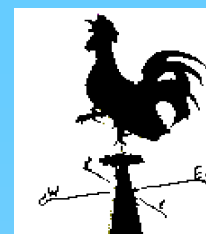
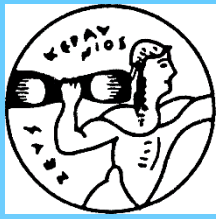




ΜΕΤΕΩΡΟΣΚΟΠΕΙΟ



26 Απριλίου 2023

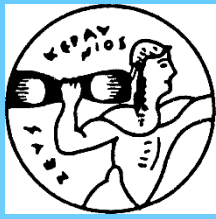


ΔΙ-ΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ Π. Μ. Σ.
ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ
ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ



ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΑΚΡΑΙΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Γιάννης Τεγούλιας
Φυσικός – Μετεωρολόγος Ph.D.



ΔΙ-ΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ Π. Μ. Σ.
ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ
ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

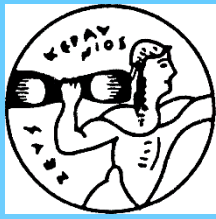


Θερμότατες Ευχαριστίες στον

Θεόδωρο Σ. Καρακώστα

Ομότιμο Καθηγητή Α. Π. Θ.

για την παραχώρηση του εκπαιδευτικού υλικού



ΔΙ-ΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ Π. Μ. Σ.
ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ
ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ



Μετεωρολογικά, υδρολογικά και άλλα ακραία φαινόμενα

Γιάννης Τεγούλιας

Φυσικός – Μετεωρολόγος PhD

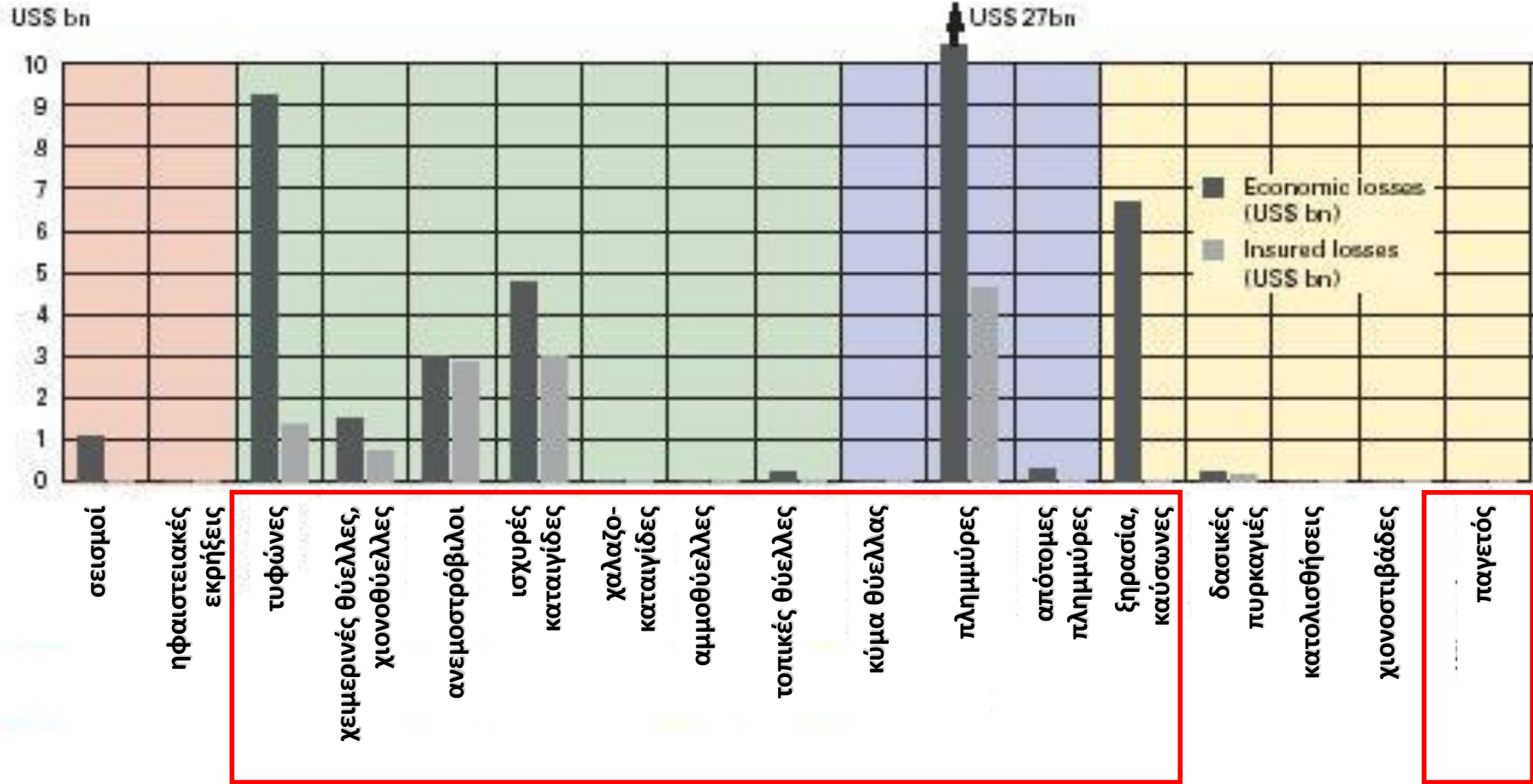
Φυσικές καταστροφές

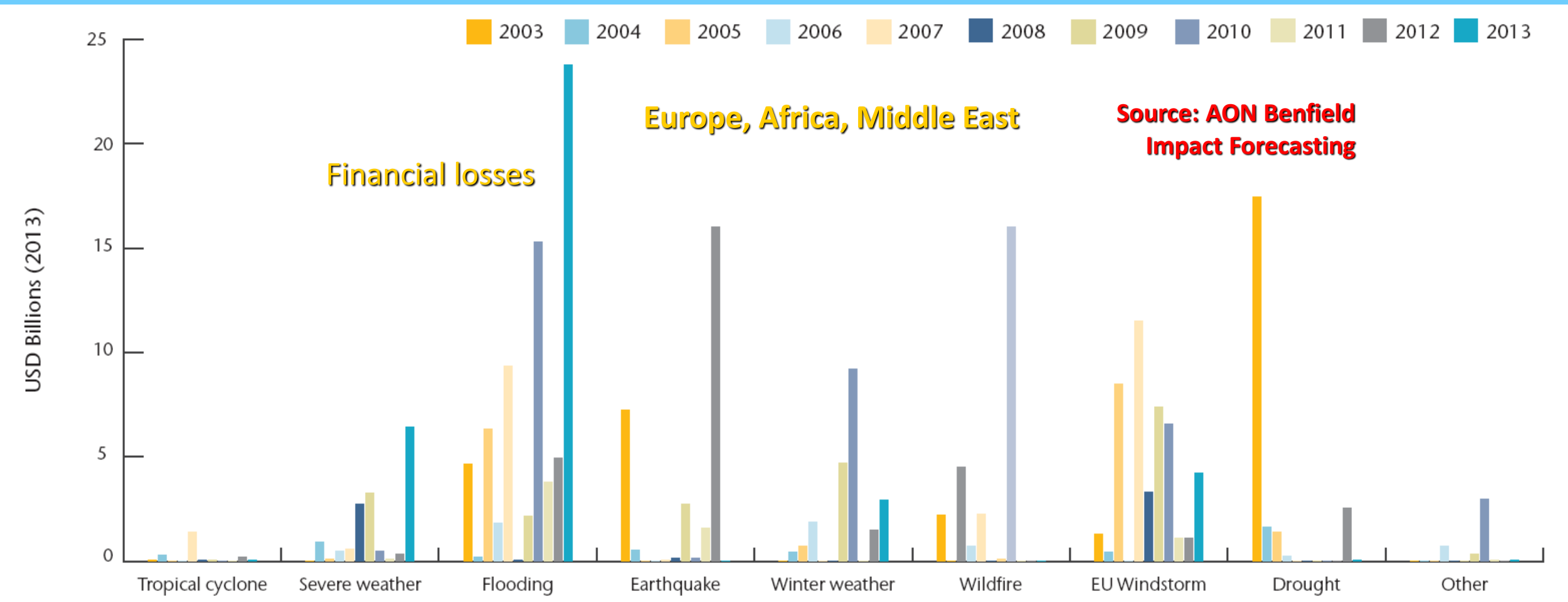
- Σύμφωνα με την UNDRO (Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator), η **καταστροφή** ορίζεται περισσότερο **ποιοτικά**, ως:
 - “ **ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ**, είναι ένα γεγονός, συγκεκριμένο στο χώρο και το χρόνο, κατά το οποίο: μια κοινότητα υφίσταται σοβαρό κίνδυνο, και τα μέλη της αντιμετωπίζουν τέτοιες απώλειες, που διαρρηγνύεται η κοινωνική δομή, ενώ παρεμποδίζεται η εκπλήρωση, όλων ή μερικών, από τις ουσιώδεις λειτουργίες της”.
- *Πρέπει να σημειωθεί, ότι τα φυσικά φαινόμενα, πλήττουν επιλεκτικά, με ιδιαίτερη ένταση, τις ασθενέστερες χώρες και τα ασθενέστερα κοινωνικά στρώματα. Η φτώχεια, η αστικοποίηση και οι πληθυσμιακές πιέσεις, αναγκάζουν, όλο και περισσότερους ανθρώπους, να ζουν επικίνδυνα.*

Table 1. Top 10 disasters ranked according to reported (a) deaths and (b) economic losses (1970–2019)^a

(a)	Disaster type	Year	Country	Deaths
1	Drought	1983	Ethiopia	300 000
2	Storm (<i>Bhola</i>)	1970	Bangladesh	300 000
3	Drought	1983	Sudan	150 000
4	Storm (<i>Gorky</i>)	1991	Bangladesh	138 866
5	Storm (<i>Nargis</i>)	2008	Myanmar	138 366
6	Drought	1973	Ethiopia	100 000
7	Drought	1981	Mozambique	100 000
8	Extreme temperature	2010	Russian Federation	55 736
9	Flood	1999	Bolivarian Republic of Venezuela	30 000
10	Flood	1974	Bangladesh	28 700
(b)	Disaster type	Year	Country	Economic losses (in US\$ billion)
1	Storm (<i>Katrina</i>)	2005	United States	163.61
2	Storm (<i>Harvey</i>)	2017	United States	96.94
3	Storm (<i>Maria</i>)	2017	United States	69.39
4	Storm (<i>Irma</i>)	2017	United States	58.16
5	Storm (<i>Sandy</i>)	2012	United States	54.47
6	Storm (<i>Andrew</i>)	1992	United States	48.27
7	Flood	1998	China	47.02
8	Flood	2011	Thailand	45.46
9	Storm (<i>Ike</i>)	2008	United States	35.63
10	Flood	1995	Democratic People's Republic of Korea	25.17

Παγκόσμιες Οικονομικές Απώλειες λόγω Φυσικών Φαινομένων, το 2002





Επιπτώσεις καταστροφών

- Τις τελευταίες δεκαετίες, με όλο και μεγαλύτερη συχνότητα λαμβάνουν χώρα, σε παγκόσμια κλίμακα, φυσικές καταστροφές που οφείλονται σε φαινόμενα όπως: Σεισμοί, Πλημμύρες, Κατολισθήσεις, Ηφαιστειακές εκρήξεις, Πυρκαγιές, Ξηρασίες, κλπ.
- Ο αριθμός των θυμάτων και των υλικών ζημιών από τις φυσικές καταστροφές, σε παγκόσμια κλίμακα, αυξάνει.

Ανεμοστρόβιλοι - Tornadoes

Ο Ανεμοστρόβιλος είναι μία βίαια περιστρεφόμενη στήλη αέρα, η οποία είναι σε επαφή με την επιφάνεια του εδάφους και με ένα καταιγιδοφόρο νέφος.

Οι ανεμοστρόβιλοι μπορεί να έχουν διάφορα μεγέθη, αλλά έχουν τη μορφή μίας ορατής χοάνης, της οποίας το στενό κάτω άκρο ακουμπάει το έδαφος και συχνά περιβάλλεται από ένα νέφος συντριμμιών.

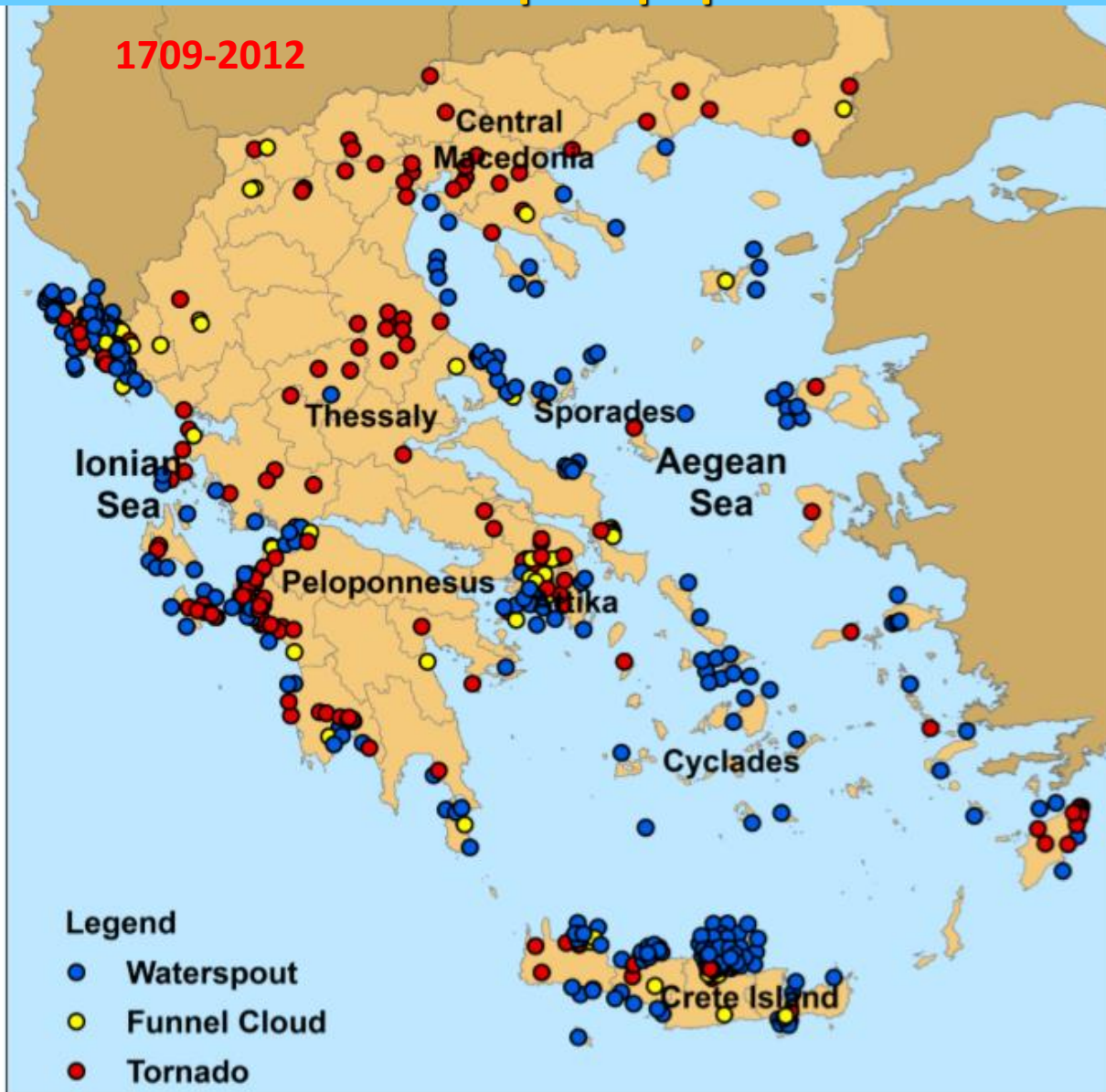
Οι περισσότεροι ανεμοστρόβιλοι έχουν ταχύτητες ανέμου ανάμεσα στα 60 km/h και 180 km/h, έχουν διάμετρο περίπου 100 m, και ταξιδεύουν αρκετά χιλιόμετρα πριν διαλυθούν.

Όμως, ορισμένοι μπορεί να φτάσουν ταχύτητες ανέμου μεγαλύτερες από 480 km/h, να έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 1.5 km, και να ταξιδέψουν για περισσότερα από 100 km.

Ανεμοστρόβιλοι - Tornadoes



Ανεμοστρόβιλοι - Tornadoes



Εικόνα 5.2: Χωρική κατανομή των γεγονότων σιφώνων (TE) για τη χρονική περίοδο 1709-2012. Τα μπλε σύμβολα υποδηλώνουν τη θέση δημιουργίας των υδροσιφώνων (waterspout, WS) ενώ τα κόκκινα σύμβολα την θέση των σιφώνων ξηράς (tornado, TR). Τα κίτρινα σύμβολα υποδηλώνουν τη θέση εμφάνισης των χοανοειδών νεφών (Funnel clouds, FC).

171 Tornadoes
374 Waterspouts
67 Funnel Clouds

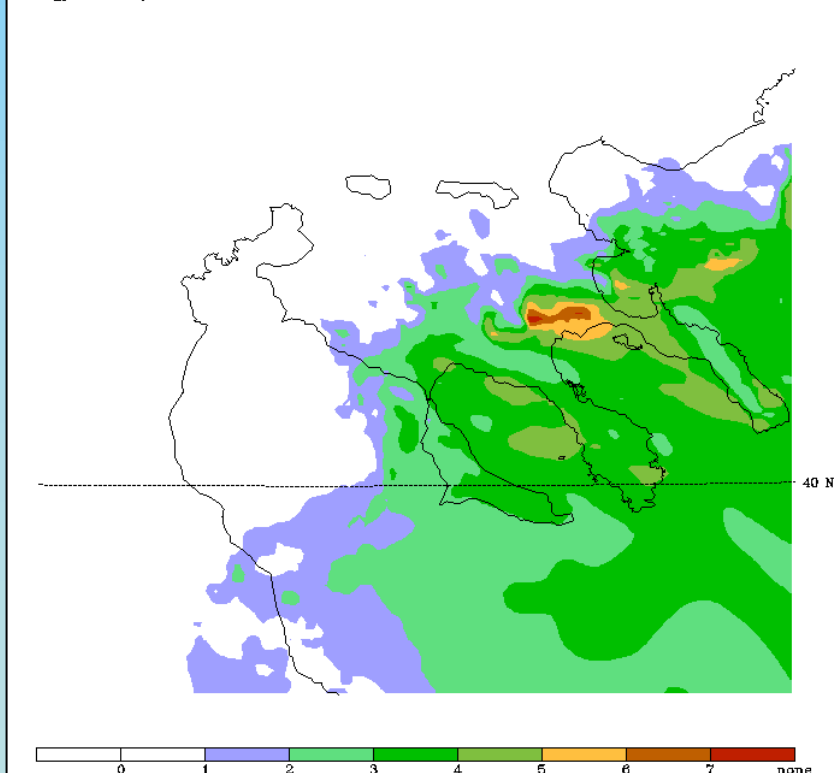
114 τραυματισμοί
29 θάνατοι

Ματσαγγούρας Ι. 2014,
Διδακτορική Διατριβή,
Ε.Κ.Π.Α.

