



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Χαρτογράφηση βέλτιστου δασικού δικτύου με την εφαρμογή της μεθόδου
πολυκριτηριακής ανάλυσης: η περίπτωση της Βίνιανης

Δημήτριος Λ. Τσιάκας

Επιβλέπων καθηγητής:

Στέργιος Ταμπέκης, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

**ΚΑΡΠΕΝΗΣΙ
2024**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Χαρτογράφηση βέλτιστου δασικού δικτύου με την εφαρμογή της μεθόδου πολυκριτηριακής ανάλυσης: η περίπτωση της Βίνιανης

Mapping of the optimal forest network by applying the multicriteria analysis method: the case of Viniani

Δημήτριος Λ. Τσιάκας

Εξεταστική Επιτροπή:

Στέργιος Ταμπέκης, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Αντρέας Παπαδόπουλος, Καθηγητής ΓΠΑ

Δημήτριος Ζαΐμης, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

Χαρτογράφηση βέλτιστου δασικού δικτύου με την εφαρμογή της μεθόδου πολυκριτηριακής ανάλυσης: η περίπτωση της Βίνιανης

*ΠΜΣ Οικολογία & Διαχείριση Περιβάλλοντος
Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αειφόρος διαχείριση των δασών (Sustainable Forest Management, SFM) έχει συμβάλει στη αντιμετώπιση των αρνητικών, για τα δάση, επιδράσεων που προκαλούνται σε αυτά από ανθρωπογενείς και φυσικούς παράγοντες και στους εξαρτώμενους από αυτά τοπικούς πληθυσμούς συμβάλλοντας ταυτόχρονα και στην οικονομική ανάπτυξη. Ο σχεδιασμός και εν τέλει η διαχείριση δασικών δρόμων είναι ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία για την ορθολογική και συνάμα βιώσιμη διαχείριση δασών και ορεινών βοσκοτόπων.

Κατά την διάνοιξη και την λειτουργία των δρόμων προκαλούνται άμεσες και έμμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις τόσο στα οικοσυστήματα όσο και στα γειτνιάζοντα τοπία, για αυτόν τον λόγο είναι εξαιρετικά σημαντικός ο σχεδιασμός των δασικών δρόμων με αυτό ως γνώμονα. Θεμελιώδη αρχή του σχεδιασμού δασικού οδικού δικτύου εκτός από την προσβασιμότητα στο δάσος για την ορθολογική αξιοποίησή του, θα πρέπει να αποτελεί η προστασία του. Προς αυτή την κατεύθυνση θα συμβάλλει και η διαχείριση δασικού δικτύου προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές επιπτώσεις του.

Σκοπός της μεταπτυχιακής εργασίας είναι να πραγματοποιηθεί η χαρτογράφηση του βέλτιστου οδικού δασικού δικτύου με την εφαρμογή της μεθόδου πολυκριτηριακής ανάλυσης στην περιοχή της Βίνιανης Ευρυτανίας. Για τον σκοπό αυτό εφαρμόζεται μια μέθοδος Πολλαπλών Κριτηρίων Εκτίμησης (Multi-Criteria Evaluation, MCE) των περιβαλλοντικών του επιπτώσεων στο φυσικό περιβάλλον και αξιολογείται η χωρική μεταβλητότητα του βέλτιστου αυτού οδικού δασικού δικτύου και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων τις οποίες αυτό προκαλεί στο φυσικό περιβάλλον.

Αρχικά έλαβε μέρος η ανάλυση των δασοπονικών, εδαφικών και κλιματικών συνθηκών της περιοχής μελέτης και στην συνέχεια με την μέθοδο MCE, εκτιμήθηκαν τα διάφορα κριτήρια της επίδρασης της έντασης αυτής η οποία προκαλείται από τους δασικούς δρόμους στο δασικό οικοσύστημα. Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, έχει χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση και επεξεργασία των δεδομένων το λογισμικό ArcGIS 10.5, με το οποίο δημιουργήθηκαν δεδομένα για το οδικό δασικό δίκτυο της δημοτικής ενότητας Βίνιανης του δήμου Αγράφων και δεδομένα που αφορούν το δασικό σύμπλεγμα για τη διαχείριση του δάσους της περιοχής.

Για τον λόγο αυτό δημιουργήθηκαν μια σειρά από χάρτες που περιέχουν και απεικονίζουν τα κριτήρια που τέθηκαν στα πλαίσια της προτεινόμενης μεθόδου.

Επίσης, έλαβε μέρος η εξαγωγή συμπερασμάτων και προτάσεων ανάπτυξης και προστασίας της περιοχής, επομένως η μεθοδολογία μπορεί να αξιοποιηθεί για την βελτίωση της αποτελεσματικής διαχείρισης και την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων οι οποίοι ενδέχεται να προκληθούν από την διάνοιξη του δασικού δικτύου των δρόμων.

Επιστημονική περιοχή: Δασική οδοποιία

Λέξεις κλειδιά: Δασικοί δρόμοι, Βίνιανη, περιβαλλοντικές επιπτώσεις, μέθοδος πολυκριτηριακής εκτίμησης

Mapping of the optimal forest network by applying the multicriteria analysis method: the case of Viniani

*MSc Ecology & Environmental Management
Department of Forestry & Natural Environment Management*

ABSTRACT

Sustainable Forest Management (SFM) has a positive effect on reducing the negative impacts on forests and their dependent local populations while contributing to economic development. The design and ultimately the management of forest roads is one of the most important tools for the rational management of forests and mountain pastures.

The opening and operation of roads causes various direct and indirect environmental impacts on both ecosystems and adjacent landscapes, which is why it is extremely important to design forest roads with this in mind. A fundamental principle of forest road planning, apart from accessibility to the forest for its rational utilization, should be its protection. Forest network management will also contribute to this direction in order to minimize its negative impacts.

The purpose of the postgraduate thesis is to carry out the mapping of the optimal forest road network by applying the multicriteria analysis method in the area of Viniani Evritania. For this purpose, a Multi-Criteria Evaluation (MCE) method is applied and the spatial variability of the optimal forest road network and its environmental impact on the natural environment is evaluated.

Initially, the analysis of the forestry, soil and climatic conditions of the study area took place and then, with the MCE method, the assessment of the criteria of the intensity of the impact caused by forest roads on the forest ecosystem. To achieve the above objectives, the ArcGIS 10.5 software has been used for data management and processing, which created data for the forest road network of the municipal unit Viniani of the municipality of Agrafa and data and information of the forest complex for the management of the forest of the area. For this reason, maps were created that contain and illustrate the criteria set.

Also, conclusions and proposals for the development and protection of the area took place, so the methodology can be used to improve effective management and assess the environmental impacts that may be caused by the opening of forest roads.

Scientific area: Forest roads

Key words: Forest roads, Viniani, environmental impact, multicriteria assessment method

ΔΗΛΩΣΗ ΕΡΓΟΥ

Ο μεταπτυχιακός φοιτητής που εκπόνησε την παρούσα διπλωματική εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (μη-εμπορικός, μη κερδοσκοπικός, αλλά εκπαιδευτικός-ερευνητικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες, κλπ.), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή την γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή η οποία ορίστηκε από την Σ.Ε. του Π.Μ.Σ. του Τμήματος Δασολογίας και Δ.Φ.Π. του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, σύμφωνα με το νομό και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του Π.Μ.Σ. «Οικολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος». Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

1. Στέργιος Ταμπέκης, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)
2. Αντρέας Παπαδόπουλος, Καθηγητής ΓΠΑ
3. Δημήτριος Ζιάνης, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Δασολογίας και Δ.Φ.Π. του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων της συγγραφέως.

Με την άδεια του, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το ΓΠΑ και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε για το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, στο Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος και συγκεκριμένα για το μεταπτυχιακό πρόγραμμα «Οικολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος» κατά το έτος 2024. Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ανδρέα Παπαδόπουλο, Πρόεδρο του Τμήματος και καθηγητή ΓΠΑ και τον κ. Δημήτριο Ζιάνη, επίκουρο καθηγητή ΓΠΑ, ως μέλη της εξεταστικής επιτροπής. Η ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου εργασίας θα ήταν αδύνατη, χωρίς την καθοδήγηση του καθηγητή μου, κ. Στέργιου Ταμπέκη, επίκουρου καθηγητή ΓΠΑ. Του εκφράζω ένα βαθύ ευχαριστώ για όλη τη βοήθεια που μου προσέφερε.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια, την κοπέλα και τους φίλους μου, οι οποίοι υπήρξαν πάντα ένα ανεκτίμητο στήριγμα για μένα και στους οποίους οφείλω όλη τη διαδρομή των σπουδών μου, μέχρι και σήμερα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	i
ABSTRACT	iii
ΔΗΛΩΣΗ ΕΡΓΟΥ	iv
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	v
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	vi
Πίνακας Εικόνων.....	viii
Πίνακας Πινάκων	ix
Πίνακας Γραφημάτων	x
Πίνακας Χαρτών.....	xi
Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 1. Βιβλιογραφική ανασκόπηση	2
1.1. Μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων	2
1.2. Δασικοί δρόμοι	4
1.2.1. Ο σχεδιασμός δασικών δρόμων.....	4
1.2.2. Κατηγορίες και τεχνικά χαρακτηριστικά δασικών δρόμων	5
1.3. Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών	6
1.4. Πολυκριτηριακή ανάλυση	7
1.4.1. Πολλαπλών κριτηρίων εκτίμηση του βέλτιστου δασικού οδικού δικτύου	10
Κεφάλαιο 2. Υλικά και Μέθοδοι.....	11
2.1 Περιοχή μελέτης - Γεωγραφική θέση	11
2.2. Γεωλογικό περιβάλλον	15
2.3. Μετεωρολογικές- κλιματικές συνθήκες	21
2.4. Κοινωνικές συνθήκες	22
2.5. Φυσικό Περιβάλλον	25
2.6. Μεθοδολογία.....	31
2.6.1 Δεδομένα.....	31
2.6.2 Ανάλυση.....	32
2.6.3 Μέθοδος Αξιολόγησης Πολλαπλών Κριτηρίων (MCE).....	39
2.6.3.1. Κριτήρια αξιολόγησης της έντασης της επίπτωσης σε μη παραγωγικά δάση	39
Κεφάλαιο 3. Αποτελέσματα	44
3.1 Υπολογισμός της οδικής πυκνότητας	62
3.2 Υπολογισμός ποσοστού διάνοιξης και δασοπροστασίας	62

3.3 Οδική πυκνότητα – απόσταση και ποσοστό δασοπροστασίας.....	63
3.4 Θέση δασικών δρόμων	64
3.5 Αποτελέσματα εφαρμογής της μεθόδου MCE για την εκτίμηση των Δασοκομικών, Τοπογραφικών και Κοινωνικών Κριτηρίων	65
3.5.1 Δασοκομικά κριτήρια	65
3.5.2 Τοπογραφικά κριτήρια	66
3.5.3 Κοινωνικά κριτήρια	68
Κεφάλαιο 4. Συζήτηση.....	70
Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα	72
Βιβλιογραφία.....	73

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Διαδικασίες κατά την Ανάλυση Αποφάσεων με Χωρικά Πολλαπλά Κριτήρια (Framework of Spatial Multi-Criteria Decision Analysis) (Malczewski,1999)	9
Εικόνα 2: Χάρτης 1.1-1. Σχηματική απεικόνιση της χρονικής απόστασης και των κεντρικότητων στο Δήμο Αγράφων με κέντρο (αφετηρία) το Κερασοχώρι. Τα μεγέθη των κύκλων και των ονομάτων των οικισμών αντιστοιχούν στο πληθυσμιακό τους μέγεθος. Οι κύκλοι αντιστοιχούν στις χρονοαποστάσεις των 30, 60 και 90 λεπτών, αντίστοιχα. Πηγή: Ερευνητική ομάδα ΕΜΠ....	13
Εικόνα 3: Γεωτεκτονικός Χάρτης του Ελληνικού χώρου (Πηγή: Κούκης - Σαμπατακάκης, 2004).	18
Εικόνα 4: Απόκομμα Γεωλογικού χάρτη - περιοχή Βίνιανης (Πηγή: ΕΑΓΜΕ).....	19
Εικόνα 5: Ομβροθερμικό διάγραμμα μετεωρολογικού σταθμού του Αγίου Νικολάου. (Παπαδόπουλος, 2020).....	22
Εικόνα 6: Ψηφιοποίηση δασικού οδικού δικτύου από τις ορθοφωτογραφίες.....	34
Εικόνα 7: Attribute Table των δεδομένων των δρόμων.....	34
Εικόνα 8: Εξαγωγή των εκθέσεων με το εργαλείο Aspect.....	35
Εικόνα 9: Εξαγωγή των ρεμάτων με τη χρήση του εργαλείου ArcHydro.....	35
Εικόνα 10: Buffer χιλιομετρικών ζωνών από τους δρόμους προς τα δεδομένα των περιοχών NATURA 2000.....	36
Εικόνα 11: Χρήση Euclidean Distance για υπολογισμό απόστασης 20 μέτρων από τους δρόμους.....	37
Εικόνα 12: Attribute Table των δρόμων οι κατηγορίες των δασικών δρόμων.....	37
Εικόνα 13: Clip για κάθε κατηγορία δασικού δρόμου ανά γεωλογικό σχηματισμό.....	38
Εικόνα 14: Reclassify των κατηγοριών των εκθέσεων.....	39
Εικόνα 15: Μετατροπή δεδομένων raster σε πολύγωνα (vector).....	39
Εικόνα 16: Clip για κάθε κατηγορία δασικού δρόμου ανά προσανατολισμού εκθέσεων.....	40

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1: Κατηγορίες δασικών δρόμων.....	5
Πίνακας 2: Δημογραφικά στοιχεία δημοτικής κοινότητας Βίνιανης.....	23
Πίνακας 3: Βαθμολογία αξιολόγησης της έντασης εξαιτίας της απόστασης από ρέμα των δασικών δρόμων.....	42
Πίνακας 4: Κριτήρια αξιολόγησης απορροφητικότητας.....	44
Πίνακας 5: Μήκος οδικού δικτύου ανά κατηγορία υψομέτρου.....	47
Πίνακας 6: Μήκος οδικού δικτύου ανά κατηγορία εκθέσεων σε υψόμετρο άνω των 1000m.	53
Πίνακας 7: Ποσοστό διάνοιξης για την περιοχή της Βίνιανη.....	65
Πίνακας 8: Βαθμολόγηση κριτηρίου απόστασης δασικών δρόμων από ρέματα.....	66
Πίνακας 9: Εκτίμηση κριτηρίου χρήσεων-καλύψεων γης.....	67
Πίνακας 10: Εκτίμηση κριτηρίου κατηγορίας βλάστησης.....	68
Πίνακας 11: Εκτίμηση εκθέσεων εδάφους για υψόμετρα >1000m.	69
Πίνακας 12: Εκτίμηση εκθέσεων εδάφους για υψόμετρα <1000m.	69
Πίνακας 13: Εκτίμηση των κριτηρίων της έντασης.....	71

Πίνακας Γραφημάτων

Γράφημα 1: Ηλικιακή κατανομή στον Δήμο Αγράφων ανά αριθμό κατοίκων, 2011. Πηγή: panorama.statistics.gr.....	24
Γράφημα 2: Κύρια ασχολία στους Δήμους Αγράφων και Καρπενησίου σε σύγκριση με τα συνολικά εθνικά μεγέθη. Πηγή: panorama.statistics.gr.....	25
Γράφημα 3: Μήκος δασικών δρόμων ανά κατηγορία υψομέτρου.....	49
Γράφημα 4: Γράφημα κατηγοριών οδικού δικτύου και μήκους σε μέτρα.....	49
Γράφημα 5: Μήκος δασικών δρόμων ανά κατηγορία πετρωμάτων.....	51
Γράφημα 6: Μήκος οδικού δικτύου ανά κατηγορία έκθεσης για υψόμετρα <1000m.	53
Γράφημα 7: Μήκος οδικού δικτύου ανά κατηγορία κυρωμένου δασικού χάρτη.....	55
Γράφημα 8: Μήκος οδικού δικτύου ανά κατηγορία χρήσεων – καλύψεων γης CORINE 2018....	56
Γράφημα 9: Επιφάνειες προστασίας σε 300μ ανάντη και 500μ κατάντη των δρόμων.....	63

Πίνακας Χαρτών

Χάρτης 1: Τοποθεσίας περιοχής μελέτης.....	12
Χάρτης 2: Χάρτης οδικού δικτύου Βίνιανης.....	14
Χάρτης 3: Γεωλογικός χάρτης περιοχή Βίνιανης, Φύλλο Φραγκίστας κλίμακας 1:50.000 και Φύλλο Αγράφων κλίμακας 1:50.000 (ΕΑΓΜΕ, 2019).....	16
Χάρτης 4: Υδρολιθολογικός χάρτης περιοχή Βίνιανης.....	21
Χάρτης 5: Χάρτης ανάγλυφου περιοχή Βίνιανης.....	28
Χάρτης 6: Χάρτης εκθέσεων περιοχή Βίνιανης.....	29
Χάρτης 7: Δασικός χάρτης περιοχή Βίνιανης.....	30
Χάρτης 8: Χάρτης χρήσεων – καλύψεων γης της Βίνιανης από τη βάση του Corine 2018.....	31
Χάρτης 9: Χάρτης ρεμάτων περιοχή Βίνιανης.....	32
Χάρτης 10: Χάρτης υψομέτρων οδικού δικτύου.....	48
Χάρτης 11: Υδρολιθολογία οδικού δικτύου περιοχής μελέτης.....	50
Χάρτης 12: Χάρτης εκθέσεων οδικού δικτύου.....	52
Χάρτης 13: Δασικός χάρτης οδικού δικτύου.....	54
Χάρτης 14: Χάρτης χρήσεων – καλύψεων γης οδικού δικτύου.....	55
Χάρτης 15: Απόσταση από περιοχές NATURA 2000.....	57
Χάρτης 16: Απόσταση από οικισμούς.....	58
Χάρτης 17: Απόσταση από μεγάλα αστικά κέντρα.....	59
Χάρτης 18: Απόσταση δρόμων από ρέματα.....	60
Χάρτης 19: Απόσταση από τον αρχαιολογικό χώρο της Παλαιάς Βίνιανης.....	61
Χάρτης 20: Ζώνες προστασίας.....	62

Εισαγωγή

Το δασικό οδικό δίκτυο διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην αειφορική αξιοποίηση και προστασία των δασών αυτών. Οι δασικοί δρόμοι δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες ως προς τη διαχείριση των δασών, δηλαδή την προστασία και την αξιοποίηση, του φυσικού περιβάλλοντος. Ο σχεδιασμός των δασικών δρόμων οφείλει να έχει στα υπόψιν του εκτός από την αποδοτικότητα του κόστους, και τη βιώσιμη διαχείριση του δασικού περιβάλλοντος της εκάστοτε περιοχής (Arugaetal., 2005; Akayetal., 2008). Μία τυπική μελέτη κατασκευής των δασικών δρόμων θα πρέπει να εκτελείται έτσι ώστε ο στόχος της να επικεντρώνεται στη σχεδίαση βέλτιστων δρόμων με τις ελάχιστες δυνατές επιπτώσεις στο περιβάλλον (Hosseini & Solaymani, 2006). Κατά την κατασκευή των δασικών δρόμων καταστρέφονται μεγάλες εκτάσεις του δάσους, αποτέλεσμα αυτού είναι οι οικονομικές απώλειες, αλλά και η αλλαγή επίσης των συνθηκών του περιβάλλοντος (Jadczyk, 2009).

Με την βελτίωση ωστόσο του σχεδιασμού των δασικών οδικών αξόνων του δασικού οδικού δικτύου επιτυγχάνεται η ορθολογική διαχείριση του δάσους, αποβλέποντας έτσι στην ποιοτικότερη παραγωγή δασικών προϊόντων διατηρώντας ταυτόχρονα τις κατάλληλες τιμές της έντασης των επιπτώσεων οι οποίες προκλήθηκαν κατά την κατασκευή τους (Tampekis et al., 2015).

Η επίδραση των δασικών δρόμων στα γειτνιάζοντα οικοσυστήματα τους αλλά και ο ίδιος ο δασικός δρόμος σαν οικοσύστημα, κυρίως δέχονται τον αντίκτυπο από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, τις χρήσεις - καλύψεις γης ή τις λειτουργίες του κάθε δρόμου και από τις γεωλογικές του συνθήκες (Lugo and Gucinski, 2000).

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην εκτίμηση της έντασης της ανθρώπινης παρέμβασης στο τοπίο και την ανάδειξη των επιπτώσεων των δασικών δρόμων από το περιβάλλον στην περιοχή της Βίνιανης Ευρυτανίας. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, έγινε εφαρμογή της μεθόδου Πολλαπλών Κριτηρίων Εκτίμησης για μια σειρά από κριτήρια όπως δασοτεχνικά, τοπογραφικά, κοινωνικά και δασοπονικά. κριτήρια. Επίσης με την χρήση του λογισμικού ArcGIS 10.5 έγινε και η χαρτογραφική απεικόνιση των διάφορων κριτηρίων. Με αυτό τον συνδυασμό της χαρτογραφικής απεικόνισης και της εφαρμογής της μεθόδου των Πολλαπλών Κριτηρίων Εκτίμησης αποσκοπούμε στην εξαγωγή, όσο το δυνατόν, ευσταθών συμπερασμάτων σχετικά με την επίδραση της έντασης που προκαλείται από τους δασικούς δρόμους στο δασικό οικοσύστημα.

Κεφάλαιο 1. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

1.1. Μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Η ανάπτυξη των δασικών περιοχών προϋποθέτει ανθρωπογενείς επεμβάσεις που ενδεχομένως να οδηγήσουν σε αλλοίωση και υποβάθμισή του φυσικού περιβάλλοντος. Η σημαντικότερη από τις ανθρώπινες παρεμβάσεις στα δασικά οικοσυστήματα είναι, σε πρώτο στάδιο, ο σχεδιασμός και έπειτα η κατασκευή ενός δικτύου μεταφορικών εγκαταστάσεων που αποτελείται από δασικούς δρόμους, τρακτερόδρομους κ.α. (Sedlak, 1993, Becker, 1995). Τα δασικά οδικά δίκτυα συμβάλουν καθοριστικά στην μεταφορά δασικών προϊόντων και στην ανάδειξη του τόπου ως τουριστικού προορισμού. Επίσης σημαντική είναι η συμβολή των δρόμων αυτών και στην προστασία των δασών.

Η βιώσιμη ανάπτυξη των ορεινών δασικών περιοχών βασίζεται στην αρχή της αειφορικής διαχείρισης για τα δάση και την προστασία τους. Είναι εξαιρετικά σημαντικό λοιπόν να τηρούνται αυτές οι αρχές από τον σχεδιασμό του οδικού δικτύου, έως τα στάδια της προμελέτης, μελέτης, χάραξης και κατασκευής των δασικών δρόμων και για αυτό το λόγο δημιουργήθηκε ο όρος Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Ράλλης, 2023).

Το κείμενο του νόμου που αφορά τις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε) είναι Νόμος 3010/2002 που θεσμοθετήθηκε για την «Εναρμόνιση του Ν. 1650/1986 με τις Οδηγίες 97/11 Ε.Ε. και 96/61 Ε.Ε., και την καθιέρωση διαδικασίας οριοθέτησης και τη ρύθμιση θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ –91 Α΄/25.4.2002). Οι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε) ορίζονται από τον Νόμο 3010/2002, του οποίου το πρώτο Άρθρο με την σειρά του ορίζει τις κατηγορίες στις οποίες ανάγονται οι δραστηριότητες και τα έργα, σύμφωνα με το μέγεθος και το είδος τους, την ποσότητα αλλά και το είδος των ρύπων που εκπέμπουν, τη δυνατότητα πρόληψης παραγωγής ρύπων και κινδύνου πρόκλησης σοβαρού ατυχήματος (Ν. 4685/2020).

- Στην κατηγορία (Α΄) κατατάσσονται έργα και δραστηριότητες, τα οποία λόγω της φύσης τους, του μεγέθους τους ή της έκτασής των έργων είναι πιθανό να προκαλέσουν σοβαρούς κινδύνους στο φυσικό περιβάλλον. Στα έργα και στις δραστηριότητες αυτής της κατηγορίας κατά περίπτωση περιλαμβάνονται, πέρα από τις προδιαγραφές αλλά και τους γενικούς όρους, ειδικοί όροι και περιορισμοί για τη προστασία του φυσικού περιβάλλοντος.
- Στην κατηγορία (Β΄) κατατάσσονται έργα αλλά και δραστηριότητες, τα οποία χωρίς να προκαλούν οχλήσεις ή και σοβαρούς κινδύνους, θα πρέπει να υποβάλλονται σε γενικές προδιαγραφές οι οποίες διέπονται από όρους αλλά και κανόνες οι οποίοι θα διασφαλίσουν τη προστασία του φυσικού περιβάλλοντος.

- Στην κατηγορία (Γ') κατατάσσονται έργα και δραστηριότητες τα οποία προκαλούν μικρές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον (ΦΕΚ –91 Α'/25.4.2002).

Τα έργα της δασικής οδοποιίας στην χώρα μας εντάσσονται στην δεύτερη κατηγορία Β' (ΦΕΚ 21B/13-01-2012 ΚΥΑ αποφ.1958) και σύμφωνα με το Άρθρο 3 υποβάλλεται η δήλωση υπαγωγής τους σε Π.Π.Δ. Έπειτα τεκμηριώνεται η δήλωση υπαγωγή και γνωμοδοτείται για την υλοποίηση του έργου. Στη συνέχεια ακολουθεί ο κατάλληλος έλεγχος για την τήρηση των γενικών δεσμεύσεων κατά την κατασκευή. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να δημιουργηθεί μια καταρτισμένη λίστα ελέγχων που θα αφορά την ένταση με σκοπό την άμεση και αντικειμενική αναγνώριση των αρνητικών επιδράσεων που προκύπτουν από την δημιουργία ενός οποιουδήποτε έργου στα δάση. Επίσης, οφείλει η επιτροπή γνωμοδότησης (άρθρο 13 ν,4014/2011) να είναι ανεξάρτητη από την εκάστοτε πολιτική διοίκηση (Δούκας κ.α., 2017).

Οι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων έχουν καθοριστική σημασία για οποιαδήποτε ανθρώπινη επέμβαση στο φυσικό περιβάλλον. Οι Περιβαλλοντολόγοι στοχεύουν εκτός από το να διαφυλάξουν τους Εθνικούς δρυμούς, τα Ελληνικά δάση, τους οικοτόπους και τους βιοτόπους οι οποίοι εντάσσονται στη συνθήκη Ραμσάρ, ή να είναι υπό το καθεστώς προστασίας της UNESCO και ταυτόχρονα να αξιοποιηθούν οι χώροι αυτοί, ώστε να είναι επισκέψιμοι για τις νέες γενιές ώστε εκείνες να τους αγαπήσουν και να τους προστατέψουν (Στεργιάδου & Εσκίογλου, 2010).

1.2. Δασικοί δρόμοι

1.2.1. Ο σχεδιασμός δασικών δρόμων

Οι δασικοί δρόμοι επιτρέπουν την ασφαλή και αποτελεσματική πρόσβαση στο δάσος με σκοπό τη διεξαγωγή εμπορικών δραστηριοτήτων όπως η υλοτόμηση καθώς και συμβάλλουν στη δασοπροστασία (Akay & Sessions 2005).

Ο σχεδιασμός του δασικού δικτύου παρουσιάζει περιβαλλοντικές και οικονομικές απαιτήσεις όπως είναι το κόστος κατασκευής και μετέπειτα το μελλοντικό κόστος της συντήρησης των δασικών δρόμων ,τα οποία αποτελούν τα μεγαλύτερα έξοδα στο συνολικό κόστος εργασιών (Akay, 2003). Η μη αποτελεσματική συντήρηση του δασικού οδικού δικτύου μπορεί να προκαλέσει αρνητική περιβαλλοντική επίδραση (Skaugset & Allen, 1998). Η επιλογή της χωρικής διάταξης των δασικών δρόμων πρέπει να γίνεται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μείωση των δαπανών της κατασκευής και της συντήρησης. Οι Akay και Süslü (2017), βασιζόμενοι Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS), και κάνοντας χρήση ενός συστήματος υποστήριξης αποφάσεων προσδιόρισαν την βέλτιστη διαδρομή ώστε να ελαχιστοποιήσουν το κόστος της μεταφοράς των δασικών προϊόντων.

Η ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιδράσεων που προκαλούνται στο φυσικό περιβάλλον από την δημιουργία δασικών δρόμων μπορεί να επιτευχθεί μέσω της προσαρμογής στο ανάγλυφο του εδάφους. Παράλληλα πρέπει στη φάση σχεδιασμού να μελετάται η ελαχιστοποίηση του κόστους κατά την κατασκευή και η επίτευξη της διευκόλυνσης των δασικών εργασιών (Akay & Süslü, 2017).

Οι περιβαλλοντικά συμβατοί δασικοί δρόμοι αποτελούν σημαντικό εργαλείο στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των δασών. Η προσβασιμότητα των δασών ωφελεί την προστασία τους και την αξιοποίηση των πόρων που παρέχουν στους τοπικούς πληθυσμούς. Κατά τον σχεδιασμό του δασικού οδικού δικτύου πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι η χρήση των δασικών δρόμων έχει επιρροή στο περιβάλλον καθώς η ρύπανση , οι επιδράσεις στα φυτά και στα ζώα ,προκαλούνται από την ανθρώπινη παρουσία. Η ένταση της χρήσης των δρόμων επιφέρει ιδιαίτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις με τη διατάραξη της περιβαλλοντικής ισορροπίας (Zobel et al., 1985).

1.2.2. Κατηγορίες και τεχνικά χαρακτηριστικά δασικών δρόμων

Λαμβάνοντας ως κριτήριο ταξινόμησης τον σκοπό λειτουργίας τους, οι δασικοί δρόμοι χωρίζονται στους δρόμους σύνδεσης, στους συλλεκτήριους δρόμους και στους δρόμους διάνοιξης. Με βάση τα τεχνικά και κατασκευαστικά στοιχεία τους ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες, στις Α΄, Β΄ και Γ΄ κατηγορία (Καραγιάννης, 1999).

Τους δασικούς δρόμους Α΄ Κατηγορίας απαρτίζουν οι δρόμοι που συνδέουν τους επαρχιακούς ή εθνικούς δρόμους με δασικά συμπλέγματα και η χρήση αυτών των δρόμων είναι διαρκής μέσα στον χρόνο. Οι δασικοί δρόμοι Β΄ Κατηγορίας συνδέουν τους δρόμους Α΄ Κατηγορίας ή τους επαρχιακούς ή εθνικούς με δασικά τμήματα και συστάδες. (Καραγιάννης, 2004). Τέλος, οι δασικοί δρόμοι Γ΄ Κατηγορίας αποτελούνται από τους δασικούς δρόμους που συνδέουν συστάδες μεταξύ τους με τους δασικούς δρόμους Α΄ και Β΄ Κατηγορίας. Η χρήση των δρόμων αυτών είναι κυρίως εποχιακή (Νίκου, 2004).

Πίνακας 1 Κατηγορίες δασικών δρόμων

Τεχνικά στοιχεία δασικών δρόμων	Αποφάσεις Υπουργείου Γεωργίας		
	α.126386/10-6-66	β.41287/2281/22-5-73	γ.92833/4679/1-12-96
	Κατηγορίες δασικών δρόμων		
	A	B	Γ
Πλάτος καταστρώματος			
Έδαφος γαιώδες και ημιβραχώδες	6-8m	4-6m	4-5m
Έδαφος βραχώδες	6m	4m	4m
Ακτίνα καμπυλότητας Rmin			
Στις καμπύλες	30m	25m	20m
Στους ελιγμούς	20m	20m	15m
Κατά μήκος κλίση Smax			
κατά την έννοια της καθόδου	8%	8%	12%
κατά την έννοια της ανόδου	6%	6%	12%
Τάφροι αποχέτευσης	NAI	NAI	NAI
Τεχνικά έργα	NAI	NAI	NAI
Μόρφωση πρανών	NAI	NAI	NAI

1.3. Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών

Σύμφωνα με τους Marble et al., (1984), τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) ορίζονται ως «ένα σύνολο εργαλείων για την εισαγωγή, την αποθήκευση, την ανάκτηση, την επεξεργασία, την ανάλυση, και τη παραγωγή των χωρικών δεδομένων». Οι λειτουργίες ενός συστήματος GIS υποδιαιρούνται σε τέσσερις κύριες συνιστώσες: εισαγωγή δεδομένων, αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων, επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων, έξοδος δεδομένων (Malczewski, 1999).

Σήμερα, υπάρχουν διαθέσιμα πολλά και διαφορετικά λογισμικά GIS, τα οποία είναι διαθέσιμα με εμπορικές άδειες (ArcGIS) ή open source (QGIS, GRASS) ή freeware. Τα δεδομένα που εισάγονται και χρησιμοποιούνται από τα λογισμικά GIS προέρχονται από τέσσερις πηγές: από σάρωση, ψηφιοποίηση, τηλεπισκόπηση και από το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS) (Malczewski, 1999).

Η χρήση των λογισμικών GIS επιτρέπουν στον χρήστη να αναλύσει και να συνδυάσει χωρικές πληροφορίες μεταξύ τους μέσω διάφορων αλγορίθμων. Σε ένα περιβάλλον GIS όλες οι γεωγραφικές πληροφορίες που το λογισμικό παρουσιάζει και διαχειρίζεται, αποτελούνται από δύο δομές, τα διανυσματικά δεδομένα ή vector data και τα ψηφιδωτά δεδομένα ή raster datasets (ESRI, 2023).

Η διανυσματική δομή αναπαρίσταται μέσω σημείων (π.χ. θέση πόλης), γραμμών (π.χ. οδικό δίκτυο) και πολυγώνων (π.χ. πολύγωνα βλάστησης, χρήσεις γης). Ο σκοπός της εκάστοτε χρήσης του χάρτη αλλά και η κλίμακα απεικόνισης αποτελούν βασικό παράγοντα για την υιοθέτηση μίας εκ των παραπάνω γεωμετριών συμβολισμού. Για παράδειγμα, μία ιδιοκτησία σε ένα τοπογραφικό διάγραμμα αποτελεί πολύγωνο, ενώ σε μικρότερη κλίμακα χάρτη (π.χ. χάρτης της Ελλάδας) είναι πιο σωστή η χρήση σημείου. Για κάθε μία από τις παραπάνω γεωμετρίες αντικατοπτρίζεται ένα μοναδικό στοιχείο μητρώου περιγραφικών δεδομένων (Corrock, et. Al 1991).

Η ψηφιδωτή δομή συνήθως χρησιμοποιείται για πληροφορίες που αφορούν ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο χωρικά περιβάλλον (π.χ. φύτευση γης) ή όταν η πηγή άντλησης των δεδομένων της χαρτογράφησης είναι μία εικόνα (π.χ. αεροφωτογραφία). Η χρήση αυτού του είδους των δεδομένων, επιλέγεται σε πυκνά, επικαλυπτόμενα και ετερογενή δεδομένα. Ο προκαθορισμός της χωρικής ανάλυσης απαιτείται σε αυτού του είδους τα δεδομένα. Επιπλέον χρειάζεται μεγαλύτερος αποθηκευτικός χώρος ,σε σχέση με τη διανυσματική μορφή (Corrock, et. Al 1991).

