



Διαχείριση υδατικών πόρων. Πλημμύρες και ακραία καιρικά φαινόμενα.

Δρ. Μιχάλης Διακάκης

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος

Διασχολικό Μάθημα «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»



1896

1961

1977


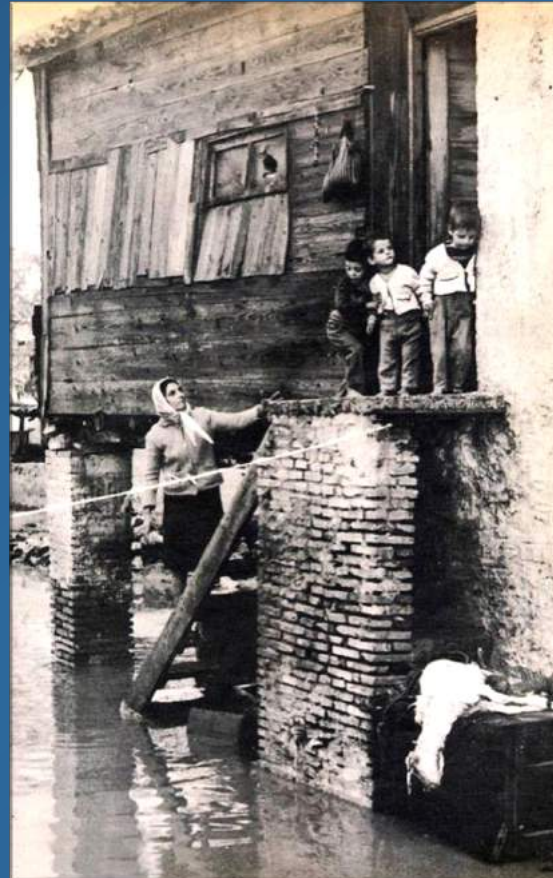
Η ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΑΘΗΝΩΝ-ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΕΚ ΤΟΥ ΘΕΑΤΡΟΥ ΤΩΝ ΕΡΕΘΙΩΝ
ΕΠΕΙΣΟΔΙΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ
ΣΥΝΕΤΕΥΞΕΙΣ ΜΕΤΑ ΤΩΝ ΠΛΗΘΩΝ

ΕΙΣ ΤΟ ΒΑΤΡΑΧΟΝΕΙ

Η περιόχου
«Η πλημμύρα κατέστρεψε ολόκληρο το κέντρο της πόλεως και εις τα κτίρια, ανεστράφησαν οι δρόμοι, κινήθησαν οι δρόμοι, οι δρόμοι κινήθησαν, οι δρόμοι κινήθησαν, οι δρόμοι κινήθησαν...»

Ο καταρράκτης με το παρόν
«Ο καταρράκτης με το παρόν...»

ΤΑ ΚΑΜΙΝΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ
Η ΠΡΩΤΗ ΠΡΩΙΝΗ ΕΣΠΕΡΙΚΗ 44 ΟΛΙΓΑΝΘΙΚΗ

ΕΝΩ ΣΥΝΕΧΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΓΙΑ ΑΛΛΑ ΠΤΩΜΑΤΑ
25 νεκροί, 4 αγνοούμενοι
ΤΡΟΜΑΚΤΙΚΗ Η ΕΚΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

3.500 σπίτια και καταστήματα κατακλύστηκαν από τα νερά



Ποιά είναι τα 25 θύματα
ΤΑ 4 ΘΥΜΑΤΑ - Η ΑΛΛΑ ΠΡΩΤΗ ΚΑΙ Η ΔΕΥΤΕΡΗ





62 θάνατοι

33 θάνατοι

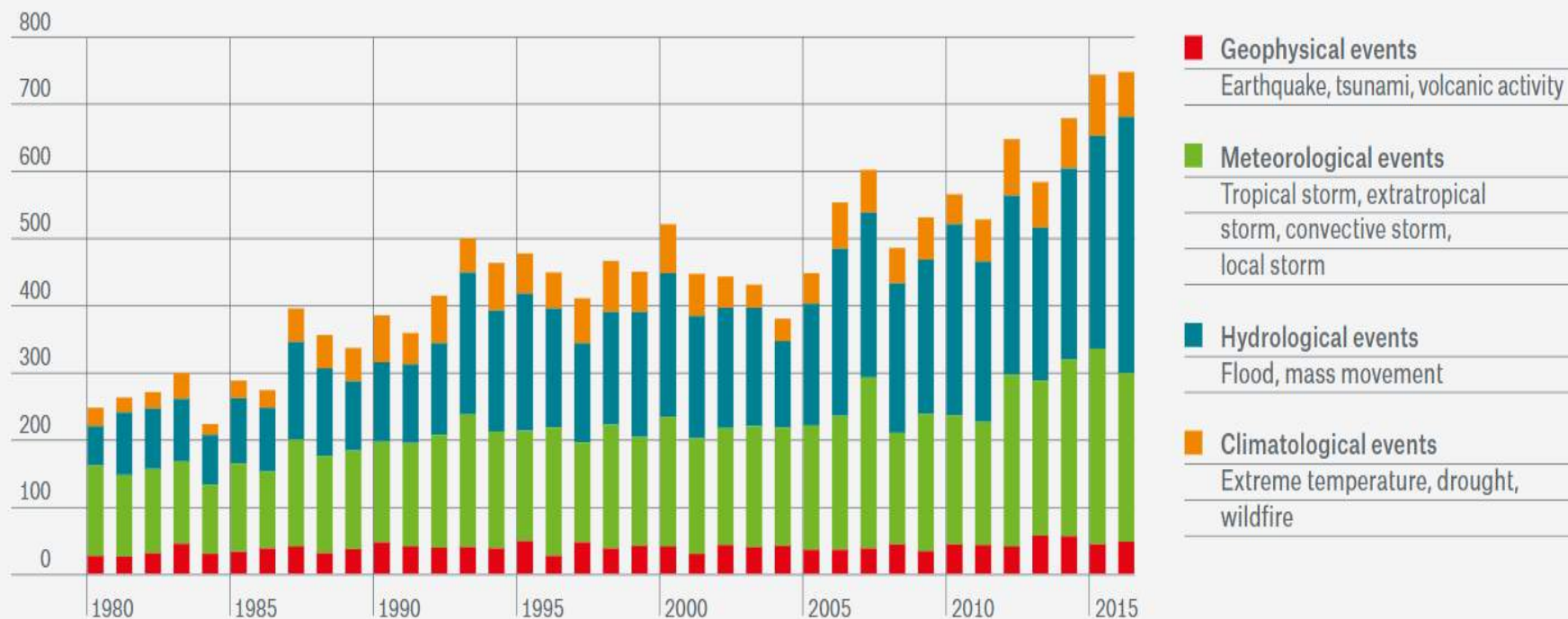
36 θάνατοι



ΑΥΞΗΣΗ

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ - ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ - ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Number of loss events 1980-2016



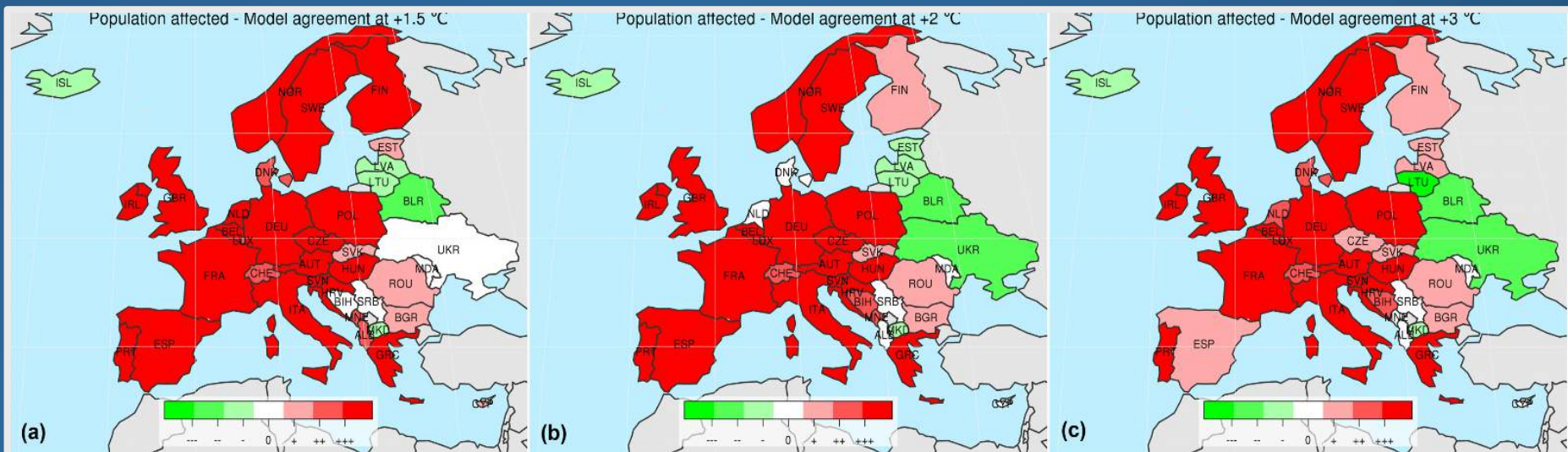
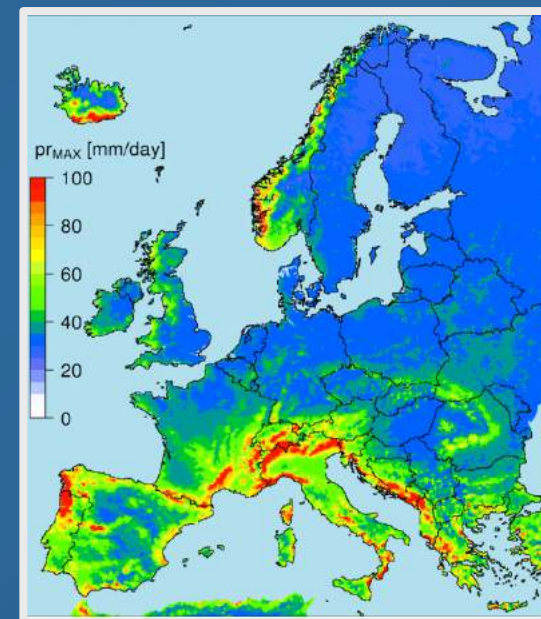


ΑΥΞΗΣΗ ΡΑΓΔΑΙΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ

ΑΥΞΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ

Μεταβολή του κινδύνου πλημμυρών στην Ευρώπη σε διαφορετικά σενάρια αύξησης θερμοκρασίας (Alfieri et al. 2018).

Μεταβολή μέγιστης ημερήσιας βροχόπτωσης στην Ευρώπη ως ένδειξη αύξησης της ραγδαιότητας (Alfieri et al. 2015).





Μάνδρα 15-11-2017

8.30 π.μ.