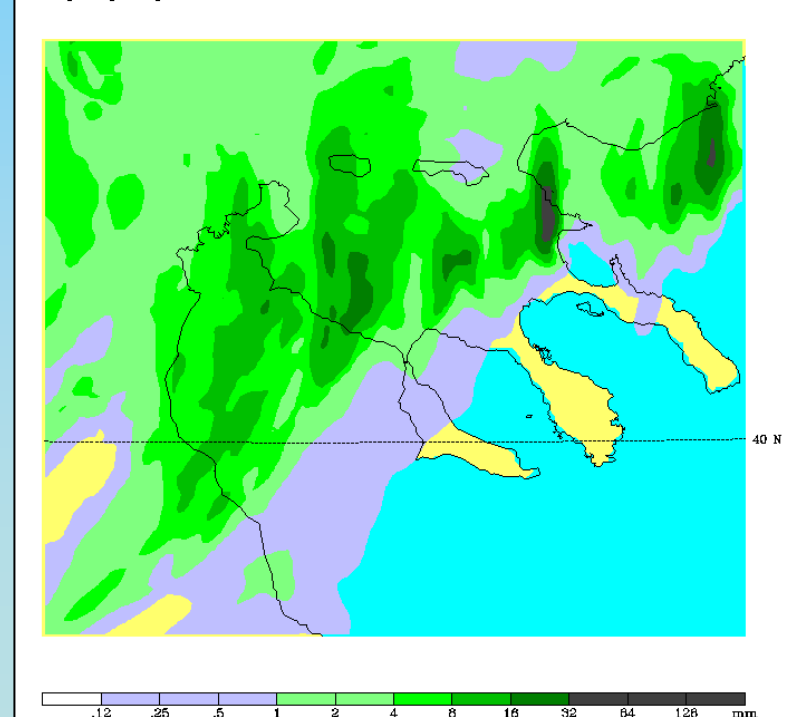
Ανεμοστρόβιλοι - Tornadoes



AUTH, Dept. of Met&Clim
 Fcst: 17.83 h
 Energy-helicity index
 Init: 0000 UTC Fri 12 Feb 10
 Valid: 1750 UTC Fri 12 Feb 10 (1950 LST Fri 12 Feb 10)



AUTH, Dept. of Met&Clim
 Fcst: 18.00 h
 Total precip. in past 1 h
 Init: 0000 UTC Fri 12 Feb 10
 Valid: 1800 UTC Fri 12 Feb 10 (2000 LST Fri 12 Feb 10)



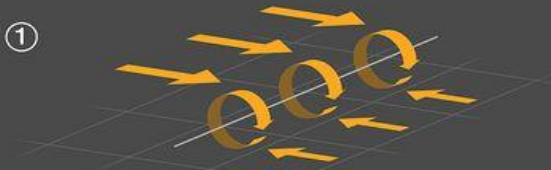
Matsangouras, Nastos, Pytharoulis 2011

Matsangouras, Pytharoulis, Nastos 2014

How a Tornado Forms

While tornadoes can differ in size, strength, and location, they all share certain characteristics. They are spawned from a type of rotating storm called a supercell thunderstorm.

①



WIND SHEAR

Fast-moving winds roll air below into a horizontal vortex—a spinning tube—above opposing surface winds.

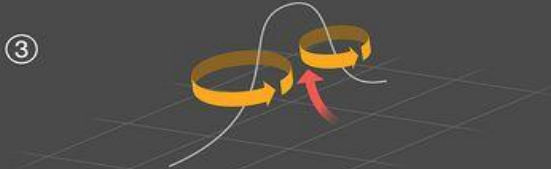
②



UPDRAFT

Warmed by the sun, buoyant air near the ground begins to lift a section of the horizontal vortex into a vertical position.

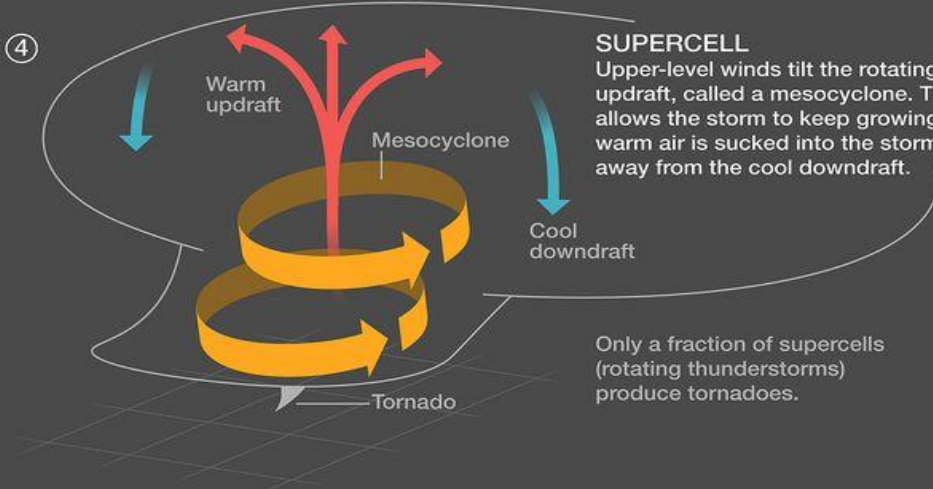
③



STORM

The stronger of the two vortices created by the updraft becomes the heart of the thunderstorm. The other one dies.

④

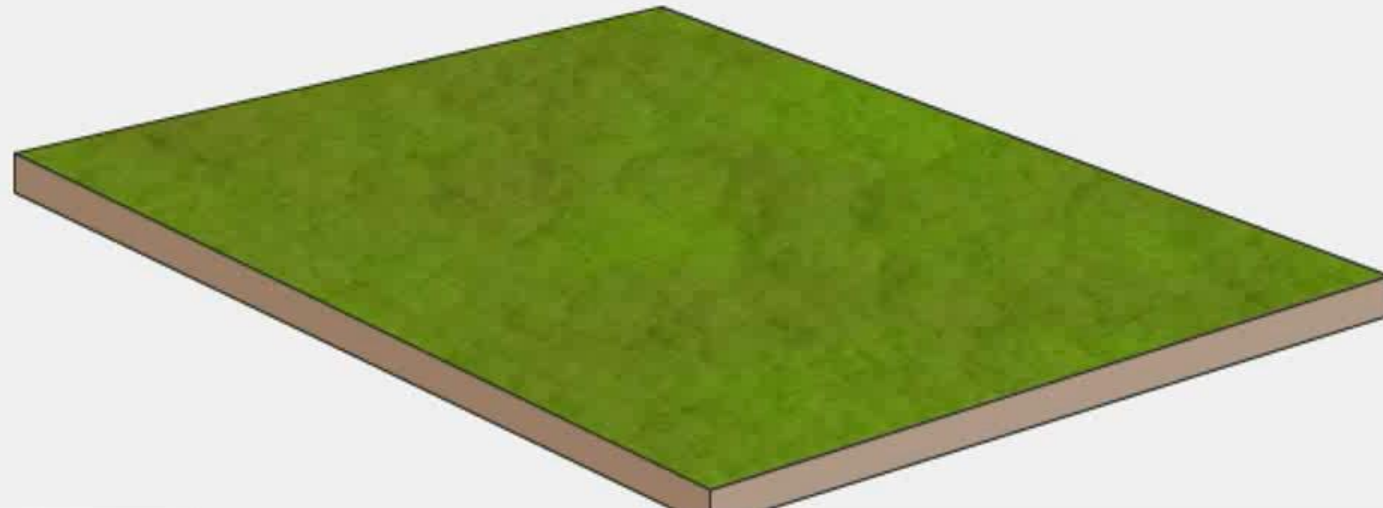


SUPERCCELL

Upper-level winds tilt the rotating updraft, called a mesocyclone. This allows the storm to keep growing, as warm air is sucked into the storm away from the cool downdraft.

Only a fraction of supercells (rotating thunderstorms) produce tornadoes.

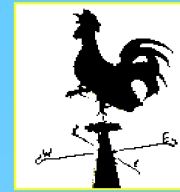
Ανάπτυξη – Δημιουργία Ανεμοστρόβιλου



Tornadoes

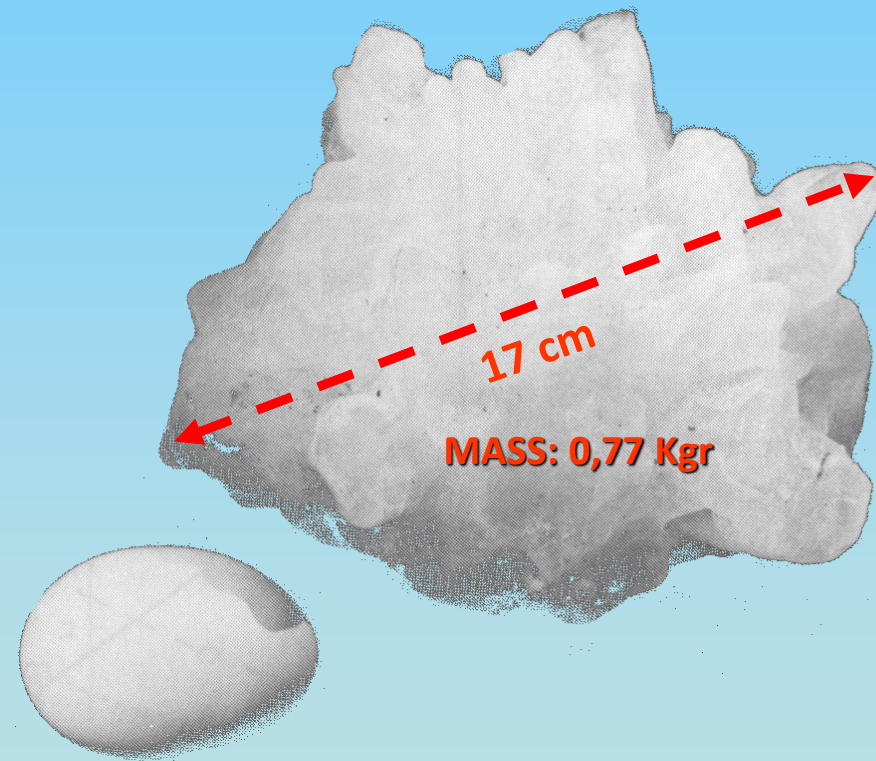
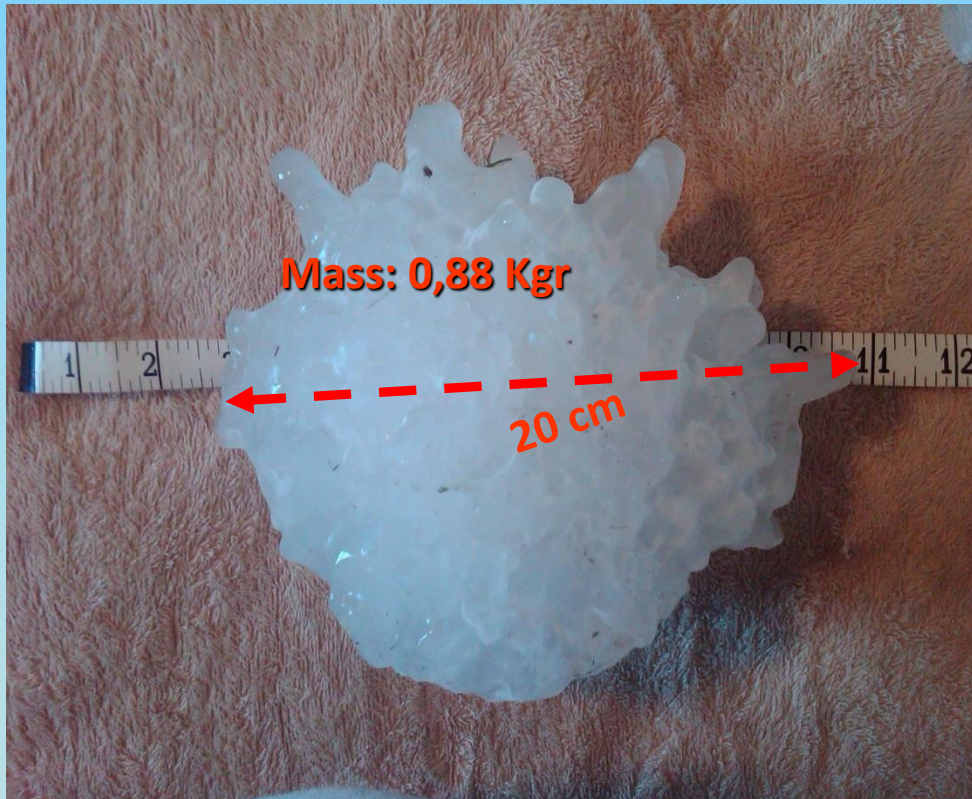