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών διαδραματίζουν βασικό ρόλο στη στήριξη της διαδικασίας της ανάλυσης και χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό στην αξιολόγηση και τη διαχείριση του δασικού οδικού δικτύου (Floris et al., 1999, Cielo et al., 2003, Klč, 2005, Gumus et al., 2008, Nevecerel et al., 2007, Cavalli and Grigolato, 2010,).

1.4. Πολυκριτηριακή ανάλυση

Ο όρος Πολυκριτηριακή Ανάλυση αποτελεί γενικός όρος για όλες τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται από τους ερευνητές για να τους βοηθήσουν στην λήψη αποφάσεων, σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν περισσότερα από ένα κριτήρια (Bogetoft P. And Pruzan PM, 1997). Οι τεχνικές της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν μία μοναδική προτιμώμενη επιλογή, να βαθμολογήσουν επιλογές, για να εγγράψουν έναν περιορισμένο αριθμό επιλογών για διαδοχική και λεπτομερή αξιολόγηση, ή να διακρίνουν τις αποδεκτές από τις μη αποδεκτές δυνατότητες (Bosque, 2004).

Η Πολλαπλών Κριτηρίων Ανάλυση Αποφάσεων (Multi-Criteria Decision Analysis Process, MCDA) βοηθά τους ερευνητές στη λήψη των αποφάσεων στην ανάλυση των πιθανών δράσεων ή των εναλλακτικών λύσεων οι οποίες βασίζονται σε πολλαπλούς ασύμμετρους παράγοντες-κριτήρια, χρησιμοποιώντας κανόνες λήψης αποφάσεων για την συγκέντρωση αυτών των κριτηρίων και για την αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων (Malczewski, 1999, Figueira et al., 2005, Eastman, 2009).

Το πεδίο υποστήριξης των αποφάσεων αποτελεί η «ανάπτυξη των προσεγγίσεων για την εφαρμογή της τεχνολογίας των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών που μπορούν να διευρύνουν την αποτελεσματικότητα των φορέων λήψης αποφάσεων σε διάφορες καταστάσεις όπου ο υπολογιστής μπορεί να υποστηρίξει και να ενισχύσει την ανθρώπινη κρίση κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των καθηκόντων στην οποία διατίθενται στοιχεία που δεν μπορούν να καθοριστούν εκ των προτέρων» (Sol, 1983).

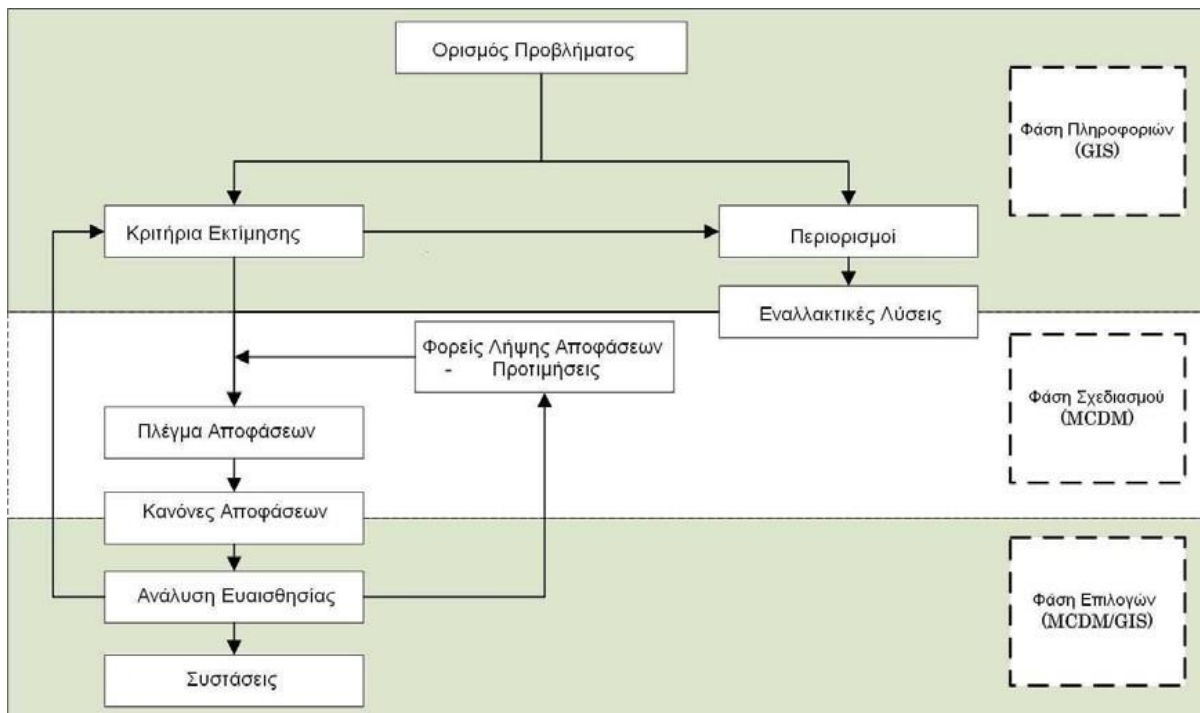
Κάθε μία από τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, αρχίζει με την αναγνώριση των προβλημάτων της εκάστοτε απόφασης. Ένα χωρικό πρόβλημα απόφασης περιλαμβάνει τη διαφορά μεταξύ της επιθυμητής και της υφιστάμενης κατάστασης του πραγματικού κόσμου με το περιβάλλον του γεωγραφικού συστήματος. Σε αυτό το πλαίσιο, η απόφαση είναι απαραίτητη, όταν υπάρχει ένα πρόβλημα ή μία ευκαιρία, όταν κάτι δeneίνεται όπως θα έπρεπε να είναι ή όταν κάτι μπορεί να βελτιωθεί. Ο Simon (1960), προτείνει ότι μία διαδικασία λήψης αποφάσεων μπορεί να διαρθρώνεται σε τρία μεγάλα επίπεδα:

1.το επίπεδο πληροφοριών (το οποίο αποτελεί ένα πρόβλημα ή ευκαιρία για βελτίωση-αλλαγή),

2.το επίπεδο του σχεδιασμού (ποιες είναι οι εναλλακτικές λύσεις),

3.το επίπεδο επιλογών (ποια εναλλακτική λύση είναι καλύτερη).

Στο παρακάτω Σχήμα απεικονίζεται η διάρθρωση των διαδικασιών κατά την Ανάλυση Αποφάσεων με Χωρικά Πολλαπλά- Κριτήρια.



Εικόνα 1: Διαδικασίες κατά την Ανάλυση Αποφάσεων με Χωρικά Πολλαπλά Κριτήρια (Framework of Spatial Multi-Criteria Decision Analysis) (Malczewski,1999)

Το βασικό μέρος της διαδικασίας λήψης αποφάσεων αποκαλείται «φάση πληροφοριών (GIS)» και αφορά στην ανίχνευση του περιβάλλοντος της απόφασης ώστε να εντοπίσει τα στοιχεία που χρειάζονται για τις αποφάσεις και τη συλλογή όλων των απαραίτητων δεδομένων, ώστε να αντιπροσωπεύουν τον πραγματικό κόσμο στη βάση δεδομένων του GIS. Σε αυτή τη φάση, το λογισμικό GIS αποτελεί ένα θεμελιώδες εργαλείο για το συντονισμό και την ανάλυση της κατάστασης μέσω της ικανότητάς του να ενσωματώνει τις πληροφορίες και τα στοιχεία από ένα ευρύ φάσμα πηγών και δημιουργήσει διάφορα κριτήρια αξιολόγησης αλλά και τους περιορισμούς που αντιπροσωπεύουν την είσοδο στην ανάλυση της λήψης αποφάσεων με τα χωρικά πολλαπλά κριτήρια.

Η φάση που ακολουθεί είναι η φάση του σχεδιασμού (MCDM), η οποία αποτελεί την παραγωγή εναλλακτικών λύσεων και αποφάσεων. Οι εναλλακτικές λύσεις μπορούν να περιλαμβάνουν ενέργειες: όπως η «κατασκευή ενός νέου δρόμου ή ο παροπλισμός των υφιστάμενων δρόμων

ή κατανομή των πόρων για συντήρηση των δρόμων κ.ά.». Ωστόσο, οι χωρικές εναλλακτικές αποφάσεις οι οποίες προέρχονται από την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων και των πληροφοριών που είναι αποθηκευμένες στο λογισμικό, θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψιν τους την πολυπλοκότητα της σχέσης κάποιων χωρικών προβλημάτων η οποία είναι ιδιαίτερα δύσκολο να εκπροσωπηθεί. Σε αυτή τη φάση, των Πολυκριτηριακών Μεθόδων Αποφάσεων (Multi-Criteria Decision Methods, MCDM) παρέχονται τα κατάλληλα εργαλεία για τη συγκέντρωση των γεωγραφικών δεδομένων και τις προτιμήσεις των φορέων λήψης των αποφάσεων σε μια μονοδιάστατη αξία για την χρησιμότητα των εναλλακτικών αποφάσεων.

Οι προτιμήσεις ή οι εναλλακτικές λύσεις, εκφράζονται με τους όρους των ειδικών βαρών, της σχετικής σημασίας για τα υπό εξέταση κριτήρια αξιολόγησης. Μετά τον προσδιορισμό του συνόλου των εναλλακτικών των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων και των συνοδευόμενων βαρών, τα δεδομένα εισόδου μπορούν να οργανωθούν με τη μορφή του πλέγματος των αποφάσεων (decision matrix).

Στη φάση των επιλογών (MCDM/GIS), κάθε μία από τις εναλλακτικές λύσεις αξιολογείται και αναλύεται σε σχέση με άλλους όσον αφορά ένα συγκεκριμένο κανόνα ή τη λειτουργία της λήψης που χρησιμοποιείται για τη συγκέντρωση των κριτηρίων αξιολόγησης και την κατάταξη των εναλλακτικών λύσεων που εξετάστηκαν.

Μετά την κατάταξη των εναλλακτικών λύσεων, η ανάλυση ευαισθησίας πρέπει να γίνεται με τις επιδράσεις των μεταβολών των δεδομένων εισόδου στα αποτελέσματα εξόδου. Τα τελικά αποτελέσματα εκπροσωπούνται από μια σειρά από συστάσεις για μελλοντική δράση (Malczewski, 1999).

Η μέθοδος των Πολλαπλών Κριτηρίων Αξιολόγησης (Multi-Criteria Evaluation, MCE), προσπαθεί να συνδυάσει το σύνολο των κριτηρίων έτσι ώστε να συνθέσει μια ολοκληρωμένη βάση δεδομένων για την λήψη μιας τεκμηριωμένης απόφασης (Eastman et al., 1993). Πλεονέκτημα της μεθόδου Πολλαπλών Κριτηρίων Αξιολόγησης αποτελεί το γεγονός πως παρέχεται μια ευέλικτη αντιμετώπιση των ποιοτικών πολυδιάστατων περιβαλλοντικών επιπτώσεων των αποφάσεων (Munda et al., 1995).

Παρότι υπάρχει ποικιλία στις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη των τιμών των βαρών για τα διάφορα κριτήρια αξιολόγησης, μια από αυτές φαίνεται να είναι η κατά ζεύγη σύγκριση που αναπτύχθηκε από τον Saaty (1980), στο πλαίσιο μιας διαδικασίας λήψης αποφάσεων η οποία είναι γνωστή ως Διαδικασία Αναλυτικής Ιεραρχίας (Analytical Hierarchy Process, AHP). Σε αυτή τη μέθοδο σύγκρισης, ο λήπτης της απόφασης καλείται να δώσει τη σχετική σημασία των κριτηρίων του συγκρίνοντας τα δύο - δύο.

Οι τεχνικές ανάλυσης και επεξεργασίας δεδομένων που βασίζονται στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και ο συνδυασμός τους με τη Πολυκριτηριακή Ανάλυση Απόφασης (Multi-Criteria Decision Analysis) μας καθοδηγούν στην έννοια των Πολλαπλών Κριτηρίων Χωρικό Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων (Multi-Criteria Spatial Decision Support System, MC-SDSS) (Malczewski, 1999).

1.4.1. Πολλαπλών κριτηρίων εκτίμηση του βέλτιστου δασικού οδικού δικτύου

Ο σχεδιασμός ενός δασικού οδικού δικτύου σε ορεινές περιοχές μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS) με βάση την Πολλαπλών Κριτηρίων Ανάλυση Αποφάσεων (MCDA) (Çalışkan, 2013).

Σαν μέθοδο αξιολόγησης της ποσότητας και της ποιότητας του υπάρχοντος δασικού οδικού δικτύου προτείνεται ο προσδιορισμός για τη βέλτιστη δασική οδική πυκνότητα. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού θα πρέπει να προσδιοριστεί η βέλτιστη δασική οδική πυκνότητα, το κόστος μετατόπισης της ξυλείας, τα κόστη κατασκευής και συντήρησης των δασικών δρόμων, καθώς και της συγκομιδής του όγκου της ξυλείας σε κάθε δασικό διαμέρισμα. Επίσης σημαντικός είναι και ο υπολογισμός της βέλτιστης απόστασης της μετατόπισης σε αντιστοιχία με τη τιμή της άριστης οδικής πυκνότητας και το συνολικό συντελεστή διόρθωσης. Ο συντελεστής διάνοιξης και αποτελεσματικότητας του υπάρχοντος δασικού οδικού δικτύου προσδιορίζονται για την υπολογιζόμενη βέλτιστη απόσταση μετατόπισης, χρησιμοποιώντας το λογισμικό ArcGIS (Hayati et al., 2012a).

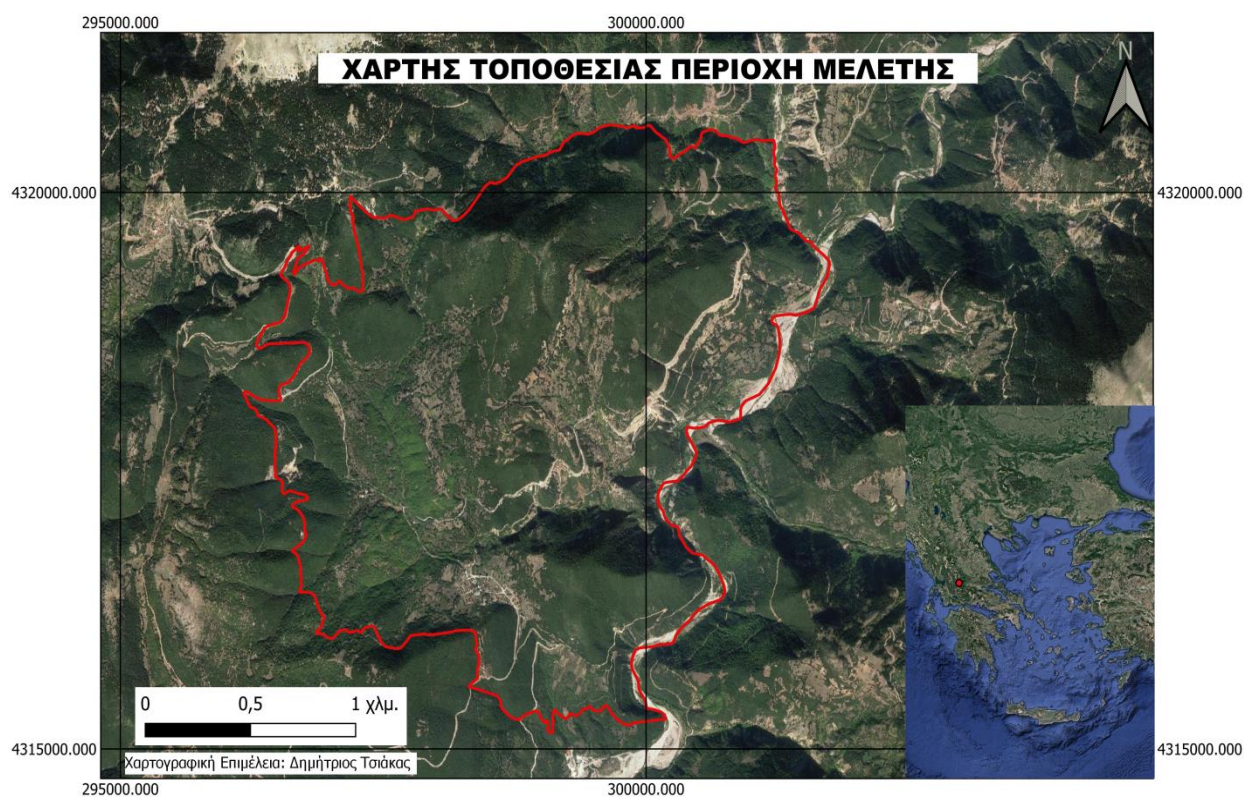
Για τον προσδιορισμό των εναλλακτικών λύσεων με τις χαμηλότερες επιπτώσεις του δασικού οδικού δικτύου στο φυσικό περιβάλλον μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια μεθοδολογία τριών σταδίων: α) η μέθοδος Delphi για την επιλογή των σημαντικών κριτηρίων, β) η Αναλυτική Διαδικασία Ιεραρχίας (Analytic Hierarchy Process, AHP) για τη λήψη της σχετικής σημασίας των κριτηρίων, και τέλος γ) η χωρική εκτίμηση πολλαπλών κριτηρίων (Spatial Multi-Criteria Evaluation) με το λογισμικό GIS (Hayati et al., 2012b).

Η εκτίμηση συμβατότητας του δασικού οδικού δικτύου με το φυσικό περιβάλλον αποσκοπεί στην ανάπτυξη μιας μεθόδου αξιολόγησης της έντασης και της απορροφητικότητας των επιπτώσεων των δασικών δρόμων στο περιβάλλον. Η μέθοδος αυτή συμβάλλει στη πολυδιάστατη λειτουργία και στη εκμετάλλευση των δασικών οικοσυστημάτων (Tampekis et al. 2008, Ταμπέκης κ.ά. 2010, Ταμπέκης 2014).

Κεφάλαιο 2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Περιοχή μελέτης - Γεωγραφική θέση

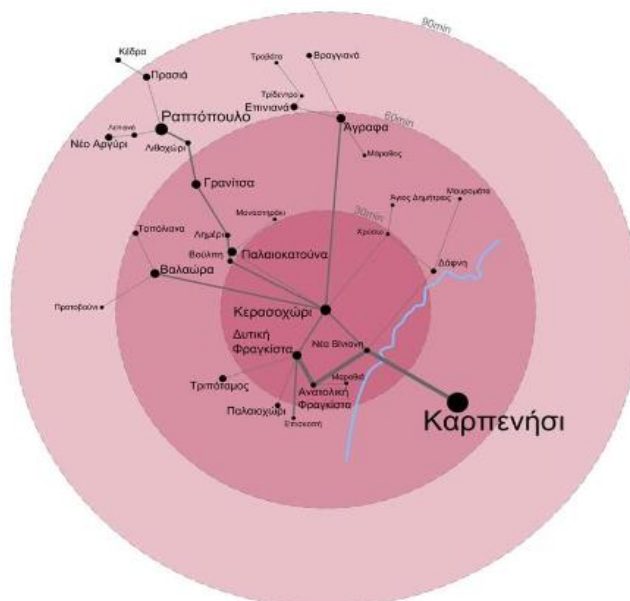
Η περιοχή της Βίνιανης ανήκει στον νομό Ευρυτανίας και πιο συγκεκριμένα στον δήμο Αγράφων και βρίσκεται περίπου 51 χιλιόμετρα βορειοδυτικά της πόλης του Καρπενησίου (Χάρτης 1). Το χωριό της Βίνιανης αναπτύσσεται σε υψόμετρο 560- 640 μέτρων και συγκαταλέγεται σε ένα σύμπλεγμα οικισμών, το οποίο αναπτύσσεται στις ανατολικές και κεντρικές πλαγιές και κοιλάδες των Αγράφων, επάνω από τον Μέγδοβα και ως τον Αχελώο.



Χάρτης 1: Τοποθεσία περιοχής μελέτης.

Το χωριό είναι ένα από τα παλαιά χωριά του δικτύου, που σήμερα έχει ως κύριους πόλους συγκράτησης του τοπικού πληθυσμού τις δύο Φραγκίστες (Ανατολική και Δυτική) και το Κερασχωρι, το οποίο λειτουργεί ως έδρα του δήμου Αγράφων. Η Μαραθιά, η Δάφνη και η

Χρύσω είναι μερικά από τα χωριά που κτίστηκαν δυτικά του Μέγδοβα. Τα χωριά Καλεσμένο, Στένωμα και Παυλόπουλο βρίσκονται στα χαμηλότερα υψόμετρα του βουνού Τυμφρηστού.



Εικόνα 2: Σχηματική απεικόνιση της χρονικής απόστασης και των κεντρικότητων στο Δήμο Αγράφων με κέντρο (αφετηρία) το Κερασσώρι. Τα μεγέθη των κύκλων και των ονομάτων των οικισμών αντιστοιχούν στο πληθυσμιακό τους μέγεθος. Οι κύκλοι αντιστοιχούν στις χρονοαποστάσεις των 30, 60 και 90 λεπτών, αντίστοιχα. Πηγή: Ερευνητική ομάδα ΕΜΠ, 2023

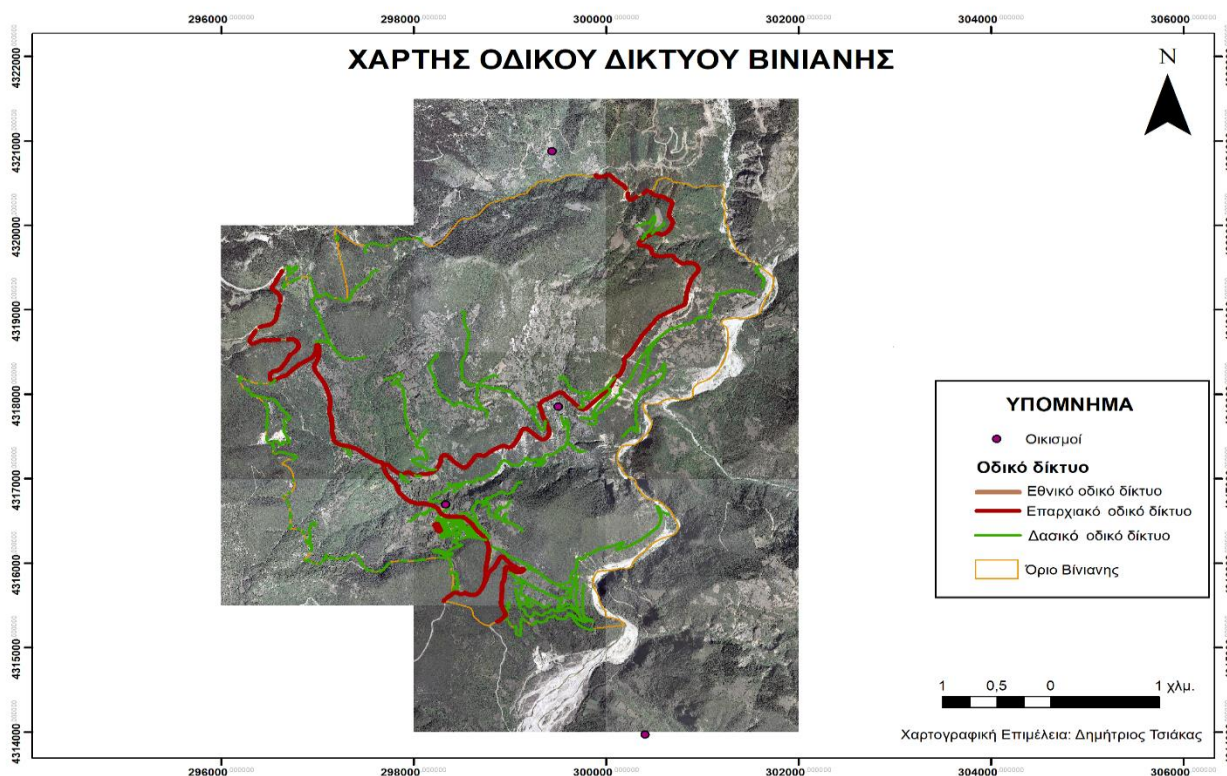
Ο οικισμός της Παλαιάς Βίνιανης βρίσκεται στην πλαγιά εκατέρωθεν ενός διπλού διχαλωτού ρέματος που εκβάλλει στον Μέγδοβα. Οι καταστροφικοί σεισμοί του 1966 που έπληξαν την περιοχή οδήγησαν στην εγκατάλειψη του οικισμού. Έπειτα κτίστηκε στο υψίπεδο Λιβάδια η Νέα Βίνιανη σε απόσταση περίπου 1,7 χιλιομέτρων νοτιοδυτικά της παλαιάς θέσης. Σύμφωνα με αρχαιολογικά ευρήματα, ο οικισμός από τους ελληνιστικούς χρόνους έως τον 18ο αιώνα βρισκόταν νοτιότερα στον λόφο Αγίου Γεωργίου και στην πλαγιά «Τσουκνίδες».

Νοτιοανατολικά και σε απόσταση περίπου 1,5 χιλιομέτρου βρίσκεται μονότοξο παραδοσιακό γεφύρι που εξυπηρετούσε το πέρασμα του ποταμού κατά την Οθωμανική περίοδο και ένωνε το Καρπενήσι με το Αγρίνιο και την Άρτα. Σήμερα η εθνική οδός διέρχεται από μεταλλική στρατιωτική γέφυρα τύπου Μπέιλι που χτίστηκε το 1947 και βρίσκεται σε απόσταση 5 χιλιομέτρων νότια της παλαιάς γέφυρας.

Η περιοχή της Βίνιανης σήμερα, βρίσκεται σε απομακρυσμένη ζώνη ως προς τους διεθνείς, εθνικούς και περιφερειακούς άξονες. Στο κέντρο της ορεινής Στερεάς Ελλάδας και σε μεγάλες αποστάσεις από τους άξονες, η περιοχή συνδέεται μέσω των τοπικών επαρχιακών οδών με το Καρπενήσι προς τα ανατολικά και το Αγρίνιο προς τα δυτικά (Ερευνητική ομάδα ΕΜΠ, 2023).

Ενώ η διασύνδεση των οικισμών μέσα στην περιοχή μελέτης γίνεται κατά βάση μέσω δασικών δρόμων (Χάρτης 2).

Τα Άγραφα διασχίζονται από ένα από τα πλέον σημαντικά ορεινά πεζοπορικά δίκτυα της Ευρώπης το οποίο διέρχεται και από τη Βίνιανη. Το Ευρωπαϊκό μονοπάτι E4 είναι ένα διεθνές μονοπάτι υπό την εποπτεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης Ορεινής Πεζοπορίας συνολικού μήκους περίπου πάνω από 10.000χλμ. (<https://www.trailpath.gr/eurwpaiko-monopati-e4/>).



Χάρτης 2: Χάρτης οδικού δικτύου Βίνιανης.

Στη Δημοτική Ενότητα Βίνιανης εντοπίζεται ένα δίκτυο διάσπαρτων αρχαιολογικών σημείων με ευρήματα της προϊστορικής, της κλασικής και της ελληνοιστικής αρχαιότητας, θρησκευτικά μνημεία, μνημεία της βυζαντινής και μεταβυζαντινής εποχής και νεότερα μνημεία.

Ειδικότερα πρόκειται για οικιστικά κατάλοιπα, οχυρώσεις και επιφανειακή κεραμική όπως και ταφές της αρχαιότητας. Ορισμένα εξ αυτών κατοικήθηκαν και στον Μεσαίωνα. Μεγάλος αριθμός χριστιανικών ναών και μονών υπάρχουν στην περιοχή. Χρονολογούνται κυρίως στα μεταβυζαντινά χρόνια. Τέλος πυρήνες οικισμών, γεφύρια, κρήνες και μεμονωμένα αξιόλογα κτίρια της περιόδου από τον 17ο ως τις αρχές του 20ού αιώνα βρίσκονται σε όλη την έκταση της δημοτικής ενότητας.

Το σύνολο των μνημείων προστατεύονται με τη γενική προστασία της αρχαιολογικής νομοθεσίας. Ορισμένα εξ αυτών προστατεύονται θεσμικά με ειδικές κηρύξεις ενώ άλλα, όπως

η γέφυρα του Μέγδοβα ή ο αρχαιολογικός χώρος του Αγίου Γεωργίου στην Παλαιά Βίνιανη, δεν έχουν ειδικό καθεστώς προστασίας (ΦΕΚ 62/ΑΑΠ/2018).

Το όνομα του οικισμού συναντάται σε διάφορες παραλλαγές από το 1454 ως σήμερα. Η πρώτη γνωστή αναφορά υπάρχει στη φορολογική απογραφή και είναι Viranyana. Ως Βίνιανη ή Βίνιανη συναντάται σε έγγραφα ήδη από τον 18ο αιώνα, και σε χάρτες ως Vinganna το 1851, Viniani το 1878 και Βίνιανη το 1884.

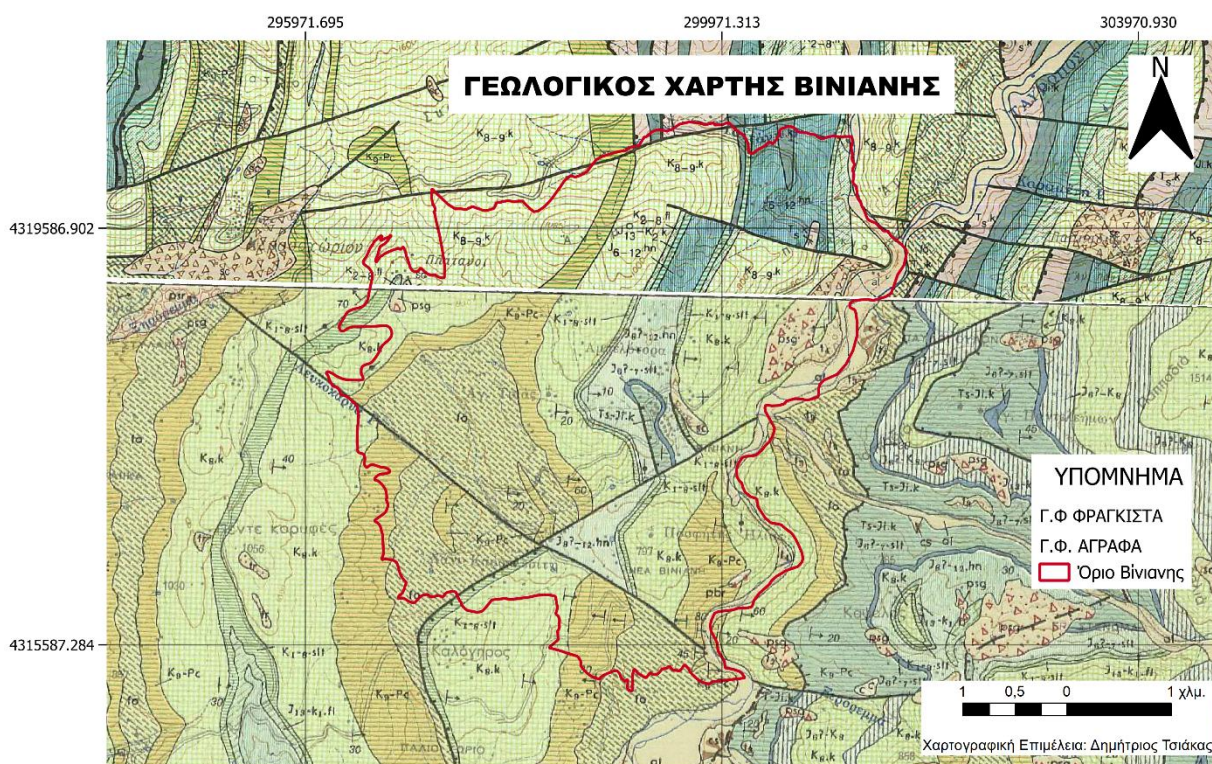
Το τοπωνύμιο του οικισμού της Βίνιανης προέρχεται από το σλαβικό Vinjane το οποίο σημαίνει «οι αμπελουργοί, οι καλλιεργητές αμπελιών». Η λέξη Vinjane σχηματίζεται από την σλαβική λέξη vino, που σημαίνει το κρασί και τη σλαβική κατάληξη -jane ή -jani η οποία δηλώνει τους κατοίκους ενός τόπου.

Η εξήγηση αυτή προσκρούει στο παλαιότερο τοπωνύμιο Viranyana το οποίο εντοπίστηκε στην απογραφή του 1454, σύντμηση του οποίου είναι το Vinjane/a όπως και το τελικό Βίνιανη. Πιθανόν και η αρχική Viranyana να έχει σλάβικη καταγωγή. Εξ άλλου στο σύμπλεγμα των οικισμών γύρω από τη Βίνιανη αφθονούν τα σλάβικα τοπωνύμια τα οποία συγκροτούν συνολικά το 23% των τοπωνυμίων που ερευνήθηκαν σε όλο τον Δήμο Αγράφων (Ζαροδήμος, 2021).

Η Βίνιανη υπάρχει από τους ελληνιστικούς χρόνους και κατοικείτο κατά τον βυζαντινό μεσαίωνα. Εποικίστηκε εκ νέου με τη σλαβική εγκατάσταση στον ελληνικό χώρο. Σε αυτό τον εποικισμό χρωστά το όνομά της. Ανθούσε κατά τον μέσο 15ο αιώνα με χίλιους κάτοικους και ζωντανή αγροτική οικονομία. Συρρικνώθηκε λόγω επιδημιών πανώλης στα τέλη του 18ου και στις αρχές του 19ου αιώνα φθάνοντας στους εκατό κάτοικους (Κωστής, 1995). Η αρχαία κοιτίδα της κατοίκησης εγκαταλείφθηκε και ο οικισμός μετακινήθηκε στην κοντινή θέση της σημερινής Παλαιάς Βίνιανης. Αναπτύχθηκε ξανά στα τέλη του 19ου αιώνα και στις αρχές του 20ού με τον μόχθο και τα εμβάσματα των μεταναστών στην Κωνσταντινούπολη και μετά στις Η.Π.Α. Το 1940 αριθμούσε πεντακόσιους κάτοικους και περισσότερα από εκατό κατοικίες, σχολείο, εργαστήρια, καταστήματα. Διέσχισε τη θύελλα του παγκοσμίου πολέμου, της εθνικής αντίστασης και της εμφύλιας σύγκρουσης του 1940-1949. Καταστράφηκε δύο φορές από τις δυνάμεις των Ιταλών και των Γερμανών ναζί. Δύο δεκαετίες αργότερα χτυπήθηκε άσχημα από τους σεισμούς του 1966 και μετακινήθηκε για άλλη μια φορά στην ιστορία της, στον οικισμό της Νέας Βίνιανης ο οποίος είναι επίσης ένα εξαιρετικό πολεοδομικό δείγμα της εποχής του - της μεταπολεμικής ανασυγκρότησης και της οργανωμένης δόμησης εκτάκτων αναγκών (Ερευνητική ομάδα ΕΜΠ, 2023).

2.2. Γεωλογικό περιβάλλον

Η ευρύτερη περιοχή των Αγράφων και ειδικά της Βίνιανης (Χάρτης 3) ανήκει, γεωλογικά, στη γεωτεκτονική ζώνη της Πίνδου, η οποία έχει πολύπλοκη γεωλογική δομή και έντονο τεκτονισμό. Ποικιλία γεωλογικών σχηματισμών εναλλάσσονται ταχύτατα, λόγω των πολλαπλών πτυχώσεων, διαδοχικών εφιπτεύσεων και μεγάλων ρηγμάτων (Fleury & Charre, 1980).



