



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος**

Κατεύθυνση : Μηχανικών Περιβάλλοντος

**«Σχεδιασμός δικτύου για Βέλτιστη Χωροθέτηση Πράσινων Σημείων στα Χανιά»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΤΟΥ**

**ΠΑΝΤΕΛΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ**

Χανιά, Οκτώβριος, 2024



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος**

Κατεύθυνση : Μηχανικών Περιβάλλοντος

**«Σχεδιασμός δικτύου για Βέλτιστη Χωροθέτηση Πράσινων Σημείων στα Χανιά»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΤΟΥ**

**ΠΑΝΤΕΛΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ :**

Απόστολος Γιαννής, (Επιβλέπων)

Τσουχλαράκη Ανδρονίκη

Δάρας Τρύφωνας

"Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης".

## Ευχαριστίες

Με τη ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και γενικά όλη την οικογένεια μου για τη στήριξη που μου έδωσαν όλα αυτά τα χρόνια των ακαδημαϊκών μου σπουδών.

Συνάμα, ιδιαίτερες ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου Κύριο Απόστολο Γιαννή για τις γνώσεις που μου πρόσφερε καθώς και τις συμβουλευτικές παρατηρήσεις. Επίσης, θα ήθελα να το ευχαριστήσω για την άψογη συνεργασία που είχαμε μεταξύ μας κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, στο ίδιο πλαίσιο ευγνωμοσύνης θέλω να ευχαριστήσω και τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής θέλω να ευχαριστήσω και τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, την Κ. Τσουχλαράκη Ανδρονίκη και τον Κ. Δάρα Τρύφωνα για την αφοσίωση και για τη μελέτη που αφιέρωσαν για τη διπλωματική εργασία.

## Περίληψη

Στις μέρες μας η αντιμετώπιση των αστικών απορριμμάτων είναι ένα από τα κυριότερα θέματα που πρέπει να μας απασχολήσει. Η ανακύκλωση εδώ και αρκετό καιρό εισήλθε στη ζωή όλων των ανθρώπων στην Ευρώπη επομένως πρέπει να την αξιοποιήσουν. Για το λόγο αυτό η χωροθέτηση εγκατάστασης ενός Πράσινου Σημείου συνιστάται ανεπιφύλακτα σε όλες τις περιοχές μιας χώρας ή ακόμα σε κάποιο νησί. Η χωροθέτηση μιας εγκατάστασης είναι ένα από τα δυσκολότερα προβλήματα που απασχολεί τους μελετητές όσον αφορά το χωροταξικό σχεδιασμό και τη κατανομή ζήτησης. Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η βέλτιστη χωροθέτηση Πράσινων Σημείων στην περιοχή του Δήμου Χανίων μέσω της πολυκριτηριακής και χωρικής ανάλυσης. Η πολυκριτηριακή ανάλυση υλοποιείται μέσω του περιβάλλοντος του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS) δημιουργώντας έτσι τη χωρική ανάλυση. Αξιοποιώντας λοιπόν τη χωρική ανάλυση και εφαρμόζοντας το αλγόριθμο του P-Median καταλήξαμε στην εύρεση των βέλτιστων θέσεων των Πράσινων Σημείων. Η χρήση του αλγορίθμου αυτού διευκολύνει όλους τους μελετητές καθώς σκοπός του είναι η ελαχιστοποίηση της απόστασης με βάση τη σταθμισμένη ζήτηση ανάμεσα των σημείων ζήτησης και της πλησιέστερης επιλεγμένης εγκατάστασης. Επομένως, η δημιουργία και η λειτουργικότητα ενός δικτύου Πράσινων Σημείων στη περιοχή του Δήμου Χανίων θα διευκολύνει τόσο τους κατοίκους της όσο και το περιβάλλον αφού πλέον πολλά υλικά θα καταλήγουν προς επαναχρησιμοποίηση. Άρα, η ανακύκλωση των αστικών απορριμμάτων βοηθά στην αντιμετώπιση των προβλημάτων που φέρουν προς το περιβάλλον μέσω της κατασκευής των Πράσινων Σημείων. Στην συνέχεια, εξετάστηκαν τρία σενάρια όπου μέσω αυτών επιλέχθηκαν οι βέλτιστες θέσεις χωροθέτησης των Πράσινων Σημείων. Ο προκαθορισμένος ρόλος των σεναρίων βασίστηκε στον πληθυσμό της περιοχής μελέτης καθώς, σύμφωνα με μελέτες ισχύει η εγκατάσταση ενός Πράσινο Σημείο ανά 55.000 πληθυσμό. Έτσι, εξετάστηκαν επιπλέον περιπτώσεις για περισσότερες εγκαταστάσεις. Παράλληλα, λήφθηκε υπόψη η απόσταση που χρειάζεται να διανύσει οδικός ένας κάτοικος προς το Πράσινο Σημείο. Η απόσταση αυτή ορίστηκε από 10 km, 15 km και 20 km. Ο ιδανικός αριθμός των εγκαταστάσεων που χρειάζεται να κατασκευαστούν με βάση τη περιοχή μελέτης καθορίστηκε ο αριθμός των τριών εγκαταστάσεων και το προτιμότερο σενάριο επιλέχθηκε το πρώτο δίνοντας έτσι ευκολότερη πρόσβαση σε περισσότερους οικισμούς. Η επιλογή του πρώτου σεναρίου έγινε καθώς η απόσταση των 10 km είναι σαφέστατα η πιο ικανοποιητική για να διανύσει ένας κάτοικος μέχρι να φθάσει στο Πράσινο Σημείο. Συνάμα, οι τρεις εγκαταστάσεις καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής μελέτης καθώς η μία εντοπίζεται κοντά από το κέντρο των Χανίων, η δεύτερη κοντά από τη περιοχή της Σούδας και η τρίτη εξυπηρετεί τη περιοχή των Κουνουπιδιανών. Συνοψίζοντας, οι θέσεις στις οποίες αποφασίστηκαν να τοποθετηθούν τα Πράσινα Σημεία μέσω του αλγορίθμου P-Median εντοπίζονται κατά κύριο λόγο εντός συγκεκριμένου ορίου εξυπηρέτησης έχοντας ως βασικό κριτήριο τις πραγματικές αποστάσεις του υφιστάμενου οδικού δικτύου καθώς επίσης και τα στοιχεία του πληθυσμού για κάθε οικισμό.

## **Abstract**

Nowadays, the management of urban waste is one of the most critical issues that must concern us. Recycling has been integrated into people's lives in Europe for quite some time, and as such, it should be fully utilized. For this reason, the installation of a Green Point is highly recommended in all areas of a country or even on an island. The siting of such a facility is one of the most pressing challenges encountered by planners in terms of spatial planning and demand distribution. The aim of this thesis is to design and optimally locate Green Points within municipality of Chania using multicriteria and spatial analysis. The multicriteria analysis is conducted within the Geographic Information System, thus creating the spatial analysis. By utilizing spatial analysis and applying the P-Median algorithm, we arrived at the identification of the optimal locations for the Green Points. The use of this algorithm assists all planners, as its purpose is to minimize the distance based on the weighted demand between the demand points and the nearest selected facility. Therefore, the creation and functionality of a Green Points network in the municipality of Chania will facilitate both the residents and the environment, as many materials will now be redirected towards reuse. Thus, recycling urban waste helps to address the environmental issues by establishing Green Points. Subsequently, three scenarios were examined, through which the best location for the siting of Green Points were selected. The predefined role of the scenarios was based on the population of the study area, as studies suggest the installation of one Green Point per 55.000 inhabitants. Thus, additional cases for more facilities were considered. Additionally, the distance a resident need to travel by road to reach a Green Point was taken into account. This distance was set at 10 km, 15 km and 20 km. The optimal number of facilities to be constructed based on the study area was determined to be three and the preferred scenarios was the first, offering easier access to more settlements. The selection of the first scenarios was made because the distance of 10 km is clearly the most satisfactory for a resident to travel to reach a Green Point. Moreover, the three facilities cover most of the study area, with one located near the centre of Chania, the second near the area of Souda and the third serving the area of Kounoupidiana. In summary, the locations chosen for the installation of the Green Points through the P-Median algorithm are mainly within a specific service radius with the primary criterion which include the actual distances of the existing road network as well as the population data for each settlement.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	4
Περίληψη .....	5
Περιεχόμενα.....	7
<b>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή</b> .....	13
<b>Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό Μέρος</b> .....	15
2.1 Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων .....	15
2.2 Πράσινα Σημεία .....	17
2.3 Υπόδειγμα Πράσινου Σημείου .....	17
2.4 Σκοπιμότητα Πράσινων Σημείων .....	20
2.5 Μεγέθη Πράσινων Σημείων .....	21
2.6 Περιβαλλοντικοί Στόχοι .....	21
2.7 Επιτρεπόμενες κατηγορίες Αποβλήτων .....	23
2.8 Πυκνότητα Πράσινων Σημείων .....	23
2.9 Παραδείγματα Πράσινων Σημείων.....	24
2.9.1 Πράσινα Σημεία στην Κύπρο .....	24
2.9.2 Πράσινα Σημεία στο Ηνωμένο Βασίλειο .....	25
2.10 Εναλλακτική διαχείριση αποβλήτων.....	26
2.11 Νομοθεσία αστικών στερεών αποβλήτων .....	27
<b>Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία σχεδιασμού συστήματος</b> .....	28
3.1.1 Εισαγωγή .....	28
3.1.2 Κριτήρια επιρροής .....	28
3.1.3 Κριτήρια Αποκλεισμού .....	29
3.2 Δεδομένα χωρικής και πολυκριτηριακής ανάλυσης .....	31
3.3 Στοιχεία Δήμου Χανίων .....	32
3.3.1 Δημογραφικά Στοιχεία του Δήμου Χανίων.....	33
3.3.2 Ποσοότητες αποβλήτων Περιοχών του Δήμου Χανίων .....	36
3.4 Μοντέλα Χωροθέτησης-Κατανομών .....	38
3.5 Η μέθοδος P-Median για την χωροθέτηση Πράσινων Σημείων στο Δήμο Χανίων .....	39
3.6 Σενάρια χωροθέτησης εγκαταστάσεων δικτύου Πράσινου Σημείου.....	42
3.6.1 Σενάριο 1.....	43
3.6.2 Σενάριο 2.....	43
3.6.3 Σενάριο 3.....	43
<b>Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα και Συζήτηση</b> .....	45
4.1 Εφαρμογή των κριτηρίων στο πρόγραμμα του GIS .....	45
4.1.1 Υφιστάμενο οδικό δίκτυο .....	47
4.1.2 Αεροδρόμια, στρατιωτικές εγκαταστάσεις και Πολυτεχνείο Κρήτης .....	49

4.1.3 Αρχαιολογικοί χώροι.....	50
4.1.4 Ακτογραμμή της περιοχής.....	52
4.1.5 Λίμνες και λιμάνια.....	54
4.1.6 Υδρογραφικό δίκτυο.....	56
4.1.7 Καταφύγια άγριας ζωής και περιοχές ειδικής προστασίας.....	58
4.1.8 Δασικές εκτάσεις.....	60
4.1.9 Επίπεδο εδαφικών κλίσεων.....	62
4.1.10 Ενοποίηση κριτηρίων.....	63
4.1.11 Δημιουργία επιπρόσθετων παραμέτρων.....	63
4.2 Εφαρμογή του αλγορίθμου P-Median στο πρόγραμμα του GIS.....	67
4.3 Βέλτιστη χωροθέτηση εγκαταστάσεων Πράσινων σημείων.....	68
4.3.1 Αποτελέσματα σεναρίου 1.....	68
4.3.2 Αποτελέσματα σεναρίου 2.....	71
4.3.3 Αποτελέσματα σεναρίου 3.....	74
4.4 Προτεινόμενη βέλτιστη χωροθέτηση εγκαταστάσεων Πράσινων Σημείων.....	77
<b>Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και μελλοντικές προτάσεις.....</b>	<b>79</b>
5.1 Συμπεράσματα.....	79
5.2 Μελλοντικές προτάσεις.....	81
<b>Κεφάλαιο 6: Βιβλιογραφία.....</b>	<b>82</b>



## **Ευρετήριο Εικόνων**

Εικόνα 1: Ιεράρχηση Αστικών Στερεών Αποβλήτων .....	15
Εικόνα 2: Σχέση Δικτύου Πράσινου Σημείου με την ιεράρχηση ΔΣΑ.....	16
Εικόνα 3 : Τύποι διάταξης Πράσινων Σημείων.....	18
Εικόνα 4: Πράσινο Σημείο Λευκωσίας με διάταξη «μονόδρομη γραμμική».....	19
Εικόνα 5: Πράσινο Σημείο Θεσσαλονίκης με διάταξη «τύπου πλατείας» .....	19
Εικόνα 6: Πράσινα Σημεία της πόλης Λάρνακας της Κύπρου .....	25
Εικόνα 7: Πράσινα Σημεία στην περιοχή του Suffolk της Αγγλίας.....	26
Εικόνα 8: Οι κοινότητες του Δήμου Χανίων.....	33
Εικόνα 9: Ποσότητες αστικών στερεών αποβλήτων ανά περιοχή του Δήμου Χανίων.....	36

## **Ευρετήριο Πινάκων- Διαγραμμάτων**

Πίνακας 1: Κριτήρια χωροθέτησης Πράσινου Σημείου .....	31
Πίνακας 2: Απογραφή του μόνιμου πληθυσμού της περιοχής μελέτης (2021) (ΕΛΣΤΑΤ, 2024). .....	33
Πίνακας 3: Εκτιμώμενη ποσότητα αστικών στερέων αποβλήτων στο Δήμο Χανίων .	37
Πίνακας 4: Ποσότητες διαφορετικών κατηγοριών που καταλήγουν προς κομποστοποίηση .....	37
Διάγραμμα 1: Διάγραμμα πυκνότητας κεντρικών εγκαταστάσεων προς πυκνότητα ζήτησης .....	41
Πίνακας 5: Αριθμός εγκαταστάσεων Πράσινων Σημείων ανά πληθυσμό .....	42

## **Ευρετήριο Χαρτών**

Χάρτης 1: Περιοχή μελέτης για την εφαρμογή του αλγορίθμου P-Median .....	44
Χάρτης 2: Δημιουργία πλέγματος με υποψήφιες θέσεις των Πράσινων Σημείων (8.849 σημεία) με τη χρήση της εντολής Fishnet.....	46
Χάρτης 3: Υφιστάμενο οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης .....	47
Χάρτης 4: Χρήση της εντολής buffer για ζώνη επιρροής εντός 200 μέτρων εκατέρωθεν των οδικών αξόνων .....	48
Χάρτης 5: Χρήση της εντολής Buffer για το αεροδρόμιο, τις στρατιωτικές εγκαταστάσεις και του Πολυτεχνείου Κρήτης όπου θέτονται εκτός ορίων. ....	49
Χάρτης 6: Αρχαιολογικοί χώροι της περιοχής μελέτης.....	50
Χάρτης 7: Χρήση της εντολής buffer για ζώνη αποκλεισμού αρχαιολογικών χώρων σε απόσταση 1500 μέτρα .....	51
Χάρτης 8: Παραλίες κολύμβησης (ακτογραμμή) της περιοχής μελέτης .....	52
Χάρτης 9: Χρήση της εντολής buffer για ζώνη αποκλεισμού από παραλίες κολύμβησης(ακτογραμμής) σε απόσταση 1000 μέτρα .....	53
Χάρτης 10: Λίμνες – λιμάνια της περιοχής μελέτης .....	54
Χάρτης 11: Χρήση της εντολής buffer για ζώνη αποκλεισμού από λίμνες-λιμάνια σε απόσταση 100 μέτρων .....	55
Χάρτης 12: Υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης.....	56
Χάρτης 13: Χρήση της εντολής buffer για ζώνη αποκλεισμού από το υδρογραφικό δίκτυο σε απόσταση 100 μέτρων.....	57
Χάρτης 14: Καταφύγια άγριας ζωής και περιοχές ειδικής προστασίας της περιοχής μελέτης.....	58
Χάρτης 15: Χρήση της εντολής buffer για ζώνη αποκλεισμού από καταφύγια άγριας ζωής και περιοχές ειδικής προστασίας σε απόσταση 100 μέτρων .....	59
Χάρτης 16: Δασικές εκτάσεις της περιοχής μελέτης .....	60
Χάρτης 17: Χρήση της εντολής buffer για ζώνη αποκλεισμού από δασικές εκτάσεις σε απόσταση 100 μέτρων .....	61
Χάρτης 18: Εδαφικές κλίσεις (επιτρεπτές κλίσεις μικρότερες από 10%) μέσω της εφαρμογής του ASTER DEM.....	62
Χάρτης 19: Χρήση της εντολής Union για ενοποίηση όλων των κριτηρίων.....	63
Χάρτης 20: Χάρτης υποψήφιων θέσεων πριν από τη χωρική ανάλυση (8.849 σημεία) και μετά από τη χωρική ανάλυση (870 σημεία). ....	64
Χάρτης 21: Χάρτης με τα τελικά αποτελέσματα (θέσεις) μετά τη εφαρμογή της χωρικής ανάλυσης (870 σημεία).....	65

Χάρτης 22: Δημιουργία του εργαλείου Network Dataset και πολυγωνικού επιπέδου πληροφορίας.....	66
Χάρτης 23: Αποτελέσματα σεναρίου 1 για αναζήτηση 2 βέλτιστων εγκαταστάσεων .....	68
Χάρτης 24: Αποτελέσματα σεναρίου 1 για αναζήτηση 3 βέλτιστων εγκαταστάσεων .....	69
Χάρτης 25: Αποτελέσματα σεναρίου 1 για αναζήτηση 5 βέλτιστων εγκαταστάσεων .....	69
Χάρτης 26: Αποτελέσματα σεναρίου 1 για αναζήτηση 7 βέλτιστων εγκαταστάσεων .....	70
Χάρτης 27: Αποτελέσματα σεναρίου 2 για αναζήτηση 2 βέλτιστων εγκαταστάσεων .....	71
Χάρτης 28: Αποτελέσματα σεναρίου 2 για αναζήτηση 3 βέλτιστων εγκαταστάσεων .....	72
Χάρτης 29: Αποτελέσματα σεναρίου 2 για αναζήτηση 5 βέλτιστων εγκαταστάσεων .....	72
Χάρτης 30: Αποτελέσματα σεναρίου 2 για αναζήτηση 7 βέλτιστων εγκαταστάσεων .....	73
Χάρτης 31: Αποτελέσματα σεναρίου 3 για αναζήτηση 2 βέλτιστων εγκαταστάσεων .....	74
Χάρτης 32: Αποτελέσματα σεναρίου 3 για αναζήτηση 3 βέλτιστων εγκαταστάσεων .....	75
Χάρτης 33: Αποτελέσματα σεναρίου 3 για αναζήτηση 5 βέλτιστων εγκαταστάσεων .....	75
Χάρτης 34: Αποτελέσματα σεναρίου 3 για αναζήτηση 7 βέλτιστων εγκαταστάσεων .....	76

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Τα θέματα χωροθέτησης εγκαταστάσεων και δραστηριοτήτων, καθώς και ο τρόπος κατανομής τους σε αστικές και αγροτικές περιοχές, σε άμεση σύνδεση με τη γενική ζήτηση αποτελούν μερικά από τα πιο περίπλοκα ζητήματα που πρέπει να επιλυθούν στον χωροταξικό σχεδιασμό. Η παρούσα εργασία στοχεύει στην ανάπτυξη ενός αποτελεσματικού σχεδιασμού που θα συμβάλει στη ελαχιστοποίηση των απορριμμάτων που παράγονται από τους κατοίκους και τους επισκέπτες των Χανίων, αξιοποιώντας τη λειτουργία των Πράσινων Σημείων.

Πιο συγκεκριμένα, αρχικά πραγματοποιείται μια εννοιολογική ανάλυση των Πράσινων Σημείων, με στόχο την καλύτερη δυνατή εξειδίκευση του αντικειμένου, του ρόλου και της σημασίας τους. Τα Πράσινα Σημεία, αποτελούν πλέον ένα βασικό στοιχείο του συστήματος διαχείρισης αποβλήτων σε τοπικό επίπεδο. Στα Πράσινα Σημεία θα δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες, να παραδίδουν οργανωμένα και με ασφάλεια χρήσιμα υλικά όπως χαρτί/χαρτόνι, γυάλινες και μεταλλικές συσκευές.

Με αυτόν τον τρόπο, σημαντικές ποσότητες προδιαλεγμένων ανακυκλώσιμων αποβλήτων και χρήσιμων υλικών θα μπορούν να συγκεντρώνονται και να αποθηκεύονται προσωρινά στα Πράσινα Σημεία, προτού προωθηθούν για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση ή άλλες προκαταρκτικές εργασίες, όπως ο τεμαχισμός.

Τα Πράσινα Σημεία είναι δημόσιες εγκαταστάσεις διαφορετικών τύπων που διαθέτουν κατάλληλο εξοπλισμό, εκπαιδευόμενο προσωπικό και κτιριακή υποδομή. Οι πολίτες έχουν τη δυνατότητα να παραδίδουν τα υλικά τους σε ειδικές θέσεις με τη κατάλληλη σήμανση έτσι ώστε η αποθήκευση των αποβλήτων να πραγματοποιείται με καθορισμένο τρόπο ανά ρεύμα αποβλήτου. Αυτό διευκολύνει την αποδοτική διαχείριση των αποβλήτων χωρίς τη περαιτέρω επιπλέον διαλογής.

Στα Πράσινα Σημεία η παραλαβή των αποβλήτων από τους κατοίκους ή από τους επισκέπτες πραγματοποιείται συνήθως χωρίς χρέωση, αλλά σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να ισχύσει μία μικρή συμβολική χρέωση ή οικονομική αμοιβή. Επιπρόσθετα, εκτός από τον ρόλο τους ως σημεία συλλογής και ανακύκλωσης, τα Πράσινα Σημεία έχουν και σημαντικό ρόλο στην ενημέρωση των πολιτών στη σωστή διαχείριση των αποβλήτων.

Η διεθνής εμπειρία στοχεύει στην λειτουργία των Πράσινων Σημείων για μία ολοκληρωμένη διαχείριση αποβλήτων σε όλες τις χώρες τα επόμενα χρόνια. Η δημιουργία Πράσινων Σημείων θα επιφέρει ως πλεονέκτημα τη σταδιακή ανάπτυξη και δικτύωση των οικονομικών για τους χρήστες της.

Μετά από ανασκόπηση σχετικών μελετών, λογισμικών και αλγορίθμους για την επίλυση τέτοιων προβλημάτων, η μέθοδος που θεωρείται η πλέον κατάλληλη για την επίλυση του παρόντος ζητήματος καθώς και άλλων παρόμοιων, βασίζεται στις νεότερες προόδους της γεωπληροφορικής στην ανάλυση χώρου και στον σχεδιασμό εγκαταστάσεων σε γεωγραφικά συστήματα. Αυτή η μέθοδος συσχετίζει την πολυκριτηριακή χωρική ανάλυση με τον αλγόριθμο P-Median, ενσωματώνοντας παράλληλα περιορισμούς και αφορούν τις αποστάσεις στο υφιστάμενο οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης.

Το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας προσδιορίζεται από τη βέλτιστη χωροθέτηση δικτύου Πράσινων Σημείων για τη διευκόλυνση απόρριψης συγκεκριμένων απορριμμάτων από τους κατοίκους της περιοχής μελέτης διασφαλίζοντας έτσι τη περαιτέρω προστασία του περιβάλλοντος. Επιπλέον, παρουσιάζονται και αναλύονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την προαναφερθείσα έρευνα και ανάλυση, ενώ διατυπώνονται προτάσεις για θέματα που απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση.

## Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό Μέρος

### 2.1 Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων

Σύμφωνα με την Ελληνική Εταιρία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, αστικά στερεά απόβλητα ορίζονται κυρίως τα οικιακά απόβλητα καθώς και άλλα απόβλητα, τα οποία από τη φύση τους είναι παρόμοια με τα οικιακά. Επίσης, αστικά απόβλητα θεωρούνται τα ογκώδη απόβλητα και απόβλητα κήπων, κλαδιά και φύλλα. Επιπροσθέτως, στα αστικά απορρίμματα ανήκουν τα νοσοκομειακά απόβλητα (πλην των μολυσματικών), τα απόβλητα από σχολεία και στρατιωτικές εγκαταστάσεις. Αξίζει να σημειωθεί πως τα αστικά στερεά απόβλητα θεωρούνται μία από τις δυσκολότερες προς τη διαχείριση τους κατηγορίες στερεών αποβλήτων. Τέλος, η νομοθεσία για τη πρόληψη και διαχείριση των στερεών αποβλήτων συνδέεται άμεσα με την ακόλουθη ιεράρχηση (Μενούνου, 2017) :



Εικόνα 1: Ιεράρχηση Αστικών Στερεών Αποβλήτων

Πηγή: Οδηγός Πράσινων Σημείων

Η αλληλεπίδραση των Πράσινων Σημείων με την ιεράρχηση στη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων (ΔΣΑ) είναι καθοριστική. Τα Πράσινα Σημεία συμβάλλουν σημαντικά σε όλα τα επίπεδα της Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, προσφέροντας ουσιαστική ώθηση στην πρόληψη, την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση. Τα συστήματα φέρουν σημαντικό ρόλο στην οργάνωση των εργασιών συλλογής, ύστερα από τη διαλογή στην πηγή, μεταφοράς, μεταφόρτωσης, αποθήκευσης αξιοποιώντας τη χρησιμότητα των αποβλήτων. Για κάθε ξεχωριστή κατηγορία απόβλητων ορίζονται διαφορετικοί στόχοι για τη χωριστή συλλογή τους με κατάληξη προς την ανάκτησή τους.

Παράλληλα, ο παράγοντας των Συστημάτων Εναλλακτικής Διαχείρισης που διαχειρίζονται τα υλικά που αποθηκεύονται στα Πράσινα Σημεία εμπεριέχει :

- Πληροφορίες και οδηγίες για τον τρόπο λειτουργίας των Πράσινων Σημείων
- Τη θέση καθώς και το σχεδιασμό βάση δεδομένων παρακολούθησης της επίδοσης των Πράσινων Σημείων
- Τη διάθεση αποθηκευτικού χώρου για τα υλικά ενδιαφέροντος
- Τη σύναψη συμβάσεων της σύμπραξης ανάμεσα στα Πράσινα Σημεία και τα ΚΑΕΔΙΣΠ



Εικόνα 2: Σχέση Δικτύου Πράσινου Σημείου με την ιεράρχηση ΔΣΑ

Πηγή: Οδηγός Πράσινων Σημείων



## 2.2 Πράσινα Σημεία

Πράσινο Σημείο ορίζεται ως ένας οργανωμένος χώρος που διαχειρίζεται από Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) Α' βαθμού. Ο χώρος αυτός είναι οριοθετημένος και εξοπλισμένος με την κατάλληλη υποδομή, ώστε οι πολίτες να μπορούν να αποθέτουν διαχωρισμένα ανακυκλώσιμα αστικά απόβλητα όπου προωθούνται επαναχρησιμοποίηση (Μ.Ο.Δ ΑΕ, 2018).

Ο κύριος σκοπός των Πράσινων Σημείων είναι η διακριτή συγκέντρωση διαφορετικών τύπων ανακυκλώσιμων υλικών από αστικά απόβλητα, με στόχο την προώθησή τους για επαναχρησιμοποίηση. Τα Πράσινα Σημεία οργανώνονται υπό την ευθύνη των Δήμων, σύμφωνα με το εγκεκριμένο Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) και το Τοπικό σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων (ΕΠΠΕΡΑΑ, 2015).

Οι πολίτες, οι φορείς και οι επιχειρήσεις μπορούν να παραδίδουν απόβλητα ή αντικείμενα προς ανακύκλωση, ειδική διαχείριση ή επαναχρησιμοποίηση, τα οποία τοποθετούνται σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους, ανάλογα με την κατηγορία τους. Στα Πράσινα Σημεία πραγματοποιείται αρχική διαλογή και ταξινόμηση των υλικών σε επαναχρησιμοποιήσιμα και ανακυκλώσιμα. Τα Πράσινα Σημεία μπορεί να διαφέρουν σε μέγεθος και να διαθέτουν ή όχι ιδιαίτερες υποδομές.

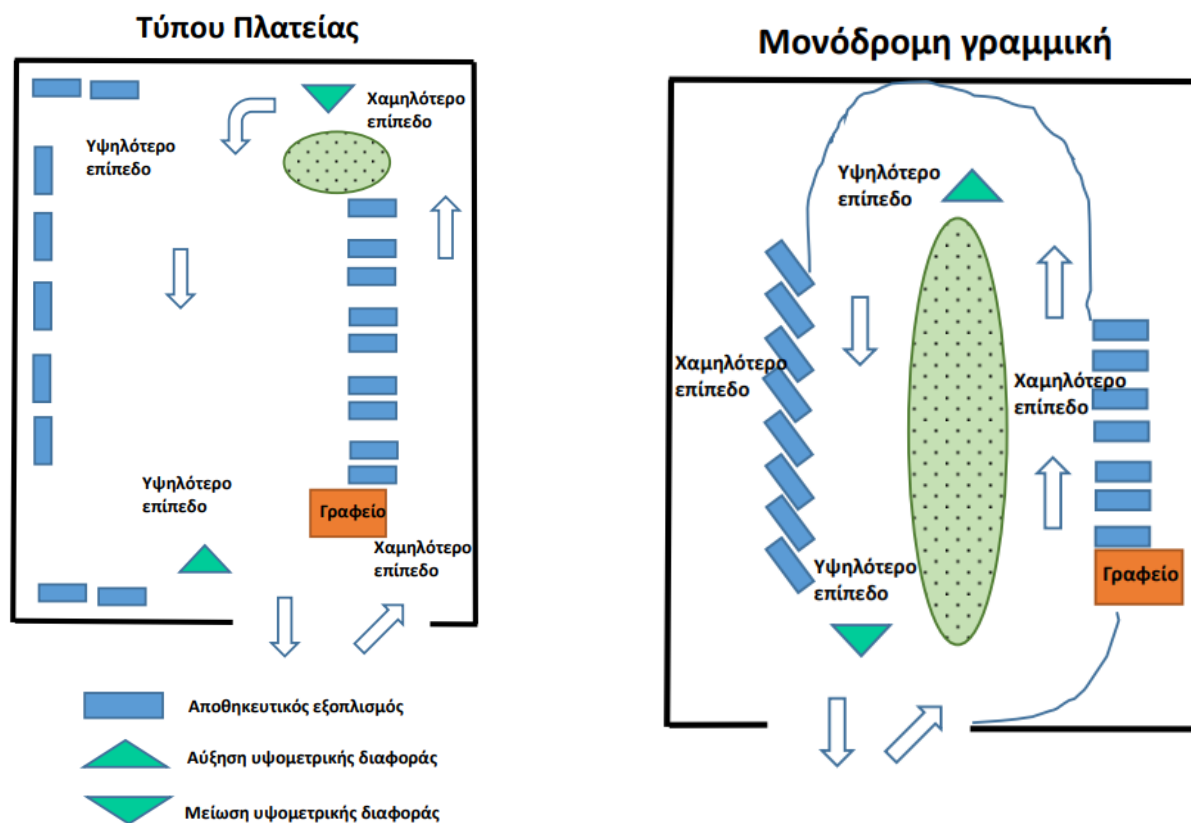
Η λειτουργία των Πράσινων Σημείων συμβάλλει στη μείωση της ανεξέλεγκτης και παράνομης διάθεσης αποβλήτων, προστατεύει το φυσικό περιβάλλον και τη δημόσια υγεία, προάγει την ολοκληρωμένη διαχείριση των αποβλήτων και εξασφαλίζει την εξοικονόμηση φυσικών πόρων για τις μελλοντικές γενιές (ΕΠΠΕΡΑΑ, 2015).

