

Ολοκληρωμένος σχεδιασμός αντιπλημμυρικής προστασίας: Η πρόκληση για το μέλλον

Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδας
Αθήνα, 23 Απριλίου 2010

Στρατηγική αντιμετώπισης των πλημμυρών: Σύγχρονο τεχνολογικό πλαίσιο



Δημήτρης Κουτσογιάννης και Νίκος Μαμάσης

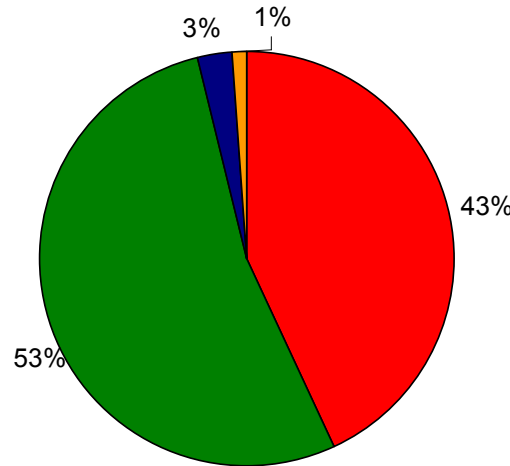
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
(<http://www.itia.ntua.gr/> – dk@itia.ntua.gr)

Παρουσίαση διαθέσιμη στο Διαδίκτυο: <http://www.itia.ntua.gr/en/docinfo/972/>

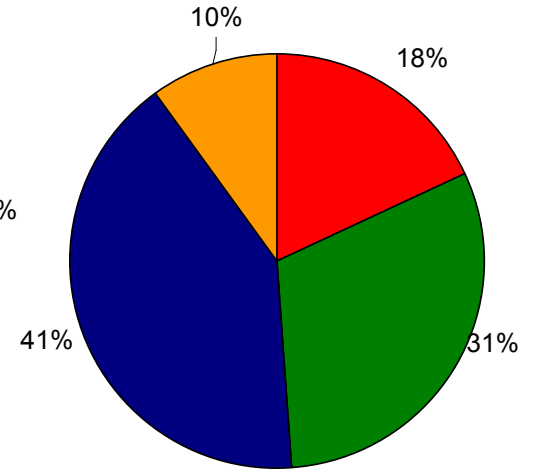
Παγκόσμια στατιστικά στοιχεία φυσικών καταστροφών

- Γεωλογικές καταστροφές (σεισμοί, ηφαίστεια)
- Μετεωρολογικές καταστροφές (Τροπικές καταιγίδες, χειμερινές καταιγίδες, τοπικές καταιγίδες, χαλάζι, δριμύς καιρός)
- Υδρολογικές καταστροφές (Ποτάμια πλημμύρες, ταχυπλημμύρες, θαλασσογενείς πλημμύρες, κατολισθήσεις)
- Κλιματολογικές καταστροφές (καύσωνες, παγωνιές, πυρκαγιές, ξηρασίες)

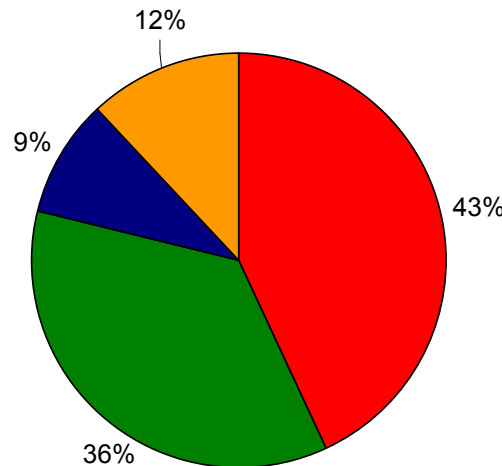
2008: Θάνατοι 163000



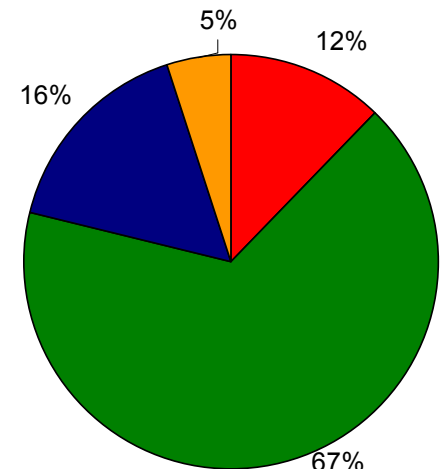
2009: Θάνατοι 11000



2008: Ζημιές 200 δισ. \$ ΗΠΑ



2009: Ζημιές 50 δισ. \$ ΗΠΑ



Πηγές: Munich Re (2009, 2010)

Μερικά δημογραφικά στοιχεία για την Ελλάδα σχετικά με την πλημμυρική διακινδύνευση

- Η Ελλάδα έχει 13 272 οικισμούς
- Η μεγάλη πλειονότητα είναι μικροί οικισμοί (χωριά), στους οποίους η πλημμυρική διακινδύνευση είναι ασήμαντη: οι κάτοικοι έχουν επίγνωση του πλημμυρικού κινδύνου και χτίζουν μακριά από ρέματα
- Διακινδύνευση για ανθρώπινες απώλειες υπάρχει κυρίως σε αστικές περιοχές και παραθαλάσσιες οικιστικές περιοχές (μεγάλη εμπορική αξία γης και σημαντικές παραβιάσεις φυσικών διαδρομών απορροής) καθώς και οικισμούς σε πεδία πλημμυρών ποταμών
- Ενδεικτικά απογραφικά στοιχεία:
 - 23 πόλεις με πληθυσμό άνω των 40 000
 - 145 οικισμοί με πληθυσμό άνω των 10 000 (πολλοί από τους οποίους ομαδοποιούνται σε ευρύτερα οικιστικά σύνολα)
 - 300 παραθαλάσσιοι οικισμοί στην ηπειρωτική Ελλάδα
 - Άλλοι 100 παραθαλάσσιοι οικισμοί στη νησιωτική Ελλάδα (εκτίμηση)
 - Άγνωστος αριθμός οικισμών σε πεδία πλημμυρών ποταμών
- Σύνολο (κατά χονδροειδή εκτίμηση) περίπου 500 οικισμοί με έντονο το στοιχείο της πλημμυρικής διακινδύνευσης

Φυσιογραφικά δεδομένα σχετικά με την πλημμυρική διακινδύνευση

- Κατακερματισμένο ανάγλυφο με μικρές λεκάνες απορροής
- Συνήθεις χρόνοι πλημμυρικής απόκρισης της τάξης της ώρας → **ταχυπλημμύρες** (ή αστραπιαίες πλημμύρες – **flash floods**)
- Μέση απόσταση ανάμεσα στους 500 οικισμούς της τάξης των 300 km με μέση απόσταση προς τον πιο γειτονικό οικισμό της τάξης των 12 km
- Μικρός συντελεστής συσχέτισης καταιγίδων και πλημμυρών στην κλίμακα της ώρας
- Πολύ μικρή στοχαστική εξάρτηση—πρακτικώς **χωρική ανεξαρτησία**—ταυτόχρονων επεισοδίων καταιγίδων και πλημμυρών