Χάρτης 3: Γεωλογικός χάρτης περιοχή Βίνιανης, Φύλλο Φραγκίστας κλίμακας 1:50.000 και Φύλλο Αγράφων κλίμακας 1:50.000 (ΕΑΓΜΕ, 2019)

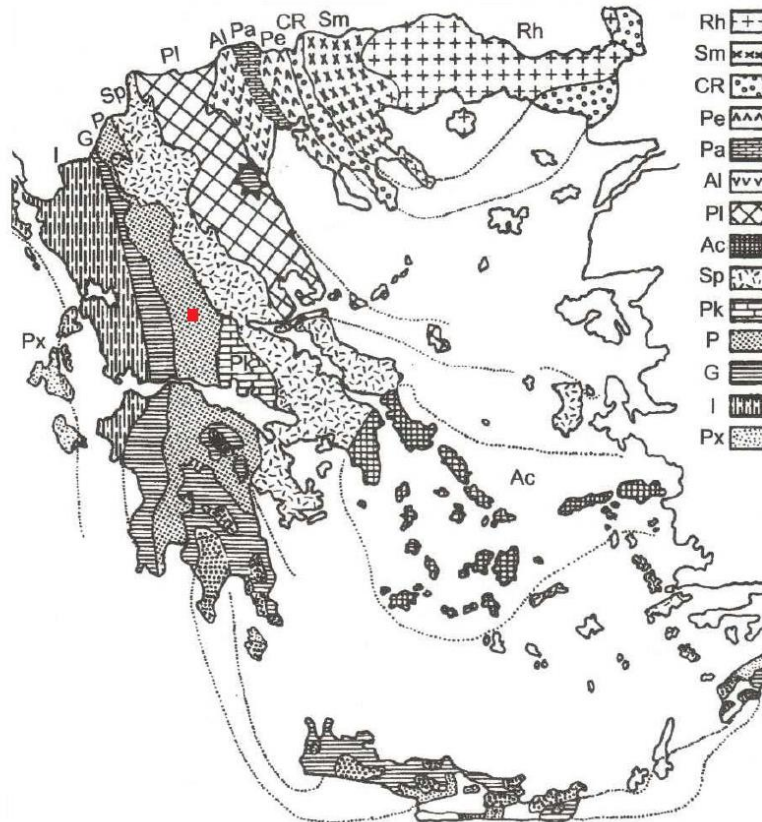
Η ζώνη της Πίνδου, κατά τη διάρκεια του Μεσοζωικού, ήταν η βαθύτερη αύλακα των εξωτερικών Ελληνίδων. Λόγω του “αρχικού μαγματισμού” της από τις ανδεσιτικές και τις σπηλιτικές λάβες κατά το Τριαδικό και το Ιουρασικό αποτέλεσε σύμφωνα με τις κλασικές αντιλήψεις ως “ευγεωσύγκλινο”. Αναλόγως των σχέσεων της με παρακείμενες ιστοπικές ζώνες, διακρίθηκαν: α) το δυτικό τμήμα του οποίου το Κρητιδικό αναπτύσσεται με πελαγικές φάσεις οι οποίες είναι παρόμοιες με εκείνες της ζώνης Γαβρόβου-Τριπόλεως και β) το ανατολικό τμήμα, η “υπερπιπινδική υποζώνη” με ασβεστόλιθους που προσομοιάζουν μ’ αυτούς της “Υποπελαγονικής ζώνης”, δηλαδή της σειράς Κόζιακα και της σειράς Θυμιάματος

και γ) την αξονική περιοχή με ιζήματα βαθιάς θάλασσας (ραδιολαρίτες) (Κούκης - Σαμπατακάκης, 2004).

Βάση της της στρωματογραφικής στήλης της Ευρυτανίας αποτελούν οι Μεσο-Τριαδικής ηλικίας φλυσχοειδείς κλαστικές αποθέσεις που περιλαμβάνουν εναλλαγές πηλιτών με λεπτοπλακώδεις ή μικρολατυποπαγείς απολιθωματοφόρους ασβεστόλιθους. Προς τα πάνω ακολουθούν οι Άνω-Τριαδικοί πυριτιούχοι ασβεστόλιθοι συχνά με μαργαϊκές ή δολομιτικές παρενστρώσεις. Προς τα πάνω, και καθ' όλη τη διάρκεια του Ιουρασικού αποτίθενται ραδιολαρίτες και πηλίτες που εναλλάσσονται με λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους με τα χαρακτηριστικά κοκκινοπράσινα χρώματα για την ενότητα αυτή με μέσο πάχος 150-250 μ.

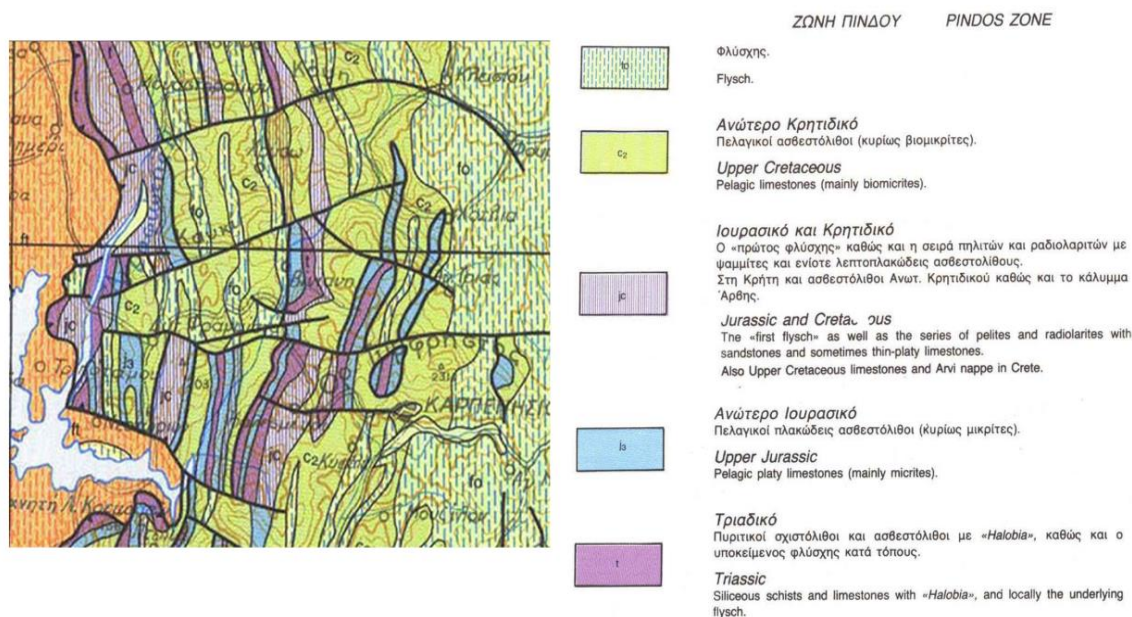
Πάνω στους ραδιολαρίτες αναπτύσσεται ο "πρώτος φλύσχος" ηλικίας Βαρρεμίου-Αντίου. Αποτελείται από πηλίτες με λεπτά στρώματα ασβεστολίθων και ασβεστο-ψαμμιτών πλούσιων σε πρασινόλιθους καθώς και ψαμμιτικούς πάγκους μέγιστου πάχους 140 μ. Η ιζηματογένεση συνεχίστηκε στο Άνω Κρητιδικό με την απόθεση πελαγικών λεπτοπλακωδών ασβεστολίθων με πυριτόλιθους ώστε να σχηματιστούν στρώματα πάχους 100 περίπου μ. μεταβατικά προς τον κυρίως φλύσχη με πάχος 1000-1500 μ. που ακολουθεί.

Καθοριστικό ρόλο στην εσωτερική παραμόρφωση της ζώνης παίζουν οι ραδιολαρίτες που ως πλαστικός ορίζων συμπεριφέρονται σαν μία μεγάλη ζώνη αποκολλησεως πάνω από την οποία απελευθερώνεται το Κρητιδικό και ο φλύσχος, σχηματίζοντας τη χαρακτηριστική για τη ζώνη λεπιοειδή δομή (Skourlis and Doutsos, 2003).



Εικόνα 3: Γεωτεκτονικός Χάρτης του Ελληνικού χώρου (Πηγή: Κούκης - Σαμπατακάκης, 2004)

Από τον γεωλογικό χάρτη της Ελλάδας του ΕΑΓΜΕ προκύπτει ότι η περιοχή της Βίνιανης χαρακτηρίζεται από τους γεωλογικούς σχηματισμούς της ζώνης της Πίνδου. Συνέχεις εναλλαγές των γεωλογικών σχηματισμών της ζώνης με την ύπαρξη και ρηξιγενών ζωνών, απωθήσεις και αιφιπεύσεις (Εικόνα 4). Η δράση αυτών των δομών αποτελούν τους παράγοντες διαμόρφωσης του απότομου μορφολογικού ανάγλυφου και την εκτεταμένη αποσάθρωση αλλά και τη διάβρωση των σχηματισμών. Οι διεργασίες αυτές, σε συνδυασμό με το καταπονημένο φλύσχη της περιοχής και την έντονη παρουσία της αργίλου μεταξύ των σχηματισμών, προσδίδουν στην περιοχή την συχνότητα εμφάνισης κατολισθήσεων (Ntelis & etc., 2019).



Εικόνα 4: Απόκομμα Γεωλογικού χάρτη - περιοχή Βίνιανης (Πηγή: ΕΑΓΜΕ)

Στην περιοχή ευρύτερα αναγνωρίζονται τρεις γεωλογικές ζώνες: Η Ανατολική Ζώνη, Φλύσχη Πίνδου, η Ζώνη της Πίνδου και η Ζώνη του Γαβρόβου (Bintliff κ.α., 1987).

Στην περιοχή της Βίνιανης επικρατούν ασβεστόλιθοι και φλύσχη. Οι ασβεστόλιθοι σε λεπτά στρώματα και η λιθολογία του φλύσχη, με τις εναλλαγές ιλυολιθικών και ψαμμιτικών στρωμάτων, ευνοούν φαινόμενα αστάθειας στην περιοχή. Από τους νεότερους γεωλογικούς σχηματισμούς, εμφανίζονται κορήματα προερχόμενα είτε από φαινόμενα βαρύτητας και πλευρικές ολισθήσεις είτε από ροή νερού και μετακινήσεις λόγω σεισμών. Επίσης, προσχώσεις παλαιότερες και πιο πρόσφατες απαντούν κατά μήκος του Ταυρωπού ποταμού που ρέει ανατολικά της Βίνιανης, καθώς και κατά μήκος των χειμάρρων της περιοχής.

Συγκεκριμένα, στη στενή περιοχή της Βίνιανης επικρατούν ανοιχτόχρωμοι πλακώδεις ασβεστόλιθοι οι οποίοι περιέχουν σε ορισμένες θέσεις μεγαλύτερου πάχους στρώματα λατυποπαγών καθώς και στρώματα ή κονδύλους πυριτόλιθων. Η ηλικία του σχηματισμού αυτού είναι Κρητιδική (περί τα 80 εκατ. χρόνια). Μικρότερη έκταση καλύπτουν ασβεστόλιθοι, σε λεπτά στρώματα, πλούσιοι σε οξειδίο του πυριτίου, Τριαδικής ηλικίας (περί τα 200 εκ. χρόνια), καθώς επίσης και σχηματισμοί Ιουρασικής ηλικίας (μεταξύ 180 και 150 εκατ. ετών), που αποτελούνται (από τα κατώτερα προς τα ανώτερα μέλη) από πράσινους ή κόκκινους ιλυόλιθους και ραδιολαρίτες, με παρεμβολές ασβεστολίθων. Οι ίδιοι σχηματισμοί δομούν και την περιοχή της Νέας Βίνιανης, με επιπρόσθετη την

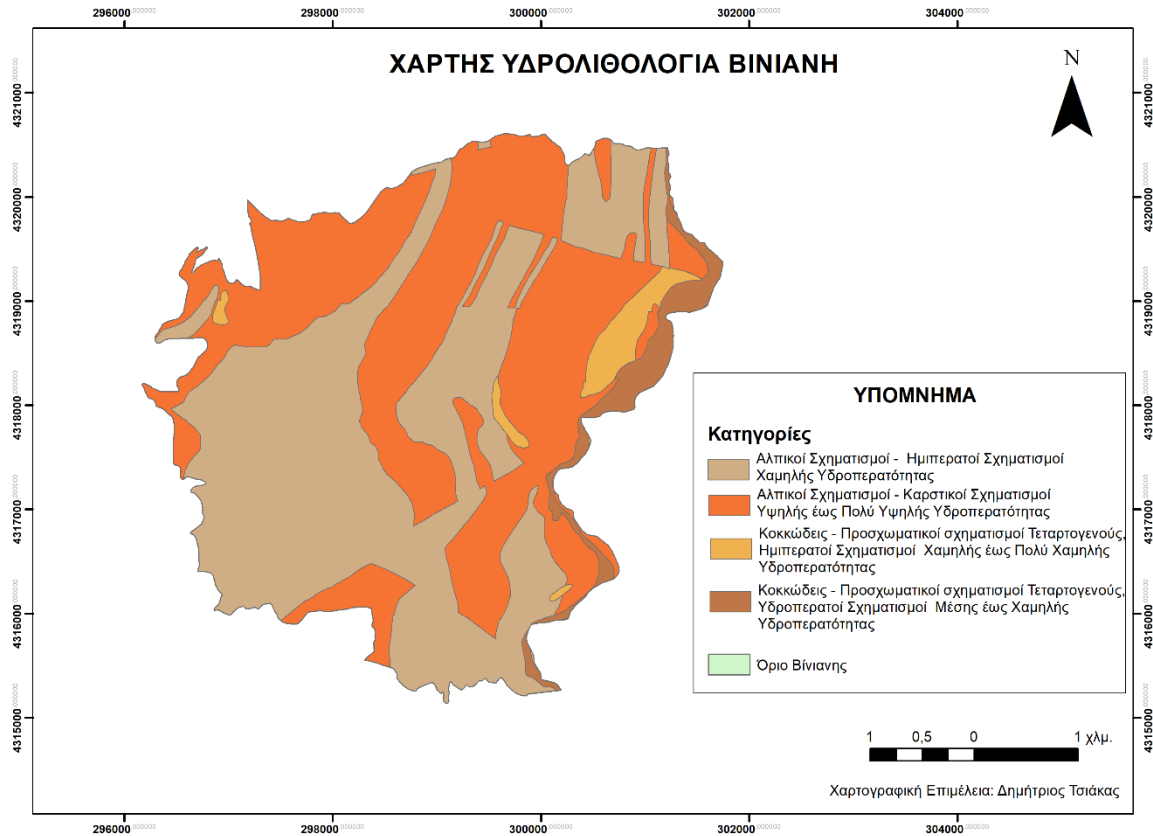
εμφάνιση εδώ ψαμμιτών και ιλυολίθων, σε εναλλαγές μεταξύ τους καθώς και με πελαγικούς ασβεστολίθους. Τα στρώματα αυτά, αποτελούν τη διαδοχική μετάβαση από τις ασβεστολιθικές μάζες στα στρώματα του φλύσχη και έχουν ηλικία περί τα 65 εκατ. χρόνια. Ο φλύσχος, αποτελούμενος κυρίως από εναλλαγές ιλυολίθων και ψαμμιτών (και ηλικία περί τα 60 εκατ. χρόνια) εμφανίζεται, σε αρκετή έκταση, νότια της Νέας Βίνιανης. Από τεκτονική άποψη, δύο ρηξιγενείς εφίππευτικές επιφάνειες με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ εμφανίζονται στην περιοχή της Βίνιανης, «διαταράσσοντας» την κανονική μετάβαση των γεωλογικών σχηματισμών από τους παλαιότερους προς τους νεότερους, ενώ στην περιοχή της Νέας Βίνιανης, η μετάβαση αυτή γίνεται κανονικά.

Αξιοσημείωτη είναι η παρουσία δύο μεγάλων ρηγμάτων με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ στην περιοχή της Βίνιανης και ΒΔ-ΝΑ στην περιοχή της Νέας Βίνιανης. Τα συγκεκριμένα ρήγματα δεν έχουν μελετηθεί ιδιαίτερα ώστε να γνωρίζουμε το βαθμό ενεργότητάς τους και την συσχέτισή τους με σεισμικό δυναμικό. Άσχετα όμως με αυτό, τα συγκεκριμένα ρήγματα «κόβουν» τη συνέχεια των γεωλογικών σχηματισμών και επιπλέον ως μεγάλες επιφάνειες ασυνέχειας, και με τις συγκεκριμένες λιθολογίες της περιοχής, ευνοούν κατολισθητικές κινήσεις και φαινόμενα δευτερογενών μετατοπίσεων σε περίπτωση σεισμού. Άλλωστε, τα κατολισθητικά φαινόμενα είναι πολύ συχνά κατά μήκος της ζώνης Πίνδου, η οποία εμφανίζει την μεγαλύτερη συχνότητα και χωρική πυκνότητα κατολισθήσεων σε όλο τον ελλαδικό χώρο (Καραγεωργίου, 1966).

Ο σεισμός του 1966 σε συνδυασμό με τα μόνιμα φαινόμενα κατολισθήσεων δημιούργησαν ένα μόνιμο πρόβλημα μη βιωσιμότητας του οικισμού της Παλαιάς Βίνιανης. Οι οικισμός χαρακτηρίστηκε και απαγορεύθηκε η δόμηση ενώ η κοινότητα μεταφέρθηκε στο σύνολό της από το τέλος της δεκαετίας του 1960 στον κρατικό οικισμό οργανωμένης δόμησης, τη Νέα Βίνιανη στα Λιβάδια. Από τον σεισμό του 1966 δεκάδες κτίρια χτυπήθηκαν εμφανίζοντας ρωγμές, καταρρεύσεις κ.λ.π. Με την πάροδο σχεδόν εξήντα χρόνων άλλα μετατράπηκαν σε ερείπια, άλλα όμως συνεχίζουν να στέκουν όρθια, σχεδόν πλήρη, ενίοτε χωρίς καμία συντήρηση. Υπάρχουν δε κτίρια τα οποία δεν υπέστησαν παρά μικρές βλάβες (ΕΜΠ, 2023).

Συνολικά, στην περιοχή καταστράφηκαν 731 σπίτια, 2.040 υπέστησαν μη επισκευάσιμες βλάβες και 4.318 μικρότερες βλάβες. Σκοτώθηκε ένας άνθρωπος και εξήντα τραυματίστηκαν (Παπαζάχος, 2003). Από τον υδρολιθολογικό χάρτη (Χάρτης 4) παρατηρούμε ότι η περιοχή εμφανίζει στο μεγαλύτερο μέρος της έκτασης της εναλλαγές Αλπικών σχηματισμών χαμηλής υδροπερατότητας και Καρστικούς σχηματισμούς πολύ υψηλής υδροπερατότητας. Ενώ οι

Κοκκώδεις σχηματισμοί μέσης έως χαμηλής υδροπερατότητας καταλαμβάνου πολύ μικρό τμήμα της έκτασης.



Χάρτης 4: Υδρολιθολογικός χάρτης περιοχή Βίνιανης

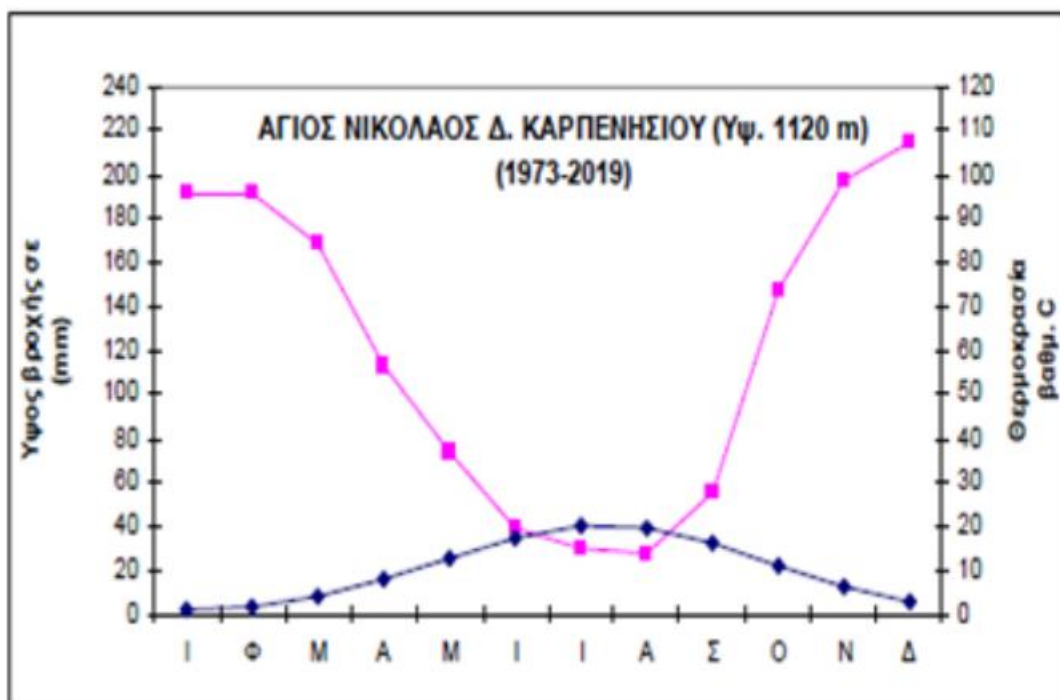
2.3. Μετεωρολογικές- κλιματικές συνθήκες

Το κλίμα της περιοχής της Ευρυτανίας χαρακτηρίζεται ως τραχύ με βαρύ χειμώνα μεγάλης διάρκειας και μικρό βραχύ καλοκαίρι (Καλούδης, 2014).

Από τα δεδομένα που συλλέγονται από το μετεωρολογικό σταθμό του Αγίου Νικολάου (1120 μ.), ο οποίος ανήκει στο Ινστιτούτο Μεσογειακών και Δασικών Οικοσυστημάτων του φορέα ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ και αφορούν την περίοδο 1973 – 2019 προέκυψε ότι:

- Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 1449 mm,
- Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 11,3 °C
- Μέση μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα είναι 25,5 °C
- Μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα είναι -1,4 °C
- Μέση ετήσια σχετική υγρασία είναι 71,1%

Όπως προκύπτει από το ομβροθερμικό διάγραμμα (Εικόνα 5), η ξηρή περίοδος έχει διάρκεια τρεις μήνες, από τα μέσα Ιουνίου έως και τα μέσα Σεπτεμβρίου με μικρή ένταση. Επίσης ο ορεινός μεσογειακός χαρακτήρας του κλίματος παρουσιάζεται από την ξηρή αυτή περίοδο (Παπαδόπουλος, 2020).



Εικόνα 5: Ομβροθερμικό διάγραμμα μετεωρολογικού σταθμού του Αγίου Νικολάου (Παπαδόπουλος, 2020)

2.4. Κοινωνικές συνθήκες

Η δημοτική ενότητα Βίνιανης ανήκει στο Δήμο Αγράφων του νομού Ευρυτανίας και βρίσκεται κοντά στο δημοτικό κέντρο του Κερασοχωρίου. Όπως και τα υπόλοιπα χωριά των Αγράφων έτσι και η Βίνιανη παρουσιάζει έντονα χαρακτηριστικά ορεινής απομόνωσης. Ο ομώνυμος οικισμός βρίσκεται απομακρυσμένος από σημαντικές δομές εκπαίδευσης και υγείας. Επίσης η εποχική άφιξη τουριστών δεν έχει φέρει τα επιθυμητά οικονομικά αποτελέσματα, δημιουργώντας νέες θέσεις απασχόλησης. Η γήρανση του πληθυσμού και η μη ανανέωση του ,οδηγεί σε απερήμωση της ευρύτερης περιοχής. Παρακάτω αναλύονται διαθέσιμα δεδομένα των Απογραφών 2011 και 2021, καθώς και μελετών της ΕΛΣΤΑΤ.

Στην ανάλυση δίνεται έμφαση στο επίπεδο εκπαίδευσης, απασχόλησης και συνθηκών στέγασης του πληθυσμού, καθώς και σε διαθέσιμα στοιχεία για την οικονομία και τον τουρισμό. Η Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας παρουσιάζει μείωση 7,1 % συγκριτικά με την απογραφή της προηγούμενης δεκαετίας, αρκετά υψηλότερη της μείωσης του πληθυσμού σε εθνικό επίπεδο (-3,1%). Η μείωση του πληθυσμού σε επίπεδο Περιφερειακής Ενότητας Ευρυτανίας, που είχε ήδη καταγραφεί στις μεταπολεμικές δεκαετίες, φαίνεται να εντείνεται καθώς η Π.Ε. Ευρυτανίας εμφανίζει μείωση 13,2%. Συγκεκριμένα, ο Δήμος Αγράφων έχει χάσει 993 κατοίκους και ο Δήμος Καρπενησίου 1.660 κατοίκους.

Πίνακας 2: Δημογραφικά στοιχεία δημοτικής κοινότητας Βίνιανης,

Δημοτική Ενότητα Βίνιανης	Απόσταση από Κερασοχώρι (λεπτά)	Απόσταση από Κερασοχώρι (χιλιόμετρα)	Πληθυσμός
Δημοτική Ενότητα Κερασοχωρίου	0	0	438
Δημοτική Ενότητα Αγίου Δημητρίου	37	16,2	37
Δημοτική Ενότητα Βίνιανης	17	11	127
Δημοτική Ενότητα Δάφνης	33	22,7	130
Δημοτική Ενότητα Μαυρομάτας	51	34,4	64
Δημοτική Ενότητα Χρύσως	29	22,6	50

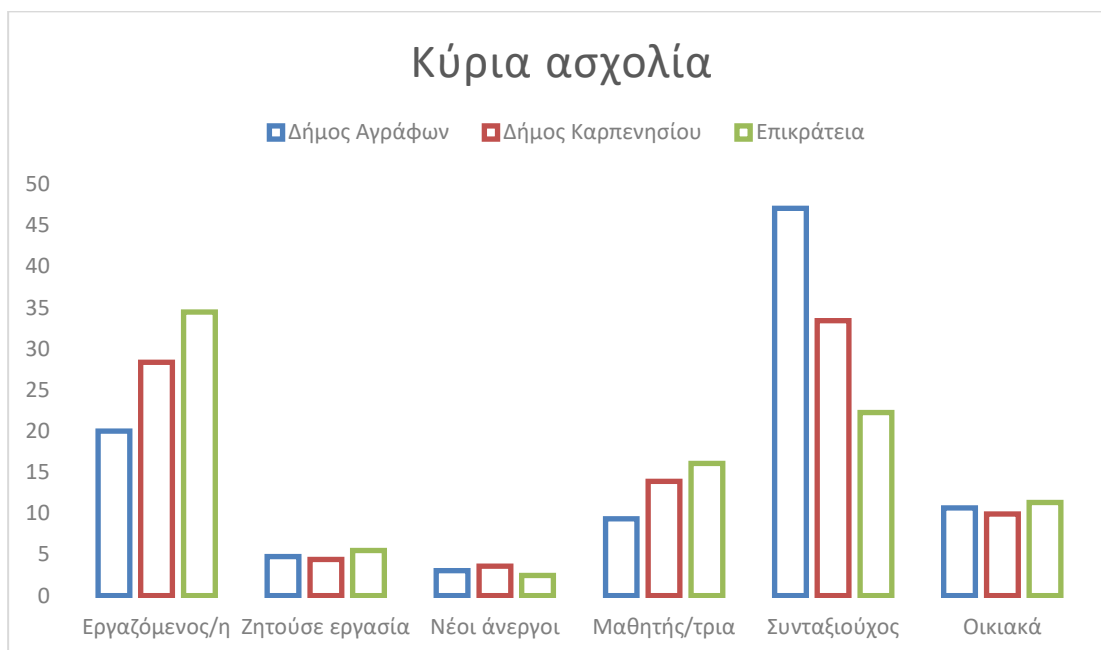
Σύμφωνα με τα στοιχεία του 2011 σε επίπεδο Δήμου Αγράφων, η ηλικιακή κατανομή εμφανίζει μεγάλη συγκέντρωση, της τάξης του 38%, στην κατηγορία 65 ετών και άνω. Στην ελληνική επικράτεια το ποσοστό που αντιστοιχεί σε αυτήν την ηλικιακή ομάδα είναι 19%. Συγκρίνοντας το επίπεδο εκπαίδευσης στον Δήμο Αγράφων με την υπόλοιπη χώρα παρατηρείται ανισορροπία στη δημογραφική κατανομή και εκπαιδευτικός αποκλεισμός καθώς οι κάτοικοι στην πλειοψηφία τους (43%) είναι απόφοιτοι δημοτικού. Το 13% του πληθυσμού δεν γνωρίζει γραφή και ανάγνωση σε σχέση με το σύνολο χώρας όπου το αντίστοιχο ποσοστό αγγίζει το 2%



Γράφημα 1: Ηλικιακή κατανομή στον Δήμο Αγράφων ανά αριθμό κατοίκων, 2011. Πηγή: panorama.statistics.gr

Ως προς την απασχόληση, στα Ευρυτανικά Άγραφα μόλις το 20% του τοπικού πληθυσμού είναι εργαζόμενοι ενώ το 47% των κατοίκων δηλώνουν συνταξιούχοι. Η πλειονότητα των εργαζομένων κατατάσσεται στην επαγγελματική κατηγορία «Ειδικευμένοι γεωργοί, κτηνοτρόφοι, δασοκόμοι και αλιείς». Ο πρωτογενής τομέας της οικονομίας απασχολεί το 10% του πληθυσμού, ποσοστό αισθητά υψηλότερο συγκριτικά με το σύνολο της χώρας όπου φτάνει το 4% (ΕΚΚΕ – ΕΛΣΤΑΤ, Πανόραμα απογραφικών δεδομένων, <https://panorama.statistics.gr>)

Αν και τα τελευταία χρόνια γίνεται μια προσπάθεια ανάδειξης της λίμνης Κρεμαστών ως εναλλακτικό τουριστικό προορισμό οι ευκαιρίες απασχόλησης σε αυτόν τον οικονομικό τομέα είναι αισθητά λιγότερες σε σχέση με τον όμορο Δήμο Καρπενησίου, όπου το χιονοδρομικό κέντρο Βελουχιού και το μοναστήρι του Προυσού αποτελούν σημαντικούς πόλους έλξης επισκεπτών. Συνοψίζοντας, οι ευκαιρίες απασχόλησης συνεχίζουν να είναι περιορισμένες, ενώ οι τάσεις φυγής για τη νέα γενιά δεν φαίνεται να έχουν αντιστραφεί (Παντέρια, 2003).



Γράφημα 2: Κύρια ασχολία στους Δήμους Αγραφών και Καρπενησίου σε σύγκριση με τα συνολικά εθνικά μεγέθη. Πηγή: panorama.statistics.gr

Χαρακτηριστικό των συνθηκών στέγασης, σύμφωνα με τα στοιχεία που αφορούν την περίοδο κατασκευής, αποτελεί το γεγονός πως η πλειοψηφία των νέων κατοικιών καταγράφεται τις δεκαετίες 1960-1980, μια τάση που ενδεχομένως σχετίζεται με το θετικό οικονομικό κλίμα της περιόδου. Από τη δεκαετία του 1990 και έπειτα προκύπτει ένας πολύ μικρός αριθμός ανέγερσης νέων κατοικιών. Ως προς τη χρήση των κατοικιών, μεγάλο ποσοστό ανήκει στην χρήση εξοχικής κατοικίας, κατά κύριο λόγο από ετεροδημότες μεγάλων αστικών κέντρων ή ομογενείς με καταγωγή από τα Άγραφα, κάτι που όμως δεν εμφανίζεται στην απογραφή.

Ο σύνθετος δείκτης της ΕΛΣΤΑΣΤ για τις συνθήκες στέγασης δείχνει μια εικόνα στεγαστικής αποστέρησης, με το 31% των κατοίκων να εντάσσονται στην κατηγορία στεγαστικής έλλειψης και το 18% σε συνθήκες αποστέρησης, ποσοστό αρκετά υψηλότερο συγκριτικά με το σύνολο της χώρας. Ως συνθήκες στεγαστικής αποστέρησης ορίζεται η έλλειψη πολύ βασικών παροχών, όπως τουαλέτα ή W.C. μέσα στην κατοικία και η αναλογία τ.μ. ανά άτομο νοικοκυριού. Ακόμα, να σημειωθεί ότι σε σχέση με το 50% στο σύνολο της χώρας το 94% των νοικοκυριών του Δήμου δεν είχε πρόσβαση στο διαδίκτυο μέχρι και το 2011.

Σύμφωνα με στοιχεία οικονομικών μελετών της ΕΛΣΤΑΤ κατά την περίοδο 2001- 2020, ο Νομός Ευρυτανίας παρουσιάζει διαχρονικά σημαντικά χαμηλότερο ΑΕΠ, σε σύγκριση με το σύνολο της χώρας. Το 2020, το ΑΕΠ του Νομού έφτασε τα 174 εκατομμύρια ευρώ, αποτελώντας ένα από τα χαμηλότερα μεταξύ των Νομών της επικράτειας. Η ύφεση του 2008-2010 έγινε αισθητή

και στον Νομό Ευρυτανίας, ενώ μέχρι και μια δεκαετία μετά δεν έχουν γίνει αισθητά σημάδια οικονομικής ανάκαμψης.

Ως προς τους κλάδους οικονομικής δραστηριότητας, η δημόσια διοίκηση συγκεντρώνει το μεγαλύτερο μέρος της οικονομικής δραστηριότητας και ακολουθούν οι κλάδοι της διαχείρισης ακίνητης περιουσίας και του χονδρικού και λιανικού εμπορίου. Να τονισθεί ακόμα ότι ο κλάδος της γεωργία είναι αρκετά περιορισμένος, λόγω της ορεινότητας του νομού Ευρυτανίας με τα δάση και τις μεταβατικές δασώδεις εκτάσεις να καλύπτουν περισσότερο από το ήμισυ (58%) της εδαφοκάλυψης του νομού.

Στην περιφερειακή ενότητα Ευρυτανίας καταγράφονται συνολικά 1.709 κλίνες σε σύνολο 38 καταλυμάτων το 2022. Το ποσοστό πληρότητας κλινών για τον Δήμο Αγράφων, το ίδιο έτος, καταγράφεται σε 15,6%, με τον αριθμό των αφίξεων να φτάνει τα 1.252 άτομα. Ως προς την εποχικότητα του τουρισμού, ο Δήμος Αγράφων, και ευρύτερα η Ευρυτανία, συγκεντρώνει τις περισσότερες αφίξεις κατά τους χειμερινούς μήνες.

