

## Μάθημα: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

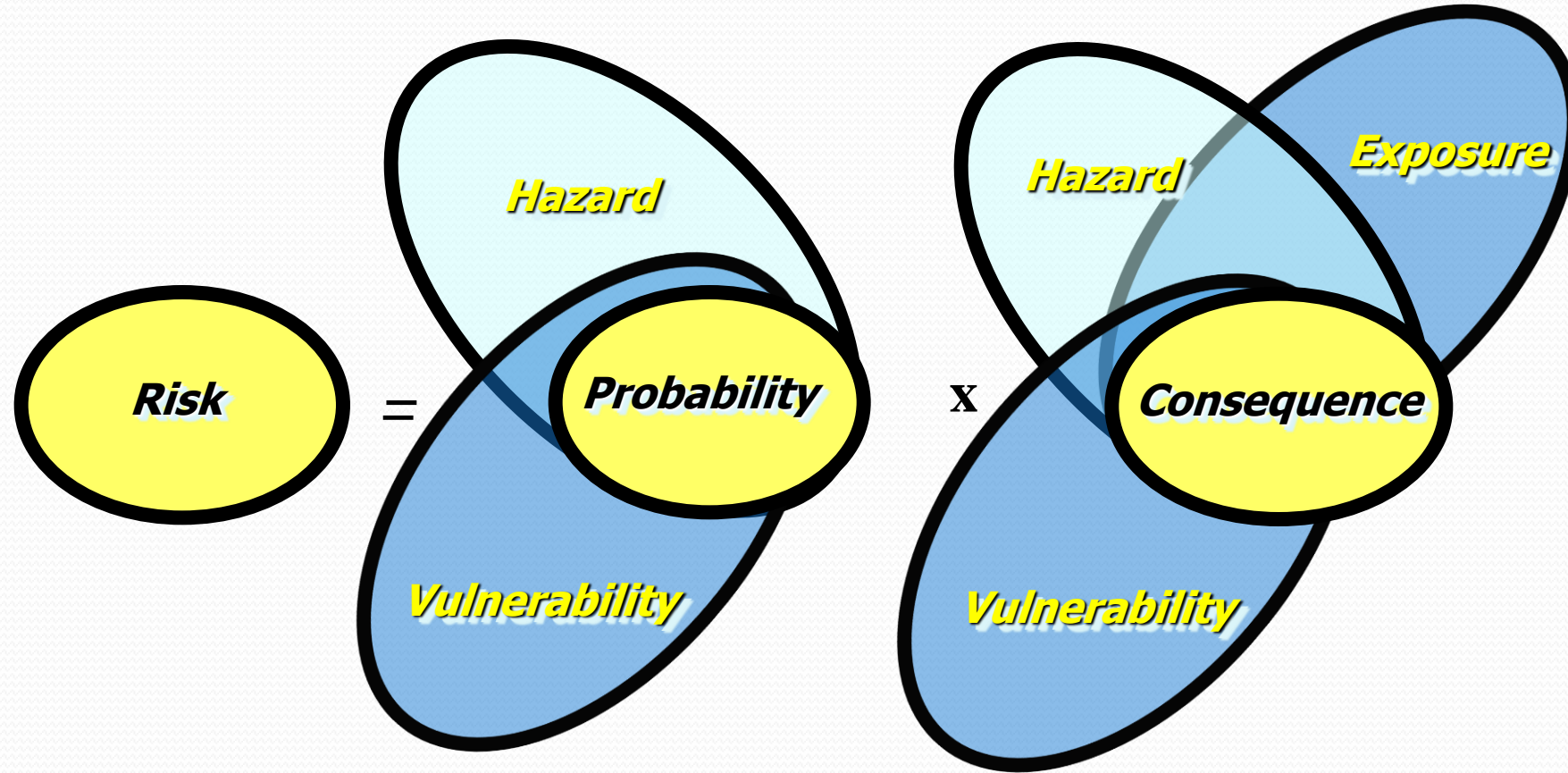
# 3<sup>η</sup> Διάλεξη : Διαχείριση Διακινδύνευσης Πλημμύρας σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής

Αναπλ. Καθηγητής **Φώτιος Π. Μάρης**

- 1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ**
- 2. ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ**
- 3. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ**
- 4. ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ**
- 5. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

# 1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

## Διακινδύνευση (Ρίσκο) και Κίνδυνος



□ Distinction between the words "hazard" and "risk".

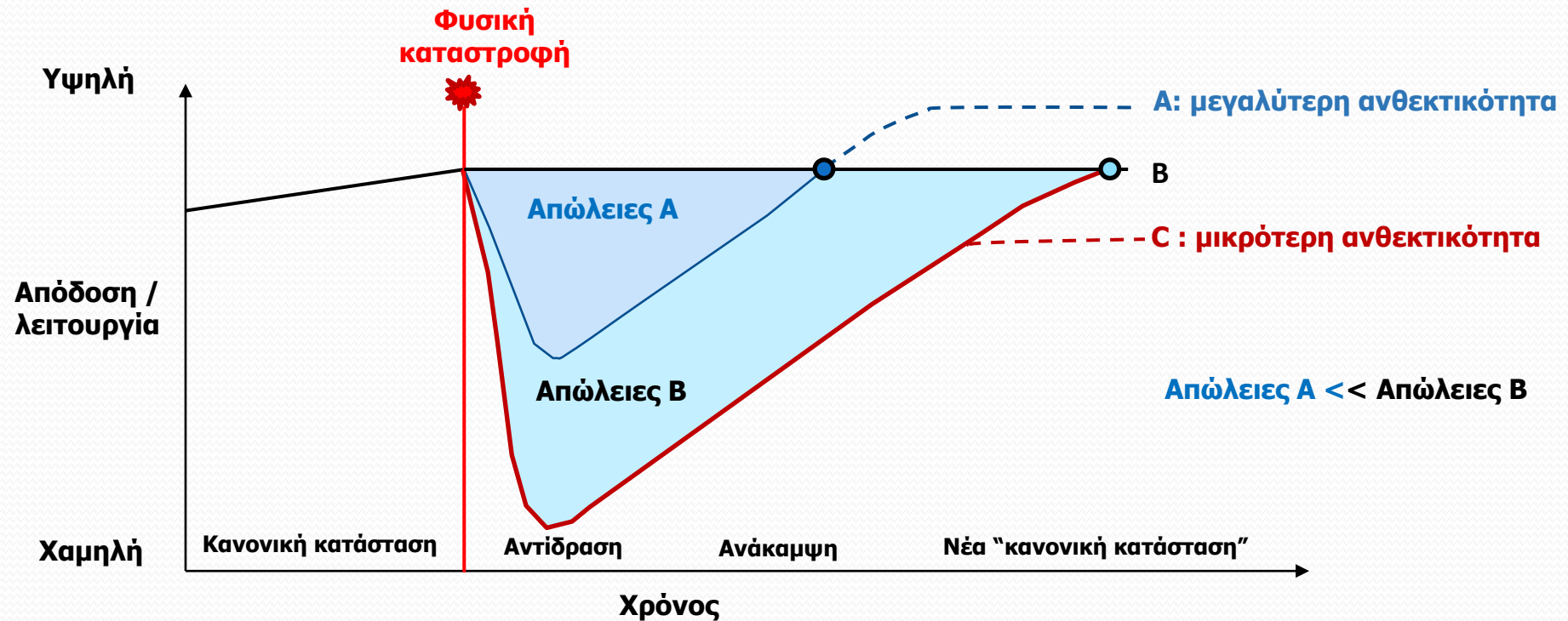
## ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ (ΡΙΣΚΟ)

$$\text{RISK} = (\text{probability}) \times (\text{consequence})$$

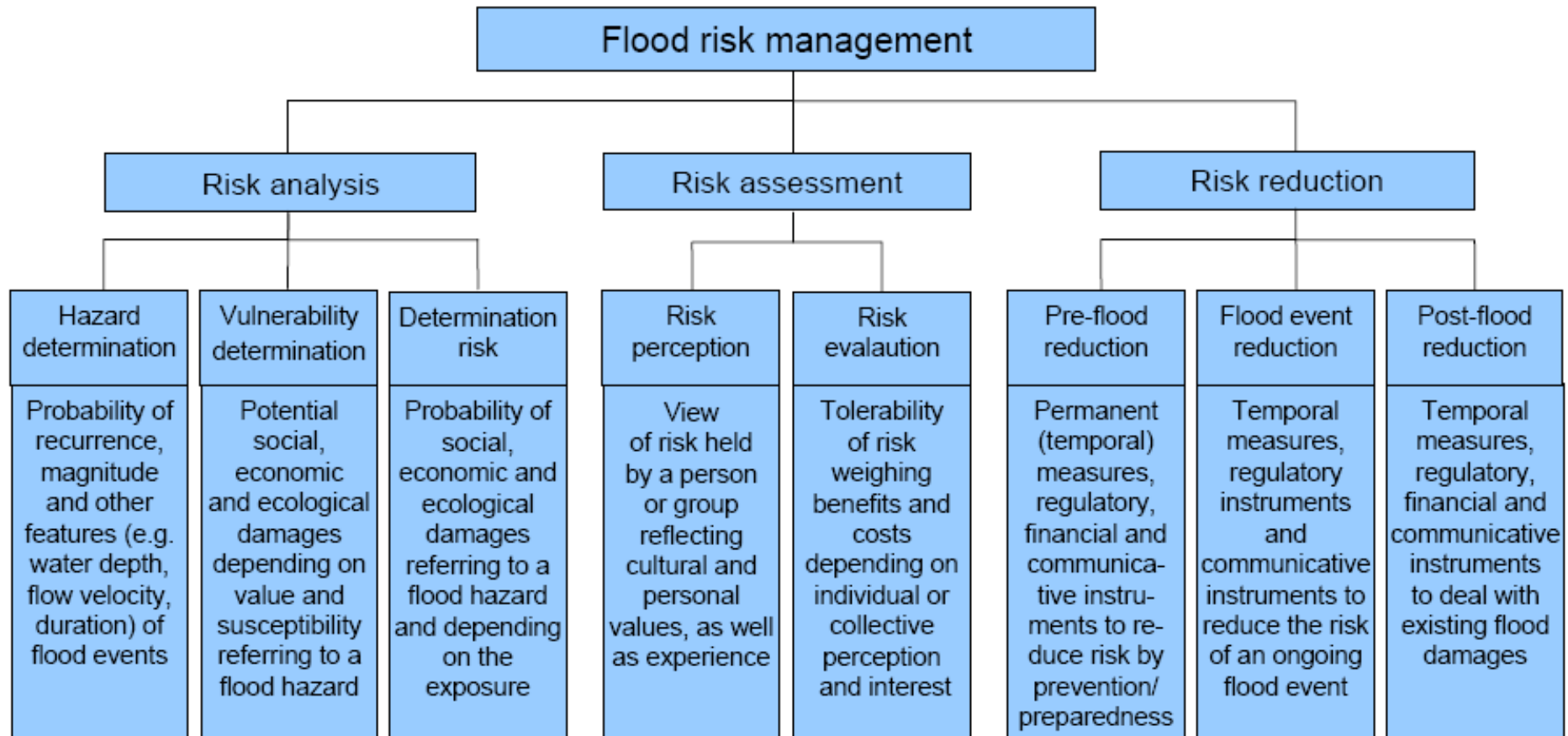
- A large risk may arise because there is a high probability of a flood (say every winter) with only modest consequences.*
- A large risk may arise because there is a very small probability of a flood - such as 1/ 1000 per year - but with high consequences.*
- However, in the perception of people, the consequences of events are not only easier to grasp, but also more important than their probability. **The consequences are therefore given more weight in the judgment of risk.** This means that lay people judge 100 fatalities with a 1/100 per year probability as being worse than 1 fatality every year.*

# Επανατακτικότητα η ανθεκτικότητα (resilience)

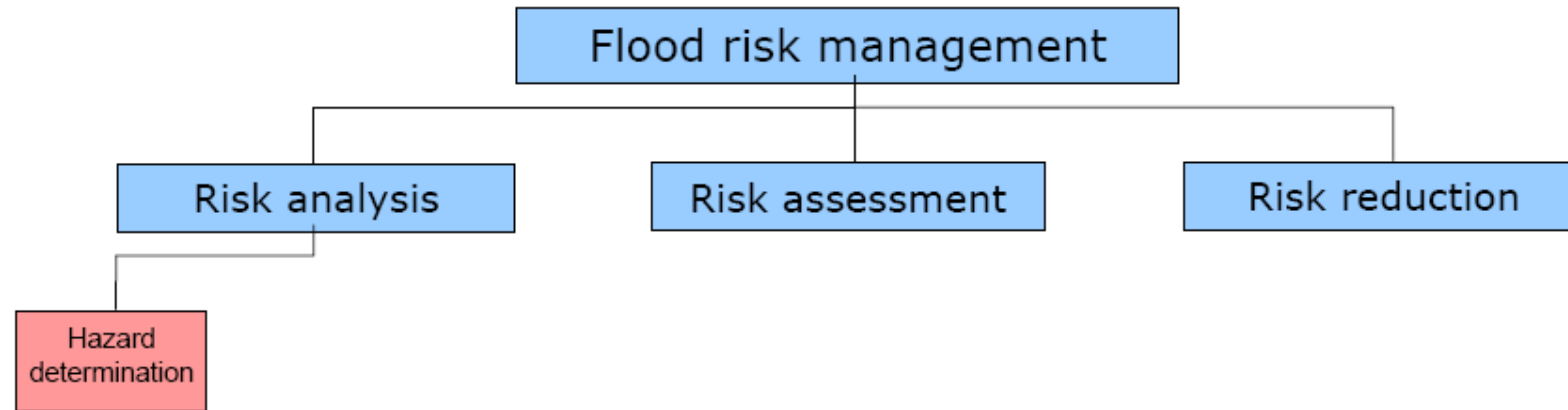
Η ικανότητα του κάθε εκτιθέμενου στοιχείου (κτίρια, υποδομές), καθώς και της κοινωνίας (πληθυσμός) και διοίκησης (Χώρα, Περιφέρεια, Δήμος), να αντισταθούν στον κίνδυνο (μειωμένες απώλειες) και να ανακάμψουν σε σύντομο χρονικό διάστημα.



## 2. ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΠΛΑΙΣΙΟ Διαχείρισης Διακινδύνευσης Πλημμύρας (Flood Risk Management)

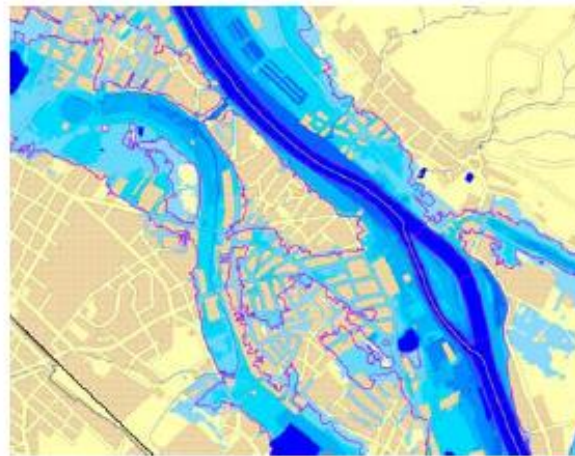


# Διαχείριση Διακινδύνευσης Πλημμύρας



## Κίνδυνος πλημμύρας

Ένα φυσικό γεγονός, φαινόμενο, η ανθρώπινη δραστηριότητα που ενδεχόμενα μπορεί να προκαλέσει ζημιά. Ένας κίνδυνος δεν προκαλεί αναγκαστικά ζημιά (FLOODsite, 2005)



## Προσδιορισμός κινδύνου

Ποσοτικοποίηση της πιθανότητας Εμφάνισης, μεγέθους και άλλων χαρακτηριστικών της πλημμύρας (Υδρο-μετεωρολογική προσομοίωση)

## Πιθανότητα Εμφάνισης Πλημμύρας – Πιθανότητα Αστοχίας Έργων Προστασίας

❖ Many areas are protected from flooding by embankments and other flood defenses. The ***probability of flooding*** in such areas is more difficult to establish, as it is also a function of ***the probability of the failure of the defenses*** (the embankments, dams, sea walls, dune systems etc).

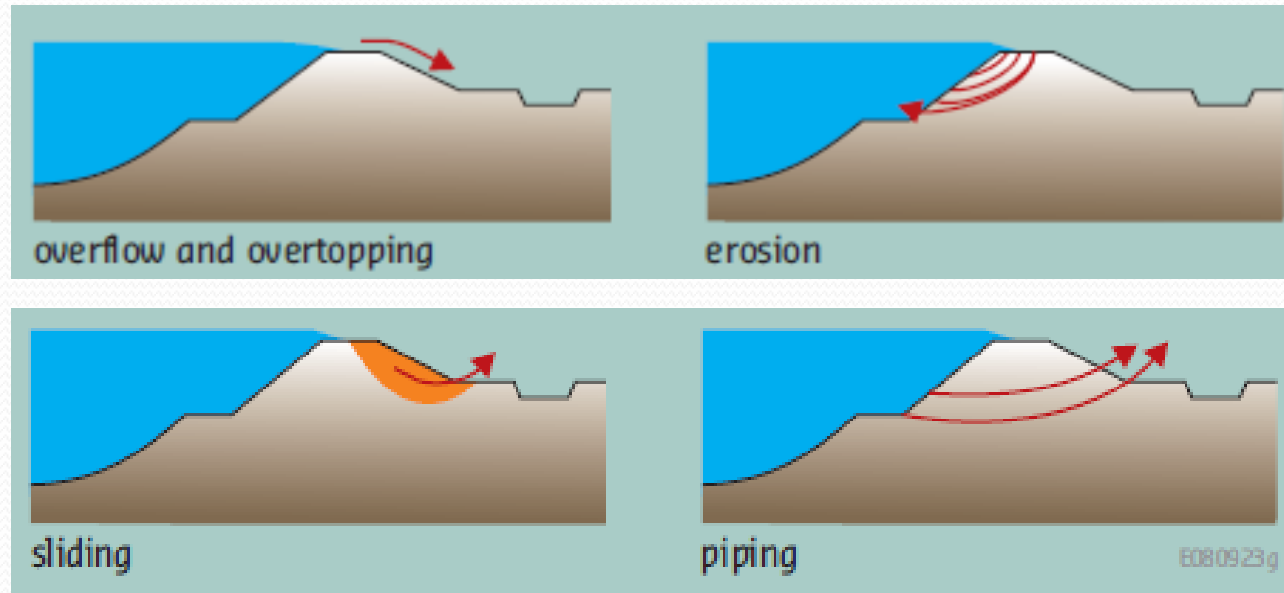


❖ For flooding to occur there has to be, firstly, a hazardous flood level, and then, secondly, a failure of the defense. The probability of flooding behind the defense is a function of both probabilities.

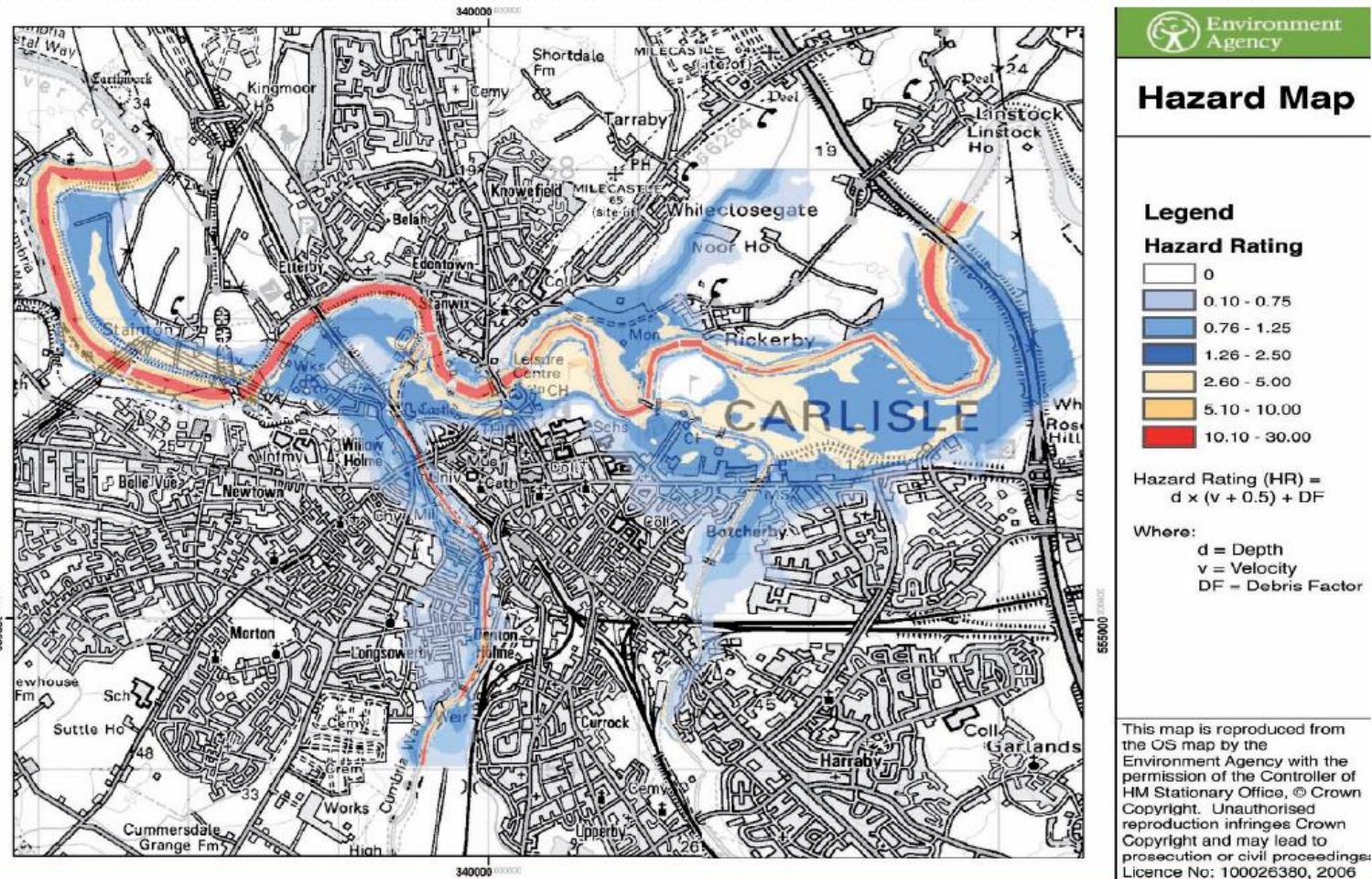


## Αξιοπιστία και Αντοχή έναντι διαφόρων αστοχιών

❖ To calculate these probabilities we need to know about the reliability (resistance minus the loading) and the strength of the defenses for various failure modes.



# Χάρτης Κινδύνου



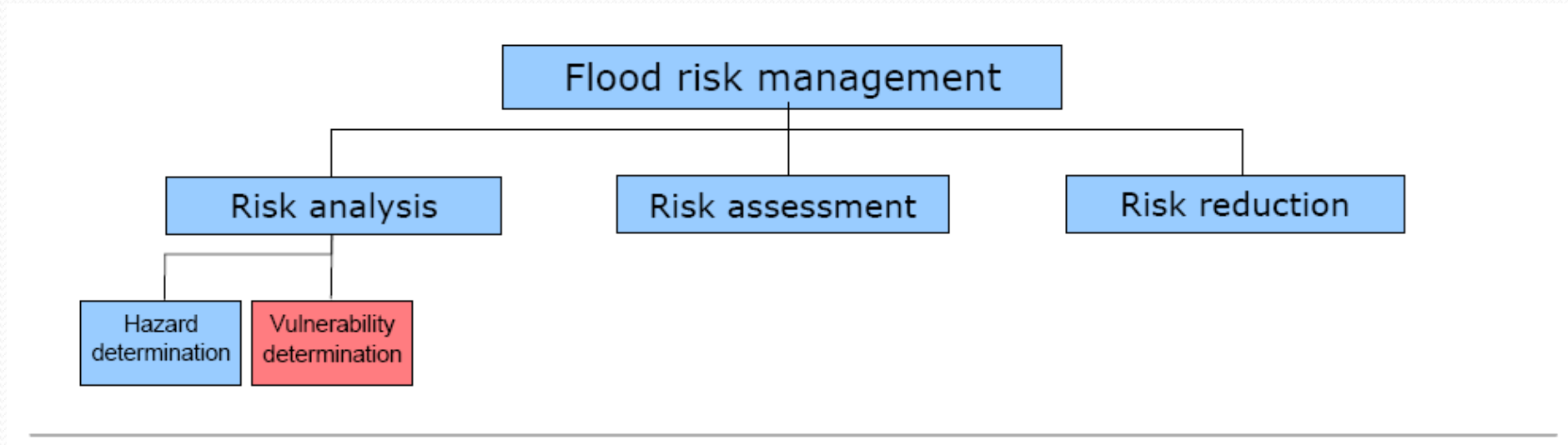
Βάθος Ποής

Ταχύτητα Ποής

Debris Factor

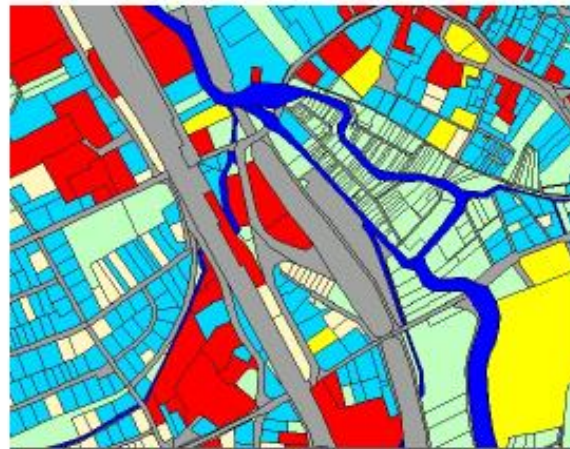
Hazard Rating

# Διαχείριση Διακινδύνευσης Πλημμύρας



## Τρωτότητα πλημμύρας

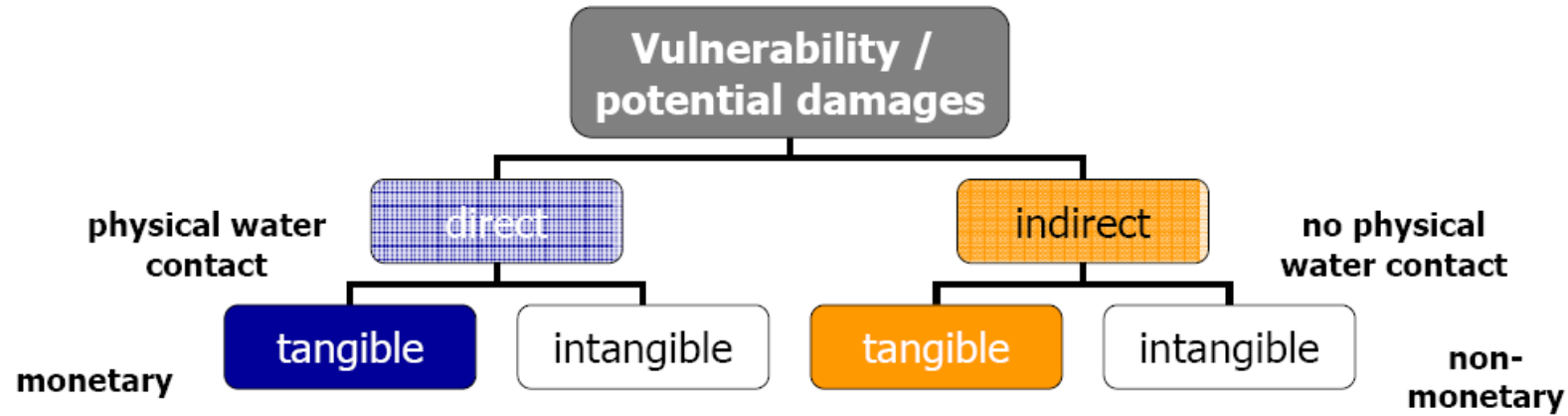
Χαρακτηριστικό ενός συστήματος που περιγράφει το ενδεχόμενο να υποστεί ζημιές (βλάβες). Μπορεί να ορισθεί σαν ο συνδυασμός ευπάθειας και τιμής (αξίας).



