



ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ

*Διαχείριση και προστασία του Δασικού χώρου με
αξιοποίηση ελεύθερων γεωγραφικών και βιοφυσικών
δεδομένων.*

Εφαρμογή στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας.

Αναστάσιος Ελ. Τράκος

Επιβλέπων Καθηγητής
Γεώργιος Χ. Μηλιαρέσης

Μάιος, 2014

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

*Διαχείριση και προστασία του Δασικού χώρου με αξιοποίηση ελεύθερων
γεωγραφικών και βιοφυσικών δεδομένων.
Εφαρμογή στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας.*

Αναστάσιος Ελ. Τράκος

Επιβλέπων Καθηγητής
Γεώργιος Χ. Μηλιαρέσης

Μάιος, 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
ΠΕΡΙΛΗΨΗ Ελληνικά.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ Αγγλικά.....	6
Ευχαριστίες	7
Κεφάλαιο Πρώτο :	
Εισαγωγή.....	8
1.1 Προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών.....	10
1.1.1 Διαθέσιμες λειτουργίες στον Δασικό χώρο	10
1.1.2 Δασικός χώρος ως συνάθροιση ετερογενών αντικειμένων	12
1.1.3 Δασικός χώρος ως συνάθροιση ετερογενών και ανταγωνιστικών χρήσεων	13
1.1.4 Διαχειριστικά σχέδια και διαχειριστικά μέτρα	14
1.1.5 Δασική αειφορία – αειφορική διαχείριση δασών	15
1.1.6 Γεωπληροφοριακά Συστήματα – Δεδομένα	16
1.2 Περιγραφή αντικείμενων – χρήσεων - λειτουργιών του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας	17
1.3 Γενική καταγραφή του Προβλήματος προστασίας και διαχείρισης	20
1.4 Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης	21
1.5 Σκοποί και Στόχοι.....	22
Κεφάλαιο Δεύτερο :	
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	24
2.1 Εισαγωγή.....	24
2.2 Διαχειριστικές Μελέτες – Μέτρα, Διαχείριση Πολλαπλών χρήσεων.....	25
2.3 Οι στόχοι των Διαχειριστικών μελετών για τον Δρυμό	26
2.4 Μοντέλο διαχείρισης και δείκτες.....	27
2.5 Εφαρμογές Βιοφυσικής Τηλεπισκόπησης	31
Κεφάλαιο Τρίτο :	
Μεθοδολογία.....	35
3.1 Σκοπός - Στόχοι	35
3.2 Ερευνητικά ερωτήματα	36
3.3 Σχεδιασμός.....	37
3.4 Δεδομένα στην περιοχή Μελέτης	39
3.4.1 Γεωγραφικά δεδομένα	39
3.4.2 Βιοφυσικά δεδομένα.....	48
3.4.2.1 Χάρτης Κάλυψης χρήσεων γης - Landcover (Corine)	50
3.4.2.2 Βιοφυσικά δεδομένα θερμοκρασίας και βλάστησης	53
3.5 Τεχνικές Ανάλυσης – Ολοκλήρωσης Γεωγραφικών και Βιοφυσικών Δεδομένων.....	60
3.5.1 Τοπογραφικοί δείκτες πεδίου	60
3.5.2 Ορισμός χωρικής και χρονικής υπογραφής βιοφυσικών δεικτών	66

3.5.2.1	EVI Βελτιωμένος Δείκτης Βλάστησης	66
3.5.2.2	NDVI Κανονικοποιημένος Δείκτης Βλάστησης	71
3.5.2.3	Θερμοκρασία Εδάφους Ημέρας - LST Day	75
3.5.2.4	Θερμοκρασία Εδάφους Νύχτας - LST Night	79
3.5.3	Σύνθεση γεωγραφικών δεδομένων με χωρο-χρονικούς βιοφυσικούς και τοπογραφικούς δείκτες πεδίου.....	83
3.5.3.1	Τομή των γεωγραφικών δεδομένων με τα βιοφυσικά.....	83
3.5.3.2	Τοπογραφική αναπαράσταση των συνθετικών γεωγραφικών – βιοφυσικών ενοτήτων.....	87
Κεφάλαιο Τέταρτο :		
Σχολιασμός Αποτελεσμάτων		91
4.1	Σκοπός - Στόχοι	91
4.2	Δείκτες Βλάστησης	91
4.3	Θερμοκρασία	95
4.4	Βιοφυσική κατάτμηση των γεωγραφικών ενοτήτων	100
4.4.1	Ζώνη Α1	100
4.4.2	Ζώνη Ε4 - Ξηρόρεμα	102
4.4.3	Ζώνη Β1.....	103
4.4.4	Ζώνη Δ3.....	107
4.5	Τοπογραφική αναπαράσταση των συνθετικών γεωγραφικών – βιοφυσικών ενοτήτων	108
4.5.1	Ζώνη Α1	109
4.5.2	Ζώνη Ε4 - Ξηρόρεμα	110
4.5.3	Ζώνη Β1.....	111
4.5.4	Ζώνη Δ3.....	113
Κεφάλαιο Πέμπτο :		
Συμπεράσματα.....		115
5.1	Γενικές τοπογραφικές και βιοφυσικές εκτιμήσεις.....	115
5.2	Βιοφυσική και τοπογραφική αναπαράσταση των ζωνών	117
5.2.1	Ζώνη Α1	117
5.2.2	Ζώνη Ε4 - Ξηρόρεμα	117
5.2.3	Ζώνη Β1.....	118
5.2.4	Ζώνη Δ3.....	118
5.3	Προτάσεις Διαχείρισης	119
Βιβλιογραφία :		
Ελληνική Βιβλιογραφία		123
Διεθνής Βιβλιογραφία.....		123
Διαδικτυακή Βιβλιογραφία :		
Ελληνική Βιβλιογραφία		134
Διεθνής Βιβλιογραφία.....		134

Περίληψη

Την τελευταία 5ετία υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητα ελεύθερων (χωρίς κόστος) γεωγραφικών δεδομένων (διανυσματικών και πλεγματικών), τα οποία έχουν όλο και μεγαλύτερη χωρική και χρονική διακριτική ικανότητα, ενώ θεματικά επεκτείνονται από την παραδοσιακή διάσταση της αποτύπωσης του γεωγραφικού χώρου, στην διαχρονική και βιοφυσική (π.χ. θερμοκρασία της επιφάνειας του εδάφους) του αναπαράσταση. Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι ο προσδιορισμός της βιοφυσικής υπογραφής του δρυμού από ελεύθερα σύγχρονα βιο-φυσικά, τοπογραφικά και γεωγραφικά δεδομένα. Η υπογραφή εκφράζεται με συνυπολογισμό βιοφυσικών και τοπογραφικών δεικτών, που ολοκληρώνονται στις γεωγραφικές ενότητες καλύψεων γης που καθορίζει το ΦΕΚ 619Δ του 2008, (Ζώνες προστασίας του ορεινού όγκου της Πάρνηθας). Η βιοφυσική υπογραφή χρησιμοποιείται σε μια προσπάθεια ερμηνείας τόσο της φυσικής πραγματικότητας όσο και για την σύνθεση προτάσεων αναθεώρησης του πλαισίου διαχείρισης και προστασίας του δρυμού. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν περιλαμβάνουν : α. Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους ASTER GDEM με χωρική διάσταση 30 μ από το οποίο προσδιορίστηκαν τοπογραφικοί βιοφυσικοί δείκτες, που προσδιορίζουν την βιοφυσική κατάσταση ως συνάρτηση της τοπογραφικής θέσης, β. Τις θερμοκρασίες Ημέρας και Νύκτας, καθώς και τους δείκτες Βλάστησης όπως προσδιορίστηκαν από το καταγραφικό σύστημα MODIS. Πραγματοποιήθηκε κατάτμηση του Εθνικού Δρυμού σε Ζώνες με διαφορετική βιοφυσική υπογραφή ως προς την θερμοκρασία και την βλάστηση. Η κάθε ζώνη προσδιορίζεται βιοφυσικά από την καμπύλη που απεικονίζει την μέση μηνιαία τιμή για το έτος 2012. Η ερμηνεία της βιοφυσικής διαφοροποίησης επιλεγμένων ζωνών του εθνικού δρυμού βασίστηκε στην φωτοερμηνεία της δορυφορικής εικόνας, στο χαρτογραφικό υπόβαθρο της Google Earth, τις χρήσεις-καλύψεις γης CORINE, στην τοπογραφία και στην σχετική γεωγραφική θέση. Αποδείχθηκε ότι η μέση τοπογραφική αναπαράσταση καθώς και η μέση βιοφυσική αναπαράσταση ως προς τους δείκτες βλάστησης και θερμοκρασίας εμπεριέχουν σημαντική πληροφορία. Η εκτίμηση των παραμετρικών βιοφυσικών και τοπογραφικών αναπαραστάσεων οδήγησε σε προτάσεις διαχείρισης, σε γενικά αλλά και επιμέρους συμπεράσματα για τις ζώνες Α1 (Ζώνη Απόλυτης Προστασίας), Ε4 (Ζώνη όπου το 50 % της έκτασης περιλαμβάνει την Λατομική περιοχή Ξηρορέματος), Β1 (Ζώνη Αναφυχής και υπαίθριων δραστηριοτήτων στο νότιο τμήμα του Δρυμού της Πάρνηθας) και Δ3 (Ζώνη Αναφυχής και υπαίθριων δραστηριοτήτων). Περιορισμοί υπάρχουν από τη χωρική και χρονική διακριτική ικανότητα των βιοφυσικών δεδομένων MODIS. Στο άμεσο μέλλον η αναμενόμενη έκδοση 7 των βιοφυσικών αυτών δεδομένων θα βελτιώσει την χωρική διακριτική ικανότητα 15 φορές, ενώ νέες τεχνικές επεξεργασίας (Miliarsis 2014b) επιτρέπουν την καλύτερη χρονική μοντελοποίηση των δεδομένων.

Abstract

During the last 5 years there is a large availability of free (no cost) geographic data (vector and raster) , which are of increasing spatial and temporal resolution, allowing the incorporation of biophysical data (land surface- temperature, etc.) in the representation of geographic spatial domain. The purpose of this Master thesis is to determine explicitly the biophysical signature using modern bio -physical, topographical and geographical data, in the national forest park of Parnitha. The signature is expressed through biophysical and topological indices , that are integrated in the geographic sub-units defined in the federal rural planning defined in the 2008 Greek state law (619D: Protection Zones and land use of the national forest park of Parnitha). The biophysical signatures are used in an attempt to interpret the land use, the land cover and the topographic framework, and thus to formulate proposals for a revised management and protection framework of the national forest park. The data used include : a. Digital Terrain Model ASTER GDEM of 30 m spatial resolution that specify biophysical indicators as a function of relative and absolute topographic position and b. day and night temperatures, the vegetation indicators acquired by the sensor MODIS onboard Aqua and Terra satellites. The National Park is divided in zones with distinct biophysical signature as far as the temperature and vegetation are concerned. Each zone is represented biophysically by the curve displaying the monthly estimates for the year 2012. The biophysics diversification of selected zones of the national park is interpreted and evaluated through a. the photo-interpretation of Google Earth satellite imagery and cartographic layers, b. the CORINE land cover spatial database, c. the terrain's topographic organization, and d. the spatial arrangement of zones. It concluded out that both the topographic indices and the biophysical indices (vegetation and temperature) contain valuable information that contribute in spatial objects parametric representation. The upgraded parametric biophysical and topographic representation allowed the explicit estimation of the biophysical signature of the spatial objects in the study area, and led to management suggestion for selected zones of the national park (A1: Absolute Protection Zone , E4: Zone where 50 % of the area includes the Quarry area Xirorema, B1: Zone Recreation and outdoor activities in the southern part of the Park of Parnitha and D3: Zone Recreation and outdoor activities in the southern part of the Park of Parnitha). Limitation are posed from MODIS products spatial and temporal resolution. The upcoming new processing version (ver. 7) that is improved 15 times as far as the spatial resolution is concerned will allow the refined definition of spatial objects in much greater scale. In addition new processing techniques (Miliareisis 2014b) allow the improved temporally modeling of MODIS biophysical datasets.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά,

Τον επιβλέποντα καθηγητή Μηλιαρέση Γιώργο, ο οποίος με βοήθησε να ολοκληρώσω την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, δίνοντάς μου σε όλη τη διάρκεια συμβουλές.

Την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την ηθική υποστήριξη που μου παρείχαν και

Ιδιαίτερα, να ευχαριστήσω την σύζυγό μου Ευγενία, που έδειξε κατανόηση και υπομονή σε όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού κύκλου.

Αφιερώνω την παρούσα διατριβή στα παιδιά μου Λευτέρη και Μαρία, που όταν μεγαλώσουν θα κατανοήσουν μέσω αυτής την λέξη προσπάθεια.

Κεφάλαιο Πρώτο

Εισαγωγή

Τα δάση αποτελούν σημαντικό φυσικό πόρο και προσφέρουν πολλά αγαθά και υπηρεσίες στον οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό τομέα. Η σωστή διαχείριση και προστασία του συστήματος του δασικού χώρου, τόσο σε τοπικό όσο και διεθνές επίπεδο, είναι αναγκαία για την επίλυση των σοβαρών προβλημάτων που αντιμετωπίζουμε παγκόσμια, τα κυριότερα των οποίων είναι η αλλαγή των κλιματολογικών συνθηκών, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η επιπτώσεις στην βιοποικιλότητα με την εξαφάνιση φυτικών και ζωικών ειδών.

Η ορθή διαχείριση του Δασικού χώρου λέγεται ότι επιτυγχάνεται με «διαχειριστικά μέτρα», εννοώντας τις αποφάσεις που απαιτείται να ληφθούν βάσει σύνταξης μιας μελέτης που αφορά τη διαχείριση ενός δάσους. Οι αποφάσεις λαμβάνονται αφού λάβει χώρα η καταγραφή των στοιχείων που συνθέτουν το δασικό χώρο. Η διαχείριση των δασών (Forest Management) είναι αντικείμενο της Δασική Διαχειριστικής, η οποία είναι «ο μεσο - και μακροπρόθεσμος δασικός σχεδιασμός σε επίπεδο μιας εκμετάλλευσης ή σύνολο τοιούτων, ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη οικολογικές, οικονομικές, επιχειρησιακές και κοινωνικές απόψεις εξασφαλίζει το συμφέρον του δάσους». (Καραμανώλης και Καρτέρης 2005)

Στις μέρες μας όμως, ο Δασικός χώρος απαιτείται να διαχειρίζεται με νέες προδιαγραφές οι οποίες θα πρέπει να στηρίζονται στην αειφορική διαχείριση των πολλαπλών χρήσεων ή σκοπών, όπως επιτάσσει η παγκόσμια τάση. Πλέον, η αειφορία της ξυλοπαραγωγής θεωρείται ξεπερασμένη και θα πρέπει να δίνεται σημασία στα υπόλοιπα προϊόντα του δάσους και τις λειτουργίες του, ως ένα πολύπλοκο σύστημα με πλήθος ετερογενών αντικειμένων, ετερογενών και ανταγωνιστικών χρήσεων (νόμιμη – παράνομη υλοτομία), όπως και διαθέσιμων λειτουργιών (Chen and Innes 2013). Αυτό σημαίνει, ότι θα πρέπει όλες οι λειτουργίες του δάσους να λαμβάνονται υπόψη στον ίδιο βαθμό, έτσι ώστε να εξασφαλίζονται ταυτόχρονα οι έμμεσες και άμεσες καρπώσεις του δάσους. Κάτω από αυτές τις προϋποθέσεις θα έχει επιτευχθεί μια οικολογικά συμβατή, κοινωνικά δίκαιη και οικονομικά επικερδής δασοπονία, δηλαδή διαχείριση του δασικού χώρου. Μόνο όταν πληρούνται οι τρεις αυτές προϋποθέσεις της αειφορίας, οι οποίες είναι μεταξύ τους συνδεδεμένες, μπορούν να εξασφαλιστούν για όλους τους μετόχους οι μακροπρόθεσμοι σκοποί της δασοπονίας. (Καλαπόδης 2007)

Για την εκτίμηση της κατάστασης των δασικών πόρων και την μεταβολή τους διαχρονικά, έχουν καθοριστεί κριτήρια και δείκτες, που αναδεικνύουν την πολυπλοκότητα του δασικού συστήματος (Ομάδα Εργασίας Εμπειρογνομόνων 2002), οι οποίοι κατόπιν μέτρησής τους περιοδικά, καταδεικνύουν κατά πόσο εφαρμόζεται η αρχή της αειφορίας στη διαχείρισή τους.

Παρ' όλα αυτά όμως, παρατηρείται σημαντική καταστροφή και υποβάθμιση των δασών διεθνώς, λόγω της μεγάλης αποδάσωσης για διάφορους λόγους και των εκτεταμένων υλοτομιών για παραγωγή και εμπορία ξυλείας, της άναρχη χωροθέτησης, αξιοποίησης των διαφόρων χρήσεων και λειτουργιών που προσφέρει δασικός χώρος.

Γι' αυτό η λήψη μέτρων σε παγκόσμιο επίπεδο για την αναστροφή αυτής της κατάστασης και ενόψει των νέων περιβαλλοντικών προκλήσεων (κλιματική αλλαγή, κ.α.), είναι επιτακτική για την αειφόρο διαχείριση των δασών.

Η διαχείριση είναι συνάρτηση όλων των διαθέσιμων λειτουργιών σε ένα συγκεκριμένο χώρο, ενώ η διαθεσιμότητα βιοφυσικών δεδομένων σε τακτά χρονικά διαστήματα από δορυφορικά συστήματα σε συνδυασμό με τα ψηφιακά γεωγραφικά δεδομένα σε περιβάλλον ΓΣΠ και τις δυνατότητες συνδυασμένης επεξεργασίας, μας δίνει πρωτόγνωρες δυνατότητες στην ταξινόμηση του δασικού χώρου και στην χωροθέτηση δραστηριοτήτων για την προστασία και αειφόρο διαχείριση του δασικού συστήματος (Priebe and Müller 2013).

Ο Εθνικός Δρυμός της Πάρνηθας παρουσιάζει μεγάλη βιοποικιλότητα και συνθέτει μια ζώνη ιδιαίτερου φυσικού κάλλους και αισθητικής τοπίου που έχει υποστηρίξει διαχρονικά από την αρχαιότητα έως σήμερα, την ποιότητα ζωής και την αναμυχή στην Αττική. Παράλληλα αυτό το τοπίο έχει υποστηρίξει παραγωγικές δραστηριότητες που από την αρχαιότητα έως σήμερα δεν περιοριζόντουσαν στην κάρπωση, αλλά επεκτείνονταν και στην οικοτεχνική και βιοτεχνική δραστηριότητα (η αρχαία Αθήνα στήριξε την ναυτική της κυριαρχία σε τριήρεις που ναυπηγήθηκαν από ελάτη του δάσους της Πάρνηθος). Η αύξηση του πληθυσμού στον νομό Αττικής, η αστικοποίηση και η εγγύτητα του δρυμού αύξησε την πίεση στο φυσικό περιβάλλον και μεγέθυνε - διαφοροποίησε τα όποια προβλήματα - επιπτώσεις. Γι' αυτούς του λόγους η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εστιάζει στον εν λόγω Δρυμό, σε συνδυασμό με τις δυνατότητες που προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία (γεωπληροφορική - τηλεπισκόπηση) ως εργαλείο διαχείρισης του περιβάλλοντος - δασικού συστήματος,

με στόχο την αναθεώρηση του διαχειριστικού πλαισίου με βάση τα διαθέσιμα σύγχρονα βιοφυσικά και γεωγραφικά δεδομένα. (Ren *et al* 2012)

1.1 Προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών.

Η πολυπλοκότητα του δασικού συστήματος και οι έννοιες που το διέπουν, μας οδηγεί στην αποσαφήνιση των λειτουργικών ορισμών και την παρουσίαση της ορολογίας που θα διαπραγματευτεί η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή. Τα **διαχειριστικά σχέδια** και **διαχειριστικά μέτρα**, καθώς και η έννοια των **πολλαπλών χρήσεων** και **λειτουργιών** μέσω της συνάθροισης ετερογενών και ανταγωνιστικών χρήσεων, που μας οδηγούν στην αξιοποίηση της σύγχρονης τεχνολογίας μέσω ΓΣΠ, είναι έννοιες που υφίστανται και αναλύονται για την λήψη αποφάσεων προς την **αιφοροτική διαχείριση** του δάσους (Polychronaki and Gitas 2012).

1.1.1 Διαθέσιμες λειτουργίες στον Δασικό χώρο.

Ο όρος πολλαπλές χρήσεις (ή πολλαπλοί σκοποί) έχει πολλές έννοιες και συναντάται στην οικονομία, στην πολιτική, στη χωροταξία και πολεοδομία, στη γεωργία, στη διαχείριση των φυσικών πόρων και του περιβάλλοντος, κ.λπ. Η έννοια λοιπόν των πολλαπλών χρήσεων εξαρτάται κατά μεγάλο βαθμό απ' το αντικείμενο για το οποίο αναφέρεται. Τα δάση και γενικότερα η δασική γη παρέχουν διάφορα προϊόντα και υπηρεσίες, όπως ξυλεία, αναψυχή, κτηνοτροφία, άγρια πανίδα, παραγωγή νερού, κ.λπ. Στην περίπτωση λοιπόν της διαχείρισης της γης και του φυσικού περιβάλλοντος, η έννοια των πολλαπλών χρήσεων (ή πολλαπλών σκοπών) περιλαμβάνει τη συντονισμένη (αρμονική και ορθολογική) διαχείριση όλων των πόρων και δυνατοτήτων μιας εδαφικής επιφάνειας, ώστε (Γκατζογιάννης 1989 α, 1989 β):

- να εξυπηρετούνται καλύτερα συγκεκριμένες ανάγκες της κοινωνίας
- να είναι δυνατή η περιοδική προσαρμογή των χρήσεων ανάλογα με τις μελλοντικές αλλαγές αναγκών και συνθηκών
- να εφαρμόζεται επιλεκτικά εφαρμογή των χρήσεων σε διάφορα τμήματα της επιφάνειας
- να μην υποβαθμίζεται η παραγωγικότητα της γης και γενικότερα του περιβάλλοντος
- να λαμβάνονται υπόψη όχι μόνο οι άμεσες αλλά και οι έμμεσες αξίες των διαφόρων πόρων
- να επιδιώκεται η ορθολογική χρήση – προστασία ευαίσθητων πόρων

- να μην επιδιώκεται πάντοτε η μέγιστη οικονομική απόδοση των προϊόντων ή υπηρεσιών.

Έτσι λοιπόν ο δασικός χώρος ως ένα πολύπλοκο σύστημα - οικοσύστημα με πολλαπλές χρήσεις δύναται να διαθέτει λειτουργίες όπως:

- Παραγωγικές: Στρογγύλη ξυλεία, καυσόξυλα, βοσκήσιμη ύλη, ρητίνη, φελλός, καρποί, μανιτάρια, αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, θηράματα, κα.
- Προστατευτικές: Προστασία ανθρώπινων εγκαταστάσεων από φυσικούς κινδύνους (πτώσεις βράχων, γεωλισθήσεις, χιονοστιβάδες, ανέμους, κλπ.) και από οχλήσεις (θόρυβος, καυσαέρια, σκόνη, κλπ.), Προστασία του εδάφους από διάβρωση (νερού ή ανέμου), Προστασία και εμπλουτισμός των υδάτινων πόρων.
- Αναψυχικές: Ικανοποίηση αναγκών ελεύθερου χρόνου, φυσικές εμπειρίες, απόλαυση του τοπίου, περιβαλλοντική εκπαίδευση.
- Περιβαλλοντικές: Διατήρηση της γλωρίδας και της πανίδας, των βιοτόπων τους και της βιοποικιλότητας. Ρύθμιση του κλίματος, συμβολή στον κύκλο του νερού, στην ποιότητα της ατμόσφαιρας, στον κύκλο του άνθρακα.

Η πολυπλοκότητα του συστήματος του δασικού χώρου, μας οδηγεί στην αναγκαία απογραφή όλων των υφιστάμενων διαθέσιμων πόρων (γη, βλάστηση, κεφάλαια, εργασία, τεχνολογία κ.λπ.) στην περιοχή, καθώς και των δυνατοτήτων παραγωγής πολλαπλών χρήσεων που σχετίζονται με αυτούς. Για την επίτευξη των παραπάνω γίνεται καταγραφή των πόρων και προσδιορίζονται οι διαθέσιμες ποσότητες καθενός απ' αυτούς, ως ετερογενή αντικείμενα.

Ακολούθως, οφείλουμε να προσδιορίσουμε τις παραγωγικές αλληλεπιδράσεις των ετερογενών και ανταγωνιστικών χρήσεων. Αυτό αποτελεί το σημαντικότερο στοιχείο της διαχείρισης πολλαπλών χρήσεων, αφού αναγνωρίζεται ποιες χρήσεις :

- είναι θετικά συσχετιζόμενες, δηλαδή **συμπληρωματικές** ή μπορεί να παραχθούν ταυτόχρονα
- είναι αρνητικά συσχετιζόμενες, δηλαδή **ανταγωνιστικές**.

1.1.2 Δασικός χώρος ως συνάθροιση ετερογενών αντικειμένων.

Ο δασικός χώρος είναι ένα πολύπλοκο σύστημα, ο οποίος περιλαμβάνει μια σειρά από αντικείμενα – σύνολα αντικειμένων, τα οποία διακρίνονται σε φυσικά – ανθρωπογενή – τεχνικά και τα οποία έρχονται σε αλληλεπιδράσεις θετικές ή αρνητικές εντός του δασικού συστήματος. Τα αποτελέσματα των αλληλεπιδράσεων αυτών οδηγούν τις περισσότερες φορές στην υποβάθμιση του δασικού χώρου και κατ' επέκταση στην ανάγκη για διαχείριση και προστασία του, ώστε να περιοριστούν οι αρνητικές αλληλεπιδράσεις και να αναδειχθούν οι θετικές.

Στο δασικό σύστημα λοιπόν συναντώνται – συναθροίζονται φυσικά, ανθρωπογενή και τεχνικά αντικείμενα όπως:

1. Τα φυσικά αντικείμενα στα οποία περιλαμβάνεται:

- Η Βλάστηση (χλωρίδα), η οποία δύναται να κατηγοριοποιηθεί ανάλογα:
 - α. με την πυκνότητα του δάσους που συναντάται (πυκνή, μέση, αραιή ή διάσπαρτη δασοσκεπής έκταση),
 - β. με το είδος του (φυλλοβόλο πλατύφυλλο, αείφυλλο πλατύφυλλο - σκληρόφυλλο δάσος, κωνοφόρο με ελάτη ή χαλέπειος πεύκη, κ.α.).
 - γ. με το παράγωγο του δάσους ξυλαπόθεμα (εκτάσεις δάσους με ώριμο ξηλώδη όγκο) ή ρητίνη
 - δ. με τα υπόλοιπα είδη χλωρίδας (το σύνολο των διαφόρων ειδών φυτών που απαντούν σε μία περιοχή) όπως, παραρεμάρτια βλάστηση, χασμόφυτα (η βλάστηση των ασβεστολιθικών βράχων), λιβάδια (που περιλαμβάνουν εκτάσεις με χαμηλά φυτά, κυρίως πόες και αγρωστώδη, που τα συναντάμε είτε σε οροπέδια είτε σε ξέφωτα δασών), ενδημικά είδη, σπάνια και απειλούμενα είδη.
- Το υδρογραφικό δίκτυο
- Η μορφολογία του εδάφους
- Οι κλιματολογικές συνθήκες (κλίμα)
- Η Πανίδα (Άγρια Ζωή)
- Τα Σπήλαια
- Οι Γεωλογικοί σχηματισμοί

2. Τα τεχνητά αντικείμενα στα οποία περιλαμβάνεται:

- Το οδικό δίκτυο (κύριο, πρωτεύον, δευτερεύον, ασφαλτοστρωμένο ή χωμάτινο, μονοπάτια, άλλες διαδρομές) και οι αντιτυρικές ζώνες

- Οι οικισμοί
- Αρχαιολογικοί χώροι – Μνημεία
- Εγκαταστάσεις (τουριστικές, ξενοδοχειακές, στρατιωτικές, αναψυχής, καταφύγια)
- Άλλες τεχνητές επεμβάσεις (κεραίες ραδιοτηλεοπτικές, ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά συστήματα)
- Λατομεία

2. Τα **ανθρωπογενή αντικείμενα** στα οποία περιλαμβάνεται:

- Ιδιοκτησιακό καθεστώς
- Όρια ευθύνης των Δασαρχείων
- Νομοθεσία (Ζώνες προστασίας)
- Τουρισμός - Αναψυχή
- Εκμετάλλευση των πόρων του Δασικού χώρου (ξυλεία, Ρητίνη, Αλιεία, Βοσκή, Κλαδονομή, Κυνήγι, μελισσοκομία, βιομάζα)
- Τα προϊόντα της γλωρίδας και της πανίδας

1.1.3 Δασικός χώρος ως συνάθροιση ετερογενών και ανταγωνιστικών χρήσεων

Το πλήθος των ετερογενών αντικειμένων εντός του Δασικού χώρου δύναται να δημιουργεί μέσω των αλληλεπιδράσεων διαφορετικές χρήσεις ανταγωνιστικές τις περισσότερες φορές, ή ακόμη και διαφορετική κατηγοριοποίηση των δασών σύμφωνα με τους δασικούς πόρους που επικρατούν σε κάθε περίπτωση (Briner *et al* 2013). Ο χαρακτηρισμός χρήσεων – κατηγοριοποίησης του δασικού συστήματος είναι πολύπλοκο εγχείρημα, λόγω της συνάθροισης των ετερογενών αντικειμένων, ωστόσο θα μπορούσαμε να διακρίνουμε τις ακόλουθες κατηγορίες ανά αντικείμενο ή ομάδα αντικειμένων, βάση :

1. Των Χρήσεων της γης (Δασοσκεπής έκταση, θαμνώδης, χορτολιβαδική - βοσκότοπος, περιαστική, λατομείο, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, αναψυχή – καταφύγια, τουρισμός – χιονοδρομικό κέντρο – ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις, κ.α.)
2. Των Ζωνών Βλάστησης (είδος και πυκνότητα βλάστησης,)
3. Του είδους του Δάσους, όπως αυτό έχει χαρακτηριστεί από την νομοθεσία (Αισθητικό δάσος Αναψυχής – Εθνικός δρυμός, Προστατευτικό δάσος με προστασία των υδάτων, του εδάφους και της διάβρωσης,, Δάσος Κυνηγιού – δάση με κυνηγητικές περιοχές ή με ορεινά ύδατα)
4. Του Ιδιοκτησιακού Καθεστώτος που το διέπει:

- δημόσιος χαρακτήρας: Εκμεταλλεύσιμα (με παραχώρηση εκμετάλλευσης / με μίσθωση) ή Μη εκμεταλλεύσιμα
 - Διεκδικούμενες εκτάσεις: (Εκμεταλλεύσιμες (διακατεχόμενες ή μη) και Μη εκμεταλλεύσιμες)
 - Ιδιωτικός χαρακτήρας: Εκμεταλλεύσιμες και Μη εκμεταλλεύσιμες
5. Των Δασικών πόρων που παράγει ή διαθέτει (ξυλεία, Ρητίνη, Αλιεία, Βοσκή, Κλαδονομή, Κυνήγι, μελισσοκομεία, βιομάζα, κ.α.)
 6. Ζώνες προστασίας – Περιοχές πυρκαγιών

Είναι δυνατόν να διαφανούν οι αντικρουόμενες αλληλεπιδράσεις των ανταγωνιστικών δασικών λειτουργιών, αφού λόγω των πολλών αξιώσεων που έχουμε από το δάσος είναι αναπόφευκτη η ύπαρξη αντικρουόμενων σχέσεων μεταξύ των λειτουργιών. Συγκρούσεις υπάρχουν μεταξύ των οικολογικών και αισθητικών σκοπών του δάσους με τους οικονομικούς του, οι οποίοι επιδιώκουν την προώθηση της ξυλοπαραγωγής και την βελτίωση της οικονομικότητας του δάσους ως επιχείρησης. Οι οικολογικοί και αισθητικοί σκοποί θέτουν συχνά σημαντικούς περιορισμούς και όρους στην οικονομική εκμετάλλευση των δασών, αφού μια εξ' ολοκλήρου εκμετάλλευση του δάσους με βάση μόνο οικονομικούς σκοπούς, υποβαθμίζει τις προστατευτικές και αισθητικές λειτουργίες του, σε αντίθεση με την αρχή της αειφορίας.

Η συνύπαρξη περισσότερων από μια λειτουργιών στην ίδια επιφάνεια δεν είναι πάντα συνδεδεμένη με αντικρουόμενες σχέσεις μεταξύ αυτών. Σε περιπτώσεις όμως που υφίστανται συγκρούσεις μεταξύ των λειτουργιών, στόχος ενός διαχειριστή είναι ο εντοπισμός και επίλυση τέτοιου είδους αντικρουόμενων σχέσεων. Εξετάζονται λοιπόν, ποιες λειτουργίες της περιοχής έρευνας είναι μεταξύ τους ανταγωνιστικές και ποιες είναι μεταξύ τους συμπληρωματικές ή ανεξάρτητες. Συνήθως, οι λειτουργίες προστασίας και αναπληρώσεως είναι μεταξύ τους συμβατές. Αντίθετα, προβληματικές είναι οι σχέσεις μεταξύ των λειτουργιών παραγωγής με τις άλλες δασικές λειτουργίες. Για το λόγο αυτό οι λειτουργίες παραγωγής του δάσους θα πρέπει να συνάγουν με τις οικολογικές λειτουργίες του, να διατηρούν δηλαδή την βιοποικιλότητα και μαζί όλες τις συνδεδεμένες με αυτήν αξίες, όπως για παράδειγμα τους υδάτινους πόρους, το έδαφος, το κλίμα και τα ευαίσθητα οικοσυστήματα και τοπία (Καλαπόδης 2007).

1.1.4 Διαχειριστικά σχέδια και διαχειριστικά μέτρα

Η πολυπλοκότητα των λειτουργιών του δασικού χώρου, καθώς και οι αξίες-αρχές που απαιτείται να διέπουν την δασική διαχείριση, οδηγούν στην ανάγκη για μια διαρκή διαδικασία σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων. Απαιτείται λοιπόν, η ανάπτυξη ενός μηχανισμού, ο οποίος θα καλύπτει ολόκληρο το

φάσμα εργασιών διαχείρισης και εκμετάλλευσης των δασών, από το σχεδιασμό και την εφαρμογή μέτρων μέχρι και την παρακολούθηση και τον έλεγχο των αποτελεσμάτων διαχείρισης.

Αναλυτικότερα απαιτείται:

- **Σχεδιασμός και διαχειριστικό σχέδιο:** Υλοποιεί μια διαρκή διαδικασία σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων τα αποτελέσματα της οποίας καταχωρούνται στο περιοδικά (ανά 10ετία ή 5ετία) συντασσόμενο διαχειριστικό σχέδιο. Στο σχέδιο αυτό, που για τη σύνταξή του ισχύουν συγκεκριμένες προδιαγραφές, ενσωματώνονται τόσο τα μακροπρόθεσμα μέτρα που στοχεύουν στην αειφορία, όσο και τα μεσο- και βραχυπρόθεσμα μέτρα διαχείρισης.
- **Εφαρμογή:** Για την υλοποίηση του διαχειριστικού σχεδίου καταρτίζεται σε κάθε Δασαρχείο ένας ετήσιος προγραμματισμός έργων και παρεμβάσεων και ακολουθούν κρίσιμες φάσεις, όπως της προσήμανσης των προς υλοτομία δένδρων (από έμπειρο επιστημονικό προσωπικό) και εν συνεχεία της υλοτομίας των δένδρων και συγκομιδής των δασικών προϊόντων. Από την ποιότητα εκτέλεσης των φάσεων αυτών εξαρτάται όχι μόνο το αποτέλεσμα εφαρμογής και η τήρηση αειφορικών απόψεων αλλά και αυτή καθ' αυτή η διατήρηση του οικοσυστήματος.
- **Έλεγχος:** Τη φάση της παραγωγής ακολουθεί ο έλεγχος εκ μέρους της Δασικής Υπηρεσίας των προϊόντων και η έκδοση πιστοποίησης, βάσει της οποίας διακινούνται στη συνέχεια τα προϊόντα. Η φύλαξη και παρακολούθηση των μεταβολών του οικοσυστήματος ολοκληρώνει αυτό που χαρακτηρίζει μια ορθολογική και αειφορική διαχείριση των δασών.

1.1.5 Δασική αειφορία – αειφορική διαχείριση δασών

Ο ρόλος των δασών είναι ιδιαίτερα σύνθετος και εξυπηρετεί οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς σκοπούς. Τα δάση αποτελούν οικοτόπους για ζώα και φυτά και συμβάλλουν σημαντικά στον περιορισμό των κλιματικών αλλαγών, ενώ προσφέρουν συγχρόνως και άλλες περιβαλλοντικές υπηρεσίες. Τα δάση προσφέρουν επίσης ευρύτερα κοινωνικά οφέλη, μεταξύ άλλων και για την υγεία του ανθρώπου, την αναψυχή και τον τουρισμό. Η διασφάλιση της αειφόρου διαχείρισης των δασών αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου να καρπωθούμε αυτά τα οφέλη με ισόρροπο τρόπο. «**Αειφόρος διαχείριση των δασών**» σημαίνει η χρήση των δασών και των δασικών εκτάσεων να γίνεται κατά τρόπο και με ρυθμούς που επιτρέπουν να διατηρείται η βιοποικιλότητά τους, η παραγωγικότητά τους, η ικανότητα αναγέννησής τους, η ζωτικότητα τους, καθώς και η ικανότητά τους να επιτελούν τόσο στο παρόν, όσο και στο μέλλον, τις σχετικές

οικολογικές, οικονομικές και κοινωνικές λειτουργίες, σε τοπικό, εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο, χωρίς να προκαλείται βλάβη σε άλλα οικοσυστήματα, σύμφωνα με τη νέα δασική στρατηγική της ΕΕ, για τα δάση και τον δασικό τομέα (Ding and Nunes 2014).

1.1.6 Γεωπληροφοριακά Συστήματα – Δεδομένα

Η σύγχρονη τεχνολογία προσφέρει δυνατότητες με τη μορφή τεχνικών επεξεργασίας και μοντελοποίησης χωρικών δεδομένων και διαχρονικών πολύ-παραμετρικών αναπαραστάσεων (Miliareisis 2013), οι οποίες έχουν ενσωματωθεί πλέον στα σύγχρονα περιβάλλοντα γεωπληροφοριακών συστημάτων.

Οι τεχνολογίες αυτές προήλθαν ως φυσική συνέπεια της διαθεσιμότητας δεδομένων για το φυσικό περιβάλλον με υψηλή χωρική-χρονική και θεματική διακριτική ικανότητα, μέσω επίγειων και τηλεπισκοπικών τεχνικών. Παράλληλα η κλιματική αλλαγή, η υποβάθμιση της ποιότητας ζωής σε βιομηχανοποιημένες και αστικοποιημένες ζώνες, η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων και η αλόγιστη επέκταση ανθρωπογενών καλύψεων και χρήσεων γης σε βάρος φυσικών καλύψεων και διεργασιών και πλήθος άλλων ανθρωπογενών δράσεων, δημιούργησε την ανάγκη να καταγράφονται βιοφυσικές μεταβλητές διαχρονικά (Miliareisis 2014a), προκειμένου να αξιολογηθεί ποσοτικά η ποιότητα – τυχόν υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος (Muinonen *et al* 2012).

Τέτοια παραδείγματα διαχρονικής καταγραφής βιοφυσικών μεταβλητών και παραμέτρων αποτελούν:

- α. Οι καλύψεις γης (Parent and Verbyla 2010).
- β. Η θερμοκρασία (Miliareisis 2012).
- γ. Ο δείκτης βλάστησης (Miliareisis and Delikaraoglou 2009).
- δ. Η πυκνότητα φυλλώματος, (Pope and Treitz 2013), κ.α.

Στον τομέα των διαθέσιμων γεωγραφικών δεδομένων έχουμε εξελίξεις που συσχετίζονται με την αύξηση της διαθεσιμότητας των κατηγοριών (ΨΥΜΕ, Δορυφορικές εικόνες, χωρικές βάσεις δεδομένων, κ.α.) , όσο και της ακρίβειας (μεγαλύτερη κλίμακα, χωρική διακριτική ικανότητα, κ.α.) αυτών (Ortiz *et al* 2012).

Τέτοια παραδείγματα αποτελούν:

α. Το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (ΨΥΜΕ), (Jarvis *et al* 2008).

β. Η Ζώνη Προστασίας του Ορεινού Όγκου της Πάρνηθας , όπου περιέχονται τα όρια των ζωνών προστασίας του ορεινού όγκου της Πάρνηθας, οι οποίες και καθορίζονται από το Π.Δ. ΦΕΚ 619Δ/2008, με κλίμακα ψηφιοποίησης 1:30.000.

Οι μεθοδολογίες συλλογής δεδομένων επιτρέπουν την όλο με μεγαλύτερη ταχύτητα και ακρίβεια συλλογή γεω-χωρικών δεδομένων με εργασίες υπαίθρου (GPS, επίγειοι σαρωτές laser- Lidar κ.α.) σε συνδυασμό με την σύγχρονη ανάρτησή τους, διάχυση σε γεω-χωρικές και διαδικτυακές βάσεις δεδομένων (π.χ. Google Earth), με αποτέλεσμα να απαιτείται ο λειτουργικός συνδυασμός εργασιών υπαίθρου και μετρήσεων πεδίου με τα τηλεπισκοπικά δεδομένα.

Είναι αυτονόητο, ότι δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς που εμπλέκονται στην διαδικασία διαχείρισης, στην καταγραφή περιβαλλοντικών επιπτώσεων και στην χωροθέτηση αναπτυξιακών δραστηριοτήτων να θέτουν τα παρακάτω ερωτήματα:

α. Ποια βιοφυσικά δεδομένα καταγράφονται από τα σύγχρονα συστήματα τηλεπισκόπησης σε περιοδική βάση και πως μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα ενιαίο πλαίσιο διαχείρισης και προστασίας;

β. Ποιες τεχνικές ανάλυσης θα επιτρέψουν την ολοκλήρωση βιοφυσικών και γεωγραφικών δεδομένων και την κατάτμηση του γεωγραφικού χώρου σε ζώνες με κοινή χωρο-χρονική βιοφυσική και γεωγραφική υπογραφή;

1.2 Περιγραφή αντικείμενων – χρήσεων - λειτουργιών του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας

Ο Εθνικός Δρυμός της Πάρνηθας είναι μια σύνθετη φυσική οντότητα στην οποία συνυπάρχουν αντικείμενα και χρήσεις που απαντώνται σε δασικά συστήματα σε συνδυασμό με ανθρωπογενή αντικείμενα και δραστηριότητες. Οι κύριες κατηγορίες καλύψεων γης που σε αντιστοιχία προσδιορίζουν συγκεκριμένες χρήσεις γης , είναι : **α) τα δάση**, περιλαμβάνουν τις εκτάσεις εκείνες που καλύπτονται από δένδρα ή θάμνους σε ποσοστό μεγαλύτερο του 15% και μπορούν να παράγουν ξύλο ή άλλα δασικά προϊόντα, **β) οι θαμνώνες**, που είναι οι εκτάσεις που καλύπτονται από θάμνους σε ποσοστό μεγαλύτερο του 15%, **γ) οι χορτολειαδικές εκτάσεις** ή αλλιώς **βοσκότοποι**, που καλύπτονται από λειβαδική βλάστηση, **δ) οι φρυγανότοποι**, εκτάσεις με φρυγανώδη βλάστηση, **ε) οι γεωργικές**

καλλιέργειες που είτε είναι ενεργές και συνεισφέρουν στην αγροτική οικονομία, είτε είναι ανενεργές και αντιστοιχούν εγκαταλελειμμένες γεωργικές εκμεταλλεύσεις και **στ) οι οικισμοί**, που περιλαμβάνουν ζώνες στις οποίες συναντάται ήπια οικιστική ανάπτυξη..

Πέραν όμως των βασικών αυτών κατηγοριών χρήσεων γης, εντός το δασικό σύστημα του Δρυμού είναι μια ζώνη στην οποία συναντώνται – συναθροίζονται σημαντικά **φυσικά αντικείμενα** ιδιαίτερης οικολογικής σημασίας, που περιλαμβάνουν ενδημική χλωρίδα, ενδημική πανίδα και γεώτοποι ιδιαίτερου φυσικού κάλλους. Ενδεικτικά, αναφέρονται: **α)** η ιδιαίτερη **χλωρίδα** της Πάρνηθας (με ενδημικά φυτά, τα σπάνια και απειλούμενα είδη, τα μανιτάρια της Πάρνηθα, τα βρύα και οι λειχήνες, κ.α.), **β)** η αξιοσημείωτη **πανίδα** του Εθνικού Δρυμού της Πάρνηθας (με το πιο σημαντικό είδος απ’ αυτήν, το κόκκινο ελάφι, καθώς στην Πάρνηθα υπάρχει ο μοναδικός μεγάλος πληθυσμός που έχει απομείνει στην Ελλάδα), **γ)** οι σπάνιοι **βιότοποι**, **δ)** τα **σπήλαια - βάραθρα** και **καταφύγια** της περιοχής, **ε)** τα **επιφανειακά ύδατα** (πηγές συνεχούς ροής, μικρές λίμνες, μικρά ποτάμια ή ρυάκια με μόνιμη ή εποχική επιφανειακή απορροή), που αποτελούν οικολογικές νησίδες με πολύ μεγάλη βιοποικιλότητα.

Οι **ανθρωπογενείς δραστηριότητες και τα τεχνητά αντικείμενα** ενδεικτικά περιλαμβάνουν: **α)** **δραστηριότητες** όπως ξεναγήσεις, ορειβασία, ορεινή ποδηλασία, αναρρίχηση, κ.α., **β)** **αξιοθέατα** (αρχαιολογικοί χώροι, μνημεία της φύσης, βρύσες και πηγές, μοναστήρια και εκκλησιές), **γ)** οδικό δίκτυο (με άσφαλτο και χώμα) καθώς και δίκτυο **διαδρομών** που ταξινομούνται σε ποδηλατικές με σήμανση, πεζοπορικές, μονοπάτια κ.α., **δ)** **κτιριακές εγκαταστάσεις** (Βασιλικά κτήματα, ξενοδοχείο - καζίνο, , δραστηριότητες αναψυχής, ορειβατικό καταφύγιο, στρατιωτικές, λατομικές. (Αμοργιανιώτης 1997)

Όλα μαζί έχουν ένα κοινό και ιδιαίτερο χαρακτηριστικό, το ότι λειτουργούν ως «φυσικά οικοσυστήματα» με την έννοια ότι η φύση, οι φυσικές διεργασίες, μαζί φυσικά και ο άνθρωπος, παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στη διατήρηση ή μη, αλλά και εξέλιξη των βιοτικών και αβιοτικών χαρακτηριστικών τους. Και είναι γεγονός ότι ο Δρυμός αυτός, όπως και κάθε δάσος γενικότερα, δεν μπορεί να κατανοηθεί πλήρως, ιδιαίτερα στην εποχή μας, αν το δούμε ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα αυτά φυσικά στοιχεία με τα οποία βρίσκεται σε αλληλεπίδραση και αλληλεξάρτηση.

Είναι επίσης γεγονός, ότι ο Εθνικός Δρυμός της Πάρνηθας παρουσιάζει διάφορες παραγωγικές, προστατευτικές, ρυθμιστικές και λειτουργίες αναψυχής, άλλες σε μεγαλύτερο και άλλες σε μικρότερο βαθμό, ακριβώς λόγω της ίδιας της φύσης τους και ανεξάρτητα από την ιδιαίτερη χρήση ή την αξία τους που αντιλαμβανόμαστε περισσότερο κάθε φορά.

Είναι εύκολο να αντιληφθεί ο καθένας ότι οι σχέσεις του ανθρώπου με την γή και τους φυσικούς της πόρους έχουν υποστεί πολλές και διάφορες μεταβολές στη διάρκεια της ιστορίας του ανθρώπινου γένους, όπως επίσης και το γεγονός ότι ο άνθρωπος κατανοεί τα διάφορα στοιχεία της γής και ιδίως τα δάση και τα φυσικά οικοσυστήματα ανάλογα με την χρησιμότητά τους για την ικανοποίηση συγκεκριμένων αναγκών του.

Όσο ο άνθρωπος ενδιαφέρεται κυρίως για τις παραγωγικές λειτουργίες, τόσο δυσκολεύεται να κατανοήσει τις υπόλοιπες λειτουργίες του Δρυμού αυτού όσο και των άλλων φυσικών οικοσυστημάτων που περιβάλλει, έχοντας δυστυχώς σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση παρόμοιων φαινομένων, σε μικρότερο όμως μέχρι τώρα βαθμό, όπως την καταστροφική πυρκαγιά της 28ης Ιουνίου 2007 (Miliarsis 2009a), που αφάνισε μεγάλο τμήμα του Δρυμού της Πάρνηθας και άλλαξε για πάντα το φυσικό τοπίο της Πάρνηθας, αφανίζοντας πολλά στρέμματα πευκοδάσους, ελατοδάσους και αείφυλλων πλατύφυλλων.

Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα στον πυρήνα του Δρυμού να αναπτυχθούν διάφορες δραστηριότητες, όπως το καζίνο, οι εγκαταστάσεις των επικοινωνιών και οι στρατιωτικές μονάδες, οι υπερσυγκέντρωση των επισκεπτών στα ευαίσθητα οικοσυστήματα του Δρυμού, η αύξηση κρουσμάτων λαθροθηρίας, η ατμοσφαιρική ρύπανση που μετακινούσε το νέφος από την πόλη κλπ., οι οποίες δεν συμβιβάζονταν με τους σκοπούς για τους οποίους η Πάρνηθα ανακηρύχθηκε ως Εθνικός Δρυμός. Βέβαια, το γεγονός της υποβάθμισης του φυσικού περιβάλλοντος της Αττικής, δίνει την δυνατότητα στην περιοχή της Πάρνηθας να θεωρείται ως ο σπουδαιότερος και μοναδικός πια πνεύμονας πρασίνου, ο οποίος έχει φορτωθεί πλέον με το βάρος της κάλυψης αναγκών περίπου του μισού πληθυσμού της Ελλάδας, όπως για παράδειγμα τη δασική αναψυχή, τη βελτίωση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα κλπ., χωρίς έτσι να μπορεί να επιτελέσει της δικές του ιδιαίτερες αξίες και φυσιογνωμίες.