2.5. Φυσικό Περιβάλλον

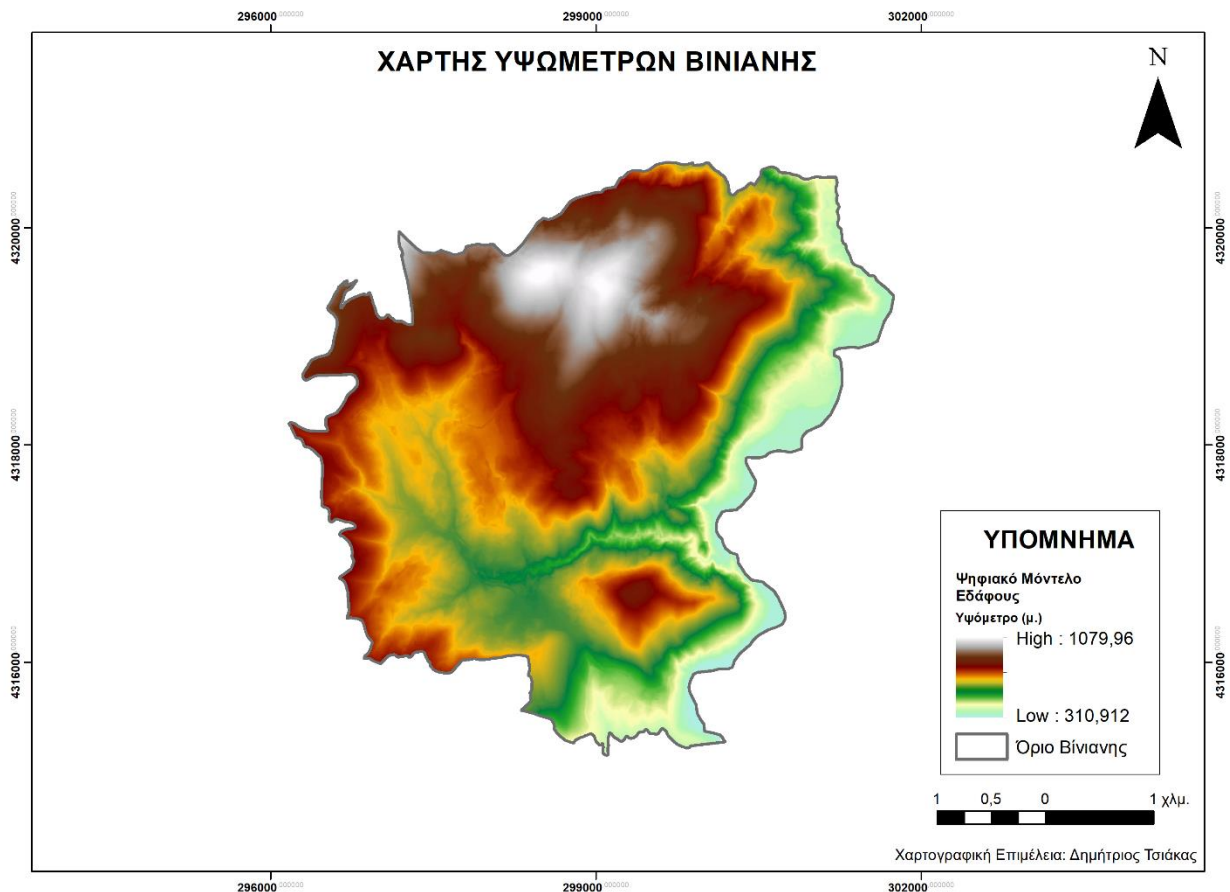
Ο ορεινός όγκος των Αγράφων αποτελεί το νοτιότερο τμήμα της βαλκανικής οροσειράς της Πίνδου. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από τις έντονες μορφολογικές κλίσεις και τα μέγιστα υψόμετρα τα οποία ξεπερνούν τα 2.000 μέτρα (Αποστολίδης, 2005). Μεταξύ των βουνών των Αγράφων και του όρους Τυμφρηστός (Βελούχι) διαμορφώνονται βαθιές κοιλάδες και τα φαράγγια του Αχελώου και των κλάδων του. Ο ποταμός Ταυρωπός, ή Μέγδοβας όπως είναι κυρίως γνωστός στην Ευρυτανία, πηγάζει από την τεχνητή λίμνη Πλαστήρα που βρίσκεται στο οροπέδιο της Νεράιδας και διατρέχει προς νότο μεταξύ του Τυμφρηστού και των Αγράφων για να συναντήσει τον Αχελώο ποταμό στην τεχνητή λίμνη Κρεμαστών, στο ύψος της Τατάρνας.

Τα Άγραφα αποτελούν ένα από τα πιο απομονωμένα ορεινά συμπλέγματα της Ελλάδας έχοντας μήκος από βορρά προς νότο 50 χλμ. και σε πλάτος από ανατολή προς δύση 30 χλμ. Ο Αγραφιώτης ποταμός αποτελεί φυσικό σύνορο χωρίζοντας τον δήμο σε ανατολική και δυτική πλευρά περνώντας ανάμεσα από τα βουνά. Δυτικά, ίδιο ρόλο διαδραματίζει ο Αχελώος ποταμός ο οποίος διαχωρίζει τα βουνά από τα Όρη του Βάλτου. Τα βορειοανατολικά σύνορα του δήμου με τον δήμο Λίμνης Πλαστήρα οροθετούνται στα 20 χλμ νότια της ομώνυμης τεχνητής λίμνης.

Τα όρη των Αγράφων αποτελούν ένα από τα νοτιότερα τμήματα της οροσειράς της Πίνδου, συνορεύοντας ανατολικά με τον Τυμφρηστό, βόρεια με τα Τζουμέρκα και τον Κόζιακα, στα

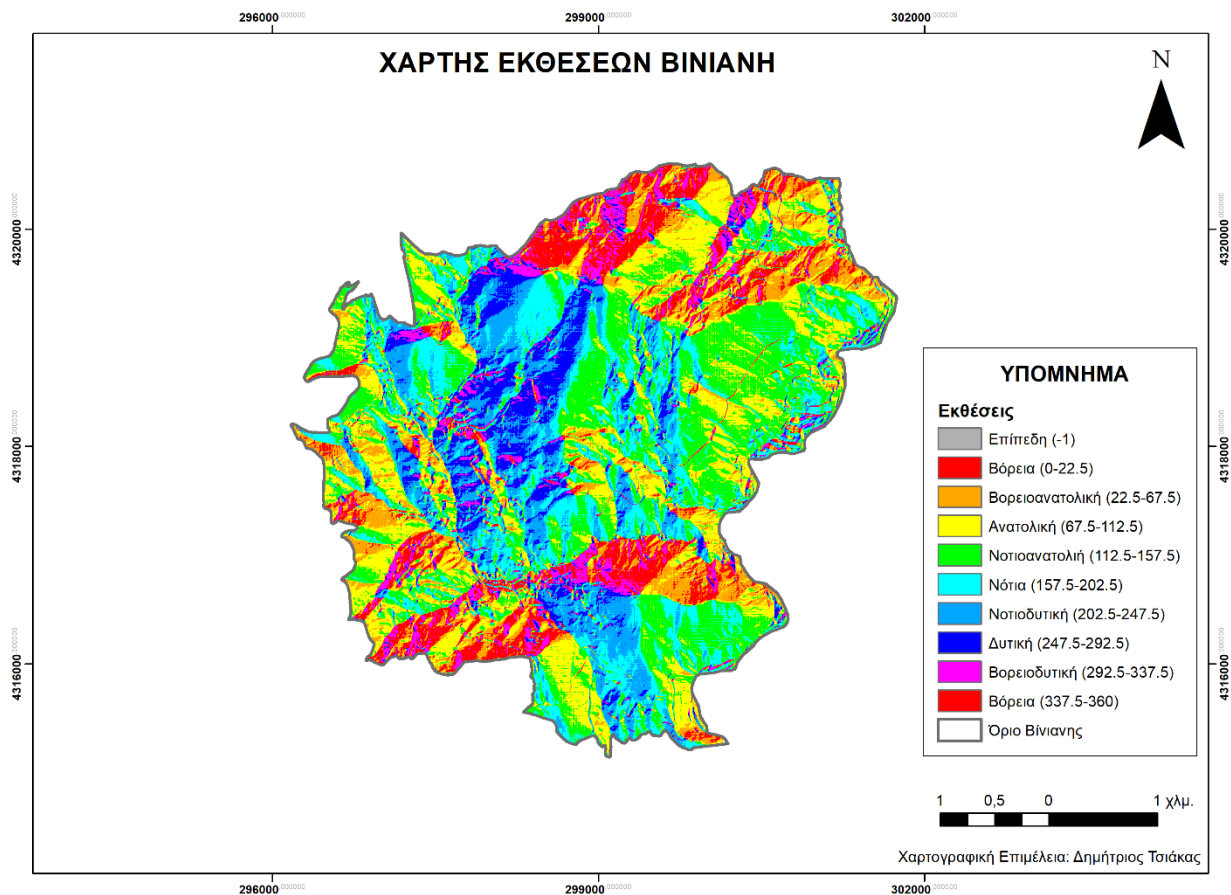
δυτικά με τα Όρη του Βάλτου και νότια με τα Βαρδούσια και τη Γκιώνα. Τα σημαντικότερα ποτάμια στην περιοχή είναι ο Ασπροπόταμος (Αχελώος), ο Μέγδοβας (Ταυρωπός) και ο Αγραφιώτης. Στο σύνολό του το δίκτυο ποταμών καταλήγει στην τεχνητή λίμνη Κρεμαστών ενώ ο Μέγδοβας ξεκινά από την τεχνητή λίμνη Πλαστήρα. Οι κορυφές των Αγράφων φθάνουν σε υψόμετρο που ξεπερνούν τα 2.000 μ. , με υψηλότερη την Καράβα (2.184 μέτρα). Το ορεινό σύμπλεγμα ξεπερνά σε έκταση τα 1.500 τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Η περιοχή της Βίνιανης εμφανίζει ένα ποικίλο ανάγλυφο με το μεγαλύτερο τμήμα της να βρίσκεται κάτω απ' το υψόμετρο των 1000μ. και ένα μικρό μέρος της να εντοπίζεται από ύψος 1000μ. και πάνω. Το υψηλότερο υψόμετρο που εντοπίζεται είναι τα 1079 μ ενώ το χαμηλότερο στα 310μ. (Χάρτης 5). Από την περιοχή διέρχεται φαράγγι πάνω απ' το οποίο είναι κτισμένος ο οικισμός της Παλαιάς Βίνιανης (Rouqueville, 1928).



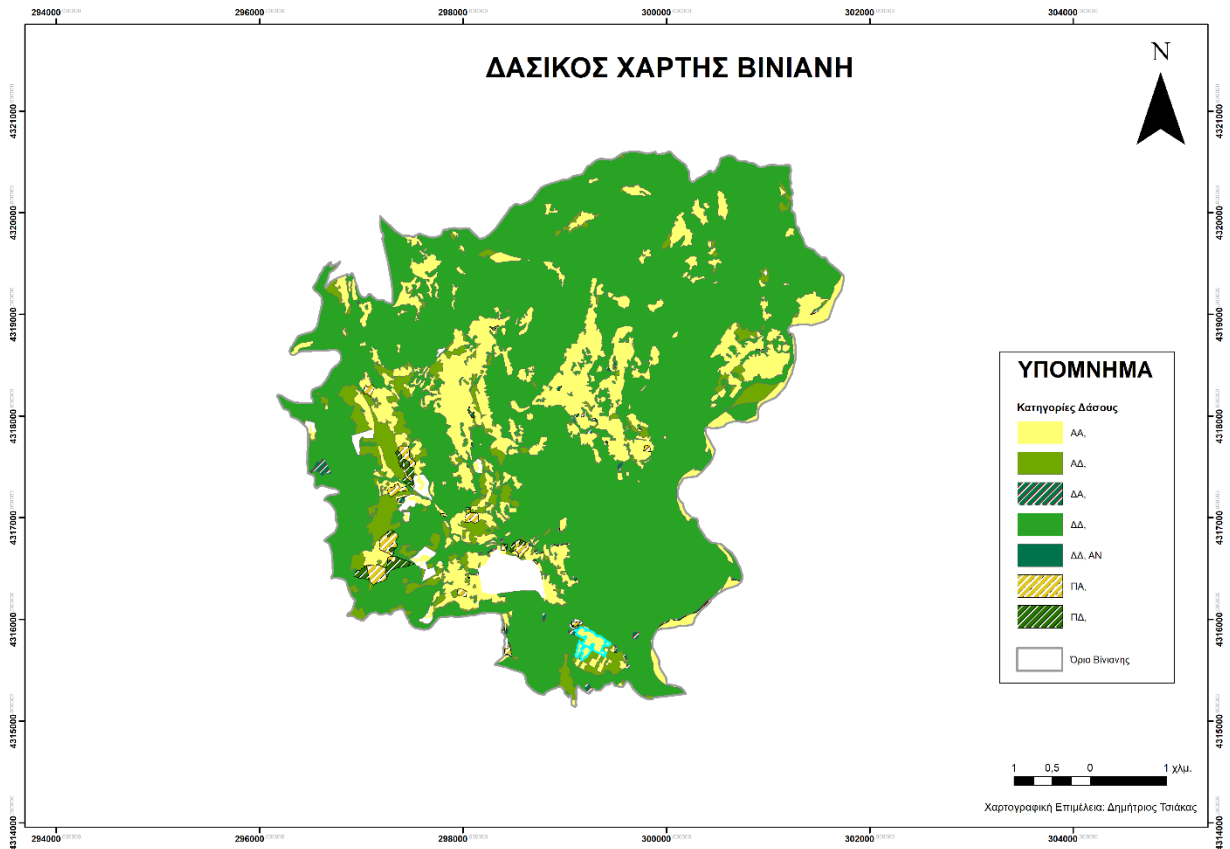
Χάρτης 5: Χάρτης ανάγλυφου περιοχή Βίνιανης.

Λόγο του «τραχύ» ανάγλυφου της περιοχής, παρατηρούνται και απότομες κλίσεις. Επίσης στην περιοχή παρατηρούμε μεγάλη ποικιλία στον προσανατολισμό της έκθεσης της περιοχής (Χάρτης 6).



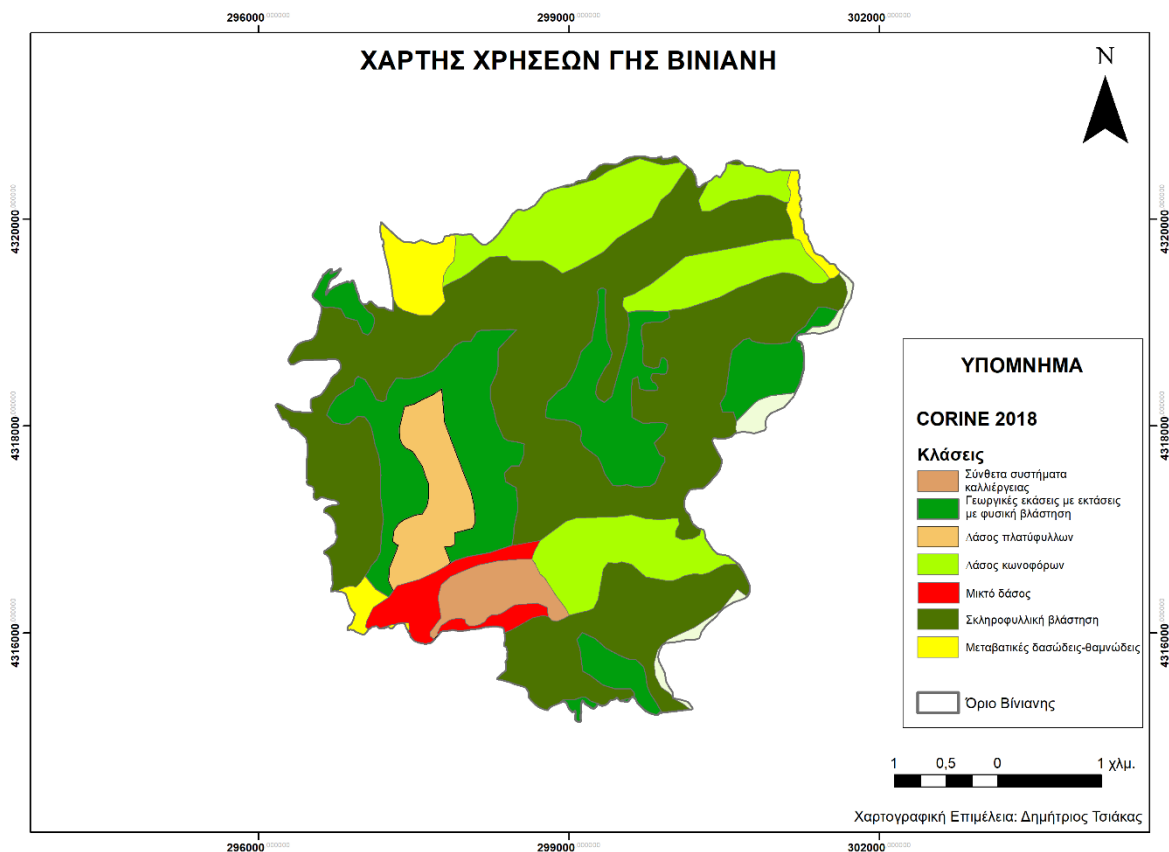
Χάρτης 6: Χάρτης εκθέσεων περιοχή Βίνιανης.

Η περιοχή της Βίνιανης, σύμφωνα και με τον κυρωμένο δασικό χάρτη ΦΕΚ/926/Δ-01-12-2022, αποτελείται στο μεγαλύτερο μέρος ης έκτασης της από δάσος (Χάρτης 7).



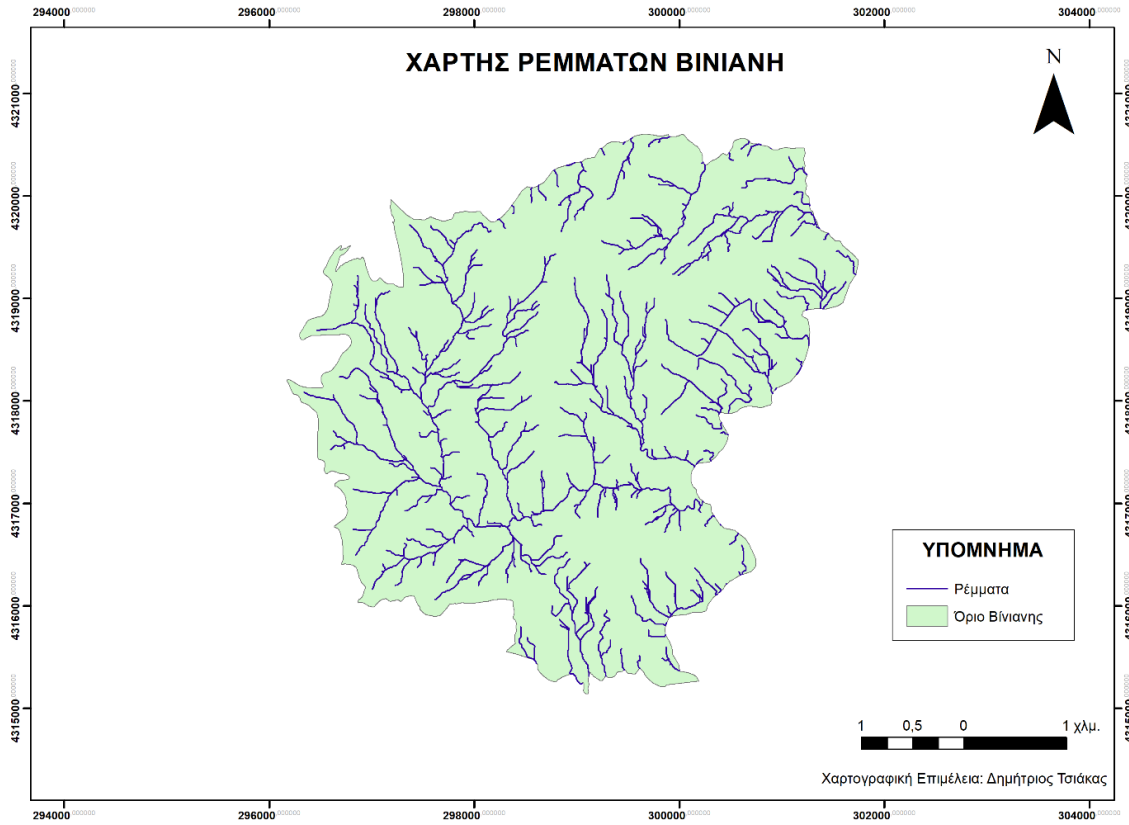
Χάρτης 7: Δασικός χάρτης περιοχή Βίνιανης.

Από τον χάρτη του Corine 2018 (Χάρτης 8) παρατηρούμε ότι στην περιοχή εντοπίζονται να κυριαρχούν η σκληροφυλλική βλάστηση, τα δάση κωνοφόρων και τα δάση πλατύφυλλων. Επίσης σημαντικό μέρος της έκτασης καταλαμβάνουν οι γεωργικές εκτάσεις με εκτάσεις φυσικής βλάστησης.



Χάρτης 8: Χάρτης χρήσεων – καλύψεων γης της Βίνιανης από τη βάση του Corine 2018.

Στην περιοχή μελέτης εντοπίζουμε ένα πυκνό δίκτυο ρεμάτων όπως προκύπτει από τον χάρτη 9.



Χάρτης 9: Χάρτης ρεμάτων περιοχή Βίνιανης.

2.6. Μεθοδολογία

2.6.1 Δεδομένα

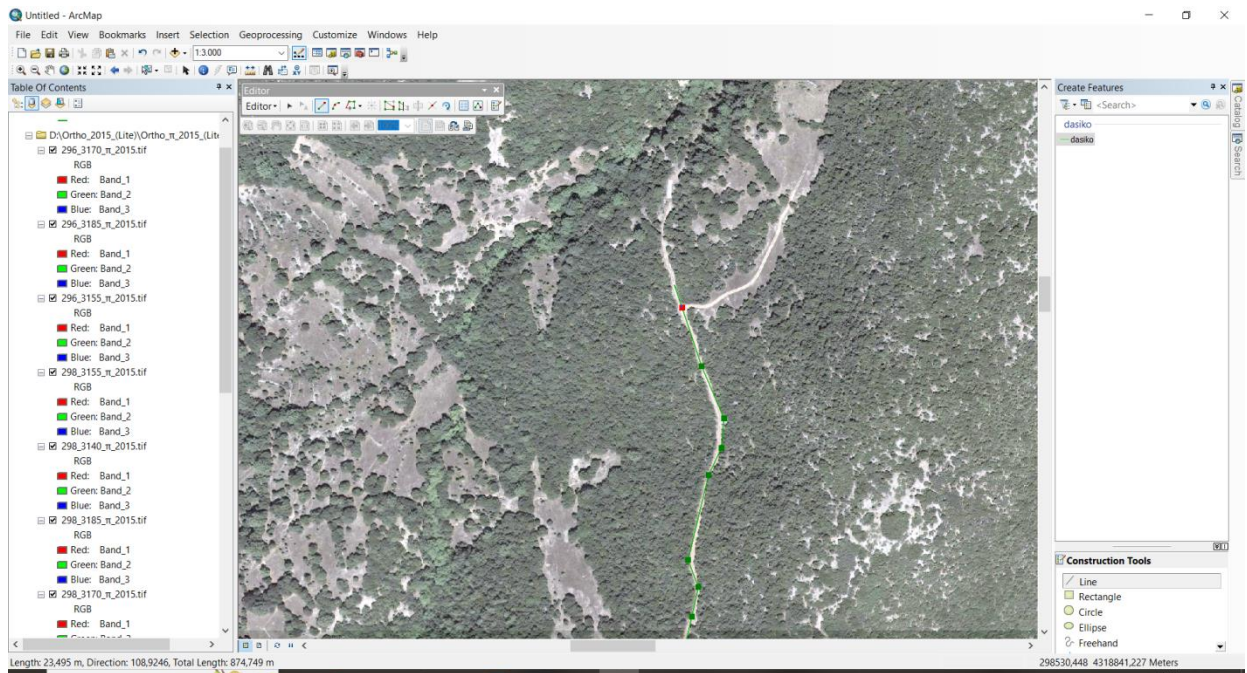
Για την επίτευξη των ερευνητικών στόχων που τέθηκαν στα πλαίσια της εργασίας αυτής χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω δεδομένα:

- Το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) με ανάλυση 25x25m για την περιοχή της Βίνιανης από την βάση δεδομένων του Copernicus.
- Ορθοφωτογραφίες σε μορφή TIFF, του έτους 2015, με κλίμακα 1:5.000, από τη Διεύθυνση Δασών Καρπενησίου.
- Ο κυρωμένος Δασικός χάρτης σε μορφή vector, από το Κτηματολόγιο (<https://data.ktimatologio.gr/dataset/277ae323-104f-43d4-b1ac-446ed7da2a8e>).
- Βάση Corine 2018, σε μορφή vector, από την βάση δεδομένων του Ελληνικού Κτηματολογίου (<https://data.ktimatologio.gr/dataset/7ee0866a-5002-42b8-84be-2c0035940c02>).
- Γεωχωρικά δεδομένα σε μορφή vector, των περιοχών NATURA 2000, από τη γεωβάση του GEODATA.gov.gr
- Υδρολιθολογικός χάρτης του ΕΑΓΜΕ, με κλίμακα 1:1.000.000, ο οποίος γεωαναφέρθηκε και ψηφιοποιήθηκε η υδρολιθολογία της περιοχής μελέτης.

Η επεξεργασία των παραπάνω δεδομένων έγινε με το λογισμικό ArcGIS 10.5. το οποίο αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα το οποίο επιτρέπει στους ερευνητές να συλλέγουν, να οργανώνουν, να διαχειρίζονται, να αναλύουν και να διανέμουν πάσης φύσεως γεωγραφικές πληροφορίες. Το λογισμικό ArcGIS 10.5 διαθέτει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων του σχεδιασμού και της ανάλυσης, της διαχείριση των πόρων, της εκπαίδευσης και της προβολής (ESRI, 2023).

2.6.2 Ανάλυση

Η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε, όπως έχει ήδη αναφερθεί, με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS 10.5. Αρχικά πραγματοποιήθηκε ψηφιοποίηση του οδικού δικτύου της περιοχής μελέτης από τις ορθοφωτογραφίες στο περιβάλλον του ArcMap 10.5 (Εικόνα 6). Έτσι δημιουργήθηκε ο πίνακας των περιγραφικών δεδομένων των δασικών δρόμων (Attribute Table) με την περιγραφή του κάθε δρόμου (Εικόνα 7).



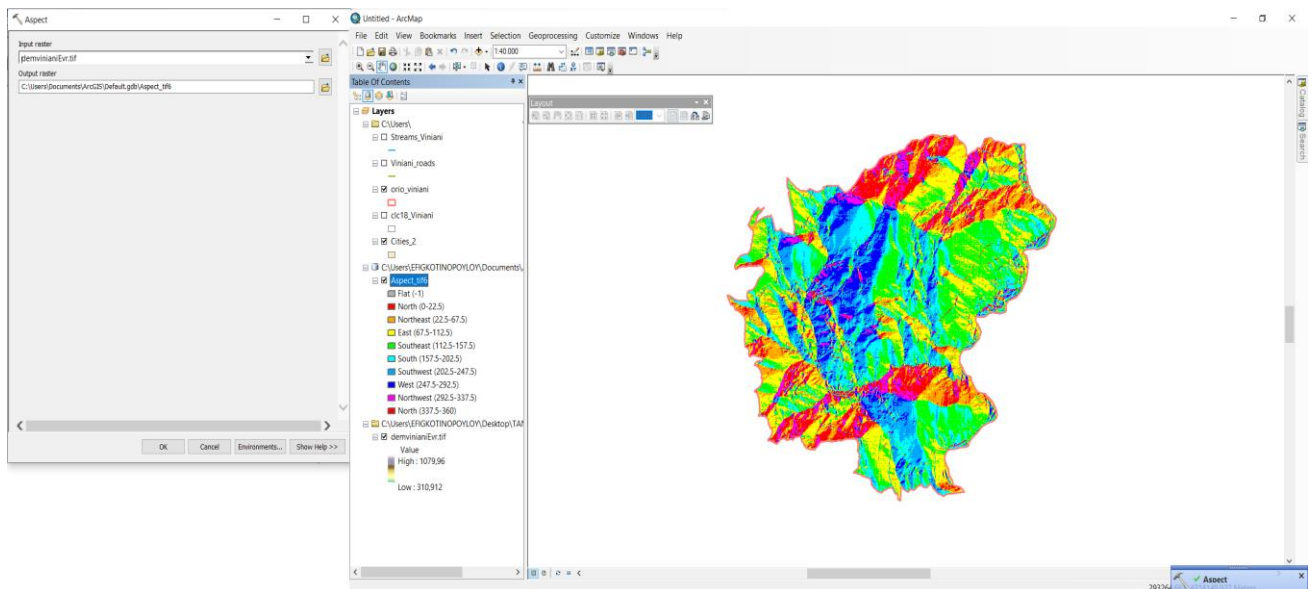
Εικόνα 6: Ψηφιοποίηση δασικού οδικού δικτύου από τις ορθοφωτογραφίες.

ID	Shape	OBJECTID_1	OBJECTID_2	Shape_Length	Kurvy	Oxya	Inver	Shape_Le_1	Shape_Le_2	
1	Polyline	1	0	0	0	0	Εμπορικός Δασικός	849.229373	0.402611	
2	Polyline	2	0	0	0	0	30734.525296	6392.536388	0	
3	Polyline	3	0	0	0	0	6277.791897	262.279189	0	
4	Polyline	4	0	0	0	0	1088.437621	1101.594663	0	
5	Polyline	5	0	0	0	0	57.634274	47.129623	0	
6	Polyline	6	0	0	0	0	458.793776	292.344649	0	
7	Polyline	7	0	0	0	0	582.588688	582.588688	0	
8	Polyline	8	0	0	0	0	546.487396	507.151642	0	
9	Polyline	9	0	0	0	0	42.147602	42.147602	0	
10	Polyline	10	0	0	0	0	635.329412	635.329412	0	
11	Polyline	11	0	0	0	0	317.483716	317.483716	0	
12	Polyline	12	0	0	0	0	498.284922	498.284922	0	
13	Polyline	13	0	0	0	0	314.205917	314.205917	0	
14	Polyline	14	0	0	0	0	222.165267	222.165267	0	
15	Polyline	15	0	0	0	0	73.577549	73.577549	0	
16	Polyline	16	0	0	0	0	871.881375	871.881375	0	
17	Polyline	17	0	0	0	0	80.583926	80.583926	0	
18	Polyline	18	0	0	0	0	1922.766911	1922.303969	0	
19	Polyline	19	0	0	0	0	112.892656	112.291877	0	
20	Polyline	20	0	0	0	0	632.4000	78.666676	0	
21	Polyline	21	0	0	0	0	751.084838	751.084838	0	
22	Polyline	22	0	0	0	0	173.791866	173.791866	0	
23	Polyline	23	0	0	0	0	60.151457	60.151457	0	
24	Polyline	24	0	0	0	0	116.307777	116.307777	0	
25	Polyline	25	0	0	0	0	214.520909	214.520909	0	
26	Polyline	26	0	0	0	0	0	28.265918	0	
27	Polyline	27	0	0	0	0	0	125.414584	0	
28	Polyline	28	0	0	0	0	0	379.244161	0	
29	Polyline	29	0	0	0	0	0	148.678652	0	
30	Polyline	30	0	0	0	0	0	222.976333	0	
31	Polyline	31	0	0	0	0	0	94.362981	0	
32	Polyline	32	0	0	0	0	0	37.118008	0	
33	Polyline	33	0	0	0	0	0	27.848611	0	
34	Polyline	34	0	0	0	0	0	477.718651	0	
35	Polyline	35	0	0	0	0	0	378.530943	0	
36	Polyline	36	0	0	0	0	0	195.650651	0	
37	Polyline	37	0	0	0	0	0	48.141417	0	
38	Polyline	38	0	0	0	0	0	425.273508	0	
39	Polyline	39	0	0	0	0	1483.19664	1483.196728	0	
40	Polyline	40	0	0	0	0	Εμπορικός Δασικός	8491.918348	7686.939862	0
41	Polyline	41	0	0	0	0	212.339449	212.339449	0	
42	Polyline	42	0	0	0	0	144.308246	144.308202	0	
43	Polyline	43	0	0	0	0	0	1393.742245	1393.742237	0
44	Polyline	44	0	0	0	0	1953.826265	1953.826265	0	
45	Polyline	45	0	0	0	0	344.227769	344.227742	0	
46	Polyline	46	0	0	0	0	714.603644	714.603644	0	

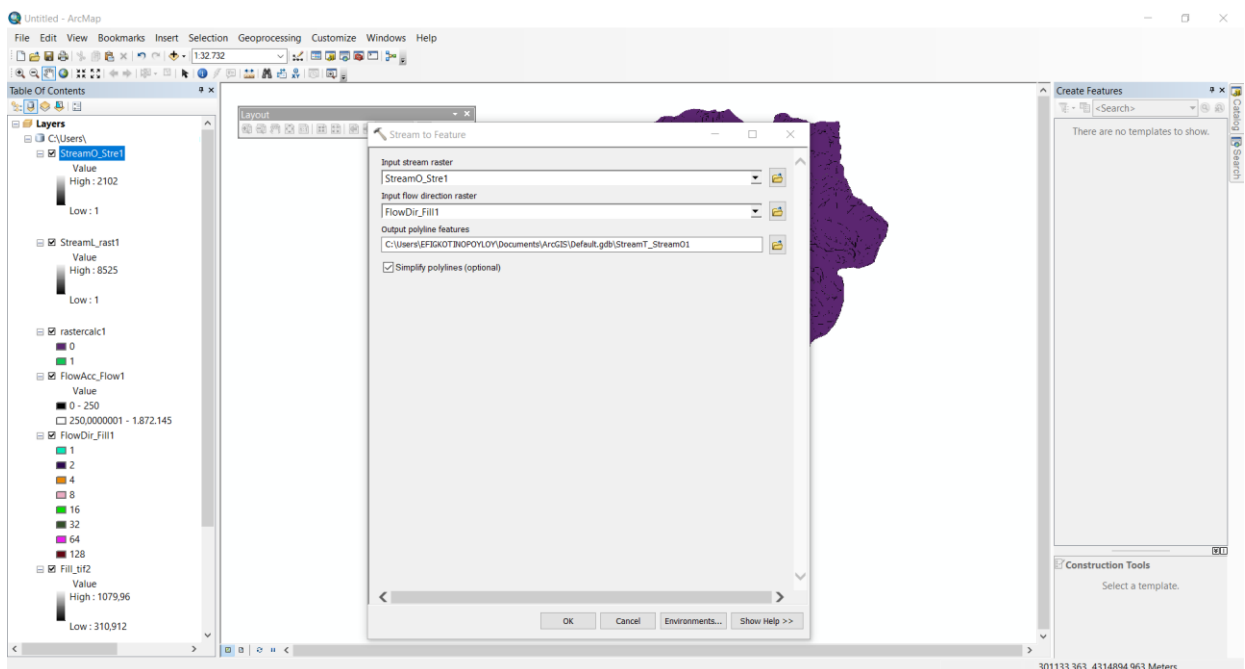
Εικόνα 7: Attribute Table των δεδομένων των δρόμων

Στη συνέχεια, από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους δημιουργήθηκε με τον ArcToolbox, Spatial Analyst Tool, Surface τον χάρτη των εκθέσεων με το εργαλείο Aspect (Εικόνα 8).

Η δημιουργία του χάρτη των ρεμάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του εργαλείου ArcHydro, Fill, Flow Direction, Flow Accumulation, Map Algebra, Raster Calculator, Stream Link, Stream Order, Stream to Feature Basin (Εικόνα 9).

