η μεταφορά βοήθειας γινόταν σχεδόν αποκλειστικά από ένα έθνος σε άλλο. Στη συνέχεια και καθώς το διεθνές ενδιαφέρον συνεχώς αυξανόταν δημιουργήθηκαν διάφοροι οργανισμοί βοήθειας όπως το Childern’s Fund των Ηνωμένων Εθνών το 1946, το FAO, World Food Programme το 1963 καθώς και η UNDR0 (United Nations Disaster Relief Organisation) το 1972 με έδρα τη Γενεύη που σκοπό έχει το συντονισμό των προσπαθειών αποκατάστασης και παροχής βοήθειας στα θύματα των φυσικών καταστροφών διεθνώς. Η UNDR0 βρίσκεται συνεχώς σε

συνεργασία με το Ερυθρό Σταυρό ο οποίος σήμερα διαθέτει εθνικές οργανώσεις σε 147 χώρες και αριθμεί πάνω από 250 εκατομμύρια μέλη.

4. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

Ελαχιστοποίηση των απωλειών από μια φυσική καταστροφή μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους, είτε με την τροποποίηση του φυσικού φαινομένου είτε με την ελαχιστοποίηση των συνεπειών του στον άνθρωπο. Αυτές οι προσεγγίσεις έχουν καλύτερα αποτελέσματα εφόσον πραγματοποιούνται σε συνδυασμό μεταξύ τους και μερικές φορές περιλαμβάνουν και κάποια μέτρα διευθέτησης όπως η ασφαλιστική κάλυψη.

Ο στόχος της τροποποίησης των φυσικών φαινομένων είναι η μείωση της δυνητικής καταστροφής που σχετίζεται με κάποιο συγκεκριμένο φυσικό φαινόμενο. Θεωρητικά, αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσα από συγκριτικά μεγάλης κλίμακας περιβαλλοντικές τροποποιήσεις ειδικά σχεδιασμένες να καταστείλουν τις αιτίες της καταστροφής με τη διασπορά των φαινομένων απελευθέρωσης ενέργειας ή υλικών σε ευρύτερη περιοχή ή και σε περίοδο χρόνου. Η στρατηγική αυτή μπορεί να αποδοθεί με τον όρο *περιβαλλοντικός έλεγχος*. Πρόκειται για μια πολλά υποσχόμενη στρατηγική που βασίζεται στην αντίληψη ότι η πρόληψη είναι καλύτερη από τη θεραπεία. Στην πράξη όμως, και δεδομένου του υφιστάμενου επιπέδου γνώσεων πάνω στο πρόβλημα, ο περιβαλλοντικός έλεγχος μεγάλης κλίμακας αποτελεί μία από τις δυσκολότερες προσεγγίσεις.

Η μηχανική του περιβαλλοντικού ελέγχου εφαρμόζεται καλύτερα στις περιπτώσεις τεχνολογικών καταστροφών και σε περιορισμένες θέσεις καταστροφών.

Στην περίπτωση που οι σχέσεις κόστους/απωλειών είναι ευνοϊκές, στις κοινότητες με υψηλή τρωτότητα ή στις πολύτιμες δραστηριότητες παρέχεται κάποιος βαθμός προστασίας από γεγονότα συγκεκριμένου μεγέθους. Η προσέγγιση λανθασμένα αποκαλείται μερικές φορές “*στεγανοποίηση σε καταστροφές*” όρος που προϋποθέτει απόλυτη κάλυψη ασφαλείας και που δεν είναι ρεαλιστικός λόγω οικονομικών ή άλλων αναγκών. Μια καλύτερη απόδοση του όρου είναι “*σχέδιο αντίστασης σε καταστροφές*”. Ο όρος περιλαμβάνει κατασκευαστικό σχεδιασμό αλλά και κατασκευή με στόχο τον περιορισμό των συνεπειών της καταστροφής, σε μικρότερη κλίμακα επεμβάσεων από την περιβαλλοντική τροποποίηση και έλεγχο ευρείας κλίμακας.

Οι διάφορες κλίμακες των πιθανών περιβαλλοντικών τροποποιήσεων μπορούν να εφαρμοστούν στην περίπτωση των καταστροφών από πλημμύρες. Περιβαλλοντικός έλεγχος μπορεί να επιτευχθεί τόσο στην τροποποίηση του καιρού όσο και στην τροποποίηση της υδρολογικής συμπεριφοράς. Στόχος είναι ο αποκλεισμός των βροχοπτώσεων που προκαλούν πλημμύρες ή η ελάττωση των πλημμυρικών ροών μετά από έντονες βροχοπτώσεις με την τεχνική βομβαρδισμού των νεφών ή με τη λήψη μέτρων συντήρησης όπως οι αναδασώσεις κλπ. Παράλληλα, ο σχεδιασμός αντίστασης στις καταστροφές μπορεί να περιλαμβάνει την κατασκευή ειδικών δομών, όπως φράγματα για τη συγκράτηση και την αποθήκευση των πλημμυρικών υδάτων στα ανάντη ενός πλημμυρικού πεδίου ή κανάλια για την επίτευξη ελεγχόμενης ροής. Στην μικρότερη κλίμακα, ο σχεδιασμός αυτός μπορεί να εφαρμοστεί σε επίπεδο μεμονωμένων κατασκευών έτσι ώστε να επιτευχθεί χαμηλότερο επίπεδο τρωτότητας τόσο αυτών των ίδιων των κατασκευών όσο και των περιεχομένων τους.

Ο σχεδιασμός μέτρων αντίστασης σε καταστροφές περιλαμβάνει και άλλες τεχνοτροπίες και επιστημονικές προσεγγίσεις πέραν των μηχανικών και κατασκευαστικών επιστημών. Λειτουργεί μέσα από δομικούς κώδικες και άλλους τοπικούς κανόνες που προϋποθέτουν την κοινοτική αποδοχή και υποστήριξη. Καταλήγοντας δηλαδή, ο σχεδιασμός των μέτρων αντίστασης στις καταστροφές περιλαμβάνει μέτρα για την προσαρμογή των ανθρώπων στα γεγονότα και μέτρα προσαρμογής των γεγονότων στον άνθρωπο.

5. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

Πρόκειται για την προσπάθεια αλλαγής της ανθρώπινης συμπεριφοράς και τακτικής απέναντι στις φυσικές καταστροφές. Η μετρίαση των καταστροφών εξαρτάται από την ανθρώπινη απόκριση στις καταστροφές που ήδη έχουν λάβει χώρα ή την ανθρώπινη απόκριση στην πρόβλεψη και την προειδοποίηση για μια καταστροφή.

Μερικές από τις εξειδικευμένες τεχνικές προσαρμογής προϋποθέτουν αναπτυγμένη τεχνολογία ή ακόμα και προηγμένες κατασκευαστικές τεχνικές και έτσι ερχόμενες σε αντίθεση με τις τακτικές τροποποίησης των γεγονότων που αποτελούν αντικείμενο των τεχνικών επιστημών, οι προσπάθειες τροποποίησης της ανθρώπινης τρωτότητας αποτελούν αντικείμενο των κοινωνικών επιστημών.

Οι κλίμακες των αποκρίσεων είναι μάλλον μεγαλύτερες

από αυτές που αφορούν στην τροποποίηση των γεγονότων ενώ η τεχνική μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις καταστροφών.

Η τροποποίηση της ανθρώπινης τρωτότητας μέσα από την αλλαγή της ανθρώπινης συμπεριφοράς αποτελεί ίσως την πιο πρακτική ομάδα αποκρίσεων σε καταστροφές. Περιλαμβάνει από τα προγράμματα ετοιμότητας, μέσα από την πρόβλεψη και την προειδοποίηση, μέχρι τα οικονομικά και νομικά μέτρα που σχεδιάζονται για τη βέλτιστη διευθέτηση των χρήσεων γης.

6. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Η τροποποίηση των γεγονότων αποτελεί τακτική περιορισμένης απόκρισης λόγω του μικρού βαθμού στον οποίο ο άνθρωπος παράγοντας μπορεί να επέμβει στη φύση. Οι περισσότερες φυσικές καταστροφές για παράδειγμα περιλαμβάνουν ποσά απελευθερωμένης ενέργειας πολύ μεγαλύτερα από τα μεγέθη στα οποία μπορεί να επέμβει και να ελέγξει ο άνθρωπος. Σε μια μόνο ημέρα, η ατμόσφαιρα δέχεται τόση ηλιακή ενέργεια ικανή να προκαλέσει τη γένεση 10.000 τυφώνων, 100 εκατομμυρίων καταιγίδων και 100 δισεκατομμυρίων κυκλώνων. Θεωρώντας την παγκόσμια ηλιακή ενέργεια που λαμβάνεται από την ατμόσφαιρα σε μια ημέρα ως μονάδα, ένας δυνατός σεισμός απελευθερώνει ενέργεια ίση με 10^{-2} μονάδες ενώ η ενέργεια που απελευθερώνεται από ένα κυκλώνα είναι ισοδύναμη με 10^{-3} μονάδες. Συγκριτικά με αυτά τα μεγέθη λοιπόν, τα ποσά ενέργειας που ελέγχονται από τον άνθρωπο είναι πενιχρά. Για παράδειγμα αναφέρεται ότι η ενέργεια που απελευθερώθηκε από την έκρηξη της ατομικής βόμβας στο Ναγκασάκι τον Αύγουστο του 1945 ισοδυναμούσε με 10^{-8} μονάδες, ενώ ο μέσος νυχτερινός φωτισμός των δρόμων μεγαλοπόλεων ισοδυναμεί κατ'αντιστοιχία με 10^{-11} μονάδες.

Η τροποποίηση των γεγονότων μπορεί να επιτευχθεί μόνο στις περιπτώσεις περιβαλλοντικών συνθηκών όπου η ανθρώπινη επέμβαση δε διαταράσσει την υπάρχουσα φυσική ισορροπία. Για παράδειγμα, ο βομβαρδισμός των νεφών είναι αποτελεσματικός για την παροχή βροχοπτώσεων με στόχο την αντιμετώπιση της ξηρασίας μόνο εφόσον τα νέφη είναι διαθέσιμα από τη φύση (δεν μπορεί δηλαδή ο άνθρωπος να δημιουργήσει νέφη). Για την περίπτωση των καταστροφών από σεισμούς, ηφαιστεια ή τσουνάμι, δεν είναι ακόμα γνωστός ο τρόπος με τον οποίο ο άνθρωπος μπορεί να επέμβει επιτυχώς ή να ελέγξει τα φαινόμενα. Η

τροποποίηση των γεγονότων περιορίζεται επίσης από την προσοχή που πρέπει να δίνεται στις επιπτώσεις της ανθρώπινης επέμβασης, όπου βέβαια αυτή είναι δυνατή, στις φυσικές διεργασίες. Η επέμβαση του ανθρώπου για παράδειγμα στο γήινο φλοιό, μέσα από την εκμετάλλευση των υπόγειων υδάτινων αποθεμάτων ή μέσα από την παροχέτευση υγρών αποβλήτων και επομένως την αύξηση της πίεσης στο υπέδαφος μπορεί να οδηγήσει στην δημιουργία ανθρωπογενών σεισμών.

Παρόλα όμως τα προβλήματα που προαναφέρθηκαν, πολλές προσπάθειες έχουν γίνει παγκοσμίως για την τροποποίηση μερικών ατμοσφαιρικών κυρίως φαινομένων όπως οι τυφώνες, το χαλάζι, οι χιονοστιβάδες και οι πλημμύρες. Στην περίπτωση των τυφώνων και του χαλαζιού, με μεθόδους βομβαρδισμού των νεφών έχει επιτευχθεί η μείωση της ταχύτητας των ανέμων ή του μεγέθους του χαλαζιού αντίστοιχα. Αναφορικά με τη μέθοδο του βομβαρδισμού των νεφών, πολλές αμφισβητήσεις έχουν διατυπωθεί κατά καιρούς κυρίως λόγω του ότι τα αποτελέσματα της μεθόδου δεν είναι εύκολα κατανοητά αλλά και λόγω της ανπιστοσύνης ότι με την εφαρμογή της μεθόδου επηρεάζονται έμμεσα και άλλες ατμοσφαιρικές διεργασίες όπως η βροχοπτώση για παράδειγμα. Η τροποποίηση του καιρού αυτής της κλίμακας δεν είναι βέβαιο ότι περιορίζεται στην περιοχή ενδιαφέροντος και ότι κάποιες επιπτώσεις της δεν εκτείνονται και στις γύρω περιοχές όπου δε θα έπρεπε. Επιπρόσθετα, οι ουσίες που χρησιμοποιούνται με τη μέθοδο του βομβαρδισμού των νεφών, όπως για παράδειγμα ο ιωδιούχος άργυρος, έχει αποδειχτεί ότι αποτελούν ρυπαντές της ατμόσφαιρας.

Η τροποποίηση των πλημμυρικών φαινομένων επιχειρείται αμέσως μετά την έντονη βροχοπτώση με την προσπάθεια διαχείρισης των υδάτων στα ανάντη της λεκάνης κατάκλυσης. Οι τεχνικές διευθέτησης και διαχείρισης των υδάτων περιλαμβάνουν την ανάπτυξη βλάστησης που συγκρατεί τα ύδατα ή την κατασκευή φραγμάτων για την αποθήκευση των πλημμυρικών υδάτων. Η μέθοδος της αναδάσωσης είναι η πλέον επιτυχής και αποδεκτή παγκοσμίως για την αντιμετώπιση των πλημμυρών αφού η βλάστηση χαρακτηρίζεται από υψηλούς βαθμούς συγκράτησης και παρεμπόδισης της ροής των υδάτων με αποτέλεσμα την επιτυχή αναχαίτιση της πλημμύρας. Παρόλα αυτά όμως, η διευθέτηση των πλημμυρικών φαινομένων είναι ευκολότερη στις μικρές γεωγραφικά λεκάνες κατάκλυσης, ενώ στην περίπτωση των μεγάλων λεκανών οι προσπάθειες είναι συχνά ανεπιτυχείς.

7. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ: ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Περιλαμβάνει την προστασία των σχετικά μικρών ή των μεμονωμένων περιοχών με την εφαρμογή ειδικών μέτρων που αφορούν στο σχεδιασμό των κατασκευών. Σε πολλές χώρες, σημαντικά έργα κοινής ωφέλειας, όπως φράγματα ή γέφυρες κατασκευάζονται με σκοπό την παροχή περιβαλλοντικής ασφάλειας κατά τη διάρκεια του χρόνου ζωής τους. Το ίδιο ισχύει και για τις πιο μεγάλες κατασκευές όπως τα πυρηνικά πεδία ή τις χημικές βιομηχανίες. Πάντως, η ασφάλεια που παρέχεται από το σχεδιασμό τέτοιων έργων δεν είναι ποτέ ολική και ο κίνδυνος αποτυχίας είναι πάντα ορατός ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου, κατά τη φάση σχεδιασμού και κατασκευής, τα υφιστάμενα στοιχεία και οι γνώσεις γενικότερα είναι ανεπαρκή. Από την άλλη πλευρά, ο σχεδιασμός των μικρών κατασκευών συνήθως δεν προβλέπει και την αντοχή σε φυσικές καταστροφές.

Στην περίπτωση των σεισμών, ο σχεδιασμός της αντοχής σε καταστροφές ξεκινά από τους γεωτεχνικούς μηχανικούς οι οποίοι εφαρμόζουν τις αρχές της μηχανικής των πετρωμάτων και των εδαφών στον ασφαλή σχεδιασμό των δομικών κατασκευών. Οι κατασκευές που θεμελιώνονται σε συμπαγές υπόβαθρο είναι λιγότερο επιρρεπείς στις καταστροφές από αυτές που η θεμελίωσή τους γίνεται σε αργίλους ή άλλα μαλακά ιζήματα. Οι Νεοτεκτονικοί Χάρτες που κατασκευάζονται παρουσιάζουν τις ζώνες με μειωμένη αντοχή και έτσι αποφεύγεται η δόμηση σε περιοχές σεισμικών ρηγμάτων ή αστάθειας.

Η σωστή δόμηση ακολουθεί τοπικούς κώδικες οι οποίοι συνεχώς βελτιώνονται. Η ανάπτυξη και η βελτίωση των κανονισμών δόμησης, η υιοθέτηση και η εφαρμογή τους αποτελούν τον πρωταρχικό παράγοντα που καθορίζει την απόκριση και την αντοχή των κατασκευών σε καταστροφές.

Σήμερα, σχεδόν όλες οι δομικές καταστροφές που προκαλεί ένας σεισμός μπορούν να εξηγηθούν τεχνικά και να αποδοθούν σε κάποια κατασκευαστική ανεπάρκεια. Αυτό βέβαια δε σημαίνει ότι με την εφαρμογή των αντισεισμικών κανονισμών δε θα παρατηρηθούν ποτέ δομικές καταστροφές αφού με τη χρήση των κανονισμών παρέχεται κυρίως η αντοχή και η ελαχιστοποίηση των καταστροφικών συνεπειών για φαινόμενα κάποιας συγκεκριμένης έντασης. Εφόσον λάβει χώρα καταστροφικό γεγονός μεγαλύτερης έντασης από αυτήν που έχει προβλεφθεί στους κανονι-

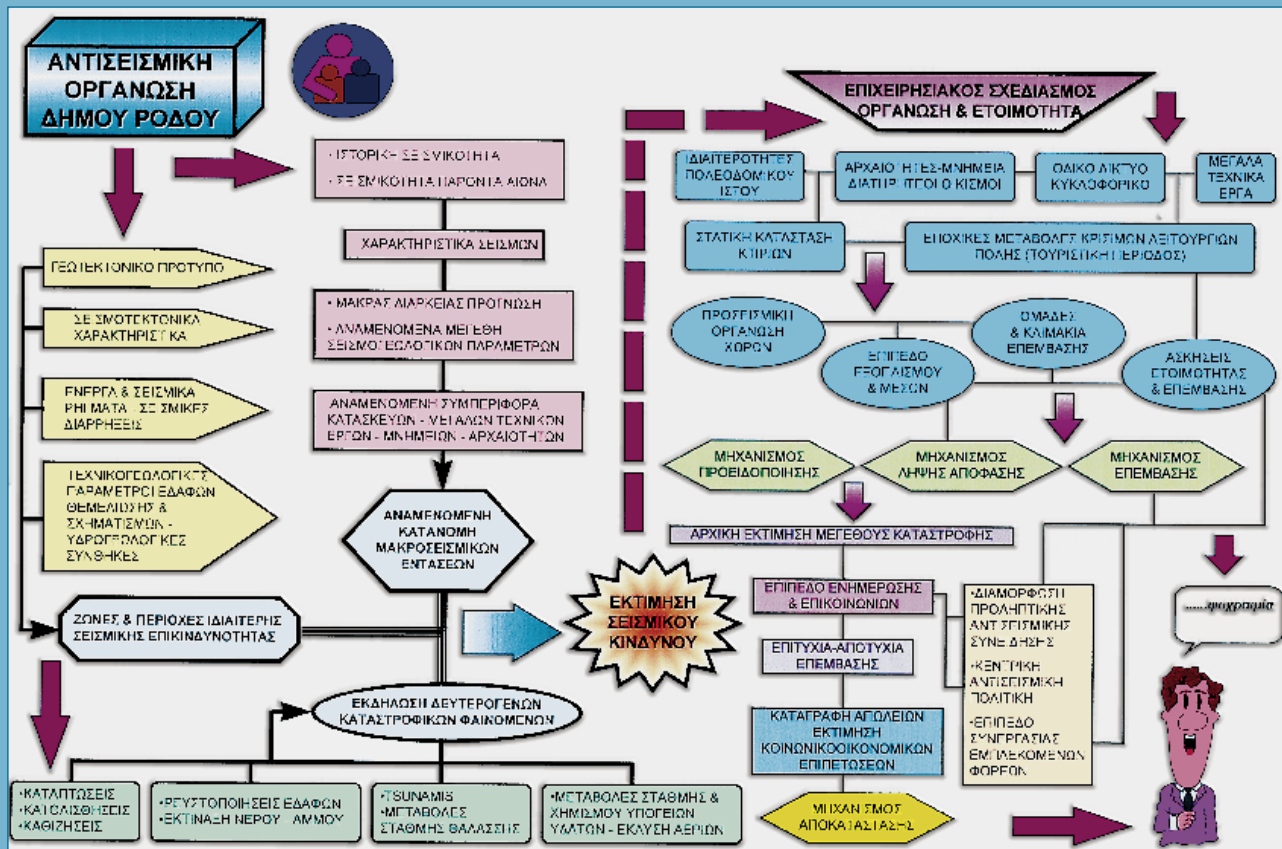
σμούς τότε αναμένεται μερική ή και ολική ρήξη των κατασκευών. Στην περίπτωση των ατμοσφαιρικών καταστροφικών φαινομένων, το έργο του σχεδιασμού για την αντοχή των κατασκευών γίνεται δυσκολότερο αφού εδώ απαιτείται και η γνώση των περιόδων επανάληψης των φαινομένων.

Προβλήματα ανακύπτουν και λόγω της κακής εφαρμογής των κανόνων σχεδιασμού και ασφαλείας, ιδιαίτερα στις χώρες του Τρίτου Κόσμου, γεγονός που οφείλεται κυρίως στην ελλιπή τεχνολογική υποστήριξη. Επιπρόσθετα, στην περίπτωση των μεγάλων σεισμών, οι οποίοι αποτελούν ένα φαινόμενο που εμφανίζεται σχετικά σπάνια σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, η αντισεισμική θωράκιση των κατασκευών μπορεί να μη χρειαστεί παρά μόνο μία ή δύο φορές κάθε έναν αιώνα, ενώ κατά τη διάρκεια της ζωής μιας κατασκευής, οι χρήστες συνήθως καταφεύγουν σε τροποποιήσεις του εσωτερικού της με σκοπό την επίτευξη καλύτερης χρηστικότητας της κατασκευής ανάλογα με τις μεταβαλλόμενες ανάγκες τους. Οι κατασκευές, παρόλα αυτά σχεδιάζονται για ένα θεωρητικό μέσο όρο ζωής αυτόν των πενήντα χρόνων.

Σε αρκετές περιπτώσεις εφαρμόζεται η μέθοδος της προσαρμογής των ήδη υφιστάμενων κατασκευών στις φυσικές καταστροφές. Για την περίπτωση των σεισμών, οι κατασκευές ενισχύονται εσωτερικά ή εξωτερικά, οι καμινάδες προσαρμόζονται καλύτερα στην οικοδομή για την αποφυγή της πτώσης τους από δόνηση, ενώ τα βαριά έπιπλα στερεώνονται στην τοιχοποιία εφόσον αποτελούν κίνδυνο για τους χρήστες τους. Για την περίπτωση των πλημμυρών, οι κατασκευές εφοδιάζονται με στεγανές πόρτες και παράθυρα ενώ η τοιχοποιία επενδύεται με στεγανοποιημένα υλικά. Η μέθοδος αυτή της προσαρμογής, είναι συνήθως ευκολότερη, ταχύτερη και οικονομικότερη από κάποιες άλλες. Από τη δεκαετία του 1940 σε εκατοντάδες σχολεία και νοσοκομεία προηγμένων χωρών εφαρμόζεται η μέθοδος της προσαρμογής με σκοπό την αντισεισμική τους θωράκιση, ενώ το κόστος των εργασιών προσαρμογής αποτελεί το 50-80% από αυτό μιας πιθανής ανακατασκευής.

8. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ: ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑ

Η ετοιμότητα μπορεί να οριστεί ως “τα προκαθορισμένα μέτρα έκτακτης ανάγκης που πρέπει να παίρνονται με σκοπό την ελαχιστοποίηση των απωλειών σε ανθρώπινες ζωές και περιουσίες στην περίπτωση δράσης ενός φυσικού καταστροφικού φαινομένου”. Η διαδικασία αυτή περιλα-



Εικόνα 5.2
Ο Σχεδιασμός Αντισεισμικής Θωράκισης του Δήμου Ρόδου.

βάνει το λεπτομερή σχεδιασμό και έλεγχο των αποκρίσεων των ατόμων ή των ομάδων του πληθυσμού σε περίπτωση καταστροφής. Τα μέτρα περιλαμβάνουν την εκπαίδευση του κοινού, τη λειτουργία και την ανάπτυξη προγραμμάτων εκκένωσης, την παροχή ιατρικής βοήθειας και την ικανότητα παροχής τροφής και στέγης στα θύματα.

Τα προγράμματα τοπικής ετοιμότητας (Εικ. 5.2) έχουν αποδειχτεί επιτυχή και πολύ αποτελεσματικά στην μείωση των θανάτων από καταστροφές σε πολλές αναπτυγμένες χώρες. Σε επίπεδο χώρας, το επίπεδο της ετοιμότητας συνήθως εξαρτάται από τους διακανονισμούς που έχουν προηγηθεί και στοχεύουν στην κοινωνική άμυνα. Η οργάνωση των σχεδίων ετοιμότητας συνήθως συνοδεύεται από μεγάλες δαπάνες, ενώ η αναγκαιότητα και η αποτελεσματικότητά τους γίνεται ορατή μόνο μετά από μια μεγάλη καταστροφή την οποία κανείς δεν επιθυμεί και πολλοί λίγοι πιστεύουν ότι θα γίνει. Για το λόγο αυτό πολλές φορές εξανεμίζεται η οποιαδήποτε πολιτική βούληση για την κατάρ-

τιση σχεδίων ετοιμότητας.

Σε διεθνή κλίμακα, η UNDRO η οποία υποστηρίζεται από τις κυβερνήσεις ποικίλων κρατών αλλά και από εξω-κυβερνητικούς οργανισμούς, αποτελεί την κυριότερη οργάνωση για την αποκατάσταση των απωλειών από φυσικές καταστροφές και μια πολύ σημαντική μορφή σχεδίου ετοιμότητας σε παγκόσμιο επίπεδο.

9. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΡΟΤΟΤΗΤΑΣ: ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΚΑΙ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ

Τα συστήματα πρόβλεψης και προειδοποίησης έχουν πλέον αποδειχτεί πολύ σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων, στην πρόγνωση του καιρού για παράδειγμα, και των ανάλογων βελτιώσεων στην τεχνολογία των επικοινωνιών. Τα περισσότερα συστήματα προειδοποίησης βασίζονται στην πρόγνωση, ενώ για μερικές καταστροφές, όπως οι σεισμοί και οι ξηρασίες,

όπου η πρόγνωση είναι ελλιπής ή και αδύνατη, τα συστήματα προειδοποίησης βασίζονται απλά στις προβλέψεις. Είναι σημαντικό να γίνει κατανοητή η διαφορά μεταξύ πρόγνωσης, πρόβλεψης και προειδοποίησης.

Η *πρόγνωση* εξαρτάται από την αποκάλυψη και την εκτίμηση ενός μεμονωμένου γεγονότος όπως αυτό εξελίσσεται μέσα από μια ακολουθία περιβαλλοντικών διαδικασιών οι οποίες είναι απόλυτα κατανοητές. Αυτό σημαίνει ότι ανάλογα με την ευκολία με την οποία τα διάφορα φαινόμενα μπορούν να παρατηρηθούν, είναι συχνά δυνατός ο ακριβής καθορισμός του τόπου, του χρόνου και του μεγέθους του φαινομένου. Οι προγνώσεις βασίζονται σε επιστημονικά γεγονότα που μπορούν να παρατηρηθούν ενώ δεν παρέχουν οδηγίες για τη βέλτιστη ανθρώπινη απόκριση.

Η *προειδοποίηση* αποτελεί ένα μήνυμα το οποίο θέτει το κοινό σε εγρήγορση σχετικά με κάποια επερχόμενη καταστροφή και συμβουλεύει σχετικά με τις δραστηριότητες που πρέπει να ανατεθούν για την ελαχιστοποίηση των απωλειών. Όλες οι προειδοποιήσεις βασίζονται είτε σε προγνώσεις είτε σε προβλέψεις ενώ σε πολλές υπηρεσίες όπως αυτές που σχετίζονται με την πρόγνωση του καιρού σε εθνικό επίπεδο, οι καθημερινές προγνώσεις ρουτίνας δε συνοδεύονται από προειδοποιήσεις.

Ανεξάρτητα από τον τελικό τους στόχο, όλα τα συστήματα προειδοποίησης απαρτίζονται από τρία στάδια: το στάδιο της εκτίμησης, το στάδιο της διασποράς/προειδοποίησης και το στάδιο της απόκρισης.

- Εκτίμηση*. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει αρκετά μικρότερα στάδια, από τους παρατηρητές που ανακαλύπτουν κάποια περιβαλλοντική αλλαγή που μπορεί να αποτελέσει απειλή μέχρι τον υπολογισμό της φύσης και της κλίμακας της καταστροφής και τελικά την απόφαση έκδοσης μηνύματος προειδοποίησης για το κοινό. Η πρώτη προτεραιότητα αυτού του σταδίου είναι η ακρίβεια της πρόγνωσης και η αύξηση του χρόνου που μεσολαβεί μεταξύ της προειδοποίησης και της εμφάνισης της καταστροφής.
- Διασπορά*. Το στάδιο της διασποράς αναφέρεται στο χρόνο κατά τον οποίο το μήνυμα προειδοποίησης μεταδίδεται από τους ειδικούς της πρόγνωσης στους κατοίκους των ζωνών κινδύνου. Το μήνυμα συχνά διαμορφώνεται από κάποιους τρίτους παράγοντες όπως η τηλεόραση ή το ραδιόφωνο που το μεταδίδουν, ή και από την αστυνομία ή τους ίδιους τους πολίτες. Το στά-

διο αυτό περιλαμβάνει επομένως διάφορες συνιστώσες όπως το περιεχόμενο του μηνύματος ή ο τρόπος μεταφοράς του, συνιστώσες που εκ των προτέρων είναι γνωστό ότι επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα.

- Απόκριση*. Ο στόχος των δύο προηγούμενων σταδίων είναι η δραστηριοποίηση του σταδίου απόκρισης το οποίο περιλαμβάνει όλες εκείνες τις ενέργειες που αποσκοπούν στη μείωση και την αποκατάσταση των απωλειών όπως άλλωστε αναμένεται και από τους λίπτες του μηνύματος προειδοποίησης.

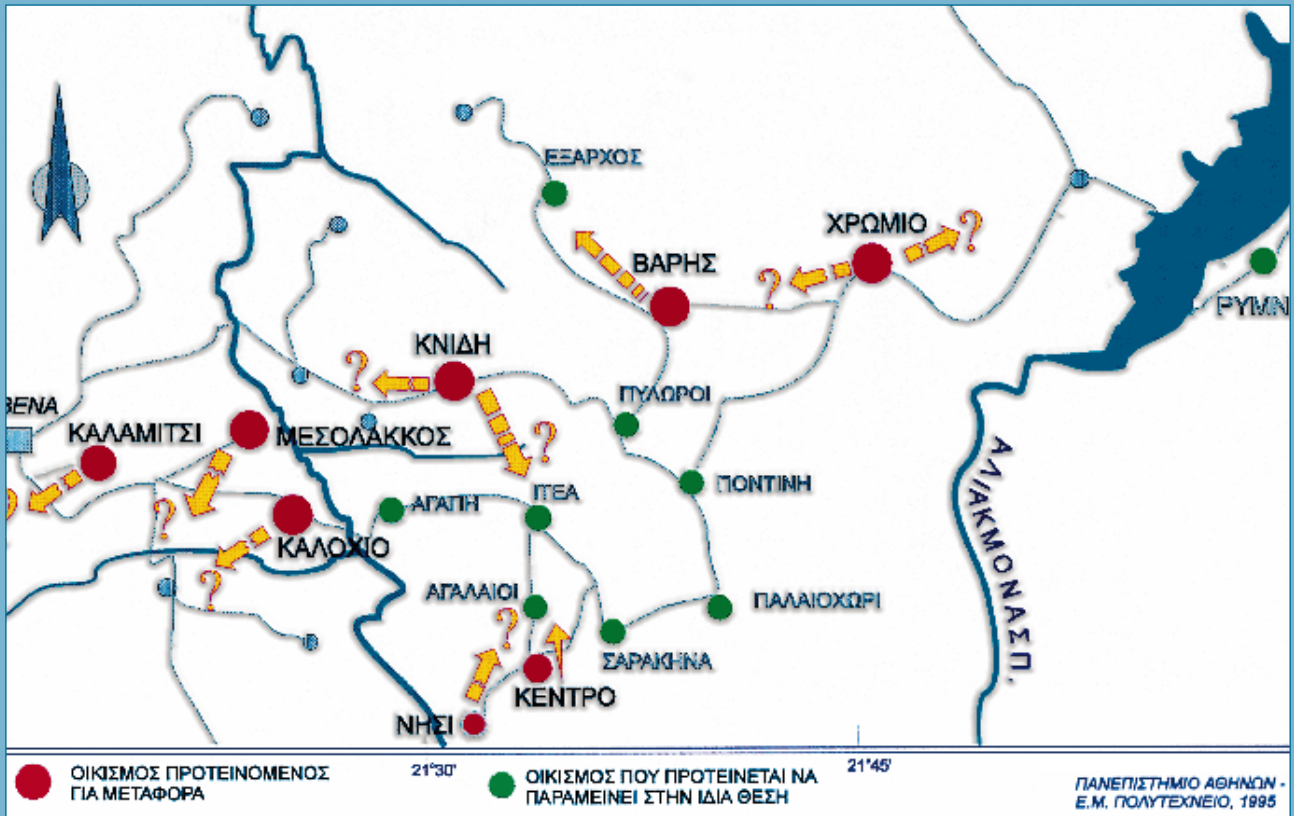
Κάθε στάδιο από τα παραπάνω είναι εξίσου σημαντικό για την επίτευξη της αναμενόμενης από τους σχεδιαστές απόκρισης στην καταστροφή. Στην πραγματικότητα όμως τα αποτελέσματα δεν είναι πάντα ιδανικά. Για παράδειγμα, η πρόγνωση των ποτάμιων πλημμυρών βασίζεται συχνά στην ταύτιση των στοιχείων των μετεωρολογικών δορυφόρων με τα υδρολογικά μοντέλα. Επιπρόσθετα, λίγη είναι συνήθως η προσοχή που δίνεται στο σύστημα μετάδοσης του μηνύματος προειδοποίησης.

10. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ

Περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη μέθοδο μείωσης των απωλειών, η επιτυχία του σχεδιασμού χρήσεων γης εξαρτάται από την επιλογή των μηχανισμών μετρίασης της καταστροφής. Στην περίπτωση των πλημμυρικών πεδίων για παράδειγμα, έχουν περάσει πάνω από πενήντα χρόνια από τότε που η διαχείριση των γαιών για πρώτη φορά έγινε με το συνδυασμό έργων ελέγχου των πλημμυρών και εφαρμογής μέτρων. Παρόλα αυτά όμως, ο σχεδιασμός χρήσεων γης σπάνια εφαρμόζεται στην πραγματικότητα λόγω του ότι πολλές φορές έρχεται σε αντίθεση με οικονομικά συμφέροντα και προκαλεί αντιδράσεις.

Οι κύριες αιτίες που οδηγούν στην παρεμπόδιση της εφαρμογής του σχεδιασμού χρήσεων γης είναι οι ακόλουθες:

- Η έλλειψη γνώσης σχετικά με τον τύπο, το χώρο εμφάνισης, την περίοδο επανάλψης και το δυναμικό ενός καταστροφικού φαινομένου.
- Η παρουσία μεγάλης ανάπτυξης.
- Ο αργός ρυθμός επανάλψης ορισμένων φαινομένων που καθιστά δύσκολη την κοινωνική αφύπνιση και την εγκατάλειψη των ζωνών κινδύνου.
- Το υψηλό κόστος χαρτογράφησης των καταστροφών.



Εικόνα 5.3

Χάρτης προτάσεων μεταφοράς οικισμών, που επλήγησαν από τον καταστροφικό σεισμό των Γρεβενών στις 13 Μαΐου 1995, σε ασφαλέστερες γεωλογικές - σεισμοτεκτονικές θέσεις.

- Το υψηλό κόστος εφαρμογής πολλών μέτρων εξομάλυνσης των καταστροφών.
- Η κοινωνική, οικονομική και πολιτική αντίσταση στον έλεγχο των χρήσεων γης.

Ο σχεδιασμός των χρήσεων γης είναι απαραίτητος σε κοινωνίες που ακόμα μεγαλώνουν και κατέχουν μη αναπτυγμένες περιοχές. Η επιτυχία των τεχνικών διαχειρίσεων εξαρτάται επίσης από τη διαθεσιμότητα πληροφοριών για τον καθορισμό των επικίνδυνων ζωνών. Ο ακριβής καθορισμός των ζωνών αυτών διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο όσον αφορά την αποδοχή από το κοινό των κανονισμών χρήσεων γης και κατά συνέπεια κανονισμοί που αφορούν φυσικές καταστροφές όπως οι πλημμύρες, οι κατολισθήσεις, οι χιονοστιβάδες και ο παγετός οι οποίες αναφέρονται σε αυστηρά καθορισμένες γεωγραφικά περιοχές είναι ευκολότερα αποδεκτοί.

Ο σχεδιασμός των χρήσεων γης είναι το κλειδί για την αποφυγή πολλών φυσικών καταστροφικών φαινομένων.

Η προσέγγιση αυτή θα τύχει ακόμα μεγαλύτερης σημασίας στο μέλλον σαν αποτέλεσμα της εφαρμογής νέας τεχνολογίας για τη χαρτογράφηση των ζωνών κινδύνου η οποία με τη σειρά της αποτελεί το κλειδί για την ορθολογικότερη διαχείριση της γης (Εικ. 5.3).

Οι πληροφορίες σχετικά με την τοπογραφία και τον κατά περίπτωση υφιστάμενο κίνδυνο μπορούν σήμερα να υποστούν την κατάλληλη επεξεργασία από τους ειδικούς με τη χρήση των *Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών* (Geographical Information Systems - GIS), τα οποία έχουν τη δυνατότητα παροχής τρισδιάστατων και επομένως περισσότερο παραστατικών εικόνων. Το κυριότερο πλεονέκτημα των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών είναι η ικανότητα διαφόρων τύπων συνδυασμών των διαθέσιμων στοιχείων. Αυτές οι μέθοδοι παρουσίασης βοηθούν στην καλύτερη και ευκολότερη προσέγγιση για την επιμόρφωση και εκπαίδευση του κοινού σχετικά με τις φυσικές καταστροφές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D., 1993. *Natural Disasters*. 632p., UCL Press, London.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. *Geological Hazards*. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bryant, E.A., 1991. *Natural Hazards*. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Burton, I., Fowle, C.D. & McCullough, R.S., 1982. *Living with Risk: Environmental Risk Management in Canada*. Environmental Monograph, 3, Institute of Environmental Studies, University of Toronto, Toronto.
- Coch, N.K., 1995. *Geohazards. Natural and human*. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Griffiths, R.F., 1981. *Dealing with Risk*. Manchester University Press, Manchester.
- Καρύδης, Π., Λέκκας, Ε. & Παπαδόπουλος, Τ., 1995. Διερεύνηση, συσχέτιση γεωδυναμικών κινδύνων - κατασκευών στις σεισμόπληκτες περιοχές Κοζάνης - Γρεβενών. Προτάσεις για ασφαλή ανοικοδόμηση. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών - Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο.
- Keller, A.E., 1976. *Environmental geology*. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- Lekkas, E., 1995. Pyrgos earthquake damages (based on E.M.S. - 1992) in relation with geological and geotechnical conditions. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* (in press).
- Λέκκας, Ε. και συνεργάτες, 1995. Αντισεισμικός Σχεδιασμός - Οργάνωση Δήμου Ρόδου. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. *Geohazards. Natural and man-made*. 227p., Chapman & Hall, London.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. *An introduction to global environmental issues*. 390p., Routledge, London.
- Quarantelli, E.L., 1984. Perceptions and reactions to emergency warnings of sudden hazards. *Ergonomics*, 27, 309, 511-15.
- Slovic, P., 1986. Informing and educating the public about risk. *Risk Analysis*, 6, 4, 280-5.
- Smith, K., 1992. *Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster*. 324p., Routledge, London.
- Wijkman, A. & Timberlake, L., 1984. *Natural Disasters: Acts of God or Acts of Man?* Earthscan, Washington.

6

Γεωλογικές καταστροφές

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Χρόνο με το χρόνο φαίνεται πως αυξάνονται τα δελτία ειδήσεων που αφορούν σεισμούς, ηφαιστειακές εκρήξεις, τυφώνες, πλημμύρες, παράκτιες διαβρώσεις, κατολισθήσεις και εδαφικές καθιζήσεις ή καταρρεύσεις, φαινόμενα τα οποία αποτελούν φυσικές γεωλογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην επιφάνεια της γης για αρκετά δισεκατομμύρια χρόνια. Γιατί όμως τα τελευταία χρόνια λαμβάνουν χώρα όλο και περισσότερα τέτοια φαινόμενα; Ο κύριος λόγος είναι βέβαια ότι η κοινωνία γίνεται όλο και περισσότερο ευαίσθητη σε περιβαλλοντικά θέματα, ενώ οι *τεχνικές στις επικοινωνίες* βελτιώνονται συνεχώς. Ένας ακόμα λόγος που συνηγορεί με τα προηγούμενα είναι η μεγάλη *πληθυσμιακή ανάπτυξη*, η οποία δημιουργεί συνθήκες που είναι όλο και περισσότερο ευαίσθητες σε περιπτώσεις καταστροφικών γεωλογικών φαινομένων.

Μερικές φορές η ανθρώπινη δραστηριότητα μπορεί να προκαλέσει μια γεωλογική καταστροφή η οποία λόγω φυσικών αιτίων μπορεί να μη λάμβανε χώρα. Για παράδειγμα, οικιστική ανάπτυξη που συνοδεύεται από επέμβαση σε πρηνές μπορεί να προκαλέσει αστάθεια του πρηνούς και επομένως κατολίθηση. Ο μεγάλος όγκος ύδατος σε ένα ταμειυτήρα φράγματος που κατασκευάζεται σε μια σεισμικά ενεργή περιοχή είναι δυνατό να προκαλέσει σεισμό.

Γεωλογικά φαινόμενα όπως οι σεισμοί, οι ηφαιστειακές εκρήξεις ή οι πλημμύρες μπορεί να λάβουν χώρα ανεξάρτητα από το αν ο άνθρωπος είναι εκτεθειμένος σε αυτά ή όχι. Στην περίπτωση όμως που τα φαινόμενα αυτά επιδρούν στην ανθρώπινη ζωή και δραστηριότητα προκαλώντας θανάτους, τραυματισμούς και καταστροφές περιουσιακών στοιχείων χαρακτηρίζονται σαν *γεωλογικές καταστροφές* (Εικ. 6.1).

Μερικά από τα γεωλογικά φαινόμενα έχουν τόσο αρνητικές όσο και θετικές επιπτώσεις στον άνθρωπο. Για παράδειγμα, μια πλημμύρα μπορεί να προκαλέσει θανάτους από πνιγμό και καταστροφές σε οικοδομήματα αλλά συνοδεύεται και από αποθέσεις ιζημάτων πλούσιων σε θρεπτικά συστατικά που αυξάνουν την αποδοτικότητα των εδαφών. Ομοια, οι ροές ηφαιστειακής λάβας που είναι καταρχήνη καταστρεπτικές συνοδεύονται από αποθέσεις υλικών που καθιστούν τα εδάφη πολύ γόνιμα, ενώ επιπρόσθετα δημιουργούν νέα γη όταν αυτές ρέουν προς τον ωκεανό αυξάνοντας έτσι την επιφάνεια της ξηράς.



Εικόνα 6.1

Προσπάθειες διάσωσης σε κατολίσθηση, η οποία έλαβε χώρα μέσα στην πόλη Takarazuka κατά το σεισμό του Hanshin (Ιαπωνία) στις 17 Ιανουαρίου 1995.

Οι γεωλογικές καταστροφές διαφέρουν ως προς τη δύναμή τους. Το μέγεθος μιας καταστροφής αναφέρεται στη δύναμη του καταστροφικού γεγονότος και δείχνει το ποσό της ενέργειας που απελευθερώνεται κατά τη δράση

του. Η συχνότητα ενός καταστροφικού γεγονότος αναφέρεται στο πόσο συχνά ένα γεγονός συγκεκριμένου μεγέθους εμφανίζεται ή αναμένεται να εμφανιστεί. Φαινόμενα με μεγάλα μεγέθη εμφανίζονται σπανιότερα αλλά προκαλούν

πολύ μεγαλύτερες καταστροφές από άλλα με μικρότερα μεγέθη.

Οι γεωλογικές καταστροφές διαφέρουν επίσης ως προς το μέγεθος της περιοχής που πλήττουν. Μερικές καταστροφές όπως οι κατολισθήσεις και οι εδαφικές καθιζήσεις ή καταρρεύσεις επηρεάζουν τοπικά μόνο και αναφέρονται σε μικρές περιοχές. Αντίθετα, οι σεισμοί ή οι φηαιστειακές εκρήξεις και οι τυφώνες μπορεί να επηρεάσουν πολύ μεγάλες γεωγραφικά περιοχές.

Πολλές καταστροφές συνοδεύονται από *πρόδρομα φαινόμενα*, μικρότερου μεγέθους δηλαδή καταστροφές που προειδοποιούν για το μεγάλο γεγονός. Για παράδειγμα, εδαφικές ρωγμές είναι πρόδρομα φαινόμενα εδαφικής καθίζησης ή κατάρρευσης, εκτόξευση ατμών και εδαφικές κυρτώσεις είναι πρόδρομα φαινόμενα φηαιστειακής έκρηξης, εδαφικές ρωγμές και ερπυσμός είναι πρόδρομοι κατολισθήσεων, κλπ. Οι τυφώνες συνήθως προειδοποιούν για την άφιξή τους και έτσι οι περιοχές που πρόκειται να πληγούν ειδοποιούνται πολλές ώρες πριν, ενώ αντίθετα οι σεισμοί μπορεί να συμβούν χωρίς να υπάρχει καμία απολύτως προειδοποίηση.

2. ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Πολλές φορές η ανθρώπινη δραστηριότητα αλληλεπιδρά με τα φυσικά γεωλογικά συστήματα και προκαλεί καταστροφή. Η μόλυνση αποτελεί παράδειγμα καταστροφής κατά την οποία οι άνθρωποι δραστηριότητες αυξάνουν τη συγκέντρωση επικίνδυνων ουσιών στον αέρα ή στα ύδατα προκαλώντας έτσι την καταστροφή. Επομένως, οι *ανθρωπογενείς γεωλογικές καταστροφές* είναι το αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων που επιταχύνουν ή διαφοροποιούν μια *φυσική διαδικασία* δημιουργώντας έτσι το πρόβλημα ή και την καταστροφή.

Η ροή των υπογείων υδάτων είναι μια φυσική διαδικασία η οποία μεταξύ των άλλων παρέχει πόσιμο νερό σε πολλές κοινότητες. Όταν όμως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες επιτρέπεται η διείσδυση υγρών αποβλήτων στο έδαφος, τα υπόγεια ύδατα μολύνονται, η ρύπανση επεκτείνεται σε μεγάλη περιοχή και έτσι δημιουργείται μια γεωλογική καταστροφή.

Ακόμα ένα παράδειγμα ανθρωπογενούς γεωλογικής καταστροφής είναι η μετακίνηση ιζημάτων από μια ακτογραμμή. Με αυτή τη φυσική διαδικασία αναπληρώνεται η

άμμος που διαβρώνεται από τις καταιγίδες και τα διάφορα άλλα καιρικά φαινόμενα. Όταν, σε πολλές περιοχές, υπάρχει ανθρώπινη παρέμβαση στο παράκτιο περιβάλλον, αλλοιώνεται η φυσική διαδικασία προκαλώντας έτσι μια σειρά από προβλήματα.

Οι ανθρωπογενείς γεωλογικές καταστροφές διαφέρουν από τις φυσικές γεωλογικές καταστροφές σε πολλά σημεία. Στην περίπτωση μιας ανθρωπογενούς γεωλογικής καταστροφής, όσο ο άνθρωπος επηρεάζει μια φυσική διαδικασία τόσο και επηρεάζεται αρνητικά από τα διαφοροποιημένα αποτελέσματά της. Γενικά, οι ανθρωπογενείς γεωλογικές καταστροφές εξελίσσονται με αργότερους ρυθμούς και στις περισσότερες περιπτώσεις μπορούν να διακοπούν ή να ελαχιστοποιηθούν. Παρόλο που λίγα μπορούν να γίνουν για να ελεγχθούν οι φυσικές γεωλογικές καταστροφές, υπάρχουν περισσότερες ελπίδες για τον έλεγχο και τη μετρίασή τους από ότι για τις ανθρωπογενείς και αυτό γιατί από ένα σημείο ανάπτυξης και μετά ο “πολιτισμός” δύσκολα ελέγχεται ή επιβραδύνεται.

Καταλήγοντας λοιπόν, μια ανθρωπογενής γεωλογική καταστροφή αποτελεί την *κορύφωση* μιας *ευνοϊκής φυσικής διεργασίας*, η οποία γίνεται επικίνδυνη από την ανθρώπινη δραστηριότητα.

3. ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΟΛΥΝΣΗ

Η ταχεία πληθυσμιακή αύξηση δημιουργεί όλο και μεγαλύτερη ανάγκη ανεύρεσης νέων φυσικών πόρων, όπως νερό και μεταλλικά ή αμέταλλα υλικά. Η αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος, εξ' ολοκλήρου ή μερικώς οφειλόμενη στην ανθρώπινη δραστηριότητα, αποκαλείται *μόλυνση*, ενώ όσο οι πληθυσμοί συγκεντρώνονται σε μεγάλα αστικά κέντρα τόσο τα αποτελέσματα της μόλυνσης οξύνονται. Η πληθυσμιακή αύξηση οδηγεί στην οικιστική επέκταση και στην δημιουργία βιομηχανικών ζωνών σε περιοχές δυνητικά επικίνδυνες. Η έκταση και η σοβαρότητα κάθε μιας από τις καταστάσεις που οδηγούν σε καταστροφές εξαρτάται από:

- την περιβαλλοντική ευαισθησία και την αντίληψη του κινδύνου,
- την εμπορική συγκέντρωση και
- τους οικονομικούς περιορισμούς.

Σε μερικές περιπτώσεις η καταστροφή που επέρχεται αντιμετωπίζεται ως μικρή ή αμελητέα και επομένως λαμβάνονται ανεπαρκή μέτρα για την αντιμετώπισή της,

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D., 1993. Natural Disasters. 632p., UCL Press, London.
- American Institute Of Professional Geologists, 1993. The citizens guide to geologic hazards, 134p.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. Geological Hazards. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bryant, E.A., 1991. Natural Hazards. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Coch, N.K., & Ludman, A., 1991. Physical geology. 678p., Macmillan, New York.
- Keller, A.E., 1976. Environmental geology. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- Lekkas, E., Kranis, H., Leounakis, M. & Stylianos, P., 1995. The seismotectonic setting of Kobe area (Japan) - The concomitant geodynamic phenomena of the Hanshin earthquake (January 17, 1995). Advances in Earthquake Engineering, The Kobe Earthquake: Geodynamic Aspects, p.1-16, Computational Mechanics Publications, Southampton.
- Λέκκας, Ε., 1995. Γεωλογία και Περιβάλλον. Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 242σ., Αθήνα.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. Geohazards. Natural and man-made. 227p., Chapman & Hall, London.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. An introduction to global environmental issues. 390p., Routledge, London.
- Smith, K., 1992. Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster. 324p., Routledge, London.

7

Ποτάμια πλημμύρες

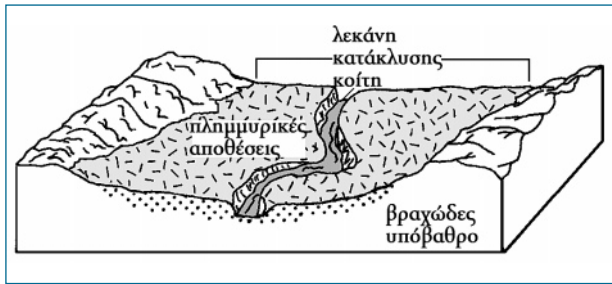
1. ΓΕΝΙΚΑ

Η επιφανειακή απορροή των υδάτων είναι υπεύθυνη, περισσότερο από κάθε άλλη επιφανειακή διεργασία, για τη διαμόρφωση του γήινου αναγλύφου. Τα ποτάμια *διαβρώνουν* τις κοιλάδες τους μέσα από ένα σύστημα αποστράγγισης, το οποίο επηρεάζεται από το κλίμα, την τοπογραφία, τον τεκτονισμό, τα πετρώματα και το έδαφος. Αποτελούν επίσης, βασικούς άξονες μεταφοράς πετρωμάτων και υλικών εδάφους, που φτάνουν στο ρεύμα από τους παραποτάμους και από τις κλιτές των κοιλάδων. Πολλά από τα κλασικά ιζήματα που μεταφέρονται στα ποτάμια αποτίθενται περιοδικά, είτε μέσα στην κοίτη, είτε στην λεκάνη κατάκλυσης (*Εικ. 7.1*). Οι περιοχές αυτές, που καλούνται “*ποτάμιο περιβάλλον*”, αποτελούν το φυσικό κομμάτι του ποταμού. Η πλάγια μετανάστευση της κοίτης των ποταμών και η υπερχειλίση της ροής τους, συνδυάζονται στη διαμόρφωση της λεκάνης, η οποία περιοδικά κατακλύζεται από νερό και ιζήματα (ποτάμια πλημμύρα). Ο όγκος του νερού ανά μονάδα χρόνου ροής σε μια συγκεκριμένη θέση (m^3/s), τη στιγμή που το νερό υπερχειλίζει την κοίτη καλείται “*εκφόρτιση πλημμύρας*” και μπορεί να προκαλέσει καταστροφές. Ο όρος “*στάδιο πλημμύρας*” δηλώνει ότι η στάθμη της επιφάνειας του νερού είναι ψηλότερα από το κανονικό και είναι πιθανό να προκληθούν καταστροφές σε κατασκευές που βρίσκονται στην λεκάνη κατάκλυσης.

Οι περισσότερες πλημμύρες είναι αποτέλεσμα δράσης (i) της συνολικής ποσότητας και κατανομής της βροχόπτωσης, (ii) της περατότητας του πετρώματος ή του εδάφους και (iii) της τοπογραφίας. Μερικές πλημμύρες είναι το αποτέλεσμα της τήξης των πάγων και του χιονιού κατά την άνοιξη, ή σε σπάνιες περιπτώσεις, της καταστροφής ενός φράγματος. Τέλος, η χρήση γης σε μικρές λεκάνες αποστράγγισης μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την πλημμύρα.

2. ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ

Το μέγεθος της πλημμύρας σχετίζεται με την ποσότητα και την ένταση της βροχόπτωσης. Οι καταστροφικές πλημμύρες, συχνά, είναι αποτέλεσμα σπάνιων, μεγάλων και έντονων καταιγίδων. Οι μικρότερες πλημμύρες ή ροές που εμφανίζονται πιο συχνά, δημιουργούνται από λιγότερο έντονες καταιγίδες. Όλες οι ροές, που μπορούν να μετρηθούν ή να υπολογιστούν από σταθμούς μέτρησης ρευμάτων



Εικόνα 7.1

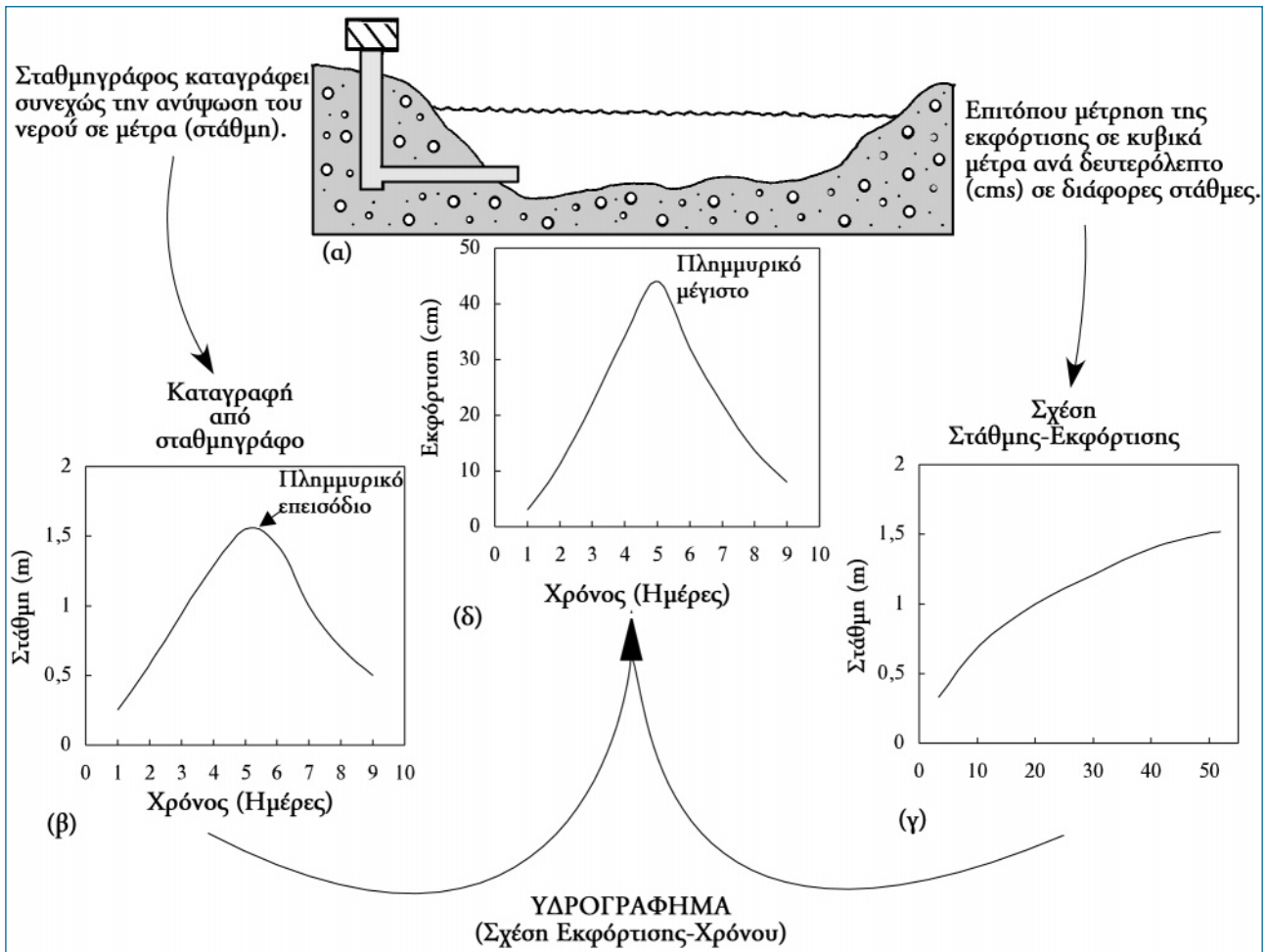
Στερεοδιάγραμμα που δείχνει την λεκάνη κατάκλυσης και την κοίτη του ποταμού.

Εικόνα 7.2

Δεδομένα υπαίθρου (α) από συνεχή καταγραφή της στάθμης του νερού, η οποία χρησιμοποιείται για τη σχεδίαση του διαγράμματος στάθμης - χρόνου (β). Οι μετρήσεις υπαίθρου σε διαφορετικές ροές δίνουν το διάγραμμα στάθμης - εκφόρτισης (γ). Στη συνέχεια τα διαγράμματα (β) και (γ) συνδυάζονται για να παραχθεί το τελικό υδρογράφημα (δ).

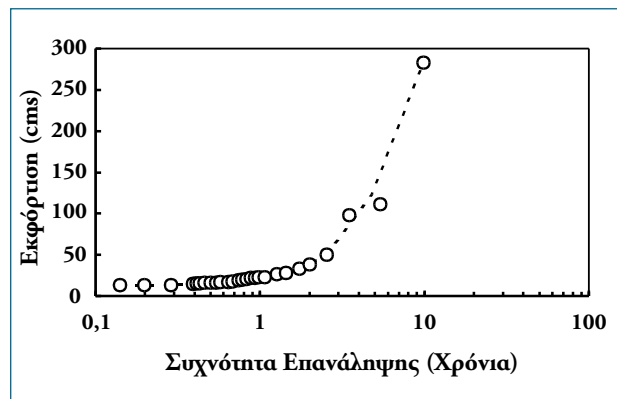
(Εικ. 7.2) είναι δυνατόν να καταταγούν ανάλογα με το ποσό της εκφόρτισης τους (m^3/s). Μια πλημμύρα μπορεί να προβλεφθεί από μια καμπύλη εκφόρτισης - συχνότητας (Εικ. 7.3). Μια πλημμύρα με εκφόρτιση ίση ή μεγαλύτερη του $283 m^3/s$, πρέπει να αναμένεται περίπου κάθε 10 χρόνια. Μελέτες πολλών ρευμάτων και ποταμών έδειξαν ότι οι κοίτες διαμορφώνονται και διατηρούνται από ροές με περίοδο επανάληψης 1,5 με 2 χρόνια. Επομένως, αναμένεται η ανύψωση της στάθμης ενός ρεύματος και στην συνέχεια η κατάκλυση τμήματος της κοιλάδας του με νερό και ιζήματα, περίπου μία φορά το χρόνο.

Όσο περισσότερο αυξάνει το χρονικό διάστημα καταγραφής των πλημμυρών, τόσο πιο ακριβής γίνεται η πρόγνωση τους. Παρόλα αυτά για την κατασκευή τεχνικών έργων που να μπορούν να αντιμετωπίσουν πλημμύρες με περιόδους επανάληψης 10, 25, 50 ή ακόμα και 100 χρόνια, συνηθολογίζεται και ένα ποσοστό λάθους. Η πρόγνωση



ση μιας πλημμύρας γίνεται με στατιστικές μεθόδους και επομένως εμπεριέχει ένα ποσοστό τύχης. Θεωρητικά, μια πλημμύρα 25-χρόνων θα συμβεί συνολικά μια φορά κάθε 25 χρόνια, χωρίς αυτό να αποκλείει και την εμφάνιση δύο πλημμυρών με περίοδο επανάλληψης 25 χρόνια στο ίδιο χρονικό διάστημα. Μπορεί κανείς έτσι να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι όσο συνεχίζεται η κατασκευή φραγμάτων, αυτοκινητόδρομων, γεφυρών, σπιτιών και άλλων κατασκευών στις πλημμυρικές περιοχές ποταμών, θα πρέπει να αναμένονται και ανάλογες καταστροφές.

Ουσιαστικά, διακρίνονται δύο είδη πλημμυρών, στα ανάντι και στα κατάντι. Οι πλημμύρες στα ανάντι είναι στα υψηλά τμήματα της αποστράγγισης και γενικά είναι το αποτέλεσμα έντονων βροχοπτώσεων μικρής διάρκειας πάνω από μια σχετικά μικρή περιοχή. Παρόλο που οι πλημμύρες μπορεί να είναι εντονότερες πάνω από την περιοχή αυτή, γενικά, δεν προκαλούνται από τα μεγαλύτερα ρεύματα με τα οποία ενώνονται. Οι πλημμύρες στα



Εικόνα 7.3
Παράδειγμα καμπύλης συχνότητας πλημμυρών.

Εικόνα 7.4

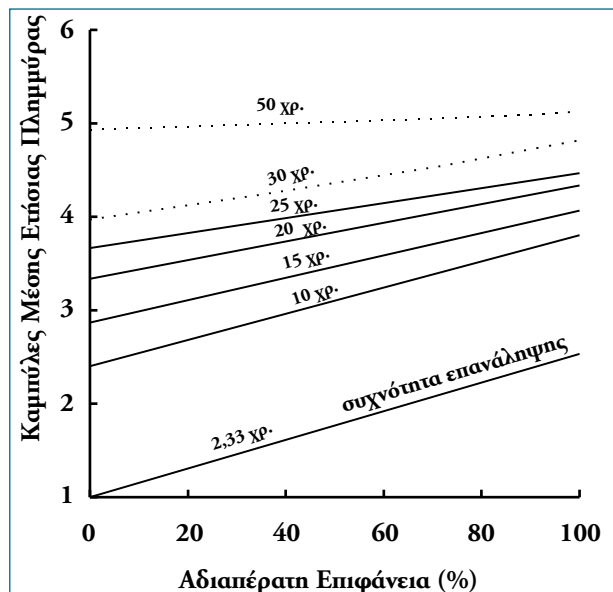
Σχεδιάγραμμα που δείχνει τη διακύμανση της πλημμυρικής συχνότητας σε σχέση με το ποσοστό της αδιαπέρατης επιφάνειας. Η μέση επίσημη πλημμύρα είναι ο μέσος όρος (σε μια περίοδο χρόνων) της μέγιστης ροής που παρατηρείται κάθε χρόνο. Η μέση επίσημη πλημμύρα σε μια φυσική ποτάμια λεκάνη χωρίς καμιά μορφή αστικοποίηση έχει μια περίοδο επανάλληψης 2.33 χρόνια. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι μικρότερες πλημμύρες με μικρή περίοδο επανάλληψης επηρεάζονται περισσότερο από την αστικοποίηση από ότι οι μεγαλύτερες πλημμύρες. Η πλημμύρα με περίοδο επανάλληψης 50 χρόνια επηρεάζεται λίγο από το ποσοστό της αδιαπέρατης επιφάνειας.

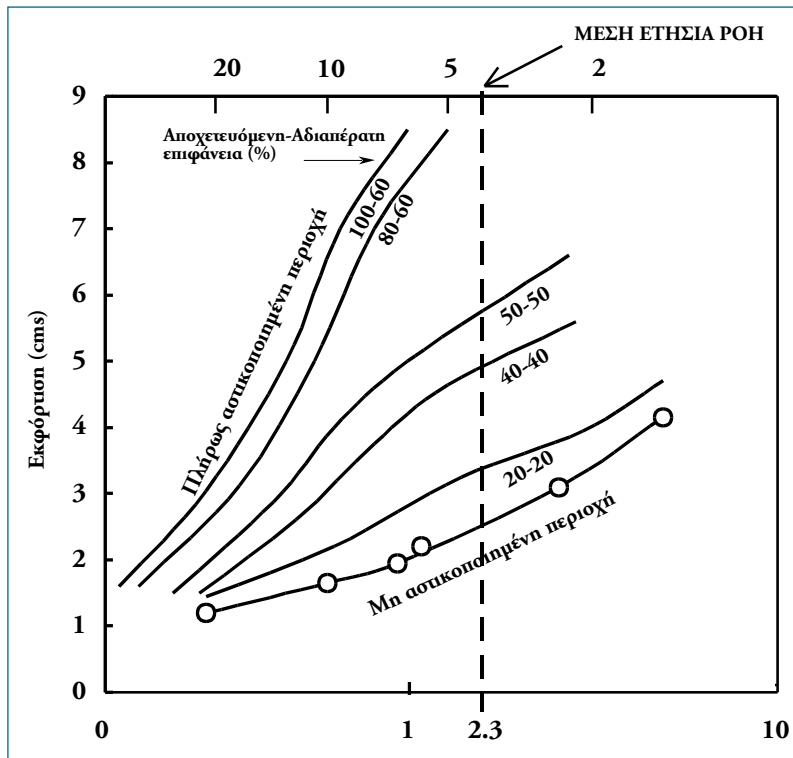
κατάντι, από την άλλη μεριά, καλύπτουν μια ευρεία περιοχή. Συνήθως είναι το αποτέλεσμα μακράς διάρκειας καταιγίδων που διαποτίζουν το έδαφος και έχουν αυξημένη επιφανειακή απορροή.

3. ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ

Στο αστικό περιβάλλον, η χρήση γης από τον άνθρωπο έχει αυξήσει τόσο το μέγεθος όσο και τη συχνότητα των πλημμυρών σε λεκάνες με μικρή αποστράγγιση. Η αύξηση της συχνότητας των πλημμυρών, είναι συνάρτηση του ποσοστού της αδιαπέρατης επιφάνειας (στέγες, πεζοδρόμια και τοιμέντο) και της περιοχής με δίκτυο αποχέτευσης. Οι υπόνομοι είναι σημαντικοί στην αστική περιοχή, γιατί επιτρέπουν τη γρήγορη επιφανειακή απορροή των αδιαπέρατων επιφανειών στις κοίτες των ρευμάτων. Οι αδιαπέρατες επιφάνειες και οι υπόνομοι παρέχουν ένα μέτρο εκτίμησης του βαθμού αστικοποίησης. Σε γενικές γραμμές, σε μια αστική περιοχή με 40% αδιαπέρατη επιφάνεια και 60% υποστήριξη από δίκτυο αποχέτευσης, πρέπει να αναμένονται τριπλάσιες πλημμύρες από αυτές που υπήρχαν πριν την αστικοποίηση. Η αναλογία αυτή αναφέρεται για μικρής και ενδιάμεσης συχνότητας πλημμύρες. Όσο αυξάνεται το μέγεθος της λεκάνης αποστράγγισης, οι πλημμύρες με περίοδο επανάλληψης περίπου 50 χρόνια δεν επηρεάζονται πολύ από την αστικοποίηση (Εικ. 7.4).

Οι πλημμύρες και η αστικοποίηση δημιουργούν ένα τεράστιο αριθμό μεταβολών στη σχέση βροχοπτώσεως - επι-





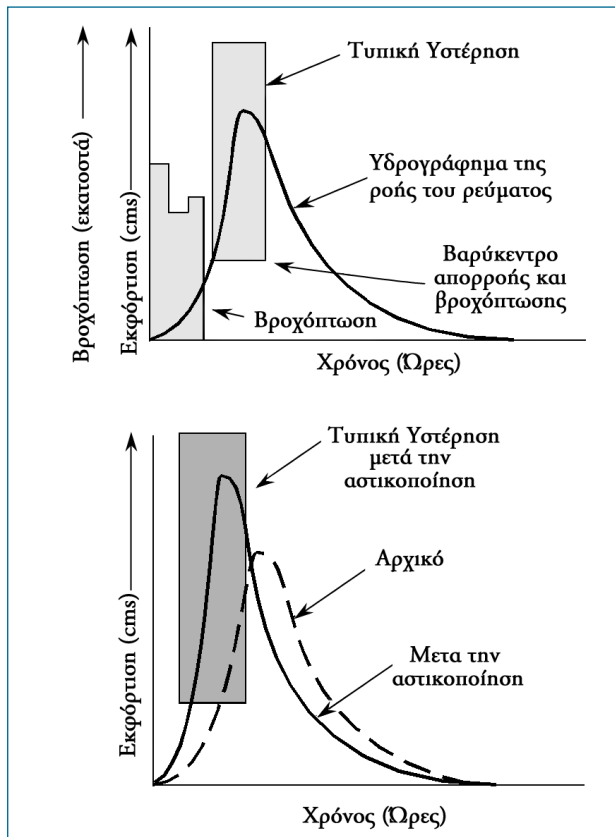
Εικόνα 7.5

Καμπύλες συχνότητας πλημμυρών για μια λεκάνη 2.6 km² σε διαφορετικά στάδια αστικοποίησης. Για παράδειγμα, 100 - 60, σημαίνει 100% ύπαρξη αποχέτευσης και 60% αδιαπέρατη επιφάνεια. Η στικτή γραμμή δείχνει την μέση ετήσια πλημμύρα.

Εικόνα 7.6

Η αστικοποίηση μειώνει τη κατείδουση με αποτέλεσμα την πρόκληση πλημμυρών (N. Ιωνία Αττικής, 1994).





Εικόνα 7.7

Γενικευμένα υδρογραφήματα. Το υδρογράφημα (α) δείχνει την τυπική υστέρηση μεταξύ του χρόνου όπου παρατηρούνται οι περισσότερες βροχοπτώσεις και του χρόνου της ποτάμιας πλημμύρας. Το υδρογράφημα (β) δείχνει τη μείωση της υστέρησης λόγω της αστικοποίησης.

φαιναϊκής απορροής. Οι μέγιστες μεταβολές αντιστοιχούν σε μεγαλύτερες καταιγίδες. Υπολογισμοί της εκφόρτισης για διαφορετικές περιόδους επανάλιψης και σε διαφορετικά στάδια αστικοποίησης φαίνονται στην *εικόνα 7.5*. Οι υπολογισμοί αυτοί δείχνουν την τεράστια αύξηση της επιφανειακής απορροής σε σχέση με την αύξηση των αδιαπέρατων επιφανειών και την κάλυψη από υπονόμους.

Η επιφανειακή απορροή αυξάνεται με την αστικοποίηση γιατί μικρότερη ποσότητα νερού διεισδύει στο έδαφος (*Εικ. 7.6*), όπως φαίνεται και από τη μείωση του χρόνου μεταξύ της βροχοπτώσεως και του μέγιστου της πλημμύρας (χρονική υστέρηση) των αστικών έναντι των αγροτικών περιοχών (*Εικ. 7.7*). Μικρή χρονική υστέρηση, που αναφέρεται σαν “στιγμαία εκφόρτιση”, χαρακτηρίζεται από γρήγορη ανύψωση και πτώση της στάθμης του νερού της πλημμύρας. Αφού λίγο νερό κατεισδύει στο έδαφος, η ήδη

χαμηλή στάθμη του νερού που επηρεάζεται κατά την υγρή περίοδο και από την ύπαρξη του υπογείου νερού, μειώνεται σημαντικά, με αποτέλεσμα να συγκεντρώνονται ευκολότερα κάθε είδους ρυπαντές.

Γενικά, η αστικοποίηση αυξάνει την επιφανειακή απορροή και κατά επέκταση, τον κίνδυνο πλημμύρας. Παρόλα αυτά, σε συγκεκριμένες στιγμές, η σχέση μεταξύ χρήσης γης και πλημμύρας για μικρές λεκάνες αποστράγγισης είναι περίπλοκη. Ερευνες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι, όλοι οι τύποι αστικοποίησης δεν αυξάνουν την επιφανειακή απορροή και τις πλημμύρες.

Όταν η καλλιέργεια (π.χ. σιτηρά) αντικαθίσταται από χαμηλής πυκνότητας ανάπτυξη κατοικιών, η προβλεπόμενη επιφανειακή απορροή και οι πλημμύρες με περίοδο επανάλιψης 2 - 4 χρόνια γίνονται εντονότερες, ενώ αυτές με περίοδο επανάλιψης που υπερβαίνει τα 4 χρόνια, μπορεί να είναι λιγότερο έντονες. Η αιτία για αυτήν την υδρολογικού χαρακτήρα αλλαγή, είναι η αντικατάσταση της καλλιέργειας από αδιαπέρατες επιφάνειες και πράσινο, όπου σε σχέση με την αγροτική γη, η επιφανειακή απορροή από τις πρώτες είναι μεγαλύτερη, ενώ από τη δεύτερη μικρότερη. Επομένως, η επίδραση της αλλαγής της χρήσης γης στην επιφανειακή απορροή και στις πλημμύρες γενικότερα, εξαρτάται, από τη φύση και την ένταση της αστικοποίησης και ειδικότερα από την αναλογία ανάμεσα στις αδιαπέρατες και στις καλυμμένες με πράσινο περιοχές. Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι, η *αστικοποίηση* αυξάνει την επιφανειακή απορροή και τις πλημμύρες στις περισσότερες περιπτώσεις.

4. ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

Οι παράγοντες που ελέγχουν τις καταστροφές που προκαλούνται από πλημμύρες είναι οι ακόλουθοι:

- Η χρήση γης της λεκάνης κατάκλυσης,
- Το μέγεθος (βάθος και ταχύτητα του νερού) και η συχνότητα της πλημμύρας.
- Ο ρυθμός ανύψωσης και η διάρκεια της πλημμύρας.
- Η εποχή.
- Το βάρος ιζημάτων που αποτίθενται.
- Η αποτελεσματικότητα της πρόβλεψης, της προειδοποίησης και των συστημάτων εκτάκτου ανάγκης.

Οι επιδράσεις των πλημμυρών μπορεί να είναι άμεσες, που προκαλούνται από την πλημμύρα, ή έμμεσες που προ-



Εικόνα 7.8

Βλάβες σε οδόστρωμα από την υπόγεια διάβρωση ρευμάτων κατά μήκος του Κηφισού ποταμού στις πλημμύρες του 1994.

καλούνται από την αποσυγκρότηση ή τη δυσλειτουργία των υπηρεσιών και συστημάτων που σχετίζονται με αυτήν. Τα άμεσα αποτελέσματα είναι τραυματισμοί και θάνατοι καθώς και καταστροφές που προκαλούνται από την ταχύτητα των ρευμάτων και των ιζημάτων στα αγροκτήματα, σπίτια, κτίρια, μέσα μεταφοράς, γέφυρες, δρόμους και συστήματα επικοινωνίας (Εικ. 7.8). Διάβρωση και απόθεση των ιζημάτων στις αγροτικές και αστικές περιοχές, που μπορεί να επιφέρει απώλεια σημαντικού εδάφους και βλάστησης. Οι έμμεσες επιδράσεις περιλαμβάνουν μικρής διάρκειας μόλυνση των ποταμών, πείνα, αρρώστιες και απομάκρυνση των κατοίκων. Επιπρόσθετα, μπορεί να εκδηλωθούν φωτιές από βραχυκύκλωμα ή από κομμένους αγωγούς αερίων.

5. ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

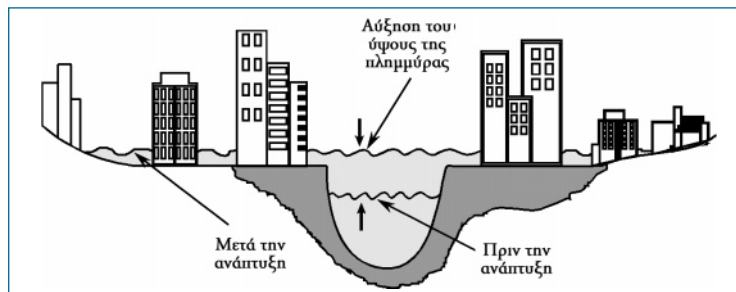
Τα προληπτικά και ρυθμιστικά μέτρα για τις πλημμύρες εμπεριέχουν διαφορετικές προσεγγίσεις. Η πρόληψη περιλαμβάνει μηχανικές κατασκευές και σχεδιασμούς, όπως:

- Αναχώματα και τοίχους, που λειτουργούν σαν φυσικά εμπόδια στην υψηλή στάθμη του νερού.
- Δεξαμενές για αποθήκευση νερού και απελευθέρωσή του με ασφαλείς ρυθμούς.
- Συστήματα επί τόπου κράτησης του νερού των καταγίδων ή δημιουργία λεκανών συγκράτησης.
- Διαμόρφωση της κοίτης με σκοπό την αύξηση του μεγέθους της για γρηγορότερη απομάκρυνση του νερού.
- Διαμόρφωση των κοιτών των ρευμάτων με σκοπό τη διοχέτευση των νερών της πλημμύρας στις γύρω περιοχές.

Ένα μεγάλο πρόβλημα που συνδέεται με τα τεχνικά έργα πρόληψης είναι ότι δημιουργούν μια εσφαλμένη αίσθηση ασφάλειας, η οποία οδηγεί στην αστικοποίηση της λεκάνης κατάκλυσης. Έτσι, τα ρυθμιστικά μέτρα πρέπει να περιλαμβάνουν διαμόρφωση της λεκάνης κατάκλυσης για την αντιμετώπιση μιας πλημμύρας.

Από περιβαλλοντολογική άποψη, στις αστικές περιοχές, η ελαχιστοποίηση των καταστροφών από τις πλημμύρες πραγματοποιείται με τη διαμόρφωση της λεκάνης κατάκλυσης. Αυτό δε σημαίνει ότι τα φυσικά εμπόδια, οι δεξαμενές

και οι διευθύνσεις των κοιτών δεν είναι αναγκαία. Αντίθετα στις περιοχές που είναι αναπτυγμένες στην λεκάνη κατάκλυσης, είναι απαραίτητα για να προστατέψουν ζωές και ιδιοκτησίες. Πρέπει όμως να ληφθεί υπόψη ότι η λεκάνη κατάκλυσης ανήκει στο ποτάμιο-σύστημα και κάθε καταπάτηση που μειώνει την έκτασή της, αυξάνει την ένταση της πλημμύρας (Εικ. 7.9, 7.10). Έτσι, πρέπει να γίνεται “σχεδιασμός ανάλογα με τη φύση”. Στις περισσότερες περιπτώσεις η πιο ρεαλιστική, αποτελεσματική και πρακτική λύση είναι ο συνδυασμός των φυσικών εμποδίων - φραγμάτων και



Εικόνα 7.9

Η αστικοποίηση της λεκάνης κατάκλυσης μπορεί να αυξήσει τα ύψη των επικείμενων πλημμυρών.

Εικόνα 7.10

Καταστροφές στη Νέα Ιωνία σε κατασκευές κατά μήκος του ρέματος του Ποδονύφτη κατά την πλημμύρα του 1994.



της διαμόρφωσης της λεκάνης κατάκλυσης, έχοντας πάντα σα στόχο τις λιγότερες φυσικές μεταβολές του ποτάμιου-συστήματος. Για παράδειγμα, μια λογική χρήση γης της λεκάνης κατάκλυσης σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα διαμόρφωσης της κοίτης ή μιας δεξαμενής στα ανάντι, μπορεί να οδηγήσει σε δημιουργία μικρότερης κοίτης από αυτή που θα ήταν απαραίτητη, αν κανένας περιορισμός στη χρήση γης δεν είχε οριστεί για τη λεκάνη κατάκλυσης.

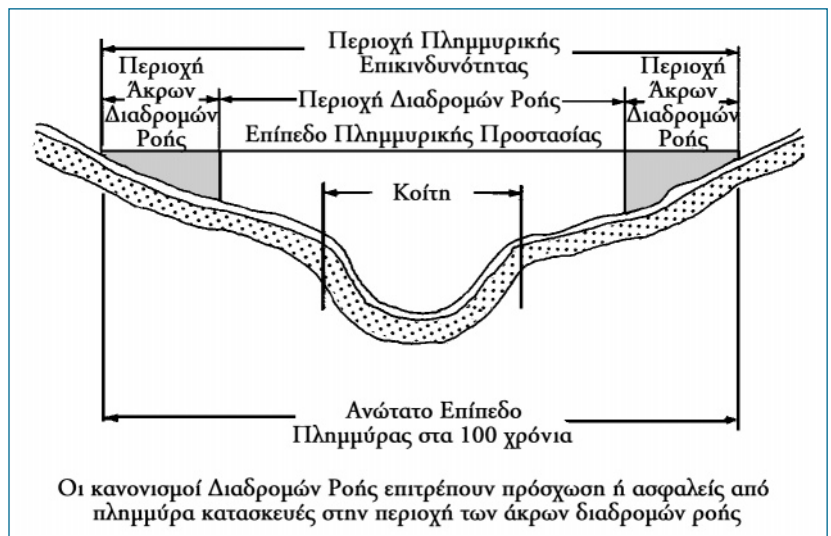
Ο σκοπός της *διαμόρφωσης της λεκάνης κατάκλυσης* είναι να καταστεί όσο το δυνατόν πιο ωφέλιμη η χρήση της, ελαχιστοποιώντας παράλληλα τις καταστροφές από τις πλημμύρες και φυσικά το κόστος προστασίας των περιοχών. Εγκατάλειψη της λεκάνης κατάκλυσης, η οποία αποτελεί μια μεγάλης αξίας φυσική πηγή, μπορεί να προκαλέσει ανθρώπινες απώλειες και τεράστιες καταστροφές. Ένα προκαταρκτικό βήμα για τη διαμόρφωση αυτή, είναι η χαρτογράφηση περιοχών *πλημμυρικής επικινδυνότητας*, η οποία είναι ένα μέσο που παρέχει πληροφορίες για την λεκάνη κατάκλυσης και το σχεδιασμό χρήσης γης. Αυτοί οι χάρτες μπορεί να απεικονίζουν παλαιές πλημμύρες ή πλημμύρες ιδιαίτερης περιόδου, π.χ. 100-χρόνων, και είναι χρήσιμοι, γιατί ουσιαστικά παρέχουν οδηγίες για τη μελλοντική χρήση γης στην λεκάνη κατάκλυσης.

Ο σχεδιασμός χαρτών *πλημμυρικής επικινδυνότητας* για μια ιδιαίτερη λεκάνη αποστράγγισης μπορεί να αποβεί δύσκολος και δαπανηρός. Γενικά, οι χάρτες αυτοί, παράγονται από ανάλυση των δεδομένων ροής του ρεύματος, από αξιόπιστους σταθμούς με αρκετά χρόνια καταγραφής. Παρόλα αυτά, τα δεδομένα ροής δεν είναι διαθέσιμα σε πολλές περιπτώσεις, ειδικά όταν πρόκειται για μικρά ρεύ-

ματα, κι έτσι πρέπει να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές πηγές δεδομένων για να εκτιμηθεί η πλημμυρική επικινδυνότητα.

Οι πλημμύρες μπορούν να χαρτογραφηθούν από αεροφωτογραφίες που ελήφθησαν κατά τη διάρκεια πλημμυρών ή μπορούν να υπολογιστούν από την υψηλή στάθμη του νερού και από τις αποθέσεις των πλημμυρών στην λεκάνη κατάκλυσης, που μετρήθηκαν στην ύπαιθρο μετά την υποχώρηση του νερού.

Προσεκτική μελέτη των εδαφών και της βλάστησης μπορεί επίσης να βοηθήσει στην εκτίμηση της πλημμυρικής επικινδυνότητας. Τα εδάφη στις λεκάνες κατάκλυσης είναι συχνά διαφορετικά από τα εδάφη στα ανάντι, και, με ευνοϊκές συνθήκες, συγκεκριμένα εδάφη μπορούν να συσχετιστούν με πλημμύρα γνωστής συχνότητας. Ο τύπος της βλάστησης μπορεί να διευκολύνει την εκτίμηση της πλημμυρικής επικινδυνότητας, γιατί συχνά υπάρχει μια ζώνωση της βλάστησης στις ποτάμιες κοιλάδες, που μπορεί να συσχετιστεί με ζώνες πλημμύρας. Κάποιοι τύποι δέντρων με ρηχές ρίζες απαιτούν άφθονη τροφοδοσία νερού και επωφελούνται από συχνή κατάκλυση. Συνήθως, τα δέντρα αυτά βρίσκονται δίπλα στις όχθες ρευμάτων, τα οποία συχνά πλημμυρίζουν. Αλλά είδη δέντρων περιορίζονται σε καλής αποστράγγισης εδάφη, χωρίς συχνές ή παρατεταμένες πλημμύρες. Παρότι η ζώνωση της βλάστησης βοηθάει στην εκτίμηση των υποκείμενων της πλημμύρας περιοχών, τα αίτια της είναι πολύπλοκα και δεν προέρχονται απ' ευθείας από την πλημμύρα. Επομένως, η χρήση της βλάστησης, μπορεί να συνδυαστεί και με άλλες μεθόδους εκτίμησης της πλημμυρικής επικινδυνότητας όπως,



Εικόνα 7.11

Ιδεατό διάγραμμα που δείχνει σε εγκάρσια τομή μια κοίτη, την περιοχή της πλημμυρικής επικινδυνότητας, των διαδρομών ροής και των άκρων των διαδρομών ροής της.

Χαρακτηριστικά Πλημμυρών	Μέθοδος Αντιμετώπισης	
	Τεχνική	Μη τεχνική
Βάθος	Αναχώματα, Φράγματα	Νομικό πλαίσιο
Διάρκεια	Τοίχοι ανάσχεσης	Κατασκευαστικός κώδικας
Εκταση	Αλλαγή παροχευτικής ικανότητας του ρεύματος (βάθος, πλάτος, κλίση, κλπ.)	Ανανέωση κτισμάτων
Ταχύτητα ροής	Καθαρισμός της κοίτης	Μόνιμη εκκένωση
Χρόνος υστέρησης των ρευμάτων (ανάντι)	Μικρά ανασχετικά φράγματα στις πηγές	Αναγκαστική απαλλοτρίωση για δημιουργία διαδρόμου ροής, κλπ.
Μέγιστη ροή	Μεγάλο φράγμα (κατάντι)	Προειδοποιητικά σήματα
Ποσότητα ιζημάτων	Σταθεροποίηση των πρανών	Ασφάλιση κατά πλημμύρας

Πίνακας 7.1

Τα χαρακτηριστικά των πλημμυρών και οι μέθοδοι αντιμετώπισής τους.

δεδομένα από δορυφορικές εικόνες, αεροφωτογραφίες, ιστορικές καταγραφές και στοιχεία της λεκάνης κατάκλυσης.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της εκτίμησης της πλημμυρικής επικινδυνότητας τόσο στα ανάντι όσο και στα κατάντι από απ' ευθείας παρατηρήσεις ή από κατασκευές στη λεκάνη αποστράγγισης και στην κοιλάδα του ποταμού, είναι η αξιοπιστία και η μείωση του κόστους (παρατεταμένες μετρήσεις ροής κοστίζουν περισσότερο και, σε πολλές περιπτώσεις, είναι ανέφικτες).

Στις αστικές περιοχές, η ακρίβεια της χαρτογράφησης της πλημμυρικής επικινδυνότητας, η οποία βασίζεται εξολοκλήρου σε δεδομένα ροής ρευμάτων είναι αμφισβητήσιμη. Ένας βελτιωμένος χάρτης μπορεί να παραχθεί, υποθέτοντας την ύπαρξη αστικών συνθηκών με προϋπολογισμένο το ποσοστό των αδιαπέρατων επιφανειών. Έτσι, ένας θεωρητικός χάρτης, μπορεί να παραχθεί π.χ. για πλημμύρες με περίοδο επανάληψης 100-χρόνια. Δύο είναι οι τομείς που χαρτογραφούνται στην περιοχή πλημμυρικής επικινδυνότητας, η περιοχή των διαδρόμων ροής και η περιοχή στα άκρα αυτών των διαδρόμων (Εικ. 7.11).

Η περιοχή των *διαδρόμων ροής* είναι το τμήμα της κοίτης και της πλημμυρικής λεκάνης ενός ρεύματος, το οποίο αποτελεί το πέρασμα της πλημμύρας με περίοδο 100-χρόνια χωρίς να αυξήσει τη στάθμη της πλημμυρίδας περισσότερο από 0.3 μέτρα. Σε αυτή την περιοχή οι επιτρεπόμενες χρήσεις γης είναι οι καλλιέργειες, οι βοσκότοποι, τα εξωτερικά φυτώρια, τα άστυλα άγριων ζώων, οι παιχνιδότοποι, οι

περιοχές φορτοεκφόρτωσης και οι περιοχές στάθμευσης αυτοκινήτων. Επιτρεπόμενες χρήσεις, αρκεί να είναι 8 μέτρα μακριά από το κανάλι του ρεύματος, είναι η περιοχή αναψυχής, οι γέφυρες, η αποχέτευση των νερών των καταιγίδων, οι δρόμοι, κλπ..

Προσωρινές χρήσεις για ορισμένες συγκεκριμένες δραστηριότητες, όπως φράγματα, μαρίνες, χώροι προβολής έργων τέχνης, κ.ά., εάν είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με τις προδιαγραφές είναι επίσης επιτρεπόμενες. Άλλες χρήσεις της περιοχής αυτής, όπως ανοικτές αποθήκες εργαλείων ή υλικών, κατασκευές σχεδιασμένες για ανθρώπινες κατοικίες ή υπόγειες αποθήκες καυσίμων ή εύφλεκτων υγρών, απαιτούν ειδικές προδιαγραφές.

Η δεύτερη περιοχή στα *άκρα των διαδρόμων ροής* αποτελείται από το τμήμα που βρίσκεται μεταξύ του διαδρόμου ροής και του μέγιστου υψόμετρου που υπόκειται στην πλημμύρα με περίοδο 100 χρόνια. Ως επιτρεπόμενες χρήσεις για την περιοχή αυτή είναι όλες εκείνες που επιτρέπονται στην περιοχή των διαδρόμων ροής και επιπλέον:

- Κατοικίες αρκεί να έχει ληφθεί πρόνοια, ώστε να αποφευχθεί η επίπλευση και οι πλημμύρες των υπογείων.
- Αποθήκευση των υλικών πλήρωσης, τα οποία είναι προστατευμένα από τη διάβρωση. Απαγορεύεται η αποθήκευση πάνω στο έδαφος ή η επεξεργασία οποιουδήποτε εύφλεκτου ή εκρηκτικού υλικού, που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στους ανθρώπους, στα ζώα και φυτά κατά τη διάρκεια της πλημμύρας.

Στον *πίνακα 7.1* παρουσιάζονται συνοπτικά οι μέθοδοι αντιμετώπισης των πλημμυρών και τα βασικότερα χαρακτηριστικά τους.

6. ΟΙ ΓΝΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ

Η επιστημονική γνώση σε ό,τι αφορά στις πλημμύρες φαίνεται να είναι ικανοποιητική, παρόλα αυτά σε ατομικό επίπεδο, η κατάσταση δεν είναι τόσο καθαρή. Τα συμπεράσματα που έχουν προκύψει από μελέτες είναι:

- Η ακριβής γνώση της πλημμυρικής επικινδυνότητας δεν αναστέλλει τη μετακίνηση πληθυσμού στην λεκάνη κατάκλυσης.
- Οι χάρτες της λεκάνης κατάκλυσης δεν αποτελούν αποτελεσματική μορφή επικοινωνίας.
- Η ανάπτυξη στα ανάντι είναι συχνά ο αποδιοπομπαίος τράγος για τις κατασκευές στα κατόντι της λεκάνης κατάκλυσης που απειλούνται από τις πλημμύρες.
- Οι γνώσεις των ανθρώπων διαφέρουν τρομερά, όσον αφορά στις πλημμυρίδες.

Η πρόσφατη πρόοδος στην επιστημονική γνώση, περιλαμβάνει τη χαρτογράφηση:

- Των υποκείμενων στις πλημμύρες περιοχών.
- Των περιοχών με πιθανή αστραπιαία εκφόρτιση πλημμύρας στα κατόντι φραγμάτων.
- Των περιοχών, όπου η αστικοποίηση μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στο άμεσο μέλλον.

7. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ

Η διαμόρφωση των ρευμάτων περιλαμβάνει ευθυγράμμιση, εκβάθυνση, εκπλάτυνση, καθαρισμό ή επένδυση των κοιτών ρευμάτων που ήδη υπάρχουν. Βασικά, είναι μια μηχανική τεχνική, με αντικείμενα:

- Τον έλεγχο των πλημμυρών.
- Την αποστράγγιση περιοχών κορεσμένων σε νερό.
- Τον έλεγχο της διάβρωσης.

Ο έλεγχος της πλημμύρας και η βελτίωση της αποστράγγισης είναι τα δύο πιο συχνά θέματα που αντιμετωπίζονται στα προγράμματα διαμόρφωσης καναλιών. Η διαμόρφωση της κοίτης δεν είναι απαραίτητα μια κακή πρακτική. Παρόλα αυτά, ανεπαρκείς μελέτες έχουν δυσμενή περιβαλλοντικά αποτελέσματα. Η εικόνα που προκύπτει είναι ότι δεν υπάρχουν αρκετές γνώσεις σε ό,τι αφορά

αυτές τις συνέπειες.

8. ΟΙ ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΣΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΤΩΝ

Όσοι αντιτίθενται στη διαμόρφωση των φυσικών κοιτών τονίζουν ότι τα ρεύματα υποβιβάζονται αισθητικά και ότι η διαμόρφωση προκαλεί διαταραχές στην υδρόβια ζωή. Το επιχείρημα είναι ότι η αποστράγγιση των κορεσμένων σε νερό εδαφών επηρεάζει δυσμενώς φυτά και ζώα, ελαττώνοντας το απαραίτητο φυσικό περιβάλλον για την επιβίωση συγκεκριμένων ειδών. Το κόψιμο των δέντρων κατά μήκος του ρεύματος ελαττώνει τη σκιά και το κάλυμμα για τα ψάρια, ενώ ταυτόχρονα εκθέτοντας το ρεύμα στον ήλιο, προκαλούνται ζημιές στα φυτά και στους ευαίσθητους στη θερμοκρασία υδρόβιους οργανισμούς. Το κόψιμο δέντρων με σκληρό κορμό στην λεκάνη κατάκλυσης, ελαττώνει το φυσικό περιβάλλον πολλών ζώων και πουλιών και διευκολύνει τη διάβρωση της ιλύος στο ρεύμα. Ευθυγραμμίζοντας και διαμορφώνοντας το ρεύμα, καταστρέφεται η ποικιλία πρότυπων ροών, αλλάζει το μέγιστο της ροής και καταστρέφονται οι περιοχές τροφής και αναπαραγωγής των υδρόβιων οργανισμών. Τέλος, η μετατροπή ενός μαιανδρικού ρεύματος σε ένα ευθύ ανοικτό χαντάκι, μειώνει σοβαρά την αισθητική αξία μιας φυσικής περιοχής.

Είναι κοινώς αποδεκτό, ότι η διαμόρφωση των καναλιών αυξάνει την πλημμυρική επικινδυνότητα στα κατόντι (*Εικ. 7.12*). Αν και σε πολλές περιπτώσεις αυτό είναι αλήθεια, απέχει πολύ από την πραγματικότητα. Μια μελέτη κατέληξε, ότι σε μερικές περιπτώσεις το μέγεθος της πλημμύρας πραγματικά μειώθηκε. Αυτό επιτυγχάνεται μερικώς, επειδή αν και η συνεισφορά της επιφανειακής απορροής από τις διαμορφωμένες κοίτες τείνει να είναι ένα μικρό κλάσμα της συνολικής απορροής της λεκάνης, η μέγιστη επιφανειακή απορροή των διαμορφωμένων κοιτών είναι μεγαλύτερη από αυτή της πλατιάς λεκάνης. Ετσι η ταχύτερη ροή από ένα διαμορφωμένο ρεύμα μπορεί να προπορευθεί της φυσικής ροής της λεκάνης, ελαττώνοντας τη *συνολική μέγιστη* ροή.

Παρόλα αυτά, πρέπει να τονιστεί ότι η διαμόρφωση των κοιτών και ειδικότερα η ευθυγράμμιση, μπορεί να αυξήσει την πλημμύρα στα κατόντι του σχεδιασμού. Ετσι, το πρόβλημα ανάγεται στην αποτελεσματική σύνθεση όλων των διαμορφώσεων κοιτών που υπάρχουν στην ίδια λεκάνη.



Εικόνα 7.12

Πλημμύρες στην πεδινή περιοχή του Νομού Καρδίτσας που προέρχονται από την άστοχη διαμόρφωση ποταμών στα ανάντι.

9. ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΤΩΝ

Η διαμόρφωση των κοιτών δε δημιουργεί πάντα σοβαρή περιβαλλοντική υποβάθμιση. Σε πολλές περιπτώσεις τα προγράμματα αποστράγγισης είναι ωφέλιμα. Τα πλεονεκτήματα μπορούν καλύτερα να παρατηρηθούν αφενός στις αστικές περιοχές, οι οποίες υπόκεινται σε πλημμύρες και αφετέρου στις αγροτικές περιοχές, όπου η προηγούμενη χρήση γης δημιούργησε προβλήματα αποστράγγισης. Επιπρόσθετα, μπορούν να αναφερθούν και άλλα παραδείγματα, στα οποία η διαμόρφωση βελτίωσε τη ναυτιλία και δε δημιούργησε περιβαλλοντική καταστροφή.

Πολλά ρεύματα στις αστικές περιοχές μόλις που μοιάζουν με φυσικά ρεύματα. Η διαδικασία της κατασκευής δρόμων, κτιρίων, κλπ. με τη συνδεόμενη παραγωγή ιζημάτων είναι αρκετή ώστε να εξαφανίσει όλα τα μικρά ρεύματα.

Η επαναφορά του καναλιού χρειάζεται, συχνά, ώστε να:

- καθαριστούν τα αστικά απόβλητα, επιτρέποντας στο ρεύμα να ρέει ελεύθερα,
- προστατευτούν οι όχθες, χωρίς την απομάκρυνση των ήδη υπαρχόντων δέντρων και όπου είναι απαραίτητο, τη δενδροφύτευση πρόσθετων δέντρων ή άλλων ειδών βλάστησης.

Το κανάλι πρέπει να επιτρέπει στο ρεύμα να ελίσσεται παρέχοντας εναλλαγές γρήγορης ροής με μικρό βάθος και αργής ροής με μεγάλο βάθος. Οπου η διάβρωση της κεκλιμένης όχθης πρέπει να ελέγχεται πλήρως, οι εξωτερικές πλευρές των ελιγμών του ρευμάτων πρέπει να προστατεύονται από μεγάλες πέτρες, γνωστές ως rip-rap.

10. ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

Αν και αρκετές αντιγνώμιες και δικαιολογημένες ανησυ-

χίες περιβάλλουν την ιδέα της διαμόρφωσης, είναι αναγκαία η διαμόρφωση των καναλιών, για όσο διάστημα συνεχίζονται οι αλλαγές της χρήσης γης, όπως είναι η αστικοποίηση και η μετατροπή των υγρότοπων σε αγροκτήματα. Επομένως, πρέπει να σχεδιαστούν κανάλια που ελαττώνουν τις δυσμενείς επιπτώσεις. Αποτελεσματική διαμόρφωση μπορεί να επιτευχθεί αν ο σχεδιασμός και τα συστήματα ελέγχου της πλημμύρας ή βελτίωσης της αποστράγγισης είναι προσεκτικά επιλεγμένα, έτσι ώστε να πληρούν συγκεκριμένες ανάγκες.

Αν το κύριο αντικείμενο είναι η βελτίωση της αποστράγγισης σε περιοχές όπου η φυσική πλημμύρα δεν είναι επικίνδυνη, τότε δεν είναι απαραίτητη η μετατροπή ενός μαιανδρικού ρεύματος σε ευθύγραμμο. Σε αυτή την περίπτωση ο σχεδιασμός πρέπει μάλλον να περιλαμβάνει καθαρισμό του καναλιού και διατήρηση ενός μαιανδρικού ρεύματος. Επιπλέον, για ρεύματα με επίστρωμα χαλικιού μικρής κλίσης, μπορούν να κατασκευαστούν εναλλαγές από σχετικά βαθιές και ρηχές περιοχές, αλλάζοντας έτσι το σχήμα του σε διαμήκη τομή. Όπου αυτό είναι δυνατό, το τελικό κανάλι θα τείνει να επαναλάβει τη φύση παρά να είναι ξένο προς αυτή. Επίσης, το κόψιμο των δέντρων κατά μήκος της όχθης του καναλιού πρέπει να ελαχιστοποιηθεί και μια νέα παραγωγή να ενθαρρυνθεί. Αυτό το σχέδιο τείνει να ελαχιστοποιεί τις δυσμενείς επιπτώσεις, διαμορφώνοντας ένα κανάλι που θα είναι περισσότερο παραγωγικό και αισθητικά ευχάριστο.

Ο σχεδιασμός ενός καναλιού με σκοπό τον έλεγχο της πλημμύρας είναι περισσότερο περίπλοκος, γιατί τα φυσικά κανάλια διατηρούνται από ροές με περιόδους επανάληψης από 1 έως 2 χρόνια, ενώ τα προγράμματα ελέγχου πλημμύρας μπορεί να χρειαστεί να παροχετεύσουν πλημμύρες με περιόδους 25 έως 100 χρόνια. Ένα κανάλι σχεδιασμένο για πλημμύρες με περίοδο 100-χρόνια δεν μπορεί να αναμένεται να διατηρηθεί από μια πλημμύρα με περίοδο 2-χρόνια. Το πιο πιθανό είναι, ότι ένα τέτοιο κανάλι θα αποφραχθεί από μεταναστεύοντες όγκους άμμου. Επομένως, προτείνεται η κατασκευή ενός πρότυπου καναλιού, όπου αυτό είναι δυνατό. Ένα μαιανδρικό κανάλι σχεδιασμένο να συντηρείται από μια πλημμύρα με περίοδο 2-χρόνια υπερτίθεται σε ένα μεγάλο ελέγχου πλημμύρας κανάλι. Η πρόσθεση φυσικών χαρακτηριστικών στο κανάλι, προσφέρει φυσικό περιβάλλον σε υδρόβιους οργανισμούς και καλύτερες συνθήκες χαμηλής ροής.

11. ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Από την αρχαιότητα έως σήμερα υπάρχουν πολυάριθμες αναφορές για την εκδήλωση μεγάλων πλημμυρών που έπληξαν τον Ελληνικό χώρο προκαλώντας σημαντικότερες καταστροφές. Σε ιστορικά κείμενα αλλά ακόμα και από τη μυθολογία υπάρχουν ακριβείς αναφορές όχι μόνο για τις καταστροφές των φαινομένων αυτών, αλλά και για τα αίτια που τις προκάλεσαν ή ακόμα και για τα έργα ανασχεσίς τους. Από την αξιοποίηση και διερεύνηση των πληροφοριών διαπιστώνεται ότι οι πλημμύρες αφορούσαν κυρίως κατάκλυση μεγάλων *πεδινών εύφορων* περιοχών από τα νερά ποταμών όπως του Πηνειού, του Αλφειού και του Ευρώτα ποταμού σε περιόδους έντονων βροχοπτώσεων.

Τον παρόντα αιώνα, παρά το γεγονός ότι δεν λείπουν ανάλογα φαινόμενα, φαίνεται ότι υφίσταται μια σημαντική μείωση του αριθμού των γεγονότων παρά το γεγονός ότι υπάρχουν χαρακτηριστικά παραδείγματα ορισμένων μεγάλων καταστροφών. Τούτο οφείλεται κυρίως στην ανάπτυξη των τεχνικών ελέγχου και στη δυνατότητα κατασκευής μεγάλων έργων όπως π.χ. φραγμάτων, αναχωμάτων, τεχνικών κοιτών, κλπ., χωρίς όμως βέβαια να επιτυγχάνεται απόλυτη προστασία αν ληφθούν υπόψη οι πλημμύρες στο Θεσσαλικό κάμπο κατά το 1994 όπου τεράστιες εκτάσεις κατακλύσθηκαν λόγω των αστοχιών στα έργα, αλλά και των ανεξέλεγκτων ανθρώπινων παρεμβάσεων.

Παρά το γεγονός ότι η πλημμυρική επικινδυνότητα έχει γενικά μειωθεί σε μεγάλες πεδινές εκτάσεις, εντούτοις η πλημμυρική επικινδυνότητα έχει αυξηθεί κατά πολύ μέσα ή στα όρια *οικιστικών περιοχών*. Είναι γνωστά πολυάριθμα παραδείγματα Ελληνικών πόλεων που επλήγησαν από καταστροφικές πλημμύρες και προκάλεσαν μάλιστα πολυάριθμα θύματα. Τα πλημμυρικά γεγονότα στις αστικές περιοχές φαίνεται να αυξάνονται, ενώ οι κύριες αιτίες είναι οι ακόλουθες:

- Ο δραστικός περιορισμός της κοίτης των ρευμάτων στις οικιστικές περιοχές λόγω της ανεξέλεκτης δόμησης.
- Ο φραγμός των κοιτών από τη δόμηση, την απόρριψη αδρανών υλικών ή και την άστοχη κατασκευή τεχνικών έργων.
- Η καταστροφή των δασών από τις πυρκαγιές και την αποψίλωση που βρίσκονται προς τα ανάντι μέσα στη λεκάνη απορροής.

- Η μείωση της κατείδουσας και η παράλληλη αύξηση της επιφανειακής απορροής λόγω της κάλυψης της επιφάνειας της λεκάνης απορροής από την αστικοποίηση.
- Η άστοχη κατασκευή “αντιπλημμυρικών έργων” που δεν είναι συμβατά με το περιβάλλον και τις εξελισσόμενες γεωδυναμικές διεργασίες στην επιφάνεια.

Πρόσθετα, στον ευρύτερο χώρο κάθε μιας οικιστικής μονάδας και μέσα στη λεκάνη απορροής υφίστανται ένα σύνολο παραγόντων που έχουν σχέση με την εκδήλωση ή όχι των πλημμυρών, όπως για παράδειγμα η παρουσία πετρωμάτων με αυξημένη περατότητα, οι μορφολογικές κλίσεις και η κατανομή τους, ο βαθμός ανάπτυξης του υδρογραφικού δικτύου και το είδος του, κ.ά. Από πρόσφατες έρευνες οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί σε περιοχές πρότυπα, διαπιστώθηκε ότι σε κάθε μια λεκάνη απορροής συνυπάρχουν μεν ορισμένοι παράγοντες, αλλά για την εκδήλωση πλημμυρών ένας από όλους παίζει το σημαντικότερο ρόλο και καλείται *κρίσιμος παράγοντας*. Ειδικότερα, σε γειτονικές λεκάνες απορροής και με τα ίδια περίπου χαρακτηριστικά διαπιστώνεται ότι είναι διαφορετικός ο κρίσιμος παράγοντας, η άρση του οποίου στην κάθε περίπτωση, εφόσον είναι δυνατόν, απομακρύνει την εμφάνιση ενός φαινομένου.

Η χαρτογράφηση των παραγόντων που συμμετέχουν στην εκδήλωση ενός πλημμυρικού φαινομένου είναι μια πρώτη ενέργεια για τη μείωση του κινδύνου. Στη συνέχεια, η επεξεργασία όλων των δεδομένων μέσω ενός ηλεκτρονικού συστήματος διαχείρισης γεωγραφικών πληροφοριών θα υποδείξει τις επικίνδυνες περιοχές στα πλαίσια εφαρμογής ενός σχεδίου χρήσης γης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D., 1993. Natural Disasters. 632p., UCL Press, London.
- Baker, V.R., 1976. Hydrogeomorphic methods for the regional evaluation of flood hazards. *Environmental Geology*, 1, 261-281.
- Beyer, J.L., 1974. Global response to natural hazards: Floods. *Natural hazards*, 265-74, Oxford University Press, New York.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. *Geological Hazards*. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bryant, E.A., 1991. *Natural Hazards*. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Bue, C.D., 1967. Flood information for floodplain planning. U. S. Geological Survey Circular, 539.
- Coch, N.K., 1995. *Geohazards. Natural and human*. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Keller, A.E., 1976. *Environmental geology*. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- Λέκκας, Ε., Λόζιος, Σ. & Χολέβας, Κ., 1994. Επιχειρησιακή οργάνωση Δήμου Χαλανδρίου για την αντιμετώπιση φυσικών και τεχνολογικών καταστροφών. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 232σ.
- Λέκκας, Ε., 1995. Γεωλογία και Περιβάλλον. Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 242σ., Αθήνα.
- Λέκκας, Ε., Σακελλαρίου, Δ. & Μπερτάκης, Γ., 1995. Διαχείριση Γεωπεριβαλλοντικών Προβλημάτων. Μια μέθοδος εκτίμησης της πλημμυρικής επικινδυνότητας για χρήση με Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Η περίπτωση Αρχαγγέλου Ρόδου. 2ο Εθνικό Συνέδριο της ΕΕΔΥΠ “Ολοκληρωμένες επεμβάσεις για τη μείωση του κινδύνου από τις πλημμύρες”, 175-182, Αθήνα.
- Leopold, L.B., 1968. *Hydrology for urban land planning*. U. S. Geological Survey Circular, 559.
- Linsley, R.K.Jr., Kohler, M.A. & Paulhus, J.L., 1958. *Hydrology for engineers*. McGraw-Hill, New York.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. *Geohazards. Natural and man-made*. 227p., Chapman & Hall, London.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. *An introduction to global environmental issues*. 390p., Routledge, London.
- Schaeffer, J.R., Ellis, D.W. & Spieker, A.M., 1970. Flood-hazard mapping in metropolitan Chicago. U. S. Geological Survey Circular, 601C.
- Smith, K., 1992. *Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster*. 324p., Routledge, London.

8

Παράκτιες καταστροφές

1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι πειρωτικές και ωκεάνιες διεργασίες συνδυάζονται κατά μήκος των ακτών και προκαλούν φαινόμενα, που μεταβάλλουν το τοπίο σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Η επίδραση των καταστροφικών παράκτιων διεργασιών είναι σημαντική, γιατί πολλές κατοικημένες περιοχές βρίσκονται κοντά στην ακτή.

Οι πιο σημαντικές παράκτιες καταστροφές είναι:

- Οι τροπικοί κυκλώνες,
- Οι παλιρροιακές πλημμύρες, που προκαλούνται από το συνδυασμό της πλημμυρίδας και της διάγκωσης της θάλασσας,
- Τα παλιρροιακά κύματα βαρύτητας (tsunamis) ή αλλιώς σεισμικά κύματα.

2. ΤΡΟΠΙΚΟΙ ΚΥΚΛΩΝΕΣ

Οι τροπικοί κυκλώνες που είναι γνωστοί ως *τυφώνες* στον Ατλαντικό ωκεανό και ως *κυκλώνες* στον Ειρηνικό και Ινδικό ωκεανό, προκαλούν ζημιές και καταστροφές λόγω των ισχυρών ανέμων, των ποτάμιων πλημμυρών από την έντονη βροχόπτωση και των κυμάτων.

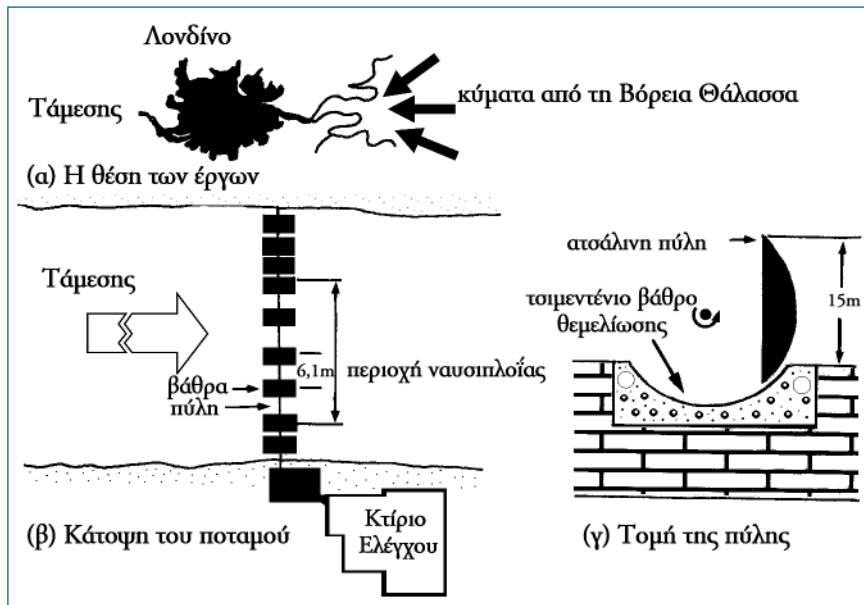
Οι περισσότεροι θάνατοι σε αυτές τις καταιγίδες οφείλονται σε πνιγμό. Τα τελευταία χρόνια όμως, η δραστική ανίχνευση και η έγκαιρη προειδοποίηση, έχουν περιορίσει σημαντικά τη θνησιμότητα, ενώ αντίθετα έχουν αυξηθεί οι υλικές ζημιές.

Ένα δευτερεύον φαινόμενο των τροπικών κυκλώνων είναι οι αστραπιαίες πλημμύρες, λόγω της έντονης βροχόπτωσης, κατά τη διέλευση της καταιγίδας προς την ενδοχώρα.

3. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΕΣ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ

Οι κυκλώνες δεν είναι οι μοναδικές παράκτιες καταιγίδες που προκαλούν καταστροφές. Για παράδειγμα, ένα κύμα που προέρχεται από καταιγίδα, όταν συνδυαστεί με πλημμυρίδα παράγει μια στιγμιαία έντονη παλιρροιακή πλημμύρα.

Τον πρώτο αιώνα μ.Χ., οι Ρωμαίοι ίδρυσαν την πόλη Londinium, στις όχθες του ποταμού Τάμεση



Εικόνα 8.1

Χάρτης και διαγράμματα των αντιπλημμυρικών έργων που κατασκευάστηκαν στον ποταμό Τάμεση, στο Λονδίνο. Η θέση των έργων (α) είναι στα κατάντι της πόλης. Στην κάτωψη του ποταμού (β) φαίνονται τα βάθρα και η βυθισμένη πύλη κατά πλάτος του ποταμού, με συνολικό πλάτος περίπου 500m. Η ατσάλινη πύλη βρίσκεται πάνω σε τοιμεντένια θεμέλια στο ασβεστολιθικό υπόβαθρο του ποταμού (γ) και περιστρέφεται για να τοποθετηθεί έτσι, ώστε να παρέχει προστασία από τα κύματα της Βόρειας Θάλασσας.

και ακόμα και μέχρι πρόσφατα το Λονδίνο βρισκόταν στο έλεος των παλιρροιακών πλημμυρών που προκαλούνται από κύματα. Έχουν συμβεί τουλάχιστον επτά καταστροφικές πλημμύρες από τον 13ο αιώνα, δύο από τις οποίες ήταν σχετικά πρόσφατες, το 1928 και το 1953. Οι παραπάνω καταστροφικές συνέπειες οδήγησαν, στην κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων στον Τάμεση που εκτελέστηκαν και δοκιμάστηκαν το 1983. Τα αντιπλημμυρικά έργα κόστισαν 750 εκατομμύρια δολάρια και αποτελούνται από δέκα τεράστιες ατσάλινες πύλες που διαχωρίζονται από εννέα βάθρα, σχήματος πλοίου. Η συνολική έκταση του έργου, από τη μία όχθη στην άλλη, είναι πάνω από 500 μέτρα (Εικ. 8.1).

Όταν οι πύλες δε χρησιμοποιούνται, παραμένουν πάνω σε τοιμεντένια βάθρα στον ασβεστολιθικό πυθμένα, χωρίς έτσι να αποτελούν εμπόδιο για τη ναυσιπλοΐα. Όταν είναι απαραίτητο, οι πύλες, περιστρέφονται υδραυλικά, κατά 90°, έτσι ώστε να σηκωθούν 15 μέτρα πάνω από τον πυθμένα του ποταμού. Τα παραπάνω έργα, σε συνδυασμό με αναβαθμίδες και μικρότερα φράγματα, προστατεύουν την πόλη του Λονδίνου, ακόμα και από πλημμύρες με περίοδο επανάλιψης 1000 χρόνια.

4. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΑ ΚΥΜΑΤΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ (Tsunamis)

Τα σεισμικά θαλάσσια κύματα, ή τσουνάμι, αποκαλούνται συχνά “παλιρροιακά κύματα” χωρίς όμως η λέξη αυτή να αποδίδει σωστά την αρχή δημιουργίας τους αφού τα

κύματα τσουνάμι δεν οφείλουν τη γένεσή τους στην δράση της σελήνης ή του ήλιου όπως τα παλιρροιακά. Πρόκειται για *μεγάλα κύματα* τα οποία δημιουργούνται από μεγάλες και απότομες αναταράξεις των υδάτινων μαζών στα βάθη των θαλασσών ή των ωκεανών, οι οποίες συνήθως παρατηρούνται κατά μήκος των υποθαλάσσιων ρηγμάτων που μετακινούνται με κάποιο σεισμό.

Είναι ιδιαίτερα καταστρεπτικά και προκαλούν σοβαρές φυσικές καταστροφές. Μπορεί επίσης να καταστραφούν πλοία, λιμάνια, κτίρια και συστήματα μεταφοράς. Επιπλέον, μπορούν να επηρεάσουν την υδρόβια πανίδα και χλωρίδα που αναπτύσσεται σε παράκτια περιβάλλοντα. Ευτυχώς όμως, εμφανίζονται σχετικά σπάνια και περιορίζονται στις παράκτιες περιοχές του Ειρηνικού. Στον *πίνακα 8.1* παρουσιάζονται οι περιπτώσεις εμφάνισης των μεγαλύτερων τσουνάμι σε παγκόσμια κλίμακα.

Στην ανοιχτή θάλασσα τα κύματα αυτά ταξιδεύουν με ταχύτητες που μπορούν να φτάσουν τα 800 km την ώρα, ενώ η απόσταση δύο διαδοχικών κορυφών μπορεί να υπερβεί τα 100 km. Το ύψος των κυμάτων στα βαθιά νερά είναι λιγότερο από ένα μέτρο, αλλά όταν τα κύματα εισέρχονται σε ρηχά παράκτια ύδατα επιβραδύνονται σε λιγότερο από 60 km την ώρα, ενώ το ύψος τους αυξάνεται και μπορεί να φτάσει τα 15 μέτρα.

Στην ανοιχτή θάλασσα το μήκος των κυμάτων τσουνάμι είναι κατά πολύ μεγαλύτερο από το μήκος των συνηθισμένων θαλάσσιων κυμάτων, τα οποία σπάνια υπερβαίνουν τα 100 μέτρα μήκος από κορυφή σε κορυφή. Παράλληλα, το

ύψος στο οποίο φθάνουν οι κορυφές των κυμάτων τσουνάμι είναι μικρότερο του ενός μέτρου γι' αυτό και σπάνια διακρίνονται από τα πλοία στην ανοικτή θάλασσα. Η ταχύτητα με την οποία κινούνται τα κύματα τσουνάμι μειώνεται στα μικρότερα βάθη. Με μαθηματικό τρόπο, η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων τσουνάμι ισούται με:

$$\sqrt{gd}$$

όπου **g** είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας (980 cm/sec²) και **d** το βάθος.

Στους ωκεανούς, όπως στον Ειρηνικό για παράδειγμα, όπου το βάθος φθάνει τα 5 km, η αντίστοιχη ταχύτητα σε αυτό το βάθος υπερβαίνει τα 700 km/hr.

Καθώς ένα κύμα τσουνάμι φθάνει σε περιοχές ρηχών

υδάτων κοντά σε νησιά, η ταχύτητά του μειώνεται απότομα, ενώ ταυτόχρονα το πλάτος του κύματος αυξάνεται κατά πολύ και πολλές φορές υπερβαίνει τα 25 μέτρα.