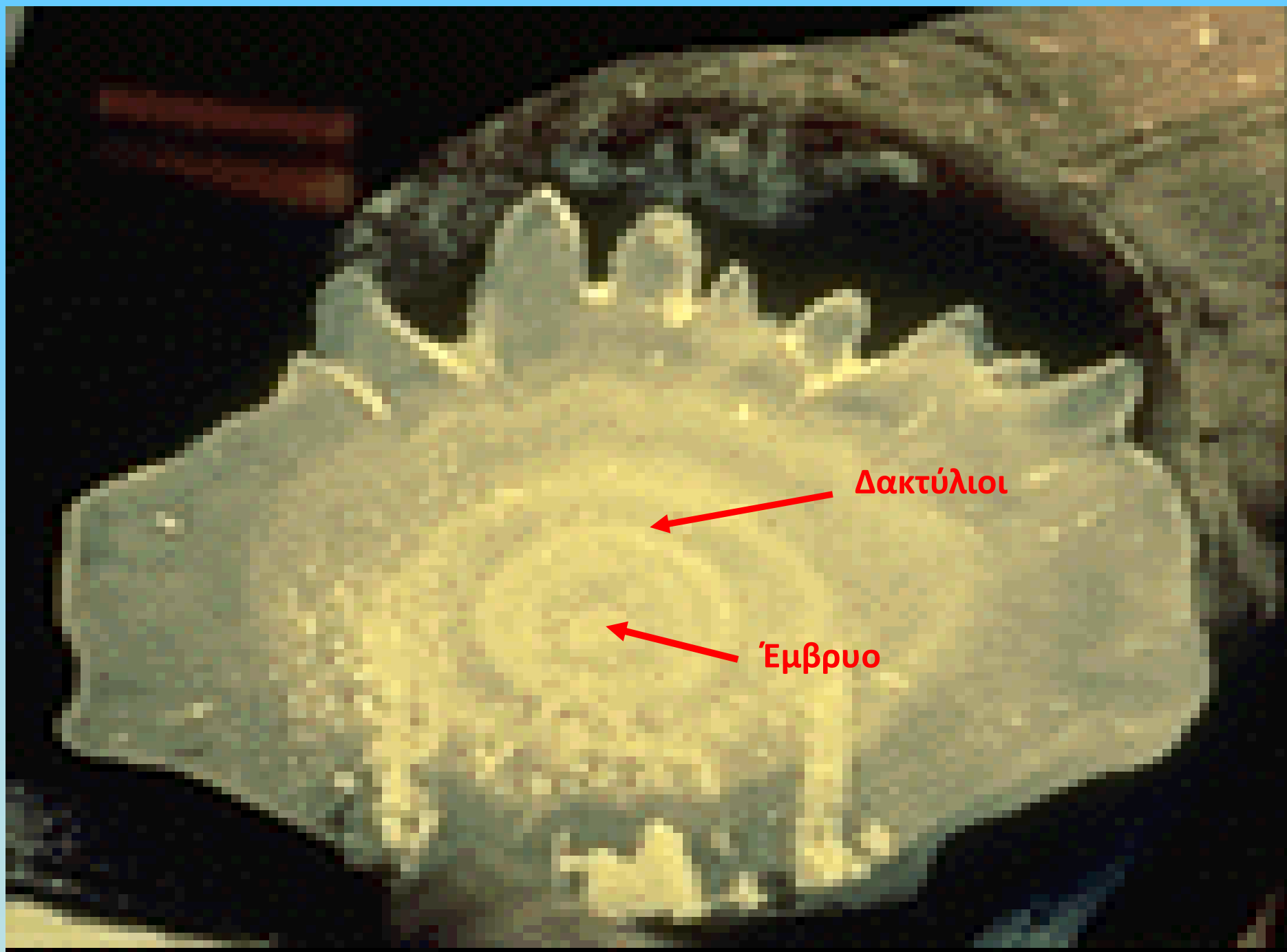
ΧΑΛΑΖΙ



Vivian, S. Dakota: 20100723

Coffeyville, Kansas: 19700903

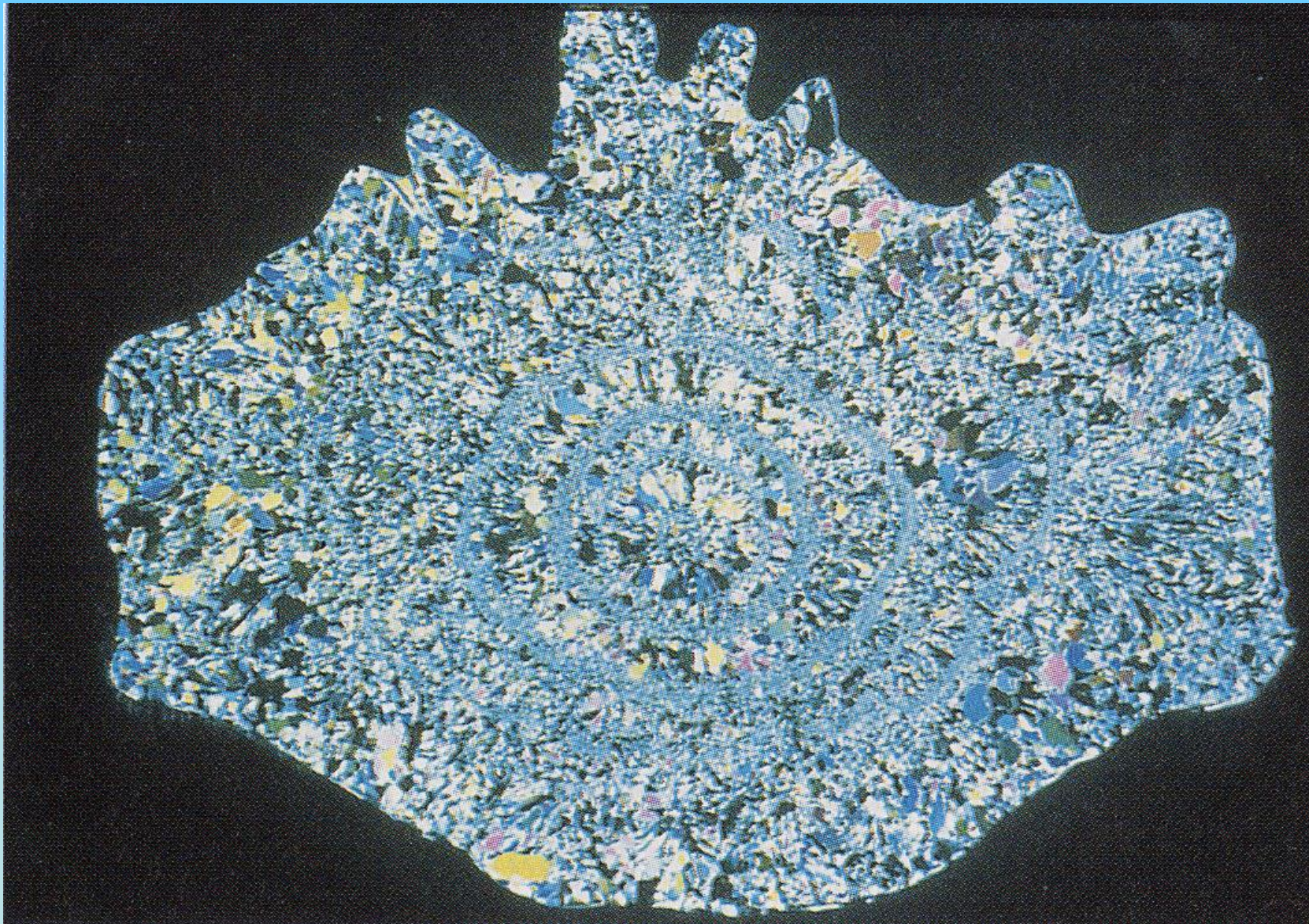




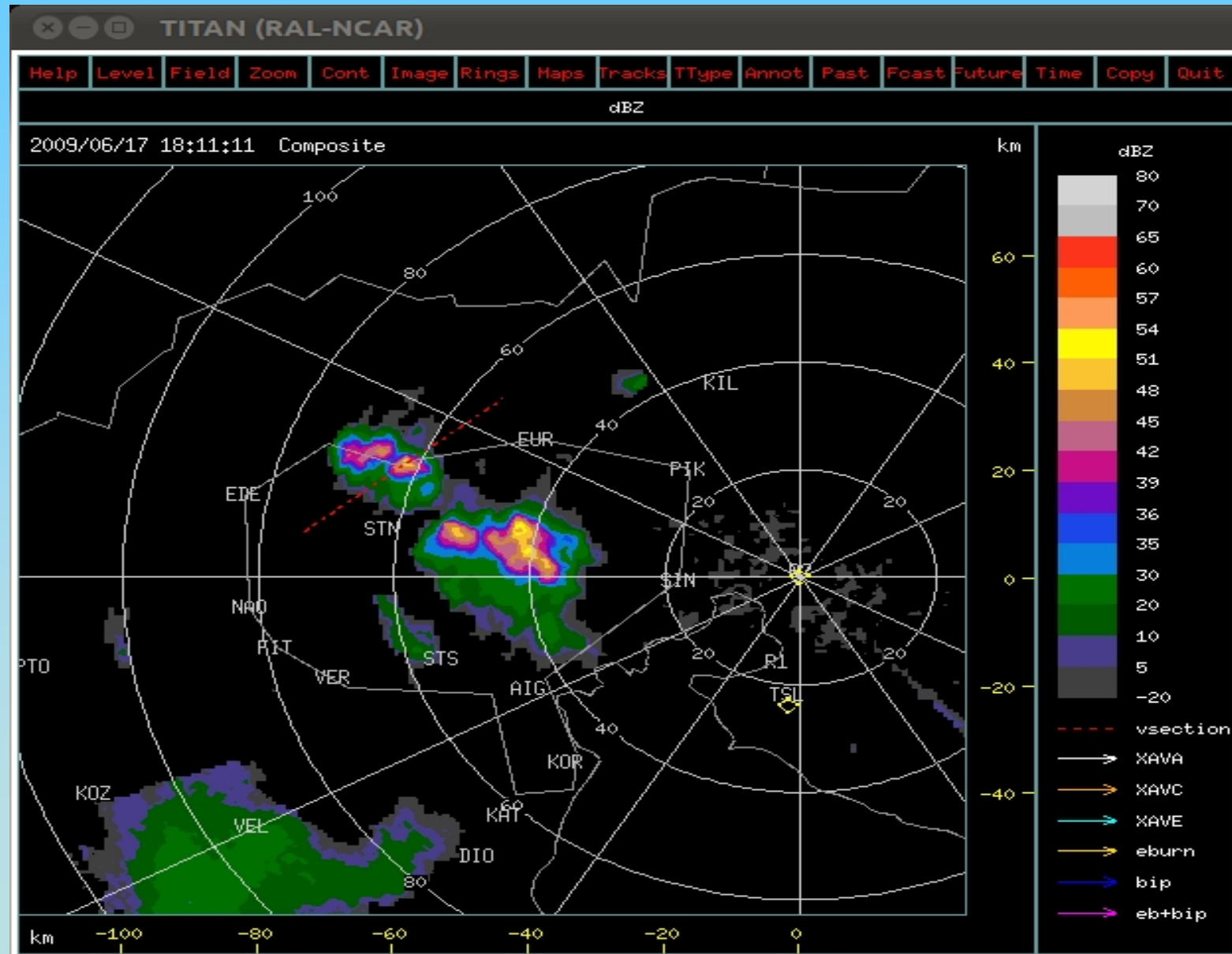
Δακτύλιοι

Έμβρυο

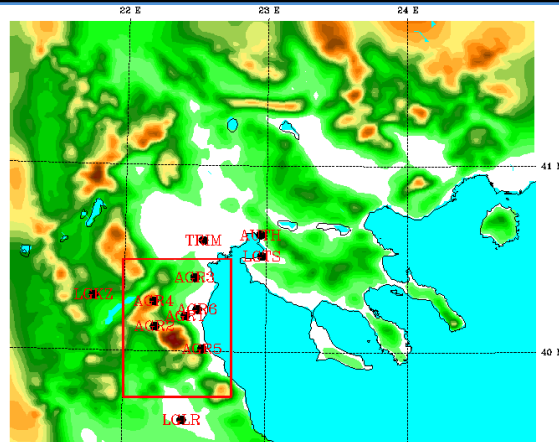
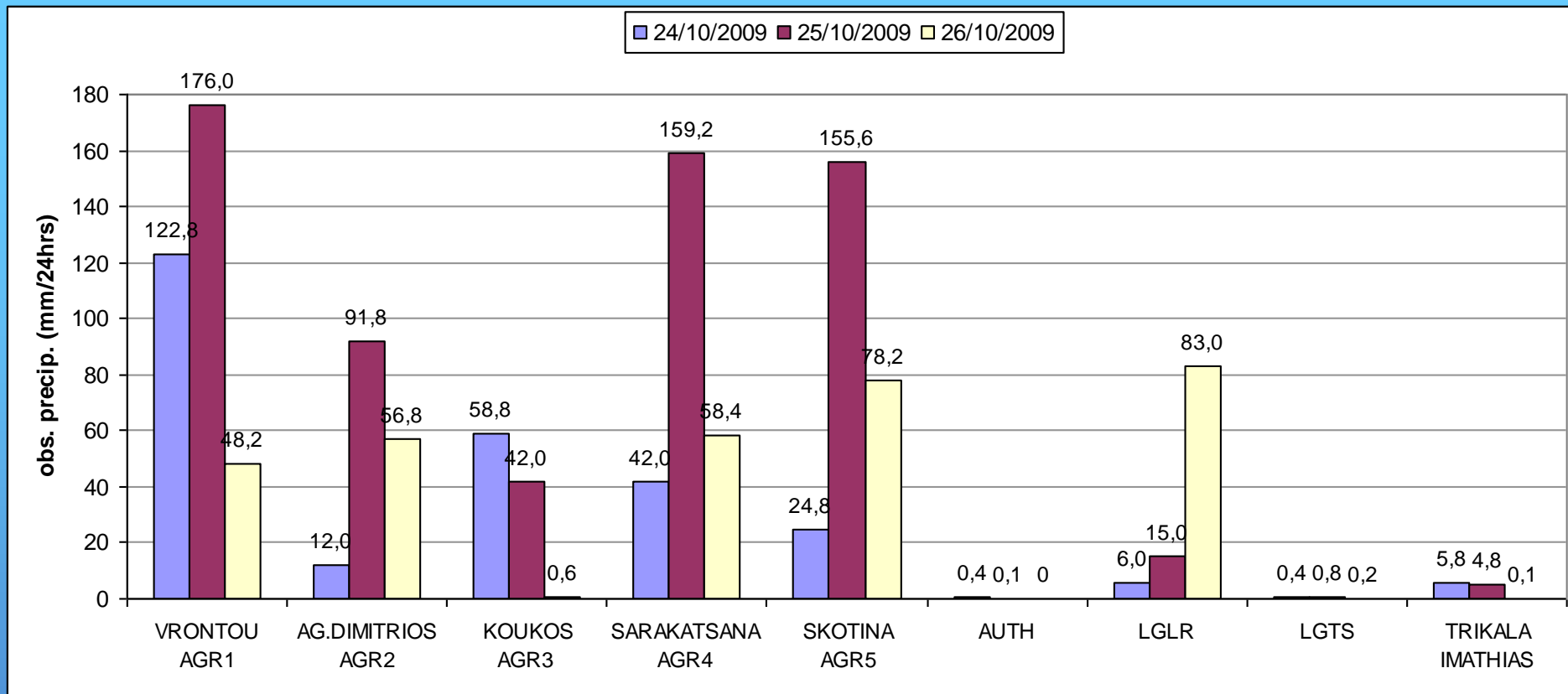
ΧΑΛΑΖΙ



Εικόνα από το RADAR

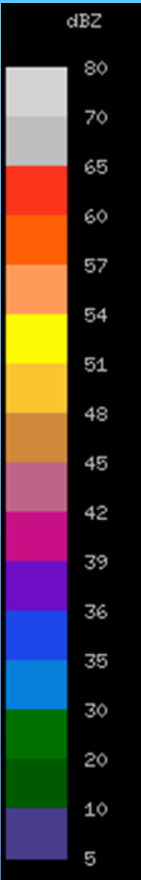
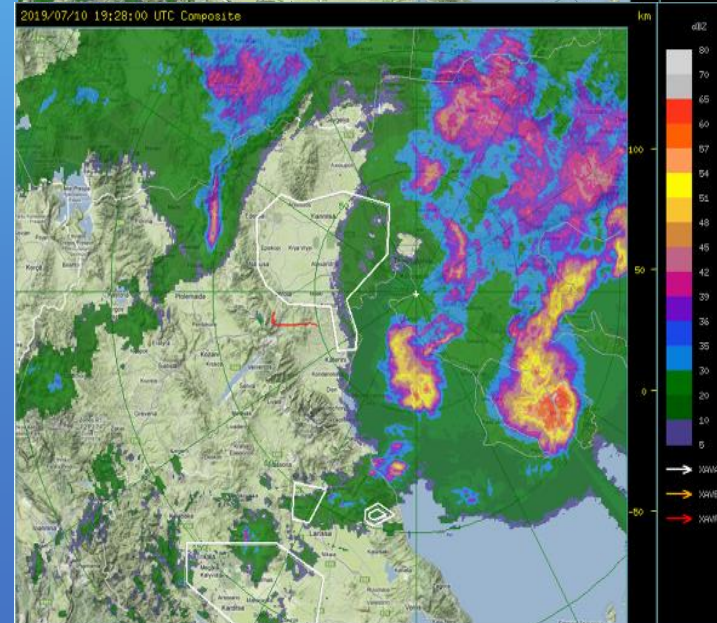
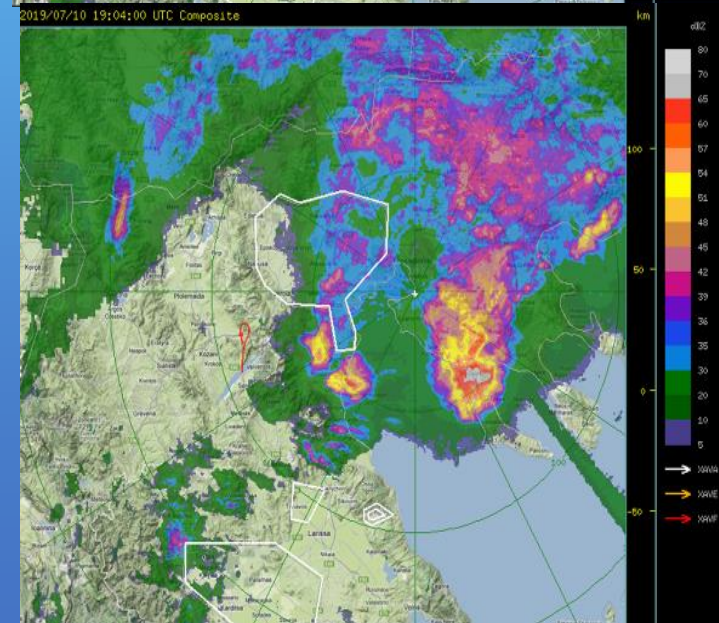
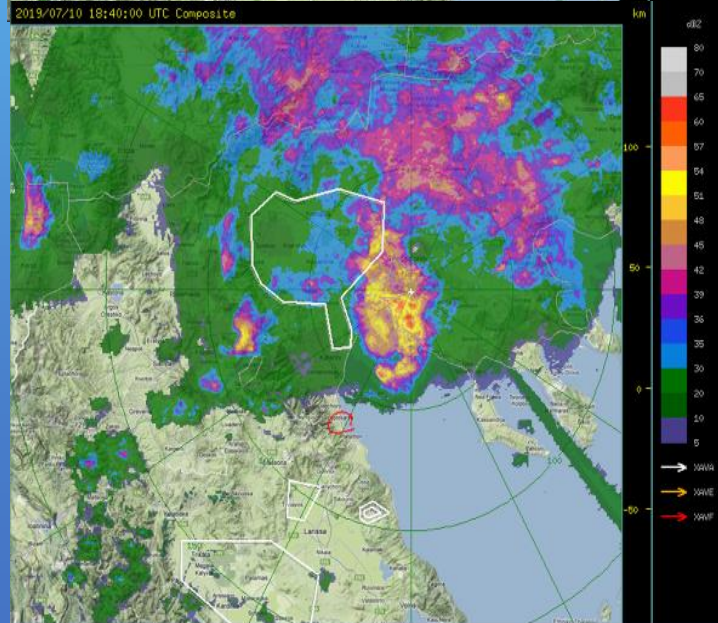
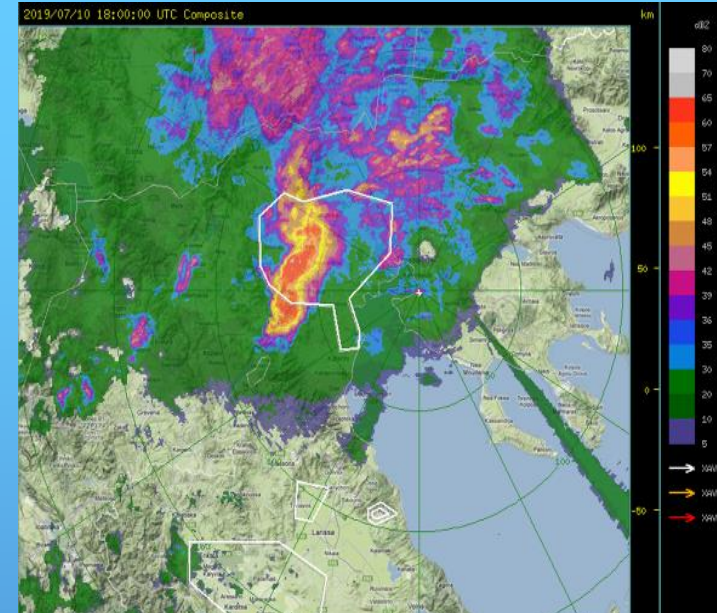
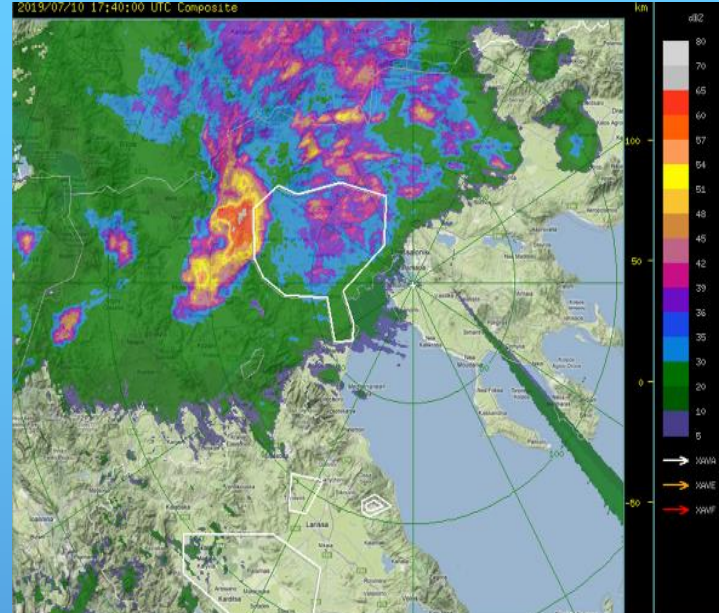
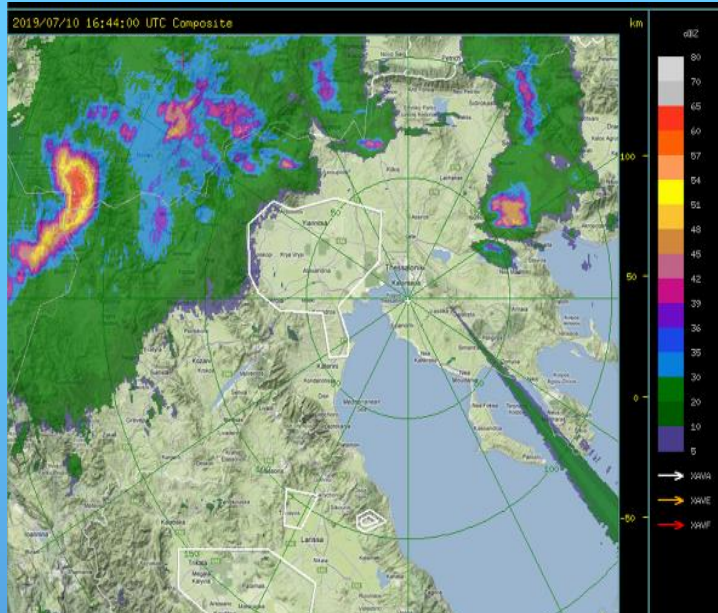


Πλημμύρες: 24-25 και 26 Οκτωβρίου 2009



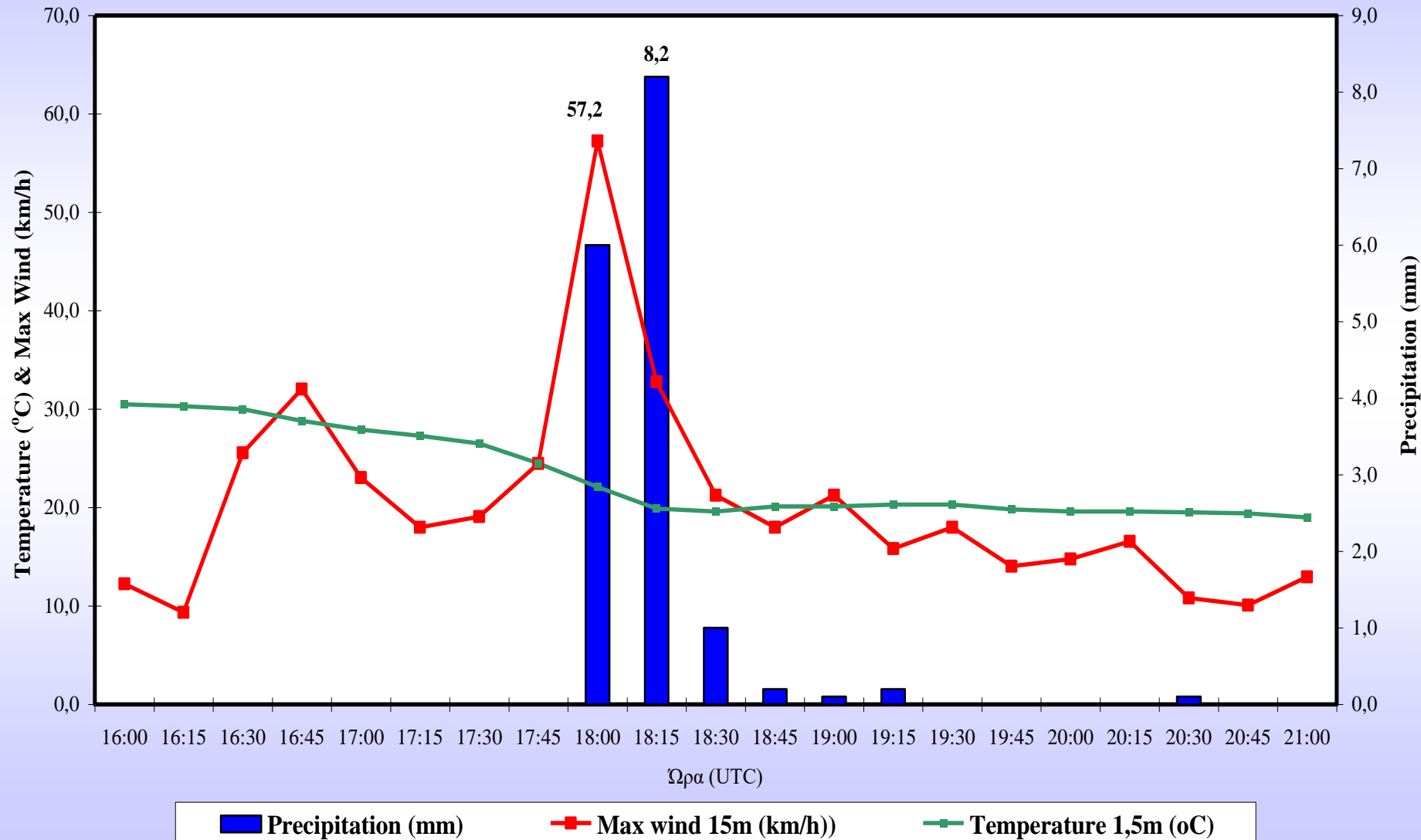
1 mm βροχής
= 1 kg νερό ανά 1 m²
ή
= 1 τόνος νερό ανά
στρέμμα