Τεχνολογικά δεδομένα σχετικά με την πλημμυρική διακινδύνευση

- Ιεράρχηση των προβλημάτων από πλημμύρας σε χαμηλή προτεραιότητα—περιορισμένες τεχνολογικές λύσεις και περιορισμένος έλεγχος των αυθαίρετων παρεμβάσεων
- Έμφαση στις κατασκευαστικές λύσεις—όπου τα προβλήματα ήταν οξυμένα
 - Στόχος: διοχέτευση της πλημμύρας στον αποδέκτη με ασφάλεια
 - Καθιερωμένο πρότυπο: Έργα διευθέτησης ρεμάτων με τυπική περίοδο επαναφοράς σχεδιασμού τα 50 χρόνια ή μικρότερη (με λίγες εξαιρέσεις π.χ. Λάρισα, Άρτα με περίοδο επαναφοράς ≥ 1000 ετών)
 - Πρόβλημα: Το προσφερόμενο επίπεδο ασφάλειας, που καθορίστηκε από οικονομικούς περιορισμούς, δεν είναι επαρκές και η πλημμύρα σχεδιασμού ξεπερνιέται
- Μεμονωμένη αντιμετώπιση τμημάτων των υδατορευμάτων
 - Στόχος: Αποφυγή προβλημάτων σε συγκεκριμένη περιοχή
 - Πρόβλημα: Μεταφορά προβλημάτων στα ανάντη ή κατόντη

Τελική εικόνα σε επίπεδο χώρας

- Εξιδανικευμένη υπόθεση εργασίας: υπάρχουν «επαρκή», κατά το τρέχον πρότυπο, αντιπλημμυρικά έργα, δηλαδή σχεδιασμένα για περίοδο επαναφοράς 50 χρόνια
- Παίρνοντας υπόψη τα δεδομένα των προηγούμενων αναλύσεων συνάγουμε ότι:
 - Κατά μέσο όρο 10 πλημμυρικά επεισόδια το χρόνο θα ξεπερνούν την πλημμύρα σχεδιασμού σε κάποιους από τους 500 οικισμούς
 - Κατά μέσο όρο μια φορά κάθε χρόνο θα συμβαίνει πλημμύρα περιόδου επαναφοράς 500 ετών σε έναν από τους 500 οικισμούς
- Συμπέρασμα: Δεν μπορούμε να θεωρούμε ότι με τα τυπικά κριτήρια αντιπλημμυρικού σχεδιασμού αντιμετωπίζουμε τις πλημμύρες στη χώρα



Διακονιάρης, Πάτρα (κοντά στην εκβολή)

Τι συμβαίνει όταν η πλημμυρική παροχή ξεπερνά την παροχεταιτικότητα της διευθετημένης κοίτης;

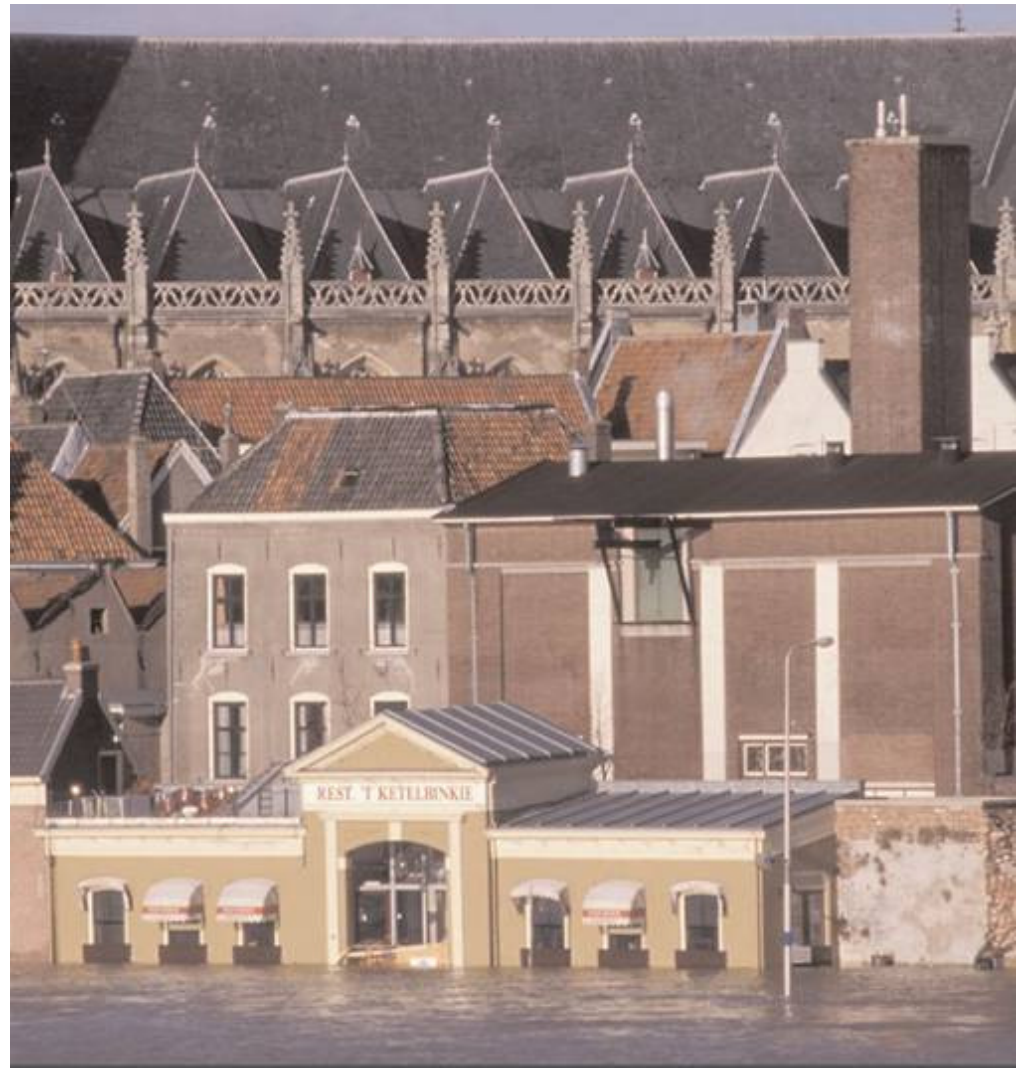
- Το ερώτημα έχει ιδιαίτερο νόημα με δεδομένο ότι το παρεχόμενο επίπεδο ασφάλειας:
 1. Είναι γενικά χαμηλό
 2. Δύσκολα μπορεί πια να βελτιωθεί με κατασκευαστικά μέτρα
- Απάντηση: συμβαίνουν υπερχειλίσεις και επιφανειακή απορροή:
 1. Με διάχυση των ομβρίων και κατάκλυση ευρύτερων περιοχών
 2. Σε καλυμμένες διατομές, με σχηματισμό «διώροφων ρεμάτων» (ροή στην ίδια διαδρομή)
- Χρειάζεται ποσοτικοποίηση της απάντησης και των σχετικών κινδύνων
 - Βάθος κατάκλυσης
 - Ταχύτητα ροής
 - Χρόνος παραμονήςκαι της χωρικής κατανομής τους

Οι κατακλύσεις δεν είναι Ελληνική “πρωτοτυπία”

Αμβούργο: Συχνές κατακλύσεις αλλά οικοδομές με συστήματα «στεγάνωσης»



Πλημμύρα στο Αμβούργο (Hafencity) στις 2007-11-09 (<http://thorstenluedtke.com/gallery?album=HamburgFlood20071109>)



Εξώφυλλο του βιβλίου: των Ashley *et al.* (2007) *Advances in Urban Flood Management*.