1.3 Γενική καταγραφή του Προβλήματος προστασίας και διαχείρισης

Για να διαχειριστεί, λοιπόν, σωστά ο Εθνικός Δρυμός της Πάρνηθας θα πρέπει να ικανοποιηθούν όλες εκείνες οι ανάγκες που αποτελούν ουσιαστικά και τους λόγους ύπαρξης του Δρυμού, καθώς επίσης και όλοι εκείνοι οι στόχοι που εξυπηρετεί στη σημερινή εποχή και με βάση τον πολιτισμό της χώρας μας ο Δρυμός. Οι ανάγκες αυτές είναι οι ακόλουθες: α) η διατήρηση των ιδιαίτερων φυσικών και οικολογικών αξιών, τα οποία αποτελούν τα πολύτιμα στοιχεία της φυσικής μας κληρονομιάς, β) η διευκόλυνση των επιστημονικών ερευνών, γ) η παροχή περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στους επισκέπτες, τα σχολεία, τους συλλόγους κ.α., δ) η παροχή διαφόρων δυνατοτήτων και ευκολιών με σκοπό την υπαίθρια αναψυχή και ε) η δημιουργία τέτοιων οικονομικών δυνατοτήτων σε τοπικό επίπεδο, που φυσικά να είναι αλληλένδετες με τους σκοπούς διαχείρισης και λειτουργίας του Εθνικού Δρυμού της Πάρνηθας.

Είναι κατανοητό πως η ιδιαίτερη αξία του μοναδικού αυτού Δρυμού έγκειται στο φυσικό του περιβάλλον, στο τοπίο του και βέβαια στην μοναδικότητα του οικοσυστήματος που χαρακτηρίζεται από το πολύ μεγάλο οικολογικό ενδιαφέρον του σε τοπική και εθνική διάσταση και για τον λόγο αυτό ο κυρίαρχος στόχος της διαχείρισης του είναι να εξασφαλίζεται η διατήρηση των χαρακτηριστικών του, της φυσιογνωμίας και της οικολογικής τους ισορροπίας για την μοναδικότητα που τα διακρίνει.

Και σίγουρα η ηθική υποχρέωση της πολιτείας θα πρέπει να είναι τόσο μεγάλη, ώστε να μην υποβαθμιστούν τα χαρακτηριστικά τους και κατά συνέπεια η αξία και η ελκυστικότητα του Δρυμού με κίνδυνο την υπόστασή του και σίγουρα θα πρέπει να γίνει απόλυτα κατανοητό πως για να διατηρηθεί ο Δρυμός με τις αξίες, αλλά και γενικότερα τα πλεονεκτήματά της ύπαρξης και αξιοποίησης του θα εξασφαλιστούν μονάχα με την ουσιαστική οργάνωση και λειτουργία του Εθνικού αυτού Δρυμού στην πράξη.

Σύμφωνα με την αξιολόγηση των δυνατοτήτων και των περιορισμών των γενικών χαρακτηριστικών του Εθνικού Δρυμού της Πάρνηθας φαίνεται πως οι φυσικές και ανθρωπογενείς δράσεις αλληλοεπηρεάζονται και αλληλοεξαρτώνται από τα διάφορα προβλήματα και τις προοπτικές για την ευρύτερη περιοχή, με αποτέλεσμα η διαχείριση του

Δρυμού να μην έχει τη δυνατότητα να είναι ανεξάρτητη από την διαχείριση και τις χρήσεις της περιοχής. Είναι σημαντικό επίσης να εντάσσονται τα διάφορα προγράμματα για την αξιοποίηση του και τις πιθανές επεμβάσεις σε αυτόν σε ένα κοινό πλαίσιο και να πραγματοποιούνται και με την συνεργασία του φορέα διαχείρισης του Δρυμού με τις υπηρεσίες που εκδηλώνουν ενδιαφέρον γι' αυτόν. Παρόλα αυτά, χρειάζεται ένας προσεκτικός συνδυασμός όλων αυτών των δραστηριοτήτων και των ενεργειών που πιθανόν να εκπονηθούν και κατά συνέπεια τον επηρεάζουν έχοντας ως σκοπό να επιφέρει θετικά αποτελέσματα και να αντιμετωπιστούν τα ποικίλα και πολύπλοκα βιολογικά, τεχνικά και κοινωνικοοικονομικά θέματα που σχετίζονται με το Δρυμό (Αμοργιανιώτης 1997).

Η ανάγκη διαχείρισης του συστήματος του Δασικού χώρου και προστασίας του είτε στο σύνολό του, είτε σε επιμέρους αντικείμενα – χρήσεις – λειτουργίες είναι επιτακτική, αφού η σειρά αντικειμένων, χρήσεων, λειτουργιών που λαμβάνουν χώρα – εξελίσσονται στο ίδιο χώρο με κοινό ή μεταβαλλόμενο χρονικό πλαίσιο εξέλιξης όπως, εποχικές μεταβολές στο φύλλωμα των δέντρων, κλιματική αλλαγή – μια τάση (trend), κύκλος της βόσκησης, κύκλος αυθαιρέτων (που προσδιορίζεται από το ιδιοκτησιακό και νομοθετικό πλαίσιο), ακραία ασυνεχή φαινόμενα (όπως πυρκαγιές), κ.α.

1.4 Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης

Τα σύγχρονα βιοφυσικά και γεωγραφικά δεδομένα που έχουν διαχρονική διάσταση επιτρέπουν α. την παραμετροποίηση των αντικειμένων και λειτουργιών του δασικού χώρου με έναν ξεχωριστό τρόπο, β. την μοντελοποίηση των παραμετρικών αναπαραστάσεων προκειμένου να προκύψουν νέες αλληλεπιδράσεις και άγνωστες συσχετίσεις, και γ. την υποστήριξη λήψης αποφάσεων και την αναβάθμιση του διαχειριστικού πλαισίου για την προστασία του δασικού συστήματος.

Η διαχείριση είναι συνάρτηση όλων των διαθέσιμων λειτουργιών σε ένα συγκεκριμένο χώρο, ενώ η διαθεσιμότητα βιοφυσικών δεδομένων σε τακτά χρονικά διαστήματα από δορυφορικά συστήματα σε συνδυασμό με τα ψηφιακά γεωγραφικά δεδομένα σε περιβάλλον ΓΣΠ και τις δυνατότητες συνδυασμένης επεξεργασίας μας δίνει πρωτόγνωρες δυνατότητες στην ταξινόμηση του δασικού χώρου και στην χωροθέτηση δραστηριοτήτων – προστασία – διαχείριση, με προφανή αναγκαιότητα να:

- Προταθεί ένα πλαίσιο των τεχνικών διαχείρισης και προστασίας του δασικού χώρου με βάση τις σύγχρονες εξελίξεις και δυνατότητες.

- Παραχθούν θεματικοί χάρτες της διαχρονικής χωρικής κατανομής βιοφυσικών και γεωγραφικών δεικτών
- Ολοκληρωθούν οι δείκτες στην παραμετρική αναπαράσταση των ενοτήτων του συστήματος του δασικού χώρου.
- Οργανωθούν οι ενότητες του δασικού χώρου σε τάξεις βάση στατιστικών αναλύσεων της παραμετρικής τους αναπαράστασης.

Η ανάγκη διαχείρισης του συστήματος του δασικού χώρου και προστασίας του είτε στο σύνολό του, είτε σε επιμέρους αντικείμενα – χρήσεις – λειτουργίες, αποκτά μια νέα διάσταση με βάση τις επιπτώσεις της επερχόμενης κλιματικής αλλαγής και μας αναγκάζει να αναθεωρήσουμε τα όποια σχέδια διαχείρισης και προστασίας υπάρχουν. Από την άλλη πλευρά η σύγχρονη τεχνολογία γεωγραφικής ανάλυσης και στατιστικής μοντελοποίησης μας δίνει νέες δυνατότητες ανάλυσης, που μας επιτρέπουν πολυδιάστατες συνθετικές αναλύσεις, αλλά και πρόβλεψη της υπάρχουσας κατάστασης – υλοποίηση εναλλακτικών σεναρίων και υποστήριξη λήψης αποφάσεων σεναρίων. Παράλληλα γεωφυσικά δεδομένα με εξαιρετικά μεγάλη χρονική διακριτική ικανότητα είναι διαθέσιμα επιτρέποντας την καταγραφή διαχρονικών γεωφυσικών υπογραφών σε όλο το εύρος του γεωγραφικού χώρου.

Η αναγκαιότητα και η σπουδαιότητα της έρευνας συνοψίζεται:

1. Στην από κοινού χρήση βιοφυσικών και γεωγραφικών δεδομένων για την κατάτμηση του γεωγραφικού χώρου σε ζώνες με κοινή χώρο-χρονική βιοφυσική και γεωγραφική υπογραφή και
2. Στην ολοκλήρωση της νέας πολύ-παραμετρικής διάστασης της μοντελοποίησης του δασικού χώρου στην λήψη αποφάσεων και στον σχεδιασμό νέων διαχειριστικών σχεδίων για ανάπτυξη και προστασία του δασικού περιβάλλοντος στην περιοχή μελέτης σε ένα πλαίσιο προς σύγχρονη και αειφόρο διαχείριση του δασικού χώρου.

1.5 Σκοποί και Στόχοι

Την τελευταία 5ετία υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητα ελεύθερων (χωρίς κόστος) γεωγραφικών δεδομένων (διανυσματικών και πλεγματικών), τα οποία έχουν όλο και μεγαλύτερη χωρική και χρονική διακριτική ικανότητα, ενώ θεματικά επεκτείνονται από την παραδοσιακή διάσταση της αποτύπωσης του γεωγραφικού χώρου, στην διαχρονική και βιοφυσική (π.χ. θερμοκρασία της επιφάνειας του

εδάφους) του αναπαράστασης. Θεωρούμε ότι οι παραπάνω δυνατότητες επιτρέπουν την πραγματοποίηση των παρακάτω ερευνητικών υποθέσεων.

- Η διαθεσιμότητα ελεύθερων σύγχρονων βιοφυσικών και γεωγραφικών δεδομένων μπορεί να ενσωματωθεί στην διαχείριση και προστασία του δασικού χώρου.
- Δύναται να χωροθετηθούν δραστηριότητες και χρήσεις στον δασικό χώρο με συνυπολογισμό βιοφυσικών και γεωγραφικών δεικτών.
- Ο προσδιορισμός ζωνών επικινδυνότητας (πυροπροστασία – διάβρωση κ.α.)
- Η αξιολόγηση των φυσικών διαθεσίμων και των φυσικών πόρων με συνυπολογισμό βιοφυσικών και γεωγραφικών δεικτών.

Τα κύρια στοιχεία καινοτομίας της προτεινόμενης διπλωματικής εργασίας είναι :

- Αξιολόγηση των δυνατοτήτων των εφαρμογών των σύγχρονων – ελεύθερα διαθέσιμων - ψηφιακών μοντέλων εδάφους στην διαχείριση και προστασία του δασικού χώρου με προσδιορισμό δεικτών διάβρωσης εδάφους, προσβασιμότητας πεζοπόρων και εποχούμενων τμημάτων, δεικτών ανάγλυφου, όπως η υφή, ο τοπογραφικός δείκτης υγρασίας κ.α.
- Αξιολόγηση των δυνατοτήτων των εφαρμογών της διαχρονικής πλεγματικής βάσης δεδομένων θερμοκρασιών εδάφους του δορυφόρου MODIS στην διαχείριση και προστασία του δασικού χώρου.
- Προσδιορισμός κατάτμησης φυσικού χώρου ως προς την βλάστηση και την θερμοκρασία.
- Παραμετρική αναπαράσταση γεωγραφικών αντικειμένων βάση τοπογραφικών και βιοφυσικών δεικτών.
- Η ολοκλήρωση των παραπάνω σε προτάσεις αναθεώρησης του διαχειριστικού πλαισίου και υποστήριξης του σχεδίου προστασίας του Εθνικού Δρυμού της Πάρνηθας.

Τα αναμενόμενα αποτελέσματα – παραδοτέα της παρούσης μεταπτυχιακής διατριβής είναι:

- Θεματικοί χάρτες της διαχρονικής χωρικής κατανομής βιοφυσικών και γεωγραφικών δεικτών.
- Κατάτμηση του δασικού χώρου σε γεωγραφικά αντικείμενα, με συνυπολογισμό στην παραμετρική τους αναπαράσταση των βιοφυσικών και γεωγραφικών δεικτών που ορίστηκαν στα προηγούμενα στάδια.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή η υλοποίηση των στόχων θα γίνει μέσω των λογισμικών ilwis (2014), qgis (2014) και idrisi (2011).

Κεφάλαιο Δεύτερο

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (State of Art)

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται:

Στο **Α' μέρος**, μια σύντομη αναδρομή σε μελέτες και προσπάθειες σχετικά με τον τρόπο σύνταξης των διαχειριστικών μελετών, καθώς και των διαχειριστικών μέτρων αποδεικνύοντας ότι η νέα τάξη πραγμάτων σχετικά με την διαχείριση ενσωματώνει - εντάσσει και την διαχείριση πολλαπλών χρήσεων ή σκοπών,

Στο **Β' μέρος**, οι στόχοι που αφορούν στη διαχείριση του εθνικού Δρυμού της Πάρνηθας όπως αυτοί έχουν περιγραφεί σε αντίστοιχη διαχειριστική μελέτη,

Στο **Γ' μέρος**, το γενικό μοντέλο διαχείρισης του δασικού συστήματος σε συνδυασμό με δείκτες που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της κατάστασης των δασικών πόρων και την μεταβολή τους διαχρονικά. Τα κριτήρια και οι δείκτες αναδεικνύουν την πολυπλοκότητα του δασικού συστήματος, και βοηθούν στην λήψη απόφασης σε σχέση με τα μέτρα προστασίας – ανάπτυξης ενός συγκεκριμένου δασικού οικοσυστήματος (Ομάδα Εργασίας Εμπειρογνομόνων 2002, MCPFE 2007, MCPFE 2011).

Αν και δεν θα γίνει βασική έρευνα στο μοντέλο διαχείρισης του δασικού συστήματος και στους αντίστοιχους δείκτες (Παπαγεωργίου *et al* 2003, Χατζηστάθης και Ζάγκας 1996, Tsitsoni *et al* 2002), τα παραπάνω θα γίνει προσπάθεια να συνδεθούν με τους ποσοτικούς τοπογραφικούς και βιοφυσικούς δείκτες που θα προσδιοριστούν από ψηφιακά μοντέλα εδάφους και δορυφορικές εικόνες.

Στο τελευταίο **Δ' μέρος**, θα γίνει βιβλιογραφική αναδρομή πρόσφατων παραδειγματικών εφαρμογών των βιοφυσικών δορυφορικών εικόνων και ψηφιακών μοντέλων εδάφους στην διαχείριση και προστασία του περιβάλλοντος. (Miliaresis 2012, 2013, 2014a)

2.2 Διαχειριστικές Μελέτες – Μέτρα, Διαχείριση Πολλαπλών χρήσεων

Οι διαχειριστικές μελέτες είναι υποχρεωτικές στη διαχείριση ενός δάσους, όπως ορίζει ο δασικός κώδικας ΝΔ 86/89. Οι διαχειριστικές μελέτες έχουν ισχύ για μία δεκαετία και αποτελούν τον μεσοπρόθεσμο σχεδιασμό. Ο μακροπρόθεσμος σχεδιασμός έχει ισχύ για μια εικοσαετία. Στην ουσία αποτελεί τη βάση του μεσοπρόθεσμου σχεδιασμού, δίνει τη γενική κατεύθυνση της διαχείρισης και του επιθυμητού αποτελέσματος.

Για τον Εθνικό δρυμό της Πάρνηθας έχει συνταχθεί το διαχειριστικό πλαίσιο, σύμφωνα με τον Σαπανίδη (2010), καθώς και αντίστοιχες διαχειριστικές προτάσεις που περιλαμβάνονται στην ομάδα εργασίας του ΓΕΩΤ.Ε.Ε. (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος) από τους Θεοχάρης Ζάγκας, Γεώργιος Αμοργιανιώτης, Βασίλειος Αντωνιάδης, Δημήτριος Καραμανώλης, Αντώνιος Μαντζαβέλας, Φώτιος Φασούλας, με αντικείμενο τη σύνθεση Τεχνικών Προδιαγραφών για την Εκπόνηση Διαχειριστικών Σχεδίων των Δασικών Οικοσυστημάτων.

Τα διαχειριστικά μέτρα είναι οι επιμέρους αποφάσεις των διαχειριστικών μελετών. Στη βιβλιογραφία ο όρος συναντάται και ως δασοκομικά μέτρα, δασοκομικοί χειρισμοί, επεμβάσεις κλπ, όπου μέχρι το 2009, αφορούσαν μόνο την ξυλοπαραγωγή. Η ομάδα εργασίας του ΓΕΩΤ.Ε.Ε. (2009) προτείνει να λαμβάνονται μέτρα και για τις «συνδεδεμένες» με το δάσος λειτουργίες (προστατευτικές, οικολογικές, κοινωνικές). Κατ' αυτόν τον τρόπο στις διαχειριστικές μελέτες εντάσσεται και η έννοια της αειφορικής διαχείρισης πολλαπλών χρήσεων ή σκοπών. Οι Καραμανώλης, Καρτέρης (2005) δίνουν τον όρο «η έννοια των πολλαπλών χρήσεων ή πολλαπλών σκοπών», η οποία περιλαμβάνει την συντονισμένη (αρμονική και ορθολογική) διαχείριση όλων των πόρων και δυνατοτήτων μιας εδαφικής επιφάνειας» για τη διαχείριση πολλαπλών χρήσεων ή σκοπών. Ακολούθως η ομάδα εργασίας του ΓΕΩΤ.Ε.Ε. (2009) αναφέρει ότι «οι νέες προδιαγραφές εάν θέλουμε να είναι ρεαλιστικές και να έχουν προοπτική, θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις αρχές της πολυλειτουργικής δασοπονίας, όπου η παραγωγή ξύλου θα έρχεται σε δεύτερη ή τρίτη μοίρα.

2.3 Οι στόχοι των Διαχειριστικών μελετών για τον Δρυμό

Με βάση τις μελέτες που έχουν συνταχθεί μέχρι σήμερα σχετικά με τους στόχους που αφορούν στη διαχείριση του Εθνικού αυτού Δρυμού (Αμοργιανιώτης 1997) αναφέρονται τα ακόλουθα:

- α) ο πρώτος στόχος αφορά στην βελτίωση των συνθηκών της διοίκησης, της διαχείρισης και της λειτουργικής οργάνωσης του Δρυμού,
- β) ο δεύτερος αφορά στην επέκταση των ορίων του πυρήνα του Δρυμού και τον καθορισμό μιας νέας περιφερειακής ζώνης,
- γ) ο τρίτος στόχος αναφέρεται στην αναγκαστική απαλλοτρίωση κάθε είδους δουλειάς που ισχύει σε επιμέρους εκτάσεις του Δρυμού και δεν συμβαδίζουν με τους σκοπούς ίδρυσης του,
- δ) ο τέταρτος στόχος αναφέρεται στην προστασία και διατήρηση των ιδιαίτερων αξιών του Δρυμού, όσον αφορά το φυσικό του περιβάλλον και την πολιτιστική του κληρονομιά και ταυτόχρονα μια προσπάθεια να επανορθωθούν οι οικολογικές και άλλες καταστροφές που έχουν προκαλέσει διάφορες από τις ανθρώπινες δραστηριότητες σε αυτόν,
- ε) ο πέμπτος στόχος αναφέρεται στην οργάνωση του Δρυμού με σκοπό την εξυπηρέτηση των επισκεπτών, την ανάδειξη των αξιών του, την δημιουργία ευκολιών περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και ενημέρωσης, καθώς και τον έλεγχο της υφιστάμενης υπαίθριας αναψυχής με σκοπό να μην προκαλούνται ζημιές στο φυσικό αυτό περιβάλλον,
- στ) ο έκτος στόχος αφορά στη συμβολή για άνοδο και διατήρηση του βιοτικού και πολιτιστικού επιπέδου των κατοίκων των γειτονικών περιοχών με την πληρέστερη αξιοποίηση των δυνατοτήτων του Δρυμού για την ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας, η οποία θα συμβαδίζει πάντοτε με την διατήρηση των αξιών και της φυσιογνωμίας του,
- ζ) ο έβδομος στόχος θέτει απαραίτητη την προστασία του Δρυμού από τις πυρκαγιές και την αυθαίρετη δόμηση και
- η) ο όγδοος και τελευταίος στόχος, αφορά στην απομάκρυνση των υφιστάμενων εγκαταστάσεων, που αντιστρατεύονται τους σκοπούς για τους οποίους η Πάρνηθα ανακηρύχθηκε ως Εθνικός Δρυμός.

2.4 Μοντέλο διαχείρισης και δείκτες

Για την εκτίμηση της κατάστασης των δασικών πόρων και την μεταβολή τους διαχρονικά, έχουν καθοριστεί Κριτήρια και Δείκτες (Πανευρωπαϊκοί Δείκτες για την Αειφόρο Διαχείριση των Δασών όπως εγκρίθηκαν από την Ομάδα Εργασίας Εμπειρογνομόνων (2002), της Υπουργικής Διάσκεψης για την Προστασία των Δασών στην Ευρώπη), οι οποίοι καταδεικνύουν κατά πόσο εφαρμόζεται η αρχή της αειφορίας στη διαχείρισή τους.

Ακολουθεί η περιγραφή των δεικτών ανά κριτήριο.

Κριτήριο 1:

Διατήρηση και ενίσχυση των δασικών πόρων και η συμβολή τους στον παγκόσμιο κύκλο του άνθρακα.

1.1 Έκταση δασών

Έκταση των δασών και των άλλων δασοκαλυμμένων εκτάσεων, ταξινομημένη με βάση το δασικό τύπο και τη διαθεσιμότητα του ξύλου, και το μερίδιό τους στη συνολική έκταση της περιοχής.

1.2 Ξυλαπόθεμα

Ξυλαπόθεμα στα δάση και σε άλλες δασοκαλυμμένες εκτάσεις, ταξινομημένο με βάση το δασικό τύπο και τη διαθεσιμότητα του ξύλου.

1.3 Κατανομή ξυλαποθέματος δασών κατά κλάσεις ηλικίας και διαμέτρου

Δομές ηλικίας και διαμέτρου των δασών και άλλων δασοκαλυμμένων εκτάσεων με βάση το δασοπονικό είδος και τη διαθεσιμότητα ξύλου.

1.4 Απόθεμα άνθρακα

Απόθεμα άνθρακα στη ξυλώδη βιομάζα και το έδαφος των δασών και των άλλων δασοκαλυμμένων εκτάσεων.

Κριτήριο 2:

Διατήρηση του δασικού οικοσυστήματος, υγεία και ζωτικότητα.

2.1 Εναποθέσεις ατμοσφαιρικών ρύπων

Εναπόθεση ατμοσφαιρικών ρύπων στα δάση και άλλες δασοκαλυμμένες εκτάσεις, ταξινομημένη κατά Άζωτο (N), Θείο (S) and βασικά κατιόντα.

2.2 Κατάσταση εδάφους

Χημικά στοιχεία εδάφους (βαθμός οξύτητας (pH), ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (CEC), αναλογία

άνθρακα – αζώτου (C/N), οργανικός άνθρακας, βαθμός κορεσμού) στα δάση και άλλες δασοκαλυμμένες εκτάσεις που σχετίζονται με την οξύτητα του εδάφους και τον ευτροφισμό και ταξινομούνται με βάση τους κύριους τύπους εδαφών.

2.3 Φυλλόπτωση

Φυλλόπτωση σε ένα ή περισσότερα κύρια είδη δένδρων στα δάση και άλλες δασοκαλυμμένες εκτάσεις ταξινομημένη με βάση τις κατατάξεις “μέτρια”, “σημαντική” και “νεκρά”.

2.4 Ζημιές στα δάση

Δάση και άλλες δασοκαλυμμένες εκτάσεις με ζημιές, ταξινομημένες κατά κύριο ζημιογόνο παράγοντα (βιοτικοί, αβιοτικοί και ανθρωπογενείς) και κατά είδος δάσους .

Κριτήριο 3:

Διατήρηση και ενίσχυση των παραγωγικών λειτουργιών του δάσους (Δασικά και μη δασικά).

3.1 Προσαύξηση και υλοτομίες

Ισοζύγιο μεταξύ της καθαρής ετήσιας προσαύξησης και ετήσιων απολήψεων ξύλου στα δάση που διαχειρίζονται μεταξύ άλλων και για παραγωγή ξυλείας.

3.2 Στρογγύλη ξυλεία

Αξία και ποσότητα εμπορεύσιμης στρογγύλης ξυλείας.

3.3 Μη ξυλώδη δασικά προϊόντα

Αξία και ποσότητα πωληθέντων μη ξυλωδών προϊόντων από τα δάση και άλλες δασοκαλυμμένες εκτάσεις.

3.4 Υπηρεσίες

Αξία υπηρεσιών που προσφέρουν τα δάση και οι άλλες δασοκαλυμμένες εκτάσεις.

3.5 Δάση που διαχειρίζονται με βάση διαχειριστικά σχέδια

Ποσοστό δασών και άλλων δασοκαλυμμένων εκτάσεων που διαχειρίζονται με βάση διαχειριστικά ή άλλα παρόμοια, ισοδύναμα σχέδια.

Κριτήριο 4:

Διατήρηση, συντήρηση και ενίσχυση της βιοποικιλότητας των δασικών οικοσυστημάτων.

4.1 Σύνθεση ειδών δένδρων

Έκταση δασών και άλλων δασοκαλυμμένων εκτάσεων που ταξινομούνται με βάση τον αριθμό των ειδών των δένδρων που απαντάται και το δασικό τύπο .

4.2 Αναγέννηση

Έκταση αναγεννώμενων ομήλικων και κηπευτών δασών ταξινομημένη με βάση τον τύπο

αναγέννησης.

4.3 Φυσικότητα

Έκταση δασών και άλλων δασοκαλυμμένων εκτάσεων που ταξινομείται με βάση τις κατηγορίες “παρθένο ή ανεπηρέαστο από τον άνθρωπο”, “ημιφυσικό” ή “φυτείες”, ανά δασικό τύπο.

4.4 Ξενικά είδη δένδρων

Έκταση δασών και άλλων δασοκαλυμμένων εκτάσεων όπου επικρατούν ξενικά είδη δένδρων .

4.5 Όγκος νεκρού ξύλου στα δάση

Όγκος ιστάμενων και κατακείμενων νεκρών δένδρων στα δάση και άλλες δασοκαλυμμένες εκτάσεις.

4.6 Γενετικοί πόροι

Εκτάσεις με κύριο στόχο διαχείρισης τη διατήρηση, συντήρηση και αξιοποίηση των δασικών γενετικών πόρων καθώς και την παραγωγή σπόρων.

4.7 Μορφές τοπογραφίας

Μορφές τοπογραφίας στις περιοχές που καλύπτονται από δάση.

4.8 Απειλούμενα δασικά είδη

Αριθμός απειλούμενων δασικών ειδών που ταξινομείται σύμφωνα με τις κατηγορίες του κόκκινου καταλόγου του IUCN σε σχέση με τον συνολικό αριθμό δασικών ειδών.

4.9 Προστατευόμενα δάση

Εκτάσεις δασών και άλλων δασοκαλυμμένων εκτάσεων που προστατεύονται για τη συντήρηση της βιοποικιλότητας, των τοπίων και άλλων φυσικών στοιχείων, σύμφωνα με τις οδηγίες αξιολόγησης του MCPFE.

Κριτήριο 5:

Διατήρηση και βελτίωση των προστατευτικών λειτουργιών στη διαχείριση του δάσους (κυρίως του εδάφους και του νερού).

5.1 Προστατευτικά δάση – έδαφος, νερό και άλλες λειτουργίες του οικοσυστήματος

Έκταση δασών και άλλων δασοκαλυμμένων εκτάσεων που είναι καθορισμένη για την πρόληψη της διάβρωσης του εδάφους, για την προστασία των υδάτινων πόρων ή για τη διατήρηση των άλλων λειτουργιών του δασικού οικοσυστήματος, μέρος της κατηγορίας MCPFE “Προστατευτικές Λειτουργίες”.

5.2 Προστατευτικά δάση – υποδομή και διαχειριζόμενοι δασικοί πόροι

Έκταση δασών και άλλων δασοκαλυμμένων εκτάσεων που υποδεικνύεται για την προστασία της υποδομής και των διαχειριζόμενων φυσικών πόρων από τους φυσικούς κινδύνους, μέρος της κατηγορίας MCPFE “Προστατευτικές Λειτουργίες”.

Κριτήριο 6:

Διατήρηση των άλλων κοινωνικοοικονομικών λειτουργιών και συνθηκών.

6.1 Δασοκτησία – Δασοκτήμονες

Αριθμός δασικών κλήρων ταξινομημένοι με βάση το καθεστώς ιδιοκτησίας και την έκτασή τους.

6.2 Συμβολή του δασικού τομέα στο ΑΕΠ

Συμβολή της δασοπονίας και της παραγωγής χαρτιού και άλλων προϊόντων ξύλου στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ).

6.3 Καθαρό εισόδημα

Καθαρό εισόδημα των δασικών επιχειρήσεων.

6.4 Δαπάνες για υπηρεσίες

Συνολικές δαπάνες για τις μακροπρόθεσμες βιώσιμες υπηρεσίες που παρέχονται από τα δάση.

6.5 Εργατικό δυναμικό στο δασικό τομέα

Αριθμός ατόμων που απασχολούνται στο δασικό τομέα, ταξινομημένα κατά φύλο, ηλικία, εκπαίδευση και είδος εργασίας.

6.6 Επαγγελματική ασφάλεια και υγεία

Συχνότητα εργατικών ατυχημάτων και επαγγελματικών ασθενειών στη δασοκομία.

6.7 Κατανάλωση ξύλου

Κατά κεφαλή κατανάλωση ξυλείας και προϊόντων ξύλου.

6.8 Εμπόριο ξυλείας

Εισαγωγές και εξαγωγές ξυλείας και προϊόντων ξύλου.

6.9 Ενέργεια από ξύλινους πόρους

Παραγωγή ενέργειας από τη χρήση ξύλου και ποσοστό αυτής στη συνολική ενέργεια που καταναλώνεται, ταξινομημένη με βάση την προέλευση του ξύλου.

6.10 Δυνατότητα πρόσβασης για αναπηυχή

Έκταση δασών και άλλων δασοκαλυμμένων εκτάσεων όπου το κοινό έχει πρόσβαση για αναπηυχή.

6.11 Πολιτιστικές και πνευματικές αξίες

Περιοχές μέσα στα δάση και άλλες δασοκαλυμμένες εκτάσεις με πολιτιστικές ή πνευματικές αξίες.

2.5 Εφαρμογές Βιοφυσικής Τηλεπισκόπησης

Από την άλλη πλευρά τα σύγχρονα δεδομένα τηλεπισκόπησης και οι δυνατότητες των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών, έχουν δημιουργήσει νέα εφαρμογές και έχουν ανάδειξη το ρόλο της βιοφυσικής χαρτογράφησης (Notarnicola *et al* 2013) και των βιοφυσικών δεικτών (Tian *et al* 2013) ως σημαντικά εργαλεία λήψης αποφάσεων στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό.

Οι νέες δυνατότητες στο βιοφυσικό και περιβαλλοντικό τομέα έχουν βασιστεί στην καταγραφή βιοφυσικών ιδιοτήτων όπως η θερμοκρασία (Duan *et al* 2014, Soliman *et al* 2012) και η υγρασία (Trezza *et al* 2013, Sohrabinia *et al* 2012, Knight *et al* 2012). Οι καταγραφές πραγματοποιούνται με υψηλή χρονική διακριτική ικανότητα σε ημερήσια, εβδομαδιαία και μηνιαία βάση. Η καταγραφή βιοφυσικών δεικτών δίνει τη δυνατότητα παρακολούθησης του περιβάλλοντος, σε τοπική αλλά και σε παγκόσμια κλίμακα.

Η τηλεπισκόπηση και τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών στην σημερινή πραγματικότητα έχουν σαν στόχους την /αναγνώριση, και την μοντελοποίηση της χωρικής κατανομής, τόσο φαινομένων όσο και φυσικών/ανθρωπογενών αντικειμένων ως προς την γεωμορφολογία, και βιοφυσικές παραμέτρους από ψηφιακά μοντέλα εδάφους, δορυφορικά δεδομένα και χάρτες προκειμένου να υποστηριχθεί η βασική και η εφαρμοσμένη έρευνα στην μαθηματική μοντελοποίηση-ερμηνεία του γεωγραφικού χώρου και των αντικειμένων που τον συνιστούν.

Οι κλιματικές αλλαγές σε συνδυασμό με τις ανθρωπογενείς επιδράσεις στο φυσικό περιβάλλον αντικατοπτρίζονται άμεσα στις καλύψεις γης, και στην βιοφυσική υπογραφή γεωμορφολογικών και οικιστικών ενοτήτων και αλληλεπιδρούν με το γεω-περιβάλλον και τους φυσικούς πόρους. Παραδείγματα αποτελούν οι πυρκαγιές (Freeborn *et al* 2014) στην Πελοπόννησο το 2007, που έχουν άμεση επίπτωση στις καλύψεις γης, στη βιοφυσική υπογραφή (He *et al* 2014), και στις φυσικές καταστροφές.

Στο αστικό περιβάλλον οι κλιματικές αλλαγές αναμένεται να επιδεινώσουν τα φαινόμενα θερμικής νησίδας κ.α. Είναι προφανές, οι επιπτώσεις των παραπάνω αλλαγών (Yamamoto *et al* 2012, Landmann *et al* 2010) στις φυσικές καταστροφές, στον σχεδιασμό και υλοποίηση τεχνικών έργων, στην υγεία, την φυσική κατάσταση αλλά και την παραγωγικότητα του πληθυσμού, στην εμφάνιση και χωρική κατανομή ασθενειών, στις επιδράσεις τους στην παραγωγικότητα των αγροτικών εκμεταλλεύσεων (Sur *et al* 2013), στην εμφάνιση ακραίων φυσικών φαινομένων, που συντελούν στην εμφάνιση

πυρκαγιών (Bisquert *et al* 2014), περιόδων ξηρασίας (Chávez *et al* 2013), κ.α., επιδρώντας στους φυσικούς πόρους.

Παραδείγματα:

- Η συλλογή και αξιοποίηση βιοφυσικών πλεγματοειδών τηλεπισκοπικών δεδομένων και ο εντοπισμός μοντέλων διαχρονικής μεταβολής (Atzberger *et al* 2014) όπως εποχικές αλλαγές, ημερήσιες αλλαγές (Oliveira *et al* 2014), που σχετίζονται με την ανθρώπινη δραστηριότητα και η αξιολόγηση τους με βάση την στατιστική χωροχρονική διακύμανση βιοφυσικών δεικτών.
- Η λήψη απόφασης με εφαρμογή προχωρημένων τεχνικών ψηφιακής επεξεργασίας που αξιολογεί τις ζώνες και προσδιορίζει την επιδεκτικότητα τους σε σχέση με την πιθανότητα εμφάνισης πυρκαγιών (Tsela *et al* 2014), η συσχέτιση βιοφυσικής και γεωφυσικής θερμικής ρύπανσης, επιπτώσεις στις καλλιέργειες (Pittman *et al* 2012), αλληλεπιδράσεις ανθρωπογενούς και φυσικού περιβάλλοντος, κ.α.,
- Στην καταγραφή, αξιολόγηση και μοντελοποίηση του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος από σύγχρονα καταγραφικά συστήματα και στην ανάλυση γεωγραφικών και τηλεπισκοπικών δεδομένων για την μελέτη της κλιματικής αλλαγής, τον προσδιορισμό θερμικών νησίδων (Tanripat *et al* 2009) και συσχέτισή τους με επιπτώσεις στο περιβάλλον και τις φυσικές καταστροφές
- Χαρτογράφηση καλύψεων γης: εντοπισμός αλλαγών, προσδιορισμός μεταβολών στη χωρική κατανομή της βιομάζας – της πυκνότητας φυλλώματος (Hassan *et al* 2010) και της συσχέτισης με την επικινδυνότητα (Son *et al* 2014), κ.α.

Μερικές αντιπροσωπευτικές εφαρμογές αποτελούν:

1. Ο εντοπισμός περιοχών στην Ανταρκτική, που παρουσιάζουν θερμικές ανωμαλίες σε σχέση με τα υψομετρικά και γεωγραφικά δεδομένα (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) (Miliareisis 2014a, Zhang *et al* 2010)
2. Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της χαρτογράφησης των περιοχών που επηρεάστηκαν από αυτές (Miliareisis 2009b, Ruiz *et al* 2014).
3. Ο εντοπισμός διαχρονικών μεταβολών (π.χ. εποχικών/ημερήσιων, αλλαγών σε μεγάλη κλίμακα) που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή (Senf *et al* 2013). Παράδειγμα η μελέτη των Alward *et al* (1999) που είχε ως στόχο τον εντοπισμό των επιδράσεων των κλιματικών αλλαγών στις θερμοκρασίες εδάφους, η οποία κατέδειξε αύξηση της νυχτερινής θερμοκρασίας

(LST night) με ρυθμούς ταχύτερους από αυτούς της θερμοκρασία ημέρας, λόγω της μείωσης της εκπεμπόμενης θερμικής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της νύχτας εξαιτίας της ύπαρξης νεφών. Αντίστοιχα η μελέτη μεγάλων χρονοσειρών π.χ. 3 έως 10 χρόνων μπορεί να οδηγήσει στη μοντελοποίηση των επιδράσεων της κλιματικής αλλαγής και να αποτελέσει εργαλείο για τη διεξαγωγή προβλέψεων συμβάλλοντας στην προστασία του περιβάλλοντος και στο σχεδιασμό προγραμμάτων αποκατάστασης (Miliareisis 2014a).

4. Η μελέτη των βιοφυσικών δεδομένων βρίσκει επιπρόσθετα εφαρμογές στον τομέα της γεωργίας, αφού οι μεταβολές στις θερμοκρασίες εδάφους επηρεάζουν το ποσοστό απορρόφησης τους από τα φυτά και κατ' επέκταση τον κύκλο ανάπτυξης των καλλιεργειών. Συγκεκριμένα αύξηση της θερμοκρασίας εδάφους τη μέρα (LST day) έδειξε ότι επιταχύνει την ανάπτυξη καλλιεργειών και ελαττώνει το διάστημα σποράς και συγκομιδής, γεγονός όμως που οδηγεί στην μείωση της παραγωγικότητας τους (Hertel *et al* 2010). Οι υψηλές νυχτερινές θερμοκρασίες εδάφους (LST night) επηρεάζουν τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης και συντελούν και αυτές στη μείωση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών (Turnbull *et al* 2002).
5. Ο βιοφυσικός δείκτης ημερήσιας μεταβολής της θερμοκρασίας βρίσκει εφαρμογές και αυτός στη γεωργία και την περιβαλλοντική ανάλυση και σχεδιασμό (Miliareisis and Tsatsaris 2011), αφού η μέγιστη φωτοσύνθεση παρατηρείται σε περιοχές μεγάλου εύρους διακύμανσης (Vintrou *et al* 2012, Thenkabail *et al* 2012).
6. Η κατάτμηση όπως στη μελέτη του Miliareisis and Tsatsaris (2011), στην οποία έγινε διάκριση του Ελλαδικού χώρου σε 8 ζώνες με βάση τις διακυμάνσεις των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών εδάφους μέρας και νύχτας (LST day/night), και ανέδειξε τη σπουδαιότητα των βιοφυσικών θερμικών δεδομένων στον προγραμματισμό των καλλιεργειών (Mohammed and Tarpley 2009).
7. Άλλη εφαρμογή αυτών αποτελεί και ο εντοπισμός περιοχών περισσότερο επιρρεπών στην εξάπλωση ασθενειών που έχουν προκύψει ή επανεμφανίζονται τα τελευταία χρόνια σε πολλές χώρες του κόσμου όπως, η λεισημανίαση (Tsatsaris and Miliareisis, 2011), κ.α.
8. Ο περιβαλλοντικός σχεδιασμός όπως φαίνεται από τη μελέτη των Miliareisis and Tsatsaris (2010), οι οποίοι μέσα από τη βιοφυσική θερμική αναπαράσταση των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών των διοικητικών διαιρέσεων της Ελλάδος και των υψομετρικών δεδομένων, προχώρησαν στην κατάτμηση του Ελλαδικού χώρου, σε ψυχρές και θερμές ζώνες σύμφωνα με τον τυποποιημένο κλιματικό δείκτη διακύμανσης της θερμοκρασίας.

9. Η θερμική χαρτογράφηση είναι πολύ σημαντική στην χαρτογράφηση και αξιολόγηση λιθολογικών σχηματισμών, τόσο στη γη όσο και στην διαστημική χαρτογράφηση (πλανήτη Άρης), αφού η θερμική αδράνεια των πετρωμάτων μπορεί να προσδιοριστεί από θερμικές δορυφορικές εικόνες. (Mellon *et al* 2000, Kirk, *et al* 2005).

Κεφάλαιο Τρίτο

Μεθοδολογία

3.1 Σκοπός - Στόχοι

Ο δασικός χώρος είναι ένα πολύπλοκο Σύστημα (Polychronaki and Gitas 2012), το οποίο δύναται να διαθέτει λειτουργίες (Γκατζογιάννης 1989β) όπως:

- Παραγωγικές: Στρογγύλη ξυλεία, καυσόξυλα, βοσκήσιμη ύλη, ρητίνη, φελλός, καρποί, μανιτάρια, αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, θηράματα, κα.
- Προστατευτικές: Προστασία ανθρώπινων εγκαταστάσεων από φυσικούς κινδύνους (πτώσεις βράχων, γεωλισθήσεις, χιονοστιβάδες, ανέμους, κλπ.) και από οχλήσεις (θόρυβος, καυσαέρια, σκόνη, κλπ.), Προστασία του εδάφους από διάβρωση (νερού ή ανέμου), Προστασία και εμπλουτισμός των υδάτινων πόρων.
- Αναμνηχικές: Ικανοποίηση αναγκών ελεύθερου χρόνου, φυσικές εμπειρίες, απόλαυση του τοπίου, περιβαλλοντική εκπαίδευση.
- Περιβαλλοντικές: Διατήρηση της χλωρίδας και της πανίδας, των βιοτόπων τους και της βιοποικιλότητας. Ρύθμιση του κλίματος, συμβολή στον κύκλο του νερού, στην ποιότητα της ατμόσφαιρας, στον κύκλο του άνθρακα.

Η διαχείριση είναι συνάρτηση όλων των ανωτέρω διαθέσιμων λειτουργιών σε ένα συγκεκριμένο χώρο, ενώ η διαθεσιμότητα βιοφυσικών δεδομένων σε τακτά χρονικά διαστήματα από δορυφορικά συστήματα σε συνδυασμό με τα ψηφιακά γεωγραφικά δεδομένα σε περιβάλλον ΓΣΠ και τις δυνατότητες συνδυασμένης επεξεργασίας, μας δίνει πρωτόγνωρες δυνατότητες στην ταξινόμηση του δασικού χώρου και στην χωροθέτηση δραστηριοτήτων για την προστασία και αειφόρο διαχείριση του δασικού συστήματος.

Κατά τα ανωτέρω είναι δυνατός ο προσδιορισμός:

- Της αξιολόγησης των νέων δυνατοτήτων, αλλά και των δυνητικών περιορισμών που προσφέρει η διαθεσιμότητα ελεύθερων σύγχρονων βιοφυσικών και γεωγραφικών δεδομένων στην διαχείριση και προστασία του δασικού χώρου.

- Της χωροθέτησης δραστηριοτήτων και χρήσεων στον δασικό χώρο με συνυπολογισμό των δεικτών (βιοφυσικών κ.α.) και των ταξινομήσεων που έχουν προσδιοριστεί.
- Των ζωνών διαφορετικής επικινδυνότητας (πυροπροστασία – διάβρωση κ.α.).
- Της αξιολόγησης των φυσικών διαθεσίμων και των φυσικών πόρων βάση των δεικτών που έχουν προσδιοριστεί. Θα γίνει παραδειγματική υλοποίηση στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας.

3.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Η ανάγκη διαχείρισης του συστήματος του Δασικού χώρου και προστασίας του είτε στο σύνολό του, είτε σε επιμέρους αντικείμενα – χρήσεις – λειτουργίες, αποκτά μια νέα διάσταση με βάση τις επιπτώσεις της επερχόμενης κλιματικής αλλαγής (Briner *et al* 2013), και μας αναγκάζει να αναθεωρήσουμε τα όποια σχέδια διαχείρισης και προστασίας υπάρχουν.

Από την άλλη πλευρά η σύγχρονη τεχνολογία γεωγραφικής ανάλυσης και στατιστικής μοντελοποίησης (Miliareisis and Delikaraoglou 2009) μας δίνει νέες δυνατότητες ανάλυσης, που μας επιτρέπουν πολυδιάστατες συνθετικές αναλύσεις, αλλά και πρόβλεψη της υπάρχουσας κατάστασης – υλοποίηση εναλλακτικών σεναρίων και υποστήριξη λήψης αποφάσεων σεναρίων.

Παράλληλα γεωφυσικά δεδομένα με εξαιρετικά μεγάλη χρονική διακριτική ικανότητα είναι διαθέσιμα επιτρέποντας την καταγραφή διαχρονικών γεωφυσικών υπογραφών σε όλο το εύρος του γεωγραφικού χώρου.

Η αναγκαιότητα και η σπουδαιότητα της έρευνας συνοψίζεται:

Στην από κοινού χρήση βιοφυσικών και γεωγραφικών δεδομένων για την κατάτμηση του γεωγραφικού χώρου σε ζώνες με κοινή χώρο-χρονική βιοφυσική και γεωγραφική υπογραφή και

Στην ολοκλήρωση της νέας πολύ-παραμετρικής διάστασης της μοντελοποίησης του δασικού χώρου στην λήψη αποφάσεων και στον σχεδιασμό νέων διαχειριστικών σχεδίων για ανάπτυξη και προστασία του δασικού περιβάλλοντος στην περιοχή μελέτης σε ένα πλαίσιο προς σύγχρονη και αειφόρο διαχείριση του δασικού χώρου.

Τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα είναι:

- Ποιά είναι η υπάρχουσα κατάσταση στην περιοχή μελέτης ως προς το διαχειριστικό πλαίσιο και τις ζώνες προστασίας;

- Ποιες ανάγκες-ελλείψεις έχουν καταγραφεί ως προς το μοντέλο διαχείρισης, αναπτυξιακές δυνατότητες κ.α. και την επικαιροποίηση του μοντέλου προστασίας τόσο ως προς τις νέες περιβαλλοντικές προκλήσεις (κλιματική αλλαγή, κ.α.), όσο και προς τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις που εξελίσσονται και μεταλλάσσονται διαρκώς σαν συνάρτηση της οικονομίας, της κοινωνίας και της τεχνολογίας; Με στόχο την αειφόρο ανάπτυξη του δασικού χώρου;
- Ποια βιοφυσικά δεδομένα καταγράφονται από τα σύγχρονα συστήματα τηλεπισκόπισης σε περιοδική βάση και πως μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα ενιαίο πλαίσιο διαχείρισης και προστασίας;
- Ποιες τεχνικές ανάλυσης θα επιτρέψουν την ολοκλήρωση βιοφυσικών και γεωγραφικών δεδομένων και την κατάτμηση του γεωγραφικού χώρου σε ζώνες με κοινή χώρο-χρονική βιοφυσική και γεωγραφική υπογραφή;

3.3 Σχεδιασμός

Ο Δασικός χώρος απαιτείται να διαχειρίζεται με νέες προδιαγραφές, οι οποίες θα πρέπει να στηρίζονται στην αειφορική διαχείριση των πολλαπλών χρήσεων ή σκοπών, όπως επιτάσσει η παγκόσμια τάση. Πλέον, η αειφορία της ξυλοπαραγωγής θεωρείται ξεπερασμένη και θα πρέπει να δίνεται σημασία στα υπόλοιπα προϊόντα του δάσους και τις λειτουργίες του, ως ένα πολύπλοκο σύστημα με πλήθος ετερογενών αντικειμένων, ετερογενών και ανταγωνιστικών χρήσεων, όπως και διαθέσιμων λειτουργιών. Αυτό σημαίνει, ότι είναι αναγκαίο όλες οι λειτουργίες του δασικού συστήματος (ενδογενείς, δηλαδή φυσικές δραστηριότητες και εξωγενείς, δηλαδή ανθρωπογενείς παρεμβάσεις) να λαμβάνονται υπόψη στον ίδιο βαθμό, έτσι ώστε να εξασφαλίζονται ταυτόχρονα οι έμμεσες και άμεσες καρπώσεις του δάσους (που περιλαμβάνουν αναπληγή, οικοτουρισμό, σύνθεση και προστασία οικολογικών νησίδων – hot-spots), σε συνδυασμό με την προστασία και ανάπτυξη του δασικού οικοσυστήματος. Κάτω από αυτές τις προϋποθέσεις θα επιτευχθεί μια οικολογικά συμβατή, κοινωνικά δίκαιη και οικονομικά επικερδής δασοπονία – δηλαδή διαχείριση του δασικού χώρου. Μόνο όταν πληρούνται οι τρεις αυτές προϋποθέσεις της αειφορίας, οι οποίες είναι μεταξύ τους συνδεδεμένες, μπορούν να εξασφαλιστούν για όλους τους μετόχους οι μακροπρόθεσμοι σκοποί της δασοπονίας (Chen and Innes 2013).

Θα γίνει εκτίμηση της κατάστασης των δασικών πόρων και της μεταβολή τους διαχρονικά, σε συνδυασμό με εξειδικευμένα κριτήρια και δείκτες, που αναδεικνύουν την πολυπλοκότητα και τις διαστάσεις του δασικού συστήματος.

