



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ
ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΣΕΡΡΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
& ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ**



**ΔΙ-ΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ
ΑΓΡΟΝΟΜΟΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ**

**ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ ΚΑΙ ΤΟ
ΣΤΡΟΜΠΟΛΙ**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ
ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΒΟΥΛΓΑΡΗΣ
ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ ΛΟΖΙΟΣ**

**Καθηγητής (Επιβλέπων)
Αναπληρωτής Καθηγητής
Επίκουρος Καθηγητής**

**ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΝΙΟΣ 2011**



Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Δι-Ιδρυματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και του ΤΕΙ Γεωπληροφορικής Σερρών με θέμα «Πρόληψη και Διαχείριση Φυσικών Καταστροφών».

Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η σύγκριση των ηφαιστειών Σαντορίνης και Στρόμπολι στο πλαίσιο της Ηφαιστειακής Επικινδυνότητας και με προέκταση στις δράσεις της Πολιτικής Προστασίας.

Η πρόταση ανάθεσης του θέματος έγινε από τον κ. Κωνσταντίνο Κυριακόπουλο, τον οποίο και ευχαριστώ θερμά για την πολύτιμη καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής, τόσο κατά τις εργασίες υπαίθρου όσο και τη βοήθειά του κατά την επίσκεψη στα κεντρικά γραφεία Πολιτικής Προστασίας στη Ρώμη και στο Ινστιτούτο Ηφαιστειολογίας στη Νάπολη, καθώς και τους κυρίους Νικόλαο Βούλγαρη και Στυλιανό Λόζιο για τη συμβολή τους. Ευχαριστώ το κ. Walter D' Alessandro ηφαιστειολόγο του ινστιτούτου ηφαιστειολογίας και γεωφυσικής (INGV) του Παλέρμο Ιταλίας για τις αναλύσεις των αερίων και των θερμομεταλλικών νερών από την Σαντορίνη.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω το προσωπικό στα κεντρικά γραφεία Πολιτικής Προστασίας στη Ρώμη στον τομέα του ηφαιστειακού κινδύνου οι οποίοι εκτός από την ξενάγηση στα γραφεία τους, αφιέρωσαν άπλετο χρόνο για την ενημέρωσή μας πάνω στον τρόπο που διαχειρίζονται τις συλλεγόμενες πληροφορίες. Θα ήθελα να τους ευχαριστήσω επίσης και για την ολοκληρωμένη παρουσίαση για την επεξήγηση των φαινομένων που έλαβαν χώρα το 2002 και 2007 στο Στρόμπολι, καθώς και για το υλικό που έθεσαν στην διάθεσή μας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω και το προσωπικό στο Ινστιτούτο Ηφαιστειολογίας INGV στη Νάπολη για την επίσης πολύτιμη βοήθειά τους, τις συμβουλές τους σχετικά με την πορεία της διπλωματικής μου διατριβής, καθώς και για το υλικό που έθεσαν στη διάθεσή μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς και τον σύζυγό μου για την αμέριστη υποστήριξή τους καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Περίληψη

Ως γνωστόν τόσο η Σαντορίνη όσο και το Στρόμπολι είναι δυο ενεργά ηφαιστεια με ιδιαίτερο ηφαιστειολογικό αλλά και τουριστικό ενδιαφέρον. Στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής διατριβής έγινε προσπάθεια να προσδιοριστεί η ηφαιστειακή επικινδυνότητα στο νησί της Σαντορίνης σε παραλληλισμό με αυτή που εφαρμόζεται στο νησί Στρόμπολι αλλά με προέκταση και στις δράσεις της Πολιτικής Προστασίας.

Για την καλύτερη κατανόηση γίνονται γενικές αναφορές στα ηφαιστεια και την ηφαιστειακή δραστηριότητα και τους κινδύνους και στην συνέχεια αναφέρονται γενικά οι ορισμοί επικινδυνότητας και τρωτότητας και γενικά ο ρόλος της Πολιτικής Προστασίας.

Στη συνέχεια πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ της οργάνωσης της Πολιτικής Προστασίας της Ελλάδας σε γενικό επίπεδο, δεδομένου ότι συγκεκριμένα για ηφαιστειακό κίνδυνο δεν υπάρχει πρόβλεψη, και στη συνέχεια γίνεται περιγραφή της δράσης και οργάνωσης της Πολιτικής Προστασίας στην Ιταλία και συγκεκριμένα στο νησί Στρόμπολι.

Όσον αφορά το νησί της Σαντορίνης ψηφιοποιούνται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες από διάφορες πηγές για τη δημιουργία θεματικών χαρτών. Ωστόσο για το νησί Στρόμπολι στο πλαίσιο της διπλωματικής αυτής διατριβής δεν ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί κάτι αντίστοιχο, ωστόσο έγινε προσπάθεια προσέγγισης της παρούσας κατάστασης σε γενικές γραμμές από πληροφορίες τόσο από το διαδίκτυο όσο και μετά από την επίσκεψη στα κεντρικά γραφεία Πολιτικής Προστασίας στη Ρώμη αλλά και στο Ινστιτούτο ηφαιστειολογίας INGV στη Νάπολη. Αναφορά επίσης γίνεται και στην ιστορική γεωλογική εξέλιξη τόσο της Σαντορίνης όσο και του Στρόμπολι όπου και εντοπίζονται ορισμένες ομοιότητες στα δυο ηφαιστειογενή νησιά.

Επίσης αναλυτική προσέγγιση πραγματοποιείται σχετικά με τον πληθυσμό και τις χρήσεις γης για το νησί της Σαντορίνης και αναφέρονται πληροφορίες αντίστοιχα για το νησί Στρόμπολι.

Προσδιορίζονται αντίστοιχα τα δίκτυα παρακολούθησης των δυο ηφαιστειών. Στο νησί της Σαντορίνης παρατηρείται διασπορά δικτύων από διάφορους οργανισμούς και πανεπιστήμια καθώς και υπολειτουργία αρκετών δικτύων παρακολούθησης.

Σε μια προσπάθεια προσδιορισμού της ηφαιστειακής δραστηριότητας στο νησί της Σαντορίνης πραγματοποιήθηκαν δυο ταξίδια σε αυτή όπου και έγιναν το 2008 μετρήσεις των συγκεντρώσεων των εκλυόμενων αερίων στην περιοχή της νήσου νέας Καμένης και το 2010 ελήφθησαν θερμοκρασίες εδάφους σε βάθος 60 cm τόσο από την περιοχή των Καμένων όσο και σε όλο το νησί της Σαντορίνης. Επίσης ελήφθησαν και δείγματα νερού από πηγάδια και θερμές πηγές.

Αντίστοιχα για τον προσδιορισμό της ηφαιστειακής δράσης στο νησί Στρόμπολι πολύτιμη βοήθεια και πηγή πληροφοριών αποτέλεσε η επίσκεψη στα κεντρικά γραφεία Πολιτικής Προστασίας στη Ρώμη και στο Ινστιτούτο ηφαιστειολογίας στη Νάπολη από όπου και συλλέχθηκαν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την ηφαιστειακή δράση του Στρόμπολι τα τελευταία χρόνια όσο και για τις δράσεις και την οργάνωση της Πολιτικής Προστασίας για την διασφάλιση των πολιτών και των τουριστών στο νησί.

Ολοκληρώνοντας γίνεται προσπάθεια προσδιορισμού μέσω θεματικών χαρτών των απειλούμενων περιοχών στο νησί της Σαντορίνης και γίνονται προτάσεις όσον αφορά τη δράση και οργάνωση της Πολιτικής Προστασίας στην Ελλάδα. Επίσης προτείνονται τρία πιθανά σενάρια εκρηκτικής δραστηριότητας στο νησί και υποδεικνύονται αντίστοιχα δράσεις του κρατικού μηχανισμού για την προστασία και ασφαλή μεταφορά του υφιστάμενου πληθυσμού στο νησί.

Abstract

It is known that Santorini and the Stromboli volcanoes are two volcanic islands of particular interest in volcanology and tourism. In this master thesis is an attempt to identify the volcanic hazards on the island of Santorini in comparison with the island of Stromboli and especially for the actions of Civil Protection.

Originally made some general references to volcanoes and volcanic activity and their risks and then generally reported the definitions of risk and vulnerability, and the role of Civil Protection.

Then there was a comparison between the Organization of Civil Protection in Greece in general, as there are no actions taken for the volcanic hazard forecasting in Greece, and one specifically for volcanic hazard forecasting and organization of the civil protection in Italy and specifically on the island of Stromboli.

On the island of Santorini all the necessary information from various sources were digitized to create thematic maps. However, on the island of Stromboli in this diploma thesis was not possible to make something similar, but was an attempt to approach this situation in general, by information from both the Internet and information from the Civil Protection headquarters in Rome and the Institute of Volcanology INGV in Naples.

Reference is also made to the historical and geological evolution of both the volcanic islands of Stromboli and Santorini where some similarities are identified.

Also analytical approach is carried out on population and land uses for the island of Santorini and reporting information relevant to the island of Stromboli.

Identification of relevant monitoring networks of the two volcanoes is made. The island of Santorini is characterized by the proliferation of various organizations and universities and hypo function of monitoring networks.

In an effort to determine the volcanic activity on the island of Santorini two trips were made. One took place in 2008 and measured concentrations of gases in the region of Kameni and 2010 soil temperatures were recorded in a depth of 60 cm, from both the site of Kameni and throughout the island of Santorini.

Also water samples from wells and warm springs were taken.

Similarly for the determination of volcanic activity on the island of Stromboli valuable assistance and information source were the Civil Protection headquarters in Rome and the Institute of Volcanology in Naples. There valuable information was collected on both the volcanic activity of Stromboli in recent years and the operations and organization of Civil Protection to safeguard citizens and tourists on the island.

Completing, an attempt was made to determine threatened areas through thematic maps on the island of Santorini and suggestions were made regarding the operation and organization of Civil Protection in Greece. Finally three possible scenarios of explosive activity on the island were synthesized and suggestions were made on the measures to be taken by the state for the protection and safe transportation of the existing population on the island.

1. Εισαγωγή

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η συγκριτική μελέτη της ηφαιστειακής επικινδυνότητας στα ενεργά ηφαιστειογενή νησιά της Σαντορίνης και του Στρόμπολι. Στην Ελλάδα, η ηφαιστειακή επικινδυνότητα δεν αξιολογείται πρωτεύουσας σημασίας από την Πολιτική Προστασία. Το ανθρωπογενές περιβάλλον ωστόσο μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα ευάλωτο από την ηφαιστειακή δραστηριότητα κυρίως όταν δεν υπάρχει λεπτομερής πρόβλεψη ή σχετική μελέτη από πλευράς κρατικού μηχανισμού. Συνεπώς η τρωτότητα ορισμένων περιοχών μπορεί να χαρακτηριστεί υψηλή, αυξάνοντας αυτομάτως και τον βαθμό επικινδυνότητας.

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας ειδίκευσης είναι η ανάδειξη του ηφαιστειακού κινδύνου στο νησί Σαντορίνη και μέσω της σύγκρισης με το Στρόμπολι να αξιοποιηθεί η εμπειρία και η οργάνωση της Πολιτικής Προστασίας στην Ιταλία για το ηφαίστειο Στρόμπολι, προσαρμοσμένη στον χώρο της Σαντορίνης. Επίσης προτείνονται σενάρια επικινδυνότητας, κατασκευάστηκαν θεματικοί χάρτες και τέλος γίνονται προτάσεις για την πρόβλεψη και μελέτη της ηφαιστειακής επικινδυνότητας στον ελλαδικό χώρο και συγκεκριμένα την Σαντορίνη.

2. Ηφαίστεια και Ηφαιστειακή δραστηριότητα

2.1 Ορισμοί -Τύποι Ηφαιστείων και εκρήξεων

Ως ηφαίστειο ορίζεται ορισμένος γεωλογικός σχηματισμός στον οποίο καταλήγουν υπόγεια συστήματα φυσικών αγωγών που μεταφέρουν προϊόντα σε υψηλή θερμοκρασία από το χώρο δημιουργίας τους στην επιφάνεια της γης.

Το τελευταίο τμήμα αυτού του πολύπλοκου συστήματος φυσικών αγωγών ονομάζεται ηφαιστειακός πόρος, ενώ το άνοιγμα από το οποίο εκτινάσσεται το διάπυρο υλικό (που αποτελείται κυρίως από λάβα υγρής μορφής, θερμά αέρια και στερεά σωματίδια) ονομάζεται κρατήρας.

Κατά την έκχυσή του από τον κρατήρα το ηφαιστειακό υλικό συσσωρεύεται γύρω από αυτόν και αποψύχεται, με αποτέλεσμα την στερεοποίηση του και το σχηματισμό του ηφαιστειακού κώνου, ορισμός που οφείλεται στην μορφή που αποκτά συνήθως ο σχηματιζόμενος λόφος. Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι ηφαιστειακών κτισμάτων: αυτοί που προέρχονται από μια μόνο έκρηξη και αυτοί που έχουν σχηματιστεί από αλληπάλληλες εκρήξεις μέσα από τον ίδιο κρατήρα. Οι πρώτοι ονομάζονται μονογενείς και είναι μικροί (από μερικά μέτρα σε 100m ύψος), οι τελευταίοι ονομάζονται πολυγενείς (Rittman, 1962) και, όπως τα Χαβάϊου τύπου, για παράδειγμα, που μπορεί να έχουν ύψος 10km και η βάση τους φθάνει τα 100km.

Η τροφοδοσία ενός ηφαιστείου με ηφαιστειακό υλικό (που ονομάζεται μάγμα και είναι το διάπυρο υλικό που έχει διαχωριστεί σε υγρή, στερεά και αέρια μορφή) γίνεται μέσω των μαγματικών θαλάμων. Πρόκειται για κοιλάτες, σε μεγάλο βάθος, όπου συγκεντρώνονται μεγάλες ποσότητες μάγματος. Το μάγμα δημιουργείται σε ασταθείς ζώνες της λιθόσφαιρας, λόγω περιοδικής τήξης του εξωτερικού μανδύα του γήινου φλοιού σε ένα βάθος μερικών εκατοντάδων χιλιομέτρων από την επιφάνεια της γης. Κατά τη διάρκεια των ηφαιστειακών εκρήξεων τα αέρια που είναι διαλυμένα στο μάγμα διαφεύγουν από αυτό και παρατηρείται ροή λάβας, από την απόψυξη της οποίας σχηματίζονται τα ηφαιστειακά πετρώματα. Το μάγμα αποτελείται κυρίως από λιωμένα πυριτικά άλατα, με αποτέλεσμα η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε πυρίτιο να αποτελεί μέτρο σύγκρισης και διαχωρισμού των σπουδαιότερων τύπων μαγμάτων. Τα αέρια και οι μεγάλες ποσότητες νερού που περιέχονται στο μάγμα, σε συνδυασμό με τις μεγάλες πιέσεις που επικρατούν στα βάθη που δημιουργείται, ευθύνονται για την ανοδική πορεία του μάγματος που οδηγεί στην έκρηξη του ηφαιστείου.

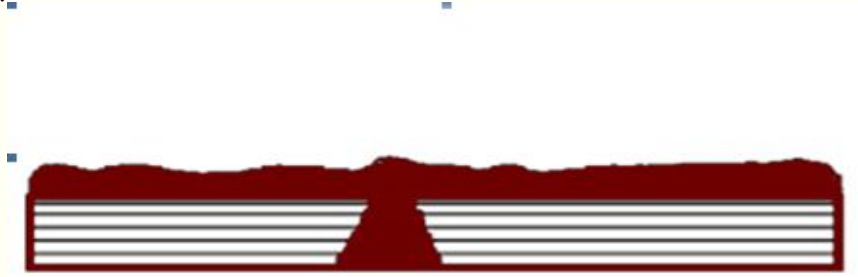
Σε παγκόσμια κλίμακα υπάρχουν περισσότερα από 700 ενεργά ηφαιστειακά κέντρα και μερικές δεκάδες χιλιάδες ανενεργά. Ενεργά χαρακτηρίζονται τα ηφαίστεια όταν έχουν δραστηριοποιηθεί κατά τους ιστορικούς χρόνους, ενώ ανενεργά όταν δεν έχουν εκραγεί κατά το πρόσφατο παρελθόν ωστόσο η ταξινόμηση των ηφαιστείων σε ενεργά, αδρανή και ανενεργά συχνά οδηγεί σε λάθος εκτιμήσεις και συμπεράσματα καθώς συνήθως δεν υπάρχουν αξιόπιστοι τρόποι καθορισμού τους για μεγάλες χρονικές περιόδους.

Οι ηφαιστειακές εκρήξεις διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την ισχύ και τα χαρακτηριστικά τους. Η ιδιαιτερότητα κάθε ηφαιστείου κατά τη διάρκεια της έκρηξής του αποδίδεται σε διάφορους παράγοντες, όπως στο μέγεθος και το σχήμα του

μαγματικού θαλάμου, στη θέση και στις διακλαδώσεις του ηφαιστειακού πόρου, όπως και στα χαρακτηριστική της λάβας. Έτσι η έκρηξη μπορεί να είναι βίαιη, όπως στην περίπτωση του ηφαιστείου της Αγ. Ελένης και του Pinatubo, συνοδευόμενη πολλές φορές και από σεισμικές δονήσεις που οδηγούν στην κατάρρευση του κρατήρα και τη δημιουργία καλδέρας, δηλαδή το σχηματισμό ράχης, ενώ μερικές φορές η ηφαιστειακή δραστηριότητα εκδηλώνεται με απλή έκχυση λάβας από ρήγματα χωρίς να αλλάζει ιδιαίτερα η τοπογραφία της περιοχής.

Ανεξάρτητα από τις ιδιαιτερότητες κάθε ηφαιστείου, μια γενική ταξινόμησή τους με βάση τον αυξανόμενο βαθμό εκρηκτικότητάς τους είναι η ακόλουθη:

- **Ηφαίστεια Ισλανδικού τύπου:** Μεγάλης κλίμακας εκχύσεις λάβας, υψηλής ρευστότητας. Τα ηφαίστεια αυτού του τύπου απαντώνται σε περιοχές όπου ο γήινος φλοιός υπόκειται σε εφελκυστικό τεκτονικό καθεστώς και δημιουργούνται ασυνέχειες μεγάλου βάθους μέσω των οποίων μετακινείται ελεύθερα η λάβα και σχηματίζει έτσι εκτεταμένα καλύμματα.



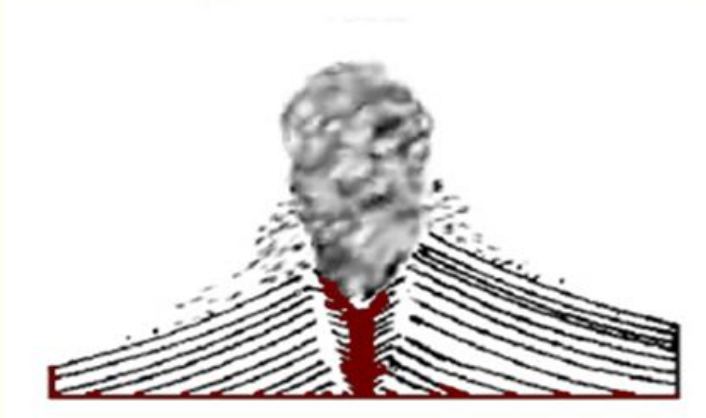
Ισλανδικός τύπος

- **Ηφαίστεια τύπου Χαβάης:** Παρόμοια με τα ηφαίστεια Ισλανδικού τύπου. Οι εκχύσεις λαβών μεγάλης κινητικότητας επικρατούν, ενώ τα συνωδά αέρια απελευθερώνονται σχεδόν αθόρυβα.



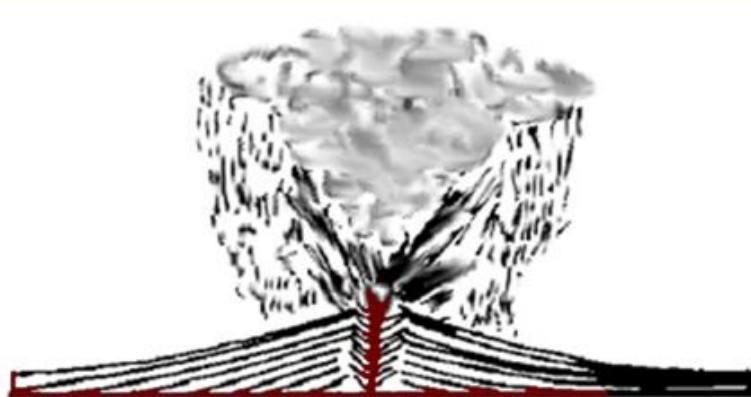
Τύπος Χαβάης

- **Ηφαίστεια τύπου Στρόμπολι:** Δραστηριότητα ελαφρώς περισσότερο εκρηκτική λόγω της έκθεσης λιγότερο κινητικής λάβας στην ατμόσφαιρα. Τα συνωδά αέρια απελευθερώνονται με μέτριας έντασης εκρήξεις, ρυθμικές, ή συνεχιζόμενες. Ηφαιστειακές "βόμβες" λάβας μπορεί να εκτοξεύονται κατά τη διάρκεια δραστηριότητας αυτού του τύπου.



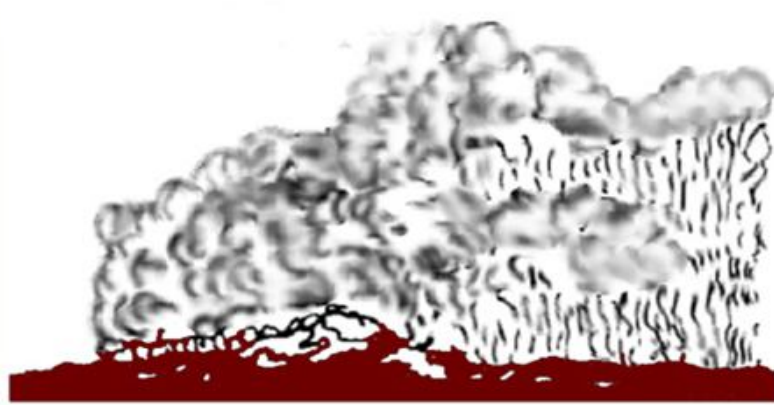
Τύπος Στρόμπολι

- **Ηφαίστεια τύπου Vulcanian:** Οι εκρήξεις αυτού του τύπου περιλαμβάνουν την απελευθέρωση λάβας μεγαλύτερου ιξώδους η οποία πήζει κατά το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στις διαδοχικές εκρήξεις. Τα συνωδά αέρια απελευθερώνονται για μακρύτερες περιόδους με αναλογικά μεγαλύτερη ένταση. Τυπικό αποτέλεσμα είναι η δημιουργία ηφαιστειακών νεφών από το εκτοξευμένα υλικά.



Τύπος Vulcanian

- **Ηφαίστεια τύπου Βεζούβιου:** Πρόκειται για ακόμα περισσότερο εκρηκτικά φαινόμενα με μεγάλες περιόδους επανάληψης. Λόγω της μακράς περιόδου ηρεμίας, το μάγμα είναι πολύ εμπλουτισμένο σε αέρια ενώ τα ηφαιστειακά νέφη που δημιουργούνται ανεβαίνουν ψηλά στην ατμόσφαιρα και σποδός μεταφέρεται σε πολλές και απομακρυσμένες περιοχές.



Τύπος Βεζούβιου

- **Ηφαίστεια Πλίνιου τύπου:** Οι εκρήξεις αυτού του τύπου περιλαμβάνουν τις πλέον βίαιες εκτοξεύσεις αερίων καθώς απελευθερώνονται. Το ηφαιστειακό νέφος εκτείνεται σε αρκετά χιλιόμετρα στην ατμόσφαιρα.



Τύπος Πλίνιου

- **Ηφαίστεια τύπου Πελέ:** Πρόκειται για το δυνητικά περισσότερο καταστροφικό παράδειγμα. Η απελευθέρωση των πολύ εκρηκτικών υλικών παρεμποδίζεται από την παρουσία ενός δόμου συμπαγούς λάβας πάνω από τον κύριο ηφαιστειακό αγωγό. Το μάγμα που βρίσκεται υπό συμπίεση ακολουθεί κάποια ασυνέχεια προκαλεί νέο άνοιγμα απ' όπου και

απελευθερώνεται πλευρικά. Το κύμα λάβας μετακινείται με μεγάλη ταχύτητα αποτεφρώνοντας και καταστρέφοντας οτιδήποτε βρίσκεται στο πέρασμά του.



Τύπος Πελέ

Τέλος ανάλογα με τη μορφή των ηφαιστείων διακρίνονται οι ακόλουθοι τύποι:

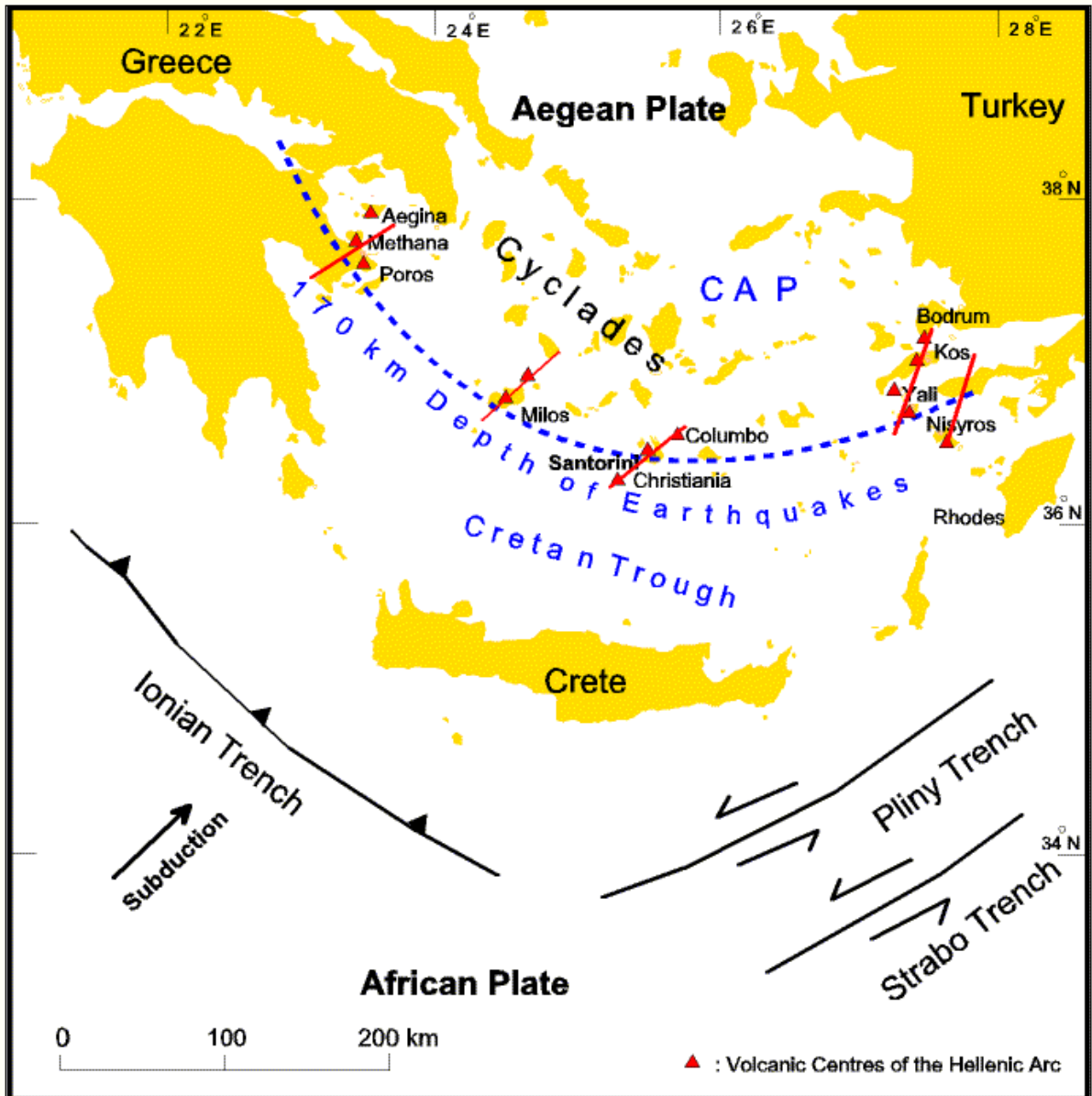
- **Τα ασπιδικά ηφαίστεια** χαρακτηρίζονται από μια εκρηκτική δραστηριότητα που είναι αποτέλεσμα της μικρής περιεκτικότητας του μάγματος σε διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) (Περίπου 50%) και χαμηλό ιξώδες. Είναι πολύ μεγάλα σε έκταση και αποτελούνται αποκλειστικά σχεδόν από πολυάριθμες ροές λαβών. Αποτελούν τον πλέον συνηθισμένο τόπο ηφαιστείων στη Χαβάη και την Ισλανδία, ενώ στην κατηγορία αυτή ανήκουν και μερικά ηφαίστεια στις Η.Π.Α.
- **Τα σύνθετα ηφαίστεια** είναι γνωστά για το κωνοειδές σχήμα τους, χαρακτηρίζονται από μάγμα με ενδιάμεση περιεκτικότητα σε διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) (περίπου 60%), πιο ρευστό από το μάγμα των ασπιδικών ηφαιστείων. Η δραστηριότητά τους χαρακτηρίζεται από αλλεπάλληλες εκρήξεις ροών λάβας και πυροκλαστικών υλικών. Τα ηφαίστεια του τύπου αυτού απαντούν σε πολλές περιοχές του κόσμου με πλέον χαρακτηριστικό παράδειγμα το ηφαίστειο της Αγίας Ελένης (Η.Π.Α.).
- **Οι ηφαιστειακοί δόμοι** χαρακτηρίζονται από ρευστό μάγμα με υψηλή περιεκτικότητα σε διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) (70%). Η δραστηριότητά τους είναι γενικά πολύ μεγάλη, καθιστώντας τους πολύ επικίνδυνους.

2.2 Ηφαιστειακή δραστηριότητα στην περιοχή του Αιγαίου

Η πλειονότητα των ηφαιστειών της γης απαντάται σε περιοχές ορίων των μεγάλων λιθοσφαιρικών πλακών που συγκροτούν τη γήινη λιθόσφαιρα. Στον ευρύτερο Ελλαδικό χώρο παρατηρείται η σύγκλιση των δυο λιθοσφαιρικών πλακών, της Ευρωπαϊκής που επωθείται και κινείται προς τα νότιο – νοτιοδυτικά και της Αφρικανικής που υποβυθίζεται και κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση. Το όριο σύγκλισης των δυο λιθοσφαιρικών πλακών διέρχεται από το Ιόνιο Πέλαγος δυτικά των Ιονίων νήσων, από τα νότια παράλια της Κρήτης και συνεχίζει νοτιοανατολικά της νήσου Ρόδου.

Η υποβυθιζόμενη Αφρικανική λιθοσφαιρική πλάκα εισέρχεται σε χώρους υψηλών θερμοκρασιών, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την τήξη της. Το τήγμα αυτό έχει μικρότερη πυκνότητα και ανέρχεται στην επιφάνεια διαπερνώντας την Ευρωπαϊκή πλάκα που υπέρκειται. Τα υλικά που δεν έχουν το χρόνο να στερεοποιηθούν δημιουργούν τα ηφαίστεια των Λιχάδων, του Σουσακίου, του Πόρου, των Μεθάνων, της Μήλου – Αντιμήλου, της Κιμώλου, της Θήρας, της Αντιπάρου, των Χριστιανίων, της Κώ και της Νισύρου για τα οποία έχει πιστοποιηθεί δραστηριότητα κατά τα τελευταία 2 εκατομμύρια χρόνια.

Τα ανωτέρω ηφαίστεια απαρτίζουν το λεγόμενο ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου το οποίο απέχει περίπου 250 Κμ από το σημερινό όριο των δυο λιθοσφαιρικών πλακών που προαναφέρθηκε. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα ηφαίστεια του ελληνικού χώρου τα οποία έδρασαν σε παλαιότερες γεωλογικές περιόδους είναι πάρα πολλά αλλά θεωρούνται πλέον ανενεργά χωρίς πιθανότητα ενεργοποίησης.



Εικόνα 2.1 : Χάρτης με το ευρύτερο τεκτονικό καθεστώς του Νοτίου Αιγαίου, που περιέχεται και η Σαντορίνη.

Πηγή : lyk-akrot.chan.sch.gr

Η ηφαιστειακή επικινδυνότητα πέραν από τις περιοχές κατά μήκος του ηφαιστειακού τόξου είναι ουσιαστικά μηδενική. Ωστόσο η ηφαιστειακή επικινδυνότητα στα υφιστάμενα ηφαιστειακά κέντρα όπως τα Μέθανα, η Μήλος, η Σαντορίνη και η Νίσυρος υφίσταται, γεγονός το οποίο αυτόματα επιβάλλει δρομολόγηση ενεργειών μείωσης του ηφαιστειακού κινδύνου.

Επίσης ιδιαίτερα αυξημένος εμφανίζεται ο κίνδυνος από μια σεισμο – ηφαιστειακή δράση. Δηλαδή μια ηφαιστειακή δράση-διέγερση με ή χωρίς εμφανείς επιπτώσεις στην επιφάνεια αλλά με ταυτόχρονη εκδήλωση σεισμικής δραστηριότητας λόγω των ανακατατάξεων στο ηφαιστειακό κέντρο. Η εκδήλωση αυτής της σεισμικής

δραστηριότητας έστω και αν δεν περιλαμβάνει σεισμούς με μεγάλα μεγέθη (συνήθως όχι πάνω από 5.5 R) εντούτοις λόγω του ενδεχόμενου μικρού βάθους των εστιών (1-5 χιλιόμετρα) μπορεί να αποδειχτεί ιδιαίτερα επικίνδυνη για τους παρακείμενους οικισμούς και πόλεις οι οποίες μάλιστα χαρακτηρίζονται από υψηλή σεισμική τρωτότητα λόγω της ανεξέλεγκτης πολεοδομικής ανάπτυξης και της τεράστιας τουριστικής κίνησης την περίοδο των θερινών μηνών.

2.3 Ηφαιστειακοί κίνδυνοι

Η επίδραση των ηφαιστειών στον άνθρωπο είναι διπλή. Τα ηφαίστεια επιφέρουν σημαντικές βλάβες ή καταστροφές, αλλά και συμβάλλουν άμεσα η έμμεσα στη βελτίωση της ζωής του ανθρώπου. Οι αρνητικές συνέπειες εξαρτώνται τόσο από τον τύπο της έκρηξης του ηφαιστείου, όσο και από τη γειτνίαση του με πυκνοκατοικημένες περιοχές.

Τα ρεύματα λάβας δημιουργούν μικρά σχετικά προβλήματα, αφού μπορεί να προβλεφθεί η πορεία τους και εν μέρει να ελεγχθεί. Οι μεγαλύτεροι κίνδυνοι προέρχονται από τις βίαιες εκρήξεις τύπου Πελέ ή Πλίνιου, που δημιουργούν μεγάλες ποσότητες τέφρας, διάπυρα νέφη και τοξικά αέρια, από τα παλιρροϊκά κύματα που δημιουργούνται σε μεγάλες εκρήξεις ηφαιστειών κοντά στη θάλασσα και από ρεύματα λάσπης και πυροκλαστικών υλικών που προέρχονται από καταρρακτώδεις βροχές, υπερχειλίσσεις λιμνών κρατήρων ή λιώσιμο πάγων.

Περισσότεροι από 270.000 άνθρωποι έχουν χάσει τη ζωή τους από την ηφαιστειακή δραστηριότητα, σε όλο τον κόσμο τα τελευταία 500 χρόνια. Ορισμένες εκρήξεις έχουν αποβεί ιδιαίτερα καταστρεπτικές προκαλώντας προβλήματα στους ανθρώπους και τη φύση.

Οι ηφαιστειακές καταστροφές μπορούν να διακριθούν σε πρωτογενείς και δευτερογενείς. Οι πρωτογενείς επιπτώσεις περιλαμβάνουν όλα τα άμεσα αποτελέσματα από την ροή της λάβας, τα αέρια που απελευθερώνονται, τις λασποροές, τις πλημμύρες, τις φωτιές και τη σεισμική δραστηριότητα ηφαιστειακής προέλευσης. Οι δευτερογενείς επιπτώσεις περιλαμβάνουν τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στο περιβάλλον και την ανθρώπινη δραστηριότητα, όπως αλλαγές στο κλίμα, καταστροφή βιοτόπων και οικιστικών χώρων, ένταση φαινομένων ερημοποίησης, λιμός ασθένειες, έλλειψη νερού και τροφίμων κ.λπ.

Πρωτογενείς κίνδυνοι:

- Οι ροές λάβας
Αποτελούν τις πιο χαρακτηριστικές εκδηλώσεις ηφαιστειότητας. Λαμβάνουν χώρα, όταν το μάγμα φθάνει στην επιφάνεια και υπερχειλίζει από τον κρατήρα καλύπτοντας της πλευρές του ηφαιστείου. Οι ροές λάβας αποτελούν το πλέον γνωστό προϊόν της ηφαιστειακής δραστηριότητας και χαρακτηρίζονται από μεγάλες ταχύτητες μετακίνησης όταν έχουν μικρό ιξώδες και μικρές ταχύτητες μετακίνησης. Όταν εμφανίζουν μεγάλο ιξώδες, οι περισσότερες λάβες κινούνται αρκετά αργά με αποτέλεσμα να δίνεται στους ανθρώπους η δυνατότητα αντίδρασης και προφύλαξης. Αρκετές μέθοδοι έχουν υιοθετηθεί κατά καιρούς για τον εκτροπή

των ροών λαβών όπως βομβαρδισμοί, υδραυλική ψύξη και κατασκευή τοίχων-φραγμάτων και οδηγών. Οι μέθοδοι αυτοί δεν έχουν ως στόχο βέβαια τη συγκράτηση μεγάλων ροών, αλλά απλώς και μόνο την προφύλαξη ή και την προσωρινή αναστολή της εξέλιξης μερικών ρευμάτων λάβας σε πολύ συγκεκριμένες περιπτώσεις και περιοχές. Ειδικότερα η κατασκευή τοίχων-φραγμάτων εφαρμόζεται για την παρεμπόδιση ή την εκτροπή μέσα σε τάφρους αρκετών ροών λάβας. Χαρακτηριστικές περιπτώσεις επιτυχημένης και αποτελεσματικής εφαρμογής της μεθόδου έχουν εφαρμοσθεί στη Χαβάη και την Ιταλία. Ο βομβαρδισμός με εκρηκτικά υλικά γίνεται στις περιπτώσεις όπου επιθυμείται η πρόσκαιρη ανακοπή της ροής της λάβας προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση διευκολύνοντας έτσι την στερεοποίησή της. Τέλος, η μέθοδος της υδραυλικής ψύξης περιλαμβάνει ψύξη της λάβας με τεράστιες ποσότητες νερού έτσι ώστε να διευκολύνεται αλλά και να επισπεύδεται η στερεοποίηση της. Η μέθοδος αυτή έχει αποδειχτεί ως η πλέον επιτυχής τουλάχιστον στις περιπτώσεις όπου έχει εφαρμοστεί με πλέον αντιπροσωπευτικό το παράδειγμα της νήσου Heimaey στην Ισλανδία όπου από τη ροή της λάβας κινδύνευσε άμεσα η απόφραξη της εισόδου του πιο σημαντικού αλιευτικού λιμανιού της χώρας.



Εικόνα 2.2 : Ρεύματα πυρακτωμένης λάβας Αίτνα, Ιταλία 2006

Πηγή : <http://www.swisseduc.ch/stromboli/etna/etna04/etna0609-en.html?id=2>

Η μορφή έκχυσης λάβας διακρίνεται σε:

- Ρεύματα λάβας, όπου υπάρχει ροή και μεγάλη ανάπτυξη της λάβας κυρίως προς μια κατεύθυνση, γεγονός που συμβαίνει στις βασικής σύστασης.
- Καλύμματα λάβας, όπου η λάβα ρέει προς διάφορες κατευθύνσεις σε μεγάλη έκταση με μικρό πάχος, γεγονός που συμβαίνει συνήθως στις βασαλτικές λάβες.)

- Δόμοι λάβας, όπου η λάβα δεν παρουσιάζει μεγάλη ροή και έτσι αναπτύσσεται κύρια κατά την κατακόρυφο, δηλαδή σε πάχος παρά σε έκταση, γεγονός που συμβαίνει με τις όξινες λάβες.

Όταν δε οι κλίσεις των πρानών του ηφαιστείου είναι μικρές τότε υπάρχει αρμονικότερη πλευρική κατανομή της λάβας δίνοντας τους λεγόμενους ηφαιστειακούς κώνους

Σε γενικές γραμμές, οι όξινες λάβες (πλούσιες σε SiO_2) είναι παχύρρευστες και πτωχές σε αέρια ενώ οι βασικές (πτωχές σε SiO_2) είναι λεπτόρρευστες και πλούσιες σε αέρια.

Αρκετές μέθοδοι έχουν υιοθετηθεί για την εκτροπή των ροών των λαβών όπως βομβαρδισμοί, υδραυλική ψύξη, κατασκευή τοίχων-φραγμάτων ή οδηγών τάφρων, με στόχο την προφύλαξη και αναστολή εξέλιξης μερικών ρευμάτων λάβας σε πολύ συγκεκριμένες περιπτώσεις και περιοχές

- Πυροκλαστική δραστηριότητα

Είναι η χαρακτηριστική δραστηριότητα ενός ηφαιστείου με υψηλή περιεκτικότητα σε διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2). Κατά τη διάρκεια της πυροκλαστικής δραστηριότητας λαμβάνουν μέρος όλα τα είδη των ηφαιστειακών αιωρημάτων από την ηφαιστειακή σποδό έως την τέφρα, τα οποία εκτινάσσονται από κάποιο ηφαιστειακό αγωγό στην ατμόσφαιρα. Οι εκρήξεις αυτές είναι αρκετά έντονες και η ταχύτητά τους είναι δυνατό σε ορισμένες περιπτώσεις να υπερβεί την ταχύτητα του ήχου, ενώ τα υλικά μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις και να καλύψουν εκατοντάδες ή ακόμα και χιλιάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα. Η πυροκλαστική δραστηριότητα μπορεί να έχει άμεσες επιπτώσεις στο περιβάλλον και ειδικότερα στην πανίδα και τη χλωρίδα ενώ σημαντικές είναι και οι καταστροφές σε οικιστικούς χώρους και τεχνικά έργα. Οι πλέον επιβλαβείς περιπτώσεις είναι οι εκρηκτικές στοιβάδες σποδού με θερμοκρασία μερικών εκατοντάδων βαθμών Κελσίου, οι οποίες αποτεφρώνουν τα πάντα στο πέρασμά τους με πλέον χαρακτηριστικές τις περιπτώσεις των πρόσφατων καταστροφών στις δυτικές ακτές των Η.Π.Α.



Εικόνα 2.3 :Εκτίναξη ηφαιστειακών υλικών από την έκρηξη του Στρόμπολι το 2002
Πηγή : <http://www.volcanodiscovery.com/stromboli/photos/nov07/image5.html>

- Η ηφαιστειακή τέφρα

Συνήθως απλώνεται σε μεγάλη έκταση και μπορεί να καλύψει ή να θάψει αγρούς, να καταστρέψει καλλιέργειες, να φράξει αποχετεύσεις και μηχανήματα, να προκαλέσει φθορά σε μηχανολογικά αντικείμενα, να προκαλέσει το θάνατο λόγω ασφυξίας και να συσσωρεύσει μεγάλο βάρος σε στέγες.

Τα πυρακτωμένα νέφη αποτελούν σύννεφα στάχτης, σκόνης και αερίου σε θερμοκρασία 600 °C. Με τη μορφή επιφανειακών ροών, τα νέφη μπορεί να κινούνται μέχρι τα 100 χιλιόμετρα ανά ώρα και για αποστάσεις μέχρι τα 10 χιλιόμετρα.

Μία μεγαλύτερη, περισσότερο κατευθυντική μορφή νέφης, που περιέχει αιωρούμενα θραύσματα πετρωμάτων και αερίων, είναι γνωστή ως ροή τέφρας ή πυροκλαστική ροή, και μπορεί να ταξιδεύει με ταχύτητα 200 χιλιόμετρα ανά ώρα για αποστάσεις μέχρι και 25 χιλιόμετρα.



Εικόνα 2.4 :Πυρακτωμένα νέφη, πλούσια σε τέφρα και ηφαιστειακά αέρια
Πηγή : http://www.liv.ac.uk/info/research/microstruc_lithosphere/

- Δηλητηριώδη αέρια και όξινη βροχή

Τα αέρια που εκλύονται τόσο κατά τη διάρκεια της κύριας ηφαιστειακής δραστηριότητας όσο και στις ενδιάμεσες περιόδους είναι συνήθως διοξείδιο του άνθρακα, μονοξείδιο του άνθρακα και υδρόθειο. Τα αέρια αυτά είναι βαρύτερα του αέρα μπορούν να επικάθονται στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, κοντά στο έδαφος, και να προκαλούν θανάτους. Πολύ χαρακτηριστικά είναι τα παράδειγμα του Καμερούν στις 21 Αυγούστου 1986 όπου προκλήθηκαν 2.000 περίπου θάνατοι.



Εικόνα 2.5 :Ενδεικτική εικόνα ηφαιστειακής έκρηξης
Πηγή : <http://www.ecozine.co.uk/science.htm>

- Εκρήξεις καλδερών

Οι εκρήξεις καλδερών είναι εξαιρετικά βίαιες εκρήξεις τεράστιου μεγέθους αλλά σπάνιες. Μια τέτοια έκρηξη μπορεί να εκτινάξει βίαια πάνω από 15.000 κυβικά χιλιόμετρα πυροκλαστικών υλικών δημιουργώντας ένα τεράστιο κρατήρα καλδέρα διαμέτρου αρκετών χιλιομέτρων. Τα εκτινασσόμενα υλικά και κυρίως η ηφαιστειακή σποδός μπορεί να καλύψει έκταση χιλιάδων τετραγωνικών χιλιομέτρων. Εκρήξεις καλδερών έχουν διαπιστωθεί ακόμα και στο σχετικά πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν.

- Λασποροές

Οι ηφαιστειακές λασποροές ονομάζονται και λαχάρ (ιαπωνική λέξη) και ταξινομούνται ως πρωτογενείς όταν προκύπτουν άμεσα από την ηφαιστειακή έκρηξη και δευτερογενείς αν υπάρχουν άλλες αιτίες. Προκαλούνται όταν υπάρξει κορεσμός σε μεγάλους όγκους ηφαιστειακής σποδού και άλλων ηφαιστειακών προϊόντων, οπότε παρατηρείται μετακίνηση προς τα κατόντη με μεγάλη ταχύτητα. Μπορεί να λάβουν χώρα οποιαδήποτε στιγμή πριν, κατά τη διάρκεια ή μετά από μία έκρηξη και μπορεί να περιέχουν θερμό ή ψυχρό υλικό και είναι ταχείες μετακινήσεις προς τα κατόντη μεγάλων όγκων ηφαιστειακών προϊόντων, κορεσμένων σε νερό. Θεωρείται φαινόμενο εξαιρετικά επικίνδυνο για τους ανθρώπους και το περιβάλλον, καθώς ο όγκος των υλικών μπορεί να είναι της τάξης των εκατομμυρίων κυβικών μέτρων και η ταχύτητα της τάξης των 100 χιλιομέτρων ανά ώρα. Οι λασποροές είναι αρκετά επικίνδυνες και έχουν άμεσες επιπτώσεις στον περιβάλλοντα χώρο. Ένα πολύ χαρακτηριστικό πρόσφατο παράδειγμα είναι αυτό του ηφαιστείου στο Nevado Del Ruiz στις 13 Νοεμβρίου 1985 όπου η έκρηξη προκάλεσε λασποροές οι οποίες προκάλεσαν το θάνατο σε 22.000 ανθρώπους, ενώ ταυτόχρονα προκλήθηκαν υλικές ζημιές της τάξης των 200 εκατομμυρίων δολαρίων. Το τραγικό στην περίπτωση αυτή ήταν ότι η έκρηξη η οποία προκάλεσε την καταστροφή, είχε προβλεφθεί από ειδικούς επιστήμονες πέντε μέρες νωρίτερα



Εικόνα 2.6 :Χαρακτηριστική μορφή λασποροής στο ηφαίστειο της Αγ. Ελένης
 Πηγή : <http://wildwildweather.com/forecastblog/2009/09/rumblings-on-rainier/>

- Κατολισθήσεις – Αλλαγή αναγλύφου

Η ανύψωση της επιφάνειας μπορεί να αποτελέσει σημαντικό πρόβλημα στα ηφαίστεια. Υλικό το οποίο έχει στερεοποιηθεί στον ηφαιστειακό κρατήρα αναγκάζεται να κινηθεί προς τα πάνω και μπορεί τελικά να καταρρεύσει στις πλαγιές του ηφαιστείου με τη μορφή μίας θερμής ή ψυχρής κατολίσθησης, ή μπορεί να προκαλέσει σοβαρές εδαφικές παραμορφώσεις και προβλήματα αστάθειας.

Οι μεγάλες εκρήξεις μάλιστα μπορεί επίσης να προκαλέσουν τροποποίηση της ατμόσφαιρας με την μορφή ηφαιστειακών λεπτών στερεών σωματιδίων στην τροπόσφαιρα, η οποία βρίσκεται σε υψόμετρα 8-16 χιλιόμετρα.



Εικόνα 2.7 : Ενδεικτική μορφή κατολίσθησης όπου παρατηρείται κατάρρευση του ηφαιστειακού κώνου

Πηγή : <http://mail.colonial.net/~hkaiter/volcanoes.html>

- Πυρκαγιές

Οι πυρκαγιές προκαλούνται στον περιβάλλοντα χώρο του ηφαιστείου από τις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν και οι οποίες μπορούν να φτάσουν τις αρκετές εκατοντάδες βαθμών κελσίου. Συγκριτικά όμως η επικινδυνότητα από τις πυρκαγιές λόγω ηφαιστειακής δραστηριότητας είναι εξαιρετικά χαμηλή και γενικά περισσότερο απλή στην αντιμετώπισή της.

- Παλιρροϊκά Κύματα (Τσουνάμι)

Οι ηφαιστειακές εκρήξεις μπορεί να προκαλέσουν και τσουνάμι, δηλαδή μεγάλα κύματα νερού που μπορούν να φτάσουν με πολύ μεγαλύτερη ενέργεια αλλά και ταχύτητα από τα συνηθισμένα κύματα στις ακτές. Δημιουργούνται είτε μετά από σεισμό ή ηφαιστειακή δραστηριότητα μετά από απότομη αλλαγή του πυθμένα της θάλασσας και κάθετη μετακίνηση όγκων νερού στην επιφάνεια. Τα κύματα αυτά μπορούν να φτάσουν στην ακτή σε ύψος μέχρι και 15 μ με ιδιαίτερα καταστρεπτικές επιπτώσεις.

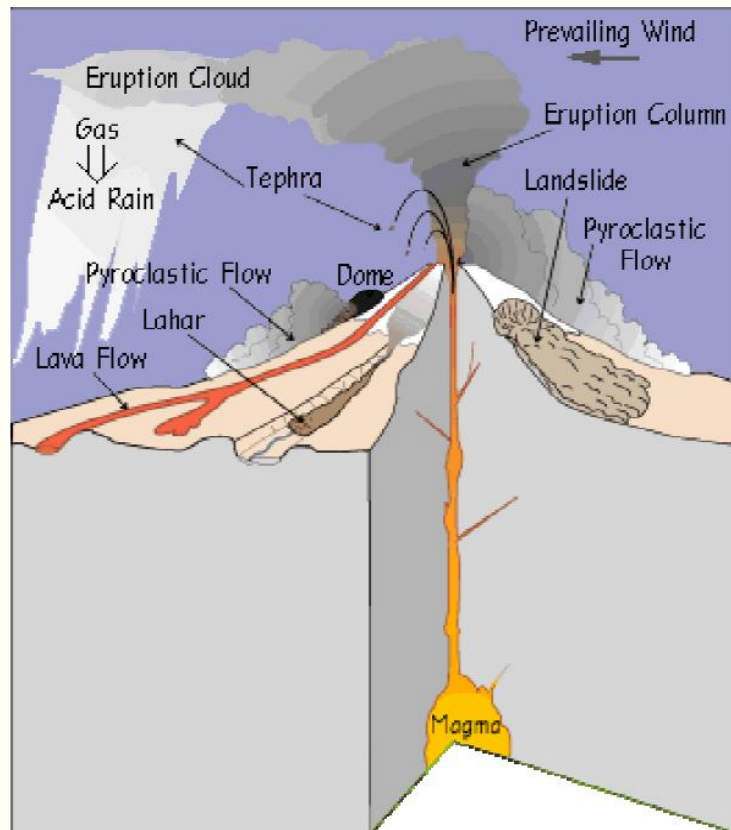


Εικόνα 2.8 :Εικόνα από το τσουνάμι στην Ιαπωνία
Πηγή : http://karmenhr.blogspot.com/2011_03_01_archive.html

- Σεισμική δραστηριότητα

Οι σεισμοί που σχετίζονται με ηφαιστειακή δραστηριότητα μπορεί να είναι εξίσου καταστροφικοί με τους τεκτονικούς, προκαλώντας σχισμές στο έδαφος, παραμόρφωση του εδάφους, και ζημιές σε κατασκευές. Ηφαιστειακός ονομάζεται ο σεισμός που είναι αποτέλεσμα αλλαγής της πίεσης στο εσωτερικό της Γης, λόγω της εισροής ή εκροής μάγματος.

Γενικότερα όταν σε μια περιοχή υπάρχει ένα ηφαίστειο, όσο και συχνή σεισμική δραστηριότητα, τότε είναι πολύ πιθανό το ένα φαινόμενο να οδηγήσει στο άλλο μετά από αρκετούς μήνες. Επίσης ηφαιστειακές εκρήξεις συχνά συνοδεύονται από σεισμική δραστηριότητα το μέγεθος της οποίας εξαρτάται από τον τύπο του ηφαιστείου, τη γεωτεκτονική του θέση, και τις ιδιαιτερότητες των γεωδυναμικών διεργασιών που την προκαλούν.



Εικόνα 2.9: Σχηματική απεικόνιση ηφαιστειακών προϊόντων που αποτίθενται γύρω από ένα ηφαίστειο

Πηγή : Environment Waikato Policy Series 1999/10 Volcanic Risk Mitigation Plan

Πίνακας 1.1 : Ενδεικτικά παραδείγματα επιπτώσεων από ηφαιστειακή δραστηριότητα

Τύπος καταστροφής	Παράδειγμα ηφαιστείου	Θάνατοι
Πυροκλαστική δραστηριότητα	Soufriere (St.Vincent) Αίτνα	56 9
Πτώσεις τέφρας	Βεζούβιος 79 χ Santa Maria (Γουατεμάλα), 1902 Βεζούβιος 1906 Rabaul (Papua Νέα Γουινέα)1937 Agung Ινδονησία 1963	<16.000 =2.000 250 375 163
Κατολισθήσεις κορημάτων	Unzen (Ιαπωνία) 1792	=10.000
Πλάγιες εκρήξεις	Αγία Ελένη ΗΠΑ 1980	51
Ροές λάβας	Βεζούβιος 1630 Nyiragongo Ζαίρ 1977	700 72
Φρεατικές εκρήξεις	Soufriere Gouadeloupe 1760	κανείς
Δηλητηριώδη αέρια	Dieng Plateu (Ινδονήσια)1979 Lake Nyos (ΚΚαμερούν) 1986	142 1887
Όξινη βροχή	Masaya Νικαράγουα 1979	κανείς
Ατμοσφαιρικές επιπτώσεις	Mayon 1814	<1200
Σεισμοί και εδαφικές μετακινήσεις	Colima Mexico 1806 Campi Flegrei Ιταλία1983-5	2000 2
Διάβρωση και ιζηματογένεση μετά την έκρηξη	Irazu Κόστα Ρίκα 1963-4	κανείς
Λοιμοί και ασθένειες μετά την έκρηξη	Lakigigar Ισλανδία 1783	9340
Παλιρροϊκά κύματα (Τσουνάμι)	Unzen Ιαπωνία 1792 Κρακατόα Ινδονησία 1883	15190 32800

2.4 Πρόβλεψη Ηφαιστειακής δραστηριότητας

Η πρόβλεψη μιας φυσικής καταστροφής αφορά την οριοθέτηση πιθανών θέσεων εκδήλωσης και την εκτίμηση της έκτασης και της έντασης του φαινομένου. Η πρόβλεψη βασίζεται στην αξιολόγηση όλων των φυσικών στοιχείων που σχετίζονται με τις υπό διερεύνηση παραμέτρους.

Η χρονική πρόβλεψη κάποιων φαινομένων συνάγεται από την πιθανή επανάληψη φυσικών παραγόντων, οι οποίοι όταν εκδηλωθούν με κρίσιμη ένταση είναι δυνατόν να προκαλέσουν φυσική καταστροφή.

Η έκρηξη ενός ηφαιστείου συνοδεύεται από σεισμούς, μικρού συνήθως μεγέθους, διότι η έξοδος των αερίων γίνεται σταδιακά.

Οι ηφαιστειακές εκρήξεις δε γίνονται απότομα, αλλά προηγούνται ορισμένα φαινόμενα που είναι προειδοποιητικά, όπως π.χ. στερεύουν οι γειτονικές πηγές, ακούγονται υποχθόνιοι κρότοι σαν μακρινές βροντές και αρχίζουν και βγαίνουν υδρατμοί. Όταν ένα ηφαίστειο ελέγχεται μεθοδικά και ανελλιπώς υπάρχουν πολυάριθμοι γεωφυσικοί δείκτες που μπορούν να παρέχουν δυνατότητα πρόβλεψης όπως:

Σεισμικά φαινόμενα

- Αύξηση σεισμικής δραστηριότητας σε τοπικό επίπεδο
- Υπόκωφη βοή

Εδαφικές παραμορφώσεις

- Διογκώσεις ή ανοδικές κινήσεις στον ηφαιστειακό κώνο
- Αλλαγές στις κλίσεις των πρηνών κοντά στο ηφαίστειο

Υδροθερμικά φαινόμενα

- Αυξημένες παροχές θερμών πηγών
- Αυξημένες απελευθερώσεις αερίων στις φουμαρόλες
- Αύξηση θερμοκρασίας θερμών πηγών ή εκπομπών αερίων από τις φουμαρόλες

- Αύξηση θερμοκρασίας των λιμνών του κρατήρα
- Τήξη χιονιού ή πάγου στο ηφαίστειο
- Καταστροφή της βλάστησης στα πρηνή του ηφαιστείου

Χημικές αλλαγές

- Αλλαγές στη χημική σύσταση και τη συγκέντρωση των εκπεμπόμενων αερίων

Επίσης μαγνητικές, βαρυτικές και ηλεκτρικές ανωμαλίες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως πρόδρομοι δείκτες ηφαιστειακής δραστηριότητας.

Τα διαθέσιμα στοιχεία από εκρήξεις του παρελθόντος δείχνουν καθαρά ότι σχεδόν πάντα πριν την έκρηξη ενός ηφαιστείου προϋπάρχουν ορισμένες ενδείξεις. Αυτές μπορεί να είναι γεωφυσικές ή χημικές αλλαγές στην κατάσταση του ηφαιστείου ή του υδροθερμικού συστήματος. Τέτοια φαινόμενα (σεισμικά, γεωδαιτικά, μαγνητικά, γεωηλεκτρικά, αλλαγές στην απελευθέρωση εξαγωγές αερίων) παρέχουν σημάδια μιας πιθανής αναμενόμενης έκρηξης. Απαιτείται ωστόσο παρακολούθηση του ηφαιστείου και συστηματική συλλογή και ανάλυση καθώς και οπτικές παρατηρήσεις και μετρήσεις με ειδικά όργανα στα ηφαίστεια πριν κατά τη διάρκεια και μετά την εκρηκτική δραστηριότητα.

Από καθαρά επιστημονική πλευρά η παρατήρηση των ηφαιστειών συμβάλλει στη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων που χρειάζονται οι ηφαιστειολόγοι και άλλοι επιστήμονες ώστε να ερευνήσουν και να εξάγουν συμπεράσματα για τη δυναμική των ενεργών ηφαιστειακών συστημάτων και να συσχετίσουν την εκρηκτικές και γεωθερμικές διαδικασίες. Επιπλέον οι επιστημονική μελέτη των ηφαιστειών συμβάλλει στο να προάγει την επιστημονική έρευνα με απώτερο σκοπό την ελαχιστοποίηση του ηφαιστειακού κινδύνου. Η χαρτογράφηση των ηφαιστειών και άλλες σχετικές έρευνες αποτυπώνουν την παλαιότερη συμπεριφορά ενός ηφαιστείου και κυρίως τον τρόπο που εκρήγνυται καθώς και το χρόνο, τη διασπορά και το μέγεθος των εναποθέσεων από προηγούμενες εκρήξεις. Τέτοιες μελέτες παρέχουν τα δεδομένα για μακροχρόνιες προβλέψεις (δεκάδες και εκατοντάδες χρόνια) μιας πιθανής έκρηξης δίνοντας τη δυνατότητα για προετοιμασία **χαρτών ζωνοποίησης επικινδυνότητας**. Τα δεδομένα πρόσφατων μετρήσεων σε συνδυασμό με τη γνώση παλαιότερων εκρηκτικών συμπεριφορών επιτρέπουν την πρόβλεψη πιθανής μελλοντικής συμπεριφοράς του ηφαιστείου, στοιχείο ιδιαίτερα σημαντικό για την μείωση του κινδύνου. Επίσης τα

δεδομένα από τις παρατηρήσεις των ηφαιστειών αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία θα στηριχτούν οι βραχυπρόθεσμες προβλέψεις (χρόνια ή ημέρες) μιας πιθανής έκρηξης ή τις πιθανές αλλαγές κατά τη διάρκεια μιας μελλοντικής έκρηξης. Οι αναλύσεις επικινδυνότητας, η παρατήρηση των ηφαιστειών, και οι επικοδομητικές συνεργασίες μεταξύ επιστημόνων και κρατικών αρχών καθώς και της συνεργασίας του πληθυσμού, αποτελούν τον πυρήνα ενός επιτυχημένου προγράμματος για την μείωση του κινδύνου από την ηφαιστειακή δραστηριότητα.

Οι τεχνικές για την παρακολούθηση των ηφαιστειών είναι ποικίλες. Επιγραμματικά μπορούν να αναφερθούν :

- Οπτικές παρατηρήσεις (κάμερες παρακολούθησης και θερμικές κάμερες)
- Σεισμογράφοι (καταγραφή σεισμικών δονήσεων και δονήσεις μικρής έντασης.)
- Χρήση κλισιομέτρων και GPS (Geographic Positioning System) για προσδιορισμό παραμορφώσεων εδάφους
- Μετρήσεις εκλυόμενων αερίων (χημικής σύστασης και θερμοκρασίας)
- Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση

3. Επικινδυνότητα και Τρωτότητα

3.1 Ορισμοί

Η εκτίμηση των ζημιών που προκαλούνται από μια φυσική καταστροφή γενικότερα ποικίλει καθώς οι μικρής κλίμακας καταστροφικά συμβάντα μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες υλικές ζημιές στις πολύ αναπτυγμένες χώρες ενώ μεγάλα καταστροφικά γεγονότα σε φτωχές χώρες μπορεί να προκαλέσουν μικρές ζημιές εφόσον εκεί δεν υπάρχουν πολύτιμα αγαθά ή ακριβές κατασκευές. Συνήθως στις φτωχές χώρες τα καταστροφικά γεγονότα προκαλούν πολλά δυστυχήματα ενώ στις ανεπτυγμένες μεγάλες υλικές ζημιές. Οι προσπάθειες που γίνονται για την μείωση των αρνητικών επιπτώσεων των φυσικών φαινομένων συνοψίζονται στον όρο διευθέτηση.

Για να κατανοηθούν καλύτερα οι παράγοντες που προκαλούν τις φυσικές καταστροφές, πρέπει το πρόβλημα να αντιμετωπίζεται με πολυδιάστατο και σφαιρικό τρόπο. Οι κύριες μέθοδοι για την μελέτη του προβλήματος των φυσικών κινδύνων και καταστροφών είναι:

1. Βασική έρευνα: οι επιστήμονες προσπαθούν να κατανοήσουν πως δημιουργούνται τα ακραία φυσικά φαινόμενα. Για να επιτύχουν αυτό, μελετούν τους παράγοντες που προκαλούν τις φυσικές καταστροφές και δημιουργούν ένα μοντέλο της όλης διαδικασίας δημιουργίας μιας καταστροφής. Ο σκοπός είναι ο έλεγχος της εφαρμοσιμότητας διάφορων λύσεων σε αληθινές καταστάσεις.

2. Εφαρμοσμένη έρευνα. Η εφαρμοσμένη έρευνα ενσωματώνει τα αποτελέσματα της βασικής έρευνας στην καθημερινή ζωή. Οι ερευνητές προσπαθούν να βρουν νέους τρόπους και μεθόδους που θα τους βοηθήσουν να χρησιμοποιήσουν την επιστημονική γνώση για την μείωση της πιθανότητας εμφάνισης των φυσικών καταστροφών και την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων από αυτές. Για παράδειγμα η πρόοδος στη μελέτη των παραμέτρων ευστάθειας πρανών βοήθησε τους μηχανικούς να σχεδιάσουν μεγαλύτερες κατασκευές, πιο ανθεκτικές στις αργές ή ξαφνικές κινήσεις του εδάφους.

3. Αλληλεπίδραση μεταξύ κινδύνων. Τις περισσότερες φορές οι φυσικοί κίνδυνοι και καταστροφές συνδυάζονται μεταξύ τους, δηλαδή μια φυσική καταστροφή συνοδεύεται από μία άλλη. Για παράδειγμα, μια ηφαιστειακή έκρηξη μπορεί να προκαλέσει μια σημαντική σεισμική δόνηση ή ακόμη και ένα τσουνάμι, τα οποία με τη σειρά τους μπορεί να προκαλέσουν άλλες καταστροφές όπως φωτιές, πλημμύρες ή κατολισθήσεις. Οι επιστήμονες προσπαθούν να κατανοήσουν αυτές τις αλληλεπιδράσεις και να βρουν τρόπους να ελαχιστοποιήσουν τις επιδράσεις των συνδυασμένων κινδύνων.

Επίσης για την καλύτερη κατανόηση, μελέτη και αντίληψη του κινδύνου έχουν οριστεί συγκεκριμένες παράμετροι, εξισώσεις και ορισμοί.

Ειδικότερα :

Απειλή (H): Ορίζεται ως «η πιθανότητα εμφάνισης εντός συγκεκριμένης χρονικής περιόδου και εντός δεδομένης περιοχής ενός δυνητικά καταστροφικού φαινομένου συγκεκριμένου μεγέθους».

Επικινδυνότητα K (hazard) : Η έννοια αυτή αναφέρεται στην πιθανότητα εμφάνισης κάποιου μελλοντικού φυσικού γεγονότος με δυνητικές βλαβερές συνέπειες, και όχι στα αποτελέσματα που αυτό θα μπορούσε να προκαλέσει. Τα ίδια ισχύουν και για τους τεχνολογικούς κινδύνους. Είναι φυσικός παράγοντας (εξαρτάται από φυσικές παραμέτρους) υπάρχει πάντα και δεν μπορεί να μειωθεί ή να τροποποιηθεί)

Τρωτότητα (T) (vulnerability) : Είναι ο βαθμός ευαισθησίας απέναντι σε έναν φυσικό κίνδυνο. Με τον όρο τρωτότητα αναφέρεται το πόσο εύλωτο είναι το ανθρωπογενές περιβάλλον σε έναν επικίνδυνο φυσικό κίνδυνο ή διαφορετικά η ευαισθησία μιας κοινότητας στον αντίκτυπο των κινδύνων οι οποίοι καθορίζονται από φυσικούς, κοινωνικούς, οικονομικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες ή διαδικασίες. Για παράδειγμα, η ενδεχόμενη καταστροφή που θα υποστεί μία περιοχή στην οποία επέρχεται μια ισχυρή ηφαιστειακή έκρηξη εξαρτάται τόσο από τους φυσικούς παράγοντες που καθορίζουν τον σεισμό, π.χ. ένταση, συχνότητα εκρήξεων, είδος εκτινασόμενων υλικών (στερεά λάβα ή αέρια) τρόπος απόθεσης πυροκλαστικών προϊόντων (πυροκλαστικών, τέφρα κλπ), όσο και από παράγοντες που χαρακτηρίζουν το ανθρωπογενές περιβάλλον στην απειλούμενη περιοχή, π.χ. η ποιότητα των κατασκευών, η πληθυσμιακή πυκνότητα, η ύπαρξη μη προληπτικών μέτρων, και το οικονομικό επίπεδο της περιοχής. Το σύνολο αυτών των τελευταίων παραγόντων περιγράφεται με τον όρο τρωτότητα. Επίσης περιλαμβάνονται και οι οικολογικές επιπτώσεις που προκαλούνται.

Ένας άλλος ορισμός που χρησιμοποιείται στην βιβλιογραφία είναι : «το επίπεδο απώλειας ενός δεδομένου στοιχείου ή συνόλου που διατρέχει κίνδυνο από την εμφάνιση ενός καταστροφικού φαινομένου συγκεκριμένου μεγέθους», δηλαδή «το ποσοστό της αξίας απώλειας ενός συγκεκριμένου φυσικού συστήματος που εκτίθεται σε ένα συγκεκριμένο καταστροφικό γεγονός. Επίσης είναι η χαρακτηριστική ιδιότητα ενός συστήματος που εκτίθεται στη φυσική καταστροφή (το πόσο εύλωτο ένα περιβάλλον από τα ενδογενή του στοιχεία) Ο βαθμός της τρωτότητας ρυθμίζεται από τις αποφάσεις και τις ενέργειες της κοινωνίας κατά τη διάρκεια του χρόνου και καθορίζει τις τελικές απώλειες.

Κίνδυνος Π (risk) : Με τον όρο αυτό περιγράφονται τα αναμενόμενα αρνητικά αποτελέσματα που συνεπάγεται ένα συγκεκριμένο φυσικό γεγονός. Ο φυσικός κίνδυνος μπορεί να εκτιμηθεί από επιστήμονες λαμβάνοντας υπόψη τόσο την επικινδυνότητα, όσο και την τρωτότητα της περιοχής και τη συνολική οικονομική αξία που είναι εκτεθειμένη στην ηφαιστειακή δραστηριότητα. Εκφράζεται ως η τομή της επικινδυνότητας, τρωτότητας και εκτιθέμενης αξίας. Ο κίνδυνος υπολογίζεται από την πιθανότητα να

συμβεί φυσικό καταστροφικό γεγονός επί το ύψος των ζημιών που θα προκαλέσει. Οι λόγοι που μπορούν να προκαλέσουν εμφάνιση κινδύνου είναι :

- Επίκτητοι λόγοι κινδύνου
- Τα ανθρώπινα επιτεύγματα και οι προσαρμογές τους σε σχέση με το περιβάλλον
- Η τρωτότητα και η ικανότητα προσαρμογής
- Τυχαίες συνθήκες

Επικινδυνότητα = Κίνδυνοι × Τρωτότητα

K = Π * T

Σενάριο Καταστροφής : Είναι η λεπτομερής ποσοτική και ποιοτική προεκτίμηση της αναμενόμενης καταστροφής σε ορισμένη περιοχή εξαιτίας ενός φυσικού γεγονότος.

Καταστροφή : Είναι το συνολικό αρνητικό αποτέλεσμα που καταγράφεται σε ορισμένη περιοχή εξαιτίας συγκεκριμένου φυσικού συμβάντος. Είναι ο αντίκτυπος των φυσικών δυνάμεων στις ανθρώπινες δραστηριότητες της κάθε κοινωνίας στη ζημιά, την καταστροφή και το θάνατο.

Πολιτική Προστασία : Είναι το σύνολο των δράσεων τις οποίες ένα κράτος σχεδιάζει, οργανώνει και εφαρμόζει για να προλάβει και να αντιμετωπίσει τις αρνητικές συνέπειες φυσικών ή τεχνολογικών συμβάντων.

Η διαχείριση επικινδυνότητας (risk management) : είναι η διαδικασία ποσοτικής και ποιοτικής αξιολόγησης του κινδύνου που απειλεί μια περιοχή και συστηματικής εύρεσης των δράσεων και τεχνολογιών που σε συνδυασμό ελαχιστοποιούν τις επιπτώσεις των κινδύνων αυτών στις περιοχές μελέτης.

Η χαρτογράφηση κινδύνων : είναι η διαδικασία προσδιορισμού περιοχών σε διαφορετικά επίπεδα κινδύνου. Με άλλα λόγια, είναι η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης κινδύνων σε συγκεκριμένους χάρτες, που δείχνουν τα επίπεδα αναμενόμενων απωλειών σε συγκεκριμένες περιοχές, κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων απειλών καταστροφής.

Η (Ανάλυση Τρωτότητας Απειλών) : είναι η διαδικασία ανάλυσης των κινδύνων που σχετίζεται με μία συγκεκριμένη απειλή και ορίζεται αναφορικά με την πιθανότητα και τη συχνότητα εμφάνισης, το μέγεθος και τη σοβαρότητα, την έκθεση και τις συνέπειες.

Αξία στοιχείων που διατρέχουν (E): ορίζονται ως «εκείνα τα στοιχεία που επηρεάζονται αρνητικά και υπόκεινται ζημιές από τον ίδιο τύπο κινδύνου». Η αξία δεν αναφέρεται μόνο σε απλό οικονομικό υπολογισμό.

Εκτιθέμενη αξία (exposure) οικονομική αξία που αντιστοιχεί στο σύστημα.

Καθήκον ενός Διαχειριστή Κρίσεων, είναι να λαμβάνει υπόψη κάθε μορφή κινδύνου, ξεκινώντας από αυτούς με τη μεγαλύτερη πιθανότητα εκδήλωσης. Ο σκοπός είναι η αναγνώριση του ποιοι κίνδυνοι αποτελούν τη χειρότερη απειλή και θα πρέπει να έχουν προτεραιότητα στο στάδιο της δημιουργίας Πλάνου ετοιμότητας και της μείωσης των Κινδύνων

Ο ολικός κίνδυνος R_t εκφράζει τον αριθμό των ανθρώπινων ζώων που πιθανόν να χαθούν, τον αριθμό των τραυματιών, τις καταστροφές σε περιουσίες και το κόστος από την διακοπή των διαφόρων δραστηριοτήτων που προκλήθηκαν από τη δράση ενός ειδικού φυσικού φαινομένου. Μπορεί να εκτιμηθεί καθώς είναι προϊόν του ειδικού κινδύνου R_s και των στοιχείων που εκτίθενται στον κίνδυνο E .

