

# Η θερμική αγωγιμότητα του υπεδάφους ως παράμετρος για το σχεδιασμό των γεωεναλλακτών - Χαρτογράφηση θερμικής αγωγιμότητας εδαφικών σχηματισμών

**Απόστολος Αρβανίτης**

Γεωλόγος - MSc, Δρ Γεωθερμίας

Τμήμα Γεωθερμίας - Διεύθυνση Υδατικών Πόρων και Γεωθερμίας  
Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών και Μελετών (Ι.Γ.Μ.Ε.Μ)  
Εθνικό Κέντρο Βιώσιμης και Αειφόρου Ανάπτυξης (Ε.Κ.Β.Α.Α.)  
Γ' Είσοδος, Ολυμπιακό Χωριό, 136 77, Αχαρναί Αττικής,  
e-mail: arvanitis@igme.gr



Σεμινάριο ΚΑΠΕ στα πλαίσια του Έργου GROUND-MED  
«Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας για Θέρμανση - Ψύξη στο  
Μεσογειακό Κλίμα» - Αθήνα, 27 Νοεμβρίου 2013





### Θερμική αγωγιμότητα εδάφους (k):

Ορίζεται ως η ικανότητα του υλικού του εδάφους ή του μαλακού πετρώματος να μεταφέρει θερμότητα με αγωγή

Μονάδα μέτρησης: Watts ανά μέτρο \* Kelvin (W/mK)

### Θερμοχωρητικότητα εδάφους:

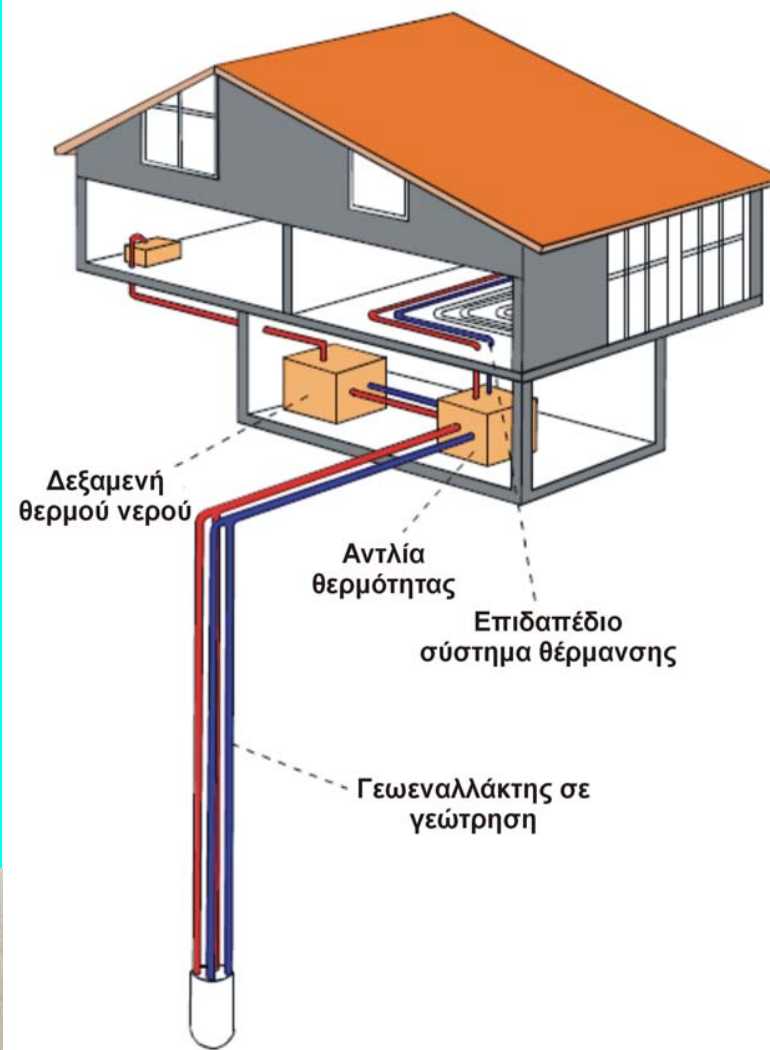
Ορίζεται ως το γινόμενο της ειδικής θερμότητας και του φαινόμενου βάρους. Αντιπροσωπεύει την ικανότητα συγκεκριμένου όγκου υλικού του εδάφους και μαλακού πετρώματος να αποθηκεύει εσωτερική ενέργεια

Μονάδα μέτρησης: Mega Joule ανά κυβικό μέτρο \* Kelvin (MJ/m<sup>3</sup>K)

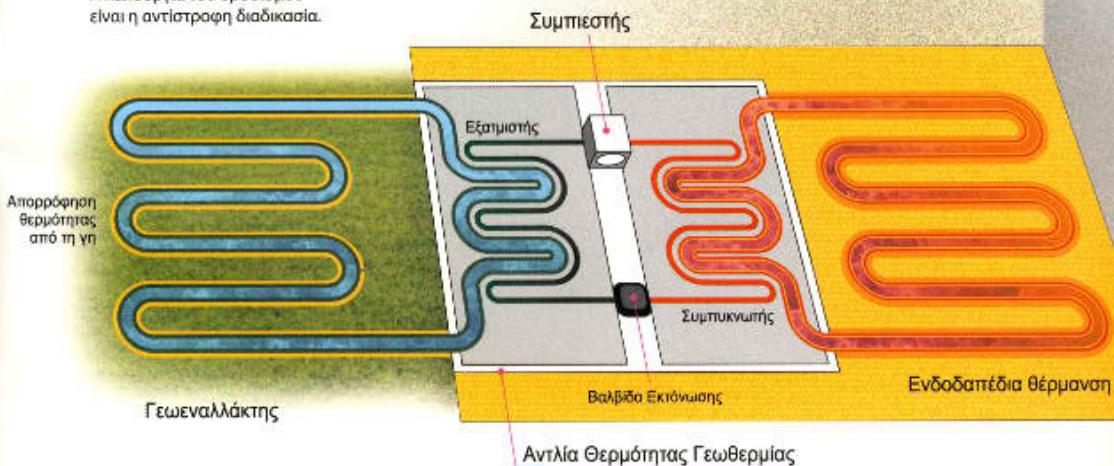
- ❖ Η θερμική αγωγιμότητα του υπεδάφους είναι βασική παράμετρος στο σχεδιασμό έργων, όπου λαμβάνουν χώρα φαινόμενα μετάδοσης θερμότητας, όπως είναι τα συστήματα γεωεναλλακτών.
- ❖ Η θερμική αγωγιμότητα του υπεδάφους επιδρά σημαντικά στην απόδοση και τη λειτουργία ενός συστήματος Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας (ΓΑΘ).
- ❖ Η ΓΑΘ καθορίζει το ποσό της θερμικής ενέργειας που απορροφάται από το υπέδαφος ή αποθηκεύεται στο υπέδαφος, ενώ η θερμική αγωγιμότητα του υπεδάφους εκφράζει την ικανότητα αναπλήρωσης αυτού του ποσού από το υπέδαφος «αποθήκευσης» και τον περιβάλλοντα χώρο.



- ❖ Κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος αβαθούς γεωθερμίας κλειστού βρόχου, θα πρέπει να διασφαλίζεται η απρόσκοπτη απορρόφηση θερμότητας από το υπέδαφος ή αποθήκευση θερμότητας στο υπέδαφος και να εξασφαλίζονται θερμοκρασίες εξόδου του ρευστού από το γεωεναλλάκτη προκειμένου η Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (ΓΑΘ) να λειτουργεί οικονομικά και αποδοτικά.



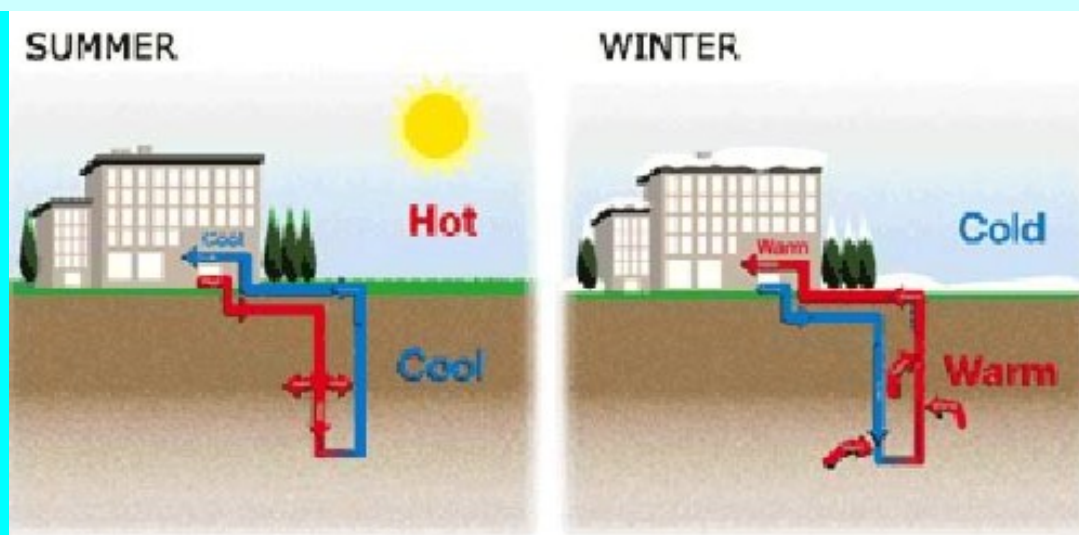
Η λειτουργία του δροσισμού είναι η αντίστροφη διαδικασία.



- ❖ Η θερμοκρασία του υπεδάφους όπου βρίσκεται ο γεωεναλλάκτης μεταβάλλεται περιοδικά κατά την ετήσια λειτουργία του συστήματος ανάλογα με (Φραγκογιάννης, 2011):

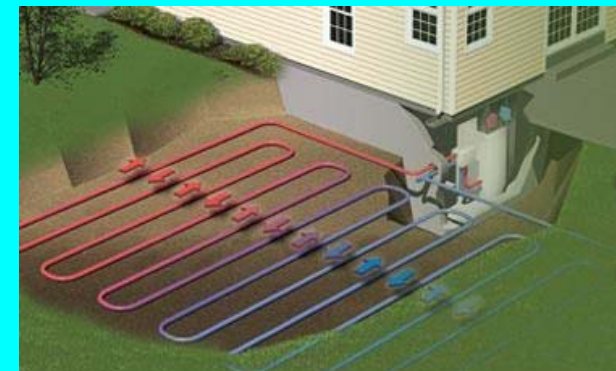
(α) τη θερμότητα που απορροφάται από το κτίριο ή αποδίδεται στο κτίριο και η οποία καθορίζεται από τις ενεργειακές του ανάγκες και την ισχύ της ΓΑΘ

(β) την ικανότητα του τμήματος του υπεδάφους όπου βρίσκεται ο γεωεναλλάκτης να ανακτά θερμότητα από τον περιβάλλοντα χώρο ή να απορρίπτει θερμότητα στον περιβάλλοντα χώρο και αυτή η ικανότητα εξαρτάται από τη θερμική αγωγιμότητα του υπεδάφους και τον όγκο που καταλαμβάνουν οι γεωεναλλάκτες στο υπέδαφος.



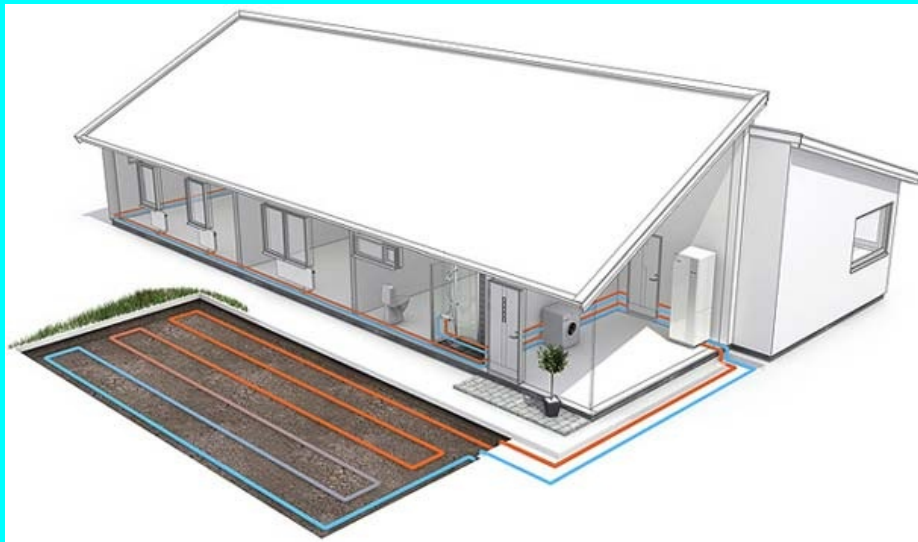
❖ Όταν η θερμική αγωγιμότητα του υπεδάφους είναι υψηλή, τότε (Φραγκογιάννης, 2011):

- (α) Διευκολύνεται η απορρόφηση θερμότητας από το υπέδαφος στους γεωεναλλάκτες ή η αποθήκευση θερμότητας από τους γεωεναλλάκτες προς το υπέδαφος και η αναπλήρωση ή απόρριψη αυτής της θερμότητας στον περιβάλλοντα χώρο του υπεδάφους αποθήκευσης, με αποτέλεσμα τη μικρότερη θερμοκρασιακή διαταραχή και τη σταθερότερη λειτουργία όλου του συστήματος
- (β) Η θερμοκρασία εξόδου του ρευστού από τους γεωεναλλάκτες είναι μεγαλύτερη κατά την περίοδο της θέρμανσης και χαμηλότερη κατά την περίοδο της ψύξης, με αποτέλεσμα τη βελτίωση του συντελεστή απόδοσης της Γ.Α.Θ. και τη μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση του συστήματος.



❖ Όταν η θερμική αγωγιμότητα του υπεδάφους είναι χαμηλή, τότε (Φραγκογιάννης, 2011):

συσσωρεύεται θερμική ενέργεια στο υπέδαφος και αυξάνεται η θερμοκρασία του υπεδάφους με αρνητικές συνέπειες κατά τη λειτουργία ψύξης του συστήματος



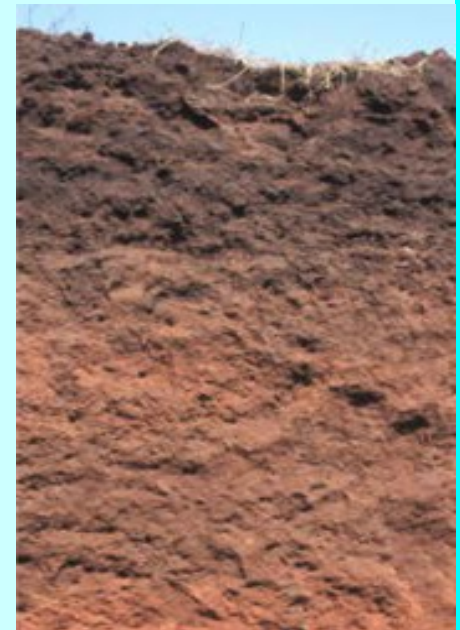
- ❖ Η θερμική αγωγιμότητα του υπεδάφους επιδρά σημαντικά στη διαστασιολόγηση του γεωεναλλάκτη και συνεπώς αποτελεί βασική παράμετρο σχεδιασμού.
- ❖ Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμική αγωγιμότητα του υπεδάφους, τόσο διευκολύνεται η μετάδοση θερμότητας σε αυτό και συνεπώς απαιτείται μικρότερο μήκος γεωεναλλάκτη για την αποδοτική λειτουργία του συστήματος (σε κατακόρυφα κλειστά συστήματα αυτό σημαίνει μικρότερος αριθμός γεωτρήσεων).
- ❖ Ο ακριβής προσδιορισμός της θερμικής αγωγιμότητας του υπεδάφους είναι το ζητούμενο.  
Πιθανές παραδοχές της τιμής της θερμικής αγωγιμότητας μπορεί να οδηγήσουν σε υπερδιαστασιολόγηση ή υποδιαστασιολόγηση του γεωεναλλάκτη με αρνητικές συνέπειες (αύξηση κόστους - μειωμένη ενεργειακή απόδοση και λειτουργία αντίστοιχα).



## Παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμική αγωγιμότητα των υπεδαφικών σχηματισμών

Μεγάλος αριθμός παραγόντων επηρεάζει τη θερμική αγωγιμότητα του υπεδάφους, όπως (Φραγκογιάννης, 2010, 2011):

- η θερμική αγωγιμότητα των επιμέρους φάσεων του εδαφικού υλικού (για τους κόκκους και το νερό ή των αέρα των πόρων)
- η κοκκομετρία του εδάφους (μέγεθος και σχήμα κόκκων)
- η ορυκτολογική σύσταση των κόκκων (επηρεάζει τη θερμική αγωγιμότητα των κόκκων)
- η θερμοκρασία του εδάφους
- η υγρή πυκνότητα του εδάφους ( $\rho_b$ , kg/m<sup>3</sup>)
- η ξηρή πυκνότητα του εδάφους ( $\rho_d$ , kg/m<sup>3</sup>)
- το μοναδιαίο ειδικό βάρος των κόκκων ( $\rho_s$ , kg/m<sup>3</sup>)
- η υγρασία ( $w$ , %)
- ο κορεσμός σε νερό ( $S_r$ , %)
- η κατ' όγκον περιεκτικότητα αέρα ( $V_a$ , %)
- πορώδες



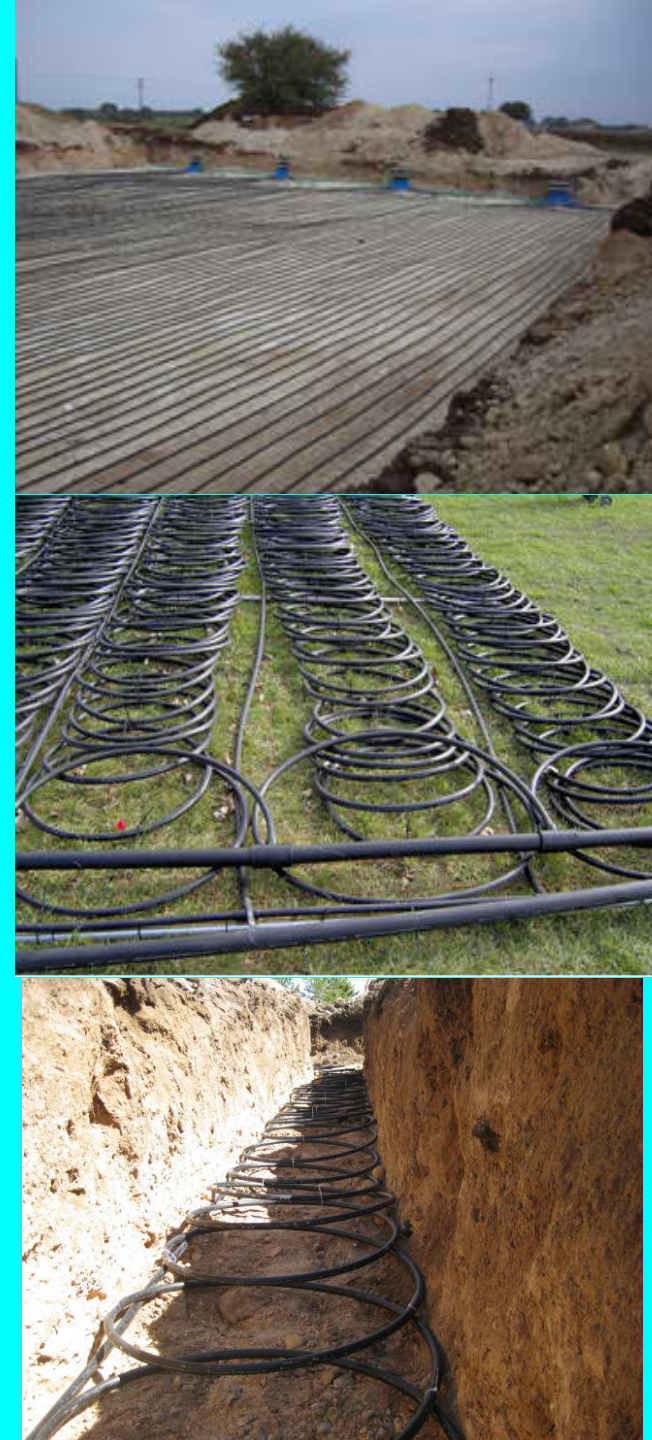
**Πίνακας με τυπικές τιμές θερμικής αγωγιμότητας χαλαρών σχηματισμών και ιζηματογενών πετρωμάτων από τον Γερμανικό Οδηγό VDI 4640, μέρος 1, τεύχος 2010**  
**(Sanner, 2011b)**

|                  | Type of rock                   | Thermal conductivity<br>in W/(m·K) |                      | Volume-related<br>specific<br>heat capacity<br>in MJ/(m <sup>3</sup> ·K) | Density<br><br>in 10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup> |
|------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                  |                                |                                    | Recommended<br>value |                                                                          |                                                     |
| Unconsolidated   | clay/silt, dry                 | 0,4–1,0                            | 0,5                  | 1,5–1,6                                                                  | 1,8–2,0                                             |
|                  | clay/silt, water-saturated     | 1,1–3,1                            | 1,8                  | 2,0–2,8                                                                  | 2,0–2,2                                             |
|                  | sand, dry                      | 0,3–0,9                            | 0,4                  | 1,3–1,6                                                                  | 1,8–2,2                                             |
|                  | sand, moist                    | 1,0–1,9                            | 1,4                  | 1,6–2,2                                                                  | 1,9–2,2                                             |
|                  | sand, water-saturated          | 2,0–3,0                            | 2,4                  | 2,2–2,8                                                                  | 1,9–2,3                                             |
|                  | gravel/stones, dry             | 0,4–0,9                            | 0,4                  | 1,3–1,6                                                                  | 1,8–2,2                                             |
|                  | gravel/stones, water-saturated | 1,6–2,5                            | 1,8                  | 2,2–2,6                                                                  | 1,9–2,3                                             |
|                  | till/loam                      | 1,1–2,9                            | 2,4                  | 1,5–2,5                                                                  | 1,8–2,3                                             |
|                  | peat, soft lignite             | 0,2–0,7                            | 0,4                  | 0,5–3,8                                                                  | 0,5–1,1                                             |
| Sedimentary rock | clay/silt stone                | 1,1–3,4                            | 2,2                  | 2,1–2,4                                                                  | 2,4–2,6                                             |
|                  | sandstone                      | 1,9–4,6                            | 2,8                  | 1,8–2,6                                                                  | 2,2–2,7                                             |
|                  | conglomerate/breccia           | 1,3–5,1                            | 2,3                  | 1,8–2,6                                                                  | 2,2–2,7                                             |
|                  | marlstone                      | 1,8–2,9                            | 2,3                  | 2,2–2,3                                                                  | 2,3–2,6                                             |
|                  | limestone                      | 2,0–3,9                            | 2,7                  | 2,1–2,4                                                                  | 2,4–2,7                                             |
|                  | dolomitic rock                 | 3,0–5,0                            | 3,5                  | 2,1–2,4                                                                  | 2,4–2,7                                             |
|                  | sulphate rock (anhydrite)      | 1,5–7,7                            | 4,1                  | 2,0                                                                      | 2,8–3,0                                             |
|                  | sulphate rock (gypsum)         | 1,3–2,8                            | 1,6                  | 2,0                                                                      | 2,2–2,4                                             |

**Η ΑΚΡΙΒΗΣ ΓΝΩΣΗ της τιμής της θερμικής αγωγιμότητας του υπεδάφους είναι προϋπόθεση για την ορθή διαστασιολόγηση των γεωεναλλακτών**

## Διαστασιολόγηση του γεωεναλλάκτη

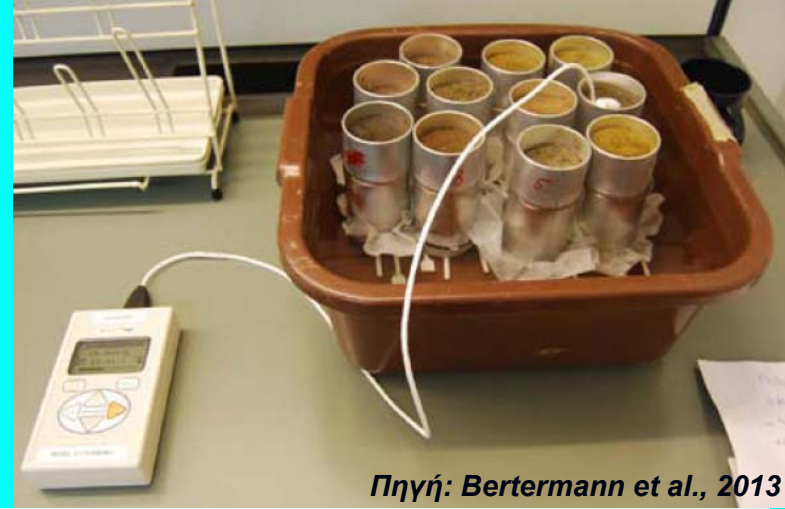
- ❖ Η ορθή διαστασιολόγηση του μήκους του γεωεναλλάκτη εξασφαλίζει θερμοκρασιακή σταθερότητα του υπεδάφους κατά τη μακροχρόνια λειτουργία του συστήματος και έτσι αποφεύγεται η αστοχία στη λειτουργία του συστήματος και η χαμηλή ενεργειακή απόδοση. Θεωρείται ίσως ο σημαντικότερος παράγοντας σωστής λειτουργίας και εξοικονόμησης.
- ❖ Αν το μήκος των γεωεναλλακτών προκαλεί σημαντική διακύμανση και διαταραχές της θερμοκρασίας του υπεδάφους, τότε δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι το υπέδαφος λειτουργεί ως «ανανεώσιμη» πηγή θερμότητας και τα συστήματα ΓΑΘ δεν είναι ούτε αποδοτικά από ενεργειακής άποψης αλλά και ούτε οικονομικά.



# Τρόποι προσδιορισμού της θερμικής αγωγιμότητας υπεδαφικών σχηματικών

- ❖ Εργαστηριακή μέτρηση θερμικής αγωγιμότητας δειγμάτων εδαφικών σχηματισμών και πετρωμάτων
- ❖ Δοκιμή Θερμικής Απόκρισης (Thermal Response Test - TRT)
- ❖ Εφαρμογή θεωρητικών μοντέλων με τη χρήση μαθηματικών τύπων που συνδέουν διάφορες μετρήσιμες φυσικές υπεδαφικές παραμέτρους με τη θερμική αγωγιμότητα, όπως μοντέλα κατά *De Vries (1963)*, *Tarnawski et al. (2000)*, *Johansen (1975)*, *Cote & Kornad (2005)*, *Gori (1983)*
- ❖ Εφαρμογή ημιεμπειρικών εξισώσεων για τον προσδιορισμό της θερμικής αγωγιμότητας μέσω άλλων γνωστών μετρήσιμων φυσικών παραμέτρων (κοκκομετρία, υγρασία, πυκνότητα, κορεσμός κλπ), όπως τύποι κατά *Kersten (1949)*, *Campbell (1985)*, *Singh & David (2000)*

# Εργαστηριακή μέτρηση θερμικής αγωγιμότητας δειγμάτων εδαφικών σχηματισμών και πετρωμάτων



Πηγή: Bertermann et al., 2013

- ❖ Αποτελούν τον πιο αξιόπιστο τρόπο προσδιορισμού της θερμικής αγωγιμότητας σημειακά για τις στρώσεις του υπεδάφους.
- ❖ Οι μετρήσεις γίνονται σε αδιατάρακτα δείγματα κατόπιν ειδικής δειγματοληψίας και με κατάλληλο εξοπλισμό και εξειδίκευση.
- ❖ Δημιουργούνται πρότυπα εδαφικά δοκίμια με κατάλληλη διαδικασία και μεθοδολογία και με γνωστές ιδιότητες (κοκκομετρία, υγρασία, πυκνότητα, ειδικό βάρος, ορυκτολογική σύσταση) που προέκυψαν κατά το στάδιο της επεξεργασίας και προετοιμασίας τους - Μέτρηση της θερμικής αγωγιμότητας σε κάθε δοκίμιο με κατάλληλο όργανο.
- ❖ Η εργαστηριακή μέτρηση της θερμικής αγωγιμότητας παρέχει μεγάλη ακρίβεια αλλά είναι χρονοβόρα και αυξάνει το κόστος εγκατάστασης του γεωεναλλάκτη.

# Δοκιμή Θερμικής Απόκρισης (Thermal Response Test, TRT)

- ❖ Τεχνική προσδιορισμού της μέσης θερμικής αγωγιμότητας του υπεδάφους σε εγκατεστημένο κατακόρυφο γεωεναλλάκτη.
- ❖ Κινητή μονάδα συνδέεται με εγκατεστημένο γεωεναλλάκτη και περιλαμβάνει αντλία θερμότητας - ηλεκτρική αντίσταση, όργανα μετρήσεων και καταγραφέα δεδομένων.
- ❖ Στην τιμή μέτρησης, εκτός από το υπέδαφος, περιλαμβάνονται το υλικό πλήρωσης και το υλικό των σωλήνων.
- ❖ Η δοκιμή παρουσιάζει σφάλματα σε περιοχές με υδροφορία.
- ❖ Η προσδιοριζόμενη μέση τιμή θερμικής αγωγιμότητας δεν είναι αντιπροσωπευτική περιοχής με μεταβολές σε πυκνότητα, υγρασία κ.ά. ιδιότητες των ιδίων σχηματισμών.
- ❖ Η δοκιμή γίνεται σε έργα μεγάλης κλίμακας και όχι σε μικρά (οικονομικά ασύμφορη)



Πηγή: <http://www.erdwaerme-zeitung.de/>



Πηγή: Sanner, 2011a

## Έμμεσος τρόπος προσδιορισμού της θερμικής αγωγιμότητας υπεδαφικών σχηματισμών

- ❖ Εφαρμογή θεωρητικών μοντέλων με τη χρήση μαθηματικών τύπων που συνδέουν διάφορες φυσικές υπεδαφικές παραμέτρους με τη θερμική αγωγιμότητα
- ❖ Εφαρμογή ημιεμπειρικών εξισώσεων για τον προσδιορισμό της θερμικής αγωγιμότητας μέσω άλλων γνωστών φυσικών παραμέτρων, όπως κοκκομετρία, υγρασία, πυκνότητα, κορεσμός κλπ.
- ❖ Ο μεγάλος αριθμός των φυσικών παραμέτρων που εμπλέκονται στη θερμική αγωγιμότητα δυσκολεύει τη μαθηματική της έκφραση.
- ❖ Γενικά, έχουν διαπιστωθεί αποκλίσεις των αποτελεσμάτων από τα θεωρητικά μοντέλα και τις ημιεμπειρικές εξισώσεις σε σχέση με υπάρχοντα πειραματικά δεδομένα.



**Το ΕΚΒΑΑ-ΙΓΜΕΜ (πρ. ΙΓΜΕ)**  
**μέσω του Ευρωπαϊκού Έργου [ThermoMap](#)**  
**και σε συνεργασία με άλλους Ευρωπαίους εταίρους**  
**κατέβαλε μια προσπάθεια**  
**χαρτογράφησης της θερμικής αγωγιμότητας**  
**των υπεδαφικών σχηματισμών**  
**σε εθνικό και τοπικό επίπεδο**

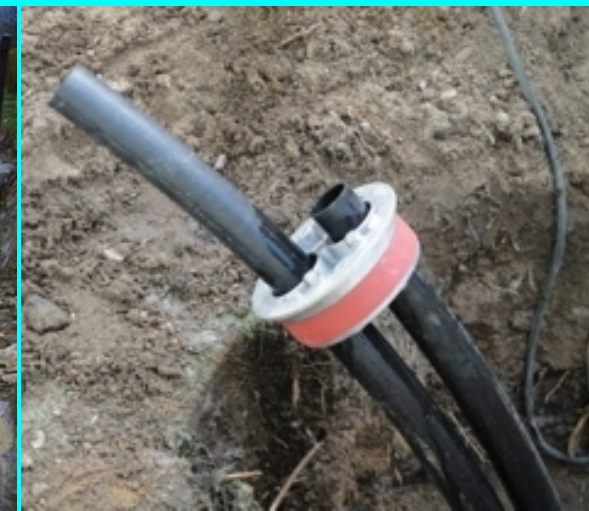
**Therm****Map**



## ΠΛΗΡΗΣ ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ:

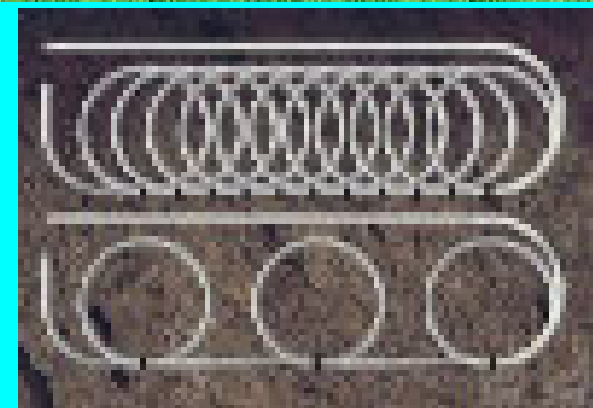
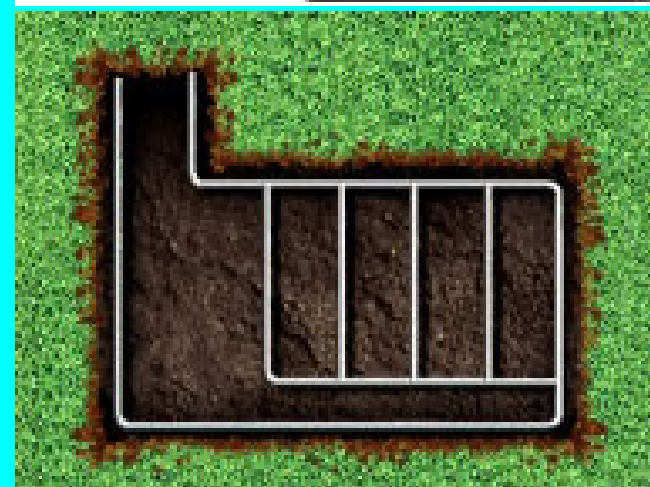
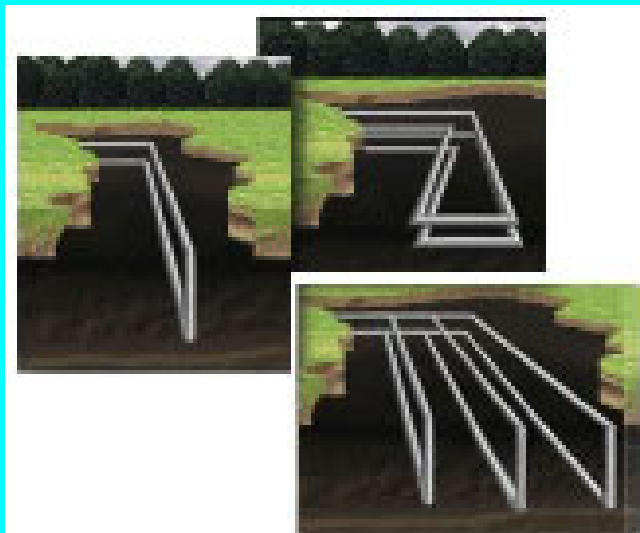
**“Area mapping of superficial geothermic resources by soil and groundwater data”**

**«Περιοχική χαρτογράφηση των ρηχών γεωθερμικών πόρων από δεδομένα εδάφους και υπόγειων νερών»**



## Για το ThermoMap

- Το ThermoMap ήταν ένα καινοτόμο συγχρηματοδοτούμενο Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα (FP7, κάτω από το Information and Communications Technologies (ICT) Policy Support Programme, 'ICT-PSP'), που εστίασε το ενδιαφέρον του στη χαρτογράφηση του δυναμικού της πολύ ρηχής γεωθερμικής ενέργειας στην Ευρώπη.
- Έδωσε έμφαση στην οριζόντια ρηχή γεωθερμική ενέργεια μέσα στα πρώτα 10 m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.
- Διάρκεια του Έργου ThermoMap:  
1 Σεπτεμβρίου 2010 - 31 Αυγούστου 2013





Συνολικά, στο Έργο ThermoMap συμμετείχαν  
12 εταίροι από 9 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

## Σκοπός του ThermoMap

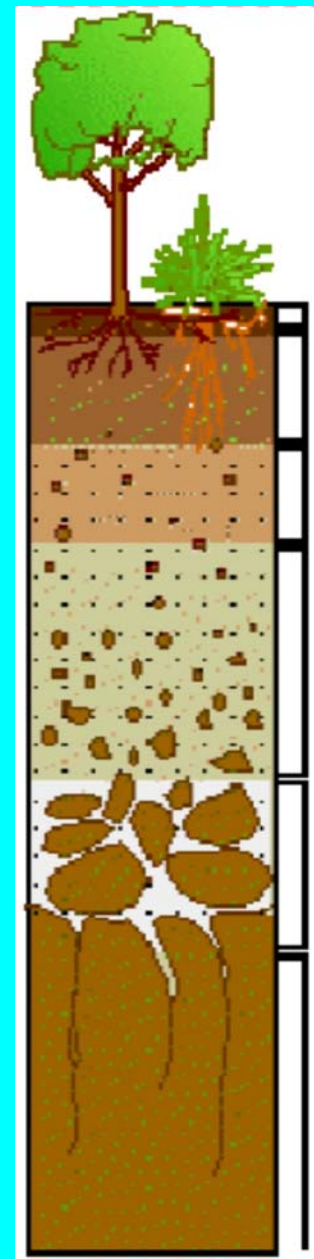
- Το Έργο ThermoMap αποσκοπούσε στην προώθηση ενός περιβάλλοντος πληροφόρησης για την ανάπτυξη γεωθερμικών συστημάτων πολύ μικρού βάθους στην Ευρώπη.