## 2.3 Υπόδειγμα Πράσινου Σημείου

Οι απαραίτητες υποδομές για την ορθή λειτουργία ενός Πράσινου Σημείου περιλαμβάνουν αποθηκευτικό εξοπλισμό και χώρους για τα αποδυτήρια των εργαζομένων. Ανάλογα με το μέγεθος του Πράσινου Σημείου, μπορεί να περιλαμβάνονται γραφεία, μηχανολογικό εξοπλισμό καθώς και χώρους με στέγαστρο για τα υλικά που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν άμεσα. Ένα από τα βασικότερα στοιχεία που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η λήψη μέτρων όσον αφορά τη συλλογή όμβριων υδάτων για τη αποφυγή διαρροών με διασφάλιση τη μη ρύπανση του εδάφους και των υδάτων. Ωστόσο, οι οικονομικοί πόροι λαμβάνουν περιοριστικό παράγοντα στην εγκατάσταση Πράσινων Σημείων χωρίς να χρειάζονται υψηλά κόστη. Ο σωστός εσωτερικός σχεδιασμός και η διάταξη αυτών των υποδομών έχουν ως στόχο την βέλτιστη λειτουργικότητα του Πράσινου Σημείου. Τα μέτρα συμπεριλαμβάνονται για όλους τους τύπους των Πράσινων Σημείων και περιλαμβάνουν τα ακόλουθα (Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π, 2015):

- Εγκατάσταση κάδων σε τοποθεσίες που διευκολύνουν τη ασφαλή και εύκολη χρήση από τους πολίτες
- Προσφορά ξεκάθαρης σήμανσης των κάδων
- Υιοθέτηση μέτρων για τη βέλτιστη αξιοποίηση του χώρου

Στα βασικά Πράσινα Σημεία διαπιστώνεται σημαντική ποικιλία στις διατάξεις τους. Στην Εικόνα 3 που ακολουθεί παρουσιάζονται δύο από τις κλασσικές διατάξεις Πράσινων Σημείων.



Εικόνα 3 : Τύποι διάταξης Πράσινων Σημείων

Πηγή: (Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π, 2015)

Οι παραπάνω διατάξεις παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα. Η διάταξη τύπου πλατείας φέρει πλεονέκτημα προς τους επισκέπτες στο να σταθμεύσουν τα αυτοκίνητα τους στην πλατεία με αποτέλεσμα να έχουν μία καλύτερη οπτική στους κάδους ανακύκλωσης. Αντιθέτως, στην διάταξη τύπου μονόδρομη γραμμική δεν επιτρέπεται η στάθμευση παρά μόνο για λίγα λεπτά έτσι ώστε να αποθέσουν οι επισκέπτες τα απόβλητα τους. Αυτό το γεγονός προτρέπει στους επισκέπτες να κάνουν περισσότερες στάσεις με το αυτοκίνητο μέχρι να εντοπίσουν τον σωστό κάδο ανακύκλωσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα στην αυξημένη κίνηση και πιθανό δημιουργία ουρών των αυτοκινήτων. (Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π, 2015). Μερικά παραδείγματα Πράσινων Σημείων που αφορούν τους τύπους των διατάξεων που περιεγράφηκαν παραπάνω αντικατοπτρίζονται στις παρακάτω εικόνες.



Εικόνα 4 : Πράσινο Σημείο Λευκωσίας με διάταξη «μονόδρομη γραμμική».

Πηγή: Διαδίκτυο



Εικόνα 5 : Πράσινο Σημείο Θεσσαλονίκης με διάταξη «τύπου πλατείας»

Πηγή: Διαδίκτυο

## 2.4 Σκοπιμότητα Πράσινων Σημείων

Τα Πράσινα Σημεία είναι ένα σημαντικό στοιχείο στη διαχείριση αποβλήτων, που έχει ως σκοπό στην ανάπτυξη της πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων και ανακύκλωσης. Επιπροσθέτως, μαζί με τα Πράσινα Σημεία προάγονται και τα Κέντρα Ανακύκλωσης Εκπαίδευσης 'Διαλογής στην Πηγή', τα οποία τονίζουν πως τα Πράσινα Σημεία στοχεύουν και στην εκπαίδευση των πολιτών στα θέματα της επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης αποβλήτων.

Επομένως τα Πράσινα Σημεία σκοπεύουν (Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π, 2015) :

- να βοηθήσουν τους δημότες στην ξεχωριστή απόθεση ανακυκλώσιμων αποβλήτων και γενικότερα σε είδη οικιακών αποβλήτων
- να διευκολύνουν τους κατοίκους που κατοικούν σε περιοχές όπως σε μικρά νησιά , σε ορεινές περιοχές ή πιο απομακρυσμένες περιοχές που πιθανώς δεν έχουν άλλους τρόπους για τη διαχείριση ανακυκλώσιμων αποβλήτων
- να υποστηρίξουν τη συμμετοχή των πολιτών στην επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση μέσω της εφαρμογής συστημάτων ανταπόδοσης καθώς επίσης να ενισχύσουν τη κάρτα ανακύκλωσης για περαιτέρω ανταμοιβές
- Επίσης, τα Πράσινα Σημεία εντάσσονται σε ένα σύνολο δράσεων με κύριους στόχους (ΕΠΠΕΡΑΑ, 2015) :

α) την προσαρμογή με :

- Τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης και της αειφορείας
- Τις πολιτικές της ΕΕ
- Τις εντολές της εθνικής νομοθεσίας

β) την προαγωγή της ιεράρχησης στη διαχείριση αποβλήτων, με ιδιαίτερη έμφαση :

- στην πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων,
- στη ελαχιστοποίηση των αποβλήτων που παράγονται καθώς και μείωση της επικινδυνότητάς τους.
- την ενίσχυση ποσοτήτων συγκεκριμένων υλικών που εντάσσονται προς ανακύκλωση
- τη μείωση των υπολειμμάτων που οδηγούνται στα ΧΥΤΑ

Τόσο η υλοποίηση όσο και ο σχεδιασμός Πράσινων Σημείων αποτελούν στόχο σε περιβαλλοντικά και οικονομικά δρόμενα με έμφαση (Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π, 2015) :

- στη αναβάθμιση του περιβάλλοντος και ευαισθητοποίηση των πολιτών
- στα οικιακά απορρίμματα προς ανακύκλωση καθώς και στη συλλογή χαρτιού, πλαστικού και γυαλιού

- στην προώθηση υψηλότερων εισόδων και περαιτέρω ανταπόδοσης από την ανακύκλωση των υλικών

## 2.5 Μεγέθη Πράσινων Σημείων

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 18485/2017 (ΦΕΚ 1412/Β) τα Πράσινα Σημεία διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Στα μικρά και μεγάλα Πράσινα Σημεία και εντάσσονται ανάλογα με τον όγκο και τις κατηγορίες υλικών που αποδέχονται (Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π, 2015).

- Μικρά Πράσινα Σημεία:

Τα μικρά Πράσινα Σημεία έχουν έκταση από 250 μέχρι τα 1000 m<sup>2</sup> και είναι περιφραγμένοι χώροι με κατάλληλες υποδομές. Περιέχουν κτήρια όπως γραφεία προσωπικού ή φύλαξης εξοπλισμού και εφαρμόζονται πλήρως όλοι οι όροι και οι προϋποθέσεις που καταγράφουν οι οδηγοί των Πράσινων Σημείων. Επιπλέον, η εγκατάσταση των μικρών Πράσινων Σημείων επιτρέπονται μέσα σε υπάρχοντα κτήρια, δεδομένου ότι η χρήση γης είναι συμβατή και μπορεί να ισχύσει με τις σχετικές προδιαγραφές.

- Μεγάλα Πράσινα Σημεία :

Τα μεγάλα Πράσινα Σημεία έχουν μεγαλύτερη έκταση από τα 1000 m<sup>2</sup> και μπορούν να εγκατασταθούν ύστερα από αδειοδότηση δημοτικού συμβουλίου για το περιβάλλον. Λόγω πιθανών οχλήσεων στη κυκλοφορία και το περιβάλλον απαγορεύεται η εγκατάσταση τους σε κοντινή απόσταση από πυκνοκατοικημένες περιοχές. Επίσης, δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση τους όσον αφορά τις προστατευτικές διατάξεις του περιβάλλοντος με εξαίρεση τις περιοχές που καθορίζονται από μικρό βαθμό προστασίας του περιβάλλοντος, όπως για παράδειγμα οι ζώνες οικιστικού ελέγχου.

Σε περίπτωση κατασκευής κτηρίου ενός μικρού ή μεγάλου Πράσινου Σημείου απαιτείται η έκδοση άδειας δόμησης, σύμφωνα με τις διατάξεις του νέου κανονισμού. Τέλος, οι όροι και περιορισμοί δόμησης δεν πρέπει να ξεγράφονται για κάθε τυχόν επιλεγόμενη περιοχή.

## 2.6 Περιβαλλοντικοί Στόχοι

Σε αυτή την ενότητα γίνεται μια συνοπτική ανασκόπηση του νομικού πλαισίου που καθορίζει τους ευρωπαϊκούς και εθνικούς στόχους για την περιβαλλοντική προστασία, οι οποίοι λήφθηκαν υπόψη κατά τον σχεδιασμό για την «Ανάπτυξη Δικτύου Πράσινων Σημείων». Οι στόχοι αυτοί ενσωματώθηκαν επίσης είτε άμεσα είτε έμμεσα στο Στρατηγικό Σχέδιο και προωθούνται μέσω των μέτρων και δράσεων του.

Ακολουθώς, αντικατοπτρίζεται το πλαίσιο της περιβαλλοντική παραμέτρου, με έμφαση στις παραμέτρους που χαρακτηρίζονται από την Οδηγία 2001/42 για τη Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση. Οι νομοθετικές απαιτήσεις που αναλύονται αφορούν κυρίως τις εξής παραμέτρους, με αναφορά και σε άλλες όπου είναι απαραίτητο (Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π, 2015):

- Υδάτινοι πόροι
- Έδαφος
- Κλίμα και αέρας
- Χλωρίδα και Πανίδα

Με τα Πράσινα Σημεία επιδιώκεται (ΕΠΠΕΡΑΑ, 2015 και Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π, 2015) :

- Η ενδυνάμωση της αποφυγής παραγωγής αποβλήτων .
- Η αξιοποίηση και επαναφορά υλών υψηλής ποιότητας ανάκτηση πρώτων υλών υψηλής ποιότητας.
- Η μείωση των αέριων εκπομπών καθώς και της ενέργειας των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
- Προωθούνται δραστηριότητες προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση.
- Επιμηκύνεται η μέση διάρκεια ζωής συγκεκριμένων χρήσιμων υλικών.
- Ευαισθητοποιείται το κοινό, οδηγώντας σε υπεύθυνη συμπεριφορά σχετικά με τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων
- Αυξάνεται η ανακύκλωση, προωθώντας τους στόχους που θέτουν τα Εθνικά και Τοπικά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων.
- Μειώνεται η ανεξέλεγκτη και μη ελεγχόμενη διάθεση ογκωδών αποβλήτων.
- Ελαχιστοποιείται ο όγκος των απορριμμάτων που καταλήγουν στα ΧΥΤΑ
- Ελαττώνεται η δαπάνη που προέρχεται από τη μεταφορά και τη διαχείριση αποβλήτων το κόστος μεταφοράς και διαχείρισης αποβλήτων.
- Μειώνονται οι περιβαλλοντικές συνέπειες που προέρχονται από το βιομηχανικό τομέα
- Με τη μέθοδο της επαναχρησιμοποίησης μειώνεται η παραγωγή αντίστοιχων προϊόντων καθώς και υλικών

Το περιβαλλοντικό όφελος μεγιστοποιείται μέσω της στοχευμένης και χωριστής συλλογής συγκεκριμένων κατηγοριών αντικειμένων τα οποία έχουν τη δυνατότητα να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν.

## 2.7 Επιτρεπόμενες κατηγορίες Αποβλήτων

Οι επιτρεπόμενες κατηγορίες αποβλήτων που δέχονται τα Πράσινα Σημεία μπορεί να είναι ορισμένες ή όλες από τις παρακάτω κατηγορίες (Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π, 2015):

- Χαρτί ή Χαρτόνι
- Γυαλί
- Πλαστικά
- Μέταλλα
- Ξύλινες συσκευασίες
- Μικτές συσκευασίες
- Ρούχα ή υφάσματα
- Ηλεκτρονικές συσκευές
- Λάδια ή λίπη
- Λαμπτήρες
- Μπαταρίες
- Κλαδέματα
- Φάρμακα
- Ογκώδη αντικείμενα
- Επικίνδυνα απόβλητα (όπως χημικά απόβλητα)

Συνιστάται η σχεδίαση και η χρήση των Πράσινων Σημείων να εξασφαλίζει ευελιξία τόσο ως προς τα επιτρεπτά ρεύματα αποβλήτων όσο και τις συλλεγόμενες ποσότητες. Η ταξινόμηση των παραπάνω αποβλήτων γίνεται βάσει των εξαψήφιων κωδικών του Ευρωπαϊκού καταλόγου αποβλήτων. Επιπλέον, στοχεύετε η ενίσχυση της καθαρότητας των υλικών καθώς στα Πράσινα Σημεία τα εισερχόμενα υλικά μαζεύονται διαχωρισμένα και η ποιότητά τους θα επιθεωρείται από ειδικευόμενο προσωπικό.

## 2.8 Πυκνότητα Πράσινο Σημείων

Η ποσότητα των συνολικών Πράσινων Σημείων που απαρτίζουν ένα Δίκτυο, σύμφωνα με το Τομέα Διαχείρισης Στερεών Απορριμμάτων, καθορίζεται βάσει των εξής παραγόντων (ΕΠΠΕΡΑΑ, 2015) :

- Τον αριθμό των εισερχόμενων αποβλήτων καθώς και των ανθρώπων που εξυπηρετούνται
- Την διευκόλυνση και άμεση πρόσβαση των κατοίκων στα Πράσινα Σημεία αποφεύγοντας τη συμφόρηση της κυκλοφορίας

- Το κόστος κατασκευής και λειτουργίας των ΠΣ.
- Τα προβλεπόμενα κέρδη από την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των απορριμμάτων

Τα ακόλουθα δεδομένα έχουν αποδειχθεί ως τα ελάχιστα αποδεκτά επίπεδα πυκνότητας για τα Πράσινα Σημεία, με εξαιρέσεις για τις αραιοκατοικημένες αγροτικές περιοχές ή πυκνοκατοικημένες περιοχές (Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π,2015) :

- Μέγιστη απόσταση εξυπηρέτησης πληθυσμού : 5 έως 10 χιλιόμετρα
- Μέγιστος χρόνος οδήγησης για την πλειονότητα των κατοίκων σε συνθήκες κανονικής κυκλοφορίας : 20 λεπτά
- Μέγιστος πληθυσμός ανά Πράσινο Σημείο : 120.000 κατοίκους
- Μέγιστος αριθμός νοικοκυριών ανά Πράσινο Σημείο : 50.000 νοικοκυριά

Σύμφωνα λοιπόν με το αναθεωρημένο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων, κάθε Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης υποχρεούται να διαθέτει ένα Πράσινο Σημείο το οποίο να εντάσσεται στο Τοπικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων.

## **2.9 Παραδείγματα Πράσινων Σημείων**

### **2.9.1 Πράσινα Σημεία στην Κύπρο**

Χαρακτηριστικά παραδείγματα των Πράσινων Σημείων εντοπίζονται ιδιαίτερα στη Κύπρο γενικά σε όλες τις πόλεις. Μία από της πόλης της Κύπρου που διαθέτει Πράσινα Σημεία είναι η Λάρνακα. Στην Λάρνακα εντοπίζονται 6 διαφορετικές εγκαταστάσεις διασφαλίζοντας έτσι την προσβασιμότητα όλων των κατοίκων από τα διάφορα χωριά. Οι σταθμοί λειτουργούν σε καθημερινή βάση και επιπλέον Σάββατα και Κυριακές. Επίσης, καλύπτουν ένα μεγάλο ποσοστό κατοίκων που ικανοποιεί περίπου τις 160.000. Η χρήση των Πράσινων Σημείων για τους κατοίκους είναι δωρεάν μειώνοντας την ανεξέλεγκτη και παράνομη διάθεση αποβλήτων.

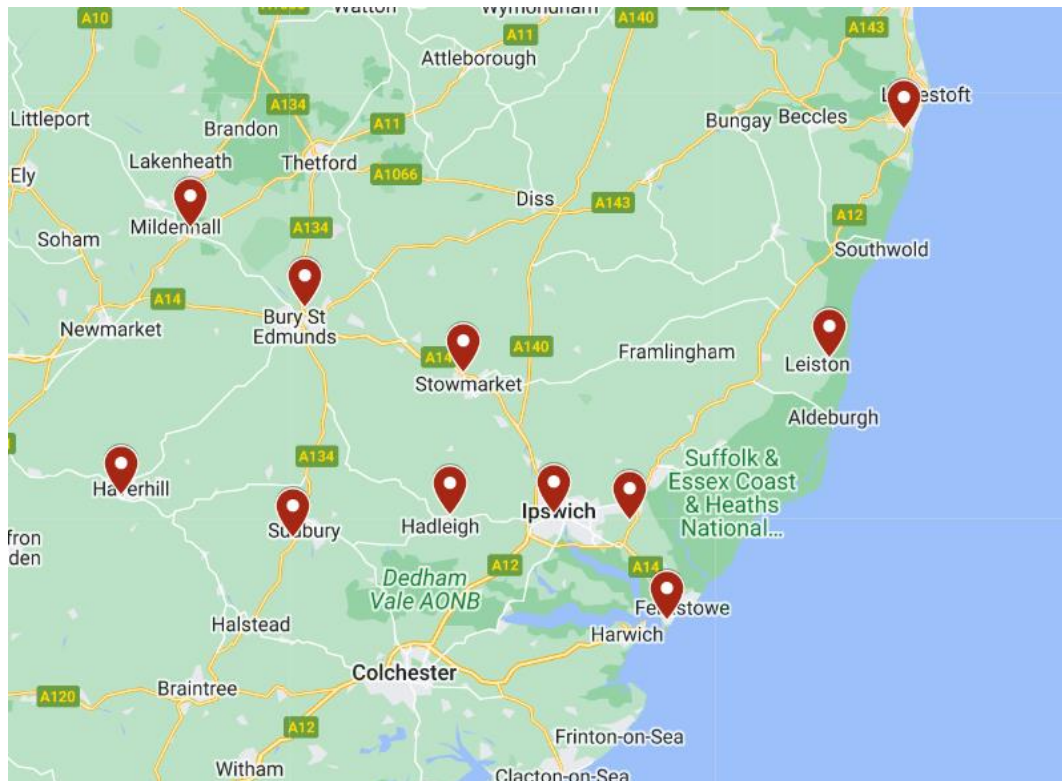




Εικόνα 6 : Πράσινα Σημεία της πόλης Λάρνακας της Κύπρου

### 2.9.2 Πράσινα Σημεία στο Ηνωμένο Βασίλειο

Στην περιοχή του Suffolk της Αγγλίας εντοπίζονται ένδεκα Πράσινα Σημεία ανακύκλωσης. Τα σημεία αυτά μπορούν να εξυπηρετήσουν περίπου 770.000 κατοίκους σε καθημερινή βάση εκτός από Τετάρτη ενώ λειτουργούν Σάββατο και Κυριακή. Επίσης, η χρήση των Πράσινων Σημείων είναι δωρεάν για όλους τους κατοίκους και έχουν τη δυνατότητα ακόμη να απορρίψουν διάφορα ηλεκτρικά είδη όπως τηλεοράσεις, οθόνες, υπολογιστές και άλλα ηλεκτρικά εργαλεία. Επομένως, το πρόβλημα της απόρριψης των απορριμμάτων στη φύση μειώνεται σταδιακά, γεγονός που οφείλεται σε σημαντικό βαθμό στη λειτουργία και την κατασκευή των Πράσινων Σημείων.



Εικόνα 7 : Πράσινα Σημεία στην περιοχή του Suffolk της Αγγλίας

## 2.10 Εναλλακτική διαχείριση αποβλήτων

Η έννοια της εναλλακτικής διαχείρισης θεσπίσθηκε για πρώτη φορά στην ελληνική νομοθεσία, όπως ορίζεται από το Νόμο του 2939/2001. Ο όρος «Εναλλακτική διαχείριση» χαρακτηρίζονται οι εργασίες συλλογής, μεταφοράς, μεταφόρτωσης, προσωρινής αποθήκευσης, επαναχρησιμοποίησης και επαναφοράς των συσκευών πολλαπλής χρήσης. Επίσης, πραγματοποιείται ανάκτηση και άλλων προϊόντων με αποτέλεσμα την επιστροφή τους στο ρεύμα αγοράς. Κάποιες από τις βασικές αρχές στις οποίες στηρίζεται η ορολογία αυτή αναγράφονται παρακάτω (Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π, 2015) :

- Η αρχή της εκτεταμένης ευθύνης του παραγωγού Η αρχή ο «ρυπαίνων πληρώνει»
- Η αρχή της ιεραρχίας στις δράσεις και εργασίες διαχείρισης
- Η αρχή της ευθύνης όλων των συμμετεχόντων οικονομικών φορέων

Τα απορρίμματα προϊόντων που έχουν ενσωματωθεί στην εναλλακτική διαχείριση είναι τα εξής :

- Απόβλητα συσκευασιών
- Απόβλητα από ελαία
- Ελαστικά από διάφορα οχήματα
- Απόβλητα μπατάρων και ηλεκτρονικών συσκευασιών

- Οχήματα στο τέλος διάρκειας ζωής τους
- Απόβλητα από ανασκαφές και κατεδαφίσεις

Όλα τα παραπάνω προϊόντα αποβλήτων έχουν εγκριθεί από τον ΕΟΑΝ και έχει ξεκινήσει η λειτουργία Συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΕΔ), που έχουν ως στόχο την εναρμόνιση των ακόλουθων εργασιών της εναλλακτικής διαχείρισης.

## **2.11 Νομοθεσία αστικών στερεών αποβλήτων**

Οι βασικότεροι πυλώνες της Ευρώπης εστιάζονται τόσο στη πρόληψη όσο και στη ανακύκλωση. Η στρατηγική αυτή στοχεύει στον μετασχηματισμό της Ευρώπης σε μια κοινωνία που προσπαθεί να περιορίσει τη δημιουργία αποβλήτων και παράλληλα αξιοποιεί όλους τους πόρους. Επιπλέον, περιλαμβάνει την επιβολή οικονομικών αντικινήτρων προς τα κράτη μέλη σχετικά με τη παραγωγή αποβλήτων, με σκοπό την ανάπτυξη διάφορων προγραμμάτων που θα προωθήσουν τη ενεργό συμμετοχή των πολιτών προς ανακύκλωση. Όπως έχουμε είδη αναφερθεί στο Κεφάλαιο 2.1, η διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων στην Ευρώπη από έξι οδηγίες. Η οδηγία που οδηγία αναθεωρήθηκε πιο πρόσφατα είναι το 2008 η οποία είναι το 2008/98/ΕΚ. Τέλος, αυτή η οδηγία εισήγαγε καινούριες ιδέες όσον αφορά τη ανάλυση του κύκλου ζωής των υλικών, την ανάκτηση καθώς επίσης και τη ενεργειακή ανάκτηση.

## **Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία σχεδιασμού συστήματος**

Για το σχεδιασμό ενός ολοκληρωμένου συστήματος πράσινου σημείου, είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψιν όλες οι παράμετροι καθώς και τα κριτήρια έτσι ώστε το σύστημα να θεωρείται επιτυχές. Επομένως, για τον σκοπό αυτό αναπτύχθηκε η παρακάτω μεθοδολογία.

### **3.1 Κριτήρια Χωροθέτησης**

#### **3.1.1 Εισαγωγή**

Τα κριτήρια χωροθέτησης αναφέρονται σε όλες τις υποδομές που έχουν σχέση με αυτά, ανεξαρτήτως τύπου, τεχνολογίας, μεγέθους ή δυναμικότητας. Επομένως, δεν είναι εφικτό ούτε επιθυμητό να καθοριστούν δεσμευτικά ή καθολικά κριτήρια για τον αποκλεισμό και χωροθέτηση υποδομών. Εξάλλου, τα κριτήρια αποκλεισμού και χωροθέτησης δεν είναι στατικά και αναλλοίωτα, αλλά μεταβάλλονται δυναμικά με τον χρόνο, καθώς εξαρτώνται από στοιχεία όπως οι νομοθετικές τροποποιήσεις, τα σχέδια χωροταξίας, η εξέλιξη άλλων δραστηριοτήτων παραγωγής και διαχειριστικά προγράμματα. Για αυτούς τους λόγους, ο σκοπός δεν είναι η θέσπιση αυστηρών κριτηρίων για αποκλεισμό και χωροθέτηση, αλλά η παροχή ενδεικτικών κατευθύνσεων. Επομένως, σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται και εξετάζονται τα κριτήρια επιρροής ή απόρριψης ορισμένων περιοχών ή υποδομών για την ανάπτυξη δικτύων Πράσινων Σημείων. (ΕΠΕΜ ΑΕ et al, 2009).

#### **3.1.2 Κριτήρια επιρροής**

Ένα από τα καθοριστικά κριτήρια επιρροής που καθίσταται για την εγκατάσταση ενός δικτύου Πράσινου Σημείου αποτελεί το υπάρχον οδικό δίκτυο που συνδέεται παράλληλα με τα βασικά χαρακτηριστικά του καθώς επίσης και τις προδιαγραφές τις οποίες εμπεριέχει. Επομένως, μελετώντας το υπάρχον οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης μας πρέπει να αξιολογηθεί αν αυτό είναι επαρκές ή επίσης αν υφίσταται δημιουργία καινούργιων υποδομών όπου το σύνολο των δαπανών θα περιλαμβάνονται στα τελικά κόστη. Η πράξη αυτή θα ήταν ιδανικότερο να αποφευχθεί αφού στόχος μας είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους τόσο του λειτουργικού όσο και του κατασκευαστικού. Συνάμα, για την αξιολόγηση του υπάρχον οδικού δικτύου θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης μας. Στα γεωγραφικά χαρακτηριστικά εντάσσεται η ελαχιστοποίηση του χρόνου όπου χρειάζονται οι πολίτες για την άφιξη τους στο δίκτυο. Επομένως, υπάγεται το πρώτο κριτήριο επιρροής για τους ανώτερους λόγους όπου προσδιορίζει την ακτίνα επιρροής εκατέρωθεν του υφιστάμενου οδικού δικτύου στα 200 μέτρα.

Στην συνέχεια, άλλα βασικά κριτήρια θεωρούνται η ποσότητα των αποβλήτων τα οποία παράγονται από τους κατοίκους καθώς επίσης και ο πληθυσμός της περιοχής μελέτης. Συνοπτικά, παρατηρείται μεγάλη διαφοροποίηση στην πυκνότητα των Πράσινων Σημείων και ο αριθμός τους σχέση με τον πληθυσμό που εξυπηρετήσουν

διαφέρει, κυμαίνεται από 1 χώρο ανά 20.000 έως 1 χώρο ανά 200.000 κάτοικους με τον μέσο όρο να είναι 1 Πράσινο Σημείο ανά 60.000 κατοίκους. Εφόσον όμως είναι περίπλοκο να υπολογιστεί ο ακριβής αριθμός των αποβλήτων που παράγονται καθημερινά αφού υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν τον αριθμό αυτό, τότε σύμφωνα με τις επικρατούσες συνθήκες του Ηνωμένου Βασιλείου, θεωρήθηκε ότι η βέλτιστη αναλογία για τον σχεδιασμό και τη χωροθέτηση Πράσινων Σημείων είναι 1 σημείο ανά 55.000 κατοίκους. (Cameron-Beaumont, et al., 2004). Όμως στην παρούσα εργασία σχεδιάστηκαν σενάρια όσον αφορά τα επιλεγμένα σημεία ως προς τους κατοίκους της περιοχής μελέτης μας.

Τέλος, το σημαντικότερο κριτήριο επιρροής αποτελεί η απόσταση των εγκαταστάσεων των Πράσινων Σημείων από τους οικισμούς που διαμένουν οι κάτοικοι της περιοχής. Η ακτίνα εξυπηρέτησης αυτή σύμφωνα με τα ελληνικά δεδομένα δεν μπορεί να ξεπερνά τα 10 χιλιόμετρα καθώς και τα 15 λεπτά οδήγησης για να φθάσει ένας κάτοικος της περιοχής μελέτης στο δίκτυο του Πράσινου Σημείου. Όμως και πάλι στην περίπτωση αυτή για περαιτέρω ακρίβεια της μελέτης μας επιλέχθηκαν συγκεκριμένα σενάρια όπου θα αναλυθούν με περισσότερη λεπτομέρεια μετέπειτα.

### **3.1.3 Κριτήρια Αποκλεισμού**

Εκτός από τα κριτήρια επιρροής τα οποία πρέπει να ισχύουν έτσι ώστε να επιλεγθεί ένας συγκεκριμένος χώρος ως δίκτυο Πράσινου Σημείου, εντοπίζονται και τα κριτήρια αποκλεισμού που βασίζονται σε μια λογική ασφαλείας και παράλληλα διευκολύνουν την εξυπηρέτηση των χρηστών δικτύου ενός Πράσινου Σημείου. Τα κριτήρια αυτά μπορεί να αναφέρονται κυρίως σε περιβαλλοντικά κριτήρια, σε πολεοδομικά κριτήρια, σε χωροταξικά κριτήρια, σε κριτήρια μορφολογίας και άλλα κριτήρια τα οποία θα αναλυθούν παρακάτω.

#### Κριτήρια περιβαλλοντικής προστασίας:

Όπως είναι γνωστό στις θεσμοθετημένες περιοχές προστασίας του εθνικού συστήματος προστατευόμενων περιοχών δεν μπορεί να εγκατασταθεί ένα δίκτυο πράσινου σημείου. Όπως για παράδειγμα τα δάση, η Natura και οι περιοχές γεωργικής γης υψηλής παραγωγικότητας, η ευαίσθητη παράκτια ζώνη της χώρας και οι κρίσιμες οικολογικές ζώνες κοντά στην ακτογραμμή όπως η γεινίαση με επιχειρήσεις τροφίμων, βιοτεχνίες και δραστηριότητες που αφορούν τη σίτιση και την παραγωγή φαρμάκων.. Επιπρόσθετα άλλες ζώνες προστασίας αποτελούν οι εθνικοί δρυμοί, οι περιοχές ειδικής προστασίας και τα καταφύγια άγριας ζωής. Συγκεκριμένα, καθορίζεται ότι για τη χωροθέτησή τους, θα πρέπει να είναι τουλάχιστον σε απόσταση 100 μέτρων μακριά από αυτά ενώ παράλληλα η ακτογραμμή πρέπει να απέχει τουλάχιστον 1000 μέτρα.

### Πολεοδομικά, Χωροταξικά και Αναπτυξιακά κριτήρια:

Όσον αφορά τις πολεοδομικές και χωροταξικές ζώνες πρόκειται για οικιστικές και όχι μόνο ζώνες. Οι περιοχές αμιγούς κατοικίας αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα όπου η χωροθέτηση τους δεν είναι επιτρεπτή. Επίσης, οι περιοχές που έχουν χαρακτηριστεί ως ανεπτυγμένες τουριστικά σύμφωνα με το ΕΠΧΣΑΑ, περιλαμβάνοντας οργανωμένους υποδοχείς τουριστικών δραστηριοτήτων όπως ΠΟΤΑ και ΠΟΑΠΔ τουρισμού εμπεριέχουν βασικό χωρικό προσορισμό το τουρισμό αναψυχής, εναπόκειται στο ΕΣΧΑΣΕ στον τομέα του τουρισμού ενώ παράλληλα στο ΓΠΣ ή ΖΟΕ και άλλες τουριστικές ζώνες. Όλα τα παραπάνω θεωρήθηκαν ότι εντός αυτών θα πρέπει να απαγορεύεται η χωροθέτηση ενός δικτύου πράσινου σημείου σύμφωνα με το (ΕΠΕΜ ΑΕ et al, 2009).

### Απόσταση από κτήρια ή δραστηριότητες ειδικού ενδιαφέροντος:

Οι ζώνες που ανήκουν σε ειδικό καθεστώς χρήσεων γης, όπως τα αεροδρόμια και περιοχές που έχουν στρατηγική σημασία για λόγους εθνικής άμυνας. Επίσης οι αρχαιολογικοί χώροι ακόμη και τα εθνικά πάρκα σύμφωνα με τις διατάξεις της ισχύουσας νομοθεσίας για τις συγκεκριμένες περιοχές, πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 1500 μέτρα. Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει στρατιωτικές εγκαταστάσεις και αεροδρόμια καθώς επίσης και το Πολυτεχνείο Κρήτης όπου είναι αρκετά μεγάλο σε έκταση όπου σύμφωνα με τη νομοθεσία απαγορεύεται να εγκατασταθεί Πράσινο Σημείο αφού ορίζονται ότι είναι εκτός ορίων.

### Μορφολογία Εδάφους:

Όπως είναι προφανές για να μπορέσει το δίκτυο του Πράσινου Σημείου να κατασκευασθεί σωστά θα πρέπει αρχικά να ορισθεί η μορφολογία του εδάφους, δηλαδή τη κλίση του εδάφους που χρειάζεται έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργήσει ορθά. Άρα λοιπόν, για να αποφευχθούν αποτρεπτικά μορφολογικά χαρακτηριστικά στην κατασκευαστική διαδικασία, η κλίση του εδάφους δεν πρέπει να υπερβαίνει το 5% έως το 10% της συνολικής κλίσης. Σε πιθανόν σενάριο να κατασκευασθεί ένα Πράσινο Σημείο σε μεγαλύτερες κλίσεις από τα όρια τότε θα υπάρξει το μειονέκτημα της αύξησης του κόστους διαμόρφωσης των περιοχών καθώς επίσης και άλλα ειδικά έργα όπως ράμπες και άλλα. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για να εντοπιστεί η σωστή κλίση του εδάφους πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή μέσω του διαδικτύου ASTER DEM.