Χαλκιδική: 10/7/2019, 7 θάνατοι

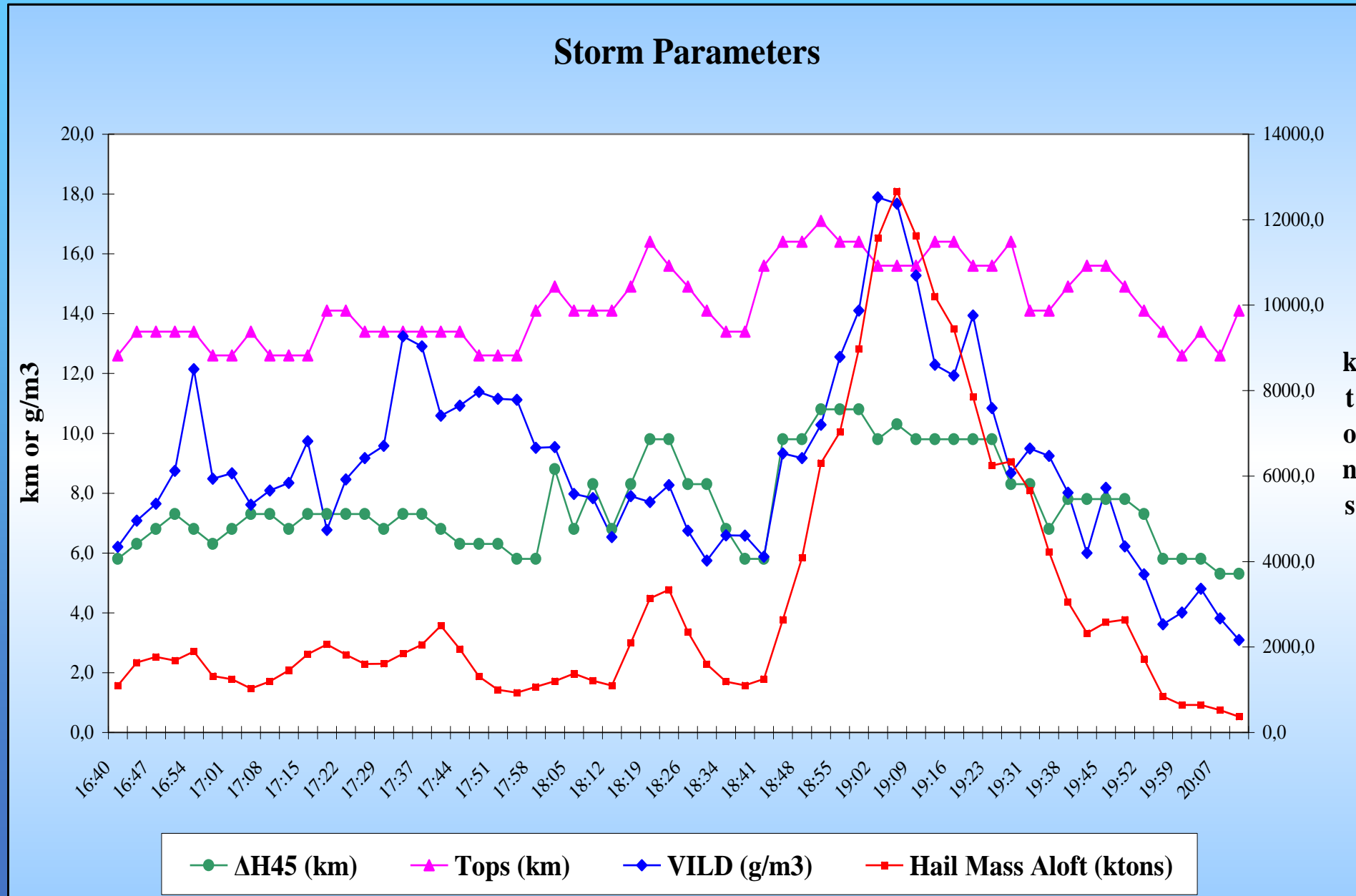


Super Cell: 10/7/2019, 7 θάνατοι

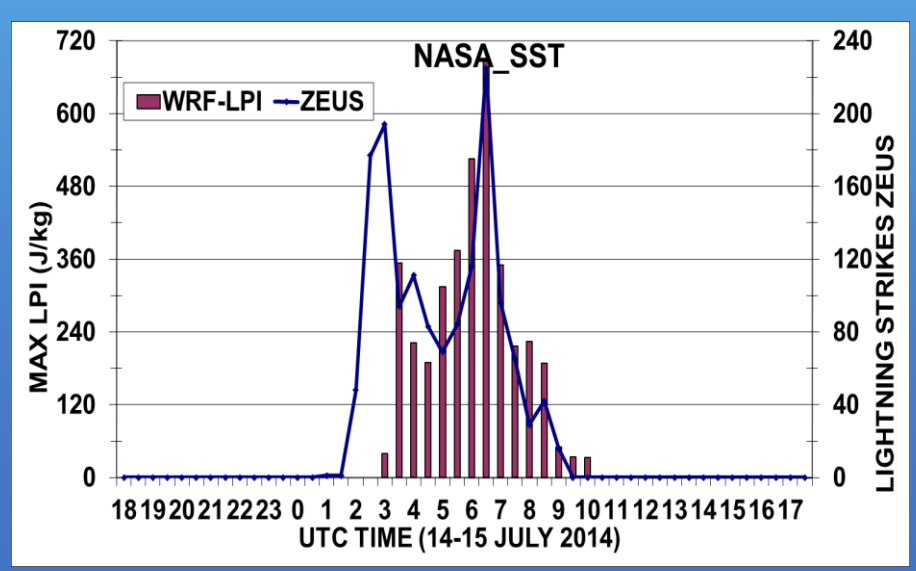
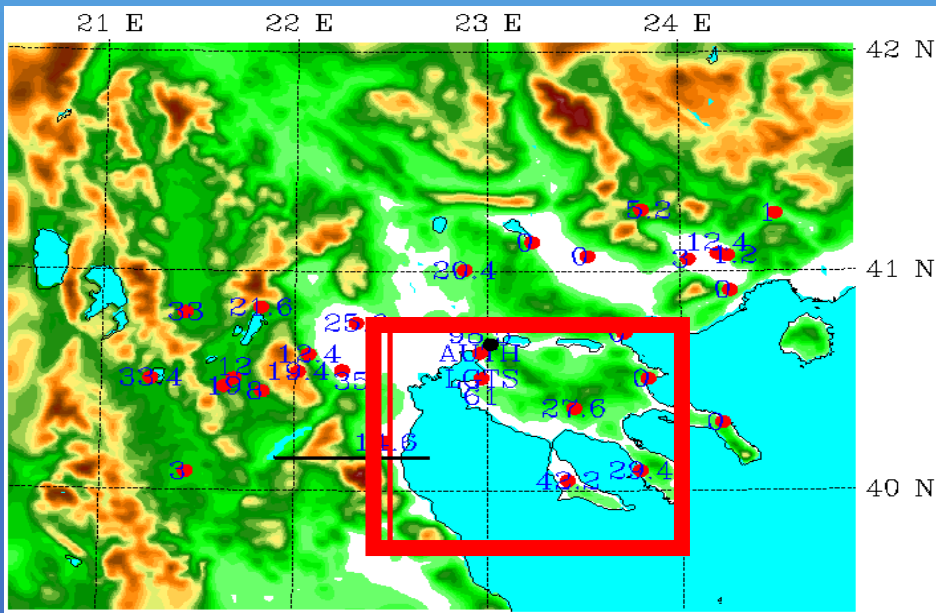
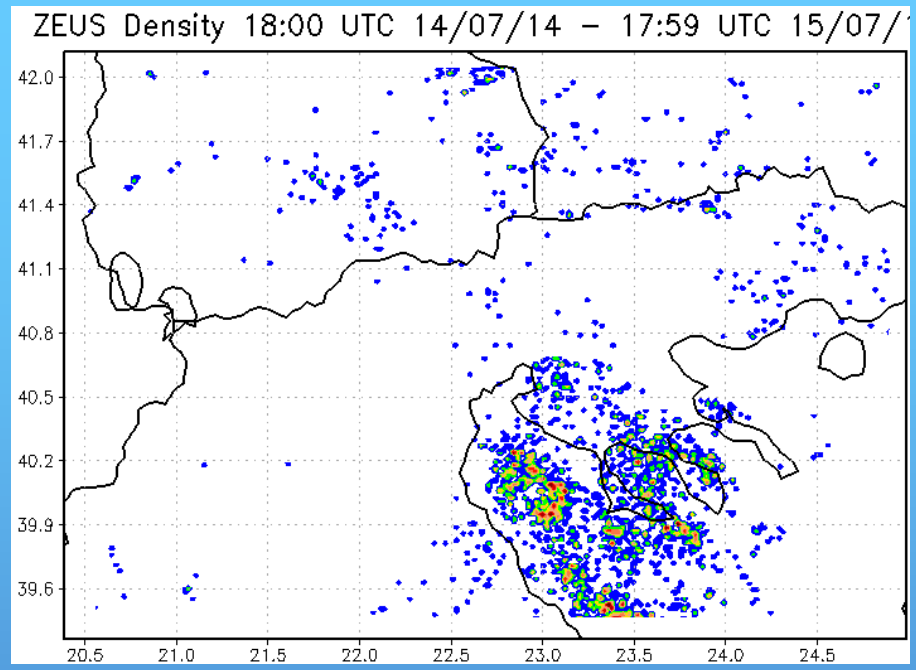
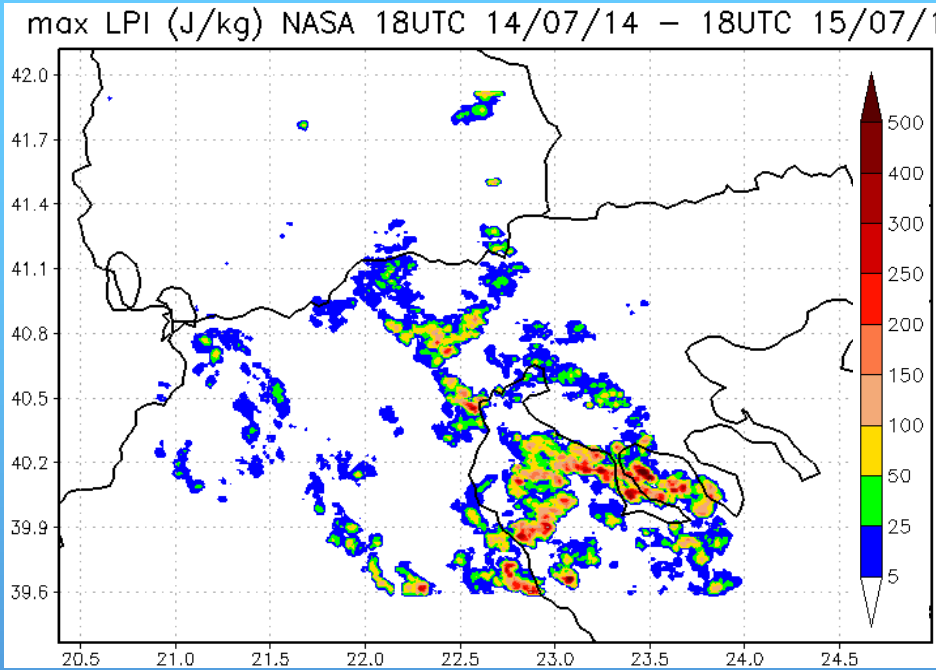
GALATADES PELLAS METEOROLOGICAL STATION



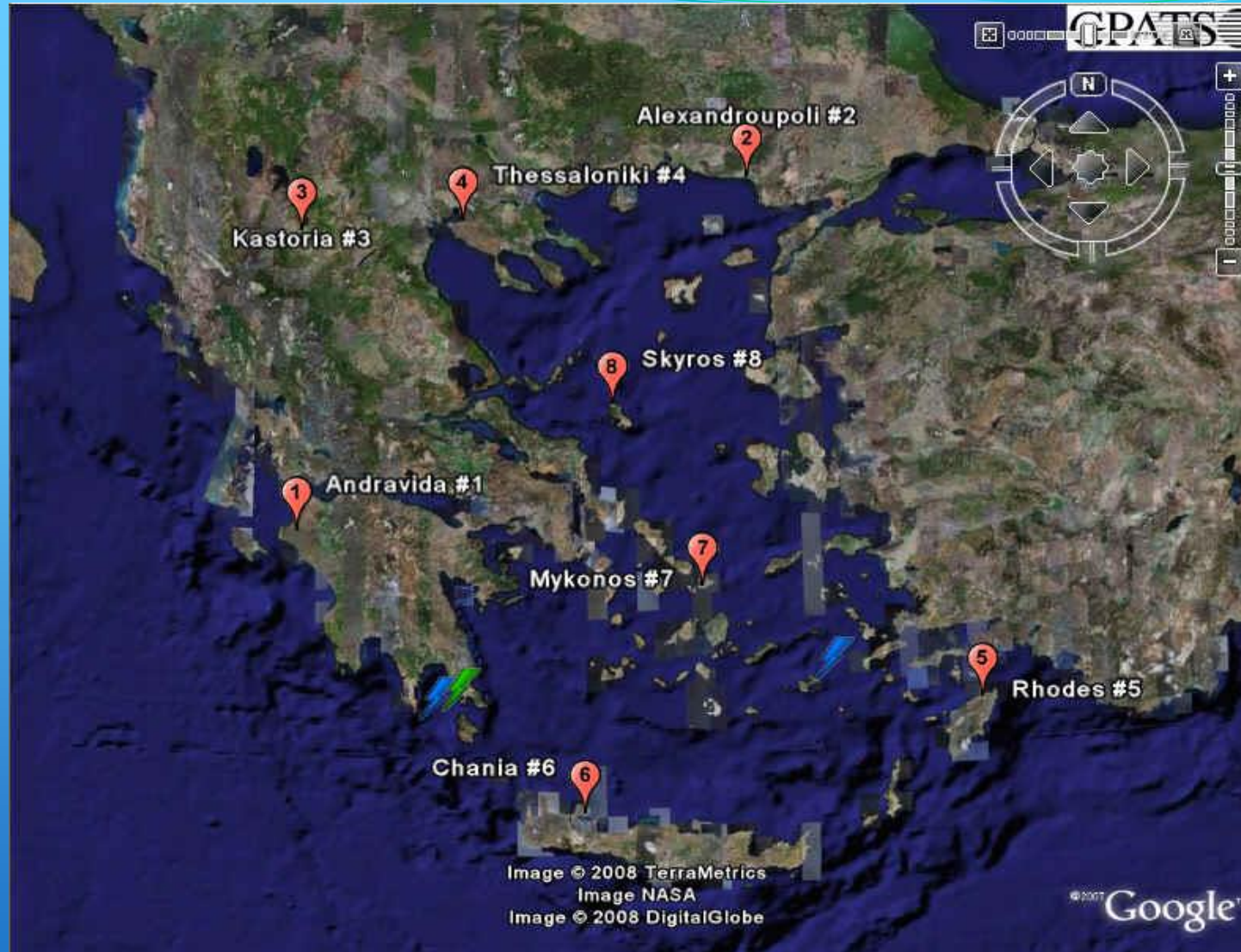
Super Cell: 10/7/2019, 7 θάνατοι



Πλημμύρες και Ηλεκτρική Δραστηριότητα: Κεντρική Μακεδονία, 15/7/2014

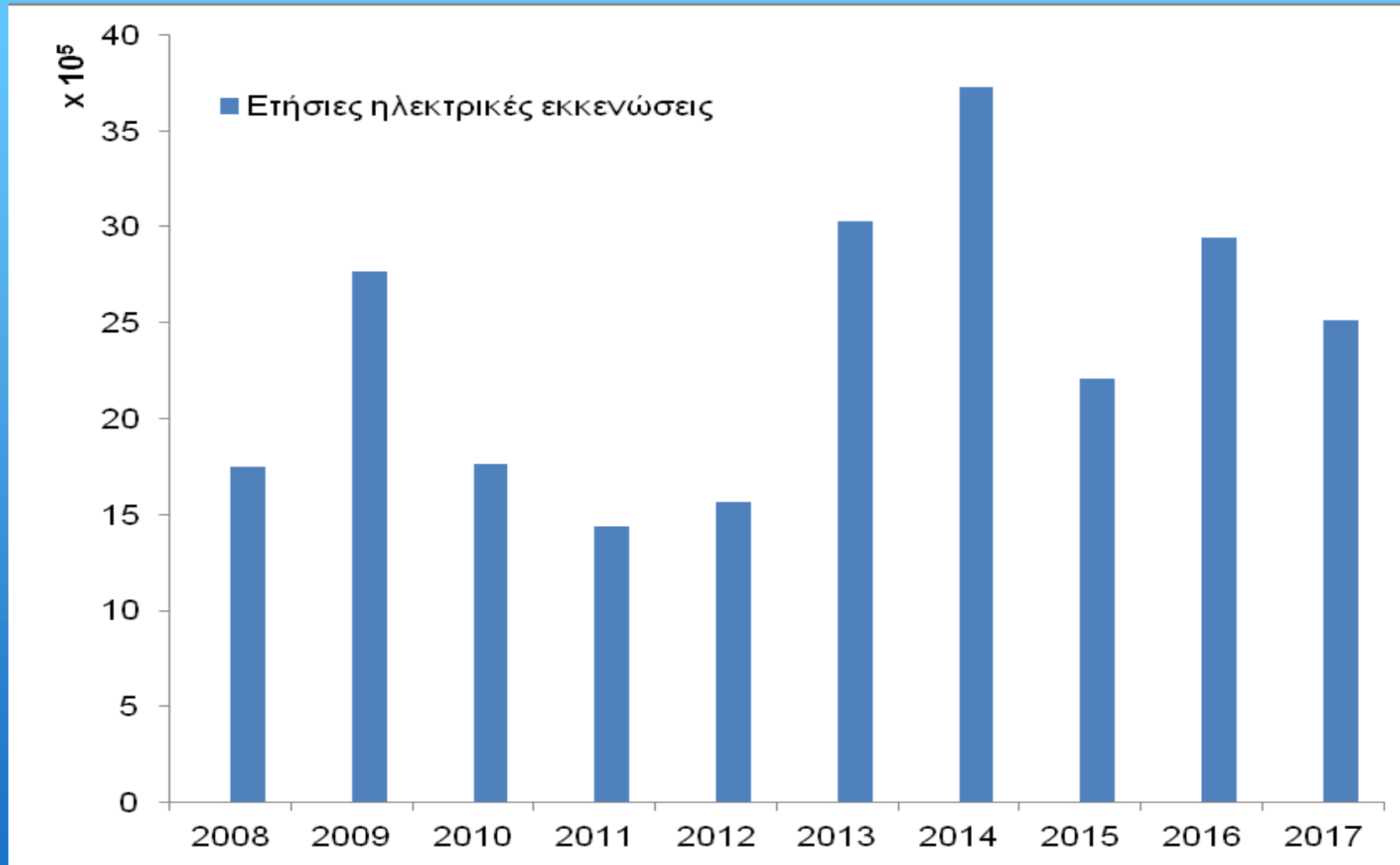


Κλιματολογία-Καταγραφή ηλεκτρικών εκκενώσεων

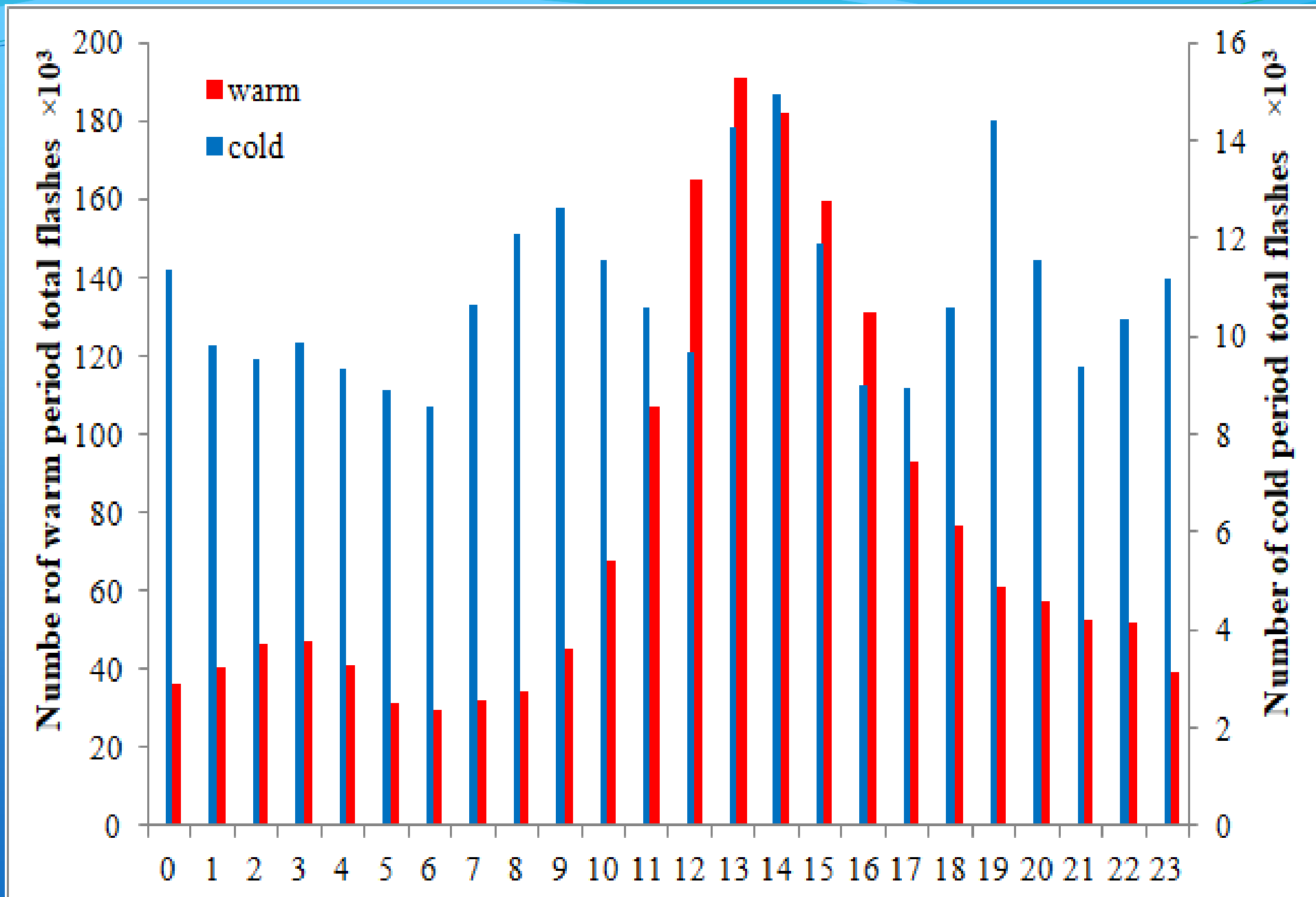


Συνολικά 23.711.213 ηλεκτρικές εκκενώσεις μελετήθηκαν κατά την περίοδο 2008-2017

2008-2017 ετήσια κατανομή των ηλεκτρικών εκκενώσεων



2008-2017 ωριαία κατανομή των ηλεκτρικών εκκενώσεων



Δίπλα στο ποτάμι

- Οι πολιτισμοί αναπτυσσόταν κατά μήκος ποταμών, για εξασφάλιση επικοινωνίας με τη θάλασσα, εξασφάλιση νερού για ύδρευση και άρδευση, και τελευταία, για ικανοποίηση ενεργειακών και βιομηχανικών αναγκών.
- Τα παραπάνω πλεονεκτήματα, έχουν σήμερα αντισταθμισθεί, από τους κινδύνους πλημμυρών.