- Στα πλαίσια του Έργου ThermoMap συλλέχθηκαν, εναρμονίσθηκαν και αναλύθηκαν υπάρχοντα δεδομένα (γεωλογικά, υδρογεωλογικά, εδαφολογικά και κλιματικά δεδομένα καθώς και δεδομένα αναγλύφου / τοπογραφίας και χρήσεων γης / εδαφικής κάλυψης) με τυποποιημένες μεθόδους προκειμένου να υπολογισθεί μια τιμή για το γεωθερμικό δυναμικό σε 3 διαφορετικά στρώματα βάθους μέχρι το βάθος των 10 m (0-3, 3-6 και 6-10 m), με σκοπό να βοηθηθεί η ανεύρεση - σε σύντομο χρόνο και χωρίς υψηλό κόστος - ευνοϊκών περιοχών για ρηχή γεωθερμική αξιοποίηση σε μεγάλη και μεσαία κλίμακα.

## Παράμετροι για την αβαθή γεωθερμία στο έδαφος, μέχρι το βάθος των 10 m, που ελήφθησαν υπόψη στο ThermoMap

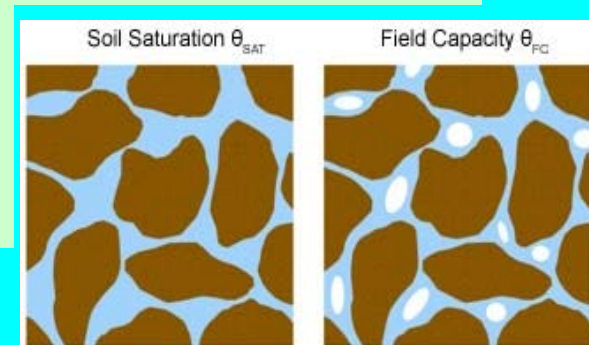
- Κλίση (*slope*)
- Ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων (*Digital Elevation Model, DEM*)
- Ετήσια - μηνιαία θερμοκρασία (*annual - monthly temperature*)
- Ετήσια - μηνιαία βροχόπτωση (*annual - monthly precipitation*)
- Βάθος υπόγειου νερού - Στάθμη υδροφόρου ορίζοντα
- Λιθολογικές ενότητες στην επιφάνεια
- Κατακόρυφη ακολουθία των στρωμάτων - λιθολογική στήλη
- Πάχος ζώνης μαλακού πετρώματος (*thickness of the softrock zone*)
- Τύπος εδάφους (*soil type*) - Ταξινόμηση κατά WRB (*World Reference Base for Soil Resources*)
- Μέγεθος κόκκων (*grain size*) σε τρία στρώματα βάθους (0-3, 3-6, 6-10 m) – Ταξινόμηση κατά USDA (*USDA classification*)
- Φαινόμενο βάρος ή φαινόμενη πυκνότητα (*bulk density*), σε g/cm<sup>3</sup>
- Θερμική αγωγιμότητα (*thermal conductivity*)  $\left[\frac{W}{m \cdot K}\right]$  και Θερμοχωρητικότητα (*heat capacity*)  $\left[\frac{MJ}{m^3 \cdot K}\right]$  σε 3 στρώματα βάθους (0-3, 3-6, 6-10 m) ➔ Βασική τιμή





## Άλλες παράμετροι για την αβαθή γεωθερμία, μέχρι το βάθος των 10 m, που ελήφθησαν υπόψη στο ThermoMap

- Κατανομή μεγέθους πόρων (*Pore Size Distribution*) ← προκύπτει από Μέγεθος κόκκων (*Grain Size*) και Φαινόμενο βάρος (*Bulk density*) και περιλαμβάνει:
  - Αεροϊκανότητα εδάφους (*air capacity, ac*) σε 3 στρώματα βάθους
  - Υδατοϊκανότητα (*field capacity, fc*) σε 3 στρώματα βάθους
  - Διαθέσιμη υδατοϊκανότητα (*available field capacity, afc*)
  - Περιεκτικότητα «νεκρού νερού» (*dead water content, dwc*) (ποσοστό πόρων διαμέτρου  $\leq 2\mu\text{m}$  με νερό που δεν μπορεί να απορροφηθεί από τα φυτά) σε 3 στρώματα βάθους
- Μέγιστος όγκος πόρων (*maximum pore volume*)
- Υγρές / ξηρές συνθήκες (*humid/arid condition*)
- Κορεσμένες / ακόρεστες συνθήκες (*saturated / unsaturated condition*) σε 3 στρώματα βάθους



## Επισκόπηση των απαραίτητων δεδομένων και των αποτελεσμάτων

### Βασικά δεδομένα

[σε μορφή επιπέδων (layers)]

- Περιοχή δοκιμής
- Προστατευόμενη περιοχή
- Κλίση
- Θερμοκρασία (°C)
- Κατακρημνίσματα
- Υδροστατική στάθμη
- Ζώνη μαλακού πετρώματος ( $\geq 3$  m)
- Τύπος εδάφους (κατά WRB ταξινόμηση)
- 3 στρώματα κοκκομετρίας εδάφους (0-3, 3-6, 6-10 m)

### Αποτελέσματα (vSGP)

*vSGP = very Shallow Geothermal Potential*

- sgp για 0-3 m
- sgp για 3-6 m
- sgp για 6-10 m

Geoprocessing

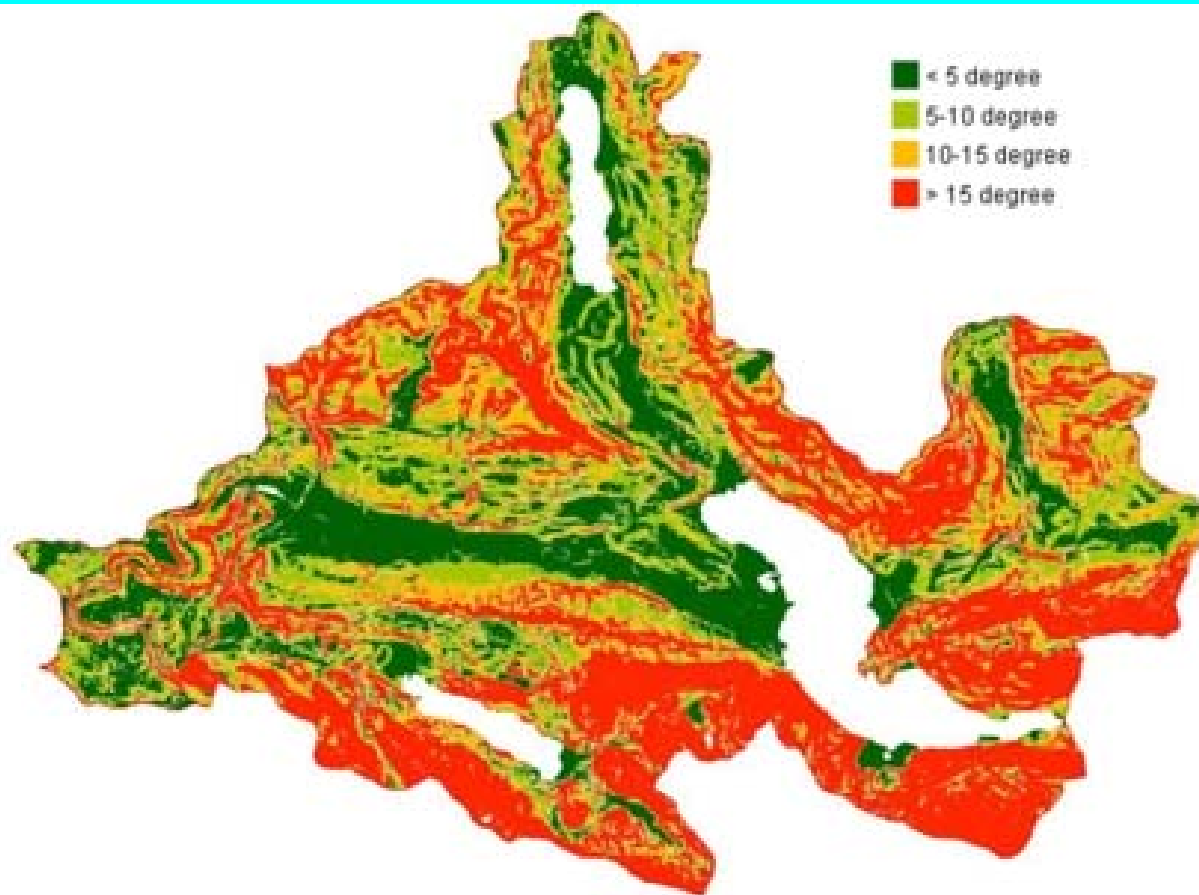


### Πίνακες ενώνονται στα layers

- κατηγορίες κατά WRB → τύπος εδάφους
- Heat\_cond 0-3 m (προϋπολογισμένες τιμές + τάξεις USDA) → sgp 0-3 m
- Heat\_cond 3-6 m (προϋπολογισμένες τιμές + τάξεις USDA) → sgp 3-6 m
- Heat\_cond 6-10 m (προϋπολογισμένες τιμές + τάξεις USDA) → sgp 6-10 m
- ιεράρχηση (hierarchy, ακρίβεια κατά USDA) → 3 sgp

## Προσαρμογή του επιπέδου κλίσεων

- Διακρίνονται 4 τάξεις κλίσεων:  
0-5°, 5-10°, 10-15°, >15°)
- Από το στρώμα κλίσεων διαγραφή των «υδάτινων σωμάτων»



Ταξινομημένες κλίσεις εδάφους με  
διαγραφή των υδάτινων σωμάτων

## Δημιουργία «επιπέδου υγρασίας» (humidity layer)

- Ο δείκτης υγρασίας (humidity index) υπολογίζεται με τον τύπο κατά SCHREIBER (1973), χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας και των κατακρημνισμάτων.

$$I = \frac{N}{0.5 * (1.5T + 0.04T^2 + 20)}$$

με  $I < 1 \rightarrow$  ξηρό

$$I = \frac{N}{(1.5T + 0.04T^2 + 20)}$$

με  $I < 1 \rightarrow$  ημίξηρο  
και  $I > 1 \rightarrow$  ύφυγρο  
(subhumid)

$$I = \frac{N}{1.5 * (1.5T + 0.04T^2 + 20)}$$

με  $I < 1 \rightarrow$  ύφυγρο  
και  $I > 1 \rightarrow$  υγρό

$$I = \frac{N}{3 * (1.5T + 0.04T^2 + 20)}$$

με  $I < 1 \rightarrow$  υγρό και  
 $I > 1 \rightarrow$  υπέρυγρο

Ταξινόμηση:

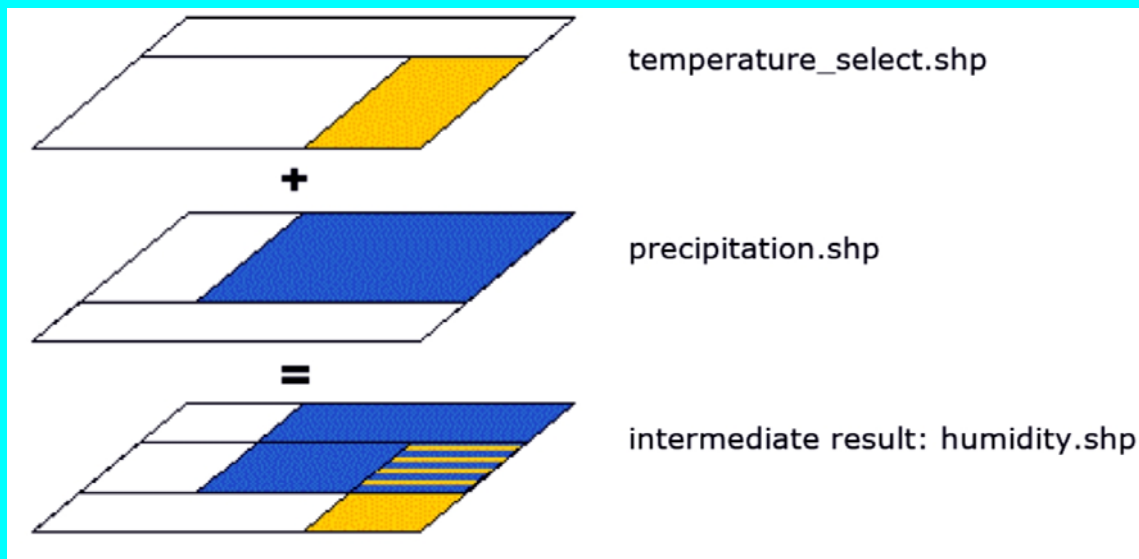
0 = ξηρό (arid)

1 = ημίξηρο (semiarid)

2 = ύφυγρο (subhumid)

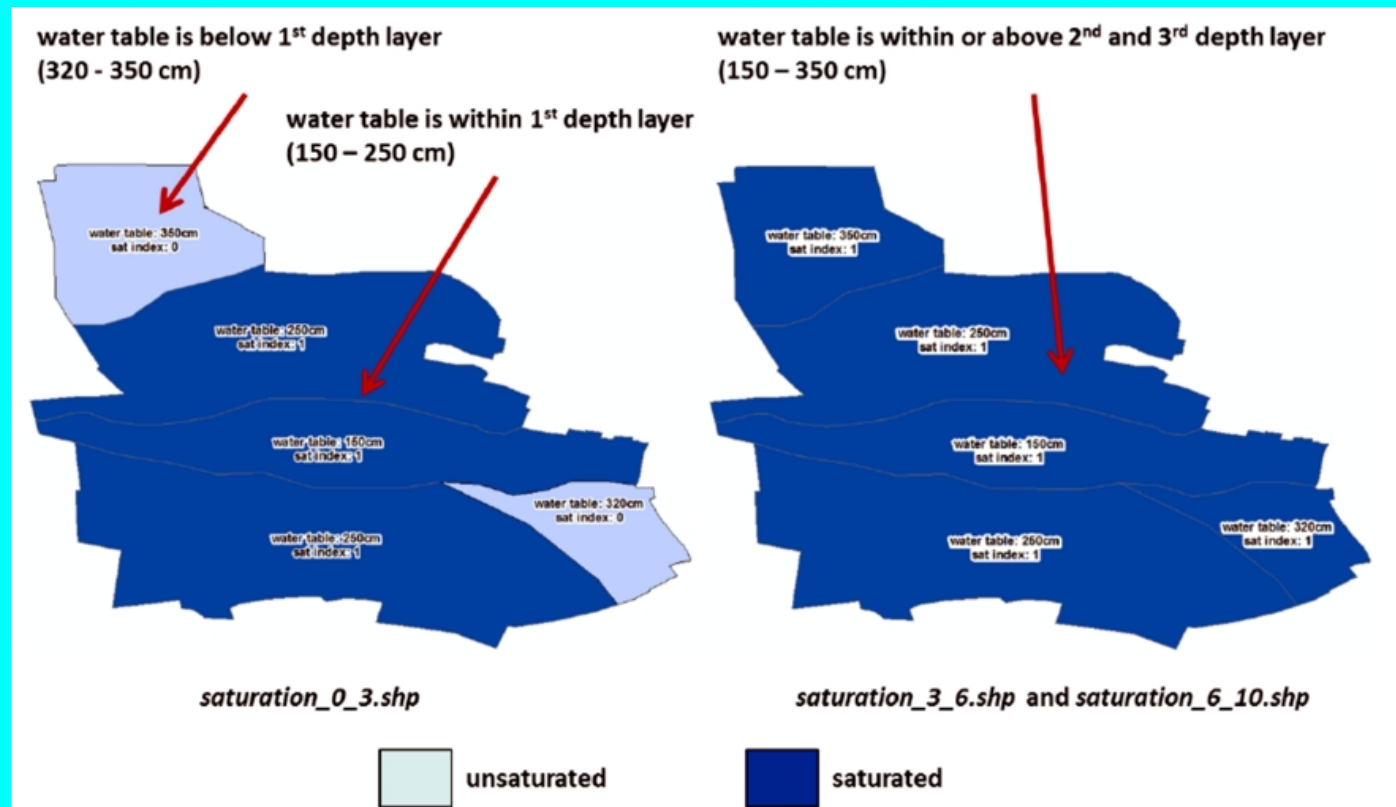
3 = υγρό (humid)

4 = υπέρυγρο (perhumid)



## Δημιουργία επιπέδων κορεσμού (saturation layers)

- Δημιουργία 3 επιπέδων κορεσμού (για 3, 6, 10 m) μετατρέποντας τις γραμμές της στάθμης του υπόγειου νερού σε πολύγωνα.
- Αν η στάθμη υπόγειου νερού είναι τελείως κάτω από το στρώμα βάθους, θεωρείται ως «ακόρεστο» (unsaturated). Αν η στάθμη τέμνει το στρώμα βάθους ή βρίσκεται τελείως πάνω από το στρώμα βάθους θεωρείται «κορεσμένο» (saturated).



## Δημιουργία «επιπέδων μαλακού πετρώματος» (softrock layers)

- Από ένα αρχικό βασικό πολύγωνο με πληροφορίες για το πάχος της «ζώνης μαλακού πετρώματος» δημιουργούνται 3 επίπεδα πολυγώνων (για 3, 6, 10 m) και μπαίνει ένας δείκτης ανάλογα με το αν το συγκεκριμένο επίπεδο είναι μέσα στην ζώνη αυτή ή όχι, δηλ.:

0=όχι μαλακό πέτρωμα, 1=μαλακό πέτρωμα, 2=μερικώς μαλακό πέτρωμα

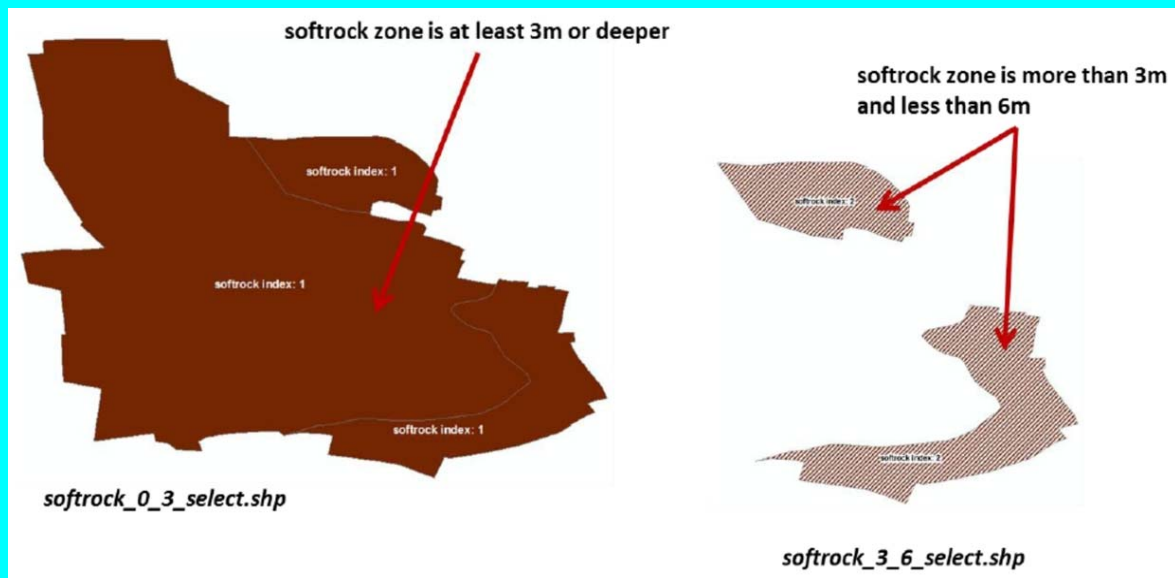
- Η ζώνη μαλακού πετρώματος, η οποία γενικά περιορίζεται από σκληρά πετρώματα προς τα κάτω, διαιρείται γενικά σε 3 στρώματα βάθους [σύμφωνα με την ταξινόμηση του φαινόμενου βάρους (bulk density)]:

0-3 m → 1,3 g/cm<sup>3</sup>

3-6 m → 1,5 g/cm<sup>3</sup>

6-10 m → 1,8 g/cm<sup>3</sup>

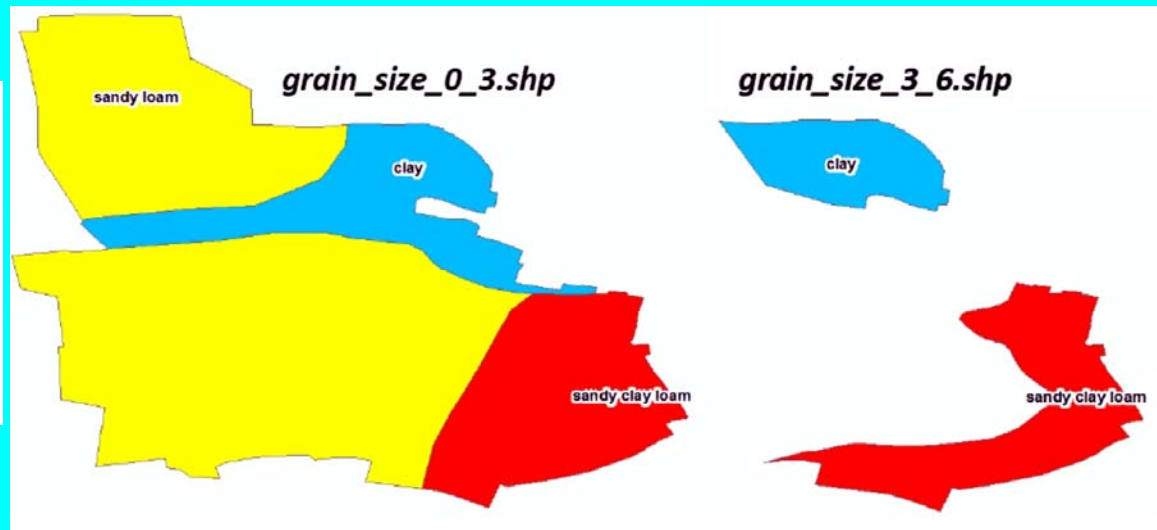
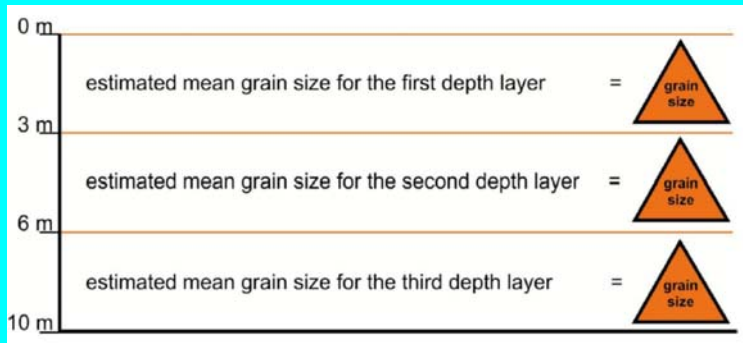
Εδώ, σκληρό πέτρωμα σημαίνει πέτρωμα που δεν προσφέρεται για αξιοποίηση της αβαθούς γεωθερμίας λόγω αδυναμίας εκσκαφής.



## Δημιουργία «επιπέδων εδάφους» (soil layers) - i

- Αξιοποιείται η πληροφορία από την τομή των επιπέδων του τύπου εδάφους και του μεγέθους των κόκκων (κοκκομετρίας).

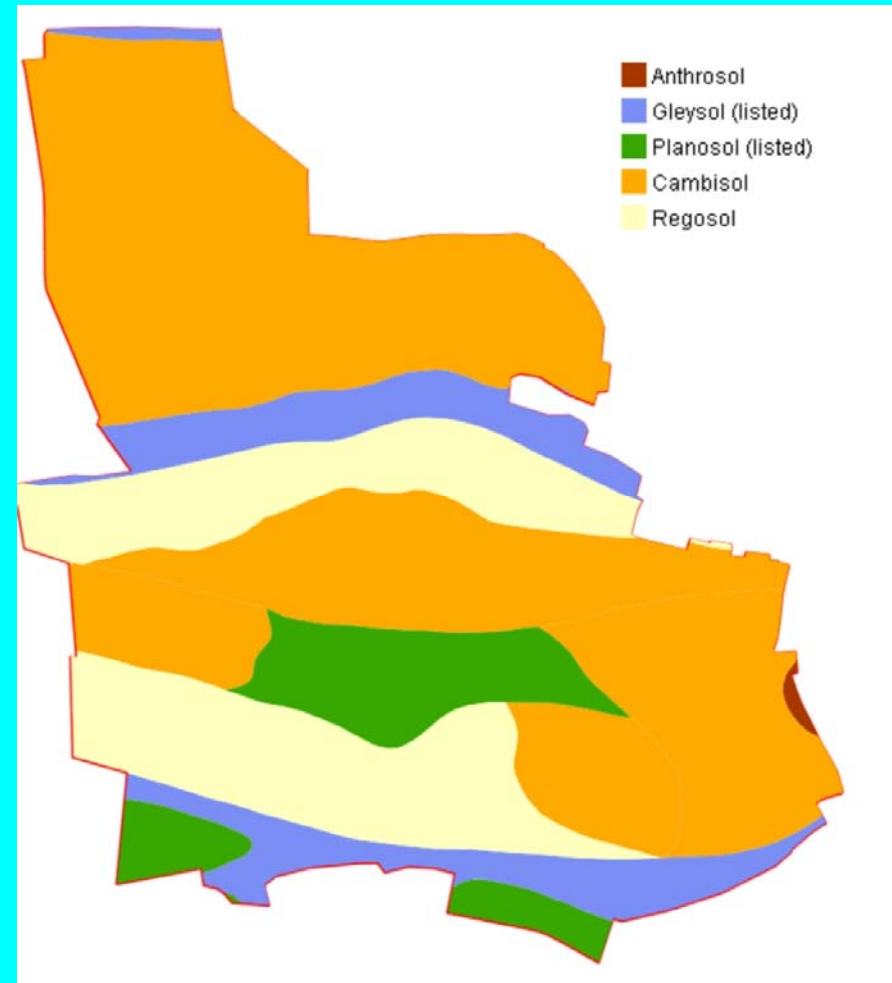
### 1. Δημιουργούνται 3 επίπεδα «κοκκομετρίας εδάφους κατά USDA» (για κάθε στρώμα βάθους)



## Δημιουργία «επιπέδων εδάφους» (soil layers) - ii

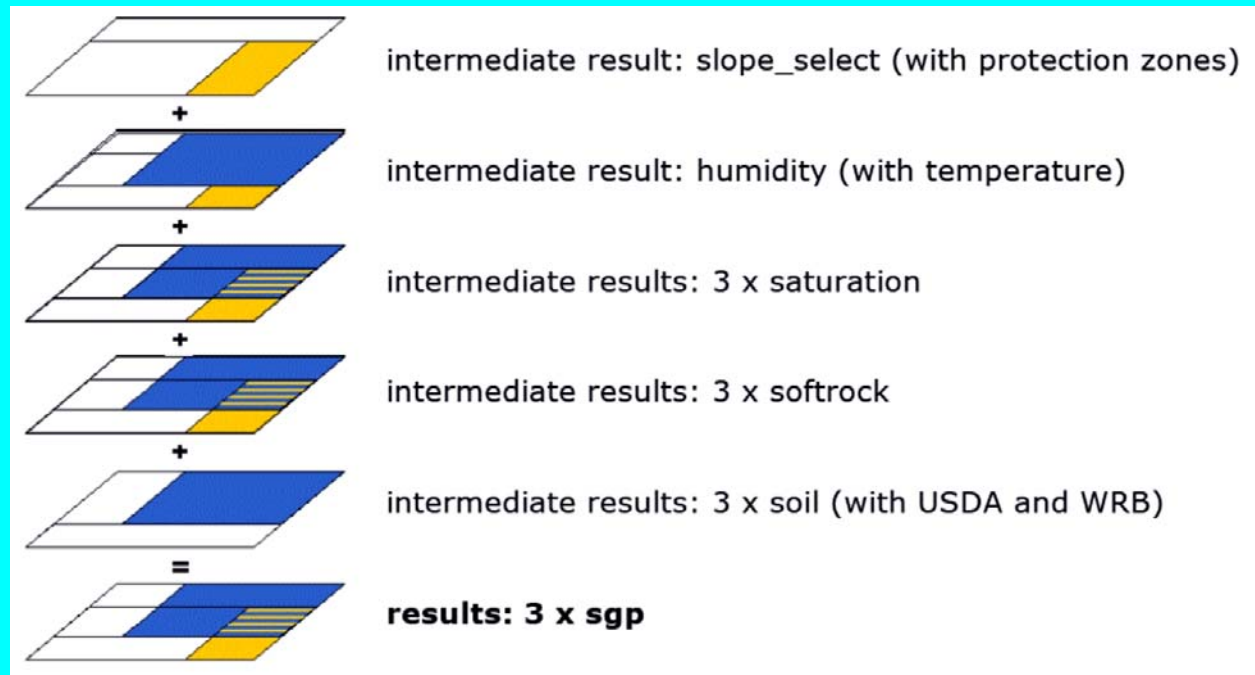
2. Δημιουργείται ένα επίπεδο «τύπου εδάφους» με ταξινόμηση κατά WRB

3. Δημιουργούνται 3 επίπεδα (0-3, 0-6 και 6-10 m) από την τομή του κάθε επιπέδου της «κοκκομετρίας εδάφους κατά USDA» με το επίπεδο «τύπου εδάφους κατά WRB»



## Δημιουργία «επιπέδων ρηχού γ/θ δυναμικού» (vSGP layers)

Με τομή (intersecting) των 5 προηγούμενων επιπέδων των ενδιάμεσων αποτελεσμάτων επί 3 φορές



και ενώνοντας Πίνακες προϋπολογισμένων κατά KERSTEN (1949) και DENVER (2007) τιμών θερμικής αγωγιμότητας (heat\_cond) για κάθε τάξη κατά USDA και στρώμα βάθους, γίνεται επιλογή της σωστής τιμής και λαμβάνοντας υπόψη την υδρολογική κατάσταση του συστήματος (saturated/unsaturated, arid/humid) προκύπτουν οι τιμές της θερμικής αγωγιμότητας (hc)

Formula for calculation of Heat Conductivity (according to KERSTEN 1949 and DEHNER 2007):

For sand percentages S 1 (> 50% sand):

$$\lambda = 0.1442 * (0.7 * (\lg w) + 0.4) * 10^{(0.6243 * BD)}$$

Calculation of Water content (w):

$$w = \frac{PSD}{BD}$$

Result:

$$\lambda = 0.1442 * (0.7 * (\lg \frac{PSD}{BD}) + 0.4) * 10^{(0.6243 * BD)}$$

For sand percentages S 2 (< 50% sand):

$$\lambda = 0.1442 * (0.9 * (\lg \frac{PSD}{BD}) - 0.2) * 10^{(0.6243 * BD)}$$

Units:

Heat Conductivity ( $\lambda$ )

$$[\frac{W}{m * K}]$$

Water content (w)

[per cent by weight]

Pore Size Distribution (PSD)

[Vol.-%]

Bulk Density (BD)