Καθώς πλησιάζει ένα κύμα τσουνάμι κοντά στην ακτή, η στάθμη της θάλασσας υποχωρεί αρχικά αποκαλύπτοντας έτσι τους υφάλους και ερημώνοντας τις παραλίες που γεμίζουν με ψάρια. Στην περίπτωση του τσουνάμι που έπληξε το Hilo το 1923, οι άνθρωποι βλέποντας τις παραλίες γεμάτες με ψάρια κατά την πρώιμη πτώση της στάθμης της θάλασσας έτρεξαν να τα μαζέψουν και έτσι πνίγηκαν από τα μεγάλα κύματα που ακολούθησαν.

Σε άλλες περιπτώσεις τσουνάμι, μπορεί να παρατηρηθεί λίγο πριν από την άφιξη του κυρίως κύματος, άνοδος της στάθμης της θάλασσας. Οι ακολουθίες των κυμάτων τσουνάμι διαχωρίζονται κατά μερικά λεπτά ή ακόμα και μία

Πίνακας 8.1

Τα μεγαλύτερα τσουνάμι στον κόσμο.

Ημερ/νία	Περιοχή	Ορατό ύψος κυμάτων	Εκτίμηση ζημιών (χιλιάδες δολλάρια)	Παρατηρήσεις
1500 π. Χ	Σαντορίνη			Ερήμωση της Μεσογειακής ακτής
1/11/1755	Ανατολικός Ατλαντικός	5 - 10		Αναφέρθηκε από την Ευρώπη μέχρι τις Δυτικές Ινδίες
21/12/1812	Κανάλι Santa Barbara	αρκετά μέτρα		
7/11/1837	Χιλί	5		
17/5/1841	Kamchatka	<5		
2/4/1868	Χαβάν	<3		
13/8/1868	Περού - Χιλί	>10		Παρατηρήθηκε και στη Νέα Ζηλανδία, καταστροφές στη Χαβάν
10/5/1877	Περού - Χιλί	2-6		Καταστροφές στο Ικίμπε, Περού
27/8/1883	Krakatau			Πάνω από 30.000 θάνατοι από πνιγμό
15/6/1896	Honshu	24		Περίπου 26.000 θάνατοι από πνιγμό
1906	Χαβάν		50	
1917	Amer. Samoa			
1918	Χαβάν		100	
1918	Πουέρτο Ρίκο		250	40 νεκροί
1922	Χαβάν, Καλιφόρνια, Amer. Samoa		50	
3/2/1923	Χαβάν	περίπου 5	4.000	1 νεκρός
2/3/1933	Χαβάν	>20	200	3.000 θάνατοι από πνιγμό
1/4/1946	Χαβάν, Αλάσκα, W. Coast	10	25.000	173 νεκροί και 163 τραυματίες
4/11/1952	Midway Island, Χαβάν	<5	1.200	
9/3/1957	Χαβάν, West Coast	<5	4.000	Από σεισμό μεγέθους 8.3 της κλίμακας Ρίχτερ
23/5/1960	Χαβάν, W. Coast, American Samoa	>10	25.500	61 νεκροί και 282 τραυματίες
28/3/1964	Αλάσκα, W. Coast, Χαβάν	6	104.000	122 νεκροί και 200 τραυματίες
1965	Αλάσκα		100	

ώρα ή και περισσότερο. Το μέγεθος της επίκλυσης και της απόσυρσης των κυμάτων διαφέρει από περιοχή σε περιοχή κατά μήκος μιας ακτογραμμής ανάλογα με το βάθος των υδάτων σε κάθε σημείο αλλά και άλλους παράγοντες. Για το λόγο αυτό ο κίνδυνος δεν προέρχεται πάντα από την πρώτη ακολουθία κυμάτων όσο σφοδρή και αν είναι αυτή. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι στη Χαβάνη το 1946, οι μεγαλύτερες καταστροφές σε ορισμένες θέσεις προκλήθηκαν από την όγδοη ακολουθία κυμάτων.

Παρόλο που το πρόβλημα των καταστροφών που προκαλούνται από τσουνάμι παρουσιάζεται στις περιωκεάνιες περιοχές και ειδικότερα σε αυτές του Ειρηνικού, τα τσουνάμι εμφανίζονται σε όλους σχεδόν τους ωκεανούς αλλά και σε πολλές θάλασσες και μπορούν να προκαλέσουν καταστροφές ακόμα και όταν είναι μικρής κλίμακας. Για παράδειγμα, η έκρηξη του ηφαιστείου Taal στη νοτιοδυτική Λουζον στις Φιλιππίνες το Σεπτέμβριο του 1965, οδήγησε στη δημιουργία μικρών τσουνάμι στη λίμνη Taal. Τα κύματα ανέτρεψαν πλοία που μετέφεραν κατοίκους των Φιλιππίνων και προξένησαν περισσότερους από 50 θανά-

τους.

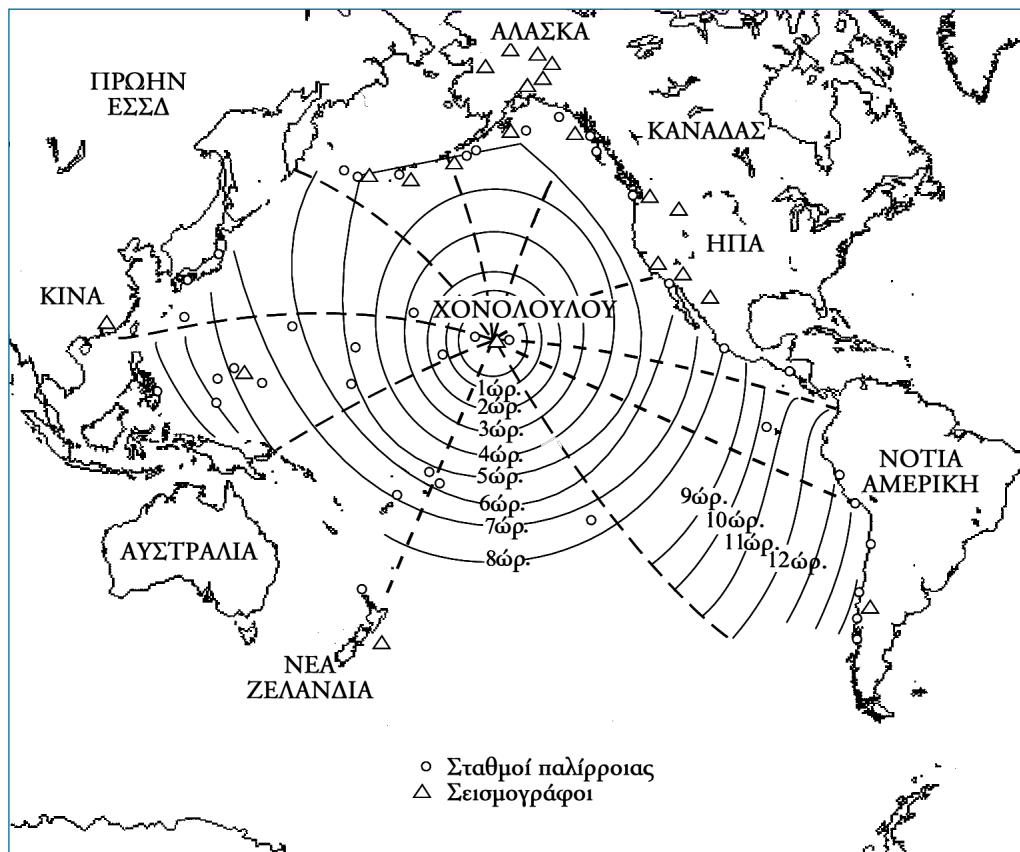
Στην πρώην Σοβιετική Ένωση, παρόλο που τα τσουνάμι συνήθως παρατηρούνται στις ακτές του Ειρηνικού ωκεανού, στην Kamchatka και στα νησιά Kurile, μερικές φορές τσουνάμι πλήττουν και τη Μαύρη και την Κασπία θάλασσα, όπου οι σεισμοί είναι πολύ συχνό φαινόμενο.

Ακριβώς όπως οι σεισμοί μετριοούνται με την κλίμακα μεγεθών Ρίχτερ, έτσι και για τα τσουνάμι οι Ιάπωνες επιστήμονες έχουν προτείνει μια κλίμακα μεγεθών. Το μέγεθος ενός τσουνάμι καθορίζεται, ανάλογα με το μέγεθος ενός σεισμού, από το λογάριθμο του μήκους του θαλάσσιου κύματος, μετρημένο στην ακτογραμμή ως προς ένα σταθερό μέτρο παλίρροιας και 10 έως 300 km από την αρχή του. Ένας μαθηματικός τύπος που χρησιμοποιείται είναι ο ακόλουθος:

$$m = 3,32 \log_{10} h$$

όπου **h** είναι το μέγιστο ύψος του κύματος σε μέτρα, μετρούμενο στην ακτή.

Μαθηματικοί τύποι όπως ο παραπάνω οδηγούν σε μάλλον ποικίλες και αδρές εκτιμήσεις αφού το μέγεθος των



Εικόνα 8.2
Σύστημα προειδοποίησης για τα παλίρροιακά κύματα βαρύτητας. Ο χάρτης δείχνει τους σταθμούς αναφοράς και τους χρόνους που απαιτούνται για να φθάσουν τα παλίρροιακά κύματα βαρύτητας στη Χονολουλού (Χαβάνη) από διάφορες θέσεις.

θαλάσσιων κυμάτων εξαρτάται άμεσα από τις ακτογραμμές.

Στην ιστορία αναφέρονται πολλές περιπτώσεις μεγάλων σεισμών που έπληξαν παράκτιες περιοχές και συνοδεύονταν από καταστροφικά θαλάσσια κύματα που προξένησαν πολλούς θανάτους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας καταστροφής αποτελεί ο σεισμός της Λισαβώνας την 1η Νοεμβρίου 1755 κατά τον οποίο πολύ υψηλά θαλάσσια κύματα κατάκλυσαν τη δυτική ακτή της Πορτογαλίας, της Ισπανίας και του Μαρόκου προξενώντας περί τους 60.000 θανάτους. Το ύψος των κυμάτων στην Λισαβώνα έφθασε τα 5 μέτρα πάνω από το μέγιστο πλημμυρικό επίπεδο. Τα κύματα σάρωσαν τον Ατλαντικό ωκεανό ενώ έκαναν την εμφάνισή τους και στην Ολλανδία, Αγγλία, Αζόρες και Δυτική Ινδία. Στο Kinsale της Ιρλανδίας παρατηρήθηκαν απότομες ανοδικές κινήσεις 4.5 ώρες μετά το σεισμό.

Παρόμοια μεγάλη καταστροφή συνέβη το Φεβρουάριο του 1969 όταν σεισμός μεγέθους 8 της κλίμακας Ρίχτερ συγκλόνησε τον ανατολικό Ατλαντικό, με επίκεντρο κοντά στην Πορτογαλία. Καταστροφές αναφέρθηκαν στην Πορτογαλία, Ισπανία και στο Μαρόκο, ενώ κύματα τσουνάμι δημιουργήθηκαν και στην Καζαμπλάνκα, στην οποία όμως το ύψος των κυμάτων έφθασε μόνο τα 1.2 μέτρα.

Λιγότερο συχνές αιτίες δημιουργίας κυμάτων τσουνάμι είναι οι υποθαλάσσιες κατολισθήσεις, όπως για παράδειγμα, στον κόλπο Sugami στην Ιαπωνία το 1933, στο Valdez στην Αλάσκα το 1964, οι χιονοστιβάδες που καταλήγουν μέσα σε κόλπους, όπως στον κόλπο Lituya στην Αλάσκα το 1958 καθώς και οι ηφαιστειακές εκρήξεις, όπως κατά την έκρηξη του ηφαιστείου Krakatau το 1883, όπου λέγεται ότι δημιουργήθηκαν κύματα τσουνάμι ύψους πάνω από 30 μέτρα που κατέκλυσαν την Ιαπωνία και τη Σουμάτρα προκαλώντας το θάνατο σε περισσότερους από 30.000 ανθρώπους. Τέλος, οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες μπορούν να προκαλέσουν κύματα τσουνάμι, όπως για παράδειγμα, από την υποθαλάσσια έκρηξη ατομικών βομβών στα νησιά Bikini και αλλού.

Τα παλιρροιακά κύματα βαρύτητας ευθύνονται για το θάνατο πολλών ανθρώπων, όπως στο σεισμό της Αλάσκας το 1964, αλλά μπορούν επίσης να προκαλέσουν καταστροφικά φαινόμενα, χιλιάδες χιλιόμετρα πιο μακριά από την πηγή δημιουργίας τους. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελούν τα σεισμικά κύματα που επέφεραν το θάνατο σε περίπου 61 ανθρώπους στη Χαβάν το 1960. Τα κύματα αυτά, προκλήθηκαν από ένα σεισμό που έγινε στη Χιλή και τα οποία έφτασαν στη Χαβάν μέσα σε διάστημα 15 ωρών. Αν και δεν

υπάρχει τρόπος να προβλεφθούν τα παλιρροιακά κύματα βαρύτητας, ωστόσο μπορούν να ανιχνευτούν και έτσι να προειδοποιηθούν οι παράκτιες κοινότητες. Αν μετά από ένα σεισμό ή οποιαδήποτε άλλη διαταραχή, προκληθούν παλιρροιακά κύματα βαρύτητας, ο χρόνος άφιξης των κυμάτων μπορεί να προβλεφθεί με σφάλμα ± 1.5 λεπτό για κάθε ώρα διαδρομής. Αυτή η πληροφορία είναι χρήσιμη για την κατασκευή ενός χάρτη προειδοποίησης για τα παλιρροιακά κύματα βαρύτητας, όπως αυτός που έχει κατασκευαστεί για τη Χαβάν και φαίνεται στην *Εικ. 8.2*.

Ορισμένα παραδείγματα που δείχνουν τη σφοδρότητα των καταστροφών από τα τσουνάμι φαίνονται στις *Εικ. 8.3, 8.4* και *8.5*. Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να επισημανθούν είναι το ύψος του κύματος, το μέγεθος του σεισμού, η απόσταση από το επίκεντρο και ο χρόνος διαδρομής του κύματος.

5. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Ένα αποτέλεσμα της παγκόσμιας ανόδου της στάθμης της θάλασσας και της αλόγιστης ανάπτυξης της παράκτιας ζώνης είναι, να αποτελέσει η παράκτια διάβρωση ένα σοβαρό παγκόσμιο πρόβλημα.

Σε αντίθεση με άλλες φυσικές καταστροφές, όπως σεισμοί, τροπικοί κυκλώνες, ή παλίρροιες, η παράκτια διάβρωση είναι μια *συνεχής διεργασία* που όμως μπορεί να προβλεφθεί γι' αυτό και μεγάλα ποσά χρημάτων δαπανώνται για τον έλεγχό της. Αν η εκτεταμένη ανάπτυξη των παράκτιων περιοχών για διακοπές και κέντρα αναψυχής συνεχιστεί, τότε το πρόβλημα της παράκτιας διάβρωσης θα γίνει πιο σοβαρό.

Οι ακτές που βρίσκονται σε τεκτονικά ενεργές περιοχές χαρακτηρίζονται από έντονο διαμελισμό (προεξοχές, βράχοι, μικρά ακρωτήρια) και γενικά ανώμαλη ακτογραμμή. Η παρουσία τέτοιων προεξοχών ή ακρωτηρίων σε μια ακτή, συμβάλλει στην έντονη δράση των κυμάτων και στην παράκτια διάβρωση. Όταν τα κύματα σπάνε πάνω στην ακτή καταναλίσκουν τη μεγαλύτερη ενέργειά τους στις περιοχές που προεξέχουν από ότι στην παραλία που βρίσκεται στο εσωτερικό τους. Με την επίδραση της διαβρωτικής ικανότητας των κυμάτων ευθυγραμμίζεται η ακτογραμμή, γιατί διαβρώνονται τα ακρωτήρια και το υλικό αποτίθεται στην περιοχή που μεσολαβεί.

Σε τεκτονικά ήρεμες περιοχές, η κύρια μορφή της ακτογραμμής είναι αλυσίδες από νησίδες άμμου που διαχωρίζονται



Εικόνα 8.3

Δύο φωτογραφίες πριν και κατά το χτύπημα ενός τσουνάμι στη Χαβάι. Η περιοχή στις φωτογραφίες βρίσκεται σε απόσταση 3.600 km από το επίκεντρο του σεισμού, μεγέθους 8,3 R, της 9ης Μαρτίου 1957. Τα κύματα τσουνάμι είχαν 8 m ύψος και προκάλεσαν εκτεταμένες ζημιές σε κατοικίες και εγκαταστάσεις πετρελαίου.



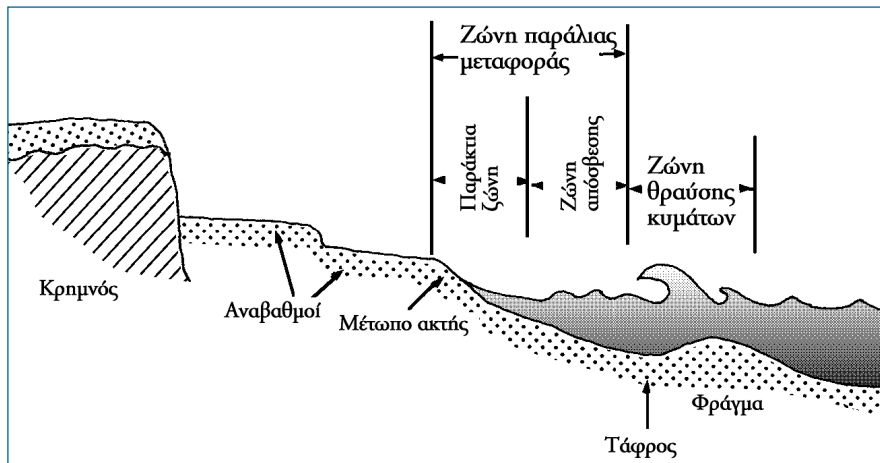
Εικόνα 8.4

Αποψη ζημιών από τσουνάμι στον κόλπο Resurrection στην Αλάσκα που προκλήθηκαν από το σεισμό της 27ης Μαρτίου 1964.



Εικόνα 8.5

Αεροφωτογραφία από το Valdez της Αλάσκα που δείχνει τις καταστροφές που προκλήθηκαν από τσουνάμι κατά μήκος της ακτής κατά το σεισμό του 1964.



Εικόνα 8.6
Κύρια ορολογία για τις μορφές του εδάφους και τη δράση των κυμάτων σε παράκτιο περιβάλλον.

ζονται από την κυρίως χώρα με κόλπους, πορθμούς και λιμνοθάλασσες. Η ανταλλαγή νερού μεταξύ των λιμνοθαλασσών με την ανοικτή θάλασσα γίνεται διαμέσου διαύλων που σχηματίζονται όταν σφοδρά κύματα διασπούν τις νησίδες άμμου.

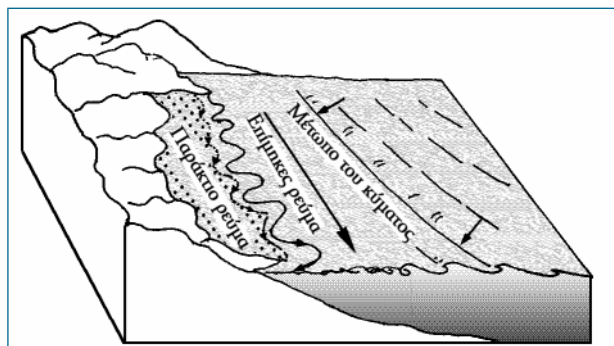
5.1 Παράκτιες μορφές και διεργασίες

Η άμμος των παραλιών δεν είναι στατική, αλλά κινείται συνεχώς από τη δράση των κυμάτων (Εικ. 8.6). Όταν τα κύματα χτυπούν την ακτή με γωνία δημιουργούν ένα επίμηκες και ένα παράκτιο ρεύμα, τα οποία μετακινούν την άμμο κατά μήκος της ακτής (Εικ. 8.7).

Στην εικόνα 8.6 φαίνεται η κύρια ορολογία ενός ιδανικού παράκτιου περιβάλλοντος. Η προέκταση της παραλίας προς την ηπειρωτική πλευρά τελειώνει με μία φυσική τοπογραφική και μορφολογική μονάδα, όπως ένας κρημνός, ή μια θίνα. Οι αναβαθμοί βρίσκονται πάνω στην παραλία και σχηματίζονται από ιζήματα που μεταφέρονται

Εικόνα 8.7

Μοντέλο που απεικονίζει τα παράκτια και επιμήκη ρεύματα τα οποία μεταφέρουν άμμο κατά μήκος της ακτής.



από τα κύματα και αποτίθενται όταν το κύμα χάσει και την τελευταία του ενέργεια. Το μέτωπο της ακτής είναι το κεκλιμένο τμήμα της ακτής ακριβώς μετά τον αναβαθμό, μέρος του οποίου είναι εκτεθειμένο στην δράση των κυμάτων. Στην παράκτια ζώνη μεταφέρεται συνεχώς η άμμος με τη βοήθεια του παράκτιου ρεύματος (Εικ. 8.7). Η ζώνη απόσβεσης αποτελεί το τμήμα του παράκτιου περιβάλλοντος, όπου σχηματίζονται ήρεμοι κυματισμοί μετά τη θραύση του κύματος και είναι η περιοχή στην οποία λαμβάνουν χώρα τα επιμήκη ρεύματα. Η ζώνη θραύσης είναι η περιοχή στην οποία τα εισερχόμενα κύματα γίνονται ασταθή, μέγιστα και τέλος “σπάνε”. Οι επιμήκεις τάφροι και τα φράγματα είναι επιμήκεις δομές που δημιουργούνται από άμμο με τη βοήθεια της δράσης των κυμάτων. Μια συγκεκριμένη ακτή, ιδιαίτερα αν είναι πλατιά και με ήπια κλίση, μπορεί να αποτελείται από μια σειρά από επιμήκη παράκτια φράγματα, τάφρους και ζώνες θραύσης.

5.2 Παράγοντες διάβρωσης

Η άμμος τροφοδοτείται στις παράκτιες περιοχές με την ποτάμια μεταφορά υλικού, που προέρχεται από την αποσάθρωση πετρωμάτων πλούσιων σε χαλαζία και αστρίους. Η κατασκευή φραγμάτων, μερικές φορές εμποδίζει τη μεταφορά της άμμου από τα βουνά προς τις παραλίες, με αποτέλεσμα μερικές παραλίες να μην έχουν άμμο.

Η παρουσία ενός κρημνού σε μια παραλία προσθέτει προβλήματα διάβρωσης, επειδή ο κρημνός εκτίθεται τόσο σε θαλάσσιες όσο και σε εδαφικές διαβρωτικές διεργασίες (Εικ. 8.8). Οι διεργασίες αυτές όταν συνδυάζονται, διαβρώνουν τον κρημνό με πολύ πιο γρήγορο ρυθμό από ότι αν κάθε μια λειτουργούσε μεμονωμένα. Το πρόβλημα γίνε-



Εικόνα 8.8

Καταστροφικά αποτελέσματα από τη θαλάσσια διάβρωση.

ται οξύτερο όταν επεμβαίνει ο άνθρωπος παράγοντας στην περιοχή του κρημνού, με τη δημιουργία μη κατάλληλων κατασκευών.

Συχνά ένα λεπτό επίστρωμα από άμμο και χονδρόκοκκο υλικό (χαλίκια και κροκάλες) καλύπτει την επιφάνεια που σπάει το κύμα στη βάση του κρημνού, δημιουργώντας έτσι έναν πλατύ αναβαθμό, που προστατεύει τον κρημό από την κυματική διάβρωση. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, σφοδρά κύματα, απομακρύνουν το αμμούχο κάλυμμα, αφήνοντας εκτεθειμένη τη βάση του κρημνού.

Παράλληλα με τη διαβρωτική δράση των κυμάτων, οι διεργασίες που επιδρούν στο θαλάσσιο κρημό συμπεριλαμβάνουν τη βιολογική διάβρωση, την αποσάθρωση, την απόπλυση από τη βροχή, τις κατολισθήσεις και την τεχνητή διάβρωση.

Οι βιολογικές διεργασίες διευκολύνουν ή επιδρούν άμεσα στη διάβρωση του κρημνού, για παράδειγμα τα μαλάκια, τα θαλάσσια σκουλήκια και μερικοί σπόγγοι, καταστρέφουν τα πετρώματα. Η αποσάθρωση είναι σημαντική, γιατί αποδυναμώνει τους σχηματισμούς του κρη-

μού και βοηθάει τη διάβρωση. Τα δέντρα που βρίσκονται στην κορυφή του κρημνού διεισδύουν στα πετρώματα προκαλώντας ρωγμές, ενώ στη συνέχεια σταγονίδια νερού μπαίνουν μέσα στις ρωγμές, τις φράσσουν και όταν το νερό εξατμίζεται οι κρύσταλλοι άλατος ασκούν πιέσεις στο πέτρωμα, το αποδυναμώνουν και το θρυμματίζουν. Η απόπλυση από τη βροχή μπορεί να προκαλέσει σημαντική διάβρωση στον κρημό, όμως η έκταση της διάβρωσης εξαρτάται από τη φύση και την έκταση της βροχής και από τη διαβρωσιμότητα των σχηματισμών που συνιστούν τον κρημό.

Μια ποικιλία ανθρώπινων δραστηριοτήτων μπορεί επίσης να προκαλέσει διάβρωση στον κρημό. Η αστικοποίηση, για παράδειγμα, συντελεί στην αύξηση της απορροής, η οποία αν δεν ελεγχθεί και δεν απομακρυνθεί από το βραχώδη σχηματισμό, μπορεί να προκαλέσει έντονη διάβρωση. Οι αρδευόμενοι χορτοτάπητες ή οι κήποι που ίσως υπάρχουν στο πάνω μέρος του κρημνού, προσθέτουν σημαντικές ποσότητες νερού στην πλαγιά. Αυτό το νερό τείνει να διαφεύγει προς τη βάση του κρημνού, όπου μπορεί να αναδύεται με τη μορφή μικρών διαρροών ή πηγών, οι οποίες με αποτελεσματικό τρόπο ελαττώνουν τη σταθερότητα του κρημνού και διευκολύνουν την ανάπτυξη κατολισθήσεων. Η αναδιαμόρφωση του κρημνού τον καθιστά κατάλληλο για πολλές χρήσεις και θα πρέπει να ενθαρρύνεται.

Κατασκευές όπως τείχη, κτίρια, πισίνες και πλακόστρωτα ελαττώνουν την σταθερότητα του κρημνού. Στην Αμερική, αυστηροί νόμοι ανάπτυξης σε πολλές παράκτιες περιοχές απαγορεύουν τις μη ασφαλείς κατασκευές. Το κύριο συμπέρασμα όσον αφορά στην διάβρωση των παραθαλάσσιων κρημών και στην εξασθένησή τους, είναι ότι πρόκειται για μια φυσική διεργασία που δεν μπορεί να ελεγχθεί πλήρως, εκτός αν επενδυθούν μεγάλα χρηματικά ποσά και χρόνος, χωρίς όμως και τότε να είναι εξασφαλισμένο το αποτέλεσμα. Οι κύριοι τρόποι προστασίας από τη θαλάσσια διάβρωση είναι ο έλεγχος της ροής του νερού πάνω και μέσα στο κρημό και η απουσία οπιτών, τοίχων, μεγάλων δέντρων και άλλων φορτίων στην κορυφή του κρημνού.

Οι θαλάσσιοι τοίχοι από τοιμίεντο ή η κατασκευή gir-gar μπορούν να βοηθήσουν στην επιβράδυνση της διάβρωσης, όμως μερικές φορές, επειδή σημαντική διάβρωση μπορεί να συμβεί στην κορυφή του κρημνού πάνω από την κατασκευή των έργων της προστασίας, αυτές οι μέθοδοι είναι αναποτελεσματικές. Επιπλέον, οι τοίχοι τείνουν να δημι-

ουργούν μια στενή παραλία με ελάχιστη άμμο, ιδιαίτερα όταν τα κύματα ανακλώνται. Αν δεν έχει γίνει προσεκτικός σχεδιασμός για τη χρήση της περιοχής, μπορεί να προκληθεί και αισθητική υποβάθμιση. Η σχεδίαση και κατασκευή των τοίχων θα πρέπει επομένως να περιορίζεται σε συγκεκριμένες περιοχές.

Η κυματική διάβρωση σε ακτές που δεν έχουν παράκτιους κρημνούς είναι επίσης ένα σημαντικό πρόβλημα. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα με μεγάλες καταιγίδες και υψηλή βροχόπτωση, τα κύματα που χτυπούν την ακτή μπορούν να φτάσουν μέχρι και 5 μέτρα, με αποτέλεσμα να τη διαβρώνουν με γρήγορους ρυθμούς. Οι περιοχές με πλατιές

ακτές χρειάζονται μεγαλύτερο χρόνο για να διαβρωθούν.

Η πρόσφατη αύξηση της στάθμης της θάλασσας είναι ευστατική, ανεξάρτητη από την ηπειρωτική κίνηση και γίνεται με ρυθμό περίπου 2 ως 3 mm το χρόνο. Τα γεγονότα έχουν αποδείξει ότι ο ρυθμός ανέγερσης έχει αυξηθεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων 60 χρόνων, ως αποτέλεσμα του τήξης του πολικού καλύμματος και της θερμικής διόγκωσης του επιφανειακού θαλασσινού νερού. Τα παραπάνω φαινόμενα προκαλούνται από την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας, που οφείλεται στην αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται από την καύση υγρών και στερεών καυσίμων. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας μπο-

Πίνακας 8.2

Οι διάφορες μέθοδοι προστασίας της ακτής από τη διάβρωση των κυμάτων.

	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Θαλάσσιοι τοίχοι	<ol style="list-style-type: none"> 1. Παρέχουν προστασία από τη δράση των κυμάτων. 2. Χαμηλό κόστος συντήρησης. 3. Σταθεροποιούν την ακτή. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Αρχικά μεγάλο κόστος. 2. Υπόκεινται πλήρως στη δράση των κυμάτων, αστοχούν πλευρικά. 3. Δεν επιδιορθώνονται εύκολα. 4. Πολύπλοκος σχεδιασμός και προβλήματα κατασκευής. 5. Ο σχεδιασμός της κλίσης είναι μια κρίσιμη παράμετρος. 6. Αστοχία είναι πιθανή εκτός αν προστεθεί καλή προστασία στη βάση του.
Λιθορριπή	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η πιο αποτελεσματική κατασκευή για την απορρόφηση της ενέργειας του κύματος. 2. Εύκαμπτη, δεν αποδυναμώνεται από μικρές μετακινήσεις. 3. Φυσική σκληρή επιφάνεια που μειώνει την πρόσκρουση του κύματος. 4. Κατασκευάζεται σε στάδια. 5. Επιδιορθώνεται εύκολα και έχει χαμηλό κόστος συντήρησης. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Για την κατασκευή είναι απαραίτητος βαρύς εξοπλισμός. 2. Υπόκειται σε διάβρωση αν το υλικό δεν είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό. 3. Περιορίζει την πρόσβαση στην παραλία. 4. Σχετικά υψηλό αρχικό κόστος. 5. Αμφίβολη ευστάθεια πάνω στο πράγες.
Παράκτιος κυματοθραύστης	<ol style="list-style-type: none"> 1. Προστατεύει αποτελεσματικά μεγάλο μήκος ακτής. 2. Διατηρεί ή επαυξάνει την ψυχαγωγική αξία της παραλίας. 3. Δεν υπόκειται σε διάβρωση. Επίσης μπορεί να χτιστεί σε διαφορετικά στάδια και να επεκταθεί. 4. Το κόστος συντήρησης της κατασκευής είναι χαμηλότερο από παρόμοιες κατασκευές. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Τροποποιεί την ακτή και προκαλεί διάβρωση ή απόθεση με τη δράση των ρευμάτων. 2. Μπορεί να υποστεί υποσκαφή θεμελίων. 3. Πλωτές εγκαταστάσεις και βαρύς εξοπλισμός είναι απαραίτητα για την κατασκευή.
Τσιμεντένιοι ογκόλιθοι	<ol style="list-style-type: none"> 1. Οχι δαπανηροί. 2. Εύκολη κατασκευή. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Είναι δύσκολο να βρεθούν οι μεγάλοι τσιμεντένιοι ογκόλιθοι. 2. Κάτω από τους ογκολίθους πρέπει να τοποθετηθούν μικρότερα τεμάχια που θα λειτουργούν ως φίλτρο. 3. Αντιαισθητική κατασκευή, εκτός αν παρθούν ιδιαίτερα μέτρα.

ρεί να φτάσει τα 700 mm τον επόμενο αιώνα, γεγονός που σημαίνει, ότι η παράκτια διάβρωση θα γίνει πολύ μεγαλύτερο πρόβλημα από ότι είναι σήμερα. Υπάρχουν μάλιστα αποδείξεις ότι σε πολλές περιοχές, οι παραλίες θα σκεπαστούν με νερό.

Η ανθρώπινη παρέμβαση στις φυσικές παράκτιες διεργασίες έχει προκαλέσει σημαντική διάβρωση και στις αμμώδεις ακτές. Πολλά προβλήματα έχουν προκύψει σε κατοικημένες και αναπτυγμένες περιοχές. Για παράδειγμα, τεχνητά φράγματα επιβραδύνουν την κίνηση της άμμου, δημιουργώντας έτσι νέες παραλίες σε μερικές περιοχές, ενώ ταυτόχρονα προκαλούν τη διάβρωση άλλων, με αποτέλεσμα να προκαλούνται ζημιές σε ιδιοκτησίες.

6. ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Τα τεχνικά έργα στα παράκτια περιβάλλοντα σχεδιάζονται κυρίως για να βελτιώσουν τη ναυσιπλοΐα ή να επιβραδύνουν τη διάβρωση. Περιλαμβάνουν προβόλους, κυματοθραύστες και προβλίτες. Επειδή τείνουν να επεμβαίνουν στη μεταφορά ιζημάτων κατά μήκος της ακτής, προκαλούν συχνά ανεπιθύμητη απόθεση και διάβρωση στις κοντινές τους περιοχές. Μερικά τεχνικά έργα που μπορούν να κατασκευαστούν για την προστασία από τη θαλάσσια διάβρωση φαίνονται στον Πίνακα 8.2.

Μια σημαντική κατασκευή για την προστασία από τη διάβρωση είναι οι *πρόβολοι*. Οι πρόβολοι είναι γραμμικές κατασκευές που τοποθετούνται κάθετα προς την ακτή. Συνήθως κατασκευάζονται σε ομάδες που ονομάζονται συστήματα προβόλων. Η κύρια λειτουργία τους είναι να παγιδεύουν ένα τμήμα της άμμου που κινείται. Το πρόβλημα είναι ότι ενώ στα ανάντι συμβαίνει πρόσχωση του πρόβολου, στα κατάντι συμβαίνει διάβρωση. Για το λόγο αυτό, ένας πρόβολος ή ένα σύστημα προβόλων δημιουργεί μια πιο πλατιά και προστατευμένη παραλία στα ανάντι, ενώ ταυτόχρονα δημιουργεί μια ζώνη διάβρωσης στα κατάντι. Όταν ο πρόβολος γεμίσει, η άμμος μεταφέρεται κατά μήκος της ακτής. Έτσι, η διάβρωση μπορεί να περιοριστεί με το τεχνητό γέμισμα κάθε πρόβολου, το οποίο αποκαλείται *αναπλήρωση της ακτής* και απαιτεί την παγίδευση της άμμου πάνω στην παραλία. Αφού λοιπόν γίνει η αναπλήρωση, οι πρόβολοι απομακρύνουν λιγότερη άμμο και η διάβρωση στα κατάντι περιορίζεται. Ακόμα και με την αναπλήρωση της ακτής και άλλων προφυλάξεων, οι πρόβολοι προκαλούν ανεπιθύμητη διάβρωση γι' αυτό και η χρήση

τους πρέπει να προτείνεται με προσοχή.

Πρόβολοι μπορούν να κατασκευαστούν και σε ποταμούς ή διαύλους λιμνοθαλασσών. Η δράση τους είναι παρόμοια με αυτή των προβόλων που υπάρχουν στη θάλασσα. Η απόθεση μπορεί τελικά να γεμίσει το κανάλι, καθιστώντας το άχρηστο, ενώ η διάβρωση προς τα κατάντι προκαλεί ζημιές στην παράκτια ανάπτυξη. Η μηχανική απομάκρυνση του ιζήματος ελαττώνει, αλλά δεν εξαλείφει την ανεπιθύμητη απόθεση και διάβρωση. Μια σημαντική χρήση των προβόλων είναι ότι μπορούν να διασκευαστούν σε προβλίτες κατάλληλες για αγκυροβόλιο σκαφών.

Οι *κυματοθραύστες* σχεδιάζονται για να αναχαιτίζουν τα κύματα και να παρέχουν μια προστατευμένη περιοχή (λιμάνι) για την αγκυροβόληση πλοίων. Μπορεί να προσκολλώνται στην ακτή ή να είναι απομονωμένοι. Και στις δύο περιπτώσεις, εμποδίζουν τη φυσική μεταφορά ιζημάτων και τοπικά μεταβάλλουν τη διαμόρφωση της ακτής με την ανάπτυξη νέων περιοχών απόθεσης και διάβρωσης. Οι κυματοθραύστες προκαλούν σοβαρά προβλήματα διάβρωσης στα κατάντι τους. Επιπλέον, δημιουργούν μια παγίδα άμμου, που συνεχώς συσσωρεύει άμμο στα ανάντι. Τελικά η παγιδευμένη άμμος μπορεί να γεμίσει ή να μπλοκάρει την είσοδο στο λιμάνι, με την ανάπτυξη ενός επιμήκους βραχίονα. Πολλές φορές είναι απαραίτητο να υπάρχει κάποιο πρόγραμμα απομάκρυνσης της άμμου ή κάποιο τεχνητό παρακαμπτήριο έργο, ώστε το λιμάνι να παραμένει ανοικτό και χωρίς ίζημα. Το ίζημα που απομακρύνεται θα πρέπει να μεταφέρεται προς τα κατάντι του έργου και να επανασυνδέεται με το φυσικό σύστημα μεταφοράς ιζημάτων, περιορίζοντας έτσι το πρόβλημα της διάβρωσης.

7. ΑΝΤΙΑΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥΣ

Οι άνθρωποι προσαρμόζονται στους τροπικούς κυκλώνες, είτε δείχνοντας ανοχή στις απώλειες, είτε παίρνοντας κάποιες προφυλάξεις έτσι ώστε να μετριάσουν τις ενδεχόμενες ζημιές. Οι προσπάθειες για τη μείωση των ενδεχόμενων ζημιών περιλαμβάνουν την ενίσχυση με κατασκευές προστασίας και σταθεροποίησης του εδάφους, καθώς και καλύτερη ζώνωση της χρήσης γης, εκκένωση και προειδοποίηση.

Οι κάτοικοι σε περιοχές με σοβαρές καταστροφές από τροπικούς κυκλώνες, όπως στις ακτές του Μπανγκλαντές και στον Κόλπο του Μεξικού, αντιλαμβάνονται τους κινδύνους. Στο Μπανγκλαντές, βρέθηκε ότι, σε γενικές γραμμές,

οι οικονομικο-κοινωνικές τάξεις αντιλαμβάνονται τους κυκλώνες με τον ίδιο τρόπο. Βέβαια η ανώτερη τάξη προτιμάει να παραμένει σε λιγότερο επικίνδυνες περιοχές.

Παρόλο που οι παράκτιες περιοχές του Μπανγκλαντές επανειλημμένα καταστρέφονται από τροπικούς κυκλώνες δεν υπάρχει ένα ολοκληρωμένο ιδιωτικό ή δημόσιο σύστημα ρύθμισης. Αν και οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται τον κίνδυνο, η αποδοχή των ρυθμίσεων δεν είναι ανάλογη της συχνότητας των κυκλώνων. Ακόμα κι όταν υπάρχουν καταφύγια οι άνθρωποι είναι απρόθυμοι να εγκαταλείψουν τα σπίτια τους. Κατά τη διάρκεια του κυκλώνα του 1970, περίπου το 38% των ανθρώπων σώθηκαν σκαρφαλώνοντας σε δέντρα, το 5% βρήκε καταφύγιο σε ένα “κοινωνικό κέντρο” και το 8% παρέμεινε στην κορυφή ενός αναχώματος που ήταν σχεδιασμένο για να προστατεύει την περιοχή από τη διείσδυση του θαλασσινού νερού. Είναι δύσκολο να πιστέψει κανείς ότι 22 άτομα έχασαν τη ζωή τους μόνο 400 μέτρα μακριά από το “κοινωνικό κέντρο” που πρόσφερε ασφάλεια.

Η συμπεριφορά των ανθρώπων απέναντι στις ζημιές από τους κυκλώνες και στην πιθανότητα να αποφύγουν ή να τροποποιήσουν τις ζημιές σχετίζεται με το μορφωτικό τους επίπεδο και την εμπειρία τους από κυκλώνες. Τα δημόσια προγράμματα ευαισθητοποίησης σε περιοχές που μπορεί να ξεσπάσουν τροπικοί κυκλώνες θα πρέπει να ταιριάζουν με το μορφωτικό επίπεδο των ανθρώπων. Μεγαλύτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στο λιγότερο μορφωμένο πληθυσμό, ώστε να εξουδετερωθεί η τάση που έχει να μην εμπιστεύεται τα μέτρα πρόληψης των ζημιών.

Λίγες πληροφορίες είναι γνωστές όσον αφορά στην αντίληψη των απλών ανθρώπων για τις καταστροφές από τα παλιρροιακά κύματα βαρύτητας. Σε αναπτυγμένες περιοχές με καλές επικοινωνίες, το υπάρχον σύστημα προειδοποίησης είναι επαρκές ώστε να ανιχνεύει τα παλιρροιακά κύματα βαρύτητας όταν είναι αρκετά μακριά και να δίνει αρκετό χρονικό περιθώριο στους ανθρώπους για να προφυλαχθούν. Σε μη αναπτυγμένες περιοχές ή σε περιοχές που βρίσκονται πολύ κοντά στην προέλευση του σεισμικού κύματος, η απώλεια σε ανθρώπινες ζωές αναμένεται μεγαλύτερη.

Οι ρυθμίσεις για την παράκτια διάβρωση διαιρούνται σε πολλές κατηγορίες:

- Την αναπλήρωση της ακτής που τείνει να μιμείται τις φυσικές διεργασίες.
- Την τροποποίηση της ενέργειας του κύματος.

- Την σταθεροποίηση της ακτής με την κατασκευή έργων κοντά σε αυτήν, σχεδιασμένων για να διασκορπίζουν την ενέργεια του κύματος,

- Τη μεταβολή της χρήσης γης σε μια προσπάθεια αποφυγής του προβλήματος.

Σήμερα αντιμετωπίζεται ένα δίλημμα σχετικά με τη ρύθμιση της παράκτιας διάβρωσης. Η μία άποψη οδηγεί στην αύξηση της παράκτιας άμυνας για τον έλεγχο της διάβρωσης. Η δεύτερη άποψη περιλαμβάνει το συμβιβασμό με την παράκτια διάβρωση και την προσηκτική χρήση της παράκτιας ζώνης. Σύμφωνα με αυτή την άποψη, όλες οι κατασκευές στην παράκτια ζώνη (με μερικές εξαιρέσεις σημαντικών εγκαταστάσεων σε συγκεκριμένες περιοχές αναψυχής) θεωρούνται προσωρινές και αναλώσιμες. Οποιαδήποτε ανάπτυξη στην παράκτια ζώνη θα πρέπει να γίνεται με βάση το καλό του συνόλου και όχι των λίγων που αναπτύσσουν την παραλία. Η αποδοχή της φιλοσοφίας αυτής απαιτεί την αποδοχή των παρακάτω πέντε αρχών:

- Η παράκτια διάβρωση είναι μια φυσική διεργασία παρά μια φυσική καταστροφή. Τα προβλήματα διάβρωσης προκύπτουν όταν οι άνθρωποι κατασκευάζουν έργα στην παράκτια ζώνη. Η παράκτια ζώνη είναι μια περιοχή όπου συμβαίνουν φυσικές διεργασίες που συνδέονται με τα κύματα και την κίνηση ιζήματος. Επειδή ένα τέτοιο περιβάλλον θα υποστεί ένα συγκεκριμένο ποσοστό διάβρωσης, η καλύτερη χρήση του εδάφους είναι αυτή που μπορεί να συμβιβάζεται με τη μεταβολή, όπως οι δραστηριότητες αναψυχής, δηλαδή το κολύμπι και το ψάρεμα.

- Το παράκτιο περιβάλλον είναι δυναμικό. Οποιαδήποτε επέμβαση στις φυσικές διεργασίες προκαλεί ποικιλία δευτερογενών και τριτογενών μεταβολών πολλές από τις οποίες προκαλούν ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Αυτό είναι μερικώς αληθές για ορισμένα τεχνικά έργα, όπως οι πρόβολοι και οι θαλάσσιοι τοίχοι που επηρεάζουν την απόθεση και ροή των ιζημάτων κατά μήκος της παράκτιας περιοχής.

- Η σταθεροποίηση της παράκτιας ζώνης με δαπανηρές κατασκευές που προστατεύουν την ιδιοκτησία σχετικά λίγων ανθρώπων σε βάρος του δημοσίου, είναι λανθασμένη. Με λίγες εξαιρέσεις, όπως οι ακτές αναψυχής που επισκέπτονται χιλιάδες άνθρωποι κατά την τουριστική περίοδο, η προστασία της ακτής συνήθως ωφελεί ένα σχετικά μικρό αριθμό ιδιοκτητών. Είναι γεγονός ότι

το συμφέρον αυτών που διαθέτουν ιδιοκτησία στην παράκτια ζώνη δε συμβιβάζεται με το δημόσιο συμφέρον και δεν είναι φρόνιμο να δαπανώνται μεγάλα ποσά από τα δημόσια κονδύλια για να προστατευτεί η ιδιοκτησία των λίγων. Τα τεχνικά έργα κατά μήκος της ακτής συχνά προστατεύουν την αναπτυσσόμενη ιδιοκτησία και όχι την ίδια την παραλία.

- Τα τεχνικά έργα που σχεδιάζονται για να προστατεύουν την παραλία μπορούν τελικά να την καταστρέψουν. Συχνά τροποποιούν το παράκτιο περιβάλλον σε τέτοιο βαθμό που μόλις και μετά βίας μοιάζει με ακτή. Για παράδειγμα, η κατασκευή μεγάλων θαλάσσιων τοίχων προκαλεί ανάκλαση των κυμάτων και τυρβώδη ροή που τελικά καταστρέφει την ακτή.
- Τα τεχνικά έργα δημιουργούν ένα καθεστώς που είναι πολύ δύσκολο να αναστραφεί. Επίσης, συχνά, οδηγούν σε επιπλέον επιδιορθώσεις και σε μεγαλύτερες κατασκευές με αυξανόμενο κόστος. Σε μερικές περιοχές το κόστος των κατασκευών τελικά υπερβαίνει την αξία της ίδιας της ακτής. Γι' αυτόν και για άλλους λόγους, πολλά κράτη πρόσφατα επέβαλαν αυστηρούς περιορισμούς στα τεχνικά έργα που προορίζονται για την σταθεροποίηση της ακτογραμμής. Καθώς η στάθμη της θάλασσας συνεχίζει να ανεβαίνει και η παράκτια διάβρωση αποκτάει παγκόσμιες διαστάσεις, θα πρέπει να αναζητηθούν εναλλακτικές λύσεις για το πρόβλημα της διάβρωσης. Η ανάπτυξη μη κατασκευαστικών λύσεων επιβάλλεται επίσης, τόσο από οικονομικούς παράγοντες, όσο και από την ανάγκη διατήρησης της παράκτιας ζώνης, για να την απολαύσουν οι επόμενες γενεές.

Η αντίληψη της παράκτιας διάβρωσης ως φυσικής καταστροφής εξαρτάται κυρίως από την εμπειρία των ατόμων που κατοικούν κοντά στην ακτή και την πιθανότητα να υποστούν ζημιές οι ιδιοκτήσιες. Μια μελέτη παράκτιας διάβρωσης των θαλάσσιων κρημνών στον κόλπο του San Francisco, έδειξε ότι οι άνθρωποι που μένουν κοντά σε μια περιοχή που πιθανότατα να πάθαινε ζημιές στο μέλλον, είναι πολύ καλά πληροφορημένοι και πιστεύουν ότι η διάβρωση είναι μια άμεση και σοβαρή απειλή. Οι άνθρωποι που μένουν μερικές εκατοντάδες μέτρα μακριά από μια πιθανή καταστροφή, παρόλο που γνωρίζουν την καταστροφή, ξέρουν λίγα για τη συχνότητα εμφάνισης, τη σφοδρότητα και την δυνατότητα πρόβλεψής της. Ακόμα πιο

μακριά προς το εσωτερικό, οι άνθρωποι γνωρίζουν την ύπαρξη της παράκτιας διάβρωσης, αλλά έχουν λίγες γνώσεις για την καταστροφή που μπορεί να προκληθεί.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adams, W.M., 1970. Tsunamis in the Pacific Ocean. East - West Center Press, Honolulu.
- Alexander, D., 1993. Natural Disasters. 632p., UCL Press, London.
- Anon, A., 1963. The Report on the Tsunami of the Chilean Earthquake, 1960. Japan Meteorological Agency Report, 26.
- Bolt, B.A., 1964. Seismic Air Waves from the Great 1964 Alaskan Earthquake. *Nature*, 202, 1095-1096.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. *Geological Hazards*. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bryant, E.A., 1991. *Natural Hazards*. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Coch, N.K., 1995. *Geohazards. Natural and human*. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- El-Ashry, M.T., 1971. Causes of recent increased erosion along United States shorelines. *Geological Society of America Bulletin*, 82, 2033-38.
- Keller, A.E., 1976. *Environmental geology*. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- Komar, P.D., 1976. *Beach processes and sedimentation*. Prentice-hall, New Jersey.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. *Geohazards. Natural and man-made*. 227p., Chapman & Hall, London.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. *An introduction to global environmental issues*. 390p., Routledge, London.
- Powntree, R.A., 1974. Coastal erosion: The meaning of a natural hazard in the cultural and ecological context. *Natural Hazards*, 70-79, Oxford University Press, New York.
- Smith, K., 1992. *Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster*. 324p., Routledge, London.
- Van Doorn, W.G., 1965. Tsunamis, *Advances in Hydrosience*. 2, 1-48, Academic Press, New York.
- White, A.U., 1974. Global summary of human responses to natural hazards: Tropical cyclones. *Natural hazards*, 255-65, Oxford University Press, New York.

9

Κατολισθήσεις

1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.1 Ο όρος Κατολίσθση

Εδαφικές ή βραχώδεις μάζες που βρίσκονται είτε κάτω από οριζόντια μορφολογική επιφάνεια, είτε πίσω από κεκλιμένη (πρανές), μπορούν να υποστούν διατάραξη της ισορροπίας τους, ύστερα από ορισμένες εσωτερικές ή εξωτερικές μεταβολές. Οι διαταράξεις αυτές μπορούν να προκληθούν από εξωτερικές παρεμβάσεις με την άμεση ή την έμμεση συμβολή του ανθρώπου. Επίσης μπορούν να προκληθούν και χωρίς εξωτερικές παρεμβάσεις από διάφορες φυσικές διεργασίες, που εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου.

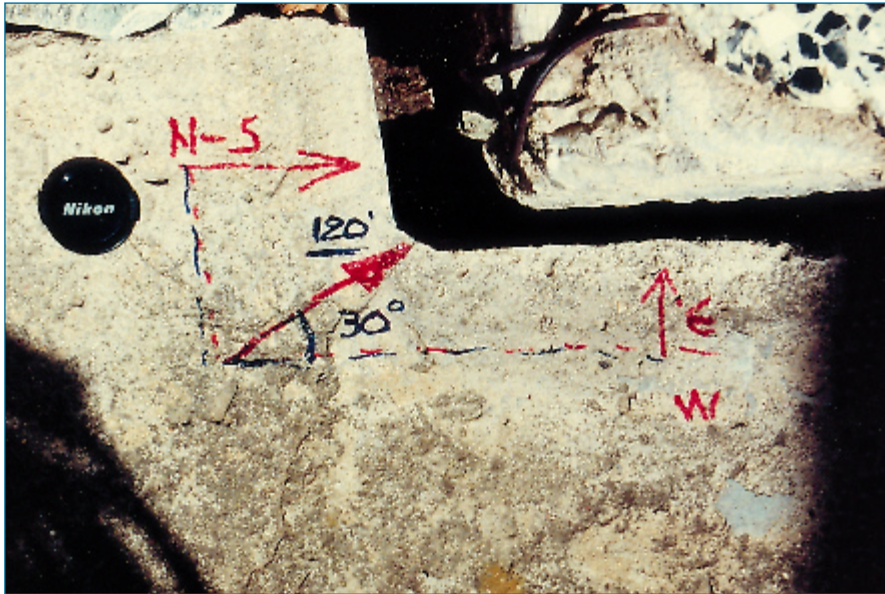
Εξετάζοντας από κινηματική άποψη το σύνολο των μεταβολών αυτών, διακρίνουμε δύο συνιστώσες κίνησης, μία οριζόντια και μία κατακόρυφη. Στην περίπτωση που υπάρχει μόνο κατακόρυφη μετακίνηση προς τα κάτω, το φαινόμενο καλείται *καθίζηση* ή *κατάρρευση*. Στην αντίθετη περίπτωση, όπου εκτός από την κατακόρυφη προς τα κάτω συνιστώσα, υπάρχει και οριζόντια συνιστώσα κίνησης, το φαινόμενο καλείται *κατολίσθση* με την ευρύτερη έννοια του όρου.

Οι παραπάνω δύο βασικές συνιστώσες κίνησης, συνδέονται δυναμικά με την ανάπτυξη ορθής ή διατμητικής τάσης. Έτσι, αν δρα ορθή τάση σε οριζόντιο επίπεδο, σε περίπτωση μετακίνησης της μάζας υπάρχει κατακόρυφη κίνηση, δηλαδή καθίζηση. Αν συνυπάρχει και διατμητική τάση, η οποία μάλιστα υπερβαίνει τη διατμητική αντοχή εδάφους ή ασυνέχειας βραχομάζας, θα υπάρχει και οριζόντια συνιστώσα στην κίνηση, δηλαδή κατολίσθση. Η οριζόντια συνιστώσα της μετατόπισης συνήθως δεν παίρνει μεγάλες τιμές. Μερικές φορές όμως η συνιστώσα αυτή μπορεί να είναι πάρα πολύ μεγάλη σε σχέση με την κατακόρυφη (*Εικ. 9.1*).

1.2 Τυπικές Περιστροφικές Κατολισθήσεις

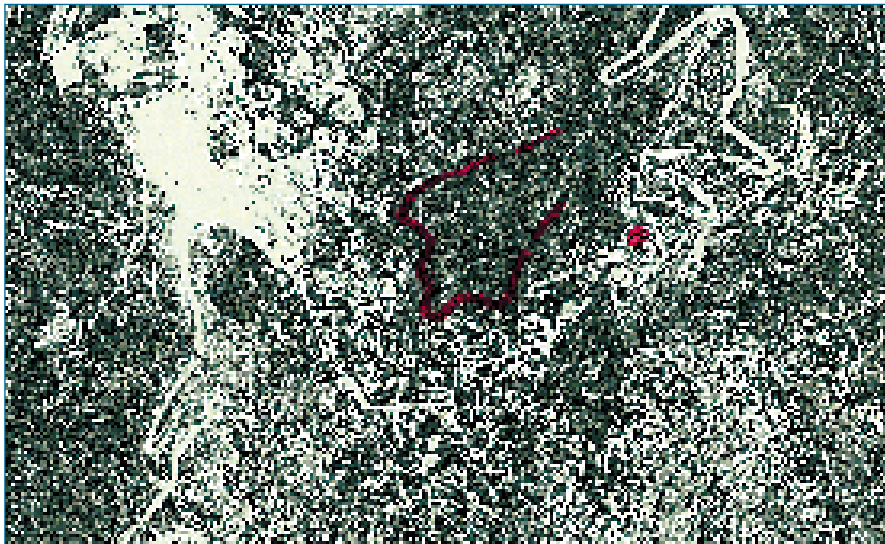
Οι τυπικές περιστροφικές κατολισθήσεις είναι αυτές που εκδηλώνονται με διάρρηξη του πρανούς, συνήθως κατά μήκος καμπύλης επιφάνειας που δεν προϋπήρχε, και στη συνέχεια ολίσθηση της μάζας κατά μήκος της επιφάνειας αυτής (*Εικ. 9.2*).

Η κατολίσθση θα συμβεί, όταν η διατμητική αντοχή του υλικού κατά μήκος της επιφάνειας διάρ-



Εικόνα 9.1

Υπολογισμός του ανύσματος και του μέτρου της μετακίνησης στον οικιστικό χώρο του χωριού Λιβάδι Λάρισας.

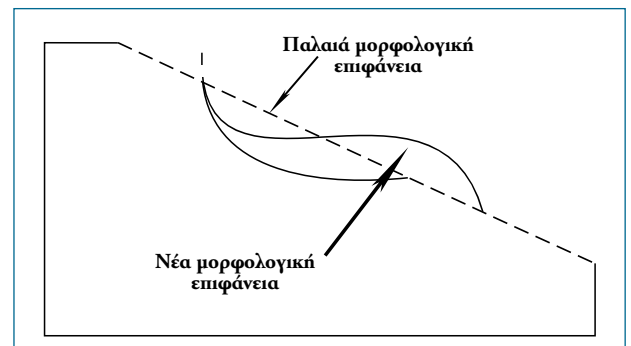


Εικόνα 9.2

Αεροφωτογραφία του χωριού Κρανιά Λάρισας με σημειωμένο το χώρο που υπόκειται σε κατολισθητικές κινήσεις στα όρια της κοινότητας.

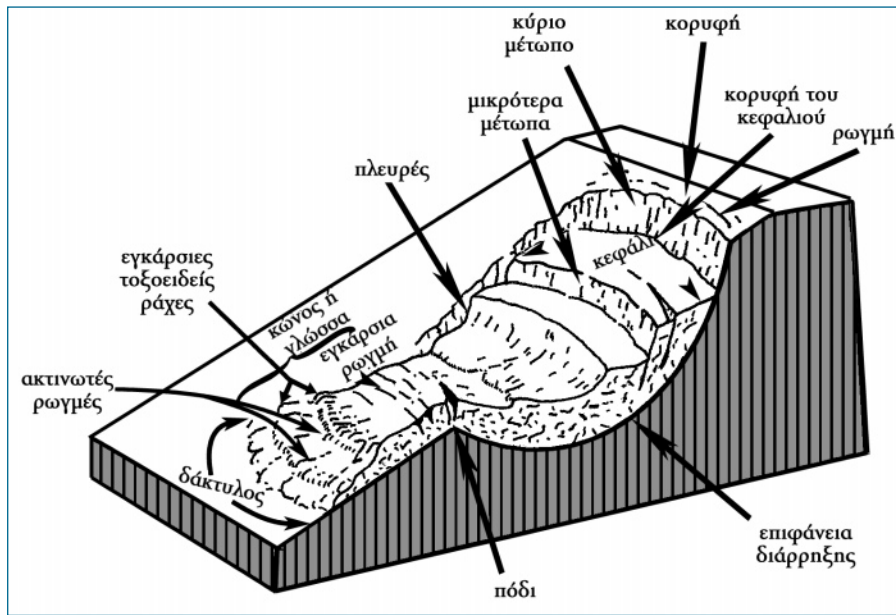
ρηξης, που θα δημιουργηθεί, υπερνικηθεί από τη διατμητική τάση, η οποία εξασκείται από το βάρος της μάζας που πρόκειται να κατολισθήσει.

Οι τυπικές κατολισθήσεις που προσβάλλουν εδάφη ή πολύ πυκνοδιαρρηγμένα πετρώματα, που η συμπεριφορά τους μοιάζει πολύ με εκείνη των ασύνδετων αδρομερών υλικών, παρουσιάζουν ορισμένα χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα, πριν από την εκδήλωση της κατολίθησης, εμφανίζονται εφελκυστικές ρωγμές στο πάνω μέρος του πρανούς που πρόκειται να κατολισθήσει. Κατά τη διάρκεια της κατολίθησης το πάνω τμήμα της μετακινούμενης



Εικόνα 9.3

Μορφολογία πριν και μετά την εκδήλωση κατολίθησης.



Εικόνα 9.4

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά σημεία μιας κατολίθησης.

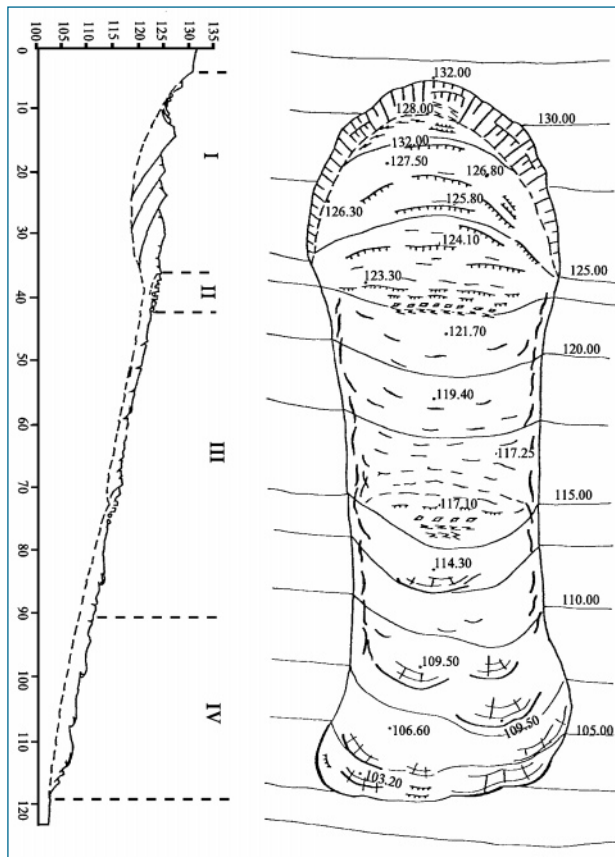
μάζας υποχωρεί, σε σχέση με την αρχική επιφάνεια του πρανούς, ενώ το κάτω διογκώνεται πάνω από την αρχική επιφάνεια. Έτσι, αν η αρχική επιφάνεια του πρανούς ήταν επίπεδη, η νέα μορφολογική επιφάνεια που θα δημιουργηθεί, θα παρουσιάζεται, σε κατακόρυφη τομή κατά μήκος του άξονα της κατολίθησης, με τη μορφή σχήματος S (Εικ. 9.3).

Τα διάφορα μέρη που διακρίνονται σε μια τυπική κατολίθηση, είναι (Εικ. 9.4):

- Το κύριο μέτωπο. Είναι μια απότομη κρημνώδης επιφάνεια στο σταθερό (αδιατάρακτο) έδαφος που βρίσκεται περιφερειακά της κατολίθησης και δημιουργήθηκε εξαιτίας της προς τα κάτω κίνησης των υλικών που μετακινήθηκαν. Η προέκταση του κύριου αυτού μετώπου και κάτω από τα διαταραγμένα υλικά καθορίζει την επιφάνεια διάρρηξης.
- Τα μικρότερα μέτωπα. Απότομες κρημνώδεις επιφάνειες πάνω στα διαταραγμένα υλικά που έχουν δημιουργηθεί από διαφορετικές κινήσεις μέσα στη μάζα που κατολίθησε.
- Το κεφάλι. Αποτελείται από τα ανώτερα τμήματα των υλικών που κατολίθησαν και βρίσκονται κατά μήκος της επαφής μεταξύ των διαταραγμένων υλικών και του κύριου μετώπου.
- Η κορυφή του κεφαλιού. Το υψηλότερο σημείο της επαφής μεταξύ των διαταραγμένων υλικών και του

κύριου μετώπου.

- Το πόδι. Η γραμμί διατομής μεταξύ του κατώτερου μέρους της επιφάνειας διάρρηξης και της αρχικής επιφάνειας του εδάφους.
- Ο δάκτυλος. Το περιθώριο των υλικών που κατολίθησαν, που βρίσκεται στη μεγαλύτερη απόσταση από το κύριο μέτωπο της κατολίθησης.
- Η κορυφή. Το υλικό, που είναι ακόμη στη θέση του, πρακτικά αδιατάρακτο και βρίσκεται στα υψηλότερα σημεία του κύριου μετώπου.
- Οι πλευρές. Σα δεξιά θεωρείται η πλευρά που βρίσκεται προς τα δεξιά, όταν ο παρατηρητής βρίσκεται στην κεφαλή.
- Η επιφάνεια διάρρηξης. Είναι η επιφάνεια κατά την οποία αποχωρίζονται τα υλικά που κατολιθοθαίνονται από το σταθερό υπόβαθρο.
- Η επιφάνεια ολίσθησης. Είναι η επιφάνεια εκείνη πάνω στην οποία γίνεται η μετακίνηση της μάζας που κατολιθοθαίνει. Ένα τμήμα (το ανώτερο) της επιφάνειας αυτής, αποτελείται από την επιφάνεια διάρρηξης. Σε χαμηλότερα σημεία, κάτω από το πόδι, η ολίσθηση γίνεται πάνω στην αρχική επιφάνεια του πρανούς.
- Ο κώνος ή γλώσσα. Είναι τα υλικά εκείνα που έχουν ξεπεράσει την επιφάνεια διάρρηξης και έχουν ολισθήσει πάνω στην αρχική επιφάνεια του πρανούς.



Εικόνα 9.5
Οι μορφοδυναμικές ζώνες μιας τυπικής κατολιόθησης.

Στην εικόνα 9.5 φαίνονται οι διάφορες μορφοδυναμικές ζώνες, που αναπτύσσονται κατά μήκος μιας τυπικής κατολιόθησης, η οποία εξελίσσεται σε ροή εδάφους περιορισμένης έκτασης.

Η περιοχή I, είναι εκεί όπου οι διατμητικές τάσεις έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία τυπικής περιστροφικής κατολιόθησης με γεωμετρικά διευθετημένες επιφάνειες ολιόθησης. Τελικό αποτέλεσμα είναι η δημιουργία μιας “κόγχης”.

Η περιοχή II, εμφανίζεται μόνο στην περίπτωση που το κατώτερο αόρατο περιθώριο της “κόγχης”, δηλαδή το πόδι, βρίσκεται σε στερεό υπόδαφος.

Η περιοχή III, χαρακτηρίζεται από διαφορικές κινήσεις της μάζας που κατολιοθαίνει και αρμονικές μετατοπίσεις. Η συμπίεση της μάζας δημιουργεί συνεχείς πτυχώσεις, ενώ η έκτασή της δημιουργεί ασυνεχείς παραμορφώσεις.

Τέλος, η περιοχή IV, οφείλει την παρουσία της, στην αύξηση της τριβής της κατολιοθαίνουσας μάζας πάνω στο υπόβαθρο. Λόγω της συμπίεσης της μάζας που ολιοθαίνει, δημιουργούνται πτυχές και κυματώσεις.

1.3 Καταπτώσεις - Ανατροπές

Κατάπτωση θεωρείται η ελεύθερη πτώση κομματιών πετρώματος, ή πολύ σκληρού εδάφους, τα οποία αποσπώνται απότομα από κλιτείς με μεγάλη κλίση. Η κινούμενη μάζα μετακινείται κατά τη μεγαλύτερη απόσταση στον αέρα. Στο σύνολό της όμως, η κατάπτωση περιλαμβάνει:

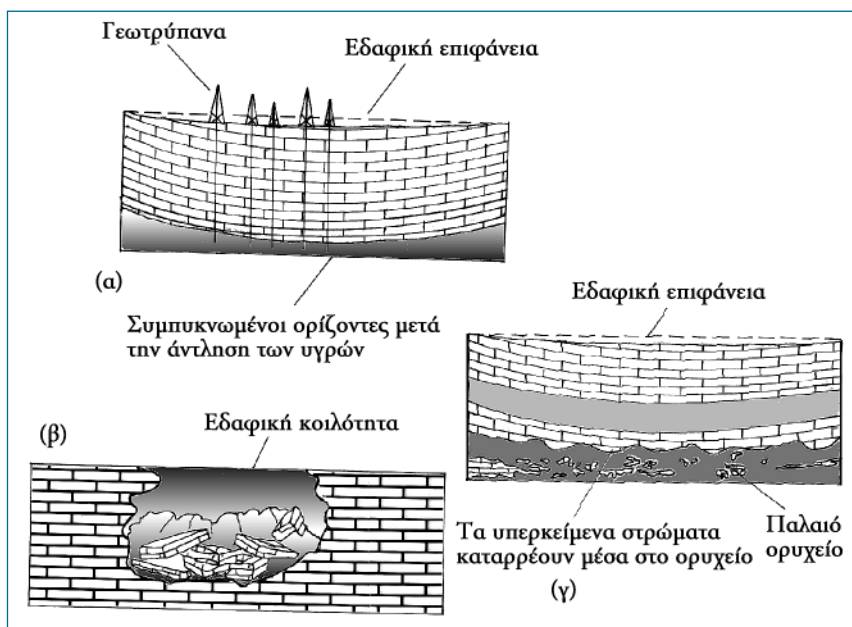
Εικόνα 9.6

Συσχετισμός μεταξύ καθίζησης και κατάρρευσης.

(α) Η άντληση υγρών έχει σαν αποτέλεσμα τη συμπύκνωση των εδαφικών οριζόντων και την καθίζηση των επιφανειακών υλικών.

(β) Με την αυξανόμενη διάλυση και τη μεγέθυνση της εδαφικής κοιλότητας προκαλείται κατάρρευση της επιφάνειας.

(γ) Η κατάρρευση ενός παλαιού ορυχείου στο βάθος μπορεί να προκαλέσει παραμόρφωση των υπερκείμενων στρωμάτων και καθίζηση στην επιφάνεια.



- ελεύθερη πτώση,
- κίνηση με πηδήματα,
- κύλιση των τεμαχών.

Το όλο φαινόμενο περνάει από ορισμένα στάδια εξέλιξης. Καταρχήν παρατηρείται μια προοδευτική απώλεια στήριξης του κομματιού που θα πέσει, η οποία κατά κανόνα συνοδεύεται από μια διαστολή των ρωγμών. Ακολουθεί πολλές φορές η αιώρησή του και στο τέλος η πτώση του.

1.4 Καθιζήσεις και Καταρρεύσεις

Κάθε χρόνο εξορύσσονται από το εσωτερικό της γης μεγάλες ποσότητες υγρών και στερεών υλικών για να αντιμετωπιστούν οι ανάγκες της βιομηχανίας αλλά και του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού. Με την εξόρυξη όμως των στερεών υλικών δημιουργούνται μεγάλα κενά στο υπέδαφος, ενώ με την εξόρυξη των υγρών αδειάζουν οι πόροι των υλικών που τα περιέχουν, με αποτέλεσμα και στις δύο αυτές περιπτώσεις να μειώνεται η εδαφική υποστήριξη.

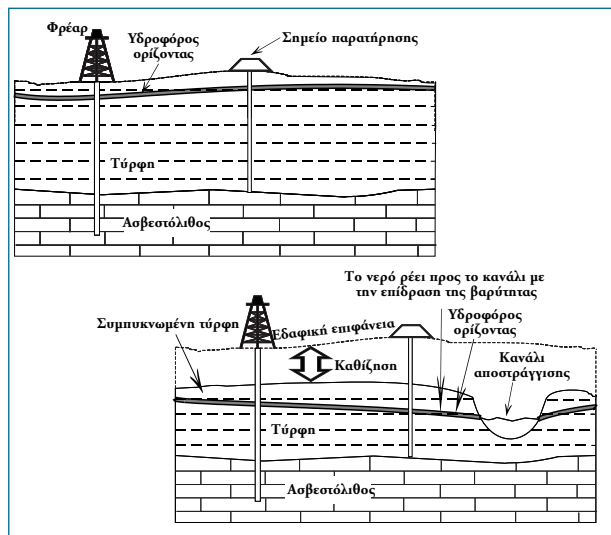
Το τι θα συμβεί στην επιφάνεια του εδάφους εξαρτάται από το βάθος στο οποίο υπάρχουν τα κενά αλλά και από την αντοχή των εναπομεινάντων υλικών. Με την σταθερή επίδραση της βαρύτητας η μη στηριζόμενη εδαφική επιφάνεια καθιζάνει ή καταρρέει. Αν αυτό συμβεί σε μικρό βάθος, η εδαφική επιφάνεια αποσυμπιέζεται μέσα από μια διαδικασία που ονομάζεται *καθίζηση* και λαμβάνει χώρα με αργούς ρυθμούς, σε χρονικό διάστημα εβδομαδιαίων ή και χρόνων (Εικ. 9.6α).

Εάν υπάρχουν εδαφικά κενά κοντά στην επιφάνεια (σε βάθη 15-20 μέτρα - εξαρτώμενα όμως άμεσα από το είδος και την αντοχή των εδαφικών υλικών) το επιφανειακό υλικό διαρρηγνύεται και υποχωρεί στο χώρο. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται *κατάρρευση* (Εικ. 9.6β). Όταν υπάρξει κατάρρευση σε μεγαλύτερα βάθη τότε παρατηρείται παραμόρφωση και στα υπερκείμενα υλικά προκαλώντας έτσι καθίζηση στην επιφάνεια (Εικ. 9.6γ).

Οι καθιζήσεις και οι καταρρεύσεις ανήκουν στις σημαντικές γεωλογικές καταστροφές και γίνονται όλο και πιο συνήθεις αφού οι χρήσεις γης επεκτείνονται συνεχώς σε περιοχές που είναι περισσότερο επιρρεπείς σε αυτές. Η ανάγκη για νερό και η υπεράντησή του οδηγεί στην πτώση της στάθμης του υδροφόρου οριζοντα και στη μείωση της αρτεσιανής πίεσης, εντείνοντας έτσι το πρόβλημα των καθιζήσεων. Σε μερικές περιοχές, παλαιά υπόγεια ορυχεία καταρρέουν προκαλώντας έτσι προβλήματα καθιζήσε-

ων στην επιφάνεια. Διακρίνονται τρία είδη καθιζήσεων:

- Καθίζηση στην *εδαφική επιφάνεια* ή κοντά σ' αυτήν. Πρόκειται για: (i) καθιζήσεις σε λεπτόκοκκα ιζημάτα, τα οποία μπορεί να υποστούν συμπίεση, (ii) καθιζήσεις σε περιοχές, όπου παρατηρείται συστολή και διαστολή των αργιλικών υλικών ανάλογα με τις μεταβολές στο περιεχόμενο σε νερό και (iii) καθιζήσεις σε περιοχές, όπου με την αποστράγγιση και την επακόλουθη αποσύνθεση των πλούσιων σε οργανικά υλικά αποθέσεων παρατηρείται υποχώρηση της εδαφικής επιφάνειας,
- Καθιζήσεις από *άντληση*. Στους πόρους των ιζημάτων, υγρά στοιχεία όπως το νερό ή το πετρέλαιο βρίσκονται υπό πίεση. Σε αυτή την πίεση των πόρων οφείλεται άλλωστε μέρος της αντοχής των υπερκείμενων ιζημάτων. Έτσι όταν κανείς απομακρύνει τα υγρά από τους πόρους, παρατηρείται πτώση στάθμης και ελαττώνεται η πίεση των πόρων γεγονός που οδηγεί σε συμπύκνωση των εδαφικών οριζόντων (Εικ. 9.7).
- Καθιζήσεις από *καταρρεύσεις υπογείων ορυχείων*. Η υπόγεια εξόρυξη προϋποθέτει την απομάκρυνση τεράστιων ποσοτήτων εδαφικού υλικού με αποτέλεσμα τη δραστική ελάττωση της αντοχής των υπερκείμενων ιζημάτων. Αν οι διαδικασίες εξόρυξης γίνονται σχετικά κοντά στην εδαφική επιφάνεια (σε μερικές δεκάδες μέτρα κάτω από την τοπογραφική επιφάνεια) τότε είναι



Εικόνα 9.7

Καθίζηση προκαλούμενη από αποστράγγιση τύρφης.

(α) Αρχική κατάσταση πριν από την αποστράγγιση της τύρφης.

(β) Καθίζηση της εδαφικής επιφάνειας καθώς η τύρφη αποστραγγίζεται από το κανάλι.

πολύ πιθανό η αντοχή των εναπομειναντων υπερκείμενων ιζημάτων να είναι πολύ μικρή ακόμα και για το βάρος των ιδίων, με αποτέλεσμα σταδιακά αυτά να καταρρεύσουν.

2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

2.1 Γενικά

Για την ταξινόμηση των κατολισθήσεων, έχουν γίνει από πολλούς ερευνητές -κατά καιρούς- διάφορες προτάσεις, οι οποίες θεωρήθηκε ότι ήταν απαραίτητες στην περιγραφή, στην έρευνα και στην αντιμετώπιση των φαινομένων, αλλά και γενικότερα στην ευχερέστερη επικοινωνία μεταξύ των ασχολούμενων με το αντικείμενο. Σε κάθε μία περίπτωση ταξινόμησης, δίδεται ιδιαίτερη σημασία και έμφαση σε κάποιον ή κάποιους από τους παράγοντες της κατολίθησης, όπως στον τύπο, την ταχύτητα, την ηλικία και τους λόγους μετακίνησης, στο είδος των υλικών, στη γεωμετρία του φαινομένου σε σχέση ή όχι με τη γεωλογική δομή και τη μορφολογία. Όπως είναι φυσικό, οι πληρέστερες ταξινομήσεις είναι αυτές, οι οποίες περιλαμβάνουν όσο το δυνατό περισσότερους παράγοντες και γι' αυτό το λόγο έχουν διατηρηθεί και επικρατήσει τόσο στη διεθνή βιβλιογραφία όσο και στην καθημερινή πρακτική. Στη συνέχεια, αναφέρονται ορισμένες από τις ταξινομήσεις, οι οποίες θεωρούνται οι πληρέστερες καθώς επίσης και ορισμένες οι οποίες έχουν καθαρά ιστορική αξία.

2.2 Ταξινόμηση κατά Heim

Ο HEIM είχε προτείνει ήδη από το 1885 την ακόλουθη ταξινόμηση των κατολισθήσεων:

Απλοί τύποι, οι οποίοι περιλαμβάνουν:

- Κατολισθήσεις λεπτής φέτας, που είναι γρήγορες για απότομα πρανή και αργές για πρανή με μέτρια κλίση.
- Κατολισθήσεις με αποκοπή.
- Κατολισθήσεις-ολισθήσεις κατά τη διεύθυνση της στρώσης.
- Κατολισθήσεις με περιστροφή.
- Καταπτώσεις.

Σύνθετοι τύποι, οι οποίοι περιλαμβάνουν συνήθως ένα συνδυασμό των απλών τύπων των κατολισθήσεων.

Πολύπλοκες κατολισθήσεις,

2.3 Ταξινόμηση κατά Penta

Ο PENTA διέκρινε τα κατολισθητικά φαινόμενα σε:

- Κατολισθήσεις γαιών, βραχωδών πετρωμάτων και κλαστικών υλικών.
- Κατακρημνίσεις επιφανειακές και μεγάλων μαζών.
- Καταρρεύσεις.
- Καθιζήσεις.
- Μικτές και πολύπλοκοι τύποι κατολισθήσεων.

2.4 Ταξινόμηση κατά Desio

Σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή, διακρίνονται τα ακόλουθα είδη κατολισθήσεων:

- Κατολισθήσεις με *κατάρρευση*. Πρόκειται για μετακινήσεις μη συνεκτικών υλικών ή υλικών που μεταπίπτουν σε μη συνεκτικά, λόγω της παρουσίας του νερού. Παρατηρούνται συνήθως σε νέες φυσικές ή τεχνικές τομές.
- Κατολισθήσεις με *διάρρευση*. Πρόκειται για μετακινήσεις σε αργιλικά ως επί το πλείστον εδάφη, τα οποία έχουν διαποτιστεί με νερό λόγω βροχοπτώσεων ή άλλων αιτιών.
- Κατολισθήσεις με *ολίσθηση*. Πρόκειται για μετακίνηση συνήθως βραχωδών μαζών με κάποια σαφώς εκφρασμένη στρώση ή άλλη τεκτονική ασυνέχεια, κατά μήκος των οποίων γίνεται η ολίσθηση.
- Κατολισθήσεις με *θραύση*. Είναι κατολισθήσεις με ταυτόχρονη θραύση της βραχώδους μάζας. Η γεωμετρία της επιφάνειας θραύσης μπορεί να είναι απλή ή και πολύπλοκη, ενώ η ταχύτητα είναι γενικά μεγάλη.
- Κατολισθήσεις με *κατακρήμνιση*. Πρόκειται για αποσπάσεις -πτώσεις βραχωδών κυρίως μαζών, οι οποίες γίνονται σε κλίσεις με πολύ μεγάλες κλίσεις.
- Κατολισθήσεις *πολύπλοκες*. Πρόκειται για συνδυασμό των διαφόρων ειδών κατολισθήσεων που περιγράφηκαν προηγουμένως.

2.5 Ταξινόμηση κατά Hoek-Bray

Η ταξινόμηση κατά HOEK-BRAY αφορά κατολισθήσεις αποκλειστικά σε βραχώδεις μάζες, οι οποίες διακρίνονται σε:

Απλές θραύσεις

- Επίπεδη* θραύση, η οποία λαμβάνει χώρα όταν η γεωλο-

γική ασυνέχεια (επιφάνεια στρώσης, διάκλαση, ρήγμα, κλπ.) έχει κλίση ομόρροπη προς το πρηνές και η γωνία κλίσης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία τριβής.

- *Σφηνοειδής* θραύση, η οποία λαμβάνει χώρα όταν στη βραχώδη μάζα υπάρχουν δύο είδη ασυνεχειών με διαφορετικές διευθύνσεις. Αναγκαία προϋπόθεση σε αυτή την περίπτωση είναι, η κλίση της γραμμής διάταξής τους να είναι ομόρροπη προς το πρηνές και να έχει πολύ μεγαλύτερη κλίση από τη γωνία τριβής.
- *Κυκλική* θραύση, η οποία λαμβάνει χώρα σε ρηματογενείς και κατακερματισμένες μάζες. Στην ουσία, στην περίπτωση αυτή, υπάρχουν πολλές επιμέρους θραύσεις, οι οποίες τείνουν να ακολουθήσουν μία κυκλική γραμμή.
- *Σάρρες πρηνών*. Πρόκειται για μετακινήσεις σε κατακερματισμένα πετρώματα, τα οποία προέρχονταν από την αποσάθρωση των βραχωδών πρηνών.
- Θραύσεις με *ανατροπή*. Πρόκειται για μετακινήσεις, οι οποίες προέρχονται από ανατροπές ορισμένων τμημάτων βραχωδών πρηνών κατόπιν θραύσης.

Σύνθετες θραύσεις

- Θραύσεις σε δύο επιφάνειες. Στην περίπτωση αυτή, μεσολαβούν δύο θραύσεις σε δύο επιφάνειες, ενώ αναγκαίες προϋποθέσεις για τις θραύσεις είναι να διατηρηθούν οι διατμητικές αντοχές στις επιφάνειες αυτές.
- Θραύσεις από *διόγκωση*. Πρόκειται για θραύσεις, οι οποίες γίνονται σε σχηματισμούς, όταν επικάθονται πάνω σε πετρώματα τα οποία είναι δυνατό να διογκωθούν. Μετά τη θραύση, γίνεται η μετακίνηση της μάζας, η οποία διευκολύνεται από την πλαστικότητα και τη μικρή γωνία τριβής που έχουν συνήθως τα πετρώματα που μπορούν να διογκωθούν.
- *Ολίσθηση και ανατροπή*. Πρόκειται για μετακινήσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν κατ' αρχάς ολίσθηση μαζών και στη συνέχεια ανατροπή τους.
- Θραύση από *επαγωγικές τάσεις*. Παρατηρούνται σε περιπτώσεις πρηνών, όπου υπάρχουν εναλλαγές πετρωμάτων με τελείως διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες.
- *Προοδευτική* θραύση. Πρόκειται για θραύσεις, οι οποίες γίνονται με πολύ αργό ρυθμό και συνδυάζονται με φαινόμενα ερπυσμού και αποσάθρωσης. Οι προοδευτι-

κές θραύσεις οδηγούν κάποια χρονική στιγμή σε κατολισθήσεις, οι οποίες είναι συνήθως αρκετά σφοδρές ανάλογα με το βαθμό κατακερματισμού και τη γεωλογική δομή.

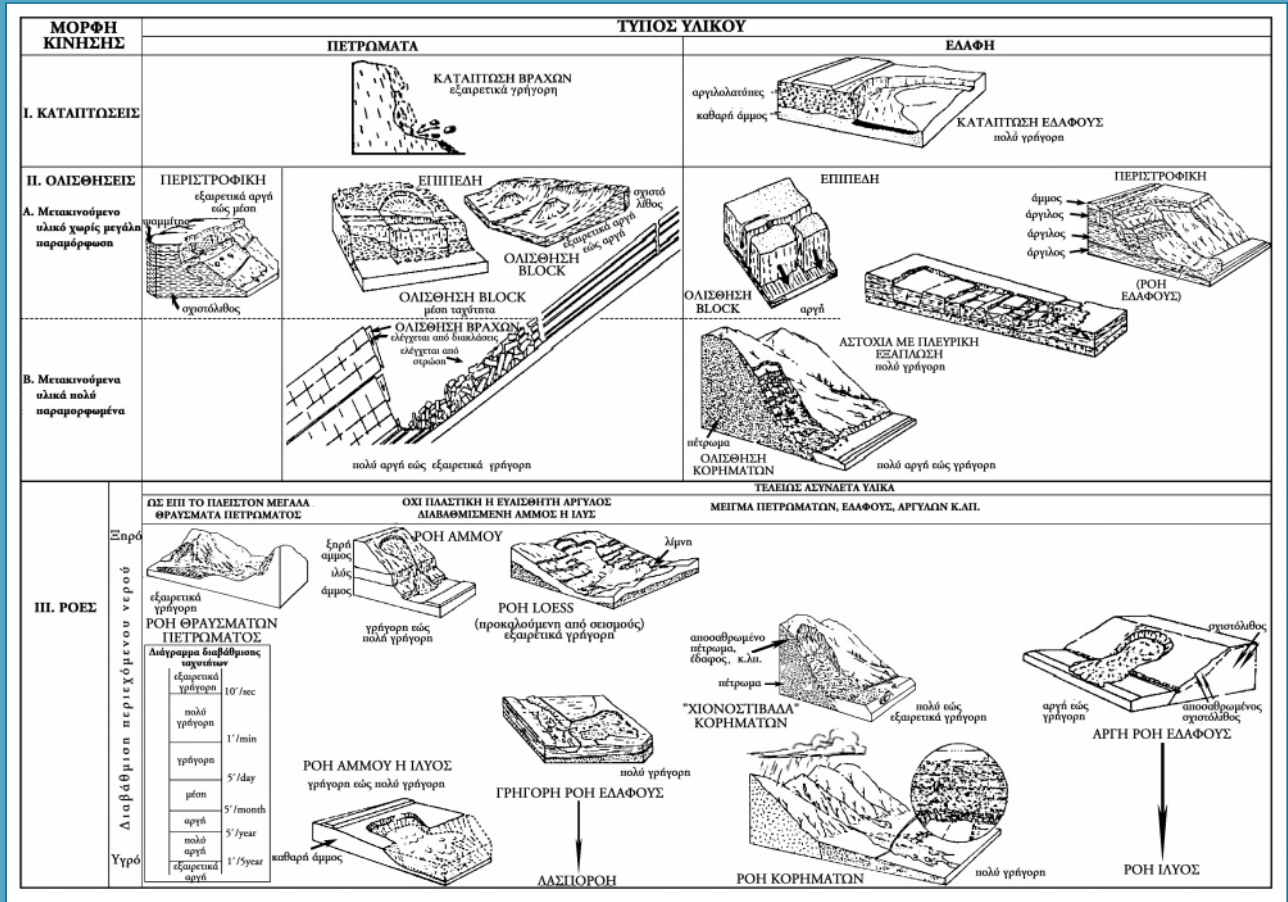
Εκτόξευση βράχων

Λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια εκρήξεων που γίνονται για τη διαμόρφωση ενός πρηνούς, τις περισσότερες φορές από υπολειπόμενες τάσεις.

2.6 Ταξινόμηση κατά Varnes

Η ταξινόμηση κατά VARNES (Εικ. 9.8) θεωρείται μια από τις πληρέστερες ταξινομήσεις που έχουν προταθεί. Στην ταξινόμηση αυτή, λαμβάνονται υπόψη αρκετοί παράγοντες, όπως το είδος της κίνησης, το είδος των υλικών που μετασχηματίστηκαν, η μορφή της κίνησης, κλπ.. Διακρίνονται τα εξής είδη:

- *Καταπτώσεις*. Πρόκειται για αποσπάσεις μαζών διαφόρων μεγεθών από απότομα πρηνή και στη συνέχεια μετακίνηση τους λόγω βαρύτητας με τη μορφή ελεύθερης πτώσης, αναπηδήματος και κύλισης. Η κίνηση είναι γρήγορη έως πολύ γρήγορη και συνήθως αυξάνει προς τα κάτω λόγω της επιτάχυνσης της βαρύτητας. Διακρίνονται ανάλογα με το είδος της μάζας που πέφτει, σε πτώσεις βράχων, πτώσεις κορημάτων και σε πτώσεις εδάφους (Εικ. 9.9).
- *Ανατροπές*. Πρόκειται για πτώσεις μαζών, στις οποίες η αρχική κίνηση περιλαμβάνει μια ανατροπή, δηλαδή ουσιαστικά μια περιστροφή γύρω από έναν άξονα, ο οποίος ευρίσκεται κάτω ή στο κάτω μέρος της μάζας. Προκαλούνται συνήθως από υποσκαφές σε ένα τμήμα της βάσης, οπότε υπάρχει απώλεια στήριξης ή από πλευρικές ωθήσεις, για παράδειγμα από πιέσεις νερού των ασυνεχειών.
- *Ολισθήσεις*. Πρόκειται για μετακινήσεις, οι οποίες συνοδεύονται οπωσδήποτε με θραύση κατά μήκος μιας ή περισσότερων επιφανειών. Διακρίνονται δύο τύποι ολισθήσεων από τους οποίους, στο μεν πρώτο υπάρχει μία περιστροφική κίνηση της μάζας γύρω από ένα νοητό άξονα, στο δε δεύτερο υπάρχει μια μετάθεση της μάζας χωρίς να ακολουθεί κάποιο συγκεκριμένο τόξο. Επίσης, διακρίνονται δύο τύποι, ανάλογα με το αν η μετακινούμενη μάζα έχει υποστεί μικρές ή μεγάλες παραμορφώσεις. Πιο αναλυτικά, οι *περιστροφικές ολισθήσεις* είναι ολι-



Εικόνα 9.8

Ταξινόμηση κατολισθήσεων κατά VARNES.



Εικόνα 9.9

Καταπτώσεις βραχωδών όγκων στη νέα Εθνική οδό Κορίνθου - Τριπόλεως αμέσως μετά την παράδοσή της στην κυκλοφορία.



Εικόνα 9.10

Ερπυστικά φαινόμενα με χαρακτηριστικές κάμψεις των κορμών των δέντρων σε εδαφικό μανδύα προερχόμενο από την αποσάθρωση οφιολιθικών πετρωμάτων στο όρος Κόζιακας στη Δυτική Θεσσαλία.

σθήσεις, οι οποίες γίνονται κατά μήκος μιας επιφάνειας θραύσης που είναι κοίλη προς τα πάνω. Αποτελούν τον πιο κοινό τύπο κατολισθήσεων. Πιο συνηθισμένη μορφή τους είναι η μορφή της “κάθισης” και παρατηρούνται τόσο σε ομογενή υλικά όσο και σε ετερογενή. Ειδικά στις περιπτώσεις, όπου η ολίσθηση εκτείνεται σε ένα μεγάλο τμήμα του πρηνούς κάθετα στη διεύθυνση μετακίνησης, η επιφάνεια θραύσης μπορεί να παραλληλιστεί με κύλινδρο, ο άξονας του οποίου είναι παράλληλος στο πρηνές. Το ανώτερο τμήμα της επιφάνειας διάρρηξης είναι σχεδόν κατακόρυφο, με αποτέλεσμα τα ακραία μη μετακινηθέντα τεμάχια να είναι ασταθή και έτσι να παρατηρούνται νέες θραύσεις.

Οι μεταθετικές ολισθήσεις είναι ολισθήσεις, οι οποίες γίνονται κατά μήκος μιας επίπεδης ή σχεδόν επίπεδης επιφάνειας. Το άνωσμα της ολίσθησης μπορεί να είναι πολύ μεγάλο εάν η επιφάνεια ολίσθησης έχει μια σημαντική

κλίση και η διατμητική αντίσταση κατά μήκος της είναι μικρή. Διακρίνονται, σε ολισθήσεις τεμαχών (block slide), όταν η μάζα είναι μεγάλη και σε ολισθήσεις κατακερματισμένων τεμαχών, όταν υπάρχουν πολλές μικρές μονάδες.

Ο όρος *ερπυσμός* πρέπει να περιοριστεί σε αργές και συνεχείς παραμορφώσεις στο χώρο, μικρό μέρος από τις οποίες μπορούν να αντιστραφούν μετά την άρση των τάσεων, ενώ αντίθετα το μεγαλύτερο παραμένει (Εικ. 9.10).

Όσον αφορά στις ροές πρόκειται για γρήγορες ή αργές μετακινήσεις χαλαρών υλικών με ή χωρίς παρουσία υγρής φάσης. Σε πολλές μάλιστα περιπτώσεις, οι μετακινήσεις και οι ταχύτητες έχουν τα χαρακτηριστικά των μετακινήσεων και των ταχυτίπων των ρευστών με υψηλό ιξώδες, ενώ ορισμένοι από τους τύπους ροών αναφέρονται από άλλους ερευνητές και σαν ερπυσμοί, πράγμα το οποίο ισχύει και για μερικά από τα άλλα είδη κατολισθήσεων. Έτσι, η παρουσία μεγάλων ποσοτήτων νερού σε κορήματα προκαλεί τις λεγόμενες χιονοστιβάδες κορημάτων, ενώ αντίστοιχη παρουσία νερού σε λεπτόκοκκα υλικά προκαλεί τις ροές



Εικόνα 9.11

Περιστροφική κατολίσθηση σε αποσαθρωμένους σχιστολίθους στις δυτικές παρυφές της Οσοας κοντά στο χωριό Σπηλιά Λάρισας.



Εικόνα 9.12

Μετακινήσεις κορημάτων σε επικλινείς πλευρές της Πίνδου.

λάσσης. Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια του θέρους, τα επιφανειακά στρώματα του πάγου τήκονται ευκολότερα και τροφοδοτούν με νερό τα εδάφη, τα οποία κινούνται πάνω στα κατώτερα στρώματα του πάγου.

2.7 Ταξινόμηση κατά Zaruba - Mencl

Οι ZARUBA - MENCL διακρίνουν τους εξής τύπους κατολισθήσεων στηριζόμενοι κυρίως στα γεωλογικά χαρακτηριστικά τους:

Μετακινήσεις επιφανειακών αποθέσεων. Πρόκειται για μετακινήσεις των επιφανειακών σχηματισμών. Στον τύπο αυτό διακρίνονται:

- *Ερπυσμός κορημάτων και κάμψεις κεφαλών στρωμάτων.* Όπως είναι φυσικό τα κορήματα μετακινούνται πάνω στους υποκείμενους σταθερούς σχηματισμούς, εξαιτίας του βάρους των μεταβολών, οι οποίες λαμβάνουν χώρα. Επίσης, η κάμψη των κεφαλών των στρωμάτων γίνεται κυρίως εξαιτίας της βαρύτητας ή των τάσεων, οι οποίες ασκούνται στα κορυφαία τμήματα των στρωμάτων των σχηματισμών.
- *Ολισθήσεις του επιφανειακού μανδύα αποσάθρωσης.* Οι ολισθήσεις αυτές είναι πολύ διαδεδομένες και προσβάλλουν σχηματισμούς σε βάθος ως μερικά μέτρα. Οι μετακινήσεις του τύπου αυτού διευκολύνονται από τη μικρή συνοχή των υλικών του μανδύα, την παρουσία νερού και τις ατμοσφαιρικές μεταβολές (Εικ. 9.11).
- *Ροές γαιών.* Προκαλούνται σε λεπτομερή υλικά όταν κορεστούν με νερό κατά τη διάρκεια βροχοπτώσεων. Μια ιδιαίτερη κατηγορία είναι οι λεγόμενες ροές άμμου, οι οποίες προκαλούνται σε άμμους με μεγάλη ποσότητα νερού.
- *Ροές κορημάτων.* Πρόκειται για μετακινήσεις αδρομερών στοιχείων, οι οποίες οφείλονται στην παρουσία και τη ροή του νερού. Στην ουσία, πρόκειται για μεταφορές αδρομερών υλικών κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων (Εικ. 9.12). Στην κατηγορία αυτή, ανήκουν και οι ροές ηφαιστειακής λάσσης, οι οποίες προκαλούνται από τη δράση των ηφαιστειών και από ισχυρές βροχοπτώσεις.

Μετακινήσεις σε αργιλικά πετρώματα. Πρόκειται για μετακινήσεις, οι οποίες συνοδεύονται από θραύσεις που προκαλούνται σε αργιλικά πετρώματα. Διακρίνονται σε:

- Ολισθήσεις κατά μήκος *κυλινδρικών επιφανειών ολί-*

σθησης. Πρόκειται για θραύσεις και ολισθήσεις πάνω σε καμπύλες επιφάνειες, οι οποίες προκαλούνται όταν ξεπεραστεί η διατμητική αντοχή των υλικών. Η μετακινούμενη μάζα συσσωρεύεται στο πόδι της κατολισθήσεως, όταν στο ανώτερο τμήμα της θραύσεως παρατηρείται μία “κάθιση” των μαζών, ενώ οι επιφάνειες διάρρηξης είναι σχεδόν κατακόρυφες. Ετοι δημιουργούνται νέες ασταθείς μάζες, με αποτέλεσμα, σε ορισμένες περιπτώσεις, να παρατηρούνται ανάδρομες κατολισθήσεις σε πολύ μεγάλη έκταση. Το μέγεθος των κατολισθήσεων αυτών καθώς επίσης και οι μετακινούμενες μάζες είναι δυνατό να είναι τεράστιες και ελέγχονται άμεσα από τη γεωλογική δομή της περιοχής εκδήλωσης.

- Ολισθήσεις κατά μήκος *σύνθετων επιφανειών.* Είναι ολισθήσεις, οι οποίες δε γίνονται κατά μήκος κυλινδρικών επιφανειών, αλλά κατά μήκος σύνθετων επιφανειών, οι οποίες ορίζονται συνήθως από την παρουσία εναλλαγών πετρωμάτων με διαφορετικά γεωμηχανικά χαρακτηριστικά ή από την παρουσία ασυνεχειών στο υφιστάμενο πρηνές. Σε αυτές τις περιπτώσεις, συνήθως, η επιφάνεια ορίζεται από τις επιφάνειες στρώσεων και μεταξύ στρωμάτων με διαφορετική περατότητα ή αντοχή (π.χ. κροκαλοπαγή-μάργες) από ρήγματα ή διακλάσεις ή ακόμα και από παλιές επιφάνειες ολισθήσεων. Όπως φαίνεται, η έρευνα ευστάθειας των πρηνών σε αυτές τις περιπτώσεις είναι δύσκολη μιας και τα αποτελέσματα των επί τόπου εργαστηριακών δοκιμών είναι εντελώς σημειακά και δεν ανταποκρίνονται σε όλη την έκταση της μάζας, ούτε στην αντοχή όλων των επιφανειών ολίσθησης, οι οποίες και θα πρέπει να προσδιοριστούν με λεπτομερή γεωλογική-τεκτονική μελέτη.
- *Μετακίνηση πάνω σε πλαστικά πετρώματα.* Πρόκειται για μετακίνηση τεμαχών από συμπαγή πετρώματα πάνω σε πλαστικά πετρώματα (π.χ. αργίλους). Μια ιδιαίτερη περίπτωση είναι οι συνδυασμένες ολισθήσεις πολλών ανεξάρτητων τεμαχών, οι οποίες καλούνται “ολισθήσεις τεμαχών”.

Ολισθήσεις συμπαγών πετρωμάτων. Είναι ολισθήσεις σε βραχώδη πρηνή, οι οποίες ορίζονται από τις υφιστάμενες ασυνέχειες που μπορεί να είναι πρωτογενείς (στρώσεις, ασυμφωνίες) ή δευτερογενείς (ρήγματα, διακλάσεις, κλπ.). Διακρίνονται σε:

- Ολισθήσεις κατά μήκος των *υφιστάμενων ασυνεχειών.* Προκαλούνται όταν ξεπεραστεί το όριο διατμητικής

αντοχής μιας ασυνέχειας από διάφορες αιτίες, όπως η παρουσία νερού ή πάγου, η πλευρική ώθηση, η αύξηση της γωνίας κλίσης του πρανούς ή αφαίρεση της υποστήριξης, κλπ. Κυρίαρχο ρόλο σε αυτή την περίπτωση παίζει η γεωμετρία των ασυνεχειών σε συνάρτηση με τη γεωμετρία του πρανούς.

- *Ολισθήσεις βαρύτητας*. Πρόκειται κατά κύριο λόγο για αργές μετακινήσεις, οι οποίες οφείλονται στη βαρύτητα. Παρατηρούνται σε κλαστικά πετρώματα και η παραμόρφωση μπορεί να αντιστοιχηθεί με τον ερπυσμό.
- *Πτώσεις βράχων*. Είναι απότομες μετακινήσεις βραχών μαζών διαφόρων μεγεθών από απότομα πρανά, όταν οι μάζες χάνουν την υποστήριξή τους. Η ταχύτητα πτώσεως είναι πολύ μεγάλη και η επιτάχυνση είναι ίση με αυτή της βαρύτητας. Προκαλούνται συνήθως κατά μήκος απότομων ακτών, λόγω της δράσεως των κυμάτων ή λόγω των σεισμικών κινήσεων.

Ειδικές περιπτώσεις μετακινήσεων. Πρόκειται για ειδικές περιπτώσεις μετακινήσεων όπως:

- *Εδαφική ροή*. Είναι μετακίνηση του εδάφους πάνω σε παγωμένο υπόβαθρο.
- *Ροή αργίλων*. Είναι μετακινήσεις σε αργίλους, οι οποίες έχουν σχέση με τις διεργασίες και μετατροπές στη δομή των αργιλικών ορυκτών.
- *Ημισυγρή ολίσθηση*. Είναι μετακινήσεις στον πυθμένα των θαλασσών και σε ιζήματα τα οποία δεν έχουν ακόμα λιθοποιηθεί. Τα ιζήματα αυτά είναι αργιλούχα, ιλυούχα ή αμμούχα και η μετακίνηση μπορεί να γίνει από μία ελάχιστη δόνηση.

3. ΑΙΤΙΑ ΕΚΔΗΛΩΣΗΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ

3.1 Γενικά

Για την εκδήλωση ενός κατολισθητικού φαινομένου σπάνια είναι ικανή η παρουσία ενός και μόνο παράγοντα. Συνήθως απαιτείται η συνύπαρξη πολλών παραγόντων, που έχουν σχέση τόσο με τις γεωλογικές, γεωτεχνικές και μορφολογικές συνθήκες όσο και με τις περιβαλλοντολογικές συνθήκες και ανθρώπινες παρεμβάσεις και δραστηριότητες.

Η παρουσία των παραγόντων αυτών έχει σαν επακόλουθο τη δραστική μείωση της ευστάθειας των μαζών, οι

οποίες σε κάποια χρονική στιγμή είναι πιθανό να την απολέσουν λόγω της επενέργειας κάποιου από τους προηγούμενους παράγοντες ή κάποιου άλλου διαφορετικού. Ο τελευταίος θεωρείται και το αίτιο της κατολίσθησης.

Το όλο πλαίσιο δράσης ορισμένων παραγόντων και η εκδήλωση των κατολισθήσεων μπορεί να αντιστοιχηθεί με μια πολεμική σύρραξη, όπου υφίστανται ήδη οι λόγοι της σύρραξης και επακολουθεί η αιτία ή αφορμή, η οποία δεν είναι κατά κανόνα ο κυριότερος από τους λόγους του πολέμου.

3.2 Παράγοντες που συμβάλλουν στην αύξηση της διατμητικής τάσης

Αφαίρεση υποστήριξης. Η αφαίρεση υποστήριξης είναι ένας από τους πλέον συννηθέστερους παράγοντες πρόκλησης κατολισθήσεων. Είναι δυνατό να γίνει είτε στο πόδι της ασταθούς μάζας, είτε πλευρικά και μπορεί να οφείλεται, είτε σε φυσικά αίτια, είτε σε ανθρώπινη παρέμβαση. Ειδικότερα, η αφαίρεση υποστήριξης από φυσικά αίτια μπορεί να οφείλεται:

- Στη διαβρωτική ενέργεια του νερού που κυκλοφορεί σε ποταμούς και χειμάρρους, με αποτέλεσμα να προκαλούνται υποσκαφές και στη συνέχεια μετακινήσεις των ασταθών μαζών (Εικ. 9.13).
- Στις υποσκαφές των ακτών, λόγω της δράσης των κυμάτων ή των παλιρροιών. Στις περιπτώσεις αυτές λαμβάνει χώρα, τις περισσότερες φορές, αρχικά υποσκαφή και στη συνέχεια κατάπτωση των υπερκείμενων όγκων.
- Στις υποσκαφές, οι οποίες προκαλούνται από τη μετακίνηση παγετώνων, σε περιοχές βέβαια, όπου οι κλιματολογικές και μορφολογικές συνθήκες είναι ευνοϊκές.
- Στις υποσκαφές, οι οποίες οφείλονται στη δράση των ανέμων, σε περιπτώσεις απότομων πρανών, όπου χαλαροί σχηματισμοί υπόκεινται συνεκτικών, με αποτέλεσμα να επέρχεται σταδιακά απώλεια στήριξης των υπερκείμενων μαζών.
- Σε μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες-ρήγματα με σημαντικά κατακόρυφη συνιστώσα μετακίνησης. Η αφαίρεση υποστήριξης στην περίπτωση αυτή γίνεται στις βραχώδεις ή εδαφικές μάζες του ρηξιτεμάχους που σχετικά ανυψώθηκε, σε σχέση με το εκατέρωθεν της ρηξιγενούς ζώνης.



Εικόνα 9.13

Καταστροφές σε οικίες μετά την υποσκαφή πρανών από υδρορεύματα στο Πήλιο.

- Εξαιτίας υποσκαφών και αφαιρέσεων υλικών, λόγω λατομικών ή μεταλλευτικών δραστηριοτήτων.
- Εξαιτίας υποσκαφών και αφαίρεσης υλικών για τη κατασκευή τεχνικών έργων, όπως οδικών αρτηριών, σιδηροδρομικών γραμμών, θεμελίωσης οικοδομών κ.α.
- Εξαιτίας αφαίρεσης των έργων υποστήριξης, όπως πασσάλων, τοίχων αντιστήριξης κλπ.

Πλευρική πίεση. Η πλευρική πίεση που μπορεί να ασκηθεί εξαιτίας πολλών παραγόντων, είναι δυνατό να παίξει καθοριστικό ρόλο στην εκδήλωση μιας κατολίσθησης. Συγκεκριμένα, οι πλευρικές τάσεις, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, προστίθενται στις υπάρχουσες τυχόν διατμητικές τάσεις και μπορεί να αποκτήσουν συνολική τιμή μεγαλύτερη από τη διατμητική αντοχή των σχηματισμών ενός πρανούς και να αρχίσει έτσι μετακίνηση της μάζας. Η πλευρική πίεση είναι δυνατό να προέρχεται από:

- Την παρουσία νερού σε ρωγμές και σε κοιλότητες των πετρωμάτων, οι οποίες οφείλονται είτε σε πρωτογενή

αίτια (στρώση, πορώδες), είτε σε δευτερογενή (ρήγματα, διάβρωση). Η ψύξη του νερού στις κοιλότητες και στις ρωγμές και η αύξηση του όγκου του κατά τη στερεοποίηση έχει σαν αποτέλεσμα την εξάσκηση ικανών πλευρικών δυνάμεων στα τοιχώματα.

- Την διόγκωση πετρωμάτων λόγω του εμποτισμού τους από το κατεισδύον νερό. Τέτοιες περιπτώσεις είναι συνήθως περιοχές όπου εμφανίζονται εβαπορίτες, οι οποίοι παρουσιάζουν τα γνωστά φαινόμενα διαπειρισμού.
- Από κινητοποίηση παραμενουσών τάσεων μέσα σε μάζες γεωλογικών σχηματισμών. Η κινητοποίηση αυτή είναι δυνατό να γίνει κάτω από ορισμένες μόνο συνθήκες.

Πρόσθετη φόρτιση. Η πρόσθετη φόρτιση (επιφόρτιση) είναι σε πολλές περιπτώσεις ένας ικανός παράγοντας για την εκδήλωση ή όχι μιας κατολίσθησης σε μια μάζα με οριακές συνθήκες ισορροπίας. Σε γενικές γραμμές, όσο πιο αργά γίνεται η επιφόρτιση τόσο μειωμένες είναι οι πιθανότητες μετακίνησης, ενώ όσο πιο γρήγορα γίνεται τόσο

αυξημένες είναι οι πιθανότητες εκδήλωσης κατολισθήσης. Η πρόσθετη φόρτιση είναι δυνατό να οφείλεται στη δράση φυσικών παραγόντων και ειδικότερα:

- Μεταφορά και απόθεση υλικών λόγω της βαρύτητας, σε επικλινείς μορφολογικά περιοχές, με τη μορφή πλευρικών κορημάτων ή κώνων κορημάτων.
- Μεταφορά και απόθεση υλικών από τη δράση του επιφανειακού ύδατος, σε επικλινείς μορφολογικά περιοχές και κυρίως κατά μήκος χειμάρρων και ποταμών.
- Ανάπτυξη της βλάστησης ή αναδάσωση μιας περιοχής.
- Αύξηση της μάζας του ύδατος, το οποίο προέρχεται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, στους πόρους των πετρωμάτων.
- Κατασκευή κτιρίων ή μεγάλων τεχνικών έργων.
- Απόρριψη αδρανών υλικών ή σκουπιδιών ή ακόμα στη συγκέντρωση λατομικών υλικών, μεταλλευμάτων και άλλων υλικών.
- Δημιουργία επιχωμάτων για την κατασκευή τεχνικών έργων.

Παροδικές γήινες τάσεις. Οι παροδικές γήινες τάσεις είναι δυνατό να αποτελέσουν το έναυσμα της μετακίνησης μιας βραχώδους ή εδαφικής μάζας, επειδή οι επιταχύνσεις προκαλούν αύξηση της διατμητικής τάσης και μεταβάλλουν γενικά το καθεστώς τάσεων σε ένα πρανεές.

Οι παροδικές γήινες τάσεις μπορεί να οφείλονται είτε σε σεισμικές κινήσεις είτε σε δονήσεις προερχόμενες από ανθρώπινες δραστηριότητες.

Οι δονήσεις που οφείλονται στις ανθρώπινες δραστηριότητες είναι δυνατό να προέρχονται από εκρήξεις σε περιοχές λατομείων, από την κυκλοφορία βαρέων οχημάτων, από τη λειτουργία βιομηχανικών συγκροτημάτων, κλπ.

Ηφαιστειακή δραστηριότητα. Σε περιοχές ηφαιστείων, η ηφαιστειακή δραστηριότητα είναι δυνατό, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, να προκαλέσει αύξηση των διατμητικών τάσεων και στη συνέχεια κατολισθήσεις μέσα στην καλδέρα, στον ηφαιστειακό κώνο αλλά και στην ευρύτερη περιοχή.

Οι διεργασίες που συμβάλλουν στην αύξηση της διατμητικής τάσης έμμεσα ή άμεσα είναι, η υποχώρηση της υποστήριξης λόγω καταβύθισης της καλδέρας ή η επιπρόσθετη φόρτιση από την απόθεση νέων υλικών όπως λάβα, τέφρα, κίσηρη, οι αλλαγές στη θερμοκρασία καθώς και οι

δονήσεις και διογκώσεις λόγω της ανόδου του μάγματος.

Αύξηση της κλίσης του πρανεούς. Η προοδευτική αύξηση της κλίσης του πρανεούς είναι δυνατό να προκαλέσει αύξηση των διατμητικών τάσεων και σε οριακές περιπτώσεις θραύση και μετακίνηση μαζών. Η μεταβολή στην κλίση του πρανεούς μπορεί να οφείλεται στη διαδικασία εξέλιξης του ανάγλυφου της γης, το οποίο, όπως είναι γνωστό, συνεχώς μεταβάλλεται και υπόκειται σε αλλοιώσεις καθώς επίσης και σε ανθρώπινη παρέμβαση. Ειδικότερα, η μεταβολή στην κλίση του πρανεούς από φυσικά αίτια είναι δυνατό να οφείλεται:

- Σε ενδογενείς διεργασίες, οι οποίες τείνουν να μεταβάλλουν την επιφάνεια της γης και συνδέονται με κινήσεις σε τεκτονικά ενεργές περιοχές, με φαινόμενα διαπερισμού κλπ. Οι ενδογενείς διεργασίες είναι φυσικά πολύ αργές, αλλά παρόλα αυτά είναι δυνατό, σε ορισμένες οριακές περιπτώσεις, να αποτελέσουν το αίτιο για την εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων.
- Σε διάβρωση, λόγω της δράσης των υδάτων, τα οποία προκαλούν συνεχή αλλοίωση της μορφολογίας, άλλοτε βέβαια μειώνοντας τη μορφολογική κλίση, άλλοτε όμως αυξάνοντας την. Η τελευταία περίπτωση, συνδέεται συχνά με κατά βάθος διάβρωση, η οποία προκαλεί αφαίρεση υλικών από τη βάση που υποστηρίζει μια ασταθή μάζα, με αποτέλεσμα να υφίσταται αυξημένη πιθανότητα κατολισθήσεων.
- Σε δράση του ανέμου, κυρίως σε περιοχές όπου τα πετρώματα είναι ψαθυρά.
- Σε μεγάλα ρήγματα ή ρηξιγενείς ζώνες, με αποτέλεσμα ολόκληρες μάζες κοντά στις επιφάνειες να βρεθούν σε αστάθεια.
- Σε εκσκαφή για την κατασκευή τεχνικών έργων ή σε περιοχές λατομείων.
- Εμμεσα, από την αποψίλωση της βλάστησης σε ένα πρανεές, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την εντονότερη διάβρωση.

3.3 Παράγοντες που συμβάλλουν στη μείωση της διατμητικής αντοχής

Δράση χλωρίδας - πανίδας. Τόσο η δράση της χλωρίδας, όσο και η δράση της πανίδας είναι δυνατό να συμβάλλουν κατά πολύ στη μείωση της διατμητικής αντοχής των πετρωμάτων και γενικότερα των γεωλογικών σχηματισμών. Πιο συγκεκριμένα, ορισμένα είδη φυτών προκαλούν με τη

δράση του ριζικού τους συστήματος, τη σημαντική μείωση της διατμητικής αντοχής των πετρωμάτων και πολλές φορές την καταστροφή τους και τη μετατροπή τους σε έδαφος τόσο μηχανικά με τη διάτρηση και διόγκωση των ριζών, όσο και χημικά με την απόρριψη χημικών ουσιών.

Επίσης, είναι δυνατόν οι τάσεις λόγω των ανέμων, οι οποίες μεταφέρονται διά μέσου του κορμού στο ριζικό σύστημα, να είναι ικανές, σε οριακές βέβαια περιπτώσεις, να προκαλέσουν καταπονήσεις στα πετρώματα και να μειώσουν έτσι τη διατμητική αντοχή του.

Τέλος, από το ζωικό βασίλειο, ορισμένοι οργανισμοί μπορούν να προκαλέσουν και αυτοί μείωση της διατμητικής αντοχής των πετρωμάτων, εξαιτίας του πυκνού επίγειου συστήματος οπών που διανοίγουν ή εξαιτίας της χημικής διάβρωσης.

Φυσικοχημικές διεργασίες - Αποσάθρωση. Τα πετρώματα είναι δυνατό να υποστούν, κάτω από ορισμένες συνθήκες, ορισμένες φυσικοχημικές διεργασίες, οι οποίες μεταβάλλουν ή αλλοιώνουν ή καταστρέφουν την εσωτερική δομή τους, με αποτέλεσμα να μειώνεται δραστικά η διατμητική τους αντοχή. Οι περισσότερες από τις φυσικοχημικές διεργασίες συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με την παρουσία ή την κυκλοφορία νερού και είναι οι ακόλουθες:

- Ενυδάτωση αργιλικών ορυκτών, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της συνοχής του αργιλικού εδάφους ή τη διόγκωση και ταυτόχρονη μείωση των μοντιμονιτικών αργίλων.
- Φυσική αποσύνθεση των κοκκωδών πετρωμάτων, που προκαλείται από την κυκλοφορία του νερού (π.χ. ψαμμίτες).
- Ξήρανση των αργίλων, που προκαλεί επίσης ρωγμές στη μάζα τους, που ταυτίζονται με τη σχιστότητα ή άλλες ασυνέχειες.
- Βασικές αλλαγές στις αργίλους, που συνδέονται με την ανταλλαγή ιόντων, που έχει επίδραση πάνω στις φυσικές ιδιότητες.
- Διάλυση του συνδετικού υλικού ορισμένων πετρωμάτων, λόγω της κυκλοφορίας ή της παρουσίας νερού, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα τη σταδιακή καταστροφή τους.

Παρουσία νερού. Η παρουσία νερού στους γεωλογικούς σχηματισμούς έχει γενικά αρνητικές επιπτώσεις στη διατμητική αντοχή των πετρωμάτων. Τούτο οφείλεται - πέρα από τις φυσικοχημικές διεργασίες που προκαλεί - στη

μείωση των τριβών μεταξύ των τμημάτων ενός πετρώματος, και στη μείωση των ενεργών τάσεων. Η παρουσία νερού μέσα στους γεωλογικούς σχηματισμούς οφείλεται κυρίως:

- Στις βροχοπτώσεις και στο λιώσιμο του χιονιού.
- Στην τροφοδοσία από παρακείμενες πηγές, χειμάρρους, ποτάμια και υδροφόρους ορίζοντες.
- Στην παρουσία τεχνητών λιμνών-ταμιευτήρων, στην πραγματοποίηση εκτροπών, σε αρδεύσεις κ.α..
- Εμμεσα, στην αποψίλωση εκτάσεων, που έχει σαν αποτέλεσμα πολλές φορές την αύξηση του νερού στο υπέδαφος της περιοχής.

Υφιστάμενη γεωλογική δομή. Η υφιστάμενη, σε μια περιοχή, γεωλογική δομή (λιθοστρωματογραφική διάρθρωση-τεκτονική δομή) είναι δυνατό, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις να είναι ένας από τους πλέον σημαντικούς παράγοντες που συμβάλλουν στην εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων (Εικ. 9.14). Ειδικότερα, η διατμητική αντοχή των πετρωμάτων, είτε συνολικά σε μια περιοχή, είτε σε ορισμένα τμήματά της, μπορεί να εμφανίζεται με σημαντικά μειωμένες τιμές λόγω:

- Της λιθολογικής σύστασης των πετρωμάτων, τα οποία μπορούν να έχουν μικρή διατμητική αντοχή, είτε πρωτογενώς λόγω της σύστασής τους και της υφής τους, είτε δευτερογενώς λόγω των μεταβολών που μεσολάβησαν στη σύστασή τους από την επενέργεια εξωτερικών παραγόντων (Εικ. 9.15).
- Των πρωτογενών δομών των πετρωμάτων και συγκεκριμένα των στρώσεων, των ασυμφωνιών, των κατακόρυφων και των πλευρικών μεταβάσεων και γενικότερα όλων των ασυνεχειών, οι οποίες δεν οφείλονται στην τεκτονική παραμόρφωση, αλλά σε ιζηματογενείς παράγοντες. Ιδιαίτερη σημασία, στην περίπτωση αυτή, για την εκδήλωση των κατολισθήσεων έχει ο προσανατολισμός και γενικότερα η γεωμετρία των ασυνεχειών σε συνάρτηση με τον προσανατολισμό και τη γεωμετρία του πρηνούς.
- Των εναλλαγών των διαφόρων πετρωμάτων των γεωλογικών σχηματισμών και ιδιαίτερα στις περιπτώσεις, όπου εναλλάσσονται ψαθυρά με συμπαγή καθώς επίσης και διαπερατά με αδιαπερατά. Η ετερογένεια αυτή τόσο στην κατάσταση όσο και στην περατότητα έχει αρνητικές επιπτώσεις στη διατμητική αντοχή.



Εικόνα 9.14

Μερική άποψη του χωριού Λιβάδι Λάρισας με φόντο τον Ολυμπο, το οποίο υπόκειται σε κατολισθητικές κινήσεις. Ο οικιστικός χώρος αναπτύσσεται πάνω σε εδαφικό μανδύα που προέρχεται από την αποσάθρωση μεταμορφωμένων πετρωμάτων.



Εικόνα 9.15

Κατολίθηση σε μολασσικούς σχηματισμούς Μεσοελληνικής Αύλακας στην κοινότητα Καναλιών Καρδίτσας.