### Λίμνες και το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής:

Όσον αφορά τις λίμνες καθώς και το σύστημα υδρογραφίας της θα πρέπει να ορισθεί όριο εκτός των 100 μέτρων αφού δεν μπορεί ένα δίκτυο Πράσινου Σημείου να βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από τέτοιες περιοχές.

Έπειτα, ακολουθεί ο συνοπτικός Πίνακας 1 με τα κριτήρια επιρροής και τα κριτήρια αποκλεισμού όπως καθορίστηκαν για την αξιολόγηση της χωροθέτησης των Πράσινων Σημείων στη περιοχή μελέτης μας.

*Πίνακας 1 : Κριτήρια χωροθέτησης Πράσινου Σημείου*

Επίπεδο πληροφορίας	Κριτήριο
Απόσταση οικισμών – εγκαταστάσεων ΠΣ	Έως 10 km
Υφιστάμενο οδικό δίκτυο	Εντός 200 μέτρων
Όρια οικισμών	Εκτός ορίων
Στρατιωτικές εγκαταστάσεις – Αεροδρόμια – Πολυτεχνείο Κρήτης	Εκτός ορίων
Πληθυσμός	1 ΠΣ /55.000 κατοίκους
Χρόνος προσέγγισης ΠΣ	Λιγότερο από 15 λεπτά
Αρχαιολογικοί χώροι	Εκτός 1500 μέτρων
Παραλίες κολύμβησης (ακτογραμμή)	Εκτός 1000 μέτρων
Λίμνες - Υγρότοποι - Λιμάνια	Εκτός 100 μέτρων
Υδρογραφικό δίκτυο	Εκτός 100 μέτρων
Εθνικοί δρυμοί - Καταφύγια άγριας ζωής- Περιοχές ειδικής προστασίας	Εκτός 100 μέτρων
Δασικές εκτάσεις	Εκτός 100 μέτρων
Μέγιστη κλίση εδάφους	Όχι μεγαλύτερο από το 10 %

Πηγή: ΕΠΕΜ ΑΕ et al, 2009 και ΕΣΔΑ, 2015

Όπως προαναφερθήκαμε και πιο πάνω στο κριτήριο όσον αφορά τη απόσταση των οικισμών από τις εγκαταστάσεις των Πράσινων Σημείων καθώς και στο κριτήριο με το πληθυσμό θα εκτιμηθούν κάποια σενάρια τα οποία θα μας δείξουν με περισσότερη ακρίβεια τον αριθμό των Πράσινων Σημείων που πρέπει να κατασκευασθούν. Οι αριθμοί οι οποίοι είναι αναρτημένοι στον Πίνακα 1 εντοπίστηκαν από διάφορες μελέτες για τα Πράσινα Σημεία και είναι προληπτικοί.

### 3.2 Δεδομένα χωρικής και πολυκριτηριακής ανάλυσης

Σε σύστημα Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) για την υλοποίηση της πολυκριτηριακής ανάλυσης συντελέστηκε ο έλεγχος των κατάλληλων κριτηρίων τα οποία προαναφέρθηκαν παραπάνω. Με αυτόν τον τρόπο διαμορφώνεται μια γεωχωρική βάση δεδομένων που περιέχει διάφορα επίπεδα πληροφοριών, πάνω στην οποία θα βασιστεί το μοντέλο για την εφαρμογή των ζωνών επιρροής και των κριτηρίων αποκλεισμού στα δεδομένα. Τα δεδομένα τόσο για τα κριτήρια επιρροής όσο και για τα κριτήρια αποκλεισμού εντοπίστηκαν από τη **Υποδομή Γεωχωρικών Πληροφοριών** το οποίο δημιουργήθηκε από το Δήμο Χανίων και προσφέρει υπηρεσίες ηλεκτρονικής αναζήτησης, εμφάνισης και λήψης γεωχωρικών δεδομένων. Επίσης, υπογραμμίζεται ότι το σύστημα προβολής που εφαρμόζεται για τα δεδομένα είναι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (Ε.Γ.Σ.Α. '87). Επομένως, τα δεδομένα ενοποιήθηκαν στο ενιαίο σύστημα αναφοράς συντεταγμένων Ε.Γ.Σ.Α.'87. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό αρχείο του Open Street Maps το οποίο

περιλαμβάνει αρχεία όσον αφορά το οδικό δίκτυο, τις λίμνες, τους αρχαιολογικούς χώρους και άλλα δεδομένα τα οποία παρουσιάζονται στον Χάρτη 1.

### **3.3 Στοιχεία Δήμου Χανίων**

Στα δυτικά του Δήμου Χανίων βρίσκεται ο Δήμος Πλατανια, στα νότια ο Δήμος Σφακίων, στα ανατολικά ο Δήμος Αποκορώνου ενώ η βορειοδυτική του ακτογραμμή βρέχεται από το Κρητικό Πέλαγος. Η έκταση του Δήμου ανέρχεται στα 356,12 km<sup>2</sup>. Σύμφωνα με τα στοιχεία της απογραφής του 2021 από την Ελληνική Στατιστική Αρχή, ο μόνιμος πληθυσμός του Δήμου Χανίων ανέρχεται σε 111.375 κατοίκους, αποτελώντας το 17,4% του πληθυσμού της Περιφέρειας της Κρήτης και γύρω στο 1% του πληθυσμού της Ελλάδας. (Δήμος Χανίων,2021).

Τα Χανιά που λειτουργεί ως έδρα του Δήμου, είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Κρήτης και τοποθετείται στην περιοχή του αρχαίου οικισμού 'Κυδωνία'. Η έκταση της πόλης είναι περίπου 11 km<sup>2</sup> με τον πληθυσμό να ανέρχεται σύμφωνα με την απογραφή του 2021 στους 54.559 κατοίκους. Η πόλη διαθέτει δύο κύριες πύλες εισόδου: το αεροδρόμιο στο Ακρωτήρι και το λιμάνι της Σούδας, το μεγαλύτερο φυσικό λιμάνι της Μεσογείου. Τα Χανιά είναι ένας τόπος συνύπαρξης πολιτισμών με μια ιστορία αιώνων, φυσικές καλλονές, ξεχωριστή αρχιτεκτονική και βαθιά παράδοση. Το ενετικό λιμάνι στην παλιά πόλη με τον Αιγυπτιακό Φάρο που παραμένει αγέρωχος ανα τους αιώνες αποτελεί το χαρακτηριστικότερο σημείο της πόλης προσελκύοντας τα βλέμματα των ντόπιων και των τουριστών. (Δήμος Χανίων,2021).





<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΧΑΝΙΩΝ</b>	<b>54.559</b>
Δημοτική Κοινότητα Χανίων	54.559
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ</b>	<b>17.047</b>
Δημοτική Κοινότητα Πιθάρι	3.183
Δημοτική Κοινότητα Αρωνίου	3.278
Δημοτική Κοινότητα Κουνουπιδιανών	9.220
Δημοτική Κοινότητα Μουζουρά	305
Δημοτική Κοινότητα Στερνών	1.061
Δημοτική Κοινότητα Χωρδακίου	247
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ</b>	<b>13.018</b>
Δημοτική Κοινότητα Μουρνιών	7.425
Δημοτική Κοινότητα Νεροκούρου	5.593
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΘΕΡΙΣΟΥ</b>	<b>8.914</b>
Δημοτική Κοινότητα Βαμβακοπούλου	2.404
Δημοτική Κοινότητα Αγιάς	583
Δημοτική Κοινότητα Βαρύπετρου	1.741
Δημοτική Κοινότητα Θερίσου	120
Δημοτική Κοινότητα Περιβολίων Κυδωνίας	4.066
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΕΡΑΜΙΩΝ</b>	<b>738</b>
Δημοτική Κοινότητα Παππαδιανών	170
Δημοτική Κοινότητα Δρακόνας	70
Δημοτική Κοινότητα Κάμπων	134
Δημοτική Κοινότητα Κοντοπούλων	164
Δημοτική Κοινότητα Μαλάξας	150

Δημοτική Κοινότητα Πλατυβόλας	50
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΝΕΑΣ ΚΥΔΩΝΙΑΣ</b>	<b>11.597</b>
Δημοτική Κοινότητα Δαράτσου	4.822
Δημοτική Κοινότητα Αγίας Μαρίνης	1.679
Δημοτική Κοινότητα Γαλατά	4.165
Δημοτική Κοινότητα Σταλού	931
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΣΟΥΔΑΣ</b>	<b>8.438</b>
Δημοτική Κοινότητα Σούδας	6.225
Δημοτική Κοινότητα Απτέρων	558
Δημοτική Κοινότητα Τσικαλαριών	1.655
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΡΜΕΝΩΝ</b>	<b>1.457</b>
Δημοτική Κοινότητα Καλυβών	1.457
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΒΑΜΟΥ</b>	<b>729</b>
Δημοτική Κοινότητα Κοκκίνου Χωρίου	191
Δημοτική Κοινότητα Πλάκας	538
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΟΥΣΟΥΡΩΝ</b>	<b>452</b>
Δημοτική Κοινότητα Φουρνέ	452
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ ΔΗΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ</b>	<b>116.949</b>

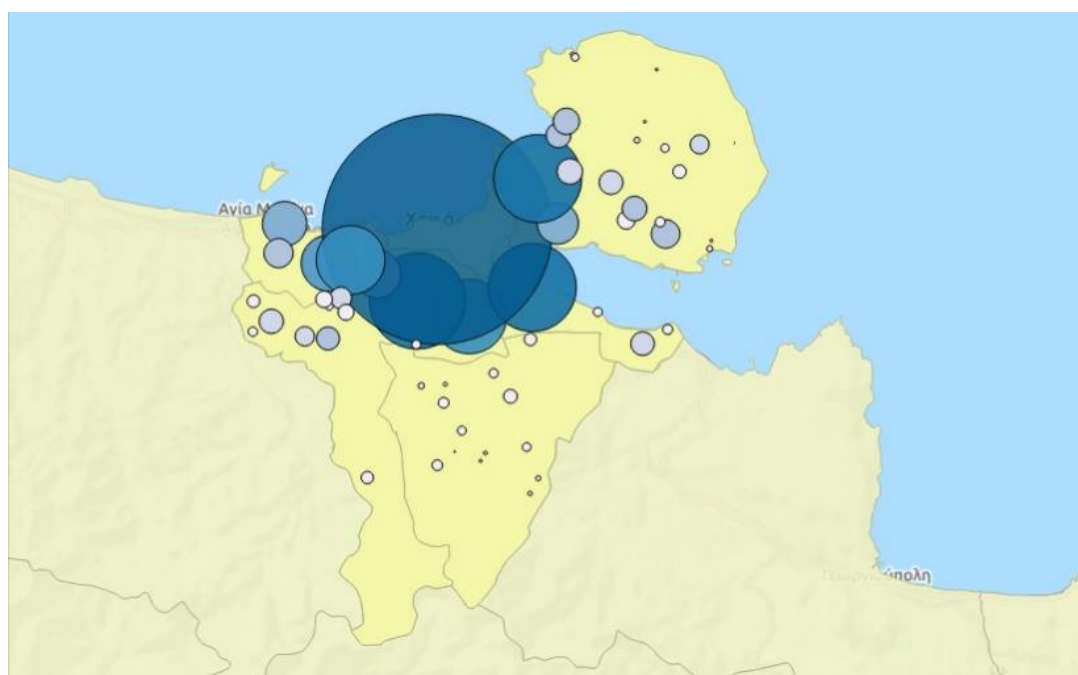
Πηγή: Ελληνική Στατιστική αρχή

Ένα καθοριστικό στοιχείο για την επίλυση του προβλήματος χωροθέτησης των δικτύων Πράσινων Σημείων αποτελεί η εκτίμηση της μελλοντικής πληθυσμιακής εξέλιξης στην περιοχή μελέτης. Αυτή η εκτίμηση ενσωματώνει τη ζήτηση στο μοντέλο χωροθέτησης και κατανομής, δεδομένου ότι η παραγωγή απορριμμάτων μιας περιοχής, η οποία σχετίζεται άμεσα με τον πληθυσμό έχει άμεσο αντίκτυπο στις ποσότητες των εισερχόμενων ρευμάτων ανακύκλωσης στα Πράσινα Σημεία. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που βασίστηκαν στον μόνιμο

πληθυσμό της περιοχής μελέτης για το έτος απογραφής του 2021. Η απογραφή προηγούμενων ετών όπως για παράδειγμα του 2011 δεν συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση, ώστε να διατηρηθεί η αντιπροσωπευτικότητα του στατιστικού δείγματος.

### 3.3.2 Ποσότητες αποβλήτων Περιοχών του Δήμου Χανίων

Τα Αστικά Στερεά Απόβλητα αποτελούνται από τα οικιακά απορρίμματα των οικισμών καθώς και άλλες δραστηριότητες με όμοιο χαρακτήρα.. Τα απορρίμματα αυτά προέρχονται κυρίως από κατοικίες, εμπορικά καταστήματα και διάφορες αστικές δραστηριότητες όπως εστιατόρια και ξενοδοχεία. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται επίσης και στερεά απόβλητα από άλλες δραστηριότητες που μοιάζουν με τα αστικά απορρίμματα. Σύμφωνα με την τελευταία καταγραφή των αστικών στερεών αποβλήτων του Δήμου Χανίων το 2015 από τη μελέτη με τίτλο «Τοπικό Σχέδιο Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Δήμου Χανίων» οι ποσότητες ήταν στις 60.083 τόνους. Όπως παρατηρείται από την Εικόνα 9 η περιοχή του κέντρου των Χανίων είναι αυτή που έχει τους περισσότερους τόνους αποβλήτων αφού εκεί βρίσκονται τα εστιατόρια, οι καφετέριες και τα ξενοδοχεία.



Εικόνα 9: Ποσότητες αστικών στερεών αποβλήτων ανά περιοχή του Δήμου Χανίων

Πηγή: «Τοπικό Σχέδιο Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Δήμου Χανίων»

Επιπρόσθετα σύμφωνα με τη μελέτη αυτή οι ποσότητες των αστικών στερεών αποβλήτων ολοένα και θα αυξάνονται. Επομένως, εκτίμησε και κατέγραψε τις ποσότητες μέχρι και το 2025 λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες που αφορούν τη γενικότερη φυσιογνωμία της περιφέρειας, με έμφαση στα αναπτυξιακά και χωροταξικά της χαρακτηριστικά. Συνεπώς, στον Πίνακα 3 που ακολουθεί παρουσιάζεται η εξέλιξη

των εκτιμώμενων ποσοτήτων αστικών στερεών αποβλήτων που αναμένονται να παραχθούν έως το 2025.

*Πίνακας 3: Εκτιμώμενη ποσότητα αστικών στερεών αποβλήτων στο Δήμο Χανίων*

Χρονολογία	Παραγωγή Αστικών Στερεών Αποβλήτων του Δήμου Χανίων ανά τόνο
2015	60.083
2016	60.684
2017	61.290
2018	61.903
2019	62.522
2020	63.148
2021	63.779
2022	64.417
2023	65.061
2024	65.712
2025	66.369

*Πηγή: «Τοπικό Σχέδιο Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Δήμου Χανίων»*

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη παραγωγή των αστικών στερεών αποβλήτων για το Δήμο Χανίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4. Παρατηρείτε λοιπόν, ότι αναγράφονται οι ποσότητες επί τις εκατό διάφορων κατηγοριών από τις συνολικές ποσότητες που ανεφοδιάζουν οι κάτοικοι της περιοχής και καταλήγουν προς κομποστοποίηση. Επομένως, στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται λεπτομερώς οι αριθμοί παράλληλα με το πιθανόν σφάλμα των διαφορετικών κατηγοριών που οδηγούνται προς τη κομποστοποίηση.

*Πίνακας 4: Ποσότητες διαφορετικών κατηγοριών που καταλήγουν προς κομποστοποίηση*

Κατηγορίες αστικών στερεών αποβλήτων	Ποσοστό επί τις εκατό (%) του συνολικού αριθμού των αστικών στερεών αποβλήτων προσαρτημένο με το συνολικό σφάλμα
Χαρτί	11.40 ± 10.91
Βρώμικο χαρτί	0.290 ± 0.630
Χαρτόνι	1.240 ± 17.06
Μαλακό πλαστικό	0.300 ± 2.900
Σκληρό πλαστικό	0.290 ± 2.050
Αλουμινόχαρτο και δοχεία	0.140 ± 0.470
Μπαταρίες και ηλεκτρονικές συσκευές	0.140 ± 0.930
Γυαλί	3.170 ± 2.050
Ξύλο	0.110 ± 3.580

*Πηγή: Modeling the Life Cycle Inventory of a Centralized Composting Facility in Greece, Γιαννής Α., 2022*

### 3.4 Μοντέλα Χωροθέτησης-Κατανομών

Ο χώρος εγκατάστασης άρχισε να θεωρείται σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία ή την αποτυχία της λειτουργίας μιας επιχείρησης από τις αρχές του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Η αποτελεσματικότητα ενός στρατηγικού συστήματος διαχείρισης εξαρτάται κυρίως από την ορθή επιλογή τοποθεσίας και βασίζεται κυρίως στην επιλογή του κατάλληλου χώρου για τη δημιουργία μιας ή περισσότερων εγκαταστάσεων, με στόχο την εξυπηρέτηση μιας συγκεκριμένης κατανομής πελατών. Για την επίτευξη της βέλτιστης χωροθέτησης εγκαταστάσεων είναι αναγκαίο να πληρούνται όλα τα απαιτούμενα κριτήρια που εξασφαλίζουν την ασφαλή και επιτυχημένη λειτουργία. Ένας λανθασμένος σχεδιασμός μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία. Η ανάπτυξη των μοντέλων χωροθέτησης και κατανομής αναπτύχθηκαν για την επίλυση αυτού του προβλήματος. Η δημιουργία των μοντέλων πραγματοποιήθηκαν με σκοπό την ανεύρεση της βέλτιστης λύσης στον σχεδιασμό. Ο βασικός στόχος των μοντέλων χωροθέτησης και κατανομής είναι η βελτίωση της αποδοτικότητάς και λειτουργίας της επιχείρησης ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται η μείωση των εξόδων. Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες είναι το κόστος της εγκατάστασης. Επίσης, καθοριστικός παράγοντας θεωρείται η διαμόρφωση ενός αξιόπιστου υποβάθρου για την περιοχή μελέτης. Ένας άλλος καθοριστικός παράγοντας θεωρείται και ο πληθυσμός της περιοχής μελέτης μας. Όσον αφορά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν σχετικά με τον μόνιμο πληθυσμό της περιοχής προήλθαν από τα στατιστικά στοιχεία της ΕΛΣΑΤ, βασισμένα στις απογραφές του 2021. Ένας ακόμη κρίσιμος παράγοντας είναι ο τρόπος με τον οποίο η συγκεκριμένη τοποθεσία διευκολύνει τη προσβασιμότητα της προς τους κατοίκους και εξυπηρετεί το σύνολο των εν δυνάμει χρηστών. Κατά συνέπεια, η αποδοτικότητα μιας επιχείρησης εξαρτάται άμεσα από τη θέση την οποία θα εγκατασταθεί. Επιπλέον, η επιλογή της τοποθεσίας μιας εγκατάστασης μπορεί να έχει θετική ή αρνητική επίδραση στο κόστος επηρεάζοντας τα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται. Η χωροθέτηση των εγκαταστάσεων αποβλέπει στην κάλυψη της ζήτησης, στην εξασφάλιση ανεφοδιασμού, στην κάλυψη περιοχών ή στη σύνδεση με άλλες εγκαταστάσεις. Στην περίπτωση αυτή, η τοποθεσία μιας εγκατάστασης δεν εξετάζεται απομονωμένα από τα χαρακτηριστικά της λειτουργίας της, αλλά γίνεται μέρος του συνολικού σχεδιασμού και της ανάπτυξης των ευρύτερων συστημάτων, λαμβάνοντας υπόψη την κατανομή των πόρων που εξυπηρετεί το σύστημα. Συγκεκριμένα, το σύστημα βασίζεται σε σταθερά σημεία του δικτύου τα οποία αναλόγως με τις ανάγκες του προβλήματος μπορούν να αντιπροσωπεύσουν άλλες εγκαταστάσεις, εμπορικές ζώνες ή καταναλωτές.

Η τοποθέτηση εγκαταστάσεων είναι ένα σύνθετο ζήτημα που απαιτείται προσαρμοσμένες προσεγγίσεις ανάλογα με την πολυπλοκότητα του λειτουργικού περιβάλλοντος και τις συγκεκριμένες ανάγκες του εκάστοτε προβλήματος. Η μέθοδος που εφαρμόζεται περιλαμβάνει την αναγνώριση ενός συνόλου πιθανών τοποθεσιών για τις μονάδες εξυπηρέτησης, με βάση γεωγραφικά κατανεμημένα δεδομένα και στη συνέχεια βελτιστοποιούνται συγκεκριμένα μετρήσιμα χαρακτηριστικά. Τα μοντέλα τοποθέτησης χρησιμοποιούνται ως εργαλεία λήψης σε τομείς όπως :

(Μητρόπουλος,2007) :

- Προσδιορισμός των πιθανών τοποθεσιών
- Ιδανική τοποθέτηση των εγκαταστάσεων
- Εκτίμηση της αποτελεσματικότητας
- Αναβάθμιση των σχεδίων

Επίσης, σκόπιμο είναι να αναφερθούν τα τυπικά μοντέλα χωροθέτησης-κατανομής με βάση τη βιβλιογραφία (Abdel-Latif, 2007):

- Το μοντέλο  $p$ -median, επίσης γνωστό ως minimize impedance ή minsum, επικεντρώνεται στη χωροθέτηση εγκαταστάσεων με στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους μεταξύ των σημείων ζήτησης και των εγκαταστάσεων, όπως η διανυόμενη απόσταση. Παράλληλα, στοχεύει η κάλυψη της σταθμισμένης ζήτησης με την προϋπόθεση ότι λαμβάνονται υπόψη οι περιοριστικοί παράγοντες. Ο αλγόριθμος εφαρμόζεται κυρίως σε εγκαταστάσεις που αφορούν το δημόσιο όπου ο χρόνος προσέγγισης παίζει καθοριστικό ρόλο για την αποτελεσματικότητα της επιλογής της θέσης.
- Το μοντέλο της κάλυψης ή αλλιώς μέγιστης κάλυψης αφορά τη χωρική κατανομή των εγκαταστάσεων έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η κάλυψη της ζήτησης στο μέγιστο δυνατό βαθμό. Εφαρμόζεται κυρίως για την εγκατάσταση πυροσβεστικών υπηρεσιών ή άλλων δημόσιων εγκαταστάσεων.
- Το μοντέλο ελαχιστοποίησης εγκαταστάσεων στοχεύει στη χωροθέτηση για τη μέγιστη κάλυψη της ζήτησης με το μικρότερο δυνατό αριθμό εγκαταστάσεων. Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις εφαρμογής στάσεων λεωφορείων ή παρόμοιες περιπτώσεις.
- Τέλος, το μοντέλο μεγιστοποίησης της συμμετοχής επικεντρώνεται στη χωροθέτηση εγκαταστάσεων με στόχο την κάλυψη όσο το δυνατόν περισσότερης σταθμισμένης ζήτησης, με απώτερο σκοπό ότι η ζήτηση μειώνεται με την απόσταση. Το μοντέλο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις τοποθέτησης καταστημάτων και άλλων παρόμοιων κτηρίων.

### **3.5 Η μέθοδος P-Median για την χωροθέτηση Πράσινων Σημείων στο Δήμο Χανίων**

Ο αλγόριθμος  $p$ -median, γνωστός και ως minsum, είναι ένας από τους πρώτους και πιο συχνά χρησιμοποιούμενους αλγόριθμους στα μοντέλα χωροθέτησεων και κατανομών, ιδιαίτερα για εγκαταστάσεις δημοσίου ενδιαφέροντος. Το πρόβλημα της  $p$ -διάμεσης αφορά τον προσδιορισμό  $p$  εγκαταστάσεων με στόχο την ελαχιστοποίηση της απόστασης, σταθμισμένης με βάση τη ζήτηση, μεταξύ των σημείων ζήτησης και της πλησιέστερης επιλεγμένης εγκατάστασης. Η  $p$ -διάμεση αποτελεί ένα από τα κλασικά προβλήματα χωροθέτησης, μαζί με τα προβλήματα χωροθέτησης εγκαταστάσεων με ή χωρίς περιορισμούς χωρητικότητας, το πρόβλημα της  $p$ -κέντρου, τα προβλήματα κάλυψης και αντί-κάλυψης (Laporte and Nickel, 2015).

Το πρόβλημα P-Median εισήγαγε ο Hakimi το 1964. Στόχος της αντικειμενικής συνάρτησης σε αυτό το μοντέλο είναι να προσδιορίσει τη βέλτιστη τοποθεσία για P-εγκαταστάσεις, ελαχιστοποιώντας τη συνολική απόσταση, σταθμισμένη με βάση τη ζήτηση, μεταξύ των σημείων ζήτησης και των πλησιέστερων εγκαταστάσεων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε με χρήση ευκλείδειων αποστάσεων είτε με αποστάσεις δικτύου. Οι αποστάσεις δικτύου προσφέρουν μια πιο ρεαλιστική εκτίμηση του κόστους μετακίνησης, είτε σε όρους προσπάθειας είτε σε χρήμα, αν και η μαθηματική επεξεργασία είναι πιο πολύπλοκη. Επομένως, είναι προφανές ότι η παραδοσιακή προσέγγιση χωροθέτησης δεν μπορεί να στηριχθεί σε πραγματικές οδικές αποστάσεις και δίκτυα διαδρομών για τη χωροθέτηση των εγκαταστάσεων, καθιστώντας την ανεπαρκή για την επίλυση ορισμένων ζητημάτων. (Daskin and Maass, 2017).

Η αντιμετώπιση του ζητήματος χωροθέτησης και κατανομής μέσω του αλγορίθμου P-Median δίνεται από την γενικευμένη εξίσωση (Ahmed and Abdel-Latif, 2007):

$$\min Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m W_i d_{ij} a_{ij}$$

έχοντας ως δεδομένα ότι :

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} = P \quad (P \text{ σημεία κατανεμημένα στον εαυτό τους})$$

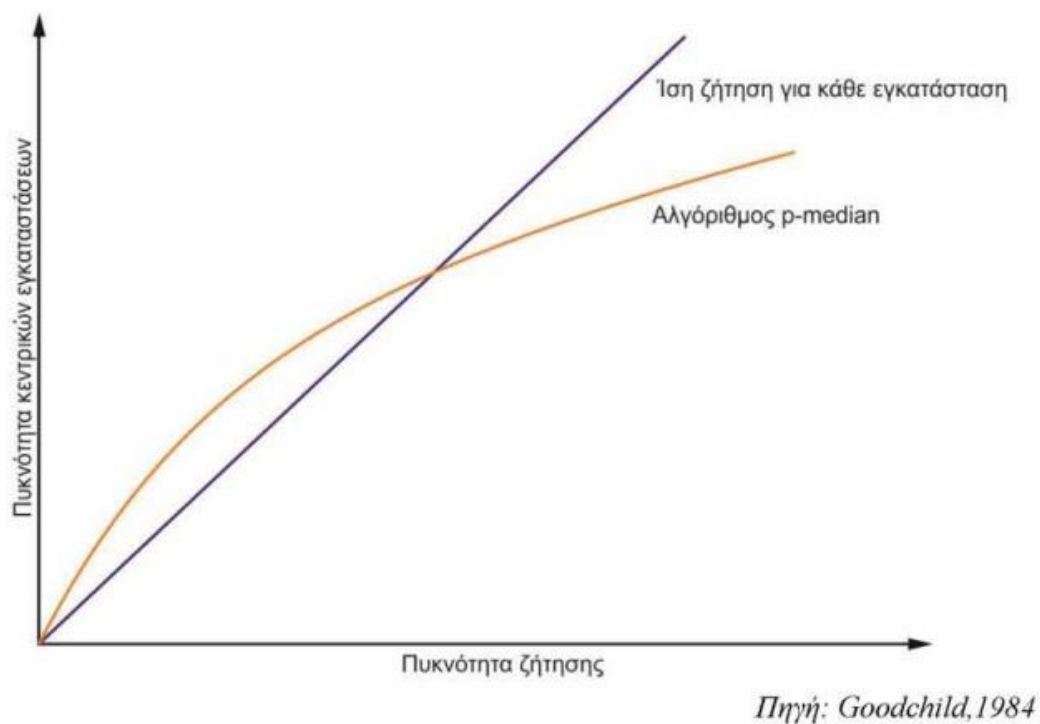
$$\sum_{j=1}^m a_{ij} = 1, \quad \forall i \quad (\text{όλα τα κατανεμημένα σημεία})$$

όπου:

- $Z$  = η αντικειμενική τιμή συνάρτησης που καλείται να ελαχιστοποιηθεί (π.χ. η διαλυόμενη απόσταση)
- $n$  = ο αριθμός των σημείων ζήτησης
- $m$  = ο αριθμός των υποψήφιων σημείων-θέσεων εγκατάστασης
- $d$  = πραγματικό κόστος διανυόμενης απόστασης από το σημείο  $i$  στην εγκατάσταση  $j$
- $a$  = σημαία κατανομής για σημείο  $i$  σε  $j$ , λαμβάνει την τιμή 1 αν αποδοθεί, αλλιώς 0
- $P$  = επιθυμητός αριθμός των εγκαταστάσεων προς χωροθέτηση

Επίσης, η γραφική παράσταση που αναπαριστά τη σχέση ανάμεσα στην πυκνότητα των εγκαταστάσεων και των σημείων ζήτησης για τον αλγόριθμο P-Median δίνεται παρακάτω :





**Διάγραμμα 1:** Διάγραμμα πυκνότητας κεντρικών εγκαταστάσεων προς πυκνότητα ζήτησης

Η μέθοδος του αλγορίθμου χωροθέτησης και κατανομής P-Median ανήκει στο πεδίο των μαθηματικών μοντέλων της Θεωρίας Γραφημάτων και είναι ένας από τους πιο ευρέως χρησιμοποιημένους αλγορίθμους για τέτοια προβλήματα, με τη λειτουργία του να βασίζεται σε ένα προκαθορισμένο αριθμό εγκαταστάσεων.. Αυτός ο αλγόριθμος χρησιμοποιείται συχνά για τη χωροθέτηση και κατανομή δημόσιων κέντρων παροχής υπηρεσιών και μπορεί να περιλαμβάνει συγκεκριμένους περιορισμούς, όπως περιορισμοί στις αποστάσεις.

Επίσης σύμφωνα με τον Jamshidi (2009), το πρόβλημα του λογάριθμου P-Median διατυπώνεται και στις εξής προϋποθέσεις :

1. Η σύνδεση του κόστους και της απόστασης ακολουθεί μία ευθεία γραμμή
2. Το προϊόν είναι τοποθετημένο στις εγκαταστάσεις
3. Ο χρόνος που εξετάζεται δεν έχει περιορισμούς
4. Οι εγκαταστάσεις διαθέτουν άπειρη χωρητικότητα
5. Το αρχικό κόστος της εγκατάστασης είναι μηδενικό
6. Η επίλυση του προβλήματος επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες
7. Όλες οι εγκαταστάσεις που εξετάζονται είναι ομοιογενές
8. Οι εγκαταστάσεις δεν μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού
9. Η ζήτηση κάθε σημείου παραμένει αμετάβλητη και ροϊκή

## 10. Το πρόβλημα εξετάζεται σε διακριτές μονάδες

Πηγή: (Χατζηγιάννης, 2013)

Τέλος, ο λόγος για τους οποίους επιλέχθηκε η μέθοδος χωροθέτησης-κατανομής P-Median είναι ότι η μέθοδος αυτή εμβαθύνει περισσότερο στη μείωση του συνολικού κόστους μετακίνησης, το οποίο υπολογίζεται με βάση την πολλαπλασιασμένη απόσταση μεταξύ των σημείων ζήτησης και της πλησιέστερης εγκατάστασης.. Επομένως, αφού ένας από τους κυριότερους παράγοντες όπου επηρεάζουν τη χωροθέτηση των Πράσινων Σημείων στη περιοχή μελέτης μας είναι ο χρόνος καθώς επίσης και το κόστος τότε για αυτούς τους λόγους επιλέγεται η παραπάνω μέθοδος για επίλυση του προβλήματος μας.