## Προσδιορισμός τρωτότητας

Ποσοτικοποίηση και αξιολόγηση των ενδεχόμενων κοινωνικών, οικονομικών και οικολογικών ζημιών του πλημμυρικού κινδύνου.

# Τρωτότητα και Ζημιές



e.g.:

- buildings
- infrastructure
- crop, cattle
- capital goods
- consumer goods
- ...

- life
- health
- environment
- unique goods
- art and cultural goods
- ...

- production losses (in and outside inundation area)
- market disturbances
- loss of time
- ...

- reduced competitiveness
- migration
- increased vulnerability of economic actors
- ...

# Ζημιές-Απώλειες λόγω Πλημμυρών

## Άμεσες Ζημιές

Losses resulting from direct contact with flood water, to buildings and infrastructure

## Έμμεσες Ζημιές

Losses resulting from the event but not from its direct impact, for example, transport disruption, business losses that can't be made up, losses of family income etc.

In both loss categories, there are two clear sub-categories of loss:

### **Μετρήσιμες (Tangible)**

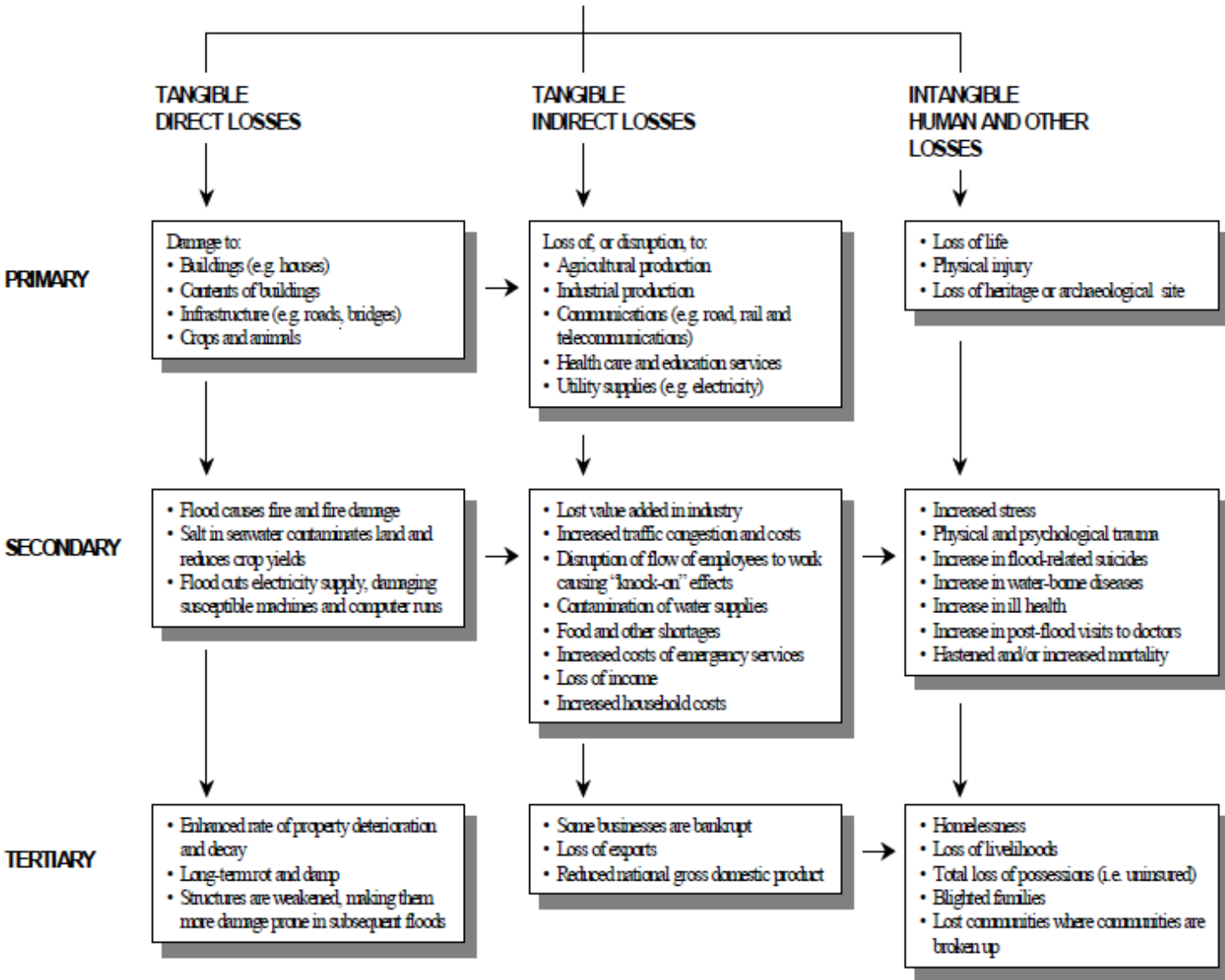
Loss of things that have a monetary (replacement) value, for example, buildings, livestock, infrastructure etc.

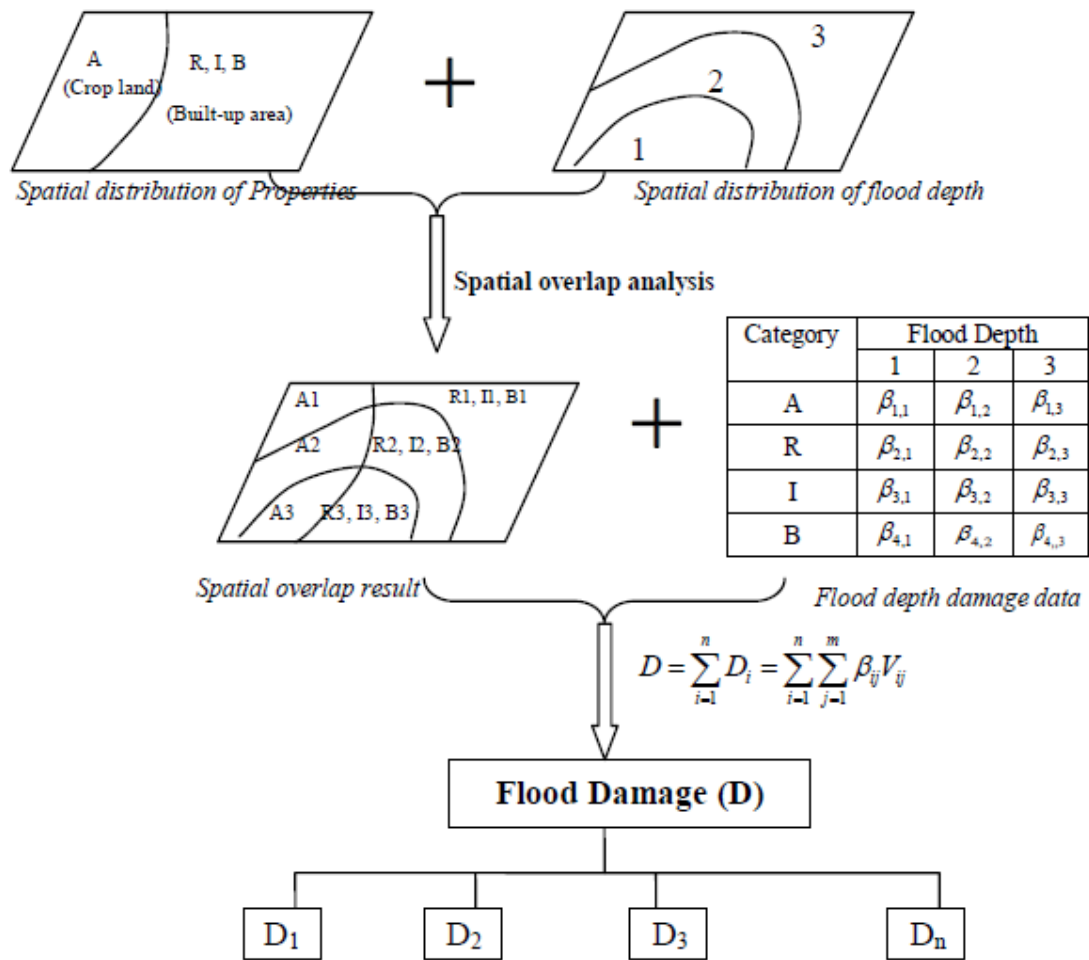
### **Μη-Μετρήσιμες**

Loss of things that cannot be bought and sold, for example, lives and injuries, heritage items, memorabilia etc.

# Κατηγοριοποίηση Ζημιών

## FLOOD LOSSES



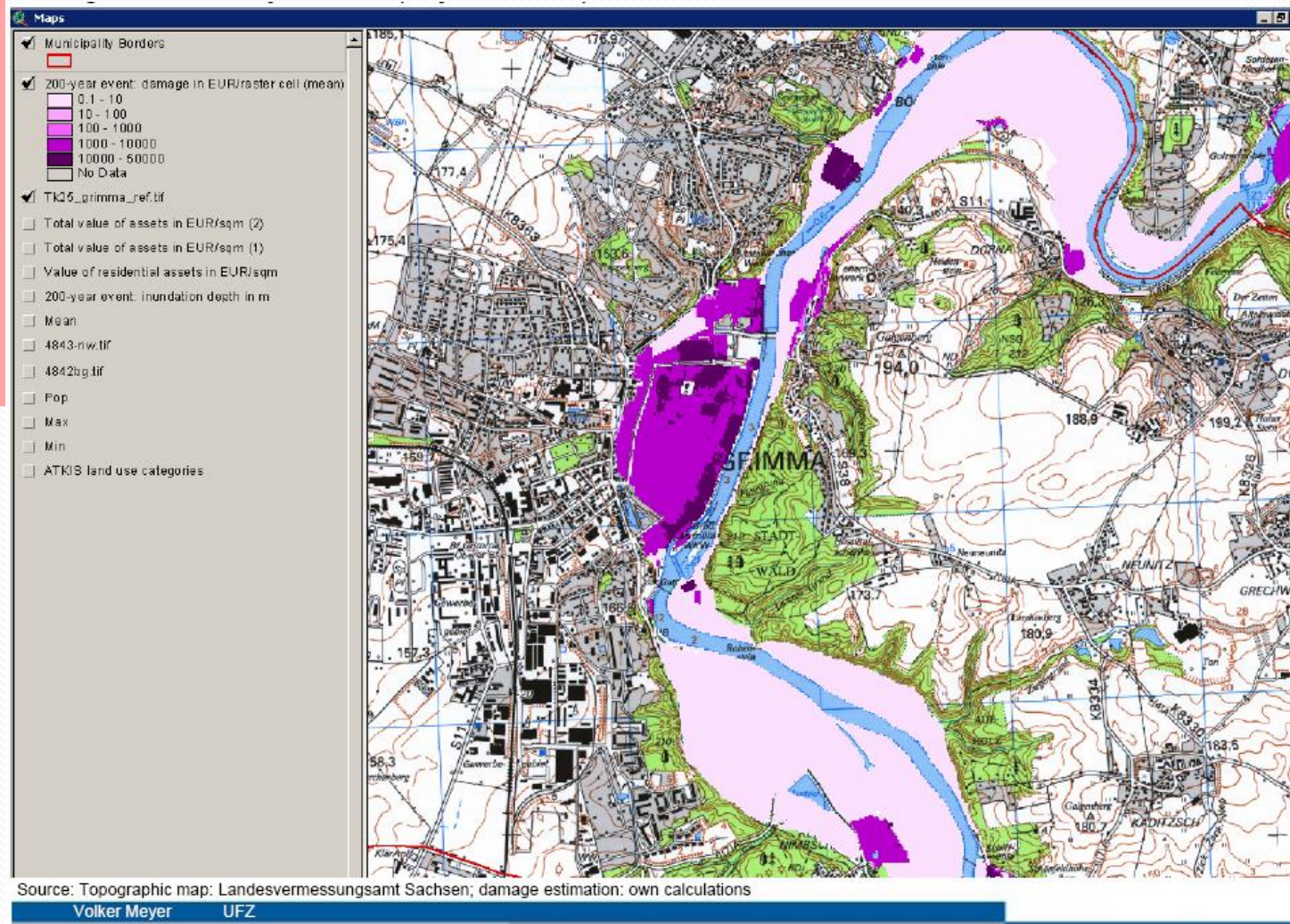
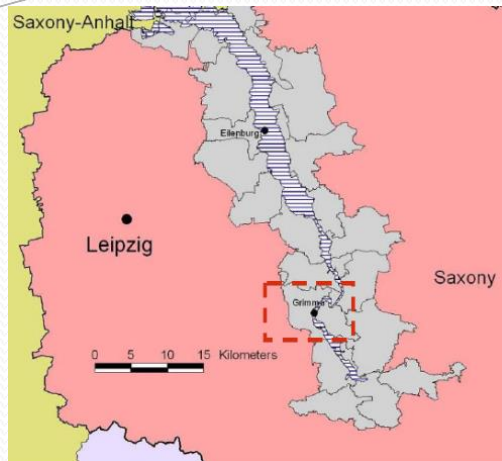


## Μεθοδολογία Εκτίμησης Ζημιών-Απωλειών λόγω Πλημμύρας

Fig. 6-1 Flow diagram for flood damage assessment model

Note: A=Agriculture output; B=Residential property; I=Industry assets; B=Business assets;  $D_i$ =flood damage in category  $i$ ;  $\beta_{ij}$ ,  $V_{ij}$ =Loss rate, assets in category  $i$  under depth  $j$ , respectively.

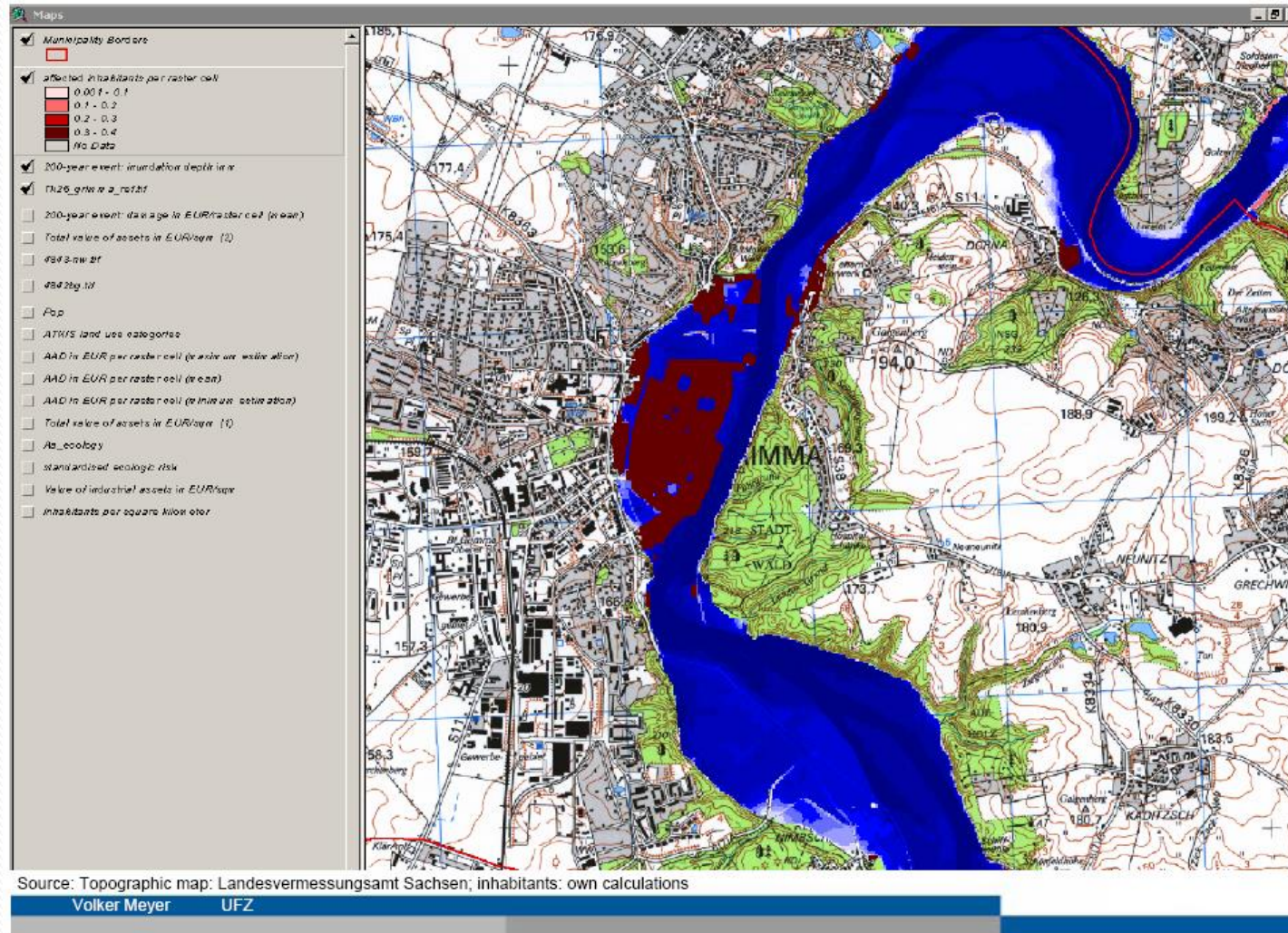
# Χάρτης Ζημιών



*Damages for a 200-year flood event in the city of Grimma, Germany (Meyer, 2007)*

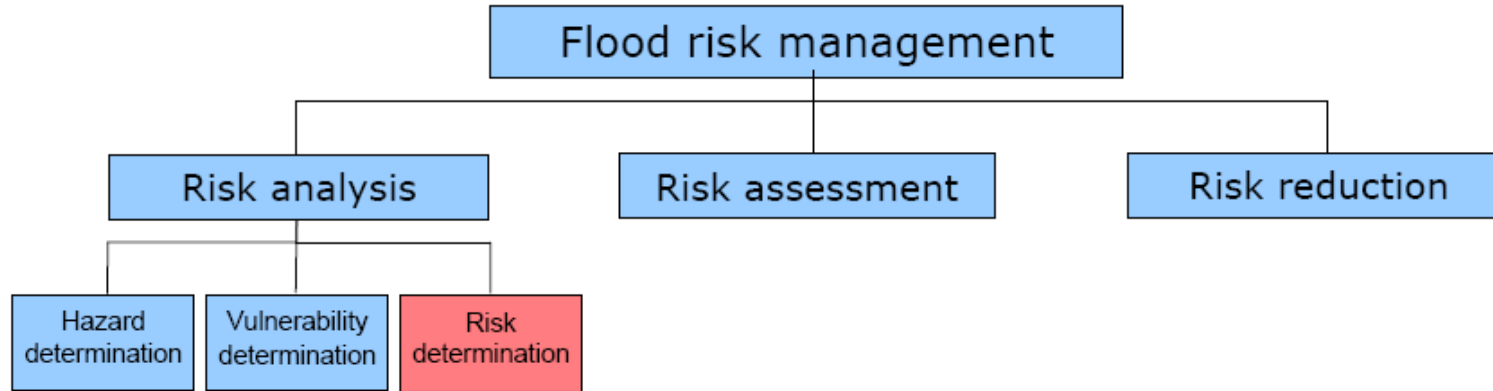


# Χάρτης με τον πληθυσμό που επηρεάζεται από την πλημμυρα



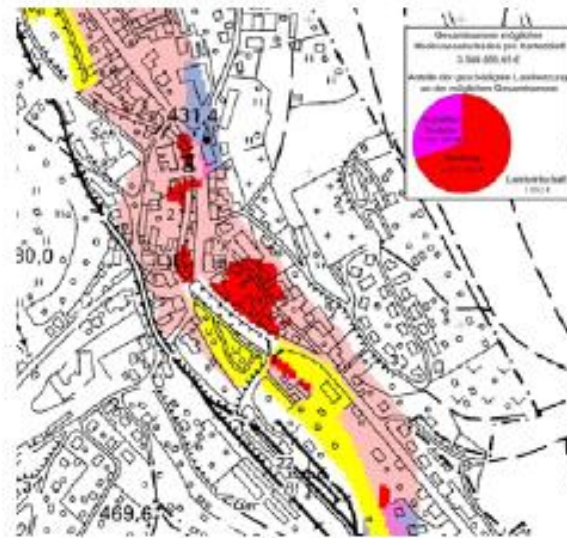
*Affected population, 200-year event in city of Grimma, Germany (Meyer, 2007)*

# Διαχείριση Διακινδύνευσης Πλημμύρας



## Διακινδύνευση πλημμύρας

Είναι συνάρτηση της έκθεσης στον κίνδυνο και της τρωτότητας (Plate, 2001, FLOODsite, 2005)



## Προσδιορισμός διακινδύνευσης

Μεθοδολογία για τον προσδιορισμό της φύσης και της έκτασης της διακινδύνευσης πλημμύρας ως πιθανότητα κοινωνικών, οικονομικών και οικολογικών ζημιών από μία πλημμύρα (Χαρτης διακινδύνευσης)

# Αναμενόμενη Διακινδύνευση

□ *Η διακινδύνευση* έχει μια διάσταση πιθανολογική και μια διάσταση συνεπειών.

Το παραπάνω μπορεί να αναπαρασταθεί είτε με ένα διάγραμμα πιθανότητας εμφάνισης κινδύνου και συνεπειών που καλείται *διάγραμμα έντασης-συχνότητας εμφάνισης* ή εκτιμώντας τις *μέσες ετήσιες συνέπειες*.

□ Οι *μέσες ετήσιες συνέπειες* αντιστοιχούν

στις Αναμενόμενες Ετήσιες Ζημιές (Expected Annual Damage (EAD))

στον Αναμενόμενο Ετήσιο Αριθμό Πληγέντων Ατόμων (Expected Annual Number of Affected Persons),

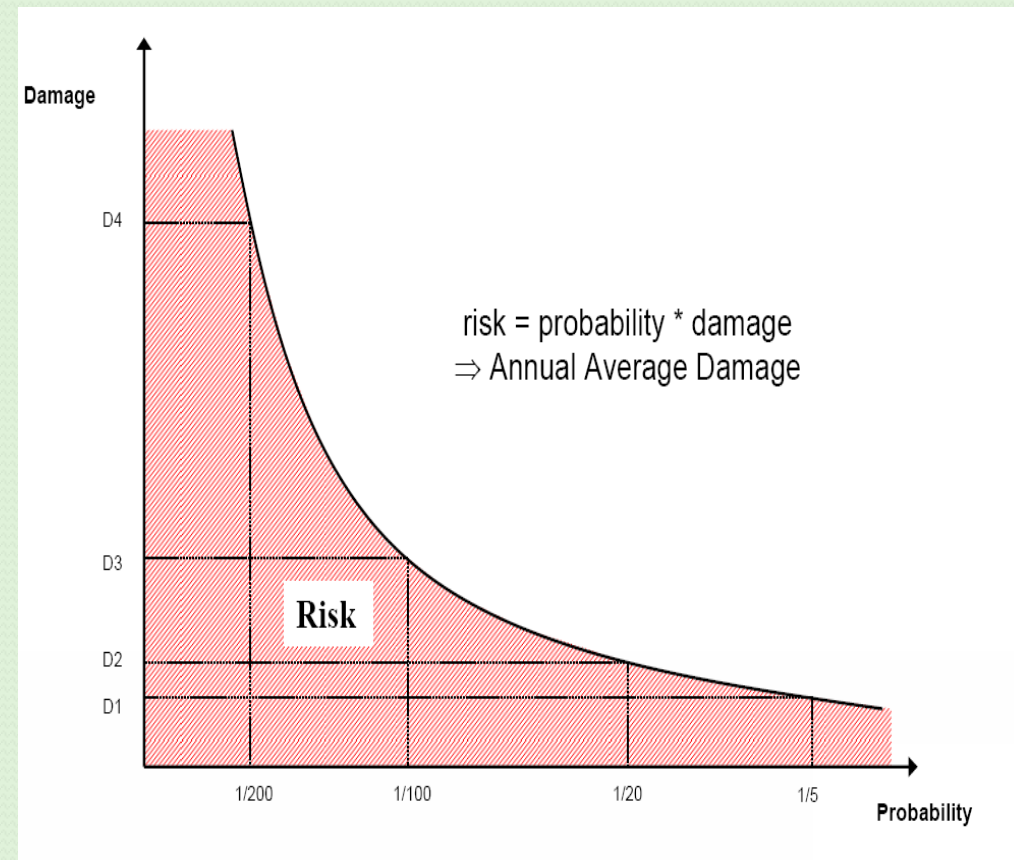
και στον Αναμενόμενο Ετήσιο Αριθμό Θανάτων (Expected Annual Number of Fatalities (EAN)).

