

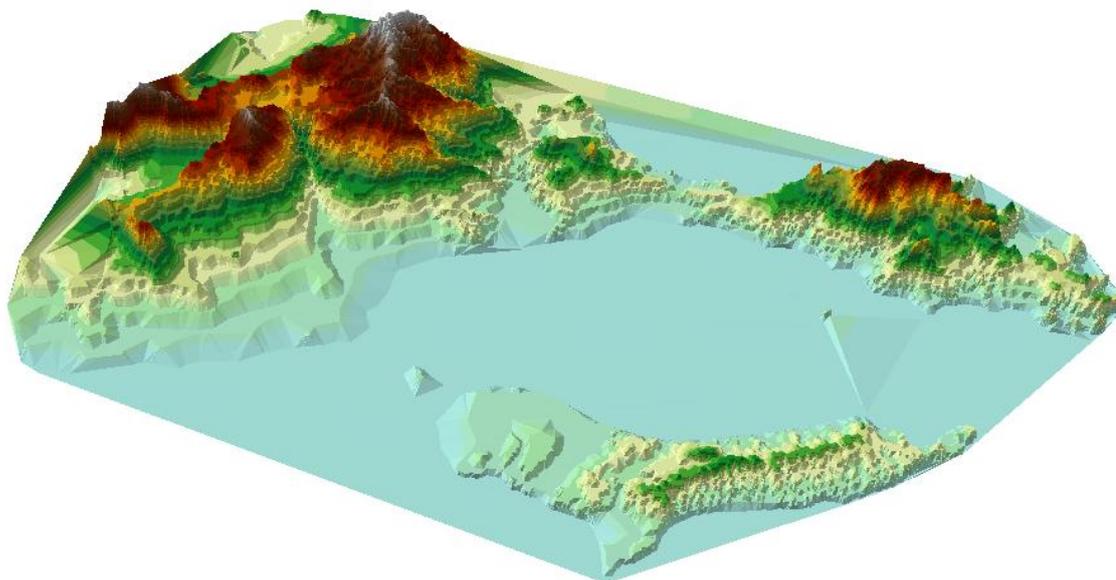
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΕΛΕΝΗ ΠΑΡΑΣΤΑΤΙΔΟΥ

ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ Χ.Υ.Τ.Α ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΗ  
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ/G.I.S

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ  
2018

ΕΛΕΝΗ ΠΑΡΑΣΤΑΤΙΔΟΥ  
Φοιτήτρια Τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ, ΑΕΜ: 5169

ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ Χ.Υ.Τ.Α ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΗ  
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ/ G.I.S

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας,  
Τομέας Εφαρμοσμένης Γεωλογίας  
Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας

**Επιβλέπων καθηγητής,**  
Κωνσταντίνος Βουδούρης Αναπληρωτής Καθηγητής

©Ελένη Παραστατίδου, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ Χ.Υ.Τ.Α ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ/ G.I.S – *Διπλωματική Εργασία*

©Eleni Parastatidou, School of Geology, Laboratory of Technical Geology and Hydrogeology, 2018

All rights reserved.

DETERMINATION OF SUITABLE LANDFILL SITES IN THE COUNTRY OF CHALKIDIKI USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS/GIS – *Bachelor Thesis*

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

*Εικόνα Εξωφύλλου: Τρισδιάστατη προβολή της περιοχής έρευνας με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS.*

## Περιεχόμενα

Πρόλογος .....	5
Περίληψη .....	6
Abstract .....	7
1 Εισαγωγή .....	8
2 Περιοχή έρευνας .....	11
2.1 Γεωγραφική θέση της περιοχής έρευνας.....	11
2.2 Πληθυσμιακά στοιχεία .....	12
3 Μορφολογία περιοχής.....	14
3.1 Γενικά γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά.....	14
3.2 Υδρογραφικό δίκτυο .....	17
3.3 Γεωλογία.....	19
3.4 Υδρογεωλογία περιοχής έρευνας .....	28
3.5 Κλιματικά χαρακτηριστικά .....	30
3.6 Χρήσεις Γης.....	31
4 Αστικά Στερεά Απορρίμματα.....	33
4.1 Διαχείριση των αστικών στερεών απορριμμάτων .....	33
4.2 Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ .....	36
4.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	40
4.4 Αποκατάσταση ΧΥΤΑ .....	41
4.5 Χωροθέτηση ενός ΧΥΤΑ - Νομοθετικό πλαίσιο.....	42
5 Υφιστάμενοι ΧΥΤΑ Νομού Χαλκιδικής .....	43
6 Μεθοδολογία .....	47
6.1 Βάση δεδομένων.....	50
7 Αποτελέσματα .....	55
8 Συμπεράσματα .....	70
9 Βιβλιογραφία.....	71
9.1 Ελληνική βιβλιογραφία .....	71
9.2 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία .....	72
9.3 Διαδίκτυο.....	72

## Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία υλοποιήθηκε με τη συμβολή σημαντικών ανθρώπων, στους οποίους θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου. Ένα μεγάλο ευχαριστώ για όλη τη βοήθεια θέλω να πω στον καθηγητή μου και επιβλέποντα κύριο Κωνσταντίνο Βουδούρη, Αναπληρωτή καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ, ο οποίος είναι πάντα πρόθυμος να με βοηθήσει. Ένα θερμό ευχαριστώ θέλω να πω στον κύριο Νεραντζή Καζάκη, Δρ. Υδρογεωλογίας, για τη βοήθεια και για το πολύτιμο υλικό που μου προσέφερε. Θέλω να ευχαριστήσω, επίσης τον κύριο Σπάχο Θωμά για την πολύτιμη βοήθεια του και τον χρόνο που αφιέρωσε στη συνεχή καθοδήγηση μου με σκοπό την υλοποίηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αγάπη και την υποστήριξη τους σε όλη τη φοιτητική μου διαδρομή.

## Περίληψη

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

Ο εντοπισμός κατάλληλων χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα των αστικών περιοχών παγκοσμίως. Η αστικοποίηση σε συνδυασμό με την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου αποτελούν παράγοντες που συντελούν στην αύξηση του παραγόμενου όγκου αποβλήτων.

Οι ΧΥΤΑ αποτελούν χώρους ειδικά διαμορφωμένους στους οποίους πραγματοποιείται η ταφή των απορριμμάτων. Οι χώροι αυτοί λειτουργούν για συγκεκριμένα χρονικά διάστημα και έπειτα από κάποια χρόνια, εφόσον έχει συμπληρωθεί ο κύκλος ζωής τους, ανακάμπεται η λειτουργία τους και ξεκινάει η αποκατάστασή τους. Οι ΧΥΤΑ λειτουργούν για περίπου τριάντα έτη και έπειτα ξεκινάει η αποκατάστασή τους με την πραγματοποίηση κάποιων έργων με στόχο την επαναφορά του περιβάλλοντος. Η αποκατάσταση αποτελεί μια διαδικασία κατά την οποία απαιτείται συνεχής έλεγχος και παρακολούθηση των υπόγειων υδροφόρων με τελικό στόχο την πλήρη αποκατάσταση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που έχει προκληθεί από την ταφή των απορριμμάτων.

Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν εννέα (9) παράμετροι, σύμφωνα με τους οποίους προέκυψε ο τελικός χάρτης στον οποίο παρουσιάζονται οι πιο κατάλληλες περιοχές για την απόθεση των στερεών αποβλήτων σύμφωνα με την καταλληλότητα τους.

Λέξεις κλειδιά: Χωροθέτηση ΧΥΤΑ, Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ), Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΠΣ), Νομός Χαλκιδικής.

## Abstract

The aim of this bachelor thesis is to determine suitable landfill sites in the country of Chalkidiki using Geographical Information Systems (GIS).

The identification of suitable landfill sites is one of the major problems of urban areas on a global scale. Urbanization combined with improved living standards are factors that contribute to the gradual increase in generated waste volume.

Landfill sites are specially-designed areas where solid waste is appropriately disposed. These spaces operate for a certain period of time within a cycle that comes to its end after some years whereby the restoration of those places begins.

Landfill sites operate for thirty years before their restoration process begins which is done through environment-enhancing projects. This restoration is a process which requires continuous monitoring of underground aquifers with the ultimate goal of restoring the environmental burden caused by landfill sites.

Nine (9) criteria were selected in order to create the final map which shows the most suitable areas for the disposal of solid waste according.

**Keywords:** Landfill Sites, Solid waste, Geographic Information System (GIS), Country of Chalkidiki.

## 1 Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία ερευνά σε προπτυχιακό επίπεδο την εύρεση κατάλληλων Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) σε επιλεγμένη περιοχή του Νομού Χαλκιδικής με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών/ ΓΣΠ (Geographical Information Systems/ GIS).

Η ανοδική τάση που παρουσιάζει ο πληθυσμός στην Ελλάδα τα τελευταία έτη σε συνδυασμό με τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου προκαλούν μια σημαντική αύξηση στον όγκο των παραγόμενων αστικών απορριμμάτων (Effat & Hegazy, 2012). Από το 1980 ξεκίνησε ο έλεγχος και η διαχείριση των επικίνδυνων και τοξικών αποβλήτων. Υπάρχουν διάφορα μοντέλα και μέθοδοι για τη διάθεση των αποβλήτων, όπου ο τελικός στόχος είναι να βρεθεί ο πιο κατάλληλος χώρος με τις λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον.

Η επιλογή κατάλληλης θέσης ΧΥΤΑ είναι μια περίπλοκη διαδικασία που συνδυάζει κοινωνικούς, περιβαλλοντικούς, οικονομικούς και τεχνικούς παράγοντες (Alavi, et al., 2013). Αποτελεί ένα από τα πιο δύσκολα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες κοινωνίες, και υλοποιείται με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών/ ΓΣΠ που αποτελούν χρήσιμα και αξιόπιστα εργαλεία.

Η εφαρμογή της επιστήμης και της τεχνολογίας GIS σε μελέτες μπορεί να επιταχύνει σημαντικά τη διαδικασία εύρεσης κατάλληλων θέσεων για τη δημιουργία Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ), καθώς αυτά αποτελούν πολύτιμα εργαλεία στα χέρια του επιστήμονα.

Λαμβάνοντας υπόψη τους ήδη υπάρχοντες Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων στο Νομό Χαλκιδικής, γίνεται μια προσπάθεια μέσα από αυτήν τη έρευνα να δοθούν κατάλληλες θέσεις, οι οποίες θα αποδειχθούν χρήσιμες στο κοντινό μέλλον. Η οριοθέτηση αυτή αποτελεί μια χρονοβόρα διαδικασία κατά την οποία λαμβάνονται υπόψη πολυάριθμοι παράμετροι, βάση των οποίων πραγματοποιείται η ορθολογική επιλογή της θέσης.

Συγκεκριμένα, στο Νομό Χαλκιδικής η διαχείριση των στερεών αποβλήτων αποτελεί επιτακτική ανάγκη, κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου αυξάνεται ο πληθυσμός και κατ' επέκταση ο όγκος των παραγόμενων απορριμμάτων. Στην Χαλκιδική υφίστανται τρεις Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Μpakirtzi & Poullos, 2016). Λειτουργεί ένας στο Δήμο Κασσάνδρας και δύο στο Δήμο Πολυγύρου (ένας στη δημοτική ενότητα Ανθεμούντα και ένας στη δημοτική ενότητα Πολυγύρου), ενώ στον

Δήμο Αριστοτέλη αναμένεται να ξεκινήσει η κατασκευή ενός νέου ΧΥΤΑ. Στους Δήμους Σιθωνίας και Αριστοτέλη δε λειτουργούν Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων, όμως λειτουργούν Σταθμοί Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) στην Καλλικράτεια, στην Αρναία, στη Νικήτη και στην Ιερισσό (Σχήμα 1.1).

Η ταφή των απορριμμάτων πραγματοποιείται σε μικρό ποσοστό στις Ευρωπαϊκές χώρες, ενώ στις χώρες της Μεσογείου (Ελλάδα, Ισπανία, Ιταλία) το ποσοστό είναι πολύ μεγαλύτερο (Γληνού, 2003). Στις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες ένα μικρό ποσοστό απορριμμάτων καταλήγει στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό ανακυκλώνεται, κομποστοποιείται ή συμβάλλει στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης, παράλληλα με τους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) σχεδιάζονται και Χώροι Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ) στους οποίους τα απορρίμματα θα ανακυκλώνονται και θα επεξεργάζονται πριν καταλήξουν στους χώρους απόθεσης. Συνεπώς, παράλληλα με τους ΧΥΤΑ θα λειτουργούν και εργοστάσια ανακύκλωσης.

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η εύρεση κατάλληλων θέσεων για ΧΥΤΑ με στόχο την ορθολογική διαχείριση των στερεών αποβλήτων σε επιλεγμένη περιοχή του Νομού Χαλκιδικής. Από τη μελέτη αυτή εξαιρούνται οι περιοχές που ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000, οι τόποι κοινωνικής προστασίας, οι ζώνες ειδικής προστασίας, ο Δήμος Αριστοτέλη, καθώς και η ανατολικότερη χερσόνησος της Χαλκιδικής στην περιοχή του Αγίου Όρους. Σε τελικό στάδιο της εργασίας αυτής απεικονίζονται οι καταλληλότερες περιοχές για την απόθεση των στερεών αποβλήτων, σύμφωνα πάντα με τα κριτήρια επιλογής των θέσεων ΧΥΤΑ.

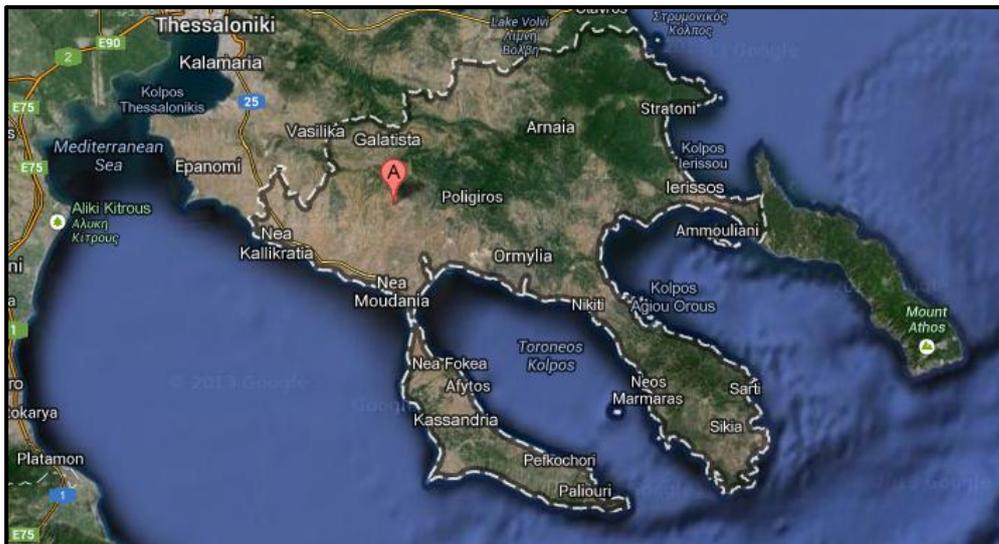


## 2 Περιοχή έρευνας

### 2.1 Γεωγραφική θέση της περιοχής έρευνας

Ο Νομός Χαλκιδικής είναι ένας από τους επτά νομούς της Περιφέρειας της Κεντρικής Μακεδονίας με πρωτεύουσα τον Πολύγυρο. Ιδρύθηκε το 1914 με το νόμο Ν.3226/1924 (ΦΕΚ212), όπου αποσπάστηκε από το Νομό Θεσσαλονίκης (Αντωνίου, 2010). Ο Νομός Χαλκιδικής είναι τμήμα της Κεντρικής Μακεδονίας και σχηματίζει τρεις επιμήκεις χερσονήσους, που βρέχονται από το Αιγαίο Πέλαγος και δίνουν στην περιοχή το ιδιαίτερο της σχήμα. Ανάμεσα στον Ακάνθιο και τον Στρυμονικό κόλπο βρίσκεται η χερσόνησος Μαρμάρι.

Η Χαλκιδική ενώνεται με τη Μακεδονία διαμέσου της περιοχής της Θεσσαλονίκης και το βόρειο τμήμα της χερσονήσου ανήκει στο Νομό Θεσσαλονίκης. Στο νότιο τμήμα της βρίσκονται οι χερσόνησοι, οι οποίες από τα δυτικά προς τα ανατολικά είναι οι εξής: η χερσόνησος της Κασσάνδρας, η χερσόνησος της Σιθωνίας και η χερσόνησος του Άθω (Σχήμα 2.1.1). Η χερσόνησος της Χαλκιδικής χωρίζεται διοικητικά στο Νομό Χαλκιδικής και στην αυτόνομη πολιτεία του Αγίου Όρους. Η πολιτεία του Αγίου Όρους δε λαμβάνεται υπόψη στην παρούσα εργασία.



Σχήμα 2.1.1 Δορυφορική εικόνα του Νομού Χαλκιδικής (πηγή: Google Earth).

Η Χαλκιδική χαρακτηρίζεται ως ένας ξεχωριστός τουριστικός προορισμός με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο πληθυσμός κατά τη θερινή περίοδο. Η αύξηση του πληθυσμού οδηγεί στην αύξηση της ποσότητας των αστικών απορριμμάτων και των στερεών αποβλήτων, με αποτέλεσμα να κρίνεται απαραίτητη η ορθολογική διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων.

## 2.2 Πληθυσμιακά στοιχεία

Με την εφαρμογή του Προγράμματος Καλλικράτης, από το 2011 ο Νομός Χαλκιδικής απαρτίζεται από πέντε Δήμους (Πίνακας 2.2.1). Ο κάθε Δήμος απαρτίζεται από έναν αριθμό δημοτικών ενοτήτων και από μια έδρα.

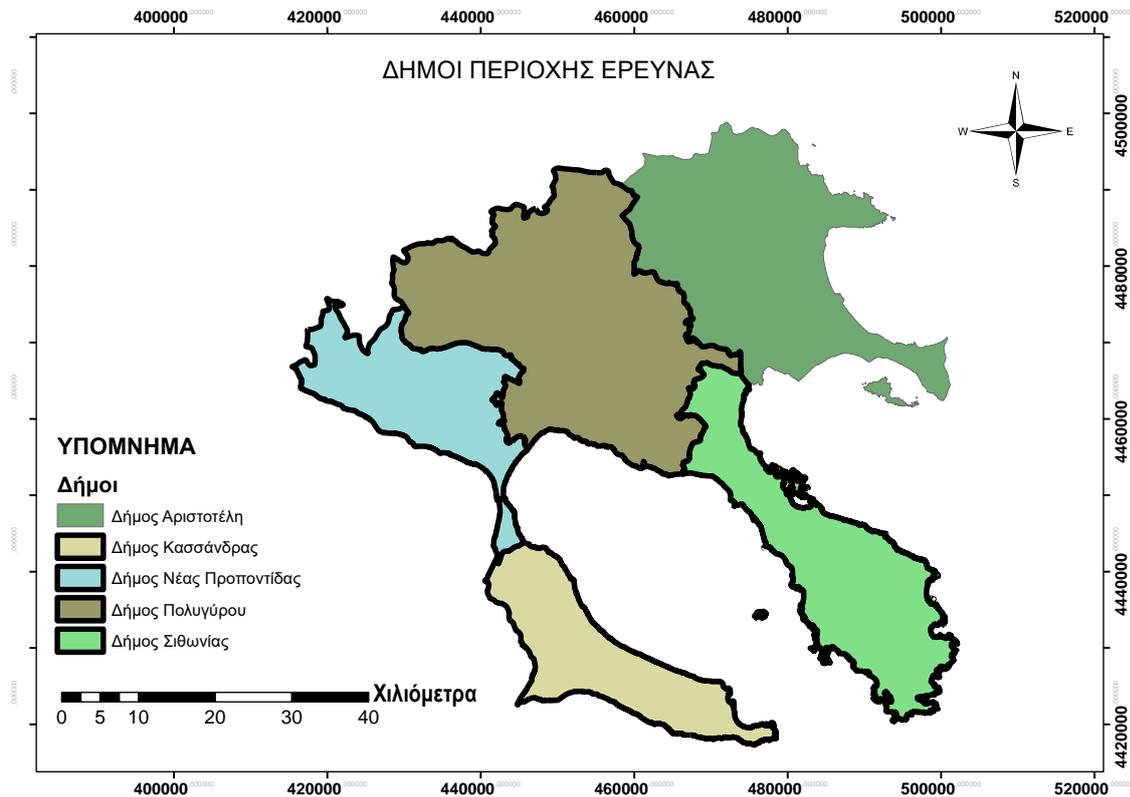
Πίνακας 2.2.1: Δήμοι και δημοτικές ενότητες του Νομού Χαλκιδικής.

A/A	Δήμος	Έδρα	Δημοτικές ενότητες
1.	Αριστοτέλη	Ιερισσός	Αρναίας, Σταγίρων-Ακάνθου, Παναγίας
2.	Κασσάνδρας	Κασσανδρεία	Κασσάνδρας, Παλλήνης
3.	Νέας Προποντίδας	Νέα Μουδανιά	Καλλικράτειας, Μουδανιών, Τρίγλιας
4.	Πολυγύρου	Πολύγυρος	Ανθεμούντα, Ορμυλίας, Πολυγύρου, Ζερβοχωρίων
5.	Σιθωνίας	Νικήτη	Σιθωνίας, Τορώνης

Οι Δήμοι της περιοχής έρευνας είναι ο Δήμος Κασσάνδρας, ο Δήμος Νέας Προποντίδας, ο Δήμος Σιθωνίας και ο Δήμος Πολυγύρου (Σχήμα 2.2.1). Στο σχήμα 2.2.1 επισημαίνονται με μαύρο περίγραμμα οι Δήμοι της περιοχής έρευνας. Σύμφωνα με την απογραφή του έτους 2011 ο πληθυσμός της Χαλκιδικής ανέρχεται στους 104.894 κατοίκους. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο πληθυσμός του κάθε Δήμου ξεχωριστά σύμφωνα με την απογραφή του 2001 και 2011, καθώς και η έκταση του κάθε Δήμου, σύμφωνα με την εθνική στατιστική υπηρεσία (Πίνακας 2.2.2).

Ο Νομός Χαλκιδικής έχει έκταση 2.921,09 km<sup>2</sup>, δηλαδή αποτελεί περίπου το 2,2% της συνολικής έκτασης της Ελλάδας, όπου το 45,5% είναι δάση και δασικές εκτάσεις, το 32,86% καλλιεργούμενες εκτάσεις, το 3,33% είναι οικισμοί, το 0,83% υδάτινες εκτάσεις και το 15,77% δημοτικοί και ιδιωτικοί βοσκότοποι (Καταφιώτη, 2008).

Ο πληθυσμός της περιοχής έρευνας ανέρχεται στους 87.614 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 2011, και έχει έκταση 2.173,93 km<sup>2</sup>.



Σχήμα 2.2.1 Χάρτης Δήμων Νομού Χαλκιδικής και περιοχής έρευνας.

Πίνακας 2.2.2 Πληθυσμός και έκταση ανά Δήμο του Νομού Χαλκιδικής (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία).

A/A	Δήμος	Απογραφή 2001	Απογραφή 2011	Έκταση (km <sup>2</sup> )
1	Αριστοτέλη	18.861	18.294	739,97
2	Κασσάνδρας	16.153	16.672	333,68
3	Νέας Προποντίδας	33.801	36.500	380,77
4	Πολυγύρου	23.152	22.048	951,97
5	Σιθωνίας	12.927	12.394	514,7
Σύνολο		104.894	105.908	2.921,09

### 3 Μορφολογία περιοχής

#### 3.1 Γενικά γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά

Η περιοχή έρευνας έχει έκταση 2.173,93 km<sup>2</sup>. Κύριο βουνό αποτελεί ο Χολομώντας με υψόμετρο 1.160m, όπου ένα μεγάλο τμήμα του βουνού έχει ενταχθεί στο δίκτυο Natura 2000 (Αντωνίου, 2010). Ο Χορτιάτης απολήγει στο βόρειο τμήμα του Νομού Χαλκιδικής και η κορυφή του φτάνει στα 1.009 m (κορυφή Αδριανό). Βορειοανατολικά της Χαλκιδικής βρίσκεται το όρος Στρατωνικό με υψόμετρο 820m που φτάνει έως το Στρυμονικό κόλπο, με βορειοδυτική προς νοτιοανατολική κατεύθυνση.

Το ανάγλυφο είναι κυρίως ορεινό στην ανατολική πλευρά της περιοχής έρευνας, ενώ στη βορειο-δυτική πλευρά είναι πεδινό. Το υψόμετρο στη χερσόνησο του Άθω φτάνει στα 1800m.