$$[\frac{g}{cm^3}]$$

## Annex IV – Overall Table for the calculation of the Heat Conductivity

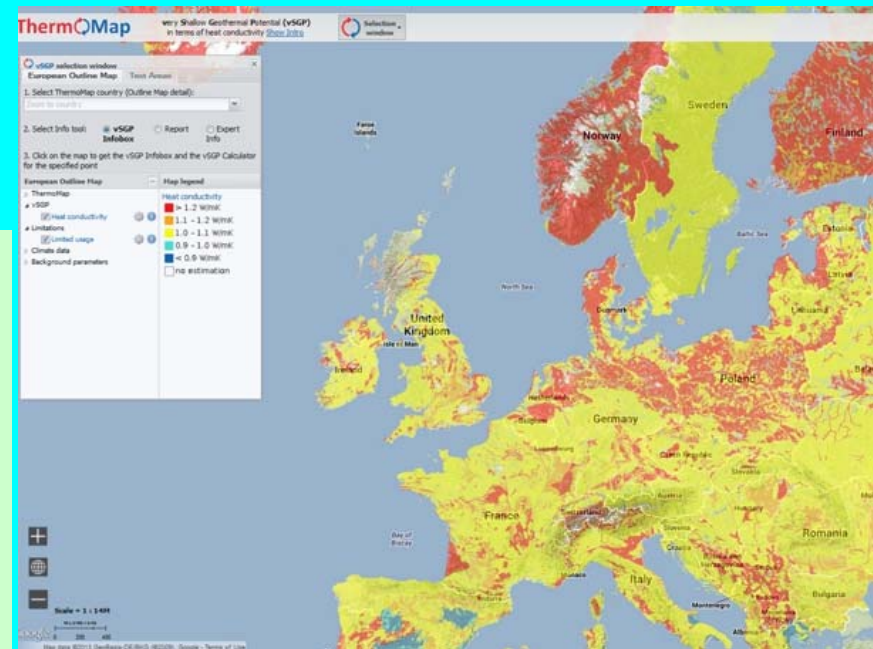
| Combination of the grain size /<br>textural classes according to the<br>USDA classification system | Category<br>of the<br>combi-<br>nation | air capacity (ac)                |     |      | field capacity (fc)              |     |      | dead water content<br>(dwc)       |     |      | Heat Conductivity<br>(λ)<br>at fc |      |      | Heat Conductivity<br>(λ)<br>at dwc |      |      | Heat Conductivity<br>(λ)<br>under saturated<br>conditions (ac+fc) |      |      | Heat Conductivity (λ) range<br>fc - dwc |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|-----|------|----------------------------------|-----|------|-----------------------------------|-----|------|-----------------------------------|------|------|------------------------------------|------|------|-------------------------------------------------------------------|------|------|-----------------------------------------|------|------|
|                                                                                                    |                                        | [Vol.-%]                         |     |      | [Vol.-%]                         |     |      | [Vol.-%]                          |     |      | [W/m*K]                           |      |      | [W/m*K]                            |      |      | [W/m*K]                                                           |      |      | [W/m*K]                                 |      |      |
|                                                                                                    |                                        | Porosities > 50 μm<br>(pF ≤ 1.8) |     |      | Porosities ≤ 50 μm<br>(pF ≥ 1.8) |     |      | Porosities ≤ 0.2 μm<br>(pF ≥ 4.2) |     |      |                                   |      |      |                                    |      |      |                                                                   |      |      |                                         |      |      |
| Depth layer [m]                                                                                    |                                        | 0-3                              | 3-6 | 6-10 | 0-3                              | 3-6 | 6-10 | 0-3                               | 3-6 | 6-10 | 0-3                               | 3-6  | 6-10 | 0-3                                | 3-6  | 6-10 | 0-3                                                               | 3-6  | 6-10 | 0-3                                     | 3-6  | 6-10 |
| Bulk density [ $\frac{\rho}{cm^3}$ ]                                                               |                                        | 1.3                              | 1.5 | 1.8  | 1.3                              | 1.5 | 1.8  | 1.3                               | 1.5 | 1.8  | 1.3                               | 1.5  | 1.8  | 1.3                                | 1.5  | 1.8  | 1.3                                                               | 1.5  | 1.8  | 1.3                                     | 1.5  | 1.8  |
| sand                                                                                               | S1                                     | 36                               | 32  | 27   | 14                               | 11  | 10   | 5                                 | 4   | 3    | 1.05                              | 1.25 | 1.77 | 0.76                               | 0.87 | 1.06 | 1.41                                                              | 1.77 | 2.53 | 0.29                                    | 0.38 | 0.70 |
| loamy sand                                                                                         | S2                                     | 24                               | 21  | 15   | 26                               | 23  | 20   | 7                                 | 6   | 5    | 1.22                              | 1.53 | 2.17 | 0.85                               | 1.02 | 1.36 | 1.41                                                              | 1.78 | 2.50 | 0.37                                    | 0.51 | 0.81 |
| sandy loam                                                                                         | S3                                     | 18                               | 14  | 10   | 34                               | 29  | 26   | 11                                | 9   | 8    | 1.30                              | 1.62 | 2.32 | 0.98                               | 1.18 | 1.64 | 1.42                                                              | 1.77 | 2.51 | 0.32                                    | 0.44 | 0.69 |
| sand + loamy sand                                                                                  | S4                                     | 30                               | 27  | 21   | 20                               | 17  | 15   | 6                                 | 5   | 4    | 1.15                              | 1.42 | 2.00 | 0.81                               | 0.95 | 1.23 | 1.41                                                              | 1.78 | 2.51 | 0.34                                    | 0.46 | 0.77 |
| sand + sandy loam                                                                                  | S5                                     | 27                               | 23  | 19   | 24                               | 20  | 18   | 8                                 | 7   | 6    | 1.20                              | 1.48 | 2.11 | 0.89                               | 1.08 | 1.47 | 1.42                                                              | 1.77 | 2.53 | 0.31                                    | 0.40 | 0.64 |
| loamy sand + sandy loam                                                                            | S6                                     | 21                               | 18  | 13   | 30                               | 26  | 23   | 9                                 | 8   | 7    | 1.27                              | 1.58 | 2.25 | 0.92                               | 1.13 | 1.56 | 1.42                                                              | 1.78 | 2.51 | 0.34                                    | 0.45 | 0.69 |
| sand all = coarse (ESDAC)                                                                          | S7                                     | 26                               | 22  | 17   | 25                               | 21  | 19   | 8                                 | 6   | 5    | 1.21                              | 1.50 | 2.14 | 0.89                               | 1.02 | 1.36 | 1.42                                                              | 1.77 | 2.51 | 0.32                                    | 0.47 | 0.78 |
| sandy clay loam                                                                                    | L1                                     | 15                               | 12  | 7    | 39                               | 31  | 28   | 21                                | 16  | 16   | 1.34                              | 1.65 | 2.37 | 1.16                               | 1.39 | 2.04 | 1.43                                                              | 1.77 | 2.50 | 0.18                                    | 0.25 | 0.33 |
| clay loam                                                                                          | L2                                     | 10                               | 6   | 4    | 44                               | 37  | 33   | 26                                | 24  | 22   | 1.10                              | 1.31 | 1.80 | 0.91                               | 1.10 | 1.49 | 1.17                                                              | 1.38 | 1.88 | 0.19                                    | 0.21 | 0.30 |
| loam                                                                                               | L3                                     | 14                               | 9   | 6    | 39                               | 33  | 30   | 17                                | 16  | 15   | 1.06                              | 1.26 | 1.72 | 0.75                               | 0.90 | 1.21 | 1.17                                                              | 1.37 | 1.86 | 0.30                                    | 0.35 | 0.52 |
| sandy clay loam + clay loam                                                                        | L4                                     | 13                               | 9   | 6    | 42                               | 34  | 31   | 24                                | 20  | 19   | 1.08                              | 1.27 | 1.75 | 0.88                               | 1.01 | 1.38 | 1.18                                                              | 1.38 | 1.88 | 0.20                                    | 0.26 | 0.37 |
| sandy clay loam + loam                                                                             | L5                                     | 15                               | 11  | 7    | 39                               | 32  | 29   | 19                                | 16  | 16   | 1.06                              | 1.24 | 1.70 | 0.79                               | 0.90 | 1.25 | 1.17                                                              | 1.38 | 1.86 | 0.26                                    | 0.34 | 0.45 |
| clay loam + loam                                                                                   | L6                                     | 12                               | 8   | 5    | 42                               | 35  | 32   | 22                                | 20  | 19   | 1.08                              | 1.28 | 1.77 | 0.85                               | 1.01 | 1.38 | 1.17                                                              | 1.38 | 1.88 | 0.24                                    | 0.27 | 0.39 |
| loam all = medium (ESDAC)                                                                          | L7                                     | 13                               | 9   | 6    | 41                               | 34  | 30   | 21                                | 19  | 18   | 1.07                              | 1.27 | 1.72 | 0.83                               | 0.99 | 1.34 | 1.17                                                              | 1.38 | 1.86 | 0.24                                    | 0.28 | 0.38 |
| silt                                                                                               | Si1                                    | 10                               | 7   | 3    | 43                               | 38  | 35   | 13                                | 12  | 12   | 1.09                              | 1.32 | 1.84 | 0.65                               | 0.76 | 1.04 | 1.17                                                              | 1.41 | 1.90 | 0.44                                    | 0.56 | 0.80 |
| silt loam                                                                                          | Si2                                    | 11                               | 7   | 4    | 40                               | 36  | 34   | 16                                | 14  | 14   | 1.06                              | 1.30 | 1.82 | 0.73                               | 0.84 | 1.15 | 1.15                                                              | 1.38 | 1.90 | 0.33                                    | 0.46 | 0.66 |
| silty clay loam                                                                                    | Si3                                    | 8                                | 6   | 3    | 45                               | 38  | 35   | 28                                | 25  | 25   | 1.11                              | 1.32 | 1.84 | 0.93                               | 1.12 | 1.59 | 1.17                                                              | 1.40 | 1.90 | 0.17                                    | 0.20 | 0.25 |
| silt + silt loam                                                                                   | Si4                                    | 11                               | 7   | 4    | 42                               | 37  | 35   | 15                                | 13  | 13   | 1.08                              | 1.31 | 1.84 | 0.71                               | 0.80 | 1.10 | 1.17                                                              | 1.40 | 1.92 | 0.38                                    | 0.51 | 0.74 |
| silt + silty clay loam                                                                             | Si5                                    | 9                                | 7   | 3    | 44                               | 38  | 35   | 21                                | 19  | 19   | 1.10                              | 1.32 | 1.84 | 0.83                               | 0.99 | 1.38 | 1.17                                                              | 1.41 | 1.90 | 0.27                                    | 0.34 | 0.46 |
| silt loam + silty clay loam                                                                        | Si6                                    | 10                               | 7   | 4    | 43                               | 37  | 35   | 22                                | 20  | 20   | 1.09                              | 1.31 | 1.84 | 0.85                               | 1.01 | 1.42 | 1.17                                                              | 1.40 | 1.92 | 0.24                                    | 0.30 | 0.42 |
| silt all = medium fine (ESDAC)                                                                     | Si7                                    | 10                               | 7   | 3    | 43                               | 37  | 35   | 19                                | 17  | 17   | 1.09                              | 1.31 | 1.84 | 0.79                               | 0.93 | 1.30 | 1.17                                                              | 1.40 | 1.90 | 0.30                                    | 0.38 | 0.54 |
| sandy clay                                                                                         | C1                                     | 7                                | 6   | 5    | 45                               | 37  | 32   | 29                                | 24  | 21   | 1.38                              | 1.71 | 2.44 | 1.26                               | 1.55 | 2.20 | 1.42                                                              | 1.77 | 2.53 | 0.12                                    | 0.16 | 0.25 |
| silty clay                                                                                         | C2                                     | 5                                | 4   | 3    | 47                               | 42  | 36   | 31                                | 30  | 26   | 1.12                              | 1.37 | 1.86 | 0.97                               | 1.21 | 1.62 | 1.16                                                              | 1.42 | 1.92 | 0.15                                    | 0.16 | 0.24 |
| clay                                                                                               | C3                                     | 5                                | 4   | 3    | 49                               | 41  | 35   | 33                                | 28  | 23   | 1.14                              | 1.36 | 1.84 | 0.99                               | 1.18 | 1.53 | 1.17                                                              | 1.41 | 1.90 | 0.14                                    | 0.19 | 0.31 |
| sandy clay + silty clay                                                                            | C4                                     | 6                                | 5   | 4    | 46                               | 40  | 34   | 30                                | 27  | 24   | 1.12                              | 1.35 | 1.82 | 0.96                               | 1.16 | 1.56 | 1.16                                                              | 1.41 | 1.90 | 0.16                                    | 0.19 | 0.26 |
| sandy clay + clay                                                                                  | C5                                     | 6                                | 5   | 4    | 47                               | 39  | 34   | 31                                | 26  | 22   | 1.12                              | 1.34 | 1.82 | 0.97                               | 1.14 | 1.49 | 1.17                                                              | 1.40 | 1.90 | 0.15                                    | 0.20 | 0.33 |
| silty clay + clay                                                                                  | C6                                     | 5                                | 4   | 3    | 48                               | 42  | 36   | 32                                | 29  | 25   | 1.13                              | 1.37 | 1.86 | 0.98                               | 1.19 | 1.59 | 1.17                                                              | 1.42 | 1.92 | 0.15                                    | 0.18 | 0.27 |
| clay all = fine/very fine (ESDAC)                                                                  | C7                                     | 6                                | 5   | 4    | 47                               | 40  | 34   | 31                                | 27  | 23   | 1.12                              | 1.35 | 1.82 | 0.97                               | 1.16 | 1.53 | 1.17                                                              | 1.41 | 1.90 | 0.15                                    | 0.19 | 0.29 |

Ο Συνολικός Πίνακας (Overall Table) παρέχει όλες τις δυνατές τιμές Θερμικής Αγωγιμότητας για κάθε στρώμα βάθος σαν αποτέλεσμα των τύπων που προαναφέρθηκαν. Οι τιμές μπορούν να αναγνωστούν για κάθε τάξη μεγέθους κόκκων ή κατηγορία συνδυασμού καθώς και κάθε συνθήκη εδαφικού νερού (dwc, fc)

## Αποτελέσματα ThermoMap

➤ **Διαδραστικός Χάρτης (webGIS)** που παρουσιάζει τιμές του ρηχού γεωθερμικού δυναμικού στην Ευρώπη τόσο σε επίπεδο χωρών που μετείχαν στο Έργο όσο και σε τοπικό επίπεδο, δηλ. σε περιοχές δοκιμές (test areas), για κάθε χώρα. Ο κάθε χρήστης και ενδιαφερόμενος μπορεί να λάβει άμεσα τη σχετική πληροφόρηση για κάθε σημείο που τον ενδιαφέρει.

➤ **Εργαλείο Υπολογισμού (Calculator)** που επιτρέπει την εκτίμηση του ρηχού γεωθερμικού δυναμικού σε οποιαδήποτε τοποθεσία χρησιμοποιώντας ειδικές πληροφορίες για τη συγκεκριμένη τοποθεσία.



English

ThermoMap

Location for Report

Enter an address, location or coordinates [lat,lon]:

Apply address

1. General location parameters (optional)

Protection zone:

Slope (°):

Soil type (WRB):

2. Climate parameters

| Temperature (°C)     |                             |                           | Precipitation (mm)   |                            |                                              | Humidity Index<br>SCHREIBER (1973) |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|
| Annual average       | Soil temperature (optional) | Annual minimum (optional) | Annual sum           | Monthly minimum (optional) | Month(s) of maximum precipitation (optional) |                                    |
| <input type="text"/> | <input type="text"/>        | <input type="text"/>      | <input type="text"/> | <input type="text"/>       | <input type="text"/>                         | <input type="text"/>               |

3. Depth layer specific settings

Select depth layer definition

4. Depth layer specific parameters

| Bulk density (g/cm³)             | Soil texture (USDA)                              |                                                              |                                                               | Water content Vol. %      |                             |                      |                      |                                          |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------------------|
|                                  | <input type="text" value="Insert separates"/>    | <input type="text" value="Select Soil texture group/class"/> | <input type="text" value="Selection by triangle (optional)"/> | minimum (and/unsaturated) | maximum (humid/unsaturated) | saturated            | measured (optional)  | Saturation                               |
| <input type="text" value="1.3"/> | <input type="text" value="Select Soil texture"/> | <input type="text" value="Select Soil texture"/>             | <input type="text" value="Select Soil texture"/>              | <input type="text"/>      | <input type="text"/>        | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text" value="unsaturated"/> |

5. Calculations

| Heat capacity (MJ/m³K)<br>OFENBERG (2007) | Heat conductivity (W/mK) KERSTEN (1949) |                           |                             |                      | vSGP (Test Area legend) |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------|
|                                           | Current vSGP value                      | minimum (and/unsaturated) | maximum (humid/unsaturated) | saturated            |                         |
| <input type="text"/>                      | <input type="text"/>                    | <input type="text"/>      | <input type="text"/>        | <input type="text"/> | <input type="text"/>    |

6. Report with specified parameters

Person responsible:

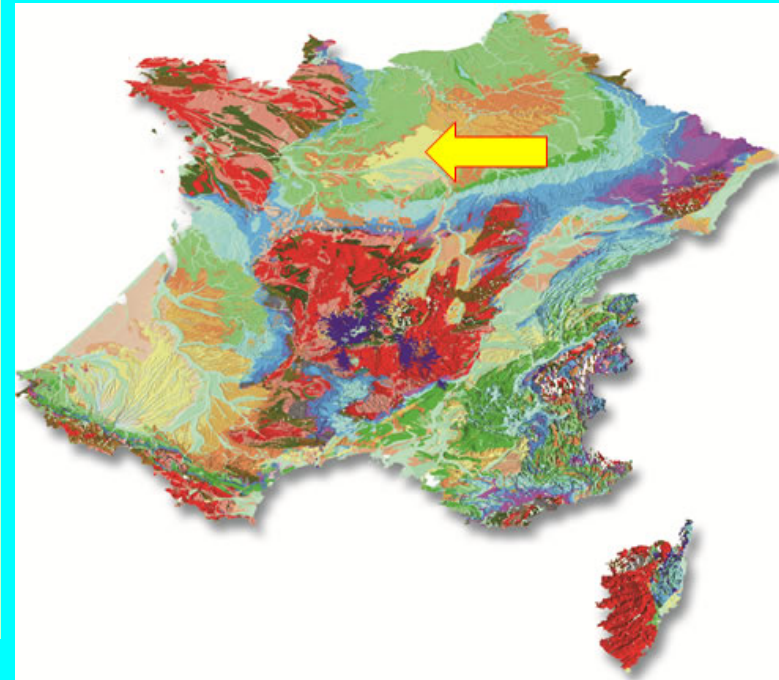
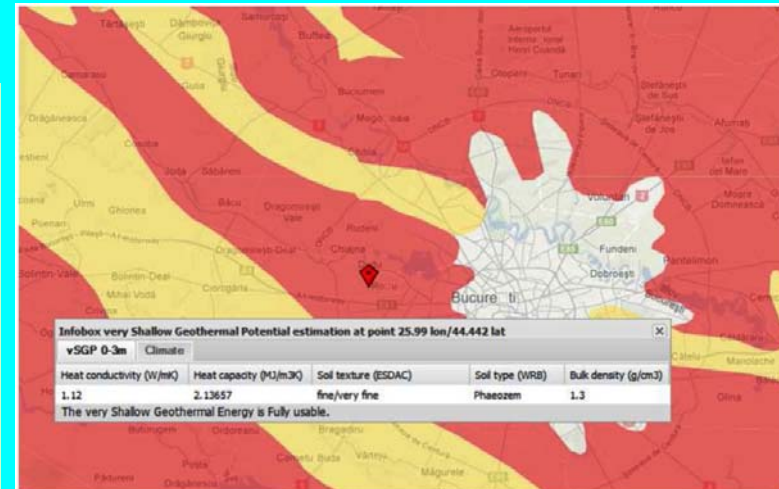
Report title:

The screenshot shows the ThermoMap MapViewer web application. The main map displays a geographical area with a red overlay indicating geothermal potential. A central panel provides information about vSGP (very Shallow Geothermal Potential) and includes a 'Test Areas' button. A language dropdown menu is visible on the right, showing options like English, Deutsch, Français, Română, Magyar, Ελληνικά, Nederlands, and Íslenska. The bottom of the interface features a scale bar and a 'Contact person' link.

- Ο διαδραστικός χάρτης είναι διαθέσιμος με την εφαρμογή MapViewer («Προβολή Χάρτη») στη διεύθυνση: <http://thermomap.edu-zgis.net/>.
- Στην ίδια διεύθυνση μπορεί κάποιος να οδηγηθεί και από την ιστοσελίδα του Έργου: <http://www.thermomap-project.eu/>

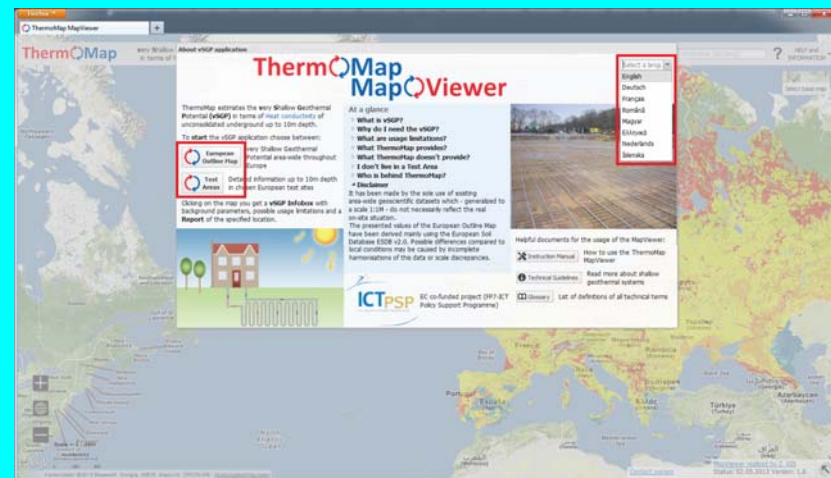
## Διαδραστικός Χάρτης [2]

- Οι τιμές του γεωθερμικού δυναμικού, που προέκυψαν μετά τη σχετική επεξεργασία των δεδομένων ως γεω-αναφερόμενες πληροφορίες, ενσωματώθηκαν σε ένα περιβάλλον WebGIS με έναν server και με γεω-προβολή και χρήσιμα στοιχεία στο μπροστινό τμήμα του προβαλλόμενου website.
- Κάθε μία από τις 9 χώρες που μετείχαν στο Έργο είχε καθορίσει περιοχές δοκιμής (test area) μέσα σ' αυτήν. Για κάθε περιοχή δοκιμής, τα γεω-δεδομένα και οι υπολογιζόμενες τιμές γεωθερμικού δυναμικού παρουσιάζονται σε τοπική κλίμακα (επιλογή περιοχών με κλίση <5°).
- Εκτός της περιοχής δοκιμής, κάθε χώρα παρουσιάζει και έναν Χάρτη - Περίγραμμα (Outline Map) για το σύνολό της, όπου απεικονίζεται το ρηχό γεωθερμικό δυναμικό ευρύτερα στη χώρα.

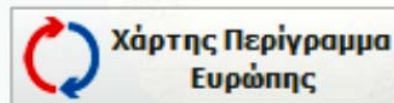


## Διαδραστικός Χάρτης [3]

- Από το Παράθυρο Εισαγωγής (Intro Window) μπορεί ο χρήστης να επιλέξει γλώσσα (π.χ. Ελληνικά), να λάβει κάποιες σύντομες βασικές πληροφορίες («Με μια ματιά») και να ξεκινήσει την εφαρμογή εκτίμησης του ρηχού γεωθερμικού δυναμικού επιλέγοντας ανάμεσα στο «Χάρτη Περίγραμμα Ευρώπης» και στις «Περιοχές Δοκιμής»
- Στο Παράθυρο Εισαγωγής υπάρχουν χρήσιμα κείμενα, τα οποία ο χρήστης μπορεί να κατεβάσει.



Μπορείτε να επιλέξετε μεταξύ των:

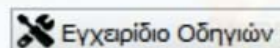


πολύ Ρηχό Γεωθερμικό  
Δυναμικό ευρείας περιοχής  
σε ολόκληρη την Ευρώπη

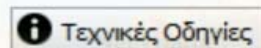


Λεπτομερείς Πληροφορίες μέχρι το  
βάθος των 10 m σε επιλεγμένες θέσεις  
δοκιμής της Ευρώπης

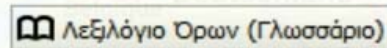
Χρήσιμα κείμενα για τη χρήση της εφαρμογής  
Προβολής Χάρτη ("MapView"):



Πώς να χρησιμοποιήσετε την  
εφαρμογή «Προβολή Χάρτη»  
(MapView) του ThermoMap



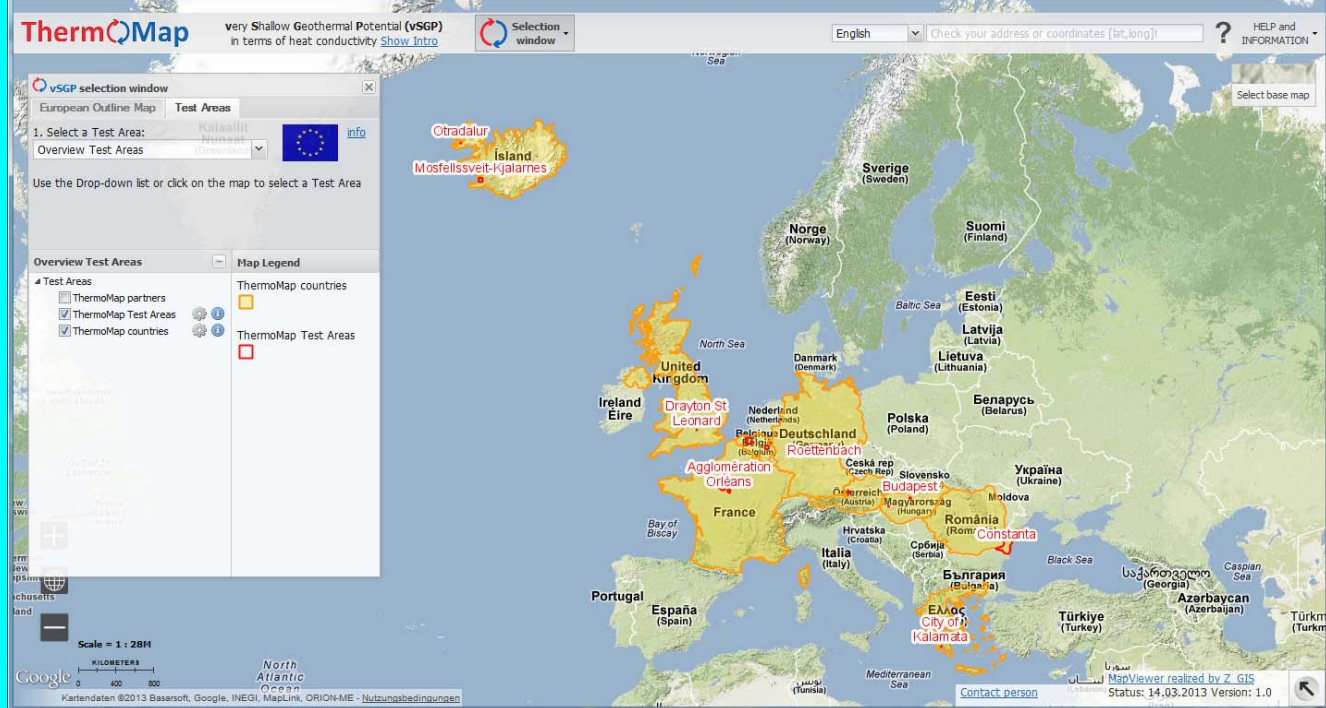
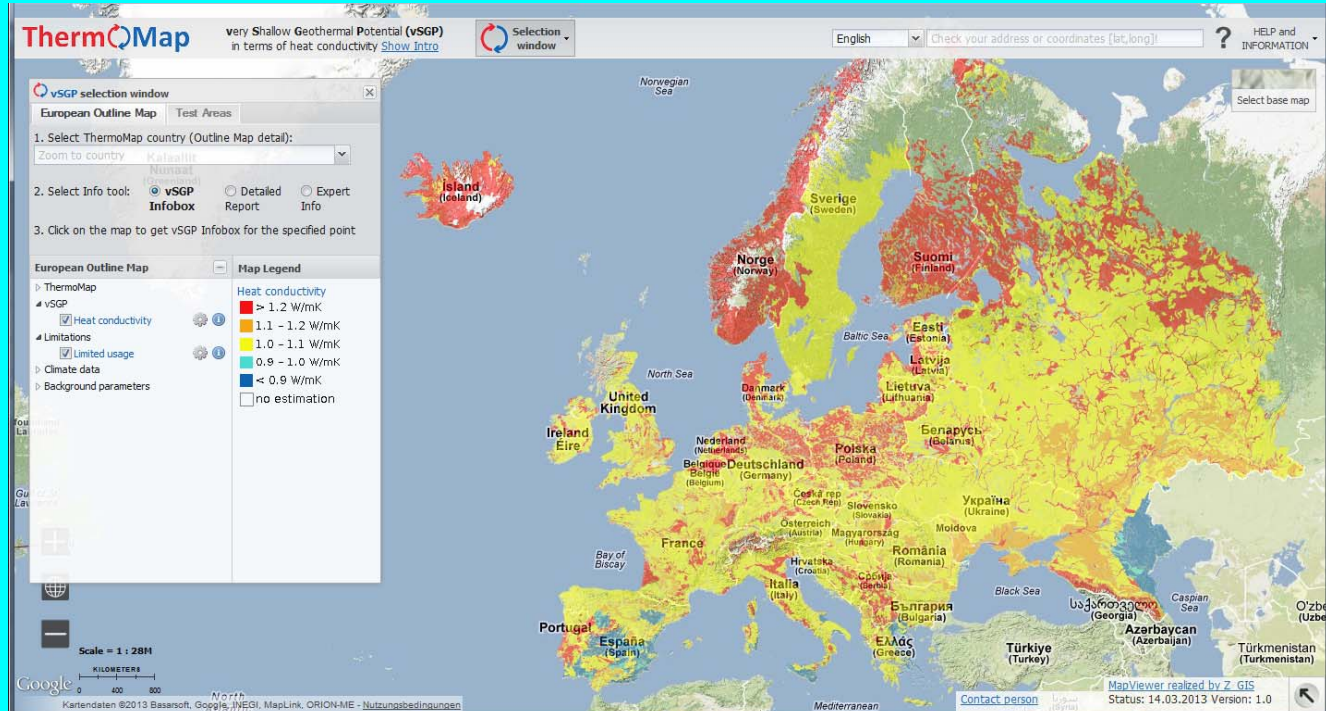
Διαβάστε περισσότερα για τα  
συστήματα αβαθούς γεωθερμίας

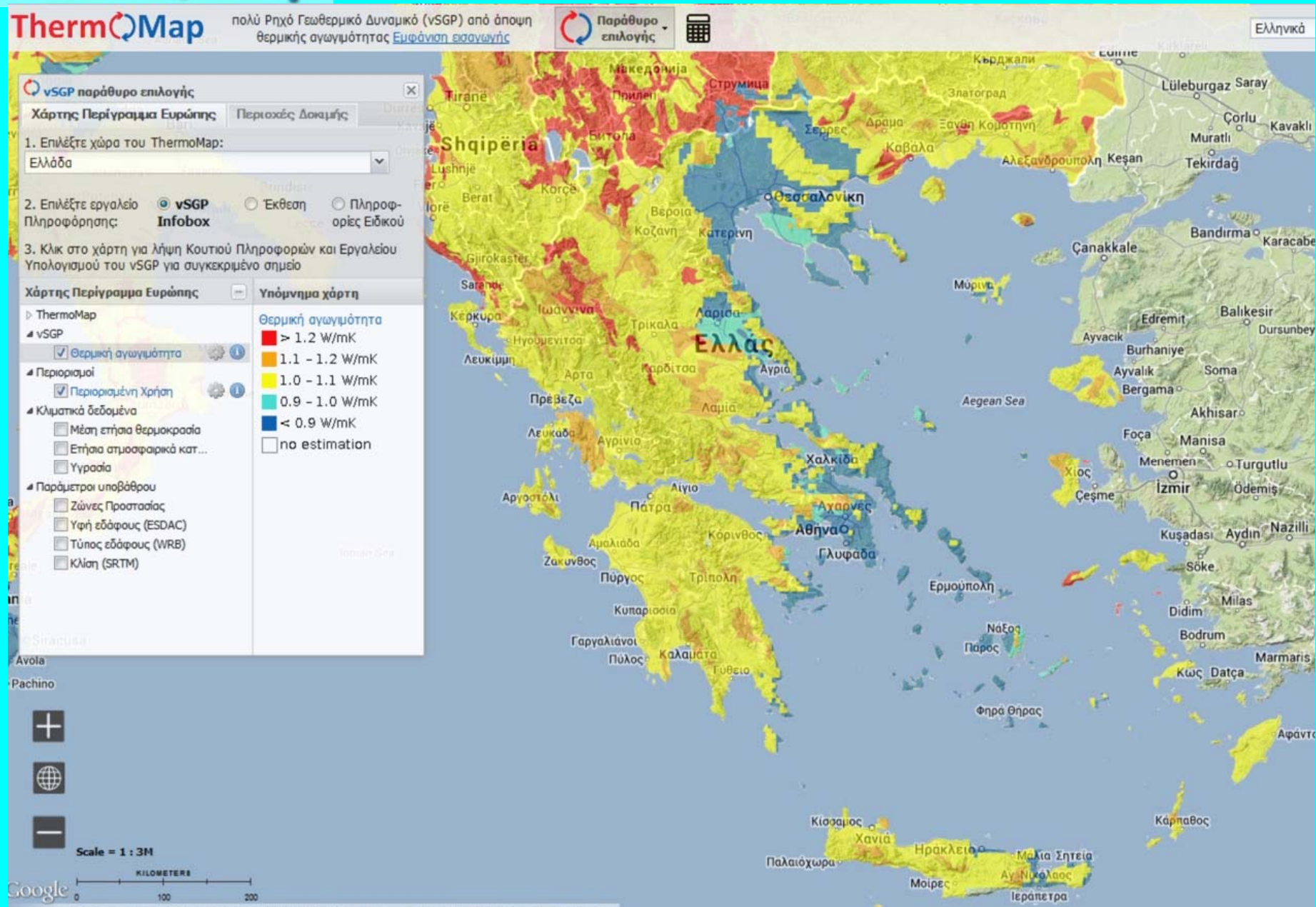


Κατάλογος ορισμών  
όλων των τεχνικών  
όρων

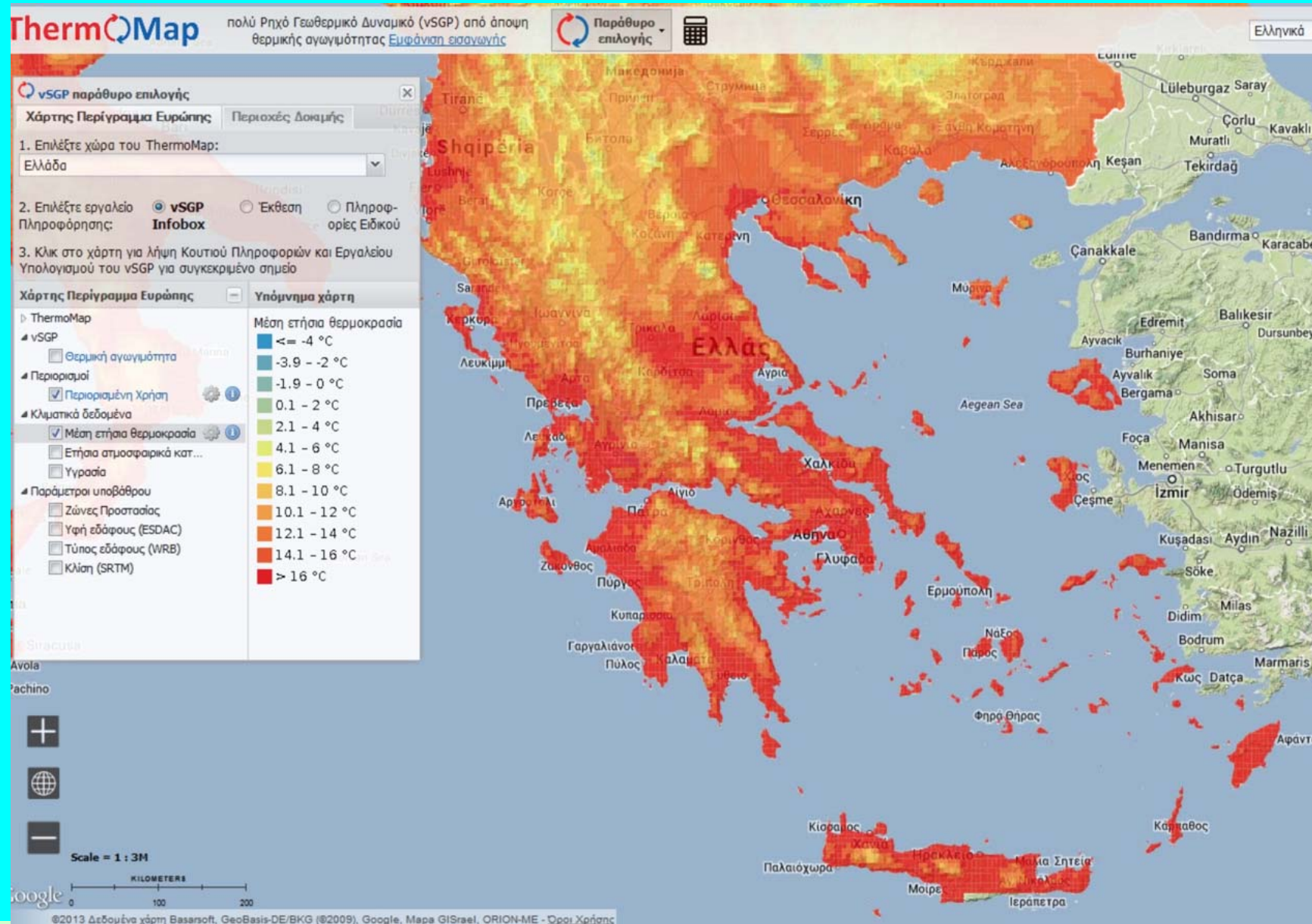
## Διαδραστικός Χάρτης [4]

Πρώτες εμφανίσεις  
στην οθόνη έχοντας  
επιλέξει «Χάρτη  
Περίγραμμα Ευρώπης»  
ή  
«Περιοχές Δοκιμής».

