



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
**ΠΜΣ : ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**  
**ΕΥΡΕΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΧΥΤΑ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΟΜΟΥ ΜΕ**  
**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**



**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

Κ. Περάκης, Καθηγητής Π.Θ

Δ. Σταθάκης, Επίκουρος Καθηγητής Π.Θ

Β. Τσέλιος, Επίκουρος Καθηγητής Π.Θ

Επιβλέπων Καθηγητής : Δ. Σταθάκης, Επίκουρος Καθηγητής Π.Θ

Συγγραφή : Ράκου Ζήσω, Γεωλόγος Α.Π.Θ.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας είναι εύρεση κατάλληλων Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) σε επίπεδο νομού με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών/ΓΣΠ (Geographical Information Systems/GIS) και συγκεκριμένα στην περιοχή του Νομού Ηλείας. Η διαχείριση των απορριμμάτων έχει εξελιχθεί κατά τα τελευταία χρόνια σε ένα από τα πλέον σοβαρά και δυσεπίλυτα προβλήματα της χώρας, με σοβαρές συνέπειες στο Περιβάλλον, στην Οικονομία, στην υγεία των κατοίκων και κατ' επέκταση με σοβαρές συνέπειες σε όλην την ελληνική κοινωνία. Και το πρόβλημα αυτό είναι ακόμη εντονότερο για τον νομό Ηλείας αφού δεν έχει κατασκευαστεί ΧΥΤΑ στην περιοχή με αποτέλεσμα τα απορρίμματα να πλήττουν όλοι την κοινωνία του νομού και κυρίως τις μεγάλες πόλεις, του Πύργου, της Αμαλιάδας και της Αρχαία Ολυμπία. Έτσι, με τη βοήθεια των εργαλείων της Γεωπληροφορικής και κυρίως των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) πραγματοποιήθηκε η εύρεση των κατάλληλων χώρων για την δημιουργία ΧΥΤΑ στο Νομό Ηλείας. Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν χαρτογραφικά δεδομένα από γεωλογικούς, τοπογραφικούς, μορφολογικούς και νεοτεκτονικούς χάρτες και μέσω του προγράμματος QGIS και των εφαρμογών του, ψηφιοποιήθηκαν, αποθηκεύτηκαν και επεξεργάστηκαν με σκοπό να εξαχθεί ο τελικός θεματικός χάρτης με τις επιτρεπόμενες/προτεινόμενες θέσεις για ΧΥΤΑ. Σε αυτούς τους επιτρεπόμενους/προτεινόμενους χώρους, για τη δημιουργία ΧΥΤΑ, στη συνέχεια με την χρήση 7 κριτηρίων δημιουργήθηκε ένας αλγόριθμος/δείκτης με σκοπό την βαθμολόγηση/ιεράρχηση των θέσεων αυτών και έτσι προέκυψε η συνολική βαθμολογία για καθέναν από αυτούς. Τέλος, τρεις από τους επιτρεπόμενους/προτεινόμενους χώρους συγκέντρωσαν την υψηλότερη βαθμολογία και θεωρήθηκαν πιο κατάλληλοι από τους υπόλοιπους για την κατασκευή του ΧΥΤΑ.

## **ABSTRACT**

The subject of this dissertation is finding appropriate Municipal Waste Landfills (landfill) at county level using Geographical Information Systems/GIS and specifically in the Ilia region. The management of refuse has evolved over the last years into one of the most serious and difficult to solve problems of the country, with serious effects on the environment, the economy, the health of residents and by extension with serious consequences to all the Greek society. And that problem is even more pronounced for Ilia because is not constructed landfill area resulting the refuse to afflict all the society of the prefecture mainly the major cities of Pyrgos, of Amaliada and Ancient Olympia. So with the help of the tools of Geoinformatics and especially with Geographic Information Systems (GIS) were found suitable sites for the creation of landfills in the prefecture of Ilia. For research were used map data from geological, topographical, morphological and neotectonic maps through the QGIS program and its applications, were digitized, stored and processed in order to extract the final thematic map with permitted/suggested sites for landfills. At these permitted/suggested areas for creating landfill then using seven criteria created an algorithm/indicator to scoring/prioritization of locations and so showed the over all rating for each of the areas. Finally, three of the permitted/suggested areas gather the highest score and are considered more appropriate than the others for the construction of landfills.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ABSTRACT.....	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
<b>1.1 ΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (ΓΣΠ)</b> .....	9
2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	12
<b>2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b> .....	12
<b>2.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ</b> .....	14
<b>2.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ (DEM)</b> .....	19
<b>2.4 ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΗΣΗ</b> .....	21
3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ .....	29
<b>3.1 ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ</b> .....	30
<i>3.1.1 ΖΩΝΗ ΩΛΟΝΟΥ – ΠΙΝΔΟΥ Ή ΖΩΝΗ ΠΙΝΔΟΥ</i> .....	30
<i>3.1.2 ΖΩΝΗ ΓΑΒΡΟΒΟΥ – ΤΡΙΠΟΛΗΣ</i> .....	33
<i>3.1.3 ΙΟΝΙΟΣ Ή ΑΝΔΡΙΑΤΙΚΟΙΟΝΙΟΣ ΖΩΝΗ</i> .....	34
<b>3.2 ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ</b> .....	34
<b>3.3 ΟΛΟΚΑΙΝΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ</b> .....	36
4. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ .....	40
5. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	46
<b>5.1 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ</b> .....	46
<b>5.2 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ</b> .....	50
6. Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ.....	56
7. ΈΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΣΕ ΧΥΤΑ .....	66
<b>7.1 ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΣΤΟΥΣ ΧΥΤΑ</b> .....	71
8. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΕΝΟΣ ΧΥΤΑ – ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ .....	74
9. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΧΥΤΑ.....	76

10. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	81
<b>10.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ</b> .....	81
12. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	111
13. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....	116
14. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	119
<b>14.1 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ</b> .....	123
15. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	128

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εκπονήθηκε, στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Χωρική Ανάλυση και διαχείριση περιβάλλοντος» του Πολυτεχνείου Θεσσαλίας, του τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης. Πριν την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω ορισμένους από τους ανθρώπους που γνώρισα, συνεργάστηκα μαζί τους και έπαιξαν πολύ σημαντικό ρόλο στην πραγματοποίησή της. Πρώτο από όλους θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής εργασίας, Επίκουρο Καθηγητή Σταθάκη Δημήτρη για την πολύτιμη καθοδήγηση του και την εμπιστοσύνη και εκτίμηση που μου έδειξε. Ευχαριστώ επίσης, τον Καθηγητή Περάκη Κωνσταντίνο και τον Επίκουρο Καθηγητή Τσέλιο Βασίλειο που με τίμησαν με τη συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή μου. Θα ήθελα να ευχαριστήσω την φίλη μου και συνάδελφο Χατζηπαναγιώτου Μάγδα, καθώς και όλους τους φίλους μου που συνέβαλαν με τα σχόλια, την κριτική και τις γνώσεις τους στην αντιμετώπιση των δυσκολιών σε όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών. Βέβαια, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στην οικογένεια μου και κυρίως στους γονείς μου για την διαχρονική συμπαράστασή τους και την υλική και ηθική στήριξη των επιλογών μου. Την παρούσα εργασία την αφιερώνω σε έναν άγγελο που έφυγε πρόσφατα από κοντά μας, στην αγαπημένη μου ξαδέρφη Χρυσούλα.

Ράκου Ζήσω  
Γεωλόγος Α.Π.Θ.

Βόλος, Σεπτέμβριος 2015

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την εύρεση κατάλληλων Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) στην περιοχή του Νομού Ηλείας με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών/ΓΣΠ (Geographical Information Systems/GIS).

Σύμφωνα με τη σημερινή κατάσταση διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στο Νομό Ηλείας δεν υπάρχει Χ.Υ.Τ.Α στην περιοχή με αποτέλεσμα τα απορρίμματα του Πύργου και της Αρχαίας Ολυμπίας να οδηγούνται σε ΧΥΤΑ της Αχαΐας και της Αιτωλ/νίας – πρακτικά μόνο της Αιτωλ/νίας, αφού υπάρχει άρνηση τον γύρο Νομών για μεταφορά των απορριμμάτων του Νομού Ηλείας στα δικά τους ΧΥΤΑ. Ο Νομός Ηλείας βρίσκεται σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης από την αδυναμία διαχείρισης των απορριμμάτων. Το πρόβλημα της διαχείρισης των απορριμμάτων στο Νομό Ηλείας ήταν ανέκαθεν σημαντικό και κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου πολλαπλασιάζεται ο όγκος των παραγόμενων απορριμμάτων, λόγω αύξησης τουριστικού ρεύματος. Το αποτέλεσμα αυτής της αδυναμίας είναι ότι η πρωτεύουσα του Νόμου και η Αρχαία Ολυμπία, παγκόσμιο πολιτιστικό σύμβολο, έχουν μετατραπεί σε απέραντη χωματερή με άμεσο κίνδυνο να εκδηλωθούν επιδημικές ασθένειες με απρόβλεπτες συνέπειες. Να επισημανθεί ότι περιοχές ιδιαίτερου τουριστικού ενδιαφέροντος, Αρχαία Ολυμπία, Κατάκολο, με χιλιάδες επισκέπτες παρουσιάζουν απαράδεκτη και τριτοκοσμική εικόνα, που δεν τιμά τη χώρα. Ωστόσο, η υποδοχή των απορριμμάτων από κάποιον περιφερειακό ΧΥΤΑ δεν λύνει το πρόβλημα του Πύργου αφού αυτό αποτελεί μια προσωρινή λύση και είναι μεγάλο κόστος η μεταφορά των απορριμμάτων σε περιοχές εκτός του Νομού.

Προκειμένου να βρεθεί και να οριοθετηθεί ένας χώρος για τη δημιουργία ΧΥΤΑ απαιτείται μια πολύπλοκη και πολλές φορές χρονοβόρα διαδικασία, κατά την οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη πολλοί παράγοντες: γεωλογικοί, γεωγραφικοί, πολιτικοί, πολιτισμικοί κ.α.

Με την εργασία αυτή επιχειρείται να ληφθούν υπόψη όλοι οι παραπάνω παράγοντες και με επιστημονικό τρόπο να βρεθούν και να χωροθετηθούν οι κατάλληλοι χώροι δημιουργίας ΧΥΤΑ στο Νομό Ηλείας. Οι χώροι αυτοί παριστάνονται γραφικά σε ειδικούς θεματικούς χάρτες. Η συγκεκριμένη διαδικασία θα πραγματοποιηθεί με τη

βοήθεια των εργαλείων της Γεωπληροφορικής και κυρίως των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ).

Κρίνεται λοιπόν, ορθή η εισαγωγή στις βασικές έννοιες των ΓΣΠ για την καλύτερη κατανόηση των διαδικασιών που θα πραγματοποιηθούν στην προσπάθεια εξεύρεσης των κατάλληλων περιοχών χωροθέτησης.

Γι' αυτό χρησιμοποιήθηκαν χαρτογραφικά δεδομένα από γεωλογικούς, τοπογραφικούς, μορφολογικούς και νεοτεκτονικούς χάρτες και μέσω του προγράμματος QGIS και των εφαρμογών του, ψηφιοποιήθηκαν, αποθηκεύτηκαν και επεξεργάστηκαν με σκοπό να εξαχθεί ο τελικός θεματικός χάρτης με τις προτεινόμενες θέσεις για ΧΥΤΑ.

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία που ακολουθήθηκε χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα QGIS 2.6 και λαμβάνοντας υπόψη το νομοθετικό πλαίσιο που ισχύει, ώστε να προκύψει ο τελικός χάρτης με τις υποψήφιες θέσεις για κατασκευή ΧΥΤΑ στο Νομό Ηλείας.

## **1.1 ΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (ΓΣΠ)**

Η Ψηφιακή Χαρτογραφία και τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) αποτελούν σχετικά νέες επιστήμες, οι οποίες προέκυψαν τις τελευταίες δεκαετίες. Στα χέρια των γεωεπιστημόνων αποτελούν σημαντικότατο εργαλείο, από τους οποίους χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο τον τελευταίο καιρό, με σκοπό την ορθολογικότερη διαχείριση του περιβάλλοντος.

Ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών/ΓΣΠ (Geographical Information Systems/G.I.S.), είναι ένα δυναμικό εργαλείο συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάκτησης, μετασχηματισμού και απεικόνισης χωρικών δεδομένων από τον πραγματικό κόσμο (Goodchild 1985, Burroughand McDonnell 2000, Αστάρας 2007). Η λειτουργία τους στηρίζεται σε μια βάση δεδομένων, η οποία αποτελείται από μια σειρά πληροφοριακών επιπέδων που αφορούν μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Οι συγκεκριμένες βάσεις αποτελούνται από σειρές πληροφοριακών επιπέδων, αναφορικά με την ίδια γεωγραφική περιοχή. Ειδικότερα, κάθε επίπεδο μπορεί να περιλαμβάνει τόσο μη επεξεργασμένα δεδομένα, όπως δορυφορικά, τοπογραφικά κ.ά., όσο και θεματικές πληροφορίες, όπως για παράδειγμα: ο τύπος του εδάφους, η κλίση του αναγλύφου, το είδος της βλάστησης κ.ά. (Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., Rhind, D.W., 2010). Γενικά, ένα ΣΓΠ είναι ένα εργαλείο "έξυπνου χάρτη", το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν διαδραστικά ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα, να αναλύσουν τα χωρικά δεδομένα (spatialdata), να τα προσαρμόσουν και να τα αποδώσουν σε αναλογικά μέσα (εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμάτων) ή σε ψηφιακά μέσα (αρχεία χωρικών δεδομένων, χάρτες στο Διαδίκτυο). Όλα όμως τα παραπάνω είναι αυστηρά προσανατολισμένα σε ένα κοινό γεωγραφικό σύστημα, ώστε να καθίσταται δυνατός ο συνδυασμός ορισμένων από αυτά, ανάλογα με τις επιθυμίες του χρήστη.

Ως αποτέλεσμα, τα ΓΣΠ αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο για διάφορους χρήστες στην κάλυψη πληροφοριακών αναγκών, την έρευνα και τη λήψη αποφάσεων. Βασική προϋπόθεση στην αποτελεσματικότητα τους βέβαια αποτελεί η ποιότητα των εισαγόμενων δεδομένων (Longley, P.A. et.al, 2010).

Για να λειτουργήσει παραγωγικά ένα ΓΣΠ απαιτείται το υπολογιστικό σύστημα (hardware), το λογισμικό (software), με το οποίο θα γίνει η επεξεργασία των δεδομένων και τέλος τα δεδομένα (data) που θα εισαχθούν στο ΓΣΠ.

Τα δεδομένα (data) που εισάγονται μέσω της διαδικασίας της ψηφιοποίησης, αφού υποστούν τις απαραίτητες διορθώσεις χρησιμοποιούνται από τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Ανάλογα με τη φύση και το περιεχόμενό τους τα δεδομένα (data) διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες: Τα χωρικά δεδομένα, τα οποία χαρακτηρίζονται αποκλειστικά από τη θέση τους στο χώρο σε σχέση με κάποιο σύστημα συντεταγμένων, και τα μη χωρικά ή περιγραφικά δεδομένα, τα οποία σχετίζονται ή περιγράφουν τα χαρακτηριστικά ή τις ιδιότητες της υπόψη χωρικής θέσης.

Τα δεδομένα (data) αποτελούν τη βάση της λειτουργίας των ΓΣΠ. Η καλύτερη και ταχύτερη λειτουργία των ΓΣΠ στηρίζεται στην οργάνωση των δεδομένων αυτών σε μια βάση δεδομένων, η οποία περιλαμβάνει πληροφορίες χωρισμένες σε πολλά επίπεδα. Το σύνολο των επιπέδων αυτών αναφέρεται σε μια γεωγραφική περιοχή και μπορεί να περιέχει τόσο πρωτογενή δεδομένα, όπως είναι τα τοπογραφικά όσο και περιγραφικές πληροφορίες, όπως το είδος των πετρωμάτων της περιοχής κ.ά. (Ζήσου, 2007).

Η ένωση των επιπέδων αυτών γίνεται μέσω της επιστήμης της Γεωγραφίας και έτσι τα ΓΣΠ αποτελούν το εργαλείο για την κατανόηση της από τους χρήστες. Η επιλογή της κατάλληλης θέσης χωροθέτησης ΧΥΤΑ μπορεί να γίνει με την αλληλεπίδραση χαρτών, που απεικονίζουν περιοχές αποκλεισμού ή περιοχές επιλογής πάνω στον τοπογραφικό χάρτη της περιοχής (Σχήμα 1).



Σχήμα 1: Δημιουργία σύνθετου χάρτη επιλογής θέσεων ΧΥΤΑ, από την αλληλεπίδραση διαφανών χαρτών πάνω στο τοπογραφικό διάγραμμα της περιοχής, ίδιας κλίμακας. Πηγή: (Καλλέργης, 2000)

## 2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Σε ψηφιακή μορφή έχουμε τοπογραφικά στοιχεία σε διανυσματική μορφή (ισοϋψείς καμπύλες, δρόμοι, ακτογραμμή κ.λπ.) και γεωλογικούς χάρτες της περιοχής εφαρμογής σε μορφή ψηφιδωτού αρχείου. Έγινε γεωαναφορά και ψηφιοποίηση του γεωλογικού υποβάθρου (γεωλογικοί σχηματισμοί, ρήγματα κ.λπ.), ώστε να παραχθεί ένας γεωλογικός και υδρολιθολογικός χάρτης, με σκοπό την εφαρμογή των γεωλογικών κριτηρίων αποκλεισμού. Επίσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη περιοχές προστασίας περιβάλλοντος (δασικές εκτάσεις, Εθνικά Πάρκα, NATURA, κ.λπ.) με βάση επίσημες πηγές. Από τη μεθοδολογία GIS θα παραχθούν οι παρακάτω Χάρτες :

- Αναγλύφου
- Μορφολογικών κλίσεων
- Υδρογραφικού Δικτύου
- Γεωλογικών σχηματισμών και τεκτονικών στοιχείων
- Υδρολιθολογικός
- Χάρτες για κάθε κριτήριο αποκλεισμού ξεχωριστά, χάρτης της συνολικής περιοχής αποκλεισμού και των υπολοίπων περιοχών.

Όλα τα επίπεδα πληροφοριών καθώς και οι τοπογραφικοί και γεωλογικοί χάρτες, είναι αυστηρά προσανατολισμένα σε ένα κοινό γεωγραφικό σύστημα, ώστε να καθίσταται δυνατός ο συνδυασμός ορισμένων από αυτά, σύμφωνα με τις επιθυμίες του χρήστη. Στην περίπτωση μας, όλα τα παραπάνω επίπεδα πληροφοριών γεωαναφέρθηκαν στο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87. Το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 ή ΕΓΣΑ'87 είναι ένα γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα από το 1990. Σύστημα αναφοράς στη Γεωδαισία καλούμε εκείνο το πλαίσιο παραμέτρων και συστημάτων συντεταγμένων που συνδέεται με μία συγκεκριμένη περιοχή ή με ένα συγκεκριμένο χώρο ή και με ολόκληρη τη γη και ως προς το οποίο καθορίζονται οι θέσεις σημείων και

αντικειμένων της φυσικής γήινης επιφάνειας ή/και μελετάται η κίνηση και δυναμική συμπεριφορά τους με τον χρόνο (Μπιλλήρης, 2007).

Πιο αναλυτικά, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν προέκυψαν από τον Γεωλογικό χάρτη της Ελλάδας, φύλλο «Ηλεία» (χάρτης 9, Δράση στα πλαίσια του προγράμματος Β' Κ.Π.Σ. (Ε.Ε-Ι.Γ.Μ.Ε), 2003). Από αυτόν ψηφιοποιήθηκαν οι γεωλογικοί σχηματισμοί και τα ρήγματα ψηφιοποιήθηκαν από το φύλλο «Πύργου» (Lekkas et.al. 1993) και το GreDass (Greek Data base of seismogenic Sources, 2012). Τα ρήγματα που ψηφιοποιήθηκαν είναι μόνο αυτά που ανήκουν στο φύλλο «Πύργου» και το GreDass γιατί τα υπόλοιπα φύλλα χαρτών του Νομού Ηλείας είναι κλειστά, δηλαδή, τα δεδομένα τους δεν είναι ελεύθερα. Στη συνέχεια, από το GEODATA (<http://geodata.gov.gr/geodata>) προέκυψαν όλα τα γεωχωρικά δεδομένα οι δρόμοι, το υδρογραφικό δίκτυο, οι περιοχές Natura, η ακτογραμμή και οι οικισμοί του Νομού Ηλείας. Από το earth explorer έγινε λείψει της δορυφορικής εικόνας του Νομού Ηλείας και αργότερα προέκυψε το Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου (DEM). Από το DEM αυτό προέκυψε η ταξινόμηση του αναγλύφου.

Η μέθοδος έρευνας που ακολουθήθηκε στην παρούσα μελέτη στηρίχθηκε σε προσωπικό φορητό υπολογιστή Hewlett – Packard (HP) με επεξεργαστή IntelCore i5 ισχύος 2,40 GHz, λειτουργικό σύστημα 64 - bit Windows 7 Home Premium και μνήμης RAM 6,00 GB. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε είναι το QGIS 2.6, συμπεριλαμβανομένων και των τριών εφαρμογών του, QMap, QCatalog και QToolbox για την ψηφιοποίηση, αποθήκευση, επεξεργασία, ανάλυση και εξαγωγή δεδομένων (γεωγραφικών και γεωλογικών).

Στη συνέχεια της εργασίας εξηγείται αναλυτικά η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την ψηφιοποίηση και εξαγωγή του κάθε χάρτη ξεχωριστά.

## **2.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ**

Ο Νομός Ηλείας, καταλαμβάνει το ΒΔ τμήμα της Πελοποννήσου (Σχ. 2) και βρέχεται από το Ιόνιο Πέλαγος που του δίνει ήπιο κλίμα με πολλές βροχοπτώσεις, οι οποίες αποδίδουν πλούσια βλάστηση. Εντάσσεται στο χωρικό σύστημα της Κεντρικής Μεσογείου, από κοινού με τις περιφέρειες της Ν. Ιταλίας και Σικελίας. Συνορεύει Νομούς Αχαΐας στα Βόρεια, Μεσσηνίας στα Νότια και Αρκαδίας στα Ανατολικά. Η έκταση του Νομού είναι 2.621 km<sup>2</sup>. Το έδαφός του είναι κυρίως πεδινό. Ο συνολικός πληθυσμός του Νομού είναι 193.288 (απογρ. 2001 ) κάτοικοι και αντιπροσωπεύει το 1,71% του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Ενώ απο την απογραφή του 2011 ανέρχεται 159.300 δηλαδή σε σχέση με το 2001, ο πληθυσμός της Ηλείας μειώθηκε κατά 34.000 κατοίκους.



*Σχήμα 2: Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης. Πηγή : [el.wikipedia.org/wiki](http://el.wikipedia.org/wiki)*

Το μεγάλο αστικό κέντρο του Νομού είναι ο Πύργος που συγκεντρώνει διοικητικές και άλλες εξυπηρετήσεις. Άλλες σημαντικές πόλεις του νομού είναι η Αμαλιάδα, η Γαστούνη, η Κρέστενα και η Ζαχάρω. Τα ποτάμια που περνούν από το νομό Ηλείας είναι ο Αλφειός ποταμός και ο Ηλειακός Πηνειός, ενώ τα βουνά του είναι ο Ερύμανθος, η Μίνθη και η Φολόη.

Από τα πιο σημαντικά αξιοθέατα του νομού είναι ο αρχαιολογικός χώρος της Αρχαίας Ολυμπίας και της Αρχαίας Ήλιδας, το κάστρο Χλεμούτσι, οι οικότοποι του Κυπαρισσιακού κόλπου αλλά και οι οικότοποι της λίμνης Καϊάφα, οι παραδοσιακοί ορεινοί οικισμοί, οι σπάνιοι υγροβιότοποι και οι ιαματικές πηγές. Υπάρχει μια μοναδική συνύπαρξη των απέραντων ακτών, του ποικιλόμορφου και πυκνού δάσους και των μοναδικής σημασίας αρχαιολογικών τόπων.

Με βάση το παλιό Πρόγραμμα «Καποδίστριας» η Πρωτοβάθμια Τοπική Αυτοδιοίκηση στο νομό συγκροτήθηκε σε 22 Δήμους (σχ.3).



Σχήμα 3 : Η θέση και η διοικητική διαίρεση του Νομού Ηλείας με το Πρόγραμμα «Καποδίστριας». Πηγή: [el.wikipedia.org/wiki](http://el.wikipedia.org/wiki)

Ενώ στην συνέχεια με βάση το Πρόγραμμα «Καλλικράτη», το οποίο λειτουργεί σήμερα η Πρωτοβάθμια Τοπική Αυτοδιοίκηση στο νομό συγκροτήθηκε σε 7 Δήμους που είναι : Δ Ανδραβίδας – Κυλλήνης, Δ. Ανδρίτσαινας – Κρεστένων, Δ. Αρχαίας Ολυμπίας, Δ. Ζαχάρως, Δ. Ήλιδας, Δ. Πηνειού, Δ. Πύργου (σχ. 4).



Περιφέρεια	Περιφερειακή Ενότητα	Όνομασία Δήμου	Πληθυσμός 2001	Έκταση 2001	Πληθυσμός 2011
Δυτικής Ελλάδας	Ηλείας	Δήμος Ανδραβίδας-Κυλλήνης	26.333	355.476	21.581
Δυτικής Ελλάδας	Ηλείας	Δήμος Ανδρίτσαινας-Κρεστένων	21.912	422.334	14.109
Δυτικής Ελλάδας	Ηλείας	Δήμος Αρχαίας Ολυμπίας	19.875	545.121	13.409
Δυτικής Ελλάδας	Ηλείας	Δήμος Ζαχάρως	15.409	276.222	8.953
Δυτικής Ελλάδας	Ηλείας	Δήμος Ήλιδας	37.750	400.517	32.219
Δυτικής Ελλάδας	Ηλείας	Δήμος Πηνειού	20.232	161.496	21.034
Δυτικής Ελλάδας	Ηλείας	Δήμος Πύργου	51.777	456.610	47.995

Πηγή : [www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE](http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE)

Η γεωμορφολογία του εδάφους προσδιορίζεται από πεδινές εκτάσεις που σχηματίζουν την πεδιάδα της Ηλείας, τη μεγαλύτερη της Πελοποννήσου, ενώ ορεινή είναι μόνον η επαρχία Ολυμπίας. Μεγαλύτεροι ορεινοί όγκοι είναι στα όρια με την Αρκαδία οι πλευρές του Ερύμανθου, με υψηλότερη κορυφή στην Ηλεία τη Λάμπεια (1.797 m) και το Σκιαδοβούνι. Νοτιότερα βρίσκεται η Φολόη, ο Λαπίθας και η Μίνθη.

Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την ΕΣΥΕ, επί της συνολικής έκτασης του νομού 1.517 χιλ. στρέμ. είναι πεδινά, 555,0 χιλ. στρέμ. είναι ημιορεινά και 546,0 χιλ στρέμ. ορεινά ανάγλυφα. Το υδρογραφικό σύστημα του νομού βασίζεται κυρίως στους ποταμούς Αλφειό και Πηνειό (το φράγμα του Αλφειού είναι ένα από τα μεγαλύτερα χωμάτινα φράγματα της Ευρώπης), οι οποίοι είναι οι μεγαλύτεροι της Πελοποννήσου και έχουν αξιοποιηθεί κυρίως στην άρδευση γεωργικών εκτάσεων. Οι λίμνες είναι του Καϊάφα, της Αγουλινίτσας και της Μουριάς (οι δύο τελευταίες έχουν αποξηρανθεί). Αξιόλογο δε είναι και το οικοσύστημα της λιμνοθάλασσας του Κοτυχίου. Πλήθος είναι οι

ιαματικές πηγές με σημαντικότερες της Κυλλήνης, του Καϊάφα, της Φρασινιάς, της Ευλοκέρας, του Πουρναριού κ.ά.

Οι φυσικές ακτές εμφανίζουν κολπώσεις και συνολικά τα παράλια ανέρχονται σε 150 km. Το κλίμα είναι μεσογειακό και θερμό, με σχετικά υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

Ο πληθυσμός, καταγράφηκε απο την Ελληνική Στατιστική Αρχή, κατά το 2001 σε ποσοστό 55,2% ως αγροτικός και 44,8% ως αστικός, γεγονός που υποδηλώνει την ισχυρή θέση του πρωτογενούς τομέα στην οικονομία του νομού. Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας όπου απεικονίζει τόσο την κατάταξη σε αστικό- αγροτικό του μόνιμου πληθυσμού του νομού, όσο και σε αναλογία %.

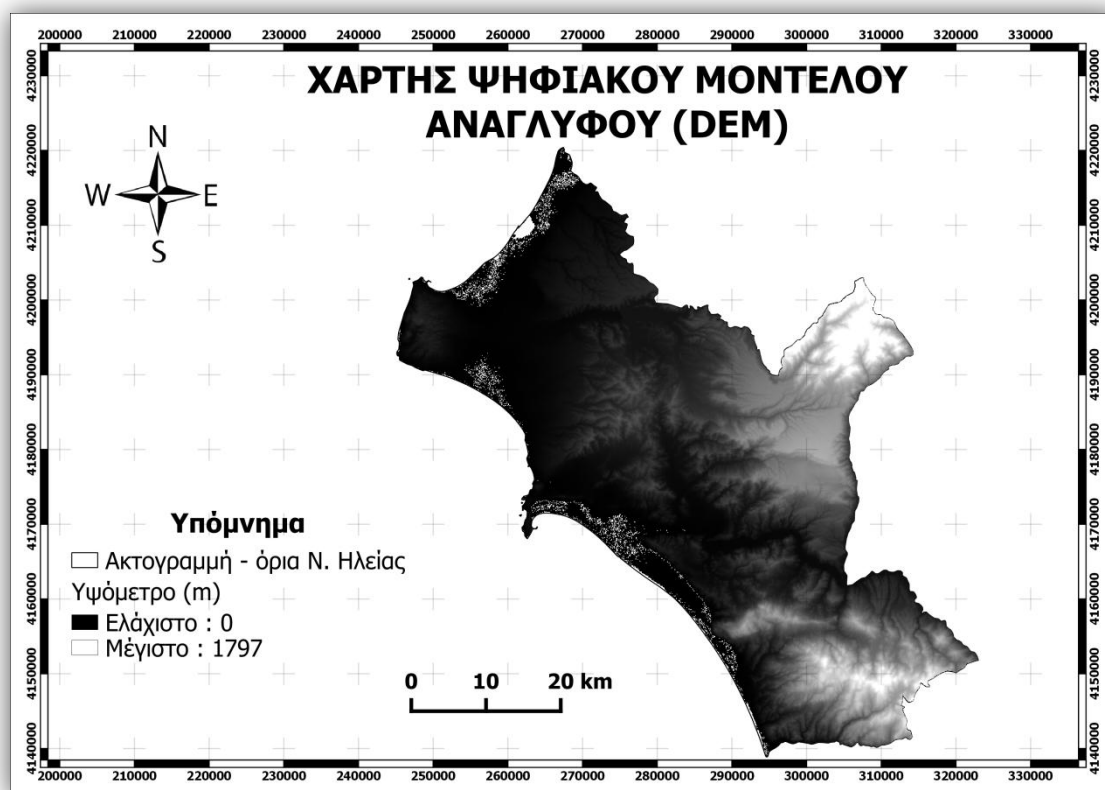
Νομός	Μόνιμος Πληθυσμός			Αναλογία %		
	Σύνολο	Αστικός	Αγροτικός	Σύνολο	Αστικός	Αγροτικός
Ηλεία	183.521	82.250	101.271	100	44,8	55,2

Πηγή : [dlib.statistics.gr/Book/GRESYE\\_02\\_0101\\_00098%20.pdf](http://dlib.statistics.gr/Book/GRESYE_02_0101_00098%20.pdf)

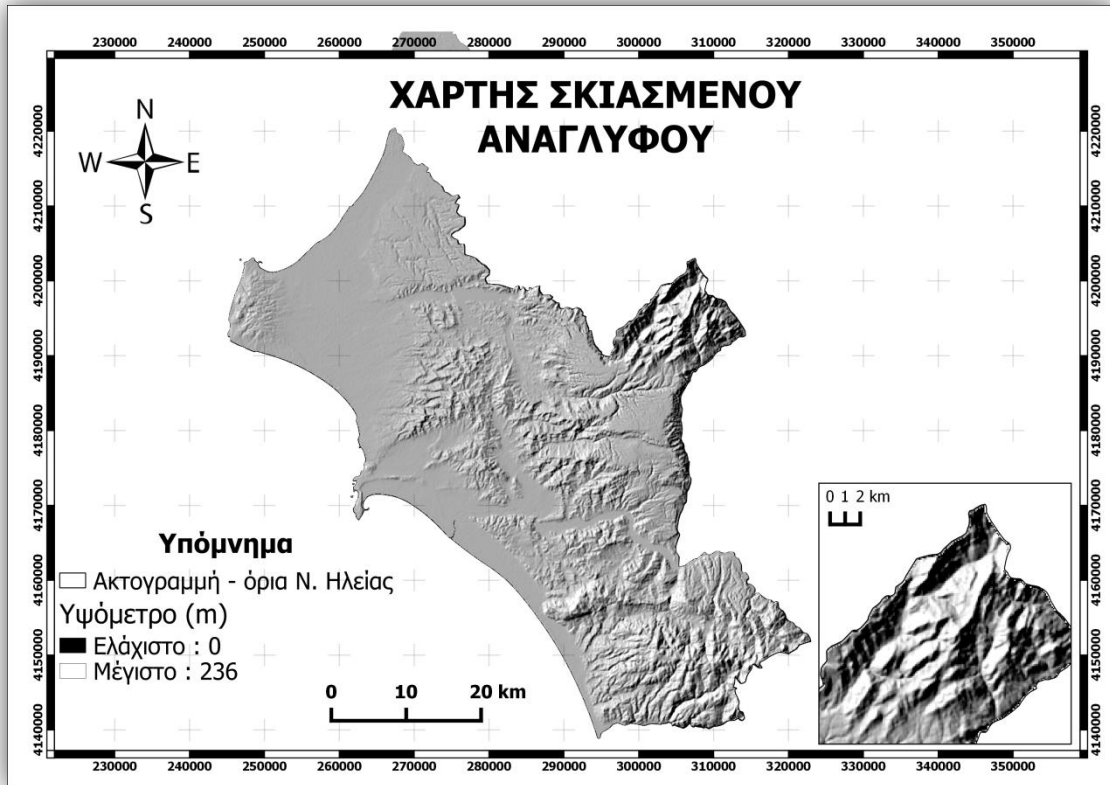
## 2.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ

### (DEM)

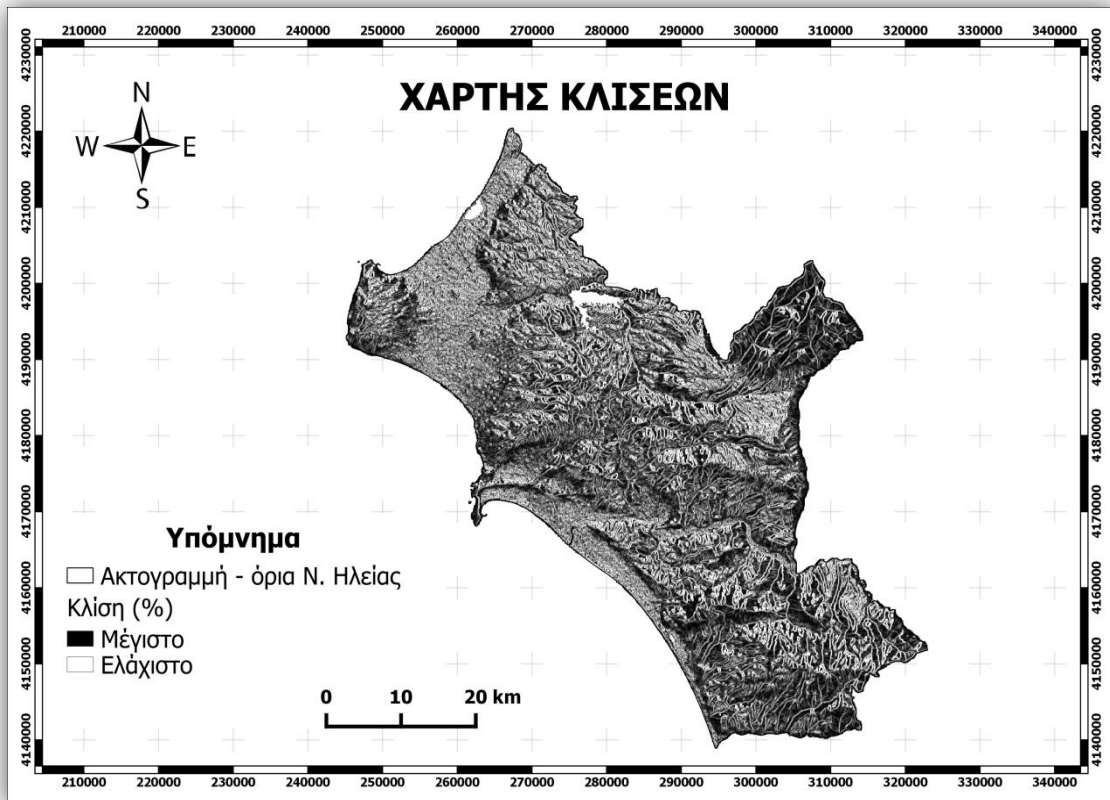
Τα ψηφιακά μοντέλα αναγλύφου / Digital Elevation Model (DEM) είναι μια ψηφιακή αναπαράσταση της μεταβλητότητας του αναγλύφου στο χώρο και χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της τοπογραφίας μιας περιοχής (Αστάρης κ.ά., 2011). Το DEM είναι μια αναπαράσταση με τη μορφή καννάβου (raster) μιας συνεχούς επιφάνειας, δηλαδή της επιφάνειας της Γης. Στην συγκεκριμένη εργασία, έγινε λείψει της δορυφορικής εικόνας του Νομού Ηλείας (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) και στη συνέχεια μέσω του QGIS προέκυψε το μοντέλο ψηφιακού αναγλύφου DEM της Ηλείας. Από αυτό, πήραμε δεδομένα όπως, τον υδροκρίτη, τον προσανατολισμό και μήκος των κλιτύων και με αυτά έγινε η κατασκευή του χάρτη σκιασμένου αναγλύφου (Σχήμα 6 ) και ο χάρτης κλίσεων κλιτύων (Σχήμα 7).



Σχήμα 5 : Χάρτης ψηφιακού αναγλύφου (DEM ) Πηγή : earth explorer



Σχήμα 6 : Χάρτης σκιασμένου ανάγλυφού. Πηγή : earth explorer



Σχήμα 7 : Χάρτης ανάγλυφού κλίσεων. Πηγή : earth explorer

## **2.4 ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΗΣΗ**

Το κλίμα στην περιοχή, χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες, άφθονες βροχοπτώσεις, σχετικά μικρή νέφωση και μεγάλη ηλιοφάνεια. Η μείωση των βροχοπτώσεων και των χιονοπτώσεων στα ορεινά, τα τελευταία χρόνια, έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των αποθεμάτων νερού στα φράγματα, τα οποία χρησιμοποιούνται μόνο για άρδευση και τον μη εμπλουτισμό με τις απαραίτητες ποσότητες για τη συντήρηση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Η κλιματική ανάλυση της περιοχής μελέτης πραγματοποιήθηκε με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού (Μ.Σ.) Πύργου του δικτύου της Ε.Μ.Υ, αντιπροσωπευτικού από άποψη εγγύτητας. Τα γεωγραφικά στοιχεία και οι διαθέσιμες περιόδους παρατηρήσεων του σταθμού φαίνονται στον Πίνακα 1.