Ερωτήματα προς απάντηση

Τα ερωτήματα που πρέπει να απαντήσει ο εξειδικευμένος επιστήμονας, είναι:

- Πόσο συχνά συμβαίνουν οι πλημμύρες;
- Ποιο μπορεί να μέγεθος τους (ένταση);
- Πως θα μειωθεί η πλημμυρική παροχή;
- Ποιο είναι το κόστος προστασίας από μια πλημμύρα;

Κύκλος του Νερού



Ορισμοί

- Η **λεκάνη απορροής** καθορίζεται από τον υδροκρίτη, και είναι η εδαφική έκταση από την οποία συγκεντρώνεται το σύνολο της απορροής, μέσω διαδοχικών ρευμάτων και ποταμο-χειμάρρων, και παροχετεύεται στη θάλασσα, με ενιαίο στόμιο ποταμού, εκβολές, ή δέλτα.
- Τα **μορφομετρικά χαρακτηριστικά** της λεκάνης απορροής είναι: Μέγεθος, Σχήμα, Υψόμετρο, Ανάγλυφο και Κλίσεις Εδάφους.
- Το **υδρογραφικό δίκτυο** χαρακτηρίζεται από: Πυκνότητα, Συντελεστής Διακλάδωσης, κλπ.

Απορροή

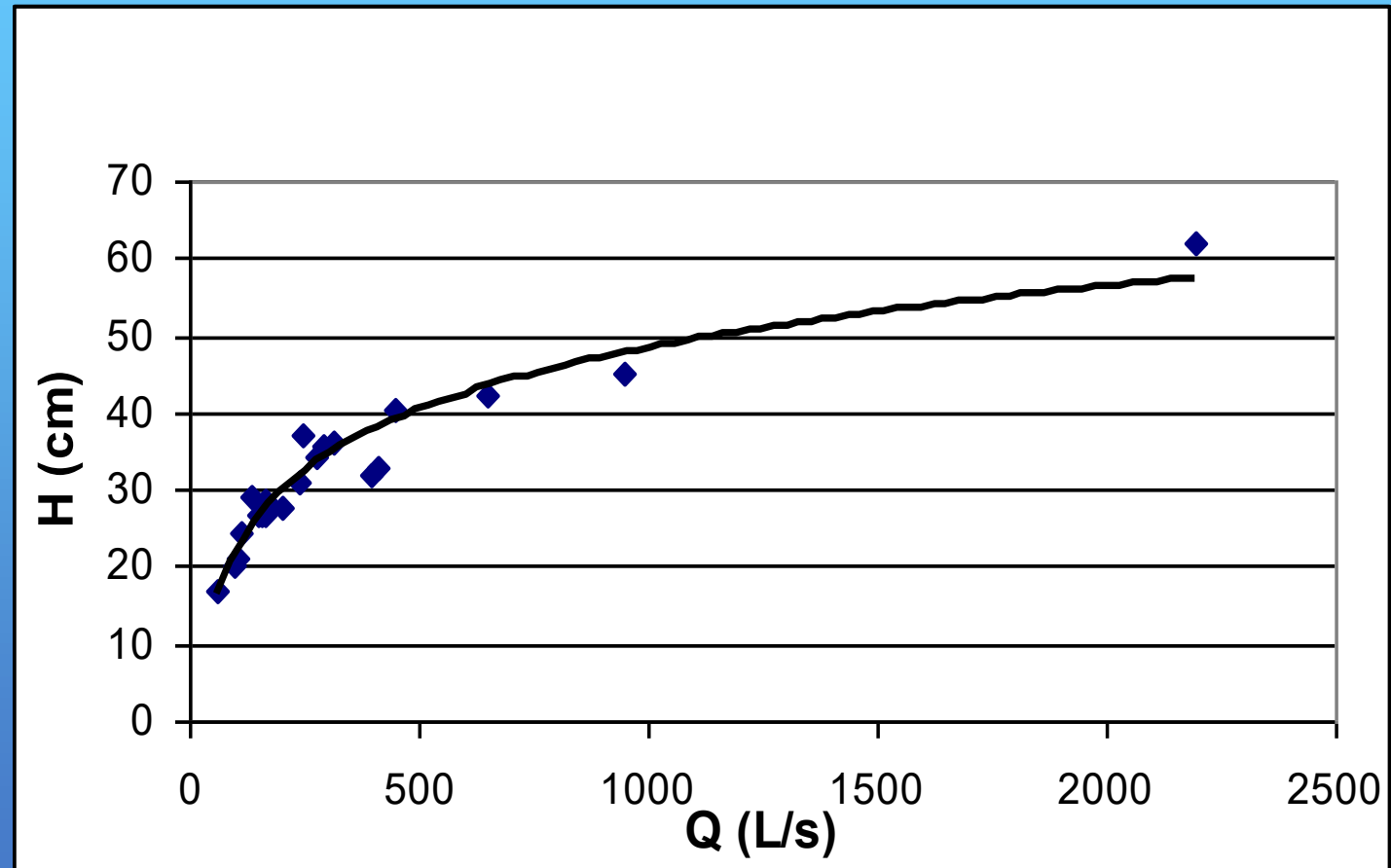
- Η **απορροή** αντιπροσωπεύει το μέρος των κατακρημνισμάτων το οποίο, αφού πέσει στην επιφάνεια της γης, και ένα μέρος του κατακρατηθεί για τη συμπλήρωση των αναγκών του εδάφους, παραλαμβάνεται από τους χειμάρρους και οδηγείται με τη βαρύτητα στους τελικούς αποδέκτες (θάλασσα, λίμνες).
- **Μισγάγγεια** είναι το μεγαλύτερο υδρόρευμα της λεκάνης απορροής.

Μέτρηση απορροής

Η εκτίμηση της απορροής (παροχή ποταμών = όγκος νερού στη μονάδα του χρόνου) γίνεται με:

- σταθμήμετρα, σταθμηγράφους
- καμπύλες στάθμης - παροχής

Διάγραμμα Στάθμης - Παροχής



Μέτρηση απορροής

Η εκτίμηση της απορροής (παροχή ποταμών = όγκος νερού στη μονάδα του χρόνου) γίνεται με:

- σταθμήμετρα, σταθμηγράφους
- καμπύλες στάθμης - παροχής
- από την ταχύτητα ροής (V) και τη διατομή (A) ($Q=V.A$)
- με τη χρήση χημικών ουσιών
- με τη βοήθεια εκχειλιστών κ.ά.
- Μονάδα μέτρησης είναι το m^3/s .

Παράγοντες επιφανειακής απορροής

- Έκταση (μεγάλες λεκάνες = μεγάλες απορροές)
- Τοπογραφία (μεγάλη κλίση = έντονη απορροή)
- Γεωλογική σύσταση (επηρεάζει την απορροή)
- Κλιματικοί παράγοντες (καθορίζουν υδρολογικό ισοζύγιο: βροχόπτωση, εξάτμιση)
- Χρήσεις γης (βλάστηση)
- Υγρασιακή κατάσταση του εδάφους (επηρεάζει απορροή π.χ. κορεσμένο έδαφος = μικρή διήθηση)



Πλημμύρα: είναι το γεγονός κατά το οποίο η επιφανειακή απορροή είναι πολύ μεγάλη και υπερβαίνει την παροχτευτική ικανότητα ενός υδρορεύματος.



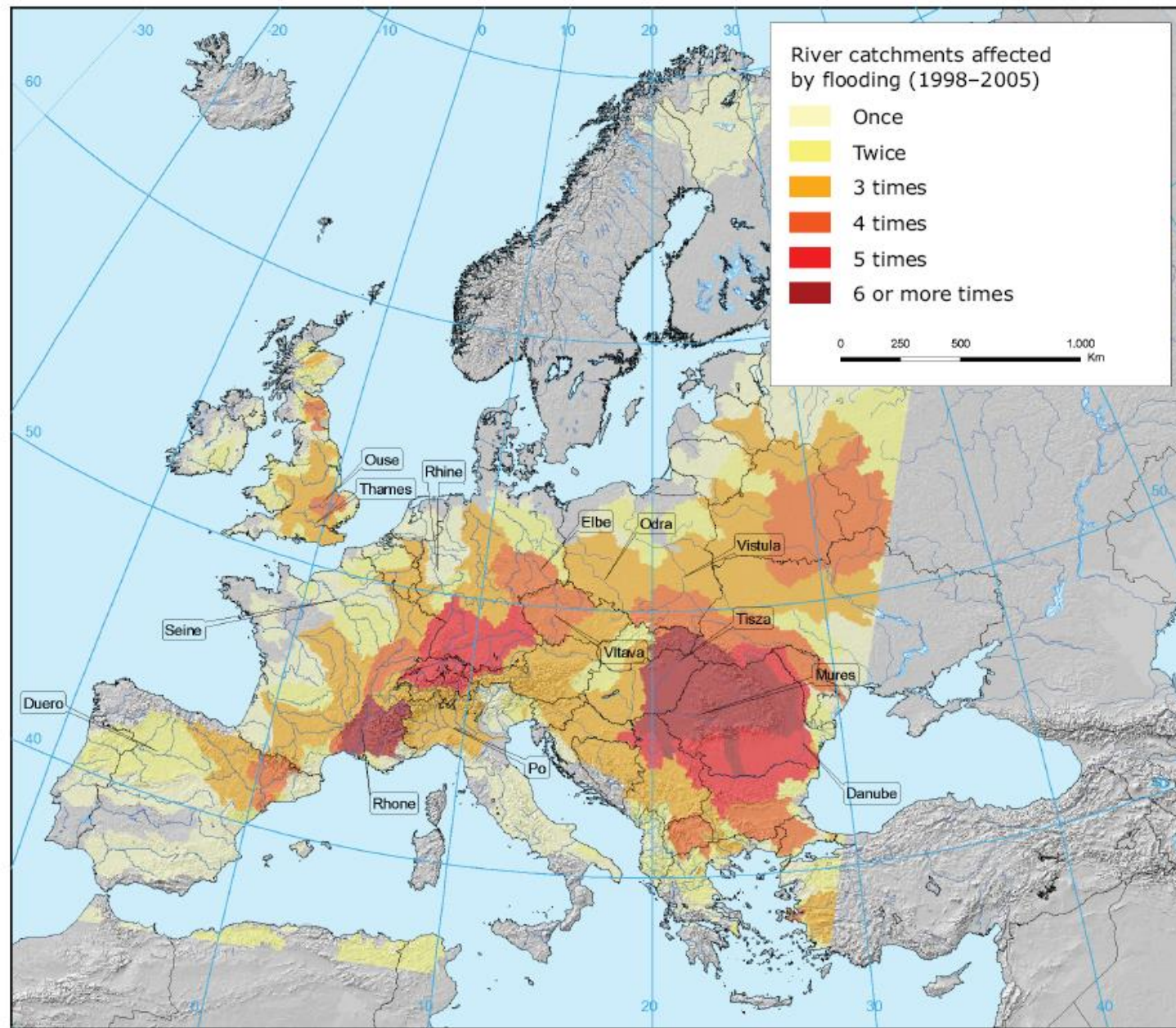
Οδηγία 2007/60/ΕΚ

για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας (άρθρο 2)

- **Πλημμύρα** είναι η προσωρινή κάλυψη από νερό εδάφους, το οποίο υπό φυσιολογικές συνθήκες, δεν καλύπτεται από νερό.
- Αυτό περιλαμβάνει πλημμύρες από ποτάμια, ορεινούς χείμαρρους, εφήμερα ρεύματα (της Μεσογείου) και πλημμύρες από τη θάλασσα στις παράκτιες περιοχές, *δύναται δε να εξαιρεί πλημμύρες από συστήματα αποχέτευσης.*

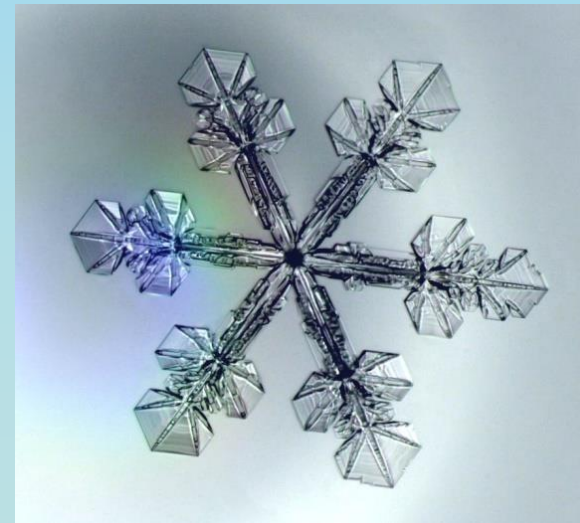
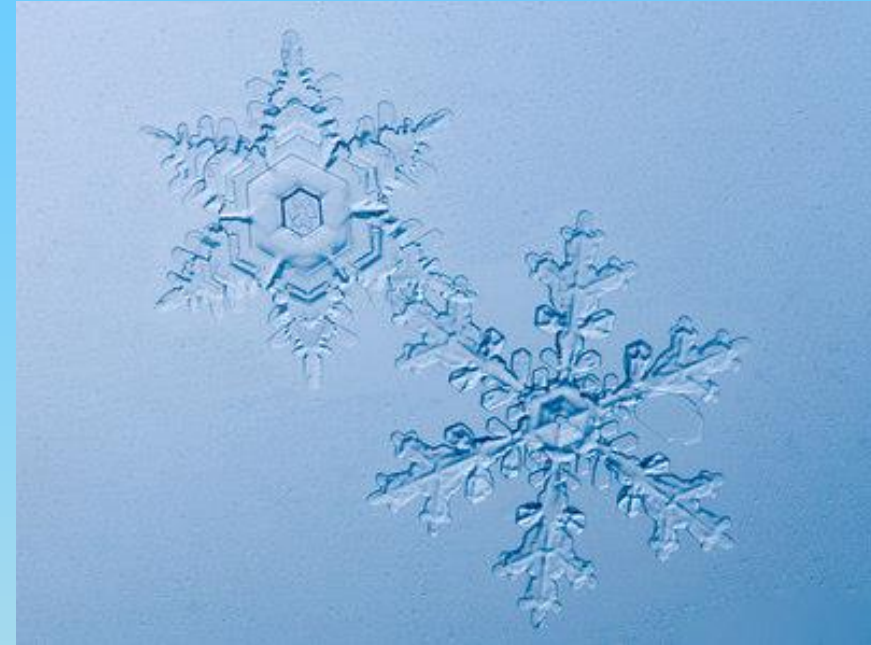
Κίνδυνος πλημμύρας

- Σύμφωνα με την οδηγία 2007/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την αξιολόγηση και διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας (άρθρο 2): **Κίνδυνος πλημμύρας** είναι ο συνδυασμός (1) της πιθανότητας να λάβει χώρα πλημμύρα και (2) των δυσνητικών αρνητικών συνεπειών για την ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες, που συνδέονται με αυτή την πλημμύρα.



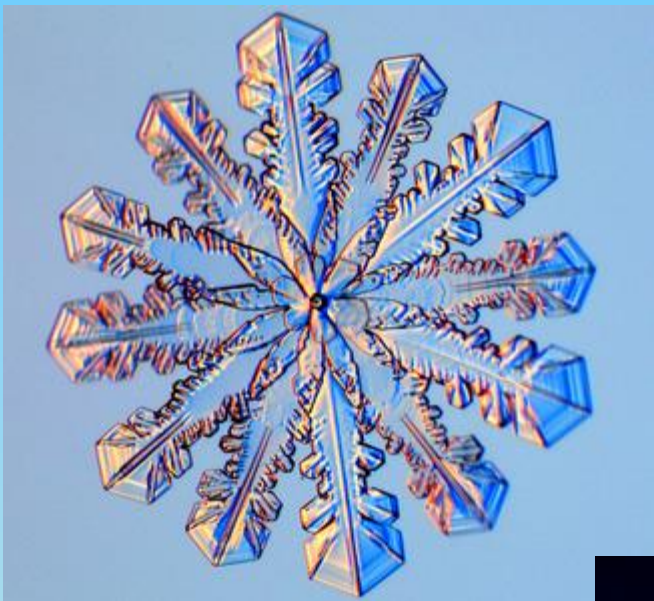
Source: EEA, based on data from Dartmouth Flood Observatory.

Χιονονιφάδες

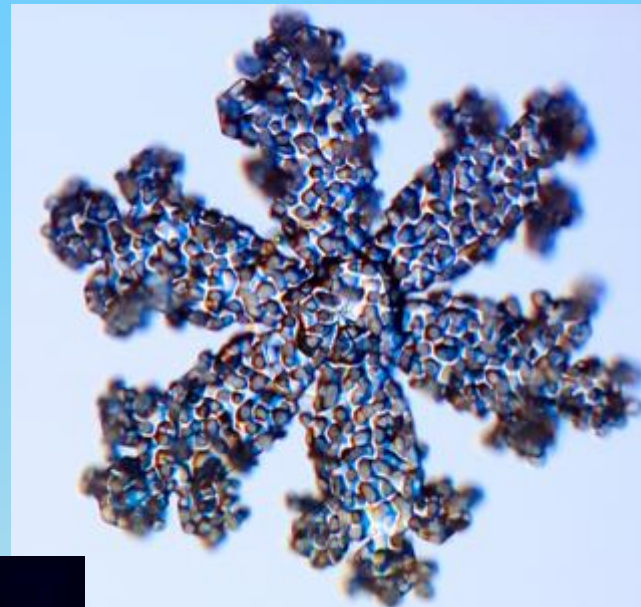


Χιονοιφάδες

Twelve-branched snowflake



Rimmed snowflake



Graupel

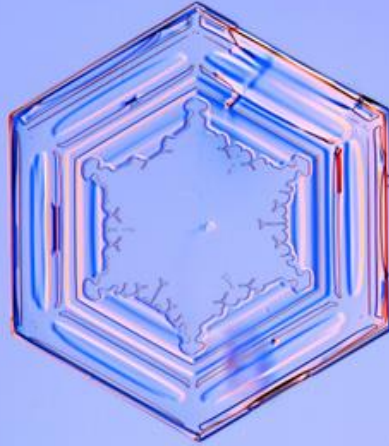


Χιονονιφάδες

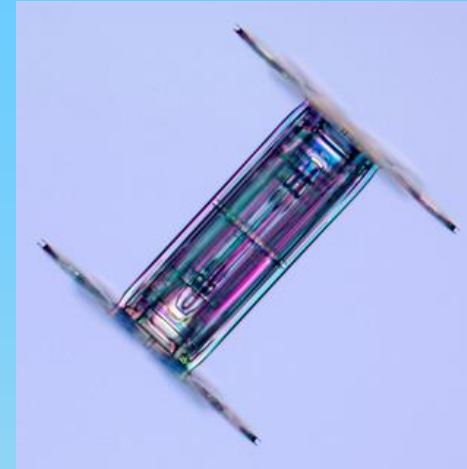
Stellar dendrite



Diamond dust crystal



Capped column



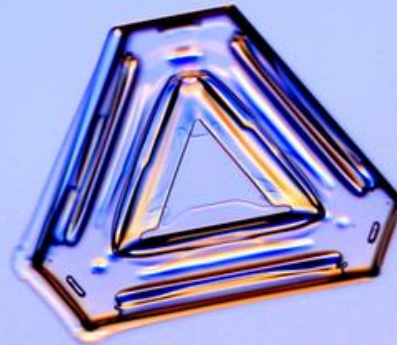
Ferriile stellar dendrite



Needle



Triangular crystal



g n i m i R



Τύποι πλημμύρας

Αναφέρονται δύο τύποι πλημμύρας:

1) **Πλημμύρες σε μεγάλες λεκάνες (floods in large basins).**

➤ Είναι μετωπικές και εποχιακές, και οι παροχές αιχμής διαρκούν λίγες ημέρες.