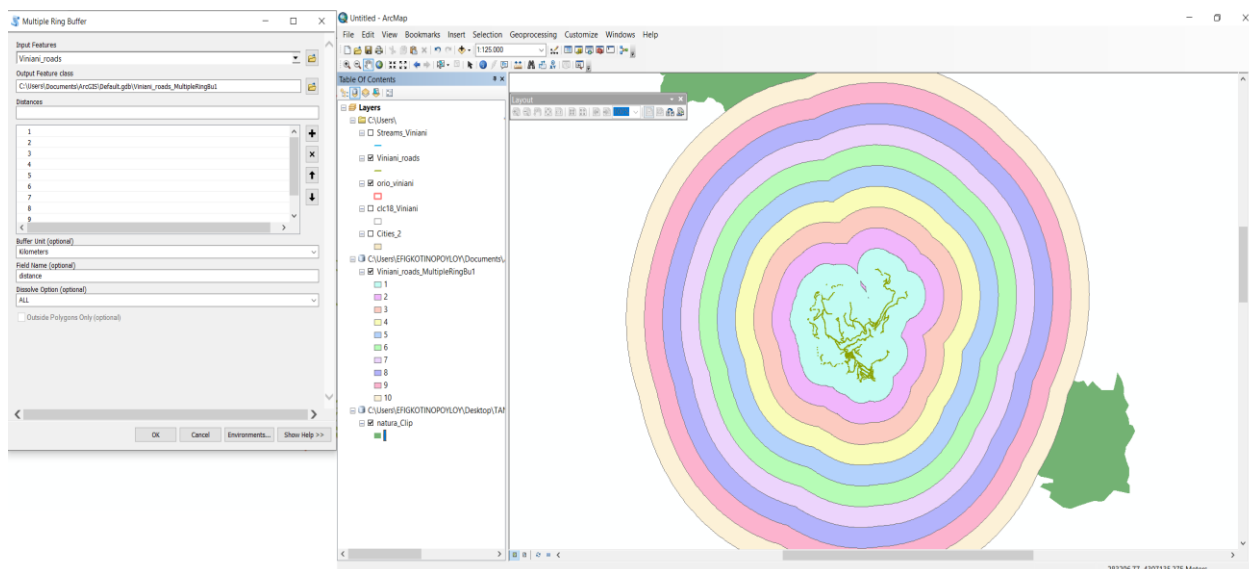


Εικόνα 8: Εξαγωγή των εκθέσεων με το εργαλείο Aspect



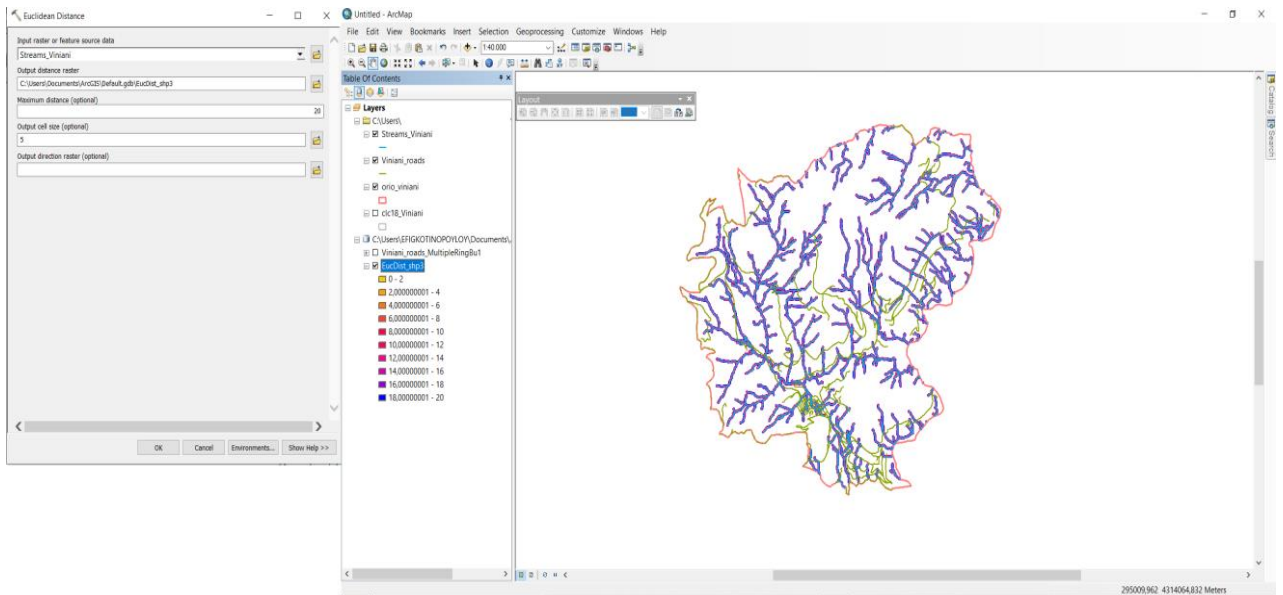
Εικόνα 9: Εξαγωγή των ρεμάτων με τη χρήση του εργαλείου ArcHydro

Με την χρήση της διαδικασίας buffer, δημιουργήθηκαν χάρτες αποστάσεων από τους δρόμους προς τις περιοχές NATURA 2000 (Εικόνα 10), καθώς και από οικισμούς και πόλεις που προέκυψαν από τη βάση δεδομένων του geodata.gon.gr, αλλά και από την περιοχή της Παλαιάς Βίνιανης που αποτελεί πολιτιστική περιοχή. Οι ζώνες είναι δέκα και η κάθε ζώνη έχει απόσταση ένα χιλιόμετρο.



Εικόνα 10: Buffer χιλιομετρικών ζωνών από τους δρόμους προς τα δεδομένα των περιοχών NATURA 2000

Ο Υδρολιθολογικός χάρτης του ΕΑΓΜΕ, σε πρώτη φάση γεωαναφέρθηκε με την χρήση του εργαλείου Georeferencing στο Ελληνικό Σύστημα ΕΓΣΑ 87 και στη συνέχεια ψηφιοποιήθηκαν οι υδρολογικοί σχηματισμοί της περιοχής μελέτης. Με την χρήση του εργαλείου Euclidean Distance υπολογίστηκε η απόσταση 20 μέτρων των δασικών δρόμων από τα ρέματα (Εικόνα 11). Στη συνέχεια με την εντολή Intersect εξαγονται οι δρόμοι που απέχουν έως 20 μέτρα από τα ρέματα. Με την εντολή Clip απομονώνουμε τα τμήματα των δρόμων που είναι μέσα στο Buffer και με την χρήση του Calculate Geometry υπολογίστηκε το συνολικό μήκος των δρόμων που απέχουν έως 20 μέτρα από τα ρέματα.

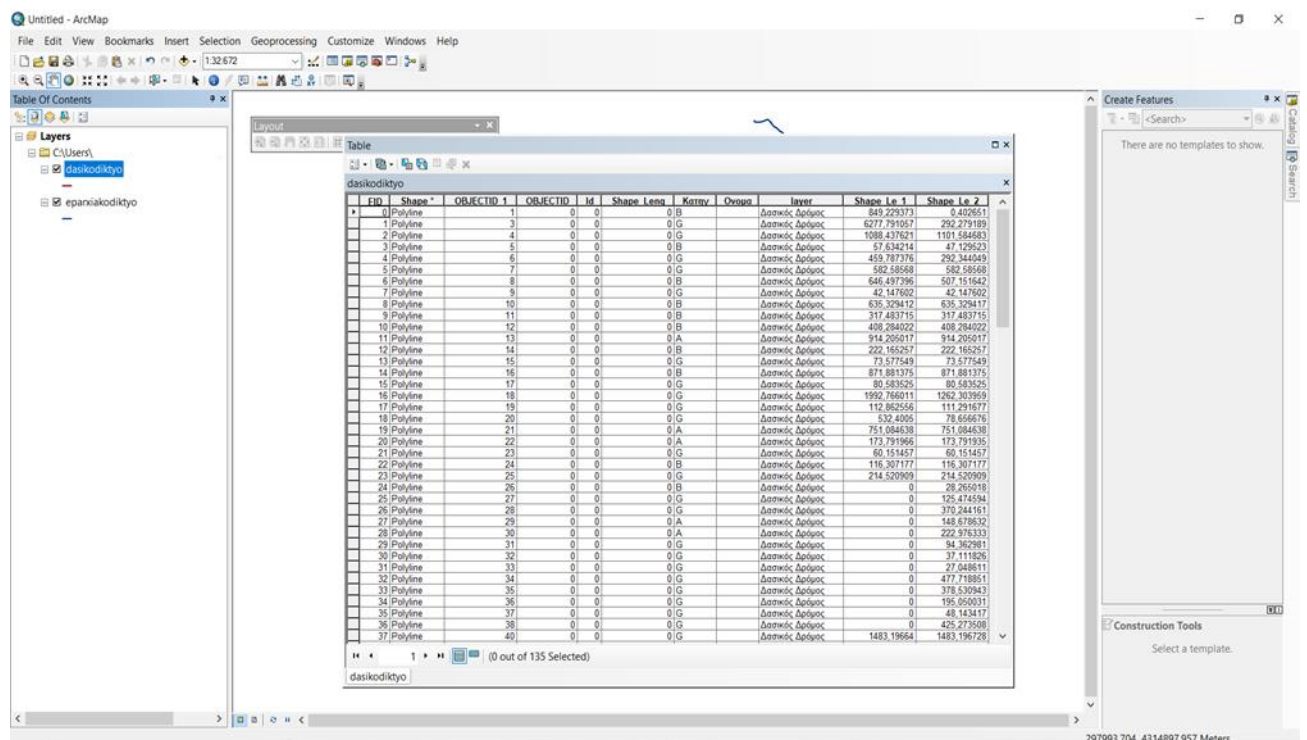


Εικόνα 11: Χρήση Euclidean Distance για υπολογισμό απόστασης 20 μέτρων από τους δρόμους

Σε συνεννόηση με τη Δασική Υπηρεσία έγινε ο διαχωρισμός των δασικών δρόμων σε τρεις κατηγορίες

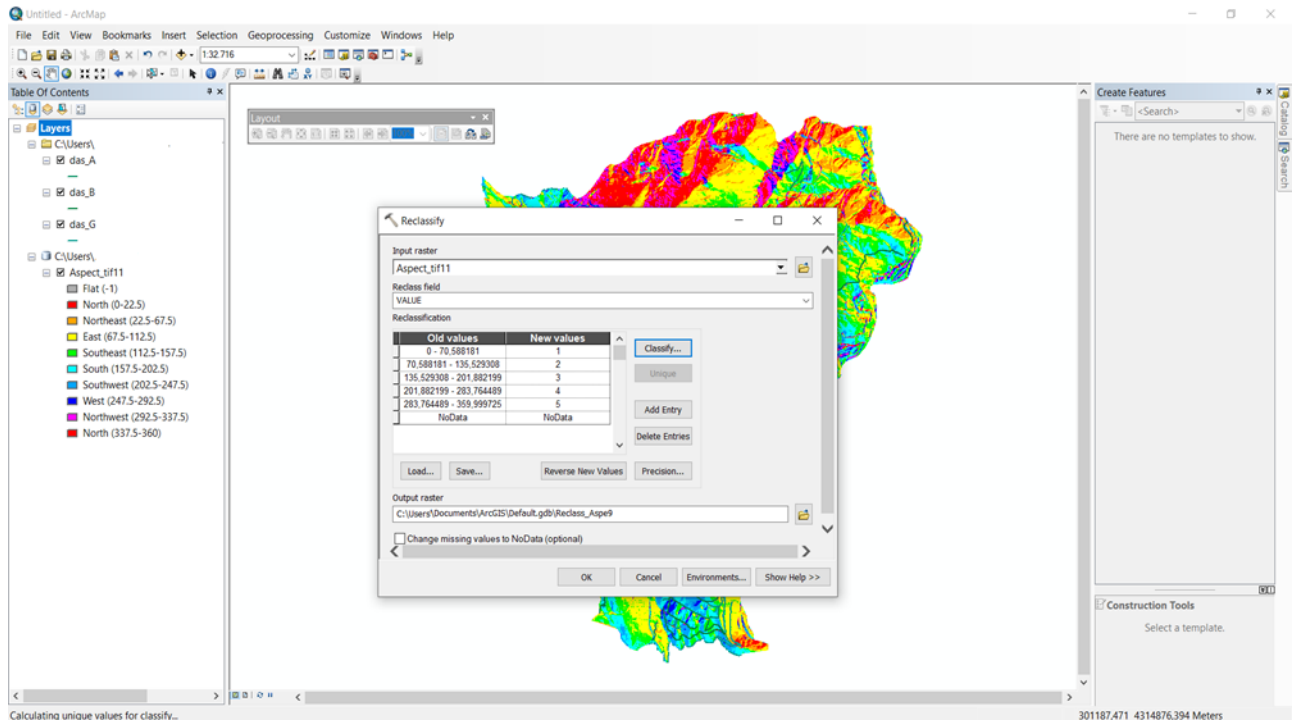
- Κατηγορία Α: δασικοί δρόμοι που ενώνονται με το επαρχιακό δίκτυο.
- Κατηγορία Γ: μικρού μήκους δασικοί δρόμοι που οδηγούν στο δάσος και
- Κατηγορία Β: λουποί δρόμοι.

Στη συνέχεια συμπληρώθηκε στα δεδομένα του Attribute Table των δρόμων οι κατηγορίες των δασικών δρόμων (Εικόνα 12).



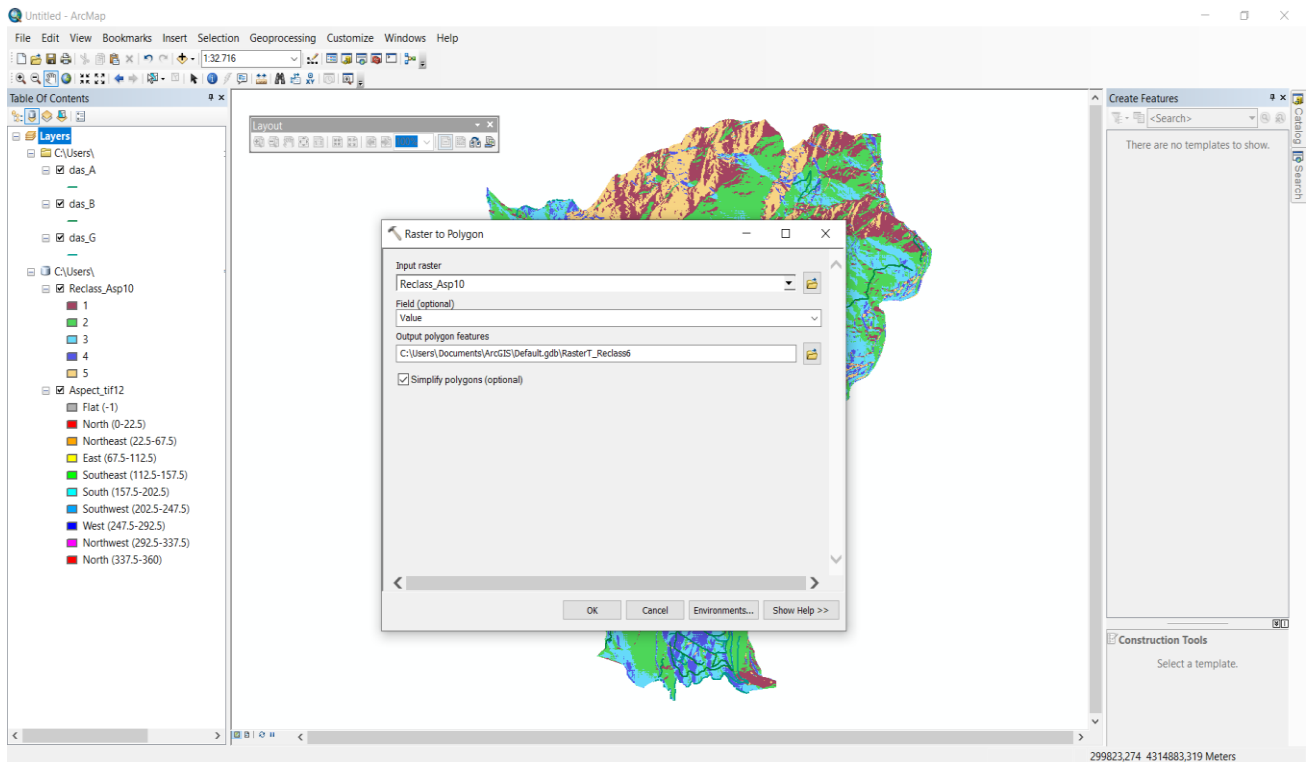
Εικόνα 12: Attribute Table των δρόμων οι κατηγορίες των δασικών δρόμων

Στη συνέχεια για να μπορέσουμε να καταγράψουμε το μήκος των δασικών δρόμων ανά κατηγορία υδρολιθολογικών σχηματισμών, επιλέξαμε από τον Attribute Table των δρόμων τους δασικούς δρόμους να κατηγορία και τα εξαγάγαμε σε νέα Shape files. Με τον ίδιο τρόπο διαχωρίσαμε και τις κατηγορίες υδρολιθολογικών σχηματισμών και στη συνέχεια με την εντολή Clip για κάθε κατηγορία δασικού δρόμου εξαγάγαμε το μήκος του ανά γεωλογικό σχηματισμό (Εικόνα 13).

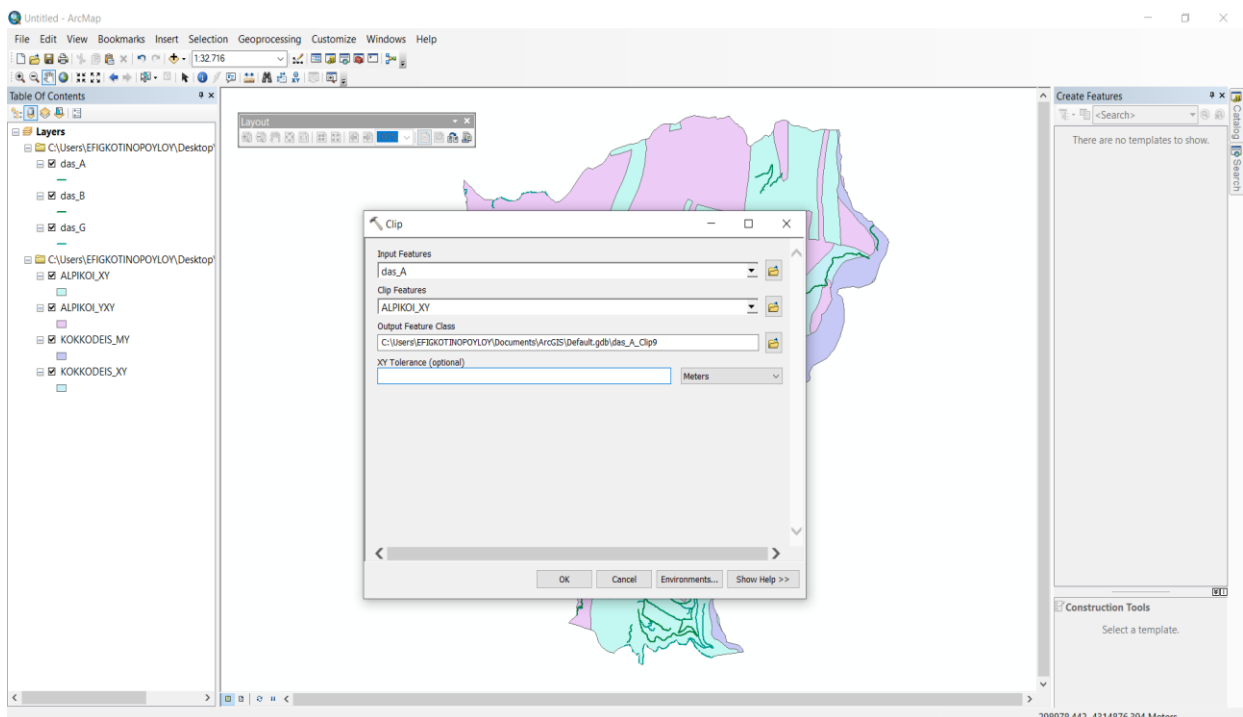


Εικόνα 13: Clip για κάθε κατηγορία δασικού δρόμου ανά γεωλογικό σχηματισμό

Έπειτα για καταγράψουμε το μήκος των δασικών δρόμων ανά κατηγορία προσανατολισμού εκθέσεων, χρησιμοποιήσαμε τα Shape files ανά κατηγορία δασικών δρόμων όπως αυτά αναφέρθηκαν παραπάνω, και τα δεδομένα του προσανατολισμού. Με την εντολή Reclassify κατηγοριοποιούμε τις εκθέσεις σε 5 κατηγορίες (Εικόνα 14) και στη συνέχεια μετατρέπουμε τα δεδομένα raster σε πολύγωνα (Εικόνα 15).

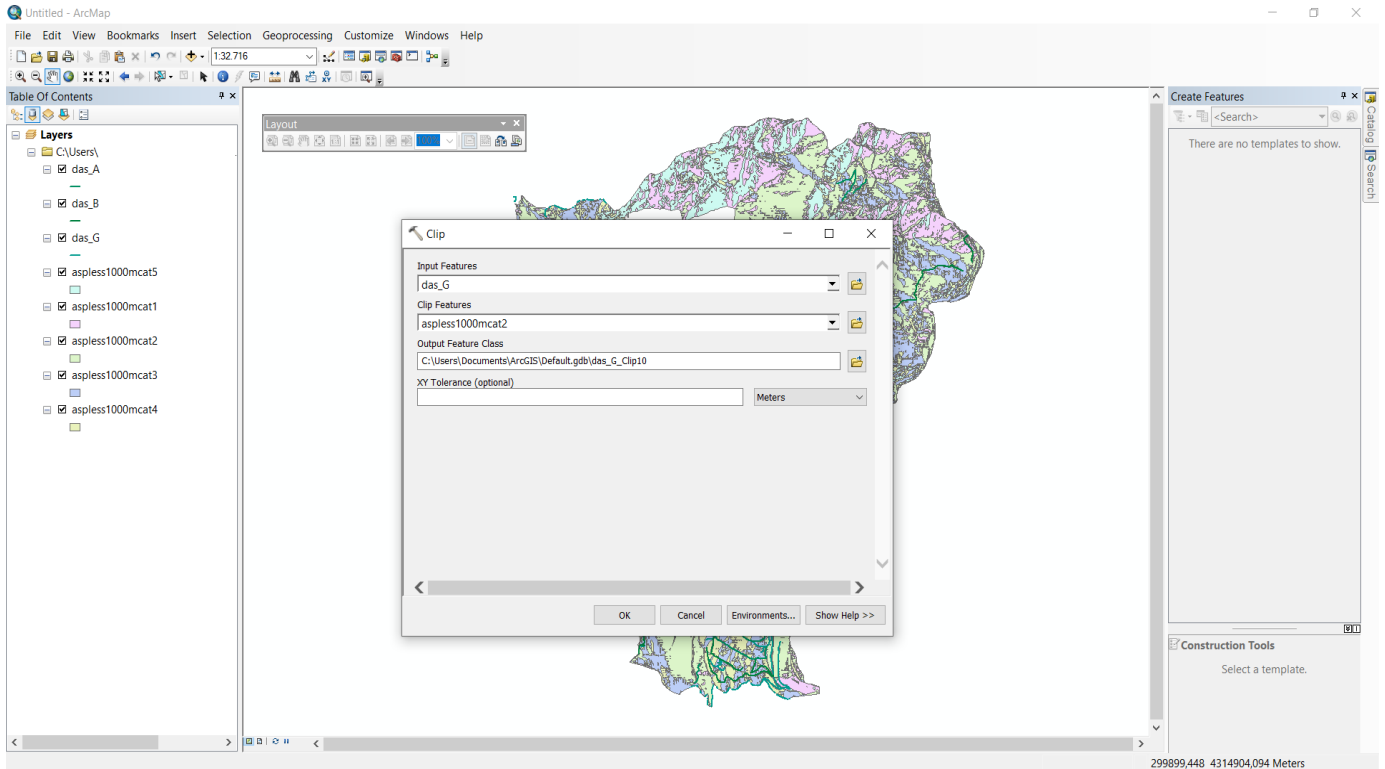


Εικόνα 14: Reclassify των κατηγοριών των εκθέσεων



Εικόνα 15: Μετατροπή δεδομένων raster σε πολύγωνα (vector)

Στη συνέχεια εξάγουμε κάθε μία από τις 5 νέες κατηγορίες σε νέα Shape files και με την εντολή Clip για κάθε κατηγορία δασικού δρόμου εξαγάγαμε το μήκος του ανά προσανατολισμού εκθέσεων (Εικόνα 16).



Εικόνα 16: Clip για κάθε κατηγορία δασικού δρόμου ανά προσανατολισμού εκθέσεων

2.6.3 Μέθοδος Αξιολόγησης Πολλαπλών Κριτηρίων (MCE)

Οι ολοκληρωμένες μελέτες των έργων αειφόρου ανάπτυξης των δασικών περιοχών θα πρέπει να πραγματοποιούνται στα πλαίσια ενός χωροταξικού σχεδιασμού, ο οποίος θα διασφαλίζει ζωτικό χώρο για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων, με τη βοήθεια ενός ολοκληρωμένου σχεδίου χρήσεων γης.

Με την ανάπτυξη και την εφαρμογή της Μεθόδου Πολλαπλών Κριτηρίων Εκτίμησης (MCE) του δασικού οδικού δικτύου αλλά και των περιβαλλοντικών του επιπτώσεων, στρεφόμαστε προς την κατεύθυνση της προστασίας των δασικών περιοχών και των φυσικών διαθέσιμων αυτών, επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο την πολυδιάστατη ανάπτυξή. Για την εφαρμογή της μεθόδου αξιολόγησης, χρησιμοποιούνται πολλαπλά κριτήρια για εκτίμησης των επιπτώσεων των δασικών δρόμων στο φυσικό περιβάλλον, αλλά και των επιπτώσεων σε αυτούς από το φυσικό και το κοινωνικό περιβάλλον.

Σε κάθε ένα από τα κριτήρια θεωρήθηκε ως βέλτιστη τιμή, η τιμή στην οποία το κριτήριο αυτό δεν προκαλεί επιπτώσεις ή έχει όσο το δυνατό τις λιγότερες επιπτώσεις, είναι η τιμή του 100%. Κάθε απόκλιση από αυτή την τιμή, η οποία θεωρείτε ως άριστη και βαθμολογείτε με 100%, επιβαρύνει το κριτήριο με τη μείωση της τιμής του (Γιαννούλας, 2001).

Για την ανάπτυξη της μεθόδου Πολλαπλών Κριτηρίων Αξιολόγησης του δασικού οδικού δικτύου και των περιβαλλοντικών του επιπτώσεων εξετάστηκαν μια σειρά από κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά αφορούσαν στην εκτίμηση: α) της έντασης της παρέμβασης του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον και β) οι επιδράσεις των δασικών δρόμων από το φυσικό περιβάλλον (Γιαννούλας, 2001, Δούκας, 2004, Tampekis et al., 2008, Ταμπέκης, 2009, Tampekis et al., 2015).

2.6.3.1. Κριτήρια αξιολόγησης της έντασης της επίπτωσης σε μη παραγωγικά δάση

A. Οδική πυκνότητα – απόσταση και ποσοστό δασοπροστασίας.

Το ποσοστό της υπέρβασης ή της μείωσης από τις τιμές $D = 12,5-15$ m/ha, αλλά και το ποσοστό της δασοπροστασίας <85%, βαθμολογούνται αθροιστικά ως ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

B. Μέσο μετατόπισης.

Το ποσοστό της μετατόπισης που δεν γίνεται με σχοινογερανό ή ζώα ή ο συνδυασμό αυτών, βαθμολογείται ως ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Γ. Κατεύθυνση σύρσης (Ζώα, ελκυστήρες, σχοινοσύρτες).

Το ποσοστό της μετατόπισης που δεν γίνεται διαγώνια ή παράλληλα στον δασικό δρόμο, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Δ. Κυκλοφοριακός φόρτος και τύπος των οχημάτων.

α. Το ποσοστό υπέρβασης του αριθμού των επισκεπτών από την δυνατότητα υποδοχής του χώρου, βαθμολογείται ως ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

β. Το ποσοστό των οχημάτων με ομοιόμορφη φόρτιση στους τροχούς τους η οποία είναι μεγαλύτερη της επιτρεπόμενης από τους εθνικούς κανονισμούς που ισχύουν σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία βαθμολογείται ως ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Ε. Θέση δασικών δρόμων

α. Οι δασικοί δρόμοι θα πρέπει να απέχουν από ρέματα αρκετή απόσταση ώστε να μην επηρεάζεται το δασικό οικοσύστημα από τους δρόμους. Τα προβλήματα που υπάρχουν κατά την χάραξη των δρόμων κοντά σε ρέματα είναι:

- I. Στο νερό, από τη ρύπανση και τη μόλυνση των λιπαντικών και των καυσίμων των οχημάτων.
- II. Από το θόρυβο στο μικροπεριβάλλον των ρεμάτων.
- III. Η χάραξη των δρόμων δημιουργεί διάκενο το οποίο προστίθεται στο διάκενο αν υπάρχει, του ρέματος. Έτσι βοηθάει στην μεταβολή του μικροκλίματος με την είσοδο περισσότερης ηλιακής ακτινοβολίας.
- IV. Προκαλεί προβλήματα μεγαλύτερης διάβρωσης.
- V. Το ποσοστό των δασικών δρόμων που χαράσσονται σε κοιλάδες που απέχουν από όχθη ρέματος λιγότερο από 20 μέτρα, βαθμολογείται ως ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Πίνακας 3: Βαθμολογία αξιολόγησης της έντασης εξαιτίας της απόστασης από ρέμα των δασικών δρόμων.

<i>Απόσταση από ρέμα (m)</i>	<i>Βαθμολογία</i>
< 20	100
>=20	0

β. Το ποσοστό των δρόμων που χαράσσονται σε λιγότερο από 10 μέτρα απόσταση έξω από τα όρια του δάσους ή από 20 μέτρα μέσα από τα όρια του, βαθμολογείται ως ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

γ. Οι δασικοί δρόμοι δεν θα πρέπει να χαράσσονται σε ασταθή εδάφη στα οποία μπορεί να εκδηλωθεί ολίσθηση, κατολίσθηση ή αστοχία της κατασκευής των πρανών. Θα πρέπει να αποφεύγονται σημεία όπου υπάρχει φλύσχη ή άλλα αργιλικά πετρώματα τα οποία με το διαποτισμό τους με νερό αρχίζουν να κατολισθαίνουν, εφόσον αυτό είναι δυνατό. Έτσι τα έργα διάνοιξης των δασικών δρόμων σε τέτοιες περιοχές οι οποίες βρίσκονται πάνω σε φλύσχη θα πρέπει να υλοποιούνται με όσο το δυνατό μικρότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον και με τον οικονομικότερο τρόπο. Για να αποφευχθεί μία κατολίσθηση θα πρέπει να αλλάξει η χάραξη ή να γεφυρωθεί η μετακινούμενη περιοχή. Το τελευταίο σενάριο είναι οικονομικά μη βιώσιμο για την διάνοιξη ενός νέου δασικού δρόμου οπότε επιλέγουμε το πρώτο ώστε να αποφεύγουμε τελείως τις επικίνδυνες θέσεις.

Κατά την διαδικασία της χάραξης πρέπει να αποφευχθούν τα ρέματα με μεγάλα ανοίγματα διότι θα χρειαστεί να κατασκευασθεί τεχνικό έργο με ανάλογο άνοιγμα. Αντί αυτής της λύσης, να κατασκευάσουμε δηλαδή τεχνικό με μεγάλο άνοιγμα, προτιμάται η αλλαγή της χάραξης ως η οικονομικότερη λύση και η διάβαση του ρέματος από άλλη θέση με μικρότερο άνοιγμα.

Το ποσοστό χάραξης των δασικών δρόμων, οι οποίοι διέρχονται από αργιλώδες έδαφος, ρέματα μεγάλων ανοιγμάτων και ασταθή εδάφη, βαθμολογείται ως το ποσοστό μείωσης του άριστα 100. Η Απορροφητικότητα του εκάστοτε οικοσυστήματος εκφράζει τον αριθμό των δεκτών της επίπτωσης, τον βαθμό επίδρασης της επίπτωσης και κατά πόσο θα απορροφηθεί σε βάθος χρόνου από το περιβάλλον. Κριτήρια αξιολόγησης της απορροφητικότητας του οικοσυστήματος και οι αντίστοιχες βαρύτητες μπορεί να είναι:

Πίνακας 4: Κριτήρια αξιολόγησης απορροφητικότητας

I. Δασοκομικά κριτήρια		Απορρόφηση (%)
1. Είδος κάλυψης	α. Δάσος	100
	β. Δασική έκταση	25-50
	γ. Γυμνό	15
2. Δασοπονικό είδος	α. Μεικτά	100
	β. Πλατύφυλλα	75
	γ. Κωνοφόρα	65
3. Διαχειριστική μορφή	α. Σπερμοφυής	100
	β. Πρεμνοφυής	50
	γ. Διφυής	75-100
4. Ηλικία	α. Υποκηπευτό	100
	β. Ομήλικο	50
	β. Πρεμνοφυής	50
	γ. Κηπευτό	75
5. Ύψος δέντρων	α. Μεγάλο >20 m	100
	β. Μεσαίο 10-20 m	75
	γ. Μικρό < 10 m	25-50
6. Ποιότητα τόπου	α. Πρώτη-Δεύτερη	100
	β. Τρίτη-Τέταρτη	50
	γ. Πέμπτη-Έκτη	25
7. Παραγωγικότητα	α. Κατηγορία I (>3 m ³ ανά έτος και ha)	100
	β. Κατηγορία II (1-3 m ³ ανά έτος και ha)	50
	γ. Κατηγορία III (<1 m ³ ανά έτος και ha)	25
II. Τοπογραφικά κριτήρια		
1. Κλίση εδάφους	α. Μικρή <8%	100
	β. Μεσαία 8% - 20%	50
	γ. Μεγάλη >20%	25
2. Έκθεση		
2.1. Υψόμετρο <1000 μέτρα	α. Βόρεια	100
	β. Ανατολική-Δυτική	75
	γ. Νότια	50
2.2. Υψόμετρο >1000 μέτρα	α. Βόρεια	70
	β. Ανατολική-Δυτική	100
	γ. Νότια	70
3. Κριτήρια ανάγλυφου	α. Ήπιο	100
	β. Ποικίλο	50
	γ. Πολυσχιδές	15

III. Κοινωνικά κριτήρια (αριθμός δεκτών)

Το πλήθος των δεκτών που δέχονται την επίπτωση αποτελεί τον κύριο παράγοντα π.χ.

Τουριστικό θέρετρο
Από εθνικό οδικό δίκτυο
Από σιδηροδρομική γραμμή
Από αρχαιολογικό χώρο
Από παρακείμενη πόλη
Από παρακείμενο χωριό

Σε αυτές τις περιπτώσεις βαθμολογούνται με 25%, όταν οι δείκτες είναι πολλοί, 50% όταν οι δείκτες είναι λίγοι και 100% καθόλου σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Όπως προκύπτει από την βιβλιογραφία, η σημαντικότητα των κριτηρίων εκτίμησης της έντασης, βαθμολογείται με: 1 = λίγη, 2 = μέτρια και 3 = μεγάλη βαρύτητα (σημαντικότητα). Με τον ίδιο τρόπο και για την απορροφητικότητα οι βαρύτητες είναι: 3 για τα Δασοκομικά κριτήρια, 2 για τα Τοπογραφικά κριτήρια και 1 για τα Κοινωνικά.