Μετεωρολογικός Σταθμός	Γεωγρ. Μήκος	Γεωγρ. πλάτος	Υψόμετρο (m)	Περίοδος Παρατηρήσεων
Πύργος	22°26'	37°40'	+13	1975-1997

*Πίνακας 1 : Τα γεωγραφικά στοιχεία και οι περιόδους παρατηρήσεων Πηγή : Ε.Μ.Υ*

Τα μετεωρολογικά δεδομένα με τις μέσες μηνιαίες κατανομές θερμοκρασίας και υετού κατ' έτος του Μ.Σ. Πύργου, δίνονται στους Πίνακες 2 και 3 :

1ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	4.8	5.1	6.3	8.6	12.0	14.9
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	9.6	10.1	12.2	15.0	19.6	23.8
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	14.6	15.0	17.2	19.8	24.6	28.9

2ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	17.0	17.4	15.1	12.3	9.1	6.5
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	26.3	26.1	23.0	18.5	13.9	11.0
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	31.7	31.8	29.1	24.7	19.3	15.9

Πίνακας 2 : Τα μετεωρολογικά δεδομένα από το Μ.Σ Πύργου με τις μέσες μηνιαίες κατανομές θερμοκρασίας. Πηγή : Ε.Μ.Υ

1ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	136.4	111.5	71.5	63.3	24.0	8.2
Συνολικές Μέρες Βροχής	12.2	11.5	9.6	8.5	5.6	1.9
2ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	4.5	14.7	27.7	103.4	194.0	161.7
Συνολικές Μέρες Βροχής	0.7	1.3	3.2	8.0	12.2	13.2

1ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Διεύθυνση Ανέμων	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ
	4.6	5.2	5.2	5.2	4.9	5.1
2ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Διεύθυνση Ανέμων	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ
	4.9	4.7	4.4	4.0	4.4	4.4

Πίνακας 3 : Τα μετεωρολογικά δεδομένα με τις μέσες μηνιαίες κατανομές νετού και ανέμου από το Μ.Σ. Πύργου. Πηγή : Ε.Μ.Υ

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 2, οι θερμότεροι μήνες στην περιοχή είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος ( $26,3C^{\circ}$ ), ενώ ο ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος ( $9,6C^{\circ}$ ). Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι  $17,9C^{\circ}$ . Η μέση μέγιστη θερμοκρασία που έχει σημειωθεί στην περιοχή την περίοδο 1975-1997 είναι  $31,8C^{\circ}$  (Αύγουστος) και η μέση ελάχιστη  $4,8C^{\circ}$  (Ιανουάριος)

Παράλληλα, από τον Πίνακα 3 το μέσο ετήσιο ύψος νετού κατά το διάστημα 1975-1997 ανέρχεται στα 920,9mm. Η υγρή περίοδος του έτους διαρκεί από τον Σεπτέμβριο έως τον Απρίλιο. Ο ξηρότερος μήνας είναι ο Ιούλιος (4,5mm) και ο υγρότερος ο Νοέμβριος (194mm). Έτη όπως τα 1976, 1978, 1979, 1980, 1996, είχαν ετήσια βροχόπτωση πολύ μεγαλύτερη από τη μέση τιμή. Αντίθετα, κατά τα έτη 1989 και 1992, η ετήσια βροχόπτωση ήταν πολύ μειωμένη σε σχέση με τη μέση τιμή. Η ετήσια αυτή διακύμανση των βροχοπτώσεων είναι ένα από τα χαρακτηριστικά στοιχεία του μεσογειακού κλίματος. Επίσης, η μέση μηνιαία διεύθυνση των ανέμων

είναι ΒΔ για όλους τους μήνες και η μέση μηνιαία ένταση των ανέμων κυμαίνεται από 4.0 (Οκτώβριος) έως 5.2 (Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο).

Σε όλες τις παραμέτρους του κλίματος είναι αισθητή η επίδραση της θάλασσας, που είναι εμφανής με πολλούς τρόπους, όπως:

- άμβλυνση ακραίων τιμών θερμοκρασίας, τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι,
- επικράτηση θαλάσσιας αύρας κατά τις θερμές ώρες της θερινής περιόδου.

Όσον αφορά την περιγραφή της βλάστησης, στο νομό Ηλείας σύμφωνα με Μαυρομάτης 1980 και Ντάφης 1973, συναντάμε και τις τρεις ζώνες δασικής βλάστησης, που απαντώνται στη χώρα μας (Πίνακας 4). Τη ζώνη των αείφυλλων σκληρόφυλλων πλατύφυλλων, τη ζώνη των φυλλοβόλων δρυών και τη ζώνη της Ελάτης - Μαύρης Πεύκης. Επίσης, συναντάμε και ένα μικρό ποσοστό ψευδαλπικών περιοχών, στην περιοχή του Ερύμανθου.

<b>ΖΩΝΕΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ</b>	<b>ΥΠΟΖΩΝΕΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ</b>	<b>ΚΥΡΙΑ ΕΙΔΗ</b>	<b>ΕΙΔΗ ΠΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΖΟΥΝ ΔΑΣΗ</b>
<b>ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ</b> <i>ΑΕΙΦΥΛΛΩΝ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ</i>	<b>Oleo Ceratonia</b>  <b>Quercion ilicis</b>	<i>Olea oleaster, Ceratonia siliqua, Pistacia lentiscus</i>  <i>Quercus ilex, Arbutus unedo, A. adrache, Fraxinus ornus, Erica sp., Phillyrea media</i>	<i>Pinus halepensis, Pinus brutia</i>  <i>Pinus halepensis, Pinus brutia, Quercus pubescens</i>
<b>ΠΑΡΑΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ</b> <i>ΦΥΛΛΟΒΟΛΩΝ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ</i>	<b>Ostryo Carpinion</b>  <b>Quercio confertae</b>	<i>Ostrya carpinifolia, Carpinus orientalis, Fraxinus ornus, Quercus pubescens, Q. conferta</i>  <i>Quercus conferta, Q. pubescens, Q. cerris, Q. sessiliflora, Castanea sativa</i>	<i>Quercus pubescens, Quercus conferta</i>  <i>Quercus conferta, Q. cerris, Q. sessiliflora, Castanea sativa</i>
<b>ΟΡΕΙΝΗ</b> <i>ΠΑΡΑΜΕΣΟΓΕΙΩΝ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ</i>	<b>Abietum cephalonicae</b>  <b>Fagion moesiacaе</b>	<i>Abies cephalonica, Pinus nigra</i>  <i>Fagus sylvatica, Pinus sylvestris, Abiescephalonica x A. alba, Picea excelsa</i>	<i>Abies cephalonica, Pinus nigra</i>  <i>Fagus sylvatica, Pinus sylvestris, Abies cephalonica x A. alba, Picea excels</i>
<b>ΟΡΕΙΝΗ</b> <i>ΨΥΧΡΟΒΙΩΝ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ</i>		<i>Pinus heldreihii</i>	<i>Pinus heldreihii</i>
<b>ΕΞΩΔΑΣΙΚΗ ΑΛΠΙΚΗ</b>		<i>Juniperus nana, Daphnae oleoides</i>	
<b>ΠΑΡΟΧΘΙΑ</b>		<i>Nerium oleander, Vitex agnus-castus, Populus alba, P. nigra, Alnus glutinosa</i>	

Πίνακας 4 : Ζώνες & υποζώνες βλάστησης Ελλάδας Πηγή : Μαυρομάτης (1980), Ντάφης (1986)

Ωστόσο, η κύρια ζώνη που επικρατεί στην περιοχή μελέτης μας είναι η Ζώνη αείφυλλων σκληρόφυλλων πλατύφυλλων:

Αυτή εμφανίζεται από την επιφάνεια της θάλασσας, μέχρι και του υψομέτρου των 700μ., ανάλογα με την έκθεση ως προς τον ορίζοντα, την απόσταση από τη θάλασσα και τη φύση του μητρικού υλικού του εδάφους. Η ζώνη αυτή, καταλαμβάνει το 82,7% της έκτασης του νομού, εκ των οποίων 17,3% καταλαμβάνονται από δάση Χαλεπίουπέυκης (*Pinushalepensis*). Τα δάση της πεύκης συναντώνται γύρω από την αρχαία Ολυμπία, στην περιοχή των Κρεστένων, στα όρη Λαπίθας και Μίνθη, καθώς και σε περιοχές των οικισμών Γούμερο, Κουτσοχέρα, Μουζάκι, Κορυφή, Γεράκι, Περιστερά, Δαφνιώτισσα, Οινόη, Χελιδόνι, Πλάτανος, Πεύκη και άλλες. Στην ίδια αυτή ζώνη βλάστησης, ποσοστό 2,7% καλύπτεται από φρύγανα, ενώ 57,5% αποτελείται από καλλιεργούμενες εκτάσεις.

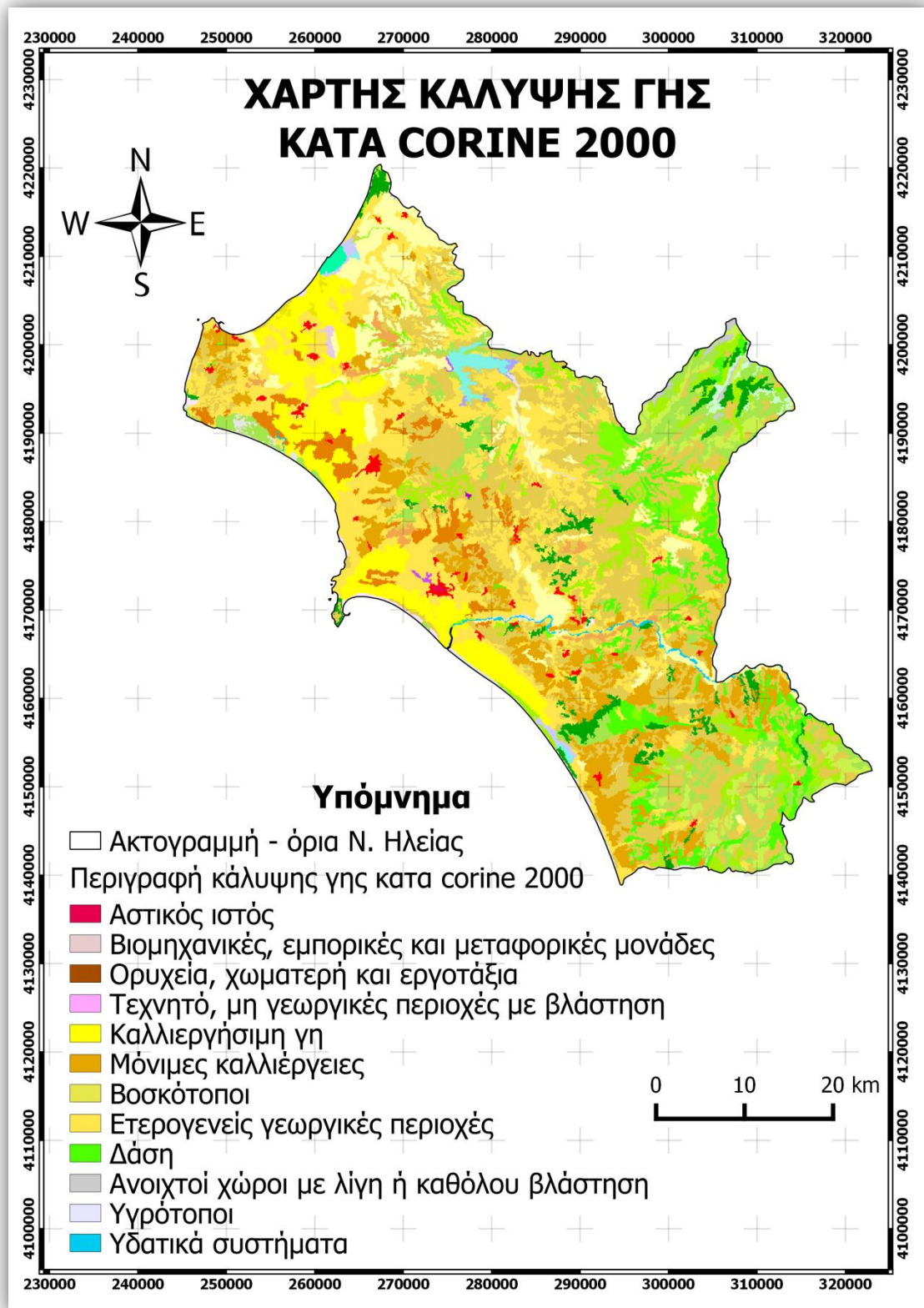
Για την περιγραφή της χρήσης γης, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Corine 2000 LandCover (CooRdination of Information on the Environment). Είναι ένα Ευρωπαϊκό πρόγραμμα όπου παρέχει δεδομένα για την εδαφική κάλυψη. Τα δεδομένα αυτά επεξεργάστηκαν από το λογισμικό QGIS και προέκυψε ο χάρτης κάλυψης γης του Ν. Ηλείας (Σχήμα 8).

Όσον αφορά τις περιοχές που υπάγονται στο Δίκτυο Natura 2000, έχουν καταγραφεί και οριοθετηθεί δύο περιοχές σημαντικές προς προστασία και διαχείριση στα πλαίσια του Προγράμματος «Φύση 2000», οι οποίες φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

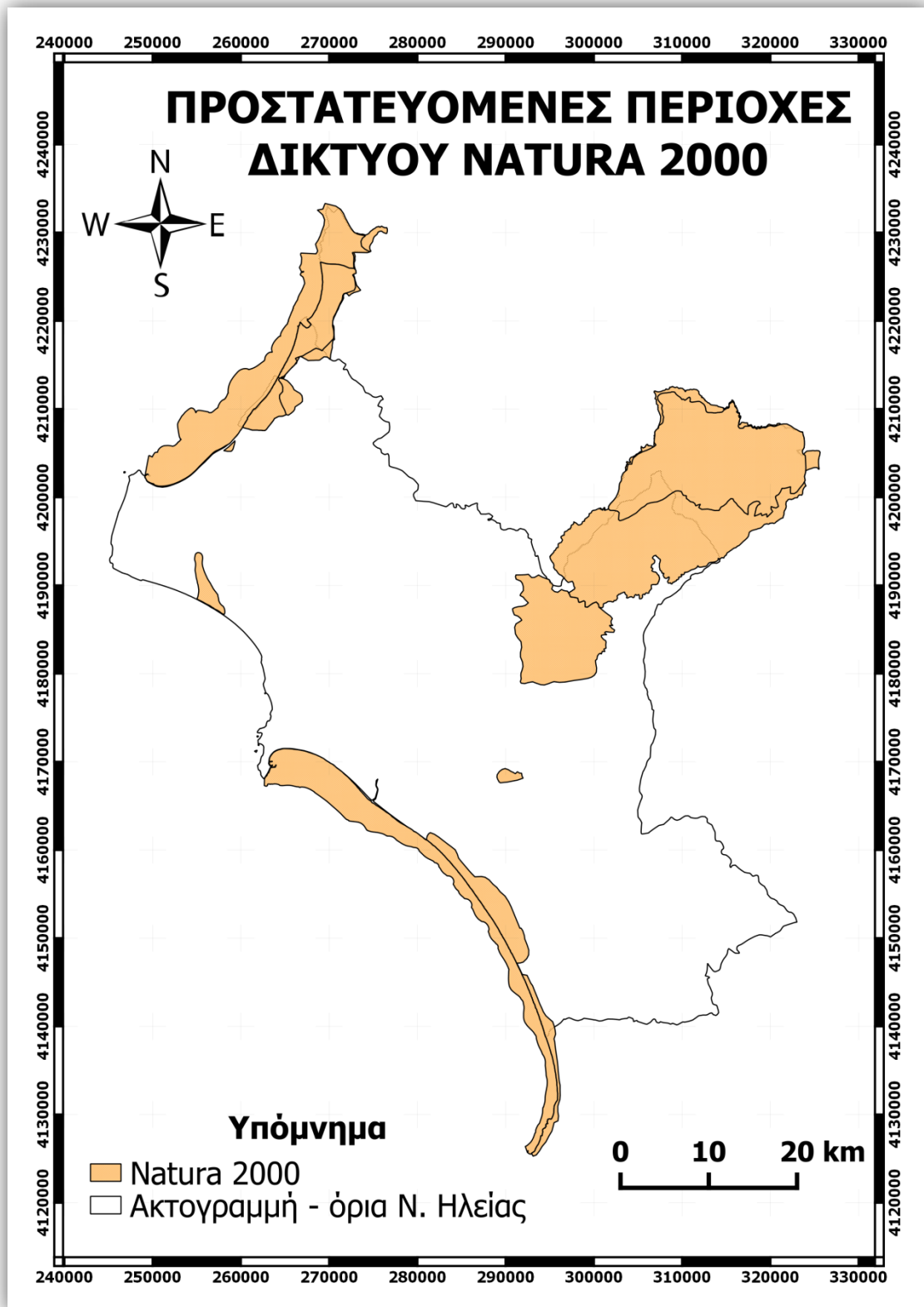
Όνομα Τύπου	Κατηγορία	Κωδικός	Έκταση (Ha)
<a href="#">ΕΚΒΟΛΕΣ (ΔΕΛΤΑ) ΠΗΝΕΙΟΥ</a>	SCI	GR2330003	945.70
<a href="#">ΟΛΥΜΠΙΑ</a>	SCI	GR2330004	314.83
<a href="#">ΘΙΝΕΣ &amp; ΠΑΡΑΛΙΑΚΟ ΔΑΣΟΣ ΖΑΧΑΡΟΣ, ΛΙΜΝΗ ΚΑΪΑΦΑ, ΣΤΡΟΦΥΛΙΑ, ΚΑΚΟΒΑΤΟΣ</a>	SCI	GR2330005	3274.32
<a href="#">ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΚΟΤΥΧΙ, ΒΡΙΝΙΑ</a>	SCI	GR2330006	1647.02
<a href="#">ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΖΩΝΗ ΑΠΟ ΑΚΡ. ΚΥΛΛΗΝΗ ΕΩΣ ΤΟΥΜΠΙ - ΚΑΛΟΓΡΙΑ</a>	SCI	GR2330007	13259.45
<a href="#">ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΛΠΟΥ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ, ΑΚΡ. ΚΑΤΑΚΟΛΟ - ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ</a>	SCI	GR2330008	11038.83
<a href="#">ΟΡΟΠΕΔΙΟ ΦΟΛΟΗΣ</a>	SCI/SPA	GR2330002	9741.95
<a href="#">ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΚΟΤΥΧΙ - ΑΛΥΚΗ ΛΕΧΕΝΩΝ</a>	SPA	GR2330009	2351.00

Πίνακας 5 : Περιοχές Natura 2000 στο Ν. Ηλείας Πηγή : [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)

Οι περιοχές αυτές επεξεργάστηκαν από το λογισμικό QGIS. Δημιουργήθηκαν ζώνες προστασίας και προέκυψε ο χάρτης προστατευόμενων περιοχών κατά Natura 2000 (Σχήμα 9).



Σχήμα 8 : Χάρτης κάλυψης Γης σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine 2000 LandCover



Σχήμα 9 : Περιοχές δικτύου Natura 2000. Πηγή : [geodata.gov.gr/geodata](http://geodata.gov.gr/geodata)

### 3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ

Ο Ελληνικός χώρος διακρίνεται σε επιμέρους γεωλογικές μονάδες (ζώνες) με βάση την διαφοροποίηση που υπάρχει στη λιθολογική σύσταση των γεωλογικών σχηματισμών και στις εξελικτικές τεκτονικές διεργασίες που υποβλήθησαν οι σχηματισμοί αυτοί (Μουντράκης, 1985). Η κατανομή τους στο χώρο ακολουθεί βασικά τις οροσειρές της χώρας μας και στις περισσότερες περιπτώσεις στα μεταξύ των ζωνών όρια εντοπίζονται κύριες τεκτονικές δομές (επωθήσεις, ρηξιγενείς ζώνες). Η διακριτή λιθολογική σύσταση και η τεκτονική καταπόνηση της κάθε ζώνης έχει άμεσες επιδράσεις στην γενικότερη γεωμηχανική της συμπεριφορά, με αποτέλεσμα η κάθε μια από αυτές να χαρακτηρίζεται από ένα γενικότερο πλαίσιο συμπεριφοράς, όσον αφορά τις τεχνογεωλογικές συνθήκες (Μουντράκης, 1985).

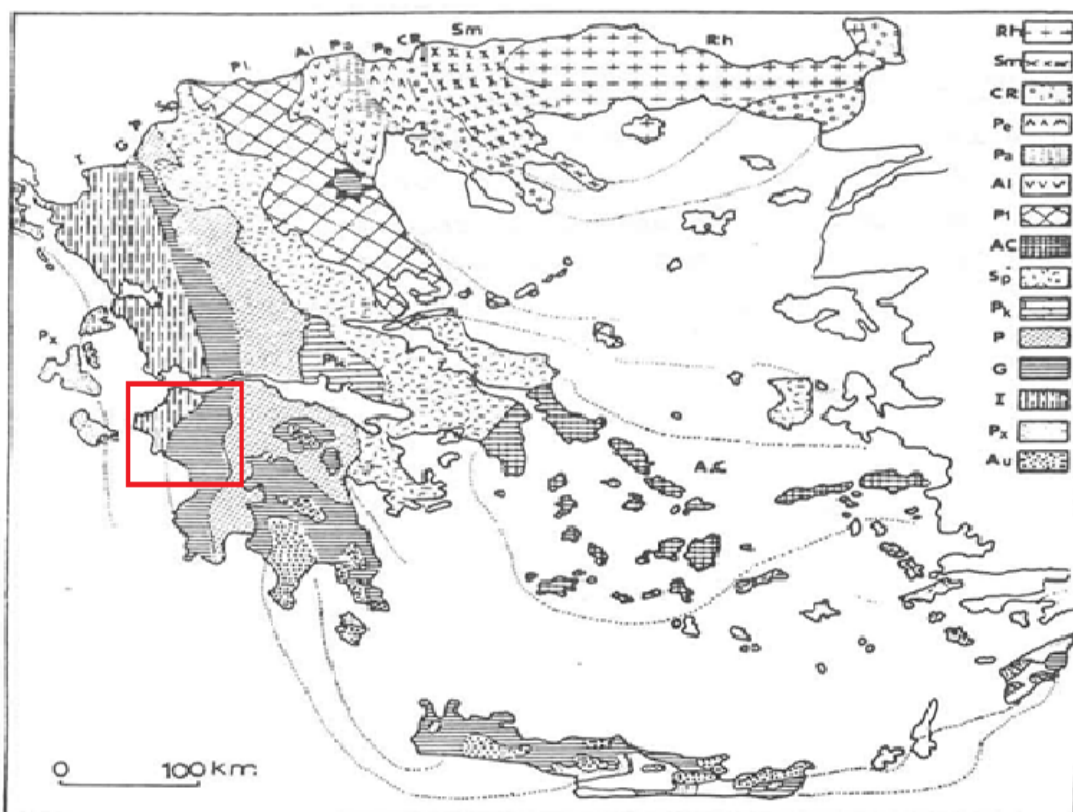
Οι σχηματισμοί του Ν. Ηλείας μπορούν να διακριθούν, σε δύο κατηγορίες:

α) Αλπικοί σχηματισμοί

β) Μεταλπικοί σχηματισμοί

Οι αλπικοί σχηματισμοί εμφανίζονται κυρίως στο βόριο, δυτικό και νότιο τμήμα του νομού και οριοθετούν το μεγάλο νεοτεκτονικό βύθισμα, το οποίο έχει πληρωθεί με τους μεταλπικούς σχηματισμούς. Αυτοί οι σχηματισμοί εμφανίζονται κυρίως στο κεντρικό και δυτικό τμήμα και υπέρκεινται των αλπικών σχηματισμών (Δούτσος, 2000).

Με βάση τα δεδομένα που υπάρχουν έως τώρα, οι σχηματισμοί του νομού Ηλείας ανήκουν στις γεωτεκτονικές ζώνες της Πίνδου, της Γαβρόβου-Τριπόλεως καθώς και στην Ιόνια ζώνη (Κατσιακάτσος, 1992 και Δούτσος, 2000).



Σχήμα 10 : Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών. Rh: Μάζα της Ροδόπης, Sm: Σερβομακεδονική μάζα, CR: Περιοδοσική ζώνη, (Pe: Ζώνη Παιονίας, Pa: Ζώνη Πάικου, Al: Ζώνη Αλμωπίας) = Ζώνη Αξιού, Pl: Πελαγονική ζώνη, Ac: Αττικό-Κυκλαδική ζώνη, Sp: Υποπελαγονική ζώνη, Pk: Ζώνη Παρασσού - Γκιώνας, P: Ζώνη Πίνδου, G: Ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης, I: Ιόνιος ζώνη, Px: Ζώνη Παξών ή Προαπούλια, Au: Ενότητα "Ταλέα όρη - πλακάδες ασβεστόλιθοι" πιθανόν της Ιονίου ζώνης.  
Πηγή : Κατά Mountrakis et.al. 1983

### **3.1 ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ**

#### ***3.1.1 ΖΩΝΗ ΩΛΟΝΟΥ – ΠΙΝΔΟΥ Ή ΖΩΝΗ ΠΙΝΔΟΥ***

Η γεωτεκτονική ζώνη της Πίνδου χαρακτηρίζεται από μια συνεχή πελαγική ιζηματογένεση (πυριτική και ανθρακική) από το Τριαδικό έως σήμερα (Μουντράκης, 1985). Εμφανίζεται κυρίως στο ανατολικό τμήμα της περιοχής, στα περιθώρια του τεκτονικού βυθίσματος, ενώ απαντά και σε μεγάλο τμήμα στην μεταλλική λεκάνη κάτω από τους μεταλλικούς σχηματισμούς. Η ζώνη της Πίνδου βρίσκεται επωθημένη προς τα δυτικά πάνω στην ζώνη Γαβρόβου- Τρίπολεως και καθιερώθηκε με το όνομα «Το τεκτονικό κάλυμμα της Πίνδου». Σε ορισμένες θέσεις, η επώθηση αυτή έχει υπολογιστεί ότι ξεπέρασε τα 100 km (Δούτσος, 2000). Η επώθηση της ζώνης Πίνδου έλαβε χώρα μετά την απόθεση και του φλύσχη της ζώνης Γαβρόβου – Τρίπολης στο Κάτω Ολιγόκαινο, και ακολούθησε η εφελκυστική τεκτονική που προκάλεσε την κατάρρευση με κανονικά ρήγματα αποκόλλησης που αποκάλυψαν τα τεκτονικά

παράθυρα της ζώνης Γαβρόβου – Τρίπολης. Τέλος, η Ζώνη Πίνδου είναι η πλέον εσωτερική ζώνη της περιοχής.

Πιο αναλυτικά η παραπάνω ζώνη περιλαμβάνει (Κατσικάτσος, 1992 και Δούτσος, 2000) :

α) Τριτογενής φλύσχης που αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτών, ιλυούχων και αργιλικών μαργών και ψαμμούχων ασβεστολίθων

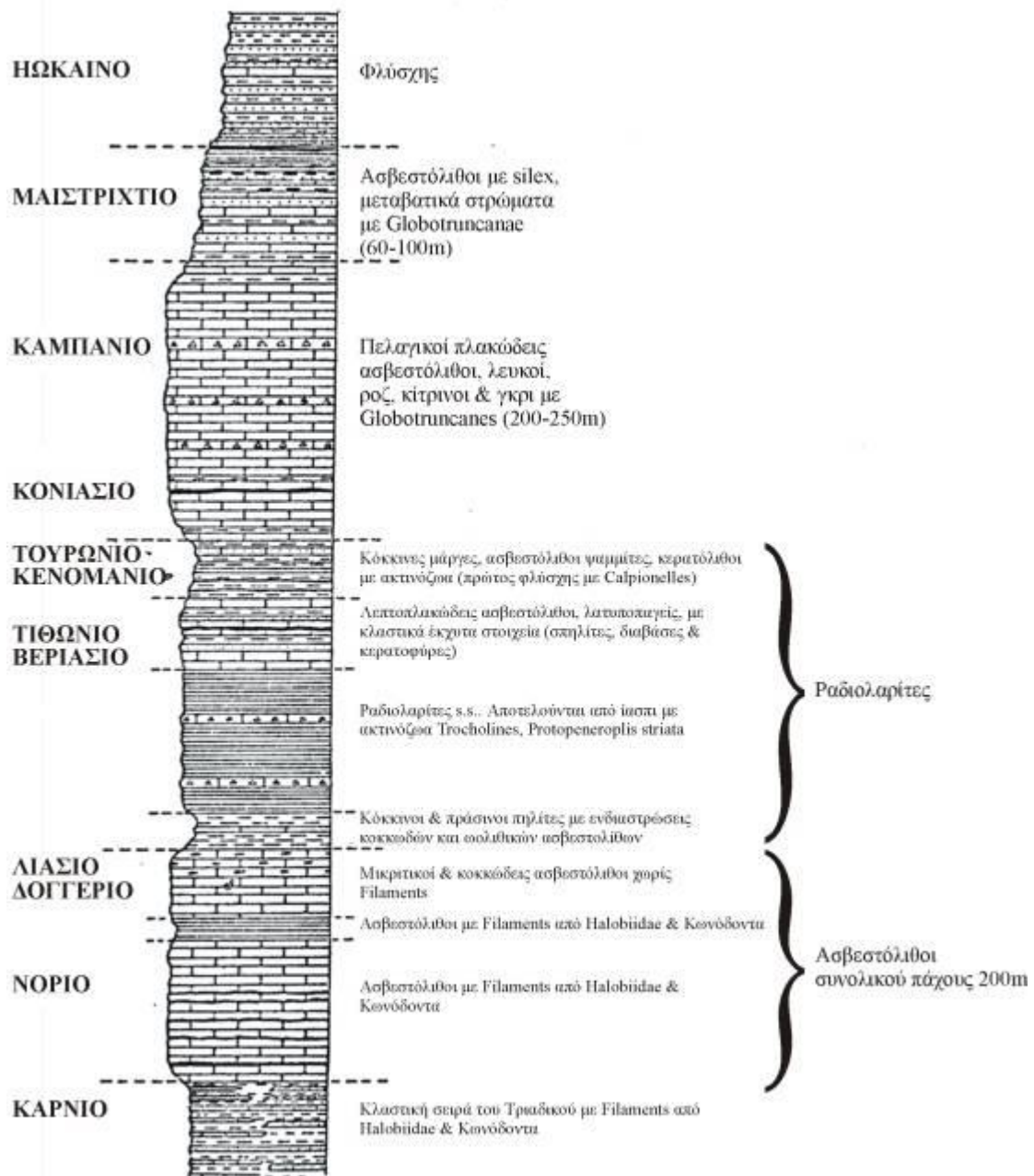
β) Πελαγικοί ασβεστόλιθοι, πλακώδεις έως στρωματώδεις, λευκοί, ερυθροί και τεφροί με εναλλαγές κερατολίθων και Sillex ηλικίας Κενομανίου - Μαιστριχτίου

γ) Κλαστικός σχηματισμός κατώτερου κρητιδικού που αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτών, μαργών, πηλιτών και σπανιότερα λεπτοστρωματώδων ασβεστολίθων και κερατολίθων

δ) Σχηματισμός Ραδιολαριτών – Κερατολίθων ηλικίας Δογгерίου- Μαλμίου έως τη βάση του κρητιδικού

ε) Ασβεστόλιθοι με κερατόλιθους ηλικίας Άνω Τριαδικό - Λιάσιο

στ) Κλαστική σειρά Τριαδικού που περιλαμβάνει εναλλαγές ψαμμιτών, πηλιτών και ορισμένων ασβεστολίθων, ενώ κατά θέσεις παρατηρούνται τεμάχια ηφαιστειακών πετρωμάτων. Η ζώνη της Πίνδου χαρακτηρίζεται από έντονη τεκτονική καταπόνηση (εφιππεύσεις, επωθήσεις).



Σχήμα 11 : Στρωματογραφική στήλη της Πίνδου βασισμένη στα στοιχεία του FLEURY (1980). Πηγή : από Παπανικολάου, 1986

### **3.1.2 ΖΩΝΗ ΓΑΒΡΟΒΟΥ – ΤΡΙΠΟΛΗΣ**

Η ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης βρίσκεται δυτικά της ζώνης Πίνδου και προεκτείνεται με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ από την Ήπειρο προς την Πελοπόννησο όπου εμφανίζεται να περιβάλλεται τεκτονικά από τη ζώνη Ωλονού – Πίνδου. Η ζώνη αυτή αποτελούσε ένα ύβωμα κατά τη διάρκεια της ιζηματογένεσης που χώριζε την Ιόνια από την Πινδική αύλακα. Η ιζηματογένεση είναι νηριτική και υφαλογόνα από το Τριαδικό έως το Ανώτερο Ηώκαινο (Μουντράκης, 1985). Οι ασβεστόλιθοι που αποτέθηκαν είναι σκοτεινοί - τεφροί έως μαύροι κατά τύπους λατυποπαγείς και πλούσιοι σε απολιθώματα. Μια ενδο-Ηώκαινική εμφάνιση μικρών βωξιτικών οριζόντων στο όρος Κλόκοβα και το ακρωτήριο Αρτεμίσιο δείχνει ότι η ζώνη αυτή χέρσευσε για να ένα μικρό διάστημα και στη συνέχεια ξαναβυθίστηκε. Στη συνέχεια, αποτέθηκε ο φλύσχης έως το Κατώτερο Μειόκαινο (πάχος 2000m). Είναι μαργαϊκός και ξεχωρίζει από το φλύσχη της Ιονίου ζώνης από τις μεγάλες κροκάλες κερατολίθων που περιέχει, οι οποίες προέρχονται από τη ζώνη Πίνδου. Αν και γενικώς ο φλύσχης τοποθετείται σύμφωνα επί της ασβεστολιθικής πλατφόρμας υπάρχουν θέσεις όπου πιστοποιήθηκε ένα παλαιοανάγλυφο. Επίσης, σε άλλες θέσεις κροκάλες από Ηώκαινικούς ασβεστολίθους βρίσκονται μέσα σε αποθέσεις του φλύσχη. Προς τα ανατολικά η ζώνη Γαβρόβου - Τριπόλεως χωρίζεται από τη ζώνη της Πίνδου με μια από τις μεγαλύτερες επωθήσεις του Ελληνικού χώρου, την «Επώθηση της Πίνδου». Κατά μήκος αυτής το Πινδικό κάλυμμα έχει μεταφερθεί προς τα δυτικά πλέον των 100km πάνω από τη ζώνη Γαβρόβου - Τριπόλεως ώστε στην Πελοπόννησο να σχηματιστούν πολλά τεκτονικά παράθυρα (Κατσικάτσος, 1992). Από τεκτονική άποψη η ζώνη χαρακτηρίζεται από ανοικτά ασύμμετρα αντίκλινα με άξονες γενικής διεύθυνσης Β-Ν και με ροπή προς τα Δυτικά, όπως αυτά της Κλόκοβας και της Βαράσοβας. Πρόκειται κυρίως για συγκλινικές και αντικλινικές μορφές μεγάλης κλίμακας που προκλήθηκαν κατά την τελική φάση πτυχώσεων ως αποτέλεσμα μιας συμπίεστικής τεκτονικής που έλαβε χώρα στο τελικό Ολιγόκαινο – Κάτω Μειόκαινο. Τα ολιθοστρώματα κατά τη διάρκεια της ιζηματογένεσης του φλύσχη συνδέονται γενετικά με τον σχηματισμό αυτών των δομών (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).

### **3.1.3 ΙΟΝΙΟΣ Ή ΑΝΔΡΙΑΤΙΚΟΙΟΝΙΟΣ ΖΩΝΗ**

Εκτείνεται κατά μήκος της δυτικής παραλίας της Ηπειρωτικής Ελλάδας με διεύθυνση Β-Ν και περιλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα της Ηπείρου, την Ακαρνανία, τμήματα από τα Ιόνια νησιά και την Δυτική Πελοπόννησο (Μουντράκης, 1985). Η Ιόνια ζώνη εμφανίζεται κυρίως σε δύο περιοχές, στην χερσόνησο της Κυλλήνης και στη δυτική απόληξη του όρους Λάπιθας. Αυτή η ζώνη συγκροτείται αποκλειστικά από Αλπικά ιζηματογενή πετρώματα (Δούτσος, 2000).

Οι σχηματισμοί που εμφανίζονται στην επιφάνεια είναι (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992) :

α) Ο σχηματισμός ασβεστολίθων Κάστρου Ιονίου, ηλικίας Κρητιδικού. Πρόκειται για λευκούς λεπτοστρωματώδεις ασβεστολίθους που περιέχουν κονδύλους Sillex και εμφανίζονται κοντά στην περιοχή της Κυλλήνης. Μια νέα εμφάνιση ασβεστολίθων παρατηρήθηκε στα λουτρά Καϊάφα.

β) Σχηματισμός εβαποριτών πρόκειται για ανυδρίτες και γύψους σκούρου χρώματος λόγω της παρουσίας βιτουμενίου. Η ηλικία τους είναι Τριαδική και η εμφάνιση τους οφείλεται σε φαινόμενα διαφυρισμού.

### **3.2 ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ**

**Σχηματισμός Προδρόμου :** Πρόκειται για κροκαλοπαγή ισχυρώς συγκολλημένα. Το μέγεθος των κλαστικών υλικών ποικίλλει από 40cm έως λεπτόκοκκο υλικό και αποτελείται κυρίως απομάργες και ψαμμίτες. Το πάχος του μεταβάλεται και εμφανίζεται στην περιοχή του ομώνυμου χωριού καθώς και στην περιοχή του Πανόπουλου. Βρίσκεται ασύμφωνα υπερκείμενος των σχηματισμών της Πίνδου και καλύπτεται από τους σχηματισμούς Κεραμιδιάς και Ερύμανθου. Η ηλικία του σχηματισμού είναι Ανώτερο Μειόκαινο - Κατώτερο Πλειόκαινο και είναι ισόχρονος σχηματισμός των Μειοκαινικών αποθέσεων θαλάσσιας προέλευσης (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).

**Σχηματισμός Πλατιάνας :** Αποτελείται από γκριζοπράσινες λεπτοστρωματώδεις αργίλους, άμμους και πηλίτες με τοπικές ενδιαστρώσεις λιγνιτών. Βρίσκονται βόρεια του Λάπιθα κοντά στο χωριό Πλατιάνα και στο τεκτονικό βύθισμα της Ζαχάρως. Ο σχηματισμός έχει αποτεθεί σε υφάλμυρο έως γλυκών υδάτων περιβάλλον και η ηλικία του είναι Ανώτερο Μειόκαινο - Ανώτερο Πλειόκαινο. Βρίσκεται ασύμφωνα πάνω στις ζώνες Γαβρόβου - Τρίπολης και Πίνδου ενώ το πάχος τους είναι μεταβλητό (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).

**Σχηματισμός Οινόης :** Πρόκειται για άστρωτες καφέ και γκριζοπράσινες αργίλους που δείχνουν υφάλμυρο έως λιμναίο περιβάλλον και ανοιχτοκίτρινους έως καφέ ψαμμίτες. Περιέχουν κατά θέσεις ενδιαστρώσεις λιγνιτών. Η ηλικία του σχηματισμού δεν είναι παλαιότερη του Ανώτερου Πλειοκαίνου ενώ το πάχος φτάνει έως και 1200cm. Εμφανίζεται στην περιοχή που ορίζεται από τα χωριά: Περιστερίο, Οινόης, Χειμαδίου και Κουτσοχέρας (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).

**Σχηματισμός Κροκαλοπαγών Περιστερίου :** Πρόκειται για κροκαλοπαγή που εναλλάσσονται κατά θέσεις με χονδρόκοκκους έως μεσόκοκκους ψαμμίτες. Οι κροκάλες είναι Πινδικής προέλευσης. Το περιβάλλον απόθεσης ήταν θαλάσσιο, ρηχό, παράκτιο, ποταμοχειμαρρώδες λιμναίο όπου ταχύτατα εναλλασσόταν. Η ηλικία του σχηματισμού είναι Ανώτερο Πλειόκαινο και τυπικές εμφανίσεις του παρατηρούνται βόρεια και δυτικά του ομώνυμου χωριού (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).

**Σχηματισμός Βούναργου :** Χαρακτηρίζεται από άρρυθμες εναλλαγές αργίλων, μαργών, ιλυολίθων, ψαμμιτών, άμμων με κάποιες ενδιαστρώσεις κροκαλοπαγών στα περιθώρια της λεκάνης. Η ηλικία του σχηματισμού είναι Ανώτερο Πλειόκαινο - Πλειστόκαινο ενώ οι φάσεις των σχηματισμών είναι ρηχής θάλασσας δηλαδή λιμναίες ποταμοχειμαρρώδεις. Το μέγιστο πάχος που έχει παρατηρηθεί είναι 1000m και η επαφή του με τον υποκείμενο σχηματισμό είναι κανονική (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).

**Σχηματισμός Κεραμιδιάς :** Πρόκειται για άστρωτους, αμμούχους ή ιλυούχους αργίλους με ενδιαστρώσεις αδρόκοκκων υλικών και οριζόντιων λιγνιτών. Η ηλικία των σχηματισμών είναι Πλειστοκαινική και εμφανίζονται στις περιοχές Κεραμιδιά, Δάφνη, Γεράκι, Καράτουλα, Άγιος Ηλίας κ.α. Η φάση του σχηματισμού είναι λιμνοθαλάσσια, λιμναία (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).

**Σχηματισμός Ερύμανθου :** Περιλαμβάνει πολυγενή κροκαλοπαγή χερσαίας προέλευσης τα οποία συνδέονται με ένα ερυθροπυριτικό χαλαρό σχηματισμό. Οι κροκάλες προέρχονται από τους σχηματισμούς της Πίνδου και Γαβρόβου - Τριπόλεως ενώ το μέγεθος των κροκάλων ποικίλλει, και όσο προχωράμε μακριά από την πηγή τροφοδοσίας ελαττώνεται. Εμφανίζεται στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης. Ο σχηματισμός αποτελεί ένα παλαιοκώνο και έχει ηλικία Πλειστοκαινική (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).

**Σχηματισμός Ασβεστοψαμμιτών Γλώσσας- Κατακόλου :** Περιλαμβάνει πορώδεις ασβεστιτικούς ψαμμίτες οι οποίοι κατά θέσεις περιέχουν πιο λεπτομερή υλικά που προέρχονται από διάφορα πετρώματα. Η ηλικία των απολιθωμάτων δείχνει Ανώτερο Πλειστόκαινο. Η παραμόρφωση του σχηματισμού μας σηματοδοτεί τις πρόσφατες παραμορφώσεις του Ολιγοκαίνου (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).

### **3.3 ΟΛΟΚΑΙΝΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ**

**Σχηματισμός αλλουβιακών αποθέσεων :** Πρόκειται για πρόσφατες χαλαρές αποθέσεις πάχους 10-15m που αποτελούνται από αργίλους, ιλύ, άμμους και κροκάλες. Εκτείνονται σε όλη τη πεδινή επίπεδη έκταση και καλύπτουν ασύμφωνα όλους τους προηγούμενους σχηματισμούς (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).