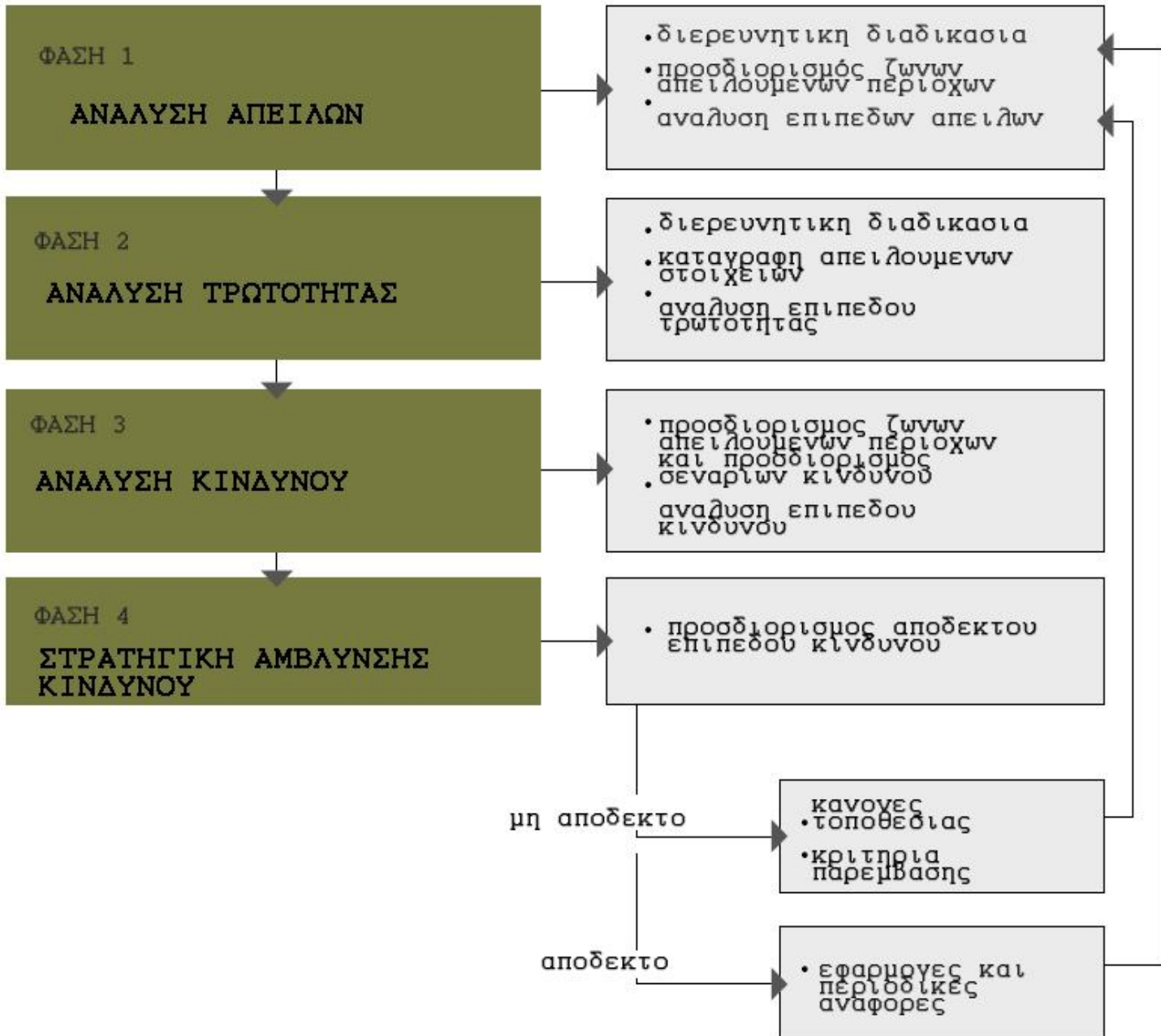
$$R_t = E * R_s$$

Όπου **R_s** είναι ο **ειδικός κίνδυνος** και αποτελεί τον βαθμό των απωλειών που πιθανόν να προκληθούν από τη δράση ενός φαινομένου, επίσης μπορεί να εκφραστεί ως το προϊόν της φυσικής καταστροφής **H** επί την τρωτότητα **V** .

$$R_t = E * R_s = E * H * V$$

3.2 Διαχείριση κινδύνου σε Ευρωπαϊκό επίπεδο

Η αντιμετώπιση γενικότερα των φυσικών κινδύνων μπορεί να οργανωθεί σε τέσσερα επίπεδα σύμφωνα με το SIPROCI. Το SIPROCI είναι ένα έργο χρηματοδοτούμενο από την ΕΕ που βοηθά τις τοπικές και περιφερειακές αρχές να προβλέψουν καλύτερα, να αποτρέψουν και να ανταποκριθούν στις φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές.



Εικόνα 3.1 : Σχηματική απεικόνιση προγράμματος SIPROCI

Φάση 1 – Ανάλυση απειλών

- Διερευνητική διαδικασία ως προς την:
 - έκταση σε σχέση με την μορφολογία και την τρωτότητα
 - ως προς το μέγεθος
 - την περίοδο επανεμφάνισης
- Προσδιορισμός ζωνών απειλούμενων περιοχών
Εξαγωγή χαρτών επικινδυνότητας
- Ανάλυση επιπέδου απειλής
Εξαγωγή χαρτών επικινδυνότητας ανάλογα με το επίπεδο της απειλής πχ μικρό, μεσαίο, μεγάλο.

Φάση 2- Ανάλυση Τρωτότητας

- Διερευνητική διαδικασία
Περιλαμβάνει τη συλλογή των απαιτούμενων πληροφοριών
- Καταγραφή απειλούμενων στοιχείων
Κυρίως με τη δημιουργία χαρτών τρωτότητας
- Ανάλυση επιπέδου τρωτότητας
Σύμφωνα με δείκτες ή με κλίμακες κατά περίπτωση (διαβαθμίσεις τύπου μικρή, μεσαία, μεγάλη)

Φάση 3 – Ανάλυση κινδύνου

- Προσδιορισμός ζωνών απειλούμενων περιοχών και προσδιορισμός σεναρίων κινδύνου.
Ο προσδιορισμός των απειλούμενων περιοχών καθίσταται δυνατός μέσω της αντιπαραβολής των Χαρτών Επικινδυνότητας και των Χαρτών Τρωτότητας
- Ανάλυση επιπέδου κινδύνου
Τα πιθανά σενάρια προκύπτουν από την αλληλεπίδραση των τάξεων κινδύνων (H0, H1, H2, H3, H4...) με τις τάξεις τρωτότητας (V0, V1, V2, V3, V4...) που περιγράφονται στις προηγούμενες παραγράφους. Έτσι, ο κίνδυνος μπορεί να καταταγεί σε κατηγορίες τύπου μικρός, μεσαίος, μεγάλος κλπ.
Ο ακόλουθος πίνακας δείχνει τις πιθανές συνέπειες ή ζημίες στα απειλούμενα στοιχεία σε σχέση με τους δείκτες κινδύνων. Δείχνει την ύπαρξη αντιστοιχίας ανάμεσα στους δείκτες κινδύνων και τα πιθανά σενάρια κινδύνων.

Φάση 4 – Στρατηγική άμβλυνσης κινδύνου

Η αποδοχή του κινδύνου είναι μία σημαντική απόφαση που ποικίλει λόγω του μεγάλου αριθμού συνθηκών. Η εμπειρία δείχνει ότι η απόλυτη ασφάλεια, η οποία εννοεί μία συνθήκη απουσίας κινδύνου είναι αδύνατο να επιτευχθεί εξαιτίας του απρόβλεπτου ή άκριτου κινδύνου και του ανθρώπινου λάθους. Έτσι, η ιδέα της ασφάλειας πρέπει να κρίνεται με σχετικούς όρους. Στην πραγματικότητα, εάν ένα υψηλό επίπεδο ασφάλειας

αντιστοιχεί με ένα χαμηλό επίπεδο κινδύνου και το αντίθετο, τότε η απόλυτη ασφάλεια αντιστοιχεί με μηδενικό κίνδυνο. Είναι απαραίτητο να ζούμε με ένα λογικό επίπεδο αποδεκτού κινδύνου, που ελαχιστοποιείται από τη στρατηγική κοινής ασφάλειας.

Πίνακας 3.1 : Πιθανές συνέπειες σε σχέση με δείκτες κινδύνων

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ		ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ						
ΕΠΙΠΕΔΟ	ΔΕΙΚΤΗΣ	ΑΝΘΡΩΠΟΙ	ΚΤΙΡΙΑ	ΠΑΡΑΤΟΓΓΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ	ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΔΟΜΩΝ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΗΓΕΣ
ΑΠΟΥΣΑ	V0	ΑΠΟΥΣΑ	ΑΠΟΥΣΑ	ΑΠΟΥΣΑ	ΑΠΟΥΣΑ	ΑΠΟΥΣΑ	ΑΠΟΥΣΑ	ΑΠΟΥΣΑ
ΧΑΜΗΛΗ	V1	ΧΑΜΗΛΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ / ΜΙΚΡΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΜΙΚΡΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΑ	ΔΙΚΤΥΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ	ΔΙΚΤΥΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ	ΑΠΟΥΣΑ
ΜΕΤΡΙΑ	V2	ΜΕΤΡΙΑ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ / ΜΕΤΡΙΑ ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΜΕΤΡΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΑ	ΔΙΚΤΥΑ ΤΟΠΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ	ΔΙΚΤΥΑ ΤΟΠΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ	ΑΠΟΥΣΑ
ΥΨΗΛΗ	V3	ΥΨΗΛΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΜΕΤΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑ / ΥΨΗΛΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΜΙΚΡΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΔΙΚΤΥΑ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΔΙΚΤΥΑ	ΜΙΚΡΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ
ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ	V4	ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ / ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΜΕ ΥΨΗΛΟ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ	ΜΕΓΑΛΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΔΙΚΤΥΑ	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΔΙΚΤΥΑ	ΜΕΓΑΛΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ

3.3 Πολιτική Προστασία

Ο ρόλος της πολιτικής προστασίας γενικά είναι αρκετά πολύπλοκος και περιλαμβάνει πολλά στάδια όπως :

1. Σχεδιασμός πριν την καταστροφή (pre-disaster planning). Στο σχέδιο αυτό περιλαμβάνεται ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων, όπως τα προληπτικά τεχνικά έργα, ο κατάλληλος πολεοδομικός σχεδιασμός και ιδιαίτερα ο καθορισμός χρήσεων γης και η εκπόνηση σχεδίων έκτακτης ανάγκης και εκκένωσης.

2. Προετοιμασία (preparedness). Αυτό το στάδιο αναφέρεται στο βαθμό ετοιμότητας στον οποίο θα βρίσκεται ο κρατικός μηχανισμός αμέσως πριν το καταστροφικό γεγονός. Για παράδειγμα, περιλαμβάνει διευθετήσεις για προειδοποιήσεις που πρέπει να ανακοινωθούν εκτάκτως και για την αποτελεσματικότητα με την οποία οι δημόσιες αρχές μπορούν να θέσουν σε εφαρμογή σχέδια έκτακτης ανάγκης (emergency plans), εκκένωσης (evacuation) και ορθής και έγκαιρης πληροφόρησης.

3. Ανταπόκριση ή κινητοποίηση (response). Εδώ εμπίπτουν οι ενέργειες που πρέπει να κάνουν οι αρχές, ως πρώτη αντίδραση βοήθειας και υποστήριξης της πληγείσας περιοχής, αμέσως μετά το καταστροφικό συμβάν.

4. Ανάκτηση και Ανασυγκρότηση (recovery and reconstruction). Πρόκειται για ποικίλες και μακροπρόθεσμες δραστηριότητες με τις οποίες επιδιώκεται η σταδιακή επαναφορά της πληγείσας περιοχής στην κανονική της κατάσταση.

5. Αντίμετρα. Ως αντίμετρα ορίζονται όλα τα μέτρα αντιμετώπισης και μείωση του κινδύνου που αναφέρονται σε δομικά μέτρα ή εργαλεία που σχεδιάζονται και εφαρμόζονται για την αποφυγή ή τον περιορισμό των επιπτώσεων των καταστροφών. Διερευνώνται και προσδιορίζονται τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή αντιμέτρων κατά το στάδιο πρόληψης για κάθε κίνδυνο. Για να υπολογιστεί το όφελος από την εφαρμογή των προτεινόμενων αντιμέτρων θα πρέπει να επαναληφθεί η Ανάλυση της τρωτότητας συμπεριλαμβάνοντας τα αντίμετρα και στη συνέχεια να υπολογιστεί ο Νέος Δείκτης Επικινδυνότητας. Εφόσον προσδιοριστούν τα αντίμετρα που μπορούν να εφαρμοστούν για την πρόληψη ή/και τη μείωση των επιπτώσεων της εν δυνάμει καταστροφής, γίνεται η κοστολόγησή τους με τη μέθοδο κόστους – οφέλους (cost – benefit analyses). Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται για να επιλεγθούν αντίμετρα, ισορροπώντας τα κόστη της εφαρμογής κάθε εναλλακτικής επιλογής έναντι της ωφέλειας που απορρέει από αυτή. Γενικά, το κόστος της διαχείρισης των κινδύνων πρέπει να ισούται με τα οφέλη που αποκτούνται από την εφαρμογή των αντίμετρων. Το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής, είναι η προσπάθεια να διασφαλίσει τις δημόσιες επενδύσεις που αφορούν τις δράσεις πρόληψης και αντιμετώπισης των κινδύνων ώστε να εξασφαλιστούν μεγαλύτερα οφέλη με την καλύτερη δυνατή οικονομική επένδυση. Οι περιορισμοί της μεθόδου περιλαμβάνουν την έλλειψη δεδομένων και μεθόδων που απαιτούνται για να συλλάβουν τα έμμεσα και ακαθόριστα κόστη και κέρδη

3.4 Πολιτική προστασία για την ηφαιστειακή δραστηριότητα

3.4.1 Χάρτες επικινδυνότητας και τρωτότητας

Οι απώλειες από τις ηφαιστειακές εκρήξεις είναι δυνατόν να ελαχιστοποιηθούν με τη λήψη των κατάλληλων μέτρων, δηλαδή με το συνδυασμό

- Πρόβλεψης,
- Ετοιμότητας και
- Ελέγχου χρήσεων γης.

Η χαρτογράφηση των ζωνών υψηλού κινδύνου, η ασφάλιση καθώς και ο σχεδιασμός κοινωνικής ετοιμότητας και εκκένωσης αποτελούν απαραίτητα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για την αντιμετώπιση της ηφαιστειακής δραστηριότητας από την πολιτική προστασία.

Ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα διαχείρισης ηφαιστειακής επικινδυνότητας οφείλει να περιέχει ορισμένα βασικά στοιχεία.

- ⇒ Εκτιμήσεις επικινδυνότητας,
- ⇒ Χάρτες ζωνοποίησης επικινδυνότητας καθώς και
- ⇒ Μελέτες παρακολούθησης ηφαιστειών αποτελούν σημαντικότερα στοιχεία στην όλη διαδικασία.

Χάρτες επικινδυνότητας παράγονται μετά από μελέτη της έντασης και της διασποράς προηγούμενων ηφαιστειακών εκρήξεων καθώς και αξιολογώντας τις πληροφορίες σχετικά με τον μηχανισμό παραγωγής των ηφαιστειακών προϊόντων μέσα από μοντέλα και σενάρια. Επίσης για την κατασκευή των χαρτών επικινδυνότητας λαμβάνονται υπ' όψη παράγοντες όπως οι μετεωρολογικές συνθήκες οι οποίες μπορεί να τροποποιήσουν ένα αποτέλεσμα καθώς και το ανάγλυφο της κάθε περιοχής.

Η επικινδυνότητα κατηγοριοποιείται επίσης ανάλογα με την συχνότητα και τη σφοδρότητα του ηφαιστείου. Για παράδειγμα αν υπάρχει:

Πίνακας 3.2 : Διαχρονική συχνότητα και αντίστοιχη διαβάθμιση επικινδυνότητας ενός ηφαιστειακού συμβάντος

Συχνότητα	Επικινδυνότητα
Ετήσια	Μόνιμη
Δεκαετής	Πολύ υψηλή
Εκατονταετής	Υψηλή
Χιλιετίας	Χαμηλή

Επίσης όσον αφορά τη σφοδρότητα :

Πίνακας 3.3 : Σφοδρότητα και επερχόμενες επιπτώσεις σε μια ηφαιστειογενή περιοχή

Σφοδρότητα	Επιπτώσεις
Πολύ υψηλή	Ολοκληρωτική καταστροφή πληθυσμού εγκαταστάσεων και βλάστησης
Υψηλή	Μερική καταστροφή κτιρίων , σημαντικός κίνδυνος για πληθυσμό
Μεσαία	Μερική καταστροφή κατασκευών , τμήμα πληθυσμού εκτεθειμένο
Χαμηλή	Χωρίς ουσιαστικό κίνδυνο για πληθυσμό, ενδεχόμενη καταστροφή καλλιεργειών, καταστροφή μηχανημάτων, εργαλείων κλπ

Όλα τα παραπάνω έχουν ως βάση τις αρχικές παρακολουθήσεις και μελέτες των ηφαιστειών.

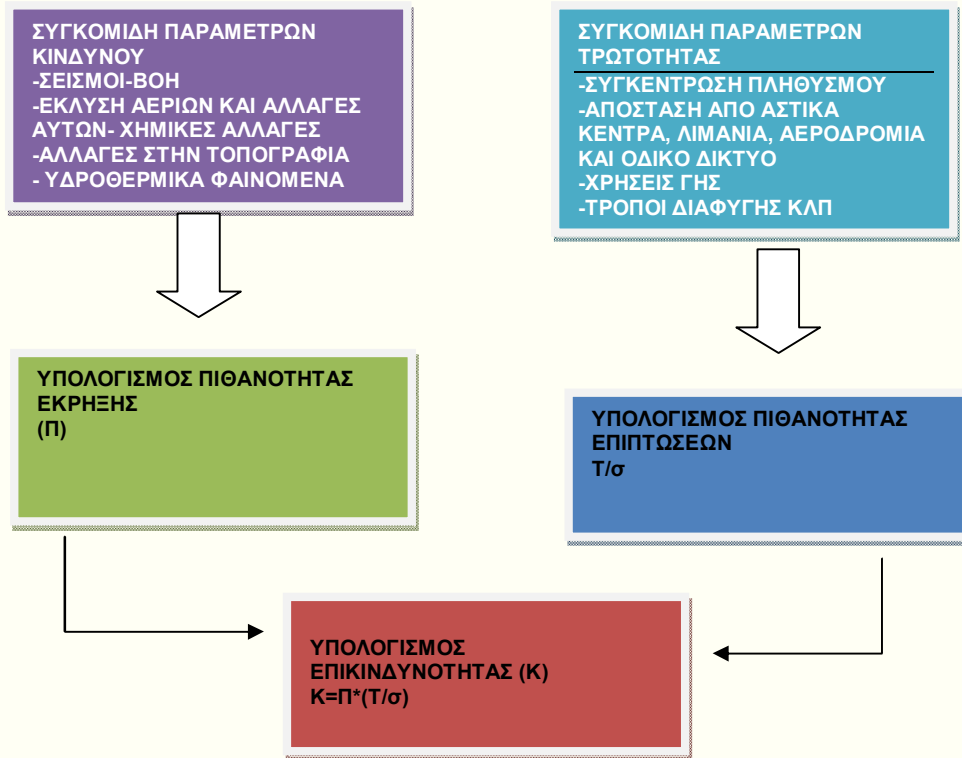
Οι χάρτες επικινδυνότητας αποτελούν βασικό εργαλείο για την επιστημονική κοινότητα ωστόσο για την πολιτική προστασία είναι ζωτικής σημασίας η δημιουργία αντίστοιχων χαρτών τρωτότητας και κινδύνου. Για την εξαγωγή των χαρτών τρωτότητας και κινδύνου χρησιμοποιούνται στοιχεία :

- ⇒ από τους χάρτες επικινδυνότητας,
- ⇒ της πιθανότητας μια ηφαιστειακής παροξυσμικής δράσης,
- ⇒ των οικονομικών δραστηριοτήτων και αξιών,
- ⇒ των εκτιθέμενων στην πιθανή καταστροφική δραστηριότητα του ηφαιστείου, περιοχών.

Επίσης οι χάρτες κινδύνου και οι χάρτες τρωτότητας επιτρέπουν τον υπολογισμό των οικονομικών επιπτώσεων από μια ηφαιστειακή έκρηξη και αποτελούν σημαντικό εργαλείο για την προετοιμασία του κρατικού μηχανισμού καθώς το κόστος από μια επερχόμενη έκρηξη μπορεί να είναι πολύ υψηλότερο από το κόστος για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου και της παρατήρησης της γενικότερης ηφαιστειακής δράσης.

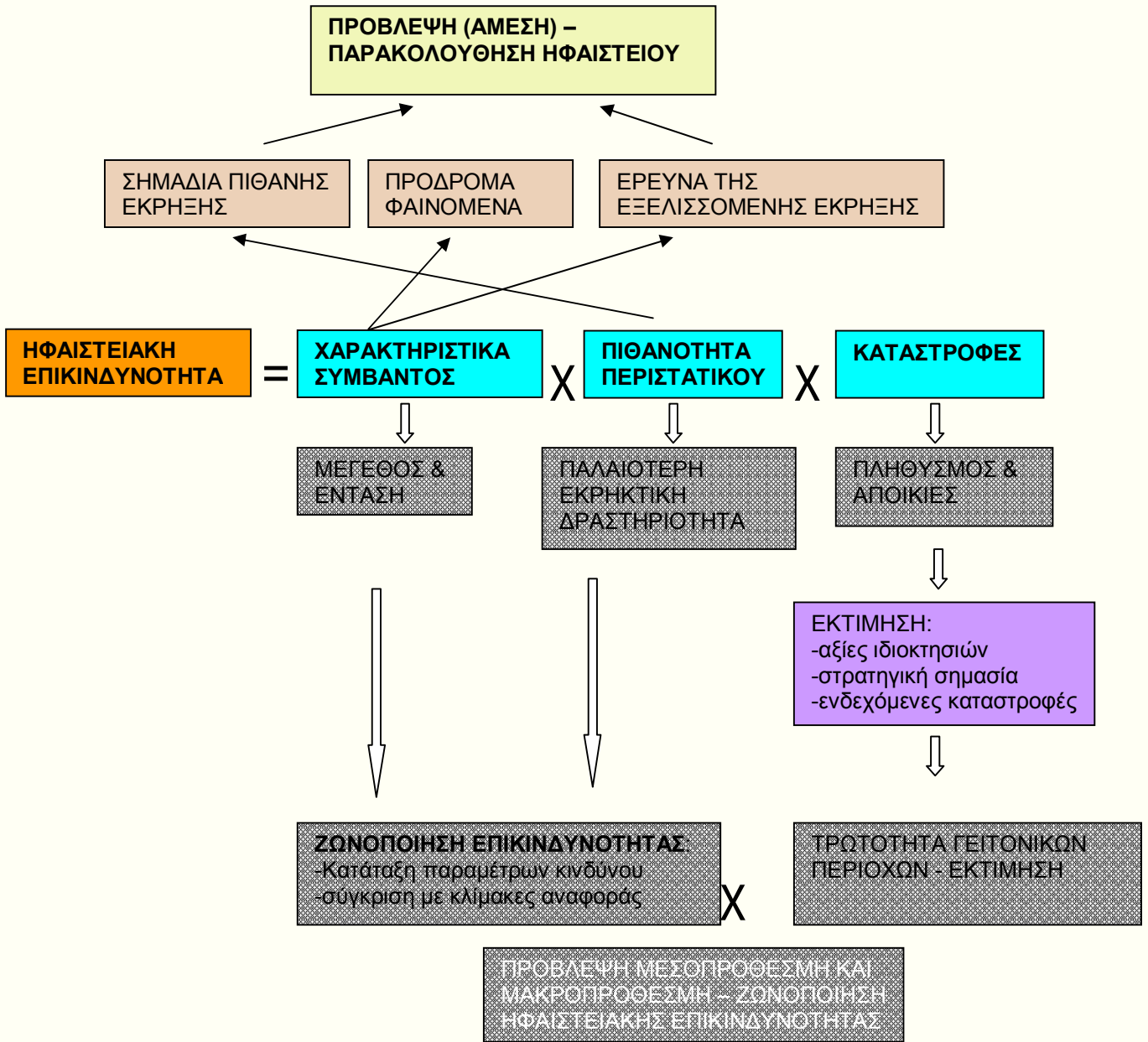
Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στο ότι οι επιστήμονες μπορούν να παρέχουν τις καλύτερες δυνατές επιστημονικές πληροφορίες και συμβουλές, ωστόσο δεν έχουν γνώση άλλων βασικών παραγόντων για την ολοκλήρωση μιας διαχείρισης ηφαιστειακού κινδύνου. (π.χ., κοινωνικοοικονομικές γνώσεις, πολιτιστικές, πολιτικές) ενώ δεν έχουν και την εξουσία να λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με τον σχεδιασμό των χρήσεων γης, ετοιμότητας και προειδοποίησης, σχέδια έκτακτης ανάγκης, και άλλα μέτρα ελαχιστοποίησης κινδύνου, συμπεριλαμβανομένης της ενδεχόμενης εκκένωσης κάποιας περιοχής.

Αυτό αντίστοιχα θα πρέπει και να είναι το αντικείμενο της πολιτικής προστασίας η οποία σε συνεργασία με την επιστημονική κοινότητα θα έχει και την ευθύνη της λήψης αποφάσεων αξιολογώντας τόσο τις πληροφορίες από το επιστημονικό της δυναμικό όσο και τα υφιστάμενα κοινωνικοοικονομικά δεδομένα, ενώ στη συνέχεια θα συντονίζει τις δράσεις του κρατικού μηχανισμού την στιγμή της κρίσης.



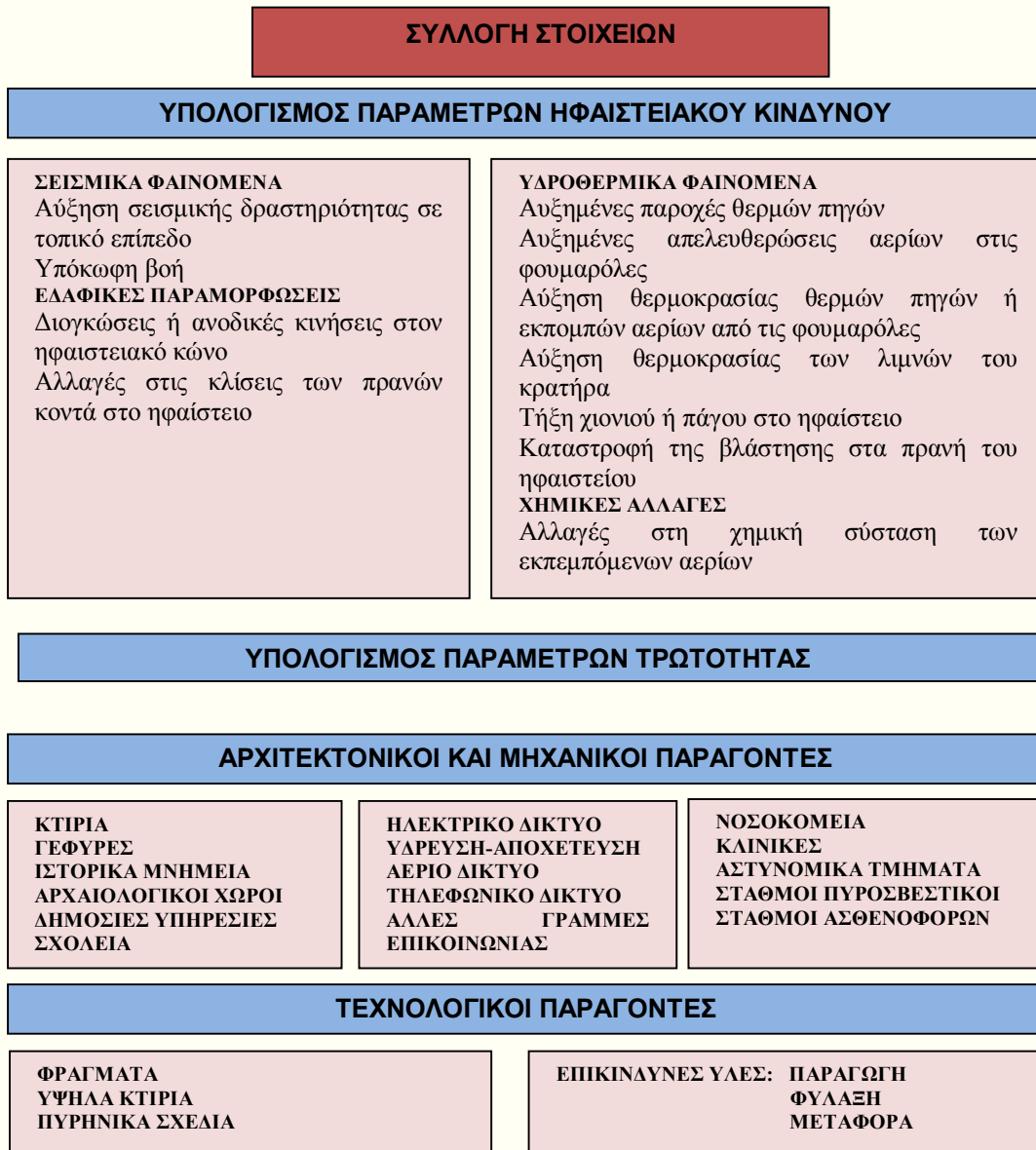
Εικόνα 3.2: Σχηματική απεικόνιση υπολογισμού επικινδυνότητας

Η συνολική αξιολόγηση του ηφαιστειακού κινδύνου φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα ροής :



Εικόνα 3.3: Αξιολόγηση και Ελαχιστοποίηση Ηφαιστειακής επικινδυνότητας

Ειδικά για την συγκομιδή παραμέτρων τρωτότητας που στη συνέχεια θα αξιοποιηθούν για την παραγωγή των αντίστοιχων θεματικών χαρτών μπορεί να αποδοθεί αναλυτικότερα και το παρακάτω σχήμα :



Εικόνα 3.4: Παράθεση παραμέτρων τρωτότητας

3.4.2 Ποσοτικός προσδιορισμός επιπτώσεων

Για την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων (E) μιας έκρηξης ηφαιστείου σε Ευρώ υπολογίζονται επίσης τα εξής :

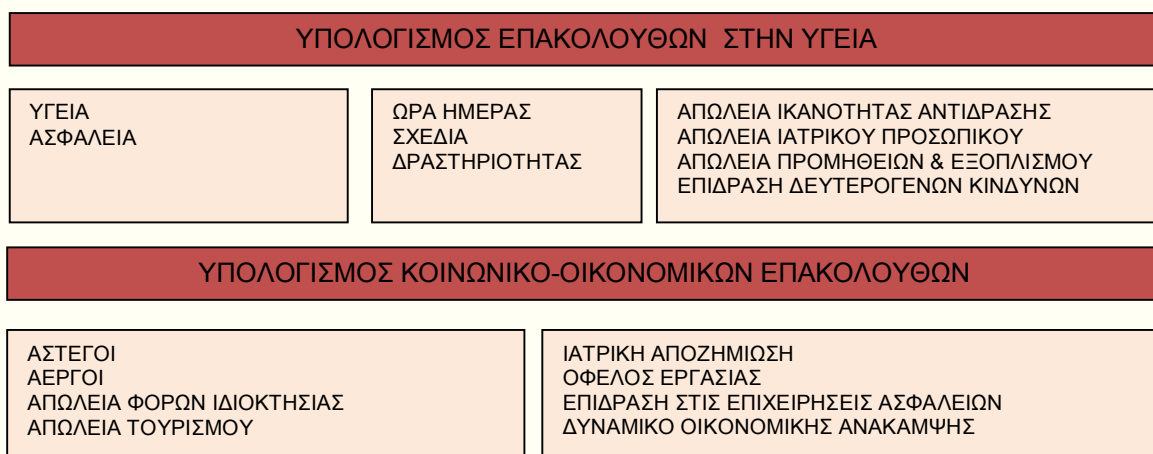
- Κανθρ. Παρ.= αριθμός θανάτων, κόστος νοσηλείας
- Κ περιβάλλον = κόστος καταστροφής ανά στρέμμα
- Κ υποδομές/εγκ=καταστροφή ολική, μερική, αμελητέα ανά οικοδομή/εγκατάσταση και μνημείων
- Κ οικονομική δραστηριότητα = ποσοστό μείωσης τουριστικής κίνησης

Πίνακας 3.4 : Παράμετροι Ποσοτικοποίησης Επιπτώσεων

Κατηγορία Επιπτώσεων	Μονάδα Μέτρησης
Ανθρώπινος παράγοντας (εργαζόμενοι, τουρίστες, πολίτες)	(Αριθμός νεκρών) * (κόστος ανθρώπινης ζωής)(€) (Αριθμός τραυματιών) * (κόστος νοσηλείας) (€)
Περιβάλλον	Έδαφος: (τα στρέμματα που έχουν υποστεί καταστροφές) * (κόστος στρέμματος) (€)
Υποδομές/εγκαταστάσεις	(τα οικοδομικά τετράγωνα των υποδομών ή εγκαταστάσεων που έχουν υποστεί καταστροφές) * (κόστος ανά οικοδομικό τετράγωνο) (€)
Οικονομική δραστηριότητα	ποσοστό μείωσης της τουριστικής κίνησης κλπ

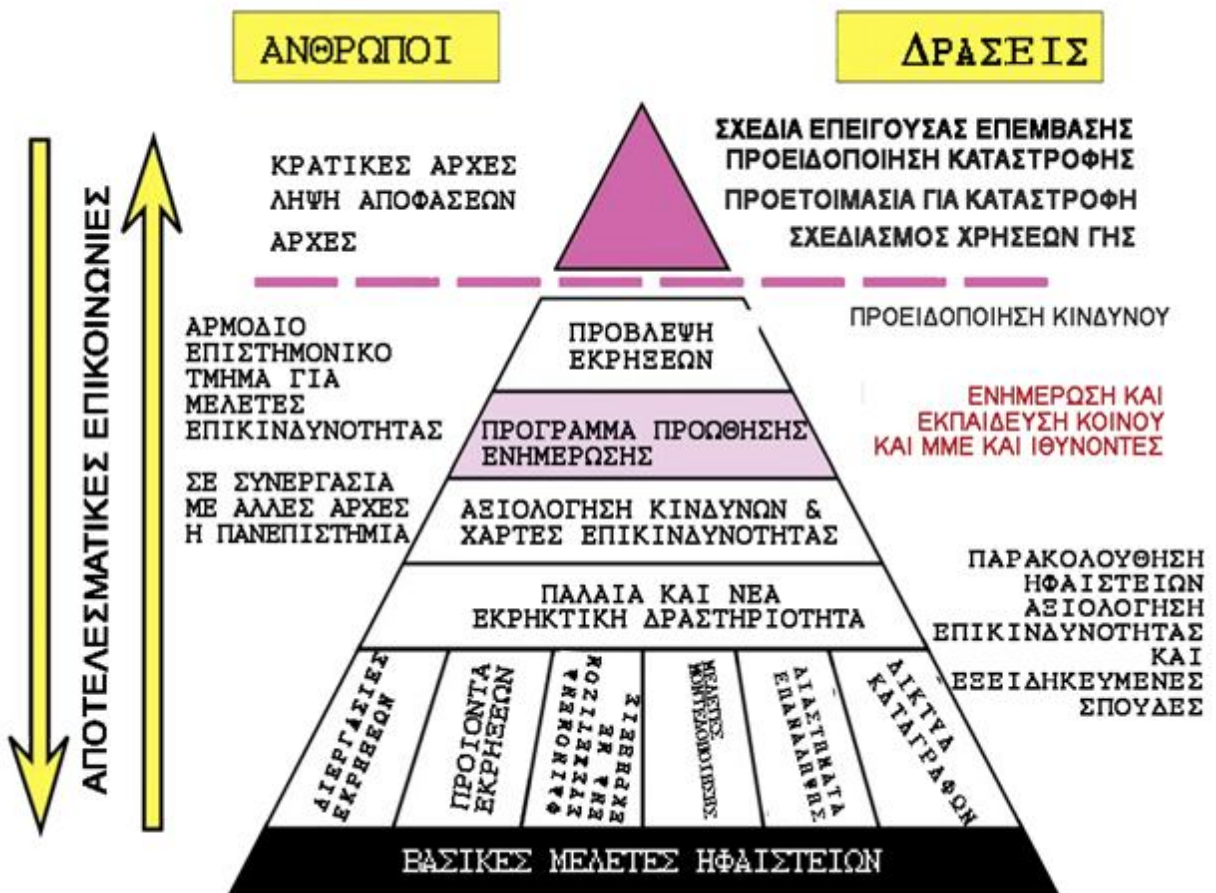
Με ανάλογα σενάρια μπορούν να υπολογιστούν και τα επακόλουθα στην υγεία και το κοινωνικό-οικονομικό σύστημα.

Πίνακας 3.5 : Παράμετροι Ποσοτικοποίησης Επιπτώσεων σε υγεία και κοινωνικοοικονομικό σύστημα



3.4.3 Διάρθρωση πολιτικής προστασίας

Η αξιολόγηση και η ελαχιστοποίηση της ηφαιστειακής επικινδυνότητας είναι μια αρκετά πολύπλοκη διαδικασία. Το δύσκολο αυτό έργο καλείται να φέρει εις πέρας η πολιτική προστασία της χώρας. Για την σωστή οργάνωσή της όμως απαιτείται συντονισμός και συνεργασία από πολλούς φορείς και τομείς τόσο του κρατικού μηχανισμού όσο και από τα (ΜΜΕ) Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης. Οι βασικές μελέτες των ηφαιστειών πραγματοποιούνται από εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό το οποίο για τα ελληνικά δεδομένα εντοπίζεται κυρίως εντός των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων και εξειδικευμένων ινστιτούτων. Μέσω εξειδικευμένων σπουδών μπορεί να γίνει αξιολόγηση των παραγόμενων δεδομένων για την παραγωγή των χαρτών επικινδυνότητας και άλλοι θεματικών χαρτών οι οποίοι και θα αποτελέσουν τη βάση για τον μετέπειτα επιχειρησιακό σχεδιασμό. Η πολιτική προστασία με την βοήθεια των επιστημόνων θα πρέπει να είναι σε θέση να προβλέψει έγκαιρα μια επικείμενη ηφαιστειακή δραστηριότητα και να αναλάβει τα απαραίτητα μέτρα για την ασφάλεια των πολιτών. Με το παρακάτω σχήμα αντιλαμβάνεται κανείς πόσο άρρηκτα συνδεδεμένες είναι όλες οι παραπάνω δράσεις και το αντίστοιχο ανθρώπινο δυναμικό και γι' αυτό ακριβώς το λόγο η σωστή επικοινωνία μεταξύ των αρμόδιων φορέων κρίνεται ζωτικής σημασίας.



Εικόνα 3.5: Σχηματική απεικόνιση διαχείρισης ηφαιστειακής επικινδυνότητας

4. Η Πολιτική Προστασία στην Ελλάδα

Σύμφωνα με τον νόμο Ν.3013/2002 στον Ελλαδικό χώρο αρμόδια για την αντιμετώπιση όλων των φάσεων προετοιμασίας, κινητοποίησης και συντονισμού δράσης της πολιτικής προστασίας είναι η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας. Γίνεται μια προσπάθεια εθνικού προγραμματισμού που ορίζει υπευθύνους πολιτικής προστασίας με τη συμμετοχή Περιφερειών, νομαρχιών και δήμων. Οι εμπλεκόμενοι φορείς είναι : Οι υπεύθυνοι της κρίσης, οι υπάλληλοι συντονισμού και αξιολόγησης και ομάδες αντιμετώπισης (Πολιτική Προστασία, Πυροσβεστική, Αστυνομία, Λιμενικό Σώμα, Πρώτες Βοήθειες) καθώς και εθελοντές και επιστημονική κοινότητα. Σύμφωνα με το νέο σχέδιο «Ξενοκράτης» (Απόφαση 1299/2003, Ν.3013/2002) οι Εμπλεκόμενες Υπηρεσίες και Όργανα είναι τα παρακάτω:

Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας

Υπουργεία - Φορείς

Περιφέρειες, Νομαρχίες, ΟΤΑ

Εθελοντικές Οργανώσεις

Ο υπουργός Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και αποκέντρωσης εισηγείται την κατανομή των πιστώσεων στον τομέα της πολιτικής προστασίας προς τους ΟΤΑ Α' και Β' βαθμού. Επίσης εισηγείται στον υπουργό Εσωτερικών Δημόσιας Διοίκησης και αποκέντρωσης κάθε άλλο αναγκαίο μέτρο για το σχεδιασμό και την υλοποίηση της πολιτικής προστασίας της χώρας.

Ο Γενικός Γραμματέας Πολιτικής Προστασίας μέσω του κέντρου επιχειρήσεων Πολιτικής Προστασίας συντονίζει και κατευθύνει το έργο της πολιτικής προστασίας για την πρόληψη, ετοιμότητα, αντιμετώπιση και αποκατάσταση κάθε μορφής καταστροφών. Εισηγείται στον υπουργό εσωτερικών, δημόσιας διοίκησης και αποκέντρωσης το χαρακτηρισμό καταστροφής ως γενικής και την έκδοση της αντίστοιχης απόφασης για την κήρυξη έκτακτης ανάγκης. Εκδίδει τις αποφάσεις για την κήρυξη κατάστασης ετοιμότητας πολιτικής προστασίας στις περιπτώσεις περιφερειακών και τοπικών καταστροφών μεγάλης και μικρής έντασης.

Τα όργανα σχεδιασμού και εφαρμογής της Πολιτικής Προστασίας σε κεντρικό επίπεδο είναι η Διυπουργική Επιτροπή Εθνικού Σχεδιασμού Πολιτικής Προστασίας (ΔΕΕΣΠ). (Αρθ.4 Ν.3013/2002) και το Κεντρικό Συντονιστικό Όργανο Πολιτικής Προστασίας (ΚΣΟ). (Αρθ.5 Ν. 3013/2002).

Η Διυπουργική Επιτροπή Εθνικού Σχεδιασμού Πολιτικής Προστασίας, ΔΕΕΣΠ αποτελείται από :

Υπουργός ΕΣΔΔΑ (Πρόεδρος)
Εθνικής Οικονομίας και Οικονομικών
Εθνικής Άμυνας
Ανάπτυξης
ΥΠΕΧΩΔΕ
Υγείας και Πρόνοιας
Γεωργίας
Πολιτισμού
Μεταφορών
Δημόσιας Τάξης
Εμπορικής Ναυτιλίας
Τύπου και ΜΜΕ

Οι αρμοδιότητές της είναι η έγκριση του ετήσιου Εθνικού Σχεδιασμού ΠΠ μετά από εισήγηση του ΚΣΟ, καθώς και ο απολογισμός εφαρμογής των κυβερνητικών μέτρων μετά από μεγάλη ένταση καταστροφές.

Αντίστοιχα το Κεντρικό Συντονιστικό Όργανο Πολιτικής Προστασίας, (ΚΣΟ) απαρτίζεται από :

Γενικό Γραμματέα ΓΓΠΠ (Πρόεδρος)
Γενικό Γραμματέα ΥΠΕΣΔΔΑ
Εθνικής Οικονομίας και Οικονομικών
Ανάπτυξης
ΥΠΕΧΩΔΕ
Υγείας και Πρόνοιας
Γεωργίας
Πολιτισμού
Μεταφορών
Δημόσιας Τάξης
Εμπορικής Ναυτιλίας
Τύπου και ΜΜΕ
Μακεδονίας-Θράκης ή/και Αιγαίου
Υπαρχηγός ΓΕΕΘΑ
Πρόεδροι ΕΝΑΕ, ΚΕΔΚΕ

και οι αρμοδιότητές του είναι :

1. Να συγκεντρώνει και να επεξεργάζεται τις επιμέρους προτάσεις για κατάρτιση εισήγησης για τον Ετήσιο Εθνικό Σχεδιασμό ΠΠ προς την ΔΕΕΣΠΠ

2. Να Εισηγείται στη ΔΕΕΣΠΠ για τη διαμόρφωση του προϋπολογισμού ΠΠ από πλευράς λειτουργικών και επενδυτικών δαπανών των Υπουργείων και των εποπτευομένων φορέων
3. Να εισηγείται για λειτουργικές και επενδυτικές δαπάνες του προϋπολογισμού της ΓΓΠΠ
4. Να παρακολουθεί και αξιολογεί την εφαρμογή του Ετήσιου Εθνικού Σχεδιασμού ΠΠ
5. Να συντονίζει στη διάθεση του απαραίτητου ανθρώπινου δυναμικού και μέσων καθώς και όλο το έργο της αντιμετώπισης μεγάλης έντασης καταστροφών
6. Να ενημερώνει τη κοινή γνώμη για απειλούμενους κινδύνους καταστροφών και παρέχει οδηγίες αντιμετώπισης
7. Να συντονίζει το έργο αποκατάστασης των πάσης φύσεως ζημιών από καταστροφές και
8. Να συντάσσει απολογισμό δράσης για ενέργειες αντιμετώπισης κάθε γενικής, περιφερειακής ή τοπικής μεγάλης έντασης καταστροφής

Σε περίπτωση τοπικής καταστροφής μικρής έντασης μπορεί να εξουσιοδοτεί το Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας ή τον οικείο Νομάρχη για την έκδοση σχετικών αποφάσεων. Αποκεντρωμένα όργανα σχεδιασμού και εφαρμογής μέτρων πολιτικής προστασίας είναι: οι Γενικοί Γραμματείς των περιφερειών, οι Νομάρχες και οι Δήμαρχοι και Πρόεδροι των κοινοτήτων.

Τα όργανα σχεδιασμού και εφαρμογής της Πολιτικής Προστασίας σε Περιφερειακό και Τοπικό επίπεδο είναι τα εξής :

-Συντονιστικό Νομαρχιακό Όργανο Πολιτικής Προστασίας (ΣΝΟ). (Αρθ.12 Ν. 3013/2002)

-Συντονιστικό Τοπικό Όργανο Πολιτικής Προστασίας (ΣΤΟ). (Αρθ.13 Ν. 3013/2002)

Το Συντονιστικό Νομαρχιακό Όργανο Πολιτικής Προστασίας, ΣΝΟ αποτελείται από τον

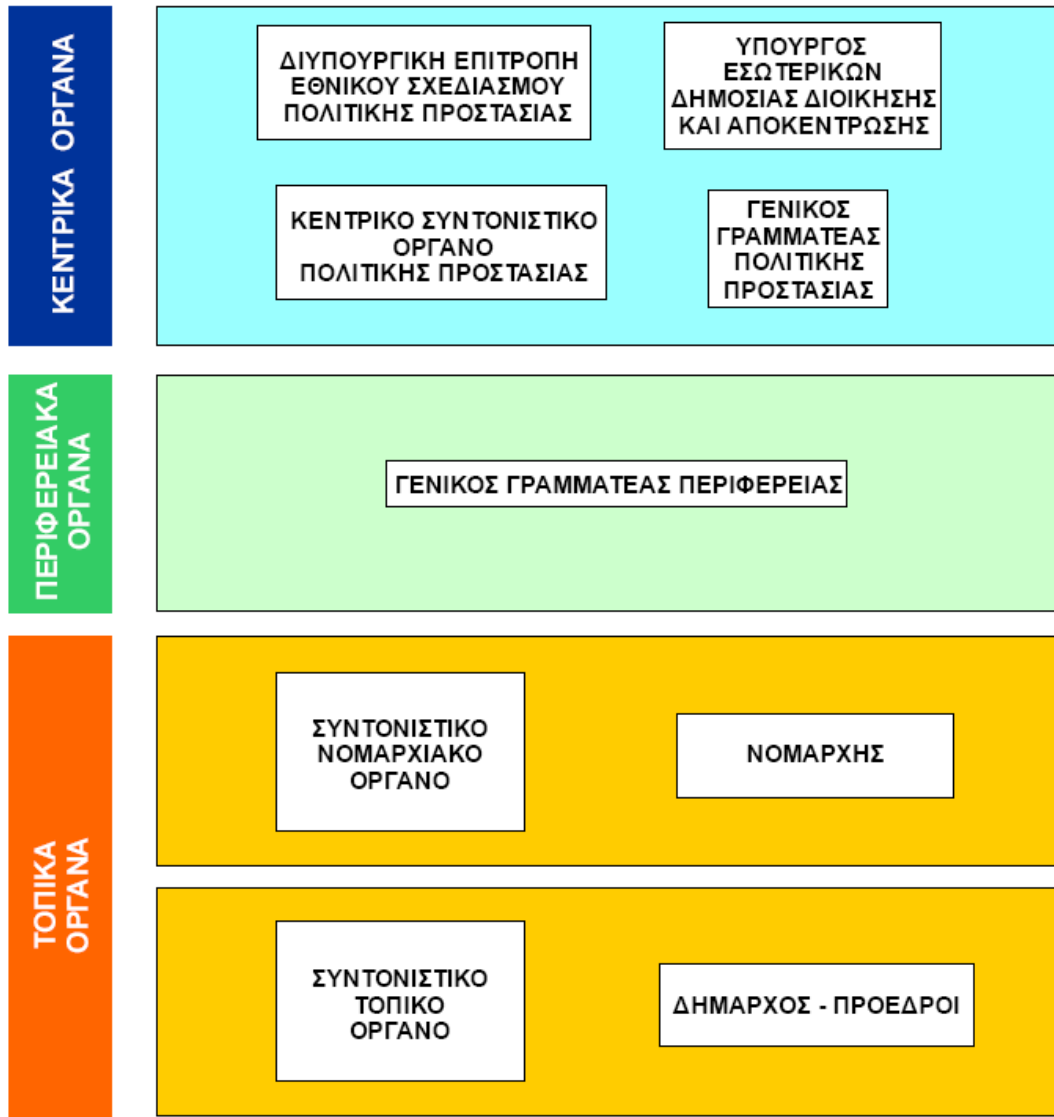
Νομάρχη, (Πρόεδρος) και έχει σαν αρμοδιότητα την εισήγηση μελών για λήψη αναγκαίων μέτρων για θέματα πρόληψης, ετοιμότητας αντιμετώπισης και αποκατάστασης καταστροφών, ενώ αντίστοιχα το Συντονιστικό Τοπικό Όργανο Πολιτικής Προστασίας, ΣΤΟ αποτελείται από τον

Δήμαρχο (Πρόεδρος) και οι αρμοδιότητές του είναι ο Συντονισμός και η επίβλεψη του έργου Πολιτικής Προστασίας για την πρόληψη, την ετοιμότητα, την αντιμετώπιση και την αποκατάσταση καταστροφών σε συνάρτηση με την αναγκαία οργάνωση και υποδομή των ΟΤΑ στη λήψη μέτρων Πολιτικής Προστασίας. Επίσης :

1. Μεριμνά για την εξασφάλιση της αναγκαίας οργάνωσης και υποδομής των υπηρεσιών του προκειμένου να είναι ικανές για τη λήψη αποτελεσματικών μέτρων ΠΠ και συντάσσει σχετικά μνημόνια ενεργειών

2. Συντονίζει και επιβλέπει τα μέτρα για πρόληψη, ετοιμότητα, αντιμετώπιση και αποκατάσταση καταστροφών
3. Διαθέτει το απαραίτητο δυναμικό και μέσα για την αντιμετώπιση των καταστροφικών φαινομένων και συντονίζει τη δράση αυτών
4. Συνιστά συντονιστικό τοπικό όργανο ΣΤΟ στην έδρα του
5. Καθορίζει χώρους υποδοχής πληγέντων και μεριμνά για την ανάπτυξη υποδομών ικανών για τη διαβίωση των πληγέντων
6. Ενεργεί στα πλαίσια της δικαιοδοσίας του οτιδήποτε συμβάλλει στο έργο της ΠΠ και προκύπτει από όλο το πλέγμα της αποστολής του





Εικόνα 4.1 – 4.2 : Σχηματική απεικόνιση οργάνωσης Πολιτικής Προστασίας στην Ελλάδα

Επίσης φορείς που υποχρεούνται να συντάσσουν Σχέδια είναι και τα Υπουργεία:

Αμυνας
Ανάπτυξης
ΥΠΕΧΩΔΕ
Υγείας και Πρόνοιας
Γεωργίας
Μεταφορών
Δημόσιας Τάξης

Επίσης συντάσσουν όπου απαιτείται, μνημόνια ενεργειών οι:

Περιφέρειες
Νομαρχιακές Αυτοδιοικήσεις
Άλλοι Φορείς

Γενικότερα όσον αφορά την οργάνωση της Πολιτικής Προστασίας στην Ελλάδα παρατηρείται έντονα η απουσία σύνδεσης με την επιστημονική κοινότητα και κυρίως στον συσχετισμό της έρευνας με την εφαρμογή για την Πρόληψη και ενίσχυση του Κρατικού Μηχανισμού. Παρατηρείται δυσκολία αφομοίωσης και μεταφοράς της επιστημονικής πληροφορίας στα υπεύθυνα στελέχη της Πολιτικής Προστασίας και κυρίως σε αυτά που απαρτίζουν τοπικές αρχές καθώς πολλά άτομα υπεύθυνα δεν έχουν την προαπαιτούμενη γνώση, εμπειρία και τεχνογνωσία για την κατανόηση και αξιοποίηση της πληροφορίας. Επίσης παρατηρείται ότι Φορείς και Υπουργεία υποχρεούνται να συντάσσουν σχέδια ωστόσο δεν διευκρινίζεται πως αξιοποιούνται τα σχέδια αυτά στο σύνολό τους. Ο κάθε φορέας που κοινοποιεί τα σχέδια αυτά και κατά πόσο αυτά μπορούν να λειτουργήσουν στα πλαίσια της Πολιτικής Προστασίας συνδυαστικά με τους εμπλεκόμενους φορείς. Επίσης δεν διευκρινίζεται νομικά η κατάρτιση των εμπλεκόμενων εκπροσώπων των εκάστοτε φορέων σχετικά με τις γνώσεις τους στην Πολιτική Προστασία γεγονός που καθιστά επίσης προβληματική την συνεργασία μεταξύ των φορέων εν ώρα κρίσης.

Συγκεκριμένα όσον αφορά τον ηφαιστειακό κίνδυνο μετά από επικοινωνία με τα Ελληνικά γραφεία Πολιτικής Προστασίας και ειδικότερα με τη Διεύθυνση, δεν υπάρχει πρόβλεψη, σχεδιασμός ή οργάνωση που να αφορά όχι μόνο το νησί της Σαντορίνης, αλλά και για την ηφαιστειακή επικινδυνότητα γενικά στον Ελλαδικό Χώρο. Ο ηφαιστειακός κίνδυνος θεωρείται από τους αρμόδιους φορείς πολύ χαμηλός και δεν υπάρχει ούτε πρόβλεψη για μελλοντική ενασχόληση. Ωστόσο η επικινδυνότητα όπως προαναφέρθηκε συνίσταται από δυο παράγοντες τόσο τον κίνδυνο όσο και από την τρωτότητα η οποία δυστυχώς δεν λαμβάνεται υπ' όψη από τους αρμόδιους κρατικούς μηχανισμούς. Στην περίπτωση της Σαντορίνης μάλιστα ο βαθμός της τρωτότητας δεδομένου του φιλοξενούμενου και μόνιμου πληθυσμού σε τόσο κοντινή απόσταση τόσο από το ηφαίστειο της Σαντορίνης όσο και από το υποθαλάσσιο ηφαίστειο Κολούμπο αυξάνεται σημαντικά. Όσο και αν ένα σενάριο μιας ενδεχόμενης ενεργοποίησης του εν δυνάμει ενεργού ηφαιστείου μπορεί να φαίνεται μακρινό, ο κρατικός μηχανισμός οφείλει να είναι προετοιμασμένος για ένα τέτοιο ενδεχόμενο. Οι μόνες πληροφορίες σχετικά με το ηφαίστειο της Σαντορίνης που έχουν φτάσει στην Πολιτική Προστασία είναι από το Ινστιτούτο Μελέτης και Παρακολούθησης του Ηφαιστείου Σαντορίνης (ΙΜΠΗΣ), οι οποίες μένουν αναξιοποίητες. Επίσης υπάρχει και ένα πρόγραμμα έγκαιρης προειδοποίησης Ηφαιστειακής Δράσης (GEOWARN) που αφορά τη Νίσυρο.

5. Η Πολιτική Προστασία για την Ηφαιστειακή Δραστηριότητα στην Ιταλία και το ηφαιστειο Στρόμπολι

5.1. Η Πολιτική Προστασία για την Ηφαιστειακή Δραστηριότητα στην Ιταλία

Η οργάνωση της Πολιτικής Προστασίας στην Ιταλία βρίσκεται σε πολύ υψηλό επίπεδο. Δεδομένου ότι η Ιταλία είναι μια ηφαιστειογενής και σεισμογενής χώρα με αρκετά ενεργά ηφαιστεια κοντά σε κατοικημένες περιοχές έχει αποκτήσει υψηλού επιπέδου οργάνωση σε σχέση με τον ηφαιστειακό κίνδυνο.

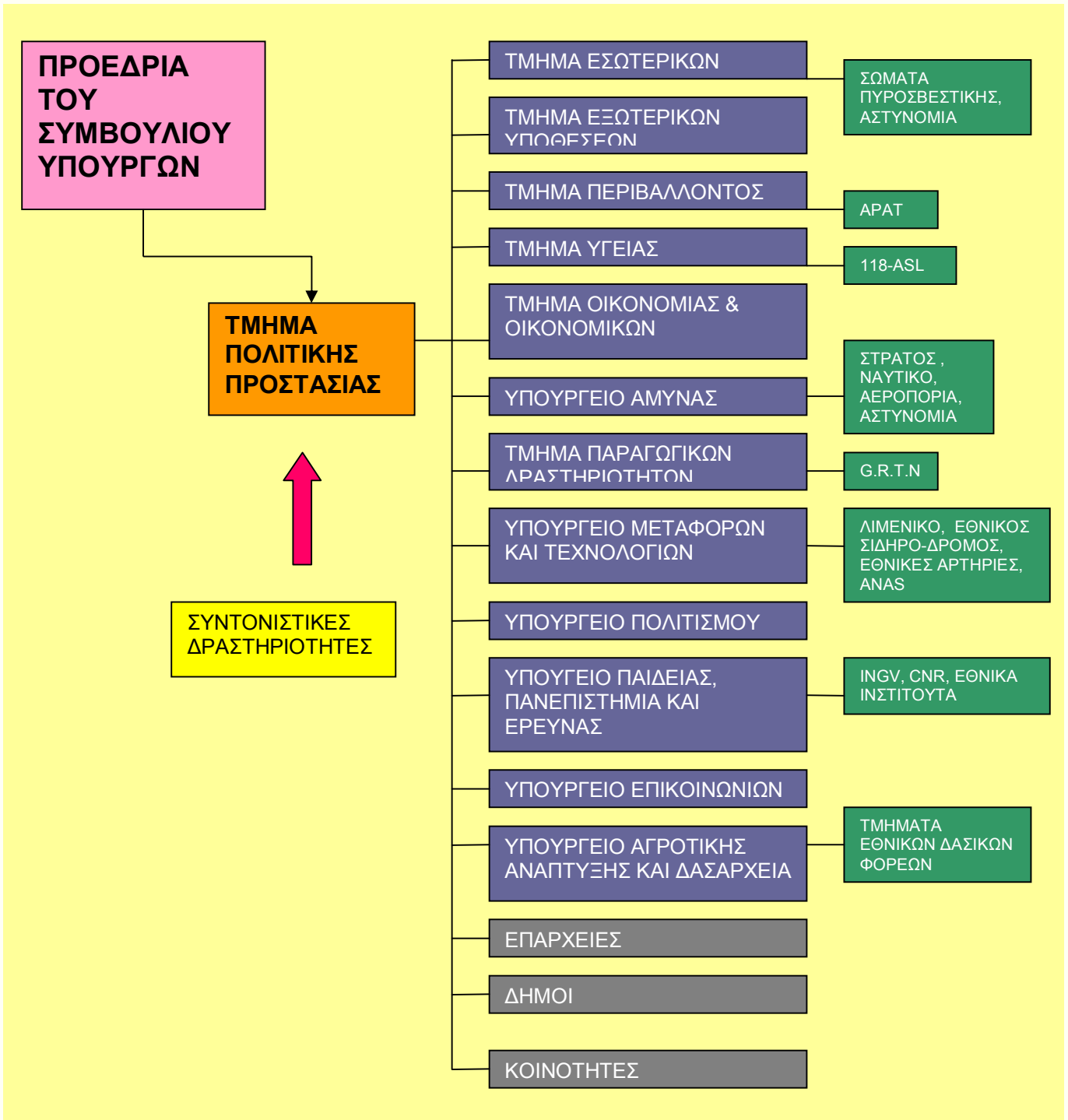
Το 1980 ένας δυνατός σεισμός έπληξε την νότιο Ιταλία με 3000 θανάτους και περίπου 10000 τραυματίες. Τότε η εθνική βοήθεια δεν ήταν οργανωμένη και δεν συντονιζόταν από μια κεντρική αρχή. Το κέντρο πολιτικής προστασίας στην Ιταλία αρχικά ιδρύθηκε το 1982. Η Ιταλική Εθνική υπηρεσία της πολιτικής προστασίας ιδρύθηκε με νόμο το 1992 και ο τομέας της DPC αποτελεί το αρχηγείο που περιλαμβάνει πολλούς διαφορετικούς οργανισμούς και δίνει εντολές σε αυτούς. Γενικά υπεύθυνο είναι το Τμήμα Πολιτικής Προστασίας (Dipartimento della Protezione Civile) ή DPC και αποτελείται από:

- Δημόσιους (Κυβέρνηση, Υπουργεία, Περιφέρειες, Νομοί, Δήμους, Επιχειρησιακά όργανα κλπ.)
- Επιστημονικούς/Ακαδημαϊκούς φορείς (Πανεπιστήμια, Έρευνες, Ινστιτούτα, κλπ.)
- Ιδιώτες (κυρίως Εθελοντές)

Η διάρθρωση της υπηρεσίας Πολιτικής Προστασίας παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 5.1: Εμπλεκόμενοι φορείς στην Ιταλική Πολιτική Προστασία
Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico



Εικόνα 5.2 : Σχηματική απεικόνιση εμπλεκόμενων φορέων στην Πολιτική Προστασία της Ιταλίας

Ο συντονισμός πραγματοποιείται από μια διαχειριστική επιτροπή η οποία συγκαλείται εντός του Υπουργείου Πολιτικής Προστασίας για τη διασφάλιση μιας συντεταγμένης κατεύθυνσης και συντονισμού από όλους τους φορείς για τη διαχείριση της κρίσης.

Ανάλογα με τη σφοδρότητα και την έκταση του γεγονότος κατηγοριοποιούνται τα γεγονότα σε τρεις κατηγορίες.

Κατηγορία Α : Περιλαμβάνει γεγονότα που η διαχείρισή τους μπορεί να πραγματοποιηθεί από τη διάθεση των τοπικών αρχών.

Κατηγορία Β: Απαιτούνται συντονισμένες δράσεις και από τους αρμόδιους οργανισμούς και τις Περιφερειακές αρχές.

Κατηγορία Γ : είναι γεγονότα φυσικών καταστροφών που με τη σφοδρότητά τους και την έκτασή τους μπορούν να διαχειριστούν μόνο ειδικά μέσα και επείγουσες δυνάμεις και αφορούν τις αρχές σε εθνικό επίπεδο.

Κατά τη διάρκεια μιας κρίσης κατηγορίας Γ σύμφωνα με τον νόμο του 1992 πραγματοποιείται συνεδρίαση του συμβουλίου των Υπουργών όπου κηρυσσόταν η «κατάσταση εκτάκτου ανάγκης» και μετά αναλάμβανε ο Κύριος Επικεφαλής της Πολιτικής Προστασίας.

Το 2002 όμως με νέο νομικό πλαίσιο η κατάσταση εκτάκτου ανάγκης αξιολογείται σύμφωνα με το κριτήριο απειλής ζωών και υψηλού κινδύνου. Άμεσα, ο Πρόεδρος του Συμβουλίου των Υπουργείων, πριν την κήρυξη κατάστασης έκτακτης ανάγκης, αποφασίζει την ενεργοποίηση του εθνικού συστήματος πολιτικής προστασίας. Τότε ο αρχηγός του τμήματος της πολιτικής προστασίας είναι αρμόδιος για τον συντονισμό όλων των παρεμβάσεων για την αντιμετώπιση της κρίσης.

Η Ιταλική πολιτική προστασία αναλαμβάνει την :

- ⇒ **Πρόβλεψη**: Δράσεις αφιερωμένη στην ανάλυση των αιτιών των καταστροφικών γεγονότων, στον εντοπισμό των κινδύνων και των απειλούμενων περιοχών.
- ⇒ **Πρόληψη**: δραστηριότητες με σκοπό να μειώσουν τις πιθανές ζημιές λόγω ενός καταστροφικού γεγονότος και επίσης να λαμβάνουν υπ' όψη τις γνώσεις από μελέτες πρόγνωσης.
- ⇒ **Βοήθεια** : αφορά όλες τις παρεμβάσεις με σκοπό τη διασφάλιση την βασικής βοήθειας στον πληθυσμό.
- ⇒ **Επείγουσα διαχείριση και αποκατάσταση**: Αφορά όλες τις απαιτούμενες ενέργειες και παρεμβάσεις για τη διατήρηση της εύρυθμης λειτουργίας του κοινωνικού συνόλου και την επίτευξη αποδεκτής ποιότητας συνθηκών ζωής για τον πληθυσμό.

Όσον αφορά την ηφαιστειακή δραστηριότητα, παρέχεται από την Πολιτική Προστασία οικονομική υποστήριξη σε επιστημονικά ινστιτούτα όπως το INGV, UNIFI κλπ και δράσεις καταγραφής και έρευνας τα οποία οδηγούνται και ενημερώνουν υποχρεωτικά την πολιτική προστασία. Η πολιτική προστασία έχει συχνή επικοινωνία με την επιστημονική κοινότητα, παρέχει πληροφόρηση στον πληθυσμό και οργανώνει σχέδια επείγουσας διαχείρισης και οργάνωσης.

Τονίζεται επίσης ότι η επιστημονική κοινότητα διαχωρίζεται από την πολιτική προστασία. Τα επιστημονικά Ινστιτούτα έχουν την ευθύνη των επιστημονικών

πληροφοριών και δεδομένων τους, ενώ η πολιτική προστασία λαμβάνει τις αποφάσεις με βάση την πληροφόρηση από την επιστημονική κοινότητα. Οι εργασίες των επιστημονικών ινστιτούτων (χρηματοδοτούμενες από την πολιτική προστασία) παρέχουν τα δεδομένα και αποτελέσματά τους χρησιμοποιούνται από την ίδια την πολιτική προστασία για την λήψη των αποφάσεων.

Όσον αφορά την λειτουργία της πολιτικής προστασίας ως οργανισμός :

Το Εθνικό Σύστημα Προειδοποίησης απαρτίζεται από την Πολιτική Προστασία DPC και τις Περιφέρειες, από το Εθνικό Δίκτυο "Centri Funzionali" Λειτουργικού Κέντρου και το "Centri di competenza» (Αρμόδιο Κέντρο). Επίσης σύμφωνα με νόμο του 2004 το Εθνικό Σύστημα Προειδοποίησης τελεί υπό τον άμεσο έλεγχο των αρχών της Πολιτικής Προστασίας και βασίζεται στο δίκτυο του «Centri Funzionali» το οποίο μοιράζεται και να εναλλάσσει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο μέσω τυπικών προτύπων και διαδικασιών με στόχο τη γενική αξιολόγηση του κινδύνου

Centri di competenza
είναι το κέντρο για τις τεχνολογικές και επιστημονικές υπηρεσίες, την ανάπτυξη και τη μεταφορά.

Περιλαμβάνει Ιδρύματα που παρέχουν υπηρεσίες, πληροφορίες, δεδομένα, επεξεργασία, τεχνική και επιστημονική συνδρομή σε ειδικά ζητήματα.

Centri Funzionali
λειτουργικά κέντρα τα οποία χρεώνονται τη συλλογή και επιχειρησιακή χρήση όλων των διαθέσιμων μετεωρολογικών, υδρολογικών και γεωλογικών δεδομένων και παρέχουν την τεχνική και επιστημονική υποστήριξη στην λήψη αποφάσεων της πολιτικής προστασίας.

Περιλαμβάνει τις λειτουργικές μονάδες υποστήριξης, οι οποίες συλλέγουν, επεξεργάζονται και ανταλλάσσουν δεδομένα κινδύνων (μετεωρολογικά, υδρογεωλογικά, υδραυλικά, σεισμικά, ηφαιστειακά), και παρέχουν ένα σύστημα πολλαπλής υποστήριξης για τη λήψη αποφάσεων. το κέντρο για την πρόβλεψη και την επιτήρηση των αποτελεσμάτων, για τη στήριξη των πολιτικών αποφάσεων των αρχών προστασίας

Εικόνα 5.3: Centri di competenza και Centri Funzionali
Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico



Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico



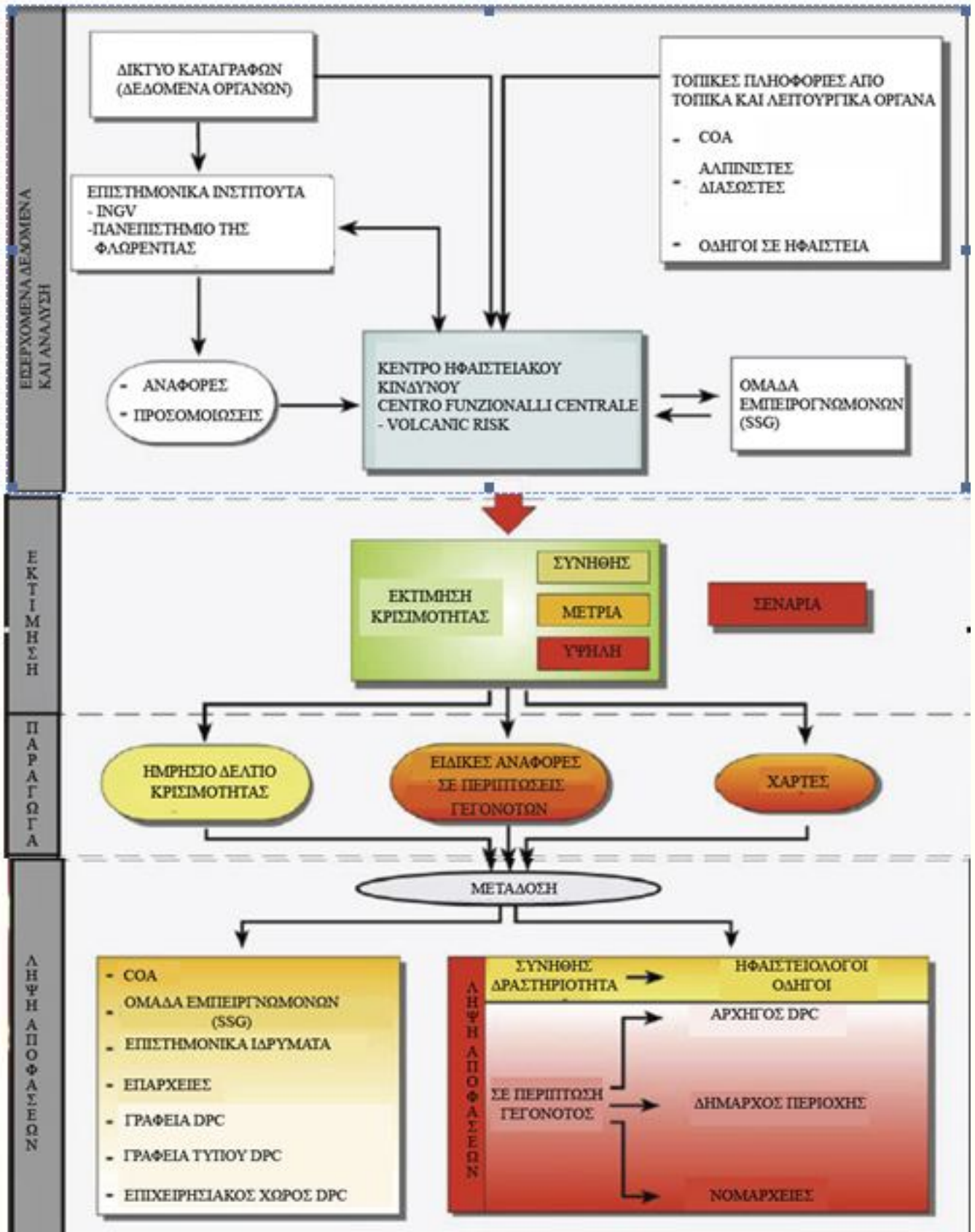
Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico

Εικόνα 5.4 – 5.5: Γραφεία Πολιτικής Προστασία στη Ρώμη. Τμήμα διαχείρισης ηφαιστειακής επικινδυνότητας

Τα γραφεία της πολιτικής προστασίας βρίσκονται στη Ρώμη και το τμήμα υπεύθυνο για όλα τα ηφαιστεια είναι το Centro Funzionale Centrale – Volcanic Risk και βρίσκεται σε λειτουργία όλο το 24ωρο. Αποτελεί την τεχνολογική και επιστημονική δομή εντός της DPC, όπου αναπτύσσεται η συνδιαλλαγή, η σύνθεση, η διάθεση, και η ανάλυση των δεδομένων από τις παραπάνω πηγές και τα οποία υποστηρίζουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Τα γραφεία είναι εξοπλισμένα με τον απαραίτητο τεχνολογικό εξοπλισμό για να δεχτούν τις πληροφορίες και τις σπουδαιότερες καταγραφές από όλα τα ηφαιστεια της Ιταλίας. Οι πληροφορίες που δέχονται προέρχονται από τα χρηματοδοτούμενα και από την Πολιτική Προστασία Ιδρύματα, Ινστιτούτα και Πανεπιστήμια και υπάρχει μεταξύ τους καθημερινή ενημέρωση ακόμα και όταν δεν υπάρχει παροξυσμική συμπεριφορά μέσω συμπλήρωσης τυπικών δελτίων που κοινοποιείται σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς (CFCVR, INGV, UNIFI, COA).

Σε περίπτωση παροξυσμικής δράσης υπάρχει άμεση και αναλυτικότερη ενημέρωση για τον τύπο της δράσης και την κατάσταση που επικρατεί.



Εικόνα 5.6: Διάγραμμα ροής διαχείρισης ηφαιστειακού κινδύνου στην Ιταλία

5.2 Η Πολιτική Προστασία για το Στρόμπολι

Όσον αφορά το ηφαιστειο Στρόμπολι εκτιμάται ότι μπορεί να επηρεάσει πληθυσμό από 500 έως και 5.000 άτομα. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί επίσης στην ασφάλεια των τουριστών οι οποίοι ευρισκόμενοι στις ακτές μπορεί να κινδυνεύσουν από Τσουνάμι και ευρισκόμενοι στις πλαγιές και στη κορυφή του ηφαιστείου μπορεί να κινδυνέψουν από την παροξυσμική του δράση.

Αμέσως μετά τα γεγονότα του 2002 η Πολιτική Προστασία DPC δημιουργεί ένα λειτουργικό κέντρο (COM) στο Liragí και αυτό, προκειμένου να συντονίσει τη διαχείριση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, να υποστηρίξει τους κατοίκους και να διαχειριστεί την εποπτεία και την παρακολούθηση του ηφαιστείου, ενεργοποιώντας ένα Εξελιγμένο Διαχειριστικό Κέντρο (COA) (Centro Operazione Avanzata) πάνω στο Στρόμπολι.



Εικόνα 5.7 – 5.8: Φωτογραφίες από το κέντρο επιχειρήσεων Πολιτικής Προστασίας στο Στρόμπολι

Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico



Εικόνα 5.9 – 5.10: Φωτογραφίες από το κέντρο επιχειρήσεων Πολιτικής Προστασίας στο Στρόμπολι

Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico

Έτσι η Πολιτική Προστασία μέσω του COA διασφαλίζει την διαχείριση της κρίσης μέσω των παρακάτω δράσεων:

Αξιολόγηση κινδύνου και επικινδυνότητας
Εκτίμηση καταστροφής
Επικοινωνία με τον Δήμαρχο του Στρόμπολι
Τον έλεγχο της ροής του πληθυσμού (κάτοικοι και τουρίστες)
Έλεγχος δικτύου επικοινωνίας
Εφοδιασμός
Εναέριες και θαλάσσιες διασυνδέσεις
Υποστήριξη στον εγκεκριμένο οδηγό
Υποστήριξη διοικητικής μέριμνας για την συντήρηση του εξοπλισμού
Πληροφορίες στους κατοίκους και τους τουρίστες
Πληροφορίες στα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης

Ακόμα και σε περίοδο κρίσης τα άτομα μέσα στο COA του Stromboli δεν ξεπερνούν τα 20 για την εύρυθμη λειτουργία του κέντρου, ωστόσο επειδή η λειτουργία συνεχίζει 24 ώρες το 24ωρο, το ανθρώπινο δυναμικό ανανεώνεται συνεχώς, συνήθως ανά εβδομάδα για να εξασφαλίζεται η αποδοτικότητα του προσωπικού.