Το ανάγλυφο του Δήμου Κασσάνδρας στο βόρειο τμήμα του χαρακτηρίζεται ως πεδινό και το πιο χαμηλό υψόμετρο να φτάνει στα 100m, ενώ το νοτιότερο τμήμα χαρακτηρίζεται ως ορεινό με το μεγαλύτερο υψόμετρο να φτάνει στα 300m.

Το οδικό δίκτυο της περιοχής έρευνας αποτελείται από επαρχιακούς και αγροτικούς δρόμους, οι οποίοι διευκολύνουν την επικοινωνία μεταξύ των οικισμών, και επεκτείνεται σε όλη την έκταση του Δήμου, καθώς και από το κύριο οδικό δίκτυο, το οποίο ενώνει τους Δήμους μεταξύ τους (Σχήμα 3.1.1). Ο Δήμος Κασσάνδρας έχει αναπτυχθεί αρκετά τις τελευταίες δεκαετίες εξαιτίας της αύξησης του τουρισμού. Εξαιτίας αυτής της ανάπτυξης κρίθηκε απαραίτητο να πραγματοποιηθούν ορισμένες τροποποιήσεις στο οδικό δίκτυο του Δήμου, με σκοπό να εξυπηρετεί το μεγάλο τουριστικό πληθυσμό που καταφθάνει ετησίως.

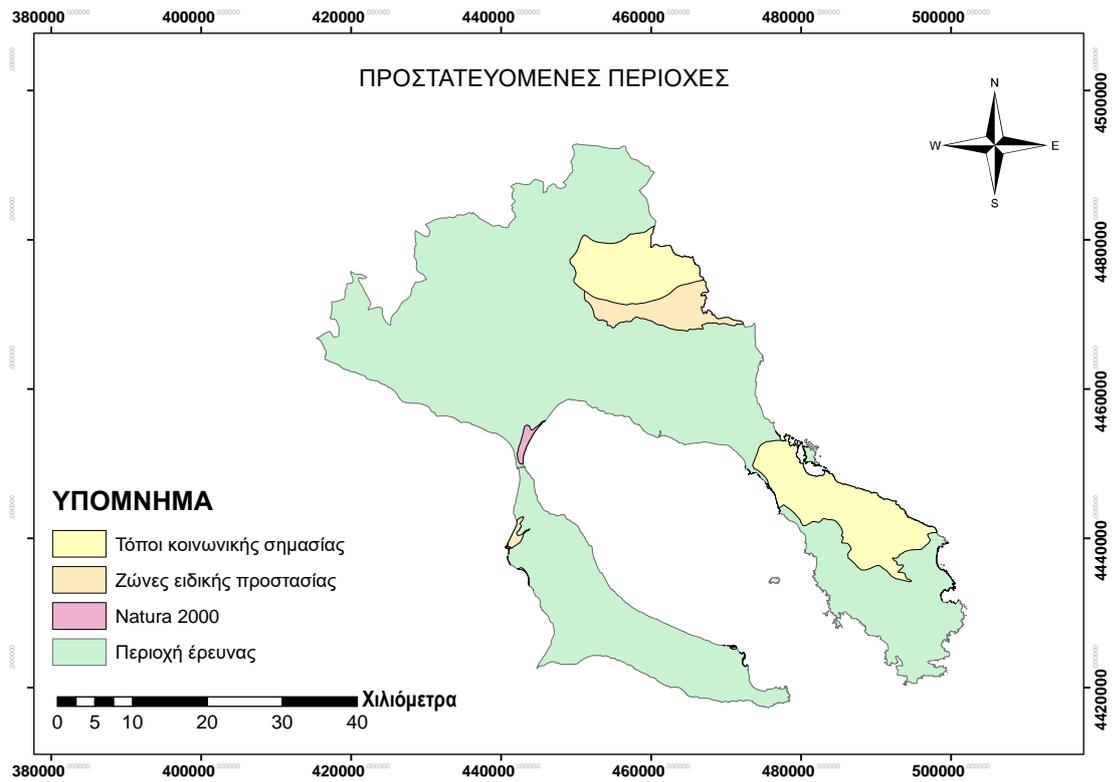
Ο Δήμος Κασσάνδρας αποτελείται από τριάντα οχτώ παραλίες, όπου οι δεκαέξι από αυτές βρίσκονται ανατολικά του Δήμου και οι υπόλοιπες βρίσκονται δυτικότερα. Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται οι προστατευόμενες περιοχές του Εθνικού καταλόγου του οικολογικού δικτύου Natura 2000 της περιοχής έρευνας (Πίνακας 3.1.1), καθώς και ο χάρτης της περιοχής έρευνας, όπου απεικονίζονται οι προστατευόμενες περιοχές (Σχήμα 3.1.2).



Σχήμα 3.1.1 Χάρτης οδικού δικτύου περιοχής έρευνας.

Πίνακας 3.1.1 Προστατευόμενες περιοχές του εθνικού καταλόγου του οικολογικού δικτύου Natura 2000 της περιοχής έρευνας.

A/A	Προστατευόμενες περιοχές	Κωδικός
1.	Τόποι κοινωνικής σημασίας	GR 1270001, GR 1270002 GR 1270007, GR 1270008 GR 1270009, GR 1270010
2.	Ζώνες ειδικής προστασίας	GR 1270012, GR 1270013
3.	Natura 2000	GR 1270004



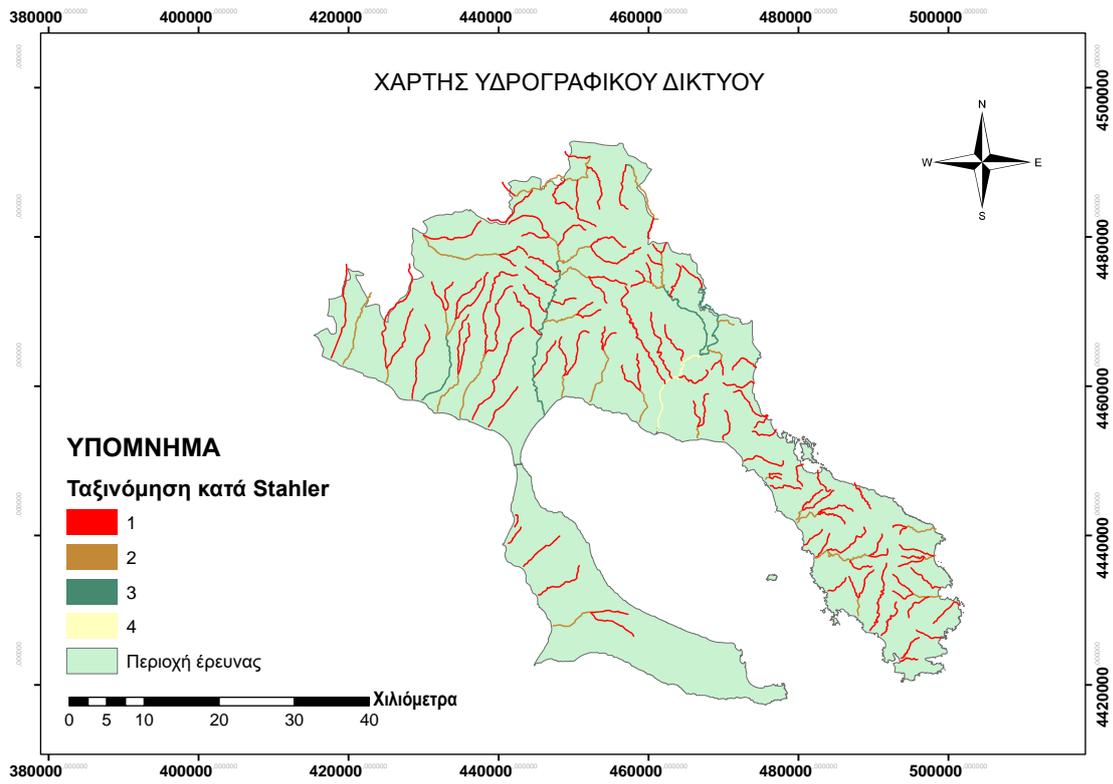
Σχήμα 3.1.2 Χάρτης προστατευόμενων περιοχών περιοχής έρευνας.

### 3.2 Υδρογραφικό δίκτυο

Η Κεντρική Μακεδονία αποτελείται από τέσσερις (4) Λεκάνες Απορροής Ποταμού σύμφωνα με την απόφαση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων (ΦΕΚ Β'/1383). Οι Λεκάνες Απορροής Ποταμού είναι οι εξής:

1. Αξιού (GR03), με έκταση 3.327 km<sup>2</sup>
2. Γαλλικού (GR04), με έκταση 1.051 km<sup>2</sup>
3. Χαλκιδικής (GR05), με έκταση 5.546 km<sup>2</sup>
4. Άθω (GR43), με έκταση 239 km<sup>2</sup>

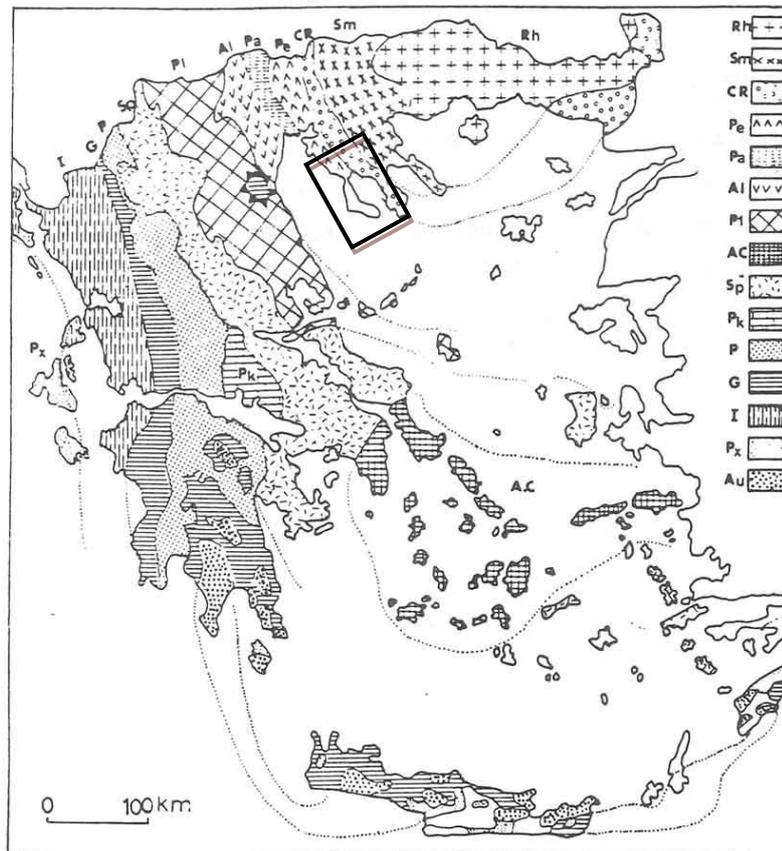
Στην περιοχή έρευνας εντάσσεται η Λεκάνη Απορροής Ποταμού (ΛΑΠ) της Χαλκιδικής (Εξάρχου κ.ά, 2014). Η Λεκάνη Απορροής της Χαλκιδικής είναι η μεγαλύτερη σε μέγεθος στην Κεντρική Μακεδονία και περιλαμβάνει τις λεκάνες απορροής των λιμνών Βόλβης, Κορώνειας, Ανθεμούντα, Χαβρία, της τεχνητής λίμνης Μαυρούδας, καθώς και τις υδρολογικές λεκάνες του Νομού Θεσσαλονίκης. Η ΛΑΠ Χαλκιδικής εκτείνεται έως το ΝΑ τμήμα του υδρογραφικού δικτύου, περιλαμβάνοντας το δυτικό και κεντρικό ακρωτήριο της Χαλκιδικής. Βορειότερα του υδρογραφικού δικτύου βρίσκεται ο ορεινός όγκος του Βερτίσκου, ενώ στο κεντρικό του τμήμα βρίσκονται οι ορεινοί όγκοι του Χορτιάτη και του Χολομώντα. Οι Δήμοι της Σιθωνίας και Κασσάνδρας παρουσιάζουν το πιο έντονο ανάγλυφο. Το νερό που προσφέρεται από τη ΛΑΠ Χαλκιδικής ανέρχεται στα 653x106 m<sup>3</sup>, σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας. Παρακάτω παρατίθεται ο χάρτης με το υδρογραφικό δίκτυο του Νομού Χαλκιδικής (Σχήμα 3.2.1).



Σχήμα 3.2.1 Χάρτης υδρογραφικού δικτύου περιοχής έρευνας.

### 3.3 Γεωλογία

Η περιοχή έρευνας αποτελεί τμήμα της Ελληνικής Ενδοχώρας και των Εσωτερικών Ελληνίδων (Μουντράκης, 2010). Συγκεκριμένα, τα τμήματα της ανήκουν στη Σερβομακεδονική Μάζα, στην Περιοδοποική Ζώνη και στην υποζώνη της Παιονίας, η οποία ανήκει στη ζώνη Αξιού (Σχήμα 3.3.1). Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των γεωτεκτονικών ζωνών της περιοχής έρευνας.



Σχήμα 3.3.1: Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών Rh: Μάζα της Ροδόπης, Sm: Σερβομακεδονική μάζα, CR: Περιοδοποική ζώνη, (Pe: Υποζώνη Παιονίας, Pa: Υποζώνη Πάικου, Al:Υποζώνη Αλμωπίας)= Ζώνη Αξιού, Pl: Πελαγονική ζώνη, Ac: Αττικό-Κυκλαδική ζώνη, Sp:Υποπελαγονική ζώνη, Pk: Ζώνη Παρνασσού- Γκιώνας, P: Ζώνη Πίνδου, G: Ζώνη Γαβρόβου-Τρίπολης, I: Ιόνιος ζώνη, Px: Ζώνη Παζών ή Προαπούλια, Au: Ενότητα «Πλακώδεις ασβεστόλιθοι- Ταλέα όρη». (Μουντράκης, 2010).

#### ➤ Σερβομακεδονική μάζα

Η Σερβομακεδονική μάζα αποτελείται από κρυσταλλοσχιστώδη και πυριγενή πετρώματα και διαιρείται σε δύο μεγάλες ενότητες. Η κατώτερη ενότητα είναι αυτή των Κερδυλλίων και η ανώτερη του Βερτίσκου. Μεταξύ των δύο ενοτήτων υπάρχει τεκτονική επαφή. Στην περιοχή μελέτης συναντούμε πετρώματα από την ενότητα του

Βερτίσκου, κυρίως στην ανατολική πλευρά της Σιθωνίας, καθώς και της ενότητας των Κερδυλλίων.

Η ενότητα του Βερτίσκου βρίσκεται δυτικά της ενότητας Κερδυλλίων. Αποτελείται από λεπτά στρώματα μαρμάρου (mr) και διμαρμαρυγιακούς γνευσίους (gn<sub>2</sub>). Χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση του βιοτιτικού και διμαρμαρυγιακού γρανοδιορίτη τύπου Σιθωνίας ηλικίας 40 Ma. Δυτικά της ενότητας του Βερτίσκου βρίσκεται η Περιοδοπική ζώνη.

#### ➤ Περιοδοπική Ζώνη

Η Περιοδοπική ζώνη έχει πλάτος 10-20 km, και βρίσκεται στη δυτική πλευρά της Σερβομακεδονικής μάζας. Οι βασικές ενότητες που απαρτίζουν την Περιοδοπική ζώνη είναι από τα ανατολικά προς τα δυτικά οι εξής (Σχήμα 3.3.2):

1. Η ενότητα Ντεβέ Κοράν - Δουμπιά,
2. Η ενότητα Μελισσοχωρίου - Χολομώντα
3. Η ενότητα Άσπρης Βρύσης - Χορτιάτη.

Οι σχηματισμοί που συγκροτούν τις ενότητες περιγράφονται παρακάτω:

#### 1. Ενότητα Ντεβέ Κοράν - Δουμπιά

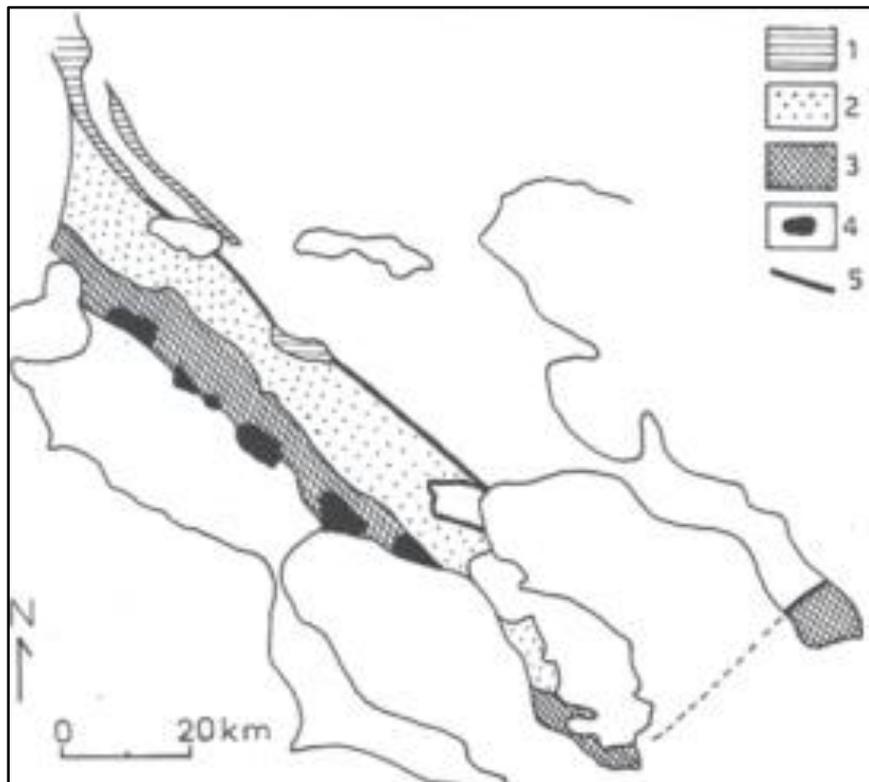
Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει στη βάση της τον σχηματισμό Εξαμιλίου, ο οποίος έχει τοποθετηθεί με τεκτονική επαφή επάνω στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της Σερβομακεδονικής (Σχήμα 3.3.3). Ο σχηματισμός αυτός αποτελείται από μετακλαστικά ιζήματα ηλικίας Περμίου και πάνω από αυτά βρίσκεται μία ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά, η οποία αποτελείται από ηφαιστειακά και ιζηματογενή υλικά ηλικίας Περμίου - Κάτω Τριαδικό. Επίσης, αποτελείται από όξινα και βασικά πετρώματα και για αυτό η ηφαιστειότητα αυτή του Περμοτριάδικού χαρακτηρίζεται ως bimodal. Πάνω από την ηφαιστειοϊζηματογενή σειρά αποτέθηκαν στο Μέσο Τριαδικό- Μέσο Ιουρασικό νηριτικά ανθρακικά ιζήματα. Στα ανώτερα σημεία παρουσιάζονται αργλικές και μαργαϊκές ενστρώσεις πελαγικής φάσης.

#### 2. Ενότητα Μελισσοχωρίου - Χολομώντα

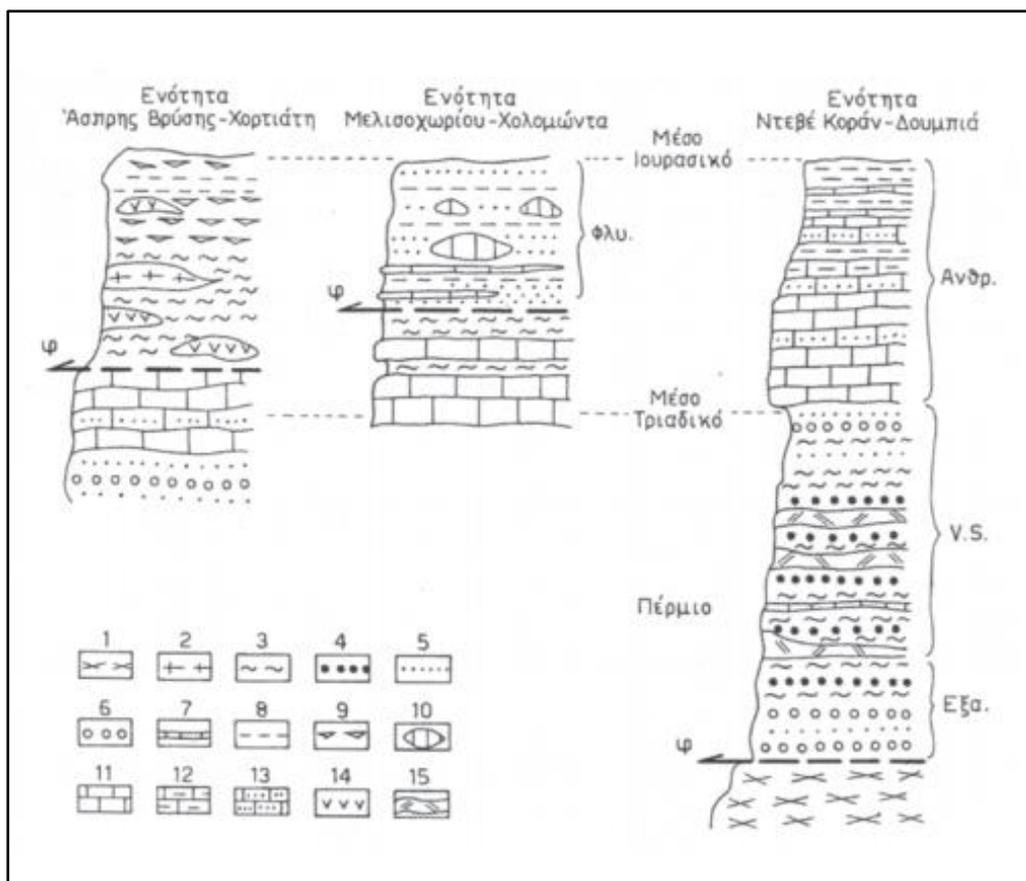
Παρουσιάζει την πιο μεγάλη έκταση σε σχέση με τις υπόλοιπες ενότητες της Περιοδοπικής ζώνης με πλάτος 5-15 km. Στη βάση της αποτελείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους και μάρμαρα ηλικίας Μέσου - Άνω Τριαδικού και από πάνω βρίσκεται φλύσχης του Μέσου Ιουρασικού, ο οποίος είναι γνωστός με τον όρο Φλύσχης της Σβούλας. Ο Φλύσχης της Σβούλας αποτελείται από τουρβιδιτικές εναλλαγές.

### 3. Ενότητα Άσπρης Βρύσης - Χορτιάτη

Η ενότητα αυτή είναι παράλληλη με την ενότητα Μελισσοχωρίου - Χολομώντα και έχει πλάτος 4-8 km. Στη βάση της αποτελείται από ηφαιστειοϊζηματογενή σειρά Περμοτριάδικης ηλικίας και νηριτικά ανθρακικά ιζήματα αντίστοιχα με της ενότητας Ντεβέ Κοράν - Δουμπιά. Ο ανώτερος ορίζοντας χαρακτηρίζεται από ιζήματα βαθιάς θάλασσας. Η ενότητα αυτή παρατηρείται ότι συνεχίζεται στο δυτικό τμήμα της χερσονήσου της Σιθωνίας, όπου ο γρανίτης της Σιθωνίας διεισδύει μέσα στα πετρώματα της Σερβομακεδονικής και Περιοδοπικής ζώνης.



Σχήμα 3.3.2: Χάρτης της Περιοδοπικής ζώνης με τις τρεις ενότητες της και τις σημαντικότερες οφειολιθικές εμφανίσεις, 1: Ενότητα Ντεβέ- Κοράν- Δουμπιά, 2: Ενότητα Μελισσοχωρίου- Χολομώντα, 3.Ενότητα Άσπρης Βρύσης- Χορτιάτη, 4: Οφειόλιθοι, 5: Όριο της ζώνης με τη Σερβομακεδονική (Μουντράκης, 2010).



Σχήμα 3.3.3: Λιθοστρωματογραφικές ενότητες των τριών ενοτήτων της Περιοδοπικής ζώνης 1. 1. Κρυσταλλοσχιστόδες υπόβαθρο της Σερβομακεδονικής, 2. Πράσινοι γνεύσιμοι της Θεσσαλονίκης και άλλα μετα-πυριγενή πετρώματα της Μαγματικής σειράς Χορτιάτη 3. Σχιστόλιθοι και φυλλίτες, 4. Πυροκλαστικά υλικά, 5. Μεταψαμμίτες, χαλαζίτες, 6. Μετα-κροκαλοπαγή, 7. Ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι, 8. αργιλικό σχιστόλιθοι και μάργες, 9. Κερατόλιθοι, 10. Ολισθόλιθοι Τριαδικών μαρμάρων, 11. ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι, μάρμαρα, 15. Ηφαιστειακά υλικά (σχιστοποιημένοι ρυόλιθοι, πορφυροειδή κ.ά), φ: τεκτονική επαφή, Εξα: Σχηματισμός Εξαμιλίου, V.S.: ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά, Ανθρ.: ανθρακική νηριτική σειρά, Φλυ: Φλύσχης (Μουντράκης, 2010).