**Σχηματισμός παράκτιων αποθέσεων :** Εμφανίζεται κατά μήκος όλης της ακτογραμμής και αποτελείται από άμμους, κροκάλες κ.ά. διαφόρων μεγεθών (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).

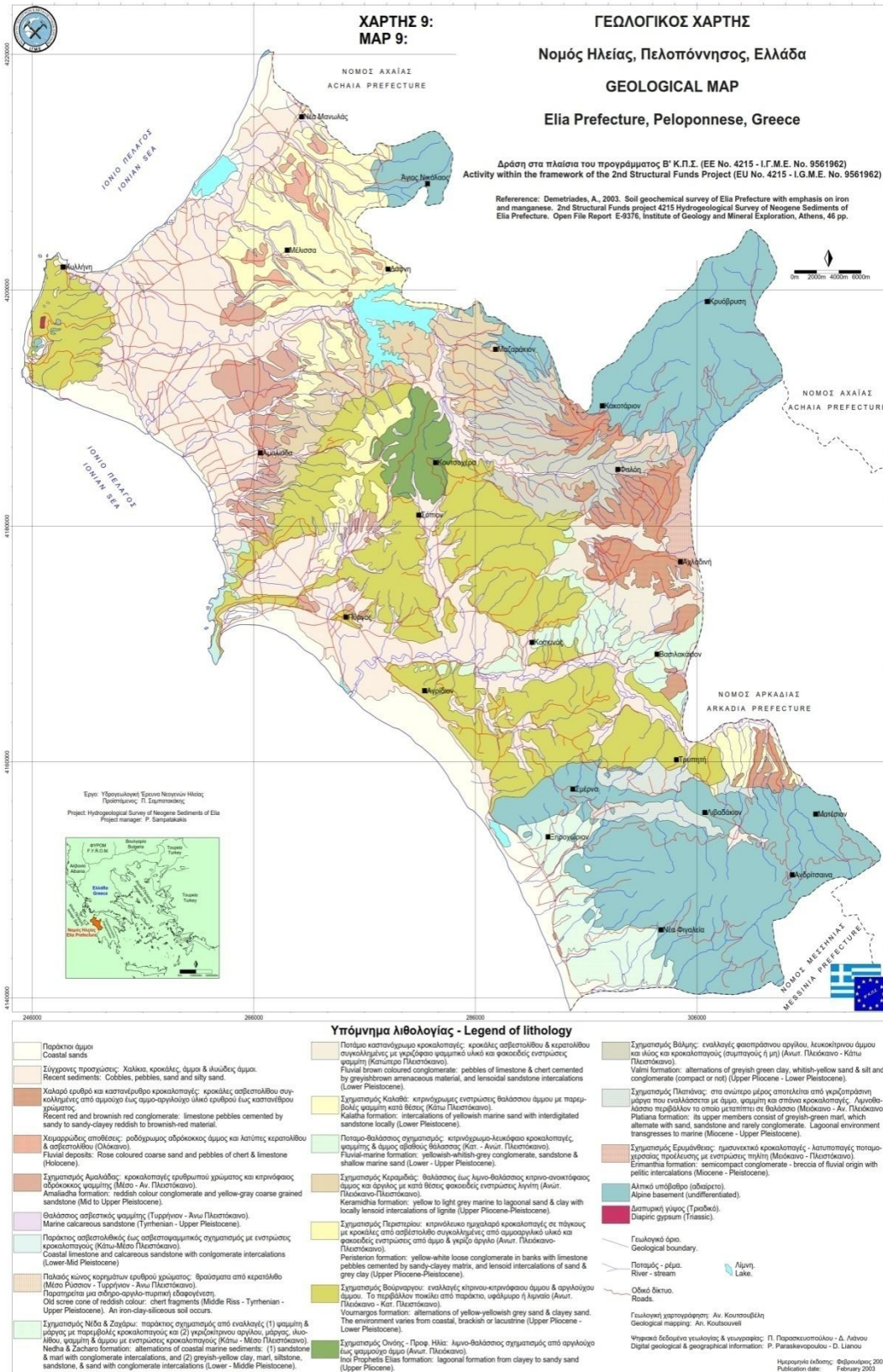
**Σχηματισμός Beach-rocks :** Πρόκειται για συμπαγείς σχηματισμούς που αναπτύσσονται στη ρηχή θάλασσα παράλληλα προς την ακτογραμμή (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).

**Σχηματισμός πλευρικών κορημάτων :** Σχηματισμοί που εμφανίζονται στις επικλινείς πλευρές των μορφολογικών υψωμάτων και αποτελούνται από διάφορα υλικά. Χαρακτηρίζονται από μεγάλη αστάθεια (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).

**Σχηματισμοί θινών :** Αμμώδεις λόφοι που αναπτύσσονται κατά μήκος της παραλιακής ζώνης με μεγαλύτερη εμφάνιση στο νότιο τμήμα της χερσονήσου της Κυλλήνης (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).

**Σύγχρονες ελώδεις αποθέσεις :** Πρόκειται για σύγχρονες ελώδεις αποθέσεις που αποτελούνται από αργίλους, ιλύ και σπανιότερα άμμου με πολλά φυτικά λείψανα, και αναπτύσσονται κατά μήκος της παραλιακής ζώνης (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992).





Σχήμα 13 : Γεωλογικός χάρτης Ν. Ηλείας. Πηγή : από Ε.Ε-Ι.Γ.Μ.Ε, 2003

## 4. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται για την σύνθετη γεωλογική δομή και την έντονη τεκτονική καταπόνηση των σχηματισμών της, σαν αποτέλεσμα των επαλλήλων ορογενετικών κινήσεων που έλαβαν χώρα κατά την διάρκεια της Αλπικής ορογένεσης η οποία συνέβαλλε καθοριστικά στην σημερινή διαμόρφωση του Ελληνικού χώρου με τον έντονο οριζόντιο και κατακόρυφο διαμελισμό. Στη διαμόρφωση αυτή συνέβαλλαν αποφασιστικά και οι πρόσφατες κατακόρυφες μετακινήσεις του Τεταρτογενούς, με την δημιουργία απότομων ακτών και την περαιτέρω εξέλιξη των τεκτονικών τάφρων του Νεογενούς, με τις οποίες συνδέεται άμεσα και η έντονη σεισμικότητα (Μουντράκης, 1985).

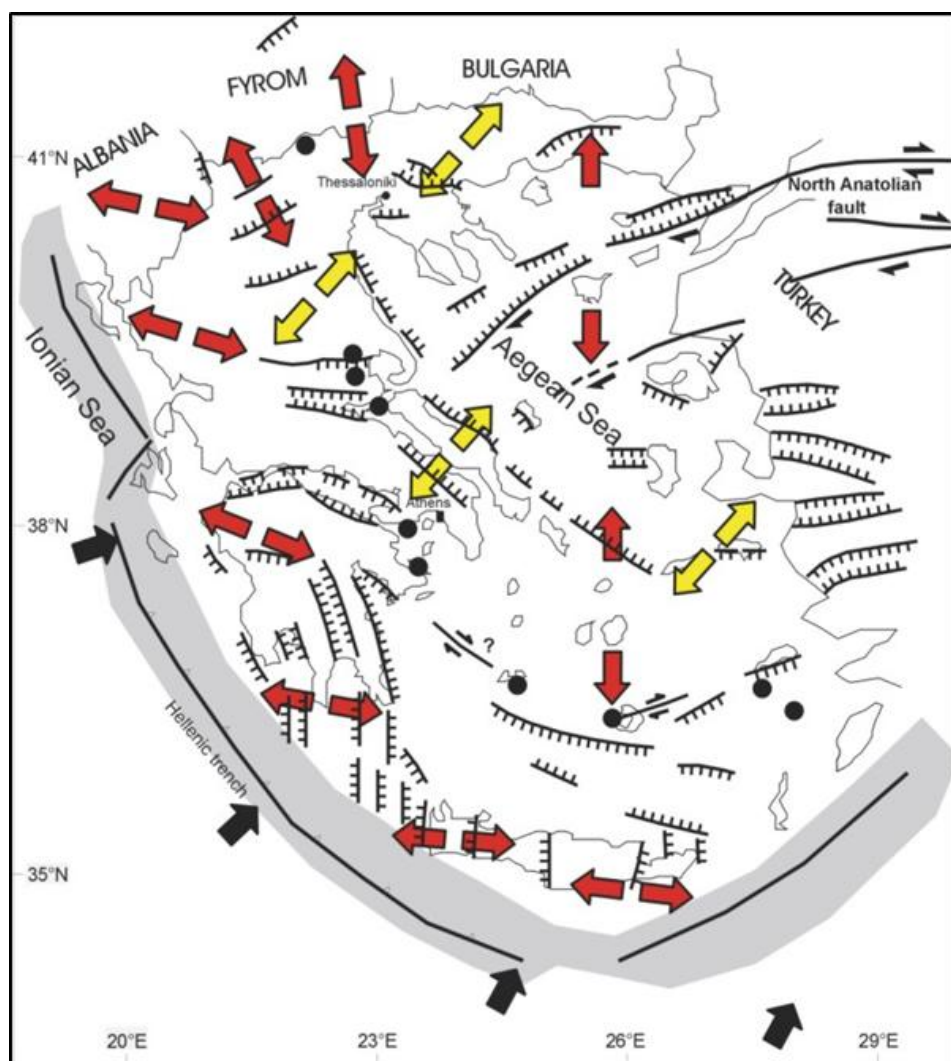
Πιο αναλυτικά, η τεκτονική δομή των Ελληνίδων ζωνών συγκροτείται γενικά από αλληπάλλληλα τεκτονικά καλύμματα και λέπια, τα οποία επωθούνται το ένα πάνω στο άλλο από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά. Η εξέλιξη των τεκτονικών φαινομένων που κατέληξε στη συγκρότηση των επωθημένων λεπιών και καλυμμάτων προκλήθηκε από τη μετακίνηση των ορογενών από τα Εσωτερικά τόξα προς τα Εξωτερικά, μετακίνηση που συνδυάστηκε με την άσκηση ισχυρών συμπιεστικών τάσεων στο χώρο της εκάστοτε ορογενετικής λωρίδας. Οι συμπιεστικές τάσεις οφείλονταν φυσικά στο γενικό γεωδυναμικό σύστημα προσέγγισης και σύγκρουσης των μεγάλων λιθοσφαιρικών πλακών Ευρασίας και Γκοντβάνας και της καταστροφής του ωκεανού της Τηθύος. Αποτέλεσμα των συμπιεστικών τάσεων είναι η δημιουργία πτυχών και ανάστροφων ρηγμάτων με επωθήσεις και εφιπτεύσεις στην ορογενετική λωρίδα (Μουντράκης, 1985) (Σχήμα 14).

Η περιοχή μελέτης καταλαμβάνει το δυτικό τμήμα της Πελοποννήσου και εντοπίζεται σε απόσταση περίπου 55 km από την Ελληνική ζώνη καταβύθισης μεταξύ της Αφρικανικής και της Ευρωπαϊκής πλάκας. Η γεωμετρία της βυθιζόμενης πλάκας είναι σε γενικές γραμμές ομαλή στην περιοχή αυτή.

Γενικά η Δυτική Πελοπόννησος χαρακτηρίζεται από την παρουσία μεγάλων νεοτεκτονικών δομών που αντιστοιχούν είτε σε τεκτονικά βυθίσματα (graben) είτε σε τεκτονικά κέρατα (horsts). Αυτές οι δομές οριοθετούνται από ζώνες διάρρηξης με διεύθυνση Α-Δ και ΒΒΔ-NNA δημιουργώντας ένα σύνθετο μωσαϊκό με ιδιαίτερα

νεοτεκτονικά, δομικά και χαρακτηριστικά εξέλιξης για κάθε ένα από τα τμήματα του (Μαριολάκος et.al., 1985).

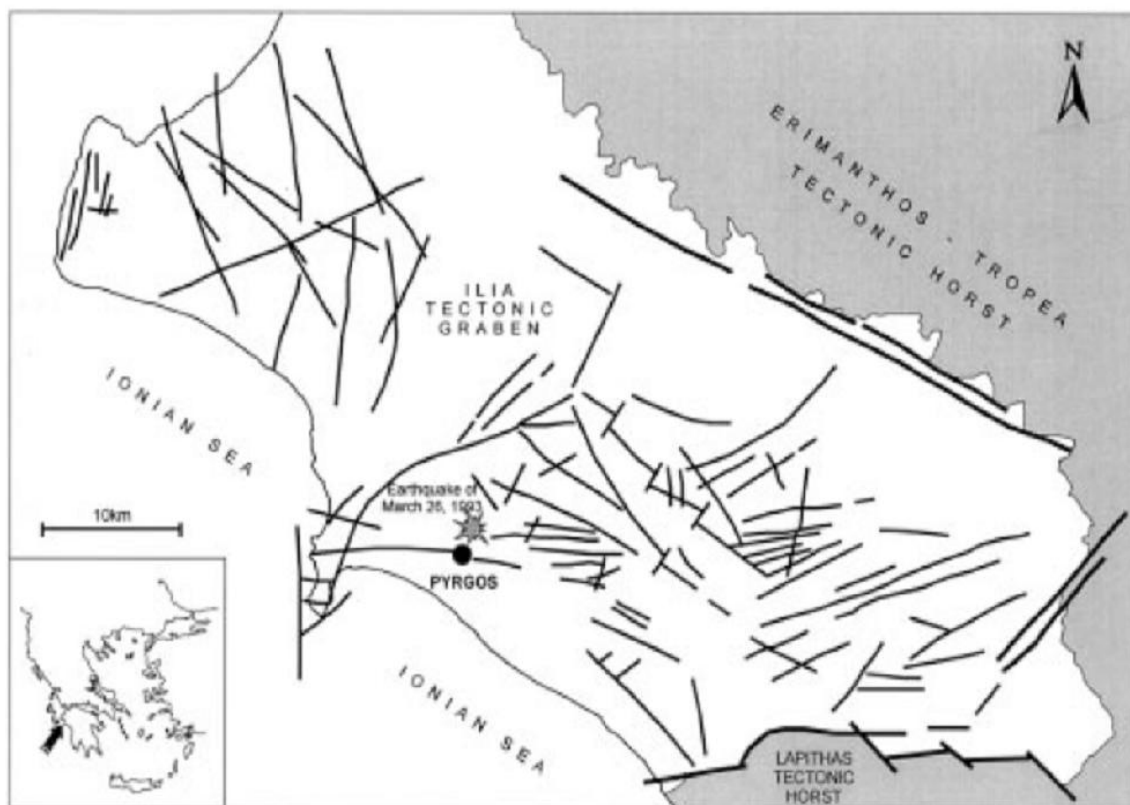
Η περιοχή της Ηλείας στην δυτική Πελοπόννησο αντιστοιχεί σ' ένα μεγάλο τεκτονικό βύθισμα πρώτου βαθμού ρηξιγενή δομή κοντά στην ζώνη καταβύθισης, ως αποτέλεσμα της γειτνίασής της με τη περιοχή σύγκλισης της Αφρικανικής πλάκας η οποία κινείται προς τα βόρεια και βυθίζεται κάτω από την Ευρασιατική πλάκα.



Σχήμα 14 : Γεωτεκτονικό καθεστώς της Ελλάδας (Κατά Mountrakis et.al. 1983)

Το βύθισμα της Ηλείας (ρηξιγενής τάφος) οριοθετείται από τα N-NA από το τεκτονικό κέρασ του Ερύμανθου, από τα Α από το τεκτονικό κέρασ Τρόπεα και στα Ν από το τεκτονικό κέρασ του όρους Λάπιθα. Όλες οι δομές βρίσκονται πάνω σε

Αλπικούς σχηματισμούς. Οι ρηγματικές ζώνες που περιβάλλουν τα τεκτονικά κέρατα είναι εύκολα διακριτά και σχηματίζουν εντυπωσιακές μορφολογικές ασυνέχειες. Το εμβαδόν του βυθίσματος της Ηλείας είναι περίπου 1.500 km<sup>2</sup> αποτελούμενο από μετα-αλπικές αποθέσεις ηλικίας Αν.Μειόκαινου-Ολόκαινου με μέγιστο πάχος περίπου 3.000 m (Lekkas et.al. 2000).



Σχήμα 15 : Νεοτεκτονικός χάρτης της Ηλείας με τα σημαντικότερα ρήγματα και ρηξιγενείς ζώνες (Lekkas et.al. 2000)

Ο ενεργός τεκτονισμός κατά τη φάση της ιζηματογένεσης έπαιξε κύριο λόγο στην εξέλιξη των μεταλπικών σχηματισμών και δημιούργησε ρηξιγενείς ζώνες και τεκτονικά κέρατα μικρότερης τάξης μέσα στην πρώτη ρηξιγενούς δομής της Ηλείας. Η έντονη τεκτονική δραστηριότητα κατά το Μειόκαινο-Ολόκαινο οφείλεται στη γειτονία της περιοχής με το όριο σύγκλισης των δύο τεκτονικών πλακών και από τον διαπειρισμό των εβαποριτών του αλπικού υποβάθρου (Lekkas et.al. 2000).

Κατά τη φάση της ιζηματογένεσης, ο ενεργός τεκτονισμός έπαιξε κύριο λόγο στην εξέλιξη των μεταλπικών σχηματισμών και δημιούργησε ρηξιγενείς ζώνες και τεκτονικά κέρατα μικρότερης τάξης μέσα στην πρώτη ρηξιγενούς δομής της Ηλείας. Κατά το Μειόκαινο-Ολόκαινο έντονη τεκτονική δραστηριότητα οφείλεται στη

γειτονία της περιοχής με το όριο σύγκλισης των δύο τεκτονικών πλακών και από τον διαπειρισμό των εβαποριτών του αλπικού υποβάθρου. Συγκεκριμένα, η τεκτονική δραστηριότητα κατά το Ολόκαινο ήταν έντονη και κυρίως εκφραζόταν με παραμορφώσεις (Mariolakos et.al., 1991).

Κατά τη διάρκεια χαρτογραφήσεων έχει εντοπιστεί και μελετηθεί μεγάλος αριθμός ρηγμάτων, από τα οποία κάποια ήταν ενεργά σε προηγούμενες νεοτεκτονικές περιόδους (π.χ. Πλειόκαινο, Κ. Πλειστόκαινο) ενώ άλλα ήταν ενεργές δομές του Ολοκαίνου (Lekkas et.al., 1992). Τα καταγεγραμμένα επίπεδα σεισμικότητας, τα οποία ίσως να είναι τα υψηλότερα στην Ελλάδα (Hatzfeld et.al., 1990) επιβεβαιώνουν τις νεοτεκτονικές μελέτες, οι οποίες δείχνουν ότι η περιοχή υφίσταται έντονη παραμόρφωση. Οι μεταλπηκοί σχηματισμοί έχει προαναφερθεί, ότι καταλαμβάνουν την περιοχή γύρω από τον Πύργο, είναι ένα μικρό κομμάτι της ρηξιγενούς Ηλείας. Το υπόβαθρο τους αποτελείται από αλπικούς σχηματισμούς.

Το υπόβαθρο, σύμφωνα με γεωφυσικές έρευνες, αποτελείται από εβαπορίτες του Τριαδικού και Κρητιδικούς – Ηωκαινικούς ασβεστολίθους, ενώ ο Ολιγοκαινικός φλύσχης απαντάται τοπικά. Συναντάται σ' ένα βάθος μεταξύ 1800 έως 3000 m. Τέτοια μεγάλη διαφορά στο βάθος όπου συναντάται δικαιολογείται από τις έντονες τεκτονικές και διαπειρικές δομές.

Στην ευρύτερη περιοχή της ρηξιγενούς ζώνης της Ηλείας οι σχηματισμοί φαίνεται να έχουν υποστεί σημαντική παραμόρφωση ακόμα και στο Τεταρτογενές. Αυτό εκδηλώνεται κυρίως από πτυχές και ρήγματα. Σημαντικός είναι ο αριθμός τόσο των απομονωμένων ρηγμάτων όσο και αυτών που σχηματίζουν μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες.

Διακρίνονται σύμφωνα με λεπτομερή τεκτονική ανάλυση (Lekkas et.al., 1992,1994) μια σειρά από τεκτονικές ζώνες με τη ρηξιγενή ζώνη Κατακόλου - Βούναργου να είναι η κύρια ρηξιγενής ζώνη οι οποία αναπτύσσεται στην περιοχή μελέτης. Αποτελείται από έναν αριθμό ρηγμάτων γενικής διεύθυνσης ΝΔ-ΒΑ τα οποία τέμνουν τους σχηματισμούς από το Κατάκολο έως το Βούναργο. Δεν παρουσιάζει η ρηξιγενής ζώνη σε όλο της το μήκος αυτές τις εντυπωσιακές δομές αλλά στα δυτικά εμφανίζονται πολλά μικρής κλίμακας ρήγματα και στα ανατολικά βαθμιαία μεταπίπτει σε μονοκλινείς παραμορφώσεις στους σχηματισμούς Βούναργου και Περιστερίου. Η ρηξιγενής ζώνη Κατακόλου – Βούναργου, είναι ένα κύριο τεκτονικό στοιχείο της περιοχής με σημαντικά διάφορη γεωλογική και τεκτονική δομή και αυτή

η ρηξιγενής ζώνη εκτείνεται σε 25 km μήκος. Σύμφωνα με τα δεδομένα που υφίστανται η δραστηριοποίηση της ρηξιγενούς ζώνης άρχισε το Κ. Πλειόκαινο και συνέχισε στο Ολόκαινο, το οποίο αποδεικνύεται από τη μετατόπιση των ασβεστιτικών ψαμμιτών του Κατακόλου και τα όρια των αλλουβιακών σχηματισμών. Η ολική εμφάνιση κατά πλάτος της ζώνης είναι σχεδόν 500 m.

Τρεις κύριες διευθύνσεις ρηγμάτων δημιουργούν ένα πολύπλοκο καθεστώς διάρρηξης στην περιοχή της πόλης του Πύργου (πίνακας 6) (Παπασιμίπα, 1999) :

α) Τα ρήγματα ΒΔ – ΝΑ διεύθυνσης απαντώνται στα νότια και ανατολικά της πόλης του Πύργου στην περιοχή του Επιταλίου και του Πανόπουλου αντίστοιχα. Ρήγματα μικρότερης επιφανειακής εμφάνισης και διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ απαντώνται στα ανατολικά του κυρίου ρήγματος του Επιταλίου.

β) Ρήγματα διεύθυνσης ΒΑ – ΝΔ απαντώνται βόρεια της πόλης του Πύργου, στην περιοχή του Βουνάργου. Τα σημαντικότερα ρήγματα αυτής της ρηξιγενούς ζώνης είναι το ρήγμα του Βουνάργου και το ρήγμα του Πράσινου. Από τη δράση αυτών των ρηγμάτων δημιουργείται το τεκτονικό βύθισμα της Σταφυλίας (Λέκκας et.al., 1992; Koukouvelas et.al., 1996). Ρήγματα ΒΑ – ΝΔ διεύθυνσης με μικρότερη επιφανειακή εμφάνιση παρατηρούνται στα ΒΑ της πόλης του Πύργου στην περιοχή Βουνάργου καθώς επίσης και ανατολικότερα στα άκρα του τεκτονικού βυθίσματος.

γ) Ρήγματα διεύθυνσης Α–Δ απαντώνται στα ΝΑ της πόλης του Πύργου εκατέρωθεν του ποταμού Αλφειού, στις περιοχές Αλφειούσσα, Βαρβάσαινα, Κολίριο και Σκουροχώρι.

Ρήγμα	Μήκος (Km)	Μέγεθος (Ms)	Μετατόπιση (cm)
<b>Βούναργο</b>	15	5,9	13,42
<b>Πράσινο</b>	10	5,5	6,3
<b>Επιτάλιο</b>	13	5,8	11,1
<b>Αλφειού</b>	7	5,2	3,58

Πίνακας 6 : Το μήκος των σημαντικότερων ρηγμάτων της περιοχής του Πύργου, το μέγιστο αναμενόμενο μέγεθος σεισμού (Ms) και η αναμενόμενη μετατόπιση (Παπασιμίπα, 1999).

Η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε 3 σεισμοτεκτονικές ζώνες με βάση την κατανομή της σεισμικότητας κατά τον 20<sup>ο</sup> αιώνα και τις κύριες διευθύνσεις ρηγμάτων (Παπασιμίπα, 1999). Έτσι κατά μήκος της ζώνης (Α) που περιελάμβανε τη ρηξιγενή ζώνη του Επιταλίου παρατηρήθηκε ΝΔ διεύθυνσης κλίση των υποκέντρων της

σεισμικής ακολουθίας του 1993. Η διεύθυνση αυτή της κλίσης είναι σύμφωνη με την κλίση του ρήγματος του Επιταλίου.

Στην ζώνη (Β) κατά μήκος της ρηξιγενούς ζώνης του Αλφειού, παρατηρήθηκε νότια διεύθυνση κλίσης των υποκέντρων της σεισμικής έξαρσης του 1982, ενώ δεν παρατηρήθηκε σαφής κλίση των υποκέντρων της σεισμικής ακολουθίας του 1993. Τέλος στη ζώνη (Γ) κατά μήκος της ρηξιγενούς ζώνης του Βουνάργου, η διεύθυνση κλίσης των υποκέντρων της σεισμικής ακολουθίας του 1993 ήταν ΒΔ η οποία είναι σύμφωνη με την ΒΑ – ΝΔ διεύθυνσης κλίση του ρήγματος του Πράσινου. Η κατανομή της σεισμικότητας όσο και η κατανομή των ρηγμάτων στην περιοχή μελέτης δείχνει 3 περιοχές σαν τις πλέον ενεργές. Οι περιοχές αυτές είναι η περιοχή της ρηξιγενούς ζώνης του Επιταλίου, του Αλφειού και του Βουνάργου (Παπασιμίπα, 1999).

Στις 26 Μαρτίου 1993 έλαβε χώρα σεισμός ( $M_s=5.2$ ). Οι ζημιές επεκτάθηκαν σε μια περιοχή περίπου 15 km γύρω από την πόλη του Πύργου (Lekkas E., Fountoulis I. & Papanikolaou D., 2000 ).

## **5. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

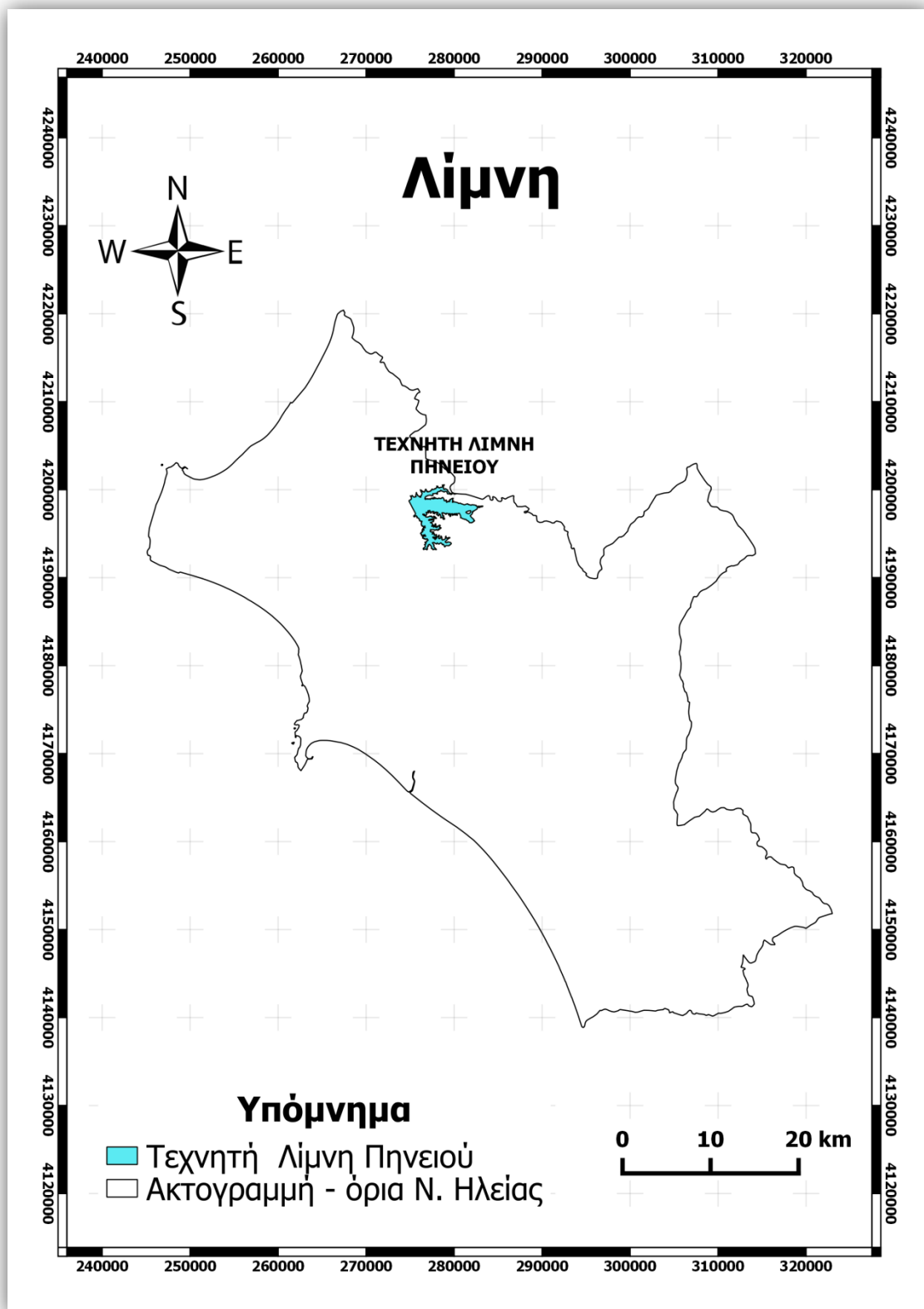
### **5.1 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ**

Υδρογραφικό δίκτυο μιας λεκάνης αποτελεί το σύνολο των ρεμάτων, χειμάρρων, παραποτάμων και ποταμών παροδικής ή μόνιμης ροής τα οποία αποστραγγίζουν τη λεκάνη αυτή. Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου επηρεάζεται από παράγοντες όπως το ανάγλυφο, η λιθολογική σύσταση της περιοχής, η τεκτονική καθώς επίσης και από τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες.

Το υδρογραφικό δίκτυο αποτελείται κυρίως από τους ποταμούς Αλφειό και Πηνειό, καθώς και από τους ποταμούς Νέδα και Λάδωνα. Η έκταση της λεκάνης απορροής του ποταμού Αλφειού είναι  $3,600 \text{ Km}^2$ , το συνολικό μήκος του ανέρχεται σε 110 km και πηγάζει από το όρος Πάρνωνα. Ο Αλφειός και ο Πηνειός αξιοποιούνται κυρίως στη άρδευση των γεωργικών εκτάσεων. Το υδρογραφικό δίκτυο στην περιοχή του Δήμου Ολύμπιας αποτελείται από τον ποταμό Κλαδέα, ο οποίος πηγάζει από το όρος Φολοής, και ανήκει στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Αλφειού. Είναι χαρακτηριστική η παρουσία σημαντικού αριθμού υδατορευμάτων και χειμάρρων τα οποία καταλήγουν και έχουν τελικό αποδέκτη τον ποταμό Αλφειό. Ο ποταμός Πηνειός πηγάζει από το βουνό Ερύμανδος και έχει κατασκευαστεί για την αξιοποίηση του η τεχνητή λίμνη (φράγμα) του Πηνειού. Το φράγμα του Πηνειού χαρακτηρίζεται από ύψος που φτάνει τα 100 m, το μήκος του είναι 2.200 m, το ύψος του πυθμένα της τεχνητής λίμνης είναι 50 m και η κατώτερη στάθμη της ανέρχεται στα 56 m, και ο συνολικός όγκος του νερού φτάνει τα  $55 \times 10^6 \text{ km}^3$  (Παρχαρίδης, 2009).

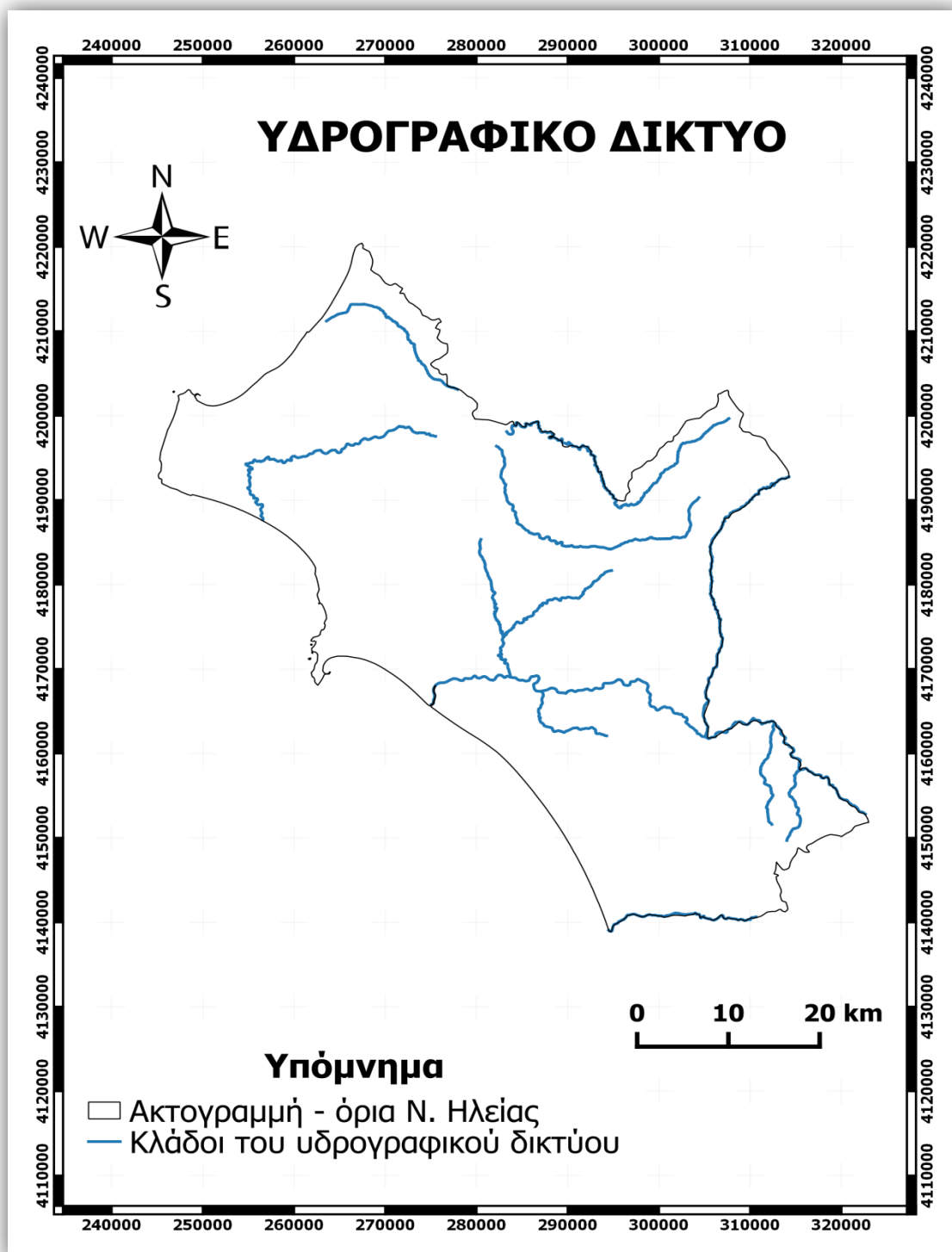
Η περιοχή μελέτης αποστραγγίζεται μέσω μικρών ρεμάτων. Δεν υπάρχει πλήρως ανεπτυγμένο δίκτυο, τα ρέματα είναι κυρίως πρώτης και δεύτερης τάξης. Τα πρώτης τάξης ρέματα που αναπτύσσονται στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης καταλήγουν στο πιο ανεπτυγμένο ρέμα νοτίως της περιοχής μελέτης, ονομαζόμενο «κυράς Λαγκάδι», το οποίο είναι 3<sup>ης</sup> τάξης. Επίσης ένα σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής είναι η απουσία δέλτα στις εκβολές των ποταμών (Αλφειός) και των χειμάρρων (Κυράς Λαγκάδι). Το γεγονός αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην έντονη δράση των κυμάτων καθώς και στις τεκτονικές κινήσεις ανύψωσης των ακτών (Koukouvelas et.al., 1996).

Στο υδρολογικό δίκτυο του Νομού Ηλείας συμβάλλουν η λίμνη του Καϊάφα, η τεχνητή λίμνη του Πηνειού (σχήμα 16) καθώς και η λιμνοθάλασσα Κοτύχι. Αυτή, η λιμνοθάλασσα αποτελεί σημαντικό υδροβιότοπο, ο οποίος φιλοξενεί πολλά είδη πανίδας και χλωρίδας με αποτέλεσμα να προστατεύεται από την συνθήκη Ramsar. Παλιότερα, ο αριθμός των λιμνών ήταν μεγαλύτερος, αφού υπήρχαν και οι λίμνες Μουργιά και Αγουλινίτσα οι οποίες αποξηράνθηκαν και έχουν μετατραπεί σε καλλιέργειες και αεροδρόμιο αντίστοιχα.



Σχήμα 16 : Χάρτης υδρολογικού δικτύου περιοχής μελέτης. Πηγή : [geodata.gov.gr/geodata](http://geodata.gov.gr/geodata)

Στον χάρτη υδρογραφικού δικτύου που ακολουθεί (Σχήμα 17) παρουσιάζονται με λεπτομέρεια οι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου που έχουν προκύψει ύστερα από την επεξεργασία του ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου (DEM).



Σχήμα 17 : Χάρτης υδρογραφικού δικτύου περιοχής μελέτης Πηγή : [geodata.gov.gr/geodata](http://geodata.gov.gr/geodata)

## **5.2 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΝΟΜΟΥ**

### **ΗΛΕΙΑΣ**

Από τεχνικογεωλογικής πλευράς οι γεωλογικοί σχηματισμοί που δομούν το νομό, μπορούν να καταταχθούν στις ακόλουθες κατηγορίες σύμφωνα με τον κανονισμό Τάσιου- Γκαζέτα (Θ.Π.Τάσιος – Γ.Γκαζέτας, Αθήνα 1979). Ο προσχέδιος αυτός κανονισμός στη συνέχεια τροποποιήθηκε και υφίσταται, με μικρές αλλαγές, ως ο σημερινός Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός. Οι τιμές που παρατίθενται δεν αποτελούν αποκλειστικές τιμές των τεχνικογεωλογικών παραμέτρων, αλλά κάποιες μέσες τιμές, αφού κατά θέσεις οι τιμές αυτές μπορούν να αλλάξουν ριζικά, εξαιτίας έντονης αποσάθρωσης ενεργών ρηγμάτων και τοπικών μεταβολών στη σύσταση των πετρωμάτων. Επίσης, με βάση τη γεωλογική δομή του νομού οι διάφοροι γεωλογικοί σχηματισμοί του νομού Ηλείας διακρίνονται ανάλογα με την υδρογεωλογική τους συμπεριφορά σε τρεις κατηγορίες: α) Υδροπερατοί σχηματισμοί (μεγάλη περατότητα), β) Ημιπερατοί σχηματισμοί (μεσαία περατότητα), γ) Αδιαπέρατοι ή υδατοστεγανοί σχηματισμοί (μικρή περατότητα).

#### **Αλπικοί σχηματισμοί**

*Κλαστικοί σχηματισμοί Πίνδου* : Περιλαμβάνονται ψαμμίτες, πηλίτες, μάργες και κατά θέσεις κροκαλοπαγή, ολισθόλιθοι ανθρακικών πετρωμάτων κ.ά. Συνήθως είναι αδιαπέρατα ( $10^{-6}$ –  $10^{-7}$  m/sec) αλλά σε ορισμένα σημεία είναι μικροδιαπερατά εξαιτίας τεκτονικών ασυνεχειών. Παρουσιάζουν δυναμική και στατική σταθερότητα αλλά κατά θέσεις εξαιτίας της αποσάθρωσης και των ασυνεχειών είναι αισθητά μειωμένη και έτσι γίνονται επιρρεπείς σε κατολισθήσεις ( $U_p=1.600-2000$  m/sec). Κατατάσσονται στην κατηγορία A1 και όταν είναι αποσαθρωμένοι και κατακερματισμένοι στην κατηγορία B1.

*Ανθρακικοί σχηματισμοί Πίνδου* : Πρόκειται για λεπτοστρωματώδεις ασβεστολίθους με συχνά ενδιαστρώσεις κλαστικών υλικών και πυριτικών σχηματισμών, που κατά θέσεις εμφανίζονται έντονα παραμορφωμένοι. Η περατότητά τους είναι μέτρια έως μεγάλη εξαιτίας πρωτογενών ή δευτερογενών παραγενέσεων. Οι γεωμηχανικοί δείκτες είναι:

- α) συνοχή 100-400 Kgr/cm<sup>2</sup>
- β) ειδικό βάρος 2-3 gr/cm<sup>3</sup>
- γ) γωνία τριβής 30°– 60°
- δ) μέτρο ελαστικότητας 0,2-3,5 \* 10<sup>5</sup> Kgr/cm<sup>2</sup>
- ε) αντοχή στην ανεμπόδιστη θλίψη 100-500 Kgr/cm<sup>2</sup>

Ανήκουν στην Α1 κατηγορία και κατά θέσεις στις κατηγορίες Β1 και Χ2.