Θα διερευνηθούν οι δυνατότητες που προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία (Muinonen *et al* 2012) με :

Τα σύγχρονα εργαλεία λογισμικού – τεχνικές χωρικής και στατιστικής ανάλυσης

- Ψηφιακά γεωγραφικά δεδομένα
- Βιοφυσικά δεδομένα

Τα αναλυτικά στάδια – νοηματικό πλαίσιο για την υλοποίηση των στόχων είναι:

Στάδιο 1: Βιβλιογραφική αναδρομή: Περιοχή Μελέτης (Παρουσίαση Γεωγραφικών Δεδομένων , Θεωρητικά - Περιγραφικά), Ιστορική αναδρομή, Θεωρητικό πλαίσιο (Βιβλιογραφική ανασκόπηση, Διεθνής πραγματικότητα, Ελληνική πραγματικότητα κλπ)

Στάδιο 2: Σύνθεση (Πρόσληψη, προ-επεξεργασία, ολοκλήρωση) της Ψηφιακής Γεωγραφικής Βάσης Βιοφυσικών Δεδομένων

Στάδιο 3: Επεξεργασίες για τον ορισμό χωρικής και χρονικής υπογραφής για κάθε βιοφυσικό επίπεδο πληροφορίας

Στάδιο 4: Σύνθεση των χώρο-χρονικών υπογραφών ανά βιοφυσικό επίπεδο πληροφορίας σε ένα χώρο-χρονικό μοντέλο

Στάδιο 5: Ολοκλήρωση του χώρο-χρονικού μοντέλου σε σχέση με τα γεωγραφικά δεδομένα

Στάδιο 6: Σύνθεση θεματικών χαρτών

Στάδιο 7: Ποιοτική - ποσοτική ερμηνεία και στατιστικές αναλύσεις

Η επεξεργασία των δεδομένων θα υλοποιηθεί με τη χρήση των λογισμικών προγραμμάτων ILWIS (Kisoyan and Chemelil 2005) και QGIS (Guarino *et al* 2012).

3.4 Δεδομένα στην περιοχή Μελέτης

Τα δεδομένα της περιοχής ομαδοποιούνται σε γεωγραφικά δεδομένα, που περιλαμβάνουν το ανάγλυφο και γεωγραφικές διοικητικές διαιρέσεις. Από τα δεδομένα ανάγλυφου (υψόμετρα) θα προκύψουν μια σειρά από παράγωγα πλεγματικά επίπεδα πληροφορίας, που καθορίζουν την βιοφυσική υπογραφή ως συνάρτηση της τοπογραφίας. Πλέον των γεωγραφικών δεδομένων θα χρησιμοποιηθούν άμεσες βιοφυσικές παρατηρήσεις σε πλεγματική κατανομή, που καταγράφονται από δορυφορικά συστήματα παρατήρησης και αφορούν εκτιμήσεις για την βλάστηση και την θερμοκρασία. Οι άμεσες βιοφυσικές παρατηρήσεις θα προσδιορίσουν την κατάτμηση του γεωγραφικού χώρου σε ενότητες με διαφορετική εποχική μεταβολή του βιοφυσικού δείκτη, δηλαδή θα καθορίσουν την χωρο-χρονική υπογραφή του γεωγραφικού χώρου.

3.4.1 Γεωγραφικά δεδομένα

Τα γεωγραφικά δεδομένα περιλαμβάνουν το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (ΨΥΜΕ - DEM) και τις διοικητικές υποδιαιρέσεις του Δρυμού. Σήμερα, το ψηφιακό μοντέλο εδάφους SRTM-3 DEM είναι διαθέσιμο, παρέχοντας μια αναπαράσταση του συνόλου της επιφάνειας της γης με διακριτική ικανότητα 3 δεύτερα της μοίρας (USGS 2014). Ας σημειωθεί ότι η απόσταση 3 δευτέρων της μοίρας κατά μήκος ενός μεσημβρινού είναι πάντα 92 μέτρα ενώ η ίδια απόσταση κατά μήκος ενός παράλληλου είναι συνάρτηση του γεωγραφικού πλάτους (φ) και αντιστοιχεί σε $92 \cdot \sin(\varphi)$ μέτρα. Η σύνθεση του SRTM-3 DEM διεξήχθη το Φεβρουάριο του 2000, μέσω ενός ενεργητικού συστήματος τηλεπισκόπησης (SAR) που ήταν τοποθετημένο στο διαστημικό λεωφορείο (space shuttle) το οποίο κάλυψε πάνω από το 80% της γήινης επιφάνειας μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 60° Βόρεια και 56° Νότια, συλλέγοντας δεδομένα κάθετα ως προς τη διεύθυνση πτήσης του, με απόσταση πλευρικής σάρωσης 225 χλμ. (Farr and Kobrick 2000). Η αποστολή χρηματοδοτήθηκε από την Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος (National Aeronautics & Space Administration, NASA) και την Εθνική Υπηρεσία Γεωδιαστημικών Πληροφοριών (National Geospatial-Intelligence Agency, NGA).

Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας :

1. Κάποια κενά (Voids) στα δεδομένα που οφείλονται σε σκιάσεις και σε σφάλματα κατά τη λήψη-καταγραφή διορθώθηκαν από δεδομένα υψηλότερης ακρίβειας.
2. Σημειακός θόρυβος (salt and pepper) εντοπίστηκε (θεωρήθηκε ότι σημεία με υψόμετρο μεγαλύτερο των 100 μέτρων από τα γειτονικά του είναι θόρυβος) και διορθώθηκε.

3. Οι ωκεανοί, οι λίμνες και τα ποτάμια αντιστοιχίστηκαν σε μια τιμή (no data value) που υποδηλώνει την υδρογραφία.

Τα δεδομένα κατέβηκαν από τον ιστότοπο της CGIAR-CSI GeoPortal (<http://srtm.csi.cgiar.org/>), (Jarvis *et al* 2008).

The CGIAR Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI)
Applying GeoSpatial Science for a Sustainable Future...

CGIAR-CSI Content
 • What is CGIAR-CSI ?
 • CGIAR-CSI Members
 • What's New ?
 • CRU Climate Data

SRTM Content
 • SRTM Data Search and Download
 • SRTM Data Processing Methodology
 • SRTM FAQ
 • SRTM Quality Assessment (PDF File - 2.55 Mb)
 • About SRTM Imagery
 • CIAT Landuse Project
 • How to Search for Data?
 • Disclaimer
 • Contact Us

Geonetwork Project
 • CGIAR-CSI Geonetwork Nodes
 • Geonetwork Support

Visitors [See more >](#)

SRTM 90m Digital Elevation Data

Resampled SRTM data to 250m resolutions for the entire globe are available <https://hc.box.net/shared/1yidaheouy> (Password: ThanksCSI!)

UPDATE - VERSION 4: THE SRTM DATA NOW AVAILABLE FROM THIS SITE HAS BEEN UPGRADED TO VERSION 4. THIS LATEST VERSION REPRESENTS A SIGNIFICANT IMPROVEMENT FROM PREVIOUS VERSIONS, USING NEW INTERPOLATION ALGORITHMS AND BETTER AUXILIARY DEMs. WE ARE CONFIDENT THIS IS NOW THE HIGHEST QUALITY SRTM DATASET AVAILABLE

The CGIAR-CSI GeoPortal is able to provide SRTM 90m Digital Elevation Data for the entire world. The SRTM digital elevation data, produced by NASA originally, is a major breakthrough in digital mapping of the world, and provides a major advance in the accessibility of high quality elevation data for large portions of the tropics and other areas of the developing world. The SRTM digital elevation data provided on this site has been processed to fill data voids, and to facilitate its ease of use by a wide group of potential users. This data is provided in an effort to promote the use of geospatial science and applications for sustainable development and resource conservation in the developing world. Digital elevation models (DEM) for the entire globe, covering all of the countries of the world, are available for download on this site. The SRTM 90m DEM's have a resolution of 90m at the equator, and are provided in mosaiced 5 deg x 5 degrees for easy download and use. All are produced from a seamless dataset to allow easy mosaicing. These are available in both ArcInfo ASCII and GeoTiff format to facilitate their ease of use in a variety of image processing and GIS applications. Data can be downloaded using a browser or accessed directly from the ftp site. If you find this digital elevation data useful, please let us know at csi@cgiar.org

Η αναζήτηση των δεδομένων γίνεται από το παρακάτω μενού αναζήτησης γεωγραφικών δεδομένων που παραθέτει υψομετρικά tiles διάστασης 5° επί 5° .

SRTM Data Selection Options Chinese users : [中国用户可通过中国科学院镜像站点下载](#)

1. Select Server: CGIAR-CSI (USA) HarvestChoice (USA) JRC (IT) King's College (UK) TelaScience (USA)

2. Data selection method: Multiple Selection Enable Mouse Drag Input Coordinates

Many tiles can be selected at random locations. These selected tiles are listed in the results page for download.

Decimal Degrees (ie 34.5, -100.5) Degrees: Minutes: Seconds (ie 34 30 00 N, 100 30 00 W)

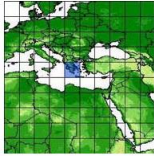

Longitude - min: max: Longitude - min: East max: East

Latitude - min: max: Latitude - min: North max: North

Longitude: 36.22 Latitude: 20.60 Tile X: 44 Tile Y: 8

3. Select File Format: GeoTiff ArcInfo ASCII

Χρησιμοποιήθηκε το tile 41,05.

Description	Location	Image
Product : SRTM 90m DEM version 4 Data File Name : srtm_41_05.zip Mask File Name : srtm_mk_41_05.zip Latitude min: 35 N max: 40 N Longitude min: 20 E max: 25 E Center point: Latitude 37.50 N Longitude 22.50 E		

Η ακρίβεια ορίζεται σε σχέση με ΨΥΜΕ που έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια από αυτό που θέλουμε να εξετάσουμε. Τα σημεία ελέγχου μπορεί να προέρχονται και από σημεία πεδίου με GPS (Miliareisis and Paraschou 2005). Αφαιρούμε το ΨΥΜΕ που θέλουμε να συγκρίνουμε από το ΨΥΜΕ σύγκρισης, υψώνουμε τις διαφορές στο τετράγωνο και αθροίζουμε διαιρώντας με τον αριθμό των σημείων. Η τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος προσδιορίζει το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE) που καθορίζει πόσο καλά ταυτίζονται οι δύο ομάδες δεδομένων (Maune *et al* 2007).

Στο SRTM το RMSE ισούται με 11 μέτρα και σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει η υψομετρική του ακρίβεια είναι κατάλληλη για κλίμακα μικρότερη από 1: 50000 (Miliareisis and Paraschou 2005, Miliareisis 2007, Reuter *et al* 2007)

Οι Ζώνες Προστασίας βρίσκονται στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://geodata.gov.gr/geodata/>

Ζώνες Προστασίας Ορεινού Όγκου Πάρνηθας

Διάθεση: 2010-09-22 Ενημέρωση: 2010-09-22

Περιέχονται τα τα όρια των ζωνών προστασίας του ορεινού όγκου της Πάρνηθας. Οι ζώνες προστασίας του ορεινού όγκου της Πάρνηθας καθορίζονται από το ΦΕΚ 619Δ/2008. Η κλίμακα ψηφιοποίησης είναι 1:30000.

Επιλέχθηκε και μεταφορτώθηκε (download) το διανυσματικό επίπεδο πληροφορίας που είναι διαθέσιμο μέσω της ηλεκτρονικής διεύθυνσης,

http://geodata.gov.gr/geodata/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=24&sobi2Id=96&Itemid,

με τα μετα-δεδομένα που βρίσκονται στην διεύθυνση

<http://geodata.gov.gr/datasets/data/780ad9bc-e517-42c7-b894-b4648fc3595f/780ad9bc-e517-42c7-b894-b4648fc3595f.xml>,

Δημόσια, Ανοικτά Δεδομένα

Ζώνες Προστασίας Ορεινού Όγκου Πάρνηθας

Περίληψη

Περιέχονται τα όρια των ζωνών προστασίας του ορεινού όγκου της Πάρνηθας. Οι ζώνες προστασίας του ορεινού όγκου της Πάρνηθας καθορίζονται από το ΦΕΚ 619Δ/2008. Η κλίμακα ψηφιοποίησης είναι 1:30000.

Διάθεση:	2010-09-22
Τελευταία Ενημέρωση:	2010-09-22
Συχνότητα Ενημέρωσης:	-

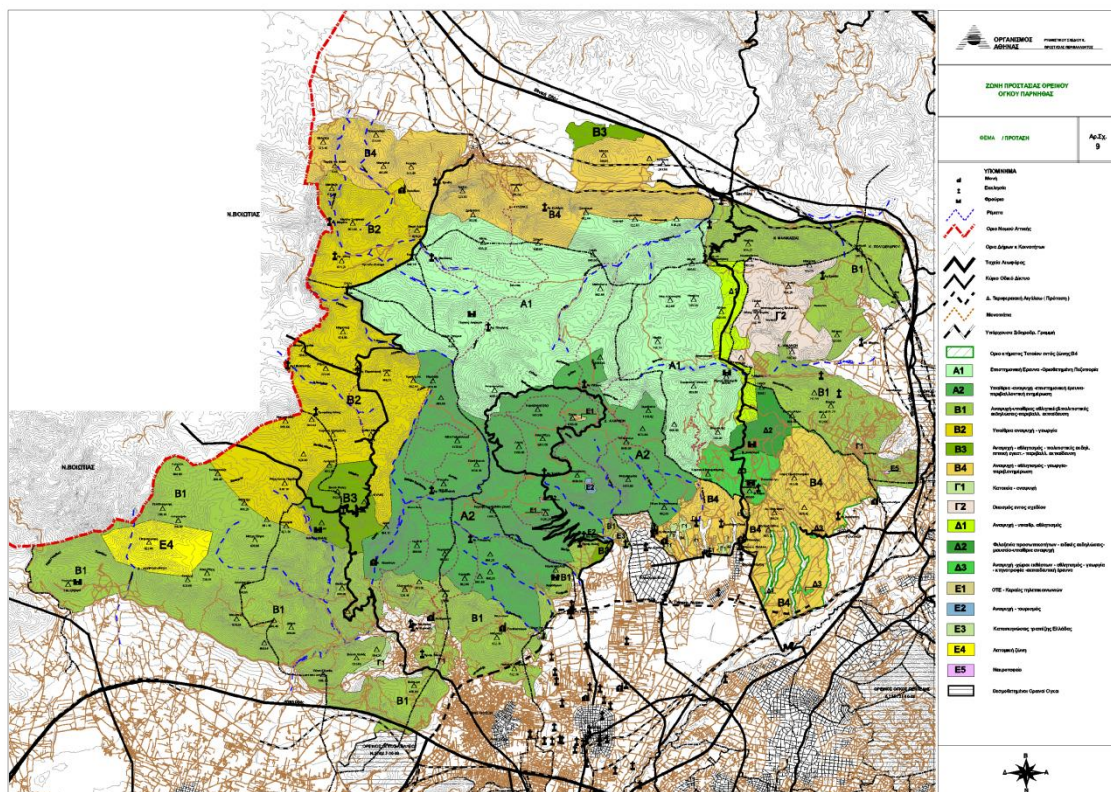
Πρόσβαση

[SHP](#) [GML](#) [KML](#) [Χάρτης](#)

Λεπτομέρειες

Άδεια:	Creative Commons Αναφορά Προέλευσης (CC BY v.3.0)
Έκδοση:	ver. 1.0
Γεωγραφική Κάλυψη:	23.528170;38.078029;23.854199;38.256563
Μοναδικό Αναγνωριστικό:	780ad9bc-e517-42c7-b894-b4648fc3595f
Μεταδεδομένα:	Μεταδεδομένα

Στο οποίο περιέχονται τα όρια των ζωνών προστασίας του ορεινού όγκου της Πάρνηθας. Οι ζώνες προστασίας του ορεινού όγκου της Πάρνηθας καθορίζονται από το ΦΕΚ 619Δ (2008). Η κλίμακα ψηφιοποίησης είναι 1:30000.), όπου καθορίζονται τα όρια του ορεινού όγκου της Πάρνηθας που έχει κηρυχθεί ως τοπίο ιδιαίτερου φυσικού κάλλους με την 25683/27-3-1969 απόφαση Υφυπουργού Προεδρίας της Κυβερνήσεως (Β' 236) και που βρίσκονται στην εκτός σχεδίου περιοχή των δήμων Ασπροπύργου, Άνω Λιοσίων, Αχαρνών, Αυλώνας και των κοινοτήτων Φυλής, Πολυδενδρίου, Μαλακάσας, Αγ. Στεφάνου και Αφιδνών (περιοχές εντός και εκτός σχεδίου), όπως τα όρια αυτά φαίνονται με συνεχή πράσινη γραμμή στα δέκα πέντε (15) σχετικά πρωτότυπα διαγράμματα σε κλίμακα 1:10.000 και σε ένα σε κλίμακα 1:30.000 που θεωρήθηκαν από τον Προϊστάμενο της Διεύθυνσης Τοπογραφικών Εφαρμογών με την 28702/2007.



ΕΙΚΟΝΑ 3.4.1.1: Χάρτης Ζωνών Προστασίας του Ορεινού όγκου της Πάρνηθας, Πηγή: Οργανισμός Αθήνας, (ΦΕΚ 619Δ 2008).

Εντός των ορίων των καθοριζομένων με το άρθρο 1 του παρόντος, ορίζονται ζώνες προστασίας (ΕΙΚΟΝΑ 3.4.1.1), όπως φαίνονται με στοιχεία Α1, Α2, Β1, Β2, Β3, Β4, Γ1, Γ2, Δ1, Δ2, Δ3, Ε1, Ε2, Ε3, Ε4 και Ε5 στα διαγράμματα του άρθρου 1 και καθορίζονται κατά ζώνη χρήσεις γης ως εξής :

Ζώνη Α1: Είναι ζώνη απολύτου προστασίας, εντός της οποίας επιτρέπεται η διεξαγωγή επιστημονικών ερευνών και η επίσκεψη ειδικών επιστημόνων και υπαλλήλων, που είναι επιφορτισμένοι με καθήκοντα φύλαξης, εποπτείας και διαχείρισης του Δρυμού. Επίσης επιτρέπεται η διέλευση κοινού μόνο από συγκεκριμένες διαδρομές - μονοπάτια πεζοπορίας και η αναψυχή μόνο σε συγκεκριμένα σημεία, κατανομημένα στις ως άνω διαδρομές. Οι διαδρομές και τα σημεία αναψυχής ορίζονται από μελέτη που εγκρίνεται από τις αρμόδιες υπηρεσίες του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και την Εκτελεστική Επιτροπή του Οργανισμού Αθήνας.

Ζώνη Α2: Είναι επίσης ζώνη απολύτου προστασίας, εντός της οποίας επιτρέπεται μόνον η υπαίθρια αναψυχή, και διημέρευση του κοινού, η επιστημονική έρευνα και παρατήρηση και η περιβαλλοντική εκπαίδευση. Επίσης επιτρέπεται η κίνηση των πάσης φύσεως οχημάτων κατά μήκος του κυρίως οδικού δικτύου, με τους περιορισμούς που αναφέρονται σε ώρες,

μέρες, εποχές και θέσεις και καθορίζονται από τον Κανονισμό Λειτουργίας του Εθνικού Δρυμού. Επίσης εντός των ορίων της ζώνης αυτής, επιτρέπεται χωρίς επέκταση των εγκαταστάσεων και δραστηριοτήτων τους η λειτουργία των δύο υφισταμένων ορειβατικών καταφυγίων, του αναψυκτηρίου «Κυκλάμινα», του κτιρίου περιβαλλοντικής ενημέρωσης του Δασαρχείου Πάρνηθας, καθώς και η λειτουργία των εγκαταστάσεων του ΣΕΓΑΣ για μαθητικές μόνο αθλητικές εκδηλώσεις. Όλες οι παραπάνω χρήσεις και δραστηριότητες είναι δυνατόν να περιορίζονται χρονικά και χωρικά, από τις ειδικότερες διατάξεις του Κανονισμού Λειτουργίας του Εθνικού Δρυμού.

Ζώνες B1: Είναι ζώνες αναψυχής, περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, υπαίθριου αθλητισμού και υπαίθριων πολιτιστικών εκδηλώσεων, στις οποίες επιτρέπεται η ανέγερση αναψυκτηρίων, εστιατορίων, υπαίθριων ή ημιυπαίθριων καθιστικών και περιπτέρων ιστορικής και περιβαλλοντικής ενημέρωσης για την περιοχή.

Ζώνη B2: Είναι ζώνη υψηλής προστασίας και καθορίζεται σαν περιοχή υπαίθριας αναψυχής και γεωργικής χρήσης εξαιρουμένων των γεωργικών αποθηκών. Εντός της ζώνης αυτής επιτρέπεται η ανέγερση ενός μικρού Δημοτικού Καταφυγίου και μιας Δημοτικής εγκατάστασης πολιτιστικού – εκπαιδευτικού χαρακτήρα. Η χωροθέτηση των ως άνω δημοτικών εγκαταστάσεων, γίνεται ύστερα από ειδική μελέτη και εγκρίνεται από την Εκτελεστική Επιτροπή του Οργανισμού Αθήνας μετά από σύμφωνη γνωμοδότηση της αρμόδιας δασικής υπηρεσίας. Η κυκλοφορία των πάσης φύσεως οχημάτων επιτρέπεται με τους περιορισμούς που καθορίζονται στον Κανονισμό Λειτουργίας του Εθνικού Δρυμού

Ζώνες B3: Είναι ζώνες αναψυχής, αθλητισμού, πολιτιστικών εκδηλώσεων, ιππικών εγκαταστάσεων και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στις οποίες επιτρέπεται η ανέγερση αναψυκτηρίων, εστιατορίων, μικρών αθλητικών εγκαταστάσεων, εγκαταστάσεων πολιτιστικών εκδηλώσεων, ιππικών εγκαταστάσεων, υπαίθριων ή ημιυπαίθριων καθιστικών και περιπτέρων ιστορικής, περιβαλλοντικής και πολιτιστικής ενημέρωσης. Οι εγκαταστάσεις αυτές χωροθετούνται ύστερα από ειδική μελέτη για τις ζώνες B3 που εγκρίνεται από την Εκτελεστική Επιτροπή του Οργανισμού Αθήνας μετά από σύμφωνη γνωμοδότηση της αρμόδιας υπηρεσίας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Η ειδική μελέτη πρέπει να αναφέρεται σε έκταση μεγαλύτερη των 200στρ.

Ζώνες B4: Είναι ζώνες αναψυχής, υπαίθριου αθλητισμού, γεωργικής χρήσης εξαιρουμένων των γεωργικών αποθηκών, και περιβαλλοντικής ενημέρωσης, εντός των οποίων επιτρέπεται η κατασκευή αναψυκτηρίων, εστιατορίων, υπαίθριων αθλητικών εγκαταστάσεων, υπαίθριων και ημιυπαίθριων καθιστικών και περιπτέρων ιστορικής και περιβαλλοντικής

ενημέρωσης για την περιοχή. Στο τμήμα της ζώνης B4 που περιλαμβάνει το κτήμα Τατοΐου, όπως οριοθετείται με το ν.2086/92 (Α'172), επιβάλλεται αποκλειστικά η χρησιμοποίηση των υφισταμένων κτιρίων του κτήματος μετά τις απαιτούμενες επισκευές και διαρρυθμίσεις τους. Η χωροθέτηση χρήσεων στο ήδη υφιστάμενο κτιριακό δυναμικό για το τμήμα αυτό της B4 εγκρίνονται από την Εκτελεστική Επιτροπή του Οργανισμού της Αθήνας μετά από σύμφωνη γνώμη της αρμόδιας υπηρεσίας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Ζώνη Δ1: Είναι ζώνη αναψυχής και υπαίθριων αθλητικών δραστηριοτήτων. Εντός της ζώνης αυτής επιτρέπεται η κατασκευή περιπτερών ιστορικής και περιβαλλοντικής ενημέρωσης για την περιοχή και η λειτουργία αναψυκτηρίων, στα ήδη υφιστάμενα βοηθητικά κτίρια του πρώην βασιλικού κτήματος Τατοΐου. Οι εγκαταστάσεις αυτές χωροθετούνται ύστερα από ειδική μελέτη για όλη τη ζώνη Δ1 που εγκρίνεται από την Εκτελεστική Επιτροπή του Οργανισμού Αθήνας μετά από γνωμοδότηση της αρμόδιας Υπηρεσίας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Ζώνη Δ2: Είναι περιοχή αναψυχής, πολιτισμού, φιλοξενίας προσωπικοτήτων, διοργάνωσης διεθνών πολιτικών συμβουλίων, πνευματικών εκδηλώσεων και εκθέσεων ειδικής θεματολογίας. Εντός της ζώνης αυτής και εντός των υφισταμένων μόνο κτιρίων είναι δυνατή η εγκατάσταση μουσείου, η φιλοξενία προσωπικοτήτων, η διοργάνωση διεθνών πολιτικών συμβουλίων, πνευματικών εκδηλώσεων και εκθέσεων ειδικής θεματολογίας.

Ζώνη Δ3: Είναι ζώνη αναψυχής, αθλητισμού, εκπαίδευσης περιβαλλοντικής ενημέρωσης, γεωργίας και κτηνοτροφίας εξαιρουμένων των γεωργικών αποθηκών. Εντός της ζώνης αυτής και εντός των υφισταμένων μόνο κτιρίων επιτρέπεται η λειτουργία εστιατορίων, αναψυκτηρίων, μουσείου, χώρων εκθέσεων, ιππικών εγκαταστάσεων, αθλητικών εγκαταστάσεων, κτηνοτροφικών και γεωργικών εγκαταστάσεων, εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ερευνητικού χαρακτήρα και υπαίθριων και ημιυπαίθριων καθιστικών για την περιβαλλοντική και ιστορική ενημέρωση. Στις ζώνες Δ2 και Δ3 επιτρέπεται η επισκευή και διαρρύθμιση των υφισταμένων κτιρίων καθώς και οι επεμβάσεις και απολύτως απαραίτητες προσθήκες για τη λειτουργία τους, που προβλέπονται από την αξιολόγησή τους ως διατηρητέων κτιρίων ή μη. Επίσης επιτρέπεται η συντήρηση, η επισκευή και ο εκσυγχρονισμός όλων των υφισταμένων εγκαταστάσεων και των δικτύων υποδομής. Οι ως άνω αναφερόμενες επεμβάσεις πραγματοποιούνται δίχως αύξηση της δομημένης επιφάνειας και του όγκου των υφισταμένων κτιρίων, χωρίς αλλοίωση της μορφής και της φυσιογνωμίας τους. Στις ως άνω ζώνες Δ2 και Δ3 οι χρήσεις, οι

δραστηριότητες και οι εγκαταστάσεις, οι επισκευές, οι κατά τα άνω κριθείσες ως αναγκαίες προσθήκες ενός εκάστου κτιρίου, εξειδικεύονται σε ολοκληρωμένη μελέτη που εγκρίνεται με κοινή απόφαση των Υπουργών Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Πολιτισμού, Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και Οικονομικών μετά από γνωμοδότηση της Εκτελεστικής Επιτροπής του Οργανισμού Αθήνας.

Ζώνες Γ1: Είναι ζώνες αναψυχής. Εντός αυτών επιτρέπεται η ανέγερση αναψυκτηρίων, εστιατορίων, καφενείων και κτιρίων κατοικίας. Δεν είναι δυνατή η δόμηση περισσότερων του ενός κτιρίων ανά έκαστο γήπεδο.

Ζώνη Γ2: Είναι η περιοχή του οικισμού της Ιπποκρατείου Πολιτείας.

Ζώνη Ε1: Η ζώνη αυτή αποτελεί το Πάρκο Κεραίων Ραδιοφωνίας – Τηλεόρασης

Ζώνες Ε2: Είναι ζώνες τουρισμού, οι εγκαταστάσεις των οποίων έχουν καθοριστεί με τον νόμο 3139/2003 (Α΄100) και για τις οποίες καθώς και για τις συνοδές υποδομές αυτών, ισχύουν οι διατάξεις του παραπάνω νόμου.

Ζώνη Ε3: Η ζώνη αυτή περιλαμβάνει τις Κατασκηνώσεις Τραπέζης Ελλάδος. Δεν επιτρέπεται η επέκταση των κτιριακών εγκαταστάσεων.

Ζώνη Ε4: Η ζώνη αυτή περιλαμβάνει τη Λατομική περιοχή Ξηρορέματος, η οποία έχει χωροθετηθεί με την ΚΥΑ 70966/3099/5.4.1996 (Β΄403).

Ζώνη Ε5: Είναι ζώνη γεωργικής γης εντός της οποίας είναι δυνατή, εφόσον δεν υφίσταται κατάλληλος χώρος εκτός των ορίων προστασίας του ορεινού όγκου, η εγκατάσταση Νεκροταφείου της Κοινότητας Αγ. Στεφάνου.

Επιπλέον, εντός των ως άνω ζωνών επιτρέπονται επίσης και τα παρακάτω :

α. δημόσια έργα που εξασφαλίζουν την επιβίωση και την προστασία της χλωρίδας και της πανίδας.

β. έργα αντιπυρικής προστασίας.

γ. τα απολύτως απαραίτητα έργα τεχνικής υποδομής για την εξυπηρέτηση των χρήσεων του Εθνικού Δρυμού.

δ. υπόγειες υδατοδεξαμενές και υπόγεια αντλιοστάσια, μετά από έγκριση της αρμόδιας υπηρεσίας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, ως προς την αναγκαιότητα και την χωρητικότητα τους, για την προστασία της περιοχής .

ε. Οι απαραίτητες εγκαταστάσεις μετεωρολογικών και γεωδυναμικών σταθμών που εγκρίνονται με κοινή απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και των συναρμόδιων Υπουργών.

Καθώς και οι παρακάτω χρήσεις :

α. Εντός των Ζωνών Β1, Β2, Β3,Β4, Δ1, Δ2, Δ3, Γ1 και Γ2 επιτρέπονται τα απολύτως απαραίτητα έργα τεχνικής υποδομής ήτοι : έργα και εγκαταστάσεις ενέργειας (Δ.Ε.Η., Δ.Ε.Π.Α.), ύδρευσης, αποχέτευσης (Ε.Υ.Δ.Α.Π., Ο.Τ.Α.), μεταφορών (Ο.Σ.Ε., οδικά έργα) μετά από γνώμη του Φορέα Διαχείρισης, των αρμόδιων υπηρεσιών του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, των εκάστοτε συναρμόδιων Υπουργείων και έγκριση της Εκτελεστικής Επιτροπής του Οργανισμού Αθήνας.

β. Επίσης εντός των παραπάνω ζωνών του παρόντος επιτρέπονται στρατιωτικές \ εγκαταστάσεις που κρίνονται απολύτως απαραίτητες για την άμυνα της χώρας.

3.4.2 Βιοφυσικά δεδομένα

Τα βιοφυσικά δεδομένα περιλαμβάνουν τους χάρτες καλύψεων γης, τους δείκτες βλαστησης και τα δεδομένα θερμοκρασίας. Οι τεχνικές ανάλυσης που θα χρησιμοποιηθούν περιλαμβάνουν χωροχρονική μοντελοποίηση με ανάλυση κυρίων συνιστωσών και ταξινόμηση με την μέθοδο των K-κέντρων. Πιο αναλυτικά:

Η Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (Principal Component Analysis ή PCA) είναι μία μαθηματική μέθοδος η οποία έχει ως στόχο την “συμπίεση” διανυσμάτων σε μικρότερο αριθμό διαστάσεων (Raiko *et al* 2008). Για να το πετύχει αυτό, εκμεταλλεύεται τις συσχετίσεις ανάμεσα στις μεταβλητές των διανυσμάτων που πρόκειται να συμπεστούν. Όσο περισσότερο συσχετισμένες μεταξύ τους είναι οι μεταβλητές των αρχικών διανυσμάτων, τόσο μεγαλύτερη συμπίεση επιτυγχάνεται.

Έστω ότι τα αρχικά διανύσματα είναι n διαστάσεων και έχουν μορφή: (x_1, \dots, x_n) . Η Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών μεταφέρει τα διανύσματα αυτά σε έναν άλλον χώρο, ο οποίος έχει και αυτός n διαστάσεις και είναι ο χώρος των κύριων συνιστωσών (Principal Components ή PCs). Η Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών μετατρέπει τα αρχικά διανύσματα στη μορφή: (PC_1, \dots, PC_n) . Έτσι, τα νέα διανύσματα έχουν n κύριες συνιστώσες (PCs) που είναι γραμμικός συνδυασμός των αρχικών διανυσμάτων (Raiko *et al* 2008).

Οι κύριες συνιστώσες είναι ασυσχέτιστες μεταξύ τους, και είναι υπολογισμένες με τέτοιο τρόπο, ώστε το μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβλητότητας των διανυσμάτων να αντιπροσωπεύεται από τις πρώτες PCs. Πιο συγκεκριμένα, οι κύριες συνιστώσες διατάσσονται με φθίνουσα σειρά ανάλογα με την μεταβλητότητα που ερμηνεύουν. Η πρώτη κύρια συνιστώσα (PC1) είναι η κύρια συνιστώσα που εκφράζει το μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβλητότητας. Η δεύτερη κύρια συνιστώσα (PC2) είναι η κύρια συνιστώσα που εκφράζει το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβλητότητας (Miliareisis 2014a). Και με ανάλογο τρόπο, η n -κύρια συνιστώσα (PCn) είναι η κύρια συνιστώσα η οποία εκφράζει το ελάχιστο ποσοστό της μεταβλητότητας. Όλοι μαζί οι PCs συνολικά εκφράζουν το 100% της μεταβλητότητας.

Ο λόγος για τον οποίον οι κύριες συνιστώσες κατασκευάζονται με τη λογική αυτή της φθίνουσας σειράς, είναι ότι αν ένας μικρός μόνο αριθμός q ($q < n$) από PCs αρκεί για να καλυφθεί ένα μεγάλο ποσοστό της μεταβλητότητας του δείγματος, τότε τα διανύσματα μπορούν να συμπεστούν από n σε q συνιστώσες, με μικρό σφάλμα.

Δηλαδή συνοψίζοντας κάθε μία κύρια συνιστώσα (PC) είναι ένας γραμμικός συνδυασμός των αρχικών n μεταβλητών, όλοι οι PCs είναι ασυσχετίστοι μεταξύ τους και διατάσσονται κατά φθίνουσα σειρά ανάλογα με το ποσοστό της μεταβλητότητας που ερμηνεύουν (Miliareisis 2009a).

Το αν η PCA διαδικασία καταφέρει να προκαλέσει μεγάλες ή μικρές συμπιέσεις εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το αν οι μεταβλητές του δείγματος είναι πολύ ή λίγο συσχετισμένες μεταξύ τους. Από την παρατήρηση αυτή, φαίνεται ότι είναι λογικό να χρησιμοποιήσουμε ένα μέτρο το οποίο θα “μετρά” το πόσο συσχετισμένες είναι οι μεταβλητές του δείγματος μεταξύ τους. Το μέτρο αυτό είναι ο πίνακας συσχέτισης (correlation matrix). Για να υπολογιστούν και οι n PCs, η διαδικασία είναι η εξής. Βρίσκονται οι n ιδιοτιμές λ_i του πίνακα συσχέτισης, μετά βρίσκονται τα αντίστοιχα ιδιοδιανύσματα a_i , $i = 1, \dots, n$, και με τα ιδιοδιανύσματα αυτά υπολογίζονται οι PCs:

$$PC_i = a_i'x = a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n, \quad i = 1, \dots, n.$$

Ο αλγόριθμος των K-κέντρων είναι μία εξερευνητική μεθοδολογία ανάλυσης συσσωρευσεων που χρησιμοποιείται προκειμένου να προσδιορισθεί ο τρόπος οργάνωσης σε τάξεις/ομάδες, των αντικειμένων. Η επιλεγθείσα μεθοδολογία δεν χρειάζεται καμία εκ των προτέρων πληροφορία ή γνώση για τις τάξεις στις οποίες πρόκειται να οργανωθούν τα αντικείμενα. Ο λόγος που επιλέγεται η μεθοδολογία αυτή είναι ότι, μάλλον ασαφή δεδομένα και παρατηρήσεις υπάρχουν για την φύση και την περιγραφή των αντικειμένων (Miliareisis 2009a). Επιπλέον αν και υπάρχουν αρκετά δεδομένα στην διάθεση μας με την μορφή παραμέτρων-τιμών για κάθε αντικείμενο δεν είμαστε βέβαιοι πως αυτά τα δεδομένα οργανώνονται σε τάξεις και πως οι παράμετροι των αντικειμένων διαφοροποιούνται από τάξη σε τάξη. Επιπροσθέτως δεν υπάρχει στην διάθεση μας ένα μοντέλο, που

- να χαρακτηρίζει με ποσοτικό τρόπο τα αντικείμενα, και
- να χαρακτηρίζει τα αντικείμενα με βάση την παραμετρική τους αναπαράσταση.

Η παραμετρική αναπαράσταση τυποποιείται έτσι ώστε η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση για κάθε παράμετρο να είναι 0 και 1 αντίστοιχα. Στην συνέχεια χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος των K-Κέντρων (k-means-clustering algorithm) που περιγράφει ο Miliareisis (2014a) στον οποίο η Ευκλείδεια απόσταση κάθε αντικειμένου από τα κέντρα των τάξεων καθορίζει την ένταξη του ή μη σε κάποια από τις τάξεις. Στο τέλος κάθε επανάληψης καινούργια κέντρα υπολογίζονται για κάθε τάξη. Το καινούργιο κέντρο προσδιορίζεται από τα αντικείμενα που απαρτίζουν (κατά την τρέχουσα επανάληψη) την συγκεκριμένη τάξη. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται επαναληπτικά, και στο τέλος προσδιορίζεται:

- ο πίνακας διαχωρισμού με τις Ευκλείδειες αποστάσεις των τελικών κέντρων των τάξεων
- τα κέντρα βάρους των τάξεων

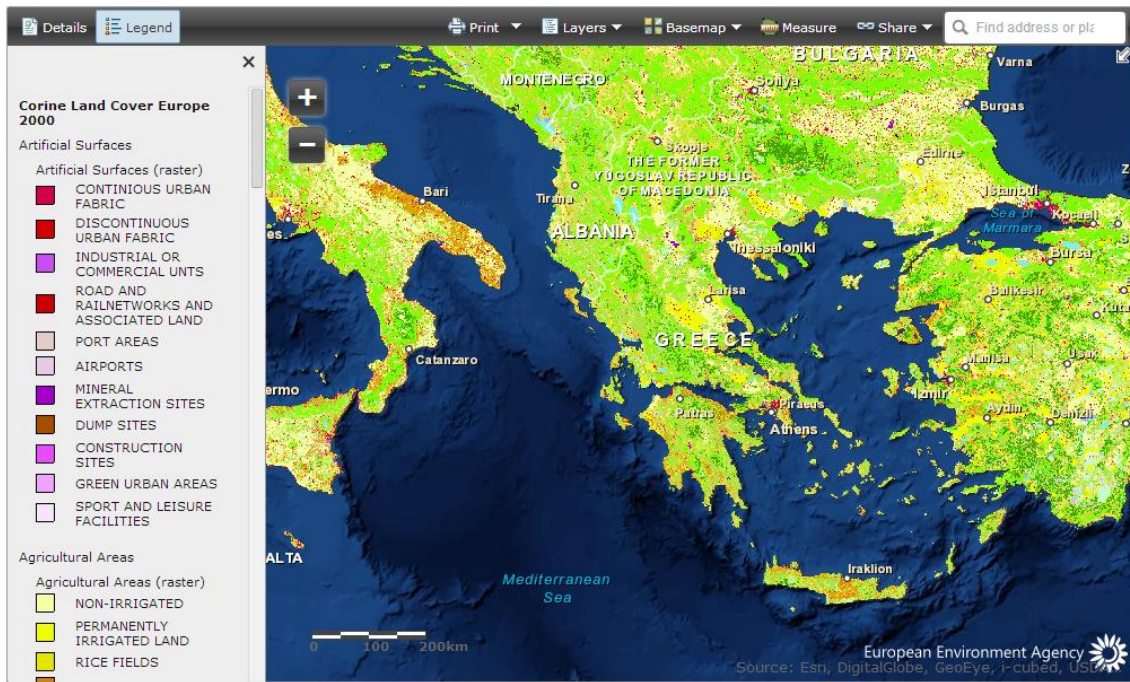
3.4.2.1 Χάρτης Κάλυψης χρήσεων γης - Landcover (Corine)

Η χαρτογράφηση των καλύψεων γης (landcover) και των χρήσεων γης (landuse) είναι ένα από τα πιο σημαντικά πεδία εφαρμογών της φωτοερμηνείας-τηλεπισκόπησης (Lo 1998, Campbell 1997). Η κάλυψη γης αναφέρεται στις φυσικές και τεχνητές οντότητες που αναγνωρίζονται-ερμηνεύονται από μια τηλεπισκοπική εικόνα να καλύπτουν μια εδαφική μονάδα. Φυσικές οντότητες είναι για παράδειγμα η βλάστηση, το νερό, κ.α, ενώ στις τεχνητές οντότητες περιλαμβάνονται οι καλλιέργειες, τα κτίσματα, οι δρόμοι, κ.α.

Η χρήση γης σχετίζεται με τις ανθρώπινες δραστηριότητες που εκδηλώνονται σε συγκεκριμένο τύπο εδαφικής μονάδας, βιομηχανική, αγροτική, εμπορική, κατασκευαστική, μεταφορική, αναψυχή, κ.α. αποτελούν μια σειρά από τύπους δραστηριοτήτων. Η χρήση γης επομένως, αποτελεί συνδυαστικό κρίκο μεταξύ της κάλυψης γης και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που εκμεταλλεύονται και μεταμορφώνουν το τοπίο (Geist and Lambin 2002, Nagendra *et al* 2004).

Ο θεματικός χάρτης κάλυψεων γης Corine είναι μια προσπάθεια του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος. Είναι μια βάση δεδομένων καλύψεων γης η οποία προέρχεται από την ερμηνεία δορυφορικών εικόνων του Θεματικού Χαρτογράφου. Η προσπάθεια ξεκίνησε την δεκαετία του 1980 και έχουν εκδοθεί δύο θεματικοί χάρτες καλύψεων/χρήσεων γης το 1990 και το 2000 αντίστοιχα.

Η πρόσβαση στα δεδομένα είναι ελεύθερη από την διεύθυνση <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/explore-interactive-maps/corine-landcover-2006>, στην οποία τα δεδομένα καλύψεων γης είναι διαθέσιμα σε διανυσματική και πλεγματοική μορφή διαμέσου ενός διαδραστικού διαδικτυακού χάρτη.



ΕΙΚΟΝΑ 3.4.2.1.1: Η διαδικτυακή πρόσβαση στο σύστημα γεωταξινόμησης καλύψεων γης CORINE 2000

Η ενημέρωση των καλύψεων γης (**Corine**) στην Ελλάδα έγινε με φωτοερμηνεία δορυφορικών εικόνων LANDSAT TM7 (2000) και συνετέθη η βάση δεδομένων κάλυψης γης για το έτος 2000 και η βάση δεδομένων μεταβολών κάλυψης γης 1990-2000.

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Συνεχής αστικός ιστός 2 Ασυνεχής αστικός ιστός 3 Βιομηχανικές ή εμπορικές μονάδες 4 Οδικό, σιδηροδρομικό δίκτυο 5 Λιμάνια 6 Αεροδρόμια 7 Μεταλλευτικές περιοχές 8 Χώροι απόθεσης απορριμμάτων 9 Εργοστάσια 10 Περιοχές αστικού πρασίνου 11 Εγκαταστάσεις αναψυχής και αθλητισμού 12 Μη αρδευόμενες αρόσιμες εκτάσεις 13 Μόνιμα αρδευόμενες εκτάσεις 14 Ορυζώνες 15 Αμπελώνες 16 Οπωρώνες και καλλιέργειες κερασιών 17 Ελαϊκόνες 18 Βοσκοτόπια 19 Ετήσιες μόνιμες καλλιέργειες 20 Συμπλέγματα καλλιεργείων 21 Αγροτικές εκτάσεις με σημαντικό ποσοστό φυσικής βλάστησης 22 Περιοχές αγροδασοπονίας | <ul style="list-style-type: none"> 23 Δάση πλατύφυλλων 24 Δάση κωνοφόρων 25 Μικτά Δάση 26 Ποολίβαδα 27 Τυρφοέλη και χαμηλή ξυλώδης βλάστηση 28 Σκληρόφυλλη βλάστηση 29 Ζώνες μεταβατικής δασικής βλάστησης 30 Παραλίες, αμμοθίνες και αμμώδεις εκτάσεις 31 Βράχια 32 Περιοχές με σποραδική βλάστηση 33 Καμένες περιοχές 34 Παγετώνες και αιώνιο χιόνι 35 Χερσαία έλη 36 Τυρφώνες 37 Αλατούχα έλη 38 Αλυκές 39 Παλιρροϊκοί σχηματισμοί 40 Υδάτινα ρεύματα 41 Λίμνες, αποταμιευτήρες και αντιπλημμυρικές ζώνες 42 Λιμνοθάλασσες 43 Εκβολές ποταμών 44 Θάλασσα και ωκεανοί |
|--|---|

ΕΙΚΟΝΑ 3.4.2.1.2: Το σύστημα γεω-ταξινόμησης καλύψεων γης CORINE 2000

Η ολοκληρωμένη βάση δεδομένων Corine Land Cover 2000 (CLC 2000) παρέχει ποσοτικά στοιχεία σχετικά με χρήσεις/κάλυψεις γης συγκρίσιμα σε ολόκληρη την Ευρώπη σε κλίμακα 1:100.000 και περιλαμβάνει 44 (υποδιαίρεσεις) κατηγοριοποιήσεων καλύψεων γης. Ο ψηφιακός χάρτης έχει 100 μέτρα χωρική διακριτική ικανότητα και προβάλλεται στο (ETRS89), που είναι το προβολικό σύστημα αναφοράς της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για δεδομένα με πανευρωπαϊκή κάλυψη, με ελλειμοειδές αναφοράς το GRS 80 (Miliareisis 2009b).

3.4.2.2 Βιοφυσικά δεδομένα θερμοκρασίας και βλάστησης.

Η διαθεσιμότητα των βιοφυσικών δεδομένων θερμοκρασίας και βλάστησης στην παρούσα εργασία βασίστηκε στο καταγραφικό σύστημα MODIS του προγράμματος Τηλεπισκόπησης EOS, που περιλαμβάνει τους δορυφόρους Terra και Aqua.

Ο δορυφόρος Terra (EOS AM-1) είναι προϊόν συνεργασίας των Ηνωμένων Πολιτειών, της Ιαπωνίας και του Καναδά. Εκτοξεύτηκε σε τροχιά γύρω από τη Γη στις 18 Δεκεμβρίου 1999 και άρχισε να συλλέγει δεδομένα στις 24 Φεβρουαρίου 2000 (Li *et al* 2007). Είναι ένα υποσύνολο του συστήματος παρατήρησης της Γης (Earth Observing System (EOS) στο οποίο προστέθηκε ο δίδυμος δορυφόρος Aqua (EOS PM-1) το Μάιο του 2002.

Ο δορυφόρος Terra φέρει τους ακόλουθους αισθητήρες (Pfeifer *et al* 2013):

- **CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System):** που χαρτογραφεί τα σύννεφα και το ενεργειακό ισοζύγιο της ατμόσφαιρας,
- **MISR (Multi-angle Imaging Spectroradiometer):** που κάνει λήψεις από διαφορετικές οπτικές γωνίες χαρτογραφώντας το ποσοστό της ενέργειας και του οξυγόνου μεταξύ της γήινης επιφάνειας και της ατμόσφαιρας καθώς και την προέλευση και τις μεταβολές στο κλίμα των διαφορετικών τύπων ατμοσφαιρικών στοιχείων, όπως π.χ. την παρουσία συννέφων στην ατμόσφαιρα,
- **MOPTT (Measurements of Pollution in the Troposphere):** που χαρτογραφεί την μόλυνση της τροπόσφαιρας,
- **ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer):** ραδιόμετρο που αποτελεί το μεγεθυντικό φακό που καταγράφει επιλεγμένα κομμάτια της επιφάνειας της Γης και τον
- **MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer):** που χαρτογραφεί παραμέτρους της επιφάνειας της Γης, των ωκεανών και της κατώτερης ατμόσφαιρας.

Ο δορυφόρος Aqua είναι εξοπλισμένος με τα ίδια καταγραφικά συστήματα που συμπεριλαμβάνονται στον Terra στα οποία προστέθηκαν και τέσσερις (4) νέοι αισθητήρες (Huang *et al* 2013) που περιγράφονται παρακάτω:

- **AMSR-E (Advanced Microwave Scanning Radiometer - EOS):** ραδιόμετρο που χαρτογραφεί τους ατμοσφαιρικούς υδρατμούς, τη βροχόπτωση, την έκταση των χιονιών και των παγετώνων και τους ανέμους στην επιφάνεια της θάλασσας

- **AIRS (Atmospheric Infrared Sounder):** υπέρυθρης ακτινοβολίας μετρητής που χαρτογραφεί την επιφανειακή θερμοκρασία, τις ιδιότητες των νεφών και τη σύσταση της τροπόσφαιρας,
- **AMSU (Advanced Microwave Sounding Unit):** μικροκυματικό ραδιόμετρο που χαρτογραφεί την ατμοσφαιρική θερμοκρασία και υγρασία,
- **HSB (Humidity Sounder for Brazil):** μετρητής που χαρτογραφεί την ατμοσφαιρική υγρασία.

Ο MODIS είναι ένας διανυσματικός σαρωτής (pushbroom scanner) που καταγράφει την εικόνα που προσλαμβάνει σειριακά γραμμή – γραμμή. Έτσι στην δορυφορική εικόνα του MODIS τα εικονοστοιχεία που είναι σε διαφορετικές γραμμές έχουν καταγραφεί σε διαφορετικές χρονικές στιγμές ενώ τα εικονοστοιχεία που είναι στην ίδια γραμμή έχουν ληφθεί την ίδια χρονική στιγμή. Είναι ένα καταγραφικό σύστημα και στους δύο δίδυμους δορυφόρους EOS (Aqua, Terra). Ο Terra καταγράφει 10:30 το πρωί και 22:30 το βράδυ, ενώ ο Aqua καταγράφει 13:30 το μεσημέρι και 1:30 το βράδυ. Όσο πιο πολλές και ποιο στενές είναι οι ζώνες, με τόσο πιο μεγάλη ακρίβεια καταγράφεται η καμπύλη φασματικής απόκρισης και τόσο μεγαλύτερη είναι η φασματική διακριτική ικανότητα του συστήματος.