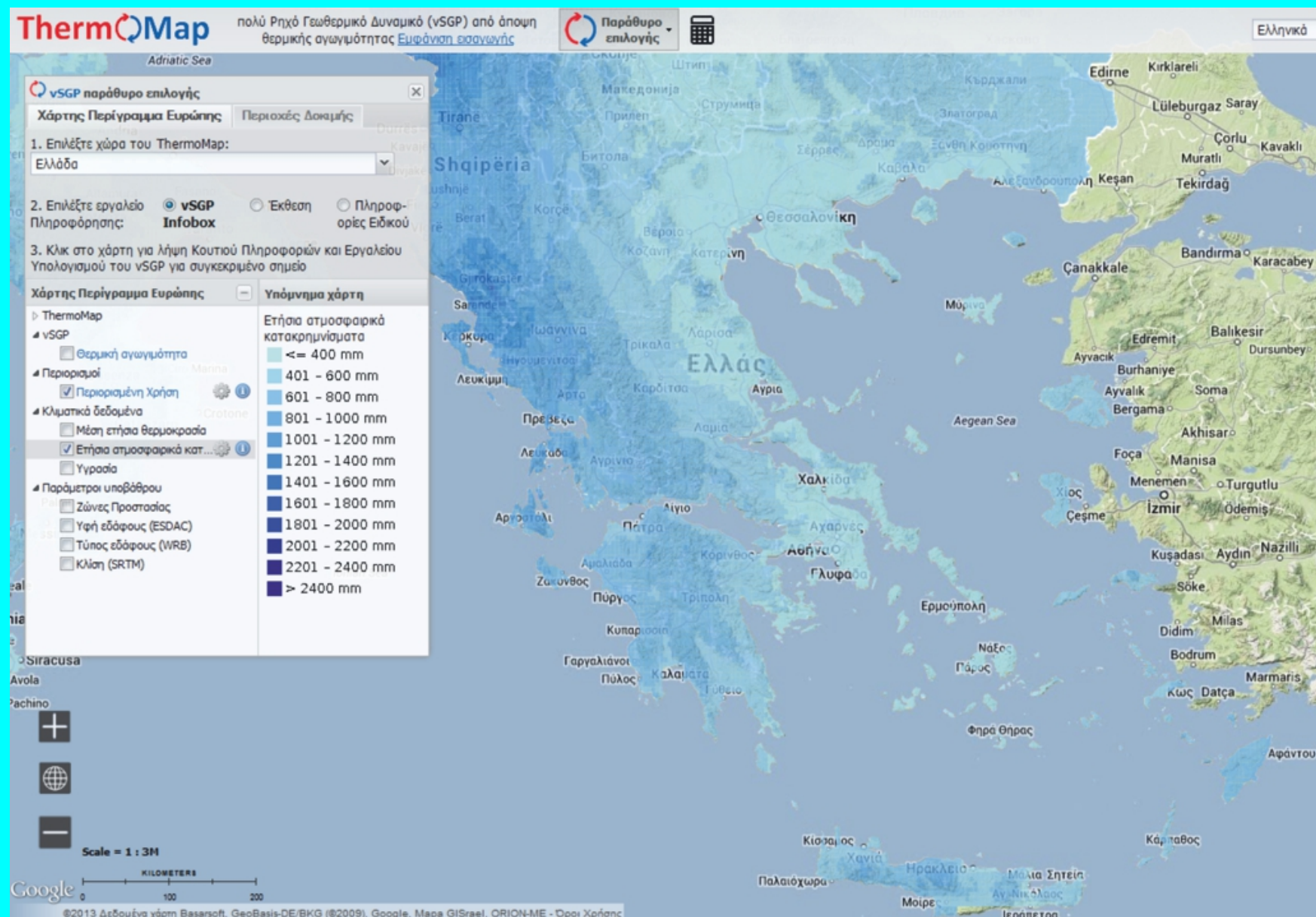




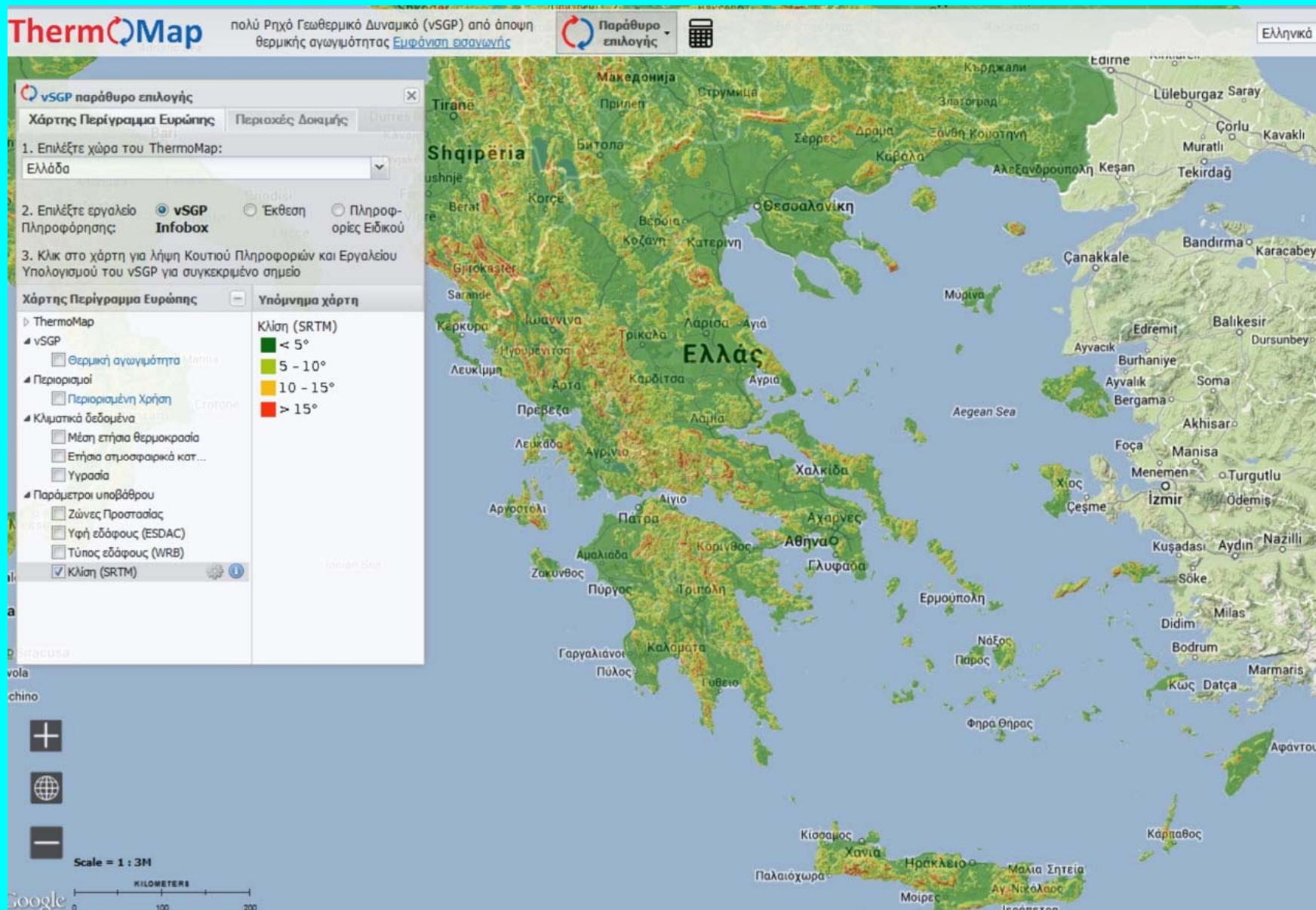
Γενική εκτίμηση του ρηχού γ/θ δυναμικού σε επίπεδο χώρας



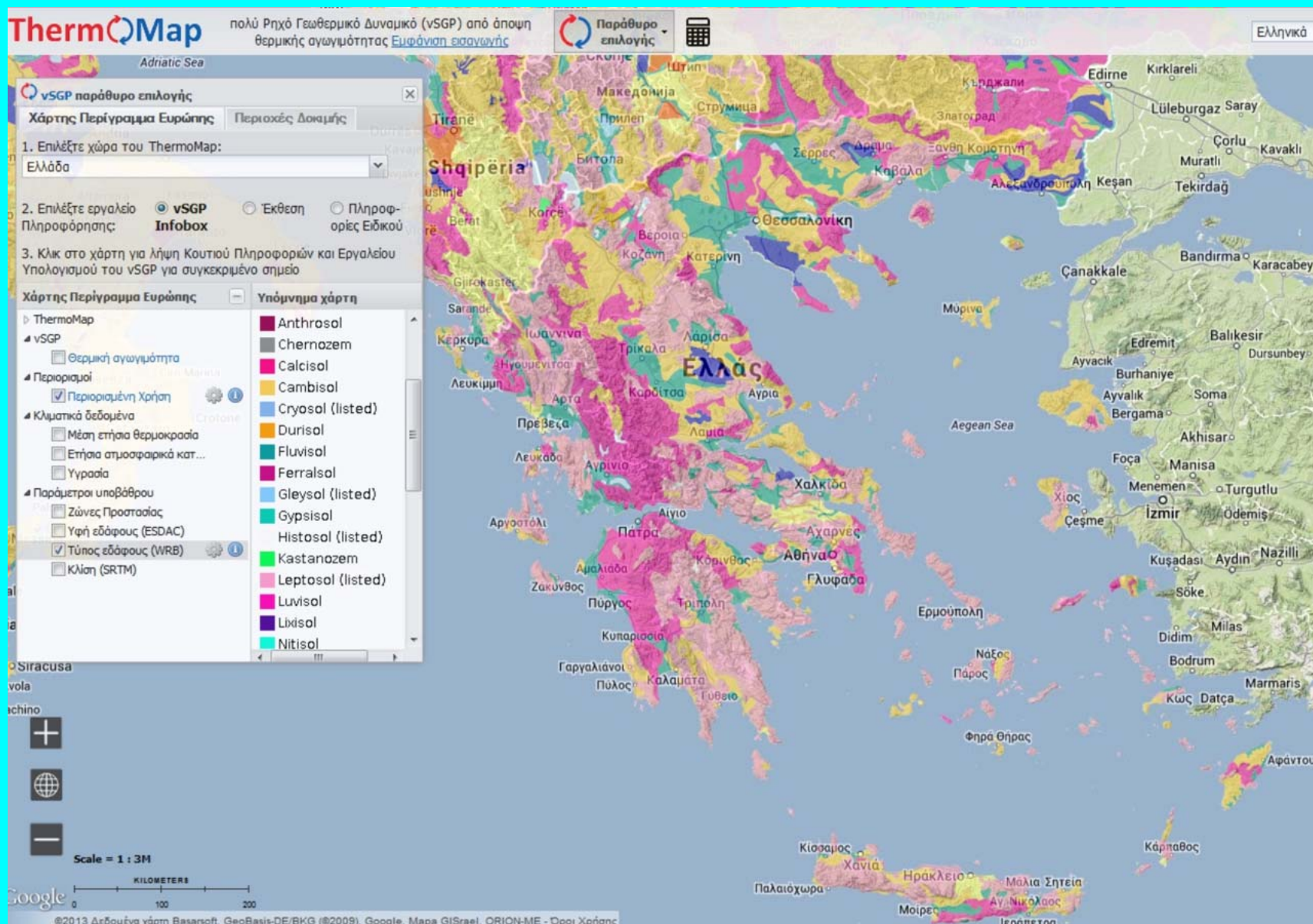
Άλλες πληροφορίες σε επίπεδο χώρας που χρησιμοποιήθηκαν για εκτίμηση ρηχού γ/θ δυναμικού – Μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα



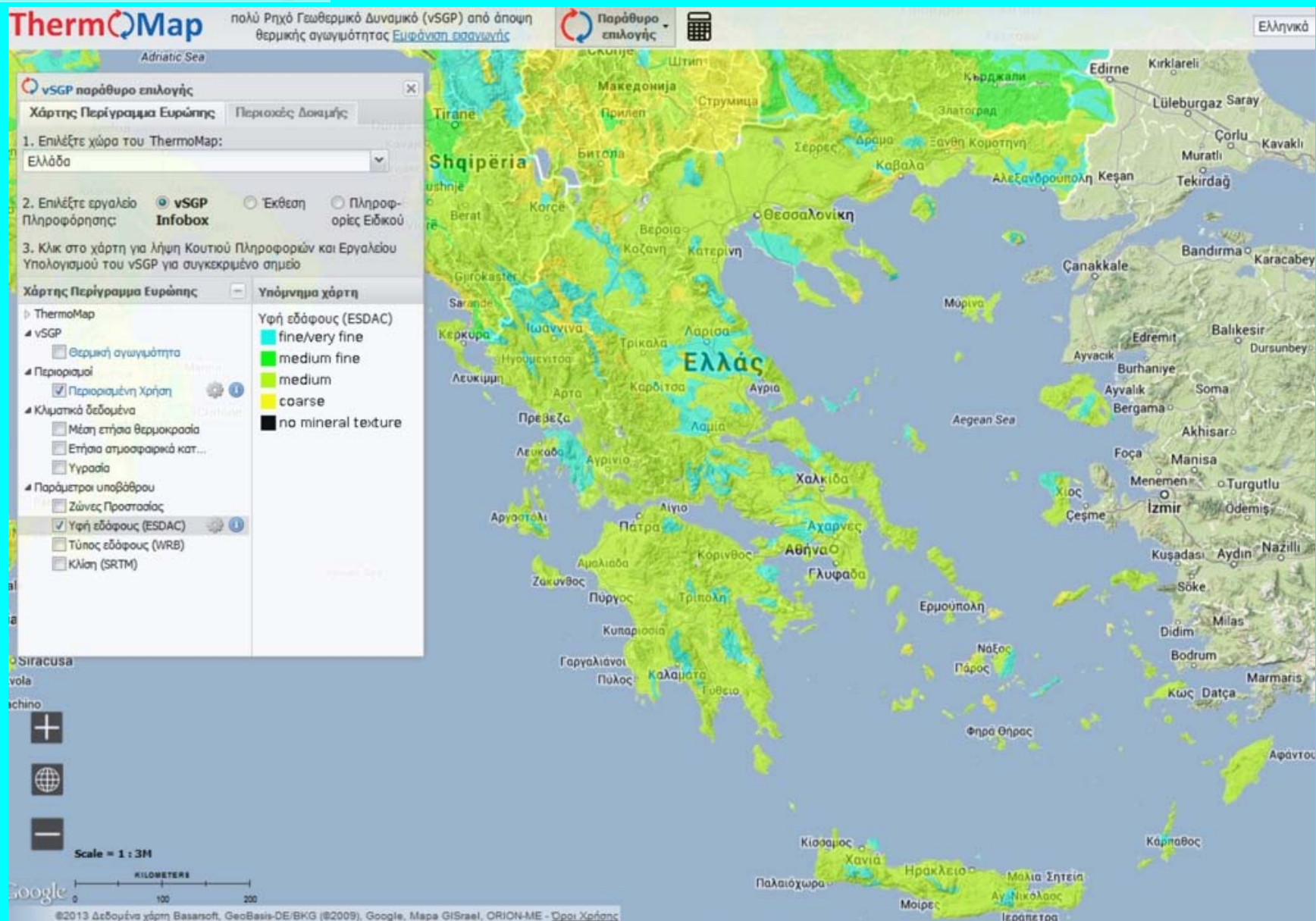
Άλλες πληροφορίες σε επίπεδο χώρας που χρησιμοποιήθηκαν για εκτίμηση ρηχού γ/θ δυναμικού – Ετήσιο ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων



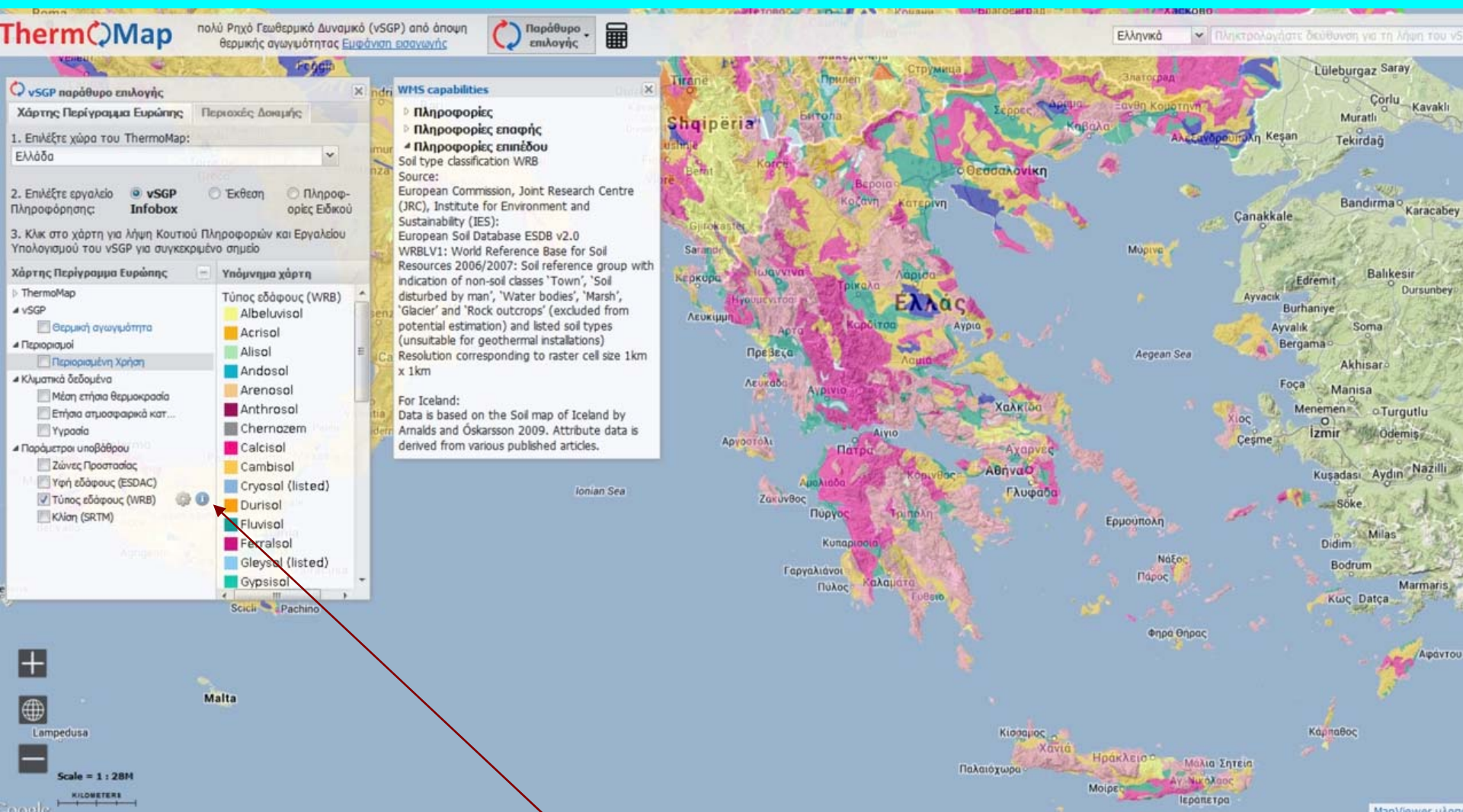
Άλλες πληροφορίες σε επίπεδο χώρας που χρησιμοποιήθηκαν για εκτίμηση ρηχού γ/θ δυναμικού – Κλίσεις



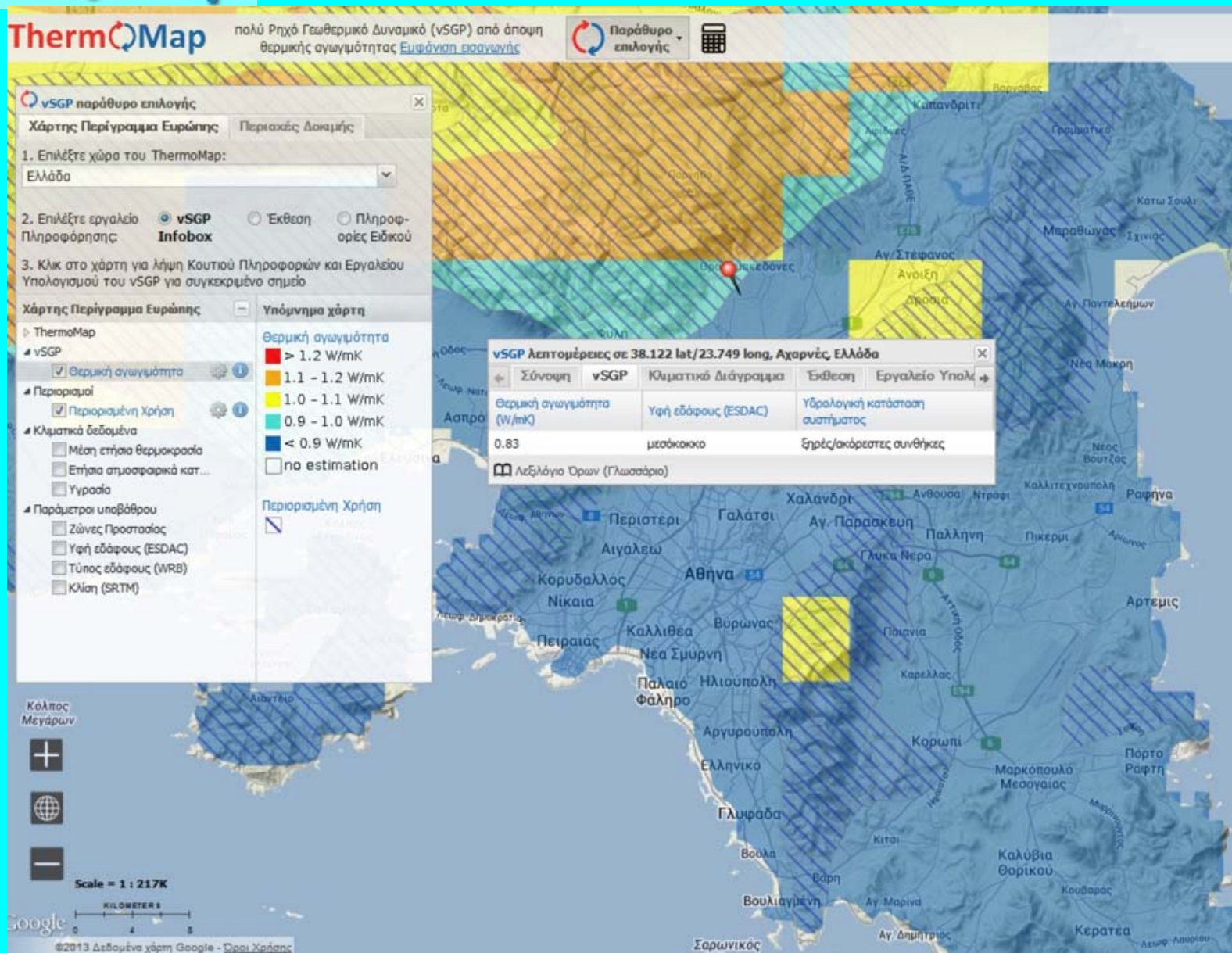
Άλλες πληροφορίες σε επίπεδο χώρας που χρησιμοποιήθηκαν για εκτίμηση ρηχού γ/θ δυναμικού – Τύπος εδάφους κατά WRB



Άλλες πληροφορίες σε επίπεδο χώρας που χρησιμοποιήθηκαν για εκτίμηση ρηχού γ/θ δυναμικού – Υφή εδάφους κατά ESDAC



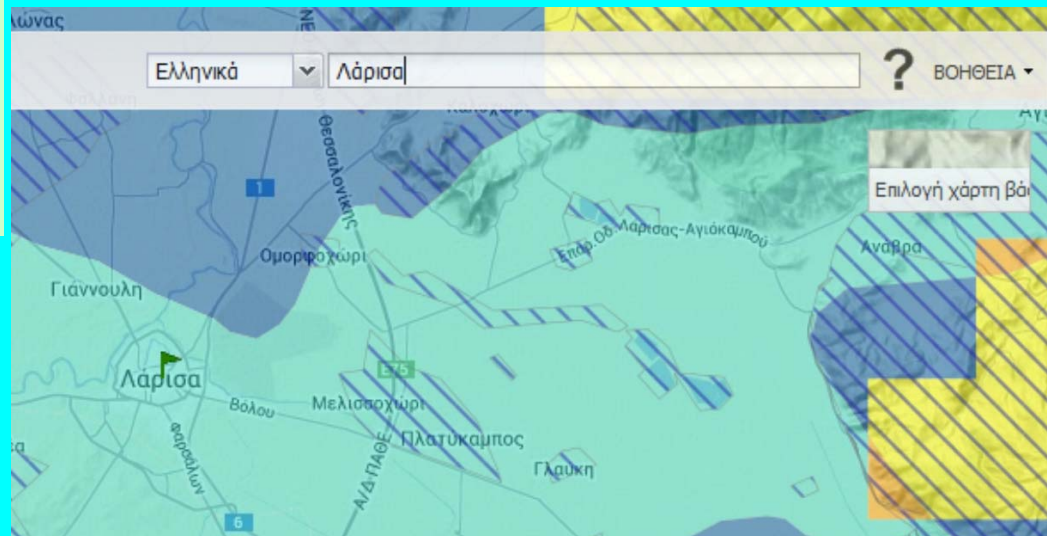
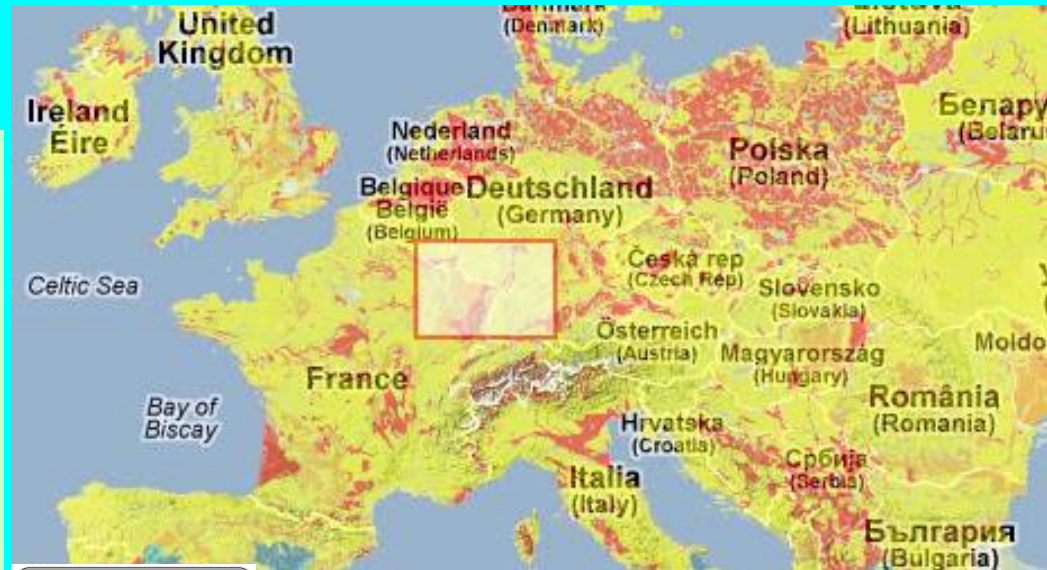
Το Κουμπί Πληροφοριών (σύμβολο i) ανοίγει ένα παράθυρο πληροφοριών για την υπηρεσία Web Map Service και το επίπεδο του χάρτη. Εδώ, περιγράφονται οι πηγές των δεδομένων και τα βήματα επεξεργασίας.



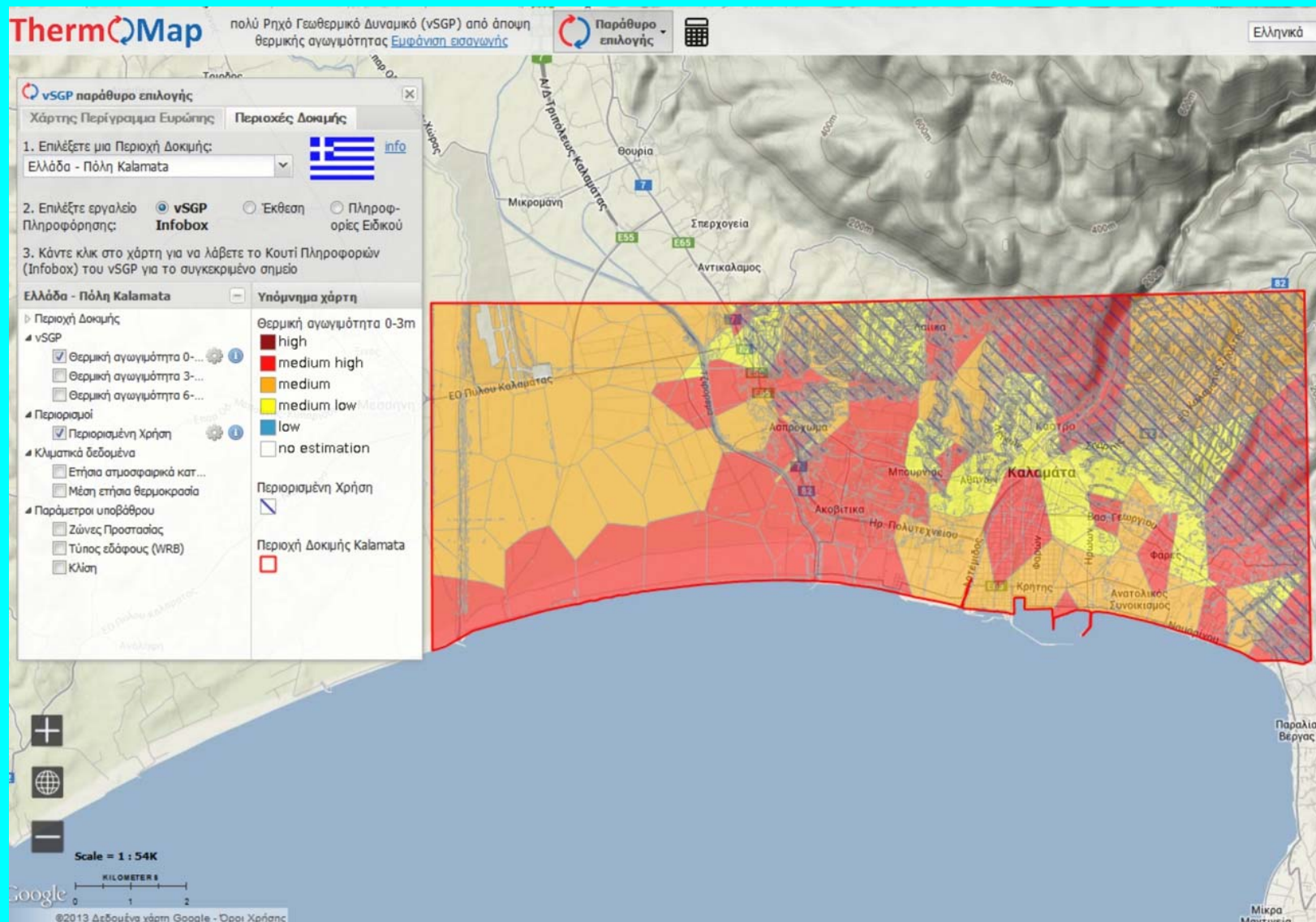
Κάνοντας κλικ πάνω σε οποιοδήποτε σημείο του χάρτη λαμβάνονται πληροφορίες για το συγκεκριμένο σημείο

Μεγέθυνση πάνω στον Χάρτη-  
Περίγραμμα της Ευρώπης μπορεί να γίνει

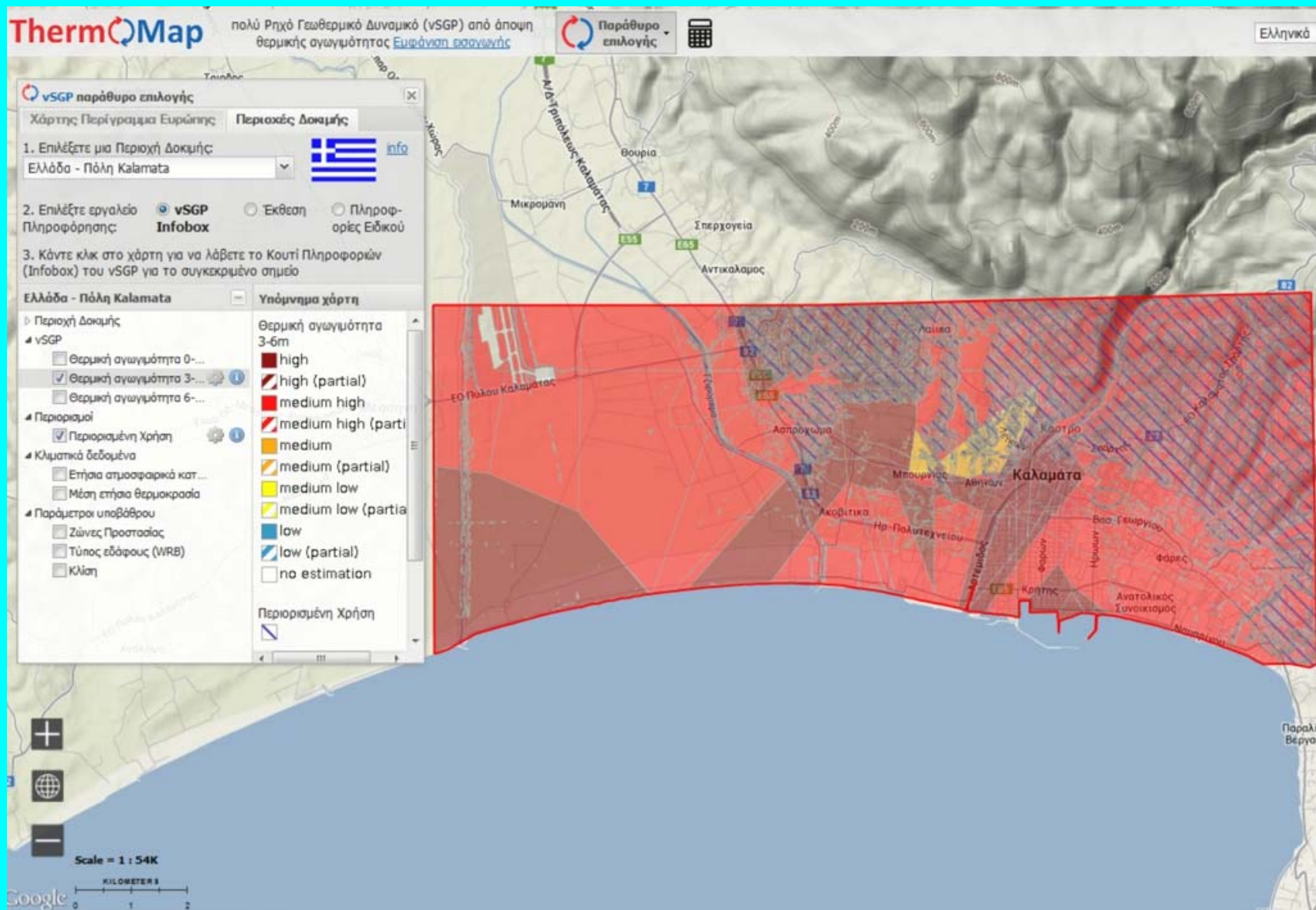
- είτε με τον τροχό του ποντικού
- είτε ένα ορθογώνιο με πατημένο το πλήκτρο SHIFT
- είτε πληκτρολογώντας οποιαδήποτε τοποθεσία στο πεδίο αναζήτησης διεύθυνσης στην επάνω δεξιά γωνία του παραθύρου του χάρτη και μετά 'enter'
- είτε χρησιμοποιώντας γεωγραφικές συντεταγμένες π.χ. «47.802202, 13.043489».



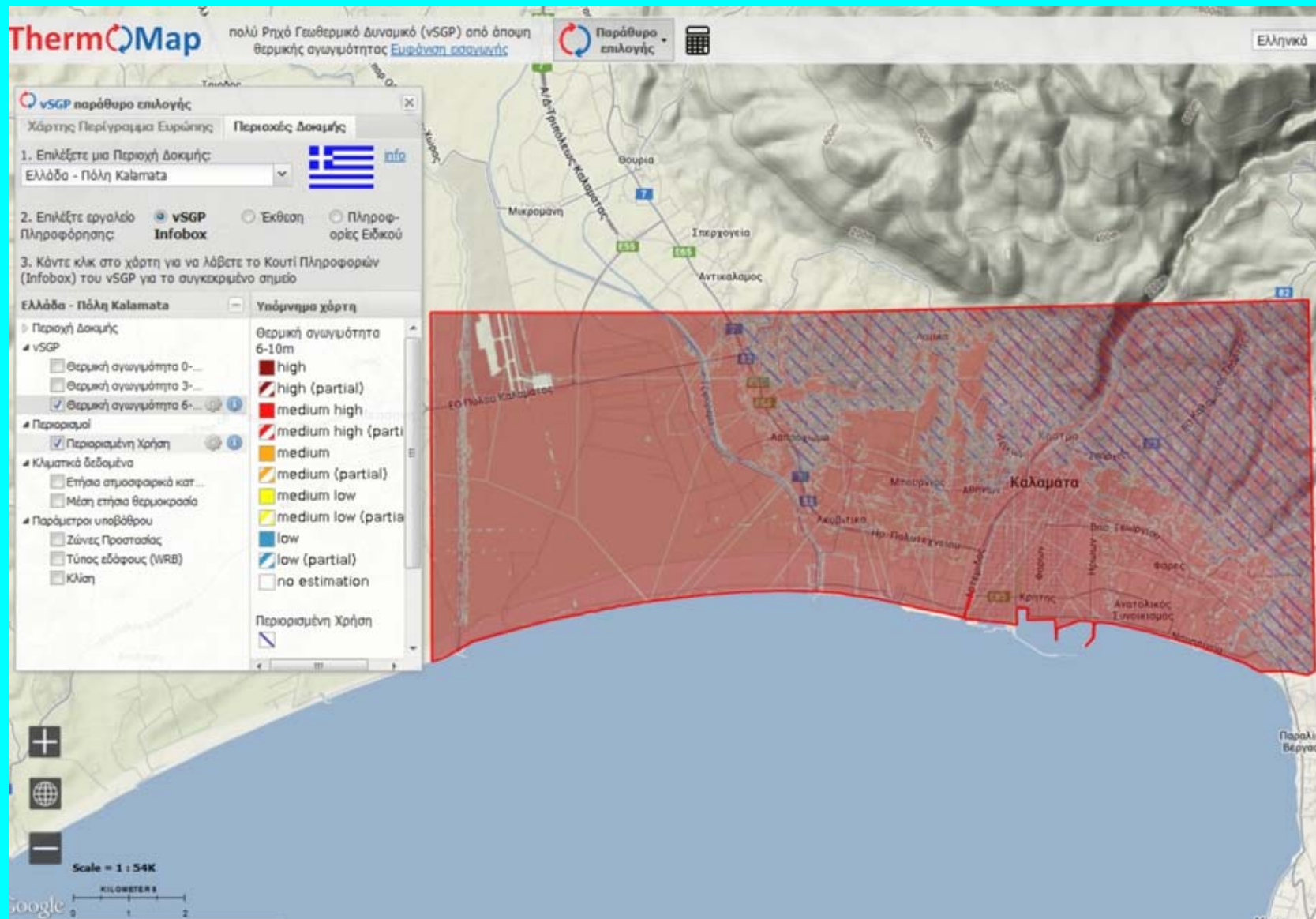




Επιλέγοντας ως «Περιοχή Δοκιμής» την Καλαμάτα η εφαρμογή MapViewer εστιάζει στην περιοχή της Καλαμάτας εμφανίζοντας την εκτίμηση της θερμικής αγωγιμότητας για το στρώμα βάθους 0-3 m

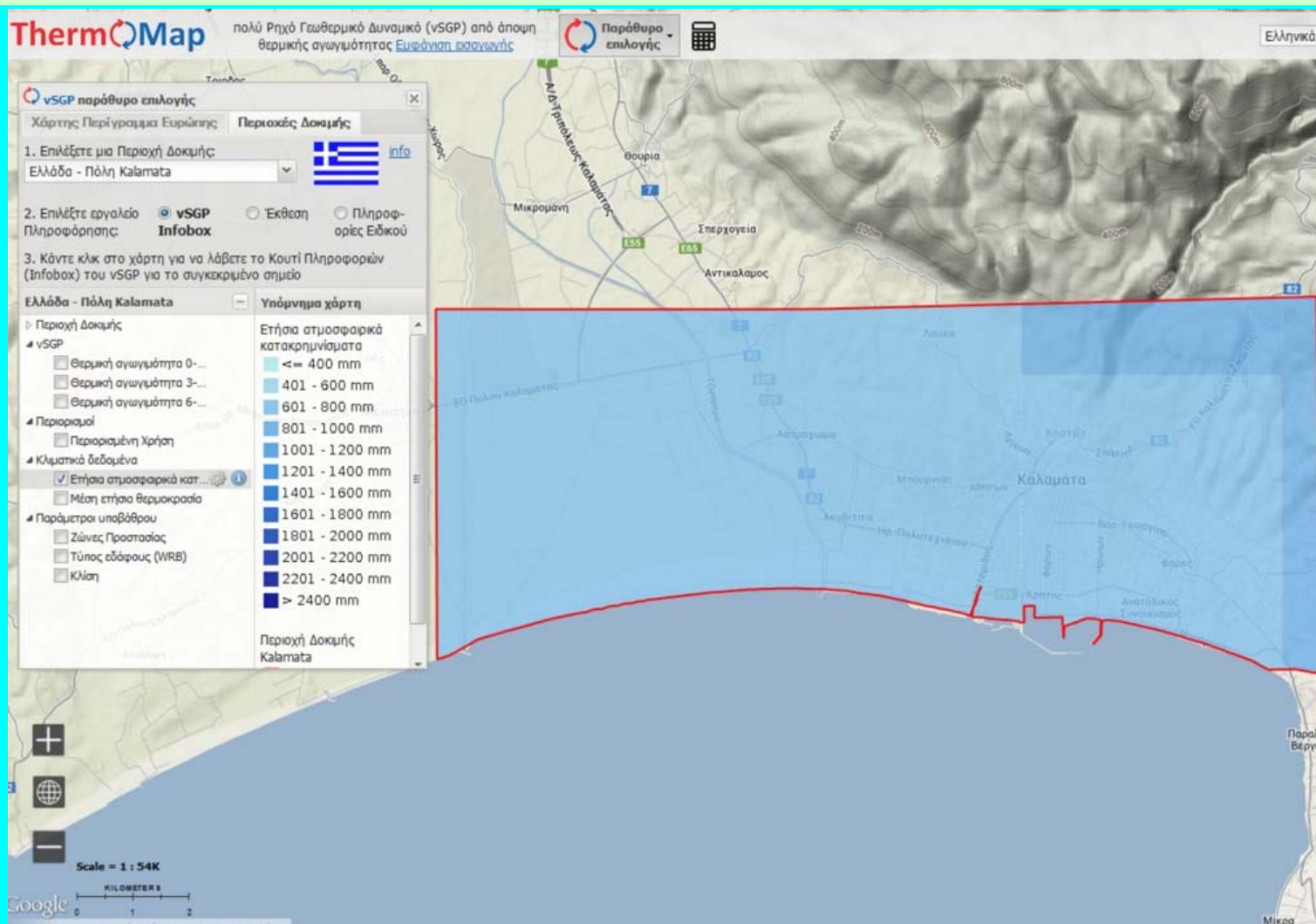


Επιλέγοντας στρώμα βάθους 3-6 m, εμφανίζεται η εκτίμηση της θερμικής αγωγιμότητας για το στρώμα αυτό.