- Την τεκτονική παραμόρφωση που έχουν υποστεί οι γεωλογικοί σχηματισμοί και η οποία εκφράζεται μέσα από διαρρήξεις, ρήγματα, διακλάσεις, σχιστότητα, πτυχές, εφιππεύσεις και επωθήσεις. Όπως είναι επόμενο, τα πετρώματα λόγω της παραμόρφωσης, είτε εμφανίζονται κατακερματισμένα, οπότε η διατμητική αντοχή τους είναι κατά πολύ μειωμένη, είτε διακόπτονται από πολλές ασυνέχειες, οπότε πάλι η διατμητική αντοχή τους είναι σημαντικά μειωμένη. Στη δεύτερη περίπτωση, σημαντικός παράγοντας για την εκδήλωση κατολισθήσεων είναι η υφιστάμενη γεωμετρία της (κλίση, διεύθυνση), σε συνάρτηση με την υφιστάμενη γεωμετρία του πρανούς.

Προοδευτικός ερπυσμός. Ο προοδευτικός ερπυσμός σε ένα πρανές, έχει σαν αποτέλεσμα τη σταδιακή μείωση της διατμητικής αντοχής των πετρωμάτων, λόγω της σταδιακής επίσης καταστροφής της αρχικής κατάστασης των πετρωμάτων.

4. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

4.1. Γενικά

Για την αντιμετώπιση των κατολισθητικών φαινομένων, έχει προταθεί και εφαρμοστεί ένας μεγάλος αριθμός από μέτρα ή συνδυασμών από μέτρα με μεγάλη ή μικρή αποτελεσματικότητα. Η σωστή επιλογή ενός μέτρου ή μιας σειράς μέτρων για την αντιμετώπιση μιας συγκεκριμένης περίπτωσης κατολίθησης, απαιτεί πριν από όλα, την πλήρη διερεύνηση των παραγόντων που την προκάλεσαν ή που συνέβαλαν στην πρόκλησή της. Πιο συγκεκριμένα απαιτείται:

- Πλήρης γνώση της *γεωλογικής δομής* και εξέλιξης της ευρύτερης περιοχής στην οποία εκδηλώθηκε το φαινόμενο. Ειδικότερα, απαιτείται πλήρης γνώση της λιθοστρωματογραφικής διάρθρωσης, δηλαδή της λιθολογίας, της αλληλουχίας των κατακόρυφων και των πλευρικών μεταβάσεων, του πάχους και άλλων στοιχείων των γεωλογικών σχηματισμών. Επίσης, απαιτείται πλήρης γνώση της τεκτονικής παραμόρφωσης, που εκφράζεται μέσα από κάμψεις, παρέλξεις, πτυχές (συνεχής παραμόρφωση), καθώς επίσης και από ρήγματα, διακλάσεις, εφιππεύσεις (ασυνεχής παραμόρφωση).
- Πλήρης γνώση των *υδρογεωλογικών συνθηκών* και

συγκεκριμένα της υδρολιθολογίας (συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών σε σχέση με το νερό) και της διακίνησης του υπόγειου νερού.

- Ακριβής γνώση των *γεωτεχνικών συνθηκών* και των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών των πετρωμάτων, έτσι όπως προκύπτουν από μακροσκοπικές παρατηρήσεις, από in situ δοκιμές και από εργαστηριακά δεδομένα (c, φ, όρια ATTEMBERG, περιεκτικότητα σε νερό, κοκκομετρία, κλπ.).
- Ακριβής καθορισμός των *επιφανειών ολίσθησης* και γενικότερα ο γεωμετρικός καθορισμός στο χώρο, των χαρακτηριστικών περιοχών και τμημάτων της κατολισθαίνουσας μάζας. Η εικόνα αυτή πρέπει να είναι όσο το δυνατό πληρέστερη και καθορίζεται με λεπτομερή γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακες 1:1.000, 1:5.000 ή 1:10.000 όλων των στοιχείων της κατολίθησης (κεφαλή, πόδας, εφελκυστικές ρωγμές, πλευρές, διακλάσεις, ρήγματα κλπ.) καθώς επίσης με εκτέλεση ερευνητικών γεωτρήσεων και με εκτέλεση γεωφυσικών διασκοπήσεων.

Η επιλογή των μέτρων, εξαρτάται από το είδος του κατολισθητικού φαινομένου και κυρίως αν πρόκειται για μετακινήσεις σε εδαφικές ή σε βραχώδεις μάζες. Τα μέτρα αντιμετώπισης είναι δυνατό να καταταχθούν σε μέτρα-έργα πρόληψης, που λαμβάνονται πριν ή κατά την κατασκευή ενός τεχνικού έργου και σε έργα-μέτρα, που λαμβάνονται μετά την εκδήλωση ενός φαινομένου και αποσκοπούν στην παρεμπόδιση-ανάσχεση και ανακοπή του. Στην πρώτη κατηγορία, περιλαμβάνεται και η αλλαγή της θέσης κατασκευής, κατά τη φάση σχεδίασης του έργου, όπως για παράδειγμα η μετάθεση της θέσης ενός φράγματος ή η αλλαγή της χάραξης μιας οδικής αρτηρίας. Ανεξάρτητα πάντως από το είδος των έργων, που είναι τα πλέον κατάλληλα για την αντιμετώπιση μιας συγκεκριμένης περίπτωσης κατολίθησης, καθοριστικό στοιχείο και παράγοντας είναι το κόστος, που σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι δυνατό να καταστήσει απαγορευτική την κατασκευή ενός μέτρου ή συνδυασμού μέτρων.

Τέλος, ένα σημαντικό στοιχείο που αφορά στην αντιμετώπιση των κατολισθήσεων, είναι η παρακολούθηση και η συντήρηση των ήδη υπαρχόντων έργων. Οι παραλείψεις αυτές είναι πολύ συνηθισμένο φαινόμενο, με πιο χαρακτηριστική την απόφραξη των αποχετευτικών διόδων, με αποτέλεσμα την κατείδωση μεγάλων ποσοτήτων ύδατος και τη μείωση των συντελεστών ασφαλείας.

4.2 Επιφανειακή αποστράγγιση

Η επιφανειακή αποστράγγιση έχει σα στόχο την απομάκρυνση, όσο το δυνατό μεγαλύτερων ποσοτήτων ύδατος από την περιοχή της κατολισθαίνουσας ή της ασταθούς μάζας. Με την επιφανειακή αποστράγγιση επιδιώκεται να ελαχιστοποιηθούν οι ποσότητες νερού, που πρόκειται να κατεισχύσουν, με αποτέλεσμα να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις που έχει στο σύνολό της η παρουσία υπόγειου νερού, στην διευκόλυνση των κατολισθητικών φαινομένων. Τα ύδατα, είναι δυνατόν να ρέουν ή να λιμνάζουν πάνω από την περιοχή και μπορεί να προέρχονται, είτε από βροχοπτώσεις, είτε από παρακείμενες πηγές, είτε τέλος από διαρροές σε έργα συγκέντρωσης και μεταφοράς νερού (Εικ. 9.16).

Τα έργα για την επιφανειακή αποστράγγιση ποικίλουν ανάλογα με την κάθε περίπτωση φαινομένου, συνήθως όμως περιλαμβάνουν:

Εικόνα 9.16

Αύλακες συλλογής και διευθέτησης ομβρίων υδάτων για προστασία των πρανών στις Ελβετικές Άλπεις.

- Κατασκευή *περιφερειακής τάφρου* συλλογής των υδάτων, τα οποία προέρχονται από γειτονικές περιοχές και κατευθύνονται προς την περιοχή της κατολισθαίνουσας μάζας.
- *Εξομάλυνση* της επιφάνειας της κατολισθαίνουσας μάζας και της περιβάλλουσας περιοχής με στόχο να μην υπάρχουν εμπόδια στην ελεύθερη ροή του νερού και να μη λιμνάζουν έτσι τα ύδατα.
- Κλείσιμο όλων των *εφελκυστικών ρωγμών*, που δημιουργούνται συνήθως κατά τη διάρκεια μιας κατολίθησης στο πάνω τμήμα της, με αποτέλεσμα να μη διευκολύνεται η κίνηση του νερού προς το εσωτερικό. Για το κλείσιμο των ρωγμών, πολλές φορές χρησιμοποιούνται αδρανή υλικά ή σε ειδικές περιπτώσεις ρωγμών σε βραχώδη πρανή και ρητίνες, οι οποίες έχουν σα στόχο εκτός από την εμπόδιση της ροής του νερού προς το εσωτερικό και τη συγκράτηση των εκατέρωθεν τεμαχίων.
- *Απαγόρευση της καλλιέργειας* στην κατολισθαίνουσα περιοχή, με στόχο να μειωθούν οι ποσότητες νερού που



συγκεντρώνονται από πιθανές αρδεύσεις ή από τη συγκράτηση του μετεωρικού νερού.

- Κατασκευή *τάφρων-αυλάκων απορροής* του επιφανειακού νερού, έξω από την επικίνδυνη περιοχή. Η διάταξη των τάφρων-αυλάκων, το είδος της κατασκευής, και γενικότερα η εφαρμογή της όλης μεθόδου, εξαρτάται από την έκταση, τη μορφολογία, την κλίση και τις ιδιαιτερότητες του εκάστου φαινομένου. Συνηθέστερη διάταξη των τάφρων-αυλάκων, είναι η διάταξη τύπου ψαροκόκκαλου, όπου υπάρχει μία κεντρική τάφρος με συλλεκτήρια κανάλια εκατέρωθεν ή ακόμα σε ορισμένες περιπτώσεις, διπλού ψαροκόκκαλου, όπου υπάρχουν δύο ή ακόμα και περισσότερα κανάλια. Η κατασκευή των αυλάκων, γίνεται κυρίως από προκατασκευασμένα κανάλια από μπετόν με τραπεζοειδή διατομή, τα οποία τοποθετούνται έτσι ώστε να αλληλοκαλύπτονται και να μην επιτρέπουν την απώλεια ύδατος στις συνδέσεις τους. Τα προκατασκευασμένα κανάλια είναι προτιμότερα από τις άκαμπτες κατασκευές, οι οποίες θραύονται κατά τις μετακινήσεις των μαζών, που είναι συχνές στις περιοχές κατολισθήσεων. Τελευταία, γίνεται χρήση πλαστικών καναλιέτων ή σωλήνων, τα οποία έχουν μικρότερο κόστος, είναι ελαφρύτερα και ανθεκτικότερα στις παραμορφώσεις.
- *Κάλυψη* της κατολισθαίνουσας μάζας με αδιάβροχα ή με ασφαλτικά υλικά. Το μέτρο εφαρμόζεται μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις και αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση των ποσοτήτων του νερού που πρόκειται να κατεισχύσει, το οποίο και οδηγείται έξω από την επικίνδυνη περιοχή.

Τα έργα για την επιφανειακή αποστράγγιση εφαρμόζονται πιο συχνά σε κατολισθήσεις εδαφικών μαζών και σπανιότερα σε κατολισθήσεις βραχωδών μαζών. Η επιφανειακή αποστράγγιση, σαν μέτρο, λαμβάνεται σε πολλές περιπτώσεις, διότι δεν απαιτεί μεγάλο κόστος και είναι εύκολη η εφαρμογή της, αλλά δεν είναι όμως ικανή μόνη της να σταθεροποιήσει το πρηνές, παρά μόνο να συμβάλλει στον έλεγχο της κατολίθησης.

4.3 Υπόγεια αποστράγγιση

Με την υπόγεια αποστράγγιση επιδιώκεται η μείωση της ποσότητας των υπόγειων υδάτων, που κυκλοφορούν ή υπάρχουν, είτε μέσα στην κατολισθαίνουσα μάζα, είτε κατά μήκος των επιφανειών ολίσθησης, με στόχο να ελαχιστο-

ποιηθούν οι αρνητικές επιδράσεις από την παρουσία τους, όπως η μείωση της τριβής, η μείωση της αντοχής, η εσωτερική διάβρωση, κλπ.

Η υπόγεια αποστράγγιση μπορεί να επιτευχθεί με μια σειρά από μέτρα και έργα, που όμως η σωστή επιλογή τους, απαιτεί πλήρη γνώση των γεωλογικών, υδρογεωλογικών και υδρολογικών συνθηκών της κατολισθαίνουσας περιοχής ή της περιοχής που πρόκειται να κατολισθήσει, αλλά και της ευρύτερης περιοχής. Συγκεκριμένα, η αποστράγγιση μπορεί να επιτευχθεί με:

- *Αντληση ποσοτήτων νερού* από παλαιά φρέατα και γεωτρήσεις. Πρόκειται για ένα απλό μέτρο, που εφαρμόζεται όμως μόνο όταν υπάρχουν παλαιά φρέατα ή γεωτρήσεις. Η άντληση πρέπει να γίνεται με πιο εντατικό ρυθμό κατά τις περιόδους μεγάλων βροχοπτώσεων.
- *Στραγγιστικές γεωτρήσεις και πηγάδια*. Οι στραγγιστήριες γεωτρήσεις είναι πιο φθηνές από τα στραγγιστήρια πηγάδια, τα οποία έχουν περιορισμένο βάθος και μικρή διάρκεια ζωής.
- *Οριζόντιες ή κεκλιμένες γεωτρήσεις*. Αποτελεί ένα σχετικά απλό τεχνικό έργο, το οποίο έχει σα στόχο τη διευκόλυνση της εξόδου του νερού χωρίς άντληση, με ελεύθερη ροή από την κατολισθαίνουσα μάζα. Η απομάκρυνση του νερού από τα περιβάλλοντα πετρώματα κατά μήκος της γεώτρησης γίνεται με οπές, που υπάρχουν στα στελέχη της γεώτρησης, ενώ η γεώτρηση θα πρέπει οπωσδήποτε να φθάνει ως την κύρια επιφάνεια.
- *Κεκλιμένα στραγγιστήρια*. Πρόκειται για σχετικά μεγάλης διαμέτρου πλαστικούς ή σιδερένιους διάτρητους σωλήνες, οι οποίοι προωθούνται μέσα στο έδαφος προκειμένου να διευκολύνεται η έξοδος του υπόγειου νερού. Η έμπηξη στο έδαφος μπορεί να γίνει με μηχανικά μέσα, με την εφαρμογή πίεσης. Για τη διευκόλυνση της έμπηξης, εφαρμόζεται στο άκρο των σωλήνων ένας κώνος, που μειώνει την αντίσταση διάτρησης και εμποδίζει τα υλικά να εισέλθουν στο εσωτερικό.
- *Σήραγγες αποστράγγισης*. Πρόκειται για ένα μέτρο που λαμβάνεται σε ορισμένες περιπτώσεις, λόγω του μεγάλου κόστους, όταν πρόκειται να προστατευθούν μεγάλα τεχνικά έργα. Οι σήραγγες έχουν, συνήθως, μέτρια διατομή και φθάνουν μέχρι την επιφάνεια ολίσθησης. Για την καλύτερη αποδοτικότητα της σήραγγας, κατασκευάζονται, κατά μήκος, κεκλιμένα στραγγιστήρια προς διάφορες διευθύνσεις, ενώ η ίδια η σήραγγα πληρώνε-

ται τις περισσότερες φορές, για την προστασία της, με αδρομερή υλικά.

- **Ηλεκτρική Οσμωση.** Με την εφαρμογή του φαινομένου της ηλεκτρικής όσμωσης επιτυγχάνεται η συγκέντρωση ποσοτήτων νερού και στη συνέχεια η απομάκρυνσή τους. Ειδικότερα τοποθετούνται - βυθίζονται δύο ηλεκτρόδια στο έδαφος με τάση, η συγκέντρωση του νερού γίνεται στο ένα ηλεκτρόδιο, το οποίο είναι δυνατό να είναι ένα διάτρητο στέλεχος γεώτρησης και στη συνέχεια απομακρύνεται. Η μέθοδος δίνει καλύτερα αποτελέσματα σε ιλυούχα εδάφη με κοκκομετρία από 0.05 ως 0.005m, ενώ σε λεπτόκοκκους άμμους δε μπορεί να εφαρμοστεί, διότι σε αυτή την περίπτωση οι δυνάμεις της βαρύτητας είναι πολύ πιο μεγάλες από τις δυνάμεις του ηλεκτρικού πεδίου, με αποτέλεσμα το νερό να κινείται προς τα κάτω και όχι προς τα ηλεκτρόδια. Η μέθοδος απαιτεί μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας, εφαρμόζεται μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις και απαιτεί ειδικευμένο προσωπικό και συνεχή παρακολούθηση.

Τα μέτρα για την υπόγεια αποστράγγιση είναι γενικά πιο δαπανηρά από αυτά που λαμβάνονται για την επιφανειακή αποστράγγιση. Καλό είναι σε περιπτώσεις κατασκευής τεχνικών έργων, να σχεδιάζονται και να ενσωματώνονται στο έργο, διότι τότε η δαπάνη κατασκευής τους είναι πολύ μικρή, ενώ αντίθετα η εκ των υστέρων κατασκευή τους κοστίζει σημαντικά.

4.4 Διαμόρφωση του πρανούς

Πρόκειται για μια σειρά μέτρων, τα οποία έχουν σαν τελικό στόχο την ελάττωση της κλίσης του πρανούς. Στα μέτρα αυτά συμπεριλαμβάνονται η απομάκρυνση ενός τμήματος της μάζας που μετακινήθηκε ή πρόκειται να μετακινηθεί και η δημιουργία αναβαθμίδων και αντιρρήδων.

Η διαμόρφωση του πρανούς γίνεται συνήθως σε κατολισθαίνοντα εδάφη, αλλά και σε αρκετές περιπτώσεις βραχωδών πρανών. Η διαμόρφωση του πρανούς με τη δημιουργία αναβαθμίδων, θα πρέπει να συνδυάζεται απαραίτητα, όταν πρόκειται για κατολισθήσεις σε εδάφη, και με άλλα έργα, διότι η παρουσία τους μπορεί να έχει και αρνητικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα θα πρέπει στα οριζόντια τμήματα των αναβαθμών να κατασκευάζονται παράλληλα και συλλεκτήριοι τάφροι επιφανειακών υδάτων, τα οποία να οδηγούνται εκτός της επικίνδυνης περιοχής, ενώ τα κεκλιμένα ή κατακόρυφα τμήματα των αναβαθμών θα πρέπει να υποστηρίζονται από πλέγματα οριζοντίων και κατακόρυ-

φων πασσάλων. Η έκταση, το ύψος, η μείωση της κλίσης και ο λόγος του πλάτους των οριζοντίων και των κεκλιμένων ή κατακόρυφων τμημάτων των αναβαθμών καθορίζεται, στην κάθε περίπτωση, κυρίως από το είδος του εδαφικού ή του βραχώδους υλικού που κατολισθαίνει ή πρόκειται να κατολισθήσει και την κλίση του πρανούς.

4.5 Φόρτιση στον πόδα

Πρόκειται για ένα μέτρο που έχει σα στόχο την αύξηση των δυνάμεων που αντιδρούν στην κατολίθηση. Συγκεκριμένα, στον πόδα της κατολισθαίνουσας μάζας τοποθετούνται μεγάλοι ογκόλιθοι, πιο συχνά συρματοκιβώτια με τεμάχια πετρωμάτων, κυρίως κροκάλες-λατύπες ασβεστολίθων, τα οποία λόγω του βάρους τους εμποδίζουν τη μετακίνηση των μαζών. Πολλές φορές τα υλικά φόρτισης του πόδα της κατολίθησης προέρχονται από την αφαίρεση των υλικών από την κεφαλή της ίδιας κατολίθησης, ενώ η τοποθέτηση αδρομερών υλικών στον πόδα της κατολισθαίνουσας μάζας έχει σα στόχο και την ευκολότερη διαφυγή του υπόγειου νερού από τη μάζα. Πρόκειται για μια συνήθη μέθοδο με μικρό κόστος που εφαρμόζεται κυρίως σε μικρές κατολισθήσεις, οι οποίες αναπτύσσονται κατά μήκος οδικών αρτηριών.

4.6 Ελάφρυνση πρανούς

Πρόκειται για μέτρο που έχει σα στόχο τη μείωση των κινητήριων δυνάμεων που ευνοούν την κατολίθηση. Τα εδάφη ή τα πετρώματα που βρίσκονται στο ανώτερο τμήμα της κατολισθαίνουσας μάζας, είτε απομακρύνονται από την επικίνδυνη περιοχή, είτε τοποθετούνται στον πόδα της ίδιας κατολίθησης αυξάνοντας έτσι παράλληλα τις δυνάμεις που αντιτίθενται στην κίνηση. Οι ποσότητες που πρόκειται να αφαιρεθούν, έτσι ώστε να μειωθούν στο ελάχιστο οι πιθανότερες κατολίθησης θα πρέπει να υπολογίζονται σωστά, ενώ μετά την αφαίρεση των υλικών θα πρέπει να διορθώνονται τυχόν παραμένουσες ανωμαλίες από την εκσκαφή. Πρόκειται για μια συνήθη μέθοδο με μικρό κόστος, η οποία εφαρμόζεται σε μικρές κατολισθήσεις εδαφών και όχι σε ροές.

4.7 Θέρμανση - Ψύξη

Τόσο η θέρμανση όσο και η ψύξη είναι μέτρα που έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία σε εξαιρετικές περιπτώσεις για την αντιμετώπιση των κατολισθητικών φαινομένων σε εδάφη.

Με τη θέρμανση επιδιώκεται ουσιαστικά το ψήσιμο αργιλικών εδαφών, που με αυτό τον τρόπο στερεοποιούνται. Συνήθως γίνεται με εισπίεση μέσα σε γεωτρήσεις θερμού αέρα θερμοκρασίας πάνω από 500°C με τη χρήση ενός αεροσυμπιεστή και ενός καυστήρα.

Με τη ψύξη επιτυγχάνεται σε ειδικές περιπτώσεις η στερεοποίηση εδαφών, τα οποία περιέχουν μεγάλες ποσότητες νερού και βρίσκονται σε ρευστή ή ημίρρευστη κατάσταση. Η ψύξη διαρκεί μόνο για μικρό χρονικό διάστημα, όσο συνήθως απαιτείται για να γίνει εκοκαφή και θεμελίωση και επιτυγχάνεται, είτε με ψυκτικά μηχανήματα, είτε με τη χρησιμοποιήσιμη υγρού αζώτου.

Και οι δύο μέθοδοι που εφαρμόζονται μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις απαιτούν ειδικευμένο προσωπικό και κοστίζουν σημαντικά.

4.8 Φυτοκάλυψη

Η φυτοκάλυψη είναι ένα μέτρο, το οποίο εφαρμόζεται για τη σταθεροποίηση και την προστασία των επιφανειακών μαζών και των έργων που έχουν κατασκευαστεί και όχι για τη θεραπεία ολόκληρου του φαινομένου. Η φυτοκάλυψη έχει δύο βασικούς στόχους, να μειώσει αφενός τις ποσότητες του νερού που κατεισδύουν και να σταθεροποιήσει αφετέρου τα εδάφη διά μέσου του ριζικού συστήματος.

Η μείωση των ποσοτήτων νερού που κατεισδύουν, επιτυγχάνεται με τη διαπνοή που γίνεται από τα φυλλώδη τμήματα των φυτών και για το λόγο αυτό προτείνονται τα φυτά τα οποία είναι φυλλοβόλα και όχι κωνοφόρα. Η σταθεροποίηση των εδαφών επιτυγχάνεται με την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος το οποίο βέβαια μπορεί να συγκρατήσει μόνο τις επιφανειακές μάζες, διότι δε φθάνει σε μεγάλο βάθος. Επίσης ορισμένα είδη φυτών που αναπτύσσονται γρήγορα και φθάνουν σε μεγάλα ύψη είναι δυνατό να έχουν αρνητικές συνέπειες στην κατολισθαίνουσα μάζα, διότι μεταφέρουν σε αυτή διά μέσου του κορμού τους όλες τις τάσεις που δέχονται λόγω των ανέμων και του βάρους τους. Πάντως σε γενικές γραμμές συνιστάται πρώτα η φύτευση χλόης και θάμνων και στη συνέχεια η ανάπτυξη της φυτοκάλυψης με μικρά ποώδη δέντρα.

4.9 Τσιμεντενέσεις και επεξεργασία με χημικά ενέματα

Οι τσιμεντενέσεις είναι ένα μέτρο που χρησιμοποιείται συχνά σε περιπτώσεις μετακινήσεων εδαφικών σχηματισμών, που παρουσιάζουν όμως έστω και μια κάποια μικρή

περατότητα. Με την εισπίεση τσιμέντου από γεωτρήσεις, αυξάνεται σημαντικά η διατμητική αντοχή των εδαφών και μειώνονται σημαντικά οι ποσότητες του υπόγειου νερού που κυκλοφορούν στη μάζα τους. Συχνά, αντί για καθαρό τσιμέντο χρησιμοποιούνται μίγματα τσιμέντου και χημικών ουσιών, όπως για παράδειγμα ασβεστίου, νατρίου, κλπ. με μικρότερη ή μεγαλύτερη επιτυχία.

Μια ιδιαίτερη μέθοδος χημικής επεξεργασίας αργιλικών εδαφών με κάποια κατάλληλη χημική ουσία έχει σα στόχο την αντικατάσταση των κατιόντων των αργιλικών ορυκτών με τα κατιόντα της χημικής ουσίας. Η αντικατάσταση αυτή προκαλεί μεγάλη αύξηση της διατμητικής αντοχής, η οποία σταθεροποιεί την κατολισθαίνουσα μάζα.

4.10 Πασσάλωση

Η πασσάλωση είναι μια απλή μέθοδος αντιμετώπισης μετακινούμενων εδαφών και συνίσταται στην έμπνηξη μέσα στο έδαφος κατακόρυφων πασσάλων σε μικρή απόσταση και από διάφορα υλικά. Για καλύτερα αποτελέσματα, η έμπνηξη γίνεται σε όσο το δυνατό μεγαλύτερα βάθη προκειμένου να στερεοποιηθούν στο σταθερό πέτρωμα κάτω από την επιφάνεια ολίσθησης, ενώ για τη συγκράτηση μεγαλύτερων ποσοτήτων εδαφών στερεώνονται πάνω στους πασσάλους οριζόντιοι δοκοί, οι οποίοι καλύπτουν τη μεταξύ τους απόσταση. Γενικά, πρόκειται για ένα μέτρο το οποίο μπορεί μόνο να αναχαιτίσει τη μετακίνηση των επιφανειακών μαζών και όχι για μέτρο συνολικής αντιμετώπισης του προβλήματος. Εφαρμόζεται κυρίως κατά μήκος οδικών αξόνων.

4.11 Τοίχοι αντιστήριξης

Οι τοίχοι αντιστήριξης είναι ένα σύνθετο μέτρο, το οποίο λαμβάνεται κυρίως κατά μήκος του οδικού δικτύου και έχει σα στόχο τη στήριξη και τη συγκράτηση επιφανειακών εδαφικών και βραχωδών μαζών (Εικ. 9.17).

Οι διαστάσεις των τοίχων αντιστήριξης, ο τρόπος και τα υλικά κατασκευής και γενικότερα η αντοχή τους έχει άμεση σχέση με τον όγκο, τη φύση και τη μορφολογία των μαζών που επιδιώκεται να υποστηριχτούν. Η θεμελίωση των τοίχων αντιστήριξης θα πρέπει να γίνεται οπωσδήποτε στο υγιές υπόβαθρο, ενώ θα πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια για την αποστράγγιση των ανάντι μαζών μέσα από πυκνό δίκτυο οπών.

Διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τρεις τύποι τοίχων αντιστήριξης: (i) οι άκαμπτοι με σκυρόδεμα,



Εικόνα 9.17

Τοίχοι αντιστήριξης και ξύλινα πλέγματα κατά μήκος του οδικού δικτύου των Αλπεων.

(ii) οι ημιάκαμποι με λιθοδομές και (iii) οι εύκαμποι με συρματοκιβώτια.

4.12 Γεφύρωση

Η γεφύρωση είναι ένα δαπανηρό τεχνικό έργο με το οποίο δεν αντιμετωπίζεται το ίδιο το φαινόμενο, αλλά επιχειρείται η αποφυγή του και η ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιδράσεων. Συγκεκριμένα, αντί η θεμελίωση να γίνει σε ασταθείς επιφανειακές μάζες ή μάζες που είναι πιθανό να κατολισθήσουν, γίνεται θεμελίωση της γεφύρωσης στο σταθερό υγιές υπόβαθρο, εφόσον βέβαια τούτο ευρίσκεται σε σχετικά μικρό βάθος. Ετσι, τυχόν μετακίνηση των επιφανειακών μαζών δεν έχει επιπτώσεις στο τεχνικό έργο ή στην οδική αρτηρία αρκεί βέβαια να υπολογιστούν οι πλευρικές τάσεις οι οποίες είναι δυνατό να εξασκηθούν.

4.13 Προστατευτικά συρμάτινα δίκτυα

Τα προστατευτικά συρμάτινα δίκτυα τοποθετούνται κυρίως σε απότομα βραχώδη φυσικά ή τεχνικά πρανά και

κατά μήκος οδικών αρτηριών. Τα δίκτυα αυτά κατασκευάζονται από μεγάλης αντοχής σύρματα, έχουν ρομβοειδή πλέξη και στερεώνονται με χαλύβδινα καρφιά και οριζόντιες σωλήνες.

Η τοποθέτηση συρμάτινων δικτύων δεν έχει σα στόχο την εμπόδιση μεγάλων κατολισθήσεων στα βραχώδη πρανά, αλλά κυρίως τη συγκρότηση μικροτεμαχών τα οποία είναι δυνατό να καταπέσουν στο οδόστρωμα και να προκαλέσουν οδικά ατυχήματα. Το μέτρο συνδυάζεται με την κατασκευή τάφρων και τοίχων παγίδευσης καθώς και τοίχων συγκράτησης.

4.14 Εκτόξευση σκυροδέματος

Πρόκειται για μέτρο που λαμβάνεται σε απότομα βραχώδη πρανά για τη συγκράτηση μικροτεμαχών, που πρόκειται να αποσπαστούν και να καταπέσουν. Εκτός από τη συγκράτηση ή εκτόξευση σκυροδέματος έχει σα στόχο επίσης και την προφύλαξη των πετρωμάτων του πρανούς από τη δράση του μετεωρικού ύδατος το οποίο διεισδύει στη μάζα τους.

Το μέτρο εφαρμόζεται μετά την απολέπιση και το φρε-

ζάρισμα και συνδυάζεται με την τοποθέτηση συρμάτων δικτύων συγκράτησης με αγκυρώσεις και πλώσεις. Το πάχος του σκυροδέματος είναι συνήθως 5-20 εκατοστά και στο κατώτερο τμήμα του πρανούς τοποθετούνται μικροί πλαστικοί σωλήνες για την έξοδο του νερού που κυκλοφορεί στο εσωτερικό του πρανούς. Τελευταία, για την κάλυψη απότομων βραχωδών πρανών χρησιμοποιείται μίγμα τσιμέντου και χημικών ενώσεων (πολυμερείς ενώσεις) ή μόνο χημικές ενώσεις ανάλογα με τη μορφή του πρανούς, το είδος των πετρωμάτων του και τις κλιματικές συνθήκες. Πρόκειται για ένα μέτρο με μικρό σχετικά κόστος, για τη σταθεροποίηση τεχνητών βραχωδών πρανών κατά μήκος οδικών αρτηριών, σιδηροδρομικών γραμμών και σε περιοχές όπου υπάρχουν ή κατασκευάζονται μεγάλα τεχνικά έργα.

4.15 Φρεζάρισμα - Απολέπιση

Πρόκειται για μια συνήθη προληπτική διαδικασία συντήρησης βραχωδών πρανών κατά μήκος οδικών αξόνων που περιλαμβάνει απολέπιση ασταθών, χαλαρών και επικρεμάμενων βραχωδών μικροτεμαχών. Οι εργασίες αυτές γίνονται συνήθως κατά τακτά χρονικά διαστήματα, κυρίως μετά από μεγάλες περιόδους βροχοπτώσεων-χιονοπτώσεων.

4.16 Κοχλίωση - Ήλωση - Αγκύρωση

Με την κοχλίωση, ήλωση και αγκύρωση επιχειρείται να δεθεί και να συγκρατηθεί η βραχώδης μάζα ή μεγάλα τμήματά της. Οι κοχλίωσεις και οι πλώσεις γίνονται συνήθως για τη συγκράτηση μικρών επιφανειακών βραχωδών τμημάτων σε απότομα πρανά, ενώ με την αγκύρωση γίνεται σταθεροποίηση μεγαλύτερων τμημάτων.

Η ήλωση γίνεται με μεταλλικά καρφιά μήκους ως 5 μέτρα περίπου, τα οποία τσιμεντώνονται μέσα στη βραχώδη μάζα αυξάνοντας τη διατμητική αντίσταση κατά μήκος των ασυνεχειών. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την υποστήριξη του πρανούς και για την πρόσδεση πάνω στα “καρφιά” συρμάτων δικτύων και καλωδίων.

Η κοχλίωση γίνεται με μεταλλικά καρφιά, τα οποία τοποθετούνται μέσα σε διάτρητες μεταλλικές θήκες, οι οποίες έχουν πρωτοποθηθεί μέσα σε οπές που έχουν ανοιχτεί στο πρανές. Για καλύτερα αποτελέσματα, οι μεταλλικές θήκες πριν τοποθετηθεί ο κοχλίας γεμίζονται από τσιμέντο, έτσι ώστε, όταν στη συνέχεια εισάγεται ο κοχλίας το τσιμέντο ωθείται διά μέσου των οπών στο περιβάλλον

πέτρωμα, με αποτέλεσμα καλύτερη συγκράτηση. Με τις κοχλίωσεις αυξάνεται τόσο η διατμητική αντίσταση κατά μήκος των ασυνεχειών, όσο και η ορθή τάση μέσα στο πέτρωμα. Συνήθως εφαρμόζονται σε βραχώδη πρανά με πολλές ασυνέχειες, ενώ το μήκος του κάθε κοχλίας μπορεί να φθάσει και τα 10 μέτρα.

Οι αγκυρώσεις γίνονται εκεί όπου πρόκειται να συγκρατηθούν μεγάλο όγκου βραχώδεις μάζες. Η αγκύρωση πρέπει να γίνεται στο υγιές και σχετικά σταθερό πέτρωμα πέρα από την επιφάνεια θραύσης ή την αναμενόμενη επιφάνεια θραύσης, ενώ πολλές φορές γίνεται παράλληλα και χρήση ενέματος, το οποίο δίνει καλύτερα αποτελέσματα λόγω του “δεσίματος” του αγκυρίου με το περιβάλλον πέτρωμα. Με την αγκύρωση επιχειρείται η αύξηση της θλιπτικής ορθής τάσης πάνω στην επιφάνεια θραύσης, με στόχο την αύξηση της αντίστασης της τριβής της και κατά συνέπεια τη μείωση των κινδύνων μετακίνησης και κατολισθησης.

Σε ορισμένες περιπτώσεις γίνεται συνδυασμός αγκυρώσεων, τοίχων από οπλισμένο σκυρόδεμα, πασσάλων, με αποτέλεσμα η παρεχόμενη προστασία να είναι αυξημένη.

4.17 Τοίχοι συγκράτησης

Οι τοίχοι συγκράτησης κατασκευάζονται κατά μήκος απότομων πρανών και έχουν σα σκοπό τη συγκράτηση των μετακινούμενων τμημάτων και την προστασία του πρανούς από την αποσάθρωση. Η κατασκευή τους αν και είναι δαπανηρή, συχνά υποδεικνύεται από την έλλειψη χώρου για την ανάπτυξη άλλων έργων προστασίας από το πρανές και καθορίζεται σε κάθε μία περίπτωση από το είδος του πρανούς, το ύψος του και τα φορτία που πρόκειται να δεχτεί. Συχνά οι τοίχοι συγκράτησης συνδυάζονται με αγκυρώσεις ή κοχλίωσεις.

4.18 Απομάκρυνση επικίνδυνων για κατάπτωση όγκων

Πρόκειται για προληπτικό μέτρο που λαμβάνεται σε βραχώδη, απότομα τεχνητά ή φυσικά πρανά, τα οποία βρίσκονται κοντά σε μεγάλα τεχνικά έργα ή κατά μήκος οδικών αξόνων. Η απομάκρυνση των επικίνδυνων όγκων γίνεται, είτε με μηχανικά μέσα, είτε με τη χρήση εκρηκτικών. Τα τελευταία είναι πολύ διαδεδομένα, όχι μόνο όταν πρόκειται για μεμονωμένους επικίνδυνους για κατάπτωση όγκους, αλλά και για τη θραύση και κατάρρευση ολόκληρων τμημάτων βραχωδών πρανών, τα οποία θεωρούνται πιθανό να κατολισθήσουν.

4.19 Τάφροι Παγίδευσης, Τοίχοι, Φράκτες Παγίδευσης

Οι τάφροι παγίδευσης είναι έργα, τα οποία κατασκευάζονται παράλληλα με οδικές αρτηρίες και σιδηροδρομικές γραμμές και κατά μήκος του κάτω τμήματος βραχωδών πρανών. Ο βασικός λόγος κατασκευής τους είναι η παγίδευση μικρών βραχωδών τεμαχών μεγέθους ως 2 μέτρα περίπου, που αποσπώνται και καταπίπτουν από το πρανές με αποτέλεσμα την προστασία του οδοστρώματος ή των σιδηροτροχιών. Το βάθος, το πλάτος και γενικότερα το σχήμα της τάφρου, εξαρτάται άμεσα από το ύψος του πρανούς, την κλίση του, τα υλικά που πρόκειται να δεχτεί και το διαθέσιμο χώρο.

Οι τοίχοι παγίδευσης είναι τοίχοι από μπετόν ή συρματοκιβώτια, οι οποίοι συνήθως κατασκευάζονται παράλληλα με τις τάφρους παγίδευσης και των οποίων αυξάνουν την ικανότητα για αποθήκευση. Πρόκειται για συμπαγή εμπόδια, τα οποία σταματούν τους κυλιόμενους ή αναπηδώντας βράχους όγκου ως 2 κυβικών μέτρων περίπου.

Οι φράκτες παγίδευσης είναι ανάλογου σκοπού με τους

Εικόνα 9.18

Σκέπαστρα κατά μήκος οδικού δικτύου.



τοίχους κατασκευής και αποτελούνται συνήθως από μεταλλικά ελάσματα ή πασσάλους και έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι εύκαμπτοι και με μικρό κόστος.

4.20 Σκέπαστρα

Τα σκέπαστρα κατασκευάζονται κατά μήκος οδικών αρτηριών και σιδηροδρομικών γραμμών για την προφύλαξη από τις καταπτώσεις μικρών και σχετικά μεγάλων βράχων από τα απότομα πρανή. Πρόκειται για εξαιρετικά δαπανηρές και μεγάλης αντοχής κατασκευές, οι οποίες γίνονται όταν κανένα άλλο μέτρο προφύλαξης δεν αποδίδει (Εικ. 9.18).

4.21 Τεχνικές σήραγγες

Οι σήραγγες είναι δαπανηρά τεχνικά έργα, τα οποία κατασκευάζονται συνήθως κατά μήκος οδικών αξόνων ή σιδηροδρομικών γραμμών, για την προστασία τους από κατολισθήσεις. Κατασκευάζονται συνήθως εκεί όπου υπάρχουν μεγάλες εκχωματώσεις και συχνός κίνδυνος κατολισθήσεων. Μετά τις εκχωματώσεις κατασκευάζεται σήραγγα και στη συνέχεια καλύπτεται από τα υλικά των εκατέρωθεν πρανών, έτσι ώστε να αποφευχθεί η περίπτωση κατολισθήσεώς τους.

4.22 Μετάθεση τεχνικού έργου

Η μετάθεση τεχνικού έργου είναι μια ενέργεια η οποία μπορεί να γίνει στο στάδιο σχεδίασης μεγάλων τεχνικών έργων και έχει σα στόχο, όχι την αντιμετώπιση του προβλήματος των κατολισθήσεων σε μια περιοχή, αλλά την αποφυγή τους. Σε πολλές περιπτώσεις, είναι γνωστή η αλλαγή της χάραξης μιας μεγάλης οδικής αρτηρίας ή η αλλαγή της θέσης θεμελίωσης του φράγματος, λόγω της παρουσίας ή της πιθανότητας εκδήλωσης μεγάλων κατολισθητικών φαινομένων. Η απόφαση όμως για τη μετάθεση ενός τεχνικού έργου, δεν είναι πάντα απλή υπόθεση, δεδομένου ότι θα πρέπει να εκτιμηθούν σωστά αφενός το κόστος της μετάθεσης, το οποίο πολλές φορές είναι απαγορευτικό και αφετέρου το κόστος θεραπείας αλλά και ασφάλειας των κατολισθητικών φαινομένων.

5. ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Στον Ελληνικό χώρο εκδηλώνονται πολυάριθμα κατολισθητικά φαινόμενα ορισμένα από τα οποία προκαλούν ιδιαίτερα σημαντικές επιπτώσεις τόσο οικονομικές όσο και

κοινωνικές. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα σημαντικών κατολισθήσεων είναι η κατολίθση στο Μικρό Χωριό Καρπενσιού που εκδηλώθηκε το 1963 και προκάλεσε το θάνατο 13 ανθρώπων και την καταστροφή του χωριού καθώς και η κατολίθση κατά μήκος της Εθνικής οδού Αθηνών - Λαμίας στο ύψος της Μαλακάσας που έλαβε χώρα το 1995 και επέφερε σημαντική οικονομική επιβάρυνση στην Εθνική Οικονομία με ποσά άνω του 1 δισεκατομμυρίου δραχμών.

Με βάση τις καταγραφές που έχουν γίνει από τους αρμόδιους κρατικούς φορείς (Υπουργείο Βιομηχανίας, Υπουργείο Συντονισμού, Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας, Υπουργείο Γεωργίας, Ι.Γ.Μ.Ε., Πανεπιστήμια, κλπ.) διαπιστώνεται ότι την μεταπολεμική περίοδο έχουν εκδηλωθεί στον Ελληνικό χώρο πάνω από 500 κατολισθήσεις, ενώ ο συνολικός αριθμός θα πρέπει να είναι σημαντικά μεγαλύτερος δεδομένου ότι ο ανωτέρω αριθμός αφορά μόνο κατολισθήσεις κατά μήκος του οδικού δικτύου και μέσα σε οικιστικούς χώρους ή εν πάσει περιπτώσει κατολισθήσεις με κάποια οικονομική ή κοινωνική επίπτωση.

Μετά από στατιστική ανάλυση των παραγόντων εκδήλωσης των κατολισθήσεων διαπιστώνεται ότι οι κυριότερες αιτίες εκδήλωσης είναι συνοπτικά οι ακόλουθες:

- Οι μεγάλες μορφολογικές κλίσεις των πρηνών. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι οι περισσότερες κατολισθήσεις εκδηλώνονται σε ορεινές περιοχές του Ελλαδικού χώρου με εντυπωσιακή συγκέντρωση των θέσεων κατά μήκος της οροσειράς της Πίνδου.
- Τα μικρά μεγέθη των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών των γεωλογικών σχηματισμών.
- Η έντονη τεκτονική παραμόρφωση, η οποία κατακερμάτισε τους σχηματισμούς και συνέβαλε στην ακόμα μεγαλύτερη μείωση των τιμών των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών. Πρόσθετα κατά μήκος των τεκτονικών ασυνεχειών υφίστανται κατάλληλες επιφάνειες μετακίνησης των μαζών.
- Η έντονη διαφοροποίηση στην λιθοστρωματογραφική διάρθρωση με αποτέλεσμα την αλληλουχία σχηματισμών με τελείως διαφορετικά γεωτεχνικά χαρακτηριστικά.
- Οι έντονες κλιματολογικές διαφοροποιήσεις και οι ακραίες κλιματολογικές συνθήκες σε ορισμένα σημεία του Ελληνικού χώρου και ιδιαίτερα εκεί όπου συνυπάρχουν συνθήκες όλοι οι προηγούμενοι παράγοντες

(π.χ. οροσειρά της Πίνδου).

- Η υψηλή σεισμικότητα, η οποία επιδρά σε μάζες με οριακές συνθήκες ισορροπίας. Η σχέση έχει παρατηρηθεί σε αρκετούς πρόσφατους σεισμούς που εκδηλώθηκαν στον Ελληνικό χώρο (π.χ. Κυλλήνη 1988, Μήλος 1992, Πύργος 1993, Γρεβενά 1995).
- Οι ανθρώπινες παρεμβάσεις στο περιβάλλον, οι οποίες συνίστανται στην αποψίλωση των δασών, στη διαμόρφωση των πρηνών, στην αφαίρεση της υποστήριξης και στην κατασκευή τεχνικών έργων χωρίς προηγούμενη μελέτη.

Την δεκαετία του '50, το πρόβλημα των κατολισθήσεων, που συνήθως αφορούσε περιοχές και οικιστικές μονάδες απομονωμένες, με ελάχιστο κατά κεφαλή εισόδημα των κατοίκων και με μικρές δυνατότητες ανάπτυξης, χρησιμοποιούντο πολλές φορές *καταχραστικά* ως ένα όπλο για τη μεταφορά των οικισμών σε άλλες γεωγραφικές περιοχές με περισσότερες ευκαιρίες οικονομικής ανάπτυξης.

Οι αντιλήψεις αυτές όμως έχουν ήδη ξεπεραστεί δεδομένης και της οικονομικής ανάπτυξης των απομονωμένων περιοχών, πολλές από τις οποίες αποτελούν μάλιστα και περιοχές με ιδιαίτερο φυσικό κάλος. Αντίθετα, το πρόβλημα των κατολισθήσεων κυρίως εμφανίζεται σε περιοχές με *έντονη ανάπτυξη*, όπως στα περιθώρια μεγάλων οικιστικών συγκροτημάτων, σε περιοχές υψηλής τουριστικής ανάπτυξης και σε περιοχές κατασκευής τεχνικών έργων και παρεμβάσεων. Στις περιοχές αυτές λόγω της ταχύτατης ανάπτυξης - επέκτασης και της πιεστικής ανάγκης εξεύρεσης χώρων δεν έχουν γίνει οι αναγκαίες μελέτες ούτε έχουν ληφθεί κάποια έστω και στοιχειώδη μέτρα με αποτέλεσμα ο κίνδυνος να είναι υψηλός. Τις περισσότερες μάλιστα των περιπτώσεων, ο δυνητικός κίνδυνος αυξάνεται λόγω των ανθρώπινων παρεμβάσεων, όπως είναι η φόρτιση του πρανούς με τις κατασκευές, η διοχέτευση λυμάτων στο υπέδαφος, οι εκσκαφές, κλπ.

Ετσι προβάλλεται επιτακτική η ανάγκη ζωνοποίησης περιοχών προς επέκταση ή εκμετάλλευση, που επιτυγχάνεται μέσω του σχεδιασμού των χρήσεων γης. Οι τεχνικές διαχείρισης της επιφάνειας της γης για την αντιμετώπιση των κατολισθήσεων έχουν αναπτυχθεί ιδιαίτερα την τελευταία δεκαετία με την παράλληλη ανάπτυξη των προγραμμάτων διαχείρισης γεωγραφικών πληροφοριών σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Ετσι, οι παράγοντες οι οποίοι συνθέτουν το πρόβλημα "κατολίθση" εκτιμούνται, χαρτο-

γραφούνται χωριστά (π.χ. μορφολογικές κλίσεις, ζώνες καταπόνησης και κατακερματισμού των πετρωμάτων, σχηματισμοί με μειωμένες τιμές γεωτεχνικών μεγεθών, υπόγεια ύδατα, ανθρώπινη παρέμβαση, κλπ.), στη συνέχεια βαθμονομούνται και τέλος εισαγόνται στο σύστημα. Αφού γίνει η επεξεργασία συντίθεται αυτόματα ο χάρτης επικινδυνότητας μιας περιοχής, ο οποίος αποτελεί σε συνδυασμό με άλλους χάρτες άλλων γεωδυναμικών φαινομένων οδηγό για τις προτεινόμενες χρήσεις γης.

Δυστυχώς όμως σε ορισμένες περιπτώσεις αν και εκποούνται αντίστοιχες έρευνες δεν λαμβάνονται υπόψη από την πολιτεία και τους τοπικούς παράγοντες λόγω των συμπεριφερόντων που ταυτόχρονα θίγουν, με αποτέλεσμα η κατολισθητική επικινδυνότητα να παραμένει υψηλή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D., 1993. Natural Disasters. 632p., UCL Press, London.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. Geological Hazards. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bull, W.B., 1974. Geologic factors affecting compaction of deposits in a landsubside area. Geological Society of America Bulletin, 84, 3783-3802.
- Degraff, V.J., 1978. Regional landslide evaluation. Environmental Geology, 2, 4, 203-214.
- Freitas, N. & Watters, R.J., 1973. Some field examples of topping failure. Geotechnique, 65, 495-514.
- Hoek, E. & Bray, J.W., 1972. The stability of a rock slope containing a wedge resting on two intersecting discontinuities. Imp. College, Rock Mech. Res. Rep., 17, London.
- Holzer, T.L., 1984. Man induced land subsidence. Geological Society of America Reviews in Engineering Geology, VI, 232p.
- Καροτσιέρης, Ζ., 1985 Μαθήματα Τεχνικής Γεωλογίας. Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 196ο.
- Καλλέργης, Γ. & Κούκης, Γ., 1985. Τεχνική Γεωλογία. Πανεπιστήμιο Πατρών, Ο.Ε.Δ.Β.
- Keller, A.E., 1976. Environmental geology. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- Krynine, D.P. & Judd, W.R., 1957. Principles of engineering geology and geotechnics. McGraw-Hill, New York.
- Λέκκας, Ε., Χατζηνάκος, Γ. & Βασιλείου, Γ., 1991. Τα κατολισθητικά φαινόμενα της Ανατολικής Θεσσαλίας (Καταγραφή, Ταξινομήση, Αίτια, Επιπτώσεις, Αντιμετώπιση). 1ο Επιστημονικό Συνέδριο Γεωεπιστήμες και Περιβάλλον, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, Σύνοψη, σ.71 (υπό εκτύπωση).
- Lekkas, E., 1992. Mass movements hazard map of Magnesia region (Central Greece). 29th International Geological Congress, Kyoto Japan, Abstract, 3, p.950.
- Lekkas, E., Lozios, S., Bertakis, G. & Vassilopoulou, S., 1995. Management of geoenvironmental problems (Natural Hazards). A method for landslide hazard assessment using Geographical Information Systems (G.I.S.). XV Congress of the Carpatho-Balkan Geological Association, Geol. Soc. Greece, Sp. Publ. No 4, 3, 998-1001.
- Lekkas, E., Fountoulis, I., & Migiros, G., 1995. Geomorphological changes at the area of Pyrgos (West Peloponnese, Greece) during the earthquake of the 26th March 1993. European Union of Geosciences VIII, Terra abstracts, 1, 7, Strasbourg.
- Little, A.L. & Price, V.E., 1958. The use of an electronic computer for slope stability analysis. Geotechnique, 8, 113-120.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. Geohazards. Natural and man-made. 227p., Chapman & Hall, London.
- Menzel, V., 1966. Mechanics of landslides with non-circular slip surfaces with special reference to the Voiont slide. Geotechnique, 16, 329-337.
- Menzel, V., 1977. Modern methods used in the study of mass movements. Bull. Int. Assoc. Eng. Geol., 16.
- Peck, R., 1967. Stability of natural slopes. Am. Soc. Civil Engng. Proc., J. Soil Mech. Found. Div., 93 (SM4), 403-17.
- Pestrong, R., 1974. Slope stability. American Geological Institute. McGraw-Hill, New York.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. An introduction to global environmental issues. 390p., Routledge, London.
- Royster, D.L., 1979. Landslide remedial measures. Bull. of the Inter. Assoc. of Engin. Geol., 16, 301-52.
- Skempton, A.W., 1964. Long term stability of clay slopes. Geotechnique, XIV, 2, 77-101.
- Smith, K., 1992. Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster. 324p., Routledge, London.
- Taylor, D.W., 1967. Stability of earth slopes. Jr. Boston Soc. Civ. Eng., XXIV, 3.
- Terzaghi, K., 1950. Mechanism of landslides. Application of Geology to Engineering Practice (Berkey volume), Bull. of Geol. Soc. Amer., 83-122.
- Terzaghi, K., 1962. Stability of steep slopes on hard, unweathered rock. Geotechnique, XII, 251-270.
- Vandale, A.E., 1967. Subsidence: A real or imaginary problem. Mining Engineering, 19, 9, 86-88.
- Varnes, D., 1950. Relation of landslides to sedimentary features. In Trask: Applied Sedimentation, 229-240, Wiley.
- Varnes, D.J., 1958. Types of slope movements. Landslides, Transportation Research Board Special Report, 176, R.L. Schuster & R.J. Krizek.
- Zaruba, Q. & Menzel, V., 1969. Landslides and their control. 205p.,

10

Σεισμοί

1. Η ΦΥΣΗ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ

Τα σεισμικά φαινόμενα αποτελούσαν πάντα αντικείμενο της απορίας και του ενδιαφέροντος του ανθρώπου ειδικότερα κατά την αρχαιότητα, αλλά και μέχρι τις αρχές του 19ου αιώνα, όπου οι σεισμοί θεωρούντο ως υπερφυσικά φαινόμενα και περιβάλλονταν από πλήθος δεισιδαιμονιών και προκαταλήψεων. Κανένα φυσικό φαινόμενο δεν προκάλεσε στον άνθρωπο τόσο φόβο και ανασφάλεια όσο ο σεισμός και αυτό γιατί κατά την εκδίλωση ενός σεισμού δεν υπάρχουν συνήθως πολλά περιθώρια για προφύλαξη και δράση αφού πρόκειται για ένα είδος φυσικού γεγονότος που εκδηλώνεται *απότομα* και χωρίς καμιά *προειδοποίηση*.

Πολλοί είναι οι μύθοι, οι θρύλοι και οι δεισιδαιμονίες στις διάφορες κοινωνίες και στους πολιτισμούς που συνοδεύουν τους σεισμούς. Οι αρχαίοι Έλληνες για παράδειγμα, θεωρούσαν τον Εγκέλαδο υπεύθυνο για τους σεισμούς ενώ και ο Ποσειδώνας από τη θαλάσσια κατοικία του θεωρείτο ορισμένες φορές υπεύθυνος. Σύμφωνα με τους Ιάπωνες, τους σεισμούς αρχικά προκαλούσε μια φάλαινα, αργότερα μια γιγάντια αράχνη και τέλος ένα ψάρι. Πολλές κοινωνίες πίστευαν ότι τη Γη μετέφερε στην πλάτη του ένα γιγαντώσωμο ζώο το οποίο στην προσπάθειά του να ανακουφιστεί από το βαρύ φορτίο του προκαλούσε τις σεισμικές δονήσεις. Για τους Ινδούς, οι σεισμοί προκαλούντο από έναν ελέφαντα, οι Μουσουλμάνοι πίστευαν ότι υπεύθυνος για τους σεισμούς ήταν ένας ταύρος, οι Ινδιάνοι της βόρειας Αμερικής απέδιδαν τη σεισμική δραστηριότητα σε μια χελώνα, κλπ.

Σε παγκόσμια κλίμακα, κάθε χρόνο γίνονται αντιληπτά περισσότερα από 3.000 σεισμικά επεισόδια. Από αυτά μόνο τα 7 έως 11 γεγονότα προκαλούν σημαντικές απώλειες σε ανθρώπινες ζωές, ενώ οι συνολικές απώλειες σε ανθρώπινες ζωές από συνδυασμό ορισμένων παραγόντων υπερβαίνουν τις 10.000. Στην πραγματικότητα, οι απώλειες σε ανθρώπινες ζωές από σεισμικά γεγονότα είναι δέκα φορές περισσότερες από αυτές που προκαλούν οι ηφαιστειακές εκρήξεις. Τέτοια περιστατικά μπορεί να επιφέρουν όχι μόνο πολλούς θανάτους αλλά και μεγάλο αριθμό τραυματισμών που απαιτούν άμεση ιατρική περίθαλψη ή πολλά προβλήματα στέγασης και ανακατασκευών. Λίγες είναι οι περιπτώσεις που τα σεισμικά επεισόδια προκαλούν προβλήματα σίτισης, ενώ ακόμα σπανιότερα οδηγούν σε μεγάλης κλίμακας μεταναστεύσεις πληθυσμών.

Χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό τεχνολογικού ελέγχου και κοινωνικής ενημέρωσης για περιπτώ-

σεις εκδήλωσης φυσικών καταστροφικών φαινομένων οι Κινέζοι κατάφεραν να προβλέψουν το σεισμό που ερήμωσε την πόλη Haicheng της επαρχίας Liaoning στις 4 Φεβρουαρίου του 1976. Η σωστά προγραμματισμένη και έγκαιρη εκκένωση διαφύλαξε πολλές χιλιάδες ανθρώπινες ζωές. Τον αμέσως επόμενο χρόνο όμως αποδείχτηκε αδύνατη η πρόβλεψη των σεισμικών γεγονότων που έπληξαν τη Tangshan, μια πόλη με πληθυσμό 1.000.000 κατοίκους από τους οποίους 230.000 σκοτώθηκαν από την καταστροφή. Σήμερα, η πρόβλεψη για τη σεισμική δραστηριότητα στην πόλη Haicheng παραμένει το μοναδικό παράδειγμα μεγάλης κλίμακας επιτυχημένης πρόβλεψης αυτού του είδους, ενώ φαίνεται πολύ δύσκολη η ακριβής πρόβλεψη σεισμικών γεγονότων για το άμεσο μέλλον.

2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑΣ

Η επιστήμη που ασχολείται με τη μελέτη των ελαστικών, ή αλλιώς σεισμικών, κυμάτων ονομάζεται *σεισμολογία*. Ασχολείται με την αρχή γένεσης αυτών των κυμάτων, τη διάδοσή τους κατά μήκος και διά μέσω των γήινων στρωμάτων καθώς και με την καταγραφή και την ερμηνεία τους. Όπως και όλες οι άλλες κατηγορίες κυμάτων, τα σεισμικά κύματα χαρακτηρίζονται από το *μήκος* τους (την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών μέγιστων ή ελαχίστων), τη *συχνότητα* (το πλήθος των κυμάτων που περνούν από ένα σημείο σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, μετρούμενο σε Hertz, Hz), την *περίοδο* (ο χρόνος που απαιτείται από ένα συγκεκριμένο κύμα για να διασχίσει ένα σημείο) και το *πλάτος* (η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ ενός μέγιστου και ενός ελαχίστου).

Επιπρόσθετα, στην περίπτωση ανεξάρτητων κυμάτων, οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται στις αποστάσεις μεταξύ των μέγιστων ή των ελαχίστων ομοιόμορφης συχνότητας είναι γνωστές ως *διαφορά φάσης*. Σε όλες τις περιπτώσεις, υπάρχει διάδοση ενέργειας ενώ το μέσον διάδοσης υφίσταται ταλάντωση.

Μια *ισχυρή σεισμική ώθηση* χαρακτηρίζεται κυρίως από τη *διάρκεια* που έχει (σε δευτερόλεπτα), τη *συχνότητα*, το *μέγιστο πλάτος κύματος*, την *αραίωση* με την απόσταση από το σεισμικό ρήγμα, τη *μέγιστη ταχύτητα* (σε μέτρα ανά λεπτό) καθώς και τη *μέγιστη επιτάχυνση* (ως ποσοστό της επιτάχυνσης της βαρύτητας η οποία ισούται με 9.81 m/sec^2). Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος ενός σεισμού και όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια του ρήγματος που δραστηριοποιείται, τόσο ευρύτερη είναι συνήθως και η ζώνη

από την οποία πηγάζουν τα σεισμικά κύματα σταδιακά και επομένως τόσο μεγαλύτερη είναι και η χρονική διάρκεια της ώθησης.

Υπάρχουν έξι διαφορετικά είδη σεισμικών κυμάτων (στην εικόνα 10.1 παρουσιάζονται τα τέσσερα από αυτά). Τα *κύματα χώρου* χωρίζονται σε *πρωτεύοντα* ή *επιμήκη κύματα* ή *κύματα P* και σε *δευτερεύοντα* ή *εγκάρσια κύματα* ή *κύματα S*. Τα κύματα αυτά μεταδίδονται μέσω των γεωλογικών σωμάτων ήτοι των πετρωμάτων. Τα *επιφανειακά κύματα* διακρίνονται σε κύματα *Love (L)*, κύματα *Rayleigh (R)*, κύματα *Stoneley (S)* και κύματα *Channel (C)* από τα οποία τα τρία πρώτα είδη έχουν πάρει τα ονόματα των εφευρετών τους.

Τα κύματα R και L μπορούν να μεταδοθούν μόνο κατά μήκος συγκεκριμένων γεωλογικών δομών, ενώ τα κύματα S μεταδίδονται μόνο κατά μήκος εσωτερικών ασυνεχειών του φλοιού και τα κύματα C μεταδίδονται μόνο σε δομικά “κανάλια” ή στρώματα χαμηλών ταχυτήτων του φλοιού. Η μετάδοση των κυμάτων L απαιτεί στρωματωμένη επιφάνεια ενώ η μετάδοση των κυμάτων R απαιτεί ομοιογενή επιφάνεια.

Η ταχύτητα μετάδοσης των σεισμικών κυμάτων είναι συνάρτηση των ελαστικών ιδιοτήτων των υλικών μέσω των οποίων γίνεται η διάδοση. Ετσι η ταχύτητα των κυμάτων P και S για το φλοιό και τον ανώτερο μανδύα δίνεται από τις σχέσεις:

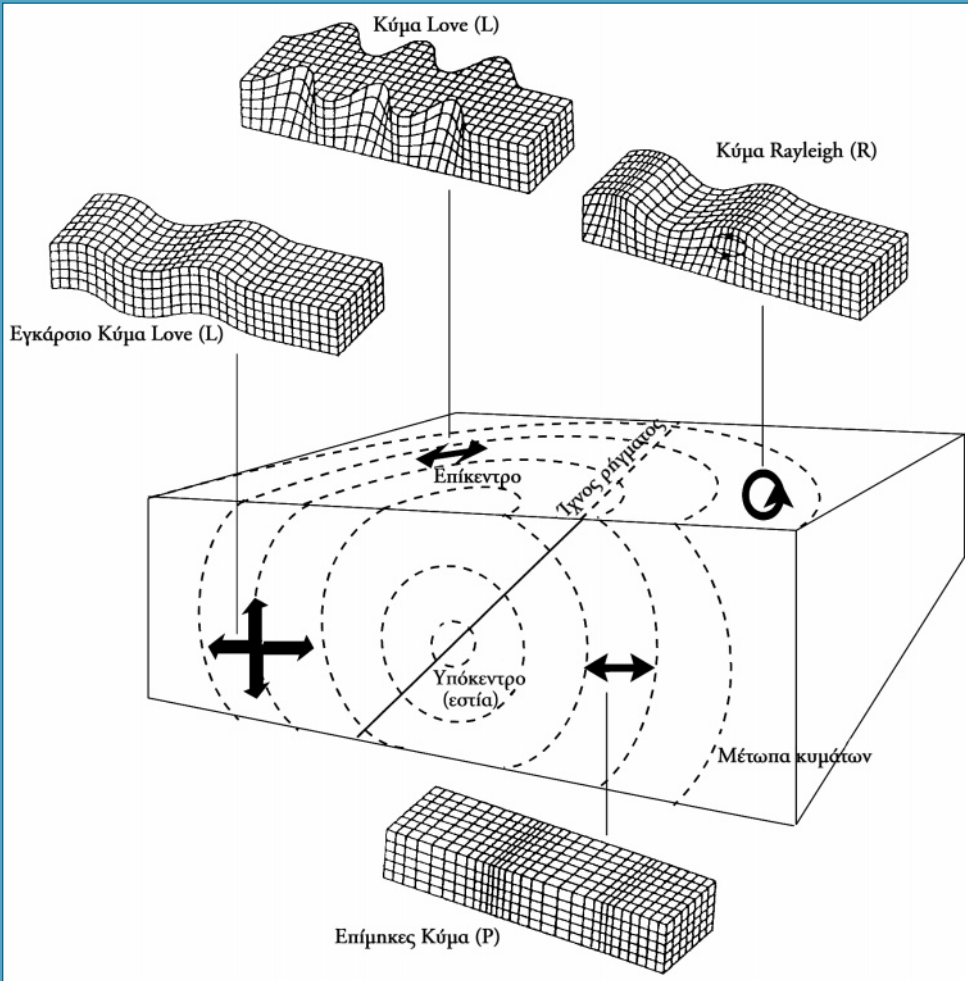
$$V_p = \sqrt{(k+4/3\mu)/\rho}$$

$$V_s = \sqrt{(\mu/\rho)}$$

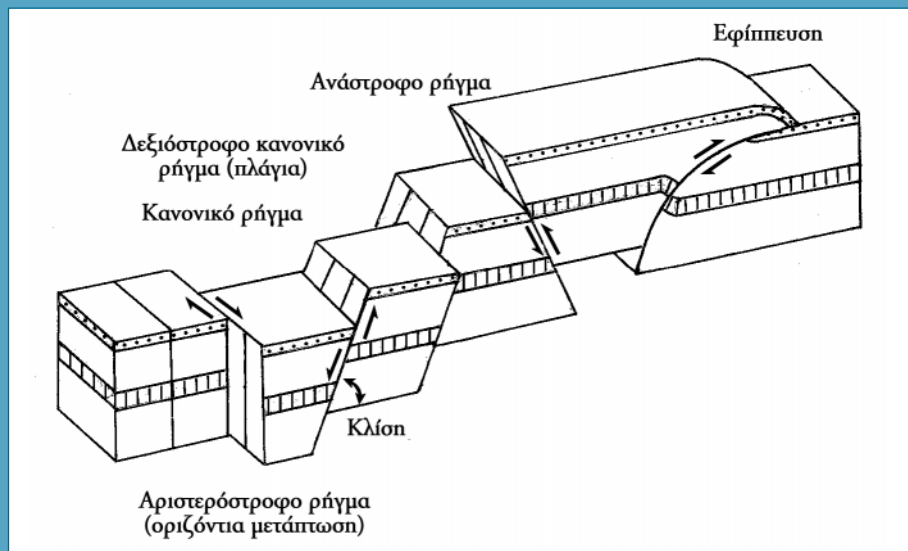
όπου k = δείκτης ασυμπίεστοτητας, μ = δείκτης ακαμψίας, και ρ = πυκνότητα του υλικού.

Η ταχύτητα διάδοσης των σεισμικών κυμάτων είναι διαφορετική στον ηπειρωτικό και στον ωκεάνιο φλοιό και διαφορετική στα ιζηματογενή και στα εκρηξιγενή πετρώματα. Επιπρόσθετα, τα σεισμικά κύματα μεταδίδονται γρηγορότερα και με μεγαλύτερη ευκολία στα συμπαγή, ομοιογενή πετρώματα παρά στα χαλαρά ιζήματα στα οποία συνήθως χάνουν ενέργεια κατά τη διαδοσή τους.

Οι κυριότερες αιτίες που προκαλούν τις έντονες ωθήσεις είναι η ηφαιστειακή δραστηριότητα, η εδαφική καθίζηση και οι τεκτονικές τάσεις που προκαλούνται από την κινητικότητα του φλοιού της γης. Ο τεκτονισμός είναι υπεύθυνος για όλες σχεδόν τις γεωλογικές σεισμικές καταστροφές καθώς και για τις περιπτώσεις γεωλογικής *ρηγμάτωσης* που συνιστούν μετατοπίσεις τεμαχών του γήινου φλοιού (Εικ. 10.2). Ο εφελκυσμός προκαλεί κατακόρυφη



Εικόνα 10.1
Γένεση διαφορετικών τύπων σεισμικών κυμάτων.



Εικόνα 10.2
Διάφοροι τύποι ρηγμάτων.



Εικόνα 10.3
Μελέτη γραμμώσεων κανονικού
ρήγματος στην Πύλο.

και καθοδική ολίσθηση η οποία δημιουργεί κανονικά ρήγματα (Εικ. 10.3), ενώ η συμπίεση οδηγεί σε ανοδική ολίσθηση ή εφίππευση του ενός τεμαχούς πάνω στο άλλο, διαδικασία που προκαλεί ανάστροφα ρήγματα. Οι πλευρικές μετακινήσεις οδηγούν σε ρήγματα οριζόντιας ολίσθησης, τα οποία διακρίνονται σε αριστερόστροφα και σε δεξιόστροφα. Οι πλάγιες μεταπτώσεις παρατηρούνται όταν η κίνηση των τεμαχών είναι διαγώνια (Εικ. 10.4). Η ρηξιγενής ζώνη του Αγίου Ανδρέα στην Καλιφόρνια είναι ίσως η πλέον γνωστή παγκόσμια ρηξιγενής ζώνη με ρήγματα οριζόντιας μετάπτωσης. Παρατηρείται εκεί μια μέση ετήσια μετακίνηση (άλμα) της τάξης των 2-3 cm ενώ σε μερικές περιοχές παρατηρείται συχνά απελευθέρωση ενέργειας με αποτέλεσμα σεισμική δραστηριότητα. Γενικότερα, για παράδειγμα, ένας σεισμός με μέγεθος 4.5 R συνδέεται με ρηξιγενή επιφάνεια μήκους περίπου 5 km και μετάπτωσης 2 cm. Τα σεισμολογικά ρήγματα είναι συνήθη στις ζώνες σύγκλισης των πλακών, όπου μία λιθοσφαιρική πλάκα συγκρούεται με μια άλλη με πλέον αντιπροσωπευτικό παράδειγμα την περιοχή του Ελλαδικού χώρου.

Τέλος, η εκδήλωση νέας ηφαιστειότητας είναι ενδεικτική σεισμογένεσης σε τοπική κλίμακα. Μεγάλες τάσεις ασκούνται στο γήινο φλοιό στην περιοχή των ηφαιστειακών εκρήξεων με αποτέλεσμα την εκδήλωση ηφαιστειο-

Εικόνα 10.4

Αποψη ρήγματος στην Μίλο με κίνηση που εμπεριέχει αριστερόστροφη πλάγια μετατόπιση των εκατέρωθεν τεμαχών.



σεισμικής δραστηριότητας με μεγέθη συνήθως μικρότερα των 5.5 R.

Το σημείο στο οποίο ξεκινά η μετακίνηση ονομάζεται *υπόκεντρο* ή *εστία* του σεισμού (Εικ. 10.1) και εντοπίζεται σε κάποιο βάθος κάτω από την εδαφική επιφάνεια. Στην λεκάνη του Ειρηνικού ωκεανού τα υπόκεντρα εντοπίζονται σε βάθη μέχρι και 700 km από την επιφάνεια ενώ στην Μεσόγειο και την Ασία οι εστίες των σεισμών δεν ξεπερνούν σε βάθος τα 250 km. Οι αριθμοί αυτοί δεικνύουν το μέγιστο βάθος στο οποίο φθάνει ο άκαμπτος φλοιός κάτω από τον οποίο βρίσκεται ο γήινος μανδύας, όπου τα πετρώματα είναι πολύ πλαστικά για να μπορέσουν να ολισθήσουν και να προκαλέσουν σεισμικά γεγονότα.

Παρόλο που ένας ισχυρός σεισμός μπορεί να αποστείλει σεισμικά κύματα ακόμα και στην άλλη άκρη της γήινης σφαίρας, τα κύματα αυτά δε μεταδίδονται μέσω του γήινου μανδύα και ενός τμήματος του πυρήνα γιατί δεν συνίστανται από άκαμπτα υλικά. Έτσι δημιουργείται *σεισμική σκιά* στην μετάδοση των κυμάτων σε σταθμούς που βρίσκονται πολύ μακριά από τη σεισμική εστία. Τα σεισμικά κύματα διαθλώνται σε πλαστικά ή ρευστά υλικά ή μεταδίδονται ασθενώς σε μερικά από αυτά. Οι περισσότεροι καταστροφικοί σεισμοί έχουν μικρά εστιακά βάθη (μικρότερα των 30 km). Οι σεισμοί με ενδιάμεσα εστιακά βάθη (50-80km) προκαλούν επίσης καταστροφές ενώ οι σεισμοί με μεγάλα εστιακά βάθη (>80km) σπάνια προκαλούν μεγάλες καταστροφές. Ο γενικός κανόνας είναι ότι όσο μικρότερο είναι το εστιακό βάθος τόσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος στο επίκεντρο και επομένως τόσο περισσότερο καταστροφικός είναι ο σεισμός. Το σημείο στη γήινη επιφάνεια που βρίσκεται ακριβώς κατακόρυφα πάνω από το υπόκεντρο καλείται *επίκεντρο* του σεισμού (Εικ. 10.1). Για τον καθορισμό της επικεντρικής περιοχής χρησιμοποιείται η αρχή ότι οι διάφοροι τύποι των σεισμικών κυμάτων διαδίδονται με διαφορετικές ταχύτητες. Τα κύματα P μεταδίδονται γρηγορότερα από τα S τα οποία μεταδίδονται γρηγορότερα από τα L που μεταδίδονται γρηγορότερα από τα R. Τα κύματα P μεταδίδονται με ταχύτητα 5.95-6.75 km/sec στον φλοιό και με ταχύτητα 8.0-8.5 km/sec στον υποκείμενο μανδύα, ενώ τα κύματα S μεταδίδονται με ταχύτητα 2.9-4.0 km/sec στον φλοιό και με ταχύτητα 4.3-4.5 km/sec στον μανδύα. Η σχέση των ταχυτήτων των διαφόρων σεισμικών κυμάτων είναι γενικά σταθερή και δίνεται ως:

$$V_p / V_s = \sqrt{3/1} = 1.73$$

και

$$V_r = 0.92 V_s$$

Σε ένα συγκεκριμένο σταθμό μέτρησης που βρίσκεται σε απόσταση 500 km π.χ. από το επίκεντρο, τα σεισμικά κύματα P φθάνουν πριν από τα S διαφόρων συχνοτήτων, και όλα τα υπόλοιπα ακολουθούν. Η διαφορά μεταξύ του χρόνου άφιξης επιτρέπει τον υπολογισμό της απόστασης του σταθμού από το σημείο γένεσης των κυμάτων. Το επίκεντρο θα πρέπει να βρίσκεται μέσα σε ένα κύκλο με ακτίνα ίση με την απόσταση που υπολογίστηκε χωρίς όμως να είναι γνωστή και η διεύθυνσή του. Όταν οι παραπάνω υπολογισμοί γίνονται από δύο σταθμούς ταυτόχρονα, τότε το επίκεντρο βρίσκεται σε ένα από τα δύο σημεία τομής των γραφημάτων που κατασκευάζονται ενώ στην περίπτωση τριών σταθμών το επίκεντρο καθορίζεται ακριβώς στο ένα και μοναδικό σημείο τομής των τριών γραφημάτων.

Αν και συνήθως το επίκεντρο θεωρείται ως ένα συγκεκριμένο σημείο, η επικεντρική περιοχή αποτελεί μια πιθανολογική έλλειψη καθώς δεν υπάρχει τρόπος ακριβούς καθορισμού της. Αν το σεισμομετρικό δίκτυο είναι αρκετά πυκνό, το επίκεντρο συνήθως καθορίζεται με μια απόκλιση $\pm 10-20$ km, το υπόκεντρο καθορίζεται με απόκλιση $\pm 1-5$ km αν είναι αβαθές και με απόκλιση $\pm 10-20$ km αν βρίσκεται σε μεγάλο βάθος (>70-80 km).

Η έννοια του *σεισμικού μεγέθους* καθορίστηκε αρχικά από τον C.F. RICHTER το 1958, και περιγράφει το ποσό της ολικής ενέργειας των σεισμικών κυμάτων που ξεκινούν από το υπόκεντρο. Το μέγεθος *Richter* είναι σήμερα γνωστό ως *τοπικό μέγεθος* (M_L) και υπολογίζεται από τον ακόλουθο μαθηματικό τύπο:

$$M_L = \log(a/T) + f(\delta, h) + C_s + C_r$$

όπου **a** = πλάτος κύματος (μm), **T** = περίοδος κύματος (sec), **δ** = απόσταση από το επίκεντρο, **h** = εστιακό βάθος (km), **C_s** = διόρθωση σταθμού, **C_r** = γενική διόρθωση.

Για τα κύματα επιφανείας R, τα οποία έχουν περίοδο 20 sec, χρησιμοποιείται ο τύπος Gutenberg:

$$M_s = \log a + c_1 \cdot \log \delta + c_2$$

όπου οι **c₁** και **c₂** είναι σταθερές και **a** είναι το πλάτος της οριζόντιας συνιστώσας των κυμάτων Rayleigh.

Η σεισμική *ένταση* αποτελεί το μέτρο περιγραφής των συνεπειών ενός σεισμού. Αν και δεν είναι τελείως εμπειρικό μέγεθος, μπορεί να σχετιστεί με στατιστικές προσεγγίσεις σε

περισσότερο ποιοτικές μεταβλητές. Η μείωση της έντασης με την αύξηση της απόστασης από το επίκεντρο υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$I_0 - I_n = 3 \log [(r^2 + h^2)/h^2]$$

όπου I_0 = ένταση στο επίκεντρο, I_n = ένταση σε μια δεδομένη απόσταση n από το επίκεντρο, r = απόσταση του σημείου n από το επίκεντρο (km), και h = εστιακό βάθος (km).

Παρόμοια, η μείωση της σεισμικής έντασης σχετίζεται επίσης με την απόσταση D από το υπόκεντρο:

$$I_0 - I_n = a + b \log D + c \log D$$

όπου a , b και c είναι εμπειρικές σταθερές.

3. ΠΡΟΔΡΟΜΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Πολυάριθμες είναι οι ομάδες φαινομένων που έχουν διαπιστωθεί σαν πρόδρομοι ενός σεισμικού γεγονότος. Οι κυριότερες είναι οι ακόλουθες:

- *Μεταβολές της σεισμικής δράσης* πριν από τους σεισμούς. Οι παρατηρήσεις της σεισμικής δράσης πριν από μεγάλους σεισμούς αφορούν τις ασυνέχειες των σεισμικών ζωνών ή τα προσωρινά σεισμικά κενά, όπως συνήθως ονομάζονται οι ασυνέχειες αυτές, την ελάττωση δηλαδή της μικροσεισμικής δράσης και τη γένεση σεισμών βάρους πριν από την εκδήλωση σεισμών επιφανείας σε περιοχές σύγκλισης των λιθοσφαιρικών πλακών.
- *Μεταβολές των σεισμικών ταχυτήτων*. Πρόδρομες μεταβολές του λόγου διάδοσης των σεισμικών κυμάτων (V_p/V_s) καθώς και της ταχύτητας των διαμήκων κυμάτων (V_p) έχουν παρατηρηθεί σε αρκετές περιπτώσεις κυρίως από Σοβιετικούς επιστήμονες και αφορούν σεισμούς στην περιοχή Garm του Tadzhik. Κατά τη διάρκεια εκδήλωσης κάποιας ασθενούς σεισμικότητας στο υπόβαθρο, η οποία βέβαια δε γίνεται αισθητή στην επιφάνεια, ο λόγος των σεισμικών ταχυτήτων V_p/V_s είναι συνήθως ίσος με 1,73. Ωρες ή ημέρες πριν από κάποιο μεγάλο σεισμό ο λόγος αυτός μειώνεται κατά 6-15% κυρίως λόγω της ελάττωσης της ταχύτητας των κυμάτων P. Η διάρκεια, αλλά όχι και το μέγεθος, αυτής της περιόδου μείωσης της αναλογίας των ταχυτήτων είναι συνήθως ανάλογη με το μέγεθος του σεισμού που ακολουθεί. Η αναλογία των ταχυτήτων επανέρχεται στα φυσιολογικά μεγέθη ακριβώς πριν από την εκδήλωση

του σεισμού.

- *Αλλαγές των σεισμικών ταχυτήτων και των χρονικών υπολοίπων*. Από τότε που άρχισε η χρησιμοποίηση σεισμολογικών οργάνων υψηλής πιστότητας σε ευρεία κλίμακα, διαπιστώθηκαν αλλαγές των σεισμικών ταχυτήτων V_p και V_s , χωριστά. Ειδικοί επιστήμονες τονίζουν ότι η πρόδρομη αλλαγή του λόγου V_p/V_s 1.100 ημέρες πριν από το σεισμό του San Fernando (1971) οφείλεται κύρια σε ελάττωση της ταχύτητας διάδοσης των κυμάτων P κατά 20%. Κατά το σεισμό στο Mt. Mugu στην Καλιφόρνια (1973) παρατηρήθηκε ελάττωση στην ταχύτητα V_p κατά 20% ενώ επίσης παρατηρήθηκε καθυστέρηση της τάξης του 1 sec στα χρονικά υπόλοιπα διαφόρων σταθμών, 180 ημέρες πριν από το σεισμό. Πριν από το σεισμό Sichi (1970) στην Κίνα παρατηρήθηκε ελάττωση της ταχύτητας V_p της τάξης του 18%. Ομάδα ερευνητών παρατήρησε ελάττωση της ταχύτητας V_p στην περιοχή Riverside της Καλιφόρνια από τα μέσα του 1972. Το 1974 ανακοινώθηκε στο Συνέδριο της Γεωφυσικής Ένωσης Αμερικής ότι αναμενόταν σεισμός μεγέθους 5.5 στην περιοχή. Το Φεβρουάριο του 1974 σημειώθηκε πράγματι σεισμός στην εν λόγω περιοχή μεγέθους 4.1. Σύμφωνα με άλλους ερευνητές, παρατηρήθηκε καθυστέρηση στις καμπύλες χρόνου διαδρομής της σεισμικών κυμάτων της τάξης των 0.5 sec ενάμιση χρόνο πριν από τη σηνοσειρά του 1965-1966 στις περιοχές Aleutian και Tanga. Η παρατηρούμενη χρονική καθυστέρηση αντιστοιχεί σε 20% περίπου ελάττωση της ταχύτητας V_p .
- *Μεταβολές στο μηχανισμό γένεσης των μικροσεισμών*. Από ορισμένες παρατηρήσεις προκύπτει ότι η διεύθυνση της τάσης συμπίεσης στον εστιακό χώρο μερικών μεγάλων σεισμών μεταβάλλεται πριν από τη γένεση των σεισμών αυτών. Τέτοιες μεταβολές παρατηρήθηκαν πριν από δύο σεισμούς που έγιναν στο Garm της πρώην Σοβιετικής Ένωσης το 1966 ($M=5.4$) και το 1969 ($M=6.1$). Οι άξονες συμπίεσης είχαν αρχικά τυχαίο προσανατολισμό. Κατόπιν, για μερικούς μήνες πριν από τους ισχυρούς σεισμούς και μέχρι τη γένεση των ισχυρών σεισμών οι άξονες αυτοί απόκτησαν συστηματικό προσανατολισμό. Ο πρόδρομος χρόνος ορίζεται από 470 μέχρι 130 ημέρες για το σεισμό του 1966 και 360 μέχρι 110 ημέρες για το σεισμό του 1969. Οι αλλαγές αυτές του πεδίου τάσεων στον εστιακό χώρο φαίνεται να συνδέονται και με την παρατηρούμε-

νη πρόδρομη μεταβολή του λόγου των πλατών των εγκάρσιων και διαμήκων κυμάτων.

□ *Μεταβολή της συχνότητας των σεισμικών κυμάτων.* Σύμφωνα με ορισμένες παρατηρήσεις, ο λόγος της ενέργειας των σεισμικών κυμάτων μεγάλης συχνότητας προς την ενέργεια των σεισμικών κυμάτων μικρής συχνότητας, όπως προκύπτει από τις αναγραφές μικρών σεισμών, μεταβάλλεται πριν από τους μεγάλους σεισμούς. Παρόλα αυτά δεν υπάρχει απόλυτη συμφωνία μεταξύ των διαφόρων σχετικών παρατηρήσεων για τον τρόπο μεταβολής του λόγου αυτού. Συνηθέστερα όμως παρατηρείται αύξηση της τιμής του λόγου πριν από τους μεγάλους σεισμούς. Αυτό ενισχύεται από το γεγονός ότι πολλές φορές ακουστικά κύματα πριν από μεγάλους σεισμούς διαρκούν αρκετά λεπτά της ώρας. Σε κύματα μεγάλης συχνότητας οφείλονται πιθανώς και οι ασυνήθιστες αντιδράσεις ορισμένων ζώων πριν από τους μεγάλους σεισμούς. Οι μεγάλες συχνότητες των σεισμικών κυμάτων κατά την προσεισμική περίοδο αποδίδονται από ορισμένους ερευνητές στο γεγονός ότι κατά την περίοδο αυτή οι τεκτονικές τάσεις στον εστιακό χώρο λαμβάνουν μεγάλες τιμές. Σήμερα γίνονται εκτεταμένες έρευνες για την εφαρμογή των ακουστικών εκπομπών (λευκός θόρυβος) στην πρόγνωση των σεισμών.

□ *Προσεισμική μεταβολή του εστιακού βάθους.* Έχει παρατηρηθεί ότι σε πολλές περιπτώσεις η σεισμική δράση βάθους ($h \geq 60\text{km}$) σε ορισμένη περιοχή είναι αυξημένη πριν από τη γένεση μεγάλων επιφανειακών σεισμών ($h \leq 60\text{km}$) στην ίδια περιοχή. Τέτοιες παρατηρήσεις έγιναν για ορισμένους σεισμούς στο Αιγαίο αλλά και για ορισμένους σεισμούς στην Ιαπωνία και την πρώην Σοβιετική Ένωση. Η διαφορά χρόνου γένεσης των σεισμών βάθους από τους σεισμούς επιφανείας στις περιοχές αυτές ποικίλει από μερικούς μήνες μέχρι λίγα χρόνια. Δύο απόψεις έχουν εκφραστεί για την ερμηνεία του φαινομένου αυτού. Σύμφωνα με την πρώτη άποψη, άνοδος μάγματος πραγματοποιείται πάνω από υποβυθιζόμενες λιθοσφαιρικές πλάκες και για το λόγο αυτό η σεισμική δράση είναι αρχικά έντονη σε μεγάλα βάθη και αργότερα μετατοπίζεται σε μικρότερα βάθη. Σύμφωνα με τη δεύτερη άποψη, οι διαρρήξεις που προκαλούνται από τους σεισμούς που λαμβάνουν χώρα στα βαθύτερα τμήματα μιας υποβυθιζόμε-

νης λιθοσφαιρικής πλάκας επιταχύνουν την κίνηση της πλάκας και οδηγούν στη διάρρηξη του πάνω μέρους της.

□ *Παραμόρφωση του γήινου φλοιού.* Πριν από την εκδήλωση κάποιου σεισμού παρατηρούνται συνήθως παραμορφώσεις (επιμηκύνσεις, επιβραχύνσεις, αναθλώσεις, πτυχώσεις) στην επιφάνεια του γήινου φλοιού. Το γεγονός αυτό αποτελεί συνέπεια της προσπάθειας προσαρμογής του φλοιού στο νέο καθεστώς τάσεων ενώ συνήθως εντείνεται κατά τις φάσεις έντονης ρηγμάτωσης. Οι παραμορφώσεις αυτές του φλοιού παρακολουθούνται και μετρώνται με ειδικά όργανα τα *κλισίμετρα* και τα *επιμηκυνσιόμετρα*, όργανα ακριβείας που μπορούν να καταγράψουν μετακινήσεις ή παραμορφώσεις γενικότερα ακόμα και ενός χιλιοστού του μέτρου σε αποστάσεις δεκάδων χιλιομέτρων. Τα επιμηκυνσιόμετρα είναι συνήθως κατασκευασμένα από σταθερά μέταλλα ή άλλα υλικά (όπως ο χαλαζίας) και τοποθετούνται σε ελεγχόμενα περιβάλλοντα έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα λάθους που μπορεί να προκληθεί από τη θερμική διαστολή τους. Τα σύγχρονα κλισίμετρα είναι συχνά όργανα εφοδιασμένα με ακτίνες laser πολύ μεγάλης ακριβείας. Πάντως, τη στιγμή όπου τα φαινόμενα παραμόρφωσης του φλοιού αρχίζουν να φθάνουν σε κάποιο Επιστημονικό κλιμάκιο η εκδήλωση του σεισμού δεν είναι πάντα εύκολο να καθοριστεί. Για παράδειγμα, μια μεγάλη ανύψωση του γήινου φλοιού (15-25 m) είχε καταγραφεί από το 1960 στο Palmdale, 65 km βόρεια του Los Angeles στην Καλιφόρνια, ενώ η εκδήλωση των συσσωρευμένων τάσεων σε αυτό το τμήμα της ρηξιγενούς ζώνης του Αγίου Ανδρέα έγινε μετά από τουλάχιστον 20 χρόνια. Στον *πίνακα 10.1* συνοψίζονται όλες οι πρόδρομες γήινες παραμορφώσεις που έχουν παρατηρηθεί στην Ιαπωνία. Τα στοιχεία προέρχονται από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία της Ιαπωνίας (J.M.A.). Στην περίπτωση που αναφέρονται δύο χρονικές περίοδοι, η πρώτη αναφέρεται στο διάστημα που παρατηρήθηκε η πρώτη μεταβολή και η δεύτερη στο διάστημα που εμφανίστηκε ανώμαλη έκταση πριν από τη γένεση του σεισμού.

□ *Ηλεκτρομαγνητικά πρόδρομα φαινόμενα.* Η συσχέτιση των σεισμών με ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα έχει μελετηθεί από πολλούς ερευνητές. Μεταβολές της έντασης του γεωμαγνητικού πεδίου της τάξης μερικών

γάμμα (1 γάμμα = $1\gamma = 10^{-5}$ Gauss) έχουν παρατηρηθεί πριν από ορισμένους σεισμούς. Εντάσεις αυτής της τάξης μπορούν εύκολα να μετρηθούν με σύγχρονα μαγνητόμετρα (πυρηνικά μαγνητόμετρα, κλπ.). Οι σεισομαγνητικές μεταβολές οφείλονται σύμφωνα με την

πιο πειστική προς το παρόν άποψη, σε πιεζοπαραμέουσα μαγνήτιση που προκαλείται από την άσκηση τεκτονικών συμπίεστικών τάσεων πάνω στα πετρώματα των εστιακών χώρων των σεισμών. Αν k_0 είναι η μαγνητική επιδεκτικότητα σε πίεση μηδέν, η μαγνητική επιδεκτικότητα κατά τη διεύθυνση που ασκείται η πίεση δίνεται από τη σχέση:

Πίνακας 10.1

Πρόδρομες παραμορφώσεις του φλοιού της γης στην Ιαπωνία.

α/α	Ετος	Μέγεθος	Ονομασία σεισμού	Πρόδρομος χρόνος
1	1694	7.0	Noshiro	-
2	1793	6.9	Tsugaru	μερικές ώρες
3	1802	6.6	Sado	4 ώρες
4	1872	7.1	Hamada	περίπου 20 λεπτά
5	1923	7.9	Kanto	10 χρόνια
6	1927	7.5	Northern Tango	2-3 ώρες
7	1927	5.3	Sekihara	-
8	1930	7.0	Izu-peninsula	-
9	1943	7.4	Tottori	περίπου 6 ώρες
10	1944	8.0	Tonankai	10 χρόνια
11	1945	7.1	Mikawa	4-5 χρόνια
12	1946	8.1	Nankai	11 χρόνια
13	1952	8.1	Tokachi	5 χρόνια
14	1952	6.8	Daishoji	3 μήνες και 8 ημέρες
15	1952	7.0	Yoshino	10 μήνες & 10 ημέρες
16	1955	5.7	Futatsui	-
17	1960	6.0	Odaigahara	μερικούς μήνες
18	1961	5.2	Nagaoka	3 χρόνια
19	1961	7.0	Hyuga	4 χρόνια
20	1961	7.0	Northern Mino	-
21	1964	7.5	Niigata	10 χρόνια
22	1967	5.1	Omi	-
23	1969	6.6	Central Gifu	290-300 ημέρες
24	1970	6.2	Akita	60-70 ημέρες
25	1971	6.1	Atsumi	250 ημέρες
26	1973	7.4	Nemuro	1 χρόνος
27	1973	5.9	Central Wakayma	-
28	1974	6.9	Izu-peninsula	7 μήνες
29	1975	4.3	Aichi	-
30	1976	5.5	Yamashi	-

$$k = k_0 / (1 + bp)$$

όπου **b** είναι σταθερά της τάξης των 10^{-4} bar.

Από τη σχέση αυτή προκύπτει ότι η μαγνήτιση των πετρωμάτων ελαττώνεται κατά τη διεύθυνση της συμπίεσης. Υπολογίζεται ότι για μεταβολή της πίεσης κατά 100 bar η μεταβολή της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι ίση με 8γ περίπου, δηλαδή της τάξης μεταβολής της έντασης του γεωμαγνητικού πεδίου που παρατηρήθηκε πριν από ορισμένους σεισμούς. Παράλληλα ανάλογες μεταβολές εμφανίζονται και στο ηλεκτρικό πεδίο περιοχών με έντονη τεκτονική καταπόνηση εξαιτίας της οποίας δημιουργούνται μεγάλες πιέσεις και διαφορά δυναμικού με συγκεκριμένη πολικότητα. Η δυσκολία πρόγνωσης των σεισμών με βάση τις ηλεκτρομαγνητικές μετρήσεις οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχουν και άλλες μεταβολές της έντασης των πεδίων αυτών που οφείλονται σε διάφορα αίτια και γι' αυτό είναι δύσκολη η ανίχνευση των μεταβολών που οφείλονται στους σεισμούς. Η σχετική όμως έρευνα συνεχίζεται για την όσο το δυνατό μεγαλύτερη ελάττωση του θορύβου που εμποδίζει την ακριβή μέτρηση των σεισοηλεκτρομαγνητικών μεταβολών. Στη χώρα μας έχει αναπτυχθεί από τις αρχές του 1980 το σύστημα BAN για το οποίο η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η πραγματική του αξιοποίηση.

- *Γεωχημεία και υδρολογία των υπογείων υδάτων.* Πριν από την εκδήλωση σεισμού είναι συχνά πιθανές αλλαγές στην κυκλοφορία και τη χημική σύσταση των υπογείων υδάτων. Οι τάσεις στα κορεσμένα σε νερό στρώματα του υπεδάφους προκαλούν αύξηση των παροχών των πηγών, αλλαγές στη στάθμη των υδάτων στα έργα υδροληψίας (φρέατα και γεωτρήσεις) αλλά και τυρβώδεις ροές. Για παράδειγμα, κατά το σεισμό μεγέθους 6.8 R του 1980 στο Sele Valley στη νότια Ιταλία παρατηρήθηκε αύξηση της παροχής των θερμομεταλλικών πηγών από 300 σε 7.200 λίτρα την ημέρα. Στο Tashkent της πρώην Σοβιετικής Ένωσης, ο σεισμός του 1966 προκάλεσε 200% αύξηση στην περιεκτικότητα των υπογείων υδάτων σε ραδόνιο. Τα αδρανή αέρια με χαμηλό μοριακό βάρος (αργό, ήλιο, νέο, ραδόνιο και ξένο) είναι τα στοιχεία εκείνα που εμφανίζονται ως τα πλέον ενδεικτικά σεισμικής δραστηριότητας. Οι τάσεις στα πετρώματα επιταχύνουν την υπόγεια κυκλοφορία των υδάτων και επομένως ευνοούν τη μεταφορά των

παραπάνω στοιχείων στην επιφάνεια όπου και μπορούν να ανιχνευθούν. Πολλές ενεργές ρηξιγενείς ζώνες αποτελούν επίσης ζώνες απελευθέρωσης γεωθερμικής ενέργειας όπου πολλές φορές είναι δυνατός ο συσχετισμός των μεταβολών στις θερμοκρασίες των θερμών πηγών με την εκδήλωση σεισμικής δραστηριότητας. Για όλα όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, κρίνεται σκόπιμος ο συστηματικός έλεγχος και η παρακολούθηση και μέτρηση των παροχών των πηγών και των ρευμάτων καθώς και η παρακολούθηση της ποιότητας αλλά και της θερμοκρασίας των υδάτων τους.

- *Παλλισιοακές τάσεις.* Προσπάθειες συσχετισμού των παλλισιοακών με την εκδήλωση σεισμικής δραστηριότητας έχουν κατά καιρούς οδηγήσει σε αντικρουόμενα συμπεράσματα ενώ φαίνεται πολύ πιθανό ότι με τη μετακίνηση μεγάλων υδάτινων μαζών, οι παλλισιοακές βοηθούν στην αποφόρτιση των πετρωμάτων.
- *Ατμοσφαιρικά φαινόμενα.* Συχνά οι σεισμοί συνοδεύονται από την εκδήλωση συγκεκριμένων ατμοσφαιρικών φαινομένων. Η ελαστική (πιεζομετρική) παραμόρφωση των κρυστάλλων του χαλαζία προκαλεί ηλεκτρικές αλλαγές στην γήινη επιφάνεια και επομένως οδηγεί στην εκδήλωση αστραπών και λάμπων στον ουρανό, των λεγόμενων “σεισμικών λάμπων”. Ασυνήθιστοι χρωματισμοί στον ουρανό (μοβ, μπλε ή πορτοκαλί) προκαλούνται από την απελευθέρωση υδρογονανθράκων από τα πετρώματα που υφίστανται συσσώρευση της σεισμικής τάσης. Οι Κινέζοι σεισμολόγοι έχουν παρατηρήσει “μπάλες φωτιάς” στον ουρανό οι οποίες είναι πιθανότατα το αποτέλεσμα της πιεζομετρικής ανάφλεξης μεθανίου που απελευθερώνεται από τα πετρώματα όπου εκδηλώνεται σεισμικότητα. Ανάλογα φαινόμενα έχουν αναφερθεί σε ιστορικούς σεισμούς και στον Ελλαδικό χώρο και ιδιαίτερα στη νήσο Ζάκυνθο κατά τους σεισμούς του 1729, 1820 και 1840. Λόγω της πολύ δύσκολης έως αδύνατης πρόβλεψης αυτών των ατμοσφαιρικών φαινομένων είναι δύσκολος ο συστηματικός έλεγχος και η παρακολούθησή τους.
- *Συμπεριφορά ζώων.* Ασυνήθιστη συμπεριφορά έχει παρατηρηθεί σε διάφορα είδη ζώων πριν από την εκδήλωση κάποιου σεισμικού γεγονότος. Πιθανότατα πρόκειται για την αντίδραση των ζώων σε θορύβους πολύ υψηλών συχνοτήτων που προκαλούνται από τη ρωγμάτωση των πετρωμάτων ή πρόκειται ίσως για την

επίδραση των αλλαγών των μαγνητικών τάσεων στο ζωικό εγκέφαλο. Τα ζώα που πέφτουν σε χειμέρια νάρκη, όπως τα φίδια για παράδειγμα, ξυπνούν ξαφνικά και εγκαταλείπουν τις φωλιές τους. Οι προσπάθειες που έχουν κατά καιρούς γίνει για την κατανόηση αυτής της ζωικής συμπεριφοράς πριν από κάποιο σεισμό, δεν έχουν δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα πιθανότατα λόγω της έλλειψης γνώσης σχετικής με την ψυχολογία των αγρίων ζώων ή των ζώων γενικότερα.

Πολλές είναι οι έρευνες που μένουν ακόμα να γίνουν με σκοπό τη μελέτη και την κατανόηση των πρόδρομων φαινομένων έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μέτρα πρόβλεψης των σεισμών.

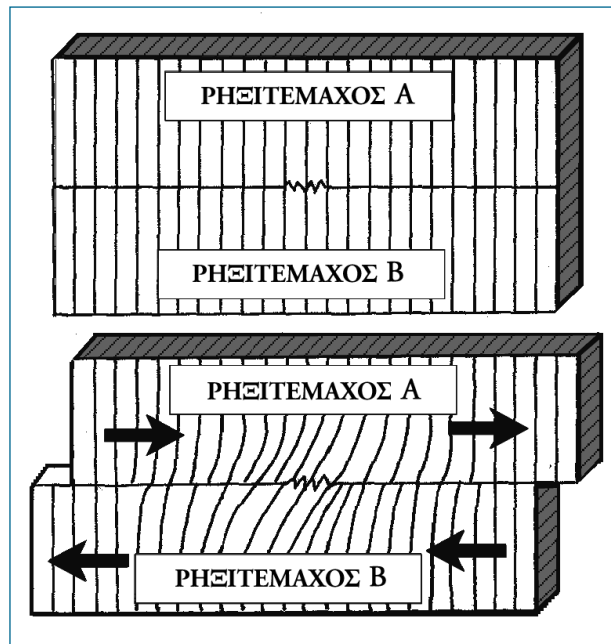
4. ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΡΗΓΜΑΤΑ

4.1 Γενικά

Η κυριότερη αιτία δημιουργίας σεισμικών κυμάτων είναι τα σεισμικά ρήγματα αφού κάθε απότομη διαταραχή της ισορροπίας των πετρωμάτων του στερεού φλοιού της γης οδηγεί στη δημιουργία ταλαντώσεων ήτοι κάποιας από τις μορφές των σεισμικών κυμάτων που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη παράγραφο.

Στο εσωτερικό της γης, τα πετρώματα βρίσκονται υπό την επίδραση τάσεων που συντελούν στην ελαστική τους παραμόρφωση και τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων δυναμικής ενέργειας. Όταν το ποσό της δυναμικής ενέργειας που συσσωρεύεται υπερβεί κάποια συγκεκριμένη τιμή, που εξαρτάται από ένα σύνολο παραγόντων αλλά κυρίως από τις φυσικές ιδιότητες του πετρώματος, τότε το πέτρωμα παύει να είναι συνεκτικό και θραύεται απότομα (Εικ. 10.5). Η επιφάνεια εκατέρωθεν της οποίας κινούνται τα δύο τεμάχια του πετρώματος που υπέστη τη θραύση ονομάζεται *σεισμικό ρήγμα*. Η αποθηκευμένη ελαστική ενέργεια παραμόρφωσης μετατρέπεται έτσι σταδιακά σε κινητική θέτοντας το πέτρωμα σε ταλάντωση η οποία μεταδίδεται, σαν σεισμικό κύμα, μέσα από τους διάφορους γεωλογικούς σχηματισμούς σε μεγάλες αποστάσεις.

Σε πολλές περιπτώσεις η ρηξιγενής αυτή επιφάνεια που δημιουργείται σε βάθος, επεκτείνεται μέχρι την επιφάνεια του εδάφους. Εντυπωσιακές εμφανίσεις σεισμικών ρηγμάτων στην επιφάνεια έχουν παρατηρηθεί σε αρκετές περιπτώσεις με πλέον αντιπροσωπευτικά τα παραδείγματα της ρηξιγενής ζώνης του Αγίου Ανδρέα στην Καλιφόρνια και



Εικόνα 10.5
Ολίσθηση κατά μήκος σεισμικού ρήγματος.

του ρήγματος Nojima στο Κόμπε της Ιαπωνίας (Εικ. 10.6)

Για να καθοριστεί επακριβώς το είδος της σεισμικής διάρρηξης είναι απαραίτητη η γνώση όχι μόνο της διεύθυνσης της ρηξιγενούς επιφάνειας αλλά και η φορά της σχετικής κίνησης των δύο εκατέρωθεν τεμαχίων (Εικ. 10.7).

Το επίπεδο του ρήγματος καθορίζεται από το κάθετο σε αυτό μοναδιαίο άνυσμα \mathbf{n} , ενώ η φορά ολίσθησης καθορίζεται από το *άνυσμα ολίσθησης* \mathbf{d} και αντιστοιχεί στην κίνηση του πάνω τεμαχίου του ρήγματος σε σχέση με το κάτω τεμάχος.

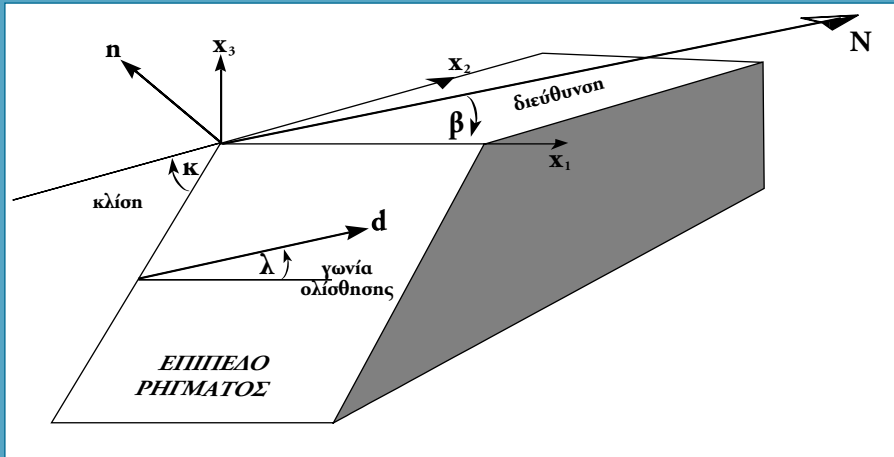
Για την περιγραφή ενός σεισμικού ρήγματος χρειάζονται δύο συστήματα συντεταγμένων. Το πρώτο σύστημα συντεταγμένων προσαρμόζεται στο ρήγμα έτσι ώστε ο άξονας \mathbf{x}_1 να συμπίπτει με το ίχνος του ρήγματος στην επιφάνεια του εδάφους και ο άξονας \mathbf{x}_3 να έχει φορά κατακόρυφη και προς τα πάνω. Ο άξονας \mathbf{x}_2 βρίσκεται σε σχέση καθετότητας με τους άλλους δύο και έχει τέτοια φορά ώστε η κλίση \mathbf{k} που μετράται σε σχέση με τον άξονα \mathbf{x}_2 να είναι πάντα μικρότερη των 90° .

Η φορά της ολίσθησης καθορίζεται πάνω στη ρηξιγενή επιφάνεια από τη γωνία ολίσθησης λ (Εικ. 10.7, 10.8). Για να γίνει δυνατός ο συσχετισμός του παραπάνω συστήματος με ένα γεωγραφικό αρκεί ο καθορισμός της γωνίας β μεταξύ του άξονα \mathbf{x}_1 και του γεωγραφικού Βορρά.



Εικόνα 10.6

Η εντυπωσιακή εμφάνιση του σεισμικού ρήγματος Nojima στη νήσο Awaji της Ιαπωνίας κατά το σεισμό του Kobe τον Ιανουάριο του 1995.



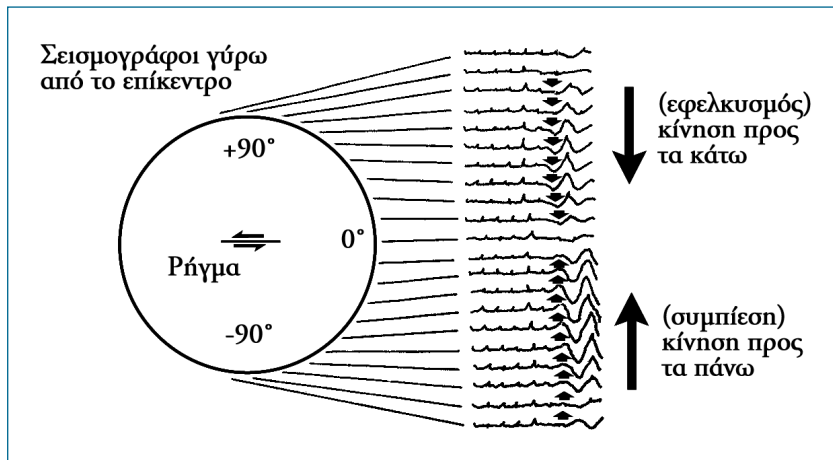
Εικόνα 10.7

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός σεισμικού ρήγματος.

Εικόνα 10.8

Μέτρηση των στοιχείων του ανύσματος μετακίνησης πάνω στην επιφάνεια του σεισμικού ρήγματος Νοζίμα που προκάλεσε το σεισμό του Kobe (Ιαπωνία 1995).



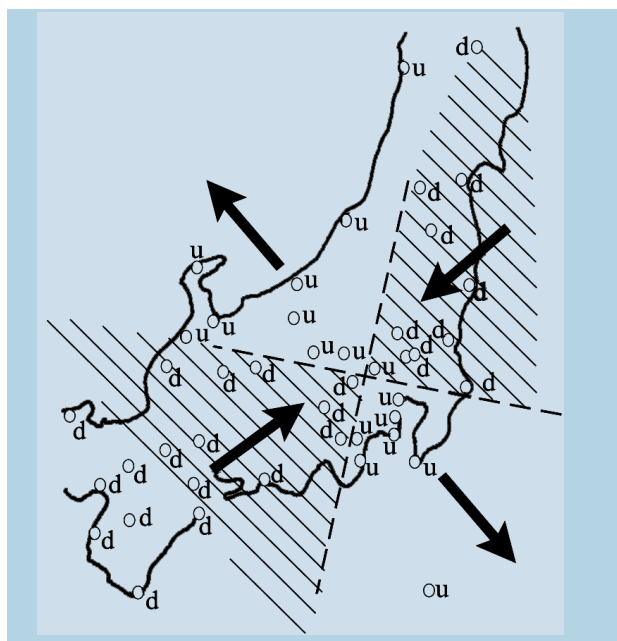


Εικόνα 10.9

Κατανομή του είδους της πρώτης άφιξης γύρω από τη σεισμική πηγή.

4.2 Μηχανισμός γένεσης σειμών

Μηχανισμό γένεσης ενός σειμού ονομάζεται ο τρόπος με τον οποίο λαμβάνει χώρα η διάρρηξη των πετρωμάτων στην εστία του σεισμού καθώς και το σύστημα των δυνάμεων και των τάσεων που αναπτύσσονται στη σεισμική εστία. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, κατά τη διάρρηξη των πετρωμάτων δημιουργούνται ελαστικά σεισμικά κύματα που μεταδίδονται προς όλες τις διευθύνσεις. Τα κύματα



Εικόνα 10.10

Οι εδαφικές κινήσεις λόγω της αρχικής P-φάσης, στην περίπτωση του σεισμού Tango στη νήσο Honsu της Ιαπωνίας (1972, $M=7,5$). Τα σύμβολα u και d δείχνουν την προς τα επάνω και προς τα κάτω αρχική κίνηση.

αυτά φθάνοντας στην επιφάνεια του εδάφους καταγράφονται από τους σεισμολογικούς σταθμούς. Όσον αφορά τα ελαστικά κύματα χώρου (P, S), η φύση του πρώτου κύματος σε όλη τη διαδρομή του δεν αλλάζει από συμπίεση σε αραιώση και αντίστροφα και το είδος της πρώτης ώθησης εξαρτάται μόνο από την κίνηση που πραγματοποιήθηκε στη σεισμική εστία και τη θέση του σταθμού παρατήρησης ως προς τη σεισμική εστία (Εικ. 10.9).

Πολλά χρόνια πριν, οι σεισμολόγοι είχαν καταγράψει μια συσχέτιση μεταξύ του είδους των παρατηρούμενων εδαφικών κινήσεων και των πρώτων αφίξεων των κυμάτων P. Η τεχνική αυτή, της χαρτογράφησης δηλαδή του είδους των πρώτων αφίξεων, εφαρμόστηκε για πρώτη φορά με επιτυχία στην Ιαπωνία (Εικ. 10.10), όπου από τη χωρική κατανομή των συμπίεσεων ή των αραιώσεων προκύπτουν χρήσιμες πληροφορίες για τον τρόπο διάρρηξης.

Καταλήγοντας, με την προβολή όλων των στοιχείων του σεισμικού ρηγματος πάνω στην εστιακή σφαίρα, με τη χρήση δικτύου Schmidt ή Wulff, προσδιορίζεται ο μηχανισμός γένεσης με τον οποίο γίνεται εύκολα κατανοπτό το πεδίο των τάσεων που επικρατεί στην περιοχή του ρηγματος και ο τρόπος με τον οποίο έγινε η ενεργοποίησή του. Τα κυριότερα στοιχεία που χαρακτηρίζουν ένα σεισμικό ρήγμα είναι όπως προαναφέρθηκε η διεύθυνση, η κλίση και το άνωμα της ολισθησής του.

4.3 Επικινδυνότητα Σεισμικών Ρηγμάτων

Ο προσδιορισμός των στοιχείων των σεισμικών ρηγμάτων που αναφέρθηκαν προηγουμένως αποτελεί ένα πρώτο στόχο αμέσως μετά την εκδήλωση σεισμικών κινήσεων δεδομένου ότι από τον καθορισμό των παραμέτρων μπορεί

στη συνέχεια να προσδιορισθεί ένα πλήθος παραγόντων που έχουν σχέση με το σεισμικό φαινόμενο και την εξέλιξή του.

Ειδικότερα, ο προσδιορισμός στοιχείων του σεισμικού ρήγματος, με βάση τα χαρακτηριστικά των διάφορων τύπων των σεισμικών κυμάτων που καταγράφονται από τους σεισμολογικούς σταθμούς, οδηγεί στον προσδιορισμό των ανυσομάτων τάσεων που προκάλεσαν το σεισμό και γενικότερα στον προσδιορισμό του *νεοτεκτονικού καθεστώτος* μιας περιοχής. Επίσης, οδηγεί σε ασφαλείς εκτιμήσεις για τη συνέχιση και εξέλιξη του φαινομένου, ενώ στοιχεία από πολλές σεισμικές δονήσεις σε μια συγκεκριμένη περιοχή που προσδιορίζουν αντίστοιχα μεγάλο αριθμό σεισμικών ρηγμάτων ουσιαστικά αποτελούν πολύ καλή ακτινογραφία της υφιστάμενης νεοτεκτονικής παραμόρφωσης.

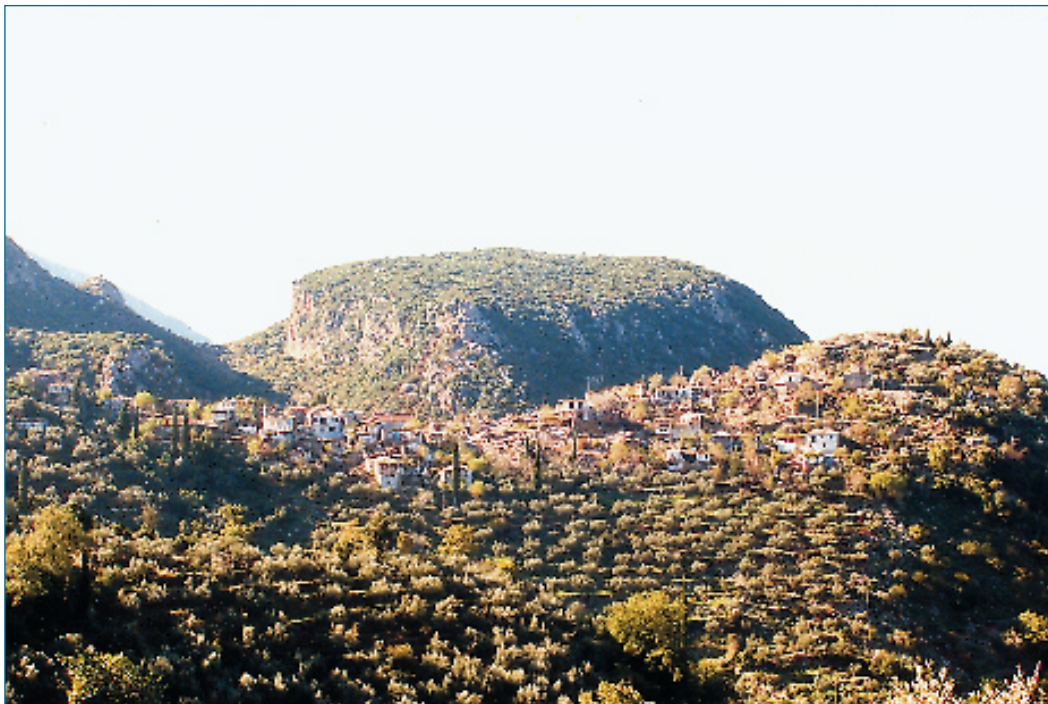
Όπως αναφέρθηκε, σε πολλές περιπτώσεις σεισμών παρατηρείται εμφάνιση του σεισμικού ρήγματος στην επιφάνεια, δηλαδή παρατηρείται κάποια εμφανής μετακίνηση δύο τεμαχών, η οποία μπορεί να μετρηθεί τόσο ως προς τα γεωμετρικά όσο και ως προς τα κινηματικά της στοιχεία. Σε μερικές περιπτώσεις η προηγούμενη μετακίνηση και θραύση στα πετρώματα γίνεται για πρώτη φορά, αλλά σε άλλες περιπτώσεις η μετακίνηση αυτή συμπίπτει με προϋπάρχουσα τεκτονική ασυνέχεια, δηλαδή με προϋπάρχον

ρήγμα. Στην τελευταία περίπτωση πρόκειται για επαναδραστηριοποίηση ενός ρήγματος, το οποίο ενδεχομένως να είχε χαρτογραφηθεί πριν τη σεισμική δόνηση.

Η εμφάνιση σεισμικών ρηγμάτων στην επιφάνεια πέραν του γεγονότος ότι αποτελεί ίσως την πιο εντυπωσιακή έκφραση του σεισμικού φαινομένου, προκαλεί άμεσα το ενδιαφέρον των επιστημόνων, δεδομένου ότι η χαρτογράφηση και μελέτη τους με μεθόδους τεκτονικής ανάλυσης αποτελεί πρώτη προτεραιότητα για την εξαγωγή σημαντικών σειμοτεκτονικών συμπερασμάτων. Στη συνέχεια τα σεισμικά ρήγματα μελετώνται διεξοδικά και με μεγάλη λεπτομέρεια με διάφορες μεθόδους νεοτεκτονικής έρευνας, όπως για παράδειγμα ερευνητικές εκσκαφές ρηγμάτων για παλαιοσεισμικές παρατηρήσεις, κλπ.

Οι έρευνες αυτές έχουν σαν κύριο στόχο τη *χρονική τεκτονική ανάλυση*, δηλαδή τον ακριβή προσδιορισμό των διαδοχικών χρονικών περιόδων δραστηριοποίησης με στόχο τον χρονικό προσδιορισμό της επόμενης φάσης δραστηριοποίησης. Το πιο σημαντικό όμως στοιχείο για τον προσδιορισμό των ρηγμάτων που ενδεχομένως να δραστηριοποιηθούν και να αποτελέσουν σεισμικά ρήγματα είναι ότι βρίσκονται σε άμεση συσχέτιση με την εκδήλωση των σημαντικότερων ζημιών (Εικ. 10.11).

Ειδικότερα έχει παρατηρηθεί ότι οι μεγαλύτερες εντάσεις



Εικόνα 10.11

Αποψη του χωριού Ελαιοχώρι που βρίσκεται στη συμβολή δύο ενεργών ρηγμάτων και το οποίο καταστράφηκε από το σεισμό της Καλαμάτας το 1986.

σε ένα σεισμικό γεγονός παρατηρούνται κατά μήκος των σεισμικών ρηγμάτων και των σεισμικών διαρρήξεων, δηλαδή μικρότερων ρηγμάτων που εντάσσονται σε μια μεγάλη ρηξιγενή ζώνη. Οι καταστροφές οι οποίες παρατηρούνται κατά μήκος τους είναι θεαματικές και οφείλονται είτε στις μεγάλες πρωτογενείς μετακινήσεις που παρατηρούνται στα εκατέρωθεν τεμάχια, είτε στα φαινόμενα ενίσχυσης των σεισμικών κυμάτων, τα οποία είναι αντίστοιχα του φαινομένου Doppler της ακουστικής και οπτικής φυσικής. Το προηγούμενο φαινόμενο είναι γνωστό από επανειλημμένες περιπτώσεις -όπου αποδείχθηκε καθοριστικής σημασίας- και είναι γνωστό και με τον όρο *κατευθυντικότητα*.

Πολυάριθμα παραδείγματα τόσο από τον διεθνή όσο και από τον Ελληνικό χώρο επιβεβαιώνουν τα προηγούμενα αν και η έρευνα για τον εντοπισμό σεισμικών ρηγμάτων και για τη διερεύνηση της συσχέτισης σεισμικών ρηγμάτων - καταστροφών εξελίσσεται με αλματώδεις ρυθμούς. Το πλέον αντιπροσωπευτικό παράδειγμα από το διεθνή χώρο αποτελεί ο σεισμός του Kobe το 1995 στην Ιαπωνία κατά τον οποίο κατά μήκος του σεισμικού ρήγματος παρατηρήθηκε εντυπωσιακή εκθετική αύξηση των καταστροφών και των θανάτων (Εικ. 10.12). Παράλληλα, στον Ελληνικό



Εικόνα 10.12

Η κατανομή των ζημιών και των θανάτων κατά μήκος του σεισμικού ρήγματος Nojima στο σεισμό του Kobe (Ιαπωνία 1995).



Εικόνα 10.13

Κατάρρευση του Εργοστασίου της Ελληνικής Βιομηχανίας Οπλων στο Αίγιο, το οποίο βρίσκεται κατά μήκος σεισμικής διάρρηξης που δραστηριοποιήθηκε στο σεισμό του 1995.

χώρο, στους σεισμούς του Πύργου το 1993, των Γρεβενών το 1995 και του Αιγίου το 1995 είναι δυνατό να λεχθεί ότι τα σεισμικά ρήγματα παίζουν τον κυρίαρχο ρόλο στην πρόκληση των βλαβών (Εικ. 10.13).

