



ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Nicolas R. Dalezios

University of Thessaly
Professor of Agrometeorology and Remote Sensing

May 2020

OUTLINE

1. CONCEPTS

Hazard, Risk, disaster, environmental hazard, Vulnerability, Resilience, Reliability.

2. Hazard Risk Management Framework

2.1 Risk Identification due to Climate Change

- (1) Database Development. environmental factors, triggering factors, hazard inventory, elements at risk.**
- (2) Quantification: Early warning systems**
- (3) Susceptibility Assessment**
- (4) Climate Variability and Change.**

2.2. Risk Estimation and Vulnerability Assessment

- (1) Risk Estimation for Hazard Assessment**
- (2) Exposure Analysis.**
- (3) Vulnerability Assessment.**

2.3. Quantitative Risk Assessment (QRA)

- (1) Risk Analysis.**
- (2) Quantitative Risk Assessment (QRA).**

2.4. Risk Evaluation and Adaptation to future changes

- (1) Risk Evaluation.**
- (2) Development of Decision Support System (DSS).**

2.5. Risk Governance

- (1) Feedback of risk reduction**
- (2) Dissemination of results and public awareness.**

1. CONCEPTS

Hazard is an inescapable part of life. Hazards is defined as: “a potentially damaging physical event, phenomenon or human activity that may cause the loss of life or injury, property damage, social and economic disruption or environmental degradation”. Hazards can include latent conditions that may represent future threats and can have different origins: natural (geological, hydrometeorological and biological) or induced by human processes (environmental degradation and technological hazards) (UN/ISDR., 2005).

Risk is sometimes taken as synonymous with hazard (UN/ISDR, 2005), but risk has the additional implication of the chance of a particular hazard actually occurring. Thus, risk is the actual exposure of something of human value to a hazard and is often regarded as the product of probability and loss. Therefore, hazard (or cause) may be defined as “a potential threat to humans and their welfare” and risk (or consequence) as “the probability of a hazard occurring and creating loss” (Smith,2001).

Unlike hazard and risk, a disaster is an actual happening, rather than a potential threat, thus, a disaster may be defined as “the realization of hazard”. A more detailed disaster definition is: “an event, concentrated in time and space, in which a community experiences severe danger and disruption of its essential functions, accompanied by widespread human, material or environmental losses, which often exceed the ability of the community to cope without external assistance” (Smith,2001).

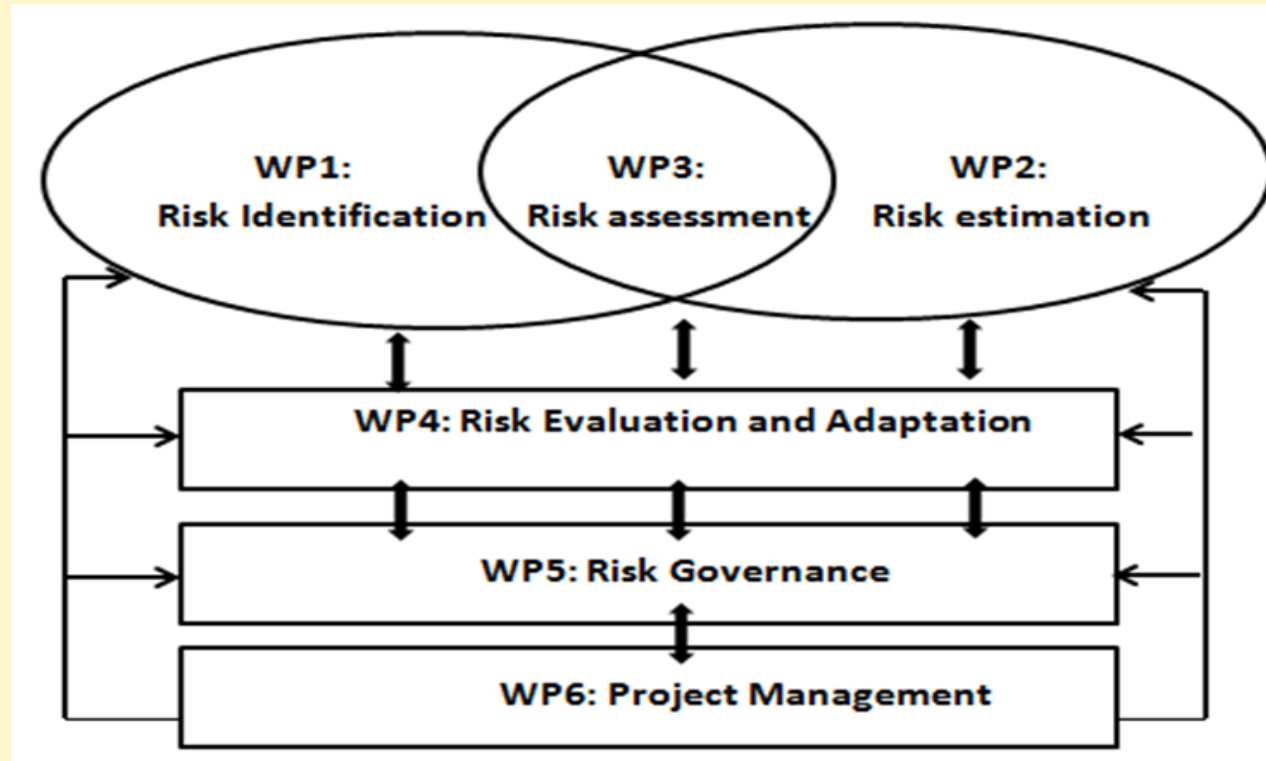
The term environmental hazard has the advantage of including a wide variety of hazard types ranging from “natural” (geophysical) events, through “technological” (man-made) events to “social” (human behavior) events. Specifically, it is possible to use the following working definition of environmental hazards: “Extreme geophysical events, biological processes and major technological accidents, characterized by concentrated releases of energy or materials which pose a large unexpected threat to human life and can cause significant damage to goods and environment” (Smith, 2001).

Vulnerability is defined as “The conditions determined by physical, social, economic and environmental factors or processes, which increase the susceptibility of a community to the impact of hazards” (UN/ISDR, 2005). The concept of vulnerability, like risk and hazard, indicates a possible future state. Most approaches to reduce system-scale vulnerability can be viewed as expressions of either resilience or reliability.

Resilience is defined as: “The capacity of a system, community or society potentially exposed to hazards to adapt, by resisting or changing in order to reach and maintain an acceptable level of functioning and structure. This is determined by the degree to which the social system is capable of organizing itself to increase this capacity for learning from past disasters for better future protection and to improve risk reduction measures” (UN/ISDR, 2005).



Flow Chart of Components of Hazard Risk Management Framework



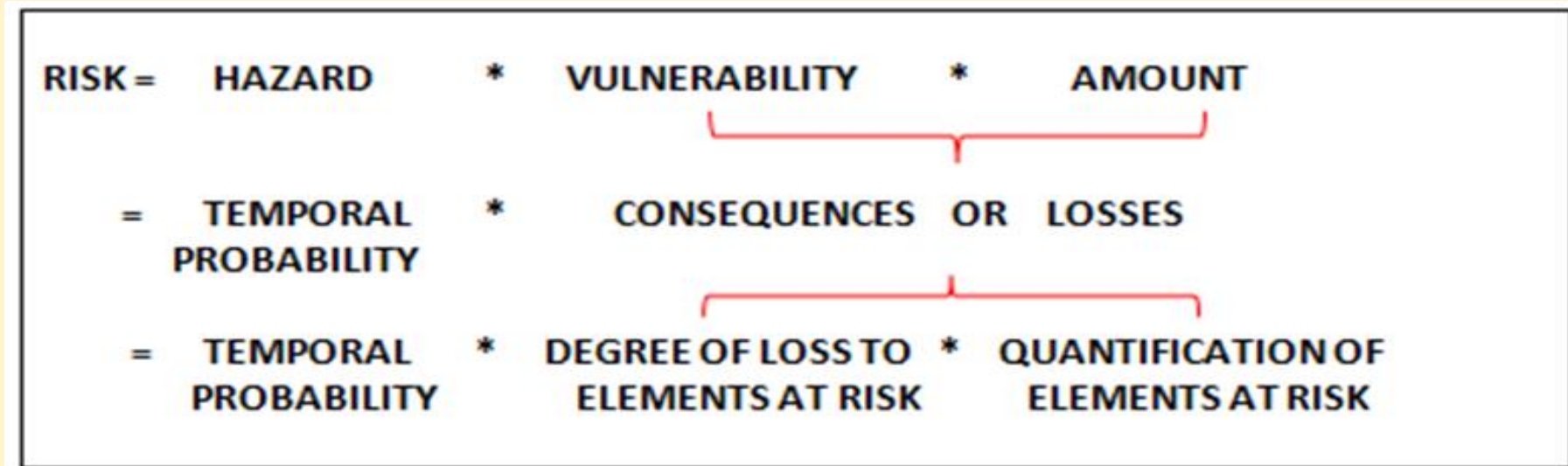


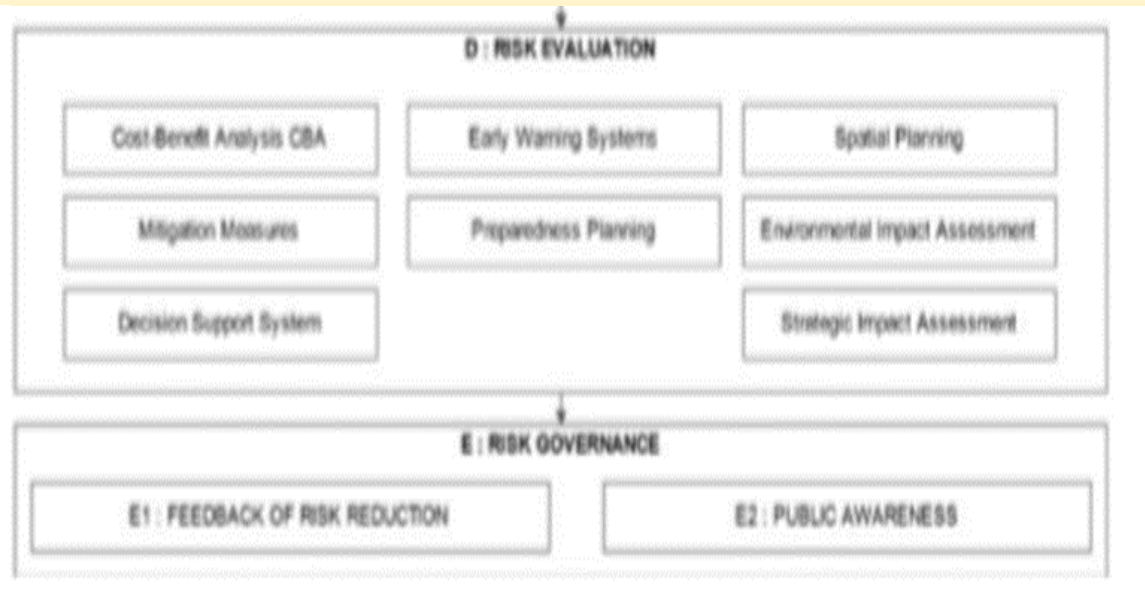
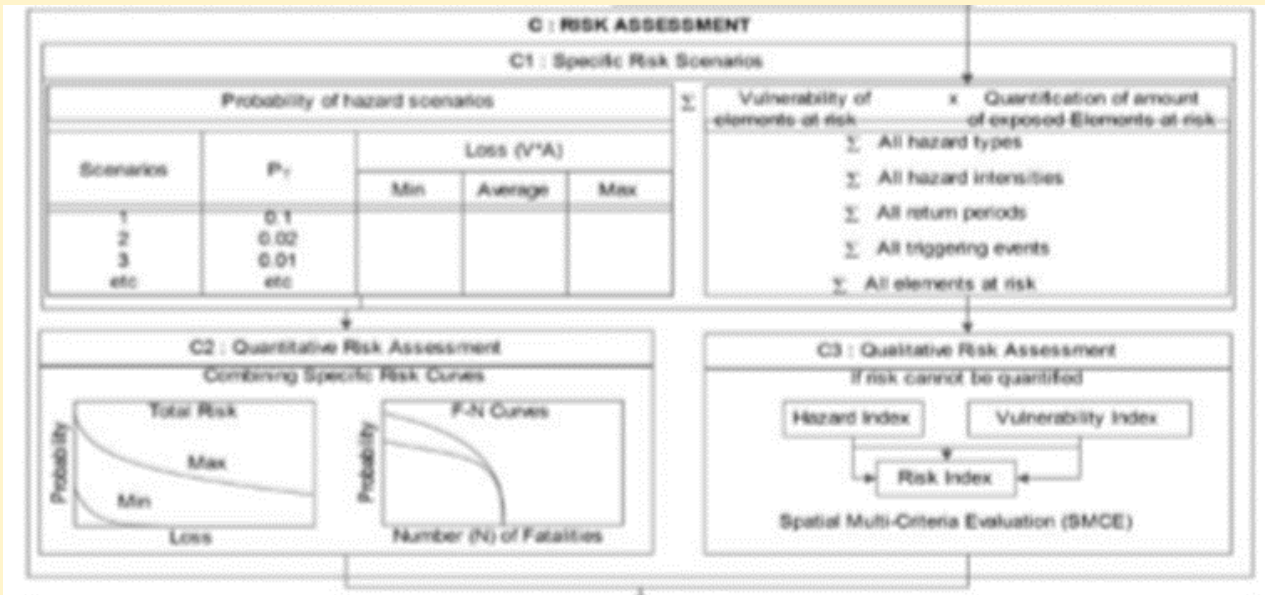
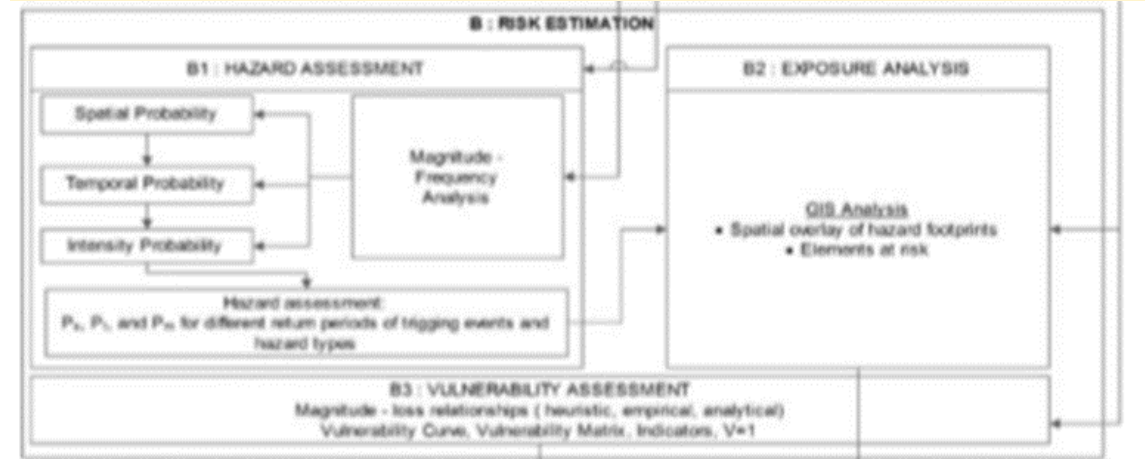
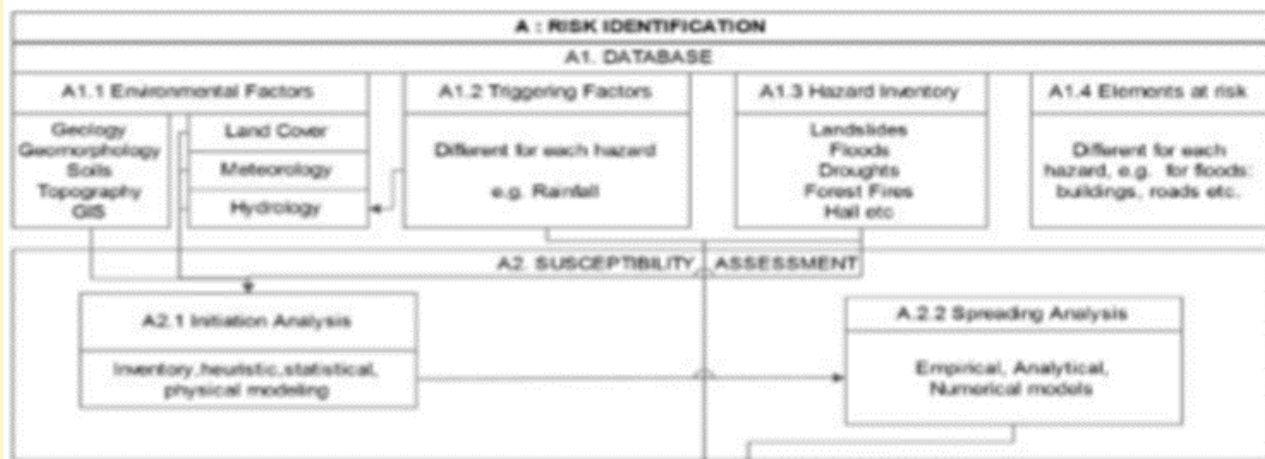
Risk Analysis. This part involves specific risk scenarios, which consist of a combination of probabilistic hazard scenarios with scenarios of exposed elements at risk and their vulnerabilities as shown in Figure 3. A probabilistic scenario seems the most feasible, since large uncertainties are involved in predicting changes in risk. Hazard assessment at different scales seems flexible using various statistical or physically-based models. In fact, hazard assessment consists of temporal probability in terms of duration and time of onset, hazard intensity and spatial extent through exposure analysis. Remote sensing data and methods are used to delineate the spatial features of the parameters and constitute an innovative approach. Vulnerability refers to the degree of loss to each type of elements at risk as related to hazard intensity, where exposure means the spatial overlay of hazard (flood) and each element at risk. The term elements at risk refers to the type, the temporal variation, quantification, as well as the location of the elements at risk through exposure as described above. The research effort focuses on the performance of these models with regards to data requirements and their effectiveness for hazard risk assessment at different scales. This part contributes to quantitative risk assessment.

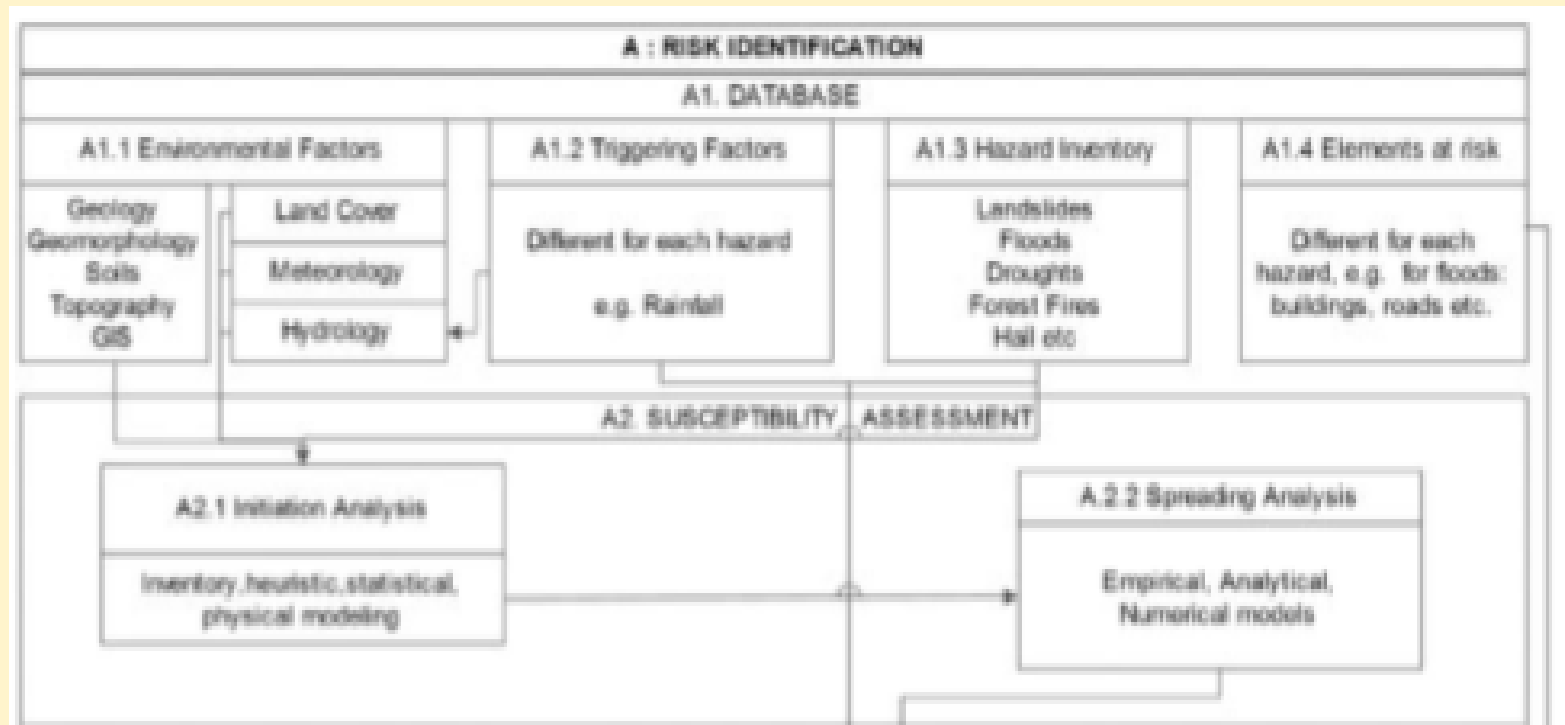
Quantitative Risk Assessment (QRA). The combination of hazard scenarios along with vulnerability scenarios and quantification of elements at risk develops the QRA. In particular, the combination of all the specific risks leads to the total risk, as already mentioned, which constitutes the Quantitative Risk Assessment (QRA). If risks cannot be quantified, the qualitative risk assessment should be used involving indices. This part contributes to risk evaluation.

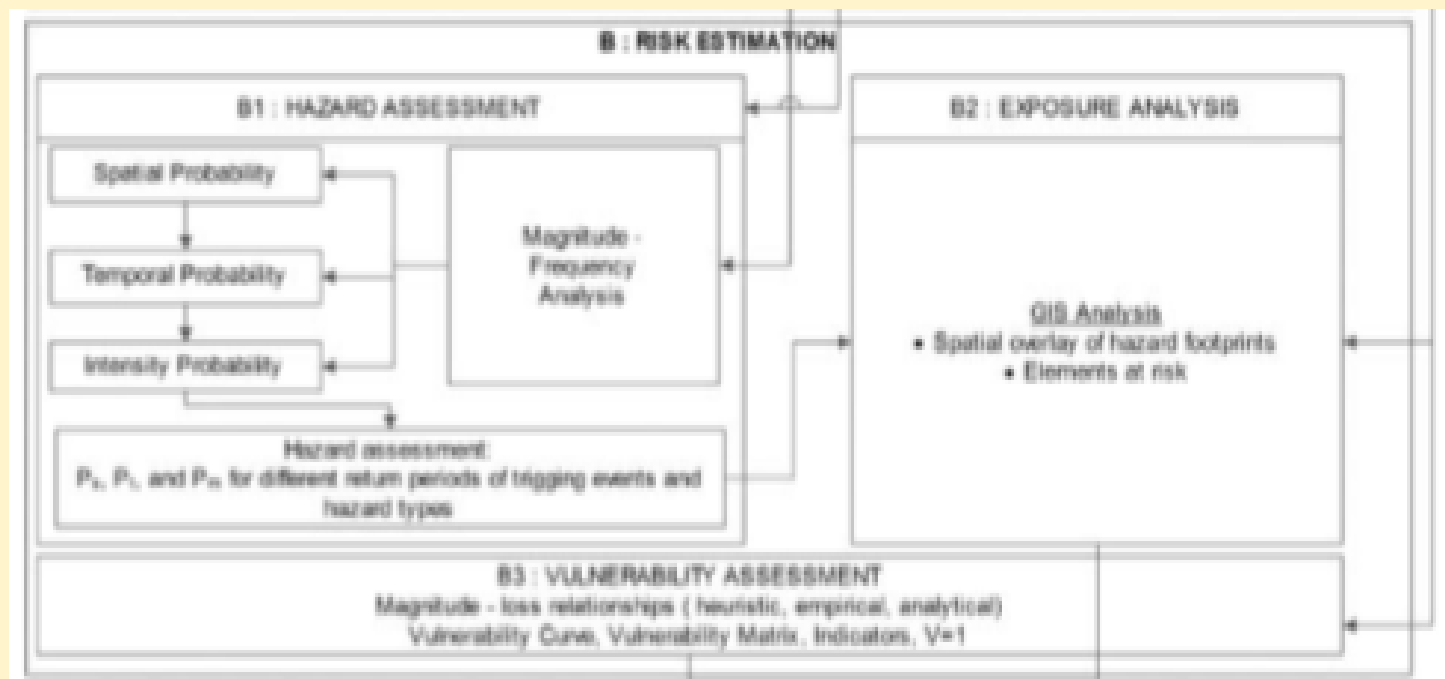


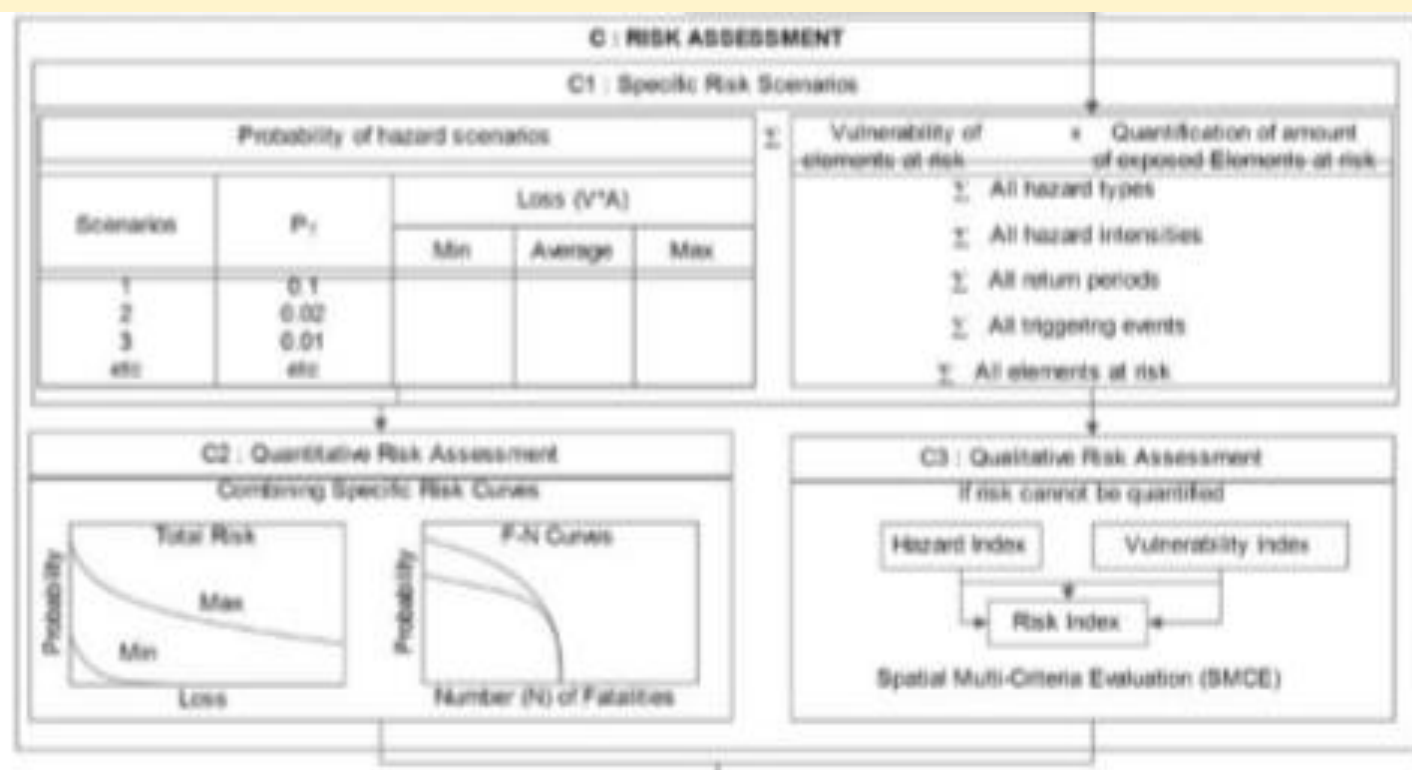
Configuration of the Risk Assessment Development

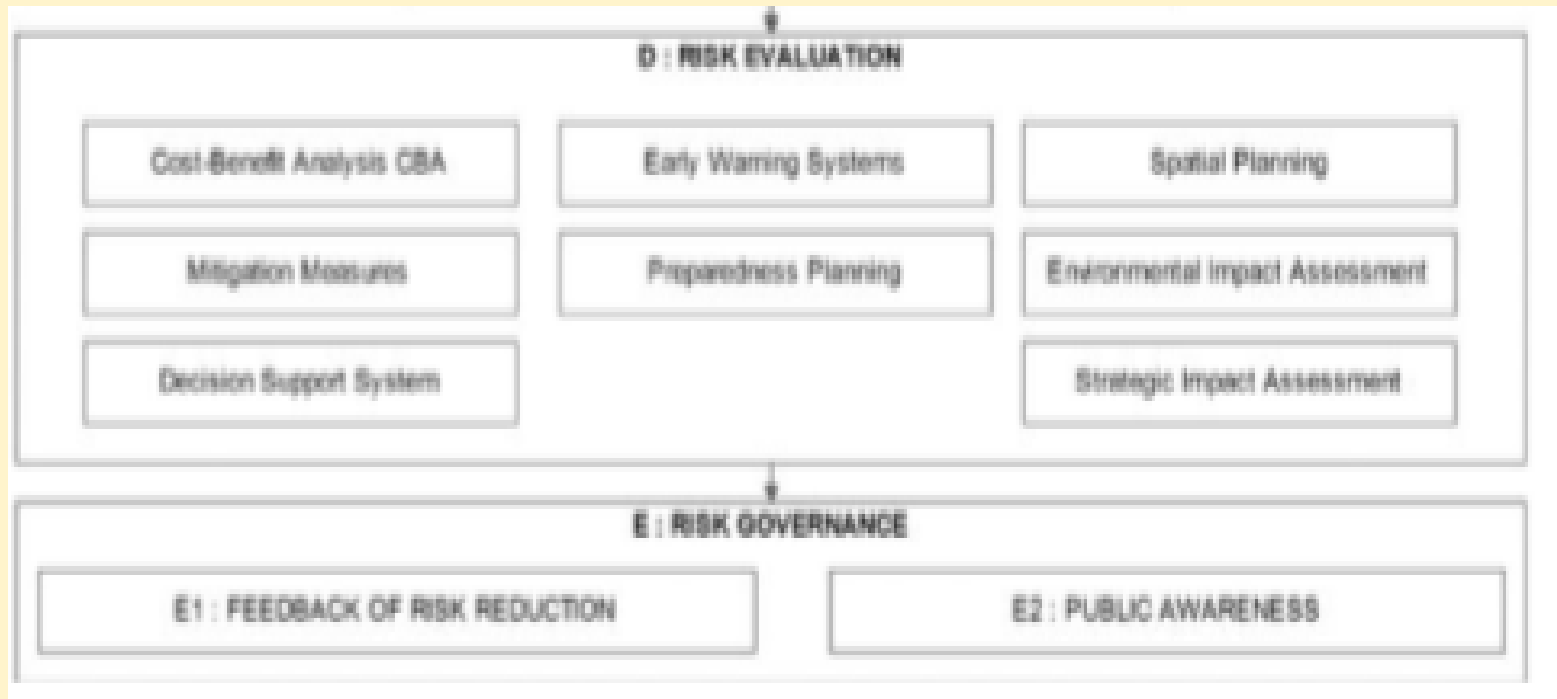












**Οι έννοιες και τα θεωρητικά
εργαλεία του πεδίου της
διαχείρισης κινδύνων και
καταστροφών**

Η έννοια της καταστροφής

- Ένα ξαφνικό ατύχημα ή φυσική εκτροπή που προκαλεί μεγάλες ζημιές και απώλειες ζωής,
- Ένα γεγονός που επιφέρει μεγάλες βλάβες, απώλειες ή θανάτους ή/και μεγάλη δυσπραγία,
- Μια ακραία κατάσταση ζημιών ή ένα γεγονός που καταλήγει σε μεγάλες απώλειες, ή, μια ενέργεια με ολέθρια αποτελέσματα,
- Σοβαρή διακοπή της λειτουργίας μιας κοινωνίας η οποία συνδέεται με εκτεταμένες ανθρώπινες, υλικές, οικονομικές ή περιβαλλοντικές απώλειες και επιπτώσεις και η οποία υπερβαίνει την ικανότητα της πληγείσας κοινότητας να αντεπεξέλθει με ίδιους πόρους και ίδιες δυνατότητες

Φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές – Εμβέλεια και κλίμακα καταστροφής

- Η γενική κατηγορία των φυσικών καταστροφών χωρίζεται σε έξι ομάδες:
 - ❖ γεωφυσικές,
 - ❖ μετεωρολογικές,
 - ❖ υδρολογικές,
 - ❖ κλιματολογικές,
 - ❖ βιολογικές και
 - ❖ εξωγήινης προέλευσης.

Φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές – Εμβέλεια και κλίμακα καταστροφής

- Γεωφυσικές → γεγονότα που προέρχονται από τον στερεό φλοιό της γης.
- Μετεωρολογικές → γεγονότα που προκαλούνται από βραχυπρόθεσμες (στιγμιαίες έως λίγων ημερών), μικρής έως μεσαίας κλίμακας ατμοσφαιρικές διαδικασίες
- Υδρολογικές → προκαλούνται από εκτροπές και παρεκκλίσεις στον κανονικό και αναμενόμενο κύκλο νερού ή/και υπερχείλιση υδάτινων υποδοχέων.

Φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές – Εμβέλεια και κλίμακα καταστροφής

- Κλιματολογικές → προκαλούνται από μακροπρόθεσμες, μεσαίας έως μεγάλης κλίμακας ατμοσφαιρικές διαδικασίες που κυμαίνονται από ενδοεποχιακές μέχρι κλιματικές μεταβολές σε βάθος πολλών δεκαετιών.
- Βιολογικές → προκαλούνται από την έκθεση ζωντανών οργανισμών σε παθογόνα μικρόβια και τοξικές ουσίες άλλων οργανισμών (π.χ. δηλητηριώδη έντομα και άγρια ζωή, δηλητηριώδη φυτά και κουνούπια, τα οποία είναι φορείς ασθενειών από παράσιτα, βακτήρια ή ιούς, όπως η ελονοσία)
- Η κάθε ομάδα καλύπτει διάφορες υποπεριπτώσεις συνδυασμού πρωτογενών τύπων καταστροφής με δευτερογενείς και τριτογενείς.

Φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές – Εμβέλεια και κλίμακα καταστροφής

- Ταξινόμηση γεωφυσικών καταστροφών

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ	ΟΜΑΔΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΚΥΡΙΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΤΡΙΤΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	
Φυσικές καταστροφές	Γεωφυσικές	Σεισμοί (Earthquakes)	Εδαφική κίνηση (Ground Shaking)		
			Tsunami		
		Ηφαίστεια (Volcanoes)	Ηφαιστειακές εκρήξεις (Volcanic Eruptions)		
			Μετακίνηση μαζών (Mass Movements-dry)	Καταπτώσεις βράχων	
				Avalanche	Χιονοστιβάδες (Snow Avalanches)
					Εδαφοστιβάδες (Debris Avalanches)
				Κατολισθήσεις (Landslides)	Κατολισθήσεις λάσπης Lahar, Ροές κορημάτων
				Καθιζήσεις (Subsidence)	Αιφνίδιες καθιζήσεις
					Μακροχρόνιες καθιζήσεις

Φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές – Εμβέλεια και κλίμακα καταστροφής

- Ταξινόμηση μετεωρολογικών καταστροφών

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΟΜΑΔΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΚΥΡΙΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΤΡΙΤΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ
Φυσικές καταστροφές	Μετεωρολογικές	Θύελλες	Τροπικές θύελλες	
			Υπερτροπικοί κυκλώνες (Χειμερινές Θύελλες)	
			Τοπική/Θύελλα από μεταφορά	Καταιγίδες / Κεραυνοί
				Χιονοθύελλες/
				Αμμοθύελλες
				Generic (severe) storms
				Tornados
				Orographic Storms (strong winds)

Φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές – Εμβέλεια και κλίμακα καταστροφής

- Ταξινόμηση υδρολογικών καταστροφών

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΟΜΑΔΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΚΥΡΙΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΤΡΙΤΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ
Φυσικές καταστροφές	Υδρολογικές	Πλημμύρες	Γενική (ποτάμια) πλημμύρα	
			Αιφνίδια πλημμύρα (Flash Flood)	
			Κύματα Θύελλας / Παράκτιες Πλημμύρες	
		Μετακίνηση μαζών (υγρών)(Mass Movements-wet)	Καταπτώσεις βράχων	
			Κατολισθήσεις	Ροή θραυσμάτων
			Στιβάδες (Avalanche)	Χιονοστιβάδες
				Στιβάδες θραυσμάτων
			Καθιζήσεις (Subsidence)	Αιφνίδιες καθιζήσεις
				Μακροχρόνιες καθιζήσεις

Φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές – Εμβέλεια και κλίμακα καταστροφής

- Ταξινόμηση κλιματολογικών καταστροφών

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΟΜΑΔΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΚΥΡΙΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΤΡΙΤΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ
Φυσικές καταστροφές	Κλιματολογικές	Ακραίες θερμοκρασίες	Κύματα καύσωνα	
			Κύματα ψύχους	Παγετός
			Ακραίες χειμερινές συνθήκες	Snow Pressure
				Icing
				Freezing Rain
				Στιβάδα θραυσμάτων (Debris Avalanche)
		Ξηρασία	Ξηρασία	
		Πυρκαγιές υπαίθρου	Δασικές πυρκαγιές	
			Πυρκαγιές εδάφους (σε λιβάδια, θαμνότοπους κ.λπ.)	

Φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές – Εμβέλεια και κλίμακα καταστροφής

- Ταξινόμηση βιολογικών καταστροφών

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΟΜΑΔΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΚΥΡΙΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΤΡΙΤΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ
Φυσικές καταστροφές	Βιολογικές	Επιδημίες	Ιογενείς μολυσματικές ασθένειες	
			Βακτηριακές μολυσματικές ασθένειες	
			Παρασιτικές μολυσματικές ασθένειες	
			Μυκητιασικές λοιμώξεις	
			Πρωτεϊνικές μολυσματικές ασθένειες	
		Εισβολή εντόμων		
		Αφηνιασμός ζώων		

Φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές – Εμβέλεια και κλίμακα καταστροφής

- Ταξινόμηση καταστροφών εξωγήινης προέλευσης

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΟΜΑΔΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΚΥΡΙΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΤΡΙΤΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ
Φυσικές καταστροφές	Εξωγήινης προέλευσης	Μετεωρίτες / Αστεροειδείς		

Φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές – Εμβέλεια και κλίμακα καταστροφής

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ	ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΟΜΑΔΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΚΥΡΙΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΤΡΙΤΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ
1999 Κατολισθήσεις, Βενεζουέλα	Φυσική καταστροφή	Υδρολογική	Μετακίνηση μαζών (υγρή)	Κατολισθήσεις	
2004 Τσουνάμι, Νότια Ασία	Φυσική καταστροφή	Γεωφυσική	Σεισμός	Τσουνάμι	
2008 Κυκλώνας Nargis, Myanmar	Φυσική καταστροφή	Μετεωρολογική	Θύελλα	Τροπική θύελλα	Κύματα θύελλας
2009 Πυρκαγιές της Victoria, Αυστραλία	Φυσική καταστροφή	Κλιματολογική	Πυρκαγιά υπαίθρου	Πυρκαγιά θαμνότοπων	

Φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές – Εμβέλεια και κλίμακα καταστροφής

- Ταξινόμηση και ονοματολογία Τεχνολογικών καταστροφών



Κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές κρίσεις, διεθνείς και προσωπικές κρίσεις

- Οι κρίσεις είναι αρνητικές μεταβολές στις οικονομικές, πολιτικές, κοινωνικές, περιβαλλοντικές ή/και συνθήκες ασφάλειας, ιδιαίτερα όταν συμβαίνουν ξαφνικά, με ελάχιστη ή καθόλου προειδοποίηση.
- Πρόκειται για έναν όρο που παραπέμπει σε μια περίοδο δοκιμασίας ή σε συμβάν έκτακτης ανάγκης.
- Διάφορες μορφές κρίσεων: **οικονομικές, κοινωνικές, περιβαλλοντικές, διεθνείς, προσωπικές.**

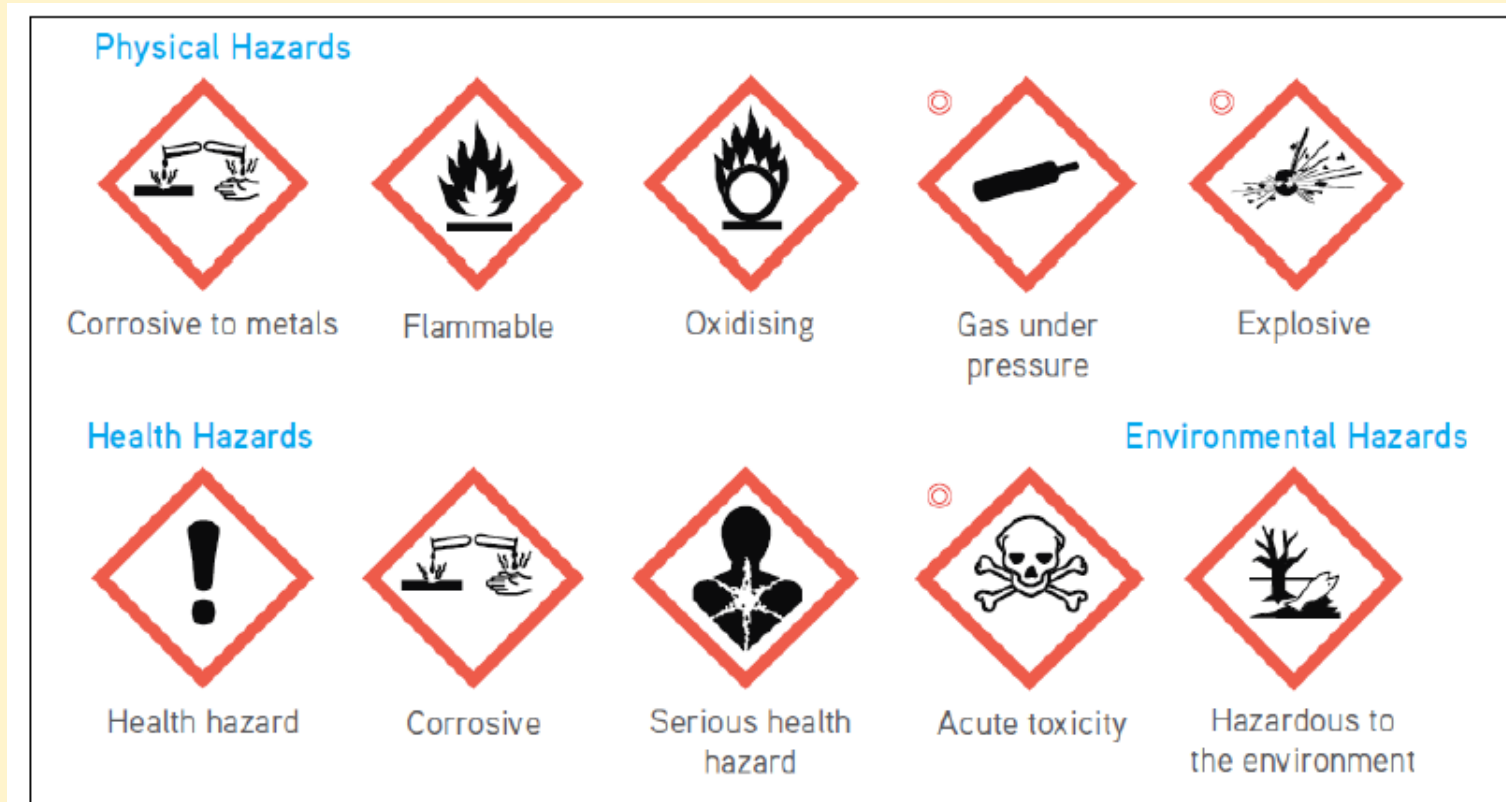
Επικινδυνότητα: η αφετηρία του κινδύνου

- Επικινδυνότητα είναι ένα απειλητικό φαινόμενο, μια απειλητική ουσία, μια απειλητική ανθρώπινη δραστηριότητα ή κατάσταση που είναι δυνατόν να προκαλέσει απώλειες ζωών, τραυματισμούς ή άλλες επιπτώσεις στην υγεία, ζημιές στις περιουσίες, απώλειες στα μέσα διαβίωσης και στις υπηρεσίες, κοινωνική και οικονομική απορρύθμιση, ή/και περιβαλλοντικές βλάβες.
- Οι επικινδυνότητες μπορεί να έχουν φυσική προέλευση, περιβαλλοντική ή τεχνολογική, και προκαλούνται από μια τεράστια ποικιλία γεωλογικών, υδρολογικών, μετεωρολογικών, ωκεάνιων, βιολογικών και τεχνολογικών πηγών και διαδικασιών, που σε ορισμένες περιπτώσεις ενεργούν συνδυαστικά.

Επικινδυνότητα: η αφετηρία του κινδύνου

- Ο ποσοτικός προσδιορισμός των επικινδυνοτήτων επιτυγχάνεται με την εκτίμηση της πιθανής συχνότητας συμβάντων διαφορετικών εντάσεων σε διαφορετικές περιοχές που βασίζεται σε ιστορικά δεδομένα ή επιστημονικές αναλύσεις.
- Κάθε εκδοχή επικινδυνότητας χαρακτηρίζεται από τη θέση της, την έντασή της και την αντίστοιχη πιθανότητα εκδήλωσης.
- Παραδείγματα καθημερινών επικινδυνοτήτων → υπερβολική ζέστη και υπερβολικό κρύο, μονοξείδιο του άνθρακα, άναμμα φωτιάς, επικίνδυνα τρόφιμα, ανεπαρκές ή ακατάλληλο ως πόσιμο νερό από το δίκτυο ύδρευσης, επικινδυνότητες του δικτύου ηλεκτρικού ρεύματος, εκρήξεις και δομικές καταρρεύσεις κ.α.

Επικινδυνότητα: η αφετηρία του κινδύνου



Εικόνα 2.1 Παραδείγματα σημάτων επικινδυνότητας από χημικές ουσίες σύμφωνα με το European Chemical Bureau

Κατηγορίες και χαρακτηριστικά επικινδυνότητων

- **Φυσική επικινδυνότητα** → φυσική διαδικασία ή φαινόμενο που μπορεί να προκαλέσει απώλειες ζωής, τραυματισμούς ή άλλες επιπτώσεις στην υγεία, βλάβες σε περιουσίες, απώλειες πόρων διαβίωσης και υπηρεσιών, κοινωνική και οικονομική απορρύθμιση, ή/και περιβαλλοντικές βλάβες.
- Τα γεγονότα των φυσικών επικινδυνότητων χαρακτηρίζονται από το μέγεθος ή την έντασή τους, την ταχύτητα εκδήλωσής τους, τη διάρκεια και την περιοχή εμβέλειάς τους.
- Σεισμοί → έχουν μικρή διάρκεια και συνήθως επηρεάζουν μια σχετικά περιορισμένη περιφέρεια, ενώ οι ξηρασίες αναπτύσσονται, εξασθενούν και εξαφανίζονται με αργούς ρυθμούς, και επηρεάζουν μεγάλες περιφέρειες.
- Οι επικινδυνότητες μπορεί να συνδυάζονται ή προκαλούνται αλυσιδωτά η μια από την άλλη → πλημμύρα που προκαλείται από τυφώνα ή τσουνάμι προκαλούμενο από σεισμό.

Κατηγορίες και χαρακτηριστικά επικινδυνότητων

- **Κοινωνικο-φυσική επικινδυνότητα** → συχνή εκδήλωση γεωφυσικών και υδρομετεωρολογικών επικίνδυνων συμβάντων (κατολισθήσεις, πλημμύρες, καθιζήσεις και ξηρασία), που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση φυσικών επικινδυνότητων με καταστάσεις υπερεκμετάλλευσης ή υποβάθμισης της γης και των περιβαλλοντικών πόρων.
- Η ανθρώπινη δραστηριότητα αυξάνει την εκδήλωση συγκεκριμένων επικινδυνότητων σε επίπεδα που υπερβαίνουν την κανονική και αναμενόμενη πιθανότητά τους.
- Χαρακτηριστικό παράδειγμα → η επικινδυνότητα των δασικών πυρκαγιών είναι κοινωνικο-φυσική, ιδίως κατά το στάδιο της έναρξης της πυρκαγιάς, αφού αυτή επηρεάζεται τόσο από ανθρώπινη πρόθεση ή αμέλεια όσο και από φυσικούς παράγοντες, όπως είναι η ευφλεκτότητα της βλάστησης και η υγρασία της, η θερμοκρασία και η ταχύτητα του ανέμου.

Κατηγορίες και χαρακτηριστικά επικινδυνότητων

- Άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα → Κλιματική Αλλαγή.
- Οι κοινωνικο-φυσικές επικινδυνότητες είναι δυνατόν να μετριαστούν με κατάλληλα μέτρα και στρατηγικές διαχείρισης της γης και των περιβαλλοντικών πόρων.

Κατηγορίες και χαρακτηριστικά επικινδυνότητων

- **Τεχνολογική επικινδυνότητα** → Έχει ως αφετηρία τεχνολογικές ή βιομηχανικές συνθήκες και αναφέρεται σε ατυχήματα, επικίνδυνες παραγωγικές διαδικασίες, αστοχίες υποδομών ή ανθρώπινων δραστηριοτήτων.
- Παραδείγματα τεχνολογικής επικινδυνότητας → βιομηχανική ρύπανση, πυρηνική ακτινοβολία, τοξικά απόβλητα, οι αστοχίες φραγμάτων, ατυχήματα στις μεταφορές, εκρήξεις σε εργοστάσια, αστικές πυρκαγιές και διαρροή χημικών ουσιών.
- Τεχνολογικές επικινδυνότητες προκύπτουν και ως αποτέλεσμα των επιπτώσεων από την εκδήλωση φυσικών επικινδυνότητων.

Κατηγορίες και χαρακτηριστικά επικινδυνότητων

- Κοινωνιολογικές επικινδυνότητες → κοινωνικά φαινόμενα ως επικινδυνότητες. → έγκλημα και εγκληματικότητα, εμπρησμός, πολιτική, κοινωνική αναταραχή και πολιτειακή ανυπακοή, πόλεμος και τρομοκρατία.
- Χαρακτηριστικό παράδειγμα → συμβάν των επιθέσεων της 11^{ης} Σεπτεμβρίου 2001 στους δίδυμους πύργους της Ν. Υόρκης (τρομοκρατική επίθεση + αεροπορική καταστροφή + εμπρησμός + κτιριακή κατάρρευση).

Η έκθεση ως ενδιάμεσος καταλύτης μεταξύ επικινδυνότητας και κινδύνου

- Η ιδιότητα ή κατάσταση της έκθεσης σε επικινδυνότητες αναφέρεται σε πληθυσμούς, περιουσίες, τεχνικά συστήματα ή άλλα στοιχεία που βρίσκονται μέσα σε ζώνες επικινδυνότητας, και άρα υπόκεινται στο ενδεχόμενο βλαβών ή απωλειών.
- Η έκθεση μετράται ως το πληθυσμιακό μέγεθος που βρίσκεται εντός ζώνης επικινδυνότητας.
- Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO) → «Έκθεση είναι η συνολική αξία των στοιχείων που βρίσκονται σε κίνδυνο. Εκφράζεται με τον αριθμό των ανθρώπων και την αξία των περιουσιών που υπάρχει πιθανότητα να επηρεαστούν από επικινδυνότητες. Η έκθεση είναι συνάρτηση της γεωγραφικής θέσης των στοιχείων»

Η έκθεση ως ενδιάμεσος καταλύτης μεταξύ επικινδυνότητας και κινδύνου



Εικόνα 2.4 Τμήματα της παραλιακής ζώνης της πόλης της Ιεράπετρας στην Κρήτη, η οποία εκτίθεται στον ανεμογενή κυματισμό.



Εικόνα 2.5 Κατά τη διάρκεια του χειμώνα του 2012-2013 επικράτησαν ισχυροί άνεμοι στην περιοχή της Ιεράπετρας με αποτέλεσμα την υποχώρηση της άμμου σε διάφορες παραλίες (λόγω της έκθεσής τους στον ανεμογενή κυματισμό) και την εμφάνιση βράχων.

Τρωτότητα: Ο βασικός παράγοντας των απωλειών και της διαχείρισης κινδύνων

- *«Η καταστροφή είναι συνδυασμός επικινδυνοτήτων, συνθηκών τρωτότητας και ανικανότητας ή ανεπάρκειας των μέτρων που λαμβάνονται για τη μείωση των αρνητικών συνεπειών των καταστροφών (ή των κινδύνων). Μια επικινδυνότητα γίνεται καταστροφή, όταν συναντάται με συνθήκες τρωτότητας και όταν οι κοινότητες είναι ανίκανες να αντεπεξέλθουν με δικούς τους πόρους και δικές τους δυνατότητες».*
- Η τρωτότητα διαθέτει πολλά πρόσωπα που απορρέουν από την ποικιλία φυσικών, κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών παραγόντων.
- Τρωτότητα μπορεί να σημαίνει κακής ποιότητας σχεδιασμό και κατασκευή κτιρίων, ανεπαρκή προστασία στοιχείων της πολιτιστικής κληρονομιάς, ελλείψεις και ανεπάρκειες στην πληροφόρηση και εγρήγορση του κοινού, περιορισμένη επίγνωση των κινδύνων από τους αρμόδιους και έλλειψη μέτρων ετοιμότητας, αδιαφορία για ζητήματα ορθολογικής περιβαλλοντικής διαχείρισης.

Φυσική, οικολογική, κοινωνική, ανθρώπινη, οικονομική, θεσμική, χωρική, πολιτισμική, συστημική και άλλες μορφές τρωτότητας

- Ατομική τρωτότητα → την οποία διαθέτουν όλοι όσοι ρισκάρουν και που συνδέεται με ζητήματα προσωπικότητας και επιλογών, έλλειψη εμπειρίας και εκπαίδευσης,
- Ενδοοικογενειακή → λόγω οικογενειακών σχέσεων, κληρονομικότητας κ.ο.κ.,
- Τρωτότητα φύλου → λόγω σχέσεων πατριαρχίας, ανισότητας μεταξύ των δύο φύλων,
- Χωροκοινωνική τρωτότητα (της αστικής και αγροτικής κοινότητας, του κοινωνικο-επαγγελματικού στρώματος, της κοινωνικής τάξης κ.ο.κ.)

Φυσική, οικολογική, κοινωνική, ανθρώπινη, οικονομική, θεσμική, χωρική, πολιτισμική, συστημική και άλλες μορφές τρωτότητας

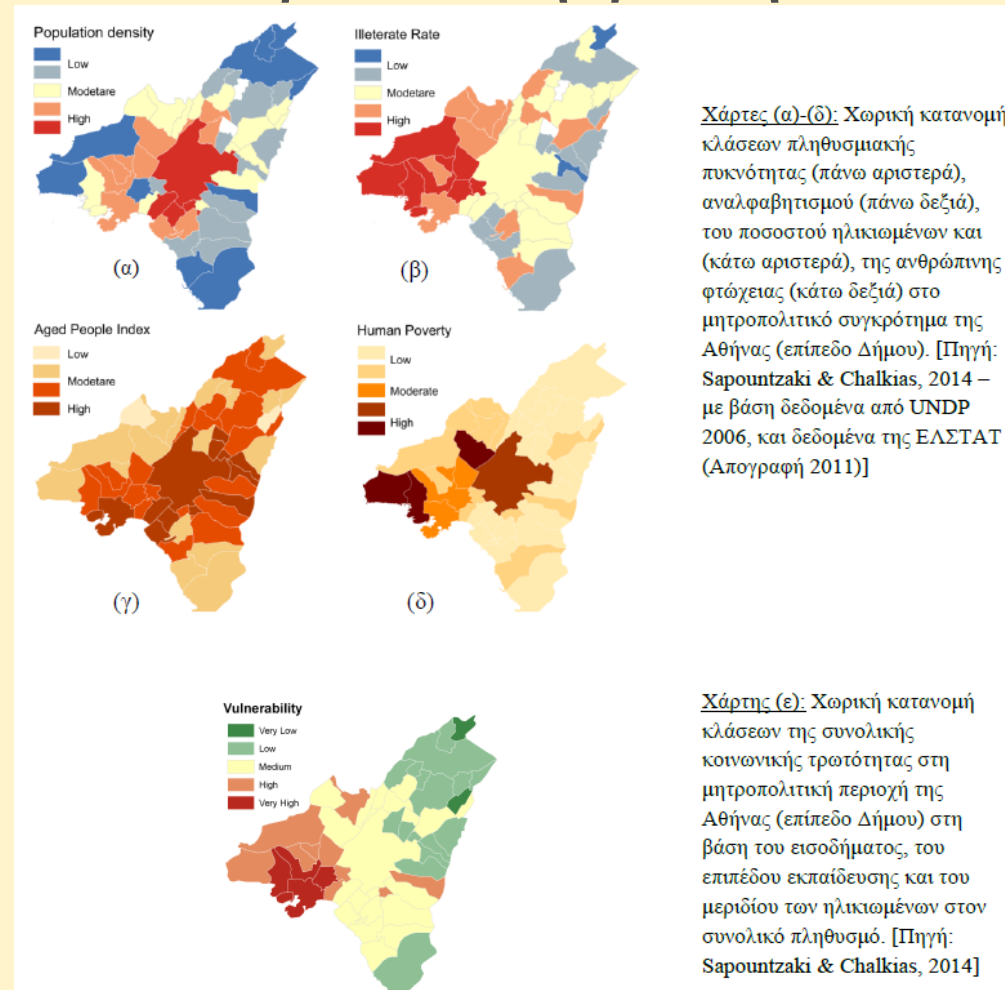
- Οικονομική τρωτότητα (λόγω έλλειψης ικανοτήτων, εργασιακής ανασφάλειας, έλλειψης πόρων και περιουσίας κ.ο.κ.),
- Τρωτότητα εθνικότητας, η οποία αφορά κυρίως τις μειονότητες, τις εκτοπισμένες ομάδες ιθαγενούς πληθυσμού κ.ο.κ.,
- Πολιτισμική τρωτότητα, λόγω θρησκευτικής, γλωσσικής ή άλλης περιθωριοποίησης,
- Γεωγραφική τρωτότητα, η οποία αναφέρεται σε όλα τα προηγούμενα, με θεώρηση όμως των διαφορετικών κλιμάκων του γεωγραφικού χώρου (τοπική, περιφερειακή, εθνική, αγροτική/αστική, κέντρου/περιφέρειας, Βορρά/Νότου).

Φυσική, οικολογική, κοινωνική, ανθρώπινη, οικονομική, θεσμική, χωρική, πολιτισμική, συστημική και άλλες μορφές τρωτότητας

- Την τρωτότητα, ιδιαίτερα την κοινωνική και γεωγραφική ή την τοπική, την αντιλαμβανόμαστε από περιπτώσεις καταστροφικών εμπειριών, όπου ίδιες συνθήκες επικινδυνότητας προκαλούν διαφορετικές απώλειες λόγω διαφορετικής τρωτότητας (στη βάση ηλικίας, φύλου, εθνότητας, κ.λπ.).
- Παράδειγμα: Μετά τον τυφώνα Katrina στις ΗΠΑ (2005), πάνω από το 50% των νεκρών ήταν ηλικιωμένοι, ενώ οι τραυματισμοί και οι απώλειες στέγης και μέσων διαβίωσης αφορούσαν κυρίως Αφροαμερικανούς.

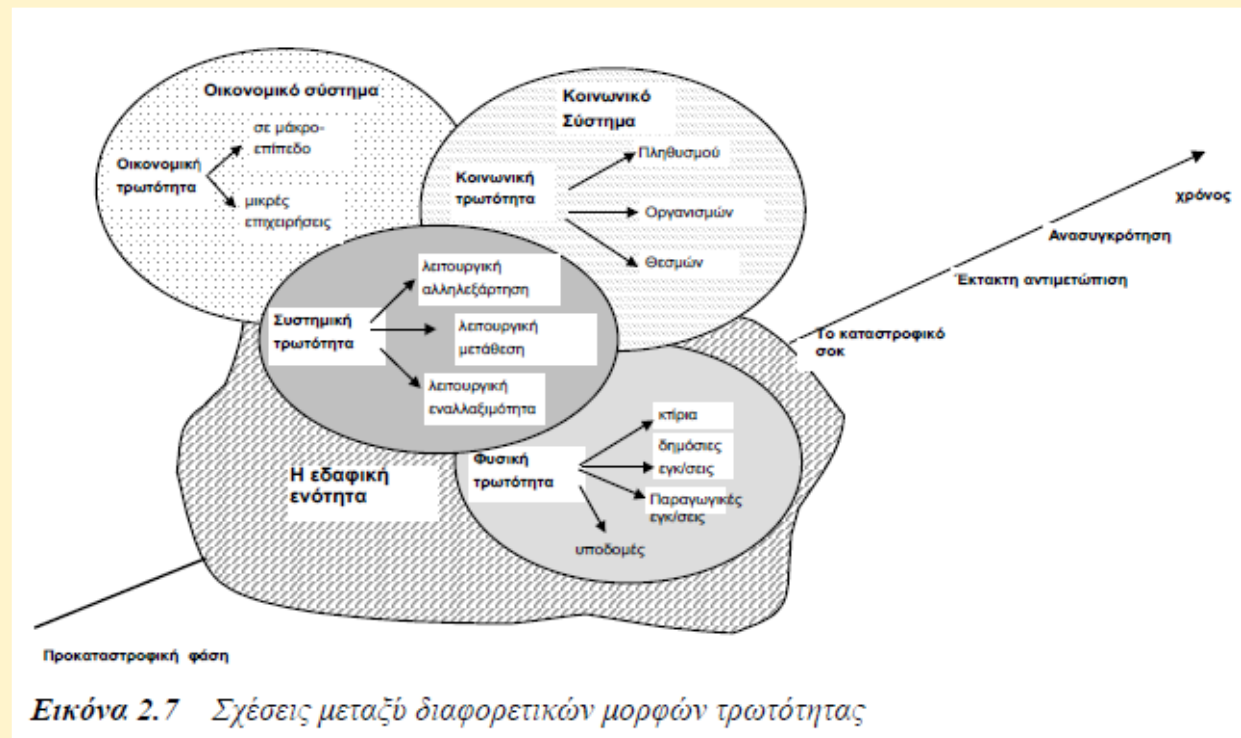
Φυσική, οικολογική, κοινωνική, ανθρώπινη, οικονομική, θεσμική, χωρική, πολιτισμική, συστημική και άλλες μορφές τρωτότητας

Χωροκοινωνική τρωτότητα



Φυσική, οικολογική, κοινωνική, ανθρώπινη, οικονομική, θεσμική, χωρική, πολιτισμική, συστημική και άλλες μορφές τρωτότητας

- Η φυσική τρωτότητα αναφέρεται σε τρωτότητες του κτισμένου περιβάλλοντος και καλύπτει μεταξύ άλλων τις τρωτές εκείνες εγκαταστάσεις που είναι δυνατόν να προκαλέσουν δευτερογενείς επικινδυνότητες τύπου Na-Tech (η κατάρρευση π.χ. ενός κτιρίου μπορεί να προκαλέσει πυρκαγιά ή έκρηξη, αν σπάσει αγωγούς φυσικού αερίου).



Η σχέση της τρωτότητας με την επικινδυνότητα και τον κίνδυνο

- Ο συνδυασμός επικινδυνοτήτων, τρωτότητας και αδυναμίας μείωσης των ενδεχόμενων αρνητικών συνεπειών των κινδύνων καταλήγει σε καταστροφές.
- Της καταστροφής προηγούνται τουλάχιστον δύο συνθήκες:
 - ❖ (α) η πιθανότητα ότι το γεγονός-έναυσμα λαμβάνει χώρα (η επικινδυνότητα πραγματώνεται) και
 - ❖ (β) η τρωτότητα προϋπάρχει, υφίσταται δηλαδή η προδιάθεση ανθρώπων, διαδικασιών, υποδομών, υπηρεσιών, οργανισμών ή συστημάτων να επηρεαστούν, να υποστούν βλάβες ή να καταστραφούν από το γεγονός

Η σχέση της τρωτότητας με την επικινδυνότητα και τον κίνδυνο

- Κίνδυνος καταστροφής:
- ❖ Κίνδυνος = Επικινδυνότητα f (Τρωτότητα) (Risk = Hazard f (Vulnerability),
- ❖ Κίνδυνος = Επικινδυνότητα \times Τρωτότητα
- ❖ Συνολικός Κίνδυνος = (Σ εκτεθειμένων στοιχείων) \times Επικινδυνότητα \times Τρωτότητα

Η σχέση της τρωτότητας με την επικινδυνότητα και τον κίνδυνο

- Κίνδυνος καταστροφής:

- ❖ Κίνδυνος = Επικινδυνότητα X Τρωτότητα, Ικανότητα Αντιμετώπισης*

**τρόποι αξιοποίησης πόρων και διαθεσιμοτήτων για την αντιμετώπιση των δυσμενών συνεπειών από μια καταστροφή*

- ❖ Κίνδυνος = Επικινδυνότητα X Έκθεση X Τρωτότητα

Ορισμοί του κινδύνου

- Κίνδυνος είναι η πιθανότητα ή το ενδεχόμενο για απώλεια, βλάβη ή τραυματισμό.
- Κίνδυνος είναι ο συνδυασμός της πιθανότητας κάποιου γεγονότος με τις αρνητικές συνέπειες που θα προκαλέσει.