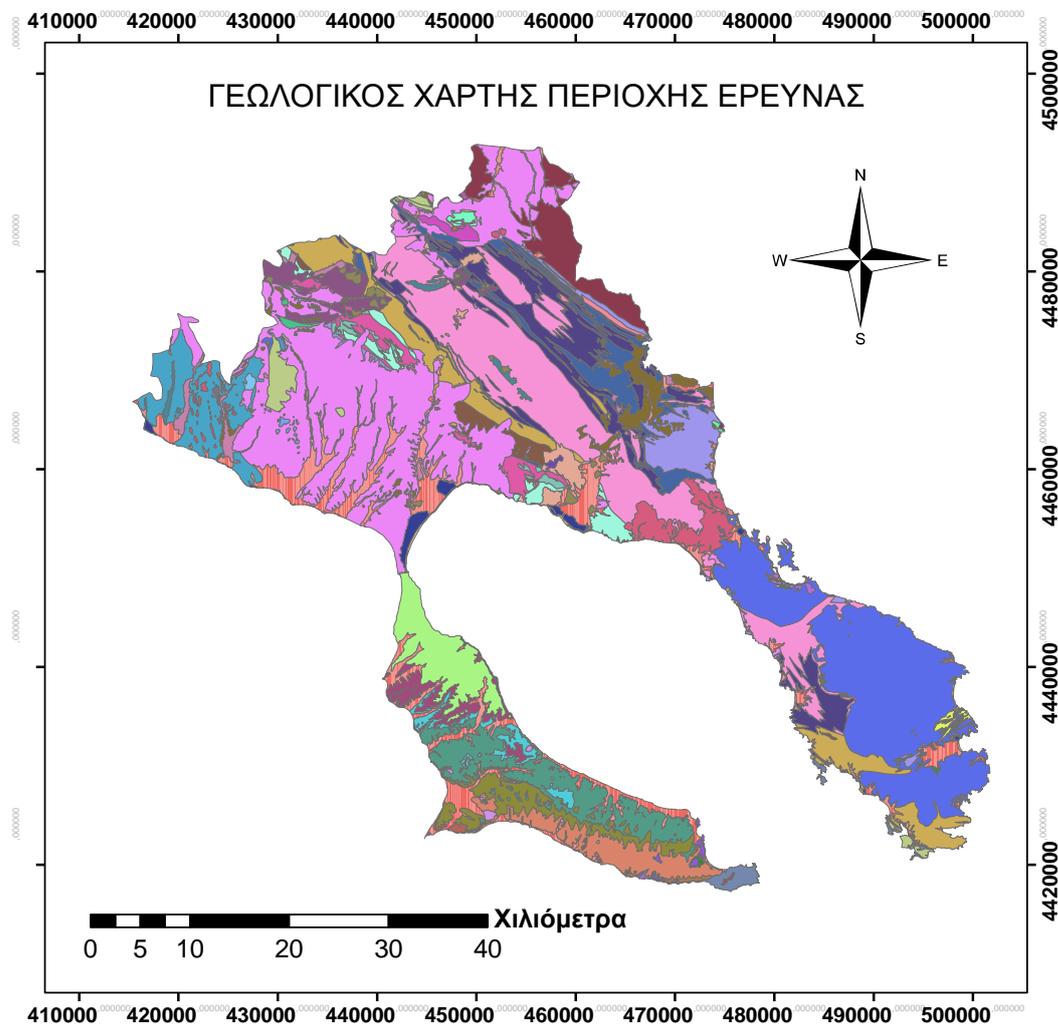
### ➤ Υποζώνη Παιονίας

Δυτικά της Περιοδοπικής ζώνης εκτείνεται η Υποζώνη της Παιονίας, η οποία ανήκει στη Ζώνη Αξιού. Χαρακτηριστικά πετρώματα της υποζώνης αυτής είναι οι οφειόλιθοι, οι οποίοι καθορίζουν και τον ωκεάνιο χαρακτήρα της. Χαρακτηριστικά είναι τα στρώματα του Πρινοχωρίου (Js.ki.ph). Πρόκειται για τεφρούς αμμούχους, αργιλικούς σχιστολίθους με ασβεστολιθικές ταινίες και χαρακτηριστικούς οριζόντες πυριτολίθων. Απαντούν τυπικά ορυκτά της κατώτερης πρασιχοσχιστολιθικής φάσης.

Συγκεκριμένα, για την γεωλογία της ευρύτερης περιοχής χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα φύλλα χαρτών του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) με κλίμακα 1: 50.000.

- Φύλλο Αρναίας
- Φύλλο Χερσονήσου Σιθωνίας
- Φύλλο Χερσονήσου Κασσάνδρας
- Φύλλο Ζαγκλιβέριον
- Φύλλο Βασιλικά
- Φύλλο Πολύγυρος

Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά οι επιμέρους λιθολογικοί σχηματισμοί που βρίσκονται στην επιλεγμένη περιοχή έρευνας του Νομού Χαλκιδικής από τον παλαιότερο προς το νεότερο, με βάση τους παραπάνω χάρτες και δίνεται ο γεωλογικός χάρτης της περιοχής έρευνας (Σχήμα 3.3.4).



Σχήμα 3.3.4: Γεωλογικός χάρτης περιοχής έρευνας.

## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

### Γεωλογικοί σχηματισμοί

Άμμοι καστανοκίτρινοι συμπαγείς	Δουνίτες και περιδοτίτες	Παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθοι
Αλλουβιακά ριπίδια	Εκτεταμένα πηγμαπτικά σώματα μες την άλω επαφής	Πλαγιοκλαστικός-μικροκλιτικός γνεύσιος
Αλλουβιακές αποθέσεις	Ελουβιακός μανδύας	Πλειστοκαινικές αποθέσεις
Αμφιβολίτης	Επιγνεύσιοι	Πλευρικά κορήματα
Ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι	Επιδοιπτικοί-Ακτινολιθικοί σχιστόλιθοι	Πυροξενίτες
Ανώτερο σύστημα αναβαθμίδων	Επιφανειακό νερό	Ριπίδια προσχώσεων
Ανώτερος ορίζοντας μαρμάρων	Ερυθρές μάργες	Ρυόλιθοι
Αποθέσεις στις κοίτες ποταμών και χειμάρρων	Ιζήματα παράκτιων λιμνών και λιμνοθαλασσών	Σειρά ερυθρών αργίλων
Ασβεστίτικοι και ψαμμιτικοί σχιστόλιθοι	Καστανή μάργα	Σειρά λευκών μαργών
Ασβεστόλιθοι	Κατώτερο σύστημα αναβαθμίδων	Στρώματα Πρινοχωρίου
Ασβεστόλιθοι γλυκών υδάτων και σκληρές μάργες	Κερρασιλιθικοί-χλωριτικοί-αλβικοί σχιστόλιθοι	Σχηματισμός ανώτερου ασβεστολίθου
Βασική σειρά κροκαλοπαγών	Κροκαλοπαγή χαλαρής συνοχής	Σχιστώδεις ρυόλιθοι
Βιοιτικός γνεύσιος	Λιμναία ιζήματα	Σύγχρονες προσχώσεις
Βιοιτικός και διμαρμαρυγιακός γνεύσιος	Λιμναίοι Ασβεστόλιθοι	Σύγχρονες προσχώσεις
Γάββρος	Λιμναίοι ασβεστόλιθοι	Σύστημα πολυχρώμων μαργών και κροκαλοπαγών
Γεμίσματα δολιμών	Μάργες με κροκαλοπαγή	Τραβερτινοειδείς σχιστόλιθοι
Διμαρμαρυγιακοί γνεύσιοι	Μαρμαρυγιόχα σειρά τεφρών μαργών	Φακοί μαρμάρου
Διμαρμαρυγιακός και βιοιτικός γρανίτης (τύπου Αρναίας)	Μαρμαρυγιούχες μάργες	Φυλλίτες
Διορίτες και χαλαζιακοί διορίτες	Μεσαίο σύστημα αναβαθμίδων	Χαλαζίτες
Διοψιδικοί κερατίτες	Οφειολιθική σειρά	Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά
	Παράκτιες αποθέσεις	

### Παλαιοζωϊκό

- Αμφιβολίτες (ab): σκοτεινότεφροι ή μαύροι σε λεπτά στρώματα.
- Βιοιτικός γνεύσιος (gn.bi): απομεταμορφωμένος σε βιοιτικό-χλωριτικό-επιδοιπτικό σχιστόλιθο με υπολείμματα πλαγιοκλάστων.
- Ανώτερος ορίζοντας μαρμάρων (mr<sub>2</sub>): μάρμαρα γαλαζωπά ή λευκά.
- Φακοί μαρμάρου (mr): λευκοί έως γαλαζωποί φακοί αδρόκοκκοι.
- Διμαρμαρυγιακοί γνεύσιοι (gn<sub>2</sub>): εξαλλοιωμένος γνεύσιος προς απομεταμορφωμένους πρασινοκαστανούς σερικιτικούς-χλωριτικούς σχιστολίθους με υπολείμματα πλαγιοκλάστων.

### Μεσοζωϊκό

- Δουνίτες και περιδοτίτες (π.ο): κυρίως βερλίτες, επουσιώδεις μεταπεριδοτίτες. Εμφανίσεις χρωμίτη σε φακούς και λεπτά στρώματα, κυρίως μέσα σε δουνίτες.
- Πυροξενίτες (πρ): κυρίως βεμπστερίτης, επουσιώδη, διαλλανίτης και ολιβινικός διαλλανίτης.
- Γάββρος (θ<sub>1</sub>): ολιβινικός γάββρος, υπερσθενικός γάββρος, αυγιτικός νορίτης, κερρασιλιθικός γάββρος.
- Διορίτης και χαλαζιακός διορίτης (Σύμπλεγμα Γερακινής) (n.nq): μεσόκοκκος, ελάχιστα σχιστώδης. Ενστρώσεις σκοτεινοπράσινων, λεπτόκοκκων, επιδοιπτικών-χλωριτικών-χαλαζιακών σχιστολίθων, πιθανά και ηφαιστειακά πετρώματα.

- Επιγνεύσιοι (sch.gn): ανοικτοκάστανοι ή πρασινωποί, καλοστρωμένοι με γνευσιακό ή οφθαλμοειδή ιστό και πράσινα στρεβλωμένα χλωριτικά στρώματα.
- Πλαγιοκλαστικός μικροκλινικός γνεύσιος (gn(Mz)): υπόλευκος ή ροδόχρωμος, μέσο έως λεπτόκοκκος λεπτοστρωματώδης ή με οφθαλμοειδή ιστό.
- Εκτεταμένα πηγματιτικά σώματα μέσα στην άλω επαφής (πγ): μεταμορφωμένα σχιστώδη του Μεσοζωϊκού.
- Βιοτιτικός και διμαρμαρυγιακός γρανίτης (τύπου Σιθωνίας) (γ1.n): σχιστώδης, μεσόκοκκος γρανίτης.

#### **Τριαδικό -Μέσο Ιουρασικό**

- Ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι (T-Jm.mr): λευκοί έως γαλαζωποί, παχύ- έως λεπτοστρωματώδεις και χαλαζιακά – σερικιτικά μάρμαρα. Επίσης ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι με ενστρώσεις μαύρων φυλλιτών.
- Φυλλίτες (T.Jm.ph): σκοτεινότεφροι έως μαύροι γρανατούχοι με μικρές ενστρώσεις χαλαζίτη.
- Χαλαζίτες (T.Jm.st): λεπτοστρωματώδεις και χαλαζιτικοί ψαμμίτες, σκοτεινότεφροι ασβεστιτικοί.

#### **Μέσο - Άνω Τριαδικό**

- Ασβεστόλιθοι (Tm-s-k.d): λεπτοί και τεφροί παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθοι.

#### **Κάτω - Μέσο Ιουρασικό**

- Ασβεστόλιθοι (Ji.mk): σκοτεινότεφροι έως μαύροι λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθοι.

#### **Μέσο Ιουρασικό**

- Μάρμαρο (Tm-s?k): λευκό λεπτόκοκκο με μεταβάσεις προς ασβεστιτικούς σχιστολίθους.
- Ασβεστιτικοί-σερικιτικοί-χλωριτικοί σχιστόλιθοι και φυλλίτες (Ji-m?ag) μαύροι και καστανοί φυλλίτες με μαύρες πυριτολιθικές ταινίες.

#### **Άνω Ιουρασικό**

- Ασβεστόλιθοι (Js.k): τεφροί έως γαλαζωποί παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθοι
- Οφειολιθική σειρά (π.σ.μ): γάββροι, περιδοτίτες.
- Ασβεστόλιθος (Jsk): λεπτόκοκκοι λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθοι.
- Διμαρμαρυγιακός και βιοτιτικός γρανίτης (τύπου Αρναίας) (γ2): Σχιστώδης, μεσόκοκκος έως πηγματιτικός, κατά τόπους λευκοκρατικός έως απλιτικός.
- Οφειλιθική σειρά (ο): γάββροι και περιδοτίτες.

#### **Άνω Ιουρασικό – Κάτω Κρητιδικό**

- Επιδοτιτικοί- Ακτινολιθικοί σχιστόλιθοι (sch): αμεταμόρφωτος σχηματισμός του Βερτίσκου. Έντονα παραμορφωμένος βλαστομιλωνίτης. Εξαλλιοιωμένοι καλιούχοι άστριοι.
- Αργιλικόι σχιστόλιθοι (Js.Ki.ph): καστανόι έως τεφροί φυλλιτικοί σχιστόλιθοι.

### **Κρητιδικό**

- Παχυστρωματώδης ασβεστόλιθος (K.k): παχυστρωματώδης ασβεστόλιθος με απολιθώματα.

### **Ηώκαινο**

- Ασβεστιτικοί και ψαμμιτικοί σχιστόλιθοι (Fa): ελαφρώς μεταμορφωμένοι.
- Μαρμαρυγιούχες μάργες (e.st, e.m, e.c): μάργες με φακοειδείς παρεμβολές ασβεστολίθου.

### **Νεογενές (Α.Μειόκαινο-Κ.Πλειόκαινο)**

- Κροκαλοπαγή χαλαρής συνοχής (Mi.c): κροκαλοπαγή χαλαρής συνοχής.
- Σύστημα πολύχρωμων μαργών και κροκαλοπαγών (Mi.m<sub>1</sub>): μάργες και άργιλοι καστανού χρώματος.
- Μάργες με κροκαλοπαγή (Mi.mc): μάργες με κροκαλοπαγή.
- Άμμοι συμπαγείς καστανοκίτρινοι (Mi.s): λεπτόκοκκοι έως μεσόκοκκοι άμμοι.
- Καστανή μάργα (Mi.m<sub>3</sub>): μάργα καστανού χρώματος.
- Σχηματισμός Ανώτερου ασβεστολίθου (Pli.bk, Pli.m, Pli.mk): λατυποπαγείς ασβεστόλιθοι.
- Βασική σειρά κροκαλοπαγών (M<sub>4</sub>.c): Κροκαλοπαγή χερσαίας φάσεως που εναλλάσσονται με ψαμμίτες.
- Τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθοι (M<sub>4</sub>Pli.tv): περιορισμένης έκτασης και πάχους. Αποτελούν σφηνοειδείς ενστρώσεις στη σειρά των ερυθρών αργίλων και των βασικών κροκαλοπαγών.
- Σειρά ερυθρών αργίλων (M<sub>4</sub>Pli.l): λιμναίας έως χερσαίας φάσης.
- Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά (M<sub>4</sub>.Pli.st.m): αποτελείται από εναλλασσόμενα στρώματα άμμου.
- Λιμναίοι ασβεστόλιθοι (M<sub>4</sub>.Pli.mk): λευκοί, ανοιχτόχρωμοι, εύθρυπτοι. Συχνά περιέχουν ενστρώσεις ασβεστιτικών ψαμμιτών.

### **Πλειστόκαινο**

- Ριπίδια προσχώσεων (Q.cs<sub>1</sub>/Q.cs<sub>2</sub>): ριπίδια προσχώσεων.
- Ανώτερο σύστημα αναβαθμίδων (Pt.t<sub>1</sub>.c): άμμοι, ψηφίδες, κροκάλες, σχιστολιθικά πετρώματα.

- Μεσαίο σύστημα αναβαθμίδων (Pt.t<sub>2</sub>.c): άμμοι ή χαλίκια.
- Κατώτερο σύστημα αναβαθμίδων (Pt.t<sub>3</sub>.c): άμμοι και χάλικες.

### **Ολόκαινο**

- Κατώτερη βαθμίδα του κατώτερου συστήματος αναβαθμίδων (H.t.c): κυρίως άμμοι και κροκάλες.
- Πλευρικά κορήματα (sc): συνήθως χαλαρά, αρκετά συνεκτικά, αποτελούμενα από υλικά μεταμορφωμένων πετρωμάτων.
- Αλλουβιακά ριπίδια (ej): αμμούχες άργιλοι, άμμοι και ψηφίδες.
- Ελουβιακός μανδύας (el): αποσαθρώματα και λατύπες από μαγματικά και σχιστολιθικά πετρώματα.
- Λιμναία ιζήματα (H.lk): άργιλοι, ιλύες και άμμοι.
- Ιζήματα λιμνοθαλασσών (H.lg): άμμοι και αμμούχες άργιλοι.
- Παράκτιες αποθέσεις (cd.dn): άμμοι και θίνες.
- Αλλουβιακές αποθέσεις (al): αμμούχες άργιλοι, άμμοι και ψηφίδες.

### 3.4 Υδρογεωλογία περιοχής έρευνας

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί μπορούν να χαρακτηριστούν ως υδροπερατοί, ημιπερατοί και αδιαπέρατοι (Βουδούρης, 2013). Υδροπερατοί σχηματισμοί είναι αυτοί που επιτρέπουν την κυκλοφορία του νερού μέσα από τη μάζα τους, και διακρίνονται στους μικροπερατούς και τους μακροπερατούς σχηματισμούς. Οι μικροπερατοί σχηματισμοί αποτελούν χαλαρά υλικά, όπως είναι οι κροκάλες, οι άμμοι και οι χάλικες, και οφείλουν την περατότητα τους στο πρωτογενές πορώδες. Τα διαρρηγμένα και ρωγμωμένα πετρώματα οφείλουν την περατότητα τους στο δευτερογενές πορώδες. Στους ημιπερατούς σχηματισμούς εντάσσονται οι μικροπερατοί και μακροπερατοί σχηματισμοί. Όσον αφορά τους αδιαπέρατους σχηματισμούς, αυτοί χαρακτηρίζονται από χαμηλή περατότητα και δεν επιτρέπουν την κυκλοφορία του νερού διαμέσου της μάζας τους.

Στην περιοχή έρευνας αναπτύσσονται σημαντικές υδροφορίες εντός των Τεταρτογενών σχηματισμών, καθώς και των καρστικοποιημένων ανθρακικών σχηματισμών, ενώ μικρότερες υδροφορίες διακρίνονται σε ρωγματικούς σχηματισμούς. Οι υδροφορίες που αναπτύσσονται στην περιοχή έρευνας είναι οι εξής (Εξάρχου κ.ά, 2014):

#### ➤ **Υδροφορίες εντός των προσχωματικών σχηματισμών**

Υδροφορίες αναπτύσσονται εντός των προσχωματικών σχηματισμών που αποτελούνται από άμμους, χάλικες, κροκάλες, αργίλους, ιλύες και πηλούς. Εντός των προσχωματικών σχηματισμών αναπτύσσεται ένας ελεύθερος υδροφορέας και μία σειρά υπό πίεση υδροφορείς. Οι προσχωματικοί σχηματισμοί συναντώνται σε περιοχές της Κασσάνδρας, Ορμυλίας, και Ιερισσού.

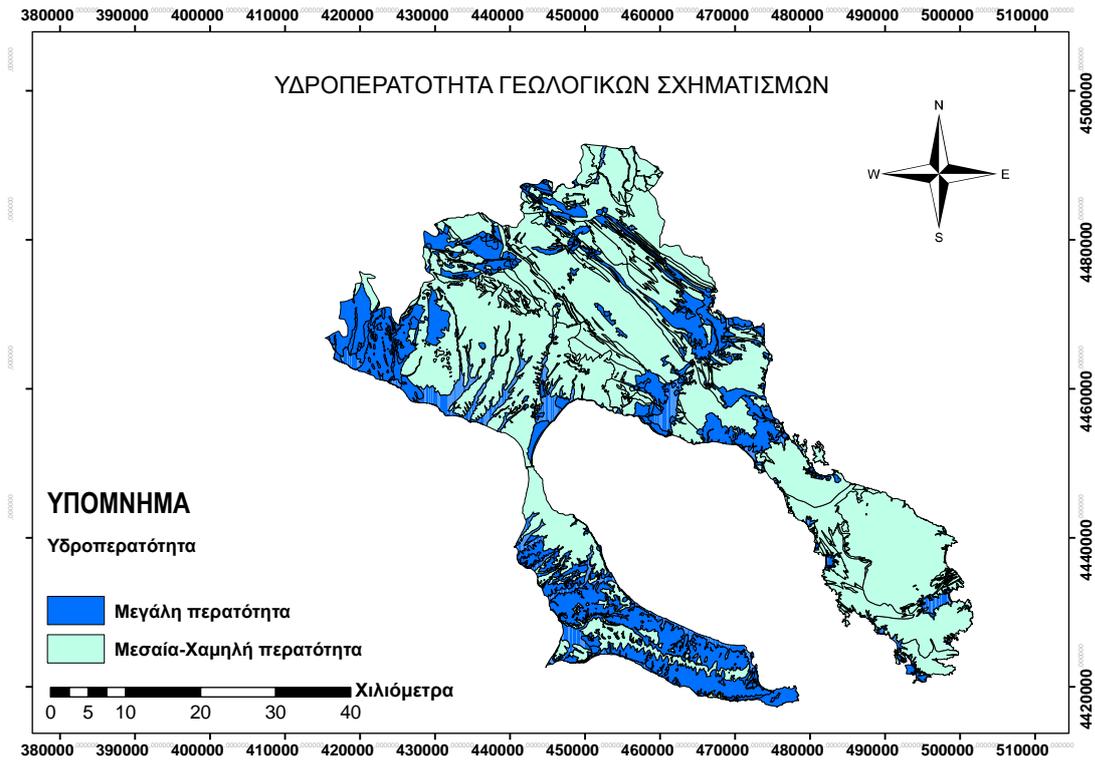
#### ➤ **Καρστικοί Υδροφορείς**

Οι καρστικοί υδροφορείς αποτελούνται από καρστικοποιημένους ανθρακικούς σχηματισμούς που εκφορτίζονται μέσα από καρστικές πηγές. Συγκεκριμένα στην περιοχή έρευνας καρστική υδροφορία αναπτύσσεται στην ενότητα Ντεβέ Κοράν.

#### ➤ **Ρωγματώδεις υδροφορείς**

Στους ρωγματώδεις υδροφορείς η κυκλοφορία του νερού πραγματοποιείται μέσα από ένα δίκτυο ασυνεχειών. Στην περιοχή έρευνας αναπτύσσονται ρωγματώδεις υδροφορείς στην περιοχή της Σιθωνίας, καθώς και στο Όρος Χολομώντα.

Παρακάτω παρατίθεται ο χάρτης υδροπερατότητας των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής έρευνας (Σχήμα 3.4.1).



Σχήμα 3.4.1 Χάρτης υδροπερατότητας γεωλογικών σχηματισμών.

### 3.5 Κλιματικά χαρακτηριστικά

Στο Νομό Χαλκιδικής το κλίμα χαρακτηρίζεται ως μεταβατικό μεταξύ του ηπειρωτικού κλίματος της Κεντρικής Ευρώπης και του μεσογειακού κλίματος. Η Χαλκιδική ανήκει στην Κλιματική Ζώνη Γ', δηλαδή στις περιοχές με υψόμετρο μεγαλύτερο από 500m. Ο καθορισμός των κλιματικών συνθηκών πραγματοποιήθηκε με βάση τα κλιματικά στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (EMY) που προέκυψαν από τον σταθμό μέτρησης, ο οποίος βρίσκεται στο Δήμο Πολυγύρου με γεωγραφικό πλάτος 40<sup>0</sup> 20', γεωγραφικό μήκος 23<sup>0</sup> 26' και υψόμετρο βαρομέτρου 545 m, και βασίζεται σε μακροχρόνιες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν. (Αργυρίου κ.ά., 2012).