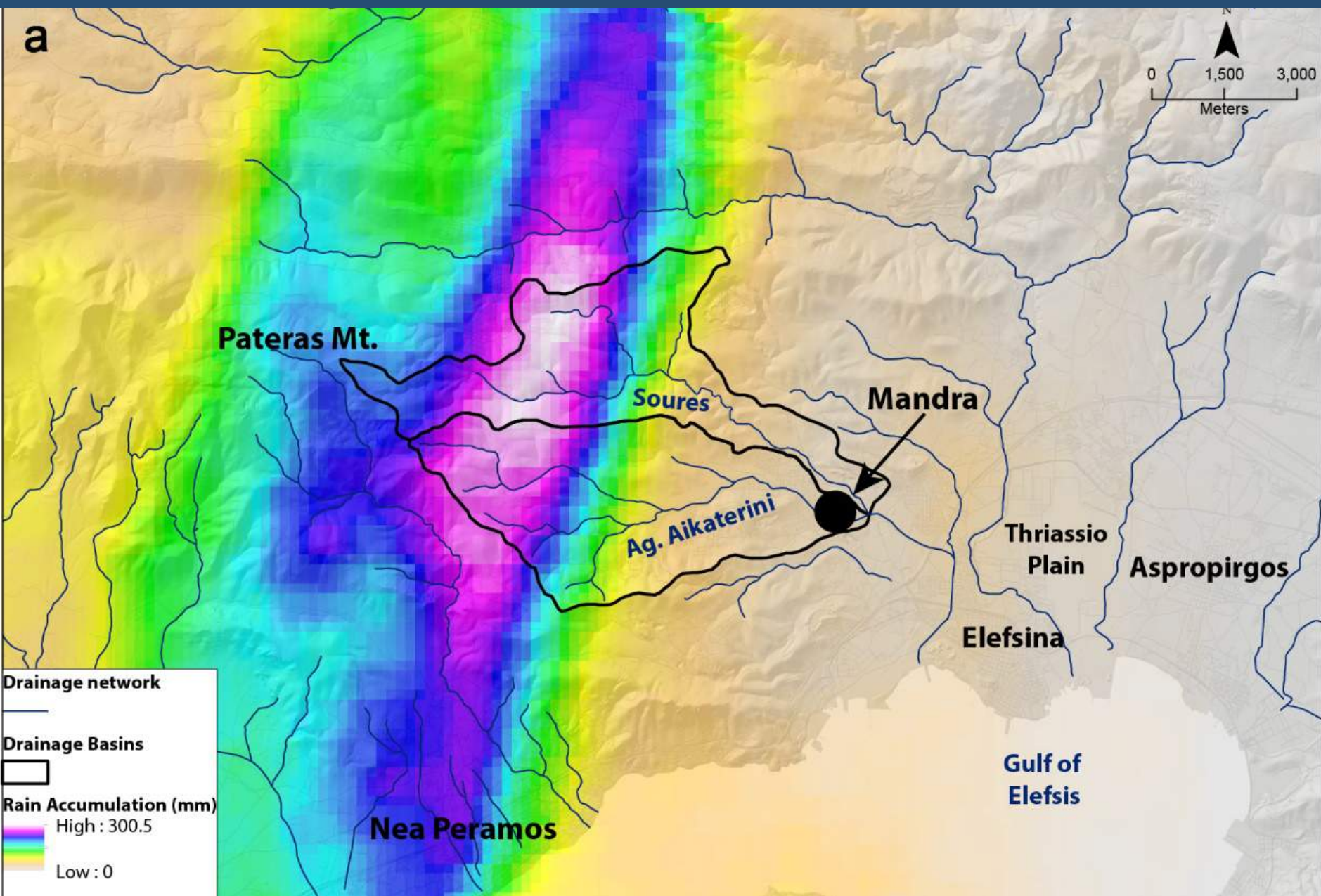


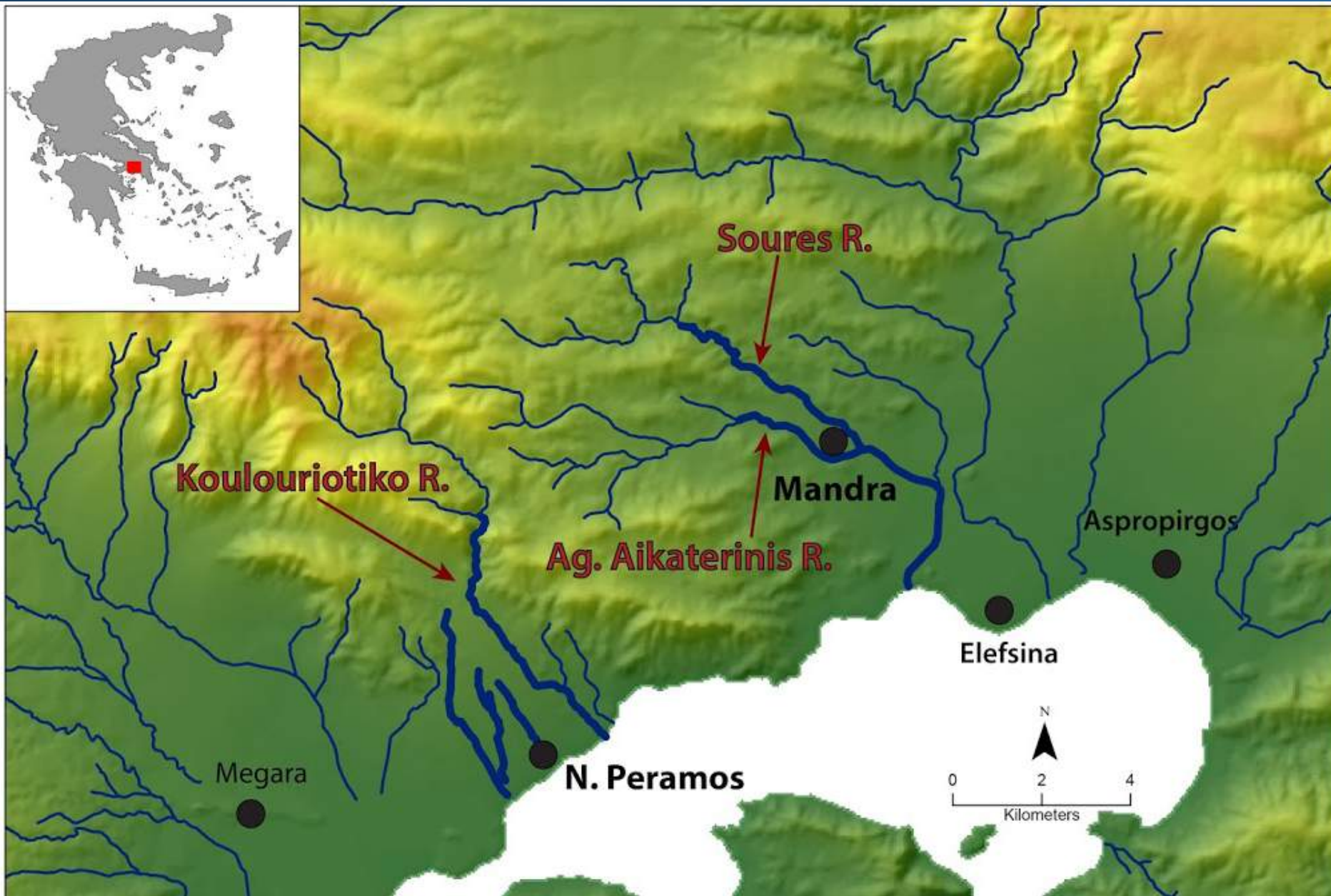
NATIONAL & KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS
POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER AND CRISIS MANAGEMENT



Έως 300mm σε 13 ώρες

NOA X-POL radar (Kalogiros et al. 2013 Kalogiros et al. 2018, Diakakis et al. 2018)





R. Agia Aikaterini



R. Agia Aikaterini



Flood
limit





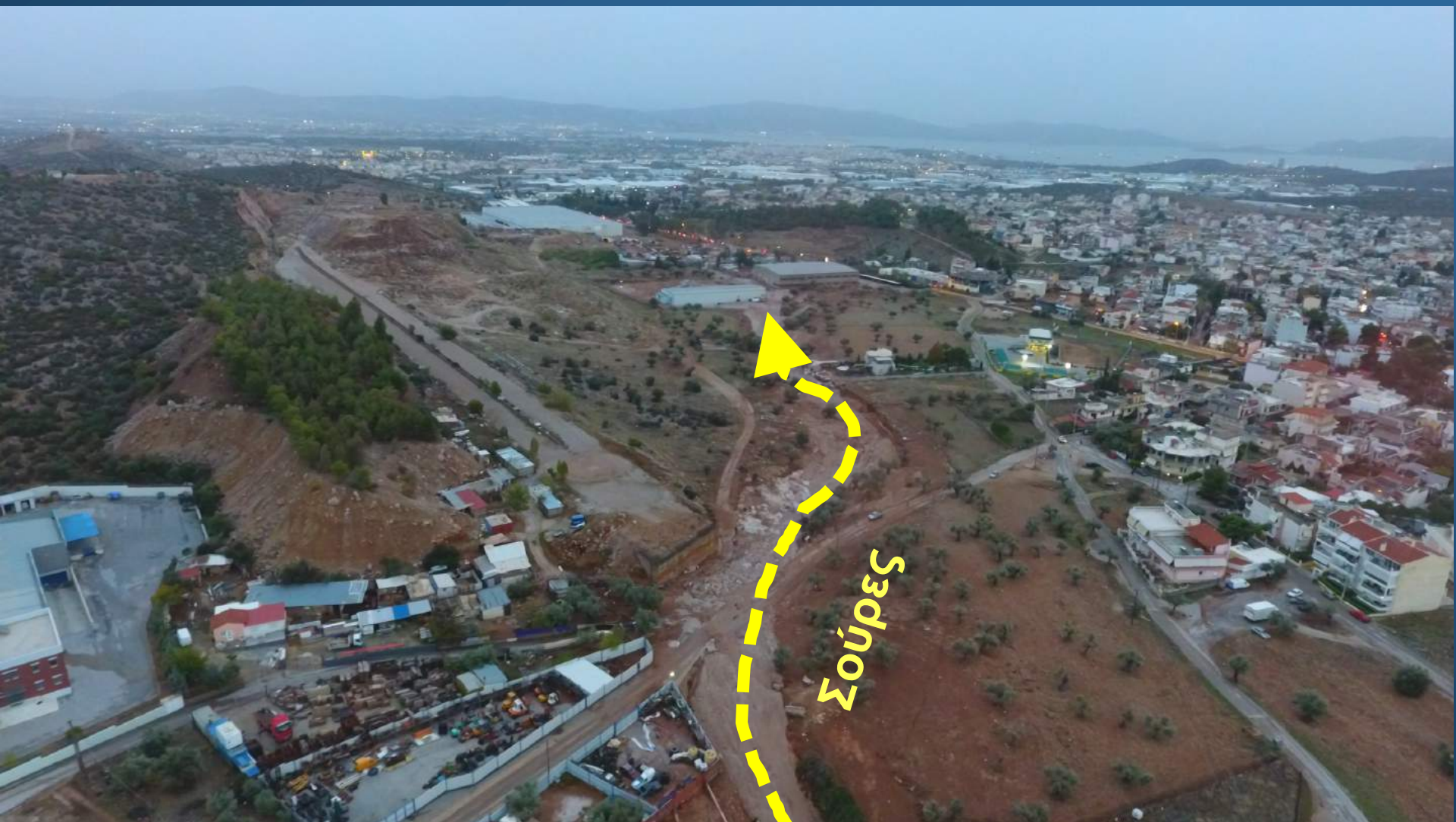
Ρ. Σούρες

Μάνδρα



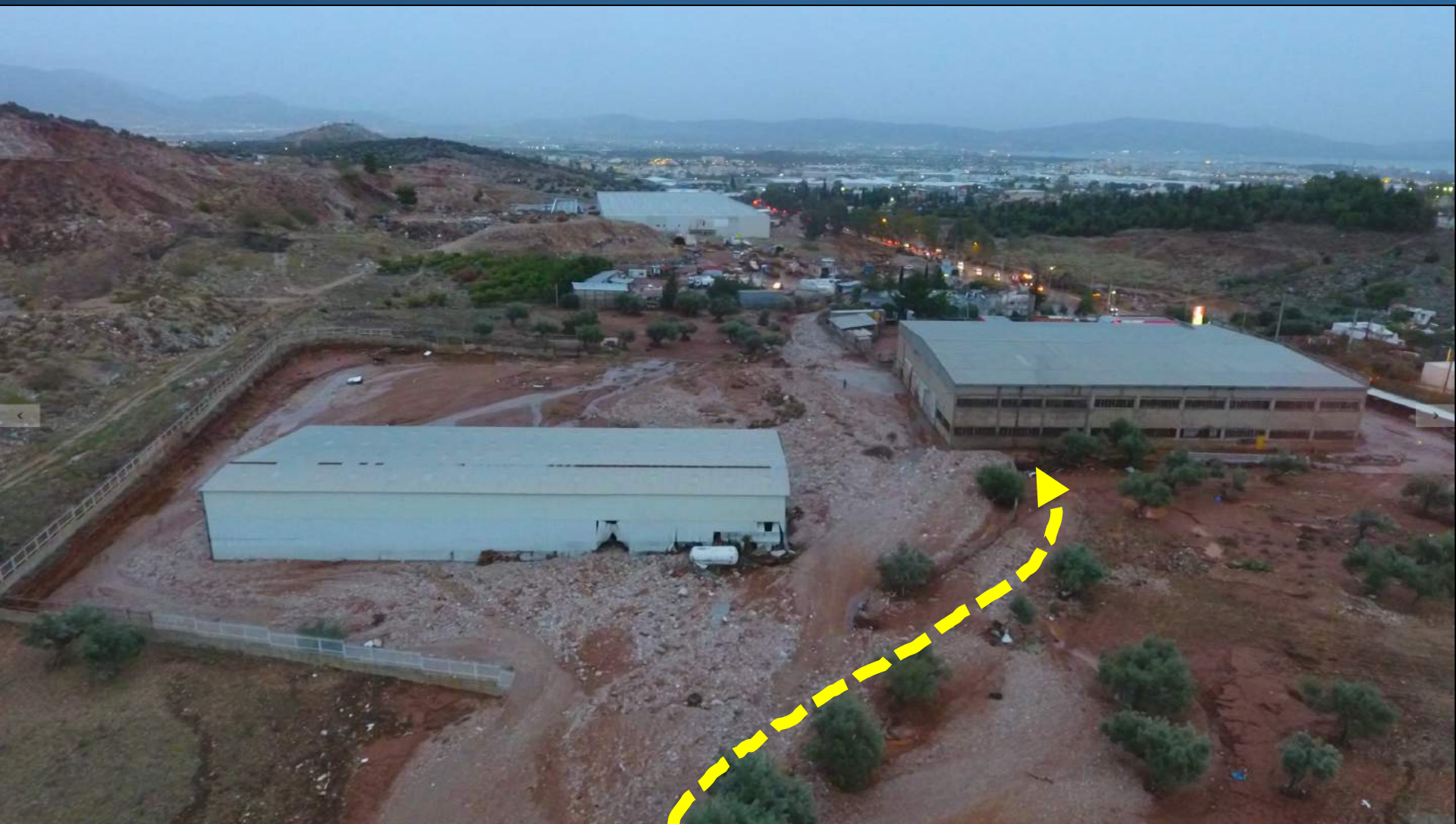


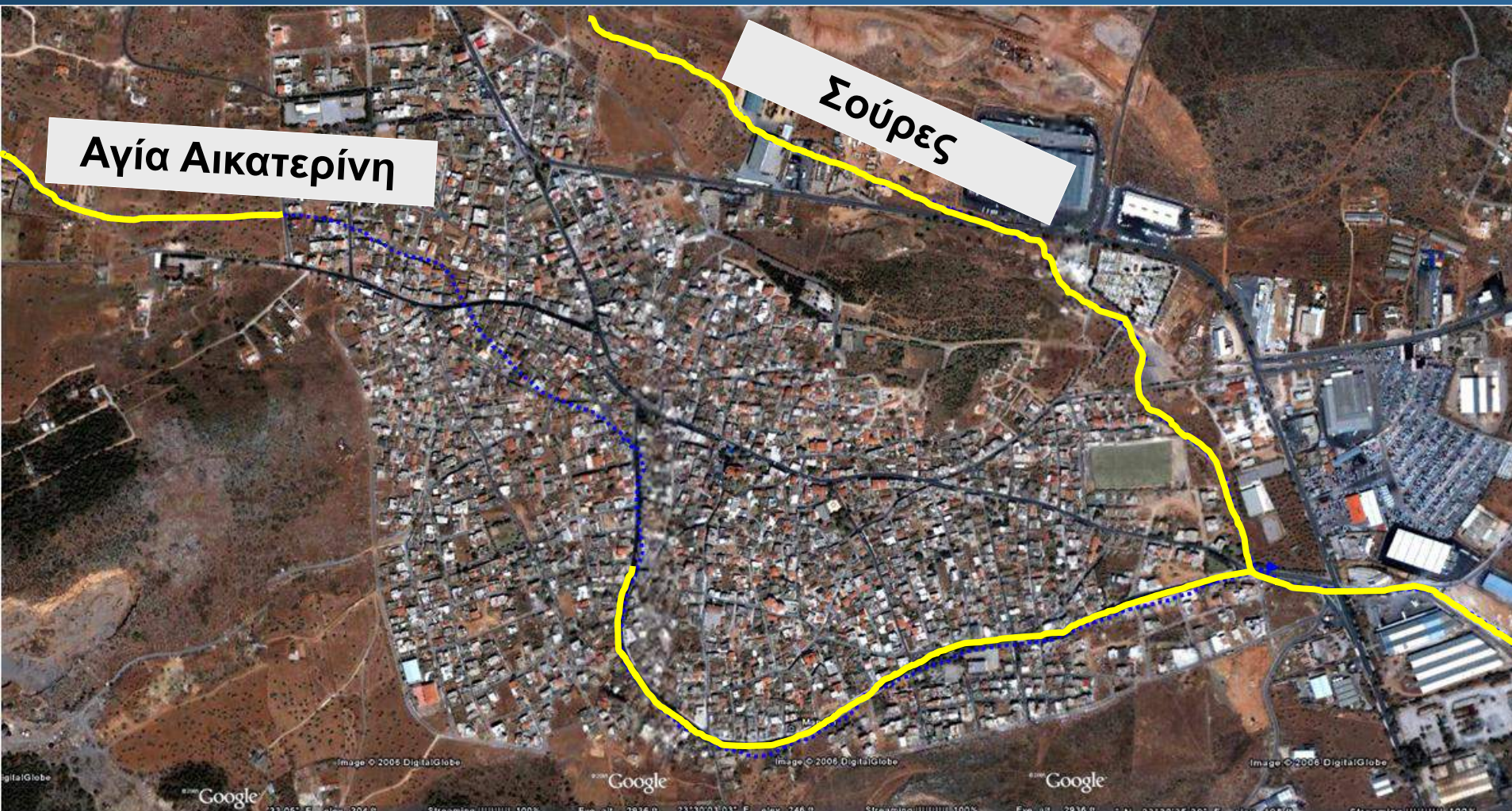
NATIONAL & KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS
POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER AND CRISIS MANAGEMENT

