

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΓΕΝΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ**

**«ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑ»**

**ΚΛΑΔΟΣ II : ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ  
ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

**ΤΟΜΕΑΣ: ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ: ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΜΕ ΤΙΤΛΟ:**

**«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ, ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ, ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ  
ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΗΣ ΒΔ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ  
ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΥΤΩΝ»**

**ΕΙΡΗΝΗ Γ. ΚΑΥΚΑΛΑ  
ΓΕΩΛΟΓΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΕΡΕΛΗΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.**

**ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2014**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΓΕΝΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ**

**«ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑ»**

**ΚΛΑΔΟΣ II : ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ  
ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

**ΤΟΜΕΑΣ: ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ: ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΜΕ ΤΙΤΛΟ:**

**«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ, ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ, ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ  
ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΗΣ ΒΔ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ  
ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΥΤΩΝ»**

**ΕΙΡΗΝΗ Γ. ΚΑΥΚΑΛΑ  
ΓΕΩΛΟΓΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΕΡΕΛΗΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.**

**ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2014**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

*«Διερεύνηση, με χρήση νέων τεχνολογιών, των μεταβολών της δασικής κάλυψης περιοχών της ΒΔ Ελλάδας και πιθανές συνέπειές τους στις υποδομές των περιοχών αυτών ».*

ΕΙΡΗΝΗ Γ. ΚΑΥΚΑΛΑ  
ΓΕΩΛΟΓΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΕΡΕΛΗΣ, ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΕΡΕΛΗΣ, ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.  
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΤΑΜΑΤΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.  
ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΜΟΥΤΣΗΣ, ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

## *Ευχαριστίες*

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς όλους όσους βοήθησαν για να έρθει εις πέρας η συγκεκριμένη διατριβή και ιδιαίτερα:

Τον επιβλέποντα της διατριβής αυτής κ. Κωνσταντίνο Σερέλη, Επικ. Καθηγητή του Γ.Π.Α. για την πολύτιμη και άπλετη βοήθειά του επιστημονική και προσωπική υλικοτεχνική, όχι μόνον κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διατριβής αλλά εν γένει καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος

Τα υπόλοιπα μέλη της Εξεταστικής επιτροπής κ.. Γεώργιο Σταμάτη, Καθηγητή του Γ.Π.Α για τις σημαντικές πληροφορίες και διορθώσεις του και κ. Αθανάσιο Καμούτση, Επικ. Καθηγητή του Γ.Π.Α. για την σημαντική και συχνή βοήθειά του σε έναν τομέα άγνωστο μέχρι πρότινος σε εμένα, αυτόν του Κλίματος και Βλάστησης καθώς και για τις άμεσες διορθώσεις του.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Εμμανουήλ Ψωμιάδη, μέλος ΕΔΙΠ του Γ.Π.Α. για την πολύτιμη και απεριόριστη βοήθειά του στα θέματα Τηλεπισκόπησης και GIS, για την συμπαράστασή του σε αυτό το εγχείρημά μου, καθώς και για την μακροχρόνια φιλία του.

Όλους τους επιστήμονες που συνεισέφεραν με οιονδήποτε τρόπο είτε στην μελέτη της περιοχής έρευνας της διατριβής είτε στα γνωστικά πεδία τα οποία αυτή πραγματεύεται

Όλους τους Διαχειριστικούς Φορείς των Προστατευόμενων Περιοχών για τις σημαντικές πληροφορίες τους.

Την Δρ. Ελένη Παπάζογλου, μέλος ΕΔΙΠ του Γ.Π.Α. για τις επικοινωνητικές συνομιλίες μας, την συμπαράστασή της, τις συμβουλές της και τη φιλία της.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου από το Μεταπτυχιακό αυτό πρόγραμμα και ιδιαίτερα τους Α. Πιτσάκη, Κ. Μαντά, Αγ. Γύφτουλα, Εμ. Μελά και Χ. Ζελιώτη για την συμπαράστασή τους, τις ουσιαστικές συζητήσεις μας και γενικά την πρόσφατη φιλία τους με την ελπίδα να γίνει μακροχρόνια.

Τέλος, ευχαριστώ τους γονείς μου που μου έδειξαν ένα δρόμο ζωής παραμένοντας όμως στο πλευρό μου πάντα.

Ειρήνη Γ. Καυκαλά

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ήδη από την δεκαετία του '70, η Τηλεπισκόπηση δηλαδή η μελέτη των δορυφορικών δεδομένων που αναφέρονται στην επιφάνεια της γης έχει βρει εφαρμογές στην μελέτη του περιβάλλοντος όπως η γεωπονία-δασολογία, γεωλογία, ωκεανογραφία, μετεωρολογία, αρχαιολογία κ.ά.

Ειδικό βάρος έχει δοθεί στην μελέτη της βλάστησης, η οποία βρίσκεται σε σχέση αλληλεπίδρασης με το κλίμα, δηλαδή το φυσικό περιβάλλον στο οποίο ζει ο άνθρωπος. Πιο εξειδικευμένα, η μελέτη αυτή, τα τελευταία χρόνια, έχει εστιασθεί στην ανίχνευση των αλλαγών της βλάστησης λόγω της κλιματικής αλλαγής και κυρίως, της κατακόρυφης αύξησης των ανθρώπινων παρεμβάσεων (ανεξέλεγκτη υλοτόμηση, πυρκαγιές κ.ά.).

Η οικονομική κρίση των τελευταίων πέντε ετών έχει δημιουργήσει αύξηση των φαινομένων λαθροϋλοτόμησης σε δασικές περιοχές είτε για εμπορία είτε για προσωπική χρήση. Στην Ελλάδα το πρόβλημα αυτό εστιάζεται στα βόρεια της χώρας, με τους λαθροϋλοτόμους να προέρχονται και από γειτονικές χώρες.

Στόχος της παρούσας διατριβής είναι η ανίχνευση τέτοιων αλλαγών βλάστησης μέσω της επεξεργασίας δορυφορικών εικόνων για ένα χρονικό διάστημα δεκαεσσάρων ετών 200-2014).

Ως περιοχή επελέγη η Δ. Μακεδονία, τμήμα της Ηπείρου και της Θεσσαλίας.

Πρώτο στάδιο των εργασιών ήταν η δημιουργία θεματικών χαρτών της περιοχής (χάρτης κλίσεων, χάρτης προσανατολισμού κλίσεων, χάρτης κάλυψης-χρήσεων γης).

Δεύτερο στάδιο ήταν η επεξεργασία, με τη βοήθεια του λογισμικού ERDAS Imagine 2010, δορυφορικών εικόνων Landsat 7 ETM+, Landsat 5TM και Landsat 8 OLI\_TIRS χρονολογίας 22/8/2000, 13/8/2011 και 4/7/2014 αντίστοιχα. Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκε για κάθε μία εικόνα παράγωγη εικόνα του Κανονικοποιημένου Δείκτη Βλάστησης (NDVI). Ο δείκτης αυτός αποτελεί μαθηματική πράξη των φασματικών ζωνών (ΦΖ) του ορατού ερυθρού (ΟΕ) και του κοντινού υπέρυθρου (ΚΥ) και συγκεκριμένα  $\Phi Z_{KY} - \Phi Z_{OE} / \Phi Z_{KY} + \Phi Z_{OE}$ . Όσον αφορά τους δορυφόρους Landsat 7 ETM+ και Landsat 5TM οι φασματικές ζώνες είναι αντίστοιχα οι ΦΖ3 και ΦΖ4, ενώ για τον δορυφόρο Landsat 8 OLI οι ΦΖ4 και ΦΖ5. Έτσι, δημιουργήθηκαν τρεις εικόνες βλάστησης, μία για κάθε έτος της χρονικής περιόδου 200-2011 και μία για την χρονική περίοδο 2011-2014.

Τρίτο στάδιο εργασίας ήταν η δημιουργία εικόνων ανίχνευσης αλλαγής (Change Detection) μέσω των δύο εικόνων βλάστησης μία για τη χρονική περίοδο 200-2011 και μία για την χρονική περίοδο 2011-2014. Για το χρονικό διάστημα 2011-2014 έγινε ανίχνευση μείωσης και αύξησης βλάστησης κατά 10% ενώ για το χρονικό διάστημα 2000-2011 κατά 5% και 10% λόγω της μακράς διάρκειάς του.

Οι εικόνες του τρίτου σταδίου μετετράπησαν σε εικόνες πολυγώνων με τη βοήθεια του λογισμικού ArcGis 10.0, οι οποίες μελετήθηκαν για πραγματική μείωση ή αύξηση βλάστησης. Κατόπιν, δημιουργήθηκε χάρτης πολυγώνων περιοχών αποψίλωσης, υπολογίστηκε η έκταση των περιοχών αυτών και ο ρυθμός αποψίλωσης.

Τέλος, ο χάρτης αυτός συνδυάστηκε με τους θεματικούς χάρτες με την τοποθέτηση των περιοχών επ' αυτών και με στόχο την μελέτη του μεγέθους της αποψίλωσης περιβαλλοντικά: α) το είδος της βλάστησης που αποψιλώθηκε και β) οι πιθανές επιπτώσεις της αποψίλωσης αυτής μέσω πιθανών φυσικών καταστροφών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι την τελευταία τριετία έχουν αποψιλωθεί 3500 στρέμματα δασικής βλάστησης στις περιοχές Φλώρινας, Κοζάνης και Καστοριάς κοντά σε αστικό περιβάλλον ενώ αντίθετα, σε περιοχές απομακρυσμένες από το

αστικό περιβάλλον υπάρχει αναδάσωση. Η αποψίλωση αυτή συντελέστηκε σε απότομα πρανή και σε λιθολογικούς σχηματισμούς αδιαπέρατους. Επειδή δε τα τελευταία χρόνια έχουν αυξηθεί οι αιφνίδιες (flashfloods) πλημμύρες, σε συνδυασμό με τη μη περατότητα του λιθολογικού υποβάθρου, υπάρχει μεγάλος κίνδυνος διάβρωσης του εδάφους δημιουργώντας, λόγω της μεγάλης επιφανειακής απορροής, πλημμυρικά φαινόμενα στα πεδινά. Τέλος, επειδή η δασική βλάστηση έχει ένα ρυθμό μείωσης 1180 στρέμματα ανά έτος, καθίσταται επιτακτική η ανάγκη για άμεση λήψη μέτρων ώστε να αποφευχθούν μελλοντικές περιβαλλοντικές καταστροφές.

**Λέξεις-κλειδιά:** Τηλεπισκόπηση, Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα, Ποσοτικές-Ποιοτικές Μεταβολές Δασικής Βλάστησης, Διαχρονικές Μεταβολές Φυσικής Βλάστησης, Εκτίμηση Ευαισθησίας σε Φαινόμενα Φυσικού Κινδύνου

## ABSTRACT

Since the 70s, Remote Sensing i.e. the study of satellite data refer to the surface of the earth has found applications in the study of the environment such as agriculture-forestry, geology, oceanography, meteorology, archaeology, etc.

Special emphasis is given to the study of vegetation, which is interacting with the climate, the physical environment in which the human beings live. More specifically, this study, in recent years, has focused on the detection of changes in vegetation due to climate change and mainly the sharp increase of human interventions (uncontrolled logging, fires etc.).

The economic crisis of the past five years has created increasing phenomenon of illegal logging in woodlands, either for wood trading or for personal use. In Greece, the problem is focused in the north of the country; the illegal loggers mostly originate from neighbouring countries.

The aim of this study is to detect these changes of vegetation through satellite image processing over a period of fourteen years (2000-2014).

Western Macedonia, part of Epirus and part of Thessaly were chosen as the area of study.

First stage of work was the creation of thematic maps of the area such as slope map, slope aspect map, land cover-land use map etc..

Second stage was the processing using the software ERDAS Imagine 2010, of satellite images Landsat 7 ETM +, Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI\_TIRS acquired in 22.08.2010, 13.08.2011, and 07.04.2014 respectively. Specifically, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) images were created for each scene. This index is a mathematical calculation of the spectral bands (B) of the visible red (R) and near infrared (NR) wavelengths namely  $B_{NR}-B_R/B_{NR}+B_R$ . Regarding the satellites Landsat 7 ETM + and Landsat 5 TM, the spectral bands needed for the calculation of NDVI are B3 and B4 respectively, while the satellite Landsat 8 OLI the bands B4 and B5. Thus, three NDVI images were derived, one for each year.

Third stage of work was the creation of two change detection images, one for the period 2000-2011 and one for the period 2011-2014. For the period 2011 to 2014, vegetation reduction and increase was detected by 10%, and for the period 2000- 2011 by 5% and 10% due to its long duration.

Product images of stage three were reclassified and then, converted to polygon raster images using the software ArcGis 10.0. These polygon images were studied for the accuracy of the resulted vegetation changes. Then, a polygon vector map was created comprising the areas of deforestation, the extent of which was estimated as well as the rate of deforestation.

Finally, this polygon vector map has been overlaid on the thematic maps of the area in order to study the magnitude of environmental deforestation: a) the vegetation type that has been and b) the possible affects of the specific deforestation through potential natural disaster.

The results showed that in the last three years, woodland deforestation of 350 ha has taken place in the areas of Florina, Kozani, and Kastoria, near urban environment while in regions remote from the urban environment reforestation has taken place.

This deforestation has taken place on steep slopes and in impermeable lithologic formations. Since flashflooding has increased in recent years and the bedrock is impermeable, there is a high risk of soil erosion due to the high surface water runoff and consequent flooding in the lowlands. The fact that the reduction of forest

vegetation has a rate of 118 ha per year yields for an immediate action to prevent future environmental disasters.

**Key-Words:** Remote Sensing, Geographical Information System, Quantitative-Qualitative Vegetation Changes, Temporal Natural Vegetation Changes, Susceptibility in Natural Disasters Phenomena



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	Σελ. v
<b>ABSTRACT</b>	Σελ. vii
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	Σελ. ix
<b>1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	
1.1 Εισαγωγή	Σελ. 1
1.2 Περιοχή μελέτης	Σελ. 1
1.2.1. Γεωγραφική θέση	Σελ. 1
1.2.2. Τοπική αυτοδιοίκηση-Πληθυσμός	Σελ. 2
1.2.3. Οικονομία	Σελ. 3
1.2.4. Κάλυψη-Χρήσεις γης	Σελ. 3
1.2.5. Προστατευόμενες περιοχές	Σελ. 5
<b>2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>	
<b>ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ</b>	
2.1. Γεωμορφολογία	Σελ. 11
2.2. Γεωλογία- Λιθολογία	Σελ. 14
2.3. Επιφανειακή Υδρολογία	Σελ. 18
2.4. Σεισμικότητα-Σεισμική επικινδυνότητα	Σελ. 25
2.5. Φυσικές καταστροφές	Σελ. 28
2.5.1. Κατολισθήσεις	Σελ. 28
2.5.2. Διαβρώσεις εδαφών	Σελ. 29
2.5.3. Πλημμυρικά φαινόμενα	Σελ. 31
2.5.4. Πυρκαγιές	Σελ. 35
2.5.5. Λαθροϋλοτομία	Σελ. 37
<b>3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>	
<b>ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΗΣΗ</b>	
3.1. Εισαγωγή	Σελ. 39
3.2. Κλιματική κατάταξη της περιοχής	Σελ. 41
3.2.1. Κλιματική κατάταξη της περιοχής κατά Köppen	Σελ. 42
3.2.2. Κλιματική κατάταξη της περιοχής κατά Μαυρομμάτη	Σελ. 44
3.3. Βλάστηση	Σελ. 45
<b>4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b>	
<b>ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ</b>	
4.1. Εισαγωγή	Σελ. 51
4.2. Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου	Σελ. 53
4.3. Χάρτης κλίσεων πρανών	Σελ. 54
4.4. Χάρτης προσανατολισμού κλίσεων	Σελ. 55
4.5. Χάρτης κάλυψης – χρήσεων γης	Σελ. 56
4.6. Χάρτης προστατευόμενων περιοχών	Σελ. 57
4.7. Χάρτες υδρολιθολογικών σχηματισμών	Σελ. 58
<b>5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b>	
<b>ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ</b>	
5.1. Εισαγωγή	Σελ. 61
5.2. Μεθοδολογία	Σελ. 63
5.3. Αποτελέσματα επεξεργασίας δορυφορικών εικόνων	Σελ. 68
<b>6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</b>	
<b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ</b>	Σελ. 76
<b>7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	Σελ. 91

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**

### **A ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

#### **ΒΛΑΣΤΗΣΗ**

Πίνακας Α-1. Οι βιότοποι δ. Μακεδονίας κατι του τμήματος της Ηπείρου που αφορά την περιοχή μελέτης

Πίνακας Α-2. Δάση φυλλοβόλων της Δ. Μακεδονίας

### **B. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

#### **ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ**

Εικόνα Β-1. Δορυφορική εικόνα RGB 432 έτους 2000

Εικόνα Β-2. Δορυφορική εικόνα RGB 432 έτους 2011

Εικόνα Β-3. Δορυφορική εικόνα RGB 543 έτους 2014

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

# 1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

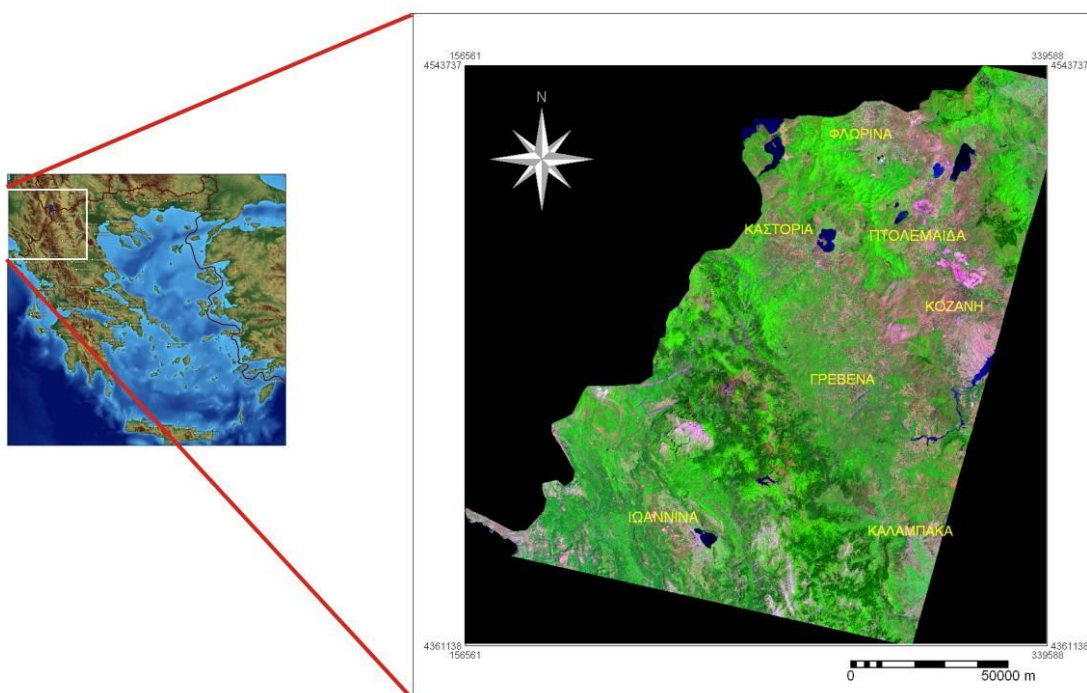
## 1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στόχος της διατριβής είναι η ανίχνευση αλλαγών της δασικής βλάστησης σε χρονική περίοδο δεκατεσσάρων (14) ετών, η εξέταση της ανθρωπογενούς ή μη προέλευσης των αλλαγών αυτών καθώς και η πολιτική για την μείωση των αλλαγών αυτών. Τέλος, η επίπτωση της πιθανής μείωσης της βλάστησης στα έργα υποδομής.

## 1.2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 1.2.1. Γεωγραφική θέση

Η περιοχή μελέτης (Εικόνα 1-1) ευρίσκεται στην ΒΔ Ελλάδα και συνορεύει με την Αλβανία βορειοδυτικά και βόρεια και με την Πρώην Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία της Μακεδονίας (FYROM) βόρεια. Ευρίσκεται μεταξύ των συντεταγμένων (του Ελληνικού Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς-ΕΓΣΑ '87) X:156561 Y:4543737 (άκρο άνω αριστερά) και X: 339588 Y: 4361188 (άκρο κάτω δεξιά) και έχει επιφάνεια 17.689,28 km<sup>2</sup>.



1-1. Περιοχή μελέτης  
(κατά προσέγγιση στον ελληνικό χώρο σε ψηφιακό μοντέλο εδάφους και ακριβώς στην φασματική ζώνη 5 της δορυφορικής εικόνας Landsat 7 ETM+)

### 1.2.2. Τοπική αυτοδιοίκηση -Πληθυσμός

Η περιοχή μελέτης ανήκει στην Αποκεντρωμένη Διοίκηση Ηπείρου-Δυτικής Μακεδονίας, Κεντρικής Μακεδονίας και Θεσσαλίας-Στερεάς Ελλάδας (Υπουργείο Εσωτερικών).

Η Αποκεντρωμένη Διοίκηση Ηπείρου-Δυτικής Μακεδονίας έχει έδρα τα Ιωάννινα και περιλαμβάνει 8 Περιφερειακές Ενότητες (Εικόνα 1-2) και 30 Δήμους (Π.Δ. 141 ΦΕΚ Α΄ 234/27.12.10). Ο πληθυσμός της ανέρχεται σε 620.545 κατοίκους (ΕΛΣΤΑΤ 2011).

Η Περιφέρεια της Ηπείρου δυτικά βρέχεται από το Ιόνιο Πέλαγος, ανατολικά συνορεύει με την Μακεδονία και τη Θεσσαλία & νότια εκτείνεται μέχρι τον Αμβρακικό κόλπο και τη Π.Ε. Αιτωλοακαρνανίας. Περιλαμβάνει τις Περιφερειακές Ενότητες Άρτας, Θεσπρωτίας, Ιωαννίνων και Πρεβέζης με σύνολο κατοίκων 336.856 (ΕΛΣΤΑΤ 2011) και έχει έδρα τα Ιωάννινα.

Η Περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας δυτικά συνορεύει με την Ήπειρο, ανατολικά με την Περιφέρεια της Κεντρικής Μακεδονίας και νότια με την Θεσσαλία. Περιλαμβάνει τις Περιφερειακές Ενότητες Γρεβενών, Καστοριάς, Κοζάνης και Φλώρινας και έχει ως έδρα την Κοζάνη. Ο πληθυσμός της ανέρχεται στους 283.689 κατοίκους (ΕΛΣΤΑΤ 2011).



Εικόνα 1-2. Περιφερειακές ενότητες της περιοχής μελέτης

### 1.2.3. Οικονομία

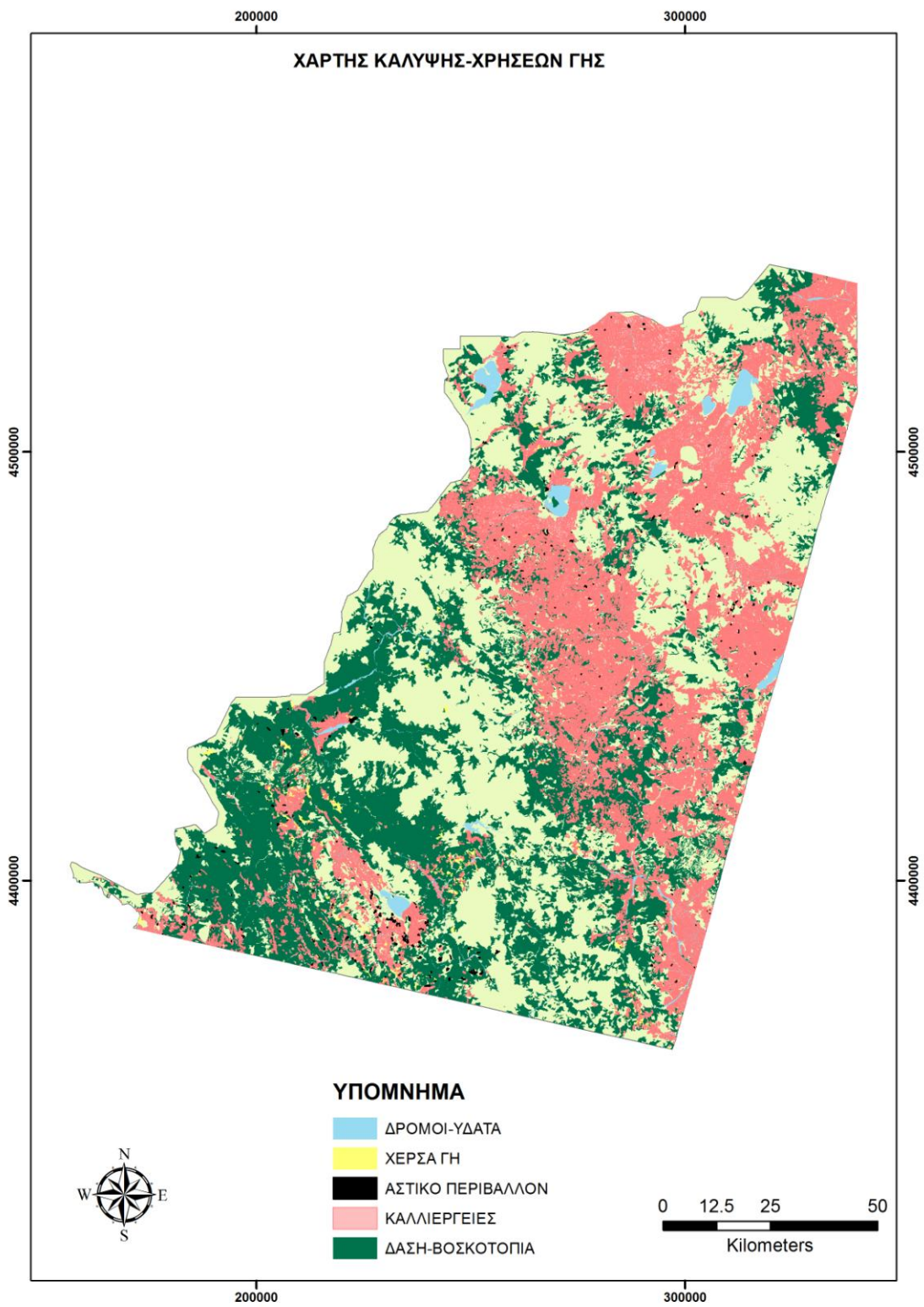
Οι δραστηριότητες του πληθυσμού είναι ποικίλες:

- Γεωργία: καταλαμβάνει το 19,34% της περιοχής. Άξιες αναφοράς η περιοχή Κρόκος Κοζάνης για την παραγωγή του επώνυμου «σαφράν» και τα Γρεβενά για την παραγωγή τρούφας (είδος μανιταριού)
- Κτηνοτροφία
- Βαρεία βιομηχανία: Υδροηλεκτρικά φράγματα και παραγωγή ενέργειας από τα λιγνιτοφόρα κοιτάσματα της περιοχής Κοζάνη-Πτολεμαΐδα
- Αλιεία: Κυρίως στα παράλια της Θεσπρωτίας
- Οικοτουρισμός: λόγω του φυσικού της κάλλους ιδιαίτερα ανεπτυγμένος είναι ο τουρισμός και ειδικά ο οικοτουρισμός σε πλείστες περιοχές όπως η περιοχή των Πρεσπών, οι λίμνες, φυσικές και τεχνητές, το Εθνικό Πάρκο Πίνδου, το Γεωπάρκο Βίκου-Αώου, το Γεωπάρκο Όρλιακα, το απολιθωμένο δάσος της Καστοριάς, τα Όντρια (τα Μετέωρα της Δυτικής Μακεδονίας) κ.ά. Τα όρη της περιοχής διαθέτουν πολλά μονοπάτια και προσφέρονται για ορειβατικές δραστηριότητες. Στην περιοχή βρίσκονται δύο από τα πιο εντυπωσιακά φαράγγια στην Ευρώπη (του Βίκου και του Αώου) και η απομονωμένη ορεινή κοιλάδα της Βάλια-Κάλντα.
- Ο Γεωτουρισμός, ο οποίος αποτελεί ένα μέσο ήπιας ανάπτυξης και συμβολής στην προστασία της φύσης, στήριξη της τοπικής οικονομίας και ευαισθητοποίηση του κοινού για την προστασία του περιβάλλοντος.

Πέραν του φυσικού κάλλους, διαθέτει αξιοθέατα κατασκευαστικά, σπάνιας ομορφιάς όπως τα πέτρινα γεφύρια και δεκάδες όμορφα ορεινά χωριά με μακρόχρονη ιστορία και ξεχωριστή αρχιτεκτονική. Εν τούτοις, πρέπει να τονισθεί το γεγονός ότι πολλά εξ αυτών, κυρίως ορεινά, είναι πλέον ερειπωμένα θεωρούνται όμως, προστατευόμενα.

### 1.2.4. Κάλυψη-Χρήσεις γης

Η περιοχή στο σύνολό της καλύπτεται (Εικόνα 1-3) από δασική βλάστηση επί ποσοστού επιφάνειας 37,77 %, βοσκοτόπια επί ποσοστού επιφάνειας 3,92 %, καλλιεργήσιμα εδάφη σε ποσοστό 19,34 % επί του συνόλου της επιφάνειάς της, αστικό περιβάλλον 0,16 % και χέρσα γη 0,52 %.



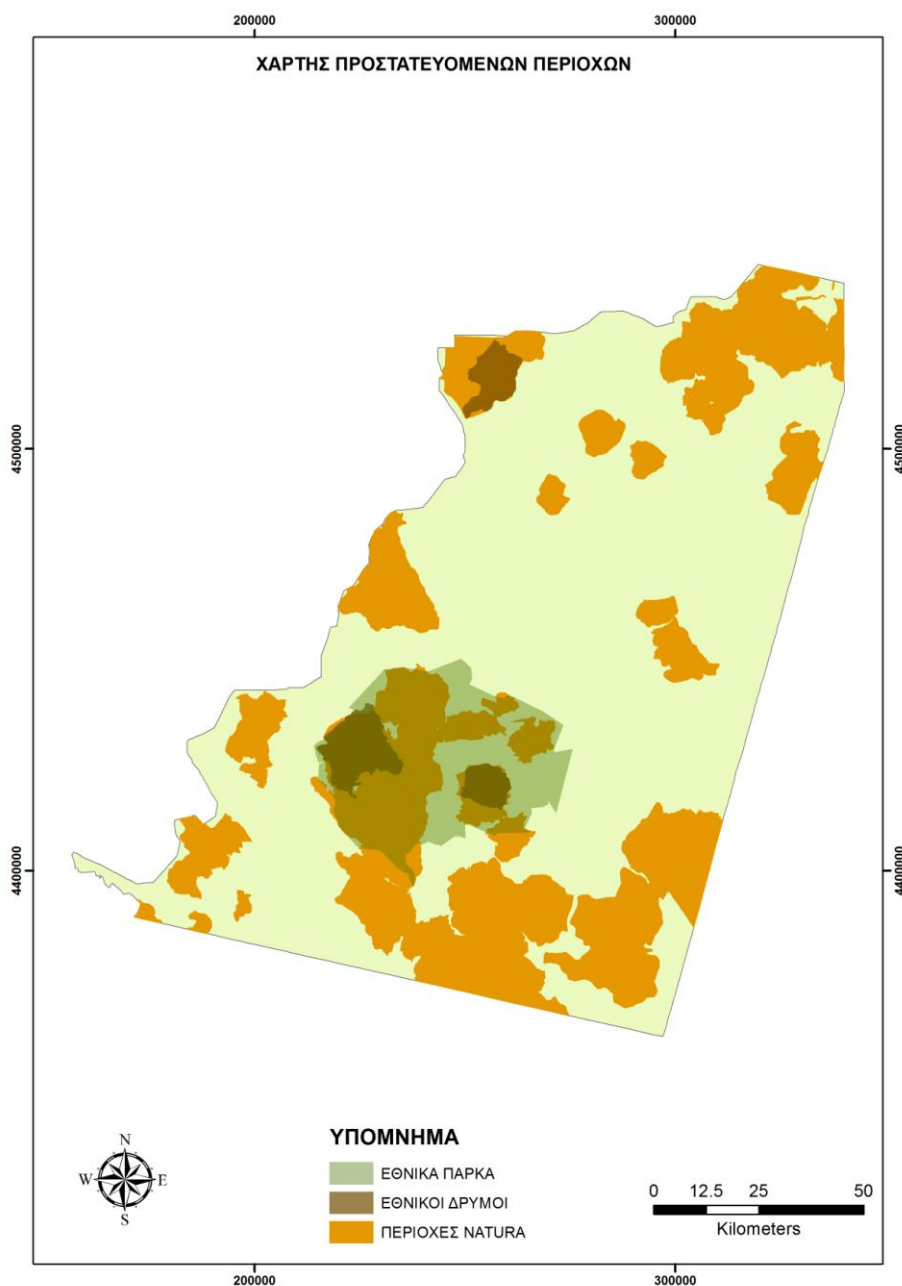
Εικόνα 1-3. Χάρτης κάλυψης-χρήσεων γης

### 1.2.5. Προστατευόμενες περιοχές

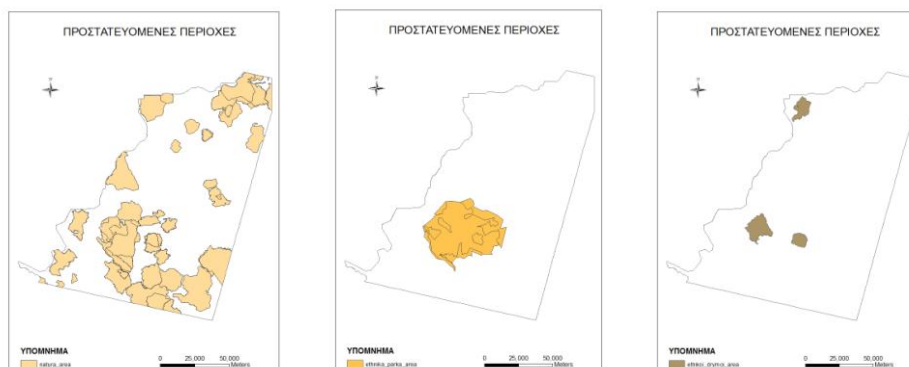
Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν αρκετές προστατευόμενες περιοχές (Εικόνα 1-4 και 1-5) και ακριβέστερα:

- Εθνικοί Δρυμοί
- Εθνικά Πάρκα
- Βιότοποι NATURA

Τα δεδομένα για τη δημιουργία του θεματικού χάρτη προέρχονται από το ΥΠΕΚΑ



Εικόνα 1-4. Οι προστατευόμενες περιοχές (Εθνικοί Δρυμοί-Εθνικά Πάρκα-Βιότοποι NATURA)



α β γ  
 Εικόνα 1-5. Χάρτες των προστατευόμενων περιοχών ανά κατηγορία  
 α: Βιότοποι NATURA, β: Εθνικά Πάρκα γ: Εθνικοί Δρυμοί

### Εθνικοί Δρυμοί-Εθνικά Πάρκα

Εθνικά πάρκα χαρακτηρίζονται εκτάσεις μεγάλης οικολογικής ή βιολογικής σημασίας. Στις περιοχές αυτές προστατεύεται το φυσικό περιβάλλον από κάθε δραστηριότητα ή επέμβαση που είναι δυνατόν να μεταβάλλει ή να αλλοιώσει τη φυσική κατάσταση, σύνθεση ή εξέλιξη του. Κατ' εξαίρεση μπορούν να επιτρέπονται, σύμφωνα με τις ειδικότερες ρυθμίσεις του οικείου κανονισμού, η εκτέλεση εργασιών, ερευνών και η άσκηση ασχολιών και δραστηριοτήτων, κυρίως παραδοσιακών, εφόσον δεν έρχονται σε αντίθεση με τους σκοπούς προστασίας. Στις περιοχές αυτές μπορεί να δίνονται ειδικότερες ονομασίες ανάλογα με το συγκεκριμένο αντικείμενο και το σκοπό προστασίας.

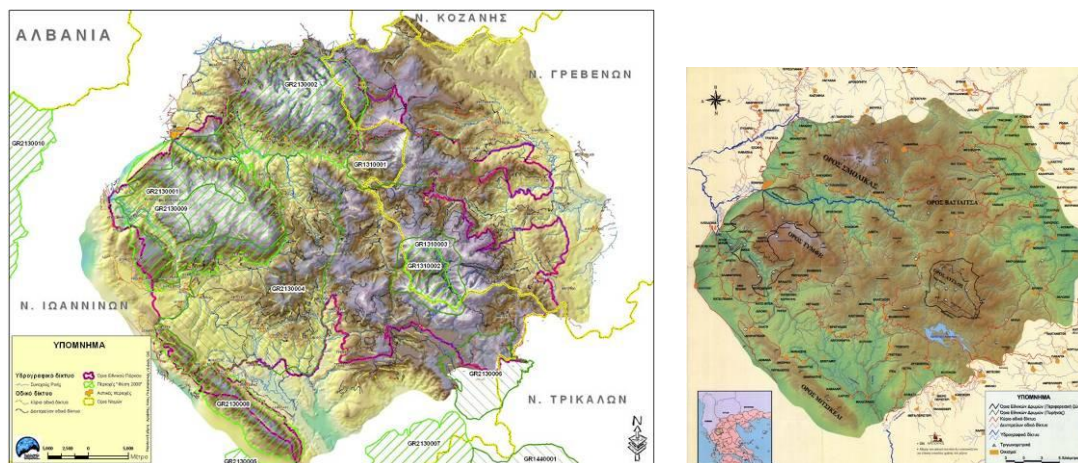
### Εθνικός Δρυμός Πρεσπών

Ο Εθνικός Δρυμός Πρεσπών ανακηρύχθηκε το 1974 και ως πυρήνα του έχει την Μικρή Πρέσπα. Το στοιχείο που ξεχωρίζει τις Πρέσπες από τους υπόλοιπους εθνικούς δρυμούς είναι η μεγάλη ποικιλομορφία σε φυσικές διαπλάσεις και τύπους ενδιαιτημάτων (Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πρεσπών). Η Μικρή Πρέσπα είναι μεσοτροφική και λόγω του μικροκλίματός της διαθέτει 1300 είδη φυτών, 46 είδη θηλαστικών, 11 είδη αμφίβιων, 22 είδη ερπετών και 260 είδη πουλιών. Η Μεγάλη Πρέσπα αντίθετα είναι ολιγοτροφική. Από την Μικρή Πρέσπα τα 4 km<sup>2</sup> επί συνόλου 47,35 km<sup>2</sup> ανήκουν στην Αλβανία ενώ από την Μεγάλη Πρέσπα τα 37 km<sup>2</sup> επί συνόλου 272 km<sup>2</sup> ανήκουν στην Ελλάδα (Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Πρεσπών).



## Εθνικό Πάρκο Πίνδου (περιοχή Βάλια-Κάλντα)

Το Εθνικό Πάρκο Βόρειας Πίνδου περιλαμβάνει τα ορεινά συγκροτήματα που απαρτίζουν το μεγαλύτερο μέρος από το βόρειο τμήμα της οροσειράς της Πίνδου, της μεγαλύτερης και σημαντικότερης οροσειράς της χώρας μας. Οι κυριότεροι ορεινοί όγκοι που περιλαμβάνονται στο Εθνικό Πάρκο είναι: ο Σμόλικας, το δεύτερο σε ύψος βουνό της Ελλάδας (2637 m), η Τύμφη (2497 m), η Βασιλίτσα (2249 m), ο Λύγκος (2177 m), ο Ζυγός (1820 m), και αρκετά άλλα μικρότερα σε έκταση και υψόμετρο βουνά, όπως η Τραπεζίτσα (2022 m.), η Τσούκα Ρόσσα (1987 m), το Φλάμπουρο (1914 m), ο Κλέφτης (1846 m), το Μιτσικέλι (1810 m), ο Κουκουρούντζος (1785 m), η Κούστα (1731 m), ο Κοζιακός (1622 m) και ο Όρλιακας (1443 m).



Εικόνα 1-6. Απεικόνιση του Εθνικού Πάρκου Β. Πίνδου και οι περιλαμβανόμενες περιοχές ΝΑΤΟΥΡΑ (με πράσινη διαγράμμιση) (Πηγή: Καλλιστώ)

Τα δάση του βιοτόπου έχουν αντιμετωπίσει πολλά προβλήματα κατά τη διάρκεια της ανθρώπινης ιστορίας, λόγω κυρίως της γεωργίας και της αποψίλωσης των δασών. Σήμερα, οι μέγιστες απειλές προέρχονται από την ανάπτυξη του τουρισμού και των θερέτρων σκι.

Λόγω της αστάθειας του εδάφους στα απότομα βουνά, όπως είναι η Πίνδος, τα έργα οδοποιίας έχουν οδηγήσει σε επικίνδυνες καθιζήσεις εδάφους και κατάρρευση των κλιτύων των ορέων.

Η Πίνδος αποτελεί σήμερα βιότοπο σπάνιων ειδών στον ελλαδικό και Ευρωπαϊκό χώρο όπως η καφέ αρκούδα, ο λύκος και η βίδα. Περιλαμβάνει δύο εθνικούς δρυμούς. Τον εθνικό δρυμό Πίνδου (Βάλια Κάλντα) και τον εθνικό δρυμό Βίκου-Αώου.

### Γεωπάрко Βίκου-Αώου

Η ευρύτερη περιοχή του Βίκου – Αώου (Εικόνα 1-7), εξαιτίας της μεγάλης γεωλογικής και γεωμορφολογικής της αξίας, χαρακτηρίστηκε ως *Γεωπάрко Βίκου – Αώου* και εντάχθηκε στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Γεωπάρκων της UNESCO την 1η Οκτωβρίου 2010. Είναι ένα από τα τέσσερα αναγνωρισμένα Γεωπάρκα της Ελλάδας

Στο Γεωπάрко Βίκου – Αώου περιλαμβάνονται η οροσειρά της Τύμφης, η χαράδρα του Βίκου και του Βοϊδομάτη, η χαράδρα του Αώου, το όρος Τραπεζίτσα, ο Σμόλικας και ο Κλέφτης, η περιοχή της ένωσης των ποταμών Αώου, Βοϊδομάτη, Σαραντάπορου, οι ιαματικές πηγές Καβασιλών και Αμαράντου. Το μεγαλύτερο τμήμα του Γεωπάρκου βρίσκεται εντός των ορίων του Εθνικού Πάρκου Βόρειας Πίνδου.

Σκοπός της ίδρυσης ήταν η ανάδειξη, προβολή και προστασία του Γεωπάρκου, ως γεωλογικό μνημείο της φύσης, παράλληλα με την ανάδειξη του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος της περιοχής. Στόχος είναι επίσης να αποτελέσει ένα επιπρόσθετο πόλο έλξης επισκεπτών στα μοναδικά και σπάνια γεωλογικά και γεωμορφολογικά μνημεία του Γεωπάρκου Βίκου – Αώου (Φορέας Διαχείρισης Εθνικών Δρυμών Βίκου - Αώου και Πίνδου).



Φαράγγι Αώου



Φαράγγι Βίκου

Εικόνα 1-7. Γεωπάрко Βίκου-Αώου (Πηγή: <http://iliochori.blogspot.gr/>)

### Γεωπάрко Όρλιακα

Το Γεωπάрко αυτό είναι ένας χώρος προς εξερεύνηση μια τοποθεσία θησαυρός. Χρειάστηκαν γεωλογικές διεργασίες εκατοντάδων εκατομμυρίων ετών για να δημιουργηθεί αυτή η καταπληκτική περιοχή. Η παλαιότερη γνωστή φωτογραφία του Όρλιακα ελήφθη από τον γνωστό γεωλόγο-μελετητή της περιοχής, Brunn το 1938.

## Βιότοποι NATURA

Με το όνομα NATURA 2000 αποκαλούνται συγκεκριμένοι βιότοποι, οι οποίοι διαθέτουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Εν τούτοις, υπάρχει η δυνατότητα ανά πάσα στιγμή, να προστεθεί ένας νέος βιότοπος μέσω κατάθεσης αιτήσεως. Έτσι, με την παρακάτω απόφαση που εξέδωσε η πολιτεία, κατ' αρχάς ορίζονται οι φυσικοί οικοτόποι ως τέτοιοι και μετέπειτα καθορίζονται οι προδιαγραφές για την οριοθέτησή τους.

