



National and Kapodistrian
University of Athens

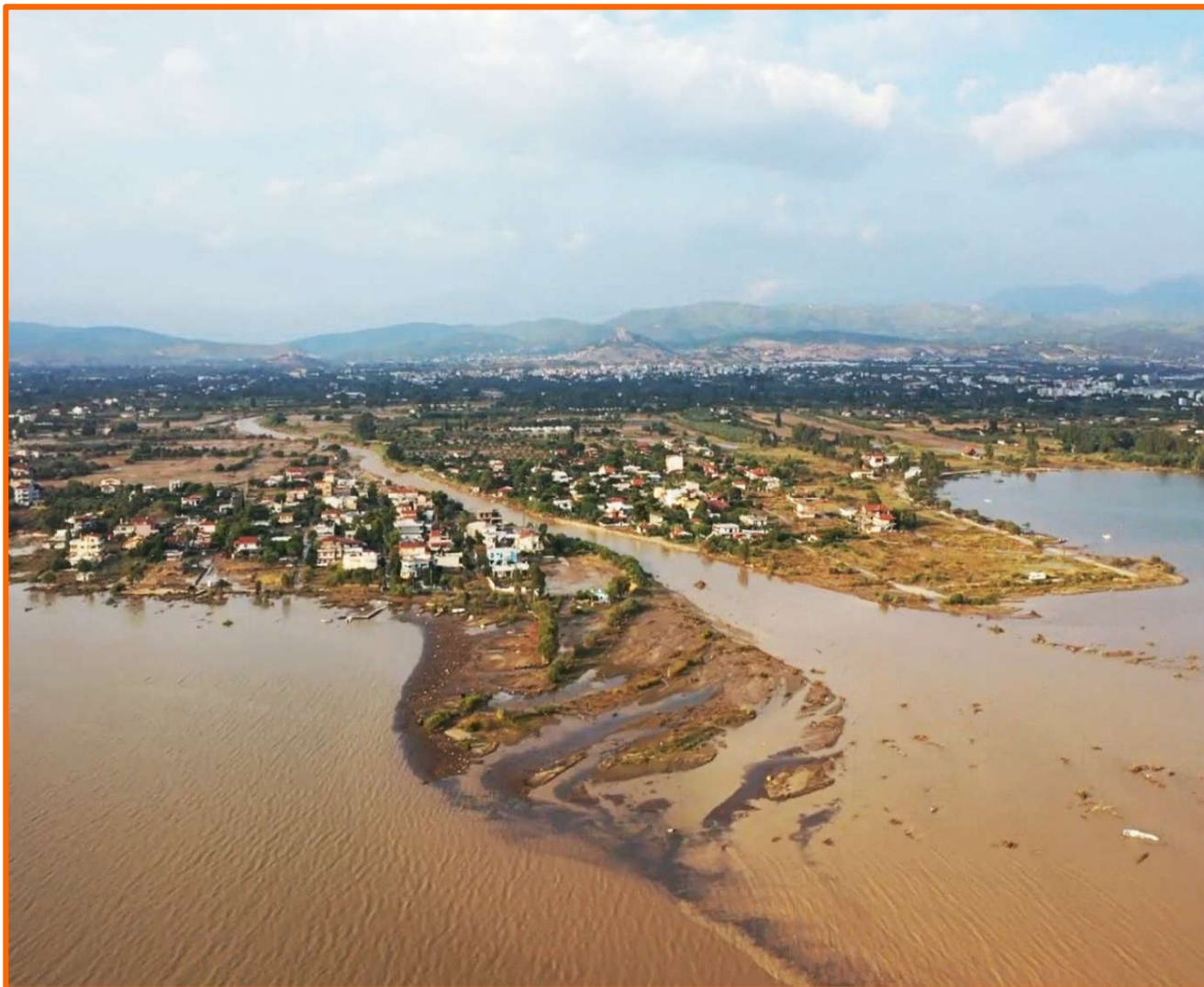
Newsletter of **Environmental, Disaster, and Crises Management Strategies**

ISSN 2653-9454



Post Graduate Program
**Environmental, Disaster, and
Crises Management Strategies**

Issue No.19 | August 2020



The August 9, 2020 Evia (Central Greece) Flood

Prof. **Efthymis Lekkas**
PhD c **Nafsika-Ioanna Spyrou**
PhD c **Evelina Kotsi**
PhD c **Christos Filis**
Dr. **Michalis Diakakis**
Prof. **Contantinos Cartalis**
Ass. Prof. **Emmanuel Vassilakis**
MSc **Thalia Mavroukou**
BEng **Panagiotis Sartabakos**
PhD c **Marilia Gogou**
PhD c **Kat.-Navs. Katsetsiadou**
MSc **Vanessa Barsaki**

Dr. **Kostis Lagouvardos**
Dr. **Vassiliki Kotroni**
Dr. **Athanasios Karagiannidis**
MSc **Stavros Dafis**

Prof. **Isaak Parcharidis**
MSc **Andreas Karavias**
MSc **Despoina Bafi**
MSc **Ioannis Gougoustamos**



About

Non-periodic publication of the Post-graduate Studies Program "Environmental Disasters & Crises Management Strategies" of the National & Kapodistrian University of Athens, issued after significant events for the immediate information of the scientific community and the general public. The publication includes also scientific data from various research teams from universities, organizations and research institutes.

Copyrights

All copyrights of scientific data belong to their respective owners, while the copyrights of this publication belong to the publishers.

Cited as

Lekkas, E., Spyrou N-I., Kotsi E., Filis, Ch., Diakakis, M., Lagouvardos K., Cartalis C., Kotroni V., Dafis S., Vassilakis, E., Mavroulis Th., Parcharidis I., Sartabakos P., Gogou M-E., Katsetsiadou A-N., Karagiannidis A., Barsaki V. Karavias A., Bafi D., Gougoustamos I. (2020). **The August 9, 2020 Evia (Central Greece) Flood.** Newsletter of Environmental, Disaster and Crises Management Strategies, 19, ISSN 2653-9454.

This study was funded by the Environmental, Disaster and Crises Management Strategies Post graduate Program of the Department of Geology and Geoenvironment of the National and Kapodistrian University of Athens.

Publishers:

Dr. Efthymis Lekkas
Dr. Nikolaos Voulgaris
Dr. Stylianos Lozios

Technical Editing:

PhD c. Spyridon Mavroulis

Communication:

PhD c. Spyridon Mavroulis (smavroulis@geol.uoa.gr)
MSc Alexia Grambas (agram@geol.uoa.gr)
MSc Katerina-Nafsika Katsetsiadou (knafsika@geol.uoa.gr)

Scientific Mission

Of the National and Kapodistrian University of Athens, Faculty of Geology and Geoenvironment, Department of Dynamic Tectonic Applied Geology

Contributors

Dr. **Efthymis Lekkas**, Professor of Dynamic, Tectonic & Applied Geology & Natural Disaster Management
Dr. **Konstantinos Lagouvardos**, Director of Research IERSD/National Observatory of Athens
Dr. **Constantinos Cartalis**, Professor of Environmental Physics at the University of Athens
Dr. **Isaak Parcharidis**, Professor of Remote Sensing at Harokopeio University
PhD c **Nafsika-Ioanna Spyrou**, Geographer, MSc Env., Disasters & Crises Management
PhD c **Evelina Kotsi**, MSc Disaster Prevention & Management
PhD c **Christos Filis**, MSc Geologist
Dr. **Michalis Diakakis**, PhD Geologist / Flood hazard assessment
Dr. **Vassiliki Kotroni**, Director of Research IERSD/National Observatory of Athens
Prof **Emmanuel Vassilakis**, Assistant Professor of Geography and Climatology
MSc **Stavros Dafis**, M.Sc. Atmospheric Sciences and Environment
MSc **Thalia Mavroulis**, Research scientist
BEng **Panagiotis Sartabakos**, Engineer at Nireas Engineering
PhD c **Marilia Gogou**, Oceanographer, MSc Env., Disasters & Crises Management
PhD c **Aikaterini-Nafsika Katsetsiadou**, MSc Disaster Prevention & Management
Dr. **Athanasios Karagiannidis**, Researcher of National Observatory of Athens
MSc **Vanessa Barsaki**, MSc Disaster Prevention & Management
MSc Andreas Karavias, Research scientist
MSc Despoina Bafi, Research scientist
MSc Ioannis Gougoustamos, Research scientist



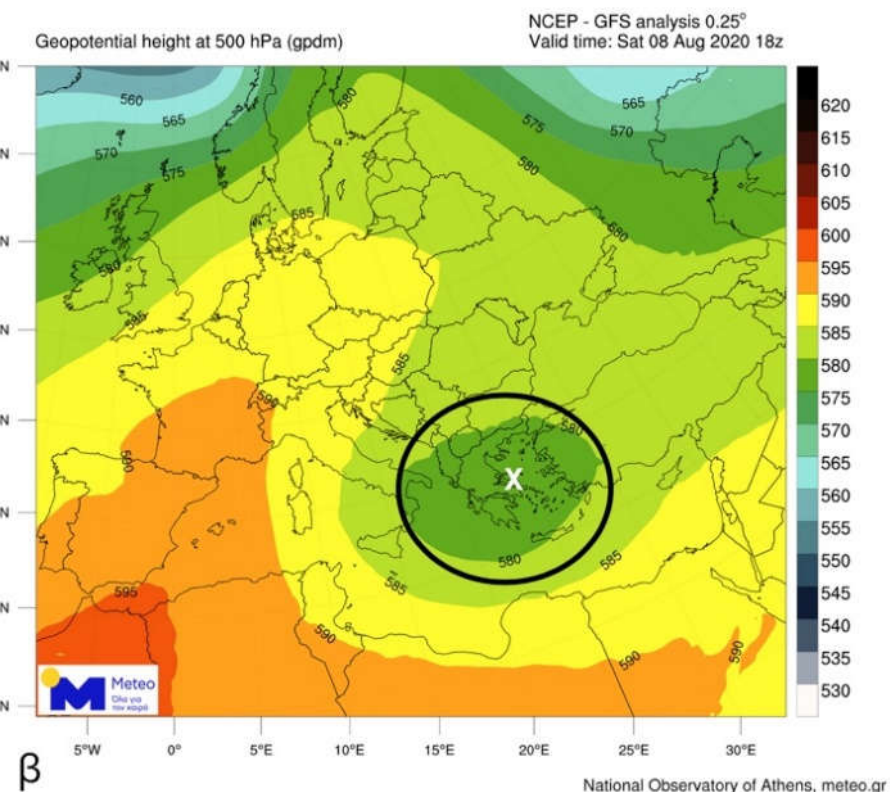
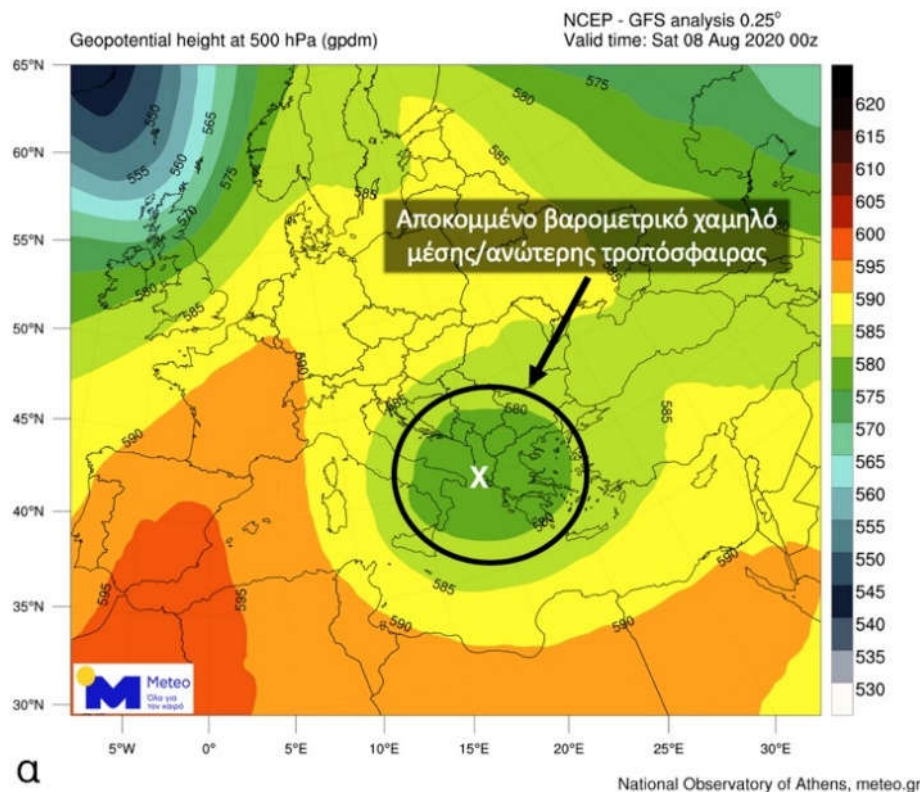
METEOROLOGICAL SITUATION AND THE STORM

1. Data

We used NCEP-GFS data (National Centers for Environmental Prediction/National Weather Service/NOAA/U.S. Department of Commerce, 2015) with spatial resolution of 0.25° and a time step of 6 hours, as well as satellite data from Meteosat-11. Data analysis was carried out in Institute for Environmental Research and Sustainable Development (IERSD) of the National Observatory of Athens (NOA).

1. Δεδομένα

Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα ανάλυσης του παγκόσμιου προγνωστικού ατμοσφαιρικού μοντέλου NCEP-GFS (National Centers for Environmental Prediction/National Weather Service/NOAA/U.S. Department of Commerce, 2015) με χωρική ανάλυση 0.25° και χρονικό βήμα 6 ωρών, καθώς και δορυφορικά δεδομένα από τον ευρωπαϊκό γεωστατικό δορυφόρο Meteosat-11. Η επεξεργασία όλων των δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ/ΙΕΠΒΑ).





METEOROLOGICAL SITUATION AND THE STORM

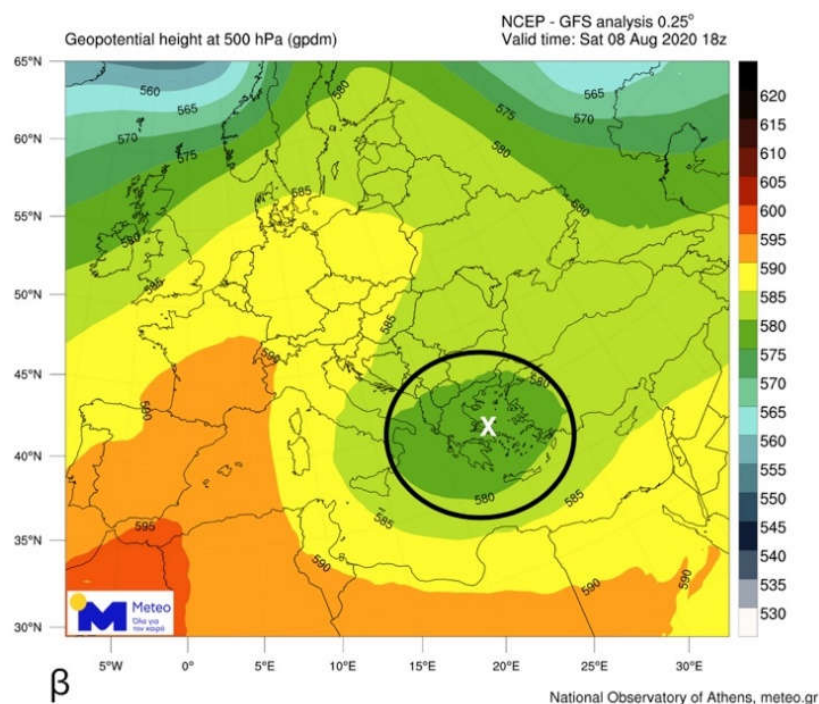
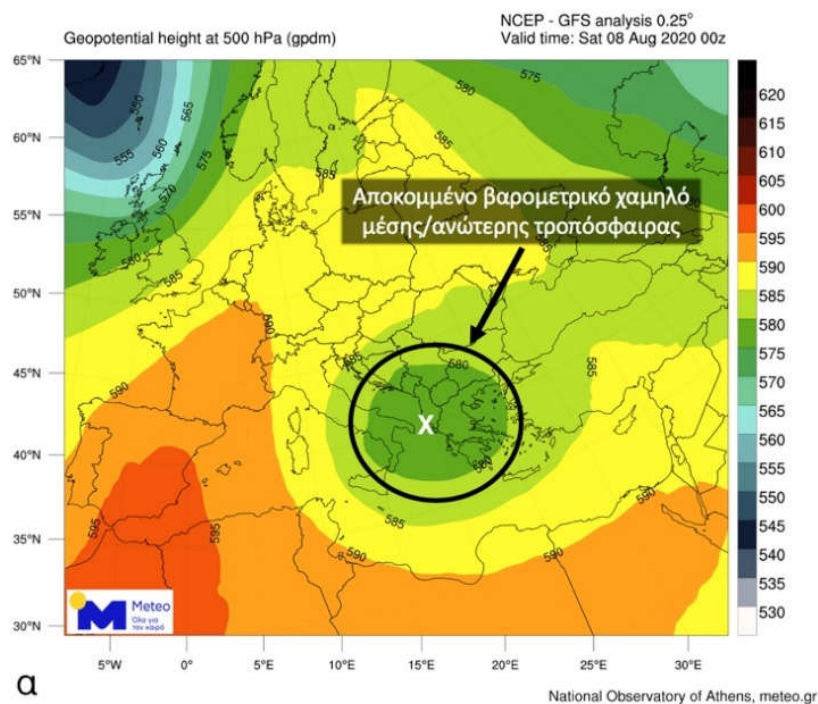
2. Synoptic Situation

The major synoptic feature during the storm “Thalia”, named by the National Observatory of Athens, between the 5th and the 9th of August 2020, was an almost stationary mid/upper-tropospheric cut-off low-pressure system in the general area of South Adriatic Sea and the Ionian Sea.