*Πυριτικοί σχηματισμοί Πίνδου* : Περιλαμβάνονται οι πυριτικοί σχηματισμοί δηλαδή, ραδιολαρίτες, πυριτόλιθοι και πηλίτες σε εναλλαγές που είναι πτυχωμένοι και λεπιωμένοι. Έχουν ικανοποιητικούς δείκτες, όταν δεν έχουν υποστεί έντονη αποσάθρωση και τεκτονισμό με τιμές:

- α) 500-2000 kg/cm<sup>2</sup> αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη
- β) 5-10 \* 10<sup>5</sup> kg/cm<sup>2</sup> μέτρο ελαστικότητας
- γ) U<sub>p</sub>= 3000-3500 m/sec
- δ) ρ= 2,5-2,8 gr/cm<sup>3</sup> ειδικό βάρος

Είναι αδιαπέρατοι σχηματισμοί με τιμές της τάξης (10<sup>-5</sup> – 10<sup>-7</sup> m/sec). Όταν είναι αποσαθρωμένοι και καταπονημένοι γίνονται μακροδιαπερατοί και ευνοείται η ανάπτυξη κατολισθητικών φαινομένων. Ανήκουν στην κατηγορία Α1 ενώ όταν είναι αποσαθρωμένοι στην Β1 και Γ1 (Κούκης Γ. - Σαμπατακάκης Ν. 2007).

*Κλαστικοί σχηματισμοί Γαβρόβου- Τριπόλεως* : Πρόκειται για εναλλαγές ιλυολίθων, ψαμμιτών, αργιλομαργών και σπανιότερα κροκαλοπαγών. Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά τους είναι ικανοποιητικά. Ωστόσο, εμφανίζονται κατολισθητικά φαινόμενα σε περιοχές ακόμη και με μικρή κλίση λόγω της αποσάθρωσης αφού οι τιμές των παραμέτρων μειώνονται. Κατατάσσονται στην κατηγορία Α1 και όταν είναι αποσαθρωμένοι στην κατηγορία Β1.

*Ανθρακικοί σχηματισμοί Γαβρόβου- Τριπόλεως* : Πρόκειται για παχυστρωματώδεις έως άστρωτους μαύρους βιτουμενιούχους ασβεστολίθους σημαντικού πάχους. Εμφανίζουν σαφώς καλύτερα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά από τους ανθρακικούς σχηματισμούς της Πίνδου και κατατάσσονται στην κατηγορία A1.

*Ανθρακικοί σχηματισμοί Ιονίου* : Πρόκειται για λεπτοστρωματώδεις έως μεσοστρωματώδεις ασβεστολίθους συχνά πτυχωμένων που έχουν τις εξής τιμές γεωμηχανικών δεικτών:

- α) γωνία εσωτερικής τριβής  $35^{\circ} - 50^{\circ}$
- β) ειδικό βάρος  $2-3 \text{ gr/cm}^3$
- γ) μέτρο ελαστικότητας  $0,2 - 0,4 * 105 \text{ kg/cm}^2$
- ε)  $U_p = 3500 - 4500 \text{ m/sec}$  και καλή υδροπερατότητα.

Κατατάσσονται στην κατηγορία A1.

*Εβαπορίτες Ιονίου ζώνης* : Οι σχηματισμοί αυτοί έχουν διαφορετικές τιμές στις γεωτεχνικές παραμέτρους ανάλογα με την σύστασή τους και το βαθμό αποσάθρωσης. Έχουν ειδικό βάρος  $\rho = 2,6 - 2,9 \text{ gr/cm}^2$  και  $U_p = 3.500-4.500 \text{ m/sec}$ . Κατατάσσονται στην κατηγορία A1 όταν δεν είναι αποσαθρωμένα.

### **Μεταλλικοί σχηματισμοί**

*Σχηματισμοί Πλατιάνας και Οινόης* : Οι σχηματισμοί αυτοί αποτελούνται από μάργες, πηλίτες και ψαμμίτες σε άρρυθμες εναλλαγές. Οι μάργες χαρακτηρίζονται από πλαστικότητα  $LL = 35-60\%$ ,  $PI = 10-35\%$ , αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη  $4-12 \text{ kg/cm}^2$  και μικρή περατότητα. Κατατάσσονται στην κατηγορία Γ3. Οι ψαμμίτες έχουν αντοχή στην ανεμπόδιση θλίψη  $10-15 \text{ kg/cm}^2$ , γωνία εσωτερικής τριβής  $20^{\circ}-30^{\circ}$  και ειδικό βάρος  $1,5- 2,5 \text{ gr/cm}^3$ . Κατατάσσονται στην A3 κατηγορία όταν δεν είναι αποσαθρωμένοι.

*Σχηματισμοί Προδρόμου και Περιστερίου* : Πρόκειται, κυρίως, για κροκαλοπαγή σε παχιές στρώσεις ή και άστρωτα τα οποία εναλλάσσονται με ψαμμίτες. Τα κροκαλοπαγή είναι ημισυνεκτικά αλλά όταν είναι αποσαθρωμένα είναι χαλαρά. Κατατάσσονται στην κατηγορία A3. Οι ψαμμίτες είναι συμπαγείς με υψηλές τιμές στους γεωμηχανικούς δείκτες και κατατάσσονται στην κατηγορία A3 ενώ τα λεπτομερέστερα υλικά έχουν μεγάλη συνεκτικότητα όταν δεν έχουν αποσαθρωθεί και κατατάσσονται στην Γ1 κατηγορία. Επίσης, είναι ημιπερατοί σχηματισμοί.

*Σχηματισμός Κεραμιδιάς* : Πρόκειται για άστρωτους, αμμούχους και ιλυούχους αργίλους με ενστρώσεις αδρόκοκκων υλικών. Έχουν κυμαινόμενη πλαστικότητα και μικρή περατότητα. Κατατάσσονται στην κατηγορία A3.

*Σχηματισμός Ερύμανθου* : Ο σχηματισμός αυτός περιλαμβάνει κροκαλοπαγή διαφόρων μεγεθών, ανάλογα με την απόσταση από την πηγή της τροφοδοσίας. Οι κροκάλες είναι ασβεστολιθικής σύστασης και συνδέονται με λεπτομερείς ερυθροπυριτικό υλικό. Παρουσιάζουν μεγάλο εύρος στις τιμές των δεικτών εξαιτίας της μεγάλης ετερογένειας. Επίσης, σε περιοχές με μεγάλο βαθμό αποσάθρωσης ευνοούνται τα κατολισθητικά φαινόμενα εκεί όπου οι μορφολογικές κλίσεις είναι μεγάλες. Κατατάσσονται στην κατηγορία Γ1. Οι πιο λεπτομερείς σχηματισμοί αποτελούνται κυρίως από μάργες και άργιλο-μάργες με εναλλαγές αδρομερέστερων υλικών. Έχουν μικρή περατότητα και μέτρια έως υψηλή συνεκτικότητα. Κατατάσσονται στην κατηγορία Γ2.

*Σχηματισμοί Ασβεστοψαμμιτών Γλώσσας – Κατακόλου* : Πρόκειται για ισχυρά συνεκτικούς πορώδεις ασβεστιτικούς ψαμμίτες, οι οποίοι κατά θέσεις ανάλογα με το βαθμό αποσάθρωσης περιέχουν αδρομερή ή λεπτομερή υλικά. Οι γεωμηχανικοί δείκτες είναι ικανοποιητικοί αλλά συχνά καλύπτεται από ένα ερυθροπυριτικό σχηματισμό που προέρχεται από την αποσάθρωση και που έχει τις τιμές μεγεθών μειωμένες. Κατατάσσονται στην κατηγορία A1 όταν είναι υγιείς ενώ όταν είναι αποσαθρωμένοι στην κατηγορία B3.

## **Ολοκαινικοί σχηματισμοί**

Στους σχηματισμούς αυτούς περιλαμβάνονται σύγχρονες αποθέσεις από τους οποίους μόνο οι αλλουβιακοί σχηματισμοί παρουσιάζουν ενδιαφέρον για οικιστική ανάπτυξη και κατασκευή τεχνικών έργων, αφού καταλαμβάνουν μεγάλο τμήμα της πεδινής επίπεδης περιοχής.

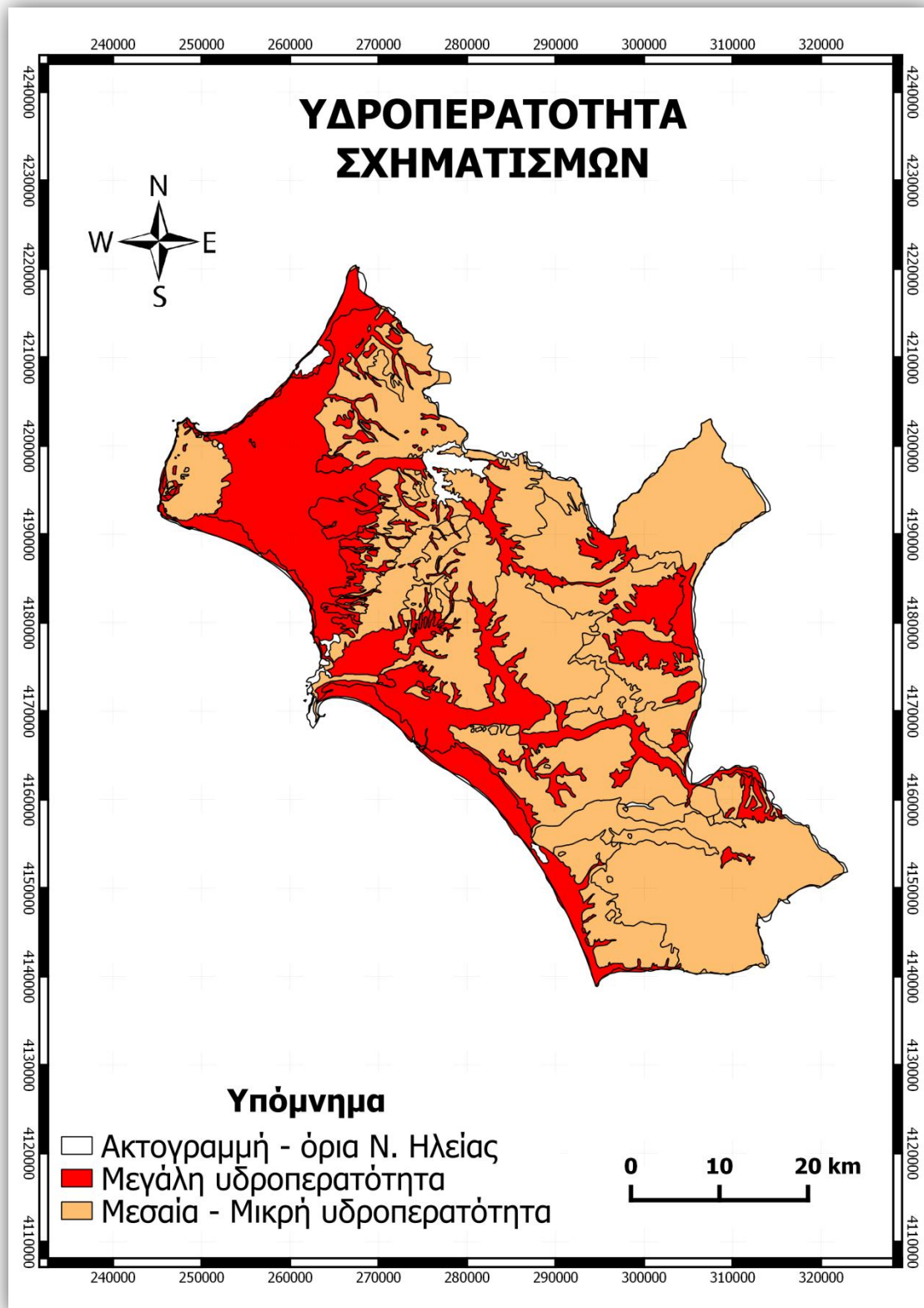
Οι αλλουβιακοί σχηματισμοί χαρακτηρίζονται για τη μεγάλη τους ετερογένεια και διακρίνονται (Κούκης Γ. - Σαμπατακάκης Ν. 2007):

α) Χαλαροί λεπτομερείς και αδρομερείς σχηματισμοί. Περιλαμβάνουν άμμους, ιλύες, αργίλους και κροκάλες που χαρακτηρίζονται από μεγάλο πορώδες και χαμηλούς γενικά γεωμηχανικούς δείκτες. Κατατάσσονται στις κατηγορίες B3, X3, X6.

β) Ημισυνεκτικοί, λεπτομερείς και αδρομερείς σχηματισμοί. Πρόκειται πάλι για ένα μεγάλο φάσμα ημισυνεκτικών κλασμάτων που χαρακτηρίζονται από μέση συγκόλληση, μικρή συνοχή και υψηλή γωνία εσωτερικής τριβής όπως και μεταβαλλόμενη περατότητα. Κατατάσσονται στην κατηγορία B3, X3.

γ) Συνεκτικοί λεπτομερείς και αδρομερείς σχηματισμοί. Πρόκειται για μάργες, αργιλομάργες, κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, ιλύς και αργίλους που παρουσιάζουν σημαντική συνεκτικότητα και οι τιμές των γεωμηχανικών μεγεθών εμφανίζονται αυξημένες σε σχέση με τις προηγούμενες φάσεις. Κατατάσσονται στην κατηγορία B3, B2.

Στη συνέχεια, όσον αφορά στους άλλους σχηματισμούς αυτής της κατηγορίας, δηλαδή τους σχηματισμούς των παράκτιων αποθέσεων, των θινών, των πλευρικών κορημάτων, των beachrocks όπως και οι ελώδεις αποθέσεις, εξαιτίας της θέσης τους αλλά και λόγω της φύσης τους δεν παρουσιάζουν ενδιαφέρον οικιστικό, αφού τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά είναι σαφώς αρνητικά για θεμελίωση ακόμα και για κατασκευές μικρές σε όγκο.



Σχήμα 18 : Υδρολιθολογικός χάρτης Ν. Ηλείας. Πηγή : χάρτης 9, (Ε.Ε-Ι.Γ.Μ.Ε), 2003

## **6. Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ**

Η διαχείριση των αστικών στερεών απορριμμάτων αποτελεί σήμερα και θα εξακολουθήσει να αποτελεί ένα από τα πλέον σημαντικά περιβαλλοντικά ζητήματα τόσο σε εθνικό όσο και διεθνές επίπεδο. Η σύγχρονη άποψη δεν εξαντλείται στην εξεύρεση χώρων τελικής διάθεσης αλλά υπαγορεύει τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ολοκληρωμένων συστημάτων με βασικούς στόχους την αποτελεσματική διαχείριση, την αειφορία και την εξοικονόμηση φυσικών πόρων και ενέργειας. Επιπρόσθετα, αποδίδει ιδιαίτερη βαρύτητα σε μια πυραμίδα δράσεων που έχει ως βασική αρχή τη μείωση ή πρόληψη της παραγωγής αποβλήτων (ποσοτική μείωση), την ποσοτική βελτίωση (μείωση περιεκτικότητας σε επικίνδυνες ουσίες) μέσω της χρήσης νέων τεχνολογιών καθώς επίσης και την αλλαγή τόσο στις κοινωνικές συμπεριφορές όσο και στις νοοτροπίες. Τέλος επιδιώκει την αξιοποίηση των υλικών από τα απόβλητα με μεγιστοποίηση της ανακύκλωσης και ανάκτηση ενέργειας, ενώ μεριμνά ώστε όσα από αυτά δεν υπόκεινται σε διεργασίες αξιοποίησης, να διατίθενται μαζί με τα υπολείμματα των επεξεργασμένων κατά τρόπο περιβαλλοντικά αποδεκτό.

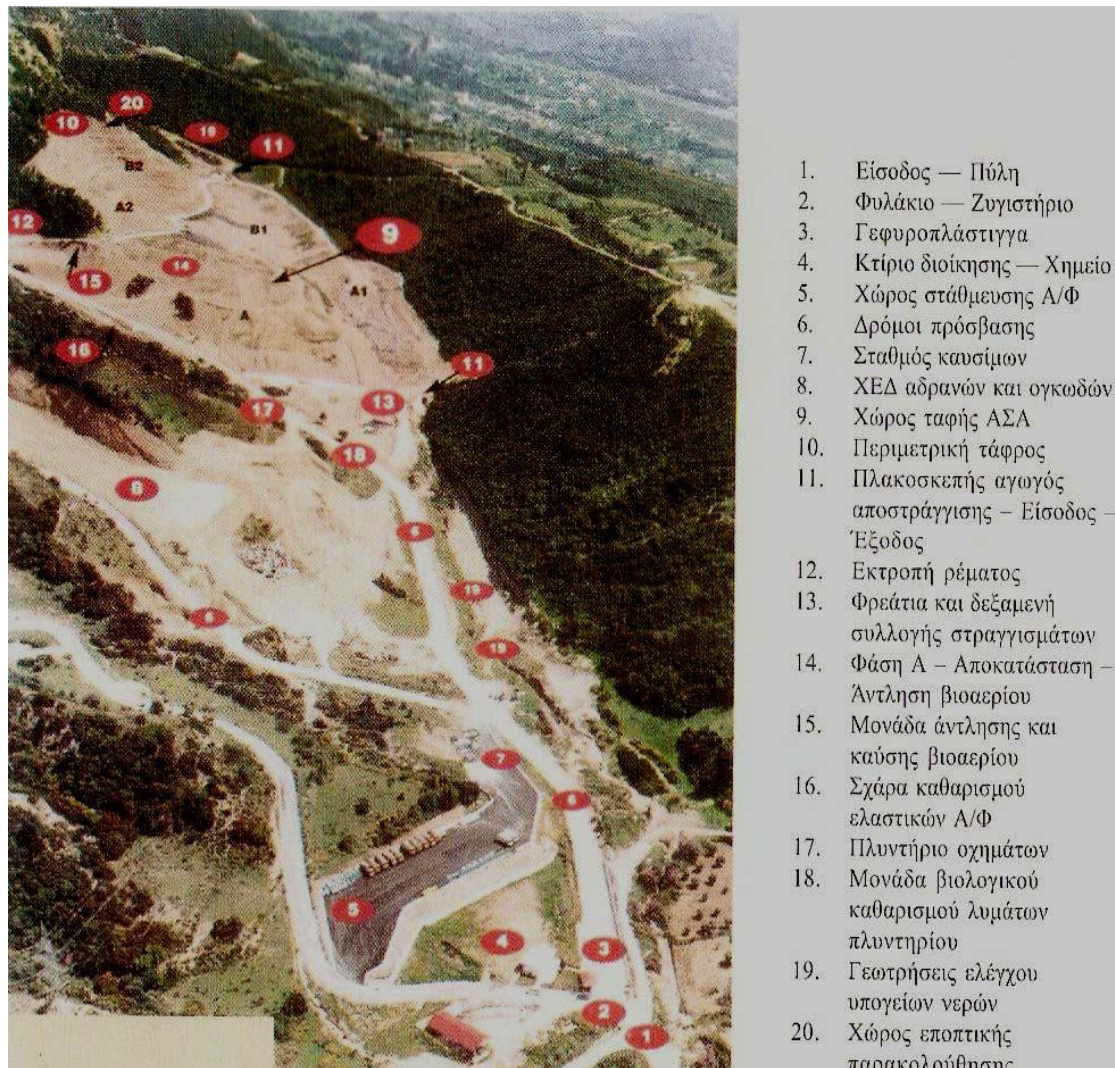
Η ορθολογική διαχείριση των στερεών αποβλήτων εντάσσεται στην επιταγή του άρθρου 24 του Συντάγματος για την προστασία του περιβάλλοντος, με σύγχρονη εξυπηρέτηση του δημοσίου συμφέροντος, δηλαδή την υγεία των πολιτών. Κάθε χρόνο παράγονται στην Ελλάδα 4.500.000tn αστικών αποβλήτων με συνεχή τάση αύξησης. Με βάση το πληθυσμό της Ελλάδας η ημερήσια ποσότητα των παραγόμενων αστικών αποβλήτων ανέρχεται, με στοιχεία του 2004, σε 1,4kg/άτομο (Βουδούρης, 2009).

### **Τι είναι ΧΥΤΑ**

Ο ΧΥΤΑ (Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων) (σχήμα 19) είναι ένας χώρος ειδικά επιλεγμένος, ειδικά διαμορφωμένος και εξοπλισμένος του οποίου ο τρόπος λειτουργίας, διαχείρισης και παρακολούθησης ικανοποιεί ορισμένες προδιαγραφές (Φάττα, 2005).

Το μεγαλύτερο μέρος των σκουπιδιών καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ) ή σε πολλές περιοχές της χώρας μας, σε χωματερές και μάλιστα παράνομες. Σήμερα οι περισσότεροι από τους χώρους αυτούς έχουν γεμίσει και η εύρεση νέων δεν είναι εύκολη, καθώς οι κάτοικοι των γειτονικών περιοχών αντιδρούν έντονα. Η δυσκολία χωροθέτησης νέων ΧΥΤΑ καθώς και το αυξημένο κόστος κατασκευής τους, με σκοπό να διασφαλιστεί η προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος, αυξάνουν δραματικά το κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων.

Σημαντικό πρόβλημα εμφανίζει ένας αρκετά μεγάλος αριθμός των υπό λειτουργία ΧΥΤΑ ως προς το μη ορθό τρόπο λειτουργίας τους, τον έλεγχο και την παρακολούθηση καθώς και τη μη συμμόρφωση με τις πρόσφατες νομοθετικές απαιτήσεις.



1. Είσοδος — Πύλη
2. Φυλάκιο — Ζυγιστήριο
3. Γεφυροπλάστιγγα
4. Κτίριο διοίκησης — Χημείο
5. Χώρος στάθμευσης Α/Φ
6. Δρόμοι πρόσβασης
7. Σταθμός καυσίμων
8. ΧΕΔ αδρανών και ογκωδών
9. Χώρος ταφής ΑΣΑ
10. Περιμετρική τάφρος
11. Πλακοσκεπής αγωγός αποστράγγισης - Είσοδος - Έξοδος
12. Εκτροπή ρέματος
13. Φρεάτια και δεξαμενή συλλογής στραγγισμάτων
14. Φάση Α - Αποκατάσταση - Άντληση βιοαερίου
15. Μονάδα άντλησης και καύσης βιοαερίου
16. Σχάρα καθαρισμού ελαστικών Α/Φ
17. Πλυντήριο οχημάτων
18. Μονάδα βιολογικού καθαρισμού λυμάτων πλυντηρίου
19. Γεωτρήσεις ελέγχου υπογείων νερών
20. Χώρος εποπτικής παρακολούθησης

Σχήμα 19 : Γενική άποψη ΧΥΤΑ. Πηγή: Παναγιωτακόπουλος, 2002

Στην Ελλάδα υπήρχαν πάνω από 4.000 ανεξέλεγκτες χωματερές (ΧΑΔΑ) μέχρι το μέσο της δεκαετίας του '90. Με τον όρο "ανεξέλεγκτες χωματερές", εννοούμε τη διάθεση απορριμμάτων από τους (υπεύθυνους) Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης σε χώρους, οι οποίοι δεν πληρούν τους κανόνες προστασίας του περιβάλλοντος για την αποφυγή εκπομπής αερίων ρύπων και της μόλυνσης των υδροφόρων.

Σημειώνεται ότι, από το σύνολο των οικιακών αποβλήτων που παράγονται στη χώρα, ένα ποσοστό 53% διατίθεται σε περίπου 30 οργανωμένους χώρους υγειονομικής ταφής, ενώ το υπόλοιπο απορρίπτεται σε ανεξέλεγκτες χωματερές. Οι ανεξέλεγκτες χωματερές, το 1997 ξεπερνούσαν τις 6.500, αλλά στο τέλος του 2001 ο αριθμός μειώθηκε σε 2.182 χωματερές. Το υπουργείο, σε συνεργασία με τις περιφέρειες και τους δήμους, υλοποιεί από την αρχή του τρέχοντος έτους ένα πρόγραμμα μείωσης των ανεξέλεγκτων χωματερών, με απώτερο στόχο τη λειτουργία ενός και μόνο χώρου ανά Καποδιστριακό δήμο. Αυτήν τη στιγμή διατηρούνται 1300 ΧΑΔΑ και περίπου το 45% του πληθυσμός δεν εξυπηρετείται από ΧΥΤΑ (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Αντίθετα, οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες έχουν προχωρήσει στο επόμενο βήμα μετά τους ΧΥΤΑ στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ), το ολοκληρωμένο πλέον σύστημα διαχείρισης που στηρίζεται στην ανακύκλωση και στη δραστική μείωση των σκουπιδιών τα οποία, θα καταλήγουν σε ταφή. Ωστόσο, πλέον χρησιμοποιείται αυτός ο όρος, αφού η σύγχρονη διαχείριση απορριμμάτων προβλέπει ανακύκλωση από το υπόλοιπο υλικό της υγειονομικής ταφής. Επομένως, σε αυτούς τοποθετούνται μόνο τα υπολείμματα είτε της επεξεργασίας των απορριμμάτων, είτε της καύσης των απορριμμάτων και έτσι, προκύπτουν μικρότεροι όγκοι απορριμμάτων από ότι στους ΧΥΤΑ. Ο σχεδιασμός και η λειτουργία ενός χώρου υγειονομικής ταφής προϋποθέτει την εφαρμογή μιας σειράς επιστημονικών, τεχνικών και οικονομικών αρχών. Οι ποσότητες των απορριμμάτων που καταλήγουν σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής σε διάφορες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης φαίνονται στον Πίνακα 7.

	1997	1998	1999	2000	2001
Δανία	65,21	67,42	67,94	66,6	54,59
Γερμανία	215,58	199,02	179,83	165,05	147,99
Ελλάδα	337,57	353,79	369,32	384,29	393,86
Γαλλία	248,92	249,27	244,92	240,7	235,27
Ιταλία	369,6	360,47	376,99	378,91	345,74
Αυστρία	186,67	183,64	192,14	182,41	-
Πορτογαλία	273,86	316,38	361,51	334,37	-
Φιλανδία	281,35	294,13	280,25	305,53	301,09
Ην. Βασίλειο	462	456	470	469	472

*Πίνακας 7 : Ποσότητες απορριμμάτων που καταλήγουν σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων(kg/άτομο ανά έτος). Πηγή : Αγγελίδης, 2006*

### **Τι είναι η Υγειονομική Ταφή Απορριμμάτων**

Υγειονομική Ταφή είναι η μέθοδος της ελεγχόμενης και οργανωμένης διάθεσης των αποβλήτων στο έδαφος, στους χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων (ΧΥΤΑ) (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Οι ΧΥΤΑ δεν θα πρέπει να συγχέονται με τις υπάρχουσες χωματερές όπου δεν υπάρχει κατάλληλη υποδομή και η απόρριψη των αποβλήτων είναι συχνά ανεξέλεγκτη. Τα εργοστάσια υγειονομικής ταφής, κάνουν τέτοια επεξεργασία ώστε τίποτα από τα απορρίμματα που συγκεντρώνονται εκεί δεν πετάγεται. Πρώτα απ' όλα γίνεται διαλογή και ένα μεγάλο ποσοστό από αυτά όπως γυαλί, χαρτί, μέταλλα, πάνε για ανακύκλωση. Στη συνέχεια τα άλλα υλικά συμπίεζονται και χάνουν το μεγαλύτερο μέρος από τον όγκο τους και αφού ολοκληρώσουν την επεξεργασία τους γίνονται λιπάσματα. Το ίδιο γίνεται και με τα υγρά που στραγγίζουν από τη συμπίεση των απορριμμάτων. Τίποτα από τα υγρά απόβλητα δεν κατεισδύει στη γη, γιατί στους ΧΥΤΑ προβλέπεται ένα απόλυτα στεγανό σύστημα συγκέντρωσης του 100% των υγρών.

Ο σχεδιασμός, η τεχνολογία και οι τεχνικές διαχείρισης των ΧΥΤΑ έχουν βελτιωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια και η εξέλιξη συνεχίζεται. Οι σύγχρονοι ΧΥΤΑ πρέπει στον πυθμένα τους να έχουν επικάλυψη από φυσικά ή τεχνητά υλικά για στεγανοποίηση, κατάλληλα συστήματα συλλογής και επεξεργασίας των στραγγισμάτων και σύστημα συλλογής του βιοαερίου.

Κατά την υγειονομική ταφή τα απορρίμματα διαστρώνονται, συμπιέζονται, και στο τέλος της ημέρας σκεπάζονται με αδρανές υλικό (χώμα, μπάζα, κομπόστ κλπ). Με αυτό τον τρόπο, μειώνεται στο ελάχιστο ο κίνδυνος από τη διασπορά των απορριμμάτων και οι δυσάρεστες οσμές.

Οι προδιαγραφές αυτές έχουν σκοπό (Βουδούρης, 2009) :

- Την προστασία των υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα αλλά και των επιφανειακών υδάτων από τα στραγγίσματα των απορριμμάτων.
- Την προστασία από τα παραγόμενα βιοαέρια που επιβαρύνουν το περιβάλλον, αλλά αποτελούν και κίνδυνο ανάφλεξης καθώς και προκαλούν δυσάρεστες οσμές.
- Την αποφυγή της διασποράς των απορριμμάτων από έντομα, τρωκτικά και πουλιά.
- Την αποκατάσταση του χώρου μετά το πέρας της λειτουργίας του ΧΥΤΑ

### **Διαστασιολόγηση των ΧΥΤΑ**

Ως διαστασιολόγηση ενός ΧΥΤΑ νοούμε τον καθορισμό βασικών ποσοτικών παραμέτρων του και ιδιαίτερα:

- Της έκτασής του και του απορριμματικού του ανάγλυφου
- Της διάρκειας λειτουργίας του
- Των απαιτήσεων σε κινητό εξοπλισμό διάθεσης των απορριμμάτων
- Των απαιτήσεων σε προσωπικό

Εδώ και δεκαετίες, η ανά άτομο παραγωγή αστικών αποβλήτων παρουσιάζει αυξητική τάση παράλληλα με την αύξηση του "οικονομικού" επιπέδου της ζωής. Η παραγωγή σήμερα κυμαίνεται από σχεδόν μηδενική (σε πολύ φτωχές χώρες), μέχρι 4 Kg/άτομο/μέρα σε ορισμένες περιοχές των ΗΠΑ.

Η παραγωγή μπορεί να διαφοροποιείται να αλλάζει από τόπο σε τόπο, έτσι στην Ελλάδα (2002) εκτιμάται ότι, σε χωριά με πληθυσμό κάτω των 2000 κατοίκων, η μέση (σε ετήσια βάση) παραγωγή αστικών αποβλήτων (οικιακών και εμπορικών)

είναι από 0.6 έως 0.8 Kg/άτομο/μέρα. Σε πόλεις μέχρι 100000 κατοίκους, η μέση παραγωγή είναι από 0.8 έως 1.2 Kg /άτομο/μέρα. Σε μεγαλύτερες πόλεις η μέση παραγωγή για όλη την πόλη εκτιμάται από 1.2 έως 1.4 Kg/άτομο/μέρα. Μέσα στην ίδια πόλη, η παραγωγή μπορεί να διαφοροποιείται από συνοικία σε συνοικία. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω η ποσότητα των παραγόμενων αστικών αποβλήτων με στοιχεία του 2004 ανάλογα με τον πληθυσμό της Ελλάδας ανέρχεται, σε 1,4kg/άτομο/μέρα (Βουδούρης, 2009). Με βάση σχετικές αναλύσεις καθώς και τα συμπεράσματα από πλήθος μετρήσεων διαφόρων μελετητών σε διάφορες περιοχές της χώρας, προτείνονται (με επιφύλαξη) οι τιμές του παρακάτω Πίνακα 8 , ως μία πρώτη εκτίμηση για τις ανάγκες του μελετητή μηχανικού, εφόσον βεβαίως λείπουν άλλα στοιχεία.

Πληθυσμός Οικισμού ή Πόλης	Οικιακά Απόβλη-	Εμπορικά, Ιδρυμάτων, Κατασκευών	Σύνολο
<2000	0.5	0.2	0.7
2000-10000	0.7	0.2	0.9
10000-100000	0.7	0.3	1.0
> 100000	0.8	0.5	1.3

Πίνακας 8 : Παραγωγή αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα(Kg/άτομο/μέρα) – Τυπικές Τιμές (Παναγιωτακόπουλος Δ., 2002)

Προκειμένου να καθοριστούν οι πιο πάνω παράμετροι απαιτείται να είναι προηγούμενα γνωστοί οι ΟΤΑ που θα εξυπηρετηθούν και οι άλλοι, ενδεχόμενα, παραγωγοί απορριμμάτων αποδεκτών σε ΧΥΤΑ οικιακών απορριμμάτων, καθώς και η θέση του προς διαστασιολόγηση ΧΥΤΑ. Η γνώση της ακριβούς θέσης του ΧΥΤΑ καθιστά δυνατό τον προσδιορισμό του απορριμματικού του ανάγλυφου. Το σημείο Α λαμβάνεται κατά την έξοδο της μισγάγγειας στην κατάντη περιοχή. Μετά τον καθορισμό του ανάγλυφου προσδιορίζεται ο όγκος του, έστω  $V_{αν}$ . Εκτιμούμε ότι το 20% του όγκου καταλαμβάνεται από το υλικό επικάλυψης και τελικής αποκατάστασης (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Ο ενεργός όγκος κατά συνέπεια που διατίθεται για τα απορρίμματα είναι  $V_{αν} = 0,8V_{αν}$ . Εάν  $N$  είναι ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός,  $T$  η διάρκεια ζωής του ΧΥΤΑ σε έτη και  $Q$  η ετήσια παραγωγή απορριμμάτων σε τόνους ανά κάτοικο, τότε ο ΧΥΤΑ θα υποδεχθεί συνολικά  $\Phi = N \times Q \times T$  τόνους απορριμμάτων. Σε ένα ΧΥΤΑ που εργάζεται με την μέθοδο της παραδοσιακής υγειονομικής ταφής εκτιμάται ότι σε  $1 \text{ m}^3$  χώρου «καθαρών» απορριμμάτων (δηλ. χωρίς το υλικό επικάλυψης)

αντιστοιχούν 0,750 τόνοι διατεθέντων απορριμμάτων. Κατά συνέπεια, ισχύει η σχέση:

$$N \times Q \times T = 0,75 \times 0,80 \text{ Van} \text{ ή } \text{Van} = 1,67 \times N \times Q \times T$$

Εάν θέσουμε για τον Νομό Ηλείας:

$$Q = 0,4 \text{ Τον/κατ. Έτος}$$

$N = 193.288$  άτομα (που είναι ο πληθυσμός του Νομού από την απογραφή 2001)

$T = 20$  έτη όγκος του απορριμματικού ανάγλυφου προκύπτει ίσος με:

$$V = 1,67 \times 193.288 \times 0,4 \times 20 = 2.582.327,68 \text{ m}^3 \approx 2.582.327 \text{ m}^3$$

Εάν συμβολίσουμε με  $V_{\text{υπ}}$  τον όγκο που προκύπτει από τους πιο πάνω υπολογισμούς και  $V_{\text{αν}}$  τον όγκο που προκύπτει από την ογκομέτρηση του εδαφικού ανάγλυφου, θα πρέπει  $V_{\text{υπ}} \approx V_{\text{αν}}$ . Εάν  $V_{\text{αν}} \gg V_{\text{υπ}}$  τότε, αυτό σημαίνει ότι πρέπει να μειώσουμε τον όγκο του απορριμματικού ανάγλυφου. Αυτό επιτυγχάνεται είτε μειώνοντας την επιφάνεια που θα καταληφθεί από τα απορρίμματα είτε αμβλύνοντας τις κλίσεις του είτε και τα δύο. Εάν  $V_{\text{αν}} \ll V_{\text{υπ}}$ , εργαζόμαστε αντίστροφα. Οι πολλές (και κοπιώδεις) δοκιμές για την επίτευξη του βέλτιστου απορριμματικού ανάγλυφου μειώνονται αισθητά, εάν εξασφαλίσουμε μια πρώτη προσέγγιση της έκτασης που θα αυτοκαταλάβει, με τον παρακάτω εμπειρικό τύπο :

$$E = 0,5 N$$

όπου:  $E$  = το εμβαδόν (σε κάτοψη) του απορριμματικού ανάγλυφου σε στρέμματα

$N$  = ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός σε χιλιάδες κατοίκους.

Για το Νομό Ηλείας :  $E = 0,5 \times 193.288 = 96.644$  στρέμματα  $\approx 97$  στρέμματα

Ο τύπος επιτυγχάνει καλή προσέγγιση για  $N > 40$  km, που αποτελεί και το σύνολο σχεδόν των περιπτώσεων των ΧΥΤΑ. Το είδος των μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν για τη διάθεση των απορριμμάτων εξαρτάται : (α) Από το μέγεθος του ΧΥΤΑ, δηλαδή τη μέση ημερήσια ποσότητα των απορριμμάτων που προσκομίζονται στον ΧΥΤΑ, π.χ. για ποσότητα (120-150 τόνων δεν συνίσταται η χρήση συμπιεστή απορριμμάτων). (β) Από τη στενότητα διαθέσιμων (και με την κοινωνική έννοια του όρου) χώρων για υγειονομική ταφή. Στενότητα τέτοιων χώρων οδηγεί στην πιθανή χρήση συμπιεστή. (γ) Από το καθεστώς διαθεσιμότητας του υλικού επικάλυψης εφόσον αυτό κρίνεται απαραίτητο. Αν υπάρχει δυνατότητα

χωματοληψίας από τον ΧΥΤΑ ένας ερπυστριοφόρος φορτωτής είναι προτιμότερος του προωθητήρα. Για παντελή έλλειψη υλικού επικάλυψης ίσως φανεί προτιμότερος ένας συμπιεστής. (δ) Από τον τρόπο Υ.Τ. που μπορεί να επιβληθεί για διαφορετικούς από τους πιο πάνω λόγους. (ε) Από άλλους παράγοντες υποκειμενικού χαρακτήρα (διάθεση χρημάτων, αξιοποίηση μηχανήματος για άλλους λόγους εκτός Υ.Τ., δυνατότητα ή μη τεχνικής υποστήριξης του μηχανήματος) (Κομίλης, 2012).

### **Στραγγίσματα**

Τα στραγγίσματα ή εκκρίματα ή διασταλάζοντα υγρά (*leachate*) είναι υγρά που δημιουργούνται στον ΧΥΤΑ από την αποσύνθεση του οργανικού μέρους των απορριμμάτων και από τη διείσδυση στη μάζα τους των νερών της βροχής. Κατά την πορεία των υγρών μέσα από τη μάζα των απορριμμάτων διαλύονται και παρασύρονται διάφορες ουσίες οι οποίες μπορούν να μολύνουν τα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά. Μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ η διαδικασία αυτή συνεχίζεται για πολλά χρόνια. Απαιτείται να εγκατασταθούν συστήματα συλλογής και επεξεργασίας των στραγγισμάτων κατά την κατασκευή ενός νέου ΧΥΤΑ, ώστε να προστατευτούν τα επιφανειακά και υπόγεια νερά (Βουδούρης, 2009).

### **Βιοαέριο**

Τα οργανικά υλικά που ενταφιάζονται στον ΧΥΤΑ αποσυντίθενται σταδιακά με την απουσία του οξυγόνου (αναερόβια ζύμωση). Μέσω της διαδικασίας αυτή εκλύονται διάφορα αέρια που αποκαλούνται συλλογικά βιοαέριο. Το βιοαέριο αποτελείται κατά κύριο λόγο (>90%) από περίπου ίσα μέρη μονοξειδίου του άνθρακα CO και μεθανίου CH<sub>4</sub>, ενώ σε μικρές ποσότητες περιλαμβάνει αμμωνία NH<sub>3</sub>, διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>, υδρογόνο H<sub>2</sub>, υδρόθειο H<sub>2</sub>S, άζωτο N<sub>2</sub> και οξυγόνο O<sub>2</sub>.

Η ανεξέλεγκτη παραγωγή βιοαερίου μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο έκρηξης και πυρκαγιάς, ενώ το μεθάνιο CH<sub>4</sub> συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Αντίθετα, αν το βιοαέριο συγκεντρωθεί με κατάλληλα συστήματα,

μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας. Ένα  $m^3CH_4$  μπορεί να αντικαταστήσει ένα λίτρο πετρελαίου.

Αν λάβουμε υπόψη μας ότι :

- Από 1 kg απορρίμματα έχουν την δυνατότητα να παραχθούν 100 lt $CH_4$
- Από το παραπάνω μεθάνιο ένα ποσοστό περίπου το 40% μπορεί να συλλεγεί, γιατί το υπόλοιπο χάνεται στο έδαφος και στην ατμόσφαιρα
- Κάθε άτομο την ημέρα παράγει περίπου 1kg απορρίμματα

Την παραγωγή μεθανίου μπορούμε να την υπολογίσουμε σε 100 lt/κατ. & ημέρα. Έτσι, η θεωρητική παραγωγή μεθανίου σε μια πόλη με περίπου 100.000 κατοίκους είναι 10.000  $m^3$ . Η παραγωγή μπορεί να υπολογισθεί, με ανάκτηση μεθανίου 40% σε 4.000 lt/d. Τα παραπάνω αέρια τα οποία προέρχονται από τους χώρους διάθεσης απορριμμάτων μπορούν να θεωρηθούν άριστης ποιότητας αν η σύνθεση τους είναι η εξής :  $CH_4$  πάνω από 60 Vol%,  $CO_2$  λιγότερο από 50 Vol% ενώ να μην ξεπεράσουν το 1 Vol% τα υπόλοιπα αέρια (Γείτονας, 2003).