Η βαθμολόγηση γίνεται ως εξής:

A. Ο μέσος όρος εκτίμησης της έντασης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΣΕ) οι οποίοι προκαλούνται από τους δασικούς δρόμους στο φυσικό περιβάλλον, είναι ίση με το άθροισμα των γινομένων $\Sigma(E \times B_E)$ προς το σύνολο των αριθμών βαρύτητας (ΣB_E).

Δηλαδή $\Sigma E = \Sigma(E \times B_E) / \Sigma B_E$ όπου:

E = η εκτίμηση της τιμής του κάθε κριτηρίου που αξιολογεί την ένταση της επίδρασης που δεν είναι αρνητική,

B_E = βαρύτητα κάθε κριτηρίου, και

ΣB_E = το σύνολο των αριθμών της βαρύτητας για τα κριτήρια της έντασης (Γιαννούλας, 2001, Δούκας, 2004, Ταμπέκης 2009, Ταμπέκης κα. 2010)

Κεφάλαιο 3. Αποτελέσματα

Η επεξεργασία των στοιχείων πραγματοποιήθηκε ηλεκτρονικά με την χρησιμοποίηση του λογισμικού ArcGIS 10.5. Για την περιοχή έρευνας και για κάθε κατηγορία χαρτών δημιουργήθηκαν αντίστοιχα και τα κατάλληλα γεωχωρικά δεδομένα.

Από την συλλογή των δεδομένων αλλά και από την εξαγωγή από αυτά δευτερευόντων στοιχείων προέκυψαν μια σειρά χαρτών: χάρτης τοποθεσίας περιοχής μελέτης (με την χρήση του δορυφορικού υποβάθρου Google Earth) (Χάρτης 1), χάρτης οδικού δικτύου (Χάρτης 2), δασικός χάρτης περιοχής μελέτης (Χάρτης 7), χάρτης αποστάσεων από οικισμούς (Χάρτης 16), χάρτης αποστάσεων από πόλεις (Χάρτης 17), χάρτης αποστάσεων από περιοχές NATURA 2000 (Χάρτης 15), χάρτης αποστάσεων από την περιοχή της παλαιάς Βίνιανης (Χάρτης 19), χάρτης εκθέσεων (Χάρτης 6), χάρτης υψομέτρων (Χάρτης 5), χάρτης χρήσεων γης (Χάρτης 8), χάρτης υδρολιθολογίας (Χάρτης 4) και χάρτης ρεμάτων (Χάρτης 9). Καθώς και ψηφιακοί χάρτες: υψομέτρων οδικού δικτύου (Χάρτης 10), υδρολιθολογίας οδικού δικτύου (Χάρτης 11), εκθέσεων οδικού δικτύου (Χάρτης 12), δασικός χάρτης οδικού δικτύου (Χάρτης 13) και χρήσεων – καλύψεων γης οδικού δικτύου (Χάρτης 14).

Με την ανάλυση και την επεξεργασία των δεδομένων, που προέκυψαν, αλλά και των δυνατοτήτων που δίνονται με την χρήση των εργαλείων του λογισμικού ArcGIS 10.5 σε συνδυασμό με την εφαρμογή της μεθόδου των Πολλαπλών Κριτηρίων Εκτίμησης (MCE) πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του δασικού οδικού δικτύου.

Επίσης κατά την διάρκεια της δημιουργίας των παραπάνω χαρτών, προέκυψαν και ερωτήματα για την επίλυση της χρήσης ή μη κάποιων κριτηρίων της μεθόδου Πολλαπλών Κριτηρίων Εκτίμησης (MCE). Με την χρήση των εργαλείων Buffer και Euclidean Distance δημιουργήθηκαν οι ψηφιακοί χάρτες αποστάσεων από την περιοχή μελέτης που αφορούν τις περιοχές NATURA 2000 (Χάρτης 15), από οικισμούς (Χάρτης 16) και πόλεις (Χάρτης 17), απόσταση δασικών δρόμων από ρέματα (Χάρτης 18) αλλά και από την περιοχή της Παλαιάς Βίνιανης που αποτελεί αρχαιολογικό χώρο (Χάρτης 19). Με τη χρήση του εργαλείου Buffer δημιουργήθηκε ο ψηφιακός χάρτης για τις ζώνες προστασίας των δασικών δρόμων (Χάρτης 20). Επίσης με την αρχική δημιουργία των γενικών χαρτών της περιοχής μελέτης και με τη χρήση των εργαλείων

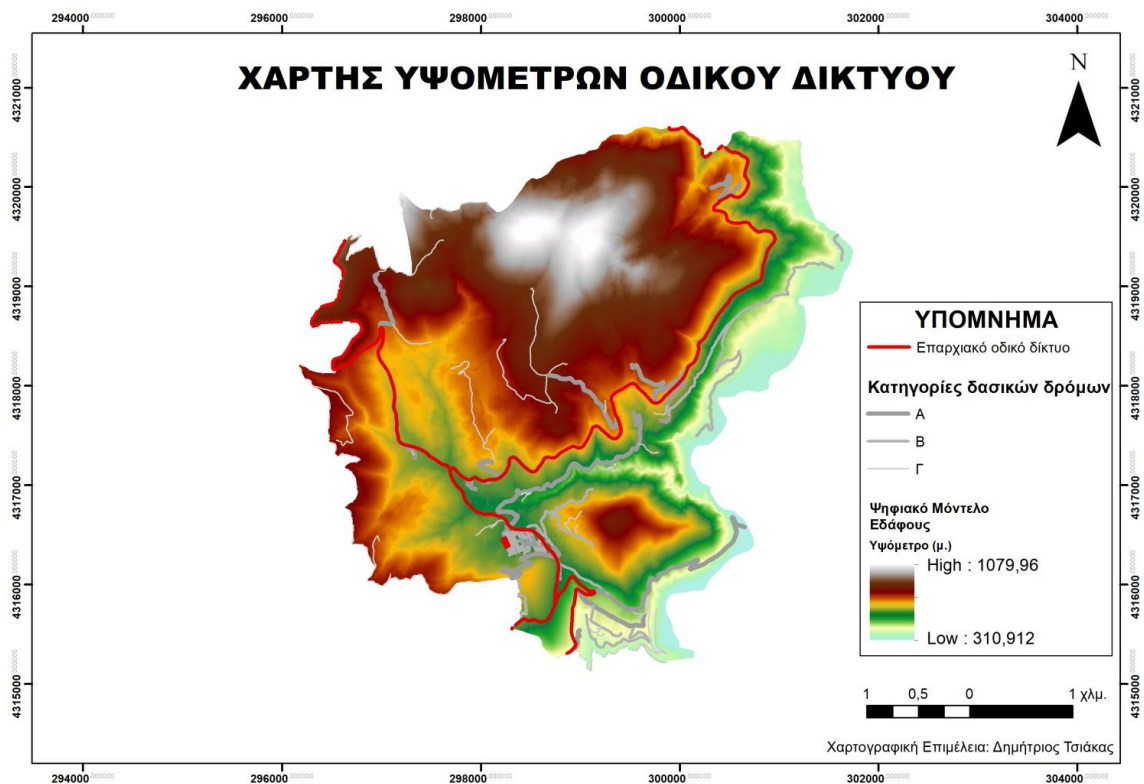
Buffer και Euclidean Distance δημιουργήθηκαν οι ψηφιακοί χάρτες δημιουργήθηκαν ψηφιακοί χάρτες υψομέτρου οδικού δικτύου (Χάρτης 10), υδρολιθολογίας οδικού δικτύου (Χάρτης 11), Χάρτης εκθέσεων οδικού δικτύου (Χάρτης 12), δασικός χάρτης οδικού δικτύου (Χάρτης 13) και χάρτης χρήσεων – καλύψεων γης οδικού δικτύου (Χάρτης 14). Από αυτούς προέκυψαν γραφήματα και πίνακες που αφορούν τις κατηγορίες του οδικού δικτύου ανά περίπτωση κριτηρίου.

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την οπτικοποίηση του χάρτη 10 προκύπτει ότι το πλήθος του οδικού δικτύου της περιοχής βρίσκεται σε υψόμετρο μικρότερο των 1000μ. Αυτό αποτυπώνεται και στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 5: Μήκος οδικού δικτύου ανά κατηγορία υψομέτρου.

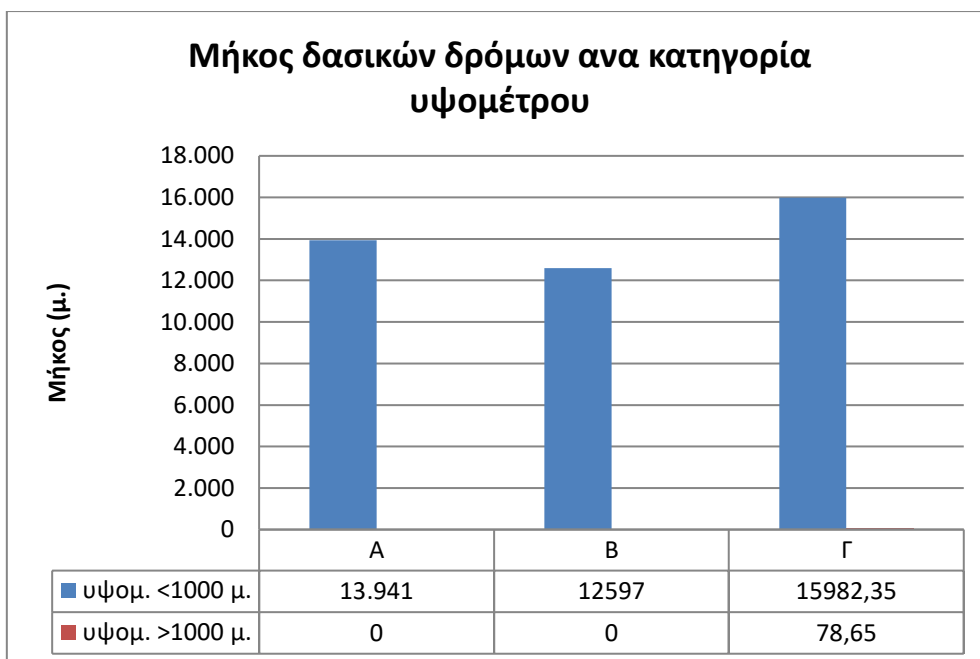
Υψόμετρο δρόμων	Οδικό δίκτυο (μ.)
υψομ. <1000 μ.	64.283
υψομ. >1000 μ.	78,65

Ακολουθώντας τη βιβλιογραφία, και σε συνεννόηση με τη Δασική Υπηρεσία έγινε ο διαχωρισμός των δασικών δρόμων σε κατηγορία Α, Β και Γ. Από την οπτικοποίηση της πληροφορίας προέκυψε ο παρακάτω χάρτης.



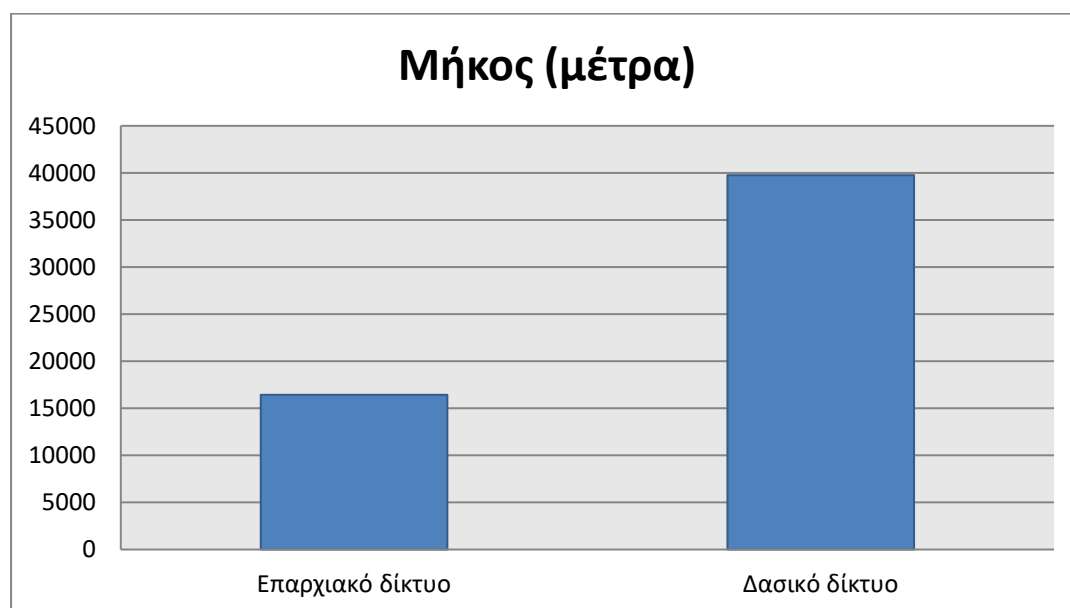
Χάρτης 10: Χάρτης υψομέτρων οδικού δικτύου.

Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε το παρακάτω γράφημα για τις κατηγορίες δασικών δρόμων για υψόμετρο κάτω των 1000 μ. και για τα υψόμετρα άνω των 1000μ. Από το γράφημα 3 παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο μέρος των δασικών δρόμων βρίσκεται σε υψόμετρα κάτω των 1000μ. ενώ μόνο ένα μικρό μέρος δασικού δρόμου κατηγορίας Γ βρίσκεται σε υψόμετρο άνω των 1000μ.



Γράφημα 3: Μήκος δασικών δρόμων ανα κατηγορία υψομέτρου.

Από τον Χάρτη 2 του οδικού δικτύου και την επεξεργασία των δεδομένων με τη βοήθεια του ArcGIS 10.5 προκύπτει το παρακάτω γράφημα στο οποίο απεικονίζονται τα μήκη των κατηγοριών των δρόμων όπως προέκυψαν από την ψηφιοποίηση τους. Από την οπτικοποίηση του κριτηρίου προκύπτει ότι το δασικό οδικό δίκτυο σε σχέση με το επαρχιακό οδικό δίκτυο είναι μεγαλύτερο σε μήκος.

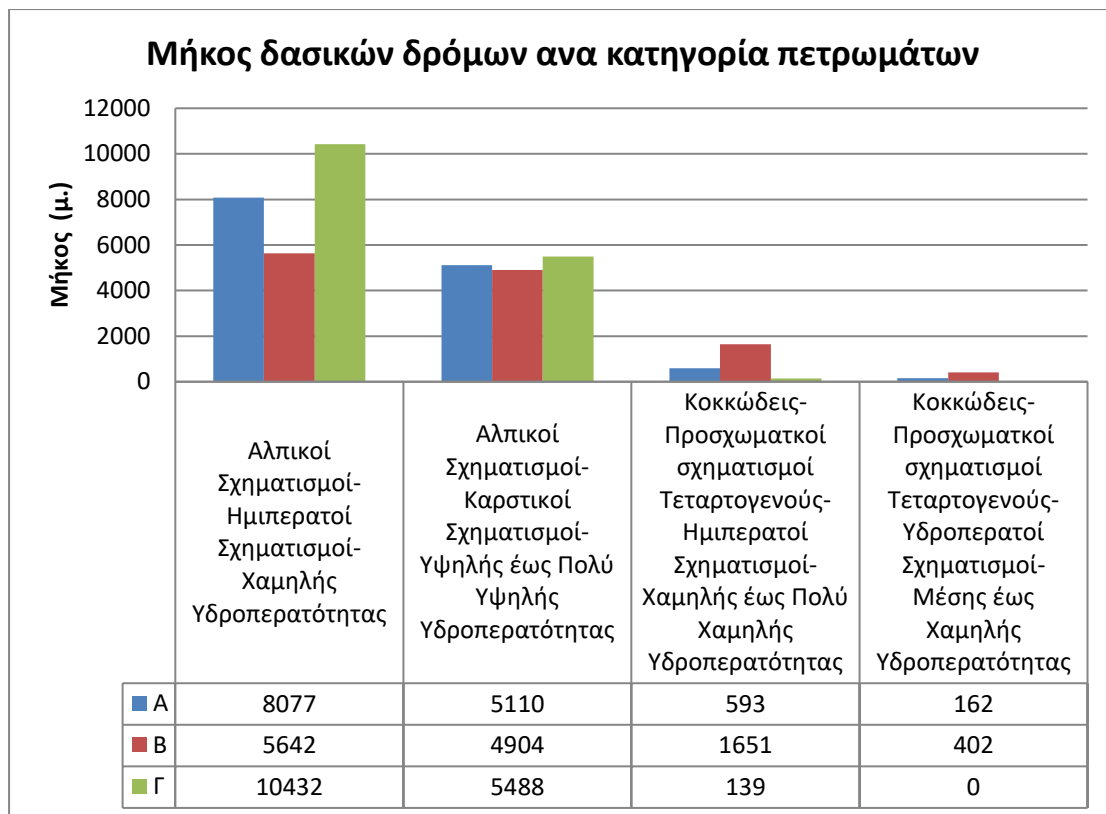


Γράφημα 4: Γράφημα κατηγοριών οδικού δικτύου και μήκους σε μέτρα.



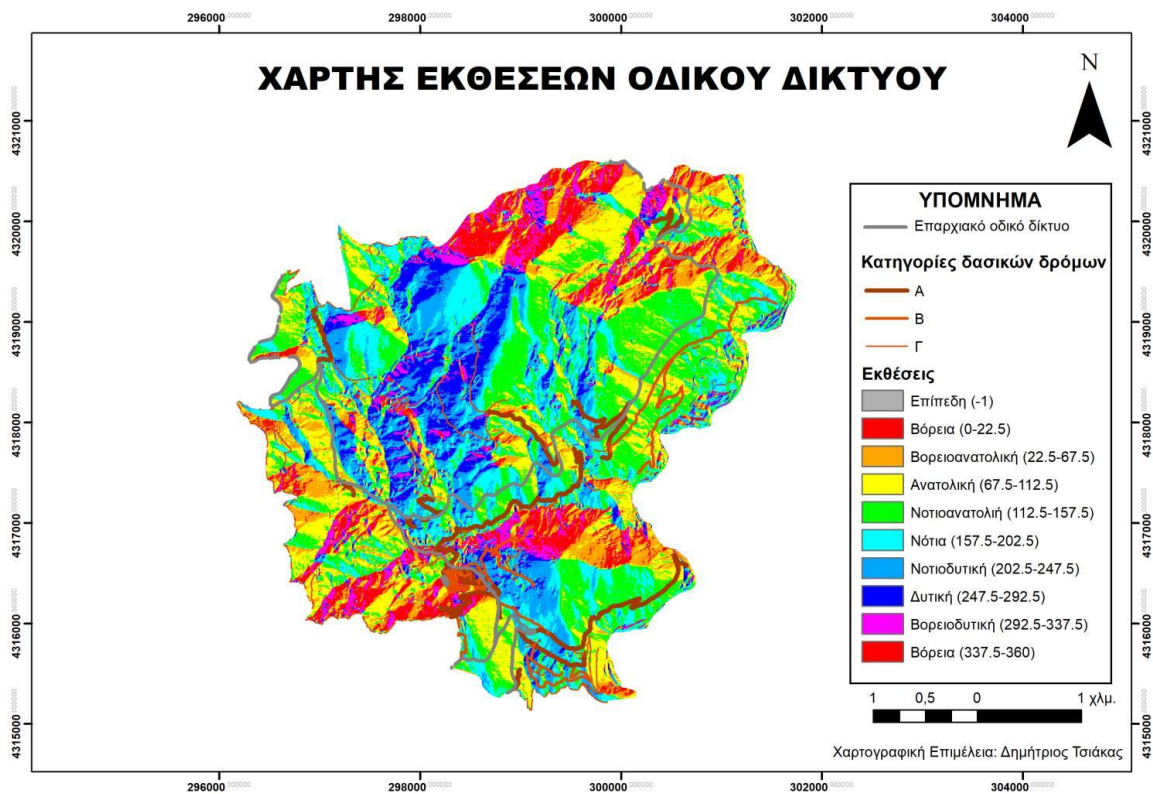
Χάρτης 11: Υδρολιθολογία οδικού δικτύου περιοχής μελέτης

Από την επεξεργασία της υδρολιθολογία της περιοχής μελέτης, όπως αυτή απεικονίζεται στον Χάρτη 11 προκύπτει το παρακάτω γράφημα 5. Από το γράφημα προκύπτει ότι το μεγαλύτερο μέρος του οδικού δικτύου αναπτύσσεται σε Αλπικούς σχηματισμούς χαμηλής υδροπερατότητας.

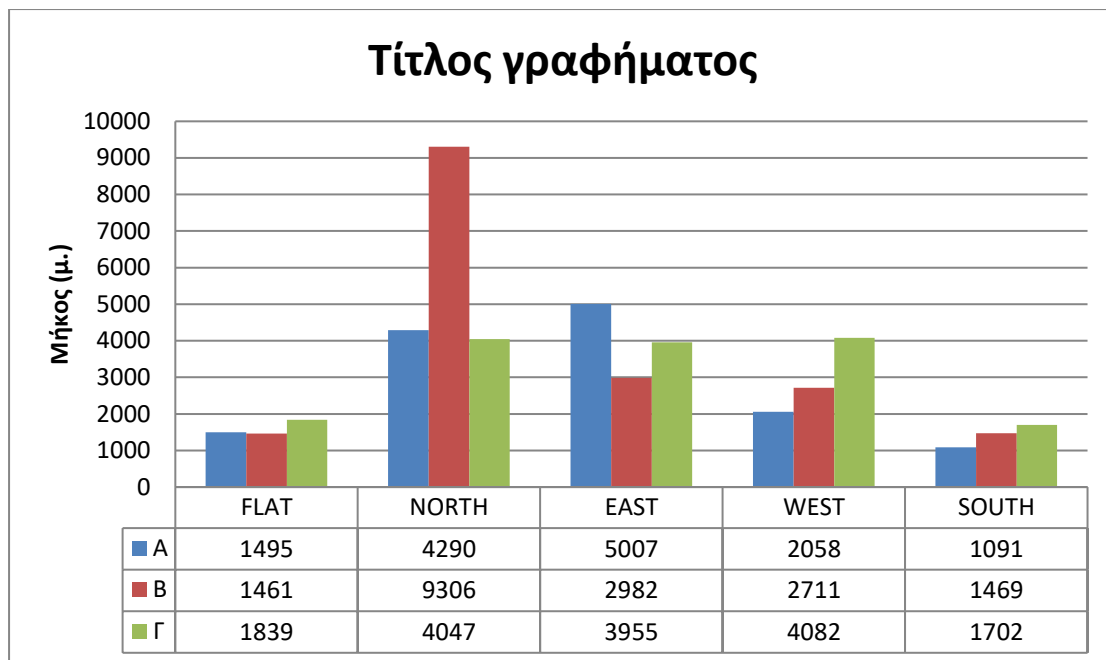


Γράφημα 5: Μήκος δασικών δρόμων ανα κατηγορία πετρωμάτων.

Από την οπτικοποίηση του κριτηρίου του προσανατολισμού των εκθέσεων της περιοχής μελέτης για τις κατηγορίες των δασικών δρόμων προέκυψε το παρακάτω γράφημα 6. Από το γράφημα προκύπτει ότι το μεγαλύτερο μέρος του δασικού δικτύου εκτείνεται σε περιοχές με βόρειο προσανατολισμό.



Χάρτης 12: Χάρτης εκθέσεων οδικού δικτύου



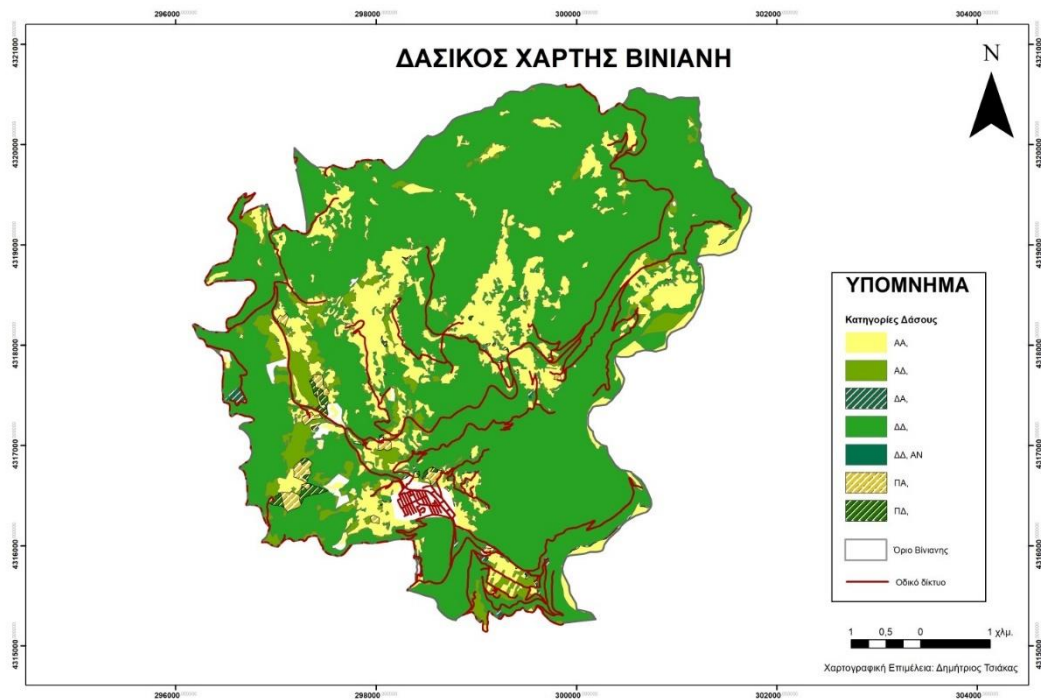
Γράφημα 6: Μήκος οδικού δικτύου ανα κατηγορία έκθεσης για υψόμετρα <1000μ..

Από την οπτικοποίηση του κριτηρίου προέκυψε ότι το μεγαλύτερο μέρος του δασικού οδικού δικτύου εκτείνεται σε υψόμετρα κάτω των 1000 μ. ενώ σε υψόμετρο άνω των 1000μ. ένα πολύ μικρό μέρος της κατηγορίας Γ. Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζεται οι εκθέσεις του δασικού οδικού δικτύου που εκτείνεται σε υψόμετρο άνω των 1000μ.

Πίνακας 6: Μήκος οδικού δικτύου ανα κατηγορία εκθέσεων σε υψόμετρο άνω των 1000μ.

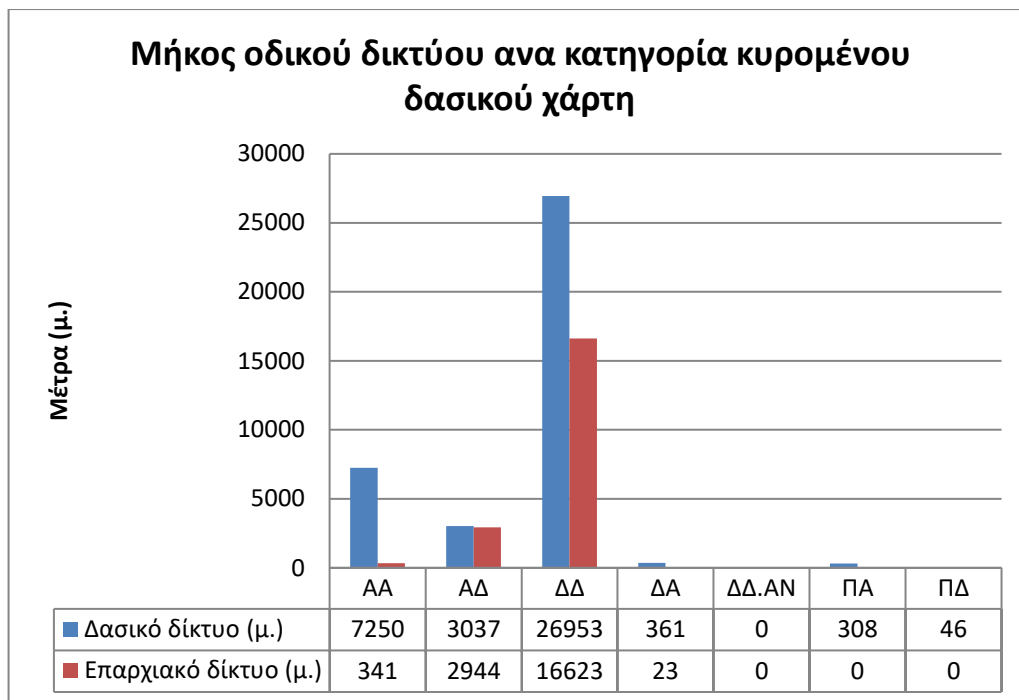
Εκθέσεις σε >1000μ.			
A/A	A (μ.)	B (μ.)	Γ(μ.)
FLAT	0	0	0
NORTH	0	0	0
EAST	0	0	78,65
WEST	0	0	0
SOUTH	0	0	0

Από τον πίνακα 6 προκύπτει ότι μόνο ένα μικρό μέρος του δασικού οδικού δικτύου εκτείνεται σε υψόμετρο άνω των 1000μ. και ο προσανατολισμός του στο σύνολό του είναι ανατολικός.

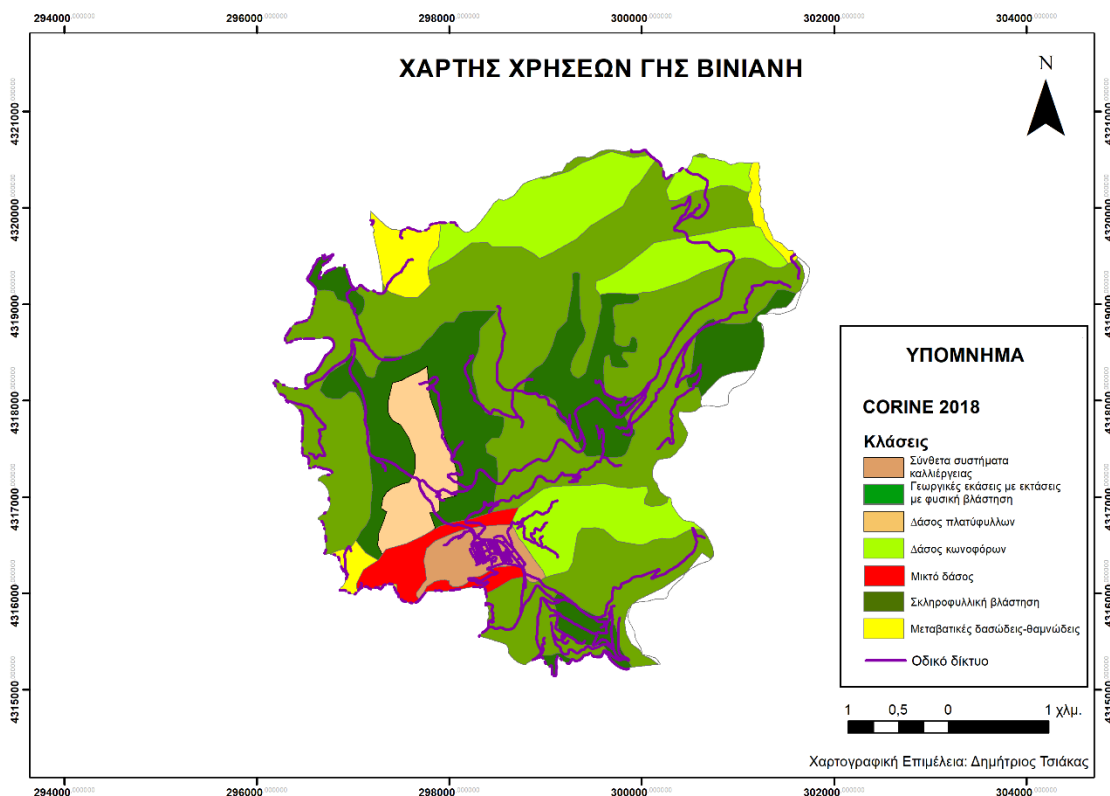


Χάρτης 13: Δασικός χάρτης οδικού δικτύου

Από τον κυρωμένο δασικό χάρτη της περιοχής της Βίνιανης, δημιουργήθηκε ο παραπάνω χάρτης 13. Από την επεξεργασία των δεδομένων του χάρτη προκύπτει το παρακάτω γράφημα. Από το γράφημα 7 προκύπτει ότι το μεγαλύτερο μέρος του οδικού δικτύου εκτείνεται σε Δάσος.

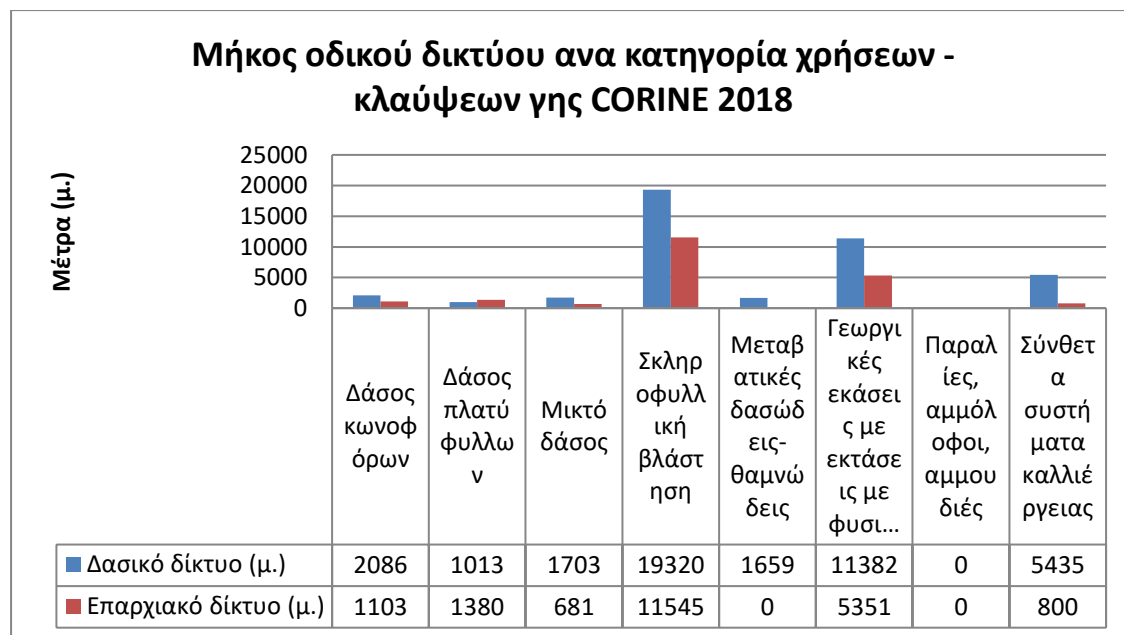


Γράφημα 7: Μήκος οδικού δικτύου ανα κατηγορία κυρωμένου δασικού χάρτη.



