

ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΘΕΣΕΩΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΓΙΑ Χ.Υ.Τ.Α., ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ ΚΑΣΣΑΝΔΡΑΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ, ΜΕ ΤΗΝ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ/GIS. ΜΙΑ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ-ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.

Οικονομίδης Δ., Νασιάκου Π., Μουρατίδης Α., Αστάρης Θ.

Εργαστήριο Εφαρμογών Τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, Τομέας Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ, (oikonomi@geo.auth.gr)

Περίληψη

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο όχι μόνο για την δημιουργία διαφόρων θεματικών χαρτών, αλλά κυρίως για την λήψη αποφάσεων για την ορθολογική διαχείριση του περιβάλλοντος.

Στην παρούσα εργασία τα Γ.Σ.Π. χρησιμοποιήθηκαν για την οριοθέτηση κατάλληλων θέσεων στην περιοχή Κασσάνδρας Χαλκιδικής, για δημιουργία Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμάτων/Χ.Υ.Τ.Α.

Για τον σκοπό αυτό, ψηφιοποιήθηκαν γεωγραφικά-γεωμορφολογικά δεδομένα (κλίσεις πρανών, υδρογραφικό δίκτυο, υδροπερατότητα λιθολογικών σχηματισμών, ρήγματα, οδικό δίκτυο, οικιστικές περιοχές), για την κατασκευή επιπέδων πληροφοριών σε Γ.Σ.Π.. Επίσης, καθορίστηκαν ζώνες περιμετρικής προστασίας ή «ζώνες αποκλεισμού» (buffer zones) γύρω από οικισμούς, ρήγματα, οδικό και υδρογραφικό δίκτυο. Στη συνέχεια, τα ανωτέρω επίπεδα πληροφοριών, συσχετίστηκαν μεταξύ τους (με την βοήθεια της άλγεβρας του Boolean/Boolean Algebra), κατά την διάρκεια του σταδίου κατασκευής του τελικού θεματικού χάρτη ο οποίος οριοθετεί περιοχές κατάλληλες για δημιουργία Χ.Υ.Τ.Α.

FINDING PROPER PLACES FOR SANITARY LANDFILL SITES AT THE KASSANDRA PENINSULA OF HALKIDIKI WITH THE AID OF GIS. A RATIONAL-ENVIRONMENTAL APPROACH.

Oikonomidis D., Nasiakou P., Mouratidis A., Astaras T.

Laboratory of Remote Sensing and GIS Applications, Department of Physical and Environmental Geography, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki.

Abstract

Geographical Information Systems (GIS) are a very useful tool, not only for creating thematic maps but mainly for decision making and rational management of the environment.

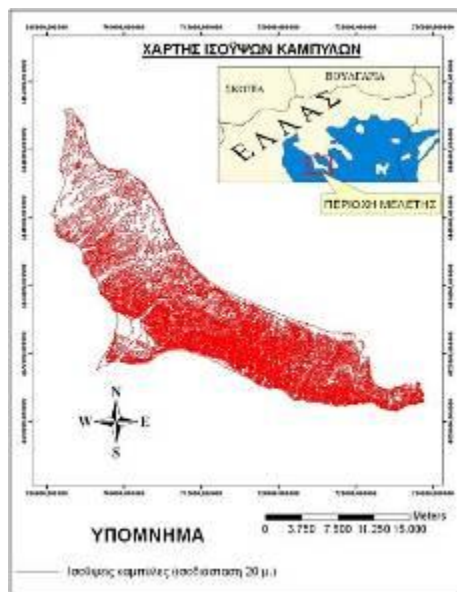
In the present study, GIS were used in order to find proper areas for the placement of sanitary landfill sites, in the Kassandra Peninsula of Halkidiki.

For the above purpose, various geographical and geo-morphological data were digitized (slopes, drainage network, hydro-permeability of lithological units, faults, roads, urban areas), for the creation of GIS layers. Furthermore, buffer zones were created around urban areas, faults, drainage network and roads. All the above GIS layers were associated with the help of Boolean Algebra in order to construct the final map which delineates areas proper for the placement of sanitary landfill sites.

Λέξεις κλειδιά: ΧΥΤΑ, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Κασσάνδρα.

Key words: sanitary landfill sites, GIS, Kassandra.

1. Εισαγωγή-σκοπός της εργασίας



Σχήμα 1. Περιοχή μελέτης και ισοΨείς καμπύλες.