On the first morning ours of Saturday (August 8th, 2020) the cut-off center was located in the area of Ionian sea (left map in the picture). 12 hours later the centre moved SE over mainland Greece and eventually over the Aegean, where it was located in the early morning hours of Sunday 9th August (right map in the picture).

2. Συνοπτική κατάσταση της ατμόσφαιρας

Το κύριο συνοπτικό αίτιο για την εκδήλωση της κακοκαιρίας «Θάλειας» όπως ονομάστηκε από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών μεταξύ 5 και 9 Αυγούστου 2020, ήταν ένα αποκομμένο βαρομετρικό χαμηλό σύστημα μέσης και ανώτερης τροπόσφαιρας, σχεδόν στάσιμο, στην περιοχή της Νότιας Αδριατικής και του Ιονίου Πελάγους. Τις πρώτες πρωινές ώρες του Σαββάτου 8 Αυγούστου 2020 το κέντρο της διαταραχής εντοπιζόταν στους χάρτες ανάλυσης στην περιοχή του Ιονίου (Σχήμα α) ενώ 12 ώρες αργότερα κινήθηκε νοτιοανατολικά πάνω από τον ηπειρωτικό κορμό της χώρας και το κέντρο του εντοπιζόταν στο Κεντρικό Αιγαίο Πέλαγος τα ξημερώματα της Κυριακής 9 Αυγούστου 2020 (Σχήμα β).



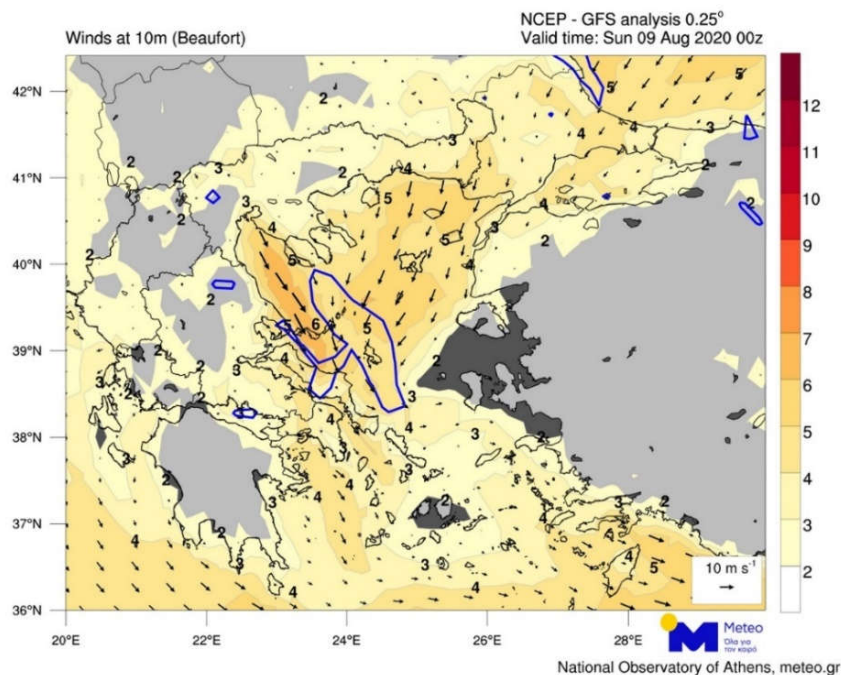


METEOROLOGICAL SITUATION AND THE STORM

3. Mesoscale discussion

During the night on Saturday 8th August 2020 and due to the complex topography of Central Greece, low-level convergence zones developed in Central Aegean Sea (left map in the panel), triggering convection of highly unstable low-level air masses.

The presence of unstable air masses in the Aegean Sea and their transport towards the mainland can be interpreted with the vertically Integrated Water-Vapor Transport (IVT) (right map in the panel). The strong north-easterly flow in the Aegean Sea was perpendicular to the high mountains of Eastern Evia, resulting in topographic lift and eventually deep moist convection due to the presence of high Convective Available Potential Energy (CAPE) (not shown). Moreover, the presence of strong vertical wind shear and storm-relative helicity above Evia, aided in the development of long-lasting and stationary supercells.

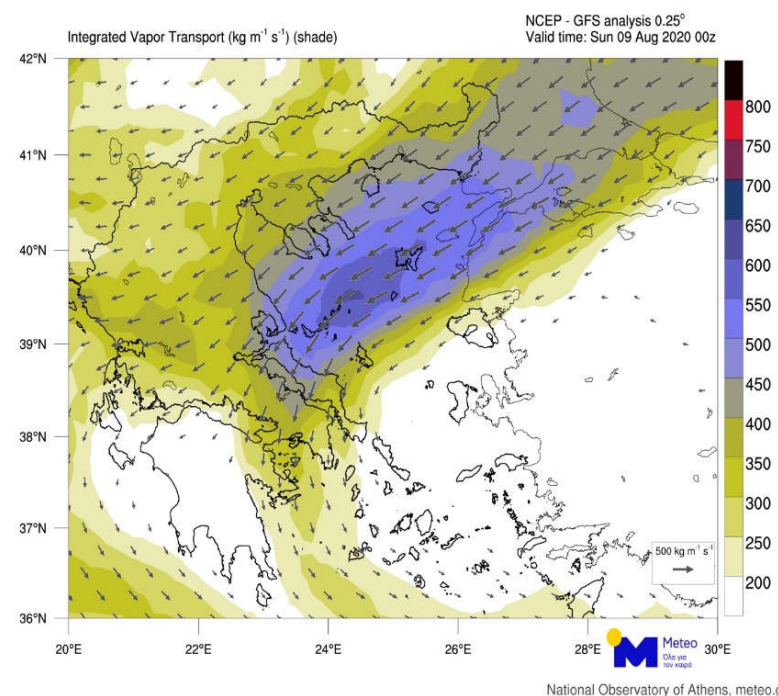


Wind speed and direction at 10m (Beaufort) (shade) and strong 10m convergence (10-4 s-1) (blue contours) on Sunday 9th August 2020 0000 UTC

3. Ανάλυση μέσης κλίμακας

Τις βραδινές ώρες του Σαββάτου 08/08 και λόγω της επίδρασης με την τοπογραφία, αναπτύχθηκαν κοντά στο έδαφος περιοχές έντονων συγκλίσεων ανέμου (σχήμα αριστερά) οι οποίες οδήγησαν στην ανύψωση εξαιρετικά ασταθών αερίων μαζών πάνω από το Βόρειο Αιγαίο.

Η παρουσία εξαιρετικά ασταθών αερίων μαζών και η απότομη μεταφορά τους αποτυπώνεται στο παρακάτω σχήμα όπου παρουσιάζεται η συγκέντρωση υδρατμών μέσα στην ατμόσφαιρα (σχήμα δεξιά). Η ισχυρή ροή υγρών αερίων μαζών κάθετα στους ορεινούς όγκους της Ανατολικής Εύβοιας οδήγησε στη μηχανική ανύψωση των ασταθών αερίων μαζών με αποτέλεσμα την απότομη ανωμεταφορά τους. Επιπροσθέτως, η κατανομή των ανέμων καθ' ύψος ευνόησε την δημιουργία ελικοειδούς ροής πάνω από την Εύβοια διαμορφώνοντας το κατάλληλο περιβάλλον για την ανάπτυξη πολύωρων και στάσιμων υπερκύτταρων καταιγίδων.



Vertically intergraded water-vapor transport (kg m-1 s-1) (shade and arrows) on Sunday 9th August 2020 0000 UTC



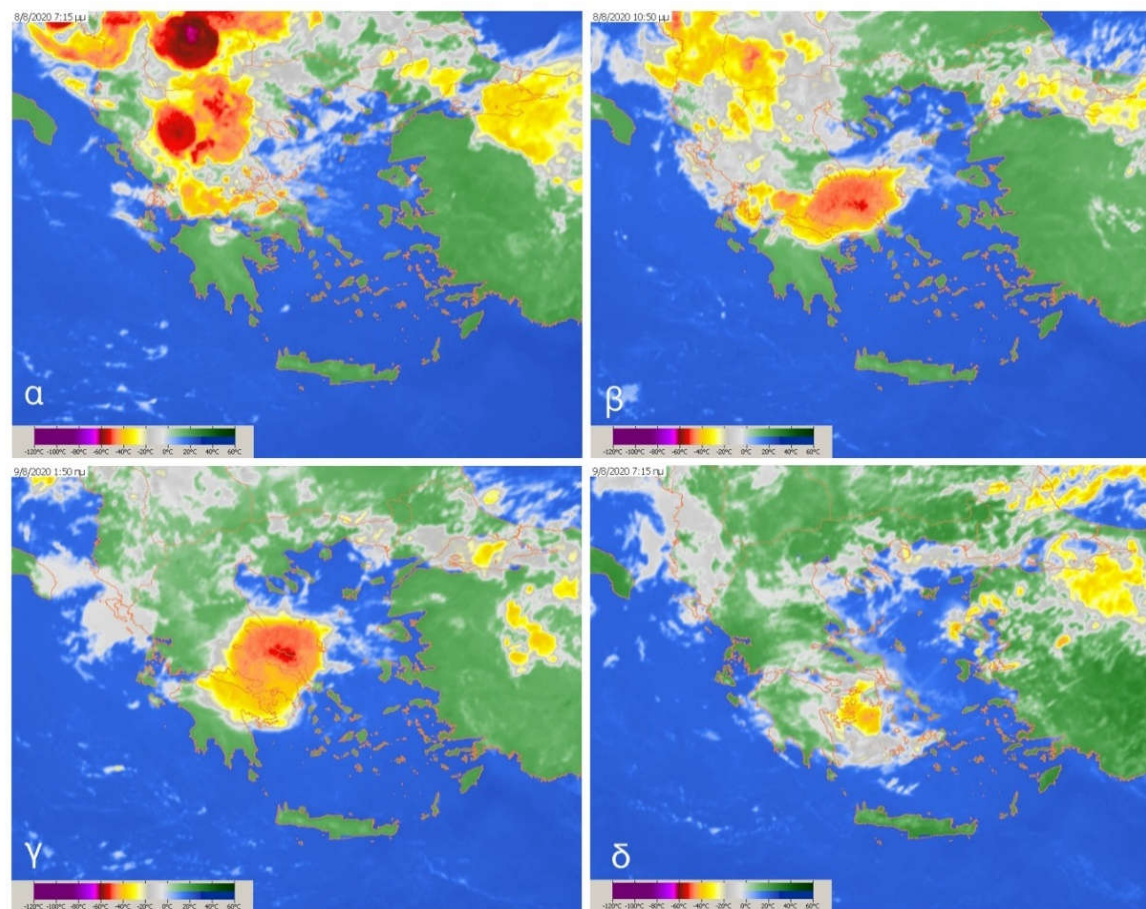
METEOROLOGICAL SITUATION AND THE STORM

Satellite imagery

The satellite images shown in the panel provide an overview of the size and the duration of the convective clouds. The first storm cells were detected in North Evia just after 1900 UTC on Saturday 8th August 2020 (upper left map). Within less than 2 hours, an almost stationary Mesoscale Convective System (MSC) developed (upper right and bottom left maps). The brightness temperature of the cloud tops between 0000 and 0500 UTC was occasionally below -65°C , with overshooting tops in the lowest Stratosphere, indicating the presence of very strong updrafts. Nearly at 0500 UTC the storm quickly started losing its structure and was not detected any more a couple of hours later, after 0700 UTC (bottom right map).

Δορυφορικές εικόνες

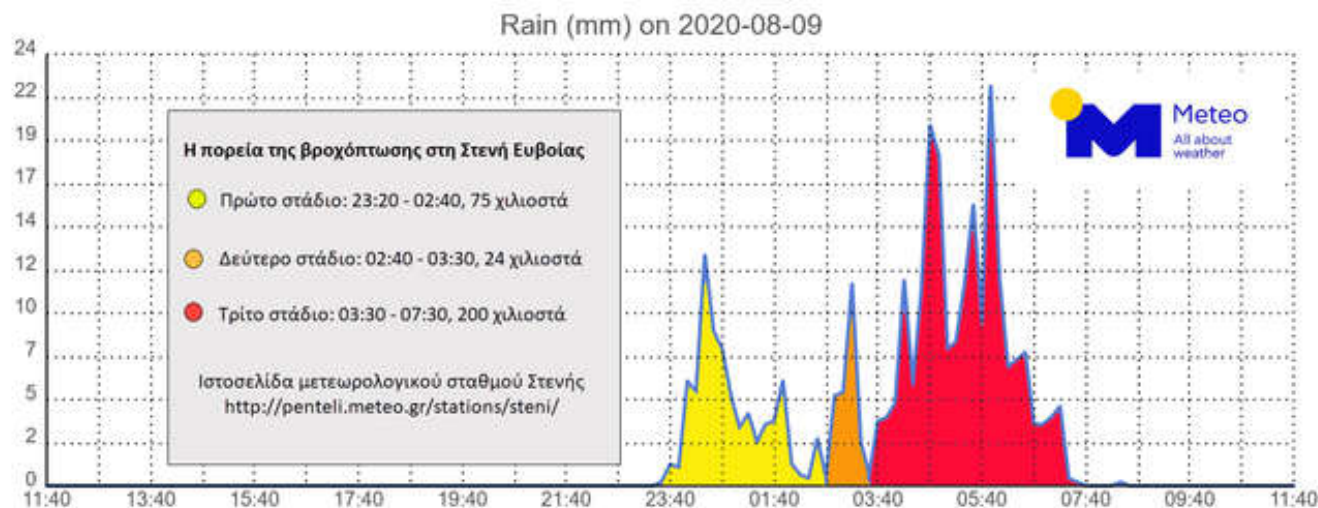
Η ανάλυση των δορυφορικών εικόνων δείχνει την ανάπτυξη των πρώτων καταιγιδοφόρων νεφών στη Βόρεια Εύβοια το βράδυ του Σαββάτου 8 Αυγούστου 2020 μετά τις 1900 UTC (Σχήμα α). Σε διάστημα περίπου 2 ωρών οι καταιγιδοφόροι πυρήνες οργανώθηκαν σε καταιγίδα μέσης κλίμακας (Mesoscale Convective System) σχεδόν στάσιμης πάνω από την Εύβοια (Σχήμα β και γ). Η θερμοκρασία της κορυφής των νεφών της καταιγίδας μεταξύ 0000 και 0500 UTC έφτανε τους -65°C , σε περιοχές με προεξοχές νεφών αρκετά ψηλότερα από την τροπόπαυση, υποδεικνύοντας πολύ ισχυρά ανοδικά ρεύματα. Στις 0500 UTC ξεκίνησε η γρήγορη εξασθένηση της καταιγίδας και η πλήρης αποδόμησή της λίγη ώρα αργότερα (Σχήμα δ).