### 3.6 Σενάρια χωροθέτησης εγκαταστάσεων δικτύου Πράσινου Σημείου

Αρχικά, σε όλα τα σενάρια που θα αναλυθούν παρακάτω θα εξεταστούν τα κριτήρια της απόστασης που χρειάζεται να διανύσει ένας κάτοικος για να φθάσει στο δίκτυο του Πράσινου σημείου καθώς επίσης και ο αριθμός του πληθυσμού που χρειάζεται για να κατασκευασθεί ανά Πράσινο σημείο. Όσον αφορά το δεύτερο κατά σειρά κριτήριο δηλαδή εκείνο του πληθυσμού εξετάστηκαν αρκετές περιπτώσεις έτσι ώστε να προκύψει μεγαλύτερη ακρίβεια στο αποτέλεσμα μας. Αυτές οι περιπτώσεις όμως ο συνδυάζονται παράλληλα και με τον αριθμό που αναγράφεται στο Κεφάλαιο 3.1.2 δηλαδή η κατασκευή ενός Πράσινου Σημείου ανά 55.000 κατοίκους. Επομένως, αφού οι κάτοικοι της περιοχής μελέτης μας είναι περίπου 110.000 τότε ο αλγόριθμος του GIS θα πρέπει να αναζητήσει 2 εγκαταστάσεις για κατασκευή του δικτύου Πράσινου Σημείου. Η παραπάνω διαδικασία τονίζεται σε προηγούμενο κεφάλαιο καθώς αναφέρει ότι ο τρόπος λειτουργίας του αλγορίθμου γίνεται με έναν αριθμό εγκαταστάσεων όπου θεωρείται προκαθορισμένος. Στον παρακάτω Πίνακα 5 αναγράφεται αναλυτικά οι περιπτώσεις όσον αφορά το κριτήριο του πληθυσμού.

Πίνακας 5: Αριθμός εγκαταστάσεων Πράσινων Σημείων ανά πληθυσμό

Πληθυσμός	Αριθμός εγκαταστάσεων
55.000 κάτοικους	→ 2
37.000 κάτοικους	→ 3
22.000 κάτοικους	→ 5
15.000 κάτοικους	→ 7

Επομένως από τον Πίνακα 5 εντοπίστηκε ο αριθμός των εγκαταστάσεων που θα ζητηθεί από το αλγόριθμο μέσω του προγράμματος του GIS. Στην συνέχεια αναλύθηκαν κάποια σενάρια τα οποία θα αφορά παράλληλα και το άλλο κριτήριο το οποίο είναι εξίσου σημαντικό για το ακριβή εντοπισμό των εγκαταστάσεων.

### **3.6.1 Σενάριο 1**

Στο αρχικό σενάριο, εξετάστηκε η περίπτωση όπου η απόσταση των εγκαταστάσεων από τους οικισμούς περιορίζεται έως και τα 10 χιλιόμετρα. Αυτή η επιλογή απόστασης κρίθηκε σημαντική καθώς στοχεύει στην εξυπηρέτηση των κατοίκων με την ελάχιστη δυνατή μετακίνηση, κάτι που ενισχύει την προσβασιμότητα και ενθαρρύνει τη συμμετοχή τους στη χρήση των Πράσινων Σημείων. Για κάθε μία από τις περιπτώσεις που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5, αναλύθηκε λεπτομερώς το κριτήριο της απόστασης. Κατά συνέπεια, προέκυψε ένας διαφορετικός αριθμός εγκαταστάσεων κάθε φορά, γεγονός που μας επέτρεψε στη μεγαλύτερή ακρίβεια για τα δίκτυα των Πράσινων Σημείων που θα μπορούσαν να εξυπηρετήσουν καλύτερα τις ανάγκες των κατοίκων. Η ακριβής τοποθέτηση των εγκαταστάσεων με βάση τα ευρήματα αυτά αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχία του συνολικού σχεδίου διαχείρισης των απορριμμάτων και την ενίσχυση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας της περιοχής.

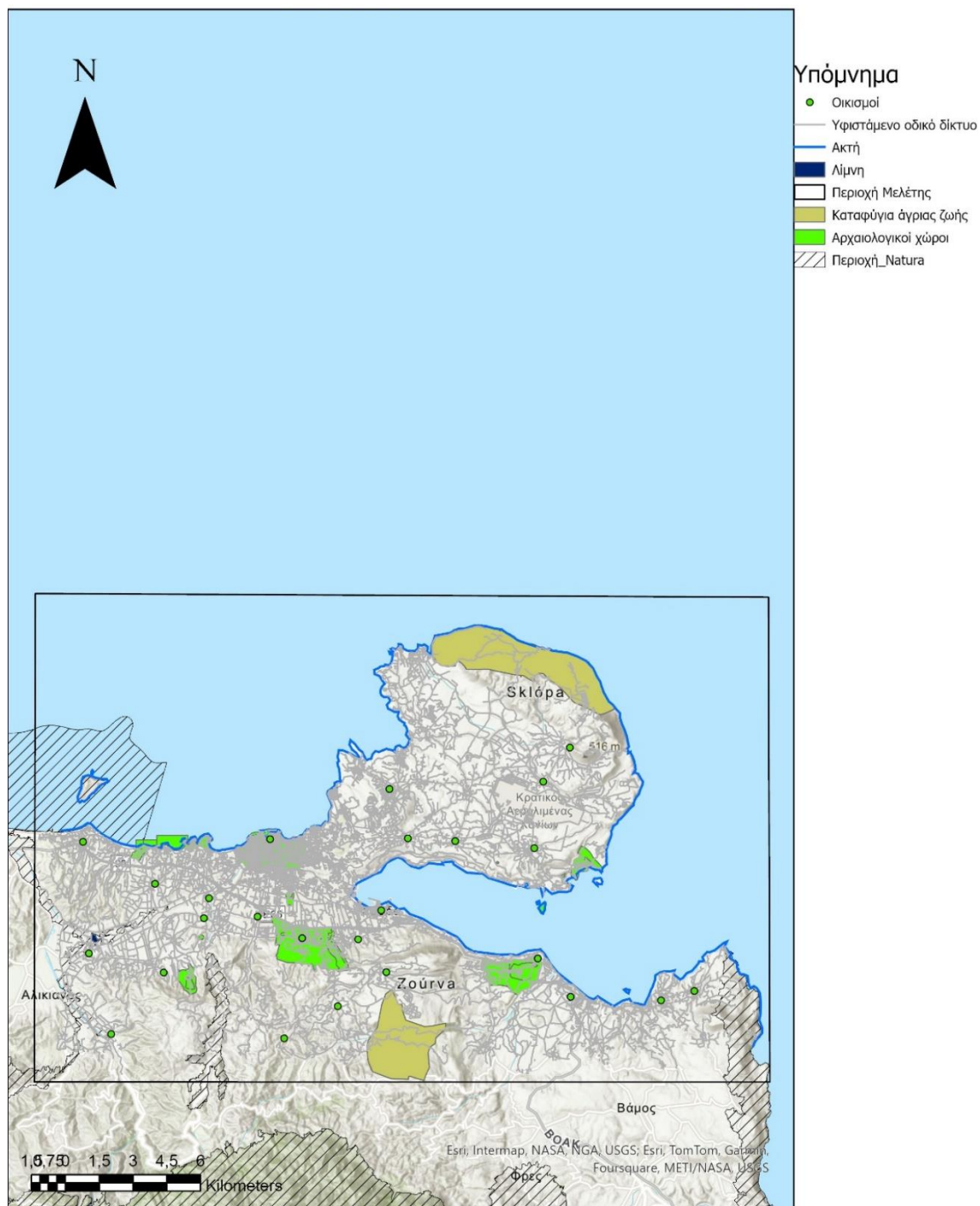
### **3.6.2 Σενάριο 2**

Στο δεύτερο σενάριο, η ανάλυση των κριτηρίων επικεντρώθηκε, όπως και στο προηγούμενο σενάριο, στον πληθυσμό και στην απόσταση των εγκαταστάσεων από τους οικισμούς. Αυτή τη φορά, αποφασίστηκε ότι η απόσταση που πρέπει να διανύσει ένας κάτοικος με το αυτοκίνητο του για να φτάσει στο δίκτυο του Πράσινου Σημείου θα είναι τα 15 χιλιόμετρα. Επιπλέον, όπως και στο προηγούμενο σενάριο, κάθε μία από τις περιπτώσεις του Πίνακα 5 εξετάστηκε διεξοδικά, προκειμένου να διασφαλιστεί η ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Η διαδικασία αυτή διαμορφώθηκε για μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα των αναγκών της περιοχής με αποτέλεσμα να προκύπτει η τοποθέτηση των Πράσινων Σημείων σε θέσεις που μεγιστοποιούν την προσβασιμότητα, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνουν την αποδοτικότητα του δικτύου. Με τη μέθοδο αυτή, εξασφαλίστηκε ότι τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τεκμηριωμένα και προσαρμοσμένα στις ιδιαιτερότητες της περιοχής μελέτης, οδηγώντας σε ένα πιο ακριβές και λειτουργικό δίκτυο Πράσινων Σημείων.

### **3.6.3 Σενάριο 3**

Τέλος, στο σενάριο με τον αριθμό 3 ακολουθήθηκε η ίδια μεθοδολογία όπως και στα δύο προηγούμενα σενάρια, προκειμένου να διασφαλιστούν με συνέπεια και συγκρισιμότητα τα αποτελέσματα μας. Συγκεκριμένα, για το σενάριο αυτό, η μέγιστη απόσταση που μπορεί να διανύσει ένας κάτοικος της περιοχής με το αυτοκίνητο του καθορίστηκε στα 20 χιλιόμετρα. Ως αποτέλεσμα, αναλύθηκαν και αξιολογήθηκαν οι διαφορετικές περιπτώσεις που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5. Επομένως, μέσα από αυτήν την διαδικασία προκύπτουν πιο ακριβή και ολοκληρωμένα συμπεράσματα σχετικά με την καταλληλότητα των προτεινόμενων λύσεων και την επίδραση τους στη βιωσιμότητα του συστήματος, γεγονός που ενισχύει την αξιοπιστία των τελικών αποτελεσμάτων μας.

## ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΔΗΜΟ ΧΑΝΙΩΝ



Χάρτης 1: Περιοχή μελέτης για την εφαρμογή του αλγορίθμου P-Median

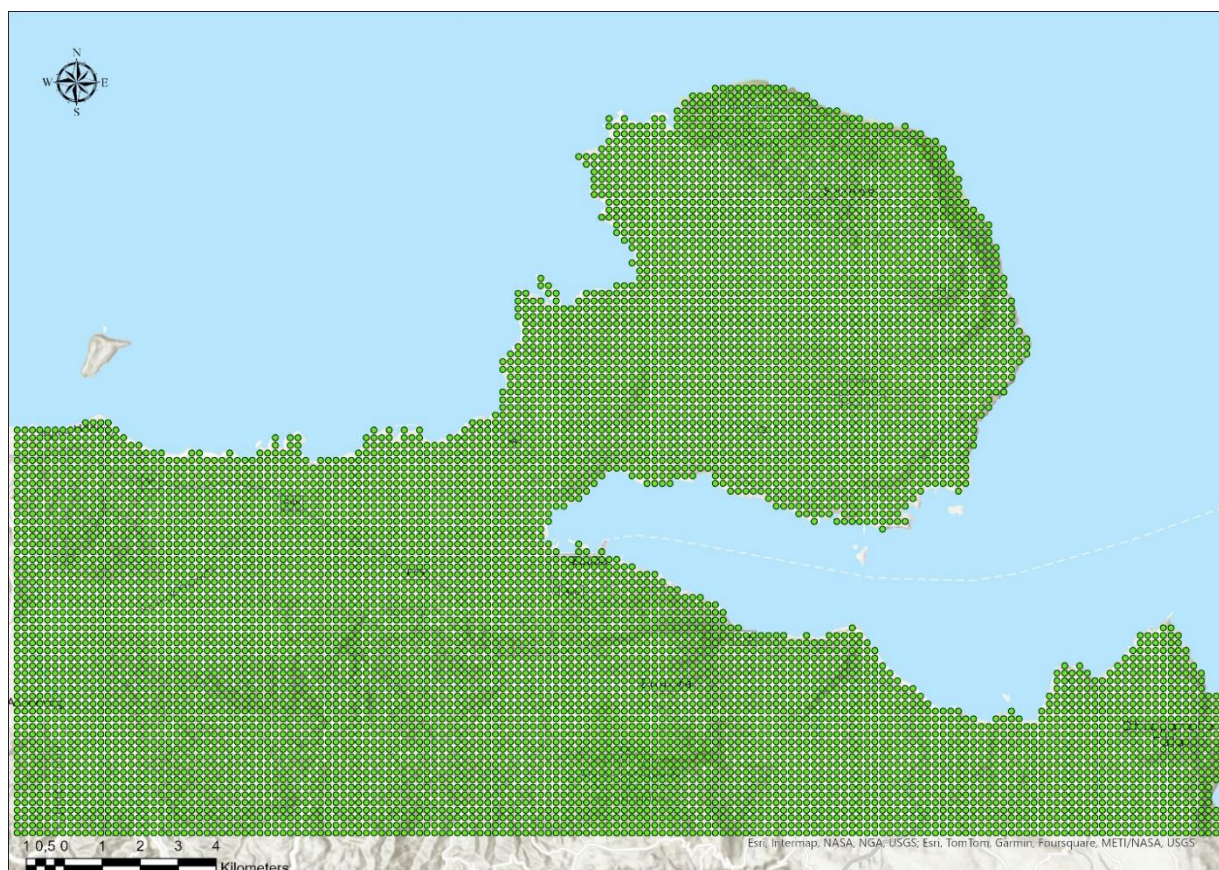
Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro

## **Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα και Συζήτηση**

Για τη περιοχή μελέτης, η χωρική ανάλυση και η διαμόρφωση του προηγούμενου κεφαλαίου πραγματοποιήθηκαν μέσω της εφαρμογής του προγράμματος GIS. Το λογισμικό GIS επιτρέπει την εφαρμογή των απαιτούμενων κριτηρίων και περιορισμών για την επιλογή των καταλληλότερων υποψήφιων σημείων μέσω του αλγορίθμου P-Median. Επομένως στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα που κατέληξε ο αλγόριθμος κατά σειρά με βάσει τα σενάρια τα οποία αναλύθηκαν στο προηγούμενο Κεφάλαιο 3.6.

### **4.1 Εφαρμογή των κριτηρίων στο πρόγραμμα του GIS**

Αφού εισήχθησαν όλα τα δεδομένα στο πρόγραμμα του GIS από τις ιστοσελίδες που αντικατοπτρίζονται στο Κεφάλαιο 3.2, ξεκίνησε η ανάλυση της περιοχή μελέτης μας. Αρχικά, όσον αφορά τα κτηματολογικά δεδομένα της περιοχής μελέτης τα οποία αφορούν τις ιδιοκτησίες γης των κατοίκων δεν υπήρχε αρκετή πληροφορία, επομένως χρησιμοποιήθηκε ένας θεωρητικός κάνναβος με υποψήφιες θέσεις των εγκαταστάσεων Πράσινων Σημείων με βήμα τα 200 μέτρα. Έτσι λοιπόν, δημιουργήθηκε ένα πλέγμα με 8.849 σημεία (πράσινες κουκκίδες) τα οποία θα υποβληθούν σε χωρική ανάλυση και θα εφαρμοστούν επ'αυτών οι αντίστοιχοι παράμετροι τα οποία ορίστηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο. Η δημιουργία αυτού του πλέγματος εκτελέσθηκε με τη χρήση της εντολής fishnet όπου βρίσκεται στο πρόγραμμα του GIS.



Χάρτης 2: Δημιουργία πλέγματος με υποψήφιες θέσεις των Πράσινων Σημείων (8.849 σημεία) με τη χρήση της εντολής Fishnet.

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro

Στην συνέχεια, δημιουργείται το μοντέλο μέσω του προγράμματος του GIS όπου θα αναλυθούν οι παράμετροι που προαναφέρθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο. Οι παράμετροι αυτοί είναι κατά κύριο λόγο οι ζώνες επιρροής καθώς και οι ζώνες αποκλεισμού. Επίσης, παρατηρώντας από τον Πίνακα 1 οι ζώνες επιρροής απευθύνονται κυρίως σε υποψήφια σημεία που βρίσκονται εντός ενώ οι ζώνες αποκλεισμού απευθύνονται σε υποψήφια σημεία που βρίσκονται εκτός. Έτσι λοιπόν, δημιουργείται αρχικά η πρώτη ζώνη επιρροής που αφορά το υφιστάμενο οδικό δίκτυο με 200 μέτρα εκατέρωθεν των οδικών αξόνων (Χάρτης 4). Μετέπειτα ακολουθεί και η πρώτη ζώνη αποκλεισμού όπου αφορά του αρχαιολογικούς χώρους και ορίζεται ως 1500 μέτρα εκτός από αυτούς τους χώρους (Χάρτης 7). Η δημιουργία τόσο των ζωνών επιρροής όσο και το ζωνών αποκλεισμού έγιναν με τη χρήση της εντολής Buffer, ρυθμίζοντας έτσι τα μέτρα που πρέπει να είναι εντός ή εκτός των ορίων. Η παραπάνω διαδικασία συνεχίζεται κατά σειρά όπως αναφέρεται στον Πίνακα 1 και η ενοποίηση όλων των κριτηρίων ή αλλιώς των buffer πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της εντολής Union. Οι χάρτες των υπόλοιπων κριτηρίων απεικονίζονται παρακάτω με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί έτσι η χωρική ανάλυση της περιοχής μελέτης μας. Ακολουθώντας, το κύριο επίτευγμα της χωρικής ανάλυσης είναι η κατοχύρωση τοποθεσιών που μπορούν να χωροθετηθούν οι εγκαταστάσεις των Πράσινων Σημείων ενώ παράλληλα να τηρούνται οι προκαθορισμένοι περιορισμοί. Επομένως, αυτό έχει ως αποτέλεσμα την

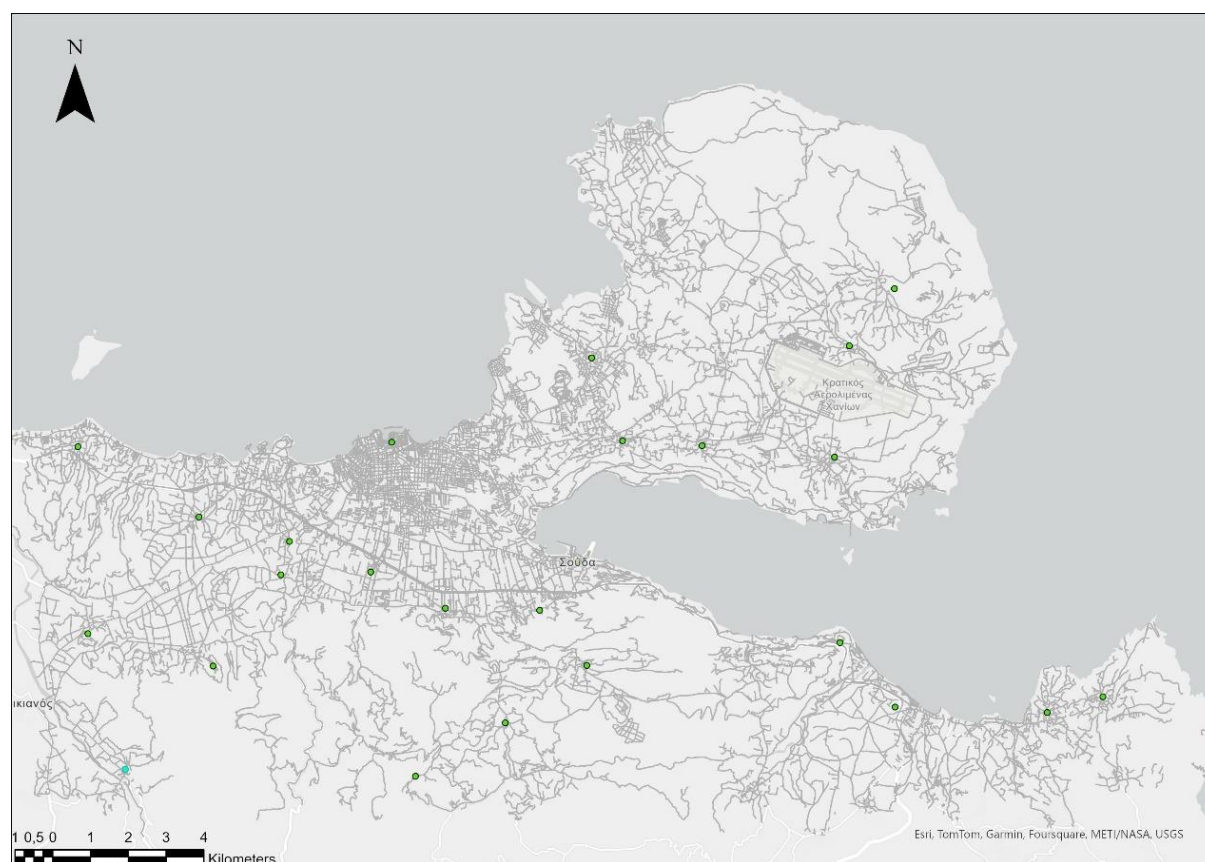


ταυτόχρονη βελτιστοποίηση τόσο της ικανοποίησης της ζήτησης όσο και της εξασφάλισης της αισθητικής του τοπίου και προστασίας του περιβάλλοντος. Έτσι, με αυτόν τον τρόπο, εξισορροπείται η λειτουργική αποτελεσματικότητα των εγκαταστάσεων με την ανάγκη διατήρησης της οικολογικής ισορροπίας και της φυσικής ομορφιάς της περιοχής.

Οι παρακάτω χάρτες απεικονίζουν τα κριτήρια πριν και μετά τη χρήση της εντολής buffer με σκοπό να δημιουργηθεί η χωρική ανάλυση της περιοχής μελέτης μας.

#### 4.1.1 Υφιστάμενο οδικό δίκτυο

Το υφιστάμενο οδικό δίκτυο της περιοχής αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια για την επιλογή του βέλτιστου σημείου. Σύμφωνα με μελέτες και αναφορές των οδηγών των πράσινων σημείων, καταλήξαμε ότι η θέση του βέλτιστου σημείου πρέπει να βρίσκεται εντός 200 μέτρων εκατέρωθεν των οδικών αξόνων για να αποφευχθούν περαιτέρω εργασίες ως προς την κατασκευή καινούριων δρόμων.



Χάρτης 3: Υφιστάμενο οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro



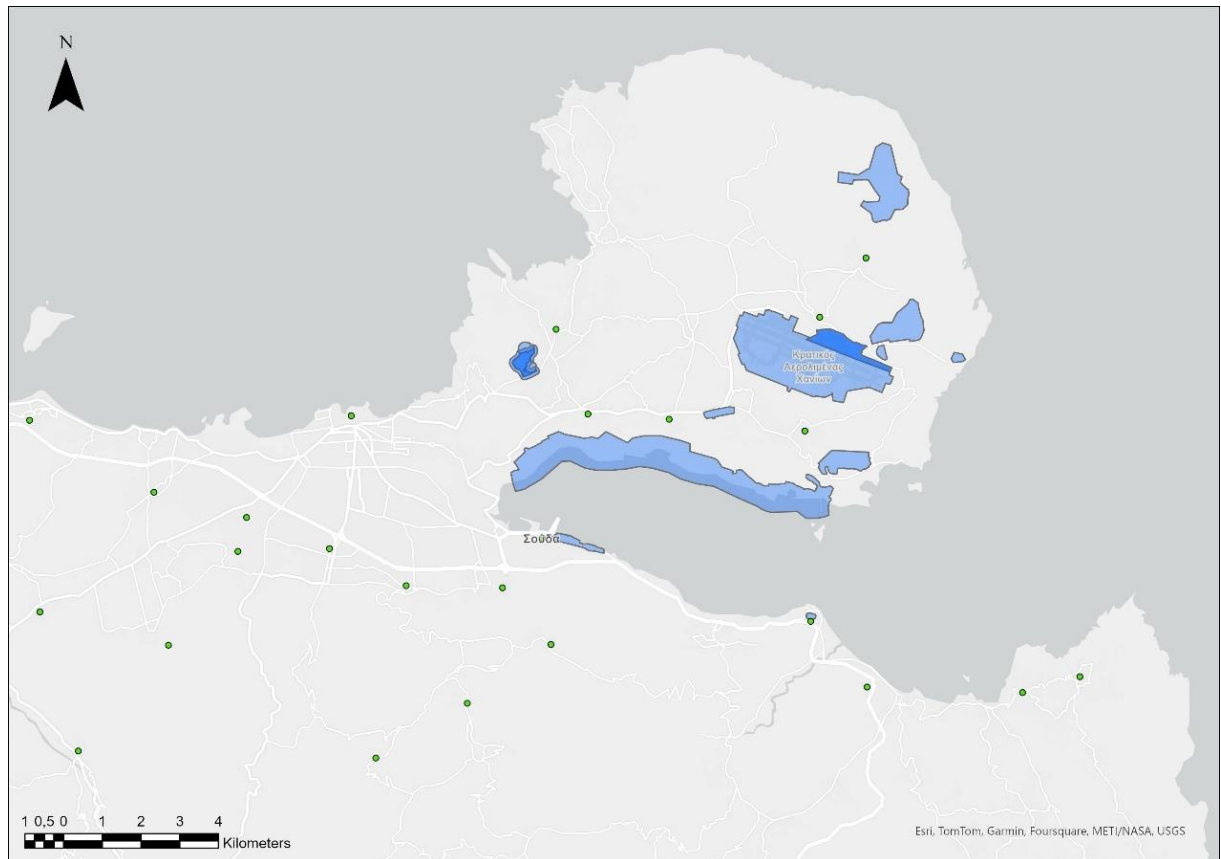
Χάρτης 4: Χρήση της εντολής *buffer* για ζώνη επιρροής εντός 200 μέτρων εκατέρωθεν των οδικών αξόνων

Πηγή: Πρόγραμμα *ArcGis Pro*



#### 4.1.2 Αεροδρόμια, στρατιωτικές εγκαταστάσεις και Πολυτεχνείο Κρήτης

Οι εγκαταστάσεις του αεροδρομίου, των στρατιωτικών καθώς επίσης και του Πολυτεχνείου Κρήτης τέθηκαν εκτός αφού η δυνατότητα να κατασκευαστεί ένα δίκτυο Πράσινου Σημείου εντός αυτών των εγκαταστάσεων είναι μηδενική.

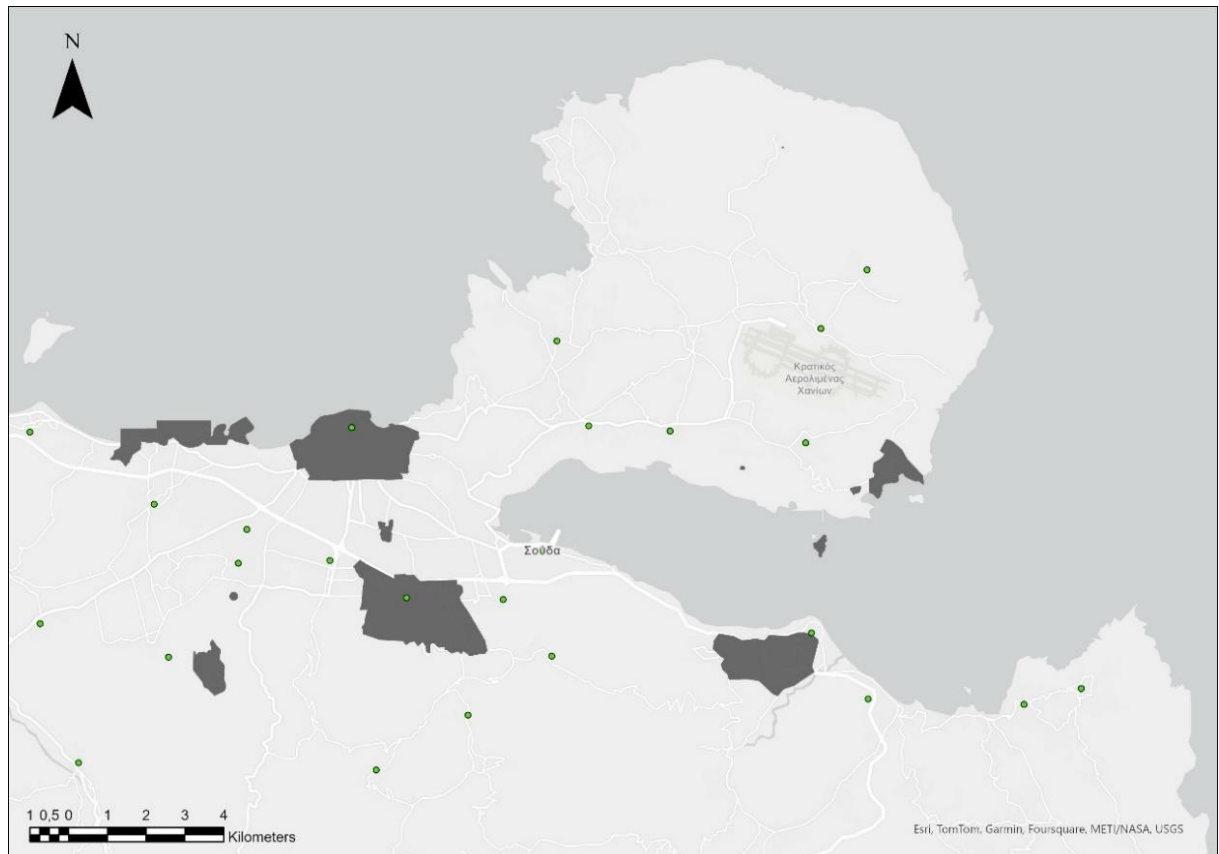


Χάρτης 5: Χρήση της εντολής *Buffer* για το αεροδρόμιο, τις στρατιωτικές εγκαταστάσεις και του Πολυτεχνείου Κρήτης όπου θέτονται εκτός ορίων.

Πηγή: Πρόγραμμα *ArcGis Pro*

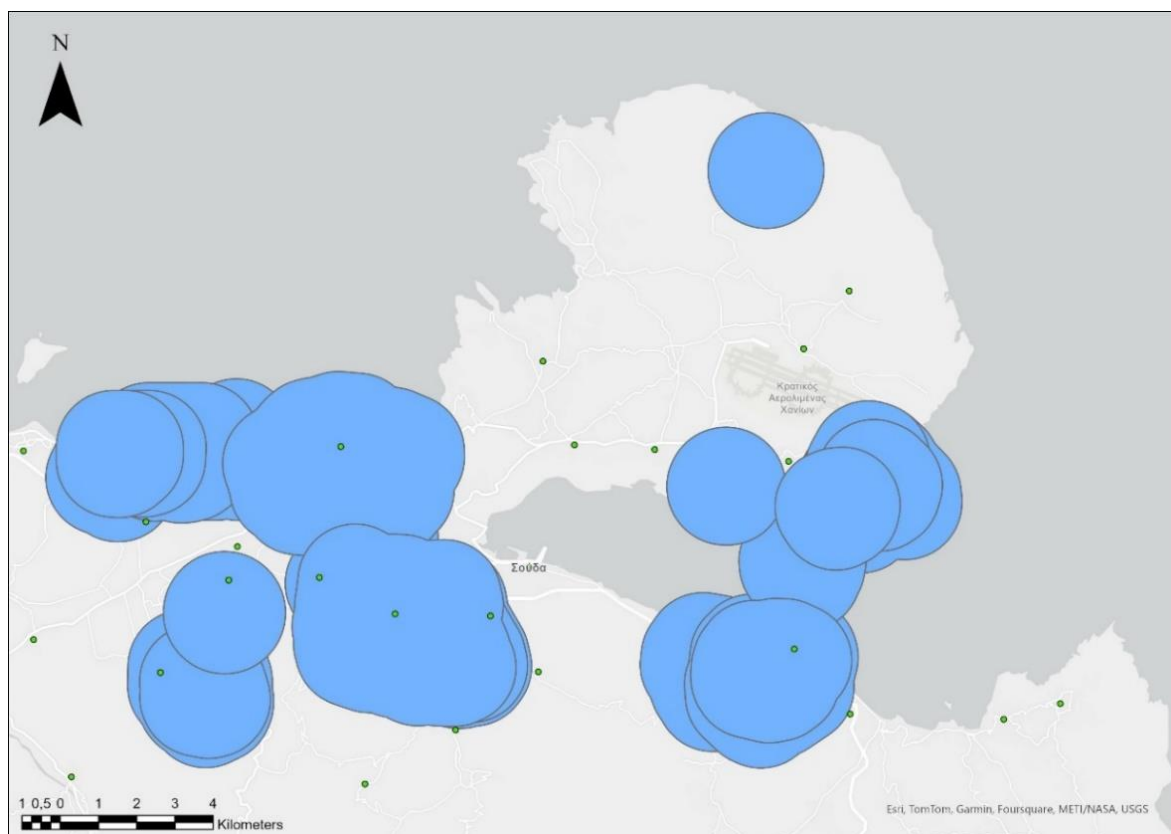
### 4.1.3 Αρχαιολογικοί χώροι

Ένα άλλο σημαντικό κριτήριο που τέθηκε είναι η αποφυγή των αρχαιολογικών χώρων. Όπως, παρατηρείτε από τον Χάρτη 6 υπάρχουν αρκετοί αρχαιολογικοί χώροι στη περιοχή του Δήμου Χανίων. Για να αποφευχθεί λοιπόν η φθορά τυχόν αρχαιολογικών χώρων, ορίστηκε το κριτήριο να βρίσκονται εκτός 1500 μέτρων από τις βέλτιστες θέσεις των σημείων ανακύκλωσης.