2) **Ξαφνικές πλημμύρες (flash floods)**

➤ Σχετίζονται με απομονωμένες και τοπικές, μεγάλης έντασης, ραγδαίες βροχοπτώσεις, που συμβαίνουν σε μικρού ή μεσαίου μεγέθους λεκάνες. Οι παροχές αιχμής διατηρούνται λίγες ώρες ή λεπτά της ώρας. Εμφανίζονται συχνά στους ποταμο-χειμάρρους (της Μεσογείου) που πηγάζουν από βουνά που είναι κοντά στη θάλασσα.

Ραγδαίες βροχοπτώσεις

- Στον Ελληνικό χώρο, το φαινόμενο των βροχοπτώσεων λαμβάνει συχνά το χαρακτήρα **ραγδαίων βροχοπτώσεων**, που πολλές φορές, εκτός των άλλων, αποδεικνύονται και καταστροφικές.
- Τα **24-ωρης διάρκειας ύψη βροχόπτωσης είναι σημαντικά και αντιπροσωπεύουν πολλές φορές το 20-67% του ετήσιου ύψους βροχόπτωσης.**
- Πρέπει να σημειωθεί ότι τα τελευταία χρόνια καταγράφονται τα μεγαλύτερα μέγιστα 24-ωρης διάρκειας και έχει αυξηθεί η πλημμυρική επικινδυνότητα στα όρια οικιστικών περιοχών (μείωση κατείσδυσης, περιορισμός ή φραγμός της κοίτης, καταστροφή δασών ανάντη, αστοχίες αντιπλημμυρικών έργων, κ.λπ.).

Θεσσαλονίκη, 10 Μαΐου 2018

Κλιματικά στοιχεία:

Η βροχόπτωση για τη Θεσσαλονίκη (Α.Π.Θ.) για το μήνα **Μάιο**, είναι:

Περίοδο 1931-1960:

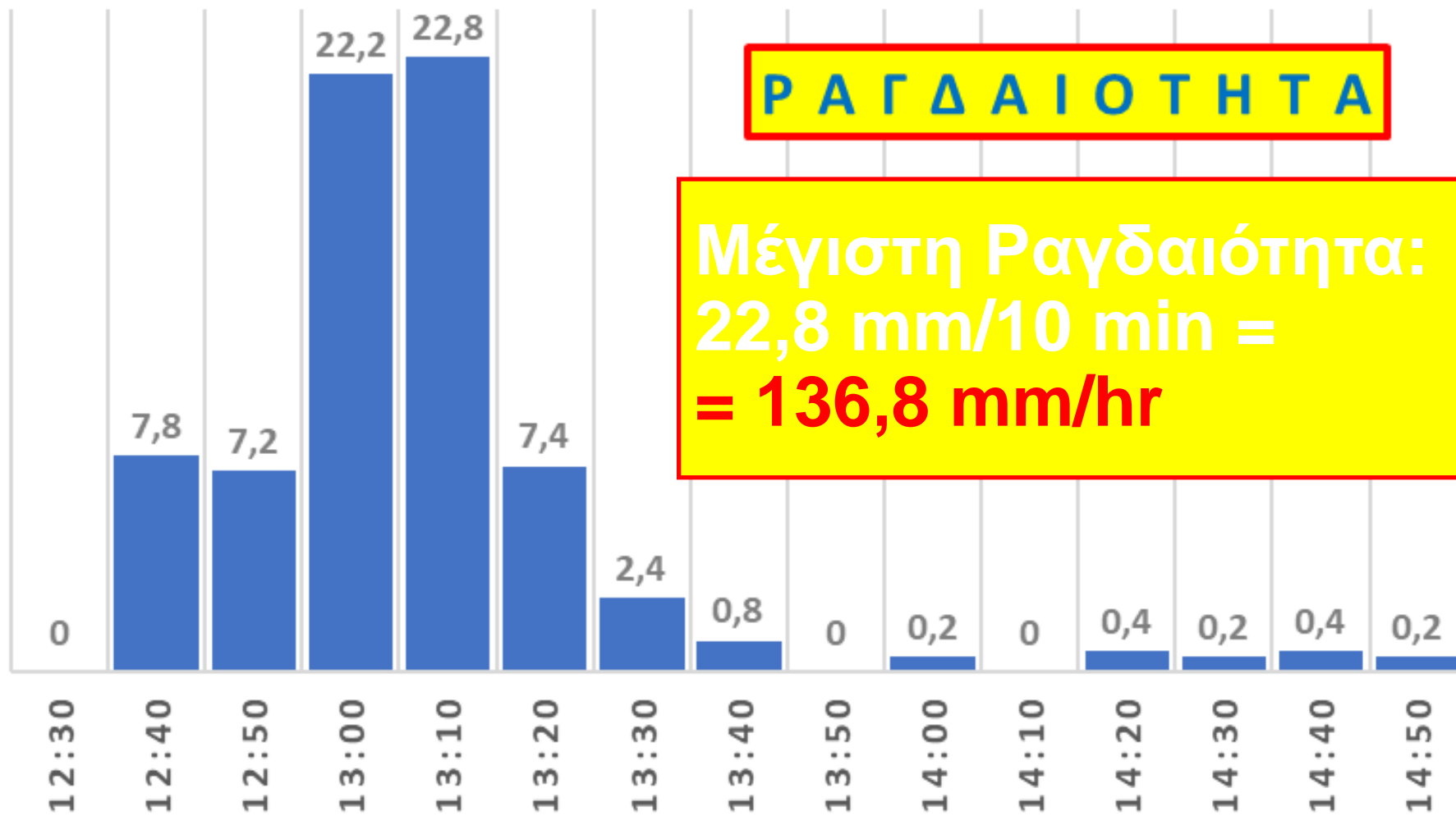
40,2 mm

Περίοδο 1961-1990:

50,3 mm

ΡΑΓΔΑΙΟΤΗΤΑ

Μέγιστη Ραγδαιότητα:
 $22,8 \text{ mm}/10 \text{ min} =$
 $= 136,8 \text{ mm/hr}$



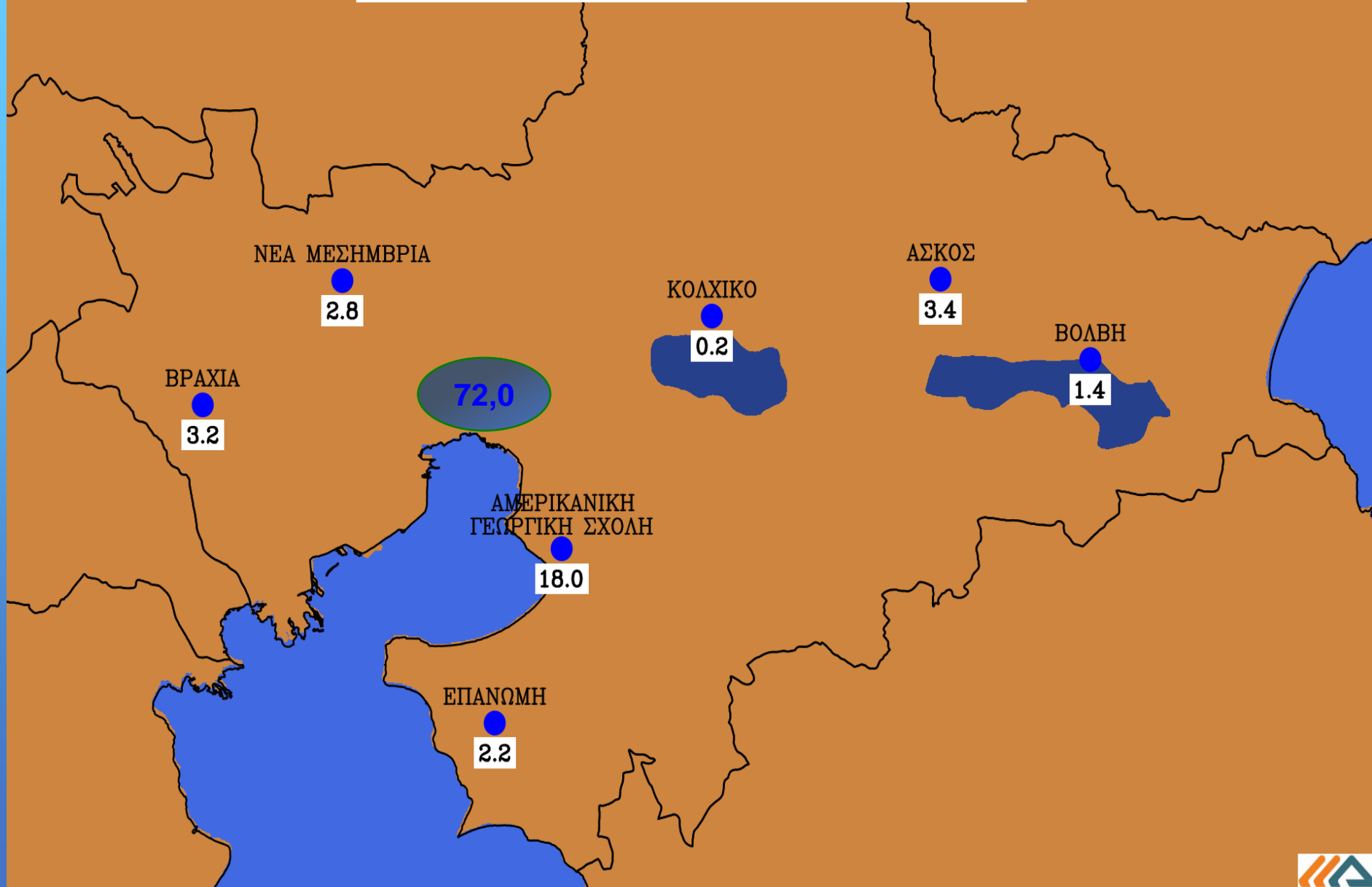
12:38 έως 13:40: Σύνολο 70,6 mm

13:50 έως 15:00: Σύνολο 1,4 mm

Ολικό ποσό βροχόπτωσης: 72,0 mm

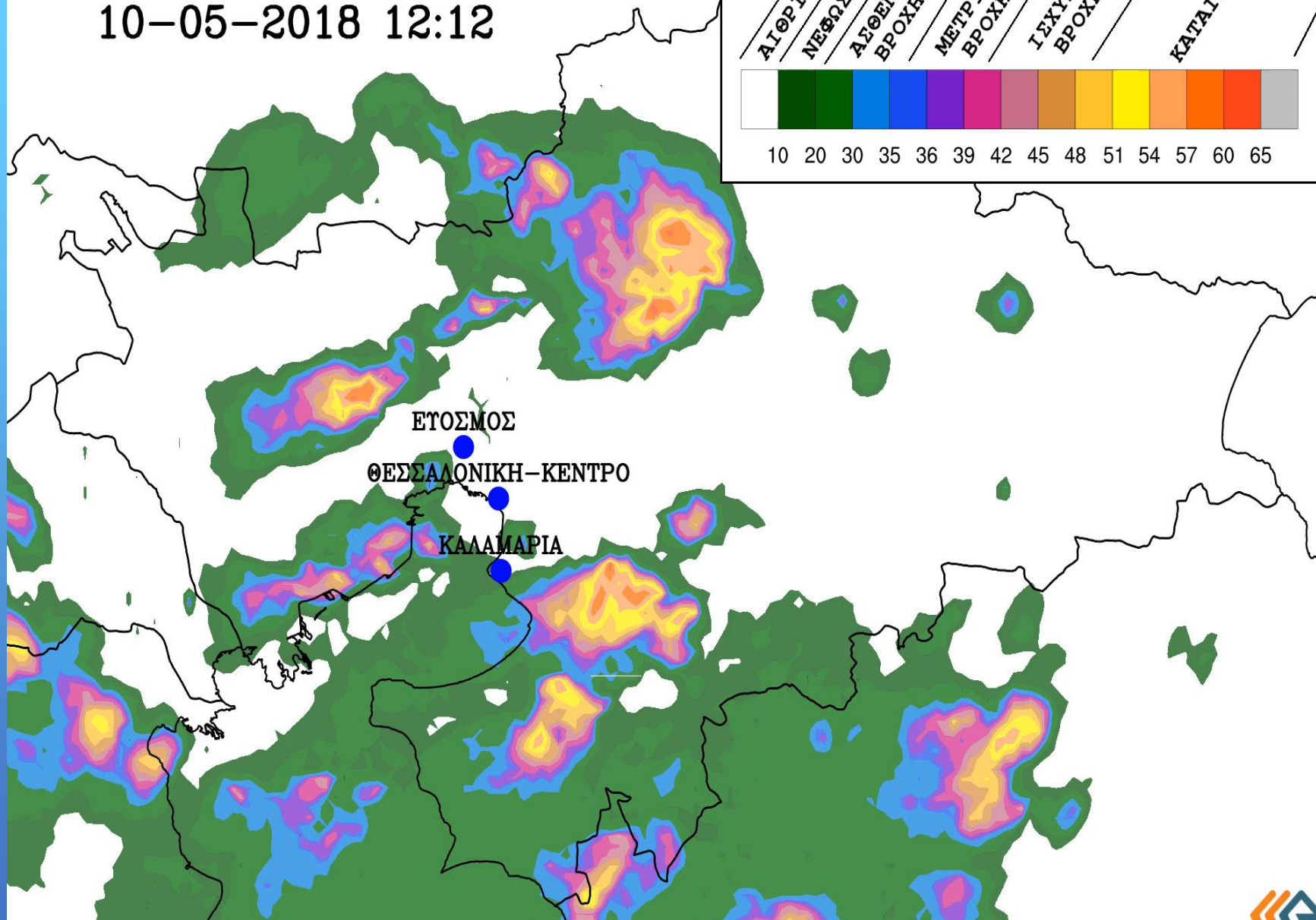
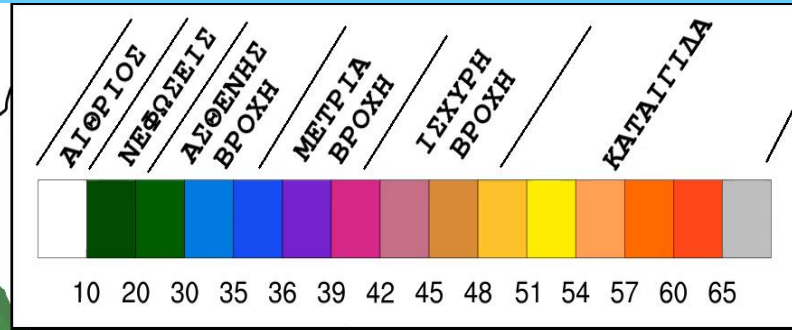
ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΑ ΠΟΣΑ ΤΕΤΟΥ 10-05-2018

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



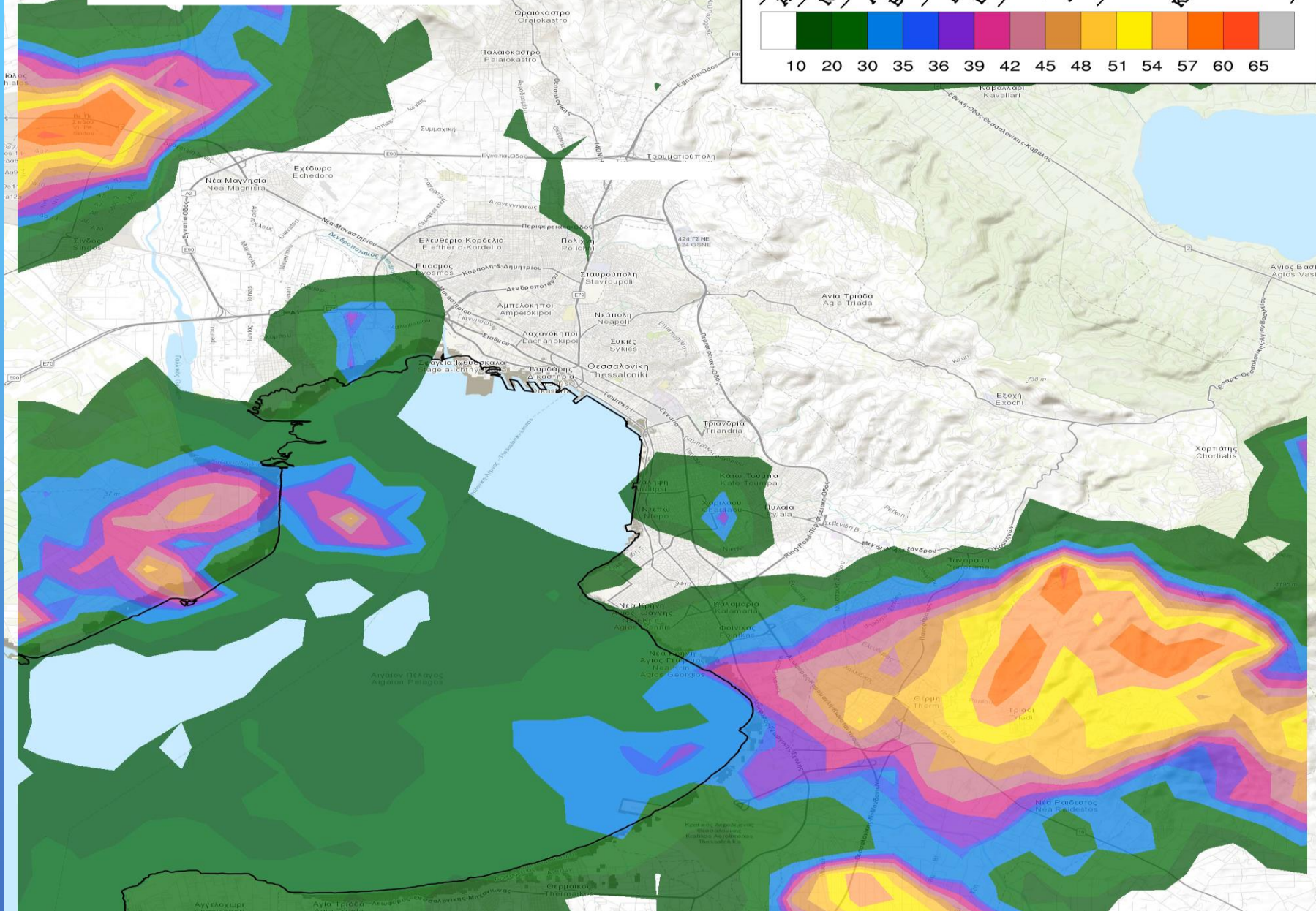
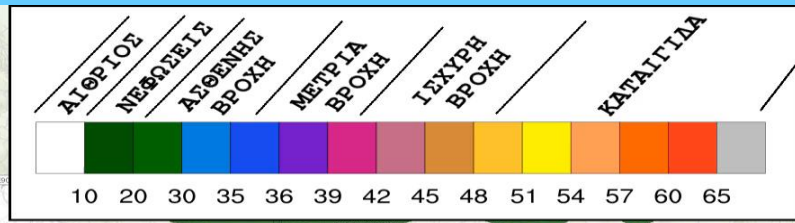
ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΡΑΝΤΑΡ

10-05-2018 12:12



ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΡΑΝΤΑΡ

10-05-2018 12:12



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΡΩΤΟΓΝΩΡΗΣ ΚΑΤΑΙΓΙΔΑΣ

Πολύ έντονο καιρικό φαινόμενο (180510)!!!