5. ΣΥΝΟΔΑ ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

5.1 Γενικά

Κατά τη διάρκεια σεισμικών δονήσεων εκδηλώνεται ταυτόχρονα ή αμέσως μετά τη σεισμική κίνηση ένας αριθμός γεωδυναμικών φαινομένων, τα οποία βρίσκονται σε άμεση συσχέτιση και είναι άμεσο αποτέλεσμα της σεισμικής διέγερσης. Τέτοια φαινόμενα είναι οι ρευστοποιήσεις εδαφών, οι κατολισθήσεις - καταπτώσεις, οι χιονοστοιβάδες, οι μεταθέσεις ακτογραμμών, η εμφάνιση εδαφικών διαρρήξεων και τα τσουνάμι. Συνήθως ονομάζονται και *συνοδά σεισμικά γεωδυναμικά φαινόμενα* δεδομένου ότι πολλές φορές προκαλούν ζημιές πολύ μεγαλύτερες από τις ζημιές που προκαλεί η ίδια η σεισμική δόνηση που τα διέγειρε. Μαζί με τα προηγούμενα φαινόμενα συνήθως παρατίθενται και οι πυρκαγιές, οι οποίες προκαλούνται από την ανάφλεξη καύσιμων υλικών ή από τη δημιουργία βραχυκυκλωμάτων που ολοκληρώνουν με τη σειρά τους το καταστροφικό έργο των προηγούμενων (Εικ. 10.14).

Η εκδήλωση συνοδών γεωδυναμικών φαινομένων είναι ιδιαίτερα συχνή στον Ελληνικό χώρο και αναφέρεται με

αρκετά μεγάλη σαφήνεια και σε σωζόμενα ιστορικά κείμενα που περιγράφουν καταστροφικούς σεισμούς. Όμως η σημασία και συμβολή της στην ανάπτυξη και κατανομή των βλαβών συνειδητοποιήθηκε μόλις τα τελευταία χρόνια, με αποτέλεσμα να αρχίσει μια μεγάλη προσπάθεια, και σε διεθνές επίπεδο, επιστημονικής κατανόησης και γεωγραφικού εντοπισμού των φαινομένων. Ήδη σε μεγάλους σεισμούς στο διεθνή χώρο (π.χ. San Francisco, Los Angeles, Kobe) και στον Ελληνικό χώρο (π.χ. Πύργος, Γρεβενά, Αίγιο) έγιναν λεπτομερείς έρευνες με αποτέλεσμα να αποκτηθεί μια σημαντική εμπειρία, η οποία οδηγεί στη μείωση των επιπτώσεων τους μέσα από την εφαρμογή ειδικών μέτρων και ρυθμίσεων.

5.2 Ρευστοποιήσεις εδαφών

Ένα από τα πλέον σοβαρά φαινόμενα που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια σεισμικών κινήσεων είναι η δημιουργία ρευστοποιήσεων. Οι ρευστοποιήσεις λαμβάνουν χώρα σε χαλαρά λεπτομερή ιζήματα (ιλύς, άμμους) με παρουσία νερού όταν αυτά υπόκεινται σε επαναλαμβανόμενες *διατμητικές φορτίσεις* που μπορεί να αντιστοιχισθούν με ένα σεισμικό κύμα. Κατά τις ρευστοποιήσεις οι γεωλογικοί σχηματισμοί χάνουν τη διατμητική τους αντοχή με αποτέλεσμα να μετατρέπεται η στερεά φάση σε υγρή και τελικά να αποκοτούν παροδικά συμπεριφορά βαρέως ρευστού.

Όπως είναι σαφές η απώλεια της διατμητικής αντοχής



Εικόνα 10.14

Εκδήλωση πυρκαγιών στο πολεοδομικό συγκρότημα του Kobe (Ιαπωνία) κατά το σεισμό του 1995.



Εικόνα 10.15

Αεροφωτογραφία στην οποία διακρίνονται οι εκτεταμένες ρευστοποιήσεις (κίτρινο χρώμα) που έλαβαν χώρα στο λιμάνι του Κοβέ (Ιαπωνία) κατά το σεισμό του 1995.



Εικόνα 10.16

Θεματική άποψη ρευστοποιήσεων που προκλήθηκαν στο Κοβέ (Ιαπωνία) κατά το σεισμό του 1995.



Εικόνα 10.17

Άποψη ρευστοποιήσεων που εκδηλώθηκαν στην περιοχή Μπούκα Βαρθολομιού κατά το σεισμό του 1988.

και η μετατροπή από την στερεά στην υγρή φάση των συγκεκριμένων γεωλογικών σχηματισμών έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια στήριξης των υπερκείμενων κατασκευών ή των τεχνικών έργων, τα οποία στην κυριολεξία βυθίζονται, ανατρέπονται ή καταρρέουν. Κύριες ενδείξεις των ρευστοποιήσεων στην επιφάνεια είναι η παρουσία εκτεταμένων αποθέσεων ιλυωδών ή αμμούχων σχηματισμών, οι οποίοι εκχύνονται στην επιφάνεια μέσω συστημάτων οπών και διαρρήξεων στα υπερκείμενα στρώματα. Επίσης έμμεση ένδειξη ρευστοποιήσεων αποτελεί η δημιουργία κυματοειδών παραμορφώσεων ή βυθίσεων στην ελεύθερη επιφάνεια, πέραν βέβαια της απώλειας στήριξης και της βύθισης των υπερκείμενων σχηματισμών που είναι θεμελιωμένες στους πιθανώς ρευστοποιηθέντες σχηματισμούς. Αντίθετα, οι κατασκευές οι οποίες είναι θεμελιωμένες σε βαθύτερους γεωλογικούς σχηματισμούς που δεν ρευστοποιήθηκαν δεν διατρέχουν κίνδυνο, πέραν των προβλημάτων που προκαλούνται στους παρακείμενους ελεύθερους χώρους.

Αντιπροσωπευτικά σύγχρονα παραδείγματα εκδήλωσης μεγάλων ρευστοποιήσεων αποτελούν ο σεισμός στο San Francisco το 1989 στην περιοχή Bay, όπου εκδηλώθηκαν και οι μεγαλύτερες βλάβες καθώς επίσης και ο σεισμός στο Kobe το 1995, όπου ολόκληρη η παραλιακή περιοχή, το σύγχρονο λιμάνι και οι εμπορικές περιοχές καλύφθηκαν από εκατομμύρια τόνους ρευστοποιηθέντων υλικών που εξήλθαν στην επιφάνεια προκαλώντας ταυτόχρονα τερά-

στιες ζημιές (Εικ. 10.15, 10.16). Στον Ελληνικό χώρο το πρόβλημα των ρευστοποιήσεων είναι υπαρκτό και σε άλλες μεν περιοχές έχει μόνο επιστημονικό ενδιαφέρον, ενώ σε άλλες προκαλεί έντονα προβλήματα.

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η εκδήλωση ρευστοποιήσεων σε περιοχές του Ελληνικού χώρου που πλήττονται από σεισμούς και δομούνται από σχετικά πρόσφατους και χαλαρούς σχηματισμούς, όπως για παράδειγμα οι πεδινές και παραθαλάσσιες περιοχές στις οποίες όμως υπάρχει η μεγαλύτερη και εντονότερη ανάπτυξη. Κατά τους σεισμούς της Κυλλίνης το 1988, του Πύργου το 1993 και του Αιγίου το 1995 οι ρευστοποιήσεις συνέβαλλαν ουσιαστικά στην ενίσχυση των καταστροφών (Εικ. 10.17)

5.3 Μεταθέσεις ακτογραμμών

Ένα σημαντικό γεωδυναμικό φαινόμενο είναι οι μεταθέσεις των ακτογραμμών. Προκαλούνται είτε από γενικευμένες ανοδικές ή καθοδικές κινήσεις λόγω των κινήσεων των ρηξιτεμαχών εκατέρωθεν του σεισμικού ρήγματος, είτε λόγω υποχωρήσεων - μετακινήσεων των χαλαρών σχηματισμών της παραλιακής ζώνης. Και στις δύο περιπτώσεις είναι δυνατό να προκαλέσουν εκτεταμένες καταστροφές σε κατασκευές, σε λιμενικά ή λοιπά τεχνικά έργα, σε εγκαταστάσεις τουριστικών δραστηριοτήτων ή τέλος ακόμα και περιβαλλοντολογικές καταστροφές που συσχετίζονται με το φυσικό κάλος του τοπίου και την ισορροπία των περιβαλ-



Εικόνα 10.18

Υποχώρηση ακτογραμμής στο Αίγιο η οποία προκλήθηκε από το σεισμό του 1995.

λοντικών παραμέτρων.

Σημαντικές σύγχρονες μεταθέσεις ακτογραμμών προκλήθηκαν στον Ελληνικό χώρο κατά το σεισμό των Αλκουονίδων το 1981 στην περιοχή Περαχώρας Λουτρακίου, στους σεισμούς της Κυλλίνης το 1988 και τέλος κατά το σεισμό του Αιγίου το 1995 (Εικ. 10.18). Σε όλες τις περιπτώσεις οι μεταθέσεις των ακτογραμμών προκάλεσαν σημαντικά προβλήματα, ενώ η δυσκολία αντιμετώπισης έγκειται στο γεγονός ότι είναι δύσκολο να προβλεφθεί και να οριοθετηθεί εκ των προτέρων κάποια τέτοια μεταβολή έτσι ώστε να υπάρξει κάποια δέσμη μέτρων προστασίας.

5.4 Τσουνάμι

Τα σεισμικά θαλάσσια κύματα ή τσουνάμι αποτελούν από τα πλέον χαρακτηριστικά δευτερογενή σεισμικά φαινόμενα. Η λέξη *tsunami* προέρχεται από δύο ιαπωνικές λέξεις, τη λέξη *tsu* που σημαίνει λιμάνι και τη λέξη *nami* που σημαίνει κύμα ή θάλασσα. Η σύνδεση αυτών των δύο λέξεων είναι καθοριστικής σημασίας αφού τα κύματα τσουνάμι πλήττουν κύρια τις παραλιακές περιοχές. Τα περισσότερα τσουνάμι οφείλονται σε τεκτονικές μετακινήσεις που συνοδεύονται από μικρού εστιακού βάρους σεισμούς ενώ μπορεί να προκληθούν και από ηφαιστειακές εκρήξεις (π.χ. Κρακατοα, 1883) καθώς και από υποθαλάσσιες κατολισθήσεις μέσα σε κλειστούς κόλπους. Από τα τσουνάμι απειλούνται περί τις 22 χώρες στην περι-Ειρηνική περιοχή. Τα τελευταία 100 χρόνια, πάνω από 50.000 κάτοικοι παραθαλάσσιων περιοχών έχουν χάσει τη ζωή τους από την εκδήλωση τσουνάμι. Σύμφωνα με μελέτες, περίπου 370 τσουνάμι έχουν πλήξει την περι-Ειρηνική περιοχή τα έτη 1900-1980. Η πλέον ενεργή περιοχή είναι το νησιωτικό τόξο Ιαπωνίας - Ταϊβάν όπου σημειώθηκε το 1/4 περίπου όλων των γεγονότων εκδήλωσης τσουνάμι.

Η Ιαπωνία αποτελεί μια περιοχή ιδιαίτερα ευαίσθητη στα τσουνάμι. Στο ανατολικό τμήμα της νήσου Honsu, ένα κύμα τσουνάμι ύψους 10 μέτρων έχει περίοδο επανάληψης 10 περίπου χρόνια. Το κύμα τσουνάμι που έπληξε την ακτή Sanriku το 1933, προκλήθηκε από υποθαλάσσιο σεισμό μεγέθους 8.5 R. Τα κύματα που προκλήθηκαν είχαν ύψος μέχρι και 24 μέτρα ενώ η περίοδος επανάληψης του φαινομένου είναι 1/70 χρόνια. Ο απολογισμός ήταν 3.008 θάνατοι, 1.152 τραυματισμοί, 4.917 οικίες παρασύρθηκαν από τα κύματα και άλλες 2.346 καταστράφηκαν ολοσχερώς.

Κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, πάνω από 350 άτομα

έχουν σκοτωθεί ενώ περίπου 500 εκατομμύρια δολάρια είναι το κόστος των καταστροφών σε ιδιοκτησίες από τα τσουνάμι στις Η.Π.Α. Οι μεγαλύτερες απώλειες σημειώθηκαν κατά το τσουνάμι που προκλήθηκε από το σεισμό του 1964 στην Αλάσκα. Η πόλη Crescent της Καλιφόρνια υπέστη υλικές ζημιές ύψους 7 εκατομμυρίων δολαρίων ενώ επλήγει από κύματα ύψους 6 μέτρων πάνω από το χαμηλό πλημμυρικό επίπεδο. Τα κύματα αυτά εισχώρησαν περί τα 500 μέτρα στην ξηρά, πλημμυρίζοντας 30 οικοδομικά τετράγωνα και καταστρέφοντας τις περισσότερες από τις παραθαλάσσιες κατασκευές.

Στον Ελλαδικό χώρο ο κίνδυνος εκδήλωσης τσουνάμι είναι γενικά μικρός. Στο παρελθόν και με βάση ιστορικά κείμενα έχει εκδηλωθεί ένας αριθμός κυμάτων τσουνάμι σε αντίστοιχους σεισμούς. Η πλέον χαρακτηριστική περίπτωση εκδήλωσης τσουνάμι αποτελεί ο σεισμός του 373 π.Χ. στην αρχαία Ελίκη στο Αίγιο κατά τον οποίο κύμα τσουνάμι κατέστρεψε την πόλη, παράλληλα με την εκδίλωση και άλλων γεωδυναμικών φαινομένων. Κύμα τσουνάμι χωρίς όμως καταστροφικά αποτελέσματα εκδηλώθηκε και στο σεισμό του 1995 στην ίδια περιοχή, στην οποία έλαβαν χώρα και υποθαλάσσιες κατολισθήσεις.

5.5 Εδαφικές διαρρήξεις

Οι εδαφικές διαρρήξεις αποτελούν ένα σύνθετο φαινόμενο που συνοδεύει τις σεισμικές κινήσεις. Δεν έχει καμμία σχέση με τις σεισμικές διαρρήξεις οι οποίες αποτελούν άμεση εκδήλωση του σεισμικού ρήγματος στην επιφάνεια. Αντίθετα, οι εδαφικές διαρρήξεις είναι το αποτέλεσμα της σεισμικής κίνησης στην επιφάνεια, η οποία συνήθως δομείται από χαλαρούς σχηματισμούς. Οι εδαφικές διαρρήξεις που προκαλούνται στους επιφανειακούς σχηματισμούς και έχουν περιορισμένο βάθος που σπάνια υπερβαίνει τα μερικά μέτρα, ενώ αντίθετα το μήκος τους μπορεί να φθάσει τα μερικές δεκάδες μέτρα. Οι διευθύνσεις τους είναι ποικίλες και συνήθως ελέγχονται από διάφορους παράγοντες, όπως η γεωμετρία του πρηνούς, η διάταξη των στρώσεων των λεπτομερών και των αδρομερών φάσεων, η παρουσία μορφολογικών ασυνεχειών και η γειτνίαση με κοίτες ποταμών και ακτογραμμών. Τα κύρια αίτια εκδήλωσης των εδαφικών διαρρήξεων είναι η διαφορετική σεισμική απόκριση μεταξύ των διάφορων χαλαρών πετρωμάτων φάσεων, η πλευρική αστάθεια επιφανειακών σχηματισμών και η ρευστοποίηση υποκείμενων σχηματισμών. Σε πολλές μάλιστα περιπτώσεις οι εδαφικές διαρρήξεις και οι

Εικόνα 10.19

Εδαφικές διαρρήξεις που προκλήθηκαν στο Βαρθολομίο κατά το σεισμό του 1988.



ρευστοποιήσεις εκδηλώνονται ταυτόχρονα και τα ρευστοποιθέντα υλικά ανέρχονται στην επιφάνεια δια μέσου των εδαφικών διαρρήξεων. Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα αποτελούν και τα φαινόμενα που παρατηρήθηκαν κατά το σεισμό του Αιγίου του 1995, ενώ σε πολυάριθμες ακόμα περιπτώσεις στον Ελληνικό και διεθνή χώρο αναφέρονται αντίστοιχα παραδείγματα (Εικ. 10.19)

Οι εδαφικές διαρρήξεις συνήθως δεν προκαλούν σημαντικές βλάβες στα κτίρια δεδομένου ότι η εκδήλωσή τους περιορίζεται στα επιφανειακά στρώματα και πολύ πιο πάνω από το σύνηθες επίπεδο θεμελίωσης των κατασκευών. Προκαλούν όμως σημαντικές βλάβες σε κατασκευές, οι οποίες θεμελιώνονται στα επιφανειακά στρώματα καθώς επίσης και σε έργα οδοποιίας, διαμόρφωσης χώρων, εξωραϊστικά έργα, κλπ.

5.6 Κατολισθητικά φαινόμενα

Ο γενικός όρος κατολισθητικά φαινόμενα περιλαμβάνει όλες τις εδαφικές ή βραχώδεις μετακινήσεις και ειδικότερα τις κατολισθήσεις, τις καθιζήσεις και τις καταπτώσεις, ενώ μια ειδική κατηγορία είναι και οι χιονοστοιβάδες οι οποίες παρασύρουν και εδαφικά υλικά. Αρκετά συχνά, κατά τη διάρκεια των σεισμικών κινήσεων παρατηρούνται οι ανωτέρω μετακινήσεις λόγω κυρίως της αστάθειας που προκαλείται από τη σεισμική ώθηση. Ο βασικότερος λόγος πρόκλησης κατολισθητικών φαινομένων είναι η υπερνίκηση

των υφιστάμενων δυνάμεων που προϋπάρχουν και αντιτίθεται στην ολίσθηση, οι οποίες, όπως έχει αναφερθεί, καλούνται *παθητικές δυνάμεις*.

Οι κατολισθήσεις και οι καταπτώσεις αποτελούν τα πλέον συνήθη φαινόμενα που συνοδεύουν κάποια δραστηριότητα, ενώ σε λιγότερες περιπτώσεις εμφανίζονται καθιζήσεις και σε εξαιρετικές περιπτώσεις εκδηλώνονται χιονοστοιβάδες, εκεί φυσικά που οι κλιματολογικές συνθήκες είναι ευνοϊκές. Οι μεγαλύτερες των κατολισθήσεων προκαλούνται όταν εκδηλώνονται σεισμοί μεγέθους $>6 R$, ενώ σπάνια προκαλούνται κατολισθήσεις από σεισμούς με μέγεθος $<4 R$. Φυσικά στην εκδήλωση ή όχι ενός κατολισθητικού φαινομένου καθώς επίσης και στα μεγέθη τόσο των υλικών, όσο και της μετακίνησης κυρίαρχο ρόλο παίζουν οι μορφολογικές συνθήκες και ειδικότερα οι μορφολογικές κλίσεις και οι μορφολογικές ασυνέχειες, ο προσανατολισμός του πρανούς, η φύση των γεωλογικών σχηματισμών και η αλληλουχία τους καθώς και οι υπάρχουσες τεκτονικές ασυνέχειες. Σημαντικό επίσης στοιχείο για την εκδήλωση των κατολισθήσεων είναι και ο βαθμός της ανθρώπινης παρέμβασης στο πρανές, ενώ κατά περίπτωση, ενδεχομένως να υποβοηθούν στην εκδήλωση και άλλα αίτια.

Για παράδειγμα, στο σεισμό του Kobe της Ιαπωνίας το 1995 διαπιστώθηκε ότι η κύρια αιτία εκδήλωσης ενός πολύ μεγάλου αριθμού κατολισθήσεων εκτός οικιστικού χώρου ήταν η κλίση του πρανούς και ο προσανατολισμός του σε



Εικόνα 10.20

Κατολισθήσεις σε απότομα πρανή στη Μήλο που προκλήθηκαν από το σεισμό του 1992.

σχέση με τη σεισμική εστία, ενώ αντίθετα η κύρια αιτία εντός του οικιστικού χώρου ήταν οι ανθρώπινες παρεμβάσεις.

Η μεγαλύτερη καταστροφική κατολισθήση που συνέβη ποτέ σημειώθηκε το 1970 από σεισμό μεγέθους 7.7 R στην περιοχή του όρους Nevados Huascarán στο Περού. Ο σεισμός προκάλεσε την πτώση τεράστιων όγκων χιονιού και λίθων από τα απότομα πρανή του όρους, το οποίο με ύψος 6.654 μέτρα αποτελεί την υψηλότερη κορυφή των Περούβιανών Άνδεων. Τα πολύ απότομα πρανή του έχουν δώσει κατά καιρούς πολλές καταστροφικές ολισθήσεις, συμπεριλαμβανομένης της κατολισθήσης του 1962, όπου σημειώθηκε μετακίνηση υλικών όγκου 13×10^6 κυβικών μέτρων προκαλώντας το θάνατο σε 4.000 ανθρώπους. Το 1970, η τυρβώδης ροή λάσπης και χαλικιών, όγκου περί τα $50-100 \times 10^6$ κυβικά μέτρα, διέσχισε τις κοιλάδες Río Shaschs και Santa. Το ύψος του κύματος της ροής ήταν περί τα 30 μέτρα, ενώ η ταχύτητα μετακίνησής του ήταν 270-360 χιλιόμετρα την ώρα στα πρώτα 9 χιλιόμετρα της διαδρομής του. Το κύμα αυτό της ροής λάσπης και χαλικιών κάλυψε με υλικά ύψους 10 μέτρων τις πόλεις Yungay και Ranrahirca καθώς και πολλά χωριά, ενώ σημειώθηκαν περίπου 18.000 θάνατοι. Το τεράστιο ποσό της κινηματικής ενέργειας που απαιτήθηκε για τη μεταφορά των υλικών αυτού του όγκου και σε αυτές τις αποστάσεις, προήλθε από την αρχική πτώση στα απότομα πρανή του όρους, ενώ

από την αρχική διάρρηξη μέχρι την τελική καταστροφή μεσολάβησαν μόλις τέσσερα λεπτά.

Στον Ελληνικό χώρο, οι κατολισθήσεις κατά τη διάρκεια σεισμικών κινήσεων είναι ένα πολύ συχνό φαινόμενο ιδιαίτερα στην περίπτωση σεισμών με μεγέθη μεγαλύτερα των 6 R. Για παράδειγμα αναφέρονται οι σεισμοί των Αλκυονίδων το 1981 που προκάλεσαν εκτεταμένες κατολισθήσεις στην περιοχή της Περαχώρας, ο σεισμός της Καλαμάτας το 1986 με εκτεταμένες καταπτώσεις στον Ταΰγετο, οι σεισμοί της Μήλου το 1992 με κατολισθήσεις στον όρμο Προβατά (Εικ. 10.20), οι σεισμοί του Πύργου το 1993 με καταπτώσεις στην περιοχή Βούναργου και τέλος οι σεισμοί των Γρεβενών το 1995 με κατολισθήσεις στο χωριό Κέντρο. Οι επιπτώσεις από τις κατολισθήσεις είναι ιδιαίτερα μεγάλες και στον Ελληνικό χώρο και αντιπροσωπεύονται κυρίως από καταστροφές τεχνικών έργων, οδοστρωμάτων, κ.ά. Ο κύριος λόγος εκδήλωσης κατολισθήσεων κατά τη διάρκεια σεισμών στον Ελληνικό χώρο είναι οι έντονες μορφολογικές κλίσεις, η καταπόνηση των γεωλογικών σχηματισμών από την τεκτονική παραμόρφωση, η σύνθετη λιθοστρωματογραφική διάρθρωση, κλπ.

6. ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ

Η φύση των επιπτώσεων των σεισμών στην ανθρώπινη ζωή και δραστηριότητα είναι πολύπλοκη. Οι σεισμοί χαρα-

κτηρίζονται τόσο από *πρωτογενείς συνέπειες*, δηλαδή ισχυρές εδαφικές δονήσεις και καταρρεύσεις κτιρίων όσο και από *δευτερογενείς* ήτοι κατολισθήσεις, τσουνάμι, ρευστοποιήσεις, πυρκαγιές, κλπ. Η κυριότερη αιτία πρόκλησης τραυματισμών κατά τη διάρκεια σεισμικής δραστηριότητας είναι οι δομικές καταστροφές αν και μέχρι σήμερα δεν έχει ακόμα αποσαφηνιστεί η σχέση μεταξύ των μερικών και των ολικών καταρρέσεων αφενός και του αριθμού των θανάτων, τραυματισμών και αστεγών αφετέρου.

Οι διάφορες κατηγορίες των επιπτώσεων των σεισμών στον άνθρωπο είναι οι ακόλουθες:

- Απώλειες σε ανθρώπινες ζωές.
- Φυσικοί ή ψυχολογικοί τραυματισμοί και απώλειες.
- Καταστροφή περιουσιακών στοιχείων.
- Οικονομική διατάραξη και έμμεσες ζημιές (όπως ανεργία αν και αξίζει να σημειωθεί ότι η φάση της ανακατασκευής δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας στην βιομηχανία των κατασκευών).
- Γεωλογικές επιπτώσεις που έχουν σαν αποτέλεσμα τις εδαφικές μεταβολές, συμπεριλαμβανόμενων των ρηγμάτων, κατολισθήσεων, καθιζήσεων, ρευστοποιήσεων, μεταβολών στα υδρογραφικά δίκτυα και τσουνάμι.
- Οικολογικές ζημιές (θάνατοι αγρίων ζώων, απώλεια ή καταστροφή της φυσικής χλωρίδας) ως αποτέλεσμα της διαταραχής της επιφάνειας της γης.

Οι απώλειες σε ανθρώπινες ζωές καθώς και οι περιπτώσεις τραυματισμών είναι γνωστές αντίστοιχα με τους όρους *θνησιμότητα* και *νοσηρότητα* και εξαρτώνται άμεσα από το μέγεθος, την ένταση, το εστιακό βάθος, την απόσταση από το επίκεντρο και άλλες φυσικές παραμέτρους του σεισμού ενώ εντείνονται σημαντικά πολλές φορές από τις δευτερογενείς καταστροφές όπως οι κατολισθήσεις, οι πυρκαγιές ή τα τσουνάμι. Τα μεγέθη των απωλειών εξαρτώνται επίσης από έναν αριθμό άλλων παραγόντων όπως η ώρα της ημέρας κατά την οποία λαμβάνει χώρα ο σεισμός δεδομένου ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη ανάλογα με την ώρα καθώς και από τη συνολική δυνατότητα πρόβλεψης του γεγονότος. Τα μεγέθη των απωλειών σχετίζονται επίσης με τα πολιτιστικά, κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά της ανθρώπινης δραστηριότητας στην κοινωνία που πλήττεται από μια σεισμική καταστροφή. Γενικά πάντως, οι ώρες μετακίνησης από και προς τους χώρους εργασίας, οι ώρες εργασίας και τα χρονικά διαστήματα που οι πολίτες συναθροίζονται σε βιομη-

χανίες, γραφεία, κέντρα αναψυχής και διασκέδασης, αποτελούν τις ώρες που η κοινωνία παρουσιάζει τα μεγαλύτερα ποσοστά τρωτότητας. Σε περιοχές όπου επικρατούν κατασκευές με χαμηλές προδιαγραφές ασφαλείας, οι νυχτερινές ώρες αποτελούν την πλέον επικίνδυνη περίοδο της ημέρας καθώς τότε λόγω του νυχτερινού ύπνου ελαττώνεται η ανθρώπινη ικανότητα αντίδρασης σε περίπτωση δομικής καταστροφής. Επιπρόσθετα βέβαια αξίζει να σημειωθεί ότι ο αριθμός καθώς και η κατανομή των θυμάτων εξαρτώνται επίσης από το αν υπάρχουν ή όχι δομικές καταρρεύσεις γεγονός που σχετίζεται άμεσα με την ύπαρξη και την καλή ή όχι εφαρμογή αντισεισμικών κωδικών στις κατασκευές.

Τα ποσοστά των θυμάτων συχνά επηρεάζονται από το είδος της ανθρώπινης απόκρισης και αντίδρασης κατά τη διάρκεια των δονήσεων ή με άλλα λόγια από τη λογική ή παράλογη συμπεριφορά των πολιτών. Τα ποσοστά της θνησιμότητας αρκετές φορές αυξάνονται από δευτερογενή αιτία καθώς και από την παροχή ή όχι άμεσης βοήθειας στα θύματα τις πρώτες 48 ώρες μετά την καταστροφή. Η αποτελεσματικότητα των εργασιών *ανεύρεσης* και *διάσωσης* είναι ζωτικής σημασίας για τον τελικό καθορισμό των θυμάτων, γιατί είναι δυνατό να μειωθεί ο αριθμός των θανάτων ανάμεσα στους τραυματιομένους που έχουν καταπλακωθεί από τα ερείπια (Εικ. 10.21). Στις εργασίες αυτές συμπεριλαμβάνονται συνεργεία καθαρισμού της πληγείσας περιοχής από τα ερείπια και αποτελεσματικής μεταφοράς των τραυματιών σε νοσοκομεία και ιατρικά ή χειρουργικά κέντρα.

Η σεισμική τρωτότητα δεν κατανέμεται ισοδύναμα σε όλες τις περιοχές του πλανήτη μας. Αντίθετα, συγκεντρώνεται σε περιοχές όπου παρατηρούνται συχνά ισχυροί σεισμοί και όπου το ανθρωπογενές περιβάλλον δεν παρέχει σεισμική ασφάλεια. Μία από τις κυριότερες συγκεντρώσεις μεγάλης σεισμικής τρωτότητας αποτελεί η μεγάλη σεισμική ζώνη που ξεκινά από τη λεκάνη της Μεσογείου, διασχίζει τη Μικρά Ασία (Τουρκία) και καταλήγει στο Ιράν και τη βορειοδυτική Ινδική χερσόνησο (Πακιστάν).

Πολλοί είναι οι λόγοι της συκέντρωσης πολυάριθμων περιστατικών θνησιμότητας κατά μήκος αυτής της σεισμικής ζώνης όπου οι σεισμοί αποτελούν συχνό και περιοδικά εμφανιζόμενο φαινόμενο:

- Πολλά τμήματα της ζώνης αυτής έχουν ξηρό ή ημίξηρο κλίμα δηλαδή πολύ μεγάλες ημερήσιες θερμοκρασίες και πολύ χαμηλές νυχτερινές (μεγάλο ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος). Οι κατασκευές επομένως προ-



Εικόνα 10.21

Επιχείρηση διάσωσης από την Ειδική Μονάδα Αντιμετώπισης Καταστροφών (Ε.Μ.Α.Κ.) στο σεισμό του Αιγίου το 1995.

σαρμίζονται κύρια στις ιδιαιτερότητες του κλίματος και λιγότερο στις σεισμικές. Έτσι λοιπόν οι τοιχοποιίες κατασκευάζονται συμπαγείς αλλά είναι σεισμικά ασθενείς και οι οροφές βαριές για να προφυλάσσουν τους κατοίκους από το δριμύ νυχτερινό ψύχος ενώ ταυτόχρονα είναι πολύ επιρρεπείς σε κατάρρευση κατά την εκδήλωση σεισμικών εδαφικών επιταχύνσεων.

- Σε πολλές περιοχές της ζώνης παρατηρείται έλλειψη ξυλείας και συχνά χαμηλή ποιότητα δομικών λίθων έτσι ώστε να υπάρχουν τελικά πολύ λίγα διαθέσιμα υλικά τα οποία μπορούν να εξασφαλίσουν καλή απόκριση στις σεισμικές τάσεις.
- Η ανέχεια και η έλλειψη τεχνογνωσίας αλλά και της κατάλληλης τεχνολογίας σε πολλές χώρες της ζώνης οδηγεί σε κατασκευές με ελάχιστο ή και καθόλου αντισεισμικό σχεδιασμό.
- Η χρησιμοποίηση φθηνών δομικών υλικών με μεγάλο βάρος αυξάνει τις πιθανότητες κατάρρευσης των κτιρίων στην περίπτωση εκδήλωσης σεισμικής δραστηριότητας. Η ποικιλομορφία και η ευαισθησία των κατασκευών σε τέτοιες ζώνες αποτελεί ίσως και τον κυριότερο παράγοντα καταστροφής, πολύ σημαντικό από κάθε άλλο γεωλογικό εκτός της απόστασης από το επίκεντρο.
- Η οικιστική πυκνότητα και η πληθυσμιακή συγκέντρωση αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν άμεσα τη

σεισμική τρωτότητα. Σε πολλές περιοχές της Ασιατικής σεισμικής ζώνης τα κτίρια είναι πολυάριθμα, πολυώροφα και οι κατασκευές πολύπλοκες ακόμα και σε πιο αραιοκατοικημένες θέσεις. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε πληθυσμιακές υπερσυγκεντρώσεις οι οποίες τοπικά είναι πολύ υψηλές (σε αναλογίες περίπου ίσες με 5.000-10.000 άτομα ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο) και επομένως αντίστοιχα μεγάλα είναι και τα ποσοστά θνησιμότητας και νοσηρότητας στις περιπτώσεις εκδήλωσης σεισμικής δραστηριότητας.

Τα υψηλότερα ποσοστά σεισμικής τρωτότητας, σε παγκόσμιο επίπεδο, εντοπίζονται στο Ιράν όπου οι παραδοσιακοί οικισμοί αποτελούνται μεν από μονώροφα κτίρια, με τοιχοποιίες όμως δύσκαμπτες και μεγάλου πάχους και βαριές οροφές.

7. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ

7.1 Νεοτεκτονικοί Χάρτες - Χρήσεις Γης

Η αποφυγή των σεισμικά ενεργών και επομένως επικίνδυνων περιοχών αποτελεί την πλέον άμεση προσπάθεια διεύθυνσης του προβλήματος των καταστροφών από σεισμούς. Η *μικροζωνοποίηση* των γαιών με στόχο τη μετατροπή των ήδη αναπτυγμένων περιοχών σε πάρκα αναψυχής ή για άλλες παρόμοιες χρήσεις, καθώς και η αποφυγή οποιασδήποτε περαιτέρω ανάπτυξης στις σεισμικά επικίν-



Εικόνα 10.22

Αποψη ρηγμάτων στην περιοχή του Αρχάγγελου της Ρόδου, τα οποία έχουν προκαλέσει έντονες μορφολογικές ασυνέχειες.



Εικόνα 10.23

Μερική άποψη της κοινότητας Λίνδου της Ρόδου με πρανή, τα οποία πρόκειται να κατολισθήσουν σε περίπτωση μιας ισχυρής σεισμικής κίνησης.

δυνες περιοχές πρέπει να είναι πρώτης προτεραιότητας. Μια τέτοια πολιτική προϋποθέτει και εξαρτάται άμεσα από τη διάθεση του κοινού για πληροφόρηση ενώ παρατηρούνται προβλήματα τόσο στην παροχή των κατάλληλων πληροφοριών όσο και στην εξασφάλιση ικανοποιητικής κοινωνικής απόκρισης.

Ενα σημαντικό εργαλείο για την αποφυγή των σεισμικά επικίνδυνων περιοχών και τη χαρτογράφηση των ρηξιγενών ζωνών είναι οι *Νεοτεκτονικοί Χάρτες*. Τα βασικά στοιχεία που περιλαμβάνει ένας νεοτεκτονικός χάρτης είναι τα ακόλουθα:

- Ταξινόμηση και διαχωρισμό των πετρωμάτων που δομούν την περιοχή ενδιαφέροντος, ανάλογα με τις φυσικομηχανικές τους ιδιότητες, δηλαδή αν πρόκειται για συμπαγή και συνεκτικά πετρώματα ή αν η περιοχή δομείται από χαλαρά ιζήματα που αποτελούνται από ασύνδετα μεταξύ τους υλικά, αν παρουσιάζονται ασυνέχειες στη δομή των πετρωμάτων ή αυτά αποτελούν ενιαία μάζα, αν το πάχος μεταβάλλεται, κλπ. Όλα τα χαρακτηριστικά αυτά είναι απαραίτητα για τον καθορισμό του συντελεστή σεισμικής επικινδυνότητας που αποτελεί δείκτη της αναμενόμενης συμπεριφοράς και απόκρισης στη σεισμική διέγερση τόσο του εδάφους όσο και των κατασκευών που θεμελιώνονται σε αυτό.
- Ταξινόμηση και διαχωρισμό των ρηγμάτων, τόσο ανάλογα με το μέγεθός τους (μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες με μεγάλο άλμα και μικρότερα ρήγματα), αλλά κυρίως ανάλογα με την πιθανότητα που παρουσιάζουν να δώσουν κάποιο σεισμό, είτε να ενεργοποιηθούν από κάποιον άλλο (Εικ. 10.22). Έτσι διακρίνονται σε (i) *σεισμικά ρήγματα*, ρήγματα δηλαδή που είναι γνωστό ότι σχετίζονται και είναι υπεύθυνα για κάποιο σεισμό, (ii) *ενεργά ρήγματα* των οποίων τα χαρακτηριστικά είναι τέτοια ώστε να αναμένεται να δώσουν στο μέλλον κάποιο σεισμό, (iii) *πιθανά ενεργά ρήγματα* εκείνα για τα οποία υπάρχει κάποια πιθανότητα να ενεργοποιηθούν στο μέλλον και τέλος (iv) *ανενεργά ρήγματα*, τα ρήγματα με χαρακτηριστικά τέτοια που επιτρέπουν τη με βεβαιότητα απόκλιση οποιασδήποτε δραστηριοποίησής τους στο μέλλον.
- Περιοχές οι οποίες είναι επιρρεπείς σε *καταστροφικά φαινόμενα* όπως καταπτώσεις, καθιζήσεις, κατολισθήσεις, ρευστοποιήσεις και τα οποία είναι δυνατό να συμβούν κατά τη διάρκεια της σεισμικής δραστηριότητας (Εικ. 10.23).

- Διάφορα άλλα στοιχεία τα οποία αποτελούν δείκτες *έντονης σεισμικής δραστηριότητας*, όπως επίκεντρα και μεγέθη σεισμών, μετατοπίσεις γραμμών ακτών, ανοδικές και καθοδικές κινήσεις περιοχών, θερμές πηγές, μορφολογικές ανωμαλίες του ανάγλυφου (π.χ. έντονες μορφολογικές ασυνέχειες, κατά βάθος διάβρωση, επιφάνειες ισοπέδωσης, διαδοχικοί κώνοι κορημάτων, κλπ.).

Το βασικό στοιχείο των νεοτεκτονικών χαρτών είναι ότι στην ουσία οριοθετούν τις περιοχές που παρουσιάζουν ή αναμένεται να παρουσιάσουν περισσότερο ή λιγότερο έντονη σεισμική δραστηριότητα από αυτές που φαίνονται ανενεργές και είναι σχετικά ασφαλείς. Ταυτόχρονα διαχωρίζονται και οι περιοχές που από γεωτεχνική άποψη αναμένεται να παρουσιάσουν αρνητική μηχανική συμπεριφορά σε περίπτωση σεισμικής διέγερσης. Επομένως η συμβολή των νεοτεκτονικών χαρτών στην πολιτεία και το κοινωνικό σύνολο γενικότερα μπορεί να συνοψιστεί στα ακόλουθα:

- Οι πλέον σταθερές περιοχές μπορούν να επιλεγούν για την πολεοδομική ανασυγκρότηση, είτε για τη δημιουργία καινούργιων οικισμών ή συγκροτημάτων, είτε για την επέκταση των ήδη υπαρχόντων. Φυσικά οι αποκλειόμενες περιοχές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άλλου είδους δραστηριότητες όπως καλλιέργειες, πάρκα, κλπ.
- Βοηθούν στην επιλογή των κατάλληλων συντελεστών δόμησης ανάλογα με τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζει κάθε περιοχή.
- Περιοχές που παρουσιάζονται σεισμικά επικίνδυνες αποκλείονται για την κατασκευή δημοσίων κτιρίων μεγάλης σπουδαιότητας (σχολεία, νοσοκομεία, κλπ.), τουριστικών εγκαταστάσεων, κλπ.
- Παρέχουν τη δυνατότητα καθορισμού των περιοχών που κρίνονται κατάλληλες για τη δημιουργία βιομηχανικών ζωνών και πάρκων.
- Είναι δυνατός ο αποκλεισμός θέσεων και περιοχών ακατάλληλων για την κατασκευή τεχνικών έργων, μικρής ή μεγαλύτερης σημασίας και κόστους, όπως φράγματα, σήραγγες, έργα οδοποιίας, κλπ.
- Είναι δυνατή η λήψη ειδικής μέριμνας για την προστασία μνημείων και αρχαιολογικών χώρων ανάλογα με τη σεισμική επικινδυνότητα που παρουσιάζει η περιοχή στην οποία εντοπίζονται.
- Παρέχουν τη δυνατότητα προγραμματισμού ειδικών

έργων για την πρόληψη καταστροφικών φαινομένων (καταπτώσεις, καθιζήσεις, κατολισθήσεις, κλπ.) που συνήθως συνοδεύουν τους σεισμούς.

- Είναι δυνατή η λήψη ειδικών μέτρων για την προστασία των ακτών και των κατασκευών που βρίσκονται πάνω ή κοντά σε αυτές από φαινόμενα που είναι αποτέλεσμα κάποιου σεισμού (π.χ. άνοδος της στάθμης της θάλασσας, κλπ.).

Γνωρίζοντας τις σεισμικά επικίνδυνες περιοχές, μπορούν να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία των κατοικημένων περιοχών με άμεσο στόχο το κόστος, ανθρώπινο ή υλικό, να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο. Έτσι, με βάση τα στοιχεία των νεοτεκτονικών χαρτών και για συγκεκριμένες περιοχές ενδιαφέροντος μπορούν να γίνει:

- Διερεύνηση της συμπεριφοράς των κατασκευών σε αναμενόμενο σεισμό και πρόταση μέτρων στην περίπτωση που αυτή κρίνεται μη ικανοποιητική.
- Προτάσεις για συμπληρωματικές προδιαγραφές έργων στην περιοχή καθώς επίσης και προτάσεις για ακόμα περισσότερο εξειδικευμένες μελέτες αντισεισμικής προστασίας σε συγκεκριμένες περιοχές.
- Καταγραφή των προβλημάτων σε σχέση με τις κρίσιμες λειτουργίες της πόλης σε σεισμό και σχεδιασμός των απαραίτητων επεμβάσεων για την άμβλυση των επιπτώσεων του.
- Βελτίωση της οργανωτικής στάθμης και της επιχειρησιακής ικανότητας των εμπλεκόμενων στα σχέδια έκτακτης ανάγκης για την αντιμετώπιση των σεισμών και σύνταξη τοπικού επιχειρησιακού σχεδίου έκτακτης ανάγκης.

Με όλα τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι ένα μεγάλο μέρος των αναπτυξιακών προγραμμάτων και των *διοικητικών* και *επιχειρησιακών λειτουργιών* σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης μπορεί να σχεδιαστεί με βάση τους νεοτεκτονικούς χάρτες των οποίων σημειωτέον οι προδιαγραφές είναι έτοιμα διατυπωμένες ώστε να μπορούν να ερμηνευτούν και να αξιολογηθούν από όλους τους επιστήμονες που ασχολούνται με τις ανωτέρω δραστηριότητες (μηχανικοί, αρχιτέκτονες, πολεοδόμοι, κλπ.).

Στο σημείο αυτό κρίνεται επίσης σκόπιμο να αναφερθεί ότι σε όλες τις χώρες οι οποίες παρουσιάζουν έντονο σεισμικό πρόβλημα όπως η Ελλάδα, έχει αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό η στρατηγική της αντισεισμικής προστασίας και

ήδη εφαρμόζονται συγκεκριμένες προδιαγραφές σε όλες τις δραστηριότητες με στόχο τη μείωση των επιπτώσεων από μελλοντικούς σεισμούς. Στα πλαίσια αυτά έχει τεθεί σε εφαρμογή από τον Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (Ο.Α.Σ.Π.) η εκπόνηση νεοτεκτονικών χαρτών αρχικά σε κρίσιμες περιοχές, ενώ στη συνέχεια το πρόγραμμα περιλαμβάνει και εκπόνηση νεοτεκτονικών χαρτών σε λιγότερο επικίνδυνες περιοχές του Ελλαδικού χώρου. Παράλληλα βρίσκεται σε ανάπτυξη το πρόγραμμα εκπόνησης *υποθαλάσσιων νεοτεκτονικών χαρτών* από το Εθνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών (Ε.Κ.Θ.Ε.) σε επιλεγμένες περιοχές, έτσι ώστε να υπάρχει σαφής εικόνα της νεοτεκτονικής παραμόρφωσης και στον υποθαλάσσιο χώρο, ο οποίος πολλές φορές φιλοξενεί εστίες σεισμών με ιδιαίτερα καταστροφικά αποτελέσματα.

7.2 Αντισεισμικός Σχεδιασμός

Σύμφωνα με μια παλαιά ρήση, οι κατασκευές είναι αυτές που προκαλούν τους θανάτους σε ένα σεισμό και όχι αυτός καθ'εαυτός ο σεισμός. Η συντριπτική πλειοψηφία των θανάτων αλλά και των οικονομικών απωλειών που ακολουθούν ένα σεισμό οφείλεται στην *κατάρρευση* των οικιών αλλά και γενικότερα των κατασκευών. Τα αποτελέσματα και η κλίμακα των συνεπειών είναι άμεση συνάρτηση των κατασκευαστικών υλικών αλλά και των κατασκευαστικών μεθόδων. Για παράδειγμα, το αρχιτεκτονικό σχέδιο επιτείνει αρκετές φορές τα καταστροφικά αποτελέσματα ενός σεισμού εάν περιλαμβάνει ή ακόμα και επιβάλλει την ύπαρξη καμινάδων, μπαλκονιών, διακοσμητικών λίθινων επενδύσεων στις τοιχοποιίες, κλπ.

Όλες οι μη ενισχυμένες δομικές κατασκευές είναι εκτεθειμένες σε κίνδυνο στην περίπτωση σεισμού, ενώ οι πλέον συνήθως τρωτές είναι κατασκευασμένες από πλίνθους ή κέραμους. Οι πλίνθοι αποτελούν σύνθετες δομικό υλικό σε περιοχές με ξηρό κλίμα κυρίως, ενώ προτιμώνται λόγω του χαμηλού τους κόστους, της ευκολίας στη χρήση αλλά και της επάρκειάς τους όταν άλλα υλικά είναι δυσεύρετα. Όταν αναμειγνύονται με νερό και κάποια άλλα συγκολλητικά υλικά, όπως άχυρο ή κοπριά, απορροφούν την υγρασία, δεν καίγονται και εξασφαλίζουν σταθερές θερμοκρασίες στους εσωτερικούς χώρους. Δυστυχώς όμως, παρουσιάζουν πολύ μικρή αντοχή τουλάχιστον σε ορισμένους τύπους σεισμικών δονήσεων (*Εικ. 10.24*). Επιπρόσθετα, πολλές από τις πλινθόκτιστες κατασκευές συνοδεύονται από πολύ βαριές οροφές κατασκευασμένες συνήθως από άργι-



Εικόνα 10.24

Κατάρρευση του δημοτικού σχολείου της Κνίδης κατά το σεισμό των Γρεβενών το 1995.

λο, το βάρος των οποίων φθάνει και τους 10 τόννους και καταρρέουν με τη δόνηση. Σε πολλές περιοχές της Τουρκίας, στην περιοχή της σεισμικά εξαιρετικά ενεργής Ανατολίας, οι καταστροφικές συνέπειες επιτείνονται από την προσθήκη μεγάλων σωμάτων ή ογκολίθων στις οροφές των πλίνθινων κατασκευών με σκοπό την αποφυγή καταστροφής των οροφών από τις καταιγίδες. Η πλειοψηφία των οικιών στη Μέση Ανατολή και τη Λατινική Αμερική ακολουθούν τις ίδιες προδιαγραφές. Σε μια φτωχή χώρα, όπως το Περού, τα 2/3 περίπου των αγροτών και το 1/3 περίπου των κατοίκων των πόλεων διαμένουν σε τέτοιες οικίες. Κατά το σεισμό που έπληξε τη χώρα το Μάιο του 1970, πάνω από 60.000 τέτοιες κατασκευές κατέρρευσαν προκαλώντας 50.000 θανάτους και 150.000 τραυματισμούς.

Η λύση βρίσκεται στην υιοθέτηση μεθόδων αντισεισμικής κατασκευής η γένεση των οποίων εντοπίζεται πολύ πίσω στο παρελθόν. Ο ναός του Ηφαιστου στην Αθήνα ο οποίος είναι σύγχρονος του Παρθενώνα αποτελεί το πρώτο ίσως παράδειγμα, σε παγκόσμια κλίμακα, *αντισεισμικής κατασκευής* αφού είχε προβλεφθεί ώστε οι μαρμάρινοι κύλινδροι που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή των κιόνων να είναι μεταξύ τους δεμένοι με σιδερένια καρφιά. Σε μερικές χώρες απόλυτα παραδοσιακές, όπως η Ιαπωνία για παράδειγμα, χρησιμοποιούνται οι “ελαφριές” κατασκευές ως μέτρο αντίστασης στους σεισμούς. Οι περισσότεροι αγρότες στην Ιαπωνία συνήθιζαν να κατοικούν, και πολλοί από αυτούς συνεχίζουν ακόμα, σε χαμηλές οικίες

κατασκευασμένες από ξύλο και με πολύ λεπτό σχεδιασμό, των οποίων οι οροφές είναι κατασκευασμένες από ύφασμα και η τοιχοποιία αποτελείται από λευκό βαμβακερό ύφασμα τεντωμένο πάνω σε ξύλινα πλαίσια. Σε ολόκληρη την τροπική Ασία, οι παραδοσιακοί οικισμοί αποτελούνται από οικίες κατασκευασμένες αποκλειστικά με φυτικά υλικά ενώ έχουν οροφές από φοινικόδεντρα. Όλες αυτές οι παραπάνω κατασκευές, κυρίως λόγω του ελαφρού τους τύπου παρέχουν πολύ καλή αντισεισμική προστασία, ενώ παράλληλα κινδυνεύουν άμεσα από πυρκαγιά.

Πολλές προσπάθειες γίνονται τελευταία για την κατασκευή περισσότερο ανθεκτικών κατασκευών χρησιμοποιώντας “ελαφριά” υλικά. Από έρευνες που έγιναν τελευταία προέκυψε ότι, το κυριότερο σημείο αδυναμίας στις περιπτώσεις των πλινθόκτιστων κατασκευών είναι η έλλειψη συνδετήριων αρμών στην τοιχοποιία. Οι πλινθόκτιστες κατασκευές μπορούν επομένως να ενισχυθούν με την τοποθέτηση ευλύγιστων ράβδων μέσα στην τοιχοποιία. Εκτιμάται ότι με αυτή την τροποποίηση, οι πλινθόκτιστες κατασκευές αυξάνουν την αντοχή τους κατά 40% ως αποτέλεσμα της ελαστικότητας των ράβδων οι οποίοι μπορούν να παρακολουθήσουν, χωρίς να σπάσουν, τη σεισμική δόνηση.

Το κλειδί στην αντισεισμική κατασκευή είναι η κατάλληλη επιλογή των δομικών υλικών μέσα από την απόλυτη γνώση των ιδιοτήτων τους και της συμπεριφοράς τους σε φόρτιση. Για το λόγο αυτό τα υλικά που προτιμώνται στις

αντισεισμικές κατασκευές είναι ανθεκτικά και εύκαμπτα και όχι ευαίσθητα και εύθραυστα. Για παράδειγμα, το ατσάλι αποτελεί ένα κλασσικό εύκαμπτο υλικό που έχει την ικανότητα να απορροφά μεγάλη ποσότητα ενέργειας καθώς παραμορφώνεται. Αντίθετα, το γυαλί αποτελεί ένα εξαιρετικά εύθραυστο υλικό που καταστρέφεται ταχύτατα. Μια κατασκευή με ξύλινο σκελετό είναι ικανοποιητικά εύκαμπτη και μπορεί να παρακολουθήσει μια σεισμική δόνηση ενώ τα επιχρίσματα από ασβεστοκονίαμα με τα οποία συνήθως επενδύεται είναι επιρρεπή σε ρωγμές και θραύση. Η σημασία μιας αποτελεσματικής αντισεισμικής κατασκευής είναι συνήθως η επίτευξη της μέγιστης δυνατής ευκαμψίας.

Οι παλαιού τύπου κατασκευές που αποτελούνται από πολλούς εσωτερικούς τοίχους και μικρά παράθυρα είναι σαφώς ασφαλέστερες από τις πιο σύγχρονες που κοσμούνται συνήθως από μεγάλες γυάλινες επιφάνειες. Οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες είναι επίσης πολύ σημαντικές. Οι ξύλινες κατασκευές που στηρίζονται απευθείας πάνω στο έδαφος, όπως μερικά λυόμενα οικήματα για παράδειγμα, μετακινούνται από τη βάση τους. Στην περίπτωση των λίθινων κατασκευών, η ενίσχυση του δομικού τους σκελετού, πιθανότατα με ατσάλινες δοκούς, βοηθά στην καλύτερη αντισεισμική τους θωράκιση. Από την άλλη πλευρά, πολλές - κατά τα άλλα καλά σχεδιασμένες σύγχρονες κατασκευές - μπορεί να καταρρεύσουν λόγω χαμηλής ποιότητας και ανεπαρκούς ελαστικότητας των δομικών υλικών (Εικ. 10.25).

Το σχήμα και ο όγκος μιας κατασκευής επηρεάζει άμεσα την αντισεισμική του συμπεριφορά. Μια χαμηλή μονώροφη κατασκευή (Εικ. 10.26α) εμφανίζει γρήγορη απόκριση στις πλευρικές τάσεις ενώ οι υψηλές πολυώροφες κατασκευές (Εικ. 10.26β) εμφανίζουν αργή απόκριση κατανέμοντας την ενέργεια καθώς τα κύματα κινούνται ανοδικά για να μεταφέρουν τη δόνηση στην κορυφή της κατασκευής. Εάν τέτοια κτίρια βρίσκονται πολύ κοντά το ένα στο άλλο, τότε λόγω της ταλάντωσής τους παρατηρείται επαφή - σύγκρουση μεταξύ των κτιρίων γεγονός που βοηθά την καταστροφή. Η κλιμακωτή διάταξη ενός κτιρίου όπως αυτό στην εικόνα 10.26γ προσφέρει μεγάλη σταθερότητα στην άσκηση πλευρικών τάσεων. Πολλά κτίρια δεν είναι συμμετρικά ενώ έχουν πολύπλοκα σχήματα (Εικ. 10.26δ,ε). Αυτά τους η ασυμμετρία προκαλεί στρέψεις ενώ παρατηρείται διαφοροποίηση στην απόκριση των επιμέρους τμημάτων τους. Οι διαφορικές κινήσεις τους μπορεί να οδηγήσουν σε μερική ή και ολική θραύση. Τα πολυώροφα κτίρια είναι εξαιρετικά ευάλωτα στις δονήσεις αν δε χαρακτηρίζονται από ομοιόμορφα κατανεμημένη αντοχή σε ολόκληρο το ύψος τους. Η παρουσία ασυνέχειας λόγω αρχιτεκτονικού σχεδιασμού ή χρηστικών απαιτήσεων αποτελεί το ασθενές σημείο σε μια κατασκευή που μπορεί να την οδηγήσει στην ολική κατάρρευση, όπως για παράδειγμα το κτίριο της εικόνας 10.26ζ, στο οποίο το ισόγειο έχει μείνει ανοιχτό, χωρίς τοιχοποιία, για τη διευκόλυνση των πεζών ή



Εικόνα 10.25

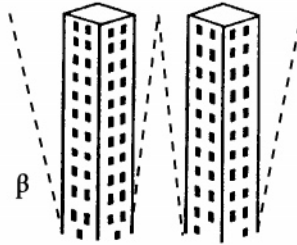
Κατάρρευση πολυκατοικίας κατά το σεισμό της Καλαμάτας το 1986.

Απλές κατασκευές

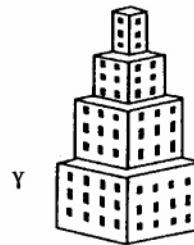
σύγκριση γειτονικών
κυρίων



α
μονώροφη
κατασκευή

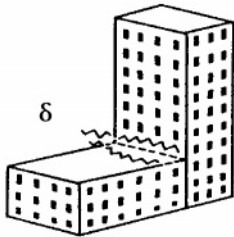


β
πολυώροφη
κατασκευή

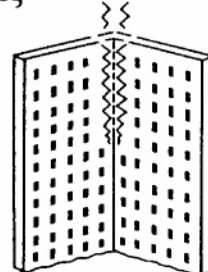


γ
κλιμακωτή
διάταξη

Πολύπλοκες κατασκευές



δ
ποικίλο ύψος

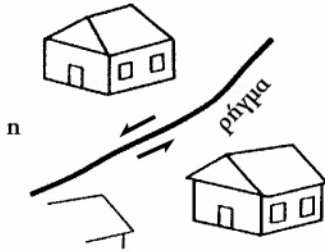


ε
γωνιώδης
αρχιτεκτονική

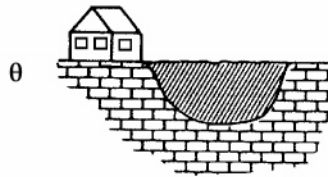


ζ
ασυνεχής
κατασκευή

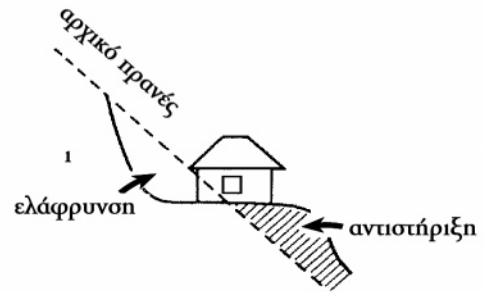
Προβληματικές περιοχές θεμελίωσης



η

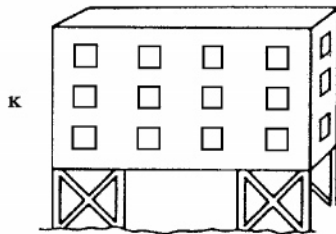


θ
χαλαρό έδαφος

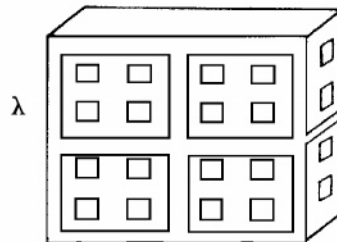


ι

Δομική ενίσχυση



κ
σταυρωτή στήριξη



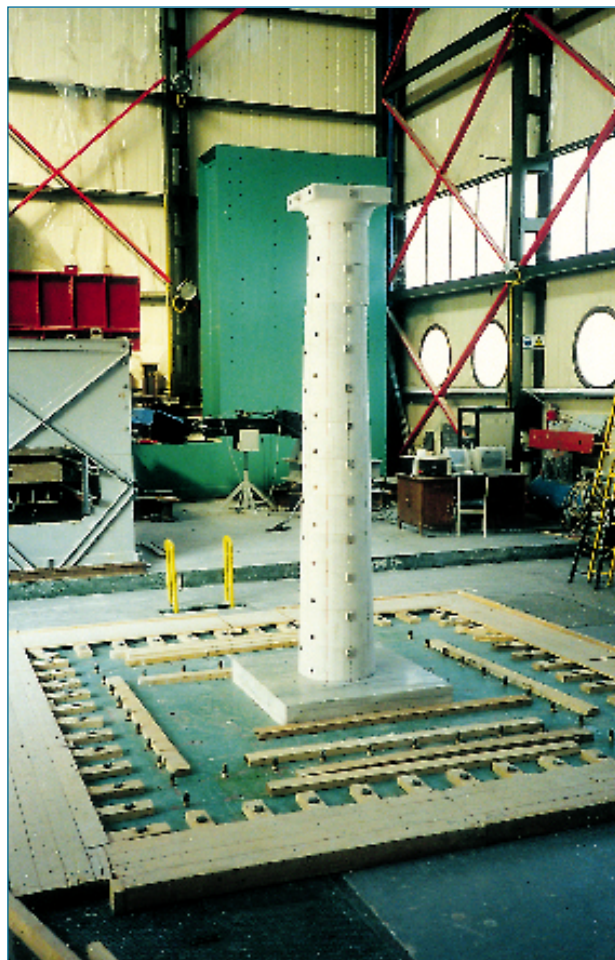
λ
ατσάλινος σκελετός



μ
βαθιά θεμελίωση

Εικόνα 10.26

Οι συνέπειες των εδαφικών δονήσεων στις κατασκευές και μερικές μέθοδοι αντισεισμικής κατασκευής. (α-γ) απλές κατασκευές, (δ-ζ) πολύπλοκες κατασκευές, (η-ι) προβληματικές περιοχές θεμελίωσης, (κ-μ) μέθοδοι δομικής ενίσχυσης.



Εικόνα 10.27

Αποψη της σεισμικής τράπεζας του Εργαστηρίου Αντισεισμικής Τεχνολογίας του Ε.Μ.Π., κατά την διάρκεια δοκιμής σε πραγματικούς σεισμούς, αντιγράφου της κολώνας του Παρθενώνα σε κλίμακα 1:3 (Δεκέμβριος 1995).

για τη χρησιμοποίησή του ως χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων.

Τα ασθενέστερα σημεία στα περισσότερα κτίρια είναι τα σημεία σύνδεσης των διαφόρων δομικών στοιχείων. Για το λόγο αυτό, ο σχεδιασμός και η κατασκευή των συνδετικών σημείων είναι ύψιστης σημασίας. Οι συνδέσεις είναι ιδιαίτερα σημαντικές στην περίπτωση των προκατασκευασμένων κτιρίων όπου παρατηρούνται ρωγμές ως αποτέλεσμα της απόσπασης των δοκών ενίσχυσης ή της θραύσης των οιδροκολλημάτων. Οι εξωτερικές προσθήκες που συνήθως τα συνοδεύουν απαιτούν επίσης καλή στήριξη στο κυρίως σώμα για την αποφυγή της κατάρρευσης.

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν αναπτυχθεί ιδιαίτερα οι

επιστημονικές γνώσεις για τον αντισεισμικό σχεδιασμό των κατασκευών και την τεχνολογία κατασκευής τους. Διάφοροι τύποι κτιρίων που έπαθαν σημαντικές ζημιές ή καταστράφηκαν από διάφορους τύπους σεισμικών δονήσεων αποτελούν ένα φυσικό εργαστήριο έρευνας αντισεισμικής τεχνολογίας και δοκιμής υλικών και σχεδιαστικών προτάσεων. Παράλληλα, η ανάπτυξη και κατασκευή φυσικών εργαστηρίων που είναι γνωστά ως *σεισμικές τράπεζες* δίδουν τη δυνατότητα μελέτης της απόκρισης των κατασκευών σε φυσικές συνθήκες ενός πραγματικού σεισμού δεδομένου ότι υπάρχει δυνατότητα ανάγνωσης και αντιγραφής ενός συγκεκριμένου σεισμού που έλαβε χώρα (π.χ. Καλαμάτα, Πύργος) και δοκιμές της αντίδρασης συγκεκριμένων κατασκευών σε πραγματικό ή υπό κλίμακα μέγεθος (Εικ. 10.27).

Στις περιοχές που δεν ενδείκνυνται για κατασκευές συγκαταλέγονται οι περιοχές με ρηξιγενείς ζώνες, κατολισθαίνουσες περιοχές ή εδάφη με προβληματική σεισμική απόκριση (Εικ. 10.26ν,θ). Οι περιοχές αυτές πρέπει να αποφεύγονται όσο το δυνατό περισσότερο ή να δομούνται μόνο με πολύ μικρή πυκνότητα έτσι ώστε να αποφεύγεται για παράδειγμα, η σύγκρουση και καταστροφή κατασκευών λόγω ολίσθησης κάποιας από αυτές σε πρανή. Σε αρκετές περιπτώσεις πρανών είναι αναγκαία η τροποποίηση με ελάφρυνση κάποιου τμήματος και αντιστήριξη κάποιου άλλου έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος κατολίπησης σε περίπτωση εκδήλωσης σεισμικής δραστηριότητας (Εικ. 10.26ι). Οι μέθοδοι της δομικής ενίσχυσης των κατασκευών περιλαμβάνουν την σταυρωτή στήριξη των ασθενών σημείων (Εικ. 10.26κ), την τοποθέτηση ολόκληρης της κατασκευής μέσα σε ατσάλινο σκελετό (Εικ. 10.26λ) και την εγκατάσταση ειδικών πέλδων θεμελίωσης για την περίπτωση των εδράσεων σε χαλαρά εδάφη (Εικ. 10.26μ). Στα πολυώροφα κτίρια είναι απαραίτητη η ενίσχυση των θεμελίων με πυλώνες βαθιά και καλά πακτωμένους σε στερεό υπόβαθρο.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην αντισεισμική κατασκευή νοσοκομείων, φραγμάτων, σταθμών πυρηνικής ενέργειας και βιομηχανιών που παράγουν εύφλεκτα και τοξικά υλικά ή εκρηκτικές ύλες.

7.3 Πολεοδομικός Σχεδιασμός

Η ιστορία, η ανάπτυξη αλλά και η ύπαρξη των ελληνικών πόλεων από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα συνδέεται άμεσα με το φαινόμενο σεισμός. Από τις αρχές της δεκαε-

τίας του 1980 και κυρίως μετά τους σεισμούς στις Αλκυονίδες νήσους (Φεβρουάριος - Μάρτιος 1981), άρχισε να γίνεται αισθητή η αναγκαιότητα του αντισεισμικού πολεοδομικού σχεδιασμού αν και μια *αντισεισμική πόλη* κοστίζει γενικά πολύ περισσότερο από μια “μη αντισεισμική” ενώ το κόστος από την αντισεισμική θωράκιση σπάνια αποσβένεται. Η στείρα αυτή θεώρηση περιορίζεται μόνο στις σχέσεις λογιστικού κόστους - ωφέλειας ενώ δε λαμβάνει υπόψη το κοινωνικό κόστος και την ωφέλεια αφού σύμφωνα με αυτήν θεωρείται ότι η απόσβεση είναι δυνατό να γίνει μόνο στην περίπτωση που εκδηλωθεί πράγματι σεισμός.

Η ορθολογική οργάνωση όλων των χρήσεων γης, ο διαχωρισμός των μη συμβιβαζομένων μεταξύ τους, ο καθορισμός ειδικών ζωνών και διατάξεων για τις επικίνδυνες χρήσεις και πολλές άλλοι παράμετροι αποτελούν μέρος του ορθού πολεοδομικού σχεδιασμού. Ο σχεδιασμός θα πρέπει να διακρίνεται από τάσεις αποκέντρωσης και από ιεραρχημένες επιμέρους ενότητες με σχετική αυτάρκεια λειτουργίας σε κανονικές και έκτακτες συνθήκες. Τα παραπάνω συνδυάζονται και υποβοηθούνται από ένα συντονισμένο

Εικόνα 10.28

Καταστροφή της κύριας οδικής αρτηρίας Hanshin στο Kobe της Ιαπωνίας από το σεισμό του 1995.



δίκτυο μεταφορών. Ειδικότερα, όσον αφορά το οδικό δίκτυο, η διάρθρωση και τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά δεν πρέπει σε καμμία περίπτωση να περιορίζονται στις ελάχιστες υπό κανονικές συνθήκες προδιαγραφές ή τους καθημερινούς φόρτους αλλά να ανταποκρίνονται στις έκτακτες συνθήκες που πιθανό να λάβουν χώρα στο μέλλον (Εικ. 10.28).

Είναι γνωστό και απόλυτα κατανοητό ότι όσο ένας οικισμός-πόλη αυξάνεται πληθυσμιακά και γεωγραφικά και μεταπηδά από μια κατηγορία σε άλλη, τόσο το ποσοστό συμμετοχής των κοινόχρηστων και κοινωφελών χώρων θα πρέπει να αυξάνεται σε βάρος του ποσοστού των ιδιωτικών οικοδομήσιμων επιφανειών. Αυτό δυστυχώς για τις ελληνικές πόλεις ισχύει μόνο για ορισμένες δημόσιες και λίγες κοινωφελείς κτιριακές εγκαταστάσεις ενώ αντίθετα δεν ισχύει για τους ελεύθερους χώρους και τους χώρους πράσινου. Για τους χώρους αυτούς, όσο μεγαλώνει η πόλη, μεγαλώνει και το έλλειμμα τους και κορυφώνεται στα μεγάλα αστικά κέντρα.

Όμως και οι πόλεις με μικρότερα πληθυσμιακά και γεωγραφικά μεγέθη παρουσιάζουν αντίστοιχο πρόβλημα. Στην Καλαμάτα για παράδειγμα, η επιφάνεια της πόλης που χρησιμοποιείται για κατοικία αποτελεί το 57% της συνολικής ενώ θα έπρεπε να περιορίζεται στο 35% ώστε να υπάρχει η δυνατότητα παροχής κοινωνικού εξοπλισμού. Στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας, κατά τα τελευταία 20 χρόνια και μέχρι σήμερα, το κοινόχρηστο πράσινο κατ'άτομο δεν ξεπερνά τα 3 τετραγωνικά μέτρα. Οι συνεχείς επεκτάσεις όχι μόνο δε μειώνουν το έλλειμμα πράσινου αλλά, ακόμα και σε τοπική κλίμακα, δεν καλύπτουν τις ανάγκες. Το αποτέλεσμα είναι ότι οι περισσότερες ελληνικές πόλεις μπαίνουν στον αγώνα για την αντισεισμική θωράκιση με την κύρια αυτή αναπηρία.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι η συμμετοχή των κοινόχρηστων επιφανειών δεν εξαρτάται τόσο από την έκταση των λοιπών επιφανειών όσο από το βαθμό φόρτισης των τελευταίων. Βασικός παράγοντας λοιπόν είναι η *πυκνότητα* και ο *συντελεστής δόμησης* όπως αυτά προκύπτουν από τα πληθυσμιακά μεγέθη σύμφωνα με τα οποία εκτιμώνται οι ανάγκες.

Αν σε ένα οικοδομικό τετράγωνο επιφάνειας 10 στρεμμάτων το οποίο “φορτίζεται” αρχικά με 800 κατοίκους (συντελεστής δόμησης 2.4 περίπου), εφαρμοστεί η πολύ οικονομική προδιαγραφή των 12 τετραγωνικών μέτρων πράσινου ανά κάτοικο, απαιτείται άλλο ένα οικοδομικό

τετράγωνο (10 στρέμματα) το οποίο θα πρέπει να παραμείνει ακάλυπτο για να καλυφθούν οι ανάγκες σε πράσινο και των 800 κατοίκων. Φυσικά ανάλογες είναι και οι ανάγκες για σχολεία, περίθαλψη, κλπ. οι οποίες και πάλι εξαρτώνται από τον πληθυσμό. Αν όμως στο οικοδομικό τετράγωνο αναφοράς είχε εφαρμοστεί συντελεστής δόμησης 0,8, οπότε ο πληθυσμός του τετραγώνου δε θα ξεπερνούσε τους 270 κατοίκους περίπου, τότε οι ανάγκες σε πράσινο θα καλύπτονταν με 3 μόνο στρέμματα. Γίνεται λοιπόν σαφές ότι αν οι ελεύθεροι χώροι και οι κοινωνικές εγκαταστάσεις είναι ανεπαρκείς και δεν υπάρχει δυνατότητα να αυξηθούν, μόνη διέξοδος είναι η μείωση του συντελεστή δόμησης γεγονός το οποίο, εφόσον μειώνει την πληθυσμιακή φόρτιση των κτιρίων, βελτιώνει τις δυνατότητες εκκένωσής τους.

7.4 Ο Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός

Ο Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (Ν.Ε.Α.Κ.) αφορά στον σχεδιασμό των κατασκευών για την αντιμετώπιση του σεισμικού φαινομένου ενώ περιέχει υποχρεωτικές διατάξεις οι οποίες καθορίζουν:

- τις ελάχιστες σεισμικές δράσεις σχεδιασμού και τους αντίστοιχους συνδυασμούς δράσεων,
- τις απαιτήσεις συμπεριφοράς για τους παραπάνω συνδυασμούς δράσεων, καθώς και τα κριτήρια ελέγχου της ασφάλειας,
- τις μεθόδους υπολογισμού της εντάσεως και παραμορφώσεως των κατασκευών,
- τις ειδικότερες κατασκευαστικές διατάξεις.

Σύμφωνα με το Ν.Ε.Α.Κ. που εφαρμόζεται από το 1995, ο σχεδιασμός, η κατασκευή και η χρήση μιας δομικής κατασκευής θεωρούνται ότι πρέπει να αντιμετωπίζουν επαρκώς το σεισμικό κίνδυνο, δηλαδή εξασφαλίζουν περιορισμένες και επιδιορθώσιμες βλάβες στα στοιχεία του φέροντα οργανισμού από το σεισμό σχεδιασμού, ενώ ελαχιστοποιούν τις βλάβες για σειμούς μικρότερης έντασης και με μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης. Τρεις είναι οι βασικοί στόχοι του Κανονισμού:

- Η πιθανότητα κατάρρευσης της κατασκευής (ή τμημάτων της) είναι επαρκώς μικρή και συνδυάζεται με τη διατήρηση της ακεραιότητας και της επαρκούς εναπομένουσας αντοχής μετά τη λήξη της σεισμικής ακολουθίας.
- Οι βλάβες σε στοιχεία του φέροντος οργανισμού από

το σεισμό σχεδιασμού είναι περιορισμένες και επιδιορθώσιμες, ενώ οι βλάβες για σειμούς μικρότερης έντασης και με μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης ελαχιστοποιούνται.

- Διασφαλίζεται μια ελάχιστη στάθμη λειτουργιών της κατασκευής, ανάλογα με τη χρήση και τη σημασία της, όταν αυτή πληγεί από σεισμό με τα χαρακτηριστικά του σεισμού σχεδιασμού.

Σύμφωνα με τα γενικά κριτήρια σχεδιασμού προβλέπεται ότι:

- Οι σεισμικές δράσεις υπολογισμού για το σχεδιασμό των κατασκευών διακρίνονται (i) σε *συνολικές δράσεις* οι οποίες ασκούνται πάνω στο σύνολο της κατασκευής και (ii) σε *τοπικές δράσεις* οι οποίες ασκούνται σε ορισμένα φέροντα ή μη φέροντα στοιχεία ή σε ορισμένες εγκαταστάσεις.
- Εκτελείται επαρκής έλεγχος σε όλες τις φάσεις και χρήσης της κατασκευής, δηλαδή έλεγχος μελέτης και έλεγχος κατά τη διάρκεια κατασκευής και χρησιμοποίησής της.

Η αποφυγή καταρρεύσεων υπό την επίδραση του σεισμού σχεδιασμού επιτυγχάνεται με την:

- Εξασφάλιση της αξιοπιστίας μεταφοράς στο έδαφος των δράσεων κάθε εδραζόμενου στοιχείου της ανωδομής, χωρίς να προκαλούνται μεγάλες παραμένουσες παραμορφώσεις.
- Εξασφάλιση της απαιτούμενης αντοχής σε όλα τα φέροντα στοιχεία του δομήματος.
- Έλεγχος του πλαστικού μηχανισμού απόκρισης του φορέα στο σεισμό σχεδιασμού.
- Εξασφάλιση μιας ελάχιστης στάθμης πλαστικότητας σε κάθε κρίσιμη περιοχή στην οποία υπάρχει έστω και μια μικρή πιθανότητα σχηματισμού πλαστικής αρθρώσεως. Τέτοιες περιοχές θεωρούνται π.χ. η βάση και η κορυφή όλων των στύλων πλαισίων ανεξάρτητα από την εκτέλεση ή όχι αντίστοιχων ελέγχων.
- Αναγκαία λήψη μέτρων προστασίας, τόσο του υπό μελέτη κτιρίου όσο και των τυχόν υφιστάμενων γειτονικών κτιρίων, από δυσμενείς συνέπειες προσκρούσεων κατά τη διάρκεια του σεισμού.

Για τον περιορισμό των βλαβών σε μια κατασκευή από την εκδήλωση σεισμικής δραστηριότητας, εκτός των κριτηρίων που αναφέρθηκαν παραπάνω, θα πρέπει να ικανοποι-

ούνται και τα ακόλουθα:

- Οι σχετικές μετακινήσεις των ορόφων πρέπει να είναι μικρότερες από ορισμένες τιμές που θεωρούνται ότι αντιστοιχούν σε ανεκτό βαθμό βλάβης των μη φερόντων στοιχείων και ειδικότερα του οργανισμού πλήρωσης,
- Πρέπει να εξασφαλίζεται επαρκής αντοχή των σημείων στηρίζεως των κάθε είδους εγκαταστάσεων και προσαρτημάτων της κατασκευής που να αντιστοιχεί σε ανεκτό βαθμό βλάβης τους ανάλογα με τη λειτουργία και τη σπουδαιότητα της κατασκευής και των προσαρτημάτων της.

Για την εφαρμογή του Νέου Αντισεισμικού Κανονισμού, η Ελλάδα έχει χωριστεί σε τέσσερις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας (I, II, III και IV) καταρτίζοντας έτσι το *Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας*. Πρόκειται για μια καλή προσπάθεια προσέγγισης και επίλυσης του προβλήματος των καταστροφών από τους σεισμούς αν και τα παραδείγματα των σεισμών στα Γρεβνά, οι οποίοι έγιναν σε μια περιοχή θεωρούμενη ως χαμηλής σεισμικότητας, προκάλεσαν *αβεβαιότητες* και *ερωτηματικά* ως προς την γενικότερη φιλοσοφία.

8. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

8.1 Κοινωνική ετοιμότητα

Η κοινωνική ετοιμότητα και ο σχεδιασμός αποκατάστασης αποτελούν παράγοντες - κλειδιά για τη μετρίαση των επιπτώσεων από ένα σεισμό. Τα προγράμματα αντιμετώπισης πρέπει να προϋπάρχουν του γεγονότος και αυτό γιατί κατά την εκδήλωση κάποιου καταστροφικού γεγονότος δεν υπάρχει αρκετός χρόνος για την οργάνωση τέτοιων προγραμμάτων. Οι αιρετές τοπικές αρχές καθώς και οι διάφοροι ιθύνοντες για τη λήψη αποφάσεων δεν μπορούν συνήθως να κατευθύνουν προγράμματα ασφάλειας εάν δεν υπάρξει εξωτερική προτροπή. Η προτροπή αυτή και η ανάγκη υιοθέτησης και εκτέλεσης κάποιου *σχεδίου αντιμετώπισης* διευθύνεται από την πληγείσα περιοχή. Για παράδειγμα, οι σεισμοί στα τέλη της δεκαετίας του 1930 και του 1940 κατά μήκος της ρηξιγενούς ζώνης της βόρειας Ανατολίας είχαν σαν αποτέλεσμα την υιοθέτηση από την Τουρκική κυβέρνηση νομοθεσίας που προέβλεπε μέτρα έκτακτης ανάγκης και παροχής βοήθειας, αποκατάστασης και προσωρινής στέγασης. Στην Καλιφόρνια, από την άλλη πλευρά, ο σχεδιασμός για την αντιμετώπιση των σεισμικών

γεγονότων απέκτησε εξέχουσα σημασία κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980 λόγω των απαισιόδοξων προβλέψεων για σεισμικότητα μεγάλης ακτίνας και έντασης στη ρηξιγενή ζώνη του Αγίου Ανδρέα.

Ο *σχεδιασμός κοινωνικής ετοιμότητας* επιτυγχάνεται καλύτερα μέσα από τις τοπικές αρχές στα πλαίσια ενός τοπικού ή εθνικού σχεδίου. Το 1985 το νομοθετικό σώμα της Καλιφόρνια υιοθέτησε ένα λεπτομερές πρόγραμμα με τίτλο "Η Καλιφόρνια σε Κίνδυνο", σύμφωνα με το περιεχόμενο του οποίου επιχειρείται σημαντική μείωση των καταστροφικών αποτελεσμάτων των σεισμών μέχρι το έτος 2000. Τα διάφορα τμήματα του προγράμματος έχουν ανατεθεί στις τοπικές αιρετές αρχές, στους πολιτειακούς και τους τοπικούς συμβούλους καθώς και σε άλλες διοικητικές αρχές. Ο βασικός στόχος είναι ο σχεδιασμός αντίστασης για τη μετρίαση των καταστροφικών αποτελεσμάτων ενός σεισμού (*Πίν. 10.2*).

Η απόκριση στις περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης είναι πολύ περισσότερο αποτελεσματική όταν υπάρχει πλήρης καθορισμός των στόχων, ακριβής ανάθεση αρμοδιοτήτων και υπευθυνοτήτων και ακριβής καθορισμός των λειτουργικών δραστηριοτήτων των διαφόρων συμμετεχόντων στο πρόγραμμα αποκατάστασης. Τις στιγμές που ακολουθούν μια καταστροφή, η κοινωνική συμπεριφορά χαρακτηρίζεται από ορθολογισμό και αλτρουισμό. Γείτονες, συγγενείς, φίλοι αλλά ακόμα και άγνωστοι που καταφθάνουν από διάφορες περιοχές, οργανώνονται σε ομάδες και βοηθούν το έργο της ανεύρεσης και διάσωσης των πληγέντων. Οι ομάδες διάσωσης που οργανώθηκαν από ιδιώτες στην περίπτωση του καταστροφικού σεισμού στο Μεξικό το 1985, αποτελούν ένα πολύ καλό παράδειγμα κοινωνικής αντίδρασης. Οποσδήποτε όμως, αυτές οι ενέργειες, δεν μπορούν να αντικαταστήσουν την οργανωμένη και προσχεδιασμένη βοήθεια που πρέπει να παρασχεθεί από τους ειδικούς. Για παράδειγμα κατά το σεισμό της Αρμενίας το 1988, μετά την εκδήλωση της καταστροφής, πολυάριθμοι κάτοικοι απέτυχαν στην προσπάθεια ανάπτυξης και χειρισμού των διαφόρων σωστικών μηχανημάτων με αποτέλεσμα να παρακολουθούν τα αποτελέσματα της καταστροφής σαν απλοί πολίτες, προσπαθώντας να ανακαλύψουν τους επιζώντες κάτω από τα ερείπια σκάβοντας με τα χέρια. Οι υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, ιατρικές και πυροσβεστικές, αποδείχθηκαν θλιβερά ανεπαρκείς ενώ πολλοί από τους τραυματίες πέθαναν λόγω έλλειψης κλινών στα νοσοκομεία και ανεπάρκειας στην παροχή ιατρικής βοήθειας.

Πίνακας 10.2

Σχεδιασμός αντίστασης σε σεισμό.

Επιστημονική έρευνα

Γεωλογική και τεκτονική γνώση καθώς και γνώση των περιοχών εκδήλωσης συνόδων γεωδυναμικών φαινομένων, εκουγχορονισμός των συστημάτων ασφαλείας, απαγόρευση δόμησης σε επικίνδυνες περιοχές, ενδυνάμωση των συστημάτων ελέγχου.

Υφιστάμενη κατάσταση

Απογραφή των ετοιμόρροπων κτιρίων, ενδυνάμωση των υπηρεσιών παροχών, ενίσχυση των κατασκευών (όπου χρειάζεται), μείωση των δομικών κινδύνων, καθορισμός των υλικών που χρησιμοποιούνται για κατασκευές (απαγόρευση των ακατάλληλων).

Σχεδιασμός και απόκριση περιόδου έκτακτης ανάγκης

Καθορισμός του σεισμικού κινδύνου, σχεδιασμός σεισμικής απόκρισης, καθορισμός των πηγών παροχής βοήθειας, δημιουργία ζωτικών συστημάτων επικοινωνίας, ανάπτυξη της ικανότητας των συνεργείων ανεύρεσης και διάσωσης, ίδρυση και εκπαίδευση συντονιστικών οργάνων.

Αποκατάσταση

Σχεδιασμός αποκατάστασης των υπηρεσιών, σχεδιασμός ελέγχου ακατάλληλων κατασκευών, σχεδιασμός απομάκρυνσης των μπάζων και των ερειπίων, προγραμματισμός της περιόδου άμεσης αποκατάστασης, σχεδιασμός της περιόδου μακράς αποκατάστασης.

Κοινωνική πληροφόρηση, επιμόρφωση και εκπαίδευση

Εργασία με τις τοπικές αρχές, ενθάρρυνση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, ενθάρρυνση των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, ενθάρρυνση των παροχών από εθελοντές, παροχή βοήθειας και προετοιμασία των οικογενειών, παροχή βοήθειας και προετοιμασία των ηλικιωμένων και των ατόμων με ειδικές ανάγκες.

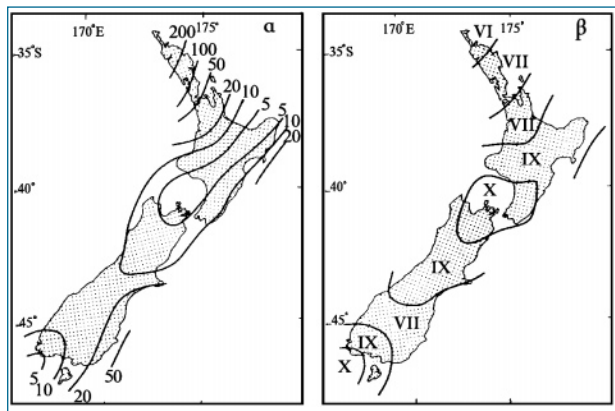
μεγάλης προσοχής από τους επιστήμονες. Πολλές είναι οι προσπάθειες και οι μελέτες που γίνονται πάνω στο θέμα της πρόγνωσης, χωρίς όμως να υπάρχουν μέχρι σήμερα αρκετά ακριβή, σαφή και προπάντων εφαρμόσιμα αποτελέσματα. Η πρόγνωση αποτελεί μια πολύ προκλητική προοπτική λόγω της δυνατότητας προειδοποίησης και επομένως, διάσωσης των πολιτών που παρέχει.

Όπου είναι διαθέσιμο ένα καλά οργανωμένο και ενημερωμένο δίκτυο πληροφοριών, είναι δυνατό να γίνουν κάποιες προβλέψεις. Σε μια χώρα όπως η Νέα Ζηλανδία, για παράδειγμα, όπου η σεισμική δραστηριότητα δε συνδυάζεται άμεσα με τη γεωλογία, οι ιστορικές καταγραφές είναι πολύ χρήσιμες για τον καθορισμό του βραχυπρόθεσμου σεισμικού κινδύνου. Οι μέθοδοι πρόβλεψης βασίζονται κατ' ανάγκη μόνο στην στατιστική σταθερότητα για την εκτίμηση των περιόδων επανάληψης των σεισμικών γεγονότων οι οποίες βέβαια είναι μικρότερες ή το πολύ ίσες με την περίοδο παρατήρησης. Στην εικόνα 10.29α, χρησιμοποιούνται σεισμικά γεγονότα μικρού εστιακού βάρους και μεγέθους $M \geq 6.5$, της περιόδου 1840-1975, για τη χαρτογράφηση των περιόδων επανάληψης σεισμικών γεγονότων έντασης VI και μεγαλύτερης, το οποίο είναι και το όριο για την εμφάνιση των μεγάλων καταστροφών. Στην εικόνα 10.29β, παρουσιάζονται οι εντάσεις των σεισμών με 5% πιθανότητα να συμβούν κατά τη διάρκεια περιόδου 50 χρόνων. Αν και οι εκτιμήσεις αυτές είναι μάλλον αβέβαιες, αφού στηρίζονται σε δεδομένα περιόδου μικρότερης των 150 χρόνων και επιδέχονται τροποποιήσεις ανάλογα με τις υφιστάμενες γεωλογικές συνθήκες οι οποίες για την κατασκευή των διαγραμμάτων δεν έχουν ληφθεί υπόψη, εν τούτοις προσφέρουν κάποιες αρχικές οδηγίες στους μηχανικούς και τους κατασκευαστές.

Ένα πρόβλημα που αντιμετωπίζουν τα πιθανολογικά μοντέλα είναι και το γεγονός ότι οι διάφορες ρηξιγενείς ζώνες ενεργοποιούνται ποικιλόμορφα. Για παράδειγμα, στη ρηξιγενή ζώνη του Αγίου Ανδρέα στην Καλιφόρνια, παρατηρούνται τεμάχη “σταθερά” και τεμάχη με “ερπυστική συμπεριφορά”. Τα “σταθερά” τεμάχη επιτρέπουν τη συσσώρευση τάσεων αρκετά ισχυρών για την πρόκληση μεγάλων σεισμών. Τα τεμάχη με “ερπυστική συμπεριφορά” χαρακτηρίζονται από συνεχή ερπυσμό, με μεγέθη περί τα 3 εκατοστά το χρόνο, γεγονός το οποίο προκαλεί μικρές μόνο δονήσεις. Τα ερπυστικά αυτά φαινόμενα οφείλουν την εκδήλωσή τους στην παρουσία πλαστικών πετρωμάτων κατά μήκος της ρηξιγενούς επιφάνειας. Τα πλαστικά

8.2 Πρόγνωση και προειδοποίηση

Η πρόγνωση των σεισμών και η προειδοποίηση του κοινού αποτελούν μέτρα που βοηθούν στην μετρίαση των καταστροφικών αποτελεσμάτων και γι' αυτό τυγχάνουν



Εικόνα 10.29

Παράδειγμα σεισμικής πρόβλεψης για τη Νέα Ζηλανδία. Περίοδοι επανάλψης (σε χρόνια) για σεισμικές εντάσεις VI και μεγαλύτερες (α) και εντάσεις σεισμών με 5% πιθανότητα να συμβούν μέσα σε περίοδο 50 χρόνων (β).

πετρώματα δίνουν στην ρηξιγενή επιφάνεια μικρό συντελεστή τριβής, ιδιαίτερα όταν κορεσθούν σε νερό, και έτσι παρατηρείται μετακίνηση και αποφεύγεται η συσσώρευση τεκτονικών τάσεων.

Σε άλλες περιοχές της ρηξιγενούς ζώνης του Αγίου Ανδρέα, τα ρήγματα παρουσιάζουν περισσότερο κανονικές μετατοπίσεις έτσι ώστε να είναι δυνατή η χρησιμοποίηση στατιστικών μοντέλων για τον καθορισμό των περιόδων επανάλψης. Για παράδειγμα, κοντά στην πόλη Parkfield, ένα τμήμα της ζώνης μήκους 25 χιλιομέτρων, παρουσιάζει μια σταθερή σχεδόν περίοδο επανάλψης της σεισμικής του δραστηριότητας κάθε 22 χρόνια. Οι προβλέψεις λοιπόν στην περίπτωση αυτή είναι αρκετά ακριβείς και καθοδηγούνται αφενός από ένα πυκνό δίκτυο σειсмоγράφων που έχει εγκατασταθεί στην περιοχή για την ανελλιπή καταγραφή όλων των δονήσεων, μικρών και μεγαλύτερων και αφετέρου σε γεωδαιτικά όργανα που παρακολουθούν και καταγράφουν τις οποιεσδήποτε αλλαγές στις αποστάσεις και την τοπογραφία κατά μήκος της ρηξιγενούς ζώνης.

Οι περισσότερες από τις υπόλοιπες μεθόδους σεισμικής πρόγνωσης βασίζονται στην παρατήρηση πρόδρομων φαινομένων κοντά στο ενεργό ρήγμα. Οι πλέον υποσχόμενες μέθοδοι πρόγνωσης βασίζονται στην *θεωρία της διαστολής*. Καθώς τα πετρώματα του στερεού φλοιού παραμορφώνονται με την επίδραση τεκτονικών τάσεων, παρατηρείται ρηγμάτωση σε τοπικό επίπεδο προκαλώντας έτσι αύξηση του όγκου των πετρωμάτων ή αλλιώς διαστολή. Αν η ρηγμάτωση γίνει με ταχείς ρυθμούς, τα εδαφικά ύδατα δεν έχουν το χρόνο να διεισδύσουν αμέσως στις ρωγμές. Τα

κενά πληρούνται με υδρατούς και έτσι παρατηρείται μείωση της πίεσης των υγρών των πόρων στα πετρώματα. Το γεγονός αυτό με τη σειρά του οδηγεί σε μείωση της ταχύτητας διάδοσης των κυμάτων P η οποία όμως στη συνέχεια αυξάνεται πάλι με την είσοδο των υδάτων και την πλήρωση των ρωγμών.

Οι πρώτες ενδείξεις για τη δημιουργία της θεωρίας της διαστολής προήλθαν από την πρώην Σοβιετική Ένωση όταν οι σεισμολόγοι παρατήρησαν μείωση και αμέσως μετά αύξηση και πάλι της ταχύτητας διάδοσης των κυμάτων P πριν από την εκδήλωση σημαντικών σεισμικών γεγονότων. Παρόμοια, πριν από το σεισμό του San Fernando, στην Καλιφόρνια το 1971, παρατηρήθηκε μείωση του λόγου των ταχυτήτων των κυμάτων P και S κατά 10% περίπου ενώ στη συνέχεια η τιμή του λόγου επανήλθε στα συνήθη επίπεδα. Το μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι όπως φαίνεται και στον *πίνακα 10.3*, η περίοδος εκδήλωσης αυτών των πρόδρομων φαινομένων είναι μεγάλη σε διάρκεια. Από την άλλη πλευρά, η διαστολή των πετρωμάτων μπορεί να προκαλέσει και άλλα πρόδρομα φαινόμενα όπως την απελευθέρωση αερίου ραδόνιου στα υπόγεια ύδατα.

Εξάλλου πολλά από τα ενεργά ρήγματα αποτελούν σήμερα φυσικά εργαστήρια και παρακολουθούνται από ομάδες ειδικών επιστημόνων και συστημάτων ελέγχου ενώ εφαρμόζονται πολυάριθμες τεχνικές.

Ακόμα και στην περίπτωση που θα υπάρξει ασφαλής *σεισμική πρόγνωση* και θα ακολουθήσει προειδοποίηση του κοινού, υπάρχει πρόβλημα όταν η περίοδος επιφυλακής είναι μεγάλη. Οι προειδοποιήσεις αυτού του είδους επηρεάζουν αρνητικά την ψυχολογία των πολιτών κυρίως λόγω του γεγονότος ότι οι σεισμοί, σε αντίθεση με τις καταιγίδες

Πίνακας 10.3

Διάρκεια της πρόδρομης φάσης των αλλαγών των ταχυτήτων P και S.

Σεισμικό μέγεθος	Διάρκεια πρόδρομης φάσης
2	1 ημέρα
3	1 εβδομάδα
4	1 μήνας
5	3 μήνες
6	1 χρόνο
7	6 χρόνια

για παράδειγμα, δεν παρέχουν σημάδια περιβαλλοντικά που θα πείσουν τους πολίτες για την επικείμενη εκδήλωσή τους. Σε μερικές περιπτώσεις, προειδοποιήσεις που αφορούν μακρές περιόδους επιφυλακής, προκαλούν οικονομικές δυσκολίες στους πληθυσμούς. Οι ασφαλιστικές εταιρίες σταματούν την παροχή ασφαλιστικής κάλυψης, σταματούν οι επενδύσεις ενώ οι πολίτες είναι πολύ πιθανό να εγκαταλείψουν την πόλη για να επιστρέψουν μόνο μετά την εκδήλωση του φαινομένου. Όλα τα παραπάνω προβλήματα μπορεί να γίνουν απόλυτα κατανοητά και αποδεκτά μόνο εφόσον η πρόβλεψη είναι ακριβής και επομένως σώζει ζωές αν και μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν και πολλά τέτοια παραδείγματα καθώς η πιθανότητα εσφαλμένης ή ανακριβούς πρόβλεψης και προειδοποίησης είναι πάντα ορατή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D., 1993. *Natural Disasters*. 632p., UCL Press, London.
- Bath, M., 1973. *Introduction to seismology*. Birkhauser, Berlin.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. *Geological Hazards*. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Boore, D.M., 1977. The motion of the ground during earthquakes. *Scientific American*, 237, 68-87.
- Braddock, R.D., 1969. On tsunami propagation. *Journal of Geophysical Research*, 74, 1, 952-7.
- Bryant, E.A., 1991. *Natural Hazards*. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Bryne, J.N., 1981. Seismic moment, seismicity and rate of slip along major fault zones. *J. Geophys. Res.*, 73, 777-84.
- Carder, D.S., 1945. Seismic investigations in the Boulder Dam area, 1940-1945, and the influence of reservoir loading on earthquake activity. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 35, 175-92.
- Carydis, P., Holevas, K., Lekkas, E. & Papadopoulos, T., 1995. The Grevena (Central - North) Greece Earthquake Series of May 13, 1995. EERI Special Report, June 1995, 1-4.
- Carydis, P., Holevas, K., Lekkas, E. & Papadopoulos, T., 1995. The Egean Earthquake of June 15, 1995. EERI Special report, July 1995, 1-3.
- Carydis, P. & Lekkas, E., 1995. The Dinar, Turkey, Earthquake of October 1, 1995. (in press).
- Coch, N.K., 1995. *Geohazards. Natural and human*. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Δελλαδέτσιμας, Π., Σαπουτζάκη, Π., Βασενχόβεν, Λ., Αραβαντινός, Α., Καρύδης, Π. & Ταφλαμπάς, Γ., 1985. "Πόλη & Σεισμός", Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, ΟΑΣΠ - ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα.
- Δελλαδέτσιμας, Π. & Γιακουμή, Μ., 1985. "Προδιαγραφές χώρων συγκέντρωσης πληθυσμού σε περίπτωση σεισμού". Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, ΟΑΣΠ, Αθήνα.
- Dieterich, J.H., 1978. Preseismic fault slip and earthquake prediction. *Jour. of Geoph. Res.*, 83, 3940-3948.
- Δρακόπουλος, Ι., 1992. Σημειώσεις Τεχνικής Σεισμολογίας - Μικροζωνικής. Πανεπιστήμιο Αθηνών, 141σ.
- Eaton, J.P. & Takasaki, K.J., 1959. Seismological interpretation of earthquake - induced water-level fluctuations in wells. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 49, 227-245.
- Eiby, G.A., 1980. *Earthquakes*. Heinemann, London.
- Fournier D'Albe, E.M., 1966. Earthquakes: avoidable disasters. *Impact of Science on Society*, 16, 189-202.
- Γαλανόπουλος, Α., 1976. Στοιχεία σεισμολογίας και φυσικής του εσωτερικού της γης. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Αθηνών, 406σ.
- Hodgson, J.H., 1964. *Earthquakes and Earth Structure*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Ιωαννίδης, Κ., Κυριαζής, Ε., Παγώνης, Α. & Φιοράκης Ε., 1987. Σεισμοί Καλαμάτας Σεπτεμβρίου 1986, Επιπτώσεις/Αντιμετώπιση. Αθήνα.
- Johnston, M., 1978. Tiltmeter studies in earthquake prediction. *Earth. Inf. Bull.*, 10, 5.
- Καρύδης, Π., 1991. Σημειώσεις Αντισεισμικής Τεχνολογίας (Τεχνική Σεισμολογία - Απλές Κατασκευές). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 94σ.
- Kasahara, K., 1981. *Earthquake mechanics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Keller, A.E., 1976. *Environmental geology*. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- Lekkas, E., 1994. Liquefaction - risk zonation and urban development at Western Peloponnessus. 7th Congress of the International Association of Engineering Geology, Lisboa, Portugal.
- Lekkas, E., 1994. Recording of the damages caused by the Earthquake of Mar. 23, 1992 at Pirgos, based on the European Macroseismic Scale (EMS) and attempt to correlate them with the geological and geotechnical conditions present. European Seismological Commission, XXIV General Assembly, Athens.
- Lekkas, E. & Lozios, S., 1994. Disastrous geodynamic phenomena at the city of Halandri (Athens - Greece). Planning, Organization and Protection. 9th International Seminar on Earthquake Prognostics, Costa Rica.
- Lekkas, E., Fountoulis, I., & Migiros, G., 1995. Geomorphological changes at the area of Pyrgos (West Peloponnese, Greece) during the earthquake of the 26th March 1993. European Union of Geosciences VIII, Terra

- abstracts, 1, 7, Strasbourg.
- Lekkas, E., Kranis, H., Leounakis, M. & Stylianos, P., 1995. The seismotectonic setting of Kobe area (Japan) - The concomitant geodynamic phenomena of the Hanshin earthquake (January 17, 1995). *Advances in Earthquake Engineering, The Kobe Earthquake: Geodynamic Aspects*, p.1-16, Computational Mechanics Publications, Southampton.
- Lekkas, E., Kranis, H., Leounakis, M. & Stylianos, P., 1995. Earthquake-induced landslides during the great Hanshin earthquake of January 17, 1995 (Kobe, Japan). 6th Spanish Congress and International Conference on Environmental Geology and Land-use Planning, Granada (in press).
- Lekkas, E., Kranis, H., Leounakis, M. & Stylianos, P., 1995. Investigation on the unequal distribution of damage during the Hanshin earthquake (Kobe, Japan). 6th Spanish Congress and International Conference on Environmental Geology and Land-use Planning, Granada (in press).
- Lekkas, E., Kranis, H., Leounakis, M. & Stylianos, P., 1995. Liquefaction phenomena caused by the Kobe earthquake (Japan). 6th Spanish Congress and International Conference on Environmental Geology and Land-use Planning, Granada (in press).
- Lekkas, E., Papanikolaou, D. & Fountoulis, I., 1995. The Pyrgos earthquake - The geological and geotechnical conditions of the Pyrgos area (W. Peloponnese, Greece). Seminar on active faults, XV Congress of the Carpatho-Balkan Geological Association, Abstract, 42-46.
- Λέκκας, Ε., Λόγος, Ε. & Δανάμος, Γ., 1989. Η επίδραση των γεωλογικών συνθηκών στην κατανομή των καταστροφών του χωριού Κάστρο (Χερσόνησος Κυλλίνης) κατά το σεισμό της 16-10-1988. Σύνοψη, Γεωενημέρωση, Περ. Β., 6, Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρίας, XXIV (υπό εκτύπωση), Αθήνα.
- Λέκκας, Ε. σε συνεργασία με τους Λόγο, Ε., Δανάμο, Γ., Φουντούλη, Γ. & Αδαμοπούλου, Ε., 1991. Μακροσεισμικές παρατηρήσεις μετά το σεισμό της 16.10.1988 στη Χερσόνησο της Κυλλίνης (ΒΔ Πελοπόννησος, Ελλάδα). 5ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελλην. Γεωλ. Εταιρίας 1990, Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρίας, XXV, 3, 313-328, Αθήνα.
- Λέκκας, Ε., Κολυβά, Μ., Αντωνόπουλος, Γ. & Κοπανάς, Ι., 1995. Οι σεισμοί της Ζακύνθου. Προσπάθεια ερμηνείας των περιγραφών των σεισμών και συσχέτισης με την υφιστάμενη γεωλογική δομή (υπό δημοσίευση).
- Λέκκας, Ε., 1995. Γεωλογία και Περιβάλλον. Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 242σ., Αθήνα.
- Lomnitz, C., 1974. *Global tectonics and earthquake risk*. Elsevier, Amsterdam.
- Louderback, G.D., 1942. *Faults and earthquakes*. Bull. of the Seism. Soc. of America, 32, 305-330.
- Mariolagos, I., Fountoulis, J., Lekkas, E., Logos, E. & Danamos, G., 1990. Soil fractures and sand water's shaking off observed during the earthquake of October 16th, 1988 at the region of Vartholomio (W. Peloponnese, Greece). *Course on Natural Hazard and Engineering Geology*, Lisboa, Portugal.
- Mariolagos, I., Fountoulis, I. & Lekkas, E., 1995. The neotectonics of NW Peloponnese the earthquake of Oct. 16, 1988. Seminar on active faults, XV Congress of the Carpatho-Balkan Geological Association, 23-41, Athens.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. *Geohazards. Natural and man-made*. 227p., Chapman & Hall, London.
- Mogi, K., 1985. *Earthquake prediction*. Academic Press, Orlando.
- Papanikolaou, D., Lekkas, E., Syskakis, D. & Adamopoulou, E., 1992. Correlation of Neotectonic structure with Geodynamic activity in Milos during the earthquakes of March 1992. 6th Congress of the Geol. Soc. of Greece, Bull. Geol. Soc. of Greece, XXVIII, 3, 413-428, 1993.
- Παπαζάχος, Β. & Παπαζάχου, Κ., 1989. Οι σεισμοί της Ελλάδας, Εκδόσεις Ζήτη, 356σ.
- Papoulia, J.E. & Stavrakakis, N., 1990. Attenuation laws and seismic hazard assessment. *Natural Hazards*, 3, 49-58.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. *An introduction to global environmental issues*. 390p., Routledge, London.
- Prescott, W.H., Lisowski, M. & Savage, J.C., 1981. Geodetic measurements of crustal deformation on the San Andreas, Hayward, and Calaveras faults near San Francisco, California. *J. Geophys. Res.*, 86, 10853-69.
- Press, F., 1975. *Earthquake prediction*. *Scientific American*, 232, 14-23.
- Raleigh, B., 1977. Can we control earthquakes? *Earth. Inf. Bull.*, 9, 1.
- Reiter, L., 1991. *Earthquake hazard analysis*. Irvington, Columbia University Press, New York.
- Richards, R., 1976. Dynamic motions near an earthquake fault: A three-dimensional solution. *Bull. Seism. Soc. of America*, 66, 1-32.
- Rikitake, T., 1976. *Earthquake prediction*. Elsevier, Amsterdam.
- Scholz, C., 1968. Microfractures, aftershocks and seismicity. *Bull. Seism. Soc. of America*, 58, 1117-30.
- Scholz, C., 1990. *The mechanics of earthquakes and faulting*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Simpson, D.W. & Richards, P.G., 1981. *Earthquake prediction*. American Geophysical Union, Washington.
- Sims, J., 1979. Records of prehistoric earthquakes in sedimentary deposits in lakes: *Earth. Inf. Bull.*, 11, 6.
- Smith, K., 1992. *Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster*. 324p., Routledge, London.

- Σταυρακάκης, Γ., Λόζιος, Σ. & Χατζιωάννου Δ., 1986. Εισαγωγή στις μεθόδους πρόγνωσης των σεισμών. ΟΑΣΠ, Απρίλιος 1986.
- Sykes, L.R. & Quittmeyer, R.C., 1981. Repeat times of great earthquakes along simple plate boundaries. Earthquake Prediction, an International Review. Ser. 4, 217-47, American Geophysical Union, Washington.
- Τσελέντης, Α., 1993. Σύγχρονη Σεισμολογία. Πανεπιστήμιο Πατρών, 539σ.
- Ward, L.D., 1977. Earthquake prediction: A perspective for a national program. Earth Inf. Bull., 9, 6.
- Wesnousky, S., 1988. Seismological and structural evolution of strike-slip faults. Nature, 335, 340-2.
- Wyllie, L.A.Jr, & Filson, J.R., 1989. Armenia earthquake reconnaissance report. Earthquake Spectra, 5.
- Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. - Ο.Α.Σ.Π., 1995. Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός.

11

Ηφαιστειακή δραστηριότητα

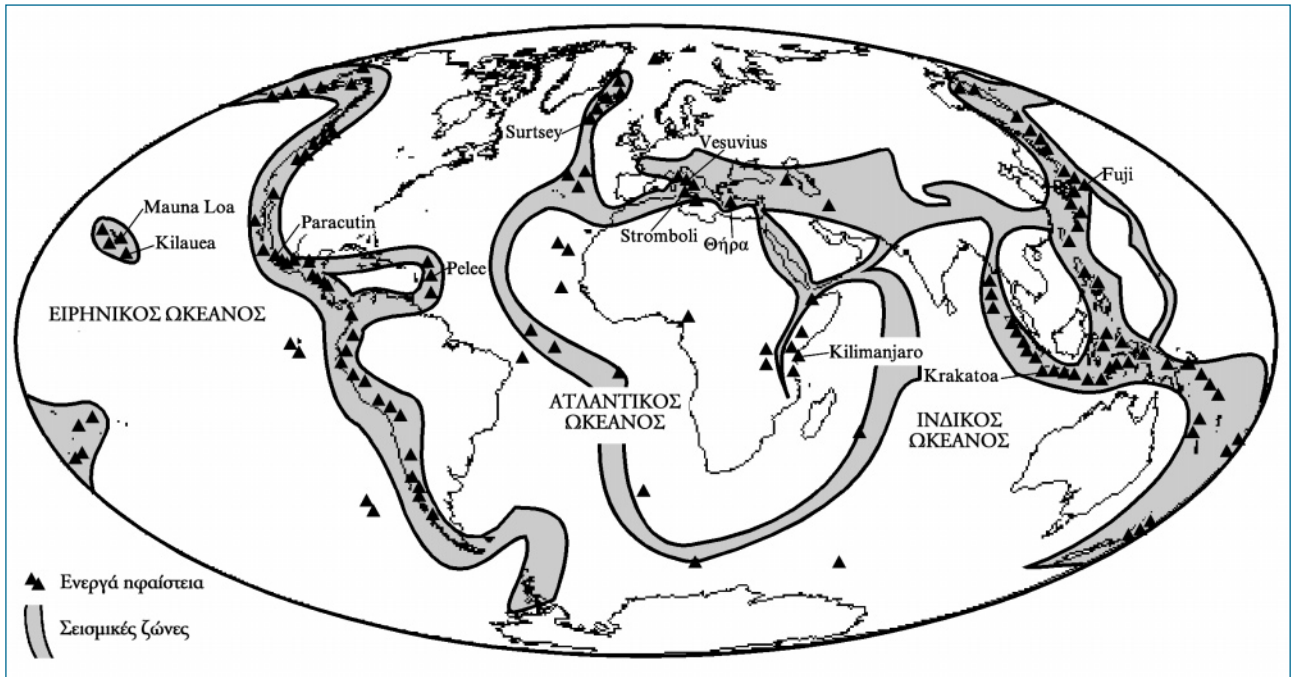
1. ΓΕΝΙΚΑ

Η ηφαιστειακή δραστηριότητα η οποία εκδηλώνεται στην επιφάνεια της Γης είναι δυνατό να επηρεάσει τον άνθρωπο και το περιβάλλον τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Υπάρχουν περίπου 500 ενεργά ηφαιστεια παγκοσμίως αν και ο αριθμός αυτός μπορεί να μην είναι καθόλου αντιπροσωπευτικός καθώς είναι δύσκολο να καθορισθεί ο χρόνος κατά τον οποίο ένα ηφαιστειακό παύει να αποτελεί απειλή για την ανθρώπινη ζωή και δραστηριότητα. Φρόνιμο είναι να θεωρούνται ως τουλάχιστον πιθανά ενεργά όλα τα ηφαιστεια που έχουν εκδηλώσει δραστηριότητα κατά τα τελευταία 25.000 χρόνια. Κατά μέσο όρο, περίπου πενήντα ηφαιστεια παρουσιάζουν εκρηκτική δραστηριότητα κάθε χρόνο. Ο χρόνος κατά τον οποίο ένα ηφαιστεια βρίσκεται σε φάση έκρηξης είναι συγκριτικά πολύ μικρότερος από το χρόνο της σχετικής ηφαιστειακής ηρεμίας. Η μικρή συχνότητα που παρατηρείται στις ηφαιστειακές εκρήξεις αποτελεί και τον κυριότερο παράγοντα επικινδυνότητας ενώ θάνατοι σημειώνονται στο 5% περίπου των περιπτώσεων ηφαιστειακών εκρήξεων. Όπως και στην περίπτωση των σεισμών, η κατανομή και η συμπεριφορά των ηφαιστειών ελέγχεται από την παγκόσμια γεωμετρία των λιθοσφαιρικών πλακών ενώ ενεργά ηφαιστεια εντοπίζονται σε όλες τις ηπείρους εκτός της Αυστραλίας.

Η θέση επομένως και η κατανομή των ηφαιστειών πάνω στον πλανήτη δεν είναι τυχαία, αλλά συνδέεται με την τεκτονική των λιθοσφαιρικών πλακών δεδομένου ότι η παραγωγή μάγματος γίνεται ακριβώς κατά μήκος της ζεύξεως αυτών των πλακών, οι οποίες είναι δυνατό να συγκλίνουν, να αποκλίνουν ή να κινούνται παράλληλα μεταξύ τους. Δεν είναι τυχαίο ότι το 80% των ηφαιστειών στον πλανήτη μας εμφανίζεται σήμερα στο λεγόμενο “δαχτυλίδι της φωτιάς” που περιβάλλει τον Ειρηνικό Ωκεανό, ο οποίος αντιστοιχεί σε μια τεράστια λιθοσφαιρική τεκτονική πλάκα, ενώ και στο χώρο της Μεσογείου τα ηφαιστεια τόσο του Ελλαδικού όσο και του Ιταλικού χώρου είναι αποτέλεσμα της σύγκλισης δύο πλακών ήτοι της Ευρωπαϊκής που επωθείται και της Αφρικανικής που υποβυθίζεται (Εικ. 11.1).

Τα ηφαιστεια εντοπίζονται σε τρεις γεωτεκτονικές περιοχές:

- Μεγάλη συγκέντρωση ηφαιστειών παρατηρείται στα όρια μεταξύ των λιθοσφαιρικών πλακών. Το 80% περίπου των ενεργών ηφαιστειών σε παγκόσμια κλίμακα εντοπίζεται στις λεγόμενες ζώνες

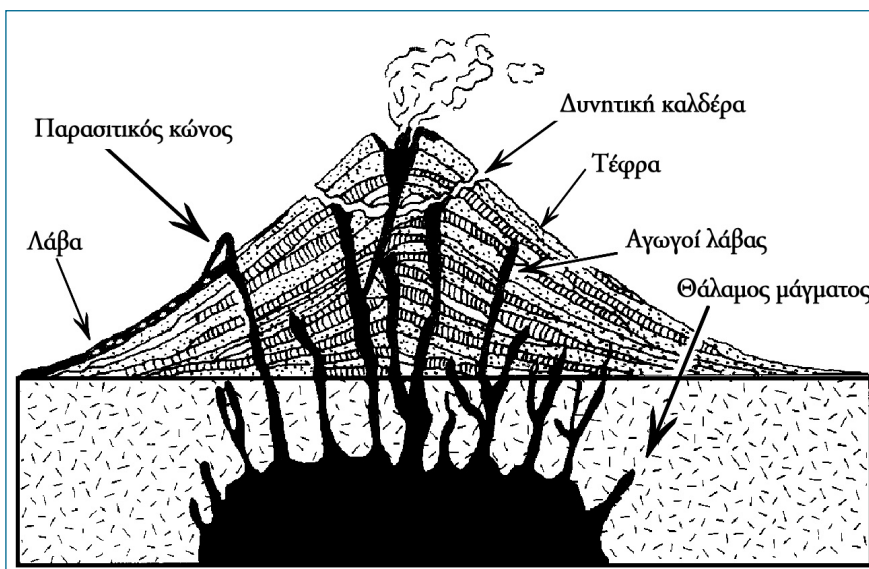


Εικόνα 11.1

Χάρτης των κυριότερων ενεργών ηφαιστείων της γης.

σύγκλισης πλακών όπου η μια λιθοσφαιρική πλάκα υποβυθίζεται και καταστρέφεται κάτω από μια άλλη. Ο επικρατέστερος τύπος αυτών των ηφαιστείων σύγκλισης είναι το *στρωματοηφαίστειο* ή *σύνθετος κώνος*, το οποίο συνίσταται από εναλλασσόμενα στρώματα σποδοού και λάβας (Εικ. 11.2). Τα εν λόγω ηφαιστεία έχουν συνήθως εκρηκτικό χαρακτήρα και συνδέονται άμεσα με

καταστροφές. Κατά τις ισχυρές εκρήξεις μπορεί να υπάρξει αρκετή εκρηκτική δύναμη έτσι ώστε να εκτιναχθεί ο συμμετρικός κώνος και να δημιουργηθεί μια κεντρική κοιλότητα ή *καλδέρα*. Πολλά από τα γνωστότερα παγκοσμίως ηφαιστεία, όπως για παράδειγμα το Fujiyama στην Ιαπωνία, το Mayon στις Φιλιππίνες, το Mount Hood στο Ορεγκον, ο Βεζούβιος στην Ιταλία, η Σαντορίνη και η Νίσυρος στην Ελλάδα ανήκουν σε αυτή την κατηγορία (Εικ. 11.3, 11.4, 11.5).



Εικόνα 11.2

Τομή ενός στρωματοηφαιστείου στην οποία απεικονίζεται ο παρασιτικός κώνος. Η θέση της δυνητικής καλδέρας υποδεικνύει τη δυνατότητα αναμόρφωσης του κυρίου κώνου μετά από μια καταστροφική έκρηξη.



Εικόνα 11.3

Ο κώνος του ηφαιστείου της Νισύρου, που ανήκει στο Ελληνικό ηφαιστειακό τόξο.



Εικόνα 11.4

Ο ηφαιστειακός κώνος της Αγίας Ελένης στις Η.Π.Α., ο οποίος εντάσσεται σε γεωτεκτονικό περιβάλλον σύγκλισης πλακών.



Εικόνα 11.5

Το στρωματοοφάιστειο Veniaminof στην Αλάσκα με χαρακτηριστική ανάπτυξη πρόσφατων λαβών στην μία πλευρά των ηφαιστειακού κώνου.

- Στις περιοχές όπου οι τεκτονικές πλάκες αποκλίνουν εντοπίζονται τα *ρηξι-ηφαίστεια*. Ο χαρακτήρας τους είναι λιγότερο εκρηκτικός και περισσότερο εκχυτικός ιδιαίτερα στην περίπτωση που εντοπίζονται σε ωκεάνιο φλοιό μεγάλου βάθους (Εικ. 11.6).
- Τα *ηφαίστεια θερμών κηλίδων* εντοπίζονται στις κεντρικές περιοχές των τεκτονικών πλακών όπου κάποια ασυνέχεια επιτρέπει τη δίοδο τηγμένου υλικού μέσα από το εσωτερικό της γης. Τα νησιά της Χαβάης στο κέντρο του Ειρηνικού ωκεανού αποτελούν ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας (Εικ. 11.7).

Το τηγμένο υλικό που υπάρχει στο εσωτερικό της γης καλείται *μάγμα* και πρόκειται για ένα πολύπλοκο μείγμα πυριτικών υλικών που περιέχουν αέρια σε διάλυση και συχνά κρυσταλλικά ορυκτά. Καθώς το μάγμα ακολουθεί

ανοδική πορεία προς τη γήινη επιφάνεια, η πίεση μειώνεται επιτρέποντας έτσι στα αέρια να το οδηγήσουν μέσα από τις ηφαιστειακές διεξόδους. Η βιαιότητα της έκρηξης που ακολουθεί καθορίζεται πρωταρχικά από τη θερμοκρασία των αερίων και το ιξώδες του μάγματος. Υψηλή θερμοκρασία των αερίων και χαμηλό ιξώδες αποτελούν τον πλέον εκρηκτικό συνδυασμό.

Μια χονδρική ταξινόμηση των ηφαιστείων με βάση την αυξανόμενη εκρηξιμότητά τους είναι η ακόλουθη (Εικ.11.8, 11.9):

Ηφαίστεια Ισλανδικού τύπου. Μεγάλης κλίμακας εκχύσεις λάβας μεγάλης κινητικότητας. Τα ηφαίστεια αυτού του τύπου απαντούν σε περιοχές όπου ο γήινος φλοιός υπόκειται σε εφελκυστικό τεκτονικό καθεστώς και δημιουργούνται ασυνέχειες μεγάλου βάθους μέσω των οποίων μετακινείται ελεύθερα η λάβα και σχηματίζει έτσι εκτεταμένα καλύμματα.

Ηφαίστεια τύπου Χαβάης. Παρόμοια με τα ηφαίστεια Ισλανδικού τύπου. Οι εκχύσεις λαβών μεγάλης κινητικότητας



Εικόνα 11.6

Εντονη ατμική δραστηριότητα κατά μήκος ρήγματος στην Ισλανδία σε γεωδυναμικό περιβάλλον τεκτονικών πλακών που αποκλίνουν.



Εικόνα 11.7

Αποψη ρευμάτων λάβας στο ηφαίστειο Nauna Loa στη Χαβάν το οποίο αποτελεί ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα ηφαιστείου σε κεντρική περιοχή τεκτονικής πλάκας,

τας επικρατούν, ενώ τα συνοδά αέρια απελευθερώνονται σχεδόν αθόρυβα.

Ηφαίστεια τύπου Στρόμπολι. Δραστηριότητα ελαφρώς περισσότερο εκρηκτική λόγω της έκθεσης λιγότερο κινητικής λάβας στην ατμόσφαιρα. Τα συνοδά αέρια απελευθερώνονται με μέτριας έντασης εκρήξεις, ρυθμικές ή συνεχιζόμενες. Ηφαιστειακές “βόμβες” λάβας μπορεί να εκτοξεύονται κατά τη διάρκεια δραστηριότητας αυτού του τύπου.

Ηφαίστεια τύπου Vulcanian. Οι εκρήξεις αυτού του τύπου περιλαμβάνουν την απελευθέρωση λάβας μεγαλύτερου ιξώδους η οποία πήζει κατά το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στις διαδοχικές εκρήξεις. Τα συνοδά αέρια απελευθερώνονται για μακρύτερες περιόδους με αναλογικά μεγαλύτερη ένταση. Τυπικό αποτέλεσμα είναι η

δημιουργία ηφαιστειακών νεφών από τα εκτοξευόμενα υλικά.

Ηφαίστεια τύπου Βεζούβιου. Πρόκειται για ακόμα περισσότερο εκρηκτικά φαινόμενα με μεγάλες περιόδους επανάληψης. Λόγω της μακράς περιόδου ηρεμίας, το μάγμα είναι πολύ εμπλουτισμένο σε αέρια ενώ τα ηφαιστειακά νέφη που δημιουργούνται ανεβαίνουν ψηλά στην ατμόσφαιρα και η σποδός μεταφέρεται σε πολλές και απομακρυσμένες περιοχές.