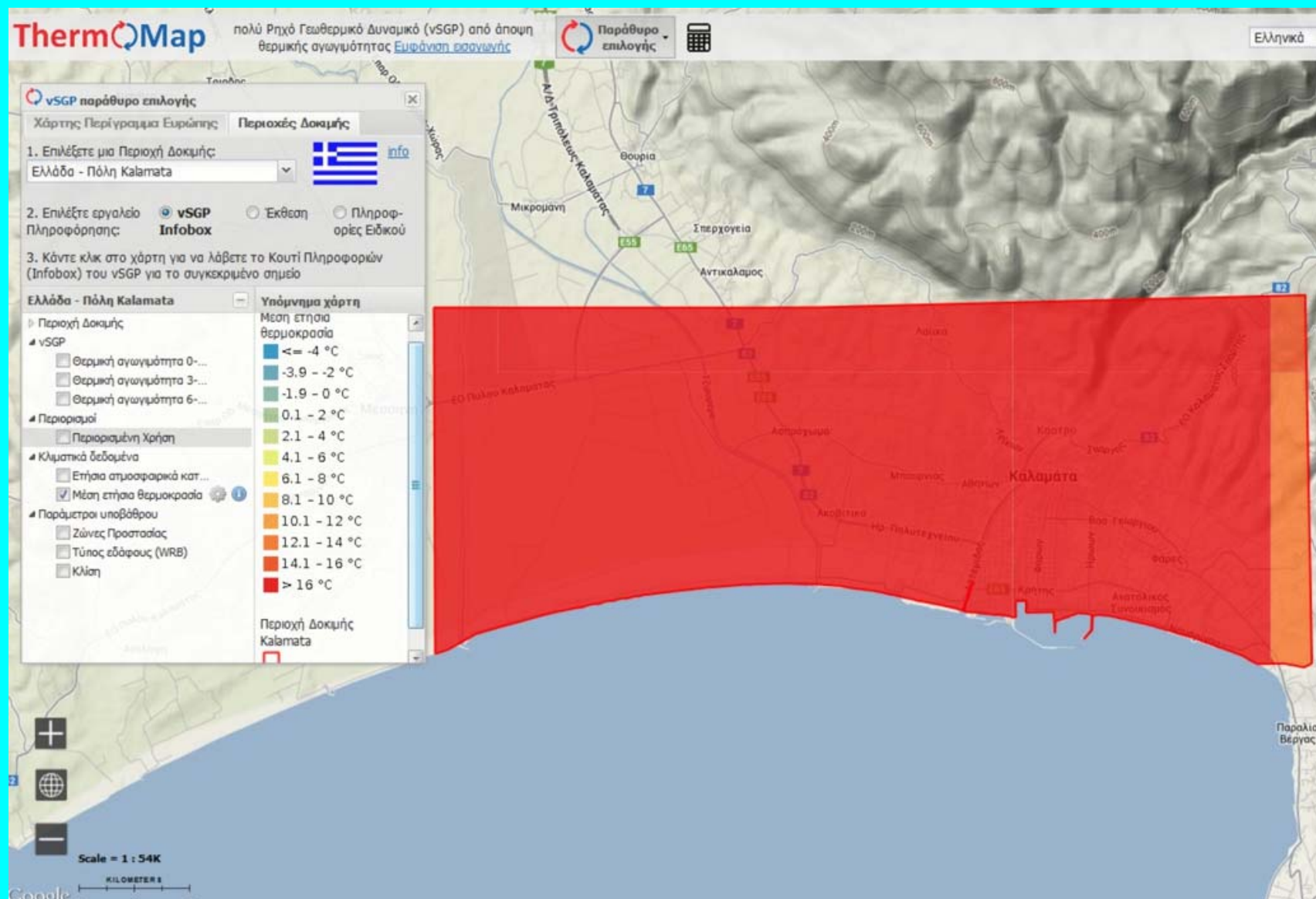
Επιλέγοντας στρώμα βάθους 6-10 m, εμφανίζεται η εκτίμηση της θερμικής αγωγιμότητας για το στρώμα αυτό.

Εκτός από τα επίπεδα με την κατανομή της θερμικής αγωγιμότητας σε διάφορα στρώματα εμφανίζονται και χάρτες με άλλες πληροφορίες, όπως **ετήσια ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, ...**



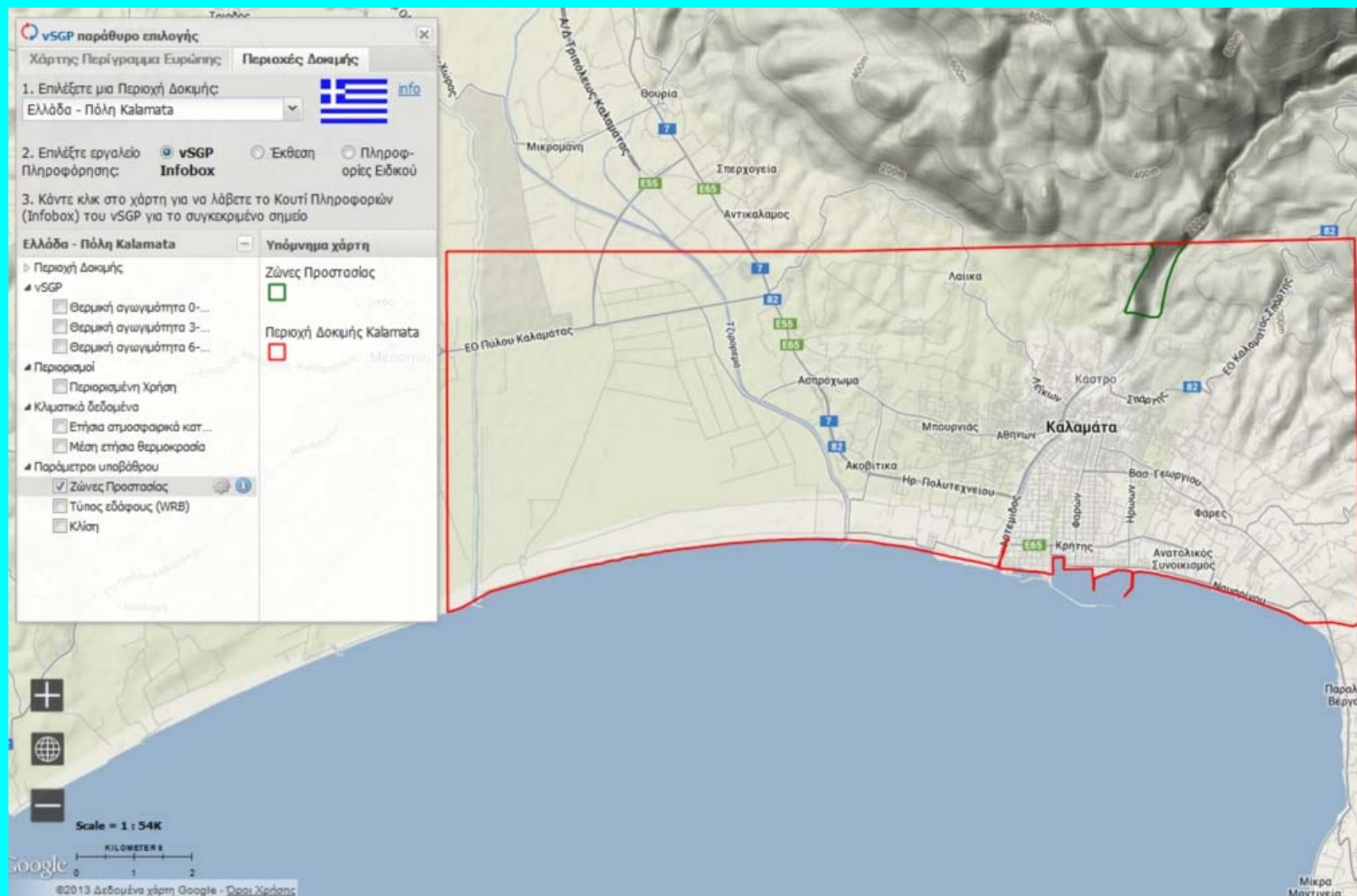
(ενιαίο χρώμα λόγω της ύπαρξης ενός μετεωρολογικού σταθμού στην Καλαμάτα)

... μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα της περιοχής ....

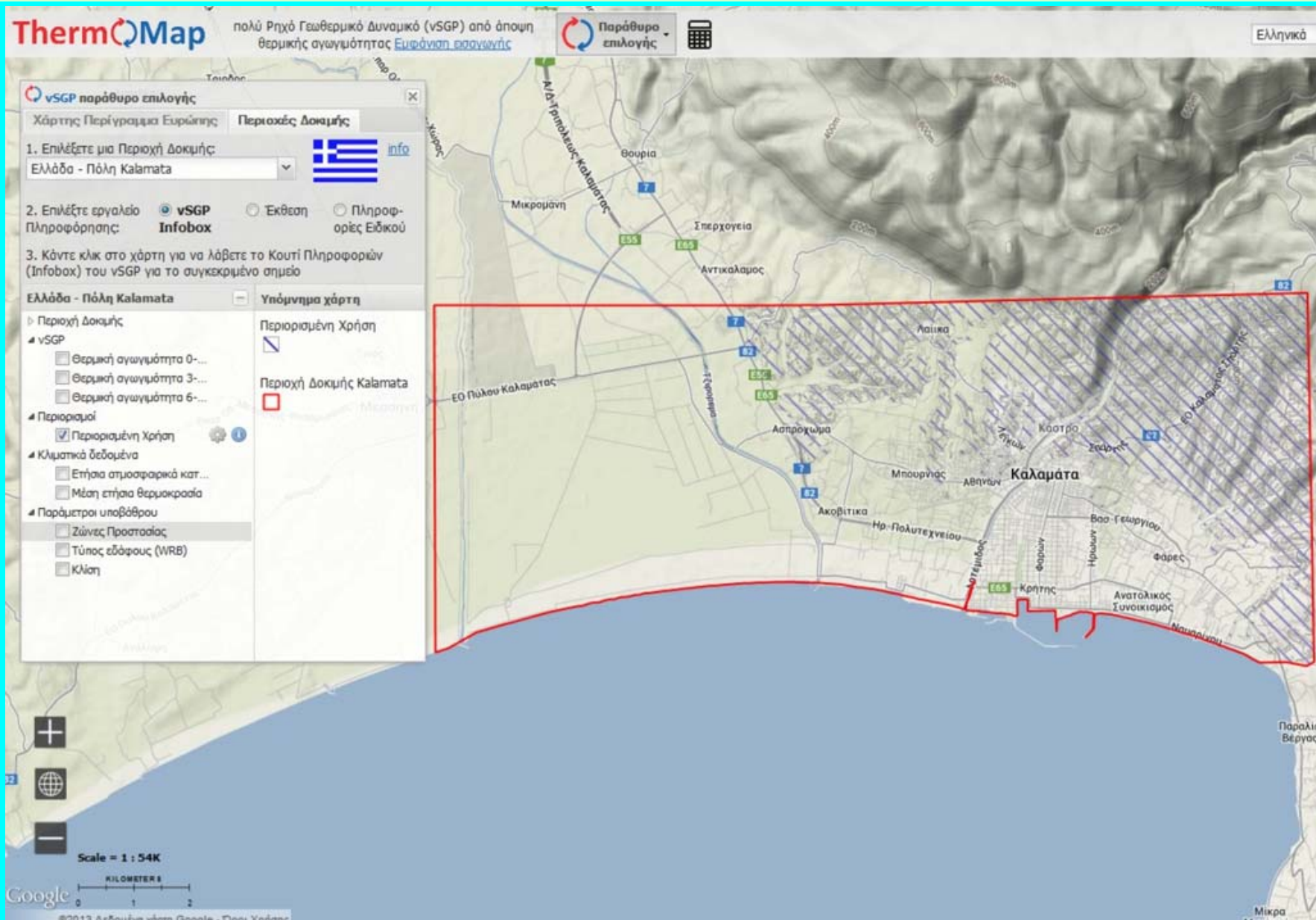


(ενιαίο χρώμα λόγω της ύπαρξης ενός μετεωρολογικού σταθμού στην Καλαμάτα)

... ζώνες προστασίας ....



... περιορισμοί στη χρήση ...



ThermMap

 Παράθυρο  
επιλογής



Ελληνικά

 **vSGP** παράθυρο επιλογής

Χάρτης Περίγραμμα Ευρώπης

### Περιοχές Δοκιμής

1. Επιλέξτε μια Περιοχή Δοκιμής:

Ελλάδα - Πόλη Kalamata

[info](#)

2. Επιλέξτε εργαλείο Πληροφόρησης: **vSGP Infobox**

 **vSGP**  
Infobox☐ Έκθεση

● Πληρ  
ορίες Ελ

0-0-  
KOPI

3. Κάντε κλικ στο χάρτη για να λάβετε το Κουτί Πληροφοριών (Infobox) του vSGP για το συγκεκριμένο σημείο

ΕΛΛΟΘΑ - Πόλη Kalamata

### Υπόμνημα χάριτη

► Περιοχή Δοκιμής

vSGP

☐ Θερμική αγωγιμότητα 0-...

☐ Θερμική αγωγιμότητα 3-...

☐ Θερμική αγωγιμότητα 6-...

#### ▲ Περιόρισμοί

☐ Περιορισμένη Χρήση

#### ▲ Κλιματικά οφέλη

☐ Ετήσια ατμοσφαιρικά κατ...☐ Μέση ετήσια θερμοκρασία

#### ● Παράμετροι υποβάθρου

☐ Ζώνες Προστασίας

☒ Τύπος εδάφους (WRB)☐ Κλίση

Τύπος εδάφους (WRB)

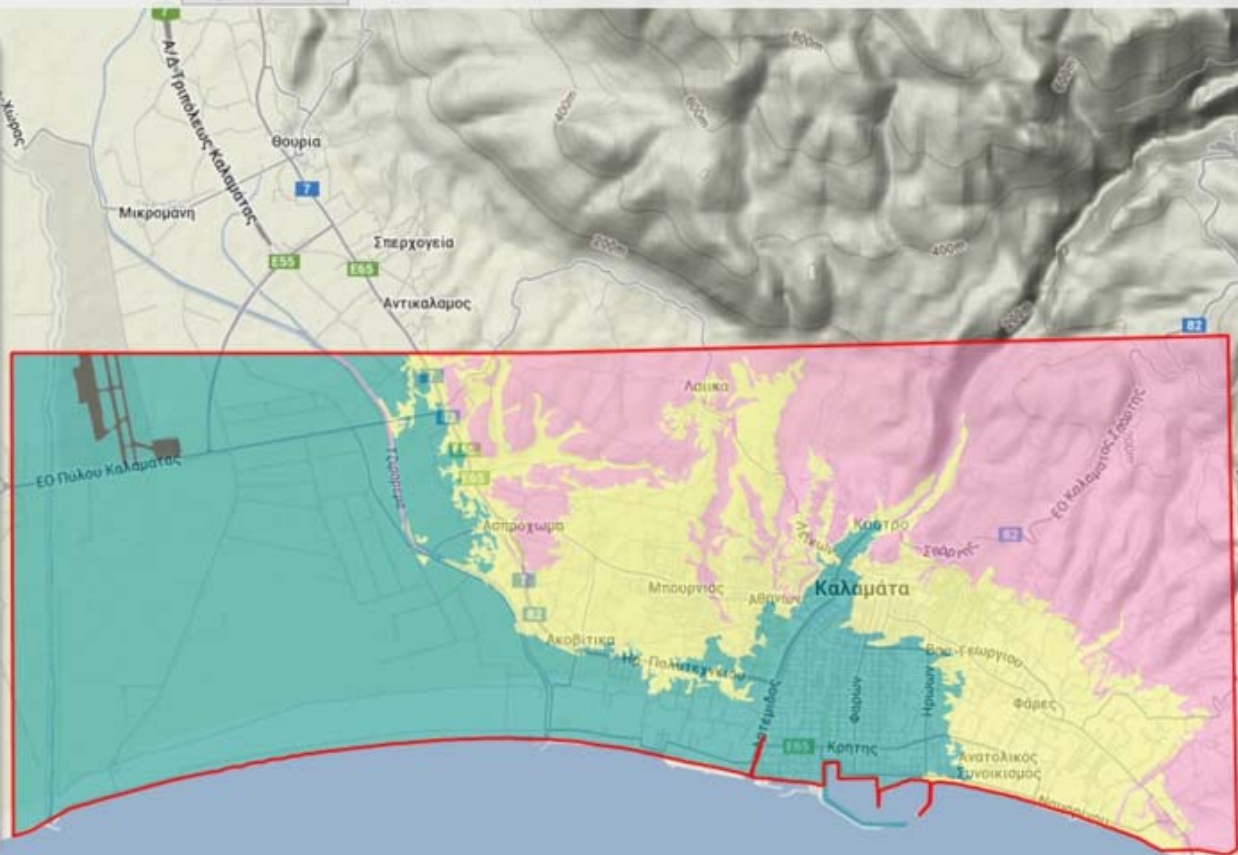
■ **Fluvisol**

■ Leptosol (listed)

Regosol

■ Soil disturbed by man

Περιοχή Δοκιμής Kalamata



Παραλία  
Βεργός



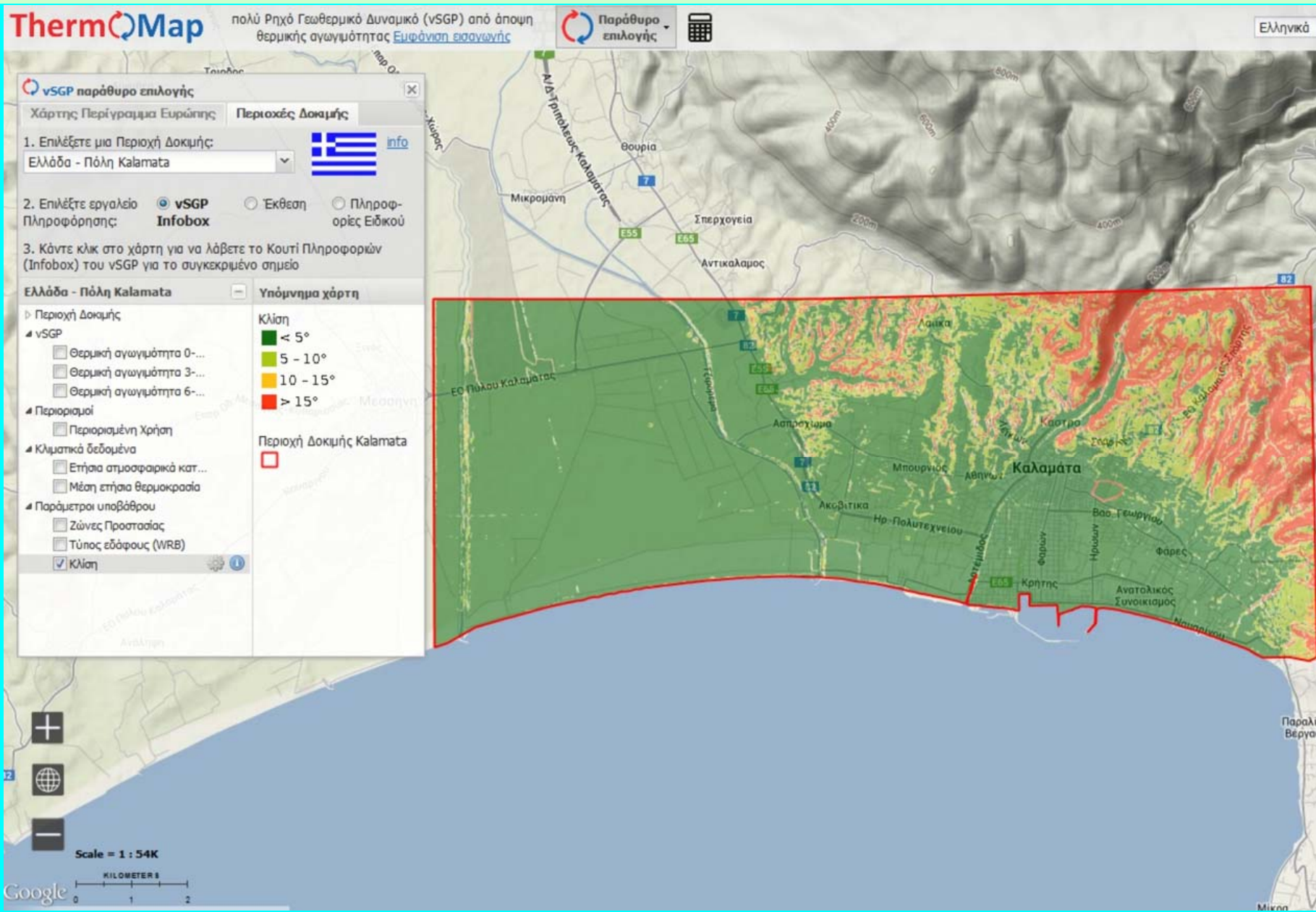
Scale = 1 : 54K

KILOMETER 8

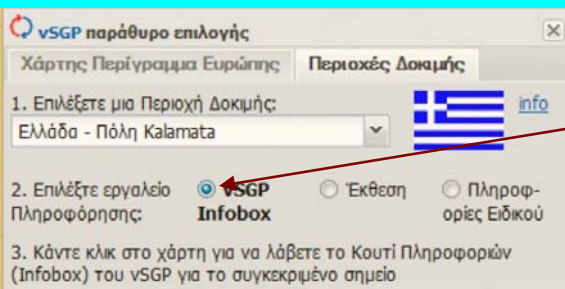
Digitized by Google

A horizontal number line with arrows at both ends. It has five major tick marks labeled 0, 0.5, 1, 1.5, and 2. The intervals between the tick marks are equal.

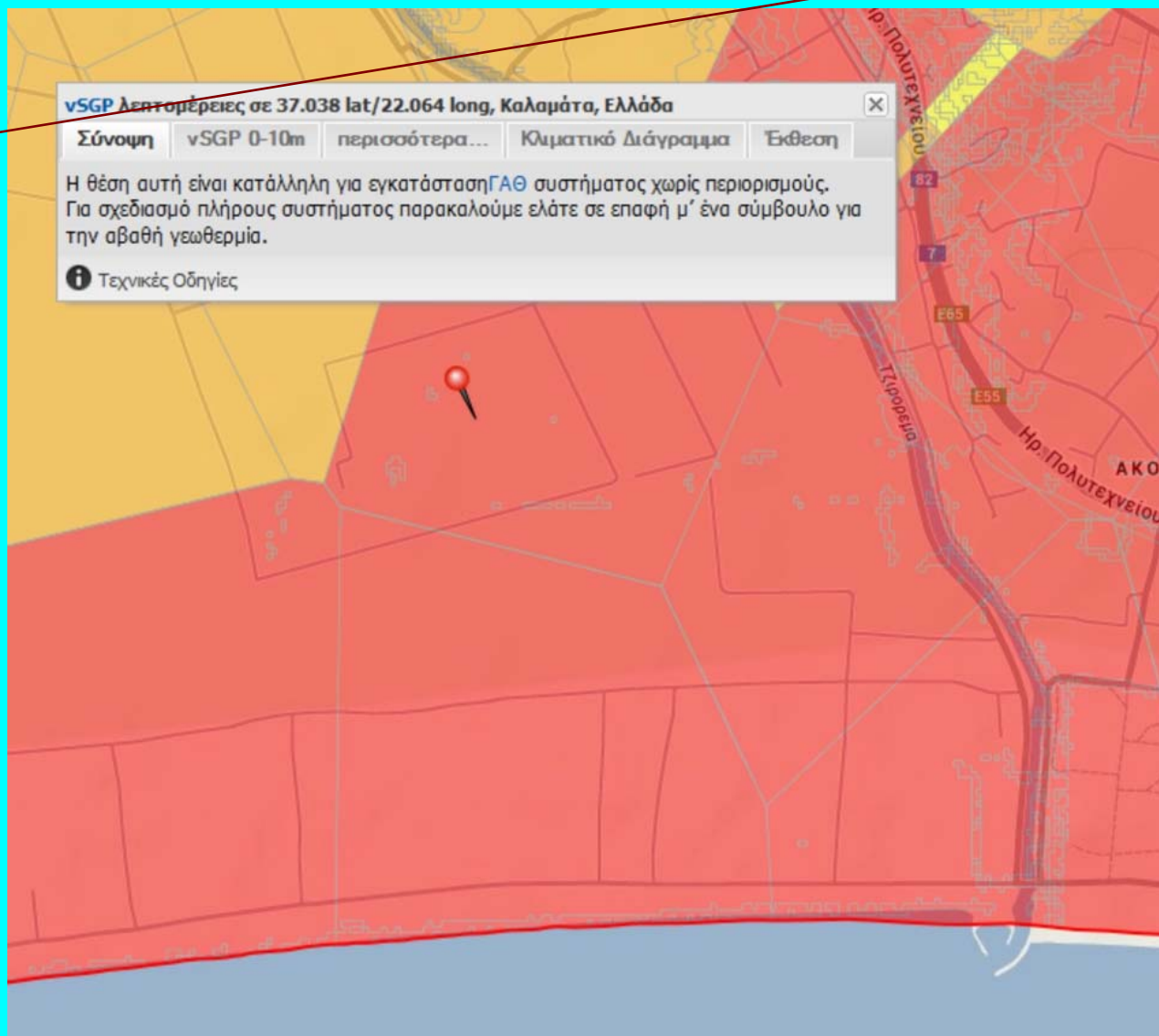
### ... κλίση εδάφους



Κάνοντας κλικ πάνω σε ένα οποιοδήποτε σημείο του διαδραστικού χάρτη μέσα στην περιοχή δοκιμής (Καλαμάτα) εμφανίζεται ένα παράθυρο με 5 καρτέλες, που περιέχουν πληροφορίες, όταν επιλεγμένο εργαλείο πληροφόρησης είναι το 'vSGP infobox'

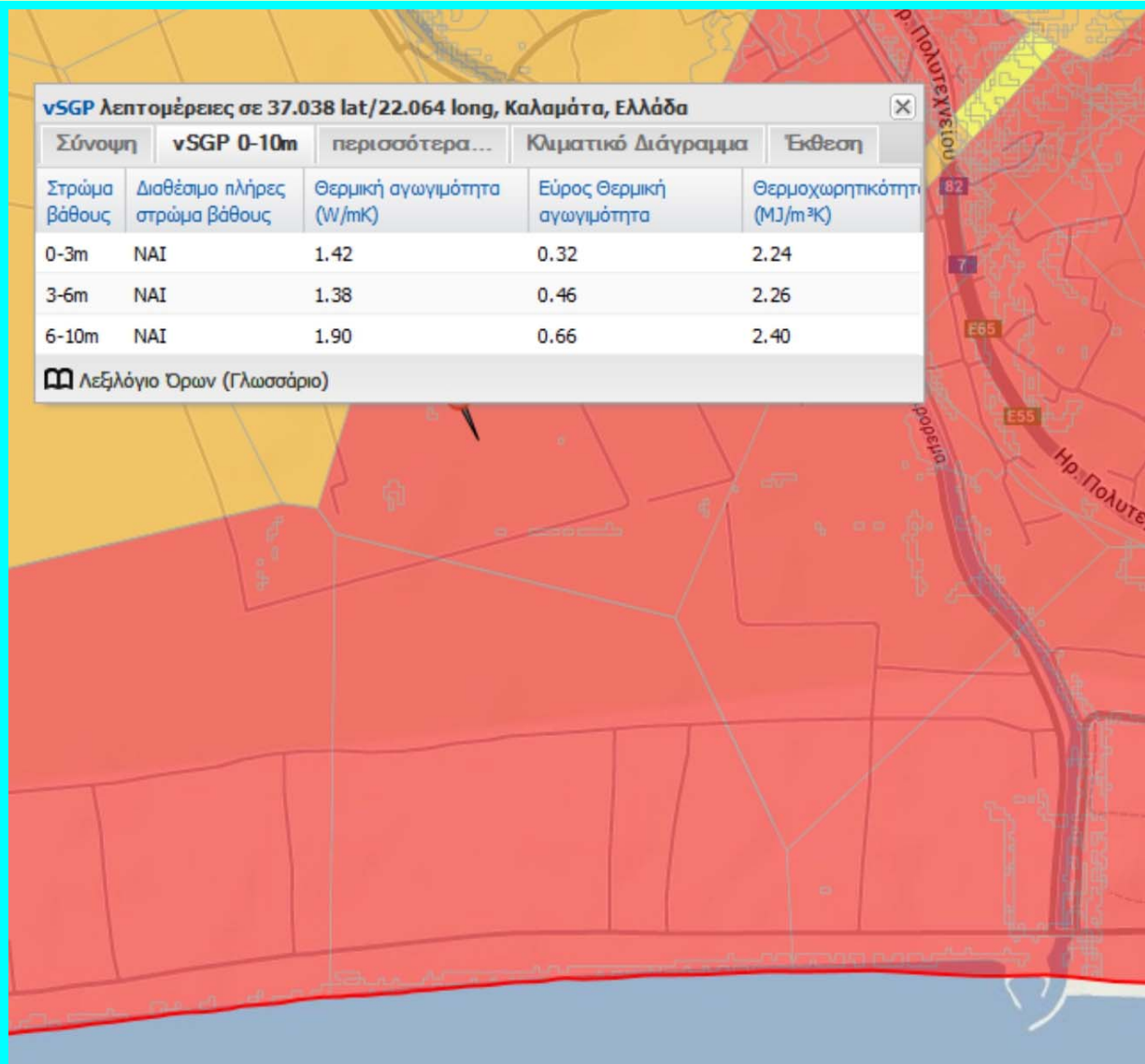


Σύνοψη



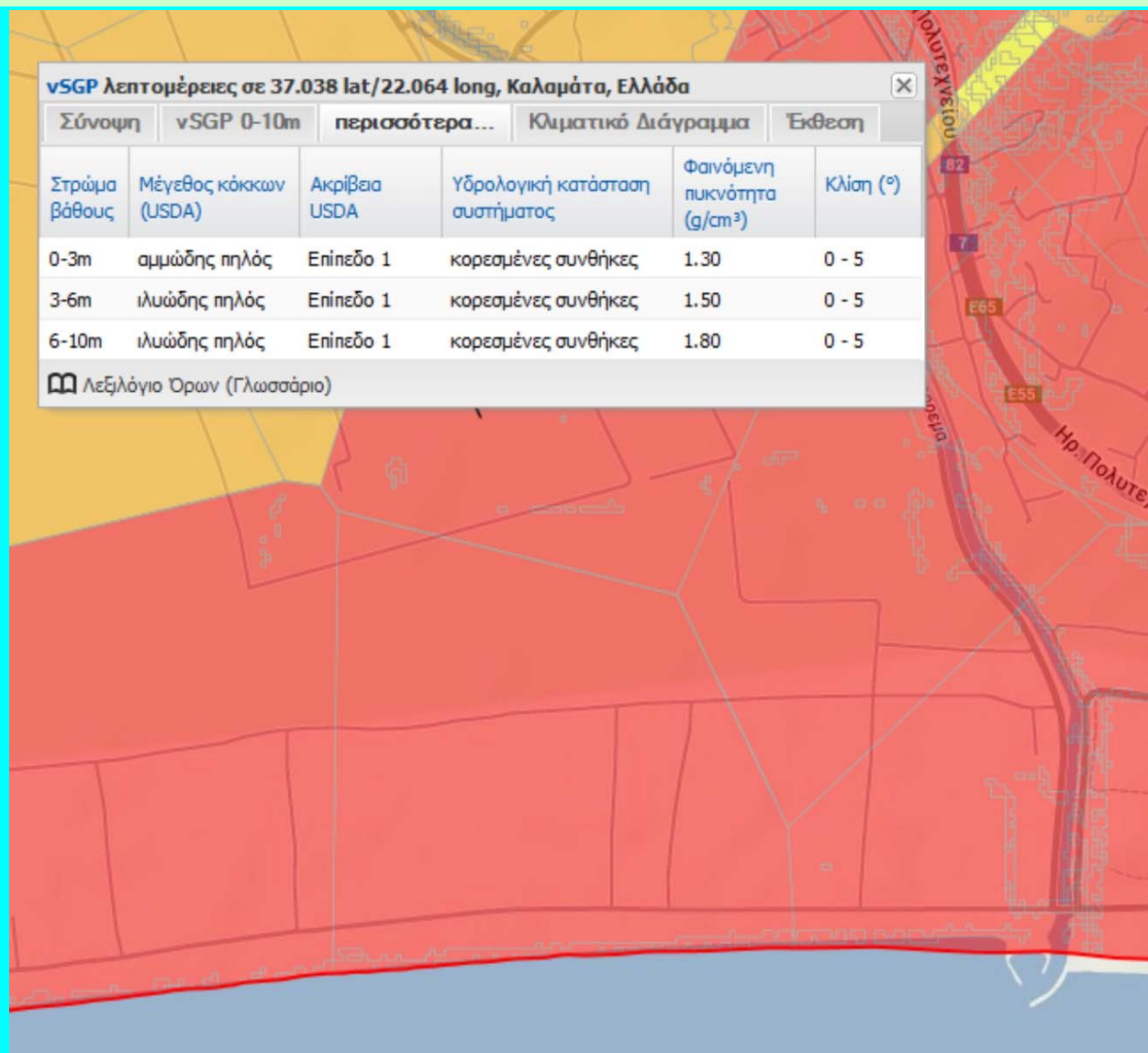
Κάνοντας κλικ πάνω σε ένα οποιοδήποτε σημείο του διαδραστικού χάρτη μέσα στην περιοχή δοκιμής (Καλαμάτα) εμφανίζεται ένα παράθυρο με 5 καρτέλες, που περιέχουν πληροφορίες.

Εκτίμηση πολύ  
ρηχού  
γεωθερμικού  
δυναμικού



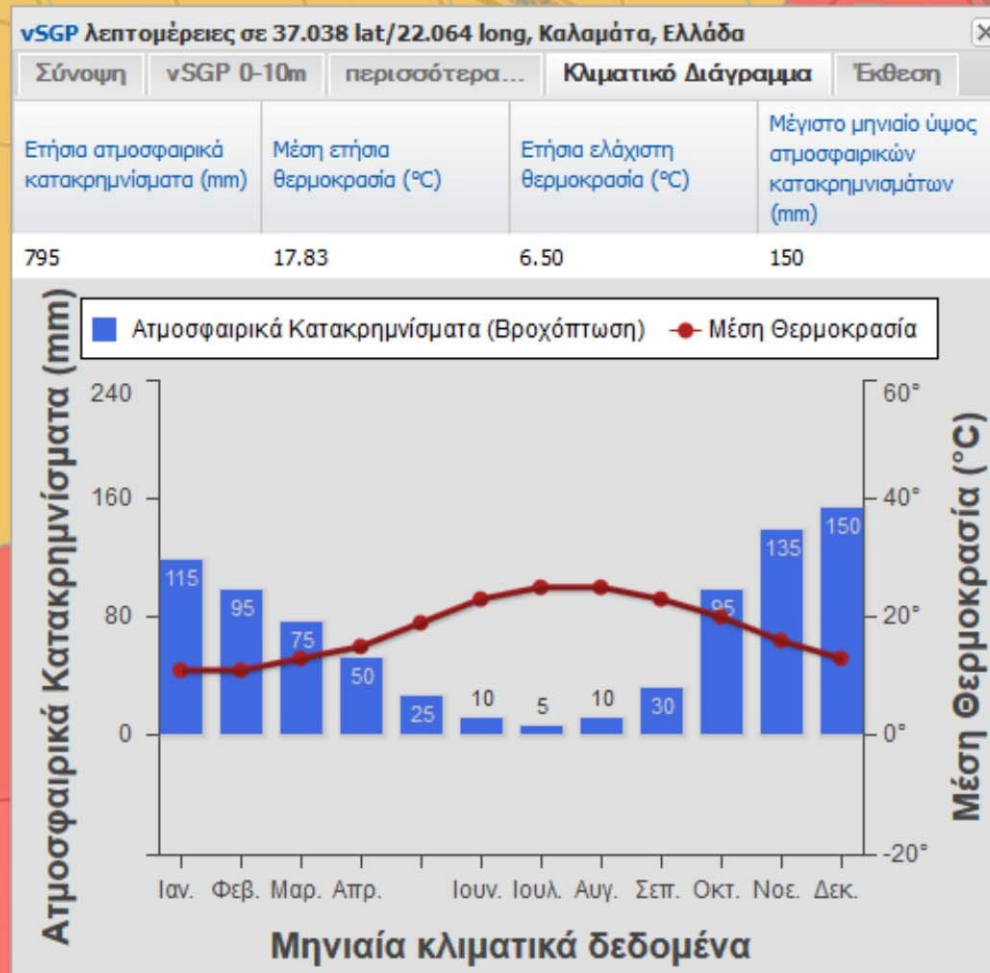
Κάνοντας κλικ πάνω σε ένα οποιοδήποτε σημείο του διαδραστικού χάρτη μέσα στην περιοχή δοκιμής (Καλαμάτα) εμφανίζεται ένα παράθυρο με 5 καρτέλες, που περιέχουν πληροφορίες.