Η Ψηφιακή Χαρτογραφία και τα ΓΣΠ αποτελούν σχετικά νέες επιστήμες οι οποίες προέκυψαν τις τελευταίες δεκαετίες και χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο τον τελευταίο καιρό από τους γεωεπιστήμονες σε συνδυασμό πάντα με την παρατήρηση που γίνεται στην ύπαιθρο με σκοπό την ορθολογικότερη διαχείριση του περιβάλλοντος.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εύρεση κατάλληλων Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) στην περιοχή της χερσονήσου Κασσάνδρας Χαλκιδικής με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ). Η απόφαση για την οριοθέτηση ενός χώρου ΧΥΤΑ δεν είναι μία απλή υπόθεση, τουναντίον πρέπει να ληφθούν υπόψιν ποικίλοι παράγοντες, γεωγραφικοί, γεωλογικοί αλλά και πολιτικοί. Με την εργασία αυτή επιχειρείται να δοθεί ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων όσον αφορά το καθαρά επιστημονικό μέρος. Το τελικό αποτέλεσμα αυτής της εργασίας ήταν η δημιουργία ενός χάρτη καταλληλότητας οριοθέτησης χώρου ΧΥΤΑ.

2. Περιβάλλον της περιοχής μελέτης

Η περιοχή μελέτης είναι η χερσόνησος Κασσάνδρας του νομού Χαλκιδικής (σχήμα 1). Η διεύθυνσή της είναι ΒΔ-ΝΑ, καλύπτει επιφάνεια 353,087 km².

Σύμφωνα με τον Μπαλαφουτή (1977), η περιοχή μελέτης κατατάσσεται στον Μεσογειακό τύπο κλίματος, Csa (ταξινόμηση Koerppen 1936), δηλαδή χαρακτηρίζεται από θερμά και ξηρά καλοκαίρια, καθώς και από ήπιους και υγρούς χειμώνες.

Τα υψόμετρα της περιοχής μελέτης κυμαίνονται από 0μ.-340μ., επομένως, βάσει της ταξινόμησης κατά Dikau (1989), η περιοχή μελέτης μπορεί να χαρακτηριστεί ως πεδινή-λοφώδης.

Τέλος, όσον αφορά την γεωλογία, απαντώνται σύγχρονες προσχώσεις, μάργες, ασβεστόλιθοι, κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, σχιστόλιθοι και οφιόλιθοι. (ΙΓΜΕ, 1969, σχήμα 6 και πίνακας 1).

3. Δεδομένα και μέθοδος έρευνας

3.1 Δεδομένα

Στην εργασία χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθοι χάρτες:

Α) Τοπογραφικοί χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ). Φύλλα:

«Καλάνδρα», «Νικήτας», «Παλιούριον» και «Κασσάνδρα», κλίμακας 1/50.000.

Β) Γεωλογικός χάρτης ΙΓΜΕ, Φύλλο: «Χερσονήσος Κασσάνδρας», κλίμακας 1:50.000.

Από τους τοπογραφικούς χάρτες ψηφιοποιήθηκαν:

- Οι ισοϋψείς καμπύλες με ισοδιάσταση 20μ.
- Το υδρογραφικό δίκτυο.
- Οι πόλεις και τα χωρία.
- Η ακτογραμμή.
- Το οδικό δίκτυο της περιοχής.

Από το γεωλογικό χάρτη ψηφιοποιήθηκαν:

- Οι γεωλογικοί σχηματισμοί.
- Τα ρήγματα.

3.2. Μέθοδος έρευνας

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε σε προσωπικό υπολογιστή Computer Intel® Pentium® 4 CPU 2.80GHz 512MB of RAM με τη χρήση του προγράμματος ArcGIS 9, συμπεριλαμβανομένων και των τριών εφαρμογών του, ArcMap, ArcCatalog & ArcToolbox.

Αρχικά, ψηφιοποιήθηκαν οι ισοϋψείς καμπύλες της υπό μελέτην περιοχής, με ισοδιάσταση 20m οι οποίες περιλαμβάνουν υψόμετρα: 0m (ακτογραμμή) – 340m (υψηλότερη κορυφή) και οι οποίες παρουσιάζονται στο σχήμα 1.

Ακολούθως, ψηφιοποιήθηκε το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής (διαρκής και περιοδική ροή των ρεμάτων) το οποίο παρουσιάζεται στο σχήμα 2.

