



---

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΟΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΆΜΕΣΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΜΕΝΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ Ψ.Σ.Α.Π.



---

Της μεταπτυχιακής φοιτήτριας:  
**Γκόσιου Αλεξάνδρας**

**Επιβλέπων:** ΚΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΣ Κων/νος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, Ιούλιος 2010

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΟΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΜΕΣΗΣ  
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΜΕΝΩΝ  
ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ

Αλεξάνδρα Γκόσιου

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, μου δίνεται η ευκαιρία να ευχαριστήσω θερμά όλους εκείνους που με βοήθησαν και με καθοδήγησαν για την υλοποίηση της.

Καταρχάς, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Θωμά Χατζηχρήστο, ΕΕΔΙΠ στη Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, για την αμέριστη υποστήριξη και υπομονή που έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας. Επίσης, τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κωνσταντίνο Κουτσόπουλο, Καθηγητή στη Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών καθώς και τα μέλη της τριμελούς επιτροπής κ. Μαρίνο Κάβουρα, Καθηγητή στη Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών και κ. Γεώργιο Φώτη, Αναπληρωτή Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω το Γιώργο Παναγόπουλο, τη Μαρία Αντωνίου και την Κωνσταντίνα Ντεμίρη που ήταν πάντοτε διαθέσιμοι να με ακούσουν, να με καθοδηγήσουν και να με αντέξουν και φυσικά την οικογένειά μου, για τη συμπαράσταση και την υποστήριξή τους, με κάθε δυνατό τρόπο, σε όλες τις αποφάσεις μου και καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω την καθηγήτριά μου κα Κατή Βασιλική της Σχολής Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, για την ευκαιρία που μου έδωσε και την πίστη που μου έδειξε...

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>3</b>
1.1. ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	3
1.2. Η ΑΝΑΔΑΣΩΣΗ ΩΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΡΑΚΤΙΚΗ .....	4
1.3. Η ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΕΛΛΕΙΨΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ .....	5
1.4. Η ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΜΕΝΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ.....	7
1.5. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΓΠ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ .....	8
1.6. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ .....	11
1.7. ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	12
<b>2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ – ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ</b> .....	<b>14</b>
2.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....	14
1ο Στάδιο: ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	15
2ο Στάδιο: ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΝΕΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ .....	16
3ο Στάδιο: ΑΝΤΙΠΑΡΑΒΟΛΗ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ – ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ..	22
4ο Στάδιο: ΕΠΙΤΟΠΙΑ ΕΡΕΥΝΑ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ....	23
5ο Στάδιο: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΕΛΙΚΟΥ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ – ΚΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ.....	24
2.2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ.....	25
2.3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ .....	27
<i>Προδιαγραφές Περιεχομένου Γεωγραφικής Βάσης</i> .....	27
2.4. ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΨΣΑΠ .....	29
<i>Εικόνα πριν την πυρκαγιά</i> .....	30
<i>Εικόνα μετά την πυρκαγιά</i> .....	31
<i>Χαρτογράφηση πυρκαγιάς</i> .....	32
<i>Χαρτογράφηση αγροτικών χρήσεων – άλλων δεδομένων</i> .....	33
<i>Επαλήθευση χρήσεων με παλαιές εικόνες</i> .....	34
<i>Τελικός χάρτης αναδάσωσης ΨΣΑΠ (με συντεταγμένες περιμέτρου)</i> .....	35
<b>3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ</b> .....	<b>36</b>
3.1. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.....	36
3.2. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	37
<i>Υλικοτεχνικός Εξοπλισμός και Λογισμικό</i> .....	41
<i>Γεωγραφικά Δεδομένα</i> .....	44
<i>Σχεδιασμός Γεωγραφικής Βάσης</i> .....	47
3.3. ΠΡΟΤΥΠΟ ΜΕΤΑ-ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	55
3.4. Η ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ INSPIRE .....	56
3.5. ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ/ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ .....	57
<b>4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>59</b>
4.1. ΟΦΕΛΗ ΤΟΥ ΨΣΑΠ .....	59
4.2. ΕΠΙΛΟΓΟΣ .....	60
<b>5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ</b> .....	<b>62</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Ένα από τα βασικότερα προβλήματα για τη συνολική και διαχρονική προστασία των δασικών εκτάσεων που καταστρέφονται κυρίως από πυρκαγιές - ή από άλλα αίτια - είναι η έλλειψη οριοθέτησής της καταστραμμένης δασικής έκτασης, με σύγχρονα μέσα και με τρόπο εποπτικό και άμεσο, που να μην δέχεται παρερμηνεία από κανέναν εις το διηνεκές. Με την παρούσα εργασία αναπτύσσουμε ένα ολοκληρωμένο και αποτελεσματικό Ψηφιακό Σύστημα Άμεσης Προστασίας Καμένων Δασικών Εκτάσεων (ΨΣΑΠ) το οποίο θα στηρίζεται σε προχωρημένες, αξιόπιστες και ταχύτατες διαδικασίες και θα εφαρμόζεται για την προστασία των καταστραμμένων δασικών εκτάσεων. Η καταγραφή των περιοχών που επλήγησαν από τις δασικές πυρκαγιές, η ακριβής θέση των σημείων έναρξης, η χαρτογράφηση και υπολογισμός της καμένης έκτασης, και τα επίπεδα καταστροφής ανά δασικό είδος, αποτελούν τη βάση για την εκτίμηση των απωλειών σε όλα τα επίπεδα: οικονομικά, οικολογικά, μακροπρόθεσμων συνεπειών αλλά και πάνω απ' όλα τη βάση για την αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων και τη συνολική και διαχρονική προστασία των δασικών εκτάσεων

## ABSTRACT

---

One of the main problems of forest protection, regarding those who have been destroyed by fires or other causes, is the fact that the burned area isn't being mapped properly, fast and undisputedly using new technologies and methods. In this paper we present a complete proposal for the identification and mapping of the burned area which is called Digital System of Fast Protection in Burned Forest Areas which is based in advanced, reliable and fast methods and it is being implemented for the protection of burned forest areas. This System includes the identification and digitization of the burned areas, the precise location of the fire center, human casualties of the burned areas, calculation of the parameters that concern the forest area and evaluation of the damage that has been done to the ecosystem. Using this information someone will be able to evaluate the damage that has been done in every level - economical, ecological and long term consequences. Above all, this System will be the base for reforestation of burned areas and the comprehensive and enduring protection of forests.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

### 1.1. ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το βασικότερο πρόβλημα για τη συνολική και διαχρονική προστασία των δασικών εκτάσεων της χώρας, οι οποίες καταστρέφονται κυρίως από πυρκαγιές όπως και άλλα αίτια, είναι η έλλειψη της οριοθέτησής τους με εποπτικό και άμεσο τρόπο που να μην επιδέχεται παρερμηνεία από κανέναν εις το διηνεκές.

Ο σημερινός τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