Ωστόσο, η Υγειονομική Ταφή Απορριμμάτων, όπως κάθε μέθοδος, παρουσιάζει κάποια πλεονεκτήματα και κάποια μειονεκτήματα.

### **Πλεονεκτήματα της Υγειονομικής Ταφής**

- Κατάλληλη για ένα ευρύ φάσμα απορριμμάτων.
- Σχετικά χαμηλό κόστος.
- Υπάρχουν κατάλληλοι χώροι σε πολλές περιοχές.
- Παραγωγή βιοαερίου, το οποίο είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας για θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.
- Η ανάπλαση μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ προσφέρει κατάλληλους χώρους για πάρκα, αθλητικές εγκαταστάσεις και άλλες χρήσεις.
- Ένας καλοσχεδιασμένος ΧΥΤΑ δεν αλλοιώνει την ευρύτερη περιοχή.

## **Μειονεκτήματα**

- Μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ, η γη μπορεί να είναι ακατάλληλη για κάποιες χρήσεις, λόγω ρύπανσης.
- Η ευκολία και η ευελιξία της Υγειονομικής Ταφής δεν δίνει κίνητρα στους παραγωγούς απορριμμάτων να εφαρμόσουν καινοτομικές λύσεις.
- Ανεξαρτήτως σχεδιασμού, υπάρχει πάντα ένας μικρός κίνδυνος ρύπανσης από τη λειτουργία των ΧΥΤΑ.
- Το βιοαέριο, αν δεν τεθεί υπό έλεγχο, μπορεί να είναι επικίνδυνο (πυρκαγιά, έκρηξη, συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου).
- Η ανάκτηση ενέργειας από ΧΥΤΑ δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτική.
- Μπορεί να υπάρξει όχληση λόγω θορύβου, οσμών, διέλευσης οχημάτων και αισθητικής υποβάθμισης, όπως με όλες τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας απορριμμάτων.

## 7. ΈΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΣΕ ΧΥΤΑ

Μετά την επιλογή του χώρου διάθεσης πρέπει να πραγματοποιηθεί ένας αναλυτικός σχεδιασμός για την αποφυγή του προβλήματος της στεγανότητας στους ΧΥΤΑ που θα περιλαμβάνει το σύνολο των έργων υποδομής που πρέπει να γίνουν για την προετοιμασία του χώρου, ένα πλήρες πρόγραμμα λειτουργίας του ΧΥΤΑ καθώς και τις απαραίτητες εργασίες για την αποκατάσταση του χώρου μετά το τέλος λειτουργίας του. Ο σωστός σχεδιασμός των έργων υποδομής που απαιτούνται σε ένα χώρο διάθεσης είναι σημαντικός γιατί έχει σχέση τόσο με το κόστος, πάγιο και λειτουργικό, όσο κυρίως με την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία του ΧΥΤΑ. Τα έργα αυτά προβλέπουν τη στεγανότητα του πυθμένα και των περιμετρικών πρανών, για να ελαχιστοποιήσουν την πιθανότητα διαφυγής προς το υπέδαφος του στραγγίσματος. Τα σημαντικότερα έργα υποδομής που πρέπει να γίνουν σε ένα χώρο υγειονομικής ταφής αναφέρονται παρακάτω (Παναγιωτακόπουλος, 2000) :

- ❖ Διαμόρφωση του χώρου,
- ❖ Στεγανοποίηση του πυθμένα και των πλευρών του χώρου διάθεσης,
- ❖ Συστήματα συλλογής στραγγισμάτων,
- ❖ Έλεγχος επιφανειακών νερών,
- ❖ Συστήματα συλλογής αερίων,
- ❖ Δρόμος πρόσβασης-εσωτερικό δρομολόγιο,
- ❖ Κτίριο διοίκησης,
- ❖ Κτίριο προσωπικού,
- ❖ Συνεργείο-γκαράζ-αποθήκη υλικών,
- ❖ Γεφυροπλάστιγγα,
- ❖ Περίφραξη,
- ❖ Περιμετρική δενδροφύτευση,
- ❖ Χώρος απόθεσης απορριμμάτων για δειγματοληψία,
- ❖ Χώρος αναμονής και στάθμευσης απορριμματοφόρων,
- ❖ Σύστημα πυρόσβεσης,
- ❖ Δανειοθάλαμοι χωματισμών,
- ❖ Αποθήκη υλικών καυσίμων και
- ❖ Σύστημα παρακολούθησης (monitoring) του ΧΥΤΑ

Τόσο ο σχεδιασμός όσο και η κατασκευή της μόνωσης αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση ή και πρακτικά στο μηδενισμό της διαφυγής διασταλαζόντων υγρών (στραγγισμάτων) και διαρροής ή μετανάστευσης βιοαερίου από τη βάση και τα πλευρικά τοιχώματα του ΧΥΤΑ (Βουδούρη 2005).

Σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές ΧΥΤΑ (ΚΥΑ 114218/97/ΦΕΚ 1010Β/17-11-97) το σύστημα που χρησιμοποιείται για την μόνωσης του πυθμένα πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις υδροπερατότητας και πάχους, οι οποίες αντιστοιχούν σε στρώμα αργίλου με  $k=10^{-9}$  m/s και πάχος  $D=1$  m.

Όταν ο συντελεστής υδροπερατότητας  $k$  μετά τη συμπίεση είναι της τάξεως των  $10^{-6}$  m/s τότε τα εδάφη αυτά αποκλείονται. Ο συντελεστής υδροπερατότητας πριν την κατασκευή πρέπει να ελέγχεται με επαρκή αριθμό δοκιμών. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ως προς τα εδαφικά υλικά προκειμένου να επιτευχθεί ο παραπάνω συντελεστής είναι:

- Το ποσοστό του λεπτόκοκκου υλικού (άργιλος, διάμετρος κόκκων  $< 2$  mm) να αντιστοιχεί κατ' ελάχιστον στο 20% της μάζας.
- Η αργιλική μονωτική στρώση να έχει χαμηλά όρια Atterberg με σκοπό τον κατά το δυνατόν περιορισμό της ρηγμάτωσης. Το όριο υδαρότητας της αργίλου να μην υπερβαίνει το 40% και ο δείκτης πλαστικότητας να κυμαίνεται μεταξύ 10-25%.
- Το ποσοστό του χονδρόκοκκου υλικού της στρώσης, η διάμετρος του οποίου δεν θα υπερβαίνει τα 32 mm, πρέπει να είναι μικρότερο ή ίσο με 40% επί του ολικού όγκου.

Σε περίπτωση που τα διαθέσιμα υλικά δεν κρίνονται κατάλληλα, τότε μπορεί να γίνει ανάμειξή τους με επεξεργασμένα υλικά, όπως π.χ. ο μπεντονίτης ή να χρησιμοποιηθούν συνθετικά (πολυμερή). Πριν την κατασκευή της στεγανής στρώσης συνιστάται ο καθαρισμός και η εξομάλυνση της φυσικής επιφάνειας του εδάφους. Ο βαθμός συμπίεσης για όλη την επιφάνεια εξομάλυνσης πρέπει να είναι  $\geq 0,95$ . Σε μικρό χρονικό διάστημα πρέπει να γίνεται η συμπύκνωση των επάλληλων στρώσεων, ώστε να αποφευχθεί η παρατεταμένη έκθεση της μονωτικής επιφάνειας στην ηλιακή ακτινοβολία. Μετά από έντονη βροχόπτωση και παγετό, δεν επιτρέπονται εργασίες συμπύκνωσης.

Ο εργαστηριακός έλεγχος καταλληλότητας των υλικών της αργιλικής στρώσης περιλαμβάνει: κοκκομετρική διαβάθμιση, περιεχόμενη υγρασία, ποσοστά αργιλικού

και οργανικού υλικού, όρια πυκνότητας, συντελεστής υδροπερατότητας, μέτρο συμπίεσης, διατμητική αντοχή, πυκνότητα κατά Proctor.

Αναλυτικά ο πυθμένας και τα πρανή του ΧΥΤΑ πρέπει να πληρούν τα εξής :

-ΧΥΤ μη επικίνδυνων αποβλήτων : υδροπερατότητα  $k \leq 10^{-9}$  m/s, πάχος  $\geq 1$  m.

-ΧΥΤ επικίνδυνων αποβλήτων :  $k \leq 10^{-9}$  m/s, πάχος  $\geq 5$  m.

-ΧΥΤ αδρανών αποβλήτων :  $k \leq 10^{-7}$  m/s, πάχος  $\geq 1$  m.

Τα στεγανά υποστρώματα κατασκευάζονται από μια ποικιλία φυσικών και τεχνητών υλικών και διακρίνονται στις εξής κατηγορίες (Καλλέργης 2000):

### **1. Άκαμπτα**

- *Σκυρόδεμα (εκτοξευόμενο ή οπλισμένο)* : Το εκτοξευόμενο αποτελείται από μίγμα τσιμέντου, άμμου και νερού, το οποίο εκτοξεύεται με πίεση πάνω στο προετοιμασμένο έδαφος. Η χρήση του, δεν ενδείκνυται στα μαλακά εδάφη, εξαιτίας της μικρής αντοχής στη θραύση. Το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι πιο ανθεκτικό, αλλά από τις ρωγμές διαστολής-συστολής παρουσιάζει προβλήματα διαρροής.
- *Τσιμέντο* : Εάν υπάρχει αμμοχάλικο στην περιοχή του χώρου απόθεσης, τότε προστίθεται τσιμέντο και νερό και συμπαγοποιείται. Η μέθοδος αυτή είναι πιο οικονομική από το οπλισμένο σκυρόδεμα, αλλά δεν εξασφαλίζει ομοιογένεια του υλικού.
- *Άσφαλτος* : Κατασκευάζεται όπως τα εύκαμπτα οδοστρώματα και η τοποθέτησή του γίνεται σε επάλληλα στρώματα. Στην επίδραση των πολύ ενεργών και διαβρωτικών διασταλαζόντων υγρών δεν θεωρείται πολύ ανθεκτικό υλικό.

### **2. Εύκαμπτα φυσικά υλικά**

- *Συμπαγές έδαφος* : Από την υδροπερατότητά του (υδραυλική αγωγιμότητα,  $k$ ) εξαρτάται η καταλληλότητα ενός φυσικού εδάφους μετά από κάποια συμπαγοποίηση, ως στεγανό υπόστρωμα. Αποδεκτές τιμές του  $k$  είναι  $\leq 10^{-9}$  m/s. Η τιμή αυτή, εφαρμόζοντας το νόμο του Darcy για συνηθισμένες τιμές της υδραυλικής κλίσης δίνει ταχύτητες ροής που κυμαίνονται από  $10^{-3}$  έως  $10^{-4}$  m/day. Οι τιμές αυτές είναι μικρές, δεδομένου ότι ένας ρύπος για να διανύσει μια

απόσταση 10 m θα χρειαζόταν 27 έτη. Έτσι το φυσικό έδαφος πρέπει να έχει  $k=10^{-7}$  m/s, ώστε μετά τη συμπαγοποίηση να πάρει την επιθυμητή τιμή  $10^{-9}$  m/s.

- *Χημικά επεξεργασμένο έδαφος* : Συνήθως προστίθενται στο έδαφος πολυφωσφορικά οξέα ή βιτουμειούχα υγρά.
- *Μπεντονίτης* : Ο μπεντονίτης ή νατριούχος μοντμοριλονιτική άργιλος έχει φυλλώδη δομή και το νερό προσροφάται εύκολα στην επιφάνεια των κρυστάλλων. Λόγω ηλεκτροστατικών δυνάμεων (φαινόμενο διπλής στοιβάδας), το νερό παγιδεύεται και μειώνει περισσότερο, την έτσι και αλλιώς χαμηλή υδροπερατότητα του μπεντονίτη. Λόγω του μικρού κόστους και της ευκολίας τοποθέτησης η χρήση του μπεντονίτη ως στεγανό υπόστρωμα είναι ευρείας αποδοχής. Τα στραγγίσματα που περιέχουν οργανικούς διαλύτες ή υψηλές συγκεντρώσεις οξέων και βάσεων μειώνουν την υδροπερατότητα του μπεντονίτη κατά δύο τάξεις μεγέθους. Εκτός από αμιγή μπεντονίτη χρησιμοποιείται συνήθως μείγμα φυσικού εδάφους με μπεντονίτη. Η μείξη αυτή προκαλεί σημαντική μείωση στην υδροπερατότητα των εδαφών.

### **3. Συνθετικά υλικά**

*Συνθετικές μεμβράνες* : Κατασκευάζονται από πλαστικό ή καουτσούκ σε διάφορους τύπους και παραλλαγές. Τα κυριότερα είδη υλικών τα οποία χρησιμοποιούνται για την κατασκευή γεωμεμβρανών είναι : το πολυαιθυλένιο (PE), το χλωριωμένο πολυαιθυλένιο (CPE), το χλωροθειωμένο πολυαιθυλένιο (CSPE), το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), το βουτύλιο (Butil), το πολυχλωροπροπάνιο (Neoprene), η πολυολεφίνη. Τα ανωτέρω υλικά καταργάζονται με διάφορες προσμεμίξεις και διατίθενται στην αγορά με εμπορικά ονόματα και με μορφή φύλλων πάχους 3 mm.

Οι κυριότερες ιδιότητες των γεωμεμβρανών είναι: το πάχος, η υδροπερατότητα, το ειδικό βάρος, η περιεκτικότητα σε άνθρακα, η αντοχή (στη ρηγμάτωση, γήρανση, θερμοκρασία, ανάπτυξη βακτηρίων κ.λπ). Οι συρραφές είναι τα ασθενέστερα σημεία των γεωμεμβρανών για διαρροή των στραγγισμάτων, γι' αυτό χρειάζεται έλεγχος των συγκολλήσεων. Το μειονέκτημα αυτό αντιμετωπίζεται με τη χρήση σύνθετων μεμβρανών δηλ. μια συνθετική μεμβράνη, που τοποθετείται στην οροφή μιας συμπακνωμένης αργιλικής στρώσης.

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται οι γεωσυνθετικές αργιλικές μεμβράνες (Geosynthetic Clay Liners, GCL), που αποτελούνται από μια αργιλική στρώση (μπεντονίτης), η οποία παρεμβάλλεται μεταξύ δύο συνθετικών μεμβρανών ή μια αργιλική στρώση συγκολλημένη πάνω σε μια συνθετική μεμβράνη. Οι μεμβράνες GCL κατασκευάζονται βιομηχανικά και διατίθενται έτοιμες στο εμπόριο, πετυχαίνοντας μικρές τιμές της υδροπερατότητας και συνεπώς μειωμένη πιθανότητα διαρροής των στραγγισμάτων.

Οι προδιαγραφές των μηχανικών ιδιοτήτων του υλικού των γεωμεμβρανών και οι αντίστοιχες τυπικές τιμές κατά DIN είναι:

1. Εφελκυστική αντοχή θραύσης  $>24 \text{ N mm}$  (DIN 53455)
2. Εφελκυστική αντοχή διαρροής  $>15 \text{ N mm}^2$  (DIN 53455)
3. Επιμήκυνση σε θραύση  $>600\%$  (DIN 53455)
4. Επιμήκυνση σε διαρροή  $>8\%$  (DIN 53455)
5. Αντοχή σε σχίσσιμο  $>500 \text{ N mm}^2$  (DIN 53457)
6. Αντοχή σε διάτρηση  $>300 \text{ mm}^2$  (DIN 16726)
7. Αντοχή σε εφελκυσμό κατά θραύση  $>120 \text{ N/mm}$  (DIN 53515)
8. Όριο σχισίματος  $>500 \text{ N}$  (DIN 53363)
9. Πολυαξονική επιμήκυνση σε θραύση  $>15\%$  (DIN 53861)

## **7.1 ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΣΤΟΥΣ ΧΥΤΑ**

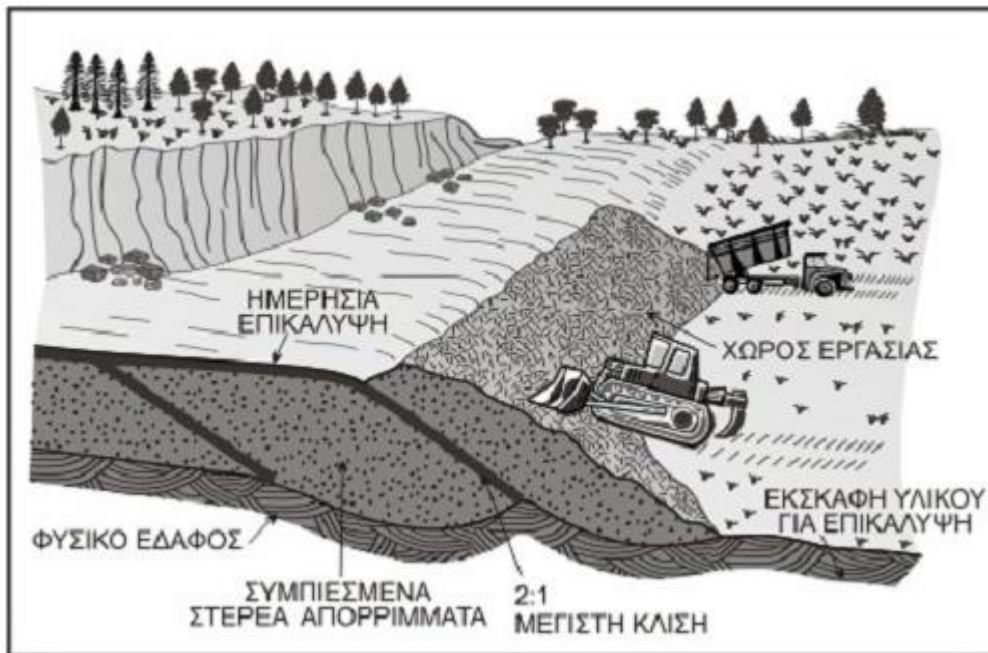
Στους ΧΥΤΑ, η απόθεση των απορριμμάτων στους ΧΥΤΑ γίνεται σε μορφή στρώσεων, οι οποίες με τη βοήθεια μηχανημάτων συμπιέζονται. Στη συνέχεια, χωρίζεται κάθε στρώση (ταμπάνι) σε κελιά (κύτταρα) ημερησίας επικάλυψης δηλ. τμήματα στα οποία αποτίθενται τα απορρίμματα που φθάνουν στον ΧΥΤΑ σε ημερήσια βάση και επικαλύπτεται στο τέλος της ημέρας με λεπτό στρώμα υλικού για την προστασία από αυτοανάφλεξη, περιορισμό της δυσοσμίας, της διείσδυσης νερού και της παρουσίας εντόμων. Το πάχος της ημερησίας επικάλυψης είναι περίπου 0,15 m με υλικό αμμώδες ή αμμοχαλικώδες (Βουδούρης, 2009).

Διακρίνονται τρεις τρόποι απόθεσης απορριμμάτων (Καλλέργης 2000):

### 1) Μέθοδος σε επίπεδες περιοχές

Αυτή η μέθοδος έχει εφαρμογή σε χώρους με μορφολογία. Τα απορρίμματα πρώτα απλώνονται σε λεπτές και επάλληλα στρώματα και στη συνέχεια συμπαγοποιούνται. Η απόθεση των απορριμμάτων συνεχίζεται μέχρι το επιθυμητό ύψος του κελιού. Το κελί καλύπτεται με υλικό προσωρινής επικάλυψης (γαιώδη υλικά, πάχους 15 cm) στο τέλος κάθε ημέρας.

η μέθοδος της ράμπας (Σχ. 20) είναι μια παραλλαγή της μεθόδου οι οποία εφαρμόζεται αν δεν υπάρχουν στην περιοχή δανειοθάλαμοι για υλικό επικάλυψης. Στη μέθοδο αυτή το υλικό εκσκαφής χρησιμοποιείται ως υλικό επικάλυψης το οποίο προέρχεται από τη βάση του επόμενου κελιού. Το απορριμματικό ανάγλυφο πρέπει να έχει μέγιστο ύψος < 20 m.



Σχήμα 20 : Μέθοδος απόθεσης με τη μέθοδο της ράμπας. Πηγή : (Καλλέργης 2000).

## 2) Μέθοδος τάφρων

Η μέθοδος αυτή έχει εφαρμογή σε περιοχές όπου υπάρχει μεγάλο πάχος υλικού επικάλυψης, κάτω από το χώρο απόθεσης και ο υδροφόρος ορίζοντας είναι υψηλός. Μέσα σε τάφρους γίνεται η απόθεση των απορριμμάτων. Αρχικά, γίνεται η εκσκαφή της πρώτης τάφρου με το υλικό εκσκαφής της οποίας κατασκευάζεται επίχωμα στην πλευρά αντίθετα από το μέτωπο προχώρησης της απόθεσης. Αφού, ολοκληρωθεί η απόθεση στην πρώτη τάφρο, ως υλικό επικάλυψης χρησιμοποιείται το υλικό εκσκαφής της επόμενης τάφρου.

## 3) Μέθοδος τοπογραφικών ταπεινώσεων

Θεωρείται η πιο κατάλληλη μέθοδος για περιοχές τοπογραφικών ταπεινώσεων όπως, φαράγγια, λατομεία, ρέματα κ.λπ. Τα υλικά από τα φυσικά πρανή της περιοχής χρησιμοποιούνται ως υλικά επικάλυψης με αποτέλεσμα και την επιθυμητή ελάττωση των κλίσεων. η επιφανειακή αποστράγγιση και η παροχέτευση των επιφανειακών απορροών παίζει σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή αυτής της μεθόδου.

Επισημαίνεται η ανάγκη περίφραξης του ΧΥΤΑ με γαλβανισμένους από μορφοσίδηροπασσάλους, ύψους τουλάχιστον 2,5 m από το έδαφος, σε απόσταση μεταξύ τους 3 m, οι οποίοι να είναι στερεωμένοι σε μπετόν και συρματόπλεγμα με

αντηρίδα. Κατασκευάζεται εσωτερικά της περιφραξης περιμετρική δενδροφύτευση με σκοπό την οπτική και ηχητική απομόνωση του ΧΥΤΑ. Επιπλέον σε ΧΥΤΑ που γειτνιάζουν με δασικές εκτάσεις κατασκευάζεται και αντιτυρική ζώνη ελάχιστου πλάτους 8 m και γίνεται εξοπλισμός με δεξαμενές πυρόσβεσης, συσκευών πυρόσβεσης και αποθήκες εδαφικού υλικού. Σε κάθε ΧΥΤΑ προβλέπεται οι εξής εγκαταστάσεις: χώρος αναμονής απορριμματοφόρων, ζυγιστήριο, χώρος εκφόρτωσης για δειγματοληψία (οπτικός-μακροσκοπικός έλεγχος), εγκατάσταση έκπλυσης των τροχών των απορριμματοφόρων, οικίσκος ελέγχου, αποθήκη υλικών απαραίτητων για την ασφαλή λειτουργία του ΧΥΤΑ.

Στο εξωτερικό μέρος του ΧΥΤΑ κι ανάλογα με το μέγεθός του (μεγάλο-μικρό) μπορούν να κατασκευασθούν: συνεργείο για συντήρηση και επισκευή των οχημάτων, χώρος καθαρισμού των οχημάτων και μηχανημάτων, καθώς και τάφος με ανυψωτικό μηχανισμό.

## **8. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΕΝΟΣ ΧΥΤΑ – ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ**

### **ΠΛΑΙΣΙΟ**

Προκειμένου να βρεθεί και να οριοθετηθεί ένας χώρος για τη δημιουργία ΧΥΤΑ απαιτείται μια πολύπλοκη και πολλές φορές χρονοβόρα διαδικασία, κατά την οποία υπεισέρχονται πολλά κριτήρια, όπως γεωλογικά, υδρογεωλογικά, γεωτεχνικά, χωροταξικά, περιβαλλοντικά, κλιματολογικά, οικονομικά κ.ά. σύμφωνα με την Ελληνική αλλά και Κοινοτική νομοθεσία. Είναι αναγκαίο λοιπόν να αποφευχθούν από τους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν όπως: πιθανή ρύπανση των υπόγειων υδροφόρων οριζόντων και του εδάφους, ρύπανση επιφανειακών νερών, επιπτώσεις στην πανίδα, κίνδυνος κατολίσθησης, κ.ά.

Τα τελευταία χρόνια η Ελλάδα έχει προωθήσει το σχέδιο για την υιοθέτηση και εφαρμογή όλων των σχετικών νομοθεσιών από την Ε.Ε. Στην παρούσα εργασία λαμβάνονται υπόψη οι πρόσφατες θεσμικές ρυθμίσεις στην Ε.Ε και την Ελλάδα σχετικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων.

Έτσι λοιπόν η διάθεση των αποβλήτων αυτών γίνεται με ειδικές διατάξεις (ΚΥΑ 19396/1546/97, ΦΕΚ 604Β/18-7-1997), ώστε να μην προκαλείται κίνδυνος στη δημόσια υγεία (υγειονομική ταφή, επεξεργασία στο έδαφος, έκχυση σε βάθος, απόρριψη στη θάλασσα ή ταφή στο θαλάσσιο βυθό, αποτέφρωση στο έδαφος ή στη θάλασσα, βιολογική επεξεργασία κλπ.).

Η ελληνική νομοθεσία που διέπει τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, καθώς και τα κριτήρια επιλογής θέσεων εγκατάστασης διαχείρισης αποβλήτων καθορίζεται από συγκεκριμένες διατάξεις, μεταξύ των οποίων: ΚΥΑ 114218/97 (ΦΕΚ 1016 Β/17-11-97) «Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων». Περιλαμβάνει το πλαίσιο τεχνικών προδιαγραφών διαχείρισης στερεών αποβλήτων, τους όρους και τα κριτήρια καταλληλότητας και επιλογής θέσεων εγκατάστασης διαχείρισης αποβλήτων.

Οι υποψήφιοι χώροι για χωροθέτηση ενός ΧΥΤΑ πρέπει να πληρούν κάποιες βασικές προδιαγραφές. Οι προδιαγραφές αυτές ενσωματώνονται σε κριτήρια αποκλεισμού χώρων, ώστε να προκύψουν οι χώροι που καταρχήν είναι δυνατόν να

πραγματοποιηθεί η χωροθέτηση. Παράλληλα, είναι σημαντικός ο ρόλος των κοινωνικών αντιδράσεων στην όλη διαδικασία και τα κριτήρια έχουν θεσμοθετηθεί με βάση αυτές. Είναι, λοιπόν, απαραίτητο να κατανοηθεί η έννοια των κριτηρίων και οι λόγοι που αυτά επιλέγονται και εφαρμόζονται.

Με βάση την εγκύκλιο 69751/1999, ο σχεδιασμός των κριτηρίων αποκλεισμού πρέπει να έχει ως στόχο:

- Τον εντοπισμό των «ευρύτερων» περιοχών, εντός των οποίων ενδέχεται να χωροθετηθεί το προβλεπόμενο έργο. Ο όρος «ευρύτερες περιοχές» αναφέρεται στις περιοχές εκείνες που προκύπτουν μετά την εφαρμογή των κριτηρίων αποκλεισμού
- Την εναρμόνιση με αναπτυξιακούς σχεδιασμούς (Χωροταξικές μελέτες, οικιστική διάρθρωση κλπ)
- Την προφύλαξη πόρων, υδάτινων, ενεργειακών, ανθρώπινων και φυσικών.

Είναι όμως γεγονός πως τα κριτήρια καταλληλότητας-αποκλεισμού των υποψηφίων χώρων ΧΥΤΑ που ορίζονται στην εθνική νομοθεσία με την ΚΥΑ 114218 δεν είναι σαφή ως προς τα όρια που πρέπει να ορίζονται (π.χ. αποστάσεις από οικισμούς, αρχαιολογικούς χώρους κλπ) και έτσι ο βαθμός αυστηρότητας κατά την εφαρμογή τους μπορεί να ποικίλει ανάλογα.

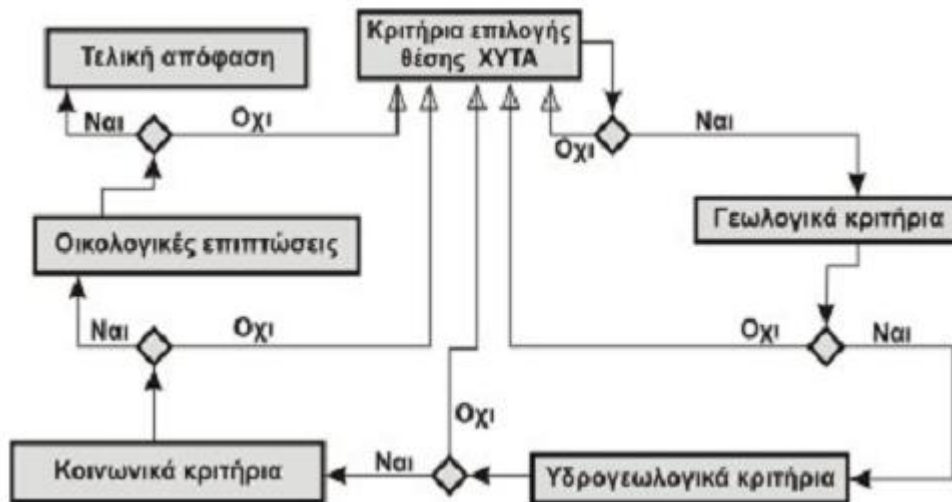
Σε επόμενο κεφάλαιο της εργασίας αυτής και με βάση όλα τα παραπάνω, ορίζεται ένα σύνολο κριτηρίων αποκλεισμού που θα αποτελέσουν τους καθοριστικούς παράγοντες για τη διαδικασία χωροθέτησης ΧΥΤΑ στο νομό Ηλείας.

## 9. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΧΥΤΑ

Ένας σωστά σχεδιασμένος ΧΥΤΑ πρέπει να εξασφαλίζει στεγανότητα, σταθερότητα των γεωλογικών σχηματισμών, να μην επηρεάζει τους υδροφόρους ορίζοντες της περιοχής, να είναι μακριά από αρχαιολογικούς χώρους, βιότοπους, αεροδρόμια κ.λπ. Για την επιλογή της θέσης υπεισέρχονται και άλλοι παράγοντες όπως, το κλίμα, μορφολογία, η απόσταση από την πηγή γένεσης των απορριμμάτων, οι υδρογεωλογικές συνθήκες, η σεισμικότητα της περιοχής και η κοινωνική αποδοχή.

Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν στην συγκεκριμένη εργασία για την επιλογή κατάλληλης θέσης για ΧΥΤΑ είναι τα ακόλουθα: (Καλλέργης 2000, από Βουδούρη 2005)

- **Χωροταξικά.** Ευκολία πρόσβασης, γειτνίαση με επιφανειακά σώματα νερού (ποτάμια, χείμαρροι, λίμνες), καθώς και εγκαταστάσεις και μέσα υποστήριξης για την ανάπτυξη ΧΥΤΑ και διαθεσιμότητά τους (δρόμοι, δίκτυα).
- **Γεωλογικά.** Στρωματογραφική και τεκτονική δομή των πιθανών θέσεων, γεωλογική ταξινόμηση των υλικών του πυθμένα της μελλοντικής χωματερής, εκσκαψιμότητα των υλικών, γεωτεχνικές ιδιότητες, επάρκεια υλικών επικάλυψης των απορριμμάτων, σεισμικότητα της περιοχής και σύνδεσή της με την τοπική τεκτονική (ενεργά ρήγματα, ζώνες διάρρηξης κ.λπ.), γεωμορφολογία των πιθανών θέσεων (κλίσεις πρανών, ασταθείς μάζες κ.λπ.).
- **Υδρογεωλογικά.** Το πάχος και η λιθολογία της κορεσμένης και της ακόρεστης ζώνης, οι υδραυλικές παράμετροι (υδροπερατότητα, μεταβιβαστικότητα, διαχυτικότητα T/S), ο τύπος των υδροφόρων και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους, το υδραυλικό καθεστώς, οι περιοχές τροφοδοσίας και εκφόρτισης των υδροφόρων, τα υφιστάμενα έργα υδροληψίας, η ποιότητα του υπόγειου νερού και οι χρήσεις του.
- **Κοινωνικά.** Η προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος.



Σχήμα 21 : Διάγραμμα ροής των διαδικασιών επιλογής θέσης ΧΥΤΑ. Πηγή : (Καλλέρης, 2000)

Στην περίπτωση της χωροθέτησης ΧΥΤΑ στο Νομό Ηλείας χρησιμοποιήθηκαν 8 κριτήρια καταλληλότητας συνολικά, όπως φαίνονται στον πίνακα 9. Αυτά αποτελούν κάποια συνήθη ελάχιστα κριτήρια αποκλεισμού περιοχών για χωροθέτηση ΧΥΤΑ.

Ωστόσο, επειδή εφαρμόζοντάς τα αποκλείστηκαν όλες οι δυνατές για χωροθέτηση ΧΥΤΑ περιοχές, λόγω ότι πρόκειται για μικρό νησί, κρίθηκε έτσι αναγκαίο η επανεξέταση και μείωση των περιορισμών κάποιων κριτηρίων. Ο καθορισμός των τεχνικών προδιαγραφών μικρών ΧΥΤΑ σε νησιά ή απομονωμένους οικισμούς, γίνεται κατ' εφαρμογή της υπ' αριθμ. **29407/3508/2002 ΚΥΑ «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων»**.

<b>Κριτήρια</b>	<b>Αποκλεισμός/Απόσταση από περιοχή (γενικά κριτήρια)</b>	<b>Αποκλεισμός/Απόσταση από περιοχή (ύστερα από επανεξέταση κριτηρίων)</b>
<b>1. Χωροταξικά Κριτήρια</b>		
Απόσταση από αστικές περιοχές (οικισμοί και στρατόπεδα)	2000m	2000m
Απόσταση από Αρχαιολογικά και Πολιτιστικά μνημεία	Πλήρης αποκλεισμός εντός των ορίων αυτών	Πλήρης αποκλεισμός εντός των ορίων αυτών
Απόσταση από οδικό δίκτυο	300m	300m
<b>2. Γεωλογικά – Υδρογεωλογικά Κριτήρια</b>		
Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο (ποτάμια, λίμνες)	100m	100m
Κλίση πρανών	>15%	>15%
Περατότητα	Μεσαία –Μεγάλη	Μεγάλη
Απόσταση από ρήγματα	200m	200m
<b>3. Περιβαλλοντικά Κριτήρια</b>		
Περιοχές χαρακτηρισμένες ως RAMSAR, SPA, NATURA και Εθνικά Πάρκα.	Πλήρης αποκλεισμός εντός των ορίων αυτών	Πλήρης αποκλεισμός εντός των ορίων αυτών

Πίνακας 9 : Κριτήρια αποκλεισμού περιοχών για τη χωροθέτηση ΧΥΤΑ. Πηγή : (Καλλέργης 2000)

Τα κριτήρια αποκλεισμού πιο αναλυτικά, είναι τα εξής:

- 1) Αποκλεισμός 2000m απόστασης από οικιστικές περιοχές. Περιλαμβάνει περιοχές εντός ορίων σχεδίου πόλης και εντός ορίων οικισμών με πληθυσμό κάτω των 2.000 κατοίκων, περιοχές εντός ορίων οικοδομικών συνεταιρισμών Α ή και Β κατοικίας, περιοχές ιδιωτικής πολεοδόμησης του Ν. 1947/91 για οικιστική χρήση.
- 2) Στις αρχαιολογικές περιοχές και μελλοντικά θεσμοθετημένες αρχαιολογικές περιοχές ισχύει πλήρης αποκλεισμός εντός των ορίων αυτών.
- 3) Η χωροθέτηση ΧΥΤΑ προτείνεται να πραγματοποιείται τουλάχιστον σε απόσταση 300m από το κύριο οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης.
- 4) Οι περιοχές που εγκρίνονται για τη χωροθέτηση ΧΥΤΑ πρέπει να απέχουν τουλάχιστον απόσταση 100m από το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής ρεμάτων 3<sup>ης</sup> τάξης και πάνω. Ο λόγος είναι ότι η παρουσία του ΧΥΤΑ σε κοντινή απόσταση με υδάτινους αποδέκτες μπορεί να οδηγήσει στη ρύπανση τους, κυρίως μέσω ενδεχόμενης διαφυγής στραγγισμάτων. Όμοια για τις αποστάσεις από ποταμούς, πρέπει να τηρούνται αποστάσεις και από τις λίμνες. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, αυτό συμβαίνει για να αποφευχθεί τυχόν ρύπανση των υδάτινων αποδεκτών.
- 5) Για την ορθή λειτουργία του ΧΥΤΑ απαιτείται η ευστάθεια των υποψήφιων περιοχών χωροθέτησης. Με βάση το γεγονός αυτό, επιλέγονται περιοχές με μικρές κλίσεις πρανών (<15%) και αποφεύγονται ασταθείς περιοχές, που είναι επιρρεπείς σε κατολισθήσεις.
- 6) Το γεωλογικό υπόβαθρο θεωρείται κατάλληλο για ΧΥΤΑ, όταν ο συντελεστής υδροπερατότητάς του είναι  $k \leq 10^{-7} \text{ m/s}$ . Στην παρούσα εργασία έχουμε ταξινομήσει τους σχηματισμούς (Σούλιος 1996) σε τρεις κατηγορίες:

$$10^{-9} \leq k \leq 10^{-7} \text{ m/s} = \text{μικρή υδροπερατότητα}$$

$$10^{-6} \leq k \leq 10^{-4} \text{ m/s} = \text{μέση υδροπερατότητα}$$

$$10^{-3} \leq k \leq 10^0 \text{ m/s} = \text{μεγάλη υδροπερατότητα}$$

Ως κατάλληλες περιοχές για ΧΥΤΑ θεωρούνται αυτές όπου οι τιμές της υδροπερατότητας χαρακτηρίζονται ως μικρές και μεσαίες. Ύστερα από επανεξέταση των κριτηρίων, θεωρήθηκε ως κριτήριο αποκλεισμού μόνο η τιμή της μεγάλης υδροπερατότητας.

- 7) Προτείνεται οι επιλεγόμενες περιοχές χωροθέτησης ΧΥΤΑ να βρίσκονται σε απόσταση 200m από ρήγματα.
- 8) Στις θεσμοθετημένες περιοχές προστασίας «NATURA 2000» και μεμονωμένα στοιχεία της φύσης και του τοπίου (όπως ορίζονται από τις διατάξεις των άρθρων 18, 19 και 21 του νόμου 1650/86 - ΦΕΚ 160/Α/86) και από τις διατάξεις του Ν.Δ. 996/71 (ΦΕΚ 192/71), ισχύει πλήρης αποκλεισμός εντός των ορίων αυτών.