Προσαρμοστικότητα έναντι κινδύνων και καταστροφών

- Η Διεθνής Στρατηγική για τη Μείωση των Καταστροφών των Ηνωμένων Εθνών (UN/ISDR) υιοθέτησε επίσης τον όρο προσαρμοστικότητα:
 - *«[...] την ικανότητα ενός συστήματος ή μιας κοινωνίας να ανθίσταται ή να αλλάζει, με σκοπό να αποκτά ένα αποδεκτό επίπεδο δομής και λειτουργίας. Αυτή η ικανότητα εξαρτάται από τον βαθμό στον οποίο το κοινωνικό σύστημα είναι σε θέση να αυτοοργανώνεται και να αυξάνει την ικανότητά του για εκμάθηση και προσαρμογή, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητας ανάκαμψης από καταστροφή».*

Προσαρμοστικότητα έναντι κινδύνων και καταστροφών

- Γενικευμένη είναι η πεποίθηση ότι η προσαρμοστικότητα έναντι κινδύνων και καταστροφών βρίσκεται στον αντίποδα της τρωτότητας.
- Αναφέρεται στις δυνάμεις, στις δεξιότητες, στο αποθεματικό, στους πόρους και στα εφόδια που μπορούν να αξιοποιηθούν για την αντιμετώπιση των αντίξοων συνθηκών που διαμορφώνονται από κινδύνους ή καταστροφές.
- Κατά παράδοξο τρόπο, η προσαρμοστικότητα μπορεί ταυτόχρονα να λειτουργεί ως μονοπάτι επιστροφής στην τρωτότητα ή και σε συνθήκες χειρότερες ακόμη από τις προκαταστροφικές

Τύποι και φορείς προσαρμοστικότητας

- Ένας φορέας σε δράση κατά της τρωτότητας είναι ένα σύστημα ικανό να αλλάξει τη δική του και την τρωτότητα των άλλων και το οποίο γι' αυτόν τον λόγο αναπτύσσει προσαρμοστικότητα.
- Πρόκειται για «ένα σύστημα διαχείρισης της τρωτότητας» που επιθυμεί και επιδιώκει να απαλλαγεί από αυτή την ανεπιθύμητη κατάσταση, επηρεάζοντας μάλιστα ηθελημένα ή άθελα και την τρωτότητα άλλων.
- **Παράδειγμα 1:** Οι μεταποιητικές επιχειρήσεις που καταφεύγουν σε απολύσεις στην προσπάθεια τους να αποκαταστήσουν τα κόστη αποκατάστασής τους μετά από σεισμική καταστροφή (όπως στην περίπτωση των επιχειρήσεων της δυτικής Αθήνας μετά το σεισμικό γεγονός του 1999) είναι στην ουσία φορείς δράσης κατά της τρωτότητάς τους, οι οποίοι καταφέρνουν να μεταφέρουν μέρος αυτής της τρωτότητας στους εργαζόμενους (δηλαδή σε άλλα κοινωνικά υποκείμενα).

Τελικά σχόλια για την προσαρμοστικότητα

- Οι γνώσεις μας για τα συστατικά της προσαρμοστικότητας, το πώς μετράται και το πώς μπορεί να ενισχυθεί, είναι πολύ φτωχές σε σύγκριση βέβαια με το τι γνωρίζουμε για την επικινδυνότητα, τον κίνδυνο, την τρωτότητα.
- Η τοπική προσαρμοστικότητα είναι μια ανθρωποκεντρική αναπτυξιακή προσέγγιση στη διαχείριση της ανακούφισης, της αποκατάστασης και της γενικότερης μείωσης του κινδύνου καταστροφής.
- Ασυμβατότητες μεταξύ βραχυπρόθεσμης και μακροπρόθεσμης προσαρμοστικότητας → μπορεί η βραχυπρόθεσμη να υπονομεύει τη μακροπρόθεσμη προσαρμοστικότητα → είναι δυνατό η διευκόλυνση της γρήγορης αποκατάστασης, με λύσεις εκ του προχείρου και χαμηλής ποιότητας, να μειώνουν τη βραχυπρόθεσμη τρωτότητα, ταυτόχρονα όμως υπάρχει σοβαρό ενδεχόμενο ο προσαρμοστικός φορέας να καθίσταται έτσι ευάλωτος σε απώλειες από μελλοντικές καταστροφές.

**Προσδιορισμός, εκτίμηση και
χαρτογράφηση της
επικινδυνότητας και της έκθεσης**

Προβλήματα σημασιοδότησης του όρου επικινδυνότητα

- Στην αγγλοσαξονική βιβλιογραφία ο όρος hazard συνδέεται με την πιθανότητα εκδήλωσης ενός επικίνδυνου φαινομένου ή και διεργασίας.
- Ωστόσο, συχνά το ίδιο το φαινόμενο ή η διεργασία αποδίδεται επίσης με τον όρο επικινδυνότητα.
- Μια ακόμη δυσκολία συνιστά ότι συχνά ο όρος hazard (επικινδυνότητα) χρησιμοποιείται ως συνώνυμος του όρου risk (κίνδυνος).
- Οι πρώτοι ευρείας αποδοχής ορισμοί προσεγγίζουν την επικινδυνότητα ως *«πιθανότητα να συμβεί ένα εν δυνάμει επιβλαβές φαινόμενο σε μια δεδομένη περιοχή μέσα σε μια ορισμένη χρονική περίοδο»*.

Ορισμοί επικινδυνότητας από διάφορα επιστημονικά πεδία

Φυσικοί κίνδυνοι / Διαχείριση καταστροφών	Γεωγραφία, ανάπτυξη, ανθρωπιστική δράση	Περιβάλλον, χώρος
<ul style="list-style-type: none"> - Επικινδυνότητα είναι η πιθανότητα να συμβεί σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο και δεδομένη περιοχή ένα εν δυνάμει καταστροφικό γεγονός. (UNDRO, 1982) - [...] Η πιθανότητα συμβάντος προερχόμενου από ακραίο φαινόμενο, που μπορεί να προκαλέσει ασοχίες [UNDRO (1991) και Plate (2002), όπως αναφέρεται σε Thywissen (2006)]. - [...] Ένα δυνητικά καταστροφικό φυσικό γεγονός, φαινόμενο ή ανθρώπινη δραστηριότητα που μπορεί να προκαλέσει απώλειες ζωών / τραυματισμούς, καταστροφή περιουσιών, κοινωνική και οικονομική κατάρρευση ή περιβαλλοντική υποβάθμιση (UNISDR, 2004). - [...] Μια ενέργεια ή ένα φαινόμενο που είναι δυνατό να προκαλέσει βλάβη ή άλλες ανεπιθύμητες συνέπειες σε πρόσωπα ή πράγματα [Multihazard Mitigation Council (2002), όπως αναφέρεται σε Thywissen (2006)]. 	<ul style="list-style-type: none"> - [...] Ένα απειλητικό γεγονός ή η πιθανότητα να συμβεί ένα δυνητικά καταστροφικό φαινόμενο σε δεδομένη περίοδο και περιοχή (UNDHA, 1993). - [...] Φυσικές επικινδυνότητες είναι οι διαδικασίες ή τα φαινόμενα που συμβαίνουν στη βιόσφαιρα και μπορεί να εξελιχθούν σε καταστροφικό γεγονός [UNDP (2004), όπως αναφέρεται σε Thywissen (2006)]. - Ένα απειλητικό γεγονός ή η πιθανότητα να συμβεί ένα εν δυνάμει καταστροφικό φαινόμενο σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο και περιοχή [Smith (1992), όπως αναφέρεται σε Beier και Downing (1998)]. - [...] τα φυσικά και κοινωνικά συστήματα αλληλεπιδρούν και παράγουν επικινδυνότητες, η φύση είναι ουδέτερη και το περιβάλλον γίνεται επικίνδυνο μόνο όταν συναντάται με τον άνθρωπο [Burton (1993), όπως αναφέρεται σε Thywissen (2006)]. - [...] Επικινδυνότητες ορίζονται ως οι απειλές σε ένα σύστημα, που εμπεριέχουν διαταράξεις και κατάσταση στρες, και οι επιπτώσεις που συνεπάγονται. Η διατάραξη είναι μια κορύφωση στην ασκούμενη πίεση (π.χ. από έναν κυκλώνα) πέρα από το κανονικό φάσμα μεταβλητότητας εντός του οποίου το σύστημα λειτουργεί [Turner et al. (2003), όπως αναφέρεται σε Thywissen (2006)]. - [...] Σε γενικές γραμμές η επικινδυνότητα είναι ο εξωτερικός παράγοντας του κινδύνου για ένα εκτεθειμένο σύστημα. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ένα απειλητικό γεγονός ή η πιθανότητα να συμβεί εν δυνάμει καταστροφικό φαινόμενο σε δεδομένη χρονική περίοδο και περιοχή (EEA, 2006). - [...] Μία ιδιότητα ή κατάσταση που υπό συγκεκριμένες συνθήκες μπορεί να προκαλέσει βλάβες. Ένα ενδεχόμενο καταστροφικό φυσικό φαινόμενο ή δραστηριότητα, που μπορεί να προκαλέσει απώλειες ζωής, τραυματισμούς, βλάβες σε περιουσίες, διακοπή της κοινωνικής και οικονομικής ζωής ή περιβαλλοντική υποβάθμιση. Οι επικινδυνότητες μπορεί να είναι απλές κατά σειρά ή συνδυασμένες ως προς την αφετηρία και τα αποτελέσματά τους. Χαρακτηρίζονται από τη θέση, την ένταση και την πιθανότητα να εκδηλωθούν (ESPON project 1.3.1, 2006). - [...] Ένα ακραίο γεωφυσικό γεγονός που μπορεί να προκαλέσει καταστροφή. Η λέξη ακραίο σηματοδοτεί σημαντική απόκλιση, θετική ή αρνητική, από μια μέση τιμή ή μια υφιστάμενη τάση. Κρίσιμες μεταβλητές των επικινδυνότητων είναι η θέση, ο χρόνος εκδήλωσης, το μέγεθος και η συχνότητα. Πολλά επικίνδυνα φαινόμενα είναι επαναλαμβανόμενα και προγνώσιμα ως προς τη θέση τους. Οι φυσικές επικινδυνότητες είναι ακραία γεγονότα από τη βιόσφαιρα, τη λιθόσφαιρα ή τη στρατόσφαιρα (Alexander, 2000).

Χαρακτηριστικά και παράμετροι των επικινδυνότητων

- Επιπρόσθετα χαρακτηριστικά των επικινδυνότητων έχουν επίσης σημασία.
- Ως βασικά χαρακτηριστικά θεωρούνται:
 - το μέγεθος, η διάρκεια και η έκταση, που συνδέονται με τον φυσικό μηχανισμό εκδήλωσης της επικινδυνότητας,
 - η συχνότητα και η εποχικότητα, που σχετίζονται με τη χρονική κατανομή του,
 - η θέση και η γεωγραφική διασπορά, που σχετίζονται με τη χωρική κατανομή του, και
 - η ταχύτητα εκδήλωσης της επικινδυνότητας.

Χαρακτηριστικά και παράμετροι των επικινδυνοτήτων

- **Μέγεθος**
- ❖ Μέγεθος είναι το μέτρο της σφοδρότητας ή δύναμης ενός φαινομένου → όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος τόσο μεγαλύτερες είναι οι αναμενόμενες επιπτώσεις.
- ❖ Υπάρχουν διάφορα μέτρα μέτρησης του μεγέθους που ποικίλλουν αντίστοιχα με τις επικινδυνότητες.
- ❖ Το μέτρο του μεγέθους μιας επικινδυνότητας επιτρέπει συγκρίσεις στον χώρο και στον χρόνο ως προς αυτήν, αλλά δεν επιτρέπει συγκρίσεις ως προς τις επιπτώσεις που έχει.
- ❖ **Παράδειγμα** → μια μικρού ύψους πλημμύρα, που όμως καταλαμβάνει μεγάλη έκταση, μπορεί να έχει μεγαλύτερες επιπτώσεις από μια μεγάλη ύψους πλημμύρα που περιορίζεται σε μικρή έκταση.

Χαρακτηριστικά και παράμετροι των επικινδυνότητων

- Μέγεθος
 - ❖ Για την εκτίμηση των επιπτώσεων της πλημμύρας, το καθοριστικό μέγεθος είναι η μέγιστη στάθμη της επιφάνειας του ύδατος. Άλλο σημαντικό μέγεθος είναι η ταχύτητα των υδάτων.
 - ❖ Για την ξηρασία στις ΗΠΑ χρησιμοποιείται ο Δείκτης Σφοδρότητας Ξηρασίας Palmer (PDSI). Ο δείκτης PDSI προκύπτει από τον συνδυασμό δεδομένων βροχής και θερμοκρασίας προκειμένου να προσδιοριστεί η ξηρασία. Χρησιμοποιεί τον βαθμό 0 για την κανονική κατάσταση. Ενδεικτικά, ο βαθμός -4 εκφράζει μια ακραία ξηρασία, και ο βαθμός -2 μια μέτρια.

Χαρακτηριστικά και παράμετροι των επικινδυνοτήτων

- **Διάρκεια**
 - ❖ Η διάρκεια αναφέρεται στο χρονικό διάστημα κατά το οποίο ένα επικίνδυνο φαινόμενο εμμένει. Ένας σεισμός διαρκεί μερικά δευτερόλεπτα.
 - ❖ Ο παγετός μπορεί να έχει επιπτώσεις, αν διαρκέσει μερικές ώρες.
 - ❖ Η ομίχλη διαρκεί μερικές ημέρες.
 - ❖ Μια πλημμύρα μπορεί να διαρκέσει μερικές εβδομάδες, ενώ η ξηρασία μπορεί να διαρκέσει μερικά χρόνια.

Χαρακτηριστικά και παράμετροι των επικινδυνοτήτων

- **Συχνότητα**
- ❖ Η συχνότητα υποδηλώνει πόσο συχνά αναμένεται ένα συμβάν ορισμένου μεγέθους ή έντασης.
- ❖ Αυτό μπορεί να εκφραστεί με όρους όπως «συχνό» ή «σπάνιο» ή με ποσοτικούς όρους όπως με την «περίοδο επαναφοράς».
- ❖ Η περίοδος επαναφοράς εκφράζει, σε όρους στατιστικής, το χρονικό διάστημα που αναμένεται να περάσει έως ότου εκδηλωθεί και πάλι ένα συμβάν ίσου η μεγαλύτερου μεγέθους.
- ❖ Προσδιορίζεται με βάση ιστορικά δεδομένα που έχουν καταγραφεί, ενσωματώνοντας αυτή την πληροφορία σε μοντέλα πρόβλεψης.

Χαρακτηριστικά και παράμετροι των επικινδυνότητων

- **Χρονική διασπορά**
 - ❖ Η χρονική διασπορά αναφέρεται στη χρονική αλληλουχία με την οποία εκδηλώνεται το φαινόμενο.
 - ❖ Οι κυκλώνες π.χ. είναι περιοδικοί και εποχικοί, ενώ οι μεγάλοι σεισμοί κατά κανόνα συμβαίνουν πολύ αραιά στον χρόνο.
- **Εποχικότητα**
 - ❖ Δεν είναι εντελώς ανεξάρτητη από τα παραπάνω, ωστόσο η εποχικότητα έχει να κάνει με την παρατήρηση ότι κάποιοι κίνδυνοι εκδηλώνονται συνήθως μια συγκεκριμένη εποχή.
 - ❖ Οι δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα συμβαίνουν τους καλοκαιρινούς μήνες, και οι χιονοπτώσεις τον χειμώνα. Κατά κανόνα, οι κίνδυνοι αυτοί συνδέονται με τον καιρό.
 - ❖ Η εποχικότητα εκτιμάται με παρατήρηση των φαινομένων που εκδηλώνονται σε μια περιοχή, καθώς και με εξέταση των ιστορικών δεδομένων.

Χαρακτηριστικά και παράμετροι των επικινδυνότητων

- Έκταση
 - ❖ Η έκταση αναφέρεται στη γεωγραφική περιοχή που επηρεάζει το φαινόμενο.
 - ❖ Ένας ανεμοστρόβιλος επηρεάζει μια στενή βραχεία διαδρομή, ενώ η ξηρασία μπορεί να εκδηλώνεται σε χιλιάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα.
- Γεωγραφική διασπορά
 - ❖ Αναφέρεται στην κατανομή του φαινομένου στον χώρο.
 - ❖ Οι ξηρασίες και οι καύσωνες παρουσιάζουν συνήθως μεγάλη διασπορά, ενώ οι πλημμύρες, οι χιονοστιβάδες και η εδαφική διάβρωση μπορεί να οριοθετηθούν στον χώρο με μεγαλύτερη ακρίβεια.
 - ❖ Οι κατολισθήσεις συμβαίνουν σε εδάφη με μεγάλες κλίσεις.
 - ❖ Οι σεισμοί και τα ηφαίστεια συγκεντρώνονται περισσότερο στα όρια των τεκτονικών πλακών.

Μέθοδοι, τεχνικές και εργαλεία εκτίμησης της επικινδυνότητας

Σεισμική επικινδυνότητα



Εικόνα 3.2 Βλάβες στο σιδηροδρομικό δίκτυο από σεισμό ($M=9,2$) στην Αλάσκα στις 27/03/1964

[Πηγή: ΟΑΣΠ, 2009]

Η παραμόρφωση των σιδηροτροχιών που εμφανίζεται στη φωτογραφία είναι ένα μέτρο της εδαφικής κίνησης κατά τη διάρκεια του σεισμού.



Εικόνα 3.3 Εκτεταμένες ρευστοποιήσεις εδαφών στο λιμάνι του Kobe από τον σεισμό ($M=7,2$) στο Hanshin – Kobe (Ιαπωνία, 1995)

[Πηγή: ΟΑΣΠ, 2009]

Ρευστοποίηση εδαφών ενδέχεται να συμβεί όταν δονούνται χαλαροί, λεπτόκοκκοι ιζηματογενείς σχηματισμοί που περιέχουν σημαντική ποσότητα νερού. Τότε χάνουν τη διατμητική τους αντοχή και αποκτούν παροδικά τη συμπεριφορά βαρέος ρευστού. Ως συνέπεια, οι κατασκευές που στηρίζονται σε αυτούς βυθίζονται, ανατρέπονται ή καταρρέουν.

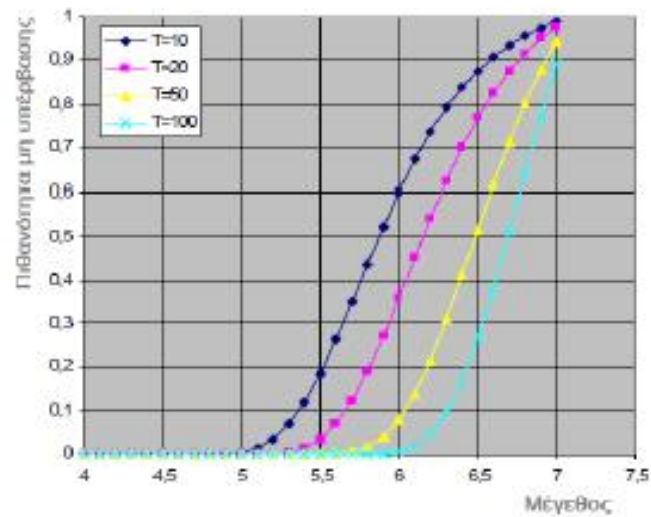
Σεισμική επικινδυνότητα

- Ως σεισμική επικινδυνότητα ορίζεται η πιθανότητα κάποια παράμετρος της εδαφικής κίνησης να υπερβεί μια ορισμένη τιμή σε μια θέση ή περιοχή, μέσα σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα.
- Η εδαφική παράμετρος μπορεί να είναι η εδαφική επιτάχυνση, η εδαφική ταχύτητα, η εδαφική μετατόπιση, η ένταση, η διάρκεια κ.λπ.
- Ως μέτρο σεισμικής επικινδυνότητας μπορεί να οριστεί η πιθανότητα κάποια εδαφική παράμετρος να υπερβεί ένα προκαθορισμένο όριο, π.χ. η πιθανότητα η σεισμική επιτάχυνση να υπερβεί την τιμή 0,5 g.
- Επίσης, θα μπορούσε να οριστεί ως η τιμή μιας εδαφικής παραμέτρου η οποία έχει συγκεκριμένη πιθανότητα να ξεπεραστεί (ή όχι), π.χ. η τιμή της σεισμικής επιτάχυνσης που έχει 90% πιθανότητα να μην ξεπεραστεί (10% να ξεπεραστεί) τα επόμενα X χρόνια (π.χ. 50 χρόνια).

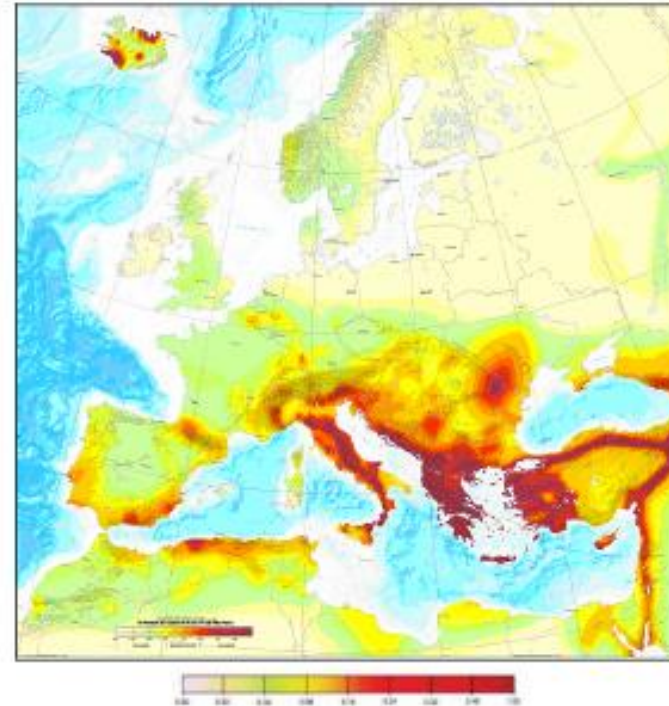
Σεισμική επικινδυνότητα

- Οι σχετικές μέθοδοι ταξινομούνται σε δύο ευρείες κατηγορίες:
 - ❖ μεθοδολογίες αιτιοκρατικού υπολογισμού και
 - ❖ μεθοδολογίες πιθανολογικού υπολογισμού.
- Οι μεθοδολογίες αιτιοκρατικού υπολογισμού χρησιμοποιούν διακριτές τιμές ή μοντέλα για να εκφράσουν τη σεισμική επικινδυνότητα σε μια θέση.
- Οι μεθοδολογίες πιθανολογικού υπολογισμού βασίζονται σε μοντέλα που εισάγουν στις αναλύσεις την πιθανότητα να συμβεί ένα σεισμικό γεγονός.

Σεισμική επικινδυνότητα



Εικόνα 3.4 Ενδεικτικές καμπύλες πιθανότητας μη υπέρβασης μεγέθους για περίοδο επανάληψης σεισμού 10, 20, 50 και 100 χρόνια

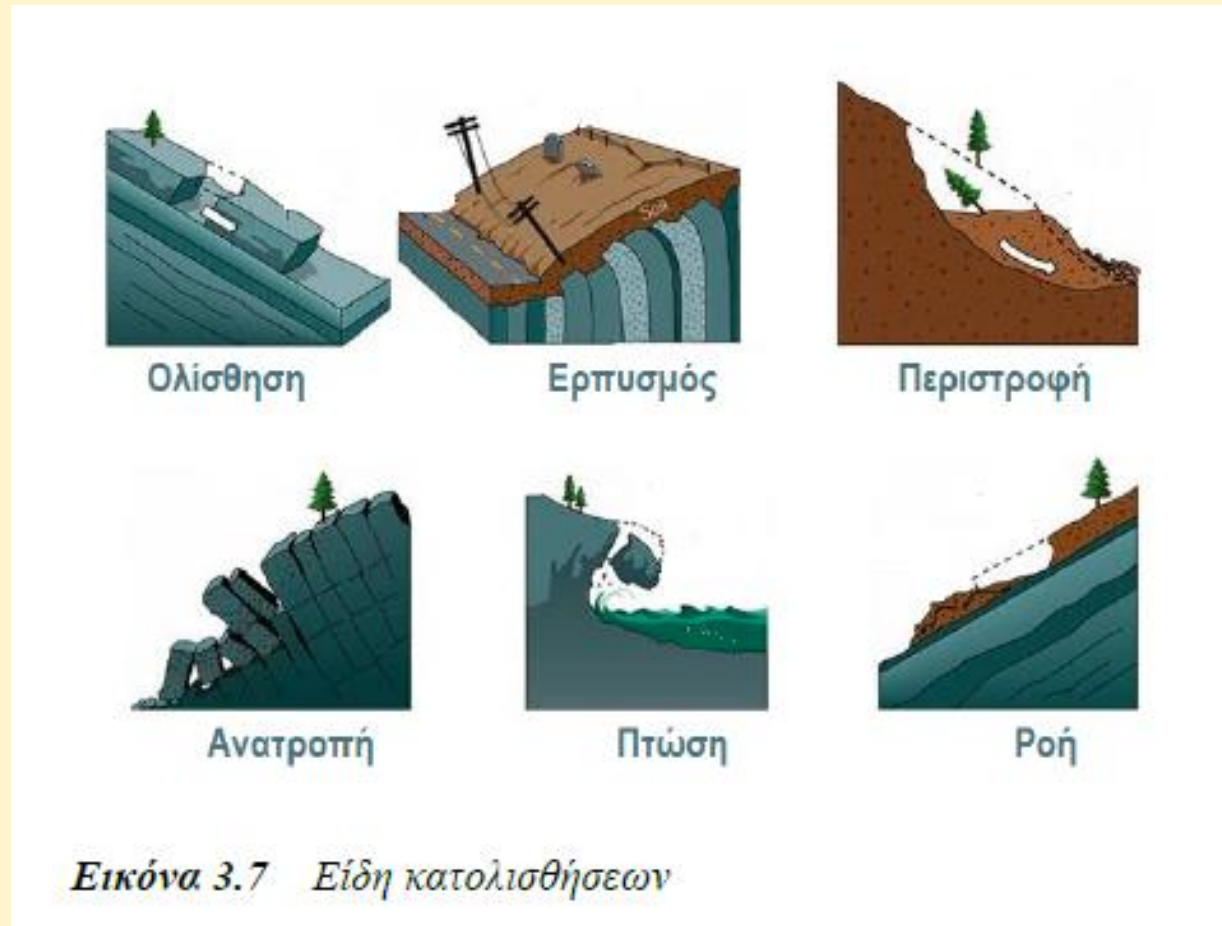


Εικόνα 3.5 Το μοντέλο επικινδυνότητας ESC-SESAME: Χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας για την περιοχή της Ευρω-Μεσογείου για μέγιστη εδαφική επιτάχυνση (g) με 10% πιθανότητα υπέρβασης τα επόμενα 50 χρόνια για καλές εδαφικές συνθήκες

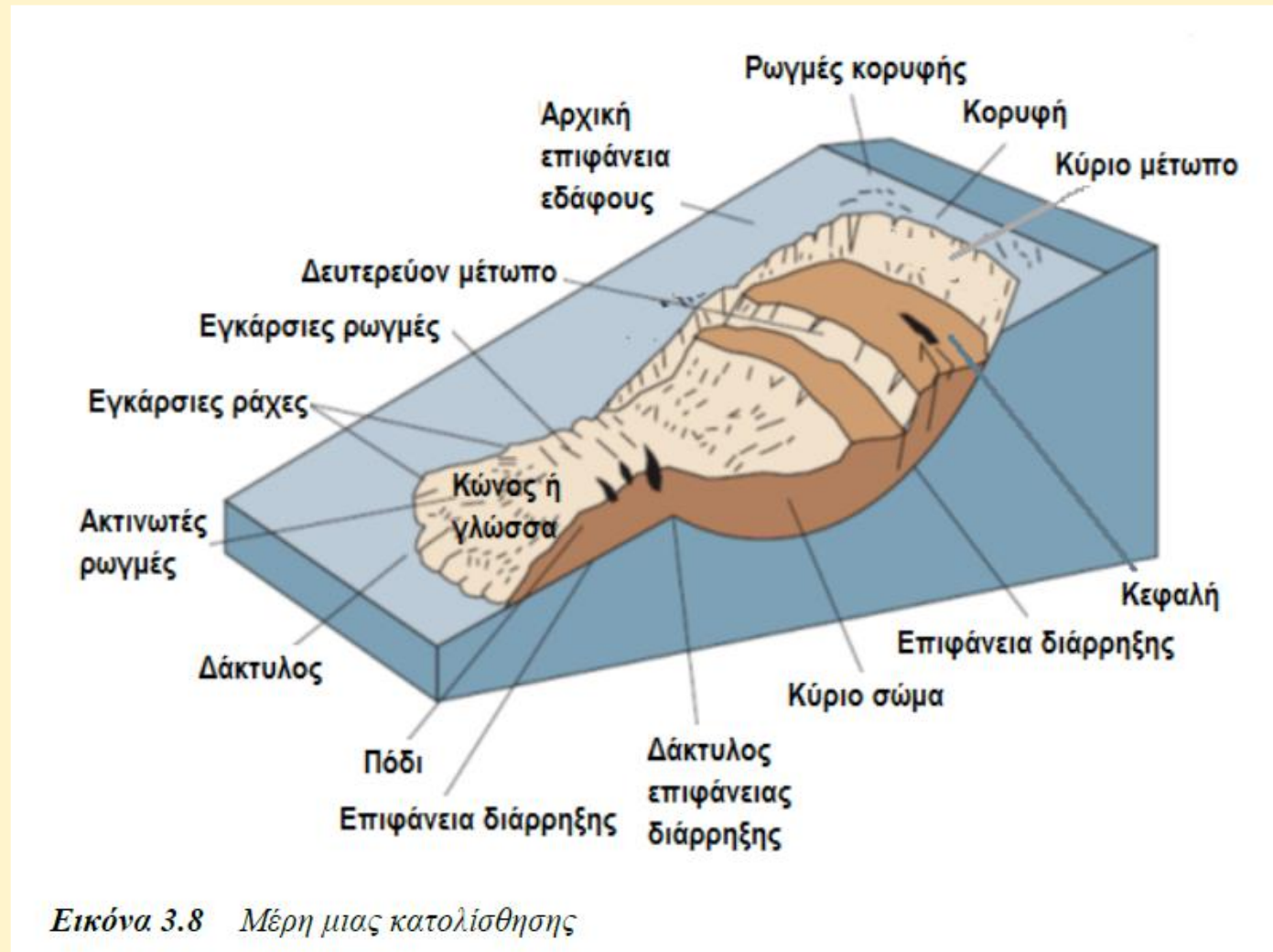
Κατολισθητική επικινδυνότητα

- Κατολίσθηση → μία κίνηση πετρωμάτων από την υψηλότερη θέση ενός πρανούς προς τη χαμηλότερη υπό την επίδραση της βαρύτητας· είναι δηλαδή το φαινόμενο της διατάραξης της ισορροπίας μιας μάζας εδάφους ή βράχου.
- Κατολίσθηση → μία προς τα κάτω κίνηση ενός τμήματος βραχομάζας ή χαλαρών υλικών, κατά μήκος μιας εδαφικής επιφάνειας πρανούς ή κατά μήκος πολλών επιφανειών.
- Κατολίσθηση → ο όγκος των εδαφών που αστόχησαν ή οι αποθέσεις της κατολίσθησης.
- Το υλικό μιας κατολίσθησης μπορεί να μετακινηθεί λόγω πτώσης, ανατροπής, διασποράς, ολίσθησης ή ροής.