Παρά το γεγονός ότι η παρουσία του προσωπικού που προσαρμόζεται ανάλογα με τις πραγματικές ανάγκες, η δομή λειτουργεί στο νησί μόνιμα, σε συνεχή επαφή με το Τμήμα Πολιτικής Προστασίας CFCVR, και είναι έτοιμη να λάβει αποφάσεις άμεσα σχετικά με τη μείωση του ηφαιστειακού κινδύνου.

Στην COA του Stromboli βρίσκεται η Ομάδα Εμπειρογνομόνων (Synthesis Group) η οποία απαρτίζεται από τους:

- Τα μέλη της επιτροπής υψηλού κινδύνου για τον ηφαιστειακό κίνδυνο
- Τον υπεύθυνο της επιστημονικής ομάδας (Centri di competenza)
- Τους εκπροσώπους της Πολιτικής Προστασίας DPC για το συντονισμό έκτακτης ανάγκης και την τεχνική-επιστημονική λειτουργία.

Το Synthesis Group αναλαμβάνει την

Αξιολόγηση των επιστημονικών δεδομένων
Αξιολόγηση του ηφαιστειακού κινδύνου
Έκδοση μιας καθημερινής έκθεσης για την κατάσταση της δραστηριότητας του ηφαιστείου που πρέπει να κοινοποιούνται στην CFCRV
Στήριξη των αποφασισμένων δράσεων της Πολιτικής Προστασίας DPC.

Επικοινωνία Φορέων:

Η CFCEV καταρτίζει **ημερήσια έκθεση ενημέρωσης** για την ιστοσελίδα DPC, web del Dipartimento, με βίντεο και φωτογραφίες (δωρεάν κατέβασμα).

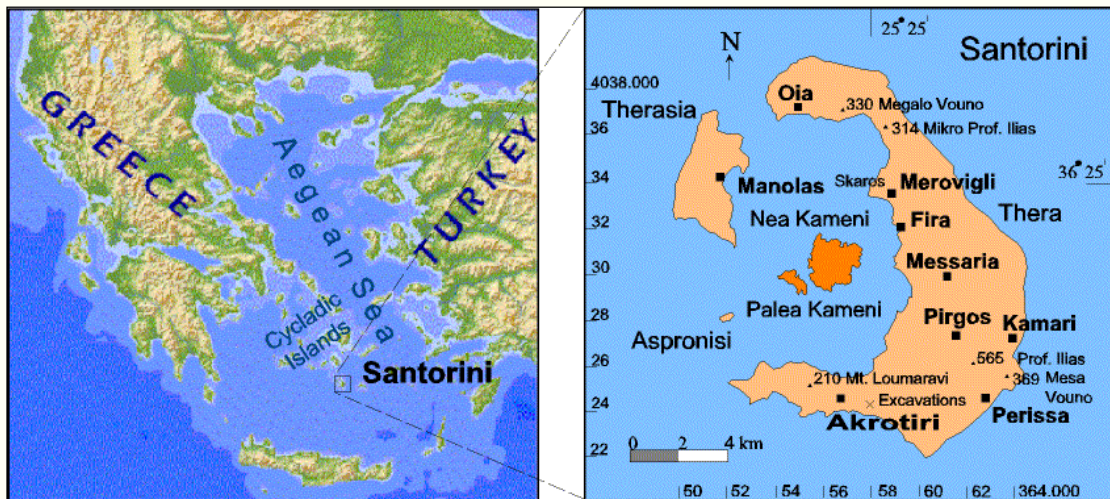
Για να εξασφαλιστεί η ενημέρωση στους κατοίκους, το COA που πραγματοποιεί επαφές με τον πληθυσμό, μέσω συνεδριάσεων (στην εκκλησία) στα χωριά Stromboli και Ginostra

Επίσης διατίθεται και ένα νέο πολύγλωσσο ενημερωτικό φυλλάδιο σχετικά με τον ηφαιστειακό κίνδυνο και τους κανόνες συμπεριφοράς και αυτο-προστασίας.

6. Ηφαίστεια Σαντορίνης και Στρόμπολι

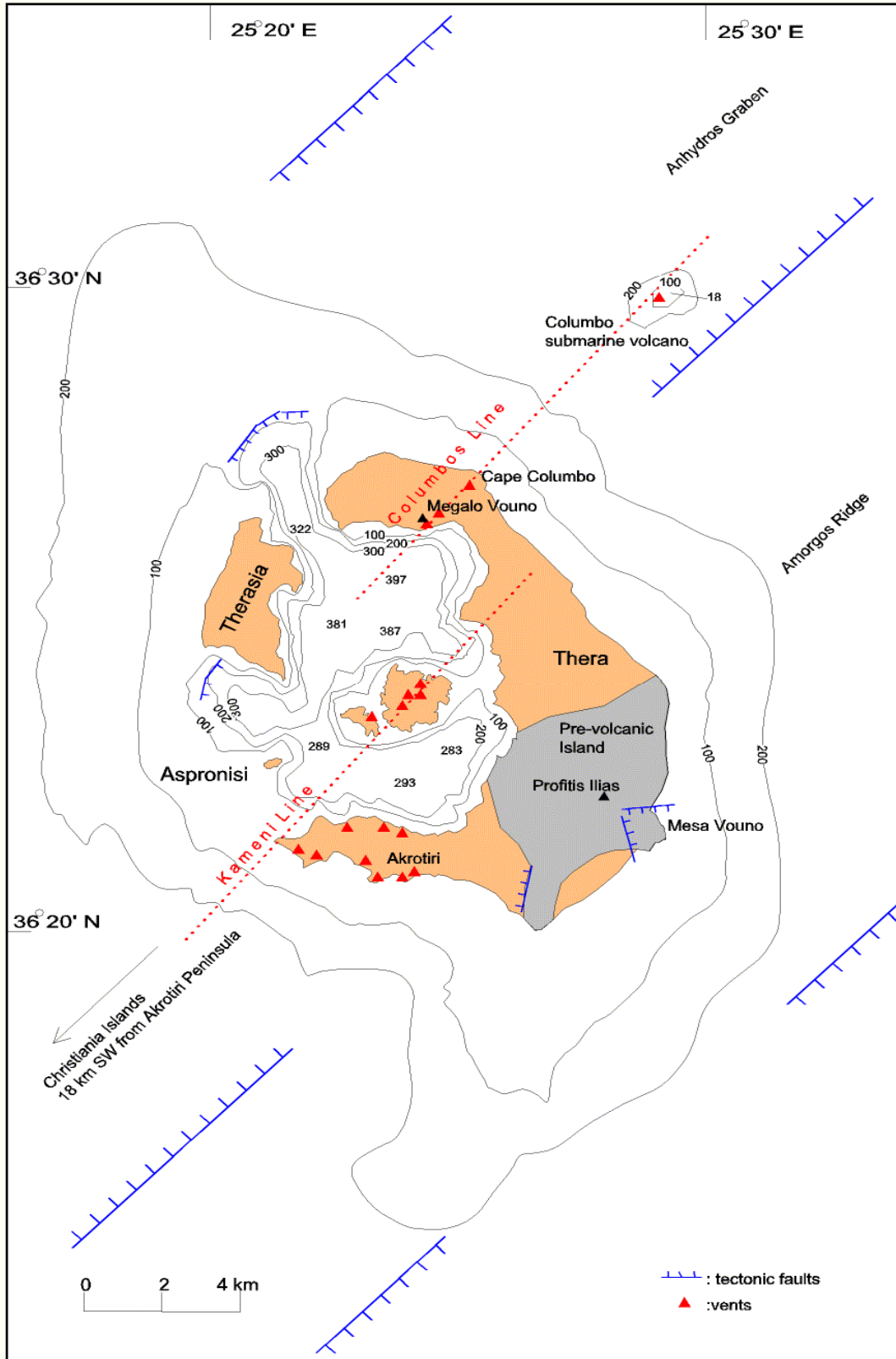
6.1 Ηφαίστειο Σαντορίνης ή Θήρας

Η Σαντορίνη βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος από 36ο 19' 56" έως 36ο 28' 40" Βόρειο και γεωγραφικό μήκος από 25ο 19' 22" έως 25ο 29' 13" Ανατολικό. Το νησί Σαντορίνη ή Θήρα βρίσκεται στο νότιο Αιγαίο πέλαγος και είναι το νοτιότερο νησί των Κυκλάδων. Ανήκει στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Κυκλάδων, νότια της Ύψους και δυτικά από την Ανάφη και η έκτασή της είναι 79,194 τετραγωνικά χιλιόμετρα και το μήκος της ακτογραμμής ανέρχεται σε 67 χιλιόμετρα. Το έδαφος είναι αρκετά πεδινό και άνυδρο με ψηλότερη κορυφή τον Προφήτη Ηλία (567m). Οι ακτές είναι εξαιρετικά ομαλές, ιδιαίτερα στην ανατολική πλευρά, χωρίς έντονο διαμελισμό, σχηματίζοντας όμορφες παραλίες. Το τοπίο της Θήρας, μαζί με τους αρχαιολογικούς χώρους και την προσαρμοσμένη στη μορφολογία του εδάφους αρχιτεκτονική των οικισμών της, αποτελεί μοναδικό γεωλογικό και περιβαλλοντικό φαινόμενο, στο οποίο στηρίζεται μεγάλο μέρος της σημερινής τουριστικής αξιοποίησης του νησιού, μετατρέποντάς το σε έναν από τους πιο δημοφιλείς προορισμούς σε παγκόσμια κλίμακα.



Εικόνα 6.1 : Θέση της Σαντορίνης στον ευρύτερο χώρο του Αιγαίου και το νησί της Σαντορίνης
 Πηγή: http://www.volcanodiscovery.com/en/index.php?eID=tx_cms_showpic&file=uploads/pics

Η Σαντορίνη ανήκει στο ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου και χαρακτηρίζεται ως ενεργό ηφαίστειο μαζί με τα Μέθανα, την Μήλο και την Νίσυρο. Το ηφαιστειακό τόξο έχει μήκος περίπου 500 km και πλάτος 20 με 40 km. Χαρακτηρίζεται από σεισμούς με εστιακά βάθη από 150-170 km που υποδεικνύουν την υποβύθιση της αφρικανικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική και πιο συγκεκριμένα κάτω από την πλάκα του Αιγαίου, σε αναλογία πάνω από 5cm το χρόνο με βορειοανατολική διεύθυνση. Το ηφαιστειακό σύμπλεγμα της Σαντορίνης αποτελείται από την Σαντορίνη, τα Χριστιανά νησιά περίπου 20 km προς τα νοτιοδυτικά και το βυθισμένο ηφαίστειο Κολούμπο, 7 km προς τα βορειοδυτικά.

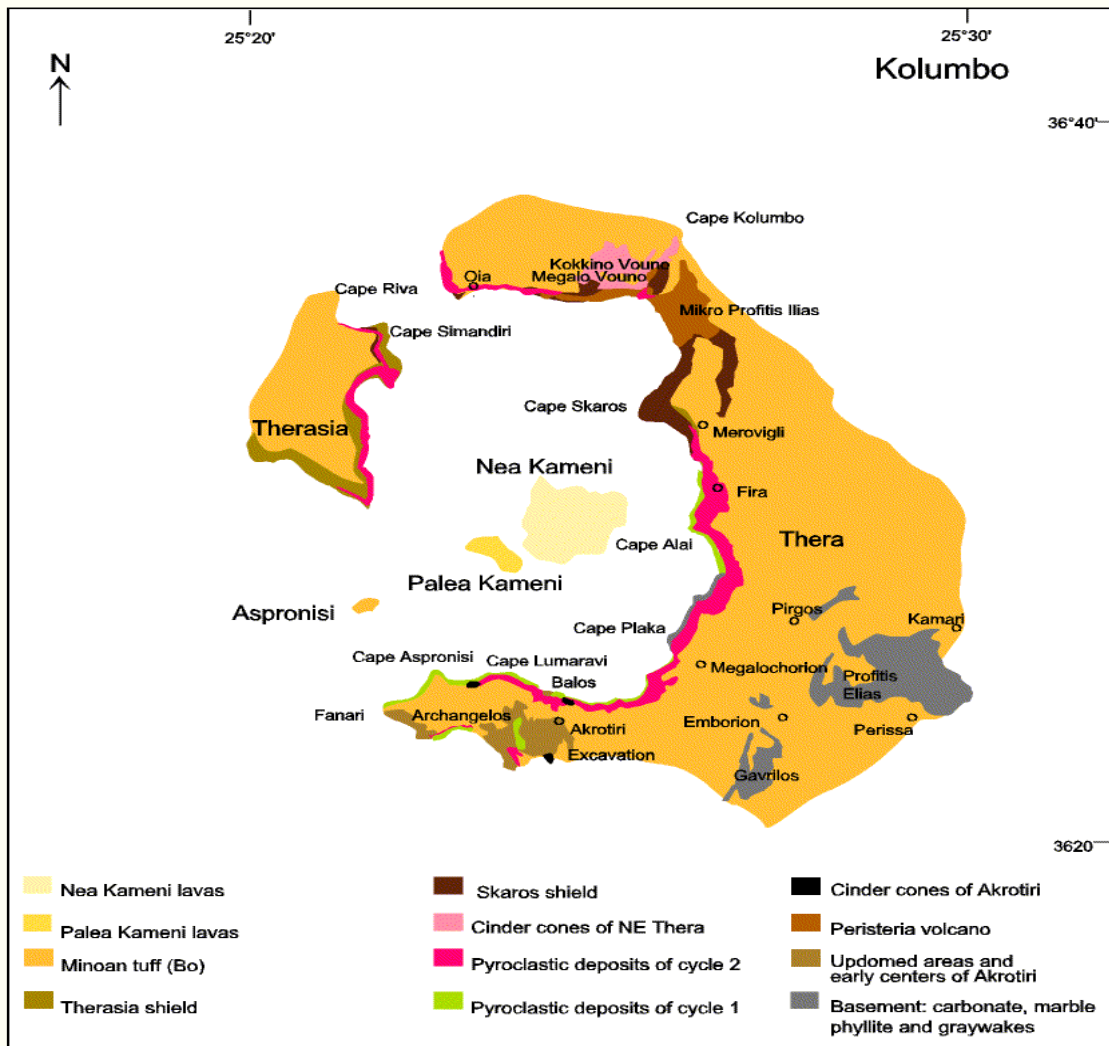


Εικόνα 6.2 : Τεκτονικός χάρτης της Σαντορίνης όπου είναι εμφανή τα κυριότερα ρήγματα της περιοχής

Πηγή: <http://www.nautiloshcmr.gr/santorini.asp>

Στη Σαντορίνη τα μεγαλύτερα δομικά χαρακτηριστικά είναι εμφανή στα προηφαιστειακά πετρώματα και είναι τα βορειοανατολικά επιπλευτικά ρήγματα, όπως αυτό του Μέσα Βουνού, το οποίο περνάει από την παράλια της Περίσσης, ενδιάμεσα από το κοίλωμα του Μέσα Βουνού και του Προφήτη Ηλία μέχρι την παράλια στο Καμάρι.

Οι περισσότερες τεκτονικές σειρές που υπάρχουν στη Σαντορίνη και στα σεισμικά προφίλ ακολουθούν νοτιοδυτική-βορειοανατολική πορεία. Η σημαντικότερη ονομάζεται Σειρά Καμένης. Κόβει την καλδέρα και διαχωρίζει τα γνωστότερα ηφαιστειακά κέντρα. Ευθυγραμμίζει τα νησιά Χριστιάνια, τη χερσόνησο του Ακρωτηρίου και την Παλαιά και Νέα Καμένη. Ανάλογα με αυτή τη σειρά, η σειρά του Κολόμπο, ίσως όμοια με την σειρά της Καμένης, περνάει μέσα από τα κέντρα του Μεγάλου Βουνού, το Άαρ του Ακρωτηρίου της παράλιας του Κολόμπο και του ηφαιστείου του Κολόμπο. Φαίνεται ότι το αναδύμενο μάγμα βρίσκεται σε έκρηξη κάτω από τις τεκτονικές γηματογενείς ζώνες.



Εικόνα 6.3: Γεωλογικός χάρτης Σαντορίνης με τους κυριότερους ηφαιστειακούς λιθολογικούς σχηματισμούς

Πηγή : <http://www.nautiloshcmr.gr/santorini.asp>

Μη ηφαιστειακά πετρώματα βρίσκονται στο βουνό Προφήτης Ηλίας, στο Μέσα Βουνό, στη ράχη Γαβρίλο, στον Πύργο, στον Μονολίθοκα στην άλλη πλευρά της καλδέρας μεταξύ της Πλάκας και του Αθηναίου. Αυτά αντιπροσωπεύουν ένα μη ηφαιστειακό νησί, με έκταση 9x6 km, το οποίο μοιάζει με τα κοντινά νησιά των Κυκλάδων π.χ: Ανάφη, Ιό ή την Αμοργό. Τα πετρώματα αποτελούνται από μεταμορφωμένους ασβεστόλιθους και σχιστόλιθους του Τριαδικού- Τεταρτογενούς οι οποίοι πτυχώνονται κατά τη διάρκεια της Αλπικής πτύχωσης. Ο παρατηρούμενος βαθμός μεταμόρφωσης είναι κυανοσχιστολιθικής φάσης, έχει προέλθει από την τεκτονική παραμόρφωση της σύγκρουσης των πλακών κατά το ολιγόκαινο- μειόκαινο. Στο Αθηνίό έχει βρεθεί γρανιτική φλέβα, ηλικίας 9,5 χιλιάδων χρόνων, Κατώτερο μειόκαινο, η οποία είναι μέρος του γρανίτη της Κυκλαδικής επαρχίας και είναι η πηγή των ορυκτών, τάλκη, χαλκοπυρίτη, χρυσόκολλα, μαγνητίτη και άλλων.



Εικόνα 6.4: Σαντορίνη
Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Σήμερα η Σαντορίνη είναι ένα από τα διασημότερα τουριστικά κέντρα του κόσμου. Διαθέτει τη μεγαλύτερη καλδέρα όλου του κόσμου, με ύψος 300 m και διάμετρο 11 km. Η όψη της από τη πλευρά του ηφαιστείου παρουσιάζεται βραχώδης και απόκρημνη σε αντίθεση με την ομαλότητα του εδάφους της στο υπόλοιπό της. Η επιφάνειά της, 75,8 τετραγωνικά χιλιόμετρα, είναι κατά το πλείστον ελαφρόπετρα πολύ δεκτική σε καλλιέργεια. Έχει κλίμα υγρό αλλά πολύ υγιεινό. Στο ΝΑ τμήμα της, βρίσκεται το βουνό του Προφήτη Ηλία με το ομώνυμο μοναστήρι του 18ου αιώνα, το οποίο έχει υψόμετρο 567 μέτρα και αποτελείται από τιτανώδη βράχια και λευκό μάρμαρο. Συνέχεια αυτού είναι το Μέσα Βουνό ή Βουνό του Αγίου Στεφάνου, λόγω του παλαιοχριστιανικού ναού που υπάρχει εκεί και το οποίο έχει υψόμετρο 366 μέτρα. Ο ενδιάμεσος αυχέννας που συνδέει τα δύο βουνά αποκαλείται Σελλάδα. Η περίμετρος της Σαντορίνης είναι περίπου

36 ναυτικά μίλια και παρουσιάζει έξι όρμους: Το Αμμούδι ή Άγιος Νικόλαος, στη Πάνω Μεριά (Οία Θήρας), της Αρμένης, επίσης στη Πάνω Μεριά, τον όρμο Μουζάκι, τους όρμους Φηρών και Αθηνιού και τον όρμο του Μπάλου στο Ακρωτήρι. Γενικά η Σαντορίνη είναι άνυδρος και ξερή, χωρίς λίμνες, ποταμούς ή χαράδρες. Οι αρδευτικές ανάγκες της καλύπτονται κυρίως με δεξαμενές όπου συγκεντρώνεται κυρίως το βρόχινο νερό καθώς και από φρεάτια. Υφίστανται στη νήσο τρεις κύριες πηγές καθώς και τέσσερις ιαματικές πηγές.

Με βάση το Σχέδιο Καποδίστριας, το μεγαλύτερο μέρος της Σαντορίνης καθώς και τα νησιά Ασπρονήσι και Άνυδρος, το σύμπλεγμα νησιών Χριστιανά, και η Παλαιά και η Νέα Καμένη ανήκουν διοικητικά στον Δήμο Θήρας, ο οποίος έχει πρωτεύουσα τα Φηρά και αποτελείται από τα Τοπικά Διαμερίσματα Θήρας (2.291 κάτοικοι), Ακρωτηρίου (450), Βόθωνος (671), Βουρβούλου (475), Εμπορείου (2.465), Έξω Γωνιάς (375), Επισκοπής Γωνιάς (1.430), Ημεροβιγλίου (503), Καρτεράδου (1.108), Μεγαλοχωρίου (460), Μεσαριάς (1.480) και Πύργου Καλλίστης (732). Το υπόλοιπο τμήμα του νησιού μαζί με την νήσο Θηρασία ανήκει διοικητικά στην Κοινότητα Οίας με πρωτεύουσα την Οία, η οποία αποτελείται από τα Κοινοτικά Διαμερίσματα Οίας (962) και Θηρασίας (268). Η Σαντορίνη είναι επίσης γνωστή για τα ηφαίστεια της, που είναι τα νεότερα ηφαίστεια της Ελλάδας με τελευταία ηφαιστειακή δραστηριότητα το 1950. Τα ηφαίστεια της Σαντορίνης είναι: Η Νέα Καμένη (1707-1711 μ.), η Παλαιά Καμένη (46-47 μ.), το υποθαλάσσιο ηφαίστειο Κολούμπο (1650 μ.). Το νησιωτικό σύμπλεγμα της Σαντορίνης αποτελείται από τα νησιά Θήρα, Ξηρασία, και Ασπρονήσι.

Τα τρία αυτά νησιά αποτελούν υπολείμματα του προϊστορικού, μεγαλύτερου, νησιού με το όνομα Στρογγύλη – από το τότε σχήμα του - και είναι διατεταγμένα σε σχήμα δακτυλίου, γύρω από μια βαθιά ωοειδή λεκάνη που σχηματίστηκε από την καταβύθιση του κέντρου της Στρογγύλης λόγω μεγάλης ηφαιστειακής έκρηξης και όπου εισέρευσε η θάλασσα. Στο κέντρο περίπου της λεβητοειδούς αυτής λεκάνης, η οποία στη διεθνή γεωγραφική και γεωλογική επιστήμη ονομάζεται Καλδέρα, προβάλλουν δύο νησίδες, η Παλαιά Καμένη και η Νέα Καμένη. Διαπλέοντας την Καλδέρα ανυψώνονται από τα βαθυγάλανα νερά της λεβητοειδούς λεκάνης, σε ύψος 200 – 300 μέτρων, οι σκοτεινόχρωμοι, πλευρές της Καλδέρας. Τα διάφορα στρωματά της ηφαιστειακής σποδού, των ηφαιστειών άμμων καθώς και τα διάφορα ρεύματα λάβας, ξεχωρίζουν μεταξύ τους χάρη στα χρώματα τους, των οποίων οι τόνοι ποικίλουν από το κόκκινο μέχρι το μαύρο. Οι ποσότητες θηραϊκής γης και ελαφρόπετρας που εξήγοντο ετησίως από τη Σαντορίνη έφθαναν τα δυο εκατομμύρια τόνους.

Το ηφαίστειο βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας. Σε πολλά σημεία του διακρίνονται θερμοί υδρατμοί και θειούχα αέρια, από τα οποία σχηματίζονται κρύσταλλοι θείου λόγω της οξειδωσης των αέριων. Η θερμοκρασία των ατμών και αερίων ποικίλει με μέγιστο τους 86 βαθμούς Κέλσιου.

Το νησί σε όλη τη διάρκεια της ιστορίας του συνδέεται άρρηκτα με την ηφαιστειακή δραστηριότητα. Αυτή η δραστηριότητα στη διάρκεια των αιώνων το διαμόρφωσε στη σημερινή του μορφή με τις σπάνιες γεωλογικές του ιδιαιτερότητες. Επτά κρατήρες βρίσκονται στο νησί της Νέας Καμένης και ένας στο νησί της Παλαιάς Καμένης. Από τους κρατήρες απελευθερώνονται αέριες φάσεις σε καθημερινή βάση. Η συνεχής αυτή εκτόνωση μειώνει τις πιθανότητες ηφαιστειακών εκρήξεων. Ένας ακόμα

υποθαλάσσιος κρατήρας που ονομάζεται "Κολούμπος" βρίσκεται στη θαλάσσια περιοχή βορειοδυτικά της Σαντορίνης, κοντά στην Οία.

Γενικά οι χρονικά επαναλαμβανόμενες ενεργοποιήσεις ενός ηφαιστείου δημιουργούν επαναλαμβανόμενες λιθολογικές ακολουθίες από λάβα, πυροκλαστικά αλλά και τόφφους, συχνά με παρεμβολές ιζηματογενών πετρωμάτων και ιζημάτων που αποτίθενται στις φάσεις ηρεμίας.

Κατά τη φάση ηρεμίας, πολύ συχνά, η οροφή του κρατήρα, μη μπορώντας να συγκρατηθεί από το βάρος της, κατακρημνίζεται με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός εκτεταμένου επιφανειακού έγκοιλου, κυκλικού κατά το πλείστον σχήματος, που ονομάζεται καλδέρα. Η εγκατακρήμνιση αυτή συχνά προκαλεί σεισμό. Μια από τις πλέον ονομαστές καλδέρες στον κόσμο είναι αυτή της Σαντορίνης.



Σχηματισμός καλδέρας με εγκατακρήμνιση της οροφής του ηφαιστείου.

- (1) Αρχική ασθενής έκρηξη,
- (2) Ισχυρή έκρηξη
- (3) Σφοδρή έκρηξη, αποκτά τη μέγιστη έντασή της,
- (4) Εγκατακρήμνιση της στέγης του ηφαιστείου μέσα στην μαγματική εστία,
- (5) Νέα δράση της ηφαιστειότητας με σχηματισμό ηφαιστειακών δόμων μέσα στην καλδέρα.

Εικόνα 6.5 : Γενική απεικόνιση σχηματισμού καλδέρας

Για την προετοιμασία των παρακάτω θεματικών χαρτών της Σαντορίνης χρησιμοποιήθηκαν:

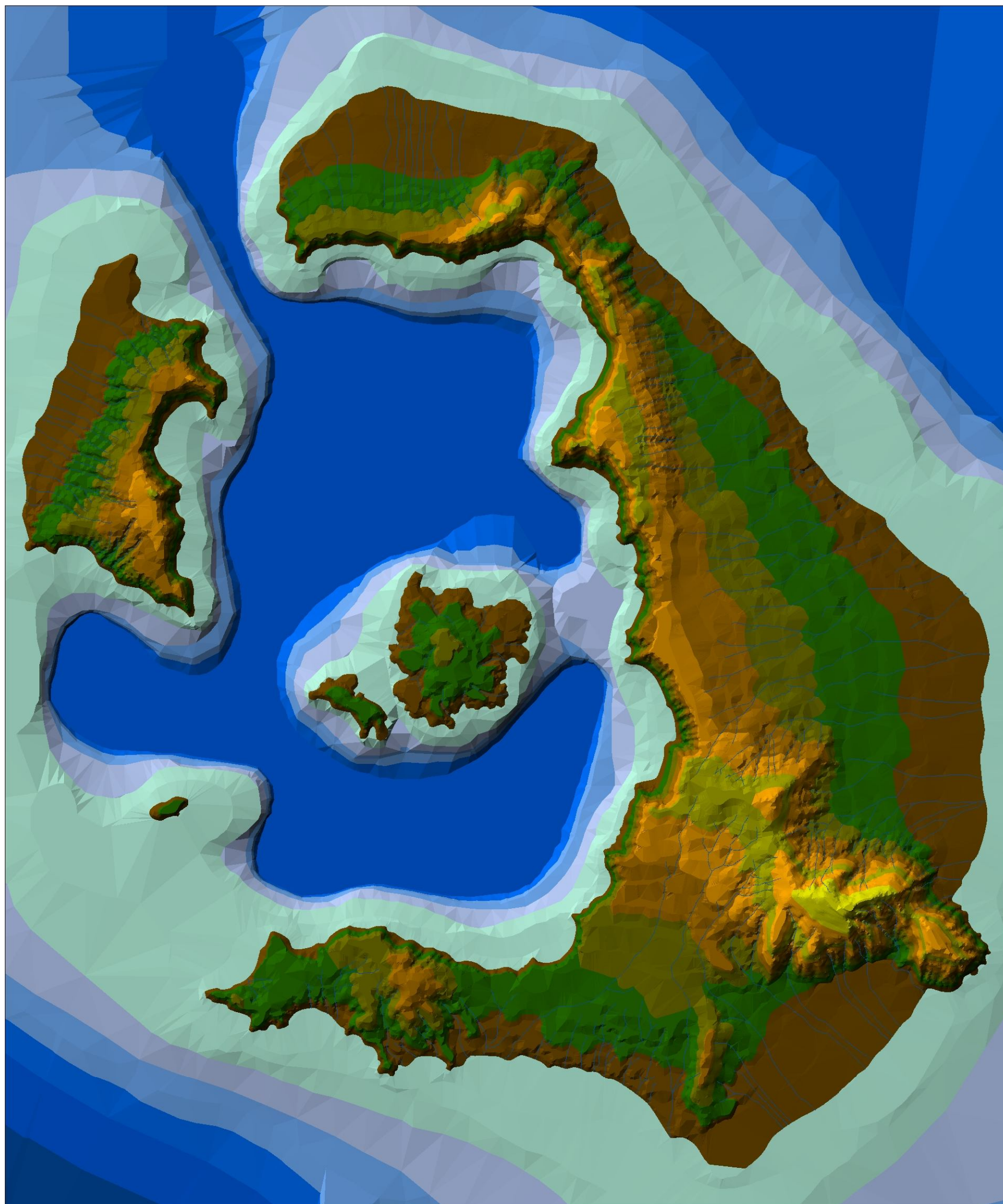
- Γεωφυσικός χάρτης της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) κλίμακας 1 : 50.000 από όπου και ψηφιοποιήθηκαν οι ισοϋψείς, το υδρογραφικό δίκτυο της Σαντορίνης καθώς και η ακτογραμμή.

- Χάρτης εταιρείας "Ανάβασις" κλίμακας 1 : 50.000 από όπου ψηφιοποιήθηκαν το οδικό δίκτυο (για την ψηφιοποίηση του οδικού δικτύου επιλέχθηκε ο χάρτης του Ανάβασις ως ευκρινέστερος και πιο πρόσφατα ενημερωμένος όσον αφορά το οδικό δίκτυο σε σύγκριση με τον αντίστοιχο της ΓΥΣ.) Επίσης προσδιορίστηκε η θέση των λιμανιών και του αεροδρομίου.


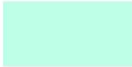














- Δορυφορικές εικόνες Google Earth: παρέχονται δωρεάν μέσω του προγράμματος Google Earth. Λήφθησαν δορυφορικές εικόνες ανά τμήματα ώστε να υπάρχει σχετική

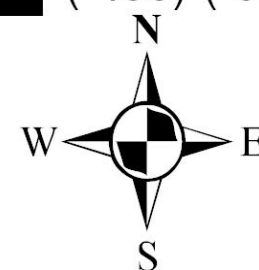
ευκρίνεια και εξήχθησαν ως αρχεία εικόνας JPEG. Στη συνέχεια και σε παραλληλισμό με την ήδη ψηφιοποιημένη πληροφορία και διακεκριμένων σημείων και μέσω του προγράμματος Arc Map γεωαναφέρθησαν οι αντίστοιχες εικόνες. Μετά την γεωαναφορά των εικόνων ψηφιοποιήθηκαν οι οικισμοί κατά προσέγγιση καθώς και οι γεωργικές εκτάσεις. Επιλέχθηκε, η συλλογή της πληροφορίας για την έκταση των οικισμών, να γίνει από τις δορυφορικές εικόνες καθώς ο χάρτης της ΓΥΣ δεν είχε ενημερωθεί πρόσφατα και ο αντίστοιχος χάρτης του Ανάβασις δεν παρείχε ξεκάθαρη πληροφορία ούτε για τους οικισμούς ούτε για τις καλλιέργειες. Η παραγόμενη ακρίβεια της πληροφορίας που συλλέχτηκε ωστόσο τόσο για την έκταση των οικισμών όσο και για τις γεωργικές εκτάσεις δεν μπορεί να θεωρηθεί ακριβής καθώς έγινε κατ' εκτίμηση και μπορεί να δώσει απλά τιμές τάξης μεγέθους και όχι ακρίβειας.

ΕΙΚΟΝΑ 6.6 - ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

—	ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ		200 - 250		0 - (-50)		(-250)-(-350)
	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (Μ)		150 - 200		(-50) - (-100)		(-350)-(-450)
	400 - 560		100 - 150		(-100)-(-150)		(-450)-(-500)
	300 - 400		50 - 100		(-150)-(-200)		
	250 - 300		0 - 50		(-200)-(-250)		



6.2 Ηφαίστειο Στρόμπολι

6.2.1 Γενικά

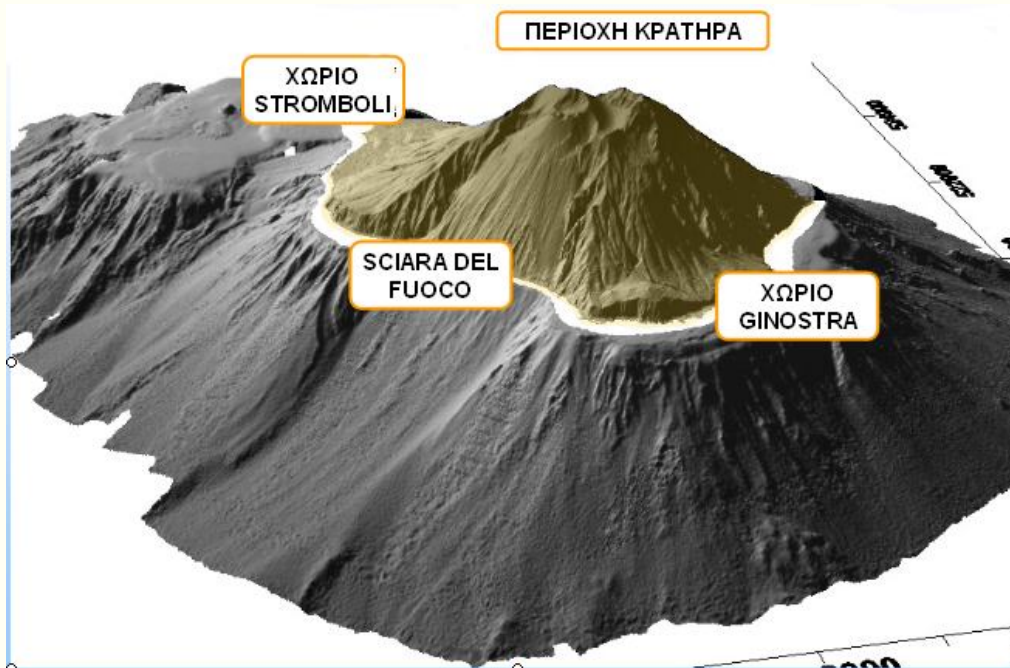
Το Στρόμπολι είναι ένα ηφαίστειο ύψους 924 μ στα Αιόλια Νησιά (θέση: 38.789N, 15.213E) περίπου 50 Κμ βορειοανατολικά του Lipari που είναι γνωστό για τη συνεχή εκρηκτική του δραστηριότητά από έναν κρατήρα σε υψόμετρο 750 μ περίπου.



Εικόνα 6.7 - 6.8 : Γεωγραφική Θέση του νησιού Στρόμπολι
 Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile Servizio Rischio Vulcanico

Το νησί αναδύεται από βάθος περίπου 2000 μέτρων και το υψηλότερο σημείο του βρίσκεται στα 924 ή 926 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας. Το ηφαίστειο χαρακτηρίζεται ως προς τον τύπο του στρωματοηφαιστείου με συνεχή δράση.

Το νησί έχει επιφάνεια στα 12.6 km² και την μεγαλύτερη έκτασή του την καταλαμβάνει το ηφαίστειο. Έχει δυο σχετικά ομαλές πλαγιές οι οποίες κατοικούνται. Η μεγαλύτερη κοινότητα από αυτές ονομάζεται Στρόμπολι αλλά στην πραγματικότητα αποτελείται από δυο κοινότητες το San Bartolo και το San Vincenzo. Επίσης μικρότερα χωριά έχουν τα δικά τους ονόματα όπως Ficogrande, Piscità κλπ. Το χωριό εκτείνεται από το βόρειο τμήμα του νησιού στο βορειοανατολικό του άκρο.



Εικόνα 6.9: Απεικόνιση του νησιού Στρόμπολι
 Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile Servizio Rischio Vulcanico

6.2.2 Δραστηριότητα του ηφαιστείου Στρόμπολι

Η εκρηκτική συμπεριφορά του Στρόμπολι χαρακτηρίζεται από συνεχή δραστηριότητα περίπου 1 γεγονός / 10 λεπτά η οποία και αποτελεί πόλο έλξης για αρκετούς τουρίστες.

Ωστόσο κατά καιρούς έχει δώσει και πιο βίαια γεγονότα που διακρίνονται σε δυο κατηγορίες ανάλογα με την σφοδρότητά τους. Τα πιο συχνά και λιγότερο επικίνδυνα και τα πιο σπάνια και ιδιαίτερα ισχυρά. Σε αυτά ενεργοποιούνται περισσότεροι από έναν αγωγοί τροφοδοσίας στον κεντρικό κρατήρα του ηφαιστείου. Δυο φορές μέσα στον 20ο αιώνα (το 1919 και το 1930) παρατηρήθηκαν ισχυρές εκρήξεις οι οποίες προκάλεσαν σοβαρές ζημιές και κόστισαν ανθρώπινες ζωές, ακόμα και σε σημαντική απόσταση από το ηφαίστειο. Αρκετές εκρήξεις τα τελευταία χρόνια μάλιστα έχουν αιφνιδιάσει και ομάδες τουριστών οι οποίοι βρίσκονταν στην περιοχή προκαλώντας διάφορα ατυχήματα όταν άρχισαν να τρέχουν τρομαγμένοι. Δυστυχώς ένας άνθρωπος μάλιστα έχασε τη ζωή του το

2001 σε ένα τέτοιο γεγονός. Από τύχη μάλιστα δεν υπήρξαν τουρίστες στην περιοχή όταν το ηφαίστειο έδωσε μια μεγάλη έκρηξη στις 5 Απριλίου του 2003. Εκρήξεις οι οποίες δίνουν έκχυση λάβας προκύπτουν σε άτακτα χρονικά διαστήματα που ποικίλουν από λίγα χρόνια έως και 15ετίες. Οι πιο πρόσφατες από αυτές τις εκρήξεις έγιναν το 1975, 1985-1986 και το 2002-2003. Γενικά αυτές οι εκρήξεις δεν θεωρούνται ιδιαίτερα επικίνδυνες καθώς οι λάβες παραμένουν περιορισμένες σε μια μεγάλη περιοχή, καθώς αρκετά τμήματα καταρρέουν τα τελευταία 13.000 χρόνια τα οποία περιλαμβάνουν τους ενεργούς κρατήρες.



Εικόνα 6.10: Θεαματική έκρηξη στο Στρόμπολι
 Πηγή : <http://www.swisseduc.ch/stromboli/volcano/>

Ωστόσο η έκρηξη του 2002-2003 συνοδεύτηκε από μια τεράστια κατολίσθηση η οποία προκάλεσε ένα τσουνάμι το οποίο είχε σαν αποτέλεσμα σοβαρές ζημιές στο χωριό κυρίως κοντά στις βόρειες ακτές του. Επίσης για πρώτη φορά το νησί εκκενώθηκε.

Μεταξύ του χρονικού διαστήματος 1888 και 1986 η συνήθης εκρηξιμότητα του Στρόμπολι διακόπτονταν κάθε 4 χρόνια από μια ισχυρή έκρηξη. Οι τελευταίες δυο ισχυρές εκρήξεις συνέβησαν το 2002-2003 και μεταξύ Φεβρουαρίου και Απριλίου του 2007. Αυτές ακολουθήθηκαν από παροξυσμικά φαινόμενα στις 5 Απριλίου 2003 και στις 15 Μαρτίου 2007. Το μέγεθος της έκρηξης της 5ης Απριλίου 2003 ήταν αρκετό ώστε να μεταβάλει σημαντικά την μορφολογία της περιοχής του κρατήρα.

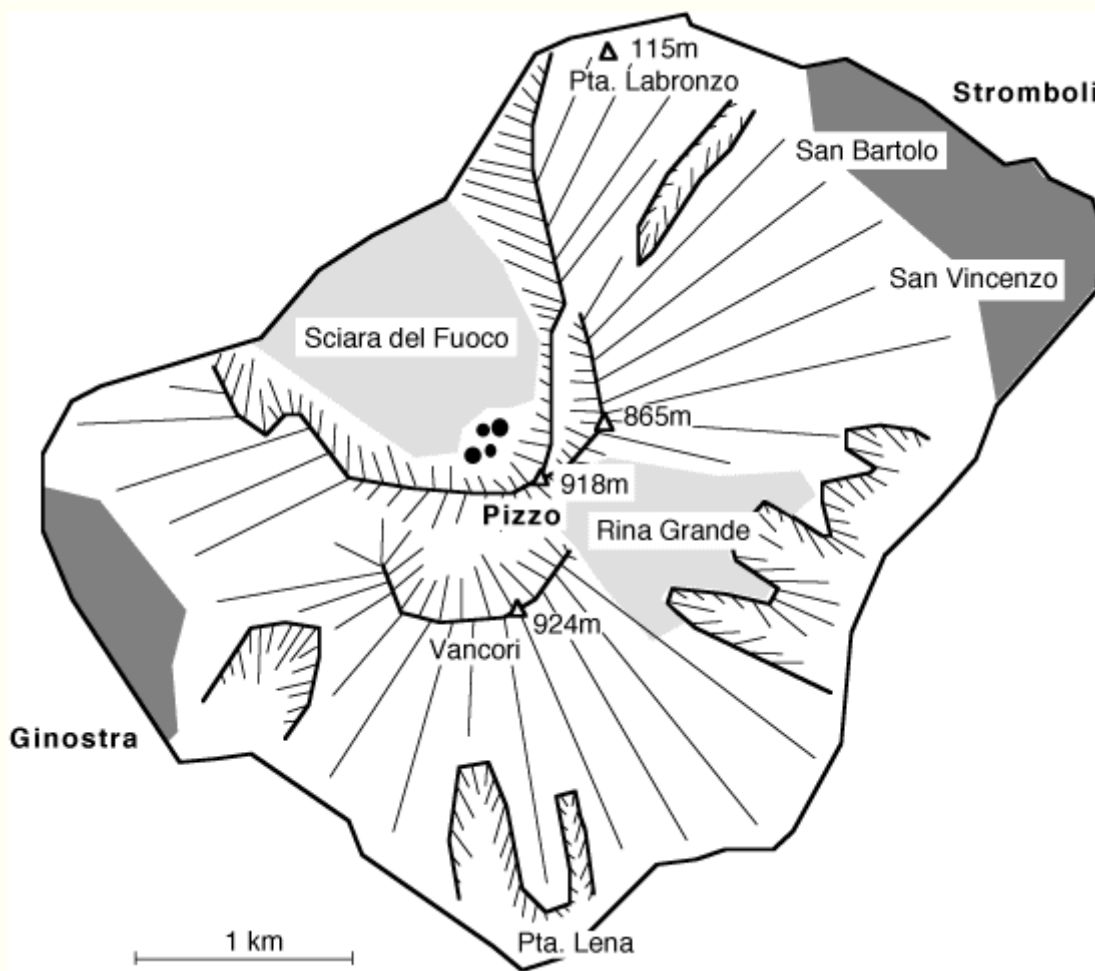
Παρόλο που την τελευταία τριακονταετία το Στρόμπολι το επισκέπτονταν σχεδόν καθημερινά αρκετοί άνθρωποι η δραστηριότητά του μελετήθηκε διεξοδικά πολύ πρόσφατα. Το ηφαίστειο παρατηρείται από πολλές τηλεκάμερες από το Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Επίσης σεισμικοί σταθμοί συνεχώς μεταφέρουν δεδομένα στο ινστιτούτο του INGV και Dipartimento di Georisorse e Territorio του πανεπιστημίου του Udine. Ωστόσο η δυναμική των εκρήξεων του Στρόμπολι δεν είναι κατανοητή πλήρως και απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την διασάφηση ως προς τον τρόπο λειτουργίας του. Η πολυπλοκότητα των γεγονότων κατά την έκρηξη του 2002-2003

είναι μια σοβαρή πρόκληση τόσο για τους επιστήμονες όσο και για το προσωπικό την πολιτικής προστασίας.

Η φυσιολογική δραστηριότητα του ηφαιστείου περιλαμβάνει ήπια με μέτρια έκλυση αερίων. Οι εκρήξεις αυτές συνήθως προκύπτουν από μια έξοδο κάθε 10 με 20 λεπτά κατά μέσο όρο και διαρκούν περίπου 20 δευτερόλεπτα. Σε αυτού του τύπου την εκρηκτική δραστηριότητα οι πιο ισχυρές εκρήξεις εκτοξεύουν μάγμα και αέρια ψηλότερα από 150 – 200 μ, με υλικό που μπορεί περιστασιακά να πέφτει και έξω από τα όρια του κρατήρα. Η ηφαιστειακή δράση τύπου Στρόμπολι αναφέρεται σε εκρήξεις από μικρές έως μεγάλες με εκρηκτικές στήλες μερικών χιλιομέτρων. Εντούτοις, η πραγματική στρομπόλια δράση χαρακτηρίζεται από μικρές σύντομες εκρήξεις κολλώδους λάβας που εκτινάσσεται μερικές δεκάδες έως εκατοντάδες μέτρα στον αέρα. Οι εκρήξεις αυτές συνήθως δεν παράγουν εκρηκτική στήλη. Εκτοξεύουν σχετικά ιξώδη βασαλτική λάβα από τον πόρο του ηφαιστείου. Η σχετικά υψηλή πίεση των αερίων έχει ως αποτέλεσμα τον θρυμματισμό της λάβας και τη δημιουργία εκρήξεων με αρκετό θόρυβο. Μολονότι οι στρομπόλιες εκρήξεις είναι πιο θορυβώδεις από αυτές της Χαβάης, δεν είναι πιο επικίνδυνες. Τα ηφαιστειακά αναβλήματα των εκρήξεων τύπου Στρόμπολι είναι βολίδες και λιθάρια που εκτοξεύονται με παραβολικές τροχιές και συσσωρεύονται γύρω από τον ηφαιστειακό πόρο σχηματίζοντας έτσι το ηφαιστειακό οικοδόμημα. Τυπικοί σχηματισμοί αυτών των εκρήξεων είναι οι κώνοι σκωριών από βασαλτικά πυροκλαστικά υλικά. Στις εκρήξεις τύπου Στρόμπολι το βασικό ηφαιστειακό προϊόν είναι οι σκωρίες, οι οποίες είναι πολύ φυσαλιδοποιημένα κλάσματα βασαλτικής λάβας. Τα λιθάρια και οι βολίδες συχνά αποτίθενται σε στρώσεις γύρω από το ηφαίστειο σχηματίζοντας αποθέσεις πτώσης σκωριών

6.2.3 Ηφαιστειολογικά – γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά

Υπάρχουν τρεις κρατήρες επί του παρόντος σε αυτό που κοινώς ονομάζονται «περιοχή κρατήρα», ένα χαρακτηριστικό που συνεχώς αλλάζει και σταδιακά αυξάνεται. Εκτείνεται σε μήκος ΒΑ-ΝΔ, και οι κρατήρες μοιάζουν να ευθυγραμμίζονται. Μέχρι τα μέσα του 20ου αιώνα, η περιοχή του κρατήρα οριοθετούνταν στα ΝΑ και ΝΔ με δύο ευδιάκριτα, βραχώδη όρια. Τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα ονόματα για αυτή την περιοχή είναι " Filo dello Zolfo" για αυτό στα βορειοανατολικά, και "Torrione" για τα νοτιοδυτικά. Η Filo di Baraona περιλαμβάνει την περιοχή στη νότια πλευρά του Sciara del Fuoco (πλαγιά της φωτιάς). Το άνω τμήμα της βόρειου ορίου έχει την ονομασία "Bastimento" στους τοπογραφικούς χάρτες.

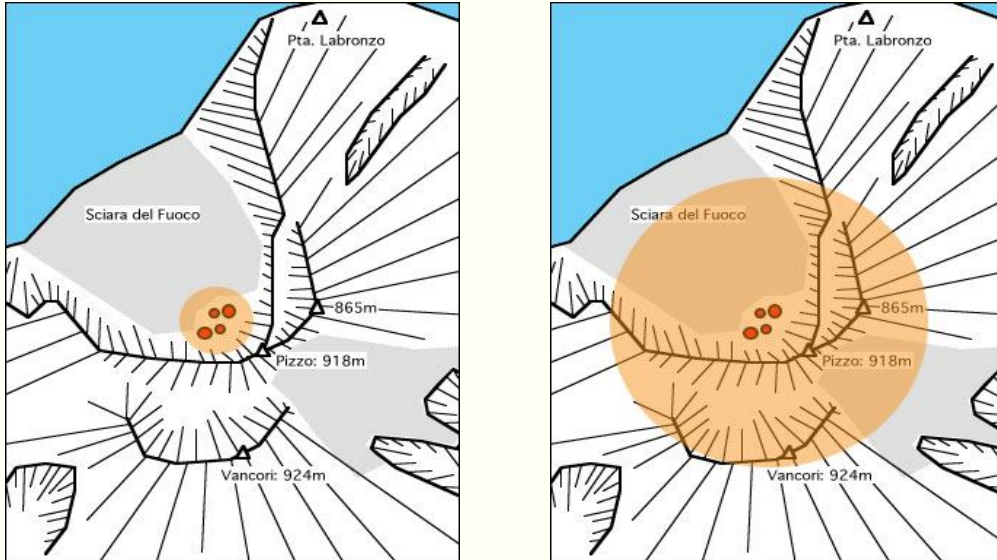


Εικόνα 6.11: Πανοραμική κάτοψη στην οποία απεικονίζεται η θέση των οικιστικών περιοχών και των κρατήρων καθώς και η περιοχή εναπόθεσης των πυροκλαστικών υλικών (Sciara del Fuoco)

Πηγή : <http://www.swisseduc.ch/stromboli/volcano/>

Η Filo dello Zolfo και Torrione έχουν χάσει μεγάλο τμήμα τους τις τελευταίες δεκαετίες λόγω μερικής παράσυρσης στην έκρηξη του 1930 και την ταφή τους από τους αυξανόμενους κώνους στους ενεργούς κρατήρες. Ενώ η πρώτη έχει σχεδόν εξαφανιστεί, η τελευταία ακόμη έχει κάποιες βραχώδεις προεξοχές στη νοτιοδυτική πλευρά του κώνου του κρατήρα 3.

Εκτός από το κύριο ηφαιστειακό συγκρότημα, έχουν πολλά μικρά εκρηκτικά κέντρα καταγεγραμμένα στο νησί. Το πιο σημαντικό από αυτά, η Timprone del Fuoco, βρίσκεται στο δυτικό άκρο του νησιού, κοντά στο χωριό Ginostra, με ύψος κορυφής των 147 μ.



Συνήθης δραστηριότητα: Ηφαιστειακά αναβλήματα και βολίδες πέφτουν εντός της περιοχής που εμφανίζεται με το πορτοκαλί χρώμα. Οι επισκέπτες στο Pizzo είναι εκτός της περιοχής δράσης.

Μη συνηθισμένη δραστηριότητα: Εκτοξεύονται βολίδες με ταχύτητα τέτοια ώστε πέφτουν εντός της περιοχής που εμφανίζεται με το πορτοκαλί χρώμα.

Εικόνα 6.12: Εμβέλεια εκτίναξης ηφαιστειακών αναβλημάτων σε συνήθη και παροξυσμική δράση του Στρόμπολι
 Πηγή : <http://www.swisseduc.ch/stromboli/volcano>

7. Ιστορική εξέλιξη των ηφαιστειών

7.1 Ηφαίστειο Σαντορίνης

7.1.1 Η ηφαιστειακή δραστηριότητα πριν τη Μινωική Έκρηξη

Η εξελικτική ιστορία του ηφαιστείου της Σαντορίνης αρχίζει από την εποχή του πρώτου σχηματισμού των νησιών του Αιγαίου, που συμπίπτει με το τέλος του Κατώτερου Πλειόκαινου.

Το αρχικό νησί, μικρό σε έκταση, ήταν τότε η σημερινή περιοχή του Προφήτη Ηλία της Θήρας, γεγονός που το φανερώνουν τα κρυσταλλοσχιτώδη πετρώματα της περιοχής, που αποτελούνται κυρίως από φυλλίτες και μάρμαρα. Το νησί του Προφήτη Ηλία το περιέβαλαν και το διέσχιζαν ρήγματα με διάφορη κατεύθυνση το καθένα. Από αυτά κατόρθωσε να φτάσει για πρώτη φορά στην επιφάνεια το ρευστό και διάπυρο υλικό κάποιας μαγματικής εστίας του βάθους.

Επομένως τα αρχαιότερα ηφαιστειακά κέντρα του νησιού βρίσκονται στο νότιο τμήμα του στην περιοχή του Ακρωτηρίου. Από αυτά μερικά έδρασαν υποθαλάσσια και άλλα κοντά στα παράλια. Η πρώτη ηφαιστειακή περίοδος χαρακτηρίζεται από την έξοδο μεγάλης ποσότητας ηφαιστειακών αναβλημάτων με πολύ έντονο εκρηκτικό τρόπο και από μικρή έκχυση λάβας.

Πολύ αργότερα και όταν είχε επικρατήσει κάποια ηρεμία στην περιοχή του Ακρωτηρίου, βορειότερα και σε θέση που απέχει από το Ακρωτήρι 3.200 μ, αρχίζει τη δράση του ηφαίστειο της Θήρας, που στην αρχή ήταν υποθαλάσσιο. Οι μεγάλες ποσότητες των υλικών που βγήκαν από τον κεντρικό και από πολλούς δευτερεύοντες κώνους αυτού του ηφαιστειακού κέντρου κάλυψαν το μεγαλύτερο τμήμα της Θήρας και έκαναν ώστε αυτό το υποθαλάσσιο ηφαίστειο να βγει από τα κύματα και να ενωθεί με το πρωταρχικό νησί.

Τον καιρό που το ηφαίστειο της Θήρας βρισκόταν σε λειτουργία, παρουσιάζεται βορειότερα και στη θέση που είναι σήμερα ο όρμος Μουζάκι (Περιστερία) μια ανεξάρτητη ομάδα ηφαιστειακών κέντρων, τα ηφαίστεια Περιστεριών.

Τα ηφαίστεια αυτά έδρασαν στην αρχή υποθαλάσσια. Από τα υλικά που ήρθαν στην επιφάνεια και που ήταν λιθάρια, άμμος, στάχτη και λάβα, σχηματίστηκαν οι δυο κορυφές του μικρού Προφήτη Ηλία και μεγάλο τμήμα του Μεγάλου Βουνού και του Κόκκινου Βουνού, που βρίσκονται στο βορειότερο άκρο του σημερινού νησιού. Της ίδιας εποχής με την ομάδα των ηφαιστειών των Περιστεριών θεωρούνται και άλλα ηφαιστειακά κέντρα, όπως το ηφαίστειο Σημαντήρι, που παρουσιάστηκε περίπου 400μ. ανατολικότερα από το σημερινό ομώνυμο ακρωτήρι, το ηφαίστειο Σκάρου και το ηφαίστειο Θηρασιάς. Έτσι το αρχικό μικρό νησάκι της περιοχής του Προφήτη Ηλία, που αποτελούσαν φυλλίτες και μάρμαρα, μαζί με τα ηφαιστειακά υλικά που βγήκαν από τα σπλάχνα της γης σχημάτισαν ένα συνεχόμενο νησί, τη Στρογγύλη, πολύ πιο μικρή από το σημερινό σαν δαχτυλίδι σύμπλεγμα των νησιών Θήρας, Θηρασιάς και Ασπρονησιού.

Σε αυτό το νησί έζησαν οι προϊστορικοί άνθρωποι της Λίθινης εποχής, των οποίων τα εργαλεία και βρέθηκαν και στα τρία νησιά που προαναφέρθησαν. Οι άνθρωποι αυτοί καλλιεργούσαν σιτηρά και ελιές, κατασκεύαζαν υφάσματα, ψάρευαν με δίχτυα, γνώριζαν το χρυσό και το χαλκό, ήταν αγγειοπλάστες και είχαν εμπορικές σχέσεις με τους κατοίκους γειτονικών νησιών.

Το 1500 π.Χ. καταστρεπτικά φαινόμενα διαδραματίζονται με αποτέλεσμα την κατακρήμνιση του τεράστιου ηφαιστειακού θόλου και τη δημιουργία της θαυμαστής θηραϊκής καλδέρας. Τα φαινόμενα αυτά είναι γνωστά με την ονομασία έκρηξη της κίσηρης και σε συντομία περιγράφονται :

A) η ηφαιστειακή δραστηριότητα κατά την πρώτη φάση αυτής της περιόδου παρουσιάζει μια ομαλή πορεία με κύριο χαρακτηριστικό την άνοδο αρκετά μεγάλης ποσότητας κίσηρης από πόρο που βρίσκεται στη βόρεια περιοχή της Καλδέρας.

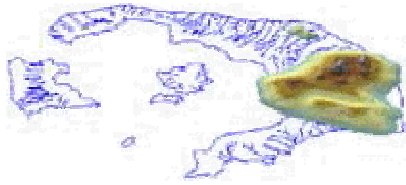
B) Ακολουθεί περίοδος ηρεμίας για μικρό χρονικό διάστημα.

Γ) Νέα φάση εκρήξεων ακολουθεί τη σύντομη ηρεμία, που στη διάρκειά της σχηματίζεται από το υλικό που ήρθε στην επιφάνεια, το μεσαίο στρώμα της κίσηρης.

Δ) Δεύτερη περίοδος ηρεμίας και στη συνέχεια Τρίτη και κυριότερη ηφαιστειακή δράση η οποία και έφερε την τελική καταστροφή του νησιού.

Ε) Από τρεις τουλάχιστον κρατήρες εξήλθε τεράστια ποσότητα της κίσηρης που κάλυψε ολόκληρο το νησί, κατέστρεψε όλες τις καλλιέργειες και τους οικισμούς των κατοίκων, που είχαν εγκαταλείψει το νησί πανικόβλητοι από τα πρώτα στάδια αυτής της ηφαιστειακής περιόδου.

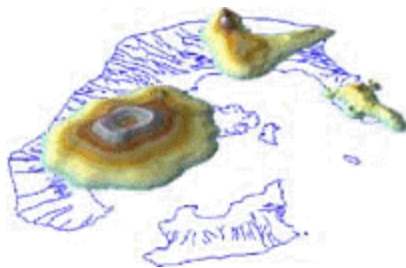
Με την εκτίναξη της Κίσηρης και των άλλων υλικών δημιουργήθηκαν κάτω από τον θόλο του ηφαιστείου μεγάλα κοιλώματα με αποτέλεσμα τη διάρρηξη και το γκρέμισμα ολόκληρου του ηφαιστειακού μαγματικού θαλάμου. Έτσι δημιουργήθηκαν τα τρία νησιά, η Θήρα, η Θηρασιά και το Ασπρονήσι, που περιβάλλουν τη νεοσχηματισμένη καλδέρα. Με αυτόν τον τρόπο η Σαντορίνη παίρνει την τελική της μορφή, χωρίς ακόμα να έχουν σχηματιστεί στη μεγάλη κεντρική θαλασσινή έκταση τα μικρά νησάκια του κέντρου, η Παλιά και η νέα Καμένη.



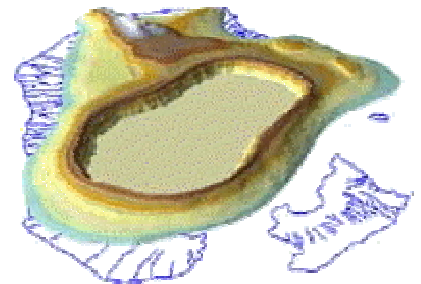
3 εκατομμύρια χρόνια πριν
Η προ-ηφαιστειακή Σαντορίνη



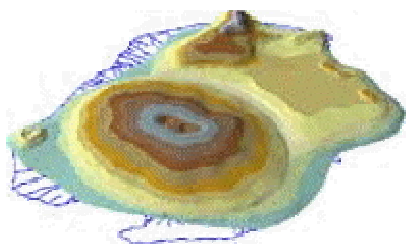
700.000 χρόνια πριν
Ηφαιστεια Χριστιανών και Ακρωτηρίου



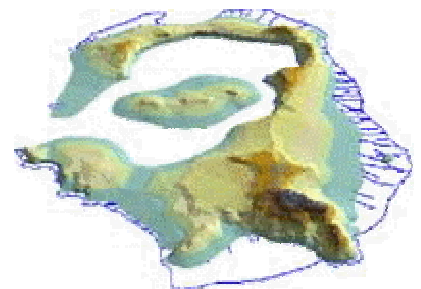
300.000 χρόνια πριν
Ηφαιστειο Περιστέρι



200.000 χρόνια πριν
Καλδέρα «Κατώτερης Κίσηρης»



30.000 χρόνια πριν
Ηφαιστειο Σκάρου



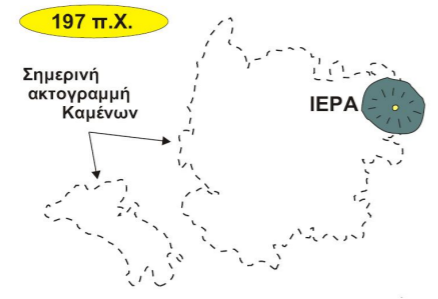
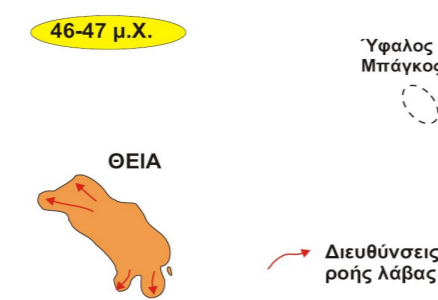
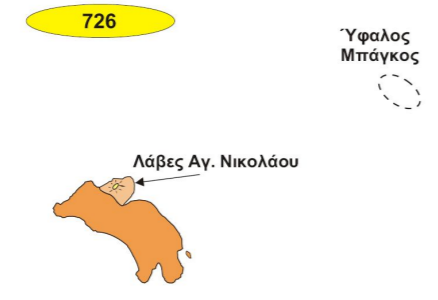
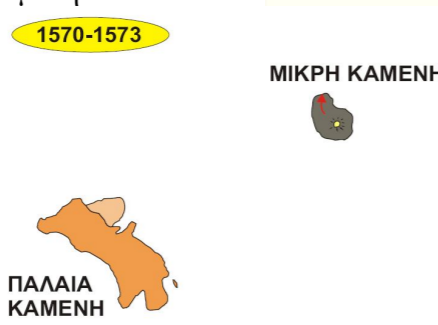
3.700 χρόνια πριν
Η «Στρογγύλη»

Εικόνα 7.1: Εξέλιξη του ηφαιστείου της Σαντορίνης
Πηγή: <http://ismosav.santorini.net/index.php?id=378&L=1>

Στη συνέχεια ακολούθησαν πολλές εκρήξεις, όπως αναφέρουν διάφορες ιστορικές πηγές και οι λάβες που βγήκαν κατά καιρούς από το κέντρο της καλδέρας σχημάτισαν διαδοχικά την Παλιά Καμένη (46μ.Χ.), τη μικρή Καμένη (1570μ.Χ.) και τη Νέα Καμένη (1707 μ.Χ) που από τις μεταγενέστερες εκρήξεις και εγχύσεις λαβών άλλαξαν πολλές φορές σχήμα και μέγεθος. Αναλυτικότερα η εξέλιξή της φαίνεται παρακάτω.

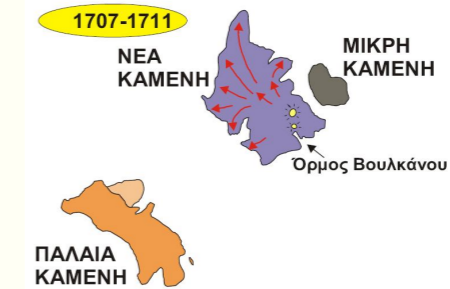


7.1.2 Η ηφαιστειακή δραστηριότητα μετά τη Μινωική Έκρηξη

Ημερομηνία	Γεγονός
197 π.Χ	Σχηματίζεται ένα νησί με το όνομα Ιερά στην Καλντέρα, το οποίο πιθανότατα ήταν ένας πρόδρομος της Παλαιάς Καμένης. 
46 μ.Χ	Εμφανίζεται ένα νέο νησί, που αυξήθηκε πιθανώς μαζί με το νησί Ιερά και αποτέλεσε τη βάση της Παλαιάς Καμένης. 
726 μ.Χ	Μικρή διαχυτική δραστηριότητα μετά την έκρηξη ελαφρόπετρων διαμορφώνει το μαύρο λοβό Λάβας στο μικρό λιμενικό κόλπο με την εκκλησία και τα ζεστά νερά του Αγίου Νικολάου. 
1457-1458	Είτε καταρρέει και εξαφανίζεται ένα μέρος της Παλαιάς Καμένης, είτε δημιουργείται ένα νέο νησί μεταξύ της Παλαιάς Καμένης και της Θήρας.
1570-1573	Σχηματίζεται η Μικρή Καμένη 
27 Σεπτεμβρίου 1650	Εκρήγνυται το υποθαλάσσιο ηφαίστειο Κολούμπο (περίπου 8χλμ βορειοανατολικά της Σαντορίνης). Από την ισχυρή έκρηξη προκλήθηκε ένα ισχυρό Τσουνάμι, ενώ απελευθερώθηκαν τοξικά δηλητηριώδη αέρια, τα οποία θανάτωσαν περίπου πενήντα ανθρώπους.

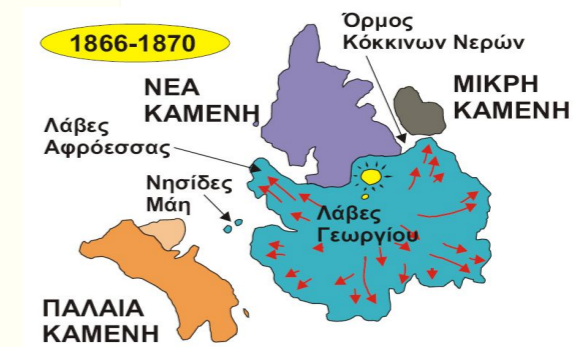
23 Μαΐου 1707 - Σεπτέμβριος 1711

Σχηματίζεται η Νέα Καμένη, έπειτα από ισχυρή ηφαιστειακή δραστηριότητα, προκαλώντας το χαμήλωμα των ακτών της Θήρας και της Μικρή Καμένης. Επίσης, επεκτείνεται το Ασπρονήσι, το οποίο βρίσκεται περίπου 200μ δυτικά της Μικρής Καμένης, σε ύψος 70 – 80 μ και πλάτος 500 – 600μ, χωρίς όμως ορατή ηφαιστειακή δράση. Μάλιστα, αναπτύσσεται κι ένα μαύρο νησί βόρεια από το Ασπρονήσι, όπου αργότερα ενώνεται μαζί του.



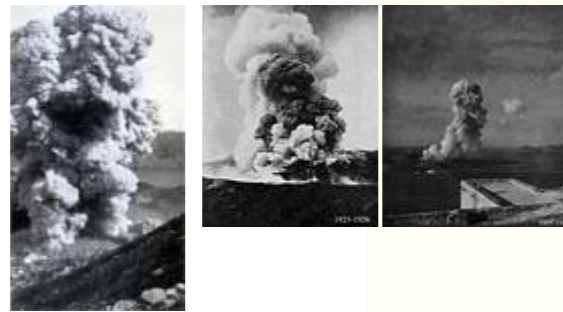
4 Φεβρουαρίου 1866 - 15 Οκτωβρίου 1870

Μία μέτρια ηφαιστειακή δραστηριότητα ενώνει τη Μικρή και τη Νέα Καμένη. 26 Ιανουαρίου 1866 - Πτώση από πέτρες προκαλεί ζημιές στους τοίχους των σπιτιών, ενώ μετά από μέρες αυξάνεται η θερμοκρασία του νερού της θάλασσας και η έκλυση καπνού. Στις αρχές του Φεβρουαρίου του 1866 δημιουργείται ένας ηφαιστειακό κώνος, ο οποίος ονομάστηκε "Γεώργιος". 6 Φεβρουαρίου 1866 - Η Λάβα καλύπτει τα σπίτια. 20 Φεβρουαρίου 1866 - Γίνεται η ισχυρή έκρηξη του ηφαιστειακού κώνου "Γεώργιος", η οποία επαναλαμβάνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τους επόμενους μήνες. Μάλιστα, το μέγιστο ύψος των πυροκλαστικών στηλών έφτανε τα 2,2 χλμ. Επίσης, αναδύεται ένα νέο ενεργό νησάκι νότια της Νέας Καμένης με το όνομα "Αφρόεσσα".



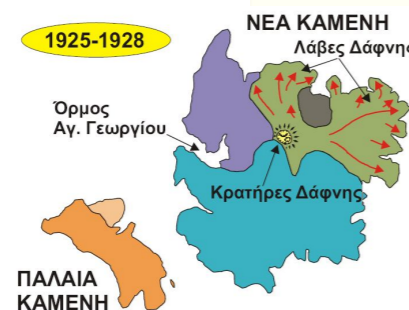
10 Μαΐου 1866 - Σχηματίζονται τα νησιά του Μάη, τα οποία εξαφανίστηκαν αμέσως μετά.

11 Αυγούστου 1925-
17 Μαρτίου 1928



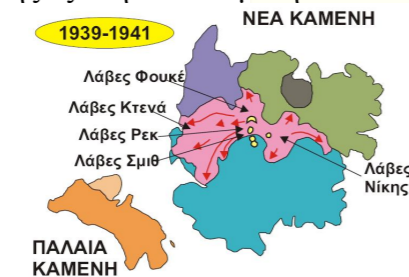
Αυξάνεται η θερμοκρασία στον κόλπο Κόκκινα Νερά και πραγματοποιείται καθίζηση της ανατολικής ακτής της Νέας Καμένης. Μάλιστα, δημιουργείται ένα μικρός κώνος με το όνομα "Δάφνη", ο οποίος εκρήγνυται και οι πυροκλαστικές του στήλες φτάνουν σε ύψος μέχρι 3,2 χλμ.

Ιανουάριος 1926 – Μάιος 1926: Διακόπτεται η ηφαιστειακή δραστηριότητα
Μάιος 1926: Διαμορφώνεται ένας νέος θόλος λάβας αποκαλούμενος "Ναυτίλος"



20 Αυγούστου 1939 -
Ιούλιος 1941

Σχηματίζονται διάφοροι θόλοι λάβας ονομαζόμενοι Τρίτωνας, Κτενάς, Φουκέ, Σμιθ, Ρεκ και Νίκη. Μεταξύ 20 Αυγούστου 1939 και του Ιουλίου του 1941, έλαβαν χώρα πέντε εκρήξεις στη Νέα Καμένη

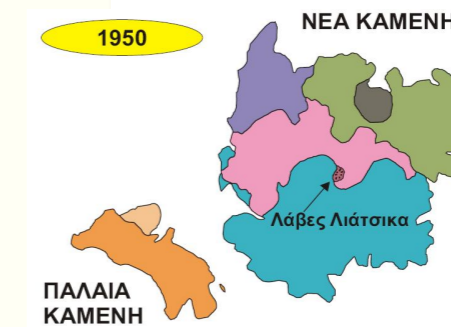


Έκχυση λάβας



10 Ιανουαρίου 1950 -
2 Φεβρουαρίου 1950

Η έκρηξη κράτησε λιγότερο από ένα μήνα. Το αποτέλεσμα της ήταν η δημιουργία του θόλου "Λιάτσικας" και η ροή λάβας.



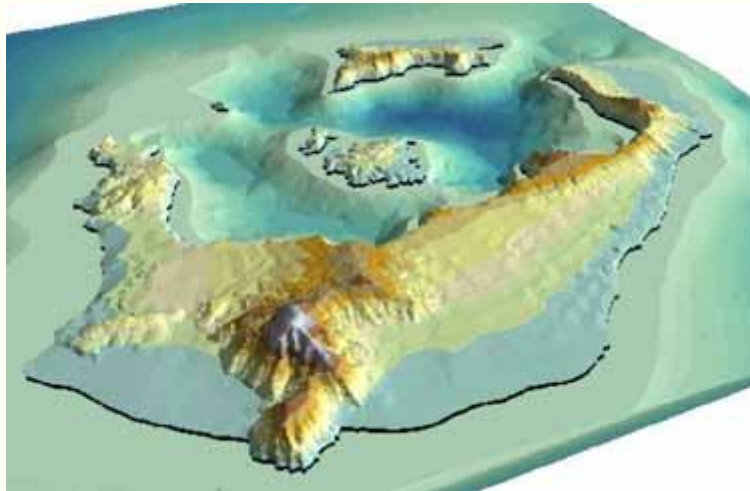
Εικόνες 7.2 - 7.17: Φωτογραφίες παλαιότερων εκρήξεων Σαντορίνης και Σχηματική απεικόνιση της ιστορικής εξέλιξης της Σαντορίνης
ΠΗΓΗ : http://www.santorini.gr/pegasus/h012/show_shquest00.php?z62=2004&herf01=2022&rancode=H002_SHQUES2022

Το Ακρωτήρι είναι μια Μινωική πόλη στα νότια της Θήρας και ήρθε στο φως από αρχαιολογικές έρευνες. Περίπου, 1-2 μέτρα από τέφρα σκέπασε την πόλη η οποία είχε πληθυσμό περίπου 30.000 κατοίκους. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι στις 9 Ιουλίου του 1956, ένας καταστροφικός σεισμός αναστάτωσε τους Σαντορινιούς. Πολλά σπίτια κατέρρευσαν και πάνω από 50 θάνατοι καταγράφηκαν, με τα χωριά πάνω από την καλντέρα όπως τα Φηρά, Φυροστεφάνι, Ημεροβίγλι και Οία να έχουν υποστεί τις σημαντικότερες ζημιές όπως και στις 18 Μαρτίου του 2001, Σεισμός μεγέθους 7,3 βαθμών της κλίμακας Ρίχτερ, πλήττει ξανά την Σαντορίνη. Ο σεισμός αυτός προκαλεί τον θάνατο 53 ανθρώπων και τον τραυματισμό περισσότερων από 100. Ο τύπος εκρήξεων των καμένων χαρακτηρίζεται πελελέϊος ως βουλκανοπελέος με σχηματισμό θόλων και κωνοθόλων.