Ηφαίστεια Πλίνιου τύπου. Οι εκρήξεις αυτού του τύπου περιλαμβάνουν τις πλέον βίαιες εκτοξεύσεις αερίων καθώς απελευθερώνονται. Το ηφαιστειακό νέφος εκτείνεται σε αρκετά χιλιόμετρα της ατμόσφαιρας.

Ηφαίστεια τύπου Πελέ. Πρόκειται για το δυνητικά περισσότερο καταστροφικό παράδειγμα. Η απελευθέρωση των πολύ εκρηκτικών υλικών παρεμποδίζεται από την παρουσία ενός δόμου συμπαγούς λάβας πάνω από τον

Ισλανδικός τύπος



Τύπος Βεζούβιου



Τύπος Χαβάης



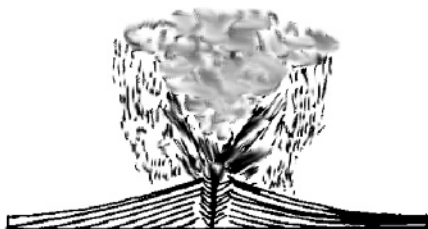
Τύπος Στρόμπολι



Τύπος Πλίνιου



Τύπος Vulcanian

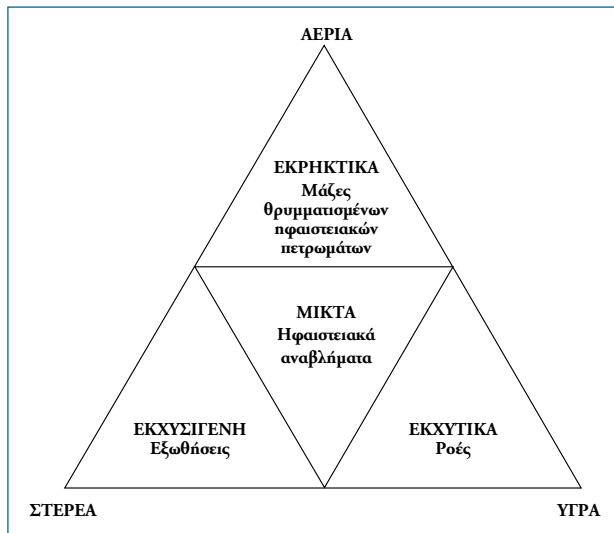


Τύπος Πελέ



Εικόνα 11.8

Οι κυριότεροι τύποι ηφαιστειακών εκρήξεων κατανεμημένοι σε σειρά αυξανόμενου κινδύνου και καταστροφής.



Εικόνα 11.9

Τύποι ηφαιστειακών εκρήξεων.

κύριο ηφαιστειακό αγωγό. Το μάγμα που βρίσκεται υπό συμπίεση ακολουθώντας κάποια ασυνέχεια προκαλεί νέο άνοιγμα απ' όπου και απελευθερώνεται πλευρικά. Το κύμα λάβας μετακινείται με μεγάλες ταχύτητες αποτεφρώνοντας και καταστρέφοντας οτιδήποτε βρίσκεται στο πέρασμά του.

Τέλος, ανάλογα με τη μορφή των ηφαιστειών διακρίνονται οι ακόλουθοι τύποι:

- τα ασπιδικά ηφαίστεια,
- τα σύνθετα ηφαίστεια,
- οι ηφαιστειακοί δόμοι.

Τα ασπιδικά ηφαίστεια χαρακτηρίζονται από μη εκρηκτική δραστηριότητα που είναι αποτέλεσμα της μικρής περιεκτικότητας του μάγματος σε πυρίτιο (περίπου 50%). Είναι πολύ μεγάλα σε έκταση και αποτελούνται αποκλειστικά σχεδόν από πολυάριθμες ροές λαβών. Αποτελούν τον πλέον συνηθισμένο τύπο ηφαιστειών στη Χαβάν και την Ισλανδία, ενώ στην κατηγορία αυτή ανήκουν και μερικά ηφαίστεια στις Η.Π.Α.

Τα σύνθετα ηφαίστεια είναι γνωστά για το κωνοειδές σχήμα τους, χαρακτηρίζονται από μάγμα με ενδιάμεση περιεκτικότητα σε πυρίτιο (περίπου 60%), πιο ρευστό από το μάγμα των ασπιδικών ηφαιστειών. Η δραστηριότητά τους χαρακτηρίζεται από αλληπάλληλες εκρήξεις ροών λάβας και πυροκλαστικών υλικών. Τα ηφαίστεια του τύπου αυτού απαντούν σε πολλές περιοχές του κόσμου με πλέον χαρακτηριστικό παράδειγμα το ηφαίστειο της Αγίας Ελένης (Η.Π.Α.).

Πίνακας 11.1

Τα κυριότερα ηφαίστεια της Ευρωπαϊκής ηπείρου.

ΗΦΑΙΣΤΕΙΟ	ΕΚΡΗΞΕΙΣ
Ε Λ Λ Α Δ Α	
Μέθανα	250 π.Χ.
Μήλος	80-205 μ.Χ.
Νίσυρος	1888, 1873, 1871, 1830, 1422
Σαντορίνη	1950, 1939-41, 1928, 1925-6, 1866-7
Ι Τ Α Λ Ι Α	
Αίτνα	πολύ συχνές
Ischia	1301, 150, 350 π.Χ.
Phlegrean Fields	1538, 1198, 700 π.Χ., 2150 π.Χ.
Στρόμπολι	πολύ συχνές
Βεζούβιος	1944, 1942, 1941, 1929, 1913, κ.ά.
Vulcano	1886-90, 1873-9, 1812-31, 1771-86
Γ Α Λ Λ Ι Α	
Chaine des Puys	1500 π.Χ.
Γ Ε Ρ Μ Α Ν Ι Α	
Eifel district	8300 π.Χ.
Κ Α Ν Α Ρ Ι Ο Ι Ν Η Σ Ο Ι	
Hierro	1692, 1677
Lanzarote	1824, 1733
La Palma	1949, 1712, 1677, 1646, 1585
Tenerife	1909, 1708, 1706, 1704, 1605
Α Ζ Ο Ρ Ε Σ	
Faial	1957, 1672
Pico	1963, 1720, 1718, 1562
Sao Jorge	1964, 1808, 1580
Sao Miguel	1811, 1682, 1652, 1638, 1630
Terceira	1761, 1400, 1200
Ι Σ Λ Α Ν Δ Ι Α	
Reykjanes	συχνές εκρήξεις μεταξύ 900-1200 μ.Χ.
Trolladyngja	συχνές εκρήξεις μεταξύ 900-1200 μ.Χ.
Brennisteinsfjoll	συχνές εκρήξεις μεταξύ 900-1200 μ.Χ.
Langjokull	1000 μ.Χ.
Snaefellsness	900 μ.Χ.
Vestmannaeyjar	1963-73
Katla	1918
Eyjafjallajokull	1823, 1612
Torfajokull	1477, 900 μ.Χ.
Hekla	1980-1, 1970, 1947-8, 1913
Grimsvotn	1982, 1934, 1922, 1910, 1902-3
Oraefajokull	1727, 1372
Askja	1874-5
Krafla	1974-84, 1724-9

Οι *ηφαιστειακοί δόμοι* χαρακτηρίζονται από ρευστό μάγμα με υψηλή περιεκτικότητα σε πυρίτιο ($\approx 70\%$). Η δραστηριότητά τους είναι γενικά πολύ μεγάλη, καθιστώντας τους πολύ επικίνδυνους.

Πίνακας 11.2

Ταξινόμηση ηφαιστειακών προϊόντων ανάλογα με το περιεχόμενο SiO_2 .

Τύπος μάγματος	% SiO_2	Παράδειγμα πετρώματος
Οξινο	>68	Ρυόλιθος, Οφιδιανός
Οξινο	63-68	Δακίτης
Οξινο/Μέσο	57-68	Τραχείτης
Μέσο	57-63	Ανδεσίτης
Μέσο	52-57	Θολεϊτικός βασάλτης
Βασικό	45-52	Αλκαλικός βασάλτης
Υπερβασικό	<45	Λευκίτης

Πίνακας 11.3

Ταξινόμηση των ηφαιστειακών καταστροφών, με παραδείγματα.

Τύπος καταστροφής	Παράδειγμα	Θάνατοι
Πυροκλαστική δραστηριότητα	Soufriere (St. Vincent), 1812 Αίτνα	56 9
Πτώσεις τέφρας	Βεζούβιος, 79 μ.Χ. Santa Maria (Γουατεμάλα), 1902 Βεζούβιος, 1906 Rabaul (Papua, Νέα Γουινέα), 1937 Agung (Ινδονησία), 1963	≤ 16.000 ≈ 2.000 250 375 163
Κατολισθήσεις κορμημάτων	Unzen (Ιαπωνία), 1792	≈ 10.000
Πλάγιες εκρήξεις	Αγία Ελένη (Η.Π.Α.), 1980	51
Ροές λάβας	Βεζούβιος, 1630 Nyiragongo (Ζαίρ), 1977	700 72
Ροές ιλύος	Kelut (Ινδονησία), 1919 Oraefajokull (Ισλανδία), 1727 Πελέ (Μαρτινίκα), 1902 El Chichon (Μεξικό), 1982	5.150 3 29.025 ≥ 2.000
Φρεατικές εκρήξεις	Soufriere, (Guadeloupe), 1976	κανένας
Δηλητηριώδη αέρια	Dieng Plateau (Ινδονησία), 1979 Lake Nyos (Καμερούν), 1986	142 1.887
Οξινη βροχή	Masaya (Νικαράγουα), 1979	κανένας
Ατμοσφαιρικές επιπτώσεις	Mayon, 1814	≤ 1.200
Σεισμοί και εδαφικές μετακινήσεις	Colima (Μεξικό), 1806 Campi Flegrei (Ιταλία), 1983-5	2.000 2
Διάβρωση και ιζηματογένεση μετά την έκρηξη	Irazu (Κόστα Ρίκα), 1963-4	κανένας
Λοιμοί και ασθένειες μετά την έκρηξη	Lakigigar (Ισλανδία), 1783	9.340
Τσουνάμι	Unzen (Ιαπωνία), 1792 Κρακατόα (Ινδονησία), 1883	15.190 32.800

Η ταξινόμηση των ηφαιστειών σε *ενεργά*, *αδρανή* και *σβησμένα* συχνά οδηγεί σε λάθος εκτιμήσεις και συμπεράσματα καθώς συνήθως δεν υπάρχει αξιόπιστος τρόπος καθορισμού τους για μεγάλες χρονικές περιόδους. Τα κυριότερα ηφαιστεια (ενεργά και αδρανή) της Ευρωπαϊκής ηπείρου παρουσιάζονται στον *πίνακα 11.1*. Τα προϊόντα των ηφαιστειών ταξινομούνται ανάλογα με το περιεχόμενο του μάγματος σε πυρίτιο όπως παρουσιάζεται στον *πίνακα 11.2*.

2. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Οι επιπτώσεις της ηφαιστειακής δραστηριότητας είναι δυνατό να διακριθούν σε *πρωτογενείς* (Πίν. 11.3) και *δευτερογενείς*.

Οι πρωτογενείς επιπτώσεις περιλαμβάνουν όλα τα άμεσα αποτελέσματα που προέρχονται από τις ροές της λάβας, την απελευθέρωση των αερίων, τις λασποροές, τις πλημμύρες, τις φωτιές και τη σεισμική δραστηριότητα.

Στις δευτερογενείς επιπτώσεις εντάσσονται οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στην ανθρώπινη δραστηριότητα, όπως μακροπρόθεσμες μεταβολές στο κλίμα, καταστροφή βιοτόπων και οικιστικών χώρων, ένταση φαινομένων ερημοποίησης, κ.ά.. Αναλυτικά οι καταστροφές από ηφαιστειακή δραστηριότητα μπορεί να οφείλονται σε:

- *Ροές λάβας.* Λαμβάνουν χώρα όταν το μάγμα φθάνει στην επιφάνεια και υπερχειλίζει από τον κρατήρα καλύπτοντας τις πλευρές του ηφαιστείου. Οι ροές λάβας αποτελούν το πλέον γνωστό προϊόν της ηφαιστειακής δραστηριότητας και χαρακτηρίζονται από μεγάλες ταχύτητες μετακίνησης όταν έχουν μικρό ιξώδες και μικρές ταχύτητες μετακίνησης όταν εμφανίζουν μεγάλο ιξώδες. Οι περισσότερες λάβες κινούνται αρκετά αργά με αποτέλεσμα να δίνεται στους ανθρώπους η δυνατότητα αντίδρασης και προφύλαξης. Αρκετές μέθοδοι έχουν υιοθετηθεί κατά καιρούς για την εκτροπή των ροών λαβών όπως βομβαρδισμοί, υδραυλική ψύξη και κατασκευή τοίχων-φραγμάτων και οδοντώσεων (Εικ. 11.10). Οι μέθοδοι αυτοί δεν έχουν σα στόχο βέβαια τη συγκράτηση μεγάλων ροών, αλλά απλώς και μόνο την προφύλαξη ή και την αναστολή της εξέλιξης μερικών ρευμάτων λάβας σε πολύ συγκεκριμένες περιπτώσεις και περιοχές.

Ειδικότερα η κατασκευή τοίχων-φραγμάτων εφαρμόζεται για την παρεμπόδιση ή την εκτροπή μέσα σε τάφρους αρκετών ροών λάβας. Χαρακτηριστικές περιπτώσεις επιτυχημένης και αποτελεσματικής εφαρμογής της μεθόδου έχουν εφαρμοσθεί στη Χαβάν και την Ιταλία. Ο βομβαρδισμός γίνεται στις περιπτώσεις όπου επιθυμείται η στιγμιαία ανακοπή της ροής της λάβας προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση διευκολύνοντας έτσι την πήξη της. Τέλος, η μέθοδος της υδραυλικής ψύξης περιλαμβάνει ψύξη της λάβας με τεράστιες ποσότητες νερού έτσι ώστε να διευκολύνεται αλλά και να επισπεύδεται η στερεοποίησή της. Η μέθοδος αυτή έχει αποδειχτεί ως η πλέον επιτυχής τουλάχιστον στις περιπτώσεις όπου έχει εφαρμοστεί με πλέον αντιπροσωπευτικό το παράδειγμα της νήσου Heimaey στην Ισλανδία όπου με τη ροή της λάβας κινδύνευσε άμεσα η είσοδος του πιο σημαντικού αλιευτικού λιμανιού της χώρας.

- *Πυροκλαστική δραστηριότητα.* Είναι χαρακτηριστική δραστηριότητα ενός μάγματος με υψηλή περιεκτικότη-



Εικόνα 11.10

Κατασκευή τοίχων-φραγμάτων για τη συγκράτηση ροών λάβας στο ηφαιστείο Sakurajima στην Ιαπωνία.

τα σε πυρίτιο. Κατά τη διάρκεια της πυροκλαστικής δραστηριότητας λαμβάνουν μέρος όλα τα είδη των ηφαιστειακών αιωρημάτων από την ηφαιστειακή οποδό έως την τέφρα, τα οποία εκτινάσσονται από κάποιο ηφαιστειακό αγωγό στην ατμόσφαιρα. Οι εκρήξεις αυτές είναι αρκετά έντονες και η ταχύτητά τους είναι δυνατό σε ορισμένες περιπτώσεις να υπερβεί την ταχύτητα του ήχου, ενώ τα υλικά μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις και να καλύψουν εκατοντάδες ή ακόμα και χιλιάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα (Εικ. 11.11).

Η πυροκλαστική δραστηριότητα μπορεί να έχει άμεσες επιπτώσεις στο περιβάλλον και ειδικότερα στην πανίδα και τη χλωρίδα ενώ σημαντικές είναι και οι καταστρο-



Εικόνα 11.11

Αποψη “πυροκλαστικών νεφών” του ηφαιστείου Ρίνατμπο κατά τη δραστηριότητα του Ιουνίου του 1991 (α), στρώματα τέφρας πάχους 1-2 μέτρων που κάλυψαν εκατοντάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα (β) και ζημιές σε αεροσκάφος (γ).



Εικόνα 11.12

Αποψη του ηφαιστείου Poas στην Κόστα Ρίκα από το οποίο εξέρχονται δηλητηριώδη αέρια που προκαλούν σημαντικά προβλήματα στην πανίδα και χλωρίδα της περιοχής.

φές σε οικιστικούς χώρους και τεχνικά έργα. Οι πλέον επιβλαβείς περιπτώσεις είναι οι εκρηκτικές στοιβάδες σποδού με θερμοκρασία μερικών εκατοντάδων βαθμών Κελσίου, οι οποίες αποτεφρώνουν τα πάντα στο πέρασμά τους με πλέον χαρακτηριστικές τις περιπτώσεις των καταστροφών στις δυτικές ακτές των Η.Π.Α.

- *Δηλητηριώδη αέρια.* Ενα πλήθος από αέρια όπως ατμοί διοξειδίου του άνθρακα, μονοξειδίου του άνθρακα, υδροθείου, κλπ. εκπέμπονται τόσο κατά τη διάρκεια της ηφαιστειακής δραστηριότητας όσο και κατά τη διάρκεια των ενδιάμεσων περιόδων. Αρκετές μάλιστα φορές τα αέρια είναι δυνατό να είναι βαρύτερα του ατμοσφαιρικού αέρα με αποτέλεσμα να επικάθονται στα κατώτερα στρώματα κοντά στο έδαφος και να προκαλούν αρκετούς θανάτους (Εικ. 11.12). Πολύ χαρακτηριστικό είναι τα παράδειγμα του Καμερούν στις 21 Αυγούστου 1986 όπου προκλήθηκαν 2.000 περίπου θάνατοι.
- *Εκρήξεις καλδερών.* Οι εκρήξεις καλδερών είναι εξαιρετικά βίαιες εκρήξεις τεραστίου μεγέθους που όμως είναι αρκετά σπάνιες. Μια καλδεροποιός έκρηξη μπορεί να εκτινάξει βίαια πάνω από 15.000 κυβικά χιλιόμετρα πυροκλαστικών υλικών δημιουργώντας ένα τεράστιο κρατήρα-καλδέρα διαμέτρου αρκετών χιλιομέτρων. Τα εκτινασόμενα υλικά και κυρίως η ηφαιστειακή σποδός μπορεί να καλύψει έκταση χιλιάδων τετραγωνικών χιλιομέτρων. Εκρήξεις καλδερών έχουν διαπιστωθεί ακόμα και στο σχετικά πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν.
- *Λασποροές.* Προκαλούνται όταν επέλθει κορεσμός σε

μεγάλους όγκους ηφαιστειακής σποδού και άλλων ηφαιστειακών προϊόντων οπότε παρατηρείται μετακίνηση προς τα κατάντι με μεγάλες ταχύτητες. Ο όγκος των υλικών μπορεί να είναι της τάξης των εκατομμυρίων κυβικών μέτρων και η ταχύτητα της τάξης των 100 χιλιομέτρων ανά ώρα. Οι λασποροές είναι αρκετά επικίνδυνες και έχουν άμεσες επιπτώσεις στον περιβάλλοντα χώρο. Ενα πολύ χαρακτηριστικό πρόσφατο παράδειγμα είναι αυτό του ηφαιστείου στο Nevado del Ruiz στις 13 Νοεμβρίου 1985 όπου η έκρηξη προκάλεσε λασποροές οι οποίες προκάλεσαν το θάνατο σε 22.000 ανθρώπους, ενώ ταυτόχρονα προκλήθηκαν υλικές ζημιές της τάξης των 200 εκατομμυρίων δολαρίων. Το τραγικό στην περίπτωση αυτή ήταν ότι η έκρηξη η οποία προκάλεσε την καταστροφή, είχε προβλεφθεί από ειδικούς επιστήμονες πέντε μήνες νωρίτερα (Εικ. 11.13).

- *Πυρκαγιές.* Οι πυρκαγιές προκαλούνται στον περιβάλλοντα του ηφαιστείου χώρο από τις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν και οι οποίες μπορούν να φθάσουν τις αρκετές εκατοντάδες βαθμών Κελσίου. Συγκριτικά όμως η επικινδυνότητα από τις πυρκαγιές λόγω ηφαιστειακής δραστηριότητας είναι εξαιρετικά χαμηλή και γενικά περισσότερο απλή στην αντιμετώπισή της.
- *Σεισμική δραστηριότητα.* Η σεισμική δραστηριότητα συχνά είναι προάγγελος της ηφαιστειακής δραστηριότητας και συχνά συνοδεύει τις ηφαιστειακές εκρήξεις. Το μέγεθος της σεισμικής δραστηριότητας εξαρτάται



Εικόνα 11.13

Μερική άποψη καταστροφών που προκάλεσε η λασποροή του ηφαιστείου Nevado del Ruiz το 1985 και άμεση βοήθεια σε άτομα που επλήγησαν.

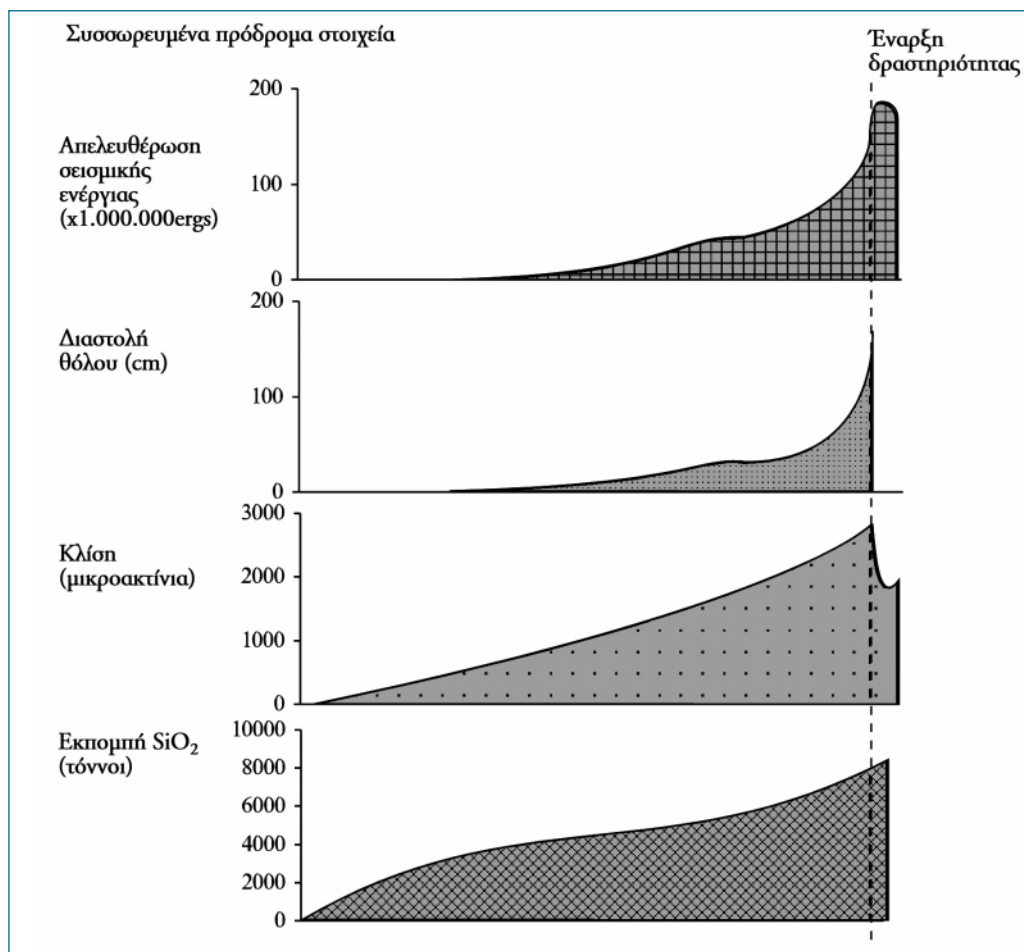
στην μακρο-κλίμακα από τον τύπο του ηφαιστείου και τη γεωτεκτονική του θέση, ενώ στην μικρο-κλίμακα από τις ιδιαιτερότητες των γεωδυναμικών διεργασιών που προκαλούν την ηφαιστειακή δραστηριότητα. Οι επιπτώσεις από τη συνοδούσα σεισμική δραστηριότητα είναι δυνατό να είναι εντονότερες από τις επιπτώσεις αυτής καθ' αυτής της ηφαιστειακής δραστηριότητας.

3. ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Πολυάριθμοι είναι οι γεωφυσικοί δείκτες που παρέχουν δυνατότητα πρόβλεψης κάποιας ηφαιστειακής δραστηριότητας όταν η δραστηριότητα ενός ηφαιστείου ελέγχεται μεθοδικά και ανελλιπώς (Εικ. 11.14). Λόγω του υψηλού όμως κόστους αλλά και των προβλημάτων προσπέλασης που συχνά παρατηρούνται, ο έλεγχος αυτός είναι εντατικός

μόνο σε 12 περίπου από όλα τα ηφαιστεία σε παγκόσμια κλίμακα και επομένως μόνο γι' αυτά είναι δυνατή η πρόβλεψη της ηφαιστειακής δραστηριότητας. Ακόμα όμως και στην περίπτωση αυτών των ηφαιστείων, συχνά προκαλείται σύγχυση ανάμεσα στην πρόβλεψη κάποιας έκρηξης στην επιφάνεια και στην πρόβλεψη κάποιας διείσδυσης του μάγματος η οποία μπορεί να μη φθάσει μέχρι τη γήινη επιφάνεια οπότε τα αποτελέσματα και οι συνέπειες για τον άνθρωπο είναι πολύ διαφορετικές αν και τα πρόδρομα φαινόμενα είναι παρόμοια. Στην περίπτωση βέβαια μιας οποιασδήποτε ηφαιστειακής δραστηριότητας είναι σημαντική τόσο η πρόβλεψη της έναρξης του φαινομένου όσο και το μέγεθός του.

Το μάγμα που διεισδύει ανάμεσα στα πετρώματα, πληρώνοντας τα κενά και προσπαθώντας να φθάσει στην γήινη επιφάνεια μπορεί να προκαλέσει τη δημιουργία *σμήνους σεισμών*. Οι σεισμοί με υπόκεντρα σε βάθη 1-10 χιλιόμετρα καλούνται *σεισμοί Α-τύπου*, οι σεισμοί με υπόκεντρα σε



Εικόνα 11.14
Διαμόρφωση της δραστηριότητας πριν από μια ηφαιστειακή έκρηξη.

βάθη μεγαλύτερα των 10 χιλιομέτρων καλούνται *B-τύπου* και ταξινομούνται με βάση το αν είναι αποτέλεσμα μετακινήσεων μέσα ή αμέσως κάτω από τον κρατήρα.

Σύμφωνα με τις καταγραφές των σειсмоγράφων, το μέγεθος αυτών των σεισμών μπορεί να φθάσει μέχρι 5 R και οι συχνότητές τους σε 700/ημέρα. Μια χαρακτηριστική μορφή ηφαιστειογενούς σεισμικότητας είναι οι *αρμονικές δονήσεις* οι οποίες σχετίζονται με ανοδικές κινήσεις μάγματος ή θερμών ηφαιστειακών ρευστών στα εξωτερικά τμήματα του γήινου φλοιού.

Η περίοδος κατά την οποία παρατηρείται πρόδρομη ηφαιστειακή δραστηριότητα είναι δύσκολο να καθοριστεί επακριβώς καθώς κυμαίνεται από μερικές ημέρες μέχρι και ένα χρόνο ή περισσότερο πριν από την κύρια έκρηξη. Πολλές φορές μάλιστα, η αυξημένη πρόδρομη δραστηριότητα που παρατηρείται δεν συνοδεύεται από έκρηξη καθώς το μάγμα είναι πιθανό να παραμείνει στο υπέδαφος και να μη φθάσει στην επιφάνεια.

Ο έλεγχος για να μπορεί να είναι αποτελεσματικός απαιτεί την εγκατάσταση και λειτουργία σεισμικών σταθμών και γεωφώνων κατανεμημένων σε δίκτυα στα πρηνή του ηφαιστείου. Η πρόβλεψη της έκρηξης του ηφαιστείου Redoubt της Αλάσκα, στις 14 Δεκεμβρίου του 1990, έγινε εφικτή με την αναγνώριση σεισμικού σμήνους μακράς περιόδου. Πέντε σεισμόμετρα βραχείας περιόδου τα οποία ήταν συνδεδεμένα με ηλεκτρονικό υπολογιστή, είχαν τοποθετηθεί σε μια ακτίνα 21 χιλιομέτρων γύρω από το ηφαίστειο. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής είχε προγραμματιστεί κατάλληλα για την ανίχνευση σεισμικότητας που σχετίζεται με ηφαιστειακή δραστηριότητα. Το μεγαλύτερο ηφαιστειο-σεισμικό σμήνος, το οποίο αντιπροσώπευε την κύρια φάση πριν από την έκρηξη, ανιχνεύθηκε 23 ώρες πριν από την πρώτη μεγάλη έκρηξη. Ψηφιακά τηλεοπτικά συστήματα χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για την αποτύπωση της έκρηξης αν και η μικρή διάρκεια της ημέρας καθώς και οι άσχημες καιρικές συνθήκες δε βοήθησαν την όλη επιχείρηση.

Κατά τη διάρκεια των 8 μηνών που προηγήθηκαν της έκρηξης του Mount Usu στην Ιαπωνία, το 1910, 2 τετραγωνικά χιλιόμετρα γης ανυψώθηκαν κατά 150 μέτρα ενώ μετά την έκρηξη ακολούθησε καθίζηση της περιοχής κατά 36 μέτρα. Για την παρακολούθηση ανάλογων περιπτώσεων χρησιμοποιούνται *κλισίμετρα* τα οποία μπορούν να ανιχνεύσουν εδαφικές διαταραχές που προκαλούνται από την πλήρωση με μάγμα ή αέρια των κενών στο υπέδαφος. Στην περίπτωση της καλδέρας Rabaul στην Παπούα της Νέας

Γουινέας, οι εδαφικές παραμορφώσεις ελέγχονται με τη χρήση παλιρροιογράφων οι οποίοι καταγράφουν τις αλλαγές στη στάθμη των υδάτων στις λίμνες.

Στα πρηνή ενός ηφαιστείου συχνά παρατηρούνται απελευθερώσεις αερίων. Για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητη η μέτρηση και ο έλεγχος των αλλαγών στις εκπομπές αερίων HCl, HF και SO₂ ή των αλλαγών στις αναλογίες S/Cl. Ανάλογες αυξήσεις στις τιμές των αερίων μπορούν να συσχετιστούν με επικείμενη ηφαιστειακή δραστηριότητα καθώς η παρουσία τηγμένου μάγματος προκαλεί διάλυση και επομένως απελευθέρωση αερίων θείου και φθορίου. Επιπρόσθετα, η αύξηση της διάχυσης όξινων ηφαιστειακών αερίων στο υδροθερμικό σύστημα συχνά οδηγεί σε μικρές ελαττώσεις του επιπέδου του pH. Έτσι, η χημική σύσταση των υδάτων των λιμνών για παράδειγμα, μεταβάλλεται όπως στην περίπτωση του ηφαιστείου Ruapehu στη Νέα Ζηλανδία, όπου η αναλογία Mg/Cl αυξήθηκε κατά 25-33 % πριν από την έκρηξη.

Καθώς επίκειται ηφαιστειακή έκρηξη, παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας. Οι *θερμικές* αυτές *ανωμαλίες* μπορούν να ανιχνευθούν στο έδαφος, στις θερμές πηγές, στον κρατήρα και στις φουμαρόλες όπου οι θερμοκρασίες

Πίνακας 11.4

Πρόδρομα φαινόμενα που είναι πιθανό να παρατηρηθούν πριν από μια ηφαιστειακή έκρηξη.

ΠΡΟΔΡΟΜΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	
Σεισμική δραστηριότητα	Αύξηση της σεισμικής δραστηριότητας σε τοπικό επίπεδο Υπόκωφη βοή
Εδαφικές παραμορφώσεις	Διογκώσεις ή ανοδικές κινήσεις στον ηφαιστειακό κώνο Αλλαγές στις κλίσεις των πρηνών κοντά στο ηφαίστειο
Υδροθερμικά φαινόμενα	Αυξημένες παροχές των θερμών πηγών Αυξημένες απελευθερώσεις αερίων στις φουμαρόλες Αύξηση της θερμοκρασίας των θερμών πηγών ή των εκπομπών αερίων από τις φουμαρόλες Αύξηση της θερμοκρασίας των λιμνών του κρατήρα Τήξη χιονιού ή πάγου στο ηφαίστειο Καταστροφή της βλάστησης στα πρηνή του ηφαιστείου
Χημικές αλλαγές	Αλλαγές στη χημική σύσταση των εκπεμπόμενων αερίων

των αερίων αυξάνονται. Οι θερμικές ανωμαλίες παρατηρούνται με τη βοήθεια υπέρυθρων τηλεσκοπίων και αισθητήριων σε δορυφόρους. Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αλλαγές στα πετρώματα σε σημείο που χάνουν τη μαγνητική τους ταυτότητα και τις βαρυτικές τους ιδιότητες ενώ διαταράσσεται και η ηλεκτρική τους αγωγιμότητα. Έτσι, οι *μαγνητικές*, *βαρυτικές* και *ηλεκτρικές ανωμαλίες* μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως πρόδρομοι δείκτες ηφαιστειακής δραστηριότητας (Πίν. 11.4).

4. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΕΣ ΖΩΝΕΣ:

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Το 10% περίπου του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικεί κοντά ή μέσα σε περιοχές ενεργών ηφαιστείων, 91 από τις οποίες χαρακτηρίζονται ως περιοχές *υψηλού ηφαιστειακού κινδύνου* (42 περιοχές στη νοτιοανατολική Ασία και το δυτικό Ειρηνικό, 42 στην Αμερική και 7 στην Ευρώπη και Αφρική).

Οι ηφαιστειακές εκρήξεις ή γενικότερα οι περίοδοι της ηφαιστειακής δραστηριότητας μπορεί να διαρκέσουν για μήνες και επομένως ανάλογα μακρές χρονικά είναι και οι περίοδοι έκτακτης ανάγκης σε αντίθεση με άλλες φυσικές καταστροφές που εκδηλώνονται αστραπιαία και διαρκούν ελάχιστα. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980, στην Ινδονησία πραγματοποιήθηκαν επιτυχείς εκκενώσεις περιοχών και μετακινήσεις πάνω από 400.000 κατοίκων με τις ανάλογες βέβαια οικονομικές επιπτώσεις.

Σε αντίθεση με τα προηγούμενα, τα *πλεονεκτήματα* των ηφαιστειακών περιοχών είναι εξίσου σημαντικά. Η ηφαιστειακή σποδός προστατεύει την εδαφική υγρασία στα ξηρά κλίματα ενώ παρέχει εύκολα και γρήγορα πολλά θρεπτικά συστατικά στη βλάστηση. Η γεωθερμική ενέργεια που σχετίζεται με την ηφαιστειακή δραστηριότητα αποτελεί μια φθηνή και χρήσιμη πηγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα υδάτινα αποθέματα σε περιοχές με υδροπερατά ηφαιστειακά πετρώματα είναι σημαντικά ενώ τέλος τα εντυπωσιακά ηφαιστειακά περιβάλλοντα αποτελούν συχνά πόλο έλξης τουριστικών δραστηριοτήτων.

Οι απώλειες από τις ηφαιστειακές εκρήξεις είναι δυνατό να ελαχιστοποιηθούν με τη λήψη των κατάλληλων μέτρων όπως και στις άλλες περιπτώσεις φυσικών καταστροφών, δηλαδή με το συνδυασμό πρόβλεψης, ετοιμότητας και ελέγχου των χρήσεων γης. Τα μέτρα που μπορεί να ληφθούν όσον αφορά τις δομικές κατασκευές δεν είναι

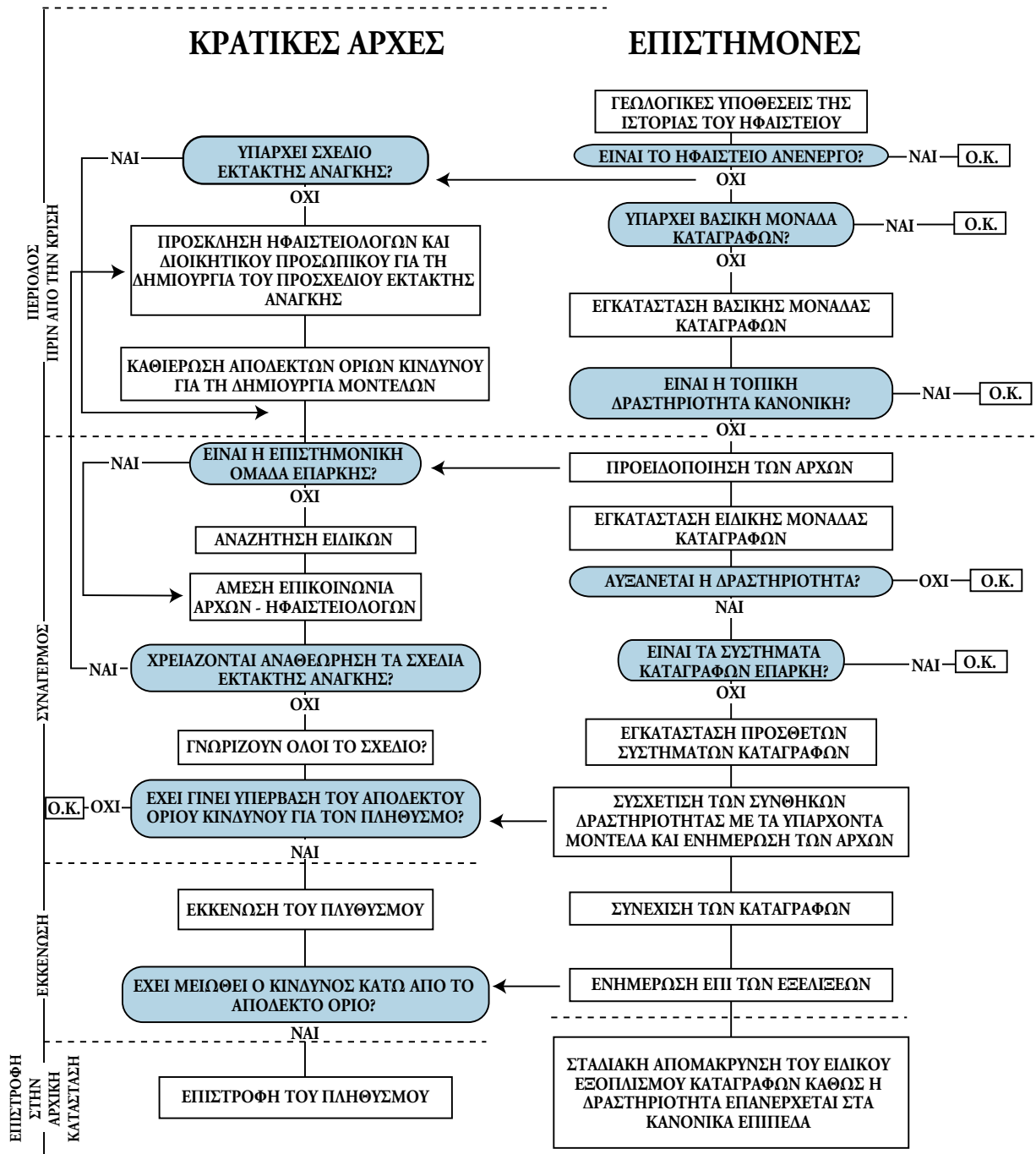
πολλά και περιλαμβάνουν ενισχυμένες οροφές για την αποφυγή καταρρέσεων από την πτώση ηφαιστειακής σποδού και την κατασκευή τοίχων και καναλιών για την απόκλιση των ροών λάβας. Η χαρτογράφηση των ζωνών υψηλού κινδύνου, η ασφάλιση καθώς και ο σχεδιασμός κοινωνικής ετοιμότητας και εκκένωσης αποτελούν απαραίτητα μη-δομικά μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για την αντιμετώπιση ηφαιστειακής δραστηριότητας.

Όπως και στην περίπτωση των σεισμών, έτσι και με τις ηφαιστειακές εκρήξεις οι λανθασμένες προβλέψεις και οι άκαιροι συναγερμοί δεν μπορούν δυστυχώς να αποφευχθούν. Παρά ταύτα, η διαχείριση του ηφαιστειακού κινδύνου εξαρτάται άμεσα από την επισήμανση των επικίνδυνων ζωνών. Σε μακροπρόθεσμη κλίμακα, μεγάλη προσοχή οφείλεται να δίνεται στις χρήσεις γης και στον εντοπισμό των οικιστικών περιοχών. Η φύση και η συγκέντρωση του ηφαιστειακού κινδύνου χρήζει ιδιαίτερης σημασίας ενώ πρέπει επίσης να εκτιμώνται, να καταγράφονται και να χρονολογούνται επακριβώς οι αποθέσεις από παρελθούσες ηφαιστειακές εκρήξεις με σκοπό την αποκρυπτογράφηση του βαθμού ενεργότητας του ηφαιστείου.

Η *ηφαιστειακή ζωνοποίηση* συνήθως δεν είναι ευρέως αποδεκτή από το κοινό καθώς ο απλός πολίτης συχνά θεωρεί ανώφελη τη “σπατάλη” μεγάλων χρηματικών ποσών για την αντιμετώπιση και την προστασία από ένα φαινόμενο που έχει 1% πιθανότητα να συμβεί μέσα σε μια περίοδο 75 χρόνων για παράδειγμα.

Σε βραχυπρόθεσμη κλίμακα, οι περισσότερες από τις ηφαιστειακές εκρήξεις συνοδεύονται από πρόδρομα φαινόμενα. Οι υπεύθυνοι για την κοινωνική ασφάλεια θα πρέπει να βρίσκονται σε στενή συνεργασία για το σχεδιασμό των μέτρων εκκένωσης. Τα επίπεδα του κινδύνου οφείλουν να καθορίζονται σχολαστικά και με ακρίβεια έτσι ώστε να συνδέονται με την κατάλληλη κοινωνική απόκριση. Ένα σχέδιο άμεσης απόκρισης για τη διαχείριση μιας περιόδου έκτακτης ανάγκης σε περίπτωση ηφαιστειακής δραστηριότητας περιλαμβάνει τις ακόλουθες τρεις φάσεις:

- Επαγρύπνηση*. Οι υπηρεσίες κοινωνικής προστασίας κινητοποιούνται 5-15 ημέρες πριν από την εκδήλωση της αναμενόμενης δραστηριότητας.
- Ετοιμότητα*. 2-5 ημέρες πριν από την αναμενόμενη ηφαιστειακή δραστηριότητα, οι ασθενείς, οι ηλικιωμένοι και τα πολύ νεαρά παιδιά μεταφέρονται ενώ οι υπηρεσίες παροχής έκτακτης βοήθειας είναι σε συνεχή ετοι-



Εικόνα 11.15

Διάγραμμα ετοιμότητας για την αντιμετώπιση του ηφαιστειακού κινδύνου.

μότητα για την ανάληψη άμεσης δράσης.

- *Εκκένωση.* 1-2 ημέρες πριν από την αναμενόμενη ηφαιστειακή δραστηριότητα πραγματοποιείται γενική εκκένωση της περιοχής.

Η ταχύτητα και η αποτελεσματικότητα των δυο πρώτων φάσεων καθορίζει και την αποτελεσματικότητα της τρίτης φάσης καθώς τα περισσότερα από τα καταστροφικά ηφαιστειακά επεισόδια διαδραματίζονται πολύ γρήγορα για να μπορέσει να αντιδράσει κάποιος που βρίσκεται μέσα στην περιοχή βελνεκούς τους.

Στα πλαίσια μείωσης του ηφαιστειακού κινδύνου έχει υποδειχθεί από την UNDRO ένα σύνθετο σχέδιο ετοιμότητας, το οποίο παρουσιάζεται στην *εικόνα 11.15*. Στο διάγραμμα διακρίνεται η στενή συνεργασία η οποία πρέπει να υπάρχει μεταξύ επιστημόνων και αρχών προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή αντιμετώπιση του κινδύνου.

5. ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Οι περιπτώσεις των καταστροφών από ηφαιστειακές εκρήξεις και επομένως οι καταστάσεις έκτακτης ανάγκης που ακολουθούν τις καταστροφές, προσελκύουν εδώ και πολλά χρόνια το διεθνές ενδιαφέρον και τη διεθνή βοήθεια τόσο από οικονομική όσο και από τεχνική άποψη. Η ηφαιστειακή έκρηξη στη Galunggung της Γουατεμάλα το 1982, προκάλεσε καταστροφές και επηρέασε περί τα 70.000 άτομα, ενώ άμεσα κλήθηκε η UNDRO να βοηθήσει το συντονισμό της διεθνούς προσπάθειας αποκατάστασης. Ένα από τα συνηθέστερα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν τότε ήταν το γεγονός ότι οι σκηνές που φάνηκε να δίνουν τη λύση στο πρόβλημα της προσωρινής στέγασης αποδείχτηκαν τελικά ακατάλληλες αφού πολλές από αυτές κατέρρευσαν υπό το βάρος της ηφαιστειακής σποδοού.

Η ηφαιστειακή έκρηξη στο Καμερούν το 1986 έφερε στην επιφάνεια το παράδοξο γεγονός ότι ενώ οι καταστροφές που πλήττουν τις υπανάπτυκτες χώρες τυγχάνουν άμεσης απόκρισης και προσελκύουν το ενδιαφέρον για παροχή βοήθειας από τις ανεπτυγμένες χώρες, εν τούτοις η φύση της παροχής βοήθειας που χαρακτηρίζεται από την έλλειψη του κατάλληλου συντονισμού αποδεικνύεται πρακτικά ανεπαρκής ή και ακατάλληλη για τα θύματα. Μέσα σε ένα διάστημα λίγων μόλις ημερών μετά την καταστροφή, προσφέρθηκαν στο Καμερούν 22.000 κουβέρτες (αναλογούσαν πέντε σε κάθε θύμα), 1.430 σκηνές και περισσότερες από 5.000 μάσκες αερίων στις οποίες όμως έλειπαν

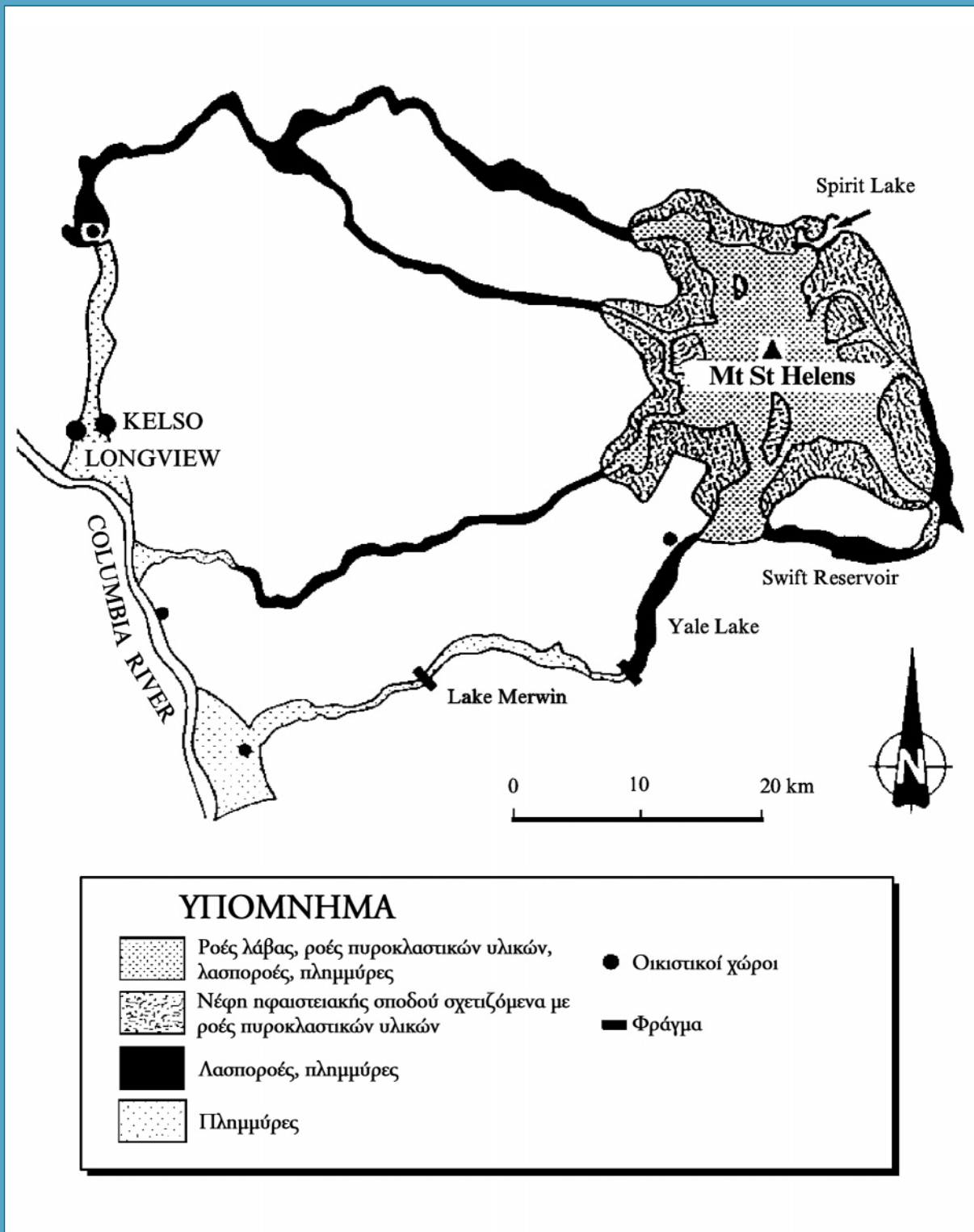
κάποια απαραίτητα εξαρτήματα. Κάποιο από τα κράτη που έσπευσαν για βοήθεια, πρόσφερε 5.000 κιλά μαρμελάδα και 11.000 κατεψυγμένα κοτόπουλα. Τα περισσότερα από τα προϊόντα σίτισης που συγκεντρώθηκαν αποδείχτηκαν άχρηστα καθώς δεν ήταν σε συμφωνία με τις τοπικές διατροφικές συνήθειες αλλά και λόγω της αδυναμίας αποθήκευσης αυτών των τεράστιων ποσοτήτων.

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των καταστροφών από ηφαιστειακές εκρήξεις είναι το ότι δεν είναι πάντα απλές ή μεμονωμένες αλλά πολλές φορές παρατηρείται επαναλαμβανόμενη δραστηριότητα η οποία μπορεί να διαρκέσει αρκετούς μήνες. Αυτό σημαίνει ότι τα θύματα των ηφαιστειακών καταστροφών χρειάζονται συχνά στέγη και φροντίδα για *πολύ μακρύτερες χρονικά περιόδους* από ότι τα θύματα άλλων φυσικών καταστροφών. Στην προαναφερθείσα περίπτωση σημειώθηκαν 29 εκρηκτικές φάσεις σε διάστημα έξι μηνών.

6. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ

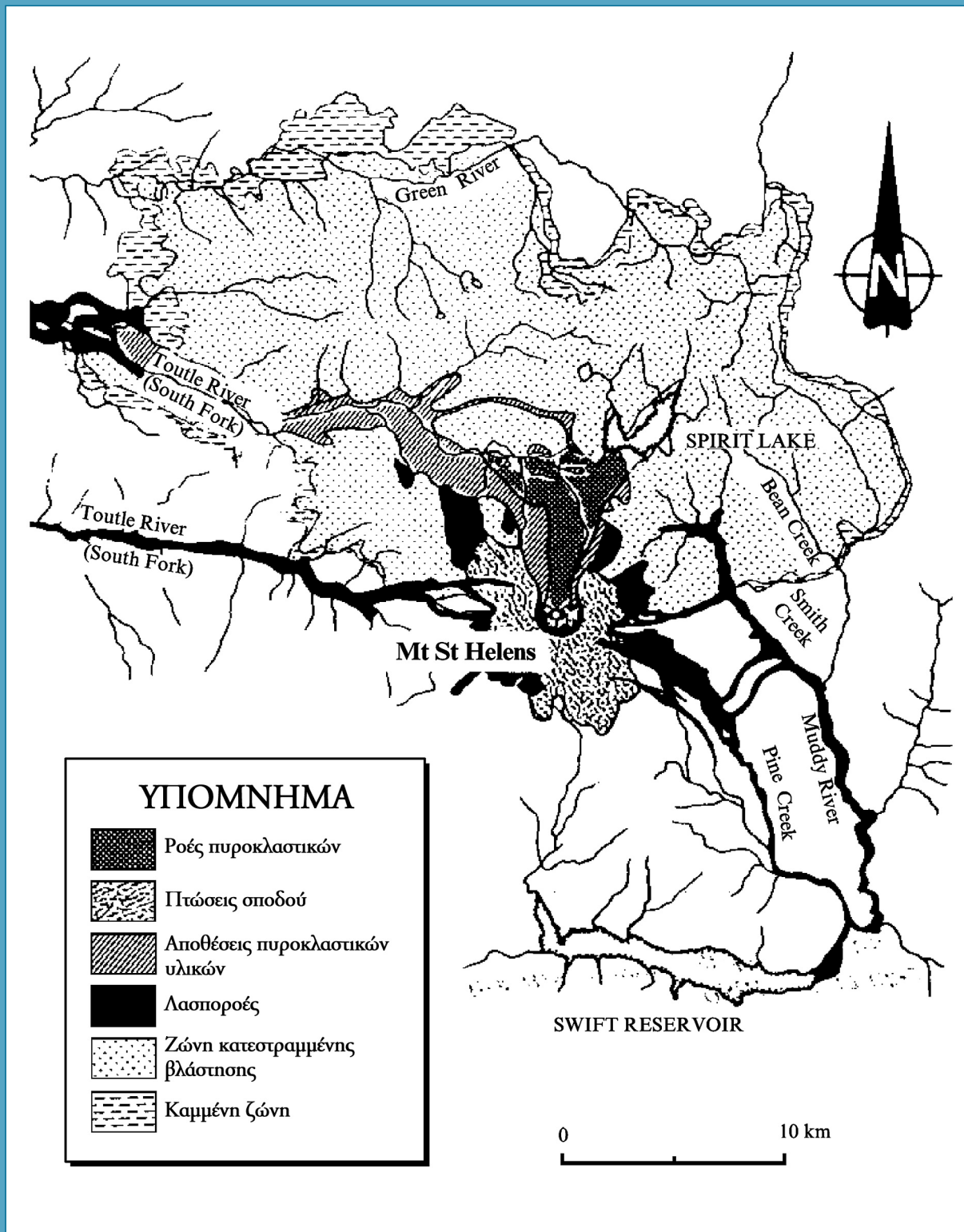
Ο σχεδιασμός των χρήσεων γης διαδραματίζει ένα σημαντικότατο ρόλο στην ελαχιστοποίηση των καταστροφικών συνεπειών από τις ηφαιστειακές εκρήξεις τόσο κατά την έννοια της περιορισμένης ανάπτυξης στις επικίνδυνες ζώνες όσο και με την προετοιμασία σχεδίων επείγουσας εκκένωσης. Η *ζωνοποίηση* των χρήσεων γης και η επιλογή ασφαλών περιοχών εξαρτάται άμεσα από τη μακροπρόθεσμη πρόβλεψη της πιθανότητας ηφαιστειακής δραστηριότητας και τον καθορισμό των περιοχών δυνητικού κινδύνου. Οι χάρτες *ηφαιστειακής επικινδυνότητας* στους οποίους απεικονίζεται η πιθανή έκταση των ηφαιστειακών φαινομένων που θα λάβουν χώρα στο μέλλον προκύπτουν από τα γεωλογικά στοιχεία που έχουν συλλεχθεί από γεγονότα του παρελθόντος. Τα κυριότερα μειονεκτήματα και οι δυσκολίες κατασκευής τέτοιων χαρτών προκύπτουν από την έλλειψη γνώσης που αφορά στο μέγεθος των πιθανών ηφαιστειακών γεγονότων του μέλλοντος. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν κατά την περίοδο της δραστηριότητας είναι εξίσου σημαντικές. Ο βαθμός της χιονοκάλυψης, ο οποίος αποτελεί άμεση συνάρτηση της εποχής του έτους, επηρεάζει την έκταση των καταστροφών από χιονοστιβάδες ενώ η ταχύτητα και η κατεύθυνση των ανέμων επηρεάζει καθοριστικά την ατμοσφαιρική διάδοση της τέφρας.

Για την κατανόηση του βαθμού αποτελεσματικότητας



Εικόνα 11.16

Δυνητικές ηφαιστειακές καταστροφές στην ευρύτερη περιοχή του ηφαιστείου της Αγίας Ελένης, Η.Π.Α., όπως χαρτογραφήθηκαν πριν από την έκρηξη του 1980.



Εικόνα 11.17

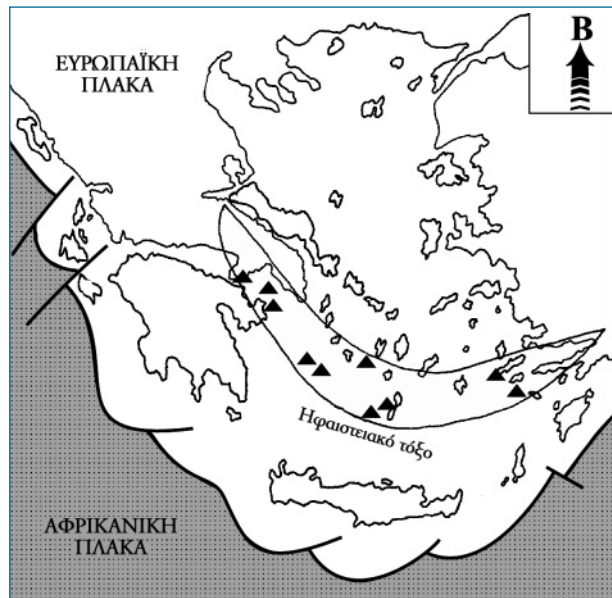
Η πραγματική έκταση των ηφαιστειακών καταστροφών όπως καταγράφηκε αμέσως μετά την έκρηξη του 1980.

της χαρτογράφησης ηφαιστειακής επικινδυνότητας χρησιμοποιείται το παράδειγμα του ηφαιστείου της Αγίας Ελένης νότια της πολιτείας της Washington. Πρόκειται για το νεότερο ηφαίστειο στην οροσειρά Cascade το οποίο λόγω της μακράς ιστορίας σπασμοδικής εκρηκτικής δραστηριότητας που έχει, χαρακτηριζόταν ευρέως ως το πλέον επικίνδυνο ηφαίστειο των δυτικών Η.Π.Α., μέχρι την έκρηξη του 1980. Το 1979 χαρτογραφήθηκε από ειδικούς επιστήμονες ο δυνητικός ηφαιστειακός κίνδυνος στην ευρύτερη περιοχή (Εικ. 11.16). Από το χάρτη αυτό φαίνεται ότι αναμένονταν ροές πυροκλαστικών υλικών οι οποίες θα κάλυπταν ευρύτατες περιοχές σε ακτίνα τουλάχιστον 5 χιλιομέτρων ενώ από τα υψηλότερα τοπογραφικά σημεία θα μετακινούντο προς τα χαμηλότερα σε αποστάσεις μέχρι και 15 χιλιόμετρα. Επιπρόσθετα αναμένοντο λασποροές και πλημμύρες στις κοιλάδες κατόντι και σε αποστάσεις αρκετών δεκάδων χιλιομέτρων. Σύμφωνα με τις προβλέψεις, ροές ηφαιστειακής ιλύος όγκου $110 \times 106 \text{ m}^3$ θα γέμιζαν τα φράγματα ενώ τα νέφη ηφαιστειακής σποδού θα μετακινούντο σε αποστάσεις 200 χιλιομέτρων. Σύμφωνα με τις πιθανολογικά μοντέλα, στην πόλη Yakima το πάχος της τέφρας από μια έκρηξη του ηφαιστείου θα ήταν ελαφρώς μεγαλύτερο των 10 εκατοστών.

Στην εικόνα 11.17 παρουσιάζονται συνοπτικά οι πραγματικές καταστροφές που επήλθαν στην περιοχή μετά την έκρηξη του ηφαιστείου της Αγίας Ελένης το 1980. Τεράστιου όγκου και διαστάσεων λασποροές κατέκλυσαν τις περιοχές κατόντι, ενώ παρά τη μείωση του όγκου του αποθηκευμένου ύδατος στο φράγμα Swift, η οποία είχε προηγηθεί της έκρηξης για προληπτικούς λόγους, παρατηρήθηκε αύξηση της στάθμης της δεξαμενής του φράγματος κατά 2 μέτρα. Λόγω της προηγηθείσας εκκένωσης αποφεύχθηκε η υπερχειλίση και ίσως η καταστροφή του φράγματος λόγω υπερφόρτισης και έτσι αποτράπηκε καταστροφική πλημμύρα στα κατώτερα τμήματα του ποταμού Lewis. Από την άλλη πλευρά, τα νέφη της ηφαιστειακής σποδού έφθασαν μέχρι τη Nebraska και τη Dakota ενώ στην πόλη Yakima το πάχος της τέφρας έφθασε τα 25 εκατοστά.

7. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

Όπως ήδη έχει αναφερθεί η συντριπτική πλειοψηφία των ηφαιστειών απαντά σε περιοχές ορίων των μεγάλων λιθοσφαιρικών πλακών που συγκροτούν τη γήινη λιθό-



Εικόνα 11.18

Το ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου που βρίσκεται πάνω στην Ευρωπαϊκή πλάκα και σχηματίζεται από την τήξη της υποβυθιζόμενης Αφρικανικής. Απέχει δε περί τα 250 χιλιόμετρα από το σημερινό όριο των δύο λιθοσφαιρικών πλακών.

σφαιρα.

Στον ευρύτερο Ελλαδικό χώρο παρατηρείται όπως είναι γνωστό η σύγκλιση των δύο λιθοσφαιρικών πλακών, της Ευρωπαϊκής που επωθείται και κινείται προς τα νοτιοδυτικά και της Αφρικανικής που υποβυθίζεται και κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση. Το όριο σύγκλισης των δύο λιθοσφαιρικών πλακών διέρχεται από το Ιόνιο πέλαγος δυτικά των Ιονίων νήσων, από τα νότια παράλια της Κρήτης και συνεχίζει νοτιοανατολικά της νήσου Ρόδου.

Η υποβυθιζόμενη Αφρικανική λιθοσφαιρική πλάκα εισέρχεται σε χώρους υψηλών θερμοκρασιών, γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα την τήξη της. Το τήγμα αυτό έχει μικρότερη πυκνότητα και ανέρχεται στην επιφάνεια διαπερνώντας την Ευρωπαϊκή πλάκα που υπέρκειται. Τα υλικά που δεν έχουν το χρόνο να στερεοποιηθούν δημιουργούν τα ηφαίστεια των Λιχάδων, του Σουσακίου, του Πόρου, των Μεθάνων, της Μήλου - Αντιμήλου, της Κιμώλου, της Θήρας, της Αντιπάρου, των Χριστιανίων, της Κω και της Νισύρου για τα οποία έχει πιστοποιηθεί δραστηριότητα κατά τα τελευταία 2 εκατομμύρια χρόνια.

Τα ανωτέρω ηφαίστεια απαρτίζουν το λεγόμενο *Ηφαιστειακό Τόξο του Αιγαίου* το οποίο απέχει περίπου 250 χιλιόμετρα από το σημερινό όριο των δύο λιθοσφαιρικών πλακών που προαναφέρθηκε (Εικ. 11.18). Θα πρέπει να

επισημανθεί ότι τα ηφαιστειακά του Ελληνικού χώρου τα οποία έδρασαν και σε παλαιότερες γεωλογικές περιόδους είναι πάρα πολλά, αλλά θεωρούνται πλέον ανενεργά χωρίς πιθανότητα ενεργοποίησης.

8. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΝΙΣΥΡΟ

Η ηφαιστειακή δραστηριότητα στη νήσο Νίσυρο είναι ήδη γνωστή από την Ελληνική Μυθολογία. Στο χώρο της Νισύρου ο Δίας καταπόντισε το γιο του Πολυβόη, ο οποίος προσπάθησε να διαφύγει από τον Ολυμπο κλέβοντας τη φωτιά. Ωστόσο, ασφαλή στοιχεία για προϊστορικές εκρήξεις δεν υπάρχουν παρ' ότι η ηφαιστειακή δράση συνεχίζεται με έντονους ρυθμούς τους προηγούμενους αλλά και τον παρόντα αιώνα. Συνοπτικά, η δράση του ηφαιστείου κατά τους τελευταίους αιώνες είναι η ακόλουθη:

- 1422.** Πιθανές εκτινάξεις ατμών και εκλύσεις θειούχων αερίων.
- 1830.** Ισχυρές εκτινάξεις ατμού και θερμού νερού, εκλύσεις θειούχων αερίων.
- 1871.** Παρατηρήθηκαν κίτρινες φλόγες, εκλύσεις αερίων και εκτινάχθηκε ηφαιστειακή σποδός, η οποία κατέστρεψε οπωροφόρα δέντρα. Η ηφαιστειακή δραστηριότητα συνοδεύτηκε και από σεισμική.
- 1873.** Εκρήξεις στις 11 και 16 Σεπτεμβρίου 1873 κατά τις οποίες εκτινάχθηκε ηφαιστειακό υλικό, αλμυρό νερό και τέφρα. Μετά από σεισμό σχηματίστηκε κρατήρας 10 μέτρων.
- 1888.** Φρεατική έκρηξη που πραγματοποιήθηκε στο τέλος Σεπτεμβρίου. Εκτινάχθηκε ηφαιστειακό υλικό σε σχήμα κυλίνδρου διαμέτρου τουλάχιστον 25 μέτρων καθώς και λάσπη με ηφαιστειακά λιθάρια που συνοδεύονταν από στίλη ατμού.

9. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ

Η ηφαιστειακή δραστηριότητα στη Σαντορίνη έχει αποχολπίσει από την αρχαιότητα ως σήμερα πολυάριθμους ιστορικούς και σύγχρονους ερευνητές. Σύμφωνα με τα δεδομένα, η δραστηριότητα του ηφαιστείου είναι η ακόλουθη:

- 15ος αιώνας π.Χ.** Αποτελεί την πρώτη γνωστή έκρηξη από το κέντρο της νήσου Στρογγύλης κατά τους ιστορικούς χρόνους. Κατά την έκρηξη αυτή, εκχύθηκαν

μεγάλες ποσότητες λάβας και εκτινάχθηκαν τεράστιες ποσότητες ατμών, αερίων και στερεών αναβλημάτων, με τελικό αποτέλεσμα την κατακρήμνιση του τεράστιου ηφαιστειακού θόλου. Έτσι, το κέντρο του νησιού καταποντίστηκε και δημιουργήθηκε η τεράστια καλδέρα γεγονός το οποίο συνοδεύτηκε από τη δημιουργία θαλάσσιων κυμάτων. Από την αρχική νήσο Στρογγύλη παρέμειναν μόνο τα εξωτερικά της τμήματα με τα σημερινά νησιά Θήρα, Θηρασία και Ασπρονήσι. Η έκρηξη αυτή αλλά και από τα φαινόμενα που ακολούθησαν αποτέλεσαν την κύρια αιτία καταστροφής του Μινωϊκού πολιτισμού.

- 197 π.Χ.** Ο Στράβωνας αναφέρει ότι στο μέσο μεταξύ Θήρας και Θηρασίας εξέρχοντο φλόγες από το πέλαγος για τέσσερις μέρες και από την ανύψωση του υπεδάφους σχηματίστηκε νησί περιμέτρου 12 σταδίων ($\approx 2\text{km}$), το οποίο ονομάστηκε Ιερά. Ο Ιουστίνος αναφέρει ότι έγινε σεισμός ο οποίος προκάλεσε καταστροφές στη Ρόδο και στη Μικρά Ασία και υπήρξε η αιτία να αναδυθεί, μέσα από το θαλάσσιο νερό που έβραζε, νησί. Υποστηρίζεται ότι από αυτή την έκρηξη σχηματίστηκε η Παλαιά Καμένη.
- 19 π.Χ.** Σύμφωνα με τον Πλίνιο, κατά την έκρηξη αυτή σχηματίστηκε, σε απόσταση 2 σταδίων από την Ιερά, ένα μεγάλο νησί η Θεία, μέρος του οποίου προσκολλήθηκε στην Ιερά.
- 46 π.Χ.** Η έκρηξη δημιούργησε μεταξύ Θήρας και Θηρασίας το νησί Θεία διαστάσεων 30 σταδίων (5.4km). Η έκρηξη συνοδεύτηκε από καταστροφικούς σεισμούς ένας από τους οποίους έγινε αισθητός στη Βόρεια Κρήτη, ενώ κύματα τσουνάμι έπληξαν τις βόρειες ακτές της Κρήτης.
- 726 π.Χ.** Ο Θεοφάνης αναφέρει ότι μεταξύ της Θήρας και της Θηρασίας έγινε έκρηξη στη θάλασσα κατά τους χρόνους του Θεομάχου Λέοντα που κράτησε μερικές μέρες. Μαζί με τον καπνό έβγαине και πυρακτωμένη κίσηρη, τμήματα της οποίας είχαν το μέγεθος μεγάλων λίθων και μεταφέρθηκαν από τα κύματα μέχρι τη Μικρά Ασία, τη Λέσβο και το Βόρειο Αιγαίο. Συνέπεια της έκρηξης αυτής ήταν ο σχηματισμός από τη λάβα, νησιού το οποίο ενώθηκε με το νησί Ιερά.
- 1457.** Μετά από ισχυρούς σεισμούς και τρομερούς υπο-

χθόνιους κρότους πραγματοποιήθηκε έκρηξη η οποία είχε σαν συνέπεια να αυξηθεί και πάλι σημαντικά σε μέγεθος η Παλαιά Καμένη στο ανατολικό μέρος της.

1508. Εγινε νέα έκρηξη προς το μέρος της Παλαιάς Καμένης.

1573. Από έκρηξη σχηματίστηκε η Μικρή Καμένη βορειοανατολικά της Παλαιάς Καμένης. Η έκχυση της λάβας συνοδευόταν από εκρηκτικά φαινόμενα και κράτησε για μεγάλο χρονικό διάστημα.

1650. Πρόκειται για μεγάλη έκρηξη η οποία έγινε σε απόσταση 7 χιλιομέτρων βορειοανατολικά του ακρωτηρίου Κολούμπο της Σαντορίνης. Από τη λάβα σχηματίστηκε νησίδα που όμως καταστράφηκε σύντομα από τη δράση των θαλάσσιων κυμάτων, αφήνοντας στη θέση της έναν ύφαλο, ο οποίος ονομάζεται ύφαλος Κολούμπο. Οι εκρήξεις προαναγγέλθηκαν από σεισμούς οι οποίοι άρχισαν το 1649 και προξένησαν καταστροφές. Οι εκρήξεις κράτησαν 3 μήνες και συνοδεύτηκαν από κύματα τσουνάμι και από ισχυρούς σεισμούς. Σκοτώθηκαν περίπου 50 άνθρωποι.

1707-1711. Κατά την έκρηξη αυτή σχηματίστηκε το πρώτο τμήμα της Νέας Καμένης που στη συνέχεια ενώθηκε με τη Μικρή Καμένη. Οι πρόδρομες σεισμικές δονήσεις έγιναν αισθητές την 18η Μαρτίου του 1707 και επαναλήφθηκαν την 21η Μαρτίου, ενώ η πρώτη εμφάνιση της λάβας πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας έγινε την 23η Μαρτίου. Η έξοδος της λάβας συνεχίστηκε αθόρυβα και χωρίς σεισμούς και σχηματίστηκε το νησί που ονομάστηκε Ασπρονήσι. Στη συνέχεια η θερμοκρασία της θάλασσας αυξήθηκε τόσο ώστε να καταστραφεί η θαλάσσια πανίδα. Επίσης προκλήθηκε θαλασσοταραχή και σχηματίστηκε νέο νησί το οποίο ονομάστηκε Μαυρονήσι. Η έκχυση της λάβας συνεχίστηκε μέχρι το 1712 και τα δύο αυτά μικρά νησιά (το Ασπρονήσι και το Μαυρονήσι), ενώθηκαν για να αποτελέσουν τη Νέα Καμένη.

1866-1870. Η ηφαιστειακή δράση που άρχισε στις 6 Ιανουαρίου 1866 και τελείωσε τον Οκτώβριο του 1870 είχε ως συνέπεια τον τριπλασιασμό της έκτασης της Νέας Καμένης. Ελαφρές σεισμικές δονήσεις έγιναν αισθητές μεταξύ 14 και 26 Ιανουαρίου 1866, ενώ στο κόλπο Βουλκάνος, η θερμοκρασία

του νερού αυξήθηκε και άρχισαν να σχηματίζονται δίνες στη θάλασσα από την έκλυση των αερίων. Την 1η Φεβρουαρίου, στο μέσον του κολπίσκου του Βουλκάνου εμφανίστηκε σκουρόχρωμος βράχος, ο οποίος συνεχώς μεγάλωνε σε όγκο και έτσι σχηματίστηκε η νησίδα Γεώργιος. Στη συνέχεια σχηματίστηκε και άλλη ηφαιστειακή νησίδα στο νοτιοδυτικό άκρο της Νέας Καμένης η οποία ονομάστηκε Αφρόεσσα καθώς και άλλα μικρά ηφαιστειακά νησιά, τα οποία τελικά ενώθηκαν με τη Νέα Καμένη και την τριπλασίασαν εκ νέου. Κατά την ηφαιστειακή αυτή δράση παρατηρήθηκαν, κατά περιόδους, βίαιες εκρήξεις από το ηφαίστειο του Γεωργίου, ο κώνος του οποίου βρίσκεται σχεδόν στο μέσο της Νέας Καμένης και αποτελεί τον υψηλότερο και πιο εντυπωσιακό ηφαιστειακό σχηματισμό των νησιών Καμένων.

1925-1928. Η κύρια φάση της ηφαιστειακής αυτής δράσης πραγματοποιήθηκε μεταξύ της 11 Αυγούστου 1925 και του Ιανουαρίου 1926 και είχε ως συνέπεια την ένωση της Μικρής Καμένης με τη Νέα Καμένη, ενώ η δεύτερη φάση πραγματοποιήθηκε μεταξύ 23 Ιανουαρίου και 17 Μαρτίου 1928. Στην περιοχή Κόκκινα Νερά, μεταξύ της Νέας και Μικρής Καμένης, παρατηρήθηκαν ασθενή πρόδρομα φαινόμενα ηφαιστειακής δράσης, όπως αύξηση της θερμοκρασίας του νερού, κ.λπ. Κατά την έναρξη της ηφαιστειακής δράσης την 11η Αυγούστου πραγματοποιήθηκε έξοδος καπνού ενώ μετά από 4 περίπου ώρες η ηφαιστειακή δράση έγινε βίαια και άρχισε ο σχηματισμός μιας μικρής νησίδας μεταξύ της Νέας και της Μικρής Καμένης η οποία ονομάστηκε Δάφνη. Τελικά, από τη συνεχόμενη εκροή λάβας διευρύνθηκε η νησίδα Δάφνη και ενώθηκε με τη Νέα και Μικρή Καμένη ώστε σήμερα αυτά να αποτελούν ένα νησί που ονομάζεται Νέα Καμένη.

1939-1941. Μεταξύ 20 Αυγούστου 1939 και του Ιουλίου του 1941, έλαβαν χώρα πέντε εκρήξεις στη Νέα Καμένη.

1950. Η ηφαιστειακή δράση αυτής της περιόδου διήρκεσε από την 10η Ιανουαρίου μέχρι την 2η Φεβρουαρίου 1950 και είχε ως αποτέλεσμα το σχηματισμό ενός ηφαιστειακού δόμου σε απόσταση 220 μέτρων ανατολικά του κρατήρα Γεωργίου.

10. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΜΕΘΑΝΑ

Σύμφωνα με πληροφορίες, παρατηρήθηκε στη χερσόνησο των Μεθάνων ηφαιστειακή δράση γύρω στα 250π.Χ., όπου και σχηματίστηκε θόλος 7 σταδίων (1.3 km), από τον οποίο βγήκε καπνός και έρρευσε λάβα. Έτσι δημιουργήθηκε ο ηφαιστειακός δόμος “Καμμένο Βουνό”. Η έλλειψη ηφαιστειακών υλικών στην ευρύτερη περιοχή δείχνει ότι η έκρηξη ήταν ασθενής. Το ηφαίστειο βρίσκεται σήμερα σε μετα-ηφαιστειακή δράση με εμφάνιση θερμών πηγών και ατμίδων.

11. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΜΗΛΟ

Στη νήσο Μήλο δεν έλαβαν χώρα μεγάλου μεγέθους ηφαιστειακές δραστηριοποιήσεις σε ιστορικούς χρόνους αλλά αντίθετα παρατηρήθηκαν κατά διαστήματα μεγάλες μεταβολές στη θερμοκρασία και στην ένταση των ατμίδων και των θερμών πηγών. Πολλοί ερευνητές συσχετίζουν αυτές τις διαφοροποιήσεις με την ηφαιστειακή δραστηριότητα του ηφαιστείου της Σαντορίνης. Όπως έχει αποδειχθεί από πρόσφατες έρευνες, μεταξύ του 1ου και του 3ου μ.Χ. αιώνα, έλαβε χώρα φρεατική έκρηξη στην περιοχή της Αγίας Κυριακής με τοπικά καταστροφικά αποτελέσματα. Οι μικρές εξάρσεις στην ηφαιστειακή δραστηριότητα στη νήσο Μήλο συνοδεύοντο πάντα από πολυάριθμους μικρούς σεισμούς, όπως για παράδειγμα κατά τον 17ο μ.Χ. αιώνα, οπότε και υπήρξαν σημαντικές καταστροφές καθώς και εγκατάλειψη της νήσου από τους κατοίκους.

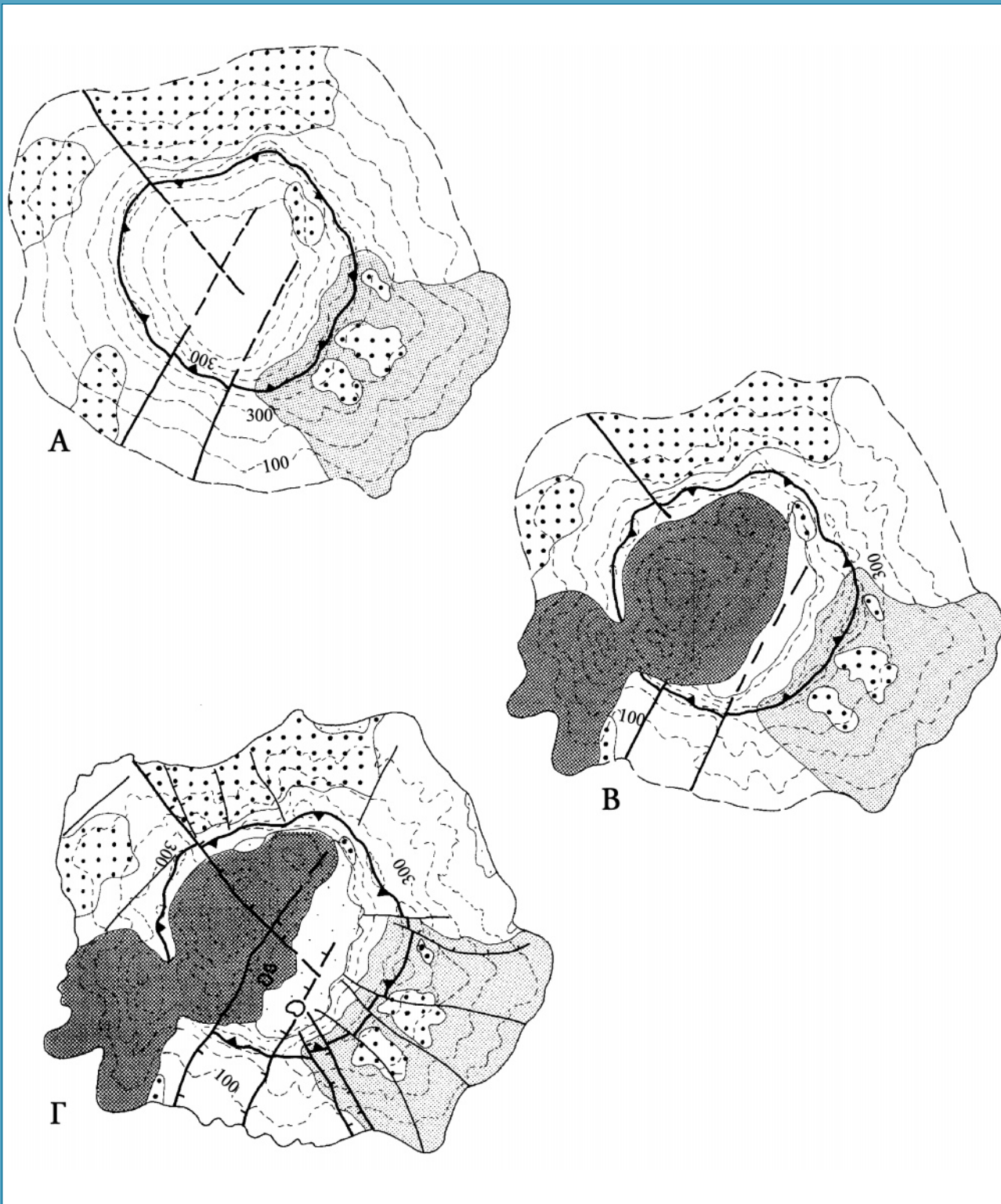
12. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟ-ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Η ηφαιστειακή επικινδυνότητα στον Ελληνικό χώρο είναι ουσιαστικά μηδενική εκτός από τις περιοχές κατά μήκος του ηφαιστειακού τόξου και ειδικότερα τις περιοχές των υφιστάμενων ηφαιστειακών κέντρων, δηλαδή των Μεθάνων, της Μήλου, της Σαντορίνης και της Νισύρου. Η επικινδυνότητα στις ανωτέρω θέσεις θα μπορούσε να χαρακτηριστεί μικρή σε σχέση με άλλες ηφαιστειακές ζώνες του πλανήτη, είναι όμως υπαρκτή, γεγονός το οποίο αυτόματα επιβάλλει και δρομολόγηση κάποιων ενεργειών μείωσης του ηφαιστειακού κινδύνου. Οι ενέργειες θα πρέπει να περιλαμβάνουν συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου των πρόδρομων φαινομένων μιας ηφαιστειακής

δράσης, όπως π.χ. παρακολούθηση της σεισμικής δραστηριότητας, των μεταβολών των κλίσεων του εδάφους, της βαρύτητας, της μεταβολής της θερμοκρασίας και της έντασης έκλυσης των αερίων και γενικότερα όλων των γεωφυσικών δεικτών που αναφέρθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο. Ιδιαίτερη σημασία θα πρέπει να δίνεται στον μακροπρόθεσμο σχεδιασμό χρήσεων γης γύρω από τα ηφαιστειακά κέντρα που θα στηρίζεται σε ανάλυση και χαρτογράφηση όλων των πιθανολογικών επιμέρους ηφαιστειακών κινδύνων, δηλαδή των ενδεχόμενων ροών λαβών, της έκλυσης αερίων, της απόθεσης ηφαιστειακής τέφρας, κ.ά.

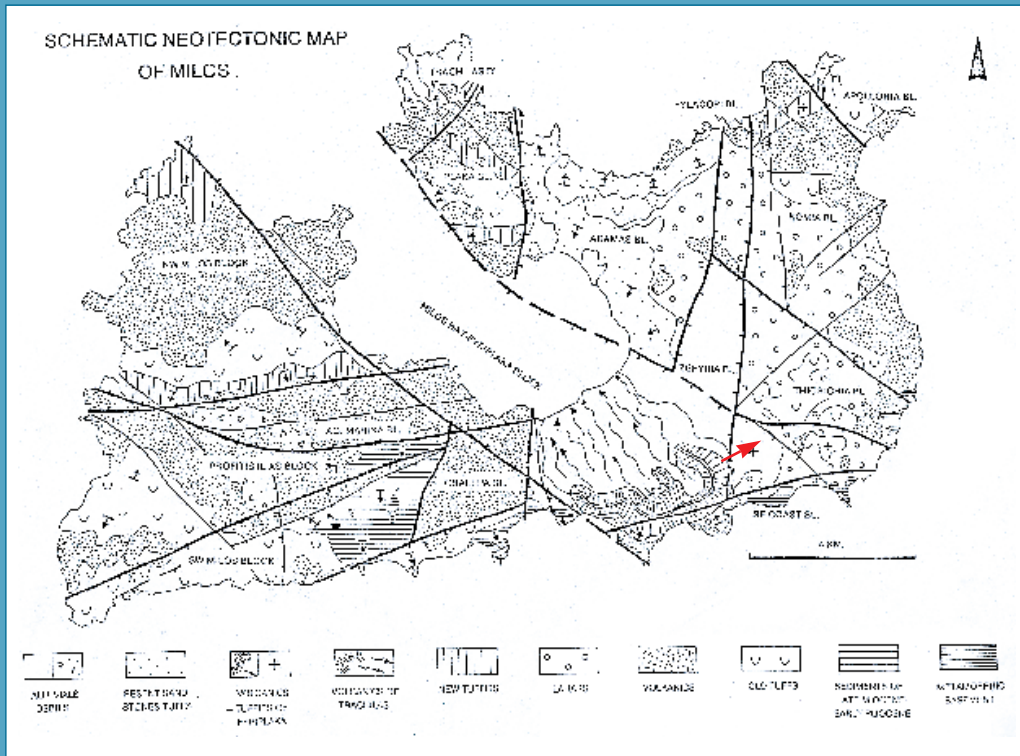
Ένα μεγάλο πρόβλημα που έχει σχέση με τον μακροπρόθεσμο σχεδιασμό χρήσεων γης στον Ελληνικό χώρο είναι ότι τα ηφαίστεια αποτέλεσαν στο παρελθόν πόλο έλξης ανθρώπινων δραστηριοτήτων, με αποτέλεσμα την ύπαρξη πολυάριθμων *αρχαιολογικών θησαυρών*. Οι αρχαιολογικοί αυτοί θησαυροί αποτελούν σήμερα με τη σειρά τους πόλο έλξης -πέρα από το φυσικό κάλος του ίδιου του ηφαιστείου- σύγχρονων δραστηριοτήτων στενά συνυφασμένων με ραγδαία οικονομική ανάπτυξη και πολυποικίλα συμφέροντα. Παράλληλα, επειδή στα ηφαιστειακά πεδία αναπτύσσονται ιδιόμορφα και *σπάνια είδη πανίδας και χλωρίδας*, θα πρέπει για την επιβίωση και διατήρησή τους να λαμβάνονται υπόψη ειδικοί κανόνες και διατάξεις. Όλα τα ανωτέρω δημιουργούν προβλήματα, λόγω των αντικρουόμενων συμφερόντων και θέσεων, στον ορθό σχεδιασμό των χρήσεων γης που αποσκοπεί στη μείωση του ηφαιστειακού κινδύνου. Ο σχεδιασμός αυτός πρέπει να στηρίζεται σε ένα πλήθος δεδομένων όπως μορφολογικών, γεωλογικών, ηφαιστειακών, πολεοδομικών, αρχαιολογικών, βιολογικών, οικονομικών, τουριστικών, βιομηχανικών, γεωργικών, κ.ά. δραστηριοτήτων, γεγονός που απαιτεί ισχυρή βάση δεδομένων και ένα πολύπλοκο σύστημα λήψης αποφάσεων. Τα τελευταία προβλήματα φαίνεται να λύνονται με τη χρήση εξελιγμένων υπολογιστικών συστημάτων και προγραμματικών *διαχειρίσις*, όπως με τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (G.I.S.). Μια τέτοια προσπάθεια έχει αρχίσει να πραγματοποιείται με αργούς ρυθμούς, λόγω των υφιστάμενων προβλημάτων που αναφέρθηκαν, στη Μήλο.

Παρόλο που μια ενδεχόμενη ηφαιστειακή δραστηριότητα κατά μήκος του ηφαιστειακού τόξου φαίνεται περιορισμένη, εντούτοις αυξημένος εμφανίζεται ο κίνδυνος από μια *σεισμο-ηφαιστειακή δραστηριοποίηση*, δηλαδή μια “ηφαιστειακή δράση - διέγερση” με ή χωρίς εμφανείς επιπτώσεις στην επιφάνεια, αλλά με ταυτόχρονη εκδήλωση



Εικόνα 11.19

Τα διαδοχικά στάδια εξέλιξης του ηφαιστείου της Νισύρου που ελέγχθηκε από την παρουσία μεγάλων ρηγμάτων.



Εικόνα 11.20

Νεοτεκτονικός χάρτης της Μήλου με τις μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες που ελέγχουν την παρουσία των ηφαιστειακών κέντρων (πάνω) και επαναδραστηριοποίηση της ρηξιγενούς ζώνης του όρμου Μήλου - Φυριπιλάκας, σημειώνεται με το βέλος, κατά το σεισμό του 1992 (δεξιά).

σεισμικής δραστηριότητας, λόγω των συμπαρομαρτούμενων ανακατατάξεων στο ηφαιστειακό κέντρο. Η εκδήλωση αυτή της σεισμικής δραστηριότητας έστω και αν δεν περιλαμβάνει σεισμούς με μεγάλα μεγέθη -συνήθως όχι πάνω από 5.5R- εντούτοις λόγω του ενδεχόμενου μικρού βάρους των εσίων -1 έως 5 χιλιόμετρα- μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα επικίνδυνη για τους παρακείμενους οικισμούς και πόλεις οι οποίες μάλιστα χαρακτηρίζονται από υψηλή σεισμική τρωτότητα λόγω της ανεξέλεκτης ανάπτυξης, των αρνητικών πολεοδομικών χαρακτηριστικών και της τεράστιας τουριστικής κίνησης κατά τους θερινούς μήνες.

Η σεισμο-ηφαιστειακή *επικινδυνότητα* ελέγχεται κυρίως από δύο σημαντικούς παράγοντες και ειδικότερα από τις μεγάλες *ρhnξηνεείς ζώνες* και από ορισμένους γεωλογικούς σχηματισμούς με προβληματική *σεισμική απόκριση*.

Ειδικότερα στον Ελληνικό χώρο, κατά μήκος του ηφαιστειακού τόξου η ηφαιστειακή δραστηριότητα ελέγχθηκε ή συνοδεύτηκε σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις από μεγάλες ρhnξηνεείς ζώνες οι οποίες έδρασαν πριν, ταυτόχρονα ή μετά από μια ηφαιστειακή δραστηριότητα με πλέον χαρακτηριστικό παράδειγμα στον ηφαιστειακό χώρο της Μήλου, της Κω και της Νισύρου (*Εικ. 11.19*). Οι ρhnξηνεείς αυτές ζώνες αποτελούν και τα *ευπαθή σημεία* ή τις *περιοχές υψηλού κινδύνου*. Ένα τέτοιο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η περίπτωση των σεισμών του 1992 στη Μήλο, που εκδηλώθηκε στην επιφάνεια επαναδραστηριοποίηση μεγάλων ρhnγμάτων τα οποία είχαν εκ των προτέρων χαρτογραφηθεί. Κατά μήκος των επαναδραστηριοποιηθέντων ρhnγμάτων εκδηλώθηκαν οι σημαντικότερες βλάβες, ενώ παρατηρήθηκε και μικρή μεταβολή της θερμοκρασίας και της έντασης των αερίων των παρακείμενων ηφαιστειακών οπών - κρατήρων (*Εικ. 11.20*).

Ένας άλλος παράγοντας που αυξάνει την σεισμο-ηφαιστειακή επικινδυνότητα είναι η παρουσία ηφαιστειακών σχηματισμών που έχουν προβληματική σεισμική απόκριση. Ιδιαίτερα η εμφάνιση ορισμένων ηφαιστειακών προϊόντων, όπως της κίσηρης, της τέφρας και των λοιπών πυροκλαστικών πετρωμάτων που αποτελούν ψαθυρά πετρώματα και μάλιστα με μικρά πάχη πάνω από συμπαγείς λάβες που αποτελούν βραχώδεις σχηματισμούς, συνθέτουν ένα κατεξοχήν *αρνητικό εδαφοδυναμικό πλαίσιο* που είναι ακατάλληλο για θεμελίωση κατασκευών, εκτός εάν ληφθούν υπόψη ειδικά κατασκευαστικά μέτρα. Πρόσθετα, το προηγούμενο λιθοστρωματογραφικό - γεωτεχνικό πλαίσιο λόγω των μορφολογικών χαρακτήρων ενός ηφαιστείου που

συνήθως αντιπροσωπεύονται από μεγάλες μορφολογικές κλίσεις συνθέτουν ένα ευνοϊκό πεδίο εκδήλωσης καταλιθωτικών φαινομένων ιδιαίτερα σε περίπτωση δονήσεων, οι οποίες αυξάνουν τον κίνδυνο για ολόκληρες οικιστικές περιοχές.

Τα ιστορικά στοιχεία που αναφέρονται στην εκδήλωση σεισμών κατά τη διάρκεια των περιόδων ηφαιστειακής δράσης ή των ενδιάμεσων περιόδων, τα πρόσφατα παραδείγματα από καταστροφικούς σεισμούς σε ηφαιστειακά κέντρα στον Ελληνικό χώρο (π.χ. Μήλος 1992), αλλά και τα ανωτέρω στοιχεία, υποδεικνύουν την αναγκαιότητα εισαγωγής και αξιολόγησης δεδομένων για τον σεισμο-ηφαιστειακό κίνδυνο που μαζί με τα υπόλοιπα δεδομένα θα βοηθήσουν στον καλύτερο μακροπρόθεσμο σχεδιασμό των χρήσεων γης στις ηφαιστειακές περιοχές.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agnew, D.C., 1986. Strainmeters and tiltmeters. *Reviews of Geophysics*, 24, 579-624.
- Ακύλας, Β.Ι., 1925. Τα ηφαιστεια και η νήσος Θήρα. 102σ., "Τύποις Μπλαζουδάκη", Αθήνα.
- Alexander, D., 1993. *Natural Disasters*. 632p., UCL Press, London.
- Blot, C., 1980. Volcanism and seismicity in Mediterranean island arcs. 2nd Int. Sci. Congr. on Thera and the Aegean World, 1, 33-44, Santorini.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. *Geological Hazards*. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bryant, E.A., 1991. *Natural Hazards*. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Chretien, S. & Brousse, R., 1989. Events preceding the great eruption of 8 May, 1902, at Mount Pelee, Martinique. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 38, 77-95.
- Coch, N.K., 1995. *Geohazards. Natural and human*. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Decker, R.W., 1986. Forecasting volcanic eruptions. *Annual Reviews of Earth and Planetary Science*, 14, 267-91.
- Δερμιτζάκης, Μ. & Λέκκας, Σ., 1983. Διερευνώντας τη Γη - Εισαγωγή στη Γενική Γεωλογία. Πανεπιστήμιο Αθηνών, 593σ., Αθήνα.
- Fouque, F., 1879. *Santorin et ses eruptions*. Paris.
- Geological Society of London, 1979. Special issue on prediction of volcanic eruptions. *Geological Society of London Journal*, 136, 321-60.
- Georgalas, G.C., 1962. Active volcanoes in the world including

- solfatar fields. International Volcanological Association, XII, 1-40, Roma.
- Gudmundsson, A., 1988. Formation of collapse calderas. *Geology*, 16, 808-10.
- Keller, A.E., 1976. *Environmental geology*. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- Lekkas, E., 1995. Land uses - Land planning at Milos island (Aegean Sea, Greece). 30th Inter. Geol. Congr., Abstract.
- Λέκκας, Ε., 1995. Γεωλογία και Περιβάλλον. Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 242σ., Αθήνα.
- Λεντάκης, Α., 1974. Η καταστροφή της Μήλου τον ΙΗ΄ αιώνα. 100σ., Ολκος.
- Mastin, G.L., 1994. Explosive tephra emissions at Mount St. Helens 1989-1991. The violent escape of magmatic gas following storms? *Bulletin Geological Society of America*, 106, 2, 175-185.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. *Geohazards. Natural and man-made*. 227p., Chapman & Hall, London.
- Papanikolaou, D. & Lekkas, E., 1990. Miocene tectonism in Kos, Dodekanese Islands. International Earth Sciences Congress on Aegean regions, Abstract, p.179.
- Papanikolaou, D., Lekkas, E., Syskakis, D. & Adamopoulou, E., 1992. Correlation of Neotectonic structure with Geodynamic activity in Milos during the earthquakes of March 1992. 6th Congress of the Geol. Soc. of Greece, *Bull. Geol. Soc. of Greece*, XXVIII, 3, 413-428, 1993.
- Παπανικολάου, Δ., 1986. Γεωλογία Ελλάδας, 240σ., Επτάλοφος, Αθήνα.
- Παπανικολάου, Δ., Λέκκας, Ε., & Συσκάκης, Δ., 1989. Τεκτονική ανάλυση του γεωθερμικού πεδίου της Μήλου. Σύνοψη, Γεωενημέρωση, Περ. Β΄, 4, Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ., XXIV (υπό εκτύπωση).
- Παπανικολάου, Δ., Λέκκας, Ε., με τη συμβολή του Σακελλαρίου, Δ., 1991. Η γεωλογική δομή και εξέλιξη του ηφαιστείου της Νισύρου. 5ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελλην. Γεωλ. Εταιρ., Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ., XXV, 1, 405-419.
- Parazachos, B.C., Papadimitriou, E.E., Kiratzi, A.A., Papaioannou, Ch.A. & Karakaisis, G.F., 1987. Probabilities of occurrence of large earthquakes in the Aegean and surrounding area during the period 1986-2006. *Pageoph*, 125, 597-612.
- Παπαζάχος, Β. & Παπαζάχου, Κ., 1989. Οι σεισμοί της Ελλάδας. Εκδόσεις Ζήτην, 356σ.
- Parks, N., 1994. The fragile volcano. *Earth*, 3, 6, 42-49.
- Pendick, D., 1994. Under the volcano. *Earth*, 3, 3, 34-39.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. *An introduction to global environmental issues*. 390p., Routledge, London.
- Schick, R., 1988. Volcanic tremor-source mechanisms and correlation with eruptive activity. *Natural Hazards*, 1, 125-44.
- Sigurdsson, H., Carey, S., Cornell, W. & Pescatore, T., 1985. The eruption of Vesuvius in AD 79. *National Geographic Research*, 1, 332-87.
- Smith, K., 1992. *Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster*. 324p., Routledge, London.
- Sparks, R.S.J., 1986. The dimensions and dynamics of volcanic eruption columns. *Bulletin of Volcanology*, 48, 3-15.
- Tilling, R.I., 1989. Volcanic hazards and their mitigation: progress and problems. *Reviews of Geophysics*, 27, 237-69.
- Trainau, H. & Dalabakis, P., 1989. Mise en evidence d' une eruption phreatique historique sur l' ile de Milos (Grece). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 308, Serie II, 247-252.

12

Κλιματικές μεταβολές

1. ΓΕΝΙΚΑ

Το κλίμα της γης δεν ήταν πάντα όπως είναι σήμερα. Υπήρξαν περίοδοι στην ιστορία της όπου το κλίμα ήταν θερμότερο ή σημαντικά ψυχρότερο από το σημερινό. Η γεωγραφική εξάπλωση των διαφόρων έμβιων οργανισμών, οι οποίοι διαφυλάχθηκαν με την απολίθωσή τους, καθώς και οι διάφοροι χημικοί δείκτες και οι τύποι των ιζημάτων δείχνουν ότι το κλίμα της γης αλλάζει με την πάροδο του γεωλογικού χρόνου. Για παράδειγμα, 4,5 έως 3,5 εκατομμύρια χρόνια (Ma) πριν, πολλές περιοχές της ανατολικής Ανταρκτικής ήταν πολύ θερμότερες από σήμερα. Κατά τη διάρκεια της Τριτογενούς περιόδου της ιστορίας της γης, από τα 65 Ma έως και 2 Ma περίπου πριν από σήμερα, δάση αναπτύσσονταν στην Καναδική Αρκτική σε γεωγραφικά πλάτη μέχρι και 780N, τα οποία σήμερα βρίσκονται απολιθωμένα. Παρόλο που σήμερα είναι πλέον ευρέως γνωστό και αποδεκτό ότι στην επιφάνεια της γης επικράτησαν κατά το παρελθόν πολλοί διαφορετικοί τύποι κλίματος, εν τούτοις οι ακριβείς αιτίες που προκάλεσαν και προκαλούν αυτές τις κλιματικές αλλαγές δεν είναι ακόμα αρκετά σαφείς.

Πέρα από την περιέργεια, η οποία οδηγεί το ανθρώπινο γένος στην αναζήτηση πληροφοριών και γνώσης γύρω από τα διάφορα κλίματα του παρελθόντος της γης, μελετώντας τις κυριότερες κλιματικές αλλαγές που έχουν λάβει χώρα, είναι δυνατό να γίνει μια προσπάθεια πρόβλεψης και δημιουργίας μοντέλων που αφορούν στον έλεγχο των παγκόσμιων κλιματικών αλλαγών. Πιο απλά, οι γεωλογικές καταγραφές παρέχουν τη δυνατότητα μιας χωρίς προηγούμενο ενδοσκοπίσης που αφορά στις συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου και τη δυνατότητα ανίχνευσης της επίδρασης των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στις κλιματικές αλλαγές.

Οι διάφοροι τύποι κλίματος, του παρόντος αλλά και του παρελθόντος, έχουν κατά καιρούς μελετηθεί από πολλές ομάδες επιστημόνων, όπως από:

- μετεωρολόγους που προσπαθούν να βελτιώσουν τις τεχνικές πρόγνωσης του καιρού και να κατασκευάσουν κλιματολογικά μοντέλα για το μέλλον,
- αρχαιολόγους που προσπαθούν να κατανοήσουν τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούσαν κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξης της ανθρώπινης ζωής σε όλο τον κόσμο,
- φυσικούς επιστήμονες που προσπαθούν να ξετυλίξουν την ιστορία του πλανήτη και τη δυναμική

της γήινης επιφάνειας, κλπ.

Το ενδιαφέρον του κοινού πάνω σε θέματα ανόδου της θερμοκρασίας, όξινης βροχής, τα αποτελέσματα ενός πυρηνικού χειμώνα και τις επιπτώσεις άλλων μορφών της χημικής μόλυνσης στην ατμόσφαιρα, ξηρά και στους ωκεανούς και επομένως στο κλίμα, συνεισφέρει τα μέγιστα στην ανάπτυξη ευρύτερου ενδιαφέροντος για την απόκτηση γνώσης πάνω στα παρελθόντα κλίματα. Το γεγονός αυτό σε αρχικό στάδιο, είναι το κλειδί για την πρόβλεψη των κλιματικών αλλαγών του μέλλοντος.

Οι φυσικοί επιστήμονες βρίσκονται ξαφνικά στο κέντρο της επικαιρότητας και τυγχάνουν της προσοχής των Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης (ΜΜΕ). Μεγάλα χρηματικά ποσά διατίθενται σήμερα για τη μελέτη των κλιματικών αλλαγών. Κλιματολογικά μοντέλα που δημιουργούνται με τη βοήθεια των Η/Υ και είναι γνωστά με τον όρο Μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας βρίσκονται σε ευρεία χρήση.

Οι επιστήμονες που μελετούν το κλίμα κατά τη γεωλογικό παρελθόν, εκατοντάδες ή χιλιάδες χρόνια πριν, θεωρούνται ότι ασχολούνται με τη μελέτη του Τριτογενούς ή του Τεταρτογενούς ή με τη μελέτη του Περιβάλλοντος. Τελευταία όμως, νέοι όροι, όπως *παλαιοκλιματολογία* ή *παλαιοωκεανογραφία*, καθιερώθηκαν για το χαρακτηρισμό αυτών των μελετών. Η παλαιοκλιματολογία, σαν επιστημονικό αντικείμενο, χρειάζεται την αρωγή επιστημόνων διαφόρων ειδικοτήτων όπως γεωλόγων, χημικών, φυσικών, βιολόγων, αστρονόμων και μαθηματικών. Πρόκειται δε ίσως για τη νεότερη επιστήμη η οποία προσπαθεί να αναλύσει φαινόμενα παγκόσμιας κλίμακας.

Οι φυσικοί επιστήμονες έχουν πλέον αποδείξει ότι οι κλιματικές αλλαγές υφίστανται σε χρονικές κλίμακες εκατοντάδων εκατομμυρίων ετών αλλά ακόμα δεν έχουν καταφέρει να αναπτύξουν μοντέλα αιτίας - αποτελέσματος για τις παγκόσμιες αλλαγές. Μια από τις κυριότερες μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη των κλιματικών αλλαγών του παρελθόντος, (για μερικές εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια πριν) είναι η μελέτη των πυρήνων πάγου που παίρνονται από γεωτρήσεις.

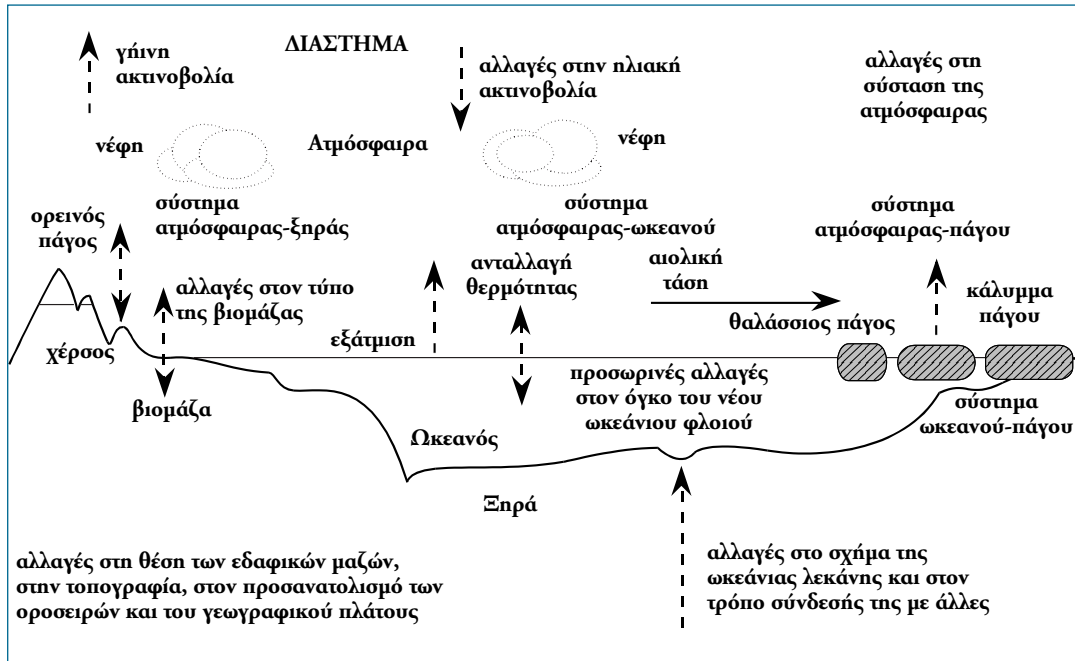
Οι πυρήνες πάγου παρέχουν μοναδική δυνατότητα απογραφής και μελέτης των κλιματικών συνθηκών του παρελθόντος συμπεριλαμβανόμενης και της χημικής σύστασης της ατμόσφαιρας. Σε πλήρεις πυρήνες πάγου αποτυπώνονται οι ετήσιες και εποχιακές αλλαγές των ατμοσφαιρικών αερίων, των χημικών ουσιών, των ιχνοστοιχείων και της αιολικής σκόνης που παγιδεύεται στο χιόνι που πέφτει και

θάβεται με τη μορφή πάγου. Η σύνθεση των σταθερών ισοτόπων του πάγου εξαρτάται από τη θερμοκρασία του αέρα της ατμόσφαιρας κατά το χρόνο της πτώσης και απόθεσης του χιονιού παρέχοντας έτσι τον τρόπο υπολογισμού των ατμοσφαιρικών θερμοκρασιών του παρελθόντος.

Οι πυρήνες αυτοί παίρνονται από γεωτρήσεις σε περιοχές του κόσμου όπου, θεωρητικά τουλάχιστον, υπάρχει συνεχής και αδιατάρακτη καταγραφή των παρελθόντων κλιμάτων, περιοχές δηλαδή όπως η Γροιλανδία και η Ανταρκτική. Μερικά παραδείγματα λήψης τέτοιων πυρήνων είναι τα ακόλουθα:

- Ο πυρήνας “*Thule*” που πάρθηκε από τον πυθμένα του καλύμματος πάγου της Γροιλανδίας μεταξύ 1963 και 1966, σε περιοχή κοντά στο Thule στη ΒΔ Γροιλανδία από τον οποίο υπάρχει μια καταγραφή 120.000 χρόνων. Μια άλλη καταγραφή 100.000 χρόνων προέρχεται από την ίδια αποστολή όπου έγινε γεώτρηση κοντά στο σταθμό ραντάρ στη ΝΑ Γροιλανδία μεταξύ 1979 και 1981 η οποία έφθασε μέχρι το υποκείμενο μητρικό πέτρωμα.
- Ο πυρήνας “*Byrd*” από τη δυτική Ανταρκτική, προερχόμενος από γεώτρηση του 1968, δίνει καταγραφή 70.000 χρόνων.
- Ο 2.083 μέτρων μήκους πυρήνας πάγου “*Vostok*” από την ανατολική Ανταρκτική, προερχόμενος από γεώτρηση στις αρχές της δεκαετίας του 1980, με καταγραφή 160.000 χρόνων.
- Ο πυρήνας μήκους 3.029 μέτρων από γεώτρηση που έγινε το 1990-1992 και διάτρησε από την κορυφή μέχρι τον πυθμένα του το κάλυμμα πάγου της Γροιλανδίας στα πλαίσια του *Greenland Ice Core Project*. Η γεώτρηση έγινε υπό την αιγίδα του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Επιστημών και ο πυρήνας αυτός έδωσε πληροφορίες για τα τελευταία 250.000 χρόνια προσδιορίζοντας δύο Παγετώδεις εποχές και τρεις ενδιάμεσες Μεσοπαγετώδεις.

Η ανθρωπότητα διανύει σήμερα μια εξαιρετικά ενδιαφέρουσα περίοδο της γεωλογικής ιστορίας, την *Τεταρτογενή περίοδο*, κατά τη διάρκεια της οποίας (≈ 2 Ma) το κλίμα της γης έχει υποστεί αρκετές αλλαγές και μεταπτώσεις ανάμεσα σε ψυχρές και θερμές φάσεις. Είναι πολύ σημαντικό να κατανοηθούν οι αιτίες δημιουργίας αυτών των αλλαγών καθώς πολλές από αυτές κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου ήταν μοιραίες για κάποιες μορφές ζωής, αλλά και



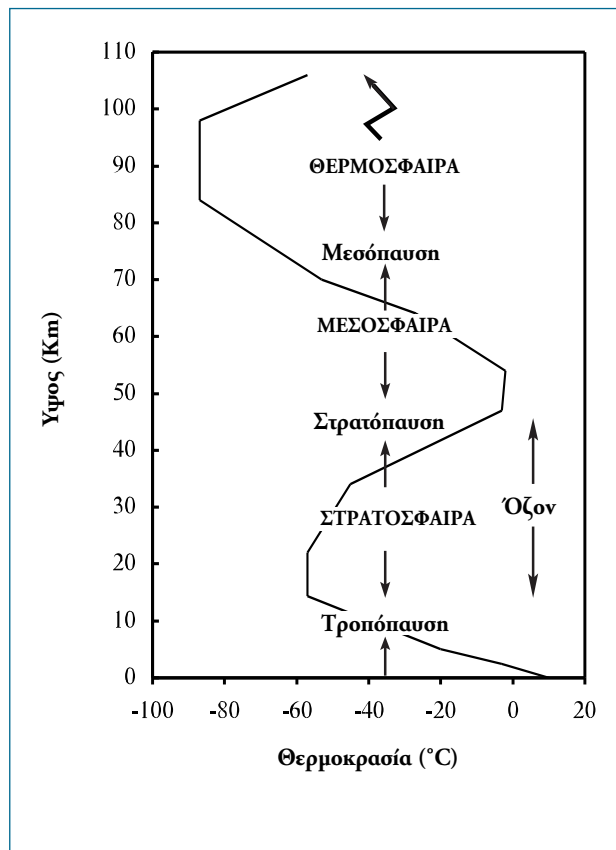
Εικόνα 12.1
Βασικές συνιστώσες ενός κλιματικού συστήματος

στο μέλλον είναι πολύ πιθανό να επηρεάσουν, αρνητικά ή θετικά, την ανθρώπινη ζωή και δραστηριότητα. Αντίστροφα, και οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι δυνατό να επηρεάσουν, ίσως και να προκαλέσουν, κάποιες αλλαγές στην ατμόσφαιρα και επομένως και στο κλίμα.

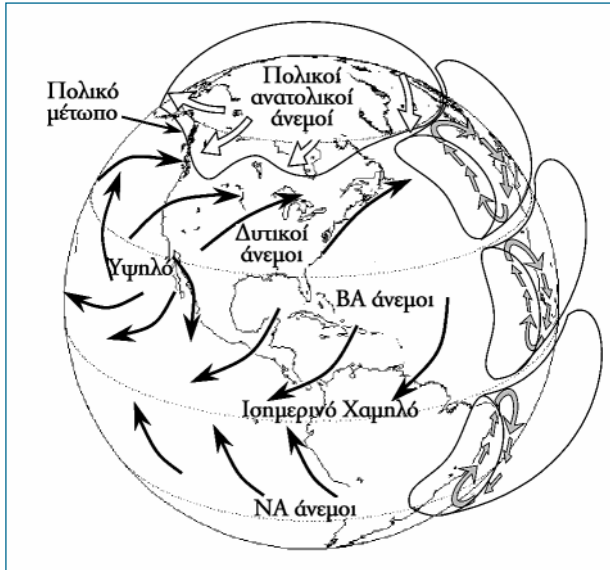
2. ΑΙΤΙΑ ΤΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ

Για τη σωστή θεώρηση τόσο του παρόντος όσο και των διαφόρων παρελθόντων κλιμάτων της γης, είναι αναγκαία η στοιχειώδης τουλάχιστον κατανόηση των βασικών συνιστωσών ενός κλιματικού συστήματος (Εικ. 12.1), της δομής της γήινης ατμόσφαιρας (Εικ. 12.2), μιας ιδεατής εικόνας της κυκλοφορίας των ανέμων παγκοσμίως (Εικ. 12.3) και των ζωνών ωκεάνιας μεταφοράς, οι οποίες μεταφέρουν θερμότητα στην επιφάνεια της γης (Εικ. 12.4). Περίπου 100 μέτρα πάνω από την στάθμη της θάλασσας, η γήινη ατμόσφαιρα αποτελεί ένα ουσιαστικά ομοιόμορφο μίγμα αερίων με κυμαινόμενα όμως ποσοστά υδρατμών, οι οποίοι συγκεντρώνονται κυρίως στην τροπόσφαιρα (Πίν. 12.1).

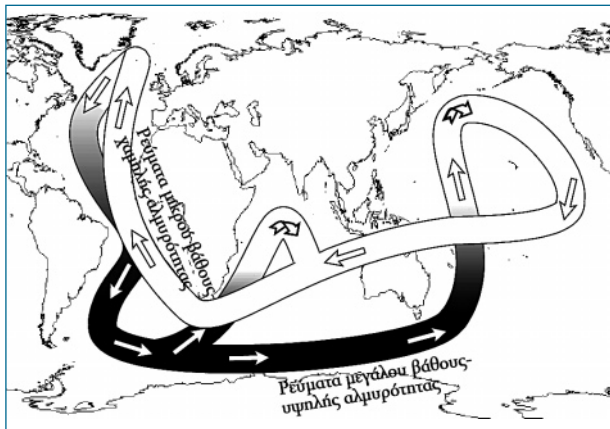
Πολλοί επιστήμονες συνηγορούν στην αλληλεπίδραση που υπάρχει μεταξύ του παγκόσμιου κλίματος και της κυκλοφορίας των ωκεάνιων ρευμάτων. Προτείνουν ότι η άνοδος της θερμοκρασίας στο βόρειο ημισφαίριο προκαλεί βιολογική δραστηριότητα και επομένως την παραγωγή ή



Εικόνα 12.2
Η θερμική δομή της ατμόσφαιρας σε ύψος μέχρι 110 km.



Εικόνα 12.3
Εξιδανικευμένη παγκόσμια ατμοσφαιρική κυκλοφορία.



Εικόνα 12.4
Η ζώνη μεταφοράς θερμότητας - αμυρότητας στους ωκεανούς. Οι σκούρες λωρίδες δείχνουν ροή ψυχρών, μεγάλης αμυρότητας υδάτων μεγάλου βάθους ενώ οι λευκές λωρίδες δείχνουν επιφανειακή επιστροφόμενη ροή. Τα ρεύματα μεγάλου βάθους ξεκινούν από το βόρειο Ατλαντικό ωκεανό, στην θάλασσα της ανατολικής Γροιλανδίας, στη συνέχεια κινούνται προς τα νότια από τον Ατλαντικό προς τον Ειρηνικό ωκεανό. Το ανώτερο και θερμότερο ρεύμα ξεκινά από τις τροπικές θάλασσες της Ινδονησίας και περιλαμβάνει την έντονη ροή έξω από τον Κόλπο του Μεξικού.

απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα από τους ωκεανούς στην ατμόσφαιρα. Με τη σειρά του, το γεγονός αυτό αλλάζει την ωκεάνια κυκλοφορία αλλά και τον τρόπο με τον οποίο η θερμική ενέργεια μεταδίδεται μέσα από τους ωκεανούς. Τέτοιες αλλαγές στη θερμική δομή των ωκεανών,

Συστατικό	Χημικός τύπος	Περιεκτικότητα κ.ό.
Αζώτο	N ₂	78,08%
Οξυγόνο	O ₂	20,95%
Αργό	Ar	0,93%
Υδρατμοί	H ₂ O	κυμαινόμενη
Διοξείδιο του άνθρακα	CO ₂	340 ppmv
Νέο	Ne	18 ppmv
Ηλιο	He	5 ppmv
Κρυπτό	Kr	1 ppmv
Ξένο	Xe	0,08 ppmv
Μεθάνιο	CH ₄	2 ppmv
Υδρογόνο	H ₂	0,5 ppmv
Οξειδίο του αζώτου	N ₂ O	0,3 ppmv
Μονοξείδιο του άνθρακα	CO	0,05-0,2 ppmv
Οζόν	O ₃	κυμαινόμενη (0,02-10 ppmv)
Αμμωνία	NH ₃	4 ppbv
Διοξείδιο του αζώτου	NO ₂	1 ppbv
Διοξείδιο του θείου	SO ₂	1 ppbv
Υδρόθειο	H ₂ S	0,05 ppbv

* ppmv = parts per million by volume
ppbv = parts per billion per volume

Πίνακας 12.1
Σύσταση της ατμόσφαιρας.

προτρέπουν τη δημιουργία του *North Atlantic Deep Water*, ενός ωκεάνιου ρεύματος βάθους το οποίο είναι ενεργό σήμερα αλλά δεν δρα τόσο έντονα κατά τις παγετώδεις περιόδους. Η δημιουργία του συνδέεται με την ανοδική πορεία από βάθη περίπου 500 μέτρων των υδάτων που κινούνται βόρεια και χαρακτηρίζονται από μεγάλη αμυρότητα. Ετσι, όταν αυτά τα ψυχρά ύδατα φθάσουν στην επιφάνεια, με τη βοήθεια και των δυνατών χειμερινών ανέμων, αντικαθιστούν τα θερμότερα επιφανειακά ύδατα που κινούνται νότια (Εικ. 12.4). Καθώς τα επιφανειακά ύδατα κινούνται νότια, χάνουν θερμική ενέργεια και ψυχραίνουν, γεγονός το οποίο σε συνδυασμό με την υψηλή τους αμυρότητα οδηγεί σε αύξηση της πυκνότητας των υδάτων και κατά συνέπεια αρχίζουν να βυθίζονται σε αβυσσικά βάθη (στην περιοχή της Ισλανδίας). Στη συνέχεια ρέουν προς

νότο, διασχίζουν τον Ισημερινό, προς την Ανταρκτική και μέσα στον Ειρηνικό ωκεανό. Αυτή η ζώνη της “Ατλαντικής μεταφοράς”, όπως είναι γνωστή, απελευθερώνει τεράστιες ποσότητες θερμικής ενέργειας κατά τις διαδικασίες μεταφοράς που προαναφέρθηκαν, οι οποίες αναλογούν στο 1/4 - 1/3 της συνολικής ηλιακής ενέργειας που φθάνει στην επιφάνεια του βόρειου Ατλαντικού. Ο όγκος των υδάτων που μετακινούνται είναι πραγματικά τεράστιος αφού υπολογίζεται ότι αναλογεί στο 20πλάσιο του όγκου των υδάτων από τη συνδυασμένη ροή όλων των ποταμών της γης. Οι επιστήμονες σήμερα πιστεύουν ότι κατά το τέλος μιας παγετώδους περιόδου, όταν το North Atlantic Deep Water αρχίζει να δημιουργείται, διαμορφώνει ένα διαφορετικό καθεστώς παγκόσμιας ωκεάνιας κυκλοφορίας και επανακατανέμει τη θερμική ενέργεια με διαφορετικό τρόπο από εκείνο που επικρατούσε μέχρι τότε. Τέτοιες αλλαγές στην ωκεάνια κυκλοφορία και την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ των ωκεανών και της ατμόσφαιρας μπορεί να επηρεάζουν αισθητά το παγκόσμιο κλίμα και να συνεπικουρούν στις παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές.