Ο αισθητήρας MODIS είναι ένα υψηλής φασματικής διακριτικής ικανότητας ραδιόμετρο που καταγράφει δεδομένα σε 36 φασματικά κανάλια (ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.2.2.1). Η φασματική διακριτική ικανότητα ενός καταγραφικού συστήματος αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο καταγράφεται η ανακλώμενη ακτινοβολία-ενέργεια. Το ποιές περιοχές του φάσματος θα καταγραφούν και το εύρος τους, έχει σχέση με τις εφαρμογές για τις οποίες έχει σχεδιασθεί το συγκεκριμένο καταγραφικό σύστημα. Ο μεγάλος αριθμός των καναλιών και το εύρος τους στο σύστημα MODIS, σε συνδυασμό με την κατανομή τους στις ζώνες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος επιτρέπει την χαρτογράφηση των καλύψεων γης και των βιοφυσικών δεδομένων σε γήινη κλίμακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.2.2.1: Φασματική δειγματοληψία MODIS (<http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>)

Κανάλι	λ (μm)	Κανάλι	λ (μm)	Κανάλι	λ (μm)
1	0,620 -0, 670	13	0,662 -0, 672	25	4,482 – 4,549
2	0,841 -0, 876	14	0,673 -0, 683	26	1,360 – 1,390
3	0,459 – 0,479	15	0,743 – 0,753	27	6,535 – 6,895
4	0,545 – 0,565	16	0,862 – 0,877	28	7,175 – 7,475
5	1,230 – 1,250	17	0,890 – 0,920	29	8,400 – 8,700
6	1,628 – 1,652	18	0,931 – 0,941	30	9,580 – 9,880
7	2,105 – 2,155	19	0,915 -0,965	31	10,780 – 11,280
8	0,405 – 0,420	20	3,660 – 3,840	32	11,770 – 12,270
9	0,438 -0, 448	21	3,929 – 3,989	33	13,185 – 13,485
10	0,483 -0, 493	22	3,929 – 3,989	34	13,485 – 13,785
11	0,526 – 0,536	23	4,020 – 4,080	35	13,785 – 14,085
12	0,546 -0, 556	24	4,433 – 4,498	36	14,085 – 14,385

Από τα 36 φασματικά κανάλια του MODIS, 10 καταγράφουν στο ορατό, 6 στο εγγύς υπέρυθρο, 4 στο μέσο υπέρυθρο και 16 στο θερμικό (άπω) υπέρυθρο, όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 3.4.2.2.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.2.2.2 : Φασματικές Ζώνες καταγραφής του MODIS

Κανάλι	Ζώνη Φάσματος	Κανάλι	Ζώνη Φάσματος	Κανάλι	Ζώνη Φάσματος
1	Ορατό-Κόκκινο	13	Ορατό-Κόκκινο	25	Άπω Υπέρυθρο
2	Εγγύς Υπέρυθρο	14	Ορατό-Κόκκινο	26	Μέσο Υπέρυθρο
3	Ορατό-Μπλε	15	Εγγύς Υπέρυθρο	27	Άπω Υπέρυθρο
4	Ορατό-Πράσινο	16	Εγγύς Υπέρυθρο	28	Άπω Υπέρυθρο
5	Μέσο Υπέρυθρο	17	Εγγύς Υπέρυθρο	29	Άπω Υπέρυθρο
6	Μέσο Υπέρυθρο	18	Εγγύς Υπέρυθρο	30	Άπω Υπέρυθρο
7	Μέσο Υπέρυθρο	19	Εγγύς Υπέρυθρο	31	Άπω Υπέρυθρο
8	Ορατό-Μπλε	20	Άπω Υπέρυθρο	32	Άπω Υπέρυθρο
9	Ορατό-Μπλε	21	Άπω Υπέρυθρο	33	Άπω Υπέρυθρο
10	Ορατό-Μπλε	22	Άπω Υπέρυθρο	34	Άπω Υπέρυθρο
11	Ορατό-Πράσινο	23	Άπω Υπέρυθρο	35	Άπω Υπέρυθρο
12	Ορατό-Πράσινο	24	Άπω Υπέρυθρο	36	Άπω Υπέρυθρο

Η χωρική ανάλυση καθορίζει την ελάχιστη επιφάνεια του εδάφους για την οποία μπορεί να γίνει η παρατήρηση, δηλαδή το ελάχιστο δυνατό μέγεθος αντικειμένου που μπορεί να διακριθεί. Στις ψηφιακές απεικονίσεις ορίζεται σαν το μέγεθος του εικονοστοιχείου (pixel) στο έδαφος και μετριέται συνήθως σε μέτρα. Ο MODIS είναι ένας μέσης χωρικής διακριτικής ανάλυσης αισθητήρας με χωρική ανάλυση 250 m στα κανάλια 1 και 2, 500 m στα κανάλια 3 έως 7 και 1000 m στα κανάλια 8 έως 36. Το πλάτος σάρωσης μιας εικόνας MODIS είναι 2330 km.

Το καταγραφικό σύστημα MODIS παρέχει υψηλή ραδιομετρική ευαισθησία 12 (bit) δηλαδή τα δεδομένα που καταγράφονται εκφράζονται σε $2^{12} = 4096$ επίπεδα διαβάθμισης του γκρι. Η διάκριση αντικειμένων έχει σχέση με την ραδιομετρική ικανότητα του καταγραφικού συστήματος για δεδομένη φασματική απόκριση. Είναι σαφές, ότι όσο μεγαλύτερη η ραδιομετρική δαχωριστική ικανότητα τόσο μεγαλύτερη είναι η θεματική διακριτική ικανότητα, αφού εντοπίζονται πολύ μικρές μεταβολές της ανακλαστικότητας της επιφάνειας της γης.

Η υψηλή φασματική και ραδιομετρική διακριτική ικανότητα, καθώς και η καλή επαναληπτικότητα σάρωσης τον καθιστά χρήσιμο εργαλείο καταγραφής παραμέτρων της επιφάνειας της γης, των ωκεανών και της ατμόσφαιρας, όπως φαίνεται στο παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.2.2.3 : Προτεινόμενες εφαρμογές κάθε φασματικού καναλιού του MODIS

Κανάλια	Χρήση
1-2	Ξηρά, θάλασσα, νέφη, όρια αιωρούμενων σωματιδίων
3-7	Ξηρά, θάλασσα, νέφη, Ιδιότητες αιωρούμενων σωματιδίων
8-16	Χρώμα ωκεανών, φυτοπλαγκτόν, Βιοχημεία
17-19	Περιεχόμενοι στην ατμόσφαιρα υδρατμοί
20-23	Επιφάνεια, θερμοκρασία νεφών
24-25	Θερμοκρασία ατμόσφαιρας
26-28	Χαρτογράφηση νεφών (Cirrus Clouds) υδρατμοί
29	Ιδιότητες νεφών
30	Όζον
31-32	Θερμοκρασία επιφάνειας και νεφών
33-36	Ύψος κορυφών νεφών

Δηλαδή με βάση τον προηγούμενο πίνακα (3.4.2.2.3), ο MODIS προσδιορίζει τη θερμοκρασία επιφάνειας, το χρώμα των ωκεανών, το ποσοστό της χλωροφύλλης, τη βλάστηση, τη βιομάζα, την υγρασία τη νεφοκάλυψη, τις ζώνες αιωνίου χιονιού κ.α. Η διαχρονική μελέτη των μεταβολών αυτών και οι προβλέψεις για την μελλοντική τους εξέλιξη το καθιστούν ένα ανεκτίμητο εργαλείο για την μελέτη του περιβάλλοντος της γης με πολλές εφαρμογές στην γεωργία, στην ωκεανογραφία, στην μετεωρολογία, στην μελέτη της κλιματικής αλλαγής κ.α.

Ο αναλυτικός πίνακας με τα παράγωγα του σαρωτή MODIS δίνεται από την ιστοσελίδα https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products_table, στην οποία τα χαρτογραφικά προϊόντα ομαδοποιούνται σε τρεις κατηγορίες (ενεργειακό ισοζύγιο, παράμετροι οικοσυστημάτων και χαρακτηριστικά χρήσεων γης), όπως φαίνονται παρακάτω.

The screenshot shows the LP DAAC website interface. At the top, there is a header with the USGS logo and the text "science for a changing world". Below this is the NASA logo and the text "LP DAAC LAND PROCESSES DISTRIBUTED ACTIVE ARCHIVE CENTER". The main navigation menu includes "HOME", "ABOUT", "DATA PRODUCTS", "DATA ACCESS", "TOOLS", "USER COMMUNITY", and "USER SERVICES". A search bar for "Search LP DAAC" is also present. The main content area is titled "MODIS Data Products Table" and contains the following text: "These links will direct you to specific information and access points for each of the MODIS Land Products distributed from LP DAAC". Below this text are three expandable links: "Radiation Budget Variables", "Ecosystem Variables", and "Land Cover Characteristics".

Τα παράγωγα χαρτογραφικά προϊόντα με το κωδικό τους όνομα, το δορυφορικό καταγραφικό σύστημα και την χωρική τους διακριτική ικανότητα περιγράφονται στην διεύθυνση https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products_table, όπου δίνεται και η σχετική διασύνδεση για κάθε χαρτογραφικό προϊόν που μας καθοδηγεί τόσο σε πληροφορίες και τεχνικά εγχειρίδια που το περιγράφουν (αλγόριθμος σύνθεσης, ακρίβειες, μεταδεδομένα, κ.α.), όσο και η διασύνδεση στην οποία είναι διαθέσιμο το κάθε χαρτογραφικό προϊόν.

Ακολουθεί ενδεικτικό απόσπασμα από τον πίνακα χαρτογραφικών προϊόντων το σύνολο του οποίου είναι διαθέσιμο στην προαναφερόμενη διεύθυνση.

Short Name	Platform	MODIS Data Product	Raster type	Res. (m)	Temporal Granularity
MCD12C1	Combined	Land Cover Type	CMG	5600m	Yearly
MCD12Q1	Combined	Land Cover Type	Tile	500m	Yearly
MCD12Q2	Combined	Land Cover Dynamics	Tile	500m	Yearly
MCD15A2	Combined	Leaf Area Index - FPAR	Tile	1000m	8 day
MCD15A3	Combined	Leaf Area Index - FPAR	Tile	1000m	4 day
MCD43A1	Combined	BRDF-Albedo Model Parameters	Tile	500m	16 day
MCD43A2	Combined	BRDF-Albedo Quality	Tile	500m	16 day
MCD43A3	Combined	Albedo	Tile	500m	16 day
MCD43A4	Combined	Nadir BRDF-Adjusted Reflectance	Tile	500m	16 day
MCD43B1	Combined	BRDF-Albedo Model Parameters	Tile	1000m	16 day
MCD43B2	Combined	BRDF-Albedo Quality	Tile	1000m	16 day
MCD43B3	Combined	Albedo	Tile	1000m	16 day
MCD43B4	Combined	Nadir BRDF-Adjusted Reflectance	Tile	1000m	16 day
MCD43C1	Combined	BRDF-Albedo Model Parameters	CMG	5600m	16 day
MCD43C2	Combined	BRDF-Albedo Snow-free Quality	CMG	5600m	16 day
MCD43C3	Combined	Albedo	CMG	5600m	16 day
MCD43C4	Combined	Nadir BRDF-Adjusted Reflectance	CMG	5600m	16 day
MCD45A1	Combined	Thermal Anomalies & Fire	Tile	500m	Monthly
MOD09A1	Terra	Surface Reflectance Bands 1-7	Tile	500m	8 day
MOD09CMG	Terra	Surface Reflectance Bands 1-7	CMG	5600m	Daily
MOD09GA	Terra	Surface Reflectance Bands 1-7	Tile	500/1000m	Daily
MOD09GQ	Terra	Surface Reflectance Bands 1-2	Tile	250m	Daily
MOD09Q1	Terra	Surface Reflectance Bands 1-2	Tile	250m	8 day
MOD11A1	Terra	Land Surface Temperature & Emissivity	Tile	1000m	Daily
MOD11A2	Terra	Land Surface Temperature & Emissivity	Tile	1000m	8 day
MOD11B1	Terra	Land Surface Temperature & Emissivity	Tile	5600m	Daily
MOD11C1	Terra	Land Surface Temperature & Emissivity	CMG	5600m	Daily
MOD11C2	Terra	Land Surface Temperature & Emissivity	CMG	5600m	8 day
MOD11C3	Terra	Land Surface Temperature & Emissivity	CMG	5600m	Monthly
MOD11_L2	Terra	Land Surface Temperature & Emissivity	Swath	1000m	5 min

Τα χαρτογραφικά προϊόντα που χρησιμοποιήσαμε είναι :

α. Για τους δείκτες βλάστησης χρησιμοποιήθηκε το προϊόν του δορυφόρου Terra με κωδικό [MOD13C2](#)

MOD13C2	Terra	Vegetation Indices	CMG	5600m	Monthly
-------------------------	-------	--------------------	-----	-------	---------

Αναλυτική περιγραφή του προϊόντος δίνεται στην ιστοσελίδα

https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products_table/mod13c2

Vegetation Indices Monthly L3 Global 0.05Deg CMG

MOD13C2

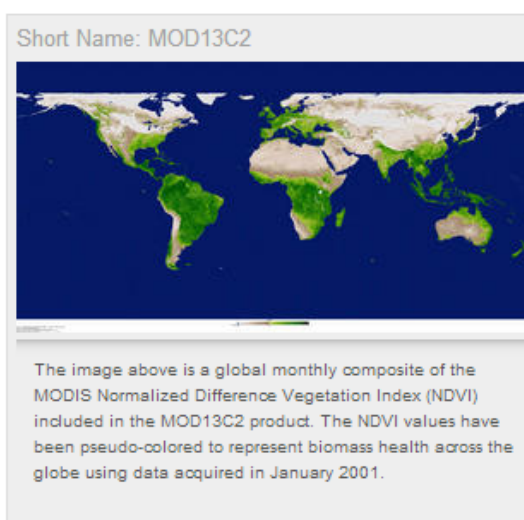
Global MODIS vegetation indices are designed to provide consistent spatial and temporal comparisons of vegetation conditions. Blue, red, and near-infrared reflectances, centered at 470-nanometers, 648-nanometers, and 848-nanometers, respectively, are used to determine the MODIS daily vegetation indices.

The MODIS Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) complements NOAA's Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) NDVI products and provides continuity for historical applications. The MODIS NDVI product contains atmospherically corrected bi-directional surface reflectances masked for water, clouds, and cloud shadows. Another MODIS index, the Enhanced Vegetation Index or EVI, uses the blue band to remove residual atmospheric contamination caused by smoke and sub-pixel thin clouds. The EVI also uses feedback adjustment to minimize canopy background variations and to enhance vegetation sensitivity from sparse to dense vegetation conditions.

Global MOD13C2 data are cloud-free spatial composites of the gridded 16-day 1-kilometer MOD13A2, and are provided monthly as a level-3 product projected on a 0.05 degree (5600-meter) geographic Climate Modeling Grid (CMG). Cloud-free global coverage is achieved by replacing clouds with the historical MODIS time series climatology record.

Vegetation indices are used for globally monitoring vegetation conditions and are used in products displaying land cover and land cover changes. These data may be used as input for modeling global biogeochemical and hydrologic processes and global and regional climate. These data also may be used for characterizing land surface biophysical properties, including land cover.

Version-5 MODIS Vegetation Indices products have attained Validation Stage 3.



β. Για την θερμοκρασία χρησιμοποιήθηκε το προϊόν του δορυφόρου Terra με κωδικό [MYD11C3](#)

MYD11C3	Aqua	Land Surface Temperature & Emissivity	CMG	5600m	Monthly
-------------------------	------	---------------------------------------	-----	-------	---------

Αναλυτική περιγραφή του προϊόντος δίνεται στην ιστοσελίδα https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products_table/myd11c3

MODIS/Aqua Land Surface Temperature/Emissivity Monthly L3 Global 0.05Deg CMG

MYD11C3

The MODIS/Aqua Land Surface Temperature and Emissivity (LST/E) products provide per-pixel temperature and emissivity values in a sequence of swath-based to grid-based global products. The MODIS/Aqua LST/E Monthly L3 Global 0.05Deg CMG (Short name: MYD11C3) is configured on a 0.05° latitude/longitude climate modeling grid (CMG). The following version-specific tabs delineate details for V4, V41, and V5 MYD11C3 products.

[Version 004](#)
[Version 041](#)
[Version 005](#)

- ✚ Overview
- ✚ Layers
- ✚ Links

[Basic Info](#)
[Data Policies](#)
[Data Access](#)
[Help](#)

Data Set Characteristics

Temporal Coverage: V004	August 1, 2002 – December 31, 2006
Temporal Coverage: V041	January 1, 2007 –
Area	Global
Image Dimensions	3600 rows x 7200 columns
Spatial Resolution	0.05° (~5.6 km at the Equator)
File Size	440 MB
Projection	Geographic (Lat/Lon grid)
Data Format	HDF-EOS

3.5 Τεχνικές Ανάλυσης – Ολοκλήρωσης Γεωγραφικών και Βιοφυσικών Δεδομένων

Ο γεωγραφικός χώρος της Πάρνηθας έχει καταταμηθεί σε ενότητες που προσδιορίζουν τις ζώνες και χρήσεις γης βάσει του ΦΕΚ 619Δ (2008), «Ζώνες προστασίας του ορεινού όγκου της Πάρνηθας». Από την άλλη πλευρά υπάρχει το ΨΥΜΕ από το οποίο μπορούν να προσδιοριστούν δείκτες που εκφράζουν τη βιοφυσική υπογραφή σαν συνάρτηση της τοπογραφικής θέσης (Mark 1975, Yokoyama *et al* 2002, Pike 2001). Οι βιοφυσικοί δείκτες προσδιορίζονται από το δορυφορικό καταγραφικό σύστημα MODIS και μας δίνουν την δυνατότητα να προσδιορίσουμε την χωροχρονική εξέλιξη – μεταβολή της βλάστησης, της θερμοκρασίας κ.α., που συνήθως σε α' επίπεδο ανάλυσης καθορίζει την εποχική χωροχρονική μεταβλητότητα (Miliareisis 2013). Σε αυτό το κεφάλαιο θα προσδιοριστούν τοπογραφικοί βιοφυσικοί δείκτες και η εποχική χωροχρονική μεταβολή της βλάστησης και της θερμοκρασίας και θα αποδοθούν στην παραμετρική αναπαράσταση των ζωνών προστασίας του Ορεινού Όγκου της Πάρνηθας. Δυνητικά μια συγκεκριμένη ζώνη προστασίας μπορεί να καταταμηθεί δημιουργώντας νέα χωρικά υποσύνολα με διαφορετικές βιοφυσικές υπογραφές.

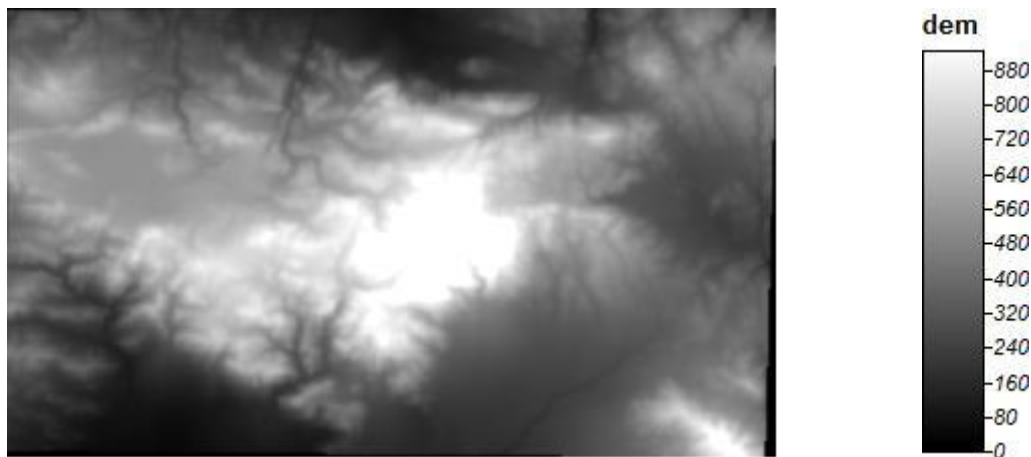
3.5.1 Τοπογραφικοί δείκτες πεδίου

Οι δείκτες που θα χρησιμοποιηθούν περιλαμβάνουν το υψόμετρο, το μέτρο και το διάνυσμα της κλίσης, την μορφομετρική γενίκευση των ορεινών όγκων, την μορφομετρική υφή (έκφραση της κατά βάθος διάβρωσης), τον τοπογραφικό δείκτη υγρασίας εδάφους, την σχετική τοπογραφική θέση ως προς το μέτρο της κλίσης, το μέγεθος της μοναδιαίας απορροής.

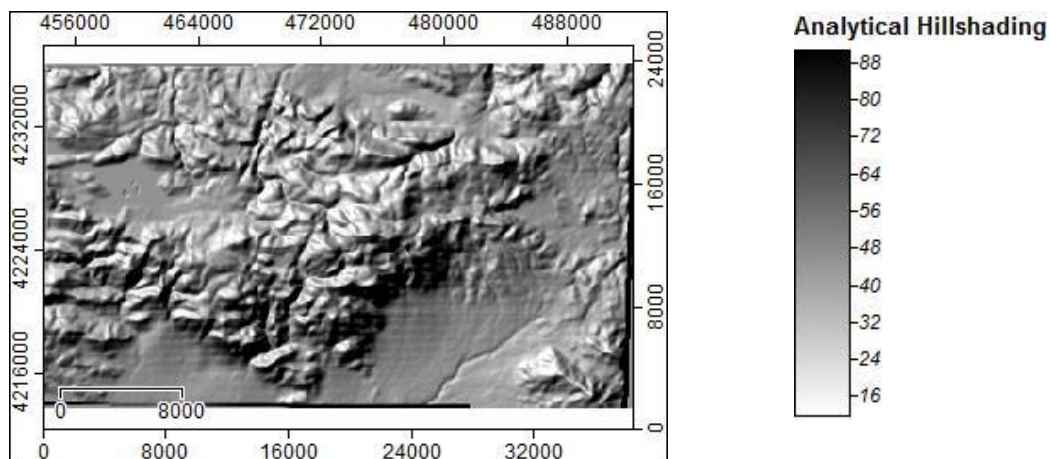
Η τοπογραφική (topographic position) θέση (καθ' ύψος) παραδοσιακά προσδιορίζεται με βάση το υψόμετρο το οποίο προσδιορίζει – επηρεάζει (Mark 1975, Coblenz *et al* 2014, Miliareisis 2009b, 2013):

- α. το ετήσιο ύψος της βροχόπτωσης σε γειτονικές περιοχές με διαφορετικό υψόμετρο,
- β. τις ζώνες αιωνίου χιονιού και τη μέση ετήσια χιονοκάλυψη μιας περιοχής,
- γ. το είδος της βλάστησης (τα δάση αναπτύσσονται μέχρι ενός συγκεκριμένου υψομέτρου)
- δ. την εκτιμώμενη μέση μηνιαία θερμοκρασία, αλλά και την ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας που επηρεάζονται κυρίως από το υψόμετρο, άλλα και δευτερευόντως από το γεωγραφικό μήκος και πλάτος.

Το ΨΥΜΕ της περιοχής μελέτης παρουσιάζεται στην ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.1 και η οπτικοποίηση του δίνεται με τον χάρτη σκιασμένου αναγλύφου στην ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.2.



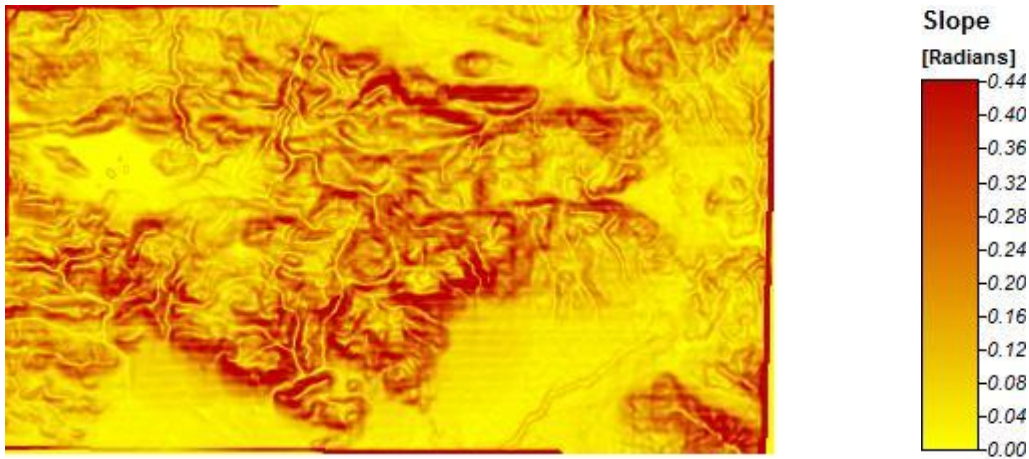
ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.1 : Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.2 : Χάρτης Σκιασμένου Αναγλύφου

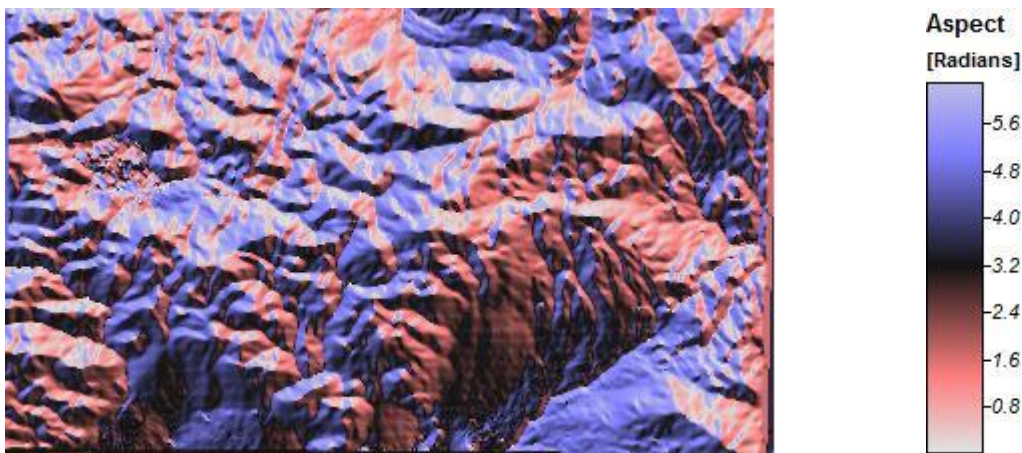
Η τοπογραφική (topographic position) θέση προσδιορίζεται και ως προς το μέτρο της κλίσης (που κυμαίνεται από 0 έως 90⁰), είτε απόλυτα είτε σχετικά (ποσοστιαία εγγύτητα σε περιοχές μεγάλης κλίσης). Η κλίση καθορίζει την βατότητα, δηλαδή την προσβασιμότητα μιας περιοχής είτε από πεζούς, είτε από οχήματα (Mark 1975, Coblenz *et al* 2014). Επιπλέον η κλίση προσδιορίζει την ταχύτητα απορροής, τις διαδικασίες απόθεσης και μεταφοράς φερτών υλικών κ.α. (Pike 2001).

Το μέτρο της κλίσης της περιοχής μελέτης παρουσιάζεται στην ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.3, που ακολουθεί.



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.3 : Χάρτης Κλίσεων Εδάφους σε ακτίνια ($3,1415926 \rightarrow 180^0$)

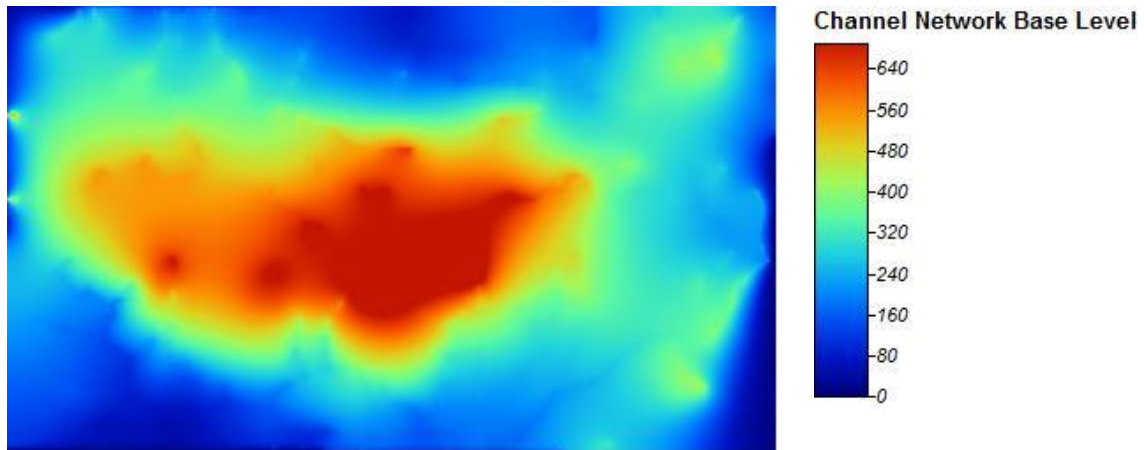
Το διάνυσμα της κλίσης (aspect) λαμβάνει τιμές στο εύρος 0 έως 360^0 και προσδιορίζει μεταξύ άλλων την διεύθυνση απορροής, την έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία κ.α. (Yokoyama *et al* 2002). Το διάνυσμα της κλίσης της περιοχής μελέτης παρουσιάζεται στην ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.4.



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.4 : Χάρτης Προσανατολισμού Κλίσεων σε ακτίνια ($3,1415926 \rightarrow 180^0$)

Η μορφομετρική γενίκευση των ορεινών όγκων (Chanell Network Base Level), προκύπτει αν αφαιρεθεί το υψόμετρο των κλάδων 2^{15} και 3^{15} τάξης. Δηλαδή, αφαιρώντας την υφή (texture) επιφέρουμε γενίκευση των χαραδρώσεων, αναδεικνύοντας τις ενότητες (blocks) του ορεινού όγκου.

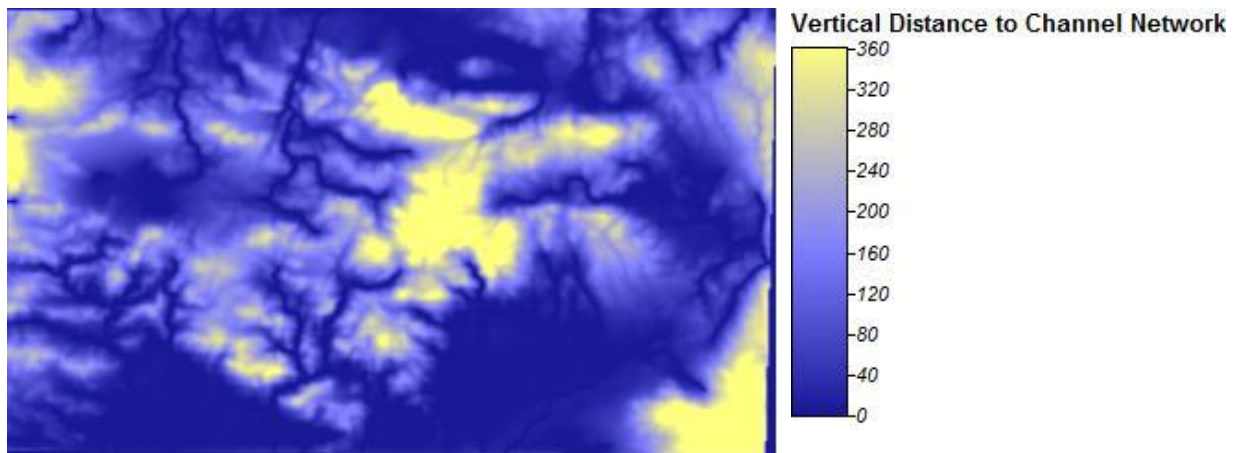
Ο χάρτης της μορφομετρικής γενίκευσης των ορεινών όγκων παρουσιάζεται στην παρακάτω ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.5.



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.5 : Χάρτης της μορφομετρικής γενίκευσης των ορεινών όγκων (m), που προκύπτει αν αφαιρεθεί η υφή

Η μορφομετρική υφή (έκφραση της κατά βάθος διάβρωσης), προκύπτει ως η κατακόρυφη απόσταση κάθε σημείου του ΨΥΜΕ από το εγγύτερο σημείο κοιλάδος και καθορίζει το βαθμό κατακόρυφης κατάτμησης του τοπογραφικού περιβάλλοντος.

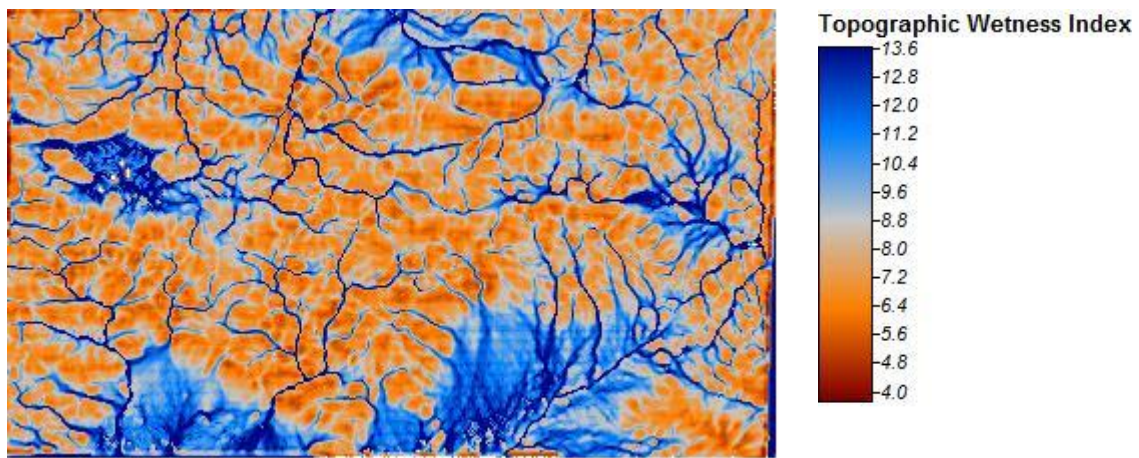
Ο χάρτης της μορφομετρικής υφής παρουσιάζεται στην ακόλουθη ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.6.



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.6 : Χάρτης μορφομετρικής υφής (m)

Ο τοπογραφικός δείκτης Υγρασίας Εδάφους (Qin et al 2007), προκύπτει ως συνάρτηση του μεγέθους της εκτιμώμενης απορροής από το ΨΥΜΕ, της εγγύτητας προς το υδρογραφικό δίκτυο, και του μέτρου της κλίσης σε κάθε σημείο του ΨΥΜΕ.

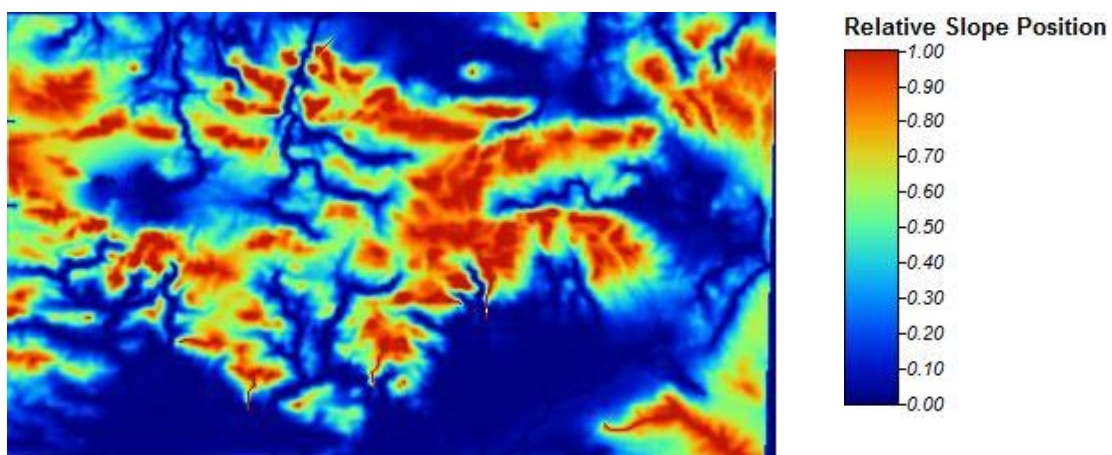
Ο χάρτης του τοπογραφικού δείκτη Υγρασίας Εδάφους παρουσιάζεται στην παρακάτω ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.7.



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.7 : Χάρτης Τοπογραφικού δείκτη Υγρασίας Εδάφους

Η σχετική θέση (ποσοστιαία) κάθε σημείου του ΨΥΜΕ ως προς το μέγιστο και το ελάχιστο του μέτρου της κλίσης, καθορίζει τις ενότητες στο τοπογραφικό περιβάλλον ως προς την εγγύτητα ή μη, με ζώνες μεγάλης ή μικρής κλίσης, προσδιορίζοντας την επιδεκτικότητά τους στην διάβρωση του εδάφους σε πλημμυρικά φαινόμενα, το είδος της βλάστησης (συνάρτηση της κλίσης που καθορίζει το βάθος του εδαφικού ορίζοντα), κ.α.

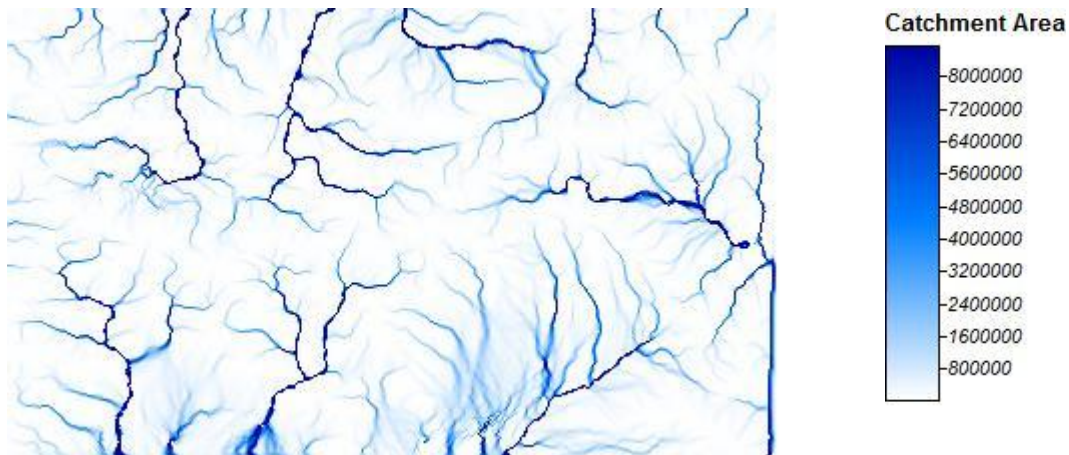
Ο χάρτης σχετικής τοπογραφικής θέσης ως προς το μέτρο της κλίσης παρουσιάζεται στην ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.8



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.8 : Χάρτης σχετικής (ποσοστιαία, η διακύμανση τιμών είναι από 0 έως 1) τοπογραφικής θέσης ως προς το μέτρο της κλίσης

Το μέγεθος της μοναδιαίας απορροής προσδιορίζει τοπογραφικά τη σχετική υδρολογική θέση ως προς την επιφανειακή απορροή, που είναι ένας πολύ σημαντικός βιοφυσικός και βιοκλιματικός δείκτης. Προσδιορίζεται αν μια ισοδυναμική βροχόπτωση (μία σταγόνα προσλαμβάνεται από κάθε σημείο του ΨΥΜΕ) κινηθεί στην επιφάνεια του ΨΥΜΕ βάση του διανύσματος της κλίσης. Όταν ολοκληρωθεί το ταξίδι όλων των σταγόνων στα περιθώρια του ΨΥΜΕ, τότε ο αριθμός των σταγόνων που έχει περάσει από ένα σημείο του ΨΥΜΕ προσδιορίζει το μέγεθος της μοναδιαίας απορροής για αυτό το σημείο.

Ο χάρτης του μεγέθους της μοναδιαίας απορροής παρουσιάζεται στην ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.9., που ακολουθεί.



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.1.9 : Χάρτης του μεγέθους της μοναδιαίας απορροής (σε αριθμό σταγόνων)

3.5.2 Ορισμός χωρικής και χρονικής υπογραφής βιοφυσικών δεικτών

3.5.2.1 EVI Βελτιωμένος Δείκτης Βλάστησης (Enhanced Vegetation Index, EVI)

Ο EVI είναι τυποποιημένος δείκτης που δείχνει την πυκνότητα βλάστησης ανά εικονοστοιχείο και έχει εύρος τιμής -1 έως +1. Χρησιμοποιήσαμε το προϊόν της NASA με κωδικό MYD13C2 για το έτος 2012, με τοπική ώρα λήψης 13:30, που παρέχει μέσες μηνιαίες εκτιμήσεις σε γήινη κλίμακα με χωρική διακριτική ικανότητα 0.05 Deg, από το σαρωτή MODIS που βρίσκεται στο δορυφόρο AQUA. Η έκδοση των δεδομένων είναι η ver. 5.5. Είναι διαθέσιμα σε τυποποίηση (Data Format) HDF-EOS σε γεωγραφικές συντεταγμένες στο ελλειψοειδές αναφοράς WGRS 84.

Ο EVI είναι ένας από τους δείκτες βλάστησης MOD13C2, που περιλαμβάνει μέσες μηνιαίες εκτιμήσεις με χωρική διακριτική ικανότητα 0.050 (Vegetation Indices Monthly L3 Global 0.05Deg CMG) (https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products_table).

Ο EVI (Enhanced Vegetation Index) προσδιορίζεται από την σχέση :

$$EVI = 2.5 * (nir - red) / (nir + 6.0 * red - 7.5 * blue + 1)$$

Τα δεδομένα είναι κωδικοποιημένα σε ακέραιους, εύρους 16bit με πεδίο ορισμού -2000 έως 10000, no data = -3000 και η αποκωδικοποίηση γίνεται με πολλαπλασιασμό με το 0.0001.

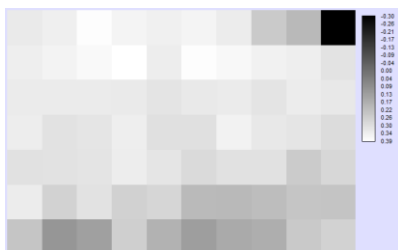
Η έκδοση των δεδομένων είναι η 5.1, ο κωδικός του προϊόντος είναι MOD13C2 και αφορά το έτος 2012 με ώρα λήψης 10.30 π.μ.

Ακολουθούν οι μέσες μηνιαίες εκτιμήσεις του EVI στην περιοχή μελέτης σε απεικόνιση διαβαθμίσεων των γκρι.

Ιανουάριος



Φεβρουάριος



Μάρτιος



Απρίλιος



Μάιος



Ιούνιος



Ιούλιος



Αύγουστος



Σεπτέμβριος



Οκτώβριος



Νοέμβριος



Δεκέμβριος



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.1.1 : Εικόνες των μέσων μηνιαίων εκτιμήσεων του δείκτη EVI

Στον ΠΙΝΑΚΑ 3.5.2.1.1, που ακολουθεί, δίνεται ο βαθμός συσχέτισης ο οποίος ποσοτικοποιεί το βαθμό ομοιότητας των μηνιαίων εκτιμήσεων του EVI και δυνητικά θα αποκαλύψει πιθανές εποχικές μεταβολές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.1.1 : Βαθμός συσχέτισης των μέσων μηνιαίων εκτιμήσεων EVI

EVI	Ian	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Ian	1											
Feb	0.96	1										
Mar	0.93	0.97	1									
Apr	0.84	0.90	0.94	1								
May	0.66	0.77	0.77	0.86	1							
Jun	0.50	0.61	0.58	0.70	0.96	1						
Jul	0.50	0.62	0.59	0.72	0.96	0.99	1					
Aug	0.52	0.63	0.61	0.73	0.96	0.99	0.99	1				
Sep	0.56	0.66	0.63	0.74	0.96	0.98	0.99	1.00	1			
Oct	0.54	0.65	0.63	0.73	0.91	0.93	0.92	0.92	0.93	1		
Nov	0.71	0.80	0.78	0.77	0.90	0.87	0.86	0.87	0.89	0.90	1	
Dec	0.85	0.89	0.90	0.87	0.82	0.71	0.71	0.73	0.75	0.77	0.90	1

Ακολουθεί ο ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.1.2, με τις ιδιοτιμές, (eigenvalues) και τα ιδιοδιανύσματα (eigenvectors). Τα ιδιοδιανύσματα υποδηλώνουν το ποσοστό της διασποράς που ερμηνεύει η κάθε κύρια συνιστώσα και καταδεικνύουν τους συντελεστές που πολλαπλασιάζονται με τον αντίστοιχο μήνα για να προέλθει η κάθε κύρια συνιστώσα.

Οι έξι πρώτες συνιστώσες, όπως φαίνεται από τον ΠΙΝΑΚΑ 3.5.2.1.2, ερμηνεύουν το 99.5 % της συνεισφοράς που υπάρχει και στις δώδεκα εικόνες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.1.2 : Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών / Principal Components Analysis (EVI),
Ιδιοτιμές - ιδιοδιανύσματα

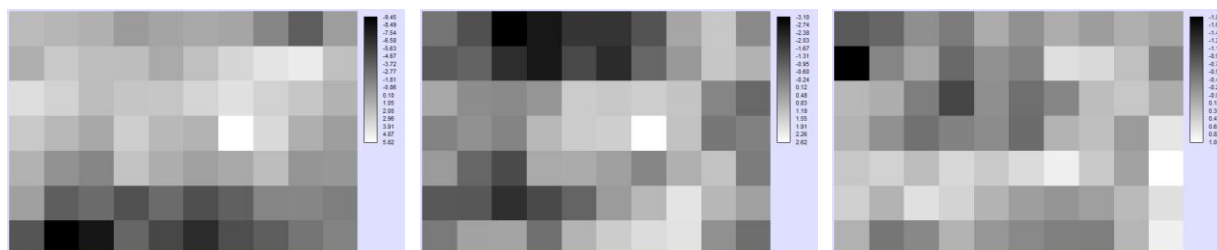
Eigen- vectors	Components											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ian	0.17	-0.46	0.25	-0.50	-0.14	-0.19	-0.43	0.28	-0.01	0.34	0.02	0.08
Feb	0.12	-0.51	0.15	-0.18	-0.15	0.00	0.11	-0.40	0.02	-0.66	-0.02	-0.19
Mar	0.18	-0.46	-0.04	0.00	0.30	0.47	0.54	0.01	-0.08	0.34	0.03	0.17
Apr	0.15	-0.47	-0.36	0.70	-0.04	-0.20	-0.28	0.13	0.01	0.00	-0.02	0.01
May	0.34	0.09	-0.35	-0.24	0.63	0.08	-0.23	0.12	0.20	-0.15	-0.07	-0.40
Jun	0.34	0.13	-0.23	-0.15	0.13	-0.13	-0.10	-0.18	-0.09	-0.23	0.15	0.80
Jul	0.34	0.11	-0.19	-0.08	-0.15	-0.24	0.14	-0.16	-0.70	0.17	-0.37	-0.23
Aug	0.34	0.10	-0.16	-0.02	-0.26	-0.15	0.14	-0.27	0.21	0.27	0.69	-0.27
Sep	0.34	0.09	-0.10	-0.03	-0.37	0.00	0.19	0.03	0.61	0.09	-0.55	0.10
Oct	0.34	0.13	0.09	0.05	-0.28	0.23	0.14	0.70	-0.18	-0.37	0.21	-0.05
Nov	0.33	0.15	0.33	0.23	-0.08	0.59	-0.48	-0.33	-0.09	0.10	-0.06	-0.02
Dec	0.33	0.07	0.65	0.28	0.38	-0.44	0.19	0.02	0.08	0.01	-0.02	0.00
Eigen- value	9.81	1.62	0.24	0.14	0.08	0.06	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
variance %	81.72	13.50	2.00	1.15	0.69	0.46	0.15	0.13	0.11	0.05	0.03	0.01

Ακολουθούν οι απεικονίσεις στην κλίμακα των γκρι των τριών πρώτων κυρίων συνιστωσών: EVI PCA 1, EVI PCA 2 και EVI PCA 3, ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.1.2, και τα κέντρα βάρους των τάξεων που υποδηλώνουν τη μέση τιμή του EVI για κάθε μήνα για όλα τα τετραγωνάκια που ανήκουν στο συγκεκριμένο cluster (ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.1.3).

PC1

PC2

PC3

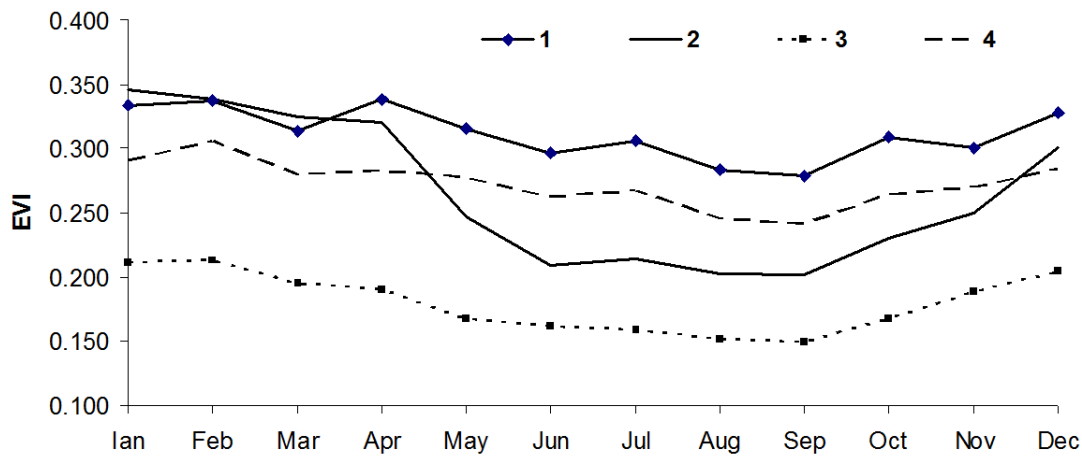


ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.1.2 : Εικόνες της Ανάλυσης των Κύριων Συνιστωσών / Principal Components Analysis (EVI)

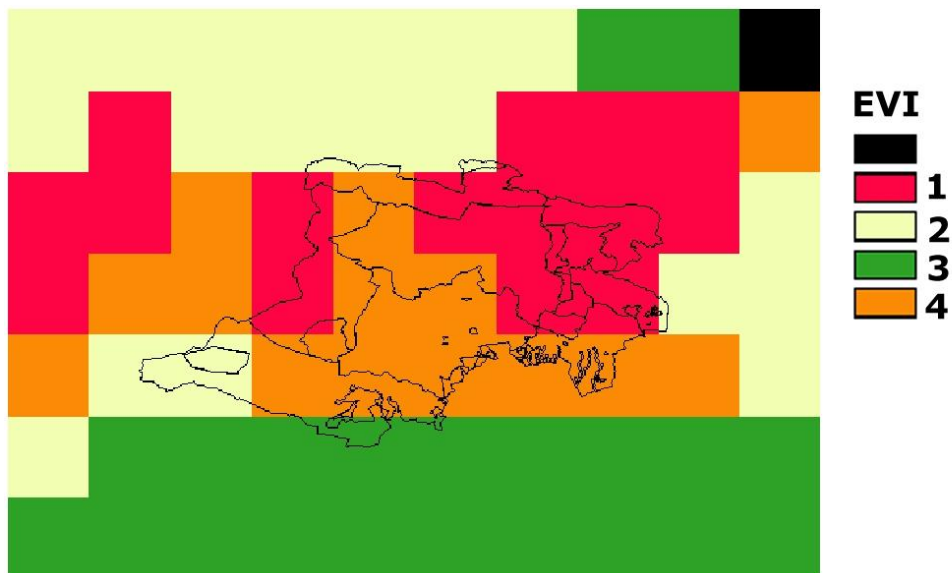
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.1.3 : Κέντρα βάρους των 4 φασματικών τάξεων που προέκυψαν από τη επιβλεπόμενη ταξινόμηση

cluster	Ian	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0.333	0.338	0.313	0.339	0.316	0.296	0.306	0.283	0.279	0.309	0.301	0.327
2	0.346	0.339	0.325	0.320	0.247	0.209	0.214	0.203	0.202	0.230	0.250	0.300
3	0.211	0.213	0.195	0.190	0.168	0.162	0.159	0.151	0.149	0.168	0.188	0.204
4	0.291	0.306	0.280	0.283	0.278	0.263	0.267	0.245	0.241	0.264	0.270	0.284

Ακολουθεί η γραφική αναπαράσταση των κέντρων βάρους.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5.2.1.1 : Γραφική αναπαράσταση των κέντρων βάρους των 4 τάξεων



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.1.3 : Χωρική κατανομή των 4 τάξεων

3.5.2.2 NDVI Κανονικοποιημένος Δείκτης Βλάστησης,

(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)

Το NDVI αντιστοιχεί σε ένα υποσύνολο των δεικτών βλάστησης (MOD13C2) που περιλαμβάνει μέσες μηνιαίες εκτιμήσεις με χωρική διακριτική ικανότητα 0.050 (Vegetation Indices Monthly L3 Global 0.05Deg CMG).