7.1.3 Η Καлдέρα

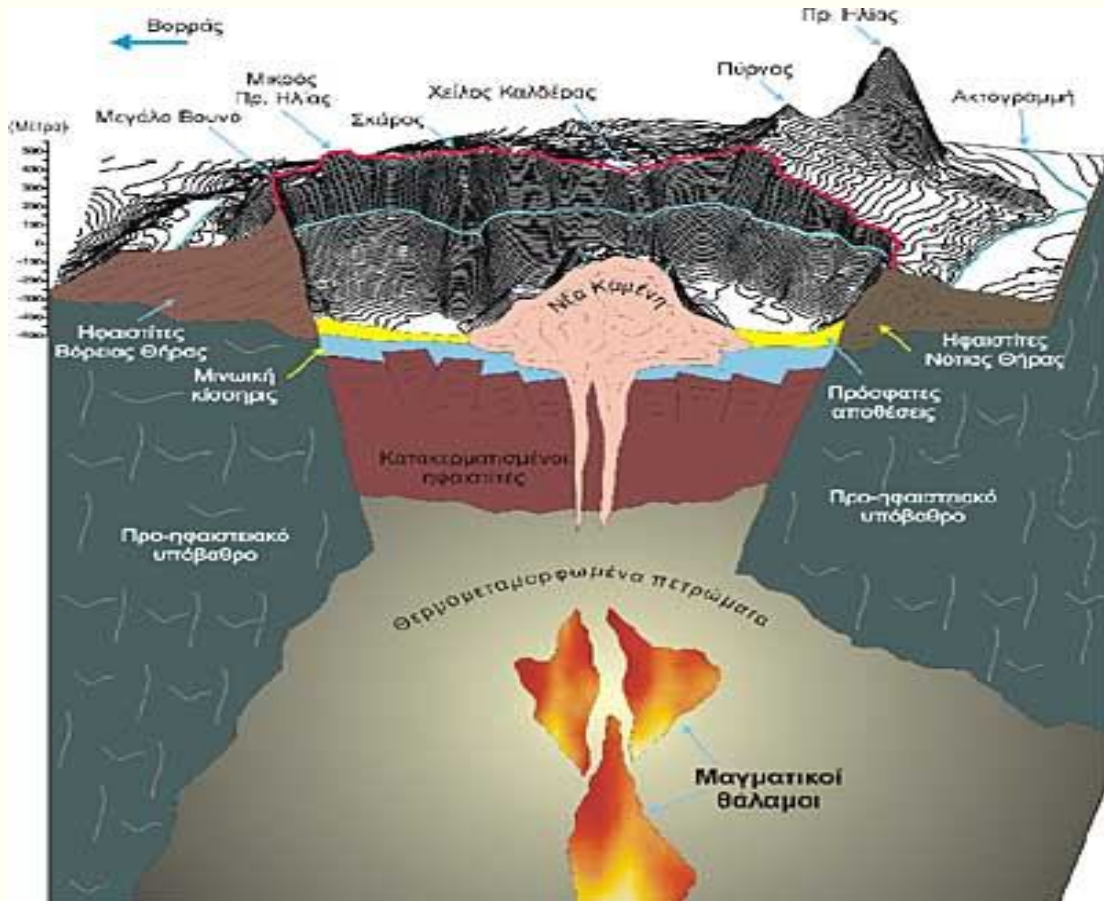
Η καлдέρα σήμερα καλύπτει περίπου 32 τετραγωνικά χιλιόμετρα και το βάθος του πυθμένα ποικίλει από 300 έως 600 μέτρα. Β-Ν 11χλμ, Α-Δ 7,5 χλμ. Μέγιστο βάθος 390 μ. Στο δυτικό σημείο της βρίσκεται το νησί της Θηρασιάς και ένα μη κατοικημένο νησί, το Ασπρονήσι. Εάν παρατηρήσει κάποιος προσεκτικά τα τρία νησιά (Σαντορίνη, Θηρασιά, Ασπρονήσι) μπορεί εύκολα να διακρίνει μια νοητή οριογραμμή αυτού που υπήρχε πριν από το σχηματισμό της καлдέρας.

Το υψόμετρο της καлдέρας της Σαντορίνης είναι μεταξύ 150 και 300 μέτρων, ενώ το μήκος του νησιού από το ακρωτήριο του Εξωμύτη έως το ακρωτήριο της Μαυρόπετρας είναι 18 χιλιόμετρα. Το πλάτος της ποικίλει από 2 έως 6 χιλιόμετρα.



Εικόνα 7.18: Ψηφιακό Μοντέλο εδάφους Σαντορίνης
 Πηγή: (Απεικόνιση: Ν. Ανδρουλακάκης - Γ. Βουγιουκαλάκης - ΙΓΜΕ)

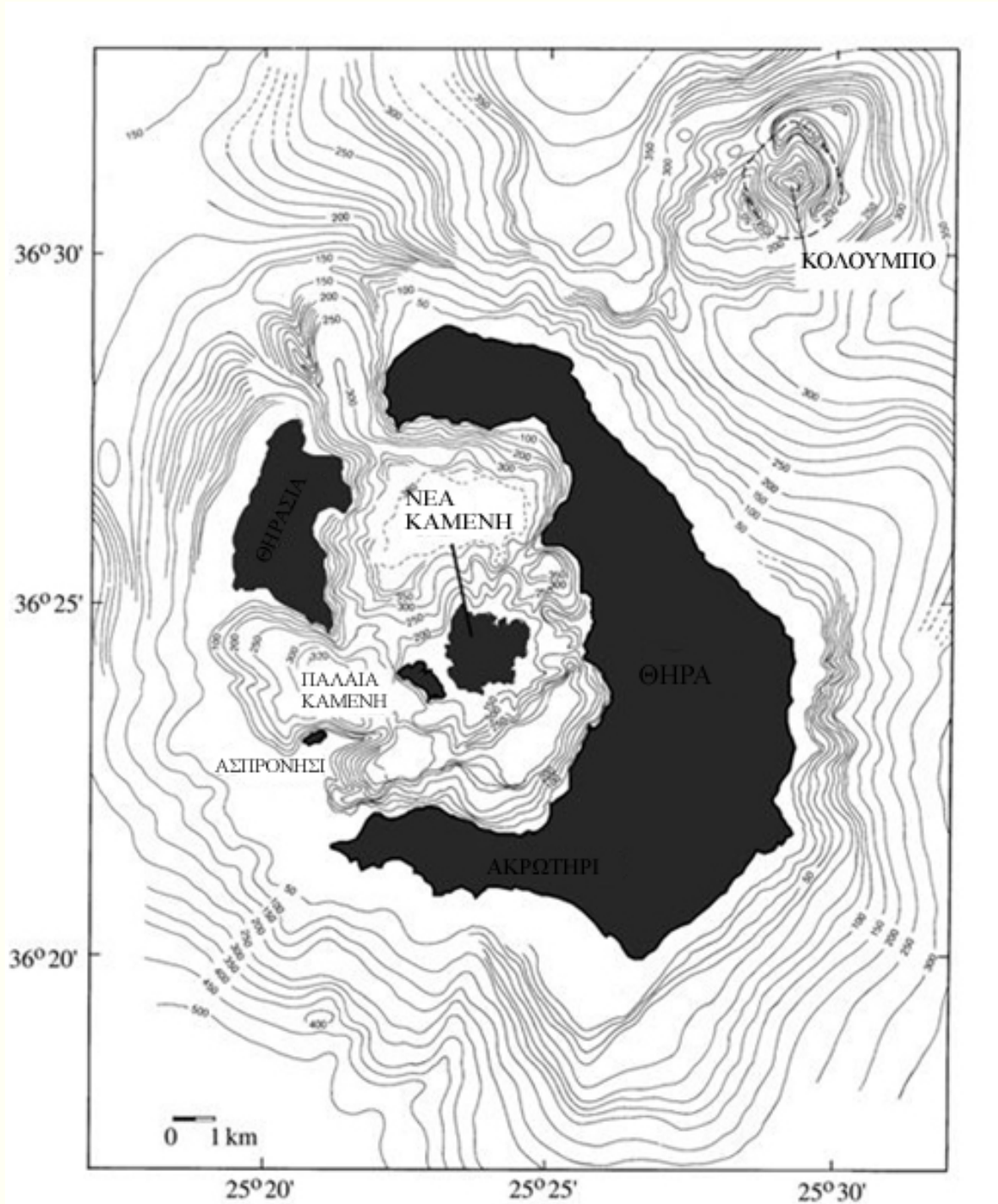
Το σχήμα της σημερινής καλντέρας άλλαξε πολλές φορές μέσα στο πέρασμα των αιώνων, εξαιτίας της απρόσκοπτης ηφαιστειακής δραστηριότητας.



Εικόνα 7.19: Τρισδιάστατη σχηματική γεωλογική τομή του ηφαιστείου της Σαντορίνης
Πηγή: <http://ismosav.santorini.net/index.php?id=378&L=1>

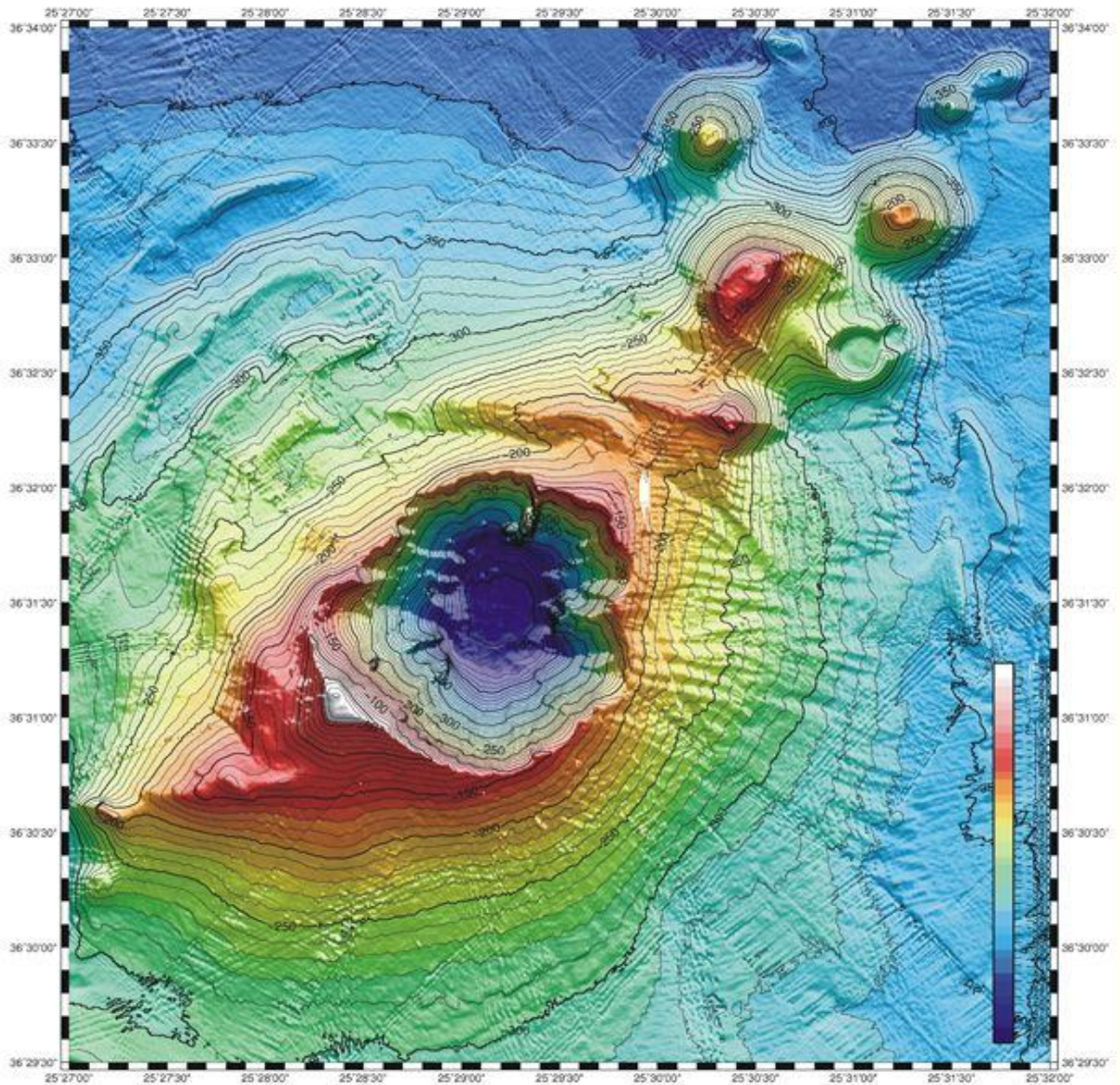
7.1.4 Κολούμπο

Εκτός από την Νέα Καμένη υπάρχει επίσης 6,5 χλμ βορειοανατολικά της Σαντορίνης ένα υποθαλάσσιο ενεργό ηφαίστειο, με το όνομα Κολούμπο.

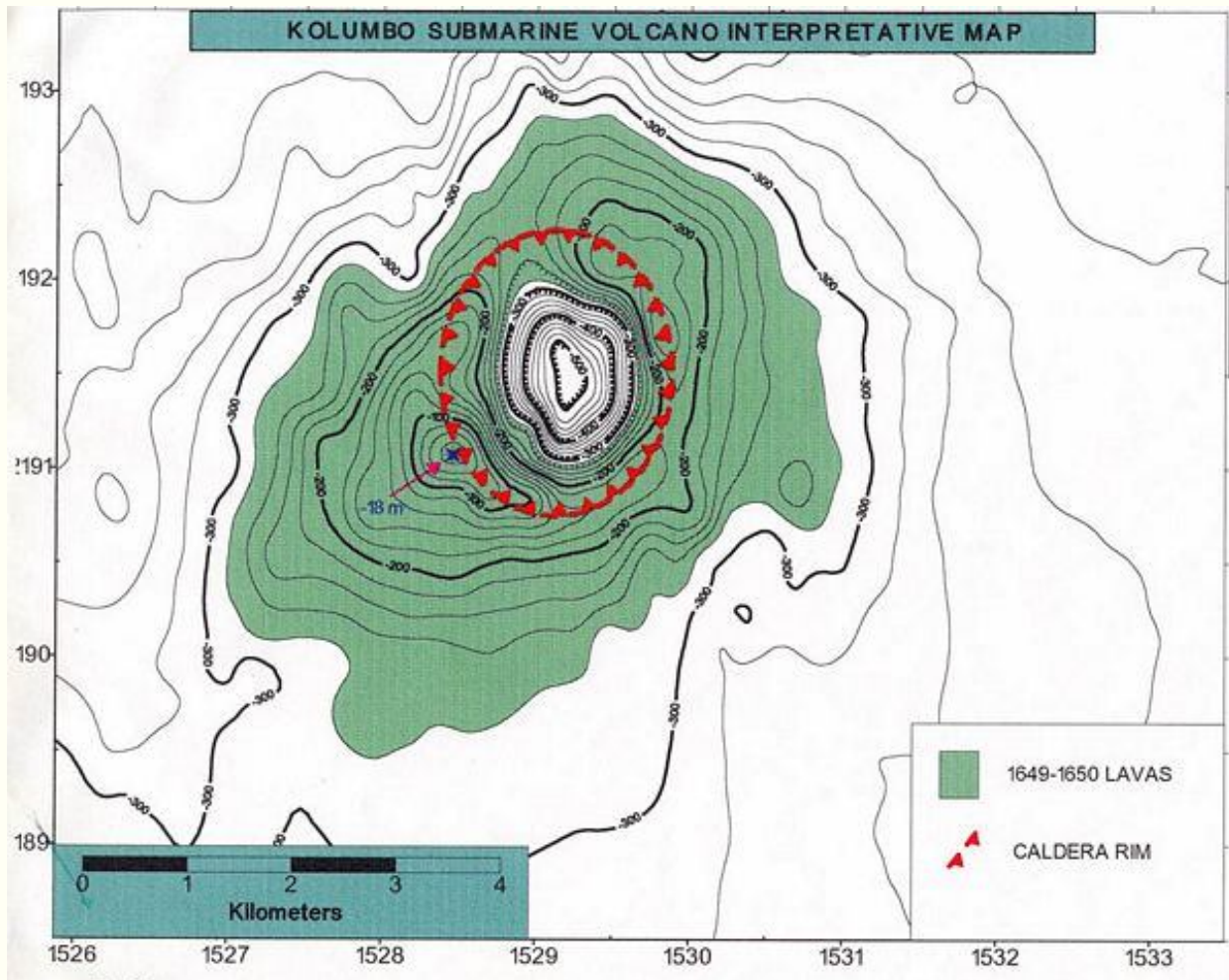


Εικόνα 7.20: Θέση υποθαλάσσιου ηφαιστείου Κολούμπο
 Πηγή : http://www.geo.auth.gr/765/6_santorini/65_kolumbo.htm

Η ανακάλυψη αυτή προήλθε από αλληπάλληλες μικροδονήσεις, εκλύσεις αερίων και παραμόρφωση του πυθμένα τις οποίες κατέγραψαν οι ερευνητές. Ο κρατήρας που έχει ύψος 470 μέτρα φτάνει τα 17 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας και ο οποίος φαίνεται δυσανάλογα μεγάλος, με διάμετρο ενάμισι χιλιόμετρο, χαρακτηρίζεται από εκλύσεις αερίων σε υψηλή θερμοκρασία περίπου 200 °C.



Εικόνα 7.21: Μορφή υποθαλάσσιου ηφαιστείου Κολούμπο
 Πηγή : http://www.geo.auth.gr/765/6_santorini/images/65/65_kolumbo_crater_600.jpg



Εικόνα 7.22: Μορφή υποθαλάσσιου ηφαιστείου Κολούμπο
 Πηγή : http://www.geo.auth.gr/765/6_santorini/images/65/65_h-fig3.jpg

Συγκεκριμένα και σύμφωνα πάντα με στοιχεία που καταγράφηκαν από ειδικά όργανα που έχουν τοποθετηθεί στο ΒΑ άκρο της Σαντορίνης, η ηφαιστειακή δραστηριότητα του υποθαλάσσιου ηφαιστείου Κολούμπο δεν σταματά ποτέ, αντιθέτως δίνει συνεχείς μικροσεισμούς έως 4 βαθμών της Κλίμακας Ρίχτερ και διαρκή μετατόπιση του πυθμένα γύρω από τον κρατήρα. Πέρα βέβαια από τον κεντρικό κρατήρα του Κολούμπο, παρατηρήθηκαν γύρω από αυτό υδροθερμικά φρεάτια, δομές σαν υποβρύχιες καμινάδες, μέσα από τις οποίες αναβλύζουν αέρια, όπως υδρόθειο και διοξείδιο του άνθρακα, με θερμοκρασία 200 βαθμών Κελσίου, ενώ κάτω από το ηφαίστειο κρύβεται ένας θάλαμος γεμάτος μάγμα, διαμέτρου περίπου 5 χιλιομέτρων. Τα φαινόμενα αυτά προκαλούνται από ρευστό διάπυρο υλικό που ανεβαίνει από αυτόν τον μαγματικό θάλαμο.

Το 1650 πραγματοποιήθηκε μια μεγάλη έκρηξη σε απόσταση 7 χιλιομέτρων βορειοανατολικά του ακρωτηρίου Κολούμπο της Σαντορίνης. Από τη λάβα και τα πυροκλαστικά προϊόντα σχηματίστηκε νησίδα που όμως καταστράφηκε σύντομα από τη δράση των θαλάσσιων κυμάτων, αφήνοντας στη θέση της έναν ύφαλο, ο οποίος ονομάζεται Κουλούμπο. Οι εκρήξεις προηγήθηκαν από σεισμούς οι οποίοι άρχισαν το

1649 και προξένησαν καταστροφές. Οι εκρήξεις κράτησαν 3 μήνες και συνοδεύτηκαν από κύματα Τσουνάμι και από ισχυρούς σεισμούς. Σκοτώθηκαν περίπου 50 άνθρωποι. Ο κώνος που σχημάτισε ο κρατήρας αυτός δεν βγήκε ποτέ πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και αποτελεί ακόμα έναν ύφαλο που βρίσκεται σε βάθος περίπου 18,5 μέτρων. Την έκρηξη την περιγράφει στο χρονικό του ο Ιησουίτης Francois Richard, αποσπάσματα του οποίου δίνονται παρακάτω:

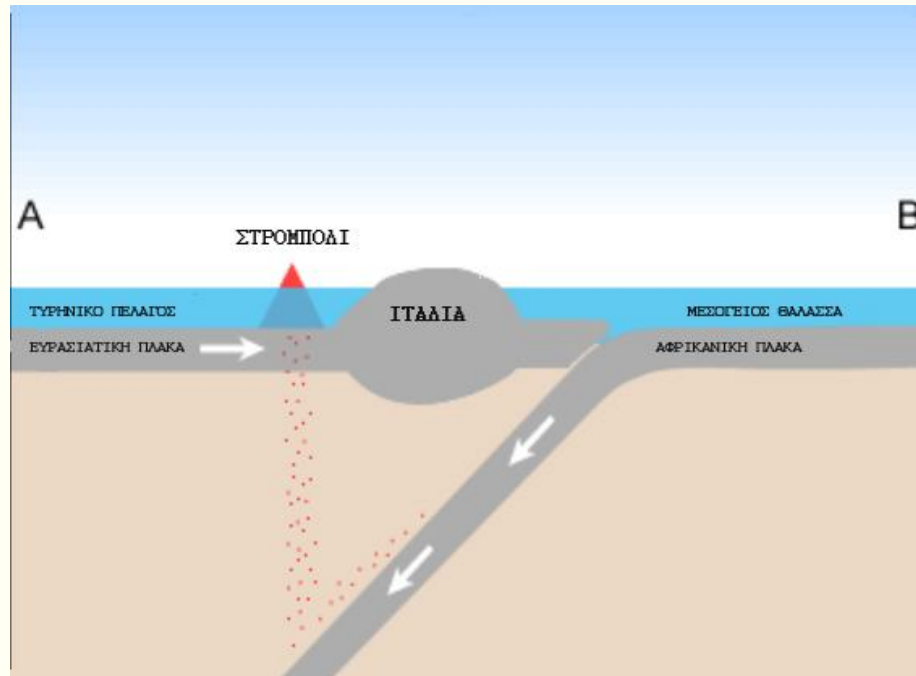
«Τη νύχτα της 27ης Σεπτεμβρίου, ένας καινούργιος πιο φοβερός σεισμός έκανε τα σπίτια να γέρνουν από εδώ και από κει, σαν κούνιες ζωρών, να σαλεύουν σαν καλάμια καθώς φυσάει ο άνεμος. Ύστερα από αυτή τη δόνηση, είδαμε να ξεπηδούν από τη θάλασσα, τέσσερα μίλια ανατολικά, ανάμεσα Άνδρο και Σαντορίνη, φλόγες τυλιγμένες με πυκνά σύννεφα. Μια καπνούρα ανέβαινε από τη φλεγόμενη άβυσσο προς τα ύψη. Ύστερα τα πυρακτωμένα σύννεφα χαμήλωσαν αφήνοντας μπόχα αβάσταχτη έτσι που θαρρούσες πως οι φλόγες έβγαιναν από την κόλαση.»

Μετά από εκτεταμένη μελέτη (λιθολογική, παλαιοντολογική και ιστορική) χρηματοδοτούμενη από την Ε.Ε. με πλαίσιο σύμβασης αριθμό EV5V-CT92-0175: Η Γένεση και οι επιπτώσεις του τσουνάμι στις ευρωπαϊκές ακτές (GITEC) είχε σαν συμπέρασμα ότι το τσουνάμι που δημιουργήθηκε από την έκρηξη του 1650 διείσδυσε σε λιγότερο από 500 μέτρα από την ακτή.

Στο τέλος του 2001 πραγματοποιήθηκε από ερευνητική ομάδα του Ε.Κ.Θ.Ε. λεπτομερής ψηφιακή αποτύπωση του υποθαλάσσιου ανάγλυφου της Σαντορίνης με το πολυδιαυλικό σύστημα multi-beam και δεκάδες πυρηνοληψίες με στόχο την ανακάλυψη νέων ηφαιστειακών κέντρων και τη λεπτομερή χαρτογράφηση των ενεργών ρηγμάτων της περιοχής. Συγκεκριμένα και σύμφωνα πάντα με στοιχεία που καταγράφηκαν από ειδικά όργανα που έχουν τοποθετηθεί στο ΒΑ άκρο της Σαντορίνης, η ηφαιστειακή δραστηριότητα του υποθαλάσσιου ηφαιστείου Κολούμπο δεν σταματά ποτέ, αντιθέτως δίνει συνεχείς μικροσεισμούς έως 4 βαθμών της Κλίμακας Ρίχτερ και διαρκή μετατόπιση του πυθμένα γύρω από τον κρατήρα.

7.2 Ηφαίστειο Στρόμπολι

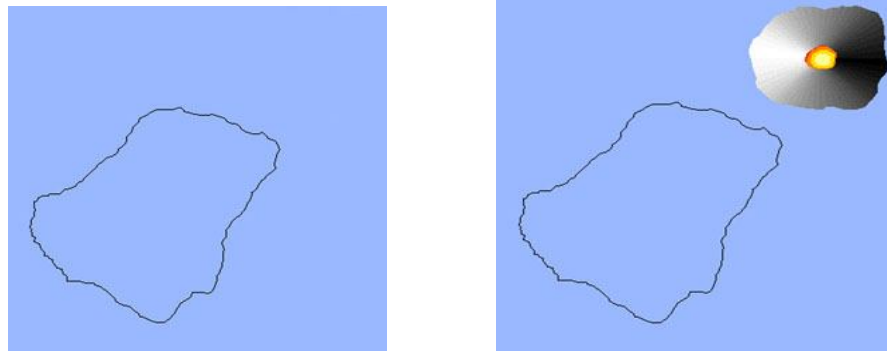
Το Στρόμπολι βρίσκεται πάνω από μια ζώνη υποβύθισης όπου η Αφρικανική και Ευρασιατική λιθосφαιρική πλάκα συγκρούονται..



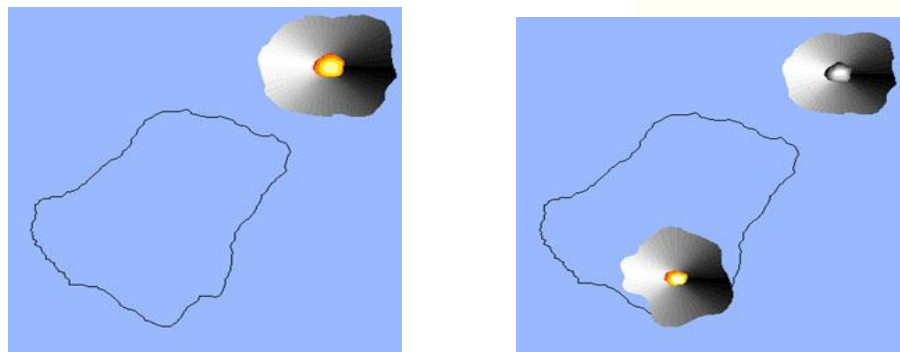
Εικόνα 7.23: Σχηματική απεικόνιση ζώνης υποβύθισης της Αφρικανικής και Ευρασιατικής λιθосφαιρικής πλάκας στην Ιταλία

Πηγή : <http://www.swisseduc.ch/stromboli/volcano/>

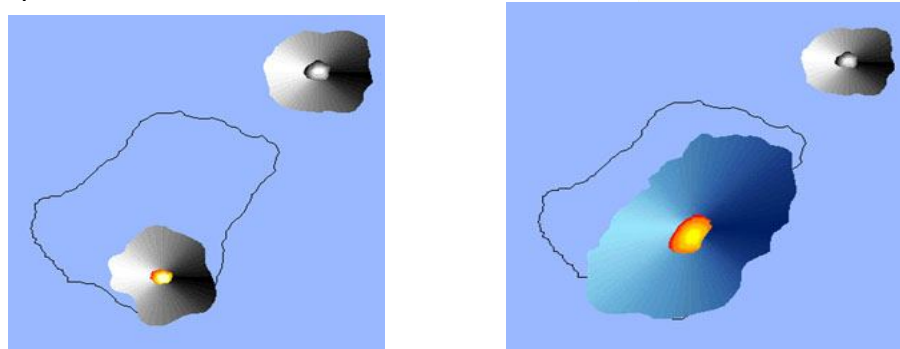
Ηφαιστειακή εξέλιξη του Ηφαιστείου Στρόμπολι



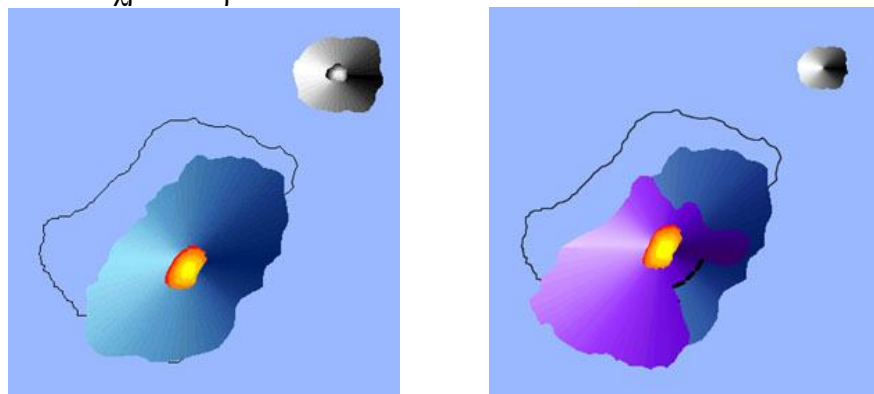
Περίπου 200'000 χρόνια πριν το Stromboli δεν είχε φτάσει ακόμη πάνω από το επίπεδο της θάλασσας. Ωστόσο ένα άλλο ηφαιστειο ήταν ενεργό το Strombolicchio.



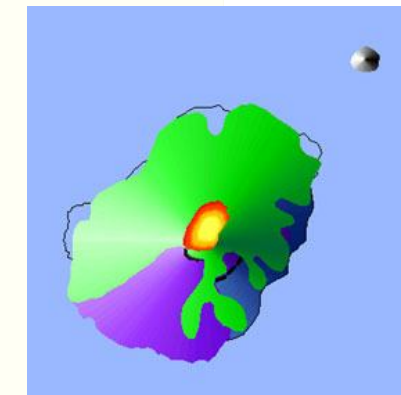
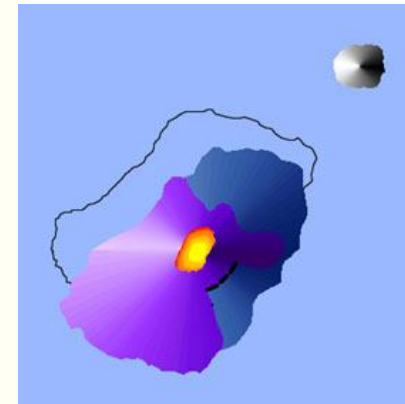
Περίπου 160.000 χρόνια το Στρόμπολι υπερβαίνει το επίπεδο της θάλασσας, στο νοτιότερο τμήμα του νησιού



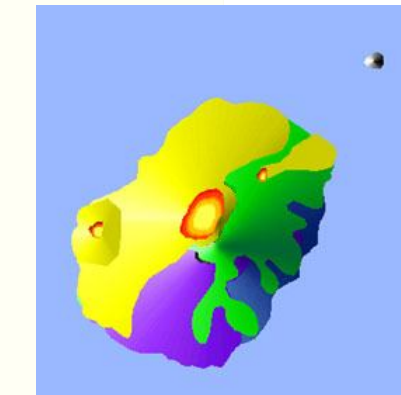
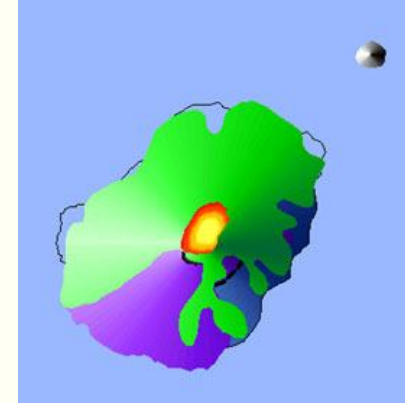
Παλαιοστρόμπολι I και II: Κύματα λάβας και πυροκλαστικές εναποθέσεις σχηματίζουν ένα stratovolcano. 156'000 χρόνια πριν



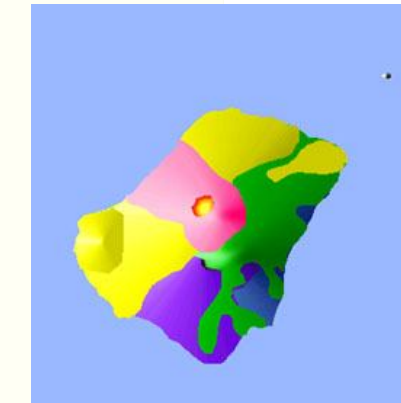
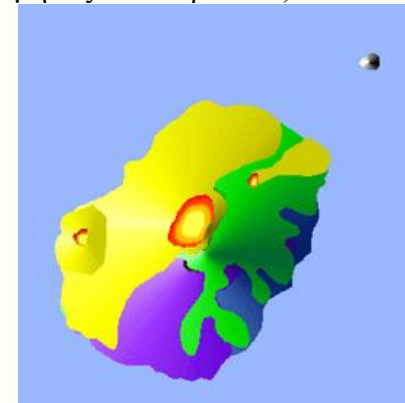
Palaeostromboli III: Το ενεργό κέντρο του μετατοπίζεται ελαφρώς προς τα βορειοδυτικά και λάβες και πυροκλαστικά προϊόντα σχηματίζουν ένα κώνο σε υψόμετρο το λιγότερο 700 μ πάνω από το επίπεδο της θάλασσας. 35000 χρόνια πριν.



Ο κώνος σκωριών φαίνεται σαν μια ακολουθία πάχους 50 μ σχηματισμένη από εναποθέσεις από λάχαρ βομβών και πυροκλαστικών ροών. Πάνω από αυτά βρίσκονται πυροκλαστικές και βασαλτικές ροές λάβας της περιόδου Vancori (26000-13000χρόνια πριν). Σε ορισμένες περιόδους υπήρξε και μια μεγάλη περιοχή κρατήρα ή ακόμα και καλδέρας. Αυτή η περίοδος τελειώνει με την κατάρρευση όλου του δυτικού και βορειοδυτικού μέρους του ηφαιστείου



Νεο-Stromboli: Βασαλτικές ροές λάβας από ένα εκρηκτικό κέντρο βόρεια της κορυφογραμμής του σημερινού Vancori δόμησαν ξανά το δυτικό και νοτιοδυτικό τμήμα του ηφαιστείου (13800 έως 5600 χρόνια πριν περίπου). Επιπλέον εκρηκτικά κέντρα οδήγησαν στο σχηματισμό μιας μικρής ασπίδας (την Timrone del Fuoco) στην Ginostra και ροές λάβας στο San Bartolo (φαίνονται σαν μαύροι βράχοι κατά μήκος των παραλίων) και στο San Vincenzo



Μεταξύ 10000 και 5000 ετών η βορειοδυτική πλαγιά του Στρόμπολι κατέρρευσε ξανά. Η κατολίσθηση άφησε πίσω μια πεταλοειδή υποβάθμιση και οι εναποθέσεις της εντοπίζονται στη θάλασσα βορειοδυτικά του νησιού σε βάθος 2000 μ. Πυροκλαστικά υλικά και ροές λάβας αναδημιουργούν αυτό το τμήμα του ηφαιστείου και επίσης καλύπτουν την περιοχή του Pizzo. Πρόσφατες εναποθέσεις στάχτης βρίσκονται επίσης σε όλες τις περιοχές υποβάθμισης στα νότια και ανατολικά (Rina Grande) και στη βορειοανατολική πλευρά του Στρόμπολι.

Εικόνες 7.24 – 7.36: Ιστορική εξέλιξη του Στρόμπολι
Πηγή: <http://www.swisseduc.ch/stromboli/volcano/>

8. Παρούσα κατάσταση

8.1 Σαντορίνη - Γενικά στατιστικά στοιχεία

Την δεκαετία 1961-1971 στο νησί παρουσιάστηκε σημαντική πληθυσμιακή μείωση. Εκείνη την εποχή επικρατούσαν αντίξοες κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες, ενώ είχε προηγηθεί και ο μεγάλος σεισμός το 1956 που προκάλεσε σοβαρές ζημιές σε οικισμούς καθώς και θανάτους ανθρώπων με αποτέλεσμα να παρουσιαστεί μετανάστευση πληθυσμού (Δανέζης, 1971, Ρούσσος, 1972). Από το 1971 όμως κι έπειτα ο πληθυσμός του νησιού συνεχώς αυξάνεται. Την τελευταία δεκαετία (1991-2001) παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη αύξηση (41,8%, περίπου 3.669 άτομα). Ο πληθυσμός της Σαντορίνης παρουσίασε άνοδο κατά την τελευταία δεκαετία με βάση τα στοιχεία της Ε.Σ.Υ.Ε. της τάξης του 29%.

Πίνακας 8.1: Πληθυσμιακά στοιχεία Σαντορίνης

Απογραφή	Πληθυσμός Σαντορίνης	Μεταβολή
1961	7751	
1971	6196	-20%
1981	7083	+14,3%
1991	8795	+23,8%
2001	12453	+41,8%

Πηγή: NAMA κ.α., 1998 & www.statistics.gr



Εικόνα 8.1: Διαχρονική εξέλιξη πληθυσμού Σαντορίνης από το 1960 έως το 2010

Σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2001 από την στατιστική υπηρεσία παρατηρείται σημαντική αύξηση του πληθυσμού. Οι μόνιμοι κάτοικοι στον δήμο Θήρας ανέρχονταν στους 12453, ενώ αντίστοιχα στην απογραφή του 1991 οι μόνιμοι κάτοικοι ήταν 8795. Επίσης στην

κοινότητα της Οίας για το 2001 καταγράφονται συνολικά 1272 μόνιμοι κάτοικοι ενώ αντίστοιχα το 1991, 813. Η συνολική αύξηση του πληθυσμού στο νησί αγγίζει το 30%.

Πίνακας 8.2

	ΔΗΜΟΣ ΘΗΡΑΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΟΙΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ
ΚΑΤΟΙΚΟΙ 1991	8.795	813	9.608
ΚΑΤΟΙΚΟΙ 2001	12.453	1.272	13.725

Πηγή: ΕΣΥΕ

Πίνακας 8.3

	Πληθυσμός 1991	Πληθυσμός 2001	Ποσοστιαία Αύξηση
Δήμος Θήρας	8.795	12.453	29.3%
Κοινότητα Οίας	813	1.272	36.1%
Σύνολο	9.608	13.725	29.9%

Πηγή: ΕΣΥΕ

Στην απογραφή αναφέρεται ο πραγματικός πληθυσμός (όσοι βρέθηκαν στο συγκεκριμένο τόπο κατά τη στιγμή της απογραφής) και ο μόνιμος πληθυσμός (εκεί που ο καθένας έχει τη μόνιμη κατοικία του). Αναλυτικότερα η καταγραφή του πληθυσμού στους οικισμούς του νησιού κατά τις απογραφές του 1991 και του 2001 φαίνονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 8.4: Πληθυσμιακά στοιχεία του Δήμου Θήρας

	Μόνιμος πληθυσμός		Πραγματικός πληθυσμός	
	2001	1991	2001	1991
ΔΗΜΟΣ ΘΗΡΑΣ	12.453	8.795	12.440	8.771
<i>Δ.Δ. Θήρας</i>	<i>2.353</i>	<i>1.765</i>	<i>2.291</i>	<i>1.629</i>
Θήρα	2.164	1.647	2.113	1.524
Έξω Γιαλός (Δ.Δ.Θήρας)	57	18	57	18
Έξω Κατοικίες	19	15	19	15
Μέσα Κατοικίες	102	67	102	68
Όρμος Φηρών	11	17	0	3
Παλαιά Καμένη	0	1	0	1
<i>Δ.Δ. Ακρωτηρίου</i>	<i>419</i>	<i>335</i>	<i>450</i>	<i>333</i>
Ακρωτήριο	419	335	450	333
<i>Δ.Δ. Βόθωνος</i>	<i>676</i>	<i>426</i>	<i>671</i>	<i>436</i>
Βόθων	609	415	605	423

ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ ΚΑΙ ΤΟ ΣΤΡΟΜΠΟΛΙ

Αγία Παρασκευή	67	11	66	13
<i>Δ.Δ.Βουρβούλου</i>	464	340	475	340
Βουρβούλος	464	340	475	340
<i>Δ.Δ.Εμπορείου</i>	2.450	1.808	2.465	1.847
Εμπορείον	1.775	1.362	1.773	1.365
Άγιος Γεώργιος	65	54	68	59
Εξωμύτης	132	37	151	37
Πέρισσα	478	355	473	386
<i>Δ.Δ.Έξω Γωνιάς</i>	370	221	375	226
Έξω Γωνιά	326	218	331	221
Περιβόλια	44	3	44	5
<i>Δ.Δ.Επισκοπής Γωνιάς</i>	1.459	902	1.430	904
Επισκοπή Γωνιάς	80	72	79	55
Καμάριον	1.379	830	1.351	849
<i>Δ.Δ.Ημεροβιγλίου</i>	500	410	503	412
Ημεροβίγλιον	464	407	467	409
Παναγία Καλού	36	3	36	3
<i>Δ.Δ.Καρτεράδου</i>	1.110	703	1.108	709
Καρτεράδος	1.090	684	1.089	687
ΈξωΓιαλός(Δ.Δ.Καρτεράδου)	20	19	19	22
<i>Δ.Δ.Μεγαλοχωρίου</i>	457	329	460	335
Μεγαλοχώριον	457	329	460	335
<i>Δ.Δ.Μεσαριάς</i>	1.461	974	1.480	982
Μεσαριά	1.089	730	1.075	735
Μονόλιθος	372	244	405	247
<i>Δ.Δ.Πύργου Καλλίστης</i>	734	582	732	618
Πύργος Καλλίστης	734	567	732	582
Μονή Προφήτου Ηλιού	0	7	0	7
Όρμος Αθηνιός	0	8	0	29

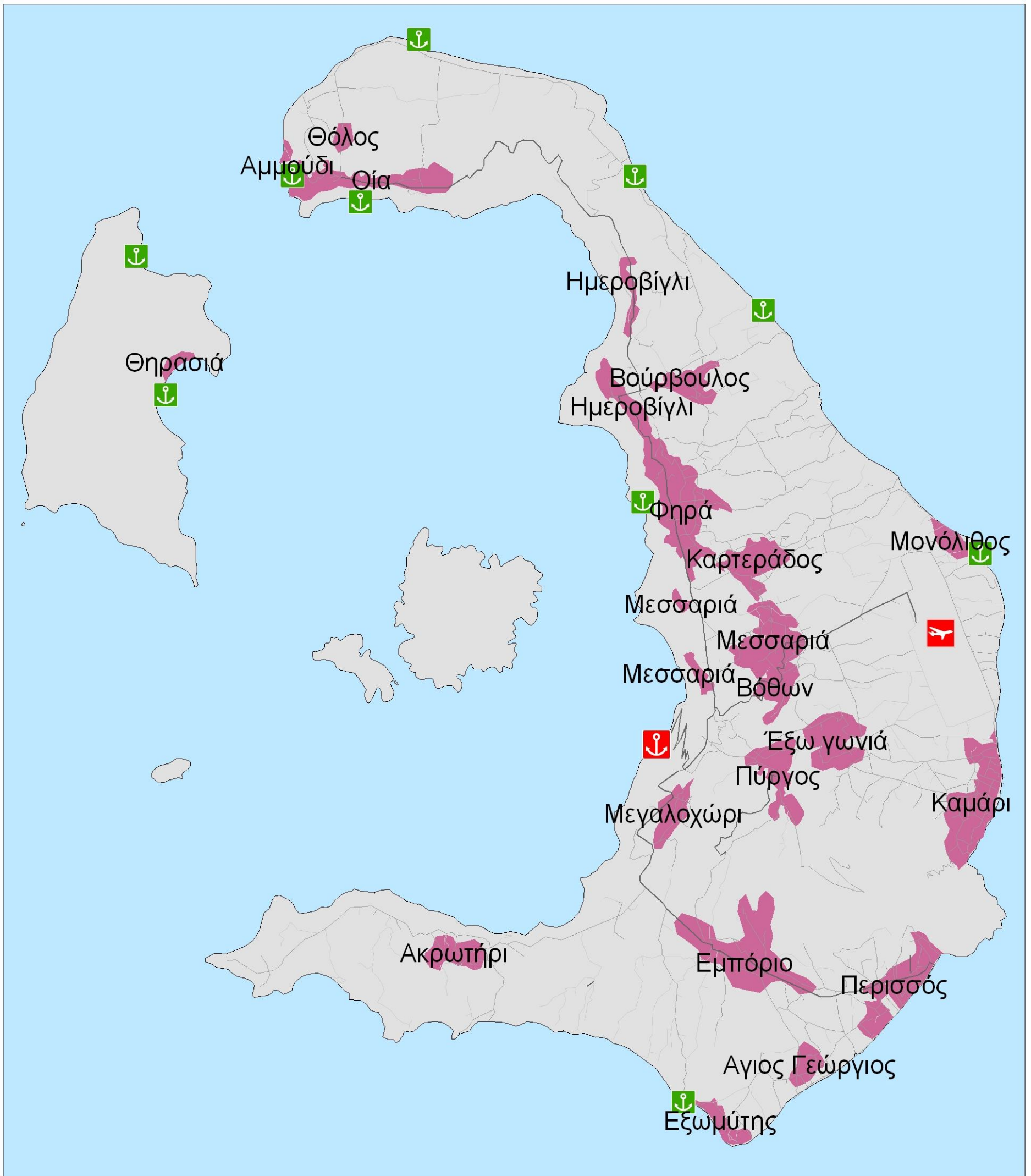
Πηγή: ΕΣΥΕ

Πίνακας 8.5: Πληθυσμιακά στοιχεία Κοινότητας Οίας

ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΟΙΑΣ	1.272	813	1.230	822
<i>Κ.Δ.Οίας</i>	994	569	962	589
Οία	796	426	763	439
Θόλος	64	35	64	35
Κολούμπος	20	0	23	0
Όρμος Αμμουδιού	7	0	7	0
Όρμος Αρμένης	3	1	7	1
Παράδεισος	48	8	48	8
Φοινικιά	56	99	50	106
<i>Κ.Δ.Θηρασίας</i>	278	244	268	233
Θηρασία	158	153	147	142
Αγία Ειρήνη	86	8	89	8
Αγριλιά	2	0	0	0
Όρμος Κόρφου	2	0	2	0
Ποταμός	30	83	30	83

Πηγή: ΕΣΥΕ

ΕΙΚΟΝΑ 8.2. - ΚΥΡΙΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ, ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ, ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ-ΛΙΜΑΝΙΑ-ΜΑΡΙΝΕΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Κατηγορία



αεροδρομιο



κυριο λιμανι



μαρινα

Οδικό Δίκτυο

A τάξης

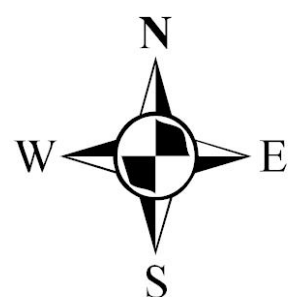
B τάξης

Γ τάξης

Κύριοι Οικισμοί

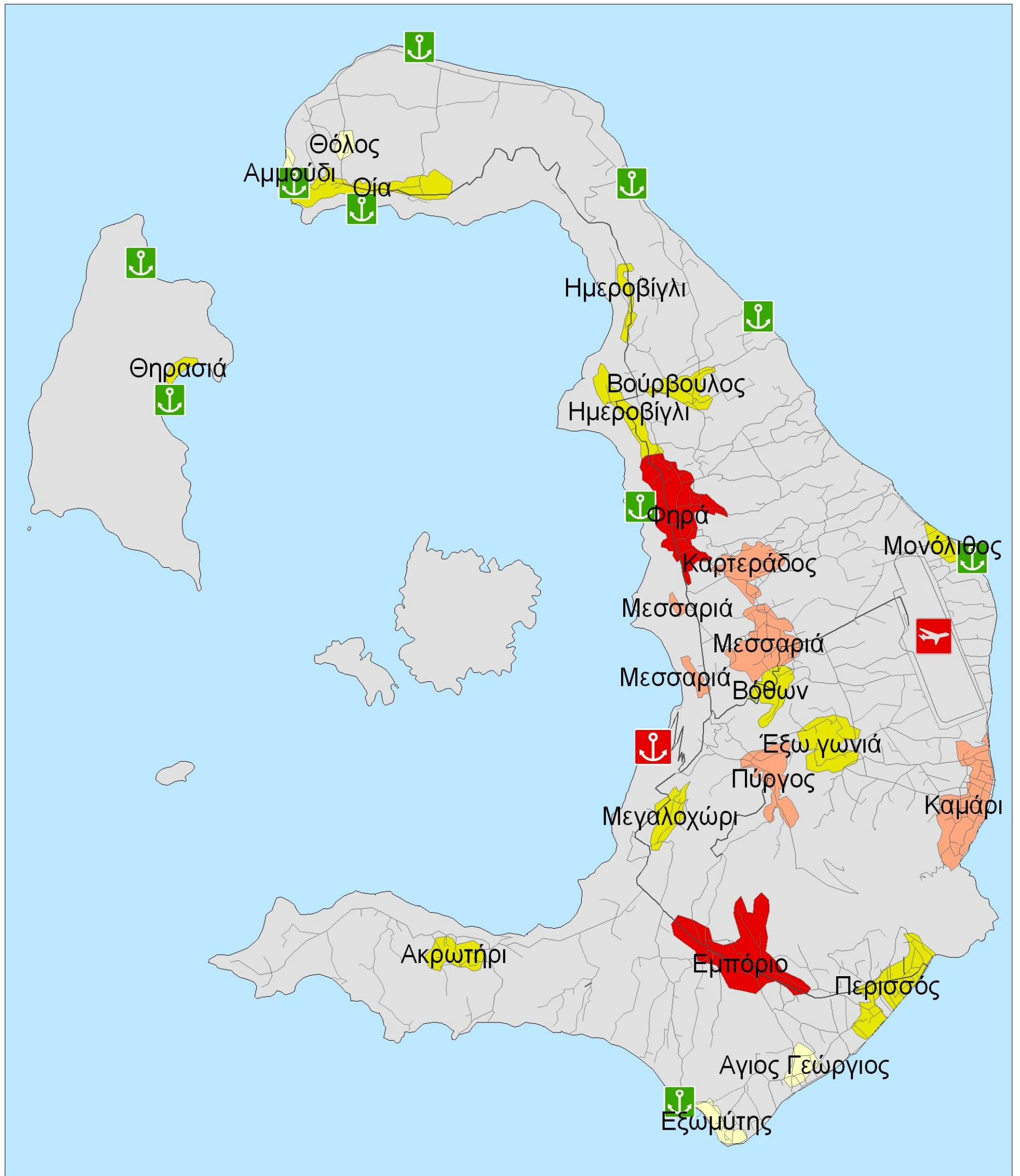


Κύριοι Οικισμοί



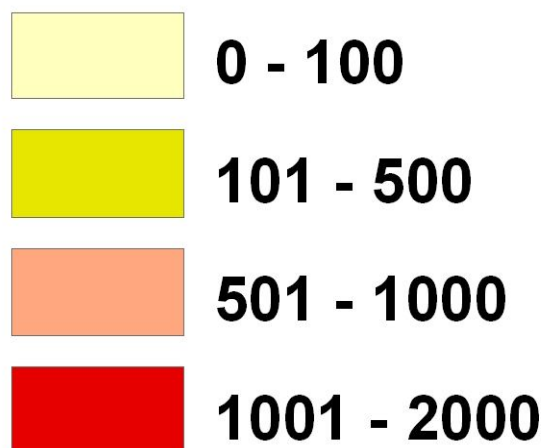
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:60.000

ΕΙΚΟΝΑ 8.3 - ΜΟΝΙΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1991 ΣΕ ΑΤΟΜΑ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΜΟΝΙΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1991



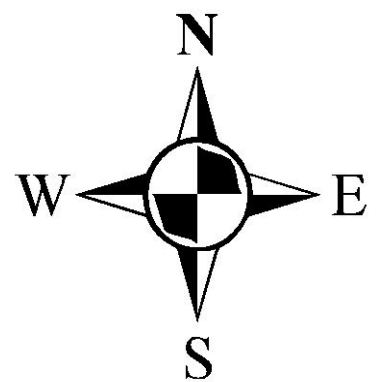
Αεροδρόμιο



Κύριο λιμάνι

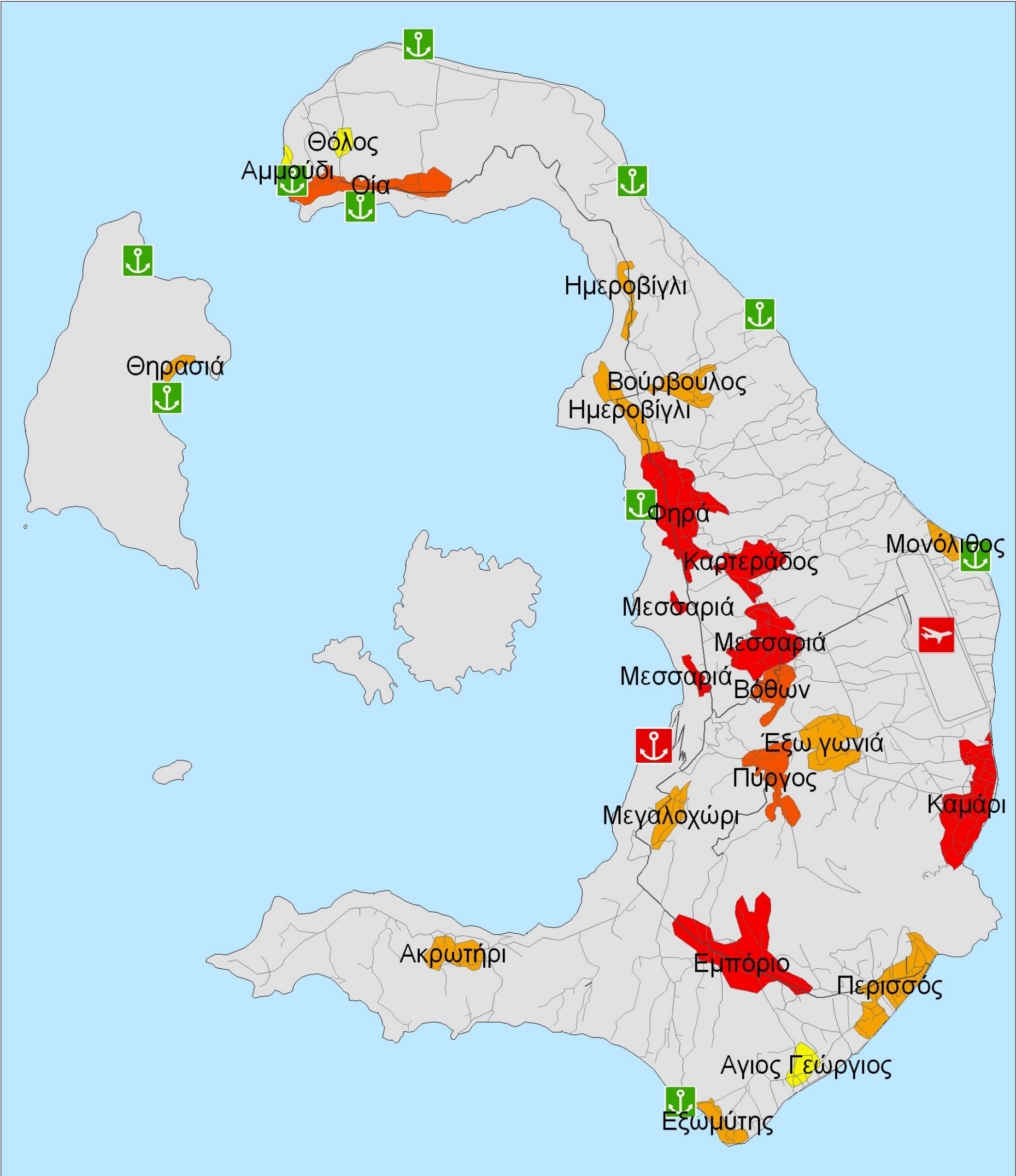


Μαρίνα



ΚΛΙΜΑΚΑ 1:60.000

ΕΙΚΟΝΑ 8.4- ΜΟΝΙΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2001 ΣΕ ΑΤΟΜΑ

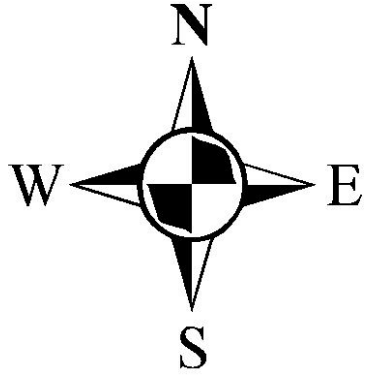


ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΜΟΝΙΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 201

- 7 - 100
- 101 - 500
- 501 - 1000
- 1001 - 2200

- ✈ Αεροδρόμιο
- ⚓ Κύριο λιμάνι
- ⚓ Μαρίνα



ΚΛΙΜΑΚΑ 1:60.000

Με τη βοήθεια του προγράμματος ArcMap και της ψηφιοποιημένης πληροφορίας της έκτασης των οικισμών από τις δορυφορικές εικόνες του Google Earth μπορούν να υπολογιστούν ως δείκτες η πυκνότητα του πληθυσμού στους κύριους οικισμούς του νησιού, διαιρώντας τον πληθυσμό του οικισμού με την έκταση που καταλαμβάνει και πολλαπλασιάζοντας επί 1000.

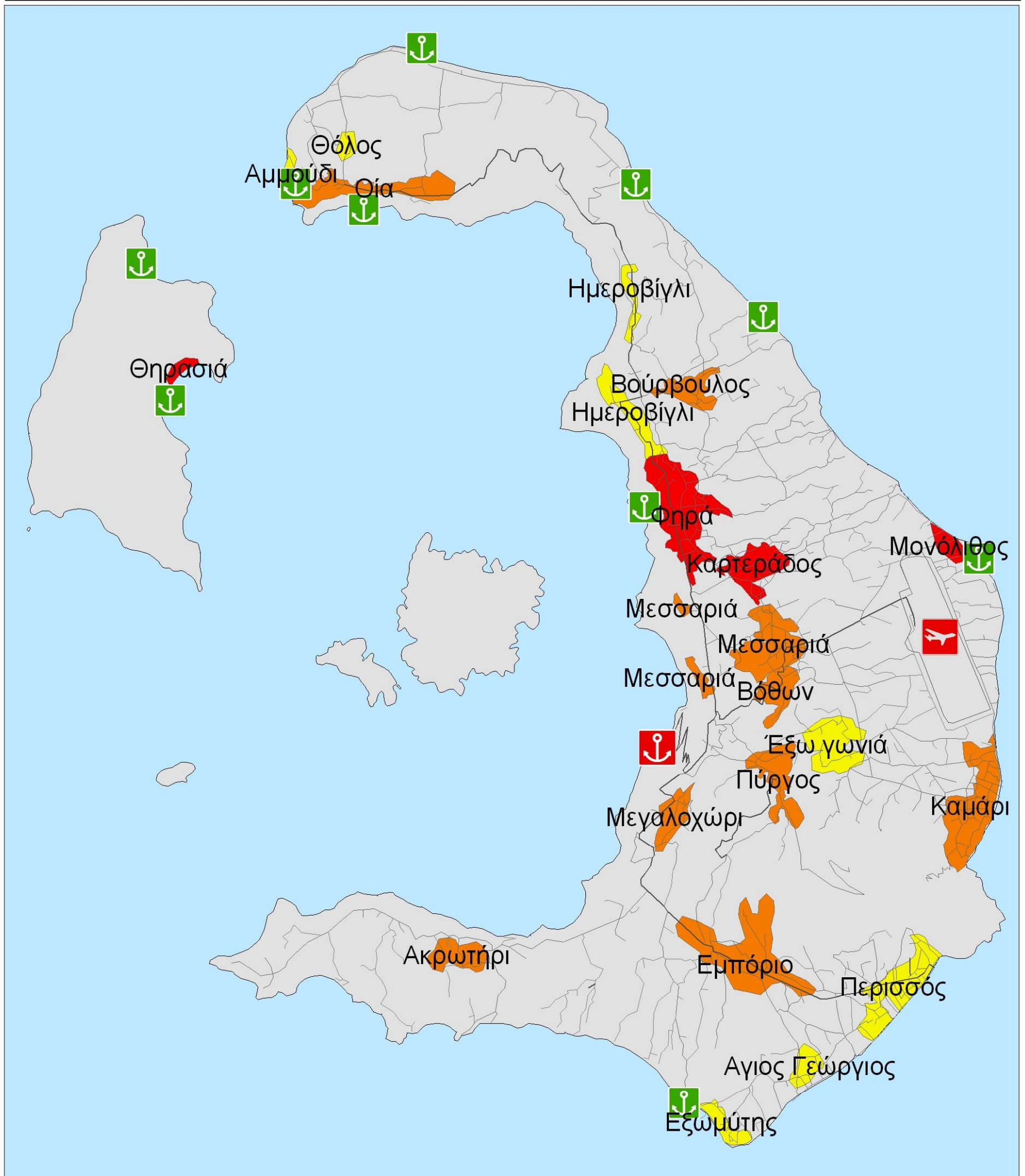
Οι τιμές της πυκνότητας του πληθυσμού φαίνονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 8.6 : Πυκνότητα πληθυσμού Σαντορίνης

Οικισμοί	Επιφάνεια μ ²	Πληθυσμός 2001	Πληθυσμός 1991	Πυκνότητα πληθυσμού 2001	Πυκνότητα Πληθυσμού 1991
Άγιος Γεώργιος	196767	65	54	0,33	0,27
Εξωμύτης	215998	132	37	0,61	0,17
Ακροτήρι	320183	419	335	1,31	1,05
Μεγαλοχώρι	286553	457	329	1,89	1,36
Πύργος	472941	734	582	1,55	1,23
Έξω γωνιά	569973	370	221	0,65	0,39
Βόθων	315161	609	415	1,93	1,32
Μεσσαριά	852025	1461	974	1,71	1,14
Κατεράδος	464723	1110	703	2,39	1,51
Μονόλιθος	170278	372	244	2,18	1,43
Θόλος	95894	64	35	0,67	0,36
Αμμούδι	37016	7	0	0,19	0,00
Εμπόριο	1249083	1775	1362	1,42	1,09
Θηρασιά	87604	278	244	3,17	2,78
Ημεροβίγλι	506246	500	410	0,99	0,81
Φηρά	1032374	2164	1647	2,10	1,59
Βούρβουλος	305614	464	340	1,52	1,11
Οία	682218	796	426	1,17	0,62
Καμάρι	916349	1379	830	1,50	0,90
Περισσός	685349	478	355	0,70	0,52

Σύμφωνα με τις πυκνότητες του πληθυσμού προκύπτουν οι παρακάτω εικόνες:

ΕΙΚΟΝΑ 8.5- ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΜΟΝΙΜΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ 2001



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ
ΜΟΝΙΜΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ



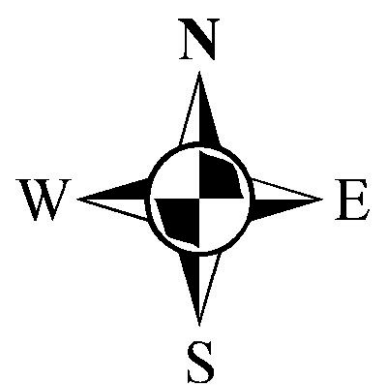
Αεροδρόμιο



Κύριο λιμάνι



Μαρίνα



ΚΛΙΜΑΚΑ 1:60.000

Το σύνολο των αφίξεων στην νήσο Θήρα για το 2006 που κατεγράφησαν από την ΕΣΥΕ σε όλων των ειδών τα καταλύματα (ξενοδοχεία και camping) ήταν 36.591, και οι διανυκτερεύσεις 129.983.

Επίσης το 2006 εκδόθηκαν 270 επιπλέον νέες άδειες ανοικοδόμησης, ενώ το 2005 εκδόθηκαν 248 νέες άδειες, που για τα 2 αυτά χρόνια αντιστοιχούν σε άδειες οικοδόμησης με συνολική επιφάνεια 136.216 μ².

Ειδικότερα για το έτος 2007 από τον Ελληνικό Οργανισμό Τουρισμού κατεγράφησαν για την Σαντορίνη 192.031 αφίξεις με αναλογικό ποσοστό σε σχέση με τον ελλαδικό χώρο στο 2.4%.

Πίνακας 8.7 : Κίνηση Πληθυσμού

	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΦΙΞΕΙΣ 2006	36.591
ΔΙΑΝΥΚΤΕΡΕΥΣΕΙΣ 2006	129.983
ΑΦΙΞΕΙΣ 2007 (ΠΗΓΗ ΕΟΤ)	192.031
ΑΦΙΞΕΙΣ 2010 (ΠΗΓΗ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ)	118.051

Περισσότερες στατιστικές πληροφορίες δεν εντοπίστηκαν όσον αφορά την αύξηση του πληθυσμού την περίοδο αιχμής για τα τελευταία χρόνια, άλλα βρέθηκε ότι το 1996 ο μόνιμος πληθυσμός της Θήρας ήταν 10.680 άτομα, ο εποχιακός πληθυσμός 47.220 και ο συνολικός (μόνιμος & εποχιακός) 57.900 άτομα. Αντίστοιχα το 1998, ο μόνιμος πληθυσμός της Θήρας ήταν 11.200 άτομα, ο εποχιακός πληθυσμός 49.806 και ο συνολικός 61.006 άτομα. Δηλαδή την περίοδο 15 έως 25 Αυγούστου, όπου και παρατηρείται ο πληθυσμός αιχμής, η Σαντορίνη φιλοξένησε περίπου 4,5 φορές τον πληθυσμό της σε τουρίστες (Δρόσου, 2004).

Πίνακας 8.8: Διακίνηση Πληθυσμού

Έτος	Σαντορίνη	Θηρασιά	Διερχόμενοι	Σύνολο	Συνολικός Πληθυσμός	Μεταβολή Συνολικού Πληθυσμού
1996	37.320	400	9.500	47.220	57.900	
1998	38.813	448	10.545	49.806	61.006	+5,4%

Πηγή: NAMA κ.α., 1998

Γενικότερα ο αριθμός των επισκεπτών τους καλοκαιρινούς μήνες εκτιμάται από ανεπίσημες πηγές ότι αγγίζει τους 150.000.

Γενικά, η οικονομία του νησιού στηρίζεται στους παρακάτω τομείς:

- Γεωργία - Αλιεία
- Μεταποίηση
- Υπηρεσίες
- Υποδομή – Κατασκευές

Όλοι οι παραπάνω τομείς, όμως, λειτουργούν για να εξυπηρετήσουν τον βασικό οικονομικό τομέα του νησιού, τον τουρισμό.

Με βάση στοιχεία του 2004 από την ΕΣΥΕ η άμεση απασχόληση σε σχετικές με τον τουρισμό δραστηριότητες υπολογιζόταν σε 1.400 άτομα κατά τη θερινή περίοδο, με επιπλέον 1.800 άτομα που απασχολούνται σε παρεμφερείς δραστηριότητες. Συνεπώς συνολικά 3.200 άτομα επί συνολικής απασχόλησης 5.200 ατόμων στο νησί, ποσοστό δηλαδή 60% του οικονομικά ενεργού πληθυσμού. Αναφορικά με τις επιχειρήσεις το 83% των δραστηριοτήτων του νησιού, δηλαδή περίπου 3.300 επιχειρήσεις, είναι άμεσα ή έμμεσα συνδεδεμένες με τον τουρισμό.



Εικόνα 8.6: Ποσοστά απασχόλησης πληθυσμού

Όσον αφορά οι διαθέσιμες εκτάσεις προς καλλιέργεια ανέρχονται σύμφωνα με τα εκτιμώμενα στοιχεία από τις δορυφορικές εικόνες στα 32.5 km² περίπου.

Όπως κάθε κυκλαδίτικο νησί, το πρόβλημα δόμησης είναι και στη Σαντορίνη εμφανές. Η ιδιόμορφη γεωλογία, η τουριστική παρουσία έντονη και το μέγεθος του νησιού μικρό. Όλα αυτά συνηγορούν σε μία οικιστική στενότητα. Ενώ τα όρια των οικισμών παλαιότερα ήταν ευκρινή, τώρα οι οικιστικές επεκτάσεις έχουν δώσει μία συνεχόμενη λευκή γραμμή κατά μήκος της καλδέρας. Μετά τον μερικό κορεσμό της καλδέρας, οι επεκτάσεις άρχισαν και στην ενδοχώρα, όπου γεωργικές εκτάσεις γης δίνουν τη θέση τους σε κατοικίες, ενοικιαζόμενα δωμάτια και ξενοδοχεία.

Η εκτιμώμενη έκταση που καταλαμβάνουν οι οικισμοί στην Σαντορίνη είναι περίπου 9.5 Km², ενώ τα χέρσα εδάφη στα 37,19 Km².

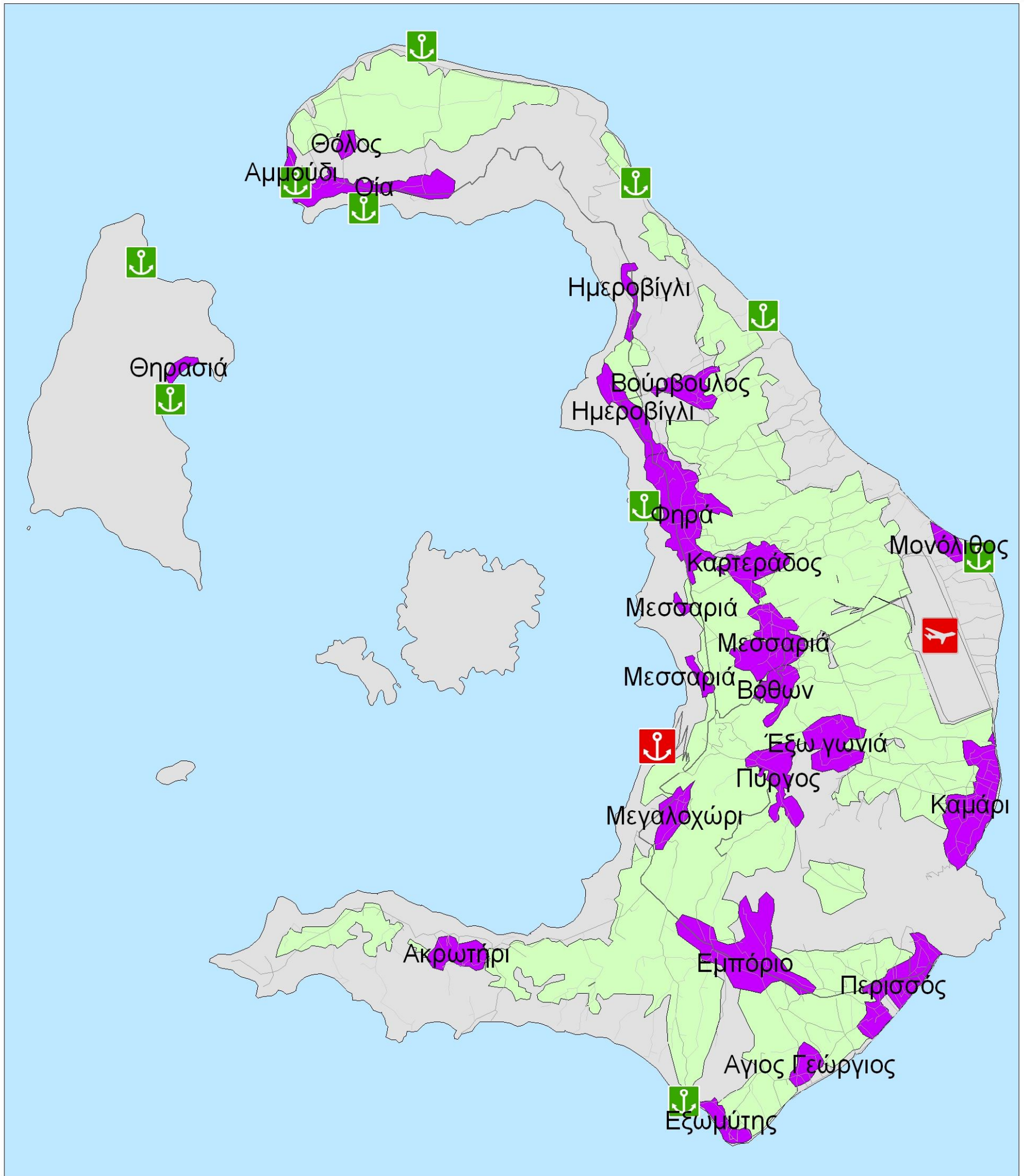
Πίνακας 8.9: Εκτιμώμενες Χρήσεις γης

	Χρήσεις Γης(Km ²)	Ποσοστό %
Καλλιεργούμενες εκτάσεις	32,50	41%
Οικισμοί	9,50	12%
Χέρσα εδάφη	37,19	47%



Εικόνα 8.7 : Εκτιμώμενες χρήσεις γης

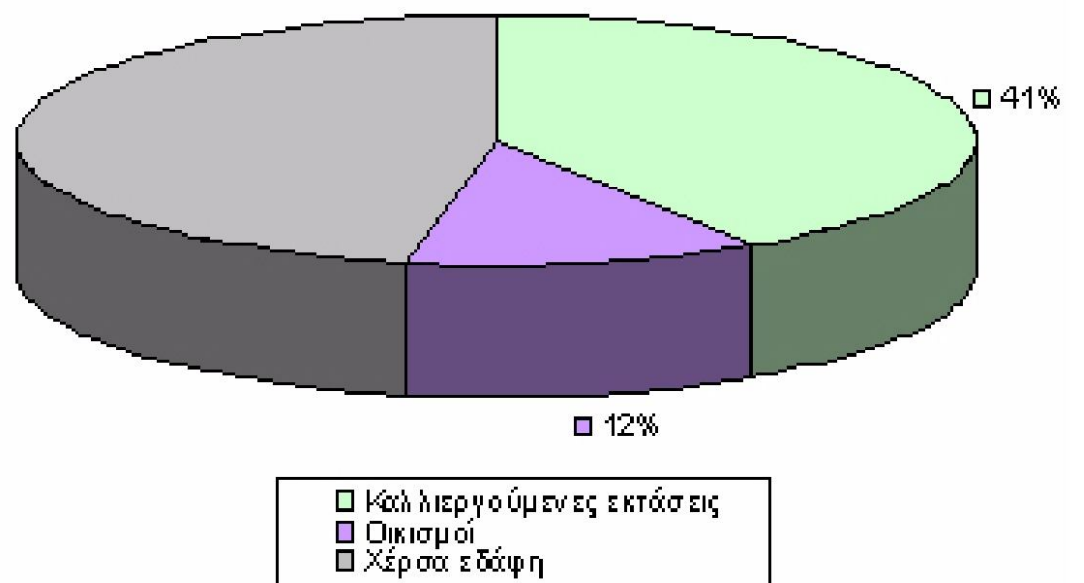
ΕΙΚΟΝΑ 8.8 - ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

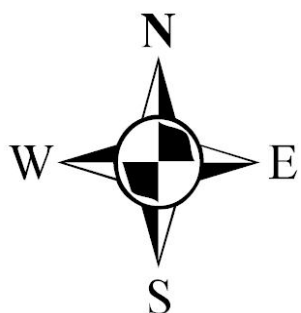
- Οικισμοί
- Καλλιεργήσιμες εκτάσεις □ 47%
- Χέρσα Εδάφη

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ



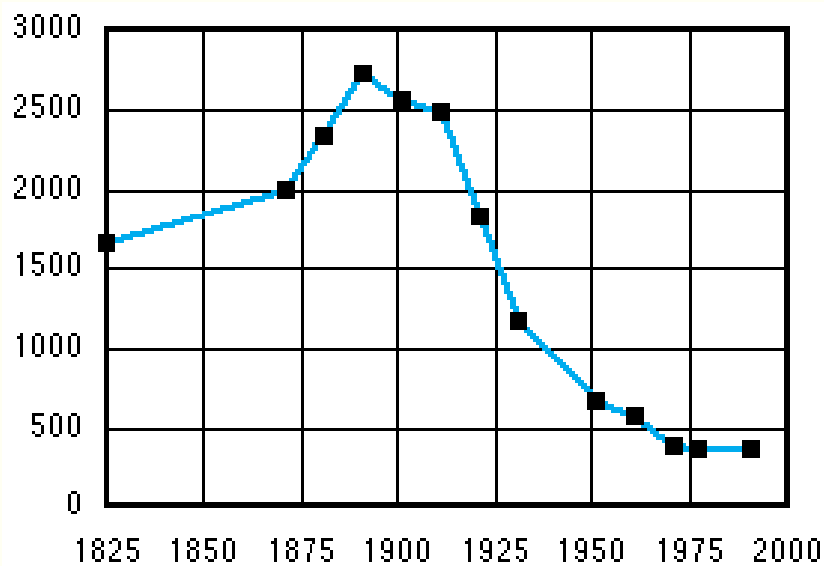
ΚΛΙΜΑΚΑ

1:60.000



8.2 Στρόμπολι

Το χωριό Στρόμπολι έχει περίπου 350-400 κατοίκους ενώ η Ginostra στα νοτιοδυτικά του νησιού έχει μόνο 30 με τάσεις εγκατάλειψης. Η Ginostra έχει ένα από τα πιο μικρά λιμάνια του κόσμου επιτρέποντας μόνο σε μικρά ψαροκάικα να αγκυροβολούν, ενώ τα μεγαλύτερα πλοία ή υδροφόρες σταματούν 200 με 300 μέτρα από την ακτή και οι επιβάτες οδηγούνται στην ακτή με ξύλινες βάρκες. Ο πληθυσμός του νησιού έχει μειωθεί πολύ τα τελευταία 100 χρόνια. Το 1910 το νησί είχε περίπου 2500 κατοίκους αλλά οι δυο μεγάλες εκρήξεις που ακολούθησαν προκάλεσαν εκτεταμένες ζημιές και αρκετές απώλειες έτσι αρκετοί εγκατέλειψαν το νησί. Το 1931 οι κάτοικοι μειώθηκαν στους 1200 ενώ μετά από 20 χρόνια μειώθηκαν ακόμα περισσότερο στους 660. Το 1971 έμειναν μόνο 380 κάτοικοι. Εκτός του ηφαιστειακού κινδύνου ο κύριος λόγος εγκατάλειψης του χωριού είναι το χαμηλό βιοτικό επίπεδο γεγονός που παρατηρείται σε όλα τα Αιόλια νησιά. Από τις αρχές της δεκαετίας του '50 υπήρξε σταδιακή αύξηση των τουριστών στο νησί με αρκετούς να στρέφουν το ενδιαφέρον τους προς το ηφάιστειο.