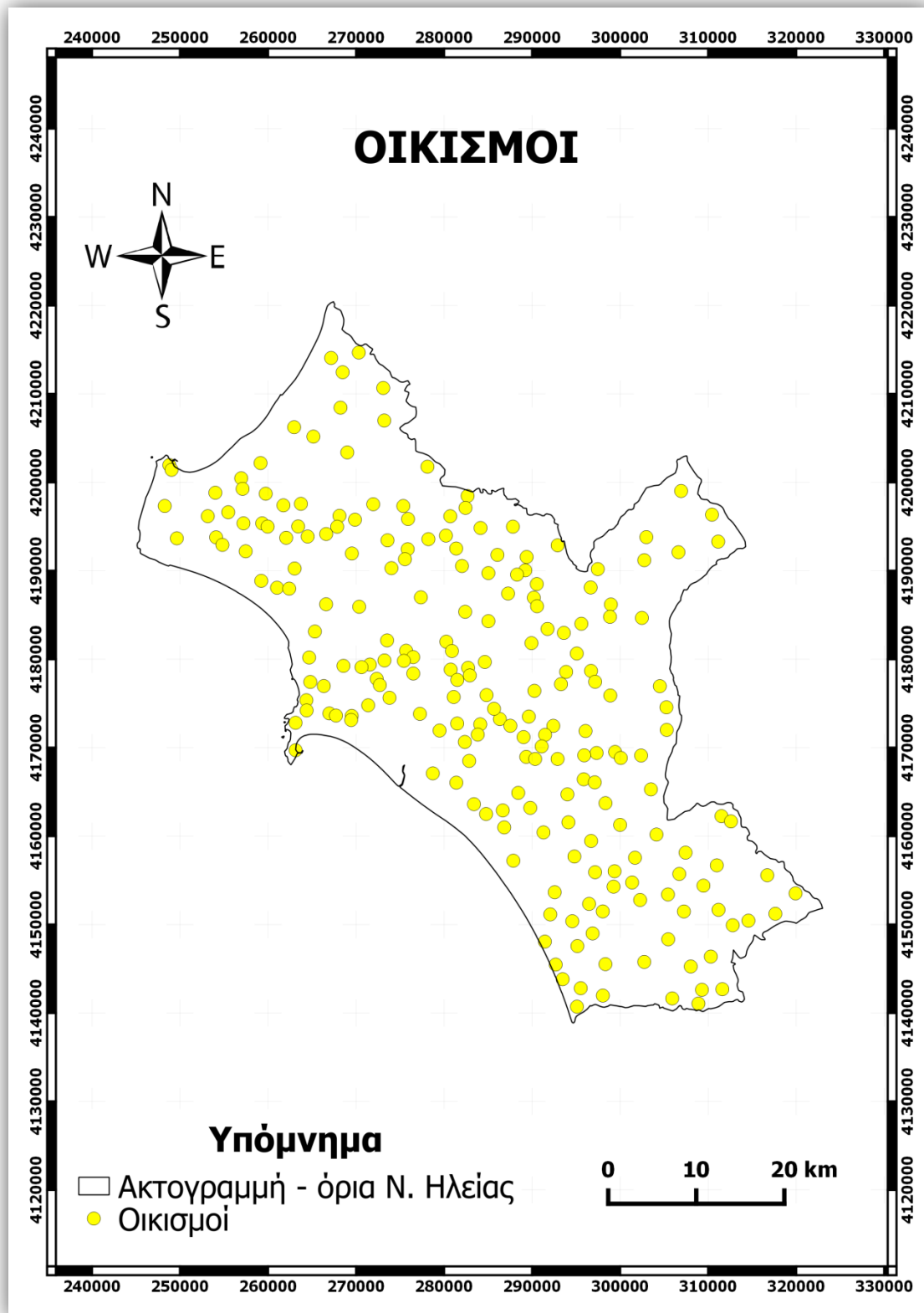
## **10. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ**

### **10.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ**

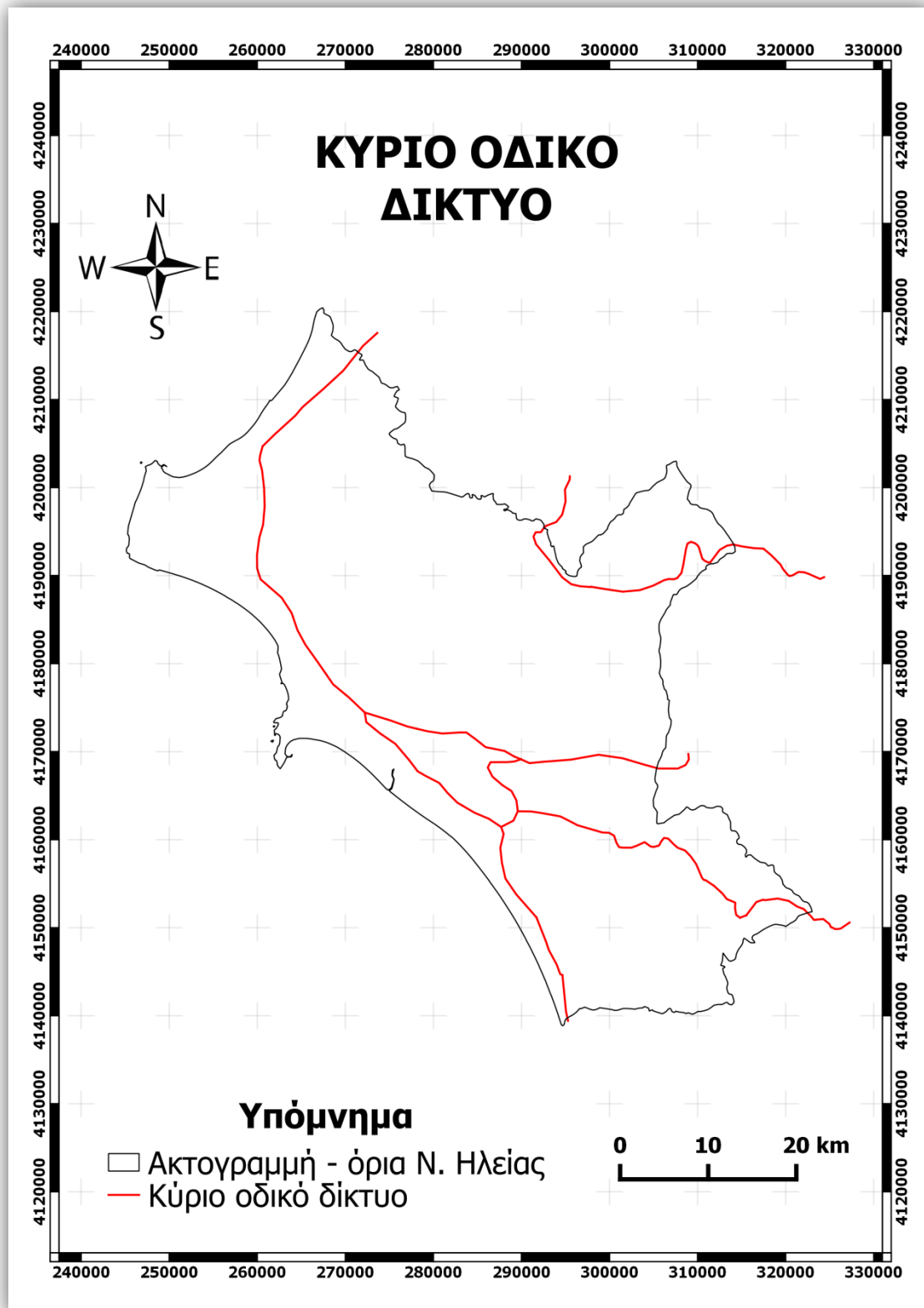
Αρχικά, όπως έχει ήδη αναφερθεί, ψηφιοποιήθηκαν από τον Γεωλογικό χάρτη της Ελλάδας, φύλλο: «Ηλεία» (χάρτης 9, Δράση στα πλαίσια του προγράμματος Β' Κ.Π.Σ. (Ε.Ε-Ι.Γ.Μ.Ε), 2003) οι γεωλογικοί σχηματισμοί και τα ρήγματα ψηφιοποιήθηκαν από το φύλλο «Πύργου» (Lekkas et.al. 1993) και το GreDass (Greek Data base of seismogenic Sources, 2012). Τα ρήγματα που ψηφιοποιήθηκαν είναι μόνο αυτά που ανήκουν στο φύλλο «Πύργου» και το GreDass γιατί τα υπόλοιπα φύλλα χαρτών του Νομού Ηλείας είναι κλειστά, δηλαδή, τα δεδομένα τους δεν είναι ελεύθερα. Στη συνέχεια από το DEM και με τη χρήση του προγράμματος QGIS προέκυψε ο χάρτης αναγλύφου της περιοχής και ο χάρτης κλίσεων. Με βάση τα χαρακτηριστικά του κάθε σχηματισμού και τις τιμές υδροπερατότητας δημιουργήθηκε ο χάρτης υδροπερατότητας.

Από το GEODATA (<http://geodata.gov.gr/geodata/>) στη συνέχεια, προέκυψαν όλα τα γεωχωρικά δεδομένα οι δρόμοι, το υδρογραφικό δίκτυο, οι περιοχές Natura, η ακτογραμμή και οι οικισμοί του Νομού Ηλείας. Από το earthexplorer έγινε λείπει της δορυφορικής εικόνας του Νομού Ηλείας και αργότερα προέκυψε το Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου (DEM). Από το DEM αυτό προέκυψε η ταξινόμηση του αναγλύφου. Πραγματοποιήθηκε για τα raster δεδομένα με την χρήση του προγράμματος QGIS μετατροπή σε προβολικό σύστημα GreekGrid και δημιουργήθηκε ο αντίστοιχος χάρτης για την κάθε περίπτωση. Έτσι, στη συνέχεια προέκυψαν οι αντίστοιχοι θεματικοί χάρτες του Νομού Ηλείας όπως φαίνονται παρακάτω.

Όλα αυτά τα δεδομένα ψηφιοποιήθηκαν με στόχο την μετατροπή των επιπέδων πληροφοριών, σε Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π). Όπως ήδη αναφέρθηκε στην αρχή της εργασίας, όλα τα επίπεδα πληροφοριών καθώς και οι χάρτες, είναι αυστηρά προσανατολισμένα σε ένα κοινό γεωγραφικό σύστημα, ώστε να καθίσταται δυνατός ο συνδυασμός τους. Στην περίπτωσή μας, όλα τα παραπάνω επίπεδα πληροφοριών γεωαναφέρθηκαν στο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87.



Σχήμα 22 : Οικιστικός χάρτης Ν. Ηλείας. Πηγή : [geodata.gov.gr/geodata](http://geodata.gov.gr/geodata)



Σχήμα 23 : Χάρτης κύριου οδικού δικτύου. Πηγή : [geodata.gov.gr/geodata](http://geodata.gov.gr/geodata)

Επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός ζωνών περιμετρικής προστασίας ή «ζώνες αποκλεισμού» (buffer zones) γύρω από τα δεδομένα έτσι όπως έχουν προκύψει σύμφωνα με τα τελικά κριτήρια αποκλεισμού που έχουν συζητηθεί και αναλυθεί πιο πάνω (γεωλογικά, περιβαλλοντικά κ.λπ.) και σύμφωνα με την υφιστάμενη νομοθεσία με στόχο, μετά τον αποκλεισμό περιοχών και ζωνών προστασίας, να προκύψουν περιοχές που επιτρέπεται (με βάση τα δεδομένα κριτήρια) η χωροθέτηση.

Για να συμβεί αυτό, χρησιμοποιήθηκε η τεχνική Buffer από το Qtoolbox του λογισμικού QGIS 2.6. Η τεχνική αυτή δημιουργεί ζώνες επιρροής/περιμετρικές ζώνες (bufferzones) γύρω από τα στοιχεία ενός επιπέδου. Έτσι, μετά την ανάλυση και την επεξεργασία των δεδομένων με βάση τις αποστάσεις που ορίζονται στο εκάστοτε κριτήριο, δημιουργήθηκαν οι αντίστοιχες ζώνες αποκλεισμού.

Στη συνέχεια παρατίθενται οι θεματικοί χάρτες που προέκυψαν από τον καθορισμό των ζωνών αποκλεισμού (bufferzones):

**Σχήμα 24 :** Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω εγγύτητας σε κατοικημένες περιοχές

**Σχήμα 25 :** Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω εγγύτητας σε κλάδους του υδρογραφικού δικτύου

**Σχήμα 26 :** Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω εγγύτητας στο κύριο οδικό δίκτυο

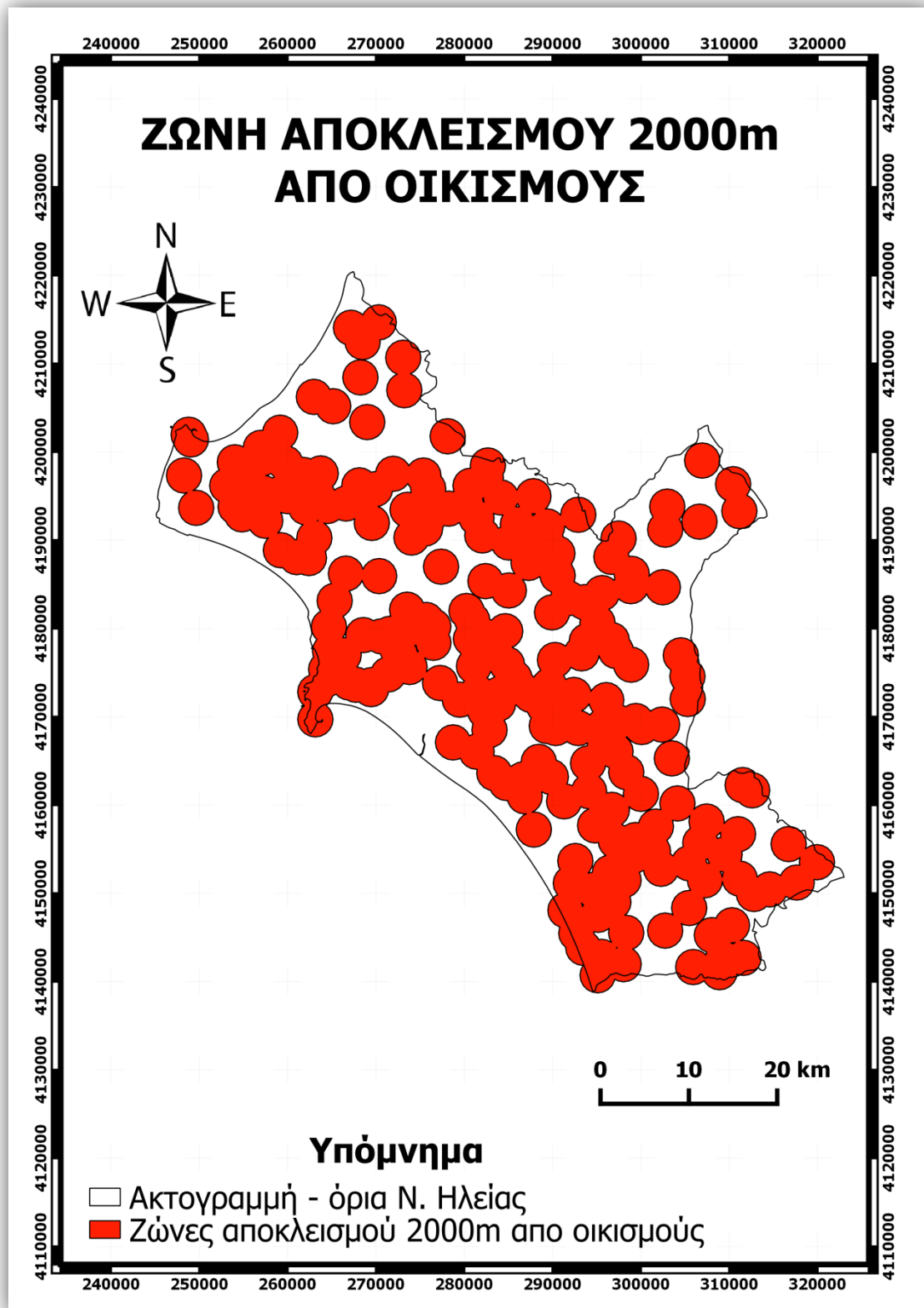
**Σχήμα 27 :** Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω μεγάλης κλίσης του αναγλύφου (>15%)

**Σχήμα 28 :** Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω υψηλού κινδύνου περατότητας των σχηματισμών

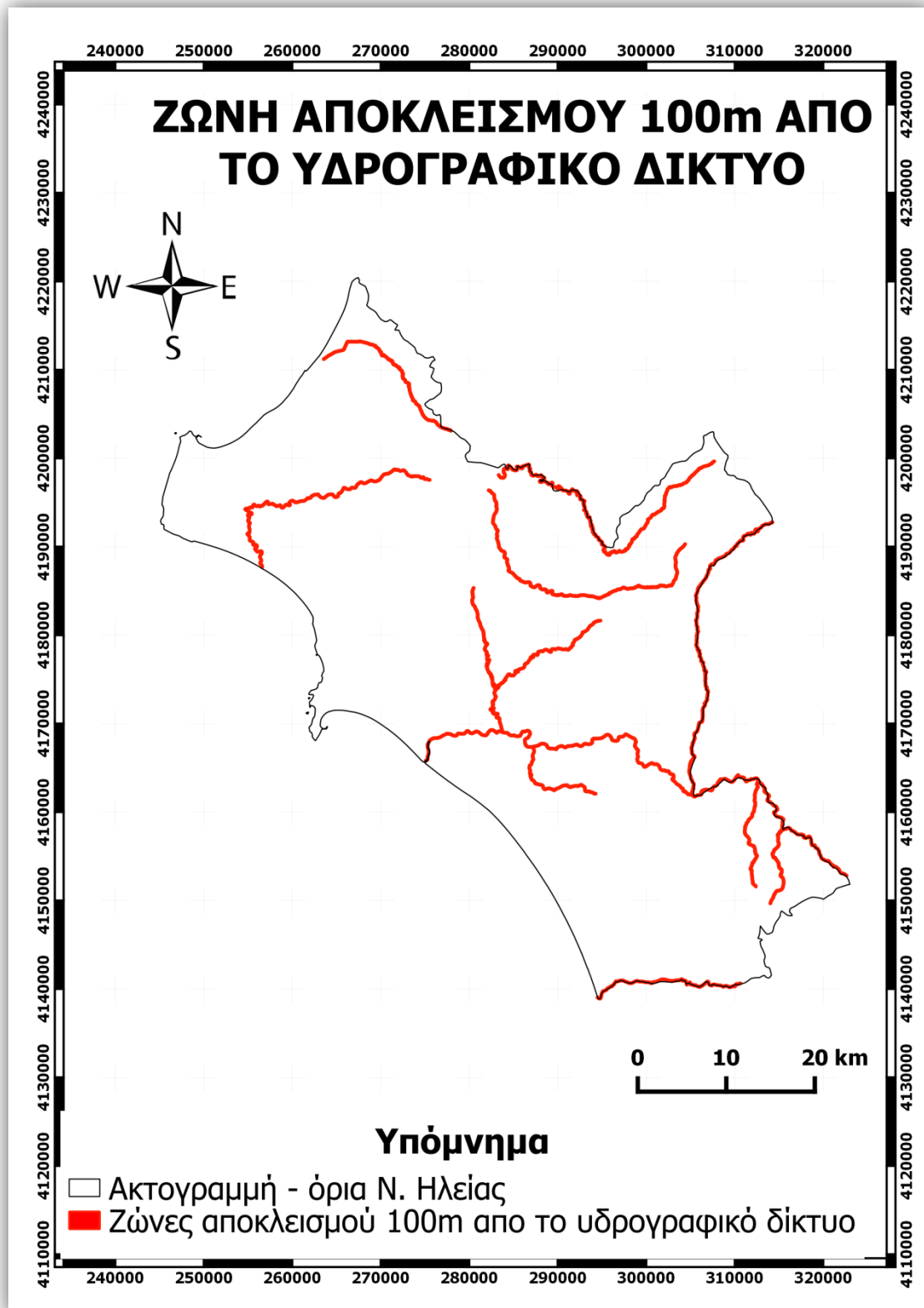
**Σχήμα 29 :** Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω εγγύτητας σε ρήγματα

**Σχήμα 30 :** Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω εγγύτητας σε περιοχές υπό προστασία Natura 2000.

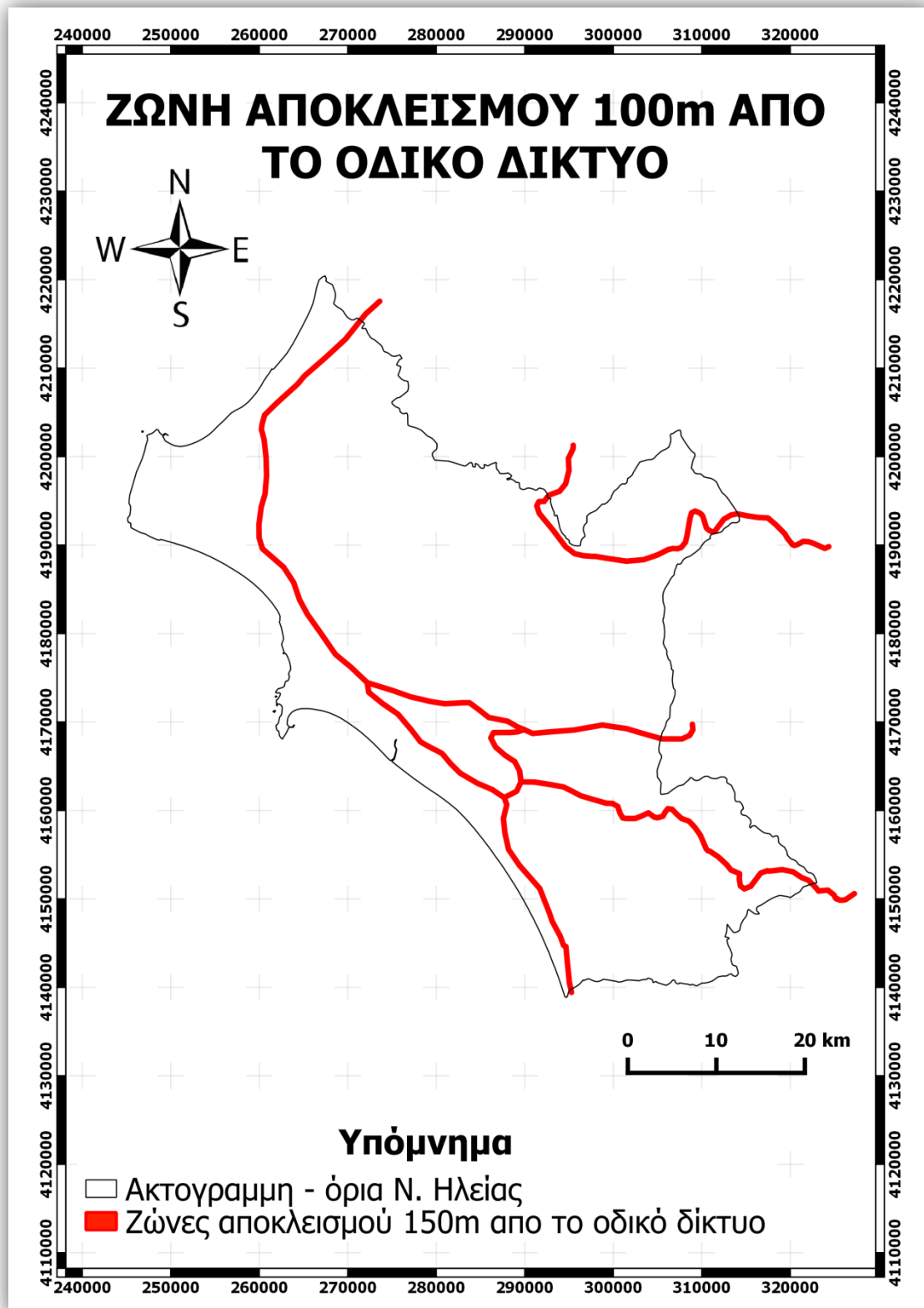
**Σχήμα 31 :** Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω εγγύτητας του υδρολογικού δικτύου.



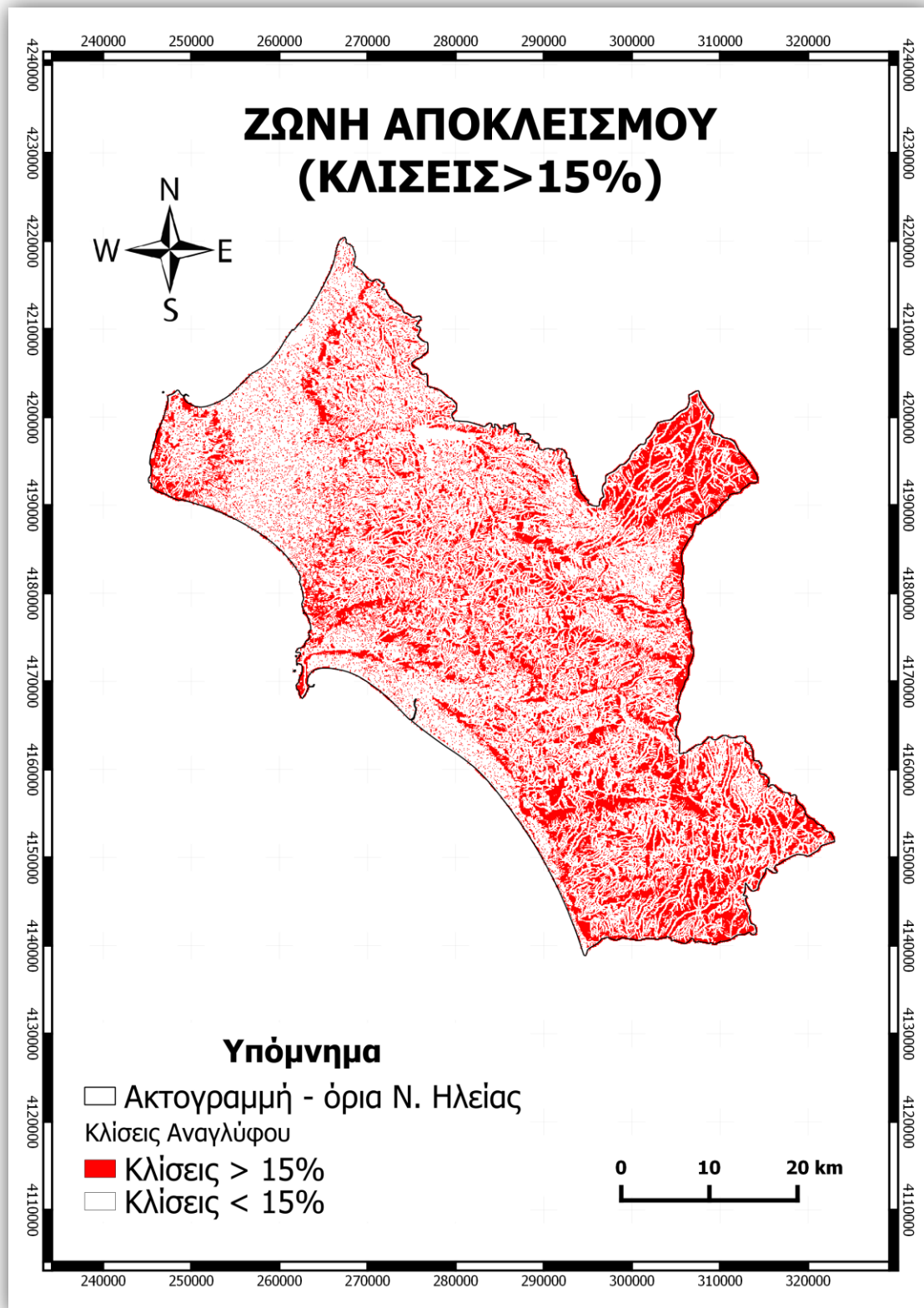
Σχήμα 24 : Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω εγγύτητας σε κατοικημένες περιοχές. Πηγή : [geodata.gov.gr/geodata](http://geodata.gov.gr/geodata)



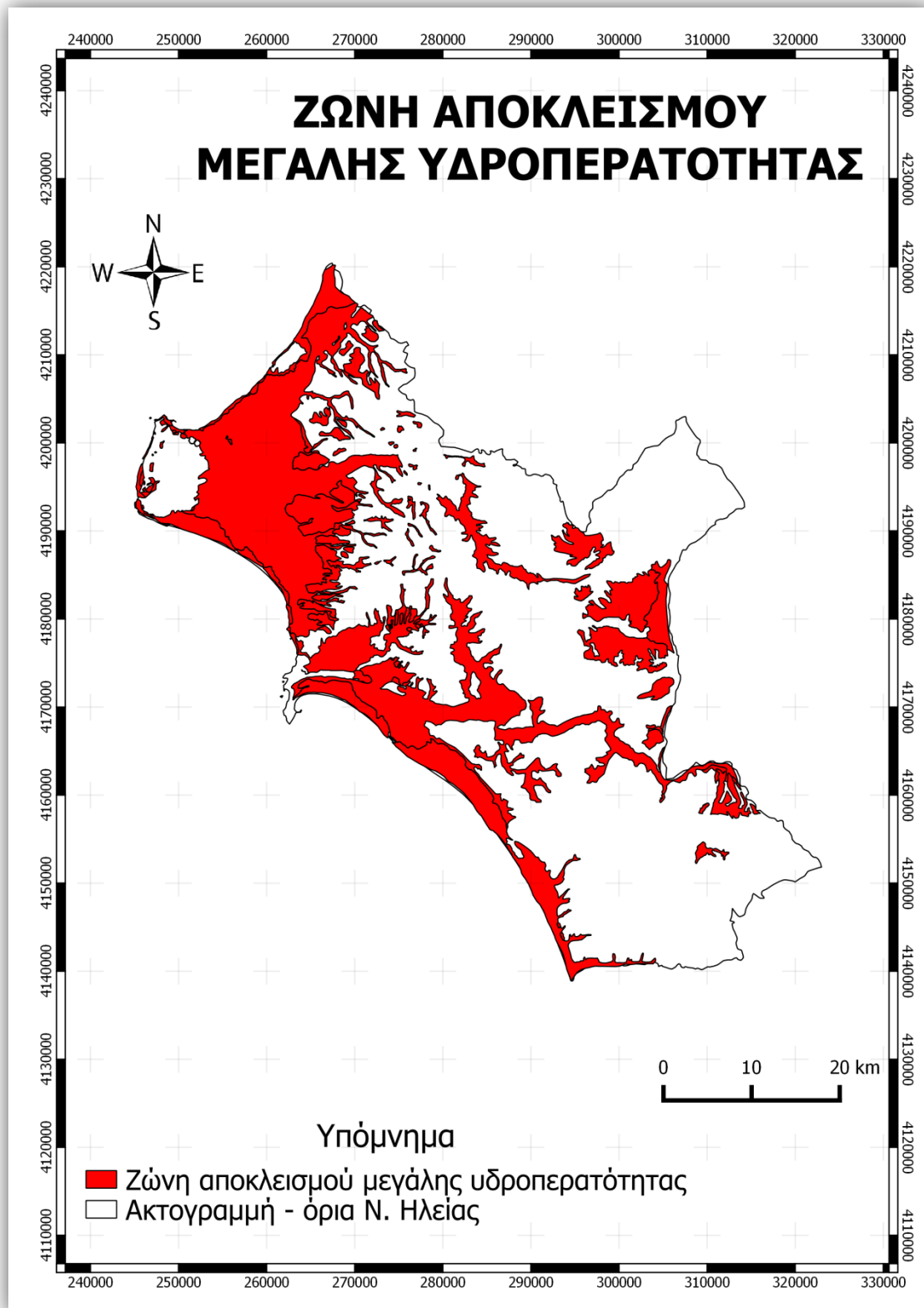
Σχήμα 25 : Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω εγγύτητας του υδρογραφικού δικτύου. Πηγή : [geodata.gov.gr/geodata](http://geodata.gov.gr/geodata)



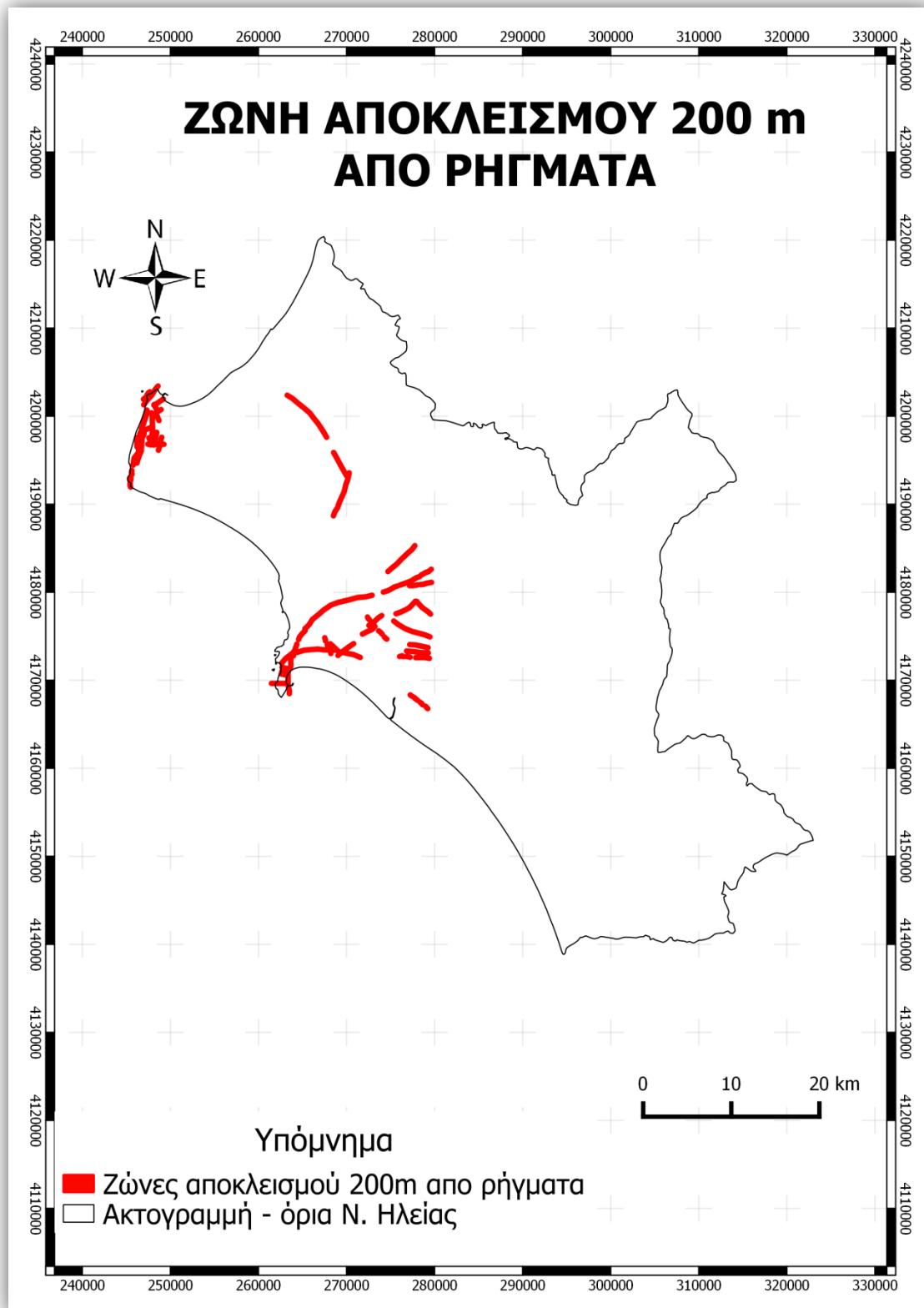
Σχήμα 26 : Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω εγγύτητας στο κύριο οδικό δίκτυο. Πηγή : [geodata.gov.gr/geodata](http://geodata.gov.gr/geodata)



Σχήμα 27 : Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω μεγάλης κλίσης του αναγλύφου (>15%). Πηγή : Earth explorer



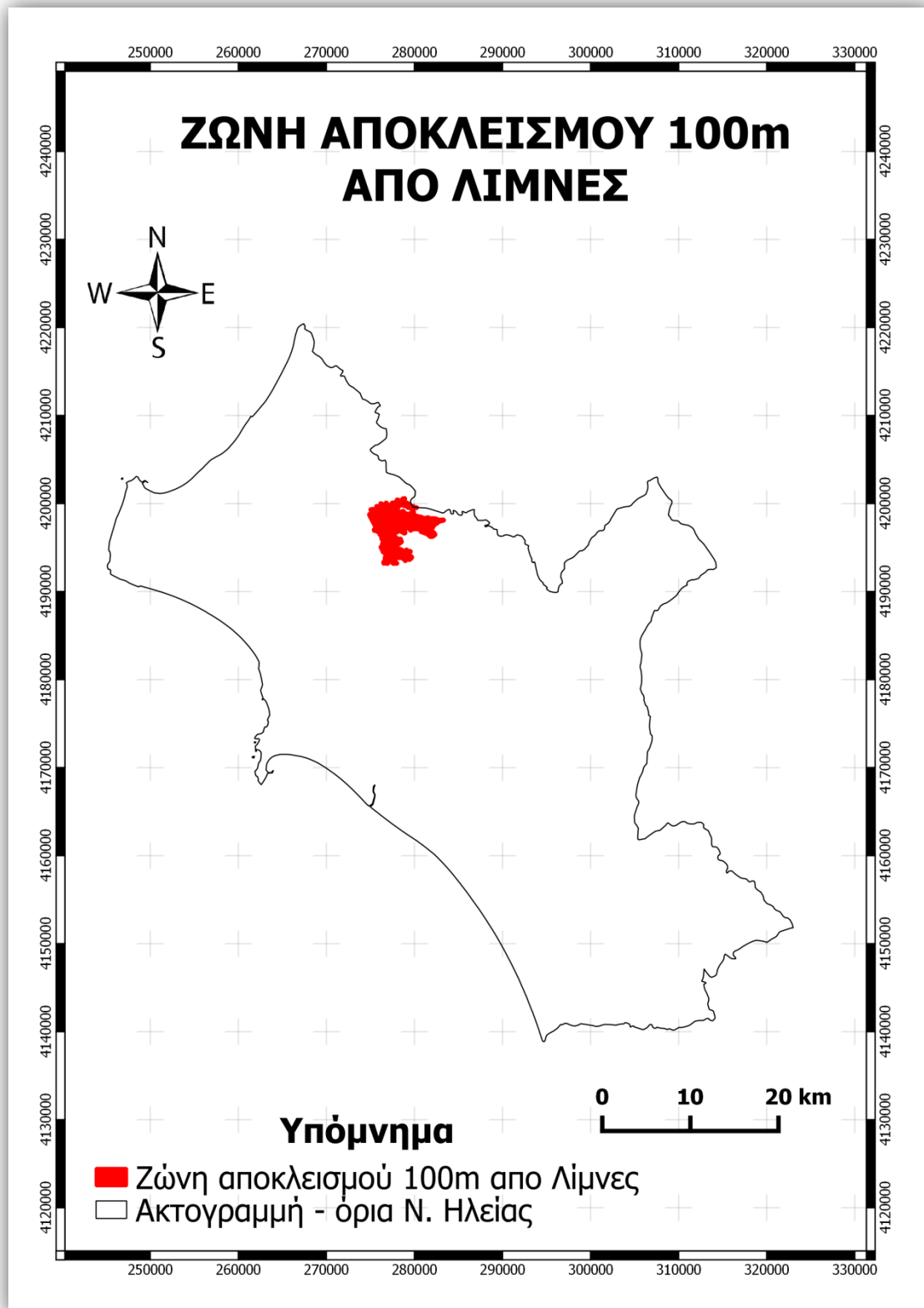
*Σχήμα 28 : Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω υψηλού κινδύνου περατότητας των σχηματισμών. Πηγή : χάρτης 9, (Ε.Ε-Ι.Γ.Μ.Ε), 2003*



Σχήμα 29 : Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω εγγύτητας σε ρήγματα.  
 Πηγή: φύλλο «Πύργου» (Λέκκας) και το GreDass,(2012)



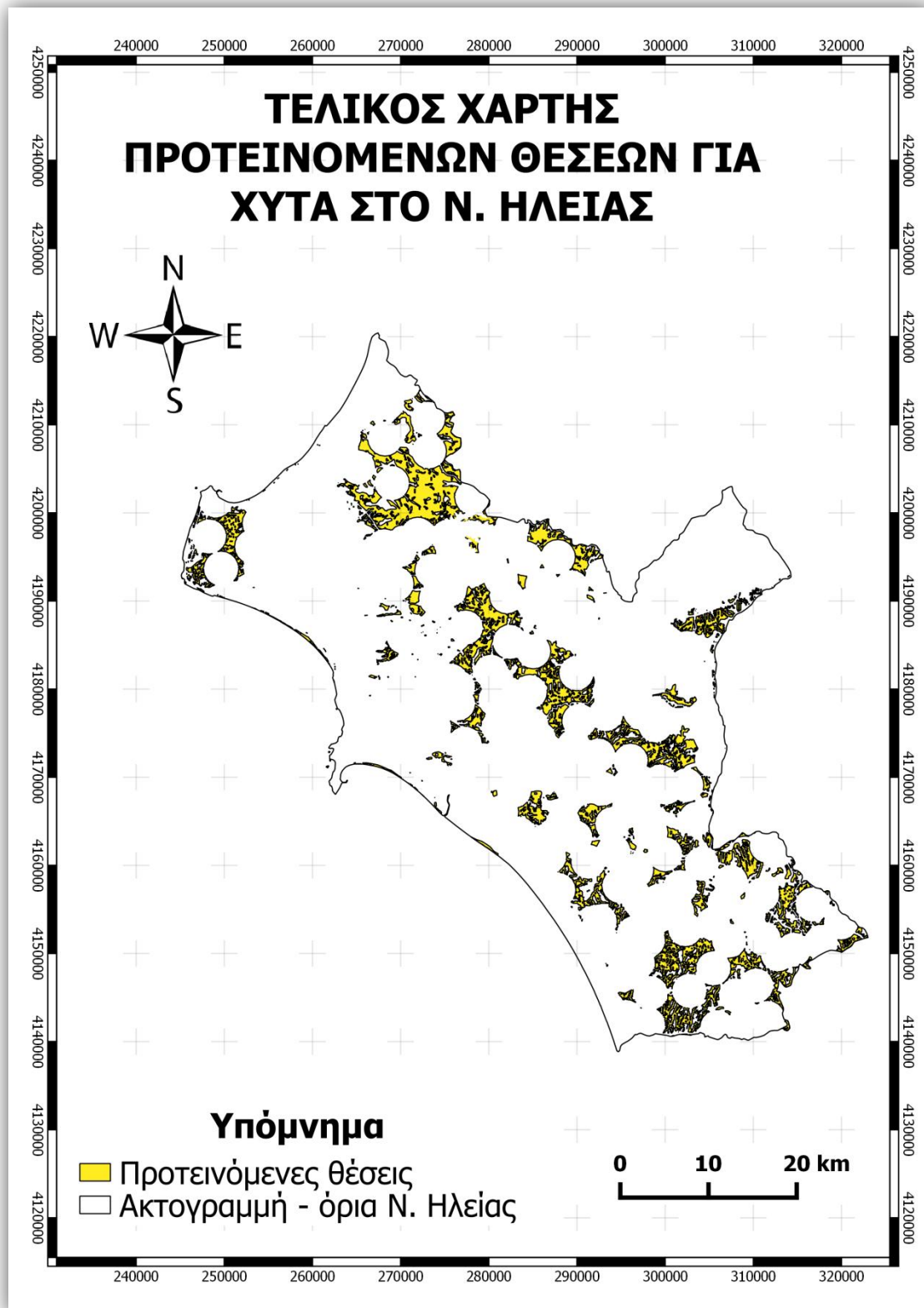
*Σχήμα 30 : Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω εγγύτητας σε περιοχές υπό προστασία Natura 2000. Πηγή : [geodata.gov.gr/geodata](http://geodata.gov.gr/geodata)*



Σχήμα 31 : Χάρτης μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στο Ν. Ηλείας λόγω εγγύτητας στο υδρολογικό δίκτυο. Πηγή : [geodata.gov.gr/geodata](http://geodata.gov.gr/geodata)

Τέλος, πραγματοποιήθηκε συσχετισμός όλων των παραπάνω ζωνών αποκλεισμού (buffer zones) που προέκυψαν από τα κριτήρια αποκλεισμού. Ο συσχετισμός αυτός είναι σχετικά απλός και απαιτεί χειρισμούς των δεδομένων που βασίζονται στην άλγεβρα του Bool. Έτσι λοιπόν με τη χρήση κατάλληλων αλγορίθμων που σχετίζονται με τη μεθοδολογία του Bool, κατασκευάστηκε ο τελικός χάρτης.