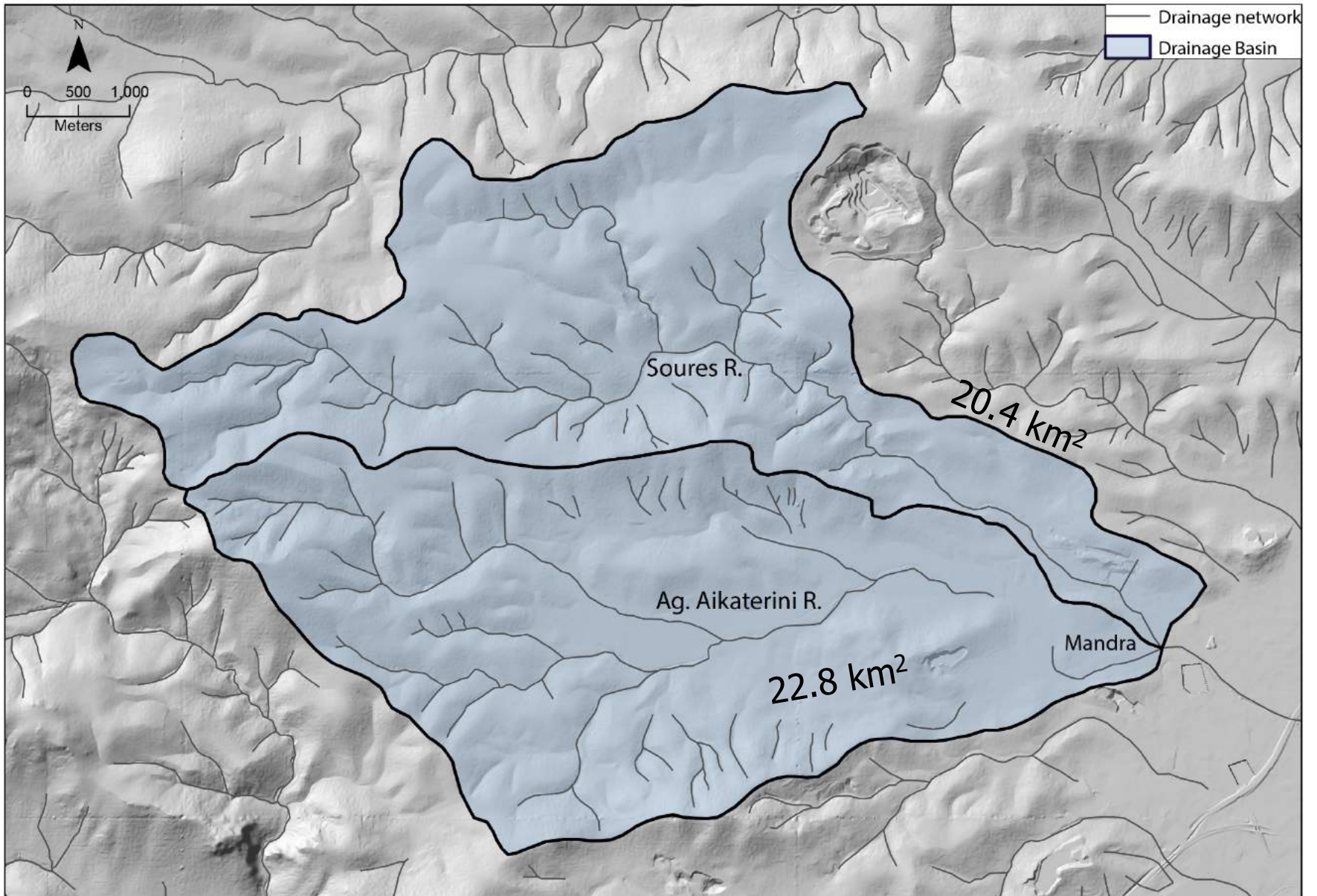




NATIONAL & KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS
POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER AND CRISES MANAGEMENT









NATIONAL & KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS
POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER AND CRISES MANAGEMENT