Χάρτης 6: Αρχαιολογικοί χώροι της περιοχής μελέτης

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro

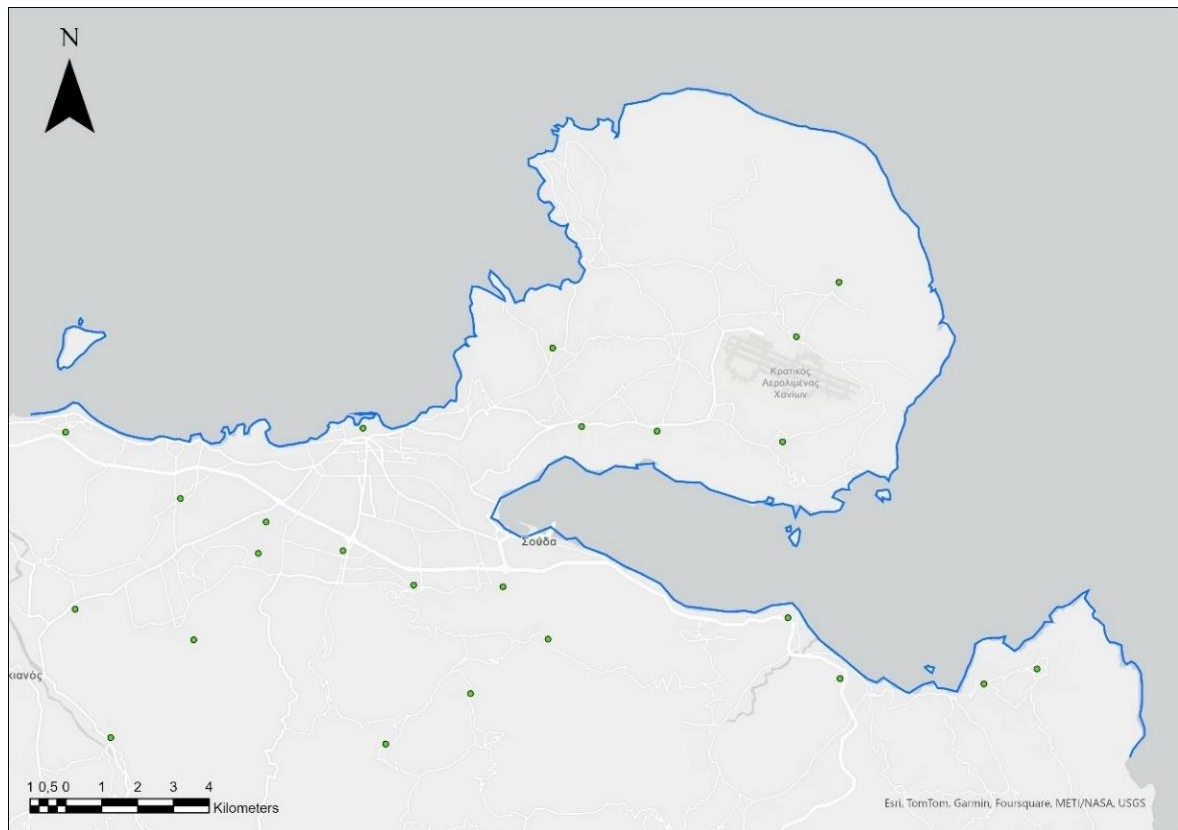


Χάρτης 7: Χρήση της εντολής *buffer* για ζώνη αποκλεισμού αρχαιολογικών χώρων σε απόσταση 1500 μέτρα

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro

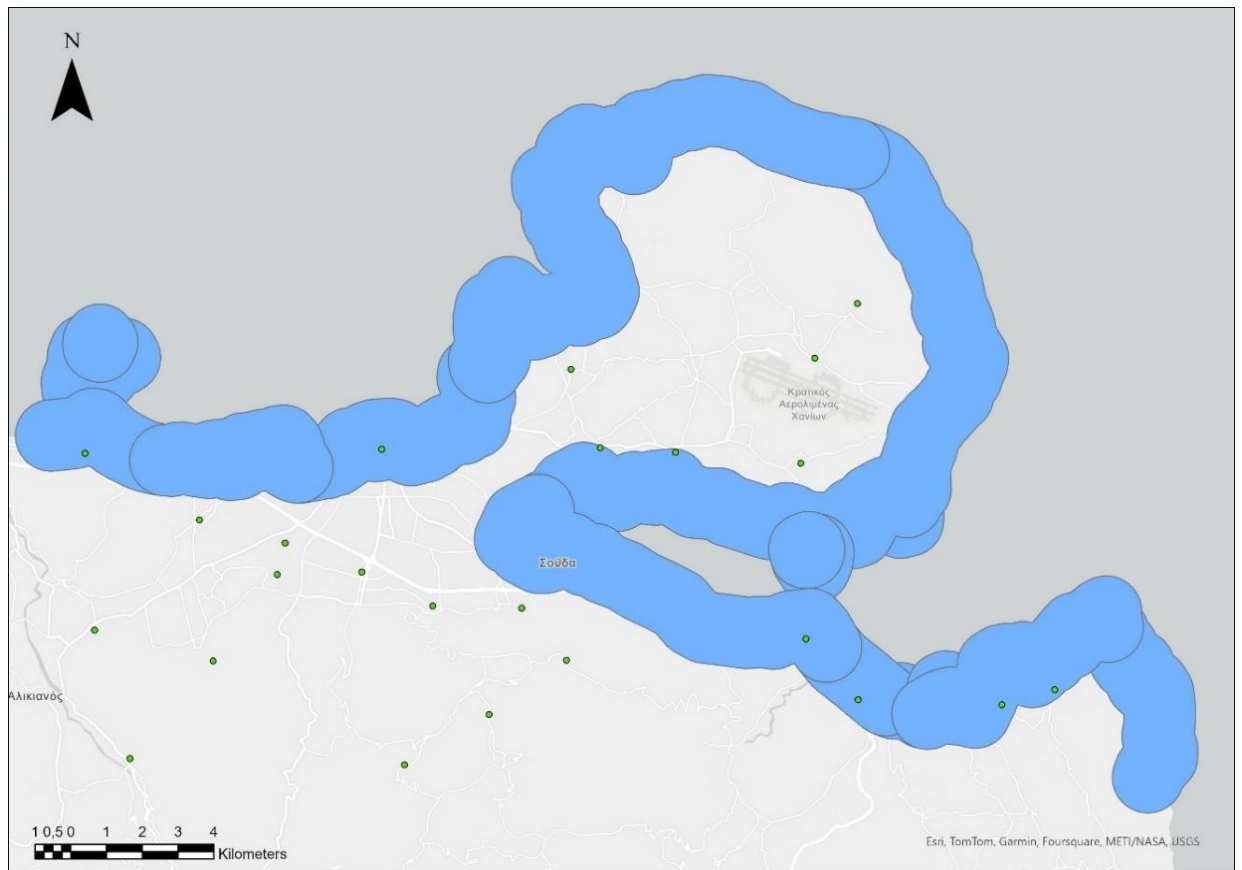
#### 4.1.4 Ακτογραμμή της περιοχής

Επιπλέον, τα Πράσινα Σημεία δεν επιτρέπονται να βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τις παραλίες κολύμβησης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τυχόν διαρροές από διάφορα απορρίμματα θα μπορούσαν να προκαλέσουν ζημιές στα ύδατα της περιοχής των Χανίων. Ως εκ τούτου, αποφασίστηκε ότι η ακτογραμμή θα πρέπει να είναι εκτός 1000 μέτρων από την κατασκευή των δικτύων των Πράσινων Σημείων.



Χάρτης 8: Παραλίες κολύμβησης (ακτογραμμή) της περιοχής μελέτης

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro

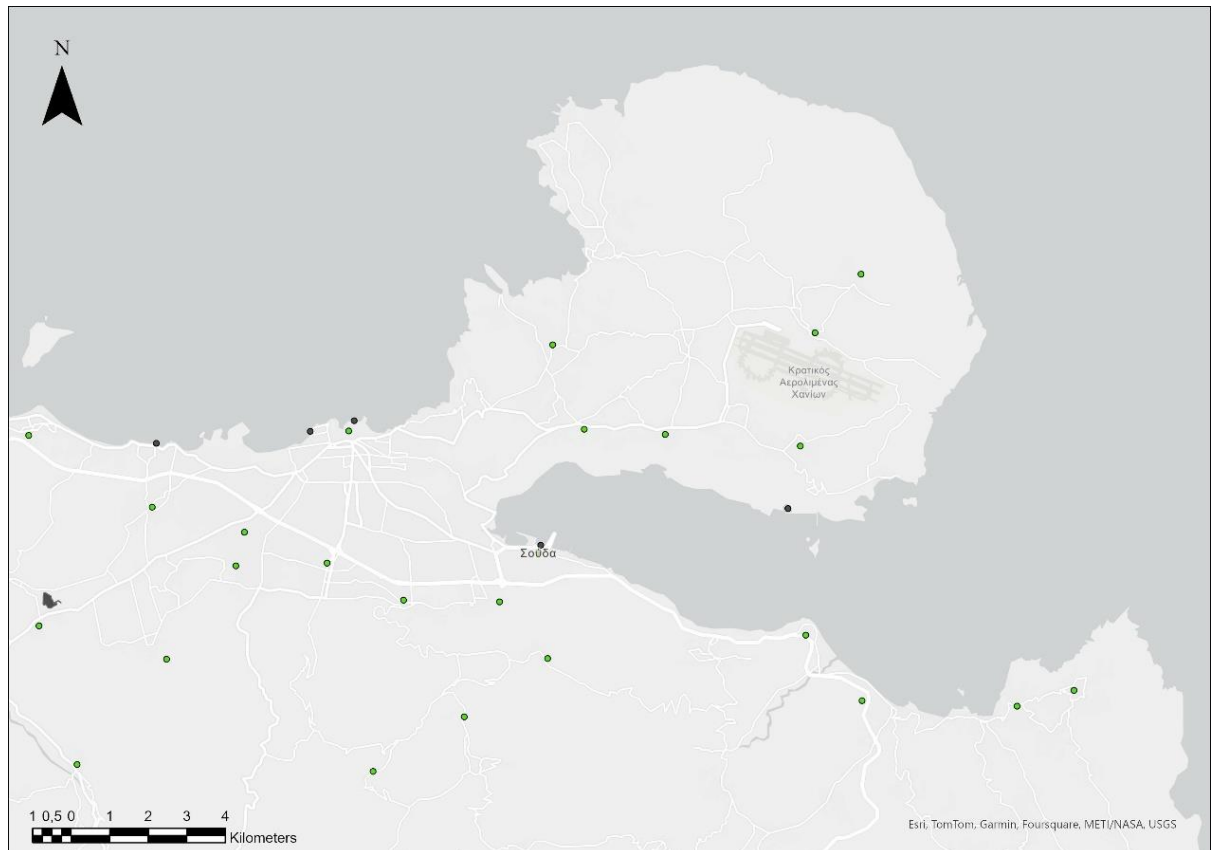


Χάρτης 9: Χρήση της εντολής *buffer* για ζώνη αποκλεισμού από παραλίες κολύμβησης(ακτογραμμής) σε απόσταση 1000 μέτρα

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro

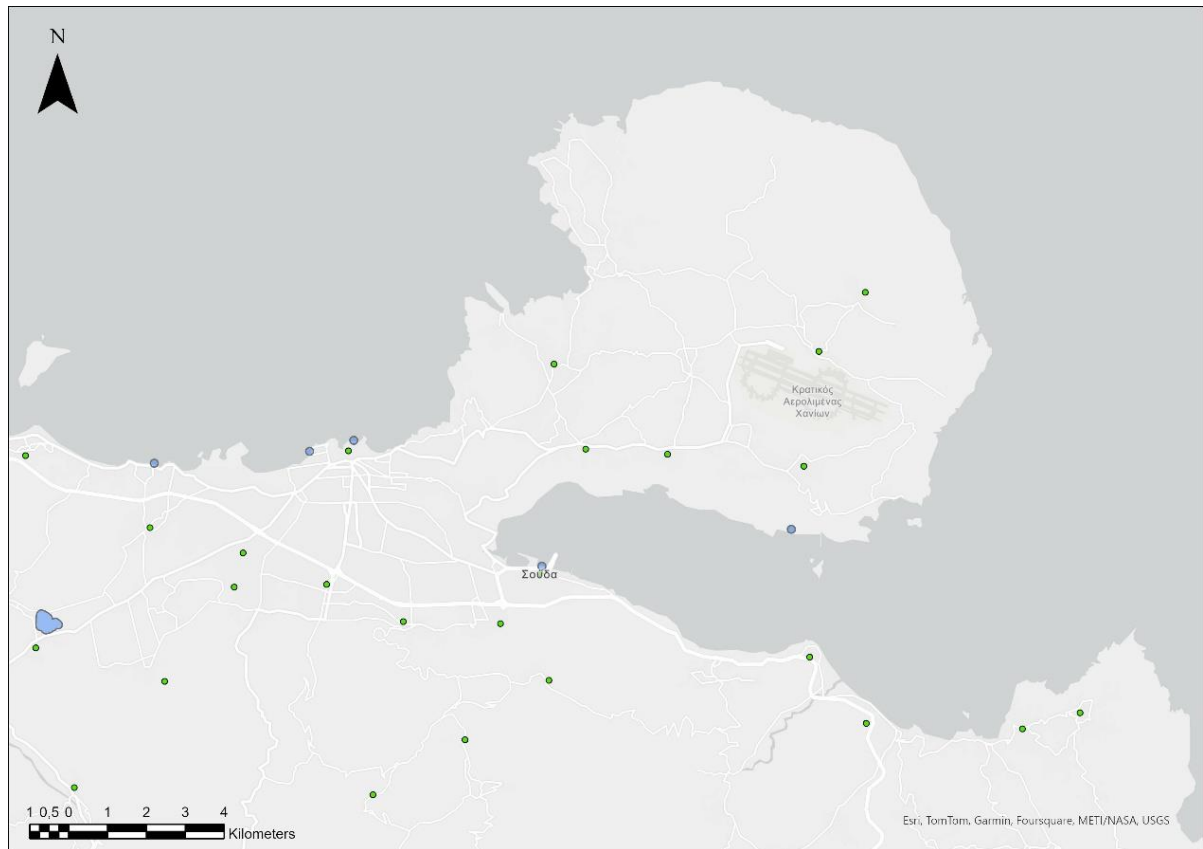
#### 4.1.5 Λίμνες και λιμάνια

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο υποκεφάλαιο 4.1.4 τα Πράσινα Σημεία μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τις λίμνες και τα λιμάνια σε περίπτωση διαρροών. Έτσι, για τον λόγο αυτό κρίθηκε ότι η απόσταση των 100 μέτρων εκτός ορίων είναι επαρκής για την ασφαλή κατασκευή των δικτύων των Πράσινων Σημείων.



Χάρτης 10: Λίμνες – λιμάνια της περιοχής μελέτης

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro

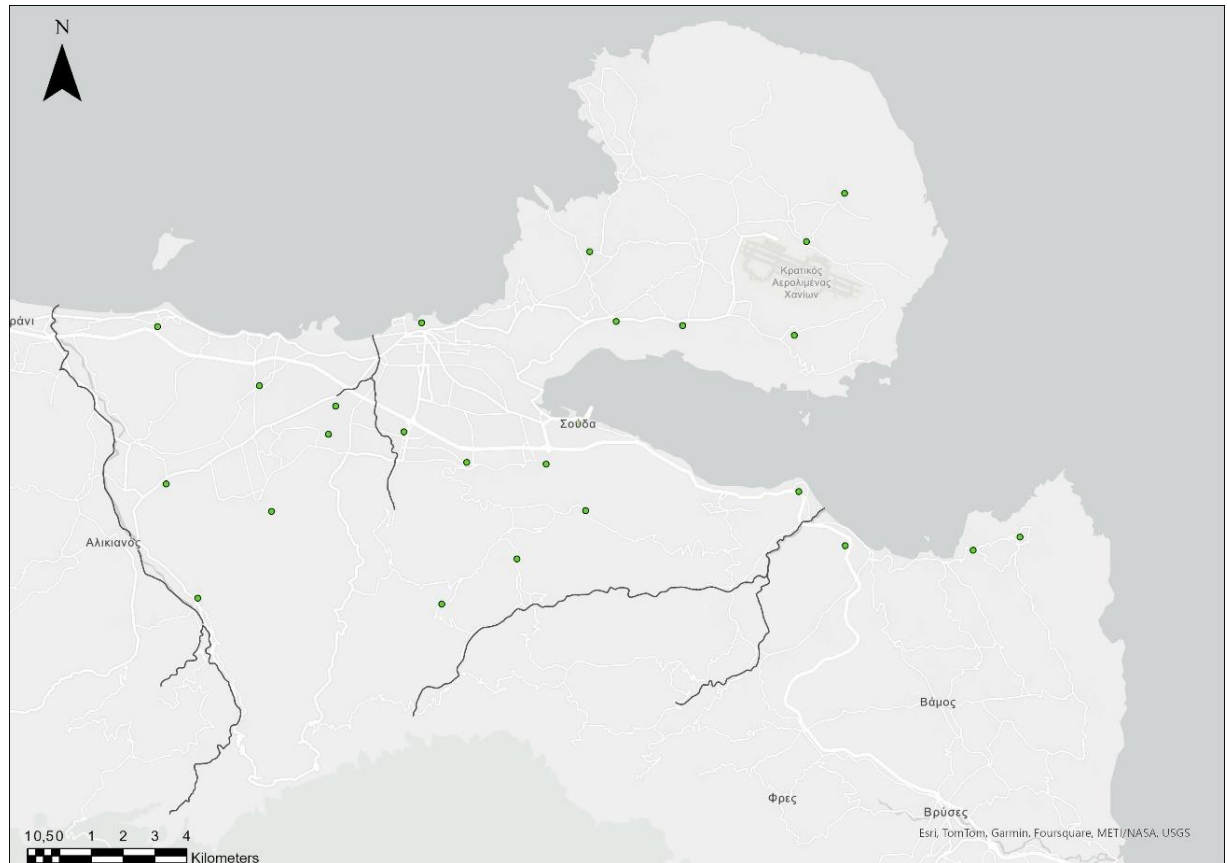


Χάρτης 11: Χρήση της εντολής *buffer* για ζώνη αποκλεισμού από λίμνες-λιμάνια σε απόσταση 100 μέτρων

Πηγή: Πρόγραμμα *ArcGis Pro*

#### 4.1.6 Υδρογραφικό δίκτυο

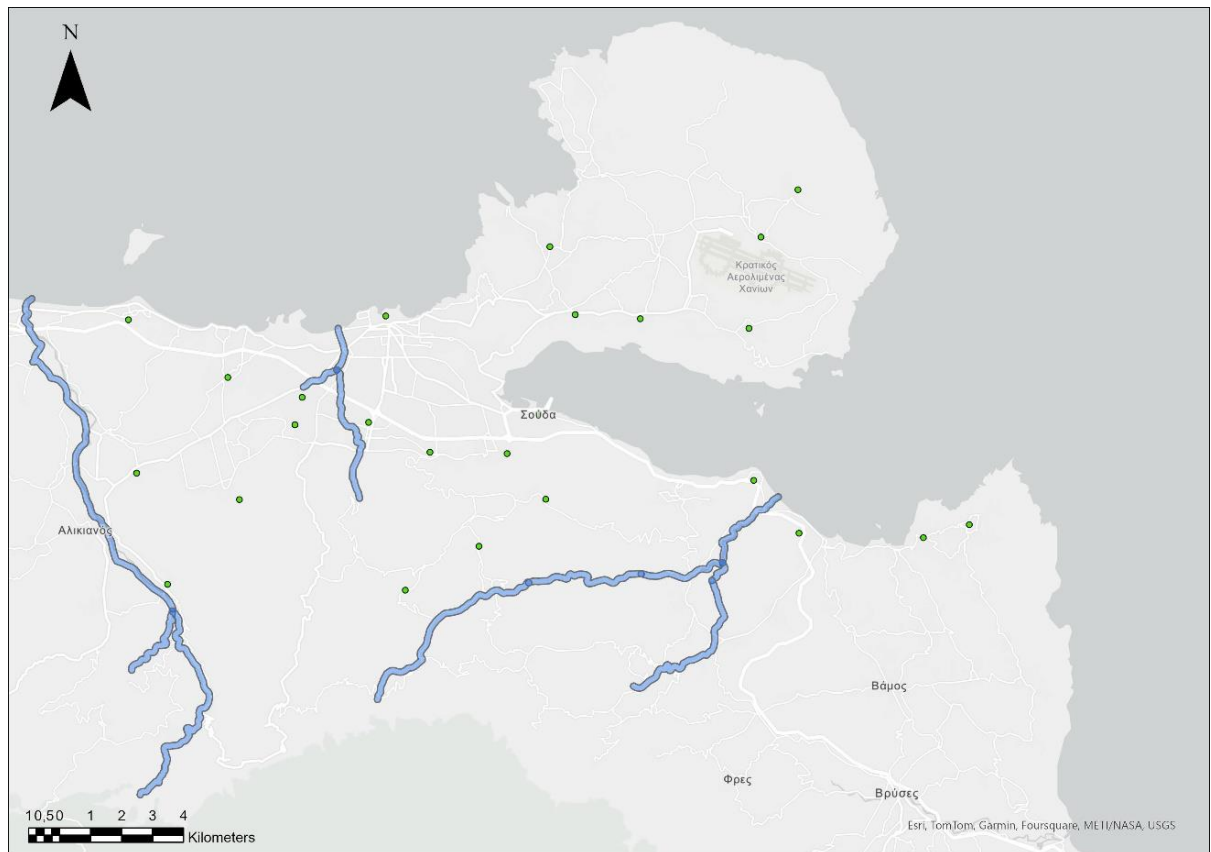
Όσον αφορά το υδρογραφικό δίκτυο, όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο υποκεφάλαιο 4.1.5, θεωρήθηκε ότι η απόσταση των 100 μέτρων εκτός ορίων είναι κατάλληλη.



Χάρτης 12: Υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro



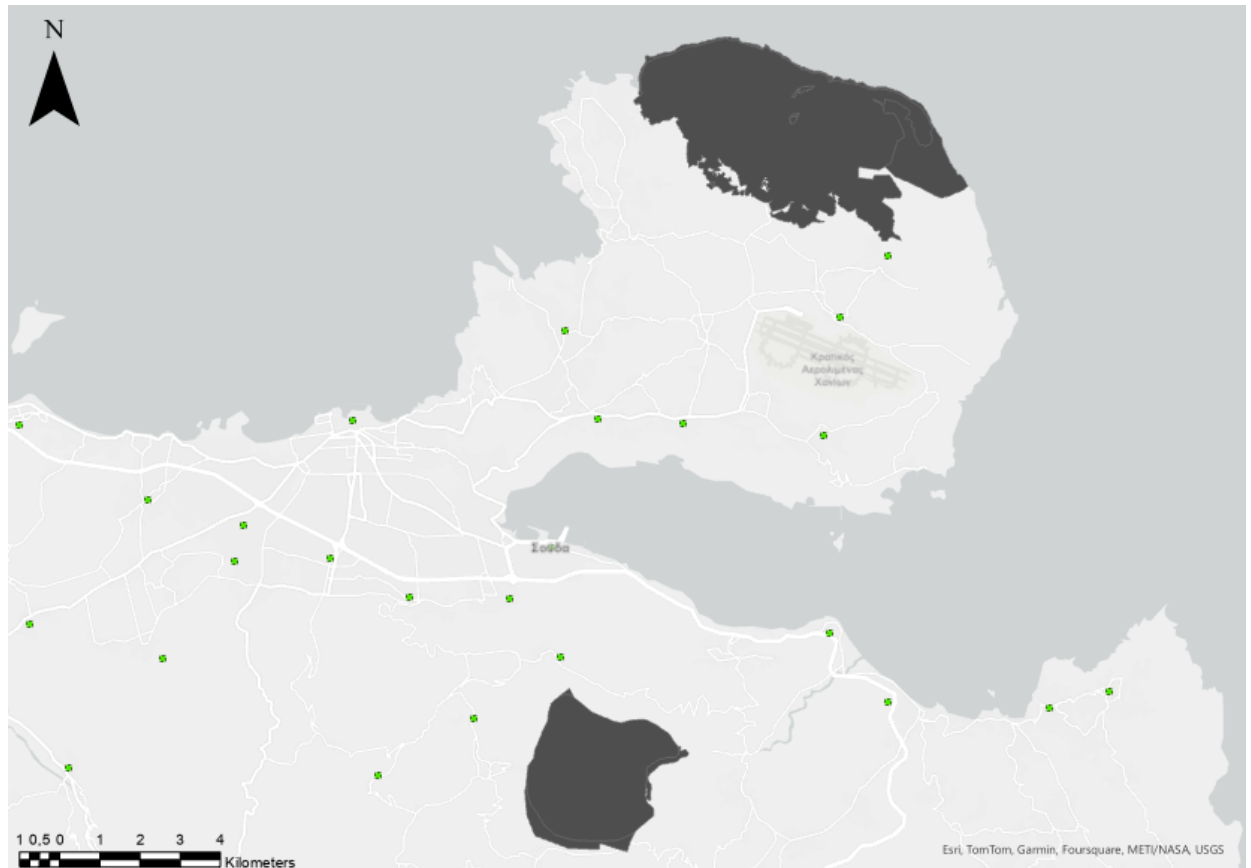


Χάρτης 13: Χρήση της εντολής *buffer* για ζώνη αποκλείσμου από το υδρογραφικό δίκτυο σε απόσταση 100 μέτρων

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro

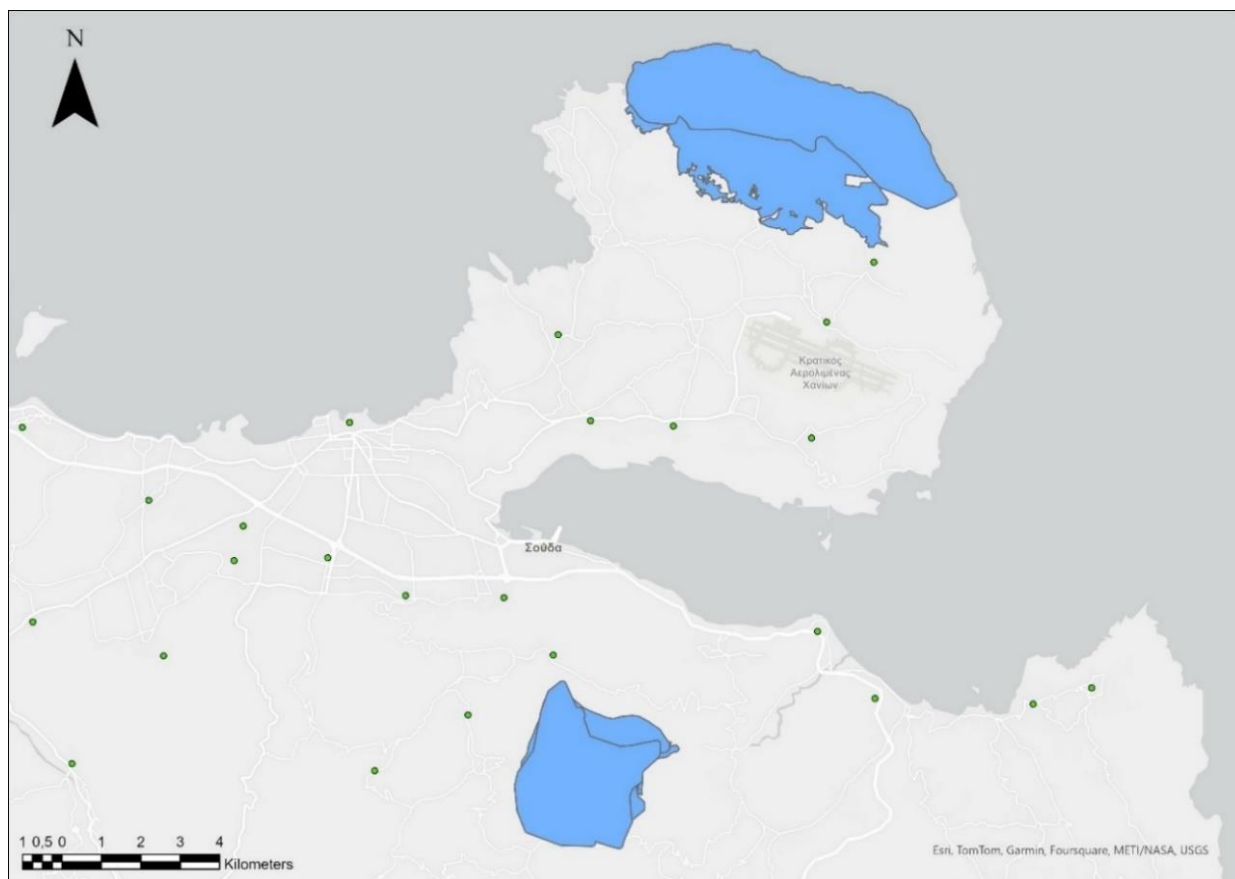
#### 4.1.7 Καταφύγια άγριας ζωής και περιοχές ειδικής προστασίας

Τα καταφύγια άγριας ζωής και οι περιοχές ειδικής προστασίας διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο για το περιβάλλον. Επομένως, κρίθηκε ασφαλέστερο να θεσπιστεί κριτήριο αποκλεισμού χωροθέτησης εντός αυτών των περιοχών σε απόσταση των 100 μέτρων.