Στον πίνακα 3.5.1 παρουσιάζονται η μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια μιας ημέρας (°C), η μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία (°C), το μέσο ύψος βροχόπτωσης (mm), η μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία (°C) και η μέση ταχύτητα του ανέμου (m/s).

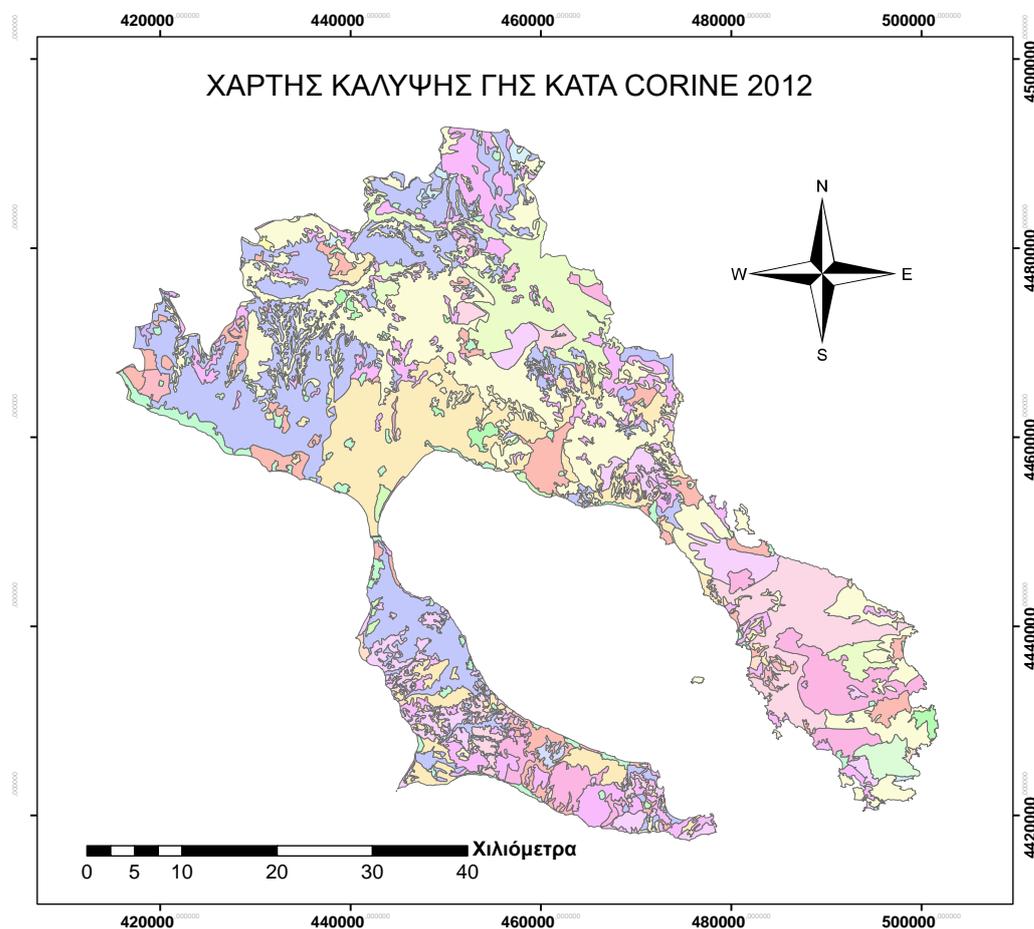
Πίνακας 3.5.1: Μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια μιας ημέρας (°C), μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία (°C), μέσο ύψος βροχόπτωσης (mm), μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία (°C) και μέση ταχύτητα του ανέμου (m/s) (Αργυρίου κ.ά., 2012).

Μήνες	Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)	Μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία (°C)	Μέσο ύψος βροχόπτωσης (mm)	Μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία (°C)	Μέση ταχύτητα του ανέμου (m/s).
Ιανουάριος	6,7	10,9	31,8	3,2	2,6
Φεβρουάριος	5,9	8,7	66,0	2,7	2,6
Μάρτιος	10,0	13,0	70,6	6,0	2,5
Απρίλιος	13,6	16,5	29,6	7,7	2,3
Μάιος	17,6	20,6	46,4	12,1	1,7
Ιούνιος	23,5	26,0	59,4	15,8	1,5
Ιούλιος	25,1	27,5	28,7	16,9	1,6
Αύγουστος	25,0	27,1	35,6	17,9	1,6
Σεπτέμβριος	22,4	24,8	71,5	16,1	1,3
Οκτώβριος	16,5	19,7	69,1	11,6	2,1
Νοέμβριος	12,1	15,2	45,7	7,9	2,6
Δεκέμβριος	8,6	12,8	78,4	4,7	2,9
Έτους	15,6	18,6	52,4	10,2	2,1

### 3.6 Χρήσεις Γης

Για την περιγραφή των χρήσεων γης χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Corine Land Cover 2012 (Coordination of Information on the Environment), το οποίο είναι ένα Ευρωπαϊκό πρόγραμμα που παρέχει πληροφορίες για την εδαφική κάλυψη. Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν στο λογισμικό ArcGIS 10.3 και προέκυψε ο παρακάτω χάρτης κάλυψης γης, καθώς και το παρακάτω υπόμνημα (Σχήμα 3.6.1).

Η περιοχή έρευνας χαρακτηρίζεται από σκληρόφυλλη βλάστηση, ελαιώνες, αμπελώνες, μεγάλες εκτάσεις ακτών, αραιά καλλιεργημένες με λαχανικά περιοχές, βοσκοτόπια, βιομηχανικές και εμπορικές μονάδες, καθώς και από άλλες χρήσεις γης, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω χάρτη κάλυψης γης κατά Corine Land Cover 2012 (CLC 2012).



Σχήμα 3.6.1 Χάρτης κάλυψης Γης σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine Land Cover 2012.

## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

### Χρήσεις γης

#### Περιγραφή

-  Βιομηχανικές ή Εμπορικές μονάδες
-  Σκουπιδότοποι και εργοτάξια
-  Μη καλλιεργήσιμες εκτάσεις
-  Γυμνοί βράχοι
-  Ακτές
-  Δάση πλατύφυλλων
-  Καμένες περιοχές
-  Συμπλέγματα καλλιεργειών
-  Δάση κωνοφόρων
-  Ασυνεχείς αστικές δομές
-  Αγροτικές εκτάσεις με σημαντικό ποσοστό βλάστησης
-  Μικτά δάση
-  Φυσικοί λιβαδότοποι
-  Μη αρδευόμενες αρώσιμες εκτάσεις
-  Ελαιώνες
-  Βοσκοτόπια
-  Μόνιμα αρδευόμενες εκτάσεις
-  Αλμυροί βάλτοι
-  Σκληρόφυλλη βλάστηση
-  Αραιά καλλιεργημένες με λαχανικά περιοχές
-  Ζώνες μεταβατικής δασικής βλάστησης
-  Αμπελώνες

## 4 Αστικά Στερεά Απορρίμματα

### 4.1 Διαχείριση των αστικών στερεών απορριμμάτων

Ο ΧΥΤΑ (Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων) είναι ένας χώρος ειδικά επιλεγμένος, διαμορφωμένος και εξοπλισμένος, του οποίου ο τρόπος λειτουργίας, διαχείρισης και παρακολούθησης ικανοποιεί ορισμένες προδιαγραφές (Φάττα, 2005). Πρόκειται για ειδικά διαμορφωμένους χώρους στους οποίους γίνεται η ταφή των απορριμμάτων. Χρησιμοποιούνται υλικά, όπως το τσιμέντο, το χώμα και οι πλαστικές μεμβράνες με σκοπό να εμποδίζουν τα υγρά από τα οργανικά απόβλητα να διαφύγουν στο γύρω περιβάλλον. Οι ΧΥΤΑ λειτουργούν για περίπου τριάντα έτη και έπειτα ξεκινάει η αποκατάσταση τους, όπου σε πρώην χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, που αποτελούν πηγή ρύπανσης και μόλυνσης, δημιουργούνται περιβαλλοντικά πάρκα, τα οποία αναβαθμίζουν αισθητικά την περιοχή.

Σύμφωνα με το άρθρο 24 του Συντάγματος, αποτελεί επιτακτική ανάγκη η ορθολογική διαχείριση των στερεών αποβλήτων με κύριο στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την προστασία της δημόσιας υγείας (Βουδούρης, 2009). Στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων μπορούν να απορριφθούν στερεά μη επικίνδυνα απόβλητα, όπως είναι τα αστικά απορρίμματα, τα μη επικίνδυνα βιομηχανικά απόβλητα, τα αδρανή οικοδομικά υλικά, δηλαδή απόβλητα που δεν απειλούν σε μεγάλο βαθμό το περιβάλλον, καθώς και τη δημόσια υγεία. Τα επικίνδυνα απόβλητα διατίθενται για ταφή ή μη, εφόσον πρώτα περάσουν από κάποια στάδια επεξεργασίας.

Τα αστικά απορρίμματα αποτελούνται κυρίως από χαρτί, τρόφιμα, υφάσματα, ξύλο, φυτικές ύλες, γυαλί, και πλαστικά. Πολλές φορές στα αστικά απορρίμματα συναντούνται σε μικρό ποσοστό επικίνδυνα απόβλητα, όπως χρώματα, ορυκτέλαια, απορρυπαντικά.

Οι Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων διαμορφώνονται με σκοπό την απόθεση των απορριμμάτων μιας περιοχής. Η υγειονομική ταφή είναι η μέθοδος σύμφωνα με την οποία πραγματοποιείται ελεγχόμενη και οργανωμένη διάθεση αποβλήτων στο έδαφος, και συγκεκριμένα στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων. Για να πραγματοποιηθεί σωστή εφαρμογή είναι απαραίτητη η οριοθέτηση ενός συγκεκριμένου κατάλληλου χώρου που συνάδει με τα απαραίτητα κριτήρια, η συμπίεση και η επικάλυψη των απορριμμάτων σε καθημερινή βάση, ο έλεγχος και η απομάκρυνση των στραγγισμάτων και του βιοαερίου που παράγονται καθώς και η αποκατάσταση του χώρου με το πέρας των εργασιών απόθεσης.

Στην αύξηση των απορριμμάτων συμβάλει η χρήση υλικών για τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, η αύξηση του πληθυσμού και η μη ορθολογική διαχείριση των απορριμμάτων από την κοινωνία, η οποία δε συμβαδίζει με τις ενέργειες που πραγματοποιούνται για την προστασία του περιβάλλοντος, όπως η ανακύκλωση (Ζόραπας, 2010). Επίσης, ο αριθμός των Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Χωματερών (ΧΑΔΑ) που υπάρχουν στην Ελλάδα αποτελεί παράδειγμα της έλλειψης ενημέρωσης και ευαισθησίας της κοινωνίας (Μπρακίρτζι & Ρουλιός, 2016). Συγκεκριμένα στο Νομό Χαλκιδικής έχουν καταγραφεί σε αυτόν δεκατέσσερις (14) υφιστάμενοι ΧΑΔΑ, όπου οι δέκα (10) από αυτούς έχουν αποκατασταθεί. Η αποκατάσταση των υπολοίπων δεν έχει υλοποιηθεί μέχρι στιγμής, όμως έχει υπογραφεί η σύμβαση αποκατάστασης. Οι υφιστάμενοι ΧΑΔΑ βρίσκονται στους Δήμους Αριστοτέλη, Νέας Προποντίδας, Πολυγύρου και Σιθωνίας.

Κάποιες βασικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των αστικών απορριμμάτων, εκτός από την υγειονομική ταφή είναι η βιολογική και η θερμική επεξεργασία.

Η βιολογική επεξεργασία ή αλλιώς κομποστοποίηση αποτελεί μια σημαντική διαδικασία κατά την οποία σχηματίζεται ένα τελικό προϊόν που ονομάζεται compost, έπειτα από μία αερόβια διαδικασία (Βουδούρης, 2009). Το τελικό αυτό προϊόν δημιουργείται από τα οργανικά στοιχεία των αστικών απορριμμάτων και περιέχει κάποια θρεπτικά συστατικά που του επιτρέπουν να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό. Η συγκεκριμένη μέθοδος δεν επιβαρύνει το περιβάλλον και είναι πολύ εύχρηστη, διότι παράλληλα με την συμβολή της στις καλλιέργειες, βοηθάει και στην ανακύκλωση των αστικών απορριμμάτων. Επιπλέον, κατά την αναερόβια βιολογική επεξεργασία παράγεται το βιοαέριο, το οποίο αποτελείται από περίπου ίσα μέρη μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και μεθανίου (CH<sub>4</sub>) και σε μικρότερο ποσοστό 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>.

Με την θερμική επεξεργασία παράγεται θερμική και ηλεκτρική ενέργεια, που συμβάλλει στη μείωση των απορριμμάτων. Ωστόσο, χαρακτηρίζεται από το υψηλό κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης της μονάδας.

Όσον αφορά την υγειονομική ταφή των απορριμμάτων αποτελεί μία οικονομική μέθοδο διαχείρισης των απορριμμάτων, η οποία είναι φιλική προς το περιβάλλον όταν συνδυάζεται με ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των υλικών. Για την ορθή

λειτουργία των χώρων υγειονομικής ταφής απαιτείται η εύρεση ενός κατάλληλου χώρου, η καθημερινή επεξεργασία των απορριμμάτων με σκοπό την συμπίεση τους, η παρακολούθηση των διασταλλάζοντων υγρών καθώς και του βιοαερίου. Τέλος, υποχρεωτική διαδικασία αποτελεί και η αποκατάσταση των χώρων αυτών και η αισθητική τους αναβάθμιση. Για να πραγματοποιηθεί υγειονομική ταφή είναι απαραίτητο να ικανοποιούνται ορισμένα κριτήρια, τα οποία δίνονται σε επόμενο κεφάλαιο.

## 4.2 Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ

Η οριοθέτηση κατάλληλων θέσεων για ΧΥΤΑ απαιτεί τη λήψη συγκεκριμένων κριτηρίων, τα οποία σχετίζονται με τη γεωλογία, τη στεγανότητα, το περιβάλλον, το κλίμα, τη σεισμικότητα, τις υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής καθώς και πολλά ακόμα κριτήρια, τα οποία θα αναφερθούν παρακάτω (Βουδούρης, 2009). Η λήψη των κριτηρίων αυτών είναι απαραίτητη για την ορθή λειτουργία του ΧΥΤΑ, και συμβάλλουν στη μέγιστη διάρκεια ζωής του.

Η παρακολούθηση τους στηρίζεται στον έλεγχο της ποιότητας του νερού μέσω γεωτρήσεων και πραγματοποιείται τουλάχιστον δύο φορές το χρόνο. Η αποκατάσταση του ΧΥΤΑ στοχεύει στη βελτίωση της αισθητικής της εκάστοτε περιοχής, στην ανάπτυξη της χλωρίδας και της πανίδας, καθώς και στην βελτίωση του εδάφους με σκοπό την μελλοντική χρήση του.

Τα κριτήρια για την επιλογή κατάλληλων θέσεων ΧΥΤΑ είναι τα εξής (Πίνακας 4.2.1):

- **Γεωλογικά κριτήρια:** μελετάται η γεωλογία, η τεκτονική, η νεοτεκτονική, η λιθολογία και η στρωματογραφία της περιοχής. Η παρουσία ασβεστολιθικών και διαρρηγμένων πετρωμάτων αποτελεί απαγορευτική συνθήκη για την δημιουργία ΧΥΤΑ. Προτιμούνται στεγανές περιοχές με τιμή υδροπερατότητας  $10^{-7}$  m/s, έτσι ώστε μετά την επεξεργασία να πάρει την τιμή  $10^{-9}$ , η οποία είναι και η επιθυμητή τιμή στεγανότητας.
- **Υδρογεωλογικά κριτήρια:** εξετάζονται οι υδραυλικές παράμετροι των υδροφορέων, η γεωμετρία τους, η ύπαρξη γειτονικών λεκανών, καθώς και η ποιότητα του υπόγειου νερού. Προτιμούνται κυρίως περιοχές στις οποίες η στάθμη του υπόγειου νερού βρίσκεται σε μεγάλο βάθος, και το νερό είναι ποιοτικά υποβαθμισμένο. Επίσης, σχηματισμοί με υψηλό pH παρέχουν εξασθένιση του ρύπου μέσω των διαδικασιών της προσρόφησης και ανταλλαγής κατιόντων.
- **Γεωτεχνικά κριτήρια:** ελέγχονται κυρίως τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά του εδάφους, όπως η ευστάθεια, η κλίση, οι καθιζήσεις και η διαβρωσιμότητα του. Οι περιοχές που χαρακτηρίζονται ως κατάλληλες για την κατασκευή ΧΥΤΑ είναι οριζόντιες ή εμφανίζουν κλίση μικρότερη από 15%.
- **Χωροταξικά κριτήρια:** η εγκατάσταση ενός ΧΥΤΑ πρέπει να πραγματοποιείται με βάση κάποιων συγκεκριμένων αποστάσεων από συγκεκριμένους χώρους,

όπως από οικισμούς, πηγές, μνημεία, χώρους αναψυχής και υγροβιότοπους. Απαγορεύεται αυστηρά η κατασκευή ΧΥΤΑ κοντά σε παραδοσιακούς οικισμούς και αρχαιολογικούς χώρους. Οι ΧΥΤΑ πρέπει να απέχουν 100 m από ποταμούς, 300 m από λίμνες, 300 m από εθνικές οδούς, 3000 m από αεροδρόμια και 400 m από υδρευτικές γεωτρήσεις.

- **Περιβαλλοντικά κριτήρια:** ελέγχονται οι επιδράσεις των ΧΥΤΑ στην χλωρίδα και πανίδα.
- **Κλιματικά-υδρολογικά κριτήρια:** εξετάζεται η ένταση και η διεύθυνση του ανέμου, η επιφανειακή απορροή, η κατανομή των βροχοπτώσεων, η εξατμισοδιαπνοή, η οποία μπορεί να ρωγματώσει την αργιλική μεμβράνη, καθώς και κάποια στοιχεία του κλίματος της περιοχής.
- **Οικονομικά κριτήρια:** πρέπει να ληφθούν υπόψη το κόστος μεταφοράς των απορριμμάτων, η αξία της γης στην οποία θα κατασκευαστεί ο ΧΥΤΑ, το κόστος για την στεγανοποίηση του πυθμένα, η διαθεσιμότητα των δικτύων ύδρευσης και ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς και η εύρεση του κατάλληλου χώρου που θα μπορεί να υποστηρίξει τα απορρίμματα του πληθυσμού της περιοχής.
- **Λειτουργικά κριτήρια:** λαμβάνεται υπόψη η διάρκεια ζωής του ΧΥΤΑ, η ευκολία εύρεσης κατάλληλου χώρου για σχεδιασμό ΧΥΤΑ και η διαθεσιμότητα του υλικού που απαιτείται για την επικάλυψη των απορριμμάτων.

Πίνακας 4.2.1: Κριτήρια αποκλεισμού περιοχών για τη χωροθέτηση ΧΥΤΑ (Χατζηπαναγιώτου, 2014).

Κριτήρια	Αποκλεισμός/ Απόσταση από περιοχή
<b>1. Χωροταξικά Κριτήρια</b>	
Απόσταση από οικισμούς	2000 m
Απόσταση από Αρχαιολογικά και Πολιτιστικά μνημεία	Πλήρης αποκλεισμός εντός των ορίων αυτών
Απόσταση από αεροδρόμιο	3000 m
Απόσταση από οδικό δίκτυο	300m
<b>2. Γεωλογικά-Υδρογεωλογικά κριτήρια</b>	
Απόσταση από Υδρογραφικό δίκτυο	100 m
Μορφολογική κλίση	<15%
Περατότητα	Μεγάλη
Απόσταση από ρήγματα	200 m
<b>3. Περιβαλλοντικά Κριτήρια</b>	
Περιοχές χαρακτηρισμένες ως RAMSAR, SPA, NATURA και εθνικά πάρκα	Πλήρης αποκλεισμός εντός των ορίων αυτών

Για να γίνει ορθή επιλογή θέσης ΧΥΤΑ είναι αναγκαίο να ικανοποιείται ένας συγκεκριμένος αριθμός κριτηρίων. Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία είναι τα ακόλουθα (Καλλέργης, 2000):

- Η αστική περιοχή και οι οικισμοί θα πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 2000 m από τον σχεδιαζόμενο ΧΥΤΑ.
- Η περιοχή του ΧΥΤΑ πρέπει να απέχει 300 m από το κύριο οδικό δίκτυο.
- Η περιοχή του ΧΥΤΑ πρέπει να βρίσκεται σε απόσταση 100 m περιμετρικά από το κύριο υδρογραφικό δίκτυο.
- Συνίσταται να αποφεύγονται ασταθείς περιοχές και να επιλέγονται περιοχές με μικρές κλίσεις πρανών (<15%).
- Κατάλληλες περιοχές για ΧΥΤΑ κρίνονται αυτές, όπου οι τιμές της υδροπερατότητας τους χαρακτηρίζονται μεσαίες έως μικρές, δηλαδή τα πετρώματα είναι ημιπερατά - αδιαπέρατα, ενώ οι μεγάλες τιμές υδροπερατότητας, όπου τα πετρώματα θεωρούνται περατά, δε λαμβάνονται υπόψη.
- Η απόσταση περιμετρικά από τα ρήγματα είναι 200 m.
- Στις περιοχές που χαρακτηρίζονται ως Natura 2000 ισχύει πλήρης αποκλεισμός των ορίων αυτών.
- Η απόσταση από την ακτή πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 1.000m, με στόχο την προστασία του παραθαλάσσιου περιβάλλοντος και των ακτών.
- Η απόσταση που πρέπει να απέχει κάθε προτεινόμενη θέση από τις πηγές δόθηκε 150m.

#### 4.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Στους ΧΥΤΑ γίνεται ρήψη κυρίως αστικών απορριμμάτων και μη επικίνδυνων αποβλήτων, ενώ απαγορεύεται η ρήψη υγρών αποβλήτων, νοσοκομειακών αποβλήτων, ελαστικών αυτοκινήτων, χημικών αποβλήτων, αποβλήτων που εκπέμπουν ενοχλητικές οσμές και αποβλήτων που προκαλούν διαβρώσεις ή εκρήξεις (Βουδούρης, 2009).

Παρόλο που δεν γίνεται ρήψη επικίνδυνων αποβλήτων, ελλοχεύει ο κίνδυνος κατείσδυσης των διασταλλάζοντων υγρών κατά τη λειτουργία των ΧΥΤΑ. Τα διασταλλάζοντα υγρά προκύπτουν από την αποσύνθεση των απορριμμάτων και τον εμπλουτισμό τους με νερό από τη φυσική υγρασία, ή την πιθανή διήθηση νερού βροχής και αποτελούν σημαντική πηγή ρύπανσης και μόλυνσης των υπόγειων νερών.

Ωστόσο, η λειτουργία ενός ΧΥΤΑ παρουσιάζει και αρκετά μειονεκτήματα. Οι ΧΥΤΑ θεωρούνται σημειακές πηγές ρύπανσης και οι διαφυγές των στραγγισμάτων που δημιουργούνται κινούνται από την ακόρεστη ζώνη και στην κορεσμένη, δημιουργώντας το πλούμιο της ρύπανσης, το οποίο μπορεί να φτάσει σε οριζόντια απόσταση τα 2-3 km και σε βάθος τα 50 m. Τα στραγγίσματα αποτελούν πιθανή πηγή ρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Για αυτό τον λόγο ελέγχονται ανά τρεις μήνες με κατάλληλες γεωτρήσεις και παρακολουθείτε η ποιότητα τους.

Η παραγωγή αερίων αποτελεί επίσης πηγή ρύπανσης και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την υγρασία που υπάρχει (Καλλέργης, 2000). Η εκπομπή αερίων, όπως μεθάνιο, διοξείδιο του άνθρακα, θειικό οξύ, αμμωνία, υδρόθειο και μονοξείδιο του άνθρακα συντελεί στη ρύπανση της ατμόσφαιρας. Παρατηρούνται επιπλέον και ορισμένες δυσμενείς επιπτώσεις στην πανίδα και χλωρίδα, αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος, έκλυση οσμών και σκόνης, κίνδυνοι ανάφλεξης καθώς και θόρυβος από τη λειτουργία των μηχανημάτων μεταφοράς.