Στην συνέχεια, ψηφιοποιήθηκαν το κύριο οδικό δίκτυο (αμαξιτοί οδοί ασφαλτόστρωτοι ή σκυρόστρωτοι 1 και 2 ρευμάτων) και τα χωριά της Χερσονήσου Κασσάνδρας (σχήματα 3 και 4 αντίστοιχα).

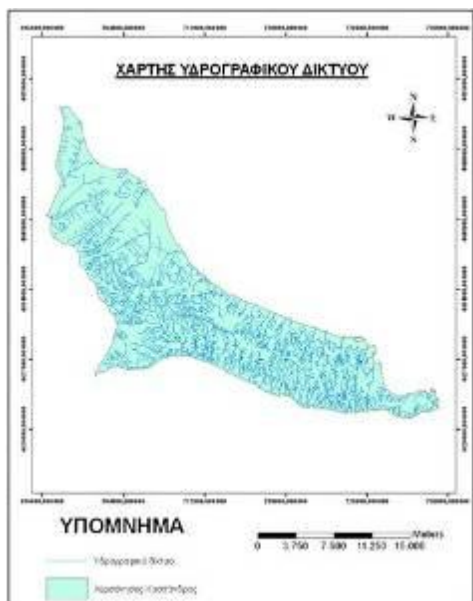
Στον χάρτη του σχήματος 5 παρουσιάζονται οι γεωλογικοί/λιθολογικοί σχηματισμοί και τα ρήγματα της περιοχής μελέτης.

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 γεωαναφέρθηκαν στο προβολικό σύστημα UTM (WGS84/34N).

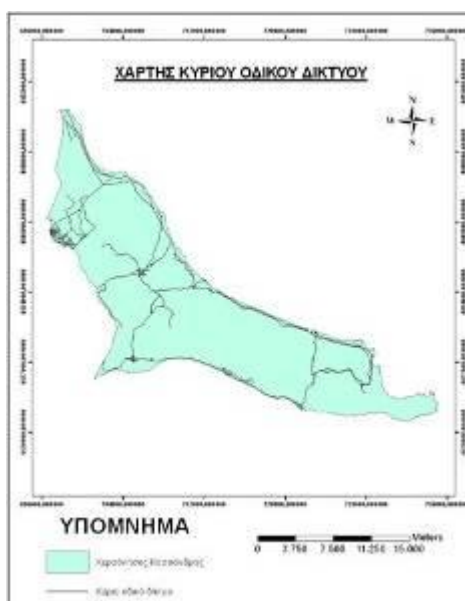
Για την επιλογή θέσης ΧΥΤΑ υπεισέρχονται πολλά κριτήρια, όπως γεωλογικά, υδρογεωλογικά, γεωτεχνικά, χωροταξικά, περιβαλλοντικά, κλιματικά, οικονομικά κ.α., που αναφέρονται σε βιβλία περιβαλλοντικής υδρογεωλογίας.

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

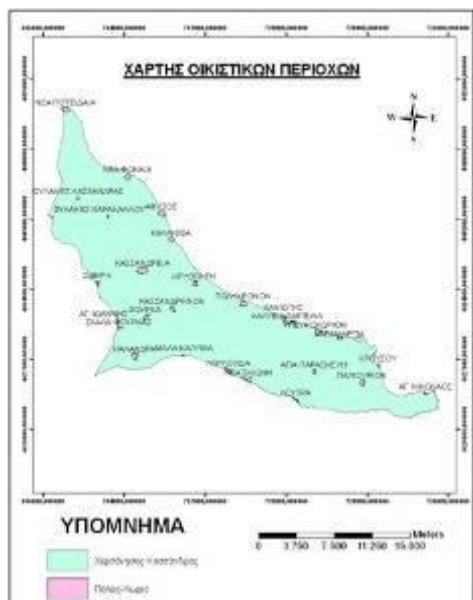
- - Η περιοχή να έχει κλίση μικρότερη από 15% (σχήμα 6).
- - Οι λιθολογικές ενότητες της περιοχής του ΧΥΤΑ να έχουν μικρή υδροπερατότητα, $k \leq 10^{-7}$ (συντελεστής περατότητας k σε cm/s). Στην παρούσα εργασία έχουμε ταξινομήσει τους σχηματισμούς (Σούλιος 1996) σε τρεις κατηγορίες: 1) $10^{-9} \leq k \leq 10^{-7}$ cm/s = μικρή υδροπερατότητα, 2) $10^{-6} \leq k \leq 10^{-4}$ cm/s = μέση υδροπερατότητα, 3) $10^{-3} \leq k \leq 100$ cm/s = μεγάλη υδροπερατότητα (σχήματα 7 και 8).