Χάρτης 14: Καταφύγια άγριας ζωής και περιοχές ειδικής προστασίας της περιοχής μελέτης

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro

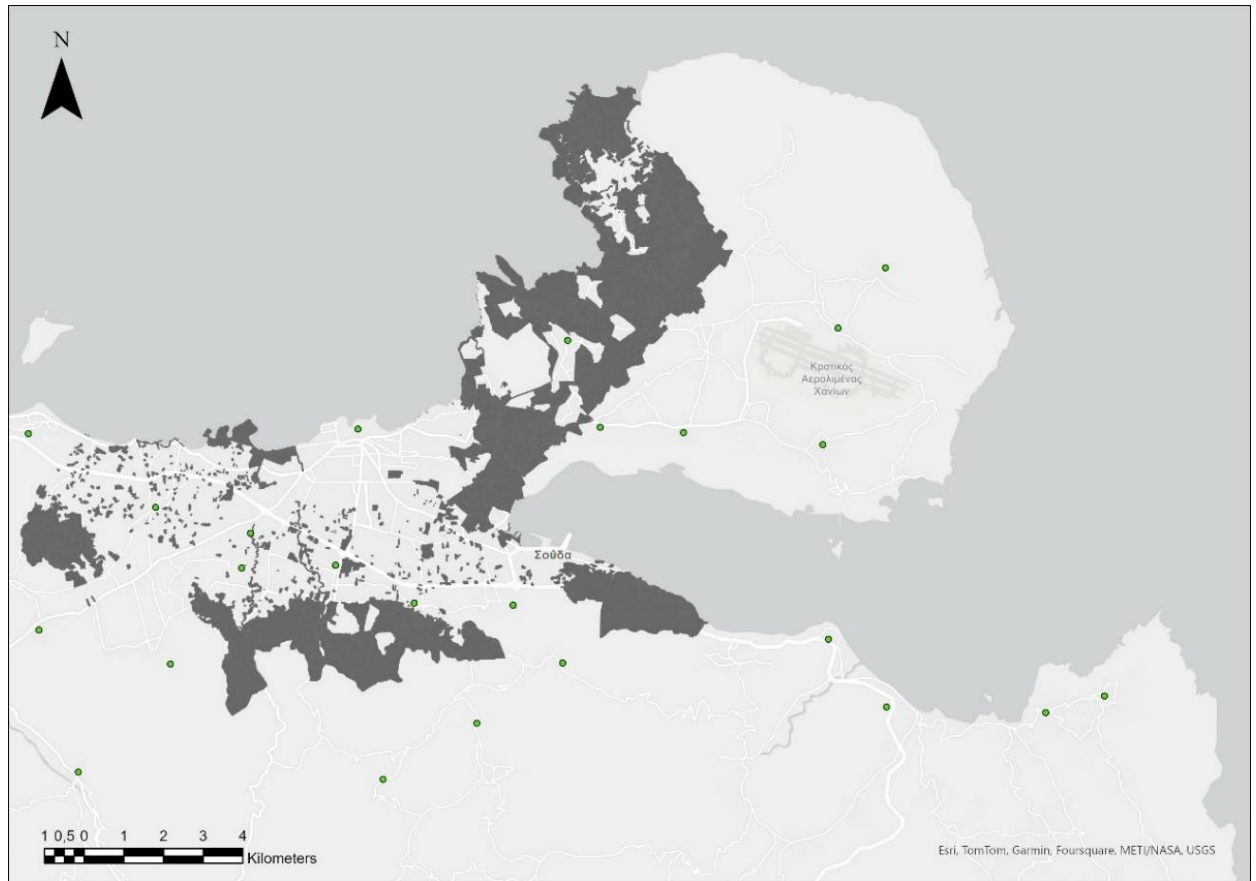


Χάρτης 15: Χρήση της εντολής *buffer* για ζώνη αποκλεισμού από καταφύγια άγριας ζωής και περιοχές ειδικής προστασίας σε απόσταση 100 μέτρων

Πηγή: Πρόγραμμα *ArcGis Pro*

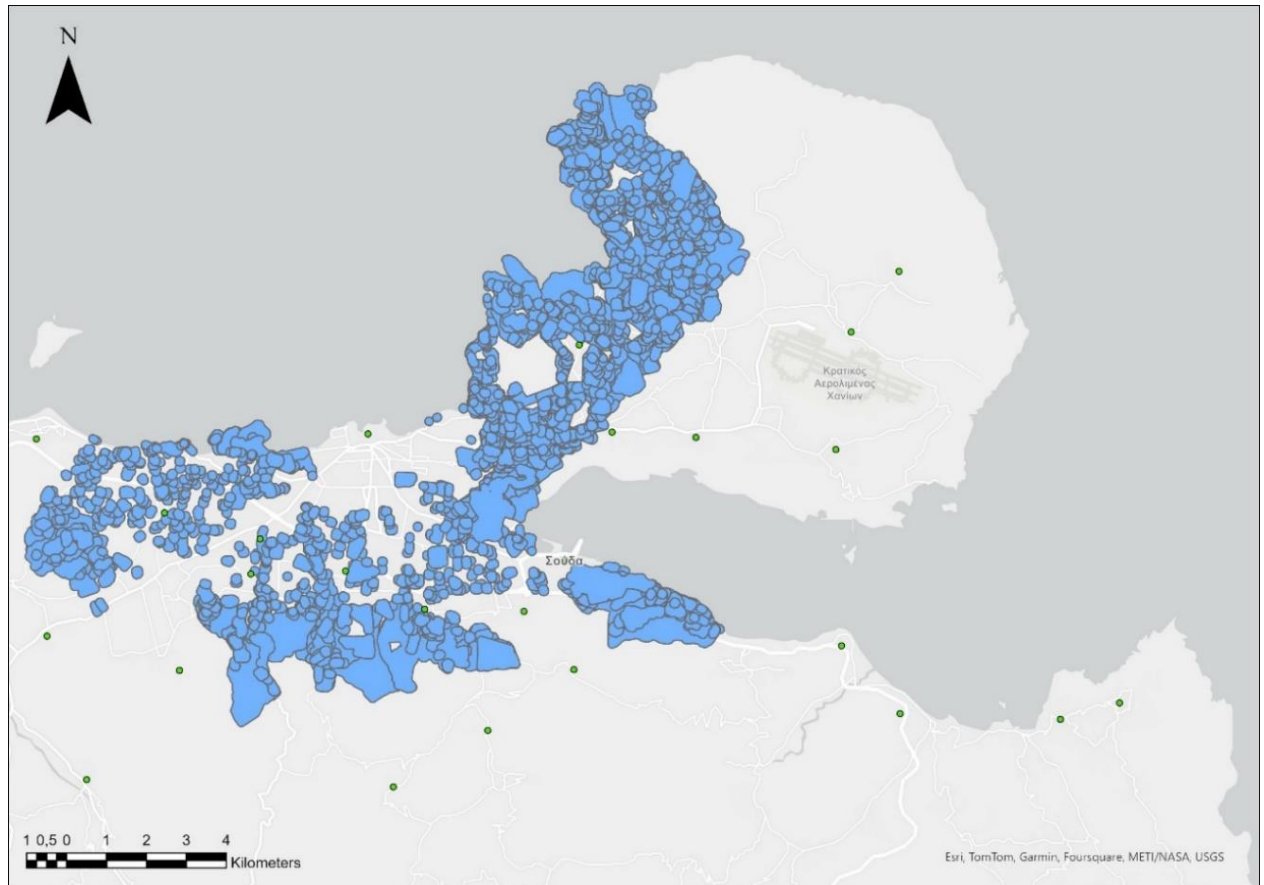
#### 4.1.8 Δασικές εκτάσεις

Οι δασικές εκτάσεις και γενικότερα οι χώροι πρασίνου αποκλείστηκαν από τη χωροθέτηση των Πράσινων Σημείων. Η κατάλληλη απόσταση ορίστηκε στα 100 μέτρα εκτός των ορίων αυτών των περιοχών.



Χάρτης 16: Δασικές εκτάσεις της περιοχής μελέτης

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro

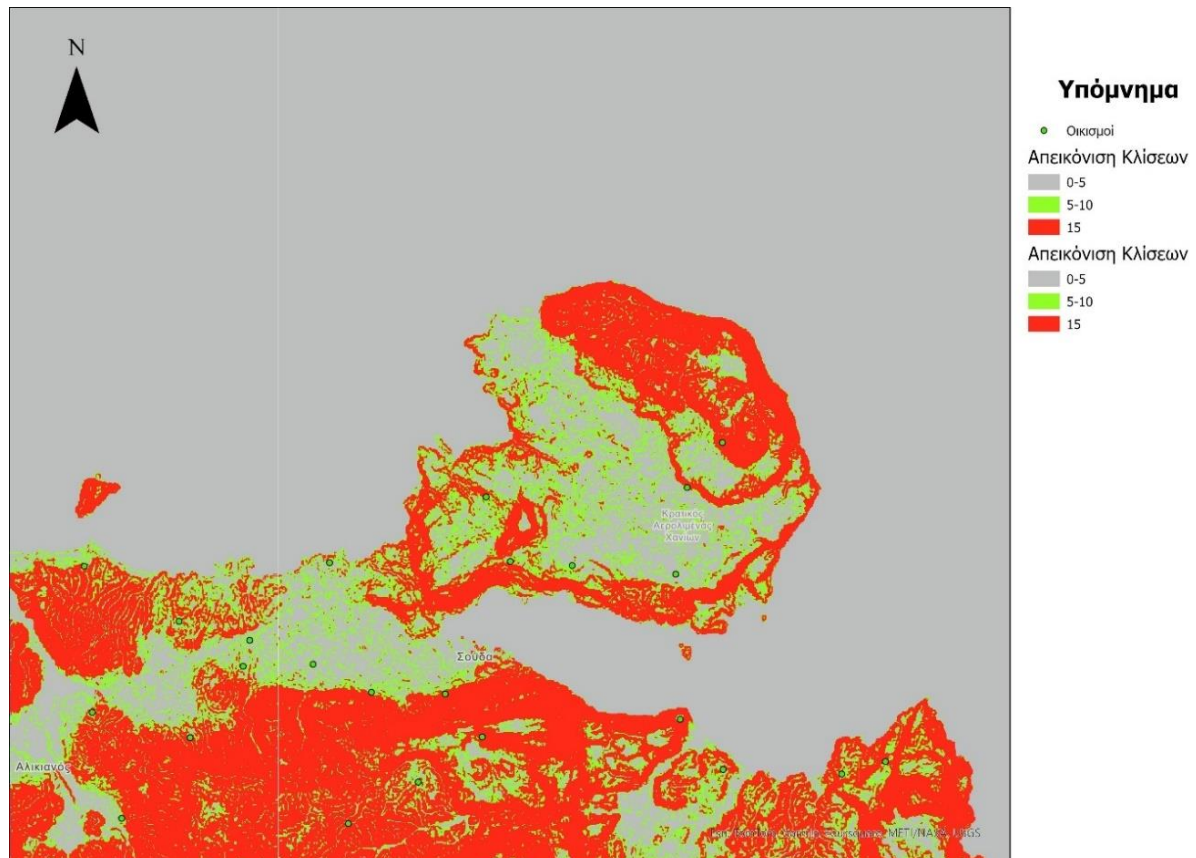


Χάρτης 17: Χρήση της εντολής *buffer* για ζώνη αποκλεισμού από δασικές εκτάσεις σε απόσταση 100 μέτρων

Πηγή: Πρόγραμμα *ArcGis Pro*

#### 4.1.9 Επίπεδο εδαφικών κλίσεων

Το επίπεδο των εδαφικών κλίσεων προσδιορίστηκε με βάση το ASTER DEM της περιοχής μελέτης, το οποίο παρέχει με μεγαλύτερη ακρίβεια την απεικόνιση των εδαφικών κλίσεων. Σύμφωνα με τις μελέτες, ορίστηκαν τρεις παράμετροι, με την ιδανική εδαφική κλίση για τη χωροθέτηση να καθορίζεται στο 10% και κάτω, διασφαλίζοντας έτσι την αποτροπή κατασκευής επιπρόσθετων υποδομών.

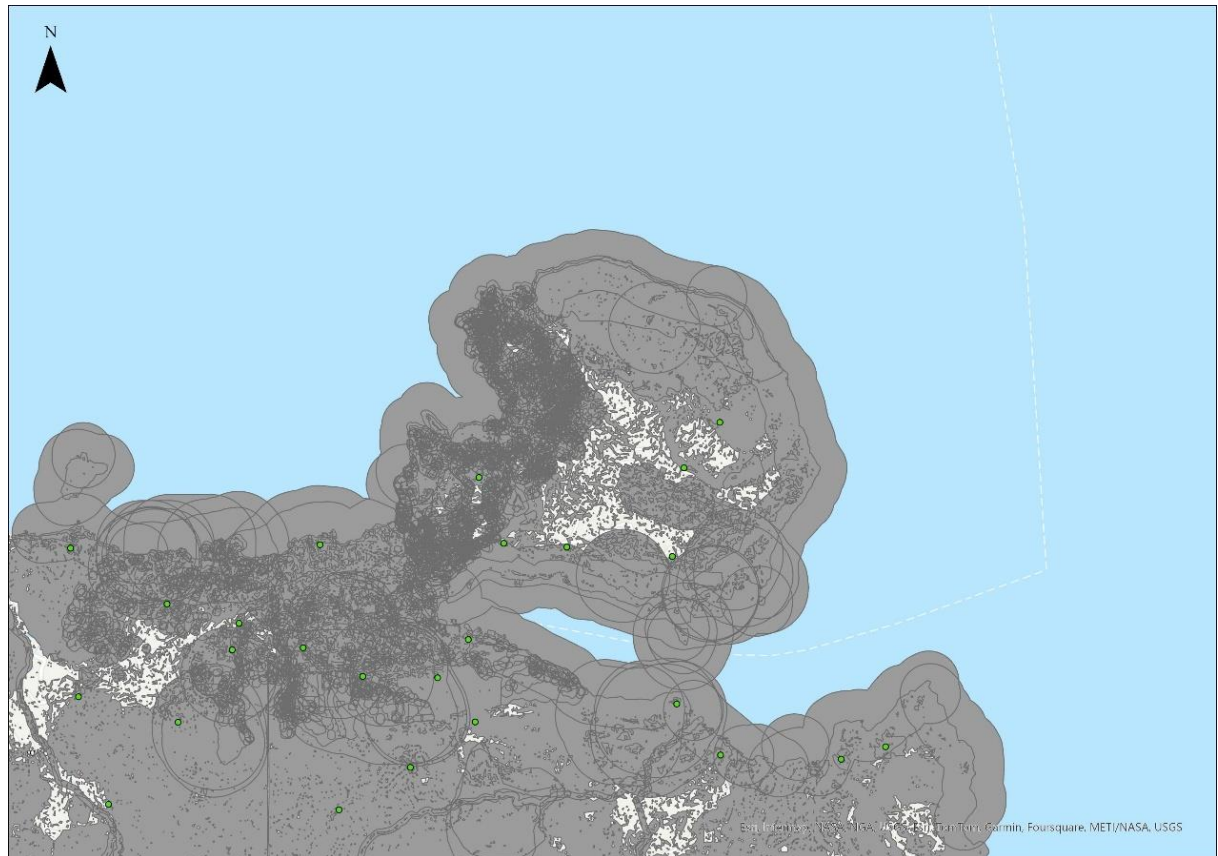


Χάρτης 18: Εδαφικές κλίσεις (επιτρεπτές κλίσεις μικρότερες από 10%) μέσω της εφαρμογής του ASTER DEM

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro

#### 4.1.10 Ενοποίηση κριτηρίων

Μετά την ολοκλήρωση της δημιουργίας όλων των κριτηρίων, χρησιμοποιήθηκε η εντολή Union για την ενοποίηση τους. Βάσει αυτής της εντολής, πραγματοποιήθηκε η χωρική ανάλυση της περιοχής μελέτης.



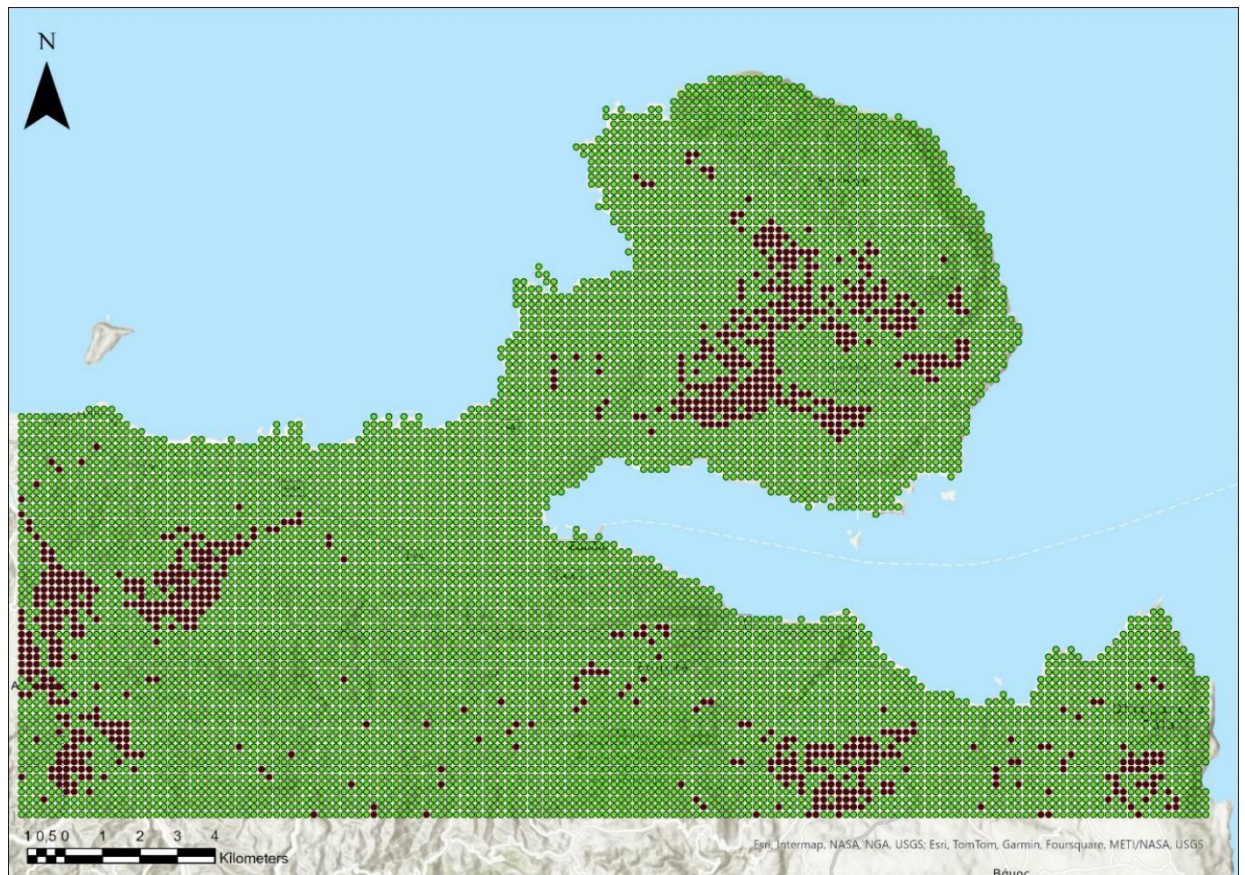
Χάρτης 19: Χρήση της εντολής Union για ενοποίηση όλων των κριτηρίων

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro

#### 4.1.11 Δημιουργία επιπρόσθετων παραμέτρων

Μετέπειτα, αφού ολοκληρώθηκε η χωρική ανάλυση και πραγματοποιήθηκε ο ακριβής καθορισμός κριτηρίων επιλογής, καταλήξαμε σε σημαντική μείωση των υποψήφιων τοποθεσιών για την εγκατάσταση των Πράσινων Σημείων, περιορίζοντάς τις από 8.849 σε 870 σημεία. Αυτός ο περιορισμός των επιλεγόμενων θέσεων επιτρέπει στον αλγόριθμο P-Median να λειτουργήσει με αυξημένη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα, διασφαλίζοντας ότι το τελικό δίκτυο των Πράσινων Σημείων θα ανταποκρίνεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο στις ανάγκες της περιοχής και θα λειτουργεί πιο αποδοτικά. Παρακάτω στον Χάρτη 20 και στον Χάρτη 21 απεικονίζονται με ακρίβεια τα σημεία τα οποία θα ανατρέξει ο αλγόριθμος P-Median.

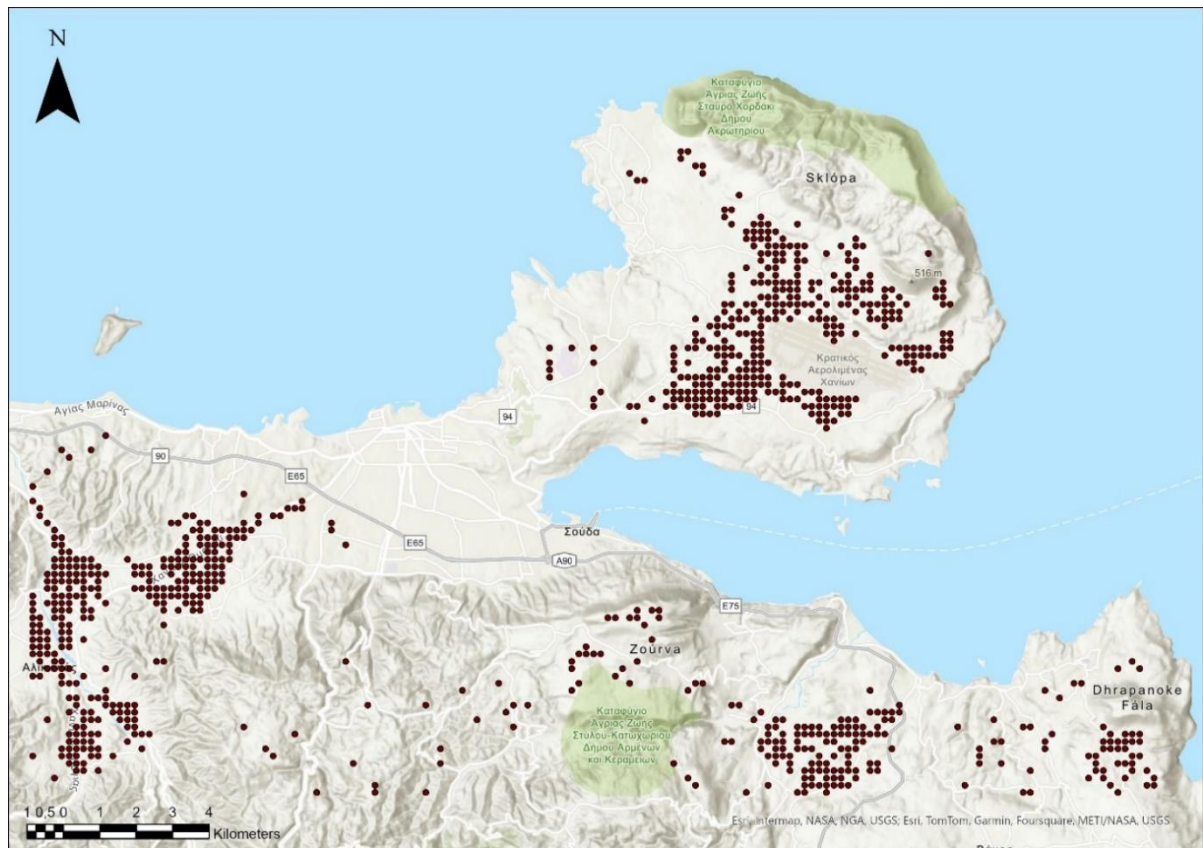




Χάρτης 20: Χάρτης υποψήφιων θέσεων πριν από τη χωρική ανάλυση (8.849 σημεία) και μετά από τη χωρική ανάλυση (870 σημεία).

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro



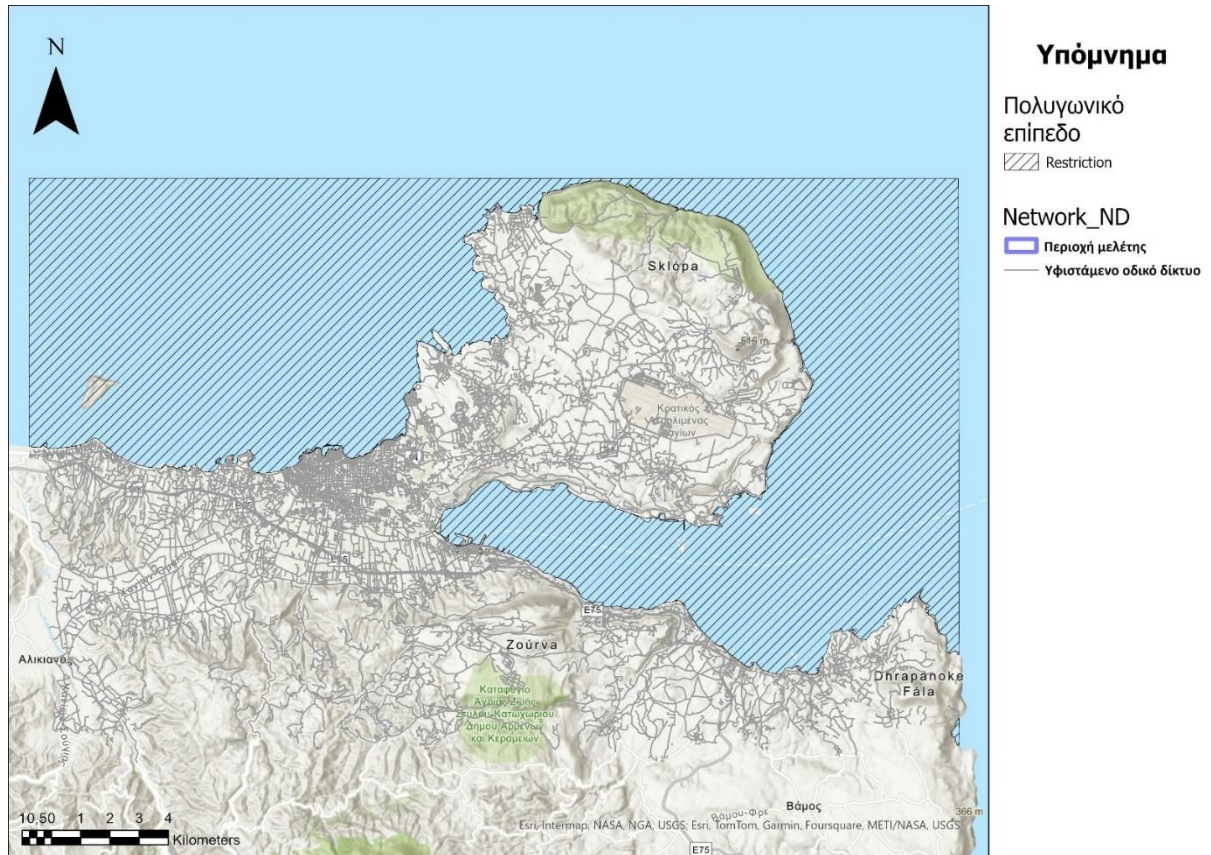


Χάρτης 21: Χάρτης με τα τελικά αποτελέσματα (θέσεις) μετά τη εφαρμογή της χωρικής ανάλυσης (870 σημεία)

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro

Στην συνέχεια, σύμφωνα με τα δεδομένα του κεφαλαίου 3.1.2 το σημαντικότερο κριτήριο για τη δημιουργία ενός δικτύου Πράσινου Σημείου ορίζεται η κρίσιμη απόσταση μεταξύ του οικισμού και της εγκατάστασης του Πράσινου Σημείου. Επιπρόσθετα λοιπόν, με το πρόγραμμα του GIS ως Πράσινα Σημεία ονομάζονται τα σημεία εξυπηρέτησης ενώ οι οικισμοί ονομάζονται σημεία ζήτησης. Ακολουθώντας τα σενάρια τα οποία αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 3.6 η απόσταση αυτή δεν πρέπει να ξεπερνά τα 10,15 ή και τα 20 χιλιόμετρα που πρέπει να διανύσει ένα κάτοικος από τον οικισμό του οδικώς για να φθάσει στο σημείο εξυπηρέτησης για να αποθέσει τα απορρίμματα του. Επομένως, δημιουργείται μέσω του προγράμματος GIS ένα σύνολο δεδομένων δικτύου (Network Dataset), όπου αυτό επιτυγχάνει τη σωστή δημιουργία των πραγματικών αποστάσεων της περιοχής μελέτης. Με την εφαρμογή του αλγορίθμου P-Median, το νέο δίκτυο θα μπορεί να παράγει ακριβέστερα αποτελέσματα, καθώς όλοι οι δρόμοι ανεξαρτήτως πλάτους θα ενώνονται χωρίς να υπάρχουν κενά και θα τοποθετούνται κόμβοι σε κάθε διασταύρωση του υπάρχοντος οδικού δικτύου. Επίσης, λόγω της γεωγραφικής θέσης της περιοχής μελέτης αφού βρίσκεται κοντά από τις ακτές της θάλασσας δημιουργήθηκε ένα πολυγωνικό επίπεδο πληροφορίας το οποίο εμπεριέχει τη περιοχή της θάλασσας και την περιορίζει. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αποφευχθούν τυχόν επιλογές με τη συντομότερη απόσταση

ενός Πράσινου Σημείου από τον οικισμό μέσω της επιλογής της θάλασσας. Δηλαδή, ένας οικισμός να εξυπηρετείται από ένα Πράσινο Σημείο μέσω του υφιστάμενου οδικού δικτύου χωρίς να διασχίζει τη περιοχή της θάλασσας. Έτσι, στον Χάρτη 22 απεικονίζεται η δημιουργία του εργαλείου Network Dataset παράλληλα με τη δημιουργία του πολυγωνικού επιπέδου πληροφορίας.



Χάρτης 22: Δημιουργία του εργαλείου Network Dataset και πολυγωνικού επιπέδου πληροφορίας

Πηγή: Πρόγραμμα ArcGis Pro

## 4.2 Εφαρμογή του αλγορίθμου P-Median στο πρόγραμμα του GIS

Αφού δημιουργήθηκαν τα απαραίτητα στάδια για τα κριτήρια, τα δεδομένα δικτύου και το πολυγωνικό επίπεδο καταλήγοντας έτσι σε έναν ικανοποιητικό αριθμό σημείων εφαρμόστηκε ο αλγόριθμος P-Median. Αρχικά, ορίστηκαν οι παράμετροι που χρειάζεται ο αλγόριθμος για να μπορεί να «τρέξει» σωστά και με απόλυτη ακρίβεια. Ως σημεία ζήτησης (Demand Points), επιλέχθηκε το σημειακό επίπεδο πληροφορίας των οικισμών όπου μέσα σε αυτό αναγράφεται ο πληθυσμός της περιοχής μελέτης του 2021 όπως καταγράφεται στο Κεφάλαιο 3.3.1. Στην συνέχεια, ο πληθυσμός της περιοχής μελέτης του 2021 ορίστηκε ως σταθμισμένη ζήτηση (Weighted Demand). Η λογική της επιλογής αυτής είναι ότι ο πληθυσμός μιας περιοχής ταυτίζεται άμεσα με τη ποσότητα των ανακυκλώσιμων απορριμμάτων καθώς είναι ευρέως τα μεγαλύτερα ρεύματα υλικών προς επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση συγκεντρώνονται σε περιοχές με αυξημένη πυκνότητα πληθυσμού. Παράλληλα, ως υποψήφια σημεία εγκαταστάσεων ορίστηκε το σύνολο των σημείων που δημιουργήθηκε από τη χωρική ανάλυση (Χάρτης 21) όπου συμπεριλαμβάνει τα 870 υποψήφια σημεία. Τέλος, όσον αφορά το κόστος ορίστηκε η απόσταση σε μέτρα ενώ ανάλογα με το κάθε σενάριο ορίστηκε η ακτίνα εμπέδησης του αλγορίθμου δηλαδή η απόσταση που πρέπει να διανύσει οδικώς ένας κάτοικος μιας περιοχής σε μέτρα ως προς το δίκτυο του Πράσινου Σημείου.

Μετέπειτα, αφού ορίστηκαν οι παράμετροι για τον αλγόριθμο P-Median εφαρμόστηκαν ένα προς ένα τα σενάρια. Αρχικά, ορίστηκε το πρώτο σενάριο όπου η απόσταση που επιλέχθηκε για να διανύσει ένας κάτοικος της περιοχής οδικώς μέχρι το δίκτυο εγκατάστασης του Πράσινου Σημείου θα πρέπει να είναι λιγότερο από τα 10 χιλιόμετρα ενώ στην συνέχεια ακολούθησαν και τα υπόλοιπα σενάρια δηλαδή οι αποστάσεις των 15 και 20 χιλιομέτρων αντίστοιχα. Επιπλέον, για κάθε ένα από τα σενάρια του αριθμού των εγκαταστάσεων Πράσινων Σημείων που θα ζητηθούν από το αλγόριθμο να χωροθετήσει, χρησιμοποιήθηκε ο Πίνακας 5 δηλαδή κατά σειρά επιλέχθηκαν για αναζήτηση 2,3,5 και 7 εγκαταστάσεις αντίστοιχα.