Απαιτήσεις της Οδηγίας 2007/60 για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας

- Το σημερινό επίπεδο υπολογισμών αντιπλημμυρικής ασφάλειας είναι ανεπαρκές στα πλαίσια της Οδηγίας 2007/60 για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο, 2007)
 - Οι σημερινές πλημμύρες σχεδιασμού (περιόδου επαναφοράς ≤ 50 ετών) θεωρούνται **πλημμύρες υψηλής πιθανότητας**
 - Η Οδηγία επιβάλλει την προσομοίωση πλημμυρών **μέσης πιθανότητας** (περιόδου επαναφοράς ≥ 100 χρόνια) και **χαμηλής πιθανότητας** (περιόδου επαναφοράς ≥ 1000 χρόνια)
 - Σε τέτοιες συνθήκες όλα τα έργα υπερχειλίζουν και οι τρέχουσες μεθοδολογίες δεν μπορούν να εφαρμοστούν
- Απαιτούνται σημαντικές αλλαγές στον τρόπο αντιμετώπισης των πλημμυρών:
 - νέα κριτήρια σχεδιασμού
 - αλλαγή προτύπου—από τον υπολογισμό μεμονωμένων έργων στην προσομοίωση όλης της λεκάνης απορροής μαζί με το υδρογραφικό δίκτυο και το δίκτυο των αγωγών ομβρίων
 - ανάπτυξη νέας τεχνογνωσίας και εργαλείων, τυποποίηση μεθοδολογίας

Άξονες της διαχείρισης των κινδύνων πλημμύρας σύμφωνα με την Οδηγία 2007/60

■ Πρόληψη:

- Αποφυγή δόμησης σπιτιών και βιομηχανικών κτηρίων σε περιοχές υποκείμενες σε πλημμύρες
- Προσαρμογή αναπτυξιακών σχεδίων στην πλημμυρική διακινδύνευση
- Προώθηση κατάλληλων πρακτικών στη χρήση γης, τη γεωργία και τη δασοπονία

■ Προστασία:

- Κατασκευαστικά μέτρα
- Μη κατασκευαστικά μέτρα για τη μείωση της πιθανότητας πλημμυρών και των συνεπειών τους

■ Ετοιμότητα: ενημέρωση του πληθυσμού για την πλημμυρική διακινδύνευση και τις απαιτούμενες ενέργειες σε περίπτωση πλημμύρας

■ Σχέδια έκτακτης ανάγκης

■ Επανόρθωση

Έλεγχος των ομβρίων στην πηγή: Θεσμικά και οικονομικά εργαλεία

- Πολεοδομική νομοθεσία: Εναλλακτικές επιλογές για νέα κτήρια
 - Απαγόρευση δημιουργίας στεγανών επιφανειών πέραν της στέγης
 - Μηδενική επιβάρυνση (εκροή από το δομημένο οικόπεδο ίση με τη φυσική απορροή)
 - Μέγιστα όρια εκροής (π.χ. 5-15 L/s/ha στη Γαλλία)
 - Μηδενική εκροή την ώρα που βρέχει (Παρίσι από το 2008, Λονδίνο—Ε. Χούλη, προσωπική επικοινωνία)
- Οικονομικά εργαλεία
 - Φόρος απορροής ομβρίων ανάλογα με την αδιαπέρατη επιφάνεια του οικοπέδου (Σουηδία, Γερμανία, Γαλλία)
 - Παροχή οικονομικών κινήτρων για προσαρμογή στις νέες επιλογές (π.χ. αντικατάσταση πλακόστρωτων επιφανειών με φυτεμένες)

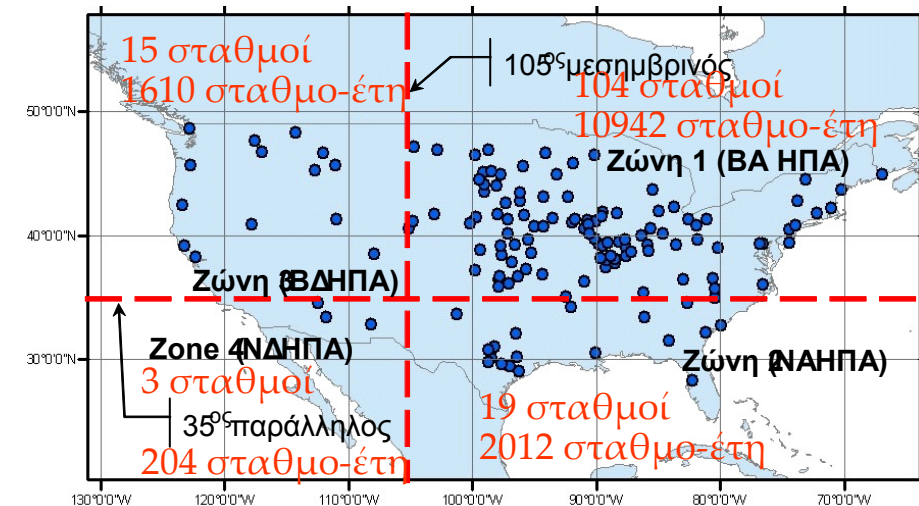
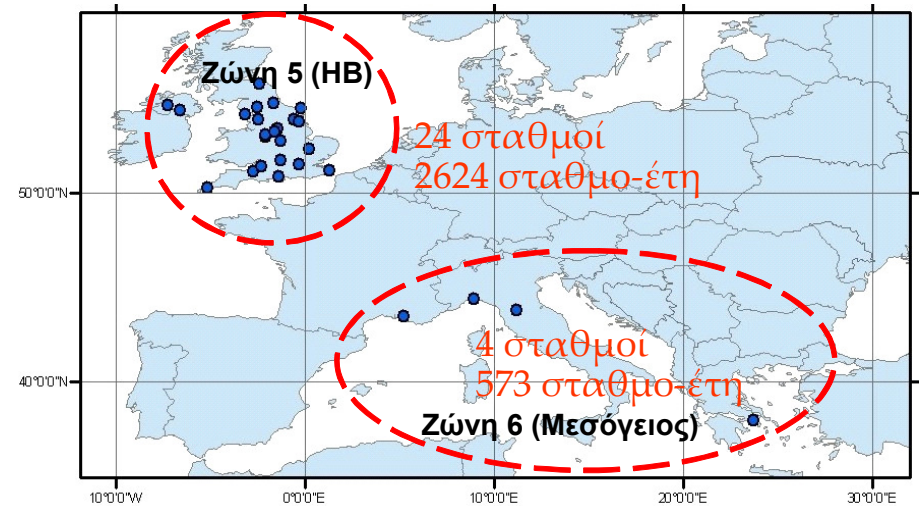
Τεχνολογικές απαιτήσεις: Βροχόπτωση

Πως θα εκτιμήσουμε βροχές χιλιετίας & άνω;

- Θεωρητικό εργαλείο: θεωρία πιθανοτήτων (π.χ. αρχή μέγιστης εντροπίας— Koutsoyiannis, 2004α, 2005)
- Εμπειρικό εργαλείο: υποκατάσταση του χρόνου με το χώρο