*Απόφαση Αριθμ. 110/1205322, Αρ. Φύλλου 1419, 30/04/2012*

*«Καθορισμός τεχνικών προδιαγραφών για την εκπόνηση μελετών οριοθέτησης των χερσαίων περιοχών του δικτύου «NATURA 2000» – επικαιροποίηση, περιγραφή και οριοθέτηση χερσαίων τύπων οικοτόπων σε Τόπους Κοινοτικής Σημασίας».*

### *ΑΡΘΡΟ 4*

#### *ΟΡΙΣΜΟΙ*

##### *4.1 Φυσικός οικοτόπος*

*Όπου στο παρόν αναφέρεται ο όρος «Φυσικός Οικότοπος» ή Τύπος Οικοτόπου (habitat type) νοούνται οι χερσαίες περιοχές ή υγρότοποι, που διακρίνονται χάριν στα βιολογικά και μη βιολογικά γεωγραφικά χαρακτηριστικά τους, είτε είναι εξ ολοκλήρου φυσικές είτε ημιφυσικές, σύμφωνα με το Παράρτημα I της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.*

*4.2 Τόπος Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ)<sup>1</sup> Ένας τόπος ο οποίος, στη βιογεωγραφική περιοχή ή στις βιογεωγραφικές περιοχές στις οποίες ανήκει, συνεισφέρει σημαντικά στη διατήρηση ή την αποκατάσταση ενός τύπου φυσικού οικοτόπου του Παραρτήματος I ή ενός είδους του παραρτήματος II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, σε ικανοποιητική κατάσταση διατήρησης και ο οποίος μπορεί επί πλέον να συνεισφέρει σημαντικά στη συνοχή του δικτύου «NATURA 2000» ή/και να συνεισφέρει σημαντικά στη διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας στις συγκεκριμένες βιογεωγραφικές περιοχές.*

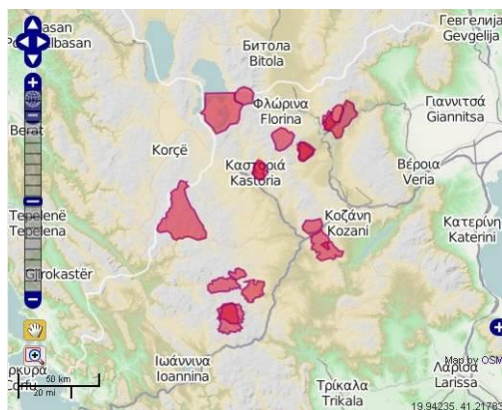
##### *4.3 Ζώνη Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ)*

*Περιοχή προστασίας με βάση την Οδηγία 79/409/ΕΟΚ, η οποία περιλαμβάνεται στο δίκτυο «NATURA 2000», σύμφωνα με την οδηγία 92/43/ΕΟΚ.*

---

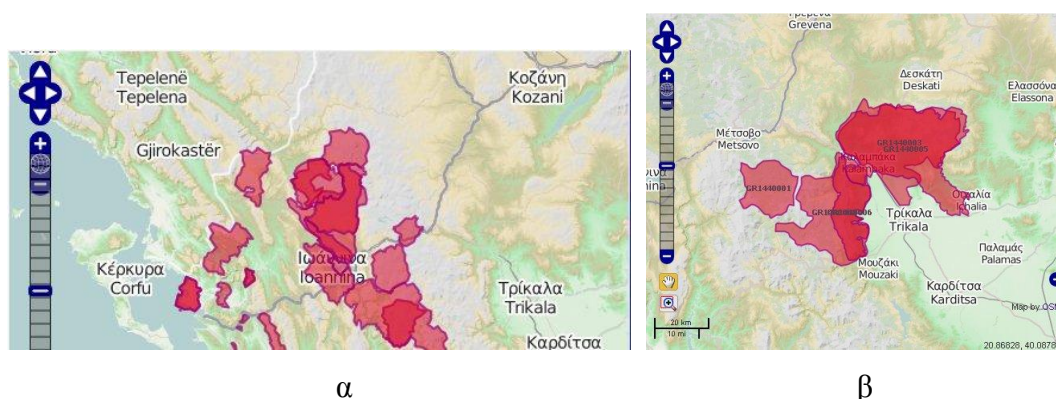
<sup>1</sup> Οι Τόποι Κοινοτικής Σημασίας μετονομάστηκαν σε Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (ΕΖΔ) μετά και την ψήφιση του νόμου για τη βιοποικιλότητα (ν. 3937/2011).

## Δ. Μακεδονία



Εικόνα 1-8. Περιοχές NATURA στην Π.Ε. Δυτ. Μακεδονίας (Πηγή: Φιλότης)

Μέσα σε περιοχές NATURA και μέσα στο δάσος έχει γίνει φύτευση καρποφόρων δένδρων ώστε οι αρκούδες να παραμένουν μακριά από τις καλλιέργειες. Στην Κρυσταλλοπηγή Φλώρινας ολοκληρώθηκε η δενδροφύτευση 650 καρποφόρων δασικών ειδών τον Νοέμβριο 2009.



Εικόνα 1-9. Περιοχές NATURA στις Π.Ε. Ηπείρου (α) και Θεσσαλίας (Περιοχή Καλαμπάκας) (β) (Πηγή: Φιλότης)

Οι Φορείς οι επιτετραμμένοι με την διαχείριση και προστασία των ειδικών αυτών περιοχών είναι οι κάτωθι:

- Φορέας Διαχείρισης Εθνικών Δρυμών Βίκου - Αώου και Πίνδου  
[www.pindosnationalpark.gr](http://www.pindosnationalpark.gr)
- Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πρεσπών <http://www.fdedp.gr>
- Εταιρεία Προστασίας Πρεσπών <http://www.spp.gr>

## 2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

#### 2.1. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

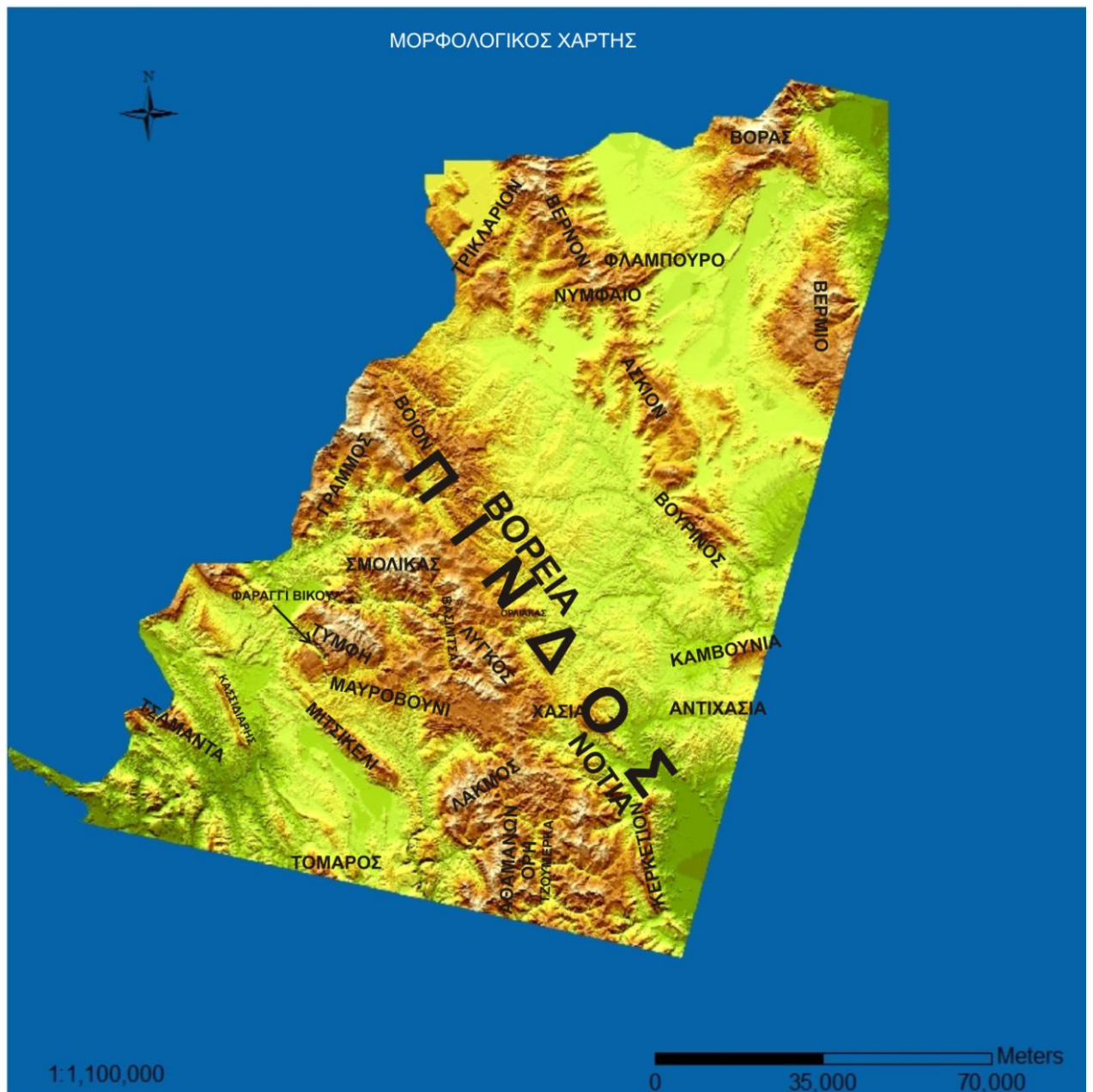
Η περιοχή είναι κατ' εξοχήν ορεινή όπως φαίνεται και στον μορφολογικό χάρτη (Εικόνα 2-1). Χαρακτηρίζεται από τον μεγάλο ορεινό όγκο της Πίνδου, η οποία κατ' ουσίαν χωρίζει την περιοχή μελέτης σε δύο τμήματα (δυτικό και ανατολικό), τον ορεινό όγκο των ορέων Τρικλάριο, Βέρνον, Άσκιο και Βούρινο, το Βέρμιον όρος και το όρος Τσαμαντά. Ενδιάμεσα, παρεμβάλλονται πεδιάδες με κύρια αυτή του Αλιάκμονα.

Η οροσειρά της Πίνδου, έχει μήκος 230 km και πλάτος 70 km και θεωρείται ότι αποτελεί την απόληξη του τόξου των Άλπεων στη Ελλάδα. Χαρακτηρίζεται ως *Η οροσειρά της Ελλάδος* διότι την διατρέχει από Βορρά προς Νότο, όπως φαίνεται και στον γεωμορφολογικό χάρτη της Ελλάδος που ακολουθεί.



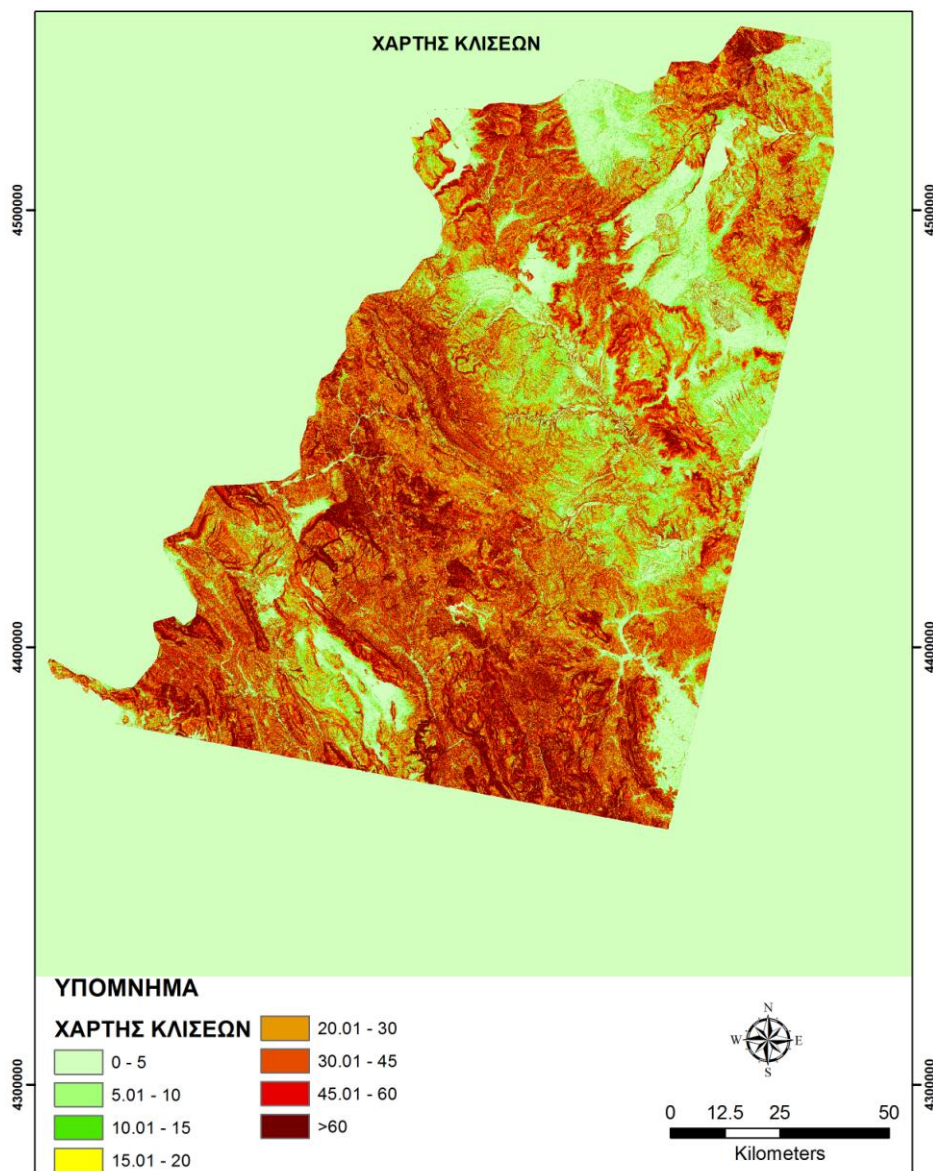
Τα κυριότερα όρη της Βόρειας Πίνδου είναι ο Σμόλικας το δεύτερο σε ύψος μετά τον Όλυμπο όρος (2.637m), η Τύμφη, ο Γράμμος, η Βασιλίτσα, τα όρη του Λύγκου, το Μιτσικέλι και ο Ζυγός.

Από τα όρη αυτά πηγάζουν πολλά ρέματα, με τα περισσότερα να καταλήγουν στον Άραχθο, Αλιάκμονα και τον Σαραντάπορο (παραπόταμο του Αώου). Αποτελούν τα εξωτερικά φυσικά όρια της Προστατευόμενης Περιοχής της Βόρειας Πίνδου. Στο εσωτερικό της ο Αώος, Βοϊδομάτης, και Αρκουδόρευμα, διασχίζουν τους Εθνικούς Δρυμούς του Βίκου-Αώου και της Βάλια-Κάντα.



Εικόνα 2-1. Ψευδέγχρωμος χάρτης σκιασμένου αναγλύφου περιοχής

Όπως φαίνεται και στον χάρτη κλίσεων (Εικόνα 2-2), η συντριπτική πλειοψηφία της περιοχής διαθέτει εξαιρετικά απότομα πρανή με κλίσεις μεγαλύτερες του 30% .



Εικόνα 2-2. Χάρτης κλίσεων περιοχής

### **ΟΡΟΣΕΙΡΑ ΤΗΣ ΠΙΝΔΟΥ**

Η συγκεκριμένη οροσειρά κατ' ουσίαν χωρίζει την περιοχή μελέτης σε δύο τμήματα, το δυτικό και ανατολικό. Είναι η μεγαλύτερη οροσειρά της Ελλάδας. Κυριαρχεί σχεδόν σ' ολόκληρη την δυτική Ελλάδα και ουσιαστικά αποτελεί συνέχεια των Ιλλυρικών και Δαλματικών οροσειρών. Χωρίζεται σε μικρότερες οροσειρές και βουνά, τα οποία χωρίζονται μεταξύ τους από χαράδρες ή κοιλάδες ποταμών.

Τα σημαντικότερα βουνά που αποτελούν την οροσειρά της Πίνδου είναι ο Σμόλικας, τα Αθαμανικά Όρη, ο Γράμμος, η Τύμφη, τα Άγραφα, ο Λάκμος και άλλα. Η ψηλότερη κορυφή της ανήκει στον Σμόλικα και έχει υψόμετρο 2.637 μέτρα.

Ως τμήμα της ευρύτερης οροσειράς της Πίνδου θεωρούνται και τα βουνά της νοτιότερης Ελλάδας: τα Βαρδούσια, η Γκιώνα, ο Παρνασσός και η Οίτη.

Ως Πίνδος αναφέρεται η ορεινή περιοχή των νομών Τρικάλων, Γρεβενών και Ιωαννίνων, η οποία αποτελεί την κυρίως Πίνδο και χωρίζεται στην Βόρεια και την Νότια Πίνδο.

Ως βόρεια Πίνδος αναφέρεται το τμήμα της οροσειράς που καταλαμβάνει τον νομό Γρεβενών και ένα μέρος του νομού Ιωαννίνων. Αποτελείται από τους ορεινούς όγκους βόρεια του αυχένα της Κατάρας. Εδώ βρίσκεται ο εθνικός δρυμός Πίνδου, στην περιοχή της Βάλια Κάλντα. Από την βόρεια Πίνδο πηγάζουν οι ποταμοί Άραχθος και Αώος. Το μεγαλύτερο τμήμα της συμπεριλαμβάνεται στο Εθνικό Πάρκο Βόρειας Πίνδου.

Ως νότια Πίνδος αναφέρεται το τμήμα της οροσειράς που καταλαμβάνει τον νομό Τρικάλων και ένα μέρος του νομού Ιωαννίνων. Αποτελείται από τους ορεινούς όγκους νότια του αυχένα της Κατάρας. Ανατολικά καταλήγει στον Θεσσαλικό κάμπο ενώ νότια συναντάει την οροσειρά των Αγράφων. Οι ψηλότερες κορυφές της νότιας Πίνδου είναι η Τριγγία (2.204 μέτρα) και το Αυγό (2.146 μέτρα). Από την νότια Πίνδο πηγάζουν οι ποταμοί Αχελώος και Πηνειός (Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Β. Πίνδου).

## 2.2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

Γεωτεκτονικά, η περιοχή ανήκει (από Δυσμάς προς Ανατολάς) στις ζώνες Αδριατικοϊόνιο (ή Ιόνιο), Γαβρόβου-Τριπόλεως, Ωλονού-Πίνδου (ή απλά Πίνδου), Υποπελαγονική και Πελαγονική (Εικόνα 2-3).

Χαρακτηριστικά των ζωνών αυτών σε σχέση με την περιοχή μελέτης::

- Ιόνιος ζώνη (I). Περιοχή Ηπείρου με χαρακτηριστικό της γνώρισμα οι μεγαπτυχές διευθύνσεως ΒΒΔ-NNA και ΒΔ-NA.
- Ζώνη Γαβρόβου-Τριπόλεως (G). Στην περιοχή εμφανίζεται κυρίως με τον φλύσχη-περιοχή Κόνιτσας και όρος Τύμφη- (Μουντράκης 2010) όπου και εμφανίζονται προβλήματα σταθερότητας εδαφών (Κούκης και Σαμπατακάκης 2007).
- Η ζώνη Πίνδου (P). Έχει επωθηθεί προς δυσμάς επί της ζώνης Γαβρόβου-Τριπόλεως και την έχει υπερκαλύψει στις περιοχές της Β. Πίνδου και των Τζουμέρκων όπου και εμφανίζεται ως τεκτονικό κάλυμμα. Επί της ζώνης αυτής



έχουν επωθηθεί οφειολιθικές μάζες. Τυπικό γνώρισμά της είναι η σχιστοκερατολιθική διάπλαση. Όσον αφορά το προαλπικό υπόβαθρο της ζώνης, δεν έχει βρεθεί (Μουντράκης 2010). Χαρακτηρίζεται από μεγάλη αστάθεια στις περιοχές με κορήματα, νεογενείς σχηματισμούς και στη μεταβατική προς φλύσχη σειρά (Κούκης και Σαμπατακάκης 2007).

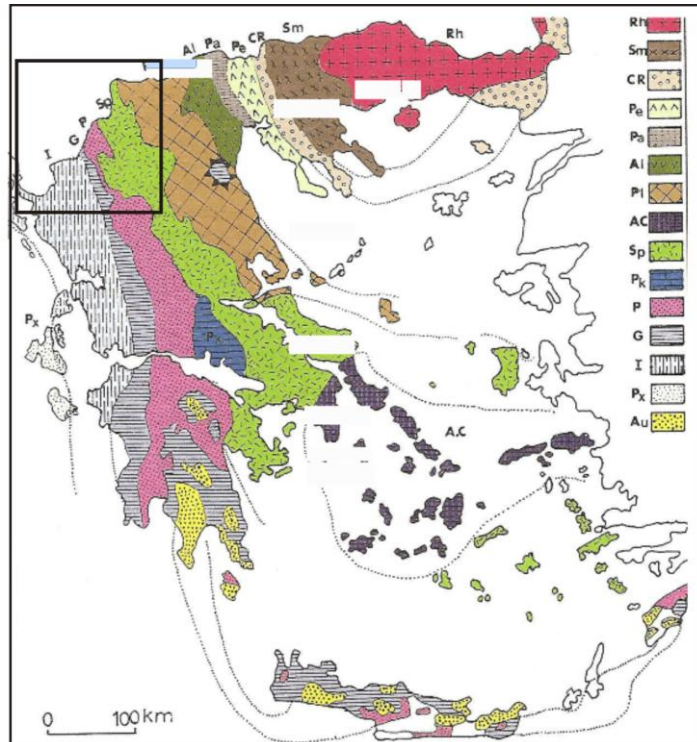
- Η Υποπελαγονική ζώνη (Sp) της οποίας κύριο γνώρισμα είναι οι μεγάλες οφειολιθικές μάζες και η σχιστοκερατολιθική διάπλαση (λεπτοκόκκα ιζήματα με χρόνο σχηματισμού Ιουρασικό-Άνω Τριαδικό). Βούρινο (όπου και τα κοιτάσματα χρωμιτών) και Καστοριά (Μουντράκης 2010). Γεωτεχνικά προβλήματα εντοπίζονται κυρίως στους νεότερους αλπικούς σχηματισμούς και τα νεογενή (Κούκης και Σαμπατακάκης 2007).
- Η Πελαγονική ζώνη (P1). Οι οφειόλιθοι είναι αλλόχθονοι και προέρχονται από τις ζώνες Αξιού και Υποπελαγονική. Σ' αυτήν υπάγονται οι περιφέρειες Γρεβενών και Κοζάνης (Μουντράκης 2010). Το συμπαγές προαλπικό υπόβαθρο περιορίζει τις ασταθείς συνθήκες στους νεότερους αλπικούς σχηματισμούς και ιδιαίτερα αυτούς τις σχιστοκερατολιθικής διάπλασης και του φλύσχη (Κούκης και Σαμπατακάκης 2007).
- Η Μεσοελληνική αύλακα της οποίας η ιζηματογένεση σταματάει στο Μέσο-Άνω Μειόκαινο. Το αλπικό της υπόβαθρο είναι οφειόλιθοι και ασβεστόλιθοι και τα μεταλλικά ιζήματα είναι η μολάσση Ολιγόκαινου-Μειόκαινου (Μουντράκης 2010).

#### *Νεογενή-Τεταρτογενή ιζήματα περιοχής*

Η λιγνιτοφόρος λεκάνη Πτολεμαΐδας με κοιτάσματα Πλειοκαίνου και μικρά λιγνιτικά κοιτάσματα στην Μεσοελληνική αύλακα.

Η νεογενής λεκάνη Φλώρινας-Πτολεμαΐδας, λόγω των πλούσιων λιγνιτικών κοιτασμάτων είναι η πλέον ενδιαφέρουσα. Είναι παράλληλη προς τον ορογενετικό άξονα των Ελληνίδων (ΒΒΔ-ΝΝΑ) και η πρώτη λεκάνη ανατολικά και άρα πίσω από την Μεσοελληνική αύλακα προς την οποία είναι παράλληλη.

Τα ιζήματα της λεκάνης αυτής είναι χερσαία, ποταμοχειμάρρια και λιμναία (λιγνιτοφόρα) (Μουντράκης 2010).



Εικόνα 2-3. Χάρτης των Γεωτεκτονικών Ζωνών της Ελλάδος (κατά Μουντράκη 2010). Το τετράγωνο απεικονίζει την περιοχή μελέτης

Συνοψίζοντας, στο βόρειο και κεντρικό τμήμα του Εθνικού Πάρκου Πίνδου, δηλαδή στον Σμόλικα, το Φλάμπουρο, τη Βασιλίτσα, την Τσούκα Ρόσσα και τα όρη Λύγκου (Αυγό, Μαυροβούνι) κυριαρχούν τα *οφειολιθικά* πετρώματα. Στο νότιο και δυτικό τμήμα του Πάρκου, δηλαδή στην Τύμφη, στην Τραπεζίτσα και στο Μιτσικέλι, όπως επίσης και σε ορισμένα σημεία στα κεντρικά (Κούστα, Κοζιακός) και βορειοανατολικά (Ορλιακας) επικρατεί ο *ασβεστόλιθος*. Στην περιοχή του Εθνικού Δρυμού Βάλια Κάλντα και στις κορυφές των ορέων που τον περιβάλλουν, κυριαρχούν ηφαιστειογενή πετρώματα της σειράς των *περιδοτιτών*. Ο φλύσχος της Πίνδου και ο ασβεστόλιθος εμφανίζονται στα κατώτερα σημεία στην κοιλάδα της Βάλια Κάλντα.

Καθώς η παρούσα διατριβή πραγματεύεται τις συνέπειες της αποψίλωσης στις υποδομές, η λεπτομερής καταγραφή των λιθολογικών σχηματισμών της περιοχής είναι πλεονάζουσα. Απαραίτητη είναι μία ενοποιημένη λιθολογία με βάση τα πετρογραφικά και φυσικομηχανικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών αυτών. Ως εκ τούτου έγινε χρήση του γεωτεχνικού χάρτη του ΙΓΜΕ κλίμακας 1:500000 (Εικόνα 2-4). Έτσι, έχουμε: τους τεταρτογενείς σχηματισμούς χαλαρούς και συνεκτικούς, τις νεογενείς αποθέσεις, τις μολασσικές αποθέσεις, την γύψο και τα λατυποπαγή, τον



## *Τεκτονική-Μορφοτεκτονική*

Περιγράφοντας την τεκτονική-μορφοτεκτονική της περιοχής μελέτης, θα αναφερθούμε κυρίως στις λεκάνες, στις ποτάμιες αναβαθμίδες, στα νεοτεκτονικά ρήγματα και γενικότερα στις πρόσφατα δημιουργημένες δομές και ρήγματα.

Υπάρχει η Νεογενής λεκάνη Φλώρινας-Βεγορίτιδας-Πτελεμαΐδος, η οποία προεκτείνεται προς τα βόρεια στην ΠΓΔΜ. Οι Pavlides and Mountrakis (1987) αναγνώρισαν δύο εφελκυστικές φάσεις, μία Μειοκαίνου-Πλειοκαίνου διευθύνσεως ΒΑ-ΝΔ και μία Τεταρτογενούς διευθύνσεως ΒΔ-ΝΑ. Θεωρούν δε ότι ο τεκτονισμός του Τεταρτογενούς είναι ακόμη ενεργός, .

Στην περιοχή Πετρών-Νυμφαίου, στη λεκάνη Αμύνταιου υπάρχει ένα μεγάλο νεοτεκτονικό ρήγμα διευθύνσεως ΒΑ-ΝΔ (Pavlides and Mountrakis, 1987, Mariolakos et al 2004).

Αναβαθμίδες Αλιάκμονα: Στην κοιλάδα, η οποία έχει δημιουργηθεί από τον ποταμό Αλιάκμονα και τους παραποτάμους του, εμφανίζονται 4 αναβαθμίδες (Brunn 1956). Την ροή του ποταμού καθορίζουν νεοτεκτονικές κινήσεις.

Στην περιοχή των Γρεβενών υπάρχουν δύο νεοτεκτονικές δομές: αυτή των Γρεβενών και αυτή του Τσοτυλίου. Επίσης, στην περιοχή της Κόνιτσας και της Τύμφης υπάρχουν οι μεγαπτυχές της Ιονίου ζώνης όπως το αντικλινόριο των Ιωαννίνων, το μεγααντίκλινο του όρους Μιτσικελίου (Μουντράκης 2010).

Τέλος, υπάρχουν ρήγματα ανάστροφα, τα οποία δημιουργήθηκαν κατά την τελευταία πτύχωση κάθετα στους άξονες των μεγαπτυχών και κανονικά, τα οποία δημιούργησαν τις λεκάνες στην Ήπειρο.

### *2.3. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ*

Τα υδατικά συστήματα της περιοχής είναι ποτάμια και λιμναία.

#### Ποτάμια υδατικά συστήματα περιοχής

##### 4. Μακεδονία

Αλιάκμονας ποταμός, με τους παραποτάμους του Βενέτικο, Πραμόριτσα, Γρεβενιώτικο.

#### Λιμναία υδατικά συστήματα περιοχής

Περιλαμβάνονται οι φυσικές λίμνες και τεχνητές λίμνες- ταμιευτήρες φραγμάτων.

### Φυσικές λίμνες

Βεγορίτιδα και λίμνη Πετρών, λίμνη Καστοριάς, Ζάζαρη, Χειμαδίτιδα, Μικρή Πρέσπα, μέρος της μεγάλης Πρέσπας

### Τεχνητές λίμνες

Λίμνη Πολυφύτου, Λίμνη Ιλαρίωνα (η κατάκλυσή της σκέπασε έναν νεολιθικό οικισμό), λίμνη Βυθού ποταμού Πραμόριτσα, λίμνη Σκοπού-Παπαδιάς Φλώρινα  
Πρέπει να τονισθεί ότι από το 2011 και μετά τα υδατικά συστήματα της περιοχής έχουν αλλάξει με δημιουργία νέων φραγμάτων.

- Φράγμα Πολυφύτου
- Φράγμα Ιλαρίωνος (Γρεβενά). Θεωρείται μεγάλο αναπτυξιακό έργο για τους νομούς Κοζάνης και Γρεβενών. Τα νερά της τεχνητής λίμνης κάλυψαν όλο το φαράγγι της Ζάμπορδας. Το υδροηλεκτρικό φράγμα εκτός από την παραγωγή ενέργειας θα υδρεύσει τη Θεσσαλονίκη και θα ρυθμίσει τον ταμιευτήρια Πολυφύτου δηλαδή θα σταθεροποιηθούν οι διακυμάνσεις της λίμνης.
- Φράγμα Πραμόριτσα (Βόϊον Κοζάνης-Γρεβενά). Στα θεμέλια της Πίνδου, ανάμεσα στο Γράμμο, τον Σμόλικα και την Βασιλίτσα βρίσκεται το όρος Βόϊο από το οποίο πηγάζει ο Αλιάκμονας, ο μεγαλύτερος ποταμός της Ελλάδας. Στη ροή των πηγών του Πραμόριτσα, που ξεκινάει ψηλά από τον Αηλιά και το Παλιοκριμήνι, έχει κατασκευασθεί το ομώνυμο φράγμα, σχηματίζοντας την τεχνητή λίμνη του Βυθού, η οποία έχει αρχίσει να γίνεται ένας πλούσιος βιότοπος ψαριών και πτηνών. Η λίμνη δημιουργήθηκε το έτος 2008 και σήμερα τα νερά της υδροδοτούν όλους σχεδόν τους οικισμούς της Επαρχίας Βοΐου.

## **Ήπειρος**

### Λιμναία υδατικά συστήματα περιοχής

Αώος ποταμός. Έχει μήκος 260 km και είναι ο μόνος ποταμός που πηγάζει από την Ελλάδα αλλά εκβάλλει στην Αλβανία (Αδριατική θάλασσα). Οι πηγές του βρίσκονται στη βόρεια Πίνδο και μετά από τη διαδρομή του ανάμεσα στην Τύμφη και το Γράμμο εισέρχεται στο αλβανικό έδαφος. Σημαντικότεροι παραπόταμοί του είναι ο Σαραντάπορος και ο Βοϊδομάτης. Ο πρώτος πηγάζει από τον Γράμμο και ο δεύτερος από την Τύμφη και ενώνονται με τον Αώο κοντά στην Κόνιτσα (Wikipedia). Διατρέχει μεγάλο μέρος του Εθνικού Πάρκου Βίκου-Αώου.

Καλαμάς με τους παραποτάμους του Σμόλιτσα και Τυρά

Άραχθος με τους παραποτάμους του Σαραντάπορο, Μετσοβίτικο, Ζαγορίτικο, Μέγα Λάκχο και Σουρίτικο

#### Φυσικές λίμνες

Παμβώτις (Ιωάννινα)-τάφος Λαμψίστα. Αποτελούσαν μία ενιαία λίμνη, όμως η Λαμψίστα αποξηράνθηκε με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί σοβαρό πρόβλημα και η λίμνη να χαρακτηρίζεται πλέον ως ιδιαίτερος τροποποιημένο Υδατικό Σύστημα λόγω των υδρομορφολογικών αλλοιώσεων που έχει υποστεί (ΕΓΥ 2013).

#### Τεχνητές λίμνες

Λίμνη πηγών Αώου

Σε υψόμετρο 1340 μέτρων έχει δημιουργηθεί ταμιευτήρας του υδροηλεκτρικού σταθμού Πηγών Αώου επιφάνειας 11,5 km<sup>2</sup> και χωρητικότητας 263 m<sup>3</sup>. Από εδώ το νερό οδηγείται στον υπόγειο σταθμό παραγωγής, 440 μέτρα χαμηλότερα, με σήραγγα μήκους 3 km και διαμέτρου 3,5 m και από εκεί με άλλη σήραγγα 2900 m και διαμέτρου 4,7 m στον ποταμό Μετσοβίτικο, παραπόταμο του Άραχθου και ενισχύει την παραγωγή του ΥΗΣ Πουρναρίου (Wikimapia).

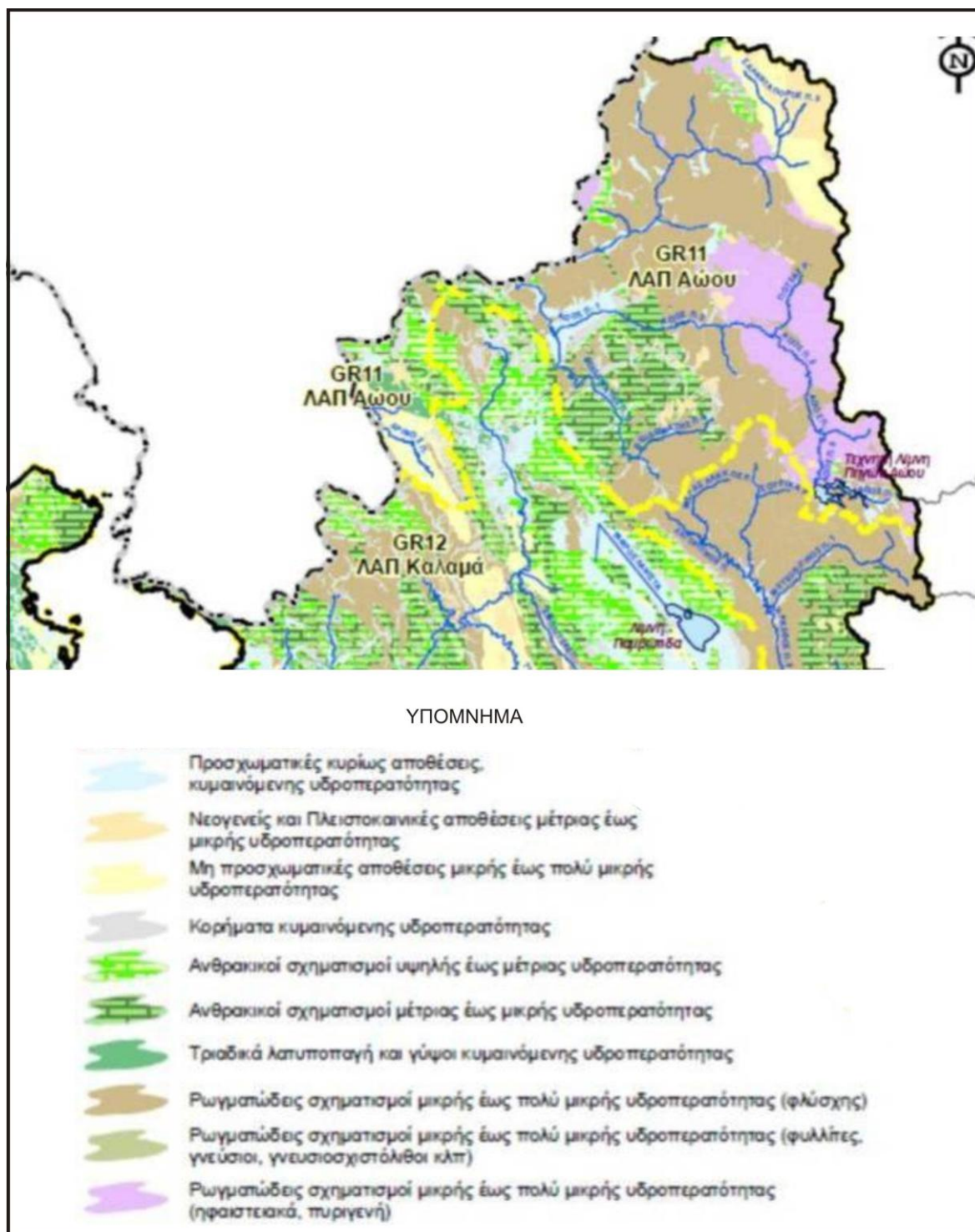
#### Υδρολιθολογικοί χάρτες

Οι χάρτες αυτοί απεικονίζουν τους λιθολογικούς σχηματισμούς με βάση τις υδρομηχανικές τους ιδιότητες και την ικανότητα περατότητας τους.

Στην Εικόνα 2-5 απεικονίζονται οι υδρολιθολογικοί σχηματισμοί του τμήματος της περιοχής μελέτης που ανήκει στην Ήπειρο. Οι ανήκοντες στην λεκάνη απορροής του Αώου έχουν μικρή έως πολύ μικρή υδροπερατότητα αφού πρόκειται περί φλύσχη και πυριγενών πετρωμάτων. Οι ανήκοντες στη λεκάνη απορροής του Καλαμά είναι κατά το πλείστον υψηλής έως μέτριας περατότητας διότι πρόκειται περί ανθρακικών σχηματισμών, ένα μέρος (φλύσχης) είναι πολύ χαμηλής υδροπερατότητας και οι νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμοί μέσης έως χαμηλής υδροπερατότητας.

Οι υδρολιθολογικοί σχηματισμοί της Δ. Μακεδονίας (Εικόνα 2-6 και το ακολουθούν υπόμνημα) είναι ημιπερατοί (κάποιοι ιζηματογενείς), αδιαπέρατοι (πυριγενή και μεταμορφωμένα), μακροπερατοί (ανθρακικοί σχηματισμοί μεταμορφωμένοι και μη καθώς και κάποιοι μεταμορφωμένοι, πυριγενείς και ιζηματογενείς μεγάλης έκτασης) και τέλος μικροπερατοί (κάποιοι ιζηματογενείς σχηματισμοί μεγάλης έκτασης). Οι συγκεκριμένοι χάρτες θα χρησιμοποιηθούν συνδυαστικά με άλλους θεματικούς χάρτες όπως χάρτη κλίσεων, χάρτη

προσανατολισμού κλίσεων, χάρτη κάλυψης-χρήσεων γης και σε συσχέτισμό με τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δορυφορικών εικόνων.