Ο συσχετισμός αυτός έγινε από το πρόγραμμα QMap, όπου όλες οι ζώνες προστασίας των buffer zones που προέκυψαν, προστέθηκαν με αποτέλεσμα να προκύψει ένας τελικός θεματικός χάρτης (σχήμα 32) ο οποίος οριοθετεί τις κατάλληλα για ΧΥΤΑ περιοχές. Ο χάρτης αυτός παρουσιάζει τις επιτρεπόμενες/προτεινόμενες για δημιουργία ΧΥΤΑ περιοχές, που προέκυψαν με βάση τον συνδυασμό και συναξιολόγηση όλων των κριτηρίων που έχουν αναφερθεί παραπάνω.



Σχήμα 32 : Χάρτης επιτρεπόμενων/προτεινόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ στην περιοχή του Ν. Ηλείας

## 11. ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΥΠΟΨΗΦΙΩΝ ΧΩΡΩΝ

Το επόμενο βήμα της μεθοδολογίας είναι η βαθμολόγηση/ιεράρχηση των περιοχών που δεν έχουν αποκλειστεί κατά το πρώτο βήμα. Η βαθμολόγηση στηρίζεται στην ανάπτυξη κριτηρίων βαθμολόγησης και σε συντελεστές βαρύτητας για το κάθε κριτήριο. Τονίζεται εδώ ότι δεν υπάρχει διεθνώς αποδεκτή μεθοδολογία βαθμολόγησης χώρων. Οι συντελεστές βαρύτητας των χρησιμοποιούμενων κριτηρίων είναι συνήθως υποκειμενικοί, ενώ λίγες μεθοδολογίες έχουν ενσωματώσει τεχνικές για την αντικειμενική βαθμολόγηση των χώρων.

Αναλυτικά τα κριτήρια επιλεξιμότητας για τη χωροθέτηση ΧΥΤΑ, καθώς και μια προτεινόμενη κλίμακα βαθμονόμησης αυτών περιγράφονται παρακάτω (Καλλέργης 2000, από Βουδούρη 2005) :

### **A. Κριτήρια λειτουργικότητας**

#### **A1. Κλιματικές συνθήκες**

Λαμβάνονται υπόψη το ύψος βροχόπτωσης (A1α), οι ημέρες παγετού (A1β), η ένταση του ανέμου (A1γ), το μέσο υψόμετρο του ΧΥΤΑ (A1δ) και η διεύθυνση των ανέμων (A1ε).

Η βαθμονόμηση γίνεται ως εξής:

#### **A1α)**

- Βροχόπτωση <300 mm: Βαθμοί 10
- Βροχόπτωση >1100 mm: Βαθμοί 1

Κάθε αύξηση της βροχής ανά 100 mm συνεπάγεται μείωση της βαθμολογίας κατά 1 βαθμό, δηλ. βροχή 400-500 mm: Βαθμοί 9, 500-600 mm: Βαθμοί 8 κ.ο.κ.

#### **A1β)**

- Αριθμός ημερών παγετού  $\leq 3$ : Βαθμοί 10

Αύξηση αριθμού ημερών παγετού κατά 2 συνεπάγεται μείωση κατά 1 βαθμό

#### **A1γ)**

- Ένταση του ανέμου >6B (B=Beaufort) για διάρκεια <5 ημερών: Βαθμοί 10
- Ένταση του ανέμου >6B για διάρκεια <15 ημερών: Βαθμοί 5

### **A1δ)**

- Μέσο υψόμετρο ΧΥΤΑ <200 m: Βαθμοί 10  
Αύξηση του μέσου υψομέτρου κατά 60 m συνεπάγεται μείωση κατά 1 βαθμό.

### **A1ε)**

- Συχνότητα ανέμων >5B προς την εκτιθέμενη διεύθυνση του ΧΥΤΑ <1%: Βαθμοί 10.
- Συχνότητα ανέμων >5B προς την εκτιθέμενη διεύθυνση του ΧΥΤΑ 2%: Βαθμοί 5.

Ενδιάμεσες τιμές βαθμονομούνται με γραμμική αναγωγή.

Η τελική τιμή προκύπτει από την κάτωθι σχέση:

$$A1=0,4 (0,4 A1\alpha +0,4 A1\beta+0,2 A1\gamma)+ 0,4 A1\delta+0,2 A1\epsilon$$

### **A2. Χωρητικότητα**

Διάρκεια ζωής >25 έτη: Βαθμοί 10

Μείωση της διάρκειας ζωής κατά 1 έτος συνεπάγεται μείωση κατά 1 βαθμό.

Δεν αποκλείεται και αρνητική βαθμολογία.

### **A3. Επιφανειακή απορροή-Ροή ομβρίων υδάτων**

Σχετίζεται με την απορροή επιφανειακών νερών στην υδρολογική λεκάνη του ΧΥΤΑ. Περιοχές με καρστικούς σχηματισμούς και πλήρη φυτοκάλυψη (>90%) δεν ευνοούν την επιφανειακή απορροή και βαθμολογούνται με 10. Περιοχές με αδιαπέρατους γεωλογικούς σχηματισμούς και απουσία φυτοκάλυψης (<20%) ευνοούν σημαντικά την απορροή και βαθμολογούνται με 1. Λαμβάνεται υπόψη η έκταση της λεκάνης απορροής (A3α) και η γεωλογική σύσταση και βλάστηση (A3β), που καθορίζουν την επιφανειακή απορροή και τη συλλογή των ομβρίων υδάτων. Η βαθμονόμηση γίνεται ως εξής:

### A3α)

- Μεγάλη έκταση της λεκάνης απορροής : Βαθμοί 10
- Μέτρια έκταση: Βαθμοί 5
- Μικρή έκταση: Βαθμοί 1

Μέτρια έκταση της λεκάνης απορροής θεωρείται ίση με το 8-πλάσιο της έκτασης του ΧΥΤΑ.

**A3β)** Η βαθμονόμηση του κριτηρίου διέλευσης και συλλογής ομβρίων υδάτων γίνεται με βάση τον Πίνακα 10.

Η τελική τιμή προκύπτει από τη σχέση:  $A3=0,6 A3\alpha +0,4 A3\beta$

Βλάστηση	Καρστικό	Διαπερατό	Ημι-διαπερατό	Αδιαπέρατο
Φυτοκάλυψη >90%	10	9	7	5
Φυτοκάλυψη 60-90%	9	8	6	4
Φυτοκάλυψη 40-60%	8	7	5	3
Φυτοκάλυψη 20-40%	7	6	4	2
Φυτοκάλυψη <20%	6	5	3	1

Πίνακας 10: Βαθμονόμηση κριτηρίου επιφανειακής απορροής και ροής ομβρίων υδάτων. Πηγή : Καλλέργης 2000

### A4. Υλικό επικάλυψης

Ικανότητα πρόσληψης υλικού επικάλυψης

- Πολύ μεγάλη: Βαθμοί 10
- Μεγάλη: Βαθμοί 7
- Μέτρια: Βαθμοί 5
- Μικρή: Βαθμοί 3
- Πολύ μικρή: Βαθμοί 1

## A5. Ευχέρεια απόκτησης του χώρου

Η βαθμονόμηση γίνεται με τον κάτωθι Πίνακα 11.

Χαρακτήρας	Χωρίς ειδική χρήση	Βοσκότοπος	Καλλιέργειες	Δασική
Δημόσιος	10	9	8	7
Δημοτικός	9	8	7	5
Ιδιωτικός	7	6	5	3
Δημοτικός οικείου ΟΤΑ	5	3	2	0

Πίνακας 11: Βαθμονόμηση κριτηρίου ευχέρειας απόκτησης του χώρου. Πηγή : Καλλέργης 2000

## A6. Κεντροβαρικότητα

Η κεντροβαρική απόσταση κάθε υποψήφιου χώρου από την κύρια πηγή απορριμμάτων υπολογίζεται από τη σχέση:  $L=(B_1L_1+B_2L_2+\dots+B_nL_n) / \text{Βολ.όπου}$   $B_1, B_2, B_n$  είναι το ημερήσιο διακινούμενο φορτίο από κάθε πηγή (δημοτικόδιαμέρισμα) και  $L_1, L_2, L_n$  είναι οι ανηγμένες αποστάσεις. Αν η θέση είναι κεντροβαρής βαθμονομείται με 10, ενώ αν βρίσκεται στην πλέον απομακρυσμένη θέση βαθμονομείται με 1. Ενδιάμεσες περιπτώσεις βαθμονομούνται κατάλληλα κάνοντας γραμμική αναγωγή.

## B. Κριτήρια χωροταξίας

### B1. Απόσταση και απόκρυψη από τους οικισμούς

Η βαθμονόμηση γίνεται ως εξής:

Απόσταση από οικισμούς

- >2.000 m: Βαθμοί 10
- 1.500-2.000 m: Βαθμοί 7
- 1.000-1.500 m: Βαθμοί 5
- 500-1.000 m: Βαθμοί 3
- <500 m: Βαθμοί 1

### B2. Απόσταση από τουριστικές περιοχές, χώρους αναψυχής, περιβαλλοντικά πάρκα, χώρους πολιτιστικών εκδηλώσεων κ.λπ.

Η βαθμονόμηση γίνεται όπως και στην προηγούμενη περίπτωση.

### **B3. Επιδράσεις στην οικονομική δραστηριότητα**

Η βαθμονόμηση γίνεται ως εξής:

- Καμία επίδραση: Βαθμοί 10
- Επίδραση στην κτηνοτροφία: Βαθμοί 9
- Επίδραση στη γεωργία μόνο λόγω προσπέλασης: Βαθμοί 9
- Επίδραση στη γεωργία, λόγω διασταλαζόντων υγρών: Βαθμοί 6
- Επίδραση στην οικονομική αξία των γειτονικών εκτάσεων: Βαθμοί 3

Σε περιπτώσεις συνύπαρξης δύο ή περισσότερων επιδράσεων, η βαθμολογία προκύπτει από το γινόμενο των αντίστοιχων βαθμολογιών.

### **B4. Παρακαμπτήρια προσπέλαση**

Σε περίπτωση ύπαρξης παρακαμπτήριου δρόμου: Βαθμοί 10

Απουσία παράκαμψης και χρήση του οδικού δικτύου: Βαθμοί 5

## **Γ. Κριτήρια περιβαλλοντικής προστασίας**

### **Γ1. Μορφολογία χώρου**

Είναι συνάρτηση της κλίσης του δαπέδου του ΧΥΤΑ (Γ1α) και του χώρου (Γ1β).

#### **Γ1α)**

- Για κλίση δαπέδου 0-3%: Βαθμοί 10
- Για κλίση δαπέδου 3-5%: Βαθμοί 7
- Για κλίση δαπέδου 5-10%: Βαθμοί 4
- Για κλίση δαπέδου 10-15%: Βαθμοί 1-3

#### **Γ1β)**

- Για κλειστή λεκάνη κατά τα 3/4: Βαθμοί 10
- Για κλειστή λεκάνη κατά το 1/2: Βαθμοί 7
- Για κλειστή λεκάνη κατά το 1/4: Βαθμοί 4
- Για ανοικτή λεκάνη από παντού: Βαθμοί 2

Η τελική τιμή προκύπτει από τη σχέση:  $G1=0,7 G1a +0,6 G1b$

### **Γ2. Επίδραση στο φυσικό μικροτοπίο του ΧΥΤΑ**

Για εγκαταλειμμένο λατομείο, γυμνή εδαφική κοιλότητα: Βαθμοί 10

Αναπτυγμένη (ευρεία βάση και ήπια πρηνή) εδαφική λεκάνη, γυμνή: Βαθμοί 9

Αναπτυγμένη εδαφική λεκάνη με αραιή θαμνοκάλυψη: Βαθμοί 8

Εδαφική λεκάνη με πυκνή και χαμηλή θαμνοκάλυψη: Βαθμοί 6

Εδαφική λεκάνη με πυκνή και υψηλή θαμνοκάλυψη: Βαθμοί 4

Εδαφική λεκάνη με αραιή δενδροκάλυψη: Βαθμοί 1

Εδαφική λεκάνη με πυκνή δενδροκάλυψη: Βαθμοί -5

### **Γ3. Επιπτώσεις στην πανίδα (Γ3α) και χλωρίδα (Γ3β)**

#### **Γ3α)**

- Μη ύπαρξη πανίδας: Βαθμοί 10
- Μέτρια πανίδα: Βαθμοί 8
- Ποικιλία πανίδας: Βαθμοί 6
- Αξιόλογη πανίδα και θηράματα: Βαθμοί 4
- Ύπαρξη σε απόσταση <3 km καταφυγίου θηραμάτων: Βαθμοί 1
- Ύπαρξη σε απόσταση <3 km υγροβιότοπου: Βαθμοί 0

#### **Γ3β)**

- Πολύ μικρή βλάστηση: Βαθμοί 10
- Μικρή βλάστηση: Βαθμοί 7
- Μέτρια βλάστηση: Βαθμοί 5
- Πυκνή βλάστηση: Βαθμοί 3
- Πολύ πυκνή βλάστηση: Βαθμοί 1

Η τελική τιμή προκύπτει από τη σχέση:  $G3=0,8 G3a +0,2 G3b$

### **Γ4. Προστασία των υπόγειων νερών**

Λαμβάνεται υπόψη η υδροπερατότητα των γεωλογικών σχηματισμών (Γ4α) και η διαβρωσιμότητα του εδάφους και υπεδάφους (Γ4β).

#### **Γ4α)**

- Πολύ μικρή υδροπερατότητα  $k < 10^{-9}$  m/s: Βαθμοί 10
- Μικρή υδροπερατότητα  $10^{-7} < k < 10^{-9}$  m/s: Βαθμοί 7
- Μέτρια υδροπερατότητα  $10^{-7} < k < 10^{-5}$  m/s: Βαθμοί 5
- Μεγάλη υδροπερατότητα  $10^{-5} < k < 10^{-2}$  m/s: Βαθμοί 3
- Πολύ μεγάλη υδροπερατότητα  $k > 10^{-2}$  m/s: Βαθμοί 1

#### **Γ4β)**

- Μικρή διαβρωσιμότητα: Βαθμοί 10
- Διαβρωμένο, αλλά συνεκτικό έδαφος: Βαθμοί 7
- Εναλλαγές διαβρωμένων και μη υλικών: Βαθμοί 5
- Διαβρωμένα μη συνεκτικά εδάφη: Βαθμοί 3
- Έντονη διαβρωσιμότητα: Βαθμοί 1

Η τελική τιμή προκύπτει από τη σχέση:  $G4=0,5 G4a +0,5 G4β$

#### **Γ5. Οσμές-Αέριοι Ρύποι-Θόρυβος**

Λαμβάνονται υπόψη η πιθανότητα εκπομπής αερίων υδρόθειου (H<sub>2</sub>S) και οργανικού θείου(S) που παράγουν οσμές (Γ5α), συμβάλλουν στη δημιουργία σκόνης (Γ5β) και θορύβου (Γ5γ), ως εξής:

#### **Γ5α)**

- Πολύ μικρή εκπομπή αερίων: Βαθμοί 10
- Μικρή εκπομπή: Βαθμοί 7
- Μέτρια εκπομπή: Βαθμοί 5
- Μεγάλη εκπομπή: Βαθμοί 3
- Πολύ μεγάλη εκπομπή: Βαθμοί 1

Με την ίδια κλίμακα βαθμονομείται και η πιθανότητα δημιουργίας σκόνης και θορύβου. Ο τελικός βαθμός προκύπτει από τη σχέση:  $G5=0,4 G5a +0,3 G5β +0,3 G5γ$

#### **Γ6. Προστασία εδάφους**

- Πολύ μικρή πιθανότητα διαρροής αερίων και αποβλήτων: Βαθμοί 10
- Μικρή πιθανότητα: Βαθμοί 7
- Μέτρια πιθανότητα: Βαθμοί 5
- Μεγάλη πιθανότητα: Βαθμοί 3
- Πολύ μεγάλη πιθανότητα: Βαθμοί 1

## **Δ. Οικονομικά κριτήρια**

### **Δ1. Έργα υποδομής**

Σχετίζεται με το κόστος κατασκευής έργων, όπως: στεγανοποίηση του πυθμένα, αγωγοί αποστράγγισης, συλλεκτήριοι τάφροι ομβρίων υδάτων, αγορά του χώρου, χωματουργικά, δρόμοι πρόσβασης, υλικό επικάλυψης, γεωτρήσεις ελέγχου και έργα τελικής αποκατάστασης.

- Πολύ μικρό κόστος έργων υποδομής: Βαθμοί 10
- Μικρό κόστος έργων υποδομής: Βαθμοί 8
- Μέτριο κόστος έργων υποδομής: Βαθμοί 5
- Μεγάλο κόστος έργων υποδομής: Βαθμοί 3
- Πολύ μεγάλο κόστος έργων υποδομής: Βαθμοί 1

### **Δ2. Κόστος μεταφοράς και λειτουργίας**

Είναι συνάρτηση του κόστους μεταφοράς των απορριμμάτων (Δ2α) και λειτουργίας του ΧΥΤΑ (Δ2β).

#### **Δ2α)**

- Απόσταση από την κύρια πηγή απορριμμάτων <10 km: Βαθμοί 10
- Απόσταση 10-15 km: Βαθμοί 7
- Απόσταση 15-30 km: Βαθμοί 5
- Απόσταση 30-50 km: Βαθμοί 3
- Απόσταση >50 km: Βαθμοί 1

Για περισσότερη ακρίβεια υπεισέρχεται ένας παράγοντας που σχετίζεται με τις κυκλοφοριακές συνθήκες και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δρόμου (πλάτος, στροφές κ.λπ).

#### **Δ2β)**

- Μικρό κόστος λειτουργίας: Βαθμοί 10
- Μέτριο κόστος λειτουργίας: Βαθμοί 8
- Μεγάλο κόστος λειτουργίας: Βαθμοί 5
- Πολύ μεγάλο κόστος λειτουργίας: Βαθμοί 2

Η συνολική βαθμολογία προκύπτει αν η τιμή κάθε βαθμονομημένου κριτηρίου πολλαπλασιασθεί με το ειδικό βάρος του, όπως φαίνεται στον Πίνακα 12. Οι υποψήφιοι χώροι ΧΥΤΑ, που πληρούν τις προϋποθέσεις κατατάσσονται σε φθίνουσα σειρά και η τελική θέση επιλογής είναι πλέον θέμα πολιτικής απόφασης.

a/a	Ειδικό βάρος ομάδας κριτηρίων (%)	Κριτήρια επιλεξιμότητας ΧΥΤΑ		Ειδικό βάρος κριτηρίου στην ομάδα (%)		Ειδικό βάρος κριτηρίου στο σύνολο (%)	
1		Κριτήρια Λειτουργικότητας	Κλιματικές συνθήκες	10		3,0	
2			Χωρητικότητα	25		7,5	
3	30		Απορροή-Συλλογή ομβρίων υδάτων	10		3,0	
4			Πρόσληψη υλικού επικάλυψης	10		3,0	
5			Ευχέρεια απόκτησης του χώρου	25		7,5	
6			Κεντροβαρικότητα	20	100	6,0	30
7		Κριτήρια Χωροταξίας	Απόσταση από οικισμούς και απόκρυψη	40		10,0	
8			Επιδράσεις σε τουριστικές περιοχές χώρους αναψυχής, πολιτιστικές δραστηριότητες	30		7,5	
9	25		Επιδράσεις στην οικονομική δραστηριότητα (γεωργία, κτηνοτροφία, βιομηχανία)	25		6,25	
10			Παρακαμπτήρια προσπέλαση	5	100	1,25	25
11		Κριτήρια Περιβαλλοντικής Προστασίας	Μορφολογία χώρου	20		6,0	
12			Επίδραση στο φυσικό «μικρό» τοπίο	10		3,0	
13	30		Επιπτώσεις στα ζώα και τα φυτά	5		1,5	
14			Φυσική προστασία υπόγειων νερών	40		12,0	
15			Άνεμοι-Οσμές-Αέριοι Ρύποι	10		3,0	
16		Υφιστάμενη κατάσταση στην ευρύτερη περιοχή	15	100	4,5	30	
17		Κριτήρια Κόστους	Έργα υποδομής	60		9,0	
18	15		Κόστος μεταφοράς	40	100	6,0	15

Πίνακας 12 : Αξιολόγηση κριτηρίων επιλεξιμότητας Χ.Υ.Τ.Α. Πηγή : Καλλέργης 2000

Συγκεκριμένα, για την περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκαν μερικά από τα κριτήρια επιλεξιμότητας που αναφέρθηκαν αναλυτικά παραπάνω για τη χωροθέτηση ΧΥΤΑ, καθώς και μια προτεινόμενη κλίμακα βαθμονόμησης για την βαθμολόγηση /ιεράρχηση των περιοχών που δεν έχουν αποκλειστεί κατά το πρώτο βήμα.

Έτσι, για την μελέτη χωροθέτησης ΧΥΤΑ στο Νομό Ηλείας χρησιμοποιήθηκαν 7 κριτήρια για την βαθμολόγηση/ιεράρχηση των περιοχών που δεν έχουν αποκλειστεί κατά το πρώτο βήμα και οι οποίοι ακολουθούν παρακάτω:

**A. Κριτήρια λειτουργικότητας**

- A1) Επιφανειακή απορροή-Ροή ομβρίων υδάτων
- A1α) Έκταση της λεκάνης απορροής
- A1β) Διέλευσης και συλλογής ομβρίων υδάτων

**B) Κριτήρια χωροταξίας**

- B1) Επίδρασεις στην οικονομική δραστηριότητα
- B2) Παρακαμπτήρια προσπέλαση

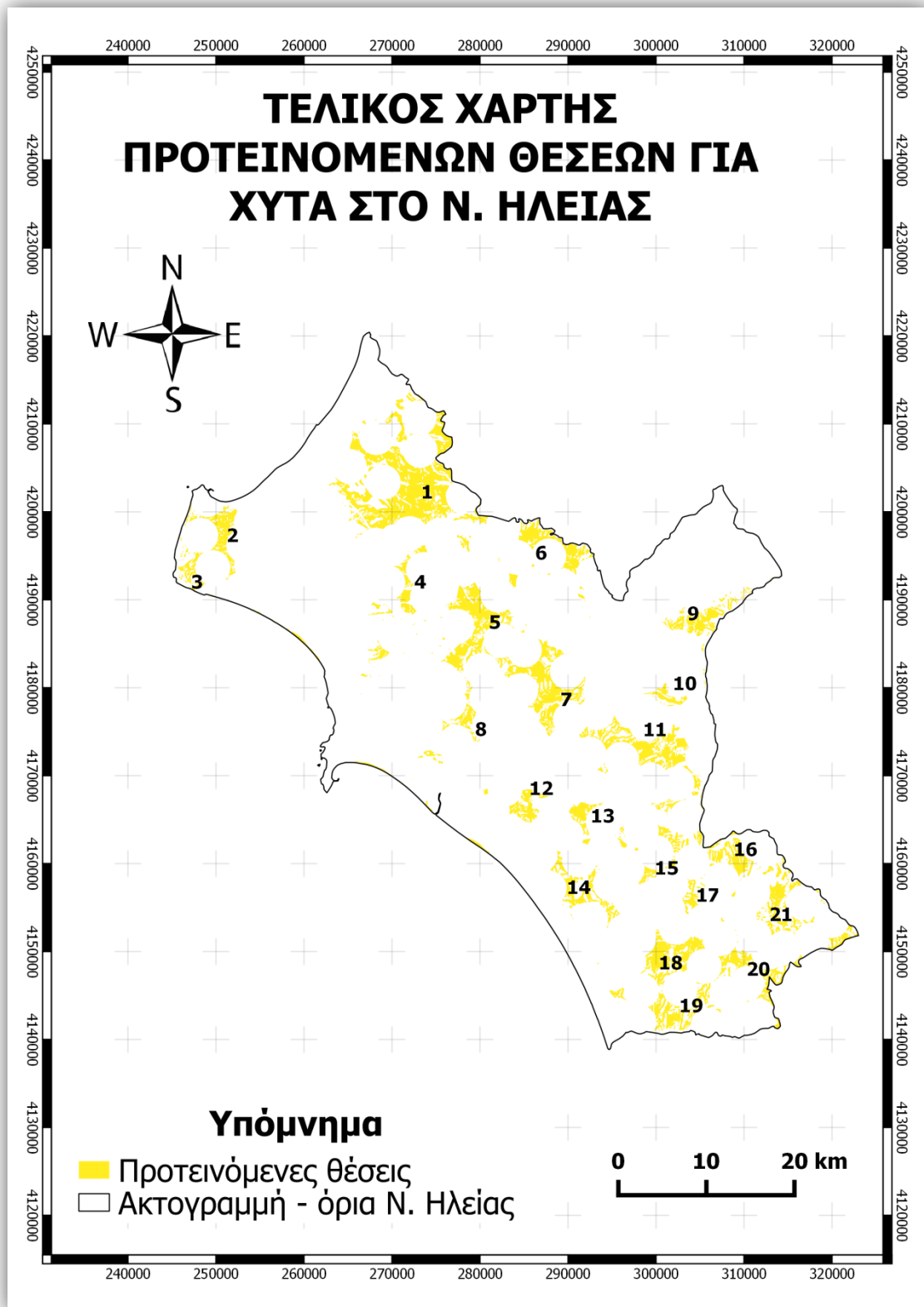
**Γ) Κριτήρια περιβαλλοντικής προστασίας**

- Γ1) Μορφολογία χώρου
  - Γ1α) Η κλίση του δαπέδου του ΧΥΤΑ
  - Γ1β) Η κλίση του χώρου.
- Γ2) Επίδραση στο φυσικό μικροτόπιο του ΧΥΤΑ
- Γ3) Προστασία των υπόγειων νερών
  - Γ3α) Η υδροπερατότητα των γεωλογικών σχηματισμών

**Δ) Οικονομικά κριτήρια**

- Δ1) Κόστος μεταφοράς και λειτουργίας
  - Δ1α) Απόσταση από την κύρια πηγή απορριμμάτων
  - Δ1β) Κόστος λειτουργίας

Στη συνέχεια, δημιουργήθηκε μια τυχαία αρίθμηση (σχήμα 33) στον τελικό θεματικό χάρτη όπου παρουσιάζονται οι επιτρεπόμενες / προτεινόμενες θέσεις για δημιουργία ΧΥΤΑ. Σκοπός της αρίθμησης αυτής, ήταν η διευκόλυνση για την βαθμολόγηση/ιεράρχηση των επιτρεπόμενων / προτεινόμενων θέσεων για δημιουργία ΧΥΤΑ.



Σχήμα 33 : Τυχαία αρίθμηση των επιτρεπόμενων/προτεινόμενων θέσεων ΧΥΤΑ

Α. Κριτήρια λειτουργικότητας				Β) Κριτήρια χωροταξίας	
Α1) Επιφανειακή απορροή-Ροή ομβρίων υδάτων Ειδικό βάρος κριτηρίου (30%)				B1) Επιδράσεις στην οικονομική δραστηριότητα Ειδικό βάρος κριτηρίου (20%)	B2) Παρακαμπτήρια προσπέλαση Ειδικό βάρος κριτηρίου (5%)
Θέσεις	A1α) Έκταση της λεκάνης απορροής	A1β) Διέλευσης και συλλογής ομβρίων υδάτων	$A1=0,6A1α+0,4A1β$		
1	5	7	5,8	3	10
2	5	7	5,8	3	10
3	5	7	5,8	3	10
4	5	7	5,8	3	10
5	5	7	5,8	9	10
6	5	7	5,8	9	10
7	5	7	5,8	9	10
8	5	7	5,8	9	10
9	5	5	5	9	5
10	5	7	5,8	6	10
11	5	7	5,8	9	10
12	5	7	5,8	3	10
13	5	7	5,8	3	10
14	5	3	4,2	9	10
15	5	7	5,8	6	5
16	5	7	5,8	9	5
17	5	7	5,8	9	10
18	5	3	4,2	10	5
19	5	6	5,4	9	10
20	5	2	3,8	9	5
21	5	4	4,6	9	5

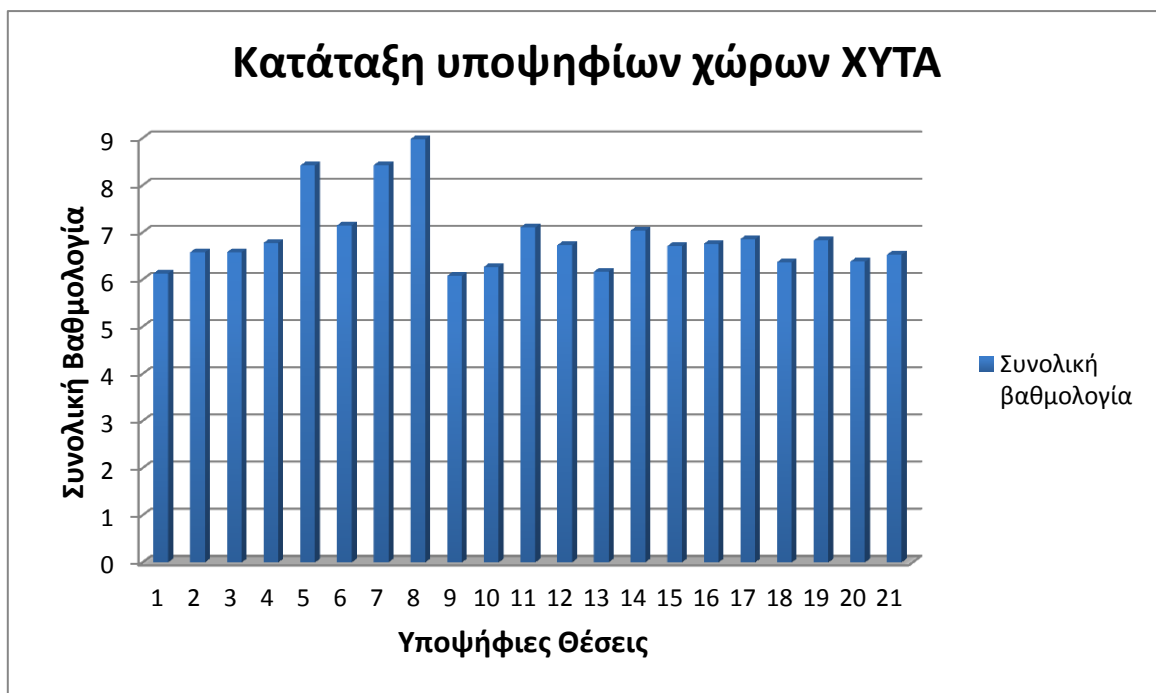
Πίνακας 13 : Αξιολόγηση κριτηρίων επιλεξιμότητας Χ.Υ.Τ.Α για τον Νομό Ηλείας.

Γ) Κριτήρια περιβαλλοντικής προστασίας					
Θέσεις	Γ1) Μορφολογία χώρου Ειδικό βάρος κριτηρίου (10%)			Γ2) Επίδραση στο φυσικό μικροτόπιο του ΧΥΤΑ Ειδικό βάρος κριτηρίου (5%)	Γ3) Προστασία των υπόγειων νερών Γ3α) Η υδροπερατότ ητα των γεωλογικών σηματισμών Ειδικό βάρος κριτηρίου (15%)
	Γ1α) Η κλίση του δαπέδου του ΧΥΤΑ	Γ1β) Η κλίση του χώρου.	$\Gamma 1=0,7\Gamma 1\alpha$ + $0,6\Gamma 1\beta$		
1	10	4	9,4	2	5
2	10	4	9,4	2	7
3	10	4	9,4	2	7
4	10	4	9,4	6	5
5	7	4	7,3	7	7
6	7	4	7,3	7	7
7	10	4	9,4	3	7
8	10	4	9,4	5	7
9	2	4	3,8	4	5
10	2	4	3,8	4	5
11	4	4	5,2	6	5
12	10	4	9,4	2	7
13	7	4	7,3	1	7
14	7	4	7,3	4	7
15	4	4	5,2	6	5
16	4	4	5,2	1	5
17	4	4	5,2	7	5
18	1	4	3,1	6	10
19	7	7	9,1	4	7
20	1	7	4,9	9	10
21	3	4	4,5	8	10

Πίνακας 14 : Αξιολόγηση κριτηρίων επιλεξιμότητας Χ.Υ.Τ.Α για τον Νομό Ηλείας.

<b>Δ) Οικονομικά κριτήρια</b>				
Δ1) Κόστος μεταφοράς και λειτουργίας Ειδικό βάρος κριτηρίου (15%)				
<b>Θέσεις</b>	Δ1α) Απόσταση από την κύρια πηγή απορριμμάτων	Δ1β) Κόστος λειτουργίας	Συνολική βαθμολογία	
1	5	5	6,13	
2	3	8	6,58	
3	3	8	6,58	
4	5	8	6,78	
5	7	8	8,42	
6	5	5	7,15	
7	7	8	8,43	
8	10	8	8,98	
9	3	5	6,08	
10	5	5	6,27	
11	5	5	7,11	
12	7	5	6,73	
13	5	5	6,17	
14	5	5	7,04	
15	5	8	6,71	
16	3	8	6,76	
17	3	5	6,86	
18	3	2	6,37	
19	3	2	6,83	
20	3	2	6,38	
21	3	2	6,53	

Πίνακας 15 : Αξιολόγηση κριτηρίων επιλεξιμότητας Χ.Υ.Τ.Α για τον Νομό Ηλείας.



Διάγραμμα 1 : Κατάταξη υποψηφίων χώρων ΧΥΤΑ για τον Νομό Ηλείας

Συνεπώς, με βάση τα παραπάνω κριτήρια, τα οποία αξιολογήθηκαν για κάθε έναν από τους υποψηφίους χώρους ΧΥΤΑ και με το ειδικό βάρος του κάθε κριτηρίου προέκυψε η συνολική βαθμολογία για την κάθε θέση από την παρακάτω εξίσωση :

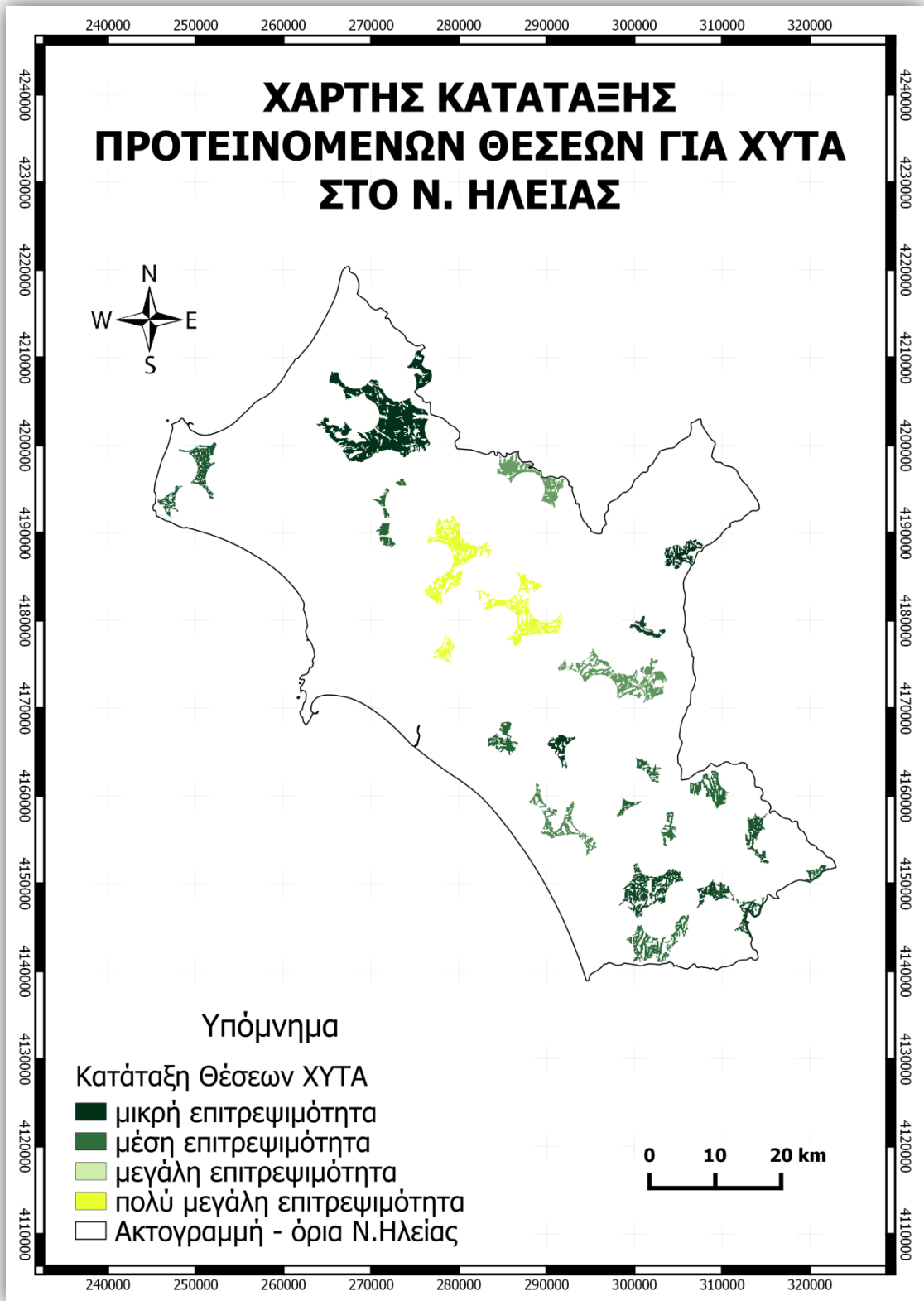
Η εξίσωση έχει μορφή :  $y = x_1w_1+x_2w_2+\dots+x_vw_v$

- Όπου x είναι η τιμή του κάθε κριτηρίου
- Όπου w είναι το ειδικό βάρος του κάθε κριτηρίου

Και έτσι προκύπτει ο παρακάτω αλγόριθμος / δείκτης που είναι :

$$\Sigma.B=A1*30\%+B1*20\%+B2*5\%+Γ1*10\%+Γ2*5\%+Γ3*15\%+\Delta1*15\%$$

Παρακάτω παρουσιάζεται ο χάρτης με τους υποψηφίους χώρους ΧΥΤΑ, που πληρούν τις προϋποθέσεις και έχουν αφαιρεθεί οι επιτρεπόμενες περιοχές πολύ μικρής έκτασης, δηλαδή μη ικονοποιητική έκταση για δημιουργία ΧΥΤΑ. Στη συνέχεια, αυτοί οι υποψήφιοι χώροι ΧΥΤΑ κατατάσσονται σε αύξουσα σειρά και η τελική θέση επιλογής είναι πλέον θέμα πολιτικής απόφασης.



Σχήμα 34 : Χάρτης κατάταξης των υποψήφιων χώρων ΧΥΤΑ, που πληρούν τις προϋποθέσεις, σε φθίνουσα σειρά για τον Ν. Ηλείας

## 12. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

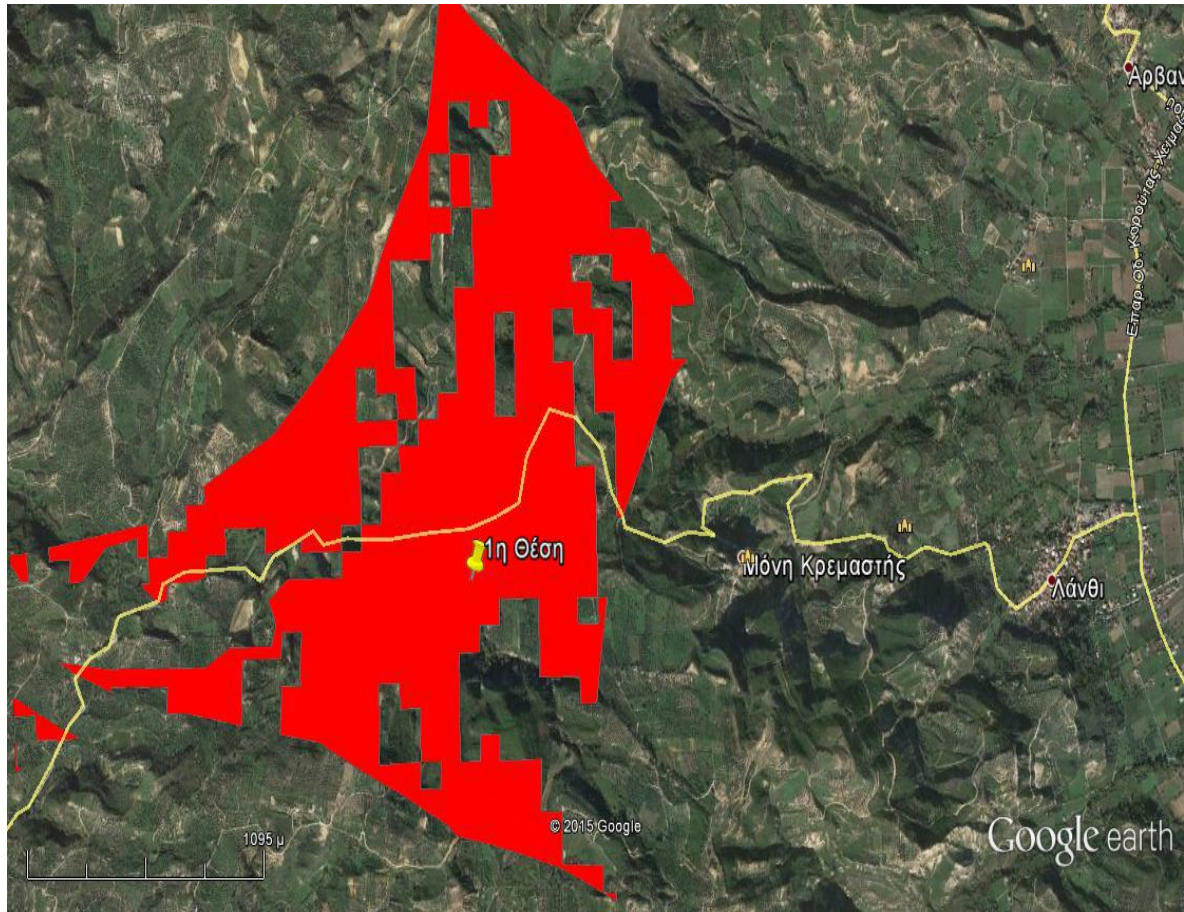
Σύμφωνα λοιπόν με όλα τα παραπάνω χωρικά δεδομένα και κριτήρια αποκλεισμού προέκυψε ο θεματικός χάρτης 32 που απεικονίζει τις περιοχές οι οποίες πληρούν όλα τα κριτήρια δημιουργίας ενός ΧΥΤΑ στο Νομό της Ηλείας. Συνολικά οι περιοχές αυτές καταλαμβάνουν 257 km<sup>2</sup> σε σύνολο 2.621 km<sup>2</sup> όλου του Νομού και βρίσκονται κυρίως στη ΒΒΔ και ΝΝΑ πλευρά του Νομού Ηλείας.

