



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Διπλωματική Εργασία

**ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΧΥΤΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΣΓΠ & ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ
ΑΝΑΛΥΣΗΣ – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΛΕΥΚΑΔΑ**

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΣΟΥΝΔΙΑΣ

ΑΜ: 1702

Επιβλέπουσα:

Δρ. Ελισσάβετ Φελώνη, Διδάσκουσα ΠΑΔΑ

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2023



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF SURVEYING AND GEOINFORMATICS
ENGINEERING**

Diploma Thesis

**Landfill Site Selection Using GIS and Multi-Criteria Decision-Making AHP
Method – Application to the island of Lefkas**

**DIMITRIOS SOUNDIAS
Registration Number: 1702**

**Supervisor:
Dr Elissavet Feloni, Teaching Assistant UNIWA**

Athens, September 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΧΥΤΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΣΓΠ & ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
- ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΛΕΥΚΑΔΑ

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/A	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Ελισσάβητ Φελώνη	Επιβλέπουσα, Διδάσκουσα ΠαΔΑ	
2	Ανδρέας Τσάτσαρης	Μέλος τριμελούς εξεταστικής επιτροπής, Καθηγητής ΠαΔΑ	
3	Ιωάννης Κάτσιος	Μέλος τριμελούς εξεταστικής επιτροπής, Αναπλ. Καθηγητής ΠαΔΑ	

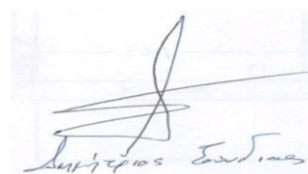
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος ΣΟΥΝΔΙΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ του Πραξιτέλη, με αριθμό μητρώου 1702, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

A handwritten signature in blue ink on a light blue grid background. The signature is stylized and appears to read 'Δημήτριος Σούνδιας'.

(Υπογραφή)

Η επιβλέπουσα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο ολοκλήρωσης των Προπτυχιακών μου Σπουδών της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στην επιβλέπουσα καθηγήτρια Δρ. Ελισσάβητ Φελώνη, για την πολύτιμη βοήθειά της, την ανταλλαγή απόψεων και τη συνεργασία σε όλα τα στάδια της εργασίας.

Ευχαριστίες επίσης εκφράζονται στα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής κ. Α. Τσάτσαρη, Καθηγητή ΠαΔΑ και κ. Ι. Κάτσιο, Αναπλ. Καθηγητή ΠαΔΑ, των οποίων οι εύστοχες παρατηρήσεις συντέλεσαν στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, οφείλω το μεγαλύτερο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την υπομονή και τη στήριξη.

Δημήτρης Σούνδιας

Οκτώβριος 2023

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

ΑΣΑ: Αστικά Στερεά Απόβλητα

ΑΕΚΚ: Απόβλητα Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων

ΑΗΗΕ: Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού

ΒΑΑ: Βιοαποδομήσιμα Αστικά Απόβλητα

ΔσΠ: Διαλογή στην Πηγή

ΕΔΣΑΠ: Εναλλακτική Διαχείριση Συσκευασιών / Άλλων Προϊόντων

ΕΕΑΑ: Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης και Ανακύκλωσης

ΕΕΔΣΑ: Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων

ΕΕΛ: Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων

ΕΚΑ: Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων

ΕΟΕΔΣΑΠ: Εθνικός Οργανισμός Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών / Άλλων Προϊόντων

ΕΠΠΕΡΑΑ: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη

ΕΣΔΑ: Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Εθνικών Αποβλήτων

ΚΔΑΥ: Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών

ΚΥΑ: Κοινή Υπουργική Απόφαση

ΜοΠΑΚ: Μονάδα Προεπεξεργασίας Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης

ΜΠΑ: Μοναδιαία Παραγωγή Αποβλήτων

ΟΤΑ: Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης

ΟΤΚΖ: Οχήματα Τέλους Κύκλου Ζωής

ΠΔ: Προεδρικό Διάταγμα

ΠΕ: Περιφεριακή Ενότητα

ΠΕΣΔΑ: Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων

ΠΟΠ: Πληρώνω Όσο Πετάω

ΡΠ: Ρυθμός Παραγωγής

ΡΠΑ: Ρυθμός Παραγωγής Απορριμμάτων

ΣΑ: Στερεά Απόβλητα

ΣΜΑ: Σταθμός Μεταφόρτωσης Αποβλήτων

ΣΣΕΔ: Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης

ΤΑ: Τοπική Αυτοδιοίκηση

ΥΠΕΚΑ: Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής

ΥΠΕΧΩΔΕ: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων

ΦΕΚ: Φύλλο Εφημερίδας της Κυβέρνησης

ΦοΔΣΑ: Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων

ΧΑΔΑ: Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων

ΧΥΤΑ: Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

ΧΥΤΥ: Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<i>ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</i>	<i>1</i>
<i>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</i>	<i>2</i>
<i>ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ</i>	<i>3</i>
<i>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ</i>	<i>5</i>
<i>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ</i>	<i>7</i>
<i>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΩΝ</i>	<i>8</i>
<i>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ</i>	<i>9</i>
<i>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</i>	<i>10</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>11</i>
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.1 Γενικά	12
1.2 Αντικείμενο εργασίας	13
1.3 Διάρθρωση εργασίας	14
2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	15
2.1 Ευρωπαϊκό και Εθνικό Νομοθετικό Πλαίσιο	15
2.2 Παραγωγή και Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα	19
2.2.1 Αστικά Στερεά Απόβλητα	19
2.2.2 Υφιστάμενο καθεστώς διαχείρισης ΑΣΑ	19
2.2.3 Μελλοντική παραγωγή και διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα	23
2.2.4 Υποδομές διαχείρισης των στερεών αποβλήτων της ν. Λευκάδας	24
2.3 Χώροι Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ)	28
2.3.1 Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΥ	29
2.3.2 Τρόποι απόθεσης σε ΧΥΤΥ	30
3 ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	32
3.1 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά	32
3.2 Κοινωνικά-Οικονομικά χαρακτηριστικά	33
3.3 Γεωμορφολογία	36
3.4 Γεωλογία – Τεκτονική	38
3.4.1 Γεωλογική δομή	38
3.4.2 Τεκτονική Δομή	42
3.5 Υδρογεωλογία	44

3.6	Κλιματικά χαρακτηριστικά	47
3.6.1	Βροχομετρικοί σταθμοί	47
3.7	Χρήσεις Γης	50
4	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	54
4.1	Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ)	54
4.2	Πολυκριτηριακή ανάλυση	54
4.2.1	Γενικά	54
4.2.2	Μέθοδος Ιεραρχικής Ανάλυσης	55
4.2.3	Σταθμισμένος γραμμικός συνδυασμός	58
5	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	59
5.1	Γεωχωρικά Δεδομένα	59
5.2	Επιλογή και βαθμολόγηση κριτηρίων	59
5.2.1	Κριτήρια Αποκλεισμού	60
5.2.2	Κριτήρια καταλληλότητας	75
5.3	Πίνακες σύγκρισης κατά ζεύγη – υπολογισμός σχετικών βαρυτήτων	88
5.4	Αποτελέσματα	94
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	98
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	100

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2-1 Συγκεντρωτικά στοιχεία αποτύπωσης υφιστάμενης κατάστασης για τα ΑΣΑ (ΕΣΔΑ 2020-2030)	23
Πίνακας 3-1 Εξέλιξη μόνιμου πληθυσμού στον Δήμο Λευκάδας	33
Πίνακας 3-2 Κατηγορίες Συντελεστών Υδροπερατότητας κατά Terzaghi and Peck (1967).....	44
Πίνακας 3-3 Στοιχεία βροχομετρικού σταθμού Λευκάδας.....	48
Πίνακας 3-4 Μηνιαία και ετήσια βροχόπτωση στον σταθμό Λευκάδα.....	49
Πίνακας 4-1 Η συγκριτική κλίμακα στην Αναλυτική Μέθοδο Ιεράρχησης (Saaty 1980)	56
Πίνακας 4-2 ΑHP & Συντελεστές βαρύτητας φίλο - περιβαλλοντικών κριτηρίων	58
Πίνακας 5-1 Αρχαιολογικοί χώροι ν. Λευκάδας.....	72
Πίνακας 5-2 Βαθμολόγηση γεωλογικών σχηματισμών με βάση την υδροπερατότητα.....	79
Πίνακας 5-3 Βαθμολόγηση σε σχέση με την εδαφική κλίση.....	81
Πίνακας 5-4 Βαθμολόγηση κριτηρίου εδαφικής κάλυψης	84
Πίνακας 5-5 Συντελεστές βαρύτητας φίλο - περιβαλλοντικών κριτηρίων	88
Πίνακας 5-6 Σειρά προτεραιότητας κριτηρίων στο φίλο-περιβαλλοντικό σενάριο.....	89
Πίνακας 5-7 Συντελεστές βαρύτητας οικονομο-τεχνικών κριτηρίων.....	91
Πίνακας 5-8 Σειρά προτεραιότητας κριτηρίων στο οικονομο-τεχνικό σενάριο	91

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 3-1 Χάρτης χρήσεων γης ν. Λευκάδας	53
Χάρτης 5-1 Ζώνες αποκλεισμού υδρογραφικού δικτύου ν. Λευκάδας	62
Χάρτης 5-2 Ζώνες αποκλεισμού λιμνών ν. Λευκάδας.....	63
Χάρτης 5-3 Ζώνες αποκλεισμού καρστικών σχηματισμών ν. Λευκάδας.....	64
Χάρτης 5-4 Ζώνη αποκλεισμού της ακτογραμμής ν. Λευκάδας	65
Χάρτης 5-5 Ζώνη αποκλεισμού οικισμών ν. Λευκάδας	67
Χάρτης 5-6 Ζώνη αποκλεισμού ρηγμάτων ν. Λευκάδας.....	68
Χάρτης 5-7 Ζώνη αποκλεισμού κλίσεων ν. Λευκάδας.....	69
Χάρτης 5-8 Αποκλεισμός των περιοχών Natura 2000 ν. Λευκάδας.....	70
Χάρτης 5-9 Ζώνη αποκλεισμού καταφυγίων άγριας ζωής ν. Λευκάδας	71
Χάρτης 5-10 Ζώνη αποκλεισμού αρχαιολογικών χώρων ν. Λευκάδας	73
Χάρτης 5-11 Χάρτης κριτηρίων αποκλεισμού (<i>Εφαρμογή κριτηρίων αποκλεισμού</i>)	74
Χάρτης 5-12 Χάρτης κριτηρίου καταλληλότητας υδρογραφικού δικτύου ν. Λευκάδας.....	78
Χάρτης 5-13 Χάρτης κριτηρίου καταλληλότητας υδροπερατότητας ν. Λευκάδας	80
Χάρτης 5-14 Χάρτης κριτηρίου καταλληλότητας κλίσεων ν. Λευκάδας	82
Χάρτης 5-15 Χάρτης κριτηρίου καταλληλότητας οδικού δικτύου ν. Λευκάδας.....	83
Χάρτης 5-16 Χάρτης κριτηρίου καταλληλότητας οικισμών ν. Λευκάδας	85
Χάρτης 5-17 Χάρτης κριτηρίου καταλληλότητας ρηγμάτων ν. Λευκάδας	86
Χάρτης 5-18 Χάρτης κριτηρίου καταλληλότητας χρήσεων γης ν. Λευκάδας.....	87
Χάρτης 5-19 Χάρτης του φιλο-περιβαλλοντικού σεναρίου.....	90
Χάρτης 5-20 Χάρτης του οικονομο-τεχνικού σεναρίου	93
Χάρτης 5-21 Χάρτης κατάλληλων περιοχών – φιλο-περιβαλλοντικό σενάριο	95
Χάρτης 5-22 Χάρτης κατάλληλων περιοχών – οικονομο-τεχνικό σενάριο.....	96

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2-1 Συνοπτικό Διάγραμμα Τοπικού Σχεδίου Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Απορριμμάτων Δ. Λευκάδας - Διαχείριση απορριμμάτων Ν. Λευκάδας.....	27
Εικόνα 2-2 Σχηματική απεικόνιση της υγειονομικής ταφής (Tchobanoglous 1993, Bagchi 1994)	31
Εικόνα 3-1 : Χάρτης της περιοχής έρευνας (ν. Λευκάδας).....	32
Εικόνα 3-2 Απασχόληση ανά τομέα οικονομικής δραστηριότητας.....	33
Εικόνα 3-3 Ψευδοσκιασμένο ψηφιακό μοντέλο εδάφους ν. Λευκάδας (ισοδιάσταση 30 m).	37
Εικόνα 3-4 Λιθοστρωματογραφικές στήλες ζώνης Παξών και Ιόνιας Ζώνης (Γεωλογικός Χάρτης ΙΓΜΕ φύλλο «Λευκάς» κλ.1:50.000).	38
Εικόνα 3-5 Γεωλογικός χάρτης ν. Λευκάδας (Υπόμνημα ΙΓΜΕ)	41
Εικόνα 3-6 Χάρτης τεκτονικών στοιχείων ν. Λευκάδας (Υπόμνημα ΙΓΜΕ)	43
Εικόνα 3-7 Υδρολιθολογικός χάρτης ν. Λευκάδας.....	46
Εικόνα 3-8 Κλιματικός Άτλαντας Ελλάδας	48
Εικόνα 3-9 Ετήσια ύψη βροχής 2009-2023	48
Εικόνα 4-1 διάγραμμα χωρικής πολυκριτηριακής ανάλυσης (με τροποποίηση από Malczewski ,1999).....	55
Εικόνα 4-2 online υπολογιστικό εργαλείο AHP	57
Εικόνα 4-3 ιεράρχηση των κριτηρίων ανά δύο	57
Εικόνα 5-1 Εφαρμογή Ευκλείδειας απόστασης σε περιβάλλον ΣΓΠ	75
Εικόνα 5-2 Δημιουργία κλάσεων (κλίμακα 0-1).....	76
Εικόνα 5-3 Τυποποίηση κριτηρίων (<i>Σημειώσεις μαθήματος Εφαρμογές υδροπληροφορικής για προστασία από πλημμυρικούς κινδύνους, Φελώνη Ε.</i>).....	76
Εικόνα 5-4 Εφαρμογή της εξίσωσης Τυποποίησης για το κριτήριο του υδρογραφικού δικτύου με το εργαλείο raster calculator (map algebra)	77
Εικόνα 5-5 χρήση του εργαλείου raster calculator.....	89
Εικόνα 5-6 χρήση του εργαλείου raster calculator.....	92
Εικόνα 5-7 Προβολή θέσεων 1, 2, 3 σε Google Earth.....	97

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χωροθέτηση Χώρου Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ), αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα των σύγχρονων αστικών κοινωνιών με προεκτάσεις τόσο περιβαλλοντικές αλλά και κοινωνικο-οικονομικές.

Η επιλογή κατάλληλου χώρου είναι μια πολύπλοκη και συνήθως χρονοβόρα διαδικασία, κατά την οποία λαμβάνονται υπόψη η νομοθεσία, οι περιορισμοί και κατάλληλα επιλεγμένα κριτήρια, όπως γεωλογικά - υδρογεωλογικά, τοπογραφικά, περιβαλλοντικά, κ.ά. Τα τελευταία χρόνια, λόγω της ανάπτυξης σύγχρονων εργαλείων μέσω των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ), έχουν αναπτυχθεί αξιόπιστες μεθοδολογίες χωροθέτησης.

Στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια να καθοριστούν κατάλληλες περιοχές για απόθεση στερεών αποβλήτων στην νήσο Λευκάδα, χρησιμοποιώντας μεθόδους ΣΓΠ (ArcGIS) σε συνδυασμό με Πολυκριτηριακή Ανάλυση. Για τον σκοπό αυτό συλλέχθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα, επιλέχθηκαν τα κατάλληλα κριτήρια, επεξεργάστηκαν κατάλληλα και κατασκευάστηκαν τα επιθυμητά θεματικά επίπεδα πληροφορίας σε περιβάλλον ΣΓΠ.

Τα κριτήρια αξιολόγησης διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, κριτήρια αποκλεισμού και κριτήρια καταλληλότητας. Τα κριτήρια αποκλεισμού διακρίνουν με απόλυτο τρόπο τις περιοχές αποκλεισμού από τις κατάλληλες περιοχές για χωροθέτηση ΧΥΤΥ. Για τα κριτήρια καταλληλότητας υπολογίστηκαν οι συντελεστές βαρύτητας με την τεχνική της ιεραρχικής ανάλυσης. Τα κριτήρια καταλληλότητας διακρίνουν βαθμιαία τις περιοχές ως προς την καταλληλότητά τους. Με κατάλληλη επεξεργασία τα κριτήρια βαθμολογούνται σε διττή κλίμακα με τιμές 0 για τις περιοχές που αποκλείεται η χωροθέτηση και 1 για τις περιοχές που επιτρέπεται. Τελικό αποτέλεσμα της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε είναι ο χάρτης επιτρεπόμενων περιοχών εγκατάστασης ΧΥΤΥ στη ν. Λευκάδα.

Λέξεις κλειδιά: Χωροθέτηση ΧΥΤΥ, Στερεά απόβλητα, Πολυκριτηριακή Ανάλυση, Μέθοδος Ιεραρχικής Ανάλυσης, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ), Χωρική Ανάλυση, Νήσος Λευκάδας

ABSTRACT

The landfill siting is one of the major problems of contemporary societies, not only in Greece but also globally with both environmental and socio-economic extensions.

The selection of a suitable site is a complex and usually time-consuming process, in which legislation, restrictions and appropriately selected criteria are taken into account, such as geological - hydrogeological, topographical, environmental, etc. In recent years, due to the development of modern tools through Geographic Information Systems (GIS), reliable positioning methodologies have been developed.

In this work, an attempt is made to determine suitable areas for solid waste disposal on the island of Lefkada, using GIS methods (ArcGIS) in combination with Multi-Criteria Analysis. For this purpose, the necessary data were collected, the appropriate criteria were selected, processed appropriately and the desired thematic levels of information were constructed in a GIS environment.

The evaluation criteria were divided into two categories, exclusion criteria and suitability criteria. The exclusion criteria clearly distinguish the exclusion areas from the suitable areas for landfill sites. For the suitability criteria, the weighting factors were calculated using the Analytical Hierarchy Method (AHM). The suitability criteria gradually distinguish the areas in terms of their suitability. With appropriate processing, the criteria are scored on a dual scale with values of 0 for areas where siting is excluded and 1 for areas that is permitted. The final result of the methodology developed is the map of permitted landfill installation areas in Lefkas island.

Keywords: *Landfill Siting, Solid waste, Multi - Criteria Analysis (MCA), Analytic Hierarchy Method, Geographic Information Systems (GIS), Spatial Analysis, Lefkas Island*

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Η διαχείριση των απορριμμάτων συνιστά ένα από τα μεγαλύτερα περιβαλλοντικά προβλήματα, το οποίο εντείνεται εξαιτίας της αστικοποίησης και της ανόδου του βιοτικού επιπέδου, παράγοντες που προκαλούν αύξηση του παραγόμενου όγκου αποβλήτων.

Η περίοδος 2015-2020 αποτέλεσε ορόσημο για την Ευρωπαϊκή Ένωση και στο πεδίο της διαχείρισης των αποβλήτων, καθώς σηματοδότησε την απόφαση για μετάβαση από το υφιστάμενο γραμμικό μοντέλο σε μια κυκλική οικονομία, όπου τα προϊόντα σχεδιάζονται εξαρχής κατά τρόπο που να μειώνεται στο ελάχιστο το τελικό απόβλητο, ώστε να μπορούν εύκολα και αποδοτικά να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακυκλωθούν, διαφυλάσσοντας έτσι τους πόρους μέσω της πλήρους αξιοποίησης της υπεραξίας τους (ΕΣΔΑ 2020-2030).

Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων, ΕΣΔΑ 2020-2030 (Τεύχος Α' 185/29.09.2020), το υφιστάμενο καθεστώς διαχείρισης κρίνεται ανεπαρκές. Τα ποσοστά ανακύκλωσης με προδιαλογή και ανάκτησης του συνόλου των Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ) βρίσκονται σχεδόν καθηλωμένα στο 16,5% και 21,6% αντίστοιχα (στοιχεία 2018), απέχοντας σημαντικά από τους αντίστοιχους στόχους που είχε θέσει το προηγούμενο ΕΣΔΑ για το 2020 (50% και 74% αντίστοιχα).

Σε πλήρη αντίθεση με την πυραμίδα ιεράρχησης των μεθόδων διαχείρισης των αποβλήτων, η υγειονομική ταφή αποτελεί στη χώρα σταθερά την κυρίαρχη επιλογή διαχείρισης. Το ποσοστό διάθεσης αποβλήτων σε ΧΥΤΑ κινείται μόνιμα κοντά στο 80% (78,4% των παραγόμενων ΑΣΑ για το 2018) απέχει πάρα πολύ από τον ελάχιστο στόχο του 26% που έχει τεθεί στο υφιστάμενο ΕΣΔΑ για το έτος 2020 και ακόμα περισσότερο από τον αντίστοιχο μέσο όρο της ΕΕ που είναι 22,6% της παραγωγής ΑΣΑ.

Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται για τη μείωση του όγκου των αποβλήτων όπως ανακύκλωση, μείωση στην πηγή και επεξεργασία των αποβλήτων (π.χ. καύση, αερόβια / αναερόβια χώνευση) είναι μέθοδοι διαχείρισής τους, που εφαρμόζονται όλο και περισσότερο παγκοσμίως, με σκοπό τη μείωση του όγκου τους. Ειδικά για την Ε.Ε. υπάρχει σχετική Νομοθεσία, που θέτει σαφή χρονικά όρια για τους στόχους, που θα πρέπει να επιτευχθούν από τα Κράτη μέλη. Η εναρμόνιση της σχετικής οδηγίας στην Ελλάδα πραγματοποιήθηκε με την ΚΥΑ 29407/3508/2002 [ΦΕΚ 1572 Β] «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων».

Όποια μέθοδος όμως και αν εφαρμοστεί για τη μείωση του όγκου των αποβλήτων, προκύπτει υπολειμματικό υλικό που πρέπει να διατεθεί σε κατάλληλο χώρο, οι οποίοι ονομάζονται Χώροι Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ).

Οι περιορισμοί στην εύρεση θέσης κατάλληλων προδιαγραφών σε συνδυασμό με τις κοινωνικές αντιδράσεις, μεγεθύνουν το πρόβλημα της διαχείρισης. Η επιλογή θέσης για την απόθεση στερεών αποβλήτων είναι μια σύνθετη και δύσκολη διαδικασία, στην οποία παίζουν ρόλο περιβαλλοντικοί, κοινωνικοί, τεχνικο-οικονομικοί παράγοντες αλλά και νομοθετικοί περιορισμοί.

Ο συνδυασμός των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS) με την πολυκριτηριακή ανάλυση (MCA) είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την επίλυση προβλημάτων επιλογής χώρων απόθεσης στερεών αποβλήτων, καθώς το πρώτο παρέχει αποτελεσματική διαχείριση, ανάλυση και

παρουσίαση των δεδομένων, ενώ η δεύτερη με τη βαθμονόμηση επιλεγμένων κριτηρίων καταλήγει στην ιεράρχηση των περιοχών σε σχέση με την καταλληλότητά τους.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η επιλογή κατάλληλων χώρων απόθεσης στερεών αποβλήτων στο νησί της Λευκάδας με εφαρμογή του παραπάνω συνδυασμού. Τονίζεται ότι για την οριστική επιλογή κατάλληλου χώρου απαιτείται ολοκληρωμένη μελέτη με λεπτομερή έρευνα πεδίου.

Δεδομένης της γενικότερης τάσης για ολοκληρωμένη διαχείριση των στερεών αποβλήτων διεθνώς και θεωρώντας ότι στην περιοχή μελέτης θα πραγματοποιείται κάποιου τύπου επεξεργασία, θα γίνεται αναφορά σε Χ.Υ.Τ.Υ. (Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων).

1.2 Αντικείμενο εργασίας

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τη διαχείριση απορριμμάτων και ειδικότερα τη μελέτη για χωροθέτηση ΧΥΤΥ, στο νησί της Λευκάδας. Η επιλογή της καταλληλότερης θέσης πραγματοποιήθηκε με τη χρήση λογισμικού ΣΓΠ/GIS. Για την διεκπεραίωση της εργασίας μελετήθηκαν το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Απορριμμάτων (ΕΣΔΑ 2020-2030, Τεύχος Α' 185/29.09.2020), το Εθνικό Πρόγραμμα Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων (ΕΠΠΔΑ, Τεύχος Α' 83/03.05.2022), το Εθνικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης και Τομεακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης (ΤΠΑ) του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ν. 4635/2019 (Α' 167)), ο Επιχειρησιακός Σχεδιασμός Α' Φάση Δήμου Λευκάδας 2020-2023, η Μελέτη Αναθεώρησης του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Ιονίων Νήσων καθώς και πληθώρα εργασιών στο αντικείμενο της μελέτης (π.χ. Gemitzi et al., 2006, Βουδούρης Κ., 2009).

Εφαρμόστηκε η Πολυκριτηριακή Ανάλυση Αποφάσεων κατά την επεξεργασία των απαραίτητων στοιχείων και με απλή χαρτογραφική υπέρθεση επετεύχθη ο διαχωρισμός των απαγορευμένων περιοχών για χωροθέτηση της εγκατάστασης από αυτές που θεωρούνται κατάλληλες. Για την βαθμολογία των περιοχών ανάλογα με την καταλληλότητά τους αναπτύχθηκε η διαδικασία της αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας (Analytic Hierarchy Process, AHP).

Οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας περιλαμβάνουν:

- συλλογή γεωχωρικών δεδομένων για την περιοχή έρευνας (όρια γεωλογικών σχηματισμών, αρχαιολογικών χώρων, προστατευόμενων περιοχών Natura, οικισμών κ.α.) για τους χώρους απόθεσης αποβλήτων και για τις χρησιμοποιούμενες μεθόδους ιεραρχικής και χωρικής ανάλυσης
- συλλογή βιβλιογραφικών δεδομένων για την περιοχή έρευνας (δημογραφικά, γεωλογικά, χρήσεων γης κ.α.)
- επιλογή κριτηρίων αξιολόγησης για τον εντοπισμό κατάλληλων χώρων απόθεσης
- εφαρμογή μεθόδου ιεραρχικής ανάλυσης για τον υπολογισμό των συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων
- βαθμολόγηση των επιλεγμένων κριτηρίων
- δημιουργία θεματικών επιπέδων με χρήση GIS και των αντίστοιχων χαρτών

- συνδυασμός των μεθόδων ιεραρχικής ανάλυσης και GIS και δημιουργία του τελικού επιπέδου – χάρτη καταλληλότητας
- αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και προτάσεις κατάλληλων θέσεων.

1.3 Διάρθρωση εργασίας

Η παρούσα εργασία αναπτύχθηκε σε έξι κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στο πρόβλημα της διαχείρισης των απορριμμάτων και αναπτύσσεται το αντικείμενο της εργασίας και η διάρθρωσή της.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται το νομοθετικό πλαίσιο και οι προϋποθέσεις για την χωροθέτηση ΧΥΤΥ στην Ελλάδα. Παρουσιάζεται το υφιστάμενο καθεστώς στη χώρα καθώς και οι πρακτικές που πρόκειται να υιοθετηθούν για τη βελτίωση των συνθηκών διαχείρισης των απορριμμάτων.

Το τρίτο κεφάλαιο πραγματεύεται τα κύρια χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης. Παρουσιάζονται χάρτες της περιοχής μελέτης που περιλαμβάνουν τα γεωμορφολογικά στοιχεία της περιοχής, το ψηφιακό μοντέλο εδάφους και τα παράγωγά του, τα υδρολιθολογικά στοιχεία, το υδρογραφικό δίκτυο και οι χρήσεις γης σύμφωνα με το Corine Land Cover 2018.

Το τέταρτο κεφάλαιο περιγράφει την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά την ανάλυση. Γίνεται αναφορά στη μέθοδο της πολυκριτηριακής ανάλυσης σε συνδυασμό με τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS). Τέλος περιγράφονται οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν για την βέλτιστη χωροθέτηση του ΧΥΤΥ.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναπτύσσεται η επιλογή και ο τρόπος χρήσης των κριτηρίων αποκλεισμού και καταλληλότητας καθώς και οι χάρτες που παράχθηκαν ως αποτέλεσμα της εφαρμογής τους. Τέλος, περιγράφεται η διαδικασία AHP για τα κριτήρια καταλληλότητας, καθώς και το τελικό αποτέλεσμα της διαδικασίας και η τελική επιλογή της θέσης χωροθέτησης.

Στο τελευταίο κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εργασία, με σχολιασμό των αποτελεσμάτων, λαμβάνοντας υπόψη το ευρύτερο πλαίσιο της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων.

2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

2.1 Ευρωπαϊκό και Εθνικό Νομοθετικό Πλαίσιο

Στόχος της Ε.Ε. είναι η διαχείριση των αποβλήτων να μετατραπεί σε βιώσιμη διαχείριση των υλικών για τη διασφάλιση της προστασίας και αναβάθμισης του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας, τη συνετή χρήση των πόρων, τη μετάβαση σε ένα μοντέλο αυτοτροφοδοτούμενης ανάπτυξης και τη δημιουργία νέων βιώσιμων οικονομικών ευκαιριών και θέσεων εργασίας. Παράλληλα, η μετάβαση προς την κυκλική οικονομία θα αποτελέσει έναν από τους βασικότερους πυλώνες για την επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, κυρίως μέσω της αποσύνδεσης της οικονομικής μεγέθυνσης από τη χρήση των πόρων.

Η στροφή αυτή αποτυπώθηκε τόσο σε επίπεδο πολιτικών (Πρώτο και Δεύτερο Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία, Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, Στρατηγική για τις Πλαστικές Ύλες), όσο και σε επίπεδο νομοθεσίας (Οδηγίες «πακέτου κυκλικής οικονομίας», Οδηγία για τα Πλαστικά Μιας Χρήσης, Οδηγία για τη διαχείριση αποβλήτων πλοίων).

Οριζόντια νομοθεσία περί αποβλήτων (Οδηγία (ΕΕ) 2018/851) - Τροποποιείται η Οδηγία – πλαίσιο 2008/98/ΕΚ με στόχο τη θεσμοθέτηση εργαλείων, αλλά και υποχρεώσεων που θα διευκολύνουν τη μετάβαση προς την κυκλική οικονομία, με εξειδίκευση της εφαρμογής της διευρυμένης ευθύνης παραγωγού, ενίσχυση της χωριστής συλλογής και καθορισμό φιλόδοξων ποσοτικών στόχων, σύμφωνα με τους οποίους η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση των αστικών αποβλήτων αυξάνονται τουλάχιστον σε ποσοστό 65 % κατά βάρος μέχρι το 2035, με ενδιάμεσους στόχους για το 2025 και το 2030. Αναγνωρίζεται ρητά η δυσκολία επίτευξης των στόχων αυτών για ορισμένα κράτη μέλη (στα οποία περιλαμβάνεται και η Ελλάδα), κυρίως λόγω ανεπαρκειών στις αναγκαίες υποδομές διαχείρισης αποβλήτων (σημείο 5 του Προοιμίου της Οδηγίας) και δίδεται η δυνατότητα αναβολής μέχρι πέντε έτη στην επίτευξη των στόχων υπό συγκεκριμένους όρους και προϋποθέσεις.

Υγειονομική Ταφή (Οδηγία (ΕΕ) 2018/850) - Τροποποιείται η Οδηγία 1999/31/ΕΚ για την υγειονομική ταφή, με εισαγωγή νέων ρυθμίσεων και στόχων, όπου μεταξύ άλλων **τα κράτη μέλη υποχρεούνται να διασφαλίσουν τη μείωση έως το 2035 της ποσότητας των αστικών αποβλήτων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής στο 10 % ή λιγότερο της συνολικής ποσότητας των αστικών αποβλήτων** που παράγονται (κατά βάρος), με δυνατότητα αναβολής και παρεκκλίσεων υπό όρους.

Επισημαίνεται ότι τα σημαντικότερα στοιχεία και διατάξεις των ανωτέρω Οδηγιών – πλην της θέσπισης των ποσοτικών στόχων – έχουν ήδη ληφθεί υπόψη κατά την υιοθέτηση της Εθνικής Στρατηγικής για την Κυκλική Οικονομία (Δεκέμβριος 2018). Ειδικότερα, η Εθνική Στρατηγική παρουσιάζει τον τρόπο ένταξης της κυκλικής οικονομίας στο εθνικό παραγωγικό σύστημα, επεξηγώντας τους λόγους για τους οποίους η κυκλική οικονομία αποτελεί μια ευκαιρία για τη χώρα για περιβαλλοντική αναβάθμιση, εξοικονόμηση πόρων, προσέλκυση βιώσιμων επενδύσεων και θέσεων εργασίας και για τη διασφάλιση της μακροπρόθεσμης ανταγωνιστικότητας της χώρας.

Με την εκπόνηση του Εθνικού Προγράμματος Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων (ΕΠΠΔΑ) προωθείται:

1. Η εφαρμογή των άρθρων 57 και 4 του ν. 4819/2021 «Ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων - Ενσωμάτωση των Οδηγιών 2018/851 και 2018/852 του Ευρωπαϊκού

Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου ... και συναφείς επείγουσες ρυθμίσεις» (Α' 129), σχετικά με την εκπόνηση προγραμμάτων για την πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων και την ιεράρχηση των δράσεων και των εργασιών διαχείρισης των αποβλήτων, η οποία θέτει την πρόληψη ως πρώτη προτεραιότητα.

2. Η εναρμόνιση με την ενωσιακή νομοθεσία και συγκεκριμένα με τα άρθρα 9 και 29 της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Νοεμβρίου 2008 «για τα απόβλητα και για την κατάργηση ορισμένων Οδηγιών», όπως τροποποιήθηκε με την Οδηγία (ΕΕ) 2018/851.

Το Εθνικό Πρόγραμμα Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- ✓ Παρουσίαση και αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης στην πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων.
- ✓ Παρουσίαση των υφιστάμενων εθνικών και ενωσιακών νομοθεσιών, πολιτικών και στρατηγικών (Παράρτημα II).
- ✓ Τον ορισμό ρευμάτων προτεραιότητας, καθώς και στόχων πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων.
- ✓ Τον προσδιορισμό μέτρων και δράσεων για την υλοποίηση των στόχων αυτών, την επιτυχή και ολοκληρωμένη παρακολούθηση και αξιολόγηση του ΕΠΠΑ, καθώς και το χρονοδιάγραμμα υλοποίησής του.
- ✓ Όλες τις απαιτήσεις, στόχους και μέτρα που προβλέπονται από την ισχύουσα εθνική και ενωσιακή νομοθεσία σχετικά με την πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων.

Το ΕΣΔΑ καθορίζει την πολιτική, τις στρατηγικές, τους άξονες καθώς και τους ποιοτικούς και ποσοτικούς στόχους διαχείρισης αποβλήτων και των επιμέρους ρευμάτων του, θέτοντας παράλληλα τους άξονες δράσεων και μέτρων για την επίτευξη των στόχων που θέτει τόσο η εθνική όσο και η νομοθεσία της ΕΕ για τη διαχείριση των αποβλήτων. Το ΕΣΔΑ είναι στρατηγικός και πολιτικός σχεδιασμός και εκπονείται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας και εγκρίνεται από το Υπουργικό Συμβούλιο, προκειμένου να υπάρχει πολιτική δέσμευση του συνόλου των Υπουργείων για την εφαρμογή του και ενιαία προσέγγιση αναφορικά με τη διαχείριση των αποβλήτων της χώρας.

Το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων 2020-2030 έχει καταρτιστεί σύμφωνα με τις διατάξεις των άρθρων 22 και 35 του ν.4042/2012 (Α'24), όπως τροποποιήθηκαν με το άρθρο 83 του ν.4685/2020 (Α' 92) και ισχύουν. Περιλαμβάνει όλες τις προβλέψεις του άρθρου 28 της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ, καλύπτοντας ταυτόχρονα όλες τις νέες υποχρεώσεις και όλα τα νέα στοιχεία που εισήχθησαν στο άρθρο αυτό μέσω της Οδηγίας (ΕΕ) 2018/851 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ης Μαΐου 2018, καθώς και της κατευθυντήριας οδηγίας της ΕΕ «The role of Waste-to-Energy in the circular economy » COM (2017) 34 final/26.01.2017.

Περιλαμβάνει επίσης ειδικό κεφάλαιο για τη διαχείριση των συσκευασιών και των αποβλήτων συσκευασιών, σε πλήρη συμμόρφωση με τις διατάξεις του άρθρου 14 της Οδηγίας 94/62/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασίας. Το παρόν ΕΣΔΑ περιλαμβάνει τα απαραίτητα μέτρα που προβλέπει το άρθρο 5 της Οδηγίας 1999/31/ΕΚ (L 182) περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων όπως τροποποιήθηκε και ισχύει, καθώς επίσης και τις βασικές κατευθύνσεις που θα εφαρμοστούν για τα Πλαστικά Μιας Χρήσης, σύμφωνα και με το άρθρο 11 της Οδηγίας (ΕΕ) 2019/904.

Για την εφαρμογή των πολιτικών και κατευθύνσεων του ΕΣΔΑ καταρτίζονται σε κάθε Περιφέρεια τα Περιφερειακά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ), με τα οποία εξειδικεύεται η διαχείριση του συνόλου των αποβλήτων που παράγονται στην οικεία γεωγραφική ενότητα, σε συμμόρφωση με τους στόχους και τις προβλέψεις του Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων. Στην ίδια λογική και με την ίδια στόχευση, συντάσσονται και τα Τοπικά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων, σε επίπεδο ΟΤΑ Α' βαθμού.

Με το νόμο – πλαίσιο 1650/1986 (ΦΕΚ 160/Α/18-10-1986) «Για την προστασία του περιβάλλοντος» (ορισμένα άρθρα του οποίου αντικαταστάθηκαν με το Νόμο 3010/2002 «Εναρμόνιση του Ν.1650/1986 με τις Οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ») τίθενται οι γενικότεροι κανόνες και μηχανισμοί προστασίας του περιβάλλοντος και ορίζονται ως Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων οι Δήμοι και Κοινότητες ή οι Σύνδεσμοι αυτών. Ιδιαίτερη αναφορά στη διαχείριση στερεών αποβλήτων γίνεται στο άρθρο 12 του Ν.1650/1986.

Η εναλλακτική διαχείριση ορισμένων κατηγοριών στερεών αποβλήτων ορίζεται στο Νόμο 2939/2001 (ΦΕΚ 179/Α/6-8-2001) «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών και άλλων προϊόντων – ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις» (ο οποίος ενσωματώνει την Οδηγία 94/65/ΕΟΚ στο Εθνικό Δίκαιο, καθώς επίσης σε Προεδρικά Διατάγματα όπως το υπ' αριθμ. 109/2004 (ΦΕΚ 75/Α/5-3-2004) «Μέτρα και όροι για την εναλλακτική διαχείριση των μεταχειρισμένων ελαστικών των οχημάτων. Πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείρισή τους».

Επιπρόσθετα, στο εθνικό δίκαιο για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων περιλαμβάνονται:

- Η Υ.Α. 9268/469/2007 - Τροποποίηση των ποσοτικών στόχων για την ανάκτηση και ανακύκλωση των αποβλήτων των συσκευασιών σύμφωνα με το άρθρο 10 (παρ. Α1, τελευταίο εδάφιο) του ν. 2939/01 (179/Α), καθώς και άλλων διατάξεων του νόμου αυτού, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2004/12/ΕΚ για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας», του Συμβουλίου της 11ης Φεβρουαρίου 2004.
- Η Υ.Α. 25294 (ΦΕΚ 1485/Β'/10-10-2003) «Έγκριση Περιφερειακού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης Περιφέρειας Πελοποννήσου».
- Η ΚΥΑ 4641/232/2006 (ΦΕΚ 168/Β'/13.2.2006) «Καθορισμός τεχνικών προδιαγραφών μικρών χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων σε νησιά και απομονωμένους οικισμούς» κατ' εφαρμογή του άρθ. 3 παρ. 4 σε συνδυασμό με το άρθρο 20 (παράρτημα Ι) της υπ' αριθ. 29407/3508/2002 (ΦΕΚ Β' 1572) Κοινής Υπουργικής Απόφασης «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή αποβλήτων».
- Η ΚΥΑ 22912/1117 /2005 (ΦΕΚ 759 Β) «Μέτρα και όροι για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση των αποβλήτων», η οποία αποτελεί την εναρμόνιση στο ελληνικό δίκαιο της Οδηγίας 2000/76/ΕΚ. Με την εν λόγω ΚΥΑ επιβάλλονται τα μέτρα, οι όροι και οι τεχνικές προδιαγραφές για τις μονάδες αποτέφρωσης.
- Η ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909/Β) «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης» η οποία καταργεί την ΚΥΑ 69728/824/17-5-1996 (ΦΕΚ 358 Β) «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων», την ΚΥΑ 113944/17-11-1997 (ΦΕΚ 1016/Β) «Εθνικός σχεδιασμός

διαχείρισης στερών αποβλήτων κλπ» και την ΚΥΑ 14312/1302/2000/9-6-2000 (ΦΕΚ 723/Β). Περιλαμβάνει μεταξύ άλλων το πλαίσιο του Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, καθορίζει τους Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (είναι οι Δήμοι και Κοινότητες ή οι Σύνδεσμοι αυτών), τις τεχνικές προδιαγραφές για τη σύνταξη περιφερειακών σχεδίων διαχείρισης ΣΑ, κατάλογο των αποβλήτων (Θεοχάρη Χ. κ.α. 2006, Λάλας κ.α. 2007).

- Η ΚΥΑ 29407/3508/2002 (ΦΕΚ 1572 Β) «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων». Ορίζει τις κατηγορίες χώρων υγειονομικής ταφής, τα αποδεκτά/μη αποδεκτά απόβλητα κατά κατηγορία ΧΥΤΑ, τις τεχνικές προδιαγραφές ανά κατηγορία ΧΥΤΑ, θέτοντας ένα νέο πλαίσιο για το σχεδιασμό των ΧΥΤΑ και αλλάζοντας έτσι τη σύσταση των αποβλήτων, που καταλήγουν για ταφή. Η υγειονομική ταφή αποβλήτων (αδρανών, επικινδύνων και μη) πραγματοποιείται από τους υπόχρεους φορείς διαχείρισης/λειτουργίας αποβλήτων που είναι ο Οικείος Δήμος ή Κοινότητα ή Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων (Θεοχάρη Χ. κ.α. 2006, Λάλας κ.α. 2007). Επιπλέον, τίθενται στόχοι για ανακύκλωση και για μείωση των βιοαποδομήσιμων στερεών αποβλήτων, που προορίζονται για χώρους ταφής. Σημειώνεται ότι με βάση το χρονοδιάγραμμα και την 4-ετή περίοδο χάριτος που εξασφάλισε η Ελλάδα, τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα, που προορίζονται για χώρους υγειονομικής ταφής, πρέπει να μειωθούν μέχρι το 2010, 2013 και 2020 στο 75 %, 50% και 35% αντιστοίχως της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων, που είχαν παραχθεί το 1995.
- Η ΚΥΑ 114218/1997 (ΦΕΚ 1016/Β/17-11-97) «Κατάρτιση πλαισίου Προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων». Θέτει τις τεχνικές προδιαγραφές συλλογής, προσωρινής αποθήκευσης, μεταφοράς και μεταφόρτωσης ΣΑ, τους όρους και κριτήρια καταλληλότητας θέσεων εγκατάστασης διαχείρισης αποβλήτων, τεχνικές προδιαγραφές για ΧΥΤΑ, για θερμική επεξεργασία, για μηχανική διαλογή και κομποστοποίηση.
- Η ΚΥΑ ΕΙβ/301/64 (ΦΕΚ 63Β/1964) «Περί συλλογής, αποκομιδής και διαθέσεως απορριμμάτων».