Εικόνα 2-5. Υδρολιθολογικός χάρτης του τμήματος της περιοχής μελέτης που ανήκει στην Ήπειρο (κατά ΕΓΥ 2013)

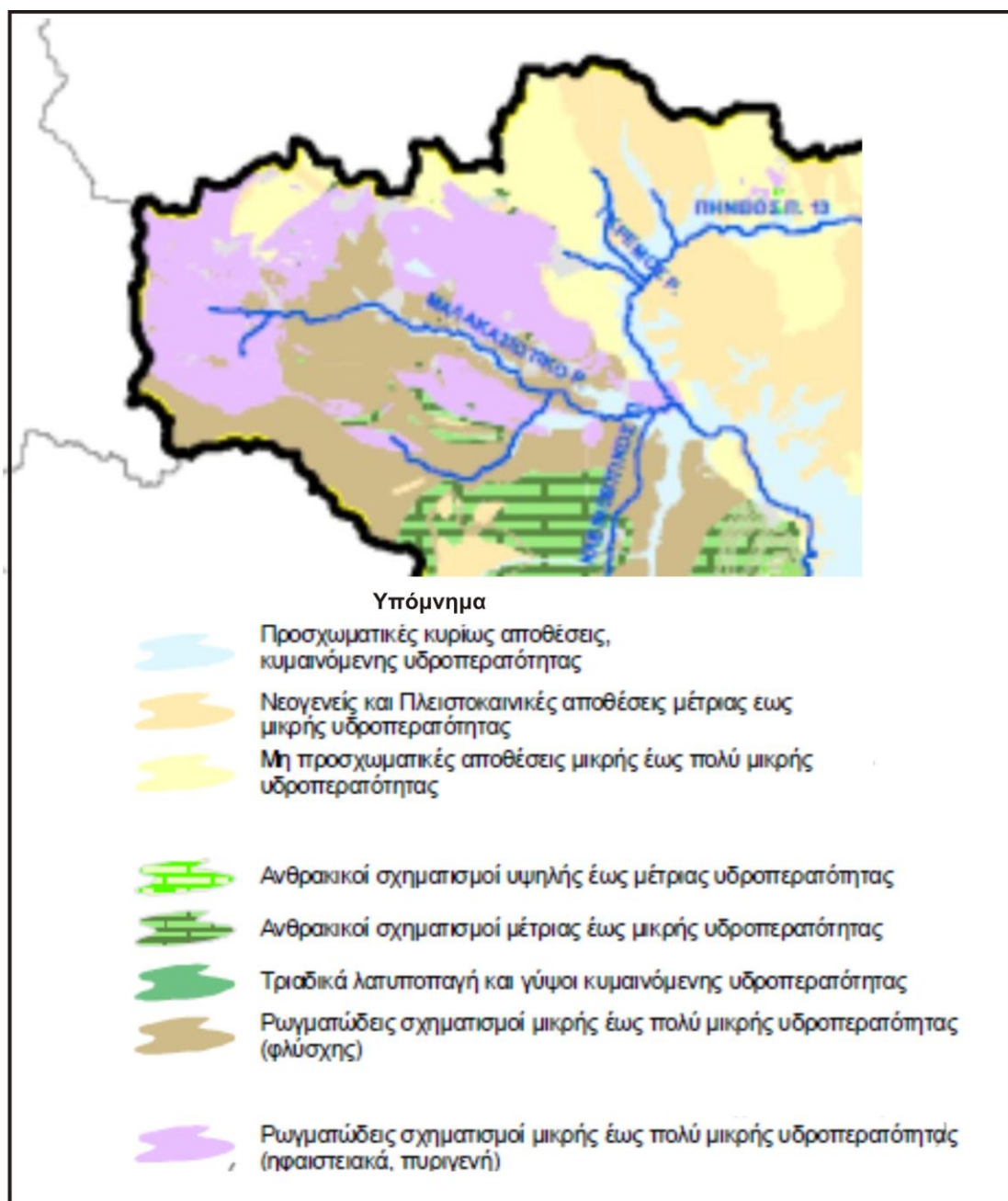




## Υπόμνημα

	5	Σχηματισμοί των οποίων η συμπεριφορά δεν είναι σταθερή αλλά μεταβάλλεται κατά τόπους
	42	Αδιαπέρατοι σχηματισμοί ή σχηματισμοί μικρού πάχους που από κάτω τους αναπτύσσονται αξιόλογα υδροφόρα συστήματα
	111	Μικροπερατοί σχηματισμοί (ιζηματογενείς σχηματισμοί μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
	121	Μικροπερατοί σχηματισμοί (σχηματισμοί μικρής έκτασης με τοπική σημασία ή μεγάλης έκτασης και μέτριας δυναμικότητας)
	211	Μακροπερατοί σχηματισμοί (ιζηματογενείς σχηματισμοί μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
	212	Μακροπερατοί σχηματισμοί (πυριγενείς σχηματισμοί μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
	213	Μακροπερατοί σχηματισμοί (μεταμορφωμένοι σχηματισμοί μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
	221	Μακροπερατοί σχηματισμοί (ιζηματογενείς σχηματισμοί μικρής έκτασης και τοπικής σημασίας ή μεγάλης έκτασης και μέτριας δυναμικότητας)
	222	Μακροπερατοί σχηματισμοί της (πυριγενείς σχηματισμοί μικρής έκτασης και τοπικής σημασίας ή μεγάλης έκτασης και μέτριας δυναμικότητας)
	223	Μακροπερατοί σχηματισμοί (μεταμορφωμένοι σχηματισμοί μικρής έκτασης και τοπικής σημασίας ή μεγάλης έκτασης και μέτριας δυναμικότητας)
	311	Ημιπερατοί σχηματισμοί (ιζηματογενείς, πορώδεις σχηματισμοί)
	312	Ημιπερατοί σχηματισμοί (πυριγενείς, πορώδεις σχηματισμοί)
	321	Ημιπερατοί σχηματισμοί (ιζηματογενείς, ρωγμώδεις σχηματισμοί)
	322	Ημιπερατοί σχηματισμοί (πυριγενείς, ρωγμώδεις σχηματισμοί)
	323	Ημιπερατοί σχηματισμοί (μεταμορφωμένοι, ρωγμώδεις σχηματισμοί)
	411	Αδιαπέρατοι σχηματισμοί (πρακτικά αδιαπέρατοι ιζηματογενείς σχηματισμοί)
	412	Αδιαπέρατοι σχηματισμοί (πρακτικά αδιαπέρατοι πυριγενείς ή ηφαιστειοίζηματογενείς σχηματισμοί)
	413	Αδιαπέρατοι σχηματισμοί (πρακτικά αδιαπέρατοι μεταμορφωμένοι σχηματισμοί)
	2111	Μακροπερατοί σχηματισμοί (ασβεστόλιθοι και δολομίτες μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
	2132	Μακροπερατοί σχηματισμοί (μάρμαρα μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
	2211	Μακροπερατοί σχηματισμοί (ασβεστόλιθοι και δολομίτες μικρής έκτασης και τοπικής σημασίας ή μεγάλης έκτασης και μέτριας δυναμικότητας)
	2232	Μακροπερατοί σχηματισμοί (μάρμαρα μικρής έκτασης και τοπικής σημασίας ή μεγάλης έκτασης και μέτριας δυναμικότητας)

Στην Εικόνα 2-7 απεικονίζονται οι υδρολιθολογικοί σχηματισμοί της περιοχής της Θεσσαλίας που ανήκει στην περιοχή μελέτης. Οι σχηματισμοί της λεκάνης απορροής του Μαλακασιώτικου είναι μικρής υδροπερατότητας διότι πρόκειται για πυριγενή πετρώματα και φλύσχη, μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας (αποθέσεις νεογενείς και πλειστοκαινικές, ανθρακικοί σχηματισμοί) και τέλος μέτριας έως υψηλής υδροπερατότητας (ανθρακικοί σχηματισμοί)



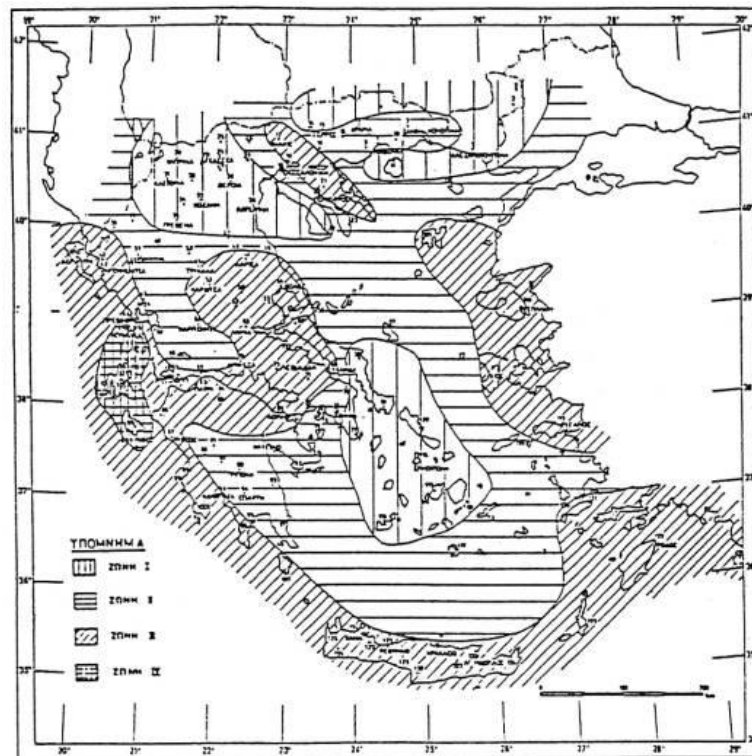
Εικόνα 2-7. Υδρολιθολογικός χάρτης του τμήματος της περιοχής μελέτης που ανήκει στην Θεσσαλία (κατά ΕΓΥ)

#### 2.4. ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ-ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

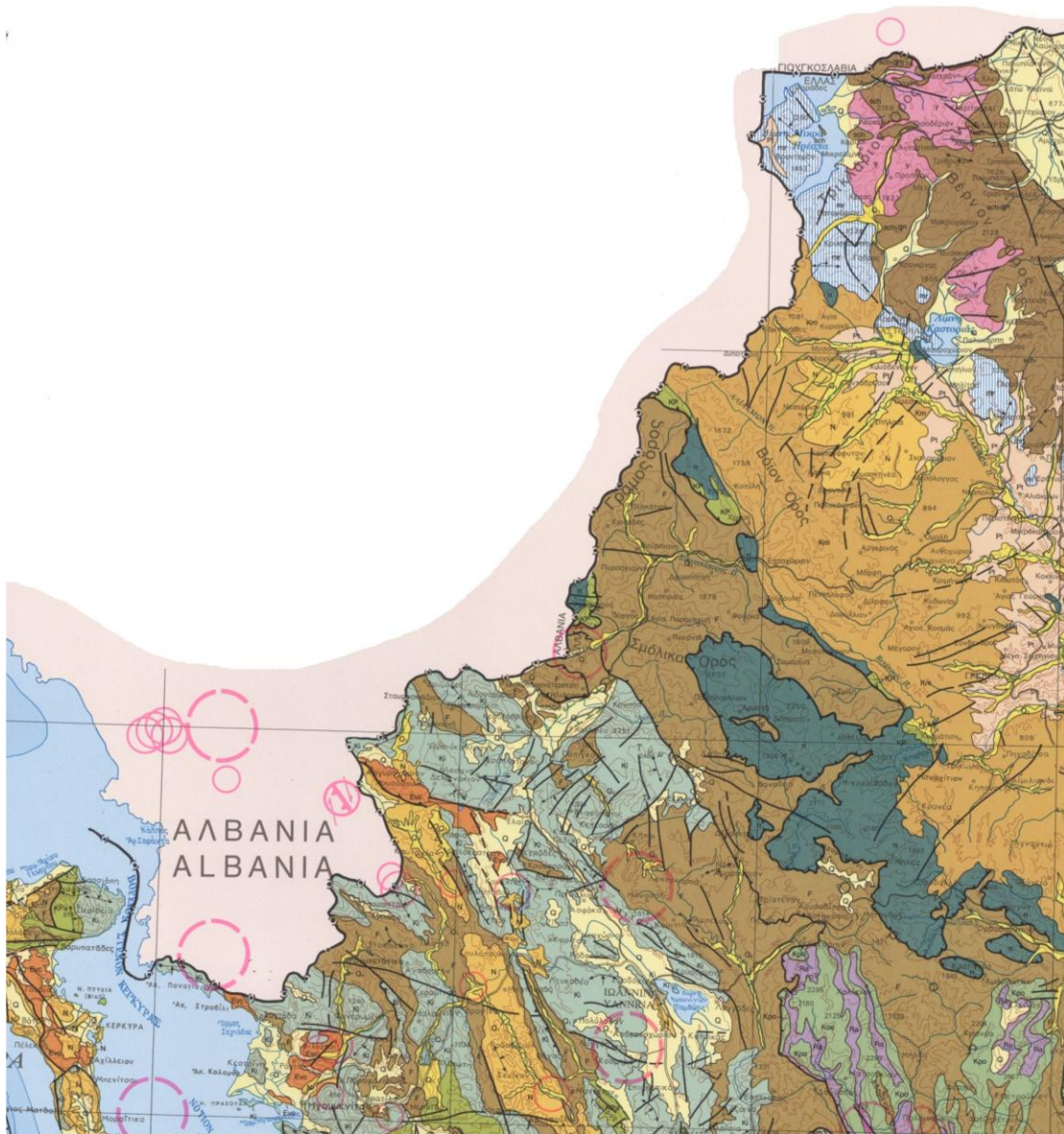
Ο σεισμός είναι ένα φυσικό φαινόμενο άρρηκτα συνδεδεμένο με την γη. Οι επιπτώσεις τους είναι σημαντικές τόσο κοινωνικά με τις πολλές ανθρώπινες απώλειες όσο και οικονομικά με τις καταστροφές υποδομών. Οι καταστροφές που προκαλούν εν τούτοις, είναι συνέπεια σεισμών μεγέθους μεγαλύτερου των 5 βαθμών της κλίμακας Richter.

Ο ελλαδικός χώρος έχει έντονη σεισμική δραστηριότητα με τους περισσότερους σεισμούς να είναι τεκτονικής φύσεως. Αιτία των σεισμών αυτής της φύσεως σε είναι η θέση της χώρας στην Μεσόγειο, όπου υποβυθίζεται η αφρικανική λιθοσφαιρική πλάκα κάτω από την ευρασιατική και ταυτόχρονα προωθείται το ρήγμα της Ανατολίας προς Δυσμάς.

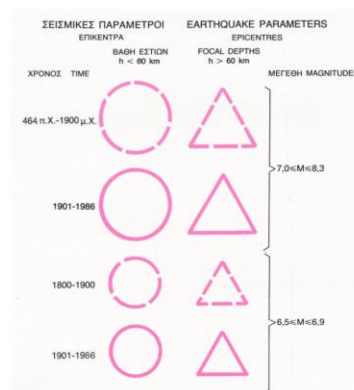
Όσον αφορά την περιοχή μελέτης, αν και είχε καταγραφεί σεισμός μεγέθους 5,6 Richter το 1984 (Εργαστήριο Γεωφυσικής, Α.Π.Θ.), εθεωρείτο σεισμικά «ασφαλής» μέχρι τον σεισμό της Κοζάνης-Γρεβενών την 13/5/1995, μεγέθους 6,6 Richter και ο χάρτης σεισμικότητας του ΟΑΣΠ 1989 την είχε ενταγμένη στην σεισμική ζώνη 1 (Εικόνα 2-8) δηλ. χαμηλής σεισμικής επικινδυνότητας. Όπως βλέπουμε στον σεισμοτεκτονικό χάρτη του ΙΓΜΕ 1989 (Εικόνα 2-9), κλίμακας 1:500000, τα ρήγματα στην περιοχή είχαν ανιχνευθεί.



Εικόνα 2-8. Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας (κατά ΟΑΣΠ 1989)



Υπόμνημα



Εικόνα 2-9. Τμήμα του Σεισμοτεκτονικού Χάρτη 1:500000 ΙΓΜΕ, 1989 που περιέχει την περιοχή μελέτης

Οι Pavlides and Mountrakis, (1987) είχαν αναγνωρίσει ρήγματα μεγάλης επιφανειακής εκτάσεως στη λεκάνη Φλώρινας-Βεγορίτιδας-Πτολεμαΐδος, προερχόμενα από δύο εφελκυστικές φάσεις, θεωρούν δε ότι ο τεκτονισμός του Τεταρτογενούς είναι ενεργός.

Ο σεισμός του 1995 έδωσε το έναυσμα για ενδελεχή γεωλογική μελέτη της περιοχής, η οποία πλέον χαρακτηρίζεται τεκτονικά ενεργή. Κάποιοι ερευνητές θεωρούν ότι υπάρχουν ενδείξεις ότι το 1700 είχε λάβει χώρα σεισμός αντίστοιχος του 1995.

Οι Pavlides and Caputo 2013 δημιούργησαν την βάση δεδομένων *GreDaSS* (**Greek Database of Seismogenic Sources**), η οποία συνδυάζεται με το Google Earth και κατέγραψαν τα ενεργά ρήγματα. Στην Εικόνα 2-10, η οποία αποτελεί τμήμα αυτής της βάσεως δεδομένων αποτυπώνονται τα ενεργά ρήγματα της περιοχής, τα οποία θεωρούνται πιθανές σεισμογόνες πηγές για μέγεθος σεισμού μεγαλύτερου των 5,5 Richter και τα οποία εστιάζονται ως επί το πλείστον στις περιφερειακές ενότητες Γρεβενών και Κοζάνης.



Εικόνα 2-10. Ρήγματα της περιοχής (Πηγή: βάση δεδομένων *GreDaSS* (**Greek Database of Seismogenic Sources**, Pavlides and Caputo 2013))

## 2.5. ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

### 2.5.1. Κατολισθήσεις

Οι κατολισθητικές κινήσεις στον ελλαδικό χώρο, αποτελούν το σοβαρότερο από τα καταστροφικά γεωλογικά φαινόμενα. Κατά την μεταπολεμική περίοδο, έχουν εκδηλωθεί περισσότερες από 500 κατολισθήσεις που αφορούν χώρους με άμεση επίπτωση (Λέκκας 1996). Οι επιπτώσεις τους είναι οικονομικής και κοινωνικής φύσεως όπως: η βιωσιμότητα πολλών οικισμών, η πλήρωση λεκανών και ταμιευτήρων, οι αποφράξεις ρεμάτων, οι επισφαλείς συνθήκες θεμελίωσης τεχνικών έργων και ιδιαίτερα οι συχνές καταστροφές στο οδικό δίκτυο, η ακαταλληλότητα πολλών περιοχών για διάφορες χρήσεις ή και η συνεχής απώλεια πολύτιμης γης (Κούκης 1980, Λέκκας 1996).

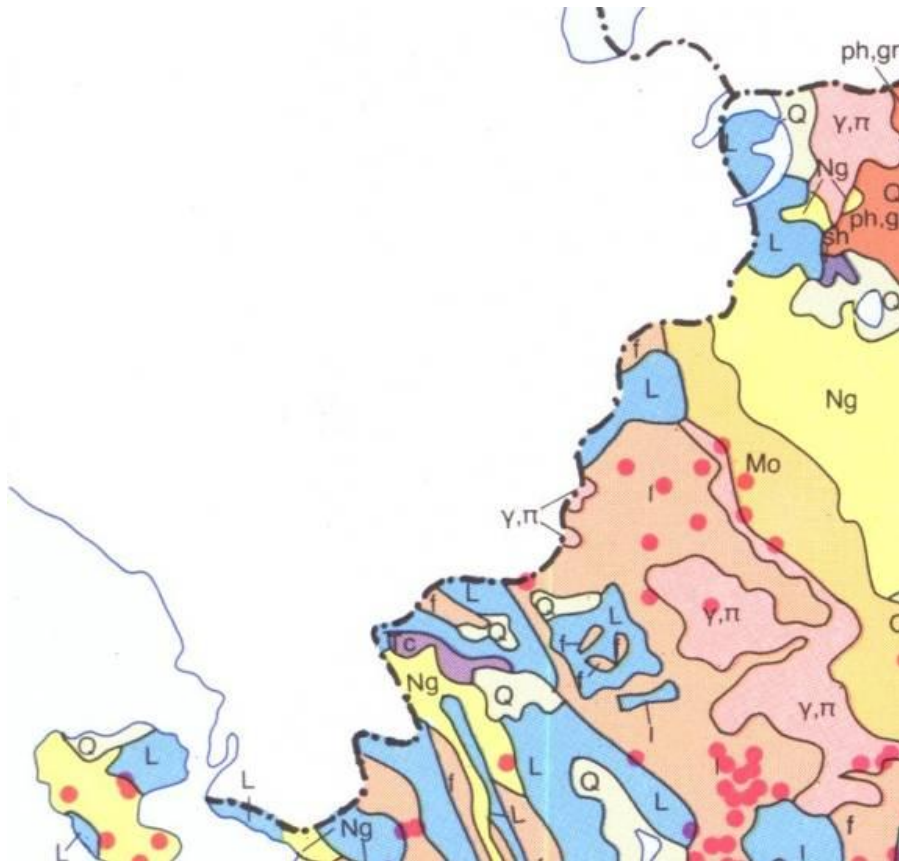
Τα αίτια των κατολισθήσεων είναι πολλά και συνδυαστικά. Μεταξύ αυτών το γεωλογικό υπόβαθρο, η τεκτονική δομή της περιοχής, το υδρογραφικό δίκτυο, το κλίμα και οι ανθρώπινες παρεμβάσεις (Λέκκας 1996, Κούκης και Σαμπατακάκης 2007). Λεπτομερέστερα, οι κύριες αιτίες εκδήλωσης είναι οι κάτωθι (Λέκκας 1996):

- Μεγάλες μορφολογικές κλίσεις πρανών με έντονο το φαινόμενο κατά μήκος της οροσειράς της Πίνδου
- Μικρά γεωτεχνικά χαρακτηριστικά γεωλογικών σχηματισμών
- Έντονη τεκτονική παραμόρφωση
- Έντονη διαφοροποίηση λιθοστρωματογραφικών σχηματισμών
- Ακραίες κλιματολογικές συνθήκες και διαφοροποιήσεις ειδικά όταν συντρέχουν και οι άλλες προαναφερθείσες αιτίες όπως συμβαίνει στην οροσειρά της Πίνδου
- Υψηλή σεισμικότητα
- Ανθρώπινες παρεμβάσεις όπως αποψίλωση δασών, αλλαγή μορφής πρανών, μη μελετημένη κατασκευή τεχνικών έργων

Κατά τους Gournellos et al (2010), οι περισσότερες κατολισθήσεις της χρονικής περιόδου 1980-1988 οφείλονταν αποκλειστικά σε έντονες βροχοπτώσεις μικρής διάρκειας.

Η περιοχή μελέτης έχει ιστορικό κατολισθήσεων κυρίως στις περιοχές των σχηματισμών του φλύσχη και των μολασσικών αποθέσεων και δευτερευόντως στις περιοχές των νεογενών σχηματισμών (Εικόνα 2-11).

Από τα ανωτέρω συνάγεται ότι το φαινόμενο των κατολισθήσεων ενδιαφέρει άμεσα την παρούσα διατριβή και ο χάρτης θα χρησιμοποιηθεί σε επόμενο στάδιο σε συσχετισμό με την μείωση της δασικής βλαστήσεως.



Εικόνα 2-11. Τμήμα από Χάρτη Κατολισθήσεων ενσωματωμένο στον Γεωτεχνικό χάρτη του ΙΓΜΕ κλίμακας 1:500000. Οι θέσεις των κατολισθήσεων συμβολίζονται με κόκκινες τελείες

### 2.5.2. Διαβρώσεις εδαφών

Τα στοιχεία της φύσεως όπως οι βροχοπτώσεις, η απορροή του εδαφικού νερού, οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας δρουν στην επιφάνεια του εδάφους και προκαλούν μετατοπίσεις σωματιδίων του με συνέπεια την επιφανειακή διάβρωσή του. Αυτή η εδαφική διάβρωση γίνεται σε δύο φάσεις: τη φάση της απόσπασης και τη φάση της μεταφοράς (Βάλμης 1990).

Η επιφανειακή διάβρωση του εδάφους είναι τριών ειδών:

- Διάβρωση με εκτίναξη (διασποράς). Αποκόλληση μικρών εδαφικών κόκκων εξαιτίας της πτώσης των σταγόνων βροχής στο έδαφος.
- Διάβρωση κατά στρώσεις. Είναι το πρώτο στάδιο της επιφανειακής διάβρωσης λόγω των βροχοπτώσεων και της επιφανειακής απορροής.
- Αυλακωτή διάβρωση. Λαμβάνει χώρα σε επικλινείς περιοχές και κυρίως σε προσφάτως σκαμμένα εδάφη.
- Διάβρωση χαραδρώσεων. Αφορά την διάβρωση του υδρογραφικού δικτύου.

(Βάλμης 1990)

Οι παράγοντες διάβρωσης του εδάφους είναι:

### **Κλίμα**

1. Ετήσιο ύψος βροχόπτωσης
2. Η μέση ένταση ραγδαίων βροχοπτώσεων
3. Η συνολική ένταση ραγδαίων βροχοπτώσεων

Όταν η ένταση της βροχής είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα διήθησης, τότε εμφανίζεται στην επιφάνεια του εδάφους ποσότητα νερού, η οποία απορρέει και μεταφέρει εδαφικό υλικό, άρα προκαλεί διάβρωση (Βάλμης 1990)

### **Κλίση πρανούς**

Συνδέεται περισσότερο με την ταχύτητα διάβρωσης και όχι με την έναρξή της. Σε κλίσεις μικρότερες του 10%, διπλασιασμός της κλίσης ισοδυναμεί με διπλασιασμό απώλειας εδάφους. Αυτή η απώλεια του εδάφους εξαρτάται και από την ένταση της βροχής.

Το μήκος του κεκλιμένου πρανούς έχει σημασία διότι δέχεται μεγαλύτερη ποσότητα νερού.

Το επιφανειακό υλικό του εδάφους που διαβρώνεται μπορεί να προστατεύσει το υλικό του κατώτερου τμήματος από την διάβρωση.

Τέλος, η έναρξη της διάβρωσης μπορεί να γίνει σε πρανές οιασδήποτε κλίσης αρκεί η επιφάνεια του εδάφους να μην είναι προστατευμένη.

### **Βλάστηση**

Η βλάστηση προσφέρει:

1. Ανάσχεση της βροχής πριν πέσει στο έδαφος



2. Βελτίωση της βιολογικής δραστηριότητας
3. Μείωση της ταχύτητας του νερού απορροής
4. Συνένωση των εδαφικών τεμαχιδίων με τη βοήθεια των ριζικών συστημάτων

Χαρακτηριστικά της βλάστησης:

- Η πυκνότητα του δασικού φυλλώματος
- Η πυκνότητα χλόης ή χαμηλής φυτικής κάλυψης
- Ο τύπος φυτών

### **Δάσος και φυσική βλάστηση**

Το ριζικό σύστημα λειτουργεί σαν οπλισμός του εδάφους και στην περίπτωση που είναι αβαθές, το συνδέει με το υπέδαφος και έτσι το σταθεροποιεί. Συνήθως, η αποψίλωση γίνεται με το κόψιμο των κορμών και μόνον με συνέπεια οι ρίζες που παραμένουν να αποτρέπουν την πλήρη διάβρωση του εδάφους και τις κατολισθήσεις (Ababa 2010). Αυτό όμως, συμβαίνει μόνον βραχυπρόθεσμα (όσο διάστημα οι ρίζες παραμένουν ζωντανές) και έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του φυλλώματος και επομένως την αύξηση της ποσότητας του νερού που πέφτει στο έδαφος.

Από τα ανωτέρω συνάγεται ότι η διάβρωση των εδαφών ενδιαφέρει ιδιαίτερα την παρούσα διατριβή αφού μελετά την αλλαγή της βλαστήσεως και ειδικότερα την μείωσή της.

#### 2.5.3. Πλημμυρικά φαινόμενα

Ως πλημμύρα χαρακτηρίζεται η υπερχειλίση του απορρέοντος ύδατος από τις κοίτες των ρευμάτων και η κατάκλυση των παρόχθειων ή παρακειμένων περιοχών κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων (Στάθης 2004).

Σύμφωνα με την ΟΔΗΓΙΑ 2007/60/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 23ης Οκτωβρίου 2007 για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας, η πλημμύρα ορίζεται στο Άρθρο 2 παρ.1 ως εξής: ««πλημμύρα»: η προσωρινή κάλυψη από νερό εδάφους το οποίο, υπό φυσιολογικές συνθήκες, δεν καλύπτεται από νερό. Αυτό περιλαμβάνει πλημμύρες από ποτάμια, ορεινούς χείμαρρους, εφήμερα ρεύματα της Μεσογείου και πλημμύρες από τη θάλασσα σε παράκτιες περιοχές, δύναται δε να εξαιρεί πλημμύρες από συστήματα αποχέτευσης.».

Η αύξηση των πλημμυρικών συμβάντων των τελευταίων χρόνων οδήγησε την Ευρωπαϊκή Κοινότητα στην έκδοση της οδηγίας αυτής για τα μέλη κράτη της με σκοπό την «θέσπιση πλαισίου για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας, με στόχο τη μείωση των αρνητικών συνεπειών στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες που συνδέονται με τις πλημμύρες στην Κοινότητα».

Στην Ελλάδα η εφαρμογή της ΟΔΗΓΙΑΣ 2007/60/EK έγινε από το ΥΠΕΚΑ με την προκαταρκτική αξιολόγηση κινδύνων πλημμύρας τον Δεκέμβριο 2012.

Ο τρόπος και η διαδικασία συγκέντρωσης και κίνησης του νερού σε μία υδρολογική λεκάνη ή μια ευρύτερη περιοχή, καθορίζεται από τους τέσσερις φυσικούς παράγοντες πλημμυρογένεσης (Στεφανίδης 1990, Κωτούλας 2001). Αυτοί είναι :

Η τοπογραφία

Η γεωλογική συγκρότηση

Το κλίμα και

Η βλάστηση

Το κλίμα είναι ο παράγοντας που καθορίζει την συχνότητα, την διάρκεια αλλά και την ένταση των βροχοπτώσεων.

Η γεωλογική συγκρότηση και η τοπογραφία μιας περιοχής καθορίζουν την υδρολογική συμπεριφορά και κατά συνέπεια την απορροή και την παραγωγή των φερτών υλικών.

Τέλος η βλάστηση, ασκεί σημαντική επίδραση τόσο στη διάβρωση όσο και στην απορροή (Στάθης 2004).

Οι κλιματικές αλλαγές επίσης παίζουν σημαντικό ρόλο στην δημιουργία των πλημμυρικών φαινομένων.

Εκτός από τους αναφερθέντες φυσικούς παράγοντες πλημμυρογένεσης υπάρχουν επίσης ανθρωπογενείς παράγοντες, οι οποίοι θεωρούνται υπεύθυνοι για την πρόκληση σοβαρών πλημμυρών σε διάφορες περιοχές της χώρας. Τέτοιοι είναι: Η καταστροφή των δασών από πυρκαγιές και άλλες αιτίες, όπως η επέκταση των πόλεων, με αποτέλεσμα την αύξηση των απορροών, το μπάζωμα των ποτάμιων ρευμάτων, η εκτροπή της φυσικής ροής τους, κ.ά.

Η αποψίλωση δασών και η συνεπαγόμενη διάβρωση του εδάφους αποτελούν σοβαρότατα προβλήματα και αυξάνουν την πλημμυρική επικινδυνότητα σε πολλές περιοχές στην Ελλάδα.

Τα είδη της πλημμύρας είναι:

**Πλημμύρα από υπερχείλιση ποταμού**

**Πλημμύρα από υπόγεια ύδατα**

**Πλημμύρα από τήξη χιονιού**

**Πλημμύρα από τυφώνες ή τροπικούς κυκλώνες**

**Πλημμύρα παράκτια από κύμα ή παλιρροϊκό κύμα**

**Πλημμύρα από υποχώρηση φράγματος**

**Αιφνίδια πλημμύρα (flash flood)**

Στην περιοχή της Μεσογείου οι αιφνίδιες (ή ξαφνικές) πλημμύρες είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος πλημμυρών καθώς ευνοείται ιδιαίτερα από τη γεωμορφολογία, τη γεωλογία και τις κλιματικές παραμέτρους (Παπανικολάου και Διακάκης 2011).

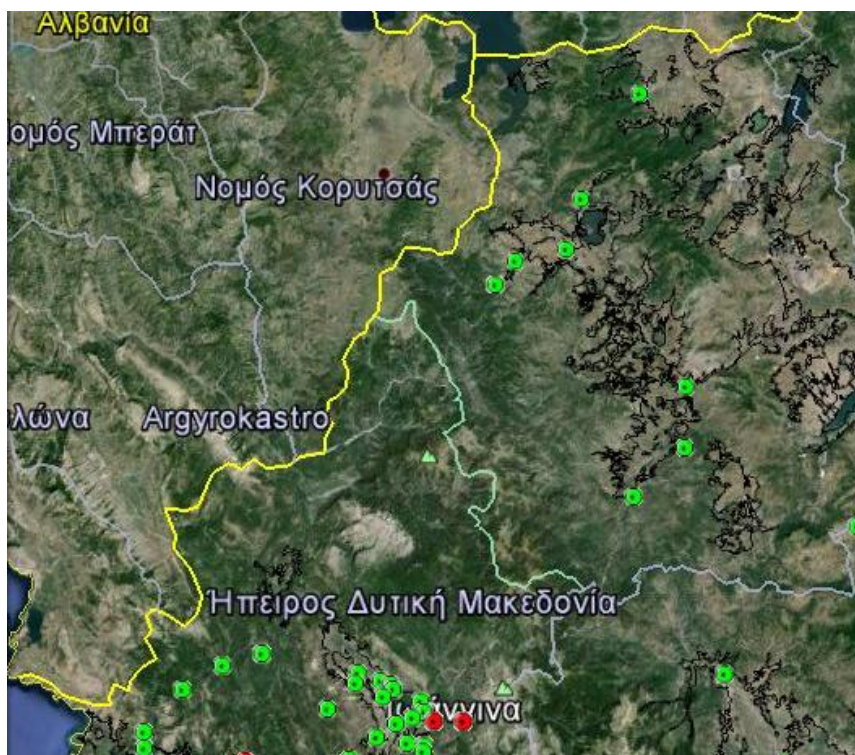
Η αιφνίδια πλημμύρα είναι το αποτέλεσμα ατμοσφαιρικών διαταραχών, που συνοδεύονται από ραγδαίες βροχοπτώσεις, με μεγάλα ποσά βροχής σε σύντομο χρονικό διάστημα. (WMO No 1072, 2011).

Πολλοί παράγοντες συνηγορούν σε μία ξαφνική πλημμύρα, όπως: η ένταση της βροχής και η διάρκεια της, η τοπογραφία, οι συνθήκες του εδάφους, η φυτοκάλυψη, η καταστροφή των δασών καθώς και η αστικοποίηση.

Οι αιφνίδιες πλημμύρες εμφανίζονται σε μικρό χρονικό διάστημα λίγων ωρών ή λιγότερο και έχουν σαν αποτέλεσμα ταχεία ύψωση νερού, το οποίο στο πέραςμα του μπορεί να προκαλέσει μεγάλες καταστροφές σε κατασκευές, όπως κτίρια, γέφυρες κλπ, να παρασύρει αυτοκίνητα, να ξεριζώσει δέντρα κ.α.

Θεωρούνται από τα πλέον θανατηφόρα καταστροφικά φαινόμενα τα συνδεόμενα με τον καιρό. Το τελευταίο διάστημα υπάρχει μία αύξηση των συνεπειών των αιφνιδίων πλημμυρών έστω και αν έχει αυξηθεί η ικανότητα πρόγνωσης συμβάντων και προειδοποίησης των περιοχών σε κίνδυνο. Αυτό οφείλεται στον συνδυασμό ακραίων φαινομένων και της έκθεσης τρωτών πληθυσμών (Caliano et al, 2013, SpringerReference).

Η περιοχή ερεύνης μας διαθέτει ιστορικό πλημμυρικών φαινομένων (Εικόνα 2-12) και έχει εκδοθεί (Δεκέμβριος 2012) από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων του ΥΠΕΚΑ στα πλαίσια της εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ. Επίσης, έχει εκδοθεί ένας πίνακας με τις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (Πίνακας 2-1).



Εικόνα 2-12. Χάρτης ιστορικών πλημμυρών (πράσινα σημεία) και σημαντικών ιστορικών πλημμυρών (κόκκινα σημεία) της περιοχής (κατά ΕΓΥ 2012)

Πίνακας 2-1. Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου περιοχής μελέτης (κτά ΕΓΥ 2012)

<b>Δ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ</b>		
		Κωδικός
1	Χαμηλή ζώνη λεκάνης Πρεσπών	GR09RAK0010
2	Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αξιού στο Ν. Φλώρινας (π. Λύγκος)	GR09RAK0012)
3	Χαμηλή ζώνη άνω ρου π. Αλιάκμονα και λίμνης Καστοριάς	GR09RAK0007
4	Χαμηλή ζώνη μέσω ρου π. Αλιάκμονα (περοχή Σαρακήνα, Καρπερό)	GR09RAK0002
5	Δεξιά παρόχθια περιοχή τεχνητής λίμνης Πολυφύτου	GR09RAK0003
6	Αριστερή παρόχθια περιοχή τεχνητής λίμνης Πολυφύτου, χαμηλή ζώνη Φτελιάς	GR09RAK0004
7	Πεδιάδα Κοζάνης	GR09RAK0005
8	Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Πτολεμαΐδας, παραλίμνιες εκτάσεις λιμνών Ζάζαρη, Χειμαδίτιδα, Πετρών και νότια της λίμνης Βεγορίτιδας	GR09RAK0008
9	Χαμηλή ζώνη Ξηρολίμνης	GR09RAK0006
10	Περιοχή Άρνισσα, Αγ. Αθανάσιος παρόχθιες εκτάσεις βόρεια της λίμνης Βεγορίτιδας	GR09RAK0009
11	Χαμηλή ζώνη π. Μαυροπόταμου (περιοχή Αλωπαίου) και συμβαλλόντων ποταμών	GR09RAK0013
12	Άνω ρους περιφερειακής τάφρου Τ66	GR09RAK0011
<b>ΗΠΕΙΡΟΣ</b>		
1	Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Ιωαννίνων	GR05RAK0009
2	Χαμηλή περιοχή άνω ρου του π. Καλαμά στην περιοχή Δολιανά	GR05RAK0010
3	Μέσος ρούς Καλαμά από το ύψος της Βροσίνας έως το Καστρί	GR05RAK0007

Τα δεδομένα των ιστορικών πλημμυρών-σημαντικά και μη- θα χρησιμοποιηθούν σε επόμενο στάδιο και συγκεκριμένα μετά το στάδιο της ανίχνευσης αλλαγών της βλάστησης. Τυχόν μείωσή της, ειδικά σε απότομα πρανή, θα αποτελέσει κίνδυνο για πλημμυρικά φαινόμενα. Επιπροσθέτως, θα ελεγχθεί αν αυτή η πιθανή μείωση λαμβάνει χώρα με ιστορικό πλημμυρών.

#### 2.5.4. Πυρκαγιές

Οι πυρκαγιές, και ειδικότερα οι δασικές, θεωρούνται από τα μεγαλύτερα οικολογικά προβλήματα. Η φυσική καταστροφή που επιτελείται εξαιτίας του συγκεκριμένου είδους πυρκαγιάς είναι ανυπολόγιστη κυρίως επειδή τα δάση έχουν σχέση αλληλεπίδρασης με το κλίμα. Πέραν τούτου, οι συνέπειες σε κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο είναι εξαιρετικά σημαντικές: απώλεια ανθρώπινων ζώων και περιουσιών, κατεστραμμένες υποδομές, δημιουργία άγονων και βραχυδών εκτάσεων, οι οποίες οδηγούν στη μεγάλη επιφανειακή απορροή υδάτων με αποτέλεσμα την διάβρωση εδαφών και την συνεπαγόμενη αύξηση πλημμυρικών φαινομένων κ.ά.

Οι παράγοντες πυρκαγιάς διακρίνονται σε αυτούς που συνδέονται με την έναρξή της και σε αυτούς που σχετίζονται με την διάδοσή της. Κάποιοι ανήκουν και στις δύο κατηγορίες.

Οι παράγοντες της εκδήλωσης και εξέλιξης των δασικών πυρκαγιών είναι οι κάτωθι:

- I. Κλιματικές και μετεωρολογικές συνθήκες όπως: η θερμοκρασία, ο αέρας, η υγρασία
- II. Το υψόμετρο και
- III. Η κλίση πρανών επηρεάζουν την ανάπτυξη της ποώδους και δενδρώδους βλάστησης, αλλά και καθορίζουν το τοποκλίμα
- IV. Η βλάστηση. Η μακία βλάστηση σε συνδυασμό με μεγάλες κλίσεις πρανών είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη όχι τόσο για την έναρξη όσο για τη διάδοση της πυρκαγιάς.

Στην Ελλάδα, το 60% των πυρκαγιών έχει χρόνο κατάσβεσης 7,5 ώρες. οι πυρκαγιές που απαιτούν χρόνο κατάσβεσης άνω των 72 ωρών, ναι μεν είναι λίγες αλλά ευθύνονται για το 44,3% των καμμένων εκτάσεων γι' αυτό και θεωρούνται ως δριμείες.

Όσον αφορά τα αίτια έναρξης πυρκαγιών, το 52% των περιπτώσεων προέρχονται από άγνωστα αίτια και ακολουθεί ο κακόβουλος εμπρησμός με 11% και το κάψιμο καλαμιάς με 9%. Εν τούτοις, οι πυρκαγιές που προκλήθηκαν από εργασίες στην ύπαιθρο (εργαζόμενοι, κάψιμο βοσκοτόπων και καλαμιάς αγρών) είναι αρκετά αυξημένες-ποσοστό 18%. Πυρκαγιές από φυσικά αίτια είναι λίγες και προέρχονται από κεραυνό (Τσαγκάρη κ.ά. 2011).

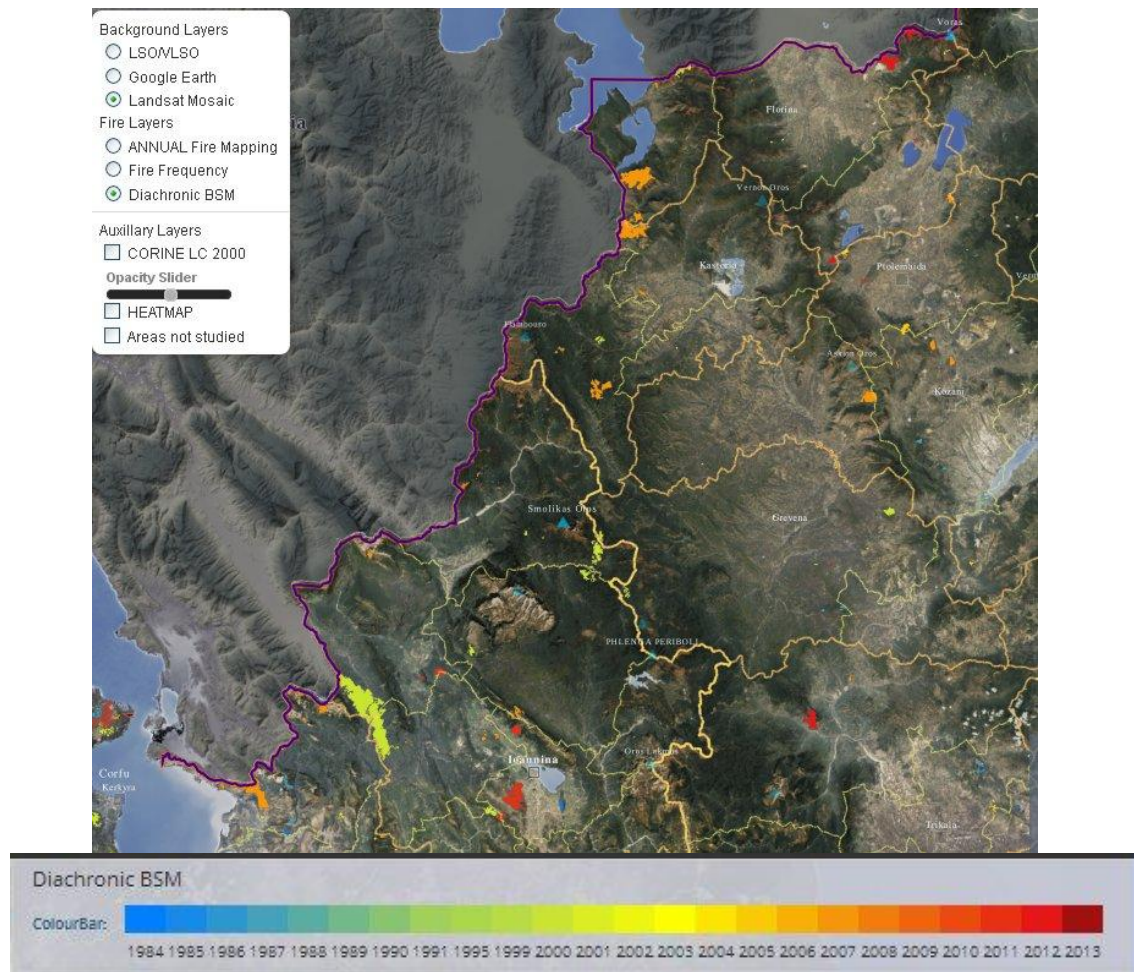
Η περιοχή μελέτης έχει υποστεί πολλές πυρκαγιές, μερικές δε μεγάλης έκτασης, τα τελευταία είκοσι χρόνια. Δύο χαρακτηριστικά της, η ορεινή μορφολογία της και η έντονη δασική βλάστηση, είναι αυτά που την κάνουν και ευάλωτη απέναντι στις πυρκαγιές με την οροσειρά της Πίνδου να είναι ανοχύρωτη απέναντι σε αυτές.

Ειδικά η Βόρεια Πίνδος έχει υποστεί σημαντικές καταστροφές από δασικές πυρκαγιές τα τελευταία χρόνια. Ένας λόγος είναι και τα προβλήματα δασοπυρόσβεσης διότι η συγκεκριμένη περιοχή είναι δύσβατη, υπάρχουν νάρκες και άλλα πολεμοφόδια από την περίοδο του Β' Παγκόσμιου Πολέμου και έτσι ακόμη και η Πυροσβεστική Υπηρεσία, η οποία ούτως ή άλλως έχει δυσκολία να επέμβει στις δασικές περιοχές, δεν μπορεί να πλησιάσει.

Το ιστορικό των πυρκαγιών της Πίνδου είναι το κάτωθι:

- Το **1987** κάηκαν **3.000** στρέμματα δάσους στο δυτικό Ζαγόρι
- το **1988** **4.000** στρέμματα στη Λάιστα Ζαγορίου
- **την ίδια χρονιά** κάηκαν **7.000** στρέμματα στη χαράδρα του Αώου
- το **1993** **10.000** στρέμματα στη Βάλια Κάλντα
- το **2000** στη Λάιστα, στο Δίστρατο, στη Σαμαρίνα κάηκαν συνολικά **150.000** στρέμματα
- το **2007** κάηκαν στο Δίκορφο του δυτικού Ζαγορίου περίπου **2.000** στρέμματα δάσους
- η πυρκαγιά που ξέσπασε στις **18 Ιουλίου 2007** στην Πίνδο έκαιγε σχεδόν **επί τρεις εβδομάδες** και κατέκαψε **13.000** στρέμματα αμιγούς πυκνού δάσους (Η Καθημερινή 7/5/2008).

Στην Εικόνα 2-13 βλέπουμε τα πυρόπληκτα τμήματα της υπό μελέτη περιοχής σε σχέση με την χρονολογία των πυρκαγιών που έλαβαν χώρα



Εικόνα 2-13. Τοποθεσίες δασικών πυρκαγιών διαχρονικά στην περιοχή μελέτης επί δορυφορικών εικόνων Landsat (Πηγή: [http://ocean.space.noa.gr/diachronic\\_bsm/](http://ocean.space.noa.gr/diachronic_bsm/))

### 2.5.5. Λαθροϋλοτομία

Εκατοντάδες είναι τα κρούσματα λαθροϋλοτομίας σε περιοχές της βόρειας Ελλάδας. Οι λόγοι είναι οικονομικοί και η οικονομική κρίση των τελευταίων χρόνων έχει εντείνει το φαινόμενο ιδιαίτερα σε περιοχές της Πίνδου και του Γράμμου.

Το δασαρχείο της Καστοριάς έχει πραγματοποιήσει συλλήψεις σε λαθροϋλοτόμους που έρχονται από την Αλβανία και έχει υποβάλει μηνύσεις κάνοντας επιπλέον κατάσχεση σε ζώα, οχήματα και μηχανήματα

Σύμφωνα με τον Αντιπεριφερειάρχη Δημήτρη Σαββόπουλο, υπολογίζεται ότι μόνο στην Καστοριά έχουν αποψιλωθεί 3000 στρέμματα δάσους. Έτσι,

διοργανώνονται περιπολίες στα δάση με τη συνδρομή των δασαρχείων και των κατοίκων όπως έχει αναφέρει ο Γενικός Γραμματέας Αποκεντρωμένης διοίκησης Ηπείρου και Δυτικής Μακεδονίας Ηλία Θεοδωρίδης.

Η κατακόρυφη αυτή αύξηση της παράνομης υλοτομίας λόγω της οικονομικής κρίσης έχει ως θύμα κυρίως τα δάση της μαύρης Πεύκης, έναν οικότοπο προτεραιότητας στο εθνικό πάρκο της βόρειας Πίνδου.

Με την άνοδο της τιμής του πετρελαίου και τη διαρκή αναζήτηση από τον καταναλωτή για φθηνότερες πηγές ενέργειας, το πρόβλημα της λαθροϋλοτομίας γίνεται ολοένα και εντονότερο ενώ οι δασικές υπηρεσίες της χώρας αδυνατούν να αντιμετωπίσουν το θέμα, λόγω έλλειψης προσωπικού και ολοκληρωμένου σχεδίου διαχείρισης και συγκομιδής των δασών.

Παράλληλα διαταράσσεται η διαβίωση των τοπικών πληθυσμών καφέ αρκούδας με συνέπεια τις διαρκείς μετακινήσεις τους.

Ο Στέλιος Γκατζογιάννης, τακτικός ερευνητής του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών και συμμετέχων στο διεθνές συνέδριο του έργου Life «Πίνδος Γρεβενά» δήλωσε ότι: «Η κατάσταση σε ό,τι αφορά την υλοτομία δεν είναι ικανοποιητική. Οι δασικές υπηρεσίες είναι υποβαθμισμένες και, λόγω της κρίσης, η λαθροϋλοτομία έχει επεκταθεί στα δάση μαύρης Πεύκης στη βόρεια Πίνδο. Επειδή δε η υλοτομία δεν γίνεται με τον σωστό τρόπο, παράγεται λιγότερη ξυλεία και δεν προστατεύεται ουσιαστικά το δάσος από την παράνομη θήρα».



### 3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

#### ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΗΣΗ

##### 3.1. Εισαγωγή

Το κλίμα ορίζεται ως «η μέση καιρική κατάσταση μιας μακράς χρονικής περιόδου» με μέγεθος τουλάχιστον 30 ετών (Χρονοπούλου-Σερέλη κ.ά. 2012). Έτσι, το κλίμα διαφέρει από τον καιρό αν και εξαρτάται από αυτόν διότι δεν υπόκειται σε στην επίπτωση στιγμιαίων καταστάσεων. Οι μέσες τιμές των μετεωρολογικών παραμέτρων, η συχνότητα εμφάνισης των μετεωρολογικών φαινομένων και η χωρική τους κατανομή στη γήινη επιφάνεια αποτελούν αντικείμενα της Κλιματολογίας (Χρονοπούλου και Φλόκας 2010).