Ευρήματα



Οριοθέτηση πλημμύρας

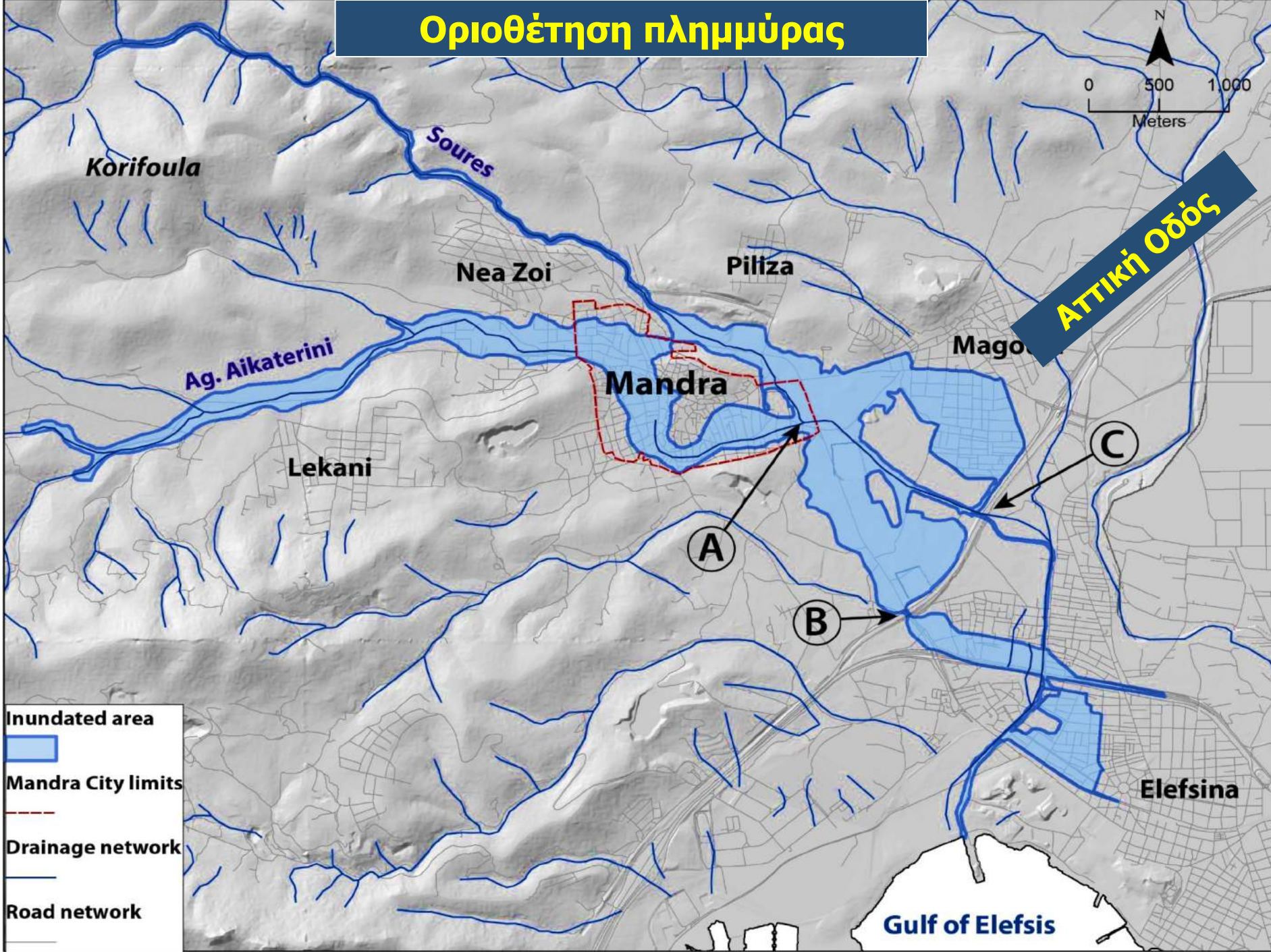


Όριο πλημμύρας

Οριοθέτηση πλημμύρας



ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟΣ

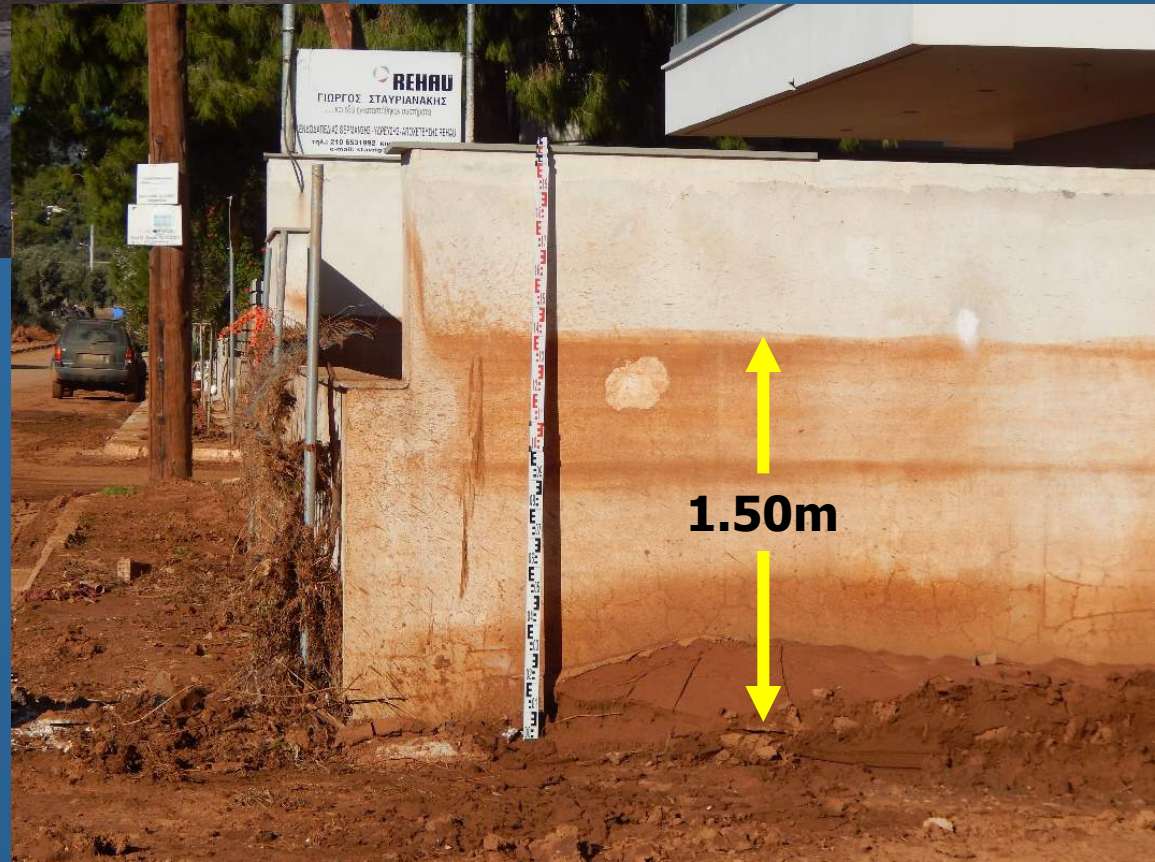


Gulf of Elefsis

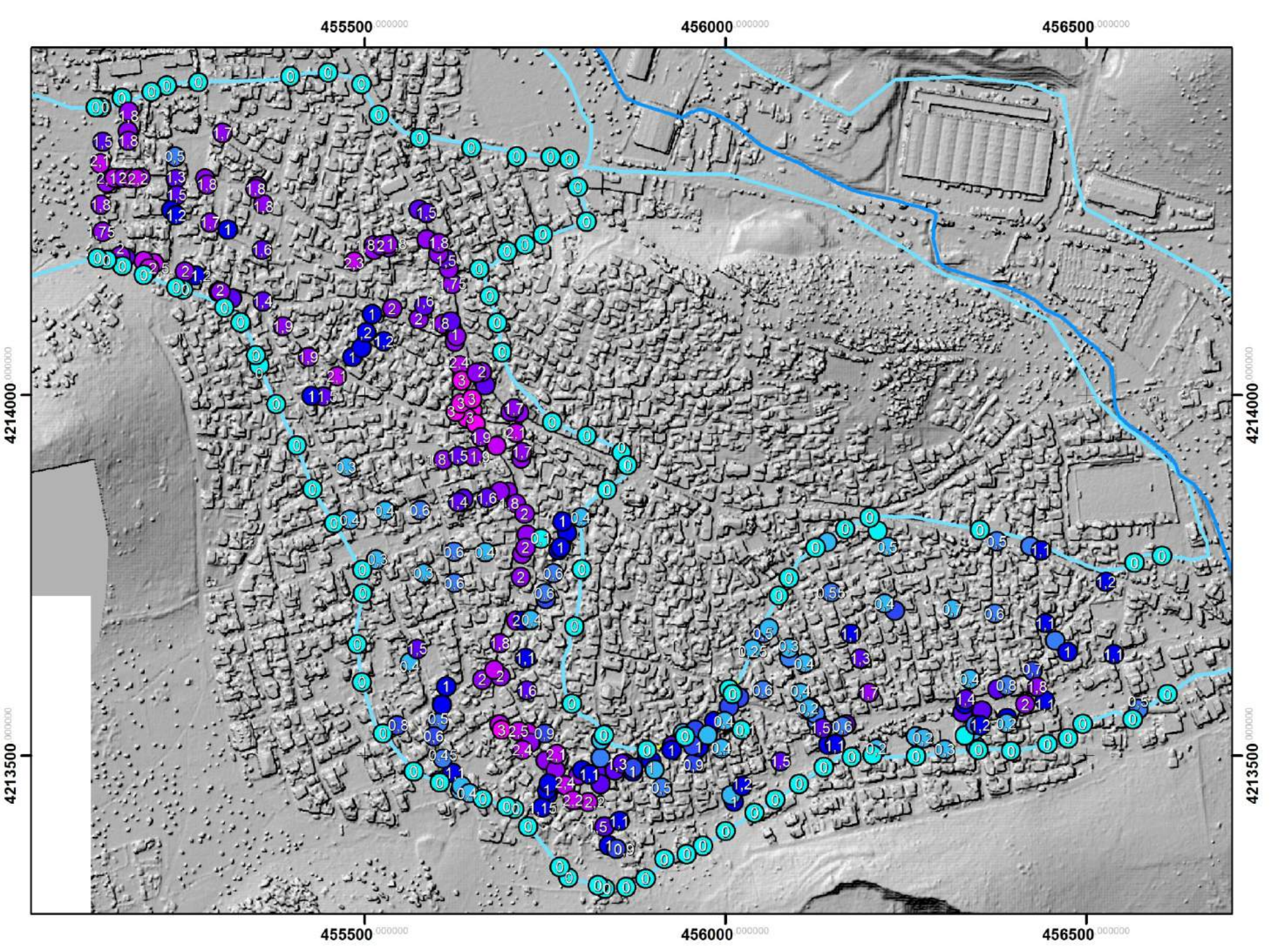
Εκτίμηση βάθους



2.75m



1.50m



455500,000000

456000,000000

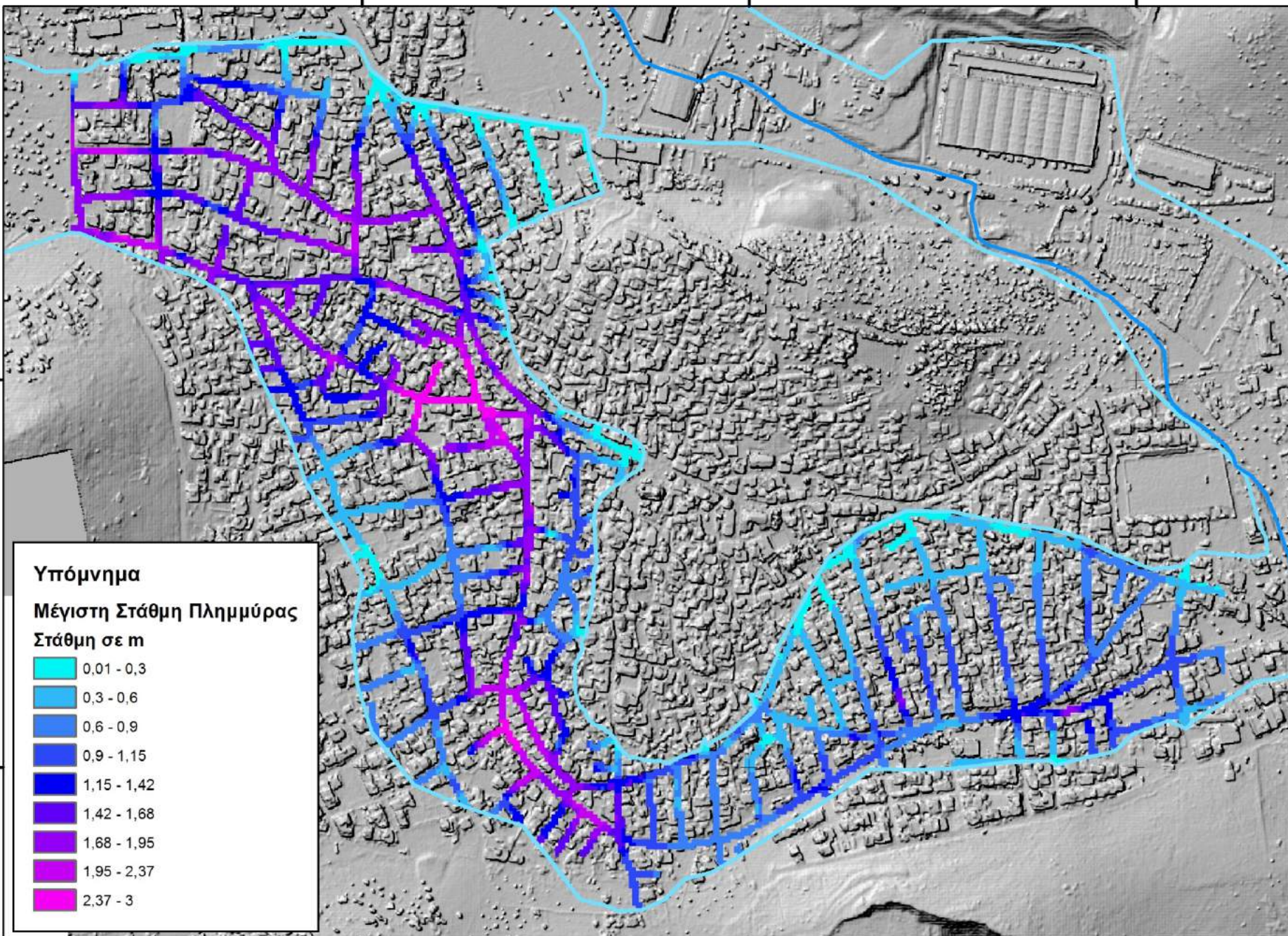
456500,000000

4214000,000000

4214000,000000

4213500,000000










4213500,000000



Υπόμνημα

Μέγιστη Στάθμη Πλημμύρας

Στάθμη σε m

	0,01 - 0,3
	0,3 - 0,6
	0,6 - 0,9
	0,9 - 1,15
	1,15 - 1,42
	1,42 - 1,68
	1,68 - 1,95
	1,95 - 2,37
	2,37 - 3

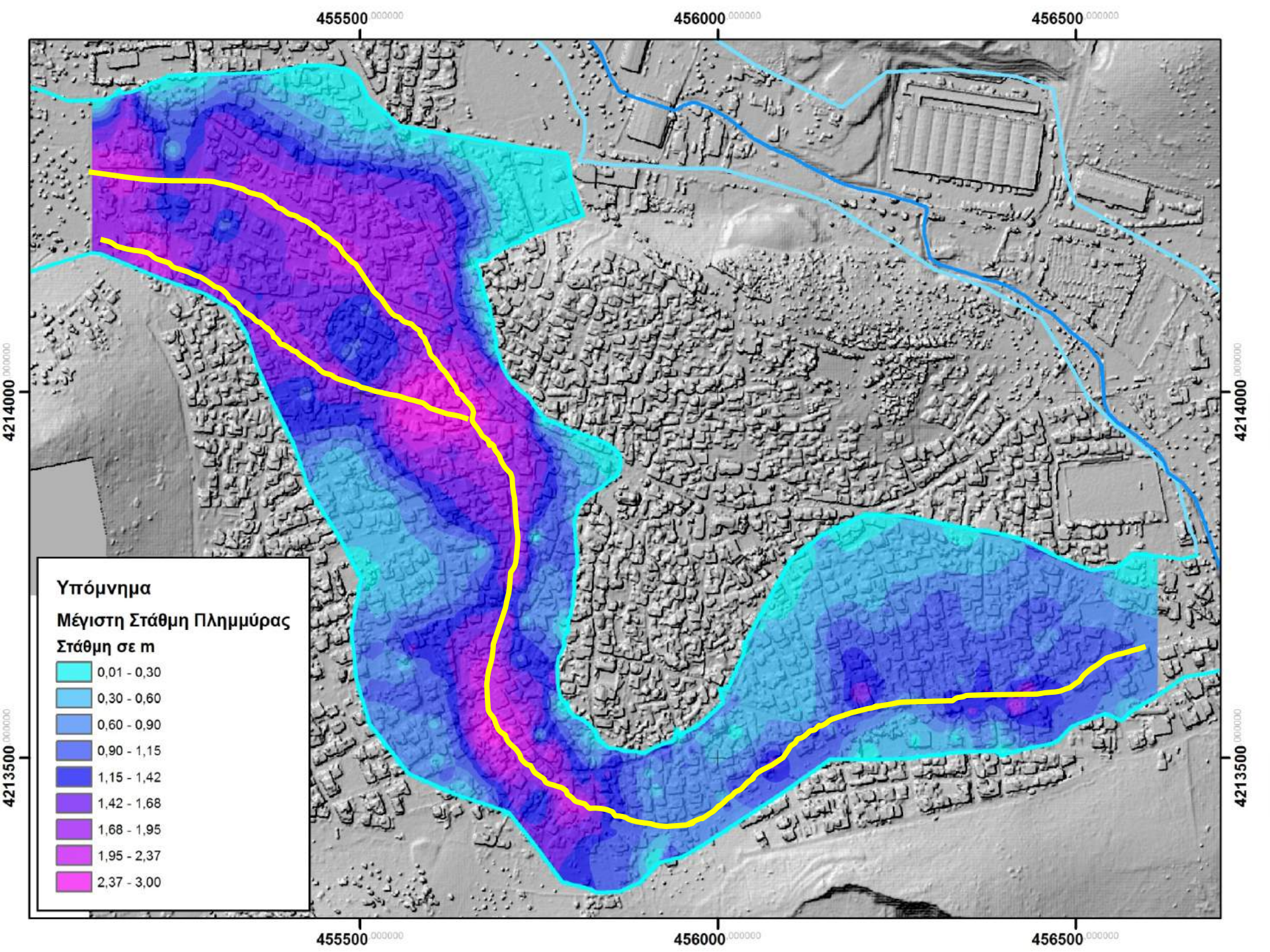
455500,000000

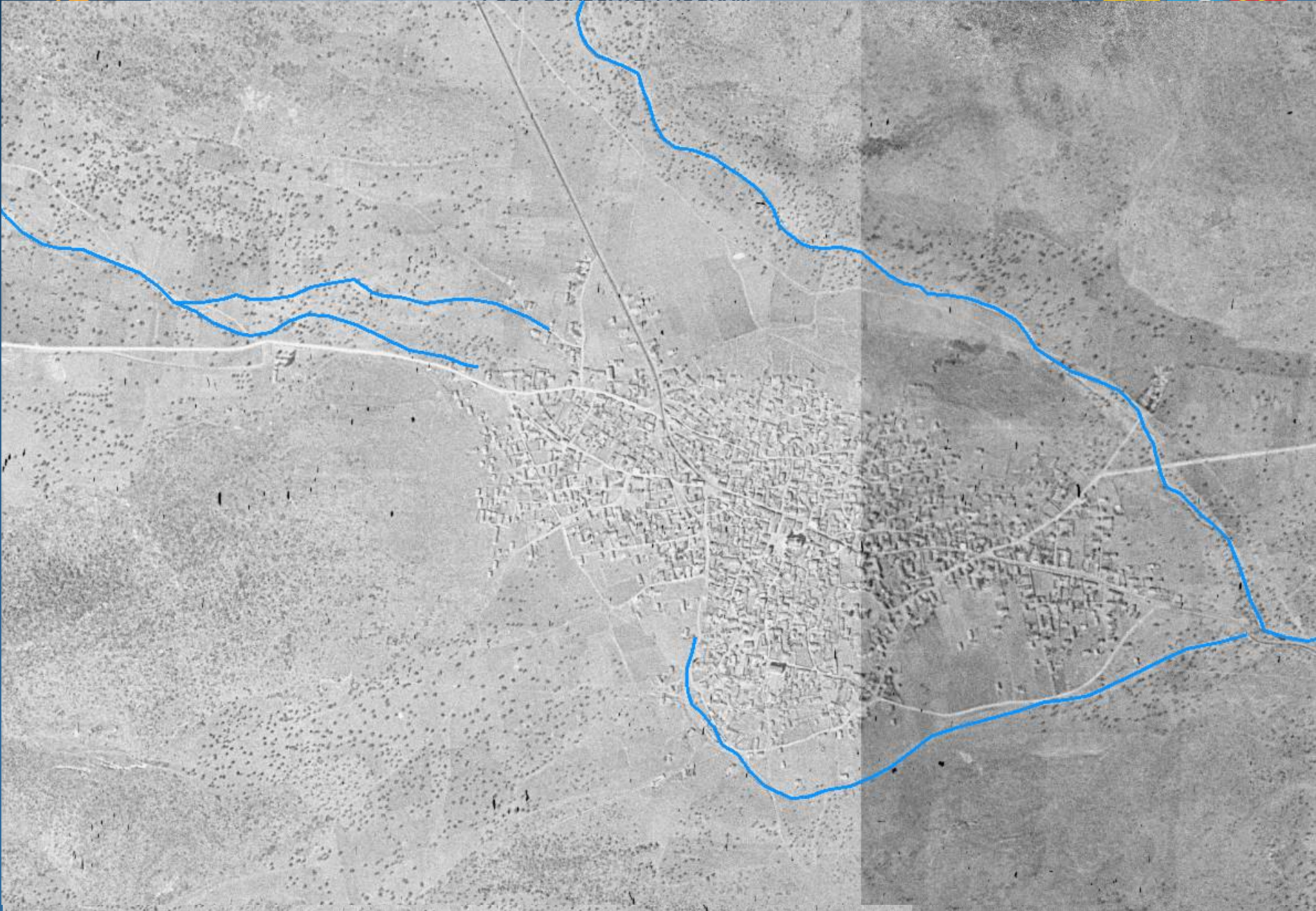
456000,000000

456500,000000

4213500,000000

4213500,000000







NATIONAL & KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS
POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER AND CRISES MANAGEMENT