Αξίζει να δοθεί έμφαση στην ΚΥΑ 114218/1997 (ΦΕΚ 1016/Β/17-11-97) «Κατάρτιση πλαισίου Προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων...- Εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων...», καθώς με αυτήν καθορίζονται οι όροι και τα κριτήρια, που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τη χωροθέτηση ΧΥΤΑ. Στο Παράρτημα 1, Κεφάλαιο 3 «ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΣΕΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ» αναφέρονται οι περιοχές, στις οποίες απαγορεύεται η εγκατάσταση ΧΥΤΑ και στη συνέχεια τα κριτήρια, τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή της θέσης. Συγκεκριμένα γίνεται αναφορά σε ομάδες κριτηρίων, όπως αναφέρονται ακολούθως:

- γεωλογικά, υδρογεωλογικά και υδρολογικά κριτήρια
- περιβαλλοντικά κριτήρια
- χωροταξικά κριτήρια
- κριτήρια λειτουργικά και γενικής φύσης

- κριτήρια οικονομικού κόστους.

Κάθε ομάδα περιλαμβάνει μια σειρά κριτηρίων, χωρίς όμως να γίνεται αναφορά σε συντελεστές βαρύτητας και μέθοδο αξιολόγησής τους. Προφανώς το θέμα αφήνεται στην κρίση του μελετητή, προκειμένου οι συντελεστές να προσαρμόζονται στις εκάστοτε τοπικές συνθήκες. Στην παρούσα εργασία έχουν ληφθεί υπόψη τα περισσότερα από τα κριτήρια που αναφέρονται στην ΚΥΑ και είναι εκείνα που έχουν τη μεγαλύτερη σπουδαιότητα, αλλά και αυτά που χρησιμοποιούνται στη διεθνή βιβλιογραφία.

Σχετικά με την περιοχή μελέτης, αναφέρεται ότι σύμφωνα με το ΦΕΚ Ν.4685/2020 και πιο συγκεκριμένα με το άρθρο 93 παρ. 4 « Τα αστικά στερεά απόβλητα των Δήμων της Περιφερειακής Ενότητας Λευκάδας, διατίθενται στο ΧΥΤΑ Παλαίρου. Η διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων των Δήμων της ΠΕ Λευκάδας και του Δήμου Ακτίου Βόνιτσας, γίνεται σύμφωνα με την από 16/8/2017 μεταξύ τους προγραμματική σύμβαση.»

2.2 Παραγωγή και Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα

2.2.1 Αστικά Στερεά Απόβλητα

Τα αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) γενικά όπως ορίζονται στην ΚΥΑ Η.Π. 50910/2727 είναι τα οικιακά απόβλητα, καθώς και άλλα απόβλητα που, λόγω της φύσης ή σύνθεσης, προσομοιάζουν με τα οικιακά, αλλά προέρχονται από δραστηριότητες διαφορετικού χαρακτήρα, όπως οι δημόσιες υπηρεσίες και ιδρύματα (σχολεία, κυβερνητικά κτίρια, εστιατόρια, καφετέριες, ξενοδοχεία κ.λπ.), οι εμπορικές, οι τουριστικές και άλλες συναφείς επιχειρήσεις (κτίρια γραφείων, εμπορικά καταστήματα, χώροι συνεστίασεως, ξενοδοχεία κ.λπ.). Στα ΑΣΑ συμπεριλαμβάνονται επίσης απόβλητα κήπων και πάρκων (φύλλα, κλαδιά, κηπευτικά), ένα τμήμα των μη επικίνδυνων Νοσοκομειακών (ή γενικά μονάδων υγειονομικού ενδιαφέροντος) και Βιομηχανικών που προσομοιάζουν στα οικιακά (απόβλητα κουζίνας, μαγειρειών κ.λπ.), καθώς και απόβλητα από καθαρισμό των δρόμων κ.λπ.

Πηγές αυτής της κατηγορίας είναι εν μέρει όλες οι δραστηριότητες, όπως κατοικίες, εμπορικά καταστήματα, ξενοδοχεία, βιοτεχνία, κλαδέματα κ.λπ. Στα ΑΣΑ περιλαμβάνονται και τα ογκώδη απόβλητα, τα οποία δεν αποτελούν ξεχωριστή κατηγορία αποβλήτων, αλλά εξετάζονται συχνά χωριστά ως προς τη συλλογή – μεταφορά – αποθήκευση – προεπεξεργασία τους, λόγω της ιδιαιτερότητας που απαιτεί ο χειρισμός τους, εξαιτίας του μεγέθους τους. Ενδεικτικά αναφέρονται, τα έπιπλα, βαρέλια, στρώματα, κ.λπ. Σημαντικό μέρος των ΑΣΑ αποτελούν τα απόβλητα συσκευασίας που έχουν ιδιαίτερη σημασία λόγω των επιμέρους στόχων αξιοποίησης που θέτει το θεσμικό πλαίσιο.

2.2.2 Υφιστάμενο καθεστώς διαχείρισης ΑΣΑ

Το υφιστάμενο καθεστώς διαχείρισης ΑΣΑ όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή της παρούσας εργασίας κρίνεται ανεπαρκές. Τα βασικότερα προβλήματα και οι κύριες ανεπάρκειες που αναδεικνύουν τις παθογένειες του υφιστάμενου καθεστώτος διαχείρισης αποβλήτων, ανά κατηγορία αποβλήτων, παρουσιάζονται στη συνέχεια.

- Τα ποσοστά ανακύκλωσης με προδιαλογή και ανάκτησης του συνόλου των ΑΣΑ βρίσκονται σχεδόν καθηλωμένα στο 16,5% και 21,6% αντίστοιχα (στοιχεία 2018), απέχοντας σημαντικά από

τους αντίστοιχους στόχους που είχε θέσει το προηγούμενο ΕΣΔΑ για το 2020 (50% και 74% αντίστοιχα).

- Σε πλήρη αντίθεση με την πυραμίδα ιεράρχησης των μεθόδων διαχείρισης των αποβλήτων, η υγειονομική ταφή αποτελεί στη χώρα σταθερά την κυρίαρχη επιλογή διαχείρισης. Το ποσοστό διάθεσης αποβλήτων σε ΧΥΤΑ κινείται μόνιμα κοντά στο 80% (78,4% των παραγόμενων ΑΣΑ για το 2018) απέχει πάρα πολύ από τον ελάχιστο στόχο του 26% που είχε τεθεί στο υφιστάμενο ΕΣΔΑ για το έτος 2020 και ακόμα περισσότερο από τον αντίστοιχο μέσο όρο της ΕΕ που είναι 22,6% της παραγωγής ΑΣΑ.

- Παρουσιάζεται έλλειψη των απαιτούμενων σύγχρονων και ολοκληρωμένων υποδομών και μονάδων διαχείρισης, λόγω καθυστερήσεων στις διαδικασίες ή/ και τοπικών αντιδράσεων.

- Συνεχίζεται η ύπαρξη ή/και λειτουργία χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων (ΧΑΔΑ), παρά την Απόφαση του ΔΕΕ (Υπόθεση C-378/13), με την οποία επεβλήθη κατ' αποκοπήν πρόστιμο, αλλά και εξαμηνιαία χρηματική ποινή εξαρτώμενη από τον αριθμό των λειτουργούντων και μη αποκατασταθέντων ΧΑΔΑ. Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία από την ΕΕ, εξακολουθούν να υπάρχουν στη χώρα 52 περιπτώσεις ΧΑΔΑ για στους οποίους συντρέχουν λόγοι επιβολής προστίμου. Από αυτούς δέκα είναι ενεργοί και μη αποκατεστημένοι ΧΑΔΑ, 24μη αποκατεστημένοι ΧΑΔΑ, και άλλοι 20 ΧΑΔΑ που έχουν αποκατασταθεί, αλλά για τους οποίους η ΕΕ δεν έχει αποδεχθεί την παύση λειτουργίας, λόγω της μη λειτουργίας νόμιμης υποδομής διαχείρισης των αποβλήτων των Δήμων που φιλοξενούν τους εν λόγω ΧΑΔΑ. Με βάση τα πρόσφατα στοιχεία του ΥΠΕΝ έχουν αποκατασταθεί 3 ΧΑΔΑ και έχει παύσει να λειτουργεί και αποκατασταθεί 1 ΧΑΔΑ. Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας έχει καταρτίσει ολοκληρωμένο και ρεαλιστικό σχέδιο δράσης για το κλείσιμο και την αποκατάσταση όλων των ΧΑΔΑ που απομένουν (Παράρτημα VIII).

- Ειδικότερα και σε ότι αφορά την επεξεργασία αποβλήτων πριν την υγειονομική ταφή, αναφέρεται ότι έχουν τεθεί σταδιακά σε λειτουργία από το 2017 μέχρι σήμερα η ΜΕΑ Κοζάνης (στη Δ. Μακεδονία), η ΜΕΑ Ηπείρου και η ΜΕΑ Σερρών, οι οποίες περιλαμβάνουν και ρεύμα επεξεργασίας βιοαποβλήτων, ενώ από προηγούμενα έτη λειτουργούν ήδη το ΕΜΑΚ Α.Λιοσίων, η Μονάδα προεπεξεργασίας αποβλήτων Ηρακλείου, το ΕΜΑΚ Χανίων και η Μονάδα προεπεξεργασίας αποβλήτων Κεφαλλονιάς. Τα αποτελέσματα της διαχείρισης, όπως έχουν αποτυπωθεί στα στοιχεία του 2018, βαίνουν βελτιούμενα σήμερα με τη λειτουργία των νέων μονάδων, χωρίς αυτό να αναιρεί το γεγονός της μεγάλης απόκλισης από τους υφιστάμενους στόχους και την ανάγκη νέων υποδομών.

- Οι ποσότητες βιοαποδομήσιμων αποβλήτων που οδηγήθηκαν σε ΧΥΤΑ ξεπερνούν κατά σχεδόν 2 εκατομμύρια τόνους τη μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα που ορίζει η νομοθεσία και το προηγούμενο ΕΣΔΑ. Συγκεκριμένα, κατά το έτος 2018, 2.771.773 τόνοι ΒΑΑ κατέληξαν σε ΧΥΤΑ, έναντι μέγιστης επιτρεπόμενης ποσότητας 910.000 τόνων ΒΑΑ.

- Ο στόχος χωριστής συλλογής βιοαποβλήτων (ΒΑ) του ν. 4042/2012 για το 2020 ήτοι 10% των παραγόμενων ΒΑ δεν έχει επιτευχθεί (5,7% για το 2018), λόγω απουσίας μέχρι πρότινος ολοκληρωμένου σχεδιασμού και δικτύου υποδομών, ενώ απέχει πάρα πολύ από τον στόχο που είχε θέσει το υφιστάμενο ΕΣΔΑ (40% της παραγόμενης ποσότητας ΒΑ για το 2020).

- Η επίδοση ανακύκλωσης για χαρτί, γυαλί, μέταλλο, πλαστικό (31% ήτοι 759.620 t των παραγόμενων ΑΥ το 2018, με βάση τη μέθοδο 2 της Απόφασης 2011/753/ΕΚ, L 310), παρά το

γεγονός ότι εμφανίζει διαχρονική αύξηση, απέχει ακόμη πάρα πολύ από τον στόχο του 2020 (50% σύμφωνα με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ και 75% βάσει της στόχευσης του υφιστάμενου ΕΣΔΑ).

- Αναφορικά με τη χωριστή συλλογή αποβλήτων από χαρτί, πλαστικό, γυαλί, μέταλλο, κυρίαρχη προσέγγιση αποτελεί η συλλογή όλων των ανακυκλώσιμων συσκευασιών των υλικών αυτών σε έναν κοινό κάδο, η παρουσία ειδικών κωδωνών για γυαλί σε εστιασμένα σημεία, καθώς και η σποραδική παρουσία ειδικών κάδων για χαρτί. Η διαλογή στην πηγή ανακυκλώσιμων υλικών (χαρτί, πλαστικό, γυαλί και μέταλλο) ανέρχεται σε 30,8% ήτοι 752.620 t των παραγόμενων Ανακυκλώσιμων Υλικών, που απέχει ακόμη πάρα πολύ από τον στόχο 65% του υφιστάμενου ΕΣΔΑ για το 2020.

- Όσον αφορά στα Απόβλητα Συσκευασίας (ΑΣ) και ειδικότερα ως προς την ανακύκλωση των επιμέρους υλικών ΑΣ, έχουν επιτευχθεί μερικώς οι στόχοι της ΚΥΑ 9268/469/2007 με εξαίρεση το γυαλί, ενώ διαφαίνεται ότι οι στόχοι σχεδιασμού του ΕΣΔΑ για το 2020 δύναται να επιτευχθούν για τις χάρτινες και τις μεταλλικές συσκευασίες.

- Ο στόχος ανακύκλωσης και ανάκτησης της ΚΥΑ 9268/469/2007 (55% και 60% κ.β αντίστοιχα) για το σύνολο των Αποβλήτων Συσκευασίας έχει επιτευχθεί, ενώ ο αντίστοιχος στόχος ανακύκλωσης του υφιστάμενου ΕΣΔΑ για το 2020 (80,2% κ.β των ΑΣ) διαφαίνεται ότι δεν θα επιτευχθεί (64,4% κ.β. το 2018).

- Το ποσοστό συλλογής των φορητών ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών (33,6% για το 2018) δεν έχει καλύψει τον στόχο του 45% της κυα41624/2057/Ε103/2010 (Β' 1625) .

- Ο στόχος συλλογής ΑΗΗΕ για το 2018 έχει πρακτικά επιτευχθεί (υπολείπεται μόλις 0,4% για την επίτευξη του στόχου του 45%). Δεδομένου όμως ότι ο αντίστοιχος στόχος για το 2020 είναι αρκετά υψηλότερος, διαφαίνεται αδυναμία επίτευξης.

- Ο στόχος ανάκτησης ανά κατηγορία ΑΗΗΕ καθώς και ο στόχος ανακύκλωσης και προετοιμασίας ανά κατηγορία ΑΗΗΕ έχουν επιτευχθεί.

- Αναφορικά με τις Μικρές Ποσότητες Επικίνδυνων Αποβλήτων (ΜΠΕΑ) που εμπεριέχονται στο ρεύμα των ΑΣΑ, όπως καθαριστικά, υλικά απολύμανσης, μπαταρίες, λαμπτήρες, εντομοαπωθητικά, μελάνια, οργανωμένη διαχείριση μέσω ΣΕΔ γίνεται μόνο για τους λαμπτήρες φθορισμού και τις μπαταρίες, όμως όχι για τα υπόλοιπα υλικά.

- Τέλος επισημαίνεται η έλλειψη ολοκληρωμένης και συστηματικής καμπάνιας ευαισθητοποίησης του πληθυσμού που είχε ως αποτέλεσμα την ελλιπή ενημέρωση και την επαγόμενη μη ενεργό συμμετοχή των πολιτών στη χωριστή συλλογή και ανακύκλωση. Όμως χωρίς την ενεργό συμμετοχή των πολιτών η επίτευξη των στόχων χωριστής συλλογής και ανακύκλωσης κρίνεται μη επιτεύξιμη.

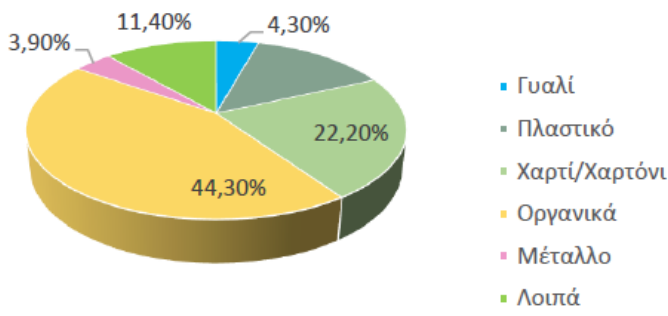
Όπως αποτυπώνεται και στα αποτελέσματα της διαχείρισης που παρουσιάζονται συνοπτικά ανωτέρω, υπάρχει υστέρηση σε επίπεδο απαιτούμενων υποδομών διαχείρισης αστικών αποβλήτων. Ταυτόχρονα δεν λείπουν και οι περιπτώσεις πλημμελούς λειτουργίας ΧΥΤΥ. Εδώ θα πρέπει να επισημανθεί, ότι υπάρχουν και περιοχές που καλύπτονται μεν από ΧΥΤΑ/ ΧΥΤΥ, οι οποίοι όμως έχουν φτάσει στα όρια κορεσμού τους, μερικοί μάλιστα από τους οποίους καλύπτουν μεγάλες πληθυσμιακές ενότητες (όπως Αττική, Αχαΐα), με αποτέλεσμα να καθίσταται επιτακτική η ανάγκη για επέκτασή τους, όπου είναι εφικτή, ή για εξεύρεση νέων χώρων δημιουργίας ΧΥΤΑ/ ΧΥΤΥ και η έγκαιρη ωρίμαση και υλοποίησή τους. Κατά τα λοιπά, μεγάλο μέρος των

απαιτούμενων υποδομών που θα έπρεπε να έχουν ήδη ολοκληρωθεί είναι ακόμα υπό κατασκευή ή σε επίπεδο σχεδιασμού. Αποτέλεσμα των καθυστερήσεων αυτών είναι η χώρα να υλοποιεί έργα υποδομών διαχείρισης τα οποία ανταποκρίνονται στα δεδομένα της εποχής που σχεδιάστηκαν και όχι στις ανάγκες που διαμορφώνονται από τις διεθνείς τάσεις και τη νομοθεσία (ιδίως η πρόσφατη αναθεώρηση ευρωπαϊκών οδηγιών για τα απόβλητα - θεαματική αύξηση των στόχων, ο στόχος περιορισμού της ταφής στο 10% , η αλλαγή των κανόνων χρηματοδότησης από τη νέα προγραμματική περίοδο του ΕΣΠΑ).

Ως εξόχως σημαντικές καταγράφονται οι καθυστερήσεις στην υλοποίηση των απαιτούμενων υποδομών ΔΣΑ για την Αττική, η οποία έχει και την μεγαλύτερη συνεισφορά στην παραγωγή ΑΣΑ της χώρας, καθώς δεν είχε σημειωθεί καμιά ουσιαστική πρόοδος τα τελευταία χρόνια μέχρι το 2019. Πλέον υπάρχει σχεδιασμός για τη συγκεκριμένη Περιφέρεια που προβλέπει την ολοκλήρωση των απαραίτητων υποδομών μέχρι το έτος 2025. Επίσης ως εξαιρετικά αρνητικό αξιολογείται, ότι ακόμη υπάρχουν περιοχές που δεν εξυπηρετούνται από ΧΥΤΑ, διαθέτοντας τα απόβλητά τους σε ΧΑΔΑ, για τους οποίους όμως πλέον ακολουθείται σχέδιο παύσης λειτουργίας τους και αποκατάστασής τους.

Τα στοιχεία που αφορούν την υφιστάμενη παραγωγή και διαχείριση των ΑΣΑ παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 2-1:

Πίνακας 2-1 Συγκεντρωτικά στοιχεία αποτύπωσης υφιστάμενης κατάστασης για τα ΑΣΑ (ΕΣΔΑ 2020-2030)

Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ)															
Υφιστάμενη παραγωγή (2018)	5.523.809 τόνοι														
Κατά κεφαλήν παραγωγή (2018)	514 Kg/κάτοικο/έτος (βάσει Eurostat)														
Ποιοτική σύσταση (βάσει ΕΣΔΑ 2015)	 <table border="1"> <caption>Ποιοτική Σύσταση ΑΣΑ (βάσει ΕΣΔΑ 2015)</caption> <thead> <tr> <th>Υλικό</th> <th>Ποσοστό (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Γυαλί</td> <td>4,30%</td> </tr> <tr> <td>Πλαστικό</td> <td>11,40%</td> </tr> <tr> <td>Χαρτί/Χαρτόνι</td> <td>22,20%</td> </tr> <tr> <td>Οργανικά</td> <td>44,30%</td> </tr> <tr> <td>Μέταλλο</td> <td>3,90%</td> </tr> <tr> <td>Λοιπά</td> <td>5,90%</td> </tr> </tbody> </table>	Υλικό	Ποσοστό (%)	Γυαλί	4,30%	Πλαστικό	11,40%	Χαρτί/Χαρτόνι	22,20%	Οργανικά	44,30%	Μέταλλο	3,90%	Λοιπά	5,90%
Υλικό	Ποσοστό (%)														
Γυαλί	4,30%														
Πλαστικό	11,40%														
Χαρτί/Χαρτόνι	22,20%														
Οργανικά	44,30%														
Μέταλλο	3,90%														
Λοιπά	5,90%														
Υφιστάμενη διαχείριση (2018)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση για χαρτί, μέταλλο, πλαστικό και γυαλί: 31% των παραγόμενων ανακυκλώσιμων ▪ Συνολική ανακύκλωση: 20,1% των ΑΣΑ ▪ Συνολική ανάκτηση (με προδιαλογή και μέσω ΜΕΑ): 21,6% των ΑΣΑ ▪ Διάθεση σε ΧΥΤΑ: 78,4% των ΑΣΑ 														
ΔσΠ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 16,5% των ΑΣΑ ▪ 30,8% των ανακυκλώσιμων υλικών (χαρτί, μέταλλο, πλαστικό και γυαλί) ▪ 5,7% των βιοαποβλήτων 														

Το τελευταίο διάστημα παρατηρείται μία δυναμική ώθηση στην πορεία υλοποίησης των προβλεπόμενων, από τα ισχύοντα ΠΕΣΔΑ, υποδομών.

2.2.3 Μελλοντική παραγωγή και διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα

Σύμφωνα με το νέο ΕΣΔΑ 2020-2030, η διαχείριση των ΑΣΑ θα γίνεται με βάση τους ακόλουθους άξονες:

(α) Χωριστή συλλογή ανακυκλώσιμων υλικών και βιοαποβλήτων.

(β) Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των παραγόμενων ΑΣΑ τουλάχιστον σε ποσοστό 55 % κατά βάρος μέχρι το 2025 και 60% κατά βάρος μέχρι το 2030.

(γ) Χαμηλά ποσοστά ταφής, κάτω του 10%, μέχρι το 2030.

(δ) Επεξεργασία των υπολειπόμενων σύμμεικτων αποβλήτων σε σύγχρονες μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων (ΜΕΑ). Στις μονάδες αυτές τηρείται η ιεράρχηση των αποβλήτων και στόχος είναι αφενός η ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών, η ενδεχόμενη ανάκτηση ενέργειας μέσω της αναερόβιας χώνευσης, και εν τέλει η δραστική μείωση του υπολείμματος προς διάθεση σε ΧΥΤ

με την παραγωγή εναλλακτικού καυσίμου ή/και την ενεργειακή αξιοποίηση των υπολειμμάτων σε άλλες μονάδες. Στο πλαίσιο αυτό, μέχρι το 2030, το σύνολο των μονάδων για τις οποίες κρίνεται τεχνικοοικονομικά εφικτό, δύνανται να παράγουν και δευτερογενές καύσιμο, εφόσον είναι σε συμφωνία με τους στόχους των οικείων ΠΕΣΔΑ.

Συνεπώς προβλέπεται η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου, συνεκτικού και σύγχρονου δικτύου υποδομών διαχείρισης αποβλήτων, στη βάση των αρχών της εγγύτητας και της αυτάρκειας, με χρήση των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών για την επίτευξη υψηλών ποσοστών ανάκτησης και ανακύκλωσης, μέσω της έγκαιρης και αποτελεσματικής απορρόφησης όλων των διαθέσιμων πόρων του τρέχοντος χρηματοδοτικού πλαισίου 2014-2020, καθώς και μέσω της αξιοποίησης των πόρων του νέου χρηματοδοτικού πλαισίου 2021-2027 σε στοχευμένες επιλέξιμες δράσεις και υποδομές που θα διασφαλίσουν τη μετάβαση σε μια αειφόρο και κυκλική οικονομία.

(ε) Δημιουργία δικτύου μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης από υπολείμματα επεξεργασίας αποβλήτων ή/και από εναλλακτικά καύσιμα. Οι μονάδες αυτές μπορεί να είναι κεντρικές μονάδες για όλη τη χώρα (ενδεικτικά τουλάχιστον 3-4 μονάδες), χωρίς όμως να αποκλείεται αυτό να γίνεται καθετοποιημένα και εντός των ίδιων των ΜΕΑ, εφόσον αυτό κρίνεται τεχνικοοικονομικά εφικτό και προκρίθει από τα οικεία ΠΕΣΔΑ ή/και τους οικείους ΦΟΔΣΑ. Σύμφωνα με αυτόν τον άξονα, προβλέπεται η ενεργειακή αξιοποίηση των δευτερογενών (απορριματογενών) καυσίμων και του υπολείμματος (σε πλήρη συμφωνία με τις αντίστοιχες απαιτήσεις της Ε.Ε. για ενεργειακή αξιοποίηση, το ευρωπαϊκό πλαίσιο ταξινόμησης για τις βιώσιμες επενδύσεις και την κυκλική οικονομία), ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο η ταφή των υπολειμμάτων. Επίσης, βάσει βέλτιστων ευρωπαϊκών πρακτικών τα εναλλακτικά καύσιμα μπορούν να αξιοποιούνται στην ενεργοβόρο βιομηχανία, αντικαθιστώντας τα παραδοσιακά ορυκτά καύσιμα.

Πρωτίστως βέβαια έπρεπε να έχει επέλθει παύση λειτουργίας και αποκατάσταση όλων των υφιστάμενων Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ) έως το 2022. Προς την κατεύθυνση αυτή η Γενική Γραμματεία Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, είχε αναπτύξει ολοκληρωμένο σχεδιασμό κλεισίματος και αποκατάστασης των ΧΑΔΑ ούτως ώστε το φαινόμενο της ανεξέλεγκτης διάθεσης να είχε εξαλειφθεί μέχρι τις αρχές του 2021 και η αποκατάσταση των ΧΑΔΑ να είχε ολοκληρωθεί το 2022.

2.2.4 Υποδομές διαχείρισης των στερεών αποβλήτων της ν. Λευκάδας

Στο παρελθόν, στο νησί της Λευκάδας, η απουσία οργανωμένου ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ οδήγησε στην πολυετή και εντατική χρήση ανεξέλεγκτων χωματερών προκαλώντας σημαντική αισθητική και περιβαλλοντική υποβάθμιση. Ακόμα και σήμερα τα ΔΣΑ οδηγούνται προς τελική διάθεση εκτός του νησιού, στον ΧΥΤΑ Παλαίρου Αιτωλοκαρνανίας με το ΦΕΚ Ν.4685/2020 και πιο συγκεκριμένα με το άρθρο 93 παρ. 4 « Τα αστικά στερεά απόβλητα των Δήμων της Περιφερειακής Ενότητας Λευκάδας, διατίθενται στο ΧΥΤΑ Παλαίρου. Η διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων των Δήμων της ΠΕ Λευκάδας και του Δήμου Ακτίου Βόνιτσας, γίνεται σύμφωνα με την από 16/8/2017 μεταξύ τους προγραμματική σύμβαση.». Η συνεργασία με τον Δήμο Ακτίου Βόνιτσας συνεχίζεται μέχρι σήμερα σύμφωνα με την ανωτέρω ψηφισμένη διάταξη.

Στην Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) του αναθεωρημένου ΠΕΣΔΑ Ιονίων Νήσων, για την ολοκληρωμένη διαχείριση των απορριμμάτων στο σύνολο της

Περιφέρειας, βάσει των νέων απαιτήσεων καθώς και σύμφωνα με τις υπάρχουσες υποδομές, προτείνονται τα κατάλληλα μέτρα και έργα για κάθε Διαχειριστική Ενότητα της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων. Στα μέτρα που περιλαμβάνει ο προτεινόμενος ΠΕΣΔΑ Ιονίων Νήσων έχει λάβει υπόψη και τον σχεδιασμό των Τοπικών Σχεδίων Διαχείρισης Αποβλήτων (σε όσους δήμους είχε ολοκληρωθεί) θέτοντας παράλληλα ιεράρχηση των έργων με βάσει τις προτεραιότητες του ΠΕΣΔΑ για την επίτευξη των στόχων και τις διαθέσιμες πηγές χρηματοδότησης των έργων.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι προβλέπεται η κατασκευή μονάδας επεξεργασίας των υπολειμματικών σύμμεικτων αποβλήτων σε κάθε Διαχειριστική Ενότητα προκειμένου προς τελική διάθεση να οδηγούνται τα υπολείμματα της επεξεργασίας των υπολειμματικών σύμμεικτων αποβλήτων. Με αυτό τον τρόπο θα μειώνεται ακόμη περισσότερο η ποσότητα που οδηγείται προς ταφή αυξάνοντας το χρόνο λειτουργίας των ΧΥΤ οι οποίοι θα λειτουργούν πλέον ως ΧΥΤΥ. Δεδομένου της αδυναμίας εξεύρεσης κατάλληλων χώρων ταφής σε όλα τα νησιά της Π.Ι.Ν. η επιμήκυνση του χρόνου ζωής των υφιστάμενων ή των προς κατασκευή νέων ΧΥΤ, είναι μέγιστης σημασίας στο όλο σύστημα διαχείρισης των απορριμμάτων.

Οι προτεινόμενες δράσεις για την Διαχειριστική Ενότητα Λευκάδας, για την επίτευξη των στόχων του ΠΕΣΔΑ είναι:

i) Καθιέρωση της ΔσΠ (Διαλογή στην Πηγή) των ακόλουθων ρευμάτων

- βιοαπόβλητα
- χαρτί / χαρτόνι (έντυπο, συσκευασίες)
- γυαλί
- πλαστικό
- μέταλλα
- ή εναλλακτικά μέταλλα και πλαστικό από κοινού

Ειδικότερα προτείνονται τα ακόλουθα:

- ✓ Ανάπτυξη δικτύου καφέ κάδων για ΔσΠ βιοαποβλήτων.
 - Τα συλλεγόμενα βιοαπόβλητα της Λευκάδας θα οδηγούνται προς επεξεργασία στη Μονάδα Επεξεργασίας Απορριμμάτων (Μ.Ε.Α.) Λευκάδας
 - Προμήθεια απορριμματοφόρων συλλογής βιοαποβλήτων
 - Προώθηση της οικιακής κομποστοποίησης
 - Χορήγηση κάδων κομποστοποίησης σε οικίες μικρών οικισμών της Λευκάδας
- ✓ Διαλογή στην Πηγή στις τουριστικά ανεπτυγμένες περιοχές για χαρτί (κυρίως για χάρτινες συσκευασίες) και πλαστικό/μέταλλα.
- ✓ Ανάπτυξη δικτύου κάδων χωριστής συλλογής για το έντυπο χαρτί στους μεγάλους παραγωγούς: σχολεία, δημόσιες και δημοτικές υπηρεσίες, Οργανισμοί Κοινής Ωφέλειας λοιπές μεγάλες επιχειρήσεις.
- ✓ Εφαρμογή προγράμματος ανακύκλωσης στις ξενοδοχειακές μονάδες με κάδους συλλογής για το κάθε ένα από τα παραπάνω ρεύματα.

ii) Πράσινα Σημεία:

- ✓ Για την Λευκάδα προτείνεται η κατασκευή και λειτουργία Πράσινων Σημείων. Στα Π.Σ. θα γίνεται η ξεχωριστή συλλογή όσο περισσότερων ρευμάτων ανακυκλώσιμων υλικών, παλιών επίπλων, ηλεκτρικών συσκευών, ογκωδών αντικειμένων, ΜΠΕΑ, κτλ.
- ✓ Για την καλύτερη προδιαλογή των υλικών και την επίτευξη των στόχων εκτροπής των ανακυκλώσιμων υλικών προτείνεται πλέον των Π.Σ. και η κατασκευή Πράσινων νησίδων
- ✓ Επίσης, προτείνεται η δημιουργία ενός ΚΑΕΔΙΣΠ στη Λευκάδα.

iii) Επεξεργασία προδιαλεγμένου οργανικού:

- ✓ Για την επεξεργασία των προδιαλεγμένων βιοαποβλήτων προτείνεται η κατασκευή μονάδας επεξεργασίας των βιοαποβλήτων δυναμικότητας 3.000 τόνων στη Μ.Ε.Α. Λευκάδας.

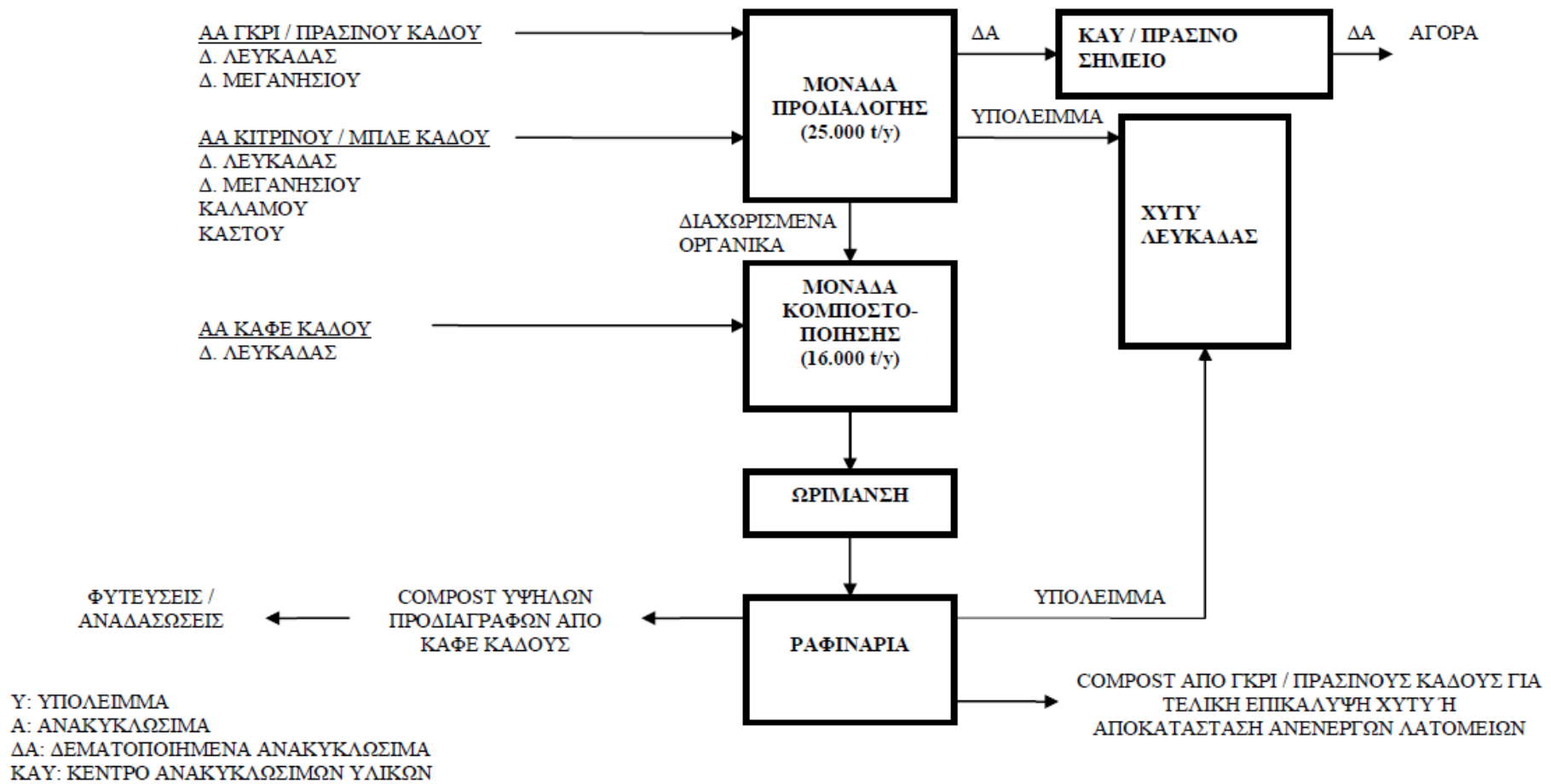
iv) Σταθμοί Μεταφόρτωσης (ΣΜΑ – ΣΜΑΥ)

- ✓ Προτείνεται να εξεταστεί η δυνατότητα κατασκευής ΣΜΑΥ στη Λευκάδα για την αντιμετώπιση των αυξανόμενων ποσοτήτων Α.Υ. που θα συλλέγονται.

v) Διαχείριση υπολειμματικών σύμμεικτων απορριμμάτων – Τελική Διάθεση:

- ✓ Για την διαχείριση των υπολειμματικών σύμμεικτων απορριμμάτων προτείνεται η κατασκευή Μ.Ε.Α. δυναμικότητας 8.000 τόνων. Η Μ.Ε.Α. Λευκάδας θα διαχειρίζεται το σύνολο των υπολειμματικών σύμμεικτων απορριμμάτων της Δ.Ε. Λευκάδας.
- ✓ Η μονάδα επεξεργασίας θα πρέπει να επιτυγχάνει τους στόχους που έχουν τεθεί στον αναθεωρημένο ΠΕΣΔΑ, τόσο όσον αφορά την ανάκτηση ΒΑΑ και ανακυκλώσιμων υλικών όσο και του στόχου των υπολειμμάτων που θα οδηγούνται προς τελική διάθεση. Η μονάδα θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τη σύγχρονη τεχνολογία και να ενσωματώνει βέλτιστες πρακτικές για τη διαχείριση των υπολειμματικών σύμμεικτων απορριμμάτων.
- ✓ Τα υπολείμματα της επεξεργασίας θα πρέπει να διατίθενται σε ΧΥΤΥ που θα κατασκευαστεί στη Λευκάδα (Εικόνα 2-1).

Όπως βεβαιώνεται από τα ανωτέρω, η εύρεση κατάλληλων χώρων εγκατάστασης Χώρων Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων είναι επιτακτική για το νησί της Λευκάδας και είναι η βέλτιστη λύση για το πρόβλημα της διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων του νησιού. Στη συνέχεια αναλύονται τα κριτήρια για την καταλληλότητα της θέσης καθώς και οι τρόποι ταφής των υπολειμμάτων στους χώρους αυτούς.



Εικόνα 2-1 Συνοπτικό Διάγραμμα Τοπικού Σχεδίου Αποκεντρωμένης Διαχείρισης Απορριμμάτων Δ. Λευκάδας - Διαχείριση απορριμμάτων Ν. Λευκάδας

2.3 Χώροι Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ)

Η επιλογή κατάλληλου χώρου για τη διάθεση αποβλήτων είναι ένα από τα βασικότερα θέματα στη διαχείριση αποβλήτων, καθώς τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τις αστικές και βιομηχανικές δραστηριότητες δημιουργούν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η χωροθέτηση ΧΥΤΥ είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, διότι απαιτείται να συνδυαστούν κοινωνικές, περιβαλλοντικές και τεχνικές παράμετροι. Ο χώρος διάθεσης θα πρέπει να επιβαρύνει όσο το δυνατόν λιγότερο το βιοφυσικό περιβάλλον και την οικολογία της περιβάλλουσας περιοχής. Επίσης πρέπει να ληφθούν υπόψη οικονομικοί και γεωμορφολογικοί παράγοντες (Sehnaz et al, 2010).

Σύμφωνα με τον Βουδούρη (2009), για τη σωστή εφαρμογή της υγειονομικής ταφής απαιτείται η κατάλληλη υποδομή για:

- την καθημερινή συμπίεση και επικάλυψη των αποτιθέμενων απορριμμάτων
- τον έλεγχο και συλλογή του παραγόμενου στραγγίσματος
- τη συλλογή ή απομάκρυνση του παραγόμενου βιοαερίου
- την αποκατάσταση του χώρου μετά το τέλος λειτουργίας της εγκατάστασης

ενώ οι επιπτώσεις από τη λειτουργία χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων συνοψίζονται ως εξής:

- παραγωγή και διαρροές διασταλαζόντων υγρών, πιθανή ρύπανση των υπόγειων υδροφορέων και του εδάφους
- ρύπανση επιφανειακών νερών
- μετάδοση ασθενειών
- εκπομπή αερίων (CH_4 , CO_2 , SO_2 , NH_3 , H_2S κ.α.) και ρύπανση ατμόσφαιρας
- εμφάνιση διαφόρων ζωικών ειδών όπως ποντίκια, έντομα και πτηνά
- επιπτώσεις στην πανίδα και ειδικά σε ευαίσθητα φυτά και δέντρα
- αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος και γενικά οπτική όχληση
- έκλυση οσμών, σκόνη, διασπορά μικρών αντικειμένων με τον άνεμο
- θόρυβος από τη λειτουργία μηχανημάτων μεταφοράς και συμπίεσης
- κίνδυνοι ανάφλεξης
- κίνδυνος κατολίσθησης
- κίνδυνος καθίζησης και διάβρωσης του υλικού επικάλυψης.

Ο ΧΥΤΥ πρέπει να εξασφαλίζει στεγανότητα, σταθερότητα των γεωλογικών σχηματισμών, να μην επηρεάζει τους υδροφόρους ορίζοντες της περιοχής, να είναι μακριά από αρχαιολογικούς χώρους, βιότοπους, οικισμούς και αστικά κέντρα κ.λπ. Για την επιλογή της θέσης υπεισέρχονται και άλλοι παράγοντες, όπως το κλίμα, η μορφολογία, η απόσταση από την πηγή γένεσης των

απορριμμάτων, οι υδρογεωλογικές συνθήκες, η σεισμικότητα της περιοχής το κόστος απόκτησης και η κοινωνική αποδοχή.