□ *Η ολοκληρωμένη διακινδύνευση* σε μια θέση εκτιμάται από όλα τα γεγονότα πλημμυρών που μπορούν να συμβούν σε αυτή, και όχι μόνο από ένα ακραίο γεγονός.

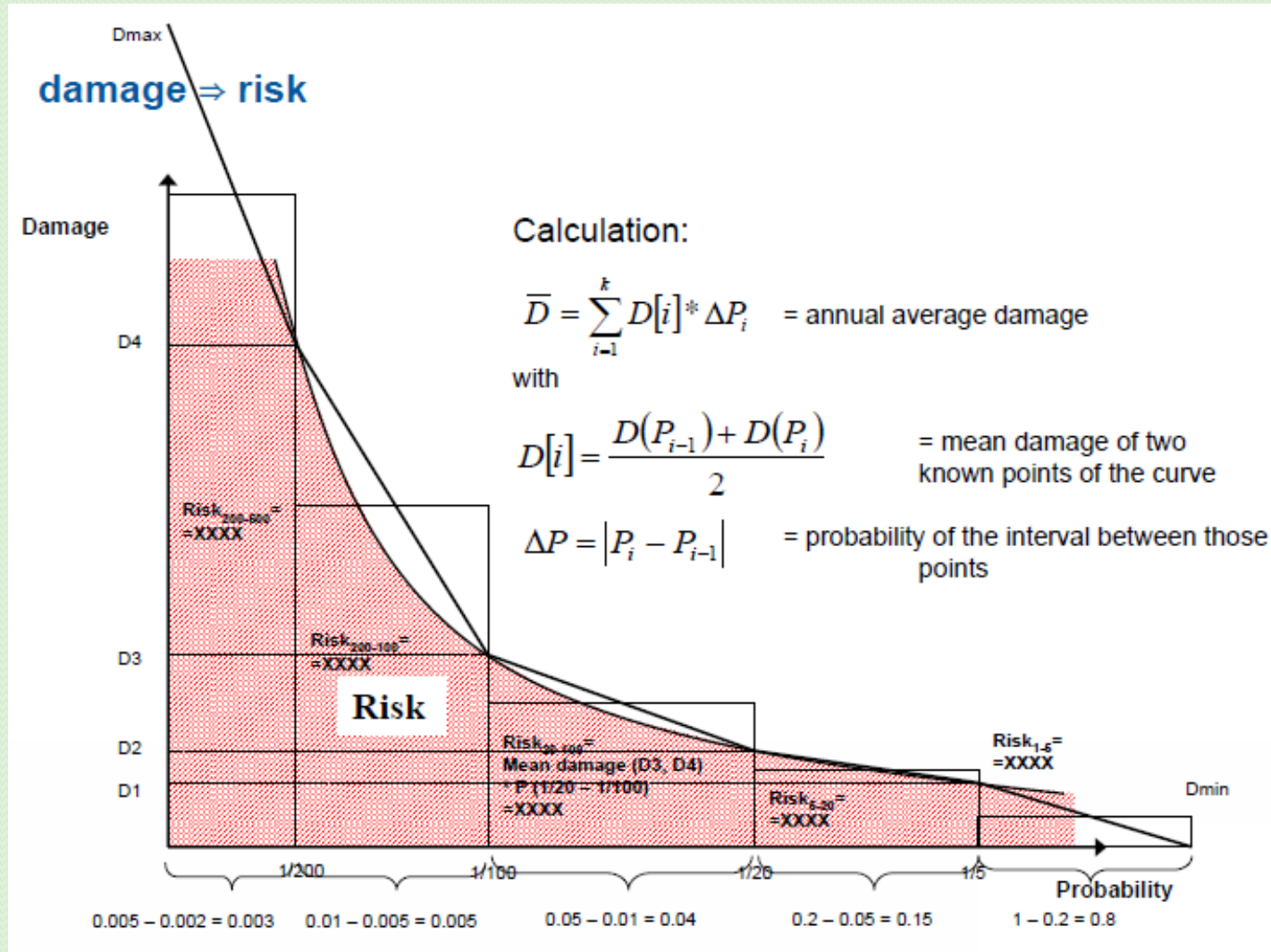
# Αναμενόμενη Διακινδύνευση

*Η ολοκληρωμένη διακινδύνευση* μπορεί να αναπαρασταθεί από ένα διάγραμμα ζημιών (ή άλλων συνεπειών) με την πιθανότητα εμφάνισης γεγονότων πλημμύρας (*διάγραμμα έντασης-συχνότητας εμφάνισης*).

Οι μέσες ετήσιες ζημιές (AAD) υπολογίζονται από το εμβαδό του διαγράμματος κάτω από την καμπύλη, που μπορεί να εκτιμηθεί με ακρίβεια ως το ολοκλήρωμα της καμπύλης πιθανότητας-συνεπειών ή μπορεί να εκτιμηθεί από το άθροισμα αντιπροσωπευτικών γεγονότων πλημμύρας.



# Αναμενόμενη Διακινδύνευση



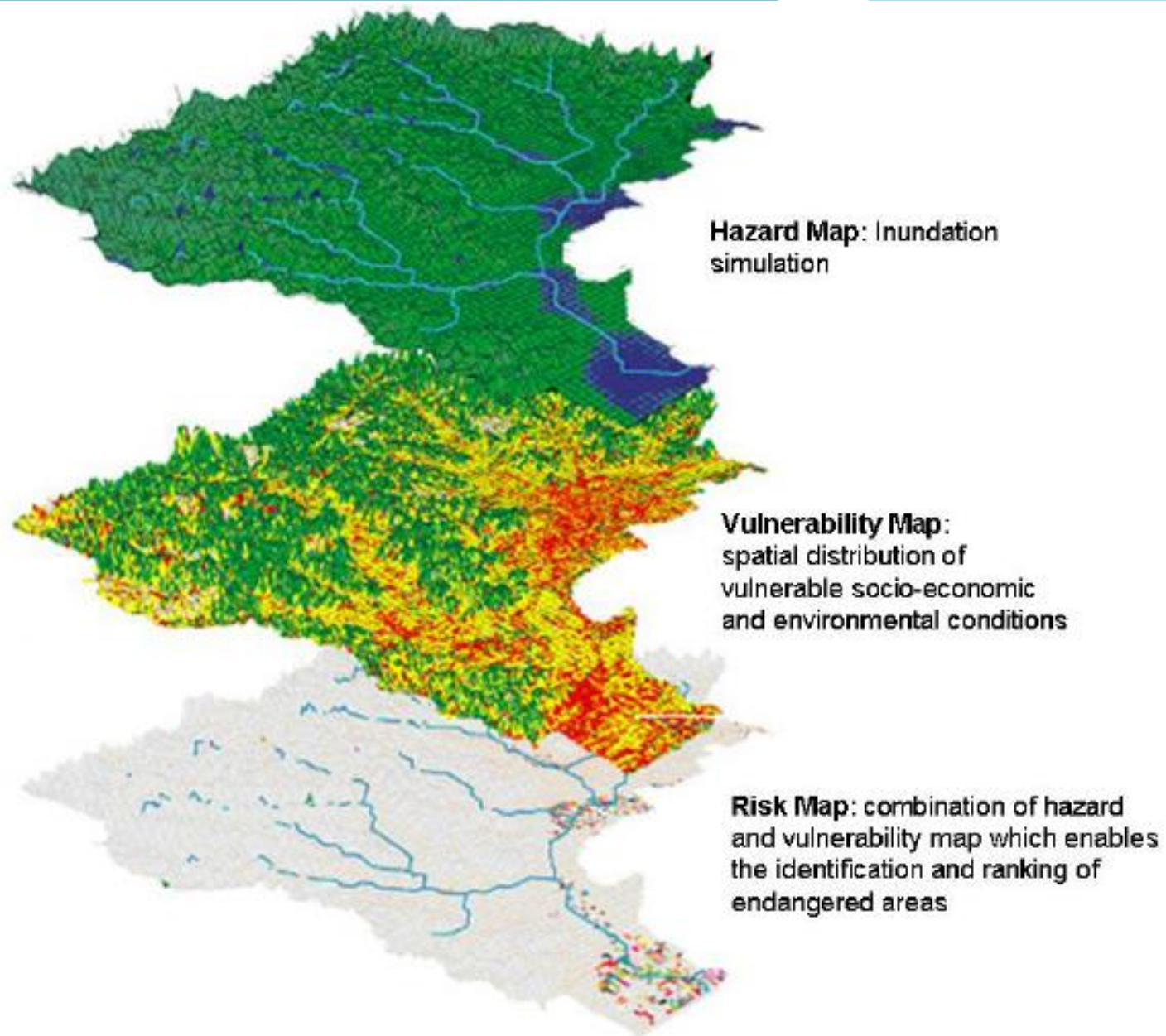
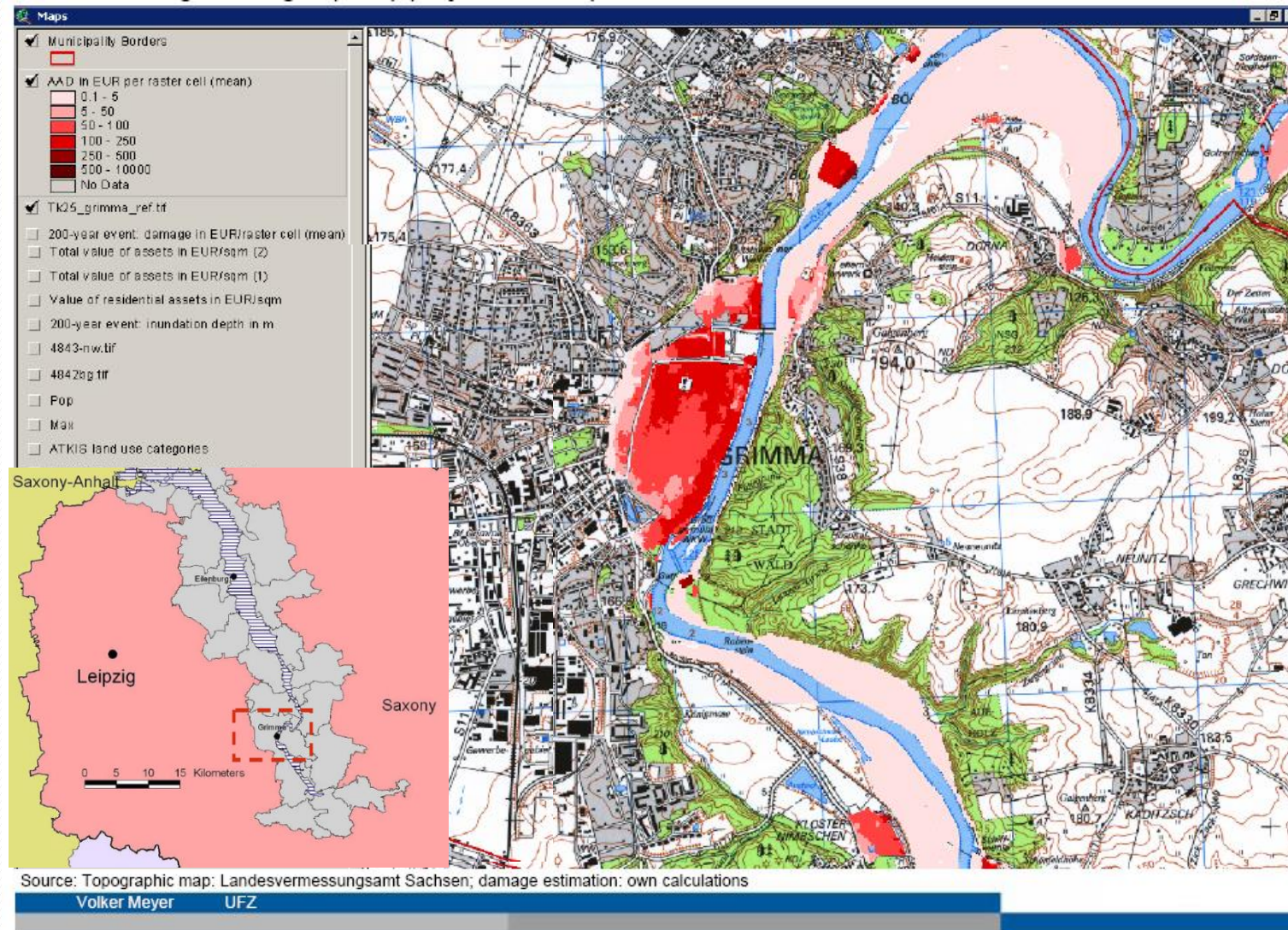


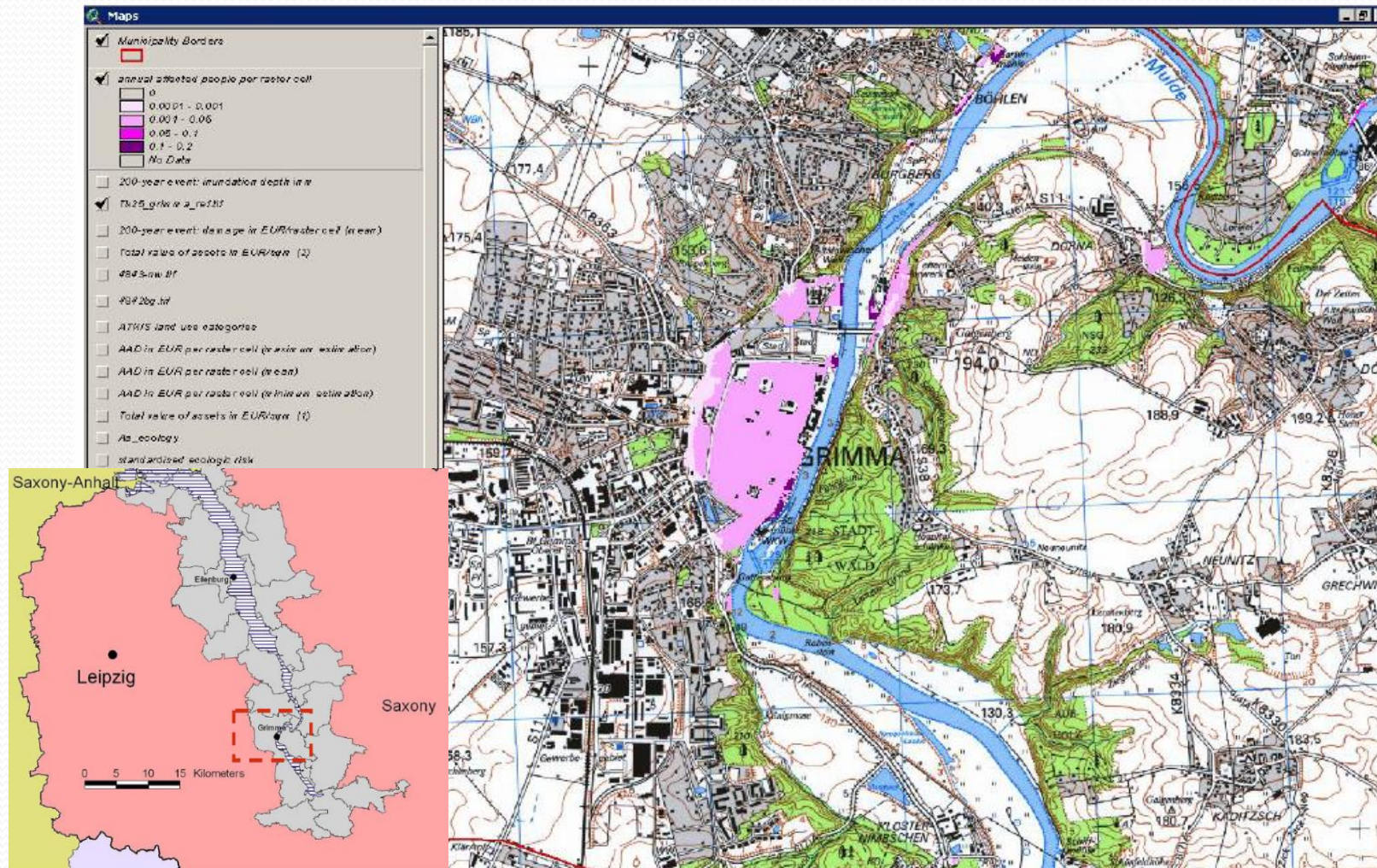
Figure 8: Risk map with a geographical information system (GIS) (adapted from ADRC [15])

Χάρτης Κινδύνου  
Χάρτης Τρωτότητας  
Χάρτης  
Διακινδύνευσης



*Mean annual damages in the city of Grimma, Germany: mean estimation (Meyer, 2007)*

# Μέσος Ετήσιος Πληθυσμός επηρεαζόμενος από την Πλημμύρα



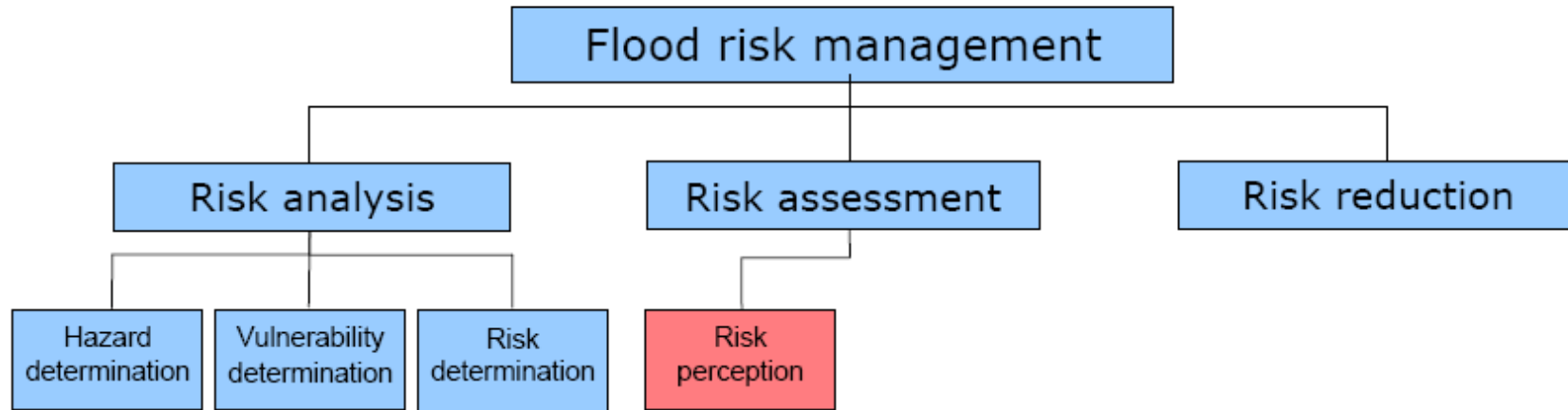
Source: Topographic map: Landesvermessungsamt Sachsen; inhabitants: own calculations

Volker Meyer UFZ

*Annual affected population in the city of Grimma, Germany (Meyer, 2007)*



# Διαχείριση Διακινδύνευσης Πλημμύρας



## Αντίληψη διακινδύνευσης (Perception)

Άποψη που έχει ένας πολίτης ή ομάδα πολιτών για τη διακινδύνευση με βάση προσωπικές αξίες, κουλτούρες και εμπειρία



## Διερεύνηση για την αντίληψη διακινδύνευσης

Αναζήτηση πληροφοριών για την άποψη που έχει ένας πολίτης ή ομάδες για τη διακινδύνευση (π.χ. συνεντεύξεις, ερωτηματολόγια)

# Ανεκτή Διακινδύνευση

□ Για την εκτίμηση της *ανεκτής διακινδύνευσης*, είναι αναγκαίο να εκφραστεί η διακινδύνευση πλημμύρας σε όρους συναφείς από:

- Την οπτική των πολιτών
- Την οπτική των *φορέων διαχείρισης*.

❖ *Η ανεκτικότητα των πολιτών είναι συνάρτηση των παρακάτω:*

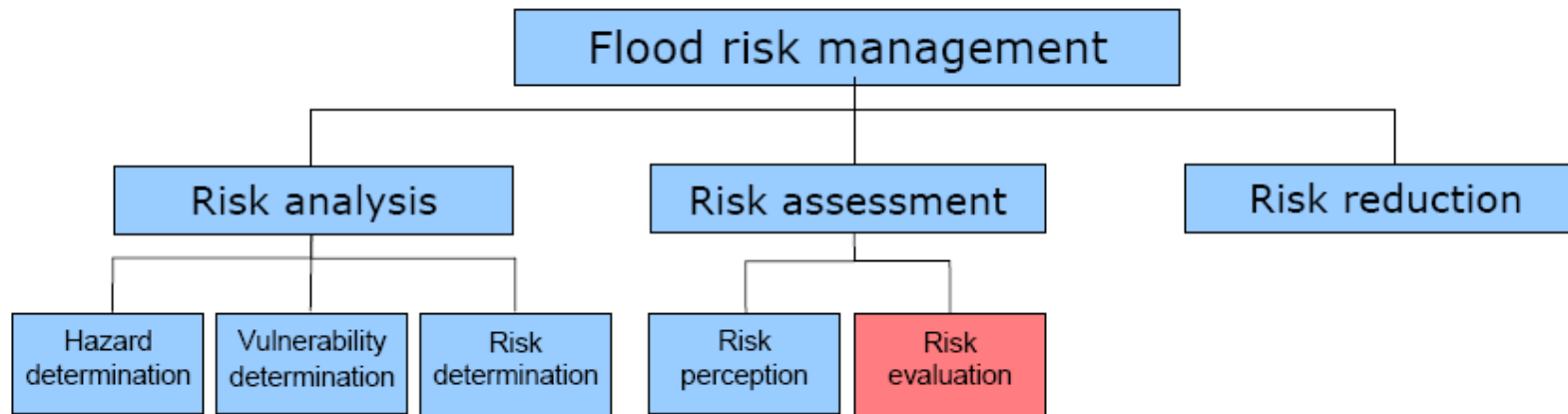
✓ Της αντίληψης και της κατανόησης του πιθανού ρίσκου πλημμύρας και των άλλων ρίσκων που αυτοί αντιμετωπίζουν.

✓ Των ωφελειών και του κόστους στις κοινωνίες που πλήττονται από πλημμυρικά γεγονότα.

✓ Της ικανότητας των ατόμων και των κοινωνιών να περιορίσουν τις συνέπειες των πλημμυρών και να επανακάμψουν

✓ Του βαθμού που οι πλημμύρες αντιμετωπίζονται ως φυσική αναπόφευκτη καταστροφή ή αδράνεια/σφάλμα κάποιου(ων).

# Διαχείριση Διακινδύνευσης Πλημμύρας



## Tolerable flood risk

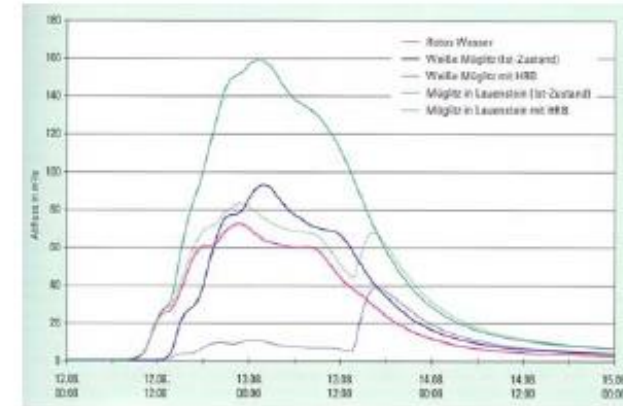
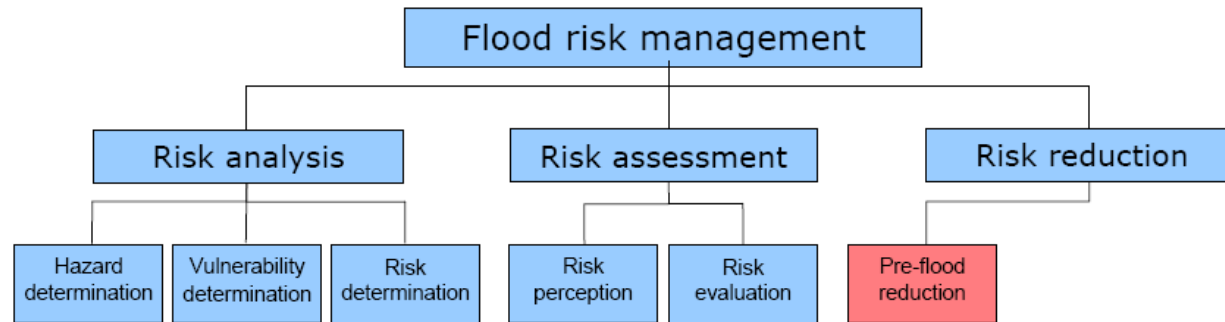
Level of flood risk which is tolerable for a person or group (decision maker).



## Evaluating risk

Methods for evaluating the tolerability of a certain risk weighing benefits and costs depending on individual or collective perception and interest (e.g. CBA, MCA).