False-colored Brightness Temperature ($^{\circ}\text{C}$) from the Meteosat infrared channel $10.8\text{ }\mu\text{m}$ on Saturday 8 August 2020 (α) 1915 UTC and (β) 2250 UTC, and on Sunday 9 August 2020 (γ) 0150 UTC and (δ) 0715 UTC

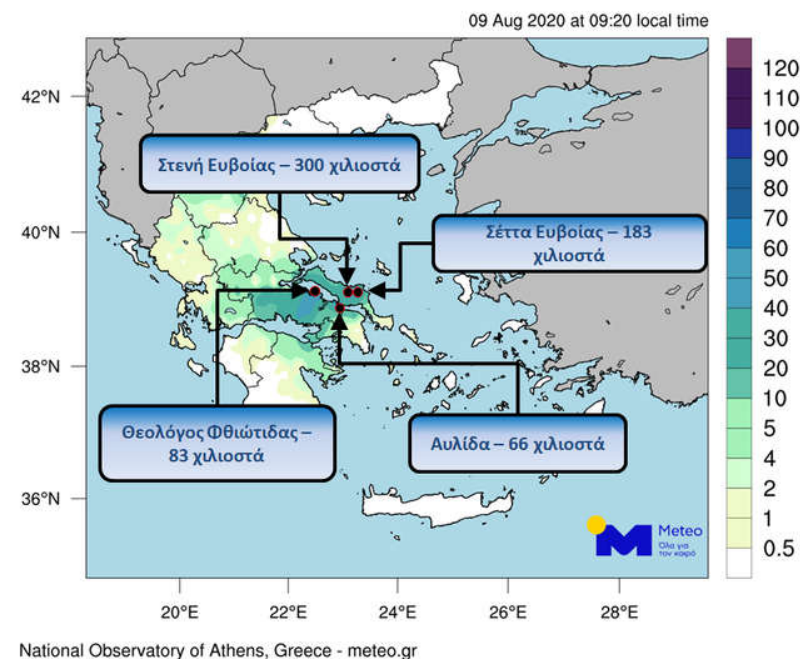


METEOROLOGICAL SITUATION AND THE STORM



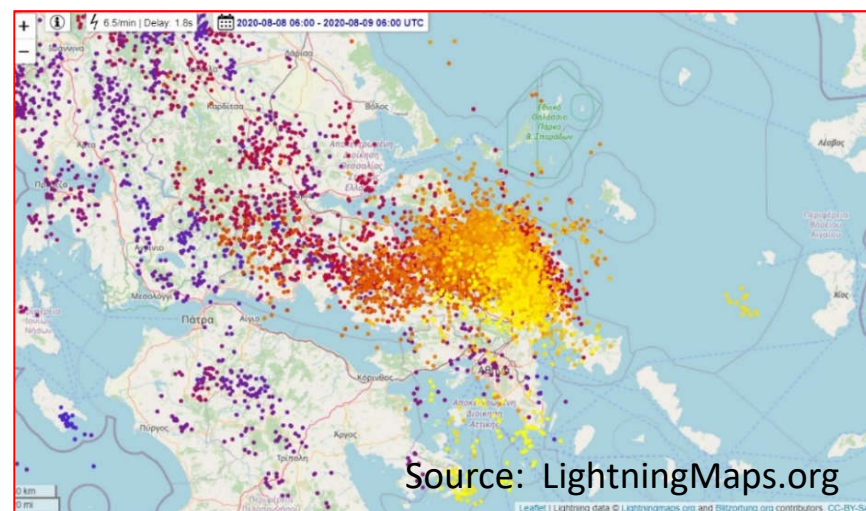
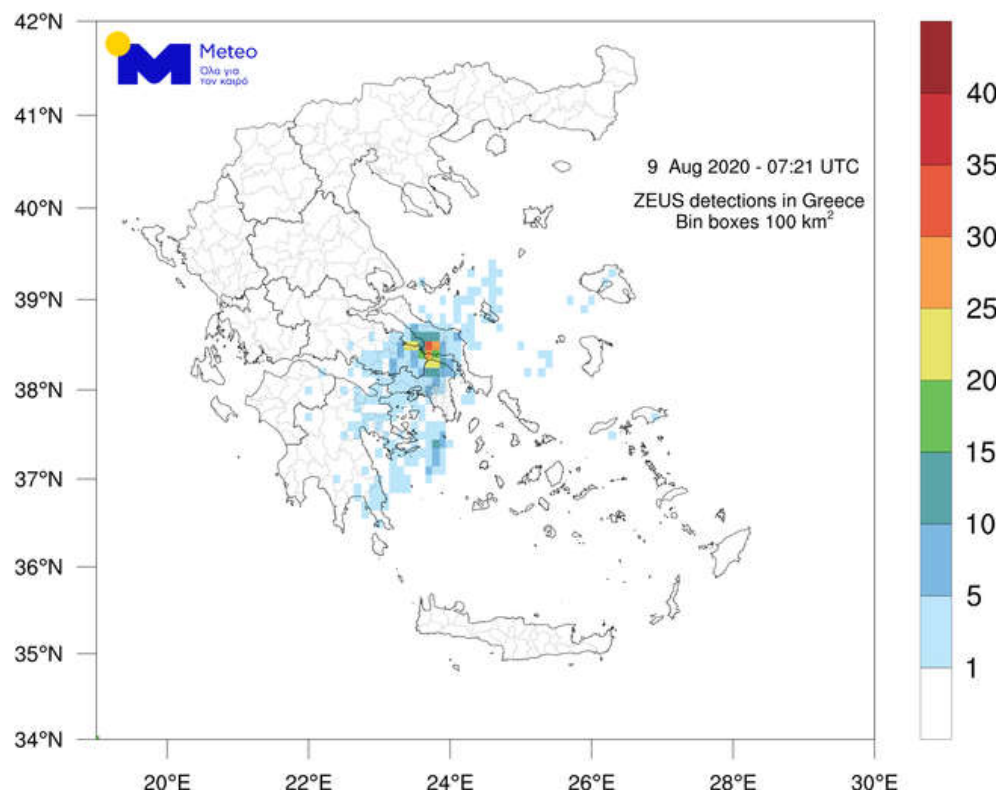
Accumulated rainfall at indicative
meteorological stations of
METEO/NOA

10-min rainfall at Steni meteorological station of METEO/NOA





LIGHTNING ACTIVITY





DETECTION & MONITORING OF THE STORM SYSTEM FROM METEOSAT SATELLITE

The detection and monitoring of the clouds associated to the extreme weather event in Evia, can be achieved with the METEOSAT satellite; in particular recordings from the SEVIRI instrument, are used to develop composite products – indicators as follows:

(a) Airmass is an RGB composite designed to monitor the evolution of cyclones, in particular rapid cyclogenesis and PV (potential vorticity) anomalies. In addition, warm and cold air masses as well as cloud systems are depicted.

From the sequence of the images (in GMT hours) referring to the airmass composite product, the cloud systems over central Greece are recognized (20.00 UTC), whereas the development of a mesoscale convective system (MCS) is clearly depicted over Evia at 22.00 UTC (it should be mentioned that the impact of such systems at the ground level are seen in a later stage as compared to the initial stage of their development). In addition, the sequence of the images of the air mass product depicts that the MCS is practically stagnant over the Evia area for several hours (> 5 hours), causing continuous and intense rainfall due to the MCS's feedback processes.

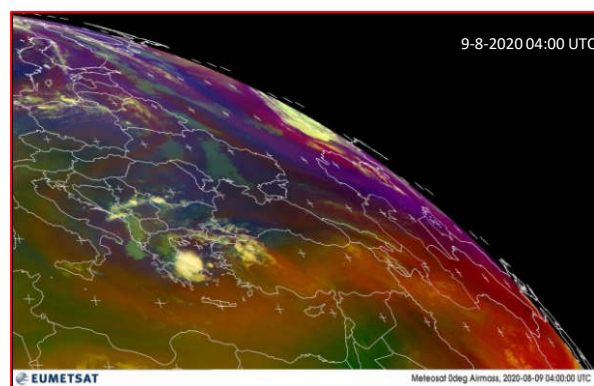
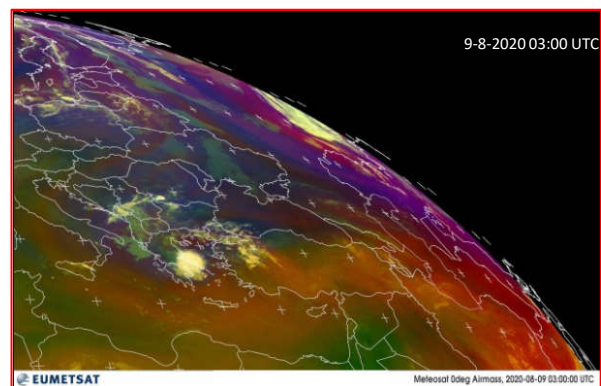
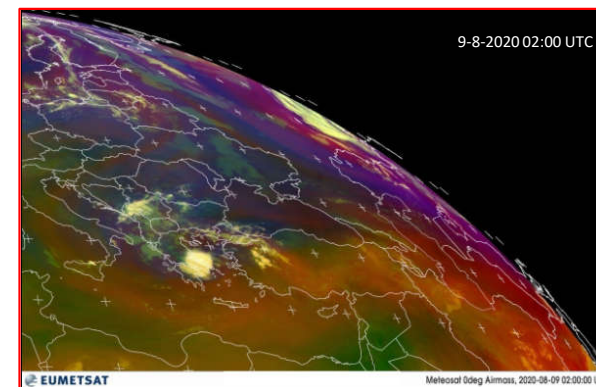
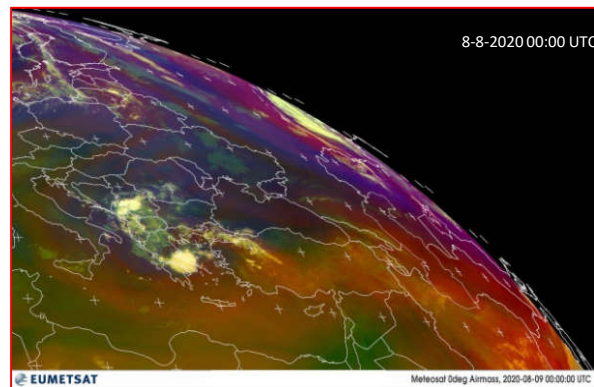
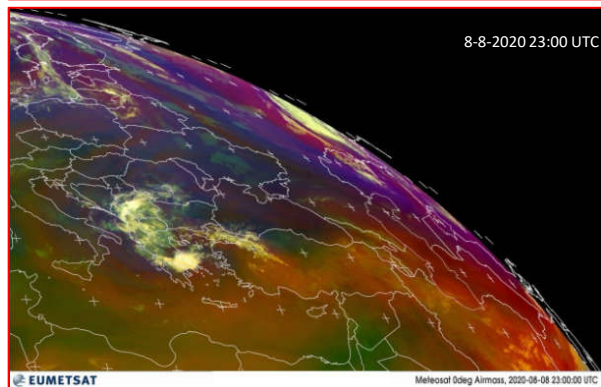
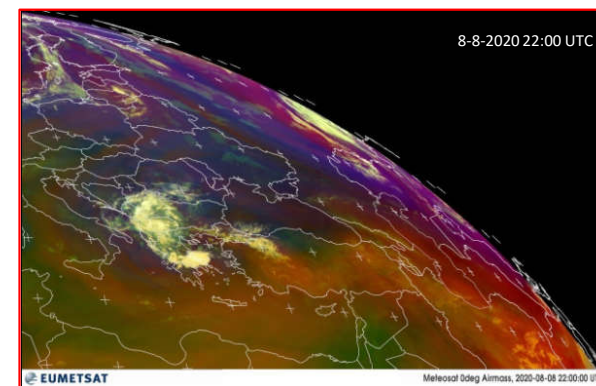
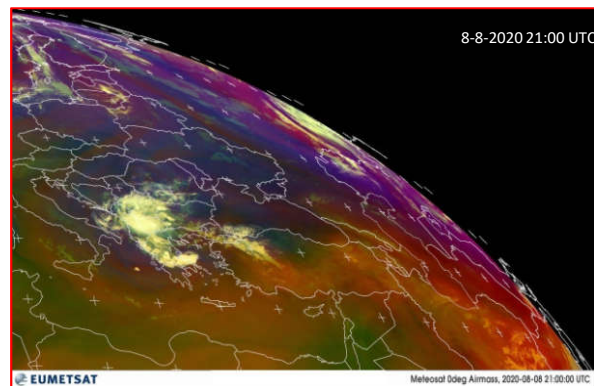
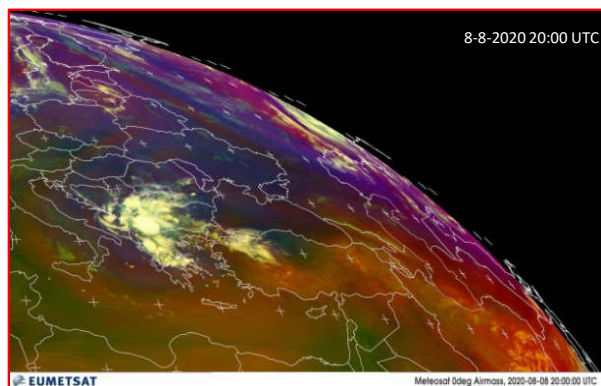
Η αναγνώριση και παρακολούθηση καταιγιδοφόρων νεφών είναι εφικτή με τη χρήση του δορυφόρου METEOSAT και ειδικότερα καταγραφών του οργάνου SEVIRI που μέσω επεξεργασίας διαμορφώνουν σύνθετα προϊόντα – δείκτες.

(α) το σύνθετο προϊόν airmass. Με το δείκτη αυτό είναι δυνατή η παρατήρηση κυκλογένεσης καθώς και ανωμαλιών δυνητικού στροβιλισμού. Επίσης αποτυπώνονται οι θερμές και ψυχρές αέριες μάζες και τα νεφικά συστήματα.

Από την αλληλουχία των εικόνων για το προϊόν airmass (είναι σε ώρες GMT) αποτυπώνονται τα νεφικά συστήματα που αναπτύσσονται πάνω από την περιοχή της Ελλάδας (20 00 UTC), καθώς επίσης εντοπίζεται η δημιουργία ενός μέσης κλίμακας κατακόρυφης ανάπτυξης συστήματος πάνω από την Εύβοια στις 22 00 UTC (δεν ταυτίζεται με την έναρξη των φαινομένων στην επιφάνεια, αυτά εκδηλώνονται ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του συστήματος). Επίσης, το προϊόν αυτό αποτυπώνει τη δημιουργία, την ανάπτυξη και την κίνηση του καταιγιδοφόρου νέφους μέσης κλίμακας, το οποίο μάλιστα φαίνεται να παραμένει για αρκετές ώρες (>5ώρες) πάνω ακριβώς από την πληγείσα περιοχή, με συνέπεια να πλήττει για μεγάλο χρονικό διάστημα την ίδια περιοχή, προκαλώντας συνεχείς και ισχυρές βροχοπτώσεις λόγω της συνεχούς ανατροφοδότησης του συστήματος.



DETECTION & MONITORING OF THE STORM SYSTEM FROM METEOSAT SATELLITE



Airmass is an RGB composite is designed to monitor the evolution of cyclones, in particular rapid cyclogenesis and PV (potential vorticity) anomalies.