Ο ήλιος ασκεί άμεση και σημαντική επίδραση στο σύστημα ατμόσφαιρας - ωκεανού, παρέχοντάς τους ενέργεια. Οι μικρές κλιμακας αλλαγές στο παγκόσμιο κλίμα, σε διάστημα δεκάδων χιλιάδων έως εκατοντάδων χιλιάδων χρόνων, φαίνεται ότι είναι αποτέλεσμα των ήπιων αλλαγών στην κατανομή και την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της γης. Οι αλλαγές αυτές είναι αποτέλεσμα των διαφοροποιήσεων στον προσανατολισμό και την απόσταση της γης από τον ήλιο. Ο παράγοντας αυτός μπορεί να θεωρηθεί σαν εξωτερικός παράγοντας ελέγχου του κλίματος.

Εκτός από τη *θεωρία της κυκλικότητας* του Milankovitch - ο τρόπος με τον οποίο οι παράμετροι της περιστροφής της γης γύρω από τον ήλιο επηρεάζουν τις παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές - έχει επίσης προταθεί ότι οι κλιματικές μεταβολές σε κλίμακα μέχρι και μερικών χιλιάδων χρόνων μπορεί να είναι αποτέλεσμα των διαφοροποιήσεων της ηλιακής δραστηριότητας κάτι που μετριέται σαν συνάρτηση της δραστηριότητας των *ηλιακών κηλίδων*.

Καταγραφές της δραστηριότητας των ηλιακών κηλίδων για περίπου 1700 χρόνια δείχνουν κυκλικότητες περίπου 11 και 100 χρόνων. Από χρονολογήσεις δειγμάτων ξύλου χρησιμοποιώντας τη μέθοδο χρονολόγησης με ραδιενεργό άνθρακα (^{14}C) - που παράγεται στην ατμόσφαιρα από την αλληλεπίδραση των κοσμικών ακτίνων και των ατόμων του

ισοτόπου του αζώτου ^{14}N - κατέσει δυνατή μια καταγραφή της ηλιακής δραστηριότητας 9.000 χρόνων. Κατά τη διάρκεια περιόδων με αυξημένη ηλιακή ακτινοβολία, πολλά σωματίδια εκπέμπονται από τον ήλιο με τη μορφή ηλιακού ανέμου ο οποίος με τη σειρά του συγκρατεί τις κοσμικές ακτίνες και για το λόγο αυτό παράγονται μικρότερες ποσότητες ^{14}C στην ατμόσφαιρα. Στοιχεία που συγκεντρώθηκαν κατά τα τελευταία 200 χρόνια αποδεικνύουν ότι οι διαφοροποιήσεις στην δραστηριότητα των ηλιακών κηλίδων συνδέονται άμεσα με τις καταγραφές του ^{14}C . Συσχετίζοντας τους κύκλους των ηλιακών κηλίδων με ιστορικά στοιχεία, οι επιστήμονες οδηγήθηκαν σε ασάφειες και αντικρουόμενες απόψεις σχετικά με την αιτία των μικρής κλίμακας αλλαγών του παγκόσμιου κλίματος. Μετρήσεις τροπικών θερμοκρασιών για την περίοδο 1930-50 για παράδειγμα, δείχνουν μια καλή συσχέτιση των θερμοκρασιών με τη δραστηριότητα των ηλιακών κηλίδων, ενώ για το διάστημα 1875-1920 οι συσχετισμοί είναι ανεπιτυχείς.

Κατόπιν τούτων προτάθηκε ότι είναι δυνατός ο συσχετισμός για τα πιο πρόσφατα χρονικά διαστήματα που και σ'αυτήν την περίπτωση όμως αντιμετωπίζονται δυσκολίες και ασάφειες λόγω των διαφοροποιήσεων των συγκεντρώσεων του όζοντος στη στρατόσφαιρα. Το όζον φαίνεται να αφθονεί τα δύο περίπου χρόνια πριν από κάθε ελάχιστο στις ηλιακές κηλίδες με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας στην στρατόσφαιρα η οποία με τη σειρά της εξασθενεί τους υποτροπικούς αντικυκλώνες. Το αποτέλεσμα είναι η επικράτηση δροσερού και ξηρού κλίματος.

Μετρήσεις της θολότητας της ατμόσφαιρας, που έγιναν για πρακτικούς λόγους και θεωρήθηκαν ως δείκτης της ρύπανσης και της περιεκτικότητάς της σε σκόνη, έδειξαν τεράστια αύξηση της θολότητας (περίπου 30-50%) από τις αρχές του αιώνα. Η αύξηση αυτή θεωρητικά οδήγούσε σε μείωση κατά 3,5-6,5°C της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της γης. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960, μελέτες θεωρούσαν ότι η γη στο προσεχές μέλλον θα επιστρέψει στην εποχή των Παγετώνων. Η τραγική ειρωνεία ήταν ότι οποιαδήποτε μείωση της επιφανειακής θερμοκρασίας είχε “προβλεφθεί” αντικαταστάθηκε από αύξηση της θερμοκρασίας η οποία εντείνεται και λόγω της ανθρωπογενούς παραγωγής αερίων θερμοκηπίου. Ετσι σήμερα, είναι πλέον γενικά αποδεκτό, ότι διερχόμαστε παγκόσμια μια θερμή περίοδο της ιστορίας της γης.

3. ΜΟΝΤΕΛΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

Λόγω της προσπάθειας που καταβάλλουν οι ειδικοί επιστήμονες για την κατανόηση των παγκόσμιων κλιματικών μεταβολών, κατασκευάζονται μοντέλα, με τη βοήθεια των Η/Υ, εξομοίωσης των παρόντων κλιματικών συνθηκών και πρόγνωσης των μελλοντικών αλλαγών. Κλιματικά μοντέλα χρησιμοποιούνται από ομάδες επιστημόνων για την αξιολόγηση των διαφόρων συνιστωσών που επιδρούν θετικά ή αρνητικά στη διαμόρφωση του κλίματος. Τα διάφορα μοντέλα κυκλοφορίας που παρέχονται από τους Η/Υ εμφανίζουν την ατμόσφαιρα σαν ένα πεπερασμένο πλήθος σταθμών τόσο τρισδιάστατα σε διάφορες γεωγραφικές θέσεις σε όλη την υφήλιο όσο και κατακόρυφα ως σημεία στην ατμόσφαιρα. Σε πολλά μοντέλα οι ωκεανοί παρουσιάζονται ως σταθμοί με καθορισμένη θερμοκρασία στην επιφάνεια των υδάτων, ενώ σε άλλα πιο εξελιγμένα μοντέλα οι ωκεανοί χωρίζονται σε κατακόρυφους τομείς. Από όλους τους σταθμούς ατμόσφαιρας - ωκεανών, κατασκευάζεται ένας τρισδιάστατος κάρναβος σημείων των οποίων τα φυσικά στοιχεία συνδέονται μαθηματικά με τα γειτονικά.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι ένα μοντέλο είναι τόσο καλό και αποτελεσματικό όσο περισσότερο επαρκή και ακριβή είναι τα στοιχεία που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία του. Για παράδειγμα, η ατμόσφαιρα και οι ωκεανοί

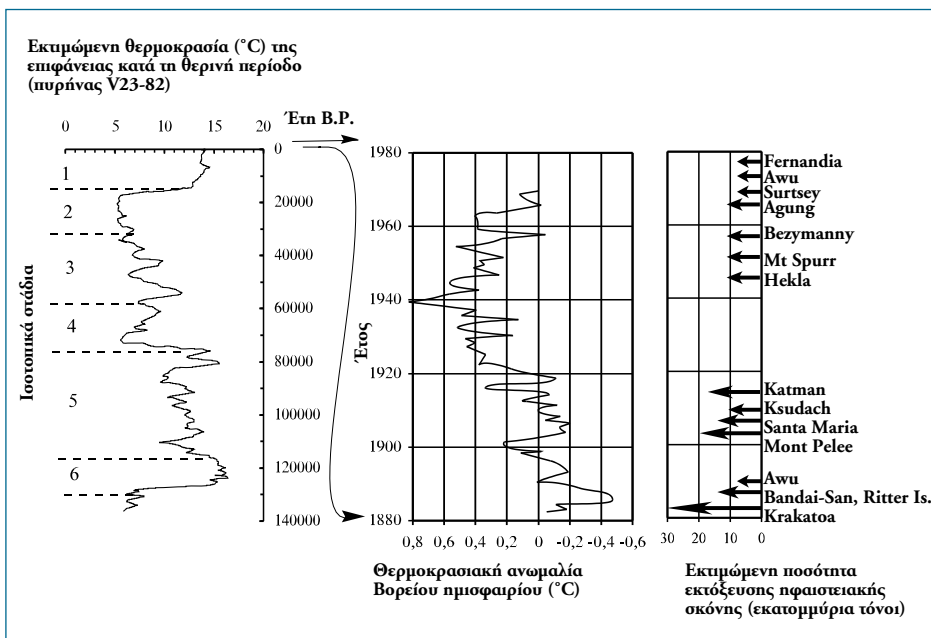
είναι στην πραγματικότητα σώματα με διαρκή ροή ενώ στα μοντέλα παρουσιάζονται σαν πεπερασμένα σημεία.

Καθώς η τεχνική μοντελοποίησης εξελίσσεται, οι επιστήμονες κάνουν χρήση των μοντέλων με στόχο της κατανόηση των παλαιότερων κλιματικών συνθηκών.

4. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

Η ηφαιστειακή δραστηριότητα επηρεάζει τόσο το μικροκλίμα, όσο και το κλίμα ευρύτερων περιοχών. Σε κλίμακα πολλών εκατομμυρίων ή δεκάδων εκατομμυρίων χρόνων, η αυξημένη ηφαιστειακή δραστηριότητα απελευθερώνει τεράστιους όγκους αερίων θερμοκηπίου και αυξάνει τη δημιουργία νέου ωκεάνιου φλοιού σε περιοχές γένεσης όπως η μεσοωκεάνια ράχη του Ατλαντικού ωκεανού. Οι μεγάλες ποσότητες αερίων θερμοκηπίου που απελευθερώνονται από τις ηφαιστειακές εκρήξεις οδηγούν σε ουσιαστική αύξηση της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο. Η αυξημένη παραγωγή θερμού ωκεάνιου φλοιού προκαλεί τη μείωση του μέγιστου βάθους των ωκεανών γεγονός το οποίο με τη σειρά του οδηγεί σε άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Τα παραπάνω συνέβησαν κατά τη Κρητιδική με αποτέλεσμα κατά τη διάρκεια της φάσης του θερμοκηπίου, η ευστατική άνοδος της στάθμης της θάλασσας να είναι περίπου 200 μέτρα πάνω από τη σημερινή.

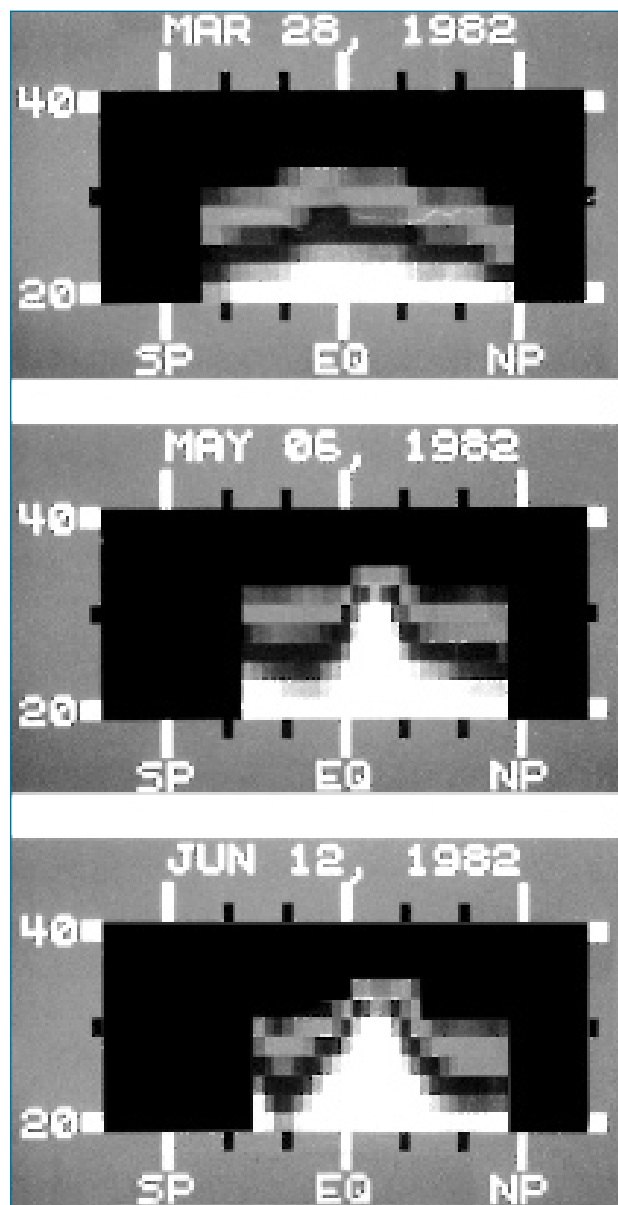
Σε μικρότερη κλίμακα (έως και επίσια), οι ηφαιστειακές



Εικόνα 12.5

Χρονολόγηση των κυριότερων ηφαιστειακών εκρήξεων του ανώτερου Τεταρτογενούς σε συσχέτιση με τις θερμοκρασίες στην επιφάνεια των θαλασσών κατά τη θερινή περίοδο. Συσχετισμός της θερμοκρασιακής ανωμαλίας του βορείου ημισφαιρίου με ιστορικά στοιχεία κατά τα τελευταία 100 χρόνια. Τα στοιχεία προέρχονται από τον πυρήνα ιζημάτων V23-82 του βόρειου Ατλαντικού και βασίζονται στα στάδια των ισοτόπων οξυγόνου. Δίνονται επίσης εκτιμήσεις για τις ποσότητες ηφαιστειακής σκόνης που εκτοξεύθηκαν από εκρήξεις αυτής της περιόδου. Αξιοσημείωτη η σύμπτωση των κυριότερων ηφαιστειακών εκρήξεων με απότομες αλλαγές των θερμοκρασιών στην επιφάνεια των θαλασσών.

εκρήξεις εκτοξεύουν μεγάλους όγκους αερίων και τέφρας, οι οποίοι ασκούν μικρή επίδραση στο κλίμα. Οι μεγάλες ηφαιστειακές εκρήξεις εκτοξεύουν στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας ποσότητες τέφρας ικανές να προκαλέ-



Εικόνα 12.6

Ψηφιακά μοντέλα εξάπλωσης του ηφαιστειακού νέφους του ηφαιστείου El Chichon το 1982 πάνω από την Ευρώπη και μέσα στη στρατόσφαιρα με βάση δορυφορικά δεδομένα. Το διάγραμμα της 28ης Μαρτίου, πριν από την έκρηξη του ηφαιστείου, δείχνει μια κανονική μορφή εξάπλωσης. Στις 6 Μαΐου το νέφος φτάνει τα 30 km, ενώ ρεύματα αέρα το περιορίζουν στο Βόρειο ημισφαίριο. Στις 12 Ιουνίου το νέφος εξαπλώνεται νότια του Ισημερινού.

σουν μείωση της ηλιακής ροής στην γήινη επιφάνεια.

Στην *εικόνα 12.5*, η οποία βασίζεται σε στοιχεία από τον πυρήνα ιζημάτων του βόρειου Ατλαντικού, συνοψίζονται οι κυριότερες ηφαιστειακές εκρήξεις κατά τη διάρκεια του Ολοκαίνου σε σχέση με τις θερμοκρασίες στην επιφάνεια των θαλασσών κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Εικονίζεται επίσης μεγεθυμένα το χρονικό διάστημα των τελευταίων 100 χρόνων, δείχνοντας τη σχέση μεταξύ των κυριότερων ιστορικών ηφαιστειακών εκρήξεων και της μέσης ετήσιας θερμοκρασιακής ανωμαλίας στο βόρειο ημισφαίριο. Από την εικόνα αυτή μπορεί εύκολα να παρατηρήσει κανείς ότι αμέσως μετά από μερικές μεγάλες ηφαιστειακές εκρήξεις εμφανίζεται πτώση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας όπως για παράδειγμα συνέβη με την έκρηξη των ηφαιστείων Krakatoa και Mount Pelee.

Τα ψυχρότερα και υγρότερα καλοκαίρια των τελευταίων τριών αιώνων συμπίπτουν με χρονικές περιόδους αυξημένης ηφαιστειακής δραστηριότητας ενώ επίσης κατά τις περιόδους αυτές οι Αρκτικοί θαλάσσιοι παγετώνες είχαν μεγαλύτερη έκταση.

Η αυξημένη ηφαιστειακή δραστηριότητα στα τέλη της δεκαετίας του 1940 και στα μέσα της δεκαετίας του 1960 μπορεί να συνδέεται με τους πολύ ψυχρούς χειμώνες αυτών των περιόδων. Οι εκρήξεις των ηφαιστείων Mount St Helens (USA) (Ιούνιος 1980) και El Chichon (Mexico) (Απρίλιος 1982) φαίνεται πως έντειναν σε μικρό βαθμό μόνο τη μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας (*Εικ. 12.6*).

Η αυξημένη χρήση οχημάτων στα τέλη της δεκαετίας του 1940 μπορεί να οδήγησε επίσης σε αύξηση της ατμοσφαιρικής σκόνης. Το γεγονός αυτό μπορεί να είναι σημαντικής σημασίας για την εμφάνιση των ψυχρών χειμώνων αυτής της περιόδου στα μέσα του αιώνα. Σήμερα, οι εκπομπές των αυτοκινήτων ελέγχονται σημαντικά στις ανεπτυγμένες χώρες με την αυστηρή νομοθεσία που επιβάλλεται, αλλά οποιοσδήποτε έχει ταξιδέψει στις υπανάπτυκτες χώρες του κόσμου γνωρίζει ότι υπάρχει ελάχιστος ή και καθόλου έλεγχος για τη μόλυνση από τα αυτοκίνητα σε μεγάλες πόλεις όπως το Δελχί, η Bangkok και το Πεκίνο.

Κατά τη διάρκεια του ανώτερου Τεταρτογενούς, η ηφαιστειακή έκρηξη Toba στη βόρεια Σουμάτρα που χρονολογήθηκε στα 73.500 χρόνια BP, ήταν πιθανότατα η μεγαλύτερου μεγέθους ηφαιστειακή έκρηξη. Η έκρηξη συσχετίστηκε με τη στρωματογραφία των ισοτόπων οξυγόνου. Στάχτη από την έκρηξη μεταφέρθηκε 2.500 km δυτικά της Σουμάτρας και αποτέθηκε σε περιοχές μακρινές όπως η

Ινδία. Είναι γενικά αποδεκτό ότι η απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων στάχτης οδήγησε σε αύξηση της ατμοσφαιρικής θολότητας και παγκόσμια μείωση της θερμοκρασίας της τάξης των 3-5°C για περίοδο αρκετών χρόνων. Το γεγονός αυτό πιθανά προκάλεσε αύξηση των ποσοτήτων πάγου και επομένως ταπεινώση της στάθμης της θάλασσας γεγονός το οποίο με τη σειρά του οδήγησε σε περαιτέρω μείωση της θερμοκρασίας και πτώση της στάθμης της θάλασσας σε παγκόσμιο επίπεδο.

5. ΞΗΡΑΣΙΑ

Η ξηρασία μπορεί να οριστεί σαν μία κατάσταση μη φυσιολογικού ξηρού καιρού που έχει σαν αποτέλεσμα τη διατάραξη της υδρολογικής ισορροπίας. Οι επιπτώσεις της ξηρασίας στον άνθρωπο είναι άμεση συνάρτηση του κατά πόσο εξαρτώνται οι οικονομικοί πόροι της ανθρώπινης κοινότητας από τον καιρό και το κλίμα. Με υδρολογικούς όρους διαχωρίζονται στην:

- Ξηρασία βροχόπτωσης* που συνδέεται με την ανεπάρκεια βροχοπτώσεων,
- Ξηρασία απορροής* που συνδέεται με την ανεπάρκεια επιφανειακής απορροής,
- Ξηρασία υδροφορέων* που συνδέεται με την ανεπάρκεια υπόγειων υδάτων.

Εάν η υγρασία σε μια περιοχή μειωθεί κατά 30% σε σχέση με την ετήσια μέση τιμή της για μια περίοδο τουλάχιστον τριών εβδομάδων, τότε μπορεί κανείς να μιλήσει για ένδειξη ξηρασίας.

Στο Alice Springs, στην κεντρική Αυστραλία, η ξηρασία είναι ένα φαινόμενο συχνό και με μεγάλη χρονική διάρκεια

(η ετήσια μέση βροχόπτωση είναι 22,5cm, ενώ η δυναμική εξατμισοδιαπνοή 241,8cm). Οι Αυστραλοί περιβαλλοντολόγοι έχουν ορίσει μια κλίμακα ξηρασίας βασισμένη σε κριτήρια ανάπτυξης της χλωρίδας και της πανίδας. Όταν η συνολική βροχόπτωση ενός μηνός είναι αρκετή για την ανάπτυξη χλωρίδας για τη νομή των ζώων, τότε η κλίμακα τοποθετείται στο μηδέν. Η εξαίτηση ελέγχεται με λυσίμετρα και η πραγματική εξατμισοδιαπνοή αφαιρείται από την ημερήσια βροχόπτωση. Αν η ποσότητα του νερού ημερησίως μετρούμενη με τον παραπάνω τρόπο είναι μηδενική, τότε η πραγματική εξατμισοδιαπνοή όπως έχει υπολογιστεί δίνει το μέτρο της ξηρασίας για την συγκεκριμένη περίοδο. Στη συνέχεια, εάν η βροχόπτωση είναι αρκετή για τη δημιουργία βλάστησης τότε η κλίμακα επανέρχεται στο μηδέν.

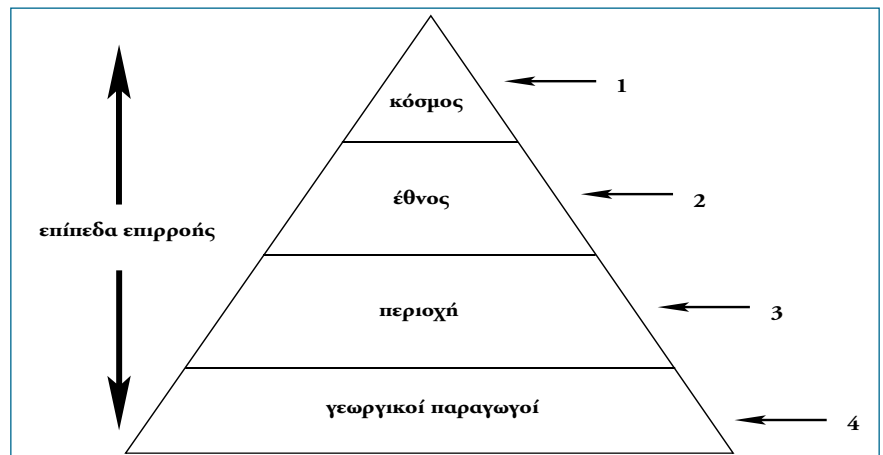
Οι φυσικοί επιστήμονες διακρίνουν τέσσερις τύπους ξηρασίας:

- Μετεωρολογική ξηρασία.* Χαρακτηρίζεται από μειωμένες βροχοπτώσεις. Συχνά δεν παρατηρούνται οικολογικές ή οικονομικές επιπτώσεις, ενώ η ανθρώπινη επέμβαση είναι σχεδόν αδύνατη. Η μετεωρολογική ξηρασία είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο περιόδων βροχοπτώσεων. Στην ξηρή ζώνη το διάστημα αυτό μπορεί να διαρκέσει για χρόνια, ενώ στις ημιξηρες περιοχές διαρκεί 5-8 μήνες ανάλογα με την ισορροπία των εποχών.
- Υδρολογική ξηρασία.* Επιδρά στην ποσότητα των υδατικών αποθεμάτων και των αστικών παροχών ύδατος. Επεμβάσεις γίνονται από τις κοινότητες και τις τοπικές αρχές που διαχειρίζονται την παροχή των υδάτων.
- Γεωργική ξηρασία.* Επηρεάζει την γεωργική παραγωγή. Η επέμβαση σε εθνικό κυβερνητικό επίπεδο είναι τυπική και περιλαμβάνει την απόδοση αποζημιώσεων

Εικόνα 12.7

Πιθανές κοινωνικές επιπτώσεις της ξηρασίας.

1. Λιμοί, διεθνείς συγκρούσεις, διάρρηξη των παγκόσμιων κοινωνικών συστημάτων, σοβαρές επιπτώσεις στην παγκόσμια υγεία.
2. Ελλειψη τροφίμων, ανατιμήσεις στις τιμές των αγαθών, αυξανόμενες κρατικές αποζημιώσεις στους αγρότες.
3. Διάλυση της οικονομίας της περιοχής, αυξημένη ανεργία και μετανάστευση, γενική αστάθεια.
4. Χρεωκοπίες, αυξανόμενα χρέη, απώλειες εισοδήματος.



Περιοχή	Διάβρωση από ύδατα	Αιολική διάβρωση
Ορη	Κατολισθήσεις, αδρόκοκκες αποθέσεις	Μερική διάβρωση κυρίως στις κορυφές
Λόφοι	Αδρόκοκκες αποθέσεις, έντονη κατά βάθος διάβρωση	Μερική διάβρωση, κυρίως εξαλλοίωση - καταστροφή εδαφών, δημιουργία αιολικών αναχωμάτων
Οροπέδια	Κατά βάθος διάβρωση, κατολισθήσεις στα περιθώρια	Εξαλλοίωση - καταστροφή εδαφών, δημιουργία αιολικών αναβαθμίδων
Πεδιάδες	Μερική κατά βάθος διάβρωση	Εξαλλοίωση - καταστροφή εδαφών, δημιουργία αιολικών αναχωμάτων, δημιουργία αιολικών αναβαθμίδων, πυριτιώσεις
Αλλουβιακές κοιλάδες	Μερική κατά βάθος διάβρωση κατά μήκος των περιθωρίων των αναβαθμίδων, αποθέσεις ιλύος	Δημιουργία αιολικών αναβαθμίδων και αιολικών αναχωμάτων, πυριτιώσεις
Κλειστές λεκάνες	Αποθέσεις ιλύος	Εξαλλοίωση - καταστροφή εδαφών, δημιουργία αιολικών αναχωμάτων, πυριτιώσεις
Αιολικές άμμοι	Σπάνια διαβρώνονται - μόνο στα υπο-υγρά περιθώρια	Δημιουργία θινών και αιολικών αναχωμάτων

Πίνακας 12.2

Διαδικασίες διάβρωσης σε ξηρές περιοχές.

στους πληγέντες αγροτικούς παραγωγούς. Η γεωργική ξηρασία είναι ένα φαινόμενο περισσότερο πραγματικό και αναφέρεται στο χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο βροχοπτώσεων οι οποίες τροφοδοτούν τα υδατικά αποθέματα. Όσο μικρότερη είναι η μέση ετήσια τιμή της βροχόπτωσης, τόσο πιο κρίσιμες είναι οι μεταβολές της από τον μέσο όρο για τη γεωργία.

- *Ξηρασία λιμού.* Πρόκειται για την σοβαρότερη και πιο επικίνδυνη περίπτωση ξηρασίας η οποία επιφέρει πολλές φορές θανάτους από λιμό. Οι επεμβάσεις είναι συνήθως διεθνείς.

Η ξηρασία είναι μια από τις κυριότερες και σημαντικότερες φυσικές καταστροφές αφού προκαλεί μεγάλα προβλήματα, σίτισης κυρίως, στις υπανάπτυκτες περιοχές (Εικ. 12.7). Με δεδομένες τις καθυστερήσεις που παρατηρούνται συνήθως στην αποστολή τροφίμων και ιατρικής βοήθειας στις περιοχές που πλήττονται από ξηρασία καθώς και τις γραφειοκρατικές διαδικασίες που απαιτούνται για την οργάνωση αποστολών βοήθειας, είναι μείζονος σημασίας να μπορεί να προβλεφθεί το μέγεθος του προβλήματος του υποσιτισμού που έπεται μιας ξηρασίας πριν αυτό εξελιχθεί σε ιδιαίτερα σοβαρό.

6. ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ

Η ερημοποίηση αποτελεί μια διεργασία οικολογικής εξαλλοίωσης η οποία αρχικά συναντάται σε ξηρές, ημίξηρες και υπο-υγρές περιοχές και προκαλεί την ελάττωση και

τη σταδιακή καταστροφή της βιολογικής παραγωγικότητας του εδάφους. Το φαινόμενο μπορεί να επεκτείνει τα ερημικά περιθώρια ή να εντατικοποιήσει της ερημικές συνθήκες στις ξηρές περιοχές. Στις περιοχές όπου παρατηρείται ξηρασία για μεγάλες χρονικές περιόδους η οποία συνοδεύεται από κακή οικολογική διαχείριση δημιουργείται μόνιμη εξαλλοίωση του εδάφους. Οι ορατές εδαφικές σχισμές δεν αποτελούν ουσιαστικούς δείκτες του φαινομένου καθώς η απώλεια των θρεπτικών συστατικών και μόνο μπορεί να είναι αρκετή για την εξέλιξη της ερημοποίησης (Πίν. 12.2). Το φαινόμενο της ερημοποίησης μπορεί να χαρακτηριστεί σαν “έρπουσα καταστροφή” αφού δεν αναγνωρίζεται, παρά μόνο όταν η εξαλλοίωση καθώς και σημαντικές αλλαγές προχωρήσουν σε βάθος και επηρεάσουν αρνητικά την γονιμότητα και την παραγωγικότητα των εδαφών.

Οι κλιματολόγοι προσπαθούν από καιρό να καθορίσουν το ρόλο των κλιματικών αλλαγών στην αύξηση της ξηρασίας και τη μείωση της παραγωγικότητας των εδαφών. Όπως ακριβώς και το κλίμα που τις ελέγχει, οι ερημοποιήσεις αποτελούν ιδιαίτερα δυναμικά φαινόμενα όταν κανείς τις εξετάσει μακροπρόθεσμα. Στην Αφρική τα τελευταία 5.000 χρόνια έχει παρατηρηθεί μια γενική αύξηση της ξηρασίας με πολλές όμως διακυμάνσεις στα διάφορα γεωγραφικά μήκη και σε ετήσια κλίμακα.

Η έκταση των ερήμων μπορεί να μεγαλώνει ή να μικραίνει με το χρόνο όπως ακριβώς αυξομειώνονται και τα ποσοστά των βροχοπτώσεων. Η διαδικασία αυτή μπορεί να χαρτογραφηθεί με διάφορους τρόπους. Η δενδροχρονολογία των ετήσιων δακτυλίων ανάπτυξης στα δέντρα μπορεί

να προσδιορίσει τις εποχές κατά τις οποίες η υγρασία ήταν ελάχιστη και η βλάστηση μειωμένη. Με γεωλογικές μεθόδους μπορεί να προσδιοριστεί το μέγεθος των λιμνών κατά τη διάρκεια των χρόνων, ενώ η γεωαρχαιολογία μπορεί να υποδείξει αλλαγές στην επιλογή κατοικίας και δόμησης που εξαρτώνται άμεσα από την διαθεσιμότητα υδατικών πόρων (τα ρωμαϊκά υδραγωγεία και το υδρευτικό δίκτυο της ίδιας εποχής στην Τριπολιτανία, βόρεια Αφρική, έχουν πληρωθεί με ιλύ καθώς το κλίμα σήμερα είναι πολύ ξηρό).

Φαίνεται βέβαιο σήμερα, ότι η αλόγιστη χρήση των διαφόρων εδαφών από το ανθρώπινο γένος έχει οδηγήσει στην εξαλλοίωσή τους. Μέσα από την ανάπτυξή τους, τα “ξηρόφυτα” (φυτά που ευδοκίμουν στην ξηρασία) έχουν αναπτύξει μεθόδους διατήρησης της υγρασίας για τις πολύ ξηρές και άνυδρες περιόδους, αλλά η μεγάλη πίεση που ασκείται στη φύση από την ανθρωπότητα λόγω των ολοένα αυξανόμενων αναγκών της, τείνει να καταστρέψει αυτή τη συμβιωτική σχέση.

Τόσο οι αιτίες όσο και τα αποτελέσματα της ερημοποίησης, είναι άμεσα συνδεδεμένα με κοινωνικούς και πολιτικούς παράγοντες. Η ορθολογική χρήση της γης μπορεί να αποτελέσει, έστω και μερικά, μέσο πολιτικής σταθερότητας και λήψης αποφάσεων διαχείρισης, ενώ η εδαφική εξαλλοίωση μπορεί να προκαλέσει μαζικές μετακινήσεις οι οποίες συνοδεύονται από τη δημιουργία κοινωνικών και πολιτικών προβλημάτων. Μέσα από αυτή την οπτική γωνία επομένως, η ερημοποίηση αποτελεί την αλληλεπίδραση μεταξύ των κοινωνικο-οικονομικών πιέσεων και της ισορροπίας του οικοσυστήματος.

Τέλος, η διαφορά μεταξύ ξηρασίας και ερημοποίησης έγκειται στο βαθμό της μονιμότητας της οικολογικής εξαλλοίωσης. Η αποκατάσταση μετά από ξηρασία μπορεί να είναι αργή και ημι-μόνιμη, ενώ το φαινόμενο της ερημοποίησης μπορεί να προκαλέσει μη αντιστρέψιμη καταστροφή στο οικοσύστημα, το οποίο ήδη υφίσταται σοβαρή εξαλλοίωση. Σε κάθε περίπτωση όμως, οι αλλαγές γίνονται με τόσο αργούς ρυθμούς, έτσι ώστε η απειλή δεν γίνεται ορατή, παρά μόνο όταν η καταστροφή είναι πλέον γεγονός.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alexander, D., 1993. *Natural Disasters*. 632p., UCL Press, London.

Bein, F.L., 1980. Response to drought in the Sahel. *Journal of Soil and Water Conservation*, 35, 121-4.

Biswas, M.R. & Biswas, A.K., 1980. *Proceedings of the United*

Nations Conference on Desertification. Pergamon Press, New York.

Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. *Geological Hazards*. 328p., Springer-Verlag, Berlin.

Bryant, E.A., 1991. *Natural Hazards*. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.

Coch, N.K., 1995. *Geohazards. Natural and human*. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.

Cutler, P., 1984. Famine forecasting: prices and peasant behaviour in northern Ethiopia. *Disasters*, 8, 48-56.

Dregne, H.E., 1983. *Desertification of arid lands*. Harwood, New York.

Hsu, K.J., 1983. *The Mediterranean was a Desert: A Voyage of the Glomar Challenger*. Princeton University Press, New Jersey.

Imbrie, J. & Imbrie, K.P., 1979. *Ice Ages: Solving the Mystery*. Harvard University Press, Harvard.

Keller, A.E., 1976. *Environmental geology*. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.

Kennedy, E., 1992. The impact of drought on production, consumption and nutrition in southwestern Kenya. *Disasters*, 16, 9-18.

Λέκκας, Ε., 1995. *Γεωλογία και Περιβάλλον. Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών*, 242σ., Αθήνα.

Mariolakis, I., Nassopoulou, S., Voulioumanos, N., Fountoulis, I. & Ladas, I., 1993. Paleoenvironmental study of the post alpine sediments at the Eastern margin of Southern Mesinia basin deduced from litho- and biostratigraphic evidence. *Proceedings, 1st Inter. Cong. “Mediterranean: Rural development - Environment - Quality of life”*. ΓΕΩΤ.Ε.Ε., Αθήνα.

McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. *Geohazards. Natural and man-made*. 227p., Chapman & Hall, London.

Morgan, R.P.C., 1986. *Soil erosion and conservation*. Longman, Harlow.

Nnoli, O., 1990. Desertification, refugees and regional conflict in West Africa. *Disasters*, 14, 132-9.

Paepe, R., Mariolakis, I., Overloop, E. Van & Nassopoulou, S., 1993. Paleoclimatic changes in Greece from geological evidences. *Proceedings, 1st Inter. Cong. “Mediterranean: Rural development - Environment - Quality of life”*. ΓΕΩΤ.Ε.Ε., Αθήνα.

Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. *An introduction to global environmental issues*. 390p., Routledge, London.

Smith, K., 1992. *Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster*. 324p., Routledge, London.

Tilling, R., 1982. Volcanic cloud may alter earth's climate. *National Geographic*, 162, 5.

13

Καιρικές καταστροφές

1. ΓΕΝΙΚΑ

Στις καιρικές καταστροφές εντάσσονται καιρικά φαινόμενα εξαιρετικής έντασης που προκαλούν μεγάλες καταστροφές, απώλειες σε ανθρώπινες ζωές και περιουσιακά στοιχεία. Τέτοια φαινόμενα είναι οι δυνατές καταιγίδες, οι κυκλώνες, οι χιονοθύελλες, οι ανεμοθύελλες και οι τυφώνες. Σύμφωνα με στοιχεία, όπως άλλωστε φαίνεται και στον *πίνακα 13.1*, ανάμεσα σε όλες τις άλλες περιπτώσεις γεωλογικών καταστροφών, τα υψηλότερα ποσά που δαπανήθηκαν από τις ασφαλιστικές εταιρίες στις ΗΠΑ προς τους πελάτες τους αντιστοιχούν σε ζημιές από καιρικές καταστροφές.

2. ΑΝΕΜΟΣΤΡΟΒΙΛΙΟΙ

Στις θύελλες περιλαμβάνεται ένας μεγάλος αριθμός καιρικών καταστροφών όπως οι ανεμοθύελλες, οι χιονοθύελλες, οι θύελλες με χαλάζι και οι ανεμοστρόβιλοι. Οι ανεμοστρόβιλοι είναι μάζες αέρα που έχουν τη μορφή κώνου με την κορυφή προς τα κάτω, το οποίο περιστρέφεται σύμφωνα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού (όταν το παρατηρεί κανείς από ψηλά) και αναπτύσσουν πολύ μεγάλες ταχύτητες αέρα περιμετρικά.

Οι περισσότεροι ανεμοστρόβιλοι κινούνται με ταχύτητα 50 χιλιομέτρων την ώρα αν και έχουν καταγραφεί και ταχύτερες της τάξης των 110 χιλιομέτρων την ώρα. Συνήθως κινούνται με διεύθυνση από νοτιοδυτικά προς βορειοανατολικά, χωρίς αυτό να σημαίνει, ότι αυτή η διεύθυνση της πορείας τους είναι σταθερή, αφού μπορεί, κατά τη διάρκεια ενός ανεμοστρόβιλου, να αλλάξει απότομα.

Οι ανεμοστρόβιλοι συγκαταλέγονται ανάμεσα στις πιο σοβαρές καιρικές καταστροφές λόγω της ιδιαιτερότητας που παρουσιάζουν με πολύ χαμηλές ατμοσφαιρικές πιέσεις και δυνατούς ανέμους. Η ατμοσφαιρική πίεση μπορεί να πέσει μέχρι τα 100 mbar. Οι μέγιστες αρχικές ταχύτητες των ανέμων φθάνουν τα 230 χιλιόμετρα την ώρα ενώ στην πορεία μπορεί να αυξηθούν μέχρι και 60% (370 χιλιόμετρα την ώρα).

Συγκρινόμενες με τις καταστροφές που προκαλούνται από άλλες καιρικές καταστροφές όπως οι τυφώνες και οι δυνατές καταιγίδες, οι καταστροφές από τους ανεμοστρόβιλους παρουσιάζουν τη *μικρότερη έκταση*. Μέσα όμως σε αυτή τη σχετικά μικρή περιοχή οι καταστροφές που παρατηρούνται είναι *ολικές*, αφού οι χαμηλές ατμοσφαιρικές πιέσεις που αναπτύσσονται, καθώς και η περιστροφική

Ημερομηνία	Γεγονός	Ύψος αποζημιώσεων*
Αύγουστος 1992	Τυφώνας Andrew	16.500.000.000
Ιούνιος-Ιούλιος 1993	Πλημμύρα- Missuri -λεκάνη ποταμού Mississippi	12.000.000.000
Σεπτέμβριος 1989	Τυφώνας Hugo	4.195.000.000
Μάρτιος 1993	Χειμερινές καταιγίδες σε 24 πολιτείες	3.505.000
Οκτώβριος 1991	Πυρκαγιά- Okland, California	1.775.000.000
Σεπτέμβριος 1992	Τυφώνας Iniki	1.600.000.000
Οκτώβριος 1989	Σεισμός - Loma Prieta, California	960.000.000
Δεκέμβριος 1983	Χειμερινέςκαταιγίδες σε 41 πολιτείες	880.000.000
Απρίλιος-Μάιος 1992	Επεισόδια στο Los Angeles	775.000.000
Απρίλιος 1992	Δυνατοί άνεμοι, χαλάζι, καταιγίδες, πλημμύρες - Texas και Oklahoma	760.000.000
Σεπτέμβριος 1979	Τυφώνας Frederic	753.000.000
		* πολύ μικρότερο από το συνολικό ύψος των καταστροφών σε \$

Πίνακας 13.1

Οι υψηλότερες αποζημιώσεις που δόθηκαν από ασφαλιστικές εταιρίες για καταστροφικά γεγονότα στις ΗΠΑ (Σεπτέμβριος 1979 - Ιούλιος 1993).

Κλίμακα	Κατηγορία	Ταχύτητα (km/hr)	Αναμενόμενες καταστροφές
F0	Ασθενής	64-116	Τα κλαδιά των δέντρων σπάνε, τα δέντρα και τα φυτά με μικρές ρίζες ξεριζώνονται, μερικά παράθυρα οικιών σπάνε.
F1	Μέτριος	117-180	Τα δέντρα θραύονται, στέγες οικιών παρασύρονται από τον αέρα, πρόχειρες κατασκευές φεύγουν από τα θεμέλιά τους.
F2	Δυνατός	181-253	Τα μεγάλα δέντρα θραύονται και ξεριζώνονται, οι πρόχειρες κατασκευές καταστρέφονται ολοκληρωτικά, οι στέγες των μεγαλύτερων οικιών παρασύρονται από τον αέρα.
F3	Πολύ δυνατός	254-332	Τα περισσότερα δέντρα ξεριζώνονται, αυτοκίνητα αναποδογυρίζουν παρασυρόμενα από τον αέρα, οι στέγες και οι τοίχοι των καλά δομημένων και μεγάλων κατασκευών παρασύρονται από τον αέρα.
F4	Καταστροφικός	333-418	Οι καλά δομημένες κατασκευές σχεδόν καταστρέφονται, όλες οι άλλες κατασκευές φεύγουν από τα θεμέλιά τους, τα αυτοκίνητα ίπτανται στον αέρα, τα δέντρα ξεριζώνονται και παρασύρονται για μεγάλες αποστάσεις.
F5	Απερίγραπτος	419-512	Κατασκευές στο μέγεθος ενός αυτοκινήτου παρασύρονται για περισσότερο από 90 μέτρα μακριά, ακόμα και οι πιο ανθεκτικές κατασκευές φεύγουν από τα θεμέλιά τους.

Πίνακας 13.2

Η κλίμακα Fujita ταξινόμησης των ανεμοστρόβιλων, βασισμένη στην ταχύτητα του ανέμου και τις καταστροφές που προκαλούνται.

φύση του ανεμοστρόβιλου καταστρέφουν οτιδήποτε αγγίζουν. Οι διάμετροι των ανεμοστρόβιλων ποικίλουν από μερικές δεκάδες μέτρα μέχρι και 1,5 χιλιόμετρο ενώ το ίχνος της καταστροφής έχει μήκος που φτάνει περίπου τα 7 χιλιόμετρα. Οι ανεμοστρόβιλοι πολύ δύσκολα μπορούν να προβλεφθούν γι' αυτό και συνήθως προκαλείται φόβος και πολλές φορές πανικός.

Οι ανεμοστρόβιλοι ταξινομούνται σύμφωνα με την κλίμακα Fujita λαμβάνοντας υπόψη την περιστροφική ταχύτητα του ανέμου και τις καταστροφές που προκαλούν (Πίν. 13.2).

3. ΤΥΦΩΝΕΣ

Οι τυφώνες συγκαταλέγονται ανάμεσα στα πιο έντονα φυσικά φαινόμενα. Πρόκειται για ένα σύστημα τροπικής θύελλας με περιστροφικούς ανέμους ταχύτητας που υπερβαίνει τα 119 χιλιόμετρα την ώρα που πνέουν σύμφωνα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού γύρω από ένα μάλλον ήρεμο κέντρο με πολύ χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση. Τα αντίστοιχα φαινόμενα στον Ινδικό ωκεανό αποκαλούνται *κυκλώνες*. Οι τυφώνες συνήθως συμβαίνουν κατά την περίοδο Ιουνίου - Νοεμβρίου με επίκεντρο την περίοδο Αυγούστου - Οκτωβρίου.

Οι τυφώνες ξεκινούν με μια διαταραχή στο δυτικό ρεύμα αέρα που πνέει λίγο βορειότερα του Ισημερινού. Έτσι δημιουργείται ένα κατακόρυφο ρεύμα αέρα που συμπαρασύρει στην ανοδική του πορεία τα εξατμιζόμενα ύδατα του ωκεανού. Καθώς οι υδρατμοί ανεβαίνουν ψηλά στην ατμόσφαιρα συμπυκνώνονται, διαδικασία που απελευθερώνει μεγάλες ποσότητες θερμότητας. Σε μία μόνο μέρα, ένας τυφώνας μπορεί να απελευθερώσει θερμική ενέργεια ισοδύναμη με αυτή από την τήξη αρκετών εκατοντάδων βομβών υδρογόνου. Η αρχική διαταραχή στο δυτικό κινούμενο ρεύμα αέρα ονομάζεται *τροπικό κύμα*.

Καθώς ο τυφώνας αντλεί τη δύναμή του από το ωκεάνιο νερό που εξατμίζεται, εξασθενεί καθώς διασχίζει την ξηρά, αλλά μπορεί να ανακτήσει δυνάμεις αν περάσει πάνω από τον ωκεανό ακόμα μια φορά. Η διαδρομή του αλλάζει σημαντικά όταν συναντήσει άλλες αέριες μάζες που τον αναγκάζουν να πάρει διαφορετική πορεία από την αρχική.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1950, χρησιμοποιούνται διάφορα ανδρικά ή γυναικεία ονόματα για τους τυφώνες με σκοπό την εύκολη αναδρομή και αναφορά σε αυτούς. Κάθε χρόνο στις ΗΠΑ μια διεθνής επιτροπή

συσκέπεται και αποφασίζει μια σειρά εναλλακτικών ονομάτων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την ονομασία των τυφώνων που θα λάβουν χώρα κατά τη διάρκεια του έτους. Μερικά από τα ονόματα αυτά επαναλαμβάνονται κατά τη διάρκεια των χρόνων, εκτός από μερικά που έχουν ήδη χαρακτηρίσει κάποιους πολύ δυνατούς και καταστροφικούς τυφώνες τα οποία δεν ξαναχρησιμοποιούνται για να αποφευχθεί η δημιουργία πανικού στο άκουσμά τους.

Ο τυφώνας αποτελείται από μια σειρά *λωρίδων βροχής* οι οποίες είναι σπειροειδείς λωρίδες δυνατού ανέμου και καταρακτώδους βροχής που περικλείουν μια σχετικά ήρεμη περιοχή χαμηλής ατμοσφαιρικής πίεσης, η οποία ονομάζεται *μάτι* του τυφώνα (ή του κυκλώνα αντίστοιχα), ενώ η ζώνη γύρω από το μάτι μπορεί να εκτείνεται από 16 έως 40 χιλιόμετρα.

Η ένταση των τυφώνων μετρείται με την κλίμακα Saffir - Simpson Hurricane Scale, σύμφωνα με την οποία λαμβάνονται υπόψη η ταχύτητα του ανέμου, η άνοδος της θάλασσας και οι αναμενόμενες καταστροφές (Πίν. 13.3).

Η συχνότητα εμφάνισης των τυφώνων μειώνεται με την ένταση. Οι τυφώνες της κατηγορίας 1 του πίνακα είναι συχνοί και παρουσιάζονται σχεδόν κάθε χρόνο, ενώ οι περιπτώσεις της κατηγορίας 5 παρουσιάζονται πολύ σπάνια. Η πρόβλεψη των καταστροφών από ένα τυφώνα μιας συγκεκριμένης κατηγορίας είναι δύσκολη, δεδομένου ότι το μέγεθος των καταστροφών ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή. Η καταστροφή που συμβαίνει σε μια συγκεκριμένη περιοχή εξαρτάται από την πλευρά του τυφώνα στην οποία βρίσκεται η περιοχή, από το πόσο μακριά είναι από το μάτι του καθώς και από το μέγεθος της ανάπτυξής του. Οι καταστροφές από τυφώνες αυξάνονται δραματικά καθώς μεγαλώνει η κατηγορία τους (Πίν. 13.4).

Παλαιότερα, το μόνο σημάδι της άφιξης ενός τυφώνα ήταν το σήμα από κάποιο πλοίο που βρισκόταν στην ανοικτή θάλασσα και επέστρεφε στην ασφάλεια του λιμανιού. Σήμερα όμως οι δορυφόροι είναι σε θέση να καταγράψουν τη γέννηση ενός τυφώνα και να παρακολουθήσουν την εξέλιξή του μέχρι το τέλος. Παρόλα αυτά όμως, ακόμα και σήμερα δεν είναι δυνατό να προβλεφτεί ο αριθμός των τυφώνων που είναι πιθανό να δράσουν σε μια δεδομένη χρονική περίοδο ούτε και τις περιοχές που πρόκειται να πλήξουν.

Οι καταστροφές που προκλήθηκαν από παρελθόντες τυφώνες, αποτελούν μαθήματα για τη βελτίωση της

Κατηγορία	Ταχύτητα ανέμου (km/hr)	Ανοδος στάθμης θάλασσας (m πάνω από τη φυσιολογική στάθμη)	Καταστροφές
1	119-153	1,2-1,5	Καμία πραγματική καταστροφή στις δομικές κατασκευές. Μικρές ζημιές σε πρόχειρες κατασκευές και δέντρα. Μερική πλημμύρα στις παραλιακές οδούς.
2	154-177	1,8-2,4	Μερικές ζημιές στις στέγες, πόρτες και παράθυρα. Καταστροφές στη βλάστηση, στις αυτοσχέδιες κατασκευές και στις αποβάθρες. Οι παραλιακές οδοί και οι χαμηλού αναγλύφου περιοχές πλημμυρίζουν 2 με 4 ώρες πριν από την άφιξη του τυφώνα.
3	178-209	2,7-3,6	Οι αυτοσχέδιες και οι πρόχειρες κατασκευές καταστρέφονται. Η πλημμύρα στις παράκτιες περιοχές καταστρέφει τις μικρότερες κατασκευές, ενώ οι μεγαλύτερες κατασκευές υφίστανται βλάβες λόγω της συσσώρευσης μπαζών και πλημμυρικών υλικών. Οι περιοχές που βρίσκονται μέχρι 1,5 μέτρου από την στάθμη της θάλασσας πλημμυρίζουν σε απόσταση 9,6 χιλιομέτρων από την ακτή.
4	210-249	3,9-5,5	Διάβρωση των ακτών. Σημαντικές καταστροφές στους κάτω ορόφους των οικιών κοντά στην ακτή. Οι περιοχές που βρίσκονται περί τα 3 μέτρα μέχρι τη στάθμη της θάλασσας πλημμυρίζουν, ενώ απαιτείται άμεση εκκένωση των κατοικημένων περιοχών σε απόσταση 9,6 χιλιομέτρων από την ακτή.
5	> 249	> 5,5	Ολοκληρωτική καταστροφή πολλών οικιών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Οι μικρές κατασκευές παρασύρονται από τον αέρα. Σημαντικές καταστροφές στους κάτω ορόφους οικιών που βρίσκονται μέχρι 4,5 μέτρα πάνω από τη στάθμη της θάλασσας σε απόσταση 457 μέτρων από την ακτή. Απαιτείται μαζική εκκένωση των περιοχών σε απόσταση 8-16 χιλιομέτρων από την ακτή.

Πίνακας 13.3

Η κλίμακα Saffir - Simpson για την ένταση των τυφώνων.

Πίνακας 13.4

Συγκριτικό επίπεδο καταστροφών από τυφώνες σύμφωνα με τις κατηγορίες της κλίμακας Saffir - Simpson.

Κατηγορία	Σχετικό δυναμικό καταστροφής
1	1 (επίπεδο αναφοράς)
2	4 φορές μεγαλύτερη από το επίπεδο αναφοράς
3	40 φορές μεγαλύτερο από το επίπεδο αναφοράς
4	120 φορές μεγαλύτερο από το επίπεδο αναφοράς
5	240 φορές μεγαλύτερο από το επίπεδο αναφοράς

ανθρώπινης συμπεριφοράς απέναντι σε αυτές τις καιρικές καταστροφές, και υπαγορεύουν τακτικές αντιμετώπισής τους, όπως για παράδειγμα, προειδοποίηση και εκκένωση των κατοικημένων περιοχών, αποκατάσταση του εύρους της ακτής και του ύψους των θινών, κώδικες δόμησης, ζωνοποίηση χρήσεων γης, κλπ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D., 1993. *Natural Disasters*. 632p., UCL Press, London.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. *Geological Hazards*. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bryant, E.A., 1991. *Natural Hazards*. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Coch, N.K., 1995. *Geohazards. Natural and human*. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Gray, W.M., 1990. Strong association between West African climate and U.S. landfall of intense hurricanes. *Science*, 249, 1251-56.
- Keller, A.E., 1976. *Environmental geology*. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. *Geohazards. Natural and man-made*. 227p., Chapman & Hall, London.
- Miller, P., 1987. Tracking tornadoes. *National Geographic*, 171, 6, 690-715.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. *An introduction to global environmental issues*. 390p., Routledge, London.
- Simpson, R.H. & Riehl, H., 1981. *The hurricane and its impact*. Louisiana State University Press, Baton Rouge.
- Smith, K., 1992. *Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster*. 324p., Routledge, London.
- Snow, J.T., 1984. The tornado. *Scientific American*, 250, 4, 86-96.

14

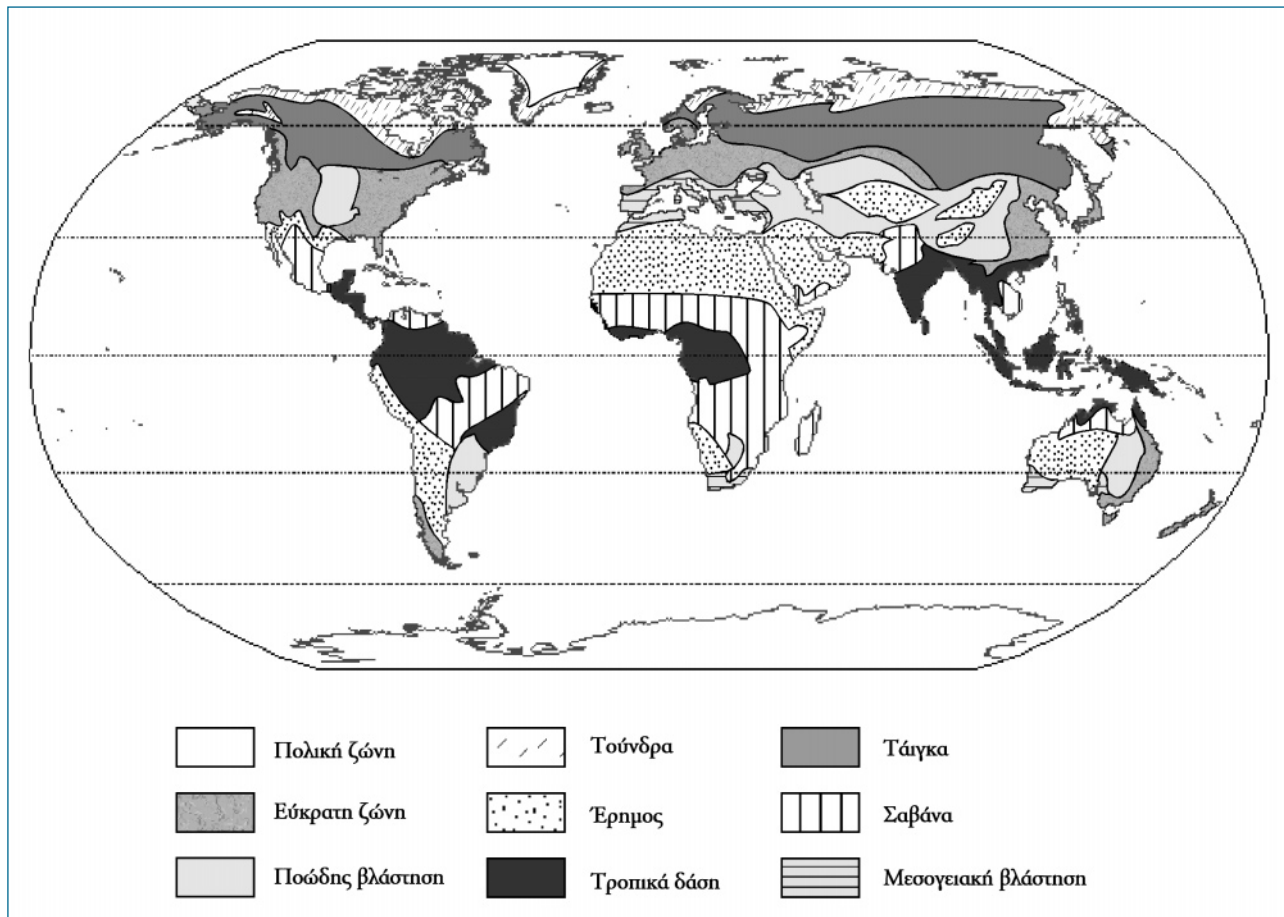
Φυσικές πυρκαγιές

1. ΓΕΝΙΚΑ

Από όλες τις πιθανές περιπτώσεις φυσικών καταστροφών, το φαινόμενο της ξηρασίας είναι το πλέον επικίνδυνο και καταστροφικό για τη φύση. Σε χώρες όπως η Αυστραλία και οι Η.Π.Α., η ξηρασία προκαλεί συχνά πυρκαγιές από ανάφλεξη των ξηρών δασών και των θαμνωδών εκτάσεων. Η βόρεια Αμερική, η Ευρώπη καθώς και οι περιοχές της πρώην Σοβιετικής Ένωσης έχουν πληγεί πολλές φορές στο παρελθόν από πυρκαγιές. Οι κάτοικοι των αστικών περιοχών θεωρούν ότι οι δασικές πυρκαγιές που εκδηλώνονται κοντά στα μεγάλα αστικά κέντρα μπορούν να αποφευχθούν με μια μεγάλης κλίμακας αποψίλωση. Οι φυσικές πυρκαγιές κατατάσσονται στις φυσικές καταστροφές όταν πλήττουν παρθένα δάση ή, όπως στην περίπτωση της νότιας Καλιφόρνιας και της νότιας Γαλλίας, όταν η αστική δόμηση εκτείνεται μέχρι τις δεντρόφυτες ορεινές περιοχές. Στην πραγματικότητα, κάθε περιοχή όπου εκδηλώνονται περιοδικές ξηρασίες είναι επιδεκτική σε πυρκαγιές, γεγονός εξαιρετικά συχνό στις περιοχές με *Μεσογειακό κλίμα*.

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστούν οι πυρκαγιές οι οποίες προκαλούνται στη φύση από το φαινόμενο της ξηρασίας, καθώς και τα διάφορα είδη της βλάστησης που είναι περισσότερο επιρρεπή σε πυρκαγιά.

Στην *εικόνα 14.1* παρουσιάζονται οι ζώνες βλάστησης παγκοσμίως αφού πυρκαγιά είναι δυνατό να εκδηλωθεί οπουδήποτε υπάρχει βλάστηση. Για παράδειγμα, στο δάσος Μίνιχ στο Βιετνάμ εκδηλώθηκε φυσική πυρκαγιά το 1968, η οποία διήρκεσε έξι εβδομάδες παρά τις συνεχείς προσπάθειες της αεροπορίας των Η.Π.Α. για την κατάσβεσή της. Μεγάλες πυρκαγιές έχουν επίσης εκδηλωθεί κατά καιρούς στις τροπικές ορεινές περιοχές της Βραζιλίας καθώς και στη λεκάνη του Αμαζόνιου. Οι ξηρές και ημι-ξηρές περιοχές μπορεί αρχικά να στερούνται βλάστησης με την εκδήλωση όμως βροχοπτώσεων μικρής διάρκειας αναπτύσσεται βιομάζα με τη μορφή της ποώδους βλάστησης. Οι μεγαλύτερες πυρκαγιές στην Αυστραλία έχουν άλλωστε εκδηλωθεί σε ημι-ξηρές περιοχές με ποώδη βλάστηση. Μεγάλες εκτάσεις του βορείου ημισφαιρίου καλύπτονται από δάση κωνοφόρων, δηλαδή βλάστηση τύπου ταίγα. Τα δάση αυτά είναι αειθαλή και επομένως ιδιαίτερα επιρρεπή σε πυρκαγιά ιδιαίτερα κατά τις ξηρές περιόδους. Η καταστροφή ενός τέτοιου δάσους από πυρκαγιά χρειάζεται αρκετές δεκαετίες για να αποκατασταθεί και να ξαναπάρει το δάσος την αρχική του μορφή. Αντίθετα τα δάση



Εικόνα 14.1

Οι κυριότερες ζώνες βλάστησης στον κόσμο.

φυλλοβόλων δέντρων όπου τα φύλλα χάνονται την περίοδο του χειμώνα, διατηρούν αρκετή υγρασία για να προφυλαχθούν από περίπτωση πυρκαγιάς. Το φθινόπωρο όμως που τα φυλλώματα είναι ξηρά, είναι πιθανό να εκδηλωθεί πυρκαγιά ακόμα και σε αυτή την κατηγορία των δασών, ιδιαίτερα δε κατά τις περιόδους μεγάλης ξηρασίας.

Διαφορετικό είναι το πρόβλημα που αντιμετωπίζεται στην περίπτωση των δασών με ευκαλύπτους των οποίων τα φύλλα περιέχουν έλαια που ευνοούν την εκδήλωση πυρκαγιάς. Αν και η παρουσία των ευκαλύπτων εντοπίζεται αρχικά στην Αυστραλία, στη συνέχεια, λόγω εξαγωγών, συναντώνται σε πολλές περιοχές με ημι-ξηρό κλίμα και έτσι σήμερα καταλαμβάνουν σημαντικές εκτάσεις στην Καλιφόρνια, στη Βόρεια Αφρική, στη Μέση Ανατολή και στην Ινδία. Στατιστικά, στις ημι-ξηρές περιοχές και με τον παραπάνω τύπο βλάστησης παρατηρείται εκδήλωση φυσικής πυρκαγιάς κάθε δύο χρόνια. Άλλοι τύποι βλάστησης

που είναι επιρρεπείς σε πυρκαγιές είναι τα δάση με δρυς που κυρίως συναντώνται στις Μεσογειακές χώρες ή τύποι ποώδους βλάστησης που είναι γνωστές με τον όρο “chararral” στην Καλιφόρνια, “garrigue” ή “maquis” στη Γαλλία, “φρύγανα” στην Ελλάδα, “matarral” στη νότιο Αμερική, “macchin fynbosch” στη νότιο Αφρική και “mallee” ή “mulga” στην Αυστραλία.

Φυσικές δασικές πυρκαγιές είναι πιθανό να εκδηλωθούν σε όλα τα είδη βλάστησης, αν και τα περισσότερο επιρρεπή είναι τα είδη τύπου ταίγα και τα δάση με ευκαλύπτους, ενώ λιγότερο πιθανές είναι οι πυρκαγιές στις ζώνες με βλάστηση τύπου tundra και στα τροπικά δάση. Πυρκαγιές μπορεί επίσης να προκληθούν από την αυτανάφλεξη των εδαφικών οριζόντων στην τοπογραφική επιφάνεια μετά από παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το φαινόμενο της φυσικής πυρκαγιάς δεν μπορεί να αποτραπεί εντελώς με την αποψίλωση και το καθάρισμα των περιοχών από τη φυσική βλάστηση,

αφού οι σπαρμένες εκτάσεις λίγο πριν από την περίοδο συγκομιδής είναι εξαιρετικά εύφλεκτες.

Ενας εξίσου σημαντικός παράγοντας που ελέγχει την εκδήλωση πυρκαγιάς καθώς και την εξάπλωσή της, είναι η *πυκνότητα της βλάστησης* αφού στην πολύ πυκνή βλάστηση, όπου λίγος αέρας κυκλοφορεί ανάμεσα στα φυτά, είναι δύσκολη η εξέλιξη μιας πυρκαγιάς σε αντίθεση με την περίπτωση περιοχών με πιο διάσπαρτη βλάστηση, όπου η εξάπλωση της φωτιάς είναι ραγδαία και δύσκολο να ελεγχθεί.

Η *ταχύτητα εξάπλωσης* της πυρκαγιάς αυξάνεται εκθετικά με την αύξηση της ταχύτητας του ανέμου. Με ταχύτητα ανέμου της τάξης των 10 km/h μια πυρκαγιά σε θαμνώδη έκταση της Αυστραλίας μετακινείται με ταχύτητα 0,5 km/h, ενώ στα 20 km/h ταχύτητας ανέμου η ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς γίνεται 0,75 km/h και στα 40 km/h η ταχύτητα εξάπλωσης φθάνει τα 1,75 km/h. Αν η φωτιά φθάσει τις κορυφές των δέντρων τότε η εξάπλωση της πυρκαγιάς επιταχύνεται και φθάνει τα 20 km/h. Η ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς δεν αυξάνεται πάντα με την αύξηση της ταχύτητας του ανέμου αφού έχει παρατηρηθεί ότι με ταχύτερες ανέμου περισσότερο από 50 km/h η εξάπλωση της πυρκαγιάς επιβραδύνεται λόγω τεμαχισμού της πύρινης κεφαλής. Γενικότερα, επισημαίνεται ότι η ταχύτητα εξάπλωσης πυρκαγιάς σε ποώδη βλάστηση είναι οκτώ φορές μεγαλύτερη από εκείνη σε θαμνώδη βλάστηση με την ίδια ταχύτητα ανέμου και στις δύο περιπτώσεις. Όταν μια πυρκαγιά κινείται σε τοπογραφική ανωφέρεια η ταχύτητα εξάπλωσής της μεγαλώνει, αφού λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στα κατώτερα τοπογραφικά σημεία, παρατηρείται ξήρανση της βλάστησης στα ανώτερα σημεία και έτσι διευκόλυνση της προόδου της πυρκαγιάς.

Ασχετα με το πόσο ξηρή είναι μια δασική περιοχή ή μια περιοχή ποώδους βλάστησης, δεν εκδηλώνεται πυρκαγιά αν δεν υπάρξει ανάφλεξη. Η ακριβής αιτία πρόκλησης μιας πυρκαγιάς πολλές φορές δεν είναι γνωστή λόγω ελλειπών στατιστικών αρχείων. Για παράδειγμα, στις Ευρωπαϊκές χώρες τα αίτια πρόκλησης του 45% των πυρκαγιών δεν είναι γνωστά, ενώ στον Καναδά ο αριθμός των πυρκαγιών που δεν έχουν γνωστά αίτια πρόκλησης μειώνεται μόλις στο 5%. Στην Ευρώπη μόλις το 2% των πυρκαγιών έχει αποδοθεί σε φυσικές αιτίες όπως οι αστραπές, ενώ πάνω από τις μισές οφείλονται σε εμπρησμούς και το 40% περίπου στην ανθρώπινη απροσεξία (Εικ. 14.2).



Εικόνα 14.2

Πυρκαγιά στην Βόρεια Αττική τον Αύγουστο του 1995 που προήλθε από εμπρησμό.

Στην ανθρώπινη απροσεξία συγκαταλέγονται πυρκαγιές που ξέφυγαν από τον ανθρώπινο έλεγχο, πυρκαγιές από αναμμένα τσιγάρα, από απρόσεκτη παιδική δραστηριότητα, από κατασκηνώσεις, σιδηροδρόμους, κλπ. Στον Καναδά οι αστραπές είναι υπεύθυνες για το 32% των δασικών πυρκαγιών ενώ στις Η.Π.Α. η ίδια αιτία ευθύνεται για το 8% των πυρκαγιών.

Ο άνθρωπος παραμένει όμως η βασικότερη αιτία πρόκλησης πυρκαγιών. Η βασική διαφορά μεταξύ πυρκαγιών από εμπρησμό και πυρκαγιών από φυσικά αίτια, κυρίως αστραπές, είναι ότι οι δεύτερες συνήθως εξελίσσονται σε πολύ μεγαλύτερες και επομένως περισσότερο επικίνδυνες για το περιβάλλον, αφού εκδηλώνονται σε απομονωμένες περιοχές, ενώ οι εμπρησμοί που συνήθως γίνονται σε προσελάσιμες από τον άνθρωπο περιοχές είναι περισσότερο εύκολο να ελεγχθούν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D., 1993. Natural Disasters. 632p., UCL Press, London.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. Geological Hazards. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bryant, E.A., 1991. Natural Hazards. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Butler, J.E., 1985. Natural Disasters. Heinemann Educational, 83-96, Richmond, Victoria.
- Coch, N.K., 1995. Geohazards. Natural and human. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Cornell, J., 1976. The great international disaster book. Scribner's, New York.
- Keller, A.E., 1976. Environmental geology. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- Λέκκας, Ε., 1995. Γεωλογία και Περιβάλλον. Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 242σ., Αθήνα.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. Geohazards. Natural and man-made. 227p., Chapman & Hall, London.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. An introduction to global environmental issues. 390p., Routledge, London.
- Powell, F.A., 1983. Bushfire weather. Weatherwise, 36, 3, 126p.
- Smith, K., 1992. Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster. 324p., Routledge, London.
- White, I.D., Mottershead, D.N. & Harrison, J.J., 1984. Environmental systems: an introductory text. Allen and Unwin, London.

15

Τεχνολογικές καταστροφές

1. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Όλοι οι τεχνολογικοί νεωτερισμοί δημιουργούν τόσο κινδύνους για καταστροφές όσο και οφέλη. Η κατασκευή ενός φράγματος σε έναν ποταμό μπορεί να έχει πολλά οφέλη, όπως η παροχή ύδατος και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί όμως να προκαλέσει και καταστροφικές πλημμύρες εξαιτίας μιας δομικής ασυνέχειάς του. Η ισορροπία μεταξύ των κινδύνων και των οφελών που πιθανό να συνοδεύουν τη νέα τεχνολογία δεν είναι και τόσο συχνά ορατή. Όταν εφευρέθηκε η μηχανή εσωτερικής καύσης κανείς δεν μπορούσε, την εποχή εκείνη, να προβλέψει το σημερινό βαθμό εξάρτησης του ανθρώπου από το αυτοκίνητο ή ότι τα τροχαία ατυχήματα θα προκαλούσαν στις μέρες μας 250.000 θανάτους το χρόνο διεθνώς.

Γενικά οι τεχνολογικές καταστροφές δεν είναι τόσο πολύ κατανοητές όσο οι φυσικές καταστροφές. Συνήθως, υπάρχει μικρή εμπειρία στην αντικειμενική εκτίμηση των τεχνολογικών κινδύνων και στην αντίληψη της ισορροπίας μεταξύ των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων μιας ιδιαίτερης τεχνολογίας από τον απλό πολίτη που μπορεί να διαφέρει πολύ από αυτή του επιστήμονα ή του τεχνικού. Χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο δείγμα από πληθυσμιακές ομάδες, έρευνες κατέληξαν στο συμπέρασμα, ότι ο βαθμός που οι κίνδυνοι είναι κατανοητοί από την επιστημονική κοινότητα, όπως επίσης και τα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη που συνεπάγονται, ασκούν σοβαρή επιρροή πάνω στην αντίληψη των τεχνολογικών κινδύνων από τον απλό πολίτη.

Οι τεχνολογικές καταστροφές θεωρούνται βασικά ως ανθρωπογενείς. Εκτός όμως από αυτό τον πολύ απλό χαρακτηρισμό, πολλές ερμηνείες έχουν δοθεί κατά καιρούς στην έννοια “τεχνολογική καταστροφή”. Η λέξη “τεχνολογία” μπορεί να δηλώνει από μια απλή τοξική χημική ουσία μέχρι μια πολύ πολύπλοκη βιομηχανία, όπως για παράδειγμα οι πυρηνικοί σταθμοί. Στον όρο “τεχνολογική καταστροφή” πολλές φορές συμπεριλαμβάνονται και απειλές όπως αυτές των πολέμων. Στους τεχνολογικούς κινδύνους, συμπεριλαμβάνονται επαγγελματικοί κίνδυνοι ή κίνδυνοι από τον τρόπο ζωής παρά το γεγονός ότι αυτοί οι κίνδυνοι διαφέρουν κατά πολύ από τους κινδύνους στους οποίους εκτίθεται ο άνθρωπος ακούσια. Για παράδειγμα, ανάμεσα σε δύο οικογένειες που ζούν κοντά σε ένα πυρηνικό εργοστάσιο, ο βαθμός αποδοχής του κινδύνου που προέρχεται από τη μονάδα είναι διαφορετικός για κάθε οικογένεια και αυτό γιατί μπορεί η μια οικογένεια να έχει άμεσο όφελος από τη μονάδα λόγω

Τάξη	Παραδείγματα
Πολλαπλές καταστροφές	Πυρηνικός πόλεμος (ακτινοβολία), ανασχηματισμένο DNA
Ακραίες καταστροφές Θάνατοι Τερατογενέσεις Σπάνιες καταστροφές Κοινές καταστροφές Παγκόσμιες απειλές	Αντιβιοτικά, εμβόλια, κ.ά. Εξόρυξη ουρανίου, κατασκευή ελαστικών, κ.ά. Δυστυχήματα αεροπλοΐας Αυτοκινητιστικά ατυχήματα Αύξηση CO ₂ , ελάττωση όζοντος
Καταστροφές	Επαγγελματικά ατυχήματα

Πίνακας 15.1

Ταξινομήσι των τεχνολογικών καταστροφών.

εργασιακής σχέσης της με αυτή, ενώ η άλλη εκτιθέμενη ακούσια στον κίνδυνο, καρπώνεται απλώς τα γενικότερα κοινωνικά οφέλη από τη λειτουργία της βιομηχανίας.

Από σχετικές μελέτες εντοπίστηκαν μερικά κοινά χαρακτηριστικά των τεχνολογικών καταστροφών, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι καταστροφές αυτές ορίζονται από μια ακολουθία γεγονότων και ότι μπορεί να γίνει μια βασική διάκριση μεταξύ παραγωγής ενέργειας και παραγωγής υλικών. Η ταξινόμηση που προέκυψε καθορίζει επτά κύριες τάξεις τεχνολογικών καταστροφών, όπως φαίνεται και στον πίνακα 15.1. Μερικές από τις τάξεις αυτές ακολουθούν τον ορισμό της τεχνολογικής καταστροφής, ο οποίος δίνει έμφαση στο γεγονός ότι πρόκειται για απροσδόκητα γεγονότα που θέτουν ακούσιους κινδύνους στην ανθρώπινη ζωή.

2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Περισσότερο λεπτομερής ανάλυση της τάξης “σπάνιες καταστροφές” έδειξε ότι πολλά τεχνολογικά ατυχήματα οφείλονται σε αποτυχημένο σχεδιασμό σε τρεις κύριους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, όπου η ασφάλεια του κοινού είναι πολύ σημαντική, δηλαδή:

- στις μεγάλης κλίμακας κατασκευές - δημόσια κτίρια, γέφυρες, φράγματα,
- στις μαζικές μεταφορές - εναέριας, θαλάσσιας, σιδηροδρομικές,
- στις βιομηχανίες - κατασκευές, παραγωγή ενέργειας, αποθήκευση και μεταφορά εύφλεκτων υλικών.

Τα υλικά εκείνα που μπορούν να προκαλέσουν καταστροφές είναι συνήθως χημικά για το λόγο ότι είναι εύφλεκτα, εκρηκτικά, διαβρωτικά ή τοξικά. Είναι γενικά παραδεκτό ότι τα περισσότερο επικίνδυνα για τη ζωή του ανθρώπου υλικά είναι τα ραδιενεργά, τα εκρηκτικά και ένας μικρός αριθμός αερίων ή υγρών που είναι δηλητηριώδη. Αν κατά τη μεταφορά αυτών των υλικών προκληθεί κάποιο ατύχημα τότε οι καταστροφές που θα προκληθούν από τη μόλυνση της ατμόσφαιρας θα είναι τεράστιες.

Ένα σημαντικό στοιχείο των τεχνολογικών καταστροφών που σχετίζονται με προβλήματα μόλυνσης είναι ότι τα συνεπαγόμενα αποτελέσματά τους, τόσο όσον αφορά τον ανθρώπινο οργανισμό όσο και το περιβάλλον, διαρκούν πολύ περισσότερο απ’ότι αυτά που ακολουθούν τις φυσικές καταστροφές. Πολλές τοξικές ουσίες ή η ακτινοβολία μπορούν να προκαλέσουν γενετικές δυσμορφίες που κληρονομούνται στις επόμενες γενεές. Κατά τον ίδιο τρόπο, χρειάζονται πολλά χρόνια ώστε τα ύδατα ή οι εδαφικοί πόροι να ξαναγίνουν ασφαλείς μετά από τη μόλυνσή τους με πετρέλαιο ή τοξικά /πυρηνικά απόβλητα.

Τεχνολογικές καταστροφές μπορεί να προκληθούν από κάποιο από τα ακόλουθα αίτια:

- ελλιπή σχεδιασμό και κατασκευή,
- ανεπαρκή διαχείριση,
- τρομοκρατικές επιθέσεις.

3. ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Η θεώρηση των τεχνολογικών καταστροφών που προηγήθηκε δείχνει ότι δεν πρόκειται για ένα καινούργιο φαινόμενο όπως λανθασμένα εκτιμάται πολλές φορές αλλά για ένα στοιχείο που συνοδεύει την ανθρώπινη ιστορία από

Κατασκευές (πυρκαγιές)	Κατασκευές (καταρρέυσεις)	Μαζικές μεταφορές	Βιομηχανία
1766 - Πυρκαγιά στο Λονδίνο - 13.200 σπίτια καταστράφηκαν ολοσχερώς 1772 - Θέατρο Σαραγόσα, Ισπανία - 27 νεκροί 1863 - Ναός Σαντιάγο, Χιλή - 2.000 νεκροί 1871 - Πυρκαγιά στο Σικάγο, ΗΠΑ - 300 νεκροί, 18.000 σπίτια καταστράφηκαν ολοσχερώς 1881 - Θέατρο Βιέννης, Αυστρία - 850 νεκροί	<i>Φράγματα</i> 1802 - Puentes, Ισπανία - 608 νεκροί 1864 - Dale Dyke, Αγγλία - 250 νεκροί 1889 - South Fork, ΗΠΑ - >2.000 νεκροί <i>Κτίρια</i> 1885 - Palais de Justice, Thiers, Γαλλία - 30 νεκροί <i>Γέφυρες</i> 1879 - Γέφυρα Tay, Σκωτία - 75 νεκροί	<i>Αεροπορικές</i> 1785 - Αερόστατο θερμού αέρα, Γαλλία - 2 νεκροί 1913 - Γερμανικό αερόπλοιο LZ 18 - 28 νεκροί <i>Θαλάσσιες</i> 1912 - Τιτανικός, Ατλαντικός ωκεανός - 1.500 νεκροί <i>Σιδηροδρομικές</i> 1842 - Αμαξοστοιχία Βερσαλιών - Παρισιού, Γαλλία - >60 νεκροί 1903 - Μετρό Παρισιού, Γαλλία - 84 νεκροί 1915 - Σταθμός Quintishill, Σκωτία - 227 νεκροί	1769 - San Nazzarro, Ιταλία (έκρηξη) - 3.000 νεκροί 1858 - Αποβάθρες Λονδίνου (έκρηξη) - 2.000 νεκροί 1906 - Courrières, Γαλλία (έκρηξη σε ανθρακορυχείο) - 1.099 νεκροί 1907 - Χαλυβουργία Pittsburg, ΗΠΑ (έκρηξη) - >59 νεκροί 1917 - Λιμάνι Halifax, Καναδάς (έκρηξη φορτίου) - >1.200 νεκροί

Πίνακας 15.2

Μερικά παραδείγματα τεχνολογικών καταστροφών πριν από το τέλος του 1ου Παγκόσμιου Πολέμου.

παλιά. Για παράδειγμα, αρκετά φράγματα ή άλλες μεγάλες κατασκευές έχουν κατασκευαστεί και καταστραφεί στο παρελθόν. Στον πίνακα 15.2 παρουσιάζονται αρκετά καταστροφικά γεγονότα που έλαβαν χώρα παγκοσμίως και πριν από το τέλος του 1ου Παγκόσμιου Πολέμου.

Παρά τη συνέχεια που παρουσιάζεται στις πηγές τεχνολογικών καταστροφών, σημαντικές αλλαγές έχουν συμβεί κατά τη διάρκεια του χρόνου στην κλίμακα του κινδύνου. Η τεχνολογική αλλαγή που προήλθε από τη Βιομηχανική Επανάσταση οδήγησε στην σημαντική αύξηση των κινδύνων κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα. Από τότε το τεχνολογικό πρότυπο έγινε πιο πολύπλοκο και αντικατοπτρίζει μια ποικίλωση ισορροπία μεταξύ απειλής και ασφάλειας. Για παράδειγμα, όσον αφορά τις καταστροφές κτιρίων από πυρκαγιές, παρόλο που πλέον δεν γίνονται ολοκληρωτικές καταστροφές, λόγω των κατά πολύ βελτιωμένων κανονισμών αλλά και των πυροσβεστικών συστημάτων, αρκετά μεμονωμένα κτίρια είναι εκτεθειμένα στον κίνδυνο αυτό. Η ανέγερση πολυώροφων κτιρίων, μερικές φορές κατασκευασμένων από εύφλεκτα υλικά, που αναδίδουν με την καύση τους τοξικά αέρια, δημιούργησε ένα ειδικό τύπο

κινδύνου από πυρκαγιά.

Κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, ο βελτιωμένος κατασκευαστικός σχεδιασμός και η αυξημένη ενημέρωση και πληροφόρηση των διαχειριστών στις βιομηχανίες αλλά και του γενικού κοινού πάνω σε θέματα υγείας και ασφάλειας, συχνά ενισχυόμενη από αυστηρή κυβερνητική πολιτική, οδήγησε αναμφίβολα στη μείωση μερικών τεχνολογικών καταστροφικών φαινομένων. Οι περισσότερες κατασκευές είναι σήμερα ασφαλέστερες απ'ότι στο παρελθόν. Στον πίνακα 15.3 παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν στην ασφάλεια φραγμάτων για χρονικό διάστημα 100 χρόνων δείχνοντας πόσο βελτιώθηκε αυτή με το χρόνο, λόγω καλύ-

Πίνακας 15.3

Καταστροφές φραγμάτων σε διάφορες χρονικές περιόδους.

ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ
1850-99	4,0% (σε σύνολο 600)
1900-09	3,5% (σε σύνολο 400)
1910-19	2,6% (σε σύνολο 600)
1920-29	1,9% (σε σύνολο 1000)
1930-49	0,7% (σε σύνολο 1900)

τερου σχεδιασμού και κατασκευής.

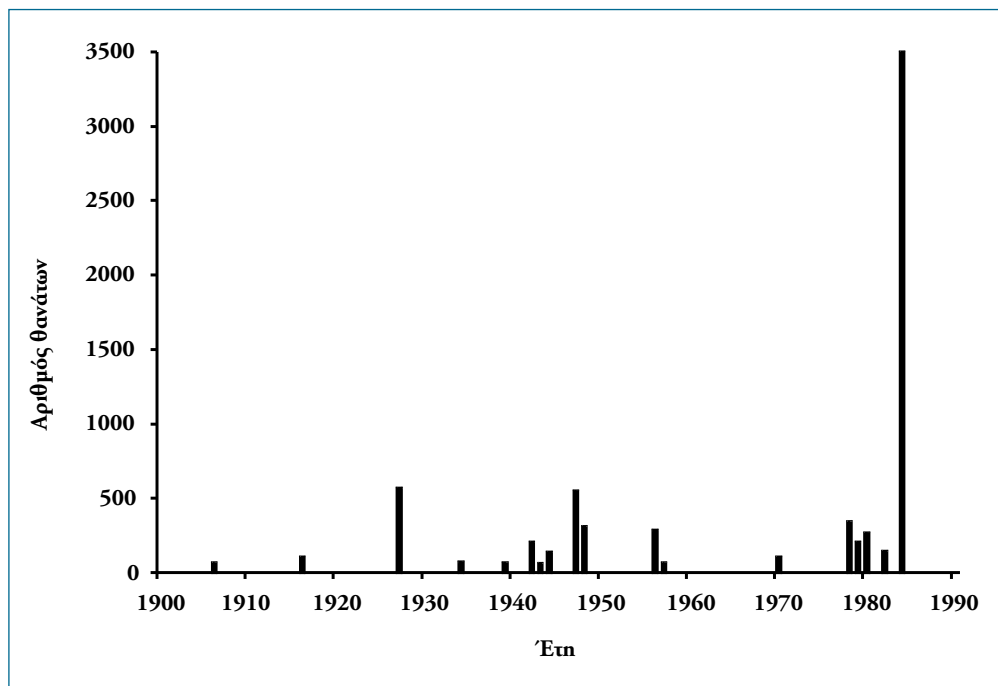
Στην περίπτωση των μαζικών μεταφορών, παρόλο που τρένα, αεροπλάνα και πλοία είναι όλα ασφαλέστερα απ'ότι μερικές δεκαετίες πριν, οι θάνατοι που σχετίζονται με αυτά συνεχίζουν να αυξάνονται. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι ότι τα σημερινά οχήματα μεταφοράς είναι μεγαλύτερα και μεταφέρουν περισσότερους επιβάτες με μεγαλύτερες ταχύτητες οπότε όταν κάποιο ατύχημα συμβεί έχει περισσότερα θύματα. Επιπρόσθετα, η μεγάλη αύξηση των επαγγελματικών ταξιδιών καθώς και ο διαθέσιμος οικονομικός πλούτος έχουν αυξήσει δραστικά την κινητικότητα των πολιτών βιομηχανικών εθνών. Η ιδιοκτησία αυτοκινήτου είναι πολύ διαδεδομένη, ενώ τα αεροπορικά ταξίδια είναι πλέον τόσο συχνά όσο ήταν για την προηγούμενη γενιά τα σιδηροδρομικά. Έτσι, η συνολική έκθεση του ανθρώπου στον κίνδυνο που προέρχεται από μεταφορές, έχει και αυτός αυξηθεί.

Είναι επίσης γεγονός αναμφισβήτητο ότι και στη βιομηχανία έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος στην ασφάλεια τόσο των εργαζομένων σ'αυτή όσο και του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου. Η σύγχρονη χημική και πετροχημική βιομηχανία δημιούργησε μια σειρά εντελώς νέων τεχνολογιών. Αυτού του είδους η βιομηχανία όμως, βρίσκεται συνήθως σε μεγάλες πόλεις κοντά σε σημαντικές συγκεντρώσεις πληθυσμού. Για παράδειγμα, το Canvey Island

περιλαμβάνει μια μεγάλη χημική μονάδα καθώς και διυλιστήρια πετρελαίου και βρίσκεται στη βόρεια όχθη του ποταμού Τάμεση περίπου 40 χιλιόμετρα μακριά από το Λονδίνο. Λεπτομερής μελέτη που έγινε στην εν λόγω περιοχή έδειξε ότι οι ποσότητες εύφλεκτων και τοξικών υλικών αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για τον πληθυσμό της περιοχής ο οποίος ξεπερνά τους 30.000 κατοίκους. Ο κίνδυνος προέρχεται από πυρκαγιά, έκρηξη και διάχυση τοξικών αερίων. Το πιο σημαντικό αποτέλεσμα της μελέτης αυτής ήταν ότι από τις υπάρχουσες βιομηχανικές εγκαταστάσεις υπάρχει κίνδυνος θανάτου 18.000 ανθρώπων.

Η πυρηνική βιομηχανία έχει δημιουργήσει καινούργιους κινδύνους, αφού οι μεγάλοι σταθμοί πυρηνικής ενέργειας μπορεί να προκαλέσουν πολυάριθμους θανάτους και μεγάλη κοινωνική ρήξη. Για το λόγο αυτό η πυρηνική βιομηχανία ελέγχεται από πολύ αυστηρούς κανονισμούς και σπάνια εντοπίζεται κοντά σε αστικά κέντρα. Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση νέων μορφών ενέργειας έχει επίσης σαν αποτέλεσμα την πρόκληση βιομηχανικών καταστροφών λόγω των συχνών εκρήξεων αερίων και πετρελαίου. Ταυτόχρονα, ενώ η εξόρυξη άνθρακα γίνεται ολοένα και πιο ασφαλής, η εξάντληση των πηγών καυσίμων ωθεί στην εκμετάλλευση κοιτασμάτων υδρογονανθράκων.

Ενας άλλος παράγοντας, ο οποίος συνεισφέρει στην αύξηση των τεχνολογικών κινδύνων κατά τον 20ο αιώνα,



Εικόνα 15.1

Βιομηχανικά ατυχήματα που προκάλεσαν πάνω από 50 θανάτους, κατά την περίοδο 1900-1984.

είναι η οδική ή σιδηροδρομική μεταφορά επικίνδυνων υλικών, όπως τα ραδιενεργά απόβλητα. Το 1978 στην Ισπανία για παράδειγμα, περισσότερα από 200 άτομα σκοτώθηκαν και 120 τραυματίστηκαν όταν βυτίο που μετέφερε υγρό προπάνιο εξερράγει. Ένα χρόνο αργότερα, το Νοέμβριο του 1979, μια αμαξοστοιχία που μετέφερε προπάνιο και χλώριο εκτροχιάστηκε έξω από την πόλη Mississauga κοντά στο Τορόντο του Καναδά. Παρόλο που το γεγονός αυτό δεν προξένησε θανάτους, περίπου 250.000 άνθρωποι μεταφέρθηκαν σε νοσοκομεία λόγω δηλητηριάσεων από τις αναθυμιάσεις. Για την πρόληψη ατυχημάτων όπως τα παραπάνω, είναι αναγκαία η εφαρμογή αυστηρών κανονισμών οι οποίοι μπορεί να περιλαμβάνουν την απαγόρευση διακίνησης τέτοιων φορτίων μέσω συγκεκριμένων οδών, γεφυρών ή σπράγγων, τα χαμηλά όρια ταχύτητας, τον καθορισμό ορισμένων ωρών μικρής οδικής κυκλοφορίας, για τη διακίνηση επικίνδυνων φορτίων σε κάποιο ειδικό προκαθορισμένο οδικό δίκτυο, κλπ.

Στην *εικόνα 15.1* παρουσιάζονται όλα τα βιομηχανικά ατυχήματα, εκτός από αυτά της Σοβιετικής Ένωσης, που προκάλεσαν πάνω από 50 θανάτους το καθένα και συνέβησαν μέχρι το 1984. Παρατηρείται λοιπόν μια αυξανόμενη συχνότητα τέτοιων ατυχημάτων κατά τη διάρκεια του παρόντα αιώνα ενώ το έτος 1984 αποτελεί ένα πολύ σημαντικό σημείο στην ακολουθία εφόσον τρία από τα μεγαλύτερα παγκόσμια ατυχήματα συνέβησαν προξενώντας συνολικά 3.500 θανάτους:

- Cubatao, Βραζιλία, 25 Φεβρουαρίου. Διαρροή πετρελαίου και ανάφλεξή του σε μια πόλη που είχε χτιστεί πρόχειρα και παράνομα σε ιδιόκτητο χώρο της εταιρίας - 500 νεκροί.
- Mexico City, Μεξικό, 19 Νοεμβρίου. Αλληπάλληλες εκρήξεις από διαρροές αερίων πετρελαίου σε βιομηχανική μονάδα που βρίσκεται σε μια πυκνοκατοικημένη και φτωχή περιοχή. Τουλάχιστον 452 νεκροί, 31.000 άστεγοι.
- Bhopal, Ινδία, 2-3 Δεκεμβρίου. Διαρροή τοξικού αερίου από βιομηχανία που βρίσκεται μέσα στην πόλη - 2.000 θάνατοι, 200.000 κάτοικοι εγκατέλειψαν την πόλη.

Αυτά τα τρία γεγονότα προκάλεσαν περισσότερους θανάτους σε ένα χρόνο από ότι όλες μαζί οι άλλες τεχνολογικές καταστροφές που συνέβησαν από τον 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο και μετά.

4. ΟΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ BHPAL ΚΑΙ CHERNOBYL

4.1. Η καταστροφή στο Bhopal

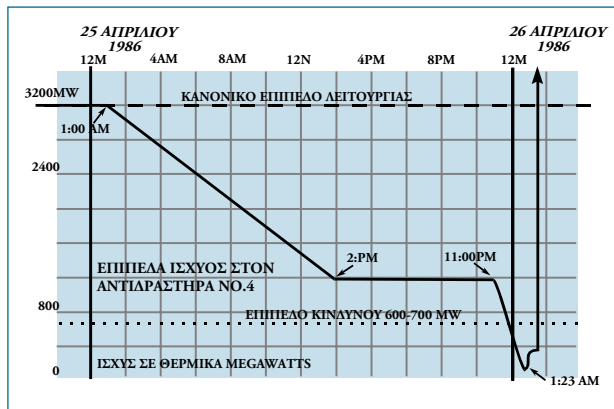
Νωρίς το πρωί της 3ης Δεκεμβρίου 1984, κάπου 45 τόνοι ισχυρά τοξικών μεθυλο - ισοκυανιούχων αερίων διέφυγαν από εργοστάσιο στην βιομηχανική πόλη Bhopal της Ινδίας. Η διαρροή αυτή αποτέλεσε τη χειρότερη παγκοσμίως βιομηχανική καταστροφή μέχρι σήμερα. Το εργοστάσιο ήταν κατασκευασμένο περίπου 5 χιλιόμετρα μακριά από το κέντρο της πόλης από την εταιρία Union Carbide, μια πολυεθνική εταιρία με έδρα τις ΗΠΑ. Το πυκνό σύννεφο των αερίων απλώθηκε σε μια περιοχή ακτίνας 7 χιλιομέτρων. Περίπου 2500 άνθρωποι πέθαναν από δηλητηριάσεις, ενώ περί τις 200.000 ασθένησαν. Ο μεγαλύτερος αριθμός ατυχημάτων σημειώθηκε στις φτωχογειτονιές της παλιάς πόλης καθώς και στους πρόχειρους καταυλισμούς 12.000 περίπου εργατών που είχαν στηθεί κοντά στις πύλες του εργοστασίου. Τα περισσότερα θύματα ήταν μεταξύ των μικρών παιδιών, των ηλικιωμένων ανθρώπων και των εγκύων γυναικών.

Το αέριο διέφυγε από μια υπόγεια δεξαμενή παρά τα τρία συστήματα ασφαλείας. Μια εργασία που ακολούθησε έδειξε ότι η αποτυχία των συστημάτων ασφαλείας οφειλόταν τόσο στην κακή κατασκευή, όσο και στην ελλιπή συντήρηση, ενώ η κατασκευάστρια εταιρία απέδωσε το ατύχημα σε τρομοκρατική ενέργεια.

Η καταστροφή ήταν τρομερή τόσο λόγω του μεγάλου αριθμού των θανάτων, όσο και λόγω της έλλειψης οποιασδήποτε προετοιμασίας για την αντιμετώπιση μιας τέτοιου μεγέθους έκτακτης κατάστασης. Δεν υπήρχε καθόλου γνώση της φύσης των χημικών του εργοστασίου, καμία σχετική προειδοποίηση ή σχέδιο εκκένωσης της πόλης και καμία γνώση της ειδικής ιατρικής βοήθειας που χρειαζόταν τα θύματα. Η κυβέρνηση της Ινδίας ζήτησε αποζημίωση από την εταιρία στις ΗΠΑ, ενώ έκλεισε τόσο το βιομηχανικό πεδίο της Union Carbide στην Ινδία, όσο και αυτό στην Δυτική Virginia.

4.2. Η καταστροφή στο Chernobyl

Κατά τη διάρκεια της νύχτας από 25 προς 26 Απριλίου 1986 συνέβη το μεγαλύτερο πυρηνικό ατύχημα του κόσμου στο Chernobyl, περίπου 130 χιλιόμετρα βόρεια του Κιέβου στην τότε Σοβιετική Ένωση. Αποτελεί παράδειγμα μεγάλης διππειρωτικής μόλυνσης από ατύχημα που οφεί-



Εικόνα 15.2

Το ατυχές πείραμα ξεκίνησε και η ισχύς μετά από μια πολύ μικρή ελάττωση άρχισε να αυξάνεται. Σε αυτό το επικίνδυνο χαμηλό επίπεδο ισχύος, οποιαδήποτε μικρή αύξηση της ενέργειας πυροδοτούσε μια ακόμα πιο μεγάλη αύξηση. Το νερό μετατράπηκε σε ατμό και απορρόφησε λιγότερα ουδετερόνια, ενώ η ισχύς αυξήθηκε ταχύτερα. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί η καταστροφή, οι χειριστές τοποθέτησαν τους μοχλούς ελέγχου. Οι μοχλοί είχαν 5 μέτρα γραφίτη στα άκρα τους, ενώ η προσθήκη τους και το νερό που αυτοί εκτόπισαν, επιτάχυνε την αντίδραση. Στα επόμενα τέσσερα δευτερόλεπτα η ισχύς ήταν 100 φορές μεγαλύτερη από τη δυνατότητα του αντιδραστήρα. Το καύσιμο ουράνιο αποσυντέθηκε, υπέστη έκρηξη και ήρθε σε επαφή με το κρύο νερό. Μια τεράστια έκρηξη ατμού σε 1.600 αγωγούς νερού, ανατρίναξε το τεράστιο καπάκι του αντιδραστήρα και εκοσφενδόνισε τεμάχια γραφίτη και ραδιενεργούς ύλης. Ραδιενεργός σκόνη ανυψώθηκε στην ατμόσφαιρα πάνω σε ένα σύννεφο έντονης θερμότητας,

λεται σε ανθρώπινο λάθος. Η αιτία ήταν ότι μερικοί εργάτες στον πυρηνικό σταθμό θέλησαν, χωρίς να είναι αρμόδιοι, να διεξάγουν ένα πείραμα σε έναν από τους αντιδραστήρες για να καθορίσουν τη χρονική διάρκεια κατά την οποία μια μηχανή ατμού θα λειτουργούσε μόνο με τη μηχανική αδράνεια καθώς και το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που θα παρήγαγε πριν χρειαστεί να μπουν σε λειτουργία οι γεννήτριες πετρελαίου (Εικ. 15.2).

Κατά τη διάρκεια του πειράματος, ο αντιδραστήρας δεν ήταν κλειστός και ένας μεγάλος αριθμός θεμελιωδών κανονισμών ασφαλείας καταπατήθηκε. Ετσι οι τεράστιες ποσότητες ατμού που δημιουργήθηκαν και οι χημικές αντιδράσεις που έλαβαν χώρα αύξησαν κατά πολύ την πίεση με αποτέλεσμα την έκρηξη και την εκτόξευση του προστατευτικού πώματος του αντιδραστήρα βάρους 1.000 τόνων. Μάζες ραδιενεργών υλικών εκτοξεύτηκαν από τον αντιδραστήρα και εκτινάχθηκαν σε απόσταση μέχρι και 1 χιλιόμετρο όπου και πήραν φωτιά. Το μεγαλύτερο μέρος των ραδιενεργών αερίων και της ραδιενεργού σκόνης εκτοξεύτηκε στην ατμόσφαιρα. Το σύννεφο που δημιουργήθηκε

ήταν πλούσιο σε Ιώδιο - 131 και Καίσιο - 137, στοιχεία που μπορούν να απορροφηθούν άμεσα από τους ανθρώπινους ιστούς.

Άμεσες ήταν οι ενέργειες να ελεγχθεί η εξάπλωση του ραδιενεργού υλικού αλλά η κυριότερη δυσκολία ήταν ότι το νερό δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στους φλεγόμενους γραφίτικούς κώνους των αντιδραστήρων γιατί θα προκαλούσε περισσότερο ραδιενεργό ατμό. Ετσι, ελικόπτερα με ρίψεις τόνων υλικών που περιείχαν μόλυβδο, άμμο και άργιλο προσπαθούσαν να σβήσουν τη φωτιά απομακρύνοντας το οξυγόνο. Τις πρώτες ώρες 20 άνθρωποι πέθαναν ενώ άλλοι 200 ασθένησαν σοβαρά λόγω της έκθεσής τους σε ακτινοβολία 2.000 φορές περίπου ισχυρότερη από μια κανονική ετήσια έκθεση σε ραδιενέργεια. Τελικά, περίπου 135.000 άνθρωποι αναγκάστηκαν να εγκαταλείψουν την περιοχή σε μια ακτίνα 30 περίπου χιλιομέτρων γύρω από το ραδιενεργό πεδίο.

Στις δύο εβδομάδες που ακολούθησαν, το ραδιενεργό σύννεφο ταξίδεψε σε όλη σχεδόν τη βορειοδυτική Ευρώπη. Ακόμα και μακριά από το Chernobyl, ραδιενεργά υλικά αποτέθηκαν σε εδάφη όπου σημειώθηκαν βροχοπτώσεις. Σε αυτές τις περιοχές συμπεριλαμβάνονταν και η Σκανδιναβία, η Αυστρία, η Γερμανία, η Πολωνία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ιρλανδία. Άμεση συνέπεια ήταν η μόλυνση της τροφικής αλυσίδας και η απαγόρευση πώλησης λαχανικών, γάλακτος και κρέατος όπου αυτό κρίθηκε αναγκαίο. Μέχρι και σήμερα είναι δύσκολο να εκτιμηθούν οι συνέπειες αυτής της τεχνολογικής καταστροφής στη δημόσια υγεία, ενώ οι αυξημένοι θάνατοι από καρκίνο μπορεί να αποδοθούν στο ατύχημα του Chernobyl.

5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ

Παρά την πολιτική και κοινωνική ενημερότητα σχετικά με τις τεχνολογικές καταστροφές, είναι δύσκολο να προβλεφθεί η ισορροπία που θα υπάρξει στο μέλλον μεταξύ της οικονομικής και κοινωνικής προόδου και της προστασίας του περιβάλλοντος. Μερικές φορές για παράδειγμα, αυτή που φαίνεται να είναι μια καλά δομημένη και ασφαλής τεχνολογία όπως η κατασκευή φραγμάτων, μπορεί να αποδειχτεί πολύ καταστροφική λόγω των αλλαγών σε περιβαλλοντικές υποθέσεις - κλειδιά οι οποίες έγιναν κατά τη διάρκεια των σταδίων του σχεδιασμού και της κατασκευής.

Οι περισσότερες καταστροφές σε φράγματα έχουν συμβεί λόγω της υπερφόρτισης του σώματος του φράγματος

κατά τη διάρκεια πλημμυρικών παροχών. Η υπερπλήρωση είναι πολύ σημαντική εφόσον τα 3/4 περίπου των φραγμάτων είναι χωμάτινα αντιμετωπίζοντας τον κίνδυνο να αποπλυθούν τα χωμάτινα υλικά αν το νερό εισχωρήσει στο σώμα του φράγματος. Για το λόγο αυτό, οι μηχανικοί δίνουν μεγάλη έμφαση στην ασφάλεια, κατασκευάζοντας μεγάλα φράγματα που είναι εφοδιασμένα με αγωγούς παροχέτευσης υδάτων, κάτω από το κύριο σώμα του φράγματος (εκκενωτής πυθμένα), για τις περιπτώσεις πλημμυρικών παροχών.

Το μέλλον φέρνει και πολλούς νεωτερισμούς που αφορούν την εναέρια μεταφορά. Για παράδειγμα, είναι πολύ ενδιαφέρουσα η πραγματοποίηση υπερηχητικής πτήσης πέρα από ότι επιτεύχθηκε με το Concorde στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Η ζήτηση της αγοράς εντοπίζεται στην δημιουργία μεγαλύτερων αεροσκαφών, περισσότερο αθόρυβων και ταχύτερων. Η τεχνολογία των ηλεκτρονικών υπολογιστών έχει υπεραπλουστεύσει τις πτήσεις χωρίς όμως να μπορεί κανείς να εγγυηθεί για το αλάνθαστό της.

6. ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗ - ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Η αποτελεσματικότητα της διευθέτησης και της αποκατάστασης των απωλειών από φυσικές καταστροφές διαφέρει πολύ από αυτή που συνδέεται με τις τεχνολογικές καταστροφές. Όταν μια τεχνολογική καταστροφή συμβαίνει, ο κύριος στόχος, τόσο από πλευράς κυβερνήσεων όσο και από πλευράς εμπορικών εταιριών, είναι να *αποδοθούν ευθύνες* και έτσι τα θύματα από τεχνολογικές καταστροφές τυγχάνουν ελάχιστης κοινωνικής συμπάθειας.

Οι αποζημιώσεις που πρέπει να είναι μια αυτόματη μορφή αποκατάστασης των απωλειών από καταστροφές, εξαρτώνται άμεσα από την ισχύουσα νομοθεσία και ενώ μπορεί να καλύψουν σημαντικό μέρος ή και ολόκληρες τις απώλειες δεν αποτελούν και τόσο αποτελεσματικό μηχανισμό διευθέτησης. Οι διαδικασίες για την παροχή αποζημιώσεων μπορεί να είναι πολύ χρονοβόρες και έτσι πολλές φορές παρατηρείται το φαινόμενο να έχει εκλείψει ο ενάγων ή η εταιρία να έχει διαλυθεί πριν ακόμα ολοκληρωθούν οι διαδικασίες. Στην Ινδία για παράδειγμα, οι διαδικασίες αποζημιώσεων για πολλά από τα θύματα της καταστροφής του Bhopal διήρκαν για περισσότερο από πέντε χρόνια μετά το ατύχημα.

Καταλήγοντας, επισημαίνεται ότι είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός κυβερνητικού συστήματος, με το οποίο αποζημιώσεις οποιουδήποτε ύψους θα μπορούν να παρέχονται

γρήγορα, βοηθώντας έτσι τα θύματα των καταστροφών και αναγκάζοντας τις εταιρίες που είναι υπεύθυνες γι'αυτές να αντιμετωπίσουν τις ευθύνες τους.

Με την όλο και αυξανόμενη ανάγκη και απαίτηση του ανθρώπου για ασφάλεια, αυξάνεται συνεχώς και η ανάγκη των βιομηχανικών μονάδων να παρέχουν πλήρη ασφαλιστική κάλυψη. Αλλά, όπως και με τους άλλους τύπους ασφαλιστικών καλύψεων για καταστροφές, είναι πολύ δύσκολο να υπολογίσει κανείς ρεαλιστικά τα ασφαλιστρα που θα πρέπει να πληρώσει μια βιομηχανία. Αν τα συνολικά ασφαλιστρα δεν είναι πολύ οικονομικά, η βιομηχανία δε θα σεβαστεί τις τεχνολογικές καταστροφές και οι ασφαλιστικές εταιρίες θα αποτύχουν εμπορικά. Αντίστοιχα, αν τα ασφαλιστρα είναι οικονομικά, ρεαλιστικά και σύμφωνα με τους ενεργούς κινδύνους που δημιουργεί η βιομηχανία, το κόστος αυτού του είδους της ασφάλισης θα είναι λίγο μεγαλύτερο από έναν άδικο φόρο σε μια πολύ καλά διαρρυθμισμένη και διευθετημένη βιομηχανική μονάδα.

7. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ

Από τότε που ξεκίνησαν οι τεχνολογικές καταστροφές, έγινε ορατή η ανάγκη διδασχής από τα κατασκευαστικά και σχεδιαστικά λάθη του παρελθόντος, εξαιτίας των ατυχημάτων που οφείλονται σε ανθρώπινα σφάλματα, έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η καλύτερη αντιμετώπιση ή και η αποφυγή παρόμοιων τεχνολογικών καταστροφών στο μέλλον. Οι περισσότερες τεχνολογικές καταστροφές, όπως ήδη κατέστη σαφές, οφείλονται σε συνδυασμό κακής τεχνικής κατασκευής και ανθρώπινης αδυναμίας. Εφόσον λοιπόν ο άνθρωπος παράγοντας εμπεριέχει βασικά ανθρώπινα ελαττώματα όπως η πλεονεξία και η απροσεξία, η επιστημονική οδός είναι η μόνη που μπορεί να προσφέρει μια καλύτερη τύχη στην όλη διαδικασία.

Είναι σαφές ότι δεν είναι δυνατό να υπάρξει σχεδιασμός και εφαρμογή που να αποκλείει τελείως τον κίνδυνο. Εξάλλου θα ήταν πολύ δαπανηρό να κατασκευαστεί κάτι με προδιαγραφές εναντίον οποιασδήποτε φύσης κινδύνου. Ο σχεδιασμός των βιομηχανικών μονάδων, όπως και των μεταφορικών μέσων, έχει τροποποιηθεί πολλές φορές μετά από τα διδάγματα ενός καταστροφικού γεγονότος. Οι καταστροφές που προκλήθηκαν από το Chernobyl για παράδειγμα, θα μπορούσαν να είχαν αποφευχθεί ή έστω ελαχιστοποιηθεί αν ο πυρηνικός αντιδραστήρας περιβαλλόταν από μια προστατευτική ασπίδα. Οι καταστροφές στο Bhopal θα ήταν επίσης λιγότερες, αν όχι μηδαμινές, αν η

βιομηχανία ήταν εξοπλισμένη με μια καλή και αποτελεσματική κατασκευή διοχέτευσης των αερίων, όπως μια υψηλή καμινάδα, που θα διαπερνούσε το νυχτερινό στρώμα ανατροφής αέρα και θα διοχέτευε τα τοξικά αέρια μέσα σε μια μεγαλύτερη αέρια μάζα. Μια τέτοια κατασκευή βέβαια προϋποθέτει καλή γνώση της δυνατότητας των φυσικών οικοσυστημάτων να αραιώνουν και να διαλύουν τους ρυπαντές.

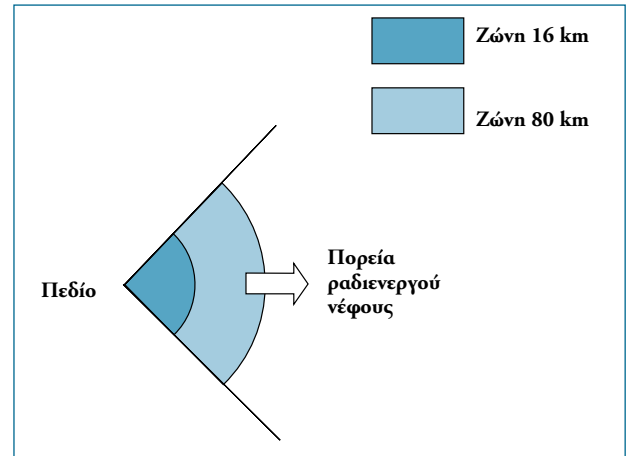
8. ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ

Η προγραμματισμένη, με στόχο την προστασία του κοινωνικού συνόλου, προσέγγιση των τεχνολογικών καταστροφών είναι πάνω από όλα επιθυμητή. Στη βιομηχανία, αυξημένη σημασία έχει δοθεί στην εναρμόνιση των μέτρων ελέγχου, που έχουν σχεδιαστεί για να περιορίσουν ή να ελέγξουν τα μεγάλα ατυχήματα. Για παράδειγμα, στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα από το 1982 χρησιμοποιείται η *Seveso Directive* για να διαφυλαχθεί η ασφάλεια στις βιομηχανικές μονάδες. Στις ΗΠΑ, το πρόγραμμα *Chemical Emergency Preparedness Program* (CEPP) εφαρμόζεται από την Επιτροπή Περιβαλλοντικής Προστασίας για να εκπαιδεύσει το κοινωνικό σύνολο, τόσο τους απλούς πολίτες όσο και τον κρατικό μηχανισμό - αστυνομία, πυροσβεστική, και ιατρικές υπηρεσίες- στην αντιμετώπιση χημικών καταστροφών.

Μετά το ατύχημα στον πυρηνικό σταθμό στα νησιά Three Mile στην Πενσυλβανία το 1979, όλοι οι πυρηνικοί αντιδραστήρες στις ΗΠΑ σήμερα απαιτείται να διαθέτουν σχέδια έκτακτης ανάγκης, σύμφωνα με κριτήρια που έχουν καθοριστεί από την Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Έκτακτης Ανάγκης και της Επιτροπή Πυρηνικής Ενέργειας των ΗΠΑ. Τέτοια σχέδια έκτακτης ανάγκης συνήθως περιλαμβάνουν τα τρία προστατευτικά μέτρα που χρησιμοποιούνται σε όλες τις περιπτώσεις ραδιενεργού κινδύνου:

- στεγασμένα καταφύγια για βραχυπρόθεσμη προστασία από την έκθεση σε ραδιενέργεια,
- ιατρική βοήθεια,
- εκκένωση περιοχών για την απομάκρυνση και την προστασία του πληθυσμού από μακροπρόθεσμη έκθεση σε ραδιενέργεια.

Στην περίπτωση ραδιενεργών καταστροφών, τα παραπάνω μέτρα παίρνονται μέσα στις δύο προκαθορισμένες Ζώνες Σχεδιασμού Έκτακτης Ανάγκης. Η πρώτη Ζώνη



Εικόνα 15.3

Ζώνες Σχεδιασμού Έκτακτης Ανάγκης.

εκτείνεται σε ακτίνα περίπου 16 χιλιομέτρων (Εικ. 15.3) από το πεδίο και προς τη κατεύθυνση πνοής του ανέμου (προς την πορεία του ραδιενεργού νέφους). Αντιπροσωπεύει την περιοχή όπου υπάρχει κίνδυνος από την έκθεση στην ραδιενέργεια ολόκληρου του ανθρώπινου σώματος καθώς επίσης και από τις εισπνοές ραδιενεργών σωματιδίων. Η δεύτερη Ζώνη εκτείνεται σε ακτίνα 80 περίπου χιλιομέτρων από το πεδίο, όπου οι καταστροφές από τη ραδιενέργεια είναι μεγαλύτερες, λόγω της μόλυνσης των υδάτων και του εδάφους. Ο καθορισμός αυτών των ζωνών βασίζεται σε υποθέσεις σχετικά με τις μετεωρολογικές συνθήκες καθώς και τους τύπους των υλικών που διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα. Προφανώς οι ζώνες αυτές τροποποιούνται σε κάθε περίπτωση ραδιενεργών, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες. Οπωσδήποτε όμως για να υπάρξει αποτελεσματικότητα στην περίπτωση έκτακτης ανάγκης από πυρηνική καταστροφή, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα:

- ενημέρωσης του κοινού μέσα σε μια ζώνη ακτίνας 16 χιλιομέτρων γύρω από το πυρηνικό πεδίο και σε χρονικό διάστημα 15 -45 λεπτών,
- στέγασης σε καταφύγια ολόκληρου του πληθυσμού που κατοικεί σε μια ζώνη ακτίνας 16 χιλιομέτρων γύρω από το πυρηνικό πεδίο.

Ορισμένοι ισχυρίζονται ότι είναι μάλλον απίθανο να ακολουθήσει το κοινό τις διαδικασίες που προτείνονται από τις αρχές. Πολλοί αντιδραστήρες βρίσκονται σε περιοχές με μεγάλο πληθυσμό, όπου οι πιθανότητες άμεσης εκκένωσης των αστικών αυτών κέντρων σε περίπτωση καταστροφικού γεγονότος είναι μειωμένες. Παρόλα αυτά

στην περίπτωση της καταστροφής στα νησιά Three Mile, 196.000 κάτοικοι εκκένωσαν την περιοχή παρόλο που δεν είχε δοθεί τέτοια κρατική διαταγή.

Μια λεπτομερής έρευνα που έγινε στον πληθυσμό της περιοχής γύρω από τον πυρηνικό σταθμό Diablo Canyon στη νότια Καλιφόρνια έδειξε, ότι μόνο το 1/3 των κατοίκων είχαν κάποια εξοικείωση με το Σχέδιο Εκτακτης Ανάγκης και λιγότεροι από το 6% δήλωσαν ότι ήταν ενήμεροι για το τι έπρεπε να κάνουν σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι η κοινωνική επιμόρφωση δεν ήταν επαρκής και ότι, αν και το Σχέδιο Εκτακτης Ανάγκης ήταν έτοιμο να εφαρμοστεί, ο κόσμος δεν ήταν έτοιμος να το ακολουθήσει.

9. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ

Ο σκοπός του σχεδιασμού χρήσεων γης σε σχέση με τις τεχνολογικές καταστροφές είναι να διαλύσει τις αντιθέσεις και να μειώσει τους κινδύνους που προέρχονται από την κακή και επικίνδυνη χρήση γης. Σε ιδανικές περιπτώσεις, η ζωνοποίηση των χρήσεων γης πρέπει να στοχεύει στον διαχωρισμό των πυκνοκατοικημένων οικιστικών περιοχών από τις επικίνδυνες βιομηχανικές δραστηριότητες και τις οδούς μεταφοράς τους.

Οι επικίνδυνες δραστηριότητες δεν είναι αποδεκτές από το μεγαλύτερο ποσοστό του τοπικού πληθυσμού, ενώ οι λιγότερο αποδεκτές από αυτές είναι οι διαθέσεις πυρηνικών

και τοξικών αποβλήτων καθώς και οι λειτουργίες πυρηνικών σταθμών. Στις ΗΠΑ περίπου 10.000 τοποθεσίες χρειάζονται καθαρισμό λόγω της απόθεσης πυρηνικών αποβλήτων σε αυτές για ολόκληρες δεκαετίες.

Ακόμα όμως και τα μη τοξικά απόβλητα μπορεί να εμπεριέχουν κινδύνους. Το 1966, 144 άτομα, μεταξύ των οποίων και 116 παιδιά, καταπλακώθηκαν από τα στέρα ενός ανθρακωρυχείου που κατολίθνησαν στην πλαγιά ενός λόφου στο Aberfan της Νότιας Σκωτίας και κάλυψαν σχεδόν ολόκληρο το χωριό. Τα στέρα είχαν αποθεθεί στις απότομες πλαγιές του λόφου για μια περίοδο τριάντα χρόνων ακριβώς πάνω από τα σπίτια του χωριού στην κοίτη ενός μικρού ρέματος με το νερό του οποίου προκλήθηκε ενυδάτωση των υλικών με τελικό αποτέλεσμα την κατολίθνησή τους. Την εποχή εκείνη, το πρόβλημα που αντιμετώπιζαν οι κάτοικοι του χωριού από τα στέρα του ορυχείου ήταν περισσότερο αισθητικό παρά πρόβλημα ασφάλειας παρόλο που σε δύο προηγούμενες από την καταστροφή περιπτώσεις σημαντικές μετακινήσεις είχαν παρατηρηθεί. Κανένας κανονισμός δεν υπήρχε για τον έλεγχο της κατάστασης και της εξασφάλισης της σταθερότητας των υλικών με αποστράγγιση. Η καταστροφή που επακολούθησε έδειξε ότι δεν είχε γίνει στην πραγματικότητα κανένας έλεγχος τα τελευταία 4 χρόνια πριν την καταστροφή. Οι έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στη συνέχεια έδειξαν ότι στην Νότια Ουαλία υπάρχουν 100-200 τέτοια ασταθή πρανή.



Εικόνα 15.4

Εκδήλωση πυρκαγιάς η οποία κατέστρεψε τα διυλιστήρια της περιοχής του Izmit μετά τον σεισμό Mw=7.4 που εκδηλώθηκε στις 17 Αυγούστου 1999

Αν και είναι αυτονόητο ότι τα πεδία χημικών και άλλων επικίνδυνων δραστηριοτήτων θα πρέπει να βρίσκονται μακριά από σχολεία, νοσοκομεία και άλλα πολυπληθή κέντρα, δεν υπάρχει ακριβής κανόνας που να καθορίζει ακριβώς την απόσταση στην οποία θα πρέπει να βρίσκονται. Ετσι λοιπόν, είναι αναγκαίο να αναπτυχθούν σχέδια άμεσης απόκρισης στις καταστροφές παράλληλα με την χωροθέτηση των επικίνδυνων δραστηριοτήτων.

Το Νοέμβριο του 1984 διαρροή αερίων πετρελαίου που συνοδεύτηκε από πολυάριθμες εκρήξεις σε μονάδα του Εθνικού Οργανισμού Πετρελαίου του Μεξικού στο Mexico City προκάλεσε 500 θανάτους και 2.500 τραυματισμούς και καταστροφή μιας περιοχής εργατικών κατοικιών επτά οικοδομικών τετραγώνων. Λίγες μέρες μετά την καταστροφή η κυβέρνηση αποφάσισε να μην ξαναχτίσει την κατεστραμμένη περιοχή δημιουργώντας στα συντρίμια της ένα “πάρκο - μνημείο”. Η αλλαγή αυτή στη χρήση γης δεν ήταν σύμφωνη με την επιθυμία των κατοίκων για την επαναλειτουργία της μονάδας, αφού περιελάμβανε την κατεδάφιση των ερειπίων στην κατεστραμμένη ζώνη και την εγκατάσταση 200 περίπου οικογενειών σε άλλες περιοχές της πόλης. Τέτοιες αποφάσεις, που λαμβάνονται χωρίς τη συμμετοχή των ενδιαφερομένων πολιτών αμέσως μετά από ένα καταστροφικό γεγονός, μπορούν να θεωρηθούν αυθαίρετες από τις κοινωνικές ομάδες.