Κατολισθητική επικινδυνότητα



Κατολισθητική επικινδυνότητα

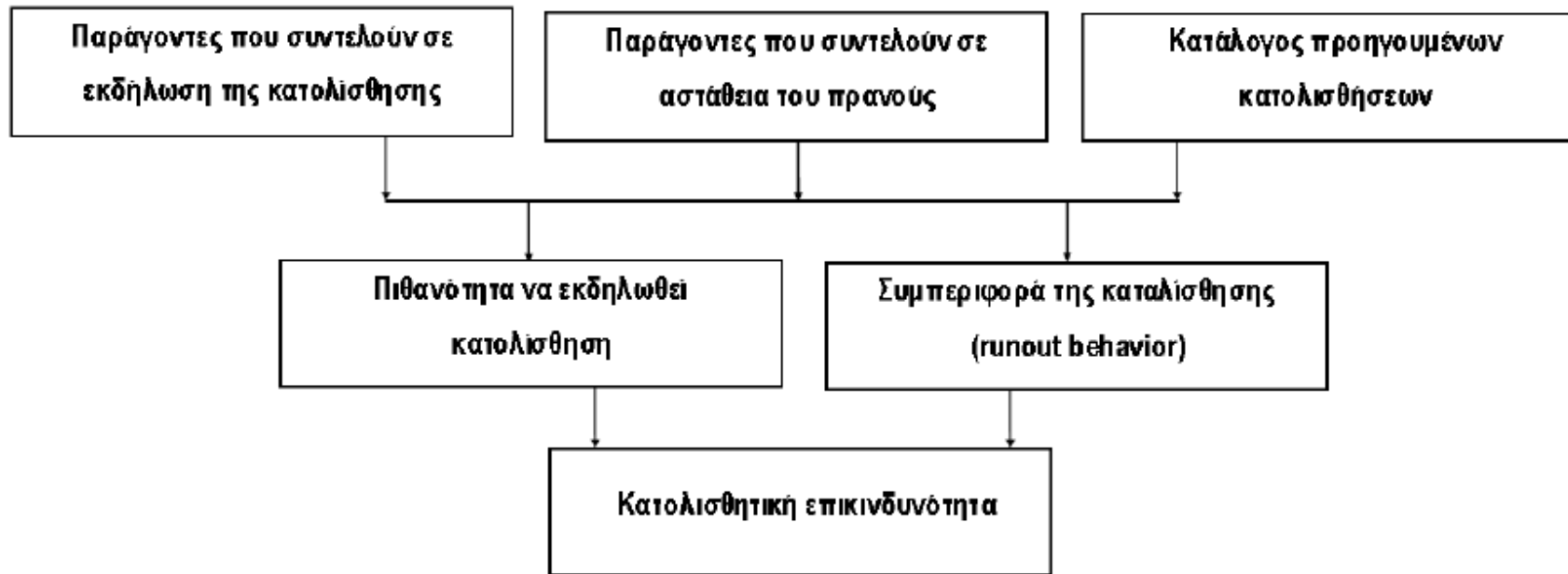


Κατολισθητική επικινδυνότητα

Πίνακας 3.4 Παράγοντες που μπορεί να αποτελέσουν το έναυσμα κατολίσθησης

Από άλλα επικίνδυνα φαινόμενα	Ανθρωπογενείς παράγοντες
Σεισμοί Πλημμύρες Δασικές πυρκαγιές και συνακόλουθη καταστροφή της βλάστησης Ηφαίστεια Έντονη βροχόπτωση	Αλλαγές στην επιφανειακή βλάστηση Χωματινά φράγματα Εκσκαφές και εξόρυξη Άρδευση Κατασκευή υποδομών Εδαφικές αποθέσεις

Κατολισθητική επικινδυνότητα

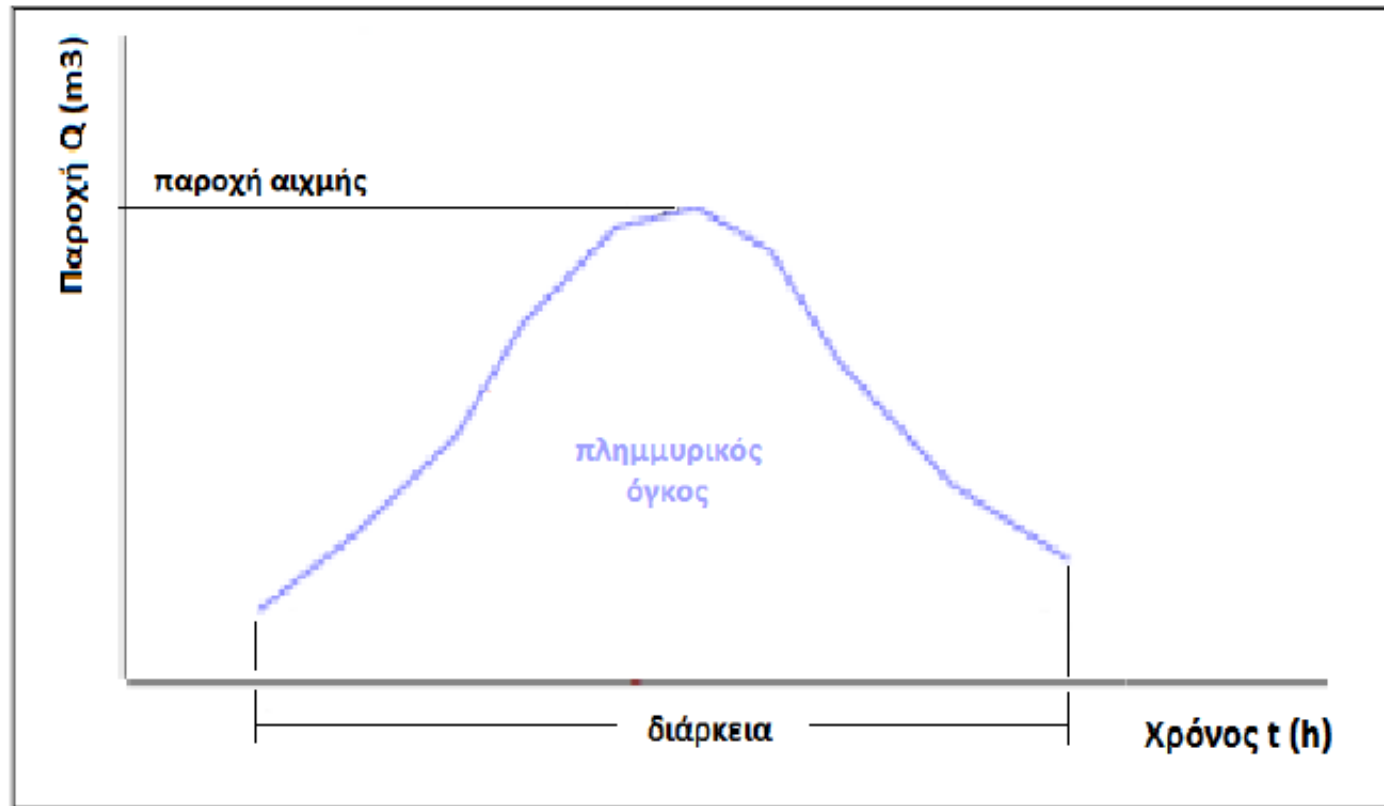


Εικόνα 3.13 Μεθοδολογία εκτίμησης κατολισθητικής επικινδυνότητας

Πλημμυρική **ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ**

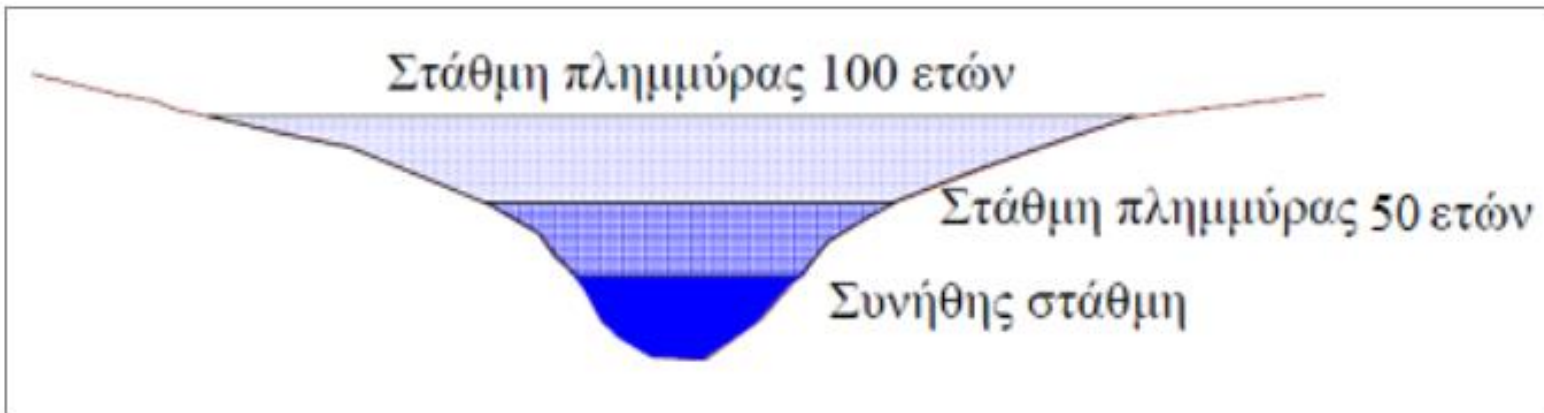
- Πλημμύρα → η ανεξέλεγκτη κατάκλιση από νερό μιας περιοχής η οποία, υπό συνήθεις συνθήκες, δεν καλύπτεται από νερό.
- Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται: ποτάμιες πλημμύρες, αιφνίδιες πλημμύρες (flash floods), παράκτιες πλημμύρες.
- Οι πλημμύρες, ανάλογα με τον αρχικό υποδοχέα του νερού, κατηγοριοποιούνται σε ποτάμιες (ή υδατορέματος), παράκτιες κ.ά.
- Κατηγοριοποιούνται, επίσης, με βάση την ταχύτητα εκδήλωσής τους σε αιφνίδιες και κανονικές.

Πλημμυρική επικινδυνότητα



Εικόνα 3.18 Χαρακτηριστικά μεγέθη πλημμύρας υδατορέματος

Πλημμυρική επικινδυνότητα



Εικόνα 3.19 Σχηματική απεικόνιση στάθμης πλημμύρας

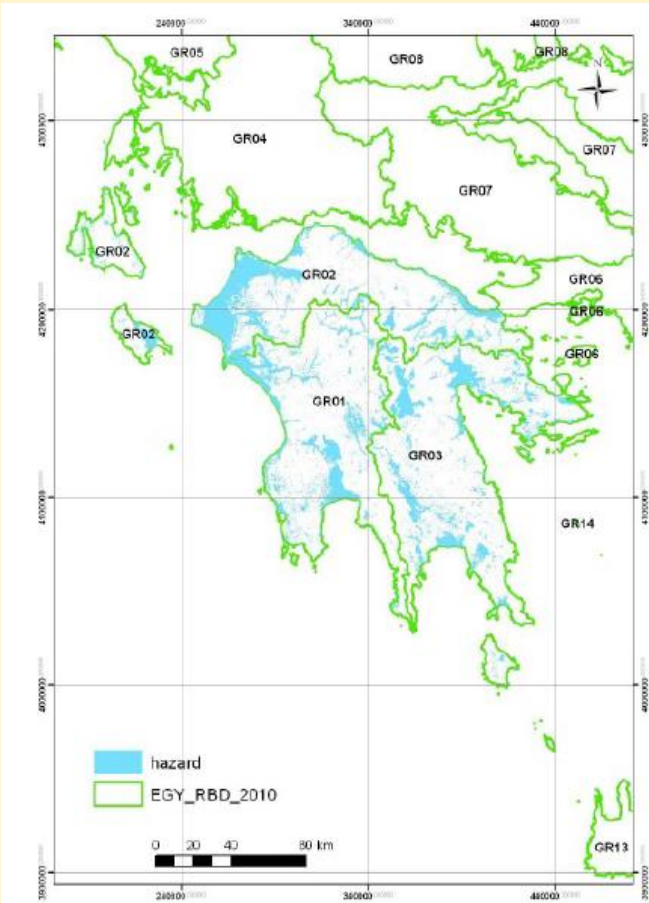
Πλημμυρική επικινδυνότητα

- Η πιθανότητα αυτή συχνά εκφράζεται ως περίοδος επανάληψης ή επαναφοράς (T), π.χ. πλημμύρα 100 ετών.
- Η περίοδος επαναφοράς T καθορίζεται από την κατανομή πιθανοτήτων της πλημμυρικής παροχής, δηλαδή τη σχέση συχνότητας-μεγέθους.
- Οι μεγάλες πλημμύρες είναι σπάνιες, και επομένως σε μια περιοχή υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να συμβεί μια πλημμύρα 50 ετών από μια πλημμύρα 100 ετών.

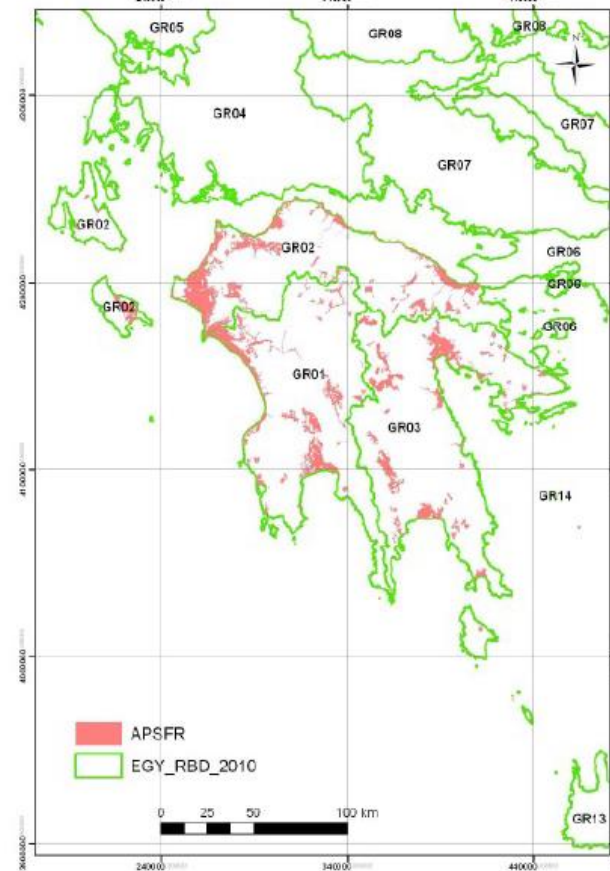
Πλημμυρική επικινδυνότητα

- Ακόμη και αν έγινε εφέτος η πλημμύρα των «εκατό ετών», η πιθανότητα να μην συμβεί πλημμύρα τα επόμενα 99 χρόνια δεν είναι 0, αλλά $e^{(-99/100)} \approx 0,37$ (37%).
- Αφού πρόκειται για μια τυχαία διαδικασία εμφάνισης γεγονότων – τύπου Poisson– με ρυθμό εμφάνισης $\lambda=1/100$, η πιθανότητα να μην συμβεί το γεγονός σε μια περίοδο τ είναι ίση με την αντίστοιχη συμπληρωματική συνάρτηση κατανομής πιθανότητας, $e^{-\lambda\tau}$.
- Επομένως, υπάρχει περίπου 63% πιθανότητα μίας τουλάχιστον καταστροφικής πλημμύρας με $T = 100$ έτη τα επόμενα 100 έτη.

Πλημμυρική επικινδυνότητα



Εικόνα 3.22 Περιοχές όπου εκτιμάται πιθανόν να σημειωθεί πλημμύρα στα υδατικά διαμερίσματα GR01, GR02, GR03.



Εικόνα 3.23 Περιοχές με δυνητικά σημαντικό κίνδυνο πλημμύρας στα υδατικά διαμερίσματα GR01, GR02, GR03

Επικινδυνότητα δασικής πυρκαγιάς

- Η φωτιά ως φαινόμενο εξαρτάται από τρεις βασικούς παράγοντες που συνιστούν το λεγόμενο «τρίγωνο της φωτιάς»: τη θερμότητα, την παρουσία οξυγόνου, την καύσιμη ύλη (ποσότητα, είδος, υγρασία).



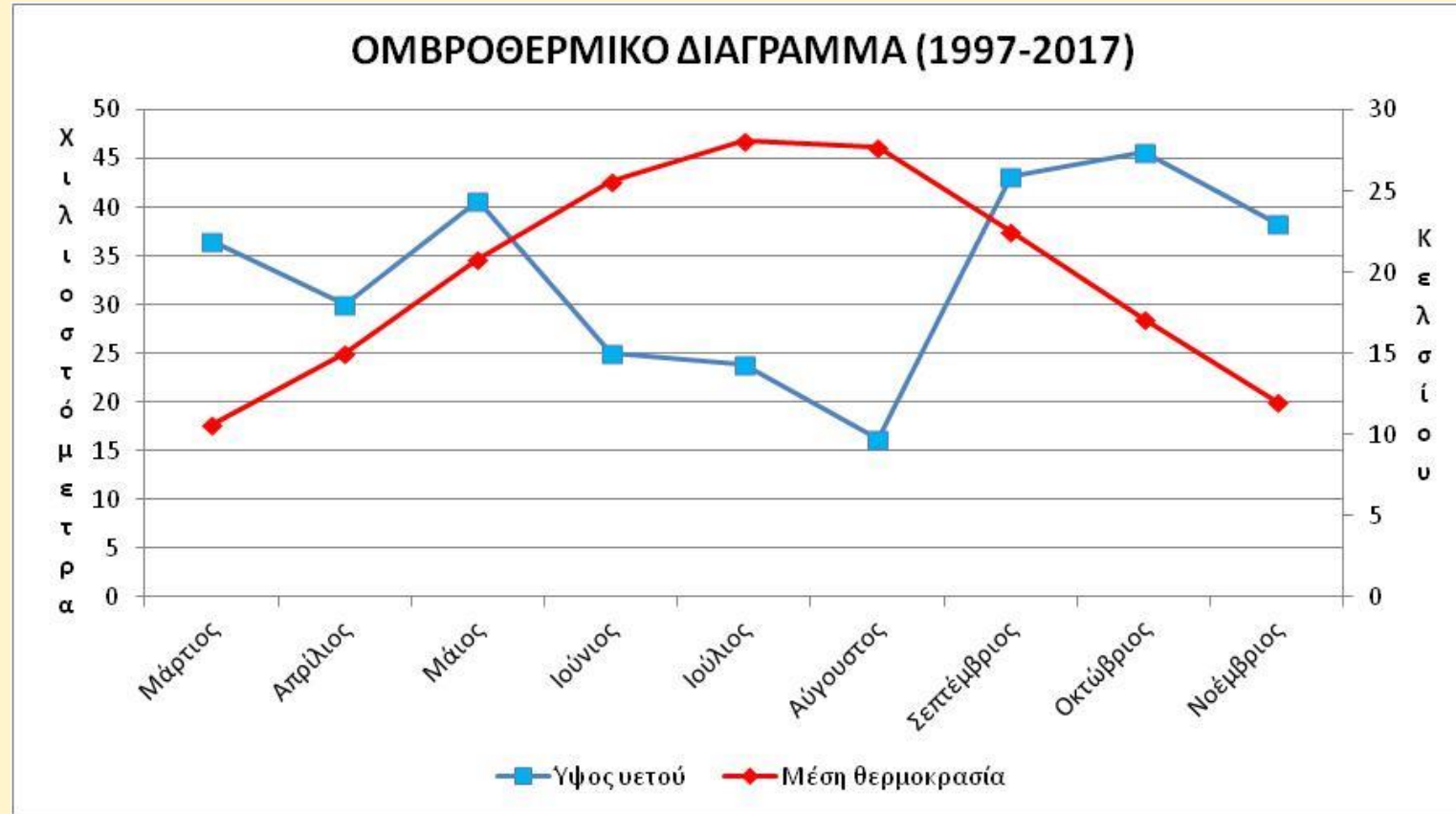
Επικινδυνότητα δασικής πυρκαγιάς

- Για τον περιορισμό ή εξάλειψη της φωτιάς πρέπει να εκλείψει τουλάχιστον ένας από τους τρεις παράγοντες, δηλαδή:
 - ❖ Να σταματήσει η ύπαρξη οξυγόνου (όπως συνήθως επιδιώκεται σε αστικές πυρκαγιές με τη χρήση αφρού),
 - ❖ Να μειωθεί η θερμοκρασία (όπως επιδιώκεται με τη χρήση νερού) ή
 - ❖ Να απομακρυνθεί η καύσιμη ύλη (όπως συχνά επιδιώκεται στις δασικές πυρκαγιές, με το κόψιμο και την απομάκρυνση της βλάστησης).

Επικινδυνότητα δασικής πυρκαγιάς

- **Μετεωρολογικοί παράγοντες:**
 - ❖ Η βροχή, η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και ο άνεμος επιδρούν σε σημαντικό βαθμό στην έναρξη και διάδοση των φυσικών πυρκαγιών.
 - ❖ Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του αέρα που περιβάλλει την καύσιμη ύλη, τόσο ταχύτερος είναι ο ρυθμός εξάτμισης της υγρασίας των καύσιμων υλικών.
 - ❖ Η μεταβολή της σχετικής υγρασίας του αέρα είναι αντίστροφη της μεταβολής της θερμοκρασίας → Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του αέρα, μειώνεται η ικανότητά του να συγκρατεί υδρατμούς.
 - ❖ Η βροχή, το χιόνι, το χαλάζι μεταφέρουν τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας στο έδαφος, και αυξάνουν την υγρασία που περιέχεται στα καύσιμα υλικά.

Επικινδυνότητα δασικής πυρκαγιάς



Επικινδυνότητα δασικής πυρκαγιάς

Πίνακας 3.5 Τα επίπεδα κινδύνου που αντιστοιχούν στον Δείκτη Κίνδυνου Πυρκαγιάς

Κατηγορία Κινδύνου 1 (Χαμηλή)	Ο κίνδυνος είναι χαμηλός. Η πιθανότητα για εκδήλωση πυρκαγιάς δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή. Εάν εκδηλωθεί πυρκαγιά, οι συνθήκες (κατάσταση καύσιμης ύλης, μετεωρολογικές συνθήκες) δεν θα ευνοήσουν τη γρήγορη εξέλιξή της.
Κατηγορία Κινδύνου 2 (Μέση)	Ο κίνδυνος είναι συνήθης για τη θερινή περίοδο. Πυρκαγιές που ενδέχεται να εκδηλωθούν αναμένεται να είναι μέσης δυσκολίας στην αντιμετώπισή τους.
Κατηγορία Κινδύνου 3 (Υψηλή)	Ο κίνδυνος είναι υψηλός. Είναι πιθανό να εκδηλωθεί αυξημένος αριθμός πυρκαγιών, αρκετές από τις οποίες θα είναι δύσκολο να αντιμετωπιστούν όταν οι τοπικές συνθήκες είναι ευνοϊκές (μορφολογία εδάφους, τοπικοί άνεμοι).
Κατηγορία Κινδύνου 4 (Πολύ Υψηλή)	Ο κίνδυνος είναι ιδιαίτερα υψηλός. Ο αριθμός των πυρκαγιών που αναμένεται να εκδηλωθούν πιθανόν να είναι μεγάλος αλλά, το κυριότερο, κάθε πυρκαγιά μπορεί να λάβει μεγάλες διαστάσεις αν ξεφύγει από την αρχική προσβολή.
Κατηγορία Κινδύνου 5 (Κατάσταση ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ)	Ο κίνδυνος είναι ακραίος. Ο αριθμός των πυρκαγιών που αναμένεται να εκδηλωθούν πιθανόν να είναι πολύ μεγάλος. Όλες οι πυρκαγιές που ενδέχεται να εκδηλωθούν μπορεί να λάβουν γρήγορα μεγάλες διαστάσεις και να αναπτύξουν ακραία συμπεριφορά αμέσως μετά την εκδήλωσή τους. Μέχρι να μεταβληθούν οι συνθήκες, η δυσκολία ελέγχου αναμένεται να είναι πολύ μεγάλη.

Τεχνολογικά ατυχήματα και ατυχήματα μεταφοράς

- Η διαρροή μπορεί να οφείλεται σε δυσλειτουργίες, όπως αύξηση της θερμοκρασίας και της πίεσης ή αποκλίσεις από τις κανονικές διαδικασίες λόγω λαθών ή παραλείψεων ή δολιοφθοράς.
- Τα τεχνολογικά ατυχήματα μπορεί να έχουν ως έναυσμα φυσικά φαινόμενα, όπως σεισμοί, τσουνάμι, πλημμύρες ή ακραίες θερμοκρασίες.
- Στην περίπτωση που το ατύχημα έχει ως έναυσμα ένα φυσικό φαινόμενο, αποκαλείται NATECH, από τη σύνθεση των λέξεων «NAtural» και «TECHnological»

Τεχνολογικά ατυχήματα και ατυχήματα μεταφοράς

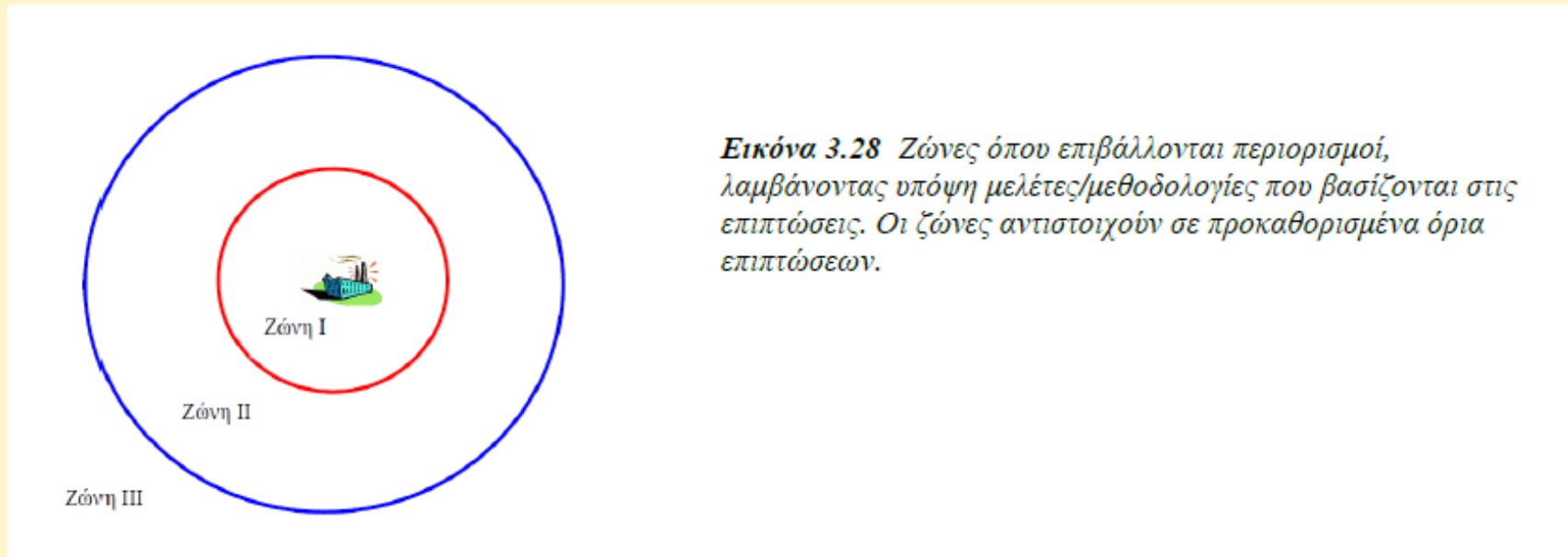
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΑΤΥΧΗΜΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ		ΑΙΤΙΑ ΠΡΟΚΛΗΣΗΣ	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ Ή ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
<p>Διαρροή – διαφυγή επικίνδυνων ουσιών (τοξικών, οξειδωτικών, εκρηκτικών, εύφλεκτων) επικίνδυνων για το περιβάλλον</p> <p>Πυρκαγιά σε εγκαταστάσεις</p>	<p>Σε μέσο μεταφοράς (σιδηροδρομικό, οδικό, θαλάσσιο, αεροπορικό)</p>	<p>Ατύχημα – βλάβη</p> <p>Φωτιά</p> <p>Τρομοκρατική ενέργεια</p>	<p>Φωτιά</p> <p>Έκρηξη</p> <p>Ρύπανση περιβάλλοντος λόγω μεταφοράς τοξικών ρύπων</p>	<p>Ρύπανση περιβάλλοντος – ανθρώπων – ζώων – αγαθών</p> <p>Διατάραξη οικολογικής ισορροπίας</p> <p>Επιπτώσεις στην υγεία ανθρώπων και ζώων</p> <p>Νεκροί, ασθενείς, τραυματίες</p> <p>Κίνδυνος για πολιτιστικά αγαθά</p> <p>Υλικές ζημιές</p> <p>Έμμεσες οικονομικές</p> <p>Πυρκαγιές</p>
	<p>Σε εγκατάσταση παραγωγής, αποθήκευσης, διανομής, διακίνησης και εξόρυξης επικίνδυνων ουσιών</p>			

Τεχνολογικά ατυχήματα και ατυχήματα μεταφοράς



Εικόνα 3.27 Πρόκληση πετρελαιοκηλίδας ως συνέπεια του τυφώνα Katrina στις ΗΠΑ

Τεχνολογικά ατυχήματα και ατυχήματα μεταφοράς



Εικόνα 3.28 Ζώνες όπου επιβάλλονται περιορισμοί, λαμβάνοντας υπόψη μελέτες/μεθοδολογίες που βασίζονται στις επιπτώσεις. Οι ζώνες αντιστοιχούν σε προκαθορισμένα όρια επιπτώσεων.

Τεχνολογικά ατυχήματα και ατυχήματα μεταφοράς

Πίνακας 3.7 Ζώνες προστασίας από τεχνολογικά ατυχήματα μεγάλης έκτασης

[Πηγή: Σέμπος, 2011]

Ζώνες προστασίας	Τοξικές ουσίες (mg/m³)	Θερμική ακτινοβολία Δόση (TDU)	Ωστικό κύμα Υπερπίεση (mbar)
Ζώνη I Προστασίας Δυνάμεων Καταστολής	LC50	1500	350
Ζώνη II Προστασίας Πληθυσμού (Σοβαρές επιπτώσεις)	LCI	450	140
Ζώνη III Προστασίας Πληθυσμού (Μέτριες επιπτώσεις)	IDLH	170	50

Τεχνολογικά ατυχήματα και ατυχήματα μεταφοράς

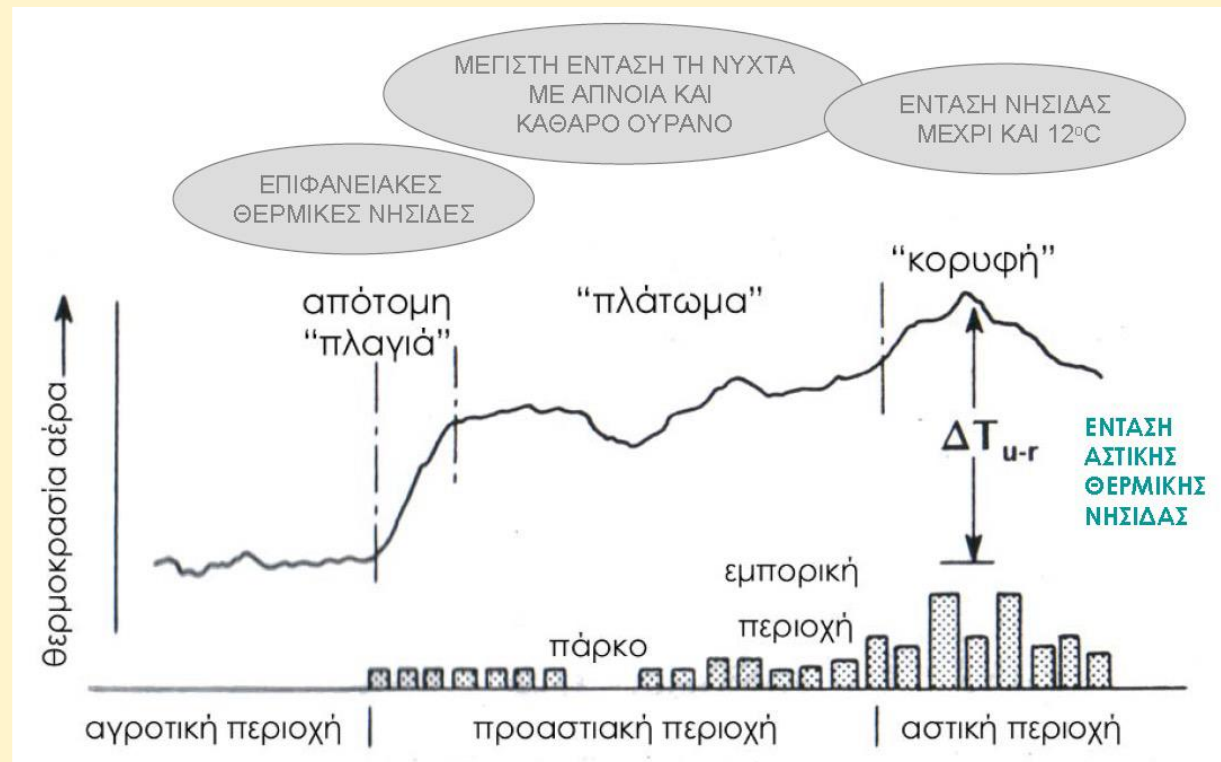
- Εκτίμηση επιπτώσεων → δύο μεγάλες κατηγορίες μεθοδολογιών: οι ντετερμινιστικές και οι πιθανολογικές.
- **Ντετερμινιστικές** → μεθοδολογίες που εστιάζουν στην εκτίμηση των επιπτώσεων των ατυχημάτων που βάσιμα ενδέχεται να συμβούν, χωρίς ποσοτική εκτίμηση της συχνότητάς τους ή της πιθανότητας να συμβούν αυτά.
- Η εκτίμηση των επιπτώσεων βασίζεται σε έναν προκαθορισμένο αριθμό εφικτών σεναρίων που οδηγούν σε ατύχημα χωρίς να υπολογίζεται αναλυτικά η πιθανότητα εκδήλωσης του κάθε σεναρίου, υποδεικνύει δε την περιοχή εντός της οποίας εκτιμάται ότι θα υπάρξουν επιπτώσεις (όπως θάνατοι ή σοβαροί τραυματισμοί) εξαιτίας των σεναρίων που εξετάζονται.
- **Πιθανολογικές** → μεθοδολογίες που εξετάζουν την πιθανότητα να συμβεί κάποιο σενάριο ατυχήματος και υποδεικνύουν την περιοχή εντός της οποίας υπάρχει πιθανότητα ενός ορισμένου επιπέδου τραυματισμών ή θανάτων, όπως αυτή προκύπτει από την ανάλυση μεγάλου αριθμού πιθανών σεναρίων.

Επικινδυνότητα σε κύματα καύσωνα – Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας

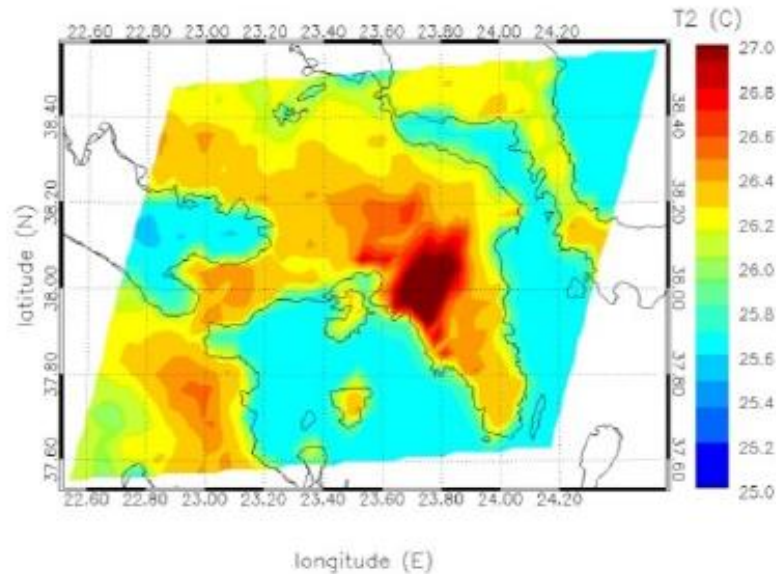
- Τέτοιοι παράγοντες είναι η γεωγραφική θέση, το τοπογραφικό ανάγλυφο, οι κλιματολογικές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής, η αστική μορφολογία, το αστικό πράσινο.
- Επίδραση έχουν, ακόμη, ανθρωπογενείς πηγές ενέργειας, όπως αυτές που προέρχονται από τις μεταφορές, τη βιομηχανία και τον κλιματισμό των κτηρίων.
- Επιπρόσθετα, οι μικροκλιματικές συνθήκες στις αστικές περιοχές εξαρτώνται από την αστική μορφολογία, δηλαδή την τρισδιάστατη μορφή των κτηριακών συγκροτημάτων και των ανοικτών χώρων που αυτά δημιουργούν, επειδή επηρεάζονται σημαντικά η σκίαση και η ροή του ατμοσφαιρικού αέρα ανάμεσα στα κτήρια.