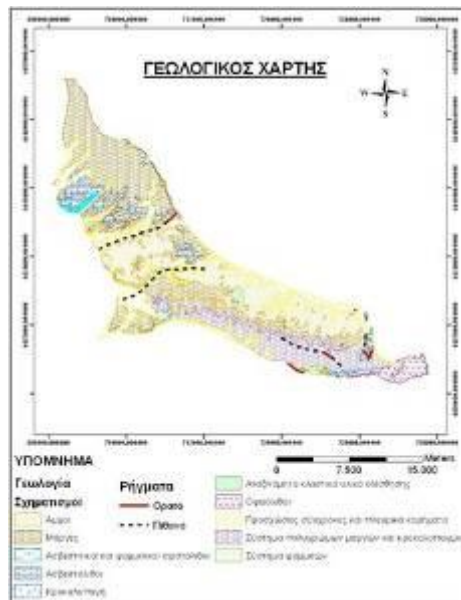
Σχήμα 2. Υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης.



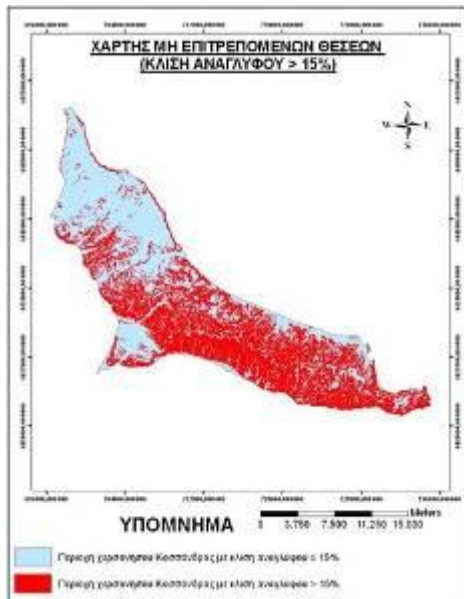
Σχήμα 3. Κύριο οδικό δίκτυο της Χερσονήσου Κασσάνδρας.



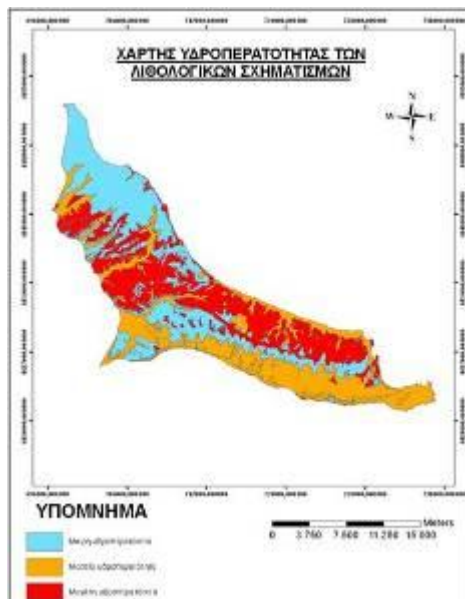
Σχήμα 4. Χωριά και κωμοπόλεις της Χερσονήσου Κασσάνδρας



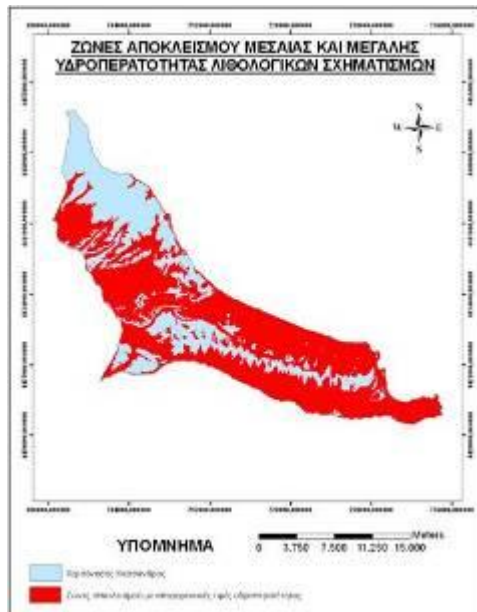
Σχήμα 5. Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της Χερσονήσου Κασσάνδρας (από ΙΓΜΕ, φύλλο «Χερσονήσος Κασσάνδρας», 1969).