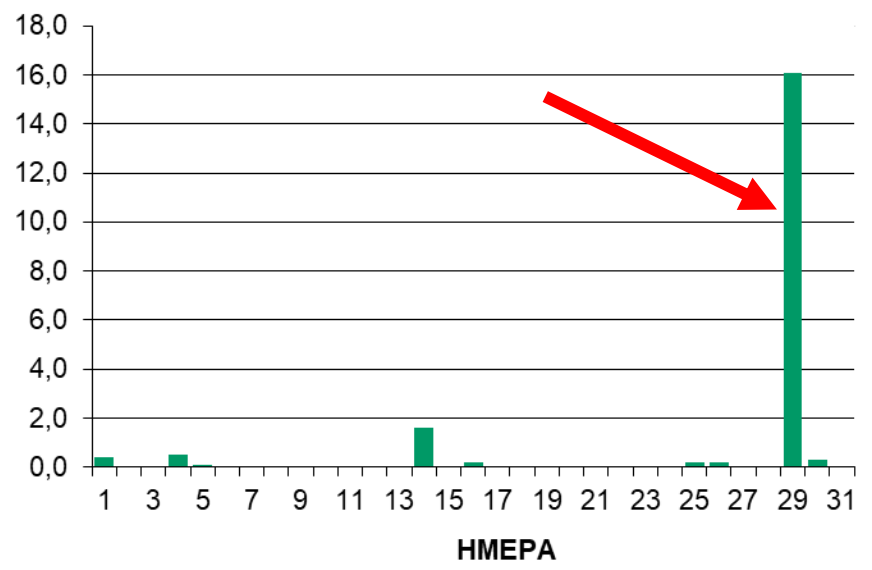
- **Πολυκυτταρική** καταιγίδα: { μεγάλη χρονική διάρκεια, διαφορετικές ραγδ., διαφορ. ρυθμός βροχής }
- **Σπάνια:** ένταση {ραγδαιότητα = 136,8 χιλ/ώρα}
διάρκεια {πολυκυτταρική, 1 ώρα / 20 λεπτά }
πολύ νερό { προηγ. βροχοπτώσ., 5: 10,4χιλ., 6: 7,7 χιλ., 7: 18,8 χιλ., υδροφ. ορίζ. / πόλη }
χαλάζι { μέγεθος, σχήμα, ταχύτητα πτώσης }
- **Πρωτόγνωρη:** { κέντρο Θεσσαλονίκης / αγροτική περ. }

Πλημμύρες vs Χρήσεις γης

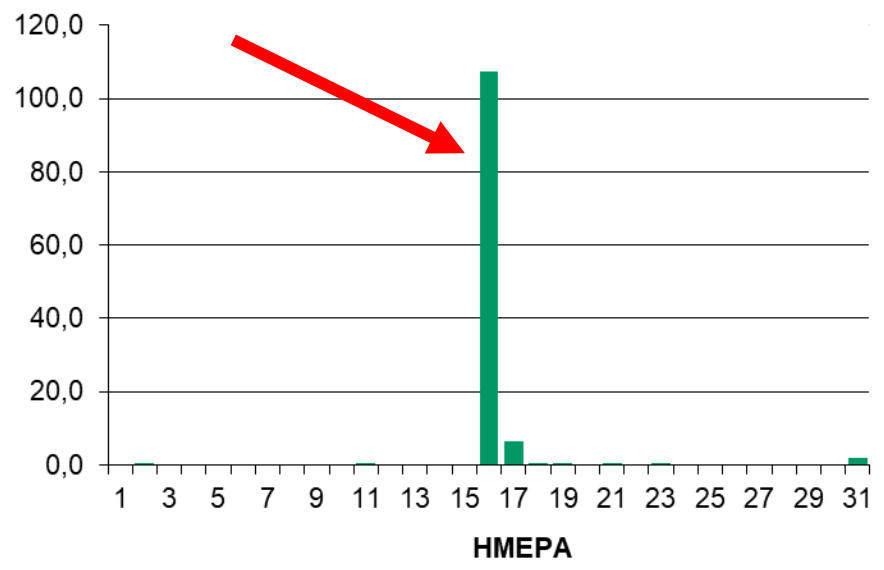
- Σύμφωνα με τον Carter (1961) για την ίδια βροχή, **30%** αυτής μετατρέπεται σε απορροή σε καθαρά **αγροτικές περιοχές**, ενώ το ποσοστό αυτό γίνεται **75%** στην περίπτωση **αστικών** αδιαπέραστων επιφανειών.
- Το Βρετανικό Ινστιτούτο Υδρολογίας προτείνει την παρακάτω σχέση για τις παροχές Q:

$$Q_{\text{αστικό}} = Q_{\text{αγροτικό}} (1 + \text{ποσοστό αστικοποίησης})^{1.8}$$

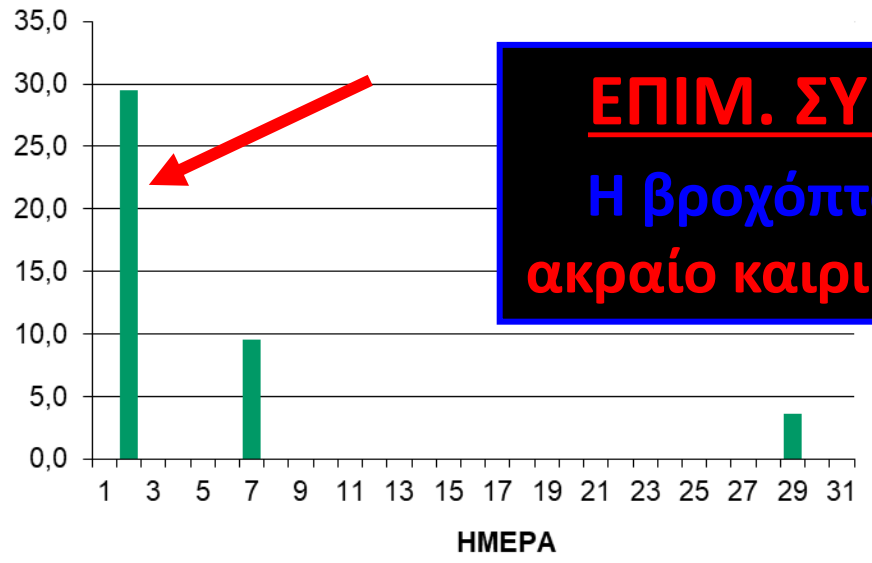
ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΜΑΙΟΣ 2014



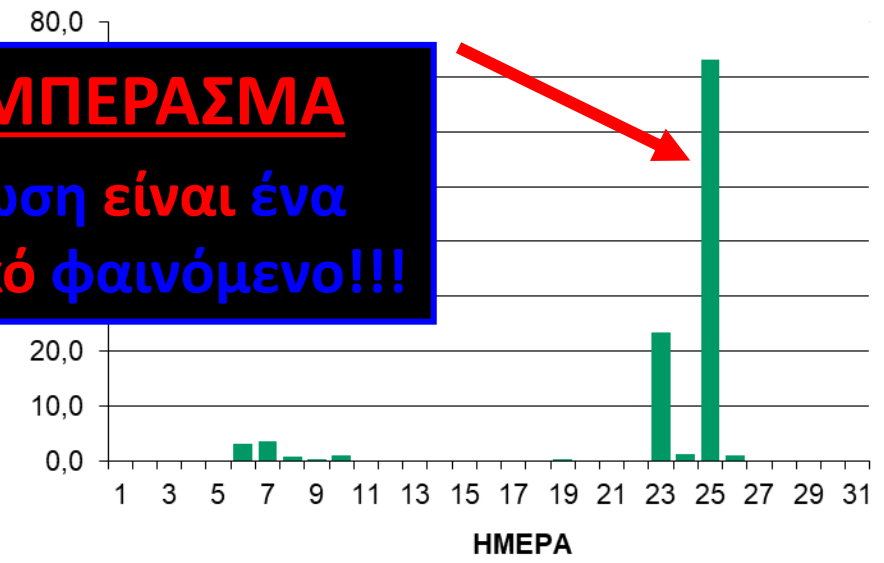
ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΙΟΥΛΙΟΣ 2014



ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2014



ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2014



ΕΠΙΜ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ
 Η βροχόπτωση είναι ένα
 ακραίο καιρικό φαινόμενο!!!

Αίτια πλημμυρών

- Οι ραγδαίες βροχοπτώσεις - Κλιματικές αλλαγές

- Οι ανεξέλεγκτες επεμβάσεις που έχουν γίνει στους ποταμο-χειμάρρους (μπαζώματα, εγκιβωτισμοί, αμμοληψίες)
- Η απουσία έργων ορεινής υδρονομίας (φράγματα)
- Η αποψίλωση των δασών - Πυρκαγιές
- Αστικοποίηση και η οικιστική ανάπτυξη, χωρίς πολεοδομικό σχεδιασμό και προγραμματισμό, έργων υποδομής
- Η διάνοιξη οδών με χαμηλές τεχνικές προδιαγραφές

**Βροχοπτώσεις:
15, 16 και 17
Νοεμβρίου 2017**

**1 mm = 1 κιλό νερό / 1 τετ. μέτρο
1 mm = 1 τόνο νερό / 1 στρέμμα.**

ΕΠΙΜ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

**Η βροχόπτωση αποτελεί την
αφορμή, και όχι το αίτιο του
Πλημμυρικού Επεισοδίου!!!**

ΜΗΝΥΜΑ

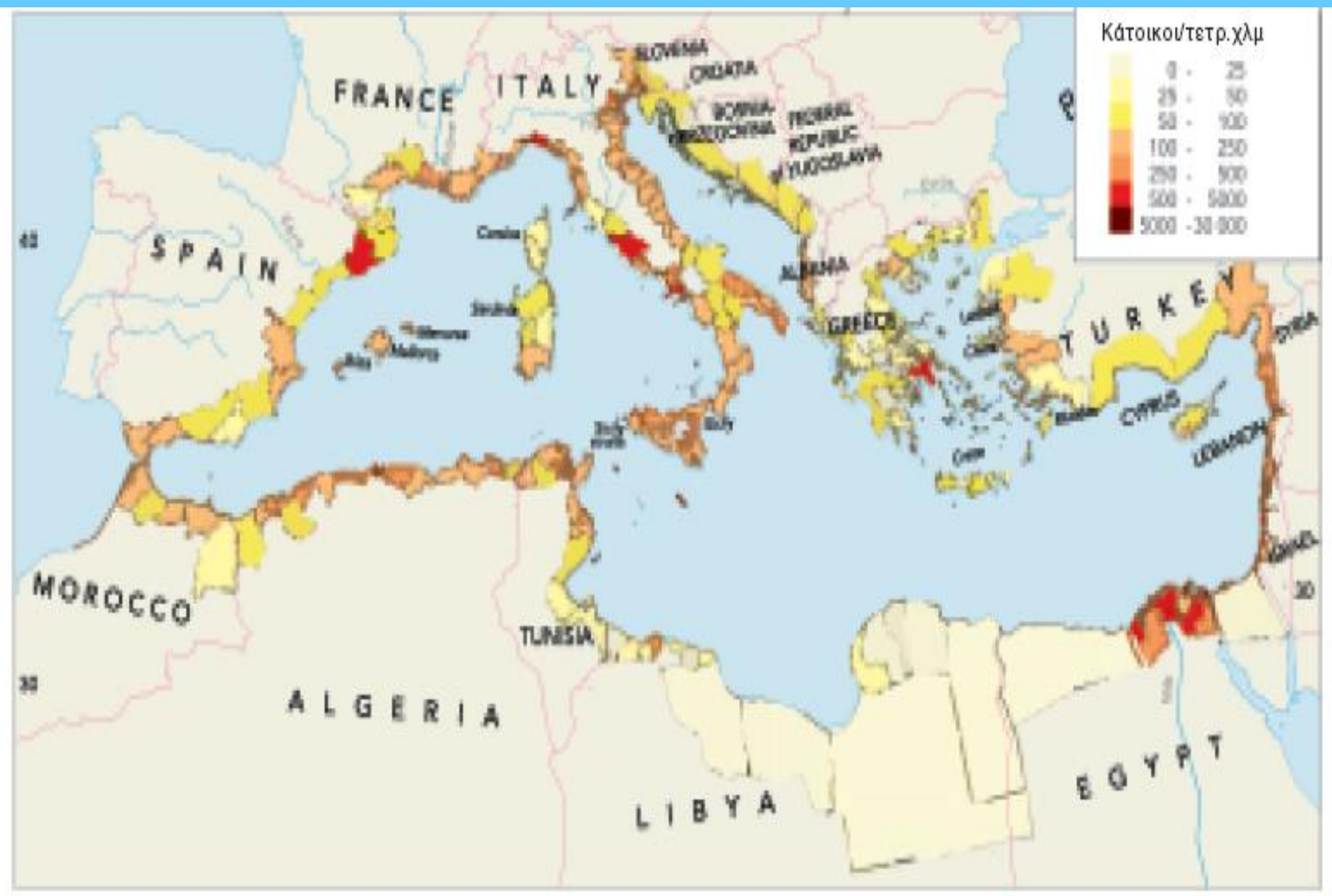
**Όταν το *σήμερα*
ρίχνει το φταίξιμο στο *χθες*
είναι ήδη ένοχο στο *αύριο!***



Πιέσεις που εντείνουν τις πλημμύρες

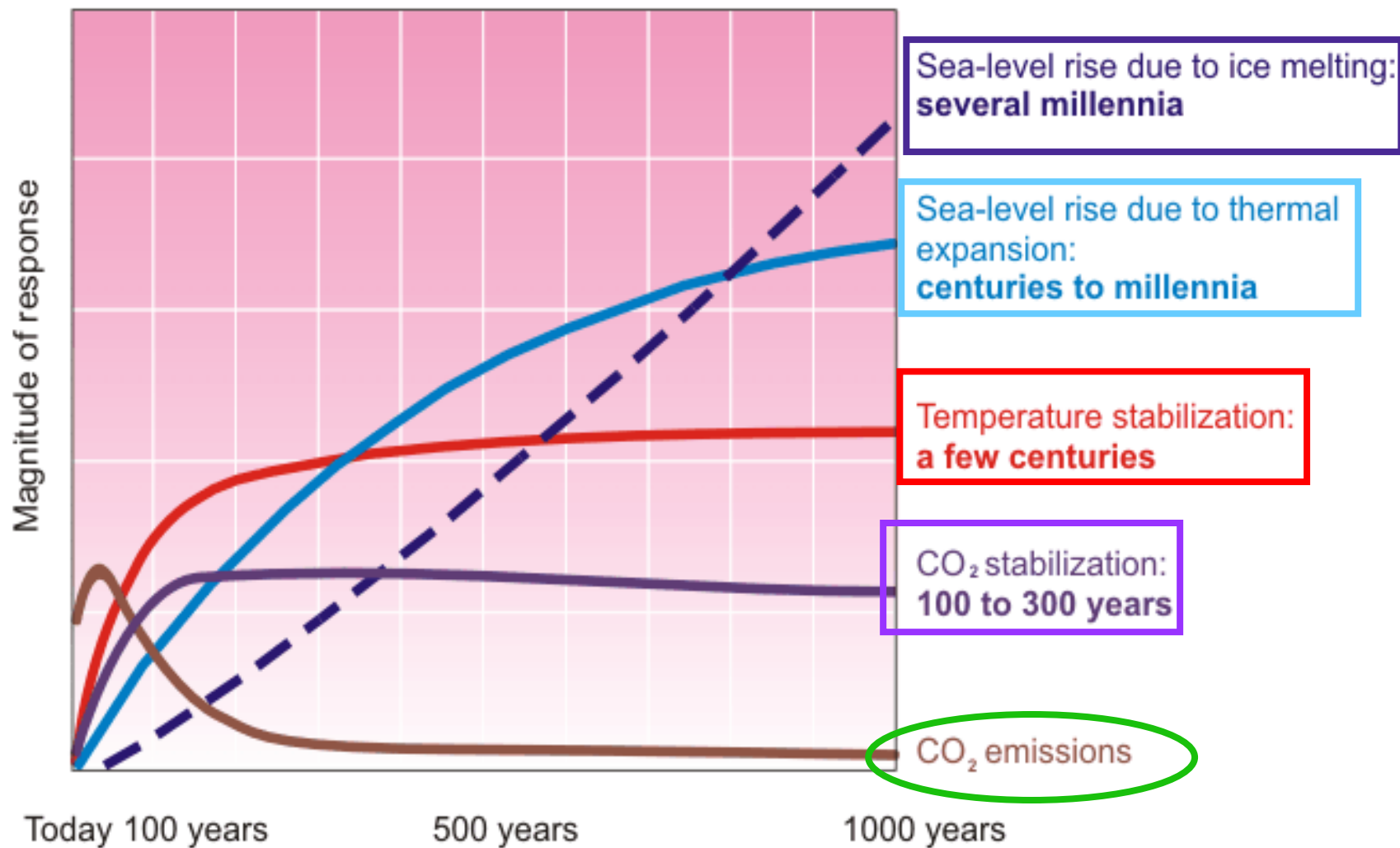
Οι κύριες πιέσεις που εντείνουν τα πρόβλημα των πλημμυρών είναι:

- Οι αλλαγές των χρήσεων γης
- Η αστικοποίηση και αυξανόμενη δόμηση (στεγανοποίηση της γης)
- Η κατασκευή τεχνικών έργων, χωρίς περιβαλλοντικό σχεδιασμό.
- Οι κλιματικές αλλαγές



TO ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟ ΜΑΣ ΚΛΙΜΑ!!

CO₂ concentration, temperature, and sea level continue to rise long after emissions are reduced



Αύξηση της μέσης στάθμης των ωκεανών

Αίτια:

α) Μεταφορά νερού από την ξηρά και την ατμόσφαιρα (λιώσιμο πάγων-παγετώνων, αποξήρανση λιμνών)

β) Θερμική διαστολή του όγκου του νερού

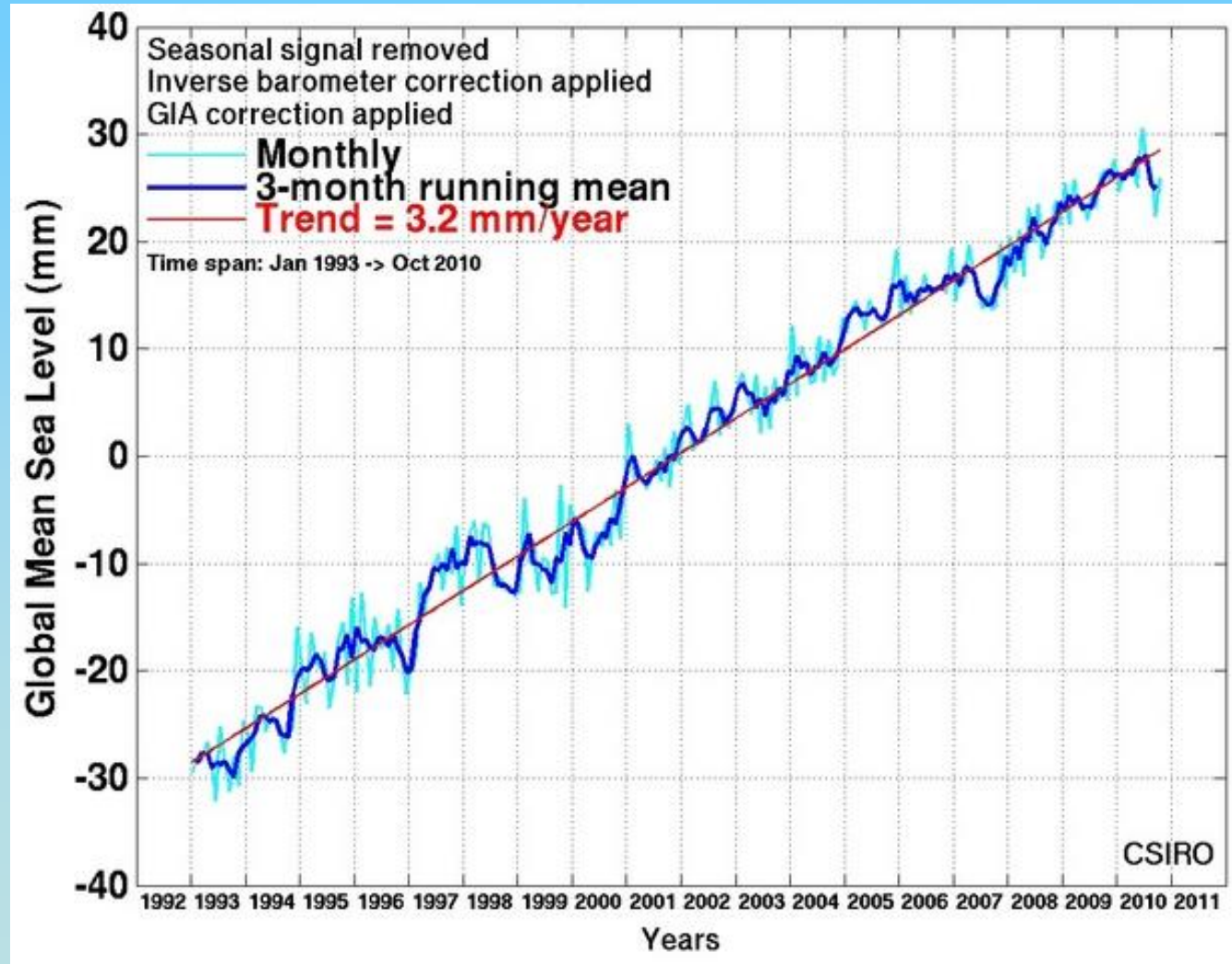
Οι ωκεανοί απορρόφησαν το **80%** της θερμότητας που προστέθηκε

Αύξηση της μέσης στάθμης:

1963 - 2003: **1.8 mm/έτος**

1993 - 2003: **3.1 mm/έτος**

1993 - 2010: **3.2 mm/έτος**



Κατολισθήσεις και Λασποροές εξαιτίας πλημμυρών



Μέγεθος-Συχνότητα πλημμύρας

Τα διάφορα στοιχεία που ενδιαφέρουν κατά την εμφάνιση μιας πλημμύρας είναι:

- **Το μέγεθος της πλημμύρας**. Αυτό σχετίζεται με την ποσότητα και την ένταση της βροχόπτωσης. Οι καταστροφικές πλημμύρες, συχνά, είναι αποτέλεσμα μεγάλων και έντονων καταιγίδων.
- **Η συχνότητα της πλημμύρας**. Η συχνότητα των πλημμυρών είναι αντιστρόφως ανάλογη του μεγέθους αυτών. Έτσι πλημμύρες μεγάλου μεγέθους παρουσιάζονται πιο σπάνια σε σχέση με πλημμυρικά φαινόμενα μεσαίου και μικρού μεγέθους.