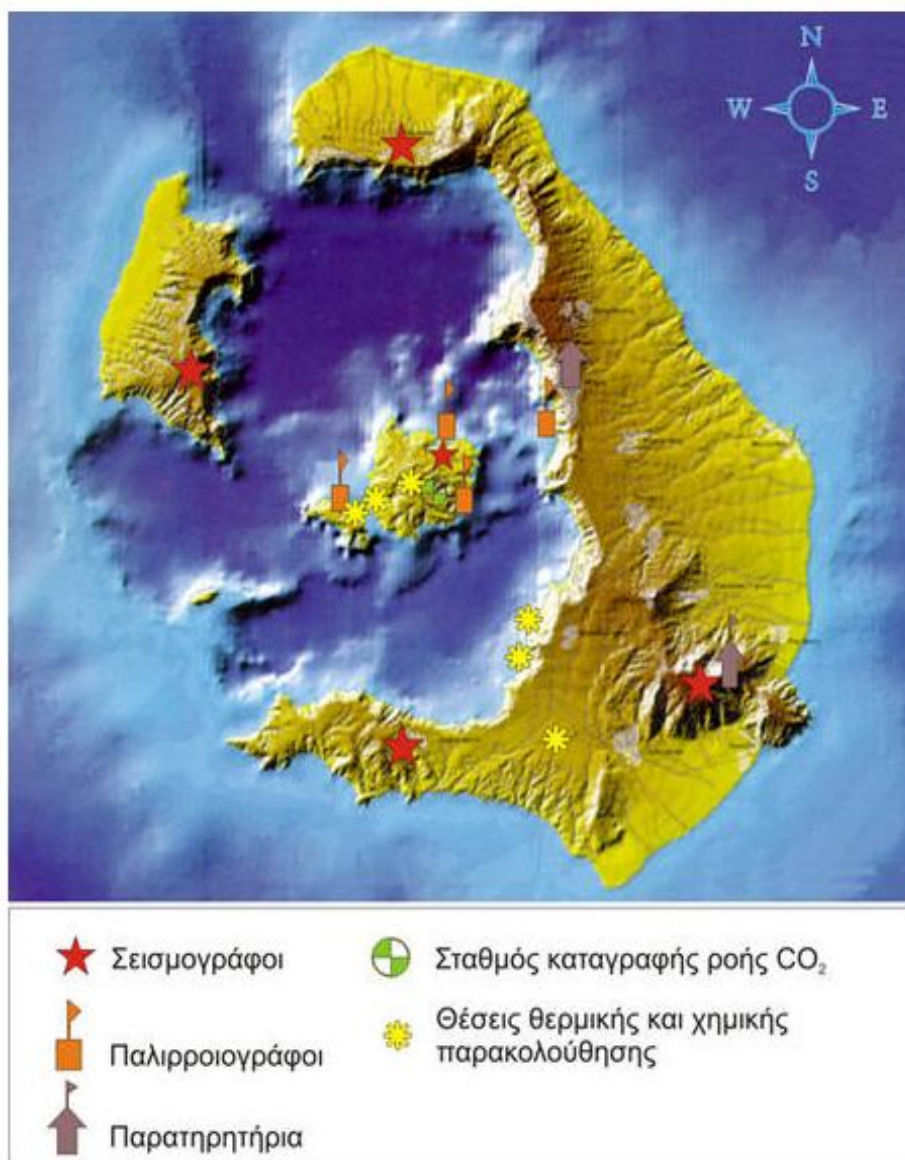
Εικόνα 8.9.: Πληθυσμιακή εξέλιξη στο Στρόμπολι από το 1825 μέχρι και το 2000

Πηγή : <http://www.swisseduc.ch/stromboli/volcano/>

9. Δίκτυα ηφαιστειολογικής παρακολούθησης

9.1 Δίκτυο παρακολούθησης Σαντορίνης

Στο ηφαίστειο της Σαντορίνης κατά καιρούς γίνονται μετρήσεις αερίων εκπομπών σε CH₄, CO₂, SO₂ κλπ. αέρια καθώς και καταγραφές θερμοκρασίας κυρίως στην καμένη από πανεπιστημιακά ιδρύματα. Επίσης το 1995 ιδρύθηκε το Ινστιτούτο Μελέτης και Παρακολούθησης του ηφαιστείου της Σαντορίνης (ΙΜΠΗΣ) με κύριο σκοπό τη συνέχιση της λειτουργίας του Ηφαιστειολογικού Παρατηρητηρίου και των δικτύων παρακολούθησης που εγκαταστάθηκαν το 1994-1995 στα πλαίσια Ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος. Τα δίκτυα παρακολούθησης φαίνονται στον παρακάτω χάρτη.



Εικόνα 9.1: Δίκτυα παρακολούθησης ηφαιστειολογικών και σεισμολογικών παραμέτρων ΙΜΠΗΣ
Πηγή : ΙΜΠΗΣ

I. Χημικές και Θερμικές Μετρήσεις :

Οι τελευταίες ενημερώσεις του ινστιτούτου για τις τιμές CO₂ έγιναν στις 12-2-2007.

Επίσης πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στις τιμές ραδονίου με τελευταία ενημέρωση του ινστιτούτου στις 15-3-2007.



Εικόνα 9.2 : Το δίκτυο παρακολούθησης του περιεχόμενου στα αέρια εδάφους ραδονίου ΙΜΠΗΣ
Πηγή : ΙΜΠΗΣ



Εικόνα 9.3 : Παρατίθενται οι τιμές κατάστασης ισορροπίας καθώς και μιας περιόδου "διέγερσης" κατά τον Ιούνιο του 2003, μετά από ένα τοπικό σεισμικό γεγονός μεγέθους MD 4,2.

Πηγή : ΙΜΠΗΣ

Επίσης από το συγκεκριμένο ινστιτούτο έγιναν καταγραφές θερμοκρασίας και παρατηρήθηκαν θερμές εκδηλώσεις σε δυο περιοχές. Στις νησίδες των καμένων και στα δυτικά περιθώρια του προηφαιστειακού υποβάθρου στη νήσο Θήρα.

Ατμидική δραστηριότητα εκδηλώνεται μόνο στην κορυφή της νέας καμένης με θερμοκρασίες από 60 έως 97 C.

Επίσης σύμφωνα με τις παλαιότερες καταγραφές του Ινστιτούτου μετρήθηκαν θερμοκρασίες από θερμές πηγές, με τις δυο κυριότερες να εντοπίζονται κατά μήκος της ενεργής τεκτονικής γραμμής των Καμένων, στον ισθμό μεταξύ Παλαιάς και Νέας Καμένης. Οι μέγιστες θερμοκρασίες που καταγράφονται είναι 34 ° για τα θερμά ρευστά που εκρέουν στον όρμο της Αφρόεσσας, στη Νέα Καμένη, και 38 °C για τη θερμή πηγή του όρμου του Αγίου Νικολάου, στη Παλαιά Καμένη.

Οι διακυμάνσεις 2~3 °C που καταγράφονται, οφείλονται στις μεταβαλλόμενες εποχιακά μετεωρολογικές συνθήκες.

Στην Παλαιά Καμένη, δίπλα στον όρμο του Αγίου Νικολάου, υπάρχει μία βαθιά (-220 μ.) ερευνητική γεώτρηση του ΙΓΜΕ, η οποία συναντά τη θερμοκρασία των 29 °C σε βάθος 8~10 μέτρων

Στο νησί της Θήρας, οι θερμές εκδηλώσεις εντοπίζονται στο δυτικό περιθώριο του προηφαιστειακού υποβάθρου. Τρεις κύριες θερμές πηγές υπάρχουν εδώ: της Πλάκας (μέση θερμοκρασία 33,6 °C) και στο Αθήρμι Χριστού (μέση θερμοκρασία 56 °C) στην ακτή των πρανών της καλδέρας, και τέλος, η Βλυχάδα (μέση θερμοκρασία 32 °C) στη νοτιότερη ακτή του νησιού.

Μία βαθιά ερευνητική γεώτρηση του ΙΓΜΕ (S2) που εκτελέστηκε στην περιοχή Αγίας Άννας της νότιας Θήρας, συναντά ένα θερμό υδροφόρο με σταθερή μέγιστη θερμοκρασία 52,2 °C στο βάθος των 365 μέτρων κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Η τελευταία ενημέρωση του ΙΜΠΗΣ για τα αποτελέσματα των θερμοκρασιών ήταν στις 12/2/2007 και για τις θερμές πηγές στις 22/11/2005.

II. Σεισμική Παρακολούθηση:

Όσον αφορά τις σεισμικές καταγραφές του Ινστιτούτου, αυτές πραγματοποιούνται από το εξής σεισμολογικό δίκτυο : Από τέσσερις σειсмоγράφους μιας συνιστώσας, που τοποθετήθηκαν σε επιλεγμένα σημεία στον Προφ. Ηλία, το Ακρωτήρι, την Οία και τη Θηρασία, καθώς και ένα σειсмоγράφο τριών συνιστωσών που τοποθετήθηκε στη Νέα Καμένη. Ο κεντρικός σταθμός βρίσκεται στον Πρ. Ηλία, σε ένα μικρό κτίριο που κατασκευάστηκε στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος και είναι συνδεδεμένος με τα τοπικά δίκτυα του ΟΤΕ και της ΔΕΗ. Στην οροφή του σταθμού βρίσκονται οι κεραίες λήψης των αναλογικών σημάτων, μέσω των οποίων μεταφέρονται στο εσωτερικό του και καταγράφονται τα σεισμικά γεγονότα, καθώς και μια ψηφιακή κεραία που εξασφαλίζει επικοινωνία με το κτίριο του ΙΜΠΗΣ στα Φηρά. Στον κεντρικό σταθμό λειτουργεί και ένας επί πλέον σειсмоγράφος ευρέως φάσματος που αποτελεί μια εφεδρική και συμπληρωματική πληροφόρηση για το δίκτυο του ΙΜΠΗΣ. Κάθε σειсмоγράφος λειτουργεί με τη χρήση μπαταρίας η οποία είναι σε συνεχή φόρτιση χάρη στον ηλιακό συλλέκτη που διαθέτουν οι σταθμοί για το σκοπό αυτό. Με κατάλληλο εξοπλισμό που είναι προσαρμοσμένος στο σύστημα γίνεται η τηλεμετρική μετάδοση του αναλογικού σήματος όλων των σταθμών στο κεντρικό σταθμό του Προφ. Ηλία. Κατάλληλοι ψηφιοποιητές αναλαμβάνουν να μετατρέψουν τα αναλογικά σήματα σε ψηφιακά, τα οποία και μεταφέρονται μέσω ψηφιακής κεραίας στο χώρο που στεγάζεται το ΙΜΠΗΣ. Σε τελική φάση, το σύνολο των δεδομένων που συλλέγονται από το τοπικό δίκτυο της Σαντορίνης, μεταφέρονται ψηφιακά πλέον μέσω διαδικτύου και γραμμής ADSL, από το ΙΜΠΗΣ στον κεντρικό Σεισμολογικό Σταθμό του Εργαστηρίου Γεωφυσικής του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, όπου υπάρχει συνεχής και σε 24ωρη βάση

παρακολούθηση για το σύνολο των σημάτων του νέου Εθνικού Δικτύου Σεισμογράφων, αλλά και άλλων δικτύων. Εκεί γίνεται άμεσα η επεξεργασία και η ανάλυση των σεισμολογικών δεδομένων από τους σεισμολόγους του Εργαστηρίου. Τέλος το συγκεκριμένο Ινστιτούτο πραγματοποιεί παρακολούθηση παραμόρφωσης τοπογραφικού ανάγλυφου με ένα δίκτυο από τέσσερις τηλεμετρικούς σταθμούς αυτόματης μέτρησης και καταγραφής της στάθμης της θάλασσας, άρα και των κινήσεων των ακτών. Ο κεντρικός σταθμός λήψης και αποθήκευσης των σημάτων βρίσκεται στην έδρα του Ηφαιστειολογικού Παρατηρητηρίου, στο Φηροστεφάνι. Τελευταία ενημέρωση του ΙΜΠΗΣ για το δίκτυο σεισμογράφων ήταν στις 7-10-2008.

III. Παρακολούθηση στάθμης της θάλασσας.

Τα στοιχεία από τις μετρήσεις που γίνονται κάθε μία ώρα στα τέσσερα παραθαλάσσια σημεία επεξεργάζεται και εκτιμά σε καθημερινή βάση ο τοπικός παρατηρητής Στη συνέχεια λαμβάνονται μέσω modem στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης από την αρμόδια ομάδα επιστημόνων, όπου και γίνεται η τελική επεξεργασία και εκτίμηση. Το δίκτυο αυτό εγκαταστάθηκε στο νησί αρχικά ως πειραματικό πρωτότυπο δίκτυο παρακολούθησης της στάθμης της θάλασσας. Το 1998 όμως οι σταθμοί μετρήσεων εξάντλησαν τη λειτουργική τους ικανότητα και για το λόγο αυτό το ΙΜΠΗΣ αντικατέστησε το παλιό δίκτυο παλιρροιογράφων με νέας τεχνολογίας όργανα. Το νέο πλήρες δίκτυο παλιρροιογράφων είναι συνεχούς καταγραφής και αποστέλλει τα δεδομένα στο Ηφαιστειολογικό Παρατηρητήριο των Φηρών σε πραγματικό χρόνο. Το σύστημα περιλαμβάνει 5 σταθμούς τοποθετημένους σε επιλεγμένα σημεία του νησιώτικου συμπλέγματος Σαντορίνης, οι οποίοι καταγράφουν συνεχώς τη στάθμη της θάλασσας και άλλες φυσικές παραμέτρους (θερμοκρασία νερού, αγωγιμότητα), αποστέλλουν τα καταγεγραμμένα μεγέθη με ραδιοζεύξη σε Η/Υ του Παρατηρητηρίου των Φηρών, όπου αποθηκεύονται και γίνονται προσβάσιμα στη συνέχεια (μέσω Διαδικτύου) στην επιστημονική ομάδα παρακολούθησης.

Τα μεγέθη που καταγράφονται σήμερα στον κάθε ένα από τους σταθμούς αυτούς είναι: μεταβολές της στάθμης της θαλάσσιας, θερμοκρασία νερού (σε βάθος 0,5 μέτρων), και θερμοκρασία αέρα. Οι δυνατότητες του συστήματος είναι φυσικά πολύ περισσότερες και περιλαμβάνουν τη μέτρηση μέχρι 7 διαφορετικών αναλογικών μεγεθών και 2 ψηφιακών ενδείξεων ανά σταθμό. Το ινστιτούτο διαθέτει σύστημα αυτοματοποιημένων μετρήσεων που αποτελείται από δύο μέρη:

Ένα κεντρικό σταθμό ελέγχου που αποτελείται από ένα προσωπικό υπολογιστή εφοδιασμένο με τα κατάλληλα κυκλώματα (κάρτες διασύνδεσης), από το ειδικό λογισμικό, και από το κεντρικό σύστημα ασύρματης επικοινωνίας του δικτύου. Ο Σταθμός είναι εγκατεστημένος

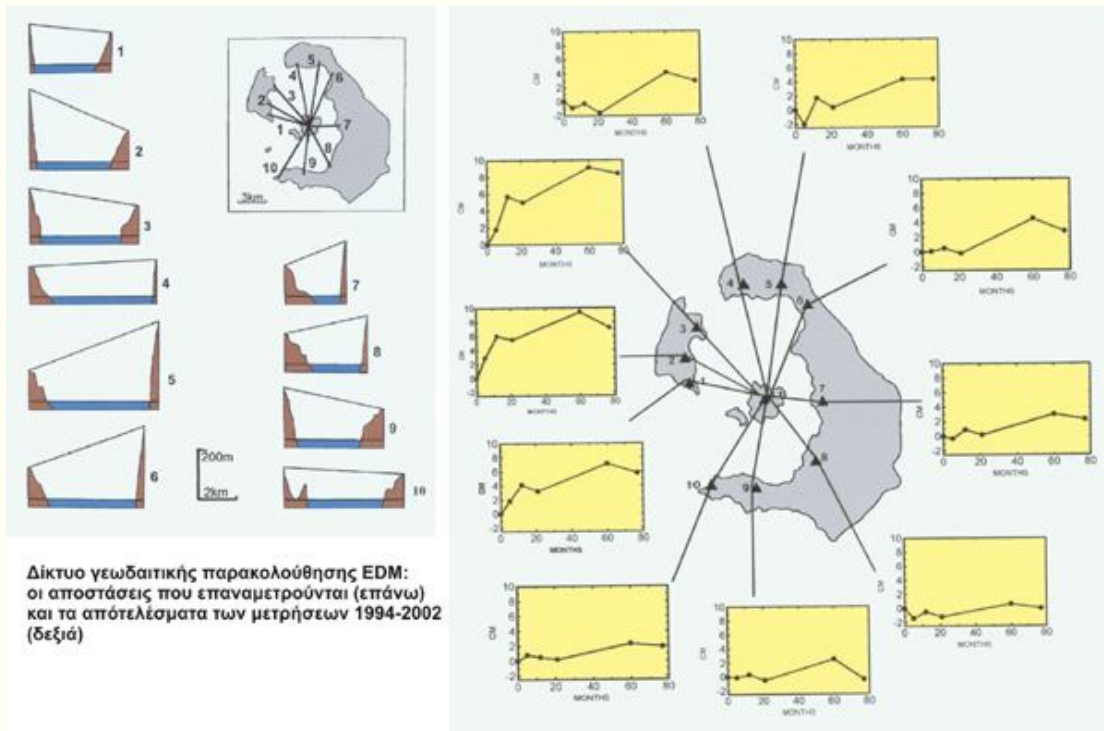
και λειτουργεί στο ηφαιστειολογικό παρατηρητήριο του Ι.Μ.Π.Η.Σ., που βρίσκεται στο Συνεδριακό Κέντρο Νομικού, στην περιοχή Φηροστεφάνι. Τέσσερις απομακρυσμένους σταθμούς λήψης μετρήσεων, που αποτελούν τους περιφερειακούς σταθμούς του συστήματος. Οι σταθμοί αυτοί είναι εφοδιασμένοι με τα αισθητήρια μέτρησης στάθμης νερού, θερμοκρασίας νερού και θερμοκρασίας αέρα, καθώς και με σύστημα κωδικοποίησης και αποστολής των δεδομένων των μετρήσεων στον κεντρικό σταθμό βάσης μέσω του ασύρματου δικτύου δεδομένων. Ένα τοπικό μικρο-υπολογιστικό σύστημα ελέγχει συνεχώς όλη τη λειτουργία του περιφερειακού σταθμού και των ηλεκτρονικών μετρητικών οργάνων που είναι συνδεδεμένα σε αυτόν. Οι τέσσερις περιφερειακοί σταθμοί μετρήσεων είναι εγκατεστημένοι και λειτουργούν στις περιοχές "Ταξιάρχης" και "Ερινιά" της Νέας Καμένης, "Άγιος Νικόλαος" της Παλαιάς Καμένης (στη θέση Ζεστά Νερά), και "Γιαλός" (λιμάνι Φηρών) της Σαντορίνης.

Η διασύνδεση των παραπάνω γίνεται σε μορφή αστέρα (αμφίδρομη ασύρματη σειριακή επικοινωνία δεδομένων) όπου ο ηλεκτρονικός υπολογιστής του σταθμού βάσης αποτελεί το κέντρο του συστήματος στο οποίο φθάνουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων των περιφερειακών σταθμών. Οι περιφερειακοί σταθμοί είναι μονάδες αυτόνομες από άποψη λειτουργίας και επικοινωνίας, και αυτόνομες ενεργειακά: διαθέτουν σύστημα τοπικού μικροϋπολογιστή για τον έλεγχο όλων των λειτουργιών, σύστημα ασύρματης επικοινωνίας δεδομένων για σύνδεση με τον κεντρικό σταθμό βάσης, καθώς και σύστημα ηλιακών στοιχείων - μπαταρίας που εξασφαλίζει την απαιτούμενη ενέργεια για 24ωρη λειτουργία, αλλά και την απρόσκοπτη λήψη μετρήσεων.

IV. Γεωδαιτική παρακολούθηση

Για την πλήρη παρακολούθηση τυχόν παραμορφώσεων του ανάγλυφου της Σαντορίνης έχουν εγκατασταθεί δύο ακόμη δίκτυα. Στο πρώτο η παρακολούθηση του ανάγλυφου γίνεται μέσω δορυφορικών μετρήσεων υψηλής ακρίβειας (DGPS) γεωγραφικού μήκους και πλάτους καθώς και του υψομέτρου 21 σταθερών σημείων στη Σαντορίνη. Σε κατάλληλα σταθερά σημεία που έχουν επιλεγεί έχει τοποθετηθεί ένα μπουλόνι. Αυτό αποτελεί το σταθερό σημείο όπου τοποθετείται το όργανο μέτρησης που λαμβάνοντας σήμα από τους διερχόμενους δορυφόρους, μπορεί να υπολογίσει μετατοπίσεις της τάξης λίγων χιλιοστών. Στο δεύτερο δίκτυο η μέθοδος παρακολούθησης του ανάγλυφου είναι αυτή της μέτρησης των οριζόντιων μετατοπίσεων μέσω κλασσικών γεωδαιτικών μεθόδων ακριβείας (EDS). Χρησιμοποιούνται γι' αυτό τα 11 τριγωνομετρικά βάρθρα της Γ.Υ.Σ. - σταθερά σημεία γνωστού ύψους - η απόσταση μεταξύ των οποίων μετράται ανά ζεύγη: στο ένα σημείο τοποθετείται η συσκευή μέτρησης ενώ στο δεύτερο ένας ανακλαστήρας. Μια ακτίνα λέιζερ εκπέμπεται από το όργανο, προσκρούει στον ανακλαστήρα και επιστρέφει

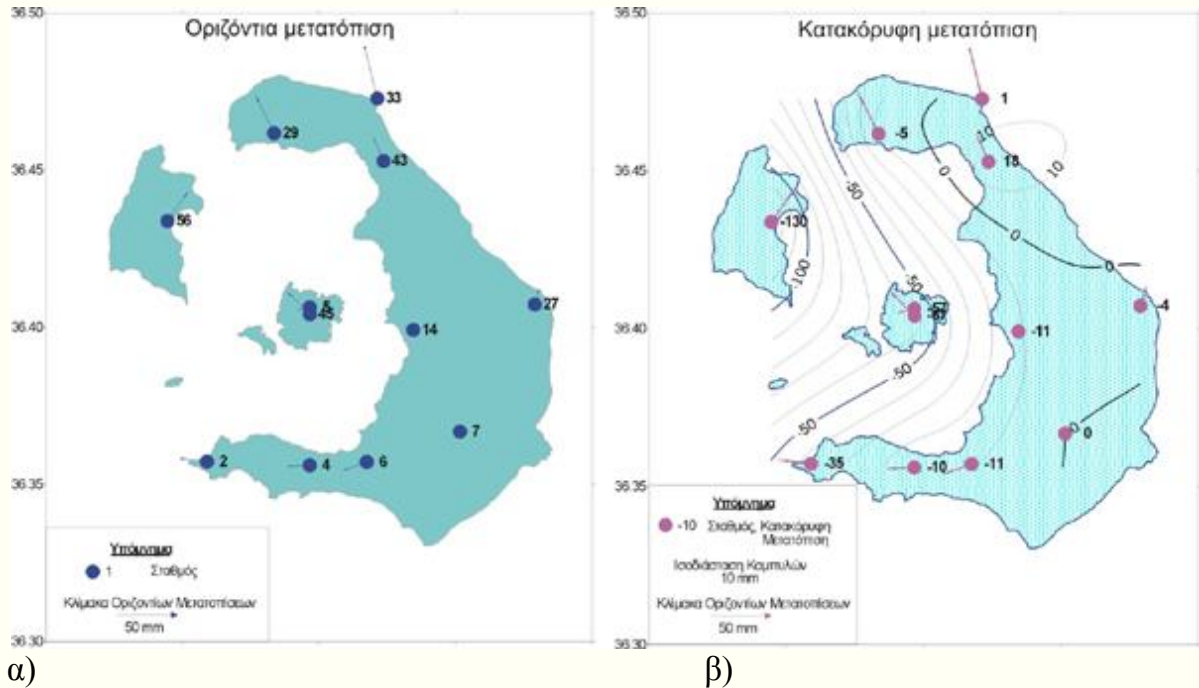
στο όργανο αποστολής, δίνοντας την ακριβή απόσταση με ακρίβεια ενός με δύο εκατοστών.



Εικόνα 9.4 : Δίκτυο γεωδαιτικής παρακολούθησης ΙΜΠΗΣ
 Πηγή : ΙΜΠΗΣ

Στο πλαίσιο του Προγράμματος Ηφαιστειολογίας της ΕΕ εγκαταστάθηκε στο νησί το 1994 και σε συνέχεια αναμετρείται συστηματικά στα πλαίσια των δραστηριοτήτων του ΙΜΠΗΣ ένα γεωδαιτικό δίκτυο ακριβείας με στόχο την έγκαιρη ανίχνευση τυχόν μικρο-μεταβολών της τοπογραφίας της καλδέρας του ηφαιστείου της Σαντορίνης. Τέτοιες μικρομεταβολές είναι επακόλουθο διόγκωσης του μαγματικού θαλάμου που τροφοδοτεί το ηφαιστειο ή διεϊσδυσης μάγματος σε διαρρηξείς του εδάφους και συνήθως αποτελούν προμηνύματα σημαντικών ηφαιστειακών ανωμαλιών, μεταξύ των οποίων και εκρήξεων. Το γεωδαιτικό δίκτυο αποτελείται από ακτινικό δίκτυο μετρούμενο με EDM όργανο laser υψηλής ακριβείας, και αποτελείται από 10 πλευρές, τρεις που συνδέουν τη Θηρασία με τη Νέα Καμένη και 7 τη Θήρα με τη Νέα Καμένη. Όλες οι μετρήσεις αναφέρονται σε βάθρα του Εθνικού Γεωδαιτικού Δικτύου. Μεταξύ 1994 και 2003 έγιναν 8 σειρές μετρήσεων οι οποίες προβλέπεται να συνεχιστούν. Από το 2000 στα ίδια βάθρα εγκαταστάθηκε και μετράται δίκτυο GPS το οποίο μετά από μία περίοδο παράλληλων μετρήσεων θα αντικαταστήσει τις μετρήσεις EDM. Λόγω της ευνοϊκής μορφολογίας του εδάφους, της ομοιομορφίας και επιμέλειας της μετρητικής διαδικασίας και των χρησιμοποιούμενων οργάνων, οι υπολογισμένες μετρήσεις αποστάσεων μεταξύ των βάθρων είχαν ακρίβεια καλύτερη από 1εκατοστό. Ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι σε όλη

σχεδόν την περίοδο των μετρήσεων παρατηρείται συστηματική αύξηση των μηκών των πλευρών του δικτύου που αναφέρονται στη Θηρασία με ρυθμό 1-1.5εκ/έτος. Το φαινόμενο αυτό ερμηνεύεται ως βραδεία αλλά συστηματική διείδυση μάγματος σε ρήγμα που διέρχεται μεταξύ Νέας Καμένης και Θηρασίας, και δεν αποκλείεται να αποτελεί προμήνυμα μιας σημαντικότερης ηφαιστειακής επαναδραστηριοποίησης.



Εικόνα 9.5: α) Χάρτης μετατοπίσεων και β) Χάρτης γεωδαιτικής παρακολούθησης
 Πηγή : ΙΜΠΗΣ

- *DGPS γεωδαιτική παρακολούθηση*

Ένα γεωδαιτικό δίκτυο σταθμών GPS εγκαταστάθηκε τον Ιούλιο του 1994 και αποτελείται από 21 σταθμούς. Εξ αυτών, δεκαπέντε (15) είναι εγκατεστημένοι στην Θήρα, δύο (2) στην Θηρασία και τέσσερις (4) στην Νέα Καμένη. Τρεις σταθμοί εξυπηρετούν τον ρόλο των βάσεων του δικτύου για τους τρεις τύπους οργάνων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εγκατάσταση του δικτύου. Η πρώτη επαναμέτρηση του δικτύου έγινε κατά τη διάρκεια του Οκτωβρίου του 1995.

Κατά τη διάρκεια του Σεπτεμβρίου 1998 έγινε επαναμέτρηση μεγάλου μέρους του δικτύου. Συνολικά επαναμετρήθηκαν 12 σταθμοί.

Οι GPS μετρήσεις έγιναν με την χρήση γεωδαιτικών δεκτών GPS WILD SR299 δύο συχνοτήτων καταγραφής, L1 και L2. Οι τελικές οριζόντιες κινήσεις των σταθμών GPS που έλαβαν χώρα, αν και δεν παρουσιάζουν τιμές στατιστικώς σημαντικές υποδεικνύουν τον διαχωρισμό των σταθμών σε τρεις ομάδες, ως προς την συμπεριφορά τους.

Οι σταθμοί οι οποίοι είναι διεσπαρμένοι στο βόρειο άκρο της Θήρας και στην Θηρασία παρουσιάζουν γενική τάση για μετατόπιση προς Βορρά (ΒΒΔ οι σταθμοί της Θήρας και ΒΒΑ ο σταθμός της Θηρασίας)

Οι σταθμοί που βρίσκονται στο κεντρικό τμήμα της Θήρας φαίνεται να μην έχουν μετατοπισθεί σε σχέση με το σταθμό βάση.

Οι σταθμοί του Νοτιοανατολικού τμήματος της Θήρας φαίνεται να έχουν μετακινηθεί προς τα ανατολικά.

Ιδιάζουσα συμπεριφορά παρουσιάζουν δύο σταθμοί που βρίσκονται στη Νέα Καμένη τόσο ως προς τη μεταξύ τους σύγκριση όσο και από την σύγκριση με τις μετακινήσεις των υπολοίπων σταθμών του δικτύου. Ο νοτιότερος από τους δύο φαίνεται να παρουσιάζει συμπεριφορά συμβατή (τόσο ως προς τη διεύθυνση όσο και ως προς το μέγεθος της μετακίνησης) με τους βορειότερους σταθμούς του δικτύου (πρώτη ομάδα). Αντιθέτως ο βορειότερος φαίνεται να παρουσιάζει μετακίνηση μέσα στα όρια του αναμενόμενου σφάλματος, πρακτικά δηλαδή θα μπορούσε να ενταχθεί στην δεύτερη ομάδα σταθμών.

Οι κατακόρυφες μετακινήσεις των σταθμών του δικτύου φαίνεται να παρουσιάζουν ομαλότερη συμπεριφορά. Παρουσιάζεται μια τάση για καθίζηση των δυτικότερων σταθμών του δικτύου. Η στατιστικώς σημαντική κατακόρυφη μετατόπιση που φαίνεται να παρουσιάζει ο σταθμός της Θηρασίας δεν είναι δυνατόν να απορριφθεί ως ανώμαλη συμπεριφορά. Δεν κατέστη όμως δυνατό και να επιβεβαιωθεί με δεύτερη μέτρηση είτε ως προς την βάση αναφοράς του δικτύου είτε ως προς άλλο σταθμό του δικτύου.

Οι τελευταίες ενημερώσεις από το ινστιτούτο έγιναν στις 12/2/2007.

Από την 1 Ιουνίου 2009 λειτουργεί στην Σαντορίνη το καινούριο δίκτυο παλιρροιογράφων, το οποίο έχει επίσης αισθητήρια θερμοκρασίας αέρα και θερμοκρασίας επιφανειακού νερού της θάλασσας. Το καινούριο αυτό δίκτυο ανήκει στα Εργαστήρια Φυσικής Γεωγραφίας και Ηλεκτρονικής, των Τμημάτων Γεωλογίας και Φυσικής αντίστοιχα του Α.Π.Θ.

Επίσης από το Πανεπιστήμιο Πατρών στο τμήμα πολιτικών μηχανικών και το εργαστήριο Γεωδαισίας και Γεωδαιτικών εφαρμογών στήθηκε ένα τηλεμετρικό δίκτυο παρακολούθησης στα πλαίσια ενός προγράμματος ανάπτυξης τηλεμετρικών κλπ δικτύων GPS. («Ανάπτυξη τηλεμετρικού – Real time δορυφορικού συστήματος GPS χαμηλού κόστους για τον έλεγχο τοπικών παραμορφώσεων εδάφους» που χρηματοδοτείται κατά 10% από το ΙΜΠΗΣ και κατά 90% από τη ΓΓΕΤ).

Το δίκτυο αποτελείται από τρεις μόνιμους σταθμούς GPS. Κάθε σταθμός έχει δυνατότητα συνεχούς και ακριβούς προσδιορισμού των συντεταγμένων του. Με τη μακροχρόνια καταγραφή και μελέτη των συντεταγμένων κάθε σταθμού, είναι δυνατό να εντοπιστούν μετακινήσεις, οφειλόμενες πιθανώς σε ροή μάγματος.

Μέχρι και τον Μάρτιο 2010 συνεχιζόταν η ομαλή λειτουργία τριών (3) μόνιμων σταθμών GPS που βρίσκονται εγκατεστημένοι στην περιοχή του

ηφαιστείου Σαντορίνης και καταγράφουν την μικρή και αργή εδαφική παραμόρφωση.

ΜΟΝΙΜΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΙΚΤΥΟΥ

Κεντρικός Σταθμός (Σχήμα 1.Α)

- Ονομασία: ΝΟΜΙ
- Θέση εγκατάστασης: Φυρά – Σαντορίνη (Συνεδριακό Κέντρο «Νομικός»)
- Τροφοδοσία: Μόνιμη εγκατάσταση παροχής ρεύματος
- Μετρήσεις: Αποθηκεύονται σε δέκτη και μέσω router διοχετεύονται στο Internet
- Εγκατάσταση και έναρξη λειτουργίας: Μάιος 2006

Περιφερειακός Σταθμός 1 (Σχήμα 1.Β)

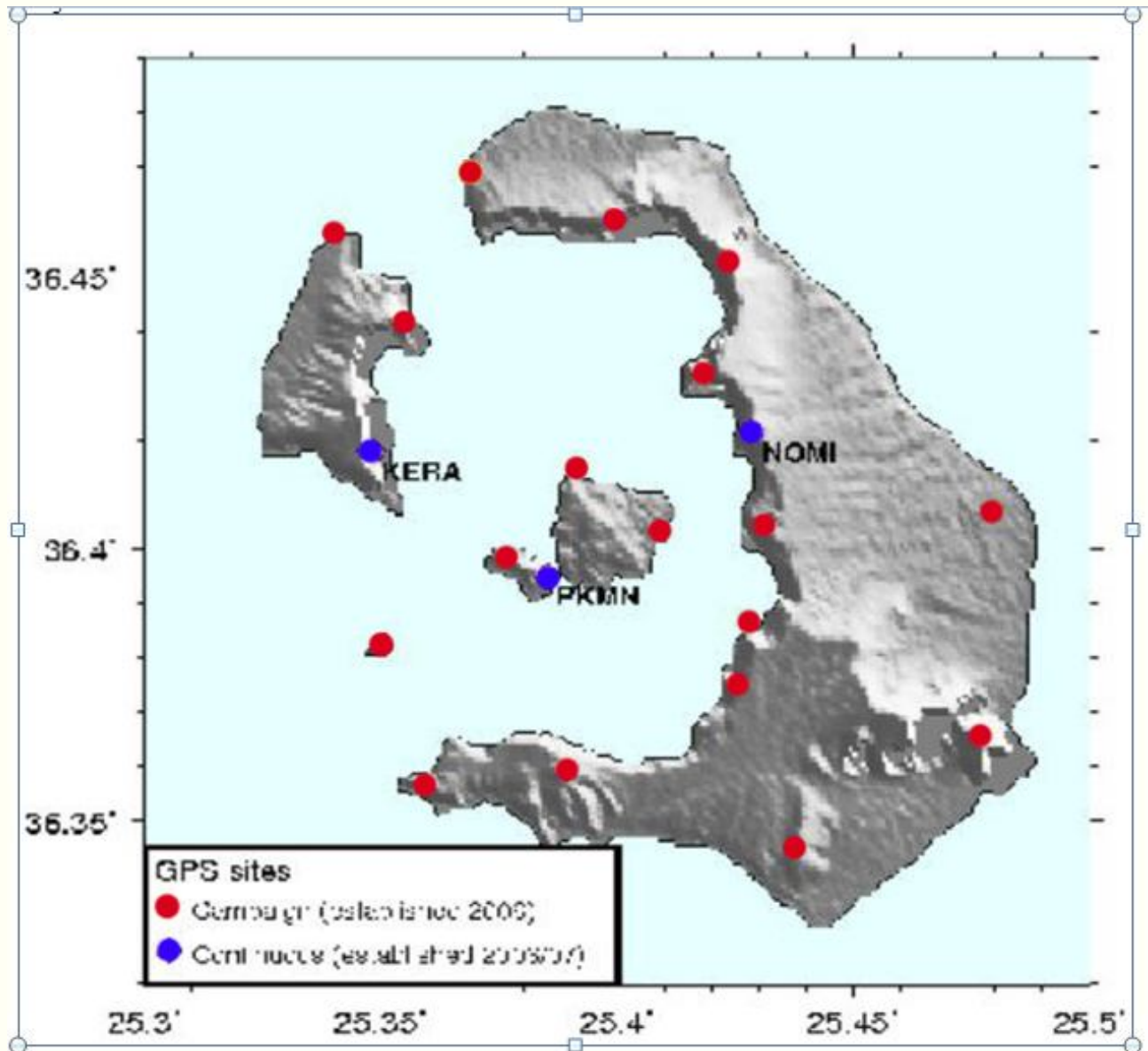
- Ονομασία: ΚΕΡΑ
 - Θέση εγκατάστασης: Θηρασιά
 - Τροφοδοσία: Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων
 - Μετρήσεις: Αποθηκεύονται σε δέκτη και μέσω ραδιοζεύξης (radiolink) αποστέλλονται στον κεντρικό σταθμό από όπου διοχετεύονται στο Internet
 - Εγκατάσταση και έναρξη λειτουργίας: Μάιος 2006
- (Ο σταθμός, λόγω της τροφοδοσίας του από φωτοβολταϊκά στοιχεία, παρουσιάζει διακοπές στις μετρήσεις κατά τη διάρκεια περιόδων με χαμηλή ηλιοφάνεια)

Περιφερειακός Σταθμός 2 (Σχήμα 1.Γ)

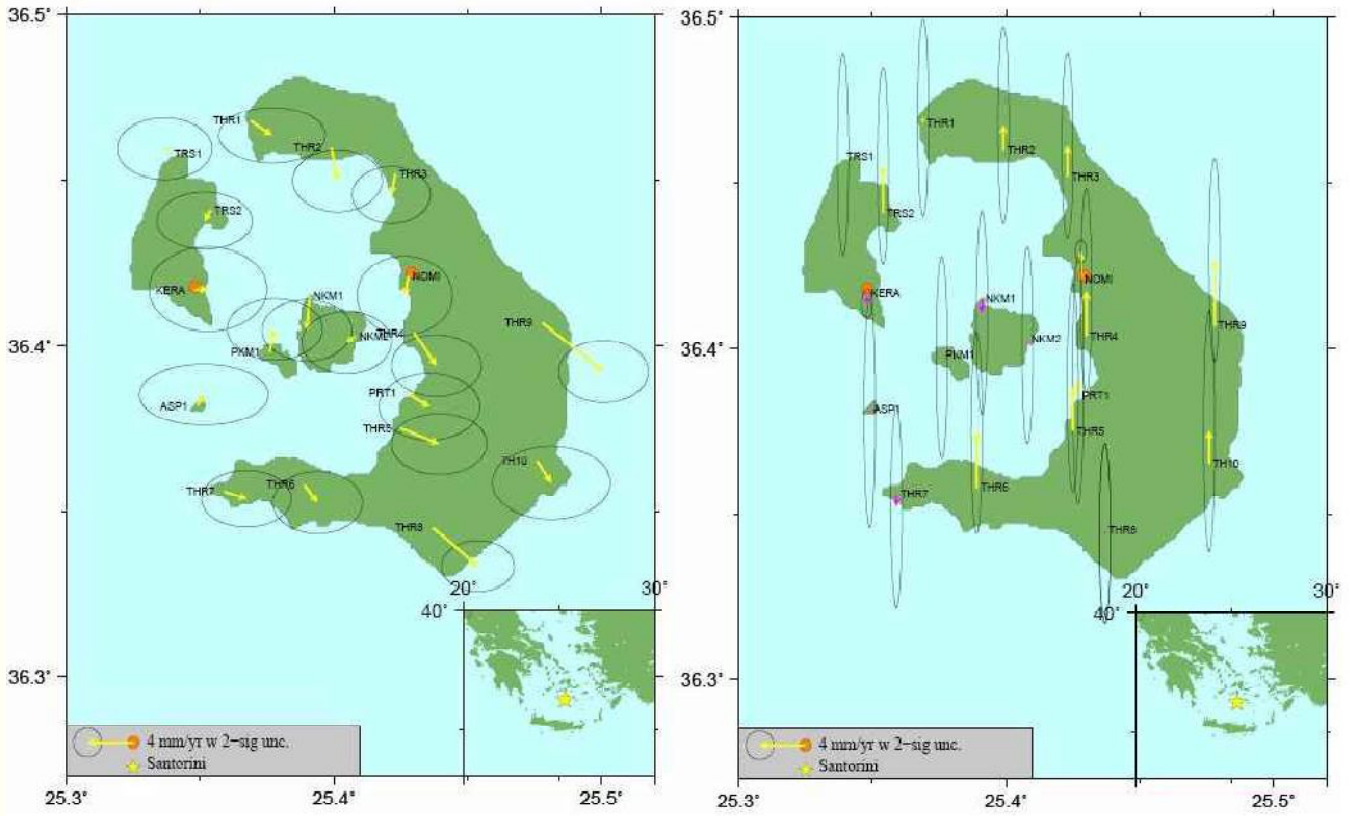
- Ονομασία: ΡΚΜΝ
 - Θέση εγκατάστασης: Παλαιά Καμένη
 - Τροφοδοσία: Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων
 - Μετρήσεις: Αποθηκεύονται σε δέκτη και μέσω ραδιοζεύξης (radiolink) αποστέλλονται στον κεντρικό σταθμό από όπου διοχετεύονται στο Internet
 - Εγκατάσταση και έναρξη λειτουργίας: Η εγκατάσταση του σταθμού έγινε το Μάιο του 2006, αλλά λόγω προβλημάτων που προέκυψαν, και αποκαταστάθηκαν στη συνέχεια, ο σταθμός άρχισε να λειτουργεί τον Ιούνιο του 2008 (Όπως συμβαίνει και στον άλλο περιφερειακό σταθμό, ο σταθμός ΡΚΜΝ λόγω της τροφοδοσίας του από φωτοβολταϊκά στοιχεία, παρουσιάζει διακοπές στις μετρήσεις κατά τη διάρκεια περιόδων με χαμηλή ηλιοφάνεια)
- Στην ιστοσελίδα της UNAVCO, διατίθενται στοιχεία σχετικά με τη λειτουργία του δικτύου

ΔΙΚΤΥΟ ΣΗΜΕΙΩΝ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

Εκτός του δικτύου μόνιμων σταθμών, στα νησιά της καλδέρας του ηφαιστείου της Σαντορίνης έχει εγκατασταθεί δίκτυο σημείων γεωδαιτικής παρατήρησης που χρησιμοποιείται για ανά περιόδους μετρήσεις. Κατά τις μετρήσεις, χρησιμοποιούνται όργανα GPS για τον προσδιορισμό των συντεταγμένων κάθε σημείου (μετρήσεις για διάστημα μεγαλύτερο των 48 ωρών). Με σύγκριση των συντεταγμένων που προκύπτουν από κάθε κύκλο μετρήσεων, είναι δυνατόν να εντοπιστούν μετακινήσεις στην περιοχή που καλύπτει το δίκτυο. Μετρήσεις των συντεταγμένων του δικτύου, έχουν διεξαχθεί τις περιόδους Μάιος – Ιούνιος 2008. Με την επεξεργασία των καταγραφών από το μόνιμο και μη μόνιμο δίκτυο παρατήρησης μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τις μετακινήσεις που παρουσιάζει το ηφαίστειο. Από την επεξεργασία των μέχρι τώρα μετρήσεων, έχουν παρατηρηθεί μικρής κλίμακας φαινομενικές μετακινήσεις που αναμένεται να αξιολογηθούν στο μέλλον σε συνδυασμό με παλαιότερες διαδικασίες διόγκωσης της καλδέρας που είχαν παρατηρηθεί τα προηγούμενα χρόνια με βάση γεωδαιτικές μετρήσεις.



Εικόνα 9.6: Θέσεις σημείων γεωδαιτικής παρατήρησης, για ανά περιόδους μετρήσεις. Είναι εμφανείς και οι θέσεις των μόνιμων σταθμών
Πηγή : ΙΜΠΗΣ



Εικόνα 9.7: Αριστερά τα αποτελέσματα για τις οριζόντιες μετακινήσεις στο σύμπλεγμα Θήρας από μετρήσεις κατά τα έτη 2006 –2008 (με βέλος συμβολίζεται το διάνυσμα της ταχύτητας). Δεξιά τα αποτελέσματα για τις κατακόρυφες μετακινήσεις.

Πηγή: ΙΜΠΗΣ


9.2 Δίκτυο καταγραφής πληροφοριών για το Στρόμπολι

Το δίκτυο παρακολούθησης της ηφαιστειακής δραστηριότητας του Στρόμπολι είναι αρκετά ανεπτυγμένο. Με τη βοήθεια της Πολιτικής Προστασίας, του Πανεπιστημίου της Φλωρεντίας, του INGV της Νάπολης, της Κατάνιας και του Παλέρμο έχουν τοποθετηθεί στο κεντρικό κτίριο παρακολούθησης στην Ρώμη οι εξής σταθμοί οι οποίοι καταγράφουν συστηματικά:





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
FIRENZE

-  2 μετρητές πίεσης
-  1 συμβολόμετρο
-  4 σειсмоγράφους
-  1 υπέρυθρη κάμερα
-  2 κλισιόμετρα
-  υπερχηχητική συστυχία

INGV
ΝΑΠΟΛΗΣ

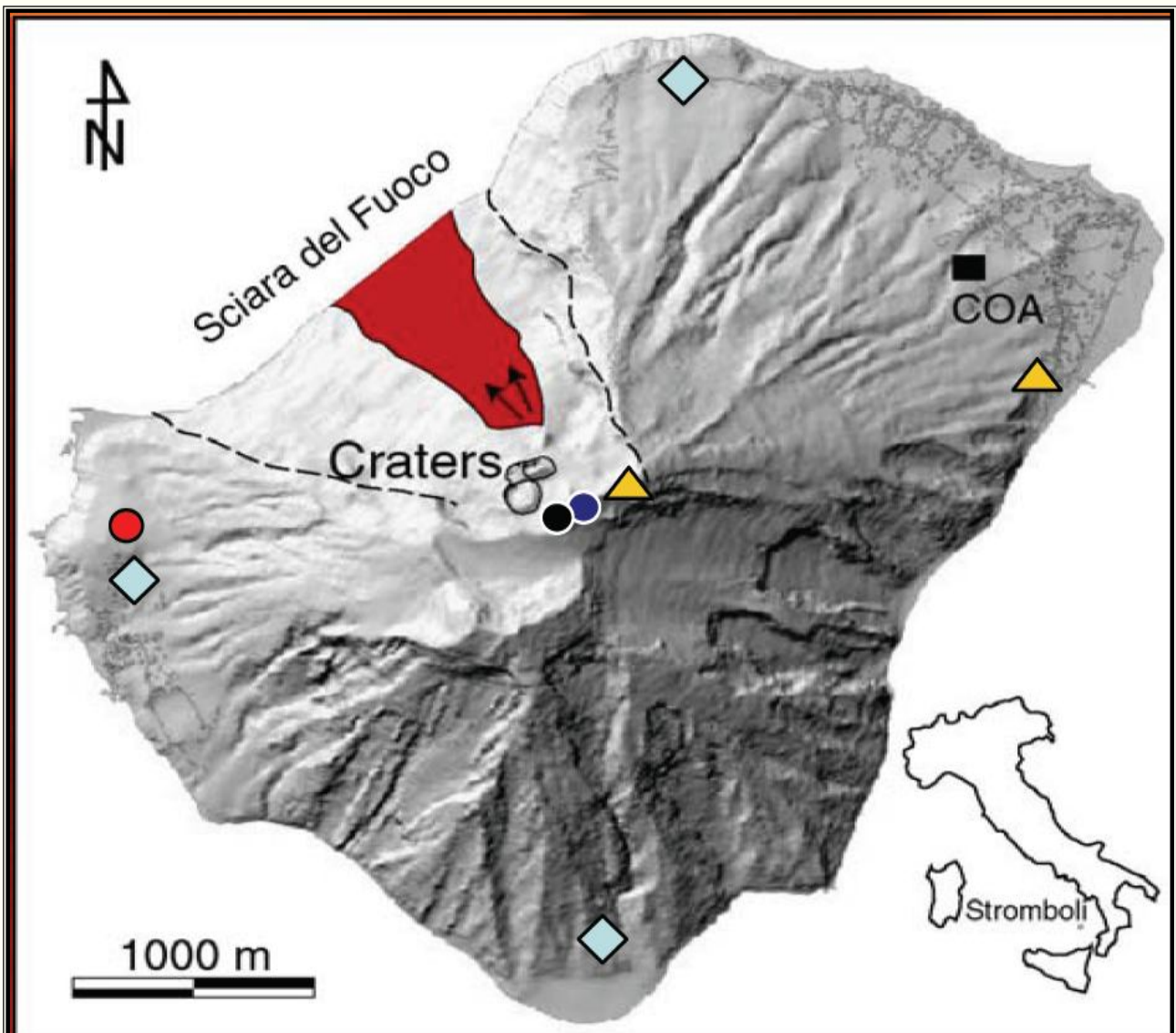
-  12 σειсмоγράφοι

INGV ΚΑΤΑΝΙΑΣ

-  1 μετρητής για μετατόπιση εδάφους
-  3 GPS και κλισιόμετρα
-  4 SO2 Mini DOAS
-  2 υπέρυθρες κάμερες

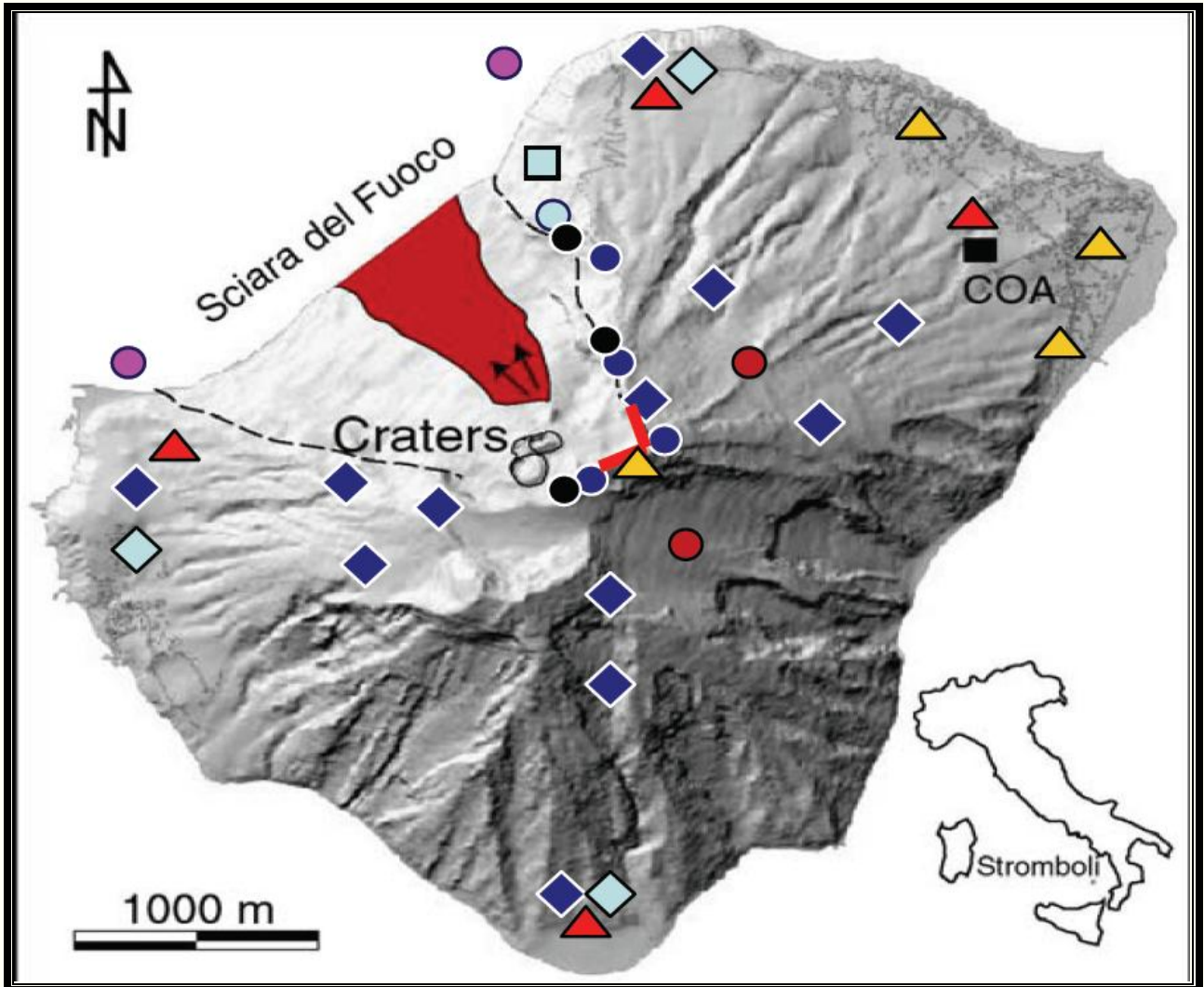
INGV
ΠΑΛΕΡΜΟ

-  CO2 , θερμοκρασίες και πηγάδια



Εικόνα 9.8: Δίκτυο καταγραφής και παρακολούθησης των ηφαιστειολογικών και σεισμολογικών παραμέτρων στο ηφαίστειο Στρόμπολι.

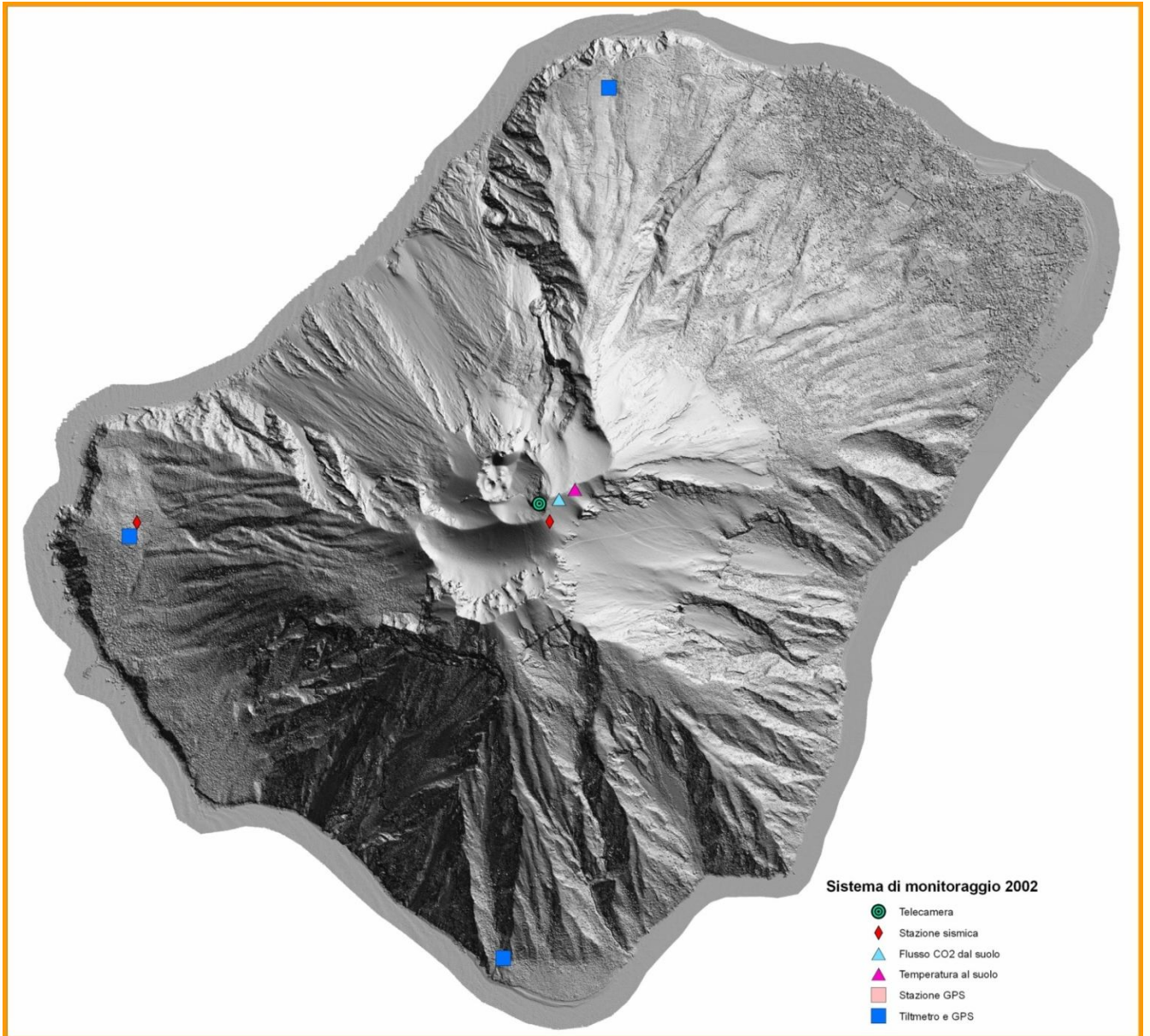
Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico



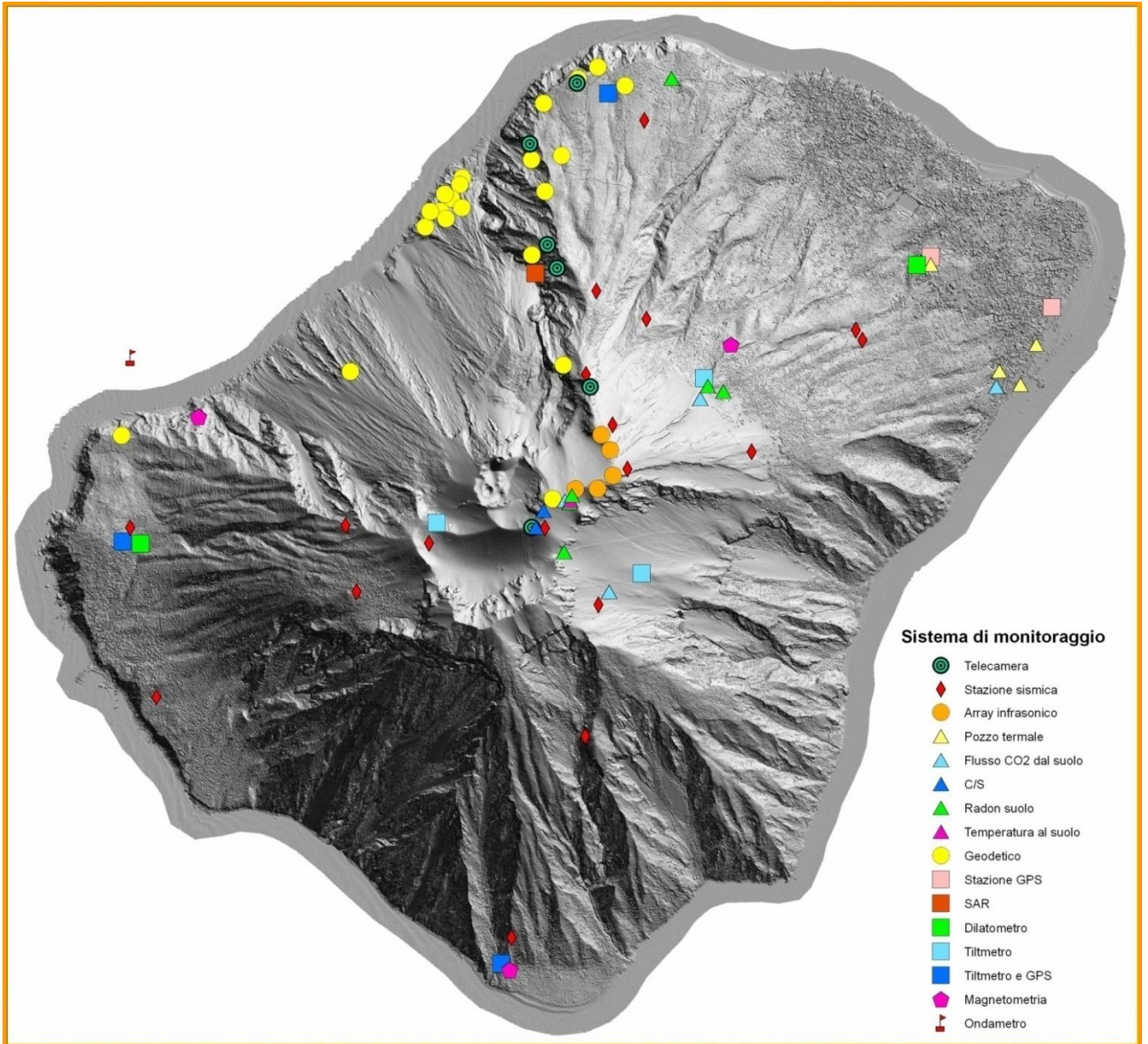
Εικόνα 9.9: Δίκτυο καταγραφής ηφαιστειολογικών και σεισμικών δεδομένων στο Στρόμπολι

Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico

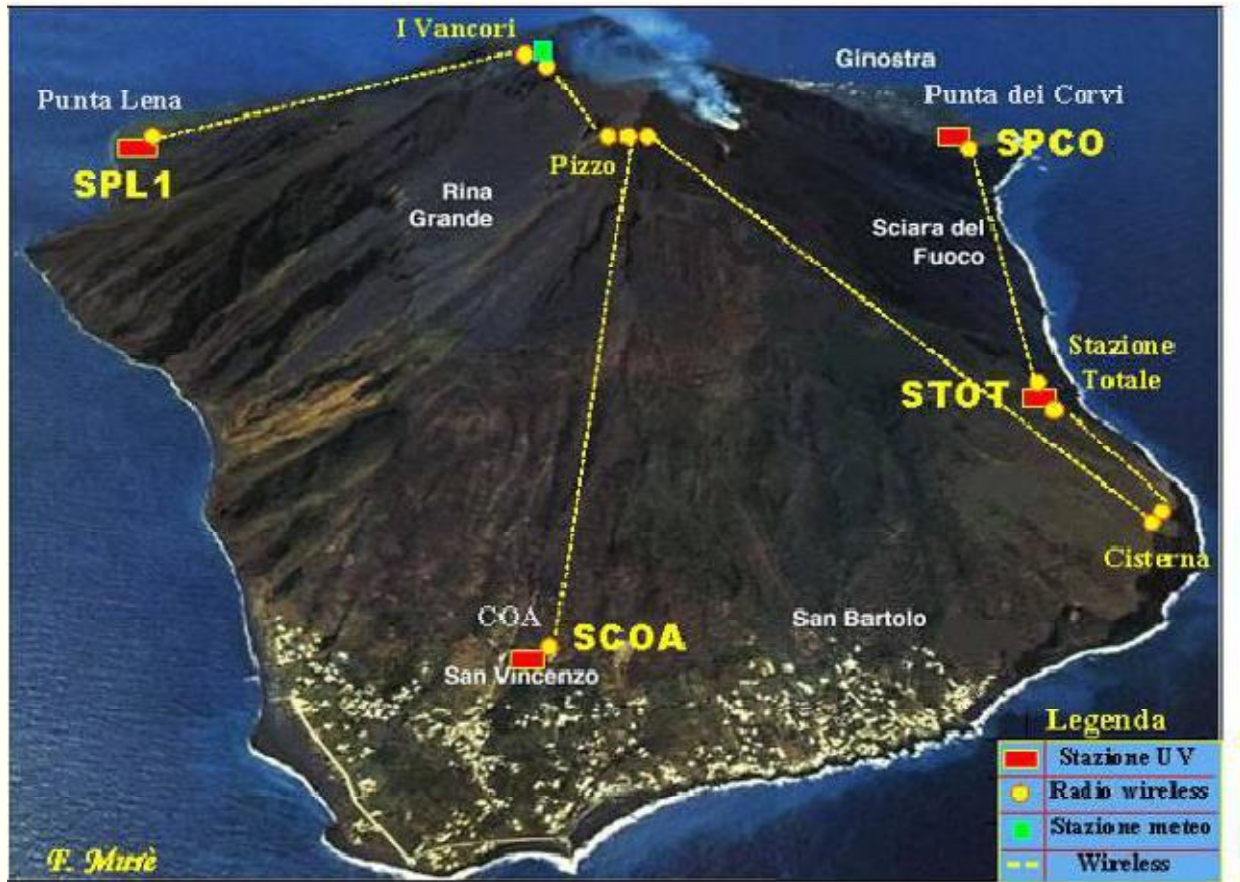
Ενώ συγκριτικά το δίκτυο καταγραφής του κέντρου Πολιτικής Προστασίας πριν το γεγονός του 2002 με το εμπλουτισμένο δίκτυο καταγραφών το 2008 φαίνεται στους παρακάτω χάρτες.



Εικόνα 9.10: Δίκτυο παρακολούθησης στο ηφαίστειο Στρόμπολι το 2002
Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico



Εικόνα 9.11: Δίκτυο παρακολούθησης στο ηφαίστειο Στρόμπολι το 2002
Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico



Εικόνα 9.12 : Δίκτυο αυτόματων φασματόμετρων UV
 Πηγή: INGV

Επίσης υπάρχει και ένα δίκτυο από 4 αυτόματα φασματόμετρα UV που μετρούν τις συγκεντρώσεις SO₂ μέσω της τεχνικής DOAS

10. Επεξεργασία και αξιολόγηση μετρήσεων στην Σαντορίνη

Στο ηφαίστειο της Σαντορίνης δεν έχει πραγματοποιηθεί έκρηξη με έγχυση λάβας από το 1950, ωστόσο τα ηφαιστειακά χαρακτηριστικά της Σαντορίνης αποτυπώνονται από την συνεχή έκλυση αερίων στην περιοχή της Καμένης, την υψηλή θερμοκρασία εδάφους καθώς και από τις θερμές πηγές στο νησί. Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας συλλέχθηκαν δείγματα αερίων, θερμοκρασία εδάφους καθώς και δείγματα νερού από θερμές πηγές.

10.1 Συλλογή αερίων

Στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκαν συλλογές αερίων δειγμάτων από την Σαντορίνη.

Πίνακας 10.1

Δείγμα		Ημερομηνία	CO	CH ₄	CO ₂	H ₂ S
			ppm	ppm	%	ppm
	αναλυτικές μέθοδοι		GC	GC	GC	DT
Παλαιά Καμένη	bubbling gas	7/5/1996	2,0	4,1	98,0	n.d.
Νέα Καμένη	fumarole	7/5/1996	11,4	80,0	39,2	n.d.
Σαντορίνη Καμένη Α	αέριο από έδαφος	6/10/2007	2,2	72	39,1	n.d.
Σαντορίνη Καμένη Β	αέριο από έδαφος	6/10/2007	6	119	75,9	n.d.
Σαντορίνη 1	αέριο από έδαφος	7/9/2008	5	116	70,1	n.d.
Νέα Καμένη	bubbling gas	23/9/2009	3,1	138	74,8	

Μετρήσεις με ειδικά φίλτρα για H₂S

Στις 6/9/2008 τοποθετήθηκαν 14 ειδικά φίλτρα διάσπαρτα στην περιοχή της Καμένης κοντά στα μονοπάτια καθώς και σε σημεία εκπομπών αερίων, με σκοπό την καταγραφή των συγκεντρώσεων H₂S από την καμένη στα σημεία που υπάρχει πρόσβαση κοινού.



Εικόνα 10.1: Σημείο λήψης δείγματος αερίου Νο 6
 Πηγή : Προσωπικό Αρχείο

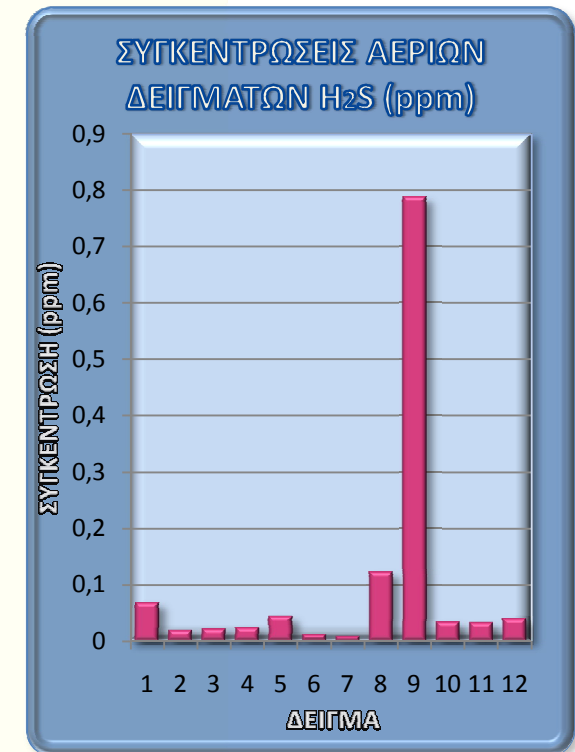
Τα φίλτρα αυτά παρέμειναν στο χώρο για 10 περίπου ημέρες από όπου και περισυλλέγησαν και στάλθηκαν σε ειδικό εργαστήριο για αναλύσεις. Η ακριβής τοποθεσία τους καταγράφηκε από GPS, ενώ μετέπειτα πραγματοποιήθηκε μετατροπή συντεταγμένων από το παγκόσμιο σύστημα αναφοράς WGS'84 στο ελληνικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87 μέσω του προγράμματος COORD για την απόδοση της γεωγραφικής θέσης των σημείων επί χάρτου (πίνακας 10.2). Κατά την περισυλλογή των φίλτρων διαπιστώθηκε ότι τα φίλτρα με αριθμό 8 και 12 είχαν καταστραφεί συνεπώς και τα δεδομένα τους δεν ελήφθησαν υπόψη. Τα υπόλοιπα φίλτρα κατέγραψαν τα παρακάτω αποτελέσματα του πίνακα 10.2(β):

Πίνακας 10.2 Πίνακας Μετατροπής συντεταγμένων από WGS 84 σε ΕΓΣΑ 87.

ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ	ΔΕΙΓΜΑΤΑ Η ₂ S ΑΠΟ ΦΙΛΤΡΑ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΚΩΔΙ- ΚΟΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΕ WGS 84		ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΕ ΕΓΣΑ 87
ΚΑΛΔΕΡΑ	1	N 36 24 16,6 E 25 23 45,8		4029444,105 625032,651
6/9/2008	2	N 36 24 17,9 E 25 23 43,0		4029483,155 624962,236
	3	N 36 24 16,6 E 25 23 43,1		4029443,133 624965,396
	4	N 36 24 15,6 E 25 23 42,8		4029412,210 624958,369
	5	N 36 24 14,4 E 25 23 41,3		4029374,693 624921,539
	6	N 36 24 12,9 E 25 23 43,0		4029329,083 624964,553
	7	N 36 24 13,7 E 25 23 45,3		4029354,563 625021,489
	8	N 36 24 16,1 E 25 23 48,1		4029429,526 625090,166
	9	N 36 24 16,4 E 25 23 48,2		4029438,807 625092,523
	10	N 36 24 15,6 E 25 23 48,1		4029414,119 625090,388
	11	N 36 24 21,8 E 25 23 47,3		4029604,881 625067,697
	12	N 36 24 25,7 E 25 23 48,2		4029725,382 625088,376

Πίνακας 10.2(β)

ΣΥΛΛΟΓΗ ΑΕΡΙΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ H ₂ S ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΦΙΛΤΡΩΝ RADIELLO (ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ 22°C)										
ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΕ WGS 84	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΕΝΑΡΞΗ	ΛΗΞΗ	H ₂ S	H ₂ S-bianco-dil	H ₂ S			blank corr
					ppm soluzione	ppm soluzione	ppb	abs	ppm	ppm
1	N 36 24 16,6 E 25 23 45,8	116 +/- 5 M	5/9/2008 9:30	16/9/2008 10:10	0,073	0,063	0,45	0,073	0,0687417	0,0687417
2	N 36 24 17,9 E 25 23 43,0	117 +/- 4 M	5/9/2008 9:10	16/9/2008 10:20	0,029	0,019	0,14	0,029	0,0197741	0,0197741
3	N 36 24 16,6 E 25 23 43,1	120 +/- 4 M	5/9/2008 9:20	16/9/2008 10:30	0,031	0,021	0,15	0,031	0,0219999	0,0219999
4	N 36 24 15,6 E 25 23 42,8	121 +/- 4 M	5/9/2008 9:30	16/9/2008 10:40	0,033	0,023	0,16	0,033	0,0242257	0,0242257
5	N 36 24 14,4 E 25 23 41,3	121 +/- 4 M	5/9/2008 10:20	16/9/2008 10:50	0,051	0,041	0,29	0,051	0,0442579	0,0442579
6	N 36 24,12,9 E 25 23 43,0	122 +/- 4 M	5/9/2008 9:30	16/9/2008 11:00	0,022	0,012	0,09	0,022	0,0119838	0,0119838
7	N 36 24 13,7 E 25 23 45,3	123 +/- 5 M	5/9/2008 9:10	16/9/2008 11:10	0,019	0,009	0,06	0,019	0,0086451	0,0086451
8	N 36 24 16,1 E 25 23 48,1	116 +/- 5 M	5/9/2008 9:30	16/9/2008 11:30	0,122	0,112	0,8	0,122	0,1232738	0,1232738
9	N 36 24 16,4 E 25 23 48,2	113 +/- 6 M	5/9/2008 10:20	16/9/2008 11:40	0,72	0,71	5,07	0,72	0,788788	0,788788
10	N 36 24 15,6 E 25 23 48,1	118 +/- 4 M	5/9/2008 9:30	16/9/2008 11:50	0,042	0,032	0,23	0,042	0,0342418	0,0342418
11	N 36 24 21,8 E 25 23 47,3	106 +/- 5 M	5/9/2008 9:20	16/9/2008 12:00	0,041	0,031	0,22	0,041	0,0331289	0,0331289
12	N 36 24 25,7 E 25 23 48,2		5/9/2008 9:30	16/9/2008 12:10	0,047	0,037	0,26	0,047	0,0398063	0,0398063



10.1.1 Χαρακτηριστικά ηφαιστειακών αερίων

- **H₂S**

Το H₂S είναι ένα ερεθιστικό αέριο και μπορεί να προκαλέσει ασφυξία. Επίπεδα άνω των 20 ppm συνήθως δεν έχουν επιπτώσεις σε υγιή άτομα ωστόσο σε άτομα με άσθμα το επίπεδο μειώνεται στα 2 ppm. Συγκεντρώσεις άνω των 20 ppm λειτουργούν ερεθιστικά για τα μάτια και την αναπνευστική οδό, τιμές άνω των 50-100 ppm δημιουργούν νευροτοξικές δράσεις ενώ για τιμές άνω των 500-1000 ppm θεωρούνται ιδιαίτερα επικίνδυνες και μπορούν να προκαλέσουν θάνατο. Παρόλο που η ανθρώπινη όσφρηση αντιλαμβάνεται τις μικρές συγκεντρώσεις (0.02 ppm) η προειδοποιητική αυτή ένδειξη χάνεται όταν οι συγκεντρώσεις υπερβούν τα 150 ppm λόγω παράλυσης ορισμένων νεύρων από το ίδιο το H₂S. Το H₂S επίσης είναι βαρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα οι τιμές των συγκεντρώσεων του H₂S είναι αρκετά χαμηλές.

- **SO₂**

Το SO₂ είναι επίσης ένα ιδιαίτερα ερεθιστικό για τον άνθρωπο αέριο. Σε υγιή άτομα 5 με 10 ppm SO₂ μπορούν να προκαλέσουν ερεθισμό σε μάτια μύτη και λαιμό. Τα 30 με 40 ppm μπορούν να προκαλέσουν αναπνευστική ανεπάρκεια. Σε άτομα με βρογχικό άσθμα ή άλλη χρόνια πάθηση των πνευμόνων η έκθεση ακόμα και σε ποσότητες (0.25 με 0.5 ppm) μπορεί να απειλήσει την ζωή τους. Συγκεντρώσεις μερικών ppm μπορούν εύκολα να παραχθούν κοντά σε ενεργούς ηφαιστειακούς κρατήρες.

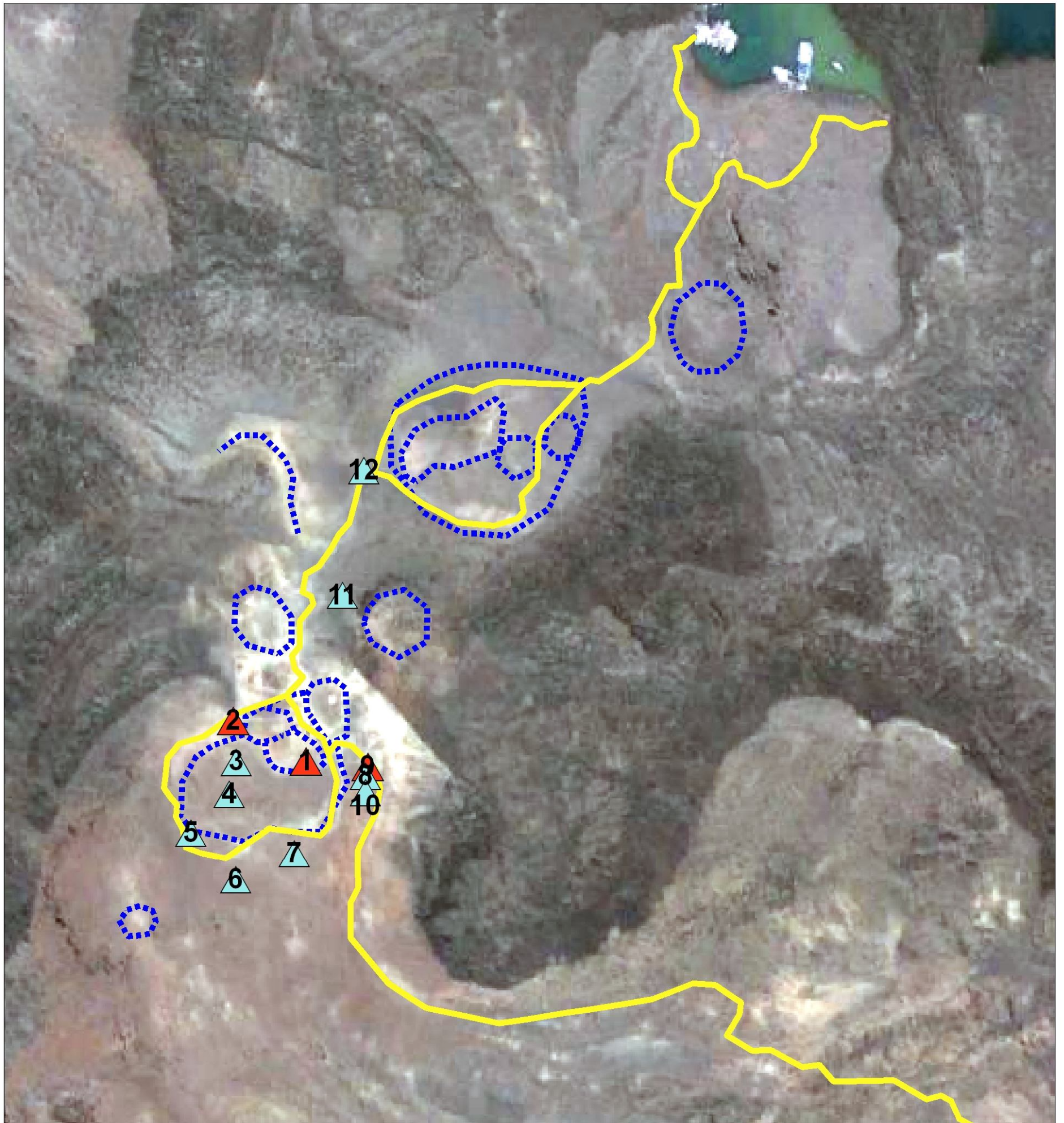
Πίνακας 10.3: Παρουσιάζονται τα όρια συγκέντρωσης του H₂S και οι επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό

Επιπτώσεις H₂S στον ανθρώπινο οργανισμό	
Συγκέντρωση σε ppm	
2	Επιπτώσεις σε άτομα με άσθμα
20	Ερεθισμοί ματιών και αναπνευστικής οδού
50-500	νευροτοξικές δράσεις
500-1000	ιδιαίτερα επικίνδυνες και μπορούν να προκαλέσουν θάνατο

Πίνακας 10.4: Παρουσιάζονται τα όρια συγκέντρωσης του SO₂ και οι επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό

Επιπτώσεις SO ₂ στον ανθρώπινο οργανισμό	
Συγκέντρωση σε ppm	
0.25-5	Σε άτομα με βρογχικό άσθμα ή άλλη χρόνια πάθηση των πνευμόνων απειλείται η ζωή τους
5-30	Ερεθισμοί ματιών και αναπνευστικής οδού
30 -40	αναπνευστική ανεπάρκεια
500-1000	ιδιαίτερα επικίνδυνες και μπορούν να προκαλέσουν θάνατο

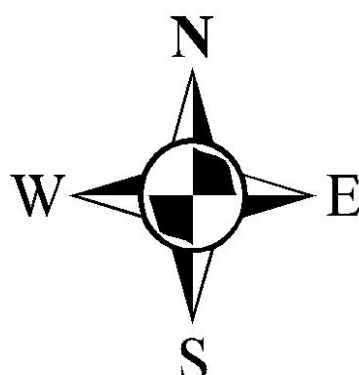
ΕΙΚΟΝΑ 10.2 - ΘΕΣΕΙΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ RADIELLO ΚΑΙ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ Η₂S ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 6-17/9/2008



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

**ΧΩΡΙΚΗ ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (ppm)
ΜΕ ΤΗΝ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΩΝ ΤΙΜΩΝ Η₂S**

-  0,001 - 0,03
-  0,03 - 0,06
-  0,06 - 0,10
-  Μονοπάτι
-  Κρατήρες



Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις διοξειδίου του άνθρακα στο σημείο που υπάρχει έντονη διαφυγή αερίων με σκοπό τον υπολογισμό της συγκέντρωσης των αερίων φάσεων. Οι τιμές που προέκυψαν και είναι χαρακτηριστικές του ηφαιστείου της Σαντορίνης, κυμαίνονται μεταξύ 39,0 και 40,7% .



Εικόνα 10.3: Μετρήσεις πεδίου στη Νέα Καμένη
Πηγή : Προσωπικό Αρχείο

- **CO₂**

Το CO₂ Είναι αέριο άχρωμο και σε μικρές συγκεντρώσεις είναι και άοσμο. Σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας η πυκνότητα του είναι 1,98 kg/m³, είναι δηλ. 1,5 φορά πυκνότερο του αέρα, ενώ η περιεκτικότητα του καθαρού αέρα σε CO₂ (κατά μέσο όρο μεταξύ της στάθμης της θάλασσας και μέχρι ύψους περίπου 30 Km) κυμαίνεται από 0,036 % (360 ppm) έως και 0,039% (390 ppm), ανάλογα με την τοποθεσία.

Η παρατεταμένη έκθεση του ανθρώπου σε μέτριες συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει οξέωση και να έχει αρνητικές συνέπειες για το μεταβολισμό του ασβεστίου και του φωσφόρου. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι τοξικό για την καρδιά και προκαλεί αρρυθμίες. Η τοξικότητα και οι επιπτώσεις της αυξάνονται με την αύξηση της περιεκτικότητας του αέρα σε CO₂ :

Πίνακας 10.5: Παρουσιάζονται τα όρια συγκέντρωσης του CO₂ και οι επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό

Επιπτώσεις CO ₂ στον ανθρώπινο οργανισμό	
1% v/v	(Γεμάτη αίθουσα με κακό εξαερισμό) σε παρατεταμένη έκθεση προκαλεί υπνηλία
2% v/v	Συμπεριφέρεται ως ήπιο ναρκωτικό. Προκαλεί αυξημένη αρτηριακή πίεση και καρδιακό ρυθμό, και μειώνει την ακοή.
5% v/v	Προκαλεί διέγερση του αναπνευστικού κέντρου, ζάλη, σύγχυση και δυσκολία στην αναπνοή συνοδευόμενη από κεφαλαλγία και δύσπνοια
8% v/v	Σε περιεκτικότητα 8% v/v προκαλεί κεφαλαλγία, εφίδρωση, παραισθήσεις, τρόμο και απώλεια συνείδησης μετά την έκθεση για πέντε έως δέκα λεπτά
>20-30%	μετά από μερικές εισπνοές μπορούν εύκολα να οδηγήσουν σε απώλεια των αισθήσεων και τελικά θάνατο από οξεία υποξία, σοβαρή οξέωση και αναπνευστική παράλυση

10.2 Καταγραφή θερμοκρασίας

Το 2010 πραγματοποιήθηκε επίσης στην Σαντορίνη καταγραφή θερμοκρασιών εδάφους, τόσο εστιασμένα στην περιοχή της Καμένης, όσο και στην ευρύτερη περιοχή της Σαντορίνης. Αρχικά πραγματοποιούνταν καταγραφές σε βάθος 10 και 60 cm, ωστόσο παρατηρήθηκε ότι οι τιμές σε βάθος 10 cm επηρεάζονταν από τις καιρικές συνθήκες συνεπώς και συνεχίστηκαν οι καταγραφές μόνο για θερμοκρασίες σε βάθος 60 cm από την επιφάνεια του εδάφους. Με κάθε καταγραφή προσδιοριζόταν η θέση του σημείου καταγραφής με την βοήθεια GPS. Μετέπειτα με τον τρόπο που προαναφέρθηκε εξήχθησαν οι θεματικοί χάρτες που φαίνονται στη συνέχεια.

Πίνακας 10.6: Θερμοκρασίες εδάφους σε βάθος 60 cm

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ			
ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ 2010	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ (WGS 84)	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ (EGSA 87)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΑ 60 CM
	N 36 28 27,0 E 25 22 20,6 +/- 4 M	4037129,654 622800,596	25,2
	N 36 28 54,2 E 25 23 11,4 +/- 4 M	4037985,915 624052,793	24,4
	N 36 28 28,9 E 25 25 08,2 +/- 4 M	4037248,609 626970,795	24,8
	N 36 26 23,9 E 25 26 56,2 +/- 7 M	4033436,727 629716,478	26,8
	N 36 25 59,2 E 25 27 14,7 +/- 7 M	4032682,530 630188,568	27,4
	N 36 25 03,0 E 25 26 10,2 +/- 4 M	4032775,566 628580,756	23,5
	N 36 25 05,8 E 25 28 15,3 +/- 7 M	4031059,890 631722,617	26,3
	N 36 23 18,1 E 25 29 07,8 +/- 4 M	4027761,156 633081,210	26,8
	N 36 22 43,0 E 25 28 49,5 +/- 4 M	4026672,555 632641,851	26,6
	N 36 23 48,5 E 25 27 41,8 +/- 9 M	4028665,227 630924,367	27,6

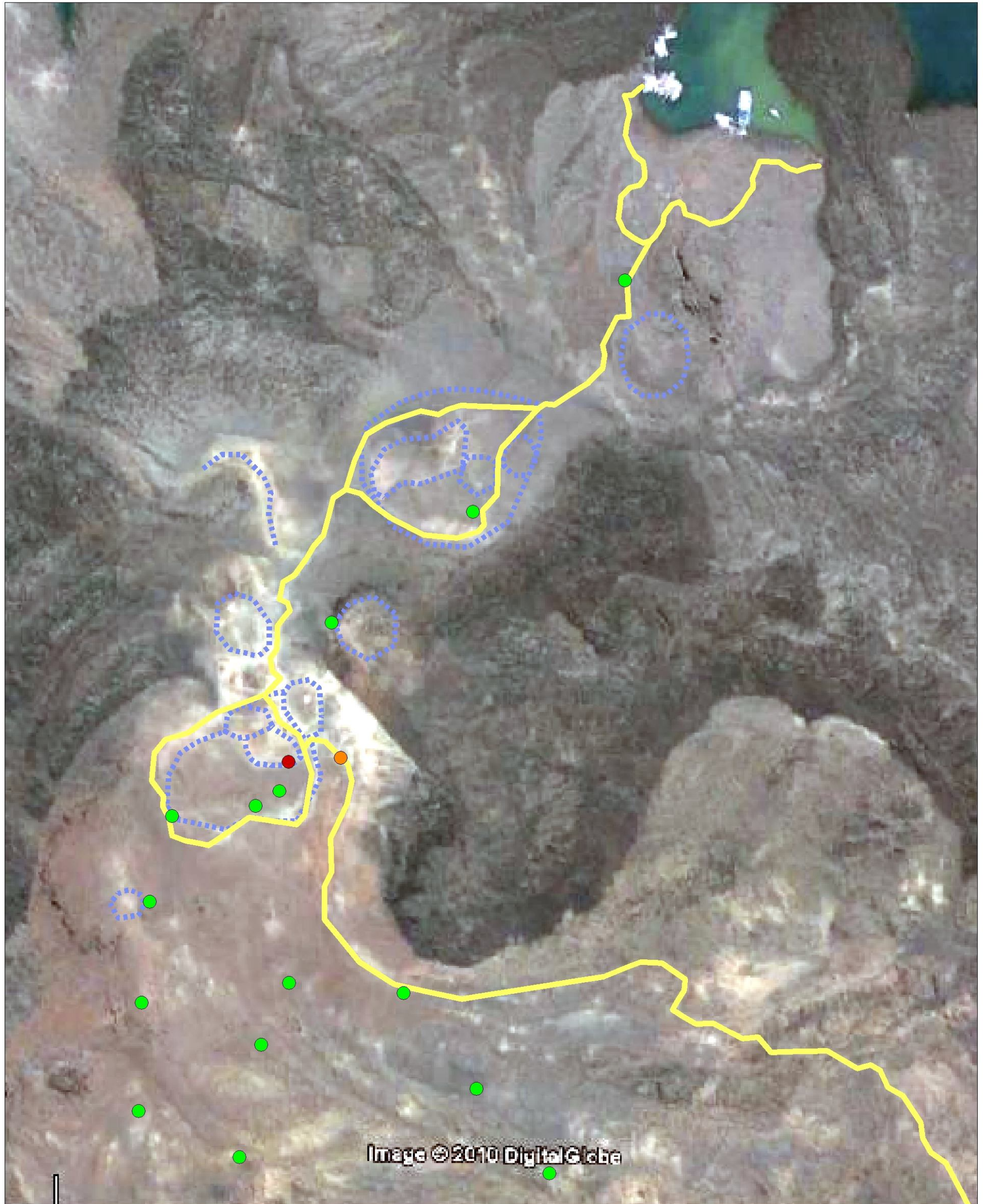
ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ ΚΑΙ ΤΟ ΣΤΡΟΜΠΟΛΙ

N 36 24 16,4 E 25 23 46,0 +/- 6 M	4029438,014 625037,722	94,7
N 36 24 16,5 E 25 23 48,2 +/- 7 M	4029441,888 625092,478	78,6
N 36 24 15,4 E 25 23 45,6 +/- 4 M	4029407,055 625028,204	26,8
N 36 24 14,9 E 25 23 44,6 +/- 6 M	4029391,288 625003,518	30,7
N 36 24 08,9 E 25 23 45,9 +/- 7 M	4029206,869 625038,574	26,3
N 36 24 08,5 E 25 23 50,7 +/- 4 M	4029196,273 625158,320	28,1
N 36 24 05,2 E 25 23 53,7 +/- 4 M	4029095,667 625234,523	27,1
N 36 24 02,3 E 25 23 56,7 +/- 5 M	4029007,388 625310,549	27,7
N 36 24 06,8 E 25 23 44,7 +/- 5 M	4029141,726 625009,618	25,8
N 36 24 03,0 E 25 23 43,7 +/- 5 M	4029024,271 624986,400	26,6
N 36 24 04,6 E 25 23 39,5 +/- 5 M	4029072,062 624881,064	27,4
N 36 24 08,3 E 25 23 39,7 +/- 5 M	4029186,148 624884,399	26,9
N 36 24 11,7 E 25 23 40,1 +/- 4 M	4029291,061 624892,850	25,6
N 36 24 14,6 E 25 23 41,1 +/- 5 M	4029380,784 624916,468	27,8
N 36 24 21,1 E 25 23 47,9 +/- 5 M	4029583,527 625082,954	24,7
N 36 24 24,8 E 25 23 53,9 +/- 4 M	4029699,705 625230,756	28
N 36 24 32,6 E 25 24 0,04 +/- 5 M	4029942,406 625389,175	27,4

	N 36 22 24,3 E 25 25 54,3 +/- 5 M	4026030,509 628284,805	25,2
	N 36 20 11,6 E 25 26 13,3 +/- 5 M	4021948,460 628819,076	24,7
	N 36 21 53,4 E 25 25 49,2 +/- 4 M	4025104,191 628171,403	24,6
	N 36 21 11,3 E 25 27 30,7 +/- 4 M	4023816,982 630720,987	25,6
	N 36 21 37,9 E 25 24 34,5 +/- 8 M	4024571,475 626317,107	25
	N 36 21 10,6 E 25 24 06,7 +/- 4 M	4023720,164 625636,441	26,8

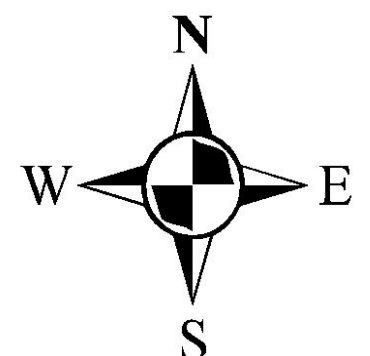
Από τις πραγματοποιούμενες καταγραφές παρατηρείται ότι η υψηλή θερμοκρασία εδάφους εντοπίζεται μόνο στην περιοχή της Καμένης.

ΕΙΚΟΝΑ 10.4 - ΕΙΚΟΝΑ ΥΠΕΔΑΦΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΣΕ ΒΑΘΟΣ 60 CM ΑΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΗ ΝΕΑ ΚΑΜΕΝΗ ΤΟΝ ΜΑΪΟ ΤΟΥ 2010.

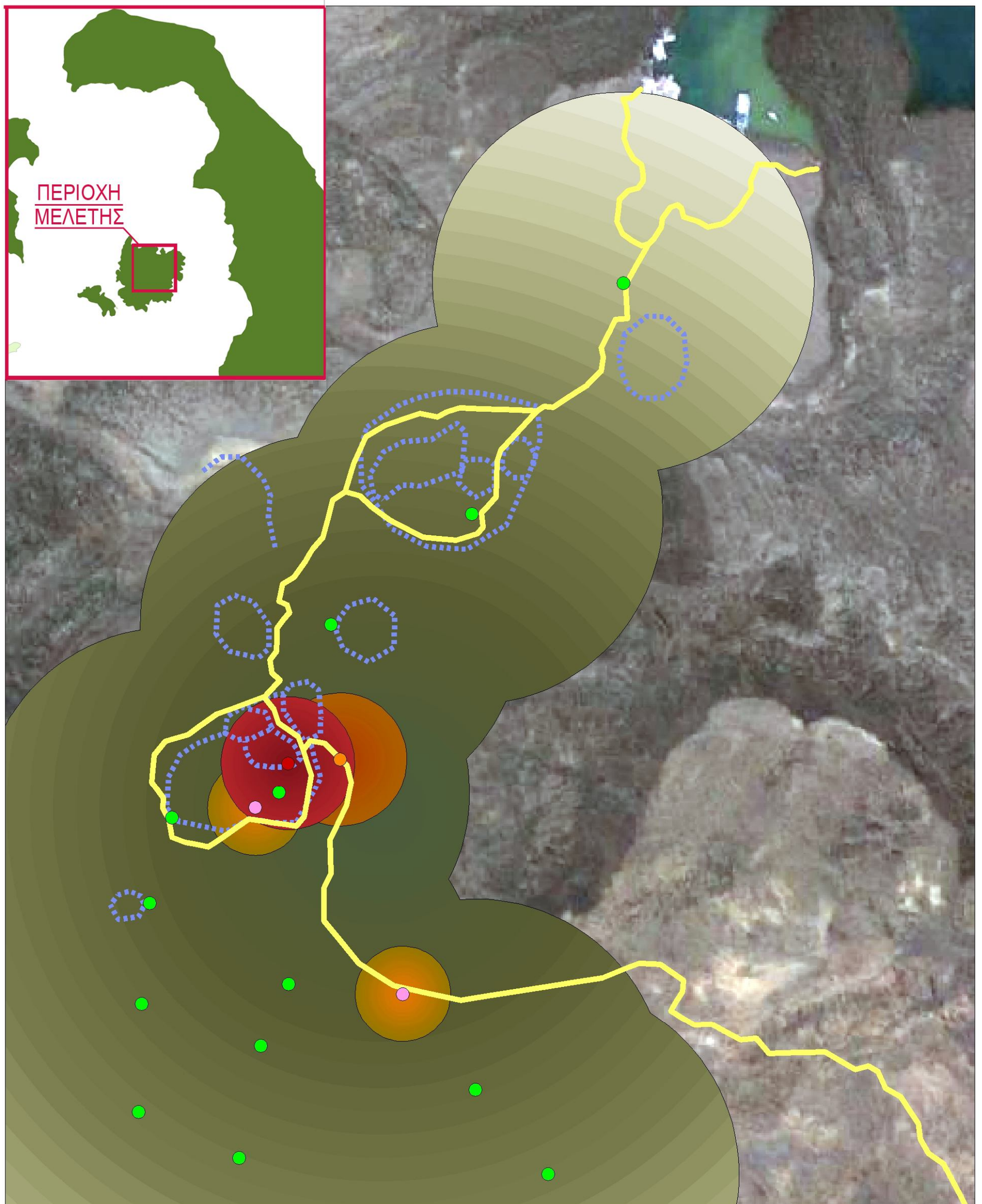


ΥΠΟΜΝΗΜΑ







- ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ (°C)**
- 20 - 40
 - 40 - 60
 - 60 - 80
 - 80 - 100
- Μονοπάτι
●●●● Κρατήρες

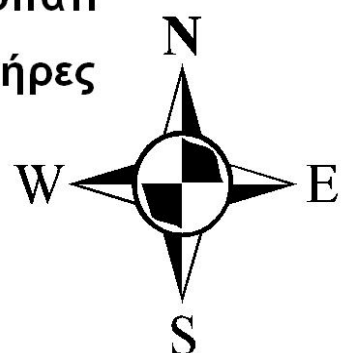


ΕΙΚΟΝΑ 10.5 - ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΥΠΕΔΑΦΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΑΠΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΝΕΑ ΚΑΜΕΝΗ ΤΟΝ ΜΑΪΟ ΤΟΥ 2010.

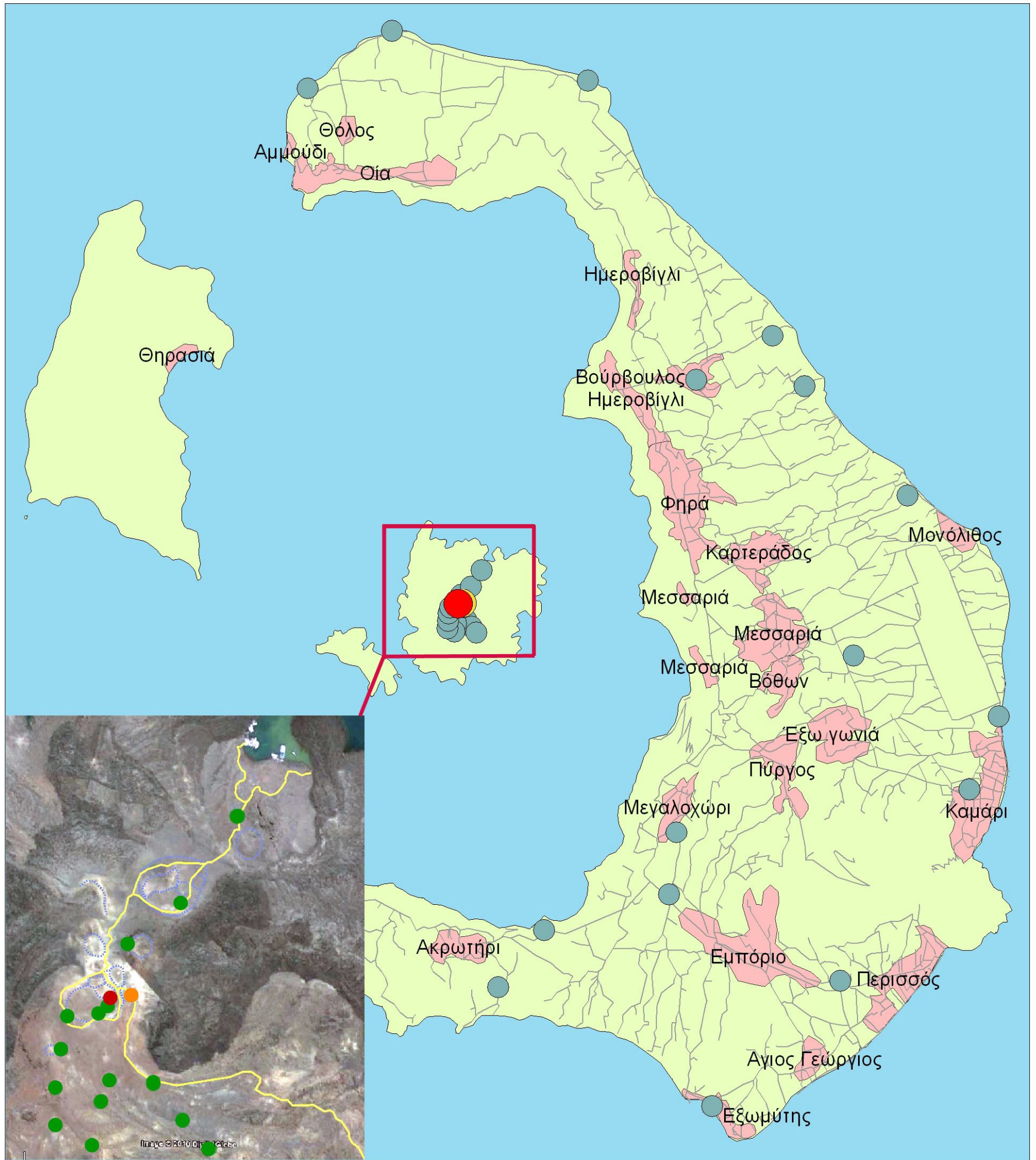


ΥΠΟΜΝΗΜΑ

-  ΖΩΝΗ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΠΟ 80 ΕΩΣ 100° C
 -  ΖΩΝΗ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΠΟ 60 ΕΩΣ 80° C
 -  ΖΩΝΗ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΠΟ 28 ΕΩΣ 60° C
 -  ΖΩΝΗ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΩΣ 28° C
-  Μονοπάτι
-  Κρατήρες



**ΕΙΚΟΝΑ 10.5B - ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ 2010
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΕ ΒΑΘΟΣ 60 CM**



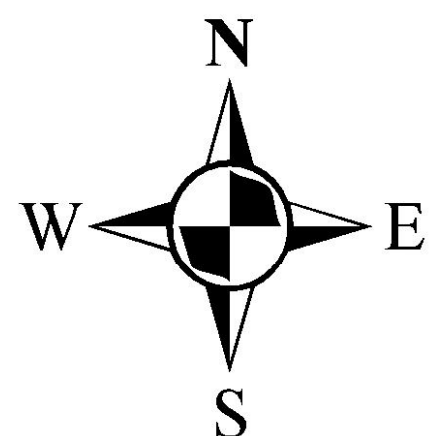
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

- 23,5 - 35,0
- 35,0 - 50,0
- 50,0 - 65,0
- 65,0 - 80,0
- 80,0 - 95,0

— ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

■ ΟΙΚΙΣΜΟΙ



ΚΛΙΜΑΚΑ 1:60.000

10.3 Θερμές Πηγές Σαντορίνης

Το χρονικό διάστημα 10 - 12 /5/2010 ελήφθησαν και δείγματα νερού από μια πηγή SVL-1 και ενός πηγαδιού SVL-2 στην περιοχή της Βλυχάδας, και ενός πηγαδιού στην περιοχή Εμποριο SEMP-3. Η εργαστηριακή ανάλυση των οποίων έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα.



Εικόνα 10.6: Θερμή πηγή περιοχή Βλυχάδα
Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Πίνακας 10.7: Δείγματα από θερμές πηγές στη Σαντορίνη

10-12/5/2010
ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΘΕΡΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΣΤΗ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ

ΔΕΙΓΜΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	CSYNTETAGMENEΣ	Ph	°C	Eh	CND	TDS g/lit	SAL
SVL-1	ΠΗΓΗ ΣΤΗΝ ΒΛΥΧΑΔΑ	N 36 20 15,5 E 25 25 59,5 628473,245 4022063,529	7,37	27	-34	5,17 mS	2,8	2,8
SVL-2	ΠΗΓΑΔΙ ΣΤΗΝ ΒΛΥΧΑΔΑ	N 36 20 28,3 E 25 26 00,2 628484,849 4022458,212	7,55	30	-43	4,32	2,33	2,3
SEMP-3	ΠΗΓΑΔΙ ΣΤΟ ΕΜΠΟΡΙΟ	N 36 21 22,9 E 25 26 50,7 629718,599 4024159,440	6,44	27	21	2,79	1,48	1,4

--	--	--	--	--	--	--	--	--

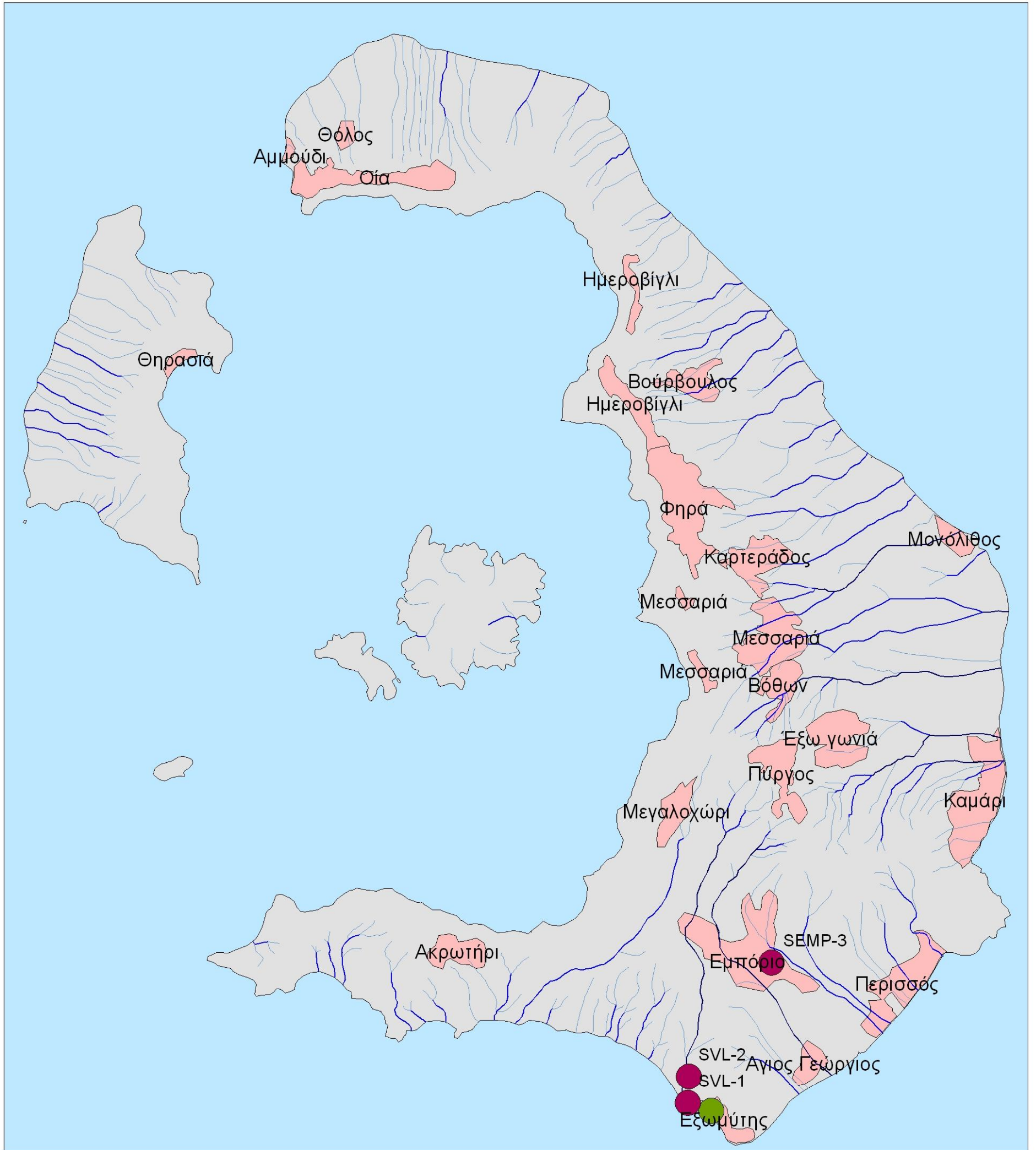
Τέλος ελήφθη και δείγμα στρώματος άμμου που πιθανολογείται ότι προέρχεται από παλιρροϊκό κύμα (τσουνάμι) κοντά στον οικισμό Εξωμύτη.



Εικόνα 10.7: Θαλάσσιες αποθέσεις λόγω παλιρροϊκών κυμάτων πάχους μέχρι 3 μέτρων στην περιοχή Εξωμύτης απ' όπου ελήφθησαν δείγματα για τον προσδιορισμό της σύστασής τους.

Πηγή : Προσωπικό αρχείο

ΕΙΚΟΝΑ 10.8
ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΠΗΓΑΔΙΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΟΥ ΑΠΟ ΤΣΟΥΝΑΜΙ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΤΑΞΗ

— 1

— 2

— 3

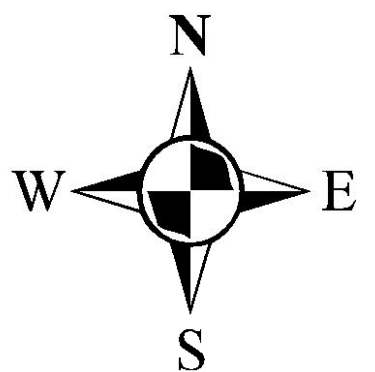
■ ΟΙΚΙΣΜΟΙ



ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΝΕΡΟΥ



ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΑΜΜΟΥ
 ΛΟΓΩ ΔΡΑΣΗΣ ΠΑΛΙΡΡΟΪΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ
 (ΤΣΟΥΝΑΜΙ)



ΚΛΙΜΑΚΑ 1:60.000

11. Οι εκρήξεις του 2002 και του 2007 στο ηφαιστείο Στρόμπολι

Το Στρόμπολι είναι ένα ηφαιστειακό νησί ιδιαίτερα γνωστό ανάμεσα στην ηφαιστειολογική κοινότητα και σε ολόκληρο τον κόσμο για τη συνεχή δράση του. Η ηφαιστειακή δραστηριότητα ωστόσο κατά καιρούς διακόπτεται από παροξυσμικές εκρήξεις ακολουθούμενες από εκτοξεύσεις σε μεγάλο ύψος πυρακτωμένων υλικών και αερίων που μπορούν να φτάσουν και τα 2 κύρια χωριά στις ακτές του νησιού καθώς και ροή λάβας από την Sciara del Fuoco. Το INGV χρησιμοποιεί γεωχημικά, γεωδαιτικά και σεισμολογικά δίκτυα για την παρακολούθηση του ηφαιστείου. Τα τελευταία χρόνια και με την βοήθεια της τεχνολογίας έχουν αποτυπωθεί αναλυτικά δύο παροξυσμικές δράσεις του ηφαιστείου. Η πρώτη το 2002 και η επόμενη το 2007.

11.1 Η Έκρηξη του 2002

Το καλοκαίρι του 2002 το γεωδαιτικό δίκτυο GPS κατέγραψε μικρές παραμορφώσεις και το γεωχημικό δίκτυο μικρή αύξηση στις τιμές συγκέντρωσης του CO₂ από τα νερά των πηγαδιών του νησιού. Τον Νοέμβριο του 2002 εξακολουθούσαν οι τιμές του CO₂ να είναι αυξημένες και νέες παραμορφώσεις του εδάφους παρατηρήθηκαν. Τον Δεκέμβριο η δράση του ηφαιστείου ήταν ιδιαίτερα έντονη. Στις 28 Δεκεμβρίου στις 6.15 το πρωί από ένα βορειοανατολικό άνοιγμα περίπου 600 μ από την επιφάνεια της θάλασσας πάνω στην Sciara del Fuoco το μάγμα έφτασε στην επιφάνεια και κατέβηκε πάνω στην Sciara del Fuoco φτάνοντας της επιφάνεια της θάλασσας σε λίγα λεπτά.



Εικόνα 11.1: Sciara del Fuoco

Πηγή :INGV

Την επόμενη μέρα παρατηρήθηκε ότι το χείλος ενός από τους κρατήρες είχε καταρρεύσει, ενώ η έντονη δράση είχε σταματήσει. Στις 30 Δεκεμβρίου στις 10.30 πμ από μια σειρά φλεβών σχεδόν παράλληλες με την προηγούμενη τους έρεε λάβα σχηματίζοντας νέες δομές στην Sciara del Fuoco. Σχεδόν 50 εκατομμύρια κυβικά μέτρα κατολισθαίνουν από την Sciara del Fuoco με μόνο το ένα πέμπτο από αυτά πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Οι κατολισθήσεις δημιούργησαν Τσουνάμι επειδή υποχώρησε το νερό της θάλασσας δεκάδες μέτρα και όταν επανήλθε εισέβαλε στην ξηρά γύρω στα 150 μέτρα. Από το μεγάλο παλιρροϊκό κύμα που προκλήθηκε καταστράφηκαν δεκάδες σπίτια, ξενοδοχεία και άλλες μικρές υποδομές προκαλώντας μάλιστα και αρκετούς τραυματισμούς ανθρώπων.



Εικόνα 11.2 – 11.3: Φωτογραφίες από την κατολίσθηση του 2002

Πηγή :INGV

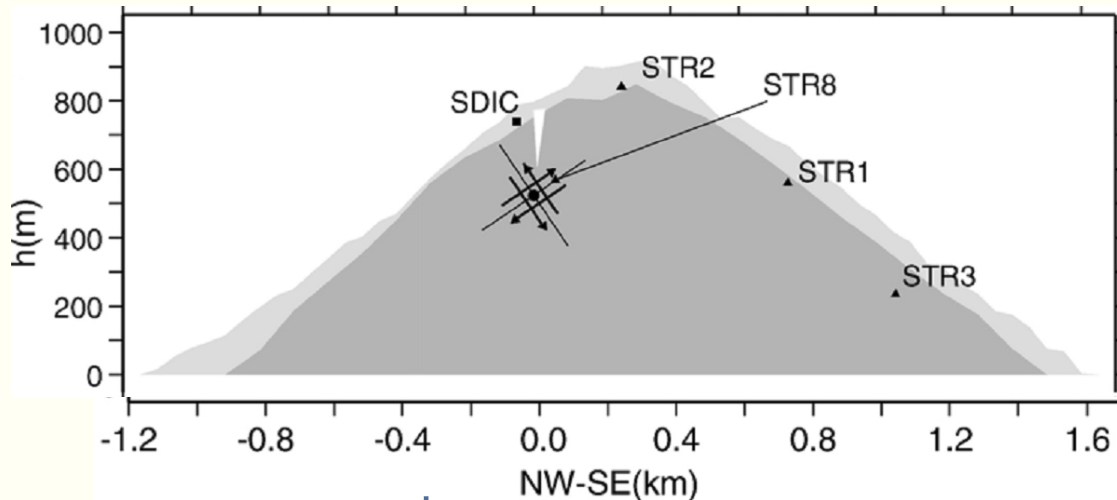


Εικόνα 11.4: Φωτογραφία από τις καταστροφές που προκάλεσε το τσουνάμι το 2002
Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile Servizio Rischio Vulcanico

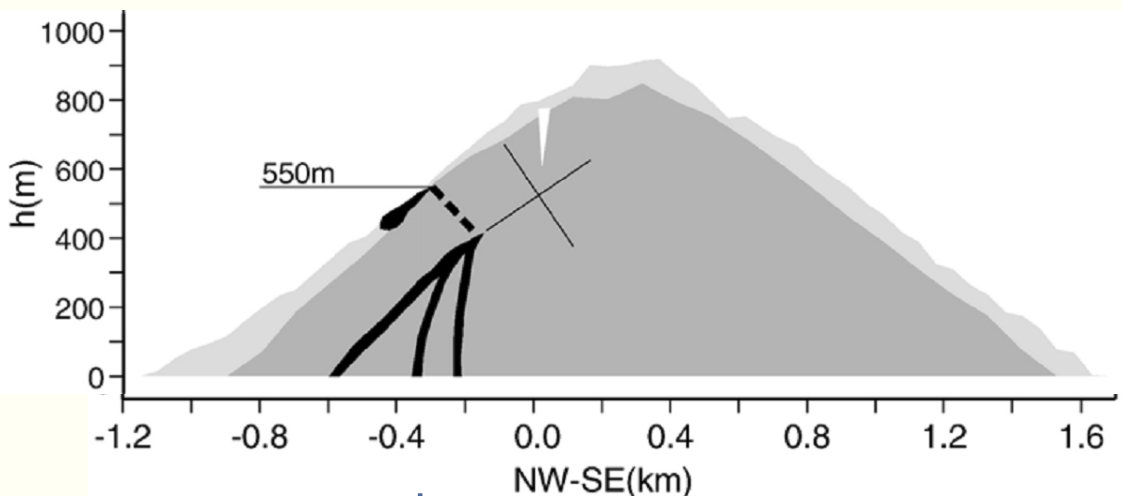


Εικόνα 11.5: Καταστροφές σε οικισμούς στη βόρεια πλευρά του νησιού από το τσουνάμι του 2002

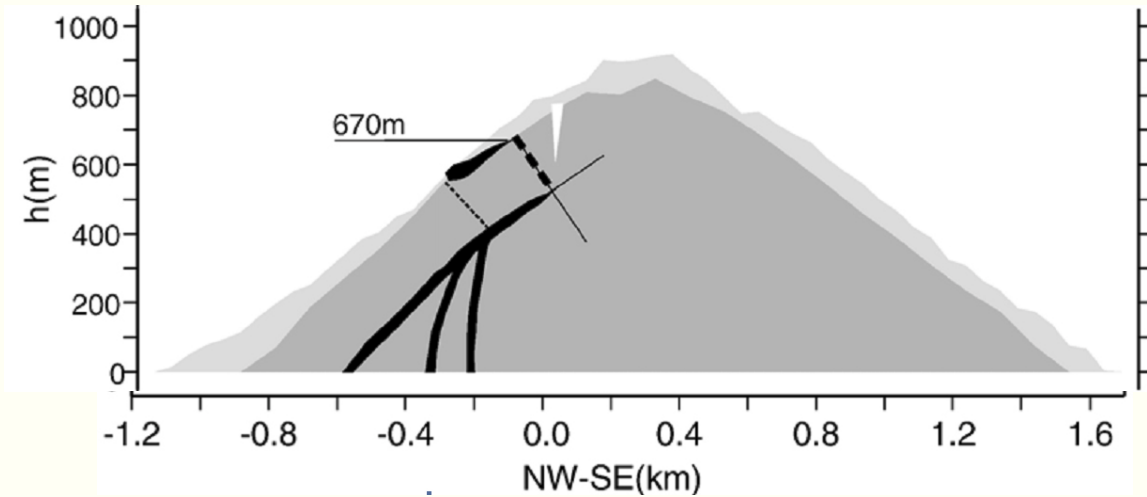
Πηγή :INGV



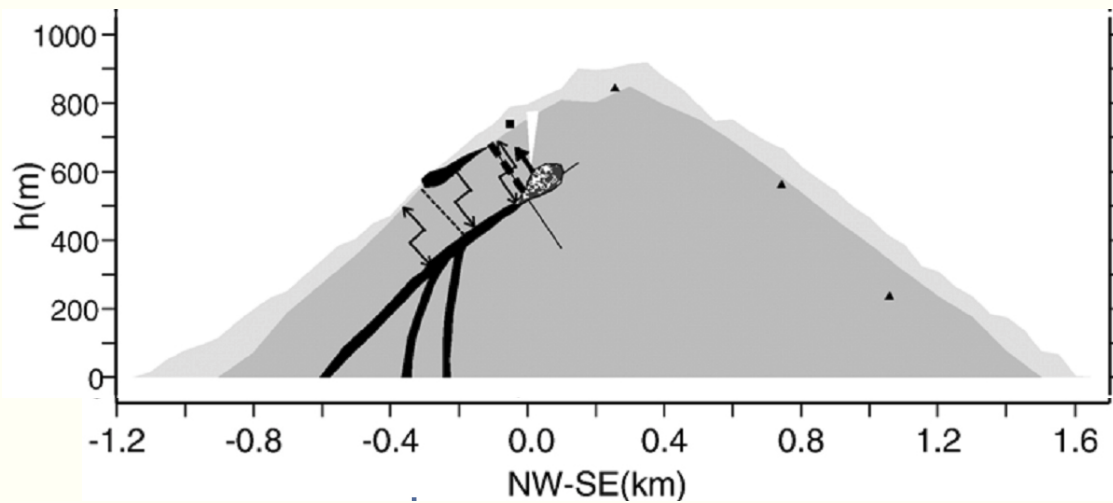
Εικόνα 11.6 : ΒΔ – ΝΑ τοπογραφική τομή του ηφαιστείου Στρόμπολι όπου είναι εμφανείς οι θέσεις των σταθμών παρακολούθησης της σεισμικής δραστηριότητας που προκαλείται από την άνοδο του μάγματος μέσα στον ηφαιστειακό αγωγό τροφοδοσίας.



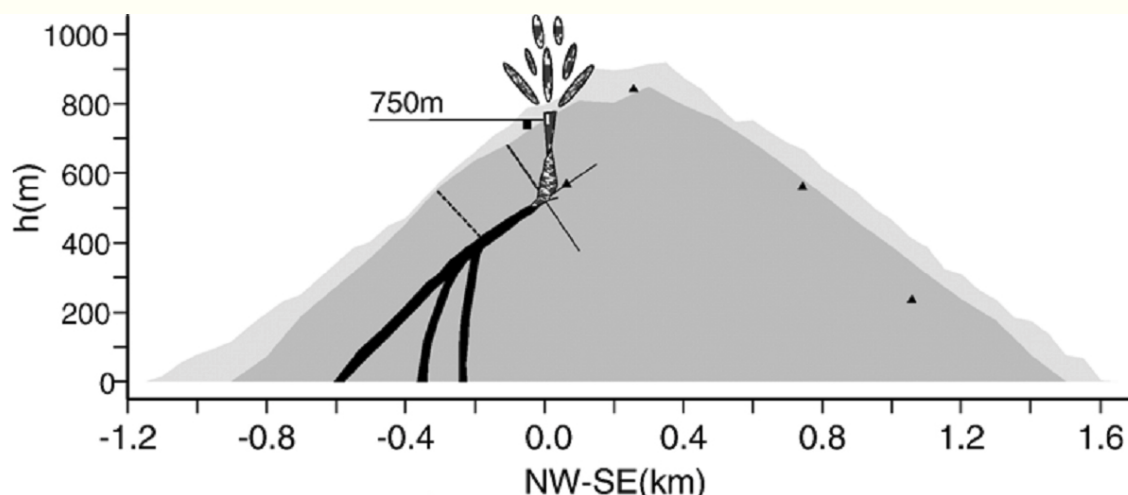
Εικόνα 11.7: 30/12/2002 – 15/2/2003 : Αρχική γεωμετρία του ηφαιστείου και η τροφοδοσία με μαγματικό υλικό μέσω των φλεβών του ηφαιστείου. Το ανώτερο τμήμα του αγωγού είναι στερεοποιημένο.



Εικόνα 11.8: 15/2/2003 – 5/4/2003 : Ροή λάβας από τη ρωγμή σε ύψος 670 μ από την επιφάνεια της θάλασσας.



Εικόνα 11.9: 5/4/2003 : Μάγμα και αέρια συσσωρεύονται στο ανώτερο τμήμα του ηφαιστειακού αγωγού. Η συνεχής πίεση προκαλεί ρωγμές στο ανώτερο τμήμα του ηφαιστείου.



Εικόνα 11.10: 5/4/2003 : Σε υψόμετρο 750 μέτρα πραγματοποιείται μια δυνατή έκρηξη από όπου εκτινάσσονται βιαιότατα θραύσματα λάβας, πυροκλαστικών υλικών, τέφρα, αέρια και υδρατμοί σε μεγάλο ύψος.

Για τις εικόνες 11.6 – 10.10 Πηγή : Earth and Planetary Science Letters 261 (2007) 164–178
Modelling of the April 5, 2003, Stromboli (Italy) paroxysmal eruption from the inversion of broadband seismic data

Η κανονική δραστηριότητα του Στρόμπολι επανήλθε μερικούς μήνες αργότερα και η παροξυσμική δραστηριότητα σταμάτησε. Το διάστημα αυτό δεν υπήρξε ουσιαστικά τουρισμός στο νησί για τους πρώτους μήνες του 2003, με σημαντική πτώση των επιχειρήσεων του τουρισμού, η οποία αυξήθηκε σταδιακά στη διάρκεια του καλοκαιριού του 2003, όταν η πρόσβαση στο Στρόμπολι επιτράπηκε και πάλι. Λόγω του αυξημένου κινδύνου για άλλες κατολισθήσεις στην Sciara del Fuoco, το INGV βελτιώνει τα μέσα παρατήρησης του ηφαιστείου με τη χρηματοδότηση της Πολιτικής Προστασίας (DCP). Μετά την κατολίπηση τα ανοίγματα σε ύψος 400 και 500 μ από την επιφάνεια της θάλασσας στην Sciara del Fuoco είναι ιδιαίτερα ενεργά. Η λάβα που ρέει στην Sciara del Fuoco φτάνει αρκετές φορές τη θάλασσα και άλλες φορές σχηματίζει νέες μορφές στην πλαγιά. Κοντά στο τέλος του Ιανουαρίου 2003 και ενώ είχαν παρατηρηθεί μικρές παραμορφώσεις στο έδαφος στην περιοχή των κρατήρων και έκλυση αερίων στην περιοχή των κρατήρων, οι φλέβες στο βορειοδυτικό μέρος ψηλότερα στην Sciara del Fuoco άρχισαν να ενεργοποιούνται. Στην αρχή του Φεβρουαρίου του 2003 η φλέβα στα 600 μέτρα σταματά και συνεχίζει μόνο εκείνη στα 500 μέτρα να δίνει λάβα στην Sciara del Fuoco. Από τις 9 Φεβρουαρίου αρχίζουν να καταγράφονται σεισμικές δραστηριότητες πιο έντονες, αύξηση στις τιμές SO₂, εδαφικές παραμορφώσεις, αύξηση CO₂ στα πηγάδια, αύξηση της θερμοκρασίας των αερίων στην περιοχή των κρατήρων και αύξηση της θερμοκρασίας και μέσα στους κρατήρες. Στις 15 Φεβρουαρίου οι φλέβες στην Sciara del Fuoco σταμάτησαν τη δραστηριότητά τους και η λάβα άρχισε να κυλά ξανά από τις φλέβες στα βορειοανατολικά από τα 600 μέτρα ύψος. Μερικές ώρες αργότερα η λάβα σταματά να ρέει και από εκεί. Στις 17 Φεβρουαρίου στα 600 μέτρα υψόμετρο μια νέα φλέβα ανοίγει δίπλα στις παλαιότερες. Από τις αρχές του Μαρτίου, μαζί με

παροξυσμική δραστηριότητα παρατηρούνται εκρήξεις και έκλυση αερίων και στάχτης από την περιοχή των κρατήρων, ενώ παρόμοια φαινόμενα παρατηρούνται για μερικές εβδομάδες. Την περίοδο αυτή το δίκτυο παρακολούθησης καταγράφει και ποικιλία στην τοποθεσία των σεισμικών δραστηριοτήτων. Επίσης παρατηρείται αύξηση της ποσότητας και της θερμοκρασίας των αερίων στον κρατήρα, αύξηση του αριθμού των ρωγμών στον κρατήρα, μείωση του ΡΗ του νερού των πηγαδιών, κ.α. Στις 3 Απριλίου γίνεται μια έκρηξη με θραύσματα πυροκλαστικών και τέφρας.



Εικόνα 11.11: Η έκρηξη του 2002
Πηγή :INGV

Λόγω αυτών των δραστηριοτήτων μειώθηκαν οι παρατηρήσεις που απαιτούσαν την ύπαρξη ανθρώπινου δυναμικού κοντά στους κρατήρες, καθώς αναμενόταν περαιτέρω δραστηριότητα. Στις 5 Απριλίου 2003 στις 9.12 πμ. πραγματοποιήθηκε μία από τις πιο ισχυρές εκρήξεις η οποία μερικές δεκάδες δευτερόλεπτα νωρίτερα φαινόταν να επέρχεται από τις καταγραφές στο σεισμικό δίκτυο. Ήταν μεγάλη τύχη ότι αυτή η έκρηξη συνέβη σε μια περίοδο που η πρόσβαση στο ηφαίστειο ήταν απαγορευμένη και υπήρχαν λίγοι επισκέπτες στο νησί. Κατά τη διάρκεια της έκρηξης πυροκλαστικά θραύσματα και στάχτη εκτοξεύτηκαν προς τη νότια πλευρά του νησιού προς το χωριό Ginostra προκαλώντας καταστροφές σε ορισμένα σπίτια και κατασκευές.



Εικόνα 11.12: Καταστροφές από την έκρηξη του 2002
Πηγή :INGV

Ευτυχώς τη δεδομένη χρονική στιγμή δεν υπήρχαν πολλοί κάτοικοι στο χωριό και δεν προκλήθηκε κανένας τραυματισμός, ωστόσο αρκετά από τα επιστημονικά όργανα που βρίσκονταν κοντά στον κρατήρα καταστράφηκαν. Μερικές ώρες αργότερα η λάβα άρχισε να ρέει και πάλι πάνω από τα πυροκλαστικά προϊόντα. Στις 6 και στις 8 Απριλίου το σεισμικό δίκτυο τις νυχτερινές ώρες λαμβάνει 2 ακόμα σήματα παρόμοια με εκείνα της 5ης Απριλίου, σε μορφή και συχνότητα, αλλά όχι στην ένταση με αυτή της 5ης Απριλίου. Τις επόμενες ημέρες κανείς δεν εργάστηκε κοντά στη περιοχή των κρατήρων αλλά ελήφθησαν δείγματα και χαρτογραφήθηκαν οι εναποθέσεις από την έκρηξη στην νότια πλευρά του ηφαιστείου. Στις 14 Απριλίου και σε συμφωνία με την Πολιτική Προστασία κλιμάκιο μέσω ελικοπτέρου αποστέλλεται για την επισκόπηση των κρατήρων και των περιοχών με λάβα. Όλη η περιοχή του κρατήρα ήταν καλυμμένη από σκωρία πάχους 50 εκατοστών. Πολλά από τα όργανα είχαν υποστεί σοβαρές ζημιές και άλλα είχαν καταστραφεί ολοσχερώς. Τις επόμενες εβδομάδες, εξακολουθεί να ρέει λάβα σε μικρότερο βαθμό, ανοίγοντας και νέες φλέβες. Τον Μάιο παρατηρήθηκαν ξανά νέα ανοίγματα και παραμορφώσεις εδάφους στο πεδίο της λάβας. Στο τέλος του Μαΐου οι εναποθετημένες σκωρίες έχουν καλυφθεί εντελώς από λάβα. Στη συνέχεια ξεκινά και η αποκατάσταση των κατεστραμμένων δικτύων παρατήρησης του ηφαιστείου. Τον Μάιο του 2003 συχνά παρατηρείται έκλυση στάχτης, ενώ τους επόμενους μήνες τα ποσοστά λάβας όλο και μειώνονταν. Στις 21 Ιουλίου η έντονη δραστηριότητα σταματά και η συνήθης Στρομπόλια δραστηριότητα επανέρχεται.

Αυτή ήταν συνολικά μια από τις μεγαλύτερες περιόδους εκροής λάβας τα τελευταία 100 χρόνια στο Στρόμπολι. Οι επισκέπτες ωστόσο δεν είχαν τη δυνατότητα να αναρριχηθούν σε υψόμετρο μεγαλύτερο από τα 400 μ. ενώ κατά την διάρκεια των 7 μηνών της ετοιμότητας περισσότεροι από 150 τεχνικοί και ερευνητές από το Palermo, Catania, Napoli, Pisa, Milano και Ρώμη εργάστηκαν στο Στρόμπολι.

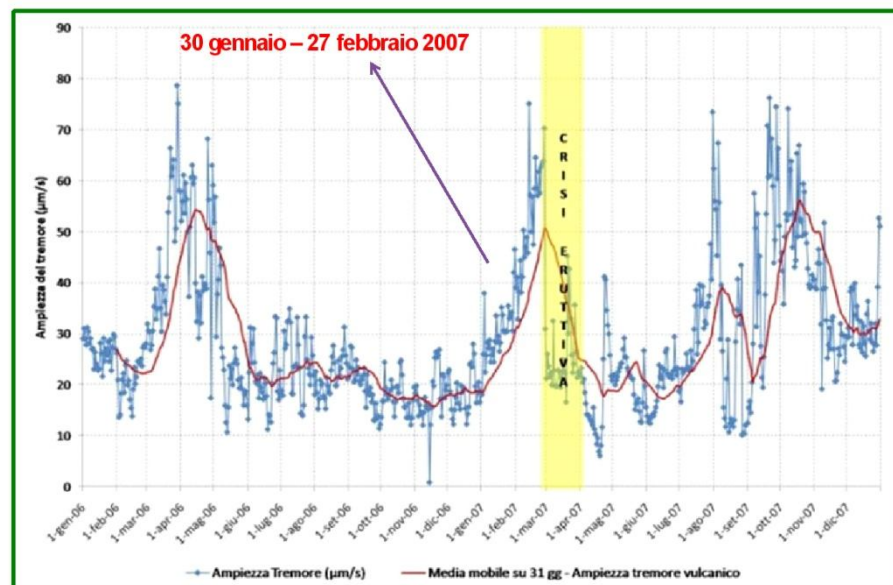
11.2 Η έκρηξη του 2007

Μετά την εκρηκτική δραστηριότητα του 2002-2003 το INGV ενίσχυσε το υφιστάμενο δίκτυο παρακολούθησης στο νησί από όπου τα δεδομένα που καταγράφονται μεταφέρονται σε πραγματικό χρόνο στις εγκαταστάσεις του INGV στην Νάπολη και στην Κατάνια, ώστε οι ερευνητές μελετούν τα δεδομένα και ενημερώνουν την πολιτική προστασία για τυχόν ανωμαλίες στις καταγραφές. Η πολιτική προστασία σε συνεργασία με το INGV και τις τοπικές αρχές αξιολογούν και εκτιμούν το επίπεδο κινδύνου σε κάθε περίπτωση και ενεργοποιούν τις απαραίτητες διαδικασίες.

Τον Φεβρουάριο-Μάρτιο 2007, σημειώνεται μια νέα ηφαιστειακή κρίση. Κρίθηκε από το DPC "κατάσταση προσοχής» λίγο πριν την έναρξη έκρηξης, όταν η σεισμικές παράμετροι παρουσίασαν απότομη αύξηση και παρατηρήθηκε εδαφική παραμόρφωση. Προειδοποιήσεις σήμαναν επίσης και στις 8 Μαρτίου και 15 Μαρτίου, όταν πραγματοποιούνται κατολισθήσεις και μια μεγάλη έκρηξη στον κεντρικό κρατήρα.

Αναλυτικότερα :

Έως τις 15 Ιανουαρίου 2007 αυξάνεται η σεισμική δραστηριότητα. Η CFCRV εξέδωσε και κοινοποίησε μια έκθεση για τη δραστηριότητα του ηφαιστείου στο INGV και το UNIFI. Έως τις 14 Φεβρουαρίου 2007 παρατηρήθηκε αύξηση στις σεισμικές παραμέτρους καθώς και παραμόρφωση αναγλύφου.



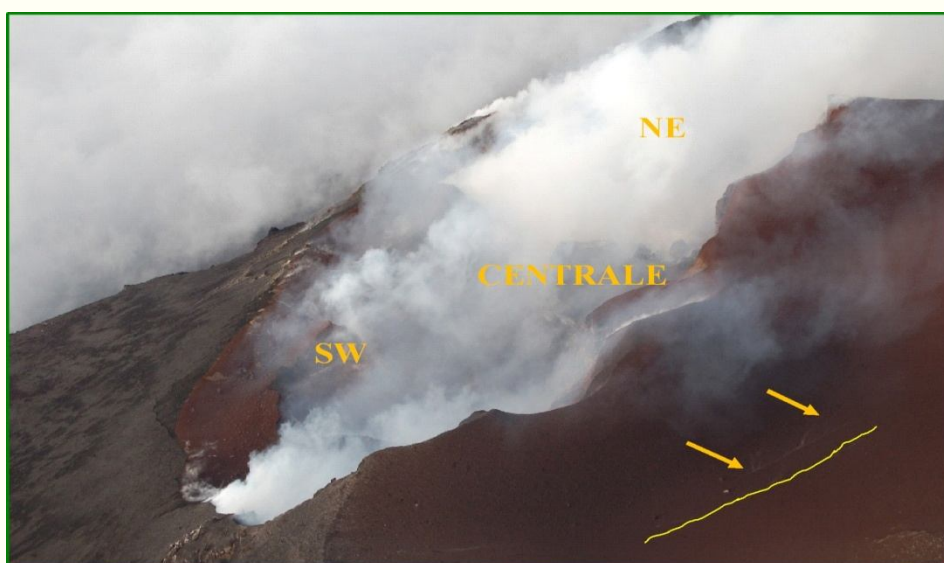
Εικόνα 11.13: Καταγραφές σειсмоγράφου το χρονικό διάστημα της παροξυσμικής δράσης του 2007
Πηγή :INGV

Στις 17 Φεβρουαρίου τοπική ώρα 10.30 π.μ. το σειсмоγραφικό δίκτυο κατέγραφε ασυνήθιστη δραστηριότητα από κατολισθήσεις στην Sciara del Fuoco. Ενεργοποιήθηκε άμεσα η Πολιτική Προστασία και 3 ώρες αργότερα εντοπίστηκε από κάμερες παροξυσμική δραστηριότητα στον Βορειοανατολικό κρατήρα, επίσης νέα φλέβα εντοπίστηκε στην Sciara del Fuoco σε ύψος 400 μ.



Εικόνα 11.14: Νέα Φλέβα στην Sciara del Fuoco
Πηγή :INGV

Τις επόμενες μέρες οι κακές καιρικές συνθήκες εμποδίζουν την ορατότητα στην περιοχή. Η δραστηριότητα των προηγούμενων ημερών οδηγεί στο σχηματισμό ενός δέλτα που τροποποίησε την ακτογραμμή στην περιοχή της Sciara del Fuoco. Στις 27 Φεβρουαρίου 2007 ανοίγεται μια νέα φλέβα στην lava plateau πάνω στην "Sciara del Fuoco". Τότε η Πολιτική Προστασία DPC παρεμβαίνει στο Στρόμπολι και ενεργοποιεί όλο το μηχανισμό του COA. Πραγματοποιείται αιφνίδια εκρηκτική δραστηριότητα εκτός των κύριων κρατήρων και μια μικρή κατολίσθηση των ενεργών κρατήρων η οποία και καταγράφεται σε πραγματικό χρόνο στις οθόνες του CFCRV και στα κέντρα παρακολούθησης του Εθνικού Ινστιτούτου Γεωφυσικής και Ηφαιστειολογίας (INGV) και του Πανεπιστήμιο της Φλωρεντίας (UNIFI).



Εικόνα 11.15: Νέα Φλέβα διαφυγής αερίων και λάβας στην Sciara del Fuoco
Πηγή :INGV

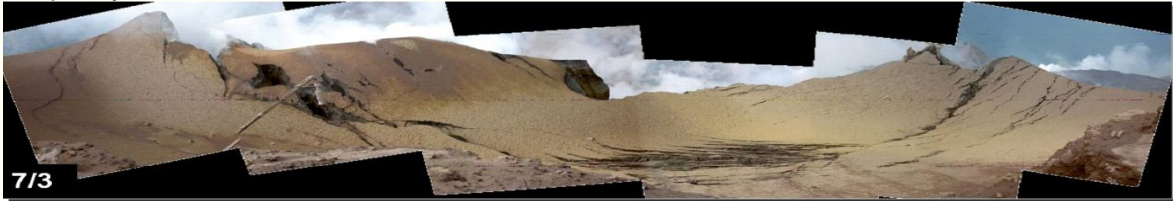


Εικόνα 11.16 - 11.17: Κατολίσθηση στην πλαγιά 27 Φεβρουαρίου 2007
Πηγή :INGV

Η DPC ενεργοποιεί άμεσα τις διαδικασίες έκτακτης ανάγκης και ξεκινά μια συντονισμένη διαχείριση της κρίσης που περιλαμβάνει την πολιτικής προστασίας και τους αρμόδιους φορείς στη Ρώμη και το COA στο Στρόμπολι. Λόγω της κατολίσθησης στην πλαγιά εκδίδεται προειδοποίηση για Τσουνάμι. Η ακτογραμμή μετά την κατολίσθηση υπολογίζεται ότι επεκτάθηκε κατά 80 μέτρα. Τότε η CFCRV εκδίδει δελτία για εκτίμηση υψηλού κινδύνου.

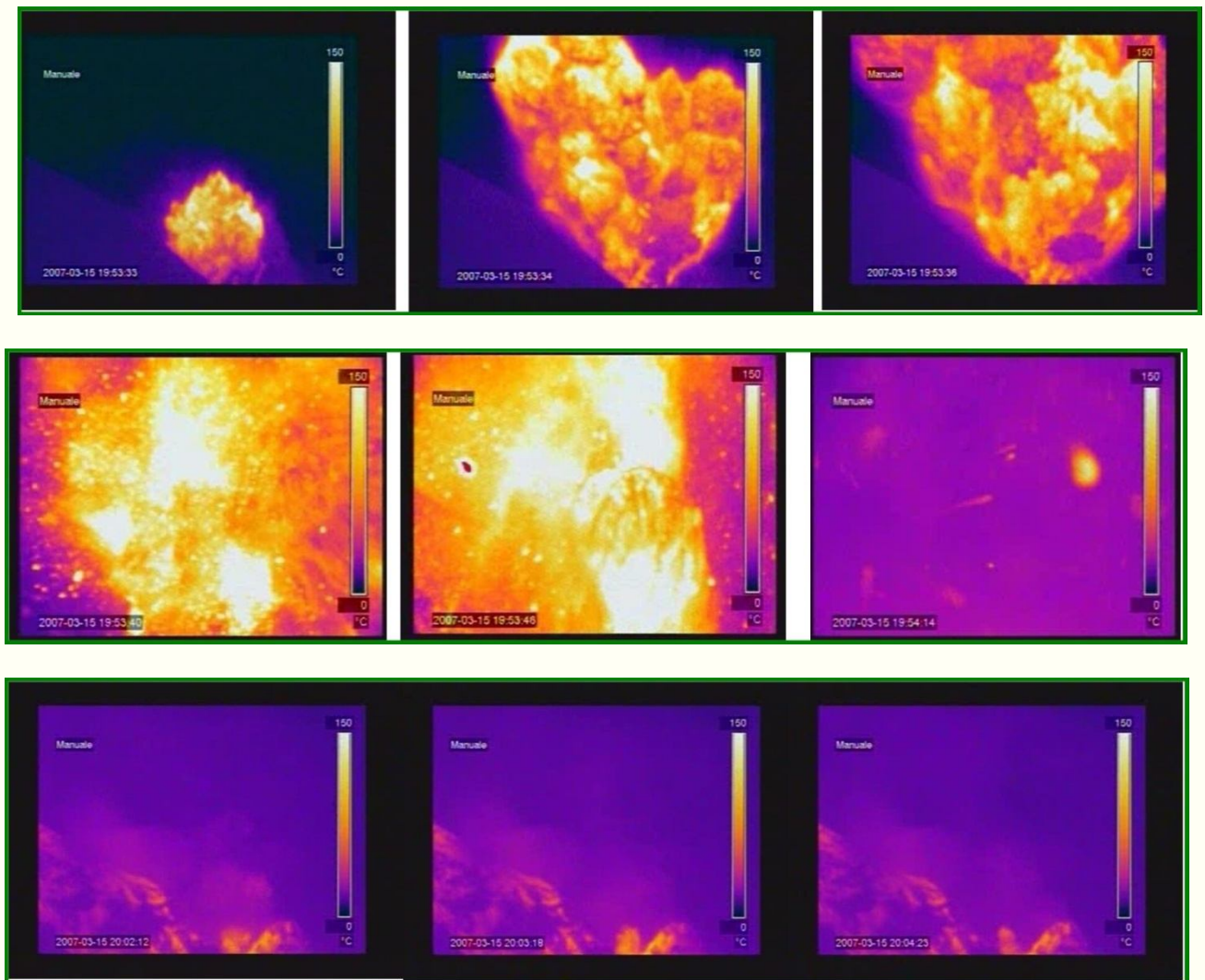
Λίγες ημέρες αργότερα ο καιρός επιτρέπει και την οπτική παρακολούθηση του ηφαιστείου και η περιοχή του κρατήρα φαίνεται αλλαγμένη δραματικά μετά τα γεγονότα. Οι φλέβες εξαφανίζονται και όλη η περιοχή έχει καλυφθεί από κόκκινη τέφρα. Νέες δομές και ρήγματα έχουν σχηματιστεί, με τις αλλαγές να επηρεάζουν και την περιοχή των κρατήρων, ενώ το σειсмоγραφικό δίκτυο κατέγραφε συνεχώς σεισμική δραστηριότητα με υψηλή

συχνότητα. (70 γεγονότα την ώρα) Επίσης παρατηρήθηκε αύξηση στις συγκεντρώσεις των αερίων CO₂ και SO₂ καθώς και αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους στην περιοχή των κρατήρων. Ωστόσο κατεγράφησαν πολύ μικρές μετατοπίσεις εδάφους από τα GPS. Κατά τη διάρκεια της παροξυσμικής δραστηριότητας το INGV εκκένωσε το προσωπικό που βρισκόταν κοντά στην περιοχή για τις καταγραφές για λόγους ασφαλείας. Στις 8 Μαρτίου η έκχυση λάβας σταμάτησε.



Εικόνα 11.18 – 11.19: Διαμόρφωση περιοχής κρατήρων
Πηγή :INGV

Στις 8-9 Μαρτίου 2007 ανοίγουν νέες φλέβες πάνω στην "Sciara del Fuoco" με μεγάλη παραμόρφωση αναγλύφου σε υψόμετρο 500 μ. Η δραστηριότητα τους διήρκεσε μόνο μια ημέρα. Στις 13 Μαρτίου 2007 παρατηρείται παραμόρφωση στην περιοχή του κρατήρα. Η πρόσβαση στο ηφαίστειο περιορίζεται μόνο στα 290 μ και μόνο με εξουσιοδοτημένο οδηγό. Στις 15 Μαρτίου 2007 στις 9.37 μμ τοπική ώρα, από τον βόρειο ανατολικό κρατήρα γίνεται έκρηξη με κομμάτια να φτάνουν τα 250 – 300 μ υψόμετρο. Η έκρηξη καταγράφεται από την υπέρυθρη κάμερα καθώς και από πολλά ακόμα όργανα. Για 6 λεπτά πριν την έκρηξη τα όργανα κατέγραφαν έντονα φαινόμενα και το σειсмоγραφικό δίκτυο κατέγραψε δεδομένα που έμοιαζαν με αυτά κατά την παροξυσμική δραστηριότητα του 2003. Παρόλο που σε αυτή την περίπτωση η έκρηξη δεν ήταν τόσο ισχυρή πολλά εκτοξεύματά της έπεσαν σε υψόμετρα χαμηλότερα από αυτά του 2003. Η στάχτη έφτασε μέχρι το χωριό Ginostra. Οι ηφαιστειολόγοι μετά από πτήση εντοπίζουν κατολισθητικές εναποθέσεις στη βάση του Βορειοανατολικού κρατήρα.