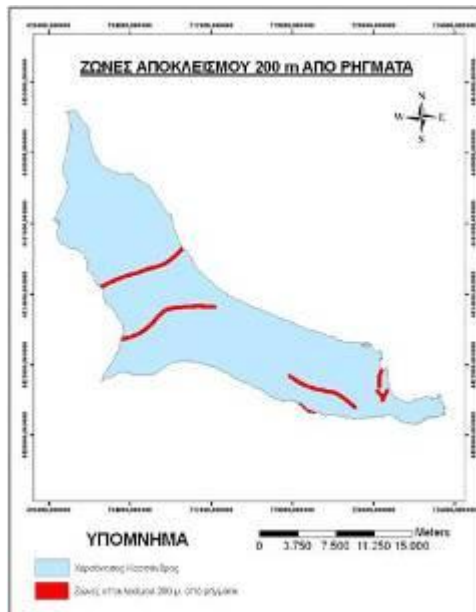
Σχήμα 6. Χάρτης μή επιτρεπόμενων περιοχών για ΧΥΤΑ, όπου η κλίση του αναγλύφου, υπερβαίνει το 15%



Σχήμα 7. Χάρτης υδροπερατότητας των γεωλογικών σχηματισμών, ο οποίος βασίστηκε στον γεωλογικό χάρτη του Σχήματος 5.



Σχήμα 8. Χάρτης μή επιτρεπόμενων θέσεων για δημιουργία ΧΥΤΑ, λόγω πετρωμάτων με μεσαίες και μεγάλες τιμές υδροπερατότητας.



Σχήμα 9. Χάρτης μή επιτρεπόμενων θέσεων για δημιουργία ΧΥΤΑ, λόγω εγγύτητας σε ρήγματα

Επίσης, δημιουργήθηκαν ζώνες αποκλεισμού/buffer zones (Κουτσόπουλος και Ανδρουλακάκης 2003), γύρω από τα ρήγματα, το υδρογραφικό δίκτυο, το οδικό δίκτυο και τις κατοικημένες περιοχές, ως εξής:

- Η περιοχή του ΧΥΤΑ να βρίσκεται σε απόσταση 200 m από τεκτονικές γραμμές/ρήγματα (Αλιβάνης κ.α., 1994), σχήμα 9.

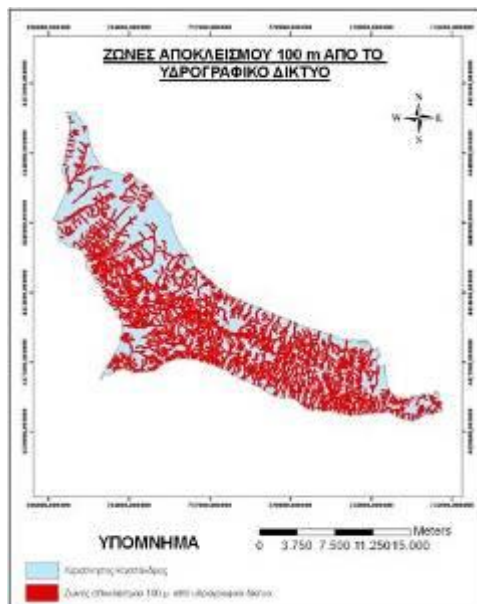
- Η περιοχή του ΧΥΤΑ να βρίσκεται σε απόσταση 100m από το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής (σχήμα 10).

- Η περιοχή του ΧΥΤΑ να βρίσκεται σε απόσταση 300m από το οδικό δίκτυο της περιοχής (σχήμα 11).

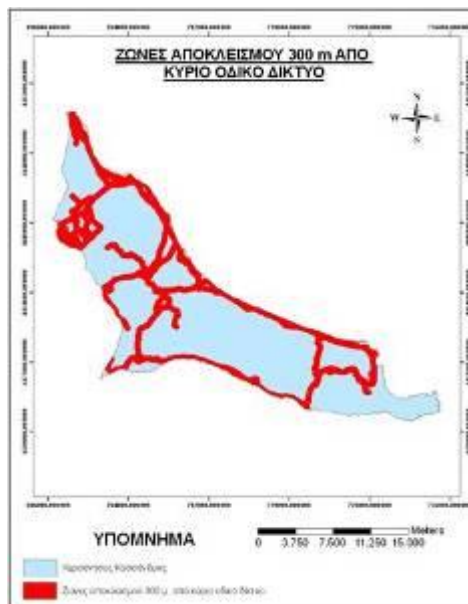
- Η περιοχή του ΧΥΤΑ να βρίσκεται σε απόσταση 2000m από τις πόλεις και τα χωριά της περιοχής (σχήμα 12).