Καταγραφή επιπτώσεων





Επιπτώσεις Κατασκευές



I



II



III



IV



V





Επιπτώσεις: Μετακινούμενα Αντικείμενα



I



II



III



IV



Επιπτώσεις Μετακινούμενα Αντικείμενα



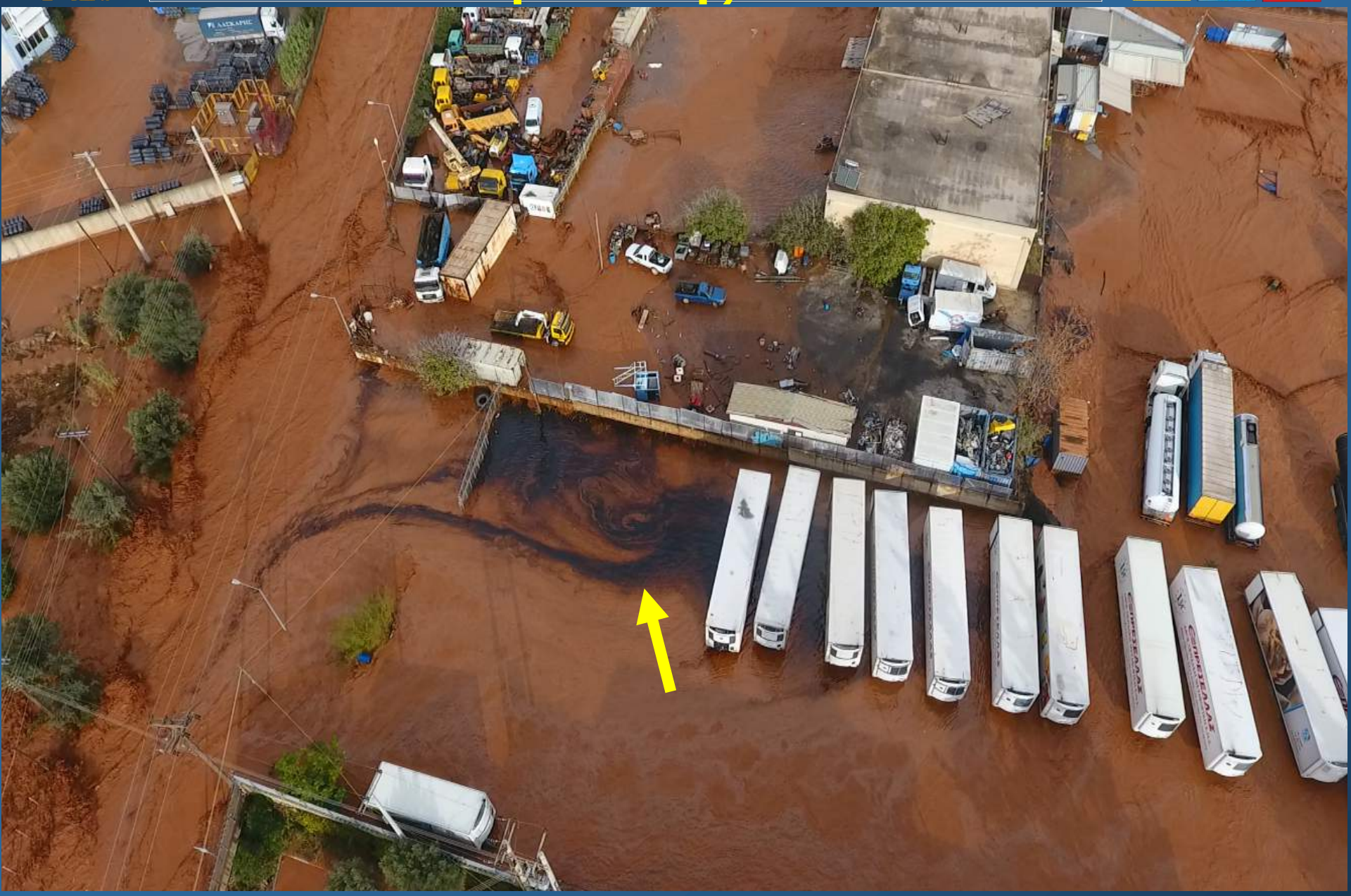


Επιπτώσεις Περιβάλλον: Κατολισθήσεις





Επιπτώσεις Περιβάλλον: Πηγές ρύπανσης





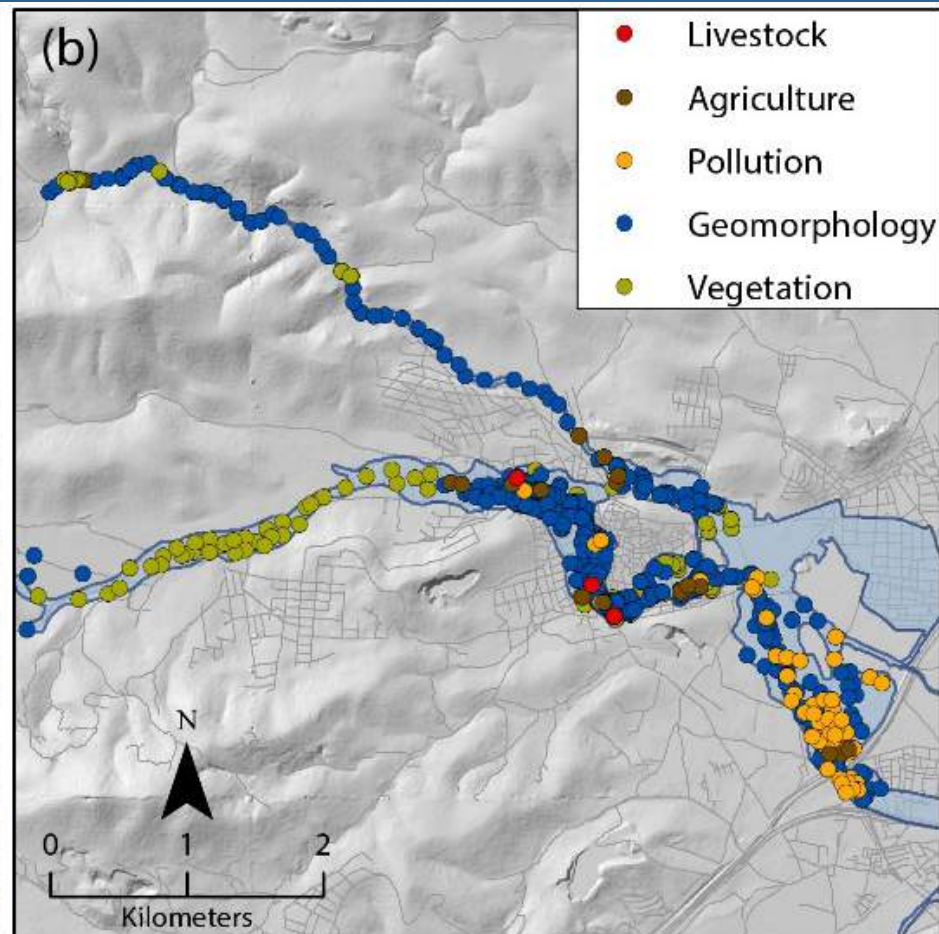
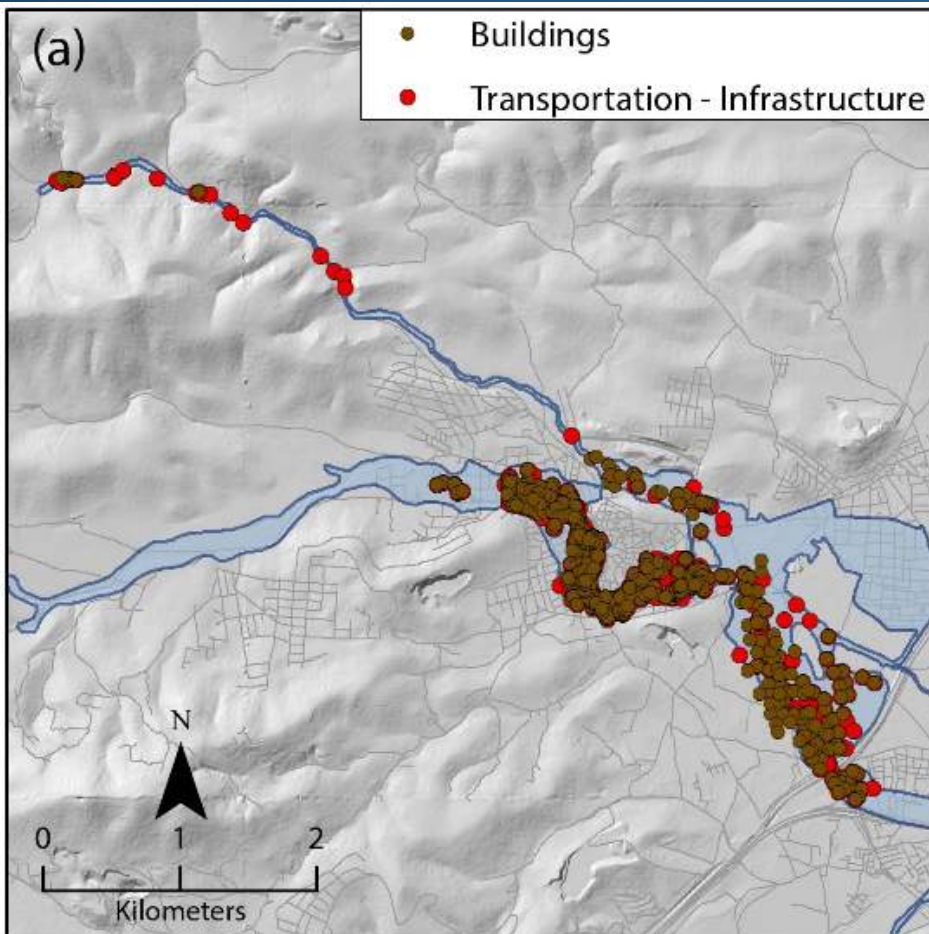
Επιπτώσεις στον άνθρωπο



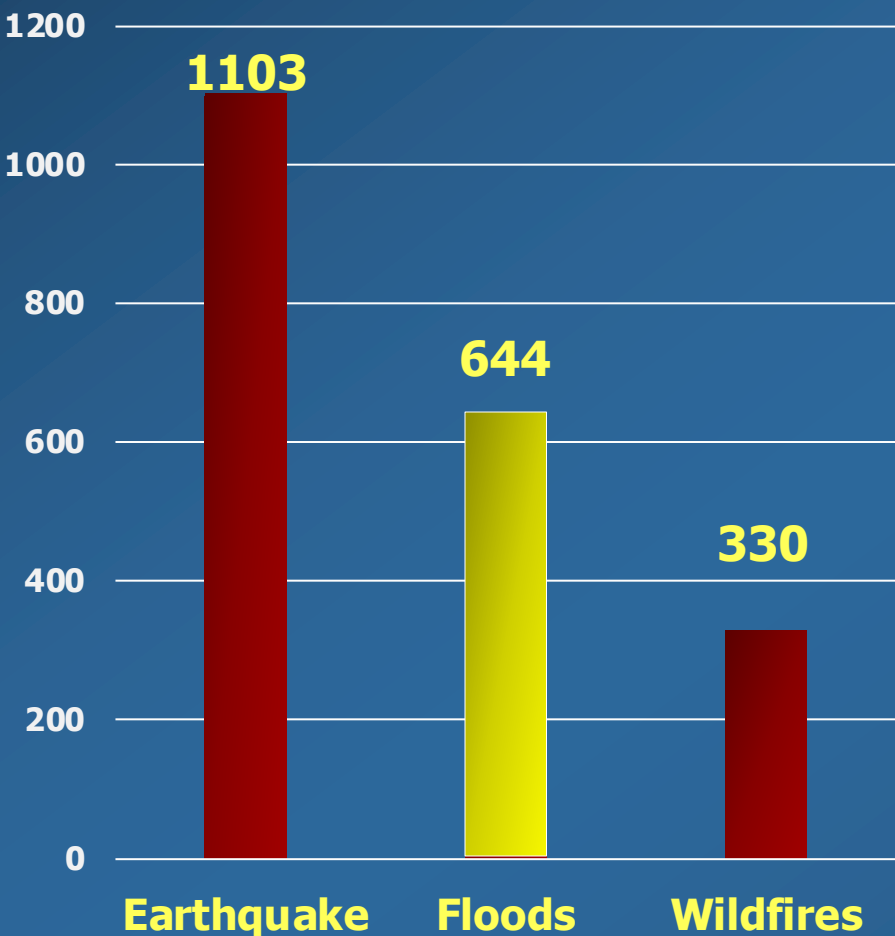
24 Θύματα



Χαρτογράφηση επιπτώσεων

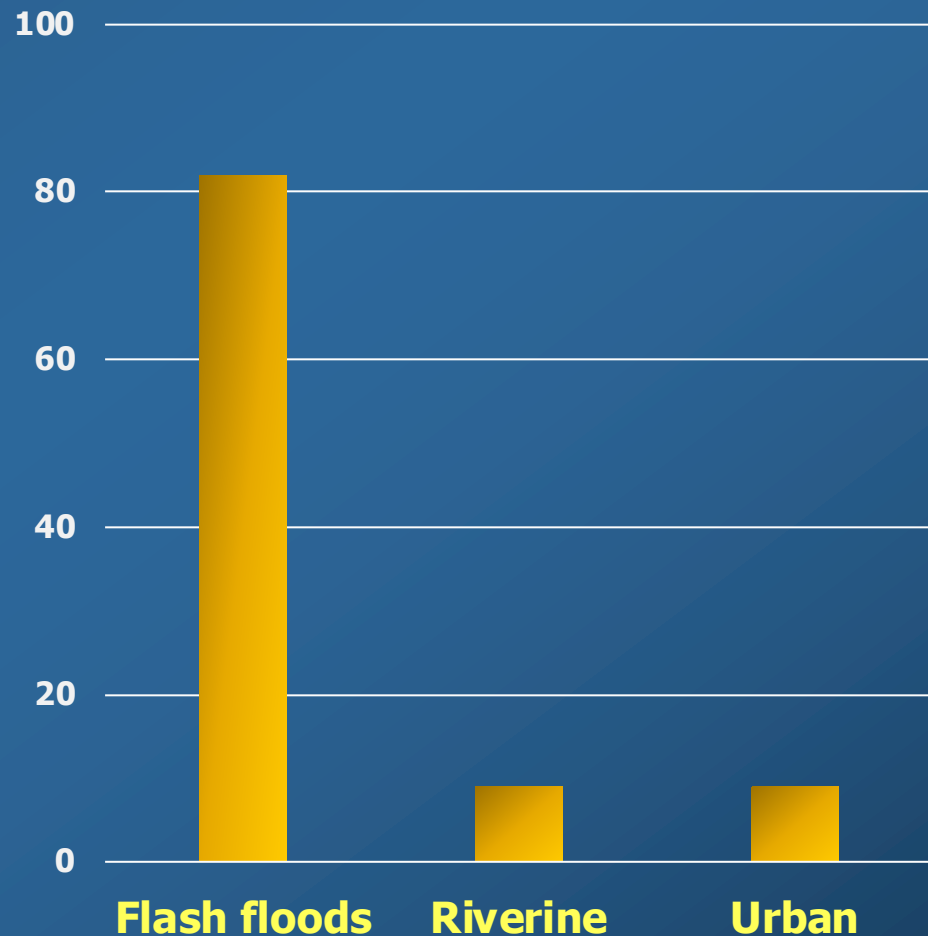


Θάνατοι ανά τύπο καταστροφής (1900-2017)



UNIVER
E PROG
ND CRI

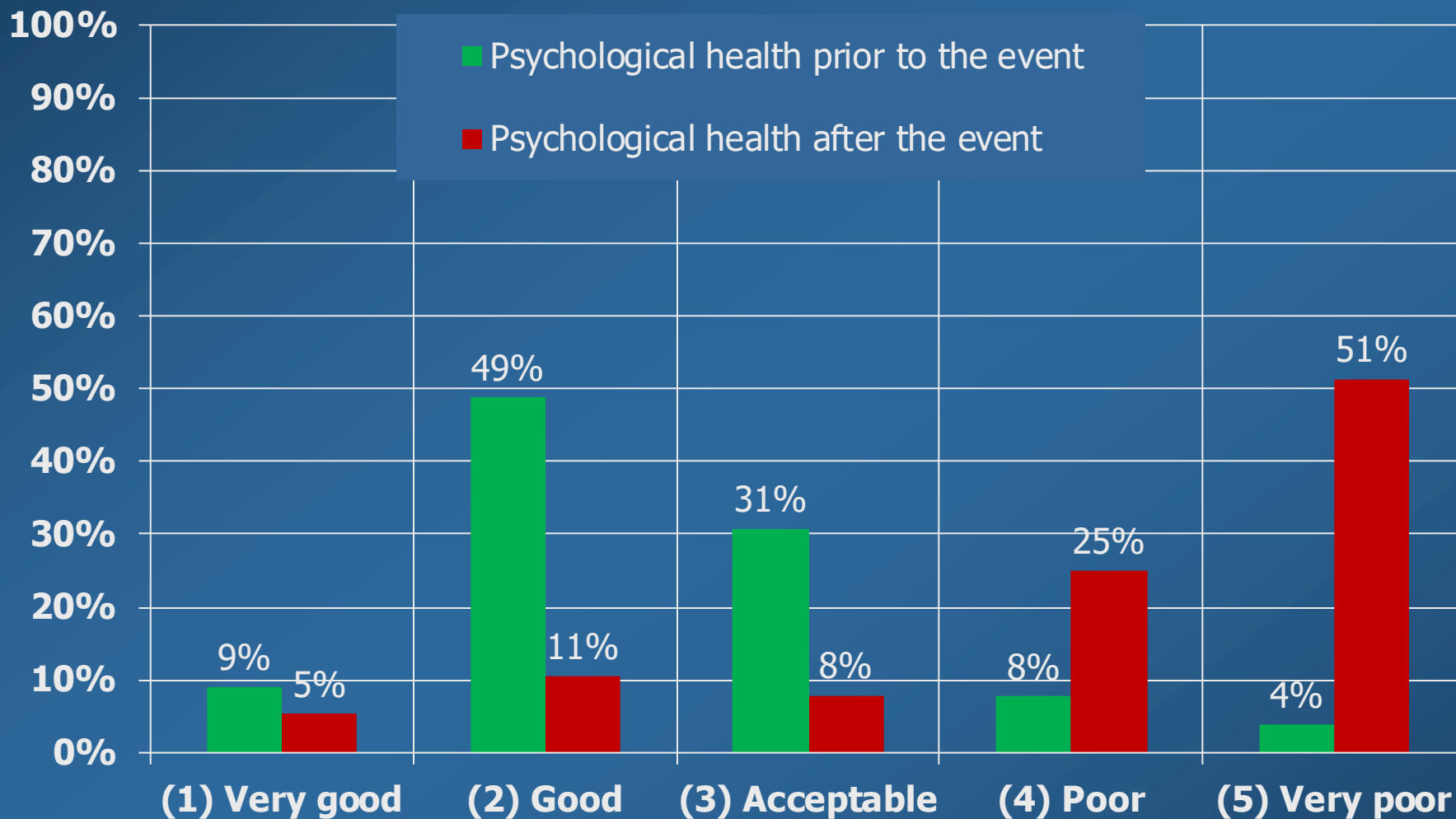
Θάνατοι ανά τύπο πλημμύρας (1960-2010)



Πηγή: Pereira, Diakakis, Deligiannakis, Zêzere (2017)