# Διαχείριση Διακινδύνευσης Πλημμύρας



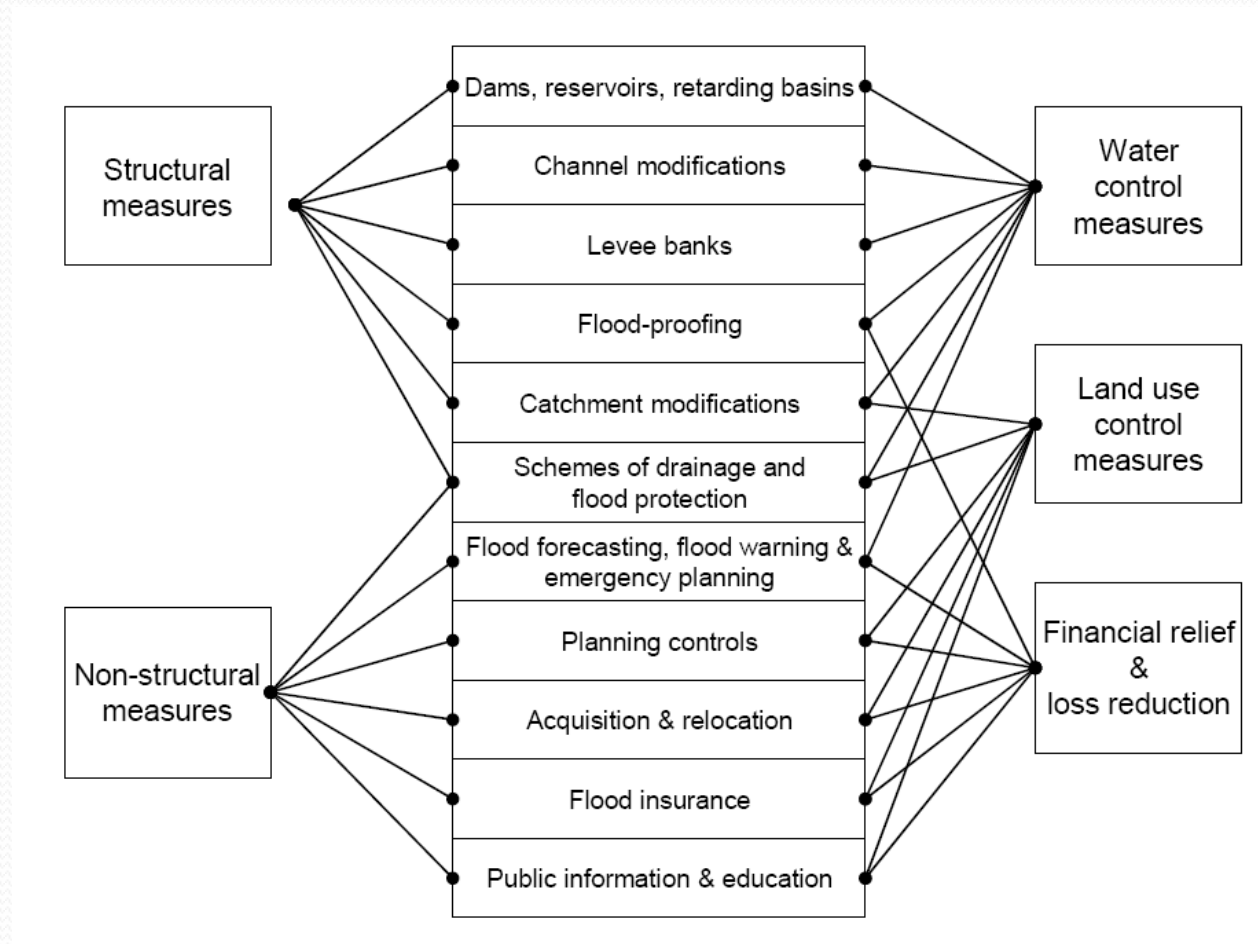
## Μείωση διακινδύνευσης πριν την πλημμύρα

Μόνιμα και προσωρινά μέτρα όπως επίσης και κανονιστικά, οικονομικά και επικοινωνιακά εργαλεία για προετοιμασία και πρόληψη της πλημμύρας με σκοπό την μείωση της διακινδύνευσης

## Προσομοίωση και αξιολόγηση της μείωσης διακινδύνευσης πριν την πλημμύρα

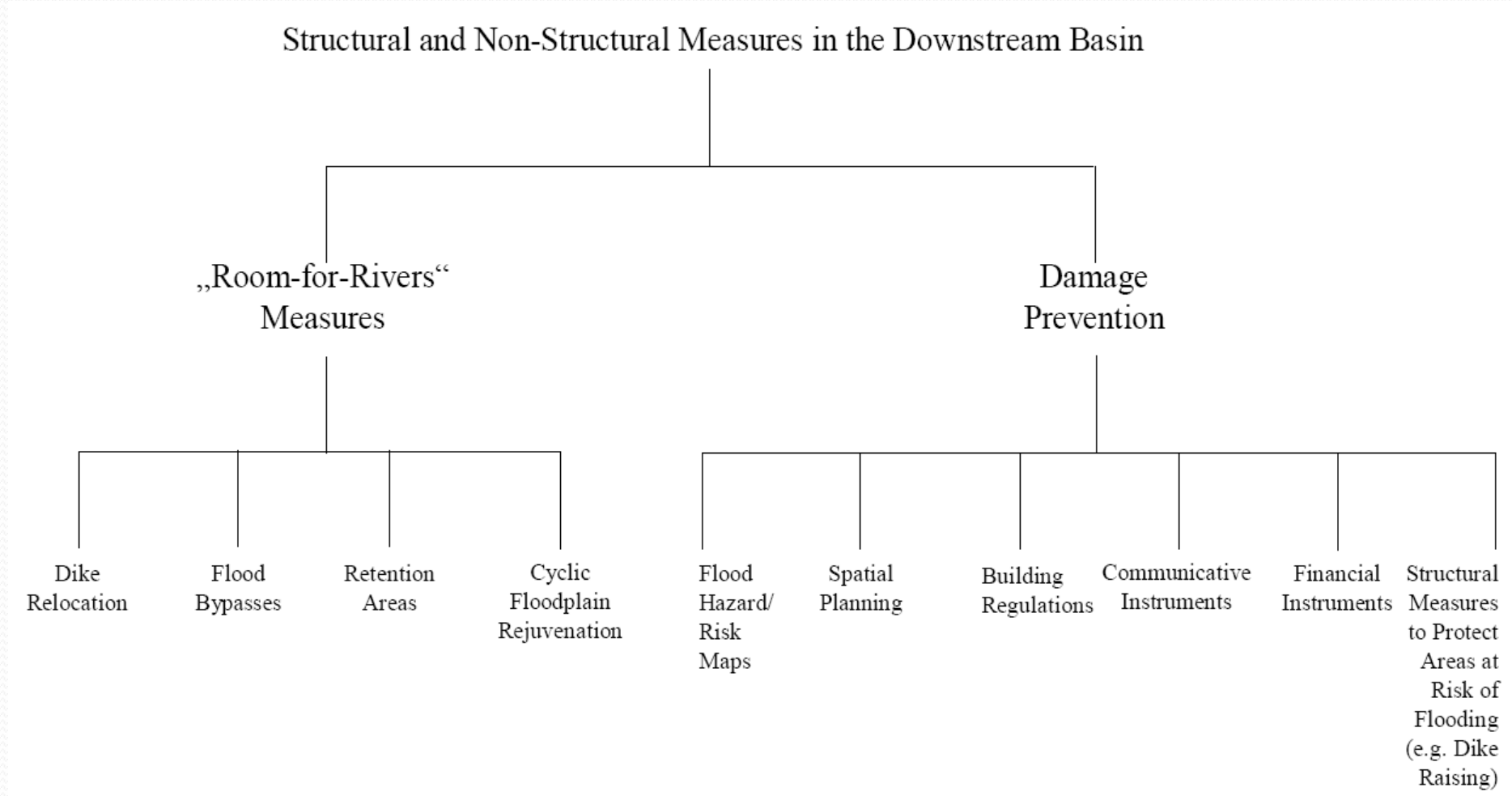
Ex-ante ανάλυση διακινδύνευσης για τον προσδιορισμό των επιδράσεων και της απόδοσης των προτεινόμενων μέτρων

# Περιορισμός Διακινδύνευσης



*Δομικά και μη-δομικά μέτρα (Penning-Rowsell & Peerbolte, 1994)*

# Περιορισμός Διακινδύνευσης



*Δομικά και μη-δομικά μέτρα σε κατάντη λεκάνη απορροής  
(Hooijer et al. 2004)*

# Περιορισμός Διακινδύνευσης

## ❖ *Μέτρα (measures) περιορισμού της διακινδύνευσης :*

*Φυσικές παρεμβάσεις στο περιβάλλον, που ασκούν άμεση δράση λόγω της ύπαρξής τους. Εφαρμόζονται από τους αρμόδιους φορείς διαχείρισης της διακινδύνευσης πλημμύρας.*

✓ Τα μέτρα περιορισμού της διακινδύνευσης περιλαμβάνουν όλα τα είδη των μόνιμων κατασκευών π.χ. παράκτια έργα και έργα ορεινής και αστικής υδρολογίας, όπως φράγματα, παράκτιοι τοίχοι, αναχώματα κ.τ.λ.

✓ Τις τελευταίες δεκαετίες τα μη-δομικά μέτρα (ήπια μέτρα) έχουν κερδίσει έδαφος. Σε αυτά περιλαμβάνονται οι διαχειριστικές πρακτικές για την ενίσχυση της συγκράτησης νερού στη λεκάνη απορροής, ο έλεγχος διάβρωσης εδάφους με την αναδάσωση, η αποκατάσταση των ποταμών, οι προσωρινές κατασκευές προστασίας κ.α.

# Περιορισμός Διακινδύνευσης

❖ Η μεγαλύτερη ποικιλία μέτρων περιορισμού της διακινδύνευσης εφαρμόζεται σε **ποτάμια** όπου ο όγκος του νερού παραμένει πεπερασμένος.

✓ **Ταμιευτήρες (reservoirs)** που χρησιμοποιούνται για τη συγκράτηση νερού στα ανάντη μιας λεκάνης απορροής.



✓ **Πόλντερ συγκράτησης νερού (retention polders)** κατά μήκος των ποταμών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προσωρινή αποθήκευση νερού σε περίπτωση που παρατηρείται υπέρβαση μιας κρίσιμης απορροής, ενώ εξυπηρετεί όλους σκοπούς (π.χ. γεωργία) το μεγαλύτερο μέρος του έτους.





# Περιορισμός Διακινδύνευσης

✓ *Διευθέτηση ποταμών* που εφαρμόζεται για την αύξηση της χωρητικότητας και της φέρουσας ικανότητας των ποταμών, που συνεπάγεται χαμηλότερα επίπεδα πλημμυρικής στάθμης νερού. Η διευθέτηση ποταμών περιλαμβάνει την ευθυγράμμιση, τη διαπλάτυνση, τη εμβάθυνση της διατομής των ποταμών και άλλα μέτρα.



✓ *Δημιουργία αναχωμάτων και τοίχων προστασίας* κατά μήκος των ποταμών, στις εκβολές τους και κατά μήκος των ακτών για να προστατεύσουν τις περιοχές που είναι επιρρεπείς σε συχνές πλημμύρες. Απαιτούν συντήρηση / παρακολούθηση κατά τη διάρκεια πλημμυρικών γεγονότων και παρουσιάζουν συχνές αστοχίες.



# Περιορισμός Διακινδύνευσης

❖ Υπάρχουν περισσότερο φιλικά στο περιβάλλον δομικά μέτρα προστασίας:

✓ Μέτρα διασφάλισης *‘Χώρου για τα ποτάμια’* (*‘Room for rivers’*) που περιλαμβάνουν τη μετακίνηση εμποδίων και κατασκευών από περιοχές επιρρεπείς σε πλημμύρες, μείωση των υψομέτρων των περιοχών αυτών ή κατασκευή καναλιών παράκαμψης (bypass channels) ή των λεγόμενων *‘πράσινων ποταμών’*.

✓ Προσωρινές κατασκευές

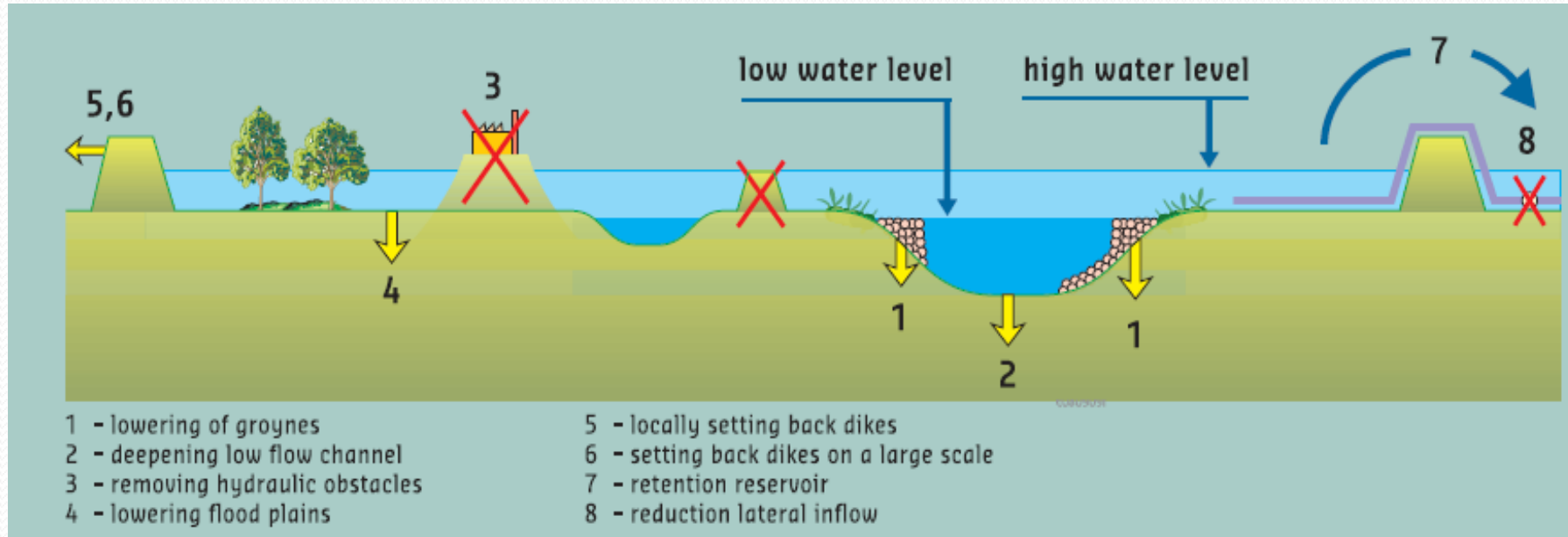
❖ Μη-δομικά ή ήπια μέτρα προστασίας:

✓ Προγράμματα αναδάσωσης σε λεκάνες απορροής

✓ Προσαρμογή της γεωργικής πρακτικής ώστε να περιοριστούν οι ποσότητες της απορροής.

✓ Κοπή δέντρων και βυθοκόρηση καναλιών/ποταμών για την ενίσχυση της φέρουσας ικανότητας των ποταμών.

# Περιορισμός Διακινδύνευσης



*Μέτρα εξασφάλισης 'Χώρου για τα ποτάμια'*

# Περιορισμός Διακινδύνευσης

❖ *Μέτρα που αποσκοπούν στον περιορισμό των επιπτώσεων των πλημμυρών, περιορίζοντας την έκθεση ή την τρωτότητα των αποδεκτών:*

➤ *Αναχώματα που επιτρέπουν την υπερπήδηση και αστοχούν ελεγχόμενα που μπορούν να διασφαλίσουν τη βαθμιαία και προβλέψιμη υπερπήδησή τους όταν υπάρχει υπέρβαση της στάθμης σχεδιασμού τους, περιορίζοντας την ταχύτητα έναρξης του πλημμυρικού γεγονότος και τον εισερχόμενο πλημμυρικό όγκο. Οι αναμενόμενες ζημιές περιορίζονται σημαντικά λόγω της μειωμένης εισροής νερού.*

➤ *Διαμερισματοποίηση μεγαλύτερων πόλντερ σε μικρότερες μονάδες (compartmentalization of large polders into smaller ones) που περιορίζει σημαντικά την περιοχή που πλημμυρίζει.*

➤ *Μετακίνηση των ευαίσθητων αγαθών σε ανώτερους ορόφους, ή μακριά από την περιοχή πλημμύρας.*

# Περιορισμός Διακινδύνευσης

❖ *Μέτρα που αποσκοπούν στον περιορισμό των επιπτώσεων των πλημμυρών, περιορίζοντας την έκθεση ή την τρωτότητα των αποδεκτών:*

➤ *Βέλτιστη χωροθέτηση κατοικιών, βιομηχανίας και υπηρεσιών εκτός της ζώνης πλημμύρας (εκτός της ζώνης οριοθέτησης) των ποταμών.*

➤ *Αδιαβροχοποίηση (flood proofing) που μπορεί να γίνει από τους πολίτες προκειμένου να μειωθεί η έκθεση των κτιρίων σε πλημμύρες ή η ευαισθησία τους σε καταστροφές από τις πλημμύρες. Μπορεί να περιλαμβάνει τη στεγανοποίηση ανοιγμάτων, στεγανοποίηση τοίχων ή τη χρήση υδατοστεγανού υλικού κατασκευής. Εάν τα μέτρα αδιαβροχοποίησης εφαρμοστούν σωστά και κατ' εξακολούθηση, μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στη μείωση των ζημιών στα κτίρια, για στάθμη πλημμύρας μέχρι κάποια όρια.*

# Περιορισμός Διακινδύνευσης

## ❖ Μέσα άσκησης πολιτικής (policy instruments) :

Δεν είναι άμεσες φυσικές παρεμβάσεις στο περιβάλλον, αλλά μάλλον μέσα επηρεασμού των πράξεων των μερών που συνδιαμορφώνουν τη διακινδύνευση πλημμύρας. Π.χ. δράσεις ενημέρωσης για την πληροφόρηση των κατοίκων, ασφαλιστικά τέλη ή δεσμευτικές ρυθμίσεις προκειμένου οι τοπικοί αρμόδιοι φορείς να λάβουν υπόψη τη διακινδύνευση πλημμύρας.

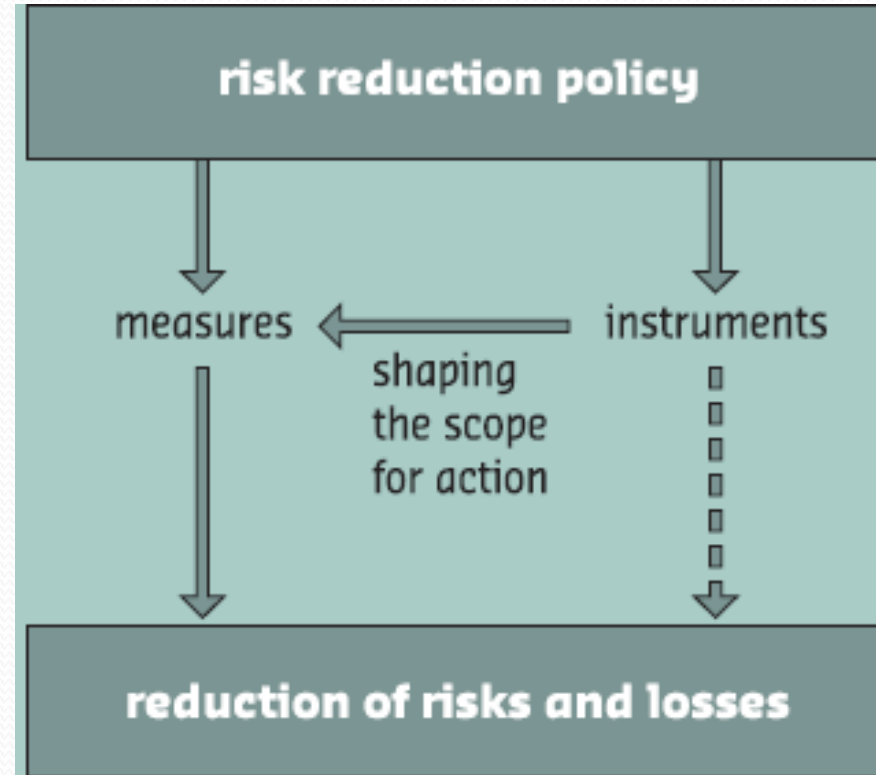
## ✓ Διακρίνονται τρεις κατηγορίες μέσων άσκησης πολιτικής:

- Επικοινωνιακά : *Ενισχύουν την εγρήγορση και την ετοιμότητα του πληθυσμού*
- Οικονομικά: *Μπορούν να επηρεάσουν τις επενδύσεις του πληθυσμού ή να ενθαρρύνουν τα μέτρα προστασίας της ιδιοκτησίας.*
- Δεσμευτικές ρυθμίσεις: *Επιτρέπουν ή απαγορεύουν ορισμένες δράσεις (π.χ. μεταβολές στις χρήσεις γης)*

# Περιορισμός Διακινδύνευσης

## *Μέσα άσκησης πολιτικής:*

- Ενισχύουν την εφαρμογή των μέτρων από τους αρμόδιους φορείς.
- Επηρεάζουν τη συμπεριφορά των εμπλεκόμενων μερών, συμπεριλαμβάνοντας και την εφαρμογή των μέτρων από αυτούς.

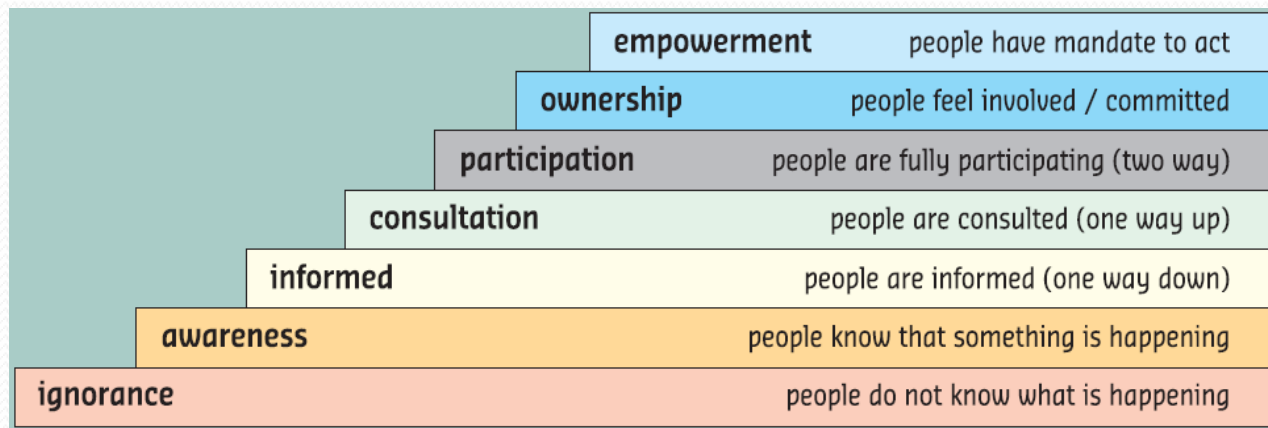


*Σχέση μεταξύ μέτρων και μέσων άσκησης πολιτικής*

# Περιορισμός Διακινδύνευσης

## Επικοινωνιακά μέσα:

- ✓ Χάρτες κινδύνου πλημμύρας που παρουσιάζουν την έκταση πλημμύρας, τη συχνότητα εμφάνισης πλημμύρας, το βάθος πλημμύρας κ.τ.λ.
- ✓ Φυλλάδια ή οδηγοί που περιέχουν πληροφορίες για τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν, τότε πρέπει να γίνουν και τη βέλτιστη αντίδραση.
- ✓ Εκδηλώσεις κ.α.



*Επτά επίπεδα  
εμπλοκής των  
ενδιαφερομένων  
φορέων.*



# Περιορισμός Διακινδύνευσης

## *Οικονομικά μέσα:*

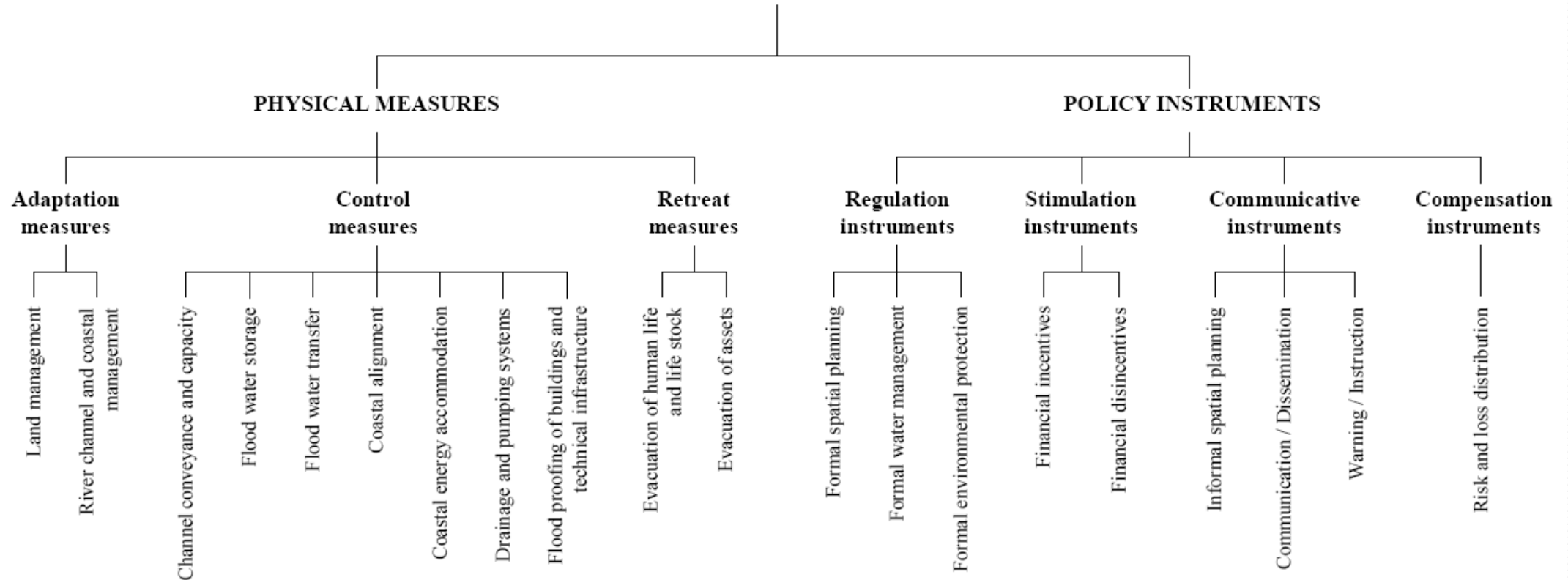
- ✓ *Οικονομική ενίσχυση* παρέχοντας οικονομικές ελαφρύνσεις ή μειώσεις στη φορολογία για δεδομένες συμπεριφορές.
- ✓ *Οικονομικές επιβαρύνσεις* με πρόστιμα για συγκεκριμένες δράσεις.
- ✓ *Ασφάλιση ιδιοκτησιών*

## *Δεσμευτικές ρυθμίσεις:*

- ✓ Περιβαλλοντικές ρυθμίσεις (π.χ. προστασία της παράκτιας ζώνης)
- ✓ Οριοθέτηση ζωνών πλημμύρας με ρυθμίσεις για τις καλλιέργειες, τις χρήσεις γης κ.α.
- ✓ Ρυθμίσεις για την κατασκευή κτιρίων, τις τεχνικές εγκαταστάσεις κ.τ.λ.
- ✓ Ρυθμίσεις για την έγκαιρη εκκένωση.