#### 4.4 Αποκατάσταση ΧΥΤΑ

Μετά το πέρας των εργασιών απόθεσης πραγματοποιείται η τελική επικάλυψη, η οποία στοχεύει στη μείωση του παραγόμενου στραγγίσματος (Καλλέργης, 2000). Η τελική επικάλυψη πραγματοποιείται κυρίως με τη χρήση μπεντονίτη, ο οποίος είναι στεγανός και δεν επιτρέπει τα διασταλλάζοντα υγρά να κατεισδύσουν στο υπέδαφος. Η τελική επικάλυψη αποτρέπει τις δυσοσμίες και επιτρέπει την ανάπτυξη κατάλληλης βλάστησης με στόχο την αισθητική αποκατάσταση του τοπίου. Δημιουργούνται, επίσης κατασκευές, όπως πάρκα αναψυχής και χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων, ενώ αποφεύγεται η κατασκευή πολυόροφων κτιρίων. Μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ είναι απαραίτητη η υδρογεωλογική παρακολούθηση, η οποία έχει διάρκεια περίπου τριάντα έτη.

Συνεπώς, η αποκατάσταση είναι μία πολύ σημαντική διαδικασία και πρέπει να πραγματοποιείται όταν δεν λαμβάνει χώρα πλέον η υγειονομική ταφή των απορριμμάτων. Συνεισφέρει στη βελτίωση της αισθητικής του περιβάλλοντος, αλλά συμβάλλει και στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούν οι ΧΥΤΑ.

#### 4.5 Χωροθέτηση ενός ΧΥΤΑ - Νομοθετικό πλαίσιο

Το νομικό πλαίσιο που διέπει τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα καθορίζεται από:

- το Ν. 2939/2001 (ΦΕΚ 179/Α/06.08.2001) «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις», όπως τροποποιήθηκε με το Ν. 3854/10 (ΦΕΚ 94/Α/23.06.2010) «Τροποποίηση της νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων και τον Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις» και το Ν.4042/2012.
- το Ν.4042/2012 (ΦΕΚ 24/Α/13-2-2012) «Ποινική Προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» που ενσωματώνει στο εθνικό δίκαιο την οδηγία-πλαίσιο 2008/98/ΕΕ για τα απόβλητα.
- το Ν. 4014/11 (ΦΕΚ 209/Α/21-9-11) «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος» όπως τροποποιήθηκε και ισχύει.
- Στο εθνικό δίκαιο έχουν επίσης ενσωματωθεί βασικές οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα απόβλητα, όπως η ΚΥΑ 29407/3508/2002 (ΦΕΚ 1572 Β) «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων», προς ενσωμάτωση της Οδηγίας 1999/31/ΕΚ ενώ έχει άμεση ισχύ ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (ΕΚΑ), σύμφωνα με το Παράρτημα της Απόφασης 2002/532/ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει. Για τη ρύθμιση επιμέρους θεμάτων έχει εκδοθεί σειρά κοινών υπουργικών αποφάσεων, η σημαντικότερη από τις οποίες είναι η ΚΥΑ με αρ. 50910/2727/2003 «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων.

## 5 Υφιστάμενοι ΧΥΤΑ Νομού Χαλκιδικής

Στο Νομό Χαλκιδικής υφίστανται τρεις Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Μρακirtzi & Poulis, 2016). Λειτουργεί ένας στον Δήμο Κασσάνδρας και δύο στον Δήμο Πολυγύρου (ένας στη δημοτική ενότητα Ανθεμούντα και ένας στην ενότητα Πολυγύρου). Στον Δήμο Αριστοτέλη αναμένεται να ξεκινήσει η κατασκευή ενός νέου ΧΥΤΑ. Στους Δήμους Σιθωνίας και Αριστοτέλη δε λειτουργούν Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων, όμως λειτουργούν Σταθμοί Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων στην Καλλικράτεια, στην Αρναία, στη Νικήτη και στην Ιερισσό. Οι Σταθμοί Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) αποτελούν συμπλήρωμα των δράσεων διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων, και συμβάλλουν στη βελτίωση των συνθηκών καθαριότητας και μεταφοράς των απορριμμάτων σε συνδυασμό με τη μείωση του κόστους. Με τον τρόπο αυτό μειώνονται σημαντικά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούν τα απορριμματοφόρα.

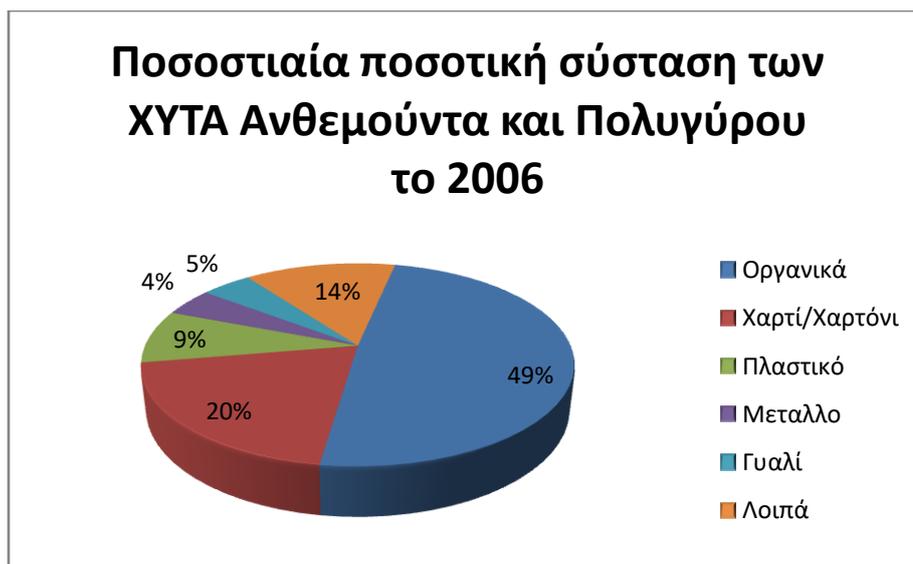
Ο υφιστάμενος ΧΥΤΑ στο Δήμο Ανθεμούντα εξυπηρετεί τους Δήμους Νέας Προποντίδας, Σιθωνίας και Κασσάνδρας. Η Α' φάση του ξεκίνησε να λειτουργεί το 2009 και έχει χωρητικότητα  $495.817 \text{ m}^3$ , ενώ η Β' φάση θα κατασκευαστεί μελλοντικά. Η υπολειπόμενη διάρκεια ζωής του υφιστάμενου ΧΥΤΑ στο Δήμο Ανθεμούντα είναι περίπου δεκαπέντε έτη. Ο υφιστάμενος ΧΥΤΑ στο Δήμο Πολυγύρου εξυπηρετεί τους Δήμους Αριστοτέλη, Κασσάνδρας και Σιθωνίας. Ο ΧΥΤΑ Πολυγύρου χωρίζεται σε τρία κύτταρα με συνολικό ενεργό χώρο 26,9 στρέμματα. Η Α' φάση λειτουργεί από τις 29/06/2009 και η εισερχόμενη ποσότητα ΑΣΑ υπολογίστηκε 23.782 t το 2014. Η υπολειπόμενη διάρκεια ζωής του συγκεκριμένου ΧΥΤΑ είναι τέσσερα έτη. Στον ΧΥΤΑ Πολυγύρου διατίθενται και τα αστικά στερεά απόβλητα του Δήμου Αριστοτέλη, το 27% του Δήμου Σιθωνίας, καθώς και το 50% των απορριμμάτων του Δήμου Κασσάνδρας. Στον υφιστάμενο ΧΥΤΑ Κασσάνδρας έχει γίνει διακοπή εργασιών για το έργο της επέκτασης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ποιοτική σύσταση των αστικών στερεών αποβλήτων μεταβάλλεται χρονικά και τοπικά και αυτό συμβαίνει, επειδή η ποιοτική σύσταση των απορριμμάτων εξαρτάται από την οικονομία και το βιοτικό επίπεδο της περιοχής που επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τα καταναλωτικά πρότυπα. Παραδείγματος χάριν τους καλοκαιρινούς μήνες μεγάλο ποσοστό των ελληνικών απορριμμάτων αντιστοιχεί σε φρούτα και νωπά λαχανικά. Τα βασικά κλάσματα των αστικών στερεών απορριμμάτων

περιλαμβάνουν συγκεκριμένα συστατικά και βάση αυτών χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Οργανικά: βιοαποδομήσιμα υλικά φυτικής και ζωικής προέλευσης.
- Χαρτί/ Χαρτόνι: όλα τα προϊόντα από χαρτί και χαρτόνι.
- Μέταλλα: όλα τα μέταλλα, σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μεταλλικά αντικείμενα.
- Γυαλί: όλα τα είδη γυαλιού.
- Πλαστικό: όλα τα είδη πλαστικών και πολυμερών υλικών.
- Μπαταρίες: οι μπαταρίες οικιακής χρήσης.
- Υπόλοιπα: υλικά που δεν ανήκουν σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες, όπως τα ογκώδη αντικείμενα (πχ. έπιπλα, στρώματα, ξύλο, δέρμα κλπ.).

Η ποιοτική σύσταση των ΧΥΤΑ Ανθεμόντα και Πολυγύρου για το έτος 2006 φαίνεται στον παρακάτω διάγραμμα, όπου παρατηρούμε την ποσοστιαία ποσοτική σύσταση των ΧΥΤΑ Ανθεμόντα και Πολυγύρου το 2006 (Σχήμα 5.1).



Σχήμα 5.1 Ποσοστιαία ποσοτική σύσταση των ΧΥΤΑ Ανθεμόντα και Πολυγύρου το έτος 2006 (Μρακίρτζι&Ρουλιός, 2016).

Για την Περιφερειακή Ενότητα Χαλκιδικής για το διάστημα 2001-2011 παρατηρήθηκε αύξηση του μόνιμου πληθυσμού κατά 0,90% και με αυτόν τον τρόπο υπολογίστηκε η πληθυσμιακή αύξηση έως και το 2020. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται ο μόνιμος και εποχικός πληθυσμός της Περιφερειακής Ενότητας της Χαλκιδικής από το 2014-2020 και η συνολική ετήσια παραγωγή Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ) (Πίνακας 5.1).

Πίνακας 5.1: Αναλυτικά στοιχεία εξέλιξης παραγωγής ΑΣΑ στην Περιφερειακή ενότητα Χαλκιδικής (2014-2020) (t) (Μπρακίρτζι&Ρουλιός, 2016).

Έτος	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Μόνιμος Πληθυσμός	110.648	111.642	112.644	113.656	114.677	115.707	116.746
Εποχικός πληθυσμός	22.536	22.536	22.536	22.536	22.536	22.536	22.536
Συνολική ετήσια παραγωγή ΑΣΑ (t)	72.487	73.297	74.116	74.945	75.785	76.635	77.435

Η ποιοτική σύσταση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ) για την περιφέρεια Χαλκιδικής το έτος 2014 φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5.2).

Πίνακας 5.2: Ποσοτική σύσταση ΑΣΑ για την περιφέρεια Χαλκιδικής το έτος 2014 (t)(Μπρακίρτζι&Ρουλιός, 2016).

Είδος Αποβλήτου	Ποσότητες ΠΕ Χαλκιδικής (t)
Οργανικά	32.112
Χαρτί / Χαρτόνι	16.092
Πλαστικό	10.076
Μέταλλο	2.827
Γυαλί	3.117
Λοιπά	8.264
Σύνολο ΑΣΑ	72.487

Στους Δήμους Αριστοτέλη, Πολυγύρου και Σιθωνίας έχουν αναπτυχθεί προγράμματα κομποστοποίησης οργανικών αποβλήτων και αναμένεται η εφαρμογή προγραμμάτων διαχείρισης βιοαποβλήτων στον Δήμο Κασσάνδρας και Νέας Προποντίδας. Πιο συγκεκριμένα στον Δήμο Αριστοτέλη ξεκίνησε η προώθηση του προγράμματος οικιακής κομποστοποίησης το 2014, ενώ στο Δήμο Πολυγύρου την άνοιξη του 2013. Στον Δήμο Αριστοτέλη το πρόγραμμα αυτό περιλαμβάνει την παροχή 1.500 κάδων κομποστοποίησης βιοαποδομήσιμων απορριμμάτων και την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των κατοίκων για την ορθολογική διαχείριση των αστικών στερεών απορριμμάτων. Το υλικό τύπου κόμποστ που παράγεται διατίθεται δωρεάν στους

κατοίκους. Στον Δήμο Πολυγύρου δόθηκαν δωρεάν στους κατοίκους του Δήμου περίπου 1.500 κάδη κομποστοποίησης 310 λίτρων.

Στο Νομό Χαλκιδικής υπό κατασκευή είναι δύο μονάδες επεξεργασίας βιοαποβλήτων. Η πρώτη μονάδα θα έχει δυναμικότητα 8.200 t και θα εξυπηρετεί τους Δήμους Κασσάνδρας, Νέας Προποντίδας, Ανθεμούντα και Ζερβοχωρίων. Η δεύτερη μονάδα επεξεργασίας βιοαποβλήτων θα έχει δυναμικότητα 5.600 t και θα εξυπηρετεί τους Δήμους Σιθωνίας, Αριστοτέλη, Ορμυλίας και το Άγιο Όρος.

## 6 Μεθοδολογία

Η παρούσα εργασία στοχεύει στην εύρεση κατάλληλων θέσεων για ΧΥΤΑ σε επιλεγμένη περιοχή του Νομού Χαλκιδικής. Με σκοπό την υλοποίηση της χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τα φύλλα Αρναίας, χερσονήσου Σιθωνίας, Ζαγκλιβέριον, Βασιλικά, χερσονήσου Κασσάνδρας και Πολυγύρου των χαρτών του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) με κλίμακα 1:50.000. Όλοι οι χάρτες είναι αυστηρά προσανατολισμένοι σε ένα κοινό γεωγραφικό σύστημα, ώστε να είναι δυνατός ο συνδυασμός τους (ΕΓΣΑ '87).

Με τη χρήση του προγράμματος ArcGIS δημιουργήθηκε ο χάρτης κλίσεων της περιοχής έρευνας από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM). Έπειτα, δημιουργήθηκε ο χάρτης υδροπερατότητας, με βάση τα γεωλογικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά του κάθε σχηματισμού σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Από το οδικό δίκτυο της περιοχής έρευνας δημιουργήθηκε το κύριο οδικό δίκτυο με βάση το Google Earth. Με δεδομένα από το Copernicus προέκυψε το κύριο υδρογραφικό δίκτυο, καθώς και ο χάρτης κάλυψης γης (Corine Land Cover 2012).

Οι χάρτες που αναφέρθηκαν παραπάνω επεξεργάστηκαν στο πρόγραμμα ArcMap και δημιουργήθηκαν ζώνες ίσης απόστασης (Bufferzones) με βάση τα κριτήρια αποκλεισμού, τα οποία θα αναλυθούν εκτενώς παρακάτω. Οι ζώνες αποκλεισμού προέκυψαν με τη χρήση του εργαλείου Buffer από το Toolbox του ArcMap στο ArcGIS. Τα κριτήρια αποκλεισμού (Πίνακας 6.1) είναι εννέα στον αριθμό και απαιτείται η ορθολογική βαθμονόμηση τους προκειμένου να γίνει η επιλογή των θέσεων. Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής: απόσταση από οικιστικές θέσεις, απόσταση από κύριο υδρογραφικό δίκτυο, απόσταση από κύριο οδικό δίκτυο, απόσταση από ρήγματα, απόσταση από πηγές, απόσταση από την ακτογραμμή, πλήρης αποκλεισμός από προστατευόμενες περιοχές, αποκλεισμός μεγάλης υδροπερατότητας γεωλογικών σχηματισμών και αποκλεισμός μορφολογικής κλίσης μεγαλύτερης από 15%.

Τα κριτήρια βαθμονομούνται με συντελεστές (0) και (1). Η βαθμολογία (1) συμβολίζει τις περιοχές που είναι κατάλληλες για κατασκευή ΧΥΤΑ, ενώ η βαθμολογία (0) συμβολίζει τις περιοχές που δεν είναι κατάλληλες για κατασκευή ΧΥΤΑ, επειδή δεν επαληθεύονται ορισμένα κριτήρια. Στον πίνακα 6.1 παρουσιάζονται τα κριτήρια.

Οι χάρτες μαζί με τις ζώνες επικινδυνότητας που προέκυψαν μετατράπηκαν σε Raster αρχεία με τη χρήση του εργαλείου Conversion Tools και με το εργαλείο Conversion to

Raster ολοκληρώθηκε η μετατροπή των αρχείων. Ακολούθησε η εφαρμογή των κριτηρίων αποκλεισμού στους χάρτες με το εργαλείο Reclassify του Spatial Analyst Tools, όπου οι κατάλληλες περιοχές για ΧΥΤΑ πήραν τη βαθμολογία (1) και οι μη κατάλληλες πήραν τη βαθμολογία (0). Τέλος, ο τελικός θεματικός χάρτης προέκυψε με τη βοήθεια του εργαλείου Map Algebra του Spatial Analyst Tools.

Πίνακας 6.1: Κριτήρια επιλογής κατάλληλης θέσης για ΧΥΤΑ στην περιοχή έρευνας.

A/A	Κριτήρια επιλογής κατάλληλης θέσης για ΧΥΤΑ	Αποκλεισμός/ Απόσταση από την περιοχή (m)	Βαθμολογία κριτηρίων
1	Απόσταση από οικισμούς	0-2000 m	0
		>2000 m	1
2	Απόσταση από κύριο οδικό δίκτυο	0-300 m	0
		>300 m	1
3	Απόσταση από κύριο υδρογραφικό δίκτυο	0-100 m	0
		>100 m	1
4	Μορφολογική κλίση	0-15%	1
		>15%	0
5	Υδροπερατότητα σχηματισμών	Μεγάλη	0
		Μεσαία- Μικρή	1
6	Απόσταση από ρήγματα	0-200 m	0
		>200 m	1
7	Απόσταση από προστατευόμενες περιοχές (NATURA 2000)	Πλήρης Αποκλεισμός	Πλήρης αποκλεισμός
8	Απόσταση από πηγές	0-150 m	0
		>150 m	1
9	Απόσταση από ακτογραμμή	0-1000 m	0
		>1000 m	1

## 6.1 Βάση δεδομένων

Σε αυτό το κεφάλαιο δίνεται μία σειρά χαρτών που περιγράφουν την περιοχή έρευνας ως προς τους οικισμούς της, το υδρογραφικό δίκτυο, τη γεωλογία, το οδικό δίκτυο, τις χρήσεις γης, τις προστατευόμενες περιοχές, τη γεωμορφολογία, καθώς και την τεκτονική. Οι χάρτες αυτοί προήλθαν από βάσεις δεδομένων και επεξεργάστηκαν στο πρόγραμμα ArcGIS 10.3 με στόχο την εύρεση κατάλληλων θέσεων για την κατασκευή Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ).

Ο οικιστικός χάρτης της περιοχής έρευνας (Σχήμα 6.1.1) απεικονίζει τις θέσεις εκείνες στις οποίες υπάρχουν εξήντα τέσσερις (64) οικιστικές θέσεις. Οι οικιστικές θέσεις αυτές ανήκουν στους Δήμους Κασσάνδρας, Νέας Προποντίδας, Σιθωνίας και Πολυγύρου. Συγκεκριμένα, οι θέσεις αυτές βρίσκονται στις δημοτικές ενότητες Ανθεμούντα, Ζερβοχωρίων, Καλλικράτειας, Κασσάνδρας, Μουδανιών, Ορμυλίας, Παλλήνης, Πολυγύρου, Σιθωνίας, Τορώνης και Τρίγλιας. Σύμφωνα με τον χάρτη, οι λιγότερες οικιστικές θέσεις βρίσκονται στο Δήμο Σιθωνίας.

Όσον αφορά το οδικό δίκτυο της περιοχής έρευνας (Σχήμα 6.1.2) παρουσιάζεται ιδιαίτερα σύνθετο με κύριους και δευτερεύοντες δρόμους. Οι κύριοι δρόμοι επιτρέπουν την εύκολη επικοινωνία μεταξύ των Δήμων της περιοχής έρευνας, ενώ οι δευτερεύοντες δρόμοι αποτελούν τους επαρχιακούς, οι οποίοι συνδέουν τις δημοτικές ενότητες μεταξύ τους. Το κύριο οδικό δίκτυο είναι απαραίτητο, εφόσον η περιοχή έρευνας αποτελεί τουριστικός προορισμός για την Ελλάδα, καθώς και των χωρών των Βαλκανίων. Στην παρούσα εργασία είναι απαραίτητη η γνώση του κύριου οδικού δικτύου για την ολοκλήρωση της.

Οι προστατευόμενες περιοχές της περιοχής έρευνας είναι οι τόποι κοινωνικής σημασίας, οι ζώνες ειδικής προστασίας, καθώς και οι περιοχές Natura 2000 (Σχήμα 6.1.3).

Ο χάρτης των ρηγμάτων (Σχήμα 6.1.4) απεικονίζει την τεκτονική της περιοχής έρευνας με τα ρήγματα. Τα ρήγματα απαρτίζουν όλη την περιοχή έρευνας με τα λιγότερα να βρίσκονται στην ΝΔ της περιοχής έρευνας.

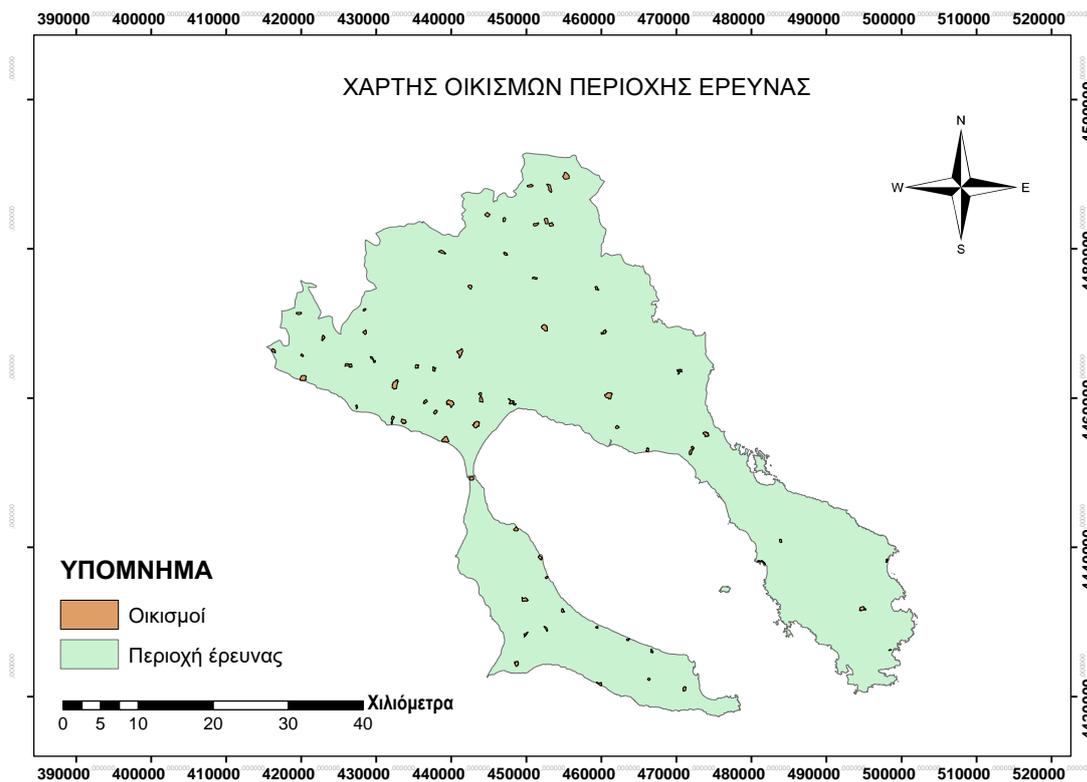
Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής έρευνας (Σχήμα 6.1.5) είναι ιδιαίτερα σύνθετο και αποτελεί αποτέλεσμα της ΛΑΠ της Χαλκιδικής (GR05), όπως έχει περιγραφεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Ο χάρτης των κλίσεων (Σχήμα 6.1.6) παρουσιάζει τις κλίσεις στην περιοχή έρευνας. Οι μεγαλύτερες κλίσεις παρουσιάζονται με κόκκινο χρώμα και βρίσκονται στην δυτική

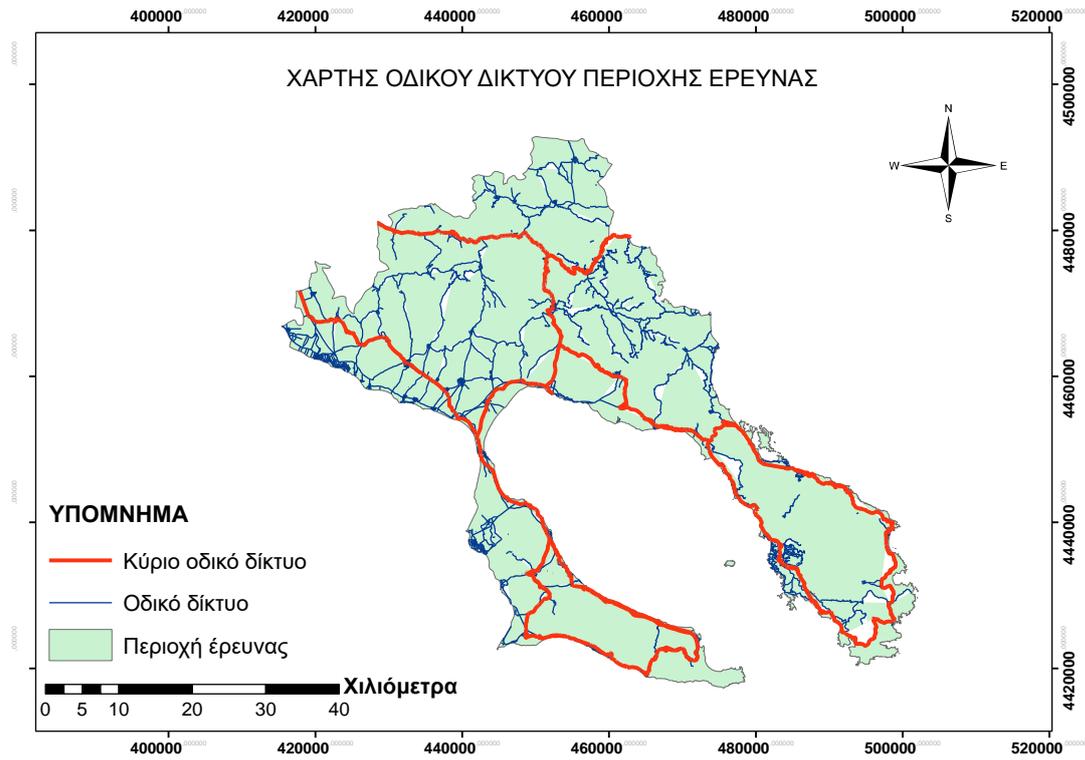
πλευρά της περιοχής, καθώς και στη νότιο-ανατολική πλευρά. Οι χαμηλότερες κλίσεις λαμβάνουν χώρα στο βόρειο-δυτικό τμήμα της περιοχής. Επίσης, στο Δήμο Κασσάνδρας γίνεται αντιληπτό ότι το βόρειο τμήμα της χερσονήσου παρουσιάζει χαμηλές κλίσεις και είναι πεδινό, ενώ το νότιο τμήμα μεγαλύτερες κλίσεις και χαρακτηρίζεται ως ορεινό.