Επικινδυνότητα σε κύματα καύσωνα – Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας

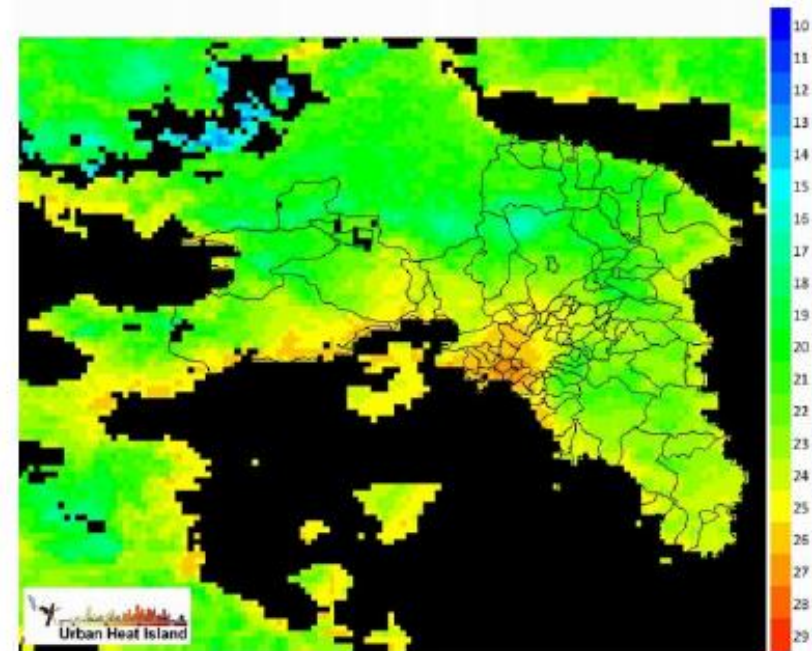
- Η μέτρηση και αποτύπωση του φαινομένου της θερμικής νησίδας παρουσιάζει προκλήσεις που έχουν σχέση με τη χωρική κατανομή του και τη χρονική του διάρκεια.
- Ως ένταση του φαινομένου της θερμικής νησίδας νοείται η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του κέντρου της πόλης και της ανοικτής υπαίθρου.



Επικινδυνότητα σε κύματα καύσωνα – Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας



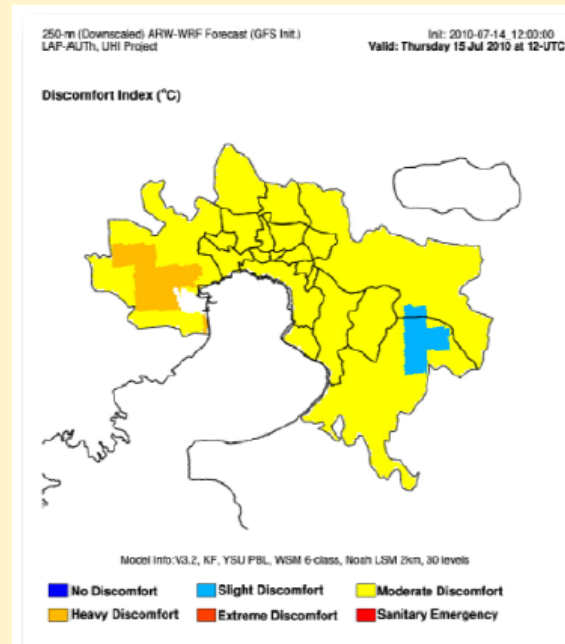
Εικόνα 3.34 Μέση εποχιακή θερμοκρασία αέρος σε ύψος 2 m στην Αθήνα κατά την περίοδο Μαΐου-Σεπτεμβρίου 2008 (ανάλυση χάρτη 250 m)



Εικόνα 3.35 Θερμοκρασία εδάφους των αστικών και περιαστικών περιοχών σε εικόνες χαμηλής χωρικής ανάλυσης στην Αθήνα στις 23/08/2006, ώρα 20:35 UTC (ανάλυση χάρτη 1 km)

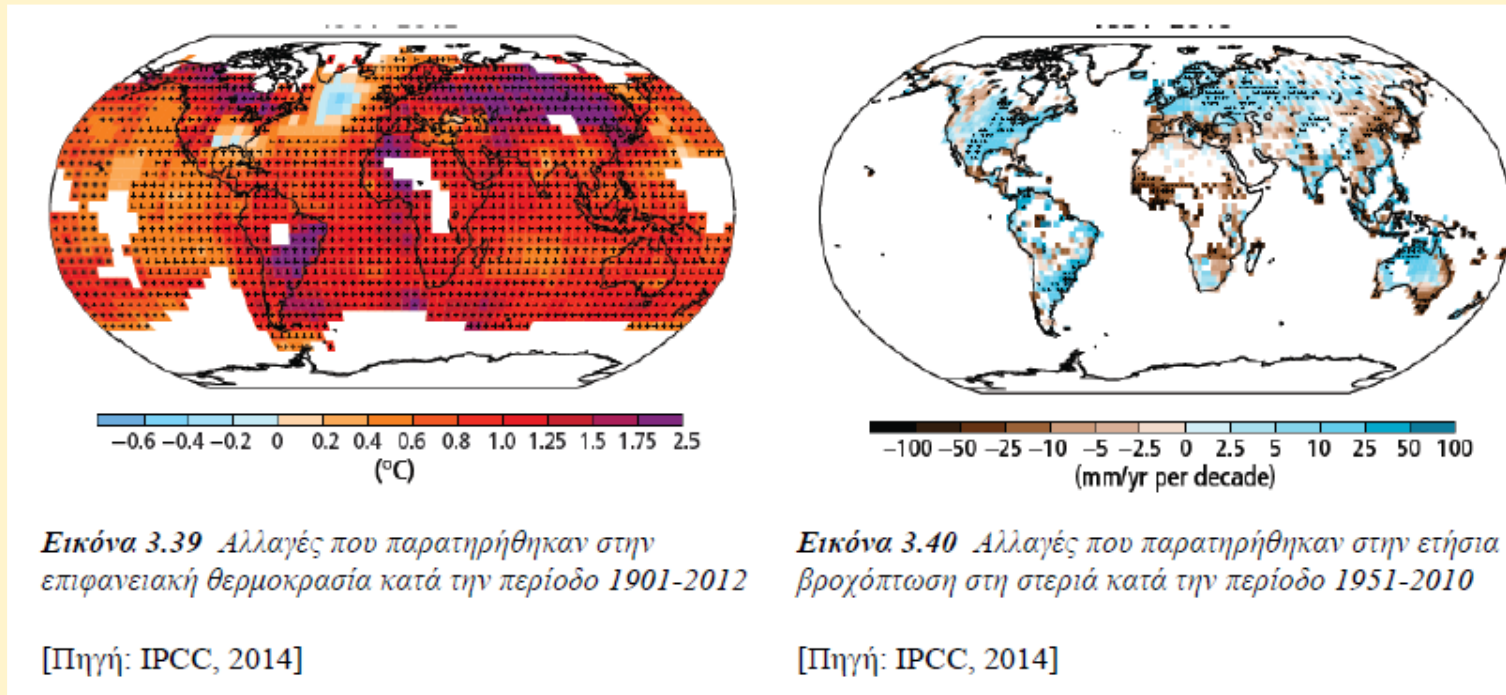
Επικινδυνότητα σε κύματα καύσωνα – Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας

- Πρόγνωση τριών ημερών του δείκτη δυσφορίας στην περιοχή της Θεσσαλονίκης.
- Ο δείκτης δυσφορίας έχει υπολογιστεί ως συνάρτηση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας → αναμενόμενα επίπεδα δυσφορίας στην περιοχή → αποτελεσματικότερη διαχείριση μιας έκτακτης κατάστασης.

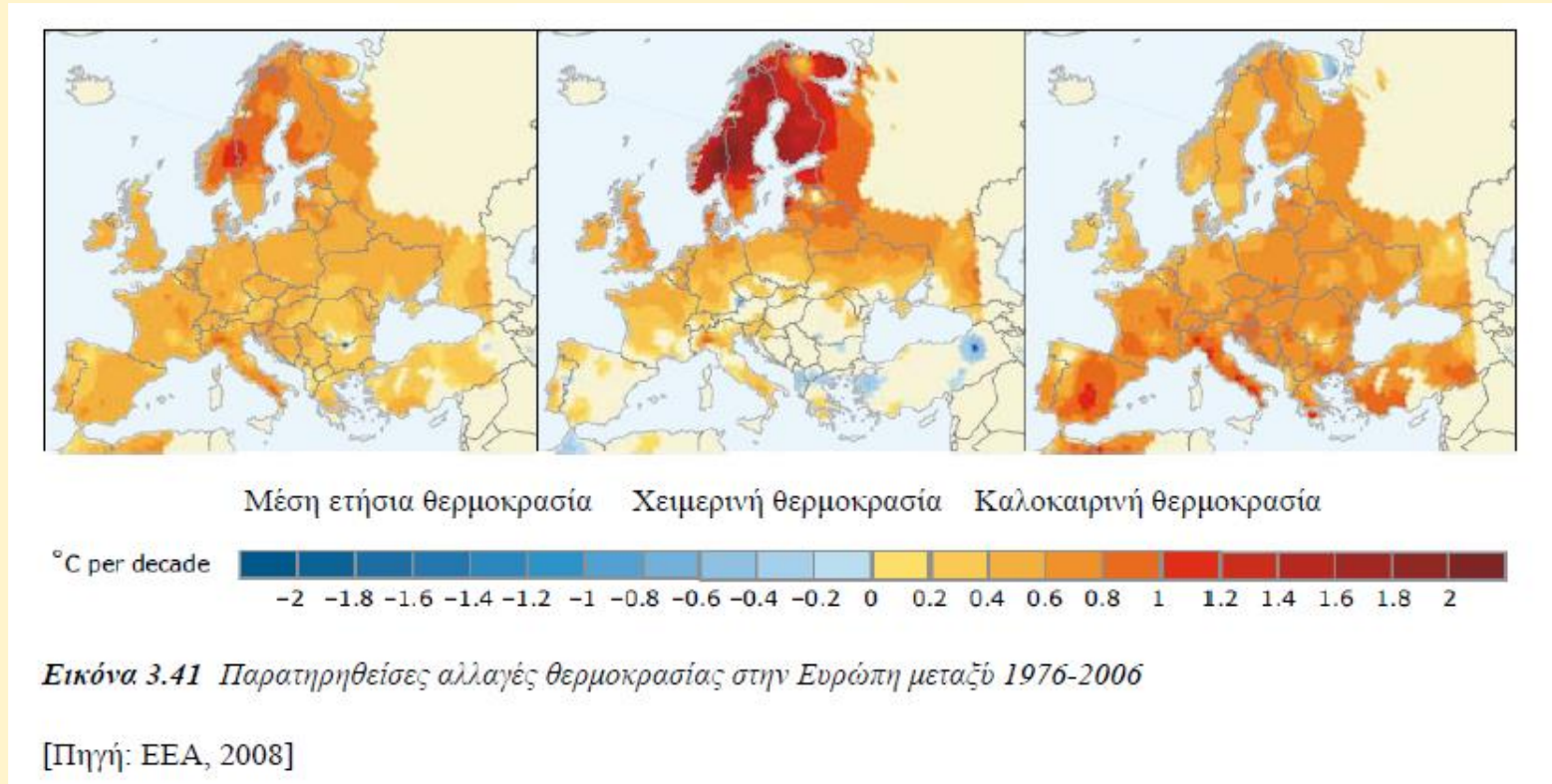


Εικόνα 3.36 Πρόγνωση τριών ημερών του δείκτη δυσφορίας στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης: Χάρτης στις 14/07/2010 ώρα 12:00 UTC (ανάλυση 250μ.)

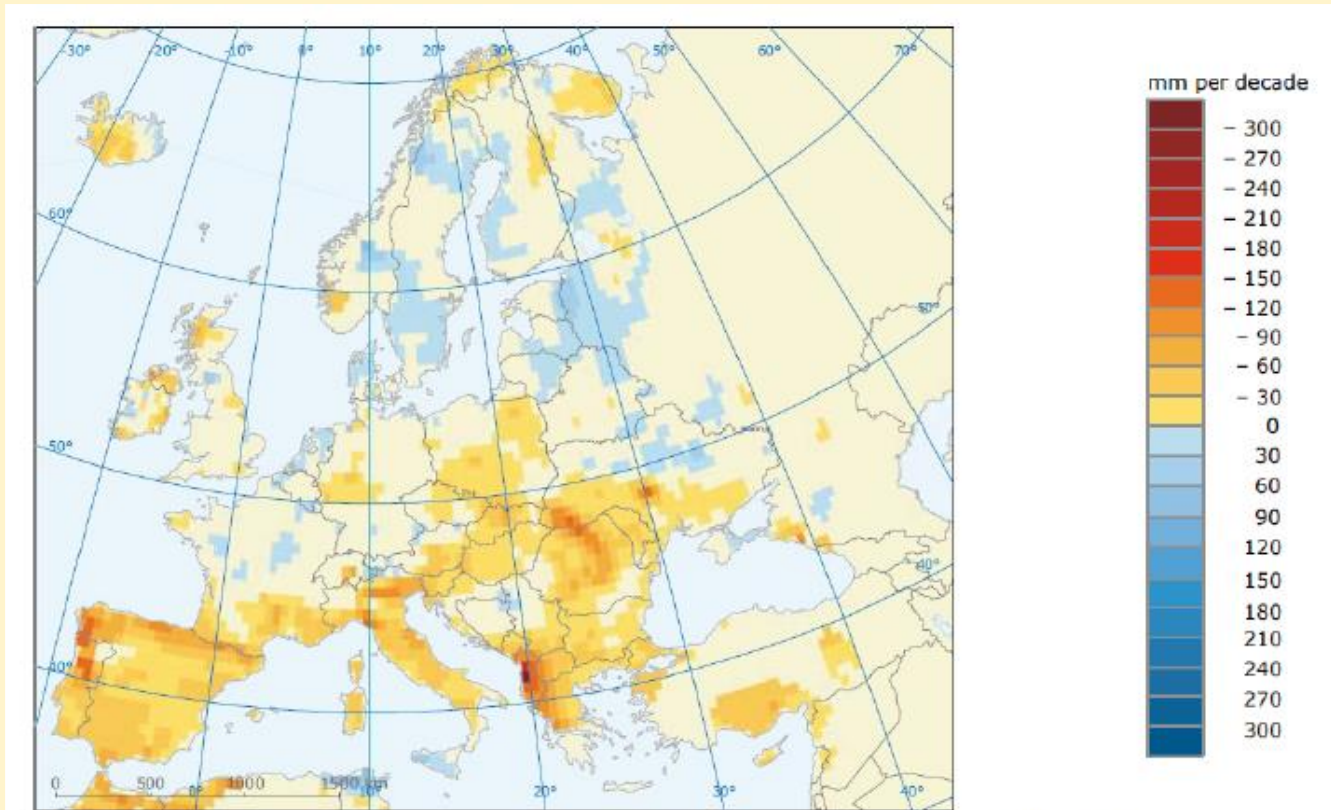
Επικινδυνότητα λόγω της Κλιματικής Αλλαγής



Επικινδυνότητα λόγω της Κλιματικής Αλλαγής



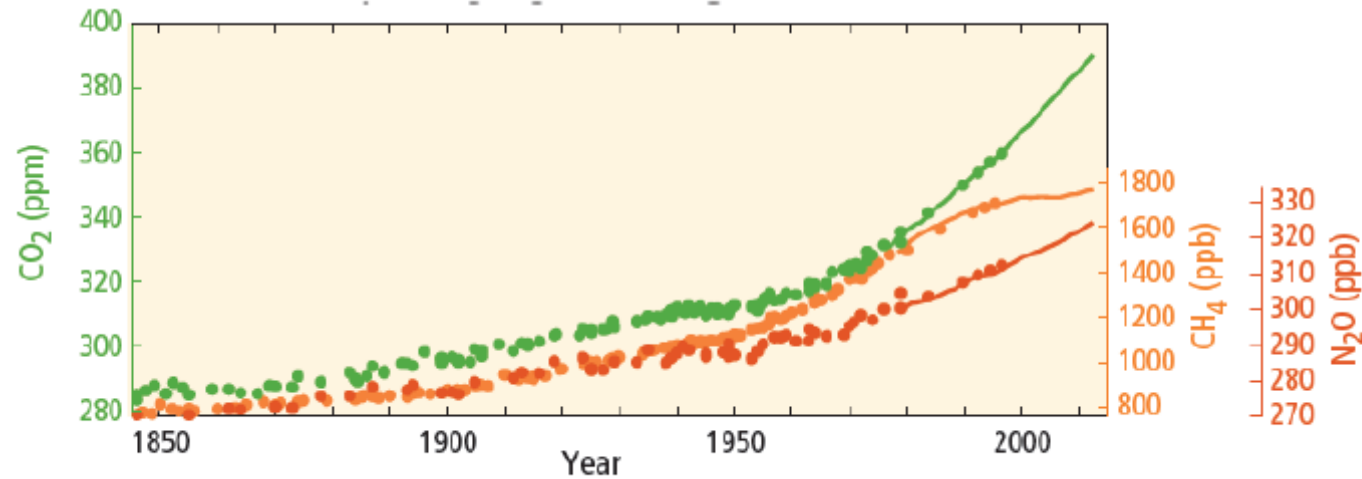
Επικινδυνότητα λόγω της Κλιματικής Αλλαγής



Εικόνα 3.42 Αλλαγές που παρατηρήθηκαν στην ετήσια βροχόπτωση μεταξύ 1961-2006

[Πηγή: ΕΕΑ, 2008]

Επικινδυνότητα λόγω της Κλιματικής Αλλαγής



Συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα αερίων του θερμοκηπίου, διοξειδίου του άνθρακα (CO₂, με πράσινο), μεθανίου (CH₄, με πορτοκαλί) και οξειδίου του αζώτου (N₂O, κόκκινο) όπως προσδιορίστηκαν από δεδομένα πυρήνων πάγου (σημεία) και από άμεσες ατμοσφαιρικές μετρήσεις (γραμμές).

Εικόνα 3.44 Μέση παγκόσμια συγκέντρωση αερίων του θερμοκηπίου κατ' έτος

[Πηγή: IPCC, 2014]

Επικινδυνότητα λόγω της Κλιματικής Αλλαγής – Ελλάδα

- Με βάση δύο ακραία σενάρια κλιματικής μεταβολής, αναμένεται ότι κατά το τέλος του 21ου αιώνα, η βροχή στην Ελλάδα θα μειωθεί μεταξύ 5% και 19%, ενώ κατά το τέλος του 21ου αιώνα η θερμοκρασία του αέρα θα αυξηθεί μεταξύ περίπου 3,0°C και 4,5°C.
- Στην περίπτωση ενός ενδιάμεσου σεναρίου, αναμένεται ότι στα ηπειρωτικά ο αριθμός των ημερών κατά τις οποίες η μέγιστη θερμοκρασία θα υπερβαίνει τους 35°C θα είναι μεγαλύτερος κατά 35-40 ημέρες την περίοδο 2071-2100 σε σύγκριση με το 2011.

Επικινδυνότητα λόγω της Κλιματικής Αλλαγής – Ελλάδα

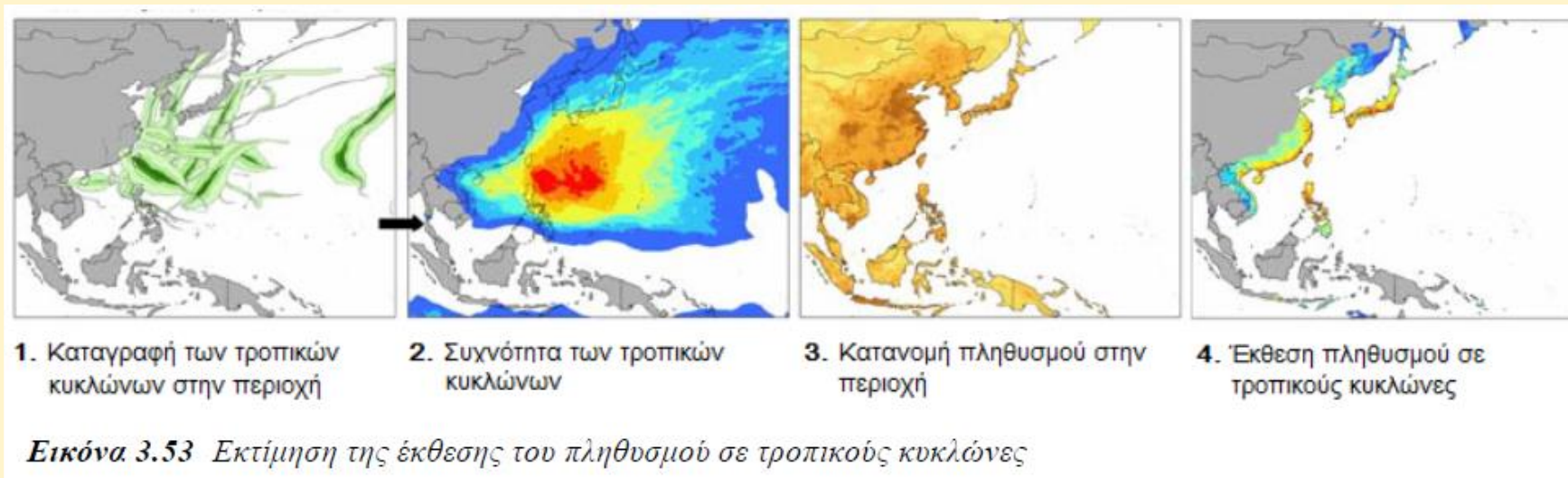
- Ακόμη μεγαλύτερη αύξηση (περίπου 50 ημέρες στην επικράτεια) θα σημειωθεί ως προς τον αριθμό των ημερών με ελάχιστη θερμοκρασία άνω των 20°C (τροπικές νύκτες).
- Σε αντιδιαστολή, ο αριθμός των ημερών με νυκτερινό παγετό αναμένεται να μειωθεί σημαντικά, ιδίως στη βόρεια Ελλάδα (μείωση έως και κατά 40 ημέρες).
- Η άνοδος της θερμοκρασίας θα έχει ως συνέπεια την αύξηση της χρονικής διάρκειας της βλαστητικής περιόδου κατά 15-35 ημέρες.

Τρέχουσες αλλαγές στην επικινδυνότητα: Νέα ζητήματα και προκλήσεις

- Η κλιματική αλλαγή και η συνακόλουθη αύξηση της στάθμης της θάλασσας θεωρείται ότι θα επηρεάσουν τη συχνότητα, κατανομή και ένταση των υδρομετεωρολογικών επικινδυνοτήτων.
- Αναμένεται ακόμη να αυξήσει βιολογικούς κινδύνους, όπως επιδημίες, πανδημίες και επιδρομές εντόμων, καθώς και την επισφάλεια τροφίμων.
- Συχνά προκύπτουν αλυσίδες επικινδυνοτήτων ή αλυσίδες επικινδυνοτήτων-επιπτώσεων-επικινδυνοτήτων (τύπου ντόμινο), όπου η εκδήλωση μίας επικινδυνότητας αποτελεί έναυσμα για την εκδήλωση μιας άλλης.
- Η ολοκληρωμένη θεώρηση των πολυεπικινδυνοτήτων καλεί για μια εναρμονισμένη ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση διαφορετικών επικινδυνοτήτων, λαμβάνοντας υπόψη τις αλληλεπιδράσεις τους

Μέθοδοι και τεχνικές εκτίμησης της έκθεσης

- Οι μέθοδοι και τεχνικές εκτίμησης της έκθεσης έχουν έντονη γεωγραφική διάσταση.
- Οι σχετικές μέθοδοι αποσκοπούν στην εκτίμηση του αριθμού ή της αξίας στοιχείων στα οποία επικεντρώνεται το ενδιαφέρον ανάλογα με τον σκοπό για τον οποίο επιχειρείται η εκτίμηση της έκθεσης και τα οποία βρίσκονται στη θέση ή περιοχή που θα επηρεαστεί όταν εκδηλωθεί η επικινδυνότητα.



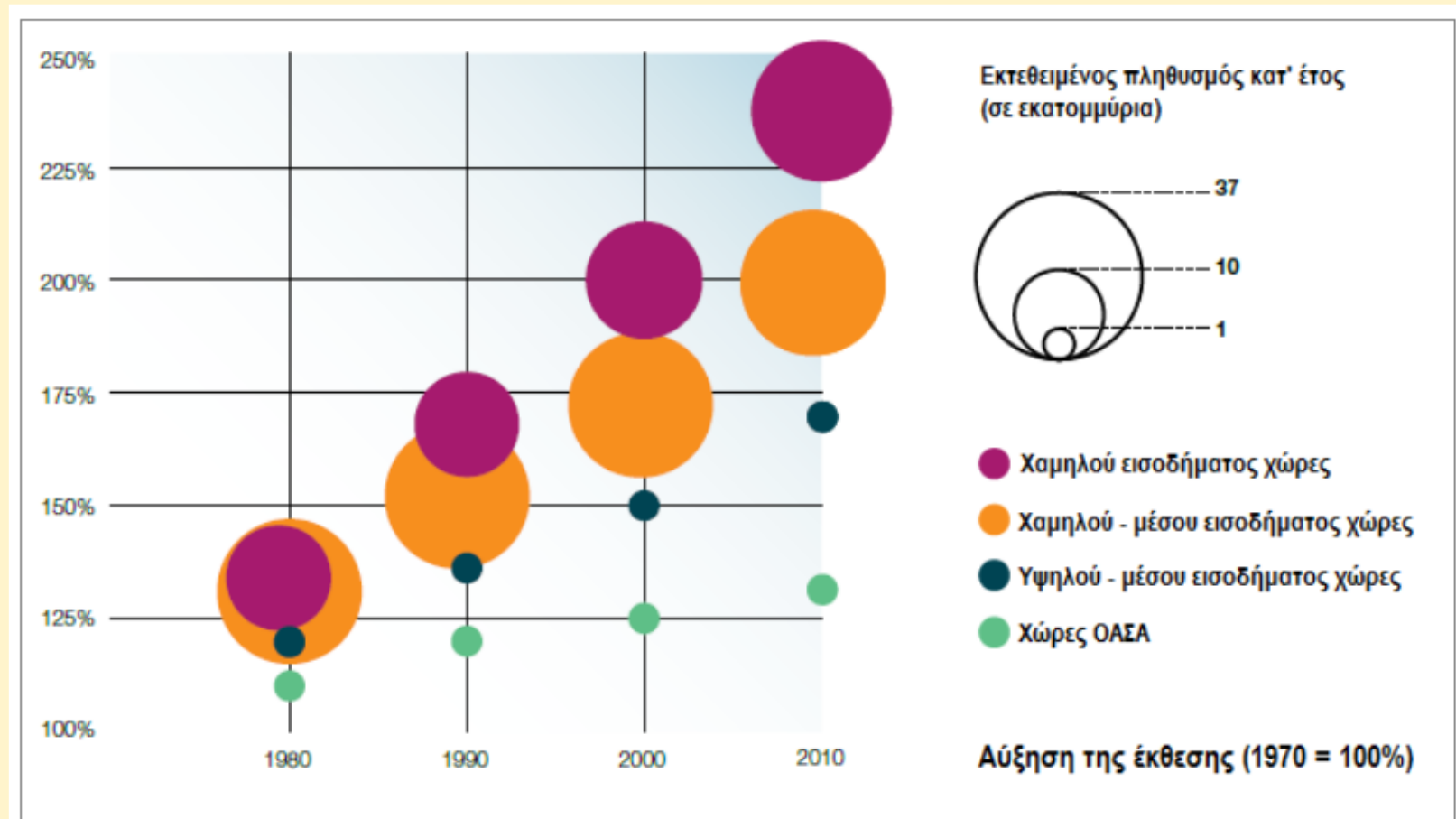
Μεταβολές της έκθεσης στον χώρο και στον χρόνο

- Η αστικοποίηση αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα αύξησης της έκθεσης.
- Το 2014 από τις 1 692 πόλεις με πληθυσμό περισσότερο από 300 000 ανθρώπους οι 944 (με συνολικά 1,4 δισεκατομμύρια ανθρώπους) ήταν σχετικά πολύ εκτεθειμένες σε μία τουλάχιστον από τις εξής επικινδυνότητες: κυκλώνες, πλημμύρες, ξηρασία, σεισμούς, κατολισθήσεις και ηφαιστειακές εκρήξεις.
- Η πίεση να επεκταθούν οι αστικές περιοχές στις πλημμυρικές παράκτιες περιοχές έχει οδηγήσει σε αύξηση της έκθεσης σε παράκτιες και ποτάμιες πλημμύρες.

Μεταβολές της έκθεσης στον χώρο και στον χρόνο

- Δύο κύριοι παράγοντες που ενδέχεται να οδηγήσουν σε αύξηση των απωλειών από καταστροφές και συνδέονται με την έκθεση.
- 1^{ος} → μετακίνηση πληθυσμού και οικονομικών δραστηριοτήτων σε περιοχές που κινδυνεύουν από πλημμύρες και τροπικούς κυκλώνες.
- Τα τελευταία 40 χρόνια ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξήθηκε κατά 87%, ενώ ο πληθυσμός που ζει σε ζώνες με κίνδυνο πλημμύρας αυξήθηκε κατά 114%, και σε παράκτιες περιοχές που πλήττονται από κυκλώνες κατά σχεδόν 200%.
- 2^{ος} → η απόλυτη τιμή του κατά κεφαλήν ΑΕΠ που είναι εκτεθειμένο σε τροπικούς κυκλώνες σχεδόν τριπλασιάστηκε (από 600 δις δολάρια ΗΠΑ το 1970 σε 1,6 τρις στις αρχές του 21ου αιώνα).
- Η εκτιμώμενη πιθανότητα απωλειών από πλημμύρα αυξάνεται ταχύτερα από το κατά κεφαλήν ΑΕΠ.