Στοιχεία συνδεδεμένα με το κλίμα είναι

- Η ηλιακή ακτινοβολία
- Η θερμοκρασία αέρα
- Η ατμοσφαιρική πίεση και οι ατμοσφαιρικές διαταράξεις
- Η διεύθυνση και η ταχύτητα του ανέμου
- Η υγρασία αέρος
- η νέφωση και η διάρκεια της ηλιοφάνειας
- Το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και η συχνότητα εμφάνισής τους ως και
- η συχνότητα εμφάνισης των συμπυκνώσεων μικρής κλίμακας (δρόσος, ομίχλη, πάχνη).

Η ηλιακή ακτινοβολία παίζει σημαντικό ρόλο στη ζωή. Ένα τμήμα της που εντοπίζεται στο ορατό φάσμα σχετίζεται με τη φωτοσύνθεση των φυτών. Τα φυτά ανάλογα με τη σχέση τους με την ακτινοβολία αυτή και το φως χωρίζονται σε σκιοφιλα και ημισκιοφυτα (οξιά, η ελάτη και η καστανιά), ηλιόφιλα ή φωτόφυτα (πεύκες, χνοώδης δρυς) (Χρονοπούλου και Φλόκας 2010). Τα πρώτα προτιμούν θέσεις υπήνεμες.

Η θερμοκρασία αποτελεί τη σημαντικότερη παράμετρο στις κλιματικές κατατάξεις. Επηρεάζει πολύ τη θερμοκρασία των φυτών. Τα φυτά με βάση αυτό το στοιχείο χωρίζονται σε θερμόφιλα και ψυχρόφιλα.

Ο άνεμος σχετίζεται με τα φυτά ως προς την τραχύτητά του. Τα φυτά μειώνουν την έντασή του. Η επίδρασή του σε αυτά μπορεί να είναι και ωφέλιμη και επιβλαβής

(Χρονοπούλου και Φλόκας 2010) διότι επηρεάζει την κόμη, τον κορμό και την ρίζα. Επιπρόσθετα, σε περιοχές με έντονους ανέμους, η βλάστηση συμβάλλει στη διάδοση των πυρκαγιών κυρίως την ξηρή περίοδο του έτους (Γκουβάς και Σακελλαρίου 2011). Κάποια δασοπονικά είδη θεωρούνται ότι έλκουν τους κεραυνούς (ελάτη, δρυς, η σφένδαμος, η λεύκη, η ιτιά, η φτελιά και ο φράξος) ενώ άλλα θεωρούνται ότι τους αποφεύγουν όπως οξιά, ερυθρελάτη, σημύδα, φιλύρα και καρυδιά (Λιακάκος 1933 στο Γκουβάς και Σακελλαρίου 2011).

Η ομίχλη οδηγεί σε αύξηση της υγρασίας αέρος και επηρεάζει τη διαπνοή των δασικών φυτών (Ντάφης 1986)

Όσον αφορά τη βροχή, όταν η έντασή της είναι μεγάλη και το συσσωρευόμενο στο έδαφος βροχομετρικό ύψος είναι μεγαλύτερο από τη διηθητικότητα του, τότε το πλεονάζον νερό ή απορρέει ή λιμνάζει. Το ίδιο συμβαίνει όταν η ένταση της βροχής δεν είναι μεγάλη, είναι όμως μεγάλη η διάρκειά της. Στην περίπτωση αυτή η διηθητικότητα είναι μικρή λόγω κορεσμού του εδάφους (Χρονοπούλου και Φλόκας 2010).

Η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας είναι πολύ σημαντική κυρίως για τον δασολογικό κλάδο. Έτσι ανάλογα με τις απαιτήσεις τους τα είδη κατατάσσονται με φθίνουσα σειρά (Πίνακας 3-1) (Ντάφης 1986):

Πίνακας 3-1. Κατάταξη δασοπονικών ειδών σε σχέση με τις απαιτήσεις του σε σχετική υγρασία (κατά Ντάφη 1986)

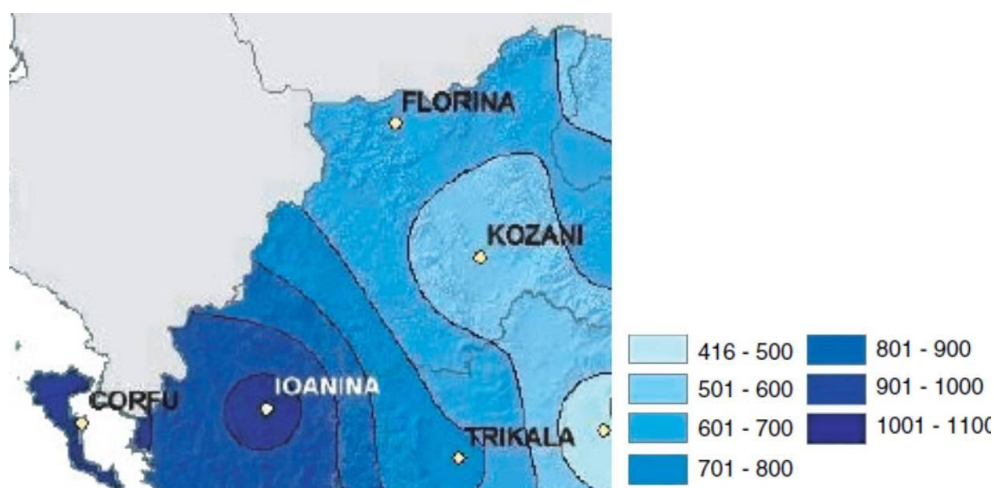
Πλατύφυλλα	Κωνοφόρα
Κλήθρα, ποδισκοφόρος δρυς, φτελιά, φράξος, ορεινή σφένδαμος, δασική οξιά, γαύρος βετουλοειδής, απόδισκος δρυς, καστανιά, πεδινή σφένδαμος,, σορβιά η αρία, χνοώδης δρυς, αριά, πρίνος	Ερυθρελάτη, ψευδοτσούγκα, ελάτη, ακτινωτή πεύκη, παραθαλάσσια πεύκη, μαύρη πεύκη, κορσικανή, δασική πεύκη, μαύρη πεύκη αυστριακή, χαλέπιος πεύκη

### 3.2. Κλιματική κατάταξη περιοχής μελέτης

Η περιοχή μελέτης, όπως προειπώθηκε στο Κεφάλαιο 1 και 2, είναι ορεινή με την οροσειρά της Πίνδου να την διαιρεί σε δύο τμήματα, το δυτικό και το ανατολικό (Εικόνα 1-2).

Η οροσειρά αυτή ρυθμίζει το κλίμα της περιοχής κατ' αντίστοιχο τρόπο και σε τέτοιο βαθμό ώστε να μιλάμε για το φαινόμενο της Πίνδου και για κλίμα Δυτικής Ελλάδος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η οροσειρά είναι κάθετη στην κίνηση των υγρών δυτικών και νοτιοδυτικών αέριων μαζών με αποτέλεσμα η ποσότητα της βροχής που πέφτει στη δυτική πλευρά της να είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτήν της ανατολικής. Το φαινόμενο της Πίνδου συνδέεται με τις ορογραφικές βροχές (ή βροχές αναγλύφου), οι οποίες οφείλονται στην εκτόνωση της αέριας μάζας κατά την διάρκεια των ανοδικών κινήσεων στις προσήνεμες πλευρές των ορέων (ομβροπλευρά). Έτσι, οι βροχές αυτές πέφτουν στην προσήνεμη πλευρά του όρους ενώ στην υπήνεμη πλευρά (ομβροσκιά), ο ουρανός είναι αίθριος (Χρονοπούλου και Φλόκας 2010). Τα μεγαλύτερα ετήσια ύψη βροχής εμφανίζονται στα Ιόνια νησιά και στην Ήπειρο (Χρονοπούλου και Φλόκας 2010), της οποίας τμήμα ανήκει στην περιοχή μελέτης. (Εικόνα 3-1)

Λόγω της εξαιρετικά μεγάλης επιφάνειας 17.689,28 km<sup>2</sup> της περιοχής μελέτης ήταν αδύνατο να μελετηθούν οι κλιματικές της συνθήκες. Έτσι, επελέγη η κλιματική ταξινόμησή της βιβλιογραφικά.

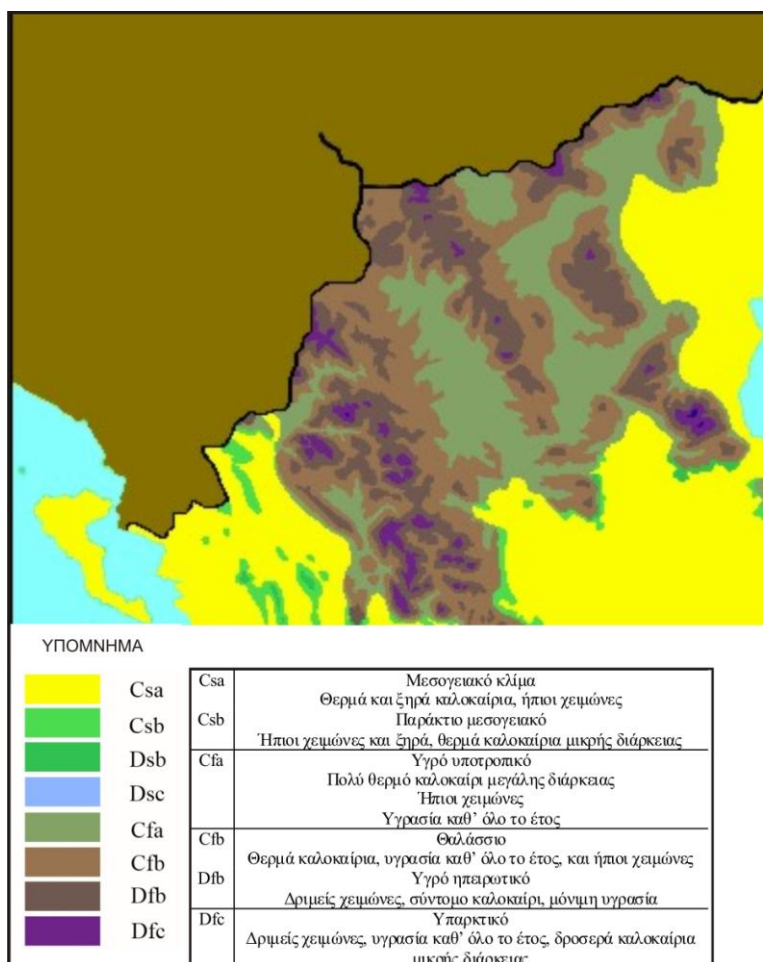


Εικόνα 3-1. Χάρτης μέσης ετήσιας βροχόπτωσης περιοχής μελέτης για την περίοδο 1965-1995 (κατά Baltas 2007)

### 3.2.1. Κλιματική κατάταξη της περιοχής κατά Köppen

Ο Köppen προσπάθησε το 1900 να συσχετίσει το κλίμα με τη βλάστηση κάνοντας μία πρώτη κλιματική κατάταξη. Έτσι, η κλιματική κατάταξη μίας περιοχής βασιζόταν στη θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις της και κριτήριο γι' αυτή την επιλογή υπήρξε η φυσική βλάστηση. Η κατάταξη αυτή είναι απλή και τα κλιματικά δεδομένα που χρησιμοποιεί διατίθενται από όλους τους μετεωρολογικούς σταθμούς. Ως εκ τούτου, παραμένει (αν και πάντα βελτιώνεται) ως μία από τις επικρατέστερες κλιματικές κατατάξεις μίας περιοχής (Χρονοπούλου και Φλόκας 2010)..

Με βάση την κλιματική αυτή ταξινόμηση (Εικόνα 3-2), η περιοχή ανήκει στην κατηγορία C και D δηλ. στα υγρά κλίματα και ειδικότερα στα μεσόθερμα ή θερμά εύκρατα κλίματα (C) και στα μικρόθερμα ή κλίματα ψυχρού βροχερού δάσους (D). Σε σχέση με τους δείκτες a b c, ανήκει σε κλίματα πολύ θερμού και θερμού θέρους και κλίματα δροσερού θέρους αντίστοιχα. (Κλιματική ταξινόμηση κατά Köppen στο Χρονοπούλου και Φλόκας 2010)



Εικόνα 3-2. Κλιματική κατάταξη της περιοχής κατά Köppen (Πηγή: <http://www.Meteoclub.gr/themata/egyklopedia/2618-klimatiki-katataksi-elladas>)

Ο κλιματικός τύπος Csa, είναι το αντιπροσωπευτικό “Μεσογειακό” κλίμα. Εμφανίζεται σε όλη τη νησιωτική, παράκτια και πεδινή χώρα και κυριαρχεί όλο και περισσότερο από βορρά προς νότο. Εξάιρεση αποτελεί το εσωτερικό τμήμα από την Κεντρική Μακεδονία μέχρι τη Θράκη.

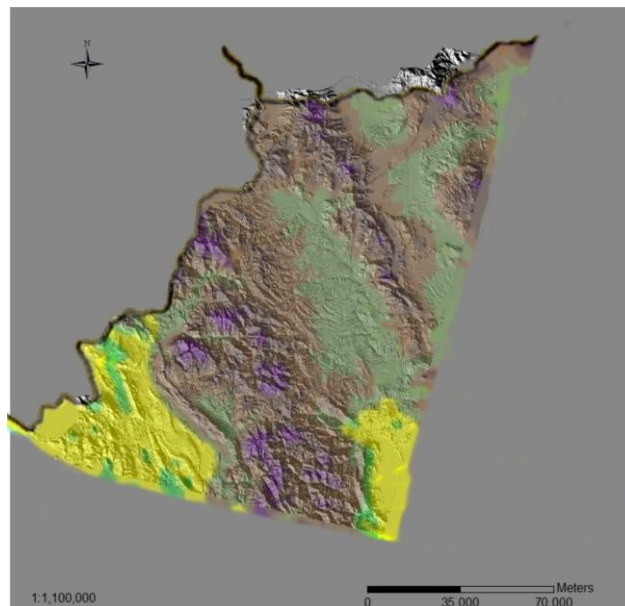
Ο κλιματικός τύπος Cfa στις χαμηλές περιοχές της Δυτικής Μακεδονίας, στις ημιορεινές/ορεινές περιοχές της Βόρειας και Δυτικής Θεσσαλίας, καθώς και της Ανατολικής Ηπείρου.

Ο Cfb απαντάται περισσότερο στη Δυτική Μακεδονία και σε υψόμετρα <900 – 1000 m).

Ο κλιματικός τύπος Dfb, εμφανίζεται από 1.100 – 1.300 m και πάνω στη Δυτική Μακεδονία/Ηπειρο/Βόρεια και Δυτική Θεσσαλία.

Ο κλιματικός τύπος Dfc, εμφανίζεται σε μεμονωμένες ορεινές νησίδες από τη Στερεά Ελλάδα και βορειότερα, σε υψόμετρα από 1.500 –1.700 m.

Στην Εικόνα 3-3 έχει γίνει επίθεση του χάρτου του Köppen επί σκιασμένου αναγλύφου, σε μία προσπάθεια να είναι οπτικά πιο εύκολη η κατανόηση της συγκεκριμένης κλιματικής κατάταξης της περιοχής μας.



Εικόνα 3-3. Χάρτης Köppen επί σκιασμένου αναγλύφου που απεικονίζει την περιοχή μελέτης

Οι Γκουβάς και Σακελλαρίου (2013), μελέτησαν την κατάταξη δασοπονικών ειδών ανά την Ελλάδα βάσει κλιματικών συνθηκών. Η μελέτη αυτή έγινε κάνοντας

χρήση δεδομένων 515 μετεωρολογικών σταθμών. Έτσι, κατέταξαν κλιματικά και κατά Köppen τις περιοχές των σταθμών αυτών. Στον Πίνακα 3-2, απεικονίζονται οι περιφερειακές ενότητες της περιοχής μελέτης, η κλιματική κατάταξή τους κατά Köppen και ο αριθμός των μετεωρολογικών σταθμών τα δεδομένα των οποίων χρησιμοποιήθηκαν. Για τις περιφερειακές ενότητες Τρικάλων και Θεσπρωτίας δεν έχει γραφεί ο αριθμός των σταθμών διότι δεν μπορούσε να γίνει διαχωρισμός αυτών που ανήκουν στην περιοχή μελέτης.

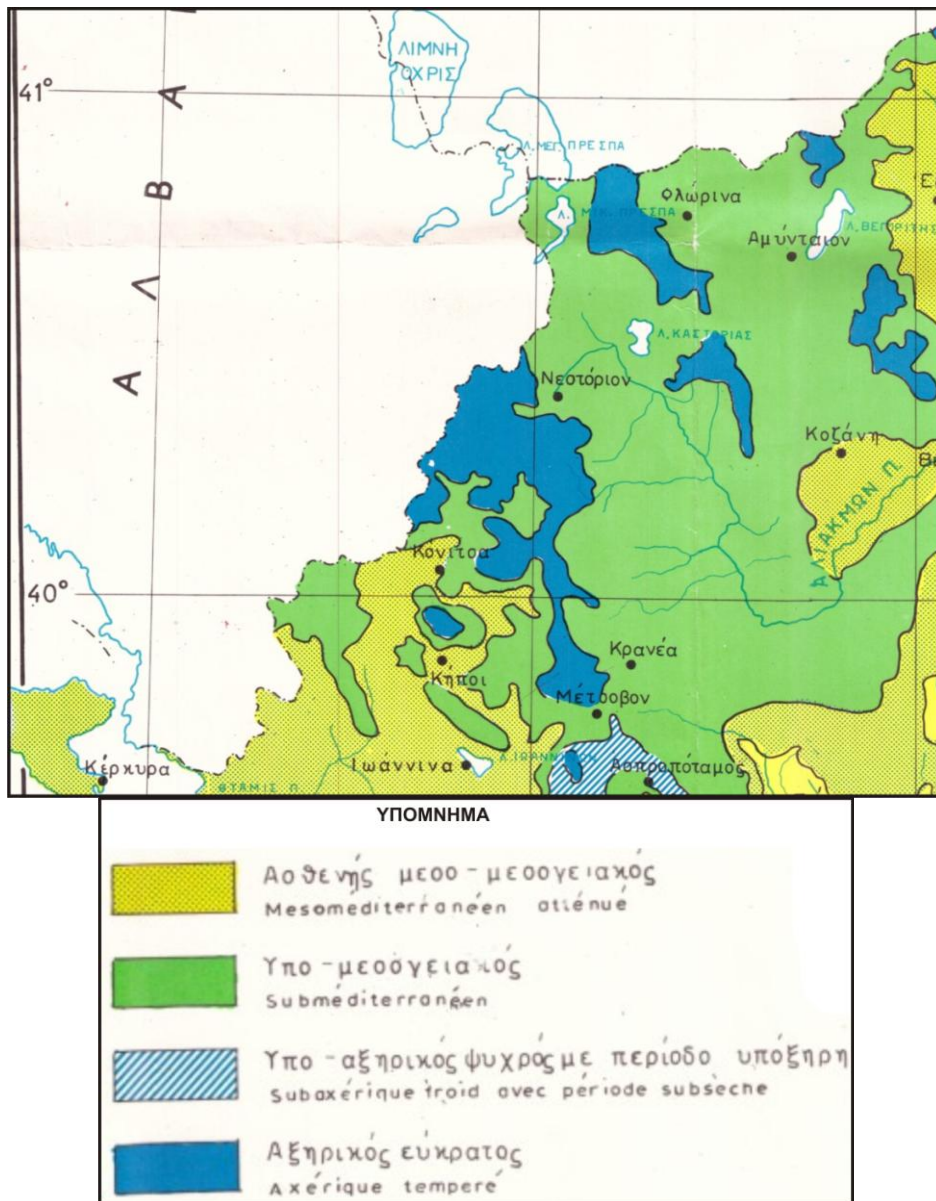
Πίνακας 3-2. Κλιματική ταξινόμηση των περιφερειακών ενοτήτων της περιοχής μελέτης κατά Köppen και η κατάταξή τους στις Δασικές Κλιματικές Ζώνες (κατά Γκουβάς και Σακελλαρίου, 2011)

<b>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ</b>	<b>ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ KÖPPEN</b>	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ</b>
<b>ΓΡΕΒΕΝΑ</b>	Csa, Csb, Cfa, Cfb	9
<b>ΙΩΑΝΝΙΝΑ</b>	Csa, Csb, Cfa, Cfb	31
<i>ΠΙΝΔΟΣ 1</i>	Cfb	1
<i>ΣΜΟΛΙΚΑΣ 1</i>	Dfc	1
<b>ΚΑΣΤΟΡΙΑ</b>	Csb, Cfb	8
<b>ΚΟΖΑΝΗ</b>	Csb, Cfa, Cfb	10
<b>ΦΛΩΡΙΝΑ</b>	Csb, Cfb	7
<i>ΒΑΡΝΟΥΣ 1</i>	Dsc	1
<b>ΤΡΙΚΑΛΑ</b>	Csa, Csb, Cfa, Cfb	
<b>ΘΕΣΠΡΩΤΙΑ</b>	Csa	

### 3.2.2..Κλιματική κατάταξη κατά Μαυρομμάτη

Με βάση τον βιοκλιματικό χάρτη του Μαυρομμάτη 1978 (Εικόνα 3-4), η περιοχή μελέτης ταξινομείται στους κάτωθι κλιματικούς τύπους :

1. Ασθενής μεσο-μεσογειακός. Η περιοχή της Ηπείρου και η λεκάνη της Κοζάνης
2. Υπο-μεσογειακό. Το όρος Μιτσικέλλι και η λεκάνη του Αλιάκμονα
3. Υπο-αξηρικό ψυχρό με περίοδο υπόξηρη. Ένα μικρό τμήμα στα νότια της περιοχής
4. Αξηρικό εύκρατο. Τα όρη Βέρμιο, Άσκιο, Βόρας, Βόϊο, Γράμμος, Σμόλικας, Τύμφη



Εικόνα 3-4. Βιοκλιματικός χάρτης περιοχής μελέτης (κατά Μαυρομάτης 1978)

### 3.3. Βλάστηση

Βλάστηση ονομάζουμε τις διάφορες φυτικές ομάδες, οι οποίες έχουν ορισμένη μορφή ή φυσιογνωμία π.χ. το δάσος, οι θαμνώνες κ.ά. και Χλωρίδα το σύνολο των φυτικών ειδών μιας περιοχής. Έτσι, είναι δυνατόν να υπάρχει πλούσια βλάστηση με πτωχή χλωρίδα π.χ. ένα πυκνό δάσος με λίγα δασικά είδη (Φοίτος και Καμάρη 2009).

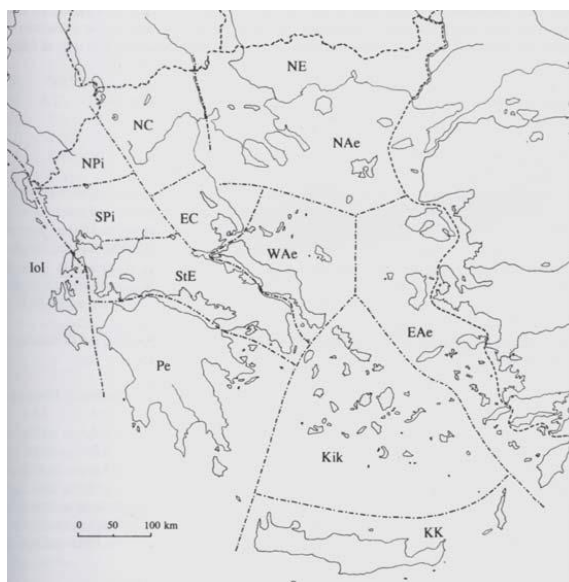
Οι παράγοντες που καθορίζουν το είδος της βλάστησης μιας περιοχής είναι: το γεωγραφικό πλάτος, το οποίο καθορίζει τη θερμοκρασία, το υψόμετρο της περιοχής, οι κλιματικές συνθήκες της (π.χ. άνεμος, υγρασία, βροχή θερμοκρασία κ.λπ.) και το

είδος του εδάφους με εστίαση στην πετρογραφική του προέλευση (Φοίτος και Καμάρη 2009, Χρονοπούλου και Φλόκας 2010).

Η ελληνική χλωρίδα αριθμεί περίπου 5700 είδη αυτοχθόνων και εγκλιματισμένων Αγγειοφύτων, τα οποία φέρουν την χώρα στην πρώτη θέση της Ευρώπης. Ο πλούτος αυτός είναι αποτέλεσμα των ακόλουθων παραγόντων (Φοίτος και Καμάρη 2009):

- Επιβίωση πολλών ειδών του Τριτογενούς κατά την διάρκεια του Τεταρτογενούς
- Μετανάστευση ειδών από την Κεντρική Ευρώπη, την Ανατολία και τον Πόντο κατά την περίοδο των παγετώνων
- Εμπλουτισμός της χλωρίδας λόγω της ανθρώπινης παρουσίας από τους προϊστορικούς χρόνους
- Προσαρμογή των ειδών και δημιουργία νέων ταξινομικών μορφών

Στον 1<sup>ο</sup> τόμο της Flora Hellenica (Strid and Tan 1997 στο Φοίτος και Καμάρη 2009) ο ελλαδικός χώρος διακρίνεται σε 13 χλωριδικές περιοχές. Μεταξύ αυτών είναι η Πίνδος (NPi), η Νότια Πίνδος (SPi) και η Βόρεια κεντρική περιοχή (NC) που τμήμα τους αποτελεί και η περιοχή μελέτης.



Υπόμνημα	
NC	Βόρεια κεντρική Ελλάδα
NPi	Βόρεια Πίνδος
SPi	Νότια Πίνδος

Εικόνα 3-5. Χλωριδικές περιοχές της Ελλάδας (κατά την Flora Hellenica) και εστίαση στην περιοχή μελέτης (κωδικοί του υπομνήματος)



Ως ενδημικά είδη νοούνται τα είδη που καταλαμβάνουν μία περιοχή εξάπλωσης ορισμένη και κλειστή. Σημαντικός είναι ο εδαφικός ενδημισμός και αφορά είδη, τα οποία είναι προσαρμοσμένα σε ασβεστολιθικά ή οφειολιθικά πετρώματα (πετρώματα που διαθέτει η περιοχή μελέτης). Τα χαρακτηριστικά των ασβεστολιθικών πετρωμάτων όπως η παρουσία πλούσιων θρεπτικών συστατικών συντελούν στην ανάπτυξη ενδημικών και σπάνιων χλωριδικών ειδών και εν γένει πλούσιας χλωρίδας. Όσον αφορά τα οφειολιθικά πετρώματα επειδή είναι εύθρυπτα, τα εδάφη που δημιουργούν είναι πτωχά σε θρεπτικά συστατικά. Επίσης, οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων σ' αυτά συχνά, είναι τοξικές για τα φυτά. Έτσι, η απουσία ανεπτυγμένων φυτοκοινοτήτων είναι φανερή (Φοίτος και Καμάρη 2009).

Η βλάστηση ταξινομείται σε Φυτικές διαπλάσεις και σε Ζώνες βλάστησης. Ως διάπλαση ορίζουμε ένα σύνολο σταθερών βιοκοινοτήτων που εκτείνονται σε μια μεγάλη γεωγραφική περιοχή. Κάθε διάπλαση χαρακτηρίζεται από τον τύπο της βλάστησης που διαθέτει (<http://kpe-kastor.kas.sch.gr/dasos/b1/b111.htm>) ή πιο απλά, ως φυτική διάπλαση νοείται το είδος της βλάστησης που είναι χαρακτηριστικό μίας περιοχής. Οι ζώνες βλάστησης είναι παρεμφερείς των κλιματικών (π.χ. πολική, εύκρατη, τροπική).

Η διάκριση του ελλαδικού χώρου σε ζώνες βλάστησης (ή Ορόφους) διαφέρει από συγγραφέα σε συγγραφέα. Εν τούτοις η διαφοροποίηση αυτή αφορά περισσότερο τον χαρακτηρισμό των ζωνών παρά της ουσιαστική διάκρισή τους (Φοίτος και Καμάρη 2009). Μία από τις σημαντικότερες διακρίσεις ζωνών είναι αυτή του Ντάφη (1973).

Με βάση την οριζόντια και κατακόρυφη εξάπλωση των δασοπονικών ειδών της Ελλάδος, τα δάση και οι θαμνώνες της χώρας ομαδοποιήθηκαν σε οκτώ δασικές ζώνες (Πίνακας 3-2) με την ονομασία Δασικές Κλιματικές Ζώνες και συντομογραφία ΔΚΖ. Κριτήριο της ομαδοποίησης ήταν οι κλιματικές συνθήκες στις οποίες τα είδη αυτά αναπτύσσονται (Γκουβάς και Σακελλαρίου 2011) ενώ ταυτόχρονα έγινε προσπάθεια αντιστοιχίας με την ταξινόμηση του Ντάφη (1973). Η μελέτη αυτή έγινε για όλο τον ελλαδικό χώρο και χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα 515 μετεωρολογικών σταθμών.

Στον Πίνακα 3-3 απεικονίζονται οι περιφερειακές ενότητες της περιοχής μελέτης και η κατάταξή τους σ' αυτές τις Δασικές Κλιματικές Ζώνες. Όπως παρατηρούμε, η βλάστηση της περιοχής μελέτης κατατάσσεται στις ΔΚΖ 2, 3, 4, 5, 6 και τα ορεινά της Πίνδου στην ΔΚΖ 7.

Πίνακας 3-3. Δασικές Κλιματικές ζώνες της Ελλάδος (κατά Γκουβά και Σακελλαρίου, 2011) και η ένταξη σε αυτές των περιφερειακών ενοτήτων της περιοχής μελέτης

Δασικές Κλιματικές Ζώνες		Περιοχές Περιφερειακών Ενοτήτων περιοχής μελέτης
ΔΚΖ1	Θερμότερη και ξηρότερη ζώνη των αειφύλλων πλατυφύλλων	
ΔΚΖ2	Υγρότερη ζώνη των αειφύλλων πλατυφύλλων	Θεσπρωτία
ΔΚΖ3	Ψυχρότερη ζώνη των αειφύλλων πλατυφύλλων	Ιωάννινα, Τρίκαλα, Θεσπρωτία
ΔΚΖ4	Θερμότερη ζώνη των φυλλοβόλων πλατυφύλλων	Ιωάννινα, Καστοριά, Κοζάνη, Τρίκαλα, Φλώρινα, Θεσπρωτία
ΔΚΖ5	Ζώνη των ορεινών παραμεσογείων κωνοφόρων	Ιωάννινα, Γρεβενά, Καστοριά, Τρίκαλα, Σμόλικας 1 Ιωαννίνων
ΔΚΖ6	Ψυχρότερη ζώνη των φυλλοβόλων πλατυφύλλων	Ιωάννινα, Καστοριά, Τρίκαλα, Φλώρινα, Βαρνούς 1 Φλώρινας
ΔΚΖ7	Ζώνη των ψυχροβίων κωνοφόρων	Πίνδος 1 Ιωαννίνων
ΔΚΖ8	Αλπική και ψευδαλπική ζώνη	

Τα είδη βλαστήσεως της κάθε ΔΚΖ και των αντιστοιχισμένων περιφερειακών ενοτήτων της περιοχής μελέτης αναγράφονται στον Πίνακα 3-5 ενώ στον Πίνακα 3-4 συνδυάζεται η κλιματική ταξινόμηση της κάθε περιφερειακής ενότητας κατά Köppen με την ταξινόμησή της στις Δασικές αυτές ζώνες. Ο πίνακας 3-5 θα χρησιμοποιηθεί σε επόμενο στάδιο, κατά την διασταύρωση των θεματικών χαρτών, ώστε να πάρουμε πληροφορίες για το είδος της δασικής βλαστήσεως, στο οποίο έχει γίνει αλλαγή.

Πίνακας 3-4. Κλιματική ταξινόμηση των περιφερειακών ενοτήτων της περιοχής μελέτης κατά Köppen και η κατάταξή τους στις Δασικές Κλιματικές Ζώνες (κατά Γκουβάς και Σακελλαρίου, 2011)

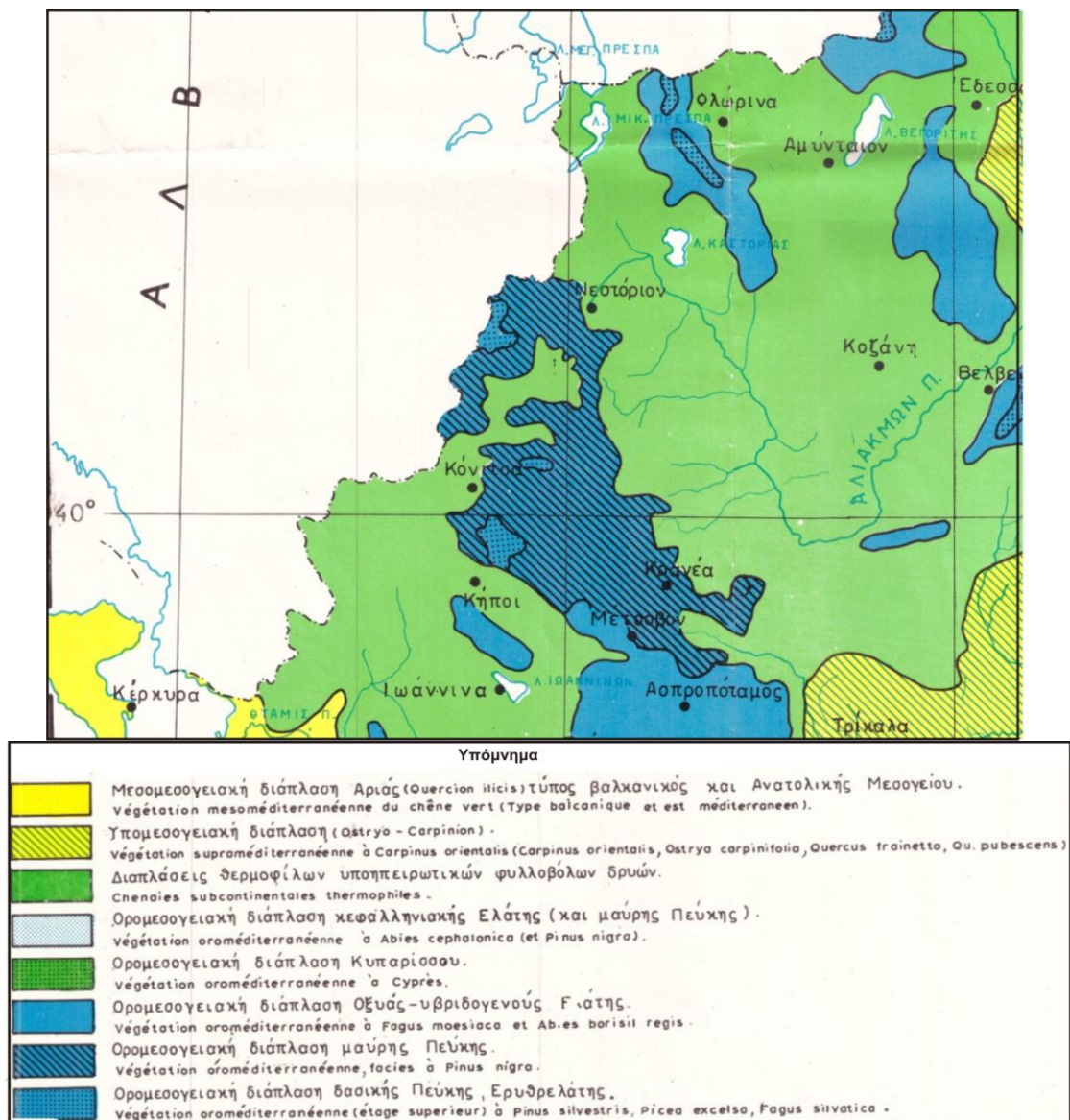
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ ΚÖPPEN	ΔΑΣΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ
ΓΡΕΒΕΝΑ	Csa, Csb, Cfa, Cfb	ΔΚΖ 4, 5
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	Csa, Csb, Cfa, Cfb	ΔΚΖ 3, 4, 5, 6
ΠΙΝΔΟΣ 1	Cfb	ΔΚΖ 7
ΣΜΟΛΙΚΑΣ 1	Dfc	ΔΚΖ 5
ΚΑΣΤΟΡΙΑ	Csb, Cfb	ΔΚΖ 5, 6
ΚΟΖΑΝΗ	Csb, Cfa, Cfb	ΔΚΖ 4
ΦΛΩΡΙΝΑ	Csb, Cfb	ΔΚΖ 4, 6
ΒΑΡΝΟΥΣ 1	Dsc	ΔΚΖ 6
ΤΡΙΚΑΛΑ	Csa, Csb, Cfa, Cfb	ΔΚΖ 3, 4, 5
ΘΕΣΠΡΩΤΙΑ	Csa	ΔΚΖ2, 3, 4

Πίνακας 3-5. Κατάταξη των περιφερειακών ενοτήτων της περιοχής μελέτης στις Δασικές Κλιματικές Ζώνες (κατά Γκουβάς και Σακελλαρίου, 2011) με την αντίστοιχη βλάστηση τους

Δασική Κλιματική Ζώνη και συντομογραφία της	Περιγραφή	Αντιστοιχία με ταξινόμηση της δασικής βλάστησης της Ελλάδας κατά Ντάφη (1973)	Περιοχές Περιφερειακών Ενοτήτων περιοχής μελέτης
Υγρότερη ζώνη αειφύλλων πλατυφύλλων ΔΚΖ2	Θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων με αριά ( <i>Quercus ilex</i> ), κουμαριά ( <i>Arbutus unedo</i> ), γλιστροκουμαριά ( <i>Arbutus andrachne</i> ), δενδρώδες ρείκι ( <i>Erica arborea</i> ), καθώς και δάση χαλεπίου πεύκης ( <i>Pinus halepensis</i> ), τραχείας πεύκης ( <i>Pinus brutia</i> ), κυπαρισσιού ( <i>Cupressus sempervirens</i> ), αριάς ( <i>Quercus ilex</i> ), βαλανιδιάς ( <i>Quercus macrolepis</i> ) ή χνοώδους δρυός ( <i>Quercus rubescens</i> ) με υπόροφο ίδιας σύνθεσης. Στα προαναφερόμενα είδη μάλλον πρέπει να συμπεριληφθούν το σπάρτο ( <i>Spartium junceum</i> ) και η κουτσουπιά ( <i>Cercis siliquastrum</i> )	<i>Quercion ilicis</i>	Θεσπρωτία
Ψυχρότερη ζώνη αειφύλλων πλατυφύλλων ΔΚΖ3	Θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων με κυρίαρχο είδος το πουρνάρι ( <i>Quercus coccifera</i> ), συνήθως μαζί με φιλλύκι ( <i>Phillyrea latifolia</i> ), αειθαλές σφενδάμι ( <i>Acer sempervirens</i> ) ή ανατολικό γαύρο ( <i>Carpinus orientalis</i> ), χωρίς όμως την παρουσία φυτικών ειδών που χαρακτηρίζουν τις προηγούμενες ΔΚΖ, καθώς και δάση χαλεπίου πεύκης ( <i>Pinus halepensis</i> ), τραχείας πεύκης ( <i>Pinus brutia</i> ) ή κυπαρισσιού ( <i>Cupressus sempervirens</i> ) με υπόροφο ίδιας σύνθεσης.	<i>Ostryo-Carpinion</i>	Ιωάννινα, Τρίκαλα, Θεσπρωτία
Θερμότερη ζώνη φυλλοβόλων πλατυφύλλων ΔΚΖ4	Δάση πλατυφύλλου δρυός ( <i>Quercus conferta</i> ), απόδισκου δρυός ( <i>Quercus petraea</i> ), ποδισκοφόρου δρυός ( <i>Quercus pedunculata</i> ), τσέρου ( <i>Quercus cerris</i> ) ή καστανιάς ( <i>Castanea sativa</i> ).	<i>Quercion confertae</i>	Ιωάννινα, Καστοριά, Κοζάνη, Τρίκαλα, Φλώρινα, Θεσπρωτία
Ζώνη ορεινών παραμεσογείων κωνοφόρων ΔΚΖ5	Δάση ελάτης ( <i>Abies cephalonica</i> ή <i>Abies borissii regis</i> ) ή δάση μαύρης πεύκης ( <i>Pinus nigra</i> )	<i>Abietion cephalonicae, Pinion nigrae</i>	Ιωάννινα, Γρεβενά, Καστοριά, Τρίκαλα, Σμόλικας 1 Ιωαννίνων
Ψυχρότερη ζώνη φυλλοβόλων πλατυφύλλων ΔΚΖ6	Δάση οξιάς ( <i>Fagus silvatica</i> , <i>Fagus moesiaca</i> ή <i>Fagus orientalis</i> ) και μικτά δάση αυτής με είδη των προηγούμενων ΔΚΖ.	<i>Fagion moesiacae</i>	Ιωάννινα, Καστοριά, Τρίκαλα, Φλώρινα, Βαρνούς 1 Φλώρινας
Ζώνη ψυχοβίων κωνοφόρων ΔΚΖ7	Δάση δασικής πεύκης ( <i>Pinus silvestris</i> ), ερυθρελάτης ( <i>Picea excelsa</i> ), σημύδας ( <i>Betula pendula</i> ) ή λευκόδερμης πεύκης ( <i>Pinus leucodermis</i> ) και μικτά δάση αυτών με είδη των προηγούμενων ΔΚΖ.	<i>Vaccinio-Picetalia</i>	Πίνδος 1 Ιωαννίνων

Με βάση τον Χάρτη Βλάστησεως της Ελλάδος του Μαυρομμάτη 1978 (Εικόνα 3-6), η περιοχή μελέτης ανήκει στις ακόλουθες διαπλάσεις:

1. Ορομεσογειακή διάπλαση μαύρης Πεύκης
2. Ορομεσογειακή διάπλαση Οξυάς-υβριδογενούς Ελάτης
3. Διαπλάσεις θερμοφίλων υποηπειρωτικών φυλλοβόλων δρυών
4. Ορομεσογειακή διάπλαση δασικής Πεύκης, Ερυθρελάτης



Εικόνα 3-6. Χάρτης βλάστησης περιοχής (κατά Μαυρομμάτη 1978)

Ο συγκεκριμένος χάρτης και ο Πίνακας 3-5 θα χρησιμοποιηθούν σε επόμενο στάδιο και σε συσχέτισμό με τα αποτελέσματα της ανίχνευσης αλλαγών βλάστησης, ώστε να καθορισθούν τα δασοπονικά είδη στα οποία έγινε η αλλαγή αυτή.

## 4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

#### 4.1. Εισαγωγή

Ως θεματικός χάρτης, ορίζεται ο χάρτης που αναπαριστά την κατανομή ενός χαρακτηριστικού (ενός θέματος) χωρικά ή τη σχέση μεταξύ πολλών χαρακτηριστικών. Οι θεματικοί χάρτες καλύπτουν μεγάλο εύρος χαρακτηριστικών από τους τύπους εδαφών έως την πυκνότητα του πληθυσμού. Για να γίνουν όμως κατανοητοί από τους αναγνώστες, χρειάζονται σύμβολα που αντιπροσωπεύουν αυτό που χαρτογραφείται.

Οι θεματικοί χάρτες μπορούν να είναι ποσοτικοί ή ποιοτικοί. Οι ποσοτικοί δείχνουν αριθμητική πληροφόρηση ενώ οι ποιοτικοί μη αριθμητική πληροφόρηση όπως χρήση γης.

Για την δημιουργία των θεματικών χαρτών της διατριβής, χρησιμοποιήθηκε Ψηφιακό Υψομετρικό Μοντέλο μεγέθους ψηφίδας 5 μέτρων.

Εφαρμόστηκαν διάφορες τεχνικές ανάλυσης Ψηφιακού Υψομετρικού Μοντέλου όπως χάρτης σκιασμένου αναγλύφου, χάρτης κλίσεων, χάρτης προσανατολισμού κλίσεων. Το αποτέλεσμα αυτών των αναλύσεων ήταν μία κατά το δυνατόν λεπτομερής μορφοτεκτονική θεώρηση της περιοχής μελέτης.

Η μελέτη της γεωμορφολογίας μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στη ανίχνευση και χαρτογράφηση των περιοχών που μπορεί να απειληθούν από φυσικές καταστροφές (πλημμύρες, διάβρωση εδαφών, φαινόμενο της ερημοποίησης, κ.α.) (Soeters et al., 1991; Rosenfeld, 1994; Van Oost et al., 2000; Alcantara-Ayala, 2002).

Οι θεματικοί χάρτες διασταυρώθηκαν μεταξύ τους με σκοπό την παραγωγή περαιτέρω πληροφόρησης από τον συνδυασμό και την συσχέτιση των δύο χαρτών.

Η λειτουργία της διασταύρωσης εκτελεί μία αλληλεπίθεση δύο raster χαρτών, συσχετίζοντας τα αντίστοιχα εικονοστοιχεία που βρίσκονται στην ίδια θέση, με αποτέλεσμα τη δημιουργία όλων των δυνατών συνδυασμών ανάμεσα τους. Προαπαιτούμενο για την εκτέλεση αυτής της λειτουργίας, θεωρείται το ίδιο σύστημα γεωαναφοράς για τους δύο χάρτες, ενώ όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί που προκύπτουν, αποθηκεύονται σε ένα πίνακα διασταύρωσης (Parcharidis et al. 1998, Psomiadis et al. 2005).