Τέλος, η περιοχή αποτελείται από 78 πηγές (Σχήμα 6.1.7) με τις περισσότερες να βρίσκονται στο δυτικό τμήμα της περιοχής έρευνας.

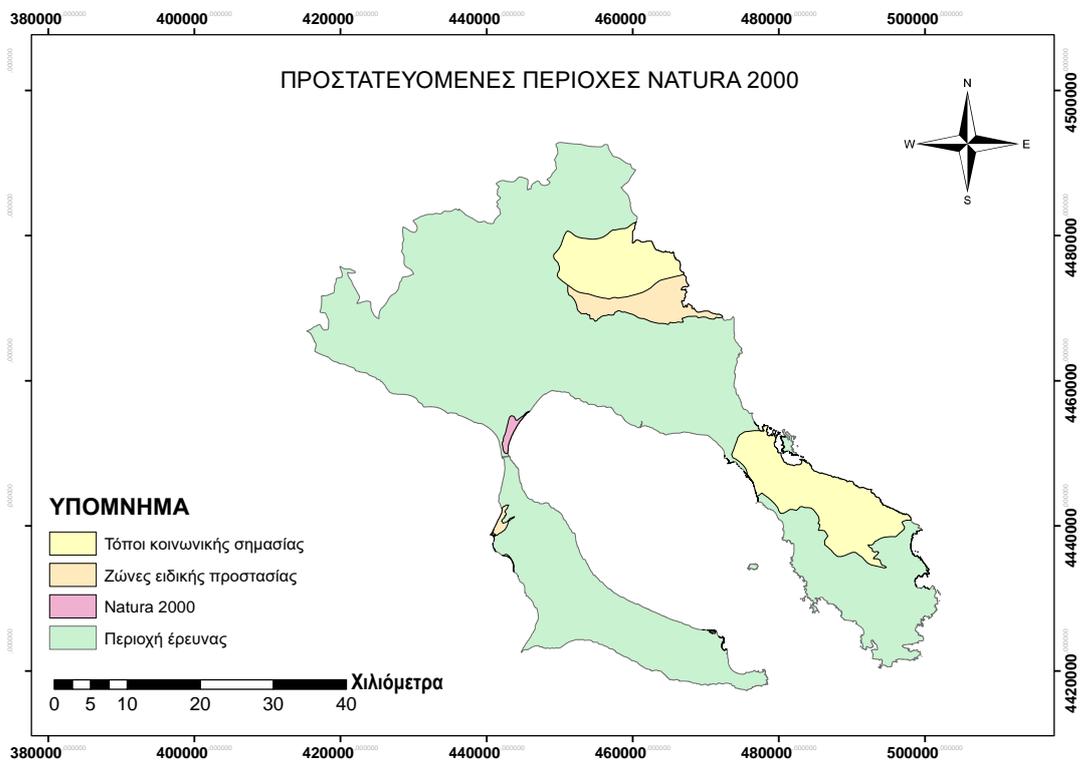
Στη συνέχεια παρατίθενται οι χάρτες που προέκυψαν από τη βάση δεδομένων:



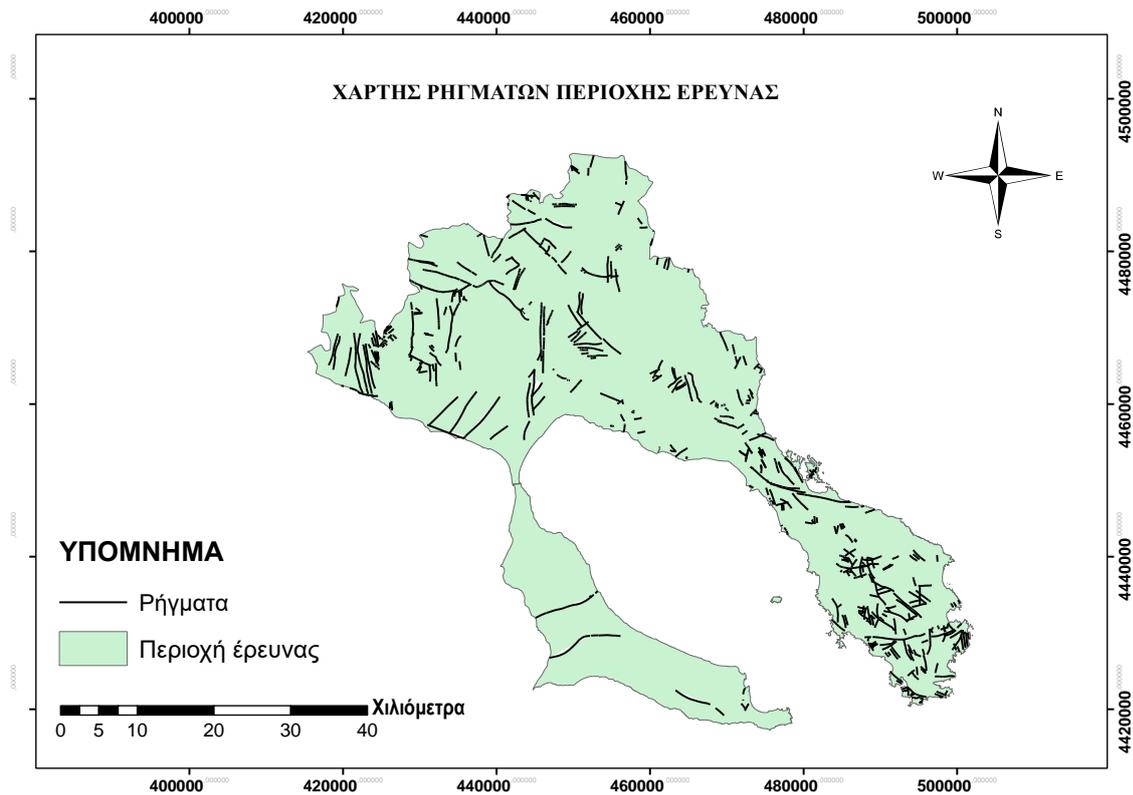
Σχήμα 6.1.1: Οικιστικός χάρτης περιοχής έρευνας.



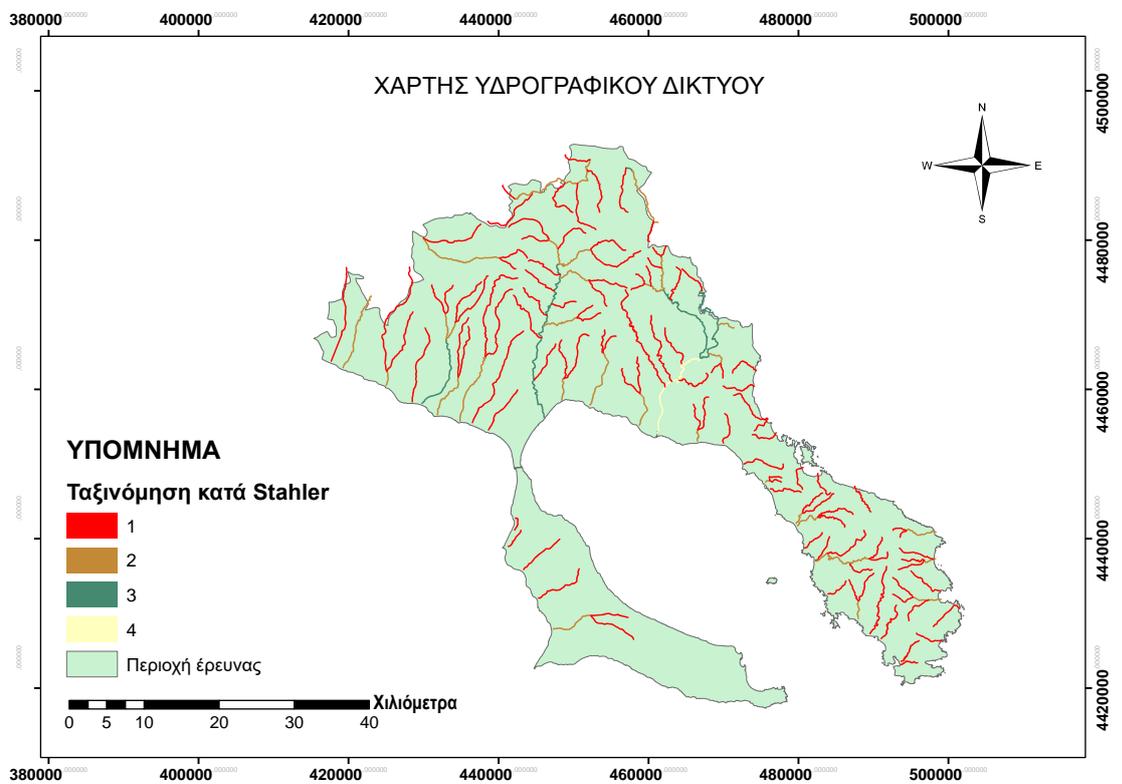
Σχήμα 6.1.2: Χάρτης οδικού δικτύου περιοχής έρευνας.



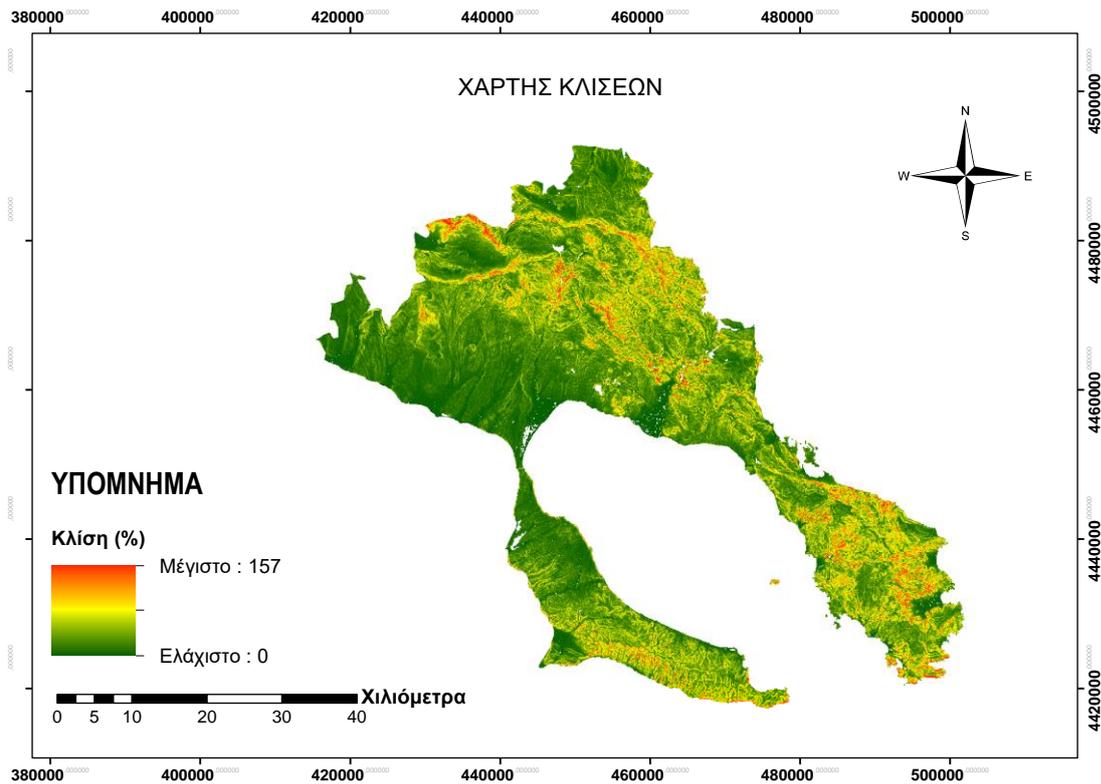
Σχήμα 6.1.3: Χάρτης προστατευόμενων περιοχών περιοχής έρευνας



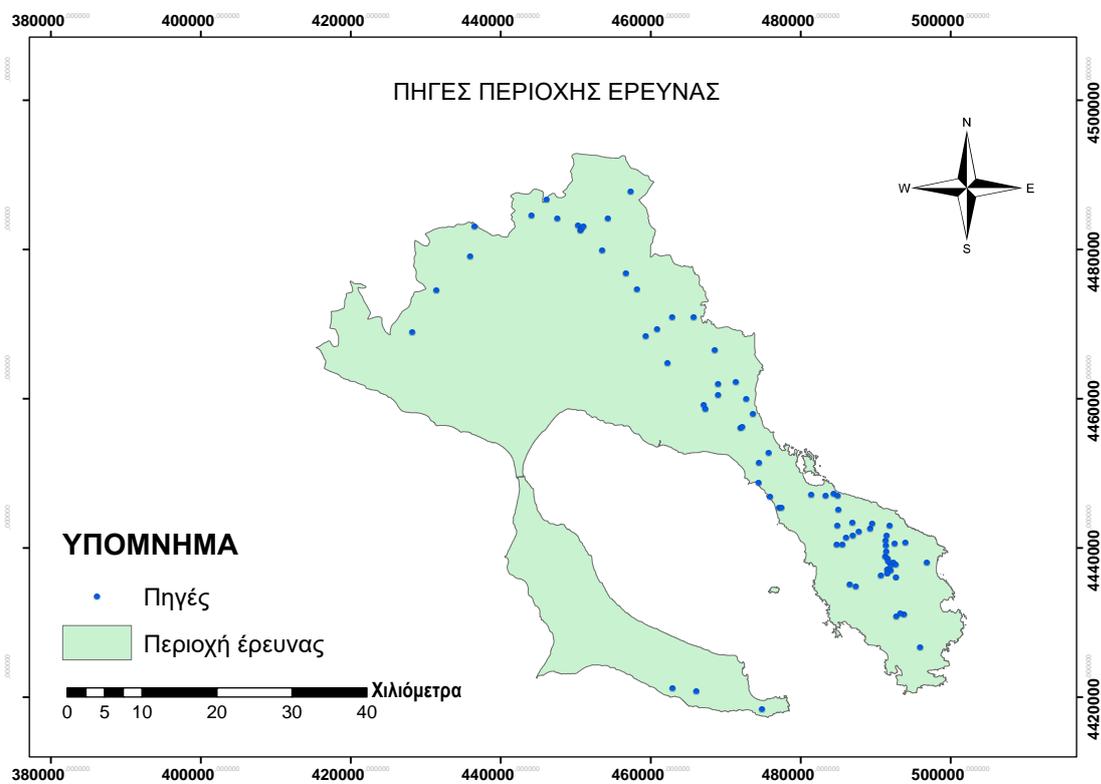
Σχήμα 6.1.4: Χάρτης ρηγμάτων περιοχής έρευνας.



Σχήμα 6.1.5: Υδρογραφικό δίκτυο περιοχής έρευνας.



Σχήμα 6.1.6: Χάρτης κλίσεων περιοχής έρευνας.



Σχήμα 6.1.7: Χάρτης πηγών περιοχής έρευνας.

## 7 Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τα δεδομένα και τα κριτήρια αποκλεισμού που δόθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια προέκυψαν οι θεματικοί χάρτες και έπειτα ο τελικός χάρτης (Σχήμα 7.10) με τη διαδικασία που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 6. Στον τελικό χάρτη αναγράφονται οι περιοχές, οι οποίες είναι κατάλληλες για την κατασκευή ΧΥΤΑ και καταλαμβάνουν το 12,7% της συνολικής έκτασης της περιοχής έρευνας. Επίσης, υπολογίστηκε για κάθε κριτήριο αποκλεισμού το ποσοστό καταλληλότητας για την χωροθέτηση ΧΥΤΑ (Πίνακας 7.1). Το ποσοστό καταλληλότητας εκφράζει το ποσοστό των περιοχών της περιοχής έρευνας, το οποίο είναι κατάλληλο για την χωροθέτηση ΧΥΤΑ εκφρασμένο επί τοις 100.

Παρακάτω ακολουθεί η περιγραφή κάθε παραμέτρου που λήφθηκε υπόψη, καθώς και ο αντίστοιχος χάρτης που προέκυψε μετά την εφαρμογή των συγκεκριμένων παραμέτρων.

### 1. Απόσταση από οικισμούς

Η κατασκευή ΧΥΤΑ αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα κοινωνικά προβλήματα που απασχολούν τους κατοίκους μίας περιοχής. Όπως είναι λογικό οι θέσεις αυτές υποβαθμίζουν την αισθητική της περιοχής, προκαλούν δυσοσμία και προσελκύουν πουλιά και τρωκτικά, με αποτέλεσμα οι κάτοικοι να διαμαρτύρονται όταν οι χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων κατασκευάζονται δίπλα στην περιοχή που κατοικούν.

Για να είναι, λοιπόν, εφικτή η κατασκευή ΧΥΤΑ πρέπει η προτεινόμενη θέση να απέχει απόσταση μεγαλύτερη από 2000m από οικισμούς. Σε αποστάσεις μικρότερες των 2000m δεν μπορεί να γίνει επιλογή κατάλληλης θέσης. Συνεπώς, οι περιοχές με απόσταση μεγαλύτερη από 2000m από οικισμούς βαθμονομούνται με συντελεστή (1) και θεωρούνται κατάλληλες για την κατασκευή ΧΥΤΑ, ενώ οι περιοχές με απόσταση μικρότερη από 2000m βαθμονομούνται με συντελεστή (0) και θεωρούνται μη κατάλληλες για την κατασκευή ΧΥΤΑ. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.1 οι κατάλληλες περιοχές παρουσιάζονται με πράσινο χρώμα, ενώ οι μη κατάλληλες περιοχές με κόκκινο χρώμα.

Στη συγκεκριμένη έρευνα υπολογίστηκε ότι το 20% της περιοχής έρευνας δε θεωρείται κατάλληλο για την κατασκευή ΧΥΤΑ, ενώ το 80% θεωρείται κατάλληλο.

## 2. Απόσταση από κύριο οδικό δίκτυο

Όσον αφορά το κύριο οδικό δίκτυο της περιοχής έρευνας για να γίνει επιλογή κατάλληλης θέσης θα πρέπει ο χώρος υγειονομικής ταφής απορριμμάτων να απέχει απόσταση μεγαλύτερη από 300m από το κύριο οδικό δίκτυο. Για αποστάσεις μικρότερες από 300m δεν μπορεί να κατασκευαστεί ΧΥΤΑ. Συνεπώς, οι περιοχές με απόσταση μικρότερη από 300m από το κύριο οδικό δίκτυο βαθμολογούνται με συντελεστή (0) και θεωρούνται ακατάλληλες για την κατασκευή ΧΥΤΑ, ενώ οι περιοχές που βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη από 300m βαθμολογούνται με συντελεστή (1) και θεωρούνται κατάλληλες. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.2 οι κατάλληλες περιοχές παρουσιάζονται με πράσινο χρώμα, ενώ οι μη κατάλληλες περιοχές με κόκκινο χρώμα.

Στην παρούσα εργασία υπολογίστηκε ότι το 10% της περιοχής έρευνας θεωρείται ακατάλληλο για την κατασκευή ΧΥΤΑ, ενώ το 90% θεωρείται κατάλληλο.

## 3. Απόσταση από κύριο υδρογραφικό δίκτυο

Σε περιοχές με απόσταση μικρότερη από 100m από το κύριο υδρογραφικό δίκτυο δεν είναι εφικτή η κατασκευή ΧΥΤΑ, εφόσον θεωρούνται μη κατάλληλες περιοχές, ενώ σε περιοχές με απόσταση μεγαλύτερη από 100m από το υδρογραφικό δίκτυο μπορεί να πραγματοποιηθεί η κατασκευή ΧΥΤΑ. Οι περιοχές με απόσταση μεγαλύτερη των 100m από το υδρογραφικό δίκτυο λαμβάνονται υπόψη στην κατασκευή των ΧΥΤΑ και βαθμολογούνται με συντελεστή (1) στη συγκεκριμένη έρευνα, ενώ οι περιοχές που απέχουν μικρότερη απόσταση δε λαμβάνονται υπόψη και βαθμολογούνται με συντελεστή (0). Στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκε ότι το 92,5% της περιοχής θεωρείται κατάλληλο για την κατασκευή ΧΥΤΑ, ενώ το υπόλοιπο 7,5% δεν επιτρέπει την κατασκευή ΧΥΤΑ. Σύμφωνα με το σχήμα 7.3 παρουσιάζονται με πράσινο χρώμα οι κατάλληλες περιοχές και με κόκκινο χρώμα οι μη κατάλληλες περιοχές.

## 4. Μορφολογική κλίση

Σημαντικό ρόλο παίζει στην κατασκευή των ΧΥΤΑ η μορφολογική κλίση της περιοχής έρευνας. Οι περιοχές με κλίση μεγαλύτερη από 15% δε λαμβάνονται υπόψη στην κατασκευή των ΧΥΤΑ και βαθμολογούνται με (0). Αντίθετα, οι περιοχές με κλίση μικρότερη από 15% λαμβάνεται υπόψη και βαθμολογείται με (1). Στο σχήμα 7.4 παρουσιάζονται με κόκκινο χρώμα οι περιοχές που θεωρούνται μη κατάλληλες, δηλαδή οι περιοχές με κλίση μεγαλύτερη από 15%, ενώ με πράσινο χρώμα παρουσιάζονται οι περιοχές με κλίση μικρότερη από 15%.

##### 5. Υδροπερατότητα γεωλογικών σχηματισμών

Το κριτήριο της υδροπερατότητας αποτελεί ένα σημαντικό κριτήριο για την επιλογή θέσης ΧΥΤΑ και σχετίζεται με την προστασία των υπόγειων υδάτων, καθώς αποτελεί επιτακτική ανάγκη η αποφυγή της διαρροής και μεταφοράς των στραγγισμάτων που θα προκύψουν από την απόθεση των αστικών στερεών αποβλήτων. Η υδροπερατότητα των γεωλογικών σχηματισμών μπορεί να είναι μεγάλη, μεσαία και μικρή. Στην παρούσα έρευνα διακρίνονται οι περατοί σχηματισμοί και οι ημιπερατοί-αδιαπέρατοι.