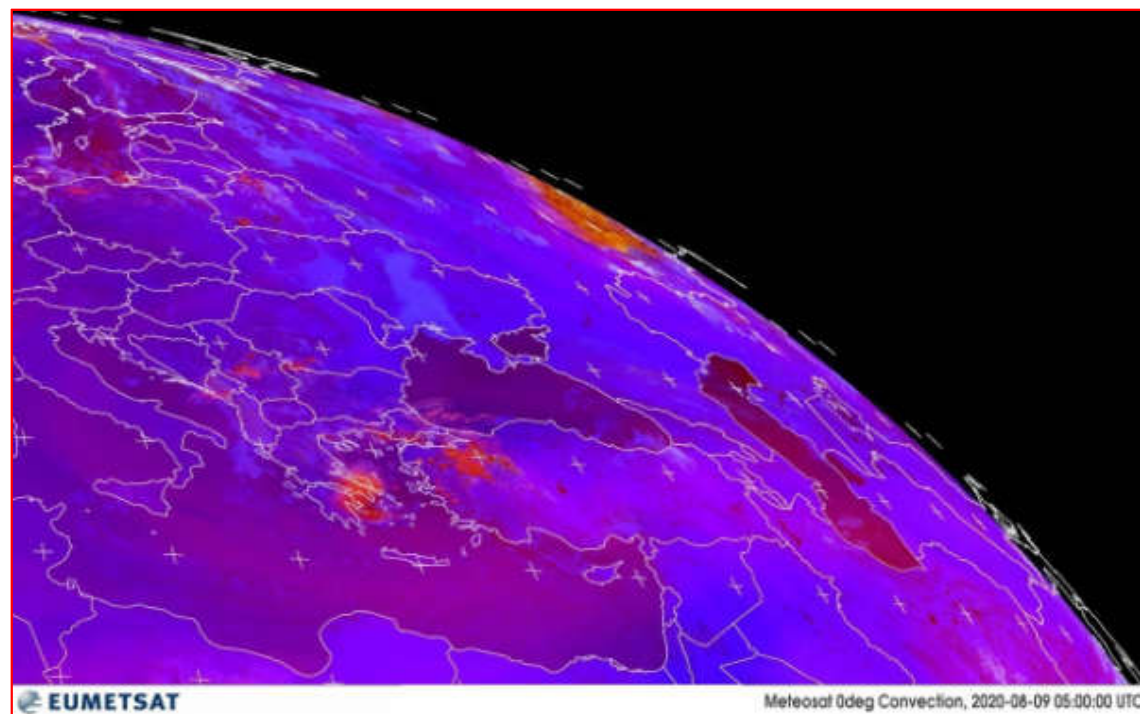
DETECTION & MONITORING OF THE STORM SYSTEM FROM METEOSAT SATELLITE

(b) The Convection RGB denotes instability in the atmosphere as well as convective storms, vertical clouds and upward air currents.

In terms of the Convection composite product, limited information is extracted for the night time period as this product also uses satellite recordings in the visible part of the spectrum (solar radiation). Yet, the image at 04 00 UTC, clearly depicts the presence of the MCS (red- dark red), a fact which is related to the strong updrafts even at the latest stages of the MCS and verifies the presence of the convective storm and the heavy rainfall which occurred during night time.

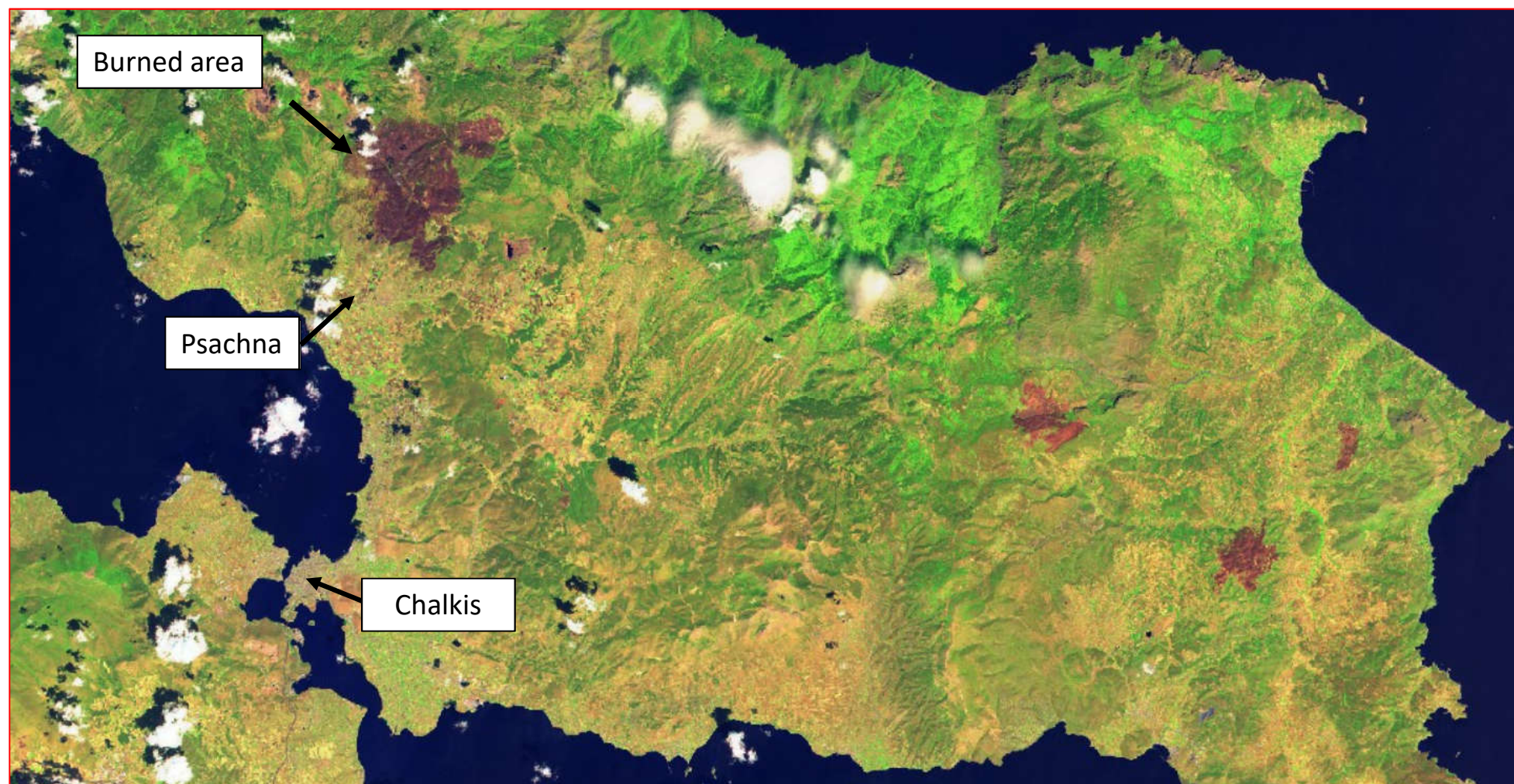
(β) Το σύνθετο προϊόν convection υποδηλώνει αστάθεια στην ατμόσφαιρα, καταιγίδες, νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης (Cb) και ισχυρές ανοδικές κινήσεις.

Το προϊόν convection δεν μπορεί να παρέχει σημαντική πληροφορία εξαιτίας της ώρας εκδήλωσης των φαινομένων (απουσία ηλιακής ακτινοβολίας). Εντούτοις, οι έντονες αποχρώσεις που χαρακτηρίζουν το καταιγιδοφόρο νέφος στις 04 00 UTC υποδηλώνουν ισχυρές ανοδικές κινήσεις ακόμα και κατά τη διάλυση του συστήματος, γεγονός που υποδηλώνει ότι και νωρίτερα επικρατούσαν έντονες ή εντονότερες ανοδικές κινήσεις, η κορυφή του νέφους ήταν υψηλή και με χαμηλή θερμοκρασία, χαρακτηριστικά που συνδέονται με έντονα φαινόμενα στην επιφάνεια.





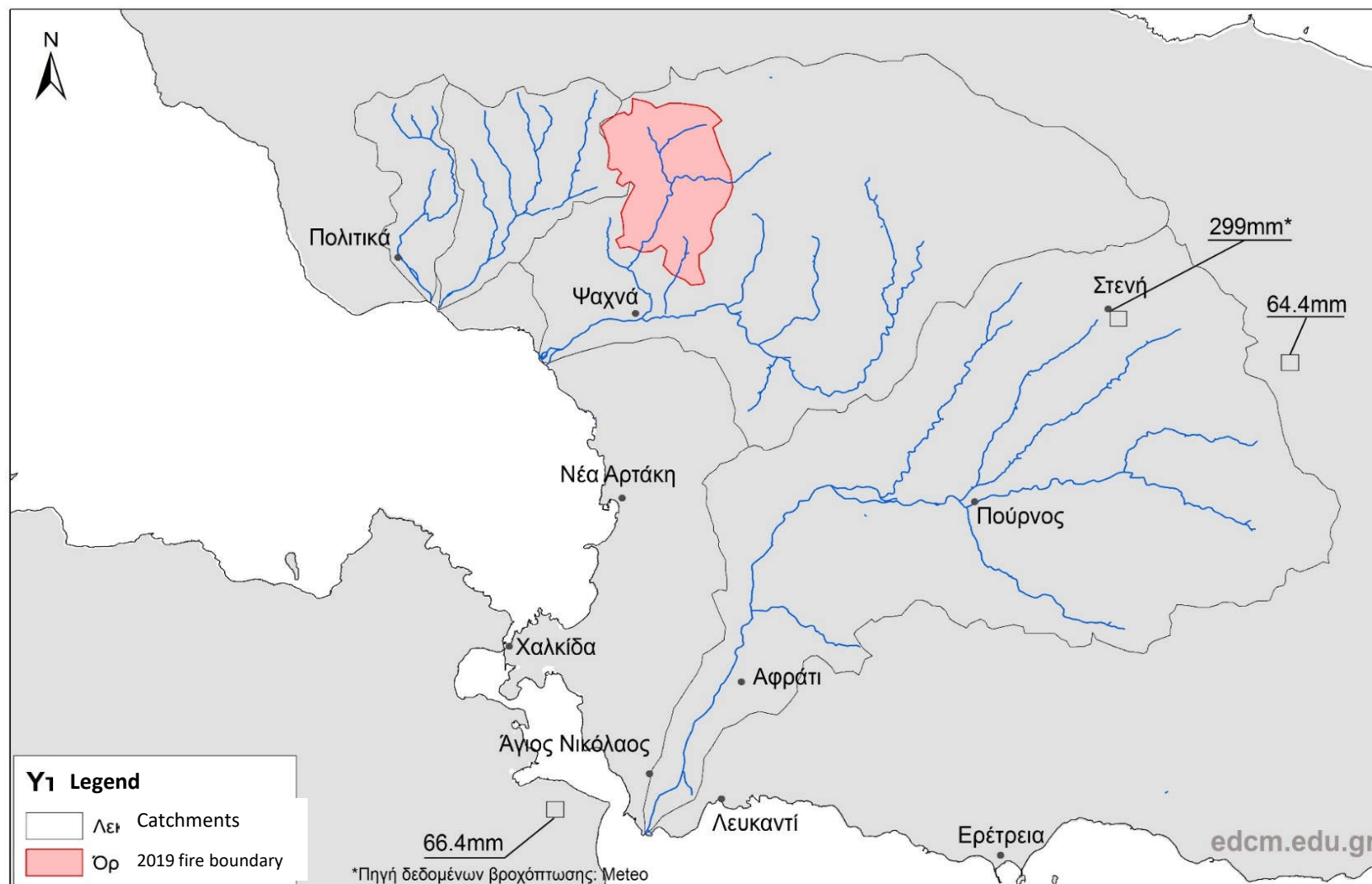
FOREST FIRE – AUGUST 2019



Satellite picture captured in 19 August 2019 few days after the forest fire (Source: Sentinel-2 L1C -Bands 11,8,2)



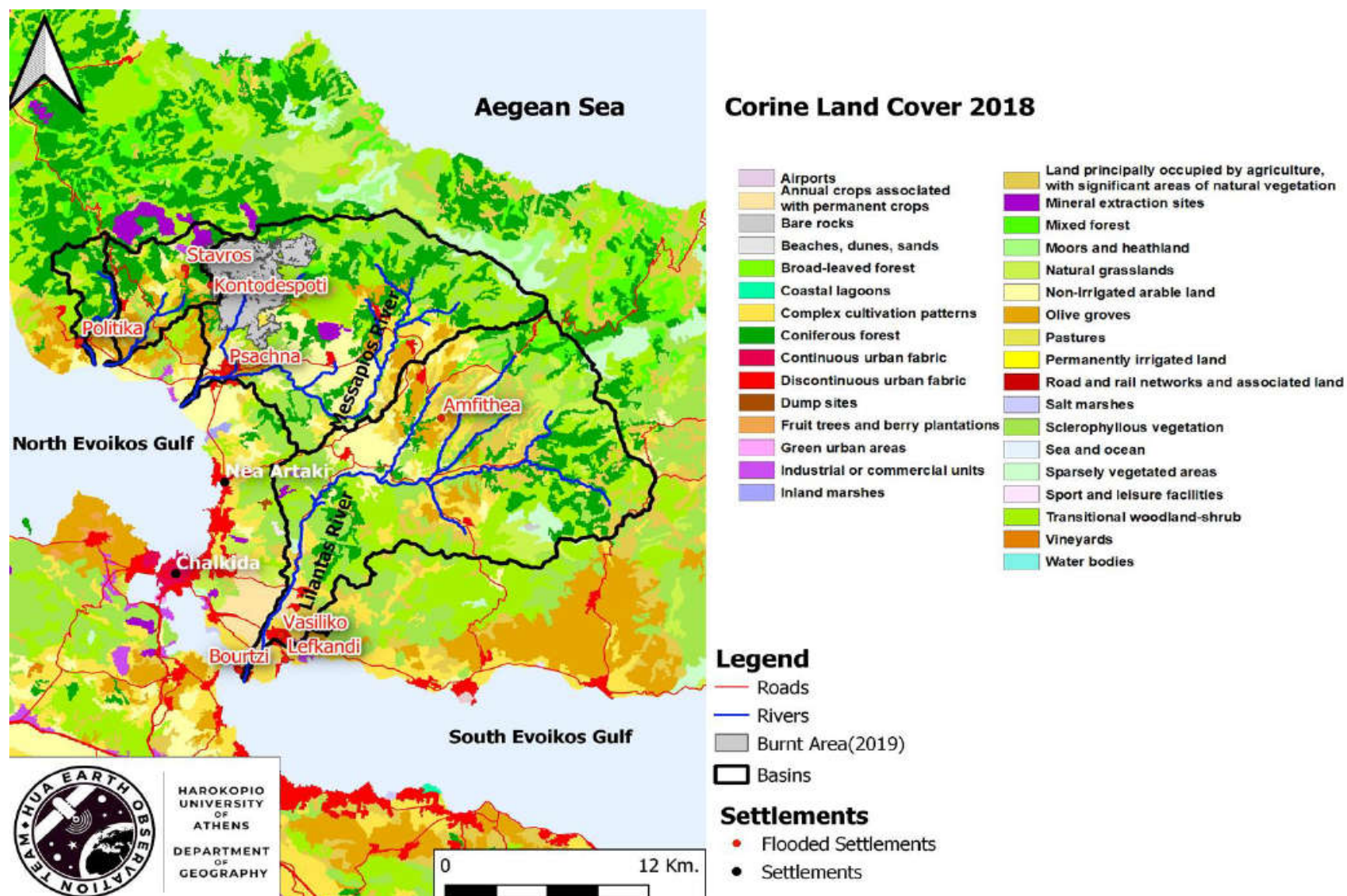
FOREST FIRE – AUGUST 2019



Map of the boundary of the forest fire of August 2019 near Psachna in relation to the catchments hit in the area.