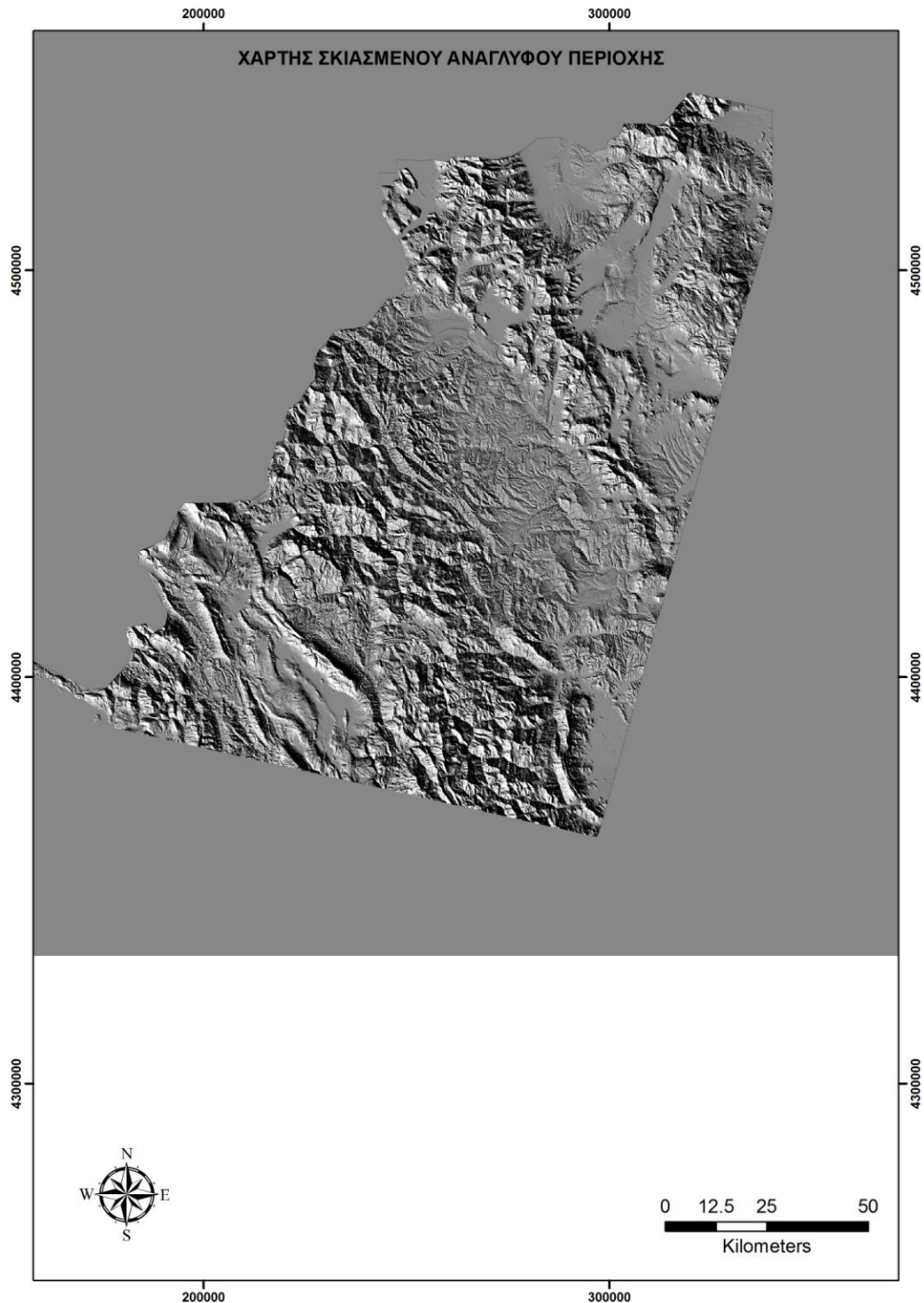
Οι πληροφορίες που εξάγονται από την διαδικασία της διασταύρωσης δύο θεματικών χαρτών, σε συνδυασμό με τα επιμέρους δεδομένα, χρησιμοποιούνται σε μεταγενέστερο στάδιο εργασίας για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με την χαρτογράφηση ευαίσθητων περιοχών στην περιβαλλοντική υποβάθμιση

Έτσι, η διασταύρωση του θεματικού χάρτη αποψίλωσης με τον χάρτη των κλίσεων και τον χάρτη προσανατολισμού των κλίσεων έγινε με σκοπό την χαρτογράφηση των θέσεων εκείνων που τοποθετούνται σε μεγάλες κλίσεις και επομένως θεωρούνται ως περιοχές δυνητικά υψηλού κινδύνου όσον αφορά την ευαισθησία τους στη διάβρωση των εδαφών και τις συνεπαγόμενες συνέπειες όπως τυχόν πλημμυρικά και/ή κατολισθητικά φαινόμενα. Η διασταύρωση του θεματικού χάρτη αποψίλωσης με τον θεματικό χάρτη της κάλυψης-χρήσεων γης και τον χάρτη των προστατευόμενων περιοχών μας έδωσε την πληροφορία για οικολογική υποβάθμιση περιοχών. Με αυτόν τον τρόπο, η παραχθείσα πληροφορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διατήρηση και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και την διαχείριση –πρόληψη- αντιμετώπιση πλημμυρικών και/ή κατολισθητικών φαινομένων.

Οι Εικόνες 4-1 έως και 4-8 απεικονίζουν τους θεματικούς χάρτες της παρούσας διατριβής. Λόγω της μεγάλης εκτάσεως της περιοχής μελέτης, οι υδρολιθολογικοί χάρτες και ο γεωτεχνικός χάρτης χρησιμοποιήθηκαν χωρίς να γίνει ψηφιοποίηση των ενοτήτων τους. Επίσης, ως έχουν, χρησιμοποιήθηκαν ο χάρτης βλάστησης και η εικόνα των πυρόπληκτων περιοχών.

### Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου

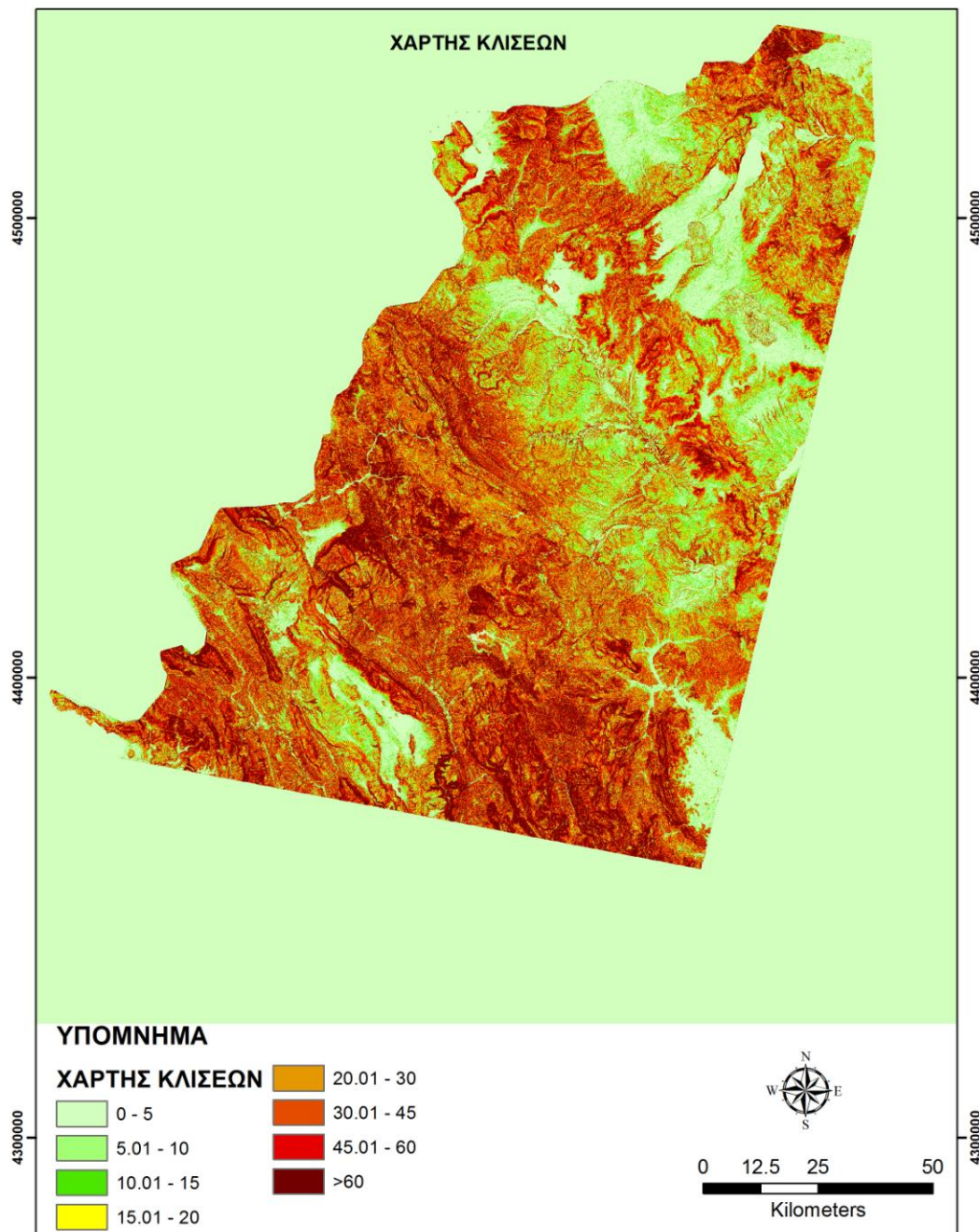
Ο συγκεκριμένος χάρτης (Εικόνα 4-1) δείχνει την περιοχή φωτισμένη τεχνητά από ΝΔ. Έτσι, οι πλαγιές που κλίνουν ΒΑ δείχνουν σκιασμένες ενώ αυτές που κλίνουν ΝΔ είναι φωτεινές. Ο χάρτης αυτός βοηθά στην οπτική απεικόνιση αλλά και στην καλύτερη κατανόηση της μορφολογίας της περιοχής.



Εικόνα 4-1. Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου

#### 4.2. Χάρτης κλίσεων πρανών

Χάρτης που δείχνει τις κλίσεις των πρανών. Συνδυάζεται με τον χάρτη του προσανατολισμού κλίσεων και τον χάρτη κάλυψης-χρήσεων γης για ανίχνευση φαινομένων διάβρωσης, πλημμυρογένεσης κ.ά.

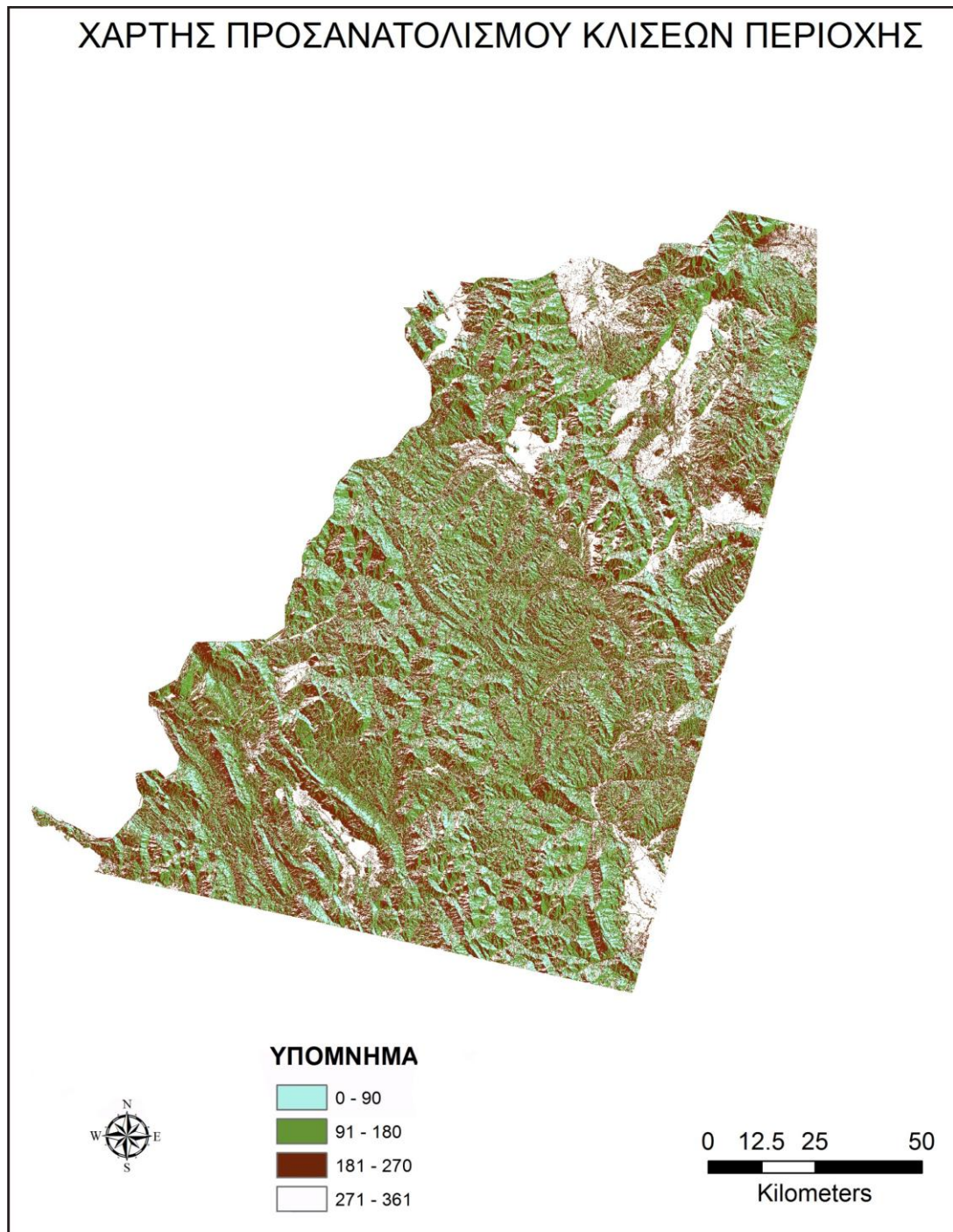


Εικόνα 4-2



#### 4.3. Χάρτης προσανατολισμού κλίσεων

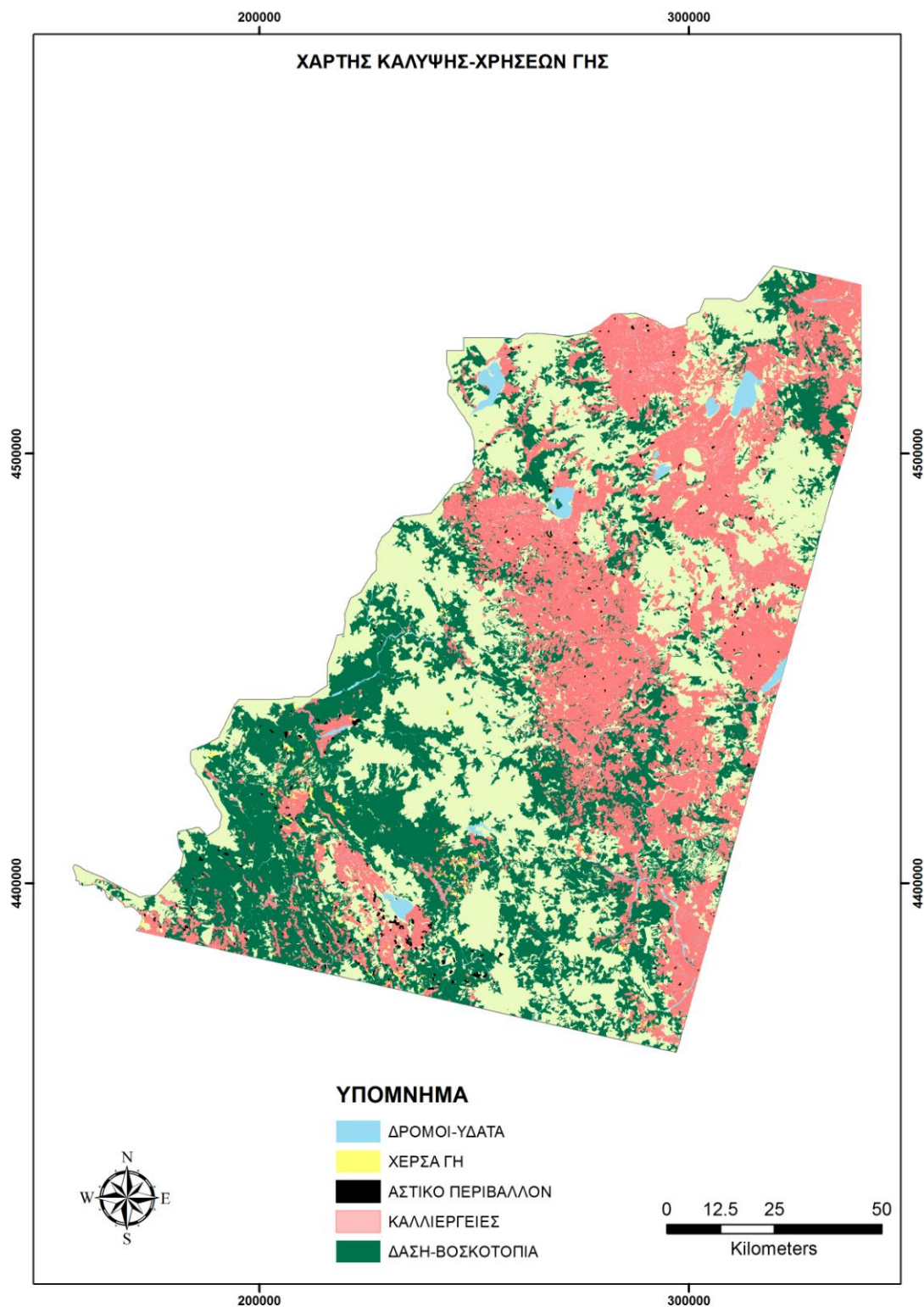
Ο συγκεκριμένος θεματικός χάρτης δείχνει τον προσανατολισμό των πρανών. Θα χρησιμοποιηθεί συνδυαστικά με τους άλλους θεματικούς χάρτες για να μελετηθούν συνέπειες φυσικών καταστροφών σε σχέση με τον θεματικό χάρτη αποψίλωσης.



Εικόνα 4-3. Χάρτης προσανατολισμού κλίσεων της περιοχής μελέτης

#### 4.4. Χάρτες κάλυψης -χρήσεων γης

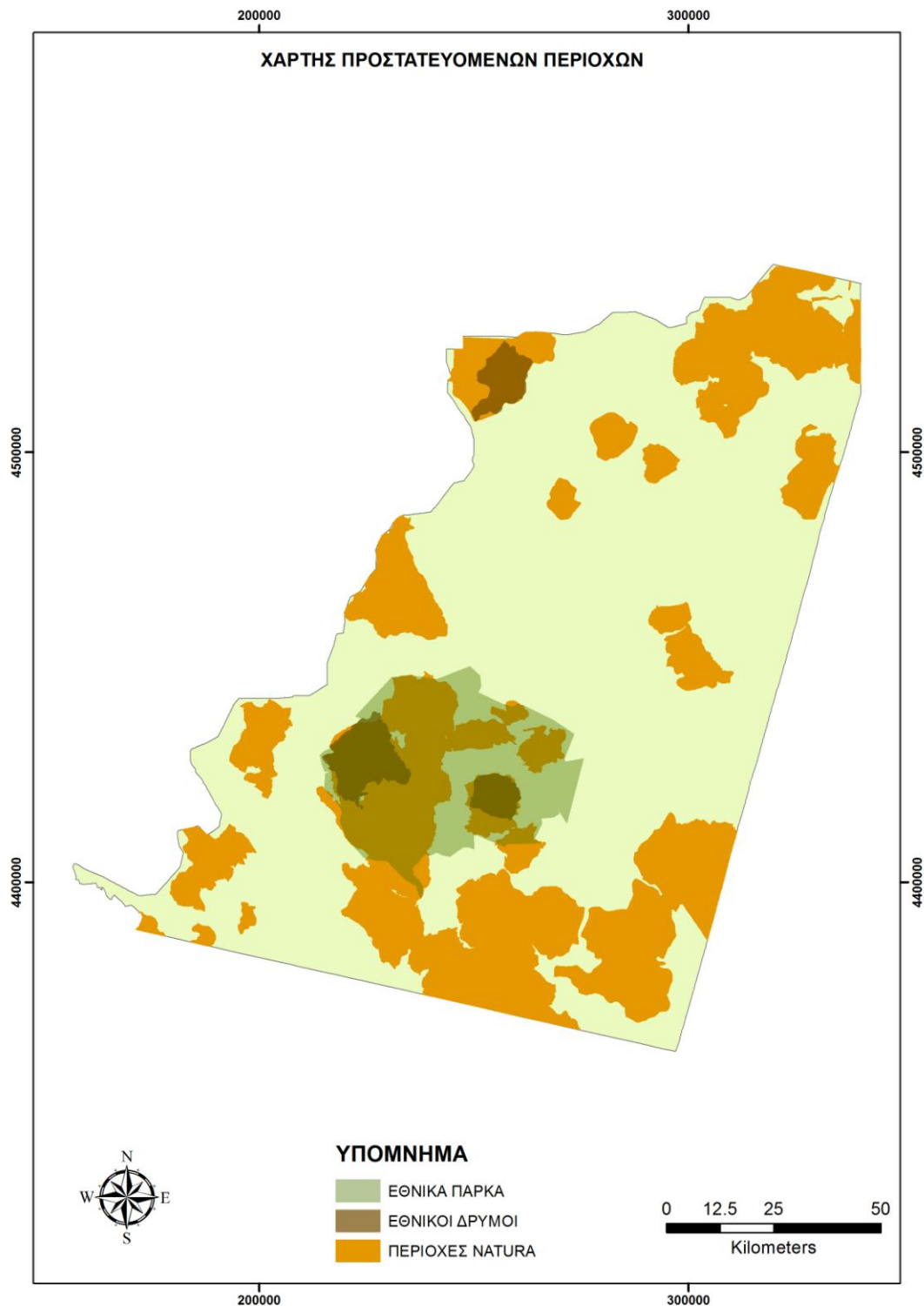
Ο χάρτης αυτός (Εικόνα 4-4) δημιουργήθηκε ώστε να χρησιμοποιηθεί μετέπειτα συνδυαζόμενος με τις θέσεις αποψίλωσης για να ορισθεί το είδος της απώλειας.



Εικόνα 4-4. Χάρτης Κάλυψης-Χρήσεων γης της περιοχής μελέτης

#### 4.5. Χάρτης Προστατευόμενων περιοχών

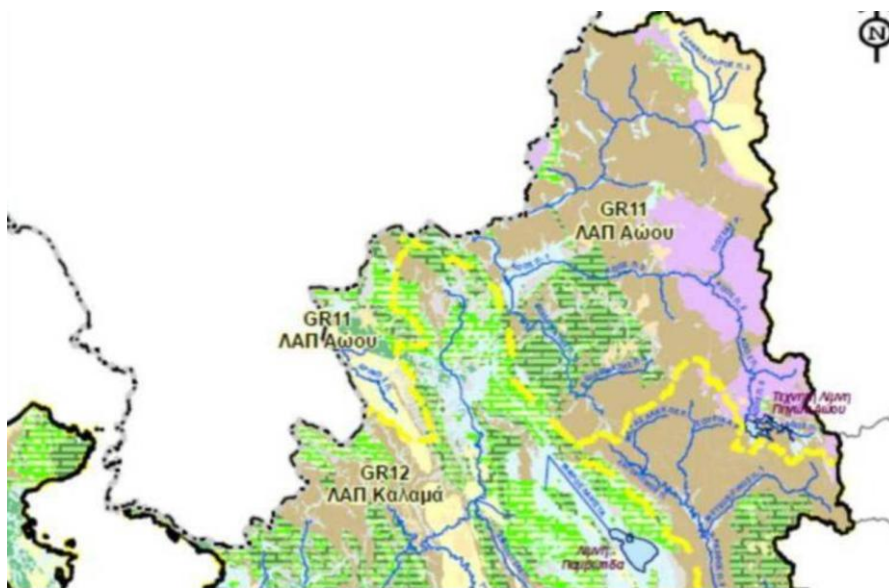
Ο χάρτης αυτός (Εικόνα 4-5) δημιουργήθηκε με δεδομένα προερχόμενα από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) και θα χρησιμοποιηθεί σε συσχέτισμό με τις θέσεις αποψίλωσης για την ανίχνευση του βαθμού περιβαλλοντικής επιβάρυνσης.



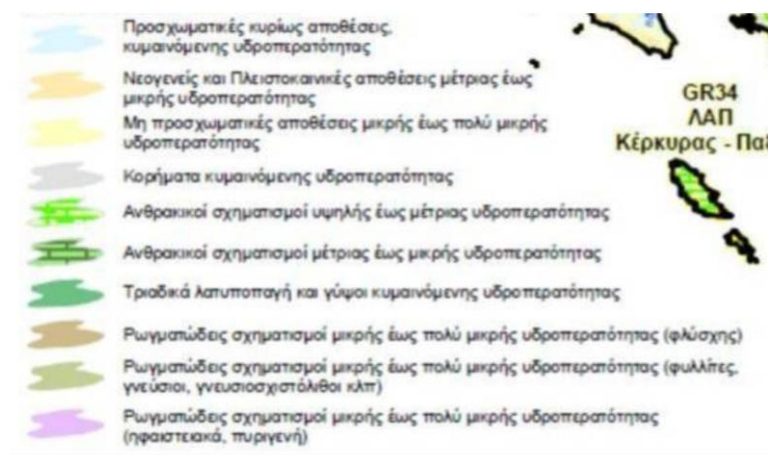
Εικόνα 4-5. Χάρτης Προστατευόμενων περιοχών

#### 4.6. Χάρτες υδρολιθολογικών σχηματισμών

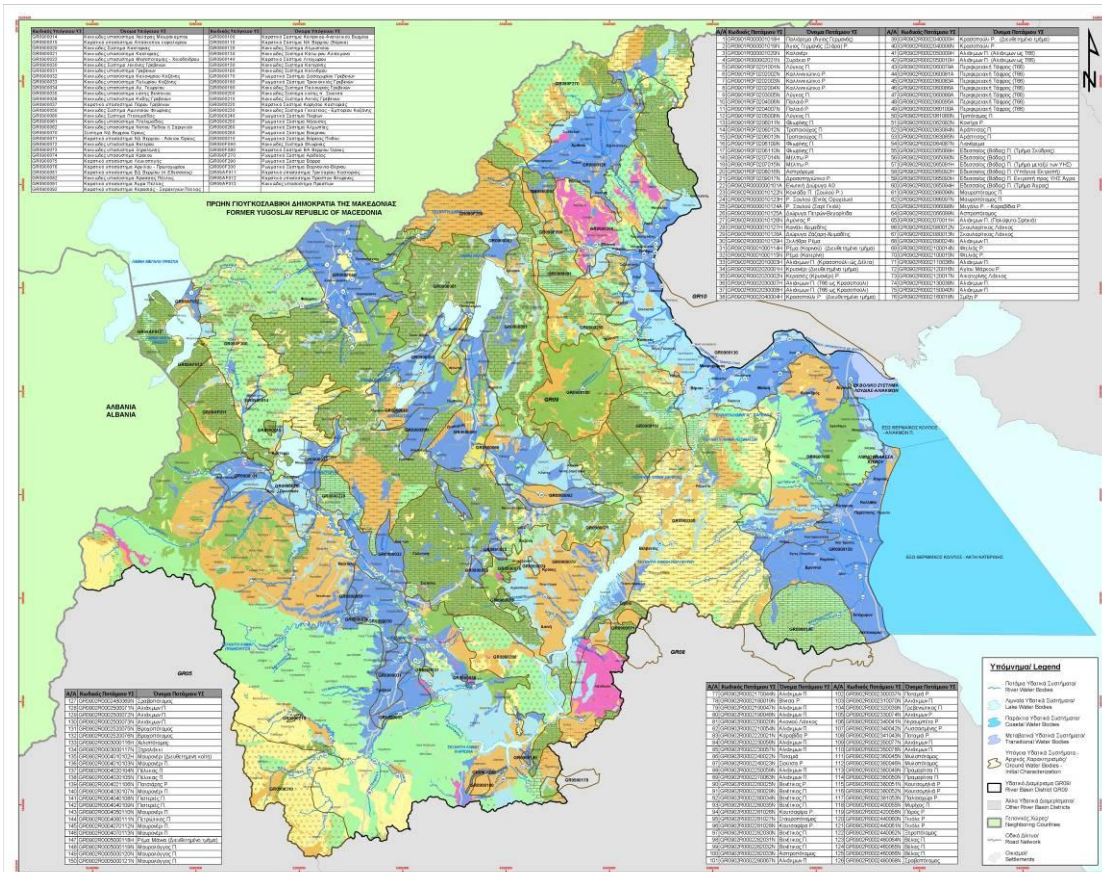
Οι χάρτες των υδρολιθολογικών σχηματισμών (Εικόνες 4-5 και 4-6) προέρχονται από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ) του ΥΠΕΚΑ και απεικονίζουν τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της λιθολογίας της περιοχής. Συγκεκριμένα απεικονίζουν τις υδρομηχανικές ιδιότητες, την ικανότητα περατότητας των σχηματισμών σε σχέση με το νερό. Οι χάρτες αυτοί θα χρησιμοποιηθούν μετέπειτα σε συσχετισμό με τον θεματικό χάρτη προσανατολισμού κλίσεων, τον θεματικό χάρτη κάλυψης-χρήσεων γης και τον θεματικό χάρτη αποψίλωσης για να ορισθούν οι πιθανές συνέπειές της κυρίως όσον αφορά τη διάβρωση του εδάφους και τα κατολισθητικά και πλημμυρικά φαινόμενα.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ



Εικόνα 4-6. Υδρολιθολογικός χάρτης το τμήμα της περιοχής μελέτης που ανήκει στην Ήπειρο (κατά ΕΓΥ 2013)



### Υπόμνημα/ Legend

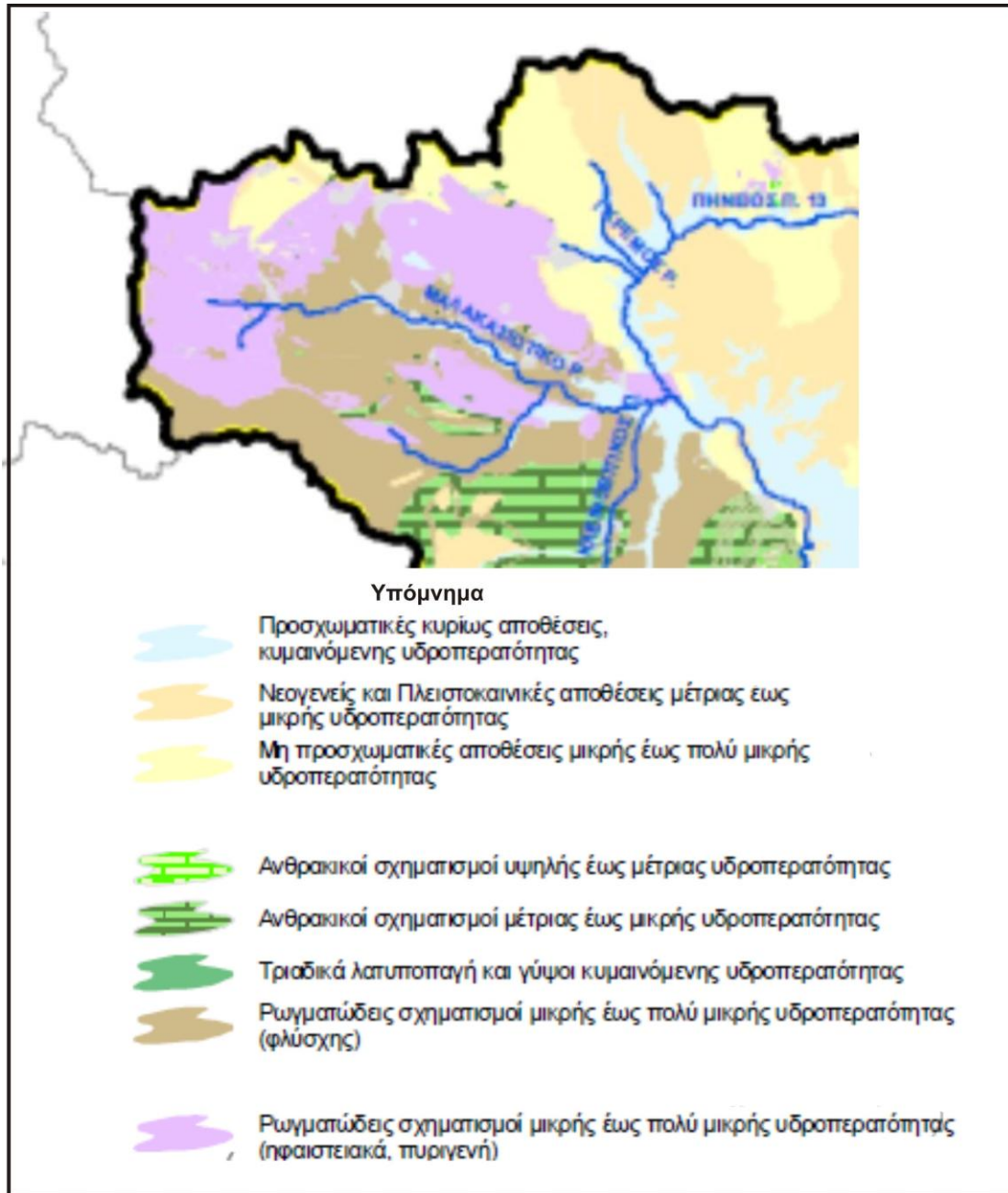
Κωδικοποίηση γεωλογικών σχηματισμών βάσει της διαπερατότητας, της έκτασης, της δυναμικότητας και της λιθολογίας.

- 5 Σχηματισμοί των οποίων η συμπεριφορά δεν είναι σταθερή αλλά μεταβάλλεται κατά τόπους
- 42 Αδιαπέρατοι σχηματισμοί ή σχηματισμοί μικρού πάχους που από κάτω τους αναπτύσσονται αξιόλογα υδροφόρα συστήματα
- 111 Μικροπερατοί σχηματισμοί (ιζηματογενείς σχηματισμοί μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
- 121 Μικροπερατοί σχηματισμοί (σχηματισμοί μικρής έκτασης με τοπική σημασία ή μεγάλης έκτασης και μέτριας δυναμικότητας)
- 211 Μακροπερατοί σχηματισμοί (ιζηματογενείς σχηματισμοί μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
- x x 212 Μακροπερατοί σχηματισμοί (πυριγενείς σχηματισμοί μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
- x x 213 Μακροπερατοί σχηματισμοί (μεταμορφωμένοι σχηματισμοί μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
- 221 Μακροπερατοί σχηματισμοί (ιζηματογενείς σχηματισμοί μικρής έκτασης και τοπικής σημασίας ή μεγάλης έκτασης και μέτριας δυναμικότητας)
- x x 222 Μακροπερατοί σχηματισμοί της (πυριγενείς σχηματισμοί μικρής έκτασης και τοπικής σημασίας ή μεγάλης έκτασης και μέτριας δυναμικότητας)
- x x 223 Μακροπερατοί σχηματισμοί (μεταμορφωμένοι σχηματισμοί μικρής έκτασης και τοπικής σημασίας ή μεγάλης έκτασης και μέτριας δυναμικότητας)
- 311 Ημιπερατοί σχηματισμοί (ιζηματογενείς, πορώδεις σχηματισμοί)
- x x 312 Ημιπερατοί σχηματισμοί (πυριγενείς, πορώδεις σχηματισμοί)
- 321 Ημιπερατοί σχηματισμοί (ιζηματογενείς, ρωγμώδεις σχηματισμοί)
- x x 322 Ημιπερατοί σχηματισμοί (πυριγενείς, ρωγμώδεις σχηματισμοί)
- x x 323 Ημιπερατοί σχηματισμοί (μεταμορφωμένοι, ρωγμώδεις σχηματισμοί)
- 411 Αδιαπέρατοι σχηματισμοί (πρακτικά αδιαπέρατοι ιζηματογενείς σχηματισμοί)
- x x 412 Αδιαπέρατοι σχηματισμοί (πρακτικά αδιαπέρατοι πυριγενείς ή ηφαιστειοιζηματογενείς σχηματισμοί)
- x x 413 Αδιαπέρατοι σχηματισμοί (πρακτικά αδιαπέρατοι μεταμορφωμένοι σχηματισμοί)
- 2111 Μακροπερατοί σχηματισμοί (ασβεστόλιθοι και δολομίτες μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
- x x 2132 Μακροπερατοί σχηματισμοί (μάρμαρα μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
- x x 2211 Μακροπερατοί σχηματισμοί (ασβεστόλιθοι και δολομίτες μικρής έκτασης και τοπικής σημασίας ή μεγάλης έκτασης και μέτριας δυναμικότητας)
- x x 2232 Μακροπερατοί σχηματισμοί (μάρμαρα μικρής έκτασης και τοπικής σημασίας ή μεγάλης έκτασης και μέτριας δυναμικότητας)

**Γρεβνά** Οικισμοί > 10.000 / Settlements > 10.000  
**Νάουσα** Οικισμοί μεταξύ 2.000 και 10.000 κατοίκων / Settlements between 2.000 and 10.000  
**Κρόκος** Οικισμοί < 2.000 / Settlements < 2.000

Προβολικό Σύστημα: ETRS89-LAEA 52N 10E /  
 Projection System: ETRS89-LAEA 52N 10E

Εικόνα 4-7. Υδρολιθολογικός χάρτης της Δυτικής Μακεδονίας (κατά ΕΓΥ 2014)



Εικόνα 4-8. Υδρολιθολογικός χάρτης το τμήμα της περιοχής μελέτης που ανήκει στην Θεσσαλία (κατά ΕΓΥ)

## 5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ

#### 5.1. Εισαγωγή

Η Τηλεπισκόπηση ορίζεται «η επιστήμη της συλλογής, ανάλυσης και ερμηνείας της πληροφορίας γύρω από έναν στόχο για την αναγνώριση και μέτρηση των ιδιοτήτων του, εξετάζοντας τις αλληλεπιδράσεις του με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, χωρίς στην πραγματικότητα να έρθουμε σε απευθείας επαφή με αυτόν.» (Μερτίκας 1999). Η ενέργεια από την επιφάνεια της γης μετράται με τη χρήση αισθητήρα-αισθητήρων τοποθετημένων σε πλατφόρμα δορυφόρου ή σε αερομεταφερόμενου ανιχνευτή. Η μέτρηση αυτή χρησιμοποιείται για την κατασκευή εικόνας του τοπίου κάτω από την πλατφόρμα (Richards 2013).

Η πολυφασματική πλευρά της τηλεπισκόπησης (δηλ. πάνω από μία φασματική ζώνη) ξεκίνησε με την εξέλιξη του έγχρωμου φωτογραφικού φιλμ (Vincent 1997).

Η γεωλογία και οι περιβαλλοντικές επιστήμες εν γένει είναι κατά κόρον επιστήμες παρατήρησης (Vincent 1997). Ήδη από την δεκαετία του '70, η μελέτη των δορυφορικών δεδομένων που αναφέρονται στην επιφάνεια της γης έχει βρει εφαρμογές στην μελέτη του περιβάλλοντος όπως η γεωπονία-δασολογία, γεωλογία, ωκεανογραφία, μετεωρολογία, αρχαιολογία κ.ά. (Μερτίκας 1999).

Ειδικό βάρος έχει δοθεί στην μελέτη της βλάστησης, η οποία βρίσκεται σε σχέση αλληλεπίδρασης με το κλίμα, δηλαδή το φυσικό περιβάλλον στο οποίο ζει ο άνθρωπος. Πιο εξειδικευμένα, η μελέτη αυτή, τα τελευταία χρόνια, έχει εστιασθεί στην ανίχνευση των αλλαγών της βλάστησης λόγω της κλιματικής αλλαγής και κυρίως, της κατακόρυφης αύξησης των ανθρώπινων παρεμβάσεων (ανεξέλεγκτη υλοτόμηση, πυρκαγιές κ.ά.).

Η ανίχνευση αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι η βλάστηση εμφανίζει ισχυρή ανάκλαση στα μήκη κύματος εύρους 0,7 μm -1,3 μm ενώ, μέσω της χλωροφύλλης, απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία σε μήκη κύματος μικρότερα των 0,7 μm (Μερτίκας 1999).

Για την μελέτη της βλάστησης, υπάρχουν διάφοροι δείκτες που προέρχονται από αριθμητικό συνδυασμό φασματικών ζωνών κυρίως κανάλια λόγου φασματικών ζωνών. Έτσι έχουμε τον Κανονικοποιημένο Δείκτη Βλάστησης NDVI (Normalized

Difference Vegetation Index). Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται για να εκτιμήσει εάν ο παρατηρούμενος στόχος περιέχει υγιή βλάστηση και κάνει χρήση των φασματικών ζωνών (ΦΖ) του ορατού ερυθρού (ΦΖ<sub>OE</sub>) και του κοντινού υπέρυθρου (ΦΖ<sub>KY</sub>) βάσει της εξίσωσης  $NDVI = \frac{\Phi Z_{KY} - \Phi Z_{OE}}{\Phi Z_{KY} + \Phi Z_{OE}}$  (Jensen 1996, Sabins 1997, Lillesand and Kiefer 2000, Richards 2013). Οι τιμές του δείκτη αυτού κυμαίνονται από -1 έως 1. Συνήθως, οι πολύ αρνητικές τιμές συσχετίζονται με ύδατα, και οι υψηλές με βλάστηση. Οι ενδιάμεσες τιμές αφορούν έδαφος, νέφη, χιόνι και άλλα υλικά χωρίς βλάστηση (Sabins, 1997).

Ένας άλλος δείκτης είναι ο  $VI = \Phi Z_{KY} / \Phi Z_{OE}$  (Jensen 1996, Lillesand and Kiefer 2000, Crippen 1990). Θεωρείται ως ο συνήθης δείκτης βλάστησης και ενώ είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος στην ποσότητα βλάστησης, δεν είναι τόσο πολύ στην λιθολογική διακύμανση. Οι τιμές του δείκτη αυτού κυμαίνονται από 0 έως 1.

Στις εικόνες αυτές, οι περιοχές με βλάστηση φαίνονται ανοιχτόχρωμες λόγω της υψηλής ανάκλασής της στην ΦΖ 4 και της χαμηλής στην ΦΖ 3, το γυμνό πέτρωμα σε μέσες και σκούρες αποχρώσεις του γκρι και τα ύδατα μαύρα.

Σε γενικές γραμμές, οι εικόνες φασματικών λόγων βελτιώνουν κάποιες πληροφορίες που αφορούν την σύνθεσή της και αμβλύνουν (Suppress) κάποιες άλλες που αφορούν την Γη όπως κλίση εδάφους και διαφορές κοκκομετρίας (Grain size) (Vincent, 1997).

Μία άλλη μέθοδος είναι η Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών (PCA). Στη μέθοδο αυτή οι έξι φασματικές ζώνες (πλην της θερμικής) της πολυφασματικής εικόνας δίνουν ως παράγωγες και πάλι έξι εικόνες με τη διαφορά ότι οι τρεις πρώτες περιέχουν την πληροφόρηση χωρίς να υπάρχει συσχετισμός μεταξύ τους ενώ οι άλλες τρεις περιέχουν κυρίως θόρυβο. Οι παράγωγες αυτές εικόνες υπολογίζονται μετρώντας τα δεδομένα κάθετα στις κύριες τάσεις της εικόνας. Έτσι, η πρώτη κύρια συνιστώσα μετρά τα δεδομένα κάθετα στην πρώτη κύρια τάση της εικόνας που συνήθως είναι η βλάστηση. Ως αρνητικό της μεθόδου αυτής θα μπορούσε να χαρακτηριστεί το γεγονός ότι κρατάει την τοπογραφία και κατά συνέπεια την σκίαση στην τελική εικόνα.

Κατά τους Singh (1989) και Green et al. (1994) η ανίχνευση των αλλαγών μπορεί να επιτευχθεί με δύο μεθόδους: (α) την ταυτόχρονη ανάλυση των δορυφορικών δεδομένων μέσω της διαχρονικής σύγκρισης με μεθόδους όπως η ανάλυση κυρίων συνιστωσών (Principal Components Analysis), η αφαίρεση εικόνων (image differencing), η διαίρεση εικόνων (image ratioing) και η αλληλεπίθεση εικόνων



(image overlay) και (β) τη συγκριτική ανάλυση δύο ή περισσότερων ανεξάρτητων παραγόμενων προϊόντων-χαρτών ταξινόμησης, από διαφορετικές ημερομηνίες (map-to-map classification). Βασίζεται στην αναγνώριση των διαφορών που παρουσιάζονται σε δύο ή περισσότερους θεματικούς χάρτες, οι οποίοι έχουν παραχθεί κατά την ταξινόμηση δορυφορικών εικόνων. Με την εισαγωγή των GIS η σύγκριση γίνεται πλέον σε ψηφιακή μορφή.