Οι περατοί σχηματισμοί βαθμονομούνται με συντελεστή (0) και δεν είναι κατάλληλοι για την κατασκευή ΧΥΤΑ. Οι ημιπερατοί-αδιαπέρατοι σχηματισμοί βαθμολογούνται με συντελεστή (1) και επιτρέπουν την κατασκευή ΧΥΤΑ. Περατοί σχηματισμοί θεωρούνται οι χαλαρές πρόσφατες αποθέσεις, όπως τα αλλούβια, οι παράκτιες αποθέσεις, τα ριπίδια προσχώσεων. Επίσης, οι ασβεστόλιθοι, οι ψαμμίτες βαθμολογούνται με συντελεστή (0), ενώ γρανίτες, γνεύσιοι, σχιστόλιθοι, φυλλίτες, αμφιβολίτες και χαλαζίτες βαθμολογούνται με συντελεστή (1), διότι επιτρέπουν την κατασκευή ΧΥΤΑ. Υπολογίστηκε ότι το 68,4% της έκτασης της περιοχής έρευνας θεωρείται κατάλληλο για την κατασκευή ΧΥΤΑ, ενώ το 31,6% θεωρείται ακατάλληλο. Στο σχήμα 7.5 απεικονίζονται με κόκκινο χρώμα οι μη κατάλληλες περιοχές και με πράσινο χρώμα οι κατάλληλες. Στον Πίνακα 7.2 δίνονται αναλυτικά οι γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας καθώς και η βαθμολογία του καθενός σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω.

Πίνακας 7.2: Αναλυτική περιγραφή και βαθμονόμηση των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής έρευνας.

Ηλικία	Σχηματισμός	Κωδικός	Βαθμολογία
<b>ΟΛΟΚΑΙΝΟ</b>	Αλλουβιακές αποθέσεις	Al	0
	Παράκτιες αποθέσεις	cd.dn	0
	Ιζήματα λιμνοθαλασσών	H.lg	0
	Λιμναία Ιζήματα	H.lk	0
	Ελουβιακός μανδύας	EI	0
	Αλλουβιακά ριπίδια	Ej	0
	Πλευρικά κορήματα	Sc	0
	Κατώτερη βαθμίδα του κατώτερου συστήματος αναβαθμίδων	H.t.c	0
<b>ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ</b>	Κατώτερο σύστημα αναβαθμίδων	Pt.t <sub>3</sub> .c	0
	Μεσαίο σύστημα αναβαθμίδων	Pt.t <sub>2</sub> .c	0
	Ανώτερο σύστημα αναβαθμίδων	Pt.t <sub>1</sub> .c	0
	Ριπίδια προσχώσεων	Q.cs <sub>1</sub> /Q.cs <sub>2</sub>	0
<b>ΝΕΟΓΕΝΕΣ</b> <b>Α.ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ-</b> <b>Κ.ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ</b>	Λιμναίοι ασβεστόλιθοι	M <sub>4</sub> .Pli.mk	0
	Ψαμμιτομαργακική σειρά	M <sub>4</sub> -Pli.st,m	0
	Σειρά ερυθρών αργίλων	M <sub>4</sub> -Pli.l	1
	Τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθοι	M <sub>4</sub> .Pli.tv	0
	Βασική σειρά κροκαλοπαγών	M <sub>4</sub> .c	0
	Ερυθρές μάργες	Pli.m	1

	Σχηματισμός Ανώτερου ασβεστολίθου	Pli.bk Pli.m Pli.mk	0
	Καστανή μάργα	Mi.m <sub>3</sub>	1
	Άμμοι συμπαγείς καστανοκίτρινοι	Mi.s	0
	Μάργες με κροκαλοπαγή	Mi.mc	0
	Σύστημα πολύχρωμων μαργών και κροκαλοπαγών	Mi.m <sub>1</sub>	0
	Κροκαλοπαγή χαλαρής συνοχής	Mi.c	0
<b>ΗΩΚΑΙΝΟ</b>	Μαρμαρυγιούχες μάργες	e.st e.c e.m	1
	Ασβεστιτικοί και ψαμμιτικοί σχιστόλιθοι	Fa	0
<b>ΚΡΗΤΙΑΙΚΟ</b>	Παχυστρωματώδης ασβεστόλιθος	K.k	0
<b>Α. ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ-Κ.ΚΡΗΤΙΑΙΚΟ</b>	Επιδοτιτικοί-ακτινολιθικοί σχιστόλιθοι	Js.Ki.ph	1
	Αργιλικό σχιστόλιθοι	sch	1
<b>Α. ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ</b>	Ασβεστόλιθοι	J.sk	0
	Οφειολιθική σειρά	π.μ.σ	1
	Διμαρμαρυγιακός και βιοτιτικός γρανίτης (τύπου Αρναίας)	γ <sub>2</sub>	1
	Οφειολιθική σειρά	O	1
	Μάρμαρο	Tm-s?k	0

<b>ΜΕΣΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ</b>	Ασβεστιτικοί-χλωριτικοί-σερικιτικοί σχιστόλιθοι	Ji-m?ag	1
<b>ΚΑΤΩ-ΜΕΣΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ</b>	Ασβεστόλιθοι	Ji.mk	0
<b>ΜΕΣΟ-ΑΝΩ ΤΡΙΑΔΙΚΟ</b>	Ασβεστόλιθοι	Tm-s-k.d	0
<b>ΤΡΙΑΔΙΚΟ-Μ.ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ</b>	Χαλαζίτες	T.Jm.st	1
	Φυλλίτες	T.Jm.ph	1
	Ανακρυσταλλωμένοι Ασβεστόλιθοι	T.Jm.mr	0
<b>ΜΕΣΟΖΩΙΚΟ</b>	Βιοτιτικός και διμαρμαρυγιακός Γρανίτης τύπου Συθωνίας	γi.n	1
	Εκτεταμένα πηγματιτικά σώματα μέσα στην άλω επαφής	Πγ	1
	Πλαγιοκλαστικός μικροκλινικός γνεύσιος	gn(Mz)	1
	Πρασινοσχιστόλιθοι και αλβιτικοί γνεύσιοι (επιγνεύσιοι)	sch.gn	1
	Σύνπλεγμα Γερακινής	n,nq	1
	Γάββρος	θi	1
	Πυροξενίτες	Πρ	1
	Δουνίτες και περιδοτίτες	π.ο	1
<b>ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟ</b>	Διμαρμαρυγιακοί γνεύσιοι	gn <sub>2</sub>	1
	Φακοί μαρμάρου	Mr	0
	Ανώτερος ορίζοντας μαρμάρων	mr <sub>2</sub>	0

	Βιοτιτικός γνεύσιος	gn.bi	1
	Αμφιβολίτης	Ab	1

#### 6. Απόσταση από ρήγματα

Η απόσταση από τα ρήγματα παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή κατάλληλης θέσης για ΧΥΤΑ. Περιοχές που βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη από 200 m βαθμολογούνται με συντελεστή (1) και οι συνθήκες ευνοούν για την χωροθέτηση ΧΥΤΑ. Αντίθετα, περιοχές που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη από 200 m βαθμολογούνται με συντελεστή (0) και δεν προτείνονται για την κατασκευή ΧΥΤΑ. Στην παρούσα διπλωματική εργασία το 13,9% της έκτασης της περιοχής έρευνας θεωρείται μη κατάλληλο για την κατασκευή ΧΥΤΑ, ενώ το 86,1% θεωρείται κατάλληλο. Στο σχήμα 7.6 με κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται οι περιοχές που δεν είναι κατάλληλες για την χωροθέτηση ΧΥΤΑ, ενώ με πράσινο χρώμα οι κατάλληλες περιοχές.

#### 7. Απόσταση από προστατευόμενες περιοχές

Για τις προστατευόμενες περιοχές ισχύει πλήρης αποκλεισμός εντός αυτών των ορίων. Προστατευόμενες περιοχές αποτελούν οι τόποι κοινωνικής σημασίας, οι ζώνες ειδικής προστασίας, καθώς και οι περιοχές Natura 2000, και δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση ΧΥΤΑ εντός των περιοχών αυτών. Οι προστατευόμενες περιοχές καλύπτουν το 16,56% της περιοχής έρευνας και στο σχήμα 7.7 παρουσιάζονται με κόκκινο χρώμα.

#### 8. Απόσταση από πηγές

Περιοχές που απέχουν απόσταση μεγαλύτερη από 150 m από πηγές βαθμονομούνται με συντελεστή (1) και ευνοούν την κατασκευή ΧΥΤΑ. Αντίθετα, περιοχές που απέχουν απόσταση μικρότερη από 150 m από πηγές βαθμονομούνται με (0) και δεν συνίσταται η κατασκευή ΧΥΤΑ. Οι πηγές στην περιοχή έρευνας καταλαμβάνουν το 0,26% της έκτασης της περιοχής. Στο σχήμα 7.8 παρουσιάζονται με πράσινο χρώμα οι κατάλληλες περιοχές και με κόκκινο οι μη κατάλληλες.

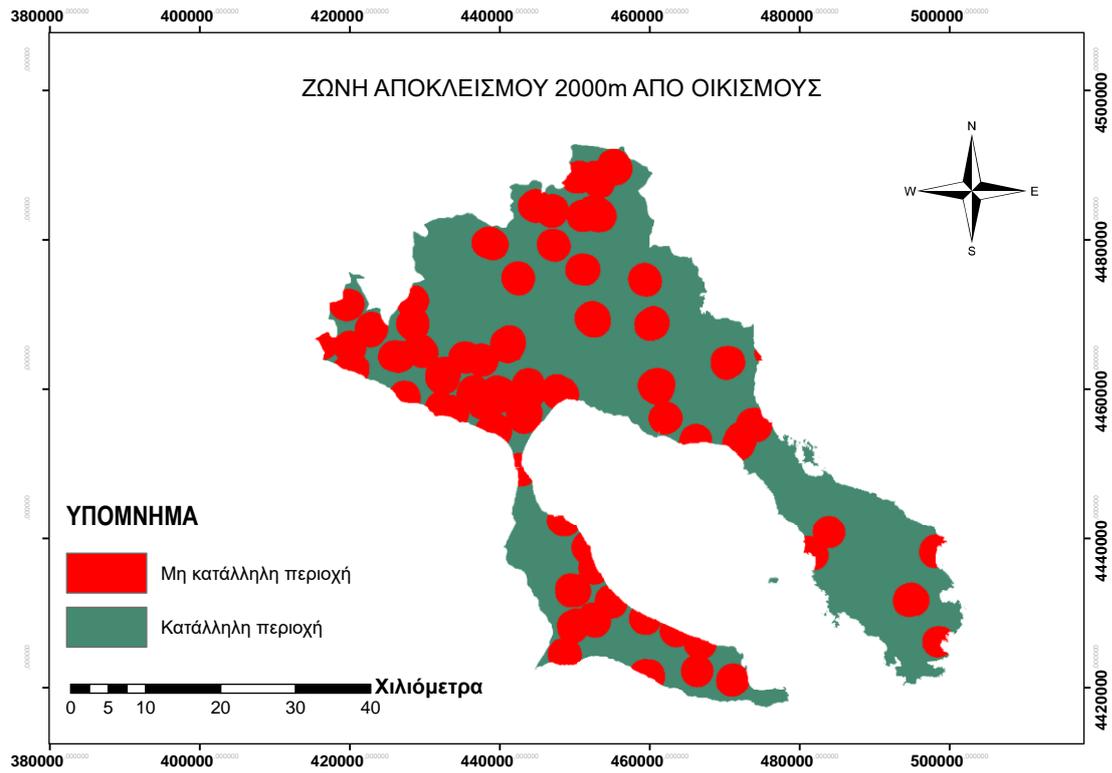
#### 9. Απόσταση από ακτογραμμή

Εξίσου σημαντική είναι και η απόσταση που πρέπει να δοθεί από την ακτογραμμή. Η περιοχή έρευνας αποτελεί σημαντικό τουριστικό προορισμό και η απόσταση του ΧΥΤΑ από την ακτογραμμή αποτελεί σημαντικό κριτήριο που πρέπει να λαμβάνεται

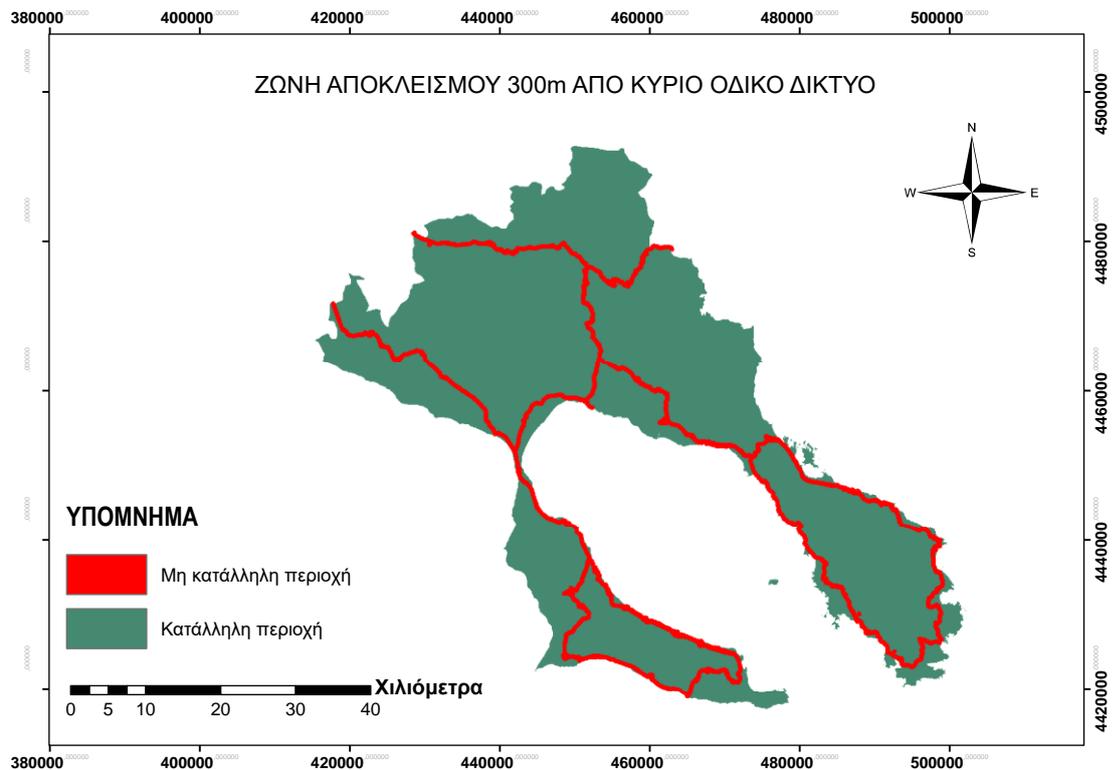
υπόψη. Το 20,34% της περιοχής έρευνας θεωρείται ακατάλληλο για την κατασκευή ΧΥΤΑ, επειδή βρίσκεται σε κοντινή απόσταση με την ακτογραμμή, ενώ το 79,66% θεωρείται κατάλληλο, καθώς απέχει σημαντική απόσταση από αυτές. Η απόσταση που έχει δοθεί στη συγκεκριμένη έρευνα από την ακτογραμμή είναι 1000m. Στο χάρτη 7.9 με κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται οι περιοχές που θεωρούνται ακατάλληλες για την χωροθέτηση ΧΥΤΑ, ενώ με πράσινο χρώμα παρουσιάζονται οι περιοχές που θεωρούνται κατάλληλες για την χωροθέτηση ΧΥΤΑ.

Πίνακας 7.1: Ποσοστό καταλληλότητας ανά κριτήριο αποκλεισμού.

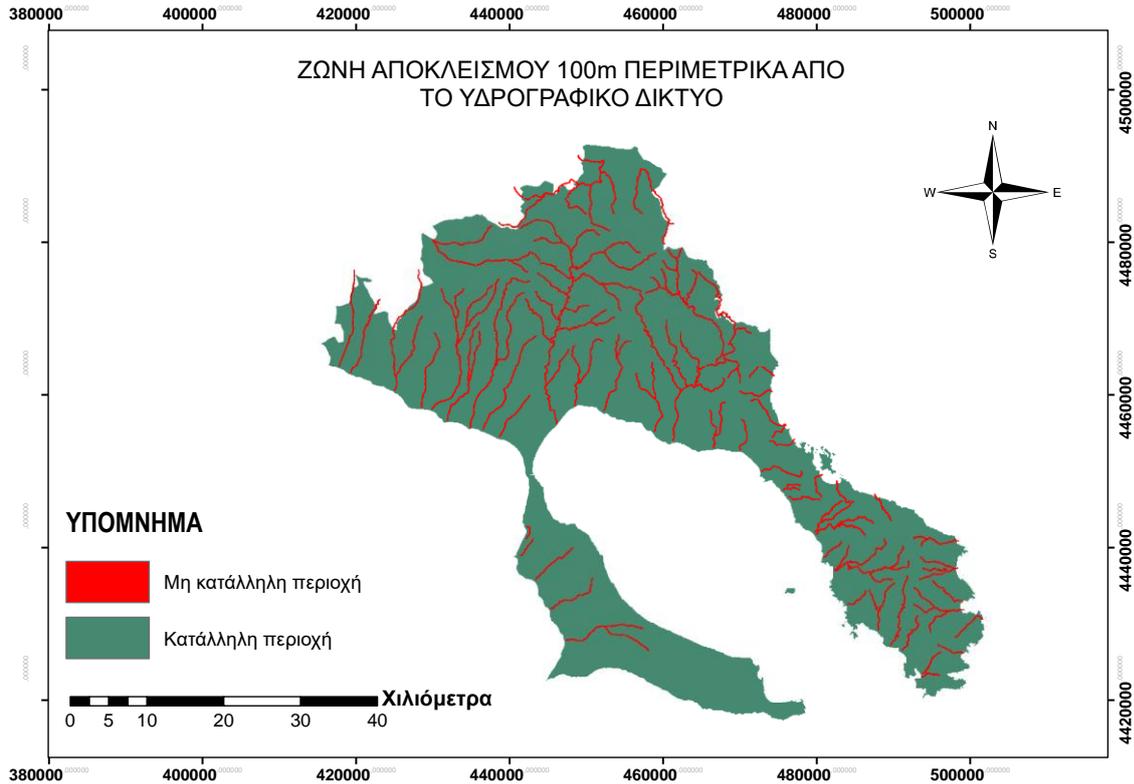
A/A	Κριτήρια Αποκλεισμού	Απόσταση (m)	Βαθμολογία	Ποσοστό καταλληλότητας (%)
1.	Οικισμοί	0-2000	0	20,0
		>2000	1	80,0
2.	Υδρογραφικό δίκτυο	0-100	0	7,50
		>100	1	92,5
3.	Κύριο οδικό δίκτυο	0-300	0	10,0
		>300	1	90,0
4.	Ρήγματα	0-200	0	13,9
		>200	1	86,1
5.	Πηγές	0-150	0	0,26
		>150	1	99,7
6.	Ακτογραμμή	0-1000	0	20,3
		>1000	1	79,6
7.	Υδροπερατότητα	Μεγάλη	0	31,6
		Μεσαία- Χαμηλή	1	68,4
8.	Μορφολογική κλίση	>15%	0	37,5
		<15%	1	62,5
9.	Προστατευόμενες περιοχές	Πλήρης Αποκλεισμός	0	16,5
			1	83,5



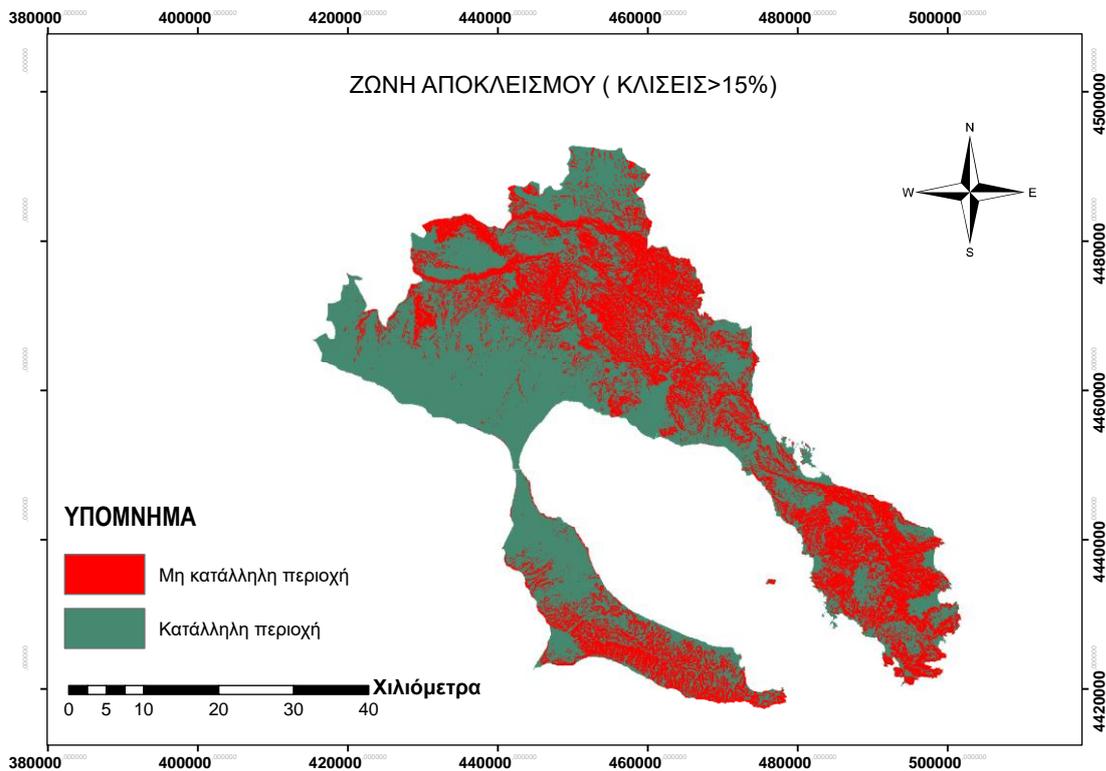
Σχήμα 7.1: Ζώνη αποκλεισμού 2000 m από οικιστικές περιοχές.



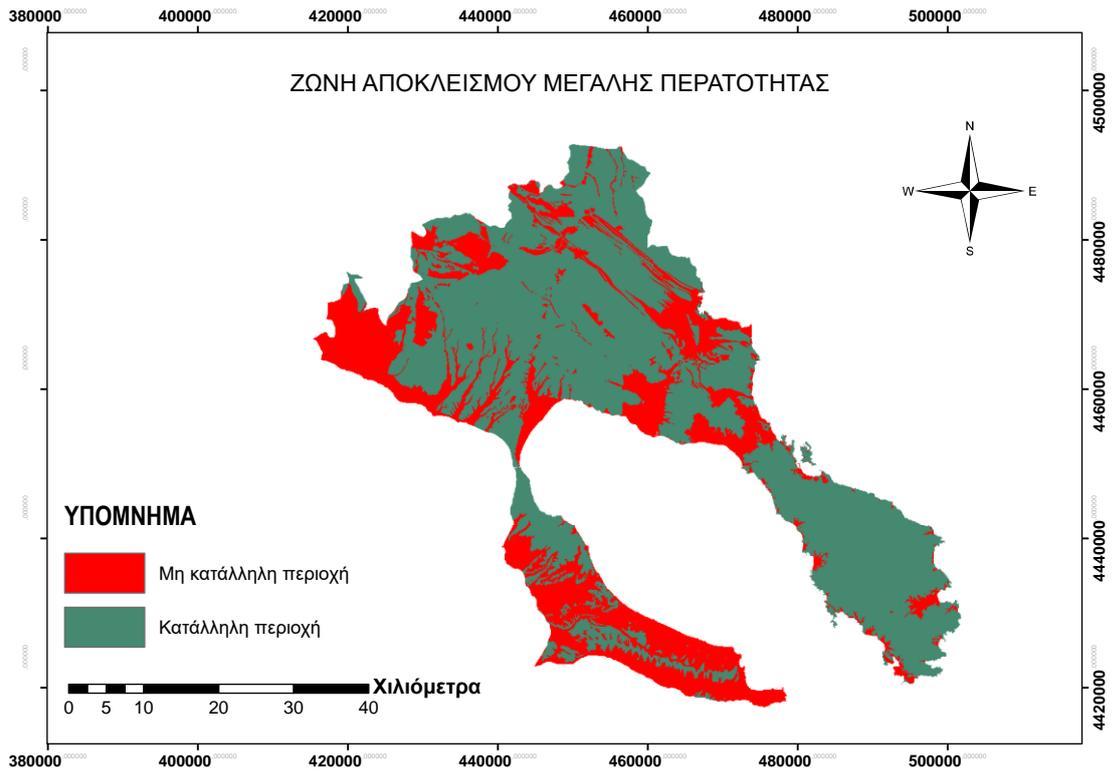
Σχήμα 7.2: Ζώνη αποκλεισμού 300 m από κύριο οδικό δίκτυο.