2.3.1 Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΥ

Το σύνολο των κριτηρίων που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή της θέσης αναφέρονται στη συνέχεια (Βουδούρης, 2009):

Υδρογεωλογικά κριτήρια

Το γεωλογικό υπόβαθρο θεωρείται κατάλληλο για ΧΥΤΥ, όταν ο συντελεστής υδροπερατότητάς του είναι $k \leq 10^{-7}$ m/s, ώστε μετά την επεξεργασία να πάρει την επιθυμητή τιμή $k \leq 10^{-9}$ m/s. Η ακόρεστη ζώνη πρέπει να έχει ένα ελάχιστο πάχος 5 m, για τη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών αυτοκαθαρισμού και αποτροπή πιθανής ρύπανσης. Το βάθος και οι διακυμάνσεις της στάθμης του υπόγειου νερού από τον πυθμένα του ΧΥΤΥ πρέπει να εξετάζονται πριν τη χωροθέτησή του. Ελέγχονται επίσης οι υδραυλικές παράμετροι των υδροφόρων, η γεωμετρία τους, οι πιθανές εισροές από γειτονικές λεκάνες, οι ζώνες προστασίας υδροληπτικών έργων και ιαματικών νερών, η ποιότητα των υπόγειων νερών και το υδρολογικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής. Η παρουσία υδροφορέων σε μικρό βάθος, ειδικά στην περίπτωση που εκμεταλλεύονται για την κάλυψη υδρευτικών αναγκών αποτελεί απαγορευτικό παράγοντα για την εγκατάσταση ΧΥΤΥ. Προτιμούνται περιοχές στις οποίες η στάθμη του υπόγειου νερού είναι σε μεγάλο βάθος, με μικρή διακύμανση της στάθμης και ποιοτικά υποβαθμισμένες (π.χ. λόγω υφαλμύρινσης). Επιπλέον προτιμούνται σχηματισμοί με μικρή υδροπερατότητα (στεγανοί), με υψηλό pH (μεγαλύτερη ικανότητα προσρόφησης βαρέων μετάλλων) και μεγάλη ικανότητα κατιοανταλλαγής (εξασθενεί τους ρύπους μέσω προσρόφησης και ανταλλαγής κατιόντων).

Γεωτεχνικά κριτήρια

Ελέγχονται η ευστάθεια, η διαβρωσιμότητα του εδάφους, η πιθανότητα εκδήλωσης καθιζήσεων και φαινομένων ερπυσμού (creep), καθώς επίσης τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των εδαφών. Ο έλεγχος της ευστάθειας γίνεται με την εκτίμηση των εξής παραμέτρων: τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του υποστρώματος έδρασης, τις κλίσεις των πρανών και των γεωλογικών σχηματισμών, το βάρος των απορριμμάτων, το είδος της επιφανειακής κάλυψης. Γενικά προτιμούνται περιοχές οριζόντιες ή με μικρές κλίσεις (<15%) και αποφεύγονται ασταθείς περιοχές, που είναι επιρρεπείς σε κατολισθήσεις με φτωχές συνθήκες θεμελίωσης, καθώς και σεισμικά ευάλωτες περιοχές.

Κριτήρια χωροταξίας

Πρέπει να τηρούνται αποστάσεις από οικισμούς, από πηγές, οδούς, μνημεία, χώρους αναψυχής, αρχαιολογικούς χώρους, πολιτιστικούς χώρους και δραστηριότητες κ.λπ. Γενικά απαγορεύεται η εγκατάσταση ΧΥΤΥ σε περιοχές αρχαιολογικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος, παραδοσιακού οικισμού, οικιστικές περιοχές (περιλαμβάνονται περιοχές εντός ορίων σχεδίου πόλης και εντός ορίων οικισμών με πληθυσμό κάτω των 2.000 κατοίκων, περιοχές εντός ορίων οικοδομικών συνεταιρισμών Α ή και Β κατοικίας, περιοχές ιδιωτικής πολεοδόμησης του Ν. 1947/91 για οικιστική χρήση). Επίσης πρέπει να εξασφαλίζεται απόκρυψη, κατά το δυνατόν, για να μην υπάρχει οπτική επιβάρυνση.

Η ελάχιστη απαιτούμενη απόσταση από ποταμούς είναι 100 m, από λίμνες 300 m, από εθνικές οδούς 300 m, από αεροδρόμια 3.000 m και από υδρευτικές γεωτρήσεις 400 m.

Περιβαλλοντικά κριτήρια

Αξιολογούνται οι επιδράσεις στην πανίδα και χλωρίδα και η αισθητική κατάσταση του κυρίως χώρου του ΧΥΤΥ σε σχέση με τη δυνατότητα αναβάθμισής του. Τηρούνται οι αποστάσεις από υπάρχοντες βιότοπους ή υγροβιότοπους. Σε νησιά, σύμφωνα με κοινή απόφαση των Υπουργείων ΠΕΧΩΔΕ και Οικονομίας (2006), θα μπορούν να δημιουργηθούν μικροί ΧΥΤΑ και σε προστατευόμενες περιοχές (δίκτυο NATURA, Ramsar) με αυστηρούς περιβαλλοντικούς όρους.

Κλιματικά - υδρολογικά κριτήρια

Εξετάζονται και αξιολογούνται τα παρακάτω: Η ένταση και διεύθυνση του ανέμου γιατί ρυθμίζουν τη μεταφορά των οσμών. Το μέγεθος της λεκάνης απορροής και η επιφανειακή απορροή. Η ένταση και κατανομή των βροχοπτώσεων (πιθανότητα εμφάνισης πλημμύρας και ανάγκη αποστράγγισης). Η εξατμισοδιαπνοή καθώς περιοχές με έντονη εξάτμιση ξηραίνουν και ρηγματώνουν τις αργιλικές μεμβράνες. Στοιχεία μικροκλίματος της περιοχής (π.χ. συχνότητα και διάρκεια θερμοκρασιακών αναστροφών, συχνότητα και διεύθυνση μεταβατικών ρευμάτων).

Οικονομικά κριτήρια

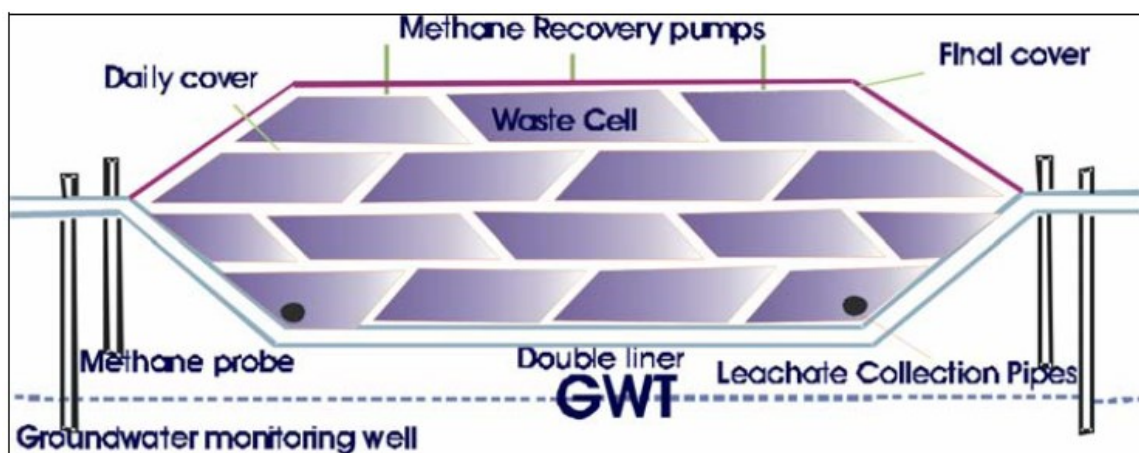
Από οικονομική άποψη πρέπει να προσμετρηθούν και συνεκτιμηθούν τα εξής κόστη: Κόστος μεταφοράς των απορριμμάτων. Αγορά (αξία γης) και διαμόρφωση του χώρου, έργα για τη στεγανοποίηση του πυθμένα και των πρανών και συλλογής στραγγισμάτων. Διαθεσιμότητα δικτύων (ύδρευση, ηλεκτρική ενέργεια κ.α.). Ευχέρεια εκτέλεσης έργων υποδομής (τάφος ομβρίων υδάτων, οδοποιία κ.α.). Ο απαιτούμενος χώρος ταφής των απορριμμάτων σχετίζεται με τον πληθυσμό, την παραγόμενη ποσότητα ανά κάτοικο, την πυκνότητα, τον αριθμό των στρωμάτων (ταμπάνια) και το λόγο συμπίεσης.

Λειτουργικά κριτήρια

Λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω δεδομένα: Χωρητικότητα (διάρκεια ζωής) του ΧΥΤΥ, ευχέρεια απόκτησης του χώρου, σε σχέση με το χαρακτήρα της περιοχής και το ιδιοκτησιακό του καθεστώς, διαθεσιμότητα υλικού επικάλυψης.

2.3.2 Τρόποι απόθεσης σε ΧΥΤΥ

Η απόθεση των απορριμμάτων στους χώρους υγειονομικής ταφής γίνεται σε μορφή στρώσεων, οι οποίες συμπίεζονται με τη βοήθεια μηχανημάτων. Κάθε στρώση (ταμπάνι) χωρίζεται σε κελιά (κύτταρα) ημερήσιας επικάλυψης, δηλαδή τμήματα στα οποία αποτίθενται η ημερήσια ποσότητα των απορριμμάτων που φθάνουν στο χώρο υγειονομικής ταφής και στο τέλος της ημέρας επικαλύπτεται με λεπτό στρώμα υλικού για την προστασία από αυτοανάφλεξη, περιορισμό της έκλυσης οσμών, της διείδυσης νερού και της παρουσίας εντόμων. Το πάχος της ημερήσιας επικάλυψης είναι περίπου 0,15 m με υλικό αμμώδες ή αμμοχαλικώδες.



Εικόνα 2-2 Σχηματική απεικόνιση της υγειονομικής ταφής (Tchobanoglous 1993, Bagchi 1994)

Διακρίνονται τρεις τρόποι απόθεσης απορριμμάτων:

- 1) **Επίπεδων περιοχών:** Εφαρμόζεται σε χώρο με επίπεδη μορφολογία. Τα απορρίμματα απλώνονται σε λεπτές λωρίδες και επάλληλα στρώματα και συμπαγοποιούνται. Η απόθεση των απορριμμάτων συνεχίζεται μέχρι το επιθυμητό ύψος του κελιού. Στο τέλος κάθε ημέρας το κελί καλύπτεται με υλικό προσωρινής επικάλυψης (γαιώδη υλικά, πάχους 15 cm). Αν δεν υπάρχουν στην περιοχή δανειοθάλαμοι για υλικό επικάλυψης, τότε εφαρμόζεται μια παραλλαγή της μεθόδου, η μέθοδος της ράμπας. Στη μέθοδο αυτή ως υλικό επικάλυψης χρησιμοποιείται το υλικό εκσκαφής, που λαμβάνεται από τη βάση του επόμενου κελιού. Το μέγιστο ύψος του απορριμματικού ανάγλυφου πρέπει να είναι <20 m.
- 2) **Τάφρων:** Εφαρμόζεται σε περιοχές όπου υπάρχει μεγάλο πάχος υλικού επικάλυψης, κάτω από το χώρο απόθεσης και υψηλός υδροφόρος ορίζοντας. Η απόθεση των απορριμμάτων γίνεται μέσα σε τάφρους. Η έναρξη γίνεται με εκσκαφή της πρώτης τάφρου με το υλικό εκσκαφής, της οποίας κατασκευάζεται επίχωμα στην πλευρά αντίθετα από το μέτωπο προχώρησης της απόθεσης. Μετά την ολοκλήρωση της απόθεσης στην πρώτη τάφρο, ως υλικό επικάλυψης χρησιμοποιείται το υλικό εκσκαφής της επόμενης τάφρου.
- 3) **Τοπογραφικών ταπεινώσεων:** Ενδείκνυται για περιοχές τοπογραφικών ταπεινώσεων όπως, φαράγγια, λατομεία, ρέματα κ.λπ. Ως υλικά επικάλυψης χρησιμοποιούνται υλικά από τα φυσικά πρανή της περιοχής με αποτέλεσμα και την επιθυμητή ελάττωση των κλίσεων. Σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή της μεθόδου αυτής παίζει η επιφανειακή αποστράγγιση και η παροχέτευση των επιφανειακών απορροών (B.Şener, 2004).

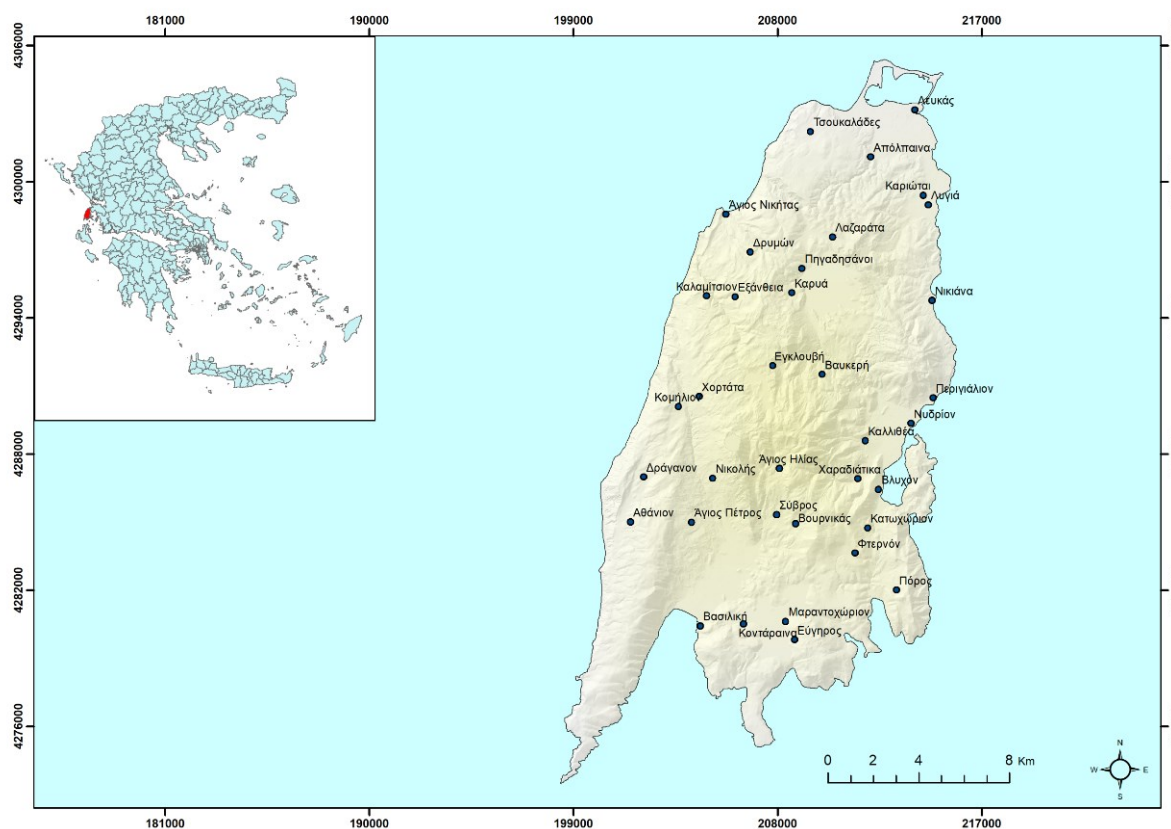
3 ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά

Η Περιφερειακή Ενότητα Λευκάδος ανήκει στην περιφέρεια των Ιονίων Νήσων. Γεωγραφικά τοποθετείται ανάμεσα από την Κέρκυρα και την Κεφαλονιά, ενώ ενώνεται με τη δυτική ηπειρωτική Ελλάδα μέσω μιας πλωτής γέφυρας μήκους 20 μέτρων στο βόρειο μέρος του νησιού. Εκτός από το νησί της Λευκάδας την περιφερειακή ενότητα συνθέτουν τα νησιά Μεγανήσι, Κάλαμος, Καστός, Σκορπιός, Σκορπίδι, Μαδουρή, Σπάρτη, Θηλειά, κι άλλα μικρότερα γύρω από αυτά. Διοικητικά η Π.Ε χωρίζεται σε 2 δήμους, ο πρώτος είναι ο δήμος Λευκάδας με έδρα την ομώνυμη πόλη ενώ ο δεύτερος είναι ο δήμος Μεγανησίου με έδρα το Κατωμέρι.

Η Π.Ε. Λευκάδας καταλαμβάνει περίπου το 15% της συνολικής έκτασης της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων, η οποία έχει συνολική έκταση 2.318 τ. χλμ. και καλύπτει το 1,8% της συνολικής έκτασης της χώρας. Η Π.Ε. Λευκάδας είναι η δεύτερη μικρότερη της Περιφέρειας από πληθυσμιακή άποψη, συγκεντρώνοντας το 11,5%% του συνολικού πληθυσμού της Περιφέρειας Ι.Ν. Ο πληθυσμός της Π.Ε. Λευκάδας ανέρχεται σε 23.693 μόνιμους κατοίκους (ΕΛΣΤΑΤ 2011).

Ο Δήμος Λευκάδας με τη σημερινή διοικητική του μορφή συστάθηκε το 2011 βάσει του προγράμματος Καλλικράτης και περιλαμβάνει τις Δημοτικές Ενότητες (Δ.Ε) Λευκάδας, Ελλομένου, Απολλωνίων, Καρυάς και Σφακιωτών και επιπλέον τις Δ.Ε Καλάμου και Καστού των ομώνυμων νήσων. Η περιοχή που ερευνάται οριοθετείται αυστηρά από τα όρια της νήσου Λευκάδας (Εικόνα 3-1).



Εικόνα 3-1 : Χάρτης της περιοχής έρευνας (ν. Λευκάδας)

Μετά την εφαρμογή του Προγράμματος Καλλικράτης ο Δήμος Λευκάδας διαθέτει 22.710 μόνιμους κατοίκους. Σε αντίθεση με την πτωτική πορεία που εμφάνισε στο μόνιμο πληθυσμό της Περιφέρεια Ιονίων Νήσων, οι μόνιμοι κάτοικοι του Δήμου Λευκάδας έχουν αυξηθεί σε ποσοστό 5,20% την τελευταία δεκαετία και συνολικά 14,62% από το 2001.

Πίνακας 3-1 Εξέλιξη μόνιμου πληθυσμού στον Δήμο Λευκάδας

Εξέλιξη μόνιμου πληθυσμού στο Δήμο Λευκάδας *		
Έτος	Μόνιμοι κάτοικοι	Μεταβολή
1991	19.814	
2001	20.844	5,20%
2011	22.710	8,95%
Συνολική μεταβολή 20ετίας		14,62%

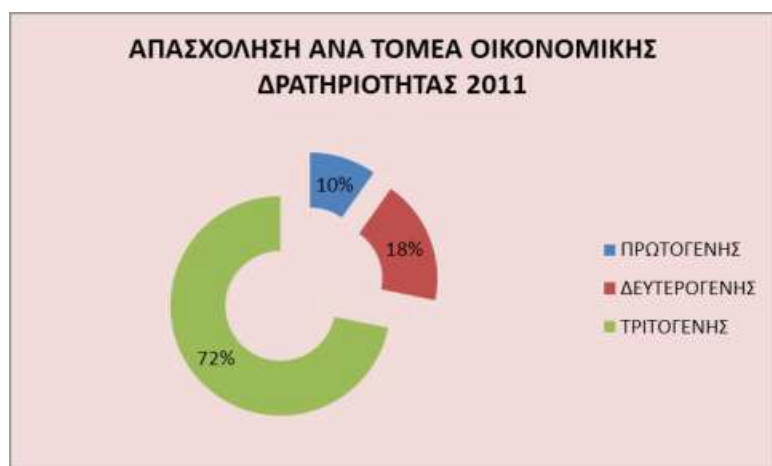
ΠΗΓΗ : ΕΛ.ΣΤΑΤ. 2011, Ε.Σ.Υ.Ε. 1991, 2001

* Στον πληθυσμό των ετών 1991 & 2011 έχουν συμπεριληφθεί οι κάτοικοι των τότε Δημοτικών Ενότητων που έχουν πλέον ενσωματωθεί στο Δήμο Λευκάδας με την εφαρμογή του Καλλικράτη

(πηγή: Επιχειρησιακός Σχεδιασμός Α' Φάση Δήμου Λευκάδας 2020-2023)

3.2 Κοινωνικά-Οικονομικά χαρακτηριστικά

Η κύρια απασχόληση του οικονομικά ενεργού πληθυσμού του νησιού της Λευκάδας είναι στον τριτογενή τομέα παραγωγής σε ποσοστό 72 %, στον πρωτογενή τομέα παραγωγής σε ποσοστό 10 % και στον δευτερογενή τομέα παραγωγής σε ποσοστό 18 %.



Εικόνα 3-2 Απασχόληση ανά τομέα οικονομικής δραστηριότητας

(πηγή: Επιχειρησιακός Σχεδιασμός Α' Φάση Δήμου Λευκάδας 2020-2023)

Πρωτογενής Τομέας

Στον τομέα της γεωργίας τα κύρια είδη καλλιέργειας είναι οι ελαιώνες, κυρίως στις πεδινές περιοχές και τα αμπέλια στις ημιορεινές περιοχές. Επίσης σε πολύ μικρές εκτάσεις στις ανατολικές και νότιες πεδινές εκτάσεις του νησιού υπάρχουν καλλιέργειες εσπεριδοειδών και κηπευτικών.

Η γεωργική γη ανέρχεται σε 129.496 στρέμματα (ΕΣΥΕ 1992). Οι δενδρώδεις καλλιέργειες καταλαμβάνουν 83.280 στρέμματα, οι αροτραίες καλλιέργειες 20.335 στρέμματα, η αγρανάπαυση καταλαμβάνει 14.752 στρέμματα, τα αμπέλια 9.451 στρέμματα και τα κηπευτικά 1.678 στρέμματα. Η αρδευόμενη γη καταλαμβάνει μόνον 7.227 στρέμματα, δηλαδή περίπου το 5% της γεωργικής γης.

Κατά τη δεκαετία 1980-90 όλες, σχεδόν, οι καλλιέργειες του νησιού (ιδιαίτερα οι άμπελοσταφιδάμπελοι) εμφάνισαν σημαντική μείωση ενώ οι αγραναπάψεις αυξήθηκαν κατά 50% περίπου. Οι σημαντικότεροι ανασταλτικοί παράγοντες για την ανάπτυξη της γεωργίας ήταν η ορεινή διαμόρφωση του νησιού, η έλλειψη επαρκών διαθέσιμων υδάτινων πόρων και ο έντονος κατακερματισμός της αγροτικής ιδιοκτησίας (σε μερικές περιπτώσεις 15 αγροτεμάχια/εκμετάλλευση). Σύμφωνα με στοιχεία της Ένωσης Αγροτικών Συνεταιρισμών Λευκάδας ο οικονομικά ενεργός πληθυσμός σε αγροτικά νοικοκυριά είναι 3.500 εκ των οποίων τα 2.000 έχουν κύριο εισόδημα μόνο από τον αγροτικό τομέα.

Η κτηνοτροφία του νησιού δεν αποτελεί σημαντικό οικονομικό πόρο για τον αγροτικό πληθυσμό του νησιού της Λευκάδας. Η εξάλειψη των νομαδικών αιγοπροβάτων οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στην έλλειψη ατόμων για την βόσκηση των ποιμνίων (βοσκών) και στην υποβάθμιση των βοσκοτόπων της περιοχής. Στον εν λόγω τομέα της κτηνοτροφίας ο αριθμός των ζώων είναι 24.800 πρόβατα και αιγοειδή σύμφωνα με στοιχεία της Δ/νσης Αγροτικής Ανάπτυξης Λευκάδας. Επίσης, θα πρέπει να σημειωθεί ότι μικρός αριθμός αγροτών κυρίως στις ορεινές περιοχές ασχολείται με την μελισσοκομία.

Η ευρύτερη θαλάσσια περιοχή της Λευκάδας είναι κατάλληλη για την ανάπτυξη της αλιείας. Υπάρχει σημαντική ποικιλία αλιευμάτων καθώς επίσης και σημαντικός αριθμός αλιευτικών σκαφών και απασχολούμενων με την αλιεία που ισοδυναμεί περίπου με το 15% του ενεργού πληθυσμού. Επίσης, από την σύγκριση της διαχρονικής εξέλιξης της αλιείας κατά τα τελευταία χρόνια (1988-92), προκύπτει ότι υπάρχει σταθερή αύξηση της παραγωγής και της παραγωγικότητας, ενώ ο αριθμός των εργαζομένων παραμένει σταθερός.

Η ύπαρξη σημαντικών λιμνοθαλασσών στο βορειοανατολικό τμήμα του νησιού καθιστά εφικτή την ανάπτυξη της ημιεντατικής καλλιέργειας. Σήμερα αξιοποιούνται με κλασικό τρόπο και χωρίς κατάλληλη υποδομή οι λιμνοθάλασσες: Παλαιού και Αυλαίμωνα.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Αγροτικής Ανάπτυξης, υπάρχουν 378 σκάφη στα οποία εργάζονται 1.000 άτομα περίπου. Η ετήσια παραγωγή του Νομού μας σε αλιεύματα είναι 2.500 τόνοι. Στον τομέα της Υδατοκαλλιέργειας λειτουργούν (1) μονάδα πάχυνσης τσιπούρας δυναμικότητας 100 τόνων και (2) λιμνοθάλασσες έκτασης 6.500 στρεμ. ετήσιας παραγωγής 25-30 τόνων. Στον τομέα της μεταποίησης λειτουργεί (1) μονάδα τυποποίησης συσκευασίας και εμπορίας αλ/κών προϊόντων.

Δευτερογενής Τομέας

Ο δευτερογενής τομέας από πλευράς απασχόλησης και ανταγωνιστικότητας βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των μονάδων του δευτερογενούς τομέα αφορά δύο συγκεκριμένες ομάδες: α) τις μονάδες επεξεργασίας, μεταποίησης, τυποποίησης και συσκευασίας γεωργικών προϊόντων και β) τις μονάδες που σχετίζονται με την παραγωγή οικοδομικών υλικών ή γενικότερα έχουν σχέση με την οικοδομική δραστηριότητα.

Οι περισσότερες μονάδες της πρώτης κατηγορίας είναι τα ελαιοτριβεία, τα οινοποιεία και εμφιαλωτήρια οίνου. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι μονάδες παραγωγής αμμοχάλικου και έτοιμου σκυροδέματος και άλλες μονάδες σχετικές με την παραγωγή οικοδομικών υλικών όπως παρασκευής τσιμεντόλιθων, επεξεργασίας μαρμάρων, ξυλουργεία κλπ.

Τα τελευταία χρόνια το νησί της Λευκάδας παρουσιάζει μεγάλη αύξηση της οικοδομικής δραστηριότητας η οποία σχετίζεται με την ανάπτυξη του θαλάσσιου τουρισμού όπως είναι τα ναυπηγοξυλουργεία, οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης και τροφοδοσίας σκαφών με υγρά καύσιμα, τα συνεργεία επισκευής μηχανών θαλάσσης κλπ. Ο τομέας αυτός έχει σημαντικές προοπτικές, δεδομένου ότι η Λευκάδα έχει σημαντικά πλεονεκτήματα για την ανάπτυξη του θαλάσσιου τουρισμού.

Τριτογενής Τομέας

Ο τριτογενής τομέας παρουσιάζει διαχρονικά σημαντική αύξηση και αποτελεί σήμερα το 72% του τομέα παραγωγής αποτελώντας τη σημαντικότερη εισοδηματική πηγή για το νησί της Λευκάδας.

Η ανάπτυξη του τουρισμού παίζει, τα τελευταία χρόνια, σημαντικό ρόλο στην αναδιάρθρωση της οικιστικής δομής του νησιού και έχει δώσει ώθηση στη δυναμική ανάπτυξη των παραλιακών οικισμών. Αντίθετα οι ορεινοί οικισμοί, συνεχίζουν να φθίνουν και ορισμένοι έχουν πλέον εγκαταλειφθεί εντελώς ως τόπος μόνιμης διαμονής. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνουν, τόσο η εξέλιξη των πληθυσμιακών μεγεθών, όσο και τα στατιστικά στοιχεία της οικοδομικής δραστηριότητας. Πρόκειται για το φαινόμενο «εσωτερικής μετανάστευσης» από τις ορεινές περιοχές προς τις πεδινές - παραλιακές.

Το μεγαλύτερο ποσοστό του εργατικού δυναμικού απασχολείται στην «τουριστική βιομηχανία», με αποτέλεσμα λόγω της μικρής τουριστικής περιόδου να υποαπασχολείται περίπου το 35% του πληθυσμού. Στο φαινόμενο της υποαπασχόλησης και εποχικής απασχόλησης συντελούν η εποχικότητα του τουρισμού καθώς και η έλλειψη μεγάλων ξενοδοχειακών μονάδων.

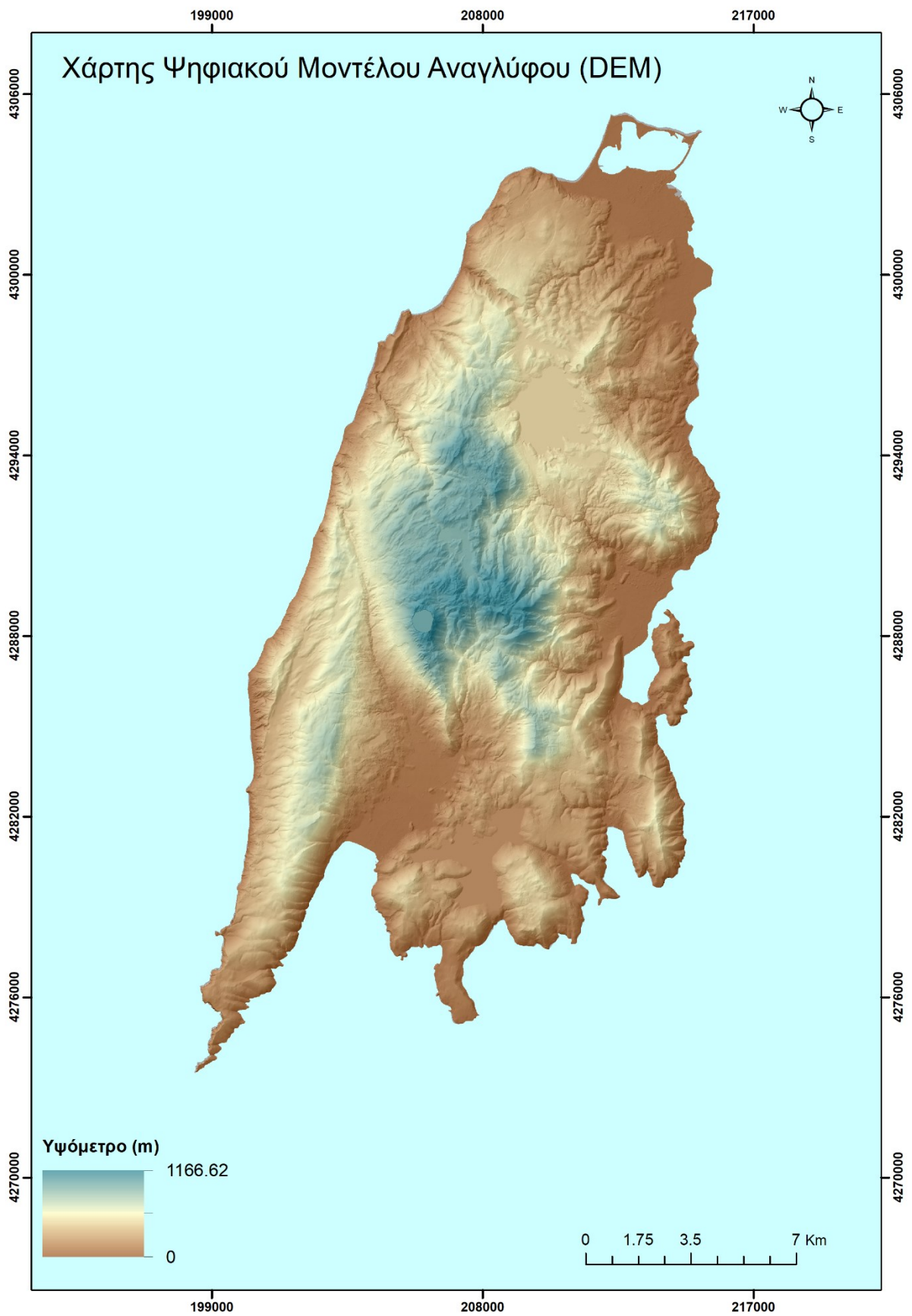
Τα τελευταία χρόνια οι κάτοικοι κατευθύνονται σε δραστηριότητες που έχουν σχέση με τον Αγροτουρισμό. Σε επιχειρηματικό επίπεδο, ο αγροτουρισμός αποτελεί τον συνδετικό κρίκο του πρωτογενούς και δευτερογενούς τομέα με τον τριτογενή. Δηλαδή της παραγωγής γεωργικών και κτηνοτροφικών προϊόντων και της μεταποίησης, με την παροχή υπηρεσιών και τον τουρισμό. Κατ' αυτόν τον τρόπο δημιουργεί, στηρίζει και τονώνει την τοπική αγορά, παρέχοντας νέες θέσεις εργασίας, ένα συμπληρωματικό εισόδημα στις αγροτικές οικογένειες και συγκρατώντας τον πληθυσμό στην ύπαιθρο.

3.3 Γεωμορφολογία

Το έδαφος της Λευκάδας είναι κατά το 70% ορεινό. Έχει ψηλά βουνά με ψηλότερη κορυφή στο κέντρο τα Σταυρωτά (1.182 μ.). Ακολουθούν η Ελάτη (1.126 μ.), ο Αη Λιας (1.014 μ.) και το Μέγα Όρος (1.012 μ.). Στη δυτική πλευρά της που είναι απόκρημνη, βρίσκονται πολλές εκτεταμένες παραλίες με άμμο. Διαθέτει, επίσης στενά οροπέδια, εύφορες κοιλάδες και φαράγγια με πλούσια βλάστηση, ενώ έχει αξιόλογη χλωρίδα που περιλαμβάνει ελιές, κυπαρίσσια, ποικιλία πεύκων, μια ειδική ποικιλία δρυός, αρωματικά βότανα και σπάνια λουλούδια.

Το νησί έχει αρκετές πηγές, όπως οι ονομαστές πηγές της Κερασιάς στο Σύβρο, χείμαρρους που κάποτε είναι ορμητικοί και σχηματίζουν μικρούς καταρράκτες, όπως ο Δημοσάρης στην περιοχή του Νυδριού και εντυπωσιακά φαράγγια σαν αυτά της Μέλισσας στους Σφακιώτες και των Χαραδιάτικων.

Οι δύο λιμνοθάλασσες, στο βόρειο τμήμα του νησιού, αποτελούν σημαντικούς υδροβιότοπους για πολλά είδη πτηνών. Πλούσιος είναι ο θαλάσσιος διαμελισμός της Λευκάδας. Αποτελείται από εντυπωσιακές ακτές, χερσονήσους, ακρωτήρια – με ξεχωριστό το ακρωτήριο Λευκάτα - όρμους που αποτελούν εξαιρετικά φυσικά λιμάνια όπως του Βλυχού, των Συβότων, της Ρούδας στα ανατολικά της Λευκάδας και της Βασιλικής στη νότια πλευρά (Επιχειρησιακός Σχεδιασμός Α' Φάση Δήμου Λευκάδας 2020-2023).



Εικόνα 3-3 Ψευδοσκιασμένο ψηφιακό μοντέλο εδάφους ν. Λευκάδας (ισοδιάσταση 30 m).

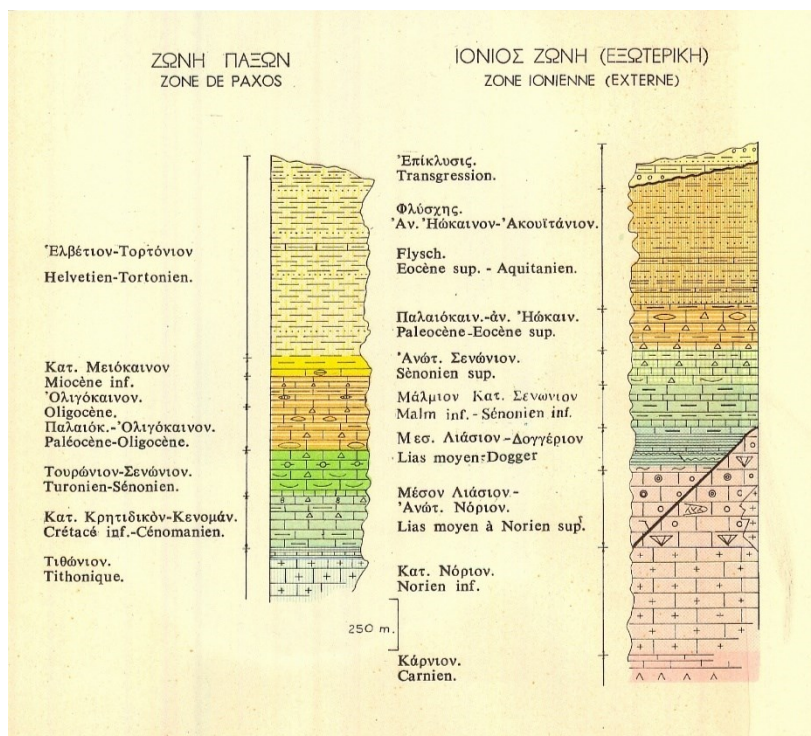
3.4 Γεωλογία – Τεκτονική

3.4.1 Γεωλογική δομή

Η γεωλογική δομή της Νήσου Λευκάδας χαρακτηρίζεται από στοιχεία της ζώνης Παξών και της Ιόνιας ζώνης σύμφωνα με τη διάκριση του Ελλαδικού χώρου σε αλπικές γεωτεκτονικές ζώνες.

Η ζώνη Παξών εμφανίζεται στους Παξούς, στη Λευκάδα, στην Κεφαλονιά και τη Ζάκυνθο. Στρωματογραφικά αποτελεί μια νηρητική ανθρακική ακολουθία από το Ιουρασικό έως το ανώτερο Μειόκαινο με μικρές ασυμφωνίες στο Παλαιογενές. Στο Ακουιτάνιο εμφανίζονται μαργαϊκοί σχηματισμοί και τουρβιδιτικοί ασβεστόλιθοι που υποκαθιστούν την τυπική φλυσχική ιζηματογένεση όλων των άλλων γεωτεκτονικών ενοτήτων. Η ενότητα Παξών είναι η μοναδική που στερείται τυπικού φλύσχη. Από γεωτεκτονική άποψη η ενότητα Παξών αποτελεί την προχώρα των Ελληνίδων.

Η Ιόνιας ζώνη χαρακτηρίζεται από μια επαλληλία μεγάλων αντικλίνων και συγκλίνων γενικής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ που είναι και η τυπική διεύθυνση της ζώνης Ωλονού-Πίνδου. Η βασική της στρωματογραφική ακολουθία αποτελείται από την εβαποριτική σειρά και τριαδικά λατυποπαγή περμο-τριαδικής ηλικίας, την ανθρακική σειρά ανωτριαδικής –ηφωκαινικής ηλικίας και τον αδιαίρετο φλύσχη. Η εβαποριτική σειρά της Ιονίου ζώνης αποτελείται από γύψους και κοιτάσματα ανυδρίτη. Οι γύψοι εμφανίζονται κυρίως κατά μήκος των μεγάλων ρηγμάτων και επιπεύσεων. Τα τριαδικά λατυποπαγή είναι κυρίως ασβεστολιθικά - δολομιτικά με παρεμβολές σκοτεινόχρωμων – μαύρων ασβεστόλιθων, δόμων γύψου και ανυδριτών.



Εικόνα 3-4 Λιθοστρωματογραφικές στήλες ζώνης Παξών και Ιόνιας Ζώνης (Γεωλογικός Χάρτης ΓΓΜΕ φύλλο «Λευκάς» κλ.1:50.000).

Η περιοχή της νήσου Λευκάδας δομείται τόσο από σχηματισμούς που κατατάσσονται στο αλπικά πτυχωμένο υπόβαθρο όσο και από σχηματισμούς του Πλειο - Τεταρτογενούς επικαλύμματος (Ι.Γ.Μ.Ε. 1961, φύλλο χάρτη «Λευκάς»). Πιο συγκεκριμένα οι γεωλογικοί σχηματισμοί που αποτελούν το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής μελέτης είναι από τους νεώτερους προς τους παλαιότερους οι ακόλουθοι:

Ολόκαινο

- ✓ **Σύγχρονοι παράκτιοι σχηματισμοί (al s):** Πρόκειται για σύγχρονους παράκτιους σχηματισμούς από άμμο.
- ✓ **Συνεκτικό παράκτιο ψηφιοπαγές (al c).**
- ✓ **Λιμνοθαλάσσιες αποθέσεις (be):** Λιμνοθαλάσσιες αποθέσεις από ιλύες, λείψανα από υδροχαρή φυτών και όστρακα.
- ✓ **Σύγχρονες προσχώσεις (al).**
- ✓ **Αποθέσεις από ερυθρογή (tr).**
- ✓ **Πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων (al sc).**

Πλειστόκαινο

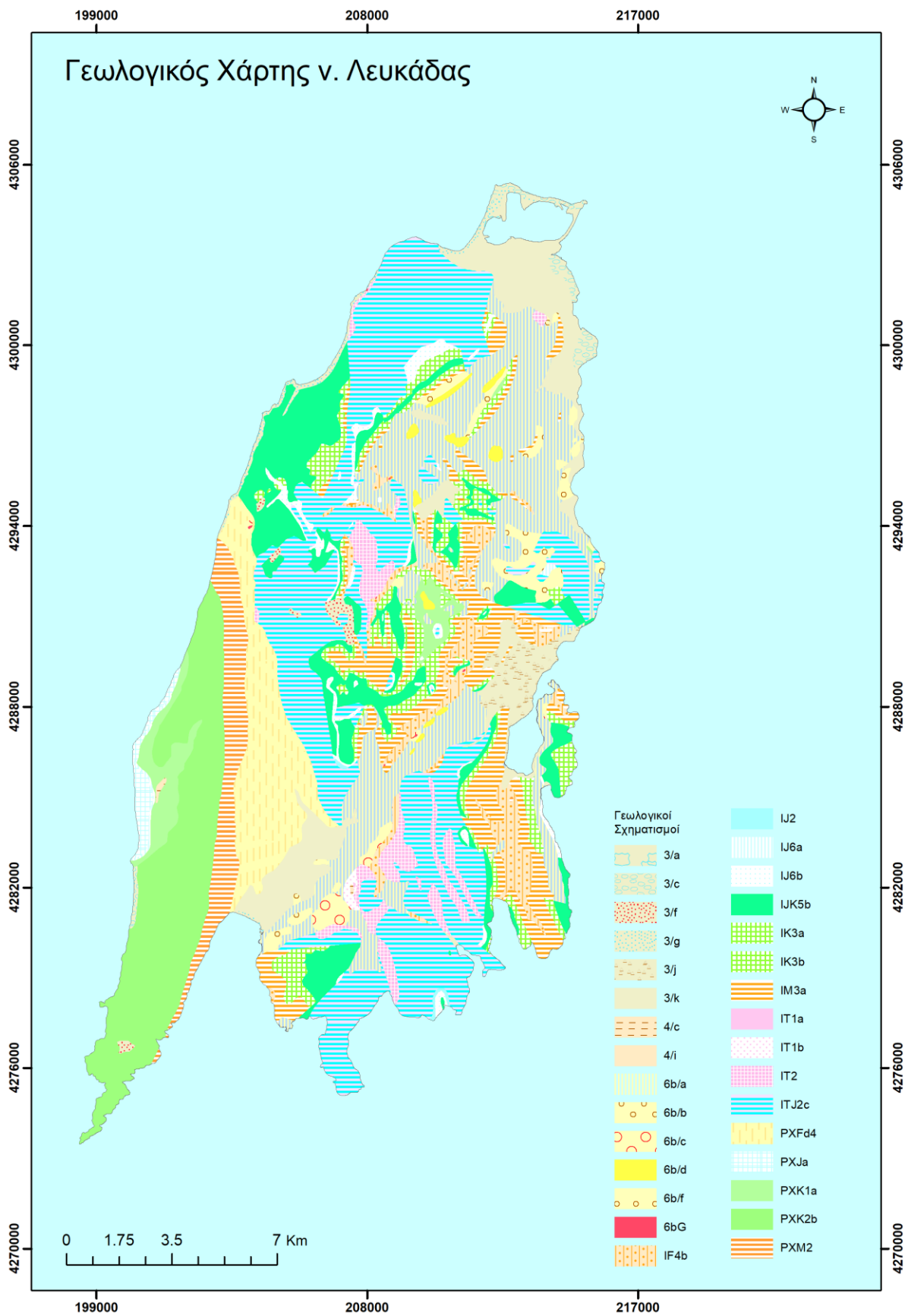
- ✓ **Κώνοι κορημάτων ισχυρά συγκολλημένοι (dl bc).**
- ✓ **Λιμναίες αποθέσεις (dl L):** Λιμναίες αποθέσεις από μάργες νότια της μικρής λίμνης Μαραντοχωρίου και ερυθρές άργιλοι δυτικά του χωριού Αθάνιο.