Καταλήγοντας, επισημαίνεται ότι οι κίνδυνοι που συνοδεύουν μια δραστηριότητα οδηγούν στην εγκατάσταση των αντίστοιχων δραστηριοτήτων σε απομακρυσμένες ή αγροτικές περιοχές. Λόγω της απουσίας σχεδιαστικού ελέγχου, οι δραστηριότητες εκείνες που δεν είναι γενικά αποδεκτές τοποθετούνται σε περιοχές όπου η αντίδραση των κατοίκων είναι μικρότερη και ασθενέστερη από ότι σε άλλες. Ετσι, οι μικρές αγροτικές περιοχές που χαρακτηρίζονται από χαμηλά εισοδήματα και μεγάλα ποσοστά ανεργίας και οι οποίες δεν ασκούν πολιτική επιρροή είναι πιθανό να

υποστούν τεχνολογικές καταστροφές στο μέλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D., 1993. Natural Disasters. 632p., UCL Press, London.
- Baram, M.S., 1987. Chemical industry hazards: liability, insurance and the role of risk analysis. Insuring and Managing Hazardous Risks. From Seveso to Bhopal and beyond. Springer - Verlag, New York.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. Geological Hazards. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bryant, E.A., 1991. Natural Hazards. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Coch, N.K., 1995. Geohazards. Natural and human. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Cutter, S.L., 1984. Emergency preparedness and planning for nuclear power plant accidents. Applied Geography, 4, 235-45.
- Edwards, M., 1987. Chernobyl - One year after. National Geographic, 171, 5, 632-649.
- Gardner, G.T. & Gould, L.C., 1989. Public perceptions of the risks and benefits of technology. Risk Analysis, 9, 225-42.
- Hazarika, S., 1988. Bhopal: The lessons of a Tragedy. Penguin Books, India.
- Hohememser, C., Kates, R.W. & Slovic, P., 1983. The nature of technological hazard. Science, 220, 378-84.
- Keller, A.E., 1976. Environmental geology. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- Λέκκας, Ε., Λόζιος, Σ. & Χολέβας, Κ., 1994. Επιχειρησιακή οργάνωση Δήμου Χαλανδρίου για την αντιμετώπιση φυσικών και τεχνολογικών καταστροφών. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 232σ.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. Geohazards. Natural and man-made. 227p., Chapman & Hall, London.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. An introduction to global environmental issues. 390p., Routledge, London.
- Smith, K., 1992. Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster. 324p., Routledge, London.

16

Σχεδιασμός και άμεση δράση

1. ΓΕΝΙΚΑ

Τόσο τα φυσικά καταστροφικά φαινόμενα όσο και οι συνέπειές τους μπορούν να χαρτογραφηθούν σαν στατικές γεωγραφικές διανομές ή σαν δυναμικές διαστηματικές διεργασίες. Όταν η κλίμακα είναι μεγάλη, οι δορυφορικές εικόνες μπορούν να δώσουν μια αξιοθαύμαστα λεπτομερή και ακριβή εικόνα των γεγονότων που έλαβαν χώρα, προσφέροντας έτσι στοιχεία που μπορούν εύκολα να χαρτογραφηθούν ιδιαίτερα με τη χρήση αυτόματων χαρτογραφικών τεχνικών. Ένας χάρτης ή μια εικόνα από δορυφόρο είναι ουσιαστικά ένας τύπος χαμηλού επιπέδου επεξηγηματικού μοντέλου. Όπως παρουσιάζεται σ' αυτό το κεφάλαιο, υπάρχουν περισσότερα από ένα είδη μοντέλων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προσομοίωση της δυναμικής ή των συνεπειών μιας καταστροφής. Μοντέλα έχουν επίσης κατασκευαστεί και για τις διαδικασίες προειδοποίησης, που συγχωνεύουν την κοινωνική οργάνωση με την ανάπτυξη. Η προειδοποίηση πρέπει να αποτελεί μέρος του σχεδιασμού για την αποφυγή και την ελαχιστοποίηση των συνεπειών μιας καταστροφής, διαδικασία η οποία θα πρέπει να χρησιμοποιεί και τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης (ΜΜΕ) για τη διακίνηση χρήσιμων πληροφοριών. Έτσι, στο κεφάλαιο αυτό εξετάζεται επίσης ο ρόλος των ΜΜΕ κατά τη δράση φυσικών καταστροφικών φαινομένων. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζεται η περίοδος έκτακτης ανάγκης, όταν λαμβάνει χώρα η καταστροφή και ακολουθεί εξέταση των προβλημάτων παροχής προσωρινής στέγης στους επιζώντες και ανασυγκρότησης των κατεστραμμένων περιοχών.

2. ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Όλες οι τμηματικές όψεις και τα στοιχεία των καταστροφών μπορούν να χαρτογραφηθούν εφόσον υπάρχουν αρκετές πληροφορίες που αφορούν τη διασπορά και την κατανομή τους. Με αυτή τη λογική, τα στοιχεία που συνήθως χαρτογραφούνται είναι οι εκδηλώσεις των φυσικών φαινομένων, η κατανομή στο χώρο των συνεπειών τους καθώς και η κατανομή της ανθρώπινης τρωτότητας. Είναι επίσης δυνατό να χαρτογραφηθεί η απόκριση άμεσου δράσης, η προσπελασιμότητα των οδικών αρτηριών και των οδών βοήθειας μετά από μια καταστροφή.

Ο κύριος στόχος κάθε χαρτογράφησης είναι να καθοριστούν οι διάφορες τμηματικές ενότητες με τέτοιο τρόπο που να ελαχιστοποιούνται οι διαφορές που πιθανά να υπάρχουν μέσα σε κάθε μία από τις ενότητες ενώ ταυτόχρονα να μεγιστοποιούνται οι διαφορές μεταξύ γειτονικών ενοτήτων. Οι χάρτες

είναι τελικά μια στατική αναπαράσταση της πραγματικότητας, ενώ παρουσιάζουν με μεγάλη ατέλεια τις δυναμικές διεργασίες.

Ενας τρόπος για να αυξηθεί η δύναμη, η αποτελεσματικότητα και η ευελιξία της χαρτογράφησης είναι η δημιουργία ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (Geographical Information System - GIS). Πρόκειται για μια μορφή ηλεκτρονικής βιβλιοθήκης που περιλαμβάνει εισαγωγή, διαχείριση, ανάλυση, σύγκριση, επιβεβαίωση και εξαγωγή στοιχείων. Στατιστικές μετρήσεις καθώς και στατιστικές συγκρίσεις μπορούν να γίνουν με τη χρήση του εν λόγω συστήματος.

3. ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Υπάρχουν τέσσερις κλίμακες μετρήσεων, κάθε μια από τις οποίες έχει μια διαφορετική σχέση με τη χαρτογράφηση των καταστροφών. Η απλούστερη είναι η *ονομαστική κλίμακα* η οποία περιλαμβάνει αποκλειστικά και μόνο την παρουσία ή την απουσία ενός φαινομένου ή ενός χαρακτηριστικού. Μπορεί για παράδειγμα να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό κατολισθήσεων ενός ιδιαίτερου τύπου ή για τη χαρτογράφηση των νοικοκυριών που έχουν ασφαλιστεί κατά των σεισμών. Σε πιο λεπτομερές αλλά ακόμα ημιποσοτικοποιημένο επίπεδο, η *τακτική κλίμακα* είναι μια από τις γενικές κατηγορίες, όπως κακός, μέτριος, καλός και εξαιρετός ή ασθενής, μέτριος και δυνατός. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρουσίαση της σχετικής έντασης ενός φαινομένου αλλά σε πολλές περιπτώσεις οι τάξεις μπορούν να προσδιοριστούν στη βάση υποκειμενικών εκτιμήσεων παρά απόλυτων μεγεθών. Οι ποσοτικές *κλίμακες διαστημάτων* αποτελούνται από σχετικές διαβαθμίσεις σε ένα ορισμένο διάστημα, ενώ δεν περιέχουν το απόλυτο μηδέν. Για παράδειγμα, η θερμοκρασία μετριέται σχετικά με ένα αυθαίρετο σημείο εκκίνησης. Οι κλίμακες αυτές έχουν περιορισμένη χρήση στην χαρτογράφηση των καταστροφών και επισκιάζονται από τις *κλίμακες αναλογιών* που περιέχουν σχετικές διαβαθμίσεις σε ένα προκαθορισμένο διάστημα σχετικό με το απόλυτο μηδέν. Το μήκος μετριέται με αυτό τον τρόπο, ενώ η χαρτογράφηση σε τέτοιες κλίμακες εμπεριέχει ακριβείς μετρήσεις και χρειάζεται την παρουσία πληθώρας στοιχείων. Η επιλογή της κλίμακας γίνεται με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία, τη χρονική περίοδο, τη δυνατότητα και τους διαθέσιμους πόρους για την εκπόνηση του προγράμματος καθώς και το βαθμό της λεπτομέ-

ρειας που χρειάζονται οι χρήστες των χαρτών.

4. ΕΙΔΗ ΧΑΡΤΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Μια μεγάλη ποικιλία από είδη χαρτών χρησιμοποιούνται στην μελέτη των καταστροφών. Απαραίτητοι είναι οι *βασικοί χάρτες* που περιέχουν αναπαραστάσεις της τοπογραφίας καθώς και τα πιο σημαντικά στοιχεία της ανθρωπογεωγραφίας (όρια κρατών, αυτοκινητόδρομοι, οικιστικές περιοχές). Οι *θεματικοί χάρτες* αντιπροσωπεύονται από νεοτεκτονικούς, λιθοστρωματογραφικούς, εδαφικούς, υδρολογικούς και γεωτεχνικούς χάρτες.

Ενας ειδικός τύπος θεματικής χαρτογραφίας είναι η *χαρτογράφηση των καταστροφών*. Η μέθοδος αυτή καθορίζει τα διάφορα πρότυπα είδη καταστροφών του παρελθόντος καθώς και την κατανομή τους στο χώρο ανάλογα με τον πιθανό κίνδυνο που διατρέχουν τα κτίρια, οι κατασκευές ή οι πληθυσμοί. Η διαφοροποίηση από περιοχή σε περιοχή της έντασης τόσο των φαινομένων όσο και των καταστροφών, αποτυπώνεται με τη *χαρτογράφηση κινδύνου*, η οποία ποσοτικοποιεί το γεγονός ανάλογα με τα θύματα και τις ζημιές που προκάλεσε. Η παρουσίαση των πραγματικών συνεπειών από τη δράση ενός καταστροφικού γεγονότος γίνεται στους *χάρτες καταστροφών*.

Χάρτες που παριστάνουν το φυσικό δυναμικό μιας περιοχής μπορούν να κατασκευαστούν ποικιλοτρόπως με σκοπό την προαγωγή της αναγνώρισης των καταστροφών καθώς και της λήψης αποφάσεων για τη μετριάσή τους. Για παράδειγμα, υπάρχει μια ιεραρχία τεσσάρων τάξεων χαρτών στην τεχνική γεωλογία:

- Οι πρώτης τάξης *χάρτες παρατηρήσεων* περιλαμβάνουν την εκτίμηση καθενός παράγοντα ξεχωριστά ανάλογα με την επίδραση που ασκούν στην κοινότητα.
- Οι δεύτερης τάξης *κατασκευαστικοί χάρτες* χρησιμοποιούνται από τους μηχανικούς οι οποίοι οφείλουν να κατασκευάσουν τη δομική απάντηση στην καταστροφή.
- Οι τρίτης τάξης *επεξηγηματικοί χάρτες* απεικονίζουν τις καταστροφές και τις ζώνες κινδύνου. Βασίζονται στους χάρτες πρώτης και δεύτερης τάξης οι οποίοι έχουν κατασκευαστεί από γεωλόγους και μηχανικούς αλλά προορίζονται για ευρύτερη κοινωνική χρήση.
- Οι τέταρτης τάξης *χάρτες σχεδιασμού* απεικονίζουν τις προτεινόμενες χρήσεις γης και καθοδηγούν το σχεδιασμό πολιτικής.

Οι γεωλογικοί χάρτες απεικονίζουν και ερμηνεύουν τις δομικές σχέσεις εδαφών και πετρωμάτων που συνιστούν την επιφάνεια της γης. Οι χάρτες μερικές φορές διαφοροποιούνται ανάμεσα σε αυτούς που σχετίζονται με ενόπτες του φλοιού και αυτούς που σχετίζονται με τα ιζήματα που έχουν αποτεθεί πάνω στο μητρικό πέτρωμα. Και τα δύο είδη χαρτών σκοπεύουν στην διασάφηση των χωρικών και χρονολογικών στοιχείων της στρωματογραφικής στήλης δηλαδή της ακολουθίας των πετρωμάτων και αποθέσεων που συνιστούν το εξωτερικό τμήμα της γης. Χρησιμοποιούνται συχνά για την αποσαφήνιση και την αναγνώριση των γήινων υλικών, των γεωλογικών καταστροφών και των φυσικών αποθεμάτων.

Οι γεωμορφολογικοί χάρτες αποτελούν ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο για την κατασκευή μιας ολοκληρωμένης εικόνας της φυσικής εδαφικής επιφάνειας και των καταστροφών της όπως η διάβρωση, οι πλημμύρες, οι κατολισθήσεις, οι καθιζήσεις κ.λ.π. Οι χάρτες αυτοί μπορεί να είναι στατικοί, αν περιέχουν μόνο ταξινομήσεις των γεωμορφών, ή δυναμικοί, αν περιέχουν μερικά στοιχεία των γεωμορφολογικών διεργασιών.

Οι περισσότεροι γεωμορφολογικοί χάρτες είναι χάρτες κλιτύων με ειδικά σύμβολα για τις ράχες, τους κρημνούς, κ.λ.π. Παρόλο που δεν μπορούν να είναι αποτελεσματικά διαγνωστικοί, είναι πολύ χρήσιμοι για την ένδειξη των περιοχών με καταστροφές. Επίσης μπορούν να περιέχουν τις κρίσιμες γωνίες πέρα των οποίων οι κλιτύες κατολισθαίνουν, το πάχος του εξαλλοιωμένου πετρώματος ή του εδάφους που συμμετέχει στις διαδικασίες διάβρωσης ή απόθεσης και τις λαοποροές. Χάρτες που παρουσιάζουν κατολισθήσεις ή διαβρώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για άλλους τύπους καταστροφών όπως οι πλημμύρες ή οι σεισμοί.

Η γεωμορφολογική χαρτογράφηση περιλαμβάνει ανάλυση και επεξεργασία βασικών γεωμορφολογικών στοιχείων, χρήση βασικών ή άλλων θεματικών χαρτών καθώς και χρήση αεροφωτογραφιών. Η έρευνα εδάφους γίνεται συνήθως σε κλίμακες 1/2.500, 1/10.000 ή 1/25.000 ανάλογα με το μέγεθος της περιοχής που πρέπει να μελετηθεί σε δεδομένο χρόνο ή τον απαιτούμενο βαθμό λεπτομέρειας. Σύμφωνα με τους μηχανικούς και τους γεωλόγους μηχανικούς, οι γεωμορφολογικοί χάρτες παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι φυσικές εδαφομορφές και διεργασίες επηρεάζουν μια περιοχή. Η ανάπτυξη ή η υποβάθμιση μιας περιοχής επηρεάζει τη γεωμορφολο-

γία της, οι ανθρωπογενείς αλλαγές επιδρούν στις γεωμορφικές διεργασίες και τέλος οι διεργασίες ανάγλυφου μπορούν να προβλεφθούν, διαχειριστούν και ελεγχθούν.

Οι χάρτες εδαφών χρησιμοποιούνται για την παρουσίαση των ποικιλιών και των αλλαγών στα χαρακτηριστικά των εδαφών κατά μήκος διαφόρων εδαφικών τομών. Οι εδαφικές ενόπτες ορίζονται στους χάρτες σαν περιοχές όπου παρατηρείται σημαντική ομοιομορφία ή ομοιογένεια στα εδαφολογικά χαρακτηριστικά. Ταξινομούνται σύμφωνα με το είδος του εδάφους, το σχήμα και τη γωνία της κλιτύος, το μητρικό υλικό του εδάφους και άλλα χαρακτηριστικά. Ειδικευμένοι εδαφολογικοί χάρτες παρουσιάζουν στοιχεία όπως η ικανότητα συστολής και διαστολής του εδάφους, η επιβάρυνσή του από άλατα και η διαβρωσιμότητά του ενώ καθοδηγούν τη μελέτη παλαιών πλημμυρικών αποθέσεων.

Τόσο η διαβρωσιμότητα όσο και ο βαθμός στον οποίο έχει προχωρήσει η διάβρωση μπορούν να παρουσιαστούν σε χάρτες, όμως απαιτείται μεγάλη συγκέντρωση στοιχείων και υπολογισμών. Ομοίως, οι ρυθμοί της σύγχρονης διάβρωσης μπορούν να αναπαρασταθούν με τη χρήση ισοϋέτιων καμπυλών, για διαφορετικούς εδαφικούς τύπους σε t/km^2 . Οι γενεσιουργοί παράγοντες της διάβρωσης που πρέπει να συσχετισθούν συμπεριλαμβάνουν την ένταση της βροχόπτωσης, τη γωνία των κλιτύων και την αντοχή των ιζημάτων. Όταν όλοι αυτοί οι παράγοντες συγκεντρωθούν και παρουσιαστούν τότε το αποτέλεσμα είναι ένας χάρτης δυναμικής διάβρωσης στον οποίο οι καμπύλες σκοπό έχουν την πρόβλεψη των μελλοντικών κατανομών των εδαφικών απωλειών με βάση γνωστές επιδεκτικότητες.

Πολλές άλλες μορφές θεματικών χαρτών έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για τους διάφορους τύπους καταστροφών. Τα τσουνάμι ή οι καταιγίδες και οι τυφώνες συχνά αναπαρίστανται με χάρτες των ακτογραμμών, όπου παρουσιάζονται οι πιθανότητες ή οι περίοδοι εμφάνισης των διαφόρων επιπέδων καταστροφής. Οι ηφαιστειακές καταστροφές ή τα αποτελέσματα των ηφαιστειακών εκρήξεων χαρτογραφούνται σύμφωνα με την εξάπλωση της ηφαιστειακής οπιδού ή τα ίχνη των ροών λήβας, κλπ. Οι θερμικές εκπομπές χαρτογραφούνται για κάθε δεδομένη χρονική περίοδο βάση της υπέρυθρης ακτινοβολίας ενώ κατασκευάζονται γεωδαιτικοί χάρτες που δείχνουν περιστροφές, εξάρσεις ή καθιζήσεις που προκαλούνται όταν το μάγμα φθάνει στην εδαφική επιφάνεια.

Τα σεισμικά φαινόμενα είναι από τα πιο συχνά χαρτο-

γραφούμενα φαινόμενα ανάμεσα σε όλα τα καταστροφικά. Οι βασικοί χαρτογραφικοί τύποι είναι οι χάρτες γνωστών επικέντρων και οι ισοσεισμικοί των εντάσεων συγκεκριμένων γεγονότων. Οι χάρτες σεισμικού κινδύνου χρησιμοποιούν τα στοιχεία από παλαιότερους σεισμούς για να προσδιορίσουν τα χαρακτηριστικά μελλοντικών γεγονότων. Τύποι τέτοιων χαρτών είναι οι χάρτες περιόδων επανάλψης καταστροφικών γεγονότων συγκεκριμένης έντασης ή οι χάρτες των πιθανών μέγιστων επιταχύνσεων. Και οι δύο αυτοί τύποι χαρτών είναι χρήσιμοι για τον καθορισμό της περιοχής στην οποία θα πρέπει να επικεντρωθούν οι δαπάνες για τη σεισμική αναβάθμιση των κατασκευών καθώς και τον καθορισμό των παραμέτρων που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στους κώδικες κατασκευών για τις μελλοντικές αντισεισμικές κατασκευές.

5. ΜΙΚΡΟΖΩΝΟΠΟΙΗΣΗ

Ο όρος ζωνοποίηση σημαίνει το χωρισμό της εδαφικής επιφάνειας σε περιοχές και την ταξινόμησή τους σύμφωνα με το βαθμό του υπαρκτού ή του δυνητικού κινδύνου. Η τεχνική της μικροζωνοποίησης σχεδιάστηκε για να δείξει τη χωρική ποικιλία του κινδύνου και συμπεριλαμβάνει τον καθορισμό του αποδεκτού κινδύνου, της περιοχής συγκέντρωσης οικονομικών πόρων και των περιοχών αποστολής υπηρεσιών παροχής άμεσης βοήθειας κατά τη διάρκεια κρίσιμων περιόδων, όπως οι ετήσιες περιόδους βροχών (βοήθεια για πλημμύρες ή κατολισθήσεις) ή το λιώσιμο του χιονιού την άνοιξη (βοήθεια για χιονοστιβάδες). Μακροπρόθεσμα, οι *χρήσεις γης* πρέπει να προσαρμοστούν σύμφωνα με τις προτάσεις των μικροζωνικών χαρτών με στόχο την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων καταστροφικών γεγονότων. Η κατασκευή μικροζωνικών χαρτών είναι αρκετά δαπανηρή αλλά η σχέση απόδοσης/κόστους των μικροζωνικών μελετών είναι πολύ υψηλή (μπορεί να είναι 3/1 για τις κατολισθήσεις, 5/1 για τις ηφαιστειακές εκρήξεις και τους σεισμούς και 13/1 για τις πλημμύρες).

Διακρίνονται τρεις προσεγγίσεις στην χαρτογράφηση καταστροφών με τη μορφή μικροζωνοποίησης ανάλογα με το αν οι καταστροφές που χαρτογραφούνται και οι χρήσεις των χαρτών είναι απλές ή πολλαπλές.

□ Η χαρτογράφηση *Απλής Καταστροφής - Απλής Σκοπιμότητας* είναι η πιο φθηνή και τάχιστα εκτελέσιμη στρατηγική. Χρησιμοποιείται μόνο όταν μελετάται ένα είδος καταστροφής του οποίου οι επιπτώσεις αναμένε-

ται να είναι απλές και όχι πολύπλοκες. Είναι αναγκαίος ο συνδυασμός πληροφοριών για παρελθόντα γεγονότα με θεωρητικές προβλέψεις για τα μελλοντικά. Είναι σημαντικό η κατασκευή τέτοιων χαρτών να μη βασίζεται σε υποθέσεις όπως για παράδειγμα ότι κάθε κλιτύς με κλίση μεγαλύτερη από κάποια συγκεκριμένη είναι πιθανό να κατολισθήσει ή ότι κάθε υδάτινο ρεύμα που αποστραγγίζει μια δεδομένη ελάχιστη περιοχή είναι επιδεκτικό σε πλημμύρα.

□ Η χαρτογράφηση *Απλής Καταστροφής - Πολλαπλής Σκοπιμότητας* είναι κατάλληλη όπου οι κίνδυνοι προέρχονται από περισσότερες από μία δραστηριότητες όπως για παράδειγμα, οι οικιστικοί κίνδυνοι, οι κίνδυνοι από βιομηχανικές δραστηριότητες ή από οδούς μεταφοράς. Η μικροζωνοποίηση της σεισμικής τρωτότητας λαμβάνει υπόψη φυσικές μεταβλητές όπως η γειτνίαση με επίκεντρα, πιθανά επίπεδα επιταχύνσεων καθώς και τις επιπτώσεις μιας ισχυρής ώθησης στα εδάφη και την τοπογραφία. Συνδέει επίσης τα στοιχεία του ανθρωπογενούς ανάγλυφου, όπως τον τύπο των κατασκευών που επιτρέπονται σε κάθε περιοχή με τη φύση των σεισμικών επιπτώσεων στις κατασκευές, κλπ. Τέτοιοι χάρτες επομένως απεικονίζουν τις διάφορες εντάσεις καθώς και τις αποκρίσεις στις γεωφυσικές διεργασίες.

□ Τέλος, η χαρτογράφηση *Πολλαπλής Καταστροφής - Πολλαπλής Σκοπιμότητας* είναι η μορφή της ζωνοποίησης που είναι πιο χρήσιμη στους σχεδιαστές αλλά είναι επίσης και η πιο δαπανηρή και χρονοβόρα από όλες τις προηγούμενες. Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές μέσω ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών βοηθούν στη διαχείριση των τεράστιων ποσοτήτων πληροφοριών που χρειάζονται αλλά μπορεί να οδηγήσουν στην εξαγωγή τεχνικών συμπερασμάτων. Ένας λεπτομερής χάρτης καταστροφών μιας συγκεκριμένης περιοχής μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν βάση μιας λεπτομερούς ανάλυσης κινδύνου και εκτίμησης της χωρικής διαφοροποίησης σε δυνητικές απώλειες. Τόσο η καταστροφή όσο και η απόκριση του ανθρώπου πρέπει να ποσοτικοποιηθεί. Το μέγεθος κάθε καταστροφής πρέπει να εκτιμηθεί με σκεπτικισμό ενώ πρέπει να ερευνηθούν και οι δευτερογενείς καταστροφές (π.χ. σεισμικές κατολισθήσεις).

Ένα παράδειγμα χαρτογράφησης *Απλής Καταστροφής - Χάρτη Απλής Σκοπιμότητας* είναι η μελέτη των καταστρο-

φών από πυρκαγιά πριν και μετά από σεισμό που εκπονήθηκε στο Τόκιο κατά την οποία:

- Η πόλη χωρίστηκε σε 2.300 τετράγωνα των 500 m².
- Εγιναν βασικές υποθέσεις σχετικά με το μέγεθος και τη διάρκεια του σεισμού.
- Μελετήθηκαν τα φαινόμενα ρευστοποιήσεων καθώς και τα χαρακτηριστικά της εδαφικής απόκρισης.
- Ακολούθησε απογραφή όλων των ξύλινων οικιών.
- Ερευνήθηκαν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο όπως η πυκνότητα του πληθυσμού και η διασπορά των ηλικιών, ο συγκοινωνιακός όγκος, κλπ.
- Εκτιμήθηκε ο βαθμός στον οποίο τα διάφορα τετράγωνα μπορούσαν να είναι εύφλεκτα: η ταχύτητα διάδοσης της πυρκαγιάς στο Τόκιο αποδεικνύεται πως ήταν συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου, της οικιστικής πυκνότητας και της αναλογίας των ξύλινων με τις άλλες κατασκευές.
- Μετρήθηκαν οι αποστάσεις από το κάθε οικοδομικό τετράγωνο στις οποίες υπήρχαν κτίρια που μπορούσαν να φιλοξενήσουν τους πρόσφυγες.

Τα αποτελέσματα έδειξαν τη σχετική τρωτότητα των διαφορετικών κατασκευών σε κατάρρευση ή πυρκαγιά, την πιθανότητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς και τον κίνδυνο στον οποίο ήταν εκτεθειμένο κάθε οικοδομικό τετράγωνο καταρτίζοντας έτσι μια κλίμακα πέντε σημείων η οποία χρησιμοποιήθηκε στην κατασκευή του χάρτη καταστροφών.

Εφόσον λοιπόν η μικροζωνοποίηση είναι δαπανηρή και χρονοβόρα, σπάνια πραγματοποιείται πριν από μια καταστροφή, ενώ στην πραγματικότητα χρησιμοποιείται κυρίως μετά από σεισμούς, κατολισθήσεις, πλημμύρες και πυρκαγιές, όπου τότε υπάρχει και η μεγαλύτερη πολιτική συμφωνία για την ανάγκη εκπόνησης τέτοιων μελετών (Εικ. 16.1). Αμέσως μετά από μια καταστροφή οι αρχές σχεδιασμού θα πρέπει να είναι βέβαιες για την ύπαρξη των κατάλληλων οικονομικών πόρων και του απαραίτητου χρόνου για την εκπόνηση μιας μικροζωνικής μελέτης πριν αρχίσουν οι διαδικασίες επιδιορθώσεων και ανακατασκευών. Θα πρέπει επίσης να αποφασιστεί το επίπεδο του ολικού αποδεκτού κινδύνου για κάθε περιοχή της οποίας η επικινδυνότητα χαρτογραφείται στα πλαίσια της εκπόνησης ενός προγράμματος μικροζωνοποίησης.

6. ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Η τηλεπισκόπηση περιλαμβάνει μια ευρεία τάξη τεχνικών των οποίων οι δυνατότητες για τη μελέτη και τη διαχείριση των καταστροφών δεν έχουν ακόμα χρησιμοποιηθεί στο έπακρο. Έχει εφαρμογές στην μελέτη της επιταχυνόμενης διάβρωσης, της ερημοποίησης, της ξηρασίας, των πλημμυρών, των δασικών πυρκαγιών, των κατολισθήσεων, των δυνατών καταιγίδων, της σεισμικής δραστηριότητας και της ηφαιστειακής δράσης. Ακόμα οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μερικών τεχνολογικών καταστροφών μπορούν να ελεγχθούν, όπως η ανάπτυξη φυκιών που σχετίζεται με τον ευτροφισμό στις παράκτιες περιοχές και η καταστροφή της βλάστησης λόγω της διάδοσης καταστροφικής μόλυνσης.

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην τηλεπισκόπηση επιτρέπουν τη συλλογή πληροφοριών για την επιφάνεια του εδάφους από κάποια απόσταση χωρίς να υπάρχει φυσική επαφή. Αυτό μπορεί να επιτυγχάνεται με υπέρυθρα τηλεσκόπια που βρίσκονται στο έδαφος ή οργάνων που βρίσκονται τοποθετημένα σε αεροπλάνα ή δορυφόρους. Πολλά χερσαία αλλά και ατμοσφαιρικά φαινόμενα μπορούν να μελετηθούν με τη χρήση της τηλεπισκόπησης. Ένα από τα πιο συχνά είναι η *πλεκτρομαγνητική ακτινοβολία* (EMR) η οποία απορροφάται ή εκπέμπεται από όλες σχεδόν τις επιφάνειες ή τα αντικείμενα. Σε αυτήν περιλαμβάνεται και η απορρόφηση ή η εκπομπή θερμότητας. Για παράδειγμα, η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται στην μελέτη των σεισμικών ζωνών και της ηφαιστειακής δραστηριότητας, ενώ οι ανθρωπογενείς εκπομπές θερμότητας σχετίζονται με συγκεντρώσεις ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Τα *πεδία δυνάμεων* όπως το βαρυτικό ή το μαγνητικό μπορούν να γίνουν αισθητά με τη χρήση των μεθόδων τηλεπισκόπησης όπως επίσης και οι *μηχανικές δονήσεις* που εκπέμπονται ή απορροφώνται από την επιφάνεια της γης ή από αντικείμενα πάνω σε αυτήν.

7. ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Κατά την εξέλιξή τους οι κυκλώνες αποτυπώνονται σε εικόνα από Radar ή δορυφόρο, όπου το νέφος που έχει τη μορφή κώνου, αντιπροσωπεύεται από μια κυκλική εικόνα στο κέντρο της οποίας βρίσκεται η κορυφή του κώνου. Οι αρτιγενείς κυκλώνες ταξινομούνται με την κλίμακα Dvorak. Οι γεωστατικοί δορυφόροι παρέχουν σφαιρική κάλυψη των μετεωρολογικών συνθηκών μεταξύ 50°N και 50°S με



Εικόνα 16.1

Οι μεγάλης έκτασης πυρκαγιές, οι οποίες έλαβαν χώρα κατά το σεισμό της 17ης Ιανουαρίου 1995 στο Κοβέ της Ιαπωνίας.

μεσοδιαστήματα μισής ώρας. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στην παρακολούθηση των κυκλώνων, καθώς αυτοί κινούνται προς τις εδαφικές ταπεινώσεις που αποτελούν και το πιο καταστροφικό και επικίνδυνο σημείο τους.

Από το 1982 οι ΗΠΑ χρησιμοποιούν το Centralized Severe Storms Information System που βρίσκεται στο National Severe Storms Forecast Center στο Kansas City. Αυτό το σύστημα λαμβάνει πληροφορίες από γεωστατικούς δορυφόρους με σκοπό τον καθορισμό των ατμοσφαιρικών συνθηκών που δίνουν γένεση σε ισχυρές καταιγίδες και ανεμοστρόβιλους.

Όταν η νεφοκάλυψη δεν είναι πολύ έντονη τότε οι δορυφορικές εικόνες μπορούν να αποτυπώσουν πλημμύρες. Από τέτοιες εικόνες είναι δυνατό να προσδιοριστούν οι καταιγίδες που μπορεί να προκαλέσουν πλημμύρες, να χαρτογραφηθεί η εξάπλωση της πλημμύρας, να χαρτογραφηθούν τα διάφορα χαρακτηριστικά των πλημμυρικών πεδίων και να ελεγχθεί η αποστράγγιση των νερών της πλημμύρας. Μετά την πλημμύρα και εφόσον η βλάστηση παραμένει υγρή, η ζώνη κοντά στο υπέρυθρο μπορεί να αποτυπώσει τη μέγιστη εξάπλωση της πλημμύρας ακόμα και μία εβδομάδα μετά. Οι βασικές ασπρόμαυρες αεροφωτογραφίες μπορούν επίσης να δώσουν τις διαστάσεις των πλημμυρών αν και ούτε αυτές, ούτε οι δορυφορικές εικόνες μπορούν να μας δώσουν το ύψος της πλημμυρικής στήλης.

Χάρτες καταστροφών από χιονοστιβάδες μπορούν επίσης να κατασκευαστούν με τη χρήση αεροφωτογραφιών. Σύμφωνα με τους χάρτες αυτούς είναι δυνατό να αναγνωριστούν χιονοστιβάδες ηλικίας ακόμα και 100 χρόνων από τοπογραφικά σημάδια, την τραχύτητα των κλιτύων, την παρουσία καταπτώσεων βράχων και εδαφικών θραυσμάτων, καθώς και τη σύνθεση και δομή της βλάστησης. Οι θετικές εκτυπώσεις των Landsat δεν είναι πολύ χρήσιμες σε αυτή την περίπτωση αφού η ποιότητα της εικόνας δεν είναι και τόσο καλή, αλλά τα στοιχεία από τους δορυφόρους σε ψηφιακή μορφή είναι πολύ χρήσιμα εφόσον υπάρχει μεγάλη αντίθεση μεταξύ των χιονοσκεπών περιοχών και των παρακείμενων δασικών εκτάσεων. Οι εικόνες Landsat και Spot μπορούν τουλάχιστον να χρησιμοποιηθούν για χαρτογράφηση και γρήγορη αναγνώριση των καταστροφών από χιονοστιβάδες ειδικά όταν λείπουν άλλα βασικά στοιχεία. Οι εικόνες Landsat μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό των εποχιακών ζωνών τήξης των παγετώνων, η οποία αν είναι ταχεία και απότομη μπο-

ρεί να αποτελέσει τον πρόδρομο χιονοστιβάδων ή πλημμυρών.

8. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Οι διαφοροποιήσεις στο περιεχόμενο οργανικό υλικό των εδαφών μπορούν να εντοπιστούν στο υπέρυθρο, στο ορατό και στο θερμικό υπέρυθρο μήκος κύματος. Η εδαφική υγρασία αποκαλύπτεται στις υπέρυθρες, στις ασπρόμαυρες και στις έγχρωμες χρωματικές ζώνες καθώς και στο θερμικό υπέρυθρο. Η τοπογραφία παρουσιάζεται με το έγχρωμο υπέρυθρο και το πανχρωματικό ασπρόμαυρο και λιγότερο σε όλα τα άλλα μήκη των κυμάτων. Μερικές διαβρωσιγενείς μορφές και γεωλογικές γραμμώσεις εντοπίζονται επίσης στη θερμική ζώνη καθώς και στην έγχρωμη ζώνη.

Μια ημιποσοτική προσέγγιση των παραγόντων που συνεισφέρουν στη διάβρωση είναι δυνατή με τη χρήση των δορυφόρων. Οι μετρήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το χαρακτηρισμό της σχετικής κατάστασης των γεωμορφικών επιφανειών.

Οι εικόνες Landsat μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μια προκαταρκτική χαρτογράφηση των κατολισθήσεων ευρείας κλίμακας. Η ποικιλία των γεωμορφών και η ζωνοποίηση φαίνεται στη ζώνη συχνωτήτων 7, ενώ η ζώνη 5 δείχνει τις αλλαγές στη βλάστηση οι οποίες μερικές φορές συνδέονται με κατολισθήσεις. Μετά από μια καταστροφή λόγω κατολισθήσεων, οι λήψεις από αεροπλάνα σε χαμηλές πτήσεις μπορεί να είναι χρήσιμες όχι μόνο για τη λήψη των συνηθισμένων αεροφωτογραφιών αλλά και για τη λήψη θερμικών, ασπρόμαυρων και έγχρωμων υπέρυθρων εικόνων. Αυτές οι λήψεις μπορεί να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό των επισκοπήσεων εδάφους και την αποκάλυψη των ζωνών διαρροής των υπογείων υδάτων ενώ, αν είναι επαναλαμβανόμενες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μέθοδοι ελέγχου. Οι συνθήκες των υπογείων υδάτων μπορούν να αποτυπωθούν στο θερμικό υπέρυθρο με εικόνες που πρέπει να ληφθούν λίγο πριν την ανατολή του ηλίου, στο ασπρόμαυρο και στο υπέρυθρο. Ομοια, οι εικόνες στο έγχρωμο υπέρυθρο μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό ζωνών υπόγειας υδροφορίας, αφού αποτυπώνουν τις περιοχές με υψηλές συγκεντρώσεις εδαφικής υγρασίας.

Σημαντική είναι επίσης η σημασία και η χρησιμότητα της τηλεπισκόπησης στον έλεγχο της *ερημοποίησης*. Οι εικόνες Landsat μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απογραφή χρήσεων γης, καθώς και για τον έλεγχο των αλλα-

γών στη βλάστηση, το έδαφος, την εδαφική υγρασία και τα επιφανειακά ύδατα. Η επαναλαμβανόμενη λήψη δορυφορικών εικόνων τις καθιστά κατάλληλες για συγκρίσεις, π.χ. της μετανάστευσης των θινών, της μορφής, του μεγέθους και της γεωμετρίας των σημερινών και των παρελθόντων υδρογραφικών δικτύων, κλπ. Οι αλλαγές αυτές μπορούν να μετρηθούν με ειδικές ψηφιακές ταινίες αν και η επεξεργασία αυτών των στοιχείων από ηλεκτρονικό υπολογιστή έχει καταστεί πλέον πολύ δαπανηρή.

Οι ηφαιστειακές εκρήξεις τυγχάνουν ολοένα και μεγαλύτερου ενδιαφέροντος από την πλευρά των ειδικών της τηλεπισκόπησης. Ωστόσο, οι δορυφορικές εικόνες δεν έχουν επίπεδο ανάλυσης μικρότερο από 30 m ενώ συγχρόνως οι αεροφωτογραφίες έχουν πολύ μεγάλο κόστος παραγωγής γεγονός που δεν επιτρέπει τη συνήθη και παρατεταμένη χρήση τους για τον έλεγχο και την παρατήρηση της ηφαιστειακής δράσης.

Ένα από τα ηφαιστειακά φαινόμενα που έγινε πρώτο αντικείμενο της τηλεσκοπικής έρευνας είναι η εκπομπή θερμότητας. Εκτός από το γεγονός ότι βοηθά στην πρόβλεψη της ηφαιστειακής έκρηξης, η γνώση των εκπομπών ηφαιστειακής θερμότητας χρησιμοποιείται γενικότερα στις επιστημονικές μελέτες ηφαιστειότητας. Αν και όλες οι ηφαιστειακές εκρήξεις δε συνοδεύονται από αλλαγές στην θερμοκρασία εδάφους πριν από την έκρηξη, εν τούτοις το γεγονός συνήθως συνοδεύεται από την εισαγωγή καυτού μάγματος σε θάλαμο κάτω από το ηφαίστειο και για το λόγο αυτό πιθανό να παρατηρηθεί θερμική ανωμαλία στην επιφάνεια συνοδευόμενη ιδιαίτερα από αργή ροή ανδρειακού μάγματος.

Οι μετεωρολογικοί δορυφόροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της διάδοσης και της εξάπλωσης της ηφαιστειακής σποδού στην στρατόσφαιρα. Εφόσον δεν είναι ορατή από τους πιλότους και δε γίνεται αντιληπτή από τα radar, η ηφαιστειακή σποδός μπορεί να αποβεί πολύ επικίνδυνη για την αεροπλοΐα αφού προκαλεί απόξεση και διάβρωση στα εξωτερικά τμήματα και στους θαλάμους των αεροσκαφών.

9. ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥΣ

Μοντέλα προσομοίωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη και την πρόβλεψη των πιθανών αποτελεσμάτων μιας καταστροφής, έτσι ώστε να ληφθούν μέτρα για την αποφυγή χειρότερων επιπτώσεων. Αν κριθεί απαραίτη-

το, η λήψη τέτοιων μέτρων μπορεί να συμπεριληφθεί στα μοντέλα με σκοπό να κριθεί η αποτελεσματικότητα τους στην ελαχιστοποίηση των απωλειών που προκαλούνται από ένα καταστροφικό γεγονός. Ένα μοντέλο αποτελεί την απλούστευση της πραγματικότητας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δοκιμή των συνεπειών μιας καταστροφής χωρίς όμως τον πραγματικό κίνδυνο που περιέχει ένα πραγματικό γεγονός.

10. ΜΟΝΤΕΛΑ ΥΠΟ ΚΛΙΜΑΚΑ

Τα μοντέλα υπό κλίμακα χρησιμοποιούν φυσικά στοιχεία. Οι κατολισθήσεις, οι πλημμύρες, οι λασπορροές, οι σεισμοί, οι τυφώνες και τα τσουνάμι μπορούν όλα να αναπαρασταθούν, λιγότερο ή περισσότερο, υπό κλίμακα στο εργαστήριο. Στο εργαστήριο εξετάζονται οι αιτίες για τις οποίες έχουμε τις μέγιστες επιπτώσεις από τα καταστροφικά φαινόμενα ενώ οι δομικές διευθετήσεις δοκιμάζονται πριν κατασκευαστούν στην πραγματικότητα. Στόχος είναι να εντοπιστούν οι περιοχές όπου επικεντρώνονται οι περισσότερες και μεγαλύτερες καταστροφές και να σχεδιαστούν κατάλληλες μηχανικές κατασκευές για τη μετριάσή τους.

Εργαστηριακά μοντέλα κυκλώνων χρησιμοποιούν μια ποικιλία υγρών για τη μελέτη των στοιχείων της πνοής των ανέμων, την επίδραση της βαρύτητας, κλπ. Οι προσομοιωτές βροχοπτώσεων χρησιμοποιούνται για τη μελέτη της εδαφικής διάβρωσης. Η διάρκεια και η ένταση της βροχόπτωσης μπορεί να ελεγχθεί με το μέγεθος των σταγόνων, την ταχύτητα πτώσης καθώς και την κινητική ενέργεια της, που μπορεί να ποικίλει. Τέλος, νερό και ίζημα συγκεντρώνεται στη βάση του πειράματος για τον καθορισμό της δυνατότητας κατεΐσδυσης και του δυναμικού διάβρωσης των διαφόρων εδαφών. Φορητοί προσομοιωτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εδάφη στην ύπαιθρο ή σχετικά αδιατάρακτα εδαφικά δείγματα μπορούν να μεταφερθούν στο εργαστήριο για πειραματισμό με μεγαλύτερο αλλά ακίνδυνο εξοπλισμό.

11. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος και οι κανόνες της μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μοντέλα ροής υδάτων, ροής θερμότητας, κυκλοφοριακής ροής, διάδοσης πυρκαγιών, κλπ. Οι αναλογικοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές αυτού του είδους έχουν ευρέως παραγκωνιστεί από τους ανάλογους ψηφιακούς εφόσον οι αριθμοί επιτρέπουν μεγαλύτε-

ρη ευελιξία. Τα αναλογικά όμως μοντέλα μπορούν ακόμα να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά στην αναγνώριση των ασυνεχειών σε πολύπλοκα δίκτυα, όπως τα υδρογραφικά ή τα ηλεκτρικά, καθώς και στην υπόδειξη λύσεων για την αποφυγή απωλειών στην τροφοδοσία.

12. ΨΗΦΙΑΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

Η ψηφιακή προσομοίωση με τη χρήση μικρο- ή μακρο-ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι συχνά ικανή να παρέχει ουσιαστικές εκτιμήσεις πάνω στις οποίες είναι δυνατό να βασιστεί ένας σχεδιασμός. Μπορεί να προβλέψει τον τρόπο και το χρόνο, κατά τον οποίο θα λάβει χώρα ένα καταστροφικό γεγονός καθώς και το ποιές οδοί, νοσοκομεία και υπηρεσίες θα καταστούν μη λειτουργικές από τη δράση μιας καταστροφής συγκεκριμένου μεγέθους. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό ζωνών κινδύνου και διαδικασιών βρόχης και προειδοποίησης στα πλαίσια ενός σχεδίου εκκένωσης.

Η προσομοίωση με ηλεκτρονικό υπολογιστή παρουσιάζει όμως και αρκετά μειονεκτήματα. Μπορεί να καλυφθεί μόνο μια περιορισμένη χρονική περίοδος, πολλές υποθετικές απλουστεύσεις πρέπει να γίνουν και έτσι τα εισαγόμενα στοιχεία πολλές φορές διαφοροποιούνται αισθητά από την πραγματικότητα. Εκτός και αν το μοντέλο είναι ειδικά σχεδιασμένο να λαμβάνει υπόψη και τις δευτερογενείς καταστροφές, αυτές αγνοούνται παντελώς.

13. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΥΠΟΘΕΣΗΣ

Ενας τύπος μοντέλων καταστροφών που δεν περιλαμβάνει αριθμητικούς υπολογισμούς είναι η μέθοδος της υπόθεσης. Πρόκειται αντίθετα για επεξήγηση και διερεύνηση των πιθανοτήτων οι οποίες καθιστούν μια λογική ακολουθία γεγονότων με σκοπό την ανεύρεση, ξεκινώντας από μια δεδομένη κατάσταση, εναλλακτικών λύσεων. Κάθε σημείο θεμελιώδους αλλαγής στο σύστημα χρησιμοποιείται σαν επαρκές σημείο για την εξερεύνηση νέων οδών.

Η μέθοδος ξεκινά με τη δημιουργία βασικών συνθηκών, συμπεριλαμβανομένης μιας ιστορικής αναδρομής στην καταστροφή μιας συγκεκριμένης περιοχής, και των επιλογών διευθέτησης που θεωρήθηκαν και προσαρμόστηκαν ή απορρίφθηκαν. Σε αυτά προστίθενται οι περιβαλλοντικές εκτιμήσεις που αναπαριστούν εξωτερικές δυνάμεις. Ένα βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι το ότι παγώνει το χρόνο επιτρέποντας έτσι στον μελετητή να εξε-

τάσει με λεπτομέρεια τα γεγονότα.

14. Η ΤΕΧΝΙΚΗ “ΔΕΛΦΟΙ”

Η τεχνική “Δελφοί” πήρε το όνομά της από το Μαντείο των Δελφών στην αρχαία Ελλάδα και βασίζεται σε ένα ερωτηματολόγιο που τίθεται σε ορισμένους ειδικούς επιστήμονες. Τα ερωτηματολόγια αναλύονται και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται, ενώ μετά ακολουθεί δεύτερο ερωτηματολόγιο και η όλη διαδικασία συνεχίζεται για όσες φορές κριθεί αναγκαίο. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται η επικράτηση στην ομάδα των ειδικών της γνώμης ενός ή δύο από τα μέλη της.

Πέρα από τη χρησιμότητα και τη σημασία των πληροφοριών που συλλέγονται, η μέθοδος αυτή ενθαρρύνει τα μέλη της ομάδας των ειδικών να αποδεχτούν τις στρατηγικές μείωσης των επιπτώσεων των καταστροφών και μπορεί επίσης να βοηθήσει στην αύξηση της ενημέρωσης σχετικά με τους κινδύνους που τίθενται στην τοπική κοινότητα από τις φυσικές καταστροφές.

15. ΑΣΚΗΣΗ ΥΠΑΙΘΡΟΥ

Η άσκηση υπαίθρου είναι ένας τρόπος διασφάλισης της λειτουργικότητας των διεργασιών αποκατάστασης πριν από την καταστροφή. Η μέθοδος είναι πολύ χρήσιμη και με αυτή μπορεί να επιβεβαιωθεί ότι ο χρόνος που απαιτείται για τις διάφορες δραστηριότητες αποκατάστασης είναι σωστός. Μπορεί επίσης να αποσαφηνίσει και να επιλύσει διάφορα προβλήματα όπως την ανικανότητα ενός συγκεκριμένου νοσοκομείου να εξυπηρετήσει πολυάριθμα περιστατικά δυστυχημάτων. Τέτοιες ασκήσεις γίνονται συχνά για να διεγείρουν δημοσιότητα για συγκεκριμένα γεγονότα αφού συνήθως εμπλέκεται ο τύπος, τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και οι τοπικοί πολιτικοί αρχηγοί. Ιδιαίτερη προσοχή βέβαια πρέπει να δίνεται στην πιθανή παρεξήγηση της πλασματικής κατάστασης έκτακτης ανάγκης και του υποθετικού συναγερμού ως πραγματικού για την αποφυγή του πανικού.

16. ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Η προειδοποίηση του κοινού για κάποια επερχόμενη καταστροφή βασίζεται στις προβλέψεις που έχουν γίνει ενώ πρόκειται για κάποια σύσταση ή ακόμα και διαταγή. Το αντικείμενο της προειδοποίησης είναι η αποφυγή θανά-

των ή τραυματισμών και, όπου είναι δυνατή, η μείωση των καταστροφικών αποτελεσμάτων.

Τα συστήματα προειδοποίησης που έχουν σχεδιαστεί για την αφύπνιση του κοινού σχεδόν πάντα περιλαμβάνουν τη δραστηριότητα των τοπικών ή περιφερειακών αρχών. Για παράδειγμα, όταν ένα τσουνάμι έχει προβλεφθεί για την περιοχή του Ειρηνικού, το Σύστημα Προειδοποίησης για Τσουνάμι του Ειρηνικού που εφαρμόζεται στη Χαβάη, ειδοποιεί και ενημερώνει όλες τις χώρες του Ειρηνικού που προβλέπεται να πληγούν από το τσουνάμι πολλές ώρες πριν από την άφιξη των κυμάτων. Πέρα όμως από αυτό, η προειδοποίηση θα πρέπει να μεταδοθεί στο κοινό και τις υπηρεσίες άμεσης δράσης από την κυβέρνηση της κάθε χώρας ξεχωριστά. Γενικά, οποιοδήποτε και αν είναι το μέγεθος και η αποτελεσματικότητα ενός σχεδίου προειδοποίησης, περιλαμβάνει συνεργασίες μεταξύ πλήθους οργανισμών και ατόμων.

Μετά την πρόγνωση μιας καταστροφής, η προειδοποίηση που ακολουθεί σαν μια συνισταμένη μπορεί να χωριστεί σε δύο συνιστώσες την αναγνώριση του κινδύνου και την προσπάθεια αποφυγής του ή ελαχιστοποίησης των καταστροφικών συνεπειών. Σε διάφορες περιπτώσεις βέβαια δεν αποκλείεται και η εφαρμογή λανθασμένου συναγερμού γεγονός που οφείλεται σε κακή πρόβλεψη.

17. Η ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ

Στις βιομηχανοποιημένες χώρες τις τελευταίες δεκαετίες φαίνεται ότι υπάρχει μείωση των μεγάλης κλίμακας απωλειών σε ανθρώπινες ζωές και αύξηση των υλικών ζημιών. Οι συνέπειες των καταστροφικών γεγονότων βέβαια δεν είναι περισσότερο δριμύεις, αλλά λόγω της ανάπτυξης και της βελτίωσης των συστημάτων αφύπνισης - προειδοποίησης και εκκένωσης παρατηρείται ελάττωση των απωλειών σε ανθρώπινες ζωές πράγμα που συνεπάγεται την αύξηση της προσωπικής ασφάλειας.

Πολλοί είναι οι παράγοντες που επιδρούν και καθορίζουν την αποτελεσματικότητα ενός συστήματος προειδοποίησης. Για παράδειγμα, ένα καταστροφικό γεγονός με μεγάλη συχνότητα εμφάνισης οδηγεί την κοινότητα στη λήψη αποτελεσματικών μέτρων για την αντιμετώπισή του. Η εμπειρία στην αναγνώριση και την αντιμετώπιση της καταστροφής βοηθά στον καλύτερο σχεδιασμό και εφαρμογή μέτρων προειδοποίησης και προστασίας.

Τα συστήματα προειδοποίησης πρέπει να είναι σχεδια-

σμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχουν σωστή και πλήρη ενημέρωση τόσο πριν από τη δράση του καταστροφικού γεγονότος όσο και μετά από αυτή. Για παράδειγμα πρέπει να είναι ικανά να ενημερώνουν και για τις δευτερογενείς καταστροφές που πολύ συχνά έπονται της αρχικής όπως οι κατολισθήσεις ή οι πυρκαγιές που μπορεί να ακολουθήσουν κάποιο σεισμικό γεγονός. Επιπρόσθετα, στο σχεδιασμό ενός τέτοιου συστήματος θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη ο πολύ μικρός χρόνος που μεσολαβεί μερικές φορές πριν από τη δράση καταστροφικών φαινομένων που λαμβάνουν χώρα σχεδόν ακαριαία. Για το λόγο αυτό τα συστήματα θα πρέπει επίσης να έχουν τη δυνατότητα άμεσης και ταχύτατης προειδοποίησης του κοινωνικού σύνολου. Παράλληλα όμως, ο χρόνος που έχει προβλεφθεί ότι θα μεσολαβήσει ανάμεσα στην προειδοποίηση και το συμβάν δε θα πρέπει να είναι πολύ μεγάλος γιατί τότε μπορεί η πρώτη αυτή προειδοποίηση να οδηγήσει σε απλή απάθεια του κοινού. Με βάση λοιπόν τα παραπάνω, μπορεί κανείς να διακρίνει τρεις τύπους καταστροφών:

- τις ταχύτερες ή ακαριαίες όπως οι σεισμοί,
- αυτές που εξελίσσονται σταδιακά όπως οι ξηρασίες,
- αυτές που παρουσιάζουν επαναλαμβανόμενη δράση όπως μια ακολουθία κυμάτων τσουνάμι.

Τα μηνύματα που μεταδίδονται από τα συστήματα προειδοποίησης θα πρέπει να περιέχουν και κάποιες αδρές εκτιμήσεις της διάρκειας της περιόδου έκτακτης ανάγκης εφόσον αυτή επηρεάζει άμεσα τόσο τη φύση όσο και την απόκριση του κοινού στην προειδοποίηση. Επιπρόσθετα εκτιμήσεις του μεγέθους, της κλίμακας των καταστροφών που θα προκληθούν, της γεωγραφικής έκτασης της περιοχής που θα πληγεί καθώς και του αριθμού των ατόμων που θα χρειαστούν για την επάνδρωση των σωστικών συνεργείων και των συνεργείων βοήθειας θα πρέπει να προηγηθούν για την καλύτερη αντιμετώπιση του γεγονότος.

Εάν τα συστήματα προειδοποίησης είναι ικανοποιητικά σχεδιασμένα και μπορούν να λειτουργήσουν κανονικά τότε οι καταστροφικές συνέπειες που μπορεί να ακολουθήσουν ένα γεγονός είναι *προβλέψιμες*. Ένας τυφώνας μπορεί να προκαλέσει βέβαια μεγάλες υλικές ζημιές αλλά, αν η προειδοποίηση του κοινού είναι γρήγορη και αποτελεσματική, λίγες μόνο ανθρώπινες απώλειες θα υπάρξουν, ενώ ένας καύσωνας μπορεί να σκοτώσει πολλούς ανθρώπους αλλά δεν προκαλεί καταστροφές στις περιουσίες. Μεταξύ βέβαια

αυτών των δύο ακραίων παραδειγμάτων, μπορούν να υπάρξουν διάφοροι συνδυασμοί καταστροφικών συνεπειών και προβλέψεων των διαφόρων τύπων καταστροφών. Για παράδειγμα, όσον αφορά τους σεισμούς η πλειοψηφία τους δεν είναι ακόμα δυνατό να προβλεφθεί, οι τυφώνες και οι κυκλώνες μερικώς μόνο μπορούν να προβλεφθούν αλλά οι πλημμύρες και οι χιονοστιβάδες που προκαλούνται από την τήξη του χιονιού και των πάγων μπορούν καλύτερα να προβλεφθούν.

18. ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΣΤΙΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ

Γενικά καθορίζονται τα ακόλουθα στάδια για το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την εφαρμογή ενός συστήματος προειδοποίησης:

- Αναγνώριση της πιθανότητας* κινδύνου από τους ειδικούς. Ένα σχέδιο καταστροφών πρέπει να περιλαμβάνει όλες τις καταστροφές που είναι πιθανό να απειλήσουν μια κοινότητα. Η ενημέρωση της κοινής γνώμης είναι ζωτικής σημασίας.
- Σχεδιασμός ενός συστήματος* για την παρακολούθηση και την καταγραφή αλλαγών που αφορούν στην καταστροφή και αναγγελία προειδοποιήσεων. Αν η καταστροφή είναι προβλέψιμη, τότε το σύστημα προειδοποίησης πρέπει να συμπληρώνεται από το σύστημα πρόβλεψης και επομένως όταν ο κίνδυνος αυξάνεται απότομα, αυτόματα πρέπει να γίνει εκτέλεση του σχεδίου προειδοποίησης.
- Εγκατάσταση και λειτουργία* συστήματος προειδοποίησης. Τεχνολογικά δίκτυα μπορεί να χρησιμοποιηθούν τόσο για την προειδοποίηση όσο και για την πρόβλεψη της δράσης φυσικών φαινομένων. Το δίκτυο των μηχανημάτων πρέπει να είναι αρκετά πυκνό ώστε να έχει τη δυνατότητα να αναλύσει ικανοποιητικά και να επεξεργαστεί τα εισαγόμενα στοιχεία. Για την αποφυγή της καταστροφής των αρχείων, είτε από βανδαλισμό, είτε από την ίδια τη δράση του καταστροφικού γεγονότος θα πρέπει να υπάρχει και συνοδευτικό σύστημα αντιγραφής τους.
- Λήψη αποφάσεων* σχετικά με τον ενδιαφερόμενο πληθυσμό και τον τρόπο προειδοποίησης. Η σημασία αυτού του σταδίου είναι πολύ μεγάλη καθώς η προειδοποίηση για τη δράση ενός καταστροφικού γεγονότος θα πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να μην προκα-

λέσει μεγαλύτερες ζημιές από την ίδια την καταστροφή. Πολλές φορές οι τοπικές αρχές αντιμετωπίζουν το δίλημμα αν θα πρέπει να ενημερώσουν το κοινό για κάποια ενδεχόμενη καταστροφή που όμως δεν είναι απόλυτα σίγουρο ότι θα συμβεί προκαλώντας την αφύπνιση και ίσως και τον πανικό ή να μην ενημερώσουν καθόλου αντιμετωπίζοντας έτσι τον κίνδυνο να βρεθεί ξαφνικά η κοινότητα μπροστά σε μια καταστροφή κατά της οποίας δεν μπορεί να αμυνθεί. Ανάμεσα στον πληθυσμό μιας κοινότητας υπάρχουν μερικές ιδιαίτερες ομάδες ανθρώπων όπως οι ηλικιωμένοι, οι ανάπηροι, οι εγκυμονούσες γυναίκες και τα παιδιά στις οποίες θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή στην ενημέρωση και την προστασία τους.

- Κοινωνική αντίληψη* και εκπαίδευση. Η επίτευξη της βέλτιστης απόκρισης του κοινού απέναντι στις καταστροφές δεν είναι καθόλου εύκολο να επιτευχθεί, ιδιαίτερα ανάμεσα σε άτομα διαφορετικών ηλικιών, εκπαίδευσης και ιδιοσυγκρασίας. Επιπρόσθετα, σε μια περιοχή που πιθανό να πληγεί από μια καταστροφή, απαντώνται και άτομα που δεν είναι μόνιμοι κάτοικοι, δηλαδή επισκέπτες, τουρίστες, κλπ. Ετοι λοιπόν αν και πολλοί άνθρωποι θα ακούσουν το ίδιο προειδοποιητικό μήνυμα, ο καθένας θα το αντιληφθεί διαφορετικά και θα πιστέψει επίσης διαφορετικά πράγματα. Το μόνο που μπορεί να ελπίζει κανείς, όσον αφορά στην απόκριση του κοινού, είναι η ελαχιστοποίηση των διαφορών μέσα από εκπαιδευτικά προγράμματα που σκοπό έχουν τη σωστή ενημέρωση και προετοιμασία του κοινωνικού συνόλου για την αντιμετώπιση των καταστροφικών φαινομένων.
- Παρακολούθηση και διαχείριση* του καταστροφικού γεγονότος κατά τη διάρκεια της εξέλιξής του. Κατά τη διάρκεια και σύμφωνα με την εξέλιξη της κατάστασης έκτακτης ανάγκης, τα μηνύματα που μεταδίδονται στο κοινό θα πρέπει να αλλάζουν και να προσαρμόζονται ανάλογα με τη δυναμική του γεγονότος. Μετά το πέρας της δράσης του καταστροφικού γεγονότος τα μηνύματα θα ενημερώνουν το κοινό ότι μπορεί να επιστρέψει στην εκκενωμένη περιοχή, ενώ κατά τη διάρκεια του συμβάντος τα μηνύματα θα πρέπει να είναι σαφή και επαναλαμβανόμενα έτσι ώστε να επιτευχθεί η πλήρης απομάκρυνση όλων των πολιτών από την επικίνδυνη περιοχή, αλλά και να αποτραπεί στους πιο ανυπόμονους από αυτούς να επιστρέψουν στις οικίες τους.

- *Αναθεώρηση, δοκιμή και τροποποίηση* του συστήματος. Όταν ο υφιστάμενος κίνδυνος είναι μικρός το σύστημα προειδοποίησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί περισσότερο για να ελεγχθεί, τόσο η καλή λειτουργία του, όσο και η αποτελεσματικότητά του προσωπικού που το χειρίζεται. Ακόμα και μετά τη χρησιμοποίηση ενός συστήματος προειδοποίησης σε μια μεγάλη καταστροφή, είναι δυνατή η τροποποίησή του με σκοπό τη βελτίωση του εφόσον δοκιμάστηκε η αποτελεσματικότητά και η καλή του λειτουργία. Σημαντική και αναγκαία είναι η καταγραφή όλων των συνθηκών που επικράτησαν κατά τη διάρκεια μιας καταστροφής του παρελθόντος, έτσι ώστε τα στοιχεία αυτά να χρησιμοποιηθούν σαν οδηγοί για τη μελλοντική συμπεριφορά απέναντι σε μια νέα καταστροφή.

19. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Τα θύματα που παγιδεύονται κάτω από συντρίμια, στις στέγες φλεγόμενων κτιρίων, ή σε καθιζάνουσες κατασκευές δεν αντέχουν την πολυτέλεια των γραφειοκρατικών αναβολών. Η ανεπάρκεια επομένως σχεδιασμού μπορεί να επιφέρει πολυάριθμους αναπόφευκτους θανάτους και τραυματισμούς.

Όταν οι επιπτώσεις μιας καταστροφής είναι πιθανό να

υπερβαίνουν την ικανότητα επιβίωσης των οργανισμών ή την λειτουργία των διαφόρων υπηρεσιών είναι αναγκαία η δημιουργία ενός σχεδίου αντιμετώπισης.

Η διαδικασία του σχεδιασμού για τις καταστροφές μπορεί να χωριστεί σε τέσσερις βασικούς τομείς:

- *Μετρίαση*. Η σχεδιασμένη ελάττωση των κινδύνων για τη δημόσια υγεία και ασφάλεια. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την τροποποίηση των αιτιών ή των συνεπειών μιας καταστροφής με αποτέλεσμα τη μείωση της τρωτότητας του πληθυσμού και την αλλαγή της κατανομής των απωλειών.
- *Ετοιμότητα*. Η ανάπτυξη ενός σχεδίου ταχείας επέμβασης και αμοιβαίων συμφωνιών μεταξύ οργανισμών με αλληλοκαλυπτόμενες δικαιοδοσίες, με σκοπό την ελάττωση των απωλειών σε ανθρώπινες ζωές και υλικά αγαθά. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει την προετοιμασία ενός σχεδίου ετοιμότητας (Εικ. 16.2) και την εγκαθίδρυση συστημάτων προειδοποίησης, εκπαιδευτικών προγραμμάτων και υπηρεσιών για την κοινωνική ενημέρωση.
- *Απόκριση*. Η παροχή άμεσης βοήθειας και ανακούφισης όταν χρειάζεται και η υποστήριξη της κοινωνικής ασφάλειας. Η κατανομή προτεραιοτήτων κατά τη διάρκεια της εκκένωσης και η κινητοποίηση των υπηρεσιών



Εικόνα 16.2

Άμεση και οργανωμένη αποστολή βοήθειας από την Ελληνική Κυβέρνηση στην Τουρκία κατά το σεισμό του Dinar την 1η Οκτωβρίου 1995.

άμεσες βοήθειες ανήκουν επίσης σε αυτή την κατηγορία.

- *Ανάκαμψη.* Η παροχή υποστήριξης κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου μετά την καταστροφή έτοι ώστε οι κοινωνικές λειτουργίες να βρουν ξανά το ρυθμό τους. Τέτοιες δραστηριότητες μπορούν να χωριστούν στη βραχυπρόθεσμη αποκατάσταση και μακροπρόθεσμη ανακατασκευή.

Από κοινωνιολογικής άποψης, ο βαθμός αποδοχής του σχεδιασμού κινδύνου ποικίλλει ανάλογα με το κοινωνικοοικονομικό καθεστώς και τη συχνότητα απόκτησης εμπειριών από καταστροφές. Όσον αφορά το τελευταίο, η πολιτική για τις καταστροφές από τις διάφορες κυβερνήσεις ποικίλλει ανάλογα με τη διάθεση της κοινής γνώμης. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα είναι σαφές ότι οι δαπάνες για τη σεισμική έρευνα αυξάνονται ή μειώνονται ανάλογα με την όξυνση ή την ύφεση της σεισμικής δραστηριότητας στη χώρα.

Η ταχύτητα της ανάκαμψης μετά από μια καταστροφή εξαρτάται από το βαθμό στον οποίο η τοπική κυβέρνηση έχει κινητοποιηθεί, από το επίπεδο της γνώσης των απαιτούμενων ενεργειών και από την πολιτική της για την υλοποίησή τους. Οι τοπικές αρχές έχουν συνήθως να διαλέξουν ανάμεσα σε τρεις στρατηγικές για τη μείωση του κινδύνου:

- Η συμπεριφορά των πολιτών μπορεί να ελεγχθεί με νόμους και κανονισμούς, ποινές και κίνητρα.
- Οι κοινωνικοί-οικονομικοί πόροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την καταπολέμηση των καταστροφών.
- Υπηρεσίες πρέπει να προσφερθούν με σκοπό τη συμβίωση με τα καταστροφικά φαινόμενα.

Ορισμένοι ερευνητές προτείνουν τα ακόλουθα εννέα μοντέλα σχεδιασμού:

- Το *μοντέλο υποστήριξης* δίνει έμφαση στη διατήρηση και χρησιμοποίηση των συσσωρευμένων πόρων.
- Το *στρατιωτικό μοντέλο* χρησιμοποιεί τις δυνάμεις του στρατού σαν κύριο μέσον βοήθειας στις περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.
- Το *έμπειρο μοντέλο* καταστροφών δίνει έμφαση στην επιστημονική γνώση και υπηρεσία μέσα στην κοινωνία.
- Το *διοικητικό μοντέλο* τονίζει τα οργανωτικά προσόντα.
- Το *μοντέλο πολιτικής δύναμης* δίνει έμφαση στην αναγκαιότητα καθοδήγησης των σχεδίων έκτακτης ανά-

γκης από ένα μόνο πρόσωπο, συνήθως το πιο υψηλά ιστάμενο στην συγκεκριμένη κοινωνία (π.χ. το Δήμαρχο της πόλης) και όχι σε ολόκληρη την τοπική αρχή.

- Το *διαπροσωπικό μοντέλο* εστιάζει στη σημασία της επικοινωνίας μεταξύ των εργαζομένων στις διάφορες υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης.
- Το *περιληπτικό μοντέλο* τονίζει το σχεδιασμό που βασίζεται σε διάφορες συμπτώσεις και υποθέσεις.
- Το *μοντέλο κοινωνικής εκπαίδευσης* δίνει έμφαση στην ανάγκη υπερίσχυσης της ενημέρωσης στην κοινωνική απάθεια.
- Το *μοντέλο προσομοίωσης καταστροφών* τονίζει τη δοκιμή των σχεδίων.

Είναι μάλλον απίθανο να εφαρμοστεί αυτούσιο κάποιο από τα παραπάνω μοντέλα σε περίπτωση πραγματικής έκτακτης ανάγκης, αφού άλλωστε κανένα από αυτά δεν έχει επιβεβαιωθεί στην πράξη.

20. ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Κατά τη διάρκεια των περιπτώσεων έκτακτης ανάγκης που δημιουργούνται σε μια κοινωνία από τη δράση ενός καταστροφικού φαινομένου παρατηρούνται πολλές φορές ελλείψεις σε αποθέματα, υλικά και εκπαιδευμένο προσωπικό. Για την περίπτωση αυτή, η λήψη των σχετικών αποφάσεων πρέπει να γίνει με ταχύτερους ρυθμούς, αφού ο διαθέσιμος χρόνος είναι πολύ περιορισμένος.

Σύμφωνα με τις κανονικές διαδικασίες της λήψης αποφάσεων σε κυβερνητικό ή διοικητικό επίπεδο, καθορίζονται τα προβλήματα, ταξινομούνται οι δραστηριότητες σύμφωνα με το βαθμό προτεραιότητας, ενώ τίθενται κριτήρια για την καθοδήγηση της λήψης των αποφάσεων. Επίσης, αξιολογούνται εναλλακτικές στρατηγικές για την επίτευξη ενός αντικειμενικού στόχου και εκτιμώνται τα πιθανά αποτελέσματά τους. Πριν από τη λήψη των τελικών αποφάσεων, είναι πιθανή η ανάγκη χρησιμοποίησης ειδικών συμβούλων ενώ επιπρόσθετα, σε μια δημοκρατική κοινωνία, προηγείται η αποδοχή των προτάσεων και από άλλα κυβερνητικά όργανα ή η συζήτηση με ομάδες ενδιαφερομένων ή και με ολόκληρο το κοινό. Οποιαδήποτε διαφωνία πιθανόν ανακύψει μπορεί να προκαλέσει καθυστερήσεις στη λήψη των τελικών αποφάσεων, ενώ μερικές φορές η αντίρρηση και η διαφωνία χρησιμοποιούνται εσκεμμένα

από άτομα αντίθετα στις αρχικές προτάσεις για την επίτευξη καθυστερήσεων.

Τέλος, η σπουδαιότητα της εκπαίδευσης για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης δεν πρέπει να παραβλέπεται. Ανεπαρκής εκπαίδευση των ατόμων που διαχειρίζονται τις καταστάσεις έκτακτης ανάγκης μπορεί να οδηγήσει σε ποικίλα χαρακτηριστικά προβλήματα όπως η ανικανότητα υπολογισμού των πραγματικών δαπανών, η αδυναμία διοίκησης του προσωπικού και γενικά εκτέλεσης του προγράμματος.

21. ΤΟ ΣΧΕΔΙΟ

Ο συντονιστής των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης πρέπει να επιβεβαιώσει την κατάρτιση ενός σχεδίου για την αντιμετώπιση των καταστροφών και να ελέγξει την αποτελεσματικότητά του πριν από τη χρησιμοποίησή του. Το σχέδιο πρέπει να τυγχάνει της αποδοχής όλων των μελών της κυβέρνησης ή του οργανισμού για τον οποίο κατασκευάστηκε.

Στο σχέδιο θα πρέπει να συνυπάρχει και μια χονδρική εκτίμηση του χρόνου που μεσολαβεί μεταξύ της πρόγνωσης και της δράσης του γεγονότος, ενώ στην περίπτωση που το διάστημα αυτό αντιστοιχεί σε ημέρες ή εβδομάδες τότε υπάρχει αρκετός χρόνος για την καλή προετοιμασία του κοινού, των απαιτούμενων υλικών αλλά και των διαφόρων υπηρεσιών και την εφαρμογή των διαφόρων στρατηγικών αντιμετώπισης. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται προετοιμασία υψηλού βαθμού σε ένα σχετικά μικρό χρονικό διάστημα.

Το σχέδιο αντιμετώπισης της καταστροφής πρέπει να προνοεί για τη σωστή διαχείριση των απειλών, ενώ θα πρέπει να περιέχει μηχανισμούς ελέγχου τόσο του καταστροφικού γεγονότος όσο και της προόδου των εργασιών άμεσης βοήθειας και αποκατάστασης. Στον πίνακα 16.1 συνοψίζονται όλα τα στοιχεία των καταστροφών που σχετίζονται με τη διαχείρισή τους και τη λήψη αποφάσεων στα πλαίσια ενός σχεδίου δράσης. Λόγω της πολύπλοκης φύσης των φαινομένων, κάθε γεγονός απαιτεί ξεχωριστή αντιμετώπιση και επομένως ιδιαίτερο σχέδιο και εκτιμήσεις που πρέπει να προηγηθούν της καταστροφής.

Το σχέδιο σκοπό έχει τη διατήρηση τόσο της δημόσιας ασφάλειας όσο και της δημόσιας τάξης. Παρόλο που οι ληστείες σπάνια αποτελούν πρόβλημα, είναι αναγκαία η απαγόρευση της εισόδου στις κατεστραμμένες ή επικίνδυνες περιοχές με ειδική σήμανση στην περίμετρό τους. Οι

Φυσικό περιστατικό

Πιθανότητα
Συχνότητα
Διάρκεια
Μέγεθος
Ενεργειακές δαπάνες
Φυσικά αποτελέσματα: άμεσα, έμμεσα και δευτερογενή
Περιοχή επιρροής: άμεσες και έμμεσες
Βαθμός συγκέντρωσης ή παρουσίας
Ογκος προϊόντων (λάβα, πλημμυρικά ύδατα)

Δυνατότητα πρόβλεψης

Βραχυπρόθεσμη (για την αποφυγή δραστηριότητας)
Μακροπρόθεσμη (για δομική διευθέτηση)

Δυνατότητα ελέγχου

Μπορούν να τροποποιηθούν οι φυσικές διεργασίες;
Μπορεί να μειωθεί η κατανάλωση φυσικής ενέργειας;
Μπορεί να μετριάσει η ένταση των γεγονότων;
Μπορούν να τροποποιηθούν τα γεγονότα;

Κοινωνικο-πολιτιστικοί παράγοντες

Δοξαίες
Επίπεδο γνώσης του κινδύνου
Πολυπλοκότητα του κοινωνικού συστήματος και των συνιστώντων ομάδων

Οικολογικοί παράγοντες

Ροπή σε περιβαλλοντικές καταστροφές
Περιβαλλοντική αρμονία

Πίνακας 16.1

Στοιχεία των καταστροφών που σχετίζονται με τη διαχείρισή τους.

περιουσίες πρέπει να διαφυλάγονται, οι συγκοινωνίες να κατευθύνονται σε ασφαλείς οδούς και οι επικίνδυνες περιοχές να αστυνομεύονται. Σημεία όπου ο κίνδυνος δευτερογενών καταστροφών είναι αυξημένος θα πρέπει να ελέγχονται και να εποπτεύονται συστηματικά.

Ο ρόλος των ενόπλων δυνάμεων στοιχειοθετεί πολλές φορές ένα δίλημμα για τους σχεδιαστές. Λόγω της ικανότητάς τους για άμεση δράση η σημασία του στρατού κατά την περίοδο έκτακτης ανάγκης είναι σημαντική. Οι στρατιωτικές δραστηριότητες βοήθειας και άμεσης δράσης χαρακτηρίζονται από άριστη οργάνωση και απόλυτη πειθαρχία.

Το προσωπικό που θα επανδρώσει τις υπηρεσίες άμεσης επέμβασης θα πρέπει να αποτελείται από εξειδικευμέ-

νους τεχνικούς οι οποίοι θα πρέπει να είναι στη διάθεση των τοπικών αρχών άμεσα και να είναι έτοιμοι για δράση ανά πάσα στιγμή. Σημαντικός είναι επίσης ο καθορισμός των αρμοδιοτήτων των διαφόρων μελών των ομάδων άμεσης επέμβασης όπως επίσης και ο ορισμός ενός γενικού συντονιστή της όλης προσπάθειας. Με τον τρόπο αυτό θα κατανέμονται οι εντολές και οι δραστηριότητες και δε θα υπάρχει κίνδυνος επαναλήψεων ή παραλείψεων.

Το σχέδιο δράσης για την αντιμετώπιση της καταστροφής θα πρέπει να ορίζει ένα *γενικό αρχηγείο*, το οποίο θα βρίσκεται σε ασφαλές και καλά κατασκευασμένο κτίριο έξω από τη ζώνη υψηλού κινδύνου αλλά ταυτόχρονα και σε μικρή απόσταση από αυτήν έτσι ώστε να διευκολύνεται η επικοινωνία με τις προβληματικές περιοχές. Σε μερικές περιπτώσεις καταστροφών τέτοια αρχηγεία εγκαθίστανται σε κάποιο όχημα ή πρόχειρη κατασκευή σε σημείο της περιφέρειας της ζώνης υψηλού κινδύνου.

Σημαντική προσοχή πρέπει να δίνεται και στην πληροφόρηση του κοινού η οποία θα πρέπει να είναι άμεση και ακριβής. Αν τα κέντρα δεν παρέχουν ακριβείς πληροφορίες τότε ο κοινός πολίτης σχηματίζει την αντίληψη ότι οι αρχές του αποκρύπτουν την αλήθεια. Από την άλλη πλευρά, όταν οι πληροφορίες που διαχέονται είναι πολυάριθμες και δυσνόητες, δημιουργούνται παρεξηγήσεις ενώ αρχίζουν να διαστρεβλώνονται τα γεγονότα κάτω από την επίδραση των φημών και του πανικού που επικρατεί.

Όταν ο χρόνος που είναι διαθέσιμος μεταξύ της πρόβλεψης μιας καταστροφής και της δράσης της είναι αρκετός, η εκκένωση των επικίνδυνων περιοχών είναι ο καλύτερος τρόπος για την εξασφάλιση της δημόσιας υγείας και ασφάλειας. Η μετακίνηση βέβαια μεγάλων μονάδων του πληθυσμού μιας περιοχής είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που απαιτεί λεπτομερή σχεδιασμό. Κέντρα υποδοχής πρέπει να οργανωθούν εκεί όπου ο κίνδυνος καταστροφής είναι ελάχιστος ή και ανύπαρκτος, ενώ θα πρέπει και τα ίδια να είναι εφοδιασμένα κατάλληλα για την αντιμετώπιση ενός φυσικού φαινομένου. Τα αποθέματα τροφίμων, ρουχισμού, κλινών και φαρμάκων στα κέντρα υποδοχής των προσφύγων θα πρέπει να είναι άφθονα, ικανά να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες ενός μεγάλου αριθμού ατόμων.

Το σχέδιο αντιμετώπισης των καταστροφών θα πρέπει να έχει εξασφαλίσει ότι υπάρχει αρκετός χρόνος, μέχρι τη δράση του φαινομένου, για την εκκένωση των πόλεων και τη μετακίνηση πληθυσμών, αφού πολλές φορές αποδεικνύεται περισσότερο επικίνδυνο και καταστροφικό να είναι

οι πρόσφυγες στο δρόμο προς τα καταφύγια όταν βρεθούν αντιμέτωποι με την καταστροφή παρά αν παρέμεναν στα σπίτια τους. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει επίσης να δοθεί, έτσι ώστε όλα τα άτομα που μετακινούνται να έχουν λάβει τις κατάλληλες οδηγίες. Αν και ο τύπος της εκκένωσης διαφέρει ανάλογα με το είδος της αναμενόμενης καταστροφής, εν τούτοις οι πρόσφυγες μετακινούνται πάντα προς τις περιοχές με τον ελάχιστο δυνατό κίνδυνο. Κατά τη διάρκεια των εκκενώσεων ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην μετακίνηση ειδικών ομάδων ατόμων όπως των ανάπηρων, των ηλικιωμένων, των παιδιών από ιδρύματα αλλά και των τροφίμων των φυλακών οι οποίοι σε κάθε περίπτωση πρέπει να φυλάγονται επιμελώς.

Τα κέντρα υποδοχής είναι δημόσια κτίρια, ενώ οι οδοί εκκένωσης έχουν επιλεγεί με σκοπό τη διευκόλυνση των πολιτών να φθάσουν έγκαιρα σε ασφαλή σημεία, χρησιμοποιώντας μεγάλες οδούς. Ο χάρτης αυτός πρέπει να εκδίδεται σε τακτά χρονικά διαστήματα και να παρουσιάζεται, για παράδειγμα, στους τηλεφωνικούς καταλόγους της πόλης αλλά και τους οδικούς χάρτες.

22. ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΜΑΖΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ

Μετά από μια καταστροφή τα νέα φθάνουν από τέσσερις διαφορετικές πηγές:

- τους ανταποκριτές που βρίσκονται στο χώρο της καταστροφής,
- τους δημοσιογράφους που βρίσκονται σε κυβερνητικά κέντρα,
- τα δελτία τύπου και τις εφημερίδες και τέλος
- τις επίσημες αρχές.

Οι εφημερίδες, η τηλεόραση και το ραδιόφωνο αποτελούν τις κύριες πηγές πληροφόρησης για τους επιζώντες, το ευρύτερο κοινό αλλά και, μέχρι κάποιο βαθμό, για εκείνους που παρέχουν την εθνική και διεθνή βοήθεια.

Παρόλη την σπουδαιότητά της η επικοινωνία μεταξύ των ΜΜΕ και του κοινού αποδεικνύεται πολλές φορές ανακριβής. Για τη συλλογή πληροφοριών αντιμετωπίζονται διάφορα προβλήματα. Πρώτον, η επίσκεψη ενός δημοσιογράφου στην πληγείσα περιοχή είναι συνήθως πολύ σύντομη ενώ ο ίδιος μπορεί να αντιμετωπίσει προβλήματα επικοινωνίας με τους κατοίκους, κατανόησης της γλώσσας, των εθίμων, της γεωγραφίας ή του τοπικού πολιτισμού.

Παρόλες τις αντίξοες συνθήκες οι διάφορες λεπτομέρειες πρέπει να συλλεγούν γρήγορα γι' αυτό και πολλές φορές παρατηρούνται λάθη στην ορθογραφία των ονομάτων, των επιθέτων και των τοπωνυμίων. Στην σύνταξη δε του κειμένου των ειδήσεων σημαντικό ρόλο παίζει η προσωπική αντίληψη και η ευαισθησία του δημοσιογράφου, η κρίση του οποίου συχνά δεν αποφεύγει την *ανθρώπινη υπερβολή*.

Οι προκαταλήψεις είναι ένα άλλο βασικό πρόβλημα που αντιμετωπίζεται στις διεθνείς κυρίως ειδήσεις. Δυστυχώς πολλές φορές οι δημοσιογράφοι παρουσιάζουν μια είδωση από την πιο *εμπορική πλευρά* της διαστρεβλώνοντας έτσι ακούσια την αλήθεια.

Η σχέση μεταξύ των επιστημόνων και των δημοσιογράφων αξίζει κάποιας ιδιαίτερης θεώρησης. Στην ιδανική περίπτωση, ο επιστήμονας που ασχολείται με τον έλεγχο και την πρόβλεψη των καταστροφών είναι μια άριστη πηγή πληροφορόρησης την οποία μπορεί να εκμεταλλευτεί ο δημοσιογράφος. Αν η σχέση που έχουν είναι καλή, τότε πολύτιμες πληροφορίες θα δουν το φως της δημοσιότητας και το κοινό θα πληροφορηθεί για όλες τις επιστημονικές προσπάθειες πρόβλεψης ή διαχείρισης των καταστροφών. Επιπρόσθετα, με τον τρόπο αυτό, όταν είναι διαθέσιμη αξιόπιστη επιστημονική πληροφορόρηση περιορίζεται ο κίνδυνος διάδοσης φημών και ανακριβειών.

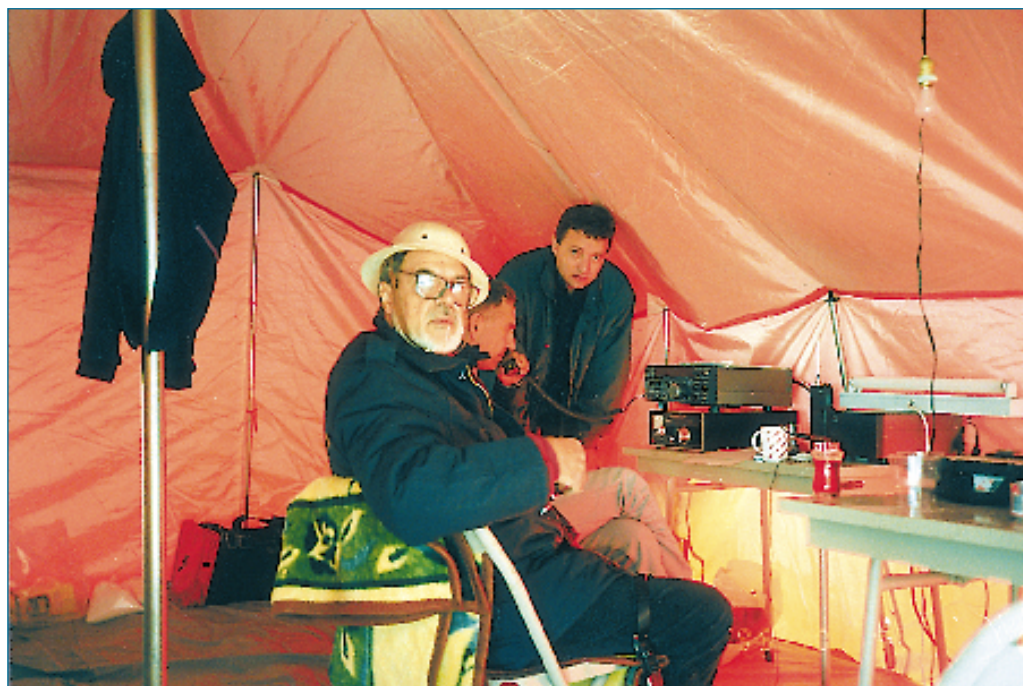
Η κατάσταση όμως στην πραγματικότητα είναι πολύ πιο

πολύπλοκη. Η οποιαδήποτε διαφωνία ή αντίθεση υπάρχει ανάμεσα στις διάφορες επιστημονικές γνώμες, μπορεί να οδηγήσει σε σύγχυση του τύπου και απώλεια της εμπιστοσύνης ενός μέρους της κοινής γνώμης. Για χάρη της ακροαματικότητας μερικοί δημοσιογράφοι δραματοποιούν τα γεγονότα και διαστρέφουν τα επιστημονικά συμπεράσματα.

Εν τούτοις βέβαια υπάρχει και η καλή πλευρά των γεγονότων. Ειλικρινείς προσπάθειες γίνονται τις περισσότερες φορές από τους διάφορους ειδησιογραφικούς ανταποκριτές, οι οποίοι συμμετέχουν στην επιχείρηση παροχής άμεσης βοήθειας, αλλά και συνεργάζονται για την υπεύθυνη μετάδοση πληροφοριών.

23. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ

Η ουσία της καταστροφής είναι ότι αλλοιώνει δραστικά τα φυσικά και τεχνολογικά θεμέλια των κοινωνικών κανονισμών. Η πρώτη ανάγκη για την καλή διαχείριση των καταστάσεων έκτακτης ανάγκης είναι η σωστή πληροφορόρηση ενώ η ροή των πληροφοριών (*Εικ. 16.3*) και τα στοιχεία πρέπει να ερμηνευτούν αμέσως μετά την καταστροφή. Έτσι οι υπηρεσίες συλλογής και επεξεργασίας στοιχείων θα πρέπει να αφυπνιστούν και να δυναμωθούν. Είναι θεμελιώδους σημασίας ο συντονισμός της συλλογής πληροφοριών



Εικόνα 16.3

Η επικοινωνία την οποία υποστηρίζουν οι ραδιοερασιτέχνες έχει αποδειχθεί πολύ αποτελεσματική κατά τη διάρκεια μεγάλων καταστροφών. Στην εικόνα γίνεται επικοινωνία του Ελληνικού κλιμακίου βοήθειας που επισκεύθηκε το Dinar της Τουρκίας κατά το σεισμό της 1ης Οκτωβρίου 1995, με την Ελλάδα.

και η διασπορά τους στους οργανισμούς που τις χρειάζονται καθώς και η επιβεβαίωση της σωστής ερμηνείας τους.

Η συλλογή πληροφοριών μπορεί να έχει διάφορες μορφές για μια δεδομένη περιοχή πριν από τη δράση ενός καταστροφικού φαινομένου. Εμπεριέχει χαρτογράφηση και μικροζωνοποίηση δηλαδή με άλλα λόγια την εκτίμηση του κινδύνου στο χώρο. Στοιχεία επίσης πρέπει να συλλεγούν σχετικά με τη συχνότητα και το μέγεθος των φυσικών φαινομένων καθώς και σχετικά με την κοινωνικο-οικονομική συμπεριφορά με στόχο το σχεδιασμό συστημάτων πρόβλεψης και προειδοποίησης. Η τρωτότητα των περιοχών θα πρέπει να αναλυθεί αρχίζοντας με τη συλλογή στοιχείων σχετικά με τον πληθυσμό, τα κτίρια και τις κατασκευές που είναι εκτεθειμένες στον κίνδυνο καθώς και στοιχείων σχετικά με τη φύση και το είδος παρελθόντων φαινομένων και καταστροφών (με τις αντίστοιχες αποκρίσεις). Εξοπλισμός, όργανα και προμήθειες πρέπει να συγκεντρωθούν και να επισκευαστούν αν αυτό είναι απαραίτητο. Τέλος, πρέπει να καταρτιστούν σχέδια έκτακτης ανάγκης, ενώ τα άτομα που θα εμπλακούν σε αυτά θα πρέπει να εκπαιδευτούν ξανά και ξανά στις ανάλογες ειδικότητες.

Η συλλογή πληροφοριών δεν πρέπει βέβαια να σταματήσει με την έναρξη της δραστηριότητας του φυσικού φαινομένου, αλλά θα αλλάξει ο χαρακτήρας των πληροφοριών που χρειάζονται καθώς και ο τρόπος συλλογής τους. Ο αντικειμενικός σκοπός είναι η ανάπτυξη ενός συστήματος καταγραφής των καταστροφών, η εκτίμηση των αναγκών και ο καθορισμός των σχέσεων μεταξύ τους. Για παράδειγμα μετά από ένα σεισμό, οι καταστροφές στις κατασκευές θα πρέπει να καταγραφούν με σκοπό τη διαπίστωση του αριθμού των κτιρίων που είναι πλέον ακατοίκητα όπως επίσης απαραίτητη είναι και η κατασκευή πρόχειρων καταυλισμών για την στέγαση των προσφύγων.

Γενικότερα η συλλογή πληροφοριών μετά από ένα καταστροφικό γεγονός περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Την έκταση των επιπτώσεων που καθορίζεται με βάση τον αριθμό των θανάτων, των τραυματισμών, των αστεγών καθώς και των καταστροφών στις οικίες, στις κατασκευές και στις δημόσιες υπηρεσίες.
- Το μέγεθος της πληγείσας περιοχής και την προοπτασιμότητά της.
- Την διευθέτηση των διαφόρων αναγκών που προέκυψαν, όπως οι ταφές, η ιατρική φροντίδα, η υγιεινή, οι χειρουργικές επεμβάσεις, η επόπτευση ασθενειών, τα

καταφύγια, η θέρμανση, η παροχή ύδατος και η συμπληρωματική σίτιση.

- Την εκτίμηση των προσπαθειών αποκατάστασης έτσι ώστε να υπολογιστεί ο βαθμός στον οποίο πιθανό να πρέπει να συμπληρωθούν.
- Την συλλογή όλων των σχετικών πληροφοριών, οι οποίες θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αντίστοιχη περίπτωση στο μέλλον.

Οι συντονιστές των σχεδίων άμεσης βοήθειας θα πρέπει να ενημερώνουν το κοινό μέσα από ένα δίκτυο πληροφοριών σχετικά με τις καταστροφές, τα θύματα, κλπ. εκπαιδευοντάς το ταυτόχρονα στην αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων. Πρέπει όμως να είναι και δεκτικοί στις παρατηρήσεις και στις απόψεις της κοινής γνώμης, η έκφραση της οποίας μπορεί να γίνεται μέσα από ομάδες συμβούλων της πολιτείας που θα αποτελούνται από απλούς πολίτες.

24. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Μιας και η πληροφόρηση αποτελεί πρωτεύουσα ανάγκη στις περιπτώσεις καταστροφών, εξελίχθηκε η τεχνολογία των πληροφοριών που αφορά τη συγκέντρωση, διαχείριση και μετάδοση πληροφοριών, όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο. Παράλληλα, κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, η τεχνολογία των δορυφόρων και των μικροηλεκτρονικών υπολογιστών είναι στο επίκεντρο της διαχείρισης των καταστροφών διεθνώς.

Οι μικροηλεκτρονικοί υπολογιστές μπορούν να αποδειχτούν επίσης πολύ χρήσιμοι στην λήψη αποφάσεων όταν ο διαθέσιμος χρόνος είναι περιορισμένος. Οι μικροηλεκτρονικοί υπολογιστές σταδιακά γίνονται αποδεκτοί σαν πρακτικά και χρήσιμα εργαλεία σε ασυνήθιστες καταστάσεις όπως οι καταστροφές. Διάφοροι αλγόριθμοι έχουν κατασκευαστεί για τη διαχείριση και την αντιμετώπιση περιστατικών έκτακτης ανάγκης με τη χρήση των υπολογιστών. Βασικά, ο χρήστης αντεπιδρά στο περιβάλλον, στο οποίο η αποκατάσταση της καταστροφής έχει ήδη αρχίσει, με τον κατάλληλο χειρισμό στοιχείων με σκοπό το σχεδιασμό της καλύτερης δυνατής απόκρισης κάτω από τις ανάγκες που επιβάλλονται από την υφιστάμενη κατάσταση και τα γεγονότα. Συνήθως υπάρχουν πέντε βασικά υποσυστήματα:

- Το πρώτο υποσύστημα περιλαμβάνει την εισαγωγή, αποθήκευση και παρουσίαση των στοιχείων αφού τα λειτουργικά συστήματα λειτουργούν μόνο με τις κατάλληλες περιοδικές εισαγωγές σχετικών πληροφοριών.

- Το δεύτερο αναφέρεται στη *διαχείριση των στοιχείων* αφού οι μεγάλοι όγκοι των πληροφοριών θα πρέπει να γίνουν αποδεκτοί και κατανοητοί από το χρήστη.
- Στο τρίτο γίνεται η *ανάλυση των στοιχείων*, διαδικασία που επιτρέπει την παρουσίαση των αποθηκευμένων πληροφοριών με μια πιο συνθετική μορφή, όπως για παράδειγμα ένας χάρτης ή συνοπτικές στατιστικές.
- Το τέταρτο υποσύστημα περιλαμβάνει την *προσομοίωση και τη δημιουργία μοντέλων*, διαδικασία που επιτρέπει την πρόβλεψη του τί μπορεί να γίνει στο μέλλον.
- Για να καταστεί η πληροφόρηση προσβάσιμη και κατανοητή, η *τεχνολογία επίδειξης* ακολουθεί και ολοκληρώνει τη διαδικασία.

Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές τύπου PC πλεονεκτούν έναντι των υπολοίπων λόγω της προσιτής τους τιμής και της ευκολίας στη χρήση. Στην περίπτωση καταστροφών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κάποιο από τους ακόλουθους στόχους όπως για την παρακολούθηση της εξέλιξης των γεγονότων, για την παρουσίαση πληροφοριών απαραίτητων στη λήψη αποφάσεων, για την καταγραφή των ζημιών, των τραυματισμών, των θανάτων, κλπ., για την προσομοίωση των συνεπειών υποθετικών αποφάσεων, κλπ. Με τη χρήση των Η/Υ οι χάρτες μπορούν να παρουσιάζονται στις οθόνες, όντας έτσι περισσότερο επιδεκτικοί σε αλλαγές και τροποποιήσεις απ' ότι οι τυπωμένοι, βοηθώντας έτσι την ταχεία επισήμανση σχολείων, οικιών ή νοσοκομείων και των αναγκών ή των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν ή την επιλογή των καταλληλότερων οδών για τη διακίνηση των υπηρεσιών βοήθειας, κλπ. Οι λειτουργίες αυτές με τη χρήση των υπολογιστών μειώνουν τις γραφειοκρατικές καθυστερήσεις στο ελάχιστο και αυξάνουν την ταχύτητα και την ακρίβεια λήψης αποφάσεων.

25. ΕΚΚΕΝΩΣΗ

Αν η εκκένωση γίνεται με βάση κάποιο προηγούμενο σχεδιασμό, τότε αποτελεί έναν από τους καλύτερους τρόπους διασφάλισης της ανθρώπινης ζωής. Μπορεί να χωριστεί σε έξι βασικές χρονικές συνιστώσες:

- Ο *χρόνος απόφασης* παρέχεται μεταξύ της αναγνώρισης της απειλής και της απόφασης εκκένωσης από την αρμόδια αρχή.
- Ο *χρόνος γνωστοποίησης* είναι απαραίτητος για την πληροφόρηση και την παροχή των κατάλληλων οδ-

γιών στους πολίτες που πρόκειται να μετακινηθούν.

- Ο κόσμος χρειάζεται κάποιο *χρόνο προετοιμασίας* πριν αρχίσει να μετακινείται εκκενώνοντας την περιοχή.
- Ο *χρόνος απόκρισης* είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από την αναχώρηση μέχρι την άφιξη στην προκαθορισμένη περιοχή ασφαλείας έξω από την επικίνδυνη ζώνη.
- Ο *χρόνος επιβεβαίωσης* απαιτείται για την επιβεβαίωση της ασφάλειας των προσφύγων.
- Η *επιστροφή* θα πρέπει να οργανωθεί όταν λήξει η περίοδος έκτακτης ανάγκης.

Διακρίνονται οι ακόλουθοι τύποι εκκένωσης:

- *προληπτική εκκένωση*, βραχυπρόθεσμη εκκένωση πριν από το γεγονός,
- *προστατευτική εκκένωση*, μακροπρόθεσμη εκκένωση πριν από το γεγονός,
- *σωστική εκκένωση*, βραχυπρόθεσμη εκκένωση μετά το γεγονός,
- *εκκένωση ανακατασκευής*, μακροπρόθεσμη εκκένωση μετά το γεγονός.

Γενικά, η εκκένωση που επιβάλλεται βίαια στον κόσμο είναι αναποτελεσματική, ενώ για την εκούσια εκκένωση χρειάζεται η παροχή κινήτρων. Τα σχέδια μιας ενδεχόμενης εκκένωσης πρέπει να έχουν γίνει και να έχουν δημοσιευτεί πολύ πριν από το γεγονός έτσι ώστε να παρέχεται στους πολίτες η δυνατότητα ενημέρωσης και προετοιμασίας. Στην πραγματικότητα, ομάδες μετακινούμενων ατόμων που εκκενώνουν μια περιοχή, στην πορεία χωρίζονται σε άλλες μικρότερες, ενώ παρατηρούνται επίσης απόπειρες επιστροφής από μεμονωμένα άτομα. Η πολιτεία θα πρέπει να παρέχει στους πολίτες της εξασφάλιση των περιουσιακών τους στοιχείων κατά τη διάρκεια της απουσίας τους, αφού όλοι ανησυχούν για τις κατοικίες τους και τα περιουσιακά στοιχεία που εγκαταλείπουν.

Ο κίνδυνος ηφαιστειακής έκρηξης στις Φιλιππίνες παρέχει ένα καλό παράδειγμα προσεκτικού σχεδιασμού εκκένωσης. Η περιοχή γύρω από το ενεργό ηφαίστειο έχει χωριστεί σε μια ζώνη μόνιμου κινδύνου (περιοχή ακτίνας 6 km γύρω από την κορυφή του ηφαιστείου, όπου απαγορεύεται η κατοίκηση), μια ζώνη υψηλού κινδύνου (8 km), μια ζώνη πιθανού κινδύνου (10 km) και τέλος μια ζώνη κινδύνου από λασπορροές. Η εκκένωση κατά τη διάρκεια περιόδων έκτακτης ανάγκης, λόγω έντονης της ηφαιστειότητας, έχει οργανωθεί σε πέντε φάσεις:

- Στην πρώτη φάση, φυσικά σημάδια που προειδοποιούν για την αναμενόμενη έκρηξη κινητοποιούν τις αρχές, ενώ ταυτόχρονα αρχίζει η προετοιμασία των κέντρων υποδοχής και των καταφυγίων και η απαγόρευση της εισόδου στη ζώνη κινδύνου.
- Στη δεύτερη φάση και κατά τα πρώτα στάδια της έκρηξης απαιτείται απομάκρυνση των πολιτών από τη ζώνη υψηλού κινδύνου καθώς και παροχή οδηγιών στους πολίτες των παρακείμενων ζωνών για εκκένωση.
- Η τρίτη φάση αντιστοιχεί στην κυρίως έκρηξη και μπορεί να διαρκέσει αρκετούς μήνες. Η ζώνη υψηλού κινδύνου και οι περιοχές που έχουν επιλεγεί ως επικίνδυνες εκκένωνονται και απαγορεύεται αυστηρά η είσοδος σε αυτές τις ζώνες.
- Τέλος, στην τέταρτη φάση αμβλύνεται κάπως η φαιστική δράση η οποία τελικά σταματά. Οι κάτοικοι αφήνονται να επιστρέψουν πρώτα στη ζώνη πιθανού κινδύνου και μετά στην ζώνη υψηλού. Εξαιτίας του κινδύνου για δευτερογενείς καταστροφές ο οποίος συνεχίζει να υφίσταται, οι ζώνες κινδύνου λαοπορρών είναι και οι τελευταίες που επανακατοικούνται.

Πολλοί και σημαντικοί παράγοντες διαφοροποιούν τις συνθήκες εκκένωσης στις αναπτυσσόμενες χώρες από τις αντίστοιχες στις βιομηχανικά ανεπτυγμένες. Στις πρώτες η εκκένωση έχει πολύ μεγαλύτερες επιπτώσεις στην τοπική οικονομία, ενώ η συγκοινωνία γίνεται με αργούς ρυθμούς αφού οι οδικές αρτηρίες κατακλύζονται από αργοκίνητα οχήματα παλαιάς τεχνολογίας. Οι φτωχοί και τις περισσότερες φορές αναλφάβητοι κάτοικοι των αγροτικών περιοχών μπορεί να αποδειχτούν ιδιαίτερα απρόθυμοι να εγκαταλείψουν τις μικρές ιδιοκτησίες τους. Έτσι, μπορεί να υπάρξουν περιπτώσεις όπου η εκκένωση δεν είναι δυνατή ή τουλάχιστον δεν είναι ολότελα επιτυχής.

Είναι εμφανές ότι οι πρώτοι που προτίθενται να εγκαταλείψουν μια περιοχή όταν δοθεί εντολή εκκένωσης είναι οι επισκέπτες ενώ οι μόνιμοι κάτοικοι θα προτιμούσαν, εάν ήταν δυνατό, να έμεναν. Κατά την έκρηξη του ηφαιστείου Paricutin στο Μεξικό, οι πρώτοι που μετακινήθηκαν ήταν οι πλούσιοι και με μεγαλύτερη μόρφωση κάτοικοι των γύρω χωριών εφόσον φιλοδοξούσαν ότι θα τους παρέχονταν καλύτερες δυνατότητες. Οι πιο ηλικιωμένοι και φτωχότεροι πολίτες φοβήθηκαν την περιπέτεια, που φαινόταν ότι συνόδευε την αποχώρησή τους. Σε μερικές περιπτώσεις, σύσσωμος ο πληθυσμός έχει μετακινηθεί από μια επι-

κίνδυνη περιοχή, όπως για παράδειγμα στα ηφαιστειακά νησιά Tonga και Vanua Atu έχοντας όμως την ακράτητη επιθυμία να επιστρέψουν το συντομότερο δυνατό.

Σε κάθε περίπτωση, όταν η περίοδος εκκένωσης είναι μεγαλύτερη από μερικές μέρες, τότε οι εντολές καταπατώνται από την επιθυμία των ανθρώπων να επιστρέψουν στα σπίτια και τις ιδιοκτησίες τους ακόμα και αν αυτές είναι ολοκληρωτικά κατεστραμμένες. Οι ιδιοκτήτες φοβούνται τυχόν απώλεια των τίτλων ιδιοκτησίας τους ύστερα από μακρόχρονη απουσία, ενώ ζούν με το φόβο των λεπλασιών. Τέλος, θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι αν στο σχέδιο εκκένωσης μιας περιοχής περιλαμβάνεται και η εκκένωση νοσοκομείων αυτό μπορεί να επιφέρει σοβαρά προβλήματα υγείας στους ασθενείς από την απότομη διακοπή θεραπείων και ιατρικής φροντίδας.

26. Η ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ

Μετά τη δράση αναπάντεχων και έντονων φυσικών καταστροφικών φαινομένων οι βραχυπρόθεσμες συνέπειες μπορεί να διαρκέσουν από λίγες ώρες μέχρι περισσότερο από μια εβδομάδα ανάλογα με τον τύπο και τη σοβαρότητα του γεγονότος.

Το πρώτο πρόβλημα που αντιμετωπίζεται είναι η αναγνώριση της έκτασης της καταστροφής δεδομένης της διαταραχής του πληθυσμού, της συγκοινωνίας, της λειτουργίας των οργανισμών και της ροής πληροφοριών. Η αναγνώριση αυτή μπορεί να γίνει εύκολα, φθηνά και γρήγορα με τη χρήση αεροφωτογραφιών, με εξαίρεση τη νύχτα, την κακοκαιρία, τη νεφοκάλυψη και τις ηφαιστειακές εκρήξεις κατά τις οποίες παρατηρείται εκτόξευση μεγάλων ποσοτήτων ηφαιστειακής σποδοού στην ατμόσφαιρα. (Εικ. 16.4)

Έχοντας καθοριστεί επακριβώς η περιοχή που πλήγηκε από την καταστροφή, άμεση προτεραιότητα δίνεται στην αντιμετώπιση των δυστυχημάτων. Η αναζήτηση και η διάσωση είναι ζωτικής σημασίας δραστηριότητες για τις οποίες οφείλεται να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή και να γίνει ιδιαίτερη προσπάθεια (Εικ. 16.5). Η λειτουργικότητα και η χωρητικότητα των νοσοκομείων θα πρέπει να ελεγχθεί ενώ αυτά που δεν έχουν πληγεί από την καταστροφή θα πρέπει να εφοδιαστούν με επιπλέον προσωπικό και προμήθειες πρώτων βοηθειών. Ιδιαίτερη προσοχή οφείλεται να δοθεί στις ιδιαίτερες ομάδες ατόμων που δεν είναι αυτάρκεις, όπως τα μικρά παιδιά, οι ηλικιωμένοι, οι ανάπηροι, κλπ.

Τα σωστικά συνεργεία και τα διάφορα εφόδια θα πρέπει να συγκεντρώνονται σε περιοχές όπου μπορούν να χρησι-



Εικόνα 16.4

Σχεδιασμός για την επέμβαση των διασωστικών ομάδων κατά την διάρκεια πτήσης προς την περιοχή Duzce της Τουρκίας η οποία επλήγει από σεισμό $M_w=7.1$ την 12 Νοεμβρίου 1999.



Εικόνα 16.5

Προσπάθεια διάσωσης παγιδευμένων από την Ελληνική Ειδική Μονάδα Αντιμετώπισης Καταστροφών σε κατάρρευση στον σεισμό του Dinar στην Τουρκία την 1η Οκτωβρίου 1995.

μοποιηθούν καλύτερα, ενώ πληθώρα εφοδίων είναι απαραίτητα.

Κατά τη διαχείριση μιας καταστροφής είναι πολύ σημαντικό να καθοριστεί ο αριθμός των πληγέντων διαχωρίζοντάς τους από τους περιέργους και τους επισκέπτες στη ζώνη καταστροφών, διαδικασία όχι και τόσο εύκολη μέσα στην χαοτική κατάσταση που ακολουθεί μια καταστροφή. Η αλληλοβοήθεια είναι επίσης ζωτικής σημασίας μιας και οι επιζώντες θα πρέπει να μοιραστούν την τροφή, το καταφύγιο και τα διαθέσιμα μεταφορικά μέσα.

Η περίοδος που ακολουθεί μια καταστροφή και αναλογεί στις πρώτες προσπάθειες αντιμετώπισης και διαχείρισης των αποτελεσμάτων θεωρείται ότι διαρκεί περίπου τρεις ημέρες και χωρίζεται σε 24ωρα χρονικά διαστήματα. Ορισμένοι ερευνητές προτείνουν μια ακολουθία προτεραιοτήτων που θα πρέπει να τεθούν για την αντιμετώπιση της περιόδου έκτακτης ανάγκης με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο. Η μέθοδος εφαρμόζεται συνήθως στις περιπτώσεις μεγάλων σεισμών αλλά μερικά από τα στοιχεία της μπορεί να χρησιμοποιηθούν και για άλλους τύπους καταστροφών. Ειδικότερα:

- Κατά τη διάρκεια των πρώτων 12 ωρών μετά την καταστροφή συνιστάται η επικέντρωση των δραστηριοτήτων στους τοπικούς οργανισμούς, όπου βέβαια αυτό είναι εφικτό (Εικ. 16.6). Τα όρια της πληγείσας περιοχής και οι θέσεις με τις μεγαλύτερες καταστροφές πρέπει να οριστούν επακριβώς, όπως επίσης θα πρέπει να καθοριστούν και οι κίνδυνοι που εξακολουθούν να υφίστανται για τους κατοίκους. Θέσεις - κλειδιά, όπως τα νοσοκομεία πρέπει επίσης να επισημανθούν. Ειδικευμένο προσωπικό, όπως ιατροί, μηχανικοί, αστυνομικοί και πυροσβέστες καθώς και μέσα ταχείας μεταφοράς όπως ελικόπτερα πρέπει να κινητοποιηθούν άμεσα και να μεταβούν στις ζώνες υψηλού κινδύνου που είναι και οι ζώνες μέγιστων καταστροφών. Στη συνέχεια προσπάθειες πρέπει να γίνουν για την, κατά το δυνατό, αποκατάσταση των συγκοινωνιών, επισκευάζοντας ζημιές σε αυτοκινητόδρομους, αεροδρόμια, σιδηροδρομικές γραμμές, κλπ.
- Κατά το διάστημα 12-24 ωρών μετά την καταστροφή οι αποστολές διάσωσης θα πρέπει να ξεκινήσουν σε ολόκληρη την πληγείσα περιοχή, ενώ έλεγχος στα δίκτυα παροχής ύδατος και χλωρίωση των υδάτων είναι απαραίτητα εφόσον κριθεί ότι υπάρχει κίνδυνος μετάδοσης λοιμωδών ασθενειών. Επιπρόσθετα, οι πρώτες ενέργειες

αποκατάστασης της ηλεκτροδότησης στο τοπικό δίκτυο θα πρέπει να αρχίσουν, ενώ τέλος ακολουθεί απογραφή όλων των δυστυχημάτων βασισμένη στα νοσοκομεία, στους τοπικούς ιατρούς και τις ιατρικές μονάδες.

- 24-48 ώρες μετά την καταστροφή, όλες οι παρακείμενες στη ζώνη υψηλού κινδύνου περιοχές θα πρέπει επίσης να ελεγχθούν για να διαπιστωθούν και εκεί οι καταστροφές και οι ανάγκες που προέκυψαν. Τα διάφορα εφόδια και οι υπηρεσίες βοήθειας θα πρέπει τώρα να μεταφερθούν από το κέντρο της ζώνης καταστροφής στην περιφέρεια και από τις αστικές στις αγροτικές περιοχές. Για την πραγματοποίηση αυτής της μεταφοράς θα πρέπει να ανοίξουν οι οδικές αρτηρίες που ήταν ίσως κλειστές, αν αυτό δεν έχει ήδη γίνει κατά τα προηγούμενα στάδια. Ακριβής υπολογισμός των ατόμων που έχουν ανάγκη παροχής άμεσης βοήθειας θα πρέπει να ακολουθήσει, ενώ μηνύματα και οδηγίες θα πρέπει να μεταδίδονται από την πολιτεία και τις υπηρεσίες βοήθειας προς το κοινό (Εικ. 16.7).
 - 48-72 ώρες μετά την καταστροφή, υπαίθρια συσσίτια οργανώνονται εφόσον υπάρχει ανάγκη σίτισης μεγάλου αριθμού επιζώντων. Αντίσκηνα, ιματισμός και τρόφιμα θα πρέπει επίσης να μεταφερθούν στις αγροτικές καθώς και στις απομακρυσμένες περιοχές (Εικ. 16.8).
- Σύμφωνα με στοιχεία του Ερυθρού Σταυρού, σε 106 καταστροφικά γεγονότα που συνέβησαν κατά τα έτη 1965 έως 1974, η σχετική συχνότητα αιτήσεων διαφόρων υπηρεσιών βοήθειας περιελάμβανε:
- τροφή σε ποσοστό 68%,
 - χρήματα σε ποσοστό 65%,
 - κουβέρτες σε ποσοστό 60%,
 - ιματισμός σε ποσοστό 59%,
 - στέγαση σε ποσοστό 54%,
 - φάρμακα σε ποσοστό 45%,
 - βιταμίνες σε ποσοστό 45%,
 - οικιακά σκεύη σε ποσοστό 13%,
 - αντιβιοτικά σε ποσοστό 9%.

Μετά την καταστροφή, εφόσον έχει λήξει η περίοδος έκτακτης ανάγκης και καθώς έχει αρχίσει η ανακατασκευή και επανακατοίκηση των περιοχών, ποικίλα προβλήματα ανακύπτουν κατά την εφαρμογή των σταδίων της αναπροσαρμογής που ακολουθούν:



Εικόνα 16.7

Ενα καλά δομημένο σύστημα αντιμετώπισης φυσικών καταστροφών πρέπει να χρησιμοποιεί κάθε εξελιγμένο μέσο μεταφοράς υλικού πρώτων βοηθειών στην πληγείσα περιοχή.



Εικόνα 16.8

Πρόχειροι καταυλισμοί στην πόλη του Πύργου που δημιουργήθηκαν αμέσως μετά το σεισμό της 26ης Μαρτίου 1993.

- Η *φάση της επανακατοίκησης* κυριαρχείται από την ανάγκη παροχής συνεχούς φροντίδας στους επιζώντες της καταστροφής. Αυτοί που δεν κατάφεραν να εξασφαλίσουν τροφή, στέγη και άλλα βασικά αγαθά διαβίωσης που χρειάζονται θα πρέπει να τα προμηθευτούν από την πολιτεία. Τα θύματα της καταστροφής βέβαια δε θα πρέπει να ενθαρρύνονται να παραμένουν παθητικά και να βασίζονται σε δωρεές και παροχές βοήθειας γι' αυτό και είναι προτιμότερο να τους παρέχονται από την πολιτεία τα απαραίτητα εφόδια όπως οικοσκευές ή εργασία παρά να τους παρέχεται τροφή και χρήματα. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης προϋπάρχοντα κοινωνικά προβλήματα όπως η εγκληματικότητα, η διαφθορά ή η ανεργία επανεμφανίζονται και συμπληρώνουν τα προβλήματα που δημιουργήθηκαν από την καταστροφή.
- Η δεύτερη φάση είναι η *φάση της προσωρινής ανακατασκευής*. Οι κατασκευές αυτής της φάσης έχουν πεπερασμένο χρόνο ζωής και περιλαμβάνουν προκατασκευασμένα κτίρια, πρόχειρα κατασκευασμένες ξύλινες γέφυρες, κλπ. Οι κατασκευές αυτές δεν είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να ανταπεξέλθουν ικανοποιητικά σε ένα μελλοντικό καταστροφικό γεγονός γι' αυτό και θα πρέπει να αντικατασταθούν πριν από κάτι τέτοιο.
- Η τελική φάση είναι η *φάση της μόνιμης ανακατασκευής* κατά την οποία καλή οργάνωση και εμπειρία απαιτούνται για τη διαχείριση των κονδυλίων που προβλέπεται να αφιερωθούν για τα έργα ανακατασκευής.

27. ΚΑΤΑΦΥΓΙΑ

Διάφοροι τύποι φυσικών καταστροφών και ειδικότερα οι σεισμοί και οι τυφώνες, δημιουργούν μια ξαφνική και έντονη ανάγκη εναλλακτικής στέγασης σαν αποτέλεσμα των ευρέων καταστροφών που προκαλούν στις κατασκευές. Παρά ταύτα τα στοιχεία, σχετικά με τα προβλήματα στέγασης που αντιμετωπίζονται μετά από μια καταστροφή καθώς και σχετικά με την αποτελεσματικότητα των λύσεων που προτείνονται κατά το χρονικό διάστημα που ακολουθεί τις καταστροφές, είναι ελλιπή. Ένα σεβαστό κομμάτι της διεθνούς οικονομικής βοήθειας στο οποίο θα πρέπει να προστεθούν και τα χρήματα που δαπανώνται από τις ίδιες τις πληγείσες χώρες κατανέμεται στην παροχή στέγασης.

Το πρόβλημα της στέγασης είναι οικουμενικό αλλά αντιμετωπίζεται εντονότερα στις χώρες του Τρίτου Κόσμου

στις οποίες η παροχή έκτακτης στέγασης θα πρέπει να συνδυαστεί και με τις χρήσεις γης. Από την άλλη μεριά, η ζήτηση στέγης γίνεται από τους επιζώντες μιας καταστροφής μόνο όταν δεν μπορούν να ικανοποιηθούν από συγγενικές ή φιλικές οικίες.

Στον *πίνακα 16.2* παρουσιάζονται εννέα παραδείγματα καταστροφικών φυσικών φαινομένων με τα σχετικά στοιχεία για την κοινωνική παροχή στέγασης. Μεγάλη ποικιλία υπάρχει στους τύπους των καταφυγίων που παρέχονται στους άστεγους μετά από μια καταστροφή κυρίως γιατί δεν υπάρχει μια συμφωνημένη διεθνής πολιτική για το τί θα πρέπει να παρέχεται σε τέτοιες περιπτώσεις. Σύμφωνα με τους πλέον ειδικούς στο θέμα της στέγασης, η παροχή καταφυγίου θα πρέπει να αντιμετωπίζεται σαν μια ολοκληρωμένη διαδικασία και όχι σαν ρουτίνα. Όπως ο τύπος των κατοικιών εξελίσσεται με τον καιρό, αφού είναι εξαρτημένος από την κοινωνική εξέλιξη, τις ανάγκες και τις αξίες των κατοίκων, έτσι και ο τύπος των παρεχόμενων καταφυγίων θα πρέπει να είναι ανάλογος με την κοινωνική εξέλιξη και αλλαγή με το χρόνο.

Μετά από μια καταστροφή, τρεις είναι οι πιθανές κύριες μορφές των οικιστικών συνθηκών που επικρατούν:

- οι οικίες μπορεί να παρέμειναν βιώσιμες,
- μπορεί να χρειάζεται προσωρινή στέγαση των θυμάτων μέχρι να ολοκληρωθούν οι επισκευές των οικιών,
- οι επισκευές μπορεί να προχωρούν με γρήγορους ρυθμούς, έτσι ώστε να μην αναγκαία η παροχή καταφυγίων.

Στις αναπτυσσόμενες χώρες, οι κάτοικοι των οποίων τα σπίτια καταστράφηκαν από κάποιο φυσικό φαινόμενο καταφεύγουν, κατά σειρά προτίμησης, σε: συγγενικά ή φιλικά σπίτια, αυτοσχέδια καταφύγια, δημόσια κτίρια, επίσημα καταφύγια.

Στις αναπτυγμένες βιομηχανικές χώρες, μετά από μια φυσική καταστροφή, προκατασκευασμένα οικήματα, εβδομίου περίπου 40 m², προσφέρονται στους άστεγους. Οι κατασκευές αυτές εύκολα μεταφέρονται με φορτηγά στις περιοχές όπου είναι απαραίτητες. Συνήθως απαιτείται η κατασκευή μιας βάσης για την απόθεση της κατασκευής ενώ οι παροχές ηλεκτρικού, υγραερίου, νερού, κλπ. γίνονται επίσης πολύ εύκολα.