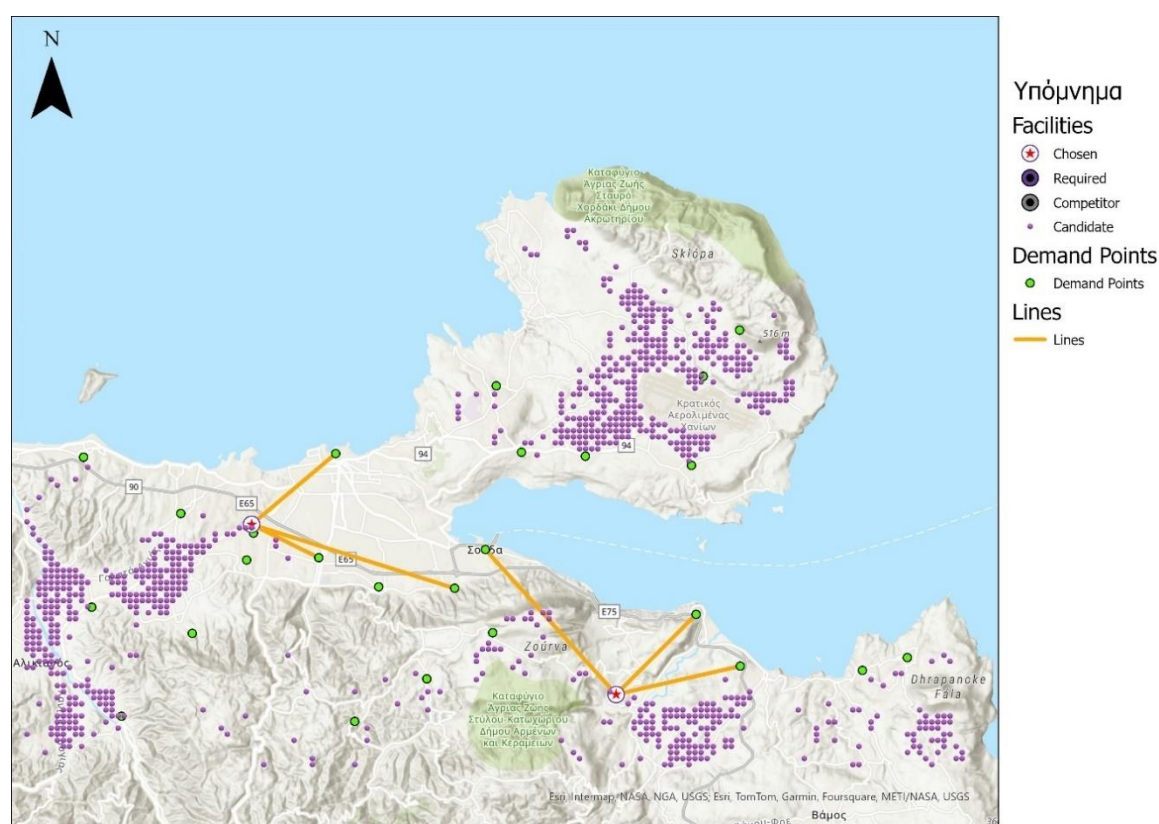
Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, με τα παραπάνω δεδομένα του προηγούμενου υποκεφαλαίου στη κατάληξη ότι ο αλγόριθμος P-Median μέσω του μοντέλου χωροθέτησης κατανομής έχει επιλέξει τις ιδανικές θέσεις από τα συνολικά 870 υποψήφια (Candidate) σημεία που δημιουργήθηκαν μέσω της εφαρμογής της χωρικής ανάλυσης αξιοποιώντας τα κριτήρια αποκλεισμού και επιρροής. Όπως φαίνεται και από τους παρακάτω χάρτες τα ιδανικά σημεία που επέλεξε ο αλγόριθμος ικανοποιούν πλήρως τα κριτήρια που ορίστηκαν ενώ παράλληλα μειώνει στο ελάχιστο την απόσταση ανάμεσα στα σημεία ζήτησης (Demand Points) και τις εγκαταστάσεις (Facilities) του δικτύου των Πράσινων Σημείων.

### 4.3 Βέλτιστη χωροθέτηση εγκαταστάσεων Πράσινων σημείων

Στους παρακάτω χάρτες αντικατοπτρίζονται τα αποτελέσματα των τριών σεναρίων όπως παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 3.6. Για αρχή εκτελέσθηκε η αναζήτηση για εύρεση 2 εγκαταστάσεων και μετέπειτα ακολούθησαν για 3, 5 και 7 αντίστοιχα όπως αναφέρεται και στον Πίνακα 5.

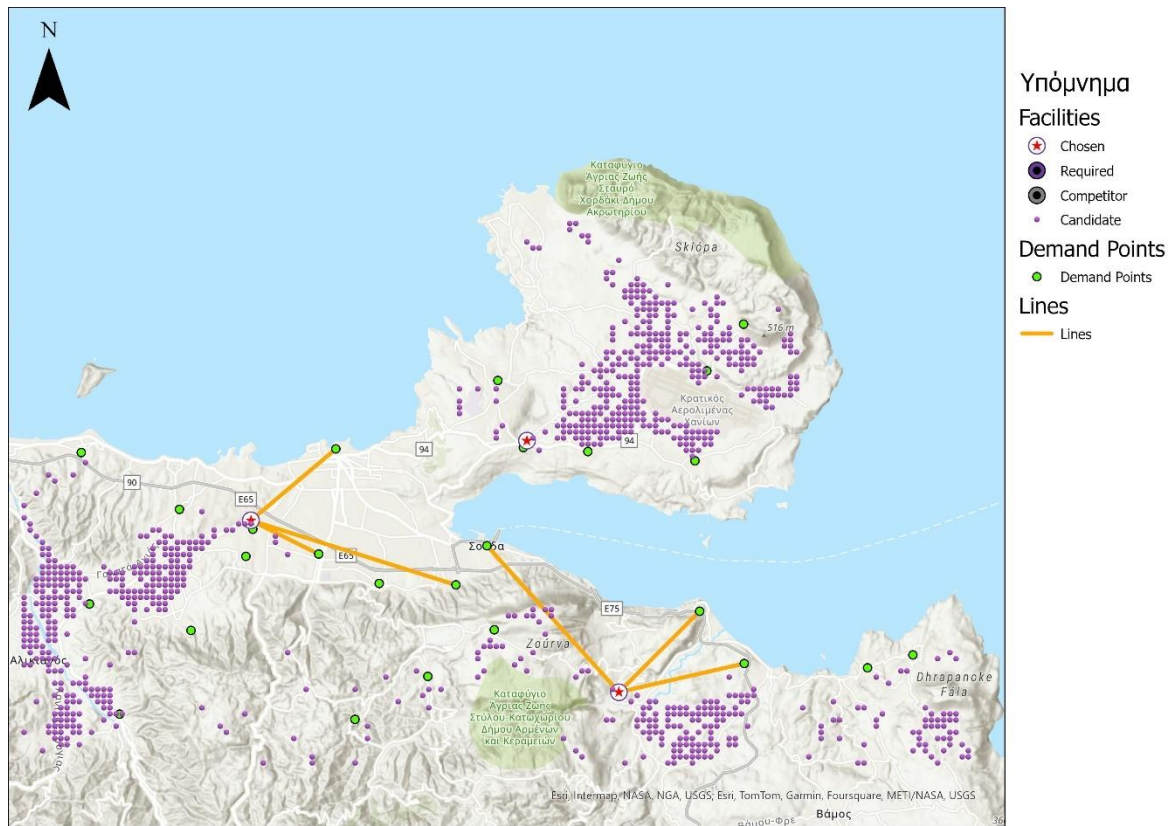
#### 4.3.1 Αποτελέσματα σεναρίου 1

Ξεκινώντας από το Σενάριο 1, δημιουργήθηκαν οι τέσσερις περιπτώσεις με βασικό κριτήριο την απόσταση μεταξύ των οικισμών και των εγκαταστάσεων να ορίζεται στα 10 χιλιόμετρα.

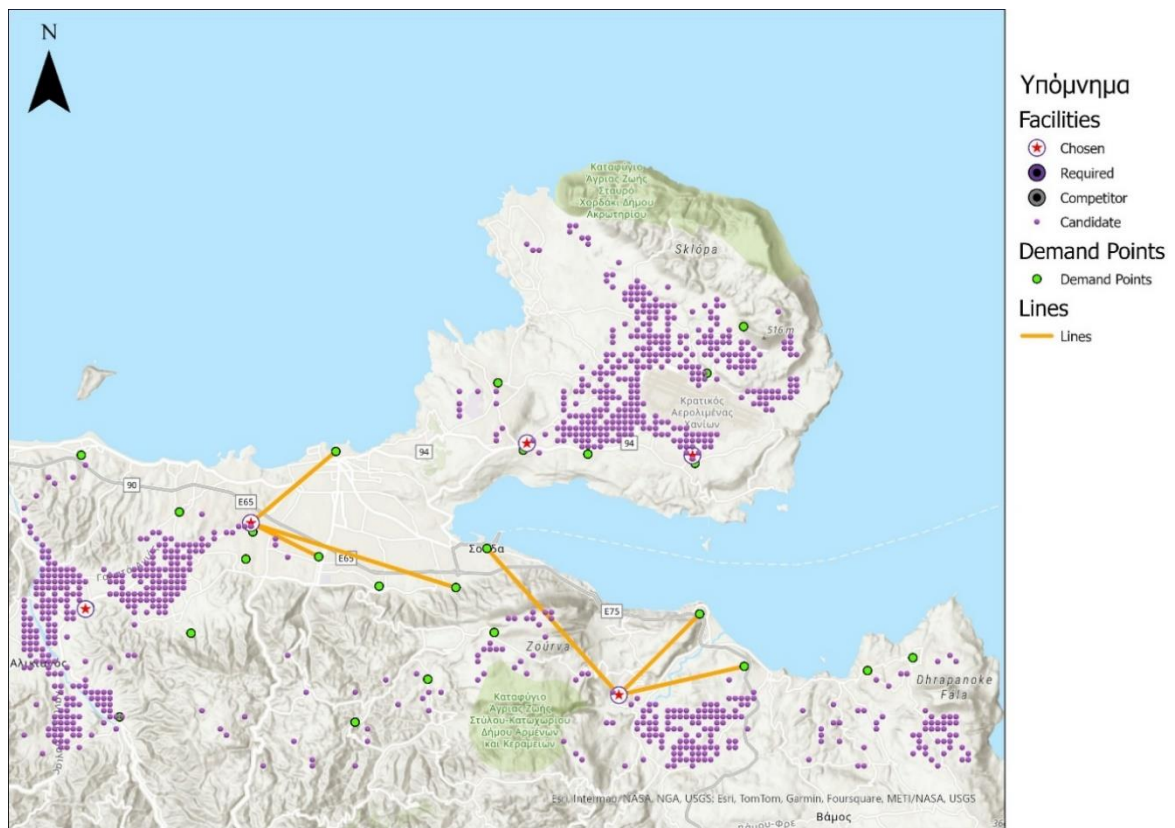


Χάρτης 23: Αποτελέσματα σεναρίου 1 για αναζήτηση 2 βέλτιστων εγκαταστάσεων

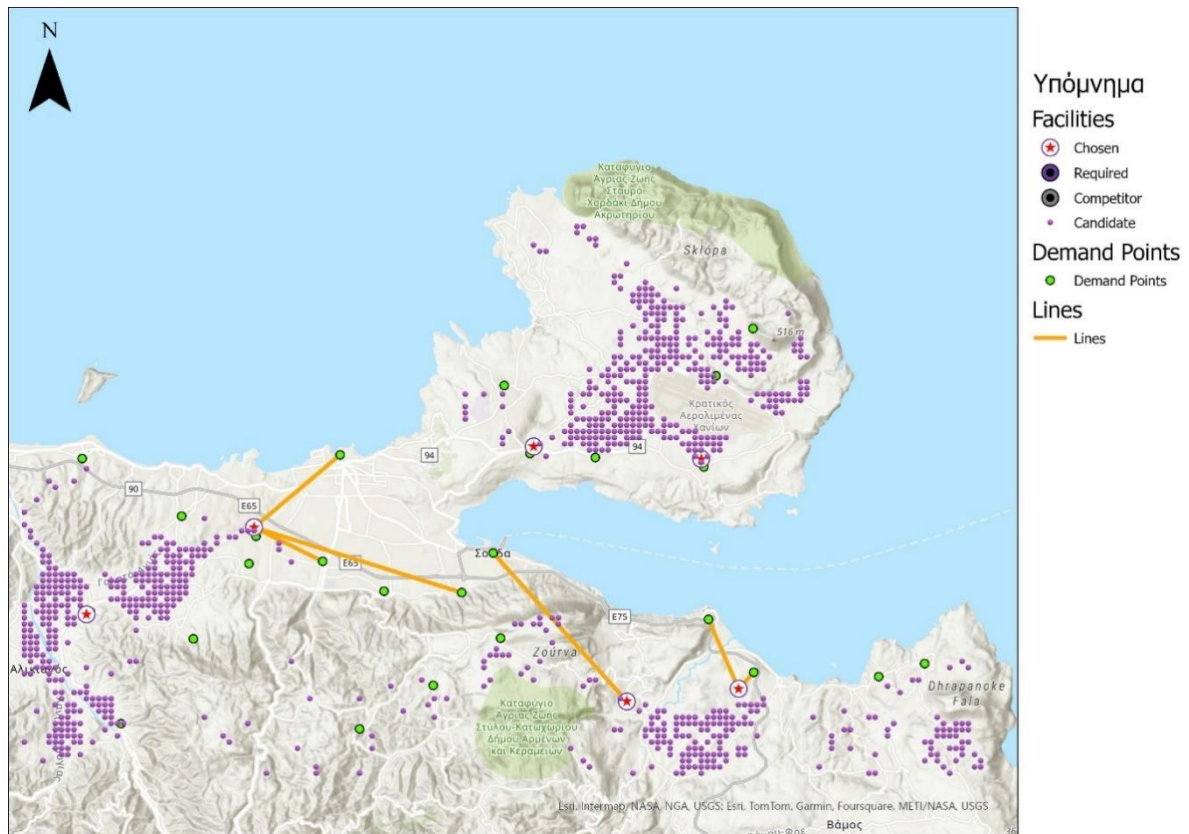




Χάρτης 24: Αποτελέσματα σεναρίου 1 για αναζήτηση 3 βέλτιστων εγκαταστάσεων



Χάρτης 25: Αποτελέσματα σεναρίου 1 για αναζήτηση 5 βέλτιστων εγκαταστάσεων

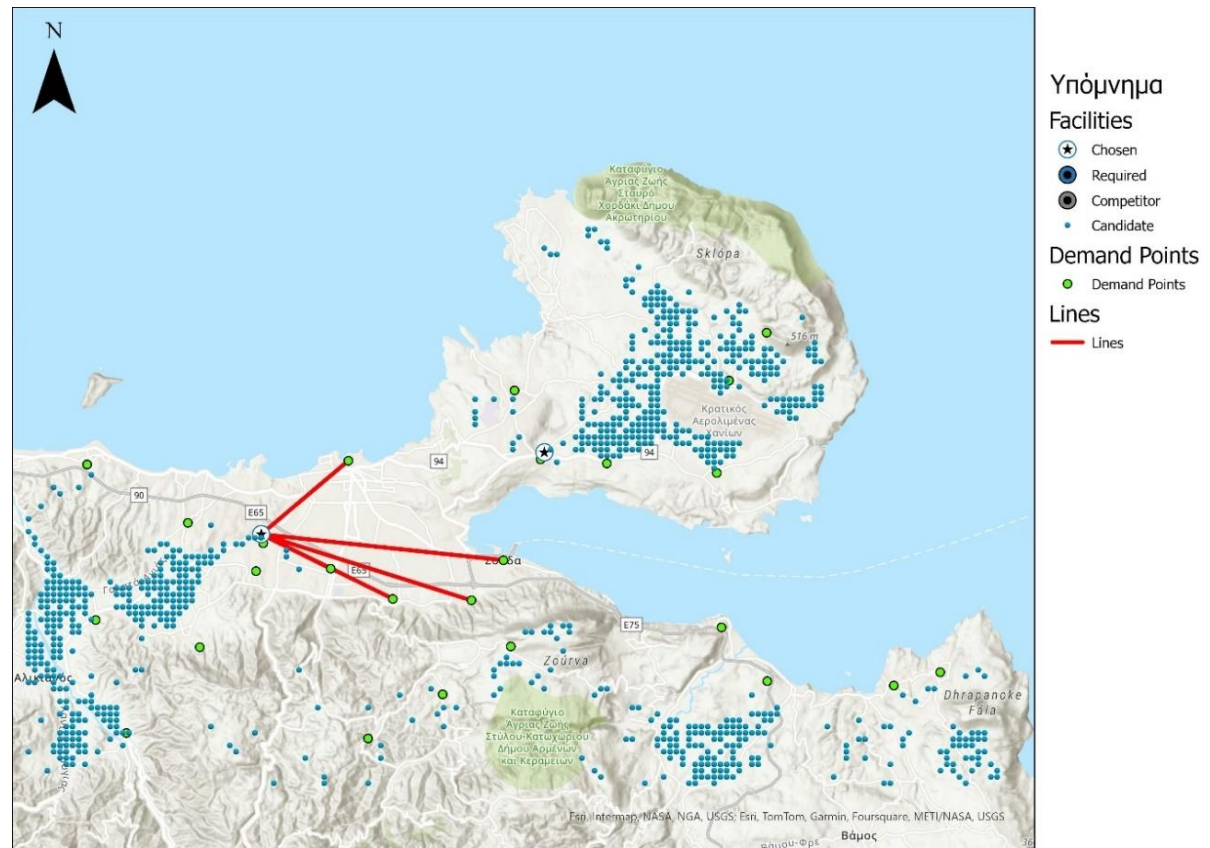


Χάρτης 26: Αποτελέσματα σεναρίου 1 για αναζήτηση 7 βέλτιστων εγκαταστάσεων

Το Σενάριο 1 καλύπτει ικανοποιητικά την απόσταση που πρέπει να διανύσει ένας κάτοικος οδικώς μέχρι την εγκατάσταση του Πράσινου Σημείου. Όπως παρατηρείτε, στον Χάρτη 26 ο αλγόριθμος δεν επιτυγχάνει να εντοπίσει 7 βέλτιστα σημεία εγκαταστάσεων γεγονός που οδήγησε στην επανάληψη της διαδικασίας για αναζήτηση 6 βέλτιστων σημείων. Επίσης, η πυκνότητα του πληθυσμού κάθε οικισμού συνδέεται άμεσα με τις ποσότητες των αποβλήτων που παράγονται και έχουν καθοριστικό ρόλο στον εντοπισμό των βέλτιστων θέσεων για τις εγκαταστάσεις. Αυτό το φαινόμενο παρατηρείτε καθώς σε όλες τις περιπτώσεις του σεναρίου αυτού εντοπίζεται Πράσινο Σημείο κοντά σε οικισμούς με μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού. Για παράδειγμα, στον Χάρτη 24 μία εγκατάσταση εντοπίζεται σε κοντινή απόσταση από το Δήμο Χανίων όπου η πυκνότητα του πληθυσμού αγγίζει σχεδόν τις 56.000 κατοίκους εξασφαλίζοντας προσβασιμότητα σε διπλανούς οικισμούς όπως οι Μουρνιές και η περιοχή του Νεροκούρου που εντοπίζονται στο Δήμο Ελευθέριου Βενιζέλου. Επιπλέον, μία άλλη εγκατάσταση εξυπηρετεί τη περιοχή του Δήμου Σούδας προσφέροντας εύκολη πρόσβαση στους κατοίκους της, καθώς και στους οικισμούς των Απτέρων και των Τσικαλαριων ενώ εξυπηρετεί και τον οικισμό των Καλυβών που βρίσκεται στο Δήμο Αρμένων. Όσον αφορά τη περιοχή της κωμόπολης των Κουνουπιδιανών όπου ο αριθμός των κατοίκων ξεπερνούν τις 9.000 εντοπίζεται μία εγκατάσταση κοντά από τον οικισμό Πιθάρι διευκολύνοντας τους κατοίκους τόσο των Κουνουπιδιανών όσο και της περιοχής του Πιθαρίου Τέλος, η απόσταση από κάθε εγκατάσταση Πράσινου Σημείου δεν υπερβαίνει τα 10 χιλιόμετρα, γεγονός που καθιστά το σενάριο ικανοποιητικό για τις απαιτήσεις των κατοίκων σχετικά με την προσβασιμότητα.

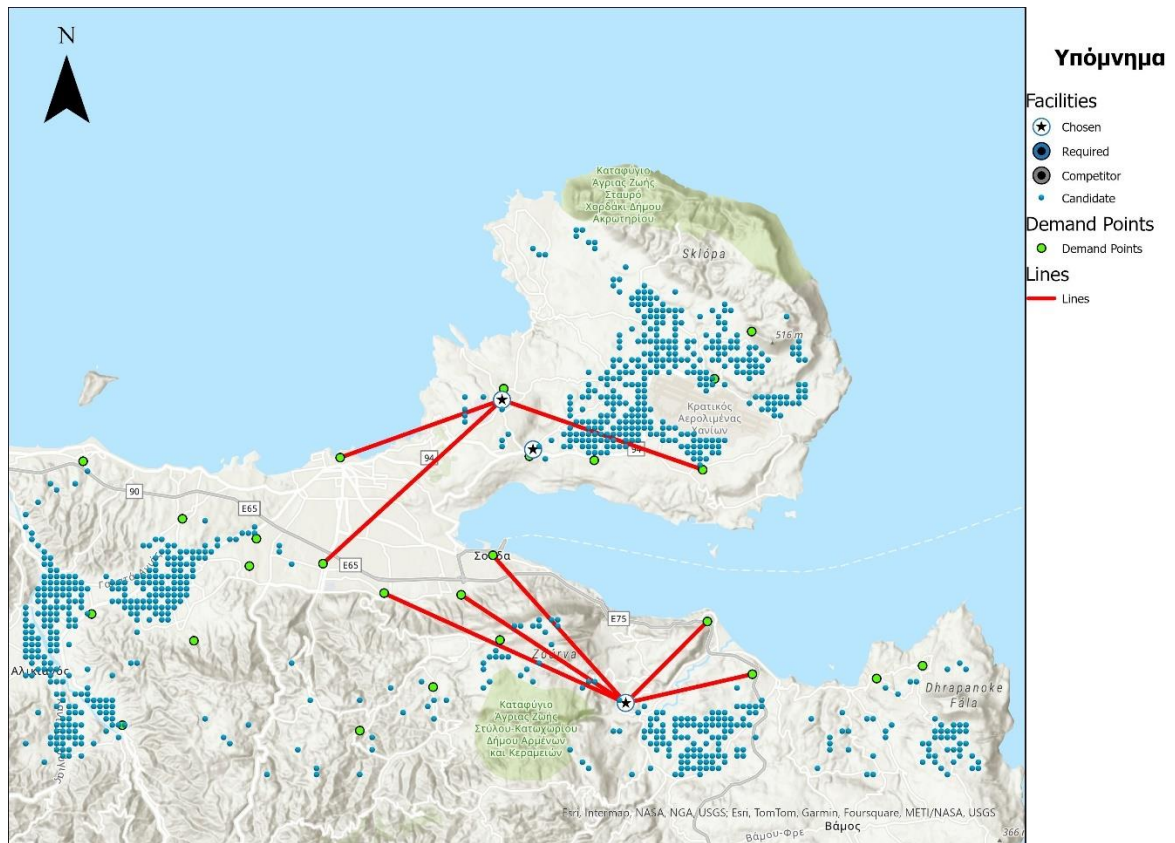
#### 4.3.2 Αποτελέσματα σεναρίου 2

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι χάρτες του δεύτερου σεναρίου, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με το προηγούμενου σεναρίου. Η μόνη διαφορά σε αυτή την περίπτωση είναι η απόσταση από τους οικισμούς προς τις εγκαταστάσεις η οποία ρυθμίστηκε να είναι μέχρι τα 15 χιλιόμετρα.