LAND USE MAP OF THE STUDY AREA





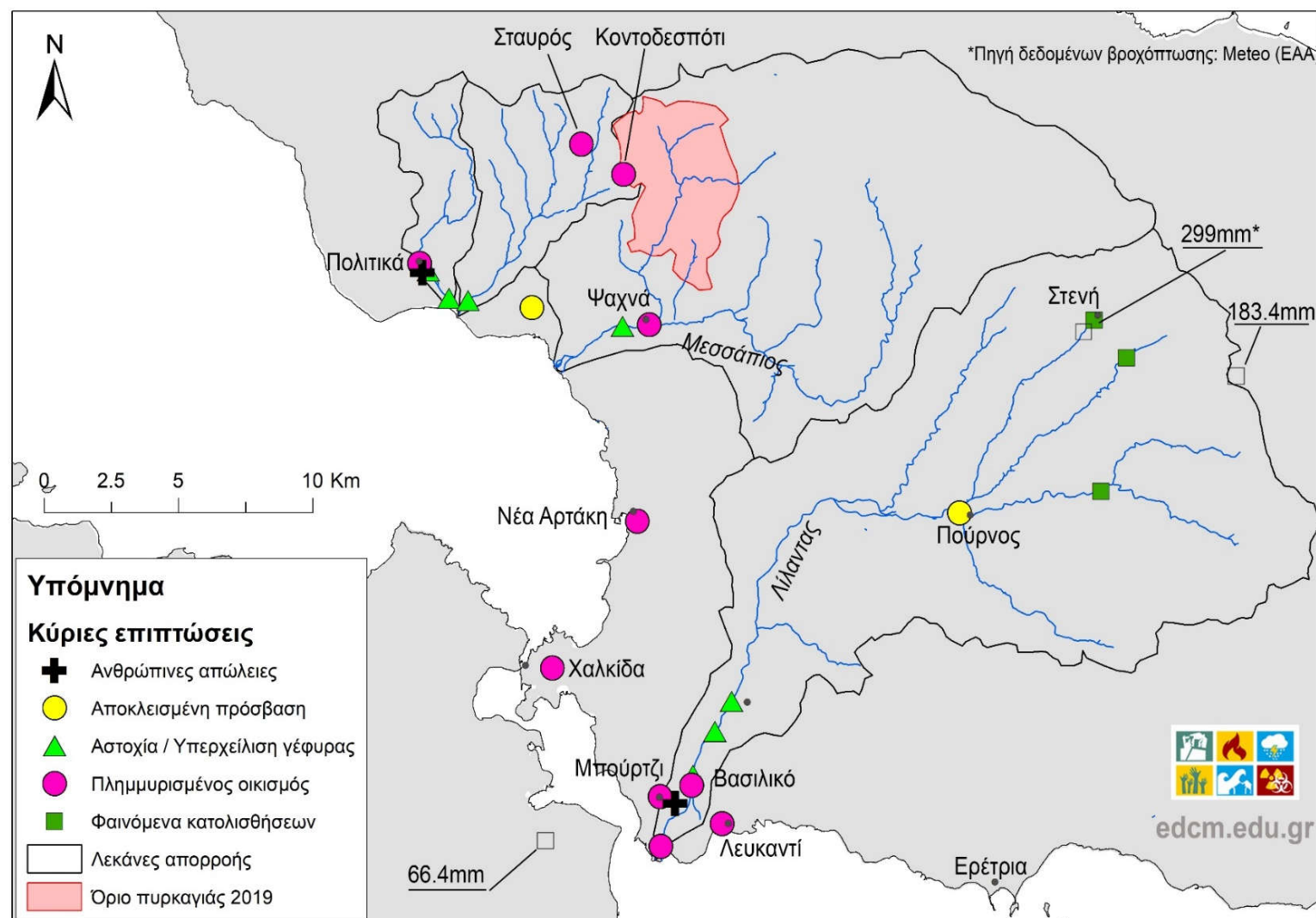
SCENES FROM THE FLOOD





MAIN IMPACTS FROM THE FLOOD EVENT OF AUGUST 2020

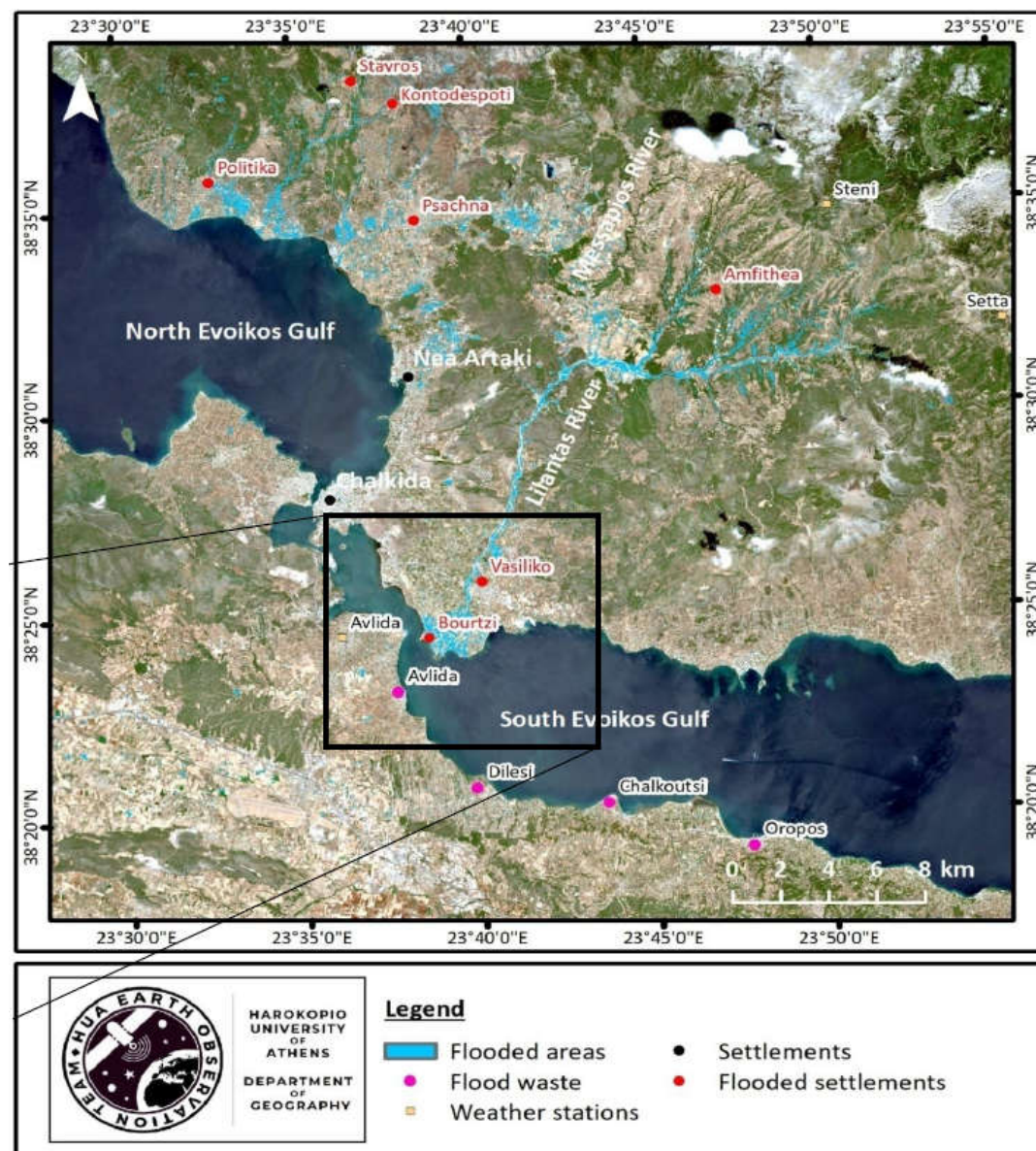
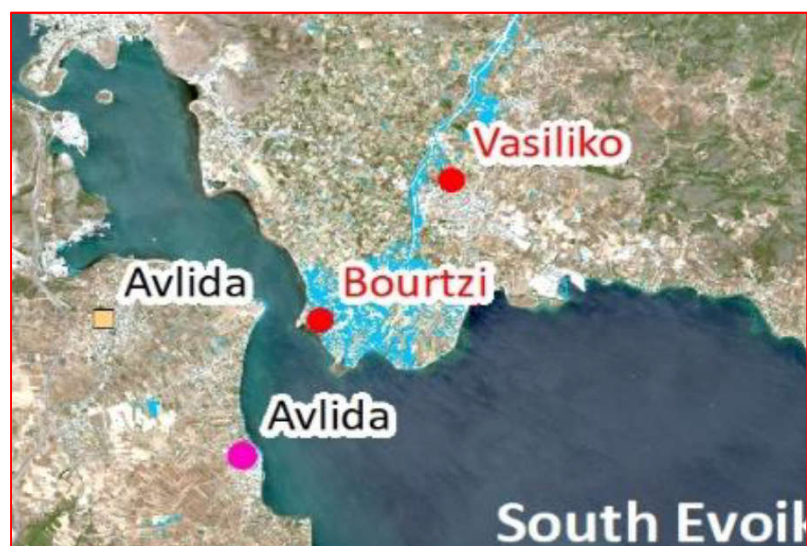
Map of the main impacts of the flood of August 9, 2020





FLOODED AREAS (SATELLITE-DERIVED)

The result which is presented on this slide derived from Copernicus Sentinel-2 products, acquired before (03/08/2020) and after (13/08/2020) the event. The processing was based on the Difference of Normalized Difference Water Indices (DNDWI).





IMPACTS ON INFRASTRUCTURE (EROSION PROTECTION WORKS)



View of eroded bank protection works at the left bank of Lilas R. (looking downstream).



IMPACTS ON INFRASTRUCTURE



Views of damages in the town of Psachna (main channel)



EFFECTS ON THE ROAD NETWORK



UAV pictures of damages in Vassiliko Bridge (looking downstream)



EFFECTS ON ROAD NETWORK

FYLLA BRIDGE (IMAGES CAPTURED BY DRONE)





EFFECTS ON THE ROAD NETWORK

FYLLA BRIDGE





EFFECTS ON THE ROAD NETWORK

AFRATI BRIDGE (IMAGES CAPTURED BY DRONE)



Άποψη της γέφυρας του Αφρατίου προς τα κατάντη στην οποία σημειώνεται λόγω διάβρωσης των πρανών γύρω από το ακρόβαθρο (τυπική εικόνα επιπτώσεων σε γέφυρες από την πλημμύρα).

View of Afrati Bridge looking downstream. Its right side has completely collapsed due to erosion of the river bank.



EFFECTS ON THE ROAD NETWORK

AFRATI BRIDGE (IMAGES CAPTURED BY DRONE)



Άποψη της γέφυρας του Αφρατίου στην οποία σημειώνεται λόγω διάβρωσης των πρανών γύρω από το ακρόβαθρο (τυπική εικόνα επιπτώσεων σε γέφυρες από την πλημμύρα).

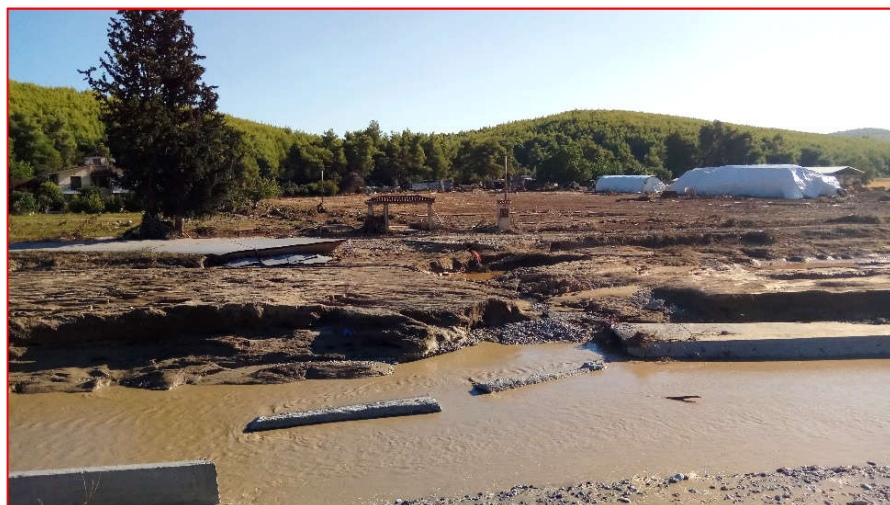
View of Afrati Bridge looking south. Its right side has completely collapsed due to erosion of the river bank.



EFFECTS ON THE ROAD NETWORK



COLLAPSE OF POURNOS BRIDGE ON THE ROAD TOWARDS ERETRIA



**COLLAPSE OF BRIDGE BETWEEN POURNOS
AND MISTROS**



COLLAPSE OF BRIDGE NEAR MISTROS



EFFECTS ON THE ROAD NETWORK

MAP OF LILAS R. BRIDGES

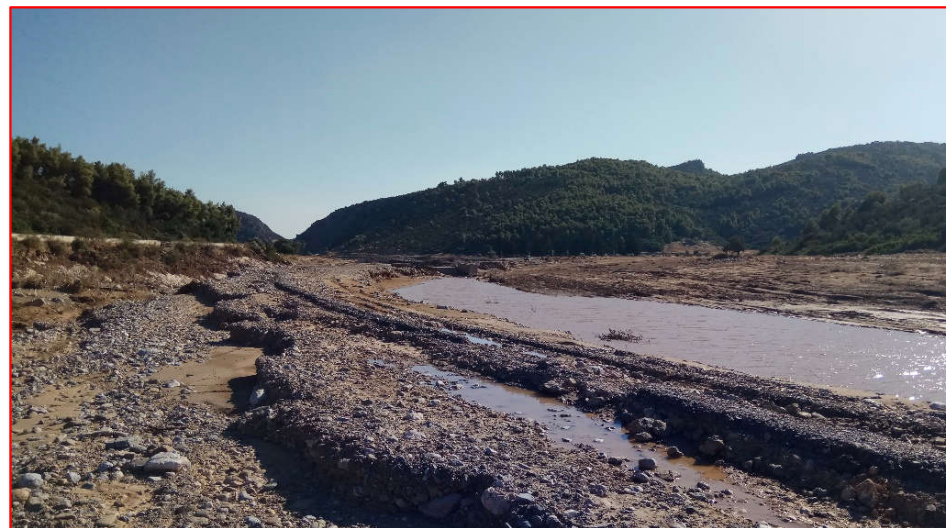


All six main bridges of Lilas River, shown in the map collapsed, suffered eroded road embankments, scoured asphalt deck and became temporarily or permanently unusable.



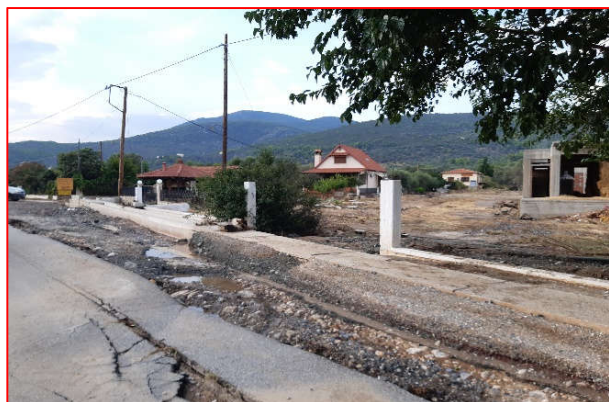
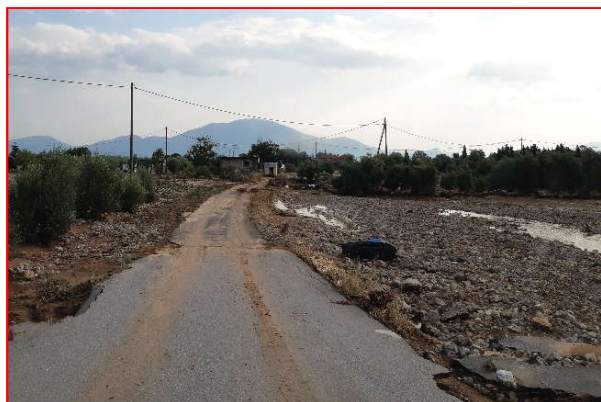
EFFECTS ON THE ROAD NETWORK

COLLAPSED ROAD EMBANKMENTS (AFRATI – PISSONAS)





EFFECTS ON THE ROAD NETWORK



Collapsed and eroded road embankments, scoured asphalt deck.



EFFECTS ON THE ROAD NETWORK



UAV images of Afrati Bridge



EFFECTS ON THE ROAD NETWORK



UAV images of Afrati Bridge



EFFECTS ON THE ROAD NETWORK



UAV images of Afrati Bridge, Fylla football field and the general area.