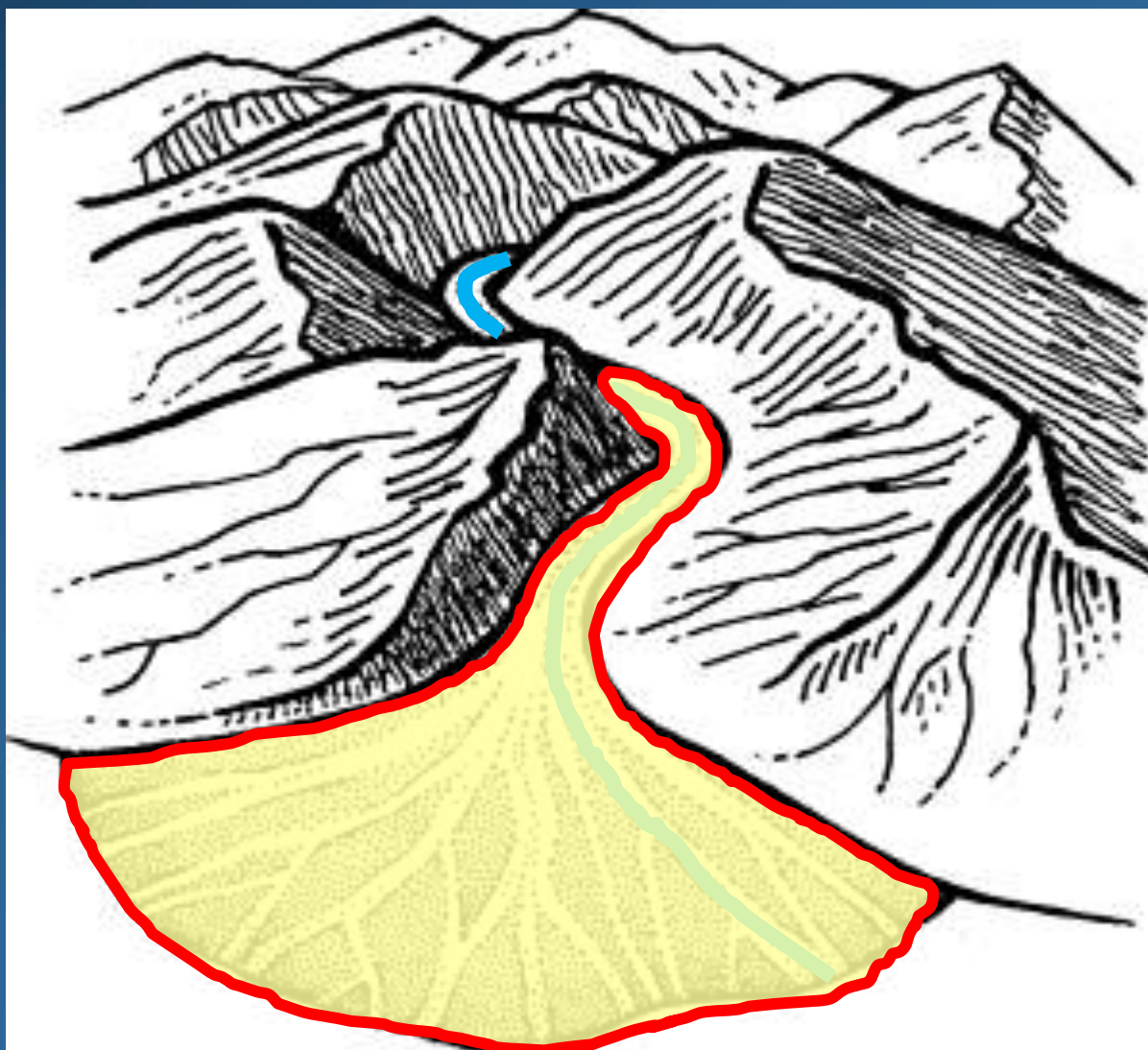


Επιπτώσεις στον ψυχο-κοινωνικό τομέα





Η φύση της πλημμύρας



Αλλουβιακό ριπίδιο





Εκτίμηση σπανιότητας



Γεωλογικά ευρήματα





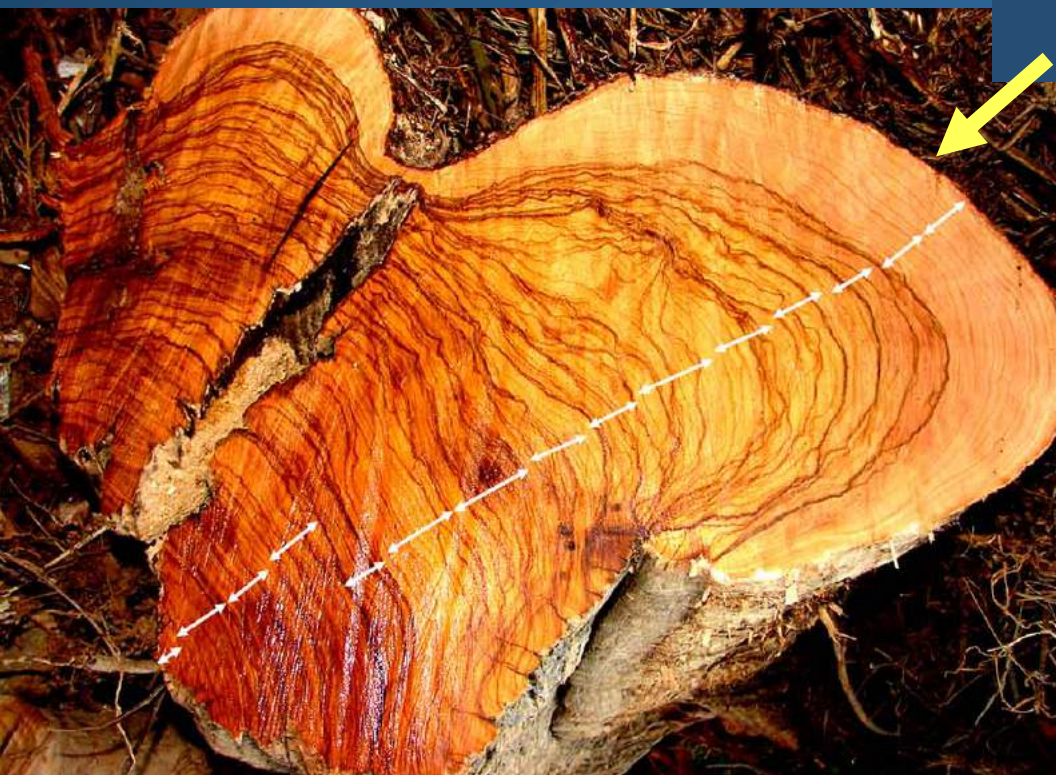


Εκτίμηση σπανιότητας





Εκτίμηση σπανιότητας



>150 έτη



Βοτανολογικά ευρήματα

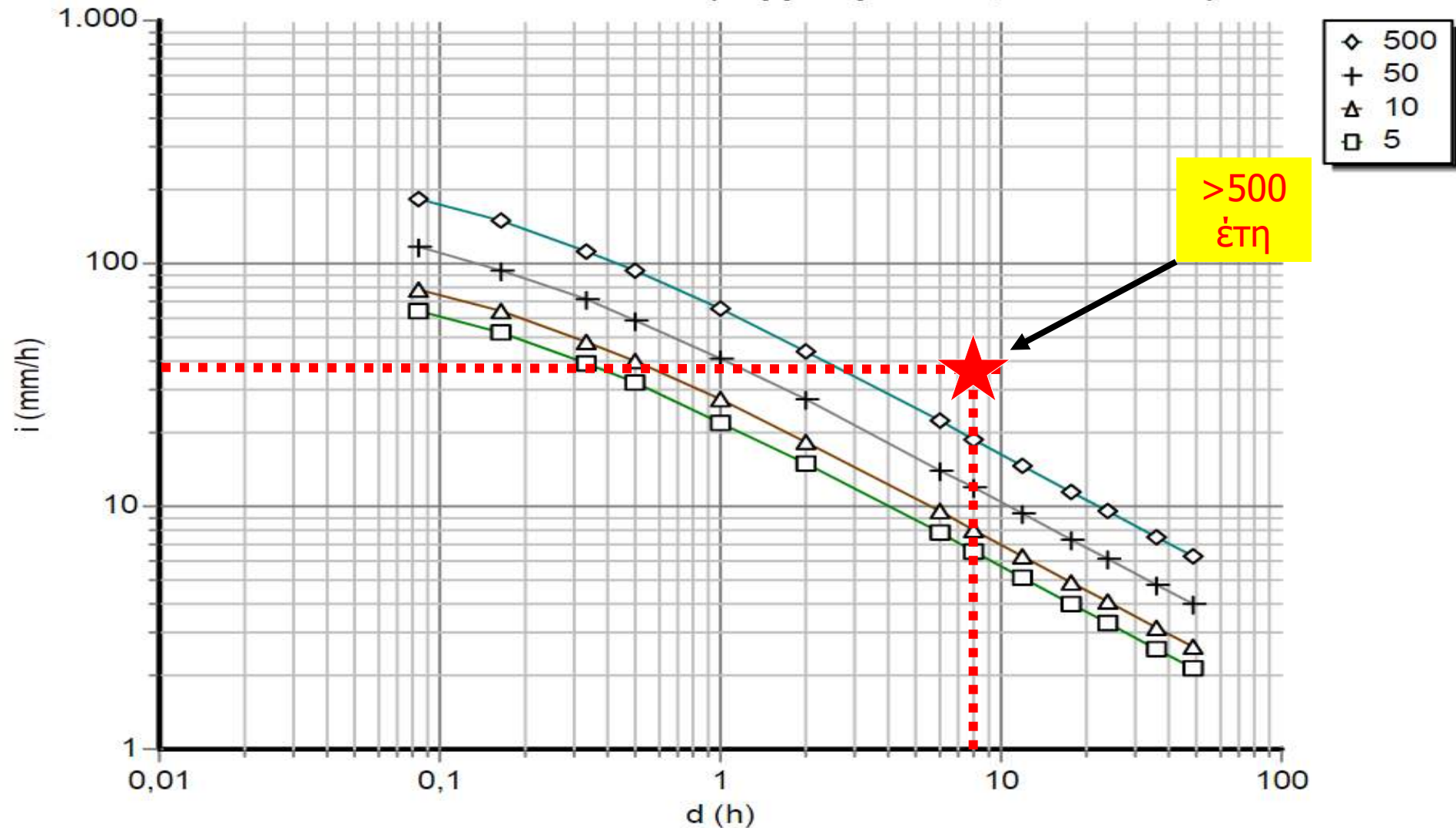




Εκτίμηση σπανιότητας



IDF Curves - Distribution: GEV-Max (kappa specified, L-Moments)