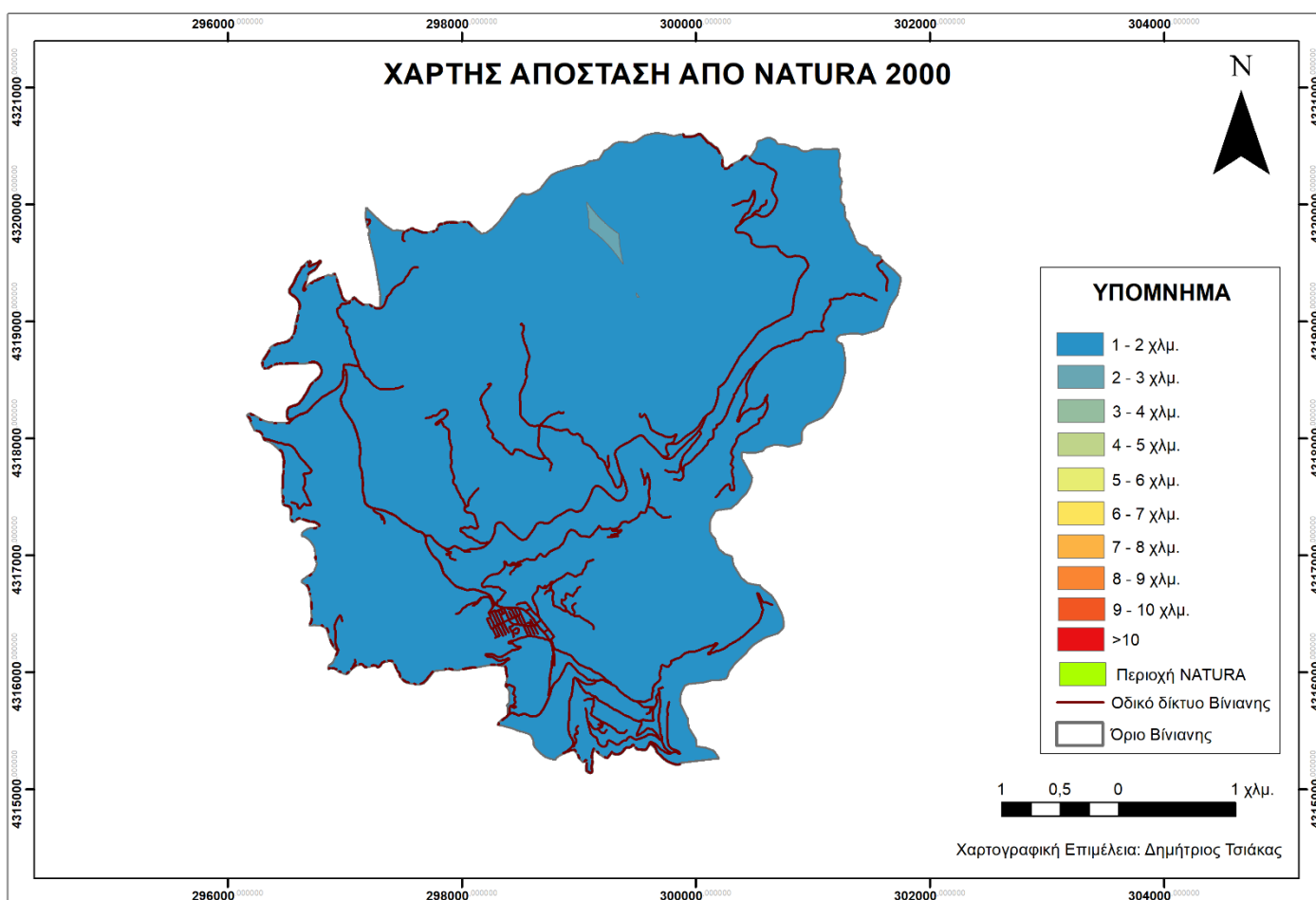
Χάρτης 14: Χάρτης χρήσεων – καλύψεων γης οδικού δικτύου

Από την επεξεργασία των δεδομένων χρήσεων – καλύψεων γης της βάσης του CORINE 2018 προέκυψε ο παραπάνω χάρτης που απεικονίζει τις κατηγορίες χρήσεων – καλύψεων γης της περιοχής μελέτης. Από τον παραπάνω χάρτη προέκυψε το παρακάτω γράφημα. Από το γράφημα προκύπτει ότι το μεγαλύτερο μέρος του οδικού δικτύου εκτείνεται σε Σκληροφυλλική βλάστηση.



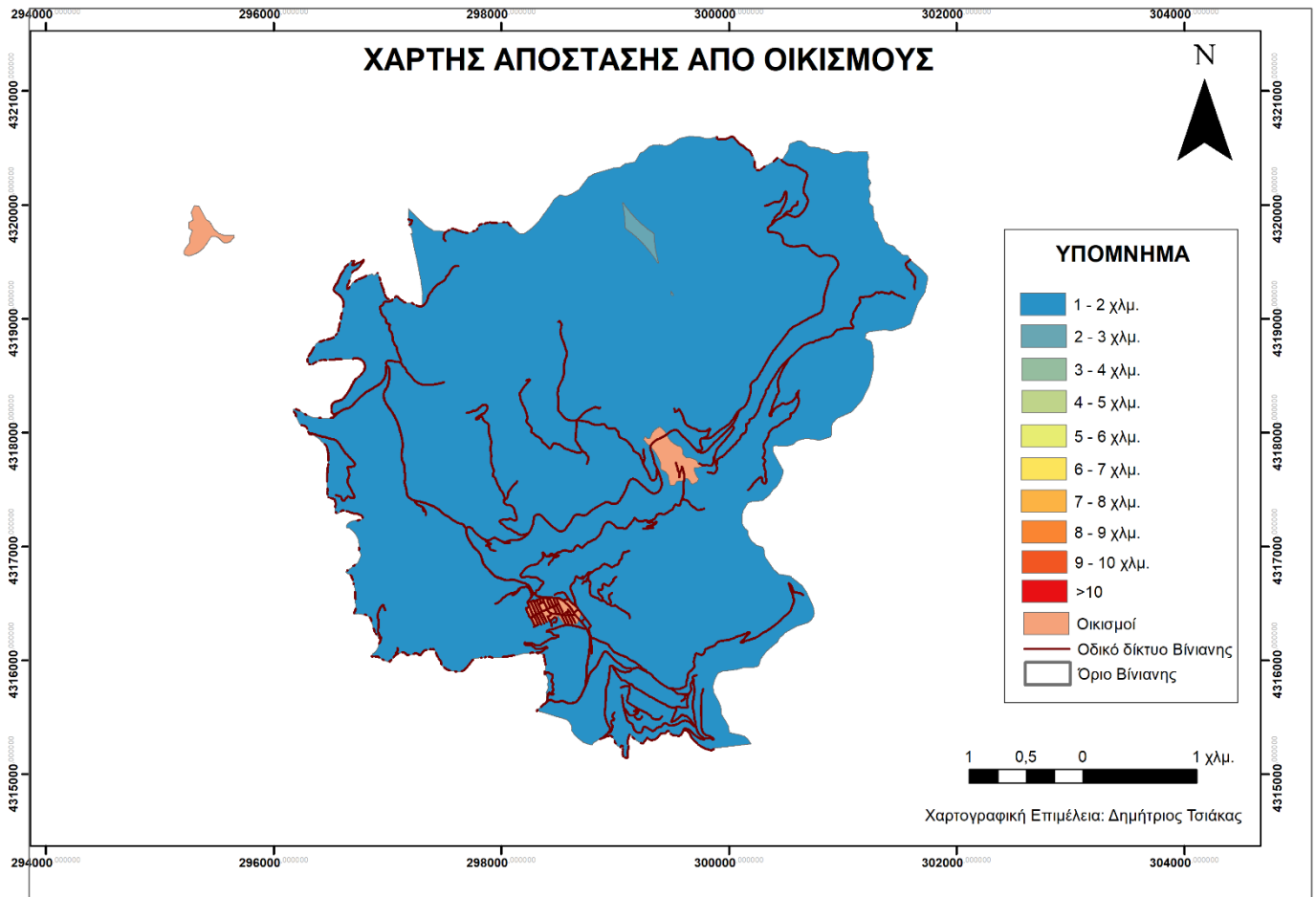
Γράφημα 8: Μήκος οδικού δικτύου ανα κατηγορία χρήσεων – καλύψεων γης CORINE 2018.

Από την οπτικοποίηση του κριτηρίου για την ύπαρξη προστατευόμενη περιοχή του δικτύου NATURA 2000 (Χάρτης 15) προκύπτει ότι στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχει προστατευόμενη περιοχή με αποτέλεσμα το κριτήριο να μην επηρεάζει την περιοχή μελέτης. Έτσι το κριτήριο δεν συμπεριλαμβάνεται στην ανάλυση της έντασης για την περιοχή της Βίνιανης.



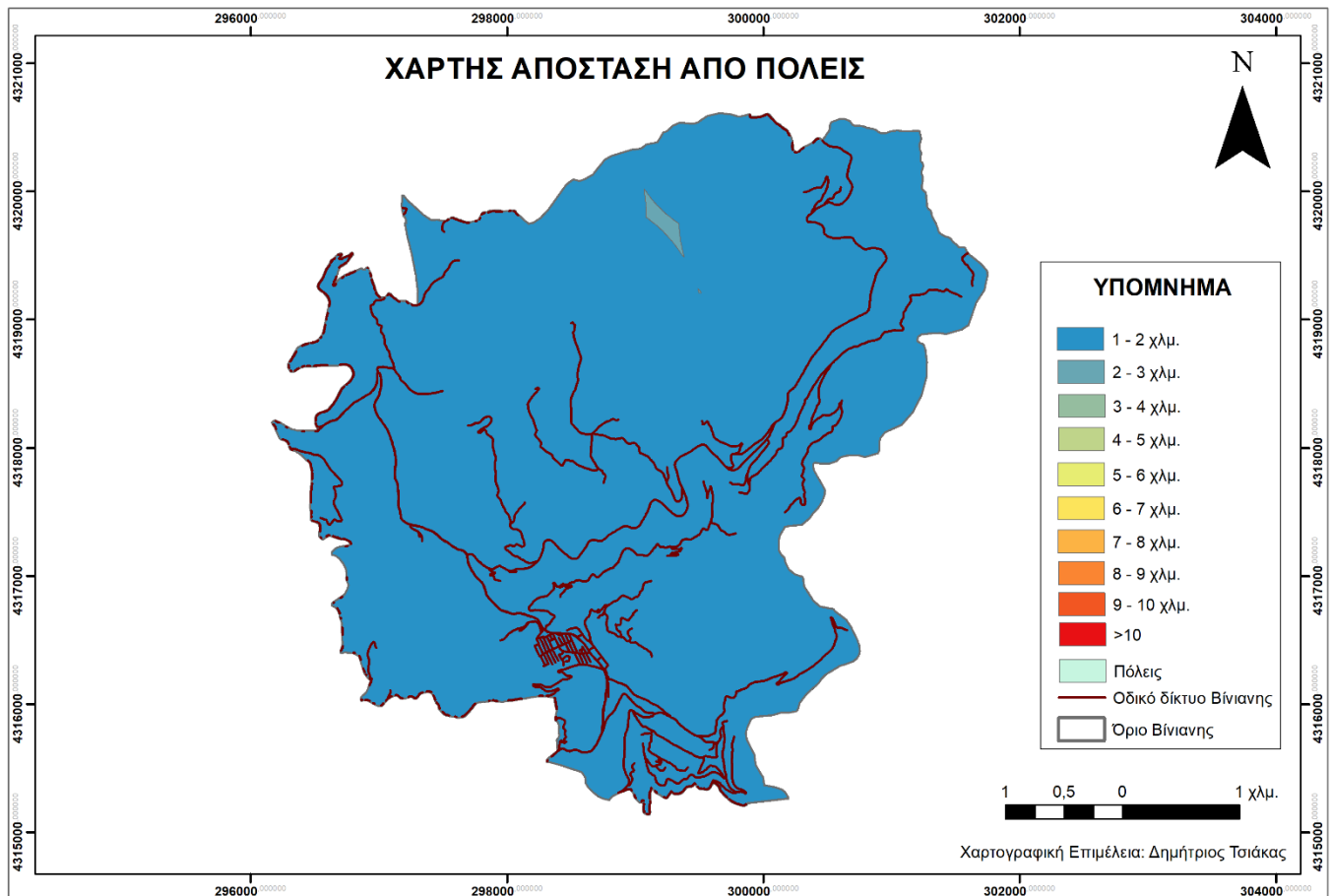
Χάρτης 15: Απόσταση από περιοχές NATURA 2000.

Από τον Χάρτη 16 προκύπτει ότι στην περιοχή μελέτης υπάρχουν οικισμοί οπότε και επηρεάζουν την ένταση της περιοχής μελέτης και το κριτήριο θα συμπεριληφθεί στην ανάλυση.



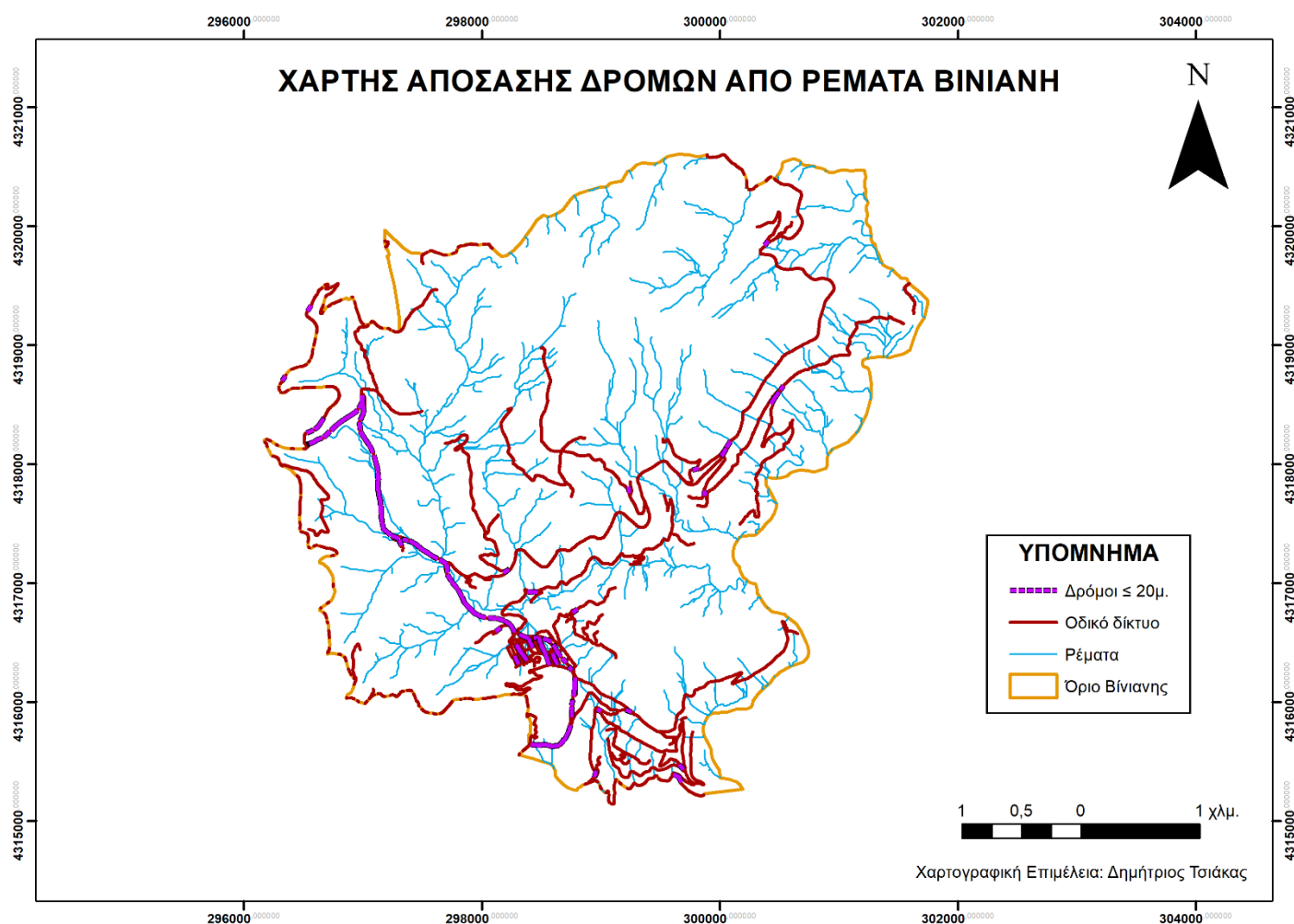
Χάρτης 16: Απόσταση από οικισμούς.

Επίσης από το κριτήριο του Χάρτη 17 προκύπτει ότι στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχει κάποιο μεγάλο αστικό κέντρο που να επηρεάζει την περιοχή. Οπότε το κριτήριο δεν θα συμπεριληφθεί στην ανάλυση της έντασης.



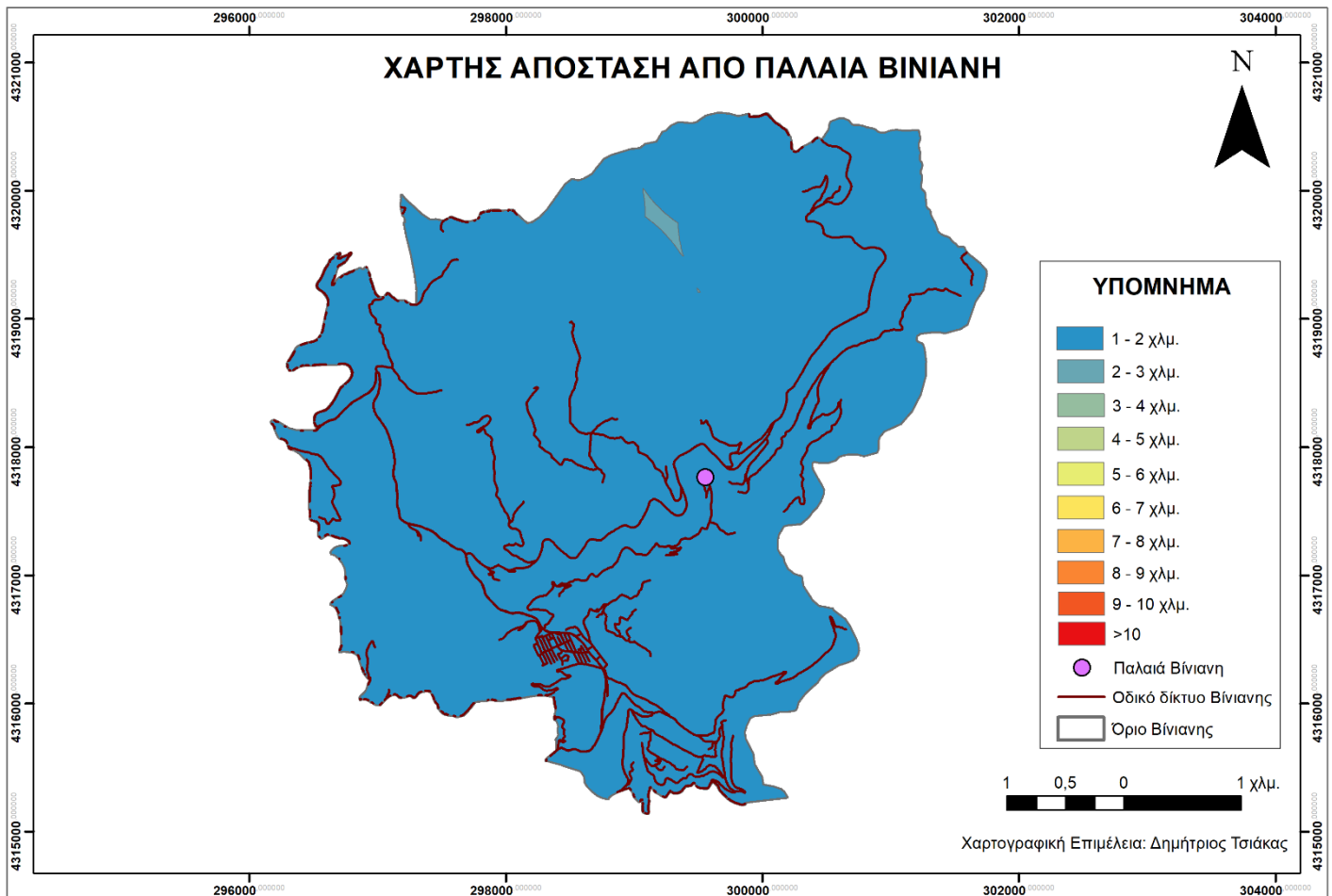
Χάρτης 17: Απόσταση από μεγάλα αστικά κέντρα.

Από τον Χάρτη 18 προκύπτει ότι η περιοχή μελέτης διατρέχεται από ρέματα. Απεικονίζεται ότι μέρος των δρόμων διέρχονται λιγότερο από 20μ. από τις όχθες των ρεμάτων ενώ υπάρχουν και σημεία των δρόμων που απέχουν πάνω από 20μ. από αυτά. Από τον πίνακα 6 προκύπτει ότι το 60% του οδικού δικτύου της περιοχής μελέτης βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 20μ. από ρέματα. Το συγκεκριμένο κριτήριο θα συμπεριληφθεί στην ανάλυση της έντασης με διαφορετική βαθμολογία ανάλογα την απόσταση από τις όχθες των ρεμάτων.



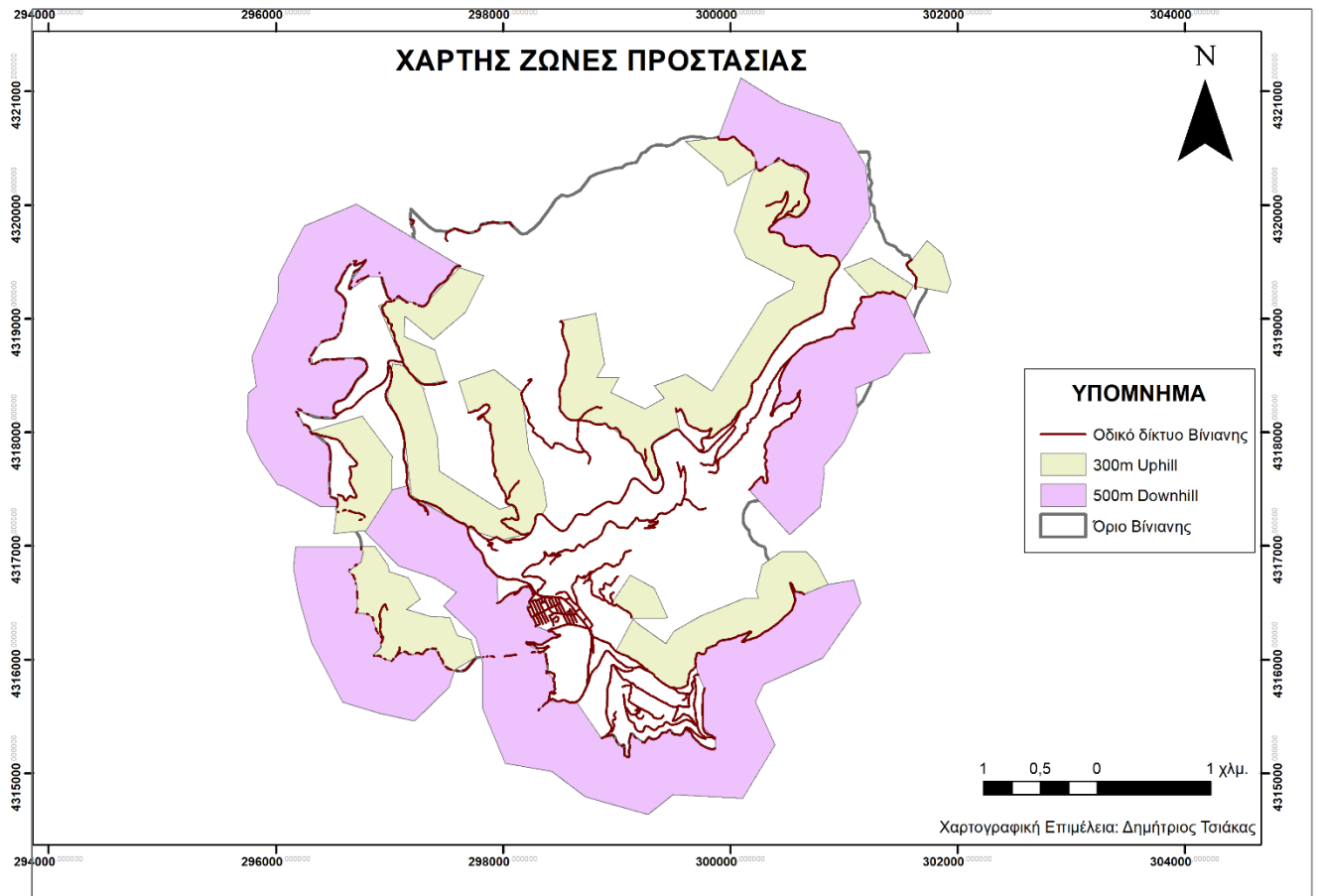
Χάρτης 18: Απόσταση δρόμων από ρέματα.

Από τον Χάρτη 19 προκύπτει ότι στην περιοχή μελέτης υπάρχει αρχαιολογικός χώρος, ο οικισμός της Παλαιάς Βίνιανης. Γι' αυτό το συγκεκριμένο κριτήριο θα χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση της έντασης.



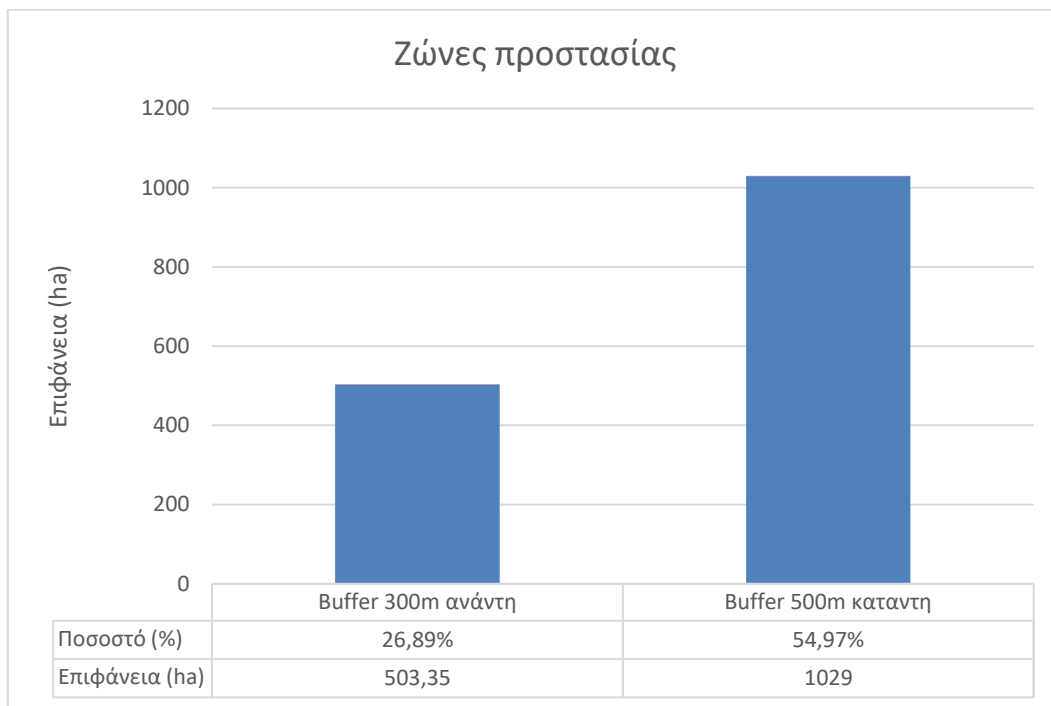
Χάρτης 19: Απόσταση από τον αρχαιολογικό χώρο της Παλαιάς Βίνιανης.

Από τον Χάρτη 20 προκύπτει ότι το 81,86% της συνολική έκτασης της περιοχής μελέτης βρίσκεται σε καθεστώς δασοπροστασίας.



Χάρτης 20: Ζώνες προστασίας.

Καθώς το 26,89% των περιοχών ανάντη των δρόμων και το 54,97% των περιοχών κατάντη των δρόμων (σύμφωνα με τα μεθοδολογία) αποτελούν το ποσοστό διάνοιξης.



Γράφημα 9: Επιφάνειες προστασίας σε 300μ ανάντη και 500μ κατάντη των δρόμων.

Από την επεξεργασία των δεδομένων και την δημιουργία του χάρτη 20 προκύπτει το γράφημα 9. Από το γράφημα προκύπτει ότι συνολικά 1531,35 εκτάρια της περιοχής μελέτης τα οποία αποτελούν το 81,86% της συνολικής έκτασης της περιοχής βρίσκονται σε καθεστώς προστασίας από δασικές πυρκαγιές.

3.1 Υπολογισμός της οδικής πυκνότητας

Από το μήκος των κυρίως δασικών δρόμων και την επιφάνεια των δασικών εκτάσεων για την περιοχή έρευνας μπορούμε να υπολογίσουμε την υπάρχουσα δασική οδική πυκνότητα (m/ha) με τη βοήθεια της σχέσης:

$$F = \frac{L}{D_{\text{υπ}}}$$

όπου

L: μήκος κυρίως δασικών δρόμων σε μέτρα (m),

F: επιφάνεια έκτασης σε εκτάρια (ha).

Με την εφαρμογή του παραπάνω τύπου προκύπτει ότι:

$$D_{\text{υπ}} = 39.751 \text{ m} / 1.871,87 \text{ ha} = 28,65515 \text{ m/ha}$$

Η τιμή αυτή, $D_{\text{υπ}}=28,65515 \text{ m/ha}$, αποτελεί και την επιθυμητή τιμή της δασικής οδικής πυκνότητας για την παρούσα έρευνα. Στον υπολογισμό της τιμής αυτή λαμβάνονται υπόψη οι δασικοί δρόμοι οι οποίοι σχετίζονται άμεσα με την διαχείριση και προστασία του δάσους. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για την προστασία του δάσους όσο και για τη μετακίνηση και μεταφορά ανθρώπων, δυνάμεων και προϊόντων εντός των ορίων αυτού και των δασικών εκτάσεων επίσης.

3.2 Υπολογισμός ποσοστού διάνοιξης και δασοπροστασίας

Στην εκτίμηση του ποσοστού διάνοιξης λαμβάνεται υπόψη ότι οι δασικοί δρόμοι μπορούν να αποτελέσουν και αποτελεσματικές διόδους για την πρόσβαση των πυροσβεστικών οχημάτων και την συμβολή τους στην αντιπυρική προστασία. Αυτό συμβαίνει γιατί από τους δασικούς δρόμους έχουν άμεση πρόσβαση τα πυροσβεστικά οχήματα προς την κατάσβεση των πυρκαγιών. Η Πυροσβεστική Υπηρεσία στην Ελλάδα χρησιμοποιεί σαν πυροσβεστικά οχήματα μικρά φορτηγάκια (οχήματα 4x4) εξοπλισμένα με δεξαμενές νερού, σωληνώσεις και αντλίες που έχουν τη δυνατότητα να παροχετεύουν νερό με πίεση σε απόσταση 300 μέτρα προς τα

ανάντη και 500 μέτρα προς τα κατάντη των δρόμων. Επομένως το ποσοστό διάνοιξης μπορεί να θεωρηθεί και ποσοστό δασοπροστασίας του νησιού λόγω της πρόσβασης των πυροσβεστικών οχημάτων για την πρόληψη και καταστολή των δασικών πυρκαγιών.

Στους δασικούς δρόμους με τη βοήθεια του λογισμικού ArcGIS 10.5 δημιουργήθηκαν ψηφιακά ζώνες (Buffers) πλάτους 300 m προς τα ανάντη και 500 m προς τα κατάντη. Προκύπτει έτσι ο ψηφιακός χάρτης που φαίνεται το ποσοστό διάνοιξης. Από το χάρτη και με τη βοήθεια του λογισμικού ArcGIS 10.5, μπορώ να υπολογίσω την επιφάνεια του ποσοστού διάνοιξης για τη περιοχή έρευνας.

Πίνακας 7: Ποσοστό διάνοιξης για την περιοχή της Βίνιανης.

Περιγραφή	Επιφάνεια (εκτάρια)	Ποσοστό (%)
Βίνιανη	1871,87	100
Buffer 300m ανάντη	503,35	26,8902
Buffer 500m κατάντη	1029	54,9718
Sum (Buffers)	1532,35	81,862

Από τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 7) προκύπτει ότι το ποσοστό διάνοιξης στην περιοχή της Βίνιανης είναι $E=81,86\%$.

3.3 Οδική πυκνότητα – απόσταση και ποσοστό δασοπροστασίας

Η οδική πυκνότητα για την περιοχή της Βίνιανης για τους κυρίως δασικούς, εκτιμήθηκε ότι είναι $D_{\text{υπ}}=28,65 \text{ m/ha}$. Ενώ το ποσοστό διάνοιξης εκτιμήθηκε ότι ανέρχεται στο $E=81,86\%$. Αυτό αποτελεί και το ποσοστό δασοπροστασίας λόγω της πρόσβασης των πυροσβεστικών οχημάτων για την πρόληψη και καταστολή των δασικών πυρκαγιών. Επομένως η υπέρβαση από τις τιμές $D=12,5-15 \text{ m/ha}$, είναι:

$$28,65 - 12,5 = 16,15 \text{ m/ha}$$

$$28,65 - 15 = 13,65 \text{ m/ha}$$

Άρα το ποσοστό της υπέρβασης είναι:

$$100 * 16,15 / 28,65 = 56,36998 \%$$

$$100 * 13,65 / 28,65 = 47,6439 \%$$

Ο μέσος όρος είναι:

$$56,36998 + 47,6439 / 2 = 52,0069 \%$$

Το ποσοστό μείωσης από το ποσοστό δασοπροστασίας που είναι μικρότερο από το 85%, είναι $85 - 81,86 = 3,14\%$. Συνολικά, λοιπόν έχουμε $52,0069 - 3,14 = 48,86\%$.

Επομένως το ποσοστό αυτό βαθμολογείται αθροιστικά ως ποσοστό μείωσης του άριστα 100. Έτσι η τιμή του κριτηρίου εκτιμήθηκε ότι είναι $100 - 48,86 = 51,14\%$. Οπότε προκύπτει πως ο συντελεστής βαρύτητας είναι 3.

3.4 Θέση δασικών δρόμων

Οι δασικοί δρόμοι πρέπει να έχουν αρκετή απόσταση από τα ρέματα ώστε να μην επηρεάζεται το δασικό οικοσύστημα. Για την εκτίμηση της απόστασης των δασικών δρόμων από τα ρέματα δημιουργήθηκε ο αντίστοιχος χάρτης μέσω του GIS. Στο μοντέλο τα στοιχεία που χρειάζεται να γίνει εισαγωγή για να ξεκινήσει η δημιουργία του χάρτη είναι:

α) το δίκτυο των ρεμάτων (polylines features) και

β) το δίκτυο των δασικών δρόμων (polylines features).

Στο αρχείο των δρόμων με την χρήση του εργαλείου Euclidean Distance υπολογίζω τη μέγιστη απόσταση 20m από τους δρόμους. Τελικά το ποσοστό των δασικών δρόμων που χαράσσονται σε απόσταση από τα ρέματα μικρότερη από 20 m, βαθμολογείται όπως δίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 8: Βαθμολόγηση κριτηρίου απόστασης δασικών δρόμων από ρέματα

Απόσταση από ρέμα (m)	Μήκος δασικών δρόμων (m)	Ποσοστό δρόμων (%)
>= 20	23919	60,17
< 20	15832	39,83
Σύνολο	39751	100

Η τιμή του κριτηρίου που σχετίζεται με την απόσταση των δασικών δρόμων από τα ρέματα εκτιμήθηκε όπως δίνεται στον παραπάνω πίνακα ότι: $100 - 39,8279 = 60,1721$, Συντελεστής βαρύτητας 3.