EFFECTS ON INFRASTRUCTURE



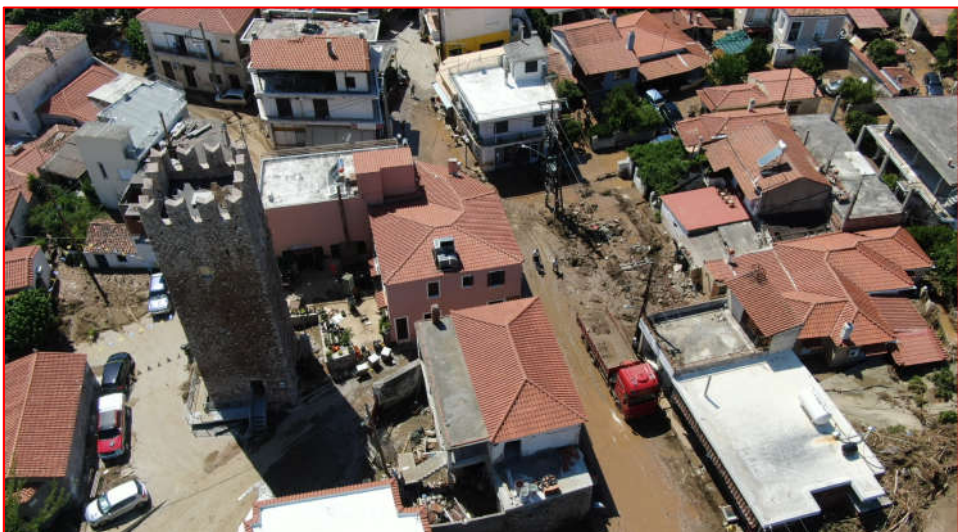


EFFECTS ON INFRASTRUCTURE





EFFECTS ON INFRASTRUCTURE (POLITIKA)





EFFECTS ON BUILDINGS





EFFECTS ON BUILDINGS



Impacts on stone-built houses (Lilas R. floodplain)
Complete collapse



Impacts on stone-built houses (Lilas R. floodplain)
Complete collapse



MAXIMUM WATER STAGE RECORDING (VASSILIKO)

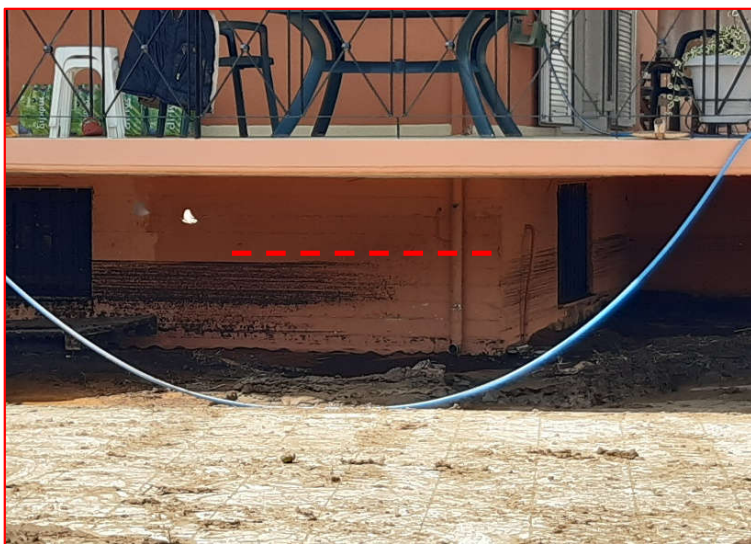


Water stage recorded at multiple locations around Vassiliko town at 1,00m - 1,70m.



MAXIMUM WATER STAGE RECORDING

PSACHNA



Water stage recorded at multiple locations around Psachna at 0,60m to 1,8m.



MAXIMUM WATER STAGE RECORDING

POLITIKA



Water stage recorded at multiple locations around Politika 0,80m έως 2,00m.



EFFECTS ON AGRICULTURAL LAND



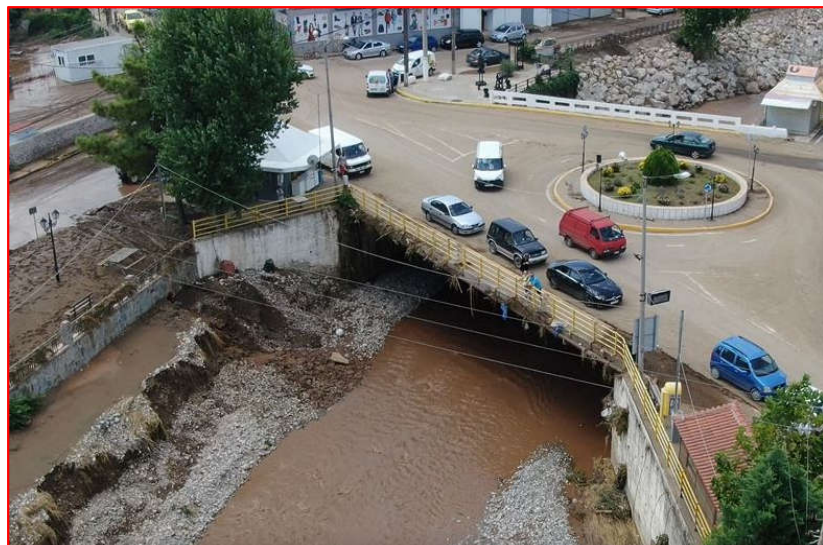


DEBRIS CONTENT



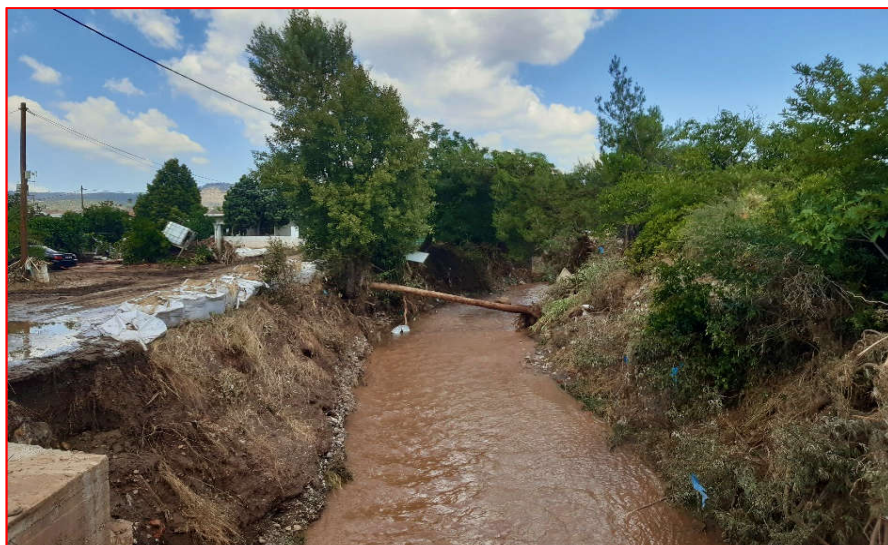
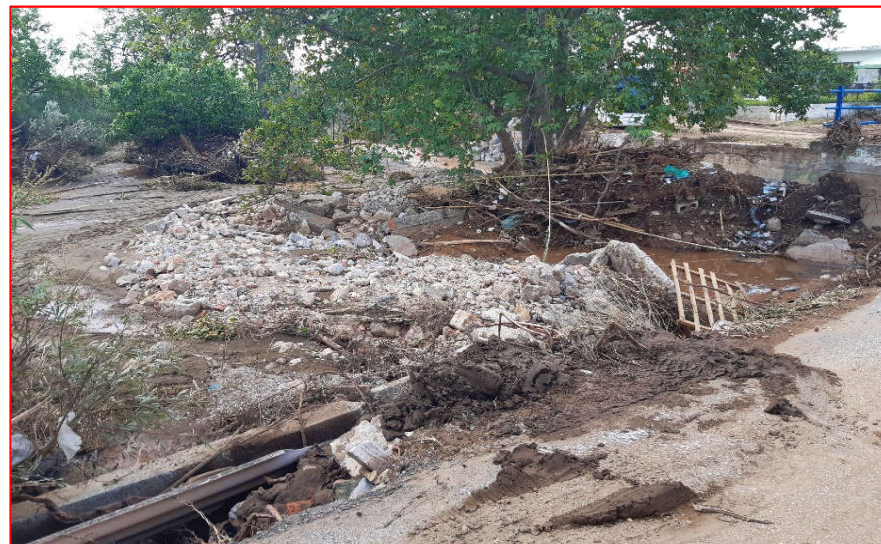


DEBRIS CONTENT





DEBRIS CONTENT





DEBRIS CONTENT



Φράξιμο αγωγού από φερτά υλικά στα Πολιτικά

Bridge cross-section clogging from vegetation
Debris captured from UAV at Politika village

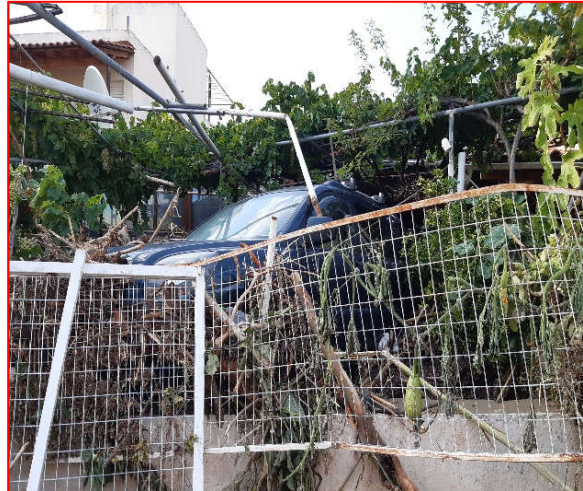


IMPACTS ON VEHICLES





IMPACTS ON VEHICLES





IMPACTS ON VEHICLES





FLOOD CHARACTERISTICS (FLOW DIRECTION)





GEOMORPHOLOGICAL IMPACTS ON THE COASTAL AREA



Lilas River outlet

Source: Sartabakos, NIREAS Engineering



Lilas River alluvial fan



GEOMORPHOLOGICAL IMPACTS ON THE COASTAL AREA



Erosion of coastal infrastructure
at Mpourtzi

Erosion rills at Lefkanti beach





HISTORICAL FLOODS IN LILAS AND MESSAPIOS (PSACHNA) RIVERS

Date	Impacts	Source
19/9/1924	Flooded houses in Vassiliko	Newspaper “Panevoiko Vima”
23/12/1952	Damages in agricultural land (mostly vines) around Vassiliko	Newspaper “Eleftheria”
11/10/1953	Damages in agricultural land (mostly vines) around Vassiliko	Newspaper “Eleftheria”
6/11/1961	Damages in agricultural land	Newspaper “Eleftheria”
16/9/2005	Flooded houses in Vassiliko	Local interviews
30/10/2006	Floods in Psachna (Messapios R.)	Diakakis et al. 2012
11/9/2009	Extensive floods hitting at least 150 houses and businesses in Vassiliko, Lefkanti, Mpourtzi and causing damages on the road network. Two municipalities severely hit (Dirfyon-Messapion and Lilation). Access cut at the village of Mistros. One fatality near Oxylinthos. Impacts of the coastal area and in important infrastructure.	Multiple sources and post-flood survey (e.g. Katsetsiadou 2012, Barsaki 2012)
11/9/2009	Floods in Psachna (Messapios R.) Damages in houses, agricultural land and the coastal area	Multiple sources (e.g. Diakakis et al. 2012)



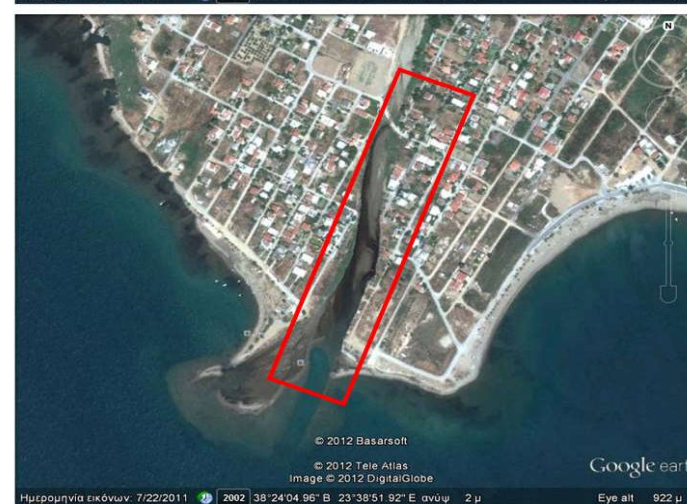
GEOMORPHOLOGICAL IMPACTS ON THE COASTAL AREA



Source: Barsaki (2012)

Αριστερά: Διάβρωση και διάνοιξη στην κοίτη του Λήλαντα κατά την πλημμύρα του 2009

Left: Erosion and intrusion of sea water at the channel of Lilas R near the outlet during the 2009 flood.



Δεξιά: Μεταβολές στην εκβολή του Π. Λήλαντα κατά την πλημμύρα του Σεπτεμβρίου 2009 από δορυφορικές φωτογραφίες.

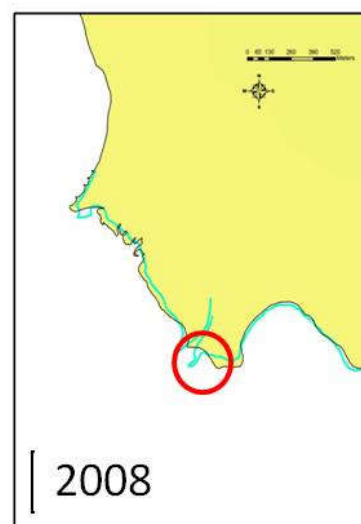
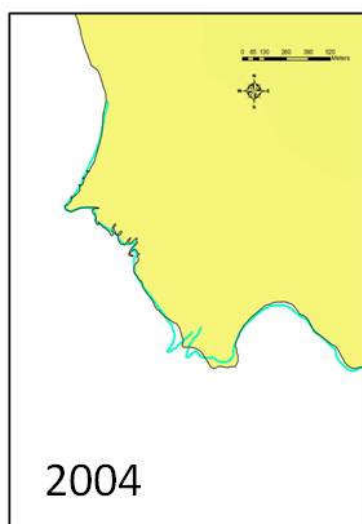
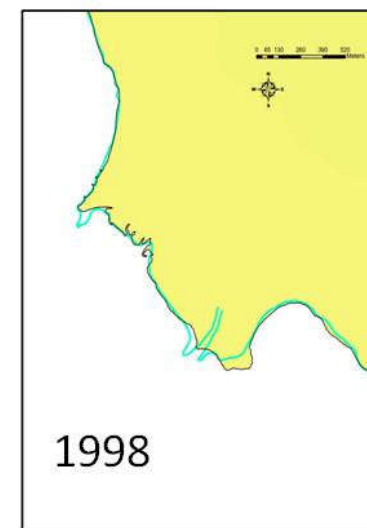
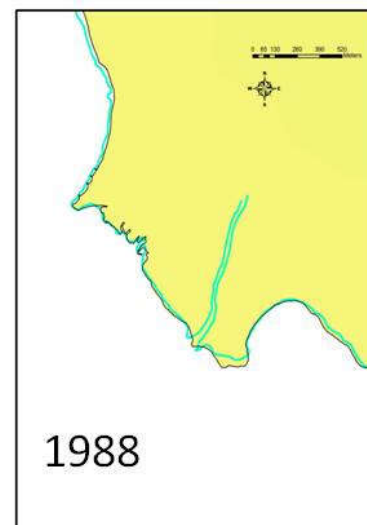
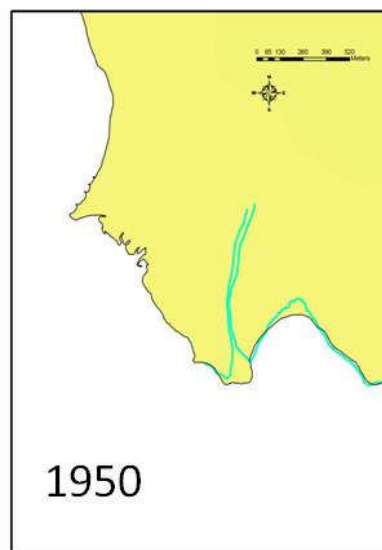
Right: Changes in the outlet of Lilas R. before and after the 2009 flood.



CHANGES IN LILAS R. OUTLET DETECTED THROUGH HISTORICAL SATELLITE IMAGES

Changes in the coastline near Lilas River outlet and of its channel through the years.

Μεταβολές στην ακτογραμμή γύρω από την εκβολή του Λήλαντα και της ίδιας της κοίτης.





COMPARISON WITH HISTORICAL FLOODS



View of the coastal area after the 2020 flood in Lilas R.

Άποψη της ακτογραμμής μετά την πλημμύρα του Αυγ. 2020 κοντά στις εκβολές του Λήλαντα Ποταμού

View of the coastal area after the 2009 flood in Lilas R.