Παράδειγμα (Koutsoyiannis, 2004β): 169 σταθμοί με μήκη δειγμάτων 100-154 χρόνια (Συνολικά 18065 σταθμο-έτη σε 6 κύριες κλιματικές ζώνες)

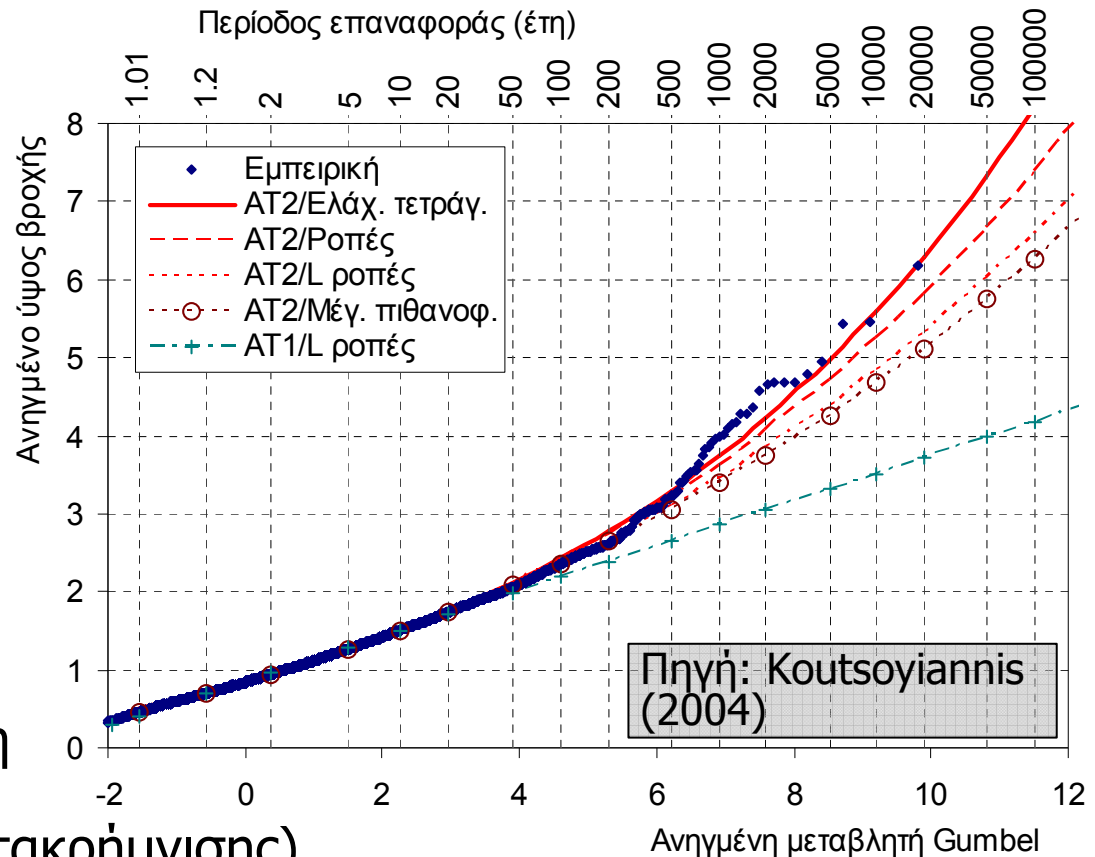
Τρέχουσα μελέτη: πάνω από 10 000 σταθμοί από όλες τις ηπείρους με μήκη χρονοσειρών άνω των 50 ετών



Ως τώρα αποτελέσματα

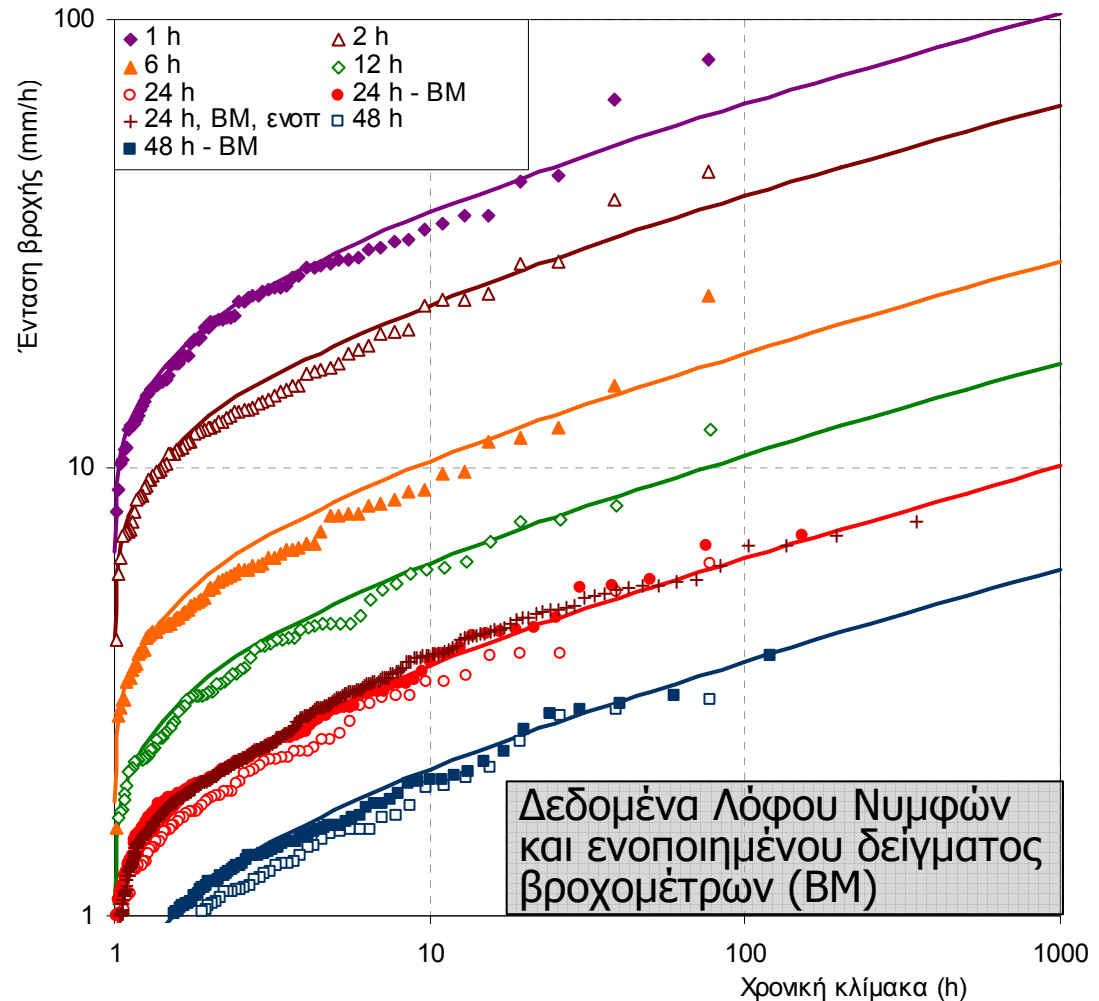
Μεθοδολογία:
Ενοποίηση όλων των
δειγμάτων (18065
δεδομένα) μετά από
αναγωγή και
εκτεταμένη διερεύνηση
των σχετικών
προϋποθέσεων.