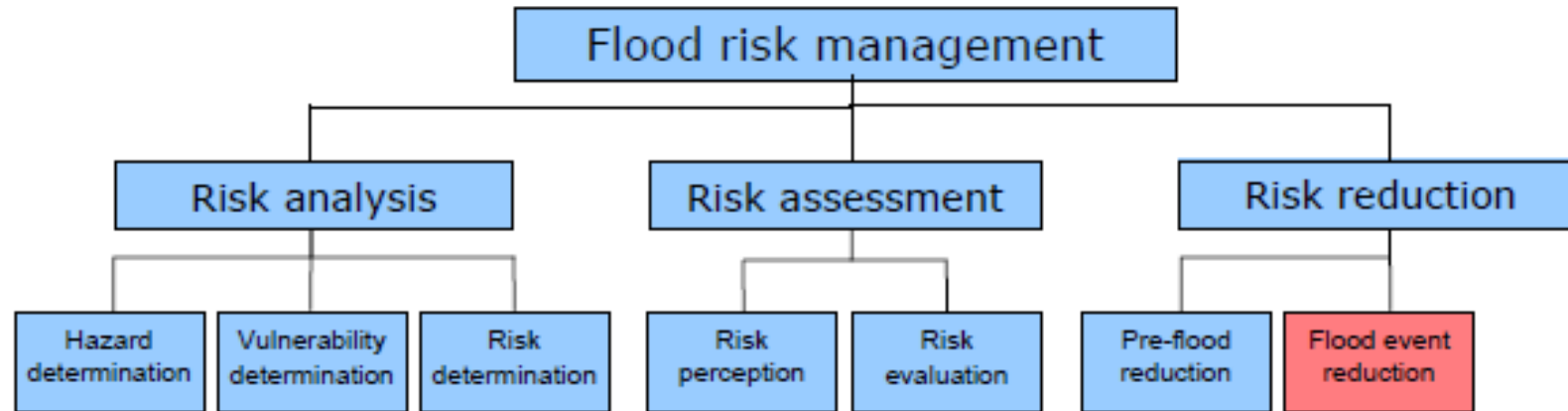
# Περιορισμός Διακινδύνευσης

## Measures and Instruments for Reducing Flood Risk (Pre-flood Risk Management, Event Management)



*Κατηγοριοποίηση μέτρων και μέσων άσκησης πολιτικής (Olfert & Schanze, 2006)*

# Διαχείριση Διακινδύνευσης Πλημμύρας



## Μείωση κατά την διάρκεια της πλημμύρας

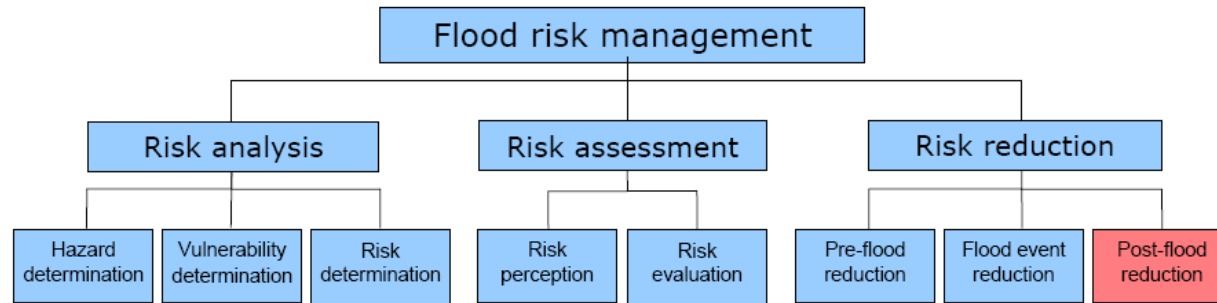
Μέτρα και κανονιστικά εργαλεία για την μείωση της διακινδύνευσης κατά την διάρκεια της πλημμύρας



## Προσομοίωση και αξιολόγηση της μείωσης διακινδύνευσης κατά την διάρκεια της πλημμύρας

Ανάλυση διακινδύνευσης σε πραγματικό χρόνο για τον προσδιορισμό των επιδράσεων και της απόδοσης των προτεινόμενων μέτρων

# Διαχείριση Διακινδύνευσης Πλημμύρας



## Μείωση διακινδύνευσης μετά την πλημμύρα

Μέτρα και εργαλεία (κανονιστικά, οικονομικά, επικοινωνιακά) για την αντιμετώπιση των καταστροφών

## Προσομοίωση και αξιολόγηση της μείωσης διακινδύνευσης μετά την πλημμύρα

Ανάλυση διακινδύνευσης σε πραγματικό χρόνο και ex-post για τον προσδιορισμό των επιδράσεων και της απόδοσης των προτεινόμενων μέτρων

### 3. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ – NON STATIONARY WORLD

#### ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

- Εισάγει την έννοια της **μη-μονιμότητας**, δηλαδή της μεταβολής στο χρόνο στο πλαίσιο της διακινδύνευσης
- Εκτίμηση **μη-μόνιμων πιθανοτήτων πλημμύρας** με μεταβολή των πηγών της πλημμύρας π.χ. άνοδος της στάθμης της θάλασσας ή μεταβολή στο καθεστώς βροχόπτωσης ή **στο ίχνος** των καταιγίδων.



Άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα αυξήσει την πιθανότητα αστοχίας παράκτιων τεχνικών έργων (κυματική υπερπήδηση ή ρηγματώση).



Αύξηση της βροχόπτωσης (αναμένεται στη Ν. Ευρώπη τη χειμερινή περίοδο) θα αυξήσει την πιθανότητα πλημμύρας σε θέσεις ποταμών, αλλά και την πιθανότητα αστοχίας αναχωμάτων.

- Εισάγει μεταβολές στη διαδρομή της διακινδύνευσης από την πηγή στους αποδέκτες π.χ. **μεταβολές στις χρήσεις γης**. Μεταβολές στη **σχέση βροχόπτωσης – απορροής** ή στη **σχέση στάθμης – παροχής**.



Αστικοποίηση που αυξάνει το ρυθμό και τον όγκο πλημμυρικής απορροής σε μικρές λεκάνες



Αύξηση της φυτοκάλυψης υδατορέματος μειώνει την ταχύτητα πλημμύρας και προκαλεί ανάντη αύξηση πλημμυρικής στάθμης.

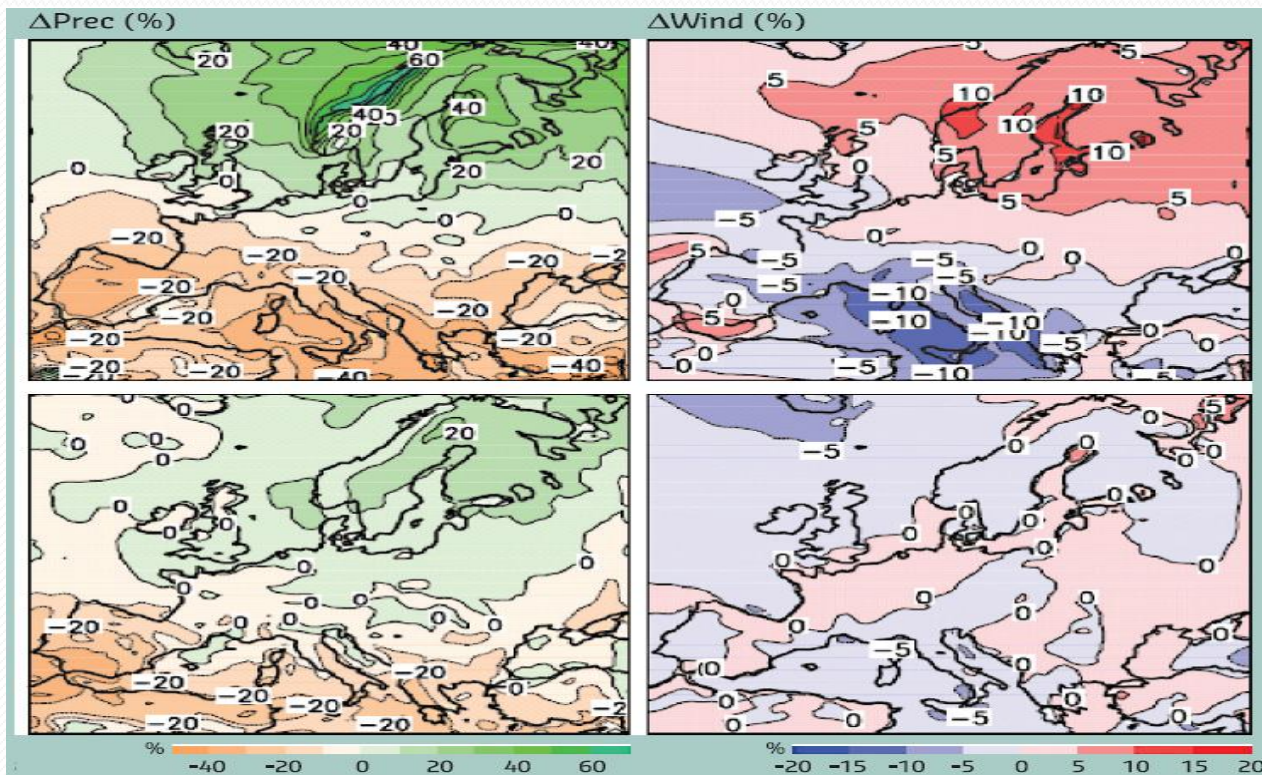
### 3. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

#### ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Εισαγωγή **σεναρίων** που επιτρέπουν:

- **Μεταβολές στον κίνδυνο**

Μεταβολές στη βροχόπτωση, την εξάτμιση, την ένταση και τη συχνότητα των καταιγίδων στα ανάντη της λέκάνης απορροής που προκαλούν μεταβολές στην απορροή ή τη εδαφική υποχώρηση.



Προβλεπόμενες μεταβολές στο **ύψος βροχόπτωσης** και στην **ταχύτητα ανέμου** με βάση σενάριο κλιματικής αλλαγής από δύο διαφορετικά Περιοχικά Κλιματικά Μοντέλα (Regional Climate Models – RCMs).

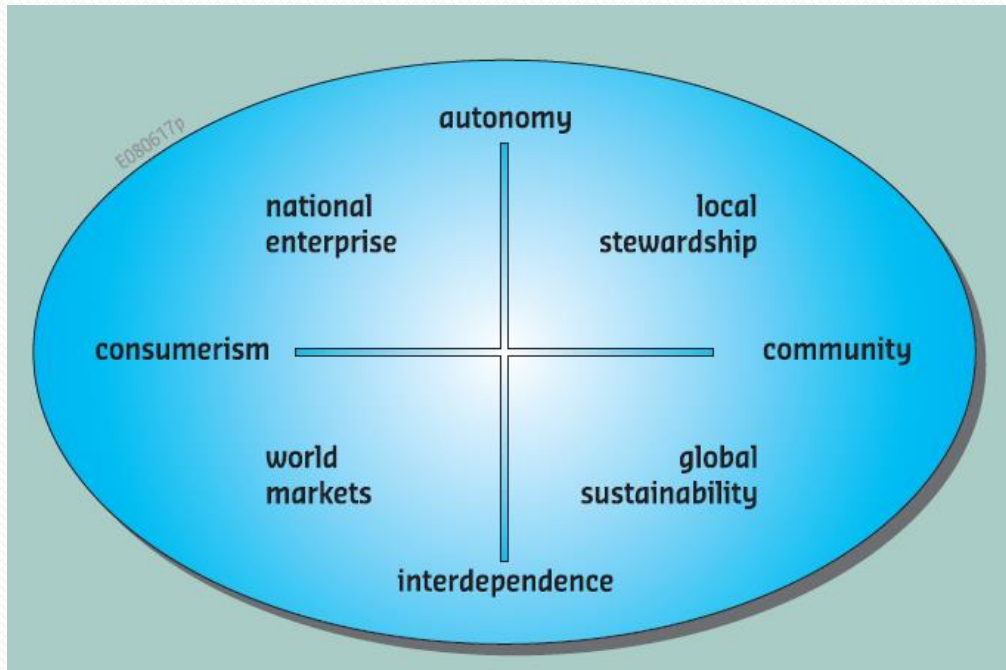
### 3. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

#### ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Εισαγωγή **σεναρίων** που επιτρέπουν:

- **Μεταβολές στην τρωτότητα της περιοχής κατάκλυσης**

Μεταβολές στον πληθυσμό, την οικονομική ανάπτυξη, τις χρήσεις γης



Τα 4 βασικά σενάρια του Οδηγού Προβλέψεων του ΗΒ (UK Foresight Futures Scenarios, 2002) σε σχέση με τους άξονες της διακυβέρνησης και του καταναλωτικού μοντέλου.

# 3. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ



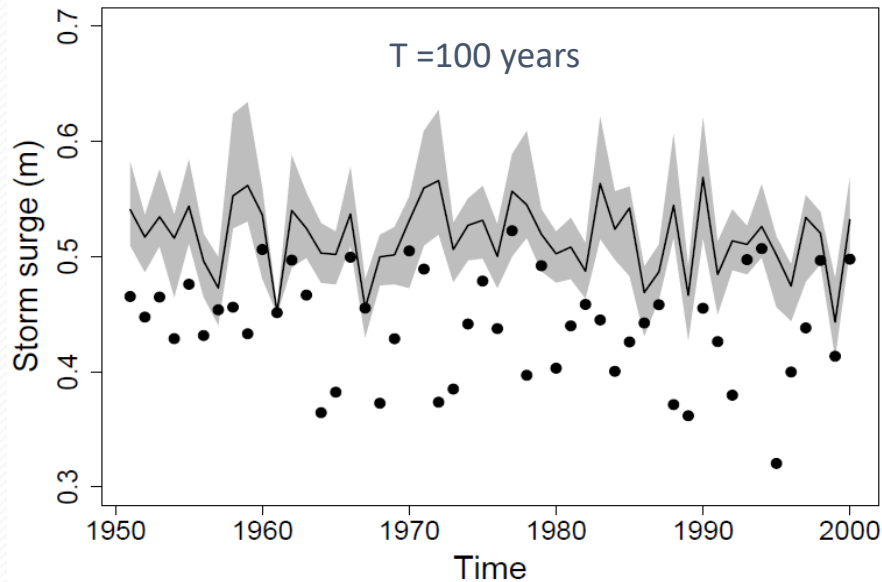
## ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

### ▪ Μεταβολές στην πιθανότητα πλημμύρας

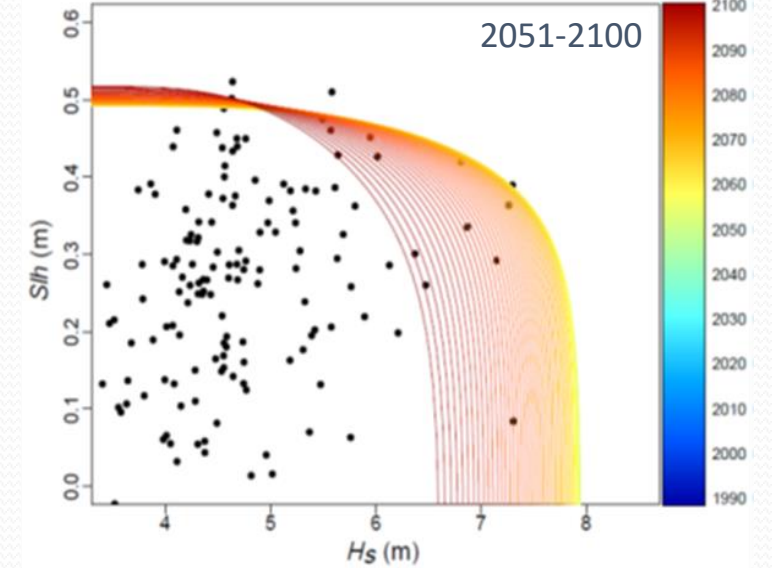
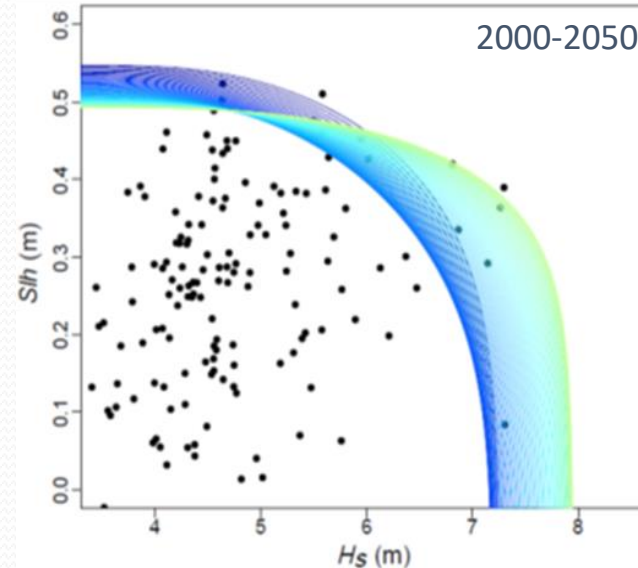
Χρήση προηγμένων μη-μόνιμων μεθόδων μονομεταβλητής και πολυμεταβλητής ανάλυσης ακραίων γεγονότων

✓ Μονομεταβλητή ανάλυση με χρήση συμμεταβλητών

✓ Πολυμεταβλητή ανάλυση με ενσωμάτωση μη-μονιμότητας στις περιθώριες ακραίες τιμές και στη συνάρτηση συσχέτισης.



Μη γραμμικό μοντέλο: GAMLSS  
Συμμεταβλητές: πίεση και άνεμος



Διμεταβλητό μοντέλο: Σύζευξη Gumbel  
Περιθώρια: Μη-μόνιμη GEV



# 3. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ



Μεταβολές στην πιθανότητα πλημμύρας εντός του έτους.

Χρήση προηγμένων μη-μόνιμων μεθόδων μονομεταβλητής ανάλυσης ακραίων γεγονότων για την ενσωμάτωση μεταβολών στον εποχικό κύκλο.

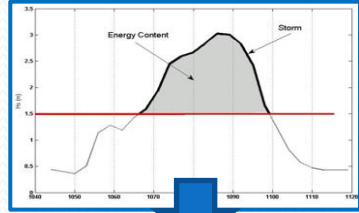


Διαχωρισμός δείγματος σε 3 50ετίες (1950-2000, 2001-2050, 2051-2100)

Μη-μόνιμη ανάλυση μηνιαίων μέγιστων τιμών.

Εκτίμηση ετήσιων επιπέδων επαναφοράς ανά περίοδο μελέτης.

Μέγιστα μηνιαία  $H_s$

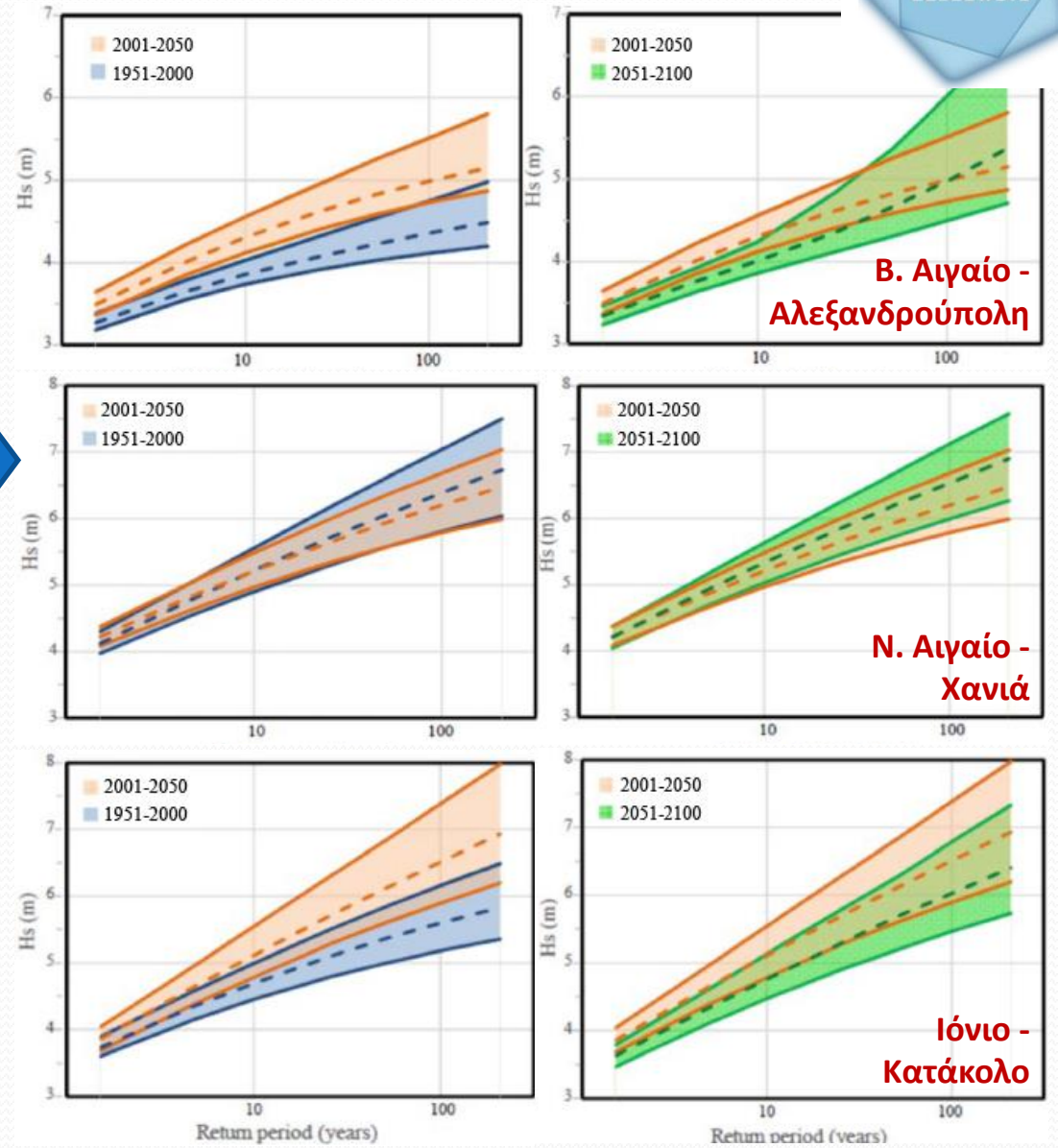


Ανάλυση ακραίων τιμών. Ενσωμάτωση του εποχικού κύκλου

Δεδομένα ακτογραμμής, βυθομετρίας και ΨΜΕ

Υπολογισμός κυματικής αναρρίχησης

Εκτίμηση δείκτη τρωτότητας πλημμύρας



# 3. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ



## ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

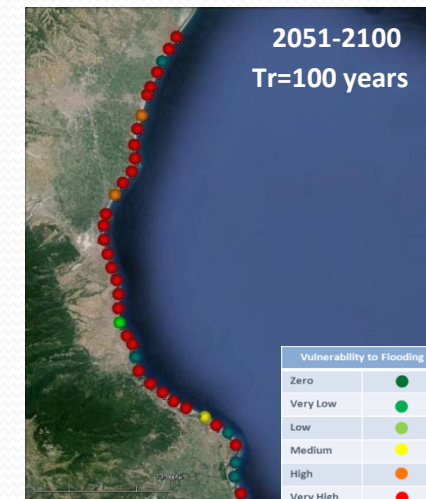
▪ **Μεταβολές στην πιθανότητα πλημμύρας.**

**Χρήση προηγμένων μη-μόνιμων μεθόδων μονομεταβλητής ανάλυσης ακραίων γεγονότων για την ενσωμάτωση μεταβολών στον εποχικό κύκλο.**



**Εκτίμηση δεικτών τρωτότητας σε πλημμύρα**

Δείκτης τρωτότητας σε πλημμύρα στην παράκτια περιοχή της Κατερίνης



# 3. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ



## ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

- **Μεταβολές στην πιθανότητα πλημμύρας.**  
Χρήση προηγμένων μη-μόνιμων μεθόδων μονομεταβλητής ανάλυσης ακραίων γεγονότων για την ενσωμάτωση μεταβολών στον εποχικό κύκλο.



**Εκτίμηση δεικτών τρωτότητας σε πλημμύρα**



Δείκτης τρωτότητας σε πλημμύρα στην παράκτια περιοχή των Χανίων.

Vulnerability to Flooding	
Zero	●
Very Low	●
Low	●
Medium	●
High	●
Very High	●



## 4. ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

- Hot Spot (Critical) Υποδομές
- Μέθοδοι Αδιαβροχοποίησης (Flood Proofing)
- Active and Passive Flood Proofing
- Resilient Technological Solutions
- Emergency Measures

# CRITICAL BUILDINGS

## Hotspot buildings

Urban systems contain assets of high value, complex and interdependent infrastructure networks.