Κατά τη δράση ενός καταστροφικού φυσικού φαινομένου, η μαζική εκκένωση των κατεστραμμένων κτιρίων είναι ίσως ο μόνος τρόπος για τη διασφάλιση της δημόσιας

Είδος καταστροφής	Αριθμός οικιών που καταστράφηκαν μερικώς ή ολικώς	Αριθμός αστεγών	Οικιστικές μονάδες που παραχωρήθηκαν	Ημέρες χρήσης μονάδων	Χρησιμοποίηση των μονάδων που παραχωρήθηκαν	Αστεγοί μετά την παροχή καταφυγίων	Πολιτική εκκένωσης
7/1963 Σεισμός Σκόπια	13.700 ολικώς 15.766 μερικώς	160.000 1.711 καλύβες	5.000 σκηνές και 28-115 καλύβες	1-28 σκηνές 100% καλύβες	60% σκηνές	10,3%	Ναι
3/1970 Σεισμός Cediz, Τουρκία	5.105 ολικώς 14.852 μερικώς	90.000	25.000 σκηνές και 400 igloos	6-τέλος	100% αρχικά	Αγνωστο	Όχι
5/1970 Σεισμός Chimbote Περού	59.800 ολικώς 139.000 μερικώς	500.000	12.400 σκηνές & 1.298 καλύβες και igloos	60 ημέρες	30-60% καλύβες 100 igloos	17,6%	Ναι
12/1972 Σεισμός Managua, Νικαράγουα	Αγνωστος ο αριθμός των ολικών κατ/φών 139.000 μερικώς	200.000	1.960 σκηνές, 11.600 ξύλινες καλύβες και 500 igloos	2-28 σκηνές 28-98 καλύβες 150+ igloos	20-60% σκηνές 35-100% καλύβες 45% igloos	6,7%	Ναι
9/1974 Τυφώνας "Fifi" Ονδούρα	12.000 μερικώς ≤15.000 μερικώς	≤350.000	10.000 σκηνές και 601 ξύλινες καλύβες	2-60	Αγνωστο	Αγνωστο	Όχι
9/1975 Σεισμός Lice, Τουρκία	8.450 ολικώς 7.710 μερικώς	5.000	3.691 σκηνές και 4.63 igloos	14-60 σκηνές 60-90 igloos	90% σκηνές 10% igloos	Αγνωστο	Όχι
2/1976 Σεισμός Γουατεμάλα	Αγνωστος ο αριθμός των ολικών καταστροφών 384.762 μερικώς	1.600.000	10.000 σκηνές και >50.000 καλύβες	Διάφορες	Αγνωστο	Αγνωστο	Όχι
11/1979 Κυκλώνας Andhra Pradesh, Ινδία	Ολικώς και μερικώς 150.000	250.000	Αγνωστος ο αριθμός	30-90 έως 400 και αργότερα	Αγνωστο	Αγνωστο	Όχι
10/1980 Σεισμός El Asnam, Αλγερία	60.000 ολικώς 80.000 μερικώς	400.000	15.000 σκηνές και 20.000 προκατασκευές	1 χρόνο σκηνές Έως τώρα οι προκατασκευασμένες	Αγνωστο	Αγνωστο	Ναι

Πίνακας 16.2

Χρησιμοποίηση καταφυγίων σε επιλεγμένες περιπτώσεις καταστροφών

ασφάλειας. Αμέσως μετά εμφανίζεται το πρόβλημα της παροχής στέγης στους πληγέντες για το οποίο προτείνονται διάφορες λύσεις όπως η στέγαση σε ξενοδοχεία, τροχόσπιτα, εξοχικές κατοικίες, δημόσια κτίρια (σχολεία, γραφεία, κλπ.), ακόμα και σε πλοία και τρένα. Μερικοί επιζώντες θα μετακομίσουν μακριά από τη ζώνη κινδύνου ενώ άλλοι θα βρουν στέγη σε συγγενείς των οποίων οι οικίες δεν καταστράφηκαν.

Η παροχή σκηνών είναι μια παραδοσιακή τακτική παροχής προσωρινής στέγης για τους άστεγους από καταστροφές και μπορεί να παρέχει προσωρινό καταφύγιο και σχετική προστασία από τα στοιχεία της φύσης μέχρις ότου κατασκευαστεί ή οργανωθεί κάποια άλλη μορφή πιο ασφαλούς στέγσης. Σε μερικές χώρες που συχνά αντιμετωπίζουν τη δράση καταστροφικών φυσικών φαινομένων, εκατοντάδες σκηνές βρίσκονται αποθηκευμένες για την περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Βέβαια η χρήση των σκηνών δεν ενδείκνυται για μεγάλα χρονικά διαστήματα ή σε καιρικές συνθήκες με βαρύ κρύο, πάγο ή βροχές. Επιπρόσθετα, οι κατασκευές των σκηνών δεν επιτρέπει την αντοχή τους σε

περίπτωση ισχυρών ανέμων ή πλημμύρας. Οι εκδρομικού τύπου σκηνές προφανώς δεν ενδείκνυται, ενώ οι καλύτερες είναι οι σκηνές που χρησιμοποιεί ο στρατός οι οποίες είναι κατασκευασμένες από ανθεκτικό караβόπανο.

Πολλές είναι ακόμα οι εναλλακτικές μορφές κατασκευών για την στέγαση των επιζώντων από μια καταστροφή όπως τα containers (π.χ. σεισμός Καλαμάτας 1986) που συνήθως χρησιμοποιούνται για την στέγαση γραφείων ή δημόσιων υπηρεσιών ή τα προκατασκευασμένα οικήματα των οποίων ο χρόνος ζωής είναι περίπου 10 χρόνια, ενώ για μερικά από αυτά μπορεί να είναι και μεγαλύτερος. Βέβαια η αρχιτεκτονική τους δεν ταιριάζει πάντα απόλυτα με την αρχιτεκτονική της περιοχής όπου τοποθετούνται, ιδιαίτερα στην περίπτωση των αστικών κέντρων.

Στην παροχή των καταφυγίων μετά από μια καταστροφή θα πρέπει να υπάρχει ισορροπία μεταξύ της προσωρινότητας και της μονιμότητάς τους. Τα καταφύγια που είναι πολύ φτωχά και πρόχειρα σχεδιασμένα δεν πρόκειται να προστατεύσουν αλλά ούτε και να ευχαριστήσουν τους χρήστες τους, ενώ από την άλλη, καταφύγια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μόνιμες κατοικίες πιθανό να οδηγήσουν στην καθυστέρηση των εργασιών ανακατασκευής ή

επισκευής.

Στις χώρες του Τρίτου Κόσμου το πρόβλημα της στέγασης αντιμετωπίζεται από τις τοπικές αρχές με τη χρησιμοποίηση φθηνών εγχώριων υλικών για την κατασκευή οικημάτων ενώ η διεθνής βοήθεια φθάνει με τη μορφή της σύγχρονης τεχνολογίας.

28. ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ

Στην σύγχρονη εποχή οι φυσικές καταστροφές οδηγούν συχνά στην εγκατάλειψη των κατεστραμμένων πόλεων και χωριών, ενώ για να αποδειχτούν αποτελεσματικές οι διαδικασίες της ανακατασκευής, είναι απαραίτητη η συμμετοχή όλων των μελών του κοινωνικού συνόλου στο σχεδιασμό και τη λήψη αποφάσεων, η ευαισθησία των πολιτικών αρχηγών απέναντι στις ατομικές ανάγκες και ο σωστός συνυπολογισμός των διαφόρων πολιτιστικών και εθνικών παραγόντων. Σε πολλές περιπτώσεις μία καταστροφή επισηλεύει αλλαγές που επρόκειτο να γίνουν ούτως ή άλλως αλλά με πιο αργούς ρυθμούς όπως, πολιτικές εξελίξεις, οικονομικές συμφωνίες, κοινωνικές ανακατατάξεις και ποι-

ότητα ζωής.

29. ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΚΑΤΕΣ & ΡΙΛΑΒΚΑ

Οι διαδικασίες ανακατασκευής τυπικά ολοκληρώνονται σε τέσσερα στάδια:

- την περίοδο έκτακτης ανάγκης,
- τη φάση αποκατάστασης,
- την περίοδο ανακατασκευής και αντικατάστασης και
- την περίοδο αναπτυξιακής ανακατασκευής.

Κατά το πρώτο στάδιο, την *περίοδο έκτακτης ανάγκης*, το σχέδιο για τις καταστροφές βρίσκεται σε εφαρμογή, ενώ λαμβάνουν χώρα επείγουσες επιχειρήσεις όπως οι σωστικές. Οι φυσιολογικές κοινωνικές και οικονομικές δραστηριότητες παρακωλύονται ή τροποποιούνται σφοδρά εφόσον το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στα διάφορα ατυχήματα, στους επιζώντες και στις καταστροφές. Ο καθαρισμός

Εικόνα 16.9

Εργασίες αποκατάστασης βασικής σιδηροδρομικής γραμμής στο Κοβε της Ιαπωνίας μετά το σεισμό της 17ης Ιανουαρίου 1995.





Εικόνα 16.10

Άμεση κατεδάφιση της υπερυψωμένης οδικής αρτηρίας Hanshin που καταστράφηκε στο Kobe κατά το σεισμό της 17ης Ιανουαρίου 1995. Αμέσως μετά έγινε επανακατασκευή του ίδιου τμήματος για την αποκατάσταση της κυκλοφορίας.

των εθνικών οδικών αρτηριών από συντρίμμα και μπάζα από τις καταστροφές είναι αναγκαίος ακόμα περισσότερο όταν αυτά εμποδίζουν τα σωστικά συνεργεία. Η περίοδος έκτακτης ανάγκης μπορεί να διαρκέσει από μερικές ημέρες μέχρι και εβδομάδες ανάλογα με τον τύπο και το μέγεθος της καταστροφής καθώς και την ετοιμότητα και την ικανότητα απόκρισης από την τοπική κοινωνία. Η περίοδος αυτή ολοκληρώνεται, όταν η βασική πολιτειακή δομή και η λειτουργία όλων των υπηρεσιών αποκατασταθεί.

Η *περίοδος αποκατάστασης* χαρακτηρίζεται από επιδιορθώσεις σε εμπορικές, βιομηχανικές και οικιστικές μονάδες ενώ τα κτίρια που έχουν χαρακτηριστεί ως ακατοίκητα κατεδαφίζονται. Οι επιζώντες που κατά την περίοδο έκτακτης ανάγκης ακολούθησαν το σχέδιο εκκένωσης και εγκατέλειψαν την περιοχή, επιστρέφουν κατά το στάδιο αυτό. Στις αναπτυγμένες χώρες η φάση αυτή διαρκεί λίγους μόλις μήνες (δύο μήνες διήρκεσε στην Αλάσκα το 1964, εννέα μήνες στην Νικαράγουα το 1972 και τρεις μήνες στο Kobe το 1995) (Εικ. 16.9, 16.10).

Κατά την *περίοδο ανακατασκευής - αντικατάστασης* το μεγαλύτερο μέρος των ανακατασκευών και επιδιορθώσεων έχει ήδη πραγματοποιηθεί, ενώ η οικονομία επανέρχεται στα κανονικά επίπεδα, όπως ήταν δηλαδή πριν από την καταστροφή. Η περίοδος αυτή διαρκεί μερικά χρόνια και ολοκληρώνεται όταν ολόκληρος ο πληθυσμός επανέλθει στα προηγούμενα επίπεδα ανάπτυξης.

Τέλος, κατά την *περίοδο της αναπτυξιακής ανακατασκευής* δρομολογούνται αναπτυξιακά έργα που σκοπό έχουν όχι μόνο την αποκατάσταση από την καταστροφή αλλά και τη γενικότερη θωράκιση του κοινωνικού συνόλου απέναντι σε ένα πιθανό μελλοντικό καταστροφικό γεγονός.

Για το σχεδιασμό και τις διάφορες κοινωνικές παροχές χρησιμοποιείται επίσης η διάκριση σε περιόδους που έχει προταθεί από την UNDR0:

- η περίοδος πριν από την καταστροφή,
- η αμέσως επακόλουθη περίοδος αποκατάστασης (μέχρι την 5η ημέρα μετά το γεγονός),
- η περίοδος επανακατοίκησης (από την 5η ημέρα μέχρι κάποιους μήνες μετά το γεγονός),
- η περίοδος ανακατασκευής (3 μήνες μετά το γεγονός).

Η ανακατασκευή είναι μια σειρά διαδικασιών που έχουν σχεδιαστεί και λαμβάνουν χώρα σε μια συγκεκριμένη περιοχή και για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Κατά την περίοδο αυτή τον οικονομικό έλεγχο των κατασκευών τον

έχουν συνήθως οι τράπεζες, ενώ τα πρώτα σπίτια που ανακατασκευάζονται ή επισκευάζονται είναι αυτά των πλουσιότερων πολιτών περιέχοντας συχνά τροποποιήσεις και βελτιώσεις. Σε ιδανικές περιπτώσεις, τα σχέδια ανακατασκευής θα πρέπει να προηγούνται της καταστροφής αν και στην πραγματικότητα αυτό συμβαίνει σε ελάχιστες περιπτώσεις λόγω της έλλειψης οικονομικών πόρων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D.E., 1991. Natural disasters: a framework for research and teaching. *Disasters*, 15, 209-26.
- Alexander, D., 1993. *Natural Disasters*. 632p., UCL Press, London.
- Anderson, W.A., 1969. Social structure and the role of the military in natural disaster. *Sociology and Social Research*, 53, 242-52.
- Αραβαντινός, Α., Βασενχόφεν, Λ., Δελλαδέτσιμας, Π. & Σαπουντζάκη, Π., 1988. Αντισεισμικός Πολεοδομικός Σχεδιασμός, Δ' Πανελλ. Αρχιτεκτ. Συνέδριο, Καλαμάτα.
- Arnold, C., 1984. Planning against earthquakes in the United States and Japan. *Earthquake Spectra*, 1, 75-88.
- Baker, E.L., 1991. Hurricane evacuation behaviour. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 9, 287-310.
- Blikra, L.H., 1990. Geological mapping of rapid mass movement deposits as an aid to land-use planning. *Engineering Geology*, 29, 365-76.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. *Geological Hazards*. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Booth, B., 1977. Mapping volcanic risk. *New Scientist*, 75, 743-5.
- Bryant, E.A., 1991. *Natural Hazards*. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Cain, J.M. & Beatty, M.T., 1968. The use of soil maps in the delineation of flood plains. *Water Resources Research*, 4, 173-82.
- Coch, N.K., 1995. *Geohazards. Natural and human*. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Foster, H.D., 1980. *Disaster planning: the preservation of life and property*. Springer-Verlag, New York.
- Francis, P.W. & Wells, G.L., 1988. Landsat Thematic Mapper observations of debris avalanche deposits in the central Andes. *Bulletin of Volcanology*, 50, 258.
- Γιακουμή, Μ., Ιωακειμίδης, Γ. & Καρύδης, Π., 1984. Σχέδιο Σεισμικής Ετοιμότητας σε επίπεδο Τοπικής Αυτοδιοίκησης: Δήμος Αγ. Ιωάννου Ρέντη. Συνέδριο "Σεισμοί και Κατασκευές", 1, 97-108, Αθήνα.
- Greene, M.R., 1987. Skopje, Yugoslavia: seismic concerns and land use issues during the first twenty years of reconstruction

- following a devastating earthquake. *Earthquake Spectra*, 3, 103-17.
- Ives, J.D., 1981. Mapping of mountain hazards. *Impact of Science on Society*, 32, 79-88.
- Ιωακειμίδης, Γ. & Καρύδης, Π., 1984. Τοπική Αυτοδιοίκηση και Ετοιμότητα. Συνέδριο “Σεισμοί και Κατασκευές”, 1, 86-96, Αθήνα.
- Kanakubo, T. & Tanioka, S., 1980. Natural hazard Mapping. *GeoJournal*, 4, 333-40.
- Keller, A.E., 1976. *Environmental geology*. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- Lekkas, E., 1992. Mass movements hazard map of Magnesia region (Central Greece). 29th International Geological Congress, Kyoto Japan, Abstract, 3, p.950.
- Λέκκας, Ε., Λόζιος, Σ. & Χολέβας, Κ., 1994. Επιχειρησιακή οργάνωση Δήμου Χαλανδρίου για την αντιμετώπιση φυσικών και τεχνολογικών καταστροφών. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 232σ.
- Lekkas, E., Kranis, H., Leounakis, M. & Stylianos, P., 1995. The seismotectonic setting of Kobe area (Japan) - The concomitant geodynamic phenomena of the Hanshin earthquake (January 17, 1995). *Advances in Earthquake Engineering, The Kobe Earthquake: Geodynamic Aspects*, p.1-16, Computational Mechanics Publications, Southampton.
- Λέκκας, Ε. και συνεργάτες, 1995. Αντσεισμικός Σχεδιασμός - Οργάνωση Δήμου Ρόδου. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. *Geohazards. Natural and man-made*. 227p., Chapman & Hall, London.
- Paho, 1981. *Emergency health management after natural disaster*. Pan American Health Organization, Washington.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. *An introduction to global environmental issues*. 390p., Routledge, London.
- Rango, A. & Salomonson, V.V., 1974. Regional flood mapping from space. *Water Resources Research*, 10, 473-84.
- Smith, K., 1992. *Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster*. 324p., Routledge, London.
- UNDRO, 1979. *Disaster prevention and mitigation: a compendium of current knowledge. Public information aspects*, Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator, 10, Geneva.
- UNDRO, 1982. *Shelter after disaster, guidelines for assistance*. Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator, Geneva.
- UNDRO, 1984. *Disaster prevention and mitigation, a compendium of current knowledge. Preparedness aspects*. Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator, 11, Geneva.
- UNDRO, 1985. *Volcanic emergency management*. United Nations Press, New York.
- Ζαφειρόπουλος, Γ., Ιωαννίδης, Κ., Κυριαζής, Ε. & Σαπουντζάκη, Π., 1987. Επιχειρησιακή Σχεδίαση για την Αντιμετώπιση των Σεισμών σε επίπεδο Νομού. Ερευνητικό Πρόγραμμα Ο.Α.Σ.Π.

17

Ιατρικός σχεδιασμός

1. ΓΕΝΙΚΑ

Η επιδημιολογία των καταστροφών είναι η μελέτη της εμφάνισης και της ακτίνας εξάπλωσης των θανάτων, των τραυματισμών και των ασθενειών στους πληθυσμούς που επλήγησαν από κάποια φυσική ή τεχνολογική καταστροφή. Η έμφαση που δίνεται μπορεί να είναι είτε ακαδημαϊκού, είτε πρακτικού ενδιαφέροντος ενώ οι περισσότερες από τις πληροφορίες εξάγονται αφενός μεν από την εμπειρία υπαίθρου κατά τη διάρκεια της καταστροφής, αφετέρου δε από την ιατρική και στατιστική θεώρηση. Οι ακτίνες εξάπλωσης των θανάτων είναι γνωστές με τον όρο *θνησιμότητα* ενώ οι ακτίνες εξάπλωσης των τραυματισμών και των ασθενειών είναι γνωστές με τον όρο *νοσηρότητα*. Η νοσηρότητα που περιλαμβάνει και ελαφρούς τραυματισμούς όπως κατάγματα άκρων, εγκαύματα και λοιπούς φυσικούς τραυματισμούς είναι γνωστή με τον όρο *τραυματισμοί*.

Οι ανάγκες που παρουσιάζονται στον τομέα της υγείας μετά από μια καταστροφή περιλαμβάνουν:

- τη συγκέντρωση και ταφή των πτωμάτων,
- την αναζήτηση, διάσωση και φροντίδα των σοβαρά τραυματισμένων,
- την παρακολούθηση και τον έλεγχο της εξάπλωσης των μεταδοτικών ασθενειών,
- τη σίτιση, στέγαση και φροντίδα των άστεγων πληθυσμών,
- και τέλος, σαν επιστέγασμα της όλης προσπάθειας ανάκαμψης από την καταστροφή, τον υπολογισμό των μετακινήσεων των πληθυσμών με σκοπό την εκτίμηση του αριθμού των ατόμων που χρειάζονται βοήθεια και προσοχή.

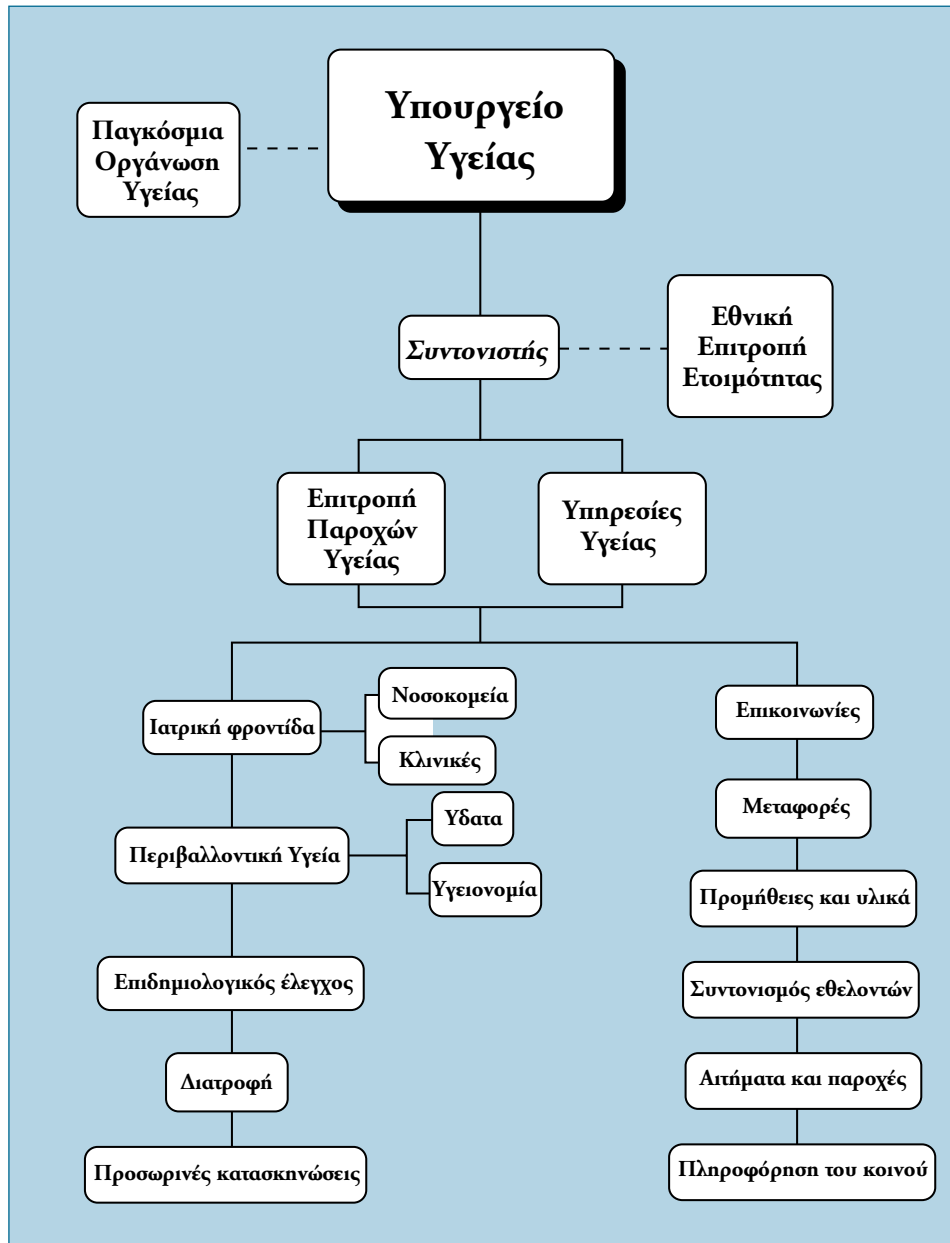
Μεγάλη σημασία πρέπει επίσης να δοθεί αμέσως μετά την καταστροφή στον καθορισμό της λειτουργικότητας των νοσοκομείων και των ιατρικών υπηρεσιών γενικώς στην περιοχή της καταστροφής. Στην *εικόνα 17.1* παρουσιάζεται η δομή των επιχειρησιακών μονάδων σε μια τυπική περίπτωση έκτακτης ανάγκης μετά από μια καταστροφή. Η εμπειρία όμως που προέρχεται από τις προηγμένες χώρες για τις περιπτώσεις ιατρικού σχεδιασμού δείχνει ότι συχνά οι ενέργειες άμεσης βοήθειας γίνονται ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες που αφορούν στην καταστροφή και συνήθως από σώματα όπως η αστυνομία ή η πυροσβεστική. Σε αυτή την περίπτωση, η πληροφόρηση και οι διάφορες πηγές βοήθειας κρίνονται συνήθως ανεπαρκείς. Για το λόγο αυτό, η συνιστώσα της ιατρικής ετοιμότητας σε μια καταστροφή θα πρέπει να αποτελεί τη συνισταμένη των προσπαθειών σε ένα ευρύ σχέδιο.

Σε πολλά μέρη του κόσμου, υπάρχει μια σημαντική διαφοροποίηση στην ιατρική ετοιμότητα και λειτουργικότητα ακόμα και ανάμεσα σε γειτονικές χώρες. Έτσι, συχνά παρατηρούνται μετακινήσεις ιατρικού υλικού και προσωπικού ακόμα και σε διεθνή κλίμακα, με σκοπό την παροχή άμεσης και επαρκούς βοήθειας στους πληγέντες πληθυσμούς (Εικ. 17.2, 17.3). Παραδόξως όμως, η εμπειρία του παρελθόντος δείχνει ότι συνήθως τα υπαίθρια νοσοκομεία (από τις διάφορες στρατιωτικές μονάδες για παράδειγμα) τα

οποία εγκαθίστανται στον τόπο της καταστροφής 48 ή και περισσότερες ώρες μετά το γεγονός, παρέχουν τη συνήθη ιατρική φροντίδα και όχι τις πρώτες βοήθειες που είναι και οι περισσότερο απαραίτητες τουλάχιστον κατά τις πρώτες ώρες μετά την καταστροφή.

2. ΟΙ ΠΕΡΙΟΔΟΙ ΤΟΥ ΙΑΤΡΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η περίοδος επίδρασης από μια καταστροφή ποικίλλει σε διάρκεια ανάλογα με τη φύση των γεωφυσικών παραγό-



Εικόνα 17.1
Η οργάνωση παροχής ιατρικής βοήθειας μετά από μια φυσική καταστροφή.



Εικόνα 17.2

Μέλη της Ελληνικής Σωστικής Μονάδας σε προσπάθεια διεύθυνσης για τον απεγκλωβισμό ανθρώπων στο σεισμό του Dinar (Τουρκία) της 1ης Οκτωβρίου 1995.

Εικόνα 17.3

Μέλη της Ελληνικής αποστολής παροχής ιατρικής βοήθειας στο Dinar (Τουρκία) που επλήγει από σεισμό 6.1 R την 1η Οκτωβρίου 1995.

των που προκάλεσαν την καταστροφή. Σε γεγονότα πολύ απότομα και ξαφνικά ή μεγάλης έντασης, πολλές πηγές ιατρικών παροχών καταργούνται και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν, ενώ σύμφωνα με τη διεθνή εμπειρία, στους σεισμούς μεγάλου μεγέθους τα νοσοκομεία είναι πολλές φορές αυτά τα κτίρια που πρώτα ή ανάμεσα στα πρώτα καταρρέουν ή υφίστανται τις σοβαρότερες βλάβες (Εικ. 17.4).

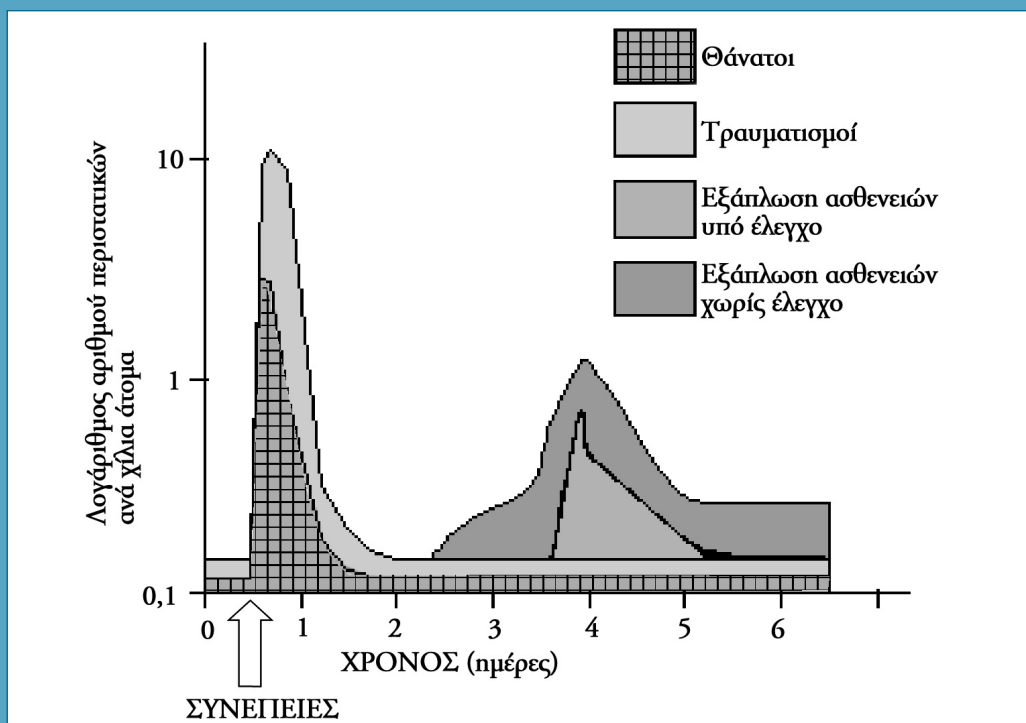
Η περίοδος άμεσης επέμβασης - απομόνωσης χαρακτηρίζεται και καθορίζεται από το βαθμό στον οποίο μια κοινότητα μπορεί από μόνη της να καλύψει τις ανάγκες της αφού αποτελεί και τη μόνη πηγή παροχών και αποκατάστασης βλαβών. Το υφιστάμενο ανθρώπινο δυναμικό και οι προμήθειες θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν στις ιατρικές επιχειρήσεις μέχρις ότου οργανωμένες ιατρικές μονάδες και μεγάλες ποσότητες προμηθειών και ιατρικών υλικών φθάσουν στην πληγείσα περιοχή από τις διάφορες πηγές εξωτερικής βοήθειας.

Η περίοδος επανακατοίκησης περιλαμβάνει διάφορες τυπικές δραστηριότητες όπως η επιστροφή του ιατρικού προσωπικού στα νοσοκομεία - αφού βέβαια έχει διασφαλιστεί η υγεία των οικογενειών τους και των προσωπικών τους αγαθών - η επανακατοίκηση και επαναχρησιμοποίηση





Εικόνα 17.4
 Το Νομαρχιακό Νοσοκομείο Πύργου, το οποίο επλήγει από το σεισμό της 26ης Μαρτίου 1993 με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η παροχή ιατρικής βοήθειας,



Εικόνα 17.5
 Υπόδειγμα βραχείας κλίμακας συνεπειών στη δημόσια υγεία από την απότομη δράση ενός φυσικού καταστροφικού φαινομένου.

των νοσοκομείων και των κλινικών που είχαν υποστεί βλάβες καθώς και ο εφοδιασμός τους με ιατρικές προμήθειες. Δυστυχώς, είναι παγκόσμιο φαινόμενο η εκμετάλλευση των φυσικών καταστροφών από διάφορες εταιρίες φαρμάκων και ιατρικού εξοπλισμού οι οποίες δρύνονται της ευκαιρίας και διοχετεύουν στην αγορά ακατάλληλα φάρμακα και υλικά στο όνομα της “βοήθειας”. Στις πιο συνήθεις περιπτώσεις φυσικών καταστροφών σπάνια χρησιμοποιούνται περισσότεροι από 10 τόνοι ιατρικών προμηθειών, αν και έχουν παρατηρηθεί και περιπτώσεις, όπου στην πληγείσα περιοχή συγκεντρώθηκαν ποσότητες δώδεκα φορές μεγαλύτερες.

3. ΘΑΝΑΤΟΙ ΚΑΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ

Συνήθως μόνο οι σεισμοί και οι μεγάλες πλημμύρες μπορούν να προκαλέσουν πάνω από 100.000 θανάτους αν και μερικές φορές σημειώνεται εξίσου μεγάλος αριθμός θανάτων και στις περιπτώσεις ηφαιστειακών εκρήξεων. Ανεξάρτητα όμως από το συνολικό αριθμό των θυμάτων από μια φυσική καταστροφή, στην περίπτωση των καταστροφικών γεγονότων που λαμβάνουν χώρα απότομα και απροειδοποίητα μόνο το 5-10% των θυμάτων χρήζει παρατεταμένης ιατρικής βοήθειας.

Συνθετικά, στην *εικόνα 17.5* παρουσιάζεται ένα υπόδειγμα των βραχείας κλίμακας συνεπειών στη δημόσια υγεία μετά την απότομη δράση ενός καταστροφικού φυσικού φαινομένου. Οι περισσότεροι από τους θανάτους και τους τραυματισμούς παρατηρούνται μέσα σε πολύ λίγες ώρες από την ώρα μηδέν και μόνο ελάχιστοι από αυτούς ακολουθούν τις επόμενες ώρες (θάνατοι από σοβαρούς αρχικούς τραυματισμούς, τραυματισμοί κατά τη διάρκεια μετασεισμικών δονήσεων ή δευτερογενών καταστροφών, κλπ.). Η εμφάνιση ασθενειών, εφόσον συμβεί κάτι τέτοιο, παρατηρείται στο τέλος της περιόδου επώασης της συγκεκριμένης ασθένειας (στην περίπτωση του παραδείγματος έχει θεωρητικά ληφθεί ως 4 ημέρες), ενώ η εξάπλωση και οι επιπτώσεις τους εξαρτώνται άμεσα από το επίπεδο του υγειονομικού ελέγχου.

Προφανώς, ο τύπος των ιατρικών περιστατικών άμεσης επέμβασης καθώς και ο αριθμός των θανάτων και των τραυματισμών ποικίλλει ανάλογα με το είδος του καταστροφικού φαινομένου. Για παράδειγμα, οι πλημμύρες και οι απότομες και δυνατές καταιγίδες μπορεί να προκαλέσουν μεγάλο αριθμό θανάτων και μικρό αριθμό τραυματιών. Οι

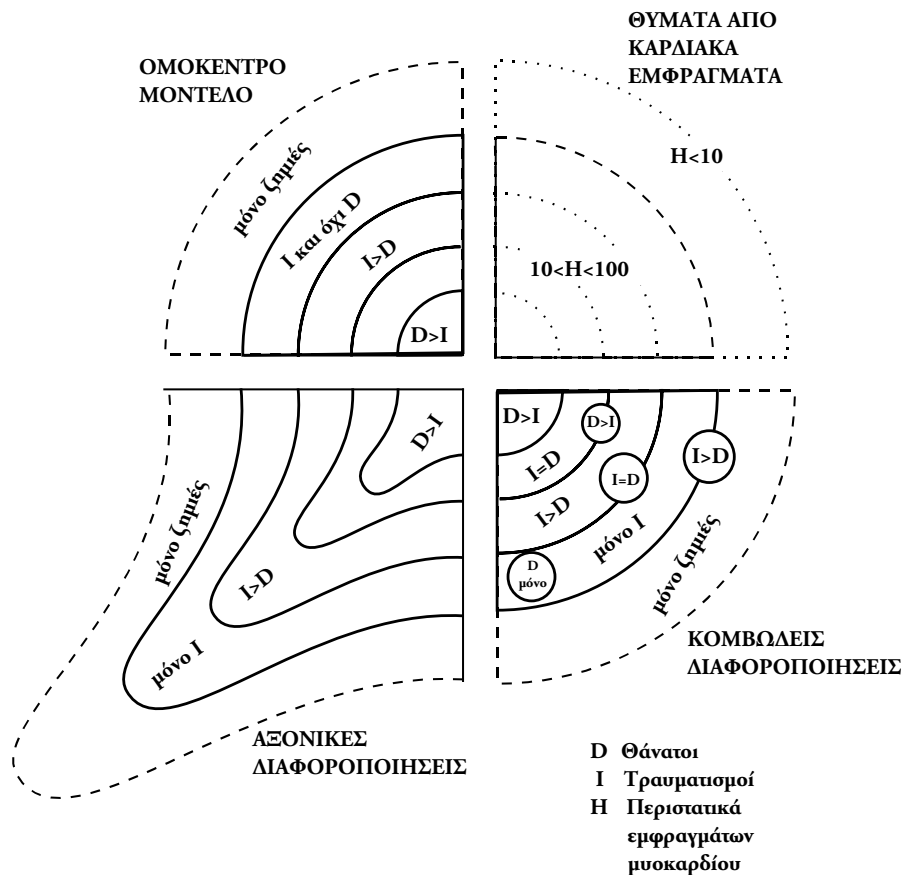
περισσότερες ίσως περιπτώσεις θανάτων και τραυματισμών από φυσικές καταστροφές προέρχονται από τους σεισμούς.

4. ΔΥΣΤΥΧΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟΥΣ

Αναλύοντας τη θνησιμότητα σε περιπτώσεις σεισμών φαίνεται ότι είναι συγκεντρωμένη στα εντονότερα γεγονότα και σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές. Κατά τα πρώτα 90 χρόνια του 20ου αιώνα καταγράφηκαν πάνω από 1.000 σεισμικά γεγονότα με μέγεθος μεγαλύτερο του 7.0 R. Τουλάχιστον 650 από αυτά απέβσαν θανατηφόρα, ενώ πάνω από 1.300.000 άνθρωποι σκοτώθηκαν. Οι 5 μεγαλύτεροι από αυτούς τους σεισμούς ήταν υπεύθυνοι για περισσότερους από τους μισούς θανάτους, ενώ οι 20 μεγαλύτεροι για το 80% των θανάτων. Μόνο το 3% των παραπάνω σεισμικών γεγονότων προκάλεσε θανάτους που δεν ήταν περισσότεροι από 10.000. Εννέα χώρες συγκεντρώνουν το 80% των συνολικών θανάτων από σεισμό, ενώ το 50% των θανάτων αφορά την Κίνα όπου η πληθυσμιακή πυκνότητα είναι εξαιρετικά υψηλή, οι κατασκευές επιρρεπείς σε καταστροφές και οι σεισμοί συχνοί και δυνατοί.

Στους μεγαλύτερους σεισμούς, οι θάνατοι συνήθως υπερβαίνουν το 10% του πληθυσμού που κατοικεί σε συγκεκριμένου τύπου κατασκευές μέσα στη ζώνη του επίκεντρου, ενώ μερικές από τις περισσότερες πληγείσες περιοχές μπορεί να παρουσιάσουν θνησιμότητα μέχρι και 85%. Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, οι τραυματισμοί είναι συνήθως τρεις φορές περισσότεροι από τους θανάτους αν και ποτέ δε δόθηκε ακριβής ορισμός του όρου “τραυματισμός”. Για σεισμούς με μεγέθη μεταξύ 5 και 7 της κλίμακας Ρίχτερ, παρατηρούμε 3 τραυματισμούς ανά 1 θάνατο. Ο αριθμός των τραυματισμών και των θανάτων μειώνεται δραστικά όσο απομακρυνόμαστε από το επίκεντρο ή τη ρηξιγενή ζώνη, όπου τότε μόνο μεμονωμένα περιστατικά παρατηρούνται. Η πολυπλοκότητα του αστικού περιβάλλοντος (τύπος κατοικιών, καθεστώς επισκευών και κτιριακή πυκνότητα) καθώς και η έλλειψη ομοιομορφίας των γεωλογικών παραγόντων συντείνει στην πολυπλοκότητα της κατανομής και του τύπου των καταστροφών αλλά και των θανάτων ή τραυματισμών.

Στην *εικόνα 17.6*, η οποία βασίζεται σε ένα μοντέλο *διαστηματικής καταστροφής*, δίνονται τέσσερις υποθέσεις που αφορούν στην πιθανή εξάπλωση των δυστυχημάτων. Στο ομόκεντρο μοντέλο οι θάνατοι υπερβαίνουν τους τραυματισμούς στη επικεντρική περιοχή, όπου συγκεντρώνεται και



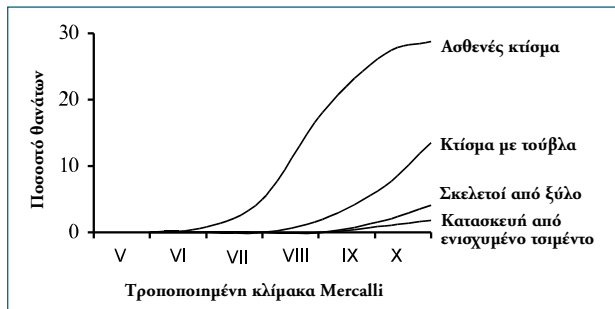
Εικόνα 17.6
 Τέσσερις υποθέσεις για την κατανομή των δυστυχημάτων σε καταστροφές από σεισμό.

η κατάρρευση των κτιρίων. Σε μια στενή λωρίδα μακρύτερα από το κέντρο, οι αριθμοί των θανάτων και των τραυματισμών περίπου ταυτίζονται, πέρα από αυτά οι τραυματισμοί επικρατούν, ενώ οι καταρρεύσεις κτιρίων είναι περισσότερο σποραδικές. Προχωρώντας προς την περιφέρεια της πληγείσας περιοχής, οι καταστροφές γίνονται σταδιακά ελαφρότερες και δεν παρατηρούνται ούτε θάνατοι αρχικά αλλά και ούτε και τραυματισμοί στη συνέχεια. Στην περίπτωση σεισμών με έντονες εδαφικές κινήσεις αλλά μικρές δομικές καταστροφές, η θνησιμότητα είναι κατά κύριο λόγο αποτέλεσμα καρδιακών επεισοδίων.

Στα πρώτα δύο μοντέλα που παρουσιάζονται στην εικόνα 17.6 προϋποτίθεται ότι οι συνθήκες που επικρατούν είναι ιστροπικές, ενώ είναι λογικότερο να αναμένει κανείς αξονική ή κομβική ποικιλομορφία. Για παράδειγμα, μια ρηξιγενής ζώνη μπορεί να δίνει ισόσειστες καμπύλες αλλά και να δημιουργεί έναν άξονα κατά μήκος του οποίου

παρατηρούνται δομικές καταστροφές και επομένως δυστυχήματα. Επιπρόσθετα, η πληθυσμιακή συγκέντρωση στις μεγάλες πόλεις και κοινότητες, καθώς και η συνήθως συναγόμενη συσσώρευση τρωτών κατασκευών, οδηγεί στην δημιουργία κόμβων στους οποίους συγκεντρώνονται τα περιστατικά των δυστυχημάτων - αντίθετα με τη γενικότερη ομοκεντρική διασπορά των καταστροφών και των δυστυχημάτων. Μερικά από αυτά τα μοντέλα δοκιμάστηκαν στις περιπτώσεις των σεισμών του 1978 στο Tabas-e-Golshan (Iran) και του 1980 στην Irpinia (νότια Ιταλία), όπου παρατηρήθηκε ότι ισχύουν σε μεγάλο βαθμό.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, πολλοί είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν αλλά και καθορίζουν τον ολικό αριθμό των θανάτων και των τραυματισμών από ένα σεισμό. Ο τύπος, η πυκνότητα η ποιότητα κατασκευής και συντήρησης των κτιρίων είναι πολύ σημαντικά στοιχεία. Εξίσου σημαντικά είναι η αντισεισμική κατασκευή και ο αριθμός



Εικόνα 17.7

Γενική συσχέτιση μεταξύ έντασης, τύπου κατασκευών και θνησιμότητας.

των κατοίκων που στεγάζονται ανά κτίριο. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 17.7, διαφορετικοί συσχετισμοί μεταξύ σεισμικής έντασης και θνησιμότητας γίνονται για τους διάφορους τύπους δομικών κατασκευών.

Επιπρόσθετα, η ώρα της δράσης ενός σεισμού συνδέεται άμεσα με τον τύπο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων την ώρα εκείνη και επομένως με την τρωτότητα και την ετοιμότητά τους για την αντιμετώπιση του σεισμού. Οι δραστηριότητες που αυξάνουν την τρωτότητα των πληθυσμών σε ένα σεισμό εντοπίζονται συνήθως κατά τις πρωινές και τις απογευματινές ώρες όπου ο κόσμος μετακινείται από και προς τους χώρους εργασίας, κατά τις βραδινές ώρες όπου υπάρχουν οι κυριότερες δραστηριότητες αναψυχής και

τέλος κατά τις ώρες ανάπαυσης. Οι παράγοντες αυτοί θα πρέπει επομένως να λαμβάνονται υπόψη από τους ειδικούς στην κατασκευή των σχεδίων αντιμετώπισης καταστροφών αφού διαφορετικός αριθμός θανάτων ή τραυματισμών υπάρχει όταν ο πληθυσμός απασχολείται στους χώρους εργασίας ή στα σχολεία και διαφορετικός όταν βρίσκεται μέσα στις οικίες ή αναπαύεται.

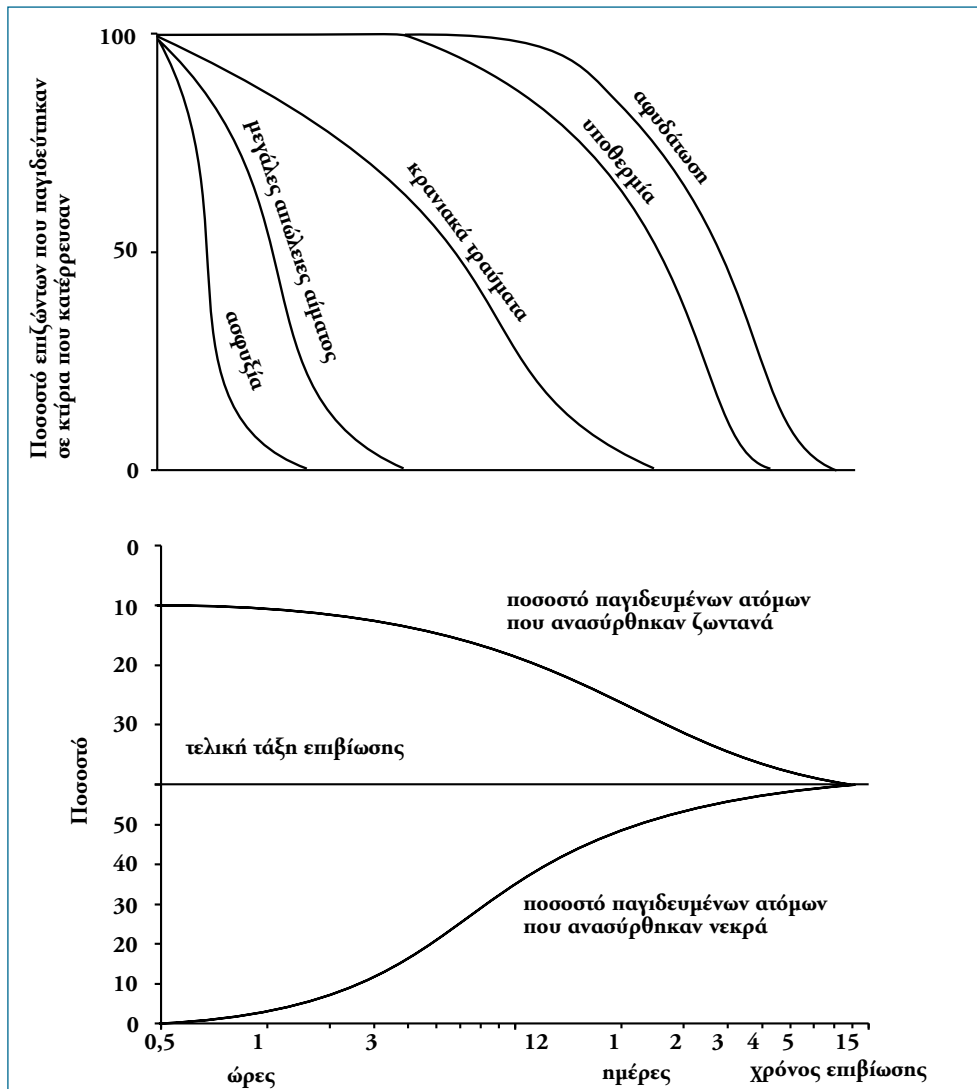
Οι μεγαλύτερες απώλειες σε ανθρώπινες ζωές παρατηρούνται σε μεγάλες πληθυσμιακές συγκεντρώσεις. Οι πολυώροφες κατασκευές που στεγάζουν ή απασχολούν μεγάλο αριθμό ατόμων είναι και τα κέντρα συγκέντρωσης των περισσότερων δυστυχημάτων (Εικ. 17.8). Καταλήγοντας, η αποτελεσματικότητα των συνεργείων άμεσης επέμβασης και διάσωσης διαδραματίζει το σημαντικότερο ίσως ρόλο μετά τη δράση ενός καταστροφικού φυσικού φαινομένου.

Κατά την κατάρρευση των κτιρίων, οι κάτοικοι μπορεί να συνθλιβούν από αντικείμενα ή τμήματα της οικοδομής που καταρρέει, ενώ συχνόι είναι οι τραυματισμοί στο θώρακα και στο κρανίο. Περισσότεροι από τους μισούς ανθρώπους που τραυματίζονται στο κρανίο πεθαίνουν μέσα σε 24 ώρες από τον τραυματισμό, ενώ οι ανοιχτές πληγές και οι εσωτερικές αιμορραγίες μπορεί να αποβούν μοιραίες για τον τραυματία αν δεν του παρασχεθεί άμεσα



Εικόνα 17.8

Πολυώροφη οικοδομή, η οποία κατάρρευσε κατά το σεισμό του Dinar (1η Οκτωβρίου 1995, Τουρκία) με αποτέλεσμα να προκληθεί ένας σημαντικός αριθμός θυμάτων.



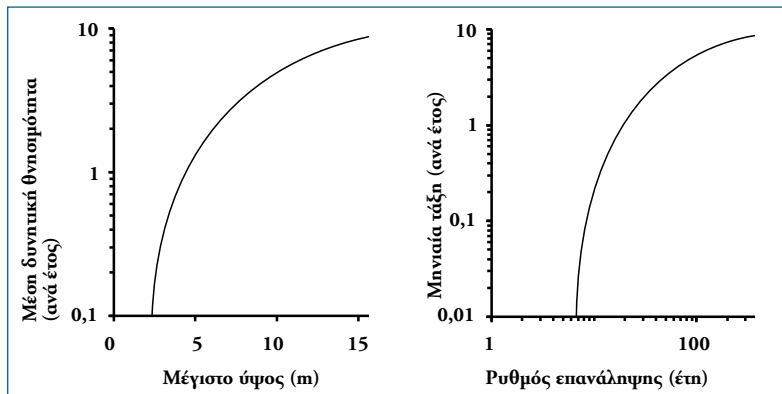
Εικόνα 17.9
Χρόνος επιβίωσης για παγιδευμένα θύματα σεισμού.

βοήθεια και ιατρική περίθαλψη. Η σχέση μεταξύ χρόνου και επιβίωσης σε περιπτώσεις παγιδευμένων ατόμων δίνεται σχηματικά στην *εικόνα 17.9*.

Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, η παγίδευση των ατόμων κάτω από σωρούς ερειπίων αυξάνει την πιθανότητα τραυματισμού τους στο πενταπλάσιο της αρχικής, ενώ στα παγιδευμένα άτομα παρεμποδίζεται η αναπνοή από τη μεγάλη πίεση που τους ασκείται στο στήθος προκαλώντας έτσι ασφυξία, η οποία άλλωστε μπορεί να προκληθεί και από τις μεγάλες ποσότητες σκόνης που συσσωρεύονται από την κατάρρευση των κτιρίων.

Σε 2-6 ώρες μετά από ένα σεισμό λιγότεροι από τους μισούς ανθρώπους που έχουν παγιδευτεί κάτω από σωρούς ερειπίων είναι πιθανό να επιζούν. Ακόμα και αυτοί

που δεν πεθαίνουν λόγω των τραυμάτων τους μπορεί να πεθάνουν από το σοκ ή από υποθερμία αφού περάσουν 48 ώρες (οι περιπτώσεις των “θαυματουργών” διασώσεων από τα οργανωμένα σωστικά συνεργεία παγιδευμένων ατόμων πολλές ώρες μετά από ένα σεισμό είναι πράγματι πολύ σπάνιες). Ακόμα και άτομα που είναι μεν παγιδευμένα κάτω από ερείπια αλλά δεν έχουν τραυματιστεί μπορεί να πεθάνουν από αφυδάτωση. Τα θύματα που έχουν τραυματιστεί θα πρέπει να κρατηθούν ζεστά και ακίνητα, κάτι βέβαια που είναι αδύνατο να γίνει μέσα στα ερείπια. Επιπλέον, τα ηλικιωμένα άτομα, ασθενείς ή άτομα με ειδικές ανάγκες είναι λιγότερο πιθανό να καταφέρουν να επιζήσουν κάτω από τέτοιες συνθήκες από κάποια νεότερα και υγιή.



Εικόνα 17.10
Αναμενόμενη θνησιμότητα στην Χαβάν ως συνάρτηση του ύψους των κυμάτων τσουνάμι και της περιόδου επανάληψης.

5. ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

5.1 Τσουνάμι

Η κατανομή των θανάτων από πνιγμό ή από τη συσσώρευση συντριμμάτων από δομικές καταρρεύσεις αυξάνεται μη-γραμμικά με το ύψος των κυμάτων και την περίοδο επανάληψης των τσουνάμι (Εικ. 17.10). Τα περισσότερα δυστυχήματα από τη δράση κυμάτων τσουνάμι συγκεντρώνονται προφανώς στις πυκνοκατοικημένες περιοχές, κοντά στην ακτή και κοντά στο σημείο γένεσης των κυμάτων (όπου το ύψος τους είναι και το μεγαλύτερο).

5.2 Ηφαιστειακές εκρήξεις

Αυτοψίες που έγιναν σε περίπου 57 θύματα από την ηφαιστειακή έκρηξη στο Mount St. Helens (Η.Π.Α.) το 1980, έδειξαν σαν αιτίες θανάτου, τραυματισμούς από εκτοξεύσεις αερίων και ηφαιστειακών υλικών, εγκαύματα

Πίνακας 17.1

Οι επιπτώσεις των ηφαιστειακών εκρήξεων στην ανθρώπινη υγεία.

ΓΕΓΟΝΟΣ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ
Εκρηξη	Πλευρικές πιέσεις, ρωγμές πετρωμάτων, κύματα αέρα	Τραυματισμοί, εγκαύματα
Απελευθέρωση καυτής τέφρας	Αστραπές, ροές και πτώσεις τέφρας	Εγκαύματα στο δέρμα και στους πνεύμονες, ασφυξία
Λιώσιμο πάγου, χιονιού ή βροχή που συνοδεύει την έκρηξη	Πλημμύρες, λασποροές	Πνιγμοί
Λάβα	Ροή λάβας, δασικές πυρκαγιές	Εγκαύματα, παγιδεύσεις στα ρεύματα λάβας
Εκπομπή αερίων: CO, CO ₂ , HF, H ₂ S, SO ₂	Εισπνοές αερίων	Ασφυξία
Ραδιενέργεια	Εκθεση στη ραδιενέργεια	Καρκίνος του πνεύμονα
Σεισμός	Δομικές καταστροφές	Τραυματισμοί

2ου και 3ου βαθμού, ασφυξία από την εισπνοή ηφαιστειακής σποδοού και εσωτερικά εγκαύματα. Τα άτομα που παγιδεύονται από τα ρεύματα της λάβας ή γενικότερα από τα ρεύματα των πυροκλαστικών υλικών είναι δυνατό να “εξαυλωθούν” αν οι θερμοκρασίες είναι πολύ υψηλές, ενώ αφυδατώνονται και ταριχεύονται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες. Στον πίνακα 17.1 συνοψίζονται οι επιδράσεις των ηφαιστειακών εκρήξεων στην υγεία.

5.3 Πλημμύρες

Η κύρια αιτία θανάτου στις πλημμύρες είναι ο πνιγμός. Στις αναπτυγμένες χώρες ιδιαίτερη έκθεση σε κίνδυνο παρατηρείται από την άρνηση των ανθρώπων να εγκαταλείψουν τα οικήματα ή τα οχήματά τους, ενώ είναι απαραίτητο να μετακινηθούν σε ασφαλή σημεία. Όπως άλλωστε συνηθίζεται σε όλες τις περιπτώσεις των καταστροφών, τα πιο ηλικιωμένα άτομα είναι αυτά που είναι και πιο ευάλωτα

σε θανάτους ή τραυματισμούς ενώ ιδιαίτερη καταστροφική παρατηρείται από την απελευθέρωση επικίνδυνων χημικών ουσιών στα ύδατα.

5.4 Κατολισθήσεις

Η κύρια αιτίων θανάτων στις κατολισθήσεις είναι η ασφυξία και η σύνθλιψη. Οι όγκοι των υλικών που μετακινούνται εγκλωβίζουν τα θύματα με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η επιβίωσή τους εάν δεν γίνει άμεσα ο απεγκλωβισμός και η παροχή πρώτων βοηθειών.

5.5 Καύσωνες

Οι υψηλές ατμοσφαιρικές θερμοκρασίες προκαλούν εξάντληση, εγκαύματα από τον ήλιο, θερμοπληξία, κλπ. Πιο επικίνδυνες και συχνά θανατηφόρες είναι οι θερμοπληξίες οι οποίες παρατηρούνται όταν η θερμοκρασία φθάσει τουλάχιστον τους 40°C. Ο ασθενής πέφτει σε κωματώδη κατάσταση ενώ οι πιθανότητες θανάτου είναι 1 στις 7 περιπτώσεις.

Παρόλο που ο άνθρωπος μπορεί να προσαρμοστεί, να αντισταθεί και να αντέξει σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών, τα δυστυχήματα από καύσωνες είναι συχνότερα σε μεγάλα αστικά κέντρα, όπου οι ατμοσφαιρικές θερμοκρασίες είναι υψηλότερες από τη γύρω περιοχή και οι ταχύτητες των ανέμων μειώνονται από την παρουσία των υψηλών, πολυώροφων κτιρίων. Τα νήπια ηλικίας μικρότερης του ενός έτους είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στους καύσωνες αλλά και οι ηλικιωμένοι σε μεγαλύτερο βαθμό, αφού συνήθως υποφέρουν από ευαίσθητη καρδιά ή λαμβάνουν διάφορα φαρμακευτικά παρασκευάσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D.E., 1985. Death and injury in earthquakes. *Disasters*, 9, 57-60.
- Alexander, D., 1993. *Natural Disasters*. 632p., UCL Press, London.
- Baxter, P.J., 1990. Medical effects of volcanic eruptions: I. Main causes of death and injury. *Bulletin of Volcanology*, 52, 532-44.
- Beinin, L., 1985. *Medical consequences of natural disasters*. Springer - Verlag, New York.
- Berberian, M., 1978. Tabas-e-Golshan (Iran) catastrophic earthquake of 16 September 1978: a preliminary field report. *Disasters*, 2, 207-19.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. *Geological Hazards*. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bryant, E.A., 1991. *Natural Hazards*. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.
- Coch, N.K., 1995. *Geohazards. Natural and human*. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Eisele, J.W., O'Halloran, R.L., Reay, D.T. et al., 1981. Deaths during the May 19, 1980, eruption of Mount St Helens. *New England Journal of Medicine*, 305, 931-6.
- Katsouyani, K., Kogevinas, M., & Trichopoulos, D., 1986. Earthquake - related stress and cardiac mortality. *International Journal of Epidemiology*, 15, 326-30.
- Keller, A.E., 1976. *Environmental geology*. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- Λέκκας, Ε., Λόζιος, Σ. & Χολέβας, Κ., 1994. Επιχειρησιακή οργάνωση Δήμου Χαλανδρίου για την αντιμετώπιση φυσικών και τεχνολογικών καταστροφών. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 232σ.
- Λέκκας, Ε. και συνεργάτες, 1995. Αντισεισμικός Σχεδιασμός - Οργάνωση Δήμου Ρόδου. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. *Geohazards. Natural and man-made*. 227p., Chapman & Hall, London.
- PAHO, 1981. *Emergency health management after natural disaster*. Pan American Health Organization, Washington.
- PAHO, 1982. *Environmental health management after natural disaster*. Pan American Health Organization, Washington.
- PAHO, 1990. *International health relief assistance: a guide for effective aid*. Pan American Health Organization, Washington.
- Pickering, K.T. & Owen, L.A., 1994. *An introduction to global environmental issues*. 390p., Routledge, London.
- Smith, K., 1992. *Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster*. 324p., Routledge, London.
- World Health Organization, 1989. *Coping with natural disasters: the role of local health personnel and the community*. World Health Organization, Albany, New York.

18

Καταστροφές και κοινωνικά - οικονομικά συστήματα

1. ΚΟΙΝΩΝΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Οι φυσικές καταστροφές συνδυάζουν τόσο επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον όσο και στον άνθρωπο. Οι έρευνες οδήγησαν στην κατανόηση των χαρακτηριστικών στοιχείων των σεισμών, των ηφαιστειακών εκρήξεων, των πλημμυρών, των κατολισθήσεων, κλπ, τα οποία αποτελούν απαραίτητα προϋπόθεση για την ορθολογική τους διαχείριση. Πολλοί κοινωνιολόγοι υποστηρίζουν ότι η προσέγγιση των φυσικών καταστροφών από τον άνθρωπο αποτελεί διαδικασία πολύ περισσότερο σημαντική από τις ίδιες τις φυσικές διεργασίες λόγω της καλά ανεπτυγμένης ικανότητας του ανθρώπου να αντιμετωπίζει τον κίνδυνο.

Πέρα από τις απώλειες και τους τραυματισμούς που προκαλούν, οι φυσικές καταστροφές ασκούν μεγάλη επιρροή στους επιζώντες, οι οποίοι από κοινωνιολογική άποψη θεωρούνται ως “κοινότητες”, ενώ από ψυχολογική άποψη αντιμετωπίζονται ως “άτομα”. Και στις δύο περιπτώσεις, η ανθρώπινη αντίληψη και συμπεριφορά απέναντι στην φυσική καταστροφή ελέγχονται από ένα μεγάλο αριθμό τακτικών που όμως μπορούν να καθοριστούν. Το γεγονός της εγκατάστασης ανθρώπων αποικιών σε ζώνες υψηλού κινδύνου αποδεικνύει κοινωνική συμπεριφορά “περιορισμένου ορθολογισμού”. Το κοινωνικό κόστος από την εποίκηση τέτοιων περιοχών συχνά δεν υπολογίζεται, ενώ ο “αισιόδοξος άποικος” αντικαθίσταται από άλλον “περισσότερο αισιόδοξο” του οποίου η περιορισμένη αντίληψη του κινδύνου και των πιθανών επιπτώσεων του οδηγεί σε συνεχιζόμενη κατοχή και χρήση της γης, που παρουσιάζει πολύ μεγάλη πιθανότητα να καταστραφεί ολοκληρωτικά από τις γεωφυσικές δυνάμεις.

Η απόκριση του κοινωνικού συστήματος στην καταστροφή εξαρτάται από τα έμφυτα χαρακτηριστικά και τη δυναμική του κατάσταση. Εξαρτάται όμως και από τα χαρακτηριστικά της καταστροφής, δηλαδή την αιτία, τη δυνατότητα πρόγνωσης της, τη δυνατότητα ελέγχου της, τη συχνότητα εμφάνισης, την ταχύτητα εκδήλωσης, τη διάρκεια, τις επιπτώσεις και το καταστροφικό της δυναμικό.

Παρά το χάος και την αναταραχή που επικρατεί αμέσως μετά την εκδήλωση ενός καταστροφικού φαινομένου, ο πανικός και η απάθεια, μορφές ολοκληρωτικά αντικοινωνικής συμπεριφοράς, αποτελούν πολύ συχνό φαινόμενο. Οι ατομικές δραστηριότητες σπάνια είναι ορθολογικές και κοινωνικά κατευθυνόμενες ενώ τις περισσότερες φορές δεν είναι καν συντονισμένες. Τα άτομα που θα οριστούν



Εικόνα 18.1
Τα άτομα παροχής βοήθειας αντιμετωπίζουν αυξημένα προβλήματα έντασης και συναισθηματικής φόρτισης κατά την άσκηση των καθηκόντων τους.

ως συντονιστές - επικεφαλείς κάποιων ή κάποιων ομάδων ή δραστηριοτήτων διαδραματίζουν ένα ρόλο πολύ καλά καθορισμένο και σημαντικό και θα πρέπει να επιλέγονται με βάση την προηγούμενη εμπειρία τους και τα προσόντα τους, ενώ είναι ζωτικής σημασίας να έχουν σαφή αντίληψη της κατάστασης. Εφόσον τα άτομα αυτά (συντονιστές επειγόντων περιστατικών, διασώστες, ιατρικό προσωπικό, εθελοντές, κλπ) αντιμετωπίσουν προβλήματα στην άσκηση των αρμοδιοτήτων τους και στην παροχή βοήθειας σε θύματα του στενού οικογενειακού τους κύκλου λόγω κυρίως της συναισθηματικής φόρτισης που πιθανόν να τα κατέχει, θα πρέπει βασικά να απομακρύνονται και να ασχολούνται με τη φροντίδα λιγότερο συγγενών προσώπων (Εικ. 18.1).

Οι καταστροφές ενοποιούν τις κοινωνίες. Κατά τη διάρκεια της περιόδου έκτακτης ανάγκης που ακολουθεί ένα καταστροφικό γεγονός, οι επιζώντες συνήθως δεν εγκαταλείπουν την περιοχή αλλά αντίθετα μεγάλες ομάδες ανθρώπων και τεράστιες ποσότητες προμηθειών - οι οποίες συχνά είναι άχρηστες ή δεν έχουν καν ζητηθεί - συγκεντρώνονται στην πληγείσα περιοχή ως “αντίδραση κοινωνικής σύγκλισης - συμπαράστασης”. Τα άτομα που καταφθάνουν στην περιοχή έχουν ταξινομηθεί σε πέντε ομάδες:

- κάτοικοι της περιοχής που επιστρέφουν,

- ανήσυχοι συγγενείς,
- εθελοντές και μέλη των συνεργείων παροχής βοήθειας,
- περίεργοι,
- άτομα που διαβλέπουν κέρδος από την καταστροφή.

2. ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Η κοινότητα ορίζεται ως η γεωγραφική ομαδοποίηση ατόμων μέσα σε σχετιζόμενα κοινωνικά σύνολα που οργανώνονται για να παρέχουν τις βασικές κοινωνικές υπηρεσίες που είναι αναγκαίες για την καθημερινή ζωή. Καθώς ένας τέτοιος οργανισμός συνήθως δεν σχεδιάζεται για να αντιμετωπίσει κάποια φυσική καταστροφή, αν πιθανά έρθει αντιμέτωπος με ένα καταστροφικό φαινόμενο συνήθως αποδιοργανώνεται, οι προϋπάρχουσες λειτουργίες διακόπτονται ή και καταστρέφονται και έτσι τελικά επικρατεί σύγχυση και πανικός. Οι λειτουργίες που πλήττονται από την καταστροφή, μετά την αποκατάσταση της κοινωνικής δομής, αντικαθίστανται από καινούργιες καλύτερα προσαρμοσμένες στην υπάρχουσα κατάσταση και επομένως περισσότερο λειτουργικές στο μέλλον.

Τα ανθρώπινα όντα στα πλαίσια μιας οργανωμένης κοινότητας σχετίζονται μεταξύ τους από κοινωνικής και οικονομικής άποψης με διάφορους τρόπους που απαρτίζουν

τις τέσσερις βασικές κοινωνικές λειτουργίες:

- παραγωγή, διανομή και κατανάλωση,
- κοινωνικοποίηση και κοινωνική συμμετοχή,
- κοινωνικός έλεγχος (νόμοι, κανονισμοί),
- αμοιβαία υποστήριξη (ομάδες, οικογένειες, κλπ).

Γενικά όμως οι προτεραιότητες αλλάζουν ανάλογα με τη σημασία της κάθε λειτουργίας σε σχέση με τις άλλες και με τη φύση των ατόμων που συμμετέχουν.

Τα φυσικά χαρακτηριστικά μιας κοινωνίας καθορίζουν την απόκρισή της στις καταστροφές καθώς και την ικανότητά της να διευθετήσει τις συνέπειες. Δύο κοινωνικά στοιχεία είναι ιδιαίτερα σημαντικά:

- το μέγεθος των κοινωνικών αντιθέσεων,
- το υπάρχον επίπεδο ολοκλήρωσης της κοινωνίας.

Όσο ευρύτερη είναι η κοινωνική ομαδοποίηση τόσο λιγότεροι δεσμοί υπάρχουν μεταξύ των ατόμων. Επιπρόσθετα, πιθανή προηγούμενη κοινωνική εμπειρία αντιμετώπισης και διευθέτησης καταστροφικών φαινομένων βοηθά σημαντικά στην αντιμετώπιση και τη διαχείριση των καταστροφών του παρόντος και του μέλλοντος. Η κοινωνική αντίδραση σε μια φυσική καταστροφή μπορεί να ποικίλλει από τον ολοκληρωτικό πανικό και τη σύγχυση με επακόλουθο την πλήρη διάρρηξη των κοινωνικών ιστών και λειτουργιών έως τη σωστή και ορθολογική αντιμετώπιση της, αφού ήταν αναμενόμενη και η κοινωνία ήταν καλά οργανωμένη και προετοιμασμένη για αυτήν.

Ένα κοινωνικό σύστημα βρίσκεται σε *κρίση* όταν οι παραδοσιακές λειτουργίες, υπηρεσίες και δομή καταστρέφονται, απορρίπτονται από τα μέλη του και αντικαθίστανται από άλλες περισσότερο κατάλληλες π.χ. στρατιωτική διακυβέρνηση στη θέση μιας εκλεγμένης κυβέρνησης. Μπορεί όμως να καθοριστεί εδώ και μια λιγότερο ακραία περίπτωση, η *κατάσταση έκτακτης ανάγκης* για μια κοινωνία, κατά την οποία η παραδοσιακή δομή αναπροσαρμόζεται για να αντιμετωπίσει τις νέες απαιτήσεις ενός αναπάντεχου περιστατικού. Και στις δύο περιπτώσεις, η φύση των κανονικών κοινωνικών λειτουργιών και οι κύριες κοινωνικές προτεραιότητες τροποποιούνται κατά τη διάρκεια της περιόδου της κρίσης, ενώ στην περίπτωση που έχουν να κάνουν με την ευρύτερη ασφάλεια του κοινού επέρχεται μόνιμη αλλαγή.

Και οι τέσσερις βασικές κοινωνικές λειτουργίες που προαναφέρθηκαν υφίστανται αλλαγές κατά τη διάρκεια της

περιόδου έκτακτης ανάγκης που ακολουθεί μια φυσική καταστροφή:

- Η λειτουργία της *παραγωγής - διανομής - κατανάλωσης* αλλάζει δραστικά. Οι κοινωνικοί πόροι προσωρινά αντικαθιστούν το σύστημα της αγοράς που βασίζεται στο κέρδος από την πώληση αγαθών, λόγω της υφιστάμενης ανάγκης για παροχή των βασικών εφοδίων όπως τροφή, ιματισμός και στέγη στα θύματα της καταστροφής. Η λειτουργία των μονάδων παραγωγής και διανομής που έχουν καταστραφεί ή έχουν υποστεί ζημιές ή παράγουν αγαθά και υπηρεσίες που είναι ακατάλληλες για την κάλυψη των συγκεκριμένων αναγκών που προέκυψαν, σταματά προσωρινά μέχρι να ολοκληρωθούν τα έργα αποκατάστασης.
- Η *κοινωνική συμμετοχή* ενδυναμώνεται, αφού η καταστροφή θέτει νέους στόχους και τα τυπικά όρια μεταξύ των διαφόρων κοινωνικών ομάδων προσωρινά απομακρύνονται. Κατά τη διάρκεια της περιόδου έκτακτης ανάγκης που ακολουθεί την καταστροφή, η ίδια η καταστροφή ισοπεδώνει τις κοινωνικές αντιπαραθέσεις, αφού όλες οι κοινωνικές ομάδες υφίστανται τον ίδιο κίνδυνο και όλες συμμετέχουν στις προσπάθειες και στις εργασίες αποκατάστασης.
- Στον *κοινωνικό έλεγχο* επέρχεται αλλαγή προτεραιοτήτων. Κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάγκης πολλοί νόμοι και κανονισμοί που σε άλλη περίπτωση θα ήταν αναγκαίοι για τη διασφάλιση της τάξης και της δομής, τώρα παραμερίζονται. Αντίθετα, δίνεται έμφαση στα θέματα της ασφάλειας και του ελέγχου της κατάστασης. Ταυτόχρονα όμως είναι αναγκαία η ύπαρξη κανονισμών που αφορούν την πρόσβαση ή όχι σε ορισμένες περιοχές υψηλού κινδύνου. Παρόλο που η αντιμετώπιση των περιπτώσεων φόνων ή πιθανών αυτοκτονιών συμπεριλαμβάνεται στις διαδικασίες αποκατάστασης, πολύ λίγα είναι τα στοιχεία που αποδεικνύουν κάποια σχέση μεταξύ των κατατροφικών φαινομένων και αυτού του είδους την κοινωνική συμπεριφορά.
- Τέλος, η *αμοιβαία υποστήριξη* αποτελεί άμεση προτεραιότητα μετά από μια καταστροφή και έτσι τόσο οι επιζώντες όσο και τα μέλη των συνεργείων διάσωσης και αποκατάστασης δείχνουν αξιοσημείωτο αλtruιστικό ενδιαφέρον για τη βοήθεια των θυμάτων αλλά και την αποκατάσταση του κοινωνικού ιστού γενικότερα.

3. ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΠΑΡΑΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Εξί είναι οι πιθανοί λόγοι για τους οποίους οι κοινωνικές αντιπαραθέσεις αμβλύνονται αμέσως μετά την εκδήλωση μιας φυσικής καταστροφής:

- Η καταστροφή αποτελεί μια εξωγενή απειλή και έτσι δεν εντείνει την κοινωνική διάσπαση.
- Η απειλή δεν είναι αμφιλεγόμενη αλλά απόλυτα σαφής καθώς τα σημεία της καταστροφής είναι απόλυτα ορατά και κατανοητά.
- Υψηλή αξία δίνεται στα κοινοτικά συμφέροντα και χαμηλή στα προσωπικά.
- Η άμεση και επιτακτική ανάγκη επίλυσης των προβλημάτων που προκάλεσε η καταστροφή αποσπά την προσοχή από άλλα ατομικά προβλήματα και αντιπαραθέσεις.
- Η σπουδαιότητα των συνεπειών της καταστροφής αμβλύνει την τάση επαναφοράς αντιπαραθέσεων του παρελθόντος αλλά αποτρέπει και τη δημιουργία νέων, ενώ δυναμώνει την κοινωνική ταυτότητα.
- Τέλος, σε βραχεία κλίμακα, οι καταστροφές πλήττουν εξίσου τους πλούσιους και τους φτωχούς, τόσο τους δυνατούς όσο και τους αδύναμους. Δρούν έτσι σαν κοινωνικοί ισοπεδωτές αν και οι συνεπειές τους μακροπρόθεσμα είναι ακριβώς οι αντίθετες.

Έτσι λοιπόν, οι κοινωνικές διαφορές παραμερίζονται και οι κοινωνικές αντιπαραθέσεις μένουν σε εκκρεμότητα κατά την περίοδο έκτακτης ανάγκης μετά από μια καταστροφή. Πολλοί όμως είναι οι παράγοντες που οδηγούν στην εκ νέου εντατικοποίηση των αντιπαραθέσεων αμέσως μετά τον τερματισμό της περιόδου έκτακτης ανάγκης και την “αποκατάσταση” της κοινωνικής δομής. Μερικοί από τους παράγοντες αυτούς είναι:

- η ελάττωση του κοινωνικού ελέγχου και της κοινωνικής συμμετοχής,
- η κατάτμηση των παραδοσιακών κοινωνικών ομάδων,
- η εξασθένιση του συστήματος των δικαιωμάτων και των υποχρεώσεων,
- οι φυλετικές και ιδεολογικές διακρίσεις στην κατανομή των παροχών βοήθειας και αποκατάστασης.

Η έλλειψη καθοδήγησης και ανώτερου ελέγχου μπορεί να οδηγήσει σε αποπροσανατολισμό και θεσμική παράλυ-

ση, ιδιαίτερα όπου ανακύπτουν πολιτικές διαφορές ανάμεσα σε υπαλλήλους διαφόρων επιπέδων της διοικητικής ιεραρχίας. Τέτοιες καταστάσεις δημιουργούν αποδεκτά από το νόμο οικονομικά συμφέροντα που συχνά οδηγούν σε σύγκρουση τις αντίπαλες ομάδες που ασχολούνται με τον έλεγχο των προμηθειών και των παροχών βοήθειας. Τελικά, αυτό που φαίνεται είναι η αθλιότητα των φτωχών, οι οποίοι όπως αποδεικνύεται υφίστανται τις μεγαλύτερες απώλειες σχετικά με τους πλούσιους.

Μια έρευνα που έγινε μετά την ηφαιστειακή έκρηξη του Mount St. Helens (Η.Π.Α.) το Μάιο του 1980, έδειξε ότι υπήρξαν διάφορες αντιπαραθέσεις σε ατομικό επίπεδο κατά τη διάρκεια της περιόδου έκτακτης ανάγκης, ενώ τα φαινόμενα εντάθηκαν ένα χρόνο μετά όταν έφθασε η στιγμή της παροχής των αποζημιώσεων. Οι συνεχείς κοινωνικές αυτές αντιπαραθέσεις μπορεί να οδηγήσουν σε μεγάλες καθυστερήσεις των έργων ανακατασκευής.

Υπάρχουν δύο ακόμα δυνητικά αρνητικές επιπτώσεις των καταστροφών στις κοινωνίες σε μακροπρόθεσμη κλίμακα:

- Η έλλειψη ενδιαφέροντος εκ μέρους των τοπικών αρχών για την περιοχή της καταστροφής μπορεί να οδηγήσει σε πτώση του επιπέδου της ποιότητας και της καταλληλότητας των παρεχόμενων κοινωνικών και ιατρικών υπηρεσιών.
- Η έλλειψη οικονομικών πόρων για την ανακατασκευή και την αποκατάσταση της τοπικής παραγωγής μπορεί να έχει οικονομικές επιπτώσεις όπως ανεργία, απώλεια των πόρων ζωής, μειωμένη παραγωγικότητα και κατά συνέπεια, μετανάστευση του εργατικού δυναμικού. Στο σημείο αυτό, κοινωνικές αντιπαραθέσεις έρχονται στην επιφάνεια και τονίζουν τις ανισότητες και τις αδικίες στο κοινωνικό σύστημα.

Ένα φαινόμενο που μπορεί να επιδράσει θετικά στην διατήρηση και την ενδυνάμωση της κοινωνικής συνοχής είναι ο θεσμός της οικογένειας. Στις περιπτώσεις εμφάνισης καταστροφών, οι οικογενειακοί δεσμοί δυναμώνουν και σταθεροποιούνται ενώ δημιουργούνται νέοι σύνδεσμοι, ή λειτουργούν αποτελεσματικότερα οι παλιοί, μεταξύ φίλων και συγγενών. Η τάση αυτή δεν είναι βέβαια καθολική και φαίνεται πως υπάρχει όταν η αποκατάσταση από την καταστροφή είναι ταχεία. Η οικογένεια τότε έχει κεντρικό ρόλο στις διαδικασίες αποκατάστασης και η τοπική κοινωνία διατηρεί την σταθερότητά της. Μια απόδειξη του κεντρι-

κού αυτού ρόλου της οικογενείας είναι ότι αμέσως μετά τη δράση κάποιου φυσικού καταστροφικού φαινομένου, οι προσπάθειες έρευνας και διάσωσης που οργανώνονται από τους επιζώντες επικεντρώνονται αρχικά στα μέλη της οικογένειας και τους στενούς συγγενείς και φίλους. Κατά συνέπεια, άτομα που ζούσαν απομονωμένα πριν από την καταστροφή απορρίπτονται και τυγχάνουν ελάχιστου ή και καθόλου ενδιαφέροντος.

4. ΠΑΝΙΚΟΣ

Ο πανικός αποτελεί ένα ακραίο φαινόμενο αντίδρασης στην περίπτωση των φυσικών καταστροφών και μπορεί να εξεταστεί τόσο με κοινωνιολογικούς όσο και με ψυχολογικούς όρους.

Η έννοια του πανικού είναι δύσκολο να καθορισθεί καθώς οδηγεί σε διάφορες μορφές ακραίας αντίδρασης και συμπεριφοράς. Εν τούτοις αποτελεί την κατάληξη μιας κατάστασης φόβου μπροστά σε μια μεγάλη απειλή και της ανησυχίας μπροστά σε κάτι αβέβαιο που αναμένεται να συμβεί. Ο πανικός δεν αποτελεί μια μορφή *αντικοινωνικής συμπεριφοράς* καθώς δεν προέρχεται από κάποια οργανωμένη συμπεριφορά. Αντίθετα, αναγκάζει το άτομο σε ανεξέλεγκτη απόσυρση και διαφοροποίηση από την κοινωνική δομή. Τα άτομα που πανικοβάλλονται βλέπουν τον επερχόμενο κίνδυνο να απειλεί τη ζωή τους άμεσα και την επιβίωσή τους να εξαρτάται από μια *αντίδραση* που πρέπει να είναι τόσο ταχεία που την καθιστά πέρα από κάθε λογική. Πρόκειται όμως για μια παράλογη αντίδραση που δεν επιτρέπει τη λήψη κανενός μέτρου προστασίας πέρα από τη, με οποιοδήποτε τρόπο, διαφυγή.

Τέσσερις καταστάσεις μπορεί να οδηγήσουν στην δημιουργία πανικού:

- Εμφανίζεται κρίση που οδηγεί στην διατάραξη των φυσιολογικών γεγονότων και στην απότομη εκδήλωση μιας άμεσης και απρόβλεπτης απειλής για την ανθρώπινη ζωή.
- Το άτομο μπορεί να αισθανθεί ότι είναι ανίκανο να δραπετεύσει από την εμφανιζόμενη απειλή και επομένως ως άμεση συνέπεια αυτού του γεγονότος θα είναι η παγίδευση και η τελική εξόντωσή του. Για την επίτευξη πανικού δεν είναι απαραίτητη η πραγματική παρουσία ενός φυσικού εμποδίου αλλά απλά και μόνο το αίσθημα της παγίδευσης.
- Όταν το άτομο αισθάνεται ότι είναι ανίκανο να εμποδί-

σει τις χειρότερες συνέπειες μιας άμεσης για τη ζωή του απειλής, αισθάνεται αβοήθητο και απομονωμένο. Προηγούμενη εμπειρία κινδύνου βοηθά επίσης την εκδήλωση πανικού.

- Η παρουσία πλήθους συνεισφέρει στην εξάπλωση του πανικού καθώς το φαινόμενο είναι μεταδοτικό.

Ο πανικός εξαρτάται από τις *καταστάσεις κοινωνικής συνάφειας* (απουσία κοινωνικών δεσμών μεταξύ των πανικοβλημένων ατόμων) και από τις *άμεσες καταστάσεις* (αίσθηση απομόνωσης, αδυναμίας ή παγίδευσης).

Εκτός από το φαινόμενο της υστερίας που προκαλεί ο πανικός, η οποία οδηγεί σε ολοκληρωτική απώλεια του ελέγχου των ατομικών αντιδράσεων, η αμέσως επόμενη συνηθέστερη αντίδραση στον πανικό είναι η φυγή. Πρόκειται για μια όχι σπάνια αντίδραση καθώς το άτομο που αισθάνεται παγιδευμένο προσπαθεί να αποδράσει, αφού είναι στη φύση του ανθρώπου να προσπαθεί συνεχώς να ξεφύγει από κάτι. Η ανθρώπινη αντίληψη επικεντρώνεται στην εύρεση οδών απόδρασης. Ο δρόμος για την ασφάλεια επιλέγεται με βάση την κατασκευή των κτιρίων, τις καθημερινές συνήθειες (για παράδειγμα, προτιμάται για διαφυγή η χρήση της πόρτα της κουζίνας - εφόσον οδηγεί έξω από το κτίριο - παρά η χρήση της κύριας εξωτερικής πόρτας) και την αντίδραση των υπολοίπων ατόμων (γειτόνων, περιοίκων, κλπ.). Ο πανικός μπορεί αφενός να οδηγήσει στην λήψη της πλέον σωστής απόφασης, όπως η απομάκρυνση των ατόμων από τις επικίνδυνες περιοχές και αφετέρου σε περαιτέρω έκθεση σε κίνδυνο. Η μετακίνηση (τρέξιμο, οδήγηση, σύρσιμο) κατευθύνει το άτομο τόσο μακριά από επικίνδυνα αντικείμενα όσο εκείνο αντιλαμβάνεται, αν και η οδός που ακολουθείται δεν είναι σίγουρο ότι είναι ασφαλής.

5. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Το αποτέλεσμα της εμπειρίας από μια καταστροφή είναι η αλλοίωση των προσωπικών αξιών. Οι καταστροφές αποτελούν συνήθως σταθμό στην ανθρώπινη συνείδηση και επηρεάζουν δραματικά τη ροή της ζωής. Η εμπειρία από μια καταστροφή λειτουργεί πάντα σαν μέτρο σύγκρισης και σαν επίπεδο αναφοράς στο χρόνο.

Κατά τη διάρκεια της περιόδου έκτακτης ανάγκης που ακολουθεί την καταστροφή, πρώτη προτεραιότητα δίνεται στα κοινοτικά οφέλη, ενώ τα ατομικά παραμερίζονται. Ο αλτρουισμός και η αυξημένη κοινωνική υποστήριξη βοηθά

τους πολίτες να καταπολεμήσουν το αίσθημα της εγκατάλειψης, να επιβεβαιώσουν την ύπαρξή τους και να επωφεληθούν από τα αισθήματα καλής θέλησης. Η βραχεία αυτή περίοδος αναφέρεται από ορισμένους συγγραφείς ως *θεραπευτική κοινότητα* ενώ από άλλους ως *ουτοπία μετά την καταστροφή* και μπορεί να βοηθήσει στην καταπράνιση και ελάττωση της ψυχολογικής πίεσης των επιζώντων.

Συχνά παρατηρείται επιτακτική ανάγκη να αποδοθούν ευθύνες για τους θανάτους και την καταστροφή που προκλήθηκε. Αυτό βέβαια είναι ευκολότερο να γίνει όταν η καταστροφή αφορά διάρρηξη φραγμάτων, πυρκαγιές και καταρρεύσεις παρά όταν αφορά σεισμούς, ηφαιστειακές εκρήξεις ή πλημμύρες. Γενικά παρατηρείται μια ισχυρή και συχνά δικαιολογημένη τάση κατηγορίας των αρχών για έλλειψη ετοιμασίας και των κατασκευαστών για κακή ποιότητα των κατασκευών. Η επιθυμία της απόδοσης ευθυνών είναι ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά της ανθρώπινης συμπεριφοράς και αντίδρασης αμέσως μετά την καταστροφή και συνήθως επικεντρώνεται σε συγκεκριμένες κατηγορίες ατόμων ή ομάδων οι οποίες, δίκαια ή άδικα, κατηγορούνται για μέρος ή ολόκληρη την καταστροφή. Αυτή η κατάσταση πηγάζει από συναισθήματα θυμού, τα οποία με τη σειρά τους αποτελούν μια απόλυτα φυσιολογική αντίδραση που υπογραμμίζει την ανάγκη απόδοσης δικαιοσύνης και καταπολέμησης της αδικίας.

Η μοιρολατρία και η δραστηριότητα αποτελούν δύο τελείως αντίθετα χαρακτηριστικά της ανθρώπινης συμπεριφοράς σε περιόδους έκτακτης ανάγκης. Η πρώτη συνήθως περιλαμβάνει ικεσίες και δεήσεις και αντιστοιχεί σε παθητική συμπεριφορά. Αντίθετα, η δραστηριότητα μπορεί να κατευθυνθεί σε χρήσιμες προσπάθειες αποκατάστασης αν και γι' αυτές απαιτείται οργάνωση και προετοιμασία. Συνήθως, οι παρακάτω πέντε ψυχολογικές καταστάσεις αντιπροσωπεύουν τα διαφορετικά ατομικά πρότυπα αντιμετώπισης των καταστροφών:

- Αν ο κίνδυνος δεν έχει κριθεί από το άτομο τόσο σοβαρός ώστε να είναι απαραίτητη η λήψη προστατευτικών μέτρων, η συμπεριφορά του χαρακτηρίζεται ως *αβίαστη αδράνεια*.
- Αν με τη λήψη των απλούστερων μέτρων ασφαλείας, ο κίνδυνος δεν κρίνεται από το άτομο σοβαρός τότε η συμπεριφορά του χαρακτηρίζεται ως *αβίαστη αλλαγή* σε ένα νέο είδος δράσης.
- Αν δε θεωρείται λογική η ελπίδα εύρεσης και εφαρμο-

γής μιας καλύτερης στρατηγικής προστασίας, η συμπεριφορά ονομάζεται *αμυντική αποφυγή*.

- Αν το άτομο πιστεύει ότι δεν υπάρχει χρόνος για την εύρεση νέων μέσων αποφυγής του κινδύνου, τότε αναπτύσσεται συμπεριφορά *υπερ-επαγρύπνισης*.
- Αν οι αντιδράσεις δεν καλύπτονται από καμία από τις παραπάνω κατηγορίες αναπτύσσεται συμπεριφορά *επαγρύπνισης*.

Αν και οι έρευνες που έχουν γίνει πάνω στις επιπτώσεις των φυσικών και τεχνολογικών καταστροφών στην ανθρώπινη ψυχολογία είναι πολυάριθμες, εν τούτοις τα αποτελέσματα είναι ασαφή και το πρόβλημα παραμένει ανοικτό για συζήτηση.

6. ΤΑ ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΑ ΘΥΜΑΤΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Τα ψυχολογικά τραύματα που προκαλεί μια καταστροφή μπορούν να διαχωριστούν σε *πρωτογενή* και *δευτερογενή ψυχολογικά τραύματα*. Τα πρώτα αφορούν την άμεση εμπειρία και επαφή του θύματος με την καταστροφή, ενώ τα δεύτερα προκαλούνται από μαρτυρίες τρίτων και παρατηρούνται σε άτομα που δεν έχουν άμεση επαφή. Ο βαθμός της ψυχολογικής φόρτισης είναι βέβαια μικρότερος στις περιπτώσεις των δευτερογενών τραυμάτων και επομένως ο αριθμός των ατόμων που χρήζουν βοήθειας είναι μικρότερος. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι τα ψυχολογικά θύματα των καταστροφών δύσκολα καταφεύγουν στους ειδικούς για βοήθεια σχετικά με την ψυχική τους υγεία, καθώς θεωρούν την αδυναμία τους ως *κοινωνικό στίγμα*.

Οι επιζώντες μιας καταστροφής ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με το βαθμό ανάμειξης και επαφής τους με την καταστροφή:

- Θύματα του φαινομένου* είναι εκείνα των οποίων η ψυχολογική διαταραχή οφείλεται σε άμεση και προσωπική επαφή και εμπειρία της καταστροφής ως άμεσα θύματα.
- Τα *θύματα του μεγέθους της καταστροφής* είναι εκείνα που αποκτούν εμπειρία της τραγικότητας του φαινομένου μέσω της προσωπικής επαφής με την κατάσταση έκτακτης ανάγκης χωρίς όμως να έχουν βιώσει το ίδιο το γεγονός.
- Τα *θύματα από την περιφέρεια* είναι αυτά που βιώνουν

Προσχολική ηλικία	Σχολική ηλικία	Προεφηβική και εφηβική ηλικία	Ενήλικες	Ηλικιωμένοι
Σύγχυση	Σύγχυση	Επιθετική συμπεριφορά	Θυμός	Επιταχυνόμενη φυσική εξασθένιση
Κλάμα	Κατάθλιψη	Αλλαγή της συμπεριφοράς και της παρουσίας σε φιλικά και οικεία περιβάλλοντα	Απώλεια όρεξης	Ταραχή ή θυμός Απάθεια Σύγχυση
Φόβος εγκατάλειψης ή φόβος των αγνώστων ατόμων	Φόβος για την προσωπική ασφάλεια Εριστικότητα	Σύγχυση	Απώλεια ενδιαφέροντος για τις καθημερινές δραστηριότητες	Κατάθλιψη και απομόνωση
Ακινησία Ευαισθησία	Πονοκέφαλοι Διάφορες φυσικές διαταραχές	Πονοκέφαλοι Διάφορες φυσικές διαταραχές	Ψυχοσωματικά προβλήματα όπως στομαχικές διαταραχές και προβλήματα καρδιάς	Απώλεια ικανότητας προσανατολισμού
Ακράτεια	Αδυναμία συγκέντρωσης	Διστακτική παρουσία	Προβλήματα ύπνου	Αύξηση της συχνότητας των σωματικών ενοχλήσεων
Θηλασμός αντίχειρα	Διστακτική παρουσία Απουσία	Απουσία Απομόνωση	Απόσυρση από την ενεργό δράση, υποψία ή ευαισθησία	Ευαισθησία- ευθιξία Υποψία Απώλεια μνήμης

Πίνακας 18.1

Προβλήματα ψυχικής υγείας που παρουσιάζονται στους επιζώντες καταστροφών ανάλογα με την ηλικία τους. Τις αντιδράσεις αυτές εμφανίζουν τα θύματα αμέσως μετά την καταστροφή ημέρες ή και μήνες αργότερα.

την καταστροφή μέσω κάποιων συγγενικών ή φιλικών τους προσώπων που υπέστησαν απώλειες, τραυματισμούς ή και θανάτους. Τα θύματα αυτά υποφέρουν από θλίψη για την παρούσα κατάσταση και από αγωνία για το μέλλον.

- Τέλος, τα θύματα εισόδου αντιδρούν ψυχολογικά στο θάνατο και τις απώλειες που αντικρίζουν φθάνοντας στην περιοχή της καταστροφής κατά την περίοδο έκτακτης ανάγκης.

Στον πίνακα 18.1 παρουσιάζονται οι διαφορετικές ψυχολογικές αντιδράσεις των θυμάτων μιας καταστροφής ανάλογα με την ηλικία τους. Τα παιδιά και οι ηλικιωμένοι φαίνεται πως είναι οι πιο ευαίσθητες κατηγορίες θυμάτων. Τα πρώτα αν δεν είναι σε ηλικία τέτοια που να μπορούν να κατανοήσουν και να σκεφθούν λογικά σχετικά με το φαινόμενο, παρουσιάζουν φοβίες, διαταραχές του ύπνου, απώλεια των ενδιαφερόντων τους στο σχολείο και επιθετική ή απείθαρχη συμπεριφορά (η κατηγορία που είναι περισσότερο εκτεθειμένη σε κίνδυνο περιλαμβάνει ηλικίες μεταξύ

8-12 χρόνων). Οι ηλικιωμένοι, ιδιαίτερα εκείνοι που ζούν μόνοι και δεν έχουν στη διάθεσή τους τα κατάλληλα συστήματα υποστήριξης, υποφέρουν από κατάθλιψη και απελπισία. Και οι δύο αυτές κατηγορίες, σε περίπτωση καταστροφής χρειάζονται εξειδικευμένη βοήθεια.

7. ΟΙ ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Οι επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών στην ψυχική υγεία των επιζώντων μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες:

- ψυχολογικές ασθένειες
- προβλήματα ψυχικής υγείας,
- προβλήματα που σχετίζονται με την καθημερινή ζωή.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, έντονες συναισθηματικές διαταραχές παρατηρούνται σε ένα μικρό ποσοστό θυμάτων (περίπου 10%) πολλές από τις οποίες θεραπεύονται γρήγορα, ενώ οι ελαφρότερες μορφές συναισθηματικών προβλημάτων είναι πολύ συχνότερες. Το ποσοστό των επιζώντων που επηρεάζονται ψυχολογικά διαφέρει ανάλογα με το είδος και το μέγεθος της καταστροφής και κυμαίνεται έως 70%.

Μια από τις πρώτες προσπάθειες για την ταξινόμηση των ψυχολογικών επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών έγινε μετά το σεισμό του 1963 στα Σκόπια, όπου υπολογίστηκε ότι το 75% των επιζώντων υπέφερε από ελαφρές διαταραχές, ενώ το 10% παρουσίαζε σοβαρές ψυχοπαθολογικές αντιδράσεις. Οι ψυχίατροι κατέγραψαν φαινόμενα ελαφράς αναισθησίας, κατάθλιψης, υστερικής αμνησίας, παθητικότητας και ψυχοσωματικής διαταραχής.

Στη πρωτεύουσα Μανάγκουα της Νικαράγουας, μετά το σεισμό του 1972, παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση των περιπτώσεων νεύρωσης, ψύχωσης, διανοητικής επιβράδυνσης, διαταραχής της προσωπικότητας και εγκεφαλικής αταξίας (οργανικό εγκεφαλικό σύνδρομο).

Σε γενικές γραμμές, τα σοβαρά ψυχολογικά προβλήματα που συνεπάγονται μιας φυσικής καταστροφής, μπορούν να ταξινομηθούν σε οξύ άγχος, οξεία ψύχωση, διανοητική καθυστέρηση και ό,τι συνεπάγεται από τους τραυματισμούς στο κεφάλι. Κάθε ένα από τα παραπάνω συνοδεύεται από μια διαφορετική ομάδα χαρακτηριστικών συμπτωμάτων:

- Τα θύματα που υποφέρουν από *οξύ άγχος* εμφανίζουν απώλεια μνήμης, γνώσεων και προσανατολισμού. Αντιμετωπίζουν δυσκολία στη λήψη αποφάσεων, ενώ υποφέρουν από επιπέδωση των συναισθημάτων τους. Αυτά είναι τα συμπτώματα της *μετα-τραυματικής αταξίας από άγχος*.
- Τα θύματα που υποφέρουν από *οξεία ψύχωση* παρουσιάζουν επίσης φαινόμενα κατάθλιψης και απάθειας. Μπορεί επίσης κατά καιρούς να περάσουν φάσεις περιέργου σκεπτικισμού και ενεργητικότητας ή αντικοινωνικής συμπεριφοράς.
- Τα συμπτώματα από *τραυματισμούς στο κεφάλι* μπορεί μερικές φορές να είναι όμοια με αυτά της ψύχωσης αλλά μια καλή διάγνωση θα δείξει ότι στην περίπτωση της ψύχωσης λείπει η καλή ψυχολογική οργάνωση και σταθερότητα.
- Τα θύματα που υποφέρουν από *διανοητική καθυστέρηση* χαρακτηρίζονται από νηπιακή ομιλία και συμπεριφορά και αντιδρούν στην καταστροφή με ανοργάνωτη και χωρίς προσανατολισμό συμπεριφορά.

Το *άγχος* τείνει να γίνει η πλέον συνήθης και περισσότερο διαδεδομένη ψυχολογικά κλινική κατάσταση. Το *άγχος* ορίστηκε ως “αλλοιωμένη κατάσταση ενός οργανισμού η οποία οφείλεται στα ψυχολογικά, κοινωνικά, μορφωτικά ή

φυσικά περιβάλλοντα και έχει πολύ βλαβερές φυσικές ή ψυχολογικές επιπτώσεις σε ορισμένα άτομα”. Οι συνήθεις πηγές άγχους είναι:

- η ατομική βιολογική κράση ή τα ψυχολογικά χαρακτηριστικά,
- το ατομικό μορφωτικό επίπεδο,
- οι διαπροσωπικές σχέσεις,
- η κοινωνική δομή,
- το γεωφυσικό περιβάλλον.

8. ΤΟ “ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ”

Ο κυκλώνας που έπληξε και ερήμωσε μέρος της πόλης Worcester της πολιτείας της Μασαχουσέτης, στις 9 Ιουνίου 1953 προκάλεσε 94 θανάτους. Η καταστροφή αυτή ήταν και η πρώτη για την οποία μελετήθηκε η περίοδος έκτακτης ανάγκης μετά την καταστροφή από επιστήμονες της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών των Η.Π.Α. Το “*σύνδρομο της καταστροφής*” αποτελεί ένα πρότυπο αμυντικής συμπεριφοράς ψυχολογικά καθοριζόμενο. Εντοπίζεται σε θύματα τα οποία δεν έχουν υποστεί σοβαρό σωματικό τραυματισμό και αποτελείται από τέσσερα στάδια:

- Στο *πρώτο στάδιο*, το θύμα είναι συγχυσμένο, κατάπληκτο, παθητικό, δυσκίνητο και χωρίς στόχους. Η διάρκεια αυτού του σταδίου ποικίλλει από λίγα λεπτά μέχρι ώρες ή και ημέρες ανάλογα με το χαρακτήρα του θύματος και τη σοβαρότητα του σοκ από το σωματικό τραυματισμό.
- Στο *δεύτερο στάδιο*, το θύμα παρουσιάζει έντονο αλτρουισμό, ευγνωμοσύνη για τη βοήθεια που του παρέχεται, αγωνία και ανησυχία για την τύχη των υπολοίπων μελών της οικογένειάς του. Το ενδιαφέρον για τις προσωπικές απώλειες ελαχιστοποιείται και το θύμα συγκεντρώνει κύρια το ενδιαφέρον του στην τύχη της οικογένειας και της κοινότητας. Το στάδιο αυτό διαρκεί μερικές ημέρες.
- Στο *τρίτο στάδιο*, χαρακτηρίζεται από μια μέση κατάσταση ευφορίας και ενθουσιώδους συμμετοχής στις εργασίες επισκευής και επανακατοίκησης. Το στάδιο αυτό μοιάζει με την αναγέννηση του συντροφικού πνεύματος και του αλτρουισμού και διαρκεί μερικές εβδομάδες.
- Στο *τέταρτο στάδιο*, η ευφορία εξαεμίζεται και το θύμα

επιστρέφει στην συνήθη του συμπεριφορά. Εκφράζει κριτική και παράπονα ενώ είναι ενήμερο για τα μακράς διάρκειας προβλήματα που προκάλεσε η καταστροφή. Στο στάδιο αυτό τα θύματα μπορεί να επανέλθουν αρκετές εβδομάδες μετά την καταστροφή.

Το “σύνδρομο της καταστροφής” εμφανίζεται όταν το φαινόμενο είναι απότομο και απρόσμενο, όταν καταστρέφει μεγάλο μέρος του φυσικού και του πολιτιστικού περιβάλλοντος και προκαλεί πολλούς θανάτους ή τραυματισμούς και ιδιαίτερα όταν το θύμα δεν είναι προετοιμασμένο να δεχτεί τις συνέπειες της καταστροφής. Όσο πιο απότομο, απρόσμενο και καταστροφικό είναι το φαινόμενο και όσο πιο απροετοίμαστο είναι το θύμα, τόσο εντονότερο είναι το σύνδρομο.

9. ΚΛΙΜΑΚΙΑ ΒΟΗΘΕΙΑΣ: ΜΙΑ ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΥΜΑΤΩΝ

Οι εθελοντές που καταφθάνουν στην περιοχή της καταστροφής για να προσφέρουν τη βοήθειά τους, είναι πολύ πιθανό να αντιμετωπίσουν καταστάσεις πέρα από ό,τι είχαν φανταστεί. Σε πολλούς τότε αναπτύσσεται το *κόμπλεξ Magna Mater* με το οποίο το θύμα προσπαθεί να θεωρήσει εκείνη τη στιγμή όλα τα προβλήματα σαν προσωπικά του, γεγονός που γρήγορα το οδηγεί σε κούραση και απελπισία. Άλλοι πάλι αναπτύσσουν αισθήματα παντοδυναμίας, το λεγόμενο *κόμπλεξ του Ιεχωβά*, αισθανόμενοι ότι μπορούν να επιλύσουν όλα τα προβλήματα πράγμα φυσικά αδύνατο.

Οι επαγγελματίες - μέλη των κλιμακίων βοήθειας αντιμετωπίζουν την κατάσταση πολύ καλύτερα από τους εθελοντές. Παρόλα αυτά όμως και οι επαγγελματίες που θα βρεθούν στην πρώτη γραμμή του αγώνα για τη διάσωση των θυμάτων μιας καταστροφής μπορεί να εμφανίσουν τα ίδια συμπτώματα ψυχολογικής επιβάρυνσης όπως και οι εθελοντές. Μια κύρια πηγή ψυχολογικής πίεσης εντοπίζεται στις συνθήκες της εργασίας τους, συμπεριλαμβανομένης της πιθανότητας προσωπικού τραυματισμού ή τραυματισμού φιλικών προσώπων, ή ακόμα και της θέας μαζικών θανάτων, τραυματισμών και καταστροφών.

Η αντοχή στην ψυχολογική πίεση αποκτάται με την εξάσκηση και την εμπειρία η οποία με τη σειρά της αποκτάται από τη συμμετοχή και την ενεργό δράση σε περιόδους έκτακτης ανάγκης. Κατά τη διάρκεια της επιχείρησης παροχής βοήθειας από τα μέλη των συνεργείων, τα προ-

βλήματα μπορεί να αποφευχθούν με τη σωστή πληροφόρηση, την αντικατάσταση των μελών που παρουσιάζουν σημάδια κόπωσης ή ψυχολογικής φόρτισης καθώς και την κυκλική εναλλαγή των μελών στις θέσεις χαμηλής και υψηλής ψυχολογικής φόρτισης. Μετά το πέρας των εργασιών, η φόρτιση εξαφανίζεται με τη συγκέντρωση των μελών των συνεργείων και την παρότρυνσή τους για ανταλλαγή εμπειριών καθώς και με την ηθική επιβράβευση του έργου τους.

10. ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Με βάση όσα αναπτύχθηκαν παραπάνω, πολλές φορές είναι δυνατή η πρόβλεψη των πιθανών ψυχολογικών επιπτώσεων μιας μεγάλης φυσικής καταστροφής και επομένως το επίπεδο της ψυχιατρικής βοήθειας που θα χρειαστούν οι επιζώντες. Συνοψίζοντας, θεωρείται μάλλον απίθανη η εμφάνιση κρουσμάτων κάποιας οξείας μορφής ψυχοπαθολογικής ασθένειας, ενώ αντίθετα το φαινόμενο της κατάθλιψης είναι πολύ συχνό. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, η κατάθλιψη εμφανίζεται αμέσως μετά την καταστροφή, ενώ πολύ λίγες είναι οι περιπτώσεις που τα θύματα εμφανίζουν κατάθλιψη αργότερα. Τα συμπτώματα της κατάθλιψης είναι εντονότερα στα θύματα που έχουν υποστεί ισχυρούς τραυματισμούς, στα άτομα που και πριν από την καταστροφή παρουσίαζαν κάποια ψυχολογική διαταραχή, στους επιζώντες με χαμηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο, σε εκείνους που αντιμετωπίζουν πολυάριθμα προβλήματα και στα άτομα των οποίων οι οικονομικοί πόροι είναι πολύ περιορισμένοι. Σοκ, μούδιασμα, ανουχία, αίσθηση ενοχής, απώλεια της όρεξης, διαταραχές στον ύπνο αλλά ακόμα και φυσική εξασθένιση ή θάνατος είναι πιθανό να συνοδεύουν την κατάθλιψη.

Τα ψυχολογικά θύματα των καταστροφών δημιουργούν δύο είδη πρακτικών προβλημάτων. Μερικά από τα θύματα έχουν ανάγκη καθοδήγησης και προστασίας ενώ άλλα εκδηλώνουν μια εντελώς αντικοινωνική συμπεριφορά, η οποία, για το καλό του συνόλου, θα πρέπει να απομονωθεί. Η δεύτερη κατηγορία αναγκάζει τους ψυχιάτρους υπαίθρου να προχωρήσουν με πολύ γοργούς ρυθμούς τη διάγνωσή τους για τον εντοπισμό αυτών των περιπτώσεων. Τα άτομα που αντιδρούν στους κανόνες και τα προγράμματα, που αποτελούν ταραχοποιά στοιχεία ή επιδίδονται σε μικροκλοπές είναι πιθανότατα άτομα με κάποια ψυχοπαθολογική διαταραχή, αλλά χωρίς μια σχετική άνεση χρόνου είναι πολύ δύσκολο για τους ψυχιάτρους ο εντοπισμός των

συναισθηματικών αιτιών αυτής της συμπεριφοράς.

Οι ψυχολογικές επιπτώσεις μιας φυσικής καταστροφής μπορεί να ταλαιπωρούν τα θύματα για μεγάλο χρονικό διάστημα ή και να προκαλέσουν ακόμα μεγαλύτερα προβλήματα αν δεν έχουν τον κατάλληλο χειρισμό από τους ειδικούς. Τόσο οι αιτίες όσο και τα αποτελέσματα ενός προβλήματος απαιτούν καλή διάγνωση και θεραπεία. Μετά την καταστροφή είναι απαραίτητη η όσο το δυνατό ταχύτερη αποκατάσταση του κοινωνικο-οικονομικού ιστού της κοινότητας. Οι ομάδες των ατόμων που είναι επιρρεπείς σε ψυχολογικά προβλήματα θα πρέπει να διακριθούν και να τους χορηγηθεί η κατάλληλη ψυχιατρική βοήθεια.

11. ΟΙΚΟΝΟΜΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Οι φυσικές καταστροφές επιβαρύνουν την παγκόσμια οικονομία κατά τουλάχιστον 50 δισεκατομμύρια δολάρια το χρόνο από τα οποία τα 2/3 αναφέρονται στις οικονομικές συνέπειες από τις καταστροφές και τις γενικότερες απώλειες, ενώ το υπόλοιπο 1/3 αναφέρεται στις εργασίες πρόληψης και μετρίασης των καταστροφών. Από τα 30 δισεκατομμύρια δολάρια των απωλειών, τα 12 - 18 δισεκατομμύρια δολάρια αντιστοιχούν στις μεγαλύτερες οικονομικές ζημιές που προκαλούνται ανά έτος, αφού σε κάθε καταστροφικό φυσικό φαινόμενο μεγάλης έντασης υπολογίζεται ότι οι οικονομικές απώλειες είναι της τάξης των 350-500 εκατομμυρίων δολλαρίων. Οι καταστροφές από πλημμύρες ή ξηρασία προκαλούν οικονομικές απώλειες που ανέρχονται περίπου στο 0.1% του γενικού εθνικού προϊόντος για τις βιομηχανοποιημένες χώρες, ενώ στην περίπτωση των υπανάπτυκτων χωρών του Τρίτου Κόσμου το ποσοστό είναι 20 φορές μεγαλύτερο (περίπου το 2% του εθνικού τους προϊόντος). Είναι εμφανές ότι στις βιομηχανοποιημένες χώρες οι φυσικές καταστροφές έχουν μικρές οικονομικές επιπτώσεις σε μακροπρόθεσμη κλίμακα ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες οι εμφάνιση φυσικών καταστροφών καθυστερεί δραματικά την οικονομική ανάπτυξη.

12. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

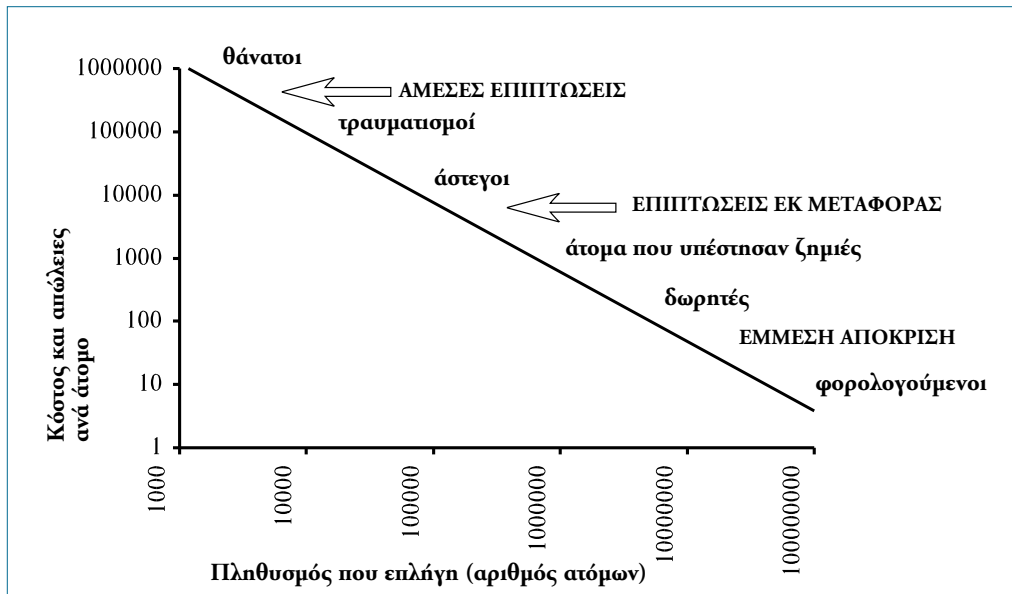
Η μελέτη των οικονομικών μιας κοινωνίας είναι απαραίτητη τόσο πριν όσο και μετά την καταστροφή. Όσον αφορά στην κατάσταση πριν από την καταστροφή, το επίπεδο της κοινωνικής τρωτότητας και η έκταση στην οποία αυτό είναι γνωστό στο ευρύτερο κοινό, μπορεί να έχουν

πιθανές επιπτώσεις στην τοπική οικονομία. Είναι αρκετά πιθανό ότι μόλις γίνει γνωστή, για παράδειγμα, η πρόβλεψη ενός καταστροφικού σεισμικού γεγονότος, η οικονομία της περιοχής για την οποία έχει γίνει η πρόβλεψη, θα υποστεί αλλαγές. Οι αξίες των ακινήτων θα πέσουν, οι καταναλωτές θα στραφούν στην αποταμίευση των χρημάτων τους, οι επιχειρήσεις θα αντιμετωπίσουν μείωση των κερδών τους, ενώ θα ακολουθήσει εμφάνιση ή ένταση του φαινομένου της ανεργίας. Γενικά, η οικονομία των μικρών πόλεων και αυτών με ολιγάριθμες πηγές εργασίας (βιομηχανίες, επιχειρήσεις, κλπ.) θα είναι η πιο ευάλωτη σε μια τέτοια πρόβλεψη.

Όταν πλέον εκδηλωθεί η καταστροφή, οι πιθανές οικονομικές συνέπειες περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων μερική ή ολική απώλεια των εσόδων από φόρους, μερική απώλεια των φόρων από τις πωλήσεις λόγω της εμπορικής παρακμής, χαμηλότερα έσοδα από τόκους δανείων και φόρους ακινήτων και περιορισμένα έσοδα από τις παροχές των δημοσίων υπηρεσιών.

Οι δικαστικές αγωγές αποτελούν ένα ιδιαίτερο πρόβλημα που αντιμετωπίζει ένα κράτος μετά από μια καταστροφή. Το πρόβλημα είναι ιδιαίτερα συνηθισμένο στις Η.Π.Α. όπου τον Ιανουάριο του 1982 για παράδειγμα, έντονες καταιγίδες στην περιοχή του κόλπου του San Francisco προκάλεσαν καταστροφή ή ζημιές σε 6.500 οικίες και 1.000 επιχειρήσεις που αντιστοιχούν σε οικονομικές απώλειες της τάξης των 280 εκατομμυρίων δολλαρίων από τα οποία τα 66 εκατομμύρια δολάρια αναφέρονται σε καταστροφές από κατολισθήσεις και άλλα δευτερογενή φαινόμενα που συνόδευσαν τις καταιγίδες. Τέσσερις όμως μήνες αργότερα οι τοπικές αρχές πλήρωσαν 18 εκατομμύρια δολάρια παραπάνω από το συνολικό κόστος της καταστροφής λόγω των διαφόρων δικαστικών απαιτήσεων.

Οι απώλειες από μια φυσική καταστροφή μπορούν να παρομοιαστούν με τη “φορολόγηση” της κοινωνίας από τη φύση. Οι άνθρωποι που σκοτώθηκαν ή υποφέρουν από σοβαρούς τραυματισμούς πληρώνουν το μεγαλύτερο φόρο, ενώ αυτοί που έμειναν άστεγοι ή υπέστησαν οικονομικές απώλειες πληρώνουν μικρότερο. Στην *εικόνα 18.2* παρουσιάζεται η κατανομή των οικονομικών επιπτώσεων μιας φυσικής καταστροφής μέσα σε μια κοινότητα ή σε ένα έθνος γενικότερα με τη μορφή των εθελοντικών προσφορών και της φορολόγησης. Η εφαρμογή του συστήματος φορολόγησης και η επιβολή πρόσθετων φόρων εξαρτάται από το αν η καταστροφή ήταν αναμενόμενη και επομένως



Εικόνα 18.2

Κατανομή των οικονομικών επιπτώσεων από μια φυσική καταστροφή.

είχαν ήδη ληφθεί τα κατάλληλα οικονομικά μέτρα ή όχι. Στην πραγματικότητα βέβαια, κάθε κράτος φροντίζει για την ύπαρξη κάποιου οικονομικού αποθέματος που προορίζεται για τέτοιες περιπτώσεις καταστροφών και έτσι δεν είναι ποτέ εντελώς απροετοίμαστο.

Για λόγους ηθικής τάξης, οι πολίτες που έχουν επιλέξει να κατοικούν σε ζώνες κινδύνου θα πρέπει να είναι εκείνοι που θα επιβαρυνθούν με το κόστος της καταστροφής και την ευθύνη του κινδύνου στον οποίο εκούσια εκτίθενται, ενώ στην περίπτωση που οι απώλειες είναι αναπόφευκτες και απρόβλεπτες ή οφείλονται σε εκμετάλλευση των πολιτών (για παράδειγμα η κερδοσκοπία των κατασκευαστών δομικών έργων για την οποία βέβαια δεν μπορεί να κατηγορηθεί ο πολίτης) οι κυβερνήσεις οφείλουν να αποζημιώσουν τους πολίτες τους.

Διακρίνονται δύο συστήματα παροχής αποζημιώσεων:

- Παροχή από την κυβέρνηση χαμηλότοκων δανείων, πιστώσεων και άλλων μορφών επιχορηγήσεων στους επιζώντες.
- Παροχή ασφαλιστικής κάλυψης υπό την αιγίδα διαφόρων κυβερνητικών σωμάτων ή ιδιωτικών ασφαλιστικών εταιριών.

Τελικά, ένα μεγάλο μέρος των οικονομικών απωλειών που προκαλούνται από φυσικές καταστροφές καλύπτονται με κυβερνητικά δάνεια και παροχές, βοήθεια που συχνά εξαρτάται από την αναγνώριση της ζώνης εμφάνισης του φαινομένου ως “περιοχή καταστροφής”. Οι δαπάνες αυτές

μπορεί να συνοδεύονται και με απαλλαγή των πολιτών από προηγούμενα χρέη και δάνεια. Μια σωστή και ολοκληρωμένη κυβερνητική τακτική κατά την περίοδο της αποκατάστασης μετά από μια φυσική καταστροφή, περιλαμβάνει, πέρα από τις οικονομικές χορηγίες και την παροχή αποζημιώσεων, την αποθάρρυνση των πολιτών ή ακόμα και την απαγόρευση κατασκευών στην επικίνδυνη ζώνη, καθώς και τον απόλυτο έλεγχο για την εξασφάλιση της ποιότητας και της αντοχής των νέων αλλά και των επισκευαζόμενων κατασκευών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, D., 1993. Natural Disasters. 632p., UCL Press, London.
- Antonopoulos, J. 1992. The great Minoan eruption of Thera volcano and the ensuing tsunami in the Greek archipelago. *Natural Hazards*, 5, 153-68.
- Barton, A.M., 1970. Communities in disaster: A sociological analysis of collective stress situations. Garden City, Anchor Books, New York.
- Berz, G., 1992. Losses in the range of US\$ 50 billion and 50.000 people killed: Munich Re's list of major natural disasters in 1990. *Natural Hazards*, 5, 95-102.
- Bolt, B.A., Horn, W.L., McDonald, G.A. & Scott, R.F., 1975. *Geological Hazards*. 328p., Springer-Verlag, Berlin.
- Bryant, E.A., 1991. *Natural Hazards*. 294p., Cambridge University Press, Cambridge.

- Burton, I., Kates, R.W. & White, G.F., 1978. *The environment as hazard*. Oxford University Press, New York.
- Coch, N.K., 1995. *Geohazards. Natural and human*. 481p., Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Davis, I., 1978. *Shelter after disaster*. Headington, Oxford Polytechnic Press, Oxford.
- Drabek, T.E., 1986. *Human system responses in disaster: An inventory of sociological findings*. Springer-Verlag, New York.
- Dynes, R.R. & Aguirre, B.E., 1979. *Organization adaptation to crisis: mechanisms of co-ordination and structural change*. *Disasters*, 3, 71-4.
- Fischhoff, B. et al., 1982. *Acceptable risk*. Cambridge University Press, New York.
- Foster, H.D., 1980. *Disaster planning: the preservation of life and property*. Springer-Verlag, New York.
- Keller, A.E., 1976. *Environmental geology*. 540p., Merrill Publishing Company, Ohio.
- McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. & Scott, S.C., 1992. *Geohazards. Natural and man-made*. 227p., Chapman & Hall, London.
- Πετρόπουλος, Ν., Ζησιάδης, Α., Μπαλούρδας, Γ., Παπούλια, Ι. & Χατζηανδρέου, Σ., 1995. Κοινωνική Αντισεισμική Ετοιμότητα σε Πραγματικούς, Υποθετικούς ή “Προβλεφθέντες Σεισμούς”. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα, Ο.Α.Σ.Π.
- Quarantelli, E.L., 1954. The nature and conditions of panic. *American Journal of Sociology*, 60, 267-75.
- Quarantelli, E.L., 1976. Community conflict: its absence and its presence in natural disasters. *Mass Emergencies*, 1, 139-52.
- Smith, K., 1992. *Environmental Hazards. Assessing Risk & Reducing Disaster*. 324p., Routledge, London.
- Starr, C., 1969. Societal benefit versus technological risk. *Science*, 165, 1, 232-8.
- Warheit, G.J., 1979. Life events, coping, stress and depressive symptomatology. *American Journal of Psychiatry*, 136, 502-7.
- White, G.F., 1988. Paths to risk analysis. *Risk Analysis*, 8, 171-5.
- Whyte, A.V.T. & Burton, I., 1980. *Environmental risk assessment*. John Wiley, New York.