Μεταβολές της έκθεσης στον χώρο και στον χρόνο



Εικόνα 3.55 Αύξηση της έκθεσης σε πλημμύρες με όρους πληθυσμού



**EVERY YEAR
HUMANKIND FACES MAJOR
DISASTERS**



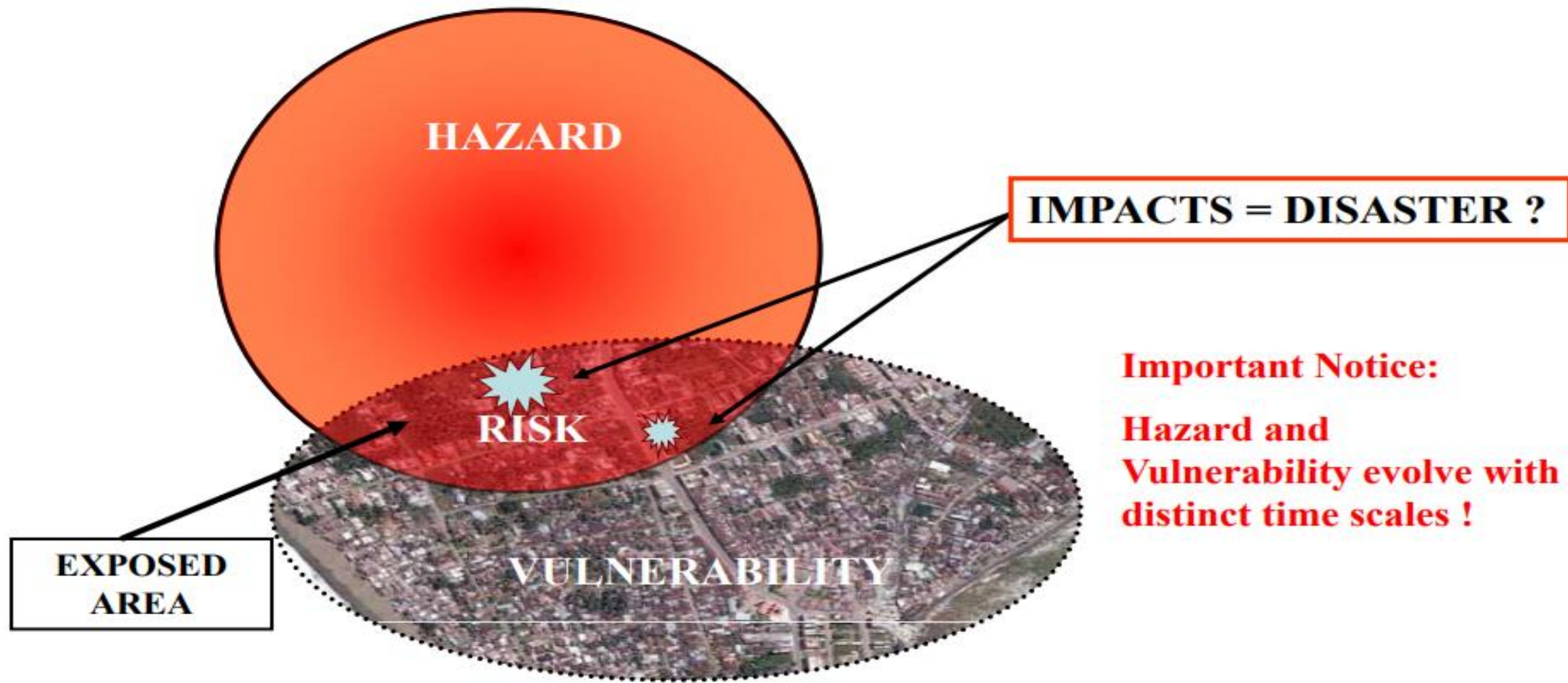
A BASIC REMINDER

RISK : A DEFINITION (UNDRO, 1979)

RISK = HAZARD * VULNERABILITY * VALUE

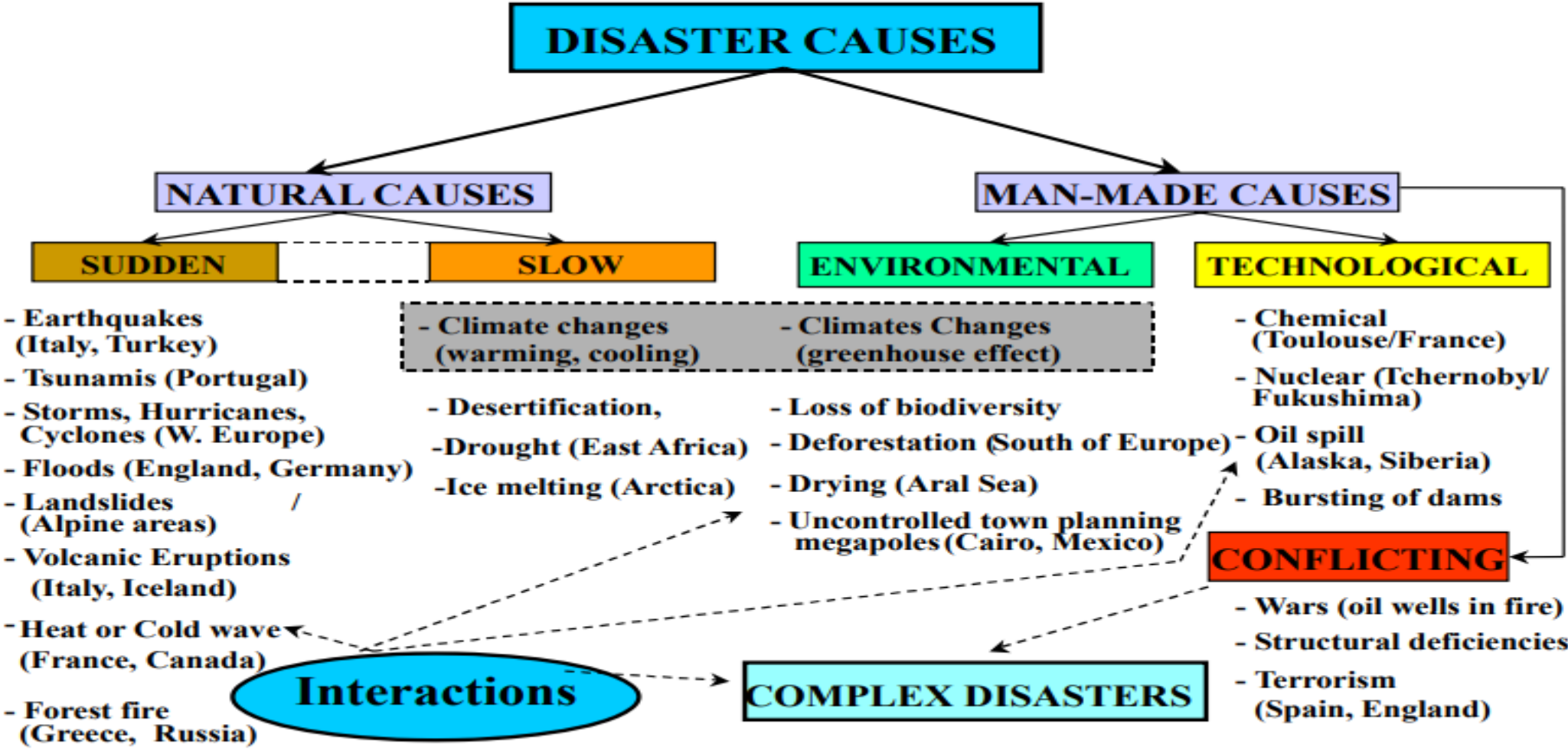
**THE POTENTIALITY OF LOSS OF LIFE
AND
DAMAGE TO PROPERTY AND CULTURAL HERITAGE
IN AN AREA EXPOSED
TO THREAT OF A NATURAL HAZARD**

RISK: AN ILLUSTRATION



Important Notice:
Hazard and Vulnerability evolve with distinct time scales !

OUR FIELD OF REFERENCE




THE MAJOR VULNERABILITIES !

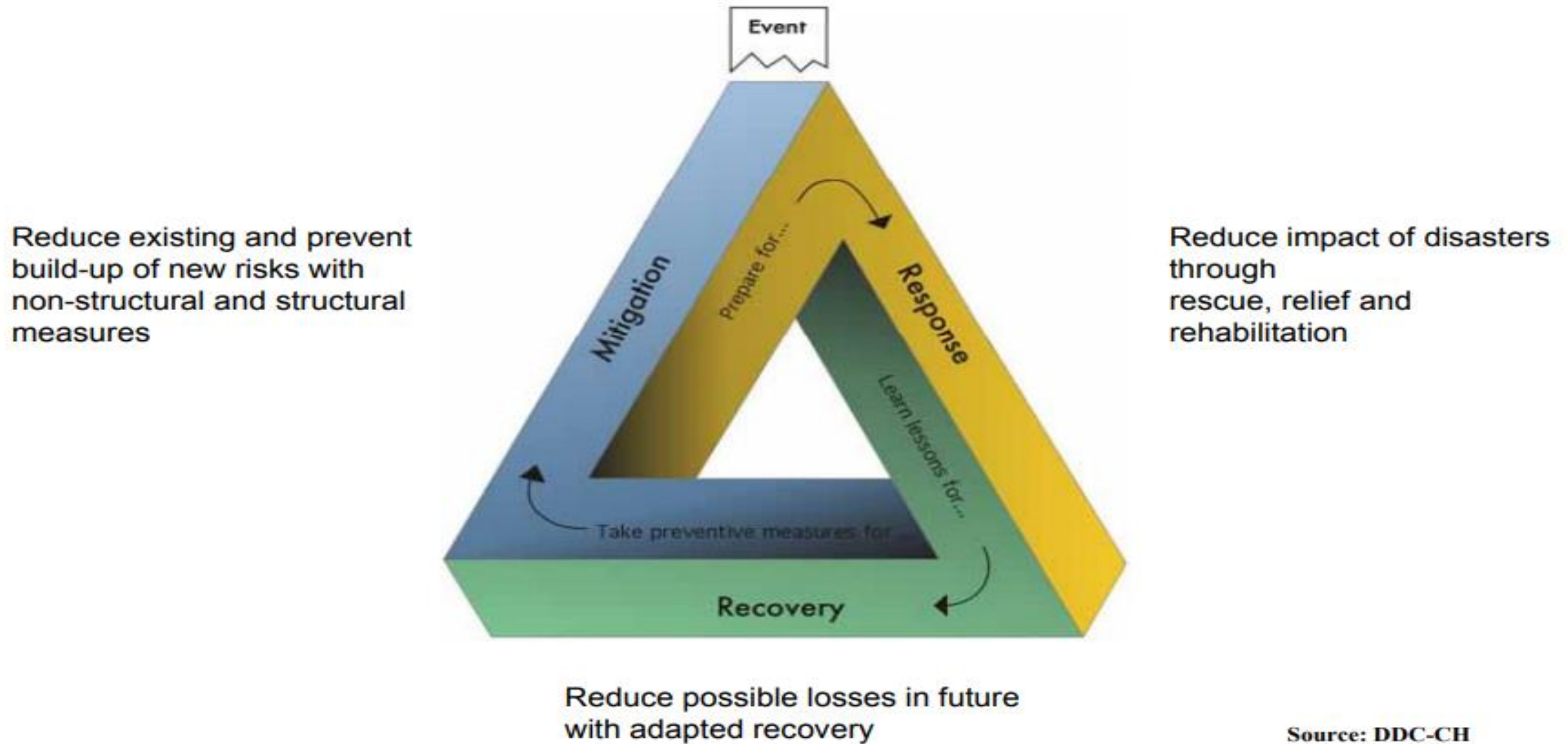
VULNERABILITIES				
Physical	Social		Economic	Environmental
Buildings	<u>Vulnerable groups</u>	<u>Vulnerability factors</u>	Unemployment	Climate change
Infrastructures:	Children	Poverty	Losses of vital services	Ecological changes
Services (Water, electricity etc..)	Women ?	Densely populated areas	Losses of production	Pollution potentialities
Transport systems	Elderly	Etc...	Etc...	Etc...
Telecommunications	Disabled			

ARE QUANTITATIVE METHODS OF SOCIAL, ECONOMICAL, ENVIRONMENTAL VULNERABILITIES ASSESSMENTS APPROPRIATE TO INTEGRATE THE RISK «FORMULA» ?

Principle of quantitative risk evaluation for an earthquake intensity $I \geq VIII$

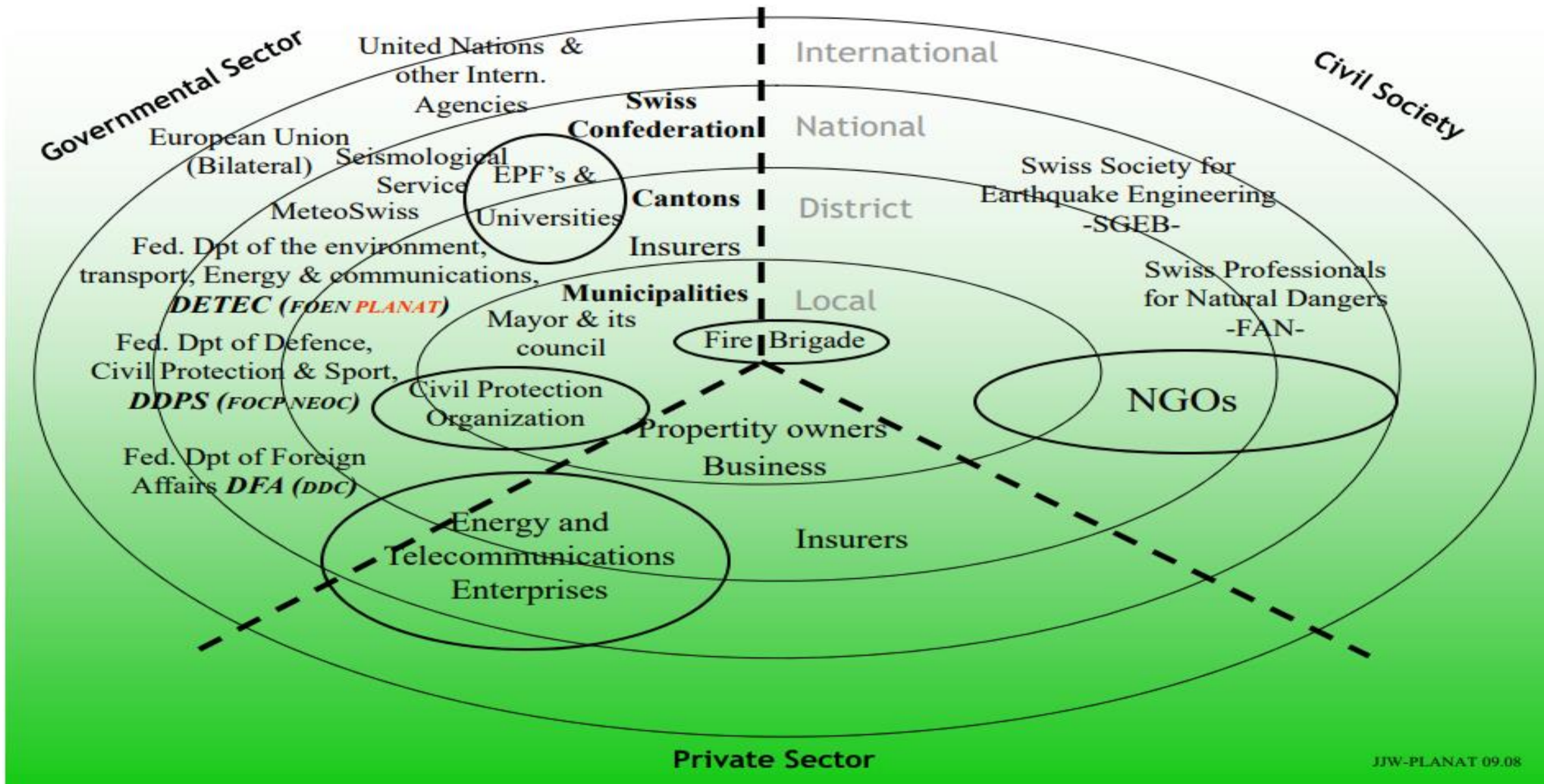
RISK =	HAZARD *	ELEMENT AT RISK *	VALUE *	VULNERABILITY
	$P_y(I \geq VIII) = 0.01$	 * 250	300k€ 	
	1% annual probability that an EQ $I \geq VIII$ occurs	250 houses type N	300k€	For $I=VIII$, a house of type N will have damages which amount 80% of its value
$R \geq 600K€$	0.01 *	250 *	300 *	0.8

Risk management: mechanisms for an integrated approach

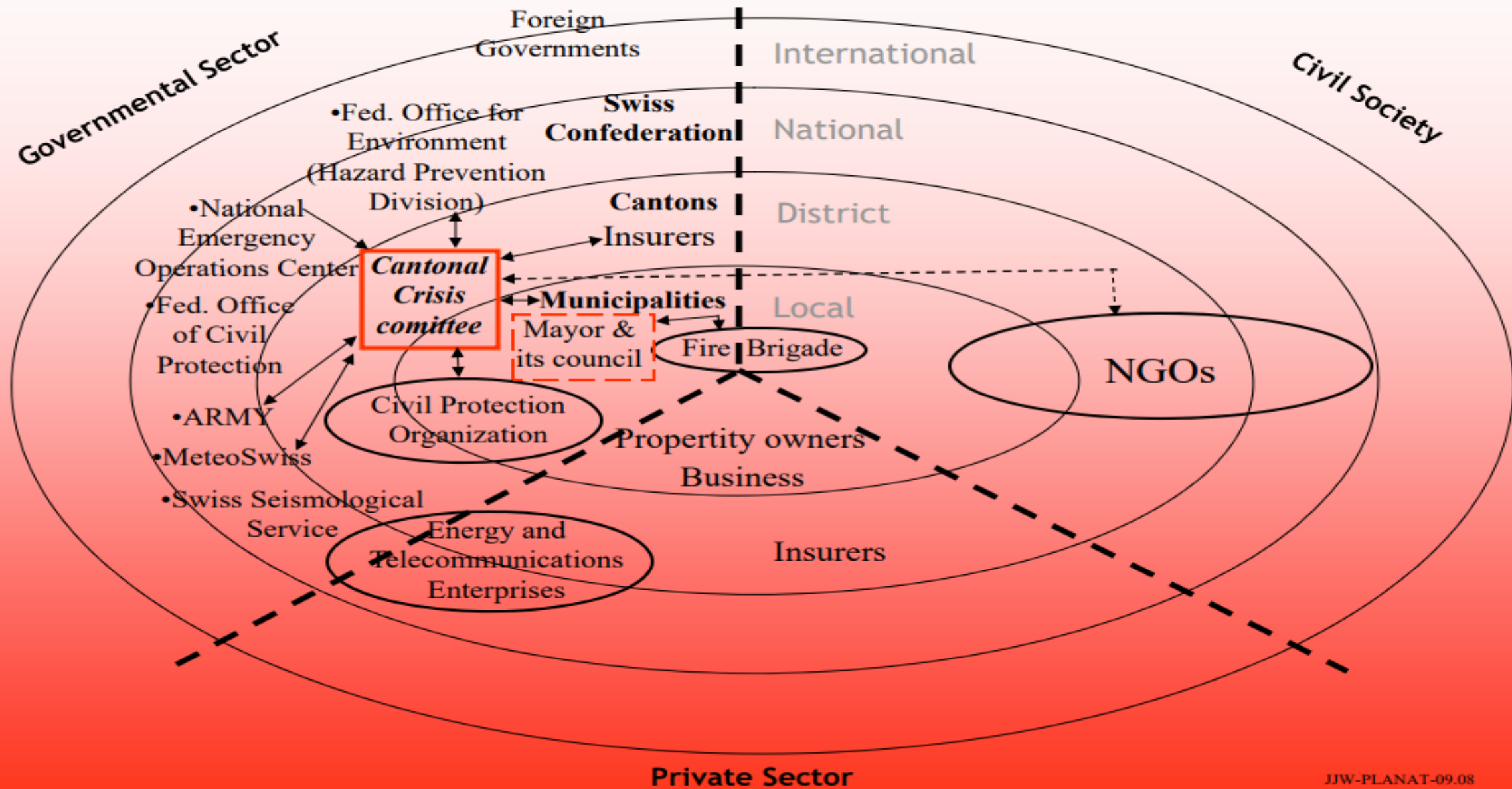


Source: DDC-CH

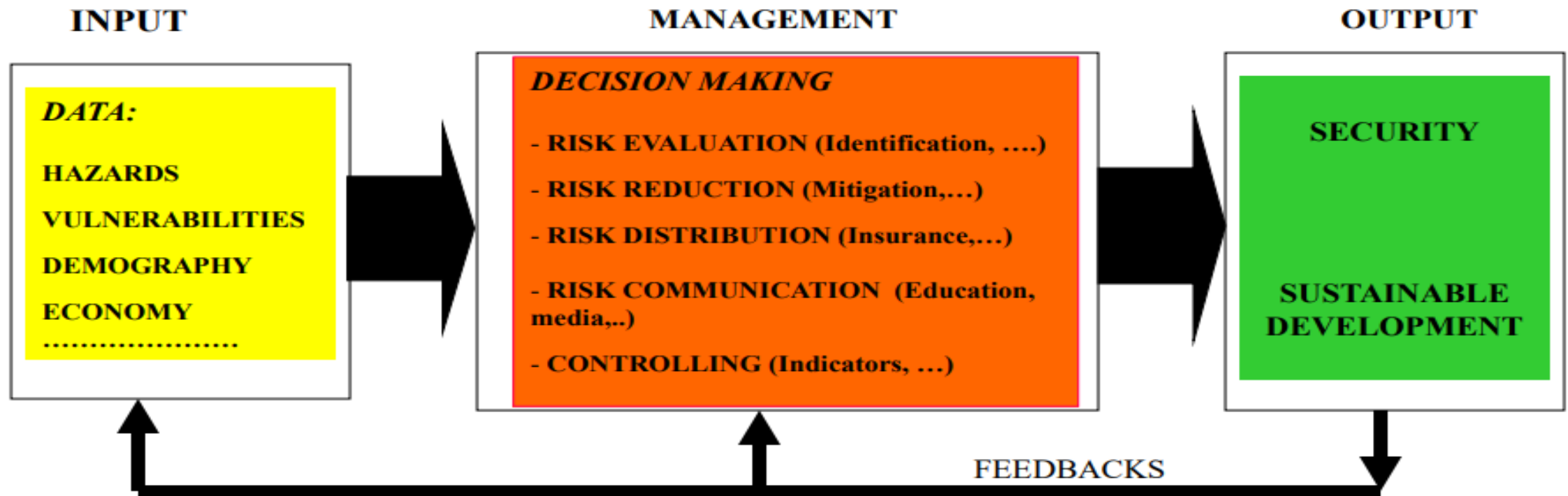
Institutional Actors and Stakeholders in Normal Times



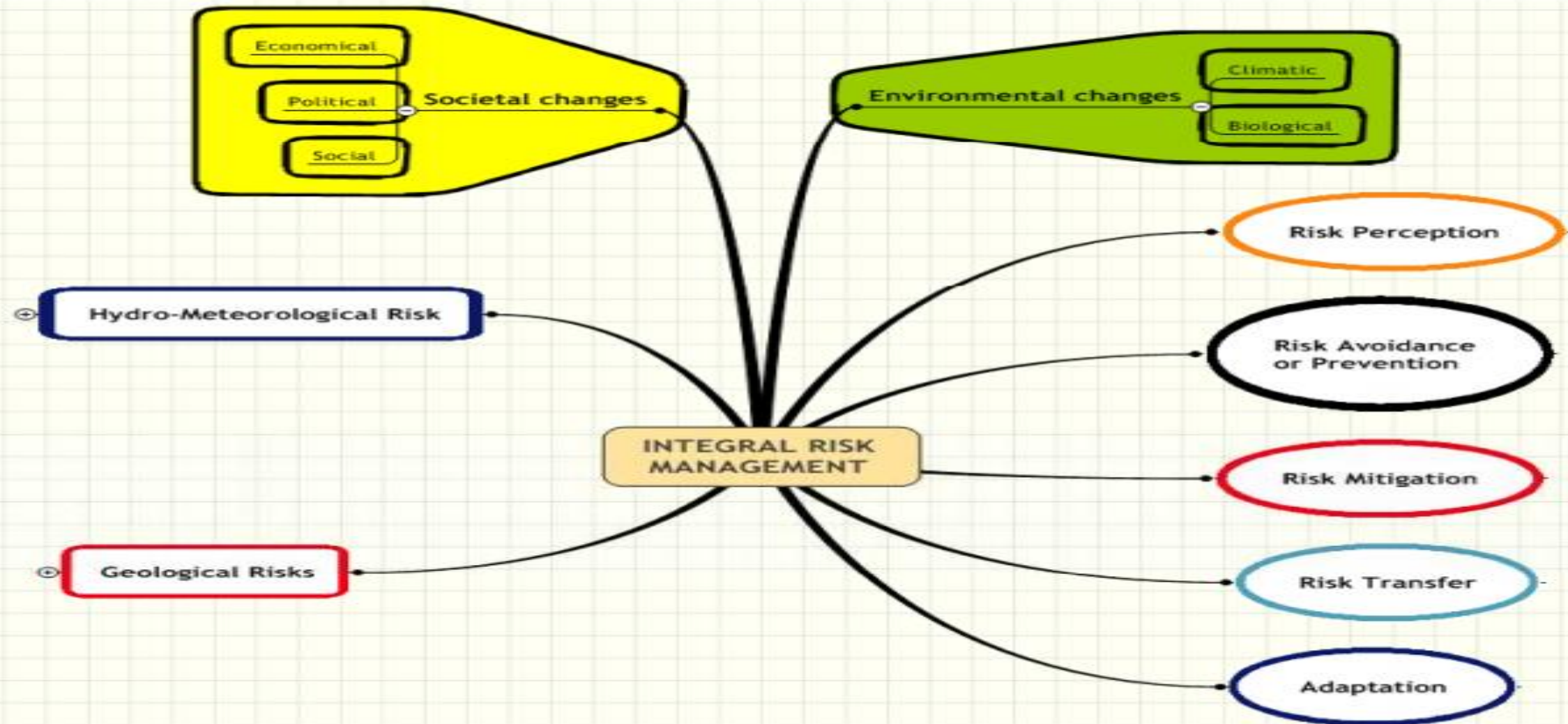
Institutional Actors and Stakeholders in Crisis Times

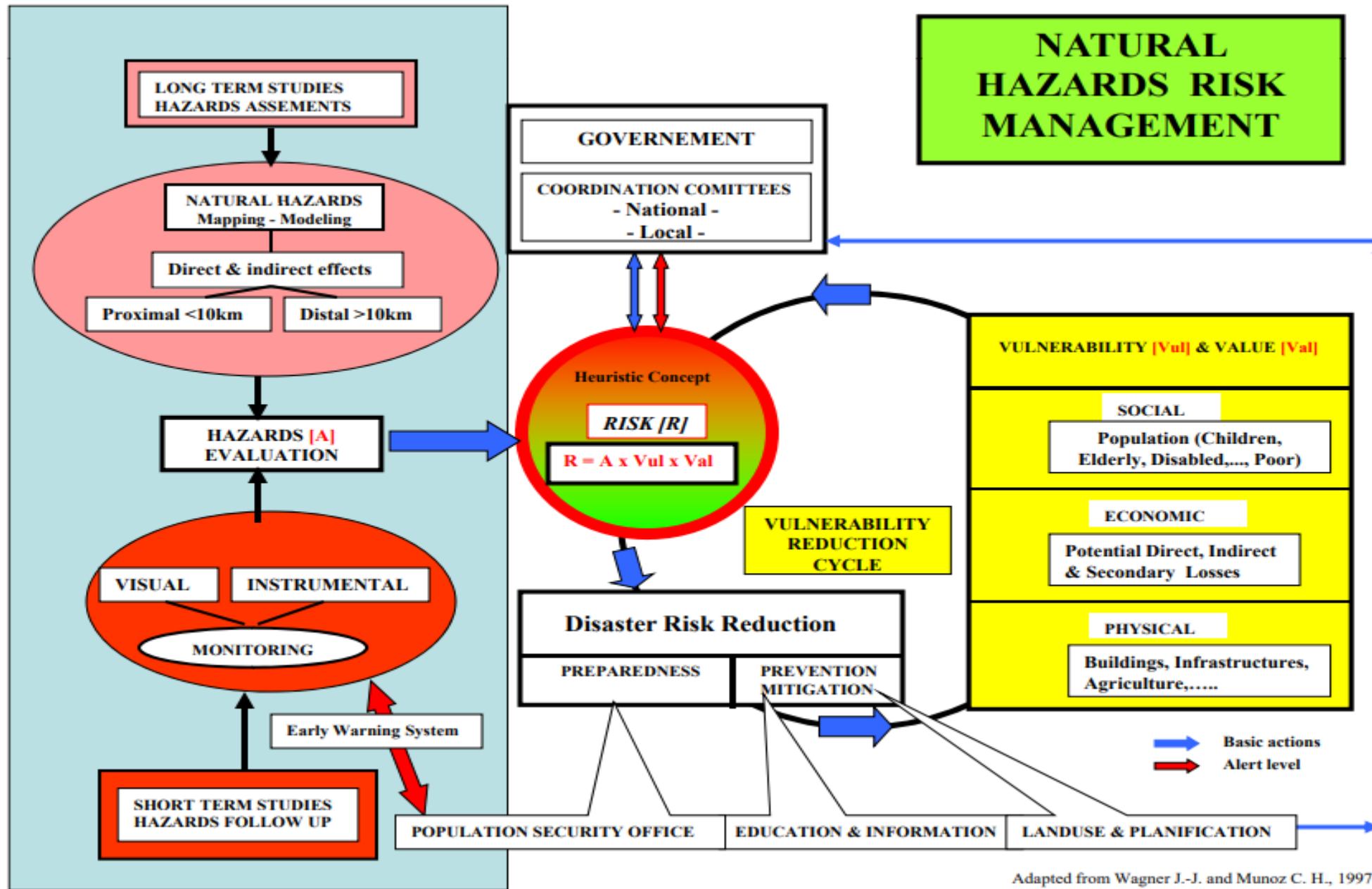


NATURAL HAZARDS RISK MANAGEMENT

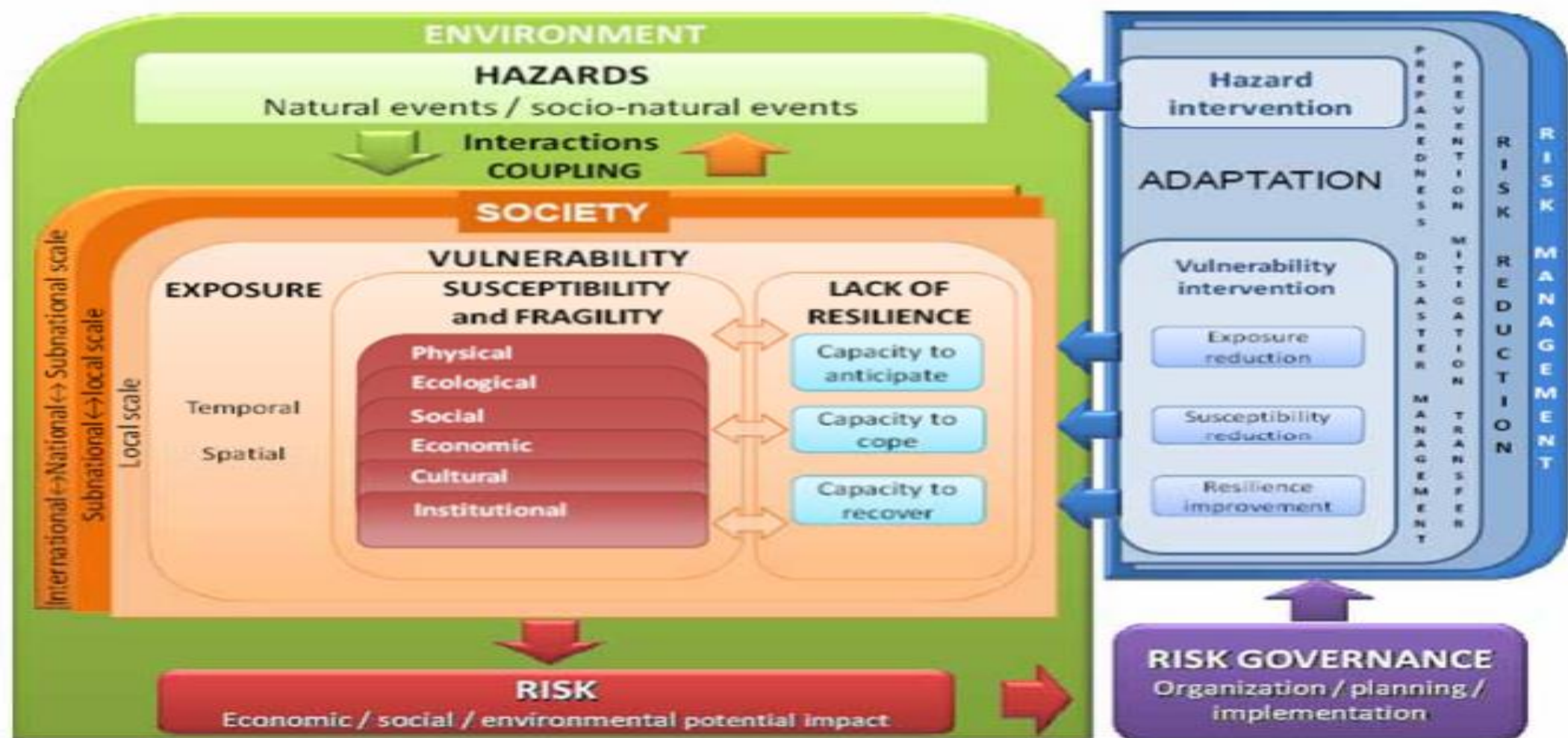


ELEMENTS OF INTEGRAL RISK MANAGEMENT





THEORETICAL FRAMEWORK FOR A HOLISTIC APPROACH TO DISASTER RISK ASSESSEMENT AND MANAGEMENT



MOVE GENERIC FRAMEWORK

ARE THESE VARIOUS CONCEPTS WELL UNDERSTOOD!

VULNERABILITY

?