1. Δεν στοιχειοθετείται η ύπαρξη άνω ορίου (πιθανής μέγιστης κατακρήμνισης).
2. Η κατανομή Gumbel αποδεικνύεται ακατάλληλη.
3. Η κατανομή Ακραίων Τιμών Τύπου 2 φαίνεται κατάλληλη.
4. Οι διαφορές των δύο κατανομών είναι αισθητές για $T > 50$ χρόνια και εξαιρετικά σημαντικές για $T > 200-500$ χρόνια.
5. Η κατανομή Gumbel θα πρέπει να θεωρείται επικίνδυνη για μεγάλες περιόδους επαναφοράς.



Εφαρμογή της μεθοδολογίας στην Αθήνα

- Πρόσφατη μελέτη (Κουτσογιάννης κ.ά., 2010) στα πλαίσια της Μελέτης Διαχείρισης του Κηφισού
- Χρήση 4 βροχογράφων με μέγιστο μήκος χρονοσειράς 84 ετών (Λόφος Νυμφών)
- Χρήση 10 βροχομέτρων με μέγιστο μήκος χρονοσειράς 149 ετών (Λόφος Νυμφών)
- Καλή συμφωνία των σταθμών—μικρή γεωγραφική μεταβλητότητα

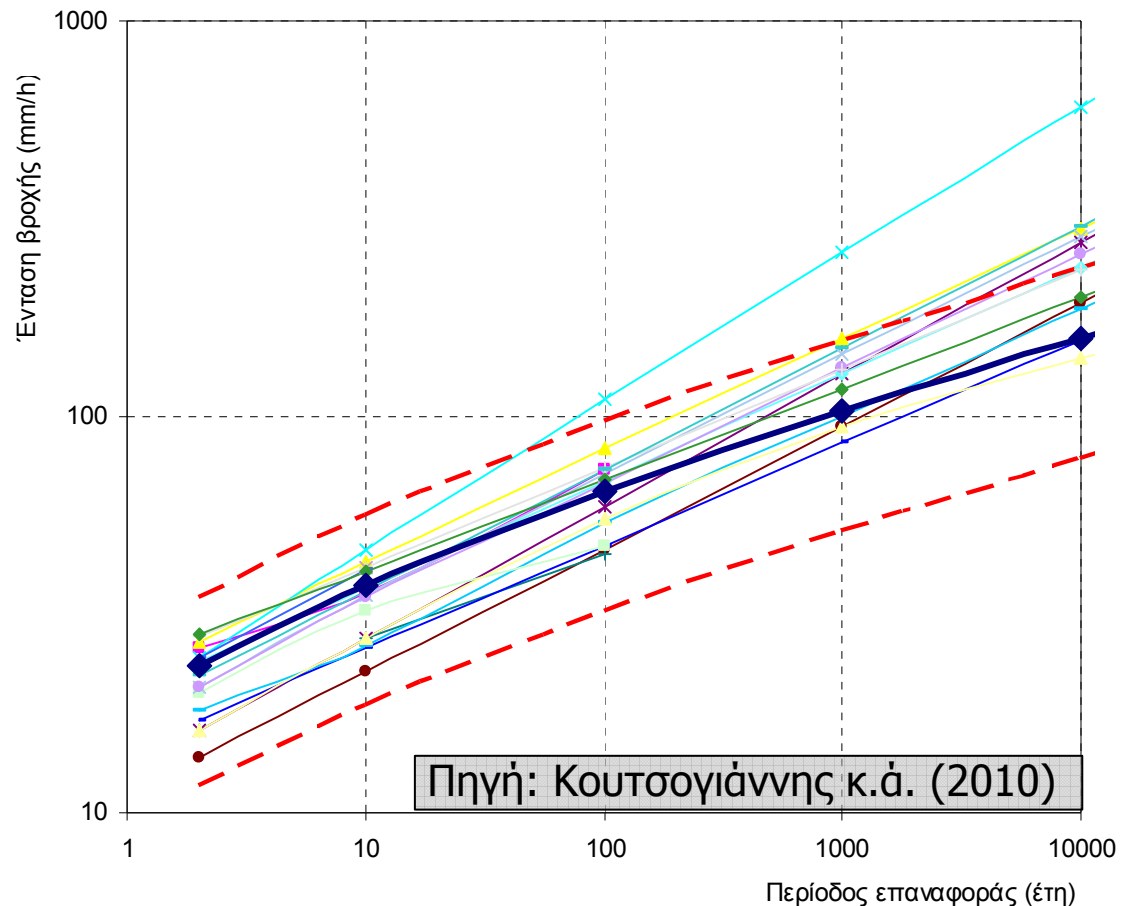
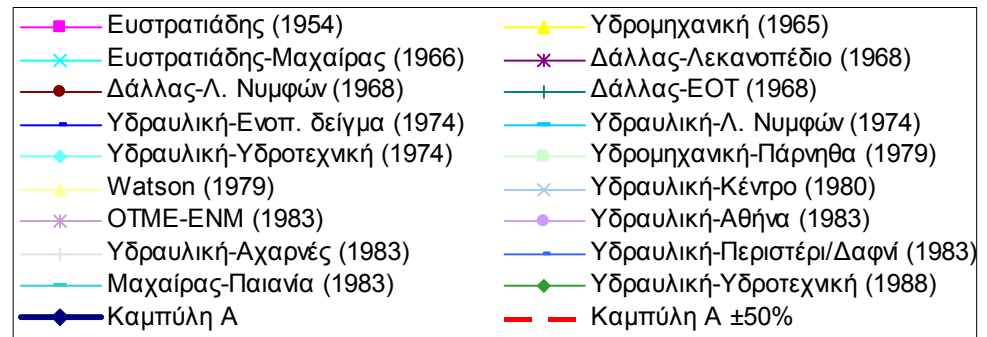


$$i(d, T) = \frac{207 (T^{0.15} - 0.61)}{(1 + d/0.17)^{0.77}}, \quad (d \text{ σε h, } i \text{ σε mm/h, } T \text{ σε έτη})$$

Εφαρμογή της μεθοδολογίας στην Αθήνα (συν.)

Σύγκριση νέας καμπύλης (Καμπύλη Α) με πληθώρα καμπυλών που έχουν εκπονηθεί στα πλαίσια παλιότερων μελετών

- Μεγάλη και αδικαιολόγητη διασπορά καμπυλών
- Υπερβολικά υψηλές εντάσεις για μεγάλες περιόδους επαναφοράς