Ζώνη Παξών

- ✓ **Μάργες (Pm) – (Μειόκαινο):** Μάργες που αντικαθιστούν το φλύσχη στη ζώνη Παξών. Διακρίνονται από κάτω προς τα πάνω:α)μάργες συμπαγείς κυανόφαιες με λεπτά στρώματα μαργαϊκών οργανογενών ή λατυποπαγών ασβεστολίθων πάχους 150μ. περίπου β)μάργες κυανές με λεπτές διαστρώσεις μικρολατυποπαγών ασβεστολίθων πάχους 300 μ. περίπου.
- ✓ **Ασβεστόλιθοι (e-ok) – (Παλαιόκαινο-Ακουιτάνιο):** Ασβεστόλιθοι στρωματώδεις, μικρολατυποπαγείς και μικροκονδυλώδεις με θραύσματα Ρουδιστών και Εχινοδέρμων εναλλασσόμενοι με πελαγικούς ασβεστόλιθους με πυριτολίθους. Προς τα πάνω εξελίσσονται σε πλακώδεις μαργαϊκούς ασβεστόλιθους με λεπτές ενστρώσεις από μάργες και ασβεστολίθους.
- ✓ **Ασβεστόλιθοι (K6-8k)-(Κενομάνιο-Μαιστρίχτιο):** Ασβεστόλιθοι στρωματώδεις, μικρολατυποπαγείς με θραύσματα εχινοδέρμων και διαφόρων μαλακίων εναλλασσόμενοι με πελαγικούς ασβεστόλιθους. Προς τα ανώτερα τμήματα εξελίσσονται σε παχυστρωματώδεις μικρολατυποπαγείς με θραύσματα Ρουδιστών ή οργανογενείς, ενίοτε ωολιθικούς ασβεστολίθους. Το πάχος του σχηματισμού είναι 200 μ. περίπου.
- ✓ **Ασβεστόλιθοι (J13-K5 k) – (Κατ.Κρητιδικό):** Ασβεστόλιθοι στρωματώδεις ως λεπτοστρωματώδεις στιφροί ως μικροκονδυλώδεις με αραιές διαστρώσεις από πυριτολίθους. Αντιπροσωπεύουν την προς τα δυτικά εξέλιξη των ασβεστολίθων της Βίγλας της Ιονίου ζώνης. Πάχος: 100μ. περίπου.
- ✓ **Ασβεστόλιθοι & βιτουμενιούχοι σχιστόλιθοι (Js-D-sh)-(Αν.Ιουρασικό):** Ασβεστόλιθοι αμμωνιτοφόροι και μαύροι βιτουμενιούχοι σχιστόλιθοι Αθανίου. Πάχος: 40μ. περίπου.

Ιόνια Ζώνη

- ✓ **Αποθέσεις μολασσικού τύπου (Μειόκαινο):** αποθέσεις από κροκαλοπαγή επίκλυσης (c), ψαμμιτών, μαργών (m), μαργαϊκών ασβεστολίθων (mk) και λατυποκροκαλοπαγών αποχώρησης της θάλασσας (bc). Δευτερογενή κοιτάσματα μεταφερθείσας γύψου και δευτερογενείς αποθέσεις τριαδικών λατυποπαγών.
- ✓ **Φλύσχης (fl) – (Αν.Ηόκαινο):** Ο σχηματισμός στα κατώτερα μέλη συνίστανται από κυανοπράσινες μάργες με λεπτές διαστρώσεις από μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθους, τα ανώτερα δε μέλη από ψαμμούχες μάργες σε εναλλαγή με λεπτές διαστρώσεις από ψαμμίτες. Πάχος: 600μ. περίπου.
- ✓ **Ασβεστόλιθοι (ek) – (Παλαιόκαινο):** Ασβεστόλιθοι στρωματώδεις, μικρολατυποπαγείς, κροκαλοπαγείς ή θρομβώδεις με ενστρώσεις από πλακώδεις πελαγικούς ασβεστόλιθους με πυριτολίθους. Πάχος: 150μ. περίπου.
- ✓ **Ασβεστόλιθοι (k8k) – (Αν.Σενώνιο):** Ασβεστόλιθοι παχυστρωματώδεις, μικρολατυποπαγείς με θραύσματα Ρουδιστών και διαστρώσεις ή κονδύλους από πυριτολίθους. Πάχος: 120μ. περίπου. (sh), Ανώτερος ορίζοντας πυριτιακών σχιστολίθων-πυριτολίθων (Κατ. Σενώνιο). Πάχος: 40-60μ.
- ✓ **Ασβεστόλιθοι Βίγλας (J8 k8k) – (Αν.Ιουρασικό – Κατ.Σενώνιο):** Πλακώδεις ως λεπτοπλακώδεις πελαγικοί ασβεστόλιθοι εναλλασσόμενοι με λεπτές διαστρώσεις από πυριτολίθους ή και πυριτιακούς σχιστόλιθους. Ενίοτε παρατηρούνται λεπτές τεφροπράσινες μαργαϊκές ενστρώσεις και κοντά στη βάση της σειράς νηρητική ασβεστόλιθοι.
- ✓ **Ammonitico rosso (AR) – (Αν.Λιάσιο-Δογγέριο):** Λεπτοστρωματώδεις, κονδυλώδεις, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι κίτρινοι, ερυθροί ή πράσινοι με λεπτές ενστρώσεις από ερυθρές ή πρασινότεφρες αργίλους. Στη βάση συνήθως τεφροί σχιστοψαμμίτες.
- ✓ **Σχιστόλιθοι και ιάσπιδες (J5-8 sh) – (Αν.Λιάσιο-Δογγέριο):** Στο σχηματισμό διακρίνεται κατώτερος και ανώτερος ορίζοντας. Ο κατώτερος ορίζοντας επίκειται του Ammonitico rosso στο ανατολικό τμήμα της νήσου και συνίσταται από πυριτιακούς υποκίτρινους φυλλώδεις σχιστόλιθους.
- ✓ **Ασβεστόλιθοι (J4 k) – (Δομέριο):** Ασβεστόλιθοι λεπτοστρωματώδεις με κονδύλους ή με λεπτές διαστρώσεις από πυριτολίθους ενίοτε με Αμμωνίτες. Φάση τοπική κάτω από το Ammonitico rosso. Πάχος 20-40μ.
- ✓ **Ασβεστόλιθοι «Παντοκράτορας» (T5-J3 k) – (Αν.Τριαδικό):** Ασβεστόλιθοι λεπτοστρωματώδεις με κονδύλους ή με λεπτές διαστρώσεις από πυριτολίθους ενίοτε με Αμμωνίτες. Φάση τοπική κάτω από το Ammonitico rosso. Πάχος 20-40μ.
- ✓ **Δολομίτες (J4 k) – (Κατ. Νόριο):** Πρόκειται για δολομίτες συμπαγείς λευκούς έως ανοιχτότεφρους οι οποίοι στα κατώτερα τμήματα τους είναι σπηλαιώδεις εξαλλοιωμένοι ενίοτε σε δολομιτική άμμο. Χωρίς απολιθώματα. Πάχος: 400μ. περίπου.
- ✓ **Ασβεστόλιθοι (T4 k) – (Κάρνιο):** Ασβεστόλιθοι μαύροι λεπτοστρωματώδεις, στιφροί, βιτουμενιούχοι. Πάχος: 20μ. περίπου. Εντός του σχηματισμού εντοπίζονται τριαδικά λατυποπαγή (tb) τα οποία προέρχονται από απόπλυση της γύψου.



Εικόνα 3-5 Γεωλογικός χάρτης ν. Λευκάδας (Υπόμνημα ΙΓΜΕ)

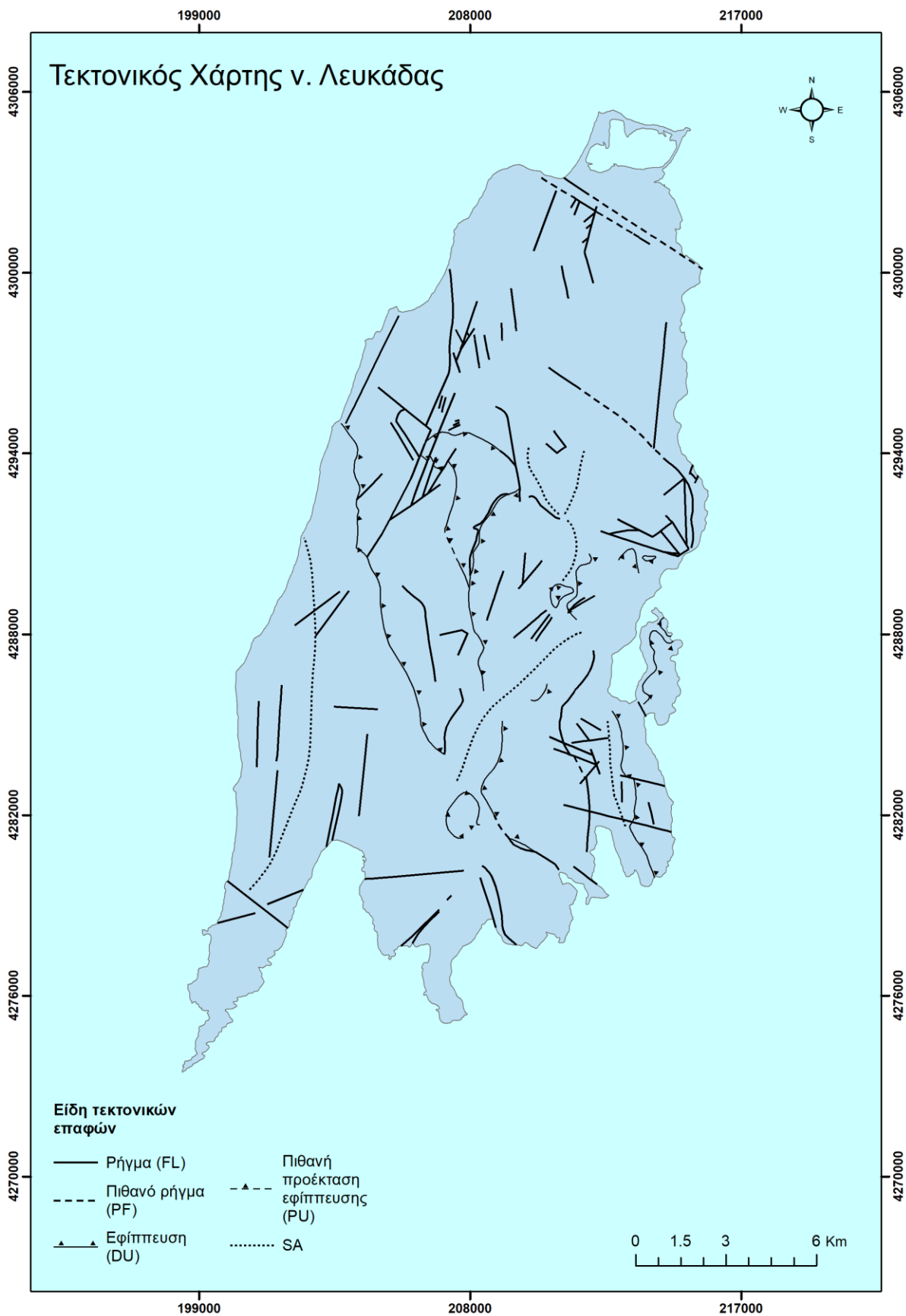
3.4.2 Τεκτονική Δομή

Στο νησί της Λευκάδας έχει επικρατήσει το σύγχρονο γεωδυναμικό καθεστώς μετά την εκδήλωση και των τελευταίων αλπικών εφαπτομενικών κινήσεων σε όλη τη διάρκεια του Πλειο – Τεταρτογενούς. Έκφραση αυτού του γεωδυναμικού καθεστώτος αποτελεί το πυκνό δίκτυο ρηγμάτων το οποίο έχει καταταμαχίσει τόσο τις υποκείμενες αλπικές σειρές του νησιού (ενότητες Παξών και Ιονίου) όσο και τους υπερκείμενους ιζηματογενείς σχηματισμούς.

Το σύνολο των ενεργών ρηγμάτων που συγκροτούν τον νεότερο ρηξιγενή ιστό της Λευκάδας διακρίνονται με βάση τις διευθύνσεις τους σε δύο κύριες ομάδες. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει ρήγματα με διευθύνσεις ΒΔ-ΝΑ έως ΒΑ-ΝΔ. Οι περισσότερες ρηξιγενείς επιφάνειες αυτής της ομάδας είναι προσανατολισμένες παράλληλα προς τη διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ έως Β-Ν είναι δηλαδή παράλληλες ή σχεδόν παράλληλες προς τον άξονα της τάφρου. Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει ρήγματα με διευθύνσεις από ΔΒΔ – ΑΝΑ έως ΔΝΔ – ΑΒΑ. Οι επιφάνειες αυτές είναι σχεδόν παράλληλες με τη ρηξιγενή ζώνη του Αμβρακικού που διέρχεται βόρεια του νησιού της Λευκάδας (Λέκκας Ε., 2001).

Οι σπουδαιότερες ρηξιγενείς ζώνες είναι οι ακόλουθες:

- ❖ Ρηξιγενής ζώνη Φρυνίου – Απολπαίων: Βρίσκεται στο βόρειο τμήμα του νησιού και αποτελείται από ρήγματα διεύθυνσης Α-Δ και Β-Ν με οριζόντια και κατακόρυφη ολίσθηση. Πρόκειται για μια διάταξη ρηξιγενών επιφανειών που οριοθετούν τις παράκτιες και αλλουβιακές αποθέσεις από τους αλπικούς και μολασσικούς σχηματισμούς.
- ❖ Ρηξιγενής ζώνη Αγ.Νικήτα – Δρυμόνα: Πρόκειται για σύστημα παράλληλων ρηγμάτων με μέση διεύθυνση ΒΒΑ – ΝΝΔ η δράση των οποίων έχει δημιουργήσει διαδοχικά τεκτονικά κέρατα και βυθίσματα στην περιοχή του κεντροδυτικού τμήματος του νησιού.
- ❖ Ρηξιγενής ζώνη Αγίου Πέτρου – Βασιλικής: Πρόκειται για σύστημα παράλληλων ρηγμάτων με διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ το οποίο αναπτύσσεται στο νοτιοδυτικό τμήμα του νησιού στην περιοχή των οικισμών Δραγάνου, Αγ.Πέτρου, Ποντίου και Βασιλικής.
- ❖ Ρηξιγενής ζώνη όρους Σκάροι: Η ζώνη αυτή με διεύθυνση Α-Δ αναπτύσσεται κατά μήκος των νότιων υπωρειών του όρους Σκάροι στο κεντρικό και ανατολικό τμήμα του νησιού.



Εικόνα 3-6 Χάρτης τεκτονικών στοιχείων ν. Λευκάδας (Υπόμνημα ΙΓΜΕ)

3.5 Υδρογεωλογία

Η υδρογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών είναι συνάρτηση της λιθολογίας, της κοκκομετρίας και της τεκτονικής καταπόνησης που έχουν υποστεί. Στους κοκκώδεις σχηματισμούς, η υδροπερατότητα οφείλεται στο ενεργό πορώδες, ενώ στους συμπαγείς σχηματισμούς, οφείλεται στα επίπεδα ασυνεχειών - ρωγμών και στις καρστικές δομές (δευτερογενές πορώδες).

Η υδρογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών έχει ιδιαίτερη σημασία στην επιλογή της θέσης του ΧΥΤΥ, καθώς αυτή σχετίζεται με τη διαμόρφωση υδροφόρων συστημάτων αλλά και με την κυκλοφορία του νερού.

Η υδρολιθολογική διάκριση των σχηματισμών γίνεται με βάση την υδροπερατότητά τους και περιλαμβάνει τους 1) Διαπερατούς σχηματισμούς, 2) Ημιδιαπερατούς και 3) Πρακτικά αδιαπερατούς σχηματισμούς. Η κατάταξη των σχηματισμών γίνεται με βάση την κατηγοριοποίηση των συντελεστών υδροπερατότητας που δίνουν οι Terzaghi and Peck (Πίνακας 3-2).

Πίνακας 3-2 Κατηγορίες Συντελεστών Υδροπερατότητας κατά Terzaghi and Peck (1967)

Συντελεστής k (m/sec)	Χαρακτηρισμός
$10^{-3} \leq k$	Υψηλή
$10^{-5} \leq k < 10^{-3}$	Μέτρια
$10^{-7} \leq k < 10^{-5}$	Χαμηλή
$10^{-9} \leq k < 10^{-7}$	Πολύ χαμηλή
$k < 10^{-9}$	Πρακτικά αδιαπέρατος σχηματισμός

Οι βασικοί υδρολιθολογικοί τύποι που διακρίθηκαν στο νησί της Λευκάδας είναι οι ακόλουθοι:

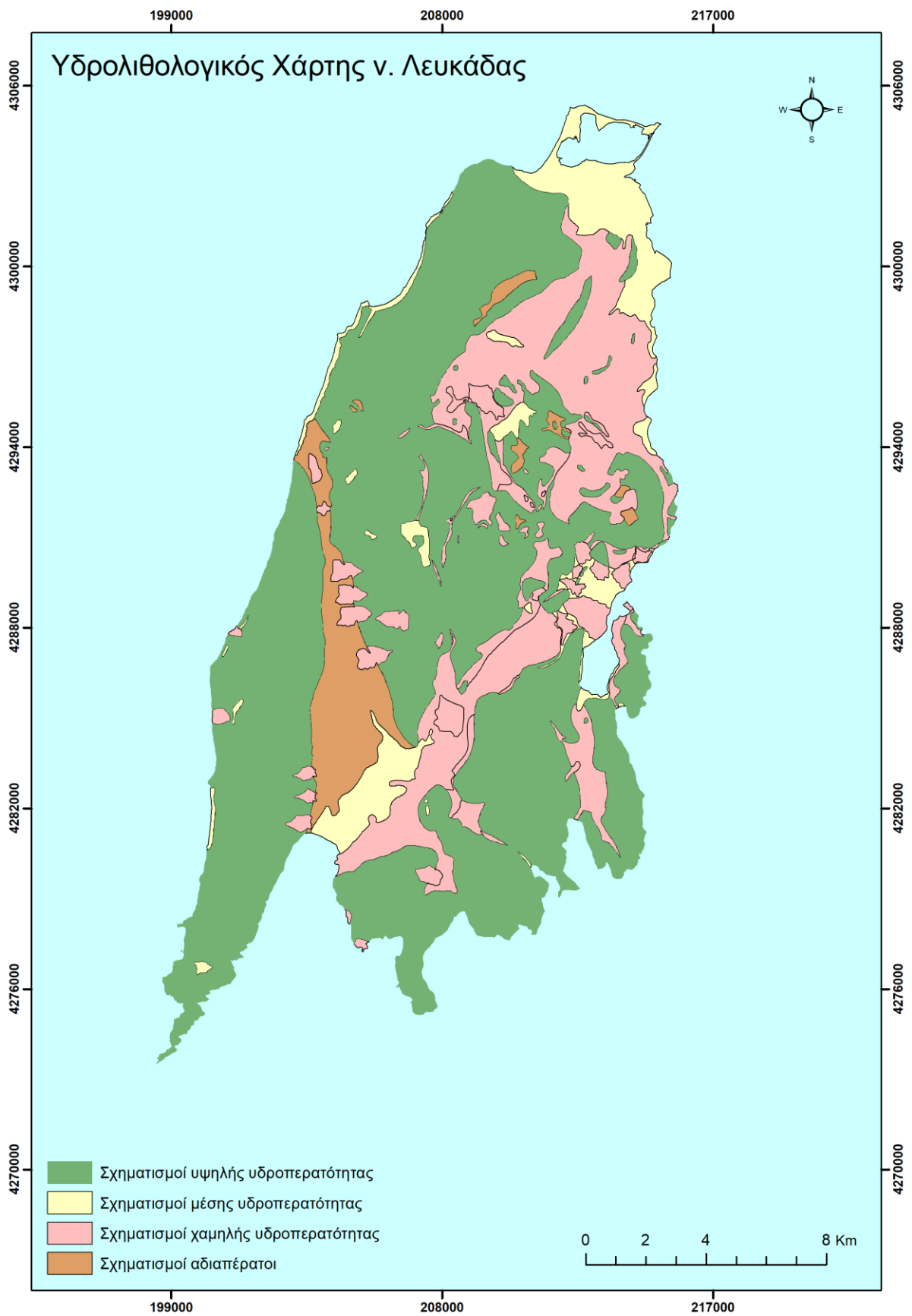
- Υδροπερατοί σχηματισμοί: Οι υδροπερατοί σχηματισμοί διαχωρίστηκαν σε σχηματισμούς μέσης, υψηλής και πολύ υψηλής υδροπερατότητας. Οι σχηματισμοί μέσης υδροπερατότητας παρουσιάζουν συντελεστή $K=10^{-3}-10^{-5}$ m/sec και είναι οι αλλουβιακές αποθέσεις, οι παράκτιοι σχηματισμοί και οι προσχώσεις πεδινών ζωνών. Η υδροπερατότητα των σχηματισμών προσδιορίζεται από τις εναλλαγές των αδρομερών υλικών που συνίστανται από ασύνδετες κροκάλες και χάλικες με υψηλή υδροπερατότητα και των λεπτομερών υλικών που συνίστανται κυρίως από ασύνδετα υλικά όπως άμμους, ιλύες και αργίλους με μέτρια έως μικρή υδροπερατότητα. Οι σχηματισμοί υψηλής - πολύ υψηλής υδροπερατότητας παρουσιάζουν συντελεστή $K=10^{-1}-10^{-3}$ m/sec. Χαρακτηριστικά πετρώματα της κατηγορίας αυτής είναι άμμοι και κροκάλες χωρίς προσμίξεις και έντονα κερματισμένοι ή καρστικοποιημένοι ασβεστόλιθοι.
- Ημιπερατοί σχηματισμοί: Οι ημιπερατοί σχηματισμοί παρουσιάζουν συντελεστή $K=10^{-5}-10^{-7}$ m/sec και στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ελουβιακές αποθέσεις, τα πλευρικά κορημάτα-κόννοι κορημάτων, τα μολασσικά και κλαστικά ιζήματα και ο σχηματισμός του φλύσχη. Οι εναλλαγές υδροπερατών πετρωμάτων όπως είναι άμμοι, χάλικες και κροκάλες με υδροστεγανά

πετρώματα, όπως άργιλοι, πηλοί, ιλύες, μάργες κλπ. καθιστούν τους σχηματισμούς ημιπερατούς με χαμηλή έως πολύ χαμηλή υδροπερατότητα.

- Υδροστεγανοί σχηματισμοί: Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται πετρώματα με συντελεστή υδροπερατότητας $K < 10^{-7}$ m/sec. Στους υδροστεγανούς σχηματισμούς, οι συνθήκες που δημιουργούνται δεν επιτρέπουν την κατείσδυση, κυκλοφορία και εναποθήκευση νερού στον όγκο τους. Η κίνηση του νερού είναι εντελώς περιορισμένη και όχι ικανή για τη δημιουργία υδροφόρων οριζόντων έστω και πολύ μικρής δυναμικότητας. Στην κατηγορία αυτή ανήκει ο νεογενής σχηματισμός που συνίσταται από μάργες, αργίλους και αργιλομάργες και ο σχηματισμός των σχιστόλιθων.

Από την κατάταξη αυτή προκύπτει ο υδρολιθολογικός χάρτης, ο οποίος χρησιμοποιείται στο στάδιο της πολυκριτηριακής ανάλυσης για την εισαγωγή του κριτηρίου καταλληλότητας της υδροπερατότητας.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ανωτέρω γενική κατηγοριοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών δεν αποκλείει την τοπική διαφοροποίηση των υδρολιθολογικών – υδρογεωλογικών συνθηκών, γεγονός που σημαίνει ότι είναι δυνατό να αναπτυχθούν ασθενείς υδροφορίες σε σχηματισμούς χαμηλής περατότητας.



Εικόνα 3-7 Υδρολιθολογικός χάρτης ν. Λευκάδας

3.6 Κλιματικά χαρακτηριστικά

Το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας περιλαμβάνει τους Νομούς Ευρυτανίας, Αιτωλοακαρνανίας και Λευκάδας, το μισό περίπου του Νομού Φωκίδας και μικρά τμήματα των Νομών Καρδίτσας, Τρικάλων, Άρτας και Φθιώτιδας. Η συνολική έκταση του Υ.Δ. είναι ίση με 10398.6 km².

Το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στο Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας είναι το δεύτερο στη χώρα μετά από εκείνο του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το διαμέρισμα βρίσκεται στην ομβροπλευρά της χώρας. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής ξεκινά από 800 έως 1000 mm περίπου στα παράκτια και πεδινά και φτάνει τα 1400 mm στα ορεινά, ενώ σε μεγάλα υψόμετρα ξεπερνά τα 1800 mm. Ως ενδεικτικές τιμές της ετήσιας βροχόπτωσης αναφέρονται τα 891 mm στο σταθμό Αγρινίου και τα 1748 mm στον ορεινό σταθμό Μαυρομάτας. Η πιο βροχερή περίοδος είναι από το Νοέμβριο ως το Φεβρουάριο, ενώ οι πιο ξηροί μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Οι χιονοπτώσεις είναι έντονες στα ορεινά του υδατικού διαμερίσματος. Η μέση ετήσια κατακρήμνιση, όπως προέκυψε από την παρεμβολή kriging, υπολογίστηκε ίση με 1165.2 mm ενώ η αντίστοιχη από τα πολύγωνα Thiessen με υψομετρική αναγωγή 1300.2 mm.

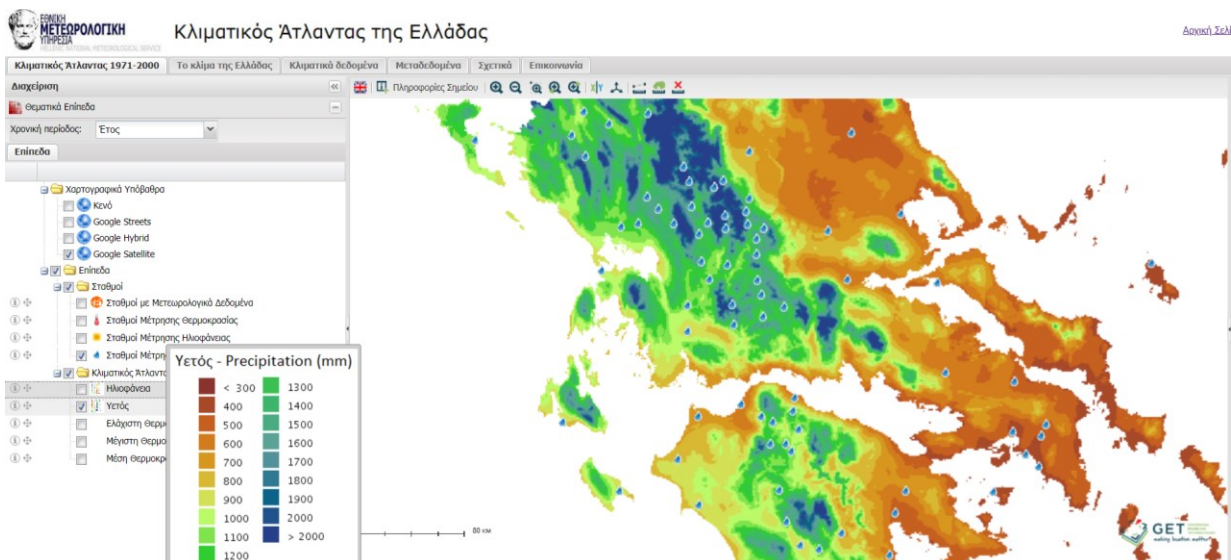
Η μέση ετήσια θερμοκρασία, όπως προκύπτει από την προσαρμογή επιφάνειας (kriging) στα δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών με κατάλληλη υψομετρική διόρθωση (είναι ίση με 13.8°C. Η ελάχιστη μέση ετήσια θερμοκρασία είναι ίση με 4.5 °C ενώ η αντίστοιχη μέγιστη 17.8°C. Το μέσο θερμοκρασιακό εύρος είναι περίπου ίσο με 13°C. Οι πιο θερμοί μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος ενώ οι ψυχρότεροι ο Ιανουάριος, ο Φεβρουάριος και ο Δεκέμβριος.

Η μέση σχετική υγρασία μετρημένη στους πεδινούς σταθμούς της κυμαίνεται γύρω στο 65 με 70 %. Η ταχύτητα των ανέμων είναι σχετικά μικρή στις εσωτερικές περιοχές (π.χ. σταθμοί Αγρινίου και ΥΗΣ Κρεμαστών) ενώ αυξάνεται στον παραλιακό σταθμό του Άκτιου, λόγω προφανώς της επίδρασης της θάλασσας.

Ο Νομός Λευκάδας ανήκει από πλευράς κλίματος στον θαλάσσιο ή Ιόνιο Μεσογειακό τύπο. Η ψυχρή εποχή του έτους είναι ήπια, η νέφωση αρκετά μικρή και η ηλιοφάνεια που επικρατεί μεγάλη (2800-3000) ώρες το χρόνο. Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος κυμαίνεται γύρω στο 16.3 ο παγετός και το χιόνι αποτελούν σπάνια φαινόμενα. Επικρατέστεροι άνεμοι Ν.Δ.-Ν.Α. χειμώνας, Β.Δ. καλοκαίρι, Ν-Ν.Α. φθινόπωρο.

3.6.1 Βροχομετρικοί σταθμοί

Μέχρι πρόσφατα στο νησί της Λευκάδας δεν υπήρχε βροχομετρικός σταθμός. Στον κλιματικό Άτλαντα της Ελλάδας της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (<http://climatlas.hnms.gr/>) διακρίνονται τα ύψη βροχής του πιο κοντινού σταθμού στο νησί της Λευκάδας, του σταθμού Άγιος Νικόλαος Αιτ/νίας. Καθώς η περιοχή έρευνας βρίσκεται στην ομβροπλευρά της χώρας παρατηρούνται μεγάλα ύψη βροχής. Τα στοιχεία παρέχονται για τα έτη 1971-2000 (Εικόνα 3-8).



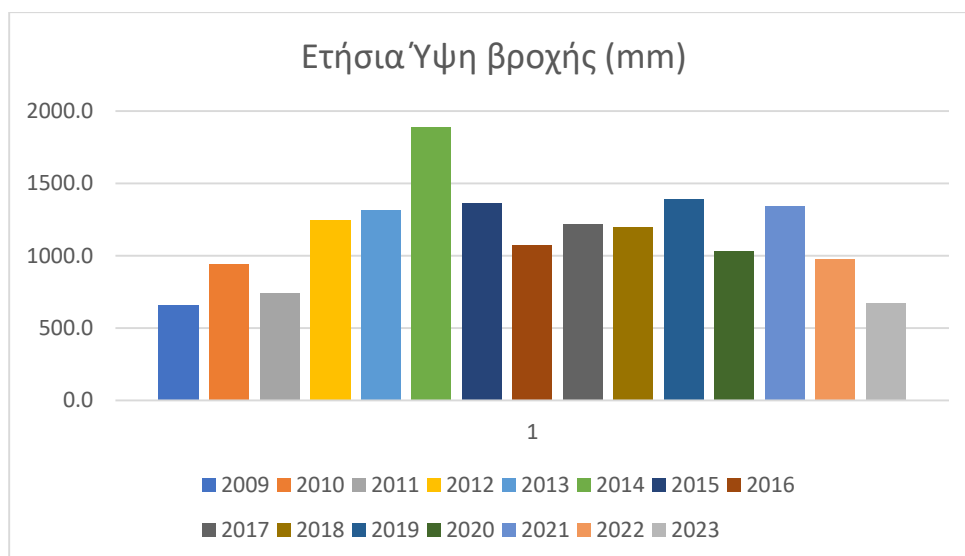
Εικόνα 3-8 Κλιματικός Άτλαντας Ελλάδας

Στη νήσο Λευκάδα υπάρχει πλέον αξιοποιήσιμος βροχομετρικός σταθμός από το 2009 (στοιχεία από www.meteo.gr). Στον Πίνακα 3-3 παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά του βροχομετρικού σταθμού και στον Πίνακα 3-4 η μηνιαία και ετήσια βροχόπτωση στον σταθμό για τα έτη 2009-2023, για όσους μήνες υπάρχουν δεδομένα.

Πίνακας 3-3 Στοιχεία βροχομετρικού σταθμού Λευκάδας

Σταθμός:	Υψόμετρο:	Πλάτος	Μήκος
Λευκάδα	12 m	38° 49' 50" N	20° 42' 42" E

Στην Εικόνα 3-9 απεικονίζεται το διάγραμμα με τα ετήσια ύψη βροχής. Για τα έτη 2009 και 2023 η χρονοσειρά δεν είναι πλήρης, το 2009 υπάρχουν στοιχεία μόνο για τους μήνες Σεπτέμβριος-Δεκέμβριος και το 2023 έχει στοιχεία μέχρι την συγγραφή της παρούσας εργασίας (Οκτώβριος).



Εικόνα 3-9 Ετήσια ύψη βροχής 2009-2023

Πίνακας 3-4 Μηνιαία και ετήσια βροχόπτωση στον σταθμό Λευκάδα

Σταθμός Λευκάδα	ΜΗΝΙΑΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)												Ετήσιο ύψος βροχής
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	
2009								0.0	65.2	284.8	208.4	97.2	655.6
2010	56.0	153.6	53.6	11.0	50.0	25.0	0.0	0.2	75.4	273.6	120.0	123.8	942.2
2011	95.8	54.2	97.8	35.8	22.8	15.6	0.6	0.0	72.8	150.4	0.6	193.4	739.8
2012	86.2	232.4	134.6	104.9	33.6	1.6	0.0	0.0	112.2	68.6	139.0	330.0	1243.1
2013	220.6	202.6	138.8	17.2	11.6	5.6	1.2	0.0	42.8	59.2	478.2	140.2	1318.0
2014	212.4	116.0	214.8	214.6	64.6	24.4	49.8	0.2	267.2	284.8	156.6	283.4	1888.8
2015	240.7	378.2	226.8	15.0	14.2	5.6	0.0	6.8	84.4	159.5	214.6	15.6	1361.4
2016	150.4	100.4	183.0	11.4	85.0	28.6	0.4	1.6	162.0	144.0	193.0	13.2	1073.0
2017	284.1	75	37.8	24.8	57.9	2	12.8	1.2	26.4	85.6	385.8	227.2	1220.6
2018	97.4	367.8	124.3	0	29.8	143	5.6	34.2	3.2	37.4	217.2	140.9	1200.8
2019	346.2	18	40.2	94	94.8	30.2	22.6	0	8.8	107.5	428.8	202.8	1393.9
2020	35.4	45.4	100.8	56.2	28.4	24.2	7.6	17	234.6	125.2	22.5	333.4	1030.7
2021	369.2	115.1	86.8	17.2	18.0	0.4	0	2.6	2.8	329.2	183.4	216.3	1341.0
2022	222.0	121.3	82.4	14.8	15.6	28.2	0.0	48.0	26.4	41.0	261.4	117.2	978.3
2023	275.0	5.6	106.4	66.0	97.0	11.6	0.0	62.0	49.8	0.0			673.4

3.7 Χρήσεις Γης

Οι χρήσεις γης στο νησί της Λευκάδας, αποτυπώνονται στον χάρτη χρήσεων γης σύμφωνα με το πρόγραμμα CLC2018 και είναι οι ακόλουθες:

- ✓ Παραλίες, αμμόλοφοι, αμμουδιές.
- ✓ Παραθαλάσσιοι βάλτοι.
- ✓ Αλυκές.
- ✓ Παράκτιες Λιμνοθάλασσες.
- ✓ Καλλιεργούμενες εκτάσεις – Αμπελώνες.
- ✓ Οπωροφόρα Δένδρα και Φυτείες με Σαρκώδεις Καρπούς.
- ✓ Ελαιώνες.
- ✓ Σύνθετα Συστήματα Καλλιέργειας.
- ✓ Γεωργική Γη με Σημαντικές Εκτάσεις Φυσικής Βλάστησης.
- ✓ Γεωργοδασικές Περιοχές.
- ✓ Δάσος Πλατύφυλλων.
- ✓ Δάσος Κωνοφόρων.
- ✓ Μικτό Δάσος.
- ✓ Σκληροφυλλική Βλάστηση.
- ✓ Μεταβατικές Θαμνώδεις Εκτάσεις.
- ✓ Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη.
- ✓ Φυσικοί Βοσκότοποι.
- ✓ Θάμνοι και Χερσότοποι.
- ✓ Εκτάσεις με αραιή Βλάστηση.
- ✓ Απογυμνωμένοι βράχοι.
- ✓ Προστατευόμενη Ζώνη Λιμνοθάλασσας Στενών Λευκάδας και Αλυκές Λευκάδας.
- ✓ Προστατευόμενη Ζώνη Περιοχή Χορτάτων.
- ✓ Καταφύγιο Άγριας Ζωής – ΦΕΚ 443/16-07-1985.
- ✓ Τοπία Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους.
- ✓ Οικισμοί.

Η περιοχή της Νήσου Λευκάδας χαρακτηρίζεται από το ακόλουθο **καθεστώς προστασίας**:

Λιμνοθάλασσες Στενών Λευκάδας & Αλυκές Λευκάδας (GR2240001)

Κωδικός Περιοχής: GR 22240001

Διοικητική Περιφέρεια: Ιόνια Νησιά

Νομός: Λευκάδας

Μέσο Υψόμετρο (m): 0

Γεωγραφικό μήκος : 20° 42΄

Γεωγραφικό πλάτος : 38° 50΄

Έκταση (ha):2120

Περιγραφή: Η περιοχή θα μπορούσε να θεωρηθεί τμήμα ενός εκτεταμένου υγροτόπου που θα περιελάμβανε τους γειτονικούς υγροτόπους του Αμβρακικού κόλπου καθώς και τη λίμνη Βουλκαριά. Μεταξύ των βασικών χαρακτηριστικών της περιοχής είναι η γειννιάσή της με την πόλη της Λευκάδας, η γειννιάσή της με μία από τις τρεις περισσότερο εύφορες περιοχές της νήσου και οι εντατικές οστρακοκαλλιέργειες και ιχθυοκαλλιέργειες που ασκούνται σε εγκαταστάσεις μέσα στην περιοχή.

Είδη φυτών: -

Είδη ζώων: Elaphe quatuorlineata, Aphanis fasciatus

Καθεστώς Προστασίας:

- Εθνικό και Περιφερειακό επίπεδο: -
- Διεθνές επίπεδο: -

Σπουδαιότητα: Η περιοχή περιλαμβάνει έναν από τους πιο αξιόλογους υγροτόπους του Ιονίου και θεωρείται σημαντική όχι μόνο για τη διατήρηση της άγριας ζωής αλλά και για την οικονομία της περιοχής. Το 15% του πληθυσμού του νησιού εξασφαλίζει το εισόδημα του αποκλειστικά από την αλιεία, τις υδατοκαλλιέργειες, την κτηνοτροφία και παρεμφερείς δραστηριότητες. Η ποικιλότητα ενδιαιτημάτων σε συνδυασμό με την ύπαρξη πλούσιας χλωρίδας, αντιπροσωπευτικής των αμμοθινών, των αλμυρών λιβαδιών κλπ., καθώς και η παρουσία ενός τοπικού ενδημικού είδους της *Arenaria leucadia*, είναι στοιχεία τα οποία τονίζουν την οικολογική και επιστημονική αξία της περιοχής. Επιπλέον δεν πρέπει να αγνοείται η γενικότερη σημασία των υγροτόπων για τη διατήρηση της πανίδας και για τα μεταναστευτικά πουλιά.

Περιοχή Χορτάτων (GR2240002)

Κωδικός Περιοχής: GR 2240002

Διοικητική Περιφέρεια: Ιόνια Νησιά

Νομός: Λευκάδας

Μέσο Υψόμετρο (m): 883

Γεωγραφικό μήκος : 20° 36΄

Γεωγραφικό πλάτος : 38° 43΄

Έκταση (ha):1255

Περιγραφή: Η περιοχή περιλαμβάνει το κεντρικό ορεινό τμήμα της Λευκάδας (600 – 1.140 m). Βρίσκεται N-NA των χωριών Εξάνθεια και Χορτάτα και περιλαμβάνει τις τρεις κύριες κορυφές και τις πλαγιές του όρους Ελάτη. Η παρουσία ασβεστολιθικών πετρωμάτων συμβάλει στην ύπαρξη ενδιαφέρουσας γεωμορφολογίας στην περιοχή (ρεματιές, βραχώδεις πλαγιές, βραχώδη συστήματα, δολίνες κλπ.). Οροπέδια διαφόρων μεγεθών (μεγάλες δολίνες) είναι πολύ κοινά στην περιοχή και μέχρι πριν λίγα χρόνια στις θέσεις αυτές κυριαρχούσαν οι αμπελώνες η καλλιέργεια των οποίων ήταν μια από τις κύριες αγροτικές δραστηριότητες της περιοχής. Παρά την ονομασία του υψηλότερου βουνού της περιοχής ως Ελάτη, ούτε δάσος αλλά και ούτε μεμονωμένα έλατα βρέθηκαν στην περιοχή. Ο κυρίαρχος τύπος βλάστησης είναι τα φρύγανα που προήλθαν από υποβάθμιση των μακκί. Η κατάσταση αυτή μπορεί να οφείλεται τόσο σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες (γεωργία, κτηνοτροφία, πυρκαγιές εκχερσώσεις κ.λ.π.) όσο και σε γεωλογικούς παράγοντες (καρστικοί ασβεστόλιθοι).

Τύποι οικοτόπων: Ευμεσογειακά ασβεστολιθικά απόκρημα βράχια της Ελλάδας.