**Hotspot buildings are defined as essential nodes in critical infrastructure on which urban areas depend for their functioning.**

Hotspot buildings within these networks include **power stations, water treatment plants, control centres of public transport, waste water treatment plants, fire fighting stations, communication hubs, food distribution centres and hospitals.**

The availability and functioning of hotspot buildings is needed for crisis management, to maintain daily life as normal as possible during floods and is also required for fast and effective recovery after flood disasters.

Table 5.1 Requirements of critical buildings

	Ensure supplies for production	Access to site by workers	Ensure water and sanitation	Energy supply	Food supply	Ensure flood safety	Ensure waste collection	Indoor climate control	Connection to network vital to deliver critical function, inc. communications
Water treatment	✓	✓	✓	✓		✓	✓		
Sewage treatment	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓
Electricity substations		✓		✓		✓			✓
Energy storage	✓	✓		✓		✓			
Hospitals	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Fire stations		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Police stations		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Communications		✓		✓		✓		✓	
Food distribution	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Financial centres	✓	✓		✓		✓			
Airports	✓	✓		✓		✓			
Bus stations	✓	✓				✓			✓
Train stations		✓		✓		✓			✓
Metro stations		✓		✓		✓		✓	✓

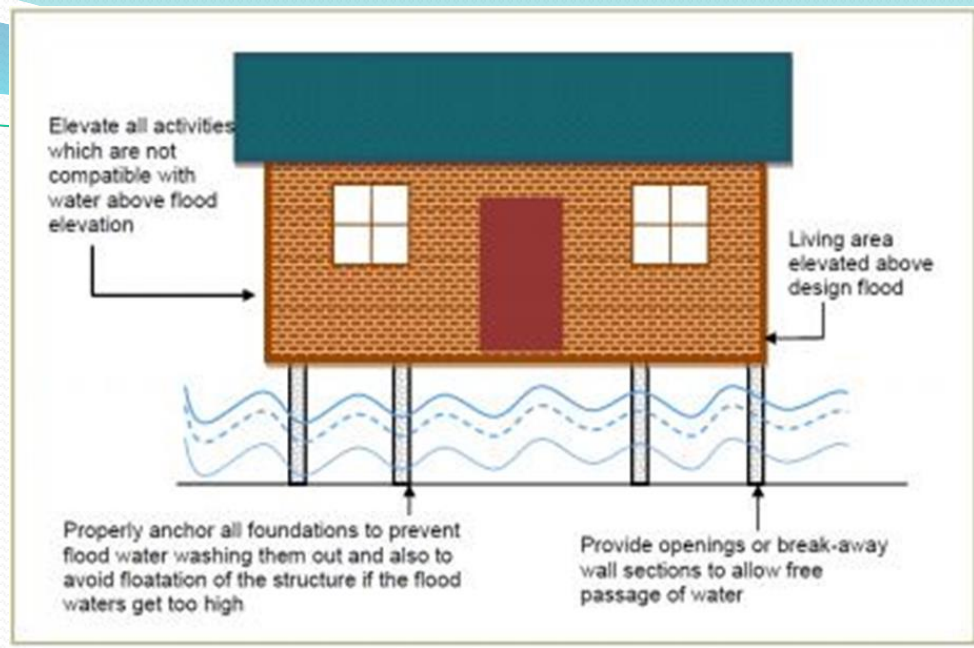
# Μέθοδοι Αδιαβροχοποίησης (Flood proofing methods)

Flood-proofing measures are widely applied where two types of flood-proofing are widely recognized: wet and dry.

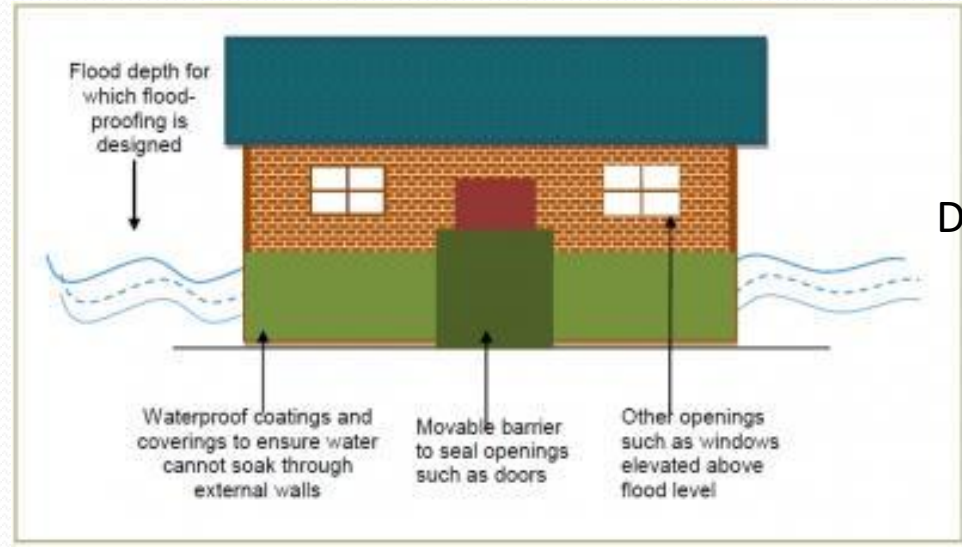
**Wet flood-proofing** reduces damage from flooding in three ways;

- (1) allowing flood waters to easily enter and exit a structure in order to minimise structural damage;
- (2) use of flood damage resistant materials; and
- (3) elevating important utilities.

**Dry flood-proofing** is the practice of making a building watertight or substantially impermeable to floodwaters up to the expected flood height (FEMA, 2008).



Wet flood-proofing



Dry flood-proofing

# Μέθοδοι Αδιαβροχοποίησης (Wet Flood proofing)

## Wet flood proofing

Wet flood proofing or wet proof construction is a building method that **allows temporary flooding of the lower parts of the building.**

### Structural measures

- (1) Properly anchoring structures against flood flows
- (2) Flood resistant materials below the expected flood depth,
- (3) Protection of mechanical and utility equipment and
- (4) Use of openings or breakaway walls to allow passage of flood waters without causing major structural damage (FEMA, 2010)

Table 5.2 Flood resilience characteristics of finish materials  
Source: CIRIA, 2006

Material	Resilience characteristics*			Overall resilience performance
	Water penetration	Drying ability	Retention of pre-flood dimensions, integrity	
<b>Timber board</b>				
OSB2, 11mm thick (Oriented Strand Board)	Medium	Poor	Poor	Poor
OSB3, 18mm thick (Oriented Strand Board)	Medium	Poor	Poor	Poor
<b>Gypsum plaster board</b>				
Gypsum Plasterboard, 9mm thick	Poor	Not assessed	Poor	Poor
<b>Mortars</b>				
Below DPC (Damp Proof Course) 1:3 (cement:sand)	Good	Good	Good	Good
Above DPC (Damp Proof Course) 1:6 (cement:sand)	Good	Good	Good	Good

Table 5.3 Flood resilience characteristics of insulation materials  
Source: CIRIA, 2006

Material	Resilience characteristics*			Overall resilience performance
	Water penetration	Drying ability	Retention of pre-flood dimensions, integrity	
<b>Cavity insulation</b>				
Mineral fibre	Poor	Poor	Poor	Poor
Blown-in	Poor	Poor	Poor	Poor
Rigid PU foam	Medium	Medium	Good	Medium

\*Resilience characteristics are related to the testing carried out and exclude aspects such as ability to freeze/thaw cycles, cleanability and mould growth

Tables 5.2 and 5.3 give indication of the resilience of some finish materials and insulating materials, respectively, based on laboratory tests).

# Μέθοδοι Αδιαβροχοποίησης (Wet Flood Proofing)

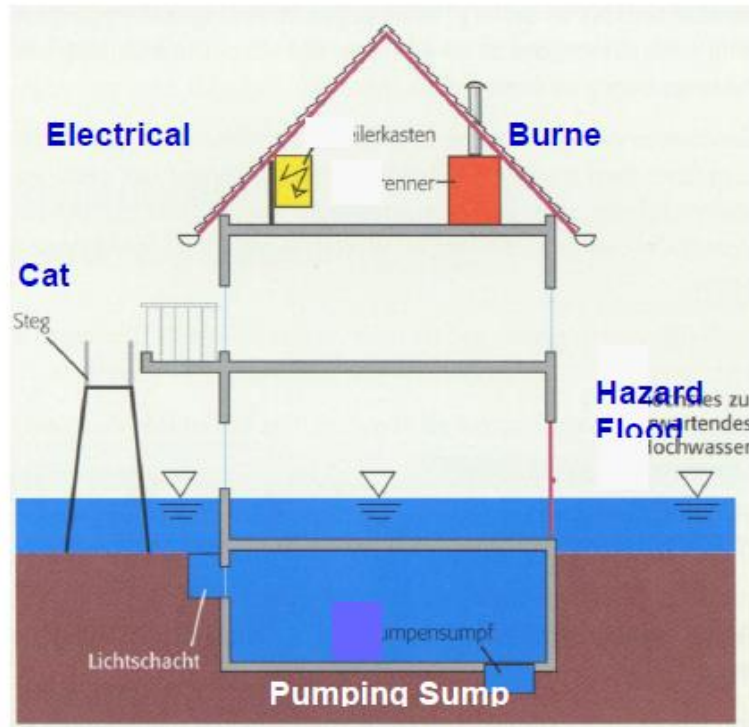
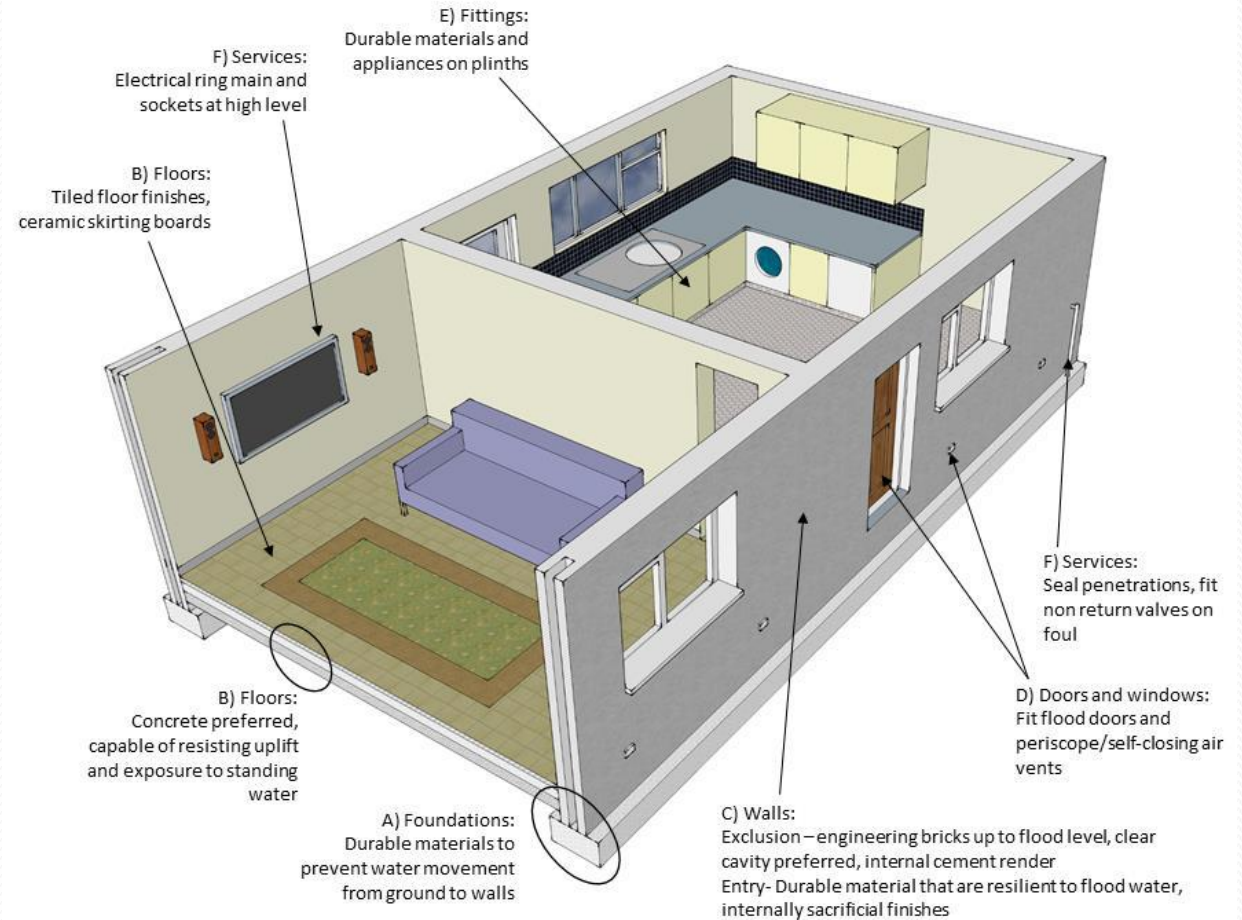


Figure 5.11 Schematic of wet proof method

Source: Pasche, 2008





# Μέθοδοι Αδιαβροχοποίησης

## Dry flood proofing

With dry flood proofing or dry proof construction, **the water is prevented from entering the building.**

The building is made waterproof by treating the facades with coatings, using resistant materials or buildings with a low permeability

In addition, the building materials should have good drying ability and integrity. Openings in the facades can be closed off with flood shields, panels or doors. These can be temporarily installed or can be permanent features, but in both cases, dry proofing is an integrated part of the building. An alternative approach is to erect temporary barriers located outside and around the building in order to prevent the floodwater reaching it.

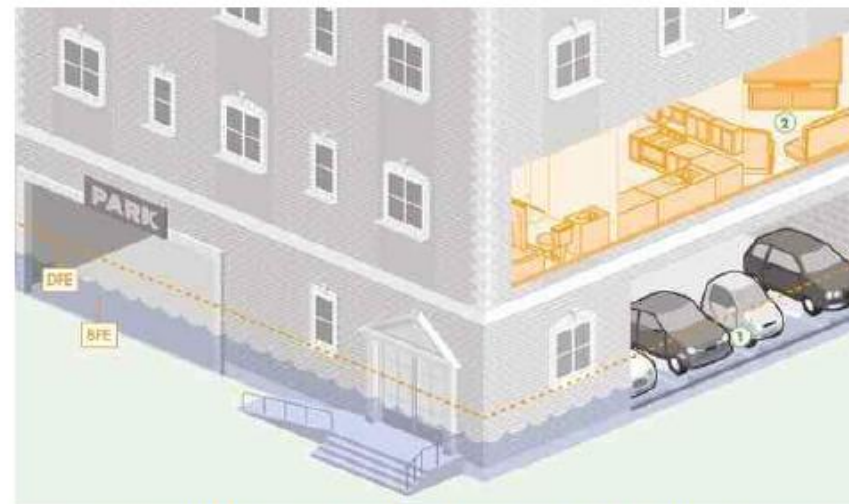
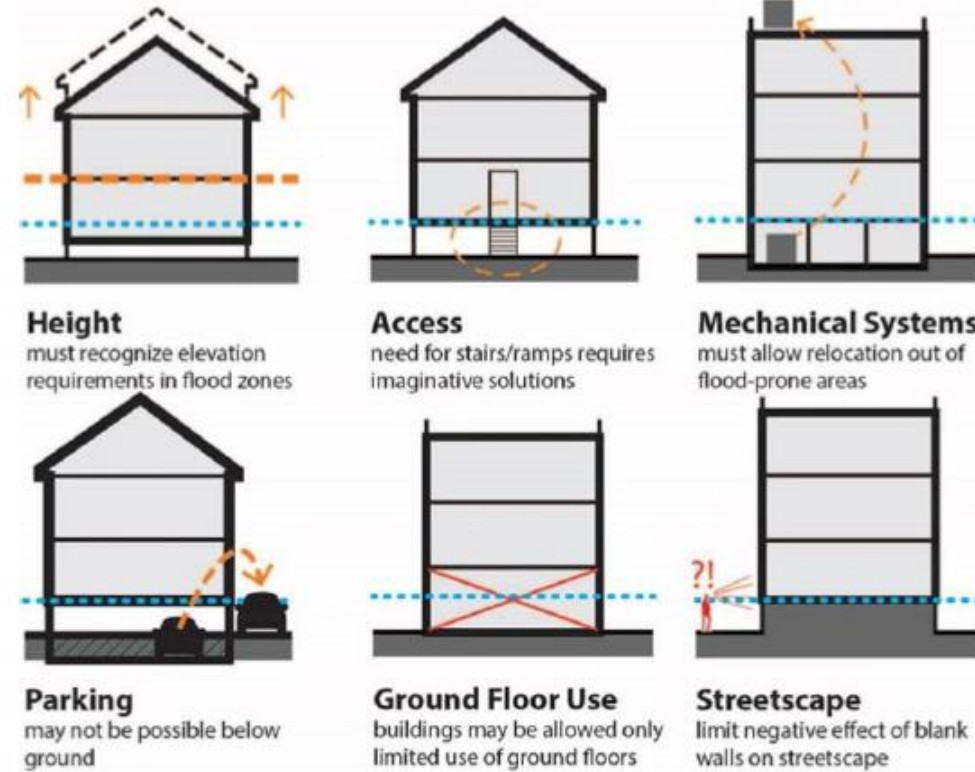


Figure 10. Example of dry-floodproofed building in a city.



Figure 5.12 Example of dry proofing Hamburg, Germany

Source: Pasche, 2008

# Active/temporary

# Passive/permanent flood proofing

**Temporary flood barriers** are placed only if a flood is expected to damage buildings. After the flood the barrier is removed again. Temporary barriers can protect high value buildings, infrastructure nodes or hotspots. Temporary barriers are made from wood, steel, aluminium or plastics (Figure 5.17).



**Figure 5.17** Temporary barriers in Prague, Czech Republic  
Source: VRV company, 2007

**Permanent flood barriers** that are specifically constructed to protect one or a couple of buildings are another strategy to prevent flooding. Permanent flood barriers can either be a dike around the hotspot or an integrated flood defence in the surrounding area of the hotspot such as walls, gates or other structures (Figure 5.18).



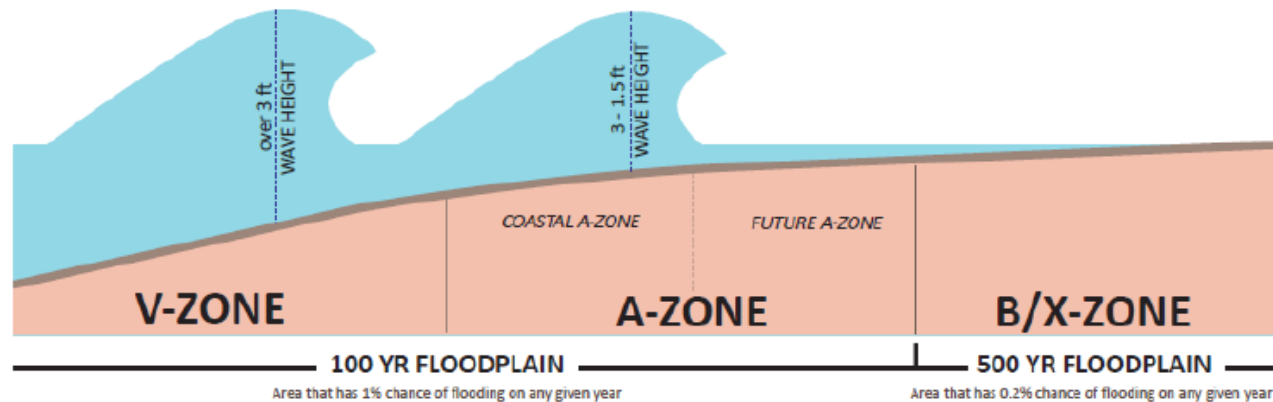
**Figure 5.18** Permanent flood gate Meppel, The Netherlands  
Source: Floodbarrier.nl, 2011

# Examples of resilient technological solutions in cities

## New York

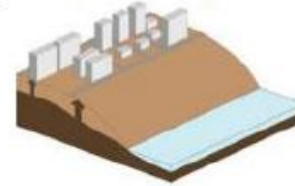
Adapting a dense, urban environment of New York City to increased flood risk requires a broader set of design strategies. After the Sandy Hurricane that took place in 2012 and was cruel reminder of the importance of flood-resistant construction standards, the city's coastal regions focus of the city's climate resilience planning. Proposed solutions integrate multiple properties in order to address the flood protection and building access.

The city is operating within 3 major flood zones that determine the building requirements and technical solutions for defense against flooding. The specific zone designations describe the extent and severity of the coastal flood hazard.

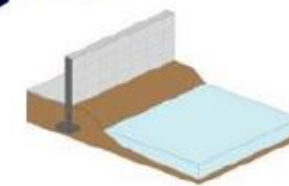


### Upland strategies:

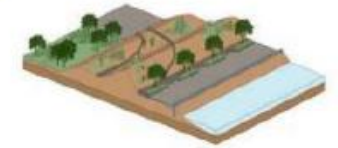
01 Elevation of Land and Streets



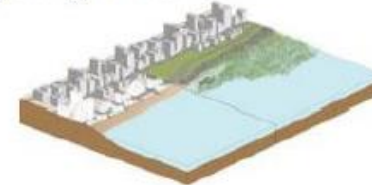
02 Floodwalls



03 Waterfront Parks



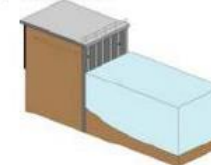
04 Strategic Retreat



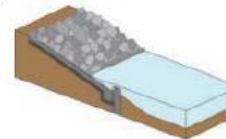
These are strategies that don't have direct impact on the water or the shoreline, but involve changes to areas inland of the shoreline.

### Shoreline strategies:

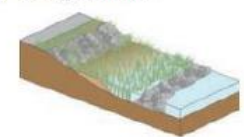
05 Bulkheads



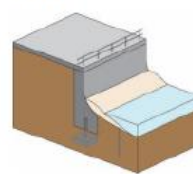
06 Revetments



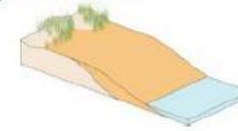
07 Living Shorelines



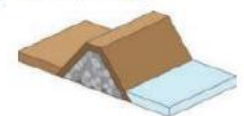
08 Seawalls



09 Beaches and Dunes



10 Levees (or Dikes)



11 Multi-purpose Levees



Coastline strategies are measures to reinforce the shoreline to protect from erosion, block storm surge, or attenuate waves. [BLOOMBERG, BURDEN 2013]

# Examples of resilient technological solutions in cities

In water strategies:

- 12 Groins
- 13 Constructed Wetlands
- 14 Breakwaters
- 15 Artificial Reefs
- 16 Floating Islands
- 17 Constructed Breakwater Islands
- 18 Surge Barriers
- 19 Coastal Morphology Alteration
- 20 Polders



Figure 22. Resilient waterfront development in Williamsburg, Brooklyn located within V-zone.



Figure 23. Brooklyn's P.S. 261 before



Figure 24. Brooklyn's P.S. 261 after

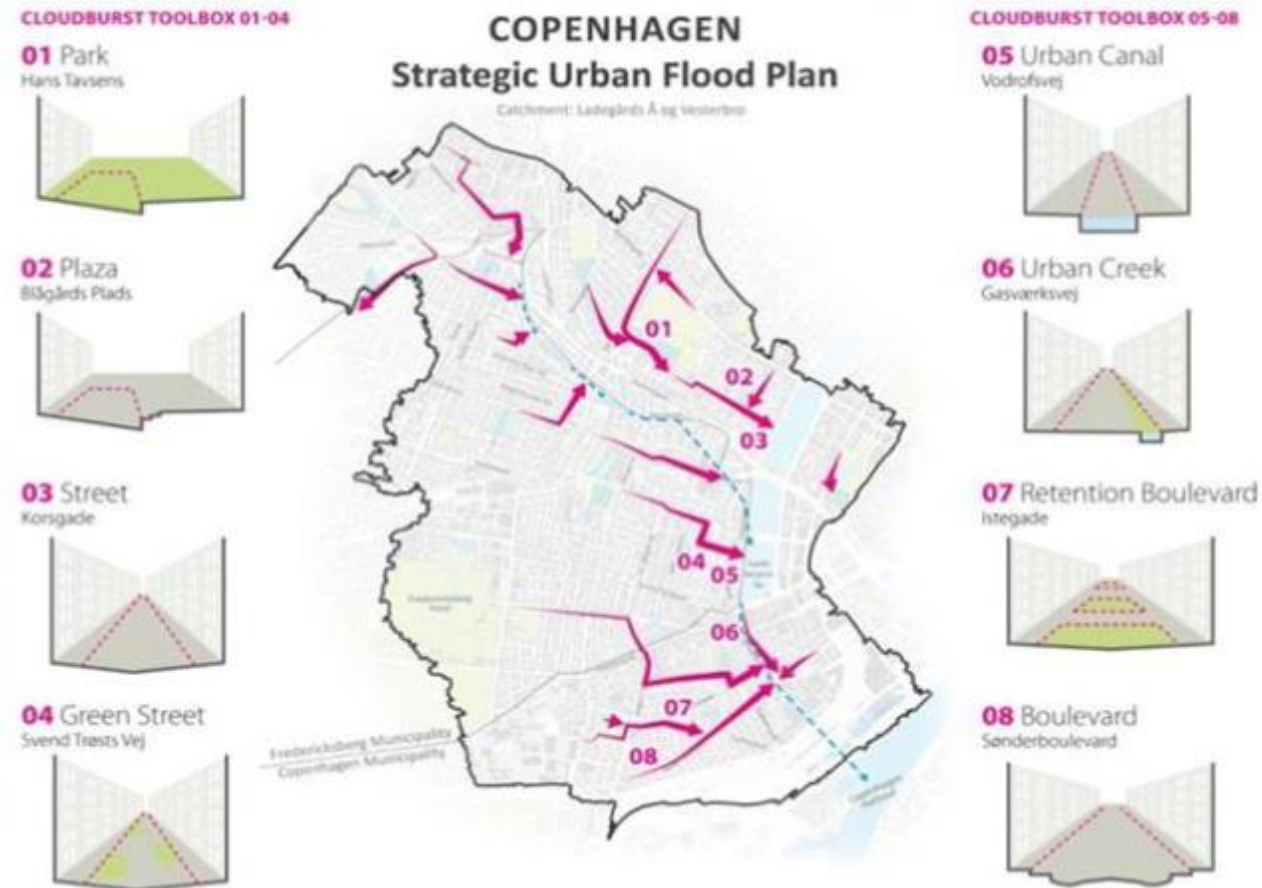


Figure 27. Copenhagen's plan to transform streets into water boulevards.