Σχήμα 12: Όμβριες καμπύλες σταθμού Ελευσίνα



Φερτά υλικά



2011



2017

Φερτά υλικά





Ρόλος των φερτών υλικών



Ρόλος των φερτών υλικών

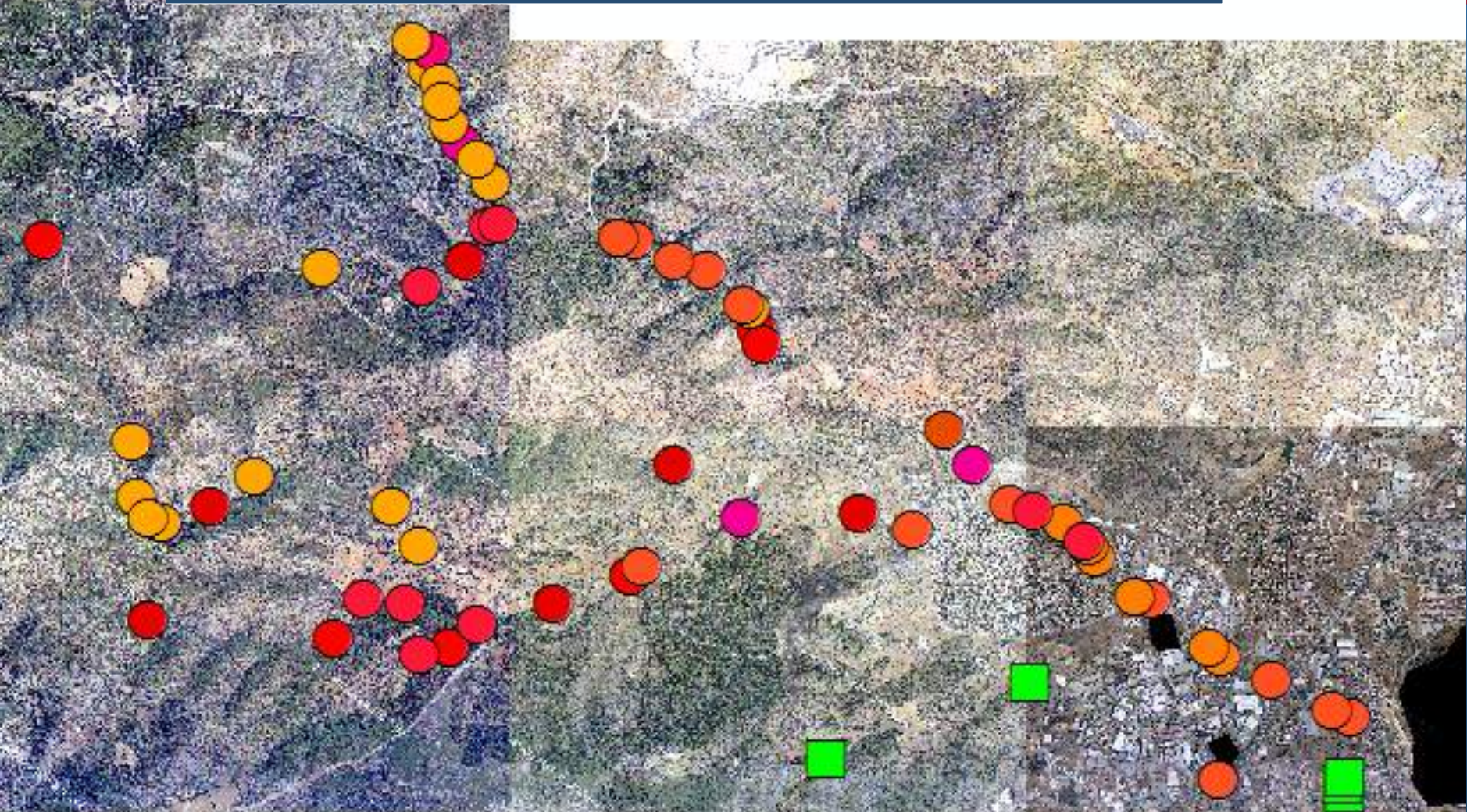


Ανθρωπογενή φερτά

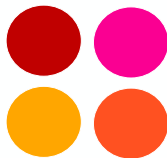




Μετακινήσεις



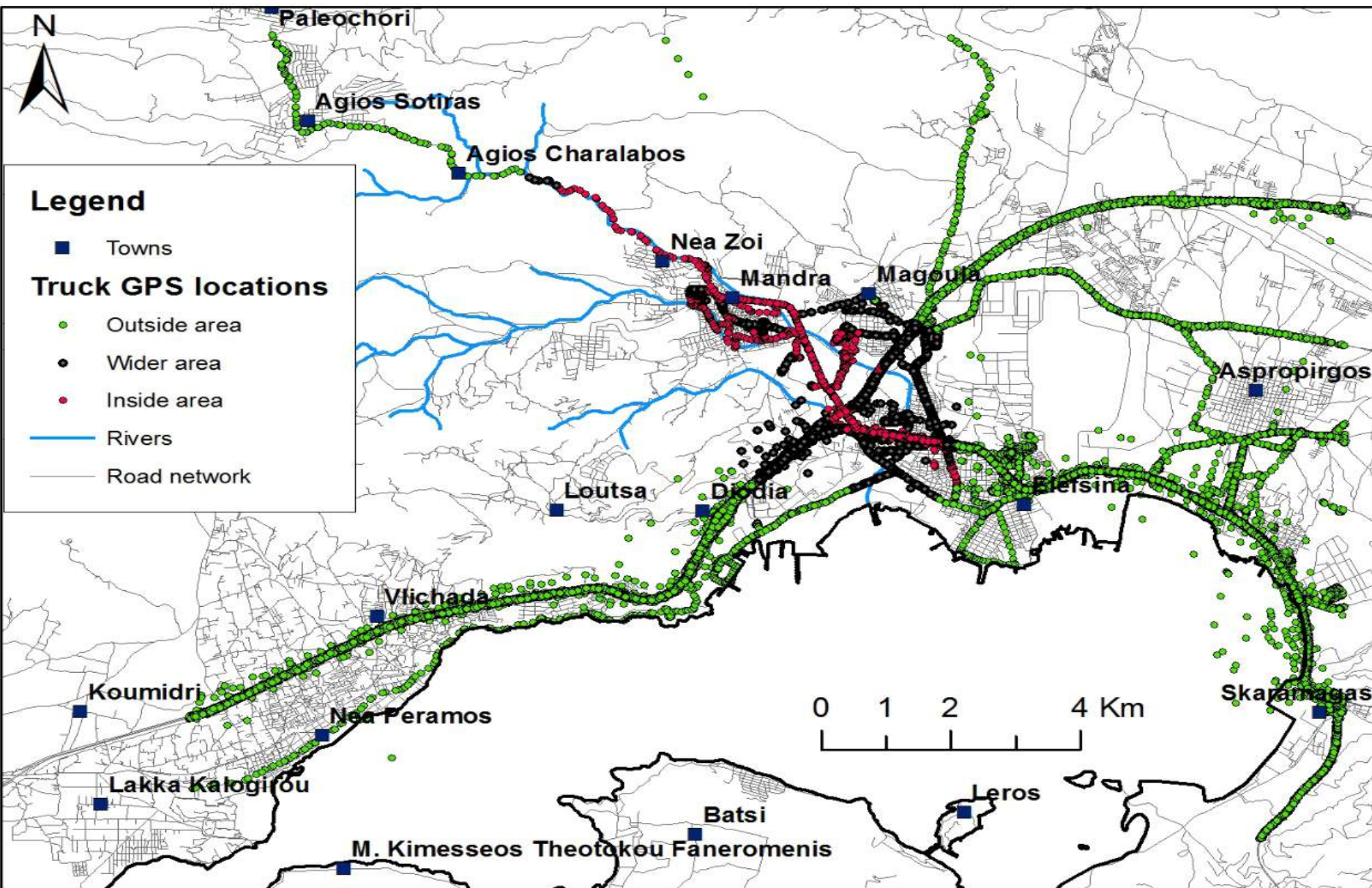
**ΔΕΝ
επηρεάστηκαν**



**Επηρεάστηκαν
(καταρρεύσεις,
Διακοπή
κυκλοφορίας)**



Μετακινήσεις





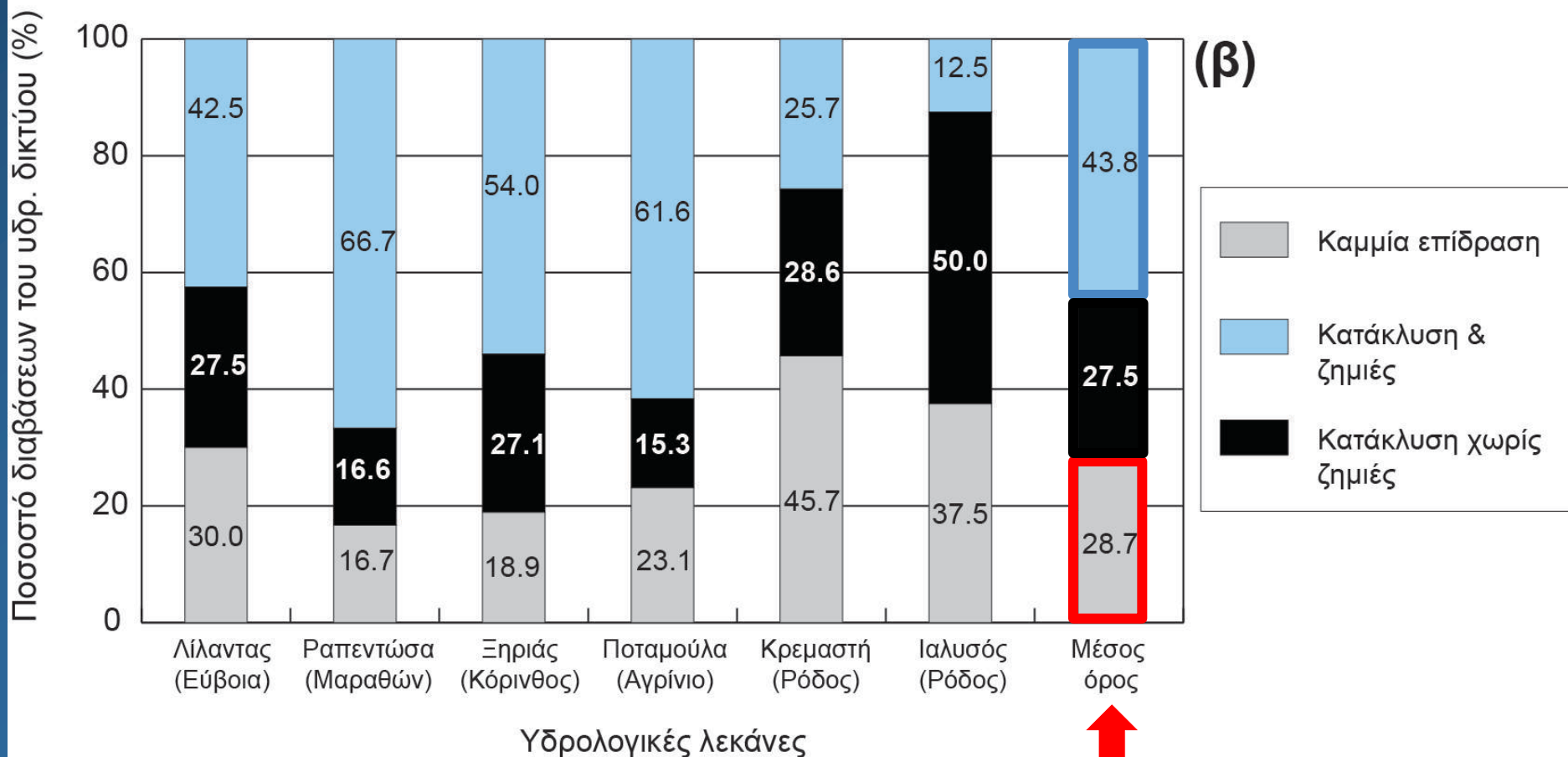
Μετακινήσεις



Πηγή: Diakakis, Stamos, Salanova-Grau, Boufidis Andreadakis (υπό εξέλιξη)



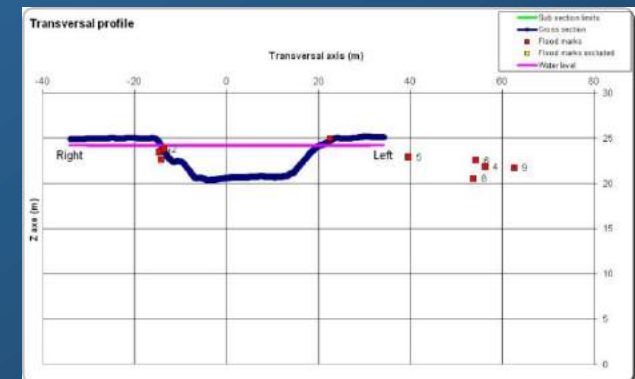
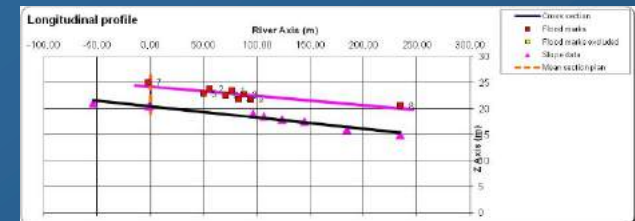
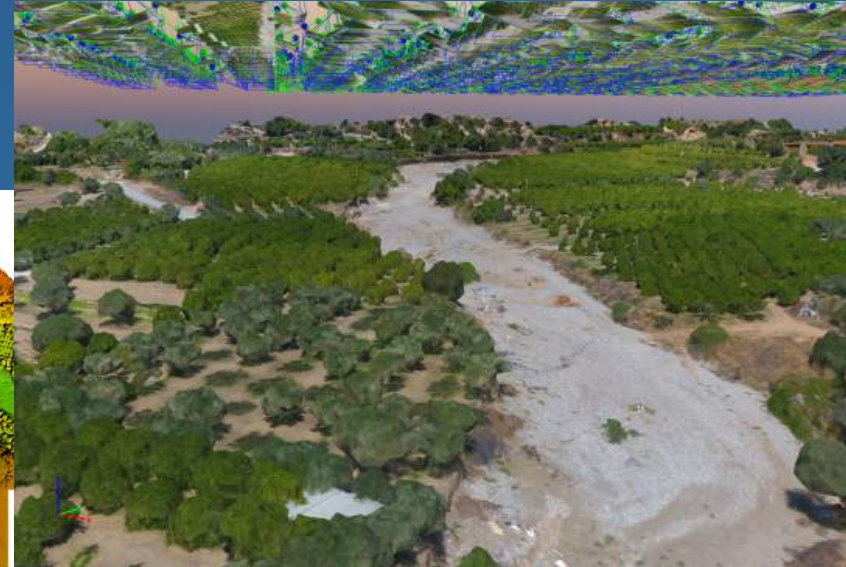
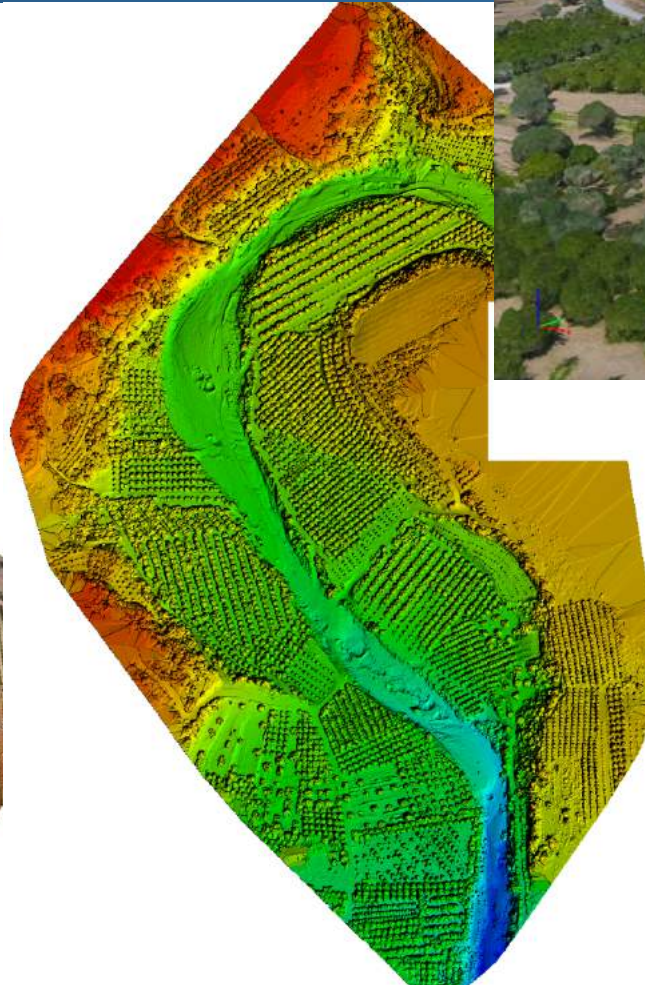
Επιδράσεις σε υποδομές του οδικού δικτύου Γέφυρες, πλακοσκεπείς αγωγούς & ιρλανδικές διαβάσεις



Πηγή: Diakakis et al. (2016)

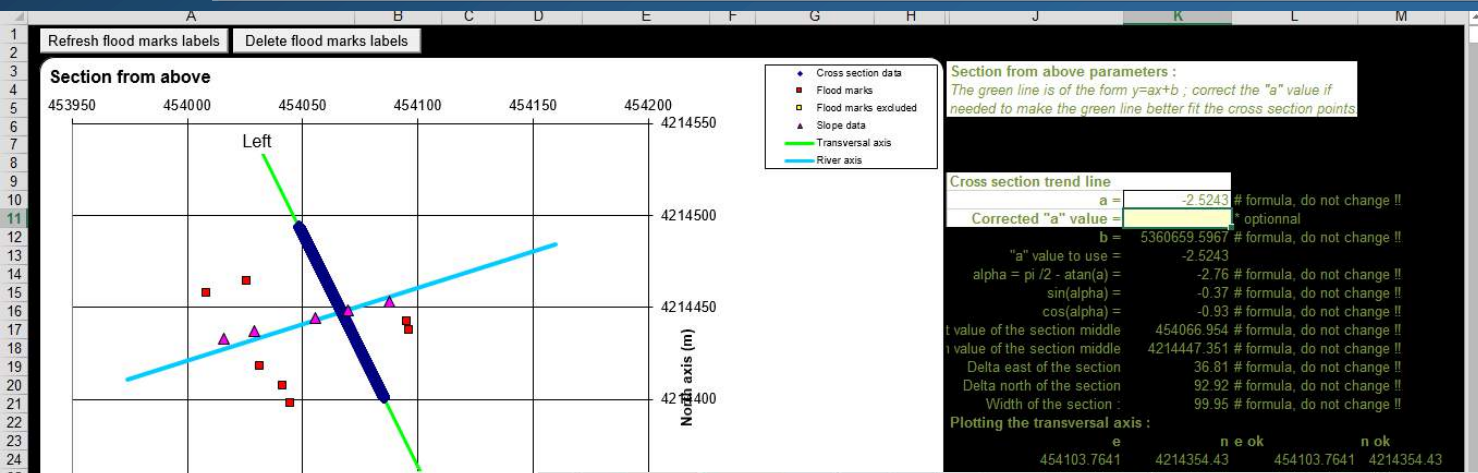


Εκτίμηση παροχής





Εκτίμηση παροχής



Section from above parameters:
The green line is of the form $y=ax+b$; correct the "a" value if needed to make the green line better fit the cross section points

Cross section trend line
 a = -2.5243 # formula, do not change !!
 Corrected "a" value = " " optional
 b = 5360659.5967 # formula, do not change !!
 "a" value to use = -2.5243
 $\alpha = \pi/2 - \text{atan}(a) = -2.76$ # formula, do not change !!
 $\sin(\alpha) = -0.37$ # formula, do not change !!
 $\cos(\alpha) = -0.93$ # formula, do not change !!
 t value of the section middle = 454066.954 # formula, do not change !!
 u value of the section middle = 4214447.351 # formula, do not change !!
 Delta east of the section = 36.81 # formula, do not change !!
 Delta north of the section = 92.92 # formula, do not change !!
 Width of the section = 99.95 # formula, do not change !!