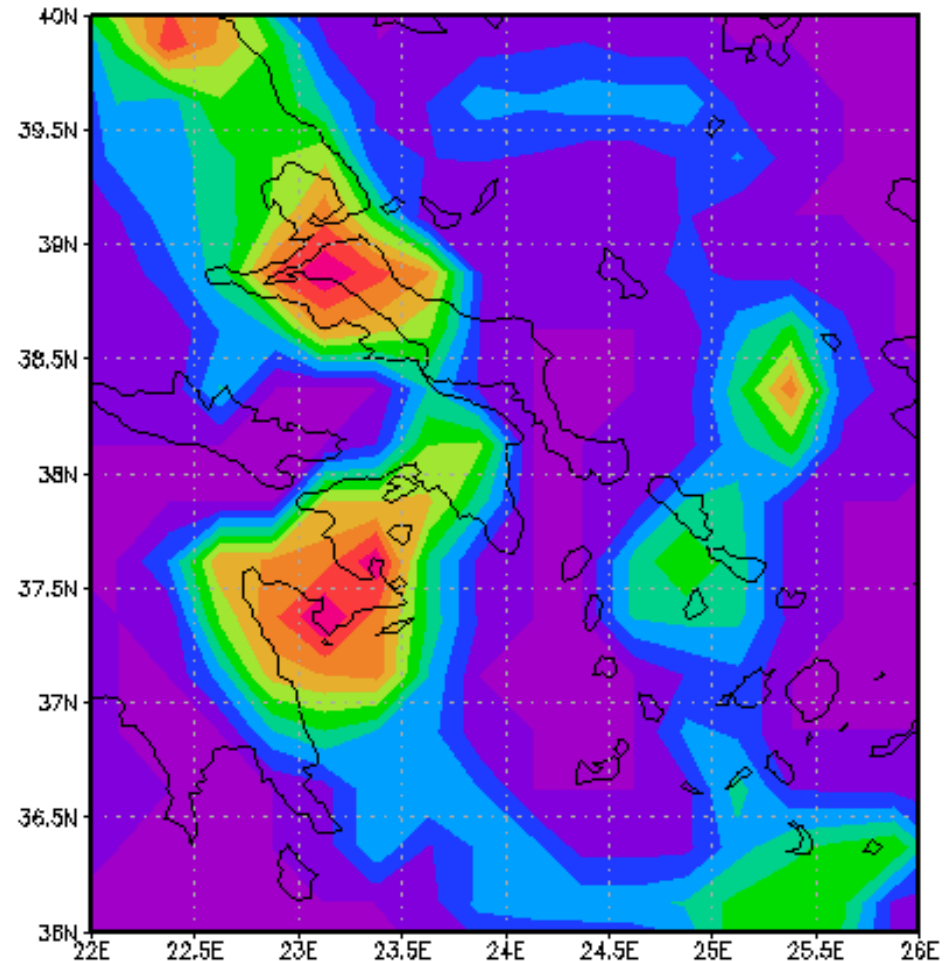
Παρατηρήσεις για τις όμβριες καμπύλες

- Η ποικιλομορφία των όμβριων καμπυλών που κατά καιρούς έχουν καταρτιστεί για την ευρύτερη περιοχή της Αθήνας οφείλεται
 - πρωτίστως σε μεθοδολογικές διαφοροποιήσεις
 - δευτερευόντως σε στατιστικούς λόγους (διαφορετικά δείγματα)
 - πολύ λιγότερο σε γεωγραφικές διαφοροποιήσεις
- Το γεγονός αυτό καταδεικνύει τη μεγάλη σημασία που έχει ένα σύγχρονο, συνεπές και ενιαίο μεθοδολογικό πλαίσιο για τη μελέτη των ακραίων βροχοπτώσεων και πλημμυρών στο σύνολο της χώρας
- Η κατάρτιση και εφαρμογή αυτού του πλαισίου για την κατασκευή **άτλαντα όμβριων καμπυλών** για το σύνολο της χώρας πρέπει να αποτελέσει μέρος της εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60.

Υδρομετεωρολογικά δεδομένα πραγματικού χρόνου

- Υδρομετρικά δεδομένα από τηλεμετρικούς σταθμούς
- Βροχομετρικά δεδομένα από τηλεμετρικούς σταθμούς εδάφους
- Βροχομετρικά δεδομένα από ραντάρ
- Βροχομετρικά δεδομένα από δορυφόρους
- Προγνωστικά στοιχεία βροχής από μετεωρολογικά μοντέλα (ποσοτική πρόγνωση)

Δορυφορικά δεδομένα βροχής από το σύστημα TRMM της NASA
(2008/12/12T20:00)



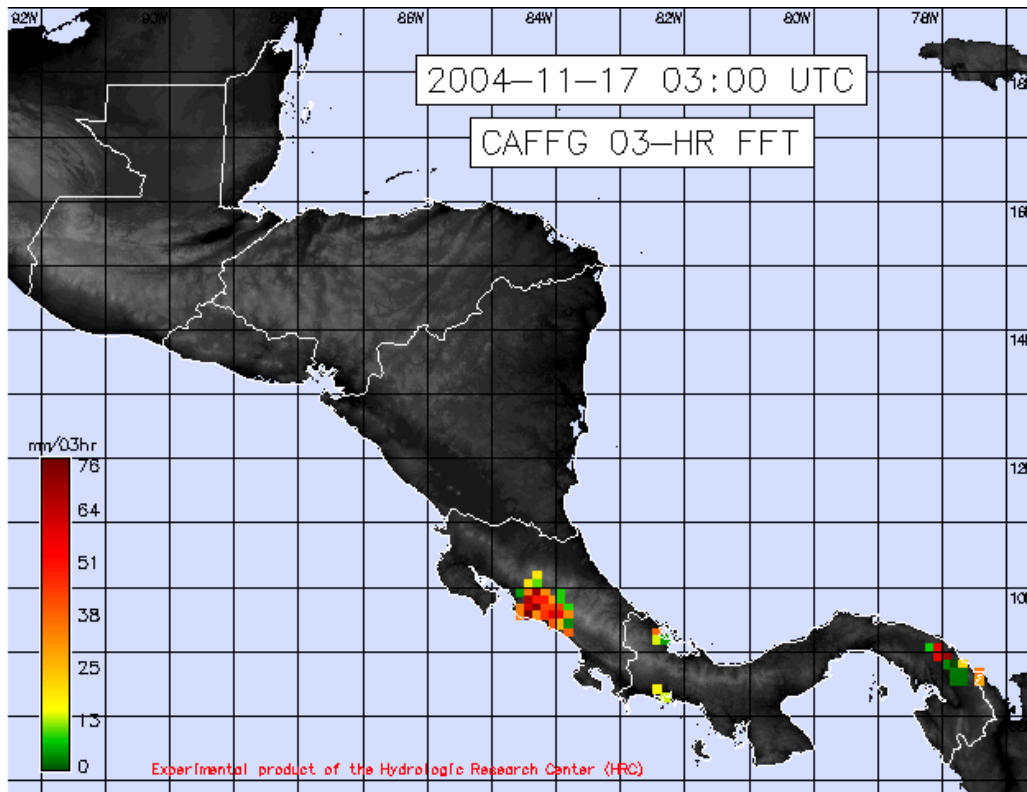
Υδρολογικά μοντέλα

- Υδρολογικό μοντέλο λεκάνης: Παρακολούθηση της εδαφικής υγρασίας, και του σχετικού περιθωρίου μέχρι τον κορεσμό και το ξεκίνημα της επιφανειακής απορροής
- Υδρολογικό/υδραυλικό μονοδιάστατο μοντέλο ποταμού: Ισχύει όταν δεν υπάρχουν υπερχειλίσεις από την κοίτη (σχετικά μικρή δυσκολία)
- Μοντέλο κατάκλυσης (διδιάστατο/τριδιάστατο): Ενεργοποιείται όταν η παροχή ξεπεράσει την παροχетеυτικότητα της κοίτης (μεγάλη δυσκολία)
- Μοντέλο κατάκλυσης αστικής περιοχής (εξαιρετικά μεγάλη δυσκολία)
- Με εξαίρεση το πρώτο, τα μοντέλα απαιτούν ακριβή και λεπτομερή τοπογραφικά δεδομένα (Lidar?)
- Η λειτουργία των μοντέλων σε πραγματικό χρόνο απαιτεί εκτεταμένη χρήση τεχνολογιών πληροφορικής (π.χ. βάσεις δεδομένων, συστήματα γεωγραφικής πληροφορίας, διαδικτυακή τεχνολογία)