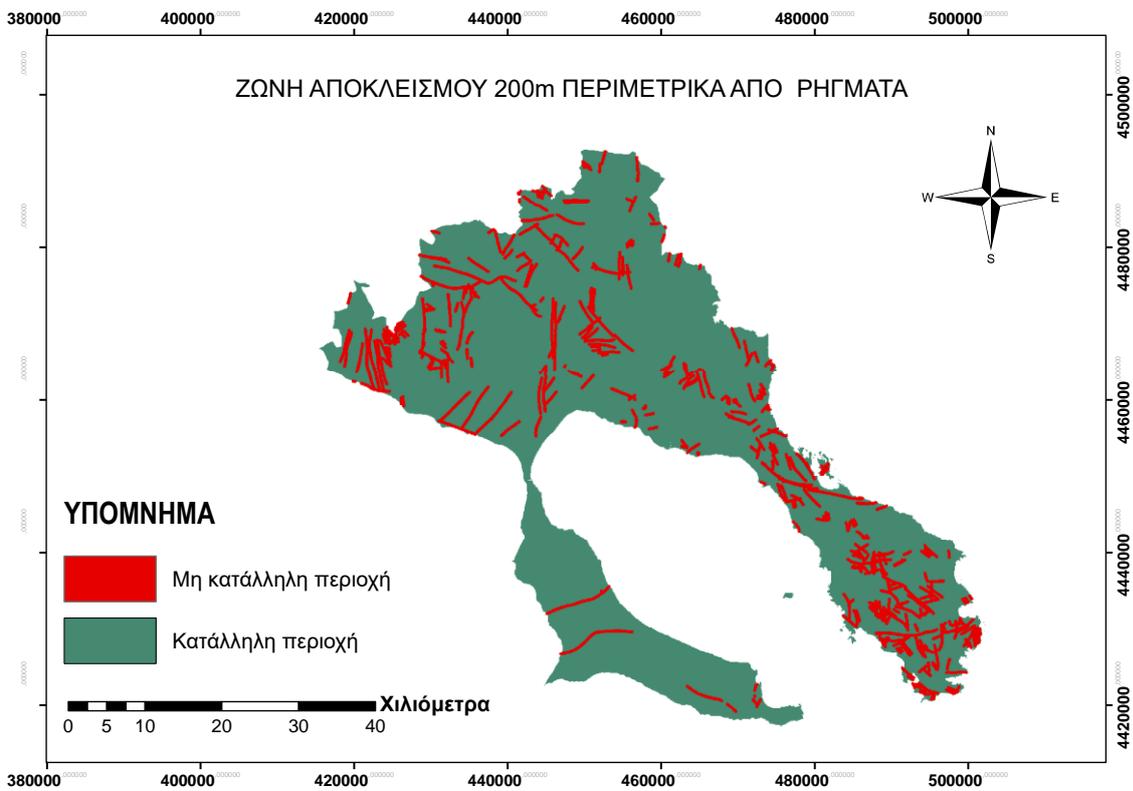
Σχήμα 7.3: Ζώνη αποκλεισμού 100 m περιμετρικά από το υδρογραφικό δίκτυο.



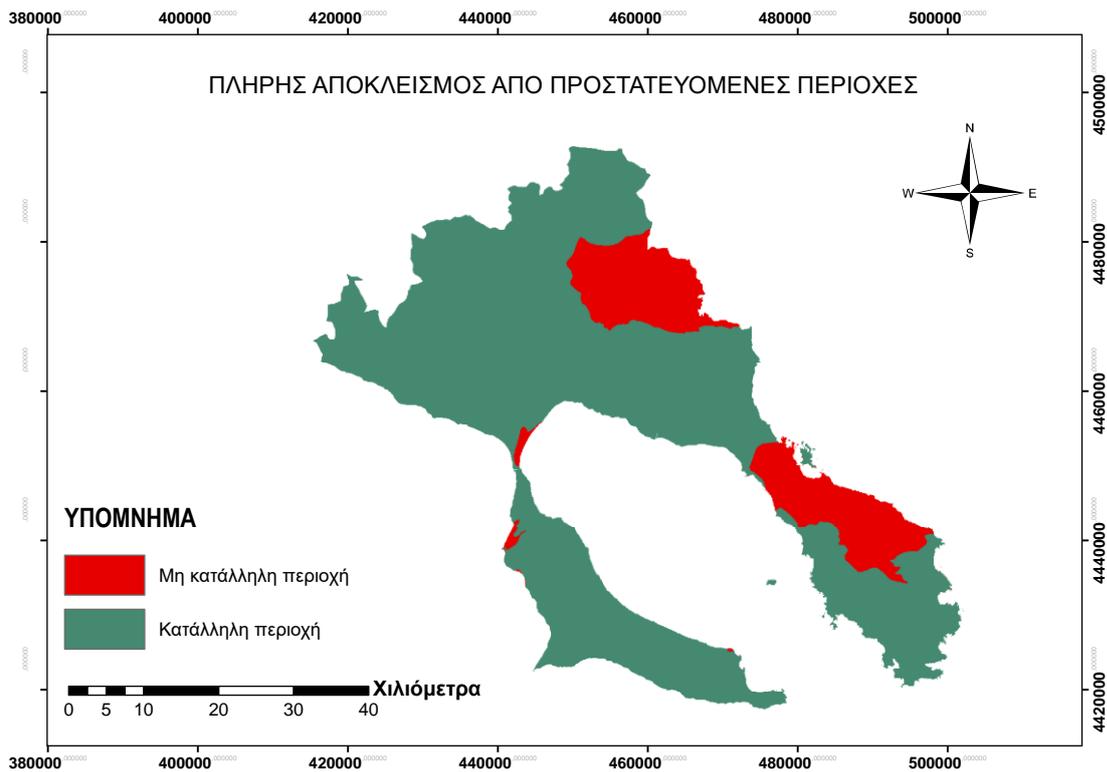
Σχήμα 7.4: Χάρτης κλίσεων μη επιτρεπόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ (>15%) και επιτρεπόμενων θέσεων (<15%).



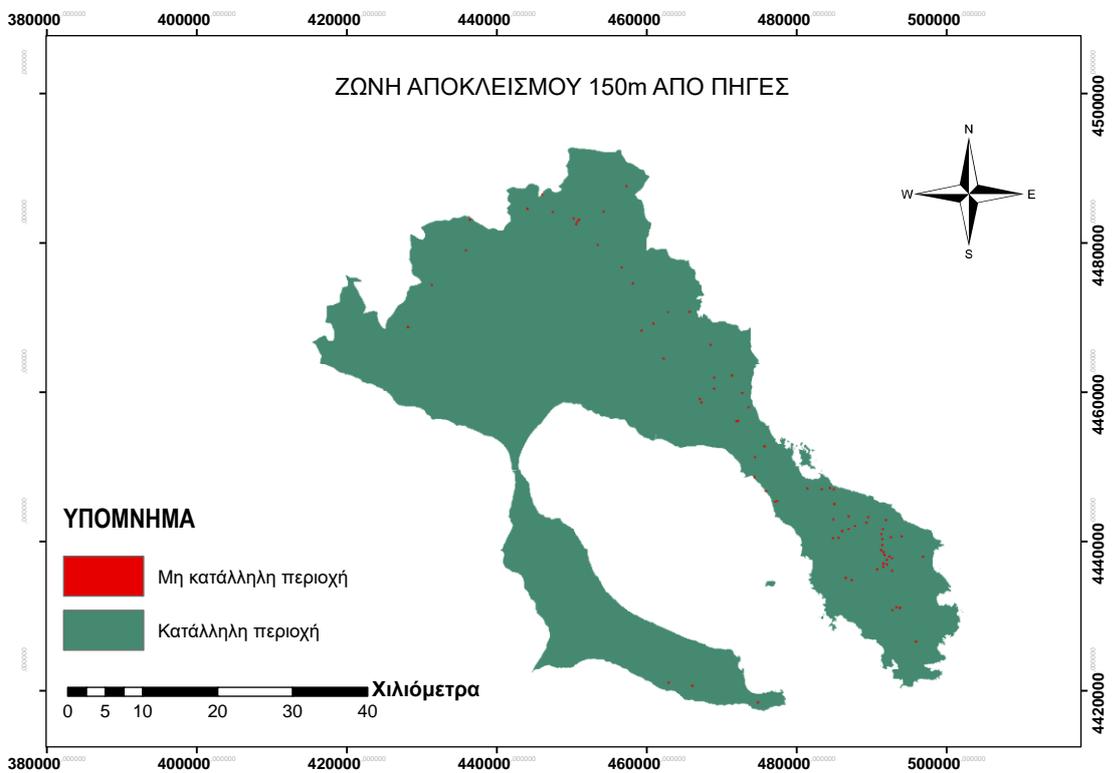
Σχήμα 7.5: Ζώνη αποκλεισμού μεγάλης υδροπερατότητας.



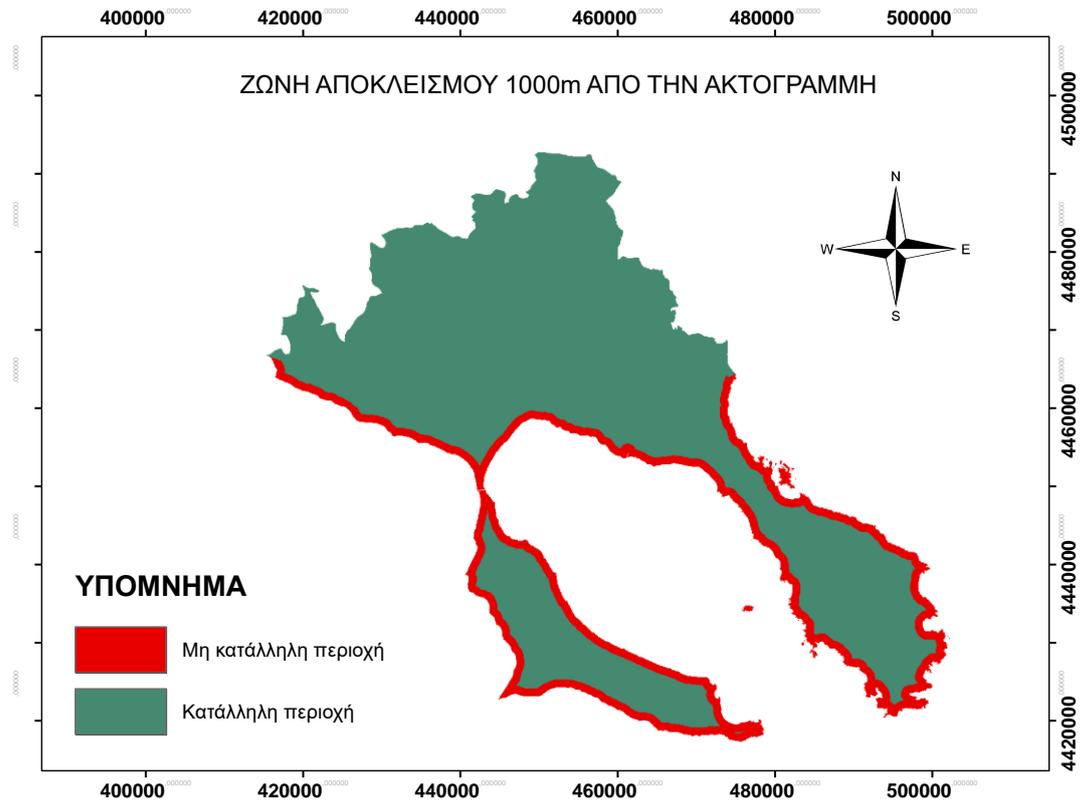
Σχήμα 7.6: Ζώνη αποκλεισμού 200 m περιμετρικά από ρήγματα.



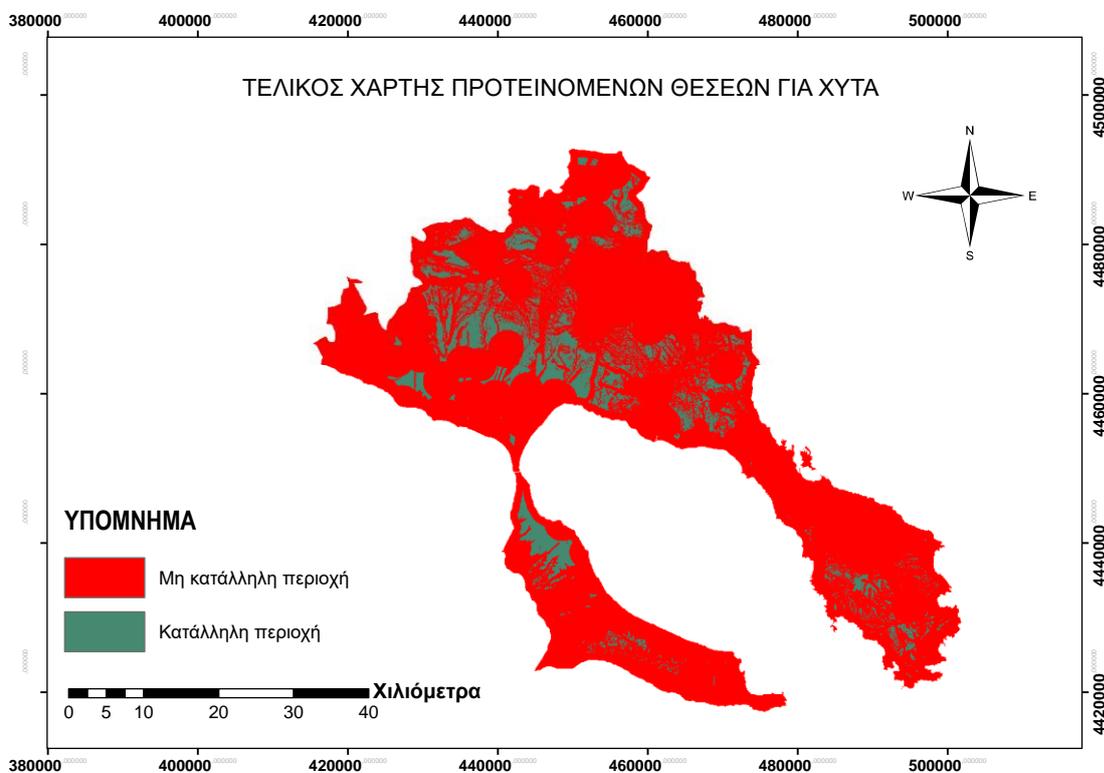
Σχήμα 7.7: Πλήρης αποκλεισμός από προστατευόμενες περιοχές.



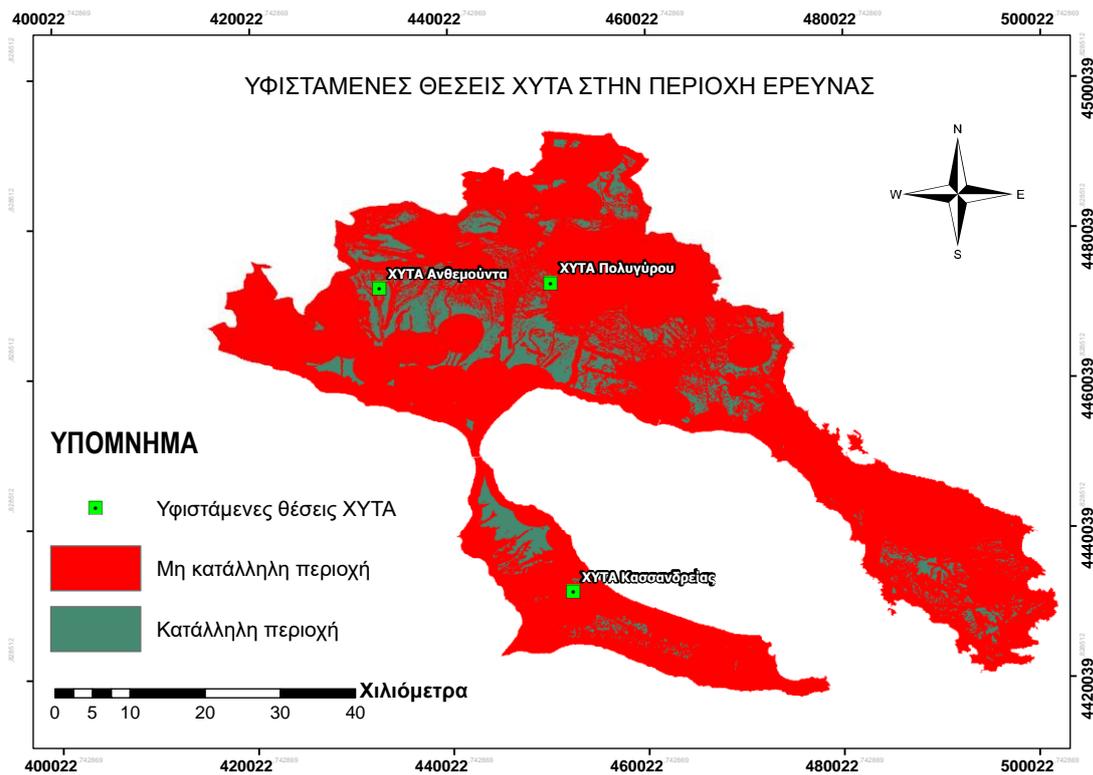
Σχήμα 7.8: Ζώνη αποκλεισμού 150 m από πηγές.



Σχήμα 7.9 Ζώνη αποκλεισμού 1000m από την ακτογραμμή της περιοχής έρευνας.



Σχήμα 7.10 Τελικός χάρτης προτεινόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ.



Σχήμα 7.11: Υφιστάμενες θέσεις ΧΥΤΑ στην περιοχής έρευνας.

## 8 Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, με βάση όλων όσων αναφέρθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια προκύπτουν κάποια σημαντικά συμπεράσματα για την περιοχή που επιλέχθηκε να διερευνηθεί και εντοπίζονται οι πιο κατάλληλες θέσεις προκειμένου να οριοθετηθούν Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α). Τα συμπεράσματα αριθμούνται παρακάτω:

1. Η Ψηφιακή Χαρτογραφία και τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) αποτελούν χρήσιμα εργαλεία και συμβάλλουν στην υλοποίηση των ερευνητικών εργασιών.
2. Για την υλοποίηση της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκαν εννέα (9) κριτήρια, βάση των οποίων προέκυψε ο τελικός θεματικός χάρτης με τις προτεινόμενες θέσεις για ΧΥΤΑ.
3. Υπολογίστηκε για κάθε κριτήριο αποκλεισμού το ποσοστό καταλληλότητας για την χωροθέτηση ΧΥΤΑ (Πίνακας 7.1). Το ποσοστό καταλληλότητας εκφράζει το ποσοστό των περιοχών της περιοχής έρευνας, το οποίο είναι κατάλληλο για την χωροθέτηση ΧΥΤΑ εκφρασμένο επί τοις 100.
4. Ο χάρτης με τις οικιστικές θέσεις (Σχήμα 7.1) παρουσιάζει ποσοστό καταλληλότητα 80%, ο χάρτης με το κύριο οδικό δίκτυο (Σχήμα 7.3) 90,0%, ο χάρτης των ρηγμάτων (Σχήμα 7.6) 86,1%, ο χάρτης με το κύριο υδρογραφικό δίκτυο (Σχήμα 7.3) 92,5%, ο χάρτης υδροπερατότητας των γεωλογικών σχηματισμών (Σχήμα 7.3) 68,4%, ο χάρτης των πηγών 99,7%, ο χάρτης των προστατευόμενων περιοχών (Σχήμα 7.7) 83,4%, ο χάρτης κλίσεων (Σχήμα 7.4) 62,5% και ο χάρτης της ακτογραμμής (Σχήμα 7.9) 79,6%.
5. Σύμφωνα με τον τελικό θεματικό χάρτη (Σχήμα 7.10) προτεινόμενων θέσεων για ΧΥΤΑ, υπολογίστηκε ότι το 12,7% της συνολικής έκτασης της περιοχής έρευνας αποτελεί κατάλληλη θέση για χωροθέτηση ΧΥΤΑ. Οι περιοχές αυτές καλύπτουν σημαντικό ποσοστό της συνολικής έκτασης της περιοχής έρευνας.
6. Οι περιοχές που προσδιορίστηκαν συμπεριλαμβάνουν υφιστάμενους ΧΥΤΑ, συνεπώς η μέθοδος παρουσιάζει σημαντικό βαθμό αξιοπιστίας.
7. Επισημαίνεται ότι το τελικό αποτέλεσμα αποτελεί ένα γενικό οδηγό για τους επιστήμονες και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να αντικαταστήσει την έρευνα πεδίου.

## 9 Βιβλιογραφία

### 9.1 Ελληνική βιβλιογραφία

1. Αντωνίου, Σ. (2010): Χαρτογράφηση περιοχών του δικτύου Natura 2000 με χρήση τεχνικών Γεωπληροφορικής, Θεσσαλονίκη, σελ.15, 19, 23, 46, 48 (Διπλωματική εργασία).
2. Αργυρίου, Α., Γαγλία, Α., Δασκαλάκη, Ε., Ζαχαρίας, Π., Κατσανός, Δ., Κοντογιαννίδης, Σ., Λαδόπουλος, Γ., Λαδόπουλος, Ι. (2012): Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών, Αθήνα, σελ. 6,7,19,21,24,34.
3. Βουδούρης, Κ. (2009): Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος, υπόγεια νερά και περιβάλλον. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, σελ.207-220, 231-241.
4. Βουδούρης, Κ. (2013): Τεχνική Υδρογεωλογία, υπόγεια νερά. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, σελ. 220-221.
5. Ζώραπας, Β. (2010): Χωροθέτηση κατάλληλης θέσης για την απόθεση στερεών αποβλήτων με τη χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης και GIS: Παράδειγμα από το Νομό Αργολίδας, Πάτρα, σελ. 7.
6. Καλλέργης, Γ. (2000): Εφαρμοσμένη Περιβαλλοντική Γεωλογία, Τόμος Β'. Έκδοση Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, Αθήνα, σελ. 150-153, 167, 193.
7. Καταφιώτη, Μ. (2008): Εκτίμηση των περιβαλλοντικών συνθηκών στο Ν. Χαλκιδικής όσον αφορά τα Βαρέα Μέταλλα, Πάτρα, σελ. 9,10,13 (Μεταπτυχιακή εργασία).
8. Μουντράκης, Δ. (2010): Γεωλογία και Γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας. Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σελ. 49-80.
9. Μπακιρτζή, Ε., Πούλιος Κ. (2016): 2<sup>η</sup> Αναθεώρηση Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Κεντρικής Μακεδονίας και Στρατηγική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΣΜΠΕ). Σελ. 144-146.
10. Νιάρχος, Μ. (2009): Χωροθέτηση ΧΥΤΑ στην ευρύτερη περιοχή του Νομού Καβάλας με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών/ GIS, Θεσσαλονίκη, σελ.43.
11. Φάττα, Δ. (2005): Διαχείριση στερεών και επικίνδυνων αποβλήτων. Εργ. Μηχανικής Περιβάλλοντος. Πανεπιστημίου Κύπρου.

12. Χατζηπαναγιώτου, Μ. (2014): Οριοθέτηση κατάλληλων θέσεων για Χ.Υ.Τ.Α στην περιοχή της Ζακύνθου με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών/ GIS, Θεσσαλονίκη, σελ. 51 (Διπλωματική εργασία).

## 9.2 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

13. Alavi, N., Goudarzi, G., Babaei, A. A., Jaafarzadeh, N., & Hosseinzadeh, M. (2013). Municipal solid waste landfill site selection with geographic information systems and analytical hierarchy process: a case study in Mahshahr County, Iran. *Waste Management & Research*, 31(1), 98-105.
14. Effat, H. A., Hegazy, M. N. (2012). Mapping potential landfill sites for North Sinai cities using spatial multicriteria evaluation. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 15(2), 125-133.

## 9.3 Διαδίκτυο

1. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012> Στοιχεία βάσης δεδομένων κάλυψης Corine Land Cover (CLC 2012), Pan-European.
2. <https://land.copernicus.eu/pan-european/satellite-derived-products/eu-hydro/view> Στοιχεία βάσης δεδομένων υδρογραφικού δικτύου, Pan-European.
3. <http://www.statistics.gr/statistics/pop> Εθνική Στατιστική Υπηρεσία.
4. <https://fodsakm.gr> Αναθεώρηση Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Κεντρικής Μακεδονίας.
5. <http://wfdver.vpeka.gr> Σχέδιο Διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (Ειδική Γραμματεία Υδάτων).