Οι παράγοντες που ρυθμίζουν τις ακρότατες τιμές των πλημμυρικών παροχών

- Η ένταση της βροχόπτωσης και η διάρκειά της
- Το εμβαδόν και το γεωμετρικό σχήμα της λεκάνης απορροής
- Η γεωλογική σύσταση και η μορφολογία της περιοχής
- Η επέμβαση του ανθρώπου με διάφορα έργα (διευθετήσεις ποταμο-χειμάρρων, κατασκευή φραγμάτων, οδικών αξόνων, γεφυρών, τεχνητών τάφρων κ.λπ.)
- Το είδος βλάστησης, καλλιέργειες

Η απορροή ενός υδρορεύματος διακρίνεται:

1) **Βασική** απορροή που είναι το αποτέλεσμα της υπόγειας και της υποδερμικής (βραδεία υπεδάφιας) απορροής, η οποία προϋπήρχε της πλημμύρας και δεν οφείλεται στη βροχόπτωση.

2) **Άμεση** απορροή (πλημμυρική) είναι η απορροή που οφείλεται στη ραγδαία βροχόπτωση (επιφανειακή και ταχεία υπεδάφιος).

$$\text{Έτσι ισχύει: } Q_{\text{ολική}} = Q_{\text{βασική}} + Q_{\text{άμεση}}$$

Στην αρχή και στο τέλος της πλημμύρας (βροχής) ισχύει:

$$Q_{\text{άμεση}} = 0 \text{ και } Q_{\text{ολική}} = Q_{\text{βασική}}$$

Υδρογράφημα είναι η ποσοτική απεικόνιση των διακυμάνσεων της απορροής, σε συνάρτηση με το χρόνο, σε μια ορισμένη θέση μέτρησης.

Ο **χρόνος συγκέντρωσης** ή **χρόνος συρροής** ή **κρίσιμος χρόνος** (concentration time) της λεκάνης, είναι ο χρόνος που απαιτεί το νερό να διανύσει την απόσταση, από το πλέον απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης, μέχρι την έξοδο αυτής.

Χρονική βάση ή **χρόνος βάσεως** μιας πλημμύρας είναι η διάρκειά της (2-3 ημέρες στον Ελλαδικό χώρο).

Περίοδος επαναφοράς

Περίοδος επαναφοράς μιας πλημμύρας, είναι το χρονικό διάστημα σε έτη, στη διάρκεια του οποίου εμφανίζεται η πλημμύρα, μία μόνο φορά με ένταση ίση ή μεγαλύτερη μιας δοθείσης τιμής. Δηλαδή, η πλημμύρα 50-ετών είναι το γεγονός εκείνο που η τιμή του ισοφαρίζεται ή ξεπερνιέται κάθε 50 χρόνια.

Συνδέεται με την πιθανότητα υπέρβασης $T = 1/P$

- $P(X \geq x) = 1/T$
- Ισχύει $P(X \geq x)_n = 1 - [1 - (1/T)]^n$, που δίνει την πιθανότητα υπέρβασης (έστω και μία φορά) στη διάρκεια n ετών.

Ανθρωπογενή αίτια

- Προϋπόθεση εμφάνισης των πλημμυρικών φαινομένων είναι οι ραγδαίες βροχοπτώσεις. Σημαντική συμβολή όμως έχει και η μεταφορά φερτών υλών.
- Ως **φερτά υλικά** χαρακτηρίζονται τα στερεά υλικά που μεταφέρονται από το νερό, ή αποτίθενται στην επιφάνεια του εδάφους, τον πυθμένα των λιμνών και την κοίτη των ποταμών.
- Τα φερτά υλικά που μεταφέρονται από ένα ποταμό προέρχονται από τη διάβρωση των οχθών και της κοίτης του ποταμού, καθώς και την επιφανειακή διάβρωση της λεκάνης απορροής.

Ανθρωπογενή αίτια (συνέχεια)

Επιπλέον ανθρώπινες επεμβάσεις που συμβάλλουν στην πλημμυρογένεση είναι:

- η θάμνωση των κοιτών
- οι παρεμβάσεις στην κοίτη
- η χάραξη οδικών αξόνων
- η άναρχη δόμηση
- η καταστροφή και αποψίλωση των δασών λόγω πυρκαγιών ή υπερβόσκησης κ.ά.

Θαλάσσια κύματα βαρύτητας (Tsunami)

- Ένα σπανιότερα εμφανιζόμενο είδος πλημμύρας στην Ελλάδα είναι η **παράκτια πλημμύρα**, η οποία εμφανίζεται στις παράκτιες περιοχές λόγω του κυματισμού της θάλασσας. Ο κυματισμός προκαλείται συνήθως από τους ισχυρούς ανέμους που πνέουν στην περιοχή.
- Σπάνια μπορεί να εμφανιστούν και **θαλάσσια κύματα βαρύτητας (Tsunami)**.

Tsunami

Τα Tsunami είναι ιδιαίτερα καταστροφικά και προκαλούν σοβαρές καταστροφές. Διαδίδονται στην επιφάνεια της θάλασσας με ταχύτητα, η οποία εξαρτάται από το πάχος του νερού της θάλασσας και είναι της τάξης των 200 m/s.

Κατά τη διάδοσή τους μεταφέρουν σημαντικές ποσότητες νερού από τον χώρο γένεσής τους σε άλλους χώρους. Τα μεγαλύτερα θαλάσσια κύματα βαρύτητας προκαλούν σημαντικές καταστροφές και γίνονται αισθητά σε πολύ μεγάλες αποστάσεις.

Παλιρροιακά κύματα (storm surge - Tsunami)



Μέτρα κατά των πλημμυρών

Δύο τύποι μέτρων κυρίως χρησιμοποιούνται για την προστασία από τις πλημμύρες:

- Έργα υποδομής - κατασκευαστικά μέτρα (φράγματα, κανάλια, σήραγγες εκτροπής, προστατευτικά αναχώματα, τεχνητά κατακλιζόμενες περιοχές κλπ.)
- Μη κατασκευαστικά μέτρα (ενίσχυση κατασκευών, απαγορευτικά μέτρα κατασκευής οικισμών, χωροταξικό σχεδιασμό, συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης, εκκένωση πόλεων, προληπτικές κατασκευές, ολοκληρωμένα σχέδια διαχείρισης κ.λπ.)

Μέτρα αντιμετώπισης

Η βέλτιστη πολιτική αντιμετώπισης των πλημμυρικών φαινομένων πρέπει να στηρίζεται στους εξής άξονες:

- 1) Διαχείριση της ορεινής λεκάνης απορροής
- 2) Αύξηση της παροχρητευτικής ικανότητας της κύριας κοίτης του υδρορεύματος, ή δημιουργίας μείζονος κοίτης με την κατασκευή αναχωμάτων
- 3) Μείωση της παροχής αιχμής

Μέτρα αντιμετώπισης των πλημμυρών

- Φράγματα ανάσχεσης και έργα ορεινής υδρονομίας
- Αναχώματα και τοίχοι, που λειτουργούν ως φυσικά εμπόδια στην υψηλή στάθμη του νερού.
- Δεξαμενές για αποθήκευση νερού και απελευθέρωσή του με ασφαλείς ρυθμούς.
- Συστήματα επί τόπου κράτησης του νερού των καταιγίδων, ή δημιουργία λεκανών συγκράτησης.
- Προστασία των δασών
- Κατασκευή αγωγών ομβρίων στις αστικές περιοχές, γιατί διευκολύνουν την επιφανειακή απορροή.

Μέτρα αντιμετώπισης των πλημμυρών (συνέχεια)

- Διαμόρφωση της κοίτης με σκοπό την αύξηση του μεγέθους της για γρηγορότερη απομάκρυνση του νερού.
- Διαμόρφωση των κοιτών των ρευμάτων με σκοπό τη διοχέτευση των νερών της πλημμύρας στις γύρω περιοχές (περιφερειακοί τάφροι).

Οι επεμβάσεις στην κοίτη των ποταμο-χειμάρρων περιλαμβάνουν ευθυγράμμιση, εκβάθυνση και εκπλάτυνση, πιθανή επένδυση και πρέπει να στηρίζονται σε ολοκληρωμένες μελέτες. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι κοίτες εμφανίζουν ευαισθησία στα κάτωθι προβλήματα:

- Τα αναχώματα είναι ιδιαίτερα ευπαθή σε υπερχειλίσσεις και υποσκαφές
- Οι προσχώσεις του πυθμένα μειώνουν την παροχευτικότητα
- Η ευθυγράμμιση της κοίτης μπορεί να αυξήσει την απορροή κατάντη

Μέτρα αντιμετώπισης των πλημμυρών (συνέχεια)

- Συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης
- Χαρτογράφηση ευάλωτων περιοχών στην εκδήλωση πλημμύρας
- Συνεργασία μεταξύ κεντρικής, περιφερειακής και τοπικής διοίκησης
- Να λαμβάνουμε υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (οι πλημμύρες είναι σημαντικές για τα οικοσυστήματα των ποταμών)
- Μέτρα πρόληψης πριν τις οικοδομικές επεκτάσεις
- Ολοκληρωμένες δράσεις

Σχέδια διαχείρισης των κινδύνων πλημμύρας

- Πορίσματα της προκαταρκτικής αξιολόγησης κινδύνου πλημμύρας υπό μορφή χάρτη, όπου οριοθετούνται περιοχές στις οποίες υπάρχουν δυνητικοί κίνδυνοι πλημμύρας
- Χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας και χάρτες κινδύνων πλημμύρας
- Περιγραφή των κατάλληλων στόχων διαχείρισης των κινδύνων πλημμύρας
- Μέτρα και προτεραιότητες για την επίτευξη των στόχων
- Περιγραφή της μεθοδολογίας για την ανάλυση κόστους-οφέλους για την αξιολόγηση των μέτρων

Μερικές θεωρήσεις...

- **Συνεργασία** μεταξύ κεντρικής, περιφερειακής και τοπικής διοίκησης.
- **Ρεαλισμός**. Ο κίνδυνος της πλημμύρας ποτέ δεν μπορεί να εξαλειφθεί από τα διάφορα μέτρα αντιμετώπισης. Τα μέτρα μόνο συμβάλλουν στη μείωση της διακινδύνευσης (risk).
- **Περιβαλλοντική θεώρηση**. Οι πλημμύρες είναι σημαντικές για τα οικοσυστήματα που αναπτύσσονται στο ποτάμι.
- **Πρόληψη**. Τα προβλήματα που σχετίζονται με τις πλημμύρες πρέπει να αντιμετωπίζονται πριν διάφορες επεμβάσεις, όπως π.χ. επέκταση των οικισμών σε περιοχές με αυξημένη διακινδύνευση πλημμύρας.
- **Διαφάνεια**. Τα μέτρα που λαμβάνονται από τη διοίκηση πρέπει να δημοσιοποιούνται για ενημέρωση των πολιτών.
- **Ολοκληρωμένες δράσεις**. Είναι ο μόνος τρόπος για τη βελτίωση των μέτρων έναντι των πλημμυρών.

Ευχαριστώ!!!



Γλωσσάριο (1)

- **Αστραπιαία πλημμύρα:** Οι αστραπιαίες πλημμύρες αποτελούν υποκατηγορία των πλημμυρών από βροχή. Η αστραπιαία πλημμύρα είναι μια πλημμύρα κατά την οποία η υπερχειλίση και η μετέπειτα υποχώρηση του νερού λαμβάνει χώρα σε σύντομο χρονικό διάστημα, συνοδεύεται από λίγα ή και καθόλου προειδοποιητικά σημάδια, και συνήθως οφείλεται στις ισχυρές βροχοπτώσεις σε μια σχετικά μικρή περιοχή.
- **Διαχείριση κινδύνων πλημμυρών:** Οι πρακτικές που αφορούν τον εκ των προτέρων εντοπισμό, την ανάλυση και τον περιορισμό των κινδύνων πλημμυρών, έχοντας στο επίκεντρο τα εξής στοιχεία:
- **Πρόληψη:** αποτροπή ζημιών που οφείλονται σε πλημμύρες, π.χ. με την απαγόρευση της οικοδόμησης σε περιοχές επιρρεπείς σε πλημμύρες.
- **Προστασία:** λήψη μέτρων για τη μείωση της πιθανότητας πλημμυρών ή των επιπτώσεων των πλημμυρών σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία, όπως η αποκατάσταση των πλημμυρικών περιοχών και των υγροτόπων.
- **Ετοιμότητα:** ενημέρωση του κοινού για το τι πρέπει να κάνει σε περίπτωση πλημμύρας.
- **Επικινδυνότητα πλημμύρας:** Η πιθανότητα δυνητικά καταστροφικού συμβάντος πλημμύρας εντός δεδομένης περιόδου.

Γλωσσάριο (2)

- **Λεκάνη απορροής ποταμού:** Η εδαφική έκταση από την οποία συγκεντρώνεται το σύνολο της απορροής μέσω ενός δικτύου ρευμάτων, ποταμών και λιμνών και παροχετεύεται στη θάλασσα με ενιαίο στόμιο ποταμού, εκβολές ή δέλτα.
- **Οδηγία-πλαίσιο για τα ύδατα:** Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Οκτωβρίου 2000, για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων (ΕΕ L 327 της 22.12.2000, σ. 1).
- **Παράκτιες πλημμύρες:** Πλημμύρες σε παράκτια εδάφη χαμηλού υψόμετρου από ύδατα από τη θάλασσα, εκβολές ποταμών ή παράκτιες λίμνες, οφειλόμενες σε φαινόμενα όπως ακραία παλιρροϊκά επίπεδα, καταιγίδες ή τη δράση των κυμάτων.
- **Περιοχές λεκάνης απορροής ποταμού:** Οι κύριες μονάδες διαχείρισης λεκανών απορροής ποταμού. Οι περισσότερες περιοχές λεκάνης απορροής ποταμού σύμφωνα με την οδηγία για τις πλημμύρες προσομοιάζουν στις αντίστοιχες της οδηγίας-πλαισίου για τα ύδατα.
- **Περιοχή δυνητικά σημαντικού κινδύνου πλημμύρας (ΠΔΣΚΠ):** Περιοχές που έχουν προσδιοριστεί ότι διατρέχουν δυνητικά σημαντικό κίνδυνο πλημμύρας από ποταμούς, βροχές, υπόγεια ύδατα, θάλασσες και φυσικές ή τεχνητές λίμνες.

Γλωσσάριο (3)

- **Πλημμύρα:** Η διακυβερνητική επιτροπή για την κλιματική αλλαγή (IPCC) ορίζει την πλημμύρα ως την υπερχείλιση των φυσιολογικών ορίων ρεύματος ή άλλης υδάτινης μάζας, ή τη συσσώρευση νερού σε περιοχές που υπό κανονικές συνθήκες δεν είναι βυθισμένες.
- **Πλημμύρες από βροχή:** Πλημμύρες που προκαλούνται από έντονες βροχοπτώσεις οι οποίες κατακλύζουν κορεσμένα φυσικά ή αστικά συστήματα αποστράγγισης. Η περίσσεια του νερού δεν μπορεί να απορροφηθεί και εκρέει σε δρόμους ή ρέει από τις πλαγιές λόφων.
- **Πλημμύρες από βροχή:** Πλημμύρες που προκαλούνται από έντονες βροχοπτώσεις οι οποίες κατακλύζουν κορεσμένα φυσικά ή αστικά συστήματα αποστράγγισης. Η περίσσεια του νερού δεν μπορεί να απορροφηθεί και εκρέει σε δρόμους ή ρέει από τις πλαγιές λόφων.
- **Πλημμύρες ποταμών:** Πλημμύρες που συμβαίνουν όταν ένα φυσικό ή τεχνητό σύστημα αποστράγγισης, όπως ποταμός, ρεύμα ή κανάλι αποστράγγισης, υπερβαίνει τη χωρητικότητά του.
- **Πράσινη υποδομή:** Σχεδιασμένο δίκτυο φυσικών ή ημιφυσικών χώρων, σε αστικό ή αγροτικό περιβάλλον, σχεδιασμένο για την αντιμετώπιση των κλιματικών προκλήσεων, το οποίο παράλληλα συντελεί στην υποστήριξη ή αποκατάσταση φυσικών και οικολογικών διεργασιών. Παράδειγμα πράσινης υποδομής στο πλαίσιο της παρούσας έκθεσης αποτελεί η αποκατάσταση πλημμυρικής περιοχής για την πρόληψη πλημμύρας σε ευάλωτες περιοχές.

Ερωτήσεις για μελέτη

{ Παρατίθενται κάποιες ερωτήσεις, με σκοπό να βοηθήσουν στην επανάληψη του διαβάσματος του μαθήματος, που αφορούν αποκλειστικά και μόνο στις διαλέξεις που είχαμε μαζί.

Η επιλογή τους είναι σχεδόν τυχαία. }

1. Πως ορίζεται η φυσική καταστροφή.
2. Δώστε τον ορισμό της λεκάνης απορροής.
3. Ποια είναι τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά μιας λεκάνης απορροής.
4. Τι είναι απορροή και τι μισγάγγεια.
5. Πως γίνεται η μέτρηση-εκτίμηση της απορροής και ποιες οι μονάδες αυτής.
6. Ποιοι είναι οι παράγοντες επιφανειακής απορροής
7. Πως ορίζεται η πλημμύρα και πως ο κίνδυνος πλημμύρας.
8. Ποια είναι η φυσική σημασία των 10 mm βροχόπτωσης;
9. Ορισμοί και διαφορές μεταξύ «πλημμύρες σε μεγάλες λεκάνες» και «ξαφνικές πλημμύρες».
10. Πως ορίζονται οι ραγδαίες βροχοπτώσεις.

11. Συνθήκες απορροής σε αγροτικές και αστικές περιοχές.
12. Αναφέρατε τα αίτια των πλημμυρών.
13. Ποιες πιέσεις εντείνουν τις πλημμύρες.
14. Πως ορίζεται το μέγεθος μιας πλημμύρας.
15. Σχέση μεγέθους και συχνότητας πλημμυρών.
16. Παράγοντες που ρυθμίζουν τις ακρότατες τιμές των πλημμυρικών παροχών.
17. Βασική και άμεση απορροή.
18. Δώστε τους ορισμούς: υδρογράφημα, χρόνος συγκέντρωσης και χρόνος βάσης.
19. Τι είμαι περίοδος επαναφοράς και τι πιθανότητα υπέρβασης. Ποια η σχέση μεταξύ αυτών.
20. Περιγράψτε τα ανθρωπογενή αίτια πλημμυρικών φαινομένων.
21. Τι είναι φερτά υλικά και ποιες είναι οι πηγές προέλευσής των.
22. Τι είναι τα Tsunami.
23. Περιγράψτε κάποια μέτρα αντιμετώπισης των πλημμυρών.