Είδη φυτών:

Είδη ζώων:

Καθεστώς Προστασίας:

- Εθνικό και Περιφερειακό επίπεδο: -
- Διεθνές επίπεδο: -

Σπουδαιότητα: Η αξιολόγηση της περιοχής βασίστηκε στην παρουσία αξιόλογων, από χλωριδική και βιογεωγραφική άποψη ειδών. Μεταξύ αυτών είναι μερικά είδη, ενδημικά των Ιονίων νησιών ή του ευρύτερου ελληνικού χώρου και φυτά του γένους *Raetia* που παρουσιάζουν ενδιαφέρον από βιογεωγραφική άποψη. Το φυτικό αυτό γένος που σπανίζει στον Ελλαδικό χώρο, αντιπροσωπεύεται στην περιοχή από τα *P.mascula* ssp. *Russi* και *P.peregrina*. Πρέπει μάλιστα να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη περιοχή αποτελεί τον μοναδικό στην Ελλάδα χώρο συνύπαρξης των δύο παραπάνω τάξεων. Για το είδος *P.peregrina*, η περιοχή αποτελεί το νοτιοδυτικότερο όριο εξάπλωσης του στον ελληνικό χώρο ενώ για το *P. Mascula* ssp. *Ryssi* η περιοχή είναι το ανατολικότερο όριο εξάπλωσης το υποείδους στη Μεσόγειο. Η συνύπαρξη αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως μια ζωντανή απόδειξη ότι η περιοχή της κεντρικής Ελλάδας λειτούργησε ως περιοχή συγκέντρωσης χλωριδικών στοιχείων ποικίλης προέλευσης.

4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

4.1 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ)

Η χρησιμότητα των νέων τεχνολογιών και ιδιαίτερα οι δυνατότητες των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΓΠΣ) είναι κύριας σημασίας σε όλη την μεθοδολογική ανάλυση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, καθώς πρόκειται πρωτίστως για ένα γεωχωρικό πρόβλημα, που εξαρτάται από πολλούς γεωγραφικούς παράγοντες. Είναι επίσης ένα πρόβλημα λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων (MCDM), επομένως, τα οφέλη από την εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης είναι αναμφίβολα καθοριστικά κατά τα στάδια της εφαρμογής της (Φελώνη, 2022).

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) έχουν σχεδιαστεί για να διαχειρίζονται μεγάλους όγκους χωρικών δεδομένων, προερχόμενα από διάφορες πηγές (Q.Wang et al, 2009).

Μπορούν να συνδυάσουν χωρικά δεδομένα σε διανυσματική μορφή ή εικόνες (χάρτες, αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες) με ποσοτικά, ποιοτικά και περιγραφικά δεδομένα και για το λόγο αυτό αποτελούν πολύτιμο εργαλείο για μελέτες χωροθέτησης (Zamorano et al, 2008).

Τα πλεονεκτήματα χρήσης των ΣΓΠ για την επιλογή χώρων διάθεσης αποβλήτων έχουν μελετηθεί από πολλούς ερευνητές. Οι Siddiqui et al ήταν οι πρώτοι που συνδύασαν τη χρήση των ΣΓΠ με μια μέθοδο λήψης αποφάσεων, που βασίζεται στη διαδικασία αναλυτικής ιεράρχησης, τη βαθμολόγηση και τον εντοπισμό των πιθανών περιοχών για απόθεση στερεών αποβλήτων (Zamorano et al 2008, Wang et al 2009).

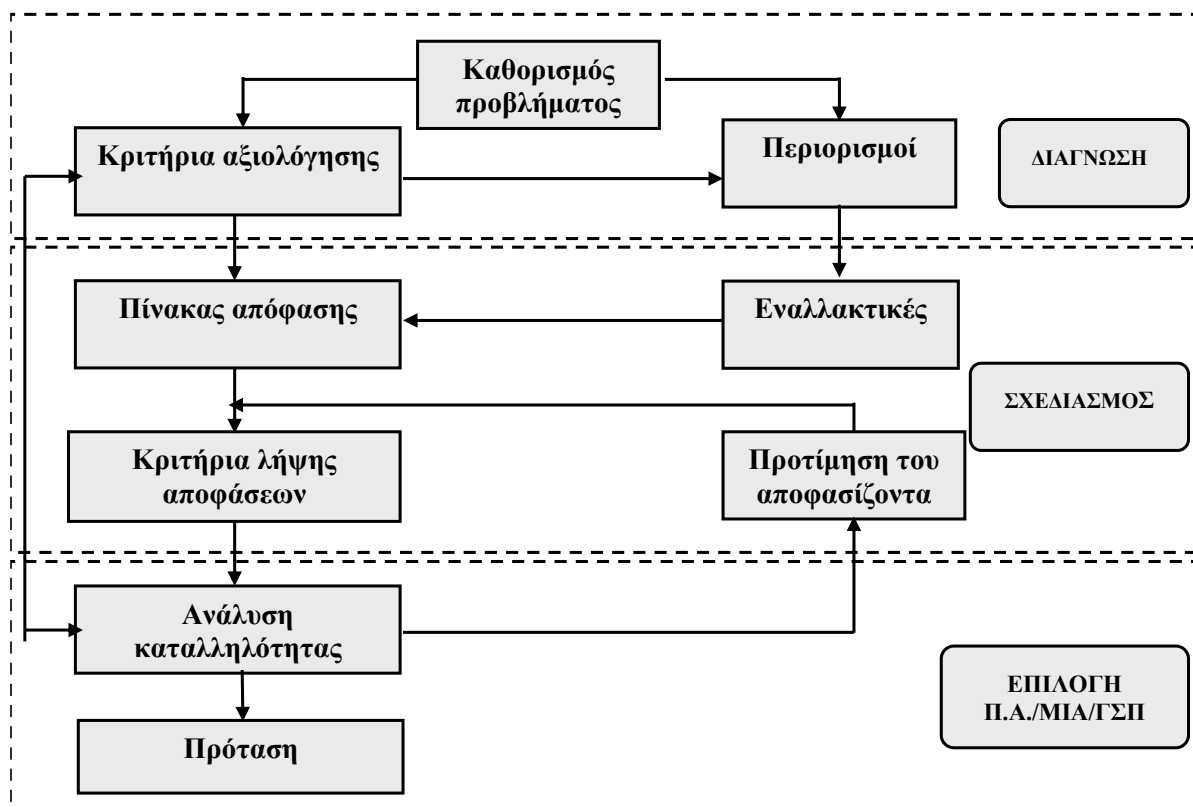
Τα πλεονεκτήματα της χρήσης ΣΓΠ οφείλονται στην ικανότητα του λογισμικού για λήψη, διαχείριση, ανάλυση και αποθήκευση των χωρικών δεδομένων καθώς και στο φιλικό περιβάλλον προς τον χρήστη ως προς την παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

4.2 Πολυκριτηριακή ανάλυση

4.2.1 Γενικά

Στην παρούσα εργασία, για τον εντοπισμό των κατάλληλων χώρων εγκατάστασης ΧΥΤΥ, εφαρμόστηκε η μέθοδος της πολυκριτηριακής ανάλυσης (MCDA). Στην πολυκριτηριακή ανάλυση γίνεται προσπάθεια συνδυασμού μιας ομάδας κριτηρίων, για να δημιουργηθεί μια εξίσωση λήψης αποφάσεων, σύμφωνα με ένα συγκεκριμένο αντικειμενικό στόχο

Η υλοποίηση αυτής της ανάλυσης, όπως αναπτύσσεται στα επόμενα κεφάλαια, διακρίνεται στα εξής βήματα: (α) διερεύνηση σχετικά με την επιλογή των κριτηρίων, (β) διεξαγωγή της πολυκριτηριακής χρησιμοποιώντας δύο κατηγορίες κριτηρίων, τα κριτήρια αποκλεισμού και τα κριτήρια καταλληλότητας, και (γ) ιεράρχηση των κριτηρίων με τη μέθοδο της ιεραρχικής ανάλυσης (AHP), με βάση δύο διαφορετικά σενάρια και εκτίμηση της στάθμησης των κριτηρίων με τη μέθοδο του σταθμισμένου γραμμικού συνδυασμού (Weighted Linear Combination – WLC).



Εικόνα 4-1 διάγραμμα χωρικής πολυκριτηριακής ανάλυσης (με τροποποίηση από Malczewski ,1999).

4.2.2 Μέθοδος Ιεραρχικής Ανάλυσης

Η διαδικασία αναλυτικής ιεράρχησης (Analytic Hierarchy Process – AHP) είναι τεχνική πολυκριτηριακής ανάλυσης για τη λήψη αποφάσεων και χρησιμοποιείται για προβλήματα, που περιλαμβάνουν πολλαπλούς και πιθανά αντικρουόμενους στόχους (Saaty, 1977 and 1980).

Πρόκειται για μια συστηματική διαδικασία, η οποία αναπαριστά τα στοιχεία ενός προβλήματος και θέτει το πλαίσιο για την επίλυσή του. Ένα πολύπλοκο πρόβλημα διαίρεται σε ένα αριθμό απλούστερων προβλημάτων (κριτήρια) υπό τη μορφή επιπέδων ιεραρχίας λήψης απόφασης. Αφού καθιερωθεί η ιεραρχία, κατασκευάζεται ένας πίνακας συγκρίσεως κατά ζεύγη για κάθε επίπεδο (Wang et al 2009, Sener et al 2010).

Γίνεται σύγκριση μεταξύ των κριτηρίων, ανά δύο, η οποία βασίζεται σε υποκειμενικές κρίσεις των προσώπων που σχεδιάζουν την ιεραρχική αυτή δομή, έτσι ώστε να ιεραρχηθούν οι προτεραιότητες.

Τα στάδια της μεθόδου μπορούν περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Προσδιορισμός στόχου, κριτηρίων και εναλλακτικών λύσεων για τον εξορθολογισμό της διαδικασίας, τη μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας και τη βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων των αποφάσεων.
2. Δημιουργία πίνακα σύγκρισης ανά ζεύγος των επιλεγμένων κριτηρίων για την διευκόλυνση της λήψης αποφάσεων AHP.

3. Καθορισμός του δείκτη προτεραιότητας για κάθε κριτήριο για κάθε σενάριο που έχει επιλεγθεί.
4. Έλεγχος του λόγου συνέπειας. Ένα κρίσιμο μέτρο για την αποτελεσματική εκτέλεση της διαδικασίας.

Κατασκευάζονται έτσι πίνακες συγκρίσεων κατά ζεύγη των κριτηρίων για λήψη της τελικής απόφασης. Τα στοιχεία τους αποτελούν τη βαθμολογία που έχει εκτιμήσει ο μελετητής, σύμφωνα με την κλίμακα του Πίνακα 4-1 (Wind and Saaty, 1980). Η κλίμακα αυτή διαθέτει 9 διαβαθμίσεις, όπου το 1 αντιστοιχεί σε βαθμολογία κριτηρίου αδιάφορου ή ίσης σημασίας και το 9 απόλυτης σημασίας ή εξαιρετικής προτίμησης.

Πίνακας 4-1 Η συγκριτική κλίμακα στην Αναλυτική Μέθοδο Ιεράρχησης (Saaty 1980)

Βαθμός σημασίας	Ορισμός	Εξήγηση
1	Ίσης σημασίας	Οι δύο εναλλακτικές συμβάλλουν εξίσου στην επίτευξη του στόχου
3	Μέτρια σημαντικότερη η μια εναλλακτική σε σχέση με την άλλη	Προτιμάται ελαφρώς λόγω εμπειρίας και κρίσης η μια εναλλακτική
5	Αρκετά σημαντικότερη η μια εναλλακτική σε σχέση με την άλλη	Προτιμάται ισχυρά λόγω εμπειρίας και κρίσης η μια εναλλακτική
7	Πολύ σημαντικότερη η μια εναλλακτική σε σχέση με την άλλη	Προτιμάται ισχυρά η μια εναλλακτική λόγω σημαντικών ενδείξεων
9	Εξαιρετικά σημαντικότερη η μια εναλλακτική σε σχέση με την άλλη	Υπάρχουν αποδείξεις για την προτίμηση της μιας εναλλακτικής
2,4,6,8	Ενδιάμεσες τιμές μεταξύ κρίσεων	Όταν απαιτείται συμβιβασμός
Αντίστροφοι (μεγαλύτεροι από μηδέν)	Αν η εναλλακτική <i>i</i> έχει μια από τις παραπάνω τιμές (διάφορες του μηδενός) όταν συγκρίνεται με τη δραστηριότητα <i>j</i> , τότε η <i>j</i> παίρνει την αντίστροφη τιμή.	Οι αντίστροφες τιμές των 2,4,6,8 αποτελούν αντίστροφες προτιμήσεις.

Για την εφαρμογή της μεθόδου, σε αυτήν τη διπλωματική εργασία, οι παραπάνω υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του online υπολογιστικού εργαλείου της Διαδικασίας Ιεραρχικής Ανάλυσης (<https://bpmmsg.com/ahp/ahp-calc.php>). Στις Εικόνες 4-2 & 4-3 απεικονίζεται το περιβάλλον του εργαλείου, στο οποίο θέτεις τον αριθμό των κριτηρίων που έχουν επιλεχθεί και στη συνέχεια ιεραρχούνται ανά δύο στην κλίμακα 1-9 όπως ήδη αναφέρθηκε.

AHP Criteria

Select number and names of criteria, then start pairwise comparisons to calculate priorities using the Analytic Hierarchy Process.

Select number of criteria:

Input number and names (2 - 20)

Pairwise Comparison

3 pairwise comparison(s). Please do the pairwise comparison of all criteria. When completed, click *Check Consistency* to get the priorities.

With respect to AHP priorities, which criterion is more important, and how much more on a scale 1 to 9?

A - wrt AHP priorities - or B?	Equal	How much more?
1 <input checked="" type="radio"/> Crit-1 <input type="radio"/> Crit-2	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
2 <input checked="" type="radio"/> Crit-1 <input type="radio"/> Crit-3	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
3 <input checked="" type="radio"/> Crit-2 <input type="radio"/> Crit-3	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9

CR = 0% Please start pairwise comparison

AHP Scale: 1- Equal Importance, 3- Moderate importance, 5- Strong importance, 7- Very strong importance, 9- Extreme importance (2,4,6,8 values in-between).

Εικόνα 4-2 online υπολογιστικό εργαλείο AHP

With respect to AHP priorities, which criterion is more important, and how much more on a scale 1 to 9?

A - wrt AHP priorities - or B?	Equal	How much more?
1 <input checked="" type="radio"/> Υδροπερατότητα <input type="radio"/> Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
2 <input checked="" type="radio"/> Υδροπερατότητα <input type="radio"/> Απόσταση από ρήγματα	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
3 <input checked="" type="radio"/> Υδροπερατότητα <input type="radio"/> Απόσταση από οδικό δίκτυο	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
4 <input checked="" type="radio"/> Υδροπερατότητα <input type="radio"/> Απόσταση από έδρες Δ.Κ.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
5 <input checked="" type="radio"/> Υδροπερατότητα <input type="radio"/> Κλίση εδάφους	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
6 <input checked="" type="radio"/> Υδροπερατότητα <input type="radio"/> Χρήσεις γης	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
7 <input checked="" type="radio"/> Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο <input type="radio"/> Απόσταση από ρήγματα	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
8 <input checked="" type="radio"/> Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο <input type="radio"/> Απόσταση από οδικό δίκτυο	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
9 <input checked="" type="radio"/> Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο <input type="radio"/> Απόσταση από έδρες Δ.Κ.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
10 <input checked="" type="radio"/> Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο <input type="radio"/> Κλίση εδάφους	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
11 <input checked="" type="radio"/> Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο <input type="radio"/> Χρήσεις γης	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9

Εικόνα 4-3 ιεράρχηση των κριτηρίων ανά δύο

Ο πίνακας συγκρίσεων ελέγχεται με τον υπολογισμό του δείκτη συνέπειας CI (Consistency Index). Οι συντελεστές του λόγου συνέπειας CR (Consistency Ratio) υπολογίζονται με βάση τη σχέση

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Όπου RI είναι η μέση τιμή των δεικτών συνέπειας. Αποδεκτές τιμές ασυνέπειας είναι για CR μικρότερο του 10%. Στο υπολογιστικό εργαλείο που επιλέχθηκε, ο λόγος συνέπειας υπολογίζεται αυτόματα και οι τιμές που επιτεύχθηκαν στην παρούσα εργασία είναι αποδεκτές.

4.2.3 Σταθμισμένος γραμμικός συνδυασμός

Η διαδικασία της ιεραρχικής ανάλυσης οδηγεί στον καθορισμό των συντελεστών βαρύτητας κάθε κριτηρίου όπως φαίνεται στον Πίνακα 4-2 ο οποίος έχει προκύψει από την διαδικασία που περιγράφηκε ανωτέρω. Στον πίνακα αποτυπώνεται η διαδικασία της AHP για το ένα από τα δύο σενάρια που επιλέχθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία, το φιλο-περιβαλλοντικό σενάριο.

Πίνακας 4-2 AHP & Συντελεστές βαρύτητας φιλο - περιβαλλοντικών κριτηρίων

Περιβαλλοντικοί παράγοντες (B1)	Υδροπερατότητα σχηματισμών	Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο	Απόσταση από ρήγματα	Απόσταση από οδικό δίκτυο	Απόσταση από έδρες Δ.Ε.	Κλίση εδάφους	Χρήσεις γης	Συντ. βαρύτητας (%)
Υδροπερατότητα σχηματισμών	1	1	3	5	5	5	3	29.8%
Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο	1	1	3	5	5	5	3	29.8%
Απόσταση από ρήγματα	0.333	0.333	1	3	3	3	1	12.7%
Απόσταση από οδικό δίκτυο	0.2	0.2	0.333	1	1	1	0.333	5.0%
Απόσταση από έδρες Δ.Ε.	0.2	0.2	0.333	1	1	1	0.333	5.0%
Κλίση εδάφους	0.2	0.2	0.333	1	1	1	0.333	5.0%
Χρήσεις γης	0.333	0.333	1	3	3	3	1	12.7%

Οι συντελεστές βαρύτητας για κάθε κριτήριο είναι χρήσιμοι κατά την εφαρμογή της μεθόδου του σταθμισμένου γραμμικού συνδυασμού (Weighted Linear Combination – WLC). Σε περιβάλλον ΣΓΠ, εισάγονται τα θεματικά επίπεδα (ανά κριτήριο) σε μορφή raster με κοινή κλίμακα αναφοράς (0-1 στην παρούσα εργασία), η οποία έχει δημιουργηθεί είτε με τη διαδικασία της Ευκλείδειας απόστασης και στη συνέχεια της Τυποποίησης ή του reclassification (spatial analyst) για όλα τα επίπεδα δεδομένων. Για κάθε επίπεδο χρησιμοποιείται ο συντελεστής βαρύτητας, που εκφράζει τη σημαντικότητα του κριτηρίου στην απόφαση επιλογής της θέσης.

Η διαδικασία που πραγματοποιείται είναι μια αλγεβρική πράξη μεταξύ των κελιών του κάθε επιπέδου, δίδοντας στο τελικό κελί ακέραιες τιμές, καθώς γίνεται στρογγυλοποίηση του αποτελέσματος. Όταν έστω ένα επίπεδο έχει τιμή 0 για κάποιο κελί, τότε το αποτέλεσμα του υπολογισμού είναι 0 στο κελί του τελικού επιπέδου. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται τα κελιά / περιοχές αποκλεισμού.

Στο τελικό επίπεδο που προκύπτει διαμορφώνονται οι περιοχές αποκλεισμού (μηδενικής βαθμολογίας) και οι αποδεκτές περιοχές, που ταξινομούνται από λίγο έως πολύ κατάλληλες, ανάλογα με την τιμή που έχουν λάβει τα κελιά από την προηγούμενη διαδικασία. Οι προτεινόμενες περιοχές για την απόθεση στερεών αποβλήτων αναγνωρίζονται ως συγκεντρώσεις κελιών υψηλής βαθμολογίας.

5 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

5.1 Γεωχωρικά Δεδομένα

Τα γεωχωρικά δεδομένα αντλήθηκαν από διάφορες πηγές και για την αξιοποίησή τους προηγήθηκε προβολή στο κοινό σύστημα γεωαναφοράς ΕΓΣΑ 87.

Το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (ΨΜΕ/DEM) διάστασης 30 m αντλήθηκε από την ιστοσελίδα της Αμερικάνικης Γεωλογικής Υπηρεσίας (<https://earthexplorer.usgs.gov>) Από την επεξεργασία του ΨΜΕ παρήχθη το υδρογραφικό δίκτυο της ν. Λευκάδας με τη βοήθεια του εργαλείου “stream order” του ArcGIS. Έγινε ταξινόμηση κατά Sthraler και το υδρογραφικό δίκτυο κατηγοριοποιήθηκε σε πέντε τάξεις.

Το γεωλογικό φύλλο του ΙΓΜΕ «Λευκάς» κλίμακας 1:50.000, χρησιμοποιήθηκε για την ψηφιοποίηση των ορίων των γεωλογικών σχηματισμών και στη συνέχεια για τη σύνταξη του υδρολιθολογικού χάρτη.

Τα όρια των αρχαιολογικών χώρων αντλήθηκαν από το αρχαιολογικό κτηματολόγιο (<https://www.arxaiologikoktimatologio.gov.gr/>).

Τα όρια των προστατευόμενων περιοχών (Natura 2000, Καταφύγια Άγριας Ζωής) προέρχονται από την ελεύθερη γεωβάση δεδομένων (<http://geodata.gov.gr/el/dataset>)

Τα δεδομένα για τις χρήσεις γης προέρχονται από τη βάση δεδομένων κάλυψης Corine LandCover, της υπηρεσίας Copernicus (<https://land.Copernicus.eu/pan-european/CORINE-land-cover/clc2018>).

5.2 Επιλογή και βαθμολόγηση κριτηρίων

Σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα, τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται κατά την εφαρμογή της αναλυτικής ιεραρχικής μεθόδου για την βέλτιστη επιλογή χώρου απόθεσης στερεών αποβλήτων, ανήκουν σε δύο κατηγορίες (Βουδούρης Κ., 2009, Gemitzi et al 2006):

- ✓ **στα κριτήρια αποκλεισμού**, τα οποία αποκλείουν τις ακατάλληλες για χωροθέτηση ΧΥΤΥ περιοχές και βαθμολογούνται με τιμή 0. Ακατάλληλες περιοχές αποτελούν οι οικιστικές περιοχές, οι προστατευόμενες περιοχές, οι αρχαιολογικοί χώροι κ.α.

- ✓ **στα κριτήρια καταλληλότητας**, τα οποία καθορίζουν τον βαθμό καταλληλότητας των περιοχών (βαθμολογούνται στην κλίμακα 0 έως 1) Στα κριτήρια αυτά μπορούν να συμπεριληφθούν η υδροπερατότητα των σχηματισμών που δομούν το νησί, η απόσταση από το υδρογραφικό δίκτυο, η κλίση του εδάφους, οι χρήσεις γης, η προσβασιμότητα κ.α.

5.2.1 Κριτήρια Αποκλεισμού

Τα κριτήρια αποκλεισμού διέκριναν τις περιοχές της ν. Λευκάδας που απαγορεύεται ρητά η χωροθέτηση του ΧΥΤΥ. Τα κριτήρια αυτά έχουν είτε γεωγραφικό χαρακτήρα, είτε περιβαλλοντικό ή/και χωροταξικό. Η οπτικοποίησή τους μέσω του ArcGIS γίνεται σε μορφή εικόνων (αρχεία raster), που λαμβάνουν τιμές 0 και 1. Οι περιοχές αποκλεισμού λαμβάνουν τιμή 0, ενώ οι κατάλληλες περιοχές λαμβάνουν την τιμή 1.

5.2.1.1 Υδρογραφικό Δίκτυο

Σαν πρώτο κριτήριο αποκλεισμού τέθηκε η απόσταση του ΧΥΤΥ από το υδρογραφικό δίκτυο αφενός μεν για την αποφυγή ρύπανσης των υδάτων λόγω διαφυγής στραγγισμάτων, αφετέρου δε γιατί τα ρέματα αποτελούν σημαντικό παράγοντα μεταφοράς και διασποράς των ρύπων. Επιπλέον, δυσμενής παράγοντας είναι τα πλημμυρικά συμβάντα, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν αστοχία της κατασκευής. Σύμφωνα με το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο και βιβλιογραφικές αναφορές, εφαρμόστηκε αποκλεισμός ζώνης 500 m από τα ποτάμια της περιοχής μελέτης 5^{ης} τάξης, 300 m από τα ποτάμια της περιοχής μελέτης 4^{ης} τάξης και 100 m από τα ποτάμια της περιοχής μελέτης 3^{ης} τάξης. Οι ζώνες δημιουργήθηκαν με την εντολή buffer με την αντίστοιχη εμβέλεια (500, 300 και 100 m), με επίπεδο εισόδου το θεματικό επίπεδο του υδρογραφικού δικτύου. Το κριτήριο εφαρμόστηκε για τις τρεις μεγαλύτερες τάξεις, θεωρώντας πως οι κλάδοι αυτών των τάξεων είναι σημαντικότεροι ως προς τον όγκο της απορροής και το πλάτος της κοίτης Στη συνέχεια, τα αρχεία εξόδου τα οποία είναι αρχεία διανυσματικής μορφής (vector), μετατρέπονται σε αρχεία raster, δημιουργώντας μια δυαδική εικόνα όπου οι αποκλεισμένες περιοχές λαμβάνουν την τιμή 0 (Εικόνα 5.1).

5.2.1.2 Λίμνες

Στα Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών για το νησί της Λευκάδας, η μόνη λίμνη που αναφέρεται είναι η λιμνοθάλασσα Στενών Λευκάδας στην είσοδο του νησιού. Στην Λευκάδα υπάρχουν επιπλέον η λιμνοδεξαμενή Καρυάς (τεχνητή λίμνη) και η φυσική λίμνη Μαραντοχωρίου, οι οποίες ψηφιοποιήθηκαν στην εφαρμογή Google Earth και συμπεριελήφθησαν στο κριτήριο αποκλεισμού των λιμνών. Θεωρήθηκε ότι μια απόσταση 350 m περιμετρικά αυτών, η οποία αποτελεί ζώνη αποκλεισμού, είναι επαρκής για την προστασία τους (Βουδούρης, 2009). Η περιοχή αποκλεισμού λαμβάνει την τιμή 0 όπως αναλύθηκε ανωτέρω και αποτυπώνεται στην Εικόνα 5.2.

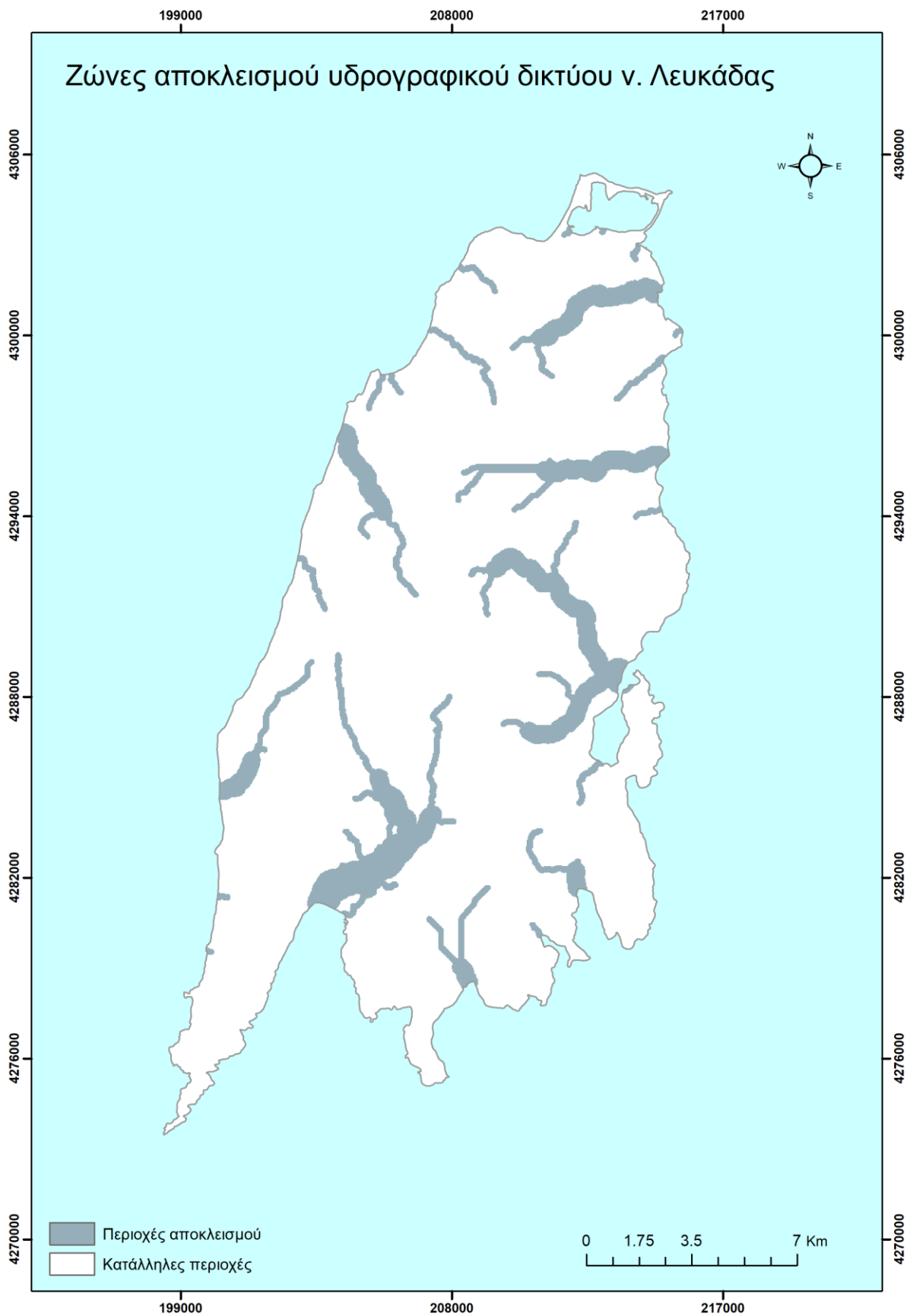
5.2.1.3 Υδροπερατότητα γεωλογικών σχηματισμών

Το κριτήριο της υδροπερατότητας θεωρείται από τα σημαντικότερα για την επιλογή θέσης ΧΥΤΥ καθώς συνδέεται άμεσα με την προστασία των υπόγειων υδάτων. Η χωροθέτησή τους σε

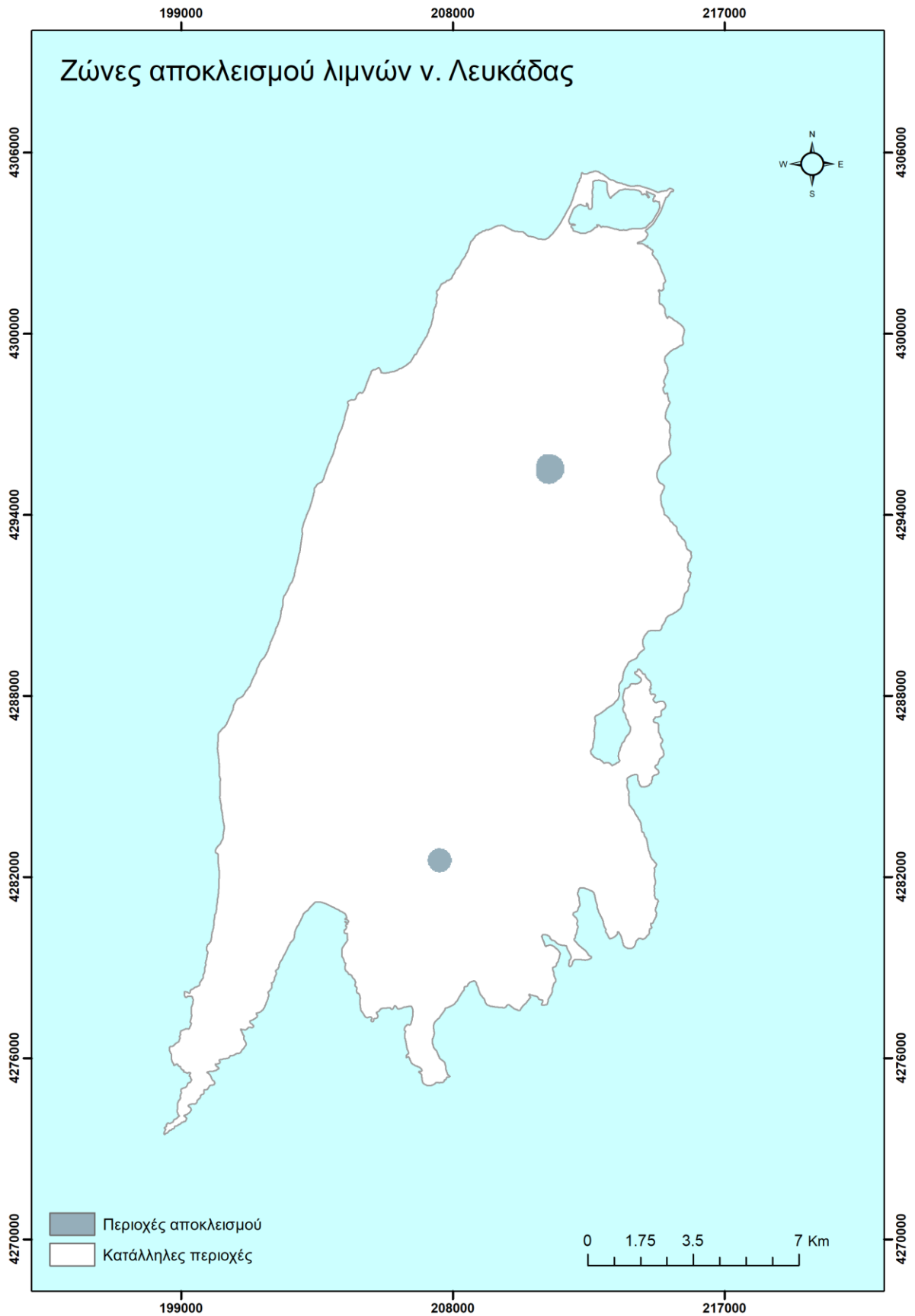
στεγανούς σχηματισμούς λειτουργεί σαν φυσικός φραγμός για την προστασία των υδροφορέων από διαρροή και μεταφορά στραγγισμάτων σε περίπτωση αστοχίας των τεχνικών στεγανοποίησης. Επιβάλλεται επομένως ο αποκλεισμός των καρστικών σχηματισμών (ασβεστολιθικών) οι οποίοι παρουσιάζουν υψηλή έως πολύ υψηλή περατότητα ($K = 10^{-1}$ έως 10^{-3} m/s) όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.3.

5.2.1.4 Απόσταση από την ακτή

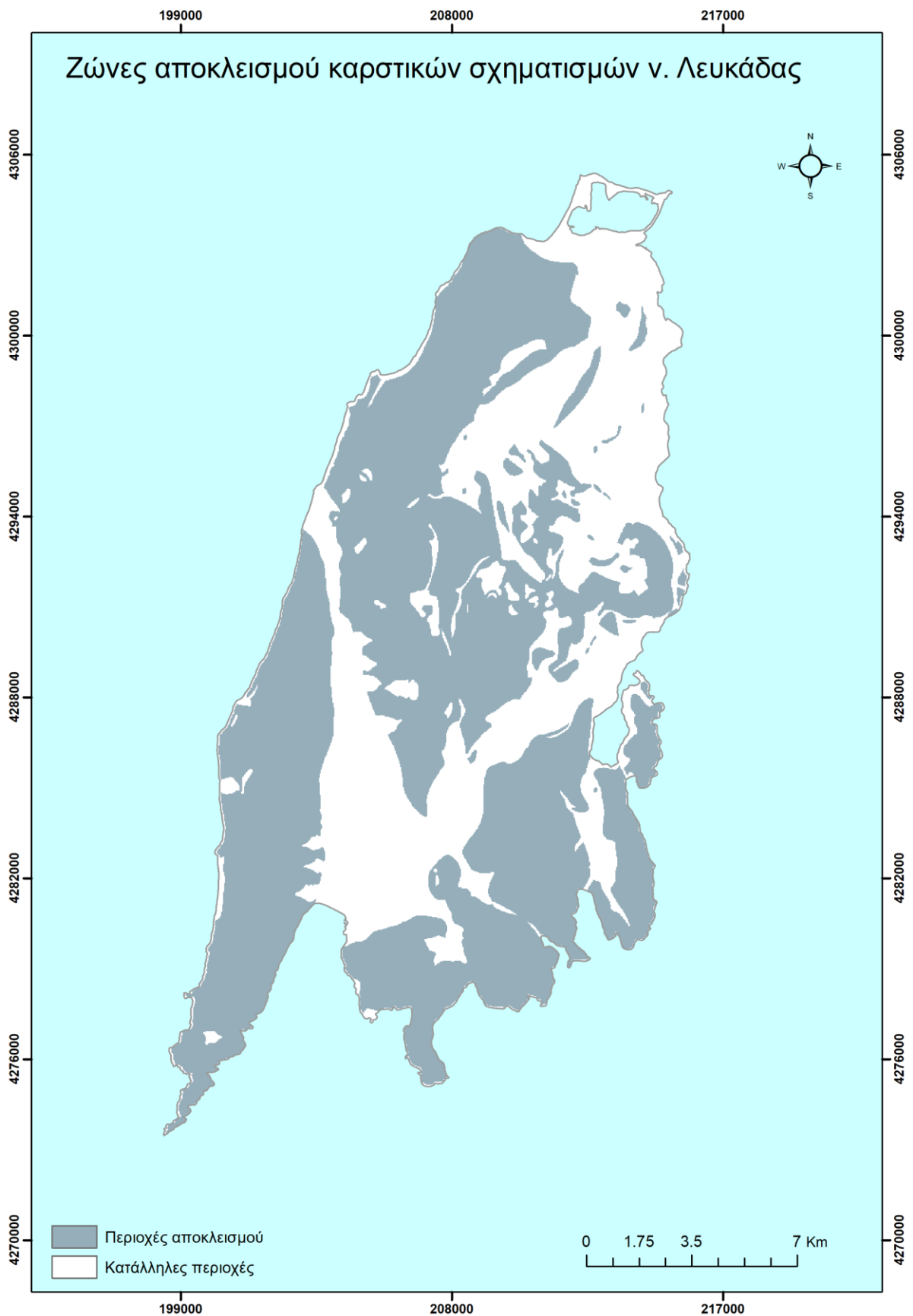
Ως κριτήριο αποκλεισμού τίθεται επιπλέον η απόσταση από την ακτογραμμή. Η ακτογραμμή στο νησί της Λευκάδας εκμεταλλεύεται κυρίως για τουριστικές δραστηριότητες, ταυτόχρονα όμως προστατεύεται λόγω της οικολογικής της σημαντικότητας. Ορίστηκε ζώνη 500 m από την ακτογραμμή εντός της οποίας απαγορεύτηκε η χωροθέτηση του ΧΥΤΥ. Η ζώνη αποκλεισμού προέκυψε με χρήση της εντολής buffer σε περιβάλλον ArcGIS, δίνοντας εμβέλεια 500 m επί του επιπέδου της ακτογραμμής. Ακολούθησε μετατροπή των αρχείων από vector σε raster μορφή με την ακατάλληλη ζώνη να λαμβάνει τιμή 0 (Εικόνα 5.4).



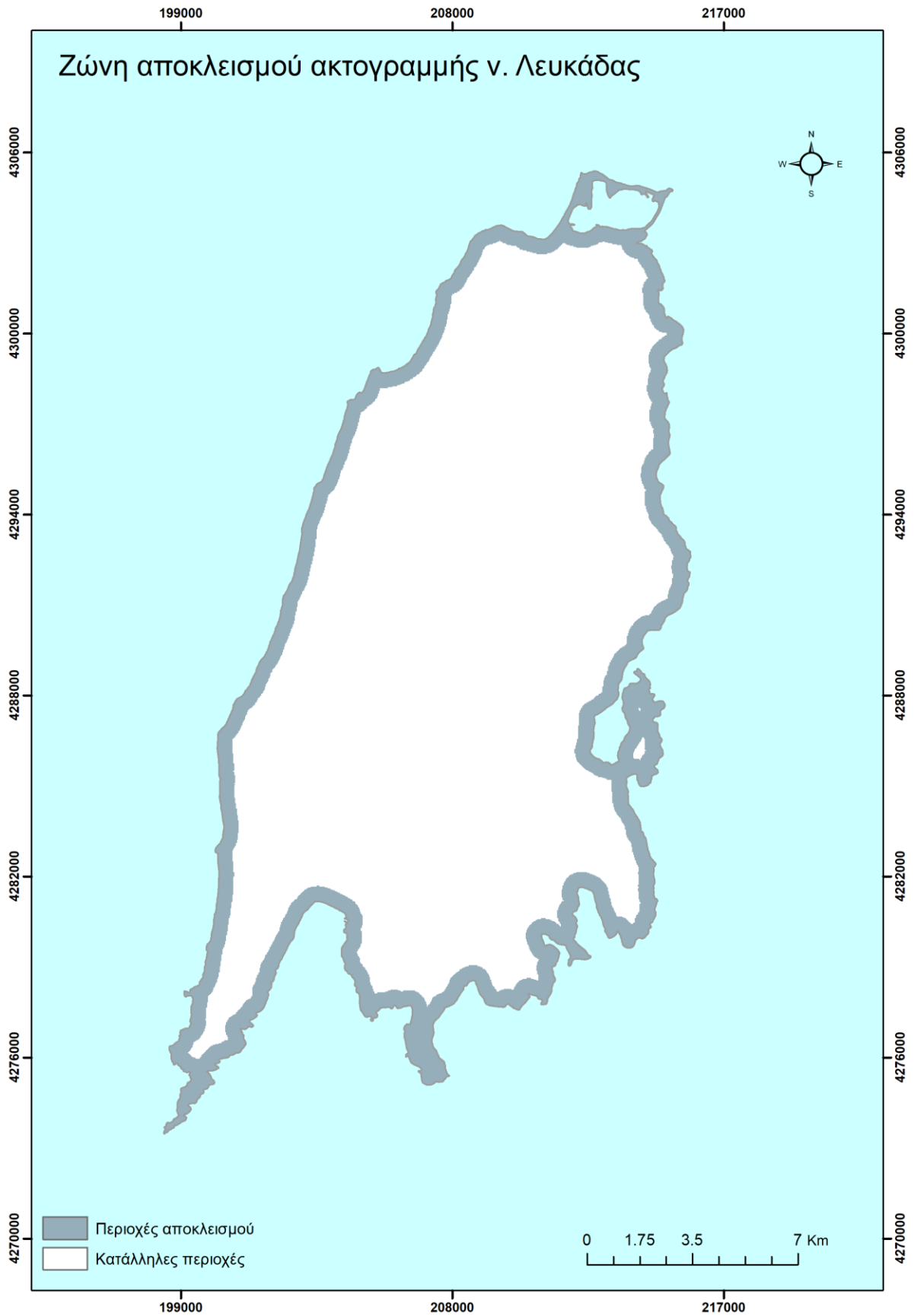
Χάρτης 5-1 Ζώνες αποκλεισμού υδρογραφικού δικτύου ν. Λευκάδας



Χάρτης 5-2 Ζώνες αποκλεισμού λιμνών ν. Λευκάδας



Χάρτης 5-3 Ζώνες αποκλεισμού καρστικών σχηματισμών ν. Λευκάδας



Χάρτης 5-4 Ζώνη αποκλεισμού της ακτογραμμής ν. Λευκάδας

5.2.1.5 Απόσταση από οικισμούς

Σύμφωνα με τον νόμο 114218/97, ένας ΧΥΤΥ απαγορεύεται να χωροθετηθεί 500 m από οικισμό (Gemtzi et al. 2006). Ορίστηκε ζώνη αποκλεισμού από τους οικισμούς με εφαρμογή της εντολής buffer εμβέλειας 500 m γύρω από τους οικισμούς και 1000 m γύρω από την έδρα του Δήμου της Λευκάδας. Οι ζώνες αποκλεισμού γύρω από τους οικισμούς λαμβάνουν τιμή 0 (Εικόνα 5.7).