Figure 28. Tansinge Plads - square and a water retention basin, designed to hold back

# Examples of resilient technological solutions in cities

<https://www.youtube.com/watch?v=lviZpuoCTW8>



Figure 29. Water Square Benthemplein in Rotterdam. [GOOGLE GRAPHICS]



Figure 30. Benthemplein Square filled with water. [GOOGLE GRAPHICS]

# Emergency Measures- Smart shelters

Various and diverse mitigation plans have been implemented across the world to reduce the consequences of flooding. In addition to structural measures, emergency measures such as flood shelters are also needed immediately and urgently when flooding occurs, to provide a survival place for flood victims.



Figure 5.26 Multiple smaller smart shelters covering several smaller areas



Figure 5.25 One large smart shelter covering a large area

Table 5.9 Usable floor space (in m<sup>2</sup>) for shelters

Smart Shelter Capacity						
Smart Shelter building type	Cinema		School		Conference Hall	
Gross Floor Area	5000	m <sup>2</sup>	5000	m <sup>2</sup>	5000	m <sup>2</sup>
Spatial Requirements + 10%	500	m <sup>2</sup>	500	m <sup>2</sup>	500	m <sup>2</sup>
Total Gross Floor Area	5500	m <sup>2</sup>	5500	m <sup>2</sup>	5500	m <sup>2</sup>
Useable net. Area (50% / 65% / 80%)	2750	m <sup>2</sup>	3575	m <sup>2</sup>	4400	m <sup>2</sup>
Capacity short-term	1,86	m <sup>2</sup> /pers.	1478	pers.	1922	pers.
Capacity long-term	3,72	m <sup>2</sup> /pers.	739	pers.	961	pers.
			2365	pers.	1182	pers.

## 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

### ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

- Ανάλυση χαρακτηριστικών περιοχής και μηχανισμών πλημμύρας
- Όμβριες καμπύλες
- Έκθεση αυτοψιών
- Πλημμυρικά υδρογραφήματα
- Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας
- Χάρτες Κινδύνου Πλημμύρας
- Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας



#### Ξεχωριστά για προστατευόμενες περιοχές

- Για άντληση ύδατος για ανθρώπινη κατανάλωση
- Ύδατα αναψυχής
- Περιοχές ευαίσθητες στην παρουσία θρεπτικών ουσιών
- Περιοχές προορισμένες για προστασία οικοτόπων ή ειδών



Μέτρα διαχείρισης κινδύνων



Πρόληψης  
Προστασίας  
Ετοιμότητας  
Αποκατάστασης



Σχέδιο δράσης για την  
εφαρμογή των μέτρων

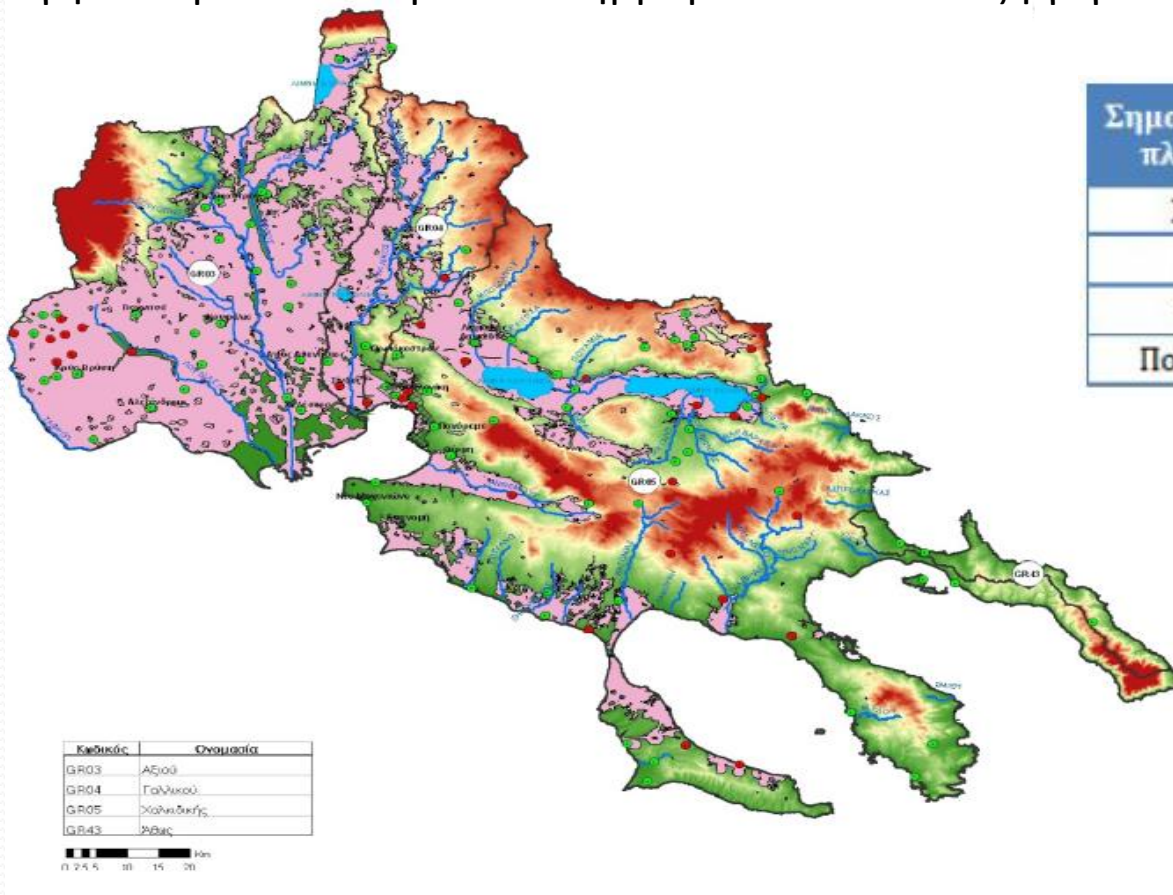


# 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

**Προκαταρκτική Αξιολόγηση κινδύνων Πλημμύρας (Preliminary Flood Risk Assessment, PFRA)**

- Συλλογή δεδομένων ιστορικών πλημμυρών και κατάταξη γεγονότων



Σημαντικότητα πλημμύρας	Ανθρώπινα θύματα	Αποζημίωση (€)	Έκταση (στρέμματα)
Χαμηλή		< 50.000	< 2.000
Μέση		50.000-200.000	2.000-5.000
Υψηλή		200.000-500.000	5.000-10.000
Πολύ υψηλή	≥ 1	> 500.000	> 10.000

Σημεία με πράσινο - θέσεις ιστορικών πλημμυρών  
Σημεία με κόκκινο - θέσεις σημαντικών ιστορικών πλημμυρών

## 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

**Προκαταρκτική Αξιολόγηση κινδύνων Πλημμύρας (Preliminary Flood Risk Assessment, PFRA)**

- **Προσδιορισμός Ζωνών Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ) (Areas of Potential Significant Flood Risk, APSFR)**

ΖΔΥΚΠ είναι αυτές που **ικανοποιούν έναν τουλάχιστον από τους περιορισμούς:**

- βρίσκονται σε θέσεις προσχωματικών αποθέσεων
- βρίσκονται σε έδαφος με κλίση μικρότερη από 2%

**και όπου είναι πιθανό να υπάρξουν αρνητικές συνέπειες:**

- Πόλεις και οικισμοί
- Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες
- Γεωργικές εκτάσεις με σημαντική οικονομική αξία
- Παραγωγικές μονάδες που ενδέχεται να προκαλέσουν ρύπανση
- Προστατευόμενες περιοχές
- Μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς
- Υποδομές (οδικό, σιδηροδρομικό δίκτυο, λιμάνια, αεροδρόμια, νοσοκομεία, μεγάλα φράγματα)

## 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

**Προκαταρκτική Αξιολόγηση κινδύνων Πλημμύρας (Preliminary Flood Risk Assessment, PFRA)**

1. Μορφολογικός Χάρτης
2. Υδρολογικός Χάρτης
3. Χάρτης Αντιπλημμυρικών έργων & έργων ρύθμισης υδάτων
4. Γεωλογικός Χάρτης
5. Υδρολιθολογικός Χάρτης
6. Χάρτης Εδαφικών Τύπων
7. Χάρτης Χρήσεων γης
8. Χάρτης Κάλυψης

## 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

### ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

#### Μεθοδολογία Εκτίμησης Πλημμυρογραφημάτων για τις ΖΔΥΚΠ

- ❑ Διαχωρισμός υδατικού διαμερίσματος σε υδρολογικές λεκάνες και υπολεκάνες.
  - Εξαγωγή μορφομετρικών, γεωμετρικών και υδρολογικών χαρακτηριστικών υπολεκανών.
- ❑ Εξαγωγή όμβριων καμπυλών στις ΖΔΥΚΠ
  - Επιφανειακή ολοκλήρωση σημειακών τιμών των σταθμών μέτρησης για εξαγωγή κάποιων συντελεστών.
  - Εκτίμηση 80% ορίων εμπιστοσύνης των όμβριων καμπυλών (δυσμενής, ευμενής κατάσταση)
- ❑ Κατάρτιση υετογραμμάτων σχεδιασμού (T=50, 100, 1000 έτη) μέσης, δυσμενούς και ευμενούς κατάστασης.
  - Μέθοδος εναλλασόμενων υψών & Μέθοδος δυσμενέστερης διάταξης.
- ❑ Εκτίμηση ωφέλιμης βροχής με τη μέθοδο SCS.
- ❑ Προσδιορισμός υδρογραφημάτων σχεδιασμού άμεσης απορροής με τη μέθοδο SCS.
- ❑ Διόδευση πλημμυρικού κύματος με το λογισμικό FLO-2D.

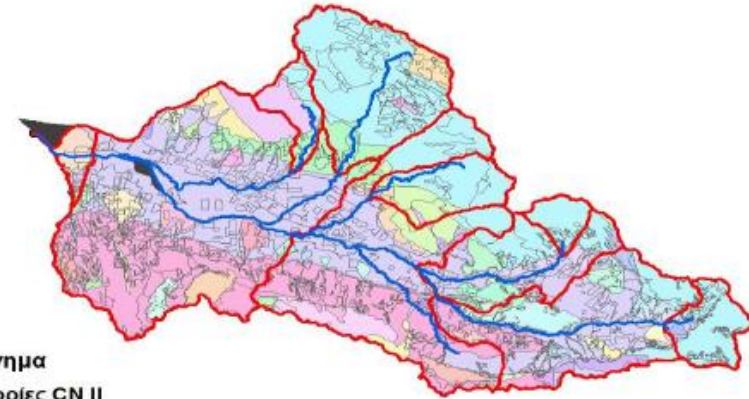
# 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

Μεθοδολογία Εκτίμησης Πλημμυρογραφημάτων για τις ΖΔΥΚΠ



33 υπολεκάνες



Υπόμνημα  
Κατηγορίες CN II

Υλοποιημένα Σενάρια

Σενάριο	CN	Χρόνος υστέρησης	Υετόγραμμα	Χρονική κατανομή βροχής
Μέσο_50 ετών	CN II	Μέσης κατάστασης	Παραμέτρων όμβριας	Alternative blocks
Δυσμενές_50 ετών	CN III	Δυσμ. Κατάστασης	Άνω όριο εμπιστοσύνης	Alternative blocks
Ευμενές_50 ετών	CN I	Ευμ. Κατάστασης	Κάτω όριο εμπιστοσύνης	Worst profile
Μέσο_100 ετών	CN II	Μέσης κατάστασης	Παραμέτρων όμβριας	Alternative blocks
Δυσμενές_100 ετών	CN III	Δυσμ. Κατάστασης	Άνω όριο εμπιστοσύνης	Alternative blocks
Ευμενές_100 ετών	CN I	Ευμ. Κατάστασης	Κάτω όριο εμπιστοσύνης	Worst profile
Μέσο_1000 ετών	CN II	Μέσης κατάστασης	Παραμέτρων όμβριας	Alternative blocks
Δυσμενές_1000 ετών	CN III	Δυσμ. Κατάστασης	Άνω όριο εμπιστοσύνης	Alternative blocks
Ευμενές_1000 ετών	CN I	Ευμ. Κατάστασης	Κάτω όριο εμπιστοσύνης	Worst profile

## 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

### ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

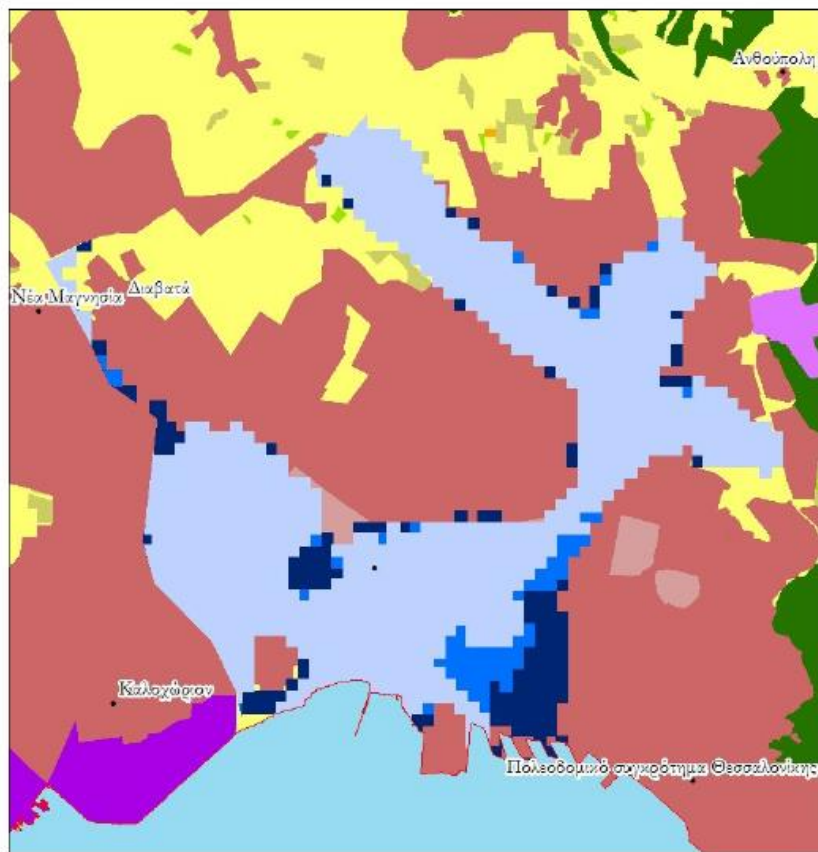
#### Προσομοίωση διόδευσης πλημμυρών για τις ΖΔΥΚΠ

- Προετοιμασία διδιάστατου τοπογραφικού υποβάθρου και δεδομένων διατομών ποταμών και τεχνικών.
- Επιλογή κατάλληλου μεγέθους καννάβου υδραυλικής προσομοίωσης με βάση το μέγεθος του πλημμυρικού πεδίου και τις φορτίσεις των πλημμυρογραφημάτων.
- Προετοιμασία και εισαγωγή πλημμυρογραφημάτων διαφόρων περιόδων επαναφοράς.
- Εισαγωγή συντελεστών τραχύτητας στο διδιάστατο πλημμυρικό πεδίο και στα μονοδιάστατα στοιχεία των ποταμών.
- Εκτέλεση υδραυλικών προσομοιώσεων με επιλογή των παραμέτρων του αριθμητικού σχήματος του υδραυλικού μοντέλου. Η εκτέλεση των προσομοιώσεων για κάθε περίοδο επαναφοράς έγινε για τα μέσα υδρογραφήματα και για μέσους συντελεστές τραχύτητας ενώ για σημαντικά ποτάμια έγινε για τρία σενάρια (ευμενές, μέσο, δυσμενές).

# 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

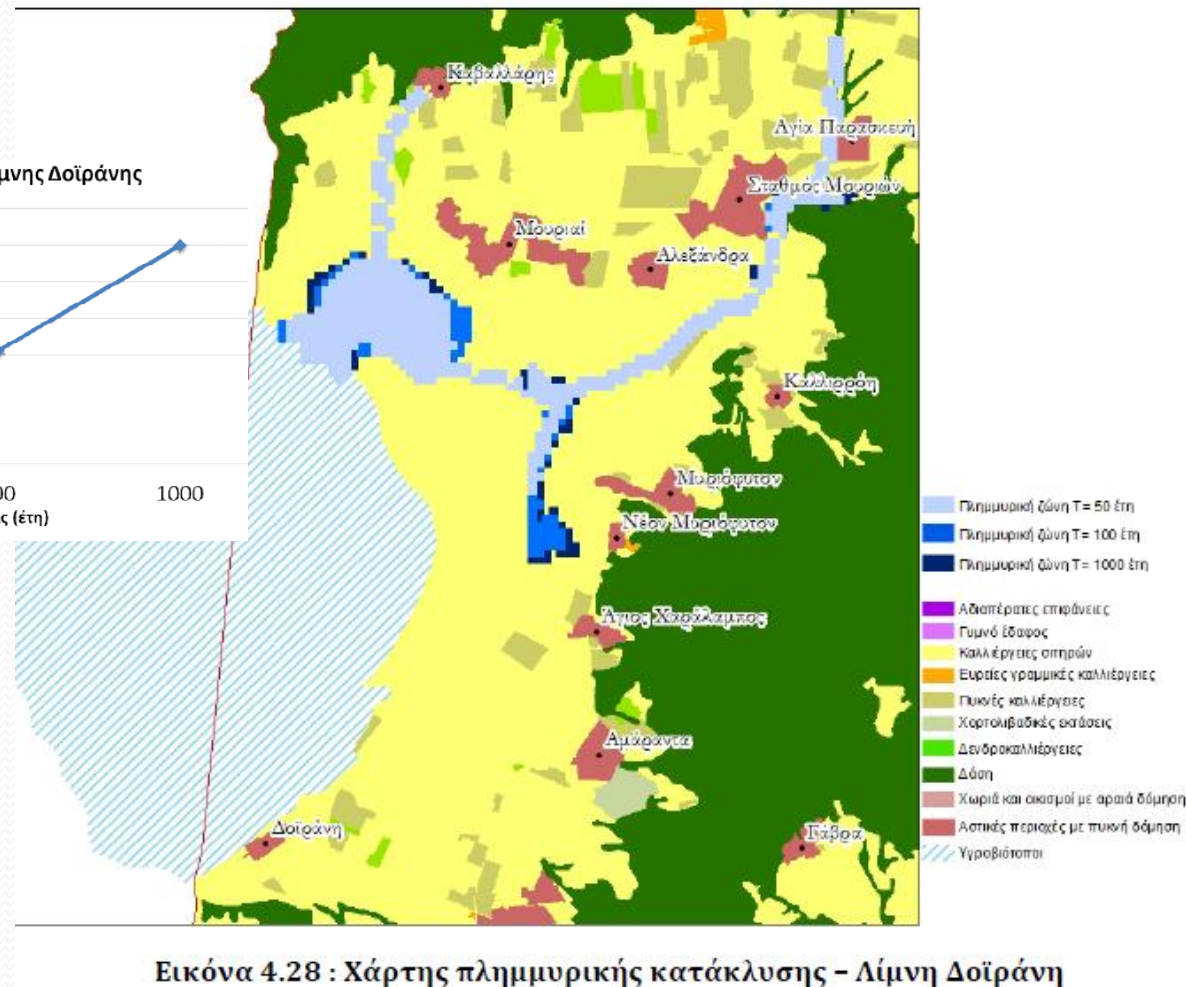
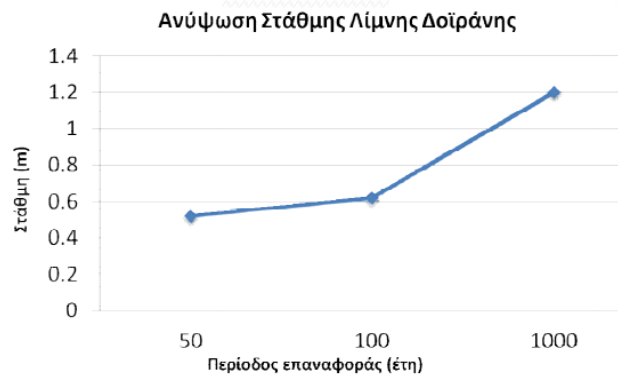
ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

Προσομοίωση διόδευσης πλημμυρών για τις ΖΔΥΚΠ



- Πλημμυρική ζώνη T= 50 έτη
- Πλημμυρική ζώνη T= 100 έτη
- Πλημμυρική ζώνη T= 1000 έτη
- Αδιαπέρατες επιφάνειες
- Γυμνό έδαφος
- Καλλέργειες σπηραίων
- Ευρείες γραμμικές καλλιέργειες
- Πυκνές καλλιέργειες
- Χορτοκλαδικές εγκατασεις
- Δενδροκαλλιέργειες
- Δάση
- Χωριά και οικισμοί με αραιά δόμηση
- Αστικές περιοχές με πυκνή δόμηση
- Υγροβιότοποι

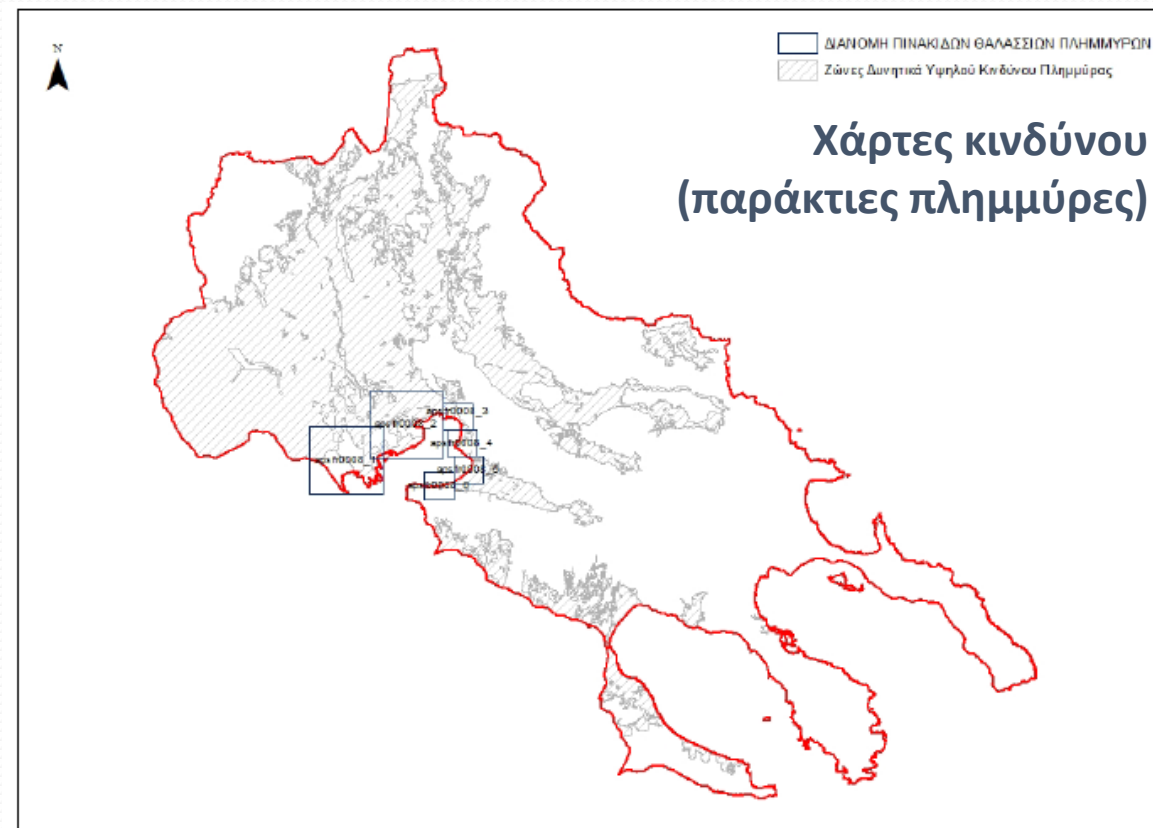
Εικόνα 4.31 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης - Ρέμα Δενδροποτάμου