Άποψη της ακτογραμμής μετά την πλημμύρα του Σεπ 2009 κοντά στις εκβολές του Λήλαντα





COMPARISON WITH HISTORICAL FLOODS



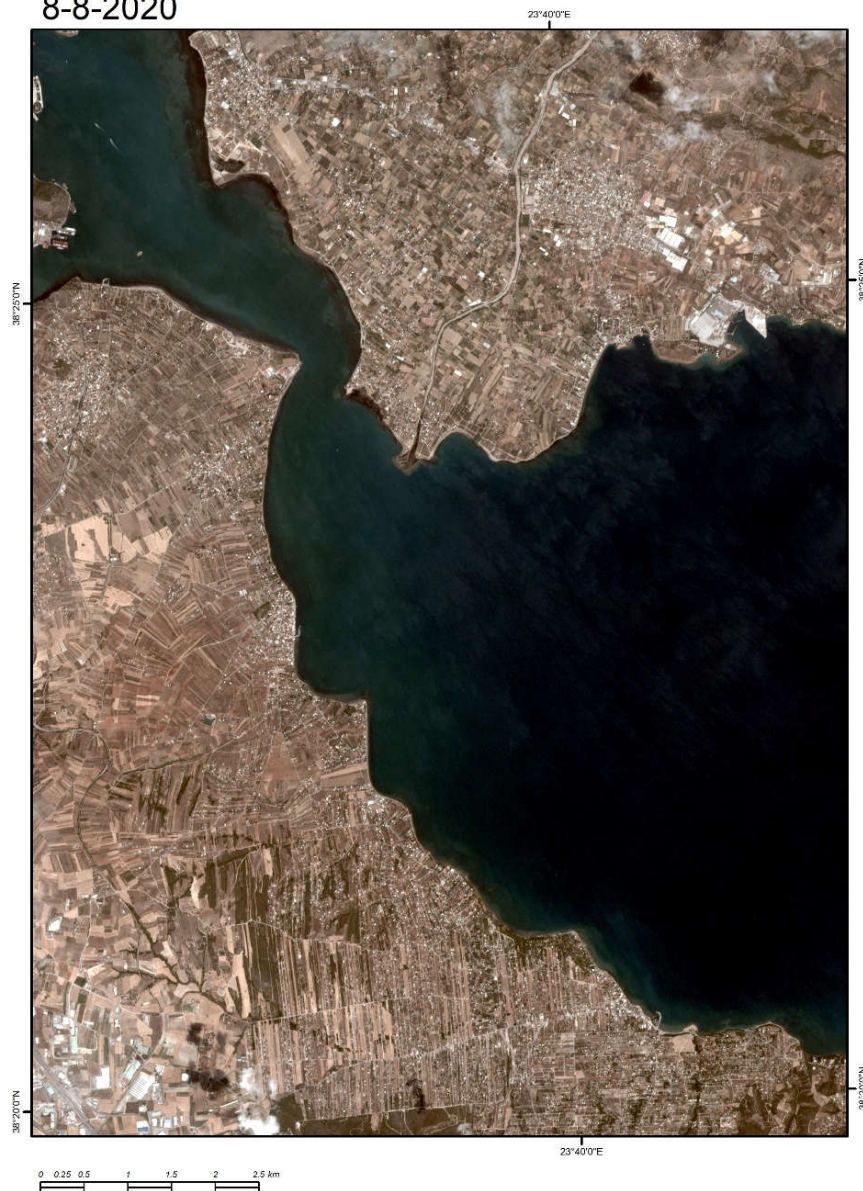
Άποψη της γέφυρας Βασιλικού προς τα κατάντη, όπου καταγράφονται προσεγγιστικά οι στάθμες των πλημμυρών του Αυγούστου 2020 και του Σεπτεμβρίου 2009 με βάση τα σημάδια της πλημμύρας (high water marks) στα βάθρα της γέφυρας (έρευνα πεδίου Αύγουστος 2020 και Σεπτέμβριος 2009).

View of Vasiliko Bridge towards downstream, presenting the approximate water maximum water stage during the 2009 and 2020 flood flows (white and yellow lines) using high water marks detected in post flood surveys.



FLOOD IMPACTS FROM SATELLITE IMAGES (BEFORE – AFTER)

8-8-2020

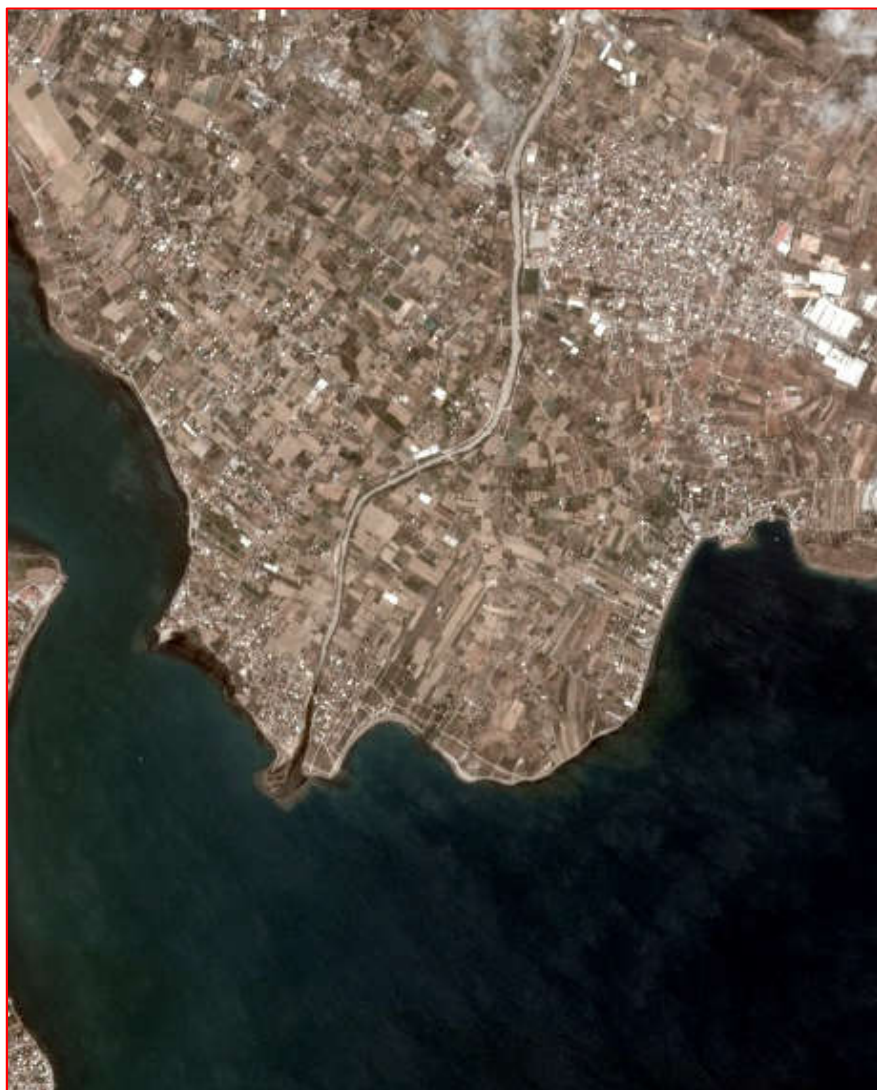


12-8-2020

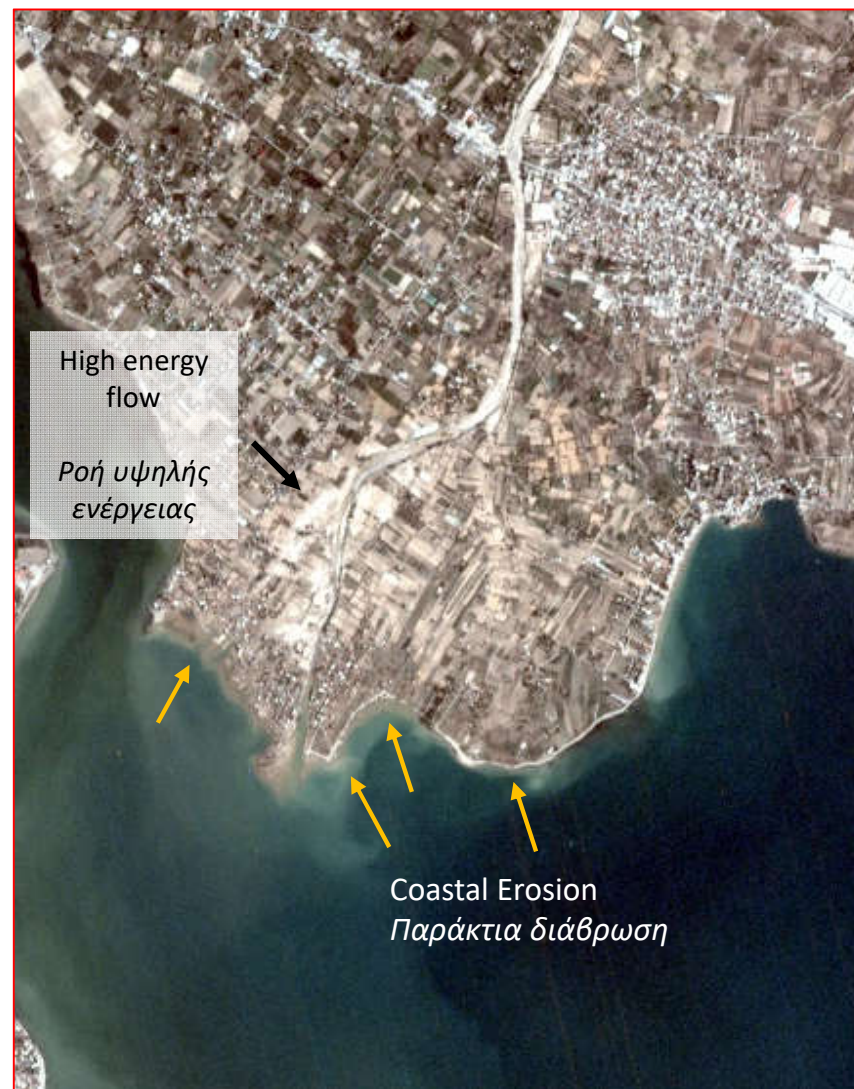


FLOOD IMPACTS FROM SATELLITE IMAGES (BEFORE – AFTER)

8-8-2020



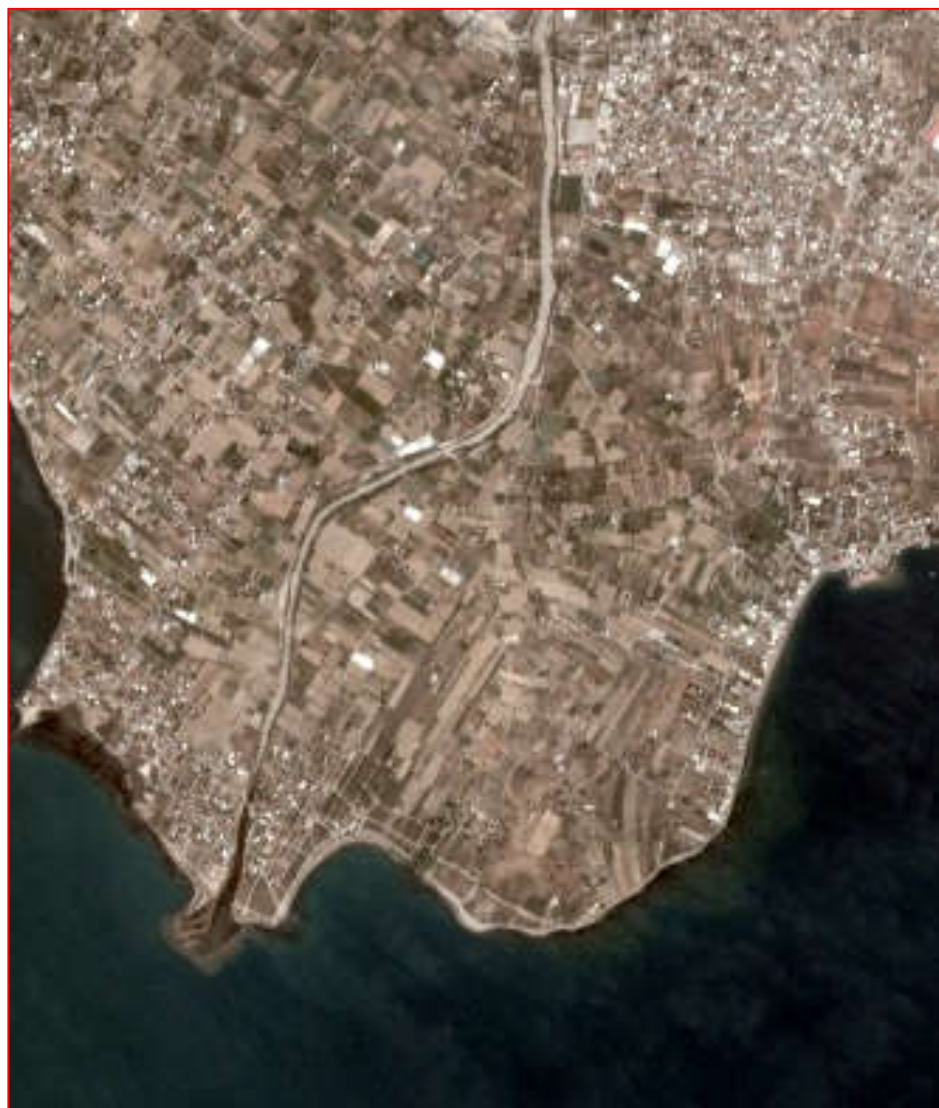
12-8-2020





FLOOD IMPACTS FROM SATELLITE IMAGES (BEFORE – AFTER)

8-8-2020



12-8-2020



FLOOD IMPACTS FROM SATELLITE IMAGES (BEFORE – AFTER)

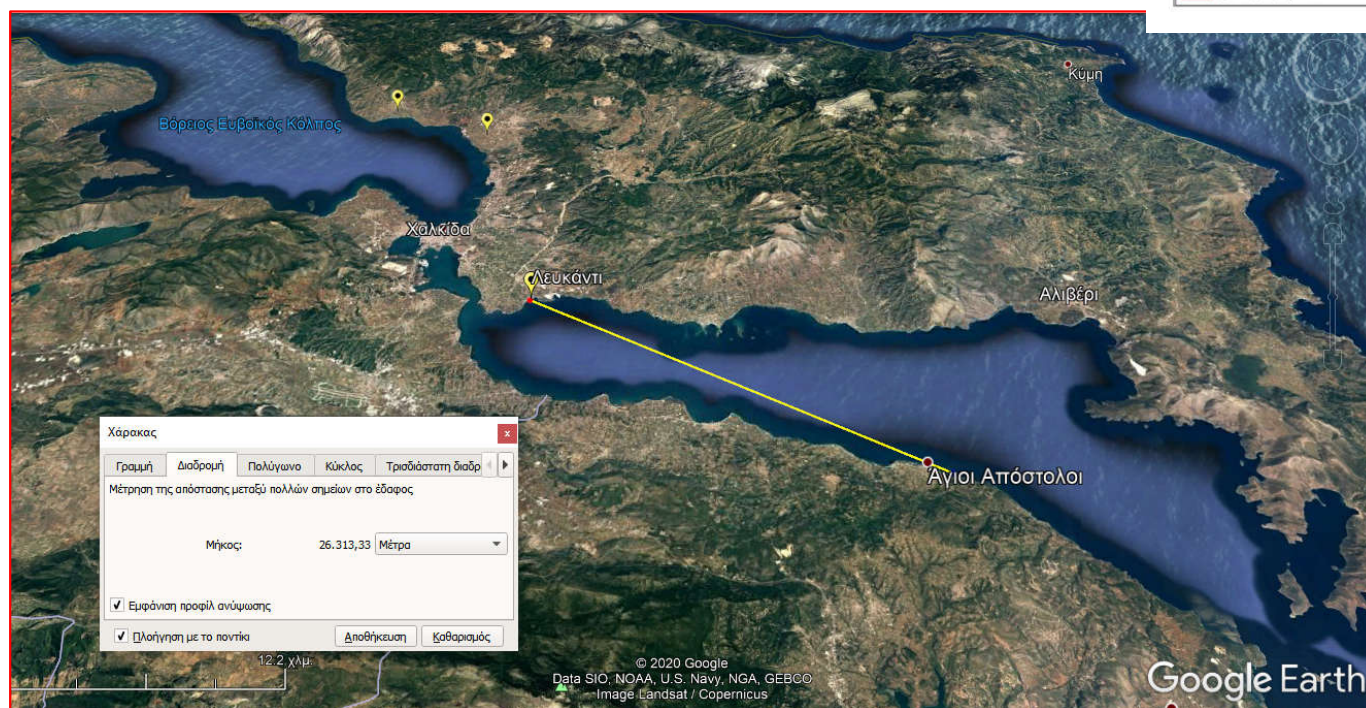


Flooding of alluvial fan

Ενεργοποίηση του αλλουβιακού ριπιδίου



SEDIMENTATION IN THE MARINE ENVIRONMENT



- Continuous debris flow for at least 4 hours
- Dispersion of debris at a distance of at least 26 km