5.2.1.6 Απόσταση από το οδικό δίκτυο

Στα κριτήρια αποκλεισμού συγκαταλέγεται και η απόσταση από το κύριο οδικό δίκτυο της εξεταζόμενης περιοχής. Ορίστηκε πως ο ΧΥΤΑ δεν θα χωροθετηθεί σε απόσταση 150 m από τους κύριους οδικούς άξονες, για να αποφευχθεί κυκλοφοριακή συμφόρηση, λόγω της κυκλοφορίας φορτηγών μεγάλου κυβισμού. Η ζώνη αποκλεισμού έλαβε την τιμή 0 και απεικονίζεται με χρώμα μαύρο (Εικόνα 5.10)

5.2.1.7 Απόσταση από τα ρήγματα

Σημαντικό κριτήριο αποτελεί και η απόσταση από τα ρήγματα της περιοχής. Εφαρμόστηκε ζώνη αποκλεισμού 100 m η οποία έλαβε την τιμή 0 (Εικόνα 5.11).

5.2.1.8 Κλίση πρανών

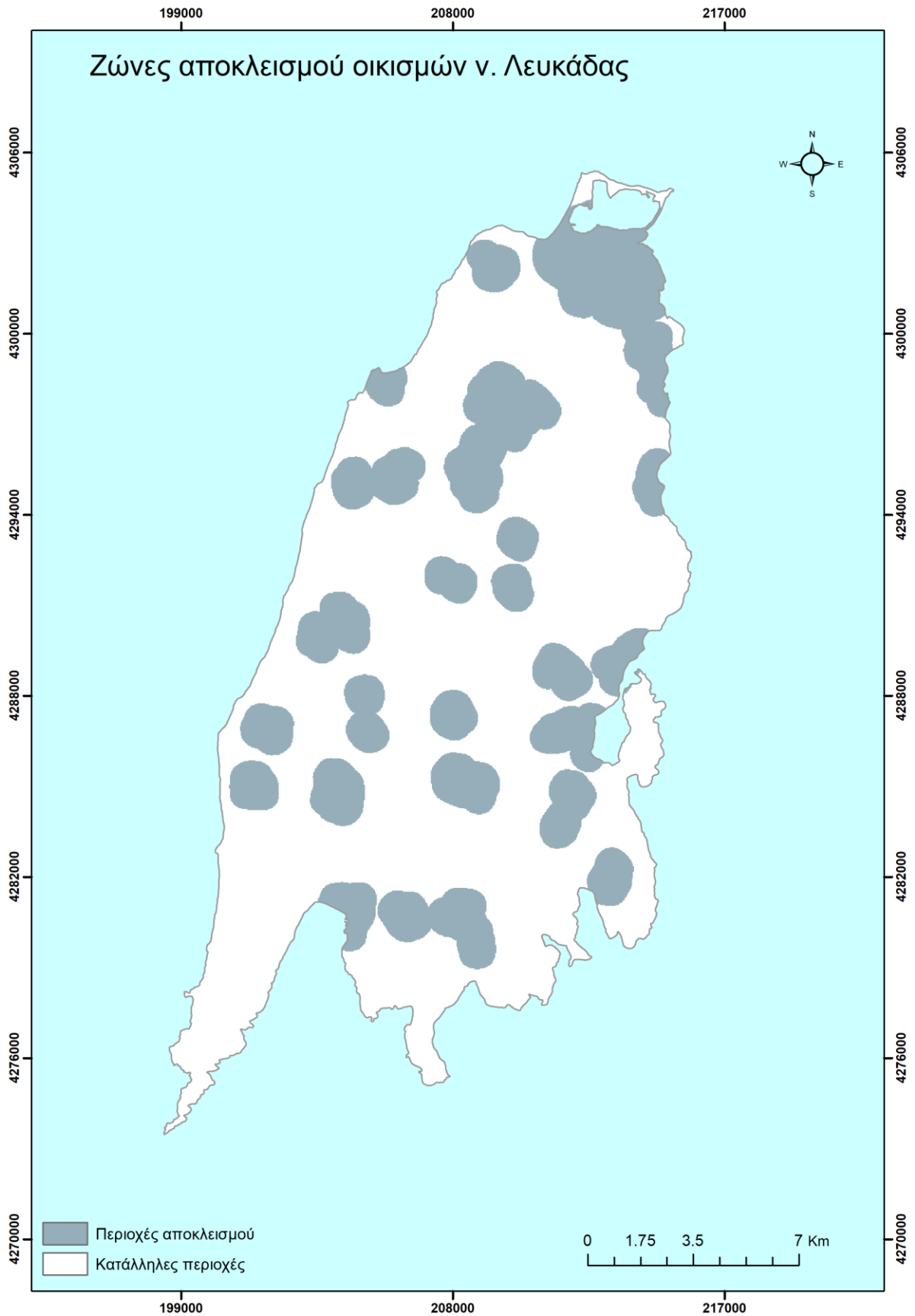
Οι εδαφικές κλίσεις είναι σημαντικός παράγοντας για την επιλογή του χώρου, καθώς απαιτούνται σχετικά μικρές κλίσεις του φυσικού ανάγλυφου, για την αποφυγή κατολισθήσεων και αστοχιών. Εφαρμόστηκε ζώνη αποκλεισμού >15%, η οποία έλαβε την τιμή 0 (Εικόνα 5.11).

5.2.1.9 Προστατευόμενες περιοχές Natura 2000

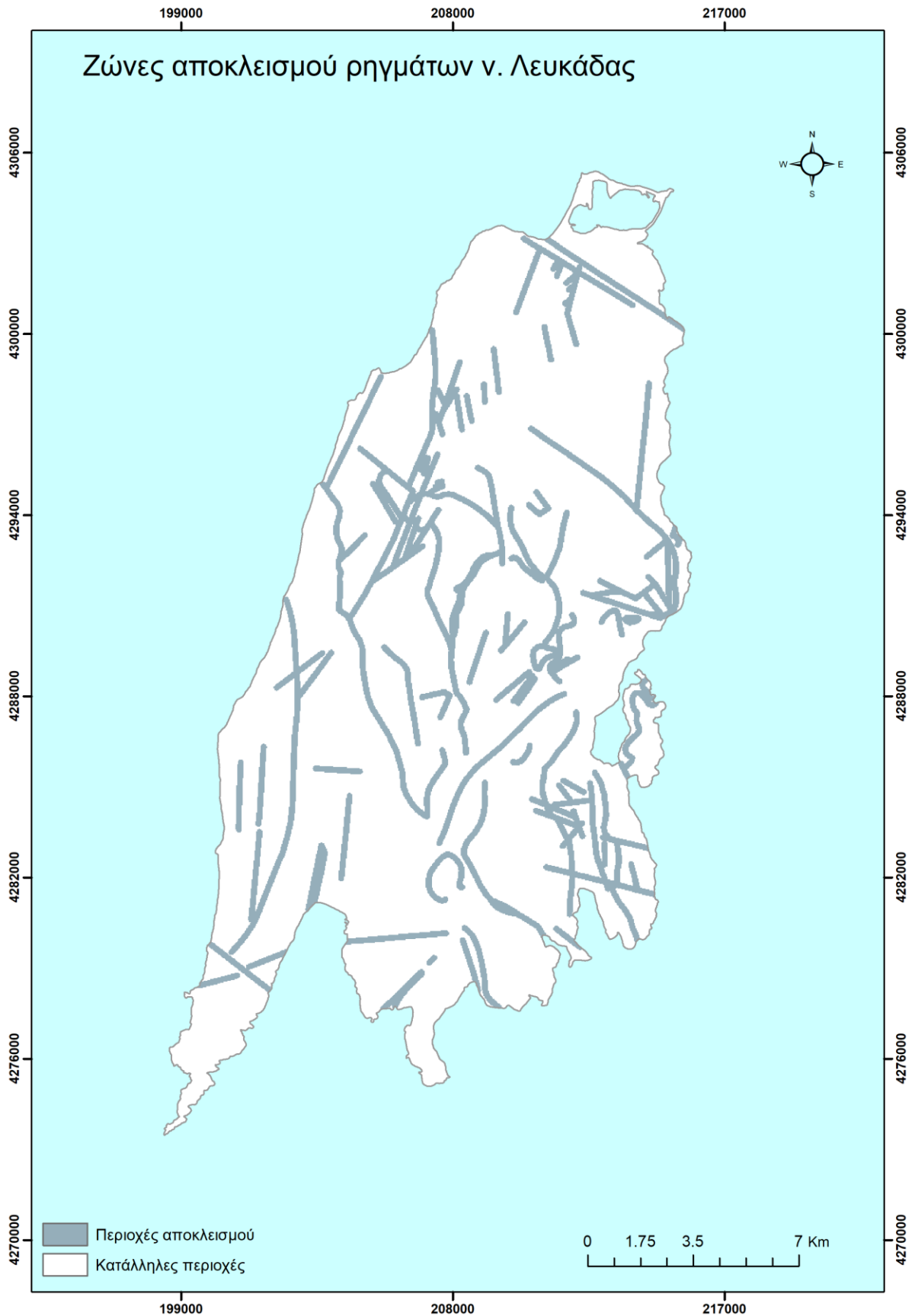
Απαραίτητος θεωρείται και ο αποκλεισμός των περιοχών που προστατεύονται από το πρόγραμμα Natura 2000. Τα διανυσματικά δεδομένα μετατρέπονται σε ψηφιδωτά, με τις περιοχές εντός των ορίων του Natura να λαμβάνουν την τιμή 0 (Εικόνα 5.5).

5.2.1.10 Καταφύγια άγριας ζωής

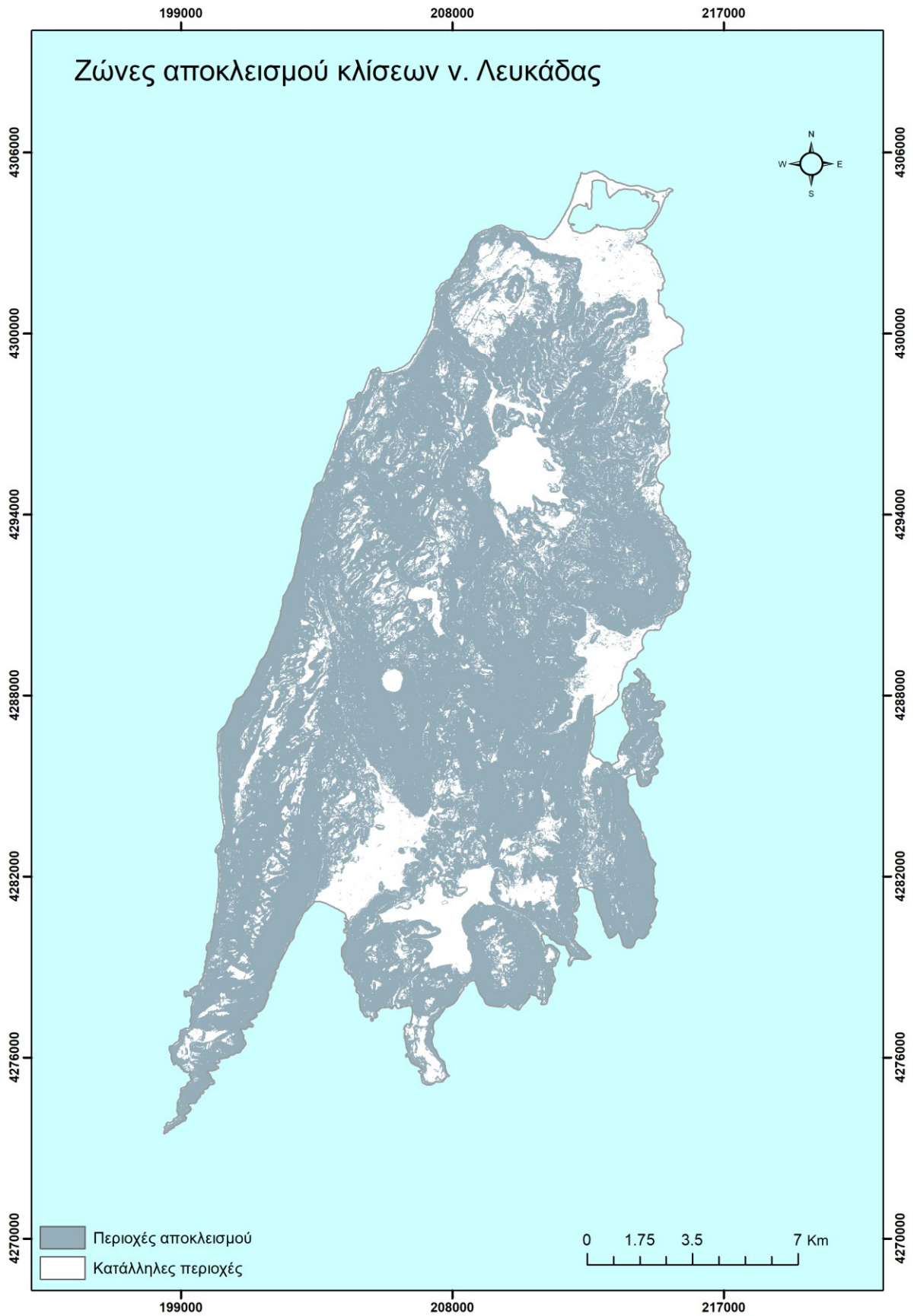
Για την ολοκληρωμένη διαχείριση των προστατευόμενων περιοχών, ορίστηκε επιπλέον το κριτήριο αποκλεισμού των καταφυγίων άγριας ζωής. Από το θεματικό επίπεδο των καταφυγίων δημιουργήθηκε δυαδική εικόνα όπου οι αντίστοιχες εκτάσεις αποκλείονται λαμβάνοντας την τιμή 0 (Εικόνα 5.6).



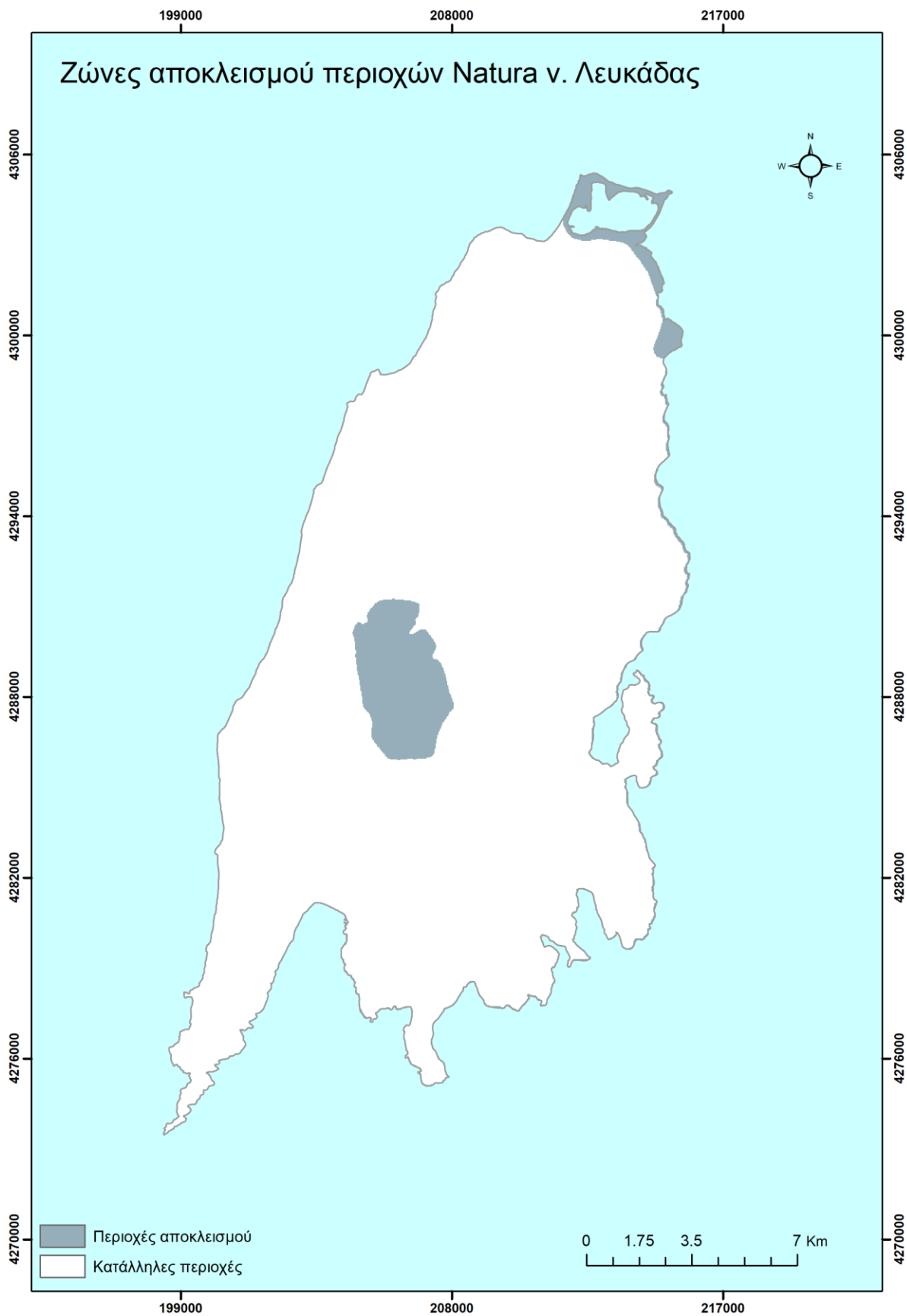
Χάρτης 5-5 Ζώνη αποκλεισμού οικισμών ν. Λευκάδας



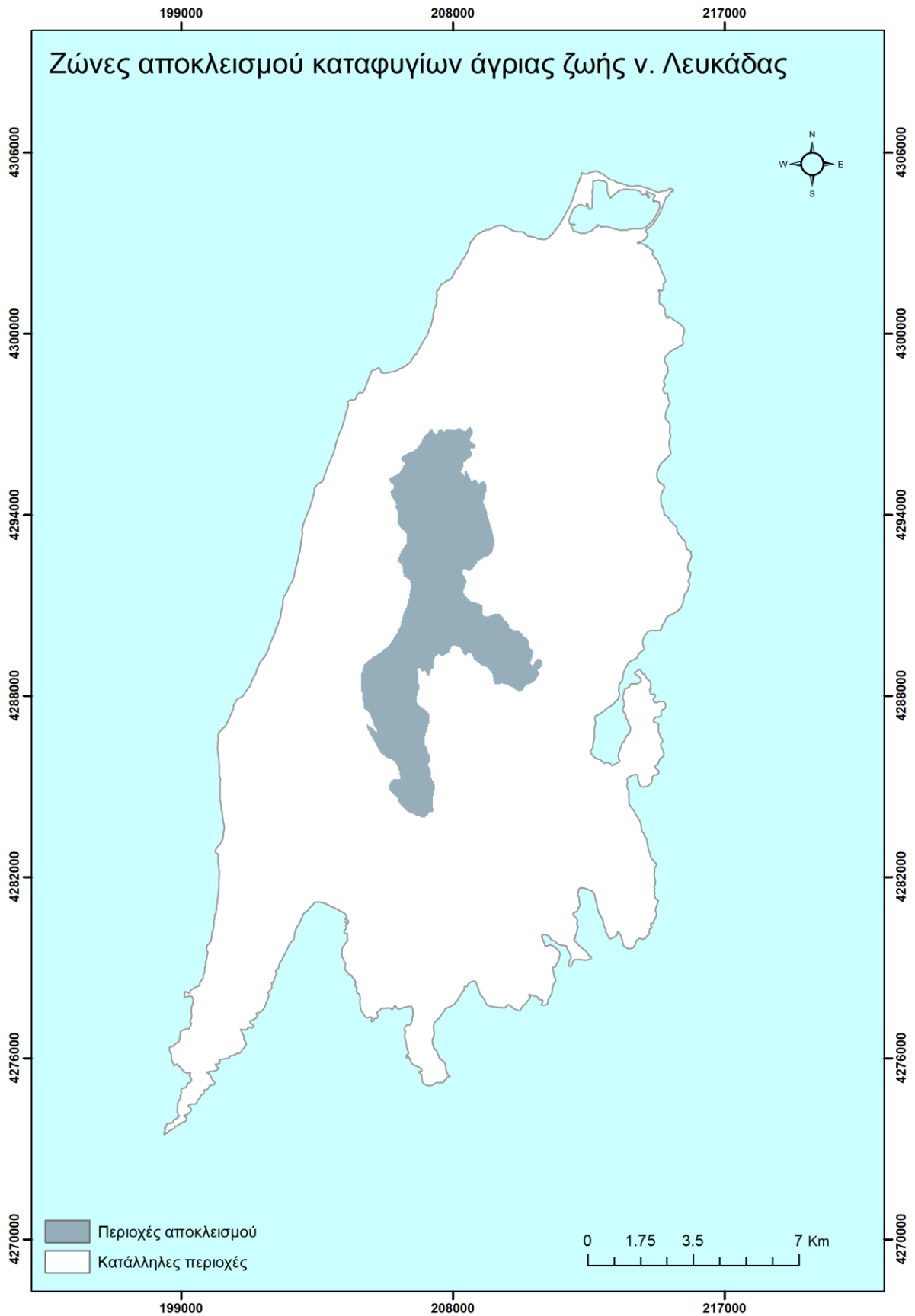
Χάρτης 5-6 Ζώνη αποκλεισμού ρηγμάτων ν. Λευκάδας



Χάρτης 5-7 Ζώνη αποκλεισμού κλίσεων ν. Λευκάδας



Χάρτης 5-8 Αποκλεισμός των περιοχών Natura 2000 ν. Λευκάδας



Χάρτης 5-9 Ζώνη αποκλεισμού καταφυγίων άγριας ζωής ν. Λευκάδας

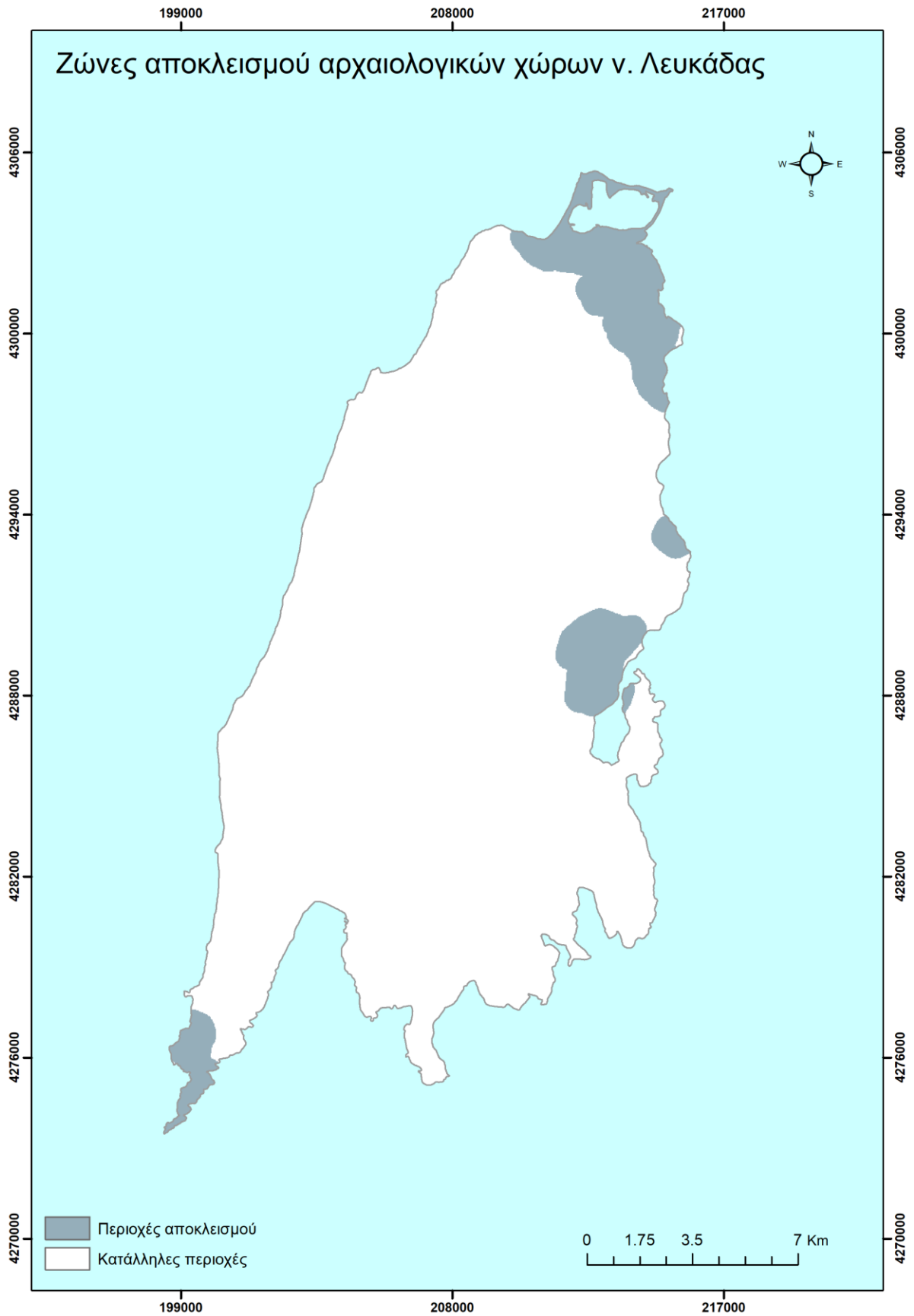
5.2.1.11 Προστασία των αρχαιολογικών χώρων

Με βάση τον ισχύοντα νόμο, επιβάλλεται ελάχιστη απόσταση χωροθέτησης των ΧΥΤΥ από αρχαιολογικά μνημεία ίση με 500 m. Οι ζώνες που δημιουργήθηκαν μετατράπηκαν σε raster αρχεία με τιμή 0 (Εικόνα 5.10). Σύμφωνα με τα αρχεία του αρχαιολογικού κτηματολογίου διακρίνονται οι χώροι του Πίνακα 5-1.

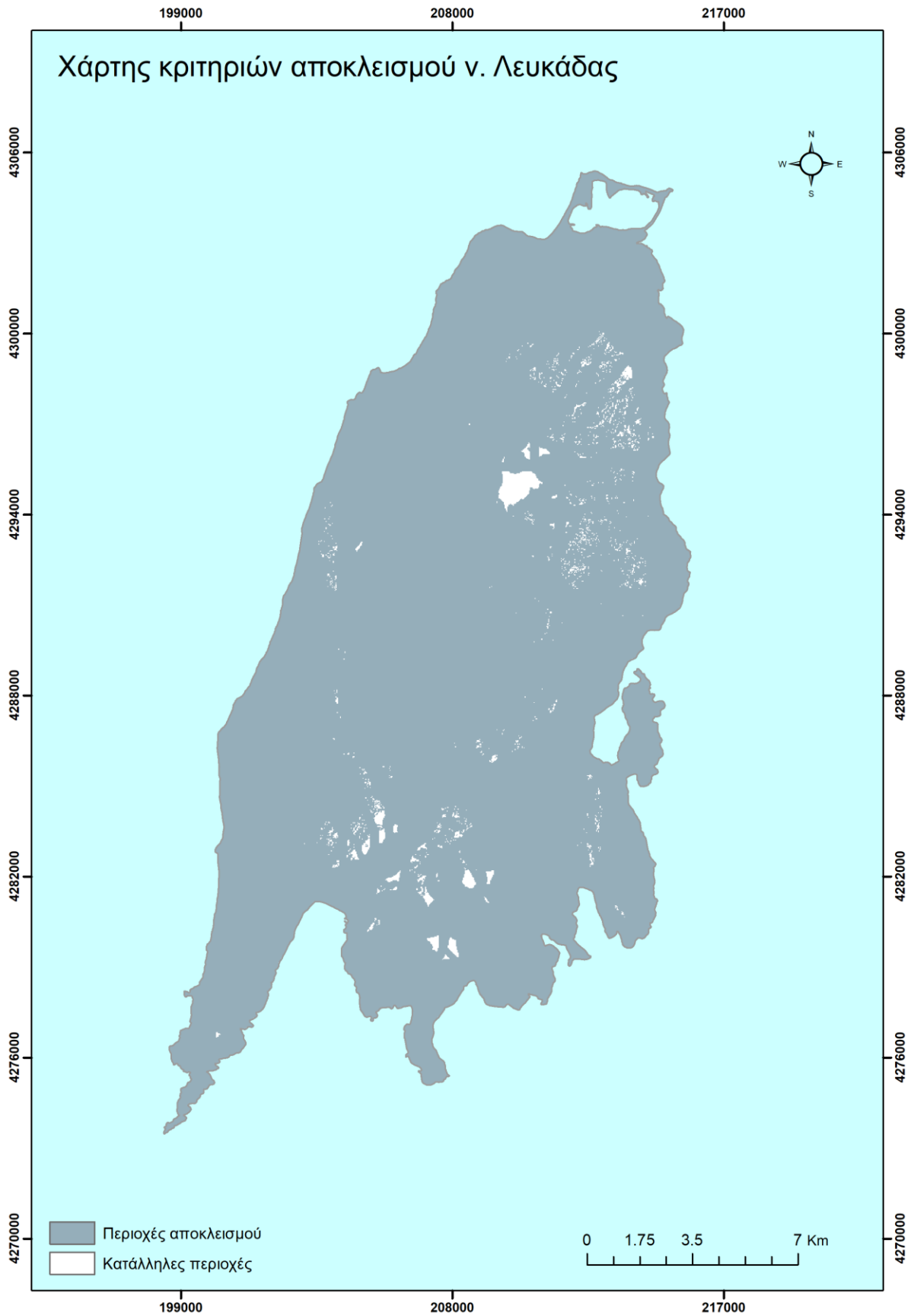
Πίνακας 5-1 Αρχαιολογικοί χώροι ν. Λευκάδας

Κωδικός	Όνομα	Περιοχή	Φορέας
SPA411IYJ01	Πεδιάδα Νυδρίου, Νικιάνα, Λευκάδα	ΛΕΥΚΑΔΑΣ	ΕΦΑ Αιτωλοακαρνανίας και Λευκάδος
SPA411IYJ01	Πεδιάδα Νυδρίου, Νικιάνα, Λευκάδα	ΛΕΥΚΑΔΑΣ	ΕΦΑ Αιτωλοακαρνανίας και Λευκάδος
SPAN9XCU001	Χερσόνησος Λευκάτα, Λευκάδα	ΛΕΥΚΑΔΑΣ	ΕΦΑ Αιτωλοακαρνανίας και Λευκάδος
SPAMBW54F01	Πόλη Λευκάδας	ΛΕΥΚΑΔΑΣ	ΕΦΑ Αιτωλοακαρνανίας και Λευκάδος, ΥΝΜΤΕ Δυτικής Ελλάδας, Πελοποννήσου και Νοτίου Ιονίου
ZONXBXZ8M01	Αρχαία Λευκάδα, Ζώνη Β1	ΛΕΥΚΑΔΑΣ	ΕΦΑ Αιτωλοακαρνανίας και Λευκάδος
SPAJ12T2501	Αρχαία Λευκάδα	ΛΕΥΚΑΔΑΣ	ΕΦΑ Αιτωλοακαρνανίας και Λευκάδος
SPALIYZ1U01	Βόρεια Ακτή, Λευκάδα	ΛΕΥΚΑΔΑΣ	ΥΝΜΤΕ Δυτικής Ελλάδας, Πελοποννήσου και Νοτίου Ιονίου
SPAFZP1OU01	Νηρά Λευκάδας	ΛΕΥΚΑΔΑΣ	ΕΦΑ Αιτωλοακαρνανίας και Λευκάδος

Στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχει αεροδρόμιο πέριξ του οποίου - σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία - απαγορεύεται η χωροθέτηση ΧΥΤΥ και θα είχε συμπεριληφθεί στα κριτήρια αποκλεισμού. Τα κριτήρια αποκλεισμού συνδυάζονται για να δημιουργηθεί ένας ενιαίος χάρτης με τις κατάλληλες περιοχές και τις περιοχές αποκλεισμού (Εικόνα 5.12). Ο χάρτης προκύπτει με τη χρήση του εργαλείου raster calculator πολλαπλασιάζοντας τα προηγούμενα raster αρχεία που παράχθηκαν κατά την εφαρμογή των κριτηρίων. Ο χάρτης αυτός συνδυαστικά με τους χάρτες καταλληλότητας που θα προκύψουν από την εφαρμογή της δεύτερης κατηγορίας κριτηρίων (καταλληλότητας) για τα δύο σενάρια που θα εφαρμοστούν και θα αναλυθούν σε επόμενα κεφάλαια, θα υποδείξει τις περιοχές που είναι κατάλληλες για την χωροθέτηση του ΧΥΤΥ.



Χάρτης 5-10 Ζώνη αποκλεισμού αρχαιολογικών χώρων ν. Λευκάδας



Χάρτης 5-11 Χάρτης κριτηρίων αποκλεισμού (Εφαρμογή κριτηρίων αποκλεισμού)

5.2.2 Κριτήρια καταλληλότητας

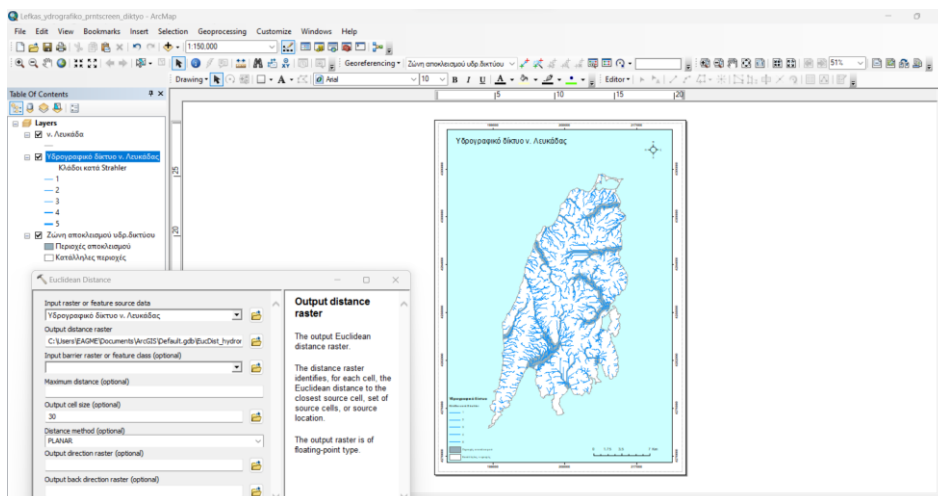
Τα κριτήρια Καταλληλότητας χρησιμοποιήθηκαν για την βαθμολόγηση των κατάλληλων περιοχών για χωροθέτηση σε κλίμακα 0-1, λαμβάνοντας υπόψιν τις περιοχές που έχουν αποκλειστεί κατά την εφαρμογή των κριτηρίων αποκλεισμού. Στην περίπτωση αυτή εφαρμόστηκε η μέθοδος της αναλυτικής ιεράρχησης όπου τα επιμέρους κριτήρια συμμετέχουν με συντελεστή βάρους σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα αλλά και με την προσωπική εκτίμηση του γράφοντα. Για την τελική επιλογή θέσης λήφθηκαν υπόψη δύο σενάρια, ένα φιλο-περιβαλλοντικό το οποίο δίνει βαρύτητα στα περιβαλλοντικά κριτήρια (υδρογραφικό δίκτυο, υδροπερατότητα κ.α.) και ένα σενάριο οικονομο-τεχνικό με μεγαλύτερη βαρύτητα στα αντίστοιχα κριτήρια (οδικό δίκτυο, κλίσεις κ.α.). Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα σενάρια καταλληλότητας και η διαδικασία επεξεργασίας τους σε περιβάλλον ΣΓΠ ώστε να έχουν κοινή κλίμακα και να μπορεί να προκύψει ο χάρτης καταλληλότητας για κάθε σενάριο. Ο χάρτης καταλληλότητας κάθε σεναρίου μαζί με τον χάρτη αποκλεισμού, δίνουν τον τελικό χάρτη χωροθέτησης του ΧΥΤΥ για το νησί της Λευκάδας.

5.2.2.1 Απόσταση από το Υδρογραφικό Δίκτυο

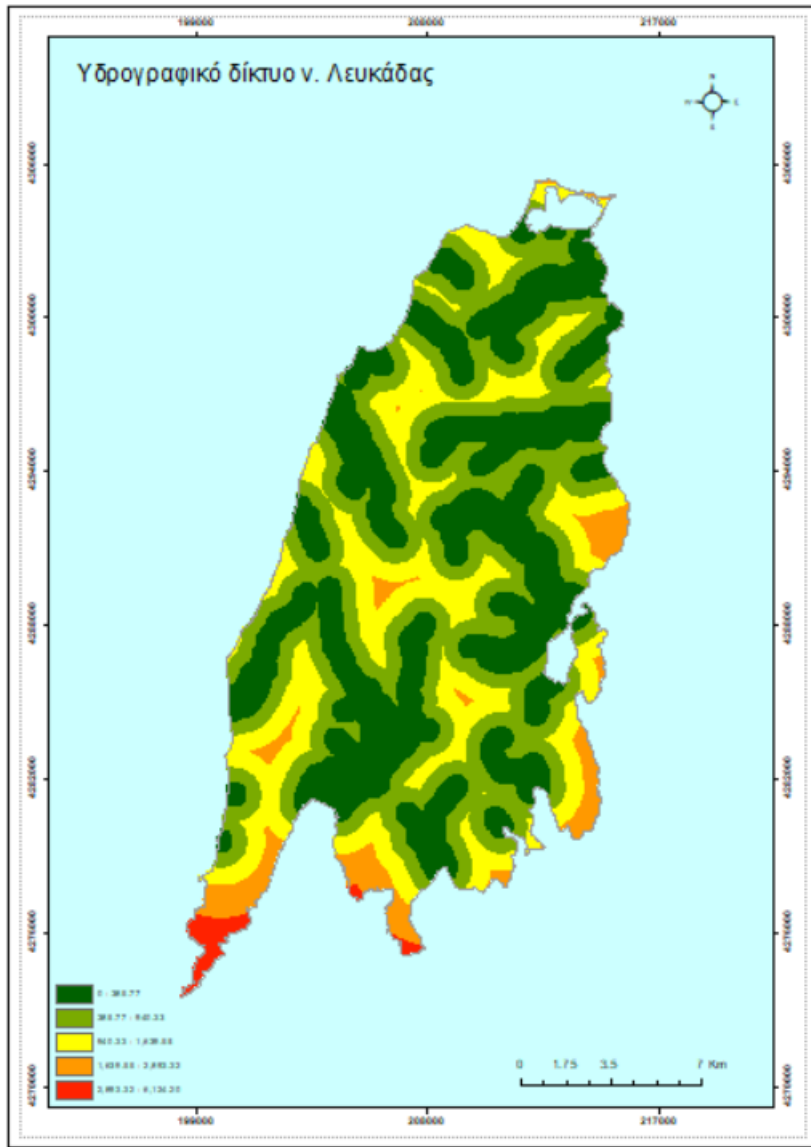
Για τη χωροθέτηση του ΧΥΤΥ λαμβάνεται υπόψη το υδρογραφικό δίκτυο, καθώς αποτελεί σημαντικό παράγοντα μεταφοράς και διασποράς των ρύπων. Επιπλέον, δυσμενής παράγοντας είναι τα έντονα πλημμυρικά φαινόμενα, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν αστοχία της κατασκευής. Τέλος, η ζώνη αποκλεισμού εφαρμόζεται και για την ίδια την προστασία των υδατινών σωμάτων από την ενδεχόμενη ρύπανση λόγω γειτνίασης με την εγκατάσταση ΧΥΤΥ.

Για το σκοπό αυτό, πέρα από τη ζώνη αποκλεισμού όπως αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, κρίνεται απαραίτητο η χωροθέτηση να πραγματοποιηθεί όσο πιο μακριά γίνεται από το δίκτυο γι' αυτό η περιοχή που κρίθηκε ως κατάλληλη βαθμολογείται στην κλίμακα 0-1 με την πλέον απομακρυσμένη και επομένως καταλληλότερη να λαμβάνει την τιμή 1 (το πιο απομακρυσμένο pixel του χάρτη).

Η ανωτέρω διαδικασία επιτυγχάνεται κάνοντας χρήση της Ευκλείδειας απόστασης σε περιβάλλον ΣΓΠ (Εικόνα 5-1) για την μετατροπή των δεδομένων από vector σε raster αρχεία, δίνοντας έτσι τιμές στην περιοχή ανάλογα με την απόστασή τους από το υδρογραφικό δίκτυο (Εικόνα 5-2).