Στη συνέχεια παρατίθενται οι χάρτες που δημιουργήθηκαν με βάση κάθε κριτήριο που χρησιμοποιήθηκε.

Τέλος, κατά την διάρκεια δημιουργίας του τελικού θεματικού χάρτη, πραγματοποιήθηκε συσχετισμός ανάμεσα στα χωρικά δεδομένα (επίπεδα πληροφοριών). Ο συσχετισμός αυτός είναι σχετικά απλός και απαιτεί χειρισμούς των δεδομένων που βασίζονται στην άλγεβρα του Boole (Φραντζής 1991, Αλιβάνης κ.α. 1994, Χαλκιάς 1995 και Burrough and McDonell 2000). Με την χρήση των κατάλληλων αλγορίθμων που σχετίζονται με την παραπάνω μεθοδολογία (Boole), κατασκευάστηκε ο τελικός χάρτης, ο οποίος παρουσιάζει τους χώρους οι οποίοι πληρούν τις προαναφερθείσες προϋποθέσεις για να αποτελέσουν πιθανούς ΧΥΤΑ.

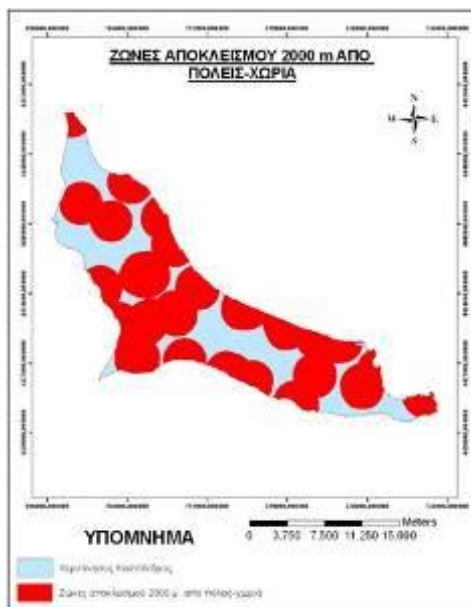


Σχήμα 10. Χάρτης μη επιτρεπομένων θέσεων για δημιουργία ΧΥΤΑ, λόγω εγγύτητας σε κλάδους (κοίτες) του

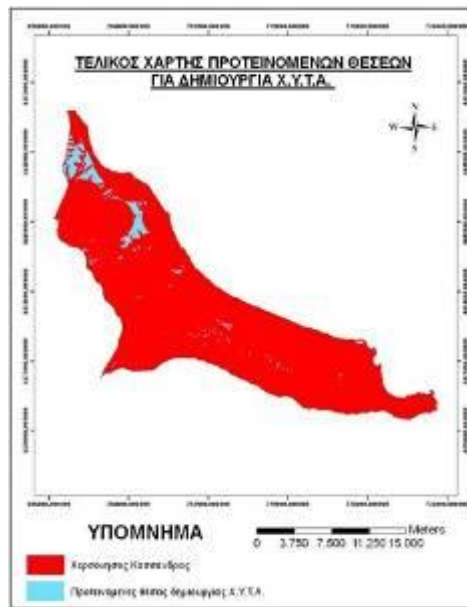


Σχήμα 11. Χάρτης μη επιτρεπομένων θέσεων για δημιουργία ΧΥΤΑ, λόγω εγγύτητας στο κύριο οδικό δίκτυο.

Στο σχήμα 13, παρουσιάζεται ο χάρτης επιτρεπομένων/προτεινομένων περιοχών για δημιουργία ΧΥΤΑ, με βάση το συνδυασμό και συναξιολόγηση όλων των παραπάνω κριτηρίων. Η έκταση των προτεινόμενων περιοχών για ΧΥΤΑ ανέρχεται σε 14,838 km² σε σύνολο 353.087 km² που καταλαμβάνει η χερσόνησος της Κασσάνδρας.