Εικόνα 11.20: Έκρηξη στο Στρόμπολι όπως φαίνεται από (2007) καταγεγραμμένη από θερμική κάμερα.

Πηγή :INGV

Η CFCRV συντονίζει την αποκατάσταση των ζημιών και την πυροσβεστική υπηρεσία. Στις 20 Μαρτίου το σεισμικό δίκτυο καταγράφει ασυνήθη σήματα και τις επόμενες μέρες παρατηρείται μείωση της δράσης και η λάβα δεν πλησιάζει στην ακτή. Στις 2 Απριλίου 2007 σταματά η ροή της λάβας στην "Sciara del Fuoco" και η CFCRV παραμένει ενεργή έως τις 6 Μαΐου 2007 όταν λαμβάνει χώρα και η τελευταία συνεδρίαση του Synthesis Group. Μέχρι το τέλος του Απριλίου αποκαθίστανται οι βλάβες και οι καταστροφές στα όργανα που είχαν υποστεί από την έκρηξη της 15 Μαρτίου. Στις 31 Μαΐου και 6 Ιουλίου 2007 επαναλαμβάνεται συνεδρίαση της Ομάδας Διαχείρισης Ηφαιστειακού κινδύνου (Synthesis Group).

Από το τέλος του Φεβρουάριου-Μαΐου 2007 η επιστημονική επιτροπή (SSG), κάνει καθημερινές αξιολογήσεις για τον κίνδυνο στην περιοχή, σε συνεργασία με την CFCRV. Κατά τη διάρκεια της κρίσης η DPC πραγματοποιεί συντονισμένες ενημερωτικές δραστηριότητες με τα μέσα ενημέρωσης και τους κατοίκους του νησιού. Η επιτυχής διαχείριση της κρίσης συνίστατο στην ελαχιστοποίηση των κινδύνων για τους ανθρώπους και τη διευκόλυνση των συνήθων δραστηριοτήτων και πρόσβασης στο νησί.

12. Δράσεις Πολιτικής Προστασίας στο Στρόμπολι

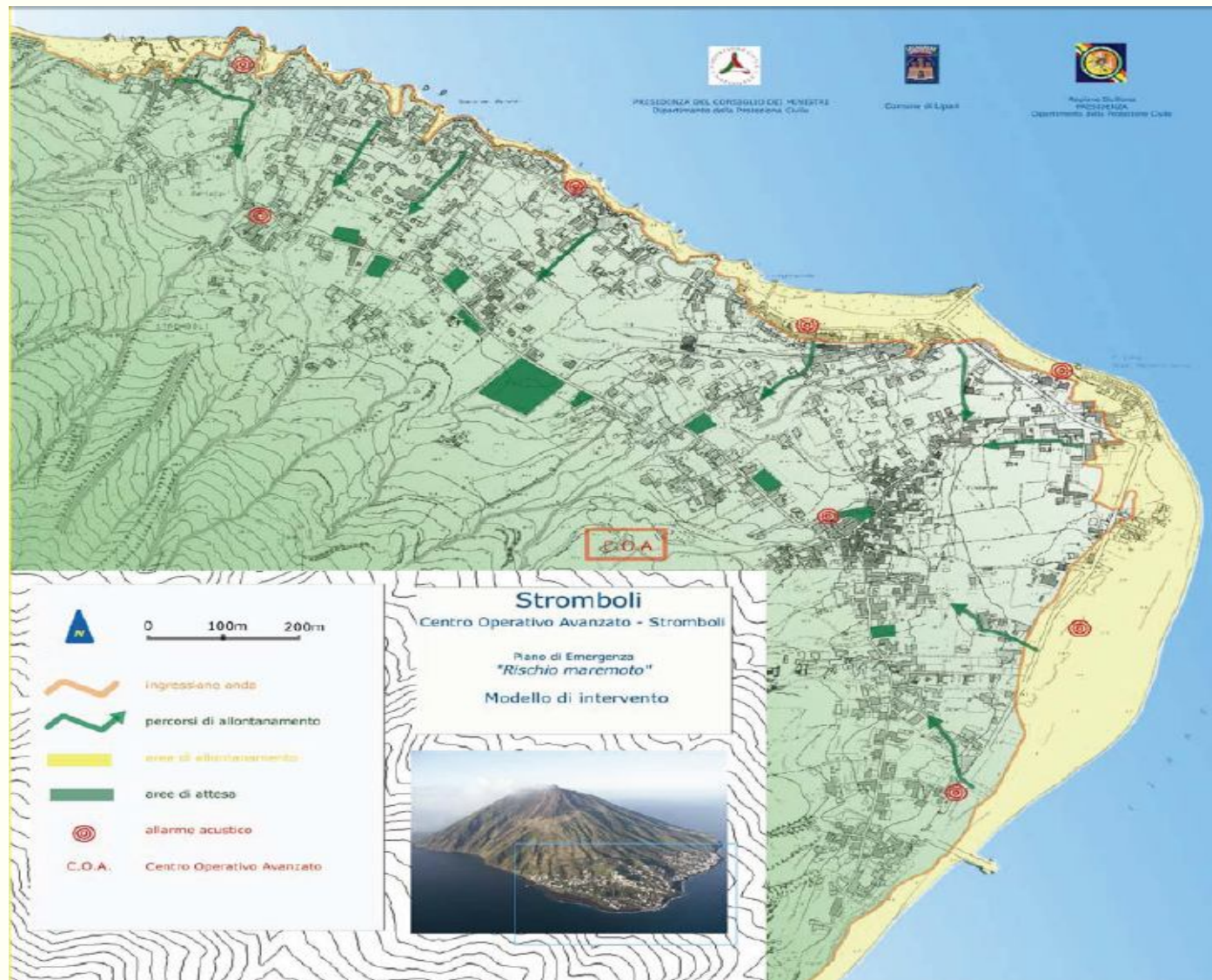
Στα κεντρικά γραφεία της Πολιτικής Προστασίας στη Ρώμη CFCRV επίσης καταφθάνει πληροφορία σε πραγματικό χρόνο όπως και στο COA.

- Ακουστική Πληροφορία σε πραγματικό χρόνο
- Θερμογραφικές κάμερες σε πραγματικό χρόνο
- Σεισμικά δίκτυα καταγραφής σε πραγματικό χρόνο
- Ανά 12 λεπτά εικόνα από ραντάρ για παρατήρηση κατολισθήσεων
- Διαθέσιμες εικόνες από δορυφόρο σε περίπτωση μη καλής ορατότητας λόγω νέφωσης
- Μετεωρολογικά στοιχεία.

⇒ Υπάρχει ειδικό πρόγραμμα το οποίο επιτρέπει από την ένταση του ήχου να υπολογιστεί η διασπορά των εκτινασσόμενων βολίδων.

⇒ Επίσης υπάρχει πρόγραμμα το οποίο από τον όγκο των κατολισθήσεων μπορεί να υπολογίσει το μέγεθος πιθανού Τσουνάμι και παράγει άμεσα χάρτες στους οποίους φαίνονται οι ασφαλείς περιοχές από τις ακτές. Ωστόσο το πρόγραμμα αυτό μπορεί να δώσει αποτέλεσμα μόνο για κατολισθήσεις που πραγματοποιούνται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας.

⇒ Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση δημιουργίας Τσουνάμι ο χρόνος αντίδρασης είναι πάρα πολύ μικρός, γι' αυτό το λόγο έχουν τοποθετηθεί σειρήνες στις ακτές οι οποίες ειδοποιούν άμεσα για εκκένωση των ακτών.



Εικόνα 12.1: Χάρτης απεικόνισης σημείων συγκεντρώσεως και οδεύσεων διαφυγής σε περίπτωση τσουνάμι
 Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico

Επίσης σε περίπτωση που παρατηρηθεί από το COA και την Πολιτική προστασία κάποια ανωμαλία στις συνήθεις καταγραφές μειώνεται συνήθως το ύψος της επισκεψιμότητας των τουριστών για λόγους ασφαλείας συνήθως στα 400 μ ή ακόμα και λιγότερο.



Εικόνα 12.2: Μονοπάτια επισκέψεως τουριστών στο ηφαίστειο. Σε περίπτωση παροξυσμικής δράσης επιτρέπεται η πρόσβαση μέσω σε υψόμετρο 400 μ.

Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico

Επίσης στα ενδεδειγμένα μονοπάτια για την επισκεψιμότητα των τουριστών στο ηφαίστειο υπάρχουν ειδικά καταφύγια που σε περίπτωση παροξυσμικής δράσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προστασία τους από τις βολίδες.



Εικόνα 12.3: Καταφύγια προστασίας στα μονοπάτια

Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico



Εικόνα 12.4: Καταφύγια προστασίας στα μονοπάτια
Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico

Τέλος κρίθηκε από την πολιτική προστασία ότι δεν υπάρχει ασφαλής τρόπος εκκένωσης του χωριού Ginostra και γι' αυτό κατασκευάστηκε ένα νέο λιμάνι.



Εικόνα 12.5: Νέο λιμάνι στη Ginostra
Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico

Τέλος η Πολιτική Προστασία εκδίδει :

- Ενημερωτικά φυλλάδια για κατοίκους και τουρίστες



Εικόνα 12.6: Ενημερωτικά φυλλάδια
Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico

- Πραγματοποιεί συναντήσεις με κατοίκους



Εικόνα 12.7 : Συναντήσεις κατοίκων και ενημέρωση για θέματα πολιτικής προστασίας
Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico

- Αναρτά πόστερ και χάρτες κοντά στο λιμάνι



Εικόνα 12.8: Χάρτες οδεύσεως και περιοχών συγκέντρωσης
Πηγή : Dipartimento della Protezione Civile. Servizio Rischio Vulcanico

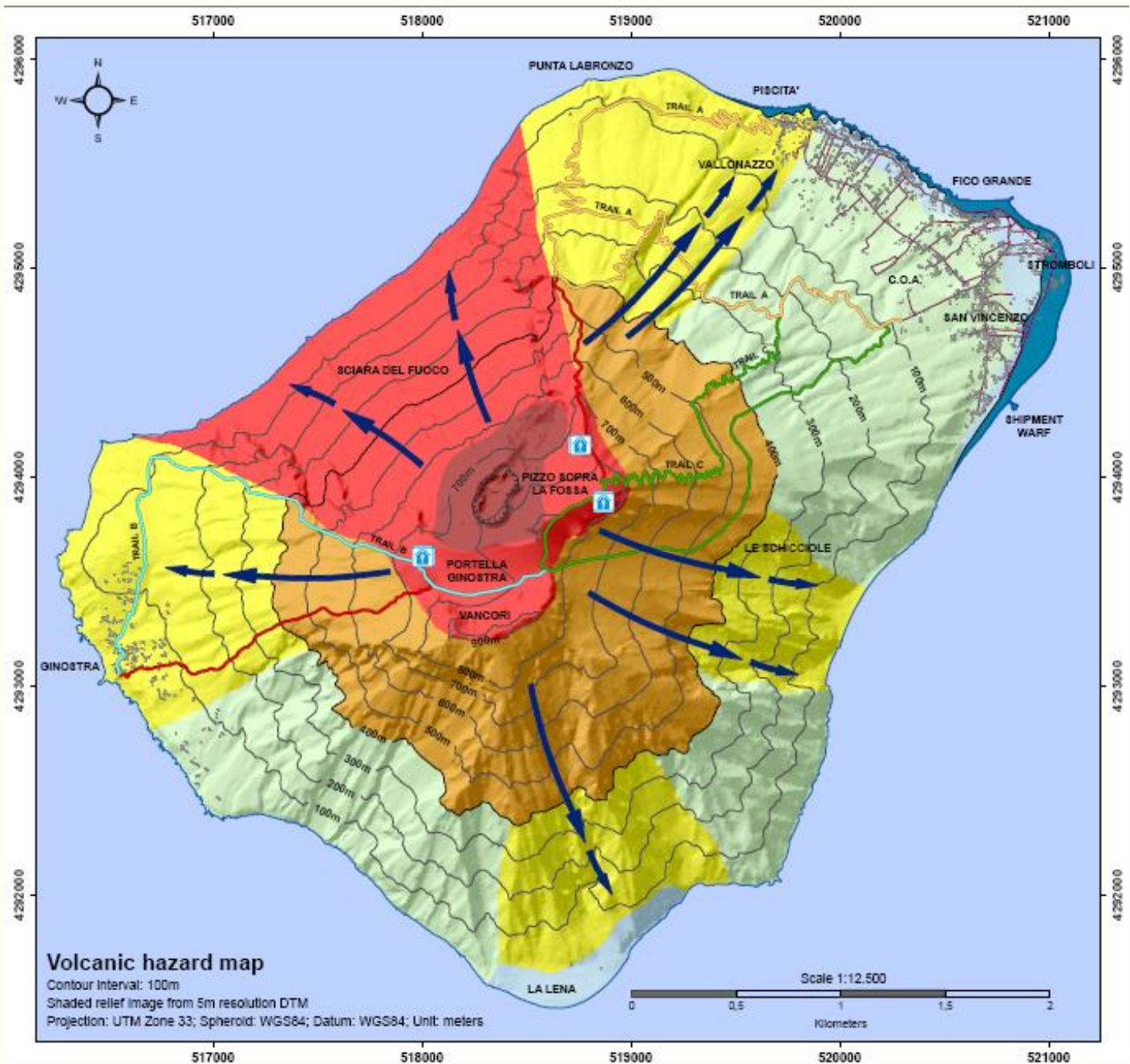
- Δημοσιεύει πληροφορίες στο διαδίκτυο.



Εικόνα 12.9: Διαδικτυακός τόπος Ιταλικής Πολιτικής Προστασίας
 Πηγή : <http://www.protezionecivile.it/jcms/>

-Τέλος αξίζει να αναφερθεί και η άσκηση που έλαβε χώρα στις 15 Απριλίου 2005.

Επίσης από Ινστιτούτο Nazionale di Geofisica e Vulcanologia έγινε μια σοβαρότατη προσπάθεια απόδοσης θεματικών χαρτών επικινδυνότητας για έκρηξη και τσουνάμι, κατόπιν ιδιαίτερης ανάλυσης πολλών δεδομένων τα αποτελέσματα των οποίων και δημοσιεύτηκαν στο επιστημονικό περιοδικό Journal of Maps 2009. Επίσης γίνεται μελέτη όσον αφορά την ανταπόκριση και κατανόηση των χαρτών με οδηγίες από το ευρύ κοινό και προσπάθεια διαμόρφωσης απλών χαρτών για την χρήση τους από το ευρύ κοινό.



Safely on Stromboli

Stromboli is a volcano in constant activity, generally characterized by explosions of moderate energy with outbursts of lava fragments up to tens of meters. Such explosions, which are called "strombolians" occur with a frequency of 10-20 minutes and define the state of "ordinary" activity. Periodically and without any clear warning, the volcano may increase its explosive energy sending larger fragments both higher above and further from the site of the eruption than during ordinary activity and alter its manifestations' characteristics, thus increasing its level of danger. The volcano's eruptive changes require flexible regulations in granting access to the higher parts of the mountain and to surrounding coastal areas, the latter because of landslides, rockfalls, and tsunamis. The altitudes which can be reached by the trails, independently or accompanied by authorized guides, are established by the Italian Civil Protection Authority according to the volcano's current state of activity. Access to coastal areas may be temporarily forbidden for short periods of time, due to the threat of imminent tsunami danger. Official personnel of the Guardia di Finanza (Alpine Rescue Unit) and of Carabinieri control the territory in order to enforce the prevailing regulations.

ONCE ON THE ISLAND, IT IS ADVISABLE TO GATHER ALL AVAILABLE INFORMATION REGARDING THE CURRENT LEGISLATION AND REGULATIONS PROVIDED BY THE ADVANCED OPERATIONAL CIVIL PROTECTION CENTRE OR BY THE AUTHORIZED VOLCANOLOGICAL AND ALPINE GUIDES.

The reserve paths
Stromboli is a wildlife reserve under total and controlled preservation territorial norms. The rather easy access to the mountain is provided by a network of trails designed to preserve the natural beauty and to limit the risk factors as much as possible. The climb uphill is demanding and require quite a physical effort due to the steep slopes and hot weather temperatures.
Rules of conduct
Picking protected flora and littering on the paths' premises are strictly forbidden.
Do not move away from the trails.
Be physically fit and adequately equipped with proper shoes, clothing and water and food supply before venturing on the excursion.

Ordinary volcanic activity
The volcano's ordinary activity consists of the so called "strombolian" explosions, of moderate energy, characterized by outbursts of lava fragments, lapilli and ashes and the fall of heavier material at a few hundred meters distance from the craters.
Rules of conduct
The visitors venturing to the upper parts of the volcano will be accompanied by authorized alpine/volcanological guides. Excursionists must wear a helmet and follow the guide's directions.

Explosions of greater entity
Periodically there may be more intense explosive activity characterized by a strong detonation and by the formation of a large dark cloud. In some cases avalanches of hot material falling down the slopes and flowing down the valleys may occur. In the past, explosions have been known to generate tsunamis.
Rules of conduct
IF YOU SHOULD HEAR A LOUD EXPLOSION:
- if at the top of the volcano, you should reach a shelter area. Stay calm and follow the guide's directions to reach a sheltered area.
- if in the valley areas of Valionazzo and Schicciolle, it is advisable to flee sideways toward the more elevated flanks on the sides of the valley.
- if near the coast line, we recommend going uphill and moving inland by following the "exit" street signs, and if at sea, take to the open sea by boat.

Lava flows
Periodically the volcano's activity has an effusive nature where lava flows occur on the Sciara del Fuoco slope. The high temperature of the lava entering the sea water causes the formation of thick whitish steam columns.
Rules of conduct
Be informed on the locations to reach as to be able to observe the phenomenon safely.

Landslides along the Sciara del Fuoco
The phenomenon of masses rolling down the Sciara del Fuoco slope is rather frequent, and represents a major risk for visitors near the coastline beneath the Sciara del Fuoco.
Rules of conduct
Navigation and bathing are forbidden within 400 m of the coastline in front of Sciara del Fuoco.

Tsunamis
The coastline of Stromboli is rarely affected by tsunamis. Tsunamis are caused by large landslides down the Sciara del Fuoco slope, and by powerful explosions or by earthquakes.
Rules of conduct
If, while visiting the coastal area, the sea retreats from the shore, or an earthquake or a loud explosion should occur, or in any case as the sound of sirens, the visitor must make his way inland following the "exit" signs, if by boat take to the open sea.

COA : The COA – Advanced Operational Centre – is a structure of the Department of Civil Protection operating all year long.

Trails
A: naturalistic landscape path San Vincenzo - Sciara del Fuoco
B: from Ginostra to Portella Ginostra
C: from San Vincenzo to Pizzo sopra la Fossa
Not recommended trails

Volcanic Hazard Zoning

Zone 1. It is the zone around the active vents. It is exposed to hazard at any time, because of the possibility of a sudden blast from an obstructed (reopened) vent. The area is frequently affected by fallout of blocks and bombs (large, hot or cold rock fragments) ejected during the normal explosive activity.

Zone 2. This zone may be affected by ballistic ejecta during major explosions (and paroxysms). Toxic gases may reach here troublesome concentrations. The Sciara del Fuoco, exposed to tephra (ash and rock fragments) fallout, landslide and lava flow hazard, is included in this zone.

Zone 3. It is a zone intermediate between the one exposed to risk for major explosions (Zone 2) and the much larger one that may be affected during paroxysms (Zone 4). Its width varies as a function of the energy of explosive events. From the historical data the lower limit can be reasonably placed at the elevation of 400 m. During major explosions, this zone is affected by fallout of ash, lithic ejecta and incandescent lava fragments, with development of fires. Dangerous accumulation of ash, as well as ash avalanches may occur on the steep slopes.

Zone 4. It is the zone affected by tephra (ash and rock fragments) fallout in case of a large, paroxysmal eruption. Ash showers, episodically accompanied by the fall of large blocks or bombs (hot or cold rock fragments), with fires and roof collapses, are the expected hazards. Breathing may be difficult in case of wind-driven dense ash and gas laden steam clouds.

Zone 5. It is the safest zone of Stromboli where only minor ash showers may occur. The low coasts may be affected by small tsunamis.

Area to be left immediately during threat of a tsunami, such as when the sirens sound or the sea retreats.

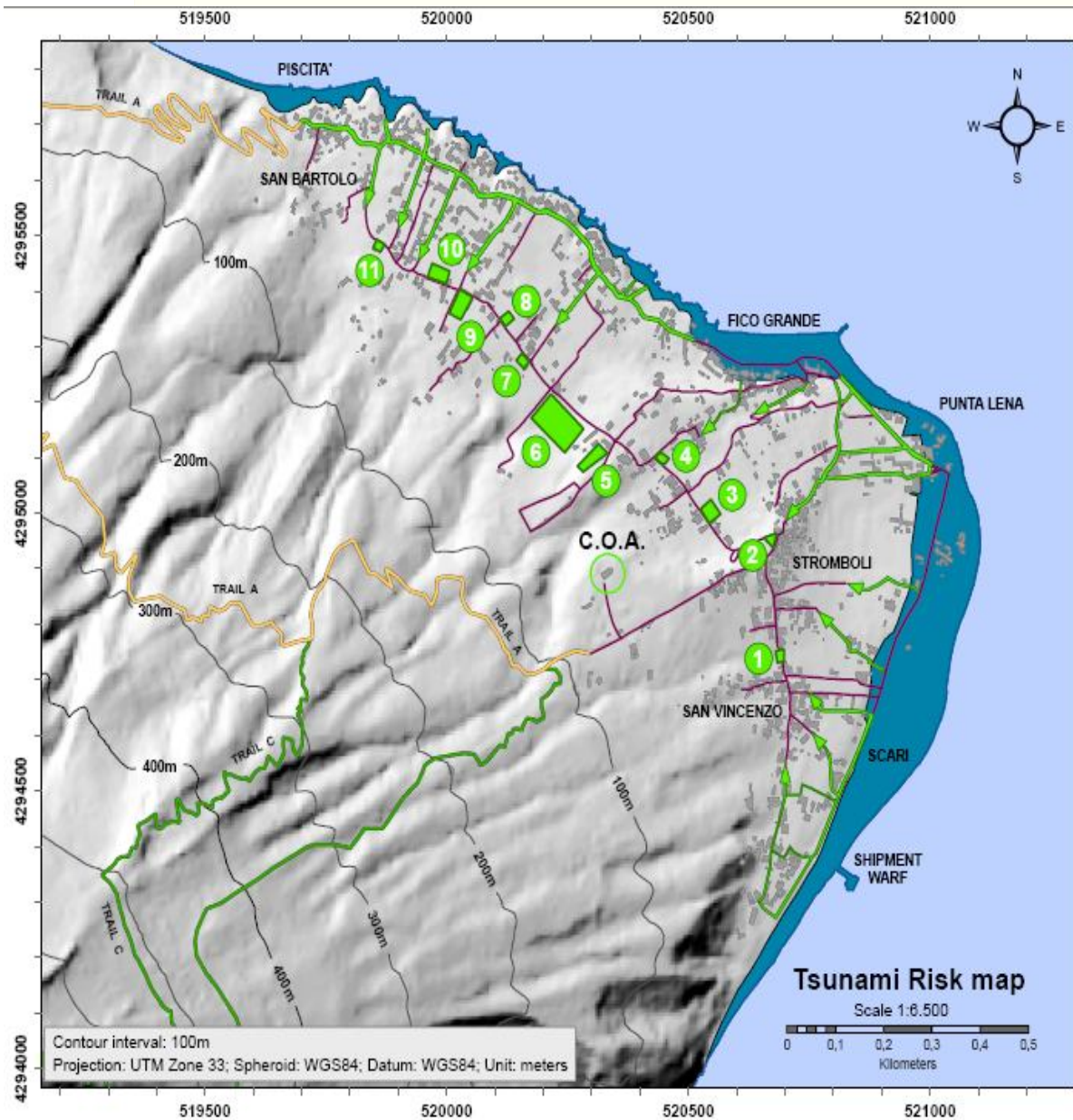
Flowing direction of hot avalanche.

Main roads.

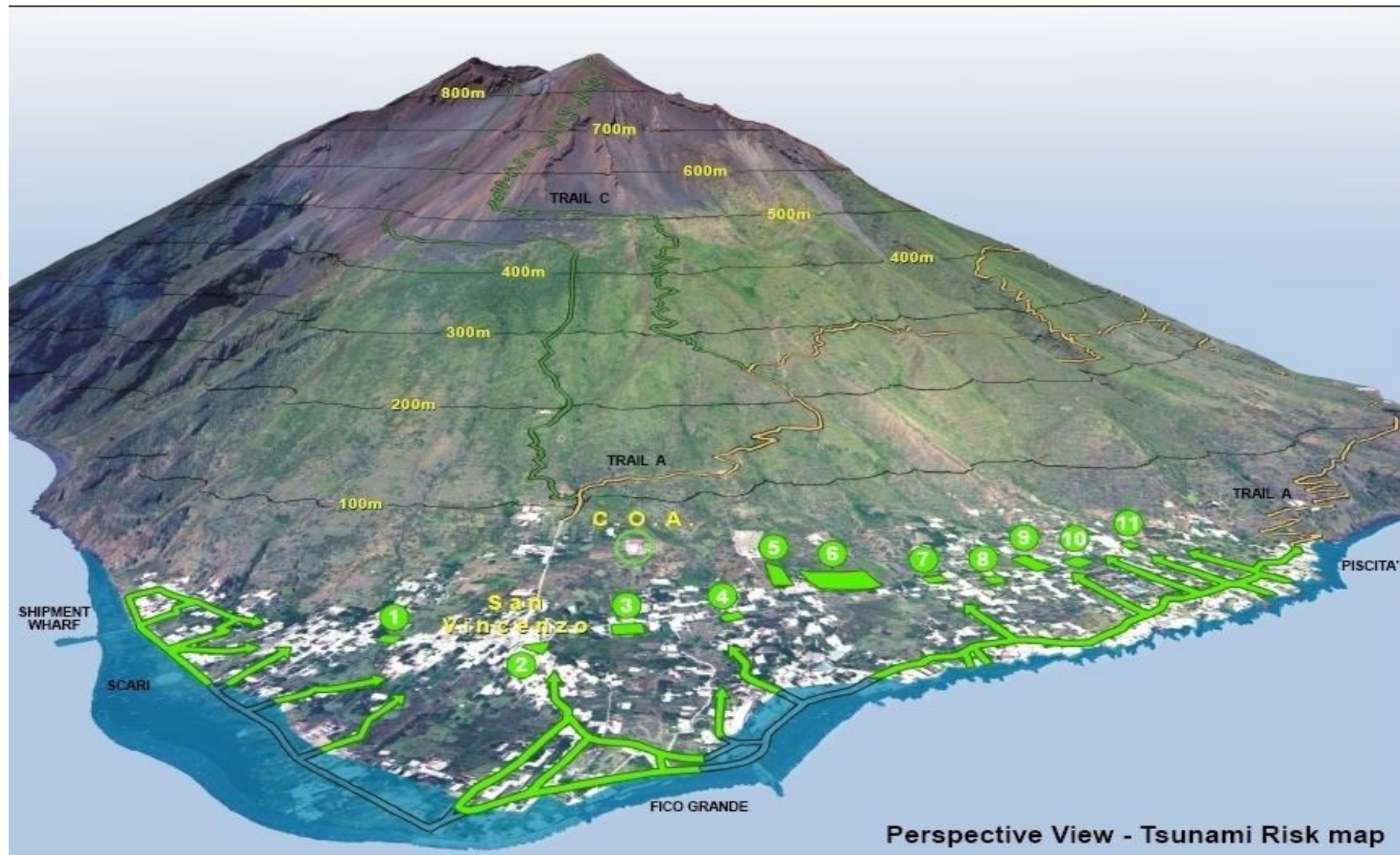
Shelter.

Crater rim.

Εικόνα 12.10 – 12.11 : Θεματικοί χάρτες επικινδυνότητας
Πηγή : INGV Osservatorio Vesuviano (Italy)



Εικόνα 12.12 – 12.13: Θεματικοί χάρτες επικινδυνότητας
Πηγή : INGV Osservatorio Vesuviano (Italy)



Εικόνα 12.14: Προοπτική εικόνα του Στρόμπολι στην οποία απεικονίζονται πιθανές απειλούμενες περιοχές από παλιρροϊκά κύματα.
Πηγή : INGV Osservatorio Vesuviano (Italy)

13. Συγκριτικά στοιχεία ηφαιστειών Σαντορίνη και Στρόμπολι

13.1 Παράθεση στοιχείων ετοιμότητας σε Σαντορίνη και Στρόμπολι

Εξετάζοντας τόσο το ηφαίστειο της Σαντορίνης όσο και αυτό του Στρόμπολι παρατηρούνται αρκετές ομοιότητες αλλά και σημαντικές διαφορές.

Ομοιότητες : Είναι και οι δυο Μεσογειακές περιοχές, νησιά ηφαιστειογενούς προελεύσεως με μορφολογικές ομοιότητες κατά τη γένεσή τους και την εξελικτική τους δραστηριότητα. Επίσης είναι και τα δυο τουριστικοί προορισμοί με ιδιαίτερες απαιτήσεις για την απομάκρυνση του πληθυσμού. Επίσης τόσο το Στρόμπολι όσο και η Σαντορίνη υποδεικνύουν την υποβύθιση της αφρικανικής πλάκας από την Ευρασιατική.

Διαφορές : Επίσης υπάρχουν και σημαντικές διαφορές μεταξύ τους οι οποίες παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 13.1: Παρουσιάζονται συγκριτικά στοιχεία μεταξύ των ηφαιστειών Στρόμπολι και Σαντορίνης

ΗΦΑΙΣΤΕΙΟ ΣΤΡΟΜΠΟΛΙ	ΗΦΑΙΣΤΕΙΟ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ
Τύπος εκρήξεων : Στρόμπολι η συνεχής ηφαιστειακή δραστηριότητα αλλάζει το τοπίο του κρατήρα και γενικότερα το ανάγλυφο του νησιού συνεχώς.	Οι δυο νησίδες στην Καλντέρα η Παλαιά και Νέα Καμένη έχουν επτά κρατήρες οι οποίοι εκτονώνουν αέρια σε καθημερινή βάση. Η συνεχής αυτή εκτόνωση μειώνει τις πιθανότητες ηφαιστειακών εκρήξεων. Ένας ακόμα υποθαλάσσιος κρατήρας που ονομάζεται "Κολούμπος" βρίσκεται στη θάλασσα περιοχή βορειοδυτικά της Σαντορίνης, κοντά στην Οία.
Συνεχής ηφαιστειακή δραστηριότητα με παροξυσμικές δράσεις	Τελευταία έκρηξη στην Νέα Καμένη το 10 Ιανουαρίου 1950 - 2 Φεβρουαρίου 1950 με τη δημιουργία του θόλου Λιάτσικας.
Συνεχής και οργανωμένη παρατήρηση και καταγραφή συμπεριφοράς του ηφαιστείου	Περιστασιακή παρατήρηση και μετρήσεις από διάσπαρτους φορείς χωρίς εκμετάλλευση από την Πολιτική Προστασία των πληροφοριών αυτών.
Επισκεψιμότητα τουριστών στο ηφαίστειο μαζί με εξουσιοδοτημένους και έμπειρους οδηγούς	Επισκεψιμότητα πλήθους τουριστών από ξεναγούς ενδεχομένως μη έμπειρους.
Οργανωμένο σύστημα πολιτικής προστασίας από εξειδικευμένο προσωπικό	Ουδεμία μέριμνα όσον αφορά τον ηφαιστειακό κίνδυνο από την Πολιτική Προστασία της χώρας.

<p>Η Πολιτική Προστασία άμεσα και επίσημα συνδεδεμένη με την επιστημονική κοινότητα στο σύνολο της.</p>	<p>Δεν υπάρχει νομοθεσία που να υποχρεώνει την επιστημονική κοινότητα να κοινοποιεί τα αποτελέσματα των ερευνών της στην Πολιτική Προστασία.</p>
<p>Σημαντική κρατική χρηματοδότηση για εξοπλισμό καταγραφής και παρατηρήσεις ηφαιστείου διαθέσιμο στην επιστημονική κοινότητα και στην Πολιτική Προστασία.</p>	<p>Μικρή η κρατική χρηματοδότηση για έρευνα και ανάπτυξη δικτύου συνεχούς καταγραφής των ηφαιστείων.</p>
<p>Χάρτες επικινδυνότητας και τρωτότητας καθώς και χάρτες εκκένωσης ακτών σε περίπτωση τσουνάμι σε συνδυασμό με σειρήνες.</p>	<p>Δεν υπάρχουν τέτοιες υποδομές.</p>

Παρατηρούνται λοιπόν σημαντικές ελλείψεις στην περίπτωση της Σαντορίνης στο κομμάτι της Πολιτικής Προστασίας για τον ηφαιστειακό κίνδυνο. Δεδομένου ότι το ηφαίστειο δεν έχει δώσει έκρηξη από το 1950 και βρίσκεται σε ηρεμία έχει ατονήσει τον κρατικό μηχανισμό ο οποίος ακόμα και μετά από τηλεφωνική επικοινωνία με διευθυντικό στέλεχος της Υπηρεσίας πιστοποιείται ότι δεν θεωρείται σημαντικός ο ηφαιστειακός κίνδυνος στην χώρα μας γενικότερα και δεν λαμβάνονται προληπτικά μέτρα επ' αυτού.

Είναι αδιαμφισβήτητο γεγονός ωστόσο ότι υπάρχει και συνεχίζει να εξελίσσεται ραγδαία πολεοδομική και τουριστική δραστηριότητα με μεγάλη συγκέντρωση πληθυσμού κυρίως τους θερινούς μήνες σε ένα δυνητικά ενεργό ηφαίστειο, χωρίς καμιά υποδομή και οργάνωση του συνεχώς αναπτυσσόμενου πολεοδομικού ιστού για μια ενδεχόμενη έκρηξη. Αυτό το γεγονός και μόνο καθιστά υψηλή την επικινδυνότητα στο νησί. Η ηφαιστειακή δραστηριότητα είναι ένα φυσικό φαινόμενο το οποίο μπορεί να είναι απρόβλεπτο ακόμα και όταν παρακολουθείται στενά. Η πρόληψη και ο σωστός σχεδιασμός χρήσεων γης και υποδομών μπορούν να λειτουργήσουν και να διευκολύνουν το έργο της πολιτικής προστασίας και των κρατικών φορέων την στιγμή μιας ενδεχόμενης έκρηξης, διαφυλάσσοντας την ασφάλεια και την υγεία πολιτών και τουριστών.

13.2 Συλλογή πληροφοριών και κατασκευή θεματικών χαρτών

Για την κατασκευή των παραγόμενων χαρτών ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

Όλοι οι χάρτες και οι δορυφορικές εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν γεωαναφέρθηκαν μέσω του προγράμματος Arc Map. Ψηφιοποιήθηκαν οι παρακάτω πληροφορίες κατά περίπτωση και χρησιμοποιήθηκαν αντίστοιχα για την παραγωγή θεματικών χαρτών.

Χρησιμοποιήθηκαν :

- Γεωφυσικός χάρτης της ΓΥΣ 1 : 50.000 από όπου και ψηφιοποιήθηκαν οι ισοϋψείς, το υδρογραφικό δίκτυο της Σαντορίνης και η ακτογραμμή καθώς.

- Χάρτης Ανάβασις 1 : 50.000 ψηφιοποιήθηκαν το οδικό δίκτυο (για την ψηφιοποίηση του οδικού δικτύου επιλέχθηκε ο χάρτης του Ανάβασις ως ευκρινέστερος και πιο πρόσφατος ενημερωμένος σχετικός χάρτης από τον αντίστοιχο της ΓΥΣ.) Επίσης προσδιορίστηκε η θέση των λιμανιών και του αεροδρομίου.

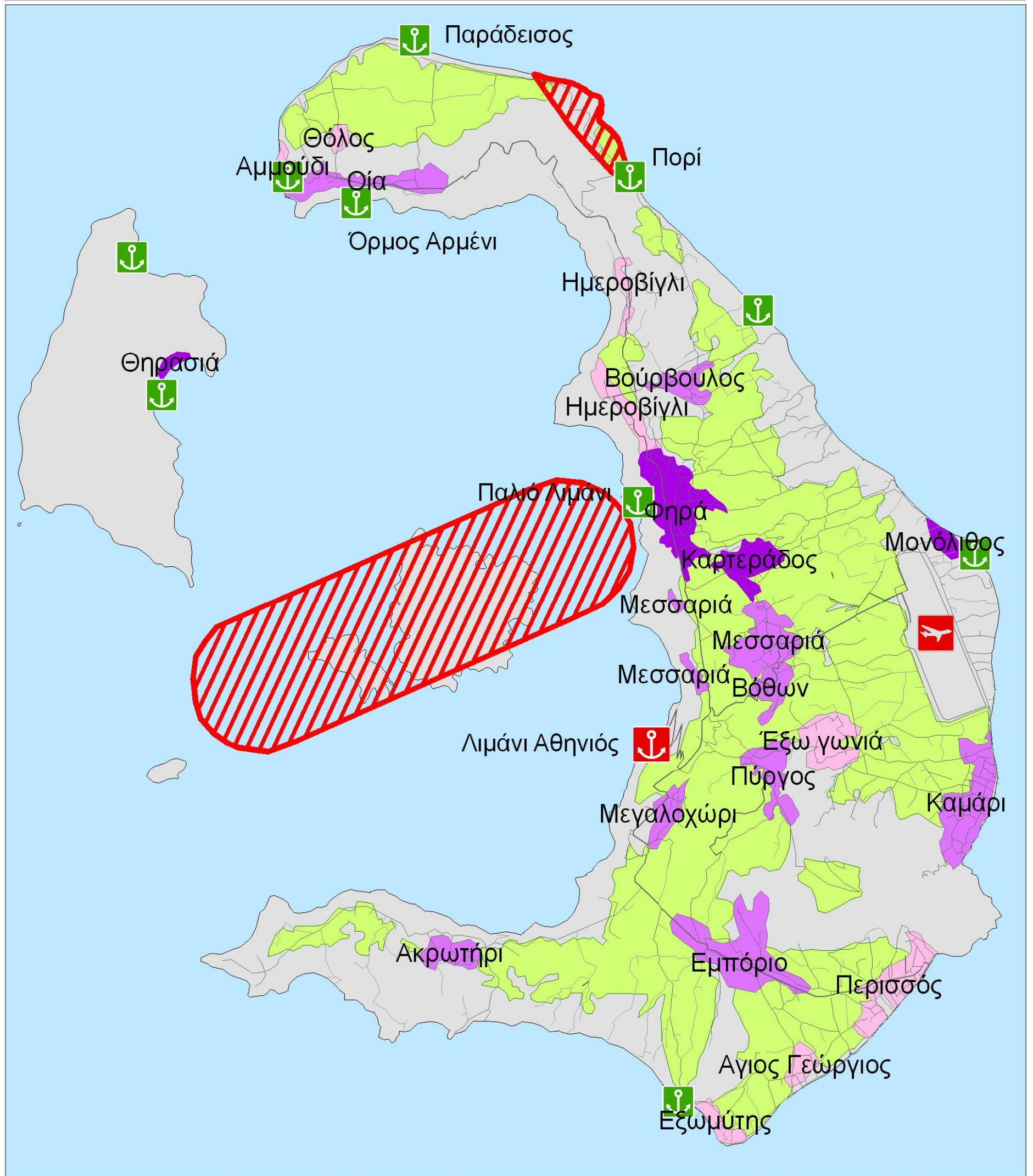
- Δορυφορικές εικόνες Google Earth: παρέχονται δωρεάν μέσω του προγράμματος Google Earth λήφθηκαν δορυφορικές εικόνες ανά τμήματα ώστε να υπάρχει σχετική ευκρίνεια και εξήχθησαν ως αρχεία εικόνας. Στη συνέχεια και σε παραλληλισμό με την ψηφιοποιημένη πληροφορία και μέσω του προγράμματος Arc Map γεωαναφέρθηκαν οι αντίστοιχες εικόνες με τη βοήθεια διακεκριμένων σημείων. Η ακρίβεια δεν είναι ιδιαίτερα καλή ωστόσο η πληροφορία που συλλέχθηκε από αυτές ήταν η έκταση των οικισμών καθώς και των γεωργικών εκτάσεων ως μια πληροφορία τάξης μεγέθους για περαιτέρω εκτιμήσεις.

Επίσης χρησιμοποιήθηκε :

- Ηφαιστειακός Χάρτης ζωνών επικινδυνότητας βάσει ιστορικών στοιχείων της Σαντορίνης από το ΙΜΠΗΣ ο οποίος γεωαναφέρθηκε κατά προσέγγιση βάσει διακριτών σημείων και ψηφιοποιήθηκε πληροφορία σχετικά με την έκταση των βαλλιστικών αναβλημάτων, τις πιθανές απειλούμενες εκτάσεις από τσουνάμι, υδροκλαστικών εκτοξευμάτων, ροών λάβας και κώνοι σκωριών και πιθανών κατολισθήσεων. Επίσης απεικονίζεται και η διασπορά της τέφρας μέσω διανυσμάτων.

Άλλα δεδομένα, καταγραφές και μελέτες σχετικά με την ηφαιστειακή επικινδυνότητα για την περιοχή της Σαντορίνης δεν υπάρχουν. Μόνο το ΙΜΠΗΣ παρείχε στο διαδίκτυο τον συγκεκριμένο χάρτη επικινδυνότητας. Ο θεματικός αυτός χάρτης αξιοποιήθηκε ως εξής: Ελήφθηκε από το διαδίκτυο από αρχείο pdf και μετατράπηκε σε αρχείο εικόνας μέσω του προγράμματος photoshop. Στη συνέχεια γεωαναφέρθηκε μέσω χαρακτηριστικών σημείων του νησιού με τη βοήθεια του προγράμματος ArcMap. Η κλίμακα και η ευκρίνεια των δεδομένων του χάρτη δεν επέτρεψαν την απαιτούμενη ακρίβεια για τη κλίμακα του παραγόμενου χάρτη ωστόσο επειδή η φύση της καταγεγραμμένης πληροφορίας είναι σχετική και προσεγγιστικά προσδιορισμένη καθώς πρόκειται για ένα φυσικό φαινόμενο και μια φυσική καταστροφή που δεν προσδιορίζεται εκ των προτέρων μπορούν τα δεδομένα να χρησιμοποιηθούν κατά προσέγγιση στην παρούσα εργασία για την εξαγωγή θεματικών χαρτών και συμπερασμάτων.

ΕΙΚΟΝΑ 13.1 - ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΑΠΟ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΑ ΑΝΑΒΛΗΜΑΤΑ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Κύριοι Οικισμοί

Πυκνότητα Πληθυσμού 2001

0,00- 1,00

1,00 - 2,00

2,00 - 3,17

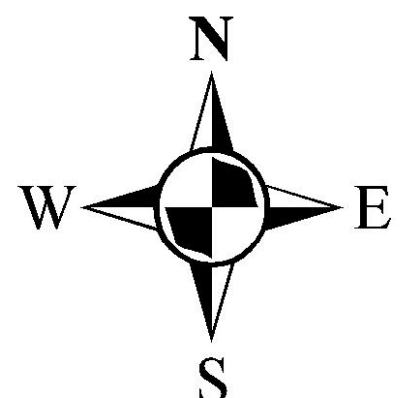
Καλλιεργήσιμες εκτάσεις

Ηφαιστειακά Αναβλήματα

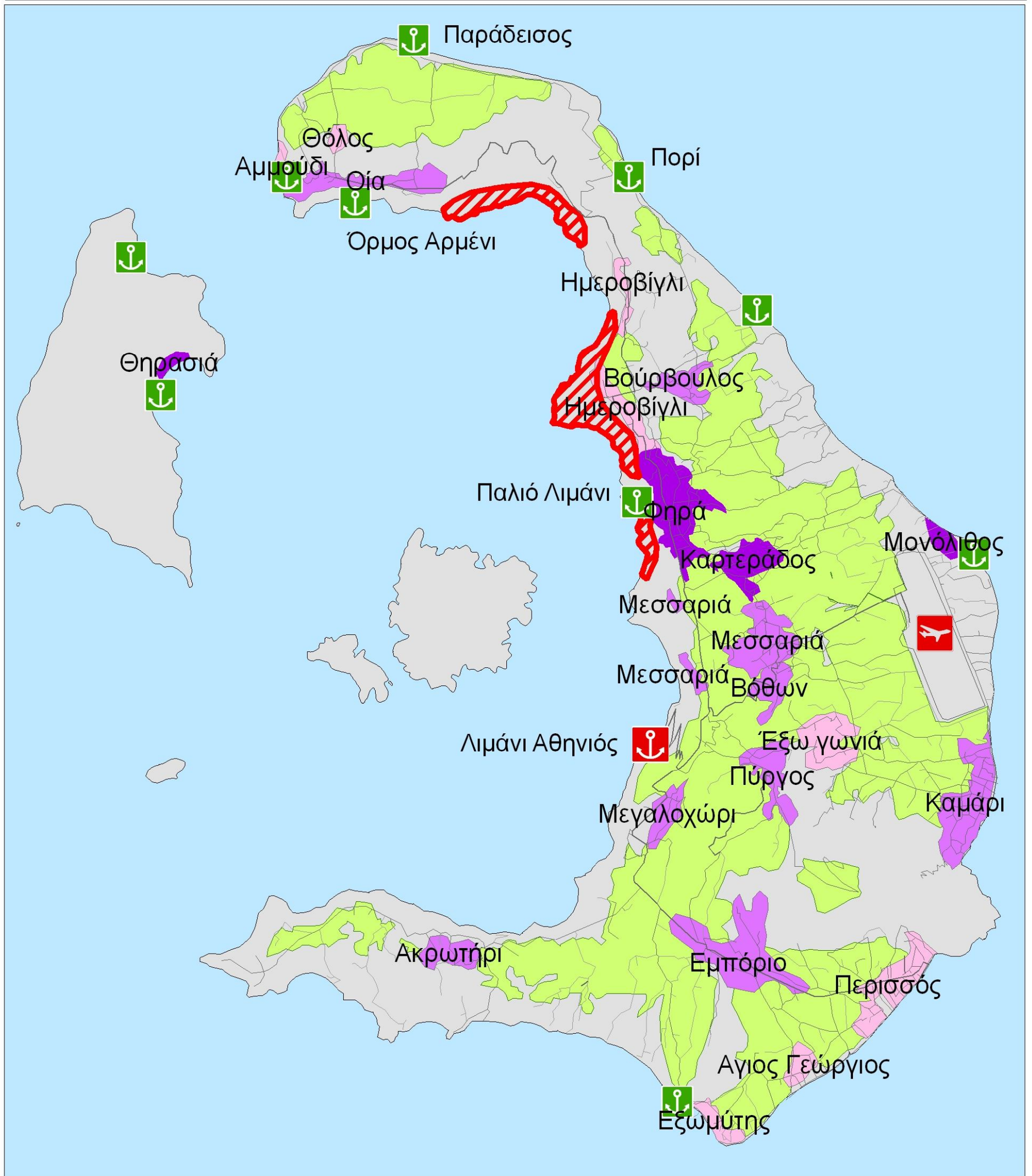
Αεροδρόμιο

Κύριο λιμάνι

Μαρίνα



ΕΙΚΟΝΑ 13.2
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΠΟ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Κύριοι Οικισμοί

Πυκνότητα Πληθυσμού 2001

0,00- 1,00

1,00 - 2,00

2,00 - 3,17

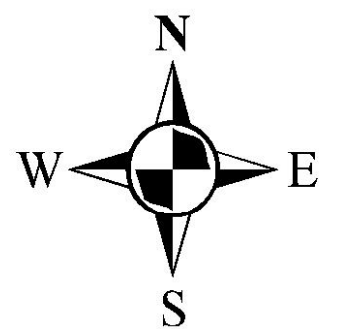
Καλλιεργήσιμες εκτάσεις

Κατολισθήσεις

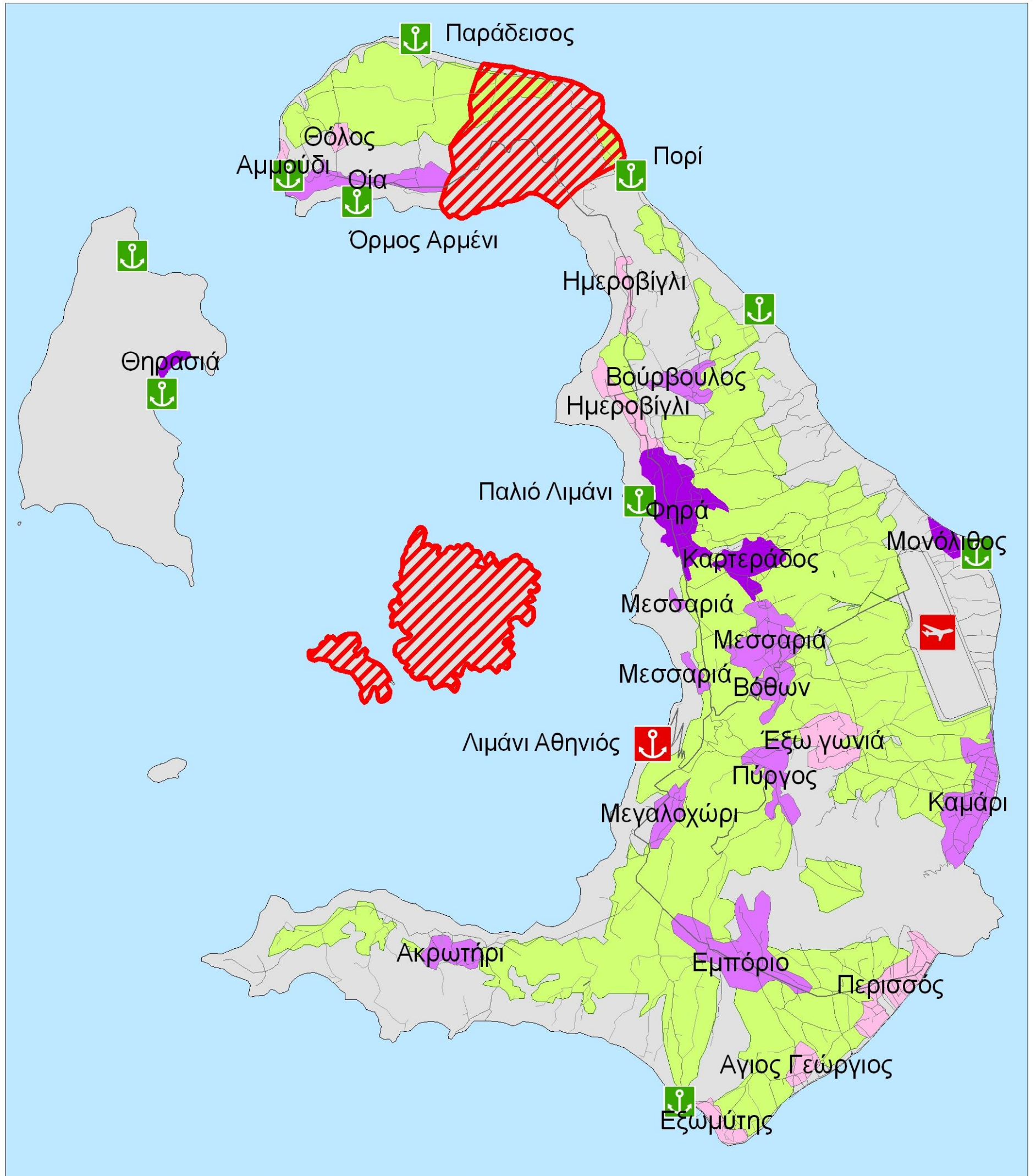
Αεροδρόμιο

Κύριο λιμάνι

Μαρίνα



ΕΙΚΟΝΑ 13.3
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΠΟ ΡΟΕΣ ΛΑΒΑΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Κύριοι Οικισμοί

Πυκνότητα Πληθυσμού 2001

0,00- 1,00

1,00 - 2,00

2,00 - 3,17

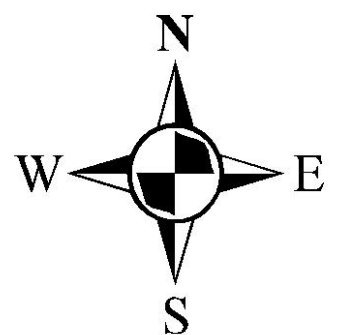
Καλλιεργήσιμες εκτάσεις

Ροές Λάβας & Κώνοι Σκωρίας

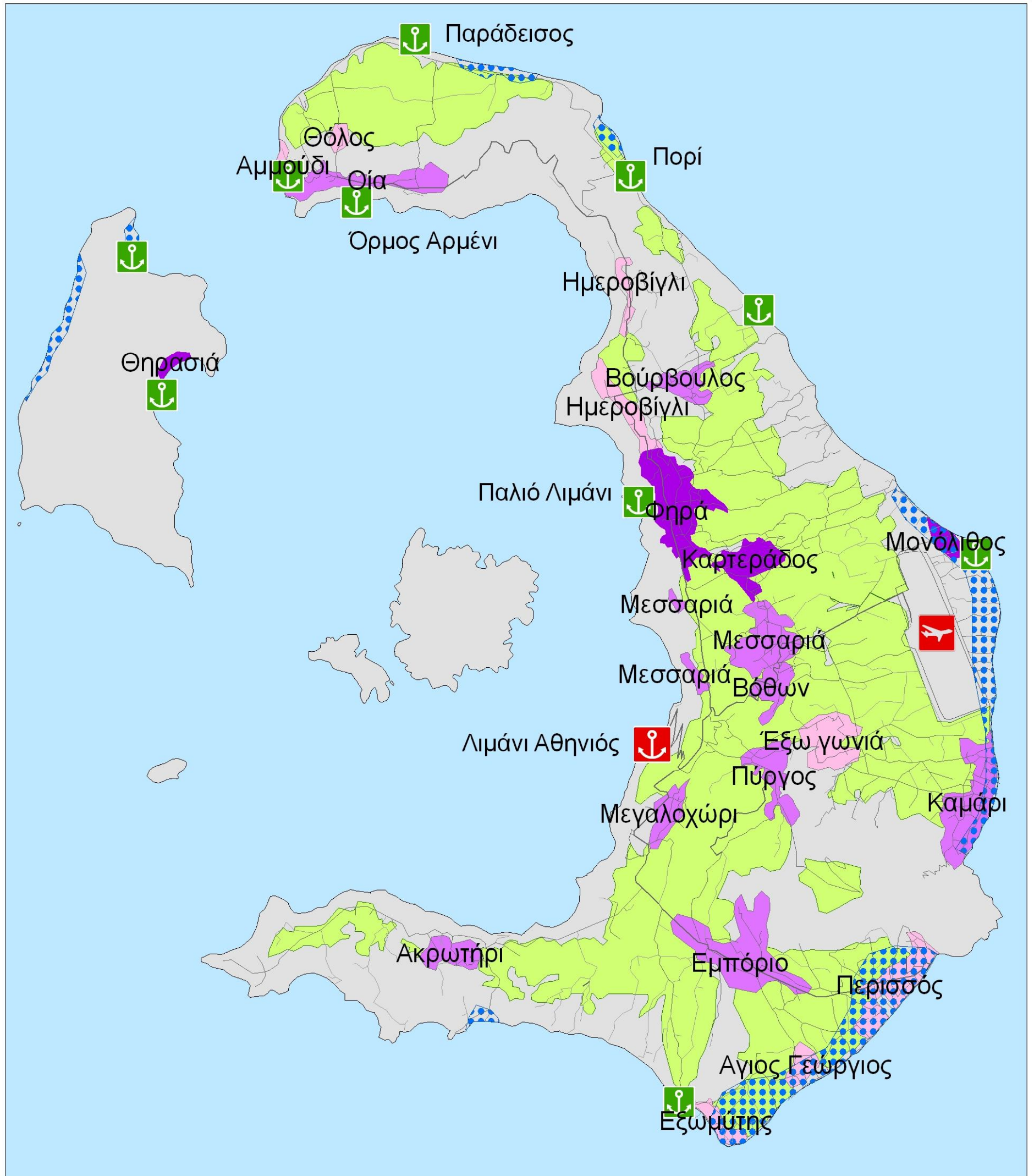
Αεροδρόμιο

Κύριο λιμάνι

Μαρίνα



**ΕΙΚΟΝΑ 13.4
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΠΟ ΤΣΟΥΝΑΜΙ**



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Κύριοι Οικισμοί

Πυκνότητα Πληθυσμού 2001

0,00- 1,00

1,00 - 2,00

2,00 - 3,17

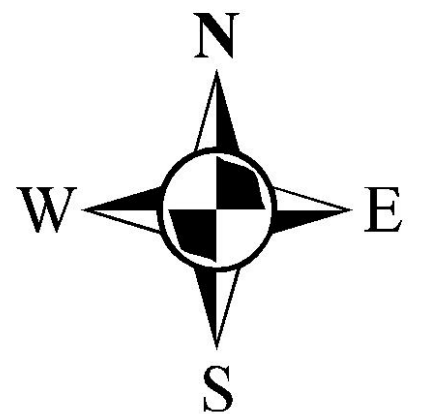
Καλλιεργήσιμες εκτάσεις

Τρωτές Περιοχές απο Τσουνάμι

Αεροδρόμιο

Κύριο λιμάνι

Μαρίνα



ΠΗΓΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ "ΙΜΠΗΣ" ΚΑΙ
ΠΡΟΣΩΠΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ, ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:60.000

Από την Εικόνα 13.1 παρατηρείται ότι η πορεία των βαλλιστικών εκτοξευμάτων (εκτινάσσονται βολίδες, μύδροι, θραύσματα κλπ) φαίνεται να απειλεί την περιοχή των Φηρών κυρίως λόγω του προσανατολισμού που παρουσιάζουν. Επίσης τα Φηρά όπως προαναφέρθηκε εμφανίζουν από τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις πληθυσμού στο νησί, γεγονός που αυξάνει την επικινδυνότητα στην περιοχή. Σε επίπεδο Κοινότητας μάλιστα τα Φηρά έχουν πολλά στενά σοκάκια και πυκνή δόμηση γεγονός που επίσης αυξάνει το βαθμό επικινδυνότητας σε τοπικό επίπεδο καθώς καθιστά δύσκολη μια ενδεχόμενη απομάκρυνση πληθυσμού.

Επίσης στα ΒΒΑ του νησιού φαίνεται να απειλείται από εκτοξεύματα σε μια ενδεχόμενη έκρηξη του Κολούμπο μια μικρή καλλιεργήσιμη έκταση της τάξεως των 0,3 Km², καθώς και ένα μικρό τμήμα του οδικού δικτύου β' κατηγορίας και η Μαρίνα στο Πορί που βρίσκεται πλησίον των εκτάσεων αυτών.

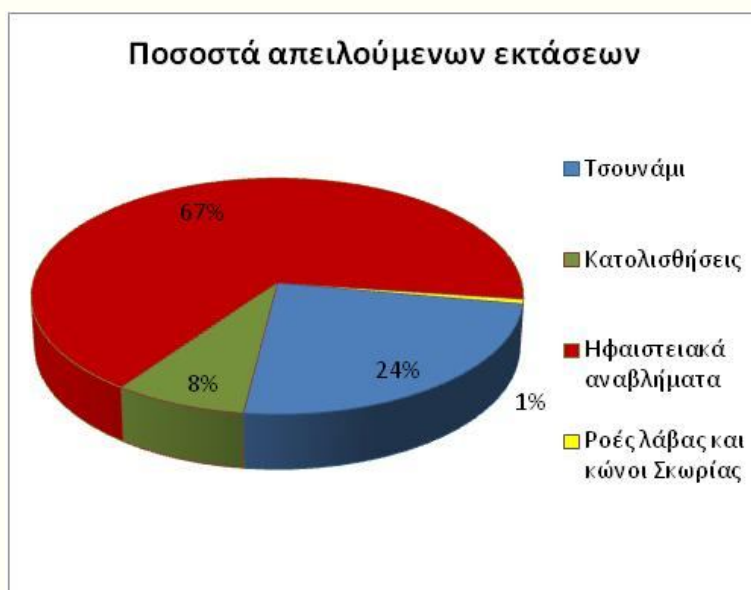
Από την Εικόνα 13.2 παρατηρείται πως απειλούνται με κατολίσθηση ως επί το πλείστον περιοχές πλησίον των Φηρών και του Ημεροβιγλίου. Επίσης το Παλιό λιμάνι κάτω από τα Φηρά απειλείται σε περίπτωση κατολίσθησης. Καλλιεργήσιμες εκτάσεις δεν απειλούνται από κατολισθητικά φαινόμενα γεγονός αναμενόμενο καθώς οι επικίνδυνες περιοχές χωροθετούνται σε σημεία με μεγάλη κλίση εδάφους.

Από ροές λάβας και κώνους σκωρίας (Εικόνα 13.3) δεν φαίνονται να απειλούνται κατοικήσιμες περιοχές καθώς οι ροές λάβας περιορίζονται στην περιοχή της Καμένης. Επίσης επηρεάζονται ΒΒΑ του νησιού μικρές καλλιεργήσιμες περιοχές έκτασης περίπου 1 Km² από κώνους σκωρίας. Σοβαρό ωστόσο είναι το γεγονός ότι μπορεί να επηρεαστεί τμήμα του οδικού δικτύου που ενώνει τους οικισμούς Οία, Αμμούδι και Θόλος με το υπόλοιπο νησί.

Από τον χάρτη επικινδυνότητας για Τσουνάμι (Εικόνα 13.4) παρατηρείται ότι οι απειλούμενες περιοχές εκτείνονται κυρίως Ν και ΝΑ του νησιού στις παραλιακούς οικισμούς Μονόλιθος, Καμάρι, Περισσός, Άγιος Γεώργιος και Εξωμύτης. Στην περίπτωση του οικισμού στο Καμάρι η απειλούμενη έκταση εντοπίζεται περίπου στα 150 με 200 μέτρα από την ακτή του νησιού, γεγονός που απαιτεί εκτενέστερη έρευνα σε τοπικό επίπεδο δεδομένης της υψηλής συγκέντρωσης του πληθυσμού στο παραλιακό τμήμα του οικισμού τη θερινή περίοδο. Επίσης στους οικισμούς Περισσός, Άγιος Γεώργιος και Εξωμύτης οι απειλούμενες εκτάσεις εντοπίζονται μέχρι και τα 400 με 500 μ από την ακτή, ωστόσο η συγκέντρωση του πληθυσμού δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή σε αυτούς τους οικισμούς.

	Έκταση (km ²)	Ποσοστό (%)
Τσουνάμι	5,066620	24,19
Κατολισθήσεις	1,660870	7,93
Ηφαιστειακά αναβλήματα*	14,089160	67,27
Ροές λάβας και κώνοι Σκωρίας	0,127885	0,61
Σύνολο	20,944535	100,00

*συμπεριλαμβανόμενης και της θαλάσσιας έκτασης



13.3 Πιθανά Σενάρια

Για την καλύτερη κατανόηση και αξιοποίηση της πληροφορίας θα αξιολογηθούν οι παραπάνω πληροφορίες βάσει τριών γενικών Σεναρίων διαφορετικών σε επίπεδο κινδύνου και έκτασης.

A) Περίπτωση έκρηξης στην Νέα ή Παλαιά Καμένη, Θερινή περίοδο με έντονα δυσμενείς καιρικές συνθήκες

B) Περίπτωση έκρηξης στο Κολούμπο, θερινή περίοδο με έντονα δυσμενείς καιρικές συνθήκες.

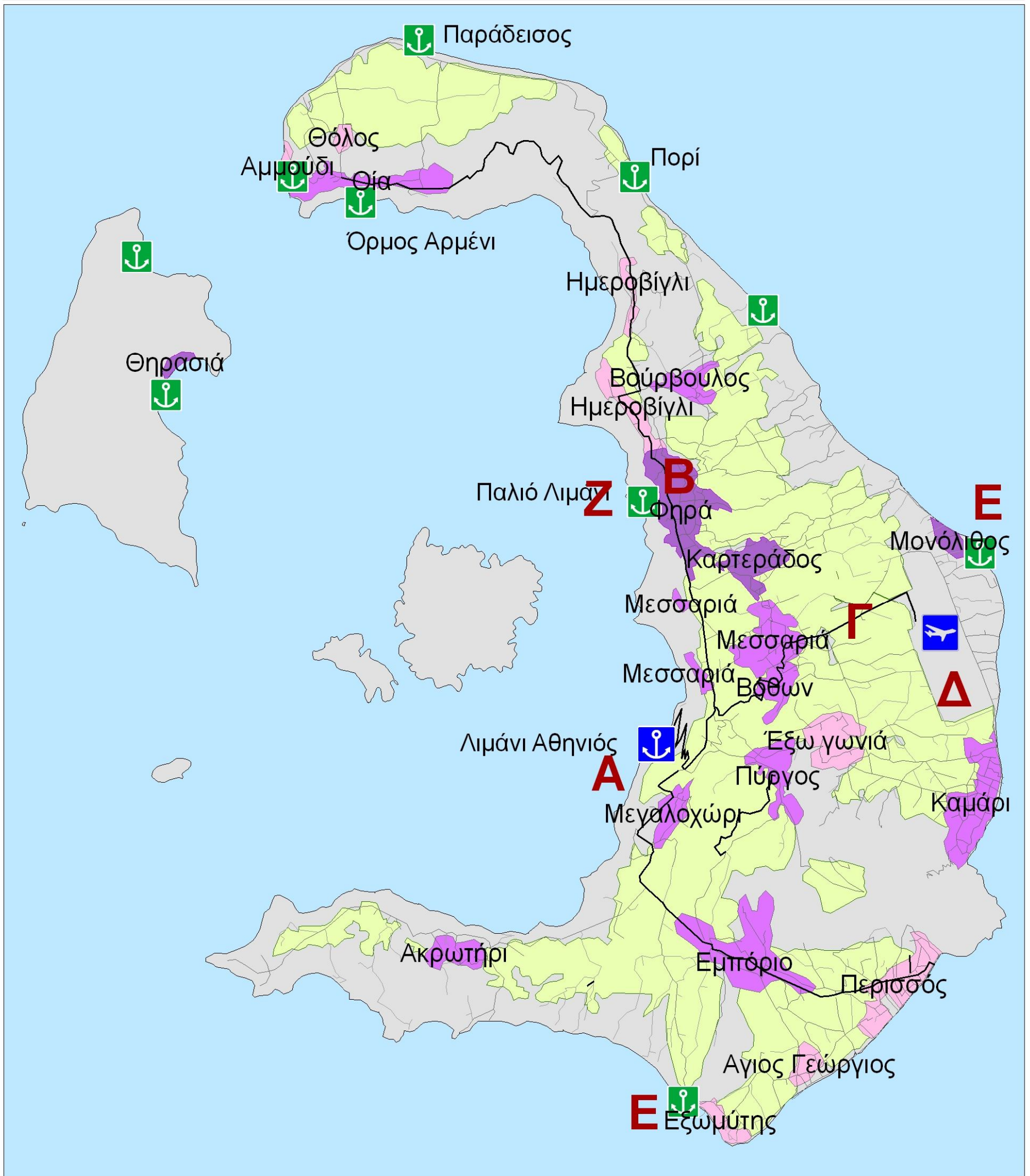
Γ) Υψηλή συγκέντρωση αερίων στην περιοχή της Καμένης την υψηλή θερινή περίοδο.

Γενικά : Σύμφωνα με τους θεματικούς Χάρτες 5,12,13,14,15, οι οποίοι απεικονίζουν την πυκνότητα του πληθυσμού στους κύριους οικισμούς, το οδικό δίκτυο και τα λιμάνια σε σχέση με τις κατολισθήσεις, ηφαιστειακά αναβλήματα, ροές λάβας και τσουνάμι, παρατηρούνται τα εξής:

Πίνακας 13.2

Στοιχεία αξιολόγησης - Παρατηρήσεις	
A	η θέση του κύριου λιμανιού του νησιού βρίσκεται χωροθετικά σε σημείο στο οποίο ενδεχομένως να μην μπορεί να εξυπηρετήσει τον πληθυσμό σε περίπτωση έκρηξης από την Καμένη
B	-η συγκέντρωση του πληθυσμού στα Φηρά είναι ιδιαίτερα υψηλή η οποία ενδεχομένως να γίνεται δραματικά υψηλότερη την υψηλή θερινή περίοδο με πλήθος τουριστών που απολαμβάνουν τη φυσική ομορφιά του νησιού -η περιοχή των Φηρών θα μπορούσε να απειληθεί από βαλλιστικές εκτοξεύσεις
Γ	το οδικό δίκτυο κατά γενική ομολογία είναι ως επί το πλείστον στενό και πεπαλαιωμένο και σε πολλούς οικισμούς υπάρχουν πολλά στενά καλντερίμια και πυκνή δόμηση
Δ	το αεροδρόμιο βρίσκεται σε ασφαλή θέση
E	οι μαρίνες κοντά στους οικισμούς εξωμύτη και στο μονόλιθο βρίσκονται χωροθετικά σε σημεία απομακρυσμένα από την Καμένη και θεωρούνται ασφαλή σε σχέση με τα πρωτογενή παράγωγα της έκρηξης ωστόσο είναι εκτεθημένα σε περίπτωση εμφάνισης τσουνάμι.
Z	το παλιό λιμάνι επίσης απειλείται από βαλλιστικές εκτοξεύσεις και κατολισθήσεις
H	Συχνά τα έντονα καιρικά φαινόμενα ακόμα και τους θερινούς μήνες με έντονους ανέμους μπορούν να δυσκολέψουν τον απόπλου των πλοίων

ΕΙΚΟΝΑ 13.5 - ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ - ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Κύριοι Οικισμοί

Πυκνότητα Πληθυσμού 2001

0,00- 1,00

1,00 - 2,00

2,00 - 3,17

Καλλιεργήσιμες εκτάσεις



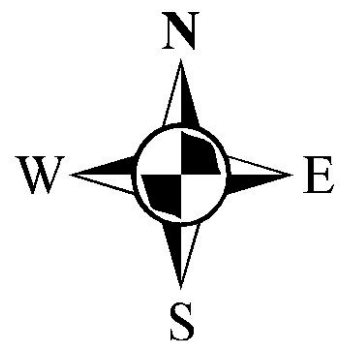
Αεροδρόμιο



Κύριο λιμάνι



Μαρίνα



A - Z

Στοιχεία αξιολόγησης - Παρατηρήσεις

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:60.000

Σενάριο Α

Περίπτωση έκρηξης στην Νέα ή Παλαιά Καμένη τη θερινή περίοδο και με έντονες καιρικές συνθήκες.

- Δεδομένου ότι το ηφαιστειο πριν την έκρηξη θα έχει δώσει σημάδια ενεργοποίησης θα υπάρχει χρόνος λήψης αποφάσεως για μια ενδεχόμενη εκκένωση πληθυσμού τουλάχιστον από τα Φηρά. Ο τρόπος και οι χώροι που θα εκκενωθούν θα εκτιμηθούν από την επιστημονική κοινότητα και την Πολιτική Προστασία και ανάλογα με την έκταση του γεγονότος θα δραστηριοποιηθεί ο κρατικός μηχανισμός για τη διευκόλυνση του πληθυσμού.

-γεγονός αντιμετώπισιμο από τοπικές αρχές (Δήμοι- Κοινότητες)

-γεγονός που απαιτεί το συντονισμό διαφορετικών οργανισμών και αρχές ευρύτερων περιοχών

-γεγονός φυσικής καταστροφής που με την σφοδρότητα και το μέγεθός της μπορεί να αντιμετωπιστεί μόνο με ιδιαίτερα μέσα.

- Σε περίπτωση που κριθεί απαραίτητη η εκκένωση πληθυσμού από το νησί θα πρέπει να επικρατούν και οι κατάλληλες καιρικές συνθήκες για την έγκαιρη και ασφαλή απομάκρυνση του πληθυσμού. Ωστόσο υπάρχει και το δυσμενές ενδεχόμενο οι καιρικές συνθήκες να καθιστούν απαγορευτικό τον απόπλου των πλοίων και να υπάρξουν καθυστερήσεις στην επιχείρηση.

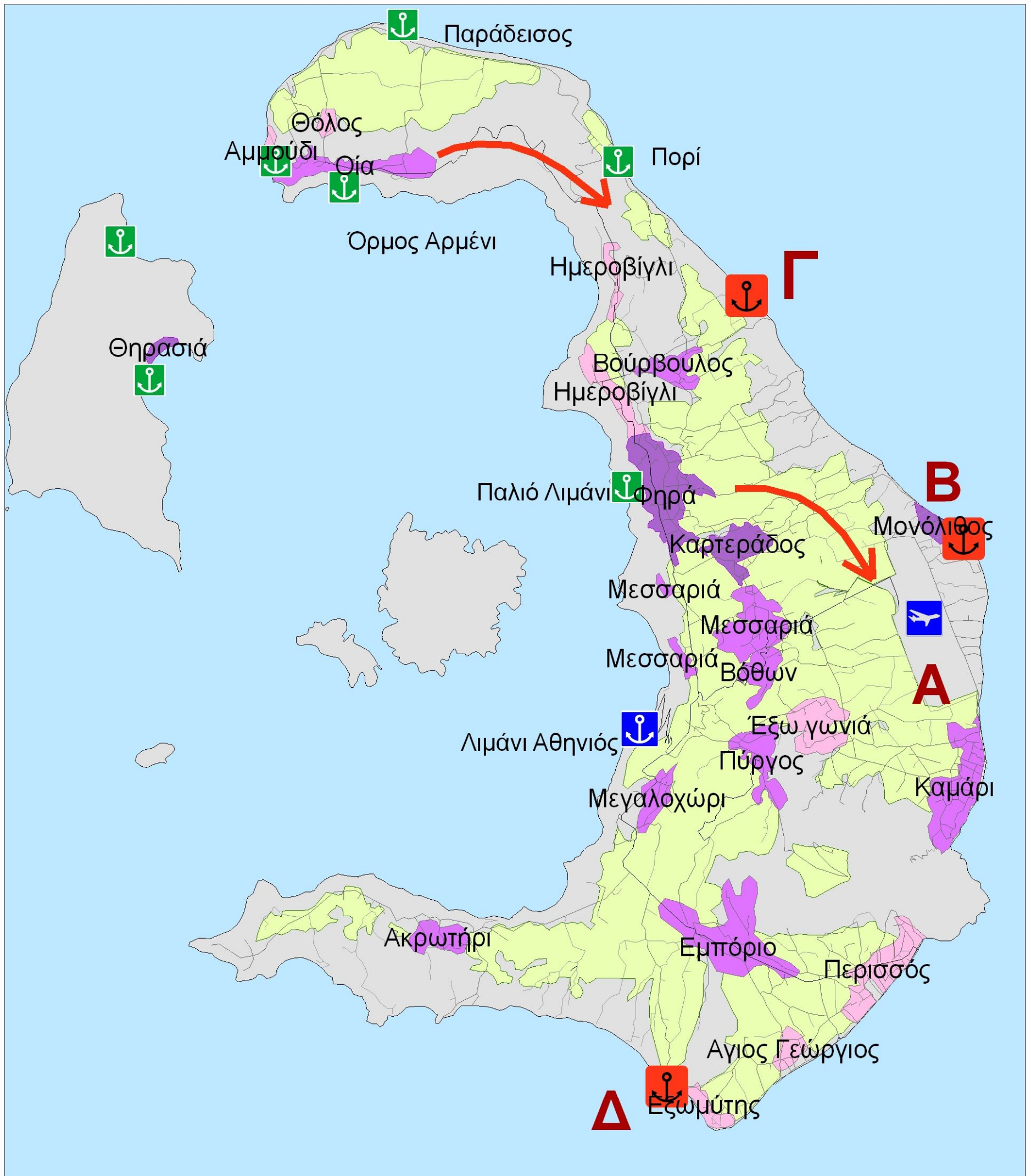
- Σε μια τέτοια περίπτωση, το αεροδρόμιο ακόμα και όταν οι αερομεταφορές δεν μπορούν να λειτουργήσουν λόγω της ηφαιστειακής στάχτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ασφαλής χώρος συγκέντρωσης πληθυσμού (Εικόνα 13.6, Θέση Α), σε περίπτωση φυσικά που οι καιρικές συνθήκες το επιτρέψουν και οι πνέοντες άνεμοι δεν οδεύσουν την ηφαιστειακή στάχτη στη διεύθυνση αυτή. Ωστόσο συνήθως στην περιοχή του Αιγαίου συχνά πνέουν άνεμοι ΒΒΑ τα λεγόμενα Μελτέμια είτε Νότιοι. Και στις δυο αυτές περιπτώσεις η θέση του αεροδρομίου δεν προσβάλλεται άμεσα, συνεπώς και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως χώρος συγκέντρωσης. Η μόνη περίπτωση στην οποία κάτι τέτοιο δεν θα είναι δυνατό είναι όταν ο όγκος της ηφαιστειακής στάχτης κινηθεί προς το αεροδρόμιο δηλαδή στην περίπτωση που πνέουν άνεμοι δυτικοί. Τότε ο πληθυσμός θα οδευτεί Βορειότερα ή Νοτιότερα κατά περίπτωση.