Περισσότερες  
πληροφορίες



Κάνοντας κλικ πάνω σε ένα οποιοδήποτε σημείο του διαδραστικού χάρτη μέσα στην περιοχή δοκιμής (Καλαμάτα) εμφανίζεται ένα παράθυρο με 5 καρτέλες, που περιέχουν πληροφορίες.

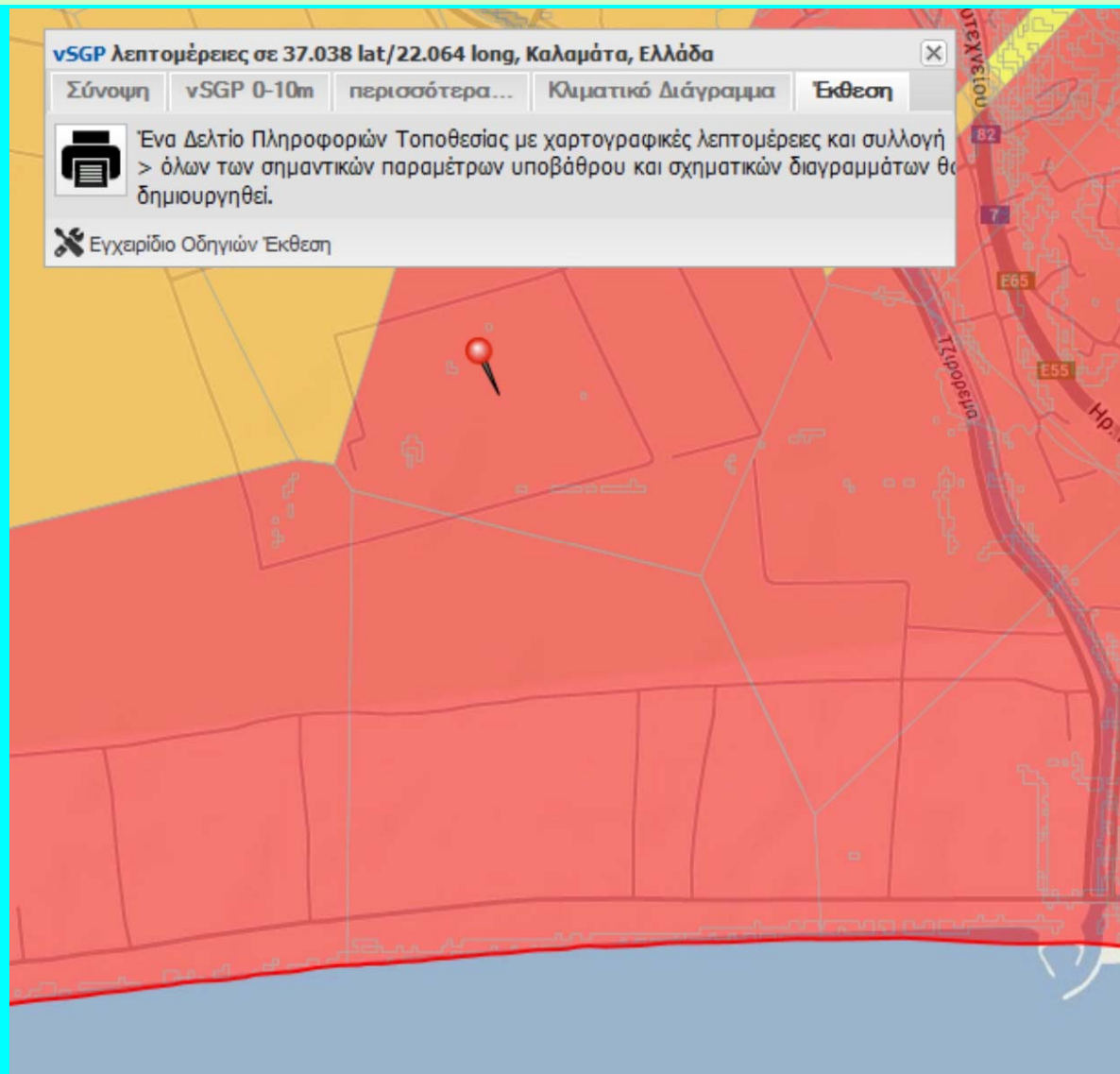
### Κλιματικό διάγραμμα



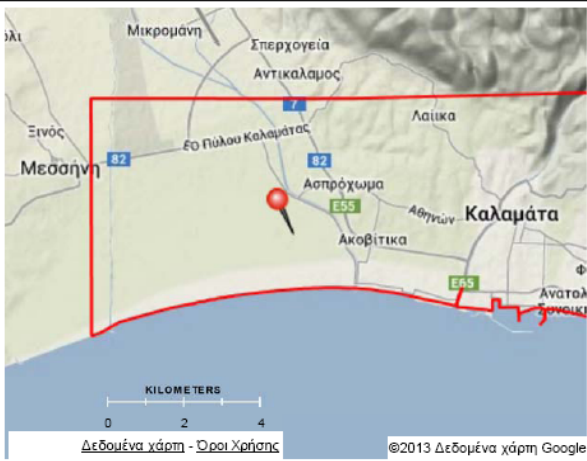
Κάνοντας κλικ πάνω σε ένα οποιοδήποτε σημείο του διαδραστικού χάρτη μέσα στην περιοχή δοκιμής (Καλαμάτα) εμφανίζεται ένα παράθυρο με 5 καρτέλες, που περιέχουν πληροφορίες.

### Έκθεση

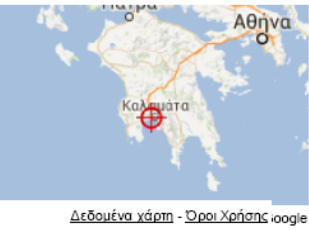
Πατώντας το κουμπί  
αριστερά  
δημιουργείται ένα  
Πληροφοριακό Δελτίο  
της Τοποθεσίας με  
λεπτομέρειες χάρτη  
και με μια συλλογή  
όλων των  
σημαντικών  
παραμέτρων  
υποβάθρου. Αυτή η  
σελίδα HTML περιέχει  
δύο μέχρι πέντε  
σελίδες, διαστάσεων  
A4, που είναι έτοιμες  
προς εκτύπωση ή  
που μπορούν να  
μετατραπούν σε ένα  
έγγραφο PDF  
(βλ. επόμενες διαφάνειες)



Διεύθυνση και Τοποθεσία:  
Καλαμάτα, Ελλάδα  
37.0385° γεωγραφικό πλάτος και 22.0636° γεωγραφικό μήκος



Υπόμνημα χάρτη:  
Περιοχή Δοκιμής Πόλη Kalamata



**Χάρτες Επισκόπησης της επιλεγμένης τοποθεσίας**  
**Αποποίηση ευθύνης**  
Η αποκλειστική ευθύνη για το περιεχόμενο ανήκει στους συγγραφείς. Δεν αντικατοπτρίζει απαραίτητα την άποψη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η οποία δεν αποδέχεται την ευθύνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται εδώ. Οι πηγές των δεδομένων και οι επεξεργασίες αυτής της Περιοχής Δοκιμής είναι ευθύνη των εταίρων του ThermoMap: **IGME: Instituto Geologikon Kai Metalleytikon Eirenon.**

**Εισαγωγή**  
Οι τιμές που παρατίθενται μέσα σ' αυτή την Έκθεση βασίζονται γενικά στα αποτελέσματα του συγχρηματοδοτούμενου από την ΕΕ έργου ThermoMap (Αριθμός έργου CIP ICT PSP 250446, Ιστοσελίδα: <http://www.thermomap-project.eu/>).  
Ο βασικός σκοπός του έργου ThermoMap ήταν να αναπτύξει ένα επαρκές και αποτελεσματικό σύστημα εκτίμησης για τη δημιουργία παν-Ευρωπαϊκών χαρτών επιφανειακού (πολύ ρηχού) γεωθερμικού δυναμικού ως ένα υποστηρικτικό και πληροφοριακό εργαλείο σχεδιασμού για την εγκατάσταση (πολύ) ρηχών κατακόρυφων και οριζόντιων γεωθερμικών συστημάτων. Για το σκοπό αυτό έγινε χρήση μόνον των υπάρχοντων γεωεπιστημονικών συνόλων δεδομένων και πληροφοριών, που δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα τις πραγματικές επί τόπου συνθήκες σχετικά με όλες τις διαθέσιμες παραμέτρους.

**Σύνοψη:** Αυτή η θέση είναι κατάλληλη για την εγκατάσταση ενός συστήματος ΓΑΘ χωρίς περιορισμούς. Για σχεδιασμό πλήρους συστήματος παρακαλούμε ελάτε σε επαφή μ' ένα σύμβουλο για την αβαθή γεωθερμία.

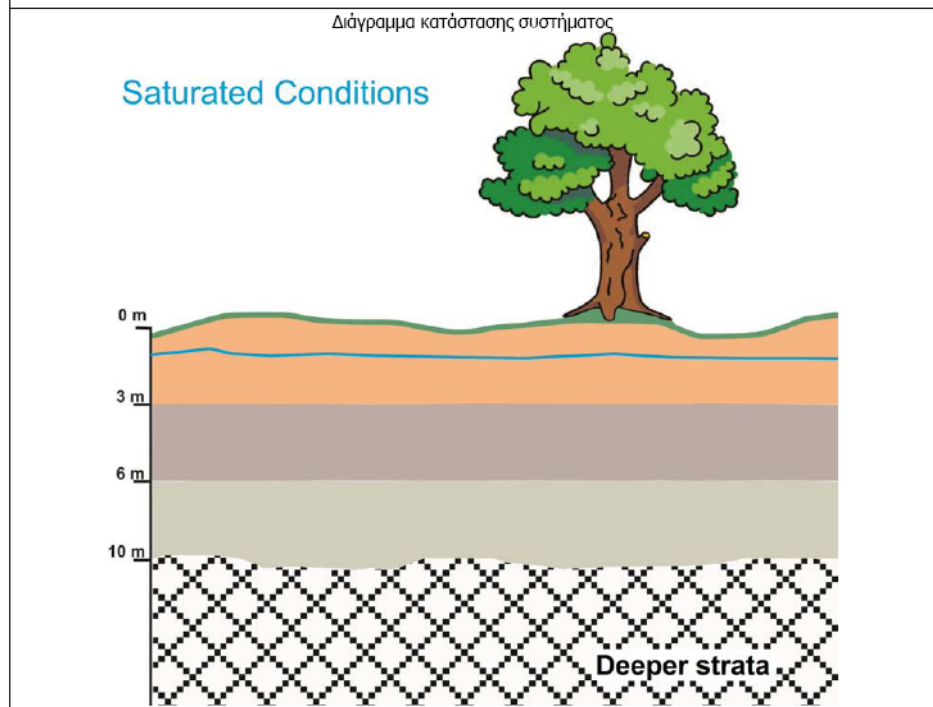
**Πιθανοί περιορισμοί χρήσης**  
Με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα μπορεί να αναφερθεί ότι η επιλεγμένη θέση είναι μη ευρισκόμενη σε ζώνη προστασίας.  
Η τοπογραφική ανάλυση αποκάλυψε κλίση, η οποία είναι μικρότερη από 15°. Συνεπώς, κατά την τοποθέτηση ενός (πολύ) ρηχού γεωθερμικού συστήματος, δεν θα πρέπει να προκύψει κανένα πρόβλημα με τον εξαερισμό και τη διαδικασία εγκατάστασης.  
Ο κυρίαρχος τύπος εδάφους που προσδιορίστηκε σύμφωνα με το αναγνωρισμένο σύστημα ταξινόμησης WRB είναι εδώ Fluvisol. Με αυτόν τον τύπο του εδάφους, κατ' αρχήν, δεν είναι γνωστοί περιορισμοί αναφορικά με μια βιώσιμη και αποδοτική εγκατάσταση και λειτουργία ενός (πολύ) ρηχού γεωθερμικού συστήματος.  
Και τα τρία στρώματα βάθους είναι διαθέσιμα για τη χρήση του vSGP αφού το πάχος της ζώνης μαλακού πετρώματος είναι **10m** ή μεγαλύτερο.

Διεύθυνση και Τοποθεσία:  
Καλαμάτα, Ελλάδα  
37.0385° γεωγραφικό πλάτος και 22.0636° γεωγραφικό μήκος



**Κλιματικές συνθήκες**  
Τα κλιματικά δεδομένα, κατά μέσο όρο επί σειρά ετών, οδηγούν σε μια μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα των **17.83 °C** ενώ η ελάχιστη ετήσια θερμοκρασία του αέρα είναι **6.50 °C**. Η ποσότητα των ετήσιων ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων είναι **795 mm**. Η μέγιστη μηνιαία ποσότητα κατακρημνισμάτων των **150 mm** συναντάται τον(-ους) μήνα(-ες) **Δεκέμβριος**. Αυτό συνεπάγεται **ύψυγρες συνθήκες** για την επιλεγμένη περιοχή.

| Σύνθεση με μορφή πίνακα των συγκεκριμένων τιμών στρώματος βάθους |                         |                            |                                 |                            |                             |                                             |                                 |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|
| Στρώμα βάθους                                                    | Πλήρες στρώμα διαθέσιμο | Θερμική αγωγιμότητα (W/mK) | Εύρος της θερμικής αγωγιμότητας | Θερμοχωρητικότητα (MJ/m³K) | Φαινόμενη πυκνότητα (g/cm³) | Υφή εδάφους (επίπεδο ταξινόμησης κατά USDA) | Υδρολογική κατάσταση συστήματος |
| 0 – 3m                                                           | NAI                     | 1.42                       | 0.32                            | 2.24                       | 1.3                         | αμμώδης ηλός (Επίπεδο 1)                    | κορεσμένες συνθήκες             |
| 3 – 6m                                                           | NAI                     | 1.38                       | 0.46                            | 2.26                       | 1.5                         | ιλυώδης ηλός (Επίπεδο 1)                    | κορεσμένες συνθήκες             |
| 6 – 10m                                                          | NAI                     | 1.90                       | 0.66                            | 2.40                       | 1.8                         | ιλυώδης ηλός (Επίπεδο 1)                    | κορεσμένες συνθήκες             |



Διεύθυνση και Τοποθεσία:  
Καλαμάτα, Ελλάδα  
37.0385° γεωγραφικό πλάτος και 22.0636° γεωγραφικό μήκος

ThermoMap

Υπόμνημα χάρτη 0 – 3m  
Θερμική αγωγιμότητα  
■ υψηλή τιμή  
■ μέτρια υψηλή τιμή  
■ μέση τιμή  
■ μέτρια χαμηλή τιμή  
■ χαμηλή τιμή  
■ Περιορισμένη Χρήση  
■ δεν υπάρχει εκτίμηση

Σχηματικό διάγραμμα 0 – 3m:  
■ Στρώμα βάθους 0 – 3m  
■ Εκτιμώμενη στάθμη υπόγειου νερού  
■ Βαθύτερα στρώματα

Η κυρίαρχη **κατανομή** μεγέθους κόκκων σύμφωνα με την ταξινόμηση της υφής του εδάφους κατά USDA είναι **αμμόδης πηλός (Επίπεδο 1)**. Η θερμική **αγωγιμότητα** της θεμελιώδους μάζας του εδάφους καθορίζεται ουσιαστικά από την υφή του, τη φυσική υγρασία και τη φαινόμενη πυκνότητα. Στην επιλεγμένη θέση, οι τιμές κάτω από ακόρεστες συνθήκες μπορεί να κυμαίνονται από **0.98 W/mK** μέχρι **1.30 W/mK** με βάση **κορεσμένες συνθήκες** μια τιμή **1.42 W/mK** είναι πιθανή. Αυτές οι παράμετροι υπολογίστηκαν με τη χρήση των μαθηματικών τύπων KERSTEN (1949). Η **θερμοχωρητικότητα** των **2.24 MJ/m³K** υπολογίζεται σύμφωνα με τους τύπους κατά DEHNER (2007). Γι' αυτούς τους υπολογισμούς **φαινόμενη πυκνότητα** των **1.3 g/cm³** χρησιμοποιήθηκε, η οποία γενικά περιγράφει τη σχέση μεταξύ μάζας και όγκου.  
Η ανάλυση αυτών των γεωεπιστημονικών παραμέτρων υποδεικνύει ότι η επιλεγμένη τοποθεσία έχει **μέτρια υψηλή αγωγιμότητα** ως πολύ Ρηχό Γεωθερμικό Δυναμικό (vSGP) χωρίς περιορισμούς.

Σελίδα 3

Έργο ΕΕ ThermoMap - Περιοχή Δοκιμής της Ελλάδας: Πόλη Καλαμάτα  
Δελτίο Πληροφοριών Τοποθεσίας για το πολύ Ρηχό Γεωθερμικό Δυναμικό από 27/11/2013

Διεύθυνση και Τοποθεσία:  
Καλαμάτα, Ελλάδα  
37.0385° γεωγραφικό πλάτος και 22.0636° γεωγραφικό μήκος

ThermoMap

Υπόμνημα χάρτη 3 – 6m  
Θερμική αγωγιμότητα  
■ υψηλή τιμή  
■ υψηλή τιμή (εν μέρει)  
■ μέτρια υψηλή τιμή  
■ μέτρια υψηλή τιμή (εν μέρει)  
■ μέση τιμή  
■ μέση τιμή (εν μέρει)  
■ μέτρια χαμηλή τιμή  
■ μέτρια χαμηλή τιμή (εν μέρει)  
■ χαμηλή τιμή  
■ χαμηλή τιμή (εν μέρει)  
■ Περιορισμένη Χρήση  
■ δεν υπάρχει εκτίμηση

Σχηματικό διάγραμμα 3 – 6m:  
■ Στρώμα βάθους 3 – 6m  
■ Εκτιμώμενη στάθμη υπόγειου νερού  
■ Βαθύτερα στρώματα

Η κυρίαρχη **κατανομή** μεγέθους κόκκων σύμφωνα με την ταξινόμηση της υφής του εδάφους κατά USDA είναι **ιλυώδης πηλός (Επίπεδο 1)**. Η θερμική **αγωγιμότητα** της θεμελιώδους μάζας του εδάφους καθορίζεται ουσιαστικά από την υφή του, τη φυσική υγρασία και τη φαινόμενη πυκνότητα. Στην επιλεγμένη θέση, οι τιμές κάτω από ακόρεστες συνθήκες μπορεί να κυμαίνονται από **0.84 W/mK** μέχρι **1.30 W/mK** με βάση **κορεσμένες συνθήκες** μια τιμή **1.38 W/mK** είναι πιθανή. Αυτές οι παράμετροι υπολογίστηκαν με τη χρήση των μαθηματικών τύπων KERSTEN (1949). Η **θερμοχωρητικότητα** των **2.26 MJ/m³K** υπολογίζεται σύμφωνα με τους τύπους κατά DEHNER (2007). Γι' αυτούς τους υπολογισμούς **φαινόμενη πυκνότητα** των **1.5 g/cm³** χρησιμοποιήθηκε, η οποία γενικά περιγράφει τη σχέση μεταξύ μάζας και όγκου.  
Η ανάλυση αυτών των γεωεπιστημονικών παραμέτρων υποδεικνύει ότι η επιλεγμένη τοποθεσία έχει **μέτρια υψηλή αγωγιμότητα** ως πολύ Ρηχό Γεωθερμικό Δυναμικό (vSGP) χωρίς περιορισμούς.

Σελίδα 4

Διεύθυνση και Τοποθεσία:  
Καλαμάτα, Ελλάδα  
37.0385° γεωγραφικό πλάτος και 22.0636° γεωγραφικό μήκος

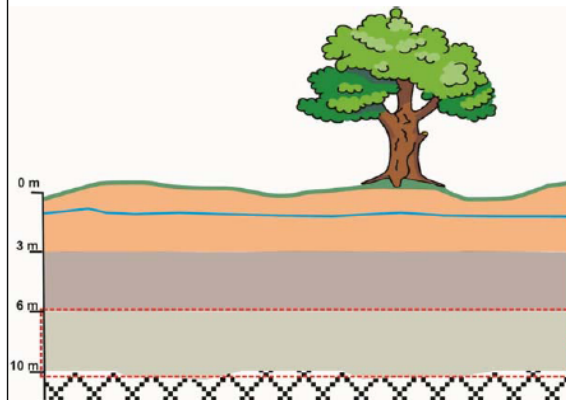
ThermoMap



#### Υπόμνημα χάρτη 6 – 10m

Θερμική αγωγιμότητα

- υψηλή τιμή
- υψηλή τιμή (εν μέρει)
- μέτρια υψηλή τιμή
- μέτρια υψηλή τιμή (εν μέρει)
- μέση τιμή
- μέση τιμή (εν μέρει)
- μέτρια χαμηλή τιμή
- μέτρια χαμηλή τιμή (εν μέρει)
- χαμηλή τιμή
- χαμηλή τιμή (εν μέρει)
- Περιορισμένη Χρήση
- δεν υπάρχει εκτίμηση



#### Σχηματικό διάγραμμα 6 – 10m:

- Στρώμα βάθους 6 – 10m
- Εκτιμώμενη στάθμη υπόγειου νερού
- Βαθύτερα στρώματα

#### Γεωθερμική κατάσταση 6 – 10m

Η κυρίαρχη **κατανομή** μεγέθους κόκκων σύμφωνα με την ταξινόμηση της υφής του εδάφους κατά USDA είναι **ιλυώδης πηλός (Επίπεδο 1)**. Η θερμική **αγωγιμότητα** της θεμελιώδους μάζας του εδάφους καθορίζεται ουσιαστικά από την υφή του, τη φυσική υγρασία και τη φαινόμενη πυκνότητα. Στην επιλεγμένη θέση, οι τιμές κάτω από ακόρεστες συνθήκες μπορεί να κυμαίνονται από **1.15 W/mK** μέχρι **1.82 W/mK** με βάση **κορεσμένες συνθήκες** μια τιμή **1.90 W/mK** είναι πιθανή. Αυτές οι παράμετροι υπολογίστηκαν με τη χρήση των μαθηματικών τύπων KERSTEN (1949). Η **θερμοχωρητικότητα** των **2.40 MJ/m<sup>3</sup>K** υπολογίζεται σύμφωνα με τους τύπους κατά DEHNER (2007). Γι' αυτούς τους υπολογισμούς **φαινόμενη πυκνότητα** των **1.8 g/cm<sup>3</sup>** χρησιμοποιήθηκε, η οποία γενικά περιγράφει τη σχέση μεταξύ μάζας και όγκου.

Η ανάλυση αυτών των γεωεπιστημονικών παραμέτρων υποδεικνύει ότι η επιλεγμένη τοποθεσία έχει **υψηλή αγωγιμότητα** ως πολύ Ρηχό Γεωθερμικό Δυναμικό (vSGP) χωρίς περιορισμούς.

Όταν επιλεγμένο εργαλείο πληροφόρησης είναι το «Πληροφορίες ειδικού», τότε για το σημείο του διαδραστικού χάρτη μέσα στην περιοχή δοκιμής (Καλαμάτα) ανοίγει ένα παράθυρο με πίνακες περιγραφικών χαρακτηριστικών όλων των ορατών επιπέδων του χάρτη που υπάρχουν σ' αυτό το σημείο του χάρτη. Αυτό είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τη λήψη όλων των περιγραφικών πληροφοριών ιδιαίτερα των επιπέδων του χάρτη με παραμέτρους υποβάθρου. Τα τυποποιημένα ακρώνυμα των τίτλων των στηλών επεξηγούνται με «συμβουλές εργαλείου» (tooltips) και σε έναν κατάλογο συντομογραφιών που εμφανίζεται κάνοντας κλικ πάνω στο Κουμπί «Συντομογραφίες».

**vSGP παράθυρο επιλογής**

Χάρτης Περίγραμμα Ευρώπης    Περιοχές Δοκιμής

1. Επιλέξτε μια Περιοχή Δοκιμής:  
Ελλάδα - Πόλη Kalamata

2. Επιλέξτε εργαλείο Πληροφόρησης:  
☐ vSGP    ☐ Έκθεση    ☒ Πληροφορίες Ειδικού

3. Κάντε κλικ στο χάρτη για να λάβετε πίνακες δεδομένων όλων των ορατών επιπέδων για το συγκεκριμένο σημείο

Ελλάδα - Πόλη Kalamata    Υπόμνημα χάρτη

Περιοχή Δοκιμής

▲ vSGP

☒ Θερμική αγωγιμότητα 0-...

☐ Θερμική αγωγιμότητα 3-...

☐ Θερμική αγωγιμότητα 6-...

▲ Περιορισμοί

☒ Περιορισμένη Χρήση

▶ Κλιματικά δεδομένα

▶ Παράμετροι υποβάθρου

Θερμική αγωγιμότητα 0-3m

■ high

■ medium high

■ medium

■ medium low

■ low

□ no estimation

Περιορισμένη Χρήση

Περιοχή Δοκιμής Kalamata

**Πίνακες Δεδομένων**

Συντομογραφίες

sgp\_0\_3

| USDA_IDX | USDA_COMB  | HIER_IDX | AC | FC | DWC | MPV | BULK_DENS | HC_FC | HC_DWC | HC_SAT | HC_RANGE |
|----------|------------|----------|----|----|-----|-----|-----------|-------|--------|--------|----------|
| S3       | sandy loam | 1        | 18 | 34 | 11  | 52  | 1.30      | 1.30  | 0.98   | 1.42   | 0.32     |

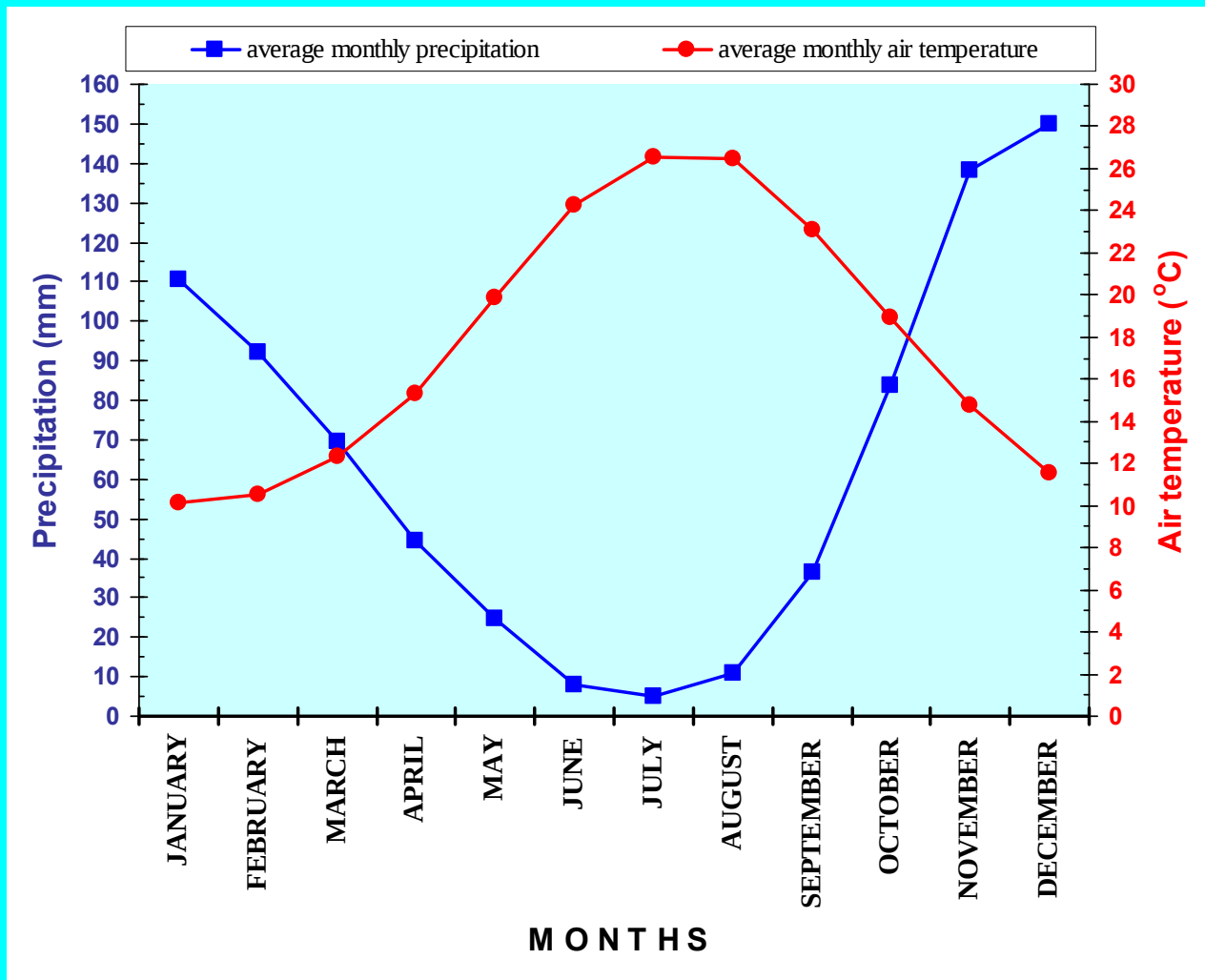
test\_area

NAME

City of Kalamata

## Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή της Καλαμάτας (i)

- Συλλογή και επεξεργασία στατιστικών στοιχείων θερμοκρασίας αέρα και βροχόπτωσης από Σταθμό ΕΜΥ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ περιόδου 1956-2010



## Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή της Καλαμάτας (ii)

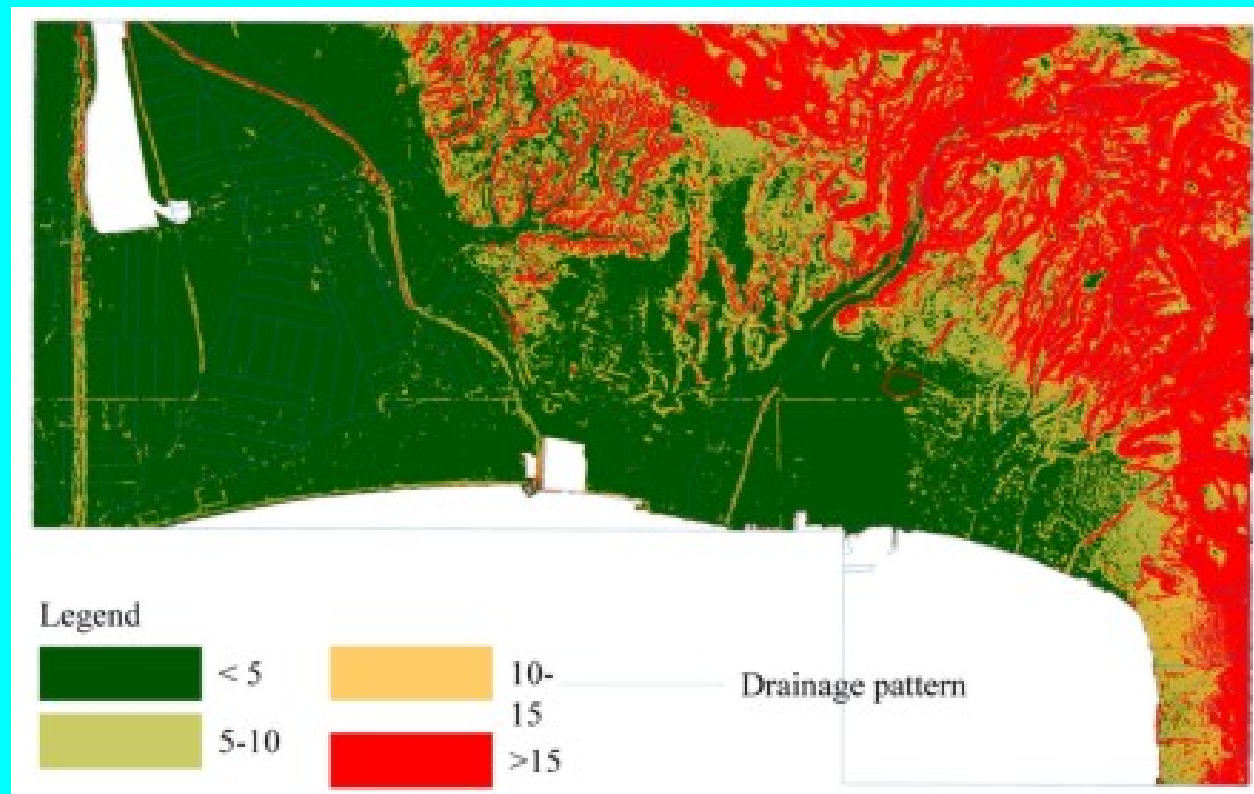
- Ψηφιοποίηση τοπογραφικού υποβάθρου και ταξινόμηση των μορφολογικών κλίσεων σε 4 κατηγορίες:

0-5°

5-10°

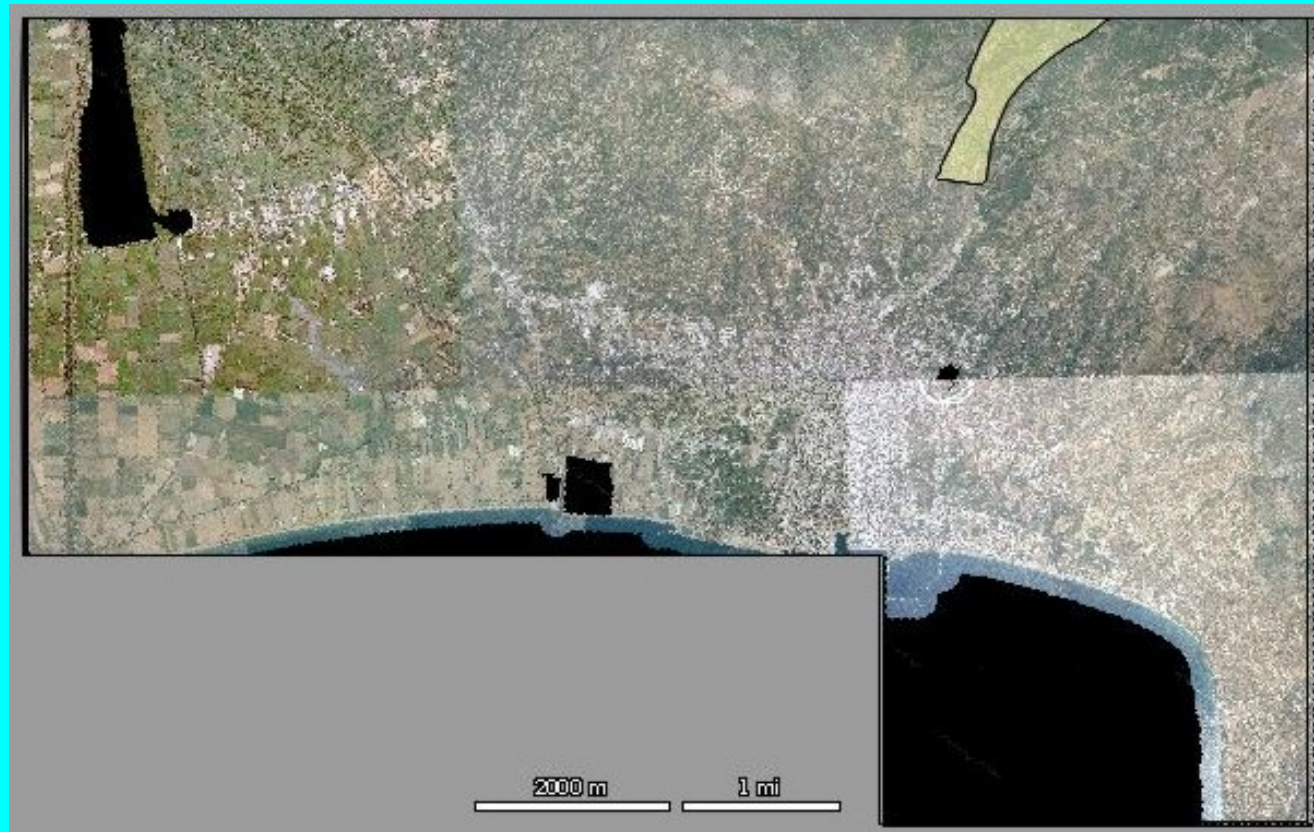
10-15°

> 15°



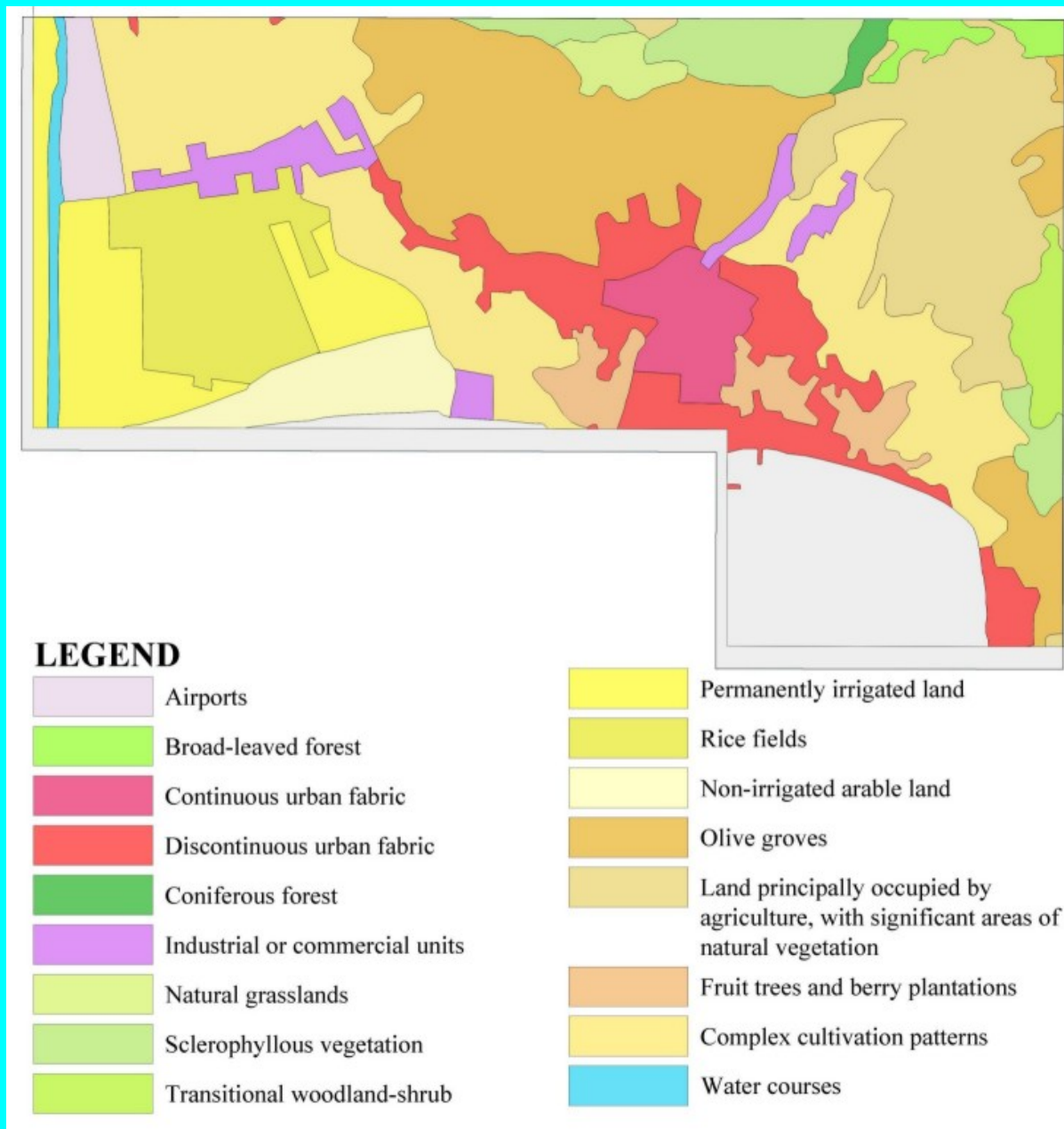
## Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή της Καλαμάτας (iii)