Σχήμα 12. Χάρτης μη επιτρεπομένων θέσεων για δημιουργία ΧΥΤΑ, λόγω εγγύτητας σε κατοικημένες περιοχές.



Σχήμα 13. Χάρτης επιτρεπομένων / προτεινομένων θέσεων για δημιουργία ΧΥΤΑ, στην χερσόνησο Κασσάνδρας.

Η έκταση των προτεινόμενων περιοχών ΧΥΤΑ που υπολογίζεται με τα προαναφερθέντα κριτήρια, δύναται να αυξηθεί (με επιφυλάξεις), αν οι ζώνες αποκλεισμού των 100 μ. από το υδρογραφικό δίκτυο, υπολογισθούν για ρέματα 2ης τάξης και άνω (κατά Strahler, 1957). Τα ρέματα 1ης τάξης, τα οποία στην ύπαιθρο είναι «μή διακλαδιζόμενες ταπεινώσεις (εκβαθνώσεις) του αναγλύφου που δείχνουν μαρτυρία προϋπάρχουσας ροής ύδατος» (Αστάρης 1980), μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αυξηθεί ο χώρος των ΧΥΤΑ, υπό την εξής προϋπόθεση: να μεταφερθούν στα ρέματα 1ης τάξης, υλικά επικάλυψης από φυσικά πρανή της περιοχής και να τοποθετηθούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να επιτευχθεί αφ' ενός η ελάττωση των κλίσεων και αφ'ετέρου η αύξηση της επιφανειακής αποστράγγισης και η παροχέτευση των επιφανειακών απορροών (Βουδούρης 2005).

4. Συζήτηση-Συμπεράσματα

Οι καταλληλότερες θέσεις για εγκατάσταση ΧΥΤΑ εντοπίζονται στην πλειοψηφία τους στο ΒΔ τμήμα της χερσονήσου της Κασσάνδρας και ανέρχονται σε έκταση 14,838 km².

Η εγκατάσταση ενός χώρου ΧΥΤΑ σε μία από τις προτεινόμενες θέσεις πρέπει να θωρακιστεί με τα ασφαλέστερα μέτρα προστασίας έτσι ώστε να ελαττωθεί, αν όχι να εξαλειφθεί η πιθανότητα ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και γενικότερα της γύρω περιοχής.

Επίσης ένα από πιο θετικά αποτελέσματα που μπορεί να προκύψει από τη λειτουργία ενός ΧΥΤΑ είναι η μείωση έως και η εξάλειψη των ανεξέλεγκτων χωματερών που υπάρχουν σε

περιοχές της χερσονήσου. Η δημιουργία οργανωμένων ΧΥΤΑ θα έχει επίσης επιπτώσεις στην ανάπτυξη των υποδομών και τη βελτίωση του περιβάλλοντος.

Από την μελέτη εργασιών που αναφέρονται στην χρήση ΓΣΠ στην Ελλάδα και το εξωτερικό, προκύπτει ότι η χρησιμοποίηση ενός ΓΣΠ μπορεί να έχει σημαντικές θετικές επιδράσεις στη λειτουργία ενός δημόσιου οργανισμού, όπως οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ), Νομαρχίες, Περιφέρειες κ.α., επειδή βελτιώνει την ικανότητα επεξεργασίας δεδομένων και εξαγωγής αποτελεσμάτων, υπό την προϋπόθεση ότι ο χρήστης θα κάνει σαφή προσδιορισμό των κριτηρίων. Επιτρέπει τον γρήγορο έλεγχο των εναλλακτικών ιδεών και προτάσεων, με βάση κάποιο δείγμα από τα πραγματικά δεδομένα. Έτσι διευκολύνεται η λήψη αποφάσεων σχετικά με την αποτελεσματικότητα των ελεγχόμενων ιδεών και προτάσεων (Χατζόπουλος κ.α. 1990, Burrough 1991, Καρτέρης 1991, Αλιβάνης κ.α. 1994, Burrough and McDonnell 2000).