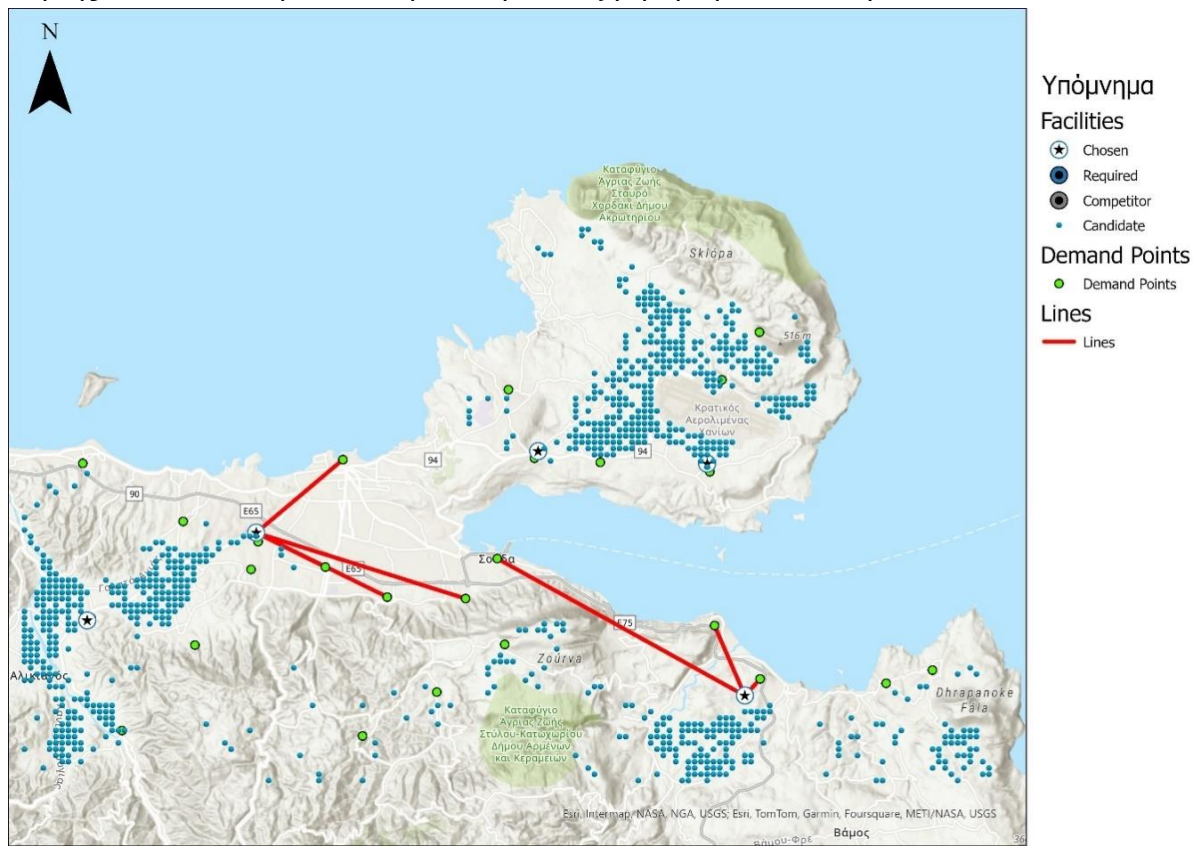


Χάρτης 27: Αποτελέσματα σεναρίου 2 για αναζήτηση 2 βέλτιστων εγκαταστάσεων



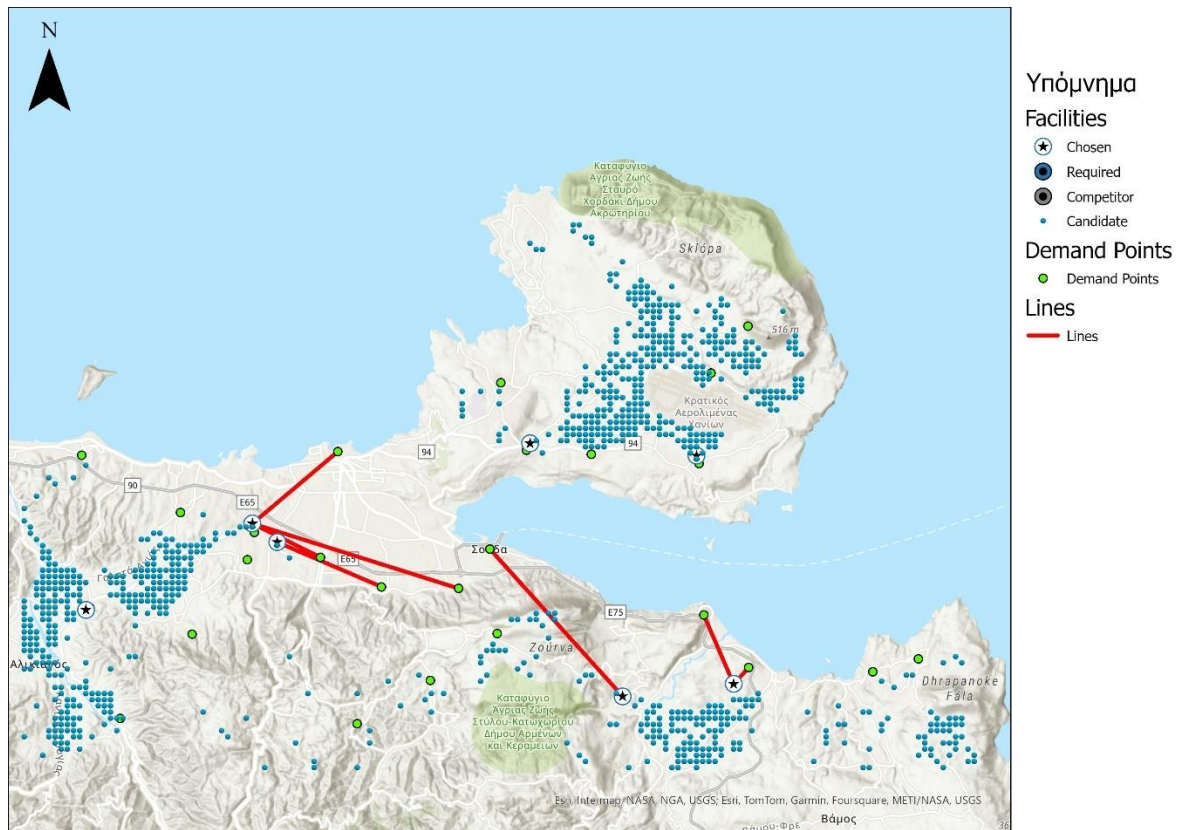


Χάρτης 28: Αποτελέσματα σεναρίου 2 για αναζήτηση 3 βέλτιστων εγκαταστάσεων



Χάρτης 29: Αποτελέσματα σεναρίου 2 για αναζήτηση 5 βέλτιστων εγκαταστάσεων



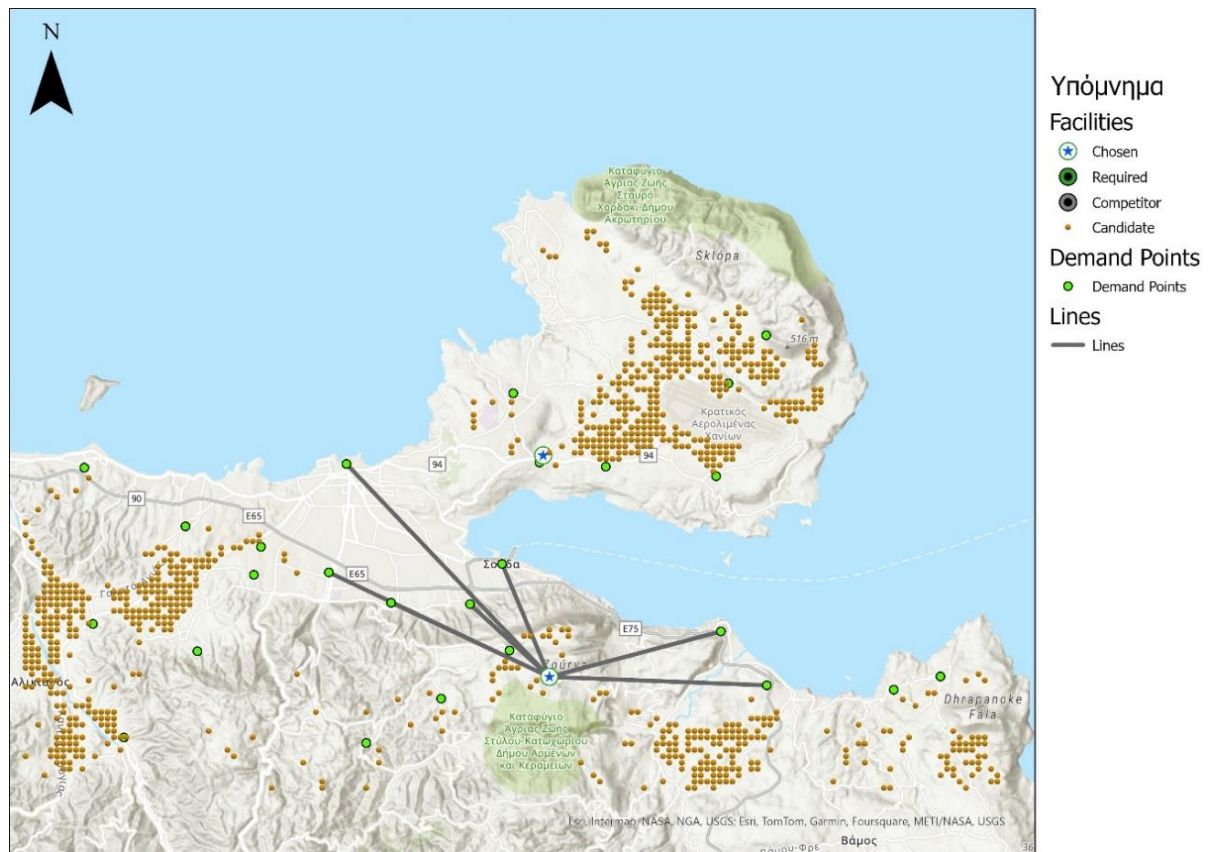


Χάρτης 30: Αποτελέσματα σεναρίου 2 για αναζήτηση 7 βέλτιστων εγκαταστάσεων

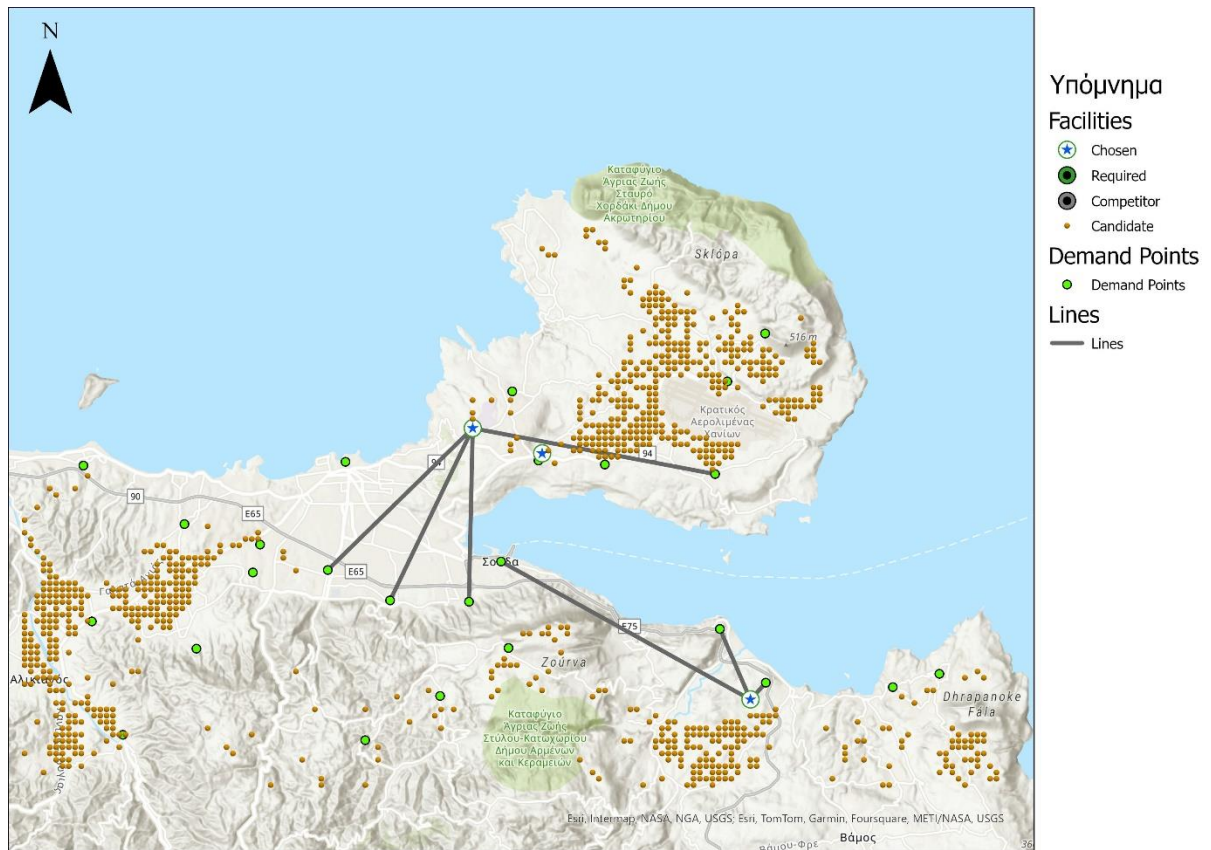
Στα αποτελέσματα του Σεναρίου 2, παρατηρείται ότι στις περισσότερες περιπτώσεις εντοπίζεται μία εγκατάσταση Πράσινου Σημείου σε κοντινή απόσταση από το κέντρο των Χανίων. Επίσης, παρατηρούνται αρκετές διαφορές σε σύγκριση με το σενάριο 1 και αυτό οφείλεται στην απόσταση των οικισμών από τις εγκαταστάσεις όπου ρυθμίστηκε στα 15 χιλιόμετρα. Για παράδειγμα στον Χάρτη 28, στην επιλογή των τριών εγκαταστάσεων επιλέγονται περισσότεροι οικισμοί και αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην απόσταση. Όσον αφορά τις βέλτιστες εγκαταστάσεις παρατηρείται ότι η περιοχή της πόλης των Χανίων δεν πληρεί τα δεδομένα στον Χάρτη 28 γεγονός που καθιστά το σενάριο μη αντιπροσωπευτικό στις απαιτήσεις της μελέτης. Συνάμα, τόσο η περιοχή των Δήμων Σούδας, Κεραμιών, Αρμένων και Ελευθέριου Βενιζέλου όσο και η κωμόπολη των Κουνουπιδιανών του Δήμου Ακρωτηρίου καλύπτονται πλήρως σε όλες τις περιπτώσεις. Επιπλέον, η επιλογή των βέλτιστων θέσεων εγκαταστάσεις πραγματοποιήθηκε με γνώμονα τις ποσότητες των αποβλήτων που παράγουν οι κάτοικοι δηλαδή όσο περισσότεροι κάτοικοι σε ένα οικισμό τόσο περισσότερα απόβλητα παράγονται. Η μοναδική περίπτωση που δεν ισχύει αυτό το γεγονός είναι στον Χάρτη 28 όπου η επιλογή του Δήμου Χανίων δεν μπορεί να επιλεγθεί καθώς η γραμμή που καθορίζει την απόσταση διέρχεται ανάμεσα από την θάλασσα. Τέλος, η απόσταση των 15 χιλιομέτρων μπορεί να θεωρηθεί αρκετά ικανοποιητική για τους κατοίκους της περιοχής μελέτης.

### 4.3.3 Αποτελέσματα σεναρίου 3

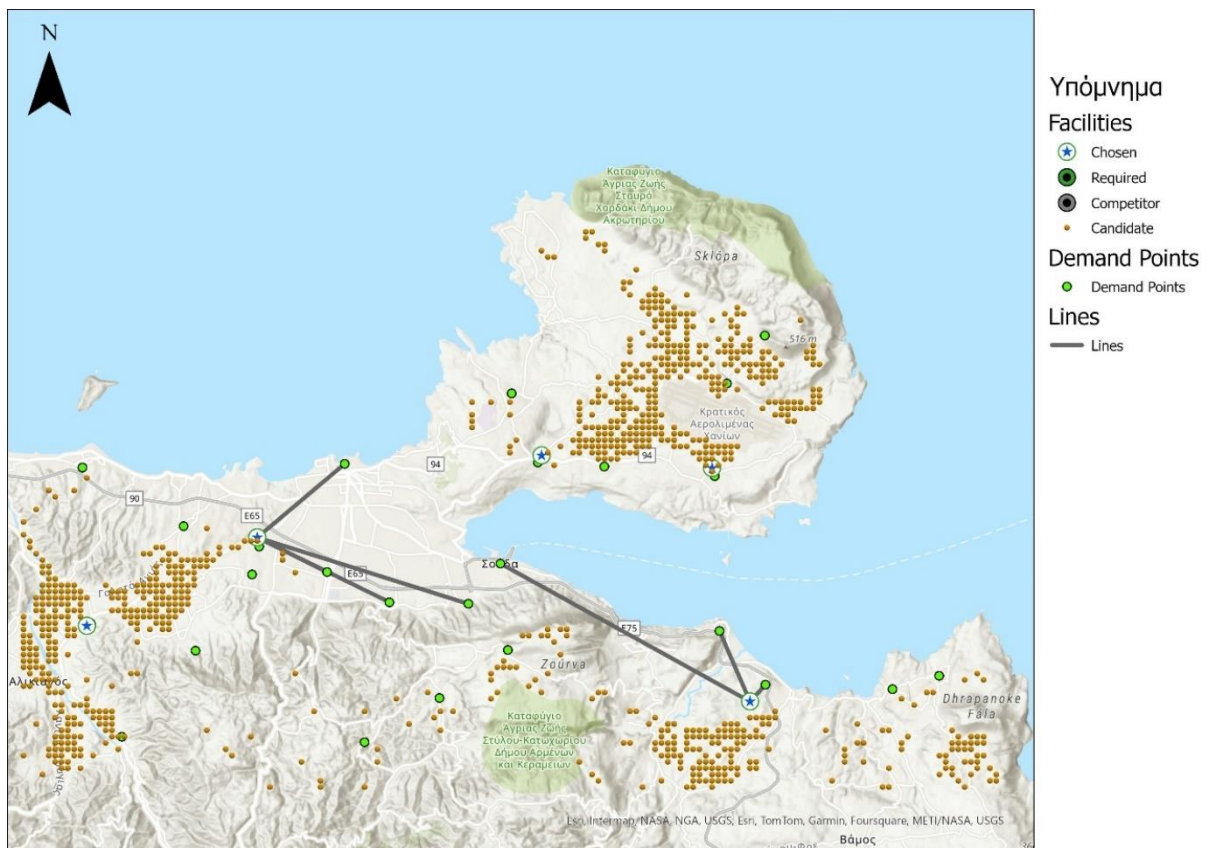
Τέλος, παρατίθενται και οι χάρτες του τελευταίου σεναρίου τηρώντας την ίδια μεθοδολογία με τα προηγούμενα δύο σενάρια. Σε αυτό το σενάριο η απόσταση ανάμεσα στους οικισμούς και τις εγκαταστάσεις ορίστηκε στα 20 χιλιόμετρα.



Χάρτης 31: Αποτελέσματα σεναρίου 3 για αναζήτηση 2 βέλτιστων εγκαταστάσεων

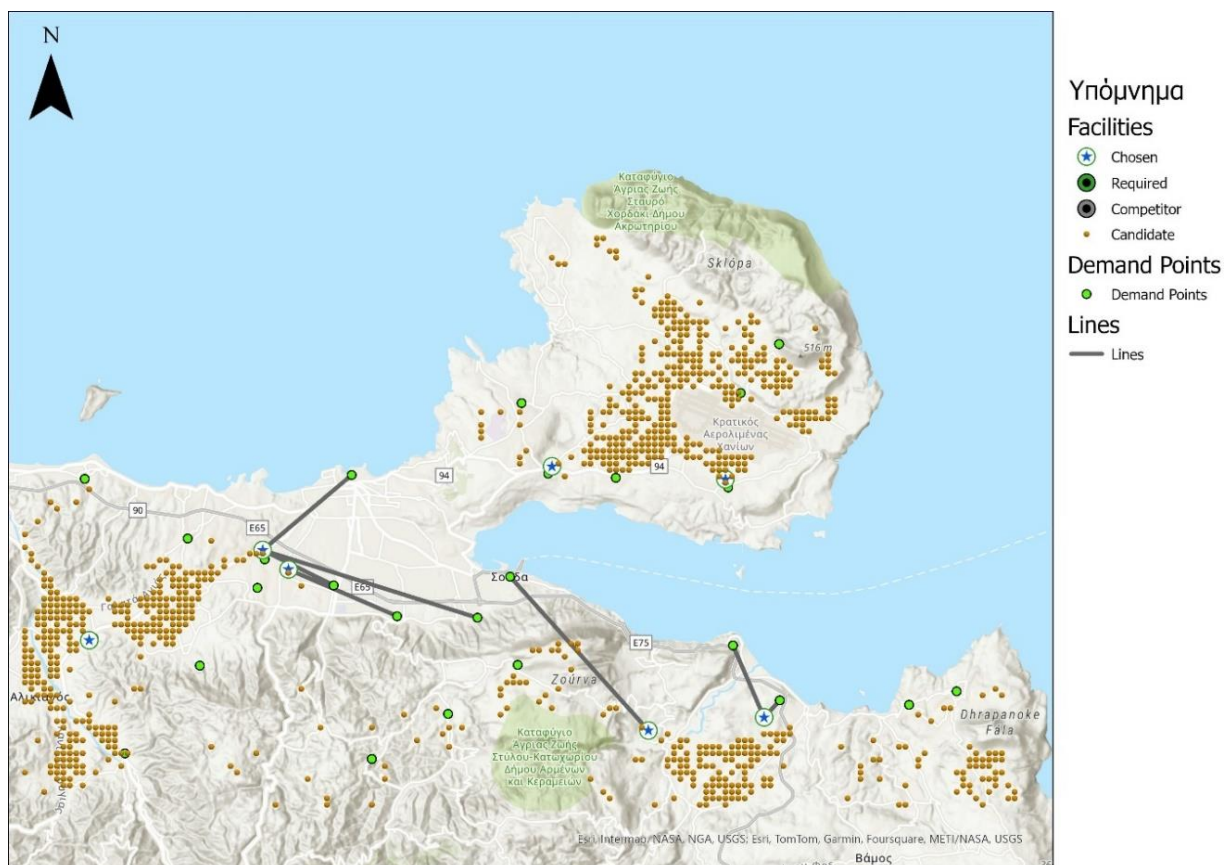


Χάρτης 32: Αποτελέσματα σεναρίου 3 για αναζήτηση 3 βέλτιστων εγκαταστάσεων



Χάρτης 33: Αποτελέσματα σεναρίου 3 για αναζήτηση 5 βέλτιστων εγκαταστάσεων





Χάρτης 34: Αποτελέσματα σεναρίου 3 για αναζήτηση 7 βέλτιστων εγκαταστάσεων

Στα αποτελέσματα στους Χάρτες 31 και 32 αντίστοιχα του Σεναρίου 3 παρατηρείται ότι οι εγκαταστάσεις τοποθετούνται σε μακρύτερη απόσταση από τους κεντρικούς οικισμούς, καθώς η απόσταση αυξήθηκε στα 20 χιλιόμετρα. Όπως και στα προηγούμενα σενάρια καθοριστικός παράγοντας κρίθηκε ο πληθυσμός καθώς η επιλογή των βέλτιστων σημείων πραγματοποιήθηκε στους οικισμούς με τη μεγαλύτερη πυκνότητα. Στον Χάρτη 32 δεν επιλέχθηκε ο Δήμος Χανίων όπου διαθέτει περίπου το μισό πληθυσμό της περιοχής μελέτης και αυτό καθιστά το σενάριο μη χαρακτηριστικό στις απαιτήσεις των κριτηρίων. Επίσης, παρατηρείται ότι ο κάθε Δήμος όπως για παράδειγμα Χανίων, Ελευθέριου Βενιζέλου και Σούδας καλύπτονται από εγκαταστάσεις που εντοπίζονται σε διαφορετικούς Δήμους. Δηλαδή, στον Χάρτη 32 οι οικισμοί του Δήμου Σούδας εξασφαλίζουν προσβασιμότητα σε εγκαταστάσεις που εντοπίζονται στους Δήμους Ακρωτηρίου και Καλύβων αντίστοιχα. Αυτό το φαινόμενο διαπιστώνεται στις περισσότερες περιπτώσεις του σεναρίου γεγονός που δεν βοηθά τους κατοίκους στην αφοδεύσει των αποβλήτων τους σε κοντινή απόσταση. Επομένως, η απόσταση αυτή δεν αξιολογείται ικανοποιητική καθώς θεωρείται υπερβολικά μεγάλη για τα δεδομένα των κατοίκων και έτσι δεν παρέχεται ευκολία πρόσβασης στις εγκαταστάσεις των Πράσινων Σημείων.

#### 4.4 Προτεινόμενη βέλτιστη χωροθέτηση εγκαταστάσεων Πράσινων Σημείων

Όσον αφορά, τις συνολικές θέσεις από όλα τα σενάρια διαπιστώνεται ότι υπάρχουν τόσο ομοιότητες όσο και διαφορές σε όλους τους χάρτες. Αρχικά, για την αναζήτηση δύο εγκαταστάσεων, προκύπτει ότι για τα σενάρια 1 και 2 υπάρχουν τουλάχιστον ένα βέλτιστο κοινό σημείο όπως επίσης το ίδιο εκτυλίσσεται για τα σενάρια 2 και 3 ενώ αντίθετα για τα σενάρια 1 και 3 δεν επιτυγχάνεται κάποιο βέλτιστο κοινό σημείο. Ακολούθως, παρατηρώντας τα αποτελέσματα για την αναζήτηση τριών εγκαταστάσεων, διαπιστώνεται ότι στα σενάρια 1 και 2 καθώς και στα σενάρια 2 και 3 υπάρχουν τουλάχιστον 2 κοινά βέλτιστα σημεία. Αντιθέτως, στα σενάρια 1 και 3 δεν εντοπίζεται κανένα κοινό βέλτιστο σημείο. Στην συνέχεια, κατά την αναζήτηση πέντε εγκαταστάσεων παρατηρείται ότι στα σενάρια 2 και 3 όλα τα βέλτιστα σημεία είναι απολύτως τα ίδια, ενώ σε αντίθεση στο σενάριο 1 προκύπτει ένα διαφορετικό βέλτιστο σημείο από τα υπόλοιπα. Τέλος, όσον αφορά την αναζήτηση των επτά εγκαταστάσεων διακρίνεται ότι σε όλα τα σενάρια εντοπίζονται ακριβώς τα ίδια βέλτιστα σημεία, με τη μοναδική εξαίρεση να είναι ότι στο σενάριο 1 να υπάρχουν έξι βέλτιστα σημεία αντί για επτά όπως ήταν αναμενόμενο.

Οι ομοιότητες και οι διαφορές των σεναρίων εξαρτώνται πλήρως από το κριτήριο της απόστασης που πρέπει να διανύσει ένας κάτοικος οδικώς μέχρι την εγκατάσταση του Πράσινου Σημείου. Αυτό οφείλεται, αφού κάθε σενάριο όπως έχει ήδη προαναφερθεί παρουσιάζει διαφορετική απόσταση κάθε φορά. Επομένως, τα αποτελέσματα έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια γεγονός που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στα τρία σενάρια που ανέτρεξε ο αλγόριθμος P-Median. Έτσι κάθε κάτοικος έχει τη δυνατότητα να απορρίπτει τα απόβλητα του σε ένα δίκτυο Πράσινου Σημείου χρησιμοποιώντας το πλησιέστερο σε αυτόν σημείο που επέλεξε ο αλγόριθμος P-Median. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί πως σημαντικό ρόλο διέθετε και ο πληθυσμός ανά οικισμό αφού συνδυάζεται πλήρως με τα ποσοστά των αποβλήτων που απορρίπτουν οι κάτοικοι. Επιπροσθέτως είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σαν σταθμισμένη ζήτηση στον αλγόριθμο ορίστηκε ο αριθμός του πληθυσμού των κατοίκων.

Κλείνοντας, το Σενάριο 1 αναδείχθηκε ως το βέλτιστο, καθώς ικανοποιεί τόσο τους κατοίκους των οικισμών όσο και τα δεδομένα από τις διάφορες μελέτες. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα στον Χάρτη 24 θεωρούνται τα πλέον κατάλληλα καθώς εντοπίζει τρεις εγκαταστάσεις Πράσινων Σημείων σε απόσταση 10 χιλιομέτρων από τους οικισμούς. Το πρώτο Πράσινο Σημείο εντοπίζεται κοντά από το κέντρο των Χανίων ενώ τα υπόλοιπα δύο εντοπίζονται στην περιοχή των Κουνουπιδιανών και στην περιοχή των Φαραγγιών αντίστοιχα καλύπτοντας σε μεγάλο βαθμό τους Δήμους Χανίων, Αρμένων, Ελευθέριου Βενιζέλου. Ακρωτηρίου και Σούδας. Οι αποστάσεις των των Πράσινων Σημείων από οικισμούς καθορίστηκαν μέσω του προγράμματος των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η πρώτη εγκατάσταση απέχει περίπου 3,5 km από το Δήμο Χανίων, 3 km από τις Μουρνιές και 9 km από τα Τσικαλαριά. Η δεύτερη εγκατάσταση βρίσκεται περίπου 1 km από το Πιθάρι ενώ η τρίτη εγκατάσταση απέχει

περίπου 9.5 km από το Δήμο Σούδας, 7 km από τις Καλύβες και τέλος περίπου 3.5 km από τα Άπτερα.

Κατά τη προσωπική μου άποψη, η κατασκευή δικτύων Πράσινων Σημείων με τον αριθμό των τριών εγκαταστάσεων και συγκεκριμένα ο Χάρτης 24 που εξετάστηκε θεωρείται πλήρης καθώς το μεγαλύτερο μέρος των οικισμών ικανοποιούνται από τα βέλτιστα σημεία που εντοπίστηκαν από τον αλγόριθμο P-Median. Επιπλέον, διαπιστώνεται ότι τόσο τα κριτήρια επιρροής όσο και τα κριτήρια αποκλεισμού εκπληρώνονται πλήρως, καθώς τα σημεία βρίσκονται σε αποδεκτές θέσεις εντός της περιοχής μελέτης. Η επιλογή περισσότερων εγκαταστάσεων δεν θα συμβάλει θετικά, ούτε στον οικονομικό τομέα ούτε στην εξυπηρέτηση περισσότερων κατοίκων. Όσον αφορά την απόσταση των 10 χιλιομέτρων, ο χρόνος διαδρομής κυμαίνεται περίπου από 10 έως 15 λεπτά. Επομένως, αυτός ο χρόνος θεωρείται ο πιο ενδεδειγμένος για τους κατοίκους, καθώς δεν χρειάζεται να οδηγήσουν για μεγάλο διάστημα μέχρι να φτάσουν στο Πράσινο Σημείο. Τέλος, η εύκολη και άμεση προσβασιμότητα των κατοίκων προς τα Πράσινα Σημεία θα διασφαλίσει την αυξημένη συμμετοχή τους στην ανακύκλωση των διαφορετικών κατηγοριών απορριμμάτων, συμβάλλοντας στη μείωση των αποβλήτων που καταλήγουν ανεξέλεγκτα στο περιβάλλον.

## Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και μελλοντικές προτάσεις

### 5.1 Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε και σχεδιάστηκε ένα σύστημα για την εύρεση και χωροθέτηση των βέλτιστων θέσεων Πράσινων Σημείων στα Χανιά με σκοπό τη διευκόλυνση των κατοίκων στην απόρριψη συγκεκριμένων απορριμμάτων προς ανακύκλωση με γνώμονα την περαιτέρω επαναχρησιμοποίηση τους καθώς επίσης και την διαφύλαξη του περιβάλλοντος. Από τη μελέτη αυτήν προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα :

- Η μέθοδος ανακύκλωσης των απορριμμάτων μέσω της λειτουργίας των Πράσινων Σημείων εκτιμάται ως πρωτοποριακή και ιδιαίτερα σημαντική για τα ελληνικά δεδομένα. Με τη χρήση αυτής της μεθόδου, επιτυγχάνονται σε σημαντικό βαθμό οι στόχοι διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων που έχουν τεθεί μέσω της Ευρωπαϊκής Ένωσης για όλες τις χώρες.
- Επιπλέον, τα συστήματα όπως τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) ενσωματώνονται όλο και περισσότερο στην καθημερινότητα του ανθρώπου, καθώς η χρήση του επεκτείνεται συνεχώς σε ποικίλους φορείς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι τα συστήματα αυτά συμβάλλουν σημαντικά στην αντιμετώπιση σύνθετων και πολύπλοκων προβλημάτων που αφορούν τις χωρικές οντότητες, οι οποίες συχνά απαιτούν εξειδικευμένη ανάλυση και είναι ιδιαίτερα απαιτητικές και χρονοβόρες κατά τη διαδικασία μιας μελέτης. Ως εκ τούτου, πλέον αποτελούν βασικό εργαλείο που υποστηρίζει την επίλυση προβλημάτων και λήψη αποφάσεων σε πολλούς επαγγελματικούς φορείς.
- Εν συνέχεια, τονίζεται ότι η διαδικασία χωροθέτησης μιας εγκατάστασης δεν αποτελεί απλή μέθοδο, αλλά ένα πολυσύνθετο και απαιτητικό εγχείρημα. Η επιλογή της κατάλληλης θέσης μιας εγκατάστασης βασίζεται σε πληθώρα παραμέτρων, οι οποίες πρέπει να ληφθούν υπόψη για να διασφαλιστεί η βέλτιστη λειτουργικότητα και αποτελεσματικότητα του εγχειρήματος. Αυτοί οι παράμετροι περιλαμβάνουν τόσο περιβαλλοντικά όσο και κοινωνικά κριτήρια τα οποία είναι απαραίτητα για να εντοπιστούν οι ιδανικές τοποθεσίες των Πράσινων Σημείων. Συνεπώς, η πολυπλοκότητα της διαδικασίας αυτής αναδεικνύει τη σημασία της σωστής αξιολόγησης και του σχεδιασμού, προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα με το καλύτερο δυνατό τρόπο.
- Η εφαρμογή των σεναρίων στον αλγόριθμο του P-Median, οδήγησε στο συμπέρασμα ότι τα αποτελέσματα κρίνονται αποδεκτά. Όπως παρατηρείτε, σε όλες τις περιπτώσεις υφίσταται μία ισορροπημένη κατανομή των εγκαταστάσεων, οι οποίες εντοπίζονται κυρίως κοντά σε οικισμούς με υψηλές πυκνότητες πληθυσμών επιβεβαιώνοντας την ακρίβεια της εφαρμογής του αλγορίθμου. Το πρώτο σενάριο κρίθηκε ως καταλληλότερο, με αναζήτηση τριών εγκαταστάσεων. Η επιλογή αυτού του σεναρίου πραγματοποιήθηκε, καθώς η απόσταση μεταξύ οικισμών και

εγκαταστάσεων θεωρείται η πιο ικανοποιητική σύμφωνα με τις κατευθύνσεις των Πράσινων Σημείων. Επιπλέον, ο αριθμός των τριών εγκαταστάσεων ανταποκρίνεται στις ανάγκες της περιοχής μελέτης του Δήμου Χανίων.

- Τέλος, η χρήση του αλγορίθμου P-Median σε συνδυασμό παράλληλα με το πρόγραμμα του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS) θεωρείται μια εξαιρετικά επιτυχημένη εφαρμογή, καθώς βασίζεται σε πραγματικά δεδομένα. Με αυτόν τον τρόπο, τα δεδομένα μπορούν να αξιολογηθούν πιο αποτελεσματικά, επιτρέποντας την κατασκευή δικτύων εγκαταστάσεων με καλύτερη προσέγγιση του αλγορίθμου.



## 5.2 Μελλοντικές προτάσεις

Με βάση τη μεθοδολογία που εφαρμόστηκε, καθώς επίσης τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη παρούσα εργασία, θα μπορούσαν να αποτελέσουν κίνητρο για δημιουργία πρόσθετων ερευνητικών μελετών.

- Η ίδια μεθοδολογία θα μπορούσε να εφαρμοστεί με κριτήριο σταθμισμένης ζήτησης ή πρόβλεψη των παραγόμενων απορριμμάτων ανά οικισμό διασφαλίζοντας μεγαλύτερη ακρίβεια για τη κατασκευή των εγκαταστάσεων Πράσινων Σημείων.
- Επιπλέον, θα μπορούσαν να μελετηθούν σενάρια για κατασκευή κινητών Πράσινων Σημείων, τα οποία θα ικανοποιούσαν στην εξυπηρέτηση οικισμούς που βρίσκονται σε μεγαλύτερη απόσταση από τα υπάρχοντα Πράσινα Σημεία.
- Η αναζήτηση της ιδανικής χωροθέτησης των εγκαταστάσεων Πράσινων Σημείων, θα μπορούσε να επεκταθεί σε μια ευρύτερη έκταση, μελετώντας την ανάπτυξη ενός αντίστοιχου δικτύου, το οποίο θα εξυπηρετούσε ολόκληρη τη Περιφέρεια της Κρήτης.
- Αυτή η μελέτη θα μπορούσε να επεκταθεί με μεγαλύτερη λεπτομέρεια λαμβάνοντας υπόψη κριτήρια οικονομικών και περιβαλλοντικών δεδομένων, όπως το βαθμό συνεισφοράς στην προστασία του περιβάλλοντος και τον αντίκτυπο στην οικονομία του Δήμου.
- Τέλος, θα μπορούσε να εξετασθεί η δημιουργία ενός προγράμματος που θα παρέχει ανταμοιβές στους κατοίκους που θα χρησιμοποιούν τα δίκτυα ανακύκλωσης των Πράσινων Σημείων. Με αυτόν τον τρόπο, ο Δήμος Χανίων θα ενθαρρύνει τους κατοίκους να εντάξουν την ανακύκλωση στη καθημερινότητά τους, προσφέροντας τους οικονομικά κίνητρα ως ανταμοιβή.

## Κεφάλαιο 6: Βιβλιογραφία

1. Αθανασάκης Λουκάς, Β. Γ. (2018). Μεθοδολογία ανάπτυξης πράσινων σημείων.
2. ΕΠΠΕΡΑΑ. (2015). Οδηγός για το σχεδιασμό, οργάνωση και λειτουργία των Πράσινων Σημείων.
3. Θεόδωρος, Χ. Πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών : Ανάπτυξη τοπικών και περιφερειακών σχεδίων διαχείρισης αποβλήτων.
4. Κ.Α.Ε.ΔΙ.ΣΠ, Υ. Π. (2015). Οδηγός Πράσινων Σημείων.
5. Μενούνου, Ε. (2017). Πράσινα Σημεία : Νέες δομές ανακύκλωσης για κοινωνική και περιβαλλοντική αναβάθμιση. Πρόταση εφαρμογής σε ανενεργό λατομείο της Δ.Ε. Βάρης του Δήμου Βάρης-Βούλας-Βουλιαγμένης. Αθήνα.
6. Παναγιώτης, Μ. (2007). Πολυκριτηριακή ανάλυση στη λήψη αποφάσεων για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων και την κατανομή πόρων, Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων. Πάτρα.
7. Πραβίωτη Σοφία, Σ. Δ. (2013). 1<sup>ο</sup> Συνέδριο Χωρικής Ανάλυσης, Χωροθέτηση πράσινων σημείων ανακύκλωσης με τον αλγόριθμο p-median. Αθήνα.
8. Σοφία, Π. (2013). Χωροθέτηση Δικτύου Συλλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών Και Ειδικών Αποβλήτων (Πράσινα Σημεία - Green Points) Με Πολυκριτηριακή Ανάλυση.
9. Υπουργείο Εσωτερικών Κυπριακής Δημοκρατίας, Τ. Δ. (2009). Ε.ΠΕ.Μ. Α.Ε. Μελέτη εκτίμησης επιπτώσεων στο περιβάλλον για το σχέδιο "Ανάπτυξη δικτύου πράσινων σημείων".
10. Υπουργείο Εσωτερικών Κυπριακής Δημοκρατίας, Τ. Δ. (2009). Ε.ΠΕ.Μ. Α.Ε. ΜΕΕΠ για τα πράσινα σημεία που εμπίπτουν σε πολεοδομικές ζώνες προστασίας της φύσης ή οικιστικές ζώνες.
11. Υπουργείο παραγωγικής ανασυγκρότησης, Π.Κ.(2015). Εθνικό σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων.
12. Χανίων, Δ. (2016). Τοπικό Σχέδιο Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Δήμου Χανίων.
13. Υποδομή Γεωχωρικών Πληροφοριών - Spatial Data Infrastructure (SDI): <https://www.chania.gr/eksypiretisi/gisdimou/gis.html>.
14. Ελληνική Στατιστική Αρχή : <https://www.statistics.gr/>.
15. Ελληνική δημοκρατία περιφέρεια Θεσσαλίας περιβαλλοντική αναπτυξιακή δυτικής Θεσσαλίας Α.Ε. Π.Α.ΔΥ.Θ. Α.Ε. (2016). Χωροθέτηση, κατασκευή και λειτουργία πράσινων σημείων .
16. Ιωάννης Τζωρτζάκης . (2016) . Εφαρμογές Γεωπληροφορικής σε Τεχνικά Έργα.

17. Χρίστος Χαλκιάς. (2011). Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Συμπληρωματικές Σημειώσεις ).
18. Δρ. Νίκη Ευελπίδου, Δρ. Γιάννης Σαϊτης. (2023). Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Και Αρχές Τηλεσκοπήσης.
19. ΣΜΠΕ - ΓΠΣ ΧΑΝΙΩΝ.
20. Zati Aqmar Zaharudin , Andrew Brint , Andrea Genovese , Carmela Piccolo. (2021). A spatial interaction model for the representation of user access to household waste recycling centres.
21. Anthony Gar-On Yeh, Man Hong Chow. (1996). An integrated GIS and location-allocation approach to public facilities planning—An example of open space planning.
22. Jinya Lv , Huijuan Dong , Yong Geng, Haifeng Li . (2020). Optimization of recyclable MSW recycling network: A Chinese case of Shanghai.
23. Alan T. Murray. (2021). Contemporary optimization application through geographic information systems.
24. Zach Siegel. (2021). P-Median Problems and Solution Strategies.
25. Gilbert Laporte · Stefan Nickel . (2015). Location Science.
26. Dr. Ahmed M. W. Abdel-Latif . (2007). Combining GIS-Based Spatial Analysis and Optimization Techniques to Generate Optimum Facility Locations.
27. Hiroyuki Kohsaka. A Spatial Search-Location Model of Retail Centers.
28. Mark S. Daskin, Kayse Lee Maass. Chapter 2 : The p-Median Problem.
29. Md. Shamsul Arifin. (2011). Location Allocation Problem Using Genetic Algorithm And Simulated Annealing: A Case Study Based on School In Enschede.