Συστήματα υποστήριξης για τη διαχείριση της πλημμυρικής διακινδύνευσης: Κατηγορίες

1. Συστήματα υποθετικού χρόνου
Κατασκευή χαρτών πλημμυρικής επικινδυνότητας και πλημμυρικής διακινδύνευσης
2. Συστήματα πραγματικού χρόνου
Συμβολή στην αποτροπή των συνεπειών της πλημμύρας χωρίς αποτροπή της ίδιας της πλημμύρας
 - 2α. Συστήματα καθοδήγησης (Flood Guidance Systems): Παρέχουν δείκτες πλημμυρικής επικινδυνότητας (σχετικά ευκολότερα στην κατασκευή και λειτουργία)
 - 2β. Συστήματα πρόγνωσης πλημμυρών: Παρέχουν προγνωστικά στοιχεία πλημμυρικών μεγεθών (δυσκολότερα στην κατασκευή—αν όχι ανέφικτα υπό τις παρούσες συνθήκες)

Συστήματα καθοδήγησης

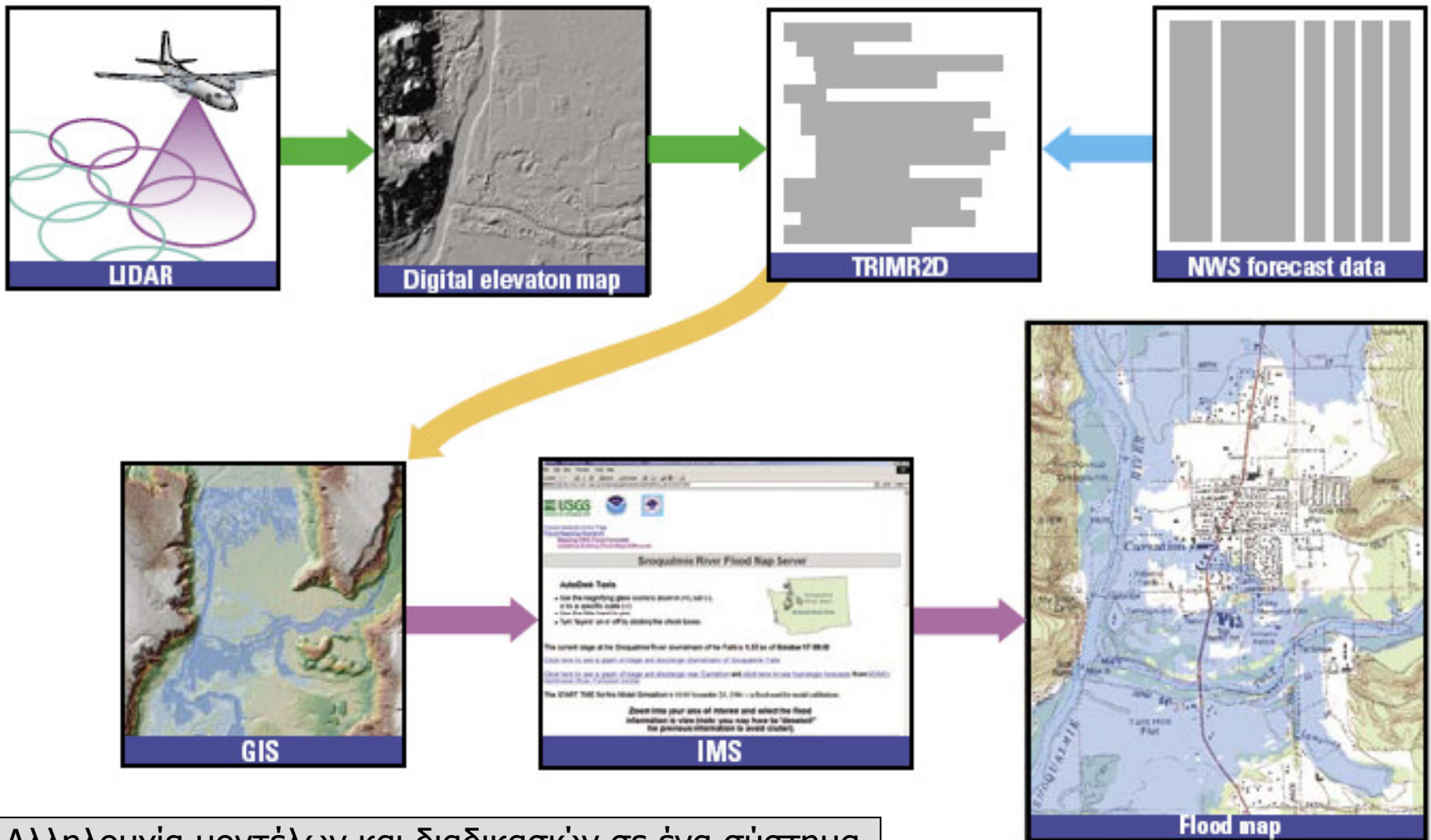


Τελικό προϊόν από το καθοδηγητικό σύστημα
Central America Flash Flood Guidance System (CAFFG)
Hydrologic Research Center (<http://www.hrc-lab.org>)

Το σύστημα προγραμματίζεται να επεκταθεί σταδιακά
σε όλο τον κόσμο

- Καθοδηγητικός δείκτης ταχυπλημμυρών (flash flood guidance—FFG): Η ποσότητα της βροχής που απαιτείται για να φτάσει η στάθμη στην κοίτη στο όριο υπερχείλισης (Απαιτεί παρακολούθηση της εδαφικής υγρασίας και της ροής σε συνεχή χρόνο—με ανάλογα μοντέλα)
- Δείκτης απειλητικότητας ταχυπλημμυρών (flash flood threat—FFT): Η επιπρόσθετη ποσότητα βροχόπτωσης (για τρίωρη διάρκεια) πάνω από το όριο που προκαλεί υπερχείλιση της ροής από την κοίτη (Απαιτεί στοιχεία βροχής πραγματικού χρόνου και προγνωστικά)

Συστήματα πρόγνωσης πλημμυρών



Αλληλουχία μοντέλων και διαδικασιών σε ένα σύστημα πρόγνωσης πλημμυρών σύμφωνα με το USGS (2004)

Συστήματα πρόγνωσης πλημμυρών (συν.)