Plotting the transversal axis:
 e n e ok n ok
 454103.7641 4214364.43 454103.7641 4214354.43

river	Pin Grande - confluence regional
city	
t	454516.1924
u	4215416.49
jurisdiction	GR/S/19971
operator	IRFI
date	01/02/2016

Section description:

Data direction (RL: right side to left side, LR: the contrary):	Cross section			Comment	Coordinator along the	Coordinator along the trans	Water level in the	ID point	E (m)	N (m)
	East (m)	N (m)	Z (m)							
P11	454048.5489	4214493.811	123.3689		0.00	-49.97	122.995	1	454048.5	4214494
P12	454048.5591	4214493.795	123.3691		0.00	-49.95	122.995	2	454048.6	4214494
P13	454048.5492	4214493.76	123.3701		0.00	-49.92	122.995	3	454048.6	4214494
P14	454048.5794	4214493.734	123.3704		0.00	-49.89	122.995	4	454048.6	4214494
P15	454048.5896	4214493.708	123.3714		0.00	-49.86	122.995	5	454048.6	4214494
P16	454048.5997	4214493.683	123.3717		0.00	-49.84	122.995	6	454048.6	4214494
P17	454048.6099	4214493.657	123.3718		0.00	-49.81	122.995	7	454048.6	4214494
P18	454048.6201	4214493.631	123.3719		0.00	-49.78	122.995	8	454048.6	4214494
P19	454048.6302	4214493.604	123.3718		0.00	-49.75	122.995	9	454048.6	4214494
P110	454048.6404	4214493.578	123.3713		0.00	-49.72	122.995	10	454048.6	4214494
P111	454048.6506	4214493.554	123.3708		0.00	-49.70	122.995	11	454048.7	4214494
P112	454048.6607	4214493.529	123.3705		0.00	-49.67	122.995	12	454048.7	4214494
P113	454048.6709	4214493.503	123.369		0.00	-49.64	122.995	13	454048.7	4214494
P114	454048.6811	4214493.477	123.3688		0.00	-49.61	122.995	14	454048.7	4214494
P115	454048.6912	4214493.452	123.3683		0.00	-49.59	122.995	15	454048.7	4214494
P116	454048.7014	4214493.426	123.3685		0.00	-49.56	122.995	16	454048.7	4214494
P117	454048.7116	4214493.401	123.3696		0.00	-49.53	122.995	17	454048.7	4214494
P118	454048.7217	4214493.375	123.3715		0.00	-49.50	122.995	18	454048.7	4214494
P119	454048.7319	4214493.349	123.3743		0.00	-49.48	122.995	19	454048.7	4214494
P120	454048.742	4214493.324	123.3771		0.00	-49.45	122.995	20	454048.7	4214494
P121	454048.7522	4214493.298	123.3806		0.00	-49.42	122.995	21	454048.8	4214494
P122	454048.7624	4214493.272	123.3835		0.00	-49.39	122.995	22	454048.8	4214494
P123	454048.7725	4214493.247	123.388		0.00	-49.37	122.995	23	454048.8	4214494
P124	454048.7827	4214493.221	123.3931		0.00	-49.34	122.995	24	454048.8	4214494
P125	454048.7929	4214493.195	123.3985		0.00	-49.31	122.995	25	454048.8	4214494
P126	454048.803	4214493.17	123.3907		0.00	-49.28	122.995	26	454048.8	4214494
P127	454048.8132	4214493.144	123.3946		0.00	-49.26	122.995	27	454048.8	4214494
P128	454048.8234	4214493.118	123.3981		0.00	-49.23	122.995	28	454048.8	4214494
P129	454048.8335	4214493.092	123.3955		0.00	-49.20	122.995	29	454048.8	4214494
P130	454048.8437	4214493.067	123.3977		0.00	-49.17	122.995	30	454048.8	4214494
P131	454048.8539	4214493.041	123.4		0.00	-49.15	122.995	31	454048.9	4214494
P132	454048.864	4214493.016	123.4009		0.00	-49.12	122.995	32	454048.9	4214494
P133	454048.8742	4214493.99	123.4038		0.00	-49.09	122.995	33	454048.9	4214494
P134	454048.8844	4214493.964	123.4053		0.00	-49.06	122.995	34	454048.9	4214494
P135	454048.8945	4214493.939	123.4071		0.00	-49.03	122.995	35	454048.9	4214494
P136	454048.9047	4214493.913	123.4087		0.00	-49.01	122.995	36	454048.9	4214494
P137	454048.9149	4214493.887	123.4103		0.00	-48.99	122.995	37	454048.9	4214494
P138	454048.925	4214493.862	123.4118		0.00	-48.96	122.995	38	454048.9	4214494
P139	454048.9352	4214493.836	123.4137		0.00	-48.92	122.995	39	454048.9	4214494
P140	454048.9454	4214493.81	123.4151		0.00	-48.90	122.995	40	454048.9	4214494
P141	454048.9555	4214493.785	123.4168		0.00	-48.87	122.995	41	454048.9	4214494
P142	454048.9657	4214493.759	123.4182		0.00	-48.84	122.995	42	454048.9	4214494
P143	454048.9759	4214493.733	123.4198		0.00	-48.81	122.995	43	454048.9	4214494
P144	454048.986	4214493.708	123.4216		0.00	-48.79	122.995	44	454048.9	4214494
P145	454048.9962	4214493.682	123.4232		0.00	-48.76	122.995	45	454048.9	4214494
P146	454049.0064	4214493.656	123.4247		0.00	-48.73	122.995	46	454048.9	4214494
P147	454049.0165	4214493.631	123.4263		0.00	-48.70	122.995	47	454048.9	4214494



Εκτίμηση παροχής



**Σούρες:
170m³/s**



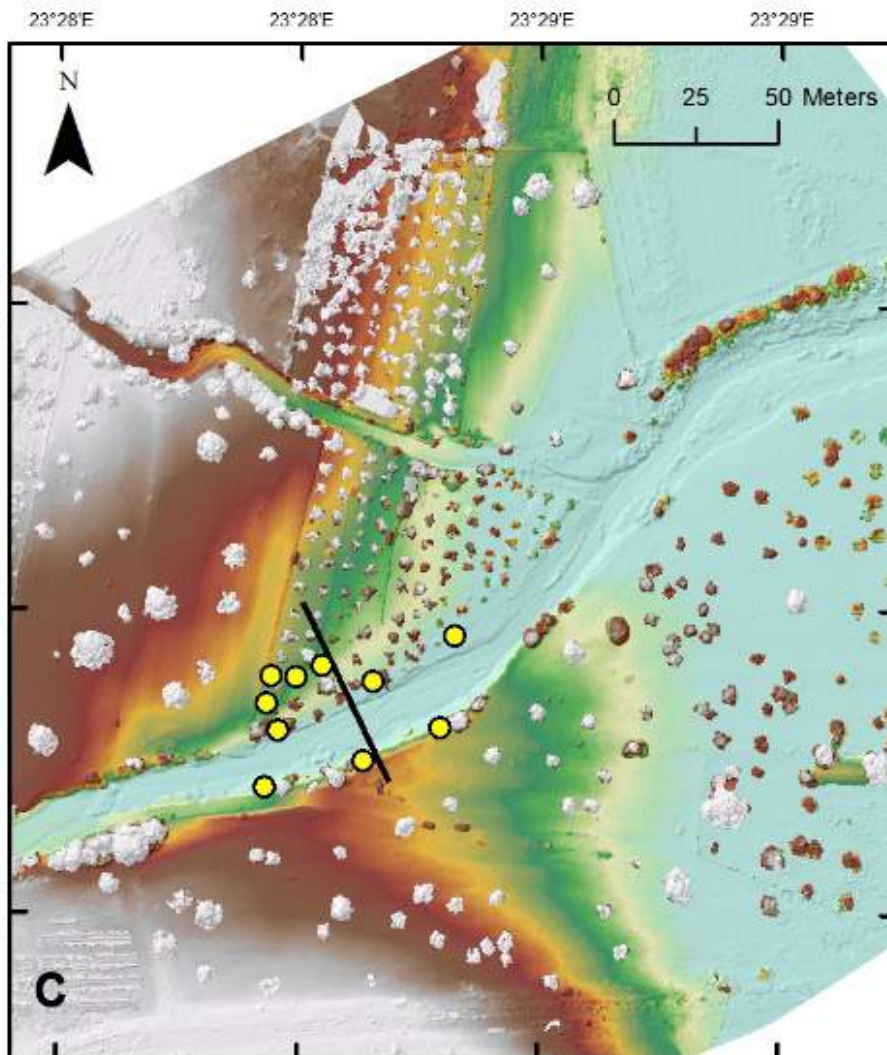
$$Q = VA = \left(\frac{1.00}{n} \right) AR^{\frac{2}{3}} \sqrt{S}$$



Εκτίμηση παροχής



Αγία Αικατερίνη: $140\text{m}^3/\text{s}$





Εκτίμηση παροχής



Έκταση
λεκάνης

15.5 km²

17 km²

Παροχή
αιχμής

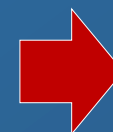
140 m³/s

170 m³/s

Παροχή ανά
km²

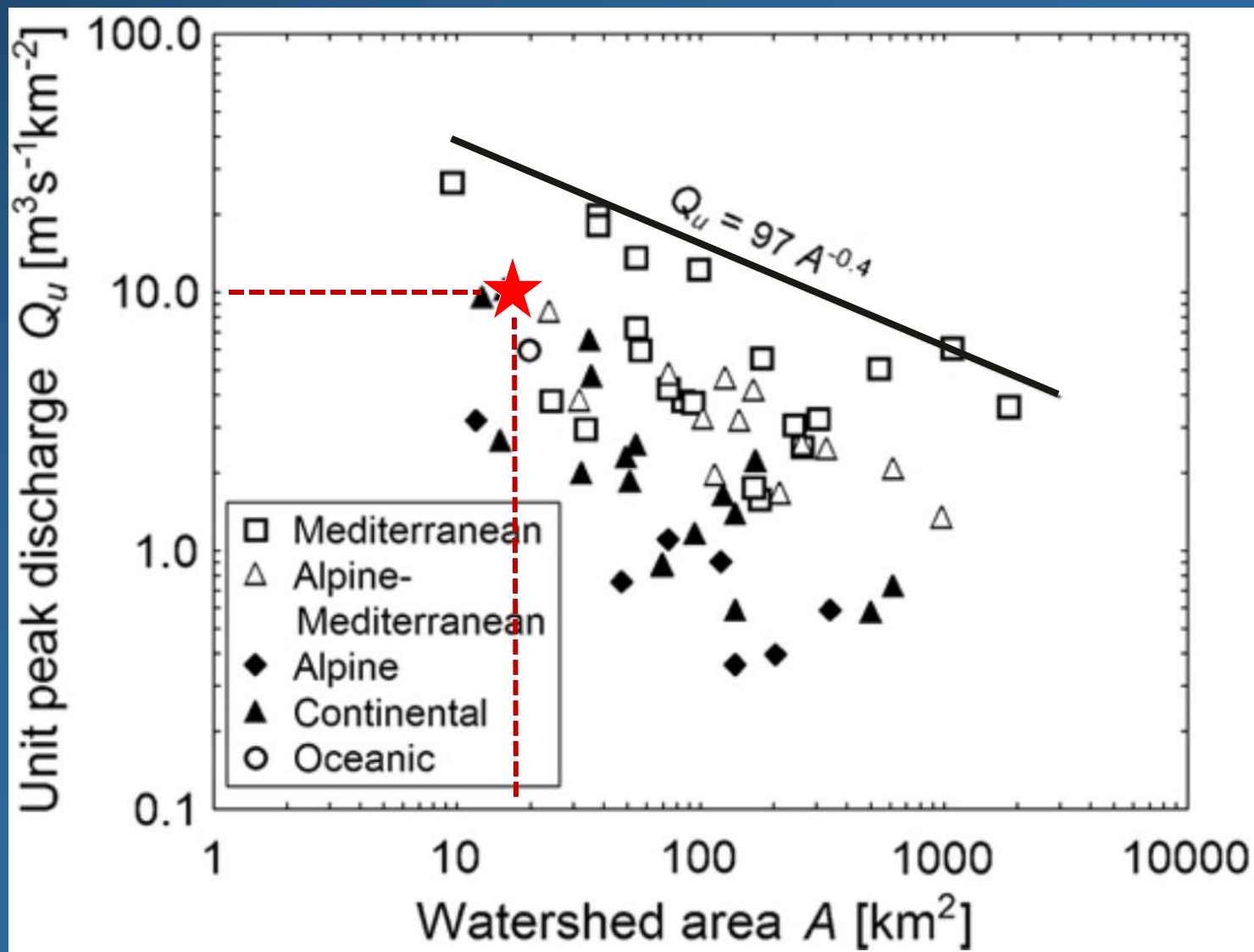
9 m³/s/km²

10 m³/s/km²



Αγία
Αικατερίνη

Σούρες





I. Ακραία καιρικά φαινόμενα

**II. Δυναμική λεκανών – Φερτά υλικά
Γεωπεριβαλλοντική διάσταση**

III. Ανθρώπινη παρέμβαση



Δημοσίευσεις σε διεθνές περιοδικό / συνέδρια & ημερίδες / διαλέξεις



International Journal of Disaster Risk Reduction xxx (xxxx) xxx-xxx

Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Disaster Risk Reduction

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijdrr



An integrated approach of ground and aerial observations in flash flood disaster investigations. The case of the 2017 Mandra flash flood in Greece

M. Diakakis^{a,*}, E. Andreadakis^b, E.I. Nikolopoulos^b, N.I. Spyrou^a, M.E. Gogou^a, G. Deligiannakis^c, N.K. Katsesiadou^a, Z. Antoniadis^a, M. Melaki^c, A. Georgakopoulos^a, K. Tsaprouni^a, J. Kalogiros^d, E. Lekkas^a

^a Faculty of Geology and Geoenvironment, National & Kapodistrian University of Athens, Zografou, Athens, Greece

^b Department of Civil and Environmental Engineering, University of Connecticut, Storrs, CT, USA

^c Department of Natural Resources Management and Agricultural Engineering, Agricultural University of Athens, Athens, Greece

^d Institute of Environmental Research and Sustainable Development, National Observatory of Athens, Palatia Penteli, Athens, Greece

ABSTRACT

On November 15, 2017, a high intensity convective storm, reaching 300 mm in 13 h in the core zone of the event, hit the western part of the region of Attica in Greece, causing a catastrophic flash flood in the town of Mandra and a tragic loss of 24 people, making it the most deadly flood in the country, in a period of 40 years.

The research team surveyed the area during and after the flood using a combination of systematic ground and aerial observations with the aid of an unmanned aerial vehicle (UAV), aiming to reconstruct the basic physical and hydrological characteristics of the flood and its impacts.

The analysis produced detailed flood extent and depth maps that provided a comprehensive description of the physical characteristics of floodwaters across the inundated area. Peak discharge was estimated, using a UAV-derived digital surface model, at two locations, corresponding to the two main tributaries and indicated an impressive hydrological response, between 9 and 10 m³/s/km². Impact analysis on the basis of these observations showed an extensive diversity, including effects in geomorphology, vegetation, buildings, infrastructure and human population.

Analysis of meteorological, botanical and geomorphological evidence lead to the conclusion that this flash flood was a very rare event.

Results demonstrate that the combination of aerial and ground observations allow an enhanced and holistic reconstruction of a flash flood and its impacts with high accuracy, leading to the conclusion that the approach used has a significant potential in many aspects of flood disaster investigations.





Διαχείριση υδατικών πόρων. Πλημμύρες και ακραία καιρικά φαινόμενα. Η περίπτωση της Μάνδρας

Δρ. Μιχάλης Διακάκης

Συντελεστές παρουσίασης - Επιστημονική Ομάδα:

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος

Καθηγ. Ε. Λέκκας

Δρ. Μ. Διακάκης, MSc Ε. Ανδρεαδάκης,
MSc Ν. Ι. Σπύρου, MSc Μ. Γώγου, MSc Κ.Ν. Κατσεσιάδου,
MSc Μ. Μελάκη, MSc Ζ. Αντωνιάδης, MSc Α. Γεωργακόπουλος, MSc Κ. Τσαπρούνη
Dr. Φ. Σπέη, Ε. Νταιντάσση, Γ. Σαρηγιάννης

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γ. Δεληγιαννάκης MSc

University of Connecticut
Ass. Professor E. Nikolopoulos

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
Δρ. Ι. Καλόγηρος