Από αυτές τις 21 παραπάνω περιοχές, 3 σημεία φαίνονται ως πιο κατάλληλα με ικανή έκταση για χωροθέτηση ΧΥΤΑ (Σχήμα 34) και συγκεντρώνουν και την υψηλότερη συνολική βαθμολογία. Τα σημεία 1 και 2 βρίσκονται μέσα στον σχηματισμό Βουρνάργου όπου χαρακτηρίζεται από άρρυθμες εναλλαγές αργίλων, μαργών, ιλυολίθων, ψαμμιτών, άμμων με κάποιες ενδιαστρώσεις κροκαλοπαγών στα περιθώρια της λεκάνης και από μικρές τιμές υδροπερατότητας. Ενώ, η θέση 3 αποτελείται τόσο απο τον σχηματισμό Βουρνάργου όσο και απο το σχηματισμό Οινόης όπου πρόκειται για άστρωτες καφέ και γκριζοπράσινες αργίλους που δείχνουν υφάλμυρο έως λιμναίο περιβάλλον και ανοιχτοκίτρινους έως καφέ ψαμμίτες χαρακτηρίζεται από μικρές τιμές υδροπερατότητας. Επίσης, ελέχθηκαν οι θέσεις αυτές ως προς άλλα κριτήρια όπως για παράδειγμα εγγύτητα σε προστατευμένους αρχαιολογικούς χώρους, φυσικά μνημεία, γεωθερμικά πεδία, πηγές – πηγάδια, φράγματα και στρατόπεδα. Τέλος, και οι 3 θέσεις βρίσκονται σχετικά κοντά στην κύρια πηγή των απορριμμάτων που είναι η πόλη του Πύργου (σχήμα 35), με την θέση 1 να βρίσκεται σε απόσταση περίπου 5,65 km, η θέση 2 σε απόσταση περίπου 13,30 km και η θέση 3 σε 11 km περίπου. Έτσι λοιπόν μπορούμε να τις χαρακτηρίσουμε ως οι πιο κατάλληλες περιοχές για την χωροθέτηση ΧΥΤΑ.



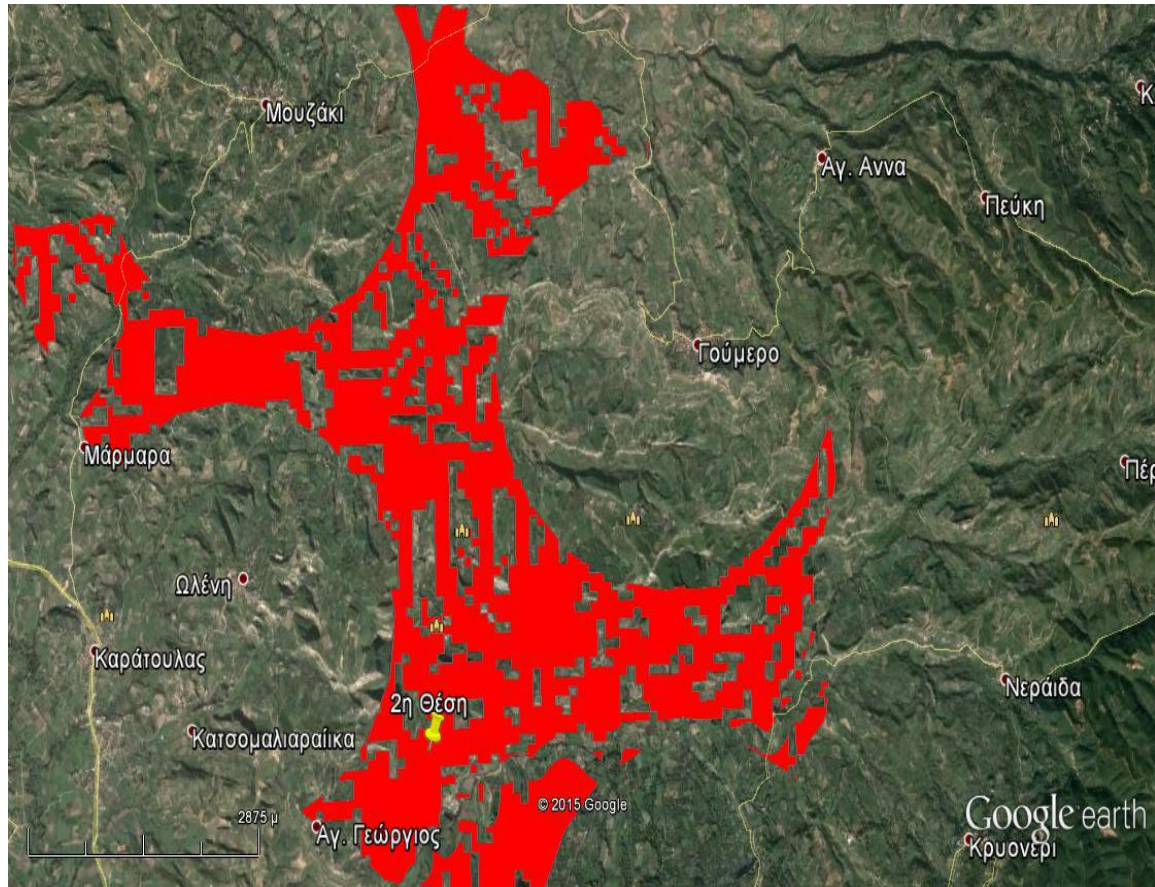
Σχήμα 35 : Θέσεις των τριών κατάλληλων για ΧΥΤΑ περιοχών

Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη κατάλληλη θέση (Σχήμα 36), έχει συντεταγμένες  $37^{\circ}42'23.86''\text{B}/21^{\circ}29'16.47''\text{A}$  και έκταση  $3,5 \text{ km}^2$ . Σύμφωνα με τον χάρτη κάλυψης γης κατά Corine 2000, βρίσκεται μέσα σε ετερογενείς γεωργικές περιοχές και σε μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις. Ο πλησιέστερος οικισμός από αυτήν βρίσκεται σε απόσταση 2,40 km.



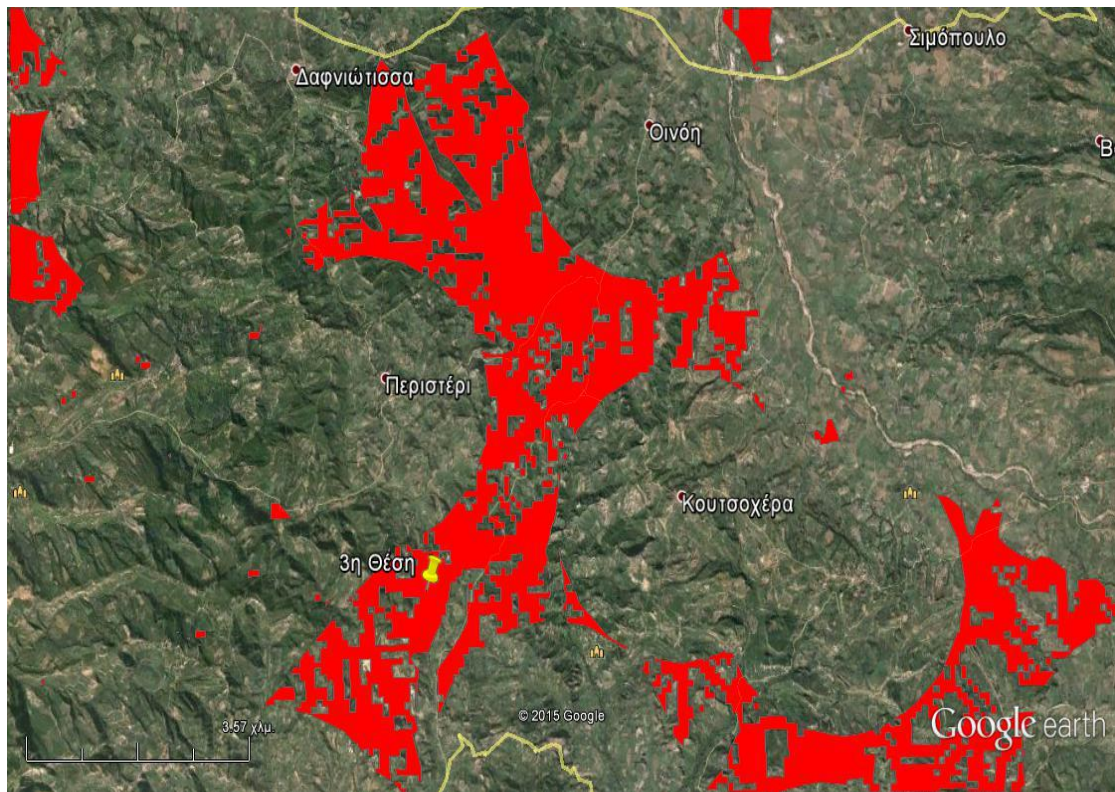
Σχήμα 36 : Η πρώτη κατάλληλη για χωροθέτηση ΧΥΤΑ περιοχή

Η δεύτερη θέση (Σχήμα 37) έχει συντεταγμένες  $37^{\circ}43'40.02''\text{B}/21^{\circ}34'58.60''\text{Α}$  και έκταση  $17,6 \text{ km}^2$ . Σύμφωνα με τον χάρτη κάλυψης γης κατά Corine 2000, βρίσκεται μέσα σε ετερογενείς γεωργικές περιοχές και σε θαμνώδεις εκτασείς και ο πλησιέστερος οικισμός βρίσκεται σε απόσταση  $3,10 \text{ km}$ .



Σχήμα 37 : Η δεύτερη κατάλληλη για χωροθέτηση ΧΥΤΑ περιοχή

Η τρίτη θέση (Σχήμα 38) έχει συντεταγμένες  $37^{\circ}46'49.74''\text{B} / 21^{\circ}28'55.79''\text{A}$  και έκταση  $18,3 \text{ km}^2$ . Σύμφωνα με τον χάρτη κάλυψης γης κατά Corine 2000, βρίσκεται μέσα σε ετερογενείς γεωργικές περιοχές, βοσκότοπους, σε θαμνώδεις - δασώδεις εκτασίες και ο πλησιέστερος οικισμός βρίσκεται σε απόσταση 2,55km.



Σχήμα 38 : Η τρίτη κατάλληλη για χωροθέτηση ΧΥΤΑ περιοχή

### 13.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Συνοψίζοντας, στόχος της παρούσας εργασίας είναι η βέλτιστη χωροθέτηση Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) στην περιοχή του Νομού Ηλείας με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών/ΓΣΠ (Geographical Information Systems/GIS).

Η Ψηφιακή Χαρτογραφία και τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) αποτελούν σχετικά νέες επιστήμες. Προκύπτει πως με την κατάλληλη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, μπορούν αυτά να αποτελέσουν ένα σημαντικό και παράλληλα αξιόπιστο εργαλείο στα χέρια των μελετητών. Όταν υπάρχουν τα απαραίτητα δεδομένα, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, μέσω της παραγωγής χαρτών τα μετατρέπουν σε πληροφορία. Πληροφορία που στην περίπτωση της εργασίας αυτής περιλαμβάνει τις κατάλληλες περιοχές για την χωροθέτηση ΧΥΤΑ στον Νομό Ηλείας. Τα δεδομένα που εισάγονται αποτελούν τη βάση λειτουργίας τους και δημιουργείται έτσι ένα σύνολο επιπέδων όπου η ένωσή τους θα δώσει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Ο Νομός Ηλείας καταλαμβάνει το ΒΔ τμήμα της Πελοποννήσου (Σχ. 2) και βρέχεται από το Ιόνιο Πέλαγος με συνολική έκταση 2.621km<sup>2</sup> και πληθυσμό 193.288 κατοίκους. Η γεωμορφολογική εικόνα του νομού είναι κυρίως πεδινή. Στην περιοχή δεν υπάρχει η ύπαρξη κάποιου υφιστάμενου ΧΥΤΑ. Οι κυριότερες πηγές απορριμμάτων είναι τα αστικά λύματα.

Γεωλογικά ο νομός Ηλείας ανήκει σε τρεις γεωτεκτονικές ζώνες, στην Πίνδου, της Γαβρόβου - Τριπόλεως καθώς και στην Ιόνια ζώνη.

Η Ιόνια ζώνη αποτελείται κυρίως από δολομίτες και εβαπορίτες Τριαδικής ηλικίας, ενώ το δυτικό τμήμα της που ανήκει στην ζώνη των Παξών, αποτελείται από ανθρακικά ιζήματα. Η ζώνη της Πίνδου βρίσκεται επωθημένη προς τα δυτικά πάνω στην ζώνη Γαβρόβου - Τριπόλεως και αποτελείται από Τριτογενής φλύσχης που αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτών, ιλυούχων και αργιλικών μαργών και ψαμμούχων ασβεστολίθων, Πελαγικοί ασβεστόλιθοι, πλακώδεις έως στρωματώδεις, λευκοί, ερυθροί και τεφροί με εναλλαγές κερατολίθων και Sillex ηλικίας Κενομανίου - Μαιστριχτίου, Κλαστικός σχηματισμός κατώτερου κρητιδικού που αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτών, μαργών, πηλιτών και σπανιότερα λεπτοστρωματωδών ασβεστολίθων και κερατολίθων, σχηματισμός Ραδιολαριτών - Κερατολίθων ηλικίας

Δογгерίου - Μαλμίου έως τη βάση του κρητιδικού. Ασβεστόλιθοι με κερατόλιθους ηλικίας Άνω Τριαδικό- Λιάσιο και Κλαστική σειρά Τριαδικού που περιλαμβάνει εναλλαγές ψαμμιτών, πηλιτών και ορισμένων ασβεστολίθων, ενώ κατά θέσεις παρατηρούνται τεμάχια ηφαιστειακών πετρωμάτων. Οι σχηματισμοί του Ν. Ηλείας μπορούν να διακριθούν, στις κατηγορίες : α) Αλπικοί σχηματισμοί β) Μεταλπικοί σχηματισμοί και Ολοκαινικοί σχηματισμοί.

Η περιοχή μελέτης αποστραγγίζεται μέσω μικρών ρεμάτων. Δεν υπάρχει πλήρως ανεπτυγμένο δίκτυο, τα ρέματα είναι κυρίως πρώτης και δεύτερης τάξης. Στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης αναπτύσσονται τα πρώτης τάξης ρέματα που καταλήγουν στο πιο ανεπτυγμένο ρέμα νοτίως της περιοχής μελέτης, ονομαζόμενο «κυράς Λαγκάδι», το οποίο είναι 3<sup>ης</sup> τάξης. Επίσης ένα σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής είναι η απουσία δέλτα στις εκβολές των ποταμών (Αλφειός) και των χειμάρρων (Κυράς Λαγκάδι)

Ως ΧΥΤΑ (Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων) εννοούμε έναν χώρο ειδικά επιλεγμένο, διαμορφωμένο και εξοπλισμένο, του οποίου ο τρόπος λειτουργίας, διαχείρισης και παρακολούθησης ικανοποιεί ορισμένες προδιαγραφές. Είναι πολύ σημαντικό να τηρούνται κάποιες προδιαγραφές έτσι ώστε να αποφευχθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως πιθανή ρύπανση των υπόγειων υδροφόρων οριζώντων και του εδάφους, κ.ά. Έτσι η διάθεση των αποβλήτων γίνεται με ειδικές διατάξεις όπου περιλαμβάνουν όρους και κριτήρια καταλληλότητας για την επιλογή μιας θέσης.

Αρχικά με τη βοήθεια θεματικών χαρτών αλλά και πληροφοριών σχετικά με το νησί, συλλέχτηκαν όλες οι κατάλληλες πληροφορίες και ακολούθησε ύστερα η κατάλληλη επεξεργασία τους με το λογισμικό QGIS 2.6, συμπεριλαμβανομένων και των τριών εφαρμογών του, QMap, QCatalog και QToolbox. Αφού ψηφιοποιήθηκαν και επεξεργάστηκαν όλα αυτά τα δεδομένα, ακολούθησε ύστερα η διαδικασία αποκλεισμού των περιοχών. Αυτή έγινε με βάση συγκεκριμένων κριτηρίων αποκλεισμού που εφαρμόστηκαν τα οποία είναι Χωροταξικά, Γεωλογικά, Υδρογεωλογικά και Κοινωνικά, με σκοπό να εξαχθεί ο τελικός θεματικός χάρτης των προτεινόμενων θέσεων ΧΥΤΑ.

Πραγματοποιήθηκε συσχετισμός, με την βοήθεια της μεθοδολογίας του Bool, όλων των παραπάνω χωρικών δεδομένων (buffer zones) που προέκυψαν από τα

κριτήρια αποκλεισμού. Με βάση τη διαδικασία αυτή αποκλεισμού προέκυψε ο χάρτης καταλληλότητας περιοχών που παρουσιάζει τις επιτρεπόμενες / προτεινόμενες περιοχές σύμφωνα με τα κριτήρια που εφαρμόστηκαν.

Ο χάρτης καταλληλότητας των περιοχών, λοιπόν, σχεδιάστηκε με βάση συγκεκριμένες κατηγορίες κριτηρίων. Στη συνέχεια για την μελέτη χωροθέτησης ΧΥΤΑ στο Νομό Ηλείας χρησιμοποιήθηκαν 7 κριτήρια για την δημιουργία ενός αλγορίθμου/δείκτη με σκοπό την βαθμολόγηση/ιεράρχηση των περιοχών που δεν έχουν αποκλειστεί κατά το πρώτο βήμα και έτσι προέκυψε η συνολική βαθμολογία για καθέναν από τους 21 επιτρεπόμενους/προτεινόμενους χώρου. Από αυτούς τους 21 επιτρεπόμενους/προτεινόμενους χώρους την υψηλότερη βαθμολογία παρουσιάζουν 3 επιτρεπόμενοι/προτεινόμενοι χώροι και θεωρούνται και πιο κατάλληλοι από τους υπόλοιπους. Μετά από την αξιολόγηση των χαρτών που εξήχθησαν (εκπονήθηκαν), προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

Συνολικά οι περιοχές αυτές καταλαμβάνουν έκταση 257 km<sup>2</sup> και βρίσκονται κυρίως στη ΒΒΔ και ΝΝΑ πλευρά του Νομού Ηλείας. Από αυτές, τρεις περιοχές είναι αυτές που χαρακτηρίζονται ως πιο κατάλληλες για τη δημιουργία ενός ΧΥΤΑ.

Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη κατάλληλη θέση, έχει συντεταγμένες 37°42'23.86"B / 21°29'16.47"A, έχει έκταση 3,5 km<sup>2</sup> και ο πλησιέστερος οικισμός από αυτήν βρίσκεται σε απόσταση 2,40 km. Η δεύτερη θέση έχει συντεταγμένες 37°43'40.02"B / 21°34'58.60"A, έχει έκταση 17,6 km<sup>2</sup> και ο πλησιέστερος οικισμός βρίσκεται σε απόσταση 3,10 km. Η τρίτη θέση έχει συντεταγμένες 37°46'49.74"B / 21°28'55.79"A, έχει έκταση 18,3 km<sup>2</sup> και ο πλησιέστερος οικισμός βρίσκεται σε απόσταση 2,55 km. Έτσι, μέσω της μεθόδου αυτής καταλήξαμε στην εύρεση των πιο κατάλληλων θέσεων για την δημιουργία ΧΥΤΑ, ωστόσο η τελική θέση επιλογής είναι πλέον θέμα πολιτικής απόφασης η οποία πρέπει να υπάρξει άμεσα με αποτέλεσμα την άμεση επίλυση αυτού του μεγάλου προβλήματος που πλήττει τον τελευταίο καιρό το Νομό Ηλείας.

## 14.ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Ψηφιοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών

1. Φορτώνω τον γεωλογικό χάρτη και το αντίστοιχο Shapefile ("lithologia")
2. Από το Layer → create Layer → New Shapefile Layer
3. Στο New vector Layer επιλέγουμε polygon
4. Στο Name → "lithologia" → ok
5. Από την εργαλειοθήκη επιλέγουμε το edit → Add feature και αρχίζουμε τη ψηφιοποίηση κάνοντας διαδοχικά κλικ περιμετρικά του κάθε σχηματισμού
6. Σε κάθε σχηματισμό από το Attributes βάζω την ονομασία του και τον συμβολισμό
7. Τέλος από το Attributes Table επιλέγουμε Save edits.

### Ομαδοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών

1. Φορτώνω το αντίστοιχο Shapefile ("lithologia") που δημιουργήσαμε πριν με όλους τους σχηματισμούς
2. Από το Editor επιλέγουμε Start Editing
3. Στο Target επιλέγουμε "lithologia"
4. Από το Μενού επιλέγουμε Selection → Select by Attributes
5. Επιλέγουμε: "perigrabi" = "GetUniqueValues" και μετά κάνουμε κλικ στους σχηματισμούς που θέλουμε να ομαδοποιήσουμε, και πατάμε OK
6. Στη συνέχεια επιλέγουμε Editor → Merge και με το EditTool πατάμε εκτός του χάρτη
7. Τέλος από το Editor επιλέγουμε Save edits και μετά StopEditing

### Δημιουργία ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου (DEM)

- Επιλέγουμε από τη γραμμή εργαλείων Qtoolbox → Raster → Extraction → Clipper  
Input raster: dem\_egsa  
Mask Layer : βάζουμε το αντίστοιχο Shapefile ("orion") με το όριο του νομού  
Output raster: "dem"

### Δημιουργία χάρτη κλίσεων από το DEM

- Qtoolbox → Raster → Analysis → DEM (Terrain Models)

Input surface: το αρχείο "dem"

Mode : "slope"

Επιλέγω "Percent"

### Δημιουργία χάρτη για κλίσεις πάνω από 15% (με βάση το κριτήριο αποκλεισμού)

- Spatial Analyst → Reclassify

Input raster: "slope"

Κλικ στο "Classify", στην καρτέλα "Classification" επιλέγουμε Classes: 2 και βάζουμε δεξιά στο "Break Values" τις τιμές 15% και 226% → OK

Output raster: δίνουμε το όνομα του αρχείου που θα δημιουργηθεί ("slope15toisek") → OK

- Spatial Analyst → Convert → Raster to Features

Input raster: "slope15toisek"

Field: "Value"

Output geometry type: "Polygon"

Output features: "slope15toisek" → OK

- Editor → Start Editing

Στο Target επιλέγουμε "slope15toisek"

Task: "Create New Feature"

Από το Μενού επιλέγουμε Selection → Select by Attributes

Επιλέγω: "Gridcode" = "GetUniqueValues" → "1" → OK

Editor → Merge → OK

Όμοια για τη τιμή "2"

Editor → Save edits και μετά Stop Editing

### Ψηφιοποίηση των ρηγμάτων

1. Φορτώνω το Shapefile "orion" και τον νεοτεκτονικό χάρτη
2. Από το Layer → create Layer → New Shapefile Layer
3. Στο New vector Layer επιλέγουμε Line
4. Στο Name → "tektonikh" → ok

5. Από την εργαλειοθήκη επιλέγουμε το edit → Add feature και αρχίζουμε τη ψηφιοποίηση κάνοντας διαδοχικά κλικ περιμετρικά του σε κάθε ρήγμα.
6. Σε κάθε ρήγμα από το Attributes βάζω τον χαρακτηρισμό του
7. Στη συνέχεια ομαδοποιώ τα ίδια ρήγματα πηγαίνοντας στο Μενού, επιλέγουμε Selection→ Select by Attributes (όμοια με τους γεωλογικούς σχηματισμούς)

#### Για τον προσδιορισμό της περατότητας

1. Φορτώνω το Shapefile "lithologia"
2. Δεξί κλικ→Open Attribute Table→ Options→ Add Field→"Περατότητα"
3. Ανάλογα με τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά του κάθε σχηματισμού εκτιμούμε την αντίστοιχη τιμή περατότητας από το 1 (min)- 3 (max)
4. Από το Editor επιλέγουμε Start Editing
5. Μενού→Selection→ Selectby Attributes,και επιλέγουμε τις τιμές περατότητας 2 και 3→ OK
6. Δεξί κλικ→Selection→ Create Layer From Selected Features
7. Δεξί κλικ→ Data → Export Data

1. Από την εργαλειοθήκη με το EditTool τα επιλέγω όλα→Copy→Paste στο άδειο Shapefile
2. Τέλος από το Editor επιλέγουμε Save edits και μετά Stop Editing

#### Δημιουργία ζωνών επικινδυνότητας- Buffer zones

1. Φορτώνω το χωρικό δεδομένο στο οποίο θα γίνει η ζώνη αποκλεισμού
2. Qtoolbox→ Vector → Geoprocessing Tools → Buffer
 

Input vector Layer: εισάγουμε το αρχείο

Output shapefile: δίνουμε το όνομα της ζώνης αποκλεισμού που θα προκύψει

Buffer Distance: εισάγουμε την απόσταση που θα γίνει ο αποκλεισμός γύρω από το επίπεδο, ανάλογα με την τιμή του κάθε κριτηρίου

Επιλέγουμε "Dissolve buffer results"

### "Κόψιμο" των Buffer zones

1. Qtoolbox → Vector → Geoprocessing Tools → Clip
2. Εισάγουμε το αρχείο με τη ζώνη αποκλεισμού και το όριο περιμετρικά του νομού, με βάση το οποίο θα γίνει η κοπή

### Δημιουργία χάρτη σκιασμένου αναγλύφου

- Qtoolbox → Raster → Analysis → DEM (Terrain Models)
  - Input surface: το αρχείο "dem"
  - Mode : " Hillshade " → βάζω τις τιμές στο Azimuth, Altitude, zfactor → OK

## **14.1 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ**



Εικόνα 1 : ΧΥΤΑ Φλόκα στο Νομό Αχαΐας. Πηγή : [www.patratona.gr](http://www.patratona.gr)



Εικόνα 2 : ΧΥΤΑ Φλόκα στο Νομό Αχαΐας Πηγή : [www.patratona.gr](http://www.patratona.gr)



*Εικόνα 3 : Απορριμμάτα στην πόλη του Πύργου Πηγή : [www.patrisnews.com](http://www.patrisnews.com)*

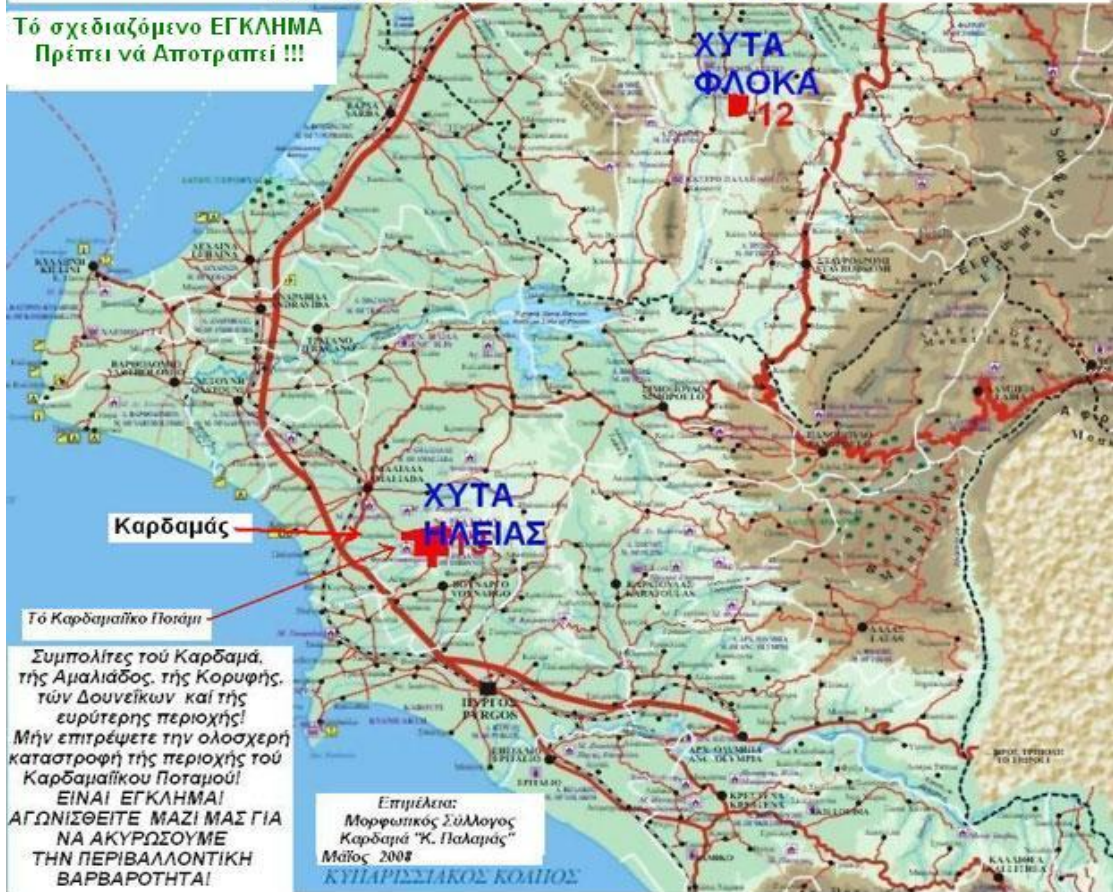


*Εικόνα 4 : Απορριμμάτα στην πόλη του Πύργου. Πηγή : [www.patrisnews.com](http://www.patrisnews.com)*



*Εικόνα 5 : Απορριμμάτα στην πόλη του Πύργου. Πηγή : [www.patrisnews.com](http://www.patrisnews.com)*

**ΟΧΙ ΣΚΟΥΠΙΔΟΤΟΠΟΣ ΤΗΣ ΗΛΕΙΑΣ στην "Τριανταφυλλιά"!**  
**ΟΧΙ στην Περιβαλλοντική Καταστροφή τής περιοχής τού Καρδαμαϊκού Ποταμού!**  
**Αυτό είναι το "σχέδιο" τού κ. Λυμπέρη, να μετατρέψει την "Τριανταφυλλιά" και το**  
**Καρδαμαϊκό Ποτάμι σε ΑΠΕΡΑΝΤΟ ΒΟΘΡΟ ΟΛΗΣ ΤΗΣ ΗΛΕΙΑΣ!**  
**( Χάρτης από την Ιστοσελίδα τής Περιφ. Δυτ.Ελλάδος, με τον σχεδιαζόμενον ΧΥΤΑ τής ΗΛΕΙΑΣ:**  
**Ακριβώς ΕΠΑΝΩ στο Καρδαμαϊκό Ποτάμι !!! )**



Εικόνα 6 : Προτεινόμενη θέση για ΧΥΤΑ στο νομό Ηλείας και περιβαλλοντική καταστροφή. Πηγή : [www.users.sch.gr](http://www.users.sch.gr)



Εικόνα 7: ΧΥΤΑ Φλόκα στο Νομό Αχαΐας Πηγή : [www.patratona.gr](http://www.patratona.gr)



Εικόνα 8 : Απορριμμάτα στην πόλη του Πύργου. Πηγή : [www.sinidisi.gr](http://www.sinidisi.gr)

## 15. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική

- Αστάρας, Θ., Οικονομίδης, Δ. και Μουρατίδης, Α. (2011), Ψηφιακή χαρτογραφία και γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών
- Βουδούρης, Κ. (2009), Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος, υπόγεια νερά και περιβάλλον
- Γείτονας Αθανάσιος (2003), Διαχείριση στερεών αποβλήτων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
- Γκαζέτας Γ.- Τάσιος Θ.Π., (1979), Ένα πιθανό ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ για έναν νέο ελληνικό ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ, Αθήνα
- Δούτσος Θ. (2000), Γεωλογία Ελλάδας
- Ζήσου, Α. (2007): Εισαγωγή στα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών ArcGIS/ArcView. Θεωρία και Εφαρμογές
- Θεόδωρος Ν. Αγγελίδης, (2006), Μαθηματική προσομοίωση υδραυλικής συμπεριφοράς στραγγισμάτων σε ΧΥΤΑ (Μεταπτυχιακή εργασία)
- Καλλέργης, Γ. (2000): Εφαρμοσμένη Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία
- Κατσιάτσος, Γ. (1992), Γεωλογία της Ελλάδας, Πανεπιστήμιο Πάτρας, Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα 1992, σελ. 451.
- Κομίλης, Δ. (2012), Χωροθέτηση και σχεδιασμός χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων
- Κοντός, Θ., Χαλβαδάκης, Κ., Σουλακέλης, Ν. (2004), Δημιουργία ολοκληρωμένου χωρικού συστήματος υποστήριξης αποφάσεων για τη χωροθέτηση ΧΥΤΑ: Η περίπτωση της Νήσου Λήμνου (Πρακτικά 7<sup>ου</sup> Γεωγραφικού Συνεδρίου)
- Κούκης Γ. - Σαμπατακάκης Ν. (2002), Τεχνική γεωλογία Εκδόσεις Παπασωτηρίου
- Κούκης Γ. - Σαμπατακάκης Ν. (2007), Γεωλογία τεχνικών έργων, σελ. 109-328, Εκδόσεις Παπασωτηρίου.
- Κουτσουβέλη Α., Παρασκευοπούλου Π., Λιάνου Δ. (2003), Δράση στα πλαίσια του προγράμματος Β' Κ.Π.Σ. (Ε.Ε-Ι.Γ.Μ.Ε) : χάρτης 9, Αθήνα
- Μαυρομάτης Γ. (1980), Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλάστησης, βιοκλιματικοί χάρτες. Ι.Δ.Ε.Α. Αθήνα
- Μουντράκης, Δ.Μ (1985), Γεωλογία της Ελλάδας. University Studio Press. 207 p.
- Μπιλλήρης, Χ (2007), Εισαγωγή στη Γεωδαισία, ΕΜΠ, Αθήνα
- Ντάφης Σ., (1973), Ταξινόμησης της Δασικής Βλαστήσεως της Ελλάδος. Επιστημονική Επετηρίς Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής. Τόμος ΙΕ, Τεύχος Β', σελ. 75-86. Θεσ/νίκη.
- Οικονομίδης, Δ., Νασιάκου, Π., Μουρατίδης, Α., Αστάρας, Θ. (2007), Οριοθέτηση θέσεων κατάλληλων για ΧΥΤΑ, στην περιοχή της χερσονήσου

Κασσάνδρας Χαλκιδικής, με την βοήθεια των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών/GIS. Μια ορθολογική-περιβαλλοντική προσέγγιση

- Παναγιωτακόπουλος Δ. Χ. (2002), Βιώσιμη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων, Ζυγός, Θεσσαλονίκη.
- Παναγιωτακόπουλος Δ., (2002), Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων, Ξάνθη
- Παναγιωτακόπουλος Δ.Χ. (2002), «Βιώσιμη Διαχείριση αστικών Στερεών αποβλήτων» Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη
- Παναγιωτακόπουλος, Δ. (1984), Η Διαχώριση Στερεών Απορριμμάτων και Υγρών αποβλήτων του Ν. Ξάνθης. Μια Μεθοδολογία για Συστημική Μελέτη Βελτίωσης, Τελική Έκθεση Ερευνητικού Προγράμματος, ΥΧΟΠ
- Παναγιωτακόπουλος, Δ., (1984), Δομικές Μηχανικές, Έκδοση\ Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, Ξάνθη.
- Παναγιωτακόπουλος, Δ., (1986), Αποκέντρωση και Παραγωγικότητα, Εκδόσεις ΟΜΑΣ, Αθήνα.
- Παναγιωτακόπουλος, Δ., (2001), Συστημική Ανάλυση, Επικινδυνότητα και Τεχνική Οικονομική, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ξάνθη.
- Παπανικολάου, Δ., (1986), Γεωλογία Ελλάδας. Ε.Κ.Π.Α
- Παπασίμπα, Κ., (1999), Σεισμοτεκτονική-Σεισμικές παράμετροι στην περιοχή του Πύργου Ηλείας. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών
- Παρχαρίδης Ι. (2009), Χαρτογράφηση της εδαφικής παραμόρφωσης στη περιοχή του νομού Ηλείας με την χρήση της διαφορικής συμβολομετρίας από δορυφόρους Ραντάρ, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα
- Πατιάς, Π. (1991), Εισαγωγή στη Φωτογραμμετρία
- Σούλιος, Γ. (1996), Γενική Υδρογεωλογία. Τόμοι Α, Β, Δ
- Τσερώνης, Κ. (2011), Βέλτιστη χωροθέτηση μονάδας επεξεργασίας στερεών αστικών αποβλήτων σε συνδυασμό με το χώρο υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (Μεταπτυχιακή εργασία)
- Φάττα, Δ. (2005), Διαχείριση στερεών και επικίνδυνων αποβλήτων

## Ξένη

- Caputo R., Pavlides S., Chatzipetros A., Valkaniotis S., Papathanassiou G., (2012), Greek Data base of seismogenic Sources (GreDass).
- Goodchild, M. I. (1985), Geographical Information Systems in Undergraduate Geography
- Hatzfeld D., Pedotti, G., Hatzidimitriou, P., Makropoulos, K., Panagiotopoulos D., Scordilis, M., Drakopoulos, J., Delibasis, N., Latousakis, J., Bascou\_Tas, J., Frogneux, M., (1989), The Hellenic subduction beneath the Peloponnesus: first results of a microearthquakes study. Earthplanet.Svi.Lett., 93, p. 283-291
- Koukouvelas I. Mpresiakas A., Sokos E. & Doutsos T. (1996), The tectonic setting and earthquake ground hazards of the 1993 Pyrgos earthquake,

peloponnese, Greece. Journal of the Geological Society, London, vol. 153, p. 39-49.

- Lekkas E., Fountoulis I. & Papanikolaou D. (2000), Intensity distribution and neotectonic macrostructure Pyrgos earthquake data (26 March 1993, Greece). Natural Hazards, 21, p. 19-33.
- Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., (1992), Pyrgos and Tropaea. Neotectonic map of Greece, at scale 1/100,000. Earthquake Planning & Protection Organization, unpublished.
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., Rhind, D.W. (2010), Συστήματα και επιστήμη γεωγραφικών πληροφοριών (GIS). 2η Αμερικάνικη έκδοση
- Mariolakos I., D. Papanikolaou and E. Lagios, (1985), A neotectonic geodynamic model of Peloponnesus based on: morphotectonics, repeated gravity measurements and seismicity, Geologisches Jahrbuch Reihe B, Heft 50, pp. 3–17.
- Mariolakos I., H. Schneider, I. Fountoulis and N. Vouloumanos, (1992), Paleogeography, sedimentation and neotectonic implications at the Kampos depression and Kitries bay area (Peloponnesus, Greece), Bulletin of the Geological Society of Greece XXVIII, pp. 397–413.
- Underhill, R. (1989), Late Cenozoic deformation of the Hellenide foreland, western Greece

### Διαδίκτυο

[www.anakyklwnw.wordpress.com](http://www.anakyklwnw.wordpress.com)

[www.avmap.gr](http://www.avmap.gr)

[www.dlib.statistics.gr](http://www.dlib.statistics.gr)

[www.earthexplorer.com](http://www.earthexplorer.com)

[www.el.wikipedia.org/wiki](http://www.el.wikipedia.org/wiki)

[www.geodata.gov.gr/geodata](http://www.geodata.gov.gr/geodata)

[www.hnms.gr](http://www.hnms.gr)

[www.olympia.gr](http://www.olympia.gr)

[www.patratona.gr](http://www.patratona.gr)

[www.patrisnews.com](http://www.patrisnews.com)

[www.sinidisi.gr](http://www.sinidisi.gr)

[www.statistics.gr](http://www.statistics.gr)

[www.sydisa.gr](http://www.sydisa.gr)

[www.users.sch.gr](http://www.users.sch.gr)

[www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)

[www.ypes.gr](http://www.ypes.gr)