Το NDVI έχει προέλθει από την ακόλουθη σχέση $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$

Τα δεδομένα είναι κωδικοποιημένα σε ακέραιους, εύρους 16bit με πεδίο ορισμού -2000 έως 10000, no data= -3000 και η αποκωδικοποίηση γίνεται με πολλαπλασιασμό με το 0.0001. Η έκδοση των δεδομένων είναι η 5.1, ο κωδικός τους είναι MOD13C2 και αφορούν το έτος 2010 με ώρα λήψης 13.30 μ.μ.

Ακολουθούν οι μέσες μηνιαίες εκτιμήσεις του EVI στην περιοχή μελέτης σε απεικόνιση διαβαθμίσεων των γκρι.

Ιανουάριος



Φεβρουάριος



Μάρτιος



Απρίλιος



Μάιος



Ιούνιος



Ιούλιος

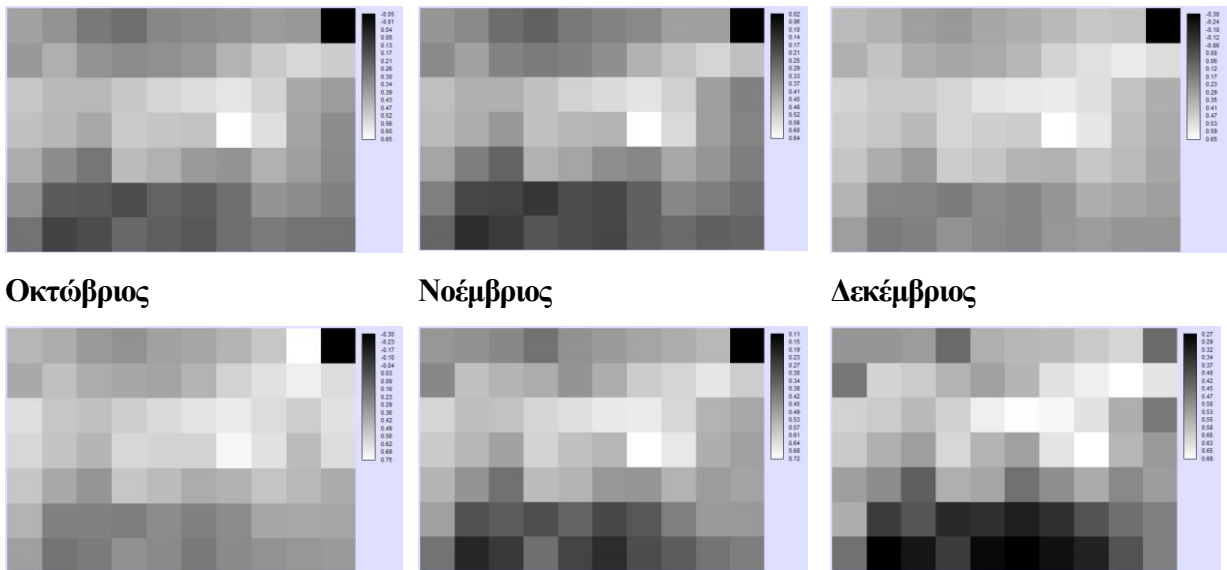


Αύγουστος



Σεπτέμβριος





Οκτώβριος

Νοέμβριος

Δεκέμβριος

ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.2.1: Εικόνες των μέσων μηνιαίων εκτιμήσεων του δείκτη NDVI

Ακολουθεί ο πίνακας συσχέτισης (3.5.2.2.1) ο οποίος θα ποσοτικοποιήσει το βαθμό ομοιότητας των μηνιαίων εκτιμήσεων του NDVI.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.2.1: Βαθμός συσχέτισης των μέσων μηνιαίων εκτιμήσεων NDVI

NDVI	Ian	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Ian	1											
Feb	0.97	1										
Mar	0.96	0.99	1									
Apr	0.92	0.96	0.98	1								
May	0.86	0.91	0.92	0.95	1							
Jun	0.79	0.84	0.84	0.88	0.98	1						
Jul	0.77	0.82	0.83	0.86	0.97	0.99	1					
Aug	0.78	0.83	0.83	0.86	0.97	0.99	0.99	1				
Sep	0.79	0.84	0.83	0.86	0.96	0.99	0.99	1.00	1			
Oct	0.76	0.80	0.79	0.83	0.90	0.93	0.91	0.92	0.93	1		
Nov	0.86	0.91	0.91	0.92	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.93	1	
Dec	0.92	0.94	0.93	0.92	0.92	0.90	0.88	0.89	0.90	0.87	0.96	1

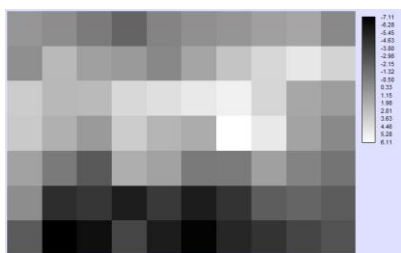
Ακολουθεί πίνακας (3.5.2.2.2) με τις ιδιοτιμές (που υποδηλώνουν το ποσοστό της διασποράς που ερμηνεύει η κάθε κύρια συνιστώσα) και οι ιδιοτιμές που καταδεικνύουν τους συντελεστές που πολλαπλασιάζονται με τον αντίστοιχο μήνα για να προέλθει η κάθε κύρια συνιστώσα. Οι έξι πρώτες ερμηνεύουν το 99.7% της διασποράς που υπάρχει και στις δώδεκα εικόνες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.2.2 : Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών / Principal Components Analysis (NDVI), ιδιοτιμές-ιδιοδιανύσματα

Eigen-vectors	Components											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ian	0.27	-0.46	0.16	0.28	-0.57	0.06	-0.53	0.01	-0.02	-0.03	-0.04	0.00
Feb	0.29	-0.38	0.01	0.07	-0.13	-0.18	0.62	-0.21	-0.16	-0.26	0.44	0.07
Mar	0.28	-0.38	-0.15	-0.17	0.02	-0.20	0.31	0.23	0.34	0.32	-0.56	-0.02
Apr	0.29	-0.25	-0.28	-0.53	0.26	0.38	-0.22	0.18	-0.15	-0.33	0.11	-0.25
May	0.30	0.07	-0.35	-0.19	0.03	-0.04	-0.21	-0.31	-0.15	0.55	0.24	0.47
Jun	0.29	0.27	-0.16	0.04	-0.06	-0.02	0.01	-0.63	-0.12	-0.34	-0.52	-0.11
Jul	0.29	0.30	-0.24	0.11	-0.12	-0.19	-0.08	-0.01	0.55	0.07	0.37	-0.51
Aug	0.29	0.30	-0.13	0.17	-0.06	0.17	0.05	0.39	0.27	-0.40	-0.03	0.60
Sep	0.29	0.29	-0.04	0.25	-0.18	0.32	0.27	0.33	-0.52	0.32	-0.08	-0.28
Oct	0.28	0.27	0.70	-0.55	-0.20	0.02	0.05	-0.03	0.09	0.07	0.04	0.03
Nov	0.30	0.07	0.16	0.11	0.37	-0.69	-0.26	0.27	-0.33	-0.12	-0.01	-0.02
Dec	0.29	-0.15	0.36	0.40	0.60	0.37	-0.02	-0.21	0.21	0.14	0.03	-0.01
Eigen-value	10.94	0.71	0.15	0.09	0.06	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Varia %	91.18	5.88	1.21	0.73	0.49	0.20	0.16	0.07	0.04	0.02	0.02	0.01

Ακολουθούν οι απεικονίσεις στην κλίμακα των γκρι των τριών πρώτων κυρίων συνιστωσών: NDVI PCA 1, NDVI PCA 2 και NDVI PCA 3, (ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.2.2) και τα κέντρα βάρους των τάξεων που υποδηλώνουν τη μέση τιμή του NDVI για κάθε μήνα για όλα τα τετραγωνάκια που ανήκουν στο συγκεκριμένο cluster (ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.2.3).

PC1



PC2



PC3

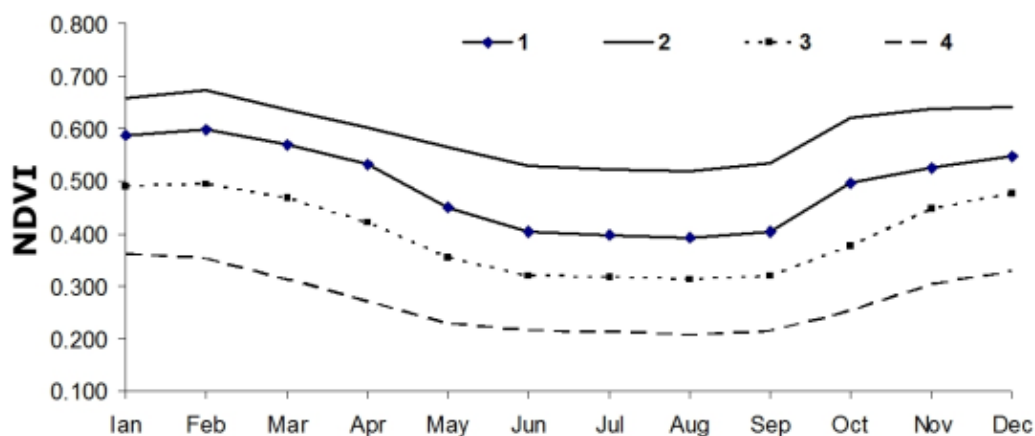


ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.2.2.: Εικόνες της Ανάλυσης των Κύριων Συνιστωσών / Principal Components Analysis (NDVI)

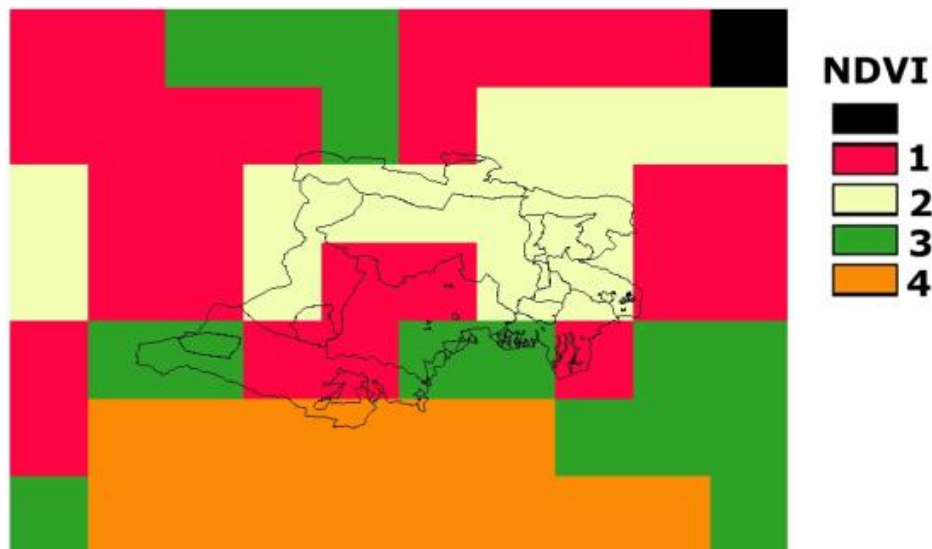
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.2.3: Κέντρα βάρους των 4 φασματικών τάξεων που προέκυψαν από τη επιβλεπόμενη ταξινόμηση

cluster	Ian	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0.588	0.598	0.570	0.531	0.449	0.404	0.398	0.392	0.403	0.496	0.525	0.548
2	0.659	0.674	0.636	0.603	0.564	0.530	0.524	0.519	0.534	0.620	0.637	0.641
3	0.491	0.494	0.468	0.421	0.354	0.320	0.317	0.313	0.319	0.377	0.447	0.477
4	0.361	0.352	0.313	0.271	0.229	0.215	0.212	0.206	0.216	0.252	0.304	0.329

Ακολουθεί η στο ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5.2.2.1, γραφική αναπαράσταση των κέντρων βάρους και η χωρική τους κατανομή (ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.2.3).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5.2.2.1: Γραφική αναπαράσταση των κέντρων βάρους των 4 τάξεων



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.2.3 : Χωρική κατανομή των 4 τάξεων

3.5.2.3 Θερμοκρασία Εδάφους Ημέρας (Land Surface Temperature, LST Day)

Η θερμοκρασία εδάφους ημέρας LST day περιλαμβάνει μέσες μηνιαίες εκτιμήσεις θερμοκρασίας με χωρική διακριτική ικανότητα 0.050 (LST/E Monthly L3 Global 0.05Deg CMG) (https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products_table).

Τα δεδομένα είναι κωδικοποιημένα σε ακέραιους εύρους 16bit με πεδίο ορισμού -7500 έως 65535, no data= -0 και η σχέση μετατροπής των κωδικοποιημένων τιμών από Kelvin σε τιμές Celsius είναι η ακόλουθη:

$$(X*0,02)-273$$

Η έκδοση των δεδομένων είναι η 5.1, ο κωδικός του προϊόντος είναι MYD11C3 V5 και αφορούν το έτος 2010 με ώρα λήψης 13.30 μ.μ. Ακολουθούν οι μέσες μηνιαίες εκτιμήσεις των θερμοκρασιών εδάφους ημέρας LST day στην περιοχή μελέτης σε απεικόνιση διαβαθμίσεων του γκρι.

Ιανουάριος

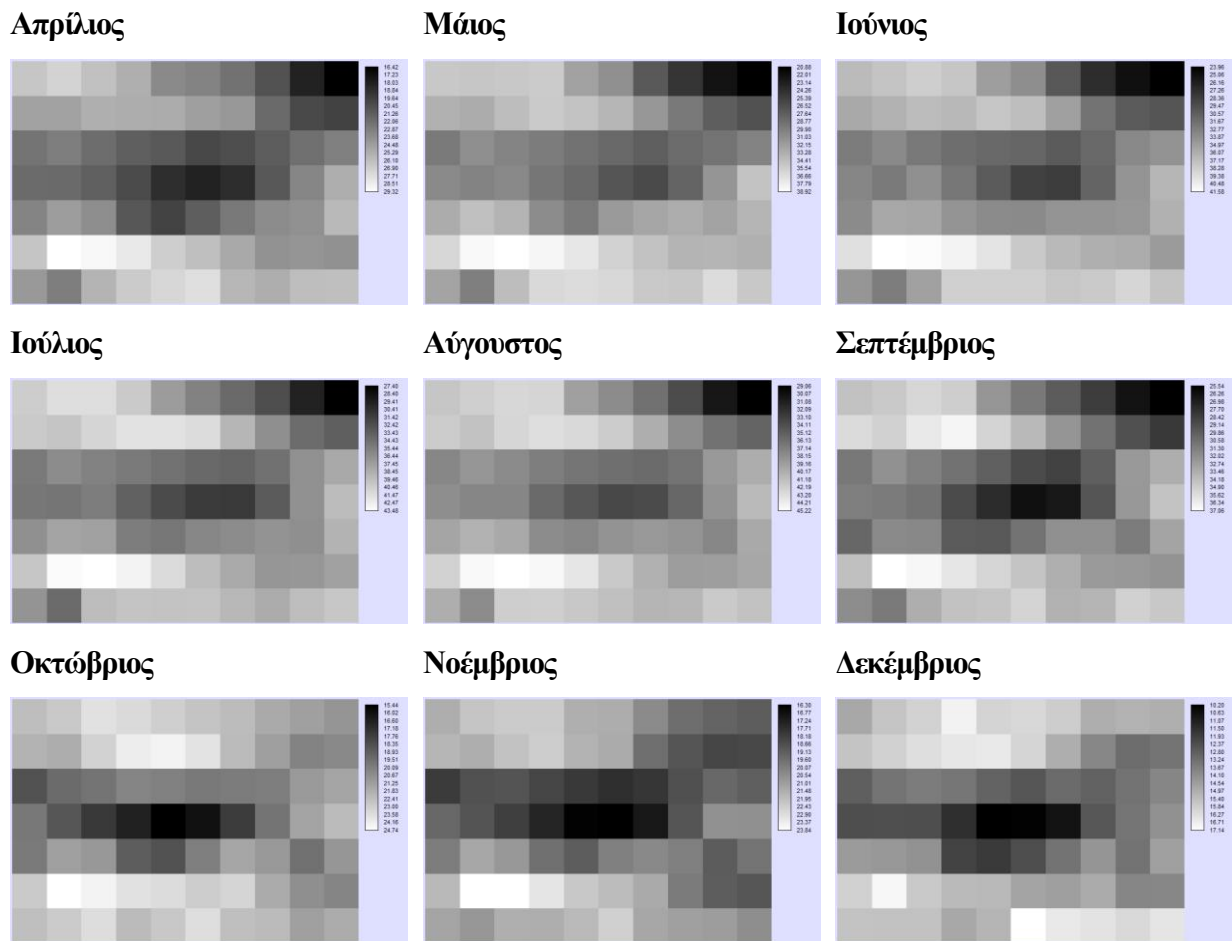


Φεβρουάριος



Μάρτιος





ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.3.1 : Εικόνες των μέσων μηνιαίων εκτιμήσεων της Θερμοκρασίας (13:30)

Στον ΠΙΝΑΚΑ 3.5.2.3.1 που ακολουθεί, δίνεται ο βαθμός συσχέτισης ο οποίος θα ποσοτικοποιήσει το βαθμό ομοιότητας των μηνιαίων εκτιμήσεων των θερμοκρασιών εδάφους ημέρας LST day και δυνητικά θα αποκαλύψει πιθανές εποχικές μεταβολές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.3.1 : Βαθμός συσχέτισης των μέσων μηνιαίων εκτιμήσεων LST day

LST	Ian	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Ian	1											
Feb	0.73	1										
Mar	0.51	0.79	1									
Apr	0.58	0.81	0.94	1								
May	0.39	0.72	0.94	0.94	1							
Jun	0.41	0.74	0.93	0.94	0.98	1						
Jul	0.54	0.79	0.88	0.94	0.92	0.94	1					
Aug	0.49	0.76	0.90	0.93	0.95	0.96	0.98	1				
Sep	0.54	0.80	0.87	0.94	0.91	0.93	0.97	0.96	1			
Oct	0.83	0.88	0.74	0.79	0.65	0.67	0.77	0.74	0.78	1		
Nov	0.74	0.84	0.86	0.88	0.81	0.81	0.85	0.85	0.86	0.90	1	
Dec	0.84	0.88	0.69	0.77	0.62	0.64	0.72	0.69	0.75	0.90	0.85	1

Ακολουθεί πίνακας (3.5.2.3.2) με τις ιδιοτιμές (eigenvalues) και τα ιδιοδιανύσματα (eigenvectors). Τα ιδιοδιανύσματα υποδηλώνουν το ποσοστό της διασποράς που ερμηνεύει η κάθε κύρια συνιστώσα και καταδεικνύουν τους συντελεστές που πολλαπλασιάζονται με τον αντίστοιχο μήνα για να προέλθει η κάθε κύρια συνιστώσα.

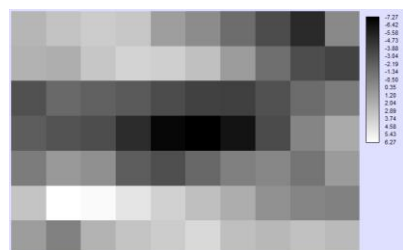
Οι έξι πρώτες , όπως φαίνεται από τον ΠΙΝΑΚΑ 3.5.2.3.2, ερμηνεύουν το 98.9% της συνεισφοράς που υπάρχει και στις δώδεκα εικόνες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.3.2 : Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών / Principal Components Analysis (LST day)

Eigen-vectors	Components											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ian	0.22	-0.58	0.33	-0.34	-0.49	-0.34	0.08	0.01	0.04	0.13	-0.05	0.06
Feb	0.28	-0.23	-0.58	0.48	-0.03	-0.43	0.22	0.16	-0.04	-0.16	-0.04	0.06
Mar	0.30	0.17	-0.41	-0.45	-0.03	-0.07	-0.31	-0.03	0.61	-0.05	0.19	-0.02
Apr	0.31	0.12	-0.05	-0.13	-0.26	0.18	-0.44	0.35	-0.55	-0.34	0.06	0.16
May	0.29	0.32	-0.15	-0.15	-0.16	0.03	0.14	-0.22	-0.16	0.20	-0.74	-0.25
Jun	0.29	0.30	-0.06	0.00	-0.14	-0.03	0.28	-0.15	-0.28	0.54	0.57	0.07
Jul	0.30	0.16	0.37	0.23	-0.04	-0.20	-0.05	-0.24	0.05	-0.40	0.22	-0.62
Aug	0.30	0.22	0.30	0.12	0.11	-0.09	0.09	-0.34	0.14	-0.25	-0.13	0.71
Sep	0.30	0.14	0.33	0.32	0.04	0.09	-0.09	0.63	0.34	0.35	-0.13	-0.01
Oct	0.28	-0.34	0.02	0.03	0.58	-0.11	-0.49	-0.24	-0.21	0.32	-0.05	-0.04
Nov	0.30	-0.13	0.05	-0.41	0.50	0.17	0.55	0.28	-0.09	-0.23	0.04	-0.09
Dec	0.27	-0.38	-0.12	0.25	-0.20	0.75	0.06	-0.26	0.16	-0.03	0.04	-0.03
Eigen-value	9.87	1.33	0.20	0.18	0.12	0.10	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01
Variance %	82.24	11.11	1.67	1.50	1.02	0.84	0.53	0.35	0.29	0.22	0.14	0.09

Ακολουθούν οι απεικονίσεις των τριών πρώτων κυρίων συνιστωσών σε διαβαθμίσεις του γκρι (EIKONA 3.5.2.3.2) και τα κέντρα βάρους των τάξεων που υποδηλώνουν τη μέση τιμή της θερμοκρασίας της ημέρας για κάθε μήνα για όλα τα τετραγωνάκια που ανήκουν στο συγκεκριμένο cluster (ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.3.3).

PC1



PC2



PC3

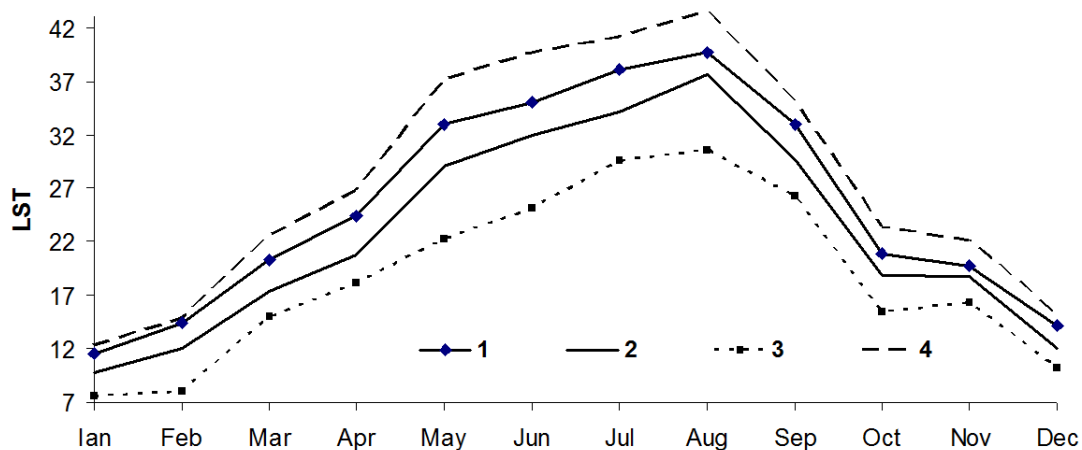


EIKONA 3.5.2.3.2 : Εικόνες της Ανάλυσης Κύριων Συνιστωσών / Principal Components Analysis (LST day)

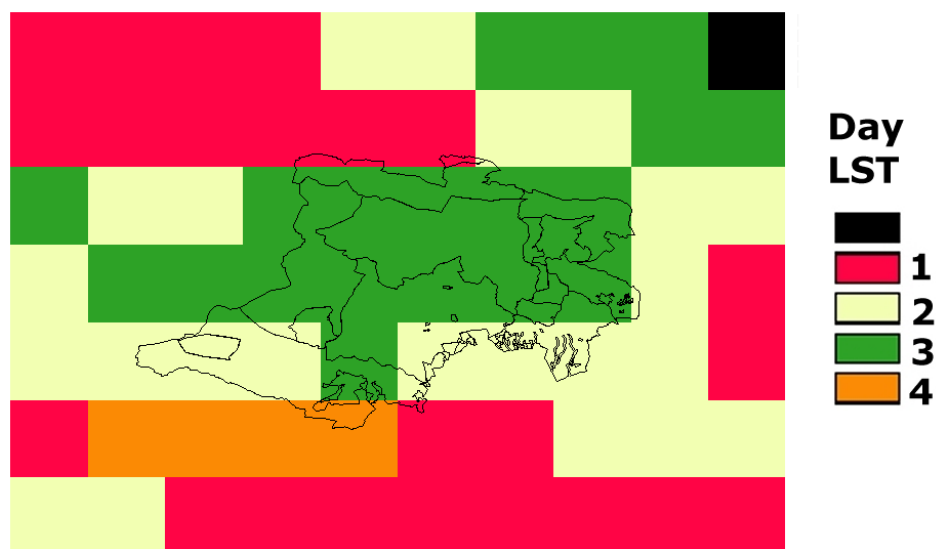
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.3.3 : Κέντρα βάρους των 4 φασματικών τάξεων που προέκυψαν από τη επιβλεπόμενη ταξινόμηση

cluster	Ian	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	11.5	14.4	20.4	24.5	33.0	35.1	38.1	39.7	32.9	20.9	19.7	14.1
2	9.7	12.1	17.3	20.8	29.1	31.9	34.2	37.6	29.7	18.8	18.7	12.0
3	7.6	8.0	15.0	18.1	22.3	25.1	29.5	30.6	26.3	15.4	16.3	10.2
4	12.4	14.9	22.6	26.8	37.2	39.7	41.2	43.6	35.2	23.4	22.2	15.2

Ακολουθεί η γραφική αναπαράσταση των κέντρων βάρους και η χωρική τους κατανομή.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5.2.3.1 : Γραφική αναπαράσταση των κέντρων βάρους των 4 τάξεων



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.3.3 : Χωρική κατανομή των 4 τάξεων

3.5.2.4 Θερμοκρασία Εδάφους Νύχτας (Land Surface Temperature Night, LST Night)

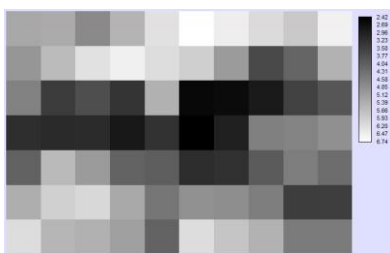
Η θερμοκρασία εδάφους ημέρας LST night περιλαμβάνει μέσες μηνιαίες εκτιμήσεις θερμοκρασίας με χωρική διακριτική ικανότητα 0.05⁰ (LST/E Monthly L3 Global 0.05Deg CMG). Τα δεδομένα είναι κωδικοποιημένα σε ακέραιους εύρους 16bit με πεδίο ορισμού -7500 έως 65535, no data= -0 και η σχέση μετατροπής των κωδικοποιημένων τιμών από Kelvin σε τιμές Celsius είναι η ακόλουθη:

$$(X*0,02)-273$$

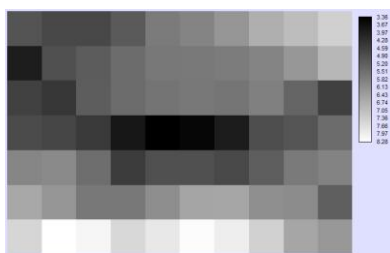
Η έκδοση των δεδομένων είναι η 5.1, ο κωδικός του προϊόντος είναι MYD11C3 V5 και αφορούν το έτος 2012 με ώρα λήψης 1.30 π.μ.

Ακολουθούν οι μέσες μηνιαίες εκτιμήσεις των θερμοκρασιών εδάφους νύχτας LST night στην περιοχή μελέτης σε απεικόνιση διαβαθμίσεων του γκρι.

Ιανουάριος



Φεβρουάριος



Μάρτιος



Απρίλιος



Μάιος



Ιούνιος



Ιούλιος



Αύγουστος



Σεπτέμβριος



Οκτώβριος

Νοέμβριος

Δεκέμβριος



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.4.1 : Εικόνες των μέσων μηνιαίων εκτιμήσεων της Θερμοκρασίας (13:30)

Στον ΠΙΝΑΚΑ 3.5.2.4.1 που ακολουθεί, δίνεται ο βαθμός συσχέτισης ο οποίος θα ποσοτικοποιήσει το βαθμό ομοιότητας των μηνιαίων εκτιμήσεων των θερμοκρασιών εδάφους ημέρας LST night και δυνητικά θα αποκαλύψει πιθανές εποχικές μεταβολές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.4.1 : Βαθμός συσχέτισης των μέσων μηνιαίων εκτιμήσεων LST night

LST	Ian	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Ian	1											
Feb	0.50	1										
Mar	0.36	0.89	1									
Apr	0.41	0.89	0.95	1								
May	0.41	0.88	0.96	0.97	1							
Jun	0.58	0.90	0.91	0.94	0.94	1						
Jul	0.57	0.88	0.91	0.95	0.93	0.96	1					
Aug	0.53	0.88	0.93	0.96	0.95	0.97	0.99	1				
Sep	0.57	0.91	0.91	0.94	0.92	0.97	0.98	0.97	1			
Oct	0.63	0.88	0.84	0.86	0.84	0.92	0.92	0.91	0.95	1		
Nov	0.46	0.90	0.90	0.88	0.87	0.90	0.87	0.89	0.91	0.90	1	
Dec	0.47	0.72	0.65	0.61	0.63	0.65	0.60	0.61	0.65	0.69	0.72	1

Ακολουθεί πίνακας με τις ιδιοτιμές (eigenvalues) και τα ιδιοδιανύσματα (eigenvectors). Τα ιδιοδιανύσματα υποδηλώνουν το ποσοστό της διασποράς που ερμηνεύει η κάθε κύρια συνιστώσα και καταδεικνύουν τους συντελεστές που πολλαπλασιάζονται με τον αντίστοιχο μήνα για να προέλθει η κάθε κύρια συνιστώσα.

Οι έξι πρώτες, όπως φαίνεται από τον ΠΙΝΑΚΑ 3.5.2.4.2, ερμηνεύουν το 98.9% της συνεισφοράς που υπάρχει και στις δώδεκα εικόνες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.4.2 : Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών/Principal Components Analysis (LST night)

Eigen-vectors	Components											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ian	0.18	-0.85	-0.28	0.17	-0.22	0.26	-0.04	0.13	0.05	0.00	-0.03	0.02
Feb	0.30	0.02	0.17	-0.26	-0.79	-0.37	0.15	-0.06	-0.06	0.07	0.13	0.07
Mar	0.30	0.26	0.05	0.15	-0.18	0.36	-0.49	0.23	-0.56	-0.19	-0.01	0.06
Apr	0.30	0.23	-0.09	0.20	-0.08	-0.07	0.02	0.35	0.59	-0.55	-0.12	-0.09
May	0.30	0.22	-0.04	0.41	-0.11	0.14	-0.21	-0.26	0.34	0.64	-0.12	-0.10
Jun	0.31	-0.01	-0.13	0.06	0.07	0.07	0.17	-0.79	-0.15	-0.42	-0.10	-0.13
Jul	0.31	0.01	-0.24	0.08	0.20	-0.24	0.24	0.25	-0.28	0.16	0.33	-0.64
Aug	0.31	0.08	-0.20	0.17	0.23	-0.07	0.23	0.03	-0.03	0.05	0.47	0.70
Sep	0.31	0.00	-0.13	-0.15	0.19	-0.24	0.18	0.18	-0.21	0.17	-0.77	0.20
Oct	0.30	-0.16	-0.03	-0.47	0.29	-0.29	-0.65	-0.11	0.19	0.00	0.15	0.00
Nov	0.30	0.07	0.19	-0.54	0.08	0.65	0.31	0.09	0.17	0.11	0.07	-0.07
Dec	0.23	-0.26	0.84	0.30	0.23	-0.13	0.07	0.03	-0.03	-0.04	0.00	-0.01
Eigen-value	10.05	0.84	0.56	0.17	0.12	0.09	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00
Variance %	83.73	7.04	4.67	1.39	0.99	0.78	0.44	0.33	0.28	0.20	0.10	0.04

Ακολουθούν οι απεικονίσεις των τριών πρώτων κυρίων συνιστωσών σε διαβαθμίσεις του γκρι ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.4.2 και τα κέντρα βάρους των τάξεων που υποδηλώνουν τη μέση τιμή της Θερμοκρασίας της νύχτας για κάθε μήνα για όλα τα τετραγωνάκια που ανήκουν στο συγκεκριμένο cluster (ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.4.3).

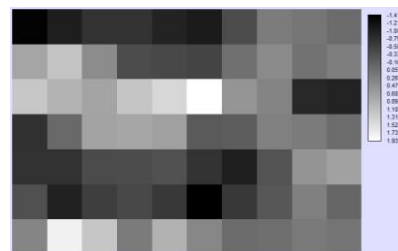
PC1



PC2



PC3

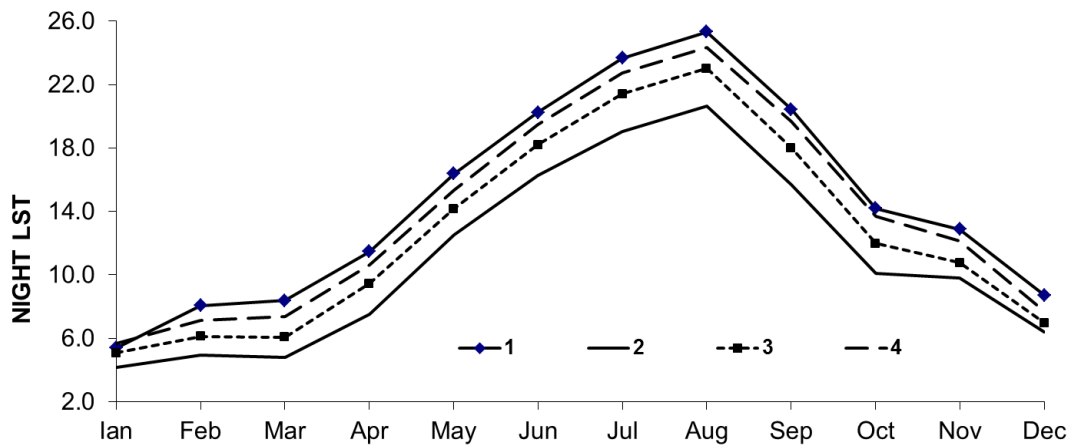


ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.4.2 : Εικόνες της Ανάλυσης Κύριων Συνιστωσών / Principal Components Analysis (LST day)

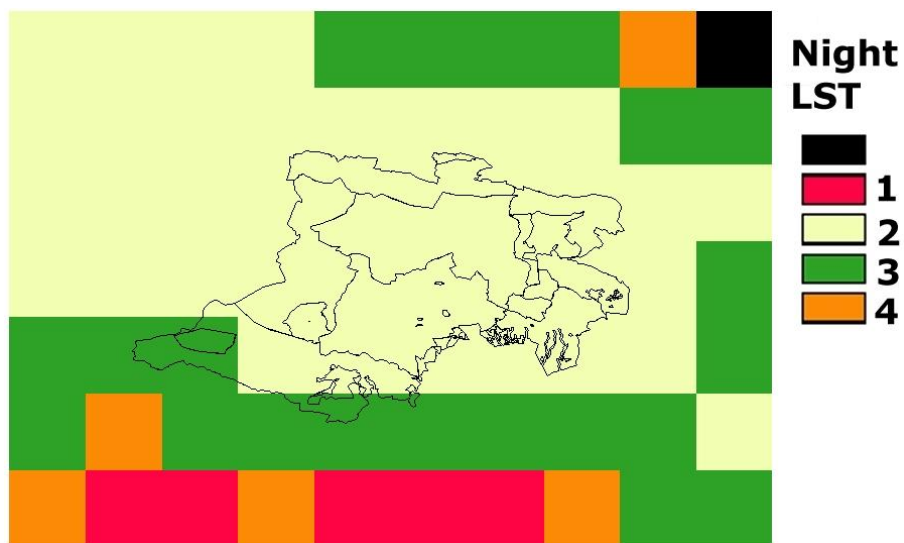
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.4.3 : Κέντρα βάρους των 4 φασματικών τάξεων που προέκυψαν από τη επιβλεπόμενη ταξινόμηση

cluster	Ian	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	5.4	8.1	8.4	11.5	16.4	20.2	23.7	25.3	20.4	14.2	12.9	8.7
2	4.1	4.9	4.8	7.5	12.5	16.3	19.1	20.6	15.7	10.1	9.8	6.4
3	5.1	6.1	6.1	9.4	14.2	18.2	21.4	23.0	18.0	12.0	10.8	7.0
4	5.7	7.1	7.4	10.6	15.3	19.5	22.7	24.4	19.7	13.7	12.2	7.7

Ακολουθεί η γραφική αναπαράσταση των κέντρων βάρους των τάξεων και η χωρική τους κατανομή.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5.2.4.1 : Γραφική αναπαράσταση των κέντρων βάρους των 4 τάξεων

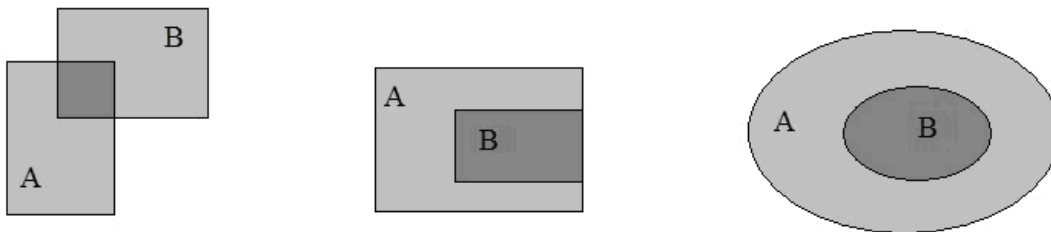


ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.4.3 : Χωρική κατανομή των 4 τάξεων

3.5.3 Σύνθεση γεωγραφικών δεδομένων με χωρο-χρονικούς βιοφυσικούς και τοπογραφικούς δείκτες πεδίου

3.5.3.1 Τομή των γεωγραφικών δεδομένων με τα βιοφυσικά

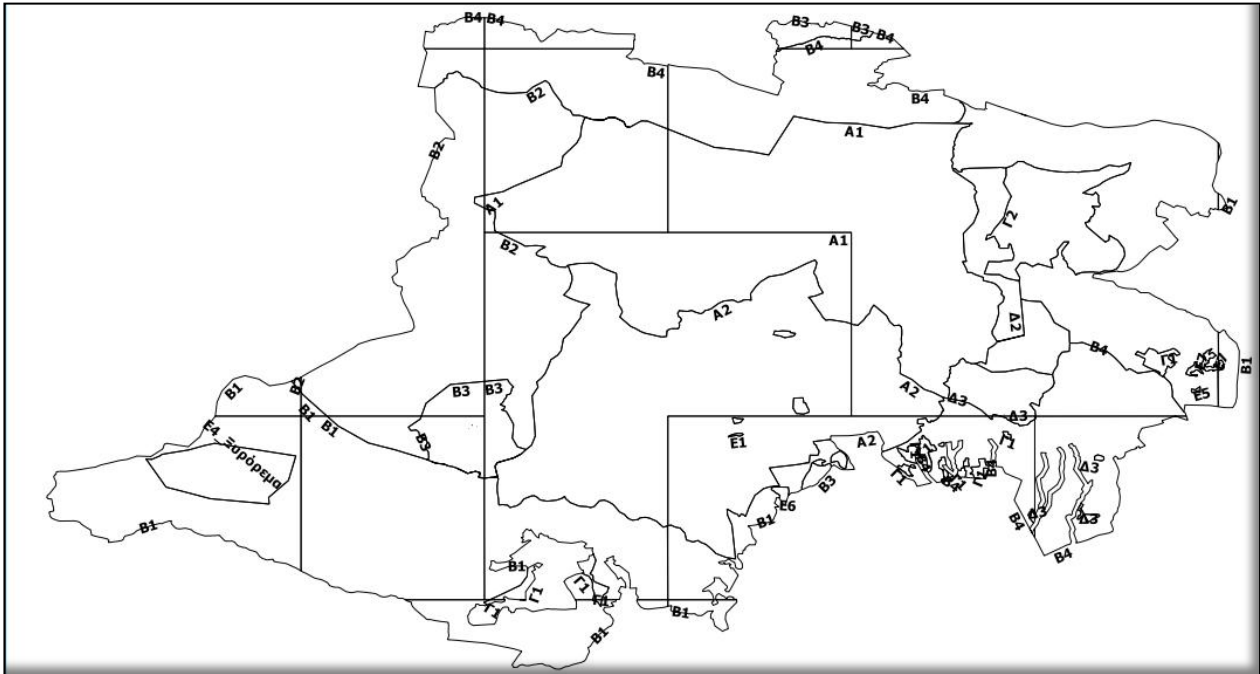
Οι γεωγραφικές ενότητες στον εθνικό δρυμό συνθέτουν ένα πολυγωνικό - διανυσματικό επίπεδο πληροφορίας με περιγραφή – νομικό καθεστώς που καθορίζει το ΦΕΚ 619Δ (2008). Από την άλλη πλευρά η εξερευνητική ανάλυση συσσωρεύσεων (Ehsani and Quiel 2008) προσδιόρισε πλεγματικές ενότητες που αντιστοιχούν σε τάξεις με καθορισμένη μέση εποχική συμπεριφορά, που προσδιορίζεται από τα κέντρα βάρους για την βλάστηση και την θερμοκρασία. Το ζητούμενο είναι να μετατραπούν οι τάξεις βλάστησης και θερμοκρασίας από πλεγματική σε διανυσματική αναπαράσταση και να ολοκληρωθούν με τομή των αντίστοιχων επιπέδων πληροφορίας με τις γεωγραφικές ενότητες (Cheng *et al* 2011, Manzo *et al* 2013). Κατ' αυτό τον τρόπο μια γεωγραφική ενότητα μπορεί να υποδιαιρεθεί σε χωρικά υποσύνολα που διαφοροποιούνται τουλάχιστον ως προς μία τάξη (EDVI, EVI, Θ – 1:30, Θ – 13:30).



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.3.1.1 : Δυνητικές περιπτώσεις τομής πολυγωνικών επιπέδων πληροφορίας

Η πράξη της τομής δύο ή περισσότερων διανυσματικών επιπέδων πληροφορίας έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργηθούν διαφορετικά χωρικά υποσύνολα εκεί που συνυπάρχουν διαφορετικά επίπεδα πληροφορίας (Chang 2008). Η τομή δεν αφορά το κάθε επίπεδο πληροφορίας μόνο ως προς το σύνολό του, αλλά λαμβάνει υπόψη και τα επιμέρους χωρικά υποσύνολα (αντικείμενα) που συνυπάρχουν σε ένα επίπεδο πληροφορίας, δηλαδή η τομή εφαρμόζεται ως προς τα αντικείμενα του κάθε επιπέδου πληροφορίας. Κατ' αυτό τον τρόπο είναι δυνατή η κατάτμηση των γεωγραφικών ενότητων του εθνικού δρυμού σε ζώνες με διαφορετική βιοφυσική υπογραφή. Ακολουθεί παράδειγμα που καταδεικνύει τρεις από τις δυνητικές περιπτώσεις τομής δύο πολυγωνικών επιπέδων πληροφορίας που το κάθε ένα περιλαμβάνει ένα και μόνο αντικείμενο. Η εφαρμογή της τομής επηρεάζει τόσο τα αντικείμενα ως προς τη χωρική τους αναπαράσταση όσο και ως προς την παραμετρική τους αναπαράσταση. Παράδειγμα στον εθνικό δρυμό της Πάρνηθας η ολοκλήρωση των προαναφερθέντων επιπέδων πληροφορίας με την

αναλυτική πληροφορία της τομής έχει σαν αποτέλεσμα την χωρική κατανομή των αντικειμένων στο σχήμα 3.5.3.1.2. Και την αντίστοιχη παραμετρική τους αναπαράσταση στον πίνακα 3.5.3.1.1.



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.3.1.2 : Χωρικά υποσύνολα από την τομή των βιοφυσικών και των γεωγραφικών επιπέδων πληροφορίας

Παρατηρούμε για παράδειγμα (Σχήμα 3.5.3.1.2., Πίνακας 3.5.3.1.1.) ότι :

- Το γεωγραφικό αντικείμενο A1 έχει καταταμηθεί σε τρία (3) αντικείμενο που δεν διαφοροποιούνται ως προς την τάξη της θερμοκρασίας ημέρας και νύκτας στις οποίες ανήκουν, αλλά ως προς τις τάξεις της βλάστησης.
- Ενώ ένα πιο ακραίο παράδειγμα είναι η βιοφυσική διαφοροποίηση του γεωγραφικού αντικειμένου B1 σε 11 χωρικά αντικείμενα, που διαφοροποιούνται και ως προς την βλάστηση και ως προς την θερμοκρασία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.3.1.1 : Παραμετρική αναπαράσταση των χωρικών υποσυνόλων (αντικείμενων) από την τομή των βιοφυσικών και των γεωγραφικών επιπέδων πληροφορίας.
(Με διαβάθμιση του γκρίζου έχουν επισημανθεί οι υποζώνες που μοντελοποιήθηκαν).

ID	Υποζώνες	Εμβαδόν (m ² ·m)	E (%)	Περίμετρος (m)	LST-d	LST-n	EVI	NDVI
23	A1	33465998.9	11.17	36742.2	3	2	1	2
23	A1	10731115.3	3.58	14467.9	3	2	4	2
23	A1	14345975.1	4.79	25666.7	3	2	4	1
59	A2	11579262.6	3.87	22644.4	2	2	4	3
59	A2	4390659.3	1.47	10304.4	3	2	1	2
59	A2	35068151.2	11.71	35976.9	3	2	4	1
36	B1	746453	0.25	5487.5	1	3	3	4
36	B1	4570282.7	1.53	25270.5	2	2	4	3
36	B1	19420374.6	6.48	18106.2	2	2	4	1
36	B1	12774027.4	4.26	20149.4	2	3	2	3
36	B1	218264.5	0.07	2288.4	3	2	1	2
36	B1	9016797.1	3.01	28491.4	3	2	4	1
36	B1	2016929.7	0.67	5921.4	3	2	4	1
36	B1	5761604.9	1.92	18440.6	4	3	3	4
64	B1	89177.4	0.03	2301.2	2	2	1	1
64	B1	965249.1	0.32	5679.5	2	2	2	1
64	B1	24268570.9	8.10	54791.3	3	2	1	2
18	B2	1746008.2	0.58	8848	2	2	4	1
18	B2	92	0.00	850.8	2	2	4	1
18	B2	19062953.1	6.36	28886.1	3	2	1	2
18	B2	5801481.5	1.94	14575.7	3	2	4	2
18	B2	9044490.9	3.02	19994.9	3	2	4	1
18	B2	51181.5	0.02	1132.9	3	2	4	1
22	B3	2324198.6	0.78	6832.5	2	2	4	1
22	B3	1228333.3	0.41	4590.1	3	2	1	2
22	B3	1714179	0.57	7760.4	3	2	4	1
35	B3	0.1	0.00	1.7	2	2	4	3
35	B3	1.3	0.00	4.7	2	2	4	3
35	B3	288778.9	0.10	2474.6	2	2	4	3
40	B3	1056886.6	0.35	5697.3	1	2	2	1
40	B3	140885.6	0.05	1734.5	2	2	1	2
40	B3	6558.4	0.00	360.9	3	2	1	2
56	B4	1.4	0.00	13.2	2	2	4	3
56	B4	24.8	0.00	200	2	2	4	1
56	B4	4877816.7	1.63	28753.7	2	2	4	3
56	B4	7313541.1	2.44	32630.5	2	2	4	1
56	B4	17314.7	0.01	704.8	2	2	4	3
56	B4	50888.8	0.02	1190.5	2	2	4	3
56	B4	0.1	0.00	1.7	2	2	4	3
56	B4	0.1	0.00	3.4	2	2	4	1
56	B4	27401.3	0.01	766.7	2	2	4	3
56	B4	17.6	0.00	34.8	2	2	4	1
56	B4	0.5	0.00	4.9	3	2	1	2
56	B4	5587787.6	1.87	14167.1	3	2	1	2
58	B4	397379.9	0.13	3739.6	1	2	2	1
58	B4	1142199.9	0.38	4642.3	1	2	2	1
58	B4	2043520.4	0.68	9208.6	1	2	2	3
58	B4	407991.8	0.14	3192.8	2	2	1	2
58	B4	14441035.8	4.82	28930.1	3	2	1	2

ID	Υποζώνες	Εμβαδόν (m*m)	E (%)	Περίμετρος (m)	LST-d	LST-n	EVI	NDVI
58	B4	7369723.5	2.46	13496.4	3	2	4	2
28	Γ1	419024.1	0.14	3869.1	3	2	1	2
45	Γ1	65803.8	0.02	1672.2	2	2	4	3
47	Γ1	200154.5	0.07	3048.6	2	2	4	3
47	Γ1	1.7	0.00	32.2	2	2	4	3
47	Γ1	0	0.00	0.5	2	2	4	3
48	Γ1	144478.7	0.05	2149.2	2	2	4	3
50	Γ1	11704	0.00	459	2	2	4	3
52	Γ1	1.8	0.00	6.9	2	2	4	3
52	Γ1	85567.4	0.03	3428	2	2	4	3
53	Γ1	75733.8	0.03	1801	2	2	4	3
55	Γ1	28166	0.01	735.3	2	2	4	3
57	Γ1	139837	0.05	2216.9	2	2	4	3
61	Γ1	336584.3	0.11	4291.9	3	2	4	1
61	Γ1	41503.2	0.01	1454.7	4	3	3	4
62	Γ1	308244.8	0.10	3854.8	3	2	4	1
62	Γ1	18467.4	0.01	741.7	4	3	3	4
16	Γ2	7436988.6	2.48	19191.1	3	2	1	2
19	Δ1	3668079.7	1.22	16195.1	3	2	1	2
12	Δ2	2643895.8	0.88	7959	3	2	1	2
9	Δ3	35200.5	0.01	879.2	2	2	4	3
9	Δ3	1578	0.00	308.3	2	2	4	1
10	Δ3	81406.4	0.03	2260	2	2	4	1
11	Δ3	30765.8	0.01	672.2	2	2	4	1
13	Δ3	149808.5	0.05	2286.4	2	2	4	3
13	Δ3	2221.4	0.00	232.5	2	2	4	1
13	Δ3	2963539.2	0.99	7978.3	3	2	1	2
8	E1	19461.4	0.01	810.4	2	2	4	3
1	E1 ΟΤΕ	73164.1	0.02	1257.7	3	2	4	1
2	E2_XENIA	140569.8	0.05	1527.4	3	2	4	1
37	E2_XENIA	28884.5	0.01	768.7	2	2	4	3
39	E2_XENIA	34921.3	0.01	859.1	2	2	4	3
26	E3 Κατασκ.Τραπ.Ελλάδος	126753.1	0.04	1553.2	2	2	4	3
15	E4 Ξυρόρεμα	4474464.1	1.49	8878.6	2	3	2	3
60	E5	23189.6	0.01	740.7	3	2	1	2
65	E6	124746	0.04	1624.2	2	2	4	3
66	E7	32077.9	0.01	848.2	2	2	2	1
66	E7	189744.6	0.06	5200.3	3	2	1	2

3.5.3.2 Τοπογραφική αναπαράσταση των συνθετικών γεωγραφικών – βιοφυσικών ενότητων

Οι γεωγραφικές ενότητες στον εθνικό δρυμό συνθέτουν ένα πολυγωνικό - διανυσματικό επίπεδο πληροφορίας με περιγραφή – νομικό καθεστώς που καθορίζει το ΦΕΚ 619Δ (2008) και οι οποίες ολοκληρώθηκαν με την αναλυτική λειτουργία της τομής με τους βιοφυσικούς χάρτες που ομαδοποιούν την βλάστηση και την θερμοκρασία ανάλογα με την εποχική τους μεταβολή. Η τομή έγινε στο επίπεδο των αντικειμένων, με αποτέλεσμα τα χωρικά αντικείμενα του σχήματος 3.5.3.1.2. με παραμετρική αναπαράσταση, που υποδηλώνεται στον πίνακα 3.5.3.1.1.