VERSUS

Resilience

Coping capacity

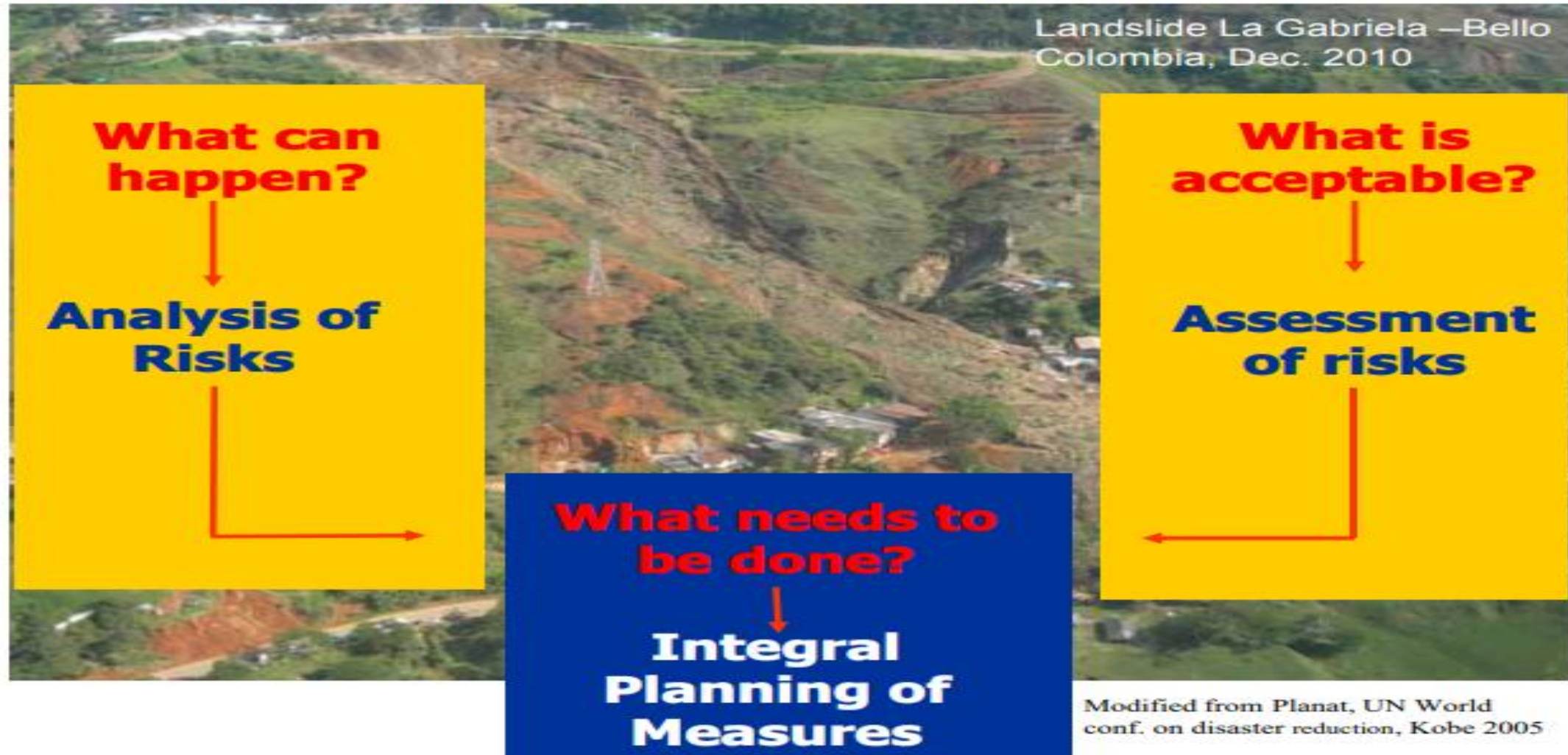
Adaptive capacity

Capability

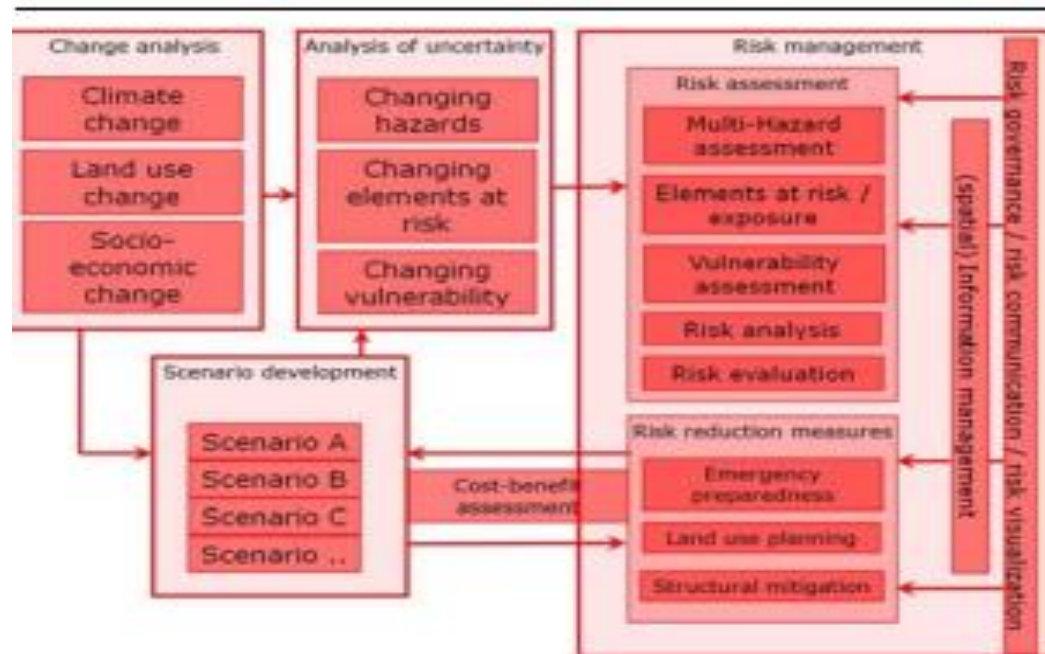
Resistance

The Risk Concept serves as a conceptual frame to address natural hazards vulnerabilities and risks.

Basic questions have to be answered:



Tutorial on the use of GIS for quantitative multi-hazard risk assessment

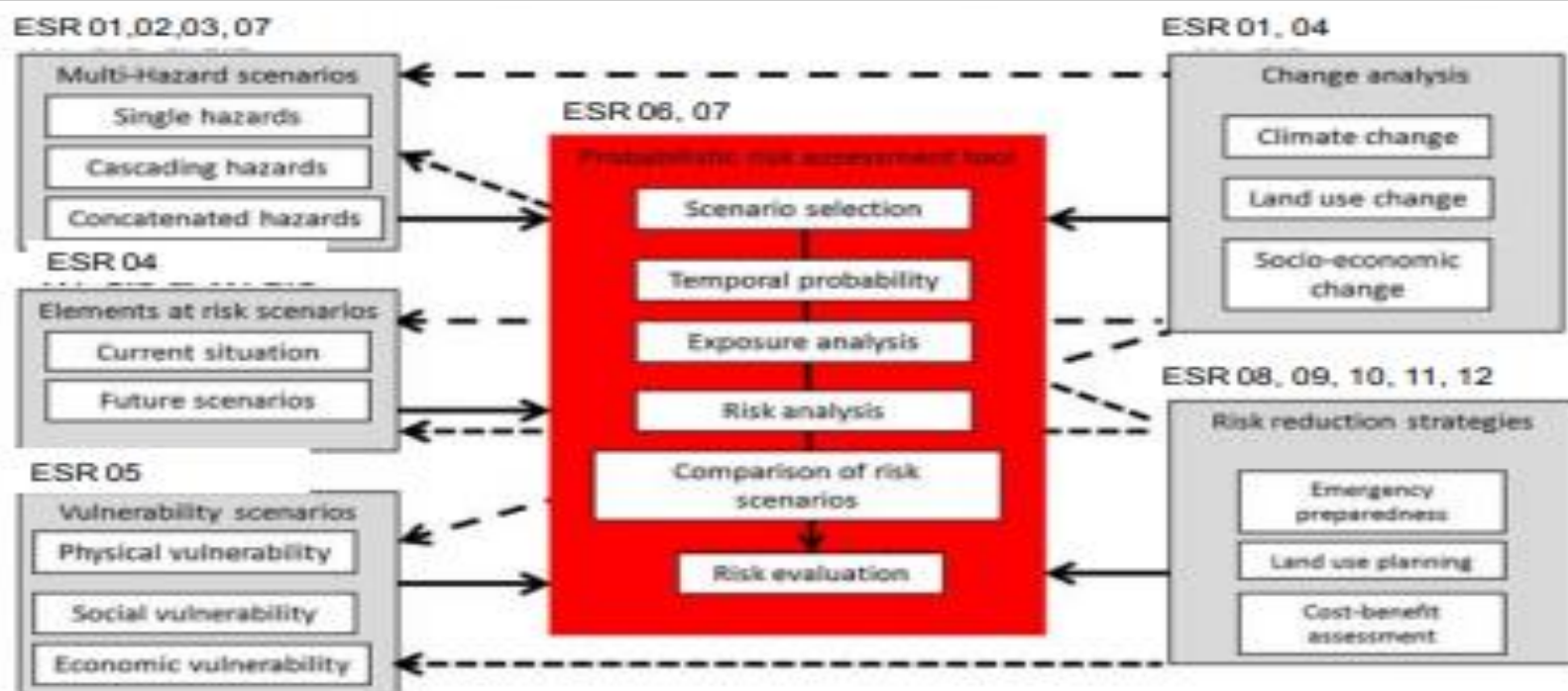


How easy is it to calculate the present risk?

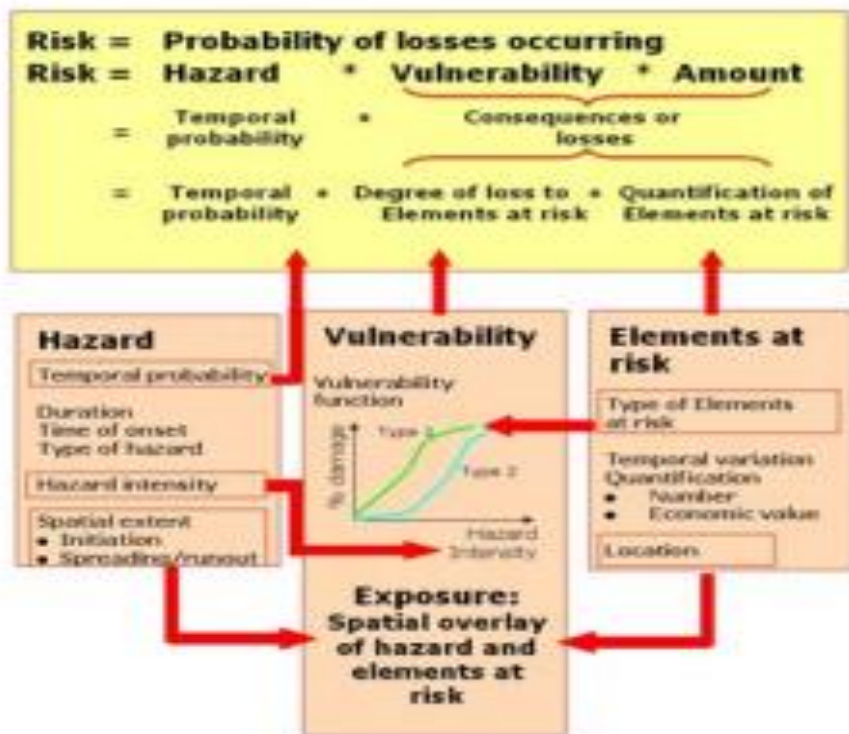
Not so easy....

So how difficult will it be to calculate the future risk

HOW DOES THIS TRANSLATE TO YOUR RESEARCH?

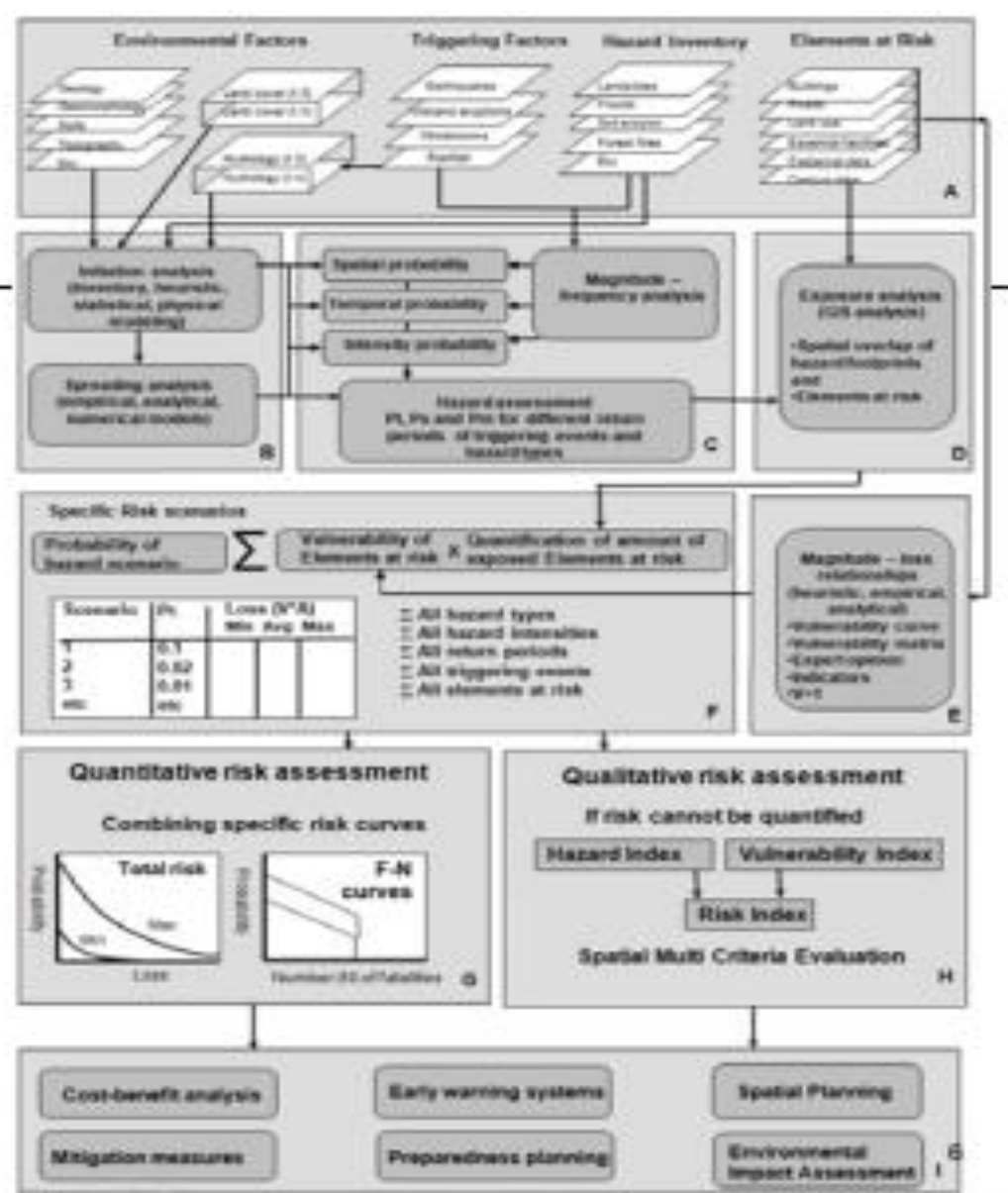


RISK CONCEPT

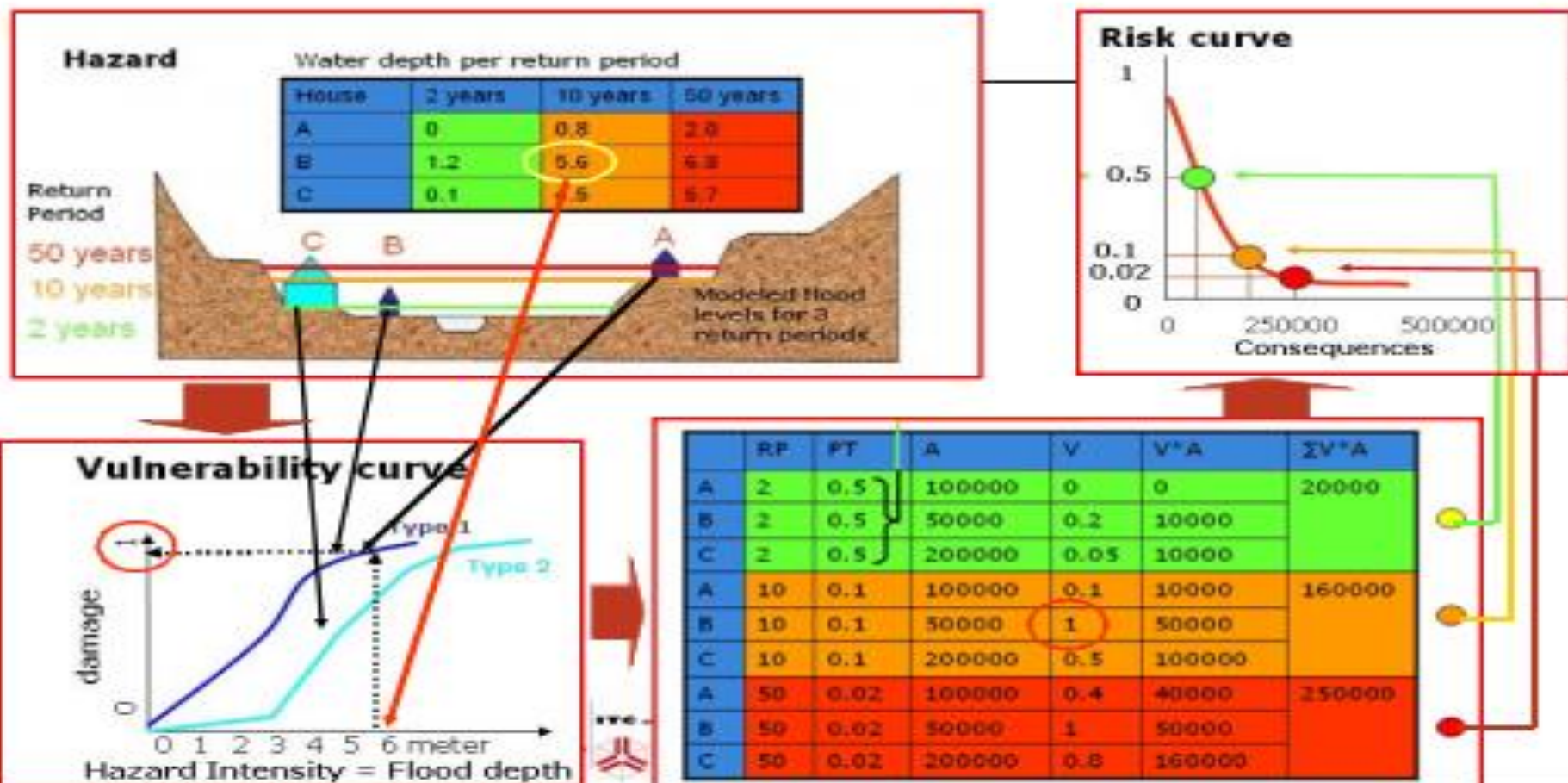


RISK ASSESSMENT

- A: Input data
- B: Susceptibility assessment
- C: Hazard assessment
- D: Exposure analysis
- E: Vulnerability assessment
- F: Risk assessment
- G: Quantitative risk
- H: Qualitative risk
- I: Risk reduction



Generation of the Risk Curve



Landslide risk: very simplified example

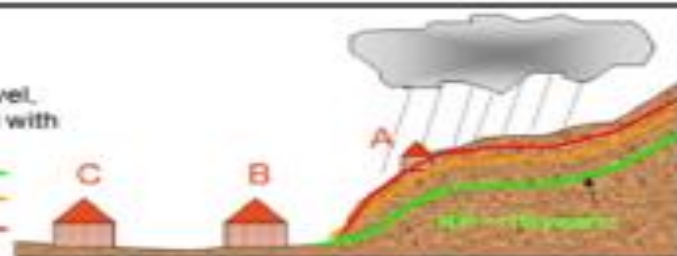
What do we need to know:

- Temporal probability of triggering event
- Hydrological effect on slope
- Stability of slope / failure probability
- Volume of landslide
- Runout
 - Extent
 - Height
 - Velocity
 - Impact pressure
- Vulnerability of building
- Vulnerability of people in or outside
- Number of people
- Value of buildings

Landslides

Ground water level, related to rainfall with return periods:

50 years
100 years
200 years



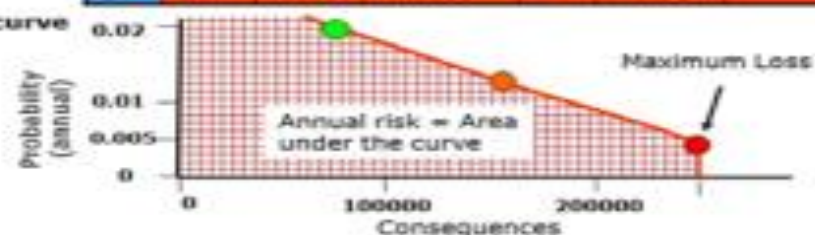
Amount
A = 50000
B = 100000
C = 100000



Risk calculation

	RP	PT	A	V	V*A	ΣV*A
A	50	0.02	50000	1	50000	70000
B	50	0.02	100000	0.2	20000	
C	50	0.02	100000	0	0	
A	100	0.01	50000	1	50000	150000
B	100	0.01	100000	1	100000	
C	100	0.01	100000	0	0	
A	200	0.005	50000	1	50000	250000
B	200	0.005	100000	1	100000	
C	200	0.005	100000	1	100000	

Risk curve

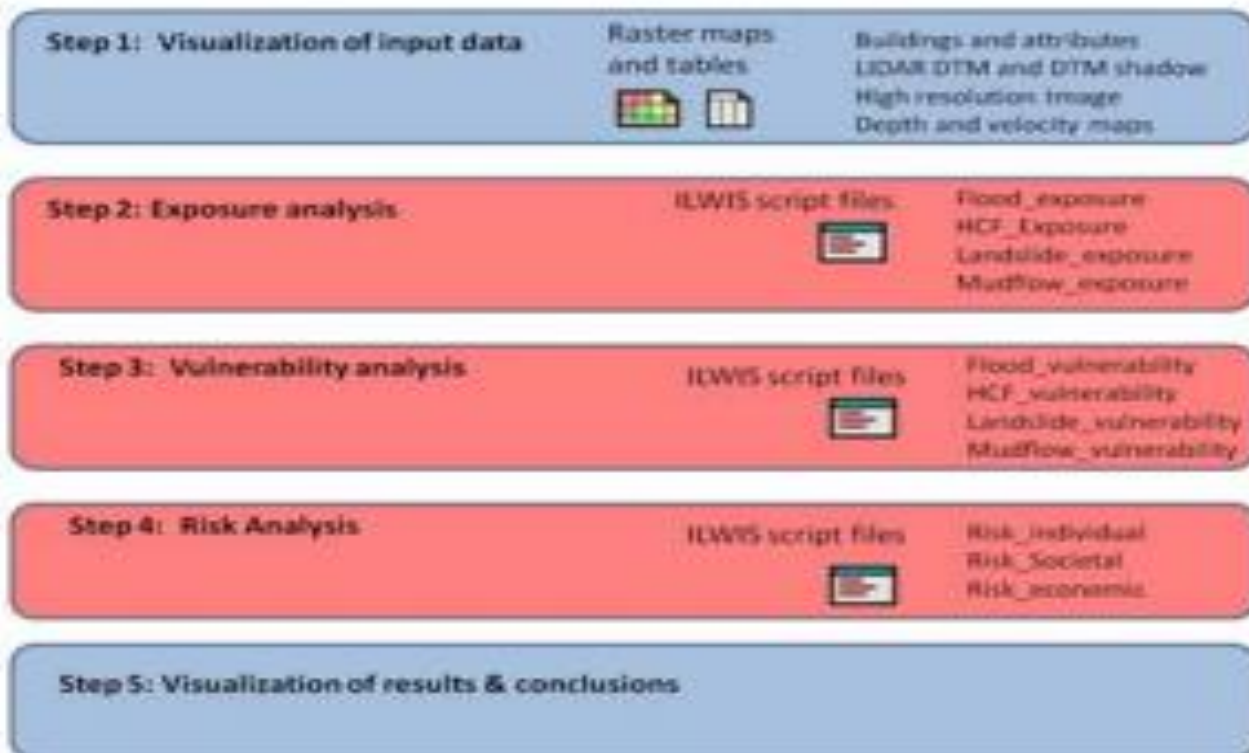


UNIVERSITY OF TWENTE.

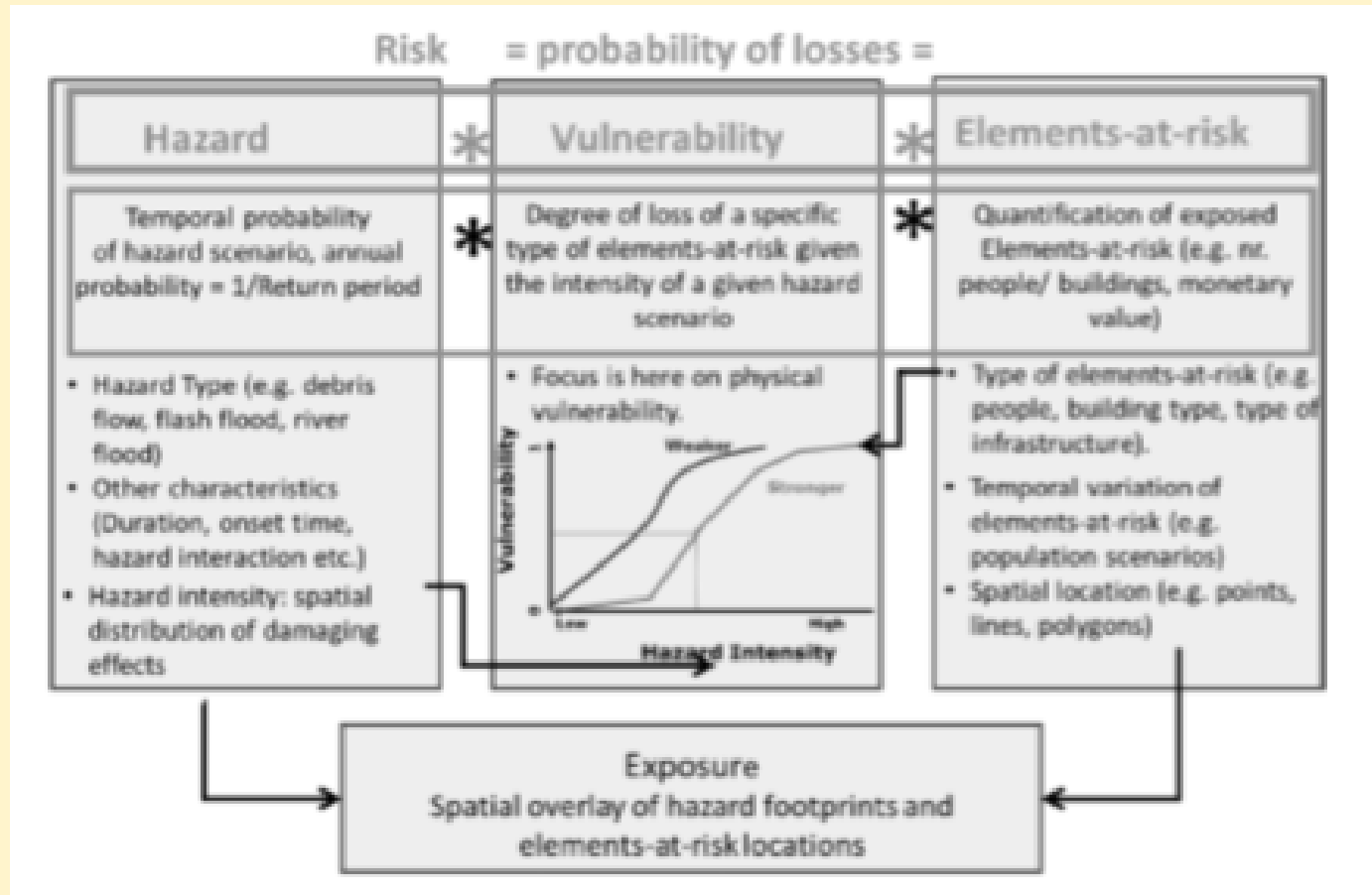


PROCEDURE: 5 STEPS

EACH WILL TAKE ABOUT 20-30 MINUTES



Schematic representation of risk as the multiplication of hazard, vulnerability and quantification of the exposed elements-at-risk. The various aspects of hazards, vulnerability and elements-at-risk and their interactions are also indicated. This framework focuses on the analysis of physical losses, using physical vulnerability data



Components of risk with definitions, equations and explanations

Term	Definition	Equations & Explanation
Natural hazard (H)	A potentially damaging physical event, phenomenon or human activity that may cause the loss of life or injury, property damage, social and economic disruption or environmental degradation. This event has a probability of occurrence within a specified period of time and within a given area, and has a given intensity.	$P_{(T HS)}$ is the temporal (e.g. annual) probability of occurrence of a specific hazard scenario (H_S) with a given return period in an area; $P_{(L HS)}$ is the locational or spatial probability of occurrence of a specific hazard scenario with a given return period in an area impacting the elements-at-risk
Elements-at-risk (E)	Population, properties, economic activities, including public services, or any other defined values exposed to hazards in a given area". Also referred to as "assets".	E_S is a specific type of elements-at-risk (e.g. masonry buildings of 2 floors)
Vulnerability (V)	The conditions determined by physical, social, economic and environmental factors or processes, which increase the susceptibility of a community to the impact of hazards. Can be subdivided in physical, social, economical, and environmental vulnerability.	$V_{(E HS)}$ is the physical vulnerability, specified as the degrees of damage to E_S given the local intensity caused due to the occurrence of hazard scenario H_S It is expressed on a scale from 0 (no damage) to 1 (total loss)
Amount of elements-at-risk (A_E)	Quantification of the elements-at-risk either in numbers (of buildings, people etc), in monetary value (replacement costs etc), area or perception (importance of elements-at-risk).	A_{ES} is the quantification of the specific type of element at risk evaluated (e.g. number of buildings)
Consequence (C)	The expected losses (of which the quantification type is determined by A_E) in a given area as a result of a given hazard scenario.	C_S is the "specific consequence", or expected losses of the specific hazard scenario which is the multiplication of $V_S \times A_{ES}$

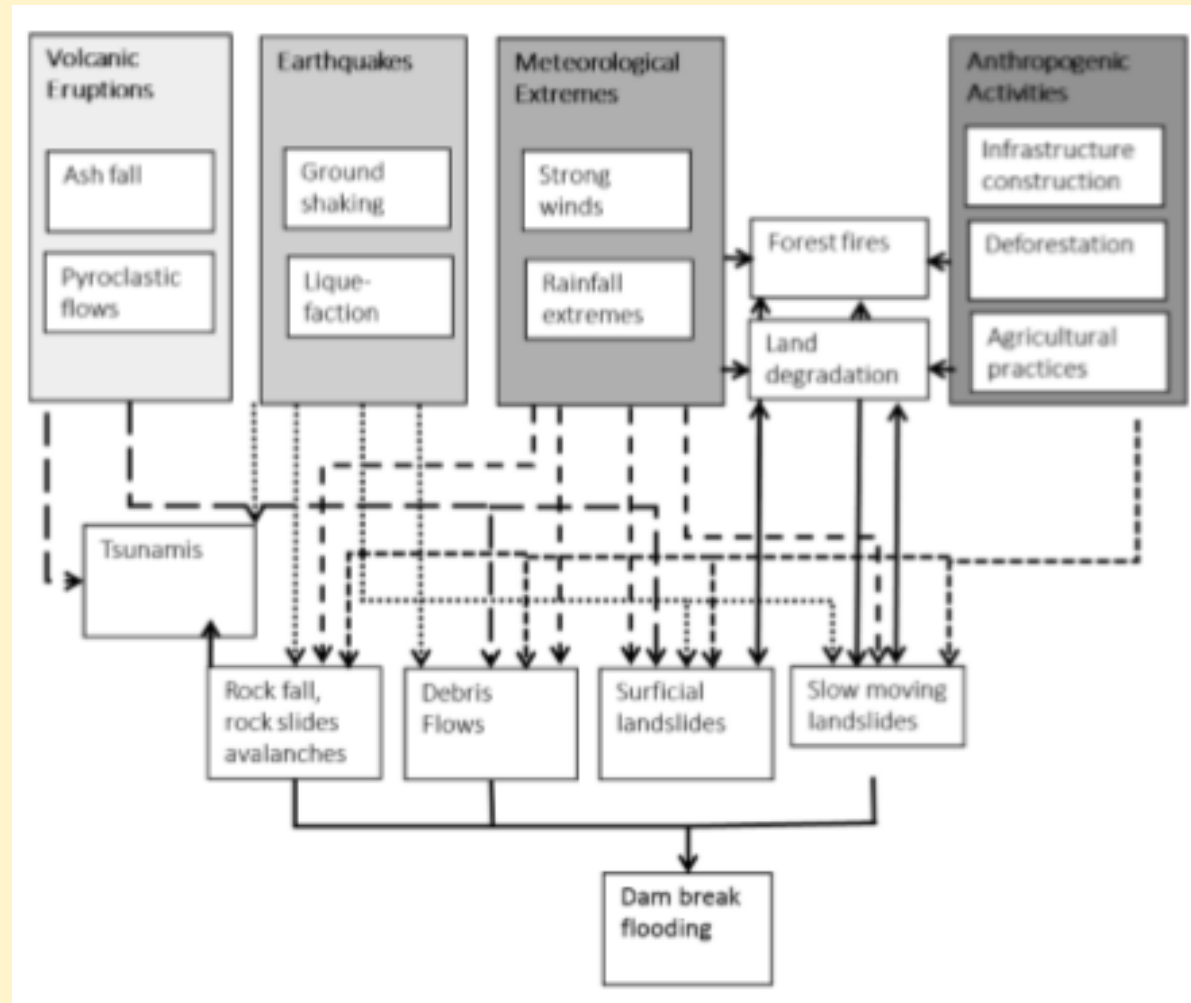
Term	Definition	Equations & Explanation
Specific risk (R_S)	The expected losses in a given area and period of time (e.g. annual) for a specific set of elements-at-risk as a consequence of a specific hazard scenario with a specific return period.	$R_S = H_S \times V_S \times A_{ES}$ $R_S = H_S \times C_S$ $R_S = P_{(T HS)} \times P_{(L HS)} \times V_{(E HS)} \times A_{ES}$
Total risk (R_T)	The probability of harmful consequences, or expected losses (deaths, injuries, property, livelihoods, economic activity disrupted or environment damaged) resulting from interactions between natural or human-induced hazards and vulnerable conditions in a given area and time period. It is calculated by first analyzing all specific risks. It is the integration of all specific consequences over all probabilities.	$R_T = \sum(R_T) = \sum(H_S \times V_S \times A_{ES})$ Or better: $R_T = \int (V_S \times A_{ES})$ – For all hazard types – For all return periods – For all types of elements-at-risk. It is normally obtained by plotting consequences against probabilities, and constructing a risk curve. The area below the curve is the total risk.

Classification of hazard types as used by the International Disaster Database EM-DAT (Guha-Sapir et al. 2016), which is based on and adapted from the the IRDR Peril Classification and hazard Glossary (IRDR, 2014).