Σαν γενικό συμπέρασμα μπορεί να λεχθεί ότι η χρήση των Γ.Σ.Π. σε μελέτες και έρευνες που άπτονται περιβαλλοντικών θεμάτων, πρέπει να προωθηθεί. Οι προτεινόμενες περιοχές ΧΥΤΑ στην χερσόνησο της Κασσάνδρας, σε μελλοντική εργασία θα συσχετισθούν και με υπάρχοντες χώρους αναψυχής/κολύμβησης. Παράλληλα, δεν πρέπει να υποβαθμίζεται ο ρόλος της έρευνας πεδίου (εκτός στόχων της παρούσης εργασίας), ο οποίος παίζει κύριο ρόλο στην τελική επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Όλα τα παραπάνω, εφόσον γίνουν με επιστημονικό και ορθολογικό τρόπο, θα μετριάσουν πιθανώς τις αντιδράσεις των τοπικών κοινωνιών στην εγκατάσταση ΧΥΤΑ.

Βιβλιογραφία

Αλιβάνης Κ., Αστάρης Θ. και Σουλακέλλης Ν., 1994: Η χρήση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) στην εξεύρεση –επιλογή νέων χώρων υγειονομικής ταφής (Χ.Υ.Τ.) μεϊζονος Θεσσαλονίκης. Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας. Τόμος Β, σελ. 470-483.

Αστάρης Θ., 1980: Ποσοτική-γεωμορφολογική μελέτη τμημάτων των Δ. πλευρών του όρους Βερτίσκον (κ. Μακεδονία). Διδακτορική διατριβή, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 212 σελ.

Αστάρης Θ. και Οικονομίδης Δ., 2004: Εργαστηριακές σημειώσεις στο μάθημα : Ψηφιακή Χαρτογραφία και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (G.I.S.) Τεύχος 1 ArcGIS. Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο, Θεσσαλονίκη, 38 σελ.

Βουδούρης Κ., 2005: Θέματα Υδρογεωλογίας Περιβάλλοντος, Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 175 σελ.

Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού/ΓΥΣ: Τοπογραφικοί χάρτες Φύλλα: «Καλάνδρα»/1969, «Κασσανδρεία»/1983, «Παλιούριον»/1983 και «Νικήτας»/1969). Κλίμακα 1:50.000

Ινστιτούτον Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους (ΙΓΜΕ), 1969: Γεωλογικός Χάρτης Φύλλον «Χερσόνησος Κασσάνδρας», κλίμακα 1/50.000.

Καλλέργης Γ., 2000: Εφαρμοσμένη Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία. Τόμος Β΄ ΤΕΕ, Αθήνα.

Καρτέρης Μ., 1991: Τηλεπισκόπηση Φυσικών Πόρων και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Πανεπιστημιακές παραδόσεις, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 247 σελ.

Κουτσόπουλος Κ. Και Ανδρουλακάκης, Ν., 2003: Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με χρήση του λογισμικού ArcGIS. Παπασωτηρίου, Αθήνα, 397 σελ.

Μπαλαφούτης Χ., 1977: Συμβολή εις την μελέτην του κλίματος της Μακεδονίας και Δυτικής Θράκης. Διατριβή επί διδακτορία, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 121 σελ.

Σούλιος Γ., 1996: Γενική Υδρογεωλογία, πρώτος τόμος. UNIVERSITY STUDIO PRESS,

Θεσσαλονίκη, σελ. 215-217.

Φραντζής Γ., 1991: Επιλογή χώρων διάθεσης απορριμάτων. Πρακτικά ΙΙ Συνεδρίου, Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Μυτιλήνη, σελ. 384-390.

Χαλκιάς Χ., 1998: Βασικές αρχές ανάλυσης στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου, Αθήνα, σελ.673-687.

Χατζόπουλος Ι., Γαζής Δ. και Ελευθεριάδης Μ., 1990: Τηλεπισκόπηση και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφόρησης στην Επιλογή της Καταλληλότερης Περιοχής Εναπόθεσης Τοξικών Αποβλήτων. Πρακτικά Συνεδρίου «Χημικά-Τοξικά στο περιβάλλον», Μόλυβος Μυτιλήνης, Σεπτ. 1990, σελ. 339-355.

Burrough P.A., 1991: Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Monographs on soil and resources survey, No 12, Clarendon Press, Oxford, 194 p.

Burrough P.A. and McDonell R.A., 2000: Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press, 333 p.

Dikau R., 1989: The application of a digital relief model to landform analysis. In: Raper, J. F. (ed.) 1989: Three dimensional applications in Geographical Information Systems. Taylor and Francis, London, pp 51-77.

Koeppen W., 1936: Das geographische System der Klimate. Handbuch der Klimatologie. Berlin.

Strahler A., 1957: Quantitative analysis of watershed geomorphology. Amer. Geophys. Union Trans., 38(6), 913-20.