Η ανάλυση των αντικειμένων που προέκυψαν από την τομή υποδηλώνει χωρικά υποσύνολα με διαφορετική βιοφυσική υπογραφή μέσα στην ίδια γεωγραφική ενότητα του Εθνικού δρυμού. Αυτή η βιοφυσική διαφοροποίηση έγινε προσπάθεια να ερμηνευτεί με φωτοερμηνεία των ορθοφωτοχαρτών υψηλής ανάλυσης της Google Earth που αναμένεται να τεκμηριώσει τυχόν διαφοροποίηση των χωρικών υποσυνόλων ως προς την διαφορετική πυκνότητα της βλάστησης.

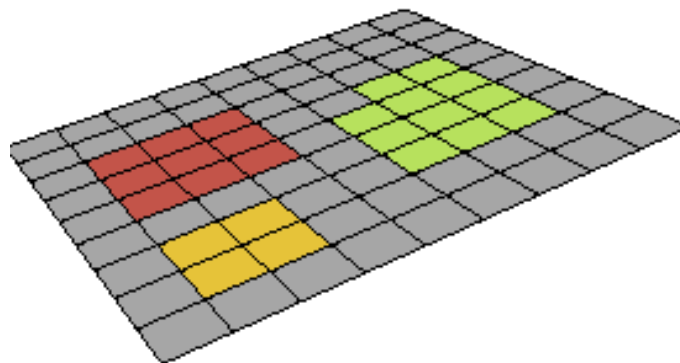
Η διαφοροποίηση αυτή δύναται να έχει σχέση με το υψόμετρο, την κλίση και την σχετική τοπογραφική θέση που ρυθμίζουν μεταξύ άλλων την τοπογραφική επιδεικτικότητα στην διατήρηση της υγρασίας του εδάφους, το είδος της βλάστησης (μόνιμη, παροδική, δάσος, ποώδης, γυμνό έδαφος). Αυτοί οι τοπογραφικοί παράμετροι (Mark 1975, Coblenz *et al* 2014) έχουν παρουσιαστεί και τεκμηριωθεί στην ενότητα 3.5.1 και περιλαμβάνουν:

- το υψόμετρο,
- το μέτρο και το διάνυσμα της κλίσης,
- την μορφομετρική γενίκευση των ορεινών όγκων,
- την μορφομετρική υφή (έκφραση της κατά βάθος διάβρωσης),
- τον τοπογραφικό δείκτη υγρασίας εδάφους,
- την σχετική τοπογραφική θέσης ως προς το μέτρο της κλίσης,
- το μέγεθος της μοναδιαίας απορροής.

Το ζητούμενο είναι να ελέγξουμε αν η μέση τοπογραφική αναπαράσταση των αντικειμένων μπορεί να συσχετιστεί με την βιοφυσική διαφοροποίηση χωρικών υποσυνόλων μέσα στην ίδια γεωγραφική

ενότητα του δρυμού. Δηλαδή, θα προσδιορίσουμε την μέση τιμή για κάθε τοπογραφικό δείκτη και για κάθε χωρικό υποσύνολο (Miliareisis 2009b, 2013) και θα την ενσωματώσουμε στην παραμετρική αναπαράσταση των αντικειμένων (Σχήμα 3.5.3.1.2.)

Η υλοποίηση σε περιβάλλον ΓΣΠ γίνεται με την εντολή (Zonal statistics) προσδιορισμού περιγραφικών στατιστικών δεδομένων για διανυσματικά αντικείμενα με βάση πλεγματικές αναπαραστάσεις (Ehsani and Quiel 2008, Chang 2008). Σε επίπεδο επεξεργασίας (low level) το κάθε διανυσματικό αντικείμενο προβάλεται στο πλεγματικό επίπεδο πληροφορίας (Σχήμα 3.5.3.2.1.) και τα εικονοστοιχεία περιλαμβάνονται εντός του αντικειμένου (η επιφάνεια των εικονοστοιχείων που σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% είναι εντός του πολυγώνου του αντικειμένου).



ΕΙΚΟΝΑ 3.5.3.2.1. : Προβολή τριών αντικειμένων σε πλεγματικό επίπεδο πληροφορίας για τον προσδιορισμό περιγραφικών στατιστικών παραμέτρων

Η παραμετρική αναπαράσταση των χωρικών υποσυνόλων της περιοχής μελέτης δίνεται στον πίνακα που ακολουθεί (ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.3.2.1.).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.3.2.1 : Παραμετρική αναπαράσταση των χωρικών υποσυνόλων (αντικείμενων) ως προς τους τοπογραφικούς δείκτες

Υποζώνες	Τοπογραφική θέση ως προς την κλίση	Γενίκευση των ορεινών όγκων	Υψόμετρο	Κλίσεις Εδάφους	υφή	Δείκτης Υγρασίας Εδάφους (αρ. σταγ. /μείρες)	Μοναδιαία Απορροή (σε αριθμό σταγόνων)
	Relative Slope Position (% - [0. 1])	Channel network base level (m)	Elevation (m)	SLOPE (radians)	vertical distance to channel network (m)	topo wetness index	cathment area
A1	0.50	482	637	0.17	128	7.84	551849
A1	0.67	640	900	0.20	110	7.72	318453
A1	0.71	507	724	0.19	74	7.91	293987
A2	0.84	595	899	0.24	48	7.26	88302
A2	0.50	595	731	0.31	123	7.18	200281
A2	0.65	710	960	0.24	121	7.40	331435
B1	0.26	299	350	0.12	143	7.80	90629
B1	0.73	593	789	0.12	72	8.19	63886
B1	0.09	234	264	0.16	331	7.15	56973
B1	0.29	282	355	0.10	183	8.32	124890
B1	0.84	587	805	0.13	40	7.52	64679
B1	0.23	393	454	0.21	209	7.95	218355
B1	0.32	216	323	0.24	232	7.07	194531
B1	0.35	396	497	0.27	206	7.38	585462
B1	0.33	338	432	0.22	214	7.70	574056
B1	0.48	394	553	0.26	195	7.36	1040101
B1	0.56	331	485	0.20	118	7.52	249446
B2	0.00	526	527	0.22	368	10.89	3014224
B2	0.97	592	843	0.08	9	6.91	17298
B2	0.36	637	728	0.16	162	7.76	509520
B2	0.55	352	483	0.17	93	7.95	697677
B2	0.47	650	796	0.17	157	7.70	357049
B2	0.42	561	666	0.16	131	8.04	1202926
B3	0.04	465	472	0.08	161	9.77	246811
B3	0.04	465	472	0.08	161	9.77	246811
B3	0.06	134	150	0.15	238	7.38	41301
B3	0.00	157	158	0.05	246	11.17	512996
B3	0.03	440	444	0.10	188	9.32	202421
B3	0.01	128	130	0.06	250	10.67	2671037
B3	0.48	665	806	0.17	151	7.57	206415
B3	0.45	622	776	0.16	188	7.37	52646
B3	0.17	602	656	0.22	268	8.11	669178
B4	0.00	381	381	0.10	285	9.33	136716
B4	0.00	300	300	0.03	257	14.53	5322952
B4	0.14	415	443	0.15	174	7.27	35890
B4	0.06	330	347	0.06	239	7.77	29453
B4	0.00	300	300	0.03	257	14.53	5322952
B4	0.00	304	304	0.03	253	13.49	2542074
B4	0.01	327	329	0.06	295	9.30	112726
B4	0.00	321	322	0.05	284	13.31	4461378
B4	0.00	364	365	0.07	288	10.29	406294
B4	0.25	149	207	0.31	179	6.62	43292

Υποζώνες	Τοπογραφική θέση ως προς την κλίση	Γενίκευση των ορεινών όγκων	Υψόμετρο	Κλίσεις Εδάφους	υφή	Δείκτης Υγρασίας Εδάφους (αρ. σταγ. /μοίρες)	Μοναδιαία Απορροή (σε αριθμό σταγόνων)
B4	0.03	173	180	0.09	246	9.82	323048
B4	0.53	201	263	0.19	47	8.25	6970708
B4	0.56	150	251	0.24	109	7.41	127185
B4	0.04	367	378	0.10	251	8.93	316847
B4	0.66	363	501	0.10	70	8.13	196610
B4	0.14	330	360	0.07	198	9.37	357993
B4	0.75	205	446	0.26	77	7.14	156357
B4	0.43	241	385	0.27	164	7.67	651231
Γ1	0.00	381	381	0.10	285	9.33	136716
Γ1	0.00	381	381	0.10	285	9.33	136716
Γ1	0.01	342	343	0.05	292	9.29	98680
Γ1	0.00	369	369	0.09	294	11.04	645476
Γ1	0.01	279	281	0.09	196	10.06	809418
Γ1	0.15	379	414	0.21	195	6.01	18052
Γ1	0.50	241	425	0.27	187	6.86	40360
Γ1	0.01	371	372	0.07	263	9.75	198655
Γ1	0.01	327	330	0.06	289	9.65	292132
Γ1	0.00	336	337	0.06	294	9.64	170940
Γ1	0.02	327	332	0.07	280	8.77	112497
Γ1	0.00	391	391	0.11	276	9.91	360814
Γ1	0.02	384	389	0.09	280	9.37	221004
Γ1	0.03	331	335	0.13	152	9.94	499381
Γ1	0.37	276	405	0.26	222	6.52	32075
Γ1	0.87	311	511	0.10	30	7.66	39247
Γ2	0.53	404	570	0.13	109	8.12	620866
Δ1	0.55	470	611	0.10	92	8.89	464672
Δ2	0.61	444	575	0.14	75	7.93	170714
Δ3	0.00	281	281	0.03	281	12.49	959288
Δ3	0.11	416	435	0.11	146	6.85	21182
Δ3	0.15	338	371	0.08	185	8.27	56977
Δ3	0.00	283	283	0.04	280	11.28	476449
Δ3	0.00	297	298	0.04	257	11.28	1041891
Δ3	0.17	411	442	0.13	159	7.46	196705
Δ3	0.11	452	474	0.11	177	9.11	626681
E1	1.00	699	1084	0.20	0	5.55	10884
E1_ΟΤΕ	1.00	733	1306	0.13	0	6.07	12156
E2_XENIA	0.91	732	1030	0.11	29	8.03	32948
E2_XENIA	0.03	481	485	0.11	161	9.77	340273
E2_XENIA	1.00	786	1047	0.19	0	6.27	16470
E3_Κατασκ. Τραπ.Ελλάδος	0.00	458	458	0.08	83	11.96	2064147
E4_Ξυρόρεμα	0.43	455	571	0.21	148	7.87	537805
E5	0.59	298	443	0.08	100	6.75	15993
E6	0.00	400	400	0.08	288	11.81	2145102
E7	0.40	281	385	0.09	154	7.39	27020
E7	0.54	288	424	0.11	116	7.18	31970

Κεφάλαιο Τέταρτο

Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

4.1 Σκοπός - Στόχοι

Σε αυτή την ενότητα θα γίνει ερμηνεία των μεθοδολογιών που εφαρμόστηκαν στα βιοφυσικά δεδομένα (δείκτες βλάστησης και θερμοκρασίας), στους τοπογραφικούς βιοφυσικούς δείκτες και της ολοκλήρωσής τους σε επιλεγμένες γεωγραφικές ενότητες του Εθνικού Δρυμού της Πάρνηθας.

4.2 Δείκτες Βλάστησης

Ο πίνακας συσχέτισης (3.5.2.1.1) για τον δείκτη EVI (Mavrakis *et al* 2013) υποδηλώνει ότι υπάρχει μεγάλη συσχέτιση μεταξύ των μέσων μηνιαίων εκτιμήσεων για την ίδια εποχή (παρατηρούνται τιμές μεγαλύτερες από 0.85 μεταξύ των μηνών της χειμερινής περιόδου) και μικρότερη συσχέτιση για τους μήνες μεταξύ της χειμερινής και της εαρινής περιόδου (παράδειγμα η συσχέτιση μεταξύ Ιανουαρίου και των μηνών της θερινής περιόδου είναι της τάξης του 0.50). Συμπεραίνουμε ότι σε γενικές γραμμές παρουσιάζεται διαφοροποίηση (μείωση) της βλάστησης την καλοκαιρινή περίοδο σε σχέση με την χειμερινή, που εκφράζει την γενικότερη τάση που συναντάμε στο βόρειο ημισφαίριο (Adab *et al* 2013, Walker *et al* 2014). Η υπόθεση εργασίας είναι ότι :

- μπορεί να υπάρχει μείωση της έρπουσας βλάστησης (Walker *et al* 2014) σε ζώνες του δρυμού που είτε είναι ελεύθερες από δέντρα, είτε αυτά παρουσιάζουν μικρή πυκνότητα (έτσι να αποκαλύπτεται το έδαφος μεταξύ των δέντρων τη θερινή περίοδο).
- μπορεί επιπροσθέτως να υπάρχει διαφοροποίηση του φυλλώματος (Chen *et al* 2014) των δέντρων μεταξύ χειμερινής και θερινής περιόδου.
- μπορεί να ληφθεί δυνητικά υπόψη η παρουσία χιονοκάλυψης (Zhou *et al* 2013) η οποία τείνει να έχει μεγάλη επιφανειακή εξάπλωση και να έχει ικανή χρονική διάρκεια έτσι ώστε να μειώνει τη μέση μηνιαία εκτίμηση του εν λόγω δείκτη.

Η Ανάλυση των Κύριων Συνιστωσών (Kumar *et al* 2010), υποδηλώνει ότι η PC1 εκφράζει το μεγαλύτερο ποσοστό της διασποράς 82% ενώ η PC2 το 14% (Πίνακας 3.5.2.1.2.). Με βάση τα ιδιοδιανύσματα η PC1 εκφράζει την μέση τιμή του δείκτη βλάστησης για το σύνολο του έτους, με

μικρότερη διαφοροποίηση ως προς το ποσοστό συνεισφοράς για του μήνες Ιανουάριο έως Απρίλιο. Δηλαδή έχουμε μια διαφοροποίηση την χειμερινή περίοδο και τους πρώτους μήνες της άνοιξης. Η PC2 εμφανίζει τους μήνες από Ιανουάριο έως Απρίλιο με αρνητική συνεισφορά ενώ η υπόλοιποι μήνες παρουσιάζουν θετική συνεισφορά. Δηλαδή η PC2 εκφράζει την εποχική διαφοροποίηση του δείκτη βλάστησης μεταξύ χειμερινής και θερινής περιόδου.

Τα κέντρα βάρους των τάξεων (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5.2.1.1) μετά την εφαρμογή της εξερευνητικής ανάλυσης συσσωρεύσεων (Khalyani *et al* 2012), υποδηλώνουν ότι η τάξη δύο (2) παρουσιάζει την μέγιστη μεταβολή (μείωση στον δείκτη βλάστησης), μεταξύ χειμερινής και θερινής περιόδου (μεταβολή από 0.35 σε 0.25). Με βάση την χωρική κατανομή (ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.1.3), η ζώνη δύο (2) καλύπτει το νότιο-δυτικό τμήμα του δρυμού και δύο περιθωριακές περιοχές στο βόρειο τμήμα του.

Συμπεραίνουμε :

- Ότι η μόνιμη βλάστηση (είτε δασική είτε ποώδης) είναι περιορισμένη σε σχέση με την εποχική (Li *et al* 2014). Η υπόθεση των φυλλοβόλων δέντρων (Leonenko and Los 2013), απορρίπτεται γιατί η πυκνότητα βλάστησης έπρεπε να μειώνεται το φθινόπωρο και όχι να αυξάνεται προοδευτικά (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5.2.1.1). Αντίθετα, οι τάξεις 1,3 και 4, παρουσιάζουν ελάχιστη εποχική διακύμανση. Αυτό που διαφοροποιεί της 3 τάξεις είναι η μέση μηνιαία τιμή του δείκτη που είναι 0.2 για την τάξη 3 , 0.3 για την τάξη 4 και 0.35 για την τάξη 1, δηλαδή αυτές οι τρεις (3) τάξεις διαφοροποιούνται ως προς την μέση ετήσια πυκνότητα της βλάστησης χωρίς να παρουσιάζεται σημαντική εποχική μεταβλητότητα. Γεγονός που υποδηλώνει δάση ή ποώδη βλάστηση που διαφοροποιούνται ως προς την πυκνότητα.
- Ότι με βάση τη χωρική κατανομή υποδηλώνει ότι η ζώνη 3 χωροθετείται σε ένα μικρό τμήμα νοτίως του δρυμού περιλαμβάνοντας και τμήμα του αστικού ιστού. Η τάξη 1, που παρουσιάζει την μέγιστη τιμή του δείκτη βλάστησης περιλαμβάνει ένα μικρό τμήμα βορειοδυτικά και ένα μεγαλύτερο βόρειο ανατολικά. Η ζώνη 4, με ενδιάμεση τιμή του δείκτη, περιλαμβάνει ένα μεγάλο ομοιογενές τμήμα που χωροθετείται στο κέντρο του δρυμού.

Ο NDVI (Miller and Thode 2007). χρησιμοποιεί τις φασματικές πληροφορίες στην ερυθρή και την εγγύς υπέρυθρη ζώνη, και τα αποτελέσματα (ποσοστιαία εκτίμηση της βλάστησης) του επηρεάζονται από:

- α. τις ατμοσφαιρικές συνθήκες (κυρίως την ακτινοβολία ατμοσφαιρικής διαδρομής λόγω διάθλασης που επηρεάζει την διάχυση και συνεισφέρει στην ανακλαστικότητα των φασματικών καναλιών στο ορατό),

β. την ανακλαστικότητα του εδαφολογικού υποβάθρου.

Αυτά τα μειονεκτήματα αντιμετωπίζει ο δείκτης EVI (Mavrakis *et al* 2013, Walker *et al* 2014) που λαμβάνει υπόψη στον υπολογισμό του την φασματική απόκλιση στο μπλέ, στο κόκκινο και στο εγγύς υπέρυθρο.

Ο πίνακας συσχέτισης (3.5.2.2.1) για τον δείκτη NDVI υποδηλώνει ότι υπάρχει μεγάλη συσχέτιση μεταξύ των μέσων μηνιαίων εκτιμήσεων για την ίδια εποχή (παρατηρούνται τιμές μεγαλύτερες από 0.95 μεταξύ των μηνών της χειμερινής περιόδου) και μικρότερη συσχέτιση για τους μήνες μεταξύ της χειμερινής και της εαρινής περιόδου (παραδείγματα η συσχέτιση μεταξύ Ιανουαρίου και των μηνών της θερινής περιόδου είναι της τάξης του 0.78). Συμπεραίνουμε ότι σε γενικές γραμμές παρουσιάζεται διαφοροποίηση (μείωση) της βλάστησης την καλοκαιρινή περίοδο σε σχέση με την χειμερινή (Adab *et al* 2013, Walker *et al* 2014). Η υπόθεση εργασίας είναι αντίστοιχη με αυτή του δείκτη EVI, δηλαδή :

- Μπορεί να υπάρχει μείωση της έρπουσας βλάστησης (Walker *et al* 2014) σε ζώνες του δρυμού που είτε είναι ελεύθερες από δέντρα, είτε αυτά παρουσιάζουν μικρή πυκνότητα (έτσι να αποκαλύπτεται το έδαφος μεταξύ των δέντρων τη θερινή περίοδο) .
- Μπορεί επιπροσθέτως να υπάρχει διαφοροποίηση του φυλλώματος των δέντρων μεταξύ χειμερινής και θερινής περιόδου (Leonenko *et al* 2013).
- Μπορεί να ληφθεί δυνητικά υπόψη η παρουσία χιονοκάλυψης η οποία τείνει να έχει μεγάλη επιφανειακή εξάπλωση και να έχει ικανή χρονική διάρκεια έτσι ώστε να μειώνει τη μέση μηνιαία εκτίμηση του εν λόγω δείκτη (Zhou *et al* 2013, Salminen *et al* 2013) .

Μία επιπλέον παρατήρηση είναι ότι οι συσχετίσεις που παρατηρούνται είναι μεγαλύτερες για τον δείκτη NDVI από ότι για τον EVI. Αυτό σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στην επίδραση της ατμόσφαιρας για την οποία δεν γίνεται διόρθωση στον δείκτη NDVI και η οποία έχει ομοιόμορφη επίδραση σε όλους τους μήνες τείνοντας να ομογενοποιήσει τις εκτιμήσεις του δείκτη βλάστησης, αυξάνοντας την συσχέτιση.

Η Ανάλυση των Κύριων Συνιστωσών (Awange *et al* 2013) , υποδηλώνει ότι η PC1 εκφράζει το μεγαλύτερο ποσοστό της διασποράς 91% ενώ η PC2 το 6% (Πίνακας 3.5.2.2.2). Με βάση τα ιδιοδιανύσματα η PC1 εκφράζει την μέση τιμή του δείκτη βλάστησης για το σύνολο του έτους, με συντελεστή ιδιοδιανύσματος που κυμαίνεται από 0.27 έως 0.30. Η PC2 εμφανίζει τους μήνες από

Δεκέμβριο έως Απρίλιο με αρνητική συνεισφορά ενώ η υπόλοιποι μήνες παρουσιάζουν θετική συνεισφορά. Δηλαδή η PC2 εκφράζει την εποχική διαφοροποίηση του δείκτη βλάστησης μεταξύ χειμερινής και θερινής περιόδου.

Τα κέντρα βάρους (Bishop *et al* 2012) των τάξεων (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5.2.2.1), υποδηλώνουν ότι σε όλες τις τάξεις έχουμε λιγότερο ή περισσότερο διακύμανση στην τιμή του δείκτη βλάστησης μεταξύ θερινής (μείωση) και χειμερινής (αύξηση) περιόδου. Επιπλέον οι τέσσερις τάξεις διατάσσονται κατά αύξουσα σειρά του δείκτη βλάστησης ως 4, 3, 1, 2. Η τάξη 4 παρουσιάζει την ελάχιστη τιμή NDVI και με την μικρότερη εποχική διακύμανση του δείκτη, ενώ χωρικά (ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.2.3) τοποθετείται στο νότιο τμήμα που περιλαμβάνει αστικές και περιαστικές ζώνες, δηλαδή η τάξη 4 του NDVI ταυτίζεται ως προς την ερμηνεία και την χωρική κατανομή με την τάξη 3 του EVI. Αντίστοιχη είναι και η ερμηνεία της χωρικής κατανομής των τάξεων του NDVI (ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.2.3), με τις τάξεις του EVI (ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.1.3).

4.3 Θερμοκρασία

Οι χωροχρονικές εκτιμήσεις θερμοκρασίας βασίστηκαν σε μέσες μηνιαίες μετρήσεις του δορυφόρου MODIS για το έτος 2010 που παρουσιάζουν ακρίβεια της τάξης του 0.5 Kelvin (Wan 2008, Pinheiro *et al* 2007, Göttsche and Hulley 2012).

Ο πίνακας συσχέτισης (3.5.2.3.1) για την μέση μηνιαία **θερμοκρασία ημέρας** (13:30) υποδηλώνει ότι υπάρχει μεγάλη συσχέτιση μεταξύ των μέσων μηνιαίων εκτιμήσεων για την ίδια εποχή (Ma *et al* 2012) (παρατηρούνται τιμές της τάξης του 0.75 μεταξύ των μηνών της χειμερινής περιόδου) και μικρότερη συσχέτιση για τους μήνες μεταξύ της χειμερινής και της εαρινής περιόδου (παραδειγμα η συσχέτιση μεταξύ Ιανουαρίου και των μηνών της θερινής περιόδου είναι της τάξης του 0.50). Συμπεραίνουμε, ότι ο πίνακας συσχέτισης επιβεβαιώνει τη διαφοροποίηση της θερμοκρασίας μεταξύ των τεσσάρων εποχών του χρόνου που ποσοτικοποιείται βάση των μηνιαίων συσχετίσεων, ενώ και οι διαδοχικοί χρονικά μήνες ανεξαρτήτου εποχής παρουσιάζουν μεγαλύτερη συσχέτιση (π.χ. από τον Μάιο στον Ιούνιο), δηλαδή όσο αυξάνεται το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο μηνών, τόσο μειώνεται ο μεταξύ τους βαθμός συσχέτισης.

Η Ανάλυση των Κύριων Συνιστωσών (ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.3.2), υποδηλώνει ότι η PC1 εκφράζει το μεγαλύτερο ποσοστό της διασποράς 82% ενώ η PC2 το 11%. Με βάση τα ιδιοδιανύσματα η PC1 εκφράζει την μέση τιμή της διαφοροποίησης της θερμοκρασίας για το σύνολο του έτους, με συντελεστή ιδιοδιανύσματος που κυμαίνεται από 0.22 έως 0.30. Η PC2 εμφανίζει τους μήνες από Οκτώβριο έως και Φεβρουάριο με αρνητική συνεισφορά ενώ η υπόλοιποι μήνες παρουσιάζουν θετική συνεισφορά. Δηλαδή η PC2 (Liu *et al* 2012), εκφράζει μια σημαντική εποχική διαφοροποίηση της θερμοκρασίας μεταξύ (Φθινοπώρου – Χειμώνα) και (Άνοιξης - Καλοκαιριού). Ας σημειωθεί, ότι ο μήνας Σεπτεμβρίου ως προς το ιδιοδιάνυσμα PC2 προσομοιάζει στην περίοδο μεταξύ Άνοιξης και θέρους. Δηλαδή στον Εθνικό δρυμό εμφανίζονται δύο κύριες μεταβάσεις μεταξύ εποχών ως προς την ημερήσια θερμοκρασία από Φλεβάρη προς Μάρτη και από Σεπτέμβρη προς Οκτώβρη.

Τα κέντρα βάρους των τάξεων (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5.2.3.1), υποδηλώνουν ότι σε όλες τις τάξεις έχουμε μεγάλη διακύμανση στην τιμή της θερμοκρασίας μεταξύ θερινής (αύξηση) και χειμερινής (μείωση) περιόδου. Παρατηρείται μία τοπική «ανωμαλία» τον μήνα Οκτώβριο, δηλαδή ένα τοπικό ελάχιστο, που υποδηλώνει, ότι ενώ η μέση θερμοκρασία πέφτει ραγδαία από Σεπτέμβρη προς Οκτώβρη, τον Νοέμβριο παρουσιάζεται σταθεροποίηση ή και μικρή αύξηση. Άρα μεταξύ Οκτωβρίου και Νοεμβρίου

έχουμε θερμοκρασιακά την σταθεροποίηση της Φθινοπωρινής περιόδου που ακολουθείται από μεγάλη πτώση της θερμοκρασίας από Νοέμβριο προς τον Δεκέμβρη, που σηματοδοτεί την έναρξη του Χειμώνα. Επομένως, η μετάβαση από την θερινή στην φθινοπωρινή και την χειμερινή περίοδο πραγματοποιείται πιο απότομα σε σχέση με την σταδιακή μετάβαση που λαμβάνει χώρα από τον χειμώνα προς την άνοιξη και το θέρος (Westermann *et al* 2011, Langer *et al* 2010). Σε απόλυτες τιμές, η μέση μηνιαία θερμοκρασία στην χωρική διαμέριση (5600 m) του MODIS δεν πέφτει κάτω από 7 °C. Δηλαδή φυσικά και θα υπάρχουν χιονοπτώσεις και περίοδοι που ο Δρυμός θα καλυφθεί από χιόνια, όμως η χρονική περίοδος είναι μικρότερη από το διάστημα ενός μήνα χρονικά, ενώ χωρικά είναι της τάξης μερικών εικονοστοιχείων (25 Km²) και γι' αυτό τον λόγο χωροχρονικά δεν παρατηρούνται τιμές μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας της τάξης των 0°C (Wright *et al* 2014, Hulley *et al* 2014). Η τάξη 3 που παρουσιάζει τις χαμηλότερες θερμοκρασίες καταλαμβάνει το κύριο τμήμα του Δρυμού, ενώ η αμέσως ψυχρότερη ζώνη περιλαμβάνει το νότιο, ανατολικό και δυτικό τμήμα (EIKONA 3.5.2.3.3).

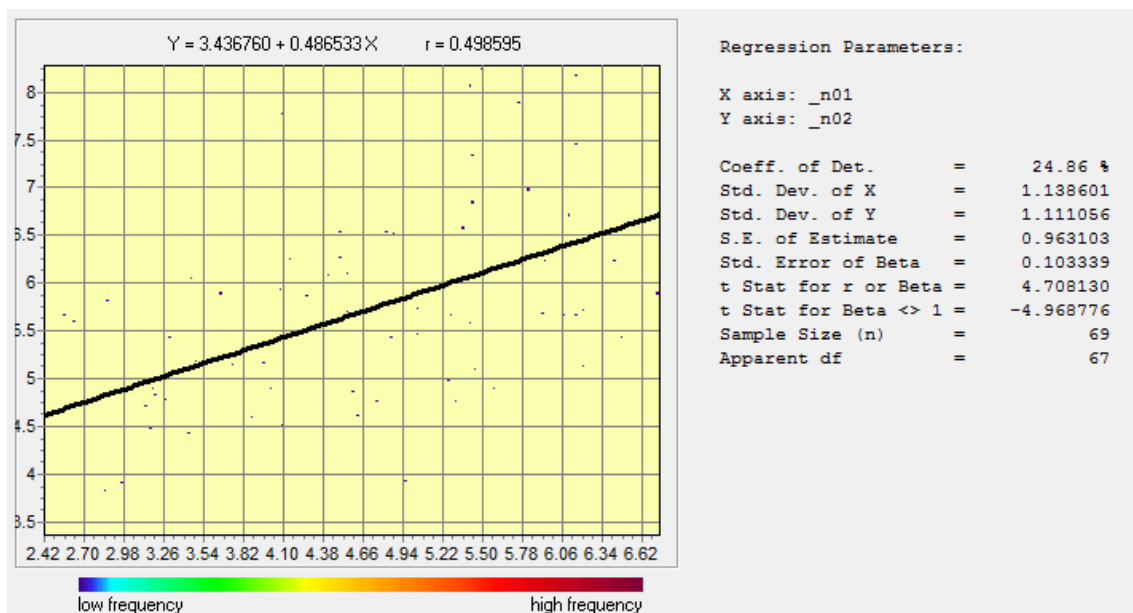
Οι μέσες μηνιαίες εκτιμήσεις για την νυκτερινή περίοδο βασίστηκαν στις λήψεις κατά την (1:30) το πρωί από τον δορυφόρο Aqua (Hill 2013). Είναι πιθανό αν χρησιμοποιηθούν μετρήσεις π.χ. στις 05:00 το πρωί οι παρατηρούμενες θερμοκρασίες να είναι μικρότερες λόγω θερμικής εκπομπής και ψύξης του εδάφους για μεγαλύτερο χρονική περίοδο (Chen *et al* 2012).

Ο πίνακας συσχέτισης (3.5.2.4.1) για την μέση μηνιαία **θερμοκρασία νύχτας** (01:30) υποδηλώνει ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μέσων μηνιαίων εκτιμήσεων για την ίδια εποχή και μικρότερη συσχέτιση για τους μήνες μεταξύ της χειμερινής και της εαρινής περιόδου. Συμπεραίνουμε, ότι ο πίνακας συσχέτισης επιβεβαιώνει τη διαφοροποίηση της θερμοκρασίας μεταξύ των τεσσάρων εποχών του χρόνου που ποσοτικοποιείται βάση των μηνιαίων συσχετίσεων ενώ και οι διαδοχικοί χρονικά μήνες ανεξαρτήτου εποχής παρουσιάζουν μεγαλύτερη συσχέτιση. Δηλαδή εν γένει όσο αυξάνεται το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο μηνών τόσο μειώνεται ο μεταξύ τους βαθμός συσχέτισης. Παρόλα αυτά παρουσιάζονται μεγάλες διαφοροποιήσεις μεταξύ των ημερήσιων (ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.3.1) και των νυκτερινών (ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.4.1) θερμοκρασιών στην διάρκεια της χειμερινής περιόδου. Παράδειγμα, ο Δεκέμβρης – Ιανουάριος – Φεβρουάριος παρουσιάζουν μεταξύ τους συσχετίσεις της τάξης του 0.50, που είναι αντίστοιχες με τις συσχετίσεις που παρουσιάζουν οι θερινοί και οι χειμερινοί μήνες. Υπάρχει εξήγηση και αυτή βασίζεται στις σύντομες περιόδους χιονόπτωσης που παρατηρούνται στον Δρυμό. Κατά τη διάρκεια των περιόδων χιονοκάλυψης στον δρυμό αν η υγρασία – αραϊή νέφωση στην διάρκεια της νύκτας είναι ελάχιστη-μηδενική, τότε παρατηρείται ραγδαία πτώση της θερμοκρασίας και

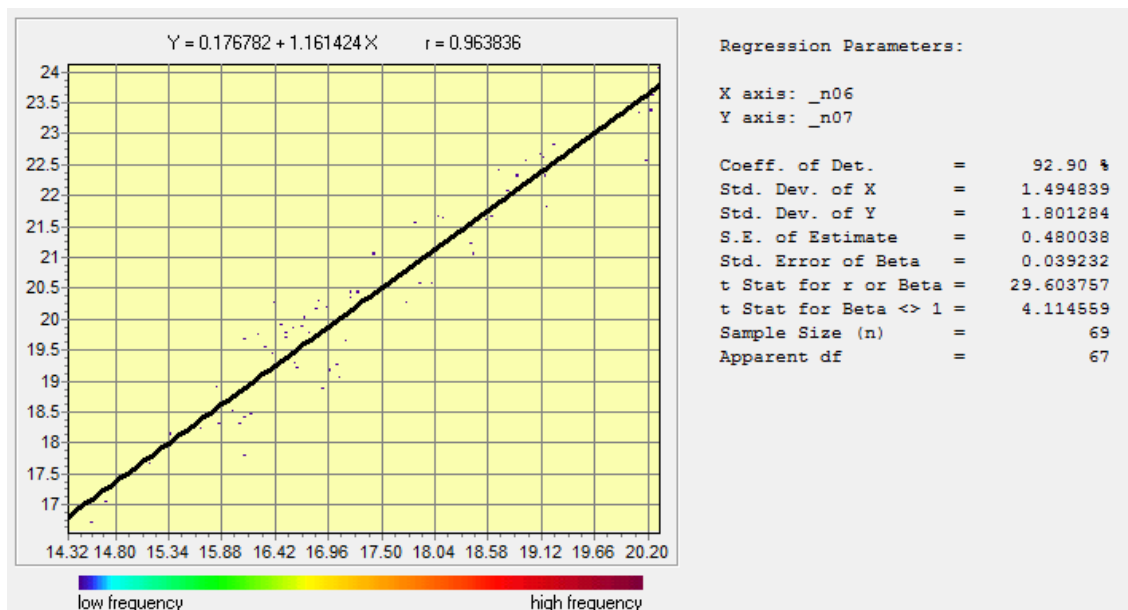
δικαιολογούνται με αυτό τον τρόπο οι πολύ ακραίες διακυμάνσεις τον μήνα Ιανουάριο (Torbjørn et al 2012, Posselt et al 2012, Zhang and Seto 2011).

Άρα η χειμερινή περίοδος τις νυχτερινές ώρες παρουσιάζει εξαιρετικά μεγάλη μεταβλητότητα στις θερμοκρασίες που οφείλεται στο ότι δε υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία για να ομογενοποιήσει την θερμοκρασία εδάφους που μεταβάλλεται μεταξύ ακραίων τιμών τις σύντομες περιόδους χιονοκάλυψης. Με βάση τον πίνακα συσχέτισης ο μήνας Ιανουάριος παρουσιάζει την μικρότερη συσχέτιση με όλους του μήνες, άρα σε αυτόν θα πρέπει να παρατηρούνται οι συχνότερες και με μεγαλύτερη διάρκεια χιονοπτώσεις ως προς του υπόλοιπους μήνες. Δηλαδή συμπεραίνουμε ότι τον Ιανουάριο παρουσιάζονται τα πιο ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα στον Εθνικό Δρυμό και οι πιο ακραίες νυκτερινές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται και από την μεγάλη διασπορά των σημείων στο ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.3.1. (χειμερινή περίοδος) σε αντιδιαστολή με το ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.3.2. (Θερινή περίοδος).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.3.1 : Διασπορά των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών τους μήνες Ιανουαρίου (X) και Φεβρουαρίου (Y) και η αντίστοιχη γραμμική παλινδρόμηση που συνοδεύεται από την ανάλυση διασποράς.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.3.2 : Διασπορά των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών τους μήνες Ιουλίου (X) και Αυγούστου (Y) και η αντίστοιχη γραμμική παλινδρόμηση που συνοδεύεται από την ανάλυση διασποράς

Η Ανάλυση των Κύριων Συνιστωσών (ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.4.2), υποδηλώνει ότι η PC1 εκφράζει το μεγαλύτερο ποσοστό της διασποράς 84% ενώ η PC2 το 7%. Με βάση τα ιδιοδιανύσματα η PC1 εκφράζει την μέση τιμή της διαφοροποίησης της θερμοκρασίας για το σύνολο του έτους, με συντελεστή ιδιοδιανύσματος που κυμαίνεται από 0.30 έως 0.31, εξαιρουμένων των μηνών Ιανουαρίου και Δεκεμβρίου όπου παρατηρούνται τιμές 0.18 και 0.23 αντίστοιχα. Η PC2 εμφανίζει τους μήνες από Οκτώβριο (-0.16), Δεκέμβριο (-0.26) και Ιανουάριο (-0.85) με αρνητική τιμή ιδιοδιανύσματος ενώ η υπόλοιποι μήνες παρουσιάζουν θετική ή σχεδόν μηδενική συνεισφορά. Εντύπωση προκαλεί η πολύ μεγάλη αρνητική τιμή που παρατηρείται τον Ιανουάριο, η οποία συνηγορεί στις εκτιμήσεις-ερμηνεία που έγινε με τον συντελεστή συσχέτισης. Συνεπώς έντονες διαφοροποιήσεις παρουσιάζονται τον Ιανουάριο και σε μικρότερο βαθμό τον Φεβρουάριο, με βάση τις δύο πρώτες κύριες συνιστώσες που ερμηνεύουν το 91 % της διασποράς.

Τα κέντρα βάρους των τάξεων (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5.2.4.1), υποδηλώνουν ότι σε όλες τις τάξεις έχουμε μεγάλη διακύμανση στην τιμή της θερμοκρασίας μεταξύ θερινής (αύξηση) και χειμερινής (μείωση) περιόδου. Παρατηρείται μία τοπική «ανωμαλία» τον μήνα Οκτώβριο, δηλαδή ένα τοπικό ελάχιστο που υποδηλώνει ότι ενώ η μέση θερμοκρασία πέφτει ραγδαία από Σεπτέμβρη προς Οκτώβρη, τον Νοέμβριο παρουσιάζεται σταθεροποίηση ή και μικρή αύξηση. Άρα μεταξύ Οκτωβρίου και Νοεμβρίου έχουμε

σταθεροποίηση των θερμοκρασιών (Φθινοπωρινή περίοδος), που ακολουθείται από μεγάλη πτώση της θερμοκρασίας από Νοέμβριο προς τον Δεκέμβρη, που σηματοδοτεί την έναρξη του Χειμώνα. Από το Δεκέμβρη μέχρι και τον Μάρτη έχουμε μια σταθεροποίηση των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών σε πολύ χαμηλές τιμές. Επομένως την περίοδο Δεκεμβρίου-Ιανουαρίου και λιγότερο την περίοδο Φεβρουαρίου – Μαρτίου παρατηρούνται οι πλέον χαμηλές θερμοκρασίες και διαπιστώνονται αυξημένες ανάγκες για θέρμανση στις περιαστικές ζώνες του Δρυμού (Ma *et al* 2012). Το σύνολο σχεδόν του Δρυμού ανήκει στην τάξη 2 στην οποία παρουσιάζονται οι χαμηλότερες θερμοκρασίες στην διάρκεια του έτους και με την μηδενική σχεδόν διακύμανση την περίοδο Δεκεμβρίου - Ιανουαρίου - Μαρτίου. Την καλοκαιρινή περίοδο στον Εθνικό Δρυμό παρουσιάζει μέγιστο τον Αύγουστο που είναι περί των 20⁰C την 01:30 το πρωί.

4.4 Βιοφυσική κατάτμηση των γεωγραφικών ενοτήτων

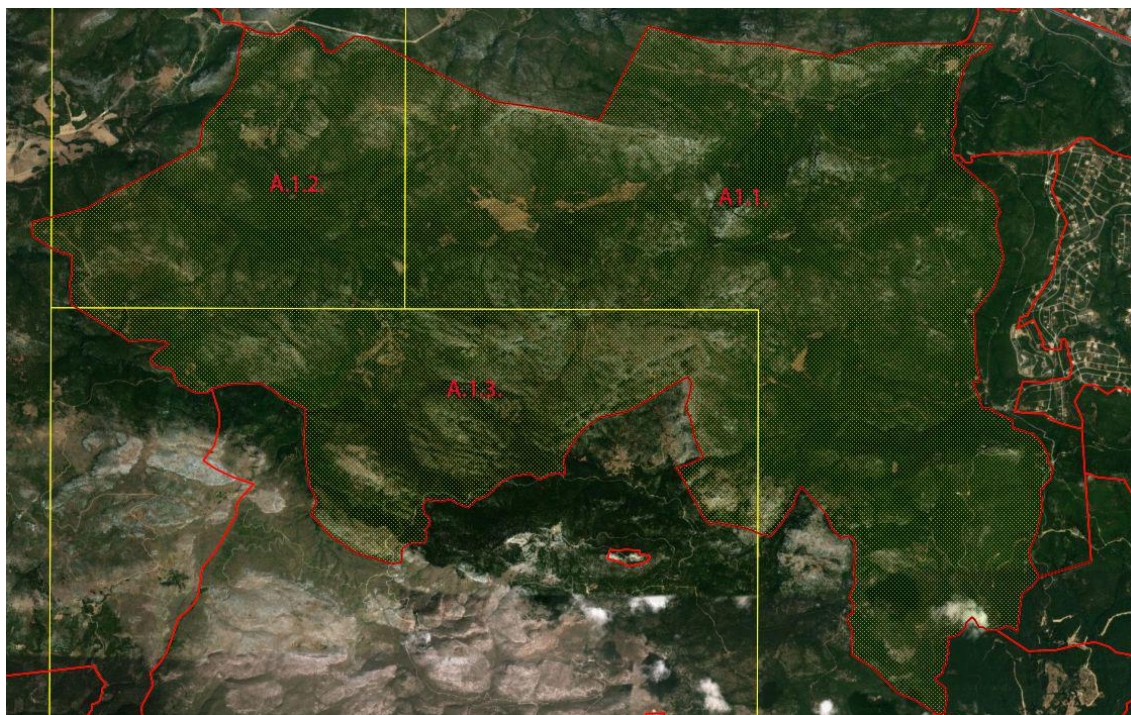
Η εφαρμογή της αναλυτικής λειτουργίας της τομής επηρέασε τα γεωγραφικά αντικείμενα του δρυμού τόσο ως προς τη χωρική τους αναπαράσταση όσο και ως προς την παραμετρική τους αναπαράσταση. Δηλαδή, στον εθνικό δρυμό της Πάρνηθας κατατμήθηκαν τα γεωγραφικά αντικείμενα σε χωρικά υποσύνολα που διαφοροποιούνται ως προς την βιοφυσική παραμετρική αναπαράσταση (στις τάξεις θερμοκρασίας και βλάστησης στις οποίες ανήκουν). Η χωρική κατανομή των αντικειμένων δίνεται στην ΕΙΚΟΝΑ 3.5.3.1.2 και η αντίστοιχη παραμετρική τους αναπαράσταση στον ΠΙΝΑΚΑ 3.5.3.1.1.

Θα διερευνήσουμε με τεχνικές φωτοερμηνείας το αίτιο της βιοφυσικής διαφοροποίησης σε επιλεγμένες ζώνες της προστασίας του εθνικού δρυμού. Πιο συγκεκριμένα θα διερευνήσουμε τις παρακάτω ζώνες :

4.4.1 Ζώνη Α1

Η Α1 αντιπροσωπεύει την ζώνη απολύτου προστασίας, με βάση το ΦΕΚ 619Δ (2008), εντός της οποίας επιτρέπεται η διεξαγωγή επιστημονικών ερευνών. Επίσης επιτρέπεται η διέλευση κοινού μόνο από συγκεκριμένες διαδρομές - μονοπάτια πεζοπορίας και η αναμνηχή μόνο σε συγκεκριμένα σημεία, καταναμημένα στις ως άνω διαδρομές. Η κατάτμηση σε χωρικά υποσύνολα υποδηλώνει ότι η ζώνη Α1 έχει κατατμηθεί σε τρία (3) αντικείμενα (που δεν διαφοροποιούνται ως προς την τάξη της θερμοκρασίας ημέρας και νύκτας στις οποίες ανήκουν, αλλά ως προς τις τάξεις της βλάστησης).

Το αντικείμενο – Ενότητα Α1 διακρίνεται σε τρεις (3) υποζώνες, Α1.1., Α1.2., Α1.3., που εικονίζονται σε υπέρθεση στην δορυφορική εικόνα Google Earth (ΕΙΚΟΝΑ 4.4.1). Παρατηρείται ότι σε κάθε υποζώνη διακρίνονται περιοχές με διαφορετική πυκνότητα βλάστησης στην δορυφορική εικόνα Google Earth. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η κατάτμηση σε τάξεις έγινε από τα δεδομένα MODIS που έχουν μικρότερη χωρική διακριτική ικανότητα. Ως προς την παραμετρική αναπαράσταση οι ζώνες Α.1.1 και Α.1.2. ανήκουν στην τάξη 2 του NDVI, ενώ η Α.1.3. στην 1. Αντίθετα ως προς τον δείκτη EVI οι ζώνες Α.1.2 και Α.1.3. ανήκουν στην τάξη 4, ενώ η Α.1.1. στην 1.



ΕΙΚΟΝΑ 4.4.1 : Οι τρεις (3) υποζώνες της ενότητας A1 (A1.1., A1.2., A1.3.)

Δηλαδή η υποζώνη A.1.1. διαφοροποιείται ως προς την βλάστηση περισσότερο από τις άλλες δύο, παρουσιάζοντας τη μεγαλύτερη τιμή του δείκτη βλάστησης και ως προς τον δείκτη EVI και ως προς τον δείκτη NDVI. Επιπλέον αυτή η υποζώνη παρουσιάζει μεγαλύτερη εποχικότητα στην μεταβολή του ποσοστού της βλάστησης μεταξύ των περιόδων καλοκαιριού και χειμώνα. Οι βιοφυσικές εκτιμήσεις αυτές επιβεβαιώνονται και από την φωτοερμηνεία (ΕΙΚΟΝΑ 4.4.1). Η ζώνη A.1.2. μοιάζει με την A.1.1. ως προς τον δείκτη NDVI και με την A.1.3. ως προς τον δείκτη EVI. Δηλαδή η A.1.2. είναι μια ενδιάμεση κατάσταση μεταξύ της A.1.1. και A.1.3. Η ομοιότητα της με την μία ή με την άλλη υποζώνη ερμηνεύεται από το γεγονός ότι τα κέντρα βάρους των τάξεων αντιπροσωπεύουν μέσες τιμές ανά μήνα. Αν θεωρηθεί ότι ο EVI είναι πιο αξιόπιστος δείκτης για την εκτίμηση της βλάστησης τότε η A.1.2. προσομοιάζει περισσότερο με την A.1.1. ως προς την πυκνότητα της βλάστησης. Η υποζώνη A.1.3. ανήκει σε τάξεις που παρουσιάζουν μικρότερα ποσοστά βλάστησης και ως προς του δύο δείκτες και αυτή η βιοφυσική εκτίμηση υποστηρίζεται και από την φωτοερμηνεία (ΕΙΚΟΝΑ 4.4.1). Δηλαδή στην εικόνα η A.1.3. παρουσιάζει το ποσοστό των περιοχών που φαίνονται με λευκό-γκρί-ανοικτό φωτογραφικό τόνο να είναι μεγαλύτερο από τις περιοχές που φαίνονται σκούρες και με την χαρακτηριστική ανομοιόμορφη υφή που αντίστοιχη σε φυσική βλάστηση.