- Ψηφιοποίηση της καθορισμένης ζώνης Natura (protection zone) στην ευρύτερη πόλεως Καλαμάτας

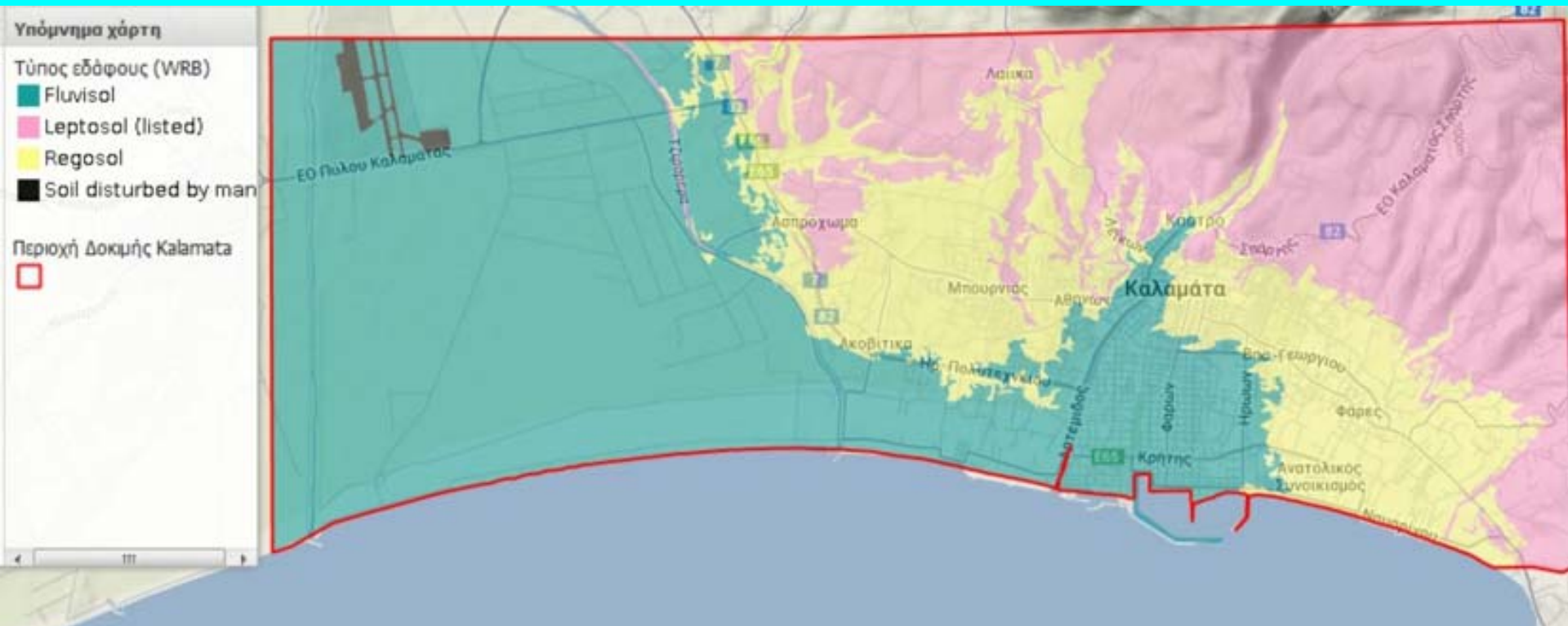


## Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή της Καλαμάτας (iv)

- Χρήση ψηφιακών πολυγώνων εδαφικής κάλυψης Corine



## Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή της Καλαμάτας (ν)



- Εδαφολογικός χάρτης περιοχής πόλης Καλαμάτας κατά WRB ταξινόμηση



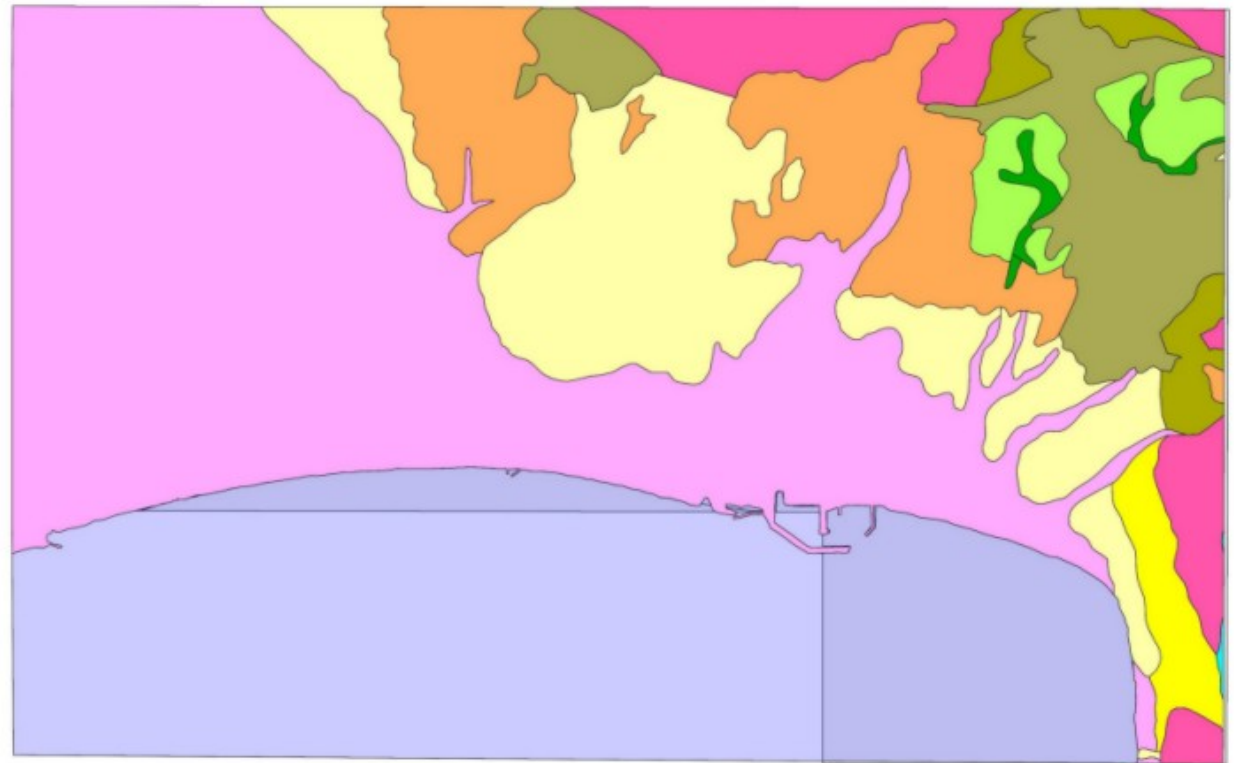
Leptosols



Regosols



## Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή της Καλαμάτας (vi)



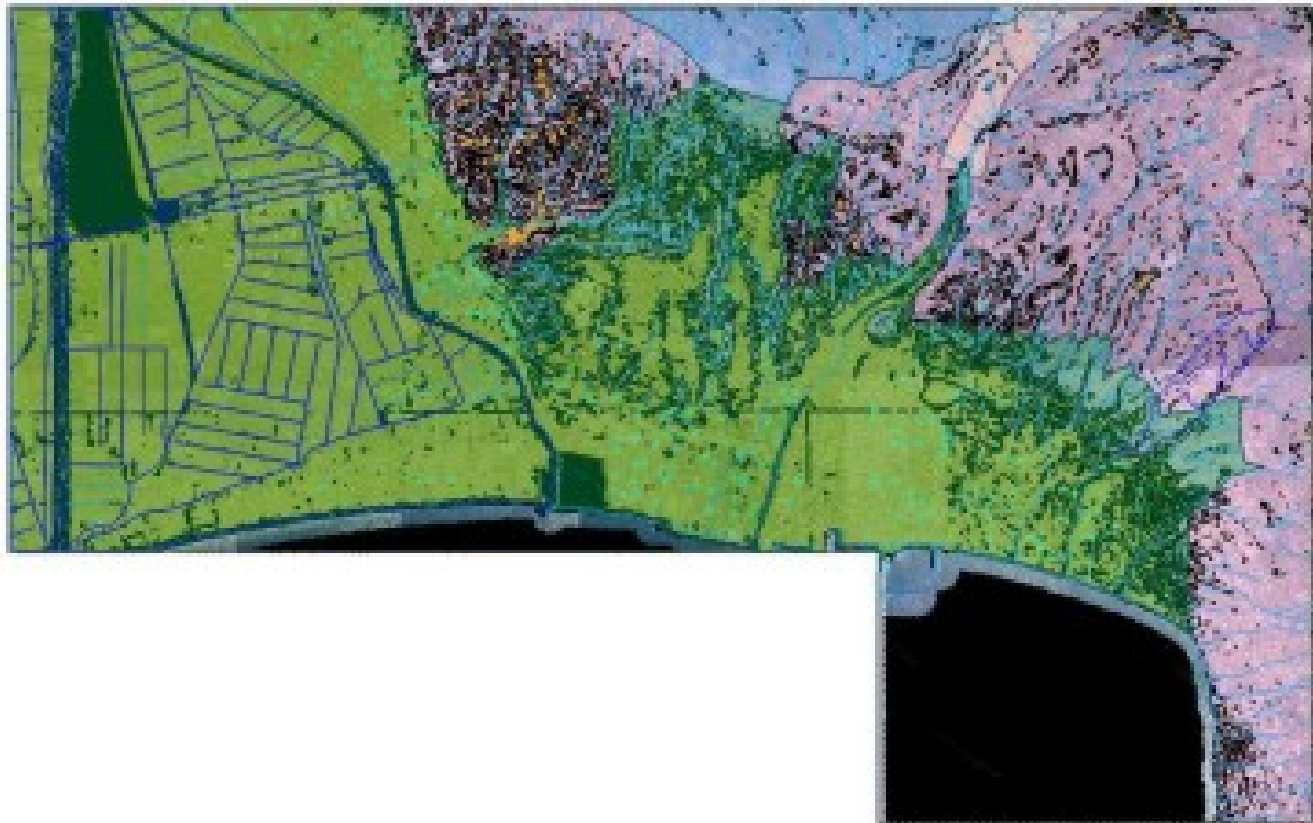
### LEGEND

- Quaternary-Holocene Scree, loose to cohesive, consisting of angular pebbles deriving from crystalline limestones, with carbonate matrix and clays
- Quaternary-Pleistocene terraces (terrestrial) consisting of red clays and clayey sands with dispensed angular pebbles and conglomerate intercalations dominating at the base. Thickness 50-80m approx.
- Quaternary-Holocene alluvial deposits, mainly rounded pebbles, gravels and locally sandy clays
- Cretaceous limestones-dolomitic limestones, slightly bituminous, medium to thick bedded, with calcite veins. Intercalations of breccia limestones dominate in the lower horizons
- Quaternary-Neogene-Pliocene conglomerates, 3-4m thick dominate at their base. Grey marls in cross bedded layers. Grey to yellow-grey psammitic marls. Marly to psammitic limestones locally occur
- Pindos Zone-Overthrust series-Jurassic-Lower Cretaceous Cenomanian "first flysch"-cherts, alterations of red coloured clayey-marly beds and sandstones. This formation passes downwards to red cherts alternating with marls and sandstones.
- Pindos Zone-Overthrust series-Upper Cretaceous Turonian-Senonian limestones, light grey slightly yellowish and locally redish, thin bedded, with intercalations greenish marls
- Tripolis zone-Paleocene- Upper Eocene limestones, grey bituminous, medium-bedded, sometimes dolomized
- Tripolis zone-Upper Eocene-Oligocene flysch undivided, alterations of grey marls, sandstones with intercalations or lenses of limestones and conglomerates
- Ionian zone-Plattenkalk-Autochthonous series Upper Senonian-Upper Eocene Crystalline limestones (platy limestones) white grey, fine grained, microbrecciated to brecciated, thin to medium-bedded, bituminous with thin intercalations or nodules of cherts
- SEA

## ■ Ψηφιοποίηση του γεωλογικού χάρτη περιοχής Καλαμάτας

## Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή της Καλαμάτας (vii)

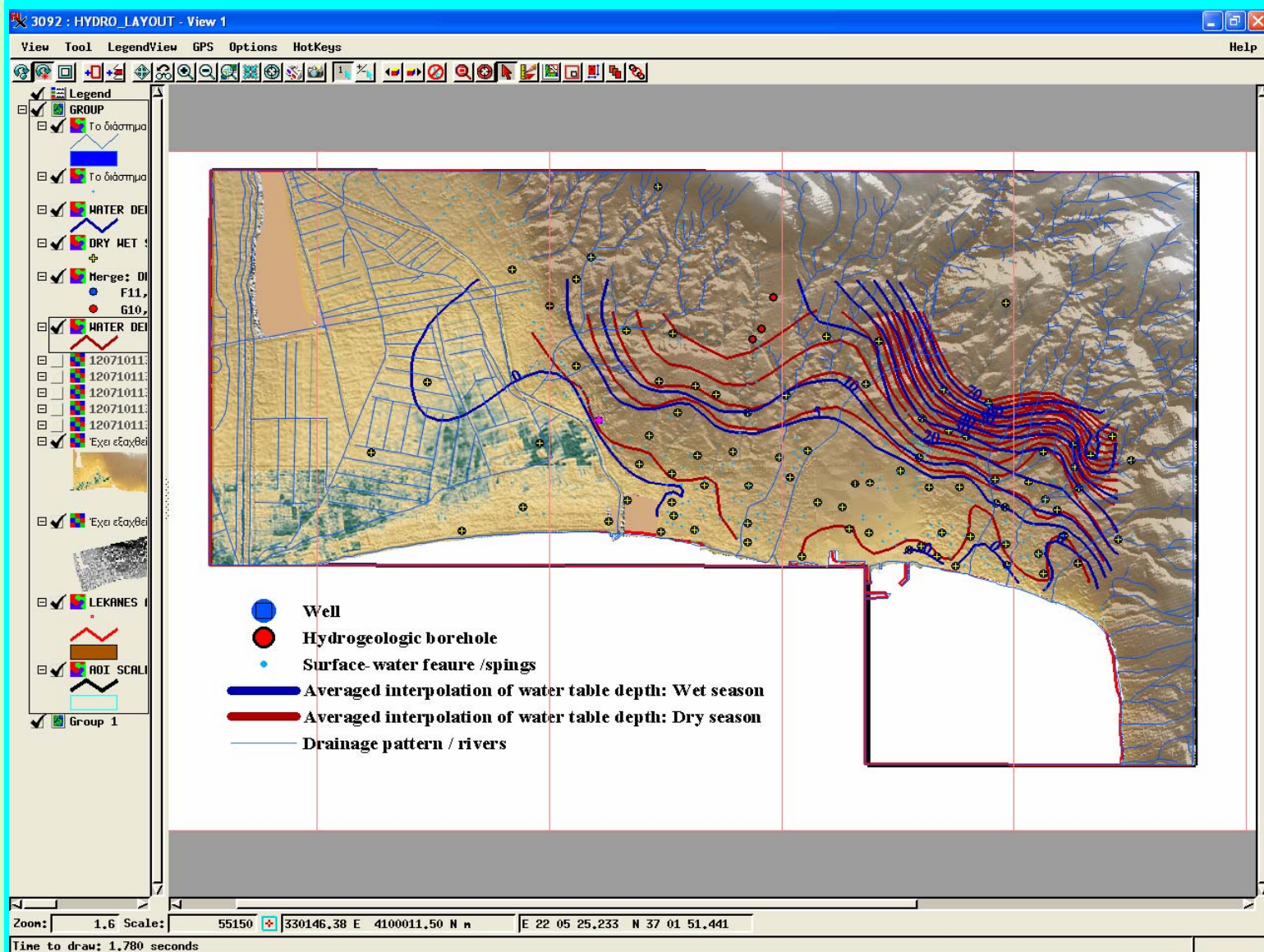
- Ψηφιοποίηση των υδάτινων σωμάτων και του υδρογραφικού δικτύου περιοχής Καλαμάτας

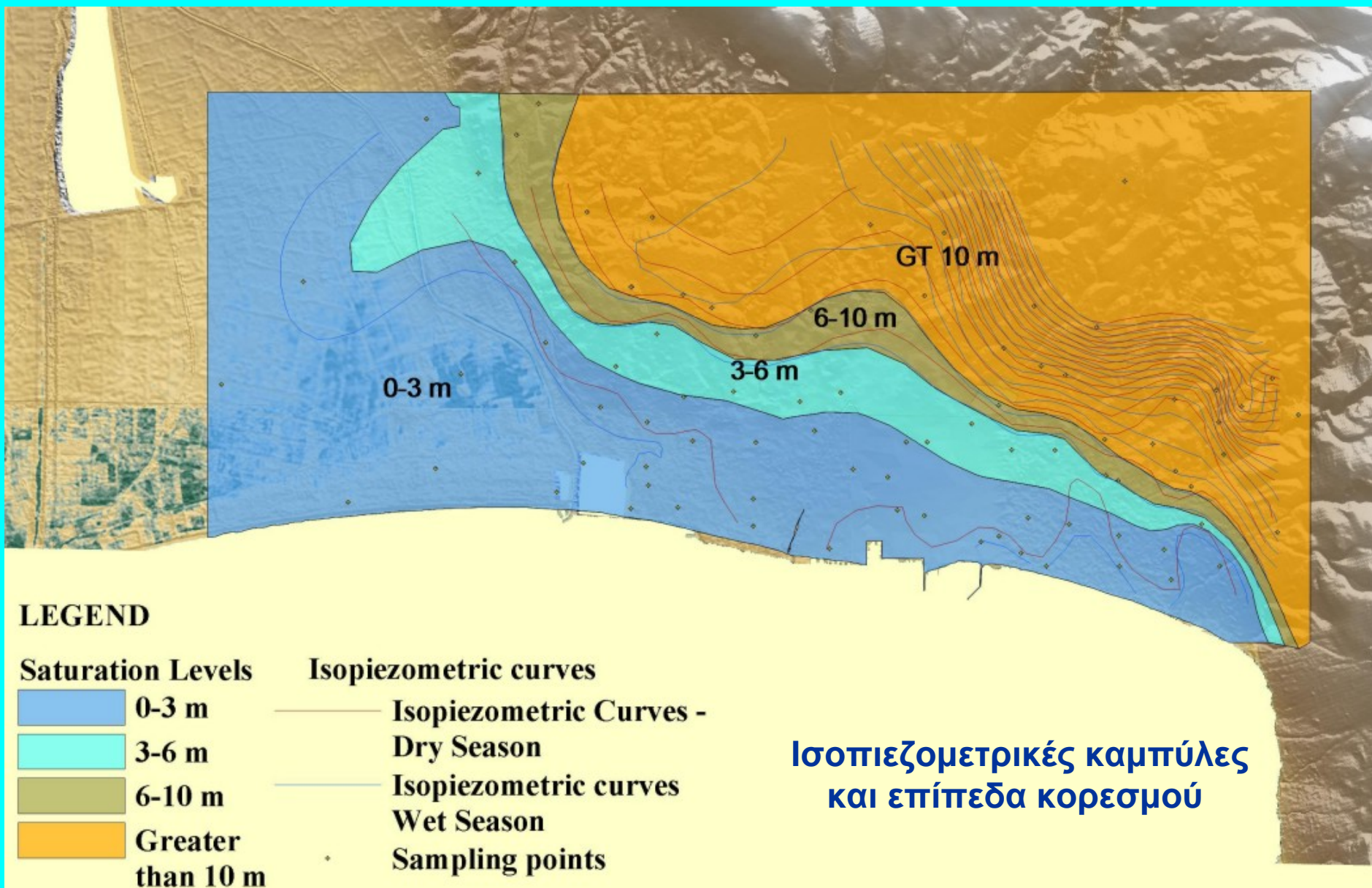


## Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή της Καλαμάτας (viii)

Αξιολόγηση  
υπαρχόντων  
υδρο-  
γεωλογικών  
δεδομένων  
περιοχής  
Καλαμάτας και  
χάραξη  
ισοπιεζο-  
μετρικών  
καμπυλών.  
Από ισο-  
πιεζομετρικές  
καμπύλες ⇒  
δημιουργία  
πολυγώνων.

Επιβεβαιω-  
τικές εργασίες  
με μετρήσεις  
στάθμης τον  
Νοε. 2012



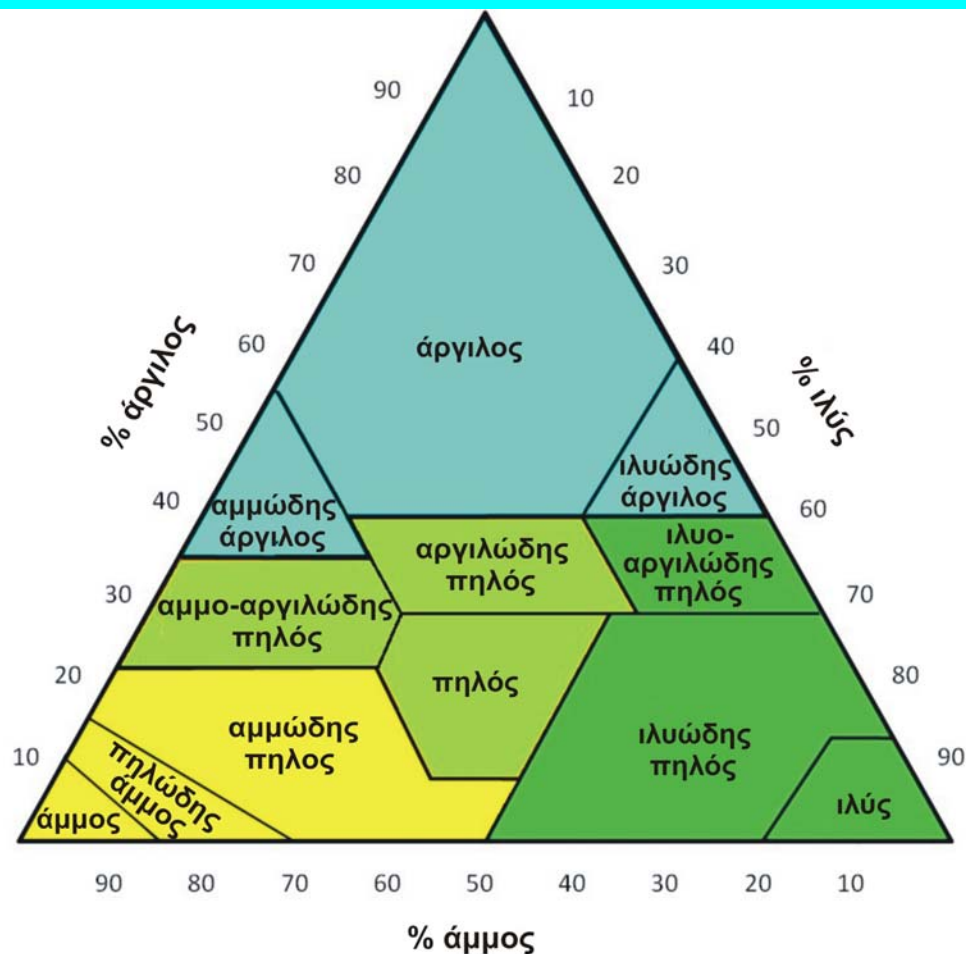


## Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή της Καλαμάτας (x)

- Συγκέντρωση υπαρχόντων δεδομένων κοκκομετρικής σύστασης του εδάφους της περιοχής πόλεως Καλαμάτας.
- Συλλογή και αξιολόγηση στοιχείων από ρηχές γεωτρήσεις για γεωτεχνικούς και τεχνικο-γεωλογικούς σκοπούς που πραγματοποιήθηκαν από το ΚΕΔΕ της Γενικής Γραμματείας Δημοσίων Έργων.

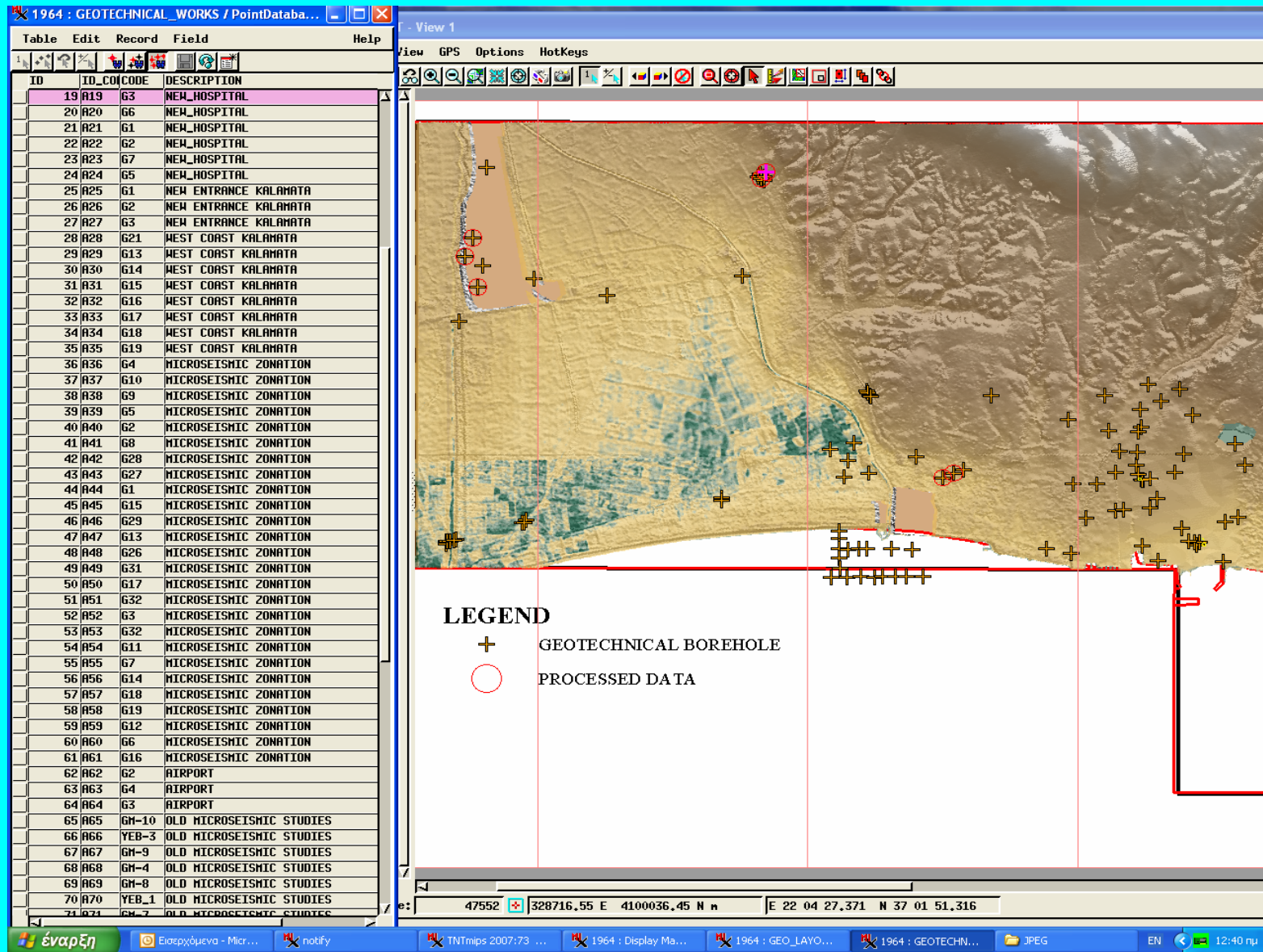
Επεξεργασία των δεδομένων αυτών:

- (α) γεωαναφορά θέσεων γεωτρήσεων
- (β) συσχετισμός της υφής του εδάφους μεταξύ διαφορετικών θέσεων
- (γ) νέα προσπάθεια ταξινόμησης κατά USDA

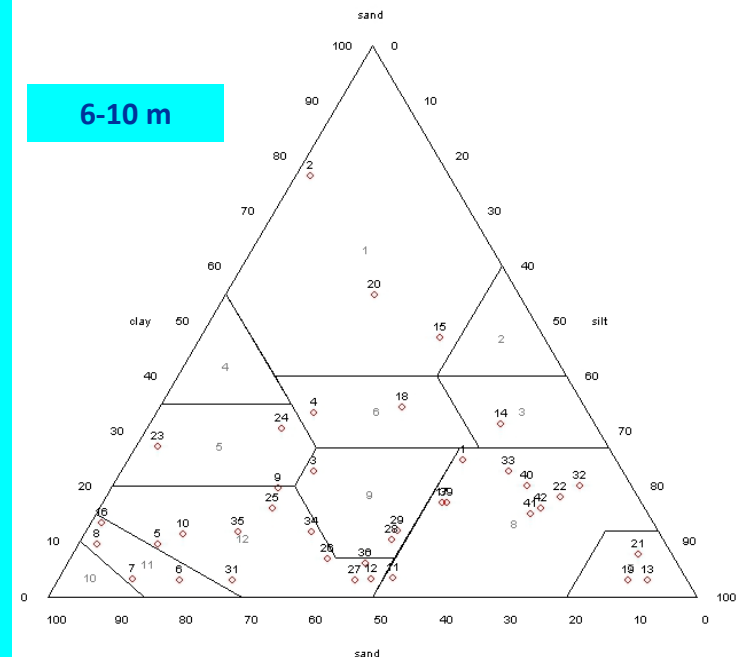
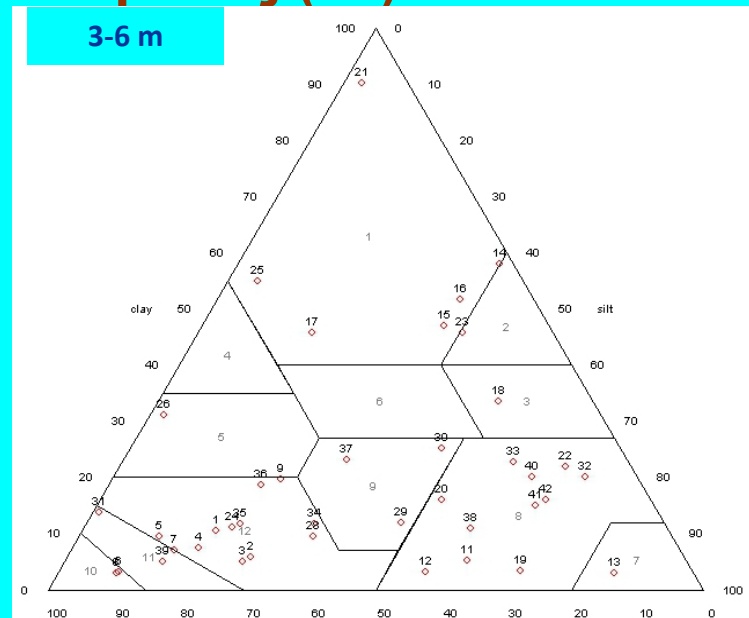
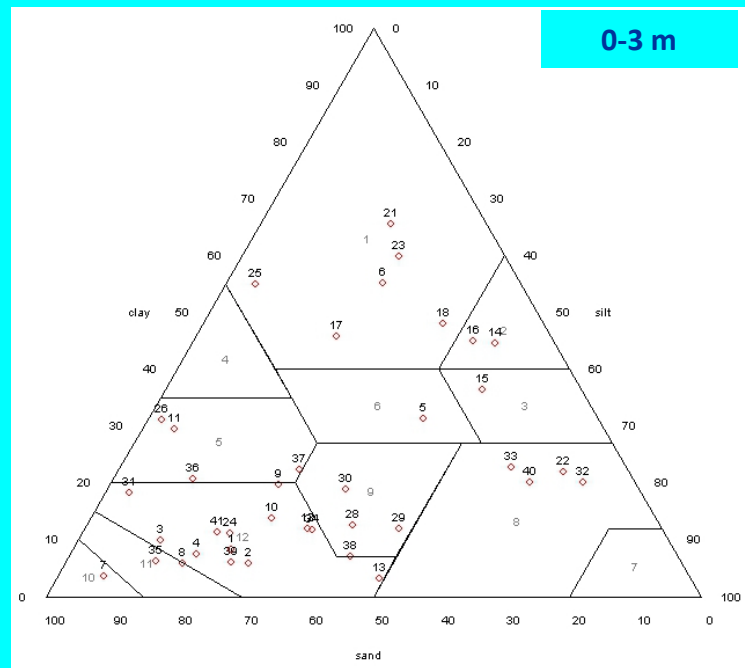


## Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή της Καλαμάτας (xi)

Κατασκευή  
χάρτη και  
βάσης  
δεδομένων  
από τα  
στοιχεία των  
γεωτεχνικών  
γεωτρήσεων.  
Τα στοιχεία  
όλων των  
γεωτρήσεων  
δεν  
μπορούσαν  
να χρησι-  
μοποιηθούν  
γιατί δεν  
ήταν τα  
κατάλληλα.



## Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή της Καλαμάτας (xii)



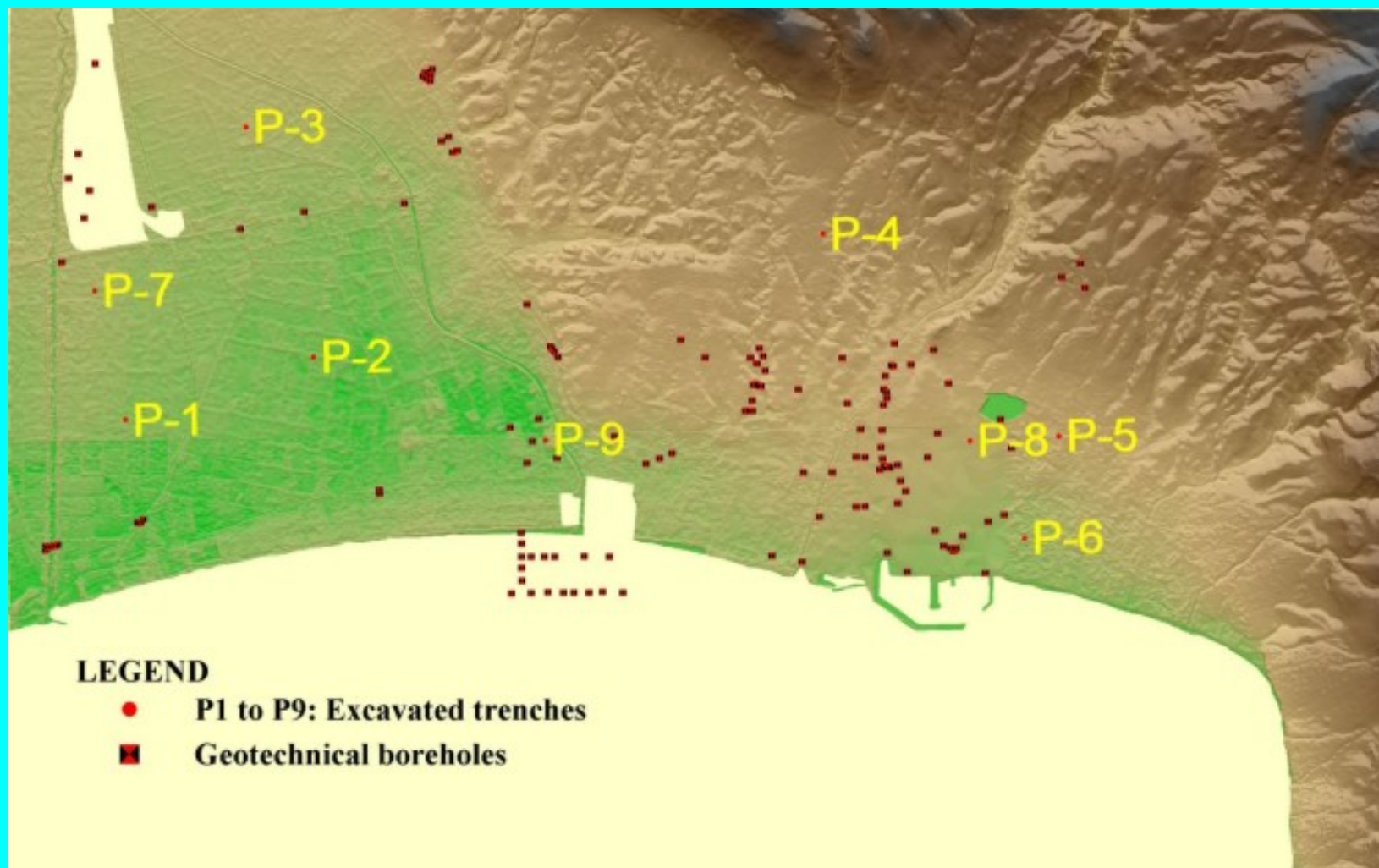
**Ταξινόμηση υπαρχόντων δεδομένων δειγμάτων  
 από 42 γεωτεχνικές γεωτρήσεις  
 σε σύστημα ταξινόμησης κατά USDA  
 και προβολή σε τριγωνικό διάγραμμα  
 για τα 3 στρώματα βάθους  
 (0-3, 3-6, 6-10 m)**

## Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή της Καλαμάτας (xiii)

Κατασκευή ορυγμάτων σε 9 επιλεγμένες θέσεις, βάθους 5-6 m, και δειγματοληψίες από διαφορετικούς εδαφικούς ορίζοντες (Οκτ. 2012).

Κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων αυτών και μετρήσεις αγωγιμότητας στα δείγματα στο Friedrich-Alexander Universitaet Erlangen-Nuernberg (Γερμανία)





Χάρτης της περιοχής δοκιμής (Καλαμάτα) που δείχνει τις θέσεις των ορυγμάτων που κατασκευάστηκαν για τη δειγματοληψία εδάφους καθώς και τις θέσεις των γεωτεχνικών γεωτρήσεων από τις οποίες αξιολογήθηκαν υπάρχοντα δεδομένα (δεν χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα όλων των γεωτρήσεων λόγω ακαταλληλότητας)

- Το **Εργαλείο Υπολογισμού (Calculator)** μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπολογισθεί το πολύ Ρηχό Γεωθερμικό Δυναμικό (vSGP) μέχρι το βάθος των 10m.
- Το Εργαλείο Υπολογισμού του vSGP αποσκοπεί στο να επαυξήσει τα υπάρχοντα δεδομένα από το Χάρτη Περίγραμμα της Ευρώπης ή να δημιουργήσει νέα δεδομένα και θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί όταν υπάρχουν λεπτομερή εξωτερικά δεδομένα π.χ. από ανάλυση του υπεδάφους. Φιλοδοξεί να φτάσει τουλάχιστον στο ίδιο ή ακόμη μεγαλύτερο επίπεδο ακριβείας, όπως στις περιοχές δοκιμής.
- Το Εργαλείο Υπολογισμού έχει προσυμπληρωθεί με πληροφορίες από το Χάρτη Περίγραμμα της Ευρώπης. Οι χρήστες μπορούν να εισάγουν νέα δεδομένα ή να τροποποιήσουν τα υπάρχοντα.

vSGP Calculator
English
ThermMap

Location for Report

Enter an address, location or coordinates [lat,lon]:
Apply address

1. General location parameters (optional)

|                  |    |           |                    |
|------------------|----|-----------|--------------------|
| Protection zone: | NO | Slope (°) | Soil type (WRB)    |
| Name:            |    |           |                    |
| Code:            |    | < 15°     | Select a soil type |
| Type:            |    |           |                    |

2. Climate parameters

| Temperature (°C) |                             |                           | Precipitation (mm) |                            |                                              | Humidity Index SCHREIBER (1973) |
|------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|
| Annual average   | Soil temperature (optional) | Annual minimum (optional) | Annual sum         | Monthly maximum (optional) | Month(s) of maximum precipitation (optional) |                                 |
|                  |                             |                           |                    |                            |                                              |                                 |

3. Depth layer specific settings

Select depth layer definition

No depth information (like European Outline Map)

4. Depth layer specific parameters

| Bulk density (g/cm³) | Soil texture (USDA) |                                 |                                  | Water content Vol.-%       |                             |           |                     |             |
|----------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------|---------------------|-------------|
|                      | Insert separates    | Select Soil texture group/class | Selection by triangle (optional) | minimum (arid/unsaturated) | maximum (humid/unsaturated) | saturated | measured (optional) | Saturation  |
| 1.3                  |                     | Select Soil texture             |                                  |                            |                             |           |                     | unsaturated |

5. Calculation

| Heat capacity (MJ/m³K) DEHNER (2007) | Heat conductivity (W/mK) KERSTEN (1949) |                            |                             |           | vSGP (Test Area legend) |
|--------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------|-------------------------|
|                                      | Current vSGP value                      | minimum (arid/unsaturated) | maximum (humid/unsaturated) | saturated |                         |
|                                      |                                         |                            |                             |           |                         |

6. Report with specified parameters

Person responsible:

Report title:

Reset

## Εργαλείο Υπολογισμού - ενσωματωμένο

The screenshot displays the vSGP software interface. On the left, a sidebar titled 'vSGP παράθυρο επιλογής' (vSGP selection window) contains options for map selection and tool activation. The main area shows a map of Greece with a red dot indicating a location near Athens. A pop-up window titled 'vSGP λεπτομέρειες σε 38.104 lat/23.743 long, ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΩΝ, Αχαρνές 136' (vSGP details at 38.104 lat/23.743 long, THRAKOMAKEDONON, Acharnes 136) is open, showing a 'Calculator' tool. The calculator tool has a text box with the instruction: 'Μπορείτε να υπολογίσετε το πολύ Ρηχό Γεωθερμικό Δυναμικό σας για αυτήν την τοποθεσία με βελτιστοποιημένες παραμέτρους του γνωστικού υποβάθρου' (You can calculate your very shallow geothermal potential for this location with optimized parameters of the knowledge base). Below the text box is a button labeled 'Εγχειρίδιο Οδηγιών Εργαλείο υπολογισμού (Calculator) του vSGP' (vSGP Calculation Tool User Manual).

- Μετά τον καθορισμό της περιοχής ενδιαφέροντος στο Χάρτη Περίγραμμα της Ευρώπης, με ένα κλικ πάνω στην τοποθεσία εμφανίζεται το Κουτί Πληροφοριών (Infobox) του vSGP.
- Στην καρτέλα Calculator (Εργαλείο Υπολογισμού) πατώντας το Κουμπί του Εργαλείου Υπολογισμού (Calculator) ανοίγει το Εργαλείο Υπολογισμού (Calculator) του vSGP – μια νέα σελίδα HTML.

## Εργαλείο Υπολογισμού - ενσωματωμένο

➤ Όλα τα διαθέσιμα στοιχεία για αυτό το σημείο του χάρτη (κλιματικές και εδαφικές παράμετροι υποβάθρου του Χάρτη Περιγράμματος Ευρώπης) φορτώνονται στο Εργαλείο Υπολογισμού.

Εργαλείο Υπολογισμού (Calculator) του vSGP με βελτιωμένες παραμέτρους του γνωστικού υποβάθρου

ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΩΝ, Αχαρνές 136 78, Ελλάδα

### 1. Γενικές παράμετροι τοποθεσίας (προαιρετικά)

|                                                    |                                                         |                                       |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Ζώνη Προστασίας : <input type="text" value="OXI"/> | Κλίση (°)<br><br><input type="text" value=" &lt; 15°"/> | Τύπος εδάφους (WRB)                   |
| Όνομα: <input type="text"/>                        |                                                         | <input type="text" value="Cambisol"/> |
| Κωδικός: <input type="text"/>                      |                                                         |                                       |
| Τύπος: <input type="text"/>                        |                                                         |                                       |

### 2. Κλιματικές παράμετροι

| Θερμοκρασία (°C)                   |                                   |                                   | Ατμοσφαιρικά Κατακρημνίσματα (Βροχόπτωση) (mm) |                                 |                                                                        | Δείκτης Υγρασίας SCHREIBER (1973)     |
|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Ετήσια μέση τιμή                   | Θερμοκρασία εδάφους (προαιρετικά) | Ετήσια ελάχιστη (προαιρετικά)     | Ετήσια συνολική ποσότητα                       | Μηνιαία μέγιστη (προαιρετικά)   | Μήνας(-ες) μέγιστου ύψους ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (προαιρετικά) |                                       |
| <input type="text" value="17.58"/> | <input type="text"/>              | <input type="text" value="5.50"/> | <input type="text" value="495"/>               | <input type="text" value="80"/> | <input type="text" value="Δεκέμβριος"/>                                | <input type="text" value="semiarid"/> |

### 3. Ειδικές παράμετροι στρώματος βάθους I

Επιλέξτε καθορισμό στρώματος βάθους

### 4. Ειδικές παράμετροι στρώματος βάθους II

| Φαινόμενη πυκνότητα (g/cm³)      | Μέγεθος κόκκων (USDA)      |                                                     | Επιλογή από τριγωνικό διάγραμμα (προαιρετικά) | Περιεκτικότητα σε νερό (υγρασία) Vol.-% |                                 |                      |                                  | Κορεσμός                                 |
|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------------------|------------------------------------------|
|                                  | Εισάγετε ξεχωριστά τμήματα | Επιλέξτε ομάδα/τάξη μεγέθους κόκκων                 |                                               | ελάχιστη (ξηρή/ακόρεστη)                | μέγιστη (υγρή/ακόρεστη)         | κορεσμένη            | μετρημένη (Vol.-%) (προαιρετικά) |                                          |
| <input type="text" value="1.3"/> |                            | <input type="text" value="πηλοί (Επίπεδο Ομάδας)"/> |                                               | <input type="text" value="21"/>         | <input type="text" value="41"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>             | <input type="text" value="σε ακόρεστη"/> |

### 5. Υπολογισμός

| Θερμοχωρητικότητα (MJ/m³K) DEHNER (2007) | Θερμική αγωγιμότητα (W/mK) KERSTEN (1949) |                                   |                                   |                                   | vSGP (Υπόμνημα Περιοχής Δοκιμής)                |
|------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                          | Τρέχουσα τιμή του vSGP                    | ελάχιστη (ξηρή/ακόρεστη)          | μέγιστη (υγρή/ακόρεστη)           | κορεσμένη                         |                                                 |
|                                          |                                           | <input type="text" value="0.83"/> | <input type="text" value="0.83"/> | <input type="text" value="1.07"/> | <input type="text" value="χαμηλή αγωγιμότητα"/> |

### 6. Έκθεση με συγκεκριμένες παραμέτρους

Υπεύθυνος:

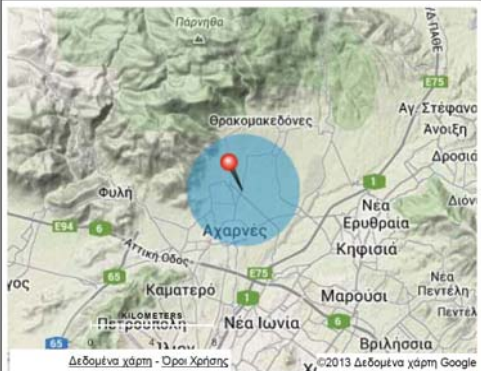
Τίτλος Έκθεσης:

## Εργαλείο Υπολογισμού - ενσωματωμένο

➤ Δυνατότητα εκτύπωσης έκθεσης με τα νέα αποτελέσματα και τις ειδικές παραμέτρους

Έργο ΕΕ ThermoMap -  
Δελτίο Πληροφοριών Τοποθεσίας για το πολύ Ρηχό Γεωθερμικό Δυναμικό από 27/11/2013

|                                                                                                                                                |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <p><b>Διεύθυνση και Τοποθεσία:</b><br/>ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΩΝ, Αχαρνές 136 78, Ελλάδα<br/>38.1038° γεωγραφικό πλάτος και 23.7426° γεωγραφικό μήκος</p> | <p><b>ThermMap</b></p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|



Θερμική αγωγιμότητα

- υψηλή τιμή
- μέτρια υψηλή τιμή
- μέση τιμή
- μέτρια χαμηλή τιμή
- χαμηλή τιμή
- Περιορισμένη Χρήση
- δεν υπάρχει εκτίμηση

**Χάρτες Επισκόπησης της επιλεγμένης τοποθεσίας**

**Αποποίηση ευθύνης**  
Η αποκατάκτη ευθύνη για το παρεχόμενο σήμα στους συγγραφείς. Δεν ανταποκρίνεται απαραίτητα την άποψη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η οποία δεν αποδέχεται την ευθύνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται εδώ.

**Εισαγωγή**  
Οι τιμές που παρατίθενται μέσα σ' αυτή την Έκθεση βασίζονται γενικά στα αποτελέσματα του συγχρηματοδοτούμενου από την ΕΕ έργου ThermoMap (Αριθμός έργου CIP ICT PSP 250446, Ιστοσελίδα: <http://www.thermomap-project.eu/>).  
Ο βασικός σκοπός του έργου ThermoMap ήταν να αναπτύξει ένα επαρκές και αποτελεσματικό σύστημα εκτίμησης για τη δημιουργία παν-Ευρωπαϊκών χαρτών επιφανειακού (πολύ ρηχού) γεωθερμικού δυναμικού ως ένα υποστηρικτικό και πληροφοριακό εργαλείο σχεδιασμού για την εγκατάσταση (πολύ) ρηχών κατακόρυφων και οριζώντιων γεωθερμικών συστημάτων.  
Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται σ' αυτήν την Έκθεση εξαρτώνται από τα εισαγόμενα δεδομένα του χρήστη. υπεύθυνος: . Η Κοινότητα του ThermoMap αναλαμβάνει την ευθύνη μόνο για τη μεθοδολογία υπολογισμού.

**Πιθανοί περιορισμοί χρήσης**  
Με βάση τα συγκεκριμένα στοιχεία μπορεί να αναφερθεί ότι η επιλεγμένη θέση είναι μη ευρισκόμενη σε ζώνη προστασίας.  
Η τοπογραφική ανάλυση αποκάλυψε κλίση, η οποία είναι μικρότερη από 15°. Συνεπώς, κατά την τοποθέτηση ενός (πολύ) ρηχού γεωθερμικού συστήματος, δεν θα πρέπει να προκύψει κανένα πρόβλημα με τον εξερισμό και τη διαδικασία εγκατάστασης.  
Ο κυρίαρχος τύπος εδάφους που προσδιορίστηκε σύμφωνα με το αναγνωρισμένο σύστημα ταξινόμησης WRB είναι εδώ Cambisol. Με αυτόν τον τύπο του εδάφους, κατ' αρχήν, δεν είναι γνωστοί περιορισμοί αναφορικά με μια βιώσιμη και αποδοτική εγκατάσταση και λειτουργία ενός (πολύ) ρηχού γεωθερμικού συστήματος.

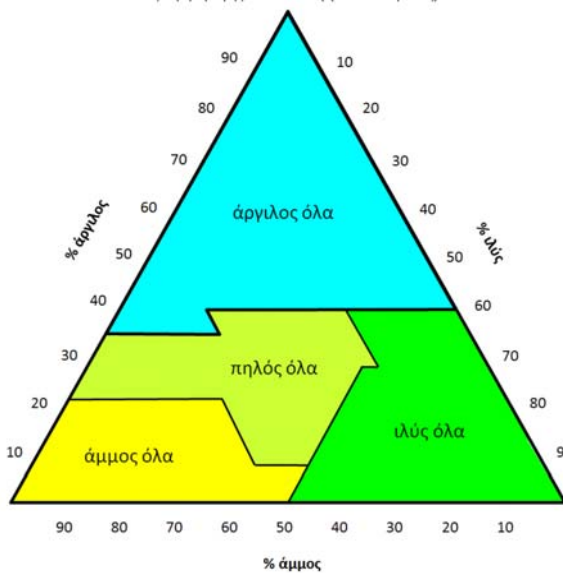
**Κλιματικές συνθήκες**  
Τα κλιματικά δεδομένα, κατά μέσο όρο επί σειρά ετών, οδηγούν σε μια μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα των **17.58 °C** ενώ η ελάχιστη ετήσια θερμοκρασία του αέρα είναι **5.50 °C**. Η ποσότητα των ετήσιων ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων είναι **495 mm**. Η μέγιστη μηνιαία ποσότητα κατακρημνισμάτων των **80 mm** συναντάται τον(-ους) μήνα(-ες) **Δεκέμβριος**. Αυτό συνεπάγεται **ημιξηρές συνθήκες** για την επιλεγμένη περιοχή.

Σελίδα 1

Έργο ΕΕ ThermoMap -  
Δελτίο Πληροφοριών Τοποθεσίας για το πολύ Ρηχό Γεωθερμικό Δυναμικό από 27/11/2013

|                                                                                                                                                |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <p><b>Διεύθυνση και Τοποθεσία:</b><br/>ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΩΝ, Αχαρνές 136 78, Ελλάδα<br/>38.1038° γεωγραφικό πλάτος και 23.7426° γεωγραφικό μήκος</p> | <p><b>ThermMap</b></p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|

ταξινόμηση υφής κατά USDA ( (Επίπεδο Ομάδας)



**Ιδιότητες εδάφους**  
Η κυρίαρχη **κατανομή** μεγέθους κόκκων σύμφωνα με την ταξινόμηση της υφής του εδάφους κατά USDA είναι **πηλοί (Επίπεδο Ομάδας)**. (βλ. παραπάνω Σχήμα για τις τάξεις κατά USDA με τα εκτιμώμενα κλάσματα άμμου, αργίλου και ιλύος).

**Γεωθερμική κατάσταση**  
Η θερμική **αγωγιμότητα** της θεμελιώδους μάζας του εδάφους καθορίζεται ουσιαστικά από την υφή του, τη φυσική υγρασία και τη φαινόμενη πυκνότητα. Στην επιλεγμένη θέση, οι τιμές κάτω από ακόρεστες συνθήκες μπορεί να κυμαίνονται από **0.83 W/mK** μέχρι **1.07 W/mK** με βάση **ξηρές/ ακόρεστες συνθήκες** μια τιμή **0.83 W/mK** είναι πιθανή. Αυτές οι παράμετροι υπολογίστηκαν με τη χρήση των μαθηματικών τύπων KERSTEN (1949). Η **θερμοχωρητικότητα** των **NaN MJ/m³K** υπολογίζεται σύμφωνα με τους τύπους κατά DEHNER (2007). Γ' αυτούς τους υπολογισμούς **φαινόμενη πυκνότητα** των **1.3 g/cm³** χρησιμοποιήθηκε, η οποία γενικά περιγράφει τη σχέση μεταξύ μάζας και όγκου.  
Η ανάλυση αυτών των γεωεπιστημονικών παραμέτρων υποδεικνύει ότι η επιλεγμένη τοποθεσία έχει **χαμηλή αγωγιμότητα** ως πολύ Ρηχό Γεωθερμικό Δυναμικό (vSGP) χωρίς περιορισμούς.  
Για τον πλήρη σχεδιασμό ενός συστήματος, είναι απαραίτητα πιο λεπτομερή στοιχεία για την εγκατάσταση και λειτουργία ενός συστήματος ΓΑΘ. Συνεπώς, παρακαλούμε να έρθετε σε επαφή με κάποιον σχετικό γεωθερμικό σύμβουλο για περαιτέρω σχεδιασμό.

Σελίδα 2

## Εργαλείο Υπολογισμού - αυτόνομο

thermomap.edu-zgis.net/calculator.html?lang=gr

Πιο συχνά αναγνωσμέ... Ξεκινώντας Τίτλοι ειδήσεων

### Εργαλείο Υπολογισμού (Calculator) του vSGP

Ελληνικά

**ThermMap**

Τοποθεσία για την Έκθεση

Εισάγετε μια διεύθυνση ή συντεταγμένες (γεωγρ. πλάτος, γεωγρ. μήκος):  Εφαρμόστε διεύθυνση

**1. Γενικές παράμετροι τοποθεσίας (προαιρετικά)**

|                                                   |                                            |                                                                         |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Ζώνη Προστασίας: <input type="text" value="ΟΧΙ"/> | Κλίση (°): <input type="text" value="15"/> | Τύπος εδάφους (WRB): <input type="text" value="Επιλέξτε τύπο εδάφους"/> |
| Όνομα: <input type="text"/>                       |                                            |                                                                         |
| Κωδικός: <input type="text"/>                     |                                            |                                                                         |
| Τύπος: <input type="text"/>                       |                                            |                                                                         |

**2. Κλιματικές παράμετροι**

| Θερμοκρασία (°C)     |                                   |                               | Ατμοσφαιρικά Κατακρημνίσματα (Βροχόπτωση) (mm) |                               |                                                                        | Δείκτης Υγρασίας SCHREIBER (1973) |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Ετήσια μέση τιμή     | Θερμοκρασία εδάφους (προαιρετικά) | Ετήσια ελάχιστη (προαιρετικά) | Ετήσια συνολική ποσότητα                       | Μηνιαία μέγιστη (προαιρετικά) | Μήνας(-ες) μέγιστου ύψους ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (προαιρετικά) |                                   |
| <input type="text"/> | <input type="text"/>              | <input type="text"/>          | <input type="text"/>                           | <input type="text"/>          | <input type="text"/>                                                   | <input type="text"/>              |

**3. Ειδικές παράμετροι στρώματος βάθους I**

Επιλέξτε καθορισμό στρώματος βάθους

**4. Ειδικές παράμετροι στρώματος βάθους II**

| Φαινόμενη πυκνότητα (g/cm³)      | Μέγεθος κόκκων (USDA)          |                                                      |                                               | Περιεκτικότητα σε νερό (υγρασία) Vol.-% |                         |                      |                                  | Κορεσμός                                   |
|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
|                                  | Εισάγετε ξεχωριστά τμήματα     | Επιλέξτε ομάδα/τάξη μεγέθους κόκκων                  | Επιλογή από τριγωνικό διάγραμμα (προαιρετικά) | ελάχιστη (ξηρή/ακόρεστη)                | μέγιστη (υγρή/ακόρεστη) | κορεσμένη            | μετρημένη (Vol.-%) (προαιρετικά) |                                            |
| <input type="text" value="1.3"/> | <input type="text" value="1"/> | <input type="text" value="Επιλέξτε μέγεθος κόκκων"/> | <input type="text" value="1"/>                | <input type="text"/>                    | <input type="text"/>    | <input type="text"/> | <input type="text"/>             | <input type="text" value="σε ακόρεστη I"/> |

**5. Υπολογισμός**

|                                          |                                           |                                |
|------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|
| Θερμοχωρητικότητα (MJ/m³K) DEHNER (2007) | Θερμική αγωγιμότητα (W/mK) KERSTEN (1949) | vSGP (Υπόμνημα Περιοχής Δομής) |
| Τρέχουσα τιμή του                        | ελάχιστη (ξηρή/ακόρεστη)                  |                                |
|                                          | μέγιστη (υγρή/ακόρεστη)                   |                                |
|                                          | κορεσμένη                                 |                                |

**6. Έκθεση με συγκεκριμένες παραμέτρους**

Υπεύθυνος:

- Το Εργαλείο Υπολογισμού (Calculator) του vSGP είναι επίσης προσβάσιμο και εκτός της εφαρμογής Προβολής Χάρτη (MapView), στις διευθύνσεις:  
<http://thermomap.edu-zgis.net/calculator.html>  
<http://thermomap.edu-zgis.net/index.html?calc=true>
- Τότε, ούτε κλιματικές ούτε εδαφικές τιμές είναι προ-συμπληρωμένες. Για την αναφορά των αποτελεσμάτων του υπολογισμού σε μια τοποθεσία, θα πρέπει να ορίζονται η διεύθυνση ή οι συντεταγμένες.

## Εργαλείο Υπολογισμού

**4. Ειδικές παράμετροι στρώματος βάθους II**

| Φαινόμενη πυκνότητα (g/cm <sup>3</sup> ) | Μέγεθος κόκκων (USDA)                                                             |                                                                      |                                                                                     |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          | <input type="radio"/> Εισάγετε ξεχωριστά τμήματα                                  | <input checked="" type="radio"/> Επιλέξτε ομάδα/τάξη μεγέθους κόκκων | Επιλογή από τριγωνικό διάγραμμα (προαιρετικά)                                       |
| <input type="text" value="1.3"/>         |  | <input type="text" value="Επιλέξτε μέγεθος κόκκων"/>                 |  |

Δύο διαδραστικά εργαλεία (φόρμες δεδομένων εισόδου) για την επιλογή της τάξης του μεγέθους των κόκκων εφαρμόζονται στην ενότητα «4. Ειδικές παράμετροι II στρώματος βάθους».

Πατώντας το Κουμπί Εισαγωγή κλασμάτων (Insert separates) θα ανοίξει το **εργαλείο υπολογισμού κοκκομετρίας (Grain size calculator)** για να εισαχθούν οι ποσοστιαίες τιμές των κλασμάτων.

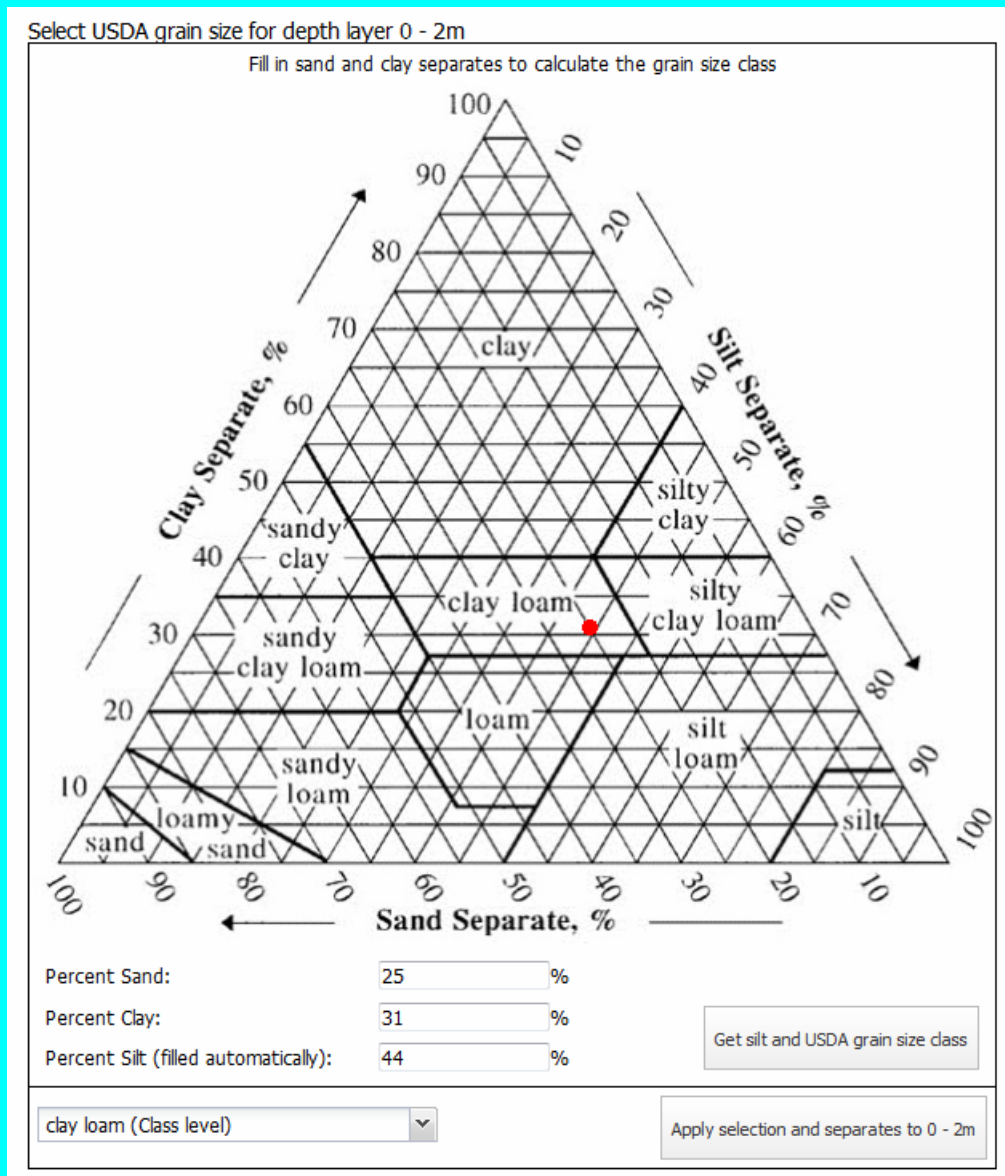
Πατώντας το Κουμπί Επιλογή από τρίγωνο (Selection by triangle), θα ανοίξει το **Εργαλείο Τριγωνικού Διαγράμματος (Triangle Tool)**, το οποίο δείχνει ένα διαδραστικό τριγωνικό διάγραμμα κοκκομετρίας κατά USDA.

## Εργαλείο Υπολογισμού – Εργαλείο υπολογισμού κοκκομετρίας

Μπορούν να εισαχθούν τιμές άμμου και αργίλου.

Πατώντας το **Κουμπί Πάρετε...** (**Get...**) θα υπολογιστεί το ποσοστό ιλύος, το κόκκινο σημείο θα τοποθετηθεί στο τριγωνικό διάγραμμα και η σχετική τάξη μεγέθους των κόκκων κατά USDA θα εμφανισθεί στον αναδυόμενο (αναδιπλούμενο) κατάλογο.

Πατώντας το **Κουμπί Εφαρμόστε...** (**Apply..**) θα κλείσει το εργαλείο υπολογισμού κοκκομετρίας και η επιλεγμένη τάξη μεγέθους κόκκων θα μεταφερθεί στο κύριο παράθυρο του Εργαλείου Υπολογισμού νSGP.

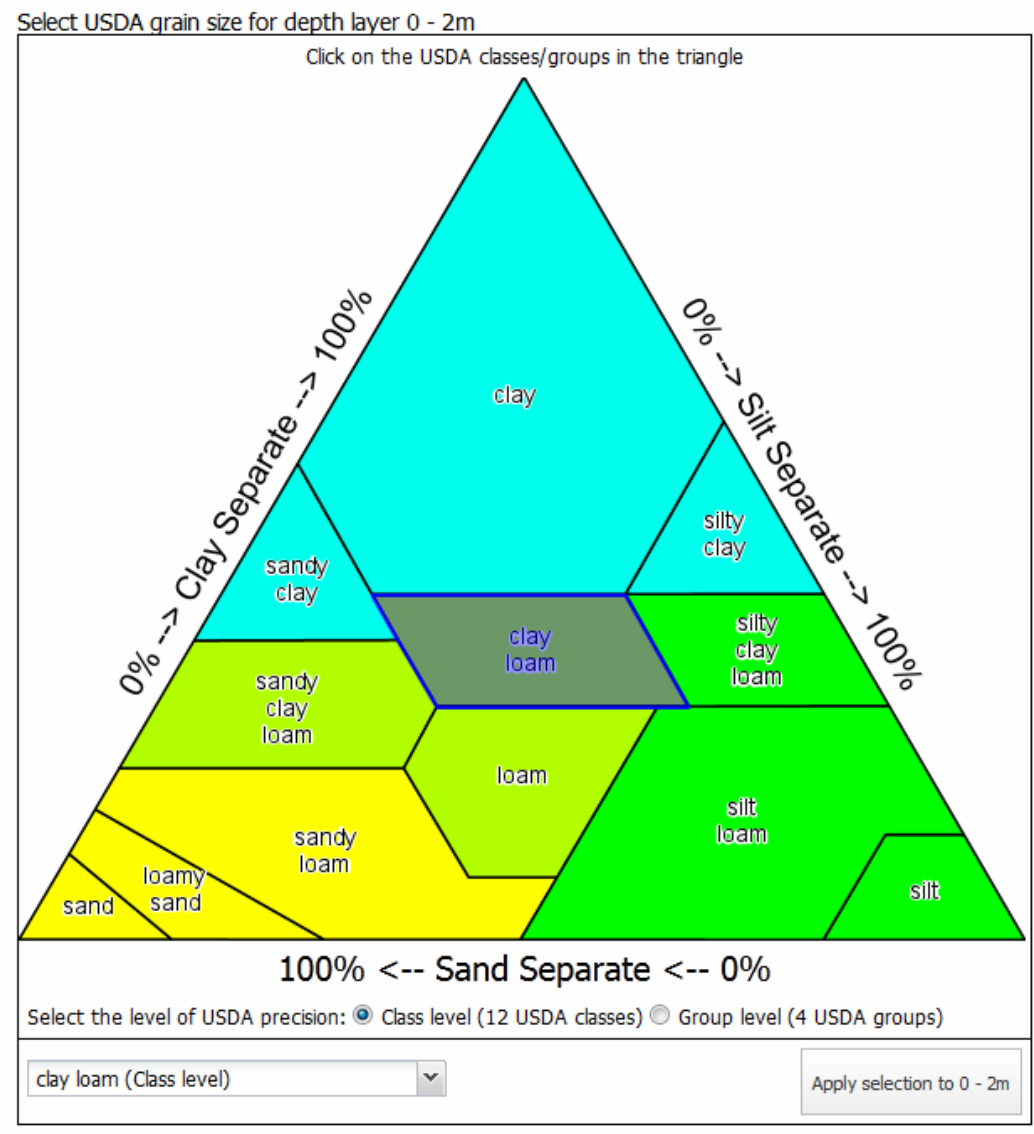


## Εργαλείο Υπολογισμού – Εργαλείο Τριγωνικού Διαγράμματος

Το Εργαλείο Τριγωνικού Διαγράμματος έχει δύο διεπαφές: το επίπεδο Τάξης (Class level) με 12 τάξεις κατά USDA και το επίπεδο Ομάδας (Group level) με 4 ομάδες κατά USDA.

Κάνοντας κλικ στο τριγωνικό διάγραμμα, η αντίστοιχη τάξη ή ομάδα θα επισημανθεί στο τριγωνικό διάγραμμα και θα εμφανισθεί στον αναδυόμενο (αναδιπλούμενο) κατάλογο.

Πατώντας το **Κουμπί Εφαρμόστε... (Apply...)** το Εργαλείο του Τριγωνικού Διαγράμματος θα κλείσει και η επιλεγμένη τάξη μεγέθους κόκκων θα μεταφερθεί στο κύριο παράθυρο του Εργαλείου Υπολογισμού (Calculator) του vSGP.



# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Φραγκογιάννης Γ., 2011. Αναλυτικός Σχεδιασμός και Παραμετρική ανάλυση συστημάτων αβαθούς γεωθερμίας με κατακόρυφους γεωεναλλάκτες. Πειραματική διερεύνηση του θερμικού δυναμικού του υπεδάφους. *Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 284 σελ.*
- Φραγκογιάννης Γ.Ι., Παπαθεοδώρου Ν.Γ., Σταματάκη Σ.Κ. & Ρόζος Δ.Ε., 2010. Πειραματικός Προσδιορισμός της Θερμικής Αγωγιμότητας Εδαφών - Συσχέτιση με Χαρακτηριστικές Ιδιότητες των Εδαφικών Υλικών. *6<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωτεχνικής & Γεωπεριβαλλοντικής Μηχανικής, ΤΕΕ, 29/09-1/10/2010, Βόλος, 8 σελ.*
- Ψαρράς Ν., 2012. Γεωθερμία και Κλιματισμός - Θεωρία και Πρακτικοί κανόνες. *Εκδόσεις SHARE Τεχνικές Εκδόσεις ΕΠΕ, Αθήνα, 187 σελ.*
- Bertermann D., Bialas Ch., Morper-busch L., Klug H., Psyk M., Jaudin F., Maragna Ch., Einarsson G., Vikingsson S., Jordan G., Orosz L., Vijdea M., Lewis M., Lawley R., Roinevirta S., Declercq P.-Y., Petitclerc E., Zacherl A., Arvanitis A. & Stefouli M. (2013), “ThermoMap - An Open-Source Web Mapping Application for Illustrating the very Shallow Geothermal Potential in Europe and selected Case Study Areas”, *Proceedings, European Geothermal Congress, Pisa, Italy, 3-7 June 2013, Paper SG3-05, 8 p*
- Sanner, 2011a. Overview of Shallow Geothermal Systems. *Geotrained Training Manual for Designers of Shallow Geothermal Systems, Geotrained, EGF, Brussels, p.7-14.*
- Sanner 2011b. Concept and Feasibility Studies. *Geotrained Training Manual for Designers of Shallow Geothermal Systems, Geotrained, EGF, Brussels, p.21-24.*

**Ευχαριστώ πολύ  
για την προσοχή σας!**