Εικόνα 5-1 Εφαρμογή Ευκλείδειας απόστασης σε περιβάλλον ΣΓΠ



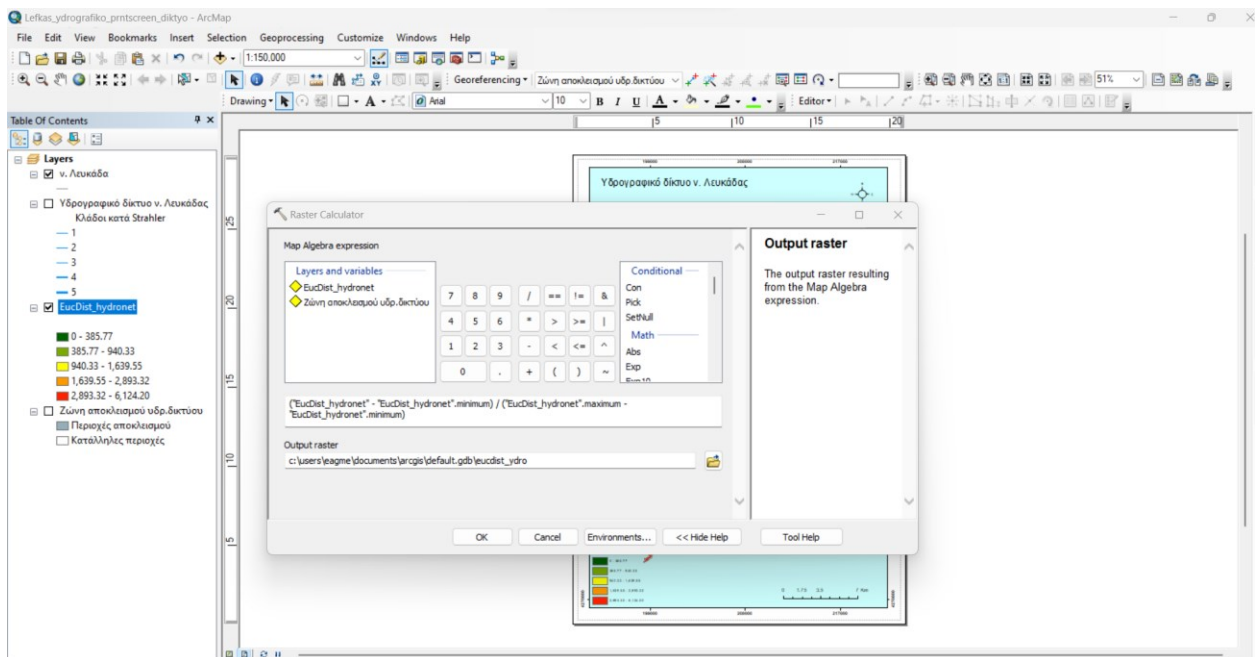
Εικόνα 5-2 Δημιουργία κλάσεων (κλίμακα 0-1)

Έπειτα, με εφαρμογή των εξισώσεων για την Τυποποίηση (Standardization) κάθε κριτηρίου, επιτυγχάνεται η αναγωγή σε ενιαία κλίμακα: 0-1. Προκειμένου να υπάρχει συμβατότητα με το κριτήριο αποκλεισμού, οι περιοχές αποκλεισμού έλαβαν τιμή 0.

$$x_i = \frac{(FV_i - FV_{min})}{(FV_{max} - FV_{min})} \cdot SR \quad (1. a) \quad \text{or} \quad x_i = 1 - \frac{(FV_i - FV_{min})}{(FV_{max} - FV_{min})} \cdot SR \quad (1. b)$$

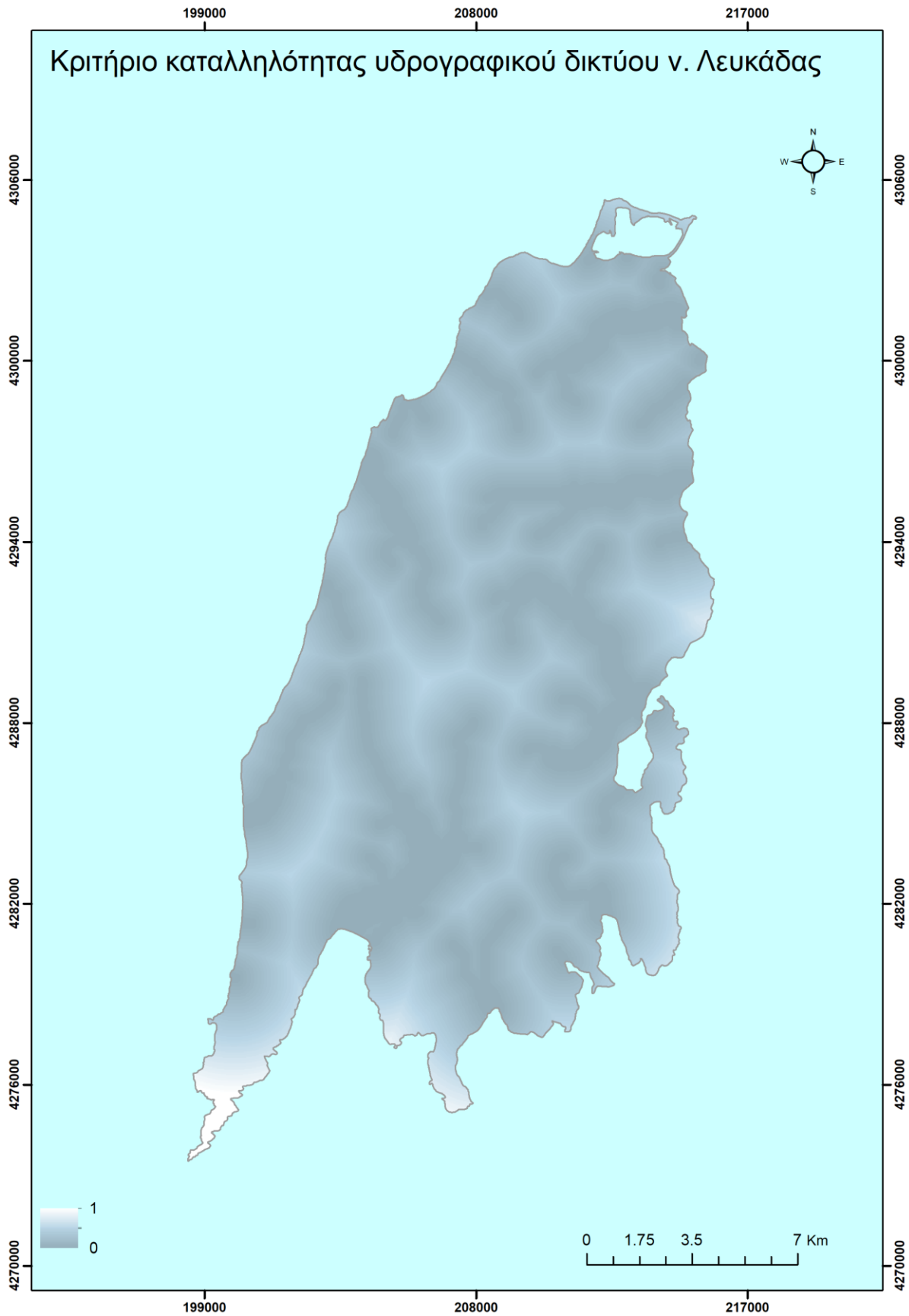
Εικόνα 5-3 Τυποποίηση κριτηρίων (Πηγή: Φελώνη, 2022)

Επιλέγεται η (1.α) ή η (1.β) ανάλογα με το ρόλο του κριτηρίου (θετικό/ αρνητικό) σε σχέση με τις τιμές του (μέγιστες/ελάχιστες). Για παράδειγμα η πρώτη εξίσωση εφαρμόζεται για το κριτήριο της περατότητας ενώ η δεύτερη για το κριτήριο των κλίσεων.



Εικόνα 5-4 Εφαρμογή της εξίσωσης Τυποποίησης για το κριτήριο του υδρογραφικού δικτύου με το εργαλείο raster calculator (map algebra)

Το τελικό αποτέλεσμα είναι η δημιουργία του χάρτη 5-12 όπου απεικονίζονται σε κλίμακα 0-1 οι κατάλληλες περιοχές για χωροθέτηση και επιπλέον οι περιοχές αυτές ανάλογα με το ποσοστό καταλληλότητας λαμβάνουν την αντίστοιχη τιμή.



Χάρτης 5-12 Χάρτης κριτηρίου καταλληλότητας υδρογραφικού δικτύου ν. Λευκάδας

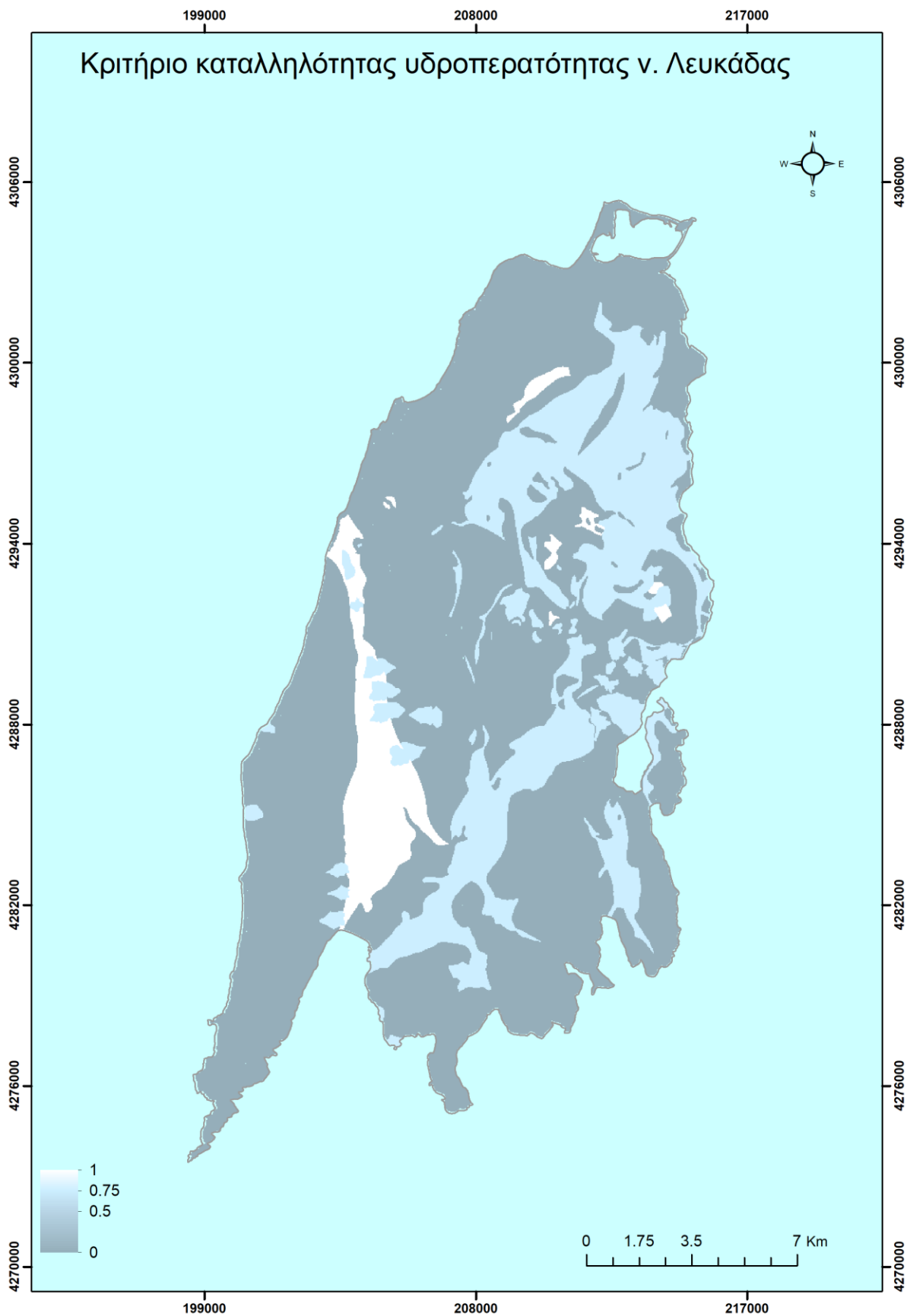
5.2.2.2 Υδροπερατότητα σχηματισμών

Η προστασία των υδροφορέων από ρύπανση είναι υψίστης σημασίας. Για τον σκοπό αυτό αξιολογήθηκε ο υδρολιθολογικός χάρτης του νησιού σύμφωνα με τον οποίο οι σχηματισμοί ταξινομούνται με βάση την υδροπερατότητά τους. Διακρίθηκαν 4 κατηγορίες οι οποίες βαθμολογήθηκαν αντίστοιχα ως προς την καταλληλότητά τους για την χωροθέτηση ΧΥΤΥ. Πρόκειται για σχηματισμούς πολύ υψηλής υδροπερατότητας (Πίνακας 5.1).

Το επίπεδο των σχηματισμών μετατράπηκε σε αρχείο raster το οποίο επαναταξινομήθηκε (reclassify) με τιμές 0 για τους υψηλά παραγωγικούς έως 1 για τους πρακτικά στεγανούς (Εικόνα 5.13).

Πίνακας 5-2 Βαθμολόγηση γεωλογικών σχηματισμών με βάση την υδροπερατότητα

Χαρακτηρισμός	Υδροπερατότητα	Γεωλογικοί σχηματισμοί	Βαθμολογία
Υδροπερατοί	Υψηλή	ανθρακικοί σχηματισμοί της Ιόνιας Ζώνης και της Ζώνης των Παξών με συντελεστή υδροπερατότητας $K=10^{-1}-10^{-3}$ m/sec	0
Ημιπερατοί	Μέση έως χαμηλή	αλλουβιακές αποθέσεις, οι παράκτιοι σχηματισμοί και οι προσχώσεις πεδινών ζωνών με συντελεστή $K=10^{-3}-10^{-5}$ m/sec	0.5
	Χαμηλή έως πολύ χαμηλή	ελομβιακές αποθέσεις, τα πλευρικά κορήματα-κόννοι κορημάτων, τα μολασικά και κλαστικά ιζήματα και ο σχηματισμός του φλύσχη με συντελεστή υδροπερατότητας $K=10^{-5}-10^{-7}$ m/sec	0.75
Πρακτικά αδιαπέρατοι	Πολύ χαμηλή έως πρακτικά αδιαπέρατοι	νεογενείς σχηματισμοί από μάργες, αργίλους και αργιλομάργες και ο σχηματισμός των σχιστόλιθων ($K<10^{-7}$ m/sec)	1



Χάρτης 5-13 Χάρτης κριτηρίου καταλληλότητας υδροπερατότητας ν. Λευκάδας

5.2.2.3 Κλίσεις εδάφους

Οι εδαφικές κλίσεις είναι σημαντικός παράγοντας για την επιλογή κατάλληλου χώρου, καθώς απαιτούνται σχετικά μικρές κλίσεις του φυσικού ανάγλυφου, για την αποφυγή κατολισθήσεων και αστοχιών. Η κλίση του εδάφους επηρεάζει την προσπέλαση στη θέση κατασκευής, την ασφάλειά της και το κόστος, καθώς απαιτείται μεγαλύτερος όγκος εκσκαφών για την ολοκλήρωση του έργου. Συνεπώς, κατάλληλες θεωρούνται οι μικρές κλίσεις και μέχρι το όριο του 15%, όπως οριοθετήθηκε ως ζώνη κατά την εφαρμογή των κριτηρίων αποκλεισμού.

Ο χάρτης των κλίσεων όπως προαναφέρθηκε παράχθηκε χρησιμοποιώντας το DEM της περιοχής, με το εργαλείο Slope του ArcGIS. Οι κλίσεις στην περιοχή κυμαίνονται από 0 ως 2459,37%. Το επίπεδο των κλίσεων επαναταξινομήθηκε (reclassify) σε 4 κλάσεις με τιμές 0 για κλίσεις μεγαλύτερες από 15% (κριτήριο αποκλεισμού) έως 1 για κλίσεις μικρότερες από 5% (Πίνακας 5-2). Κατά το πρότυπο των προηγούμενων κριτηρίων παράγεται και ο αντίστοιχος Χάρτης του κριτηρίου καταλληλότητας των εδαφικών κλίσεων (Χάρτης 5-14)

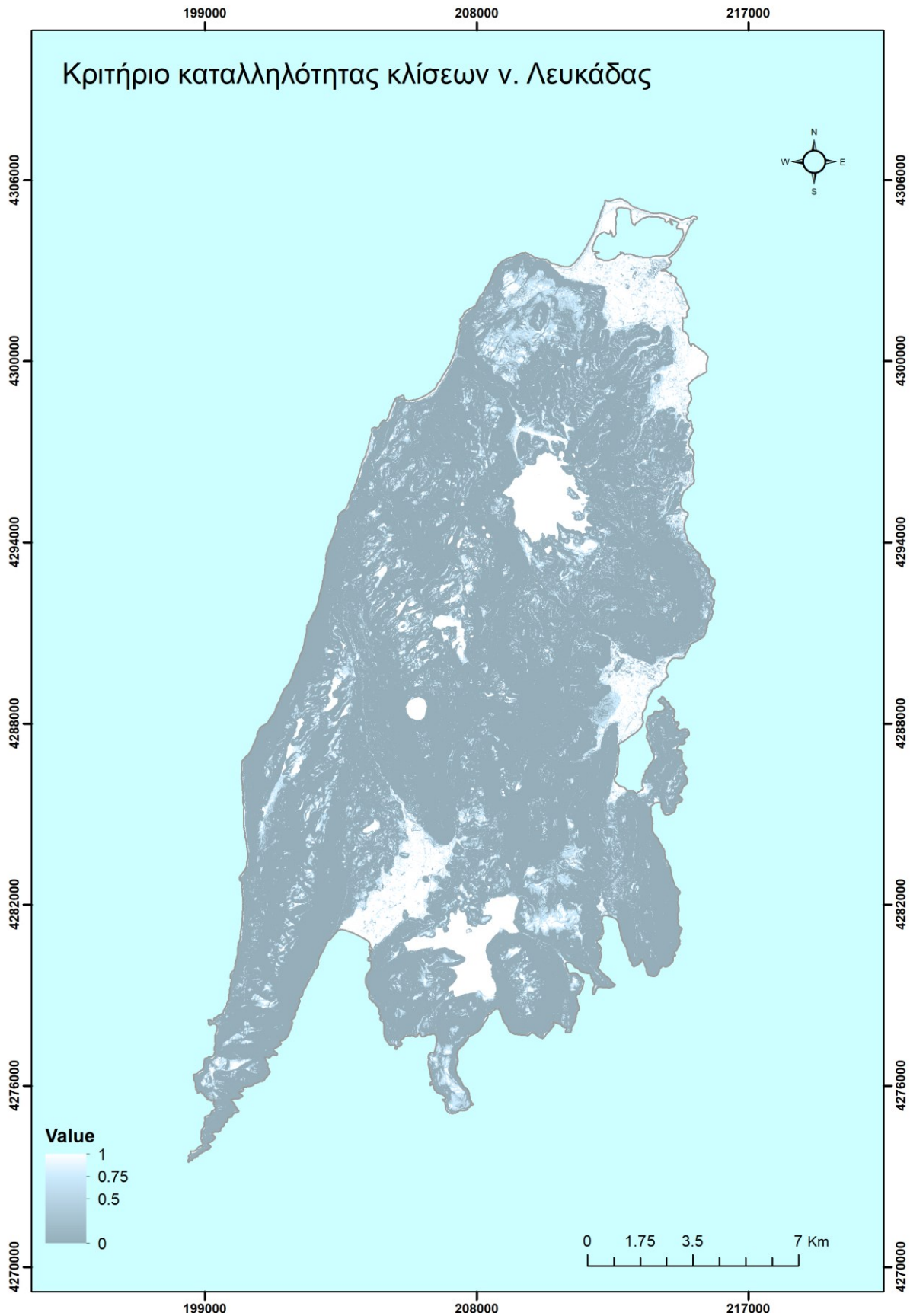
Πίνακας 5-3 Βαθμολόγηση σε σχέση με την εδαφική κλίση

Εδαφικές κλίσεις (%)	Βαθμολογία
0 - 5	1
5-10	0.75
10-15	0.5
>15	0

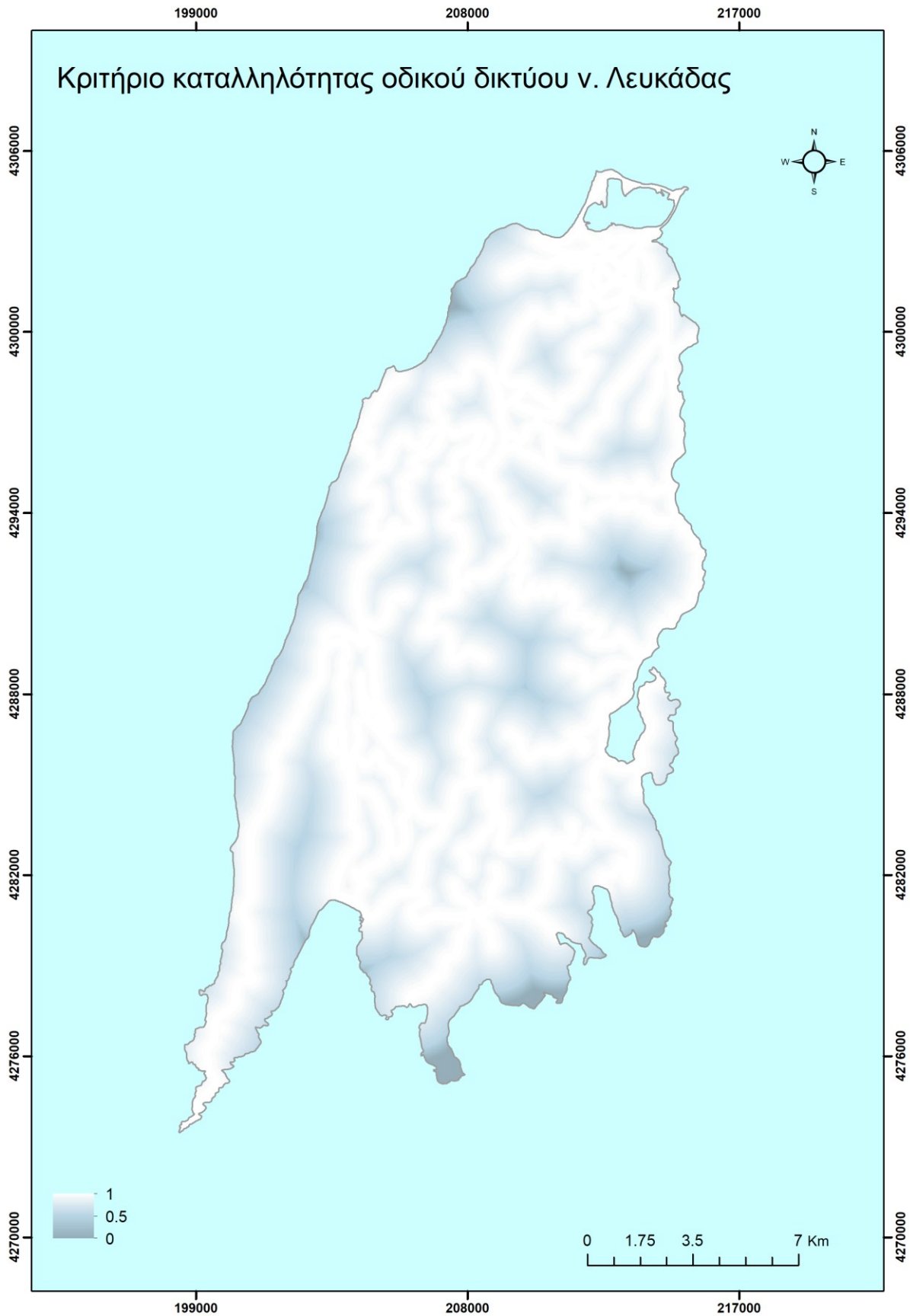
5.2.2.4 Απόσταση από οδικό δίκτυο

Η προσβασιμότητα αποτελεί σημαντικό κριτήριο για τη χωροθέτηση του ΧΥΤΥ καθώς συνδέεται επίσης με το κόστος. Στα κριτήρια αποκλεισμού ορίστηκε ζώνη 150 m γύρω από το οδικό δίκτυο για την αποφυγή κυκλοφοριακής συμφόρησης λόγω της κίνησης των οχημάτων εντός και εκτός της μονάδας. Ταυτόχρονα όμως, για να αποφευχθεί ο σχεδιασμός και η κατασκευή νέων δρόμων, κρίθηκε απαραίτητο η εγγύτητα στο υπάρχον οδικό δίκτυο να βαθμολογηθεί έτσι ώστε να ικανοποιείται το κριτήριο αποκλεισμού αλλά και το να είναι καταλληλότερες οι περιοχές πιο κοντά στο οδικό δίκτυο.

Στο ArcMap με εφαρμογή της Ευκλείδειας απόστασης μετατράπηκαν σε raster τα vector αρχεία του οδικού δικτύου και με Τυποποίηση (2^η εξίσωση) πραγματοποιήθηκε η βαθμολόγηση της απόστασης από το οδικό δίκτυο σε κοινή κλίμακα με όλα τα κριτήρια 0-1 (Χάρτης 5-15).



Χάρτης 5-14 Χάρτης κριτηρίου καταλληλότητας κλίσεων ν. Λευκάδας



Χάρτης 5-15 Χάρτης κριτηρίου καταλληλότητας οδικού δικτύου ν. Λευκάδας

5.2.2.1 Αποστάσεις από τις έδρες των Δ.Ε.

Όπως και με το κριτήριο της απόστασης από το οδικό δίκτυο, η επιλογή κατάλληλης θέσης ΧΥΤΥ απαιτεί ικανή απόσταση από τους οικισμούς όπως διαμορφώθηκε κατά την εφαρμογή των κριτηρίων αποκλεισμού. Οι έδρες όμως των Δ.Ε. αποτελούν τους μεγαλύτερους οικισμούς τους, με αποτέλεσμα να παράγουν μεγαλύτερο όγκο απορριμμάτων. Συνεπώς, οι μονάδες διαχείρισης απορριμμάτων δεν πρέπει να βρίσκονται πολύ μακριά από αυτές. Οι Έδρες των Δ.Ε. για το νησί της Λευκάδας είναι η Λευκάδα ως Έδρα του Δήμου και τα Λαζαράτα, η Καρυά, το Νυδρί και η Βασιλική.

Με τον συνδυασμό των εντολών της Ευκλείδειας απόστασης και της Τυποποίησης (2^η εξίσωση) βαθμολογούνται ως καταλληλότερες περιοχές όσες βρίσκονται πιο κοντά στις έδρες των Δ.Ε. (Χάρτης 5-16) ενώ οι πιο απομακρυσμένες περιοχές βαθμολογούνται με τιμή 0.

5.2.2.2 Απόσταση από ρήγματα

Για την χωροθέτηση του ΧΥΤΥ πρέπει να ληφθεί υπόψη η τεκτονική της περιοχής. Η Λευκάδα ανήκει στις πλέον σεισμογενείς ζώνες της χώρας και για τον λόγο αυτό η δημιουργία ζωνών αποκλεισμού γύρω από τα ρήγματα της περιοχής πραγματοποιήθηκε ήδη όπως περιεγράφηκε ανωτέρω. Για την βαθμολόγηση των περιοχών από τη ζώνη αποκλεισμού έως την πιο απομακρυσμένη και ταυτόχρονα κατάλληλη περιοχή εφαρμόζεται η Ευκλείδεια απόσταση, και στη συνέχεια όπως και με το κριτήριο της απόστασης από τα ρέματα της περιοχής το raster αρχείο παίρνει τιμές από 0 ως 1 με εφαρμογή της Τυποποίησης (Χάρτης 5-17).

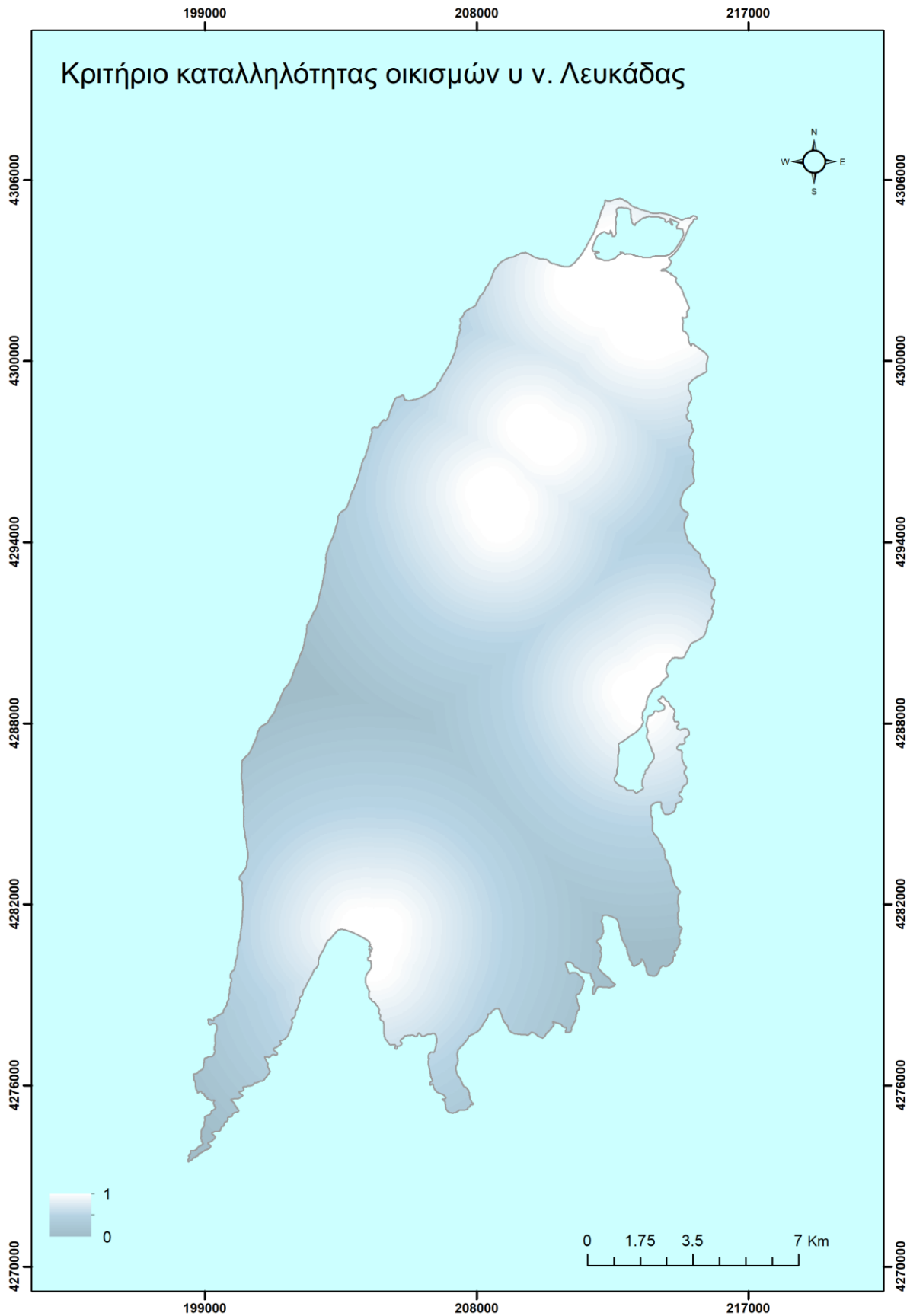
5.2.2.3 Χρήσεις Γης

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και με βάση μελέτες αντίστοιχων χωροθετήσεων, αποκλείονται κωδικοί που αντιπροσωπεύουν Δάση, Θαλάσσια ύδατα, Παραθαλάσσιες ζώνες, Αστική οικοδόμηση, Ορυχεία, Χώροι οικοδόμησης, Βιομηχανικές - εμπορικές ζώνες κ.α. Έγινε επαναταξινόμηση των χρήσεων γης σε 4 νέες κατηγορίες, οι οποίες έλαβαν τιμές από 0 ως 1 ανάλογα με την καταλληλότητά τους (Χάρτης 5-18). Τα δεδομένα για τις χρήσεις γης αντλήθηκαν από το Corine Land Cover 2018.

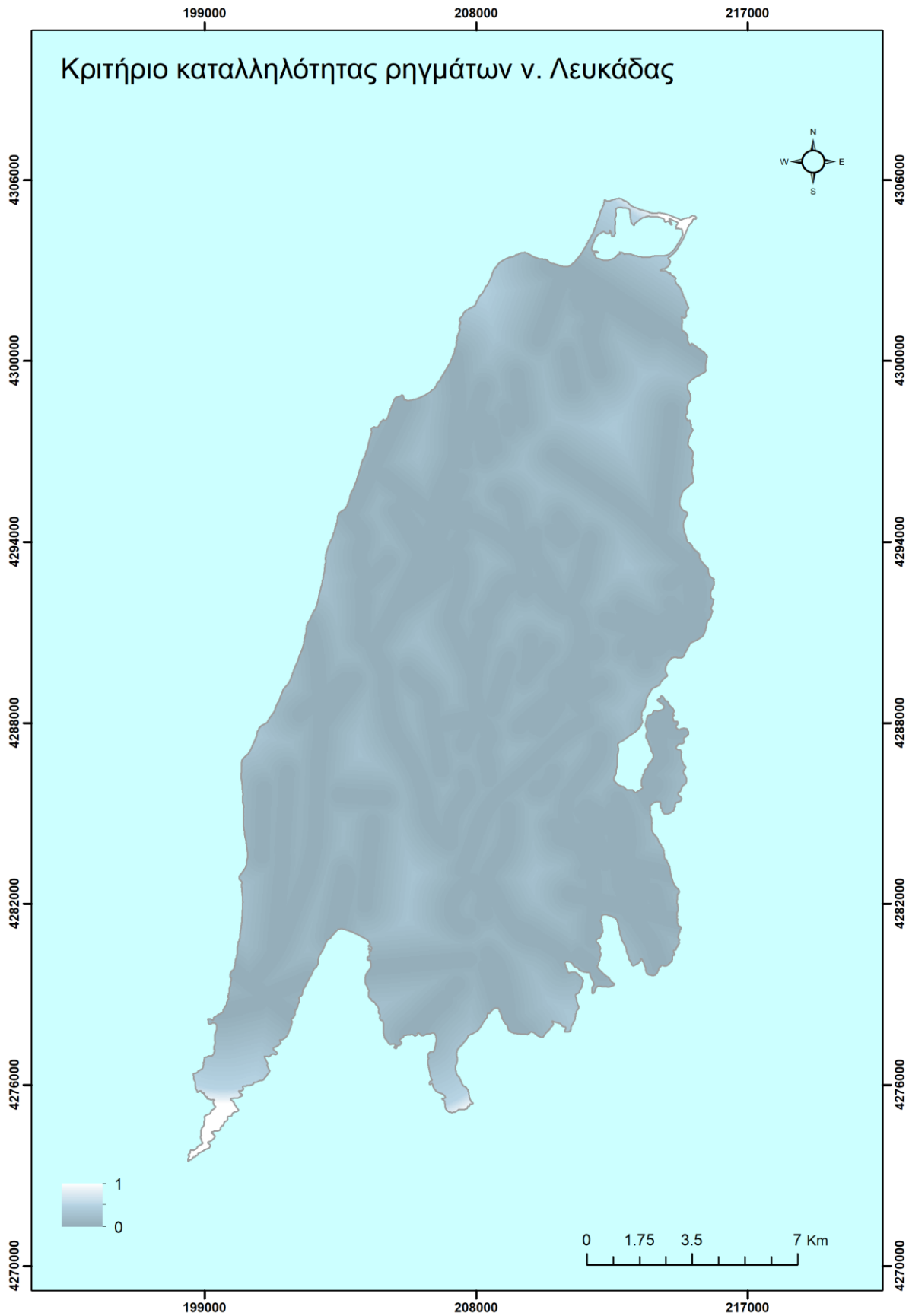
Το επίπεδο των χρήσεων γης βαθμολογείται βάσει των κατηγοριών εδαφικής κάλυψης που δίνονται στον Πίνακα 5-3.

Πίνακας 5-4 Βαθμολόγηση κριτηρίου εδαφικής κάλυψης

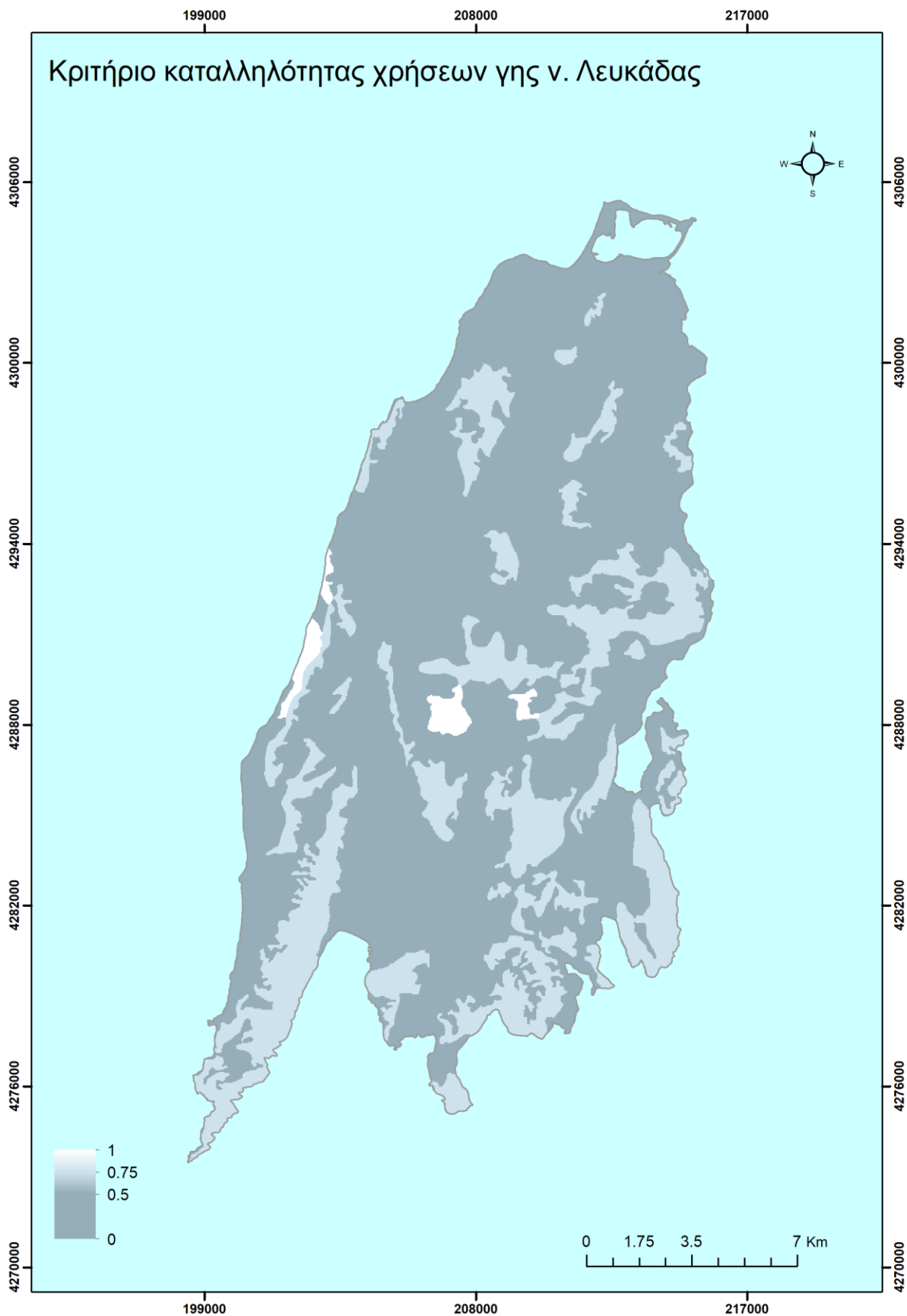
Κατηγορίες εδαφικής κάλυψης	Βαθμολογία
Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	1
Σκληροφυλλική βλάστηση	0.75
Λιβάδια	0.5
Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση, Ζώνες λιμένων, Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής, Δάση, Θαλάσσια ύδατα, Παραθαλάσσιες υγρές ζώνες, Αλυκές, Τεχνητές, μη γεωργικές ζώνες πρασίνου	0



Χάρτης 5-16 Χάρτης κριτηρίου καταλληλότητας οικισμών ν. Λευκάδας



Χάρτης 5-17 Χάρτης κριτηρίου καταλληλότητας ρηγμάτων ν. Λευκάδας



Χάρτης 5-18 Χάρτης κριτηρίου καταλληλότητας χρήσεων γης ν. Λευκάδας

5.3 Πίνακες σύγκρισης κατά ζεύγη – υπολογισμός σχετικών βαρυτήτων

Η ολοκλήρωση εφαρμογής των κριτηρίων καταλληλότητας επιτυγχάνεται με την εφαρμογή της μεθόδου της αναλυτικής ιεράρχησης (AHP) με τη χρήση του online υπολογιστικού εργαλείου στον σύνδεσμο <https://bpmmsg.com/ahp/ahp-calc.php>. Η κατάταξη των κριτηρίων ως προς τη σημαντικότητα πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια βιβλιογραφικών δεδομένων (Gemitzi et al., 2006). Η Αναλυτική Μέθοδος Ιεράρχησης όπως έχει ήδη αναφερθεί, βοηθάει στη λήψη απόφασης μέσω του συντελεστή βαρύτητας που υπολογίζεται για κάθε κριτήριο που επιλέχθηκε.

Για σύγκριση των αποτελεσμάτων αλλά και την ελαχιστοποίηση του λάθους της υποκειμενικότητας της ιεράρχησης των κριτηρίων, διαμορφώθηκαν δύο διακριτά σενάρια. Το πρώτο σενάριο δίνει μεγαλύτερο βάρος στα περιβαλλοντικά κριτήρια όπως είναι η υδροπερατότητα των σχηματισμών, η απόσταση από το υδρογραφικό δίκτυο, οι προστατευόμενες περιοχές. Το δεύτερο σενάριο είναι περισσότερο οικονομο-τεχνικό και η βαρύτητα δίνεται σε κριτήρια όπως η προσβασιμότητα (απόσταση από οικισμούς, οδικό δίκτυο) και η κλίση του εδάφους.

Σενάριο 1: φιλο-περιβαλλοντικό

Σύμφωνα με την κλίμακα Saaty, το κριτήριο της υδροπερατότητας και του υδρογραφικού δικτύου είναι ελαφρώς προτιμητέα των υπολοίπων. Τα κριτήρια της απόστασης από τα ρήγματα αλλά και των χρήσεων γης βαθμολογήθηκαν ως τα αμέσως πιο σημαντικά σε ένα τέτοιο σενάριο. Τα κριτήρια των ρηγμάτων, της απόστασης από το οδικό δίκτυο και τις έδρες των Δ.Ε. θεωρήθηκαν ισάξια και τελευταία στην βαθμολογία όπως φαίνονται στους Πίνακες 5-4 και 5-5. Ο λόγος συνέπειας υπολογίστηκε 1.1%.