3.5 Αποτελέσματα εφαρμογής της μεθόδου MCE για την εκτίμηση των Δασοκομικών, Τοπογραφικών και Κοινωνικών Κριτηρίων

3.5.1 Δασοκομικά κριτήρια

Από τον ψηφιακό δασικό χάρτη προέκυψε ότι η περιοχή μελέτης καλύπτεται από: α) 99,3451% δάσος, β) 0,6549% δασική έκταση και γ) 0% γυμνή έκταση. Στον παρακάτω πίνακα δίνεται αναλυτικά η περιγραφή των κατηγοριών, η έκταση τους και η εκτίμηση της τιμής του κριτηρίου. Επομένως η εκτίμηση του κριτηρίου είναι $99,3451*1 + 0,6549*0,5 + 0*0,15 = 99,67255\%$. Επομένως ο συντελεστής βαρύτητας είναι 3.

Πίνακας 9: Εκτίμηση κριτηρίου χρήσεων-καλύψεων γης

Χρήσεις γης	Έκταση (ha)	Ποσοστό έκτασης	Απορρόφηση	Τελική βαθμολογία
Δάσος	1371,36	99,3451	100	99,3451
Δασική έκταση	9,04	0,6549	50	0,32745
Άγωνα	0	0	15	0
Σύνολο	1380,4	100		99,67255

Αντίστοιχα προέκυψε ότι η συγκεκριμένη περιοχή καλύπτεται από 0,7287% από μικτή βλάστηση, 0,7465% πλατύφυλλα και 98,5248% από κωνοφόρα, όπως δίνεται και στον παρακάτω πίνακα. Επομένως η εκτίμηση του κριτηρίου είναι:

$$0,7287*1 + 0,7465*0,75 + 98,5248*0,65 = 65,329695\%.$$

Άρα ο συντελεστής βαρύτητας είναι 3.

Πίνακας 10: Εκτίμηση κριτηρίου κατηγορίας βλάστησης

Κατηγορία βλάστησης	Έκταση (ha)	Ποσοστό έκτασης (%)	Απορρόφηση	Τελική βαθμολογία
Μικτά	81,23	0,7287	100	0,7287
Πλατύφυλλα	83,21	0,7465	75	0,559875
Κωνοφόρα	10982,29	98,5248	65	64,04112
Σύνολο	11146,73			65,329695

3.5.2 Τοπογραφικά κριτήρια

Για την εκτίμηση των τιμών αυτών δημιουργηθήκαν χάρτες εκθέσεων και υψομέτρων με τη βοήθεια του λογισμικού ArcGIS 10.5 και χρησιμοποιώντας το ψηφιακό μοντέλο εδάφους DEM της περιοχής μελέτης.

A. Η εκτίμηση της τιμής του κριτηρίου που αφορά την έκθεση του εδάφους για τις δυο κατηγορίες υψομέτρων (<1000 m και \geq 1000 m) πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού ArcGIS 10.5.

Για τη δημιουργία του χάρτη των εκθέσεων της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκε το αρχείο DEM. Έπειτα με την εντολή Reclassify δημιουργούνται δυο κλάσεις υψομέτρων α) από 0-999,99 m και β) 999,99-1079 m. Στη συνέχεια δημιουργούνται από το αρχείο DEM οι 5 κλάσεις εκθέσεων (Flat, North, East, West και South) για το έδαφος με τη βοήθεια πάλι της εντολής Reclassify. Κατόπιν διαχωρίζονται τις κλάσεις των εκθέσεων για κάθε κλάση υψομέτρων αντίστοιχα. Τελικά δημιουργούνται δυο αρχεία όπου υπολογίζονται οι εκτάσεις τους για κάθε κλάση υψομέτρων.

Η εκτίμηση των εκτάσεων για κάθε μια από τις πέντε κλάσεις εκθέσεων για τις δυο κλάσεις υψομέτρων δίνεται χωριστά στους πίνακες 10 και 11 αντίστοιχα.

Πίνακας 11: Εκτίμηση εκθέσεων εδάφους για υψόμετρα >1000m.

Έκθεση για υψόμετρα >1000m	Έκταση (Ha)	Ποσοστό έκτασης (%)	Απορρόφηση	Τελική βαθμολογία
FLAT	5,8296	12,0959		
NORTH	9,7381	20,2056	100	20,2056
EAST	11,1354	23,1049	75	17,328675
WEST	11,2566	23,3564	75	17,5173
SOUTH	10,2353	21,2373	50	10,61865
Σύνολο	48,195			65,670225

Η εκτίμηση της τιμής του κριτηρίου που αφορά την έκθεση του εδάφους για υψόμετρα μεγαλύτερα από 1000 m ανέρχεται σε 65,670225%.

Πίνακας 12: Εκτίμηση εκθέσεων εδάφους για υψόμετρα <1000m.

Έκθεση για υψόμετρα < 1000m	Έκταση (Ha)	Ποσοστό έκτασης (%)	Απορρόφηση	Τελική βαθμολογία
FLAT	289,4234	15,8759		
NORTH	535,3015	29,3632	100	29,3632
EAST	463,7892	25,4405	75	19,080375
WEST	336,9601	18,4835	75	13,862625
SOUTH	197,5583	10,8368	50	5,4184
Σύνολο	1.823,03			67,7246

Η εκτίμηση της τιμής του κριτηρίου που αφορά την έκθεση του εδάφους για υψόμετρα μικρότερα από 1000 m ανέρχεται σε 67,7246%. Επομένως για την τελική εκτίμηση του κριτηρίου λαμβάνεται υπόψη ο μέσος όρος:

$$M.O. = (65,670225 + 67,7246) / 2 = 66,74125\% , \text{ Συντελεστής βαρύτητας } 2$$

Β. Το είδος του ανάγλυφου της περιοχής μελέτης χαρακτηρίστηκε ως «Ποικίλο» και η τιμή του κριτηρίου εκτιμήθηκε στο 50%. Συντελεστής βαρύτητας 2

Γ. Το κριτήριο των κλίσεων δεν συμπεριλήφθηκε στην ανάλυση καθώς τα δεδομένα που προέκυψαν δεν συμβάδιζαν με της προδιαγραφές της μελέτης.

3.5.3 Κοινωνικά κριτήρια

1. Σιδηροδρομική γραμμή που να διασχίζει τη περιοχή μελέτης δεν υπάρχει, επομένως το κριτήριο δεν βαθμολογείται
2. Παρακείμενη μεγάλη πόλη στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχει. Άρα δεν βαθμολογείται το κριτήριο
3. Ευρωπαϊκό μονοπάτι υπάρχει στη περιοχή μελέτης επομένως το κριτήριο βαθμολογείται και η τιμή του εκτιμάται ότι ανέρχεται στο 25%. Συντελεστής βαρύτητας 1
4. Στη περιοχή μελέτης δεν υπάρχει λίμνη ή ποταμός. Άρα το κριτήριο δεν βαθμολογείται
5. Η περιοχή μελέτης δεν αποτελεί Τουριστικό θέρετρο. Οπότε δεν βαθμολογείται το κριτήριο.
6. Στη περιοχή μελέτης δεν υπάρχει το επαρχιακό δίκτυο που συνδέει τους διαφόρους οικισμούς της περιοχής μελέτης. Το υπάρχον επαρχιακό δίκτυο συνδέει έναν οικισμό της περιοχής μελέτης με άλλους οικισμούς εκτός αυτής. Οπότε το κριτήριο δεν βαθμολογείται.
7. Στη περιοχή μελέτης υπάρχουν παρακείμενα χωριά. Ο συνολικός πληθυσμός των δεκτών που δέχονται την επίδραση από την κατασκευή των δασικών δρόμων εκτιμήθηκε ότι ανέρχεται σε 40%. Συντελεστής βαρύτητας 1.
8. Αρχαιολογικός χώρος υπάρχει στην περιοχή της Παλιάς Βίνιανης. Επομένως η τιμή του κριτηρίου αυτού εκτιμήθηκε ότι ανέρχεται σε 40%. Συντελεστής βαρύτητας 1.

Στον παρακάτω πίνακα δίνεται συνοπτικά το ποσοστό των κριτηρίων της έντασης καθώς και η αντίστοιχη τιμή ΣΕ=61,44%.

Πίνακας 13: Εκτίμηση των κριτηρίων της έντασης.

Ένταση				
A/A	Κριτήρια	Βαθμός	Βαρύτητα	Σύνολο
1	Οδική πυκνότητα - απόσταση	51,14	3	153,42
2	Θέση δασικών δρόμων			
2.1	Απόσταση δρόμων από ρέματα	60,1721	3	180,5163
3	Δασοπονικά κριτήρια			
3.1	Είδος κάλυψης	99,6726	3	299,0177
3.2	Δασοπονικό είδος	65,3297	3	195,9891
4	Τοπογραφικά κριτήρια			
4.1	Έκθεση	66,7413	2	133,4825
4.2	Ανάγλυφο	50	2	100
5	Κοινωνικά κριτήρια			
5.1	Τουριστικό θέρετρο	-	-	-
5.2	Εθνικό οδικό δίκτυο	-	-	-
5.3	Σιδηροδρομικό δίκτυο	-	-	-
5.4	Αρχαιολογικός χώρος	40	1	40
5.5	Παρακείμενη μεγάλη πόλη	-	-	-
5.6	Παρακείμενο χωριό	40	1	40
5.7	Ευρωπαϊκό μονοπάτι	25	1	25
5.8	Λίμνη ή Ποταμός	-	-	-
	Σύνολο		19	1167,4256
	Μέση τιμή ΣΕ=Σ(Ε*ΒΕ)/ΣΒΕ			1167,4256/19=61,4434%

Κεφάλαιο 4. Συζήτηση

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ανάπτυξη και η εφαρμογή της μεθόδου αξιολόγησης της χωρικής διάταξης του δασικού οδικού δικτύου της περιοχής της Βίνιανης και των περιβαλλοντικών του επιπτώσεων που προκαλούνται στο φυσικό περιβάλλον έγινε με τη χρήση των Πολλαπλών Κριτηρίων Εκτίμησης (Multi-Criteria Evaluation, MCE).

Για την εφαρμογή της μεθόδου, σημαντικό ρόλο έπαιξε και η χρήση της χαρτογράφησης και της επεξεργασίας γεωχωρικών δεδομένων της περιοχής με τη βοήθεια των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των δεδομένων ήταν το ArcGIS 10.5.

Από την παραγωγή της χαρτογραφικής πληροφορίας προκύπτει ότι η περιοχή μελέτης είναι μία δασώδης περιοχή στο μεγαλύτερο μέρος της έκτασης της με την κύρια βλάστηση να αποτελείται από κωνοφόρα. Επίσης παρατηρούμε ότι το δασικό οδικό δίκτυο στην περιοχή μελέτης είναι αρκετά μεγαλύτερο σε μήκος από επαρχιακό οδικό δίκτυο.

Ο σχεδιασμός των δασικών οδικών δικτύων αποτελεί ένα δύσκολο έργο. Ωστόσο με τη βοήθεια της όλο και πιο βελτιωμένης ακρίβειας των σύγχρονων τεχνολογιών όπως τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους, οι δορυφορικές εικόνες και τα GIS, οδηγούμαστε σε βελτιστοποίηση του σχεδιασμού και της κατασκευής του.

Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στα κλασσικά μοντέλα διάνοιξης είναι δύσκολο να αποτιμηθεί διότι αυτά βασίζονται σε οικονομικά μεγέθη στα πλαίσια των γνωστών μεθόδων λήψης αποφάσεων. Έτσι με τη χρήση της πολυκριτηριακής εκτίμησης (MCE) των δασικών οδικών δικτύων εφαρμόζεται μια μέθοδος αξιολόγησης της χωρικής μεταβλητότητας των δασικών δρόμων.

Κατά την ανάπτυξη της μεθόδου δόθηκε έμφαση στην εκτίμηση των πολλαπλών κριτηρίων της έντασης της επίδρασης που προκαλείται από τους δασικούς δρόμους στο δασικό οικοσύστημα.

Σε κάθε κριτήριο της έντασης θεωρήθηκε σαν βέλτιστη τιμή (τιμή στην οποία το κριτήριο δεν έχει επιπτώσεις ή έχει τις λιγότερες δυνατές επιπτώσεις) η τιμή του 100%. Οποιαδήποτε απόκλιση από την τιμή αυτή, επιβαρύνει το κριτήριο με μείωση της τιμής. Στις περιπτώσεις αυτές βαθμολογούνται με 25% όταν οι δείκτες είναι πολλοί, με 50% λίγοι και 100% καθόλου. Επίσης η σημαντικότητα των κριτηρίων

εκτίμησης της έντασης, βαθμολογείται με αριθμούς 1=λίγη, 2=μέτρια και 3=μεγάλη βαρύτητα (σημαντικότητα).

Έτσι με την ανάπτυξη και την εφαρμογή της μεθόδου της πολυκριτηριακής αξιολόγησης (MCE) του βέλτιστου δασικού οδικού δικτύου και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούνται από αυτό και πραγματοποιείται μέσω της εκτίμησης των κριτηρίων της έντασης δημιουργείται ένα καινοτόμο εργαλείο, με σημαντικό ρόλο στην επιλογή της βέλτιστης λύσης (δασοκομικά, χωρικά, οικονομικά, δασοτεχνικά, τοπογραφικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά) κατά τη φάση του σχεδιασμού των δασικών δρόμων.

Η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας αυτής μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση της χωρικής διάταξης των ήδη υπαρχόντων δασικών δρόμων, όπως είναι το δασικό οδικό δίκτυο της περιοχής της Βίνιανης, ενώ παράλληλα να εκτιμηθούν οι περιβαλλοντικές του επιπτώσεις. Έτσι αξιολογούνται δασοτεχνικά, χωρικά κριτήρια που περιλαμβάνουν και δασοκομικά, τοπογραφικά και κοινωνικά κριτήρια.

Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα

Από την εφαρμογή της μεθόδου για το δασικό οδικό δίκτυο της περιοχής της Βίνιανης προκύπτει ότι το μήκος των κύριων δασικών δρόμων είναι περίπου 39.751 m. Ενώ η οδική του πυκνότητα ανέρχεται σε $D=28,65515$ m/ha. Προκύπτει λοιπόν ότι το μήκος των δασικών δρόμων είναι μικρό και αυτό προκύπτει και για την δασική οδική πυκνότητα. Ακόμη εκτιμήθηκε το ποσοστό διάνοιξης της περιοχής της Βίνιανης, το οποίο ανέρχεται σε $E=81,86\%$ και κρίνεται ως ασυνήθιστα ευνοϊκό.

Ακόμη από την τιμή της εκτίμησης της έντασης των επιπτώσεων που προκαλούν οι δρόμοι ($\Sigma E=61,4434\%$), συμπεραίνουμε ότι δεν τηρήθηκαν οι αρχές της βέλτιστης χωρικής διάταξης των δρόμων ($\Sigma E > 50$ άρα δεκτή κατασκευή χωρίς όρους) και ότι τελικά οι επιπτώσεις τους επιβαρύνουν το φυσικό περιβάλλον της περιοχής της Βίνιανης.

Όπως αναφέρθηκε το μήκος των δασικών δρόμων είναι μικρό. Στα νότια της περιοχής μελέτης εμφανίζεται πυκνότερο σε σχέση με το βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης. Επίσης το βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης εμφανίζει και τα μεγαλύτερα υψόμετρα από τα οποία λείπουν οι δασικοί δρόμοι με αποτέλεσμα να θέτονται θέματα πυροπροστασίας στην περιοχή. Καθώς σε περίπτωση πυρκαγιάς θα υπάρξει καθυστέρηση στην προσέγγιση των πυροσβεστικών δυνάμεων σε κάποια σημεία ή την μη προσέγγιση τους στο σημείο.

Η παρούσα μελέτη θα μπορούσε να αποτελέσει έναυσμα για μελλοντική έρευνα για την αξιοποίηση της βιομάζας της ευρύτερης περιοχής της Βίνιανης. Επίσης το υπάρχον δασικό οδικό δίκτυο δεν γνωρίζουμε σε τι κατάσταση βρίσκεται. Σε περίπτωση που κληθούν οι αρμόδιες υπηρεσίες να καταστείλουν ένα συμβάν πυρκαγιάς στην περιοχή θα πρέπει να γνωρίζουν την κατάσταση του οδικού δικτύου στην περιοχή αλλά και το πλάτος των δασικών δρόμων. Για αυτό το λόγο θα πρέπει να γίνεται συντήρηση του οδικού δικτύου, με προτεραιότητα στις επικίνδυνες περιοχές, κατά την προ-αντιπυρική περίοδο, για την αντιμετώπιση τυχόν κατολισθήσεων, διαβρώσεων, πτώσεων δέντρων κλπ.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αποστολίδης, Εμμ. (2005). «Έκθεση τεχνικογεωλογικής εξέτασης σε περιοχή του Δ.Δ. Δάφνης Δήμου Βίνιανης». Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ). 2 Ελευθερίου, Αντ., Μουγιάρης, Ν. (1981). «Εκθέσεις γεωτεχνικής ερεύνης σε οικισμούς του Νομού Ευρυτανίας». Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ). 3 Τοπογραφικό Φύλλο Γ.Υ.Σ. κλίμακα 1:50.000 «Φραγγίστας»

Γιαννούλας, Β., (2001). Διάνοιξη Δάσους με σύγχρονα μέσα- Τεχνοοικονομικές, Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις, Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.

Γιαννούλας, Β., Στεργιάδου, Α., Δρόσος, Β., 2007. Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε δασικούς δρόμους του Μετσόβου. Εκδότης Δ. Ρόκος, Η ολοκληρωμένη ανάπτυξη της Ηπείρου, Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας ΜΕ.Κ.Δ.Ε του Ε.Μ.Π. Ίδρυμα ανάπτυξης του ΜΕ.Κ.Δ.Ε του Ε.Μ.Π., Αθήνα, Τόμος Β', σελ. 534-551.

Γιαννούλας, Β., Δρόσος, Β., Δούκας, Κ., 2004. Αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε δασικούς δρόμους του πανεπιστημιακού δάσους Πετρουλίου (Περιοχή Μπράικου). Δημοσιεύθηκε στην Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τόμος ΜΒ/1 αφιέρωμα προς τιμή του ομότιμου καθηγητή κ. Δ. Κωτούλα, Θεσσαλονίκη, σελ. 549-566.

Δούκας, Κ., (2004). Δασικές Κατασκευές και Φυσικό Περιβάλλον. Εκδόσεις Γιαχούδη, σελ. 269-311, Θεσσαλονίκη.

Δούκας Γ., Στεργιάδου Α., Δρόσος Β. (2017). Αποτίμηση Συμβατότητας Δασικού δρόμου με το Περιβάλλον σε προστατευόμενα δάση, με χρήση σύγχρονων οργάνων.

Δούκας, Α.Κ. και Δρόσος, Β.Κ., 2013. Δασική Οδοποιία και Φυσικό Περιβάλλον. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, σελ. 414.

Δούκας, Κ., 2004. Δασικές Κατασκευές και Φυσικό Περιβάλλον. Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη, σελ. 408.

Δρόσος, Β.Κ., Καραγιάννης Ε. και Δούκας Α.Κ., 2014. Διάνοιξη Δάσους – Μεταφορά Δασικών Προϊόντων. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, σελ. 1004.

Ερευνητική ομάδα ΕΜΠ, (2023), «Η Βίνιανη των Αγράφων: Ιστορία της οικιστικής εξέλιξης και της αρχιτεκτονικής του οικισμού», Τεύχος 1 Ιστορική Τεκμηρίωση, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Ζαροδήμος, Γ. (2021). Τα οικωνύμια του Δήμου Αγράφων Ευρυτανίας. Αθήνα

Καλούδης, Σ., (2014), Χωρική κατανομή της βλάστησης στο Ευρυτανικό Τοπίο. Πρακτικά ημερίδας «Περιβάλλον και σύγχρονες προκλήσεις –Παγκόσμια ημέρα Περιβάλλοντος 2014» Καρπενήσι 2014 σελ. 13-25.

Καμπούρης, Α., Γιαννούλας, Β., Δούκας, Κ., 2004. Εκτίμηση και αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων στη χωροθέτηση των οδικών έργων σε Δασικά Οικοσυστήματα. Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου με θέμα «Σύγχρονα Περιβαλλοντικά Θέματα». Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικών Πόρων. Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης. Νέα Ορεστιάδα, σελ. 130-139.

Καραγεωργίου Ελ. Δ. (1966). “Έκθεσις επί του καθορισμού χώρων ανεγέρσεως κωμοπόλεων δια την στέγασιν των κατοίκων των σεισμοπλήκτων και κατολισθαινόντων οικισμών του νομού Ευρυτανίας”. Ινστιτούτο γεωλογίας και ερευνών υπεδάφους. Αθήνα, 15/2/1966.

Καραγιάννης, Ε. (1991). Διάνοιξη δάσους με την μέθοδο της δικτυωτής ανάλυσης σε συνδυασμό με την οικονομικοτεχνική μετατόπιση του ξύλου και με άλλες δασοπονικές δραστηριότητες σε ορεινά δάση της Ελλάδος, Διδακτορική διατριβή, Επιστημονική Επετηρίδα Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Παράρτημα αριθμ. 5 του ΛΓ’ Τόμου, Θεσσαλονίκη

Καραγιάννης Ε. (1999). Σημειώσεις διάνοιξης δάσους και μεταφοράς του ξύλου. Υπηρεσία δημοσιευμάτων. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη

Κούκης Γ., Σαμπατακάκης Ν., (2004). Σημειώσεις γεωλογίας τεχνικών έργων. Πανεπιστήμιο Πατρών

Κωστής, Κ., (1995). Στον καιρό της πανώλης. Εικόνες από τις κοινωνίες της ελληνικής χερσονήσου, 14ος-19ος αιώνας. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης και Αντωνιάδη-Μπιμπίκου, Ελένη, ό.π., σελ.203, 220.

Μακρής, Κ., Στάμου, Ν., Ανάγνου. Ν. (1977). Η οικονομική ανάλυση κόστους οφέλους στην αξιολόγηση δασικών αναπτυξιακών έργων. (οικονομική ανάλυση και αξιολόγηση έργων δασικής Οδοποιίας). Γεωπονική και Δασολογική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

- Νίκου, Ν. (2004). Εφαρμοσμένη δασική οδοποιία. Εκδόσεις Γιαχούδη. Θεσσαλονίκη
- Παπαζάχος Β. και Παπαζάχου Κ. (2003). Οι σεισμοί της Ελλάδας, εκδόσεις Ζήτη
- Παναγιωτίδης, Ν., 1978. Η οικονομικά άριστη οικονομική οδική διάνοιξη ενός δάσους. Ανακοινώσεις ΙΔΕΑ, Τόμος VI, τεύχος 2, σ. 105-209, Αθήνα
- Παντέρα, Α. κ.α. (2003), «Ορεινοί βοσκότοποι Νομού Ευρυτανίας», στο Λιβαδοπονία και ανάπτυξη ορεινών περιοχών. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου
- Παπαδόπουλος, Α., (2020), Κίνδυνοι και Απειλές Οικοσυστημάτων, ακαδημαϊκές σημειώσεις Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών Οικολογία και διαχείριση Περιβάλλοντος, Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Καρπενήσι
- Ράλλης, Γ., (2023), «Η βελτίωση των δασικών δρόμων ως άξονας ορθολογικής αξιοποίησης των προϊόντων του δασικού χώρου», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη
- Στεργιάδης, Γ. (1980). Οδικά διάνοιξη και μετακίνηση του ξύλου στα ορεινά δάση της Ελλάδος και απόψεις για την ανάπτυξη αυτών (The opening up of forest and roads wood transport in the mountainous forest of Greece and aspects for their development). Επιστημονική Επετηρίδα της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής- Δασολογικό Τμήμα, Τόμος 23/7, σελ. 137-197, Θεσσαλονίκη
- Στεργιάδης, Γ., Καραγιάννης, Κ., 1980. Το οδικό δίκτυο στο δασικό σύμπλεγμα της Όσσας (Das Wegenetz im Forstkomplex von Ossa). Επιστημονική Επετηρίδα της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής- Δασολογικό Τμήμα, Τόμος 21/12, σελ. 243-278, Θεσσαλονίκη
- Στεργιάδης, Γ., Δούκας, Κ., 1983-1984. «Το δίκτυο δασικών δόμων και η άριστη οδική πυκνότητα στο σύμπλεγμα δημόσιων δασών Παντελεήμονα- Σκοτίνας (Κάτω Ολύμπου), Επιστημονική Επετηρίδα, Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., Τόμος ΚΕ, σελ. 17-103, Θεσσαλονίκη
- Στεργιάδου Α., Εσκίογλου Π. (2010) Η προτυποποίηση ως μέσο διασφάλισης ποιότητας στις μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Έργων Δασικής Οδοποιίας. 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΝΕΠΡΟΤ. Θεσσαλονίκη
- Ταμπέκης, Θ. Σ. (2014). Οικονομικοτεχνικοί παράγοντες που επηρεάζουν τα έργα διάνοιξης του δάσους στην ορεινή περιοχή του Μετσόβου με σκοπό τη βιώσιμη

ανάπτυξή της, Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου Οικονομικής των Φυσικών Πόρων και του Περιβάλλοντος: Κλιματική Αλλαγή, 26-27 Μαρτίου 2014, Βόλος, σελ. 562-572.

Ταμπέκης, Σ., Καραγιάννης, Ε., Γιαννούλας, Β. (2010). Ορθολογική οδική διάνοιξη της ορεινής περιοχής του δήμου Μετσόβου με σκοπό την βιώσιμη ανάπτυξη της. 6ο Διεπιστημονικό Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. του Ε.Μ.Π., «Η ολοκληρωμένη ανάπτυξη των ορεινών περιοχών», Διεπιστημονικές Έρευνες, Μελέτες και Συμβολές, Έργα, Δράσεις, Στρατηγικές, Πολιτικές, Εφαρμογές, Προοπτικές, Δυνατότητες και Περιορισμοί., 16-19 Σεπτεμβρίου 2010, Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας (ΜΕ.Κ.Δ.Ε.) του Ε.Μ.Π. Μέτσοβο.

Ταμπέκης, Σ., (2009). Συμβατότητα δασοτεχνικών έργων για την ανάπτυξη της ορεινής περιοχής Μετσόβου. Διδακτορική Διατριβή. Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη, <http://hdl.handle.net/10442/hedi/19286>

ΦΕΚ 62/ΑΑΠ/2018. ΥΑ 533/26424. «Έγκριση Σχεδίου Χωρικής Οικιστικής Οργάνωσης Ανοιχτής Πόλης (Σ.Χ.Ο.Ο.Α.Π.) Δ.Ε. Βίνιανης Δήμου Αγράφων Π.Ε. Ευρυτανίας

ΦΕΚ – 91 Α΄/25.4.2002

Ξένη Βιβλιογραφία

Abegg, B., 1978. Die Schätzung der optimal Dichte von Waldstrassen im traktorfahrbaren Gelände. Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Mitteilungen 54 (2)

Aruga, K., Sessions, J., & Akay, A. E. (2005a). Heuristic planning techniques applied to forest road profiles. *Journal of Forest Research-JPN*, 10, 83–92.

Aruga, K., Sessions, J., & Miyata, E. S. (2005b). Forest road design with soil sediment evaluation using a high-resolution DEM, *Journal of Forest Research* December 2005, Volume 10, Issue 6, pp 471-479.

Akay, A.E. Sessions, J. (2005). Applying the decision support system, TRACER to forest road design. *Western Journal of Applied Forestry*. 20 (3): 184-191 and *Systematics*, 207–232.

Akay, A. E., Erdas, O., Reis, M. and Yukse, A. (2008). Estimating Sediment Yield from a Forest Road Network by Using a Sediment Prediction Model and GIS Techniques. *Build. Environ.*, 43: 687–695.

Becker, G., 1995. Walderschließung auf dem Prüfstand. *AFZ*, 9: 482 -483.

Bintliff, J., Bommeljé, S. et al. (1987). Aetolia and the Aetolians: towards the interdisciplinary study of a Greek region. *Studia Aetolica* 1. 176 pages, 17 figures. 1987. Utrecht: Parnassus Press

Çalışkan, E. (2013). Planning of Forest Road Network and Analysis in Mountainous Area. *Life Sci J* 2013; 10(2): 2456-2465]. (ISSN: 1097-8135). <http://www.lifesciencesite.com> 341.

Cavalli, R., and Grigolato, S. (2010). Influence of characteristics and extension of a forest road network on the supply cost of forest woodchips. *Journal of Forest Research*, 15 (3):202-209.

Carta della Grecia antica e moderna : disegnata secondo le istruzioni e memorie di molti celebri viaggiatori e specialmente del signor Pouqueville intagliata da Gio. Batista Bordiga ; e pubblicata l'anno MDCCCXXVIII, 1828

Cielo, P., Gottero, F., Morera, A., Terzuolo, P. (2003). La viabilità agro- silvopastorale: elementi di pianificazione e progettazione. IPLA. 106 pp. Torino: Regione Piemonte. www.regione.piemonte.it.

Dietz, P., Knigge, W., Loffler, H. (1984). *Walderschliessung*, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

Eastman, J. R. (2009). *IDRISI Taiga: guide to GIS and image processing*. Worcester, MA: Clark Labs.

Figueira, J., Greco, S. and Ehrigott, M. (2005). *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*. ISBN: 978-0-387-23067-2. New York: Springer.

Fleury J.J. & Charre J.P. (1980). Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας κλίμακας 1:50.000, Φύλλο Φραγκίστα, ΙΓΜΕ, Αθήνα

Floris, A., Picci, M., Scrizi, G. (1999). *Analisi in ambiente GIS per la valutazione del grado di infrastrutturazione viaria delle aree forestali*. *Dendronatura*, 35 (2): 24-33.

Gumus, S., Acar, H. H., & Toksoy, D. (2008). *Functional forest road network planning by consideration of environmental impact assessment for wood harvesting*, *Environmental Monitoring and Assessment*, July 2008, Volume 142, Issue 1-3, pp 109-116.

Hayati E, Majnounian B, Abdi E, (2012a). *Qualitative evaluation and optimization of forest road network to minimize total costs and environmental impacts*. *iForest* 5: pp. 121-125 [online 2012-06-05] URL: <http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor0610-009>.

Hayati E, Majnounian B, Abdi E, Sessions J, Makhdoum M. (2012b). *An expert-based approach to forest road network planning by combining Delphi and spatial multi-criteria evaluation*. *Environmental Monitoring and Assessment*, Volume 185, Issue 2, pp 1767-1776, Springer Publications

Hosseini, S. A., & Solaymani, K. (2006). *Investigation of effective factors for path tracing using GIS in Kheyroud forest (Iran-Mazadaran province)*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(11), 2055–2061.

Klič, P. (2005). *Research on principles of making access to mountain forests by forest road network*. *Journal of Forest Product*, 51(3):115-126.

Kroth, W. (1973). *Entscheidungsgrundlagen bei Walderschließungsinvestitionen*. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* December 1973, Volume 92, Issue 1, pp 132-151

Löffler, H. (1974). Funktionen und Möglichkeiten der Walderschliessung. *Der Forst- und Holzwirt*, 29 (21), S 449-452, Hannover

Löffler, H. (1982). Walderschliessung als Kulturaufgabe. *Allgemeine Forstzeitsschrift*, 31 (22), S. 89-92, Mainz

Lugoa, A. and Gucinski, E. (2000). Function, Effects, and Management of Forest Roads. *For. Ecol. Manag.*, 133: 249–262.

Malczewski J. 1999. *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. 408 pp. New York: John Wiley.

Marble, D.H., Calkins, H.W., Pequet, D.J. (1984). *Basic Readings in Geographic Information Systems* SPAD System Limited, Williamsville, NY.

Munda, G., Nijkamp, P., Rietveld, P. (1995). Qualitative multi-criteria methods for fuzzy evaluation. *European Journal of Operational Research*, Volume 82, Issue 1, 6 April 1995, Pages 79–97.

Nevecǎre, I. H., Pentek, T., Pičman, D., Stankiĉ, I. (2007). Traffic load of roads as a criterion for their categorization – GIS analysis. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 28 (1): 27-38.

Ntelis, G. , Maria, S. and Efthymios, L. (2019) Landslide Susceptibility Estimation Using GIS. *Evrítania Prefecture: A Case Study in Greece. Journal of Geoscience and Environment Protection*, 7, 206-220.

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill, New York. 287 p.

Sedlak, O., 1993. Walderschließung und Naturschutz. Österreich. *Forstzeitung*, Wien.7(2):8-11

Skourlis, K. and Doutsos, T. (2003) The Pindos Fold-and-thrust belt (Greece): inversion kinematics of a passive continental margin, Volume 92, p. 891–903

Sol, H.G. (1983). Processes and tools for decision support: Inferences for future developments. In *Processes and Tools for Decision Support*, 1-6, ed. Sol H.G., North Holland, Amsterdam, the Netherlands. pp 1-6.

Simon, H.A. (1960). *The new science of management decision*. New York: Harper and Row. *The new science of management decision. The Ford distinguished lectures. Vol*

3 Simon, Herbert A. New York, NY, US: Harper & Brothers. (1960). xii 50 pp.
<http://dx.doi.org/10.1037/13978-000>.

Stergiadis, G. Ch., Stamou, N., 1982. Das Forstwegenetz und die optimale Wegedichte in Bergwäldern Griechenlands. Wiss. Jahrbuch der Fakultät für Forstwirtschaft und Natürliche Umwelt, Universität Thessaloniki, Bd. 25, s. 17-104

Tampekis S., Sakellariou S., Samara F., Sfougaris A., Jaeger D. and Christopoulou O. (2015). "Mapping the optimal forest road network based on the multicriteria evaluation technique: the case study of Mediterranean Island of Thassos in Greece", Environmental Monitoring and Assessment, Springer, ISSN: 0167-6369, Volume 187, Issue 11, October 13, 2015, pp 1-17. Tan J. 1999. Locating forest roads by a spatial and heuristic procedure. Journal of Forest Engineering, 10 (2): 91-100

Tampekis S., Giannoulas V., Drosos V. (2008). The compatibility between the forest opening-up works and natural environment in the mountainous region of Metsovo. Proceedings: FORMEC 08 41th International Symposium on Forestry Mechanization, 02 -05 June. 2008, Schmalleberg (Germany). pp. 13

Ιστοσελίδες

ESRI. (2023). ArcGIS 10. Redland, CA: Enviromental System Reseach Institure.
<http://webhelp.esri.com/>

ΕΚΚΕ– ΕΛΣΤΑΤ, Πανόραμα απογραφικών δεδομένων,
<https://panorama.statistics.gr>

«Ευρωπαϊκό Μονοπάτι Ε4». <https://www.trailpath.gr/eurwpaiko-monopati-e4/>
[τελευταία πρόσβαση: 17.01.2024].

«Ορεινοί όγκοι - Άγραφα», naturagraeca (ένας οδηγός για την άγρια φύση της Ελλάδας), <https://www.naturagraeca.com/ws/> 122,184,191,1,1,Άγραφα [τελευταία πρόσβαση: 16.02.2024]

«Ορεινοί όγκοι - Άγραφα», naturagraeca (ένας οδηγός για την άγρια φύση της Ελλάδας), <https://www.naturagraeca.com/ws/> 122,184,191,1,1,Άγραφα [τελευταία πρόσβαση: 16.02.2024]

Ο κυρωμένος Δασικός χάρτης σε μορφή vector, από το Κτηματολόγιο (<https://data.ktimatologio.gr/dataset/277ae323-104f-43d4-b1ac-446ed7da2a8e>).

Βάση Corine 2018, σε μορφή vector, από την βάση δεδομένων του Ελληνικού Κτηματολογίου (<https://data.ktimatologio.gr/dataset/7ee0866a-5002-42b8-84be-2c0035940c02>).