Οι Yuan et al. (1998), χώρισαν τις μεθόδους καταγραφής των αλλαγών με ταξινόμηση, σε τεχνικές προ-ταξινόμησης και μετά-ταξινόμησης. Οι τεχνικές προ-ταξινόμησης εφαρμόζουν αλγόριθμους που περιλαμβάνουν την αφαίρεση και διαίρεση απλών ή πολλών φασματικών καναλιών και την ανάλυση κύριων συνιστωσών (principal component analysis), ώστε να δημιουργηθούν χάρτες με ή χωρίς αλλαγές. Οι τεχνικές αυτές εντοπίζουν τις αλλαγές, αλλά δεν παρέχουν πληροφορίες για την φύση των αλλαγών (Singh 1989, Ridd & Liu 1998). Αντίθετα, οι τεχνικές μετά-ταξινόμησης εφαρμόζουν την ταξινόμηση για κάθε εικόνα που χρησιμοποιείται ξεχωριστά, και δίνουν πολύ καλή πληροφορία για την φύση των αλλαγών (Jensen 2004).

Όσον αφορά τις τεχνικές ανίχνευσης αλλαγής σε μεσογειακά οικοσυστήματα, οι πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενες είναι οι εικόνες διαφοράς και η συγκριτική μελέτη μετά την ταξινόμηση (Rogan et al. 2002). Ένα από τα πλεονεκτήματα αυτών των τεχνικών είναι το χαμηλό κόστος

## 5.2. Μεθοδολογία

Σκοπός της χρήσης των δορυφορικών εικόνων ήταν η ανίχνευση αλλαγών στην δασική βλάστηση διαχρονικά και συγκεκριμένα σε διάστημα δεκατεσσάρων (14) ετών. Η επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων και η δημιουργία παραγώγων τους έγινε με χρήση του λογισμικού ERDAS Imagine 10.

Ακριβέστερα:

1. Έγινε επεξεργασία δορυφορικών εικόνων Landsat 7 ETM+, Landsat 5 TM και Landsat 8 OLI\_TIRS TIRS και συγκεκριμένα τριών σκηνών 185/032 Path/Row των ετών 2000, 2011 και 2014 αντίστοιχα.
2. Κατόπιν, για κάθε μία από τις δορυφορικές εικόνες υπολογίστηκε ο Κανονικοποιημένος Δείκτης Βλάστησης (NDVI).

3. Μετέπειτα έγινε ανίχνευση αλλαγής των εικόνων-παραγώγων μεταξύ των χρονικών διαστημάτων 2000-2011 και 2011-2014 μέσω της τεχνικής των εικόνων διαφοράς.

Οι δορυφόροι Landsat TM5, Landsat 7 ETM+ , και Landsat 8 έχουν χωρική ανάλυση 30 m πλην των θερμικών και πανχρωματικών φασματικών ζωνών (Πίνακας 5-1). Αυτό έχει ως θετικό στοιχείο το γεγονός ότι η ψηφιακή τιμή κάθε ψηφίδας είναι αποτέλεσμα φασματικών καταγραφών περισσότερων του ενός υλικών. Έτσι δίνεται η δυνατότητα ανάδειξης τους /εμφάνισής τους μετά από επεξεργασία της εικόνας. Τα χέρσα εδάφη εμφανίζουν μηδενική καμπύλη στην ανακλαστικότητα των βιολογικών υλικών. Η έναρξη της ανάπτυξης της βλάστησης έχει ως συνέπεια την εμφάνιση της φασματικής της ταυτότητας στις εικόνες (Μερτίκας 1999).

Οι φασματικές ζώνες δορυφορικών εικόνων, οι οποίες είναι κατάλληλες για την μελέτη της βλάστησης διαφέρουν από δορυφόρο σε δορυφόρο. Όσον αφορά του δορυφόρους Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ και Landsat 8 OLI, για τους δύο πρώτους η κατάλληλη φασματική ζώνη (συντομογραφία ΦΖ) είναι η ΦΖ 4 (μέσο υπέρυθρο/0.76  $\mu\text{m}$ -0.90  $\mu\text{m}$ ) ενώ για τον τρίτο η ΦΖ 5 (0.85 $\mu\text{m}$  - 0.88 $\mu\text{m}$ ) όπως φαίνεται και από τα χαρακτηριστικά των δορυφόρων αυτών στον Πίνακα 5-1.

Πίνακας 5-1. Χαρακτηριστικά των τριών δορυφόρων των εικόνων της διατριβής

Landsat 5 TM Thematic Mapper			Landsat 7 ETM+ Enhanced Thematic Mapper			Landsat 8 OLI_TIRS Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)		
Φασματική Ζώνη (ΦΖ)	Μήκος κύματος μm	Χωρική ανάλυση	Φασματική Ζώνη (ΦΖ)	Μήκος κύματος μm	Χωρική ανάλυση	Φασματική Ζώνη (ΦΖ)	Μήκος κύματος μm	Χωρική ανάλυση
ΦΖ 1	0.45-0.52	30	ΦΖ 1	0.45-0.52	30	ΦΖ 1	0.43 - 0.45	30
ΦΖ 2	0.52-0.60	30	ΦΖ 2	0.52-0.60	30	ΦΖ 2	0.45 - 0.51	30
ΦΖ 3	0.63-0.69	30	ΦΖ 3	0.63-0.69	30	ΦΖ 3	0.53 - 0.59	30
ΦΖ 4	0.76-0.90	30	ΦΖ 4	1.55-1.75	30	ΦΖ 4	0.64 - 0.67	30
ΦΖ 5	1.55-1.75	30	ΦΖ 5	0.77-0.90	30	ΦΖ 5	0.85 - 0.88	30
ΦΖ 6 Θερμική	10.40-12.50	120* (30)	ΦΖ 6 Θερμική	10.40-12.5	60* (30)	ΦΖ 6 Εγγύς υπέρυθρο I	1.57 - 1.65	30
ΦΖ 7	2.08-2.35	30	ΦΖ 7	2.09-2.35	30	ΦΖ 7 Εγγύς υπέρυθρο II	2.11 - 2.29	30
			ΦΖ 8 Πανχρωματική	0.52-0.90	15	ΦΖ 8 Πανχρωματική	0.50 - 0.68	15
						ΦΖ 9 Cirrus	1.36 - 1.38	30
						ΦΖ 10 Θερμικό υπέρυθρο I	10.60 - 11.19	100* (30)
						ΦΖ 11 Θερμικό υπέρυθρο II	11.50 - 12.51	100* (30)

Τα στοιχεία των τριών σκηνών της διατριβής αναφέρονται στον Πίνακα 5-2.

Πίνακας 5-2. Στοιχεία των δορυφορικών σκηνών της διατριβής

ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΣ	ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΛΗΨΗΣ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΑΙ ΥΨΟΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ	ΝΕΦΩΣΗ %	ΠΗΓΗ
Landsat 7	ETM+	22/08/2000	SUN_AZIMUTH= 138.4304795 SUN_ELEVATION= 54.8884170	0	Orthorectified USGS
Landsat 5	TM	13/08/2011	SUN_AZIMUTH= 133.9253639 SUN_ELEVATION = 56.9511829	0	Orthorectified USGS
Landsat 8	OLI_TIRS	04/07/2014	SUN_AZIMUTH= 127.88386823 SUN_ELEVATION= 65.21412698	0	GLOVIS

Οι δορυφορικές εικόνες της περιοχής (Landsat 7 ETM+ , Landsat 5 TM και Landsat 8) ήταν ήδη γεωαναφευγμένες σε προβολικό σύστημα UTM, Datum WGS 84, Spheroid 34 North zone. Χρησιμοποιήθηκαν οι ΦΖ 4 και 3 για τις Landsat 7 ETM+ , Landsat 5 TM και ΦΖ 5 και 4 για την Landsat 8. Από τις τρεις σκηνές δημιουργήθηκαν τρεις νέες δορυφορικές εικόνες που περιείχαν μόνο την περιοχή μελέτης. Οι νέες αυτές δορυφορικές εικόνες απεικονίζονται στο Παράρτημα Β (Εικόνες B-1, B-2 και B-3) ως συνδυασμός RGB με τις φασματικές ζώνες 4 στο κόκκινο, 3 στο πράσινο και 2 στο μπλε για τις Landsat 5 TM και Landsat 7 ETM+ και 5 στο κόκκινο, 4 στο πράσινο και 3 στο μπλε για την Landsat 8 OLI. Ο συνδυασμός αυτός θεωρείται ο καταλληλότερος για την ανάδειξη της βλάστησης.

Οι εικόνες αυτές χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία παραγώγων εικόνων-δεικτών όπως ο Κανονικοποιημένος Δείκτης Βλάστησης ή δείκτης NDVI= (ΦΖ4- ΦΖ 3/ ΦΖ 4+ ΦΖ 3). Συγκεκριμένα, υπολογίσθηκε ο δείκτης NDVI για κάθε έτος (NDVI 2000, NDVI 2011, NDVI 2014).

Μετέπειτα, έγινε ανίχνευση αλλαγών, με εστίαση στην ανίχνευση μείωσης της βλάστησης. Η ανίχνευση αυτή έγινε με εικόνες διαφορών όπου από τη νεώτερη αφαιρείται η παλαιότερη δηλ..

$$NDVI_{2011-2000} = NDVI_{2011} - NDVI_{2000} \text{ και}$$

$$NDVI_{2014-2011} = NDVI_{2014} - NDVI_{2011}$$

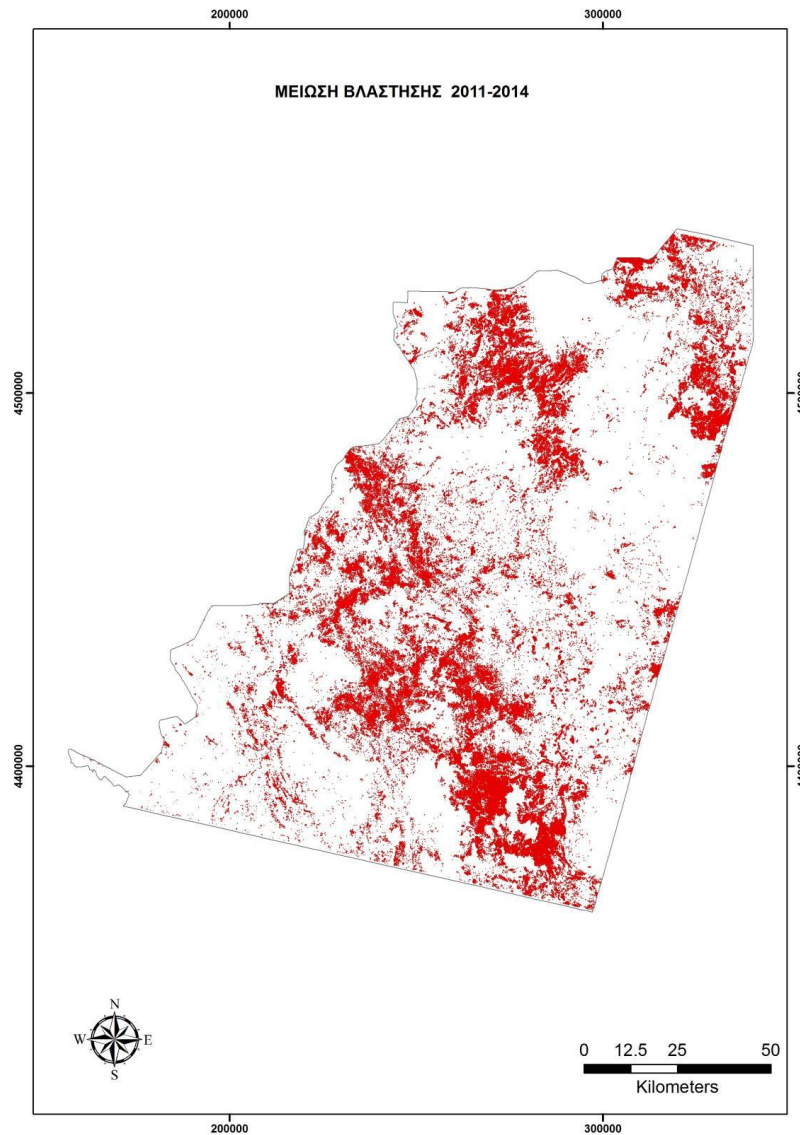
Έτσι, οι δύο αυτές εικόνες διαφοράς χρησιμοποιήθηκαν για την ανίχνευση αλλαγών σε δύο ζεύγη: 2000-2011 με 5% και 10% μείωση βλάστησης και 2011-2014 με 10% μείωση και 10% αύξηση βλάστησης. Η ποσοστιαία αυτή ανίχνευση έγινε μέσω της λειτουργίας **Change Detection** του λογισμικού ERDAS IMAGINE 2010.

Οι εικόνες που προέκυψαν αναταξινομήθηκαν με χρήση του λογισμικού ArcGis 10.0 και μετατράπηκαν σε εικόνες πολυγώνων. Κατόπιν από μορφή raster μετατράπηκαν σε μορφή vector (ανυσματικός χάρτης).

Στις αρχικές δορυφορικές εικόνες έγινε επίθεση των ανυσματικών αυτών χαρτών ώστε να διακριθούν οι αλλαγές της δασικής βλάστησης από τις αλλαγές της παρόχθειας βλάστησης και των καλλιεργήσιμων εδαφών και να ελεγχθούν τυχόν αλλαγές οφειλόμενες στη σκίαση και το χιόνι. Εδώ πρέπει να τονισθεί ότι οι εικόνες των ετών 2000 και 2011 έχουν ληφθεί τον Αύγουστο ενώ η εικόνα του 2014 τον Ιούλιο. Αυτή η διαφορά του ενός μηνός είναι σημαντική όσον αφορά τη βλάστηση καθώς και τη σκίαση στις ρεματιές αφού αλλάζει η πορεία του ήλιου και το ύψος του. Επιπροσθέτως, οι εικόνες των ετών 2000 και 2011 διαθέτουν χιόνι σε ορισμένα όρη στα οποία δεν διαθέτει η εικόνα του 2014. Έτσι, με εργασία on screen διατηρήθηκαν τα πολύγωνα που αφορούσαν αλλαγές στην δασική βλάστηση και μόνον.

### 5.3. Αποτελέσματα επεξεργασίας δορυφορικών εικόνων

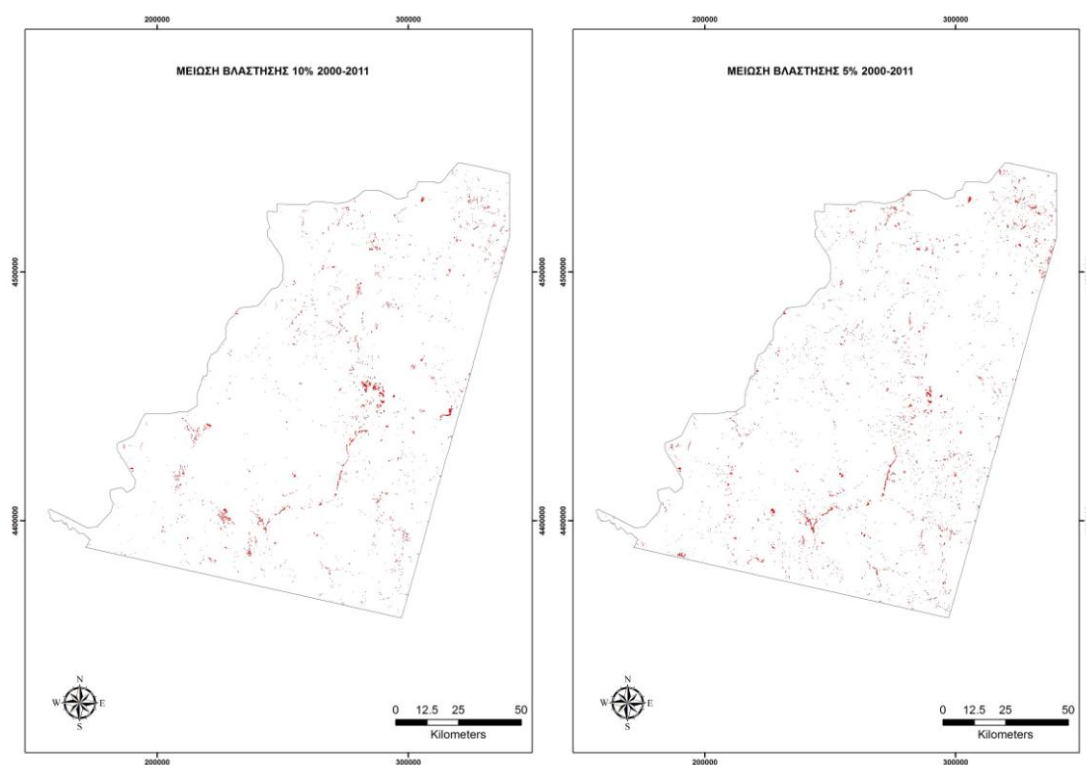
Τα αποτελέσματα της ανωτέρω μεθοδολογίας των τριών δορυφορικών εικόνων εμφανίζονται στις Εικόνες 5-1 έως και 5-9. Στην Εικόνα 5-1 φαίνεται η μείωση κατά 10% της βλάστησης κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου 2011-2014. Έχει αφαιρεθεί η μείωση που αφορά τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Εν τούτοις, ένα μεγάλο τμήμα από τη μείωση αυτή αφορά τη διαφορά σκίασης σε ρεματιές π.χ. λόγω της διαφοράς του ενός μηνός στη λήψη των εικόνων.



Εικόνα 5-1. Μείωση της βλάστησης κατά 10% κατά τη χρονική περίοδο 2011-2014

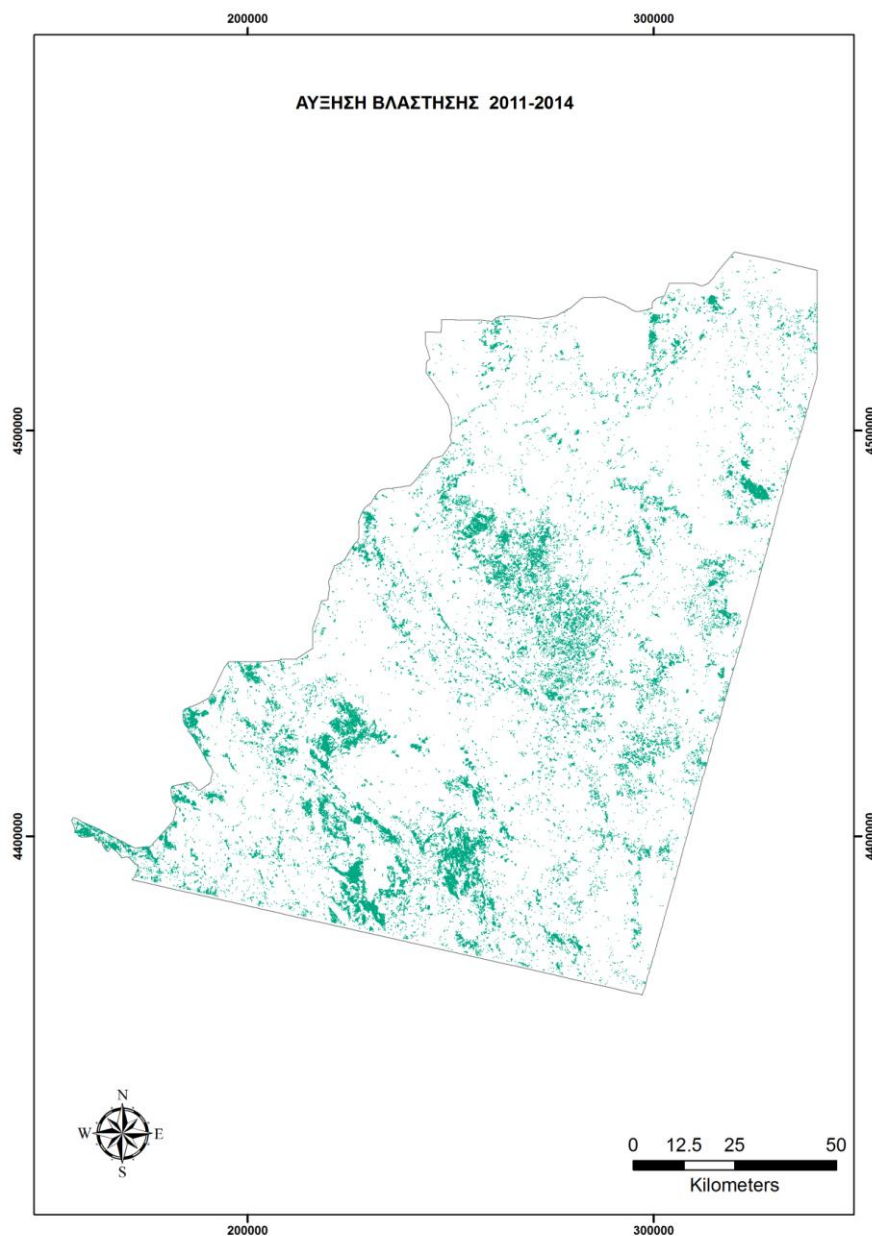
Η μείωση της βλάστησης κατά 10% την χρονική περίοδο 2000-2011 (Εικόνα 5-2) και η μείωση της βλάστησης κατά 5% είναι σαφώς μικρότερη από αυτήν της

περιόδου 2011-2014 αν και σε αυτό το διάστημα έλαβαν χώρα οι περισσότερες πυρκαγιές (Εικόνα 2-11).



Εικόνα 5-2. Μείωση της βλάστησης κατά 10% (αριστερά) και 5% (δεξιά) κατά τη χρονική περίοδο 2000-2011

Στην Εικόνα 5-3 απεικονίζεται η κατά 10% αύξηση της βλάστησης την τελευταία τριετία. Η αύξηση αυτή οφείλεται εν μέρει στην αναδάσωση των πυρόπληκτων περιοχών. Η αναδάσωση αυτή είναι σε περιοχές δασικές και ταυτόχρονα απρόσιτες κυρίως τον χειμώνα λόγω του χιονιού. Επιπροσθέτως, είναι μακριά από αστικά περιβάλλοντα κυρίως μεγάλα. Το μεγαλύτερο τμήμα της αύξησης όμως δεν είναι πραγματικό: οφείλεται στο γεγονός ότι η εικόνα του 2014, αντίθετα από την εικόνα του 2011, δεν διαθέτει χιόνι. Τέλος, είναι σημαντικό να υπενθυμίσουμε ότι η εικόνα του 2014 είναι μηνός Ιουλίου ενώ του 2011 μηνός Αυγούστου χαρακτηριστικό το οποίο δημιουργεί επίσης μη πραγματική αύξηση βλάστησης.

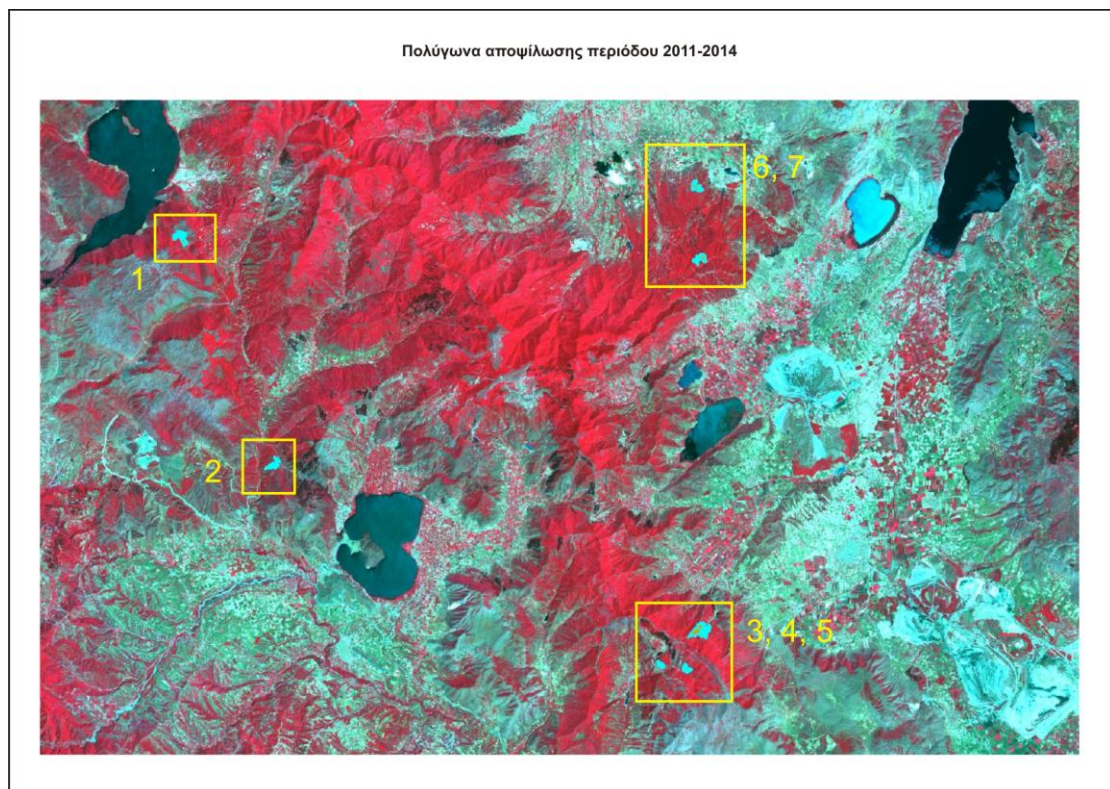


Εικόνα 5-3. Αύξηση της βλάστησης κατά 10% κατά τη χρονική περίοδο 2011-2014

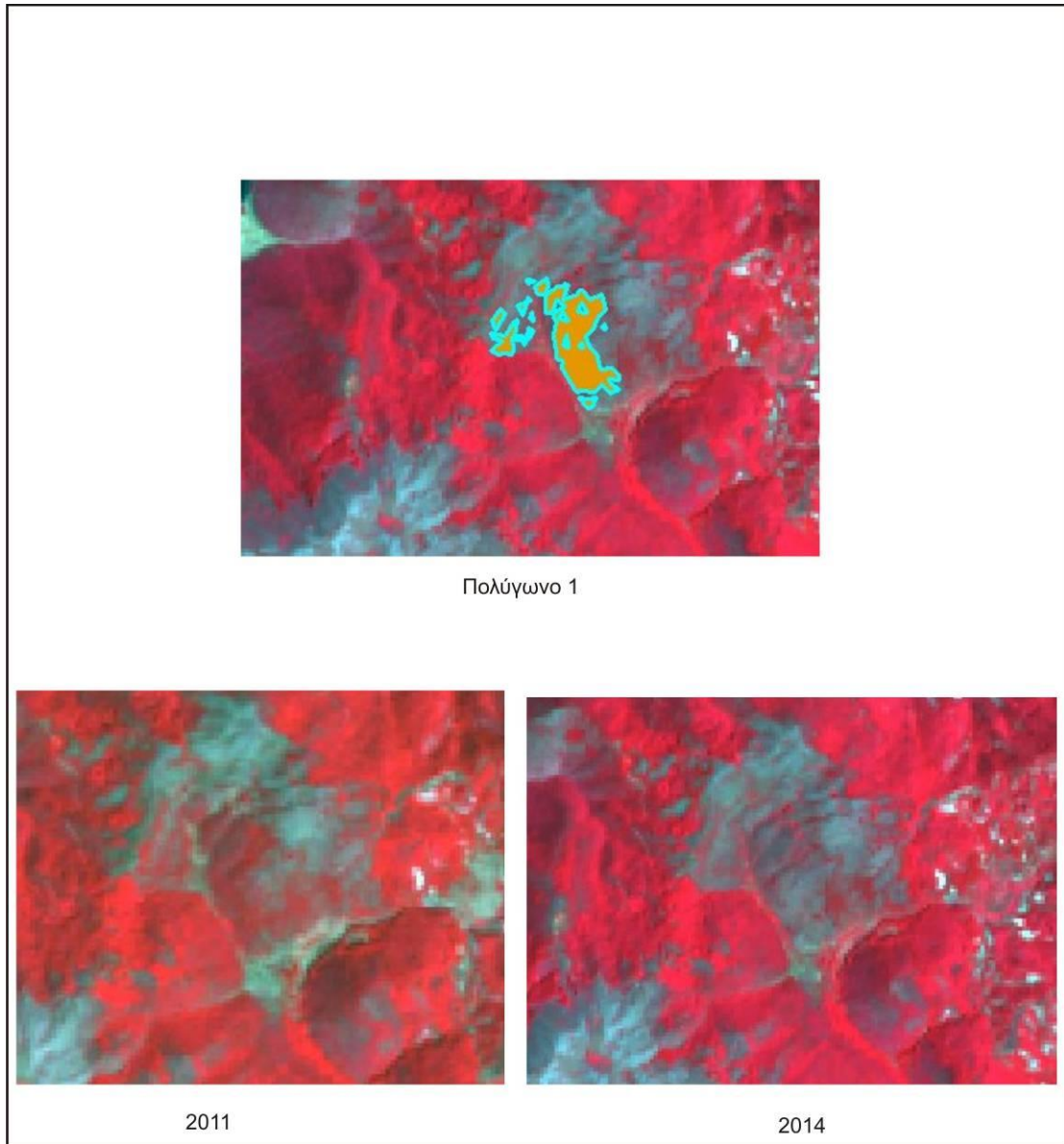
Οι περιοχές αποψίλωσης εμφανίζονται στην Εικόνα 5-4. Τέσσερις από αυτές εστιάζονται στην Καστοριά και Πτολεμαΐδα και συγκεκριμένα στην ευρύτερη περιοχή του αστικού ιστού. Είναι η Θέση 2 στα δυτικά της πόλης της Καστοριάς και οι Θέσεις 3,4,5 στο όρος Άσκιο κοντά στη Βλάστη και τα Νάματα. Οι Θέσεις 1, 6 και 7 βρίσκονται στη Φλώρινα, στην περιοχή της Μικρής Πρέσπας, στο όρος Τρικλάριο (Θέση 1) και στο όρος Βέρνον, στην ευρύτερη περιοχή του παραδοσιακού οικισμού του Νυμφαίου (Θέσεις 6, 7).



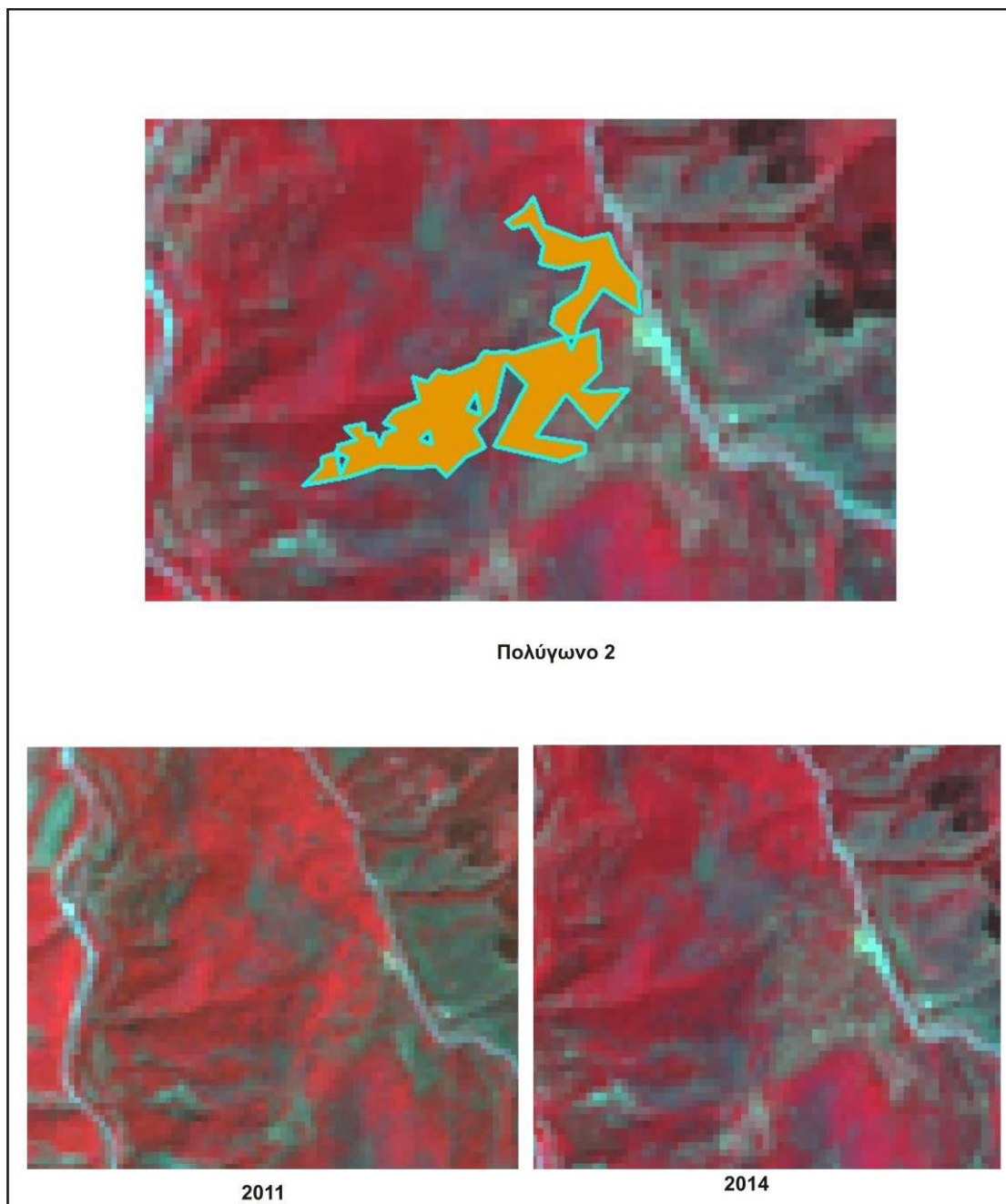
Στις Εικόνες 5-5 έως 5-6 απεικονίζονται οι περιοχές αποψίλωσης (πολύγωνα) κατά 10% κατά την περίοδο 2011-2014 και οι αντίστοιχες περιοχές στις δύο δορυφορικές εικόνες όπου φαίνεται ξεκάθαρα η μείωση της βλάστησης.



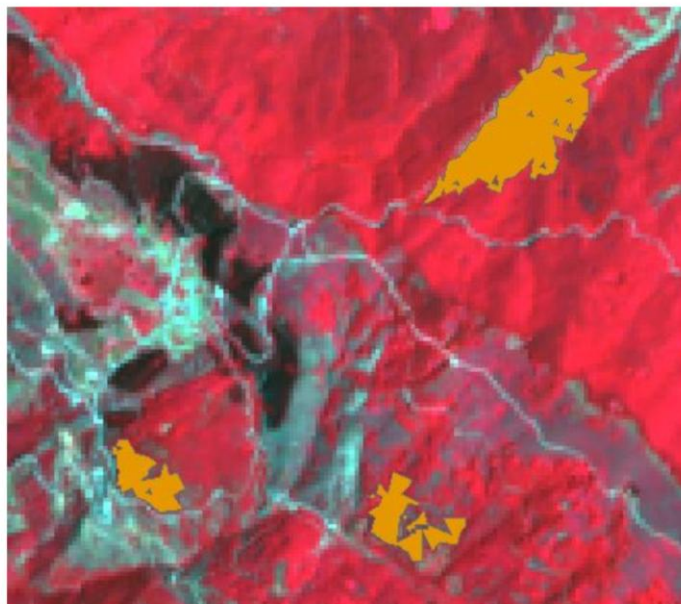
Εικόνα 5-4. Οι περιοχές αποψίλωσης (τυρκουάζ πολύγωνα μέσα στα κίτρινα τετράγωνα)



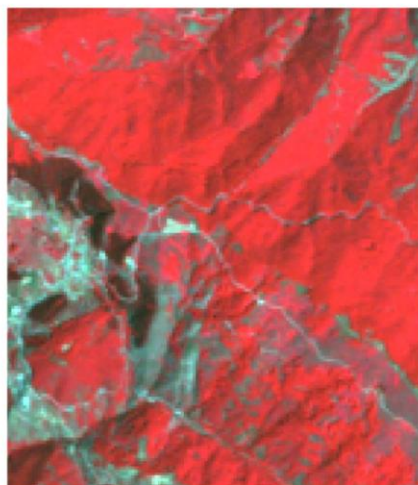
Εικόνα 5-5. Η περιοχή αποψίλωσης (πολύγωνο) στη Θέση 1 και η αντίστοιχη περιοχή στις δορυφορικές εικόνες των δύο ετών



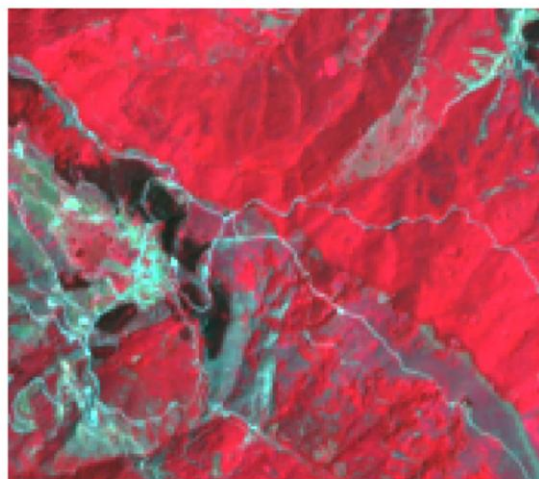
Εικόνα 5-6. Η περιοχή αποψίλωσης (πολύγωνο) στη Θέση 2 και η αντίστοιχη περιοχή στις δορυφορικές εικόνες των δύο ετών



Πολύγωνα 3, 4, 5

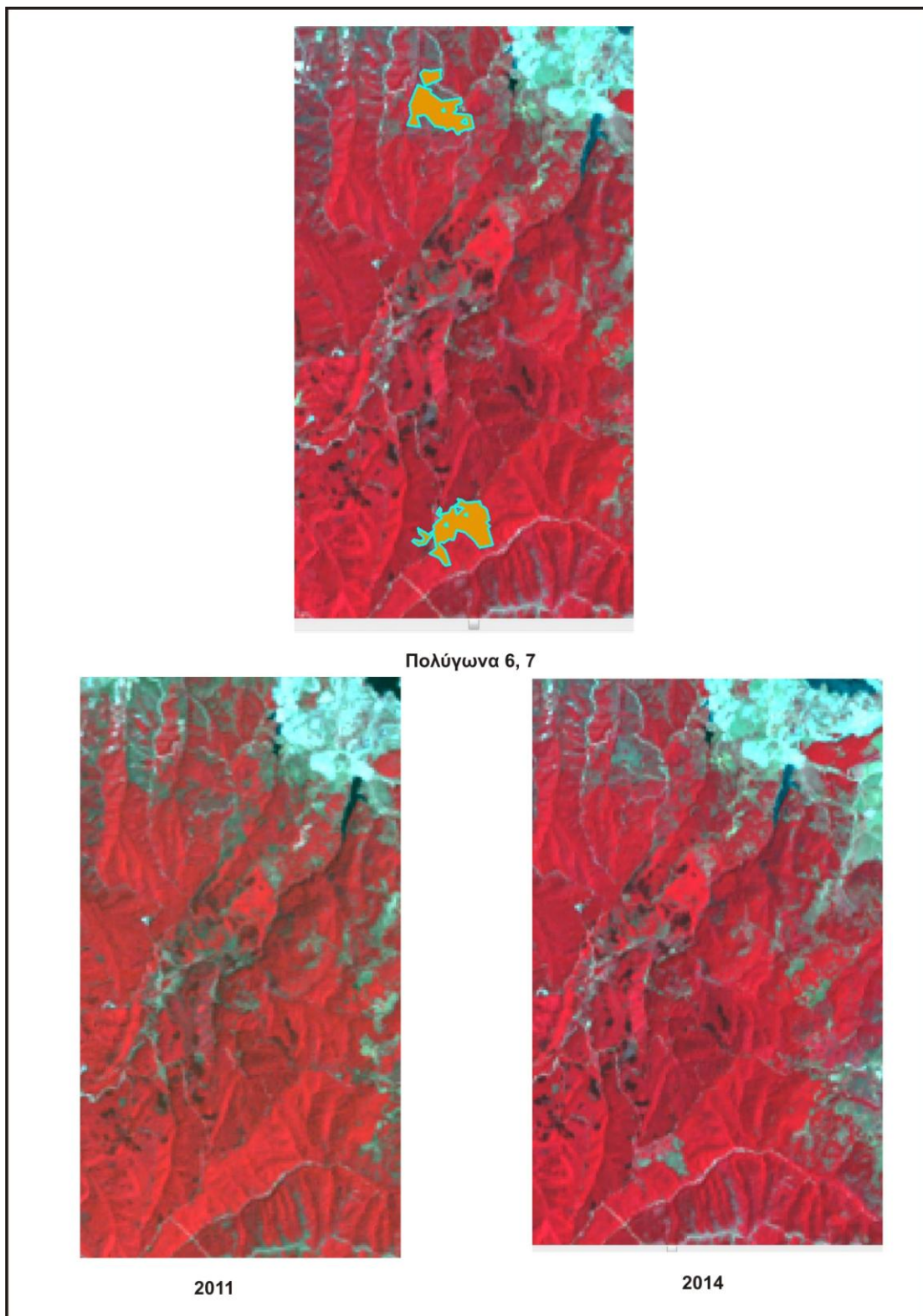


2011



2014

Εικόνα 5-7. Οι περιοχές αποψίλωσης (πολύγωνα) στις Θέσεις 3, 4, 5 και οι αντίστοιχες περιοχές στις δορυφορικές εικόνες των δύο ετών



Εικόνα 5-8. Οι περιοχές αποψίλωσης (πολύγωνα) στις Θέσεις 6, 7 και οι αντίστοιχες περιοχές στις δορυφορικές εικόνες των δύο ετών

## 6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δορυφορικών εικόνων και συγκεκριμένα ο θεματικός χάρτης των περιοχών αποψίλωσης της χρονικής περιόδου 2011-2014 (Εικόνα 6-) διασταυρώθηκε με τους υπόλοιπους θεματικούς χάρτες. Η διασταύρωση αυτή έγινε με τη διαδικασία layer to layer ώστε να τοποθετηθούν οι περιοχές αυτές επί των υπολοίπων θεματικών χαρτών. Σκοπός της διασταύρωσης αυτής ήταν η εξαγωγή του μέγιστου της πληροφορίας όσον αφορά τη θέση των περιοχών αποψίλωσης γεωμορφολογικά, αν εντάσσονται σε περιοχές ειδικού καθεστώτος (προστατευόμενες ή/και πυρόπληκτες περιοχές, ζώνες δυνητικά υψηλού πλημμυρικού κινδύνου). Η πληροφορία αυτή πινακοποιήθηκε (Πίνακας 6-4) και χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή συμπερασμάτων σε σχέση με πιθανές φυσικές καταστροφές. Έτσι, τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δορυφορικών εικόνων έδειξαν ότι:

A) όσον αφορά το χρονικό διάστημα 2000-2011 υπήρξε μικρή μείωση της βλάστησης κατά 10% καθώς επίσης και αύξησή της κατά το ίδιο ποσοστό υπήρξε. Η μείωσή της κατά 5% είναι ακόμα μικρότερη.

Η αυξομείωση αυτή είναι σαφώς μικρότερη από την αντίστοιχη του 2011-2014 και η μείωση αφορά ως επί το πλείστον καμμένες εκτάσεις και αλλαγές στην παρόχθεια βλάστηση

B) όσον αφορά το χρονικό διάστημα 2011-2014, υπήρξε μείωση της φυσικής βλάστησης κατά 10% καθώς επίσης και αύξηση κατά το ίδιο ποσοστό.

Η μείωση αυτή:

- Είναι κοντά σε αστικά περιβάλλοντα (πόλεις Καστοριάς και Πτολεμαΐδος, χωριά όπως η Βλάστη, τα Νάματα, το Εμπόριο, το Φλάμπουρο)
- Στα όρη Τρικλάριο, Άσκιο, Βέρνον
- Αφορά δασική βλάστηση και συγκεκριμένα δάση οξιάς, δρυός και ελάτης
- Δεν συνδέεται με Προστατευόμενες περιοχές
- Εντοπίζεται σε απότομα πρανή
- Οι υδρολιθολογικοί σχηματισμοί είναι αδιαπέρατοι και μακροπερατοί

Η αύξηση αφορά:

- Ένα μικρό ποσοστό αναδασώσεις σε όρη μακριά από αστικό περιβάλλον
- Το μεγαλύτερο ποσοστό της αύξησης οφείλεται στο γεγονός ότι

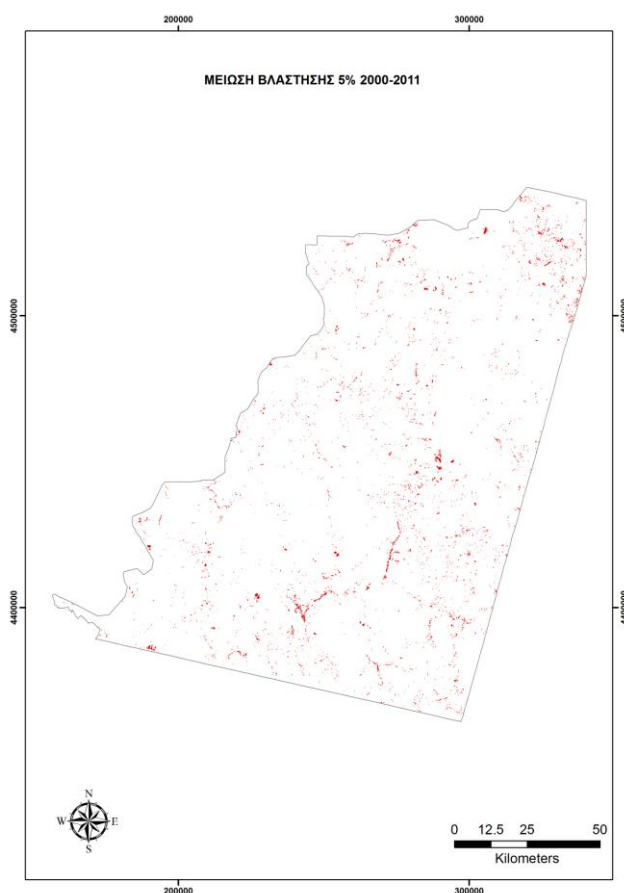
α) η δορυφορική εικόνα του 2014 σε αντίθεση με αυτή του 2011 δεν διαθέτει χιονοσκεπείς περιοχές και

β) είναι μηνός Ιουλίου ενώ αυτή του 2011 μηνός Αυγούστου οπότε κάποια φυτά (φυλλοβόλα) έχουν αρχίσει να ξεραίνονται και να ρίχνουν τα φύλλα τους.