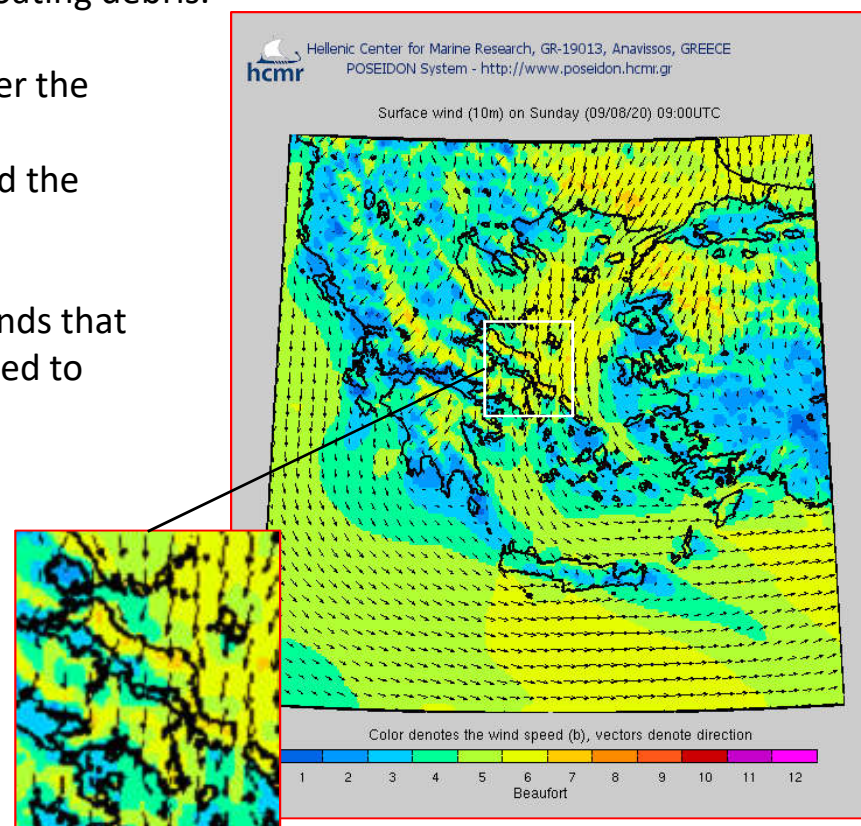
MARINE ENVIRONMENT

Factors for the debris extensive dispersion on the shores of the Gulf of Evia:

A. Sea currents: The currents in the sub-surface layers and on seabed are of tidal origin. Its movement is mainly determined by the tidal phenomenon in the area of Avlida, a fluctuation of the sea level between 0.25 m and 0.40 m, accompanied by currents that during the conjugations **have speeds of 36-50 cm/s, exceeding 60 cm/s** with same wind direction (Leontaris, 1985, Tsimplis, 1997). Sea currents are responsible for transporting and dispersing sand, silt and clay (the brown color of the sea) and not for floating debris.

B. Surface currents: The winds that prevailed during and after the flood were stronger and moved the debris to the south. The coasts of the mainland along South Evoikos Gulf received the largest volume of debris.

C. Winds: In the hours after flood (morning 9.8.2020) the winds that prevailed were SW (**2-3 in the scale of Beaufort**), which turned to **N 5-6 Beaufort** (Data: POSEIDON System, HCMR).





SEDIMENTATION IN THE MARINE ENVIRONMENT





SEDIMENTATION IN THE MARINE ENVIRONMENT



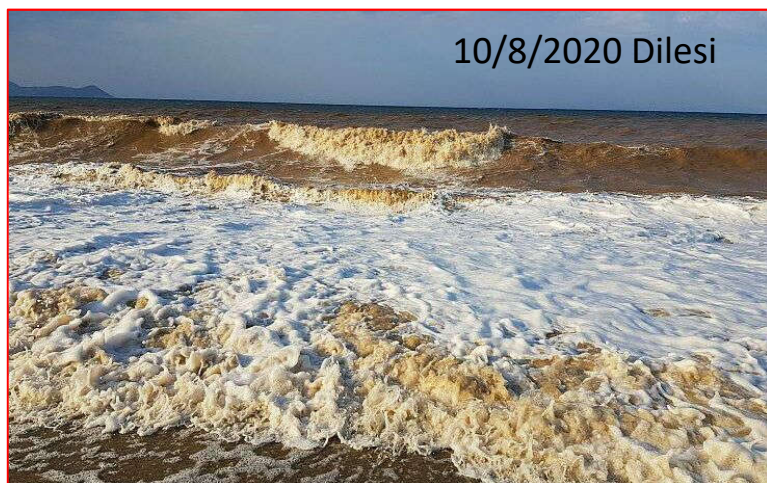


DISPERSION OF FINE-GRANED MATERIAL



9/8/2020 Lefkanti

Presence of material
At coastal location
Across Evoikos Gulf



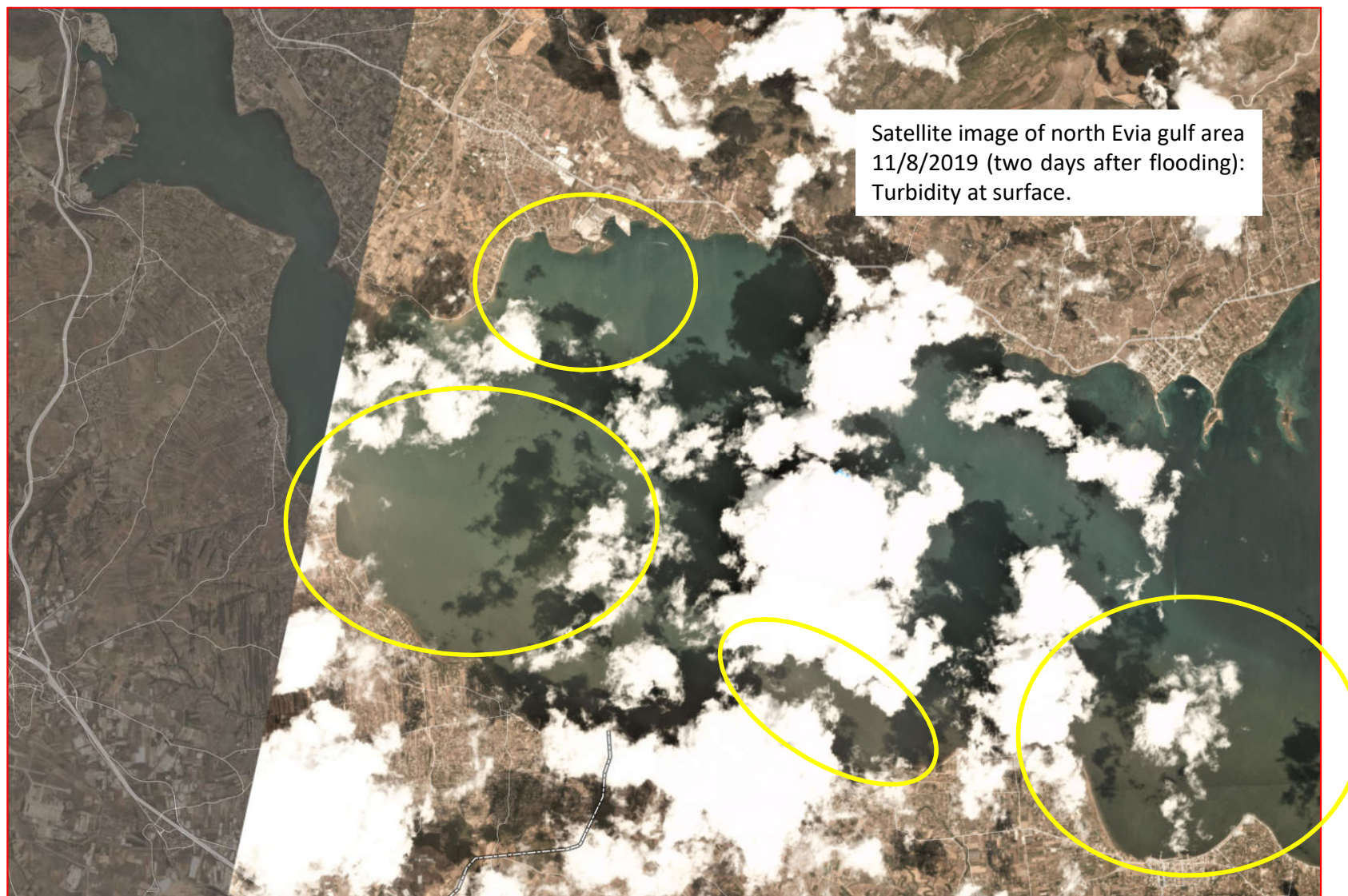
10/8/2020 Dilesi



10/8/2020 Chalkouts



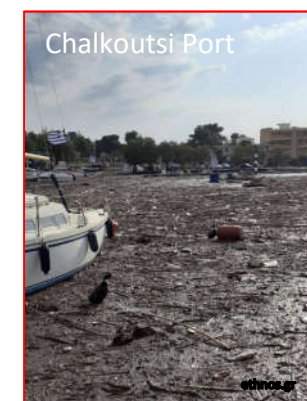
DISPERSION OF FINE-GRANED MATERIAL





IMPACTS DUE TO DEBRIS DISPERSION

- Beaches on the east coast of Viotia and northeastern Attica (Oropos, Kalamos, etc.), became dangerous and unsuitable for swimming.
- Dead animals and garbage deposited along the west coast of Evoikos Gulf
- Impacts on tourism: visitors left the already financially affected (due to a pandemic, covid2019), local businesses.





PRELIMINARY FINDINGS (ENGLISH)

- 1. High Intensity Rainfall:** The storm recorded a very high intensity reaching up to 300mm in approximately 8 hours at its core over the mountainous region of Central Evia Island (Central Greece). Higher intensities were recorded around and on the west side of Mt. Dirfys. Evidence shows that the storm system stayed over the region for several hours producing large amounts of rainfall.
- 2. Extended area of impacts:** The extended area of impacts and fatalities is attributed mainly to the geography of hydrological basins in the area. The mountainous area of Evia is drained by two major catchments which due to geological-geodynamic reasons flow into two different areas the North and the South Evoikos Gulfs respectively. Thus, the high amounts of rainfall that fell in the central mountainous areas caused damages in two distant coastal areas in Psachna and Politika on the north and Lefkanti, Vasiliko and Bourtzi on the south. Catchments morphology was also important. The local catchments present high inclination at their upstream parts, leading to high flow velocities, increased erosion and mass movement phenomena.
- 3. Erosion:** The large volume and intensity of the storm caused severe erosion phenomena with deep rills present in many locations of the flood hit area, even in upstream locations characterized by surface flow.
- 4. The role of 2019 Fire:** We can conclude that the role of the 2019 fire in the NE of Psachna town was not crucial to flood triggering. The very limited presence of burned vegetation debris and the small size of the burned area in comparison to the whole basin of Messapios R. indicate a limited role of the fire in flood flows.
- 5. River outlet Morphology:** At its outlet Lilas R. forms an alluvial fan upon which the towns of Lefkanti and Mpourtzi have been built. Although there is limited infrastructure on the river channel itself hampering flood flows, the presence of human settlements on the alluvial fan lead to high exposure and thus conditions of high risk. The fan functioned as expected, as it was inundated almost completely.
- 6. Infrastructure and human intervention:** We recorded multiple damages on road infrastructure (particularly single-span bridges). In some cases, initial surveys indicate that critical cross sections were diminished by human interventions, leading to intensification of flood phenomena locally.
- 7. It is concluded** that the area needs a rigorous flood risk management plan as well as an emergency plan for management from risks arising from flood events, as well as holistic post-flood environmental and flood risk mitigation studies. In addition, flood protection dams in the upstream part of the catchments would improve the situation in certain locations depending on the conditions.
- 8. Special initiatives** that could produce potentially positive results in the area :
 - Special urban planning / geoenvironmental masterplans that would take into consideration natural hazard mitigation
 - Customized early warning systems for particular catchments in the area
 - Development and pilot application of local warning system using cellphones



ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ / ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ (GREEK)

- 1. Έντονη βροχόπτωση:** Η πολύ έντονη βροχόπτωση υψηλής έντασης που σημειώθηκε στην περιοχή της κεντρικής Εύβοιας και κυρίως στα μεγαλύτερα υψόμετρα γύρω από τη Δίρφη και δυτικά της αποτελούν την κύρια αιτία των πλημμυρικών φαινομένων. Με βάση τα στοιχεία η καταιγίδα έμεινε για αρκετές ώρες πάνω από την περιοχή και ανατροφοδοτήθηκε δίνοντας πολύ μεγάλα ποσά βροχόπτωσης.
- 2. Μεγάλη χωρική εξάπλωση των φαινομένων:** Η μεγάλη έκταση των φαινομένων προκύπτει αφενός από την χωρική εξάπλωση της καταιγίδας αλλά και το γεγονός ότι ο μεγάλος όγκος των υδάτων παρελήφθη από δύο λεκάνες απορροής οι οποίες απορρέουν στο βόρειο και στο νότιο Ευβοϊκό σε μεγάλες αποστάσεις από τον πυρήνα της καταιγίδας αλλά και μεταξύ τους. Η μορφολογία των λεκανών ήταν επίσης σημαντική: Οι έντονες μορφολογικές κλίσεις των λεκανών ενίσχυσαν τον όγκο της απορροής και τον ρυθμό της διάβρωσης προκαλώντας κατολισθήσεις και άλλες αστοχίες στα ορεινά.
- 3. Ο όγκος και η ραγδαιότητα** της βροχής δημιούργησε το πρωτοφανές φαινόμενο έντονης αυλάκωσης και χαράδρωσης σε επιφανειακούς γεωλογικούς σχηματισμούς βάθους έως και δύο μέτρων ακόμα και σε ανώτερα σημεία των λεκανών εκεί που ξεκινά η επιφανειακή απορροή.
- 4. Ο ρόλος της πυρκαγιάς 2019:** Η πυρκαγιά του 2019, συνετέλεσε στην αύξηση των φερτών υλικών και του όγκου των υδάτων. Ο ρόλος της όμως περιορίζεται σε ένα μόνο κλάδο της λεκάνης απορροής του Μεσσάπιου (Ψαχνά) και επομένως εκτιμάται ότι έχει περιορισμένο ρόλο στην εκδήλωση των φαινομένων.
- 5. Ιδιαίτερη μορφολογία στις εκβολές:** Στην εκβολή του Ποταμού Λήλαντα η μορφολογία που απαντάται είναι εκείνη του αλλουβιακού ριπιδίου με αποτέλεσμα ο φυσικός χώρος πλημμύρας να σχηματίζει μια μορφή βεντάλιας από τον οικισμό «Λευκαντί» έως τον οικισμό «Άγιος Νικόλαος». Κατά συνέπεια ο χώρος αυτός πλημμύρισε και πλημμυρίζει σε κάθε πλημμυρική απορροή του ποταμού.
- 6. Ανθρώπινες παρεμβάσεις και υποδομές:** Κατά θέσεις οι ανθρώπινες παρεμβάσεις μείωσαν κρίσιμες διατομές οι οποίες ενίσχυσαν τα πλημμυρικά φαινόμενα.
- 7. Εκτιμάται** ότι η περιοχή χρήζει εκπόνησης σχεδίου ολοκληρωμένης διαχείρισης περιβαλλοντικών επιπτώσεων και άμεσων επεμβάσεων στις λεκάνες απορροής που επλήγησαν. Επιπρόσθετα, η κατασκευή ανασχετικών φραγμάτων ανάλογα με την περίπτωση και την τοποθεσία θα μπορούσε να ανασχέσει την ροή των υδάτων ενώ παράλληλα θα εξυπηρετούσε άλλες ανάγκες σχετικές με την ύδρευση και την άρδευση.
- 8. Ειδικότερες προτάσεις** που θα μπορούσαν να έχουν εφαρμογή στην περιοχή με θετικά αποτελέσματα:
 - Ειδικά χωροταξικά – φυσικογεωγραφικά - γεωπεριβαλλοντικά σχέδια ευαίσθητων περιοχών (π.χ. εκβολές Λήλαντα, Πολιτικά), το οποία θα έχουν ως στόχο και την μείωση των επιπτώσεων από μελλοντικές καταστροφές
 - Πρότυπα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης στις συγκεκριμένες υδρολογικές λεκάνες
 - Ανάπτυξη και πιλοτική εφαρμογή τοπικού συστήματος ενημέρωσης – ειδοποίησης μέσω κινητής τηλεφωνίας.