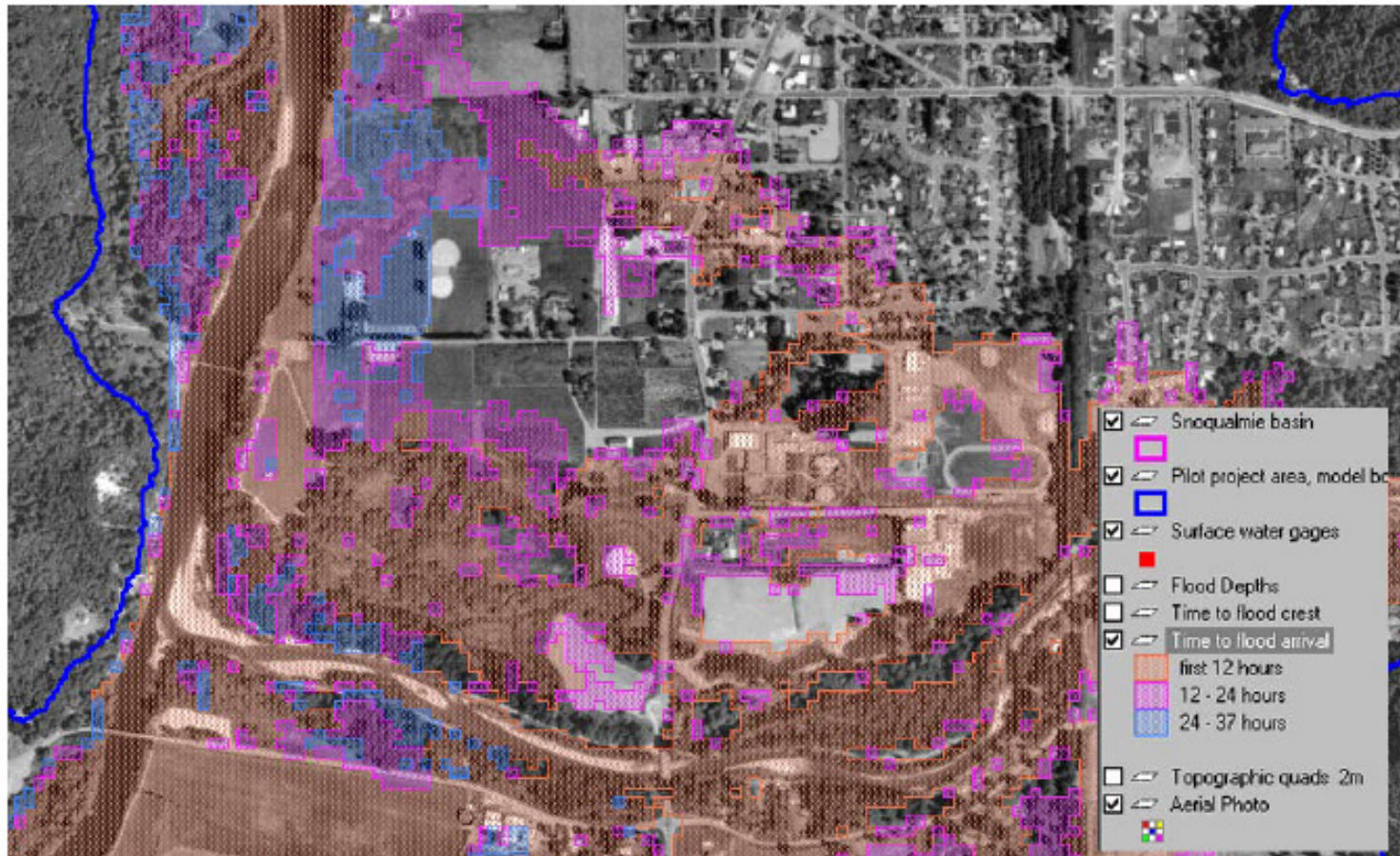


Figure 1. Time-to-arrival for flood, November 23, 1986, Snoqualmie River, Washington

Τελικό προϊόν από το σύστημα του USGS (2004): Χαρτογράφηση χρόνου μέχρι την άφιξη της πλημμύρας, βάθους κατάκλυσης κ.ά.

Συμπεράσματα

- Ανέφικτη η εξάλειψη των πλημμυρών—ανίσχυρη η αντιμετώπιση μόνο με κατασκευαστικά μέτρα (αντιπλημμυρικά έργα).
- Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2007/60 για τις πλημμύρες προσφέρει μια μοναδική ευκαιρία στην Ελλάδα για σωστό αντιπλημμυρικό σχεδιασμό
- Η εφαρμογή της Οδηγίας προϋποθέτει την ανάπτυξη τεχνολογικού πλαισίου (με χρήση κατάλληλων μοντέλων) για την κατασκευή
 - Χαρτών πλημμυρικής επικινδυνότητας & διακινδύνευσης
 - Σχεδίων διαχείρισης πλημμυρικής διακινδύνευσης (όχι άλλα έργα χωρίς στρατηγικό σχέδιο)
- Απαραίτητη προεργασία για την εφαρμογή της Οδηγίας είναι η μελέτη των ισχυρών βροχοπτώσεων στο σύνολο της χώρας και η κατασκευή άτλαντα όμβριων καμπυλών
- Τα συστήματα πρόγνωσης και προειδοποίησης βοηθούν στη μείωση των συνεπειών των πλημμυρών
- Απαραίτητη για τη μείωση της πλημμυρικής επικινδυνότητας και διακινδύνευσης είναι η λήψη θεσμικών μέτρων (κανονιστικές διατάξεις για τη μείωση της εκροής ομβρίων σε επίπεδο οικοδομικού/ κτηριοδομικού κανονισμού) και η χρήση οικονομικών εργαλείων
- Η επιστημονική γνώση για τις πλημμύρες δεν προσφέρει βεβαιότητες, αλλά αναδεικνύει την αβεβαιότητα ως συστατικό στοιχείο της φύσης αλλά και ως στοιχείο ενισχυτικό της αειφορίας

Αναφορές

- Ashley, R., S. Garvin, E. Pasche, A. Vassilopoulos and C. Zevenbergen (ed.) *Advances in Urban Flood Management*, Taylor and Francis, London, 2007.
- Koutsoyiannis, D., Statistics of extremes and estimation of extreme rainfall, 1, Theoretical investigation, *Hydrological Sciences Journal*, 49 (4), 575–590, 2004α.
- Koutsoyiannis, D., Statistics of extremes and estimation of extreme rainfall, 2, Empirical investigation of long rainfall records, *Hydrological Sciences Journal*, 49 (4), 591–610, 2004β.
- Koutsoyiannis, D., Uncertainty, entropy, scaling and hydrological stochastics, 1, Marginal distributional properties of hydrological processes and state scaling, *Hydrological Sciences Journal*, 50 (3), 381–404, 2005.
- Munich Re, Topics Geo—Natural catastrophes 2008, Analyses, assessments, positions, Munich Re Group, 2009 (http://www.munichre.com/publications/302-06081_en.pdf)
- Munich Re, Topics Geo—Natural catastrophes 2009, Analyses, assessments, positions, Munich Re Group, 2010 (http://www.munichre.com/publications/302-06295_en.pdf)
- USGS, Mapping a Flood...Before It Happens, U.S. Geological Survey, Fact Sheet 2004-3060, 2004.
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο, *Οδηγία 2007/60/ΕΚ Του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2007 για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας*, 2007.
- Κουτσογιάννης, Δ., Ι. Μαρκόνης, Α. Κουκουβίνος, Σ.Μ. Παπαλεξίου, Ν. Μαμάσης, και Π. Δημητριάδης, Υδρολογική μελέτη ισχυρών βροχοπτώσεων στη λεκάνη του Κηφισού, *Μελέτη διαχείρισης Κηφισού*, Εργοδότης: Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων – Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, Ανάδοχοι: Εξάρχου Νικολόπουλος Μπενσασσών, Denco, Γ. Καραβοκύρης, κ.ά., 154 σελίδες, Αθήνα, 2010.