Πίνακας 5-5 Συντελεστές βαρύτητας φιλο - περιβαλλοντικών κριτηρίων

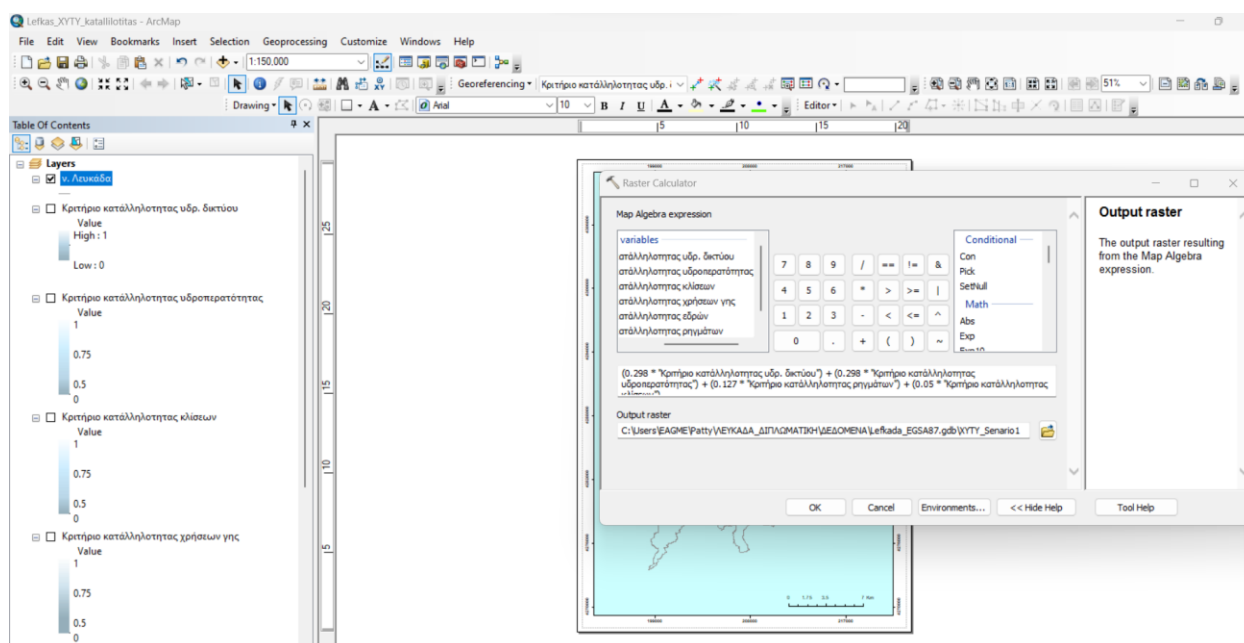
Περιβαλλοντικοί παράγοντες	Υδροπερατότητα σχηματισμών	Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο	Απόσταση από ρήγματα	Απόσταση από οδικό δίκτυο	Απόσταση από έδρες Δ.Κ.	Κλίση εδάφους	Χρήσεις γης
Υδροπερατότητα σχηματισμών	1	1	3	5	5	5	3
Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο	1	1	3	5	5	5	3
Απόσταση από ρήγματα	0.333	0.333	1	3	3	3	1
Απόσταση από οδικό δίκτυο	0.2	0.2	0.333	1	1	1	0.333
Απόσταση από έδρες Δ.Κ.	0.2	0.2	0.333	1	1	1	0.333
Κλίση εδάφους	0.2	0.2	0.333	1	1	1	0.333
Χρήσεις γης	0.333	0.333	1	3	3	3	1

Πίνακας 5-6 Σειρά προτεραιότητας κριτηρίων στο φιλο-περιβαλλοντικό σενάριο

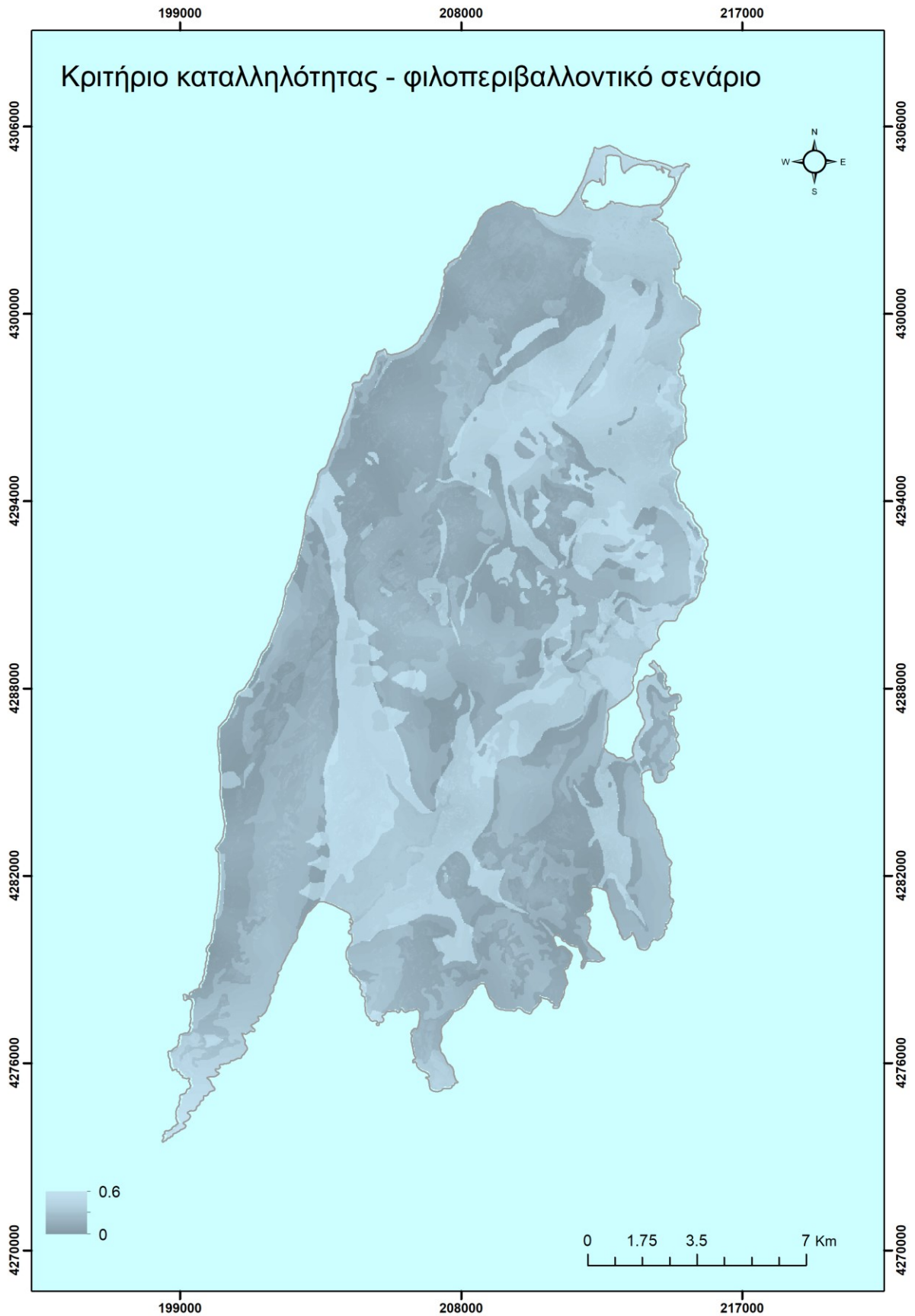
	Κριτήρια	Συντ. βαρύτητας	Θέση	(+)	(-)
1	Υδροπερατότητα	29.8%	1	5.9%	5.9%
2	Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο	29.8%	1	5.9%	5.9%
3	Απόσταση από ρήγματα	12.7%	3	2.2%	2.2%
4	Απόσταση από οδικό δίκτυο	5.0%	5	0.7%	0.7%
5	Απόσταση από έδρες Δ.Κ.	5.0%	5	0.7%	0.7%
6	Κλίση εδάφους	5.0%	5	0.7%	0.7%
7	Χρήσεις γης	12.7%	3	2.2%	2.2%

Οι συντελεστές βαρύτητας που προέκυψαν αποτυπώνονται στον Πίνακα 5-5. Στο ArcGIS και με χρήση του εργαλείου raster calculator (Εικόνα 5-5) αποδίδεται η εξίσωση των κριτηρίων με τα αντίστοιχα βάρη προκειμένου να παραχθεί ο τελικός χάρτης του σεναρίου αυτού (Χάρτης 5.19).

$$0,298 \times \text{Υδροπερατότητα} + 0,298 \times \text{υδρογραφικό δίκτυο} + 0,127 \times \text{ρήγματα} + 0,05 \times \text{οδικό δίκτυο} + 0,05 \times \text{έδρες} + 0,05 \times \text{κλίσεις} + 0,127 \times \text{χρήσεις γης}$$



Εικόνα 5-5 χρήση του εργαλείου raster calculator



Χάρτης 5-19 Χάρτης του φιλο-περιβαλλοντικού σεναρίου

Σενάριο : οικονομο-τεχνικό

Οι εδαφικές κλίσεις είναι σημαντικός παράγοντας για την επιλογή του χώρου, καθώς απαιτούνται σχετικά μικρές κλίσεις του φυσικού ανάγλυφου, για την αποφυγή κατολισθήσεων και αστοχιών. Σε αντίθετη περίπτωση αυξάνεται θεαματικά το κόστος κατασκευής. Επομένως το κριτήριο αυτό θεωρήθηκε το πιο σημαντικό στο οικονομο-τεχνικό σενάριο. Το κριτήριο της απόστασης από το οδικό δίκτυο και τις έδρες των Δ.Ε. θεωρήθηκαν ισάξια και ελαφρώς προτιμητέα των υπολοίπων. Τα κριτήρια της απόστασης από τα ρήγματα αλλά και των χρήσεων γης βαθμολογήθηκαν ως τα αμέσως πιο σημαντικά. Τα περιβαλλοντικά κριτήρια έχουν μικρότερο συντελεστή βαρύτητας στο σενάριο αυτό αλλά θα εκτιμηθούν στο σύνολό τους κατά την τελική επιλογή θέσης.

Πίνακας 5-7 Συντελεστές βαρύτητας οικονομο-τεχνικών κριτηρίων

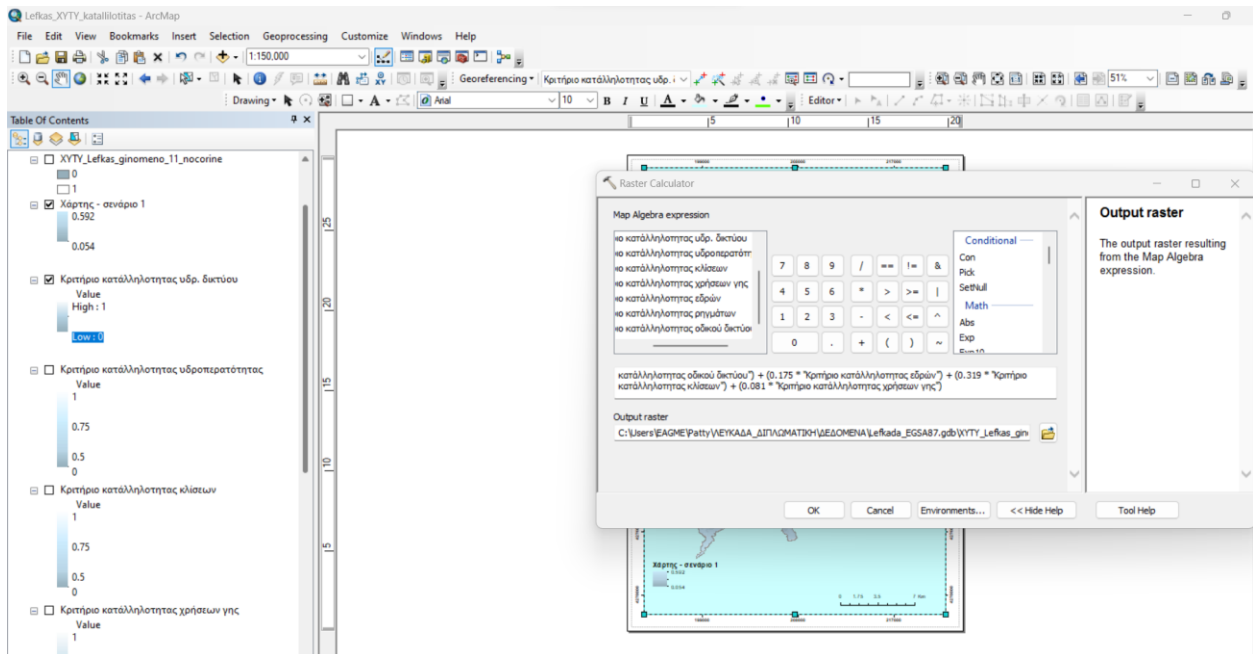
Περιβαλλοντικοί παράγοντες	Υδροπερατότητα σχηματισμών	Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο	Απόσταση από ρήγματα	Απόσταση από οδικό δίκτυο	Απόσταση από έδρες Δ.Ε.	Κλίση εδάφους	Χρήσεις γης
Υδροπερατότητα σχηματισμών	1	1.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.50
Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο	1.00	1	0.33	0.33	0.33	0.33	0.50
Απόσταση από ρήγματα	3.00	3.00	1	0.33	0.50	0.33	2.00
Απόσταση από οδικό δίκτυο	3.00	3.00	3.00	1	1.00	0.33	3.00
Απόσταση από έδρες Δ.Ε.	3.00	3.00	2.00	1.00	1	0.33	3.00
Κλίση εδάφους	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1	3.00
Χρήσεις γης	2.00	2.00	0.50	0.33	0.33	0.33	1

Πίνακας 5-8 Σειρά προτεραιότητας κριτηρίων στο οικονομο-τεχνικό σενάριο

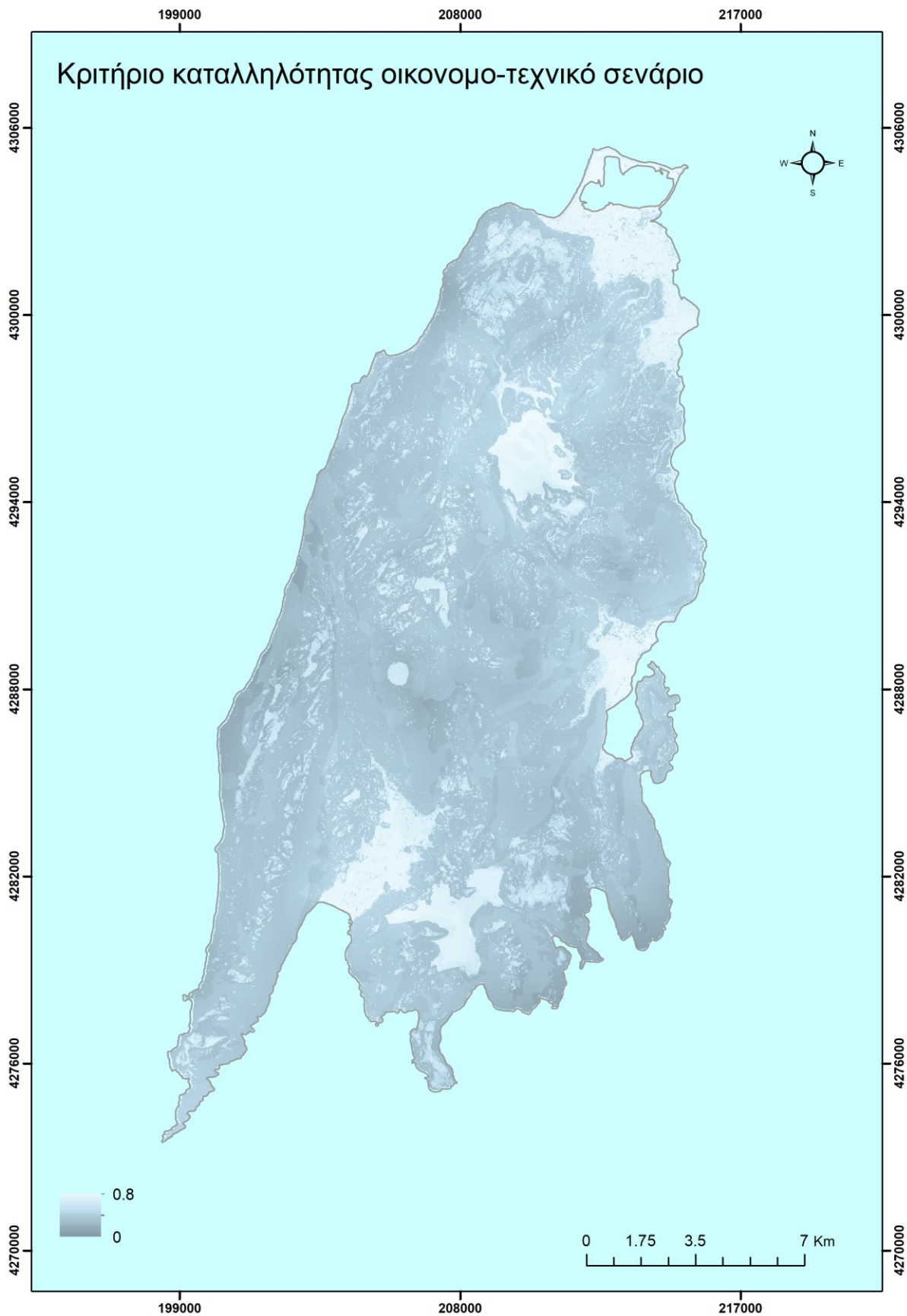
Κριτήρια		Συντ. βαρύτητας	Θέση	(+)	(-)
1	Υδροπερατότητα	5.7%	6	2.1%	2.1%
2	Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο	5.7%	6	2.1%	2.1%
3	Απόσταση από ρήγματα	11.9%	4	4.1%	4.1%
4	Απόσταση από οδικό δίκτυο	19.1%	2	7.5%	7.5%
5	Απόσταση από έδρες Δ.Κ.	17.5%	3	4.4%	4.4%
6	Κλίση εδάφους	31.9%	1	15.3%	15.3%
7	Χρήσεις γης	8.1%	5	2.4%	2.4%

Οι συντελεστές βαρύτητας που προέκυψαν αποτυπώνονται στον Πίνακα 5-7. Στο ArcGIS και με χρήση του εργαλείου raster calculator (Εικόνα 5-6) αποδίδεται η εξίσωση των κριτηρίων με τα αντίστοιχα βάρη προκειμένου να παραχθεί ο τελικός χάρτης του σεναρίου αυτού (Χάρτης 5.20).

$$0,057 \times \text{Υδροπερατότητα} + 0,057 \times \text{υδρογραφικό δίκτυο} + 0,119 \times \text{ρήγματα} + 0,191 \times \text{οδικό δίκτυο} + 0,175 \times \text{έδρες} + 0,319 \times \text{κλίσεις} + 0,081 \times \text{χρήσεις γης}$$



Εικόνα 5-6 χρήση του εργαλείου raster calculator



Χάρτης 5-20 Χάρτης του οικονομο-τεχνικού σεναρίου

5.4 Αποτελέσματα

Το προϊόν της συνδυασμένης εφαρμογής πολυκριτηριακής ανάλυσης και GIS είναι ένα επίπεδο raster, δηλαδή ένας Χάρτης τελικός για κάθε σενάριο, στο οποίο περιλαμβάνονται οι κατάλληλες περιοχές, ταξινομημένες σε κλάσεις.

Ο τελικός χάρτης απεικονίζει τόσο τις αποκλεισμένες περιοχές όσο και το πόσο κατάλληλες είναι οι υπόλοιπες περιοχές λαμβάνοντας τιμές στην κλίμακα 0 έως 1. Η παραγωγή του γίνεται με τον συνδυασμό του χάρτη ακατάλληλων περιοχών με τον χάρτη κατάλληλων περιοχών, με τη χρήση του raster calculator του ArcGIS.

Συγκεκριμένα, για το 1^ο σενάριο στο οποίο έχουν τεθεί ως προτεραιότητα τα περιβαλλοντικά κριτήρια, τα κελιά λαμβάνουν τιμές από 0 έως 0.6 (3 κλάσεις όπως φαίνεται στον Χάρτη 5-21) και για το 2^ο σενάριο στο οποίο έχουν τεθεί ως προτεραιότητα τα οικονομικά και τεχνικά χαρακτηριστικά τα κελιά λαμβάνουν τιμές από 0 έως 0.8 (4 κλάσεις όπως φαίνεται στον Χάρτη 5-22).

Οι κλάσεις για τον δείκτη καταλληλότητας σύμφωνα με τη βαθμολογία των κελιών είναι οι εξής:

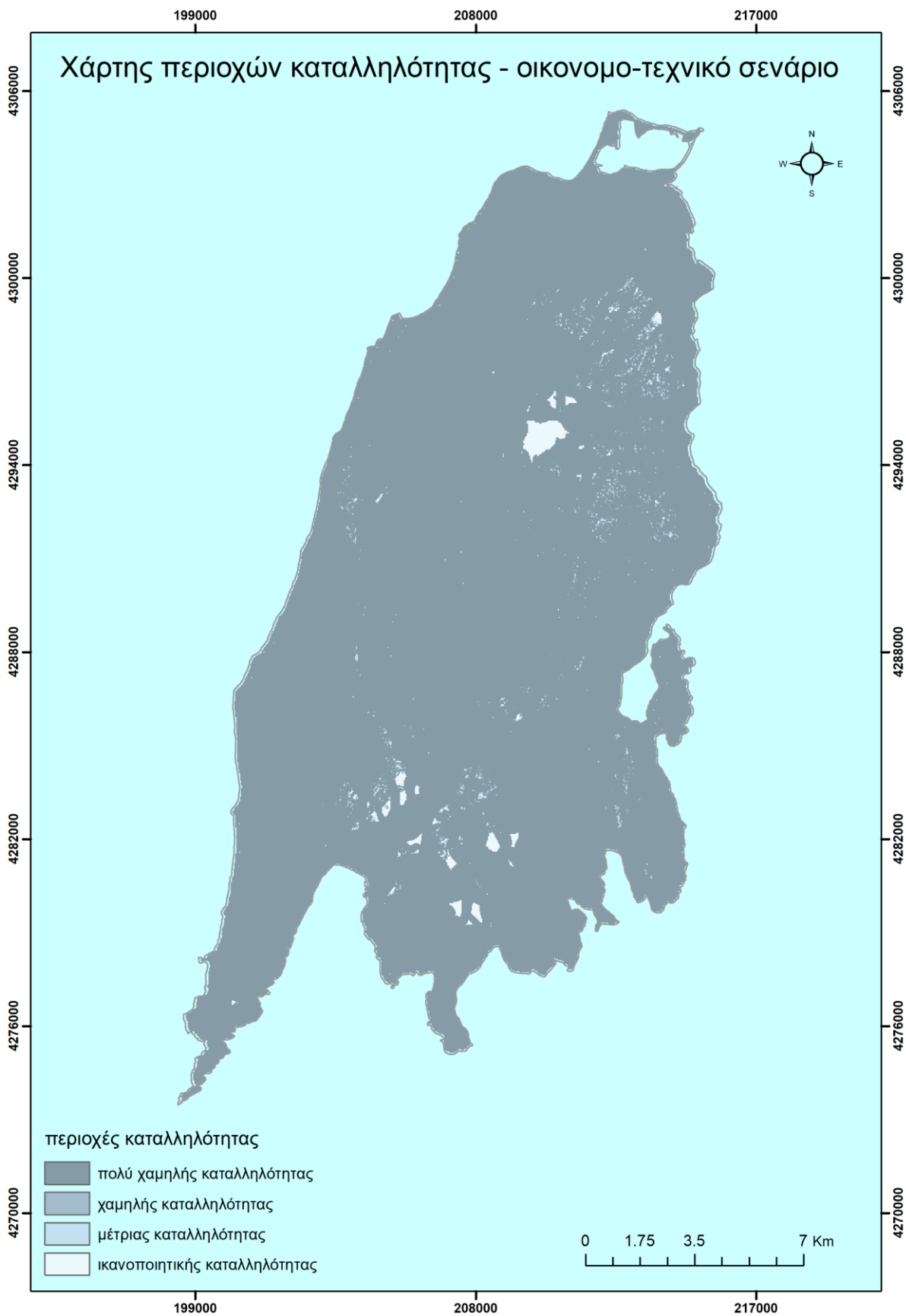
- Βαθμολογία 0-0.2, περιοχές πολύ χαμηλής καταλληλότητας
- Βαθμολογία 0.2-0.4, περιοχές χαμηλής καταλληλότητας
- Βαθμολογία 0.4-0.6, περιοχές μέτριας καταλληλότητας
- Βαθμολογία 0.6-0.8, περιοχές ικανοποιητικής καταλληλότητας

Περιοχές υψηλής καταλληλότητας, βαθμολογίας 1, δεν βρέθηκαν στο νησί της Λευκάδας και αυτό οφείλεται κυρίως στη μεγάλη έκταση που καταλαμβάνουν οι καρστικοί σχηματισμοί. Οι περιοχές που προέκυψαν ως κατάλληλες για χωροθέτηση (όλες οι κλάσεις) είναι ουσιαστικά οι περιοχές που προκύπτουν από την εφαρμογή των κριτηρίων αποκλεισμού με τη διαφορά ότι με την εφαρμογή και των κριτηρίων καταλληλότητας, αυτές οι περιοχές λαμβάνουν τιμή και κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με την ανωτέρω διάκριση σε κλάσεις.

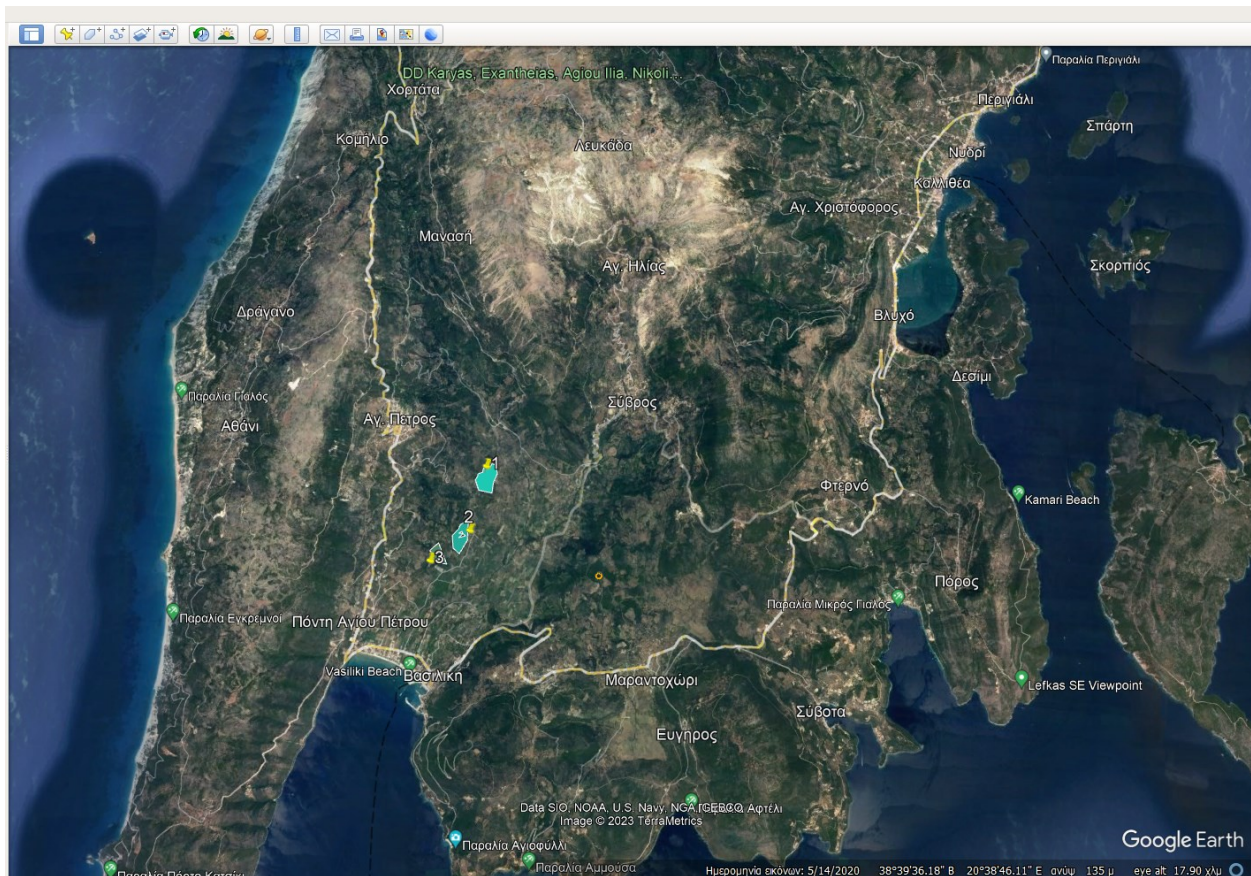
Το raster επίπεδο του τελικού χάρτη για κάθε σενάριο μετατράπηκε σε διανυσματικό (shapefile), στο οποίο είναι δυνατό να υπολογιστεί το εμβαδόν για κάθε πολύγωνο που καθορίζεται με βάση την τιμή του κελιού. Από τα δύο σενάρια, το φιλο-περιβαλλοντικό είναι εκείνο που θέτει πιο αυστηρά κριτήρια και δίνει μια κλάση μικρότερη στις περιοχές ως προς την καταλληλότητά τους. Για τον λόγο αυτό θα προτιμηθούν και θα προταθούν περιοχές που προκύπτουν σύμφωνα με το σενάριο αυτό και ειδικότερα περιοχές που ανήκουν στην κλάση με την υψηλότερη βαθμολογία (περιοχές μέτριας καταλληλότητας).

Από την επεξεργασία των στοιχείων προκύπτει ότι το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής έκτασης του νομού έχει τεθεί ως ακατάλληλη για τη χωροθέτηση ΧΥΤΥ, ενώ μικρές μόνο εκτάσεις θεωρούνται μέτρια κατάλληλες.

Από τα αποτελέσματα φαίνεται πως οι περιοχές ικανής έκτασης για τον πληθυσμό του νησιού της Λευκάδας και μέτριας καταλληλότητας βρίσκονται στο Νοτιοδυτικό άκρο του νησιού. Πρόκειται για τις περιοχές 1, 2 και 3 όπως διακρίνονται σε αποτύπωσή τους στο Google Earth (Εικόνα 5-7).



Χάρτης 5-22 Χάρτης κατάλληλων περιοχών – οικονομο-τεχνικό σενάριο



Εικόνα 5-7 Προβολή θέσεων 1, 2, 3 σε Google Earth

Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη κατάλληλη περιοχή, θέση 1, έχει συντεταγμένες $38^{\circ}39'28.72''\text{B}$ / $20^{\circ}37'04.291''\text{E}$ και έκταση 116 στρέμματα. Σύμφωνα με τον χάρτη κάλυψης γης (Corine 2018), βρίσκεται αποκλειστικά μέσα σε ελαιώνες. Ο πλησιέστερος οικισμός από αυτήν βρίσκεται σε απόσταση 1,82 km (Αγ. Πέτρος).

Η δεύτερη περιοχή, θέση 2, έχει συντεταγμένες $38^{\circ}38'56.23''\text{B}$ / $20^{\circ}36'48,67''\text{E}$ και έκταση 87 στρέμματα. Σύμφωνα με τον χάρτη κάλυψης γης, βρίσκεται μέσα σε ελαιώνες και σύνθετα συστήματα καλλιέργειας. Ο πλησιέστερος οικισμός βρίσκεται σε απόσταση 2,04 km και είναι ο Αγ. Πέτρος.

Η τρίτη περιοχή, θέση 3, είναι η πιο μικρή σε έκταση και βρίσκεται σε κοντινή απόσταση με τις δυο προηγούμενες. Έχει συντεταγμένες $38^{\circ}38'45.33''\text{B}$ / $20^{\circ}36'32,64''\text{E}$ και έκταση 46 στρέμματα. Σύμφωνα με τον χάρτη κάλυψης γης, βρίσκεται μέσα σε ελαιώνες και σύνθετα συστήματα καλλιέργειας επίσης. Ο πλησιέστερος οικισμός βρίσκεται σε απόσταση 1,89 km και είναι ο οικισμός της Βασιλικής.

Επισημαίνεται πως στο οικομο-τεχνικό σενάριο, οι ίδιες περιοχές αλλά και επιπλέον περιοχές (μεγαλύτερης έκτασης, όχι τόσο απομακρυσμένες κ.α.), χαρακτηρίζονται ως ικανοποιητικής καταλληλότητας. Εναλλακτικά, στο μέλλον θα μπορούσαν να διερευνηθούν με γεωλογική-υδρογεωλογική και γεωτεχνική έρευνα ώστε να ελεγχθεί αν μπορούν να αποτελέσουν κατάλληλη θέση χωροθέτησης ΧΥΤΥ για το νησί.

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή συνδυάζονται η πολυκριτηριακή ανάλυση και τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), με σκοπό τη χωροθέτηση κατάλληλης θέσης απόθεσης στερεών αποβλήτων στο νησί της Λευκάδας. Ο συνδυασμός αυτός αποτελεί ένα σύστημα γρήγορης αναζήτησης κατάλληλων θέσεων και μπορεί να δώσει ολοκληρωμένη λύση, εφόσον συνδυαστεί με έρευνα πεδίου.

Για την επίτευξη του στόχου επιλέχθηκαν τα κριτήρια για την επιλογή θέσης, τα οποία διαχωρίστηκαν σε κριτήρια αποκλεισμού και κριτήρια καταλληλότητας. Για λόγους σύγκρισης και την επιβεβαίωση της ορθής επιλογής των κριτηρίων κατασκευάστηκαν δύο σενάρια, ένα φιλο-περιβαλλοντικό και ένα οικονομο-τεχνικό.

Με την εφαρμογή της μεθόδου της ιεραρχικής ανάλυσης, προέκυψαν οι συντελεστές βαρύτητας για κάθε ένα από τα παραπάνω σενάρια, με βάση τη βιβλιογραφική έρευνα αλλά και προσωπική γνώμη του συγγραφέα της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Με την ιεραρχική ανάλυση πραγματοποιούνται συγκρίσεις των κριτηρίων ανά ζεύγη, σε μορφή πίνακα και γίνεται κανονικοποίηση των τιμών που προκύπτουν. Όλα τα αρχεία raster παράγονται σε κοινή κλίμακα 0 έως 1, όπου την υψηλότερη βαθμολογία λαμβάνουν οι πλέον κατάλληλες περιοχές.

Το αποτέλεσμα της ανάλυσης δείχνουν πως τα περιβαλλοντικά κριτήρια είναι σημαντικά και θέτουν πιο αυστηρούς περιορισμούς, σε σχέση με τα κριτήρια που συνδέονται με το οικονομικό και κατασκευαστικό μέρος της χωροθέτησης. Ουσιαστικά, οι περιοχές που προέκυψαν από τα δύο σενάρια σχεδόν ταυτίζονται αλλά βαθμολογούνται πιο αυστηρά στο πρώτο σενάριο (φιλο-περιβαλλοντικό) και με τη διαφορά να έγκειται στο γεγονός ότι θέτοντας σε υψηλή προτεραιότητα τα περιβαλλοντικά κριτήρια, δεν προκύπτουν περιοχές υψηλής ή ικανοποιητικής καταλληλότητας.

Δυσμενής παράγοντας στην εύρεση θέσης υψηλής καταλληλότητας είναι η μεγάλη εξάπλωση ανθρακικών γεωλογικών σχηματισμών, που χαρακτηρίζονται από υψηλή υδροπερατότητα.

Για τη δημιουργία των τελικών χαρτών καταλληλότητας (για κάθε σενάριο) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της πολυκριτηριακής ανάλυσης, σύμφωνα με τον κανόνα λήψης απόφασης του σταθμισμένου γραμμικού συνδυασμού (Weighted Linear Combination – WLC).

Για την άθροιση – σύνθεση των επιπέδων, έγινε εισαγωγή των θεματικών επιπέδων ανά κριτήριο σε μορφή raster (με διαστάσεις κελιών 30 x 30 m) και των αντίστοιχων συντελεστών βαρύτητας σε περιβάλλον ΣΓΠ, οπότε και αθροίστηκαν οι τιμές των κελιών τους.

Το αποτέλεσμα είναι ένα θεματικό επίπεδο με τρεις κατηγορίες περιοχών σε σχέση με την καταλληλότητά τους για χωροθέτηση ΧΥΤΥ για το πρώτο σενάριο και τέσσερις κατηγορίες για το δεύτερο σενάριο.

Από την ανάλυση των στοιχείων προέκυψε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής έκτασης του νησιού έχει τεθεί ως ακατάλληλη για τη χωροθέτηση ΧΥΤΥ. Εντοπίστηκαν τρεις περιοχές με εμβαδόν από 46.000 m² έως 116.000 m² μέτριας καταλληλότητας, οι οποίες ιεραρχούνται βάσει της έκτασής τους. Η επιτόπου διερεύνηση μπορεί να τροποποιήσει τα όριά τους ή ακόμη και να αποκλείσει τις παραπάνω περιοχές ως ακατάλληλες.

Βασικό πλεονέκτημα της παραπάνω μεθόδου είναι ότι δίνει τη δυνατότητα για γρήγορη εξέταση εναλλακτικών σεναρίων με εφαρμογή διαφορετικών συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων, ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις συνθήκες του περιβάλλοντος (για παράδειγμα να δοθεί έμφαση στον οικονομικό παράγοντα σε σχέση με τον περιβαλλοντικό ή να μειωθεί η επίδραση του υδρογεωλογικού κριτηρίου).

Τέλος, επισημαίνεται ότι η παρούσα εργασία δεν αποτελεί πρόταση τελικής επιλογής θέσης, καθώς δεν έχουν συνεκτιμηθεί και άλλοι παράγοντες, όπως η αξία της γης, η κοινωνική αντίδραση, οι επιπτώσεις στη χλωρίδα και την πανίδα, η ύπαρξη παλαιότερης χωματερής, η ύπαρξη στρατιωτικών εγκαταστάσεων κ.α., ενώ επιπλέον δεν περιλαμβάνει έρευνα πεδίου. Εντούτοις, αποτελεί μια πολύ καλή προσέγγιση στο πρόβλημα του εντοπισμού υποψήφιων θέσεων ΧΥΤΥ στη νήσο Λευκάδα σύμφωνα με τα διαθέσιμα δεδομένα.

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βουδούρης Κ., 2009, «Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος - Υπόγεια νερά και περιβάλλον», Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη
2. Δεσπότης Δ., 2007, «Ιεραρχική Ανάλυση Αποφάσεων – ΑΗΡ», Σημειώσεις μαθήματος «Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων», Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «Πληροφορική», Εργαστήριο Συστημάτων Υποστήριξης, Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιά
3. «Έγκριση του Εθνικού Προγράμματος Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων» ΦΕΚ Αρ. Φύλλου 83 Τεύχος Α' 3 Μαΐου 2022 η Πράξη 11 της 29.4.2022,
4. Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, «Κατάρτιση πλαισίου Προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων», ΦΕΚ 1016B/97.
5. Επιχειρησιακός Σχεδιασμός του Δήμου Λευκάδας (Α' Φάση, 2020-2023)
6. ΕΣΔΑ, «Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των επικίνδυνων αποβλήτων 2020-2030»
7. Ζώραπας Β., 2010, «Χωροθέτηση κατάλληλης θέσης για την απόθεση στερεών αποβλήτων με τη χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης και GIS - Παράδειγμα από το Νομό Αργολίδας»
8. Θεοχάρη Χ., Αραβώσης Κ., Βαρελίδης Π., Διαβάτης Η., Ζιώγας Χ., Ιατρού Σ., Μπούρκα Α., Οικονομόπουλος Α., Παπαρηγορίου Σ., Παντελάρας Π., Φραντζής Ι., 2006, «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα – Η περίπτωση της Αττικής», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας
9. Κακριδώνης Π., «Βέλτιστη χωροθέτηση ΧΥΤΑ στην Π.Ε. Λακωνίας με χρήση GIS και προϋπολογισμός κόστους κατασκευής»
10. Κοντός Θ., Χαλβαδάκης Κ., Σουλακέλης Ν., «Δημιουργία ολοκληρωμένου χωρικού συστήματος υποστήριξης αποφάσεων για τη χωροθέτηση ΧΥΤΥ: Η περίπτωση της Νήσου Λήμνου»
11. Λουκής Ε.Ν., «Συστήματα Υποστήριξης αποφάσεων», Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Τεύχος Ι, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων
12. Λυμπεράτος και Τσιλιγιάννης «Διαχείριση στερεών αποβλήτων», ηλεκτρονικό βιβλίο
13. Σταυρόπουλος Ξ. & Συν/τες Ε.Ε., Γ. Καραβοκύρης & Συνεργάτες Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε. Μαρία Τζίμα, Ιωάννης Μπάφας, 2011, «Μελέτη Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Νομού Λευκάδας»
14. ΠΕΣΔΑ Ιονίων Νήσων, «Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) του αναθεωρημένου ΠΕΣΔΑ Ιονίων Νήσων»
15. Τοπικό Σχέδιο Διαχείρισης (ΤΣΔ) Αποβλήτων Δήμου Λευκάδας
16. Φελώνη, Ε., 2022. Εφαρμογές υδροπληροφορικής για προστασία από πλημμυρικούς κινδύνους, ΔΠΜΣ Νερό,Βιόσφαιρα και Κλιματική Αλλαγή (ΕΚΠΑ).

17. Χατζηπαναγιώτου Μ., Οικονομίδης Δ. και Βουδούρης Κ., «Χωροθέτηση κατάλληλων θέσεων εγκατάστασης Χ.Υ.Τ.Υ. με τη χρήση Γ.Ι.Σ.: εφαρμογή στη Ζάκυνθο»
18. Aivaliotis V., Dokas I., Hatzigiannakou M. and Panagiotakopoulos D., 2004, “Functional Relationships of Landfill and Landraise Capacity with Design and Operation Parameters”, Waste Management & Research, Volume 22, p.p. 283-290
19. Bagchi, A., “Design, construction and monitoring of landfills”, John Wiley & Sons INC., 1994
20. Feloni E., Karandinaki E., 2021. “GIS-based MCDM Approach for Wind Farm Site Selection - A Case Study”, Journal of Energy and Power Technology, 3(3), pp.1-15..
21. Feloni E., Karpouzou D. and Baltas E., 2018. “Optimal Hydrometeorological Station Network Design Using GIS Techniques and Multicriteria Decision Analysis”
22. Gemtzi A., Tsihrintzis V., Voudrias E., Petalas C. and Stravodimos G, January 2007, “Combining geographic information system, multicriteria evaluation techniques and fuzzy logic in siting MSW landfills”, Environmental Geology, Volume 51, Number 5, p.p. 797-811
23. Guiqin W., Guoxue Q., Lijun C., 2009, “Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China”, Journal of Environmental Management, Volume 90, p.p. 2414-2421
24. Kontos T., Komilis P., Halvadakis D., 2003, “Siting MSW landfills on Lesbos island with a GIS- based methodology”, Waste Management Resources, Volume 17, p.p. 262-278
25. Malczewski J., 2000, “On the Use of Weighted Linear Combination Method in GIS: Common and Best Practice Approaches”, Transactions in GIS, Volume 4 (1), p.p.5-22
26. Malczewski J., 2006, “Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis”, Volume 8, p.p. 270–277
27. McKay R., August 2000, “Consequential Utilitarianism: Addressing Ethical Deficiencies in the Municipal Landfill Siting Process”, Journal of Business Ethics, Volume 26, Number 4, p.p. 289-306
28. Nas B., Cay T., Iscan F. and Berkay, A. January 2010, “Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation”, Environmental Monitoring and Assessment, Volume 160, Numbers 1-4, p.p. 491-500
29. Nyerges T.L., Jankowski P., 2010, “Regional and Urban GIS – A Decision Support Approach”, The Guilford Press, New York
30. Rahman M., Sultana K. and. Hoque A, February 2008, “Suitable sites for urban solid waste disposal using GIS approach in Khulna city, Bangladesh”, Proc. Pakistan Academic Science, vol.45 (1), p.p. 11-21
31. Saaty T.L., 1977, “A scaling method for priorities in hierarchical structures”, Journal of Mathematical Psychology, Volume 15, p.p. 234-281
32. Saaty, T. L., 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill

33. Şener S., Sener E. and Karagüzel R., March 2010, “Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: a case study in Senirkent–Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey”, Environmental Monitoring and Assessment
34. Şener B., August 2004, “Landfill site selection by using geographic information systems”, submitted thesis for Master of Science in geological engineering, Middle East Technical University
35. Şener B., Süzen L. and Doyuran V., January 2006, “Landfill site selection by using geographic information systems”, Environmental Geology, Volume 49, Number 3, p.p.376-388
36. Zamorano M., Molero E., Hurtado A., Grindlay A., Ramos A., 2008, “Evaluation of a municipal landfill site in Southern Spain with GIS-aided methodology”, Journal of Hazardous Materials, Volume 160, p.p. 473-481.