Εικόνα 4.28 : Χάρτης πλημμυρικής κατάκλυσης - Λίμνη Δοϊράνη

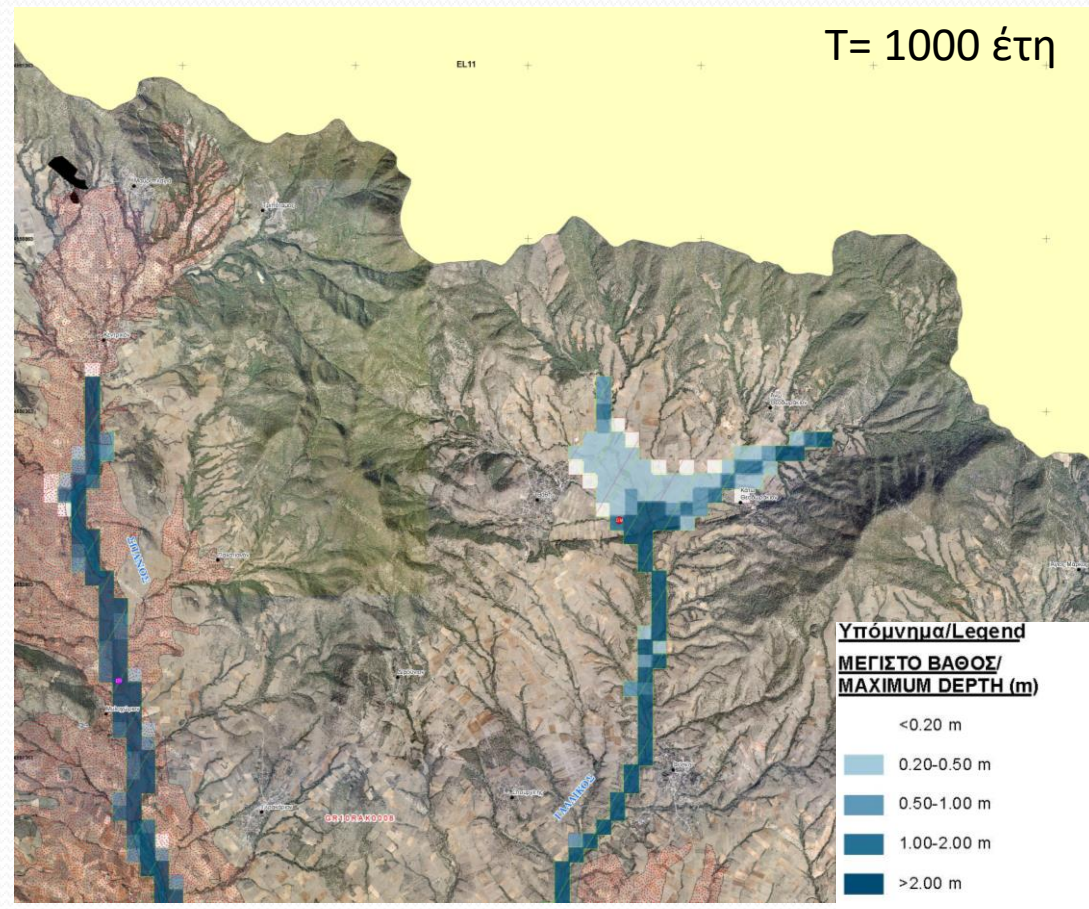
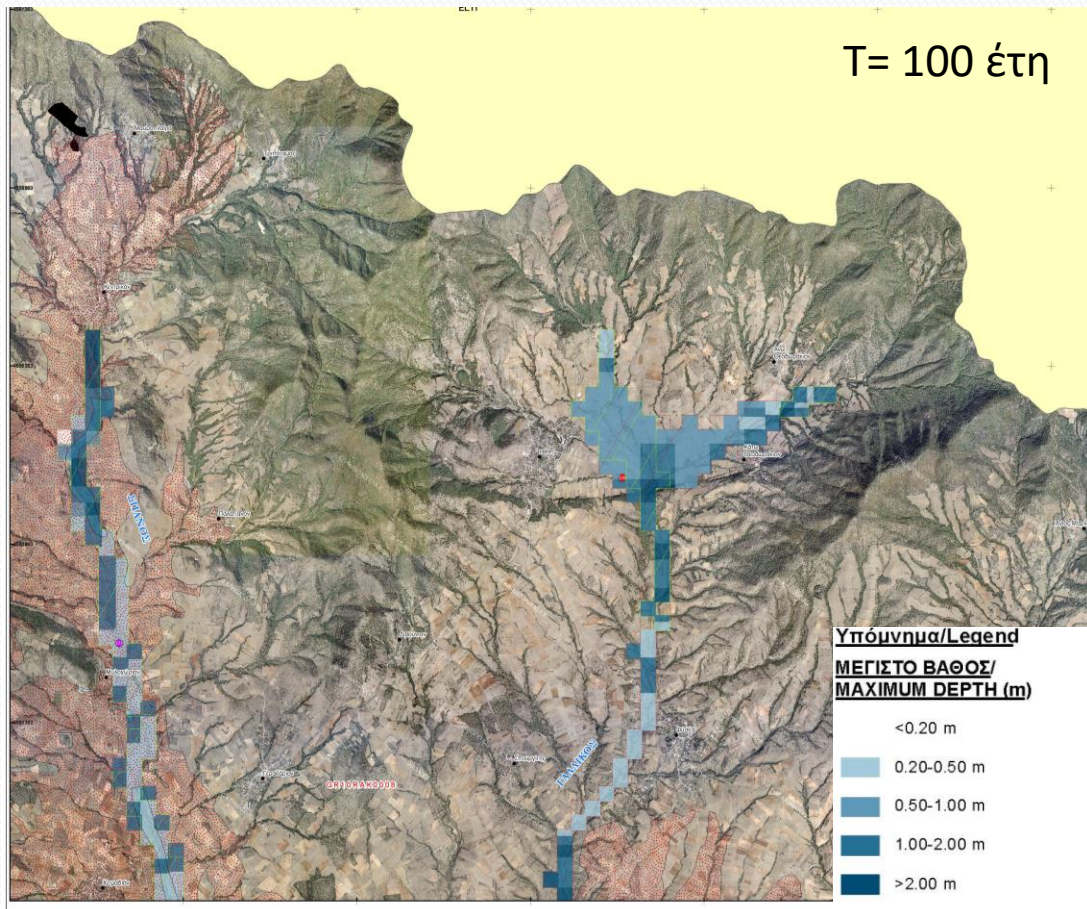
# 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

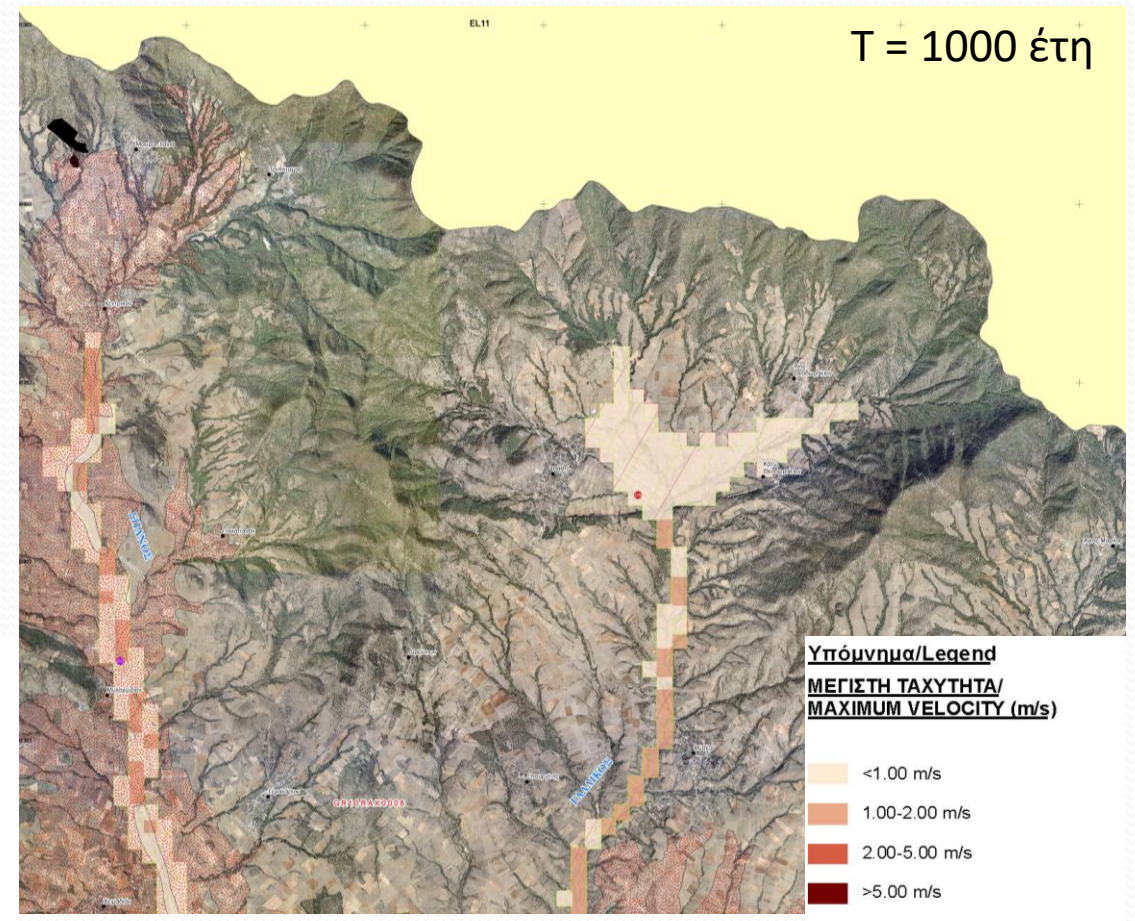
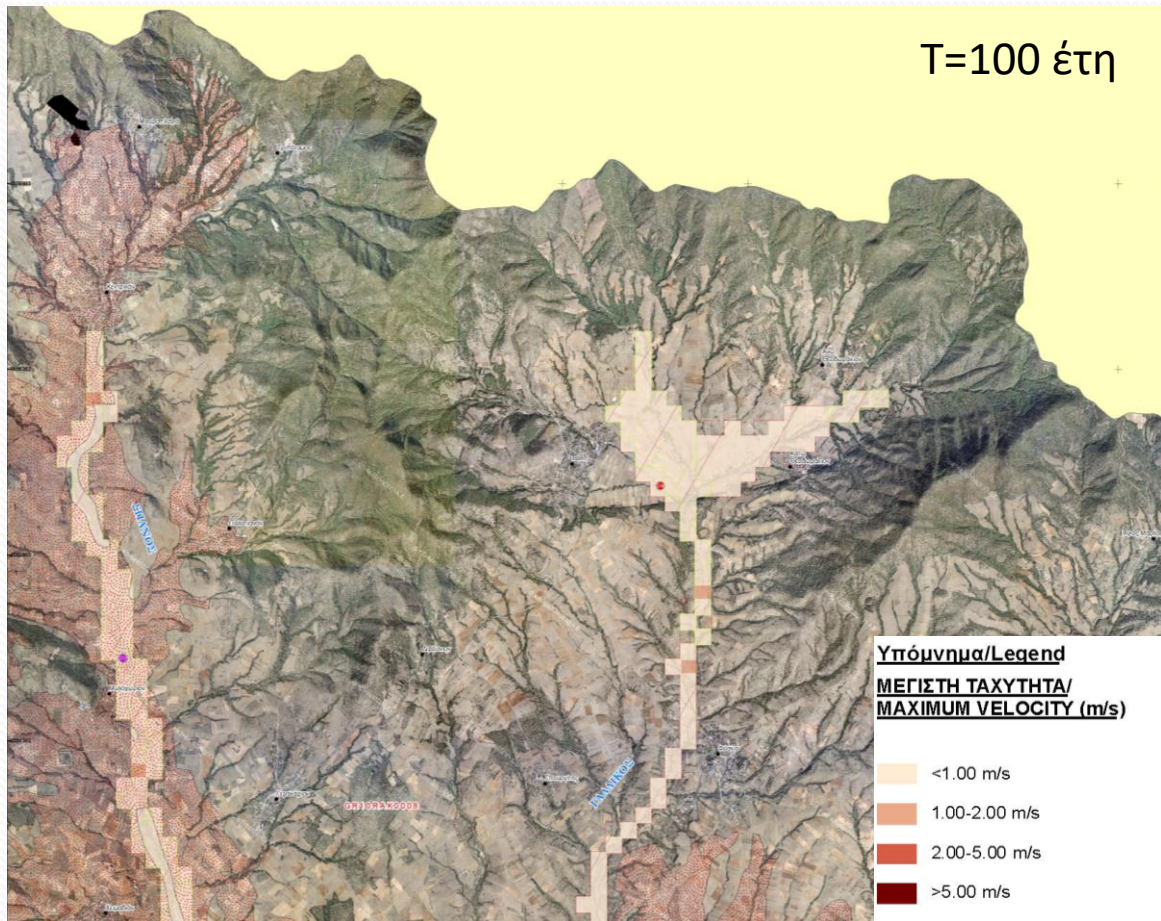




# ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)



# ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)



## 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

Αποτίμηση των επιπτώσεων από πλημμύρα περιόδου επαναφοράς T

➔ 5 κλάσεις επικινδυνότητας

- VL : very low (πολύ χαμηλός)
- L : low (χαμηλός)
- M : medium (μέτριος)
- H : high (υψηλός)
- VH : very high (πολύ υψηλό)

ΒΑΘΟΣ d (m)	Ταχύτητα ροής v (m/sec)			
	v < 0,5	0,5 < v < 2,0	2,0 < v < 4,0	v > 4,0
d < 0,2	VL	VL	VL	L
0,2 < d < 0,5	L	L	M	M
0,5 < d < 1,0	L	M	H	H
1,0 < d < 1,5	M	M	H	VH
1,5 < d < 2	H	H	VH	VH
d > 2	VH	VH	VH	VH

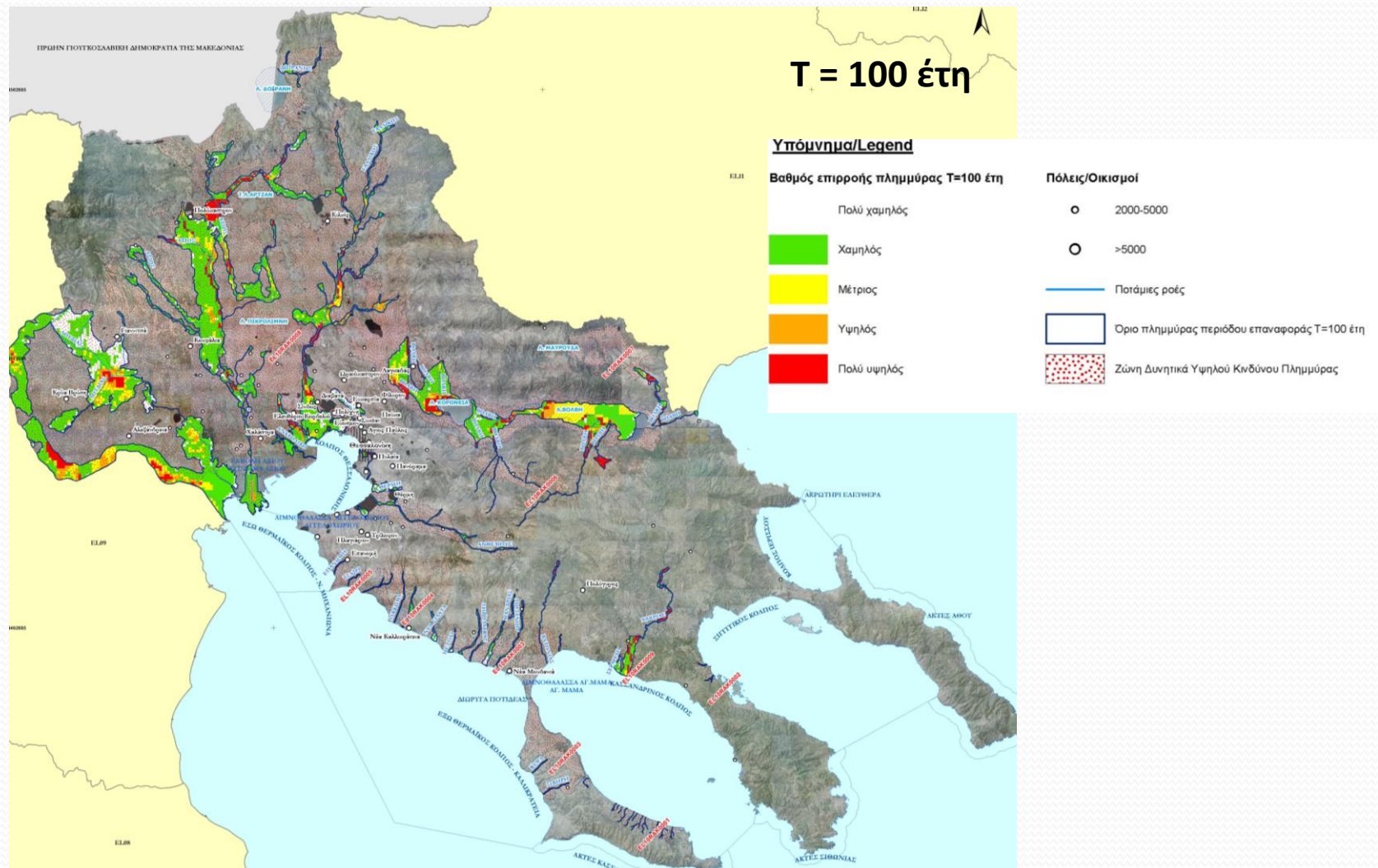


Hazard Class	Score
VL - πολύ χαμηλός	0,2
L - χαμηλός	0,4
M - μέτριος	0,6
H - υψηλός	0,8
VH - πολύ υψηλός	1

# 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

*Χάρτης κινδύνου πλημμύρας*



## 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

Εκτίμηση μέγιστων δυνητικών επιπτώσεων πλημμυρικών γεγονότων – Συλλογή στατιστικών στοιχείων

➔ 5 κλάσεις τρωτότητας

- πολύ χαμηλή : 50
- χαμηλή : 100
- μέτρια : 150
- σημαντική : 250
- πολύ σημαντική : 500

➔ Για την αποτίμηση της μέγιστης πιθανής επίπτωσης της πλημμύρας:

1. Επιπτώσεις στον πληθυσμό,  $EκΑ^c$
2. Οικονομικές επιπτώσεις  $EκΟ^c$  (σε επίπεδο εθνικής οικονομίας)
3. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις  $EκΠε^c$
4. Επιπτώσεις στην πολιτιστική κληρονομία  $EκΠο^c$

Για κάθε κατηγορία επίπτωσης οι δείκτες των επί μέρους:  $EκΑ^c = \sum EκΑ_i^c$

Η συνολική έκθεση κάθε κελιού:

$$Eκ^c = EκΑ^c + EκΟ^c + EκΠε^c + EκΠο^c$$



Πιθανή μέγιστη επίπτωση	Κατηγορία κινδύνου
<50	πολύ χαμηλός
50-125	χαμηλός
125-200	μέτριος
200-400	υψηλός
>400	πολύ υψηλός

## 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

**Αποτίμηση του κινδύνου από πλημμύρα περιόδου επαναφοράς T**

- Για κάθε κελί c και για κάθε κατηγορία επίπτωσης η επικινδυνότητα ορίζεται από τις επιμέρους επιπτώσεις και τους αντίστοιχους βαθμούς επιρροής:

$$E_{\pi A}(T)^c = \sum [E_{\kappa A_i}^c \times B_{A_i}(T)^c]$$

- Αθροίζονται, σε κάθε κελί c, οι επιπτώσεις:

$$E_{\pi}(T)^c = E_{\pi A}(T)^c + E_{\pi O}(T)^c + E_{\pi \Pi \epsilon}(T)^c + E_{\pi \Pi o}(T)^c$$

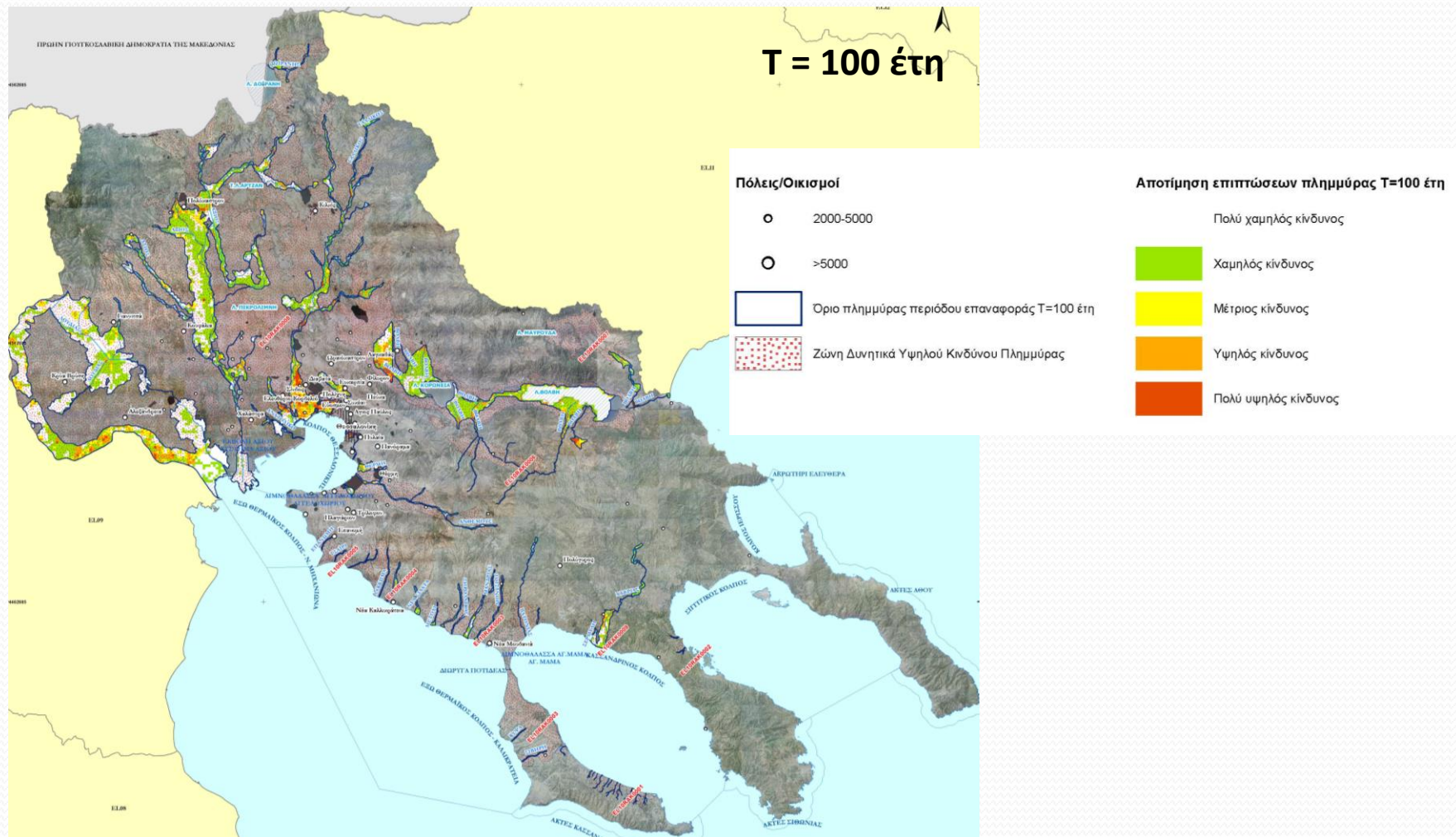


Πιθανή επίπτωση	Κατηγορία κινδύνου
<50	πολύ χαμηλός
50-125	χαμηλός
125-200	μέτριος
200-400	υψηλός
>400	πολύ υψηλός

# 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

## ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

### Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας



## 4. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10)

**Ελλείψεις στην εκτίμηση κινδύνου και επικινδυνότητας – Πιθανά σημεία που χρίζουν επανεξέτασης**

- Η ανάλυση των τοπογραφικών υποβάθρων είναι αδρή με επιπτώσεις στην προσομοίωση σε κρίσιμα σημεία.

*Τοπογραφικά υπόβαθρα του Κτηματολογίου Α.Ε. - DEM ανάλυσης 5x5 m<sup>2</sup>. Στην ακτογραμμή των ΖΔΥΚΠ 1x1 m<sup>2</sup>.*

- Η λεπτομερής τοπογραφική αποτύπωση τεχνικών έργων και κατασκευών.
- Εκτίμηση του συντελεστή τραχύτητας Manning στις διάφορες θέσεις του ποταμού και της κλίσης του.

*Χρήσεις γης από CORINE Land Cover 2000 και ilot του ΟΠΕΚΕΠΕ 2008.*

- Εκτίμηση πλημμυρικών εισροών από λεκάνες κύριων ποταμών εκτός Ελληνικών συνόρων.
- Δεν έχει εκτιμηθεί η πιθανότητα αστοχίας των έργων προστασίας π.χ. περιμετρικών αναχωμάτων που αποτελεί τον κίνδυνο πλημμύρας.
- Δεν έχει συνεκτιμηθεί η κλιματική αλλαγή στις πηγές κινδύνου π.χ. στις όμβριες καμπύλες και στη διαδρομή του κινδύνου π.χ. μεταβολή στις χρήσεις γης.
- Δεν έχουν συνεκτιμηθεί οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στους αποδέκτες του κινδύνου π.χ. οικονομικές δραστηριότητες, υποδομές κ.τ.λ.



## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- Είναι αναγκαία η ανάπτυξη και η κατανόηση ενός πλαισίου και των διαφόρων συνιστωσών του για την διαχείριση της διακινδύνευσης πλημμύρας. Το πλαίσιο αυτό θα πρέπει να υποστηριχθεί από κατάλληλους μηχανισμούς ( κρατικούς και τοπικούς φορείς) για την ανάπτυξη και την εφαρμογή Διαχειριστικών Σχεδίων
- Η διακινδύνευση πλημμύρας ( ειδικά σε δομημένο περιβάλλον) δεν είναι απλά μια πλημμύρα. Η διακινδύνευση είναι αποτέλεσμα ενός συνδυασμού παραμέτρων που περιλαμβάνει τον κίνδυνο, την έκθεση και την τρωτότητα. Η αναγνώριση αυτών των παραμέτρων διευκολύνει την κατανόηση της έννοιας της διακινδύνευσης και δείχνει ότι μόνο ο συνδυασμός φυσικών και ανθρώπινων παραγόντων δημιουργεί την διακινδύνευση
- Χωρίς δεδομένα που να δείχνουν ποιες περιοχές κινδυνεύουν δεν μπορούν να εφαρμοστούν μέτρα που να αντιμετωπίζουν με επιτυχία τον κίνδυνο.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- Ο συνδυασμός μέτρων ( Δομικά και μη δομικά, χωρικά και θεσμικά ) μπορεί να οδηγήσει στην επιτυχή διαχείριση της πλημμυρικής διακινδύνευσης
- Η παρακολούθηση και αποτίμηση των εφαρμοζόμενων μέτρων αναδεικνύουν τις καλές πρακτικές και βοηθούν στην συνεχή βελτίωση των σχεδίων διαχείρισης
- Ο χωροταξικός σχεδιασμός που περιλαμβάνει και θέματα πλημμυρών αποτελεί την πλέον υποσχόμενη μακροπρόθεσμη στρατηγική για την επιτυχή διαχείριση της πλημμυρικής διακινδύνευσης.