4.4.2 Ζώνη E4 - Ξηρόρεμα

Η ζώνη αυτή περιλαμβάνει τη Λατομική περιοχή Ξηρορέματος, η οποία έχει χωροθετηθεί με την ΚΥΑ 70966/3099/5.4.1996 (Β'403). Η E4 διαφοροποιείται ως προς τις χρήσεις (Λατομική δραστηριότητα) σε σχέση με την A1 που αντιστοιχεί σε ζώνη απόλυτης προστασίας με ανθρώπινη παρέμβαση που περιορίζεται στην φύλαξη – επιστημονική έρευνα και διέλευση σε αυστηρά καθορισμένων πεζοπορικών διαδρομών.

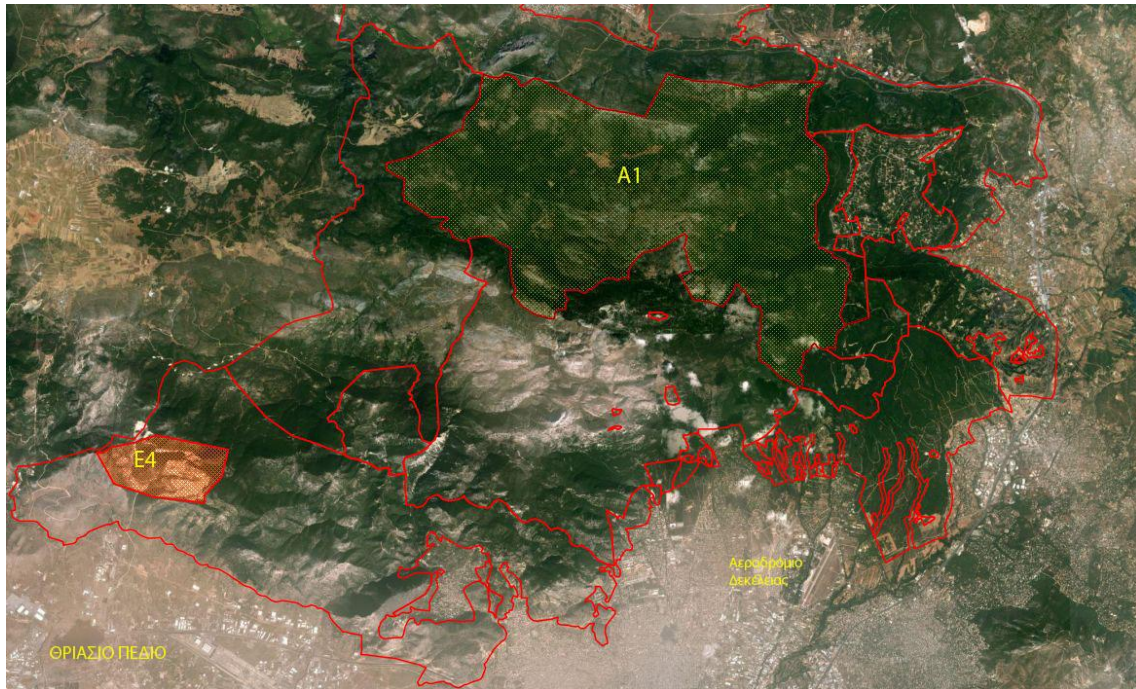
Η E4 ανήκει στις τάξεις βλάστησης 2 και 3 ως προς EVI και NDVI αντίστοιχα. Ως προς την θερμοκρασία ανήκει στις ζώνες της τάξης 2 και 3 για ημέρα και νύχτα αντίστοιχα. Η E4 παρουσιάζει εποχικά μικρότερη πυκνότητα βλάστησης (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ 3.5.2.1.1 και 3.5.2.2.1) καθώς και μεγαλύτερη θερμοκρασία ημέρας (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5.2.3.1) ως προς την A1. Θα προσπαθήσουμε να τεκμηριώσουμε και ερμηνεύσουμε τις διαφοροποιήσεις στην θερμοκρασία και την βλάστηση μεταξύ των ζωνών E4 και A1 με φωτοερμηνεία της εικόνας Google Earth.

Χρησιμοποιείται η ΕΙΚΟΝΑ 4.4.2.1, σε μεγαλύτερη κλίμακα (με θεματικό πληροφοριακό περιεχόμενο που αντιστοιχεί σε 1:12.000), που περιλαμβάνει το εσωτερικό της ζώνης E4 σε αντιδιαστολή με την ΕΙΚΟΝΑ 4.4.2.2, μικρότερης κλίμακας, που συμπεριλαμβάνει τις ζώνες E4, A1 και την ευρύτερη περιοχή.

Η φωτοερμηνεία υποδεικνύει ότι η δασική έκταση και το λατομείο καλύπτουν το 50% περίπου της έκτασης της E4, ενώ η E4 χωροθετείται στο ΝΔ τμήμα του δρυμού εγγύτερα στο Θριάσιο πεδίο που περιλαμβάνει έντονη οικιστική και βιομηχανική δραστηριότητα.



ΕΙΚΟΝΑ 4.4.2.1 : Η ζώνη E4 με υπόβαθρο δορυφορική εικόνα της Google Earth.

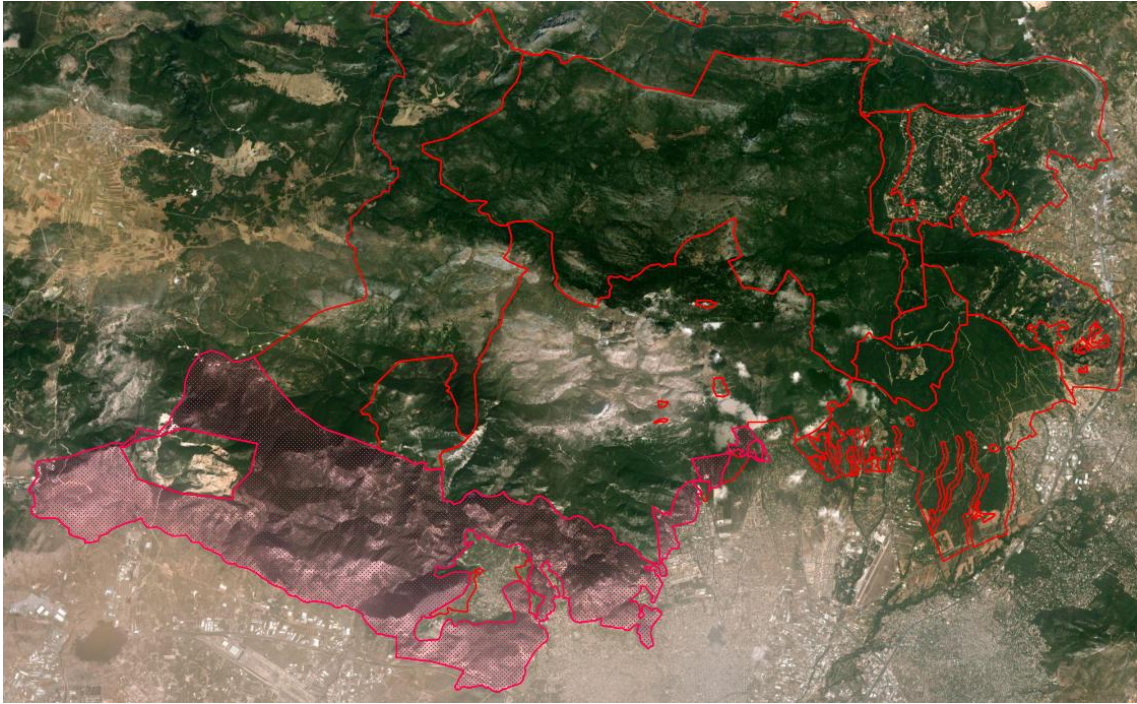


ΕΙΚΟΝΑ 4.4.2.2 : Η ζώνη E4 σε αντιδιαστολή με την A1 και την ευρύτερη περιοχή

Η φωτοερμηνεία και τα βιοφυσικά δεδομένα αποδεικνύουν ότι παρόλο που η μισή ζώνη καλύπτεται από δασική έκταση, η λατομική χρήση επηρεάζει καίρια την βιοφυσική υπογραφή. Με αποτέλεσμα η θερμοκρασία ημέρας και νύχτας να είναι υψηλότερη από τη συνήθη θερμοκρασία που παρατηρείται για τα τμήματα του δρυμού (όπως η ζώνη A1) και σχεδόν να ταυτίζεται θερμοκρασιακά με την αστική και βιομηχανική ζώνη του Θριασίου πεδίου στα νοτιοδυτικά του δρυμού. (ΕΙΚΟΝΑ 3.5.2.3.3)

4.4.3 Ζώνη B1

Η B1, με βάση το ΦΕΚ 619Δ (2008), είναι ζώνη αναψυχής, περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, υπαίθριου αθλητισμού και υπαίθριων πολιτιστικών εκδηλώσεων, στις οποίες επιτρέπεται η ανέγερση αναψυκτηρίων, εστιατορίων, υπαίθριων ή ημι-υπαίθριων καθιστικών και περιπτέρων ιστορικής και περιβαλλοντικής ενημέρωσης για την περιοχή.



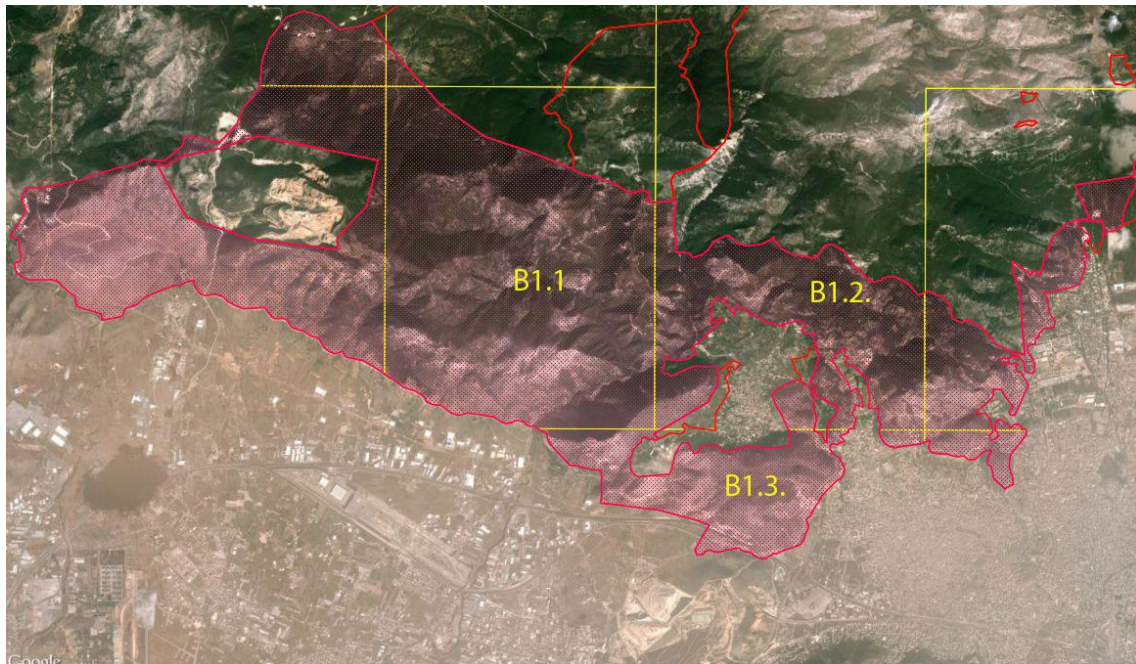
ΕΙΚΟΝΑ 4.4.3.1 : Η σχετική θέση της ζώνης B1 (γραμμοσκιασμένη περιοχή) στον Εθνικό δρυμό.

Η κατάτμηση σε χωρικά υποσύνολα υποδηλώνει τη βιοφυσική διαφοροποίηση της ζώνης B1 σε 11 χωρικά αντικείμενα, (που διαφοροποιούνται και ως προς την βλάστηση και ως προς την θερμοκρασία). Θα συγκριθούν δύο χωρικά υποσύνολα που δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφοροποίηση ως προς του δείκτες βλάστησης, αλλά διαφοροποιούνται μόνο ως προς την θερμοκρασία. Η προσπάθεια ερμηνείας της βιοφυσικής τους διαφοροποίησης ως προς την θερμοκρασία θα βασιστεί στην φωτοερμηνεία της δορυφορικής εικόνας της Google Earth.

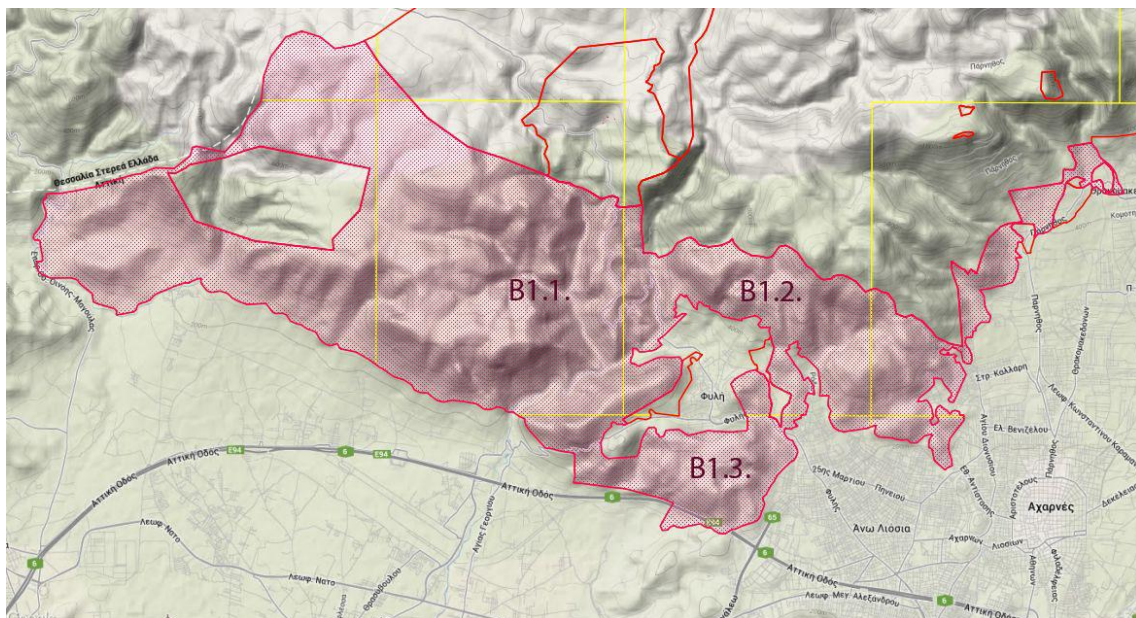
Θα μελετηθούν τα χωρικά υποσύνολα B1.1. και B1.2. (ΕΙΚΟΝΑ 4.4.3.2) που ανήκουν ως προς την θερμοκρασία ημέρας στις τάξεις 2 και 3 αντίστοιχα, δηλαδή το B1.2. είναι ψυχρότερο εποχικά ως προς το B1.1.

Η διαφοροποίηση στην θερμοκρασία την ημέρα φαίνεται να ερμηνεύεται ως προς τη σχετική θέση των χωρικών υποσυνόλων B1.1 και B1.2. με το Θριάσιο πεδίο και την γειτνίαση με το λατομείο. Το B1.1. είναι σε άμεση επαφή στο νότιο τμήμα με το Θριάσιο πεδίο, μιας περιοχής με έντονη οικιστική και βιομηχανική δραστηριότητα από το οποίο διέρχονται κύριοι συγκοινωνιακοί οδικοί άξονες (Αττική οδός), χωροθετούνται διυλιστήρια, αεροδρόμια και λιμενικές εγκαταστάσεις. Επιπλέον δυτικά το B1.1. είναι σε άμεση γειτνίαση με την λατομική ζώνη. Αντίθετα, το B1.2. στο νότιο τμήμα έρχεται σε επαφή

με μία ενότητα στην οποία κυριαρχεί το δάσος και η περιαστική περιοχή της Φυλής ενώ προστατεύεται ως προς την επαφή με το Θριάσιο πεδίο από το χωρικό υποσύνολο B1.3., (ΕΙΚΟΝΑ 4.4.3.3).



ΕΙΚΟΝΑ 4.4.3.2 : Η σχετική θέση των χωρικών υποσυνόλων B1.1 και B1.2. της ζώνης B1, σε αντιδιαστολή και με το χωρικό υποσύνολο B1.3 που παρεμβάλλεται στο νότιο τμήμα αποτρέποντας την επαφή του B1.2. με το Θριάσιο πεδίο.



ΕΙΚΟΝΑ 4.4.3.3 : Στο Google Physical Layer, παρατίθεται η σχετική θέση των χωρικών υποσυνόλων B1.1 και B1.2. της ζώνης B1, σε αντιδιαστολή και με το χωρικό υποσύνολο B1.3 που παρεμβάλλεται στο νότιο τμήμα αποτρέποντας την επαφή του B1.2. με το Θριάσιο πεδίο.

Προκειμένου να αποκλείσουμε την περίπτωση η διαφοροποίηση στην θερμοκρασία να οφείλεται στην διαφορετική κατανομή καλύψεων και χρήσεων γης στα δύο χωρικά υποσύνολα της Β1, θα ερμηνεύσουμε την κατανομή των καλύψεων – χρήσεων γης CORINE (ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.3).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.3 : Η κατανομή των καλύψεων γης (σε ποσοστό % επιφανειακή εξάπλωση) με βάση το Corine στο θερμότερο και ψυχρότερο χωρικό υποσύνολο της ζώνης Β1.

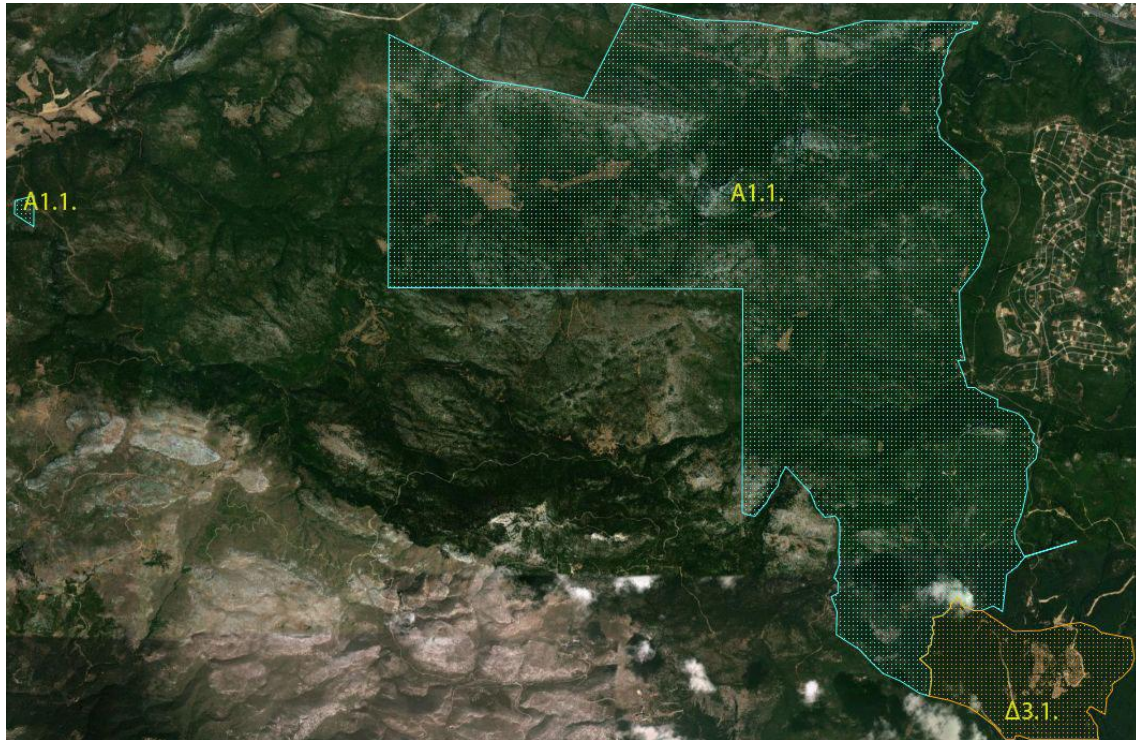
CLC	Level I	Level III	B1.1.: ΘΕΡΜΟΤΕΡΗ (%)	B1.2.: ΨΥΧΡΟΤΕΡΗ (%)
2	Artificial surfaces	Discontinuous urban fabric	-	0.8
12	Agricultural areas	Non-irrigated arable land	0.8	-
20		Complex cultivation patterns	-	1.0
21		Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	-	4.3
24	Forest and semi natural areas	Coniferous forest	49.2	30.7
26		Natural grasslands	0.2	7.1
28		Sclerophyllous vegetation	22.1	11.9
29		Transitional woodland-shrub	27.7	44.2
32		Sparsely vegetated areas	0.1	-

Παρατηρώ ότι η ψυχρότερη περιοχή με βάση το CORINE είναι αστικοποιημένη σε ποσοστό 0.8 % σε αντίθεση με την θερμότερη περιοχή που η αστικοποίηση είναι 0%. Τα δάση στην θερμότερη περιοχή καταλαμβάνουν το 99% σε αντίθεση με την ψυχρότερη στην οποία καταλαμβάνουν το 94%. Επιπλέον στην ψυχρότερη περιοχή παρατηρούνται καλλιεργήσιμες εκτάσεις σε ποσοστό 5%. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η διαφοροποίηση στην θερμοκρασία δεν οφείλεται στην διαφοροποίηση των καλύψεων γης. Άρα το πιο πιθανό είναι ότι η εγγύτητα προς το Θριάσιο πεδίο και η γειτνίαση με το λατομείο, καθορίζουν την διαφοροποίηση στην θερμοκρασία της θερμότερης περιοχής.

4.4.4 Ζώνη Δ3

Είναι ζώνη αναψυχής και υπαίθριων αθλητικών δραστηριοτήτων, εντός της οποίας επιτρέπεται (εντός των υφισταμένων μόνο κτιρίων) η λειτουργία εστιατορίων, αναψυκτηρίων, μουσείου, κ.α.

Θα συγκριθεί το χωρικό υποσύνολο Δ3.1. της ζώνης Δ3 με το χωρικό υποσύνολο Α1.1. (ΕΙΚΟΝΑ 4.4.4), που ανήκει στην ζώνη Α1 (ζώνη απόλυτης προστασίας).



ΕΙΚΟΝΑ 4.4.4 : Σε υπέρθεση στην δορυφορική εικόνα Google, παρατίθεται η σχετική θέση των χωρικών υποσυνόλων Α1.1 και Δ3.1.

Παρατηρούμε ότι η βιοφυσική αναπαράσταση των δύο χωρικών υποσυνόλων ως προς τις τάξεις των δεικτών βλάστησης και θερμοκρασίας στις οποίες ανήκουν, είναι ταυτόσημοι (ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.4).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.4 : Βιοφυσική αναπαράσταση των χωρικών υποσυνόλων Α1.1 και Δ3.1.

Υποζώνες	Εμβαδόν (m*m)	Ε (%)	Περίμετρος (m)	LST-d	LST-n	EVI	NDVI
Δ3.1.	2963539.2	0.99	7978.3	3	2	1	2
Α1.1.	33465998.9	11.17	36742.2	3	2	1	2

4.5 Τοπογραφική αναπαράσταση των συνθετικών γεωγραφικών – βιοφυσικών ενοτήτων

Οι τοπογραφικές παράμετροι (Mark 1975, Coblenz et al 2014) έχουν παρουσιαστεί και τεκμηριωθεί στην ενότητα 3.5.1 και περιλαμβάνουν:

- το υψόμετρο,
- το μέτρο και το διάλυσμα της κλίσης,
- την μορφομετρική γενίκευση των ορεινών όγκων,
- την μορφομετρική υφή (έκφραση της κατά βάθος διάβρωσης),
- τον τοπογραφικό δείκτη υγρασίας εδάφους,
- την σχετική τοπογραφική θέσης ως προς το μέτρο της κλίσης,
- το μέγεθος της μοναδιαίας απορροής.

Ομαδοποιούνται σε παραμέτρους που σχετίζονται με :

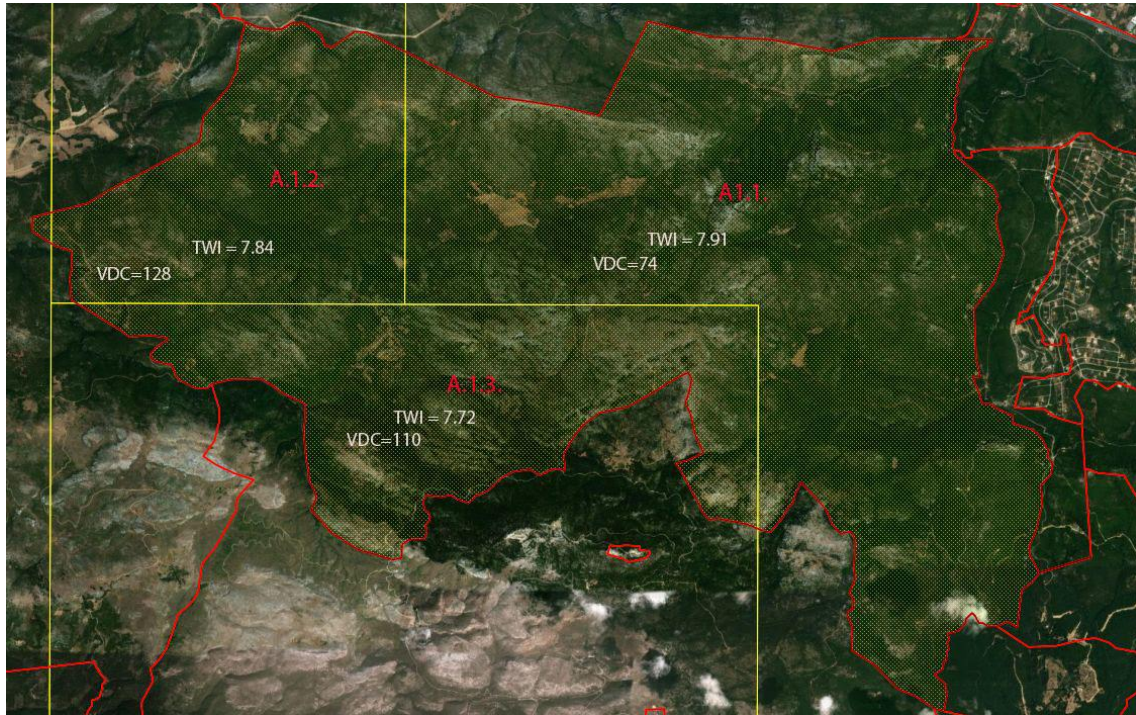
- α. Το υψόμετρο, το μέτρο της κλίσης και την σχετική τοπογραφική θέση ως προς το μέτρο της κλίσης
- β. Σχετική υγρασία του εδάφους ως συνάρτηση της τοπογραφικής θέσης και το μέγεθος της μοναδιαίας απορροής και
- γ. Τους δείκτες κατάτμησης ή μη του ανάγλυφου, δηλαδή την υφή και την συμπληρωματική (αντίθετη έννοια) της μορφομετρικής γενίκευσης.

Η ανάλυση των αντικειμένων που προέκυψαν από την τομή γεωγραφικών και βιοφυσικών αντικειμένων υποδηλώνει χωρικά υποσύνολα με διαφορετική βιοφυσική υπογραφή μέσα στην ίδια γεωγραφική ενότητα του Εθνικού δρυμού. Αυτή η βιοφυσική διαφοροποίηση έγινε προσπάθεια να ερμηνευτεί προηγουμένως με φωτοερμηνεία των ορθοφωτοχαρτών υψηλής ανάλυσης της Google Earth που αναμένεται να τεκμηριώσει τυχόν διαφοροποίηση των χωρικών υποσυνόλων ως προς την διαφορετική πυκνότητα της βλάστησης.

Το ζητούμενο σε αυτή την ενότητα είναι να ελέγξουμε αν η μέση τοπογραφική αναπαράσταση των αντικειμένων μπορεί να συσχετιστεί με την βιοφυσική διαφοροποίηση χωρικών υποσυνόλων μέσα στην ίδια γεωγραφική ενότητα του δρυμού. Γι' αυτό θα εξετάσουμε αν υπάρχει συσχέτιση της βιοφυσικής αναπαράστασης με την μέση τιμή για κάθε τοπογραφικό δείκτη, για τα χωρικά υποσύνολα επιλεγμένων γεωγραφικών ενοτήτων.

4.5.1 Ζώνη Α1

Η Α1 αντιπροσωπεύει την ζώνη απόλυτου προστασίας, με βάση το ΦΕΚ 619Δ (2008), εντός της οποίας επιτρέπεται η διεξαγωγή επιστημονικών ερευνών και α. επιτρέπεται η διέλευση κοινού μόνο από συγκεκριμένες διαδρομές - μονοπάτια πεζοπορίας και β. η αναψυχή μόνο σε συγκεκριμένα σημεία, καταναμημένα στις ως άνω διαδρομές.



ΕΙΚΟΝΑ 4.5.1 : Τοπογραφικοί δείκτες, (TWI=δείκτης υγρασίας εδάφους, VDC= υψή, H= Υψόμετρο, S= κλίση),για τα χωρικά υποσύνολα της Ζώνης Α1

Για την γεωγραφική ενότητα Α1 κατά τα ανωτέρω (κεφ. 4.4.1.), συμπεράναμε ότι διαφοροποιείται σε τρία χωρικά υποσύνολα μόνο ως προς την βλάστηση και αυτή η διαφοροποίηση επιβεβαιώθηκε από την φωτοερμηνεία της δορυφορικής εικόνας Google Earth. Η συνδυασμένη ανάλυση της μέσης τοπογραφικής έκφρασης (ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.3.2.1) με τη βιοφυσική υπογραφή (ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.3.1.1) των χωρικών υποσυνόλων (ΕΙΚΟΝΑ 3.5.3.1.2) ερμηνεύεται στην ΕΙΚΟΝΑ 4.5.1. Η φωτοερμηνεία καταδεικνύει ότι:

- Η υψηλότερη τιμή πυκνότητας βλάστησης υποδηλώνει και υψηλότερη τιμή του τοπογραφικού δείκτη υγρασίας εδάφους (TWI) για τα τρία χωρικά υποσύνολα Α1.1., Α1.2. και Α1.3.

- Το αντίστροφο (μειωμένος δείκτης βλάστησης) προκύπτει για την υφή (VDC), δηλαδή το χωρικό υποσύνολο A.1.1. με τον μεγαλύτερο δείκτη βλάστησης παρουσιάζει την μικρότερη κατάτμηση (λιγότερες κορυφογραμμές, υδροκρίτες) – υφή.

Συνολικά παρατηρούμε ότι στην Ζώνη A1, που είναι ζώνη απολύτου προστασίας στην οποία υπερτερούν οι φυσικές διεργασίες έναντι των ανθρωπογενών, τον κύριο λόγο στην ανάπτυξη της βλάστησης φαίνεται να παίζει η κατανομή της υγρασίας του εδάφους και η μικρότερη κατάτμηση του ανάγλυφου. Η μικρή κατάτμηση συντελεί στην δημιουργία εδαφικού ορίζοντα που έχει μεγαλύτερο βάθος και υποβοηθά την ανάπτυξη της βλάστησης. Αντίθετα η μεγάλη υφή υποδηλώνει διάβρωση του εδαφικού ορίζοντα κοντά στους υδροκρίτες και απομάκρυνσή του με κατευθυνόμενη ροή κατά μήκος ρεμάτων που παρουσιάζουν περιοδική μεταβλητότητα στην απορροή. Για τα χωρικά υποσύνολα της εν λόγω ζώνης οι κλίσεις του εδάφους είναι σχεδόν ταυτόσημες, ενώ οι υψομετρικές διαφορές είναι μικρότερες από 200 μ. , (ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.3.2.1).

4.5.2 Ζώνη E4 - Ξηρόρεμα

Η ζώνη αυτή περιλαμβάνει τη Λατομική περιοχή Ξηρορέματος, η οποία έχει χωροθετηθεί με την ΚΥΑ 70966/3099/5.4.1996 (B'403). Η φωτοερμηνεία της δορυφορικής εικόνας Google Earth, (ΕΙΚΟΝΕΣ 4.4.2.1 και 4.4.2.2) υπέδειξε ότι καλύπτεται σε ποσοστό περίπου 50% από λατομείο, δηλαδή σε αντίθεση με την δασική έκταση παρατηρούνται εγκοπές και δραστική αλλοίωση της φυσικής μορφολογίας του εδάφους. Παράλληλα η εικόνα αποδεικνύει την πλήρη αποκάλυψη του φυσικού εδαφικού ορίζοντα σε συνδυασμό με την πλήρη καταστροφή της χλωρίδας σε κάθε της έκταση (δάσος, ποώδης βλάστηση, κ.α.). Συνεπώς διαπιστώνεται η πλήρης αποκάλυψη του μητρικού πετρώματος που δεν συνοδεύεται από καμία προσπάθεια αποκατάστασης (του εδαφικού ορίζοντα και της χλωρίδας).

Οι τοπογραφικοί δείκτες της E4 σε αντιδιαστολή με την A1, υποδεικνύουν ότι το μέσο υψόμετρο είναι της τάξης των 570 μ. και η υφή της τάξης 148 μ.



ΕΙΚΟΝΑ 4.5.2 : Περιοχή εντός της ζώνης E4, που εστιάζει σε τμήμα του εν ενεργεία λατομείου (με θεματικό πληροφοριακό περιεχόμενο που αντιστοιχεί σε 1:2.000)

Η διαφοροποίηση της E4 ως προς το χωρικό υποσύνολο A.1.2. της ζώνης A1 είναι μόνο 50 μ. Αυτή η μικρή υψομετρική διαφορά δεν μπορεί να ερμηνεύσει την διαφορά στην τάξη της θερμοκρασίας που ανήκουν οι δύο ζώνες, ως αποτέλεσμα της πτώσης της θερμοκρασίας με την αύξηση του υψομέτρου (Miliareisis 2013). Άρα η αποκάλυψη του μητρικού πετρώματος, η καταστροφή του εδαφικού ορίζοντα και η απουσία χλωρίδας στην περιοχή του λατομείου έχουν σαν αποτέλεσμα την μεταβολή της βιοφυσικής μεταβολής για το σύνολο της ζώνης E4 σε σημείο που να προσομοιάζει με την ζώνη του Θριασίου πεδίου.

Η καταστροφή της φυσικής μορφολογία του εδάφους σε συνδυασμό με την κατάτμηση στο πρότυπο λατομικής δραστηριότητας αντικατοπτρίζεται ποσοτικά στον τοπογραφικό δείκτη της υψής που παρουσιάζει τιμή 148 μ. σε αντιδιαστολή με τις τιμές 74, 109, 127 μ., που παρατηρούνται στα τρία χωρικά υποσύνολα (υποζώνες) της A1.

4.5.3 Ζώνη B1

Συγκρίθηκαν τα δύο χωρικά υποσύνολα B1.1. και B1.2. που δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφοροποίηση ως προς τους δείκτες βλάστησης, αλλά διαφοροποιούνται μόνο ως προς την θερμοκρασία. Η προσπάθεια ερμηνείας της βιοφυσικής τους διαφοροποίησης ως προς την θερμοκρασία βασίστηκε τόσο στην φωτοερμηνεία της δορυφορικής εικόνας όσο και στο χαρτογραφικό

υπόβαθρο (Physical Layer) της Google Earth. (ΕΙΚΟΝΕΣ 4.4.3.2 και 4.4.3.3). Η Β1, με βάση το ΦΕΚ 619Δ (2008), είναι ζώνη αναψυχής, περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, υπαίθριου αθλητισμού και υπαίθριων πολιτιστικών εκδηλώσεων, στις οποίες επιτρέπεται η ανέγερση αναψυκτηρίων, εστιατορίων, υπαίθριων ή ημι-υπαίθριων καθιστικών και περιπτέρων ιστορικής και περιβαλλοντικής ενημέρωσης για την περιοχή.

Τα δύο χωρικά υποσύνολα δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφοροποίηση ως προς του δείκτες βλάστησης, αλλά διαφοροποιούνται μόνο ως προς την θερμοκρασία, δηλαδή το Β1.2. είναι ψυχρότερο εποχικά ως προς το Β1.1. Η διαφοροποίηση στην θερμοκρασία την ημέρα φαίνεται να ερμηνεύεται ως προς τη σχετική θέση των χωρικών υποσυνόλων Β1.1 και Β1.2. με το Θριάσιο πεδίο και με την λατομική ζώνη. Η ανάλυση της γεωγραφικής κατανομής των καλύψεων – χρήσεων γης CORINE εντός των δύο χωρικών υποσυνόλων, δεν καταδεικνύει σημαντική διαφοροποίηση που να ερμηνεύει την διαφοροποίηση στην θερμοκρασία. Σε αυτή την ενότητα θα προσπαθήσουμε να δούμε αν η διαφοροποίηση στην θερμοκρασία μπορεί να ερμηνευτεί και σαν συνάρτηση της μέσης τοπογραφικής αναπαράστασης των δύο χωρικών υποσυνόλων που παρουσιάζεται στον πίνακα 4.5.3.

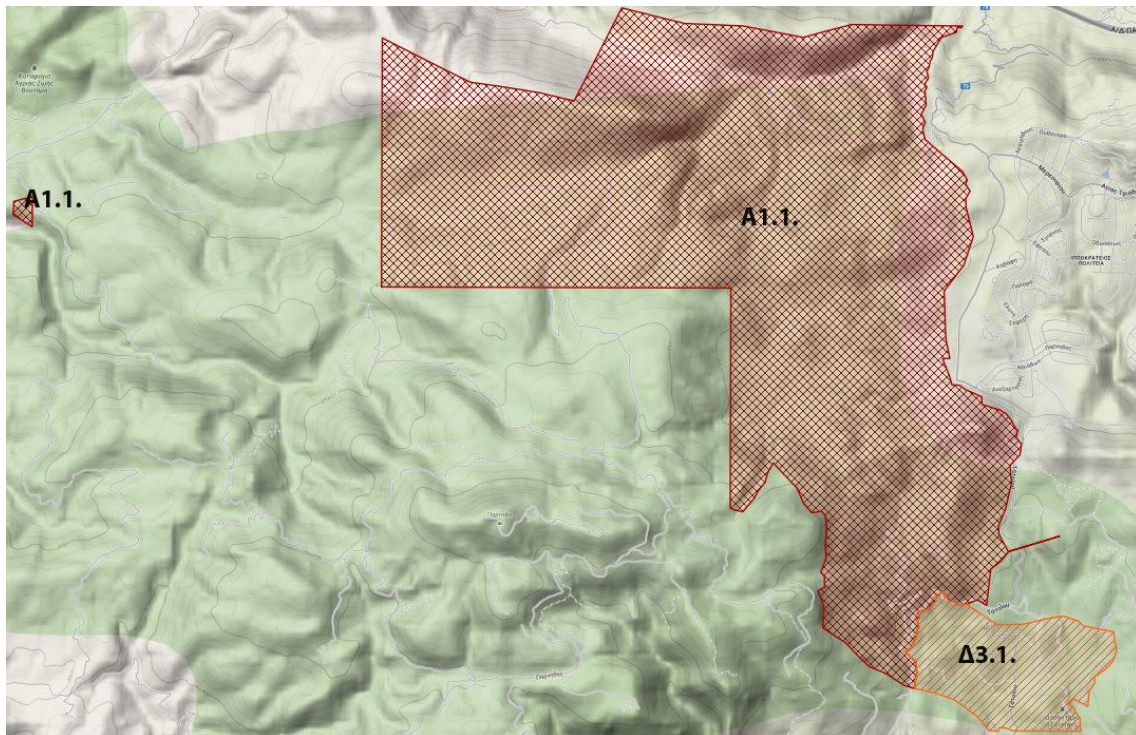
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5.3 : Τοπογραφική αναπαράσταση των καταμηθέντων χωρικών υποσυνόλων της Β1.

ID	Υπο-ζώνες	Τοπογραφική θέση ως προς την κλίση	Γενίκευση των ορεινών όγκων	Υψόμετρο	Κλίσεις Εδάφους	υφή	Δείκτης Υγρασίας Εδάφους (αρ. σταγ. /μοίρες)	Μοναδιαία Απορροή (σε αριθμό σταγόνων)
		Relative Slope Position (% - [0. 1])	Channel network base level (m)	Elevation (m)	SLOPE (radians)	vertical distance to channel network (m)	topo wetness index	cathment area
64	B1	0.26	299	350	0.12	143	7.80	90629
36	B1	0.73	593	789	0.12	72	8.19	63886
36	B1	0.09	234	264	0.16	331	7.15	56973
64	B1	0.29	282	355	0.10	183	8.32	124890
36	B1	0.84	587	805	0.13	40	7.52	64679
36	B1	0.23	393	454	0.21	209	7.95	218355
36	B1	0.32	216	323	0.24	232	7.07	194531
36	B1	0.35	396	497	0.27	206	7.38	585462
36	B1	0.33	338	432	0.22	214	7.70	574056
36	B1	0.48	394	553	0.26	195	7.36	1040101
64	B1	0.56	331	485	0.20	118	7.52	249446

Δεν παρουσιάζεται διαφοροποίηση στην τοπογραφική αναπαράσταση που να αιτιολογεί τη διαφοροποίηση στην θερμοκρασία ίσα ίσα που η χωρική υποενοότητα με μεγαλύτερο υψόμετρο κατά 60 μ. (B1.1.) είναι θερμότερη. Η μόνη ουσιαδής διαφοροποίηση είναι ως προς την μοναδιαία απορροή που είναι διπλάσια για την ενότητα B1.1. (θερμότερη). Επειδή όμως ο δείκτης υγρασίας είναι σχεδόν ταυτόσημος και για τις δύο ενότητες δεν παρατηρείται διαφορά στην υγρασία σαν συνάρτηση της τοπογραφικής θέσης μεταξύ της B1.1 και της B1.2. Η διαφορά στην μοναδιαία απορροή έχει σχέση με τη διαφορά στην έκταση των δύο ενότητων (η B1.1 είναι διπλάσια από την B1.2.).

4.5.4 Ζώνη Δ3

Θα συγκριθεί ως προς την τοπογραφική έκφραση το χωρικό υποσύνολο Δ3.1. της ζώνης Δ3 με το χωρικό υποσύνολο Α1.1., που ανήκει στην ζώνη Α1 (ζώνη απόλυτης προστασίας). Τα δύο χωρικά υποσύνολα ανήκουν στις ίδιες τάξεις ως προς τους δείκτες βλάστησης και θερμοκρασίας (ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.4). Η σχετική τους θέση σε υπέρθεση στο Google Physical Layer παρατίθεται στην ΕΙΚΟΝΑ 4.5.4.



ΕΙΚΟΝΑ 4.5.4 : Σε υπέρθεση στο Google Physical Layer, παρατίθεται η σχετική θέση των χωρικών υποσυνόλων Α1.1 και Δ3.1.

Η παραμετρική αναπαράσταση ως προς τους τοπογραφικούς δείκτες των δύο χωρικών υποσυνόλων παρατίθεται στον παρακάτω ΠΙΝΑΚΑ 4.5.4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5.4 : Η Τοπογραφική παραμετρική αναπαράσταση των δύο χωρικών υποσυνόλων

Υποζώνες	Τοπογραφική θέση ως προς την κλίση	Γενίκευση των ορεινών όγκων	Υ/μετρο	Κλίσεις Εδάφους	υφή	Δείκτης Υγρασίας Εδάφους (αρ. σταγ. /μοίρες)	Μοναδιαία Απορροή (σε αριθμό σταγόνων)
Δ3.1.	0.11	452	474	0.11	177	9.11	626681
A1.1.	0.50	482	637	0.17	128	7.84	551849

Παρατηρώ ότι υπάρχει ενώ υπάρχει διαφοροποίηση της τάξης των 150 μ. στο υψόμετρο, η Δ3.1. παρουσιάζει την ίδια βιοφυσική υπογραφή, αν και σε διαφορετικό υψόμετρο. Ως προς την κλίση η Δ3.1. είναι αρκετά πιο επίπεδη και άρα προσφέρεται για ήπιες δραστηριότητες αναψυχής. Επιπλέον ο τοπογραφικός δείκτης υγρασίας υποδεικνύει ότι η Δ3.1. παρουσιάζει μεγαλύτερη υγρασία του εδάφους. Η υφή υποδεικνύει ότι παρουσιάζει μεγαλύτερη κατάτμηση ως προς την A1.1. γεγονός που υποδηλώνει την ύπαρξη έντονου αναγλύφου που αφορά την δασική έκταση δυτικά της επίπεδης περιοχής που χωροθετήθηκαν τα ανάκτορα. Η A1.1. παρουσιάζει μικρότερη κατάτμηση επειδή τοποθετείται στο υψηλότερο σημείο του δρυμού, στο οποίο τα φαινόμενα διάβρωσης είναι λιγότερο έντονα.

Κεφάλαιο Πέμπτο

Συμπεράσματα

5.1 Γενικές τοπογραφικές και βιοφυσικές εκτιμήσεις

Η ανάλυση των διαχρονικών δεδομένων των δεικτών βλάστησης μας οδηγεί στις παρακάτω εκτιμήσεις:

- Υπάρχει μείωση της έρπουσας βλάστησης σε ζώνες του δρυμού που είτε είναι ελεύθερες από δέντρα, είτε αυτά παρουσιάζουν μικρή πυκνότητα (έτσι ώστε να αποκαλύπτεται το έδαφος μεταξύ των δέντρων τη θερινή περίοδο).
- Υπάρχει διαφοροποίηση είτε του φυλλώματος των δέντρων, είτε μια αύξηση της βιομάζας των δέντρων μεταξύ χειμερινής και θερινής περιόδου.
- Οι διαφοροποιήσεις στους δείκτες βλάστησης την χειμερινή περίοδο επηρεάζονται σε ένα βαθμό από το εύρος της περιόδου χιονοκάλυψης του δρυμού.
- Η ανάλυση των κυρίων συνιστωσών ομαδοποιεί - γενικεύει χρονικά την διαφοροποίηση της βλάστησης σε δύο ενότητες που η πρώτη περιλαμβάνει την περίοδο από Ιανουάριο προς Απρίλιο.
- Ο δρυμός ομαδοποιείται χωρικά σε τέσσερις (4) ζώνες που παρουσιάζουν διαφορετική πυκνότητα βλάστησης, σε όλη την περίοδο του έτους.
- Στη ζώνη που μεγιστοποιείται η πυκνότητα βλάστησης παρουσιάζεται σημαντική εποχική μεταβλητότητα του δείκτη βλάστησης μεταξύ χειμερινής και θερινής περιόδου που αποδόθηκε α. στην αύξηση της βιομάζας ή και του φυλλώματος των δέντρων και β. της έρπουσας βλάστησης, τον χειμώνα.
- Παρουσιάζονται στα περιθώρια - όρια των ζωνών προστασίας του ορεινού όγκου της Πάρνηθας, (ΦΕΚ 619Δ 2008) χωροχρονικές διαφοροποιήσεις της βλάστησης που υποδηλώνουν ανταγωνιστικές ανθρωπογενείς ή και οικολογικές επιδράσεις.

Η ανάλυση των διαχρονικών δεδομένων θερμοκρασίας ημέρας και νύκτας μας οδηγεί στις παρακάτω εκτιμήσεις.

Στην **διάρκεια της ημέρας** παρατηρούμε ότι :

- Τη διαφοροποίηση της θερμοκρασίας μεταξύ των τεσσάρων εποχών του χρόνου ενώ και οι διαδοχικοί χρονικά μήνες ανεξαρτήτου εποχής παρουσιάζουν μεγαλύτερη συσχέτιση. Δηλαδή όσο αυξάνεται το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο μηνών τόσο μειώνεται ο μεταξύ τους βαθμός συσχέτισης.
- Στον Εθνικό δρυμό εμφανίζονται δύο κύριες μεταβάσεις μεταξύ εποχών ως προς την ημερήσια θερμοκρασία από Φλεβάρη προς Μάρτη και από Σεπτέμβρη προς Οκτώβρη, που ποσοτικοποιούν το διάστημα χωροχρονικής αλλαγής των εποχών.
- Υπάρχει πολύ μεγάλη διακύμανση στην θερμοκρασία μεταξύ χειμώνα και θέρους.
- Οι απόλυτες τιμές θερμοκρασίας υποδηλώνουν ότι οι περίοδοι χιονοκάλυψης είναι μικρές και εναλλασόμενες.
- Η γεωγραφική κατανομή των θερμοκρασιών υποδηλώνει ότι οι χαμηλότερες θερμοκρασίες κατανέμονται στο μεγαλύτερο τμήμα του δρυμού.

Στην **διάρκεια της νύχτας** παρατηρούμε ότι :

- Επιβεβαιώνεται η διαφοροποίηση της θερμοκρασίας μεταξύ των τεσσάρων εποχών και οι διαδοχικοί χρονικά μήνες ανεξαρτήτου εποχής παρουσιάζουν εν γένει μεγαλύτερη ομοιότητα ως προς την διακύμανση της θερμοκρασίας το βράδυ.
- Την χειμερινή περίοδο τις νυκτερινές ώρες παρουσιάζει εξαιρετικά μεγάλη μεταβλητότητα στις θερμοκρασίες, που οφείλεται στις σύντομες περιόδους χιονοκάλυψης σε συνδυασμό με την περιεχόμενη υγρασία στην ατμόσφαιρα. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο το μήνα Ιανουάριο και λιγότερο τον Φεβρουάριο, στους οποίους παρατηρούνται οι πιο ακραίες διακυμάνσεις της νυκτερινής θερμοκρασίας..
- Μεταξύ Οκτωβρίου και Νοεμβρίου έχουμε σταθεροποίηση των θερμοκρασιών (Φθινοπωρινή περίοδος) που ακολουθείται από μεγάλη πτώση της θερμοκρασίας από Νοέμβριο προς τον Δεκέμβρη, που σηματοδοτεί την έναρξη του Χειμώνα.
- Στο σύνολο σχεδόν του Δρυμού παρουσιάζονται οι χαμηλότερες θερμοκρασίες τους μήνες Δεκέμβριο έως Φεβρουάριο στην διάρκεια του έτους.
- Η μέγιστη θερμοκρασία παρατηρείται στο δρυμό τον Αύγουστο και είναι της τάξης των 20⁰C.