Main Group Main Sub-group Main Type Sub-Type

Main Group	Main Sub-group	Main Type	Sub-Type
Natural	Geophysical: A hazard originating from solid earth. This term is used interchangeably with the term geological hazard.	Earthquake	Ground shaking, tsunami
		Mass movement	
		Volcanic	Ash fall, lahar, pyroclastic flow, lava flow
		Storm	Extra-tropical storm, tropical storm, convective storm
		Extreme temperature	Cold wave, heat wave, severe winter conditions
	Meteorological: A hazard caused by short-lived, micro- to meso-scale extreme weather and atmospheric conditions that last from minutes to days.	Fog	
		Flood	Coastal flood, riverine flood, flash flood, ice jam flood.
		Landslide	Avalanche (snow, debris), mudflow, rockfall
	Hydrological: A hazard caused by the occurrence, movement, and distribution of surface and subsurface freshwater and saltwater.	Wave action	Rogue wave, seiche
		Drought	
Climatological: A hazard caused by long-lived, meso- to macro-scale atmospheric processes ranging from intra-seasonal to multi-decadal climate variability.	Glacial Lake outburst		
	Wildfire	Forest Fire, land fire (bush, pasture)	
	Biological: A hazard caused by the exposure to living organisms and their toxic substances or vector-borne diseases that they may carry. Examples are venomous wildlife and insects, poisonous plants, and mosquitoes carrying disease-causing agents such as parasites, bacteria, or viruses (e.g. malaria).	Epidemic	Viral , bacterial, parasitic, fungal, prion disease
		Insect infestation	Grasshopper, locust
Animal accident			
Technological	Extraterrestrial: A hazard caused by asteroids, meteoroids, and comets as they pass near-earth, enter the Earth's atmosphere, and/or strike the Earth, and by changes in interplanetary conditions that effect the Earth's magnetosphere, ionosphere, and thermosphere.	Impact	
		Space weather	Energetic particles, geomagnetic storm
	Industrial accident		Chemical spills, collapse, explosion, fire, gas-leak, poisoning, radiation, other
	Transport accident		Air, road, rail, water
Miscellaneous accident		Collapse, explosion, fire, other.	

Schematic representation of multi-hazards interactions between the main triggering events (volcanic eruptions, Earthquakes, Meteorological extremes, and anthropogenic activities) and secondary hazards

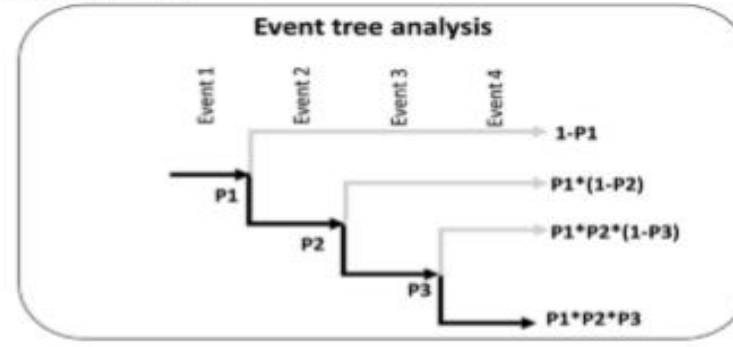
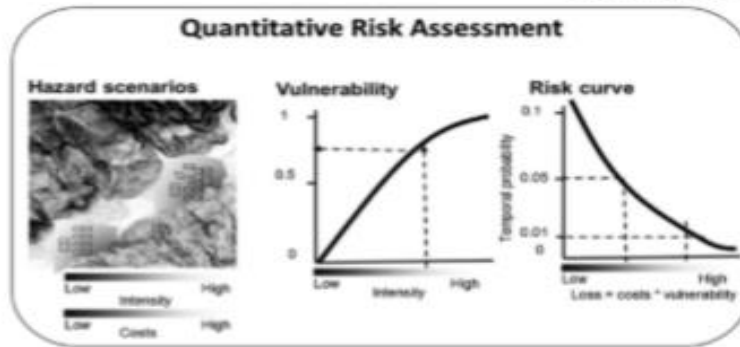


Indication of scales of analysis with associated objectives and data characteristics

Scale of Analysis	Scale	Possible Objectives	Possible Approaches
International, Global	<1:1 million	Prioritization of countries/ regions; Early warning	Simplified RMA & IBA
Small: provincial to national scale	<1:100,000	Prioritization of regions; Analysis of triggering events; Implementation of national programs; Strategic environmental assessment; Insurance	Simplified EVA, RMA & IBA
Medium: municipality to provincial level	1:100000 to 1:25000	Analyzing the effect of changes; Analysis of triggering events; Regional development plans	RMA/IBA
Local: community to municipality	1:25000 to 1:5000	Land use zoning; Analyzing the effect of changes; Environmental Impact Assessments; Design of risk reduction measures	QRA/EVA/ RMA IBA
Site-specific	1:5000 or larger	Design of risk reduction measures; Early warning systems; detailed land use zoning	QRA/EVA/ RMA

Components relevant for risk assessment, and the four major types of risk mapping that are presented in this section

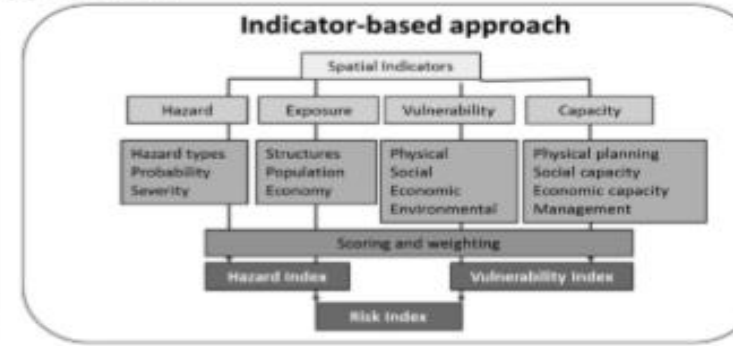
Quantitative approaches



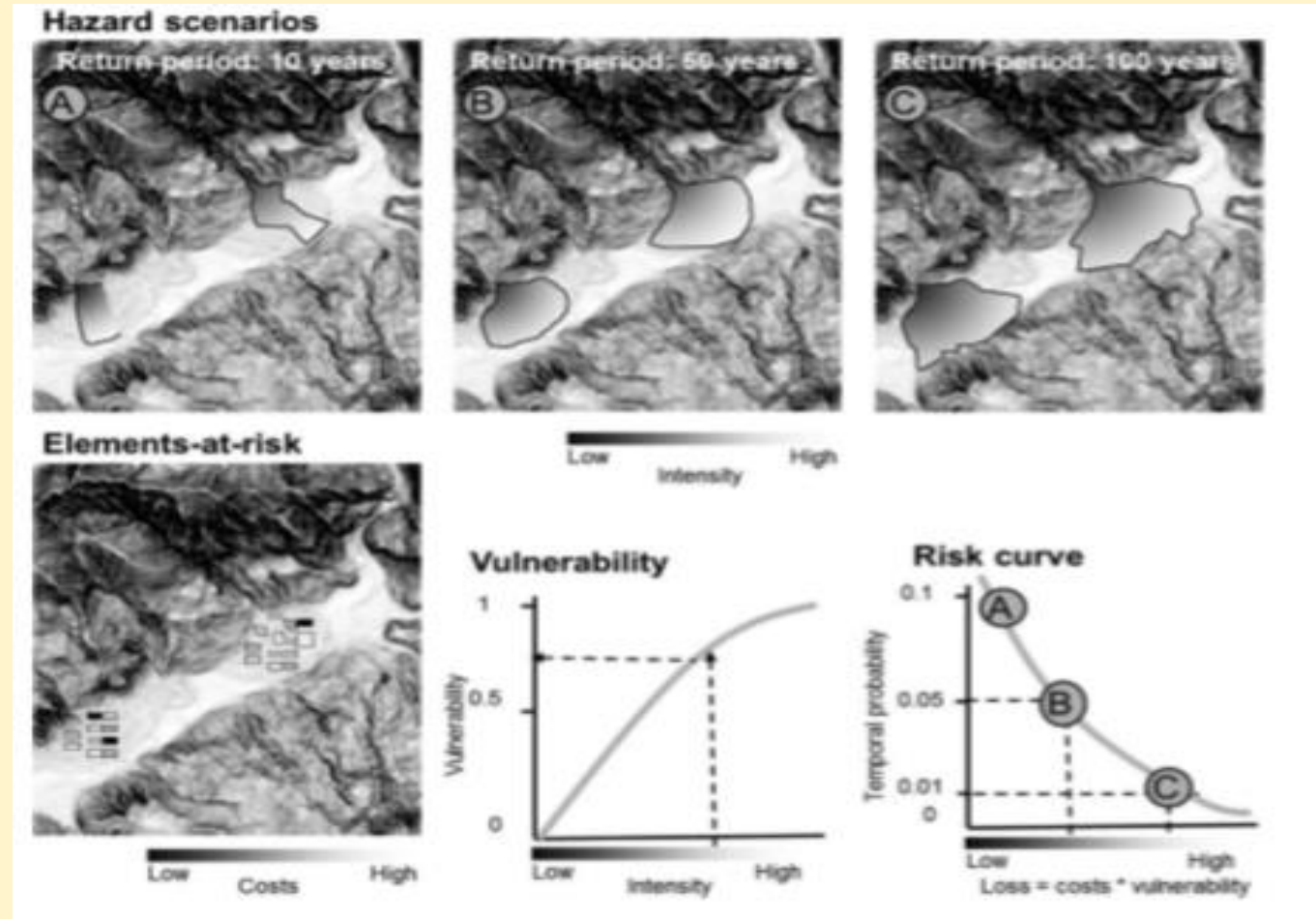
Qualitative approaches

Risk matrix approach

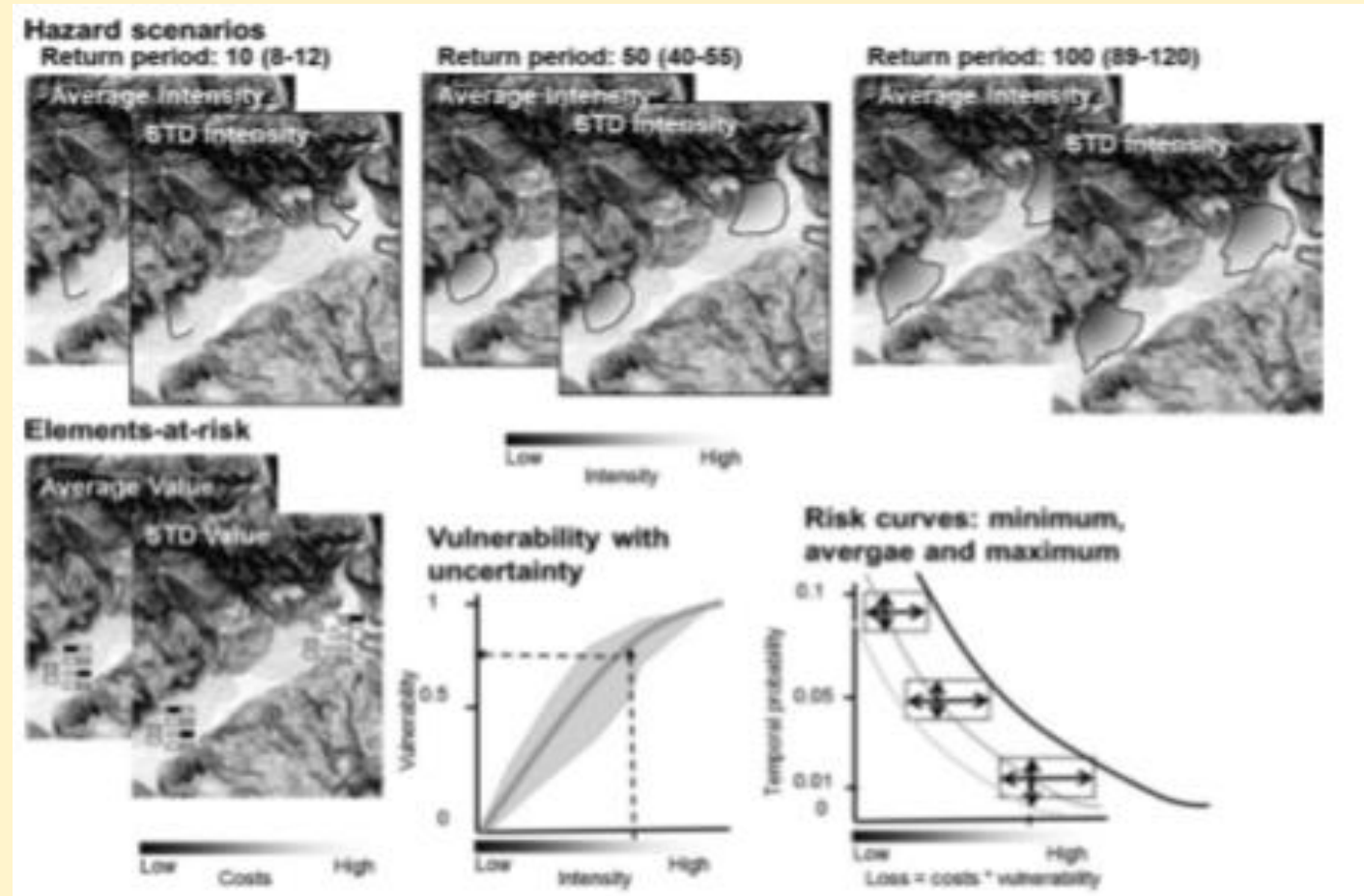
		Impact			
		None	Small	Moderate	High
Frequency	Very High		High	Very High	Very High
	High		Moderate	High	Very High
	Moderate		Low	Moderate	High
	Low		Low	Low	Moderate
	None	No Risk			



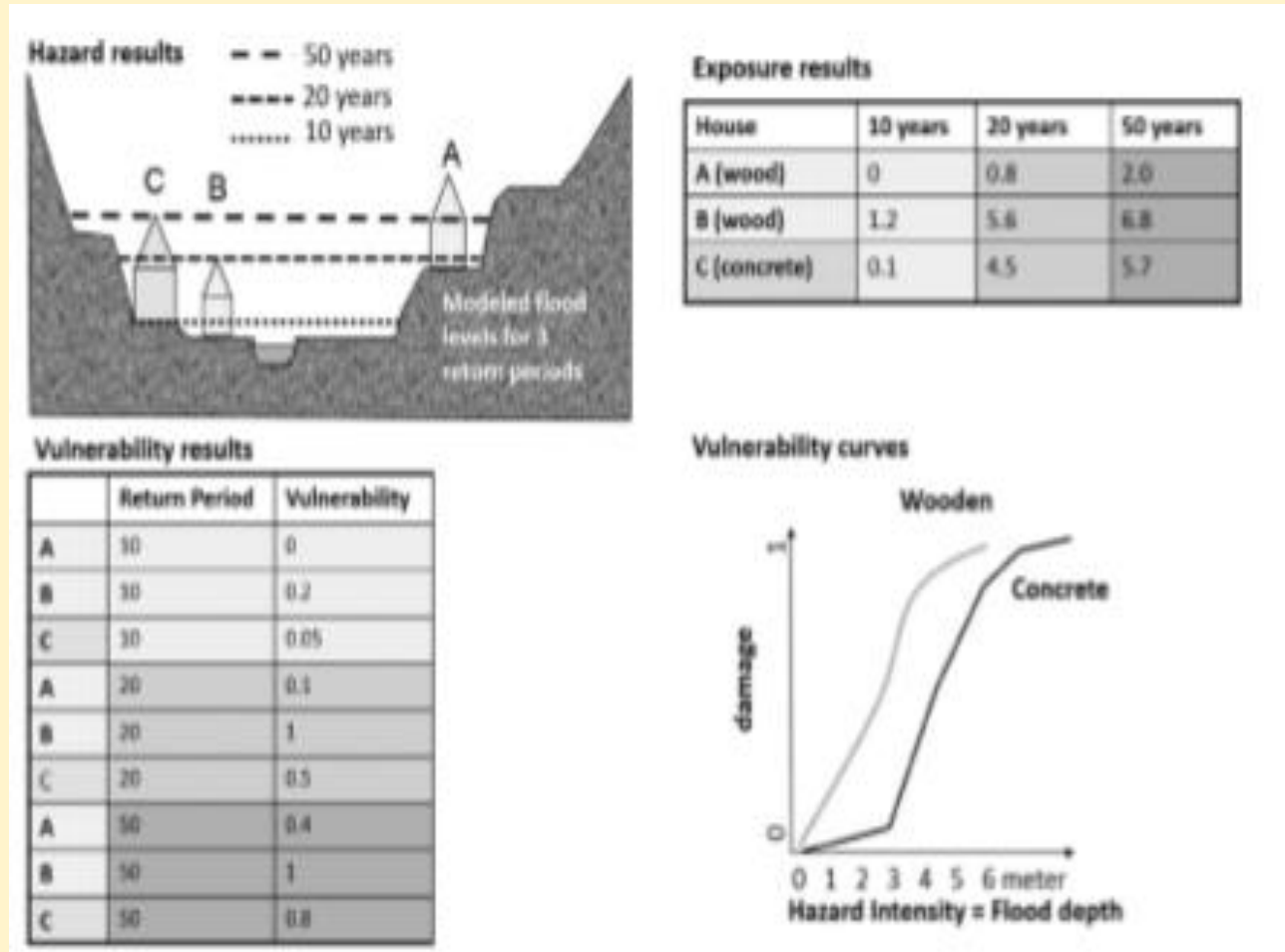
Schematic representation of Quantitative Risk Assessment



Method for including uncertainty in Quantitative Risk Analysis in cases where it is not possible to define many hazard scenarios.



Schematic presentation of the steps involved in quantitative risk analysis. See text for explanation.



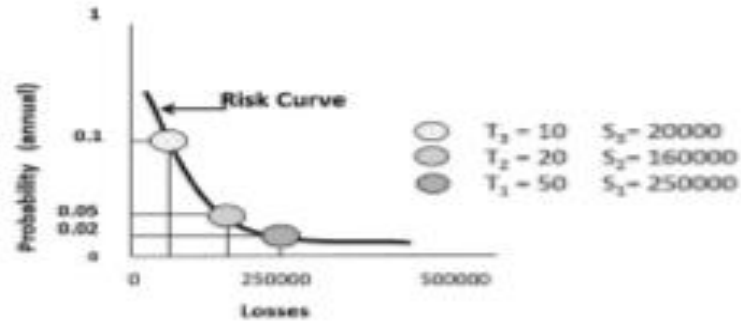
Schematic presentation of the steps involved in quantitative risk analysis. See text for explanation.

Loss calculation results

	Return Period	Vulnerability	Amount	V*A (loss)	Aggregate loss	Probability
A	10	0	100000	0	20000	0.1
B	10	0.2	50000	10000		
C	10	0.25	200000	10000		
A	20	0.1	100000	10000	160000	0.05
B	20	1	50000	50000		
C	20	0.5	200000	100000		
A	50	0.4	100000	40000	250000	0.02
B	50	1	50000	50000		
C	50	0.8	200000	160000		

Risk curve

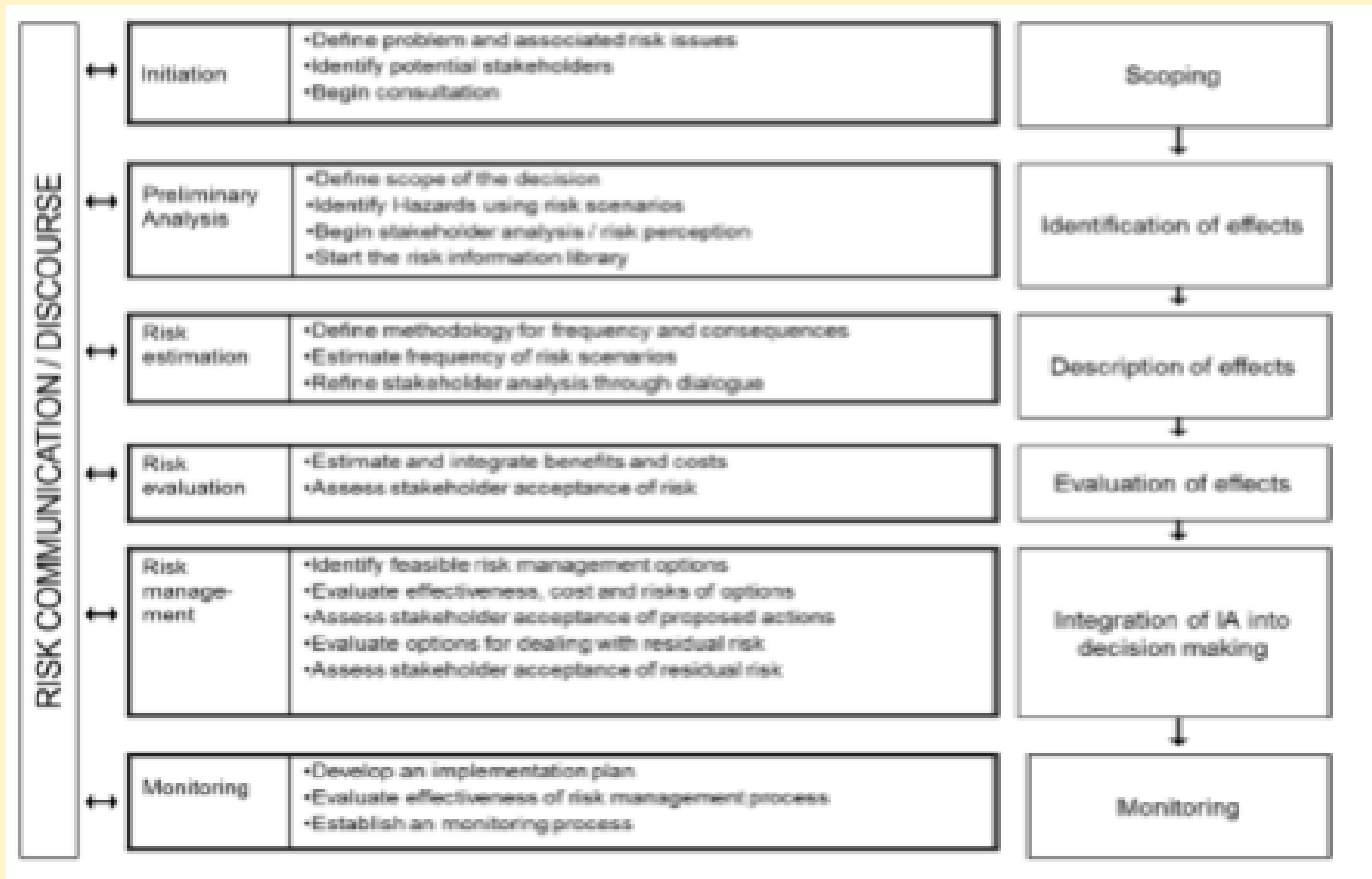
	Aggregate loss	Probability
A	20000	0.1
B		
C		
A	160000	0.05
B		
C		
A	250000	0.02
B		
C		



Average Annual Risk: Area under curve

$$\text{Average Annual Risk} = \frac{1}{T_1} \cdot S_1 + \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \cdot \frac{S_1 + S_2}{2} + \left(\frac{1}{T_3} - \frac{1}{T_2} \right) \cdot \frac{S_2 + S_3}{2}$$

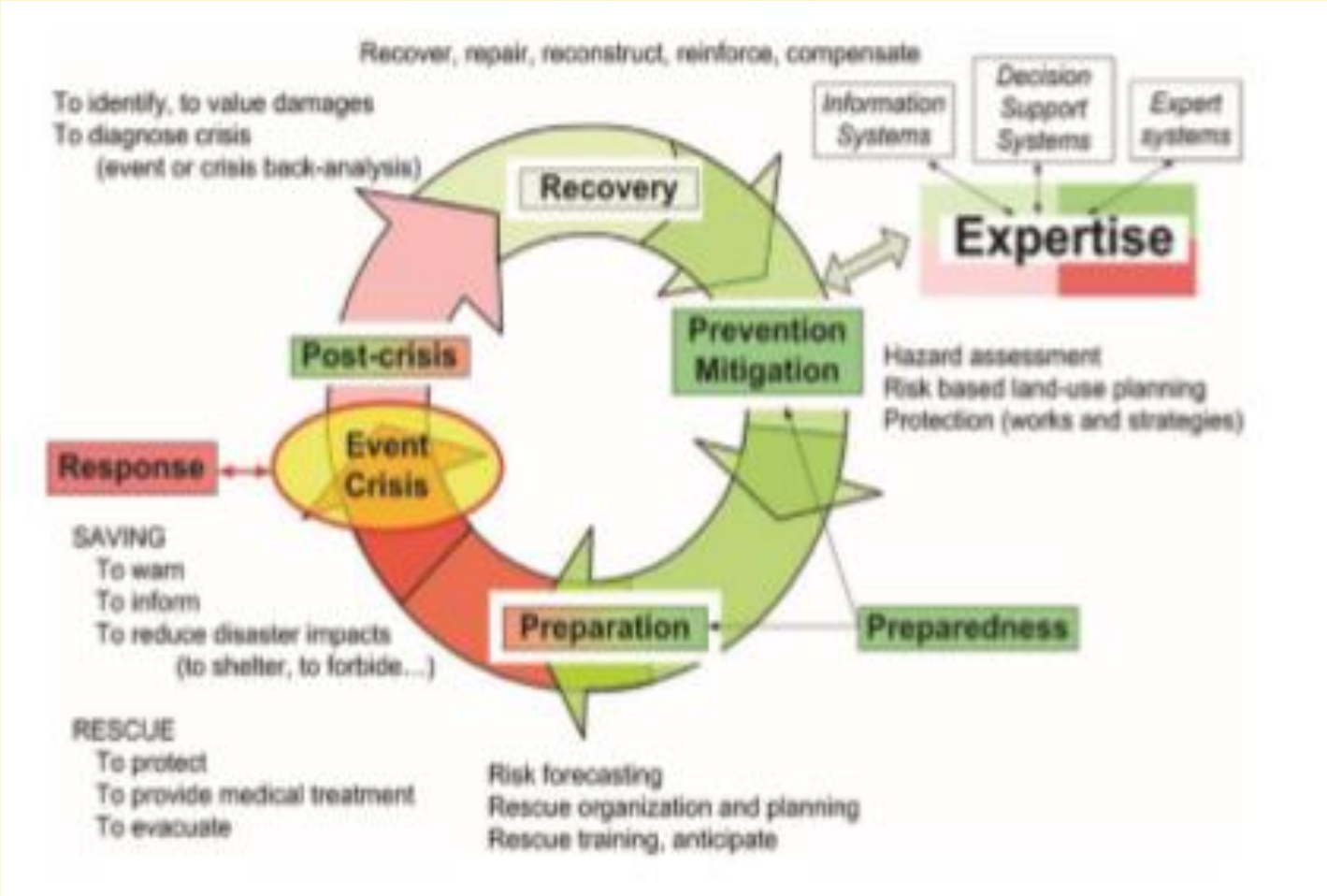
Integration of risk assessment into environmental assessments



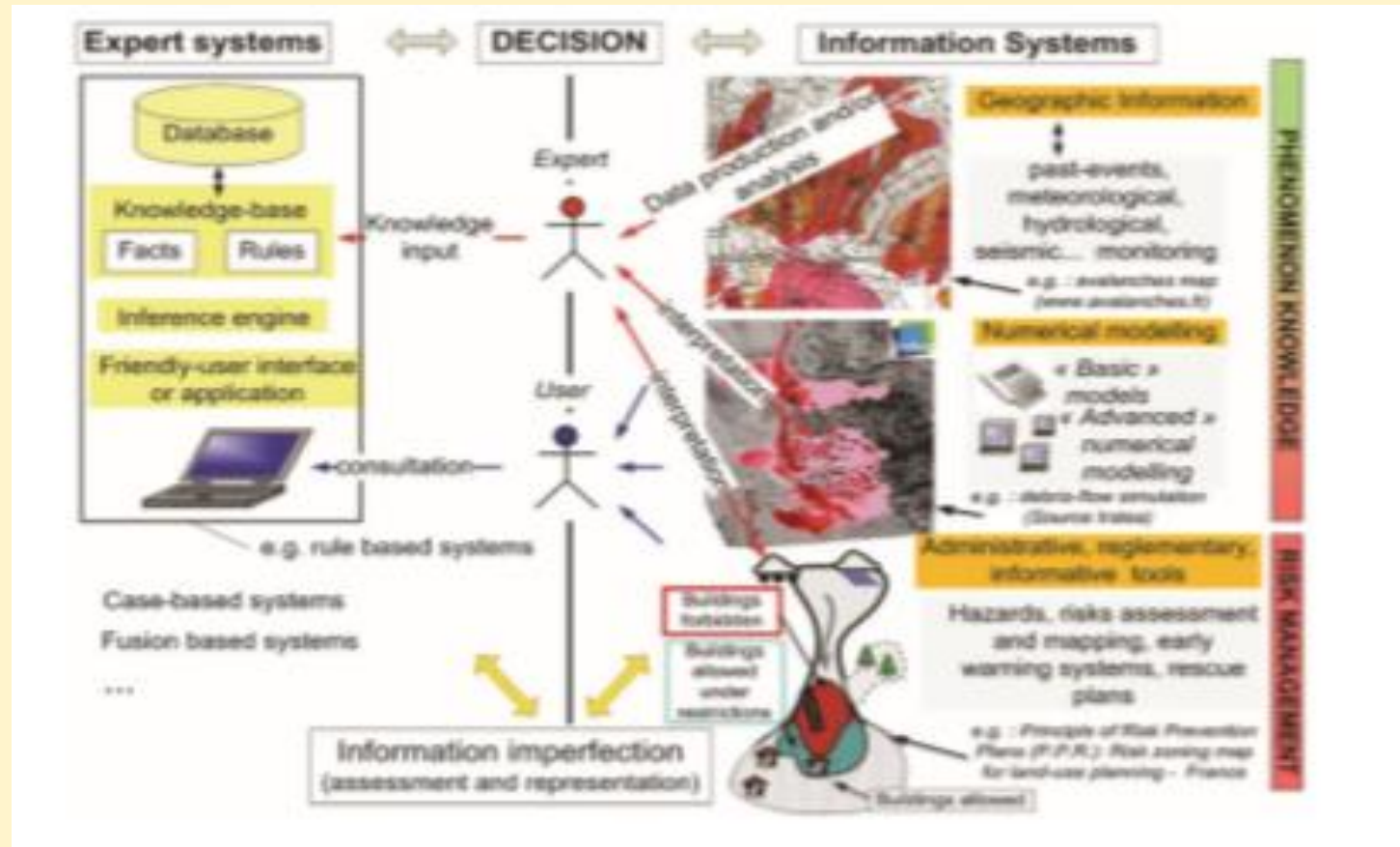
Advantages and disadvantages of the four risk assessment methods discussed.

Method	Advantages	Disadvantages	Suitability for Specific Spatial Scales
Quantitative risk assessment (QRA)	Provides quantitative risk information that can be used in Cost-benefit analysis of risk reduction measures.	Very data demanding. Difficult to quantify temporal probability, hazard intensity and vulnerability.	Normally used as basis for investments in structural mitigation measures on project level
Event-tree analysis	Allow modelling of a sequence of events, and works well for domino effects	The probabilities for the different nodes are difficult to assess, and spatial implementation is very difficult due to lack of data.	Normally used as basis for plan approval procedures of dangerous facilities (e.g. nuclear power plants, chemical establishments) on project level
Risk matrix approach	Allows to express risk using classes instead of exact values, and is a good basis for discussing risk reduction measures.	The method doesn't give quantitative values that can be used in cost-benefit analysis of risk reduction measures. The assessment of impacts and frequencies is difficult, and one area might have different combinations of impacts and frequencies.	Basis for hazard zoning in many countries like Austria France, Italy and Switzerland. Good fit for regional and local spatial planning as basis for keeping hazard prone areas free of further development
Indicator-based approach	Only method that allows to carry out a holistic risk assessment, including social, economic and environmental vulnerability and capacity.	The resulting risk is relative and doesn't provide information on actual expected losses.	Suitable for comparing the level of risk on national level (see e.g. World Risk Index)

Description of main steps of natural hazards and risks management for the development of expert (knowledge-based) systems



Expert systems and information produced by experts for risk management



References

1. Dalezios, N.R. (editor), 2017. Environmental Hazards Methodologies for Risk Assessment and Management. Publisher: IWA, London UK, ISBN 9781780407128, 534p.
2. Tarquis, A.M., A. Gobin, U. Ulbrich and N.R. Dalezios (editors), 2013: Weather Related Hazards and Risks in Agriculture. Special Issue of NHESS.
3. Nastos. P., Dalezios N.R. and U. Ulbrich (editors), 2016: Advances in Meteorological Hazards and Extreme events. Special Issue of NHESS.
4. Dalezios, N.R., A.M. Tarquis and S. Eslamian, 2017: Drought Assessment and Risk Analysis. Book chapter 18 in Vol. 1 of 3-Volume Handbook of Drought and Water Scarcity (HDWS). Editor: Prof. S. Eslamian. Publisher: Taylor and Francis, 323-343.
5. Dalezios, N., G.P. Petropoulos and I. Faraslis (2019): Concepts and Methodologies of Environmental Hazards Affecting Agriculture and Agroecosystems. Chapter 1, pp: xx-xx, in “Techniques for Disaster Risk Management and Mitigation”. Publisher AGU-Wiley. ISBN-10: 111935918X [in press].
6. Panagiotis T. Nastos, Nicolas R. Dalezios, Ioannis N. Faraslis, Kostas Mitrakopoulos, Anna Blanta and Ana M. Tarquis, 2020. Risk Management Framework of Environmental Hazards and Extremes in Mediterranean Ecosystems. NHESS (accepted, in press).
7. Dalezios, N.R. and S. Eslamian, 2016. Regional Design Storm for Greece within the Flood Risk Management Framework. Intern, J. of Hydrology Science and Technology (I.J.H.S.T). Vol 6, No 1, 82-102.



Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας