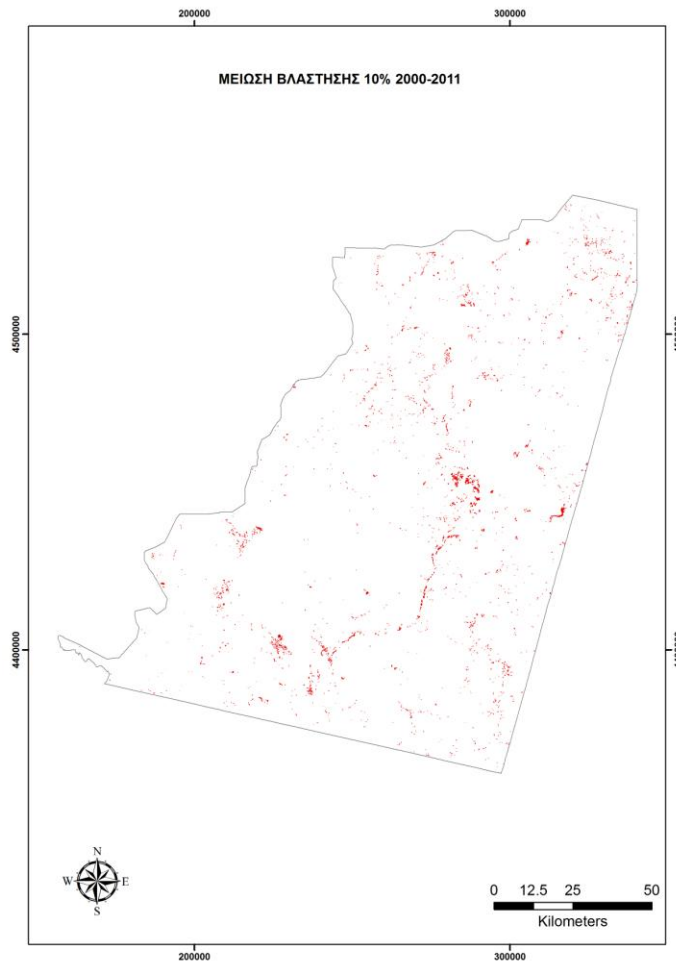
Αναλυτικότερα κατά χρονική περίοδο και κατά θεματικό χάρτη:

### **Χρονική περίοδος 2000-2011**

Κατά την δεκαετία αυτή υπήρξε μείωση της βλάστησης εν γένει στην περιοχή μελέτης (Εικόνες 6-1 και 6-2). Σε αυτή τη δεκαετία έχουν συντελεσθεί πολλές πυρκαγιές, κάποιες δε ήσαν μεγάλης έντασης και διάρκειας. Ένα τμήμα λοιπόν της μείωσης οφείλεται σε αυτόν τον λόγο. Η αλλαγή της παρόχθειας βλάστησης είναι ένας άλλος λόγος μείωσης της βλάστησης. Επίσης, στην δεκαετία αυτή έγιναν αλλαγές στους υδάτινους πόρους με δημιουργία φραγμάτων και αποκοπή σημαντικού τμήματος της βλάστησης.



Εικόνα 6-1. Χάρτης μείωσης βλάστησης στην περιοχή μελέτης κατά 5% κατά την χρονική περίοδο 2000-2011

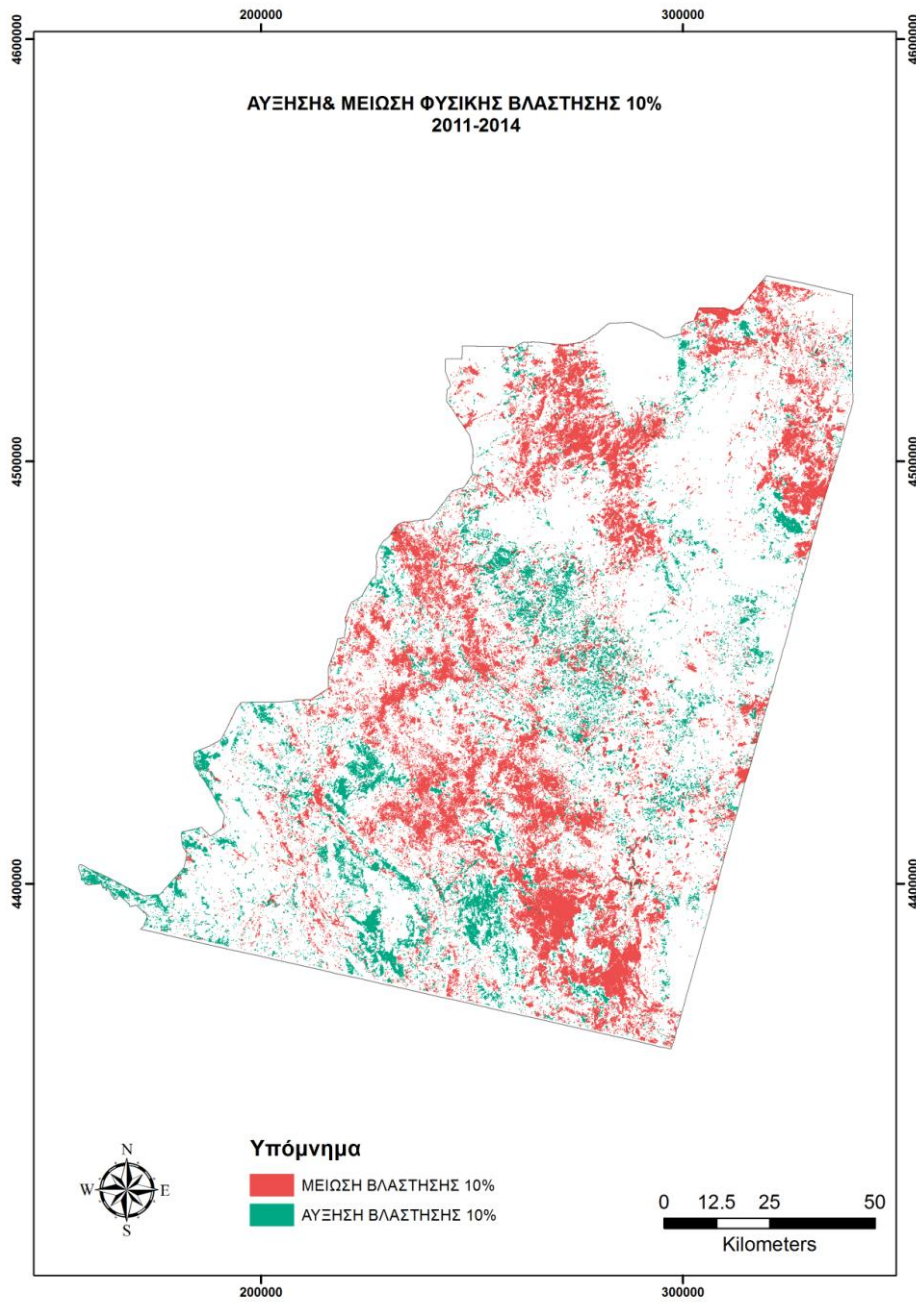


Εικόνα 6-2. Χάρτης μείωσης βλάστησης στην περιοχή μελέτης κατά 10% κατά την χρονική περίοδο 2000-2011

### Χρονική περίοδος 2011-2014

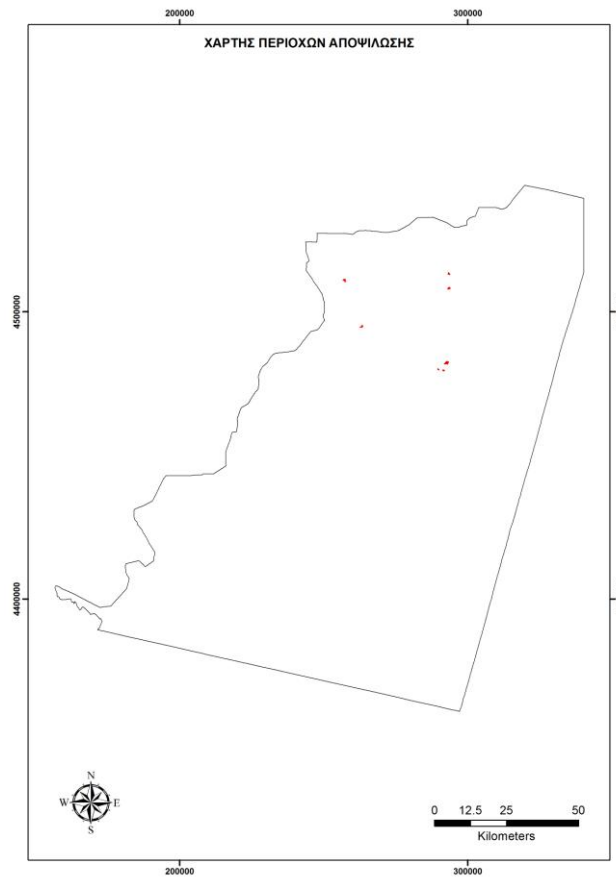
Κατά την χρονική περίοδο 2011-2014 υπήρξε μείωση της βλάστησης στην περιοχή μελέτης κατά 10% ενώ ταυτόχρονα υπήρξε και αντίστοιχη αύξηση (Εικόνα 6-3). Η πραγματική μείωση της δασικής βλάστησης εμφανίζεται στην Εικόνα 6-4.





Εικόνα 6-3. Χάρτης με τις αλλαγές (αύξηση και μείωση) κατά 10% της γενικής βλάστησης στη χρονική περίοδο 2011-2014

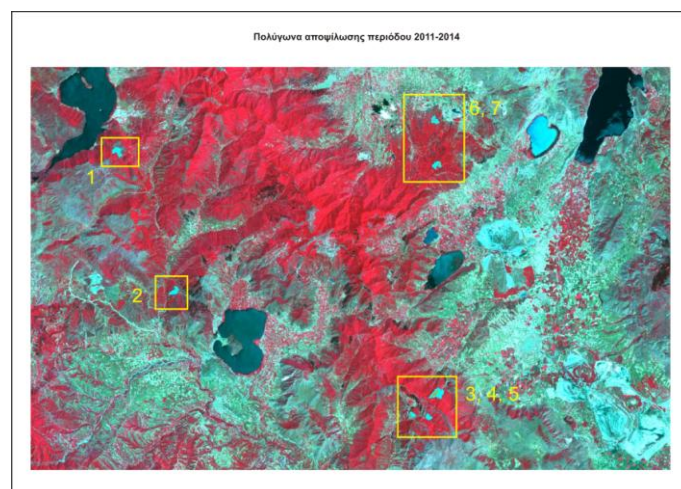
Οι περιοχές αποψίλωσης 3500 στρεμμάτων (Εικόνα 6-4) εστιάζονται στις περιφερειακές ενότητες Καστοριάς, Κοζάνης και Φλώρινας (Εικόνα 6-5).



Εικόνα 6-4. Οι περιοχές αποψίλωσης της περιοχής μελέτης (κόκκινες τελείες)

Ακριβέστερα, όσον αφορά την ΠΕ Φλώρινας, οι περιοχές βρίσκονται στην βορειοδυτική πλευρά του όρους Τρικλάριου, κοντά στην Μικρή Πρέσπα και στην ανατολική κλιτύ του όρους Βέρνον.

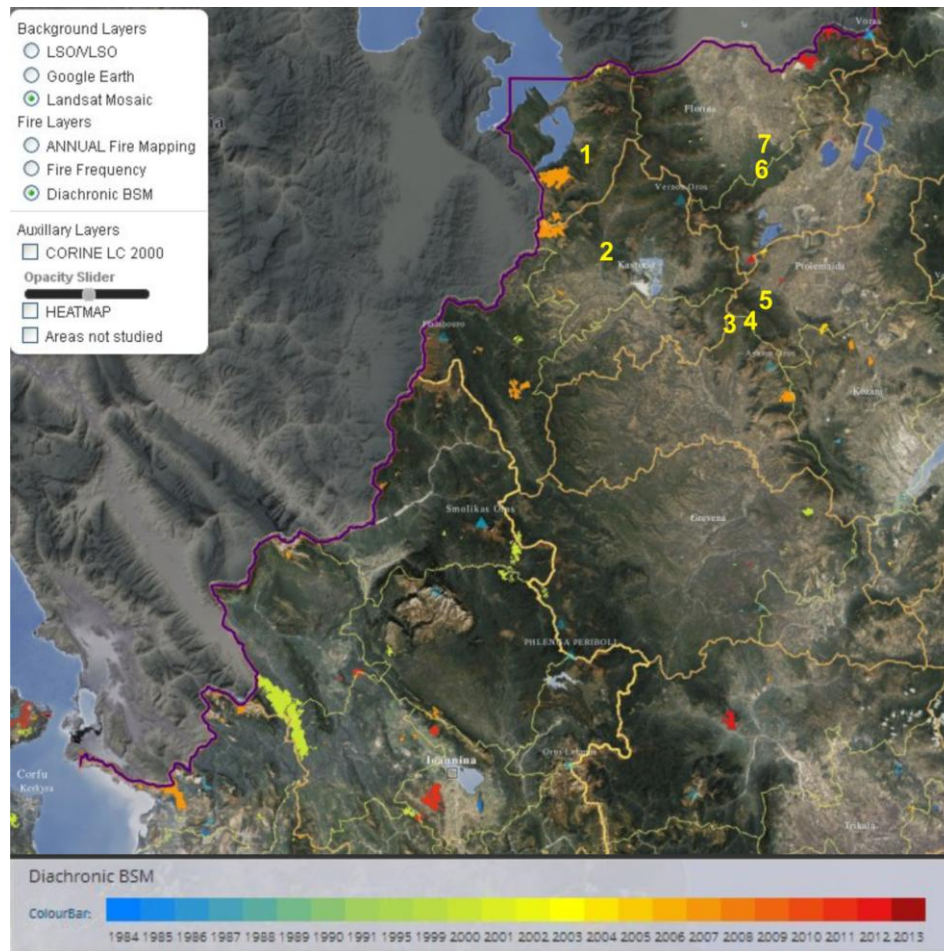
Οι περιοχές που αφορούν την ΠΕ Κοζάνης βρίσκονται στο όρος Άσκιο στα σύνορα με την ΠΕ Καστοριάς και η περιοχή της Καστοριάς στο όρος Καστοριάς.



Εικόνα 6-5

### Θέση περιοχών αποψίλωσης σε σχέση με τις διαχρονικά πυρόπληκτες περιοχές

Η περιοχή μελέτης έχει πληγεί πάρα πολλές φορές από πυρκαγιές, μερικές από τις οποίες ήταν και μεγάλης εκτάσεως και διάρκειας. Εν τούτοις, οι ανιχνευθείσες περιοχές αποψίλωσης όχι μόνον δεν εντάσσονται μέσα σε αυτές, αλλά μερικές είναι και σε μεγάλη απόσταση (Εικόνα 6-6).

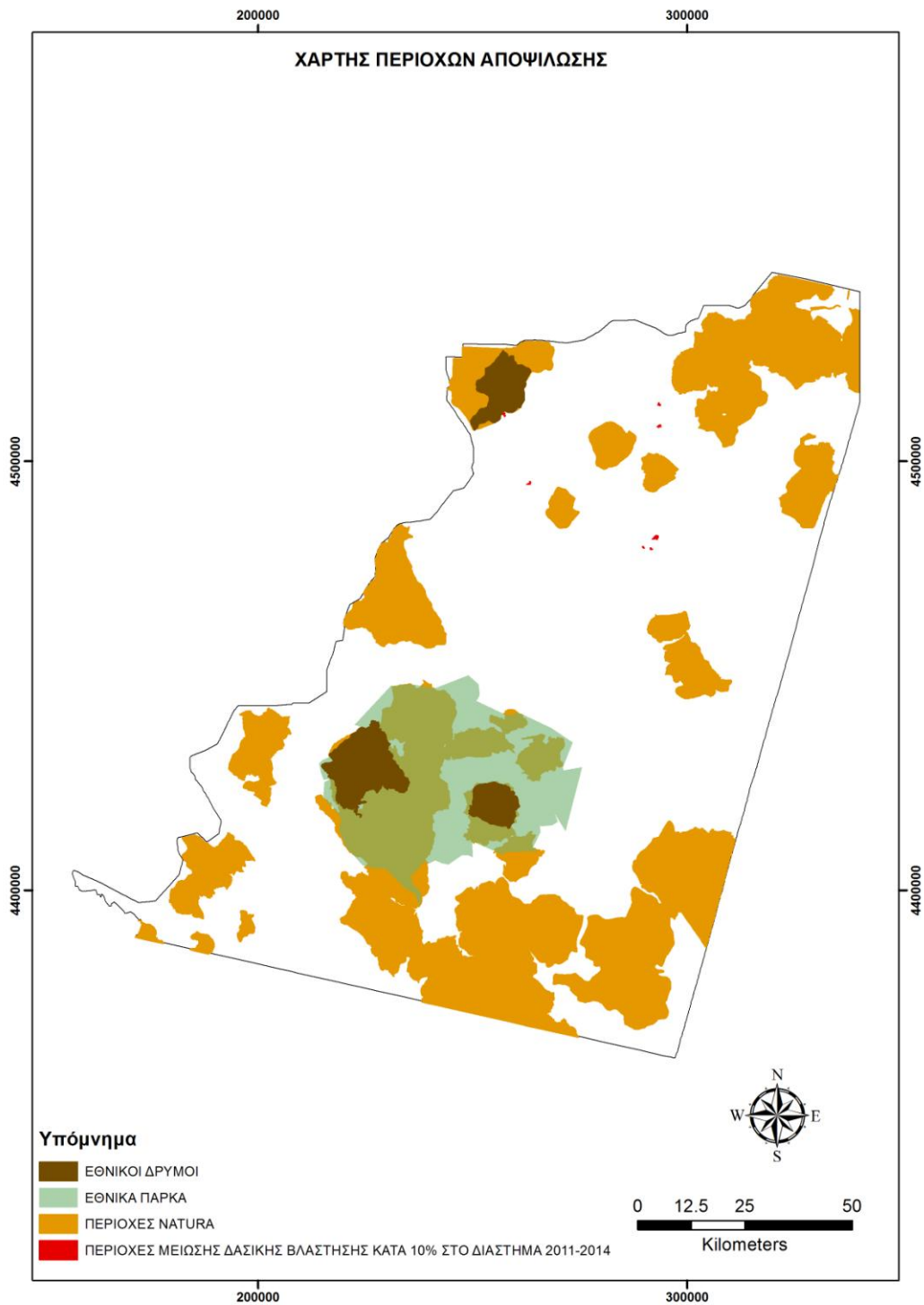


Εικόνα 6-6. Οι θέσεις αποψίλωσης σε σχέση με τα πυρόπληκτα τμήματα της περιοχής.

### Θέση περιοχών αποψίλωσης σε σχέση με τις προστατευόμενες περιοχές

Η μείωση της δασικής βλάστησης στην περιοχή μελέτης εντοπίζεται σε περιοχές που δεν ανήκουν στα δίκτυα προστατευόμενων περιοχών (Εικόνα 6-7). Βέβαια, υπάρχει η πιθανότητα να ενταχθούν στο μέλλον, αφού ο καθορισμός μίας περιοχής ως προστατευόμενης είναι εν δυνάμει και αυτές οι περιοχές αποψίλωσης βρίσκονται

κοντά σε περιοχές τέτοιες, ειδικά η περιοχή στο Τρικλάριο, κοντά στην Μικρή Πρέσπα.

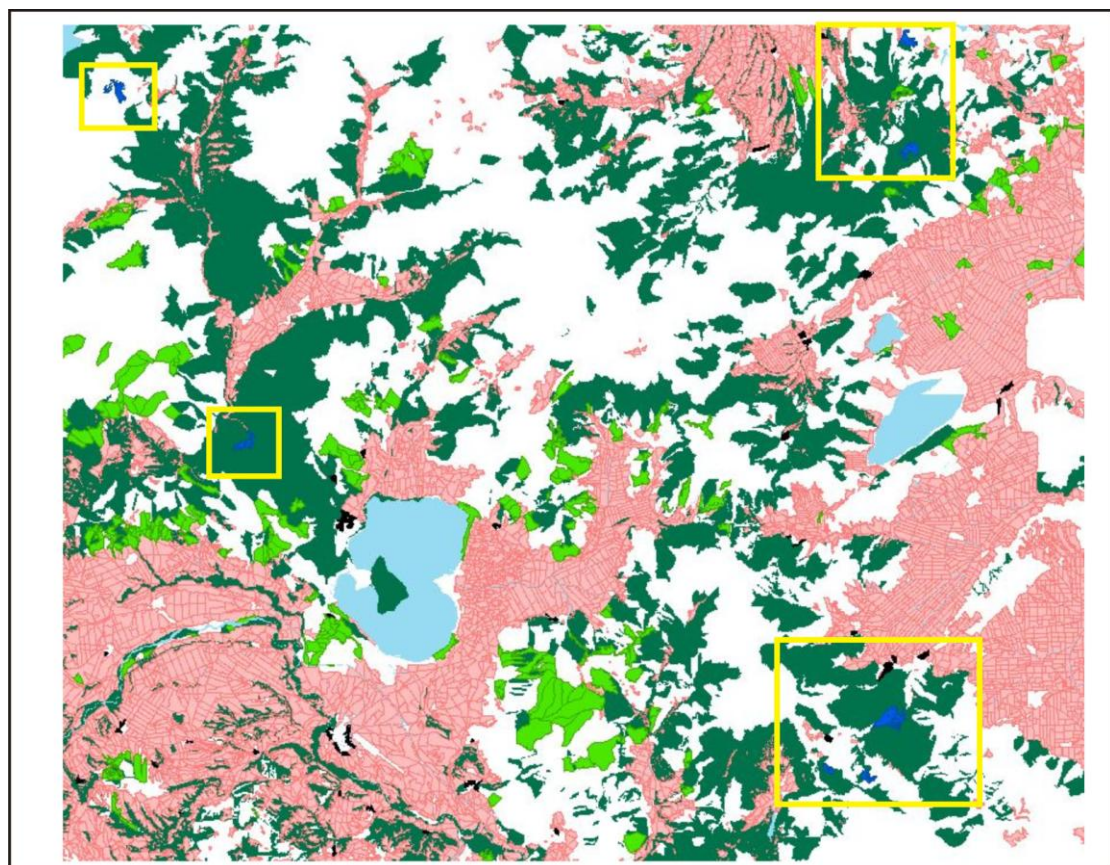


Εικόνα 6-7. Οι περιοχές αποψίλωσης και η θέση τους σε σχέση με τις προστατευόμενες περιοχές

Είδος βλάστησης που αποψιλώθηκε

Η μείωση της βλάστησης έγινε σε περιοχές που βρίσκονται εντός δασικής βλάστησης (Εικόνα 6-8) Με βάση τον Πίνακα 3-5, οι περιοχές (1, 2, 3, 4, 5) ανήκουν στην ΔΚΖ 4 όπου είναι τα φυλοβόλλα πλατύφυλλα δάση πλατυφύλλου δρυός, και άλλων δρυών καστανιάς και οι περιοχές (6, 7) στην ΔΚΖ 6, τη ζώνη με φυλοβόλλα πλατύφυλλα-δάση οξιάς και μικτά δάση της με δάση άλλων ΔΚΖ Αυτό διαφαίνεται και από τον Μαυρομάτη 1978 (Εικόνα 6-9) όπου οι διαπλάσεις είναι αυτές της δρυός, οξιάς και ελάτης.

Επίσης, οι περιοχές αυτές βρίσκονται κοντά σε αστικό περιβάλλον.



**Υπόμνημα**

- ΔΡΟΜΟΙ-ΥΔΑΤΑ
- ΧΕΡΣΑ ΓΗ
- ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
- ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ
- ΒΟΣΚΟΤΟΠΙΑ
- ΔΑΣΗ

Εικόνα 6-8. Οι περιοχές αποψίλωσης επί του χάρτου κάλυψης-χρήσεων γης (μπλε πολύγωνα εντός κίτρινων τετράγωνων)



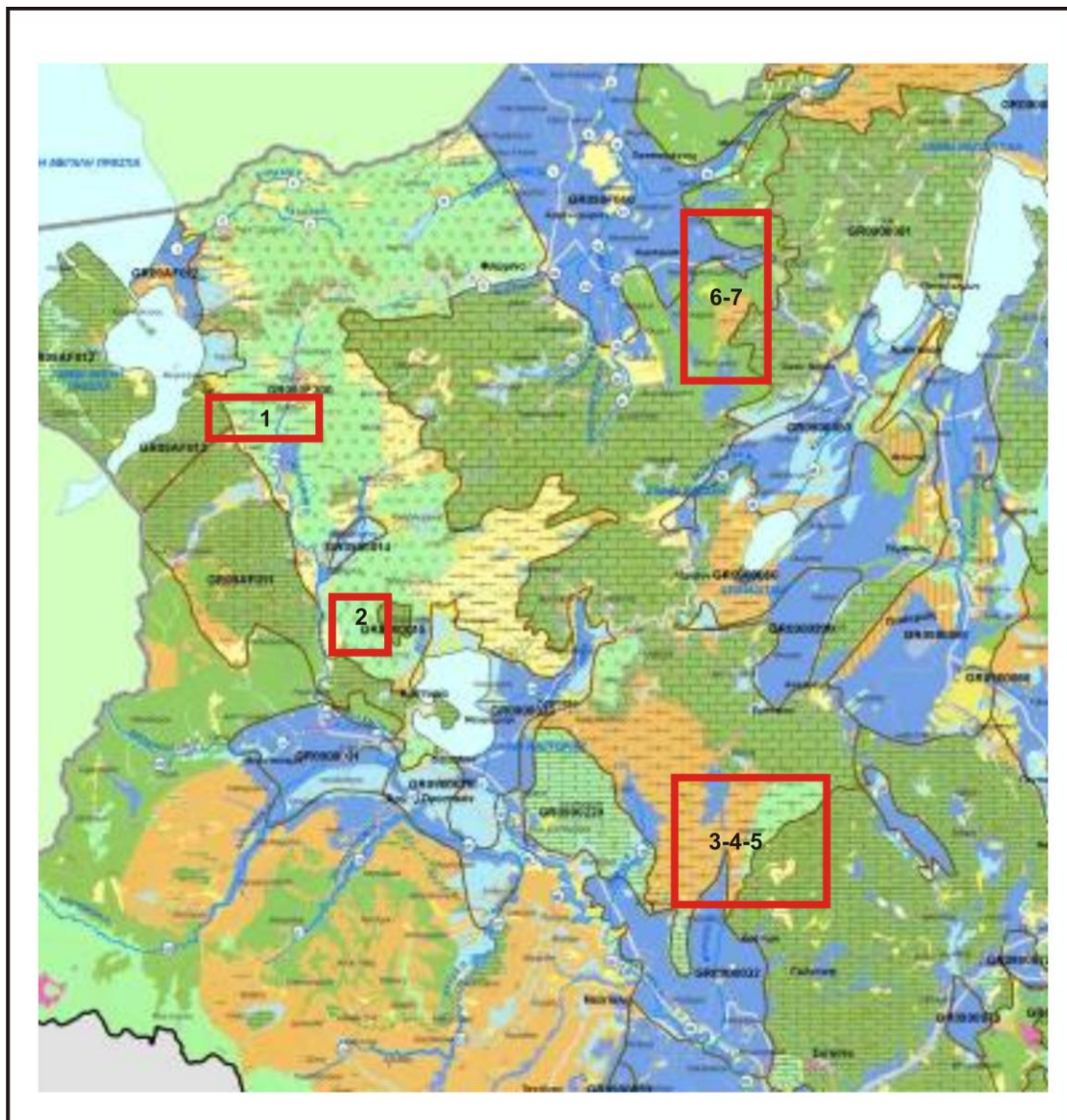
Εικόνα 6-9. Χάρτης Βλάστησης όπου εντοπίζονται οι περιοχές αποψίλωσης (κατά Μαυρομμάτη 1978)

#### Υδρολιθολογικοί σχηματισμοί περιοχών αποψίλωσης

Οι υδρολιθολογικοί σχηματισμοί στις περιοχές αυτές, όπως φαίνεται στον υδρολιθολογικό χάρτη (Εικόνα 6-10), αναφέρονται στον Πίνακα 6-1. Τέσσερις περιοχές εντοπίζονται σε μακροπερατούς σχηματισμούς οπότε η επιφανειακή απορροή είναι μικρότερη της διήθησης. Εν τούτοις, σε έντονες βροχοπτώσεις το έδαφος υφίσταται κορεσμό και οι σχηματισμοί λειτουργούν ως μικροπερατοί ή και αδιαπέρατοι οπότε αυξάνεται η επιφανειακή απορροή

Πίνακας 6-1. Περιοχές αποψίλωσης και περατότητα λιθολογικών σχηματισμών

Θέση 1	Μακροπερατοί
Θέση 2	Μακροπερατοί
Θέση 3	Αδιαπέρατοι
Θέση 4	Αδιαπέρατοι
Θέση 5	Αδιαπέρατοι
Θέση 6	Μακροπερατοί
Θέση 7	Μακροπερατοί



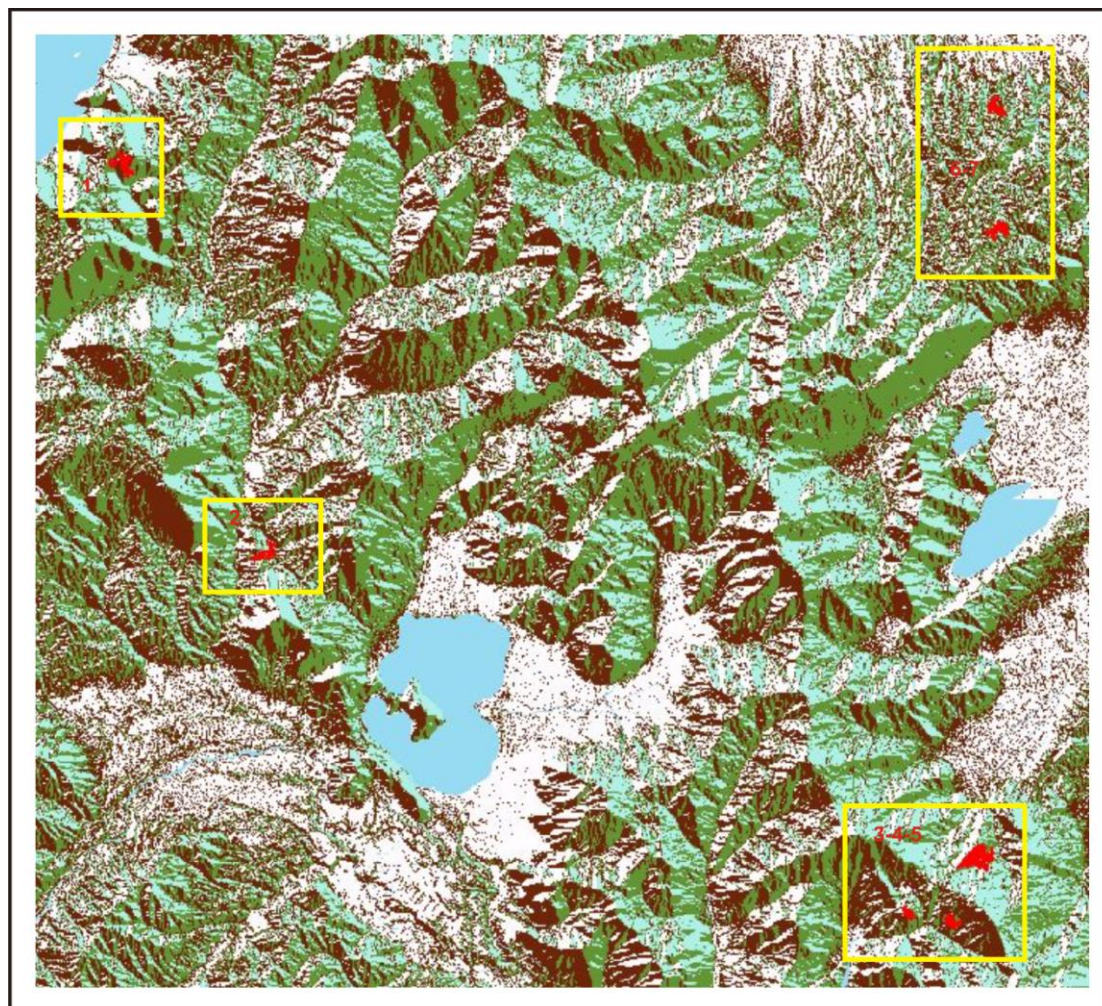
Υπόμνημα

	111	Μικροπερατοί σχηματισμοί (ιζηματογενείς σχηματισμοί μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
	211	Μακροπερατοί σχηματισμοί (ιζηματογενείς σχηματισμοί μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
	222	Μακροπερατοί σχηματισμοί της (πυριγενείς σχηματισμοί μικρής έκτασης και τοπικής σημασίας ή μεγάλης έκτασης και μέτριας δυναμικότητας)
	223	Μακροπερατοί σχηματισμοί (μεταμορφωμένοι σχηματισμοί μικρής έκτασης και τοπικής σημασίας ή μεγάλης έκτασης και μέτριας δυναμικότητας)
	412	Αδιαπέρατοι σχηματισμοί (πρακτικά αδιαπέρατοι πυριγενείς ή ηφαιστειοιζηματογενείς σχηματισμοί)
	413	Αδιαπέρατοι σχηματισμοί (πρακτικά αδιαπέρατοι μεταμορφωμένοι σχηματισμοί)
	2111	Μακροπερατοί σχηματισμοί (ασβεστόλιθοι και δολομίτες μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)
	2132	Μακροπερατοί σχηματισμοί (μάρμαρα μεγάλης έκτασης και υψηλής δυναμικότητας)

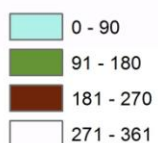
Εικόνα 6-10. Οι περιοχές αποψίλωσης της περιοχής μελέτης επί του υδρολιθολογικού χάρτου (κόκκινα τετράγωνα )

Προσανατολισμός κλίσεων πρανών περιοχών αποψίλωσης

Ο προσανατολισμός των κλίσεων των πρανών στις θέσεις αποψίλωσης με βάση τον αντίστοιχο θεματικό χάρτη (Εικόνα 6-11) αναγράφεται στον Πίνακα 6-2 :



**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**



Εικόνα 6-11. Οι περιοχές αποψίλωσης επί του χάρτου προσανατολισμού κλίσεων (κόκκινα πολύγωνα εντός κίτρινων τετράγωνων)

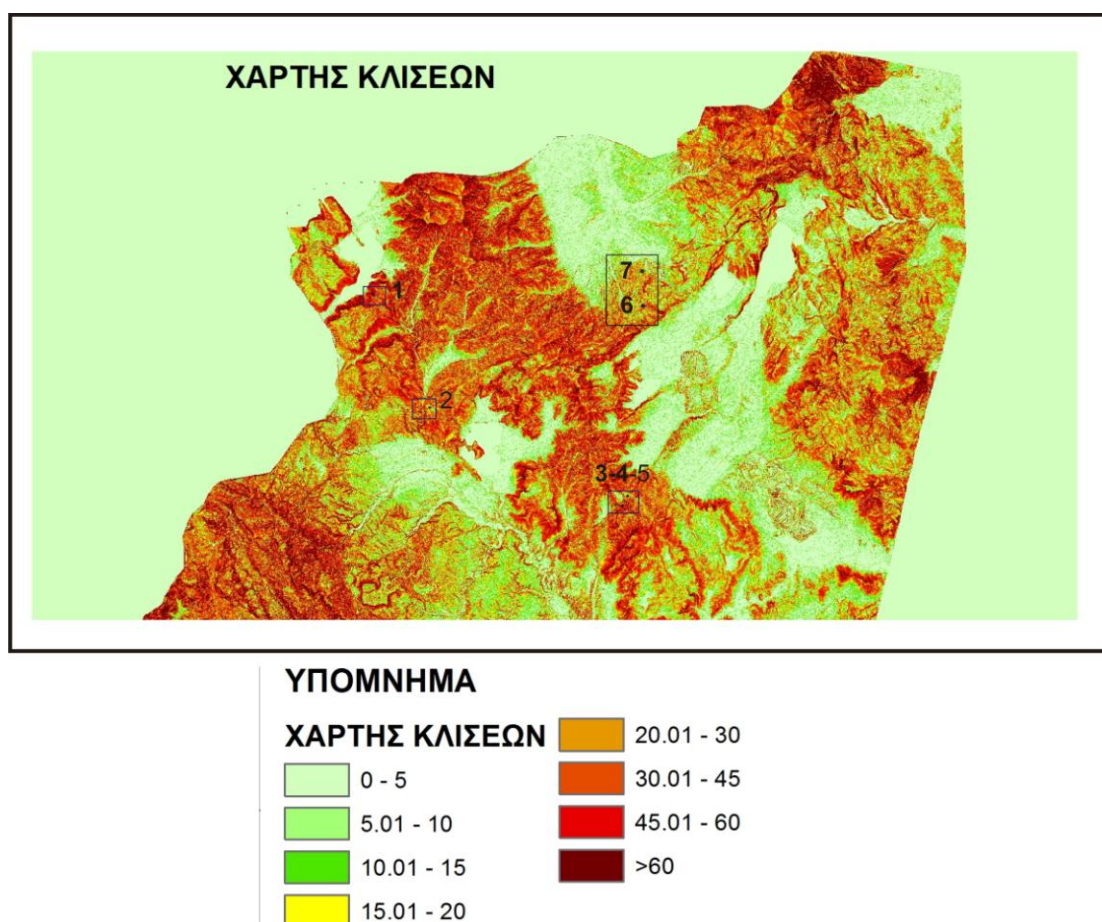
Πίνακας 6-2. Προσανατολισμός κλίσεων των θέσεων αποψίλωσης

Θέση 1: ΝΔ	Θέση 5: ΒΔ
Θέση 2: ΒΔ - ΝΔ	Θέση 6: ΒΔ
Θέση 3: ΝΔ	Θέση 7: ΒΔ
Θέση 4: ΝΔ	



### Κλίσεις πρανών στις περιοχές αποψίλωσης

Με βάση το χάρτη κλίσεων (Εικόνα 6-12), δημιουργήθηκε ο Πίνακας 6-3, στον οποίο αναγράφονται οι θέσεις των περιοχών αποψίλωσης και οι αντίστοιχες κλίσεις των πρανών. Όπως παρατηρούμε, οι πέντε από τις επτά περιοχές βρίσκονται σε απότομα πρανή, παράγοντας εξαιρετικά σημαντικό για τη διάβρωση των συγκεκριμένων εδαφών



Εικόνα 6-12. Οι περιοχές αποψίλωσης επί του χάρτου κλίσεων

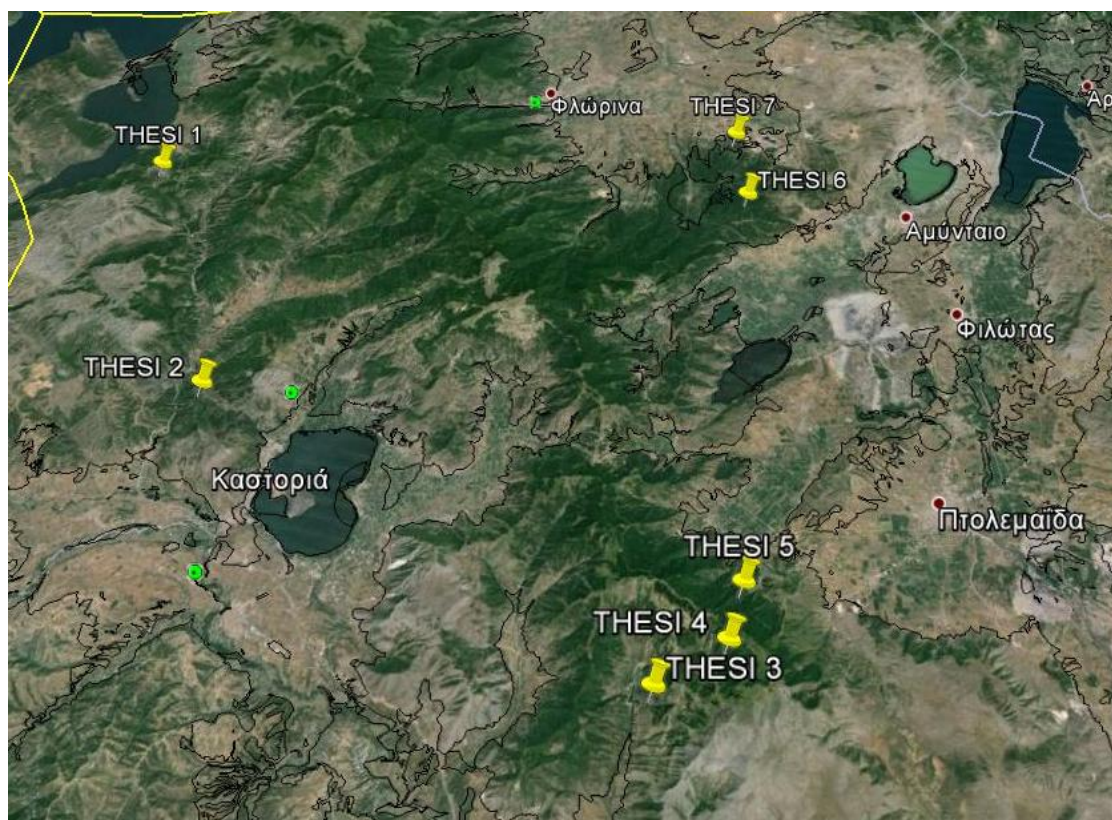
Πίνακας 6-3. Κλίσεις πρανών στις θέσεις αποψίλωσης

Θέση 1: >30%	Θέση 5: 10-20%
Θέση 2: >30%	Θέση 6: >30%
Θέση 3: >30%	Θέση 7: 10-20%
Θέση 4: >30%	

Η θέση των περιοχών αποψίλωσης σε σχέση με πλημμυρικά φαινόμενα

Οι περιοχές μείωσης της δασικής βλάστησης απεικονίζονται (Εικόνα 6-13) επί του Google Earth μαζί με τις ιστορικές πλημμύρες που έχουν καταγραφεί από το ΥΠΕΚΑ και τις Ζώνες Δυνητικού Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας που επίσης έχει συντάξει το ΥΠΕΚΑ.

Η αποψίλωση των συγκεκριμένων περιοχών μέσω της μεγάλης επιφανειακής απορροής του νερού σε περίπτωση έντονης βροχόπτωσης θα μπορούσε να συνεισφέρει σε πιθανά πλημμυρικά φαινόμενα που αφορούν τις Ζώνες Δυνητικού Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας της περιοχής



Εικόνα 6-13. οι θέσεις των περιοχών μείωσης δασικής βλάστησης επί του Google Earth μαζί με τις ιστορικές πλημμύρες (πράσινα σημεία) και τις Ζώνες Δυνητικού Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (μαύρα πολύγωνα)

Συνοψίζοντας, παρατηρούμε (Πίνακας 6-4) ότι οι περιοχές αποψίλωσης που ανιχνεύθηκαν μέσω των δορυφορικών εικόνων για τη χρονική περίοδο 2011-2014, ευρίσκονται στην Καστοριά, Κοζάνη και Φλώρινα, στα όρη Τρικλάριο, Άσκιο και Βέρον.

Είναι δασικές περιοχές με δάση δρυός, οξιάς και λίγο ελάτης και δεν ανήκουν σε πυρόπληκτες περιοχές.

Εντοπίζονται σε απότομα έως πολύ απότομα πρανή, με προσανατολισμούς κλίσεων ΝΔ και ΒΔ.

Οι υδρολογικοί σχηματισμοί πάνω στους οποίους βρίσκονται είναι αδιαπέρατοι (Θέσεις 3, 4, 5) και μακροπερατοί (Θέσεις 1, 2, 6, 7).

Σε περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων στα υπερκείμενα των μακροπερατών σχηματισμών εδάφη, επέρχεται κορεσμός, γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της επιφανειακής απορροής του νερού.

Επειδή δε τα τελευταία χρόνια έχουν αυξηθεί τα πλημμυρικά φαινόμενα λόγω των αιφνίδιων (flashfloods) πλημμυρών υπάρχει μεγάλος κίνδυνος διάβρωσης του εδάφους με συνέπεια πιθανά πλημμυρικά φαινόμενα στα πεδινά. Οι περιοχές πιθανού τέτοιου φαινομένου είναι οι κοινότητες Βεύη, Εμπόριο, Φανός, Ξυνό Νερό, Σισάνι και ελάχιστα η Χιλή. Οι κοινότητες αυτές ανήκουν ήδη σε Ζώνες Δυνητικού Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας και συγκεκριμένα στις ζώνες: 1) Χαμηλή ζώνη λεκάνης π. Αξιού στο Ν. Φλώρινας (π. Λύγκος), 2) Χαμηλή ζώνη άνω ρου π. Αλιάκμονα και λίμνης Καστοριάς και 3) Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Πτολεμαΐδας, παραλίμνιες εκτάσεις λιμνών Ζάζαρη, Χειμαδίτιδα, Πετρών και νότια της λίμνης Βεγορίτιδας.

Σημαντικά Κατολισθητικά φαινόμενα στην περιοχή δεν έχουν υπάρξει σύμφωνα με τον Χάρτη Κατολισθήσεων του ΙΓΜΕ.

Τέλος, το γεγονός ότι ο ρυθμός μείωσης της δασικής βλάστησης σε ποσοστό 10% είναι της τάξης 1180 στρεμμάτων ανά έτος καθιστά επιτακτική την ανάγκη για λήψη άμεσων μέτρων ώστε να αποφευχθούν μελλοντικές περιβαλλοντικές καταστροφές.

Πίνακας 6-4. Συγκεντρωτικός πίνακας με τα χαρακτηριστικά των περιοχών μείωσης δασικής βλάστησης κατά το χρονικό διάστημα 2011-2014

Θέσεις περιοχών αποψίλωσης	Κλίση πρανών %	Προσανατολισμός κλίσεων πρανών	Είδος βλάστησης	ΔΚΖ		Προστατευόμενες περιοχές	Πορόπληκτες περιοχές	Υδροβιολογικοί σχηματισμοί	Λιθολογικοί σχηματισμοί	Ιστορικές πλημμύρες	Ζώνη Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (κωδικός). Συνεισφορά σε αυτή και πιθανοί οικισμοί επιρροής
1	>30	ΝΔ	Δασική	4 Θερμότερη ζώνη φυλλοβόλων πλατυφύλλων	Δάση πλατυφύλλου δρυός ( <i>Quercus conferta</i> ), απόδισκου δρυός ( <i>Quercus petraea</i> ), ποδισκοφόρου δρυός ( <i>Quercus pedunculata</i> ), τσέρου ( <i>Quercus cerris</i> ) ή καστανιάς ( <i>Castanea sativa</i> )	Όχι	Όχι	Μακροπερατοί	Πλουτόνια και κατά τόπους ασβεστόλιθοι και μεταμορφωμένα	Όχι	Όχι
2	>30	ΝΔ-ΒΔ	Δασική			Όχι	Όχι	Μακροπερατοί	Μολάσσα-γενεύσιος	Όχι	Ναι GR09RAK0007 Όχι ιδιαίτερα Χιλή
3	>30	ΝΔ	Δασική			Όχι	Όχι	Αδιαπέρατοι	Γνεύσιος	Όχι	Ναι GR09RAK0007 Σισιάνη*
4	>30	ΝΔ	Δασική			Όχι	Όχι	Αδιαπέρατοι	Γνεύσιος	Όχι	Ναι GR09RAK0007 Σισιάνη*
5	10-20	ΒΔ	Δασική			Όχι	Όχι	Αδιαπέρατοι	Γνεύσιος	Όχι	Ναι GR09RAK0008 Εμπόριο*
6	>30	ΒΔ	Δασική	6 Ψυχρότερη ζώνη φυλλοβόλων πλατυφύλλων	Δάση οξιάς ( <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Fagus moesiaca</i> ή <i>Fagus orientalis</i> ) και μικτά δάση αυτής με είδη από άλλες ΔΚΖ5	Όχι	Όχι	Μακροπερατοί	Τεταρτογενή συνεκτικά μεικτών φάσεων	Όχι	Ναι GR09RAK0008 Φανός, Ξυνό Νερό
7	10-20	ΒΔ	Δασική			Όχι	Όχι	Μακροπερατοί	Νεογενείς αποθέσεις	Όχι	Ναι GR09RAK0012 Βεύη

## 7. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα πλαίσια της παρούσας διατριβής ερευνήθηκε η ανίχνευση αλλαγών της βλάστησης σε χρονικό διάστημα δεκαεσσάρων 14 ετών και συγκεκριμένα από το 2000 έως το 2014. Η ανίχνευση αυτή ερευνήθηκε με τη χρήση των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και της Τηλεπισκόπησης.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τα προαναφερθέντα στάδια εργασίας είναι τα κάτωθι:

- Κατά την χρονική περίοδο 2000-2011, παρατηρήθηκε μικρή μείωση της βλάστησης σε ποσοστό 10% και 5% κάτι που δικαιολογείται από το γεγονός ότι τότε έλαβαν χώρα πάρα πολλές πυρκαγιές εκ των οποίων κάποιες ήσαν ιδιαίτερα μεγάλης εκτάσεως
- Κατά την περίοδο 2011-2014, υπήρξε αύξηση της βλάστησης κατά 10% σε περιοχές ορεινές και απομακρυσμένες από το αστικό περιβάλλον
- Κατά την περίοδο αυτή, παρατηρήθηκε επίσης, μείωση της βλάστησης κατά 10% στην περιοχή της Καστοριάς, στην περιοχή της Φλώρινας στην Μικρή Πρέσπα και στην περιοχή της Πτολεμαΐδας, στα όρη Τρικλάριο, Άσκιο και Βέρον
- Οι περιοχές της μείωσης αυτής είναι της τάξεως των 3500 στρεμμάτων και κοντά σε αστικά περιβάλλοντα. Ήδη, η Περιφέρεια Καστοριάς έχει αναφέρει αποψίλωση λόγω λαθροϋλοτόμησης 3000 περίπου στρεμμάτων. Δεδομένου ότι η αποψίλωση αυτή έγινε μέσα σε τρία χρόνια, υπάρχει ένας ρυθμός 1180 στρεμμάτων ανά έτος.
- Οι περιοχές αυτές εντοπίζονται σε δασική βλάστηση και συγκεκριμένα σε δάση οξιάς, δρυός και εν μέρει ελάτης και δεν ανήκουν σε πυρόπληκτες περιοχές.
- Η μείωση της δασικής βλάστησης εντοπίζεται σε απότομα έως πολύ απότομα πρανή, με προσανατολισμούς κλίσεων ΝΔ και ΒΔ.
- Η αποψίλωση συντελέστηκε σε λιθολογικούς σχηματισμούς αδιαπέρατους και μακροπερατούς, των οποίων η μακροπερατότητα μειώνεται ή παύει να

υφίσταται σε περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων λόγω κορεσμού του υπερκείμενου εδάφους. Αυτό έχει ως συνέπεια την αύξηση της επιφανειακής απορροής του νερού. Έτσι, καθώς τα τελευταία χρόνια έχουν αυξηθεί οι αιφνίδιες πλημμύρες (flashfloods), υπάρχει μεγάλος κίνδυνος πλημμυρικών φαινομένων στα πεδινά και διάβρωσης του εδάφους λόγω της μεγάλης επιφανειακής απορροής του νερού. Έτσι, οι περιοχές πιθανού τέτοιου φαινομένου είναι οι κοινότητες Βεύη, Εμπόριο, Φανός, Ξυνό Νερό, Σισάνι και ελάχιστα η Χιλή. Οι κοινότητες αυτές ανήκουν ήδη σε Ζώνες Δυνητικού Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας σύμφωνα με την Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας που έχει συντάξει το ΥΠΕΚΑ

- Το γεγονός ότι η μείωση και η αύξηση της βλάστησης εξαρτώνται άμεσα από το αστικό περιβάλλον, δείχνει ότι η αποψίλωση στην περιοχή μελέτης, ως κοινωνικό φαινόμενο, είναι μάλλον συνέπεια της οικονομικής κρίσης
- Ο ρυθμός μείωσης, σε ποσοστό 10%, της δασικής βλάστησης (1180 στρέμματα ανά έτος) καθιστά επιτακτική την ανάγκη για λήψη άμεσων μέτρων ώστε να αποφευχθούν μελλοντικές περιβαλλοντικές καταστροφές.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

## **Α. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

### **ΒΛΑΣΤΗΣΗ**



Πίνακας Α-1. Οι βιότοποι NATURA Δ. Μακεδονίας και του τμήματος της Ηπείρου που αφορά την περιοχή μελέτης (Πηγή: Φιλότης)

<b>ΒΙΟΤΟΠΟΙ ΝΑΤΟΥΡΑ</b>		
<b>Δ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ</b>		
<b>Κωδικός</b>	<b>Όνομα</b>	<b>Νομός</b>
GR1310003	ΕΘΝΙΚΟΣ ΔΡΥΜΟΣ ΠΙΝΔΟΥ (VALIA KALNTA) - EVRYTERI PERIOCHI	ΓΡΕΒΕΝΩΝ
GR1340001	ΕΘΝΙΚΟΣ ΔΡΥΜΟΣ PRESPON	ΦΛΩΡΙΝΑΣ
GR1320002	KORYFES OROUS GRAMMOS	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ
GR1340008	LIMNES CHEIMADITIDA ΚΑΙ ZAZARI	ΦΛΩΡΙΝΑΣ
GR1340005	LIMNES CHEIMADITIDA - ZAZARI	ΦΛΩΡΙΝΑΣ
GR1340004	LIMNES VEGORITIDA - PETRON	ΦΛΩΡΙΝΑΣ
GR1320001	LIMNI KASTORIAS	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ
GR1320003	LIMNI ORESTIAS (KASTORIAS)	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ
GR1340007	LIMNI PETRON	ΦΛΩΡΙΝΑΣ
GR1310004	ORI ORLIAKAS ΚΑΙ TSOURGIAKAS	ΓΡΕΒΕΝΩΝ
GR1340003	ORI VARNOUNTA	ΦΛΩΡΙΝΑΣ
GR1330002	ORI VOREIOU VOURINOU ΚΑΙ MELLIA	ΚΟΖΑΝΗΣ
GR1340006	OROS VERNON - KORYFI VITSI	ΦΛΩΡΙΝΑΣ
GR1330001	OROS VOURINOS (KORYFI ASPROVOUNI)	ΚΟΖΑΝΗΣ
GR1310002	VALIA KALNTA ΚΑΙ TECHNITI LIMNI AOOY	ΓΡΕΒΕΝΩΝ
GR1310001	VASILITSA	ΓΡΕΒΕΝΩΝ
<b>ΗΠΕΙΡΟΣ</b>		
GR2110001	AMVRAKIKOS KOLPOS, DELTA LOUROU ΚΑΙ ARACHTHOU (PETRA, MYTIKAS, EVRYTERI PERIOCHI)	ΑΡΤΑΣ
GR2110004	AMVRAKIKOS KOLPOS, LIMNOTHALASSA KATAFOURKO ΚΑΙ KORAKONISIA	ΑΡΤΑΣ
GR2120001	EKVOLES (DELTA) KALAMA	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ
GR2120006	ELI KALODIKI, MARGARITI, KARTERI ΚΑΙ LIMNI PRONTANI	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ
GR2120002	ELOS KALODIKI	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ
GR2130001	ΕΘΝΙΚΟΣ ΔΡΥΜΟΣ VIKOU - AOOY	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
GR2130013	EVRYTERI PERIOCHI ATHAMANIKON OREON	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
GR2130012	EVRYTERI PERIOCHI POLIS IOANNINON	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
GR2130004	KENTRIKO TMIMA ZAGORIOY	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
GR2130011	KENTRIKO ZAGORI ΚΑΙ ANATOLIKO TMIMA OROUS MITSIKELI	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
GR2110006	KOILADA ACHELOOU ΚΑΙ ORI VALTOY	ΑΡΤΑΣ
GR2130002	KORYFES OROUS SMOLIKAS	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
GR2130005	LIMNI IOANNINON	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
GR2120003	LIMNI LIMNOPOULA	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ
GR2110002	ORI ATHAMANON (NERAIDA)	ΑΡΤΑΣ
GR2120008	ORI PARAMYTHIAS, STENA KALAMA ΚΑΙ STENA ACHERONTA	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ
GR2120009	ORI TSAMANTA, FILIATON, FARMAKOVOUNI, MEGALI RACHI	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ
GR2130010	OROS DOUSKON, ORAIOKASTRO, DASOS MEROPIS, KOILADA GORMOU, LIMNI DELVINAKIOY	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
GR2130007	OROS LAKMOS (PERISTERI)	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
GR2130008	OROS MITSIKELI	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
GR2130009	OROS TYMFI (GKAMILA)	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
GR2130006	PERIOCHI METSOVOY (ANILIO - KATARA)	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
GR2120004	STENA KALAMA	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ
GR2120007	STENA PARAKALAMOU	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ
GR2120005	YGROTOPOS EKVOLON KALAMA ΚΑΙ NISOS PRASOUDI	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ

Πίνακας Α-2. Δάση φυλοβόλλων της Δ. Μακεδονίας (Πηγή: Φιλότης)

ΔΑΣΗ ΦΥΛΟΒΟΛΛΩΝ				
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ				
Κωδικός	Όνομα	Βλάστηση	Λιθολογία	Κλίμα
ΑΤ4011011	Βίγλα Πισοδερίου	Επιβλητικό ορεινό τοπίο με λειβάδια, ρυάκια και συστάδες φυλοβόλων (οξυές). Το χειμώνα είναι χιονισμένο, την άνοιξη τα λειβάδια γεμίζουν με σπάνια αγριολούλουδα, ενώ το φθινόπωρο τα δέντρα παίρνουν ωραία χρώματα	Μη ασβεστολιθικά πετρώματα	Ισχυροί άνεμοι Μεγάλη υγρασία Μέτρια ηλιοφάνεια Συχνές βροχοπτώσεις Συχνές χιονοπτώσεις
		Δάσος φυλοβόλλων πλατύφυλλων Υγρό λειβάδι και φυτοκοινωνία με ψηλά χόρτα		
		Asphodelus albus albus / Dianthus tristis / Epilobium collinum / Geranium reflexum / Geum coccineum / Narcissus poeticus radiiflorus / Ranunculus acris acris / Ranunculus fontanus		
ΑΤ4011025	Καταρράκτης "Σκεπασμένο" Βελβενδού	Δάση φυλοβόλλων Μακία	Σχιστόλιθοι, γρανίτες, ασβεστόλιθοι.  Οι κλίσεις του εδάφους είναι πολύ ισχυρές	Ασθενείς άνεμοι Μέτρια ηλιοφάνεια Αραιές βροχοπτώσεις Αραιές χιονοπτώσεις Ξηρασία
		Η βλάστηση γενικά θαμνώδης και ασυνεχής. Κατά μήκος του ρέματος κυριαρχούν τα πλατάνια. Στις εκατέρωθεν πλαγιές θαμνώνες από φυλοβόλους θάμνους Οστριάς, γαύρου, φράξου, κοκορεβιθιάς, χρυσόξυλου, κράτεγου, κουτσοπιτιάς, χνοόδους δρυός μαζί με αείφυλλους θάμνους πρίνου, οξύκεδρου, φιλικιού (ζώνη sabljjak). Η συνέχεια των θαμνώνων διακόπτεται από μικρές βραχώδεις εξάρσεις ή από διαβρωμένες επιφάνειες ισχυρών κλίσεων στα ψηλότερα σημεία της περιοχής		
		Δάσος αιθαλών πλατύφυλλων Δάσος φυλοβόλλων πλατύφυλλων		
ΑΤ4011014	Κοιλάδα Βάλλια Κίρνα Σμόλικα	Πλατάνια, κλήθρα και ιτιές. Η περιοχή σκεπάζεται με δάση οξυάς και μαυρόπευκων. Στην ανώτερη ζώνη υπάρχουν γυμνά λειβάδια και μικρές αλπικές λιμνούλες καθώς και ορθοπλαγιές		Μεγάλη υγρασία Μέτρια ηλιοφάνεια Ομίχλη/χαμηλή νέφωση Συχνές βροχοπτώσεις Συχνές χιονοπτώσεις
		Lilium carnolicum jankae		
ΑΤ4011022	Κρανιόνας, Χάλαρα, Παύλος Μελάς	Δρυοδάση ή μεικτά δάση τα οποία διαδέχονται οι γεωργικές καλλιέργειες κοντά στους οικισμούς	Μεταμορφωσιγενείς σχιστόλιθοι, κυρίως μαρμαρυγικοί γνεύσιοι και γνευσιωμένοι γρανίτες	Ασθενείς άνεμοι Μικρή ηλιοφάνεια Ομίχλη/χαμηλή νέφωση Συχνές βροχοπτώσεις Συχνές χιονοπτώσεις
		Οι λαθροϋλοτομίες και η παράνομη κλαδονομή αποτελούν τις κύριες απειλές του φυσικού τοπίου. Επίσης η χρήση υποστηλωμάτων δρυός και οξυάς ως φασουλόβεργες οδηγεί σε υποβάθμιση του δάσους		

AT4011023	Λέχοβο, Κλεισούρα, Βαρικό	Εκτεταμένα δάση φυλλοβόλων (δρυός, οξυάς και άλλων πλατυφύλλων) στα μεγαλύτερα υψόμετρα κι ο περικλειόμενος τύπος τοπίου (οριοθετείται από δασωμένες αποστραγγυλωμένες κορυφογραμμές)	Γνεύσιος, σχιστόλιθος, φυλλίτες	Ασθενείς άνεμοι Μέτρια ηλιοφάνεια Ομίχλη/χαμηλή νέφωση Συχνές βροχοπτώσεις Συχνές χιονοπτώσεις Ξηρασία
		Το Βαρικό είναι νεώτερος οικισμός, στο χαμηλότερο σημείο της περιοχής, κτισμένος στην παρυφή ενός παλιού αποστραγγισμένου έλους (εξ ου και Βαρικό). Στη μικρή υγρή πεδιάδα του Βαρικού, ανάμεσα σε εύφορα χωράφια, φυτρώνουν ορθόκλαδες λεύκες (καβάκια)		
		Η εισαγωγή θερμόβιων κωνοφόρων (τραχειάς πεύκης) σε ορισμένες επιφάνειες που αναδασώθηκαν είναι οικολογικά και αισθητικά απαράδεκτη		
		Αποψιλωτικές υλοτομίες των δρυοδασών υποβαθμίζουν την αισθητική αξία της περιοχής και την παραγωγικότητα του οικοσυστήματος. Τα νέα οικοδομικά υλικά και οι νέες τεχνικές στην οικοδομή ισοπεδώνουν τον χαρακτήρα της περιοχής		
AT4011018	Λίμνες Αρένες Γράμμου	Μια μικρή και μια μεγαλύτερη λίμνη που περιβάλλονται από υποαλπικά λειβάδια και δάση οξυάς. Ακριβώς από πάνω δεσπόζουν τα βράχια της κορυφής Επάνω Αρένα		
		Τα δάση που περιβάλλουν τις λίμνες είχαν καταστραφεί κατά τον εμφύλιο πόλεμο και αναγεννήθηκαν. Συλλογή σπανίων φυτών παράνομα από τους Αλβανούς τα τελευταία χρόνια		
		Τα δάση γύρω από αυτές είχαν καταστραφεί κατά τη διάρκεια του εμφυλίου και αναγεννήθηκαν μετά. Αλπικό υποαλπικό τοπίο		
AT4011020	Μονή Ζάβορδας (Λόφος Καλλίστρατου) Μοναστήρι κτισμένο στα 1534 από τον Όσιο Νικάνορα συνέβαλε στην ανακοπή του κύματος εξισλαμισμού κατά τον 16ο αιώνα	Δάσος φυλλοβόλων Δρυοδάσος Μικτό δάσος	Ασβεστόλιθοι	Ασθενείς άνεμοι Μεγάλη ηλιοφάνεια Αραιές βροχοπτώσεις Ξηρασία
		Απέναντι βρίσκεται το όρος της Βουνάσα (Καμβούνια όρη) κατάφυτο από έλατα και δρύες χαμηλά		
		Το Καλλίστρατο χαρακτηρίζεται από πετρώδεις-βραχώδεις κατακόρυφες πλαγιές, ενώ χαμηλότερα εμφανίζεται φυτοκοινωνία αειθαλών και φυλλοβόλων πλατύφυλλων με κυρίαρχα είδη το πουρνάρι και τη μακεδονική δρυ. Υδροχαρής βλάστηση στις όχθες του Αλιάκμονα		
		Θαμνότοποι, φρύγανα, χορτολιβάδα		
AT4011024	Νυμφαίο	Εκτεταμένα δάση φυλλοβόλων πλατύφυλλων και ορεινά λιβάδια	Σχιστόλιθοι	Ισχυροί άνεμοι Μικρή ηλιοφάνεια Ομίχλη/χαμηλή νέφωση Συχνές βροχοπτώσεις Συχνές χιονοπτώσεις
		Αλπικό λειβάδι		
		Δάσος φυλλοβόλων πλατύφυλλων Μικτό δάσος		
		Fagus sylvatica sylvatica (Ευρωπαϊκή οξυά)		

AT4011028	Περιοχή Πεύκου Γράμμου	Ορεινή περιοχή με εκτεταμένα μεικτά δάση φυλλοβόλων και κωνοφόρων (δρυός, οξυάς, μαύρης πεύκης, ελάτης) και πολλά ευγενή πλατύφυλλα με σποραδική εμφάνιση. Η μεγάλη ποικιλία των ειδών δημιουργεί ένα υγιές δασικό οικοσύστημα αλλά και ένα υπέροχο τοπίο με ποικιλία εντυπωσιακών χρωμάτων ιδιαίτερα κατά το φθινόπωρο. Πρόκειται για ψηλά παραγωγικά δάση που διαχειρίζονται αειφορικά. Δίκτυο δασοδρόμων (καλά συντηρημένων) χωρίς μεγάλη πυκνότητα		Μεγάλη υγρασία Μικρή ηλιοφάνεια Ομίχλη/χαμηλή νέφωση Συχνές βροχοπτώσεις Συχνές χιονοπτώσεις
		Η εγκατάλειψη πυρομαχικών και ναρκοπεδίων άγνωστης έκτασης και διασποράς περιόρισε τις ανθρώπινες δραστηριότητες και ωφέλησε το δάσος		
		Δάσος φυλλοβόλων πλατύφυλλων Ιθαγενές δάσος κωνοφόρων Μικτό δάσος		
AT4011132	Υψώματα Επταχωρίου	Κυρίως φυλλοβόλα και μαυρόπευκα	Φλύσχις Η διάβρωση των γύρω υψωμάτων μπορεί να απειλεί το χωριό με κατολισθήσεις αλλά είναι αυτή που δίνει στο τοπίο την ιδιαίτερη ομορφιά του.	
		Πάνω στα διαβρωμένα εδάφη των γύρω υψωμάτων αναπτύσσεται μία ιδιαίτερη χλωρίδα προσαρμοσμένη στα κινούμενα χώματα		
		Δάσος φυλλοβόλων πλατύφυλλων Λιθώνες Salvia candidissima		

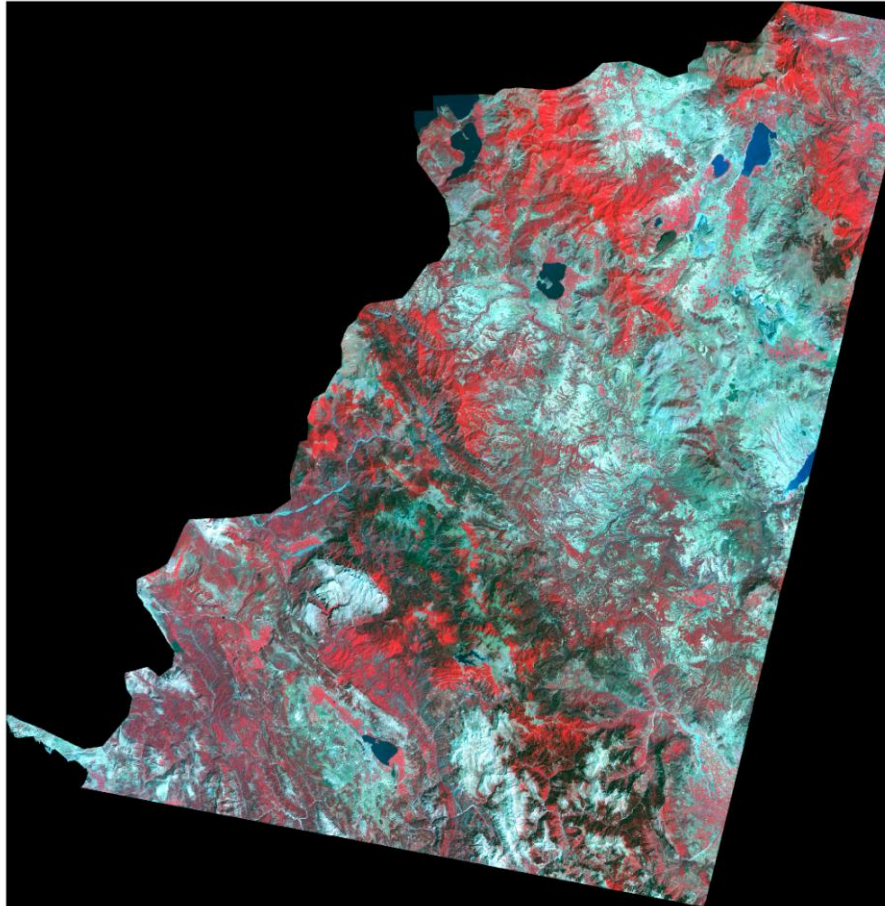
Πίνακας Α-3. Βλάστηση Β. Πίνδου(Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Β. Πίνδου).

<p>Η ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης ή ζώνη της αριάς (<i>Quercetalia illicis</i>)</p>	<p>Αποτελείται από θαμνώνες και χαμηλά δάση αριάς (<i>Quercus ilex</i>), που συνοδεύονται από άλλα είδη δέντρων και θάμνων, όπως το φιλύκι (<i>Phillyrea latifolia</i>), ο φράξος (<i>Fraxinus ornus</i>), το πουρνάρι (<i>Quercus coccifera</i>), είδη αρκεύθων (<i>Juniperus communis</i> και <i>Juniperus oxycedrus</i>), η αγριοκουμαριά (<i>Arbutus adracnhe</i>) κ.ά.</p>	<p>Η βλάστηση αυτή συνήθως σχηματίζει νησίδες στις πιο χαμηλές και ξηροθερμικές θέσεις (400 – 700 m υψόμετρο) του Εθνικού Πάρκου, κυρίως στις χαράδρες του Βίκου, του Βοϊδομάτη και του Αώου.</p>
<p>Η παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης ή ζώνη της χνοώδους δρυός (<i>Quercetalia pubescentis</i>)</p>	<p>Συγκροτείται από θερμόφιλα δάση φυλλοβόλων ειδών δρυός, όπως είναι η πλατύφυλλη δρυς (<i>Quercus frainetto</i>), η ευθύφλοια δρυς (<i>Q. Cerris</i>), η μακεδονική δρυς (<i>Q. trojana</i>), η χνοώδης δρυς (<i>Q. pubescens</i>), το πουρνάρι (<i>Quercus coccifera</i>) και άλλα είδη δέντρων, όπως η οστρά ( <i>Ostrya carpinifolia</i>), ο γάβρος (<i>Carpinus orientalis</i>, <i>Carpinus betulus.</i>), η κρανιά (<i>Cornus mass</i>), ο φράξος (<i>Fraxinus ornus</i>) κ. ά.</p>	<p>Η ζώνη αυτή βλάστησης απαντάται σε υψόμετρα από 600 έως 1.000 m, γύρω από τους περισσότερους οικισμούς, όπως συμβαίνει στο Κεντρικό Ζαγόρι, στα χωριά κατά μήκος του ποταμού Βενέτικου και στην κοιλάδα του Κερασοβίτικου.</p>
<p>Η ζώνη δασών οξιάς, οξιάς – ελάτης και παραμεσογειακών κωνοφόρων (<i>Fagetalia</i>)</p>	<p>Συγκροτείται από τα δάση οξιάς (<i>Fagus sylvatica</i>) και οξιάς – ελάτης, τα δάση των παραμεσογειακών κωνοφόρων, όπως της υβριδογενούς ελάτης (<i>Abies borisii-regis</i>) και μαύρης Πεύκης (<i>Pinus nigra</i>).</p>	<p>Η Ζώνη αυτή απλώνεται σε υψόμετρα από 900 έως 1.600 m, στον Σμόλικα, στις βόρειες πλαγιές της Τύμφης, στην Βασιλίτσα, στο Αυγό, στις Μπάλτσες και στον Ζυγό, καθώς επίσης και στο Κεντρικό και Ανατολικό Ζαγόρι. Καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα του Εθνικού Δρυμού Πίνδου (Βάλια Κάλντα), καθώς και την περιφερειακή του ζώνη (δάση Περιβολίου, Κρανιάς, Μηλιάς κ.ά.).</p>
<p>Η ζώνη των ψυχρόβιων κωνοφόρων ( <i>Vacinio-Picetalia</i>)</p>	<p>Στη κοιλάδα του Εθνικού Δρυμού Πίνδου (Βάλια Κάλντα), αλλά και στις πλαγιές του όρους Φλέγκα εμφανίζονται μικροί πληθυσμοί δασικής Πεύκης (<i>Pinus silvestris</i>), οι οποίοι είναι πιθανότατα υπολείμματα της τελευταίας περιόδου των παγετώνων</p>	<p>Μοναδική εμφάνιση αυτή της υποζώνης του ρόμπολου (<i>Pinion heldreichii</i>), στις περιοχές της Κατάρας, περιμετρικά σε όλες της κορυφές της ζεστής κοιλάδας – Βάλια Κάλντα και στο Σμόλικα. Η ζώνη αυτή φθάνει έως τα 2.000 m, εμφανίζεται όμως διασπασμένη και υποβαθμισμένη εξαιτίας της πολύχρονης πιεστικής βόσκησης κατά τη θερινή</p>

		περίοδο, αλλά και της πολύχρονης αξιοποίησης του ξύλου του ρόμπολου (βαρελοποιία κ.ά.).
Επίσης στην ανωδασική ή εξωδασική ζώνη βλάστησης	Αποτελείται από ποώδη και θαμνώδη βλάστηση Στις φυτοκοινότητες αυτές συμμετέχουν επίσης οι παρακάτω φυσιολογικά διακρινόμενοι τύποι βλάστησης: τα «στεππόμορφα» βραχώδη λιβάδια, οι βραχύφιλες φυτοκοινωνίες των κάθετων ασβεστολιθικών βράχων και οι ασβεστολιθικοί λιθώνες, δηλαδή οι κινούμενες και σχετικά σταθεροποιημένες σάρες	Απλώνεται από τα ανθρωπογενή όρια του δάσους (1.600 m) μέχρι τις ψηλότερες κορυφές της βόρειας Πίνδου.

**Β. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**  
**ΔΟΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ**

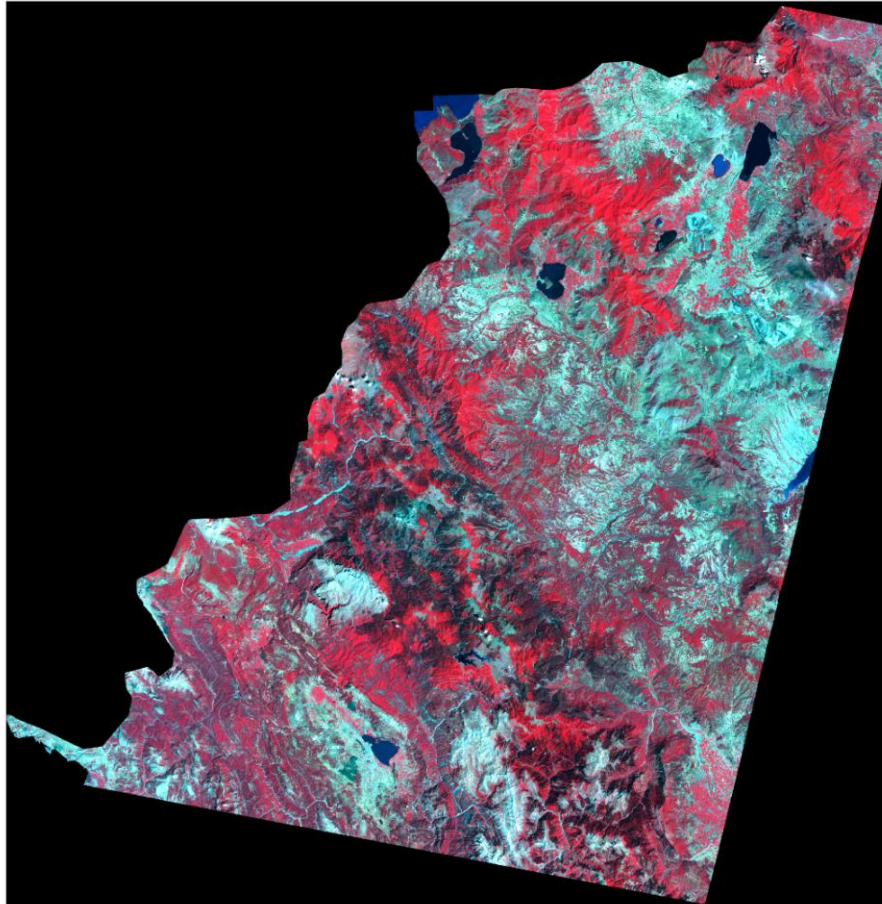
ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ LANDSAT 7 ETM+  
2000



Εικόνα Β-1. Δορυφορική εικόνα RGB 432 έτους 2000



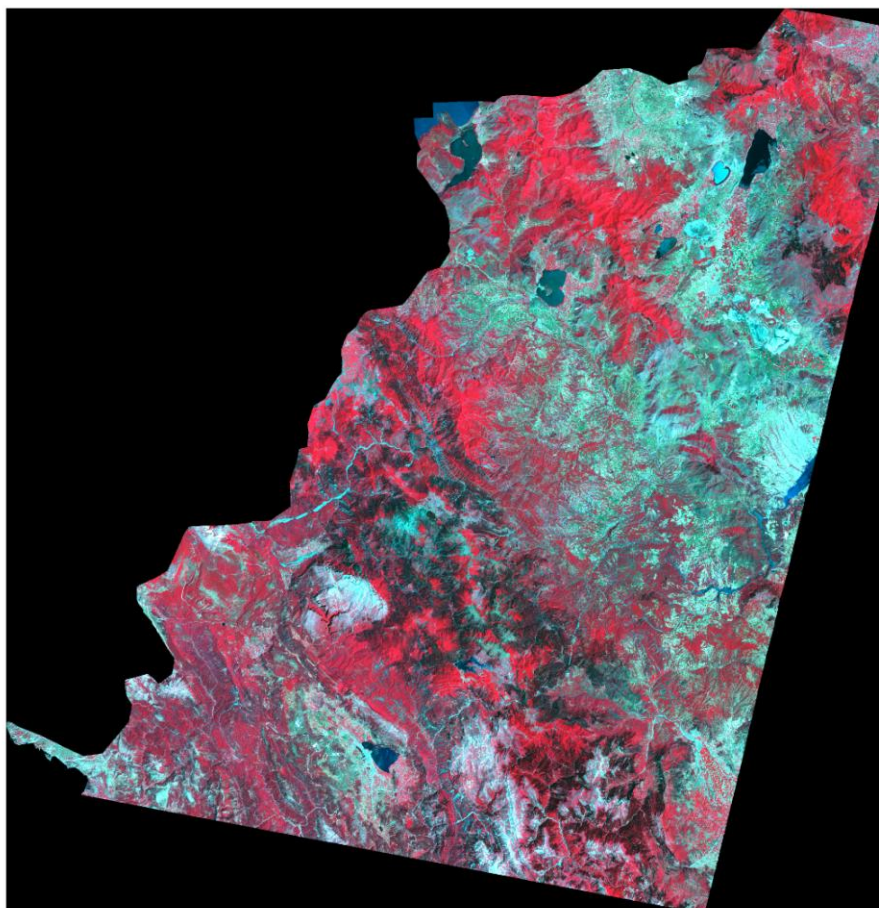
ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ LANDSAT 5 TM  
2011



0 12.5 25 50  
Kilometers

Εικόνα Β-2. Δορυφορική εικόνα RGB 432 έτους 2011

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ LANDSAT 8 OLI  
2014



0 12.5 25 50  
Kilometers

Εικόνα Β-3. Δορυφορική εικόνα RGB 543 έτους 2014

## Βιβλιογραφία

- Alcantara-Ayala, I. (2002). Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*, 47, p. 107-124
- Calianno, M., Ruin, I., Gourley, J. J., 2013. Supplementing flash flood reports with impact classifications. *Journal of Hydrology* 477, 1–16
- Caputo, R. and Pavlides, S. (2013): The Greek Database of Seismogenic Sources (GreDaSS), version 2.0.0: A compilation of potential seismogenic sources (Mw > 5.5) in the Aegean Region. <http://gredass.unife.it/>, doi: 10.15160/unife/gredass/0200.
- Crippen, R. E. 1990. Calculating the Vegetation Index Faster. *Remote Sensing of Environment*, vol 34, 71-73.
- Debebe, D., 2010. The impact of deforestation on soil erosion and climate change: Structural equation modeling. Master Thesis, Addis Ababa University, p. 66
- Gournelos, T., Nastos, P. T., Chalkias, D., Tsagas, D., Theodorou, D., 2010. Landslide movements related to precipitation analysis of a statistical sample from the Greek area. *Bulletin of the Geological Society of Greece, Proceedings of the 12th International Congress Patras, May, 2010*
- Green, K., Kempka, D., Lackey, L., 1994. Using remote sensing to detect and monitor land cover and land use change. *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, 60 (3), 331-337
- Jensen, J. R., 1996. *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*, 2<sup>nd</sup> edition, Prentice-Hall, 318 p.
- Jensen, J.R., 2004. Digital change detection. *Introductory digital image processing: A remote sensing perspective*. New Jersey Prentice-Hall, pp. 467-494.
- Lillesand, Th. M. and Kiefer, R. W., 2000. *Remote sensing principals and image interpretation*, 4<sup>th</sup> edition, John Wiley & Sons, 724 p.
- MARIOLAKOS, I., ZAGORCHEV, I., FOUNTOULIS, I., IVANOV, M. (2004). “Neotectonic Transect Moesia Apulia”, *Field Trip Guide Book – B26*, 32nd International Geological Congress, Pre-Congress Field Trip B26, 72p. + B26 GREEK ROUTE -APPENDIX 25p.
- Mather, M. P., 1999. *Computer processing of Remotely Sensed Images* 2<sup>nd</sup> Edition John Wiley & Sons
- Mertikas, S., 1999. *Remote sensing and Digital Image Analysis*, Ion, 449 p
- Parcharidis, I., Lagios, E., Pso,miadis E., 2001. Multitemporal vulnerability assessment in a high flash flood risk area using RS/GIS techniques: The case study

of Hymittos Mt. (Athens). Proceedings of the 9th International Congress of the Greek Geological Society, Vol. 5, pp. 2055-2062

Pavlidis, S. and Mountrakis, D. 1987. Extensional tectonics of northwestern Macedonia, Greece, since the late Miocene. *Journal of Structural Geology*, V. 9, Issue 4, 385-3929

Pavlidis, S.B., Zouros, N.C., Chatzipetros, A.A., Kostopoulos, D.S. and Mountrakis, D.M. 1995. The 13 May 1995 western Macedonia, Greece (Kozani Grevena) earthquake; preliminary results. *Terra Nova*, 7: 544–549. doi: 10.1111/j.1365-3121.1995.tb00556.x

Psomiadis, E., Parcharidis, I., Stamatis, G. & Foumelis, M., 2005. Remotely sensing data and thematic mapping for sustainable developing in Sperchios river basin (Central Symposium of Remote Sensing, September, Bruges, Belgium, Volume 5983, art. no. 59831U, p.12

Ridd, M.K., Liu, J., 1998. A comparison of four algorithms for change detection in an urban environment. *Remote Sens. of Environment*, 63, pp. 95-100

Rosenfield, G. H. & Fitzpatrick-Lins, K. (1986). A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy. *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, 52 (2), p. 223-227

Sabins, F. F., 1997. *Remote sensing: principals and interpretation*, W. H. Freeman and Company, 494 p

Soeters, R., Rengers, N. & van Westen, C. J. (1991). Remote sensing and geographical information system as applied to mountain hazard analysis and environmental monitoring. *Proceedings of the Thematic Conference on Remote Sensing for Exploration Geology (ITC)*, vol. 8, p. 1389-1402

Singh, A., 1989. Digital change detection techniques using remotely-sensed data. *Int. J. Remote Sens.*, 10 (6), pp. 989-1003

SpringerReference, Flash Floods

<http://www.springerreference.com/docs/html/chapterdbid/225291.html>

Van Oost, K., Govers, G. & Desmet, Ph. (2000). Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. *Landscape Ecology*, 15, p. 577-589

Vincent, R. K., 1997. *Fundamentals of geological and environmental remote sensing*, Prentice Hall, 366 p.

WMO-No. 1072, 2011. *Manual on Flood Forecasting and Warning*

Yuan, D., Elvidge, C.D., Lunetta, R.S., 1998. Survey of the multispectral methods for land cover change analysis. In: *Remote Sensing Change Detection: Environmental*

Monitoring Applications and Methods, R.S. Lunetta & C.D. Elvidge (eds), Ann Arbor, MI, Ann Arbor Press, pp. 21-39

ΕΓΥ 2012. Εφαρμογή ΟΔΗΓΙΑΣ 2007/60/ΕΚ Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας Αθήνα, Δεκέμβριος 2012, Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής

ΕΓΥ 2013. Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου (GR05) σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ και κατ' εφαρμογή του Ν.3199/2003 και του Π.Δ.51/2007, Ειδική Γραμματεία Υδάτων, ΥΠΕΚΑ, 29/01/2014

ΕΓΥ 2014. Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας (GR09) σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ και κατ' εφαρμογή του Ν.3199/2003 και του Π.Δ.51/2007, Ειδική Γραμματεία Υδάτων, ΥΠΕΚΑ, 31/07/2013

Ελλάδας, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης, Τεχνική Βιβλιοθήκη, σ. 242

ΕΛΣΤΑΤ 2011. Απογραφή πληθυσμού

ΙΓΜΕ, 1993. Γεωτεχνικός Χάρτης της Ελλάδος, Κλίμακα 1:500000. Σύνταξη χάρτου Ανδρονόπουλος, Β., Ρόζος, Δ., Κυνηγαλάκη, Μ., Κούκης, Γ.

ΙΓΜΕ, Σεισμοτεκτονικός Χάρτης της Ελλάδας, Αθήνα 1989

Μαυρομάτης, Γ. 1978. Βιοκλιματικός Χάρτης της Ελλάδος. Υπουργείο Γεωργίας

Μαυρομάτης, Γ. 1978. Χάρτης Βλαστήσεως της Ελλάδος. Υπουργείο Γεωργίας

Μουντράκης, Δ., 2010. Γεωλογία και γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας, University Studio Press, σ. 374

Ντάφης Σ. 1986: Δασική Οικολογία, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη

ΟΔΗΓΙΑ 2007/60/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 23ης Οκτωβρίου 2007 για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας

Παπανικολάου, Δ., Διακάκης, Μ., 2011. Μεταβολές στην ένταση και την κατανομή των φυσικών καταστροφών, 2011. Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής, Τράπεζα της Ελλάδος

Στάθης, Δ., Ακραία Γεγονότα Βροχής και Πλημμυρογένεση στην Ελλάδα. 7PGC/HGS: 1-8, (Oct 2004) 7th Panhellenic Geographical Conference of the Hellenic Geographical Society, Mytilene, Greece 14-17/10/2004

Τσαγκάρη, Κ., Καρέτσος, Γ. και Προύτσος, Ν. 2011. Δασικές πυρκαγιές Ελλάδας, 1983-2008. Έκδ. WWF Ελλάς και ΕΘΙΑΓΕ-ΙΜΔΟ & ΤΔΠ, σελ. 112.

Υπουργείο Εσωτερικών

Φιλότης, Βάση δεδομένων για την Ελληνική Φύση. Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο,  
Τομέας Διαχείρισης Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος

Φοίτος, Δ. Γ. και Καμάρη, Γ. Α., 2009. Μαθήματα Γεωβοτανικής, Εκδόσεις  
Πανεπιστημίου Πατρών, σ. 231

Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πρεσπών. <http://www.fdedp.gr>

Φορέας Διαχείρισης Εθνικών Δρυμών Βίκου-Αώου και Πίνδου  
[www.pindosnationalpark.gr](http://www.pindosnationalpark.gr)

Χρονοπούλου-Σερέλη, Αικ. και Φλόκας, Α., Α., 2010. Μαθήματα Γεωργικής  
Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Εκδόσεις Ζήτη, Αθήνα, σ. 557

Χρονοπούλου-Σερέλη, Αικ., Τσίρος, Ι., Καμούτσης, Α., Ματσούκης, Α., Δρούλια, Φ.,  
Χαραλαμπίδης, Ι., Χρονόπουλος, Κ., 2012. Γενικά και Ειδικά Θέματα  
Βιοκλιματολογίας, Εφαρμογές- Ασκήσεις, Εκδόσεις Ζήτη, σ. 180

Εφημερίδα Η Καθημερινή

[http://ocean.space.noa.gr/diachronic\\_bsm/](http://ocean.space.noa.gr/diachronic_bsm/)

Wikimapia <http://wikimapia.org>

Wikipedia <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%8E%CE%BF%CF%82>

Καλλιστώ <http://www.callisto.gr>

<http://iliochori.blogspot.gr/>