- Η μαρίνα στην περιοχή του Μονόλιθου (Εικόνα 13.6, Θέση Β) βρίσκεται κοντά στην περιοχή του αεροδρομίου γεγονός που την καθιστά μια εύκολη και γρήγορη λύση για την απομάκρυνση του πληθυσμού από το νησί, ωστόσο σε περίπτωση που η περιοχή κριθεί ευάλωτη από ενδεχόμενο τσουνάμι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν η μαρίνα κοντά στο Βούρβουλο (Εικόνα 13.6, Θέση Γ) ή στον Εξωμύτη (Εικόνα 13.6, Θέση Δ). Η λήψη της τελικής απόφασης για την όδευση του πληθυσμού θα κριθεί και ανάλογα με την πορεία του ηφαιστειακού νέφους και των καιρικών συνθηκών που θα επικρατούν στην περιοχή τη δεδομένη χρονική στιγμή.

- Επίσης σε περίπτωση που κριθεί απαραίτητη η εκκένωση του πληθυσμού και της Οίας, αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί και από την μαρίνα που βρίσκεται κοντά στον οικισμό Βούρβουλο. (Εικόνα 13.6, Θέση Γ).

➤ Συνεπώς προτείνεται η ενίσχυση των υφιστάμενων μαρίνων Βούρβουλου και Εξωμύτη και των χώρων πλησίον αυτών με πλατείες ώστε σε περίπτωση ανάγκης να λειτουργήσουν ως χώροι συγκέντρωσης πληθυσμού καθώς και ενίσχυση του οδικού δικτύου από τα Φηρά στο αεροδρόμιο και από το αεροδρόμιο στις μαρίνες αυτές. Επίσης προτείνεται και η ενίσχυση της μαρίνας στον Μονόλιθο.

ΕΙΚΟΝΑ 13.6 - ΣΕΝΑΡΙΟ Α - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Κύριοι Οικισμοί

Πυκνότητα Πληθυσμού 2001

0,00- 1,00

1,00 - 2,00

2,00 - 3,17

Καλλιεργήσιμες εκτάσεις



Αεροδρόμιο



Κύριο λιμάνι



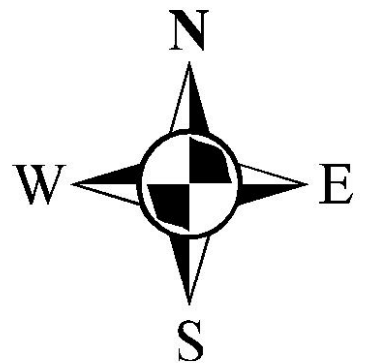
Μαρίνα



Προτεινόμενες για ενίσχυση Μαρίνες



Προτεινόμενη Όδευση Πληθυσμού



A-Δ

Προτεινόμενοι Χώροι συγκέντρωσης και διαφυγής πληθυσμού κατά περίπτωση.

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:60.000

Σενάριο Β

Περίπτωση έκρηξης στο Κολούμπο, θερινή περίοδο με έντονες καιρικές συνθήκες.

- Δεν επηρεάζονται κύριοι οικισμοί, ωστόσο επηρεάζεται από κώνους σκωρίας το τμήμα του οδικού δικτύου που συνδέει τους οικισμούς Αμμούδι, Οία και Θόλο με το υπόλοιπο νησί, γεγονός που μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα σε περίπτωση που ηφαιστειογενής στάχτες και αέρια σε συνδυασμό με ΒΒΑ ανέμους πλησιάσουν τον οικισμό της Οίας και του Αμμουδίου.

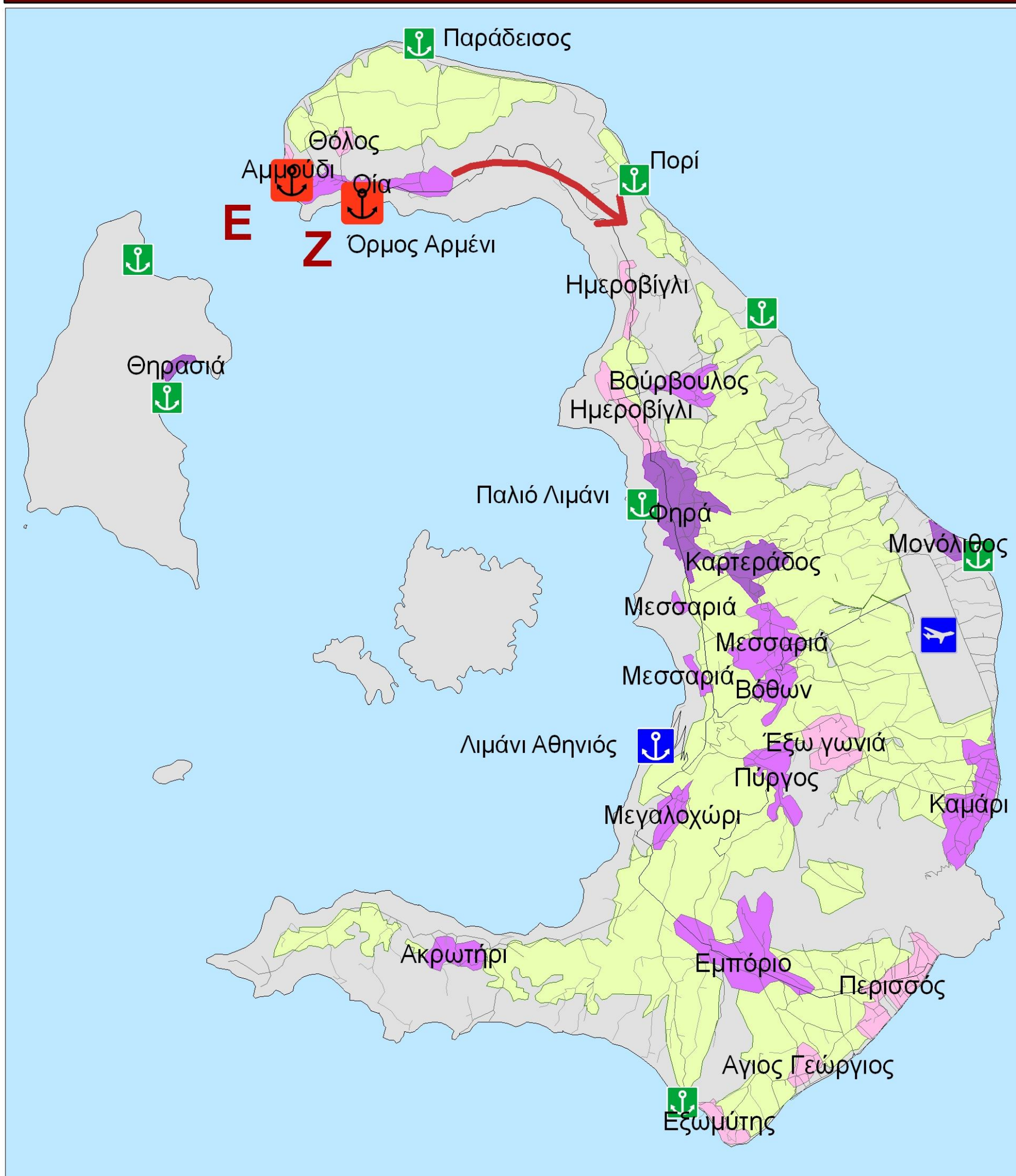
- Επίσης οι μαρίνες στο Πορί και τον Παράδεισο είναι πιθανό σε περίπτωση έκρηξης από το Κολούμπο να μην μπορέσουν να εξυπηρετήσουν ενδεχόμενη απομάκρυνση πληθυσμού.

- Σε περίπτωση που απαιτηθεί απομάκρυνση του πληθυσμού σε ασφαλέστερες περιοχές λόγω της ηφαιστειακής στάχτης ή άλλων εκλυόμενων αερίων μπορεί να πραγματοποιηθεί μετάβαση νοτιότερα οδικώς.

- Σε περίπτωση βέβαια που κώνοι σκωρίας ή ηφαιστειακή στάχτη προκαλέσουν προβλήματα στον οδικό άξονα και γενικότερα στις οδικές μετακινήσεις τότε και δεδομένων πάντα των καιρικών συνθηκών μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η μαρίνα στο Αμμούδι (Εικόνα 13.7, Θέση Ε) καθώς και ο όρμος Αρμένι (Εικόνα 13.7, Θέση Ζ). Προτείνεται συνεπώς και η ενίσχυση των μαρίνων στο Αμμούδι και το Αρμένι.

- Όσον αφορά τον κίνδυνο από την δημιουργία τσουνάμι προτείνεται η ενημέρωση του πληθυσμού και των τουριστών με ενημερωτικά φυλλάδια, με καμπάνιες μέσω των τοπικών ΜΜΕ καθώς και με σήμανση στις παράκτιες απειλούμενες περιοχές και με ανάρτηση σχετικών θεματικών χαρτών σε στρατηγικά σημεία.

ΕΙΚΟΝΑ 13.7 - ΣΕΝΑΡΙΟ Β - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Κύριοι Οικισμοί

Πυκνότητα Πληθυσμού 2001

0,00- 1,00

1,00 - 2,00

2,00 - 3,17

Καλλιεργήσιμες εκτάσεις



Αεροδρόμιο



Κύριο λιμάνι



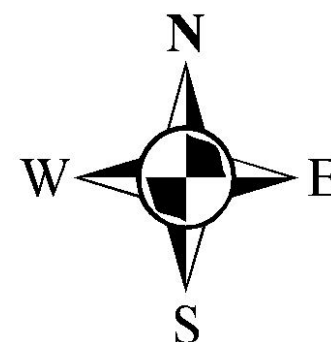
Μαρίνα



Προτεινόμενες για ενίσχυση μαρίνες



Προτεινόμενη Όδευση Πληθυσμού



Z,E

Προτεινόμενοι Χώροι συγκέντρωσης και διαφυγής πληθυσμού κατά περίπτωση.

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:60.000

Σενάριο Γ

Έντονη συγκέντρωση αερίων στην περιοχή της Καμένης την υψηλή θερινή περίοδο.

Τους εαρινούς μήνες η περιοχή της Καμένης συνθέτει ένα ξεχωριστό και μοναδικό τοπίο γεγονός που την καθιστά πόλο έλξης για μεγάλο αριθμό τουριστών. Την Καμένη την επισκέπτονται τουρίστες που βρίσκονται στο νησί μέσω πλοιαρίων αλλά και αρκετοί αλλοδαποί τουρίστες μέσα από κρουαζιερόπλοια με δικούς τους ξεναγούς. Οι κρατήσεις πάνω στην καμένη εκτονώνουν συνεχώς αέρια CO₂, H₂S και άλλα ηφαιστειογενή αέρια σε χαμηλές συγκεντρώσεις που δεν είναι επικίνδυνες για τους επισκέπτες. Ωστόσο δεν γίνεται σταθερή καταγραφή των συγκεντρώσεων των αερίων αυτών σε βάθος χρόνου ώστε να εντοπιστούν τυχόν αλλαγές στο φαινόμενο. Μία ενδεχόμενη εκτόνωση αερίων πάνω στο νησί με αύξηση των συγκεντρώσεων και με πλήθος ανυποψίαστων τουριστών θα μπορούσε να προκαλέσει σοβαρό ατύχημα.

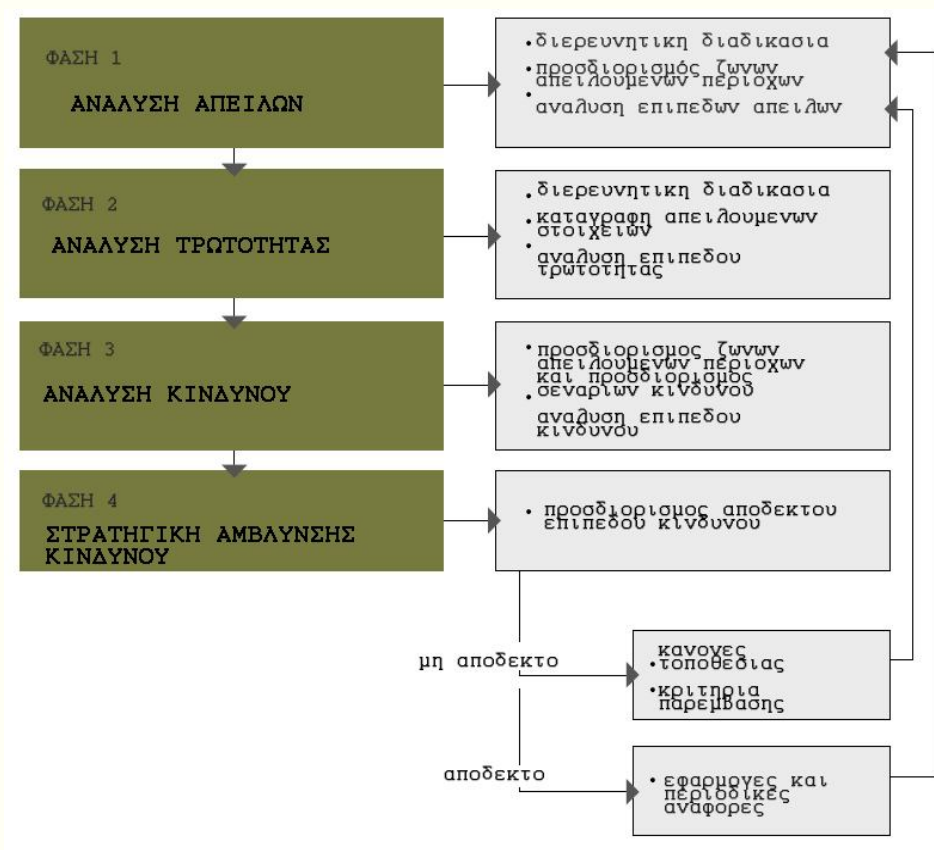
Προτείνεται λοιπόν να πραγματοποιούνται μετρήσεις των συγκεντρώσεων των ηφαιστειογενών εκλυόμενων αερίων με όργανα συνεχούς καταγραφής τουλάχιστον σε σημεία κοντά στα μονοπάτια που ακολουθούν οι τουρίστες. Προτείνεται επίσης οι καταγραφές αυτές των συγκεντρώσεων των αερίων να πραγματοποιούνται με την ίδια μεθοδολογία και από έναν εξουσιοδοτημένο φορέα ώστε να σχηματιστεί μια βάση δεδομένων σε βάθος χρόνου γεγονός που θα αποτελέσει και πολύτιμο βοήθημα για την επιστημονική κοινότητα για την μελέτη και εξέλιξη του φαινομένου. Σε περίπτωση που παρατηρηθούν ύποπτες αλλαγές στο φαινόμενο θα περιοριστεί ο αριθμός των επισκεπτών κάθε φορά στην περιοχή της Καμένης και η επισκεψιμότητα κάθε φορά θα γίνεται με συγκεκριμένο αριθμό ατόμων και με συνοδεία εκπαιδευμένου προσωπικού. Σε περίπτωση που οι καταγραφόμενες τιμές αυξηθούν μπορεί μάλιστα και να απαγορευτεί για λόγους ασφαλείας και η επισκεψιμότητα στο νησί. Επίσης προτείνεται η δημιουργία λογισμικού με σκοπό τον προσδιορισμό της διασποράς των αερίων στην περιοχή της Καμένης.

Επίσης προτείνεται και η σύσταση στο χώρο της Καμένης ενός μικρού σταθμού πρώτων βοηθειών σε περίπτωση εισπνοής αερίων και η συνεχής παρουσία στην Καμένη για όσο χρονικό διάστημα την επισκέπτονται τουρίστες ατόμου ή ατόμων με γνώσεις πρώτων βοηθειών.

Σαφέστατα και οι απαιτήσεις στο πλαίσιο της πολιτικής προστασίας για το νησί της Σαντορίνης δεν είναι οι ίδιες με αυτές αντίστοιχα του νησιού Στρόμπολι, όμως η τεχνογνωσία, η τεχνολογία και η οργάνωση της Πολιτικής Προστασίας στην γειτονική αυτή χώρα μπορεί να αποτελέσει παράδειγμα και έμπνευση για την οργάνωση και ανάπτυξη της Πολιτικής Προστασίας στην χώρα μας και ειδικότερα στον τομέα της ηφαιστειακής επικινδυνότητας. Γενικότερα λοιπόν προτείνονται τα παρακάτω μέτρα.

13.4 Διαχείριση Κρίσης

Γενικά σε περίπτωση μιας έκρηξης του ηφαιστείου της Σαντορίνης ο κρατικός μηχανισμός θα πρέπει να είναι σε θέση να λειτουργήσει εν ώρα κρίσης. Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα Sirgocί που προαναφέρθηκε μπορεί να δώσει τις κατευθυντήριες γραμμές για μια άρτια προετοιμασία του κρατικού μηχανισμού. Προτείνεται λοιπόν η υιοθέτηση της παρακάτω στρατηγικής για την εκπόνηση μελέτης από τα αρμόδια τμήματα της Πολιτικής Προστασίας



Εικόνα 13.8

Φάση 1 – Ανάλυση απειλών

- Διερεύνηση ως προς την:
 - έκταση ενός πιθανού γεγονότος σε σχέση με την μορφολογία και την τρωτότητα
 - ως προς το μέγεθός του
 - την περίοδο επανεμφάνισής του

Αυτή η διερεύνηση μπορεί πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια της επιστημονικής κοινότητας και των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων. Ωστόσο για την διερεύνηση ενός ηφαιστείου από την επιστημονική κοινότητα απαιτούνται εξειδικευμένα δεδομένα και καταγραφές από σχετικά όργανα τα οποία στην περίπτωση της Σαντορίνης δεν επαρκούν. Οι διαθέσιμες επιστημονικές πληροφορίες διατίθενται από διάφορους φορείς που ενδεχομένως καταγράφουν

ορισμένα στοιχεία για κάποιες μικρές περιόδους και δεν αξιοποιούνται στην συνέχεια. Το υφιστάμενο επίσης σειсмоγραφικό δίκτυο δεν χαρακτηρίζεται επαρκές για την περαιτέρω ανάλυση του ηφαιστείου. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητη η σύσταση ενός φορέα ο οποίος να συλλέγει συνεχώς τις απαραίτητες πληροφορίες για το ηφαίστειο έτσι ώστε να δημιουργηθεί μια ικανοποιητική βάση δεδομένων την οποία και θα αξιοποιήσει στη συνέχεια η Πολιτική Προστασία. Επίσης στις αρμοδιότητες του φορέα αυτού θα είναι και η επικοινωνία με την πανεπιστημιακή κοινότητα για την ενημέρωση και αναβάθμιση των υπηρεσιών του, ενώ προτείνεται και η δια νόμου υποχρέωση της κοινοποίησης σχετικών στοιχείων από την επιστημονική κοινότητα προς την Πολιτική Προστασία και τον φορέα αυτό για την περαιτέρω αξιοποίησή τους.

- Προσδιορισμός ζωνών των απειλουμένων περιοχών

Καταγραφή υφιστάμενων συνθηκών

Αυτό επιτυγχάνεται αρχικά με καταγραφή υφιστάμενων συνθηκών όσον αφορά το φυσικό φαινόμενο που λαμβάνει χώρα (π.χ. παρακολούθηση κατάστασης του ηφαιστείου), όσο και από την υφιστάμενη κατάσταση που επικρατεί στο νησί. (μετεωρολογικά στοιχεία, πληθυσμιακά στοιχεία, στοιχεία χρήσεων γης, καταγραφή υφιστάμενων υποδομών (αρχιτεκτονικά, μηχανικά και τεχνολογικά στοιχεία όπως οδικό δίκτυο, λιμάνια, δίκτυα ρεύματος, τηλεπικοινωνίες, στρατηγικά κτίρια και άλλα δημόσιοι χώροι υψηλού ενδιαφέροντος όπως κέντρα υγείας, σχολεία αστυνομία, πυροσβεστική κλπ) ανά κατηγορία γεγονότος.

- γεγονός αντιμετώπισιμο από τοπικές αρχές (Δήμοι- Κοινότητες)
- γεγονός που απαιτεί το συντονισμό διαφορετικών οργανισμών και αρχές ευρύτερων περιοχών
- γεγονός φυσικής καταστροφής που με την σφοδρότητα και το μέγεθός της μπορεί να αντιμετωπιστεί μόνο με ιδιαίτερα μέσα.

Με βάση τα παραπάνω συλλεγόμενα στοιχεία μπορεί να γίνει εξαγωγή χαρτών επικινδυνότητας.

- Ανάλυση επιπέδου απειλής

Εξαγωγή χαρτών επικινδυνότητας ανάλογα με το επίπεδο της απειλής πχ μικρό, μεσαίο, μεγάλο. Επίσης γίνεται εξαγωγή χαρτών επικινδυνότητας και σε τοπικά επίπεδα όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο (π.χ. όπως στην περιοχή των Φηρών)

Φάση 2- Ανάλυση Τρωτότητας

- Διερευνητική διαδικασία

- Περιλαμβάνει τη συλλογή των απαιτούμενων πληροφοριών

Η συλλογή των απαιτούμενων πληροφοριών είναι μια ιδιαίτερα κρίσιμη διαδικασία καθώς πολλές φορές απαιτούμενα δεδομένα δεν υπάρχουν διαθέσιμα. Σε αυτή την περίπτωση ο κρατικός μηχανισμός θα πρέπει να κινήσει τις απαραίτητες διαδικασίες ώστε να καλυφθούν τα κενά αυτά με την συλλογή αυτών των απαιτούμενων πληροφοριών.

Συγκεκριμένα για την περίπτωση της Σαντορίνης παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχε επίσημη πληροφορία και καταγραφές σχετικά με τον αριθμό των τουριστών στο νησί τις αυξημένες

θερινές περιόδους των τελευταίων ετών. Η πληροφορία αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική για την διαχείριση της κρίσης. Επίσης απαιτείται και η γνώση του πληθυσμού που εντοπίζεται και στην περιοχή των Φηρών συγκεκριμένα. Η πληροφορία αυτή είναι επίσης ιδιαίτερα κρίσιμη και ανάλογα με τα στατιστικά πληθυσμιακά αυτά στοιχεία θα καθοριστεί και το ενδεχόμενο πλάνο διαφυγής του πληθυσμού αυτού. Επίσης ο όγκος του πληθυσμού θα καθορίσει και τις απαραίτητες κυκλοφοριακές ρυθμίσεις ή ακόμα και την υλοποίηση υποστηρικτικών έργων (κατασκευή πλατειών) ή ακόμα και την λήψη αποφάσεων για τις χρήσεις γης.

- Καταγραφή των απειλούμενων στοιχείων

Η καταγραφή των απειλούμενων στοιχείων μπορεί να υλοποιηθεί τόσο σε

- γενικό επίπεδο (καταγραφή τμημάτων οικισμών που απειλούνται, καλλιεργήσιμων εκτάσεων, τμημάτων οδικού δικτύου και άλλων δικτύων κοινής ωφέλειας ΔΕΗ, ΕΥΔΑΠ κλπ),
- σε τοπικό επίπεδο όπως για παράδειγμα στη περιοχή των Φηρών (όπως καταλύματα, σχολεία, κέντρα υγείας, δημόσια κτίρια κλπ)

Προτείνεται λοιπόν η συλλογή πληροφορίας από την ΕΣΥΕ όσον αφορά την κίνηση του πληθυσμού κυρίως την τουριστική περίοδο τόσο σε γενικό επίπεδο του νησιού όσο και στους επιμέρους κύριους οικισμούς. Η συλλεγόμενες αυτές πληροφορίες θα είναι διαθέσιμες προς χρήση από την επιστημονική κοινότητα. Επίσης συλλογή πληροφορίας από ΕΣΥΕ ή από τον ΕΟΤ όσον αφορά το οικονομικό σκέλος για την απόδοση της τουριστική κίνησης καθώς και πληροφορία σχετικά με τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις στο νησί (τι παράγουν, σε πόση έκταση, πόση η αξία της γης και πόση η οικονομική συνεισφορά τους.)

Προκειμένου η Πολιτική Προστασία να οργανώσει πλάνο διαχείρισης μιας ενδεχόμενης κρίσης και να μπορεί να οργανώσει βάσει του εκτιμώμενου χρόνου και συνθηκών εκκένωσης την όδευση του πληθυσμού σε ασφαλής περιοχές.

- Ανάλυση επιπέδου τρωτότητας

Μετά τον εντοπισμό των κρίσιμων σημείων στο χώρο θα δημιουργηθούν οι χάρτες τρωτότητας. Χάρτες στους οποίους θα απεικονίζονται τα τρωτά σημεία στην περιοχή μελέτης. Σημεία με υψηλή πυκνότητα πληθυσμού, με επικίνδυνα σημεία στο οδικό δίκτυο κλπ. θα απεικονιστούν σε χάρτες αντίστοιχης κλίμακας με την περιοχή μελέτης σύμφωνα με δείκτες ή με διαβαθμίσεις κατά περίπτωση (για παράδειγμα υψηλή συγκέντρωση πληθυσμού, μεσαία, χαμηλή) ή ακόμα και τμήματα οδικού δικτύου που θα εμφανίζονται τα προβληματικά τμήματα και τα σημεία άνετης κυκλοφοριακής κίνησης κλπ.

Φάση 3 – Ανάλυση κινδύνου

- Σε αυτή τη φάση γίνεται προσδιορισμός ζωνών στις απειλούμενες περιοχές και προσδιορισμός σεναρίων κινδύνου.

Ο προσδιορισμός των απειλούμενων περιοχών καθίσταται δυνατός μέσω της αντιπαραβολής των Χαρτών Επικινδυνότητας και των Χαρτών Τρωτότητας

- Ανάλυση επιπέδου κινδύνου

Τα πιθανά σεναρία προκύπτουν από την αλληλεπίδραση των τάξεων κινδύνων (H0, H1, H2, H3, H4...) με τις τάξεις τρωτότητας (V0, V1, V2, V3, V4...) που περιγράφονται σε

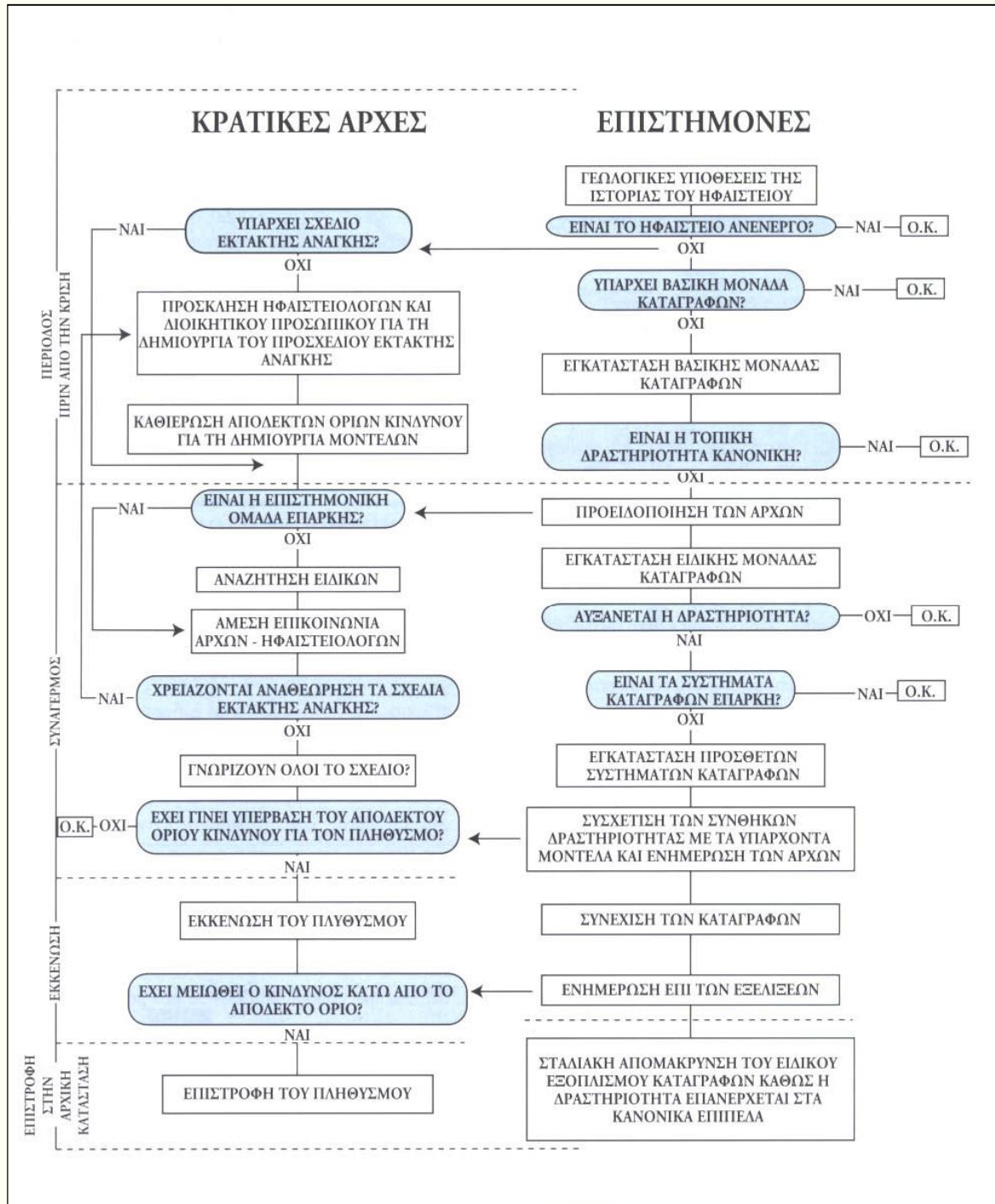
προηγούμενα κεφάλαια. Έτσι, ο κίνδυνος μπορεί να καταταγεί σε κατηγορίες τύπου μικρός, μεσαίος, μεγάλος κλπ.

Στην περίπτωση της Σαντορίνης η τρωτότητα μπορεί να μην θεωρείται υψηλή λόγω της κατάστασης ηρεμίας στην οποία βρίσκεται το ηφαιστειο ωστόσο η υπερβολική συγκέντρωση του πληθυσμού στο νησί τους θερινούς μήνες σε συνδυασμό με το στενό οδικό δίκτυο και τον ανύπαρκτο σχεδιασμό Πολιτικής Προστασίας καθιστούν την επικινδυνότητα υψηλή. Επίσης η μελέτη του ηφαιστείου δεν γίνεται σε σταθερή βάση από έναν κρατικό φορέα, ούτε το σειсмоγραφικό δίκτυο για την παρακολούθηση του ηφαιστείου θεωρείται επαρκές. Η αμέλεια συντελεί επίσης στην αύξηση της επικινδυνότητας.

Φάση 4 – Στρατηγική άμβλυνσης κινδύνου

Η αποδοχή του κινδύνου είναι μία σημαντική απόφαση που ποικίλει λόγω του μεγάλου αριθμού συνθηκών. Η εμπειρία δείχνει ότι η απόλυτη ασφάλεια, η οποία εννοεί μία συνθήκη απουσίας κινδύνου είναι αδύνατο να επιτευχθεί εξαιτίας του απρόβλεπτου ή άκριτου κινδύνου και του ανθρώπινου λάθους. Έτσι, η ιδέα της ασφάλειας πρέπει να κρίνεται με σχετικούς όρους. Στην πραγματικότητα, εάν ένα υψηλό επίπεδο ασφάλειας αντιστοιχεί με ένα χαμηλό επίπεδο κινδύνου και το αντίθετο, τότε η απόλυτη ασφάλεια αντιστοιχεί με μηδενικό κίνδυνο. Είναι απαραίτητο να ζούμε με ένα λογικό επίπεδο αποδεκτού κινδύνου, που ελαχιστοποιείται από τη στρατηγική κοινής ασφάλειας.

Στο παρακάτω διάγραμμα ετοιμότητα (εικόνα 13.9) διακρίνεται η στενή συνεργασία η οποία πρέπει να υπάρχει μεταξύ επιστημόνων και αρχών προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή αντιμετώπιση του ηφαιστειακού κινδύνου.



Εικόνα 13.9: Διάγραμμα ετοιμότητας για την αντιμετώπιση του ηφαιστειακού κινδύνου. Πηγή : Κωνσταντίνος Γ. Κυριακόπουλος, Ηφαιστειολογία, Αθήνα 2005, Πανεπιστήμιο Αθηνών Τμήμα Γεωλογίας

Αποκατάσταση (recovery)

Μία ενδεχόμενη ισχυρή έκρηξη στο ηφαίστειο της Σαντορίνης θα έχει σίγουρα σοβαρό κοινωνικοοικονομικό αντίκτυπο σε :

- Τουρισμό
- Οικιστικό δίκτυο
- Καλλιέργειες
- Υποδομές και δίκτυα κοινής ωφέλειας

Γι' αυτό το λόγο πολύ σημαντική είναι η καταγραφή της πληροφορίας των κοινωνικοοικονομικών συνθηκών που επικρατούν στο νησί έχοντας διαθέσιμη την πληροφορία αυτή μπορεί εύκολα να εκτιμηθεί το κόστος των ενδεχόμενων καταστροφών, γεγονός που μπορεί να διευκολύνει και τη διαδικασία της αποκατάστασης.

Μετά από μια κρίση επέρχεται η διαδικασία της αποκατάστασης. Αυτό επιτυγχάνεται με την καταγραφή των επιπτώσεων σε όλους τους τομείς κοινωνικούς, οικονομικούς, πολιτικούς κλπ. Επίσης με τον σχεδιασμό και υλοποίηση μελετών αποκατάστασης όπου αυτό είναι εφικτό για την αντιμετώπιση των συνεπειών βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα.

Ρυθμίσεις κοινωνικής πολιτικής στις πληγέντες περιοχές από την φυσική καταστροφή είναι συνήθως απαραίτητες όπως επίσης και ενίσχυση των τοπικών κοινωνιών ανάλογα με τις επικείμενες καταστροφές.

Τέλος πρέπει να πραγματοποιούνται και μελέτες αξιολόγησης της λειτουργίας του συστήματος, όχι με επικριτικό χαρακτήρα αλλά με ουσιαστική και προσεκτική προσέγγιση για τον εντοπισμό σφαλμάτων και δυσλειτουργιών και με σκοπό την επιδιόρθωση του συστήματος είτε νομοθετικά, είτε με αναδιάρθρωση του ανθρώπινου δυναμικού, είτε με ενίσχυση του διαθέσιμου υλικοτεχνικού εξοπλισμού.

13.5 Προτάσεις ελαχιστοποίησης κινδύνου

Για την αποδοτική και συντονισμένη απόκριση του συστήματος από πλευράς Πολιτικής Προστασίας απαιτείται η άσπρη συνεργασία με τις τοπικές αρχές και τους εμπλεκόμενους φορείς. Στο πλαίσιο της προετοιμασίας που προαναφέρθηκε θα πρέπει να γνωρίζει κάθε παράγοντας τι πρέπει να κάνει, πότε και γιατί. Αυτό για να επιτευχθεί προϋποθέτει την ύπαρξη ενός ξεκάθਾਰου νομοθετικού πλαισίου που θα καθιστά υπευθύνους εκπροσώπους σε όλους τους εμπλεκόμενους κρατικούς φορείς. Εκείνοι, καθένας στον τομέα του, θα είναι υπεύθυνοι για τη σωστή απόκριση του φορέα τους τη στιγμή της κρίσης καθώς και για την ενημέρωση όλων των υπολοίπων φορέων για τη δράση τους. Για την εύρυθμη ανταπόκριση ωστόσο προϋποτίθεται η στελέχωση των εμπλεκόμενων φορέων από άτομα με την απαιτούμενη επιστημονική κατάρτιση και εμπειρία ώστε να μπορέσουν να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις της διαχείρισης της κρίσεως. Επίσης το νομοθετικό πλαίσιο οφείλει να διευκολύνει τη διαχείριση της κρίσης από τα κατάλληλα αυτά άτομα και παράγοντες χωρίς να παρεμποδίζεται το έργο τους μέσω γραφειοκρατικών διαδικασιών.

Πέραν των δράσεων για την συλλογή της απαιτούμενης πληροφορίας για την εκπόνηση των προαναφερθέντων μελετών, συνοπτικά επίσης προτείνονται και οι παρακάτω δράσεις

προκειμένου να επιτευχθεί ελαχιστοποίηση του κινδύνου και προετοιμασία του κρατικού μηχανισμού.

1. Συσχετισμός ιστορικών στοιχείων παλαιότερων εκρήξεων και εκτίμηση πιθανών πληγέντων περιοχών από την ίδια την έκρηξη αλλά και από τα δευτερεύοντα φαινόμενα που μπορεί να ακολουθήσουν.
2. Προτείνεται η παρακολούθηση του ηφαιστείου. Συνεχής παρακολούθηση των εκπομπών αερίων στην περιοχή της καμένης από έναν κρατικό κατά προτίμηση φορέα με σταθερή καταγραφή στοιχείων (π.χ. συγκεντρώσεων αερίων). Επίσης καταγραφή δεδομένων των αερίων εκπομπών ανά τακτά χρονικά διαστήματα και στο Κολούμπο. Επίσης προτείνεται η ενίσχυση του υφιστάμενου σειсмоγραφικού δικτύου στην περιοχή. Σε περίπτωση ενδεχόμενης αλλαγής των μετρήσεων καταγραφές θα πραγματοποιούνται συχνότερα και εκτενέστερα για την παρακολούθηση του εκάστοτε φαινομένου. Επίσης προτείνεται η επισκευσιμότητα των τουριστών να πραγματοποιείται από εκπαιδευμένο προσωπικό και η ενίσχυση του εξοπλισμού στην Καμένη με σταθμό πρώτων βοηθειών σε περίπτωση εισπνοής αερίων. Σε περίπτωση αξιοσημείωτων μεταβολών στις καταγεγραμμένες τιμές από το προαναφερθέν δίκτυο καταγραφής θα καθίσταται ενδεχόμενος περιορισμός στον αριθμό των επισκεπτών κάθε φορά ή ακόμα και απαγόρευση πρόσβασης των τουριστών στην Καμένη κατά περίπτωση.
3. Εντοπισμός κοινωνικοοικονομικών επιπέδων που επηρεάζονται όπως (τουρισμός, γεωργία, ψάρεμα, εξόρυξη, οικοδομική δραστηριότητα, υγεία, δημόσιες υπηρεσίες.) από μια ηφαιστειακή καταστροφή στο νησί για τον προσδιορισμό της τάξης των ζημιών σε περίπτωση έκρηξης. Επίσης Σε τοπικό επίπεδο προτείνονται οι καταγραφές των κτιρίων, των οικονομικών πόρων, των μόνιμων κατοίκων και τουριστικών καταλυμάτων για τον ευκολότερο προσδιορισμό πιθανών επιζώντων.
4. Σωστός σχεδιασμός χρήσεων γης. Μετά την καταγραφή των υφιστάμενων συνθηκών στο νησί γίνεται προσπάθεια προσδιορισμού των απειλούμενων περιοχών από μια πιθανή έκρηξη είτε από την Καμένη είτε από το Κολούμπο. Για την προσπάθεια αυτή σημαντικό ρόλο θα παίξουν τα ιστορικά στοιχεία του ηφαιστείου. Βάσει αυτών των στοιχείων συστήνονται χάρτες επικινδυνότητας με την βοήθεια των οποίων ληφθούν οι σχετικές αποφάσεις για τις χρήσεις γης στο νησί. Επίσης εκτός των Πολεοδομικών Παρεμβάσεων για τις χρήσεις γης μπορεί να πραγματοποιηθεί και σχετική μελέτη ως προς τη στατική επάρκεια των υφιστάμενων κτιρίων σε σχέση με μια πιθανή εναπόθεση ηφαιστειακή στάχτη. Τέλος βάσει των χαρτών επικινδυνότητας οργανώνονται σχέδια εκκένωσης πληθυσμού. Αυτά απαιτούν πληροφορίες όπως συγκέντρωση πληθυσμού, κατάσταση οδικού δικτύου, ύπαρξη πιθανών χώρων συγκέντρωσης πληθυσμού, εκπαίδευση εμπλεκόμενων φορέων για διευκόλυνση και καθοδήγηση πληθυσμού την στιγμή της κρίσης κλπ.
5. Έργα υποδομής : διαδικασίες βελτιστοποίησης και αναβάθμισης των υφιστάμενων υποδομών (π.χ. στενό οδικό δίκτυο, ενίσχυση λιμάνιων και μαρίνων). Το υφιστάμενο οδικό δίκτυο είναι ιδιαίτερα στενό και παλαιό έτσι ώστε να καλύψει ένα πιθανό σχέδιο εκκένωσης. Απαιτείται για αυτό μελέτη κυκλοφοριακής ρύθμισης σε περίπτωση εκκένωσης και φυσικά βάσει του διαθέσιμου χρόνου που θα υπάρχει για την εκκένωση, της πυκνότητας του πληθυσμού τη δεδομένη χρονική στιγμή αλλά και της απόστασης από τον χώρο συγκέντρωσης ή την ασφαλή περιοχή.

Για την υλοποίηση του πλάνου διαχείρισης προαπαιτείται σε τοπικό επίπεδο μια ειδική κυκλοφοριακή μελέτη για εκκένωση του οικισμού των Φηρών, δεδομένου του στενού οδικού δικτύου και της πυκνής συγκέντρωσης πληθυσμού τους θερινούς μήνες. Στη συνέχεια κοινοποίηση και ενημέρωση των εμπλεκόμενων φορέων (Αστυνομία, Τροχαία, Νομαρχία, Δήμο ή Κοινότητα κλπ) για την προβλεπόμενη διαδικασία. Επίσης η απομάκρυνση μέρους του πληθυσμού από το νησί μπορεί να παρουσιάσει δυσκολίες καθώς η πρόσβαση στο κύριο λιμάνι, από το οδικό δίκτυο είναι δύσκολη λόγω της ιδιαίτερης χάραξής του (πολλές κλειστές στροφές και μικρό πλάτος δρόμου). Επίσης στο ίδιο λιμάνι δεν υπάρχει επαρκής χώρος για μεγάλη συγκέντρωση πληθυσμού.

Η πολιτική προστασία μετά την εκπόνηση των μελετών :

- Οφείλει και να ενημερώσει και ενδεχομένως να εκπαιδεύσει τους τοπικούς κρατικούς φορείς (πχ Δήμους, Κοινότητες, Αστυνομία, Κέντρα Υγείας) για το πλάνο δράσης.
- Οφείλει όπου κριθεί απαραίτητο να υλοποιήσει έργα υποδομής που θα διευκολύνουν την κρατική παρέμβαση τη στιγμή της κρίσης. (Δρόμοι, Πλατείες κλπ) και να οργανωθούν οι χρήσεις γης και βάσει της ιδιαιτερότητας της περιοχής. ενώ θα πρέπει να υπάρχει και ενημέρωση του πληθυσμού μέσω πινακίδων, φυλλαδίων, χαρτών κλπ.

6. Ενημέρωση Πληθυσμού : Σε τοπικό επίπεδο μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω του εκπαιδευτικού συστήματος (υποχρεωτική, προαιρετική) με ενημερωτικά φυλλάδια, συναντήσεις φορέων με κάτοικους, ειδικά πόστερ σε λιμάνια και στρατηγικά σημεία, διαδίκτυο κλπ. Σε περίπτωση που τα φαινόμενα του ηφαιστείου ενταθούν χωρίς να αποτελούν ιδιαίτερη απειλή μπορεί να ενημερώσουν τα ΜΜΕ (οδηγίες από το ράδιο, τηλεοπτικά προγράμματα), από διαφημιστικό υλικό ή μέσω διαδικτύου.

7. Κατάρτιση και ενημέρωση εμπλεκόμενων φορέων : Οι εμπλεκόμενοι φορείς σε κεντρικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο είναι πολλοί και πολύ συχνά μη καταρτισμένοι επαρκώς για την λήψη σοβαρών αποφάσεων ή τη διαχείριση μιας κρίσεως. Η Πολιτική Προστασία θα πρέπει να καταστεί υπεύθυνη για την εκπαίδευση των υφιστάμενων υπευθύνων ατόμων των τοπικών αρχών μέσω σεμιναρίων, ημερίδων κλπ. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει δυνατότητα στελέχωσης από καταρτισμένο προσωπικό μπορούν τα άτομα στις τοπικές αρχές που θα είναι υπεύθυνα για τη διαχείριση της κρίσης να παρακολουθούν υποχρεωτικά εκπαιδευτικά σεμινάρια και να πραγματοποιούνται ασκήσεις ετοιμότητας σε συνεργασία με άλλους εμπλεκόμενους φορείς.

8. Νομοθετικές ρυθμίσεις για εδραίωση της συνεργασίας των φορέων. Θα πρέπει να οριστούν νομοθετικά ποια θα είναι τα αρμόδια όργανα για την άμεση λήψη των αποφάσεων. Το κράτος οφείλει να θεσπίσει μηχανισμούς με σκοπό να προστατεύσει τους πολίτες και όχι να διαφυλάξει τα συμφέροντα μιας μικρής μερίδας ατόμων. Αυτό επιτυγχάνεται βάζοντας σε θέση ισχύος την Πολιτική Προστασία σε περίπτωση κρίσης, με τη βοήθεια φυσικά της επιστημονικής κοινότητας. Παράλληλα θα πρέπει να ενισχύσει και την επιστημονική έρευνα και την αξιοποίηση των πορισμάτων της μέσω υποχρεωτικής κοινοποίησης στα ενδιαφερόμενα όργανα. Επίσης η έγκαιρη ενημέρωση και η διαχείριση της πληροφορίας αποτελεί πρόκληση για τις Περιφερειακές και Τοπικές Αρχές από τη στιγμή που δεν απασχολούν στα αρμόδια γραφεία πολιτικής προστασίας εξειδικευμένο προσωπικό.

Πίνακας 13.3: Προτάσεις για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου και προετοιμασία

Καταγραφή υφιστάμενων συνθηκών	Ανάλυση επικινδυνότητας- τρωτότητας	Σχεδιασμός παρεμβάσεων ελαχιστοποίησης
Πληθυσμιακά στοιχεία	Θεματικοί χάρτες επικινδυνότητας	Συσχετισμός ιστορικών στοιχείων
Κοινωνικοοικονομικά στοιχεία	Θεματικοί χάρτες τρωτότητας	Παρακολούθηση του ηφαιστείου
Γεωγραφικά στοιχεία	Πλάνο διαχείρισης	Εντοπισμός κοινωνικοοικονομικών επιπέδων που επηρεάζονται
Επιστημονικά στοιχεία για το φαινόμενο		Σωστός σχεδιασμός χρήσεων γης
Αρχιτεκτονικά, μηχανικά στοιχεία		Έργα υποδομής
Τεχνολογικά στοιχεία		Ενημέρωση Πληθυσμού
Δίκτυα κοινής ωφέλειας		Κατάρτιση και ενημέρωση εμπλεκόμενων φορέων
		Νομοθετικές ρυθμίσεις για εδραίωση της συνεργασίας των φορέων

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας έγινε προσπάθεια σύγκρισης των δυο νησιών του Stromboli και της Σαντορίνης με απώτερο στόχο την ενδεχόμενη εφαρμογή της οργάνωσης και λειτουργίας της Πολιτικής Προστασίας, από μια χώρα με πολύ ανεπτυγμένο σύστημα παρακολούθησης της ηφαιστειακής δραστηριότητας, προσαρμοσμένης στα Ελληνικά δεδομένα. Η εμπειρία και η οργάνωση της Πολιτικής Προστασίας στην Ιταλία έχει προέλθει από πολυετή συγκροτημένη προσπάθεια από το επιστημονικό της δυναμικό και συνεχώς εξελίσσεται παραδειγματικά με την συμπαράσταση και την στήριξη του κράτους. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εξέλιξη της πολιτικής προστασίας στην Ελλάδα γενικότερα είναι η αναθεώρηση των απόψεων της πολιτικής ηγεσίας σχετικά με την κρισιμότητα του ρόλου της Πολιτικής Προστασίας και την ενίσχυση του φορέα αυτού σε κάθε επίπεδο.

Η αποδοχή του κινδύνου όπως έχει προαναφερθεί είναι μία σημαντική απόφαση που ποικίλει λόγω του μεγάλου αριθμού συνθηκών. Η απόλυτη ασφάλεια, η οποία εννοεί μία συνθήκη απουσίας κινδύνου, είναι αδύνατο να επιτευχθεί εξαιτίας του απρόβλεπτου ή άκριτου κινδύνου. Ωστόσο ένα υψηλό επίπεδο ασφάλειας οδηγεί σε ένα χαμηλό επίπεδο κινδύνου, γεγονός που θα πρέπει να αποτελεί στόχο για κάθε οργανωμένη κοινωνία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ - ΑΡΘΡΑ:

- A. Maramaia*, L. Graziana, G. Alessio, P. Burratoa, L. Colinia, L. Cuccia, R. Nappib, A. Nardia, G. Vilardo, Near- and far-field survey report of the 30 December 2002 Stromboli (Southern Italy) tsunami, *Marine Geology* 215 (2005) 93–106
- A. Tibaldia, C. Corazzatoa, T. Apuanic, A. Cancelli, Deformation at Stromboli volcano (Italy) revealed by rock mechanics and structural geology, *Tectonophysics* 361 (2003) 187–204
- A.E. Aksu, G. Jenner, R.N. Hiscott, E.B. İşler, Occurrence, stratigraphy and geochemistry of Late Quaternary tephra layers in the Aegean Sea and the Marmara Sea, *Marine Geology* 252 (2008) 174–192
- Alessandro Tibaldi, Influence of cone morphology on dykes, Stromboli, Italy, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 126 (2003) 79–95
- Anja Reitz a*, John Thomson b, Gert J. de Lange a, Darryl R.H. Green, Caroline P. Slomp, A. Catalina Gebhardt, Effects of the Santorini (Thera) eruption on manganese behavior in Holocene sediments of the eastern Mediterranean, *Earth and Planetary Science Letters* 241 (2006) 188–201
- Anthony Finizola, Francesco Sortino, Jean-François Lenat a, Mariano Valenza ; Fluid circulation at Stromboli volcano (Aeolian Islands, Italy) from self-potential and CO₂ surveys, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 116 (2002) 1–18 *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 116 (2002) 1–18
- Barberi F., Rosi M., Sodi A. (1993). "Volcanic hazard assessment at Stromboli based on review of historical data". *Acta Vulcanol.*, 3,173-184. *Volcanic and Tsunami Risk Maps of Stromboli Island (Italy) Journal of Maps*, 2009
- C. Dupuy', J. Dostal 2, M. Girod' and M. Liotard, origin of volcanic rocks from Stromboli (Italy), *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 10 (1981) 49–65
- D. Andronico, R.A. Corsaro, A. Cristaldi, M. Polacci, Characterizing high energy explosive eruptions at Stromboli volcano using multidisciplinary data: an example from the 9 January 2005 explosion, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* PII: S0377-0273(08)00256-4
- David Alexander, civil protection in Italy,
- David M. Pyle, John R. Elliott, Quantitative morphology, recent evolution, and future activity of the Kameni Islands volcano, Santorini, Greece *Geosphere*; August 2006; v. 2; no. 5; p. 253–268; *Geosphere* August 2006; v. 2; no. 5; p. 253–268
- Davide Ereditato, Giuseppe Luongo, Explosion Quakes at Stromboli, Italy, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 79 (1997) 265 - 276
- Dolce M., Cardone D., Marnetto R. Structural design and analysis of an impact resisting structure for volcanic shelters *Engineering Structures* 28 (2006) 1634–1649
- E. Lagios , Is. Parcharidis 2, M. Fomelis 1 & V. Sakkas 1, Ground Deformation Monitoring of the Santorini Volcano using Satellite Radar Interferometry
- Fabiano Gamberi ☒, Michael Marani, Downstream evolution of the Stromboli slope valley (southeastern Tyrrhenian Sea), *Marine Geology* 243 (2007) 180–199
- Francesco L. Chiocci a,b,☒, Claudia Romagnoli c, Alessandro Bosman, Morphologic resilience and depositional processes due to the rapid evolution of the submerged Sciara del Fuoco (Stromboli Island) after the December 2002 submarine slide and tsunami, *Geomorphology* xx (2008) xxx–xxx
- G. Capaldi I, E. Del Pezzo 2, R. Pece I and R. Scarpa, Correlation of deep earthquakes, eruptive activity at Stromboli volcano and age of the radium fractionation in the magma, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, i (1976) 381–385
- G. Gabbianelli 1, P.Y. Gillot 2, G. Lanzafame 3, C. Romagnoli 1 and P.L. Rossp, Tectonic and Volcanic Evolution of Panarea (Aeolian Islands, Italy), *Marine Geology*, 92 (1990) 313–326
- G. Puglisi *, A. Bonaccorso, M. Mattia, M. Aloisi, A. Bonforte, O. Campisi, M. Cantarero, G. Falzone, B.

- Puglisi, M. Rossi, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia-Sezione di Catania, Piazza Roma 2, Catania, Italy, *Engineering Geology* 82 (2005) 136
- George Anastasakis, The anatomy and provenance of thick volcanoclastic flows in the Cretan Basin, South Aegean Sea, *Marine Geology* 240 (2007) 113–135
- Holness M. B., Martin V. M., Pyle D. M., Information about open-system magma chambers derived from textures in magmatic enclaves: the Kameni Islands, Santorini, Greece *Geol. Mag.* 142 (6), 2005, pp. 637–649. © 2005 Cambridge University Press
- I.A. Nicholls, Santorini volcano, Greece - tectonic and petrochemical relationships with volcanics of the Aegean region *Tectonophysics* Elsevier Publishing Company, Amsterdam - Printed in The Netherlands 1970 relationships with volcanics of the Aegean region
- Ioannis Vavassis, Disaster Management and the Legal Framework in Greece and in the European Union, *Disaster Management Systems, Presentation*
- Joaquín A. Cortés, Marjorie Wilson, Eric Condliffe, Lorella Francalanci, G. Chertkoff, The evolution of the magmatic system of Stromboli volcano during the Vancori period (26–13.8 ky), *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 147 (2005) 1–38
- John S. Pallister, Steven R. Brantley, and James E. Quick, *Understanding Volcano Hazards and Preventing Volcanic Disasters, A Science Strategy for the Volcano Hazards Program*, U.S. Geological Survey, 2004-2008
- L. Scharff, M. Hort, A.J.L. Harris, M. Ripepe, J.M. Lees, R. Seyfried, Eruption dynamics of the SW crater of Stromboli volcano, Italy — An interdisciplinary approach, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* xxx (2008) xxx-xxx
- Langer H. Falsaperla S. Seismic monitoring at Stromboli volcano (Italy) : a case study for data reduction and parameter extraction *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 128 (2003) 233–245
- Luella Francalanci, Simone Tommasini, Sandro Conticelli, The volcanic activity of Stromboli in the 1906–1998 AD period: mineralogical, geochemical and isotope data relevant to the understanding of the plumbing system, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 131 (2004) 179–211
- M. B. HOLNESS*, V. M. MARTIN & D. M. PYLE, Information about open-system magma chambers derived from textures in magmatic enclaves: the Kameni Islands, Santorini, Greece, *Geol. Mag.* 142 (6), 2005, pp. 637–649. © 2005 Cambridge University Press
- M. Dolcea, D. Cardonea, R. Marnetto, Structural design and analysis of an impact resisting structure for volcanic shelters, *Engineering Structures* 28 (2006) 1634–1649
- M. Ripepe, M. Rossi and G. Saccorotti, Image processing of explosive activity at Stromboli, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 54 (1993) 335-351
- M. Rossi, A. Bertagnini, A.J.L. Harris, L. Pioli, M. Pistolesi, M. Ripepe, A case history of paroxysmal explosion at Stromboli: Timing and dynamics of the April 5, 2003 event, *Earth and Planetary Science Letters* 243 (2006) 594–606
- Marco Bohnhoff, Martina Rische, Thomas Meier, Dirk Becker, George Stavrakakis, Hans-Peter Harjes, Microseismic activity in the Hellenic Volcanic Arc, Greece, with emphasis on the seismotectonic setting of the Santorini–Amorgos zone, *Tectonophysics* 423 (2006) 17–33
- Mario La Rocca, Danilo Galluzzo, Gilberto Saccorotti, Stefano Tinti, Giovanni B. Cimini, and Edoardo Del Pezzo, Seismic Signals Associated with Landslides and with a Tsunami at Stromboli Volcano, Italy, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 94, No. 5, pp. 1850–1867, October 2004
- Mario Mattia, Marco Aloisi, Giuseppe Di Grazia, Salvatore Gambino, Mimmo Palano, Valentina Bruno, Geophysical investigations of the plumbing system of Stromboli volcano (Aeolian Islands, Italy) *Journal of Volcanology and Geothermal Research* xxx (2008) xxx-xxx
- Massimo Chappin, Giovanni P. Gregori, Gabriele Paparo, Carlo Bellecci, Gino M. Crisci, Giuseppe de Natale, Paolo Favali, Iginio Marson, Antonio Meloni, Bruno Zolesi, Enzo Boschi, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 113 (2002) 429–442

- Maurizio Ripepe a, Andrew J.L. Harris b;, Roberto Carniel , Thermal, seismic and infrasonic evidences of variable degassing rates at Stromboli volcano, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 118 (2002) 285-297
- Merce Urquizu, Antoni M. Correig, On the spectral peaks of volcanic tremor at Stromboli, *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 110 1999.247-261
- N. Bobrowski , U. Platt, SO₂/BrO ratios studied in five volcanic plumes, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 166 (2007) 147-160
- O. Jaqueta, R. Carniel, Stochastic modelling at Stromboli: a volcano with remarkable memory, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 105 (2001) 249-262
- Olivier Jaquet , Roberto Carniel , Multivariate stochastic modelling: towards forecasts of paroxysmal phases at Stromboli *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 128 (2003) 261-271
- P. Landi , L. Francalanci, M. Pompilio , M. Rosi ,R.A. Corsaro ,C.M. Petrone, I. Nardini , L. Miraglia, The December 2002-July 2003 effusive event at Stromboli volcano, Italy: Insights into the shallow plumbing system by petrochemical studies, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 155 (2006) 263-284
- Papageorgiou E., Lagios E., Vassilopoulou S. and Sakkas V., Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVII, 2007 Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVII, 2007, Πρακτικά 11ου Διεθνούς Συνεδρίου, Αθήνα, Μάιος 2007
- Pareschi M.T, Cavarra L., Favalli M, Giannini F. and Meriggi A. - GIS and Volcanic Risk Management, *Natural Hazards* 21Q361-379,2000
- Perissoratis C. ,The Santorini volcanic complex and its relation to the stratigraphy and structure of the Aegean arc, Greece, *Marine geology* 128 (1995) 37 -58
- Pietro Armienti , Lorella Francalanci , Patrizia Landi, Textural effects of steady state behaviour of the Stromboli feeding system, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 160 (2007) 86-98
- R. Vannucci, K. Kobayashi, E. Nakamura, M. Tiepolo 3, F. Schiavi 1, A. Bertagnini 4, N. Metrich, Recent Stromboli (Italy): Insights into magma sources and processes from melt inclusions, *Goldschmidt Conference Abstracts* 2006
- Rosella Nave¹, Roberto Isaia¹, Giuseppe Vilardo¹ and Jenny Barclay, Re-assessing volcanic hazard maps for improving volcanic risk communication: application to Stromboli Island, Italy *Journal of Maps*, 2009, 1-10
- S. Bellomoa, W. D'Alessandro*, M. Longob, Volcanogenic fluorine in rainwater around active degassing volcanoes: Mt. Etna and Stromboli Island, Italy, *The Science of the Total Environment* 301 (2003) 175-185
- S. Calvari *, L. Spampinato, L. Lodato, The 5 April 2003 vulcanian paroxysmal explosion at Stromboli volcano (Italy) from field observations and thermal data The 5 April 2003 vulcanian paroxysmal explosion at Stromboli volcano (Italy) from field observations and thermal data, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 149 (2006) 160- 175 *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 149 (2006) 160- 175
- S. Cesca a,1, T. Braun b, E. Tessmer a, T. Dahm, Modelling of the April 5, 2003, Stromboli (Italy) paroxysmal eruption from the inversion of broadband seismic data, *Earth and Planetary Science Letters* 261 (2007) 164-178
- S. Falsaperla), G. Lanzafame, V. Longo, S. Spampinato, Regional stress field in the area of Stromboli Italy/: insights into structural data and crustal tectonic earthquakes, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 88 1999.147-166 *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 88 1999.147-166
- S. Falsaperla , S. Spampinato Tectonic seismicity at Stromboli volcano (Italy) from historical data and seismic records, *Earth and Planetary Science Letters* 173 (1999) 425-437
- S. Falsaperla , S. Spampinato, Seismic insight into explosive paroxysms at Stromboli volcano, Italy, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 125 (2003) 137-150

- Sparks R. S. J., The Santorini eruption and its consequences, *Enduvow*, NW 8ui.s. Vdum 3, No. 1, 187s
t IO Pugamon Pmu Ltd., Printd in Qm,t Brlmin)
- Stefano Tinti a.), Elisabetta Bortolucci a, Claudia Romagnoli, Computer simulations of tsunamis due to sector collapse at Stromboli, Italy, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 96 2000.103–128
- T. Aruana*, C. Corazzato, A. Cancellib, A. Tibaldi, Stability of a collapsing volcano (Stromboli, Italy): Limit equilibrium analysis and numerical modelling, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 144 (2005) 191– 210
- Tazieff H., *Volcano Survey*, *Earth-Sci. Rev.*, 1 (1966) 299-335
- Tilling R. I., The critical role of volcano monitoring in risk reduction, *Adv. Geosci.*, 14, 3–11, 2008
- Varnavas S.P, Cronan D.S, Submarine hydrothermal activity off Santorini and Milos in the Central Hellenic Volcanic Arc: A synthesis ,*Chemical Geology* 224 (2005) 40– 54
- Watt S.F.L, Mather T.A., Pyle D.M., Vulcanian explosion cycles: Patterns and predictability, *Geology*, September 2007 ; 0v7. 35; no. 9; p. 839–842; doi: 10.1130/G23562A.1
- Διαπεριφερειακή ανταπόκριση στις φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές SIPROCI - 5 - Χαρτογράφηση κινδύνων
- ΙΜΠΗΣ, Η παρακολούθηση του ηφαιστείου της Σαντορίνης το 1998. Η παρούσα κατάσταση του ηφαιστείου. Θήρα 1999
- ΙΜΠΗΣ, Πρόγραμμα Ανάπτυξης τηλεμετρικών κλπ δικτύων GPS για διάφορες εφαρμογές, 2008 (Ηφαιστειολογική έρευνα, έρευνα σεισμών, μέτρηση ταλαντώσεων κατασκευών, έρευνα Γεωειδούς και Επιφάνειας Θάλασσας, κλπ).
- Στυλιανός Γ. Λόζιος , Επιχειρησιακός σχεδιασμός – Σχέδιο Ξενοκράτης για την αντιμετώπιση του σεισμικού κινδύνου,
φυλλάδιο: The Italian Civil Protection National Service Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile

ΒΙΒΛΙΑ:

- Αδάμ Κωνσταντίνα, Αγγελική Βιτωράτου, 1990, Πετρολογική – Γεωχημική Μελέτη των ηφαιστειακών τοφών της Σαντορίνης, Διπλωματική Εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωφυσικής – Γεωθερμίας.
- Αποστολία Καραμαλη, Η συμβολή της μικροβαρυτομετρίας στην παρακολούθηση του ηφαιστείου της Σαντορίνης, 1993, Διπλωματική Εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωφυσικής – Γεωθερμίας.
- Βασιούλα Γεωργία, Πολυκρέτη Νικολέττα, Η θωράκιση των ελληνικών πόλτεων σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών,
- Γαβριέλλα Χατζηστρατίδη, Μικροβαρυτικές Παρατηρήσεις Δικτύου Σαντορίνης, Διπλωματική Εργασία 1997, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωφυσικής-Γεωθερμίας
- Ερασμία Γαλαζούδη, Μαρία Τοτού, Μικροβαρυτομετρική Διασκόπηση Ηφαιστείου Σαντορίνης, Διπλωματική εργασία, 1996, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωφυσικής-Γεωθερμίας
- Ευθ. Λ. Λέκκας Φυσικές και Τεχνολογικές καταστροφές Β' έκδοση 2000
- Ευθύμιος Ε. Λέκκας - Στυλιανός Γ. Λόζιος - Βασικές αρχές και εφαρμογές του επιχειρησιακού σχεδιασμού για τη διαχείριση των φυσικών καταστροφών και τεχνολογικών κινδύνων Α' Έκδοση
- Κωνσταντίνος Γ. Κυριακόπουλος, Ηφαιστειολογία, Αθήνα 2005, Πανεπιστήμιο Αθηνών Τμήμα Γεωλογίας
- Κωνσταντίνος Σηηλιόπουλος, Διαφορικές Μαγνητικές Μετρήσεις στην Σαντορίνη, 1988, Διπλωματική Εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωφυσικής – Γεωθερμίας.
- Μαρία Αποστολάκη, Αειφόρος ανάπτυξη στο νησί Σαντορίνη (Θήρα), Ερευνητικό έργο, 2007,

Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών

Σοφία Βουλαδάκη , Άννα Παπαδημητρίου, Πτυχιακή εργασία 2007-2008 Ηφαιστειακή δραστηριότητα στον Ελλαδικό Χώρο - Ηφαίστειο της Σαντορίνης

Σοφία Ζαχαρια, 1996, Συγκέντρωση των χημικών αναλύσεων κυρίων στοιχείων και στοιχείων της ομάδας των σπάνιων γαιών των ηφαιστειακών πετρωμάτων της Σαντορίνης, 1996, Διπλωματική Εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Οικονομικής Γεωλογίας και Γεωχημείας.

ΛΟΙΠΑ ΕΝΤΥΠΑ:

ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΙΜΠΗΣ 29 Ιουνίου 2009

ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΙΜΠΗΣ 6 Οκτωβρίου 2009

Τα νέα του ΙΜΠΗΣ 11 Δεκεμβρίου 2009

ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΙΜΠΗΣ Ιανουάριος 2010

ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΙΜΠΗΣ Μάρτιος 2010

- Η παρακολούθηση του ηφαιστείου της Σαντορίνης το 1998 - Η παρούσα κατάσταση του ηφαιστείου.
- ΦΕΚ – αρ. Φυλλου 776 28 Ιουνίου 2006
- ΦΕΚ – αρ. Φυλλου 485 28 Απριλίου 1999
- ΦΕΚ – αρ. Φυλλου 107 3 Ιουνίου 2004
- ΦΕΚ – αρ. Φυλλου 42 23 Φεβρουαρίου 2007
- ΦΕΚ – αρ. Φυλλου 57 15 Μαρτίου 2006
- ΦΕΚ – αρ. Φυλλου 292 18 Δεκεμβρίου 2003
- ΦΕΚ – αρ. Φυλλου 263 23 Νοεμβρίου 2007
- ΦΕΚ – αρ. Φυλλου 102 1 Μαΐου 2002
- ΦΕΚ – αρ. Φυλλου 207 28 Οκτωβρίου 2006
- Πρακτικά 11ου Διεθνούς Συνεδρίου, Αθήνα, Μάιος 2007 Vertical & horizontal ground deformation on Santorini island deduced by dgps measurements
- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Volcanic Risk System (SRV): ASI Pilot Project to Support The Monitoring of Volcanic Risk In Italy by Means of EO Data
- Environment Waikato Policy Series 1999/10 Volcanic Risk Mitigation Plan Environment Waikato
- Ανθρωπος και περιβάλλον στον 21ο αιώνα -18- – Τα κρίσιμα προβλήματα – Ηφαίστεια
- Διαπεριφερειακή ανταπόκριση στις φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές SIPROCI
- Χαρτογράφηση κινδύνων – Μια πρόταση για μια κοινή Ευρωπαϊκή μεθοδολογία.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ:

<http://www.therafoundation.org/articles/volcanology/eruptionsofthesantorinivolcanofromcontemporarysourcesption>
<http://boris.vulcanoetna.com/>
<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%BD%CE%B7>
<http://giorgosbiz.wordpress.com/category/news/page/88/>
http://jgs.lyellcollection.org/cgi/content/abstract/132/4/429?HITS=10&hits=10&field_name=fulltext&field_value=STROMBOLI&searchid
<http://tech.pathfinder.gr>
<http://tech.pathfinder.gr/tech/260276.html>
<http://tech.pathfinder.gr/tech/730592.html>
<http://volcanoes.usgs.gov/About/What/Reduce/Reduce.html>
<http://volcanoes.usgs.gov/About/What/Reduce/Reduce.html>
http://www.adpc.net/casita/Course%20Modules/Volcanic%20hazard%20assessment/Volcanic_Hazard_Assessment_and_Mitigation..pdf
<http://www.cenapred.unam.mx>
<http://www.ct.ingv.it/>
<http://www.earthquakenet.gr/toellinikotoxo.htm>
http://www.enet.gr/online/online_text/c=111,id=23613868
[Πηγή: ΑΠΕ](http://www.ert3.gr/news/et3newsbody.asp?ID=298796)
http://www.geo.auth.gr/courses/gmo/gmo765e/4_eruptions/44_stromboli.htm
http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/Volcano_types.html
<http://www.gscp.gr/ggpp/site/home/ws.csp>
<http://www.livepedia.gr/index.php?title=%CE%A3%CF%84%CF%81%CF%8C%CE%BC%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%B9>
<http://www.neo.gr/website/ergasiamathiti/61.htm>
<http://www.noa.gr/>
<http://www.otherside.gr/2009/06/energo-ypothalassio-ifaisteio-exw-apo-tin-santorini/#ixzz0rOFuR0d0>
[Τα ηφαίστεια, η ιστορία και η δράση τους](http://www.Physics4u.gr)
<http://www.protezionecivile.it/index.php>
<http://www.si.edu/>
<http://www.swisseduc.ch/stromboli/volcano/>
<http://www.volcano.si.edu/world/volcano.cfm?vnum=0101-04%3D>
<http://www.volcanodiscovery.com/en/adventure-travel.html>
<http://www.volcanodiscovery.com/volcano-tours/stromboli.html>
http://www.volcanodiscovery.com/volcano-tours/volcanic_risk.html
http://www.volcanodiscovery.com/volcano-tours/volcanic_risk.html
www.adv-geosci.net/14/3/2008/
www.elsevier.com/locate/chemgeo
www.elsevier.com/locate/enggeo
www.elsevier.com/locate/epsl
www.elsevier.com/locate/geothermics
www.elsevier.com/locate/jvolgeores
www.elsevier.com/locate/tecto
www.paho.org/disasters/
www.protezionecivile.it
www.rms.com

Περιεχόμενα

Πρόλογος	1
Περίληψη	2
Abstract	4
1.Εισαγωγή	6
2.Ηφαίστεια και ηφαιστειακή δραστηριότητα	7
2.1 Ορισμοί -Τύποι Ηφαιστείων και εκρήξεων.....	7
2.2 Ηφαιστειακή δραστηριότητα στην περιοχή του Αιγαίου.....	12
2.3 Ηφαιστειακοί κίνδυνοι.....	14
2.4 Πρόβλεψη Ηφαιστειακής δραστηριότητας.....	23
3.Επικινδυνότητα και Τρωτότητα	26
3.1 Ορισμοί.....	26
3.2 Διαχείριση κινδύνου σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.....	30
3.3 Πολιτική Προστασία.....	33
3.4 Πολιτική προστασία για την ηφαιστειακή δραστηριότητα.....	34
3.4.1 Χάρτες επικινδυνότητας και τρωτότητας.....	34
3.4.2 Ποσοτικός προσδιορισμός επιπτώσεων.....	39
3.4.3 Διάρθρωση πολιτικής προστασία.....	40
4.Η Πολιτική Προστασία στην Ελλάδα	41
5.Η Πολιτική Προστασία για την Ηφαιστειακή Δραστηριότητα στην Ιταλία και το ηφαίστειο Στρόμπολι	47
5.1 Η Πολιτική Προστασία για την Ηφαιστειακή Δραστηριότητα στην Ιταλία.....	47
5.2 Η Πολιτική Προστασία για το Στρόμπολι.....	54
6.Ηφαίστεια Σαντορίνης και Στρόμπολι	58
6.1 Ηφαίστειο Σαντορίνης ή Θήρας.....	58
6.2 Ηφαίστειο Στρόμπολι.....	66
6.2.1 Γενικά.....	66
6.2.2 Δραστηριότητα του ηφαιστείου Στρόμπολι.....	67
6.2.3 Ηφαιστειολογικά – Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά.....	69
7.Ιστορική εξέλιξη των ηφαιστείων	72
7.1 Ηφαίστειο Σαντορίνη.....	72
7.1.1 Η ηφαιστειακή δραστηριότητα πριν τη Μινωική έκρηξη.....	72
7.1.2 Η ηφαιστειακή δραστηριότητα μετά τη Μινωική έκρηξη.....	76
7.1.3 Η Καλδέρα.....	78
7.1.4 Κολούμπο.....	80
7.2 Ηφαίστειο Στρόμπολι.....	84
8.Παρούσα κατάσταση	86
8.1 Σαντορίνη - Γενικά στατιστικά στοιχεία.....	86
8.2 Στρόμπολι.....	99

9.Δίκτυα ηφαιστειολογικής Παρακολούθησης.....	100
9.1 Δίκτυο παρακολούθησης Σαντορίνης	100
9.2 Δίκτυο καταγραφής πληροφοριών για το Στρόμπολι.....	113
10.Επεξεργασία και αξιολόγηση μετρήσεων στην Σαντορίνη.....	119
10.1 Συλλογή αερίων.....	119
10.1.1 Χαρακτηριστικά ηφαιστειακών αερίων	123
10.2 Καταγραφή θερμοκρασίας.....	128
10.3 Θερμές Πηγές Σαντορίνης.....	133
11.Οι εκρήξεις του 2002 και του 2007 στο ηφαίστειο Στρόμπολι.....	136
11.1 Η έκρηξη του 2002.....	136
11.2 Η έκρηξη του 2007.....	144
12.Δράσεις Πολιτικής Προστασίας στο Στρόμπολι.....	150
13.Συγκριτικά στοιχεία ηφαιστειών Σαντορίνη και Στρόμπολι.....	161
13.1 Παράθεση στοιχείων ετοιμότητας σε Σαντορίνη και Στρόμπολι	161
13.2 Συλλογή πληροφοριών και κατασκευή θεματικών χαρτών	163
13.3 Πιθανά Σενάρια	169
13.4 Διαχείριση κρίσης	177
13.5 Προτάσεις ελαχιστοποίησης κινδύνου.....	182
Βιβλιογραφία.....	186