5.2 Βιοφυσική και τοπογραφική αναπαράσταση των ζωνών

Η προσπάθεια ερμηνείας της βιοφυσικής διαφοροποίησης ως προς την θερμοκρασία και την βλάστηση επιλεγμένων α. ζωνών του εθνικού δρυμού και β. χωρικών υποσυνόλων συγκεκριμένης ζώνης, βασίστηκε τόσο στην φωτοερμηνεία της δορυφορικής εικόνας όσο και στο χαρτογραφικό υπόβαθρο (Physical Layer) της Google Earth, τις χρήσεις – καλύψεις γης CORINE και στην μέση τοπογραφική τους αναπαράσταση των δύο χωρικών υποσυνόλων. Το γενικό συμπέρασμα είναι, ότι η μέση τοπογραφική αναπαράσταση, αλλά και η μέση βιοφυσική αναπαράσταση, ως προς τους δείκτες βλάστησης και θερμοκρασίας, εμπεριέχουν σημαντική πληροφορία που επαληθεύεται με φωτοερμηνεία από δορυφορικές εικόνες σε συνάρτηση με τις καλύψεις – χρήσεις γης. Η σύγκριση των παραμετρικών αναπαραστάσεων και η ανάλυσή τους μας οδήγησε στα παρακάτω επιμέρους συμπεράσματα για τις ζώνες A1, E4, B1 και Δ3.

5.2.1 Ζώνη A1

Η A1 που αντιπροσωπεύει την ζώνη απολύτου προστασίας (ΦΕΚ 619Δ 2008), εντός της οποίας επιτρέπεται η διεξαγωγή επιστημονικών ερευνών, η διέλευση κοινού και η αναμυχή κατά μήκος συγκεκριμένων πεζοπορικών διαδρομών. Δεν παρατηρούνται θερμοκρασιακές διαφοροποιήσεις στα χωρικά υποσύνολα της A1, αλλά μόνο διαφοροποιήσεις στους δείκτες βλάστησης που είναι σε απόλυτη αντιστοιχία με την φωτοερμηνεία της δορυφορικής εικόνας Google Earth. Παρατηρούμε ότι στην Ζώνη A1, τον κύριο λόγο στην ανάπτυξη της βλάστησης φαίνεται να παίζει η κατανομή της υγρασίας του εδάφους και η κατάτμηση του ανάγλυφου με βάση τους α. τοπογραφικό δείκτη υγρασίας και β. τοπογραφικό δείκτη υψούς, αντίστοιχα.

5.2.2 Ζώνη E4

Η ζώνη αυτή περιλαμβάνει τη Λατομική περιοχή Ξηρορέματος, η οποία έχει χωροθετηθεί με την ΚΥΑ 70966/3099/5.4.1996 (B'403) στην οποία η φωτοερμηνεία της δορυφορικής εικόνας Google Earth, υπέδειξε ότι καλύπτεται σε ποσοστό περίπου 50% από λατομείο, εντός του οποίου παρατηρούνται εγκοπές και δραστική αλλοίωση της φυσικής μορφολογίας του εδάφους. Η σύγκρισή της με την ζώνη B1 υποδεικνύει διαφοροποίηση στην θερμοκρασία (αύξηση) λόγω της αποκάλυψης του μητρικού πετρώματος, της καταστροφής του εδαφικού ορίζοντα και της απουσίας χλωρίδας στην περιοχή του λατομείου. Η αλλαγή της φυσικής μορφολογίας του εδάφους είναι τόσο έντονη που αντικατοπτρίζεται

στην τοπογραφική έκφραση της E4 και ιδιαίτερα στην αυξημένη τιμή που παρουσιάζει ο δείκτης της υφής.

5.2.3 Ζώνη B1

Η B1, με βάση το ΦΕΚ 619Δ (2008), είναι ζώνη αναψυχής, περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, υπαίθριου αθλητισμού κ.α. Συγκρίθηκαν τα δύο χωρικά υποσύνολα B1.1. και B1.2. που δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφοροποίηση ως προς τους δείκτες βλάστησης, αλλά διαφοροποιούνται μόνο ως προς την θερμοκρασία. Η διαφοροποίηση στην θερμοκρασία την ημέρα φαίνεται να ερμηνεύεται ως προς τη σχετική θέση των χωρικών υποσυνόλων B1.1 και B1.2. με το Θριάσιο πεδίο και με την λατομική ζώνη και δεν έχει σχέση με διαφοροποιήσεις στην βλάστηση ως προς την Google Earth τις χρήσεις – καλύψεις γης CORINE και την μέση τοπογραφική αναπαράσταση των δύο χωρικών υποσυνόλων.

5.2.4 Ζώνη Δ3

Είναι ζώνη αναψυχής και υπαίθριων αθλητικών δραστηριοτήτων, εντός της οποίας επιτρέπεται (εντός των υφισταμένων μόνο κτιρίων) η λειτουργία εστιατορίων, αναψυκτηρίων, μουσείου, κ.α.

Συγκρίθηκε το χωρικό υποσύνολο Δ3.1. της ζώνης Δ3 με το χωρικό υποσύνολο A1.1. (EIKONA 4.4.4), που ανήκει στην ζώνη A1 (ζώνη απόλυτης προστασίας), που παρουσιάζουν την ίδια βιοφυσική αναπαράσταση ως προς τις τάξεις των δεικτών βλάστησης και θερμοκρασίας στις οποίες ανήκουν. Δηλαδή η επιλογή της χωροθέτησης των βασιλικών ανακτόρων έγινε στην εγγύτερη περιοχή του δρυμού προς το πολεοδομικό συγκρότημα της Αθήνας που συνδυάζει την ευκολία πρόσβασης, βιοφυσική υπογραφή θερμοκρασίας και βλάστησης που είναι ταυτόσημη με τη δασική ζώνη στο κέντρο του εθνικού δρυμού. Ως προς τους τοπογραφικούς δείκτες τα δύο χωρικά υποσύνολα παρουσιάζουν σημαντική διαφοροποίηση κυρίως ως προς το μέσο υψόμετρο, την υφή και την κλίση. Η τοπογραφική αναπαράσταση του Δ3.1. κυρίως λόγω της μικρής κλίσης και του έντονου μικροαναγλύφου σε συνδυασμό με την βιοφυσική του υπογραφή και την εγγύτητα με το πολεοδομικό συγκρότημα της Αθήνας υποστηρίζει τις χρήσεις και δραστηριότητες που προβλέπονται στο αντίστοιχο ΦΕΚ για την προστασία του εθνικού δρυμού.

5.3 Προτάσεις Διαχείρισης

Σε αυτή την ενότητα θα γίνει ερμηνεία των μεθοδολογιών που εφαρμόστηκαν στα βιοφυσικά δεδομένα (δείκτες βλάστησης και θερμοκρασίας), στους τοπογραφικούς βιοφυσικούς δείκτες και της ολοκλήρωσής τους σε επιλεγμένες γεωγραφικές ενότητες του εθνικού Δρυμού της Πάρνηθας.

Οι δείκτες βλάστησης και τα δεδομένα θερμοκρασίας αποκαλύπτουν φυσικές συνθήκες και καταστάσεις που είναι συνάρτηση του είδους και των χαρακτηριστικών της βλάστησης και μεταβάλλονται εποχικά. Αυτές οι χρονικά μεταβαλλόμενες συνθήκες δημιουργούν την ανάγκη της λήψης αποφάσεων που σχετίζονται τόσο με την προστασία χρήσεων, καλύψεων γης, αλλά και της πανίδας, όσο και των επισκεπτών. Επιπλέον καθορίζουν με βάση τη διακριτική – χωρική και χρονική ικανότητα των βιοφυσικών δεδομένων το είδος αλλά και την ένταση των δραστηριοτήτων που είναι συμβατές με την βιοφυσική υπογραφή του δρυμού.

Ενδεικτικά παραδείγματα:

- Η καταγραφή της διαφοροποίηση είτε του φυλλώματος των δέντρων, της αύξησης της βιομάζας των δέντρων μεταξύ χειμερινής και θερινής περιόδου και της μείωσης της έρπουσας βλάστησης (σε ζώνες του δρυμού που είτε είναι ελεύθερες από δέντρα, είτε αυτά παρουσιάζουν μικρή πυκνότητα), έχει σαν αποτέλεσμα να αποκαλύπτεται το έδαφος μεταξύ των δέντρων τη θερινή περίοδο. Απαιτείται λοιπόν, να προβλεφθεί διαχειριστικά ο καθαρισμός των περιοχών αυτών από ξερά φύλλα και χόρτα στην έναρξη της θερινής περιόδου έτσι ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία συνθηκών που ευνοούν τόσο την έναρξη όσο και την ταχεία διάδοση των πυρκαγιών. Επιπλέον διαχειριστικά αυτές οι ζώνες πρέπει να έχουν καλύτερη εποπτεία την θερινή περίοδο, να περιορίζεται ή ακόμη και να απαγορεύεται η διέλευση επισκεπτών και άλλων δραστηριοτήτων που εν δυνάμει αυξάνουν τον κίνδυνο πυρκαγιάς.
- Στα περιθώρια - όρια των ζωνών προστασίας του ορεινού όγκου της Πάρνηθας καταγράφηκαν χωρο-χρονικές διαφοροποιήσεις της βλάστησης που αποδόθηκαν σε ανταγωνιστικές ανθρωπογενείς και οικολογικές επιδράσεις. Αυτές θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στο διαχειριστικό σχέδιο έτσι ώστε το εύρος της ζώνης μετάβασης να μηδενιστεί εντός του δρυμού και να μεταφερθεί εξολοκλήρου στην περιβάλλουσα τον δρυμό ζώνη.

- Καθορίστηκαν δύο χρονικές ενότητες (Ιανουάριο προς Απρίλιο και από Μάιο έως Δεκέμβρη), που η διαφοροποίηση της βλάστησης επιβάλλει την εφαρμογή δύο διαφορετικών διαχειριστικών μοντέλων στον δρυμό. Δηλαδή η αύξηση του δείκτη βλάστησης σε συνδυασμό με τις χιονοπτώσεις δημιουργεί την ανάγκη να τεθούν περιορισμοί στην επισκευσιμότητα ορισμένων περιοχών προκειμένου να προστατευτεί η γλωρίδα, η πανίδα και οι επισκέπτες. Επιπλέον αυτές οι μεταβολές εκφράζονται χωρικά με διαφορετική ένταση και ομαδοποιούνται σε τέσσερις (4) διαφορετικές ζώνες. Άρα τα διαχειριστικά μέτρα θα κατανεμηθούν χρονικά, αλλά και χωρικά με βάση τους βιοφυσικούς χάρτες και της εποχικής μεταβολής που καταγράφεται σ' αυτούς.
- Στον Εθνικό δρυμό καταγράφηκαν δύο κύριες μεταβάσεις μεταξύ εποχών ως προς την ημερήσια θερμοκρασία από Φλεβάρη προς Μάρτη και από Σεπτέμβρη προς Οκτώβρη, που ποσοτικοποιούν το διάστημα χωροχρονικής αλλαγής των εποχών. Αυτό στο διαχειριστικό πλαίσιο θα ληφθεί υπόψη σε σχέση με την χωροθέτηση - χρήσεων - προστασία (π.χ. αναμυγή, φυσικών κινδύνων – π.χ. πυρκαγιές). Ο συνδυασμός των καμπυλών εποχικής μεταβολής ημερήσιας θερμοκρασίας ανά ζώνη με τις καμπύλες εποχικής μεταβολής της βλάστησης προσδιορίζει ποσοτικά τις παραμέτρους ενός ενιαίου διαχειριστικού πλαισίου με βάση πολυδιάστατα βιοφυσικά δεδομένα..
- Οι βιοφυσικές καμπύλες εποχικής μεταβολής της θερμοκρασίας στην διάρκεια της νύχτας προσδιορίζουν χωρο-χρονικά την ζώνη μέγιστης διακύμανσης της θερμοκρασίας μεταξύ Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου. Έτσι θέτονται επιπλέον ποσοτικές παράμετροι στο διαχειριστικό πλαίσιο που θα λαμβάνει υπόψη λειτουργίες του δασικού χώρου, όπως η προστασία της πανίδας (ελάφια), του δασικού προσωπικού, των επισκεπτών, του εξοπλισμού (σωληνώσεις πυροσβεστικών κρουστών, δεξαμενών νερού, κ.α.).
- Καθορίστηκε χωρο-χρονικά ως προς τις θερμοκρασίες νύχτας, με βάση τις βιοφυσικές καμπύλες, η έναρξη της χειμερινής και της θερινής περιόδου, που διαφοροποιείται χρονικά ως προς τις θερμοκρασίες ημέρας. Δηλαδή το διαχειριστικό πλαίσιο προστασίας των λειτουργιών του δασικού οικοσυστήματος είναι διαφορετικό για την ημέρα και την νύχτα, αφού για παράδειγμα η έναρξη της θερινής περιόδου γίνεται νωρίτερα χρονικά για τις θερμοκρασίες ημέρας απ'ότι για τις θερμοκρασίες νύχτας. Επιπλέον καθορίστηκαν με βάση τις βιοφυσικές καμπύλες τα μέγιστα και τα ελάχιστα

των θερμοκρασιών για κάθε ζώνη, γεγονός που καθορίζει κλιματολογικά μια ζώνη (π.χ. όταν η θερμοκρασία δεν πέφτει κάτω από 25 °C τη νύχτα έχουμε καύσωνα), τον δείκτη δυσφορίας της (Miliareisis and Tsatsaris 2010), την πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιών (Miliareisis 2009b) κ.α..

Η ολοκλήρωση της βιοφυσικής κατάτμησης του δρυμού ως προς την θερμοκρασία και την βλάστηση με τις γεωγραφικές ενότητες που προβλέπονται στο ΦΕΚ 619Δ (2008), συνέθεσε χωρικά υποσύνολα που αναπαραστάθηκαν τόσο με βάση τοπογραφικούς βιοφυσικούς δείκτες, όσο και με χωρο-χρονικές βιοφυσικές καμπύλες που προέκυψαν από τις καταγραφές του δορυφόρου MODIS. Οι παραμετρικές αναπαραστάσεις των χωρικών υποσυνόλων και η ερμηνεία τους, επέτρεψαν τον προσδιορισμό της επίδρασης τόσο των χρήσεων γης όσο και της τοπογραφικής υπογραφής στην βιοφυσική διαφοροποίηση των χωρικών υποσυνόλων από τα γειτονικά τους.

Οι τοπογραφικοί δείκτες που επιδρούν καθοριστικά στην διαφοροποίηση της βιοφυσικής υπογραφής ενός χωρικού υποσυνόλου είναι η τοπογραφική υψή, η κλίση, το υψόμετρο, ο τοπογραφικός δείκτης υγρασίας και η εγγύτητα-γεινίαση με χρήσεις γης όπως βιομηχανικές-αστικές ζώνες, λατομεία κ.α. Αυτοί επομένως οι δείκτες πρέπει να ληφθούν υπόψη στο διαχειριστικό πλαίσιο-σχέδιο που θα καθορίσει - προστατεύσει τις λειτουργίες του δασικού οικοσυστήματος.

Παράδειγμα είναι δεδομένη η επίδραση στη βιοφυσική υπογραφή όλων των χωρικών υποσυνόλων στο νοτιοδυτικό τμήμα του δρυμού, που έχει η λατομική χρήση και οι βιομηχανικές δραστηριότητες του θριασίου πεδίου.

Κατά συνέπεια το διαχειριστικό πλαίσιο-σχέδιο πρέπει να προβλέπει:

- A. Δράσεις εντός του δρυμού, όπως για παράδειγμα η αποκατάσταση ζωνών εντός του λατομείου που έχει ολοκληρωθεί η λατομική δραστηριότητα
- B. Δράσεις εκτός του δρυμού όπως για παράδειγμα παρεμβάσεις στις χρήσεις (μείωση της βιομηχανικής θερμικής ρύπανσης, κ.α.) και στις καλύψεις γης (αύξηση κατά 5% του αστικού – περιαστικού πράσινου στους ελεύθερους από βιομηχανική δραστηριότητα χώρους) στο Θριάσιο πεδίο που θα βελτιώνουν την βιοφυσική του υπογραφή και θα ελαχιστοποιούν τις αρνητικές επιδράσεις στις περιφερειακές ζώνες του δρυμού.

Μια σημαντική παράμετρος στην οποία συνεισφέρει η παρούσα εργασία έχει σχέση με την ποσοτικοποίηση ορισμένων από τους Πανευρωπαϊκούς Δείκτες και Κριτήρια για την Αειφόρο Διαχείριση των Δασών των παραμέτρων του δασικού συστήματος, την εκτίμηση της κατάστασης των δασικών πόρων (Battaglia and Sands 1998) και της διαχρονικής τους μεταβολής (Benavides *et al* 2009). Επιπλέον συνεισφέρει στα παραπάνω προσδιορίζοντας βιοφυσικούς δείκτες εποχικής μεταβολής με βάση την θερμοκρασία και την βλάστηση έτσι όπως καταγράφονται από δορυφορικά χαρτογραφικά συστήματα. Παράλληλα συνδέει τοπογραφικούς βιοφυσικούς δείκτες με καθαρά βιοφυσικούς δείκτες θερμοκρασίας και βλάστησης.

Η χωρική διακριτική ικανότητα των βιοφυσικών δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν (περίπου 5.000 μ.) δεν επιτρέπει την ολοκλήρωση, με τα υψομετρικά δεδομένα που έχουν χωρική διακριτική ικανότητα 100 μ., στο επίπεδο του εικονοστοιχείου. Γι' αυτό το λόγο και επειδή τα γεωγραφικά αντικείμενα καλύψεων – χρήσεων γης είναι σε μεγαλύτερη κλίμακα, επιλέχθηκε η ολοκλήρωση στα πολύγωνα των γεωγραφικών αντικειμένων. Έτσι, δεν είναι δυνατή η διάκριση διαφοροποιήσεων εντός του ίδιου αντικειμένου, αλλά μόνο η σύγκριση διαφορετικών αντικειμένων ως προς την υψομετρική του και βιοφυσική τους αναπαράσταση. Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι υπάρχει ικανό θεματικό πληροφοριακό περιεχόμενο ακόμη και σε αυτή την μικρή χωρική διακριτική ικανότητα που επιτρέπει την λήψη απόφασης σε σημαντικά διαχειριστικά θέματα όπως:

Η πυροπροστασία, ο προγραμματισμός των περιόδων αυξημένης επιτήρησης – επαγρύπνησης, ο χωρο – χρονικός προσδιορισμός των εμφανίσεων καύσωνα, η μετάβαση από εποχή σε εποχή και ο εντοπισμός περιόδων κλιματολογικού στρες (απότομες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας), κ.α.

Οι ραγδαίες εξελίξεις στην βιοφυσική τηλεπισκόπηση αναφορικά με την χωρική – χρονική διακριτική ικανότητα, δηλαδή μείωση των διαστάσεων του ιχνοστοιχείου και αύξηση των καταγραφών σε εικοσιτετράωρη βάση θα δώσει τη δυνατότητα προσδιορισμού διαφοροποιήσεων σε μικρότερα χωρικά υποσύνολα στα οποία διαφοροποιούνται οι χωρο – χρονικές υπογραφές. Έτσι θα δύναται να εντοπιστούν και οριοθετηθούν φυσικές διεργασίες σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα επιτρέποντας τόσο την προστασία και ανάδειξη του δασικού χώρου (Garcia-Gonzalo *et al* 2014), όσο και την υλοποίηση πιο πολύπλοκων διαχειριστικών πλαισίων (González *et al* 2007) που θα συσχετίζονται περισσότερο με την φυσική πραγματικότητα.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Γκατζογιάννης, Σ. 1989(α), Βάσεις της δασικής διαχειριστικής. Σημειώσεις Δασικής Διαχειριστικής Ι του Τμήματος Δασολογίας και Φ.Π. (Τομέας Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Φυσικών Πόρων), Α.Π.Θ. , 93 σελίδες.
- Γκατζογιάννης, Σ. 1989(β), Μεθοδολογία διαχείρισης δασών. Σημειώσεις Δασικής Διαχειριστικής ΙΙ του Τμήματος Δασολογίας και Φ.Π. (Τομέας Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Φυσικών Πόρων) Α.Π.Θ., 136 σελίδες.
- Καραμανώλης, Δ. και Καρτέρης, Μ. (2005). Δασική Διαχειριστική ΙΙ. Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής & Τηλεπισκόπησης, Σχολή Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ., 121 σελίδες.
- Παπαγεωργίου Κ, Κασιούμης Κ, Τσιακίρης Ρ., (2003). Συγκριτική καταγραφή των απόψεων των επισκεπτών στους Εθνικούς Δρυμούς Βίκου-Αώου, Ολύμπου και Πάρνηθας για το βαθμό οργάνωσης, το φορέα διοίκησης και τη χρηματοδότηση της διαχείρισής τους. Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου. «Δασική Πολιτική-Πρεμνοφυή Δάση-Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος», Αρχαία Ολυμπία, 30 Σεπτεμβρίου-3 Οκτωβρίου 2003, σελ. 696-704.
- Σαπανίδης, Α., (2010). Λήψη Διαχειριστικών Μέτρων με Χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 135 σελίδες.
- ΦΕΚ 619Δ (2008), Ζώνες προστασίας του ορεινού όγκου της Πάρνηθας, με ημερομηνία δημοσίευσης 19-12-2008, σελ. 5785-5800.
- Χατζηστάθης Α. και Ζάγκας Θ., (1996). Προστατευόμενες περιοχές και Αειφορική Ανάπτυξη. Προσέγγιση των Προβλημάτων του Εθνικού Δρυμού Αίνου, Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τόμος ΛΘ/2, σελ. 505-516.

Διεθνής Βιβλιογραφία

- Adab, H., et al, (2013). Modeling Forest Fire Risk in the Northeast of Iran Using Remote Sensing and GIS Techniques. Natural Hazards, vol. 65, no. 3, pp. 1723 - 1743.
- Alward, R.D., J.K. Detling, and D.G. Milchunas, (1999). Grassland vegetation changes and nocturnal global warming, Science, vol. 283, pp. 229-231.

- Atzberger, C., Klisch, A., Mattiuzzi, M., Vuolo, F., (2014). Phenological Metrics Derived over the European Continent from NDVI, Data and MODIS Time Series, *Remote Sensing*, vol. 6, pp. 257-284.
- Awange, J., et al, (2013). *Environmental Geoinformatics: Monitoring and Management*, Springer-Verlag, Berlin, 561 pages.
- Battaglia M. and Sands P.J. (1998). Process-based forest productivity models and their applications in forest management, *Forest Ecological Management*, vol. 102, pp. 13–32.
- Benavides, R., Roig, S. and Osoro, K., (2009). Potential productivity of forested areas based on a biophysical model. A case study of a mountainous region in northern Spain, *Annals of Forest Science*, vol. 66, no.1, pp. 108.
- Bishop, M.P., James, L.A., Shroder, J.F., Walsh, S.J, (2012). Geospatial Technologies and Digital Geomorphological Mapping: Concepts, Issues and Research, *Geomorphology*, vol. 137, no. 1, pp. 5-26.
- Bisquert, M., Sánchez, J.M. and Caselles, V., (2014). Modeling Fire Danger in Galicia and Asturias (Spain) from MODIS Images, *Remote Sensing*, vol. 6, pp. 540-554.
- Briner, S., Elkin, C. and Huber, R. (2013). Evaluating the Relative Impact of Climate and Economic Changes on Forest and Agricultural Ecosystem Services in Mountain Regions, *Journal of Environmental Management*, vol. 129, pp. 414-422.
- Campbell, J. (1997). Landuse & Landcover Inventory. In: *Manual of Photographic Interpretation*, by Warren, R. (Ed), American Society of Photogrammetry, Washington D.C., pp. 335-364.
- Chang, K. (2008). *Introduction to Geographic information Systems*, Fourth edition, Mc Graw-Hill Publishing, New York, 418 pages.
- Chávez, R.O., Clevers, J.G.P.W., Herold, M., Acevedo, E., Ortiz, M., (2013). Assessing Water Stress of Desert Tamarugo Trees Using in situ, Data and Very High Spatial Resolution Remote Sensing, *Remote Sensing*, vol. 5, pp. 5064-5088.
- Chen, J. and Innes, J. (2013). The Implications of New Forest Tenure Reforms and Forestry Property Markets for Sustainable Forest Management and Forest Certification in China. *Journal of Environmental Management*, vol. 129, pp. 206-215

- Chen, X.T., Disney, M.I., Lewis, P., Armston, J., Han, J.T., Li, J.C. (2014). Sensitivity of Direct Canopy Gap Fraction Retrieval from Airborne Waveform Lidar to Topography and Survey Characteristics, *Remote Sensing of Environment*, vol. 143, pp. 15-25.
- Chen, Z., et al, (2012). The Influence of Socioeconomic and Topographic Factors on Nocturnal Urban Heat Islands: A Case Study in Shenzhen, China, *International Journal of Remote Sensing*, vol. 33, no. 12, pp. 3834-3839.
- Cheng, W. et al., (2011). Structure and Contents of Layered Classification System of Digital Geomorphology for China, *Journal of Geographical Sciences*, vol. 21, no. 5, pp. 771-790.
- Coblentz, D., Pabian, F. , Prasad, L., (2014). Quantitative Geomorphometrics for Terrain Characterization. *International Journal of Geosciences*, vol. 5, pp. 247-266
- Ding, H. and Nunes, P. (2014). Modeling the links between biodiversity, ecosystem services and human wellbeing in the context of climate change: Results from an econometric analysis of the European forest ecosystems, *Ecological Economics*, vol. 97, pp. 60-73.
- Duan, S., Li, Z., Tang, B., Wu, H., Tang, R., Bi, Y., Zhou, G., (2014). Estimation of Diurnal Cycle of Land Surface Temperature at High Temporal and Spatial Resolution from Clear-Sky MODIS Data, *Remote Sensing*, vol. 6, pp. 3247-3262.
- Ehsani, A.H. and Quiel, F. (2008). Geomorphometric Feature Analysis Using Morphometric Parameterization and Artificial Neural Networks *Geomorphology*, vol. 99, pp. 1-12.
- Farr TG., & Kobrick M. (2000). Shuttle Radar Topography Mission Produces a Wealth of Data. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, vol. 81, no. 48, pp. 583-585.
- Freeborn, P.H., Wooster, M.J., Roberts, G., Xu, W., (2014). Evaluating the SEVIRI Fire Thermal Anomaly Detection Algorithm across the Central African Republic Using the MODIS Active Fire Product. *Remote Sensing*, vol. 6, pp. 1890-1917.
- Garcia-Gonzalo, J., Borges, J.G., Palma, J.H.N., Zubizarreta-Gerendiain, A. (2014). A decision support system for management planning of Eucalyptus plantations facing climate change. *Annals of Forest Science*, vol. 71 , no. 2, pp. 187-199.
- Geist, H.J. and Lambin, E.F. (2002). Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation Tropical Forests are Disappearing as the Result of many Pressures, Both Local and Regional, Acting in Various Combinations in Different Geographical Locations. *BioScience*, vol. 52, no. 2, pp. 143-150.

- González J.R, Trasobares, A., Palahí, M., Pukkala, T., (2007). Predicting stand damage and tree survival in burned forests in Catalonia (North-East Spain), *Annals of Forest Science*, vol. 64, no.7, pp. 733-742.
- Göttsche, F. and Hulley, G., (2012). Validation of Six Satellite-retrieved Land Surface Emissivity Products over two Land Cover Types in a Hyper-arid Region, *Remote Sensing of Environment*, vol. 124, pp. 149-158.
- Guarino, G. ,Barbosa, M. and Waechter, J. L. (2012). Occurrence and Abundance Models of Threatened Plant Species: Applications to Mitigate the Impact of Hydroelectric Power Dams, *Ecological Modelling*, vol. 230, pp. 22-33
- Hassan, Q.K. and Bourque, C.P., (2010). Spatial Enhancement of MODIS-based Images of Leaf Area Index: Application to the Boreal Forest Region of Northern Alberta, Canada, *Remote Sensing*, vol. 2, pp. 278-289.
- He, J., Zha, Y., Zhang, J., Gao, J., (2014). Aerosol Indices Derived from MODIS Data for Indicating Aerosol-Induced Air Pollution, *Remote Sensing*, vol. 6, pp. 1587-1604.
- Hertel, T.W., M.B. Burke, Marshall, B., Lobell, D.B., (2010). The poverty implications of climate-induced crop yield changes by 2030, *Global Environmental Change*, vol. 20, pp. 577-585.
- Hill, D.J., (2013). An assessment of spatial models for daily minimum and maximum air Temperature, *GIScience & Remote Sensing*, vol. 50, pp. 281-300.
- Huang, B., Wang, J., Song, HH., Fu, DJ., Wong, K. (2013). Generating High Spatiotemporal Resolution Land Surface Temperature for Urban Heat Island Monitoring. *IEEE Geoscience & Remote Sensing Letters*, vol. 10, no. 5, pp. 1011-1015.
- Hulley, G., Veraverbeke, S. and Hook, S., (2014). Thermal-Based Techniques for Land Cover Change Detection Using a new Dynamic MODIS Multispectral Emissivity Product (MOD21), *Remote Sensing of Environment*, vol. 140, pp. 755-765.
- Khalyani A.H., et al. (2012). Classification of Landsat Images Based on Spectral and Topographic Variables for Landcover Change Detection in Zagros forests, *International Journal of Remote Sensing*, vol. 33, no. 21, pp. 6956-6974.
- Kirk, R.L., Soderblom, L.A., Cushing, G. , Tituus, T.A., (2005). Joint analysis of visible and infrared images: A "magic airbrush" for qualitative and quantitative topography, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 71, no. 11, pp. 1167-1178

- Kisoyan, P. and Chemelil, M. (2005). Estimation of Potential Soil Erosion for River Perkerra Catchment in Kenya. *Water Resources Management (Springer Netherlands)*, vol. 19, no. 2, pp. 133–143
- Knight, J.F. and Voth, M.L., (2012). Application of MODIS Imagery for Intra-Annual Water Clarity Assessment of Minnesota Lakes, *Remote Sensing*, vol. 4, pp. 2181-2198.
- Kumar, A., Jayappa, K.S. and Deepika, B. (2010). Application of Remote Sensing and Geographic Information System in Change Detection of the Netravati and Gurpur River Channels, Karnataka, India, *Geocarto*, vol. 25, no. 5, pp. 397-425.
- Landmann, T., Schramm, M., Colditz, R.R., Dietz, A., Dech, S., (2010). Wide Area Wetland Mapping in Semi-Arid Africa Using 250-Meter MODIS Metrics and Topographic Variables, *Remote Sensing*, vol. 2, pp. 1751-1766.
- Langer, M. Westermann, S and Boike, J., (2010). Spatial and Temporal Variations of Summer Surface Temperatures of Wet Polygonal Tundra in Siberia - Implications for MODIS LST Based Permafrost Monitoring, *Remote Sensing of Environment*, vol. 114, no.9, pp. 2059-2069.
- Leonenko, G. and Los, S.O., (2013). North, Retrieval of Leaf Area Index from MODIS Surface Reflectance by Model Inversion Using Different Minimization Criteria, *Remote Sensing of Environment*, vol. 139, pp. 257-270.
- Li, H. et al, (2014). Evaluation of the VIIRS and MODIS LST Products in an Arid Area of Northwest China, *Remote Sensing of Environment*, vol.142, pp.111-121.
- Li, ZL., Li, J., Menzel, W.P., Schmit, T.J., Ackerman, S.A. (2007). Comparison Between Current and Future Environmental Satellite Imagers on Cloud Classification Using MODIS, *Remote Sensing of Environment*, vol. 108, no. 3, pp. 311-326.
- Liu, Z., et al, (2012). Extracting the Dynamics of Urban Expansion in China Using DMSP-OLS Nighttime Light Data from 1992 to 2008, *Landscape and Urban Planning*, vol. 106, no 1, pp. 62-72.
- Lo, C.P. (1998). Applications of Imaging Radar to Landuse and Landcover Mapping. In: *Principles & Applications of Imaging Radar* by Henderson F. & Lewis, A., (Eds). John Wiley & Sons, New York, pp. 705-732.
- Ma, T., et al, (2012). Quantitative Estimation of Urbanization Dynamics Using Time Series of DMSP/OLS Nighttime Light Data: A Comparative Case Study from China's Cities, *Remote Sensing of Environment*, vol. 124, pp. 99-107.

- Manzo, G. et al. (2013). GIS Techniques for Regional-Scale Landslide Susceptibility Assessment: The Sicily (Italy) Case Study. *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 27, no.7, pp. 1433 - 1452 .
- Mark, M., (1975). Geomorphometric Parameters: A Review and Evaluation, *Geografiska Annaler*, vol. 57A, pp. 165-77.
- Maune, DF., Maitra, JB., McKay, EJ. (2007). Accuracy Standards, Digital Elevation Model Technologies and Applications: The DEM Users Manual, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, pp. 61-82.
- Mavrakis, A., Agelakis, A. and Theoharatos, G. (2013). Forest Fire Indices in Greece During the Forest Fire Events of Summer 2007. *Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics*, vol. 4, pp 223-229.
- Mellon, M.T., Jakosky, B., Kieffer, H., Christensen, P., (2000). High resolution thermal inertia mapping from the Mars Global Surveyor Thermal Emission Spectrometer, *Icarus*, vol. 148, pp. 437-455.
- Miliaresis, G. (2007). An Upland Object Based Modelling of the Vertical Accuracy of the SRTM1 Elevation Dataset. *Journal of Spatial Science*, vol. 52, no. 1, pp. 13-28.
- Miliaresis, G. (2009a). The Terrain Signatures of Administrative Units: A Tool for Environmental Assessment, *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 150, no. (1-4), pp. 385–396.
- Miliaresis, G. (2009b). Regional Thermal and Terrain modelling of the Afar Depression from MODIS Multi-temporal Monthly Night LST Data. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 30, no. 9, pp. 2429–2436.
- Miliaresis, G. (2012), Elevation, Latitude/Longitude Decorrelation Stretch of Multitemporal LST Imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 78, no. 2, pp. 151-160
- Miliaresis, G. (2013). Thermal anomaly mapping from night MODIS imagery of USA, a tool for environmental assessment, *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 185, no. 2, pp. 1601-1612.
- Miliaresis, G. (2014a). Spatiotemporal Patterns of Land Surface Temperature of Antarctica from MODIS Monthly LST (MYD11C3) Data, *Journal of Spatial Science*, vol. 59, no 1, pp. 157-166.
- Miliaresis, G. (2014b). Daily Temperature Oscillation Enhancement of Multi-temporal LST Imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 80, no. 5, pp. 423-428.

- Miliareisis, G. and Delikaraoglou, D. (2009). Effects of Percent Tree Canopy Density and DEM Misregistration on SRTM/NED Vegetation Height Estimates, *Remote Sensing*, vol. 1, no. 2, pp. 36-49.
- Miliareisis, G. and Paraschou, E. (2005). Vertical Accuracy of the SRTM DTED Level 1 of Crete. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 7, no. 1), pp. 49-59.
- Miliareisis, G., and Tsatsaris, A., (2010). Thermal terrain modeling of spatial objects, a tool for environmental and climatic change assessment, *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 164, no. 1-4, pp. 561-72.
- Miliareisis, G., and Tsatsaris, A., (2011). Mapping die spatial and temporal pattern of day-night temperature difference in Greece from MODIS imagery, *GIScience & Remote Sensing*, vol. 48, pp. 210-224.
- Miller, D. and Thode, E. (2007). Quantifying Burn Severity in a Heterogeneous Landscape with a Relative Version of the Delta Normalized Burn Ratio (dNBR). *Remote Sensing and Environment*, vol. 109, pp. 66 - 80.
- Mohammed, A.R., and Tarpley, L. (2009). High night time temperatures affect rice productivity through altered pollen germination and spike-let fertility, *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 149, pp. 999-1008.
- Muinonen, E., Parikka, H., et al (2012). Utilizing a Multi-Source Forest Inventory Technique, MODIS Data and Landsat TM Images in the Production of Forest Cover and Volume Maps for the Terai Physiographic Zone in Nepal, *Remote Sensing*, vol. 4, no. 12, pp. 3920-3947.
- Nagendra, H., Munroe, D.K. & Southworth, J. (2004). From Pattern to Process: Landscape Fragmentation and the Analysis of Land use/land Cover Change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 101, no. 2, pp. 111-115.
- Notarnicola, C., Duguay, M., Moelg, N., Schellenberger, T., Tetzlaff, A., Monsorno, R., Costa, A., Steurer, C., Zebisch, M., (2013). Snow Cover Maps from MODIS Images at 250 m Resolution, Part 1: Algorithm Description, *Remote Sensing*, vol. 5, pp. 110-126.
- Oliveira, J.C., Epiphanio, J.C.N., Rennó, C.D., (2014). Window Regression: A Spatial-Temporal Analysis to Estimate Pixels Classified as Low-Quality in MODIS NDVI Time Series, *Remote Sensing*, vol. 6, pp. 3123-3142.

- Ortiz, S., Breidenbach, J. et al (2012). The Influence of DEM Quality on Mapping Accuracy of Coniferous- and Deciduous-Dominated Forest Using TerraSAR-X Images. *Remote Sensing*, vol.4, no. 3, pp. 661-681.
- Parent, M. and Verbyla, D. (2010). The Browning of Alaska's Boreal Forest, *Remote Sensing*, vol. 2, no. 12, pp. 2729-2747.
- Pfeifer, M., Platts, P.J., Burgess, N.D., Swetnam, R.D., Willcock, S., Lewis, S.L., Marchant, R. (2013). Land Use Change and Carbon Fluxes in East Africa Quantified Using Earth Observation Data and Field Measurements. *Environmental Conversation*, vol. 40. no. 3, pp. 241-252.
- Pike, R.J. (2001). Digital Terrain Modeling and Industrial Surface Metrology- Converging Realms, *Professional Geographer*, vol. 53, pp. 263 – 274.
- Pinheiro, A.C.T., et al, (2007). Near-real Time retrievals of land Surface Temperature within the MODIS Rapid Response System, *Remote Sensing of Environment*, vol. 106, no. 3, pp. 326-336.
- Pittman, K., Hansen, M.C., Becker-Reshef, I., Potapov, P.V., Justice, C.O., (2010). Estimating Global Cropland Extent with Multi-year MODIS Data, *Remote Sensing*, vol. 2, pp. 1844-1863.
- Polychronaki, An. and Gitas, I. (2012). Burned Area Mapping in Greece Using SPOT-4 HRVIR Images and Object-Based Image Analysis. *Remote Sensing*, vol.4, no. 2, pp. 424-438.
- Pope, G. and Treitz, P. (2013). Leaf Area Index (LAI) Estimation in Boreal Mixedwood Forest of Ontario, Canada Using Light Detection and Ranging (LiDAR) and WorldView-2 Imagery, *Remote Sensing*, vol. 5, no. 10, pp. 5040-5063.
- Posselt, R., et al, (2014). A Surface Radiation Climatology Across two Meteosat Satellite Generations, *Remote Sensing of Environment*, vol. 142, pp. 103-110.
- Priebe, P. and Müller, J. (2013). Extant Forest Plantations as a Potential Bridge Between Social Needs and Acological Management: A Comparative Case Study Analysis, *Journal of Environmental Management*, vol. 129, pp. 608-614.
- Raiko, T., Ilin, A. and Karhunen, J. (2008). Principal Component Analysis for Sparse High Dimensional Data, *Neural Information Processing Lecture Notes in Computer Science*, vol. 4984, pp. 566-575.
- Ren, Y., Yan, J., Wei, X. et al (2012). Effects of Rapid Urban Sprawl on Urban Forest Carbon Stocks: Integrating Remotely Sensed, GIS and Forest Inventory Data, *Journal of Environmental Management*, Vol. 113, pp. 447-455.

- Reuter, H.I, Nelson, A., Jarvis, A. (2007). An Evaluation of Void Filling Interpolation Methods for SRTM Data, *International Journal of Geographic Information Science*, vol. 21, no. 9, pp. 983-1008.
- Ruiz, J.A.M., Lázaro, J.R.G., Cano, I.Á., Leal, P.H., (2014). Burned Area Mapping in the North American Boreal Forest Using Terra-MODIS LTDR (2001–2011): A Comparison with the MCD45A1, MCD64A1 and BA GEOLAND-2 Products, *Remote Sensing*, vol. 6, pp. 815-840.
- Salminen, M., et al, (2013). MODIS-derived Snow-Free Ground Reflectance Statistics of Selected Eurasian Non-Forested Land Cover types for the Application of Estimating Fractional Snow cover, *Remote Sensing of Environment*, vol. 138, pp. 51-64.
- Senf, C., Pflugmacher, D., Van der Linden, S., Hostert, P., (2013). Mapping Rubber Plantations and Natural Forests in Xishuangbanna (Southwest China) Using Multi-Spectral Phenological Metrics from MODIS Time Series, *Remote Sensing*, vol. 5, pp. 2795-2812.
- Sohrabinia, M., Rack, W. and Zawar-Reza, P., (2012). Analysis of MODIS LST Compared with WRF Model and in situ Data over the Waimakariri River Basin, Canterbury, New Zealand, *Remote Sensing*, vol. 4, pp. 3501-3527.
- Soliman, A., Duguay, C., Saunders, W., Hachem, S., (2012). Pan-Arctic Land Surface Temperature from MODIS and AATSR: Product Development and Intercomparison, *Remote Sensing*, vol. 4, pp. 3833-3856.
- Son, N.-T., Chen, C.-F., Chen, C.-R., Duc, H.-N., Chang, L.-Y., (2014). A Phenology-Based Classification of Time-Series MODIS Data for Rice Crop Monitoring in Mekong Delta, Vietnam, *Remote Sensing*, vol. 6, pp. 135-156.
- Sur, C. and Choi, M., (2013). Evaluating Ecohydrological Impacts of Vegetation Activities on Climatological Perspectives Using MODIS Gross Primary Productivity and Evapotranspiration Products at Korean Regional Flux Network Site, *Remote Sensing*, vol. 5, pp. 2534-2553.
- Tanpipat, V., Honda, K. and Nuchaiya, P., (2009). MODIS Hotspot Validation over Thailand, *Remote Sensing*, vol. 1, pp. 1043-1054.
- Thenkabail, P.S., Knox, J.W., Ozdogan, M., Gumma, M.K., Con-galton, R.G., Wu, Z., Milesi, C., Finkral, A., Marshall, M., Mariotto, I., You, S., Giri, C.P., Nagler, P.L., (2012). Assessing future risks to agricultural productivity, water resources and food security -How can remote sensing help?, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 78, no. 8, pp. 773-782.

- Tian, F., Wang, Y., Fensholt, R., Wang, K., Zhang, L., Huang, Y., (2013). Mapping and Evaluation of NDVI Trends from Synthetic Time Series Obtained by Blending Landsat and MODIS Data around a Coalfield on the Loess Plateau, *Remote Sensing*, vol. 5, pp. 4255-4279.
- Torbjørn, I., Schuler, T. and Westermann, S., (2014). Severe Cloud Contamination of MODIS Land Surface Temperatures Over an Arctic Ice Cap, Svalbard, *Remote Sensing of Environment*, vol. 142, pp. 95-102.
- Trezza, R., Allen, R.G. and Tasumi, M., (2013). Estimation of Actual Evapotranspiration along the Middle Rio Grande of New Mexico Using MODIS and Landsat Imagery with the METRIC Model, *Remote Sensing*, vol. 5, pp. 5397-5423.
- Tsatsaris, A. and Miliareisis, G., (2011). Spatial correlation of Tuberculosis (TB) incidents to the MODIS LST biophysical signature of African countries, *International Journal of Environmental Protection*, vol. 1, no. 1, pp. 47-59.
- Tsela, P., Wessels, K., Botai, J., Archibald, S., Swanepoel, D., Steenkamp, K., Frost, P., (2014). Validation of the Two Standard MODIS Satellite Burned-Area Products and an Empirically-Derived Merged Product in South Africa, *Remote Sensing*, vol. 6, pp. 1275-1293.
- Tsitsoni, T., Zagas, T. and Ganatsas, P., (2002). Plant diversity and Nature Conservation in Koziakas Natura 2000 (Network) Site, Central Greece. Proc. of VI International Conference «Protection and Restoration of the Environment VI», Skiathos island 1-9 July 2002, vol. 1, pp. 609-616.
- Turnbull, M.H., Murthy, R. and Griffin, K.L., (2002). The relative impacts of daytime and night-time warming on photosynthetic capacity in *Populus deltoides*, *Plant Cell and Environment*, vol. 25, pp. 1729-1737.
- Vintrou, E., Soumare, M., Bernard, S., Begue, A., Baron, C., Lo Seen, D., (2012). Mapping fragmented agricultural systems in the Sudano-Sahelian environments of Africa using random forest and ensemble metrics of coarse resolution MODIS imagery, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 78, no. 8, pp. 839-848.
- Walker, J.J., et al, (2014). Dryland Vegetation Phenology Across an Elevation Gradient in Arizona, USA, Investigated with Fused MODIS and Landsat Data, *Remote Sensing of Environment*, vol. 144, no. 25, pp. 85-97.
- Wan, Z., (2008). New Refinements and Validation of the MODIS Land-Surface Temperature/Emissivity products, *Remote Sensing of Environment*, vol. 112, no. 3, pp. 59-74.

- Westermann, S., Langer, M. and Boike, J., (2011). Spatial and Temporal Variations of Summer Surface Temperatures of High-Arctic Tundra on Svalbard — Implications for MODIS LST Based Permafrost Monitoring, *Remote Sensing of Environment*, vol. 115, no. 3, pp. 908-922.
- Wright, P. et al, (2014). Comparing MODIS Daily Snow Albedo to Spectral Albedo Field Measurements in Central Greenland, *Remote Sensing of Environment*, vol. 140, pp. 118-129.
- Yamamoto, H., Miura, T. and Tsuchida, S., (2012). Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Enhanced Vegetation Index (EVI) Products from Global Earth Observation (GEO) Grid: An Assessment Using Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) for Synergistic Applications, *Remote Sensing*, vol. 4, pp. 2277-2293.
- Yokoyama, R. , Shirasawa, M. and Pike, R. (2002). Visualizing Topography by Openness: A New Application of Image Processing to Digital Elevation Models. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* , vol. 68, no. 3, pp. 257-265.
- Zhang, Q. and Seto, K., (2011). Mapping Urbanization Dynamics at Regional and Global Scales Using Multi-Temporal DMSP/OLS Nighttime Light Data, *Remote Sensing of Environment*, vol. 115, no. 9, pp. 2320-2329.
- Zhang, Y., Yan, S. and Lu, Y., (2010). Snow Cover Monitoring Using MODIS Data in Liaoning Province, Northeastern China, *Remote Sensing*, vol. 2, pp. 777-793.
- Zhou, H. , Aizen, E. and Aizen, V. (2013). Deriving Long Term Snow Cover Extent Dataset from AVHRR and MODIS Data: Central Asia Case Study, *Remote Sensing of Environment*, vol. 136, pp. 146-162.

Διαδικτυακή Βιβλιογραφία

Ελληνική Διαδικτυακή Βιβλιογραφία

- Αμοργιανιώτης, Γ. (1997). Σχέδιο Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας, , Υπουργείο Γεωργίας, Γενική Γραμματεία Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος, Δασαρχείο Πάρνηθας, τεύχος α και τεύχος β., Διαθέσιμο από http://www.parnitha-np.gr/Diaxeiristiki_meleti_Amorgianioti.pdf, (προσπελάστηκε την 3^η Μαΐου 2014).
- Καλαπόδης, Ν. (2007). Χαρτογράφηση Δασικών Λειτουργιών, Προϋπόθεση για την Αειφορική διαχείριση "Πολλαπλών Χρήσεων", Διαθέσιμο από <https://www.ife.uni->

freiburg.de/ueber/personal/dateien_personal/niko_abstract7, (προσπελάστηκε την 3^η Μαΐου 2014).

Ομάδα Εργασίας Εμπειρογνομόνων (2002). Πανερωπαϊκοί Δείκτες για την Αειφόρο Διαχείριση των Δασών, Υπουργική Διάσκεψη για την Προστασία των Δασών στην Ευρώπη, Διαθέσιμο από <http://inform-life.gr/>, (προσπελάστηκε την 3^η Μαΐου 2014).

Διεθνής Διαδικτυακή Βιβλιογραφία

CLC (2000). Corine land cover 100 m, ver. 5. European Environment Agency (©EEA, Copenhagen), Available from <http://dataservice.eea.eu.int>, (Accessed on 3rd of May, 2014)

IDRISI selva edition , (2012). IDRISI Geospatial software for monitoring and modeling the Earth system. Available from <http://www.clarklabs.org/> , (Accessed on 3rd of May, 2014)

Ilwis ver. 3.8, (2014). OPEN. Available from <http://52north.org/communities/ilwis/ilwis-open>, (Accessed on 3rd of May, 2014)

Jarvis A., Reuter, H.L., Nelson, A., Guevara, E. (2008). Hole-filled Seamless SRTM Data V4, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), Available from <http://srtm.csi.cgiar.org/>, (Accessed on 3rd of May, 2014)

MCPFE (2007). Forest for Quality of Life. 5th Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Warsaw, Available from http://www.foresteurope.org/ministerial_conferences/warsaw2007, (Accessed on 3rd of May, 2014)

MCPFE (2011). European 2020 Targets For Forests and Launching Negotiations for a Legally Binding Agreement. 6th Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Oslo, Available from <http://www.foresteurope.org/mc/oslo2011>, (Accessed on 3rd of May, 2014)

QGIS ver 2.2, (2014). Quantum GIS. The current version is QGIS 2.2 and was released in February 2014, Available from <http://www.qgis.org/en/site/>, (Accessed on 3rd of May, 2014)

Qin, C.Z., Zhu, A.X., Yang, L., Li, B.L., Pei, T. (2007). Topographic Wetness Index Computed Using Multiple Flow Direction Algorithm and Local Maximum Downslope Gradient. The 7th International Workshop of Geographical Information System (IWGIS), September 14 -15, 2007, Beijing, China, Available from, (http://www.lreis.ac.cn/sc/faculty/zhu_axing-dgpm-netpage/doc/new/IWGIS07-Qin.pdf), (Accessed on 3rd of May, 2014)

USGS (2014). SRTM radar topography mission Distribution Policy, Available from <http://srtm.usgs.gov/>, (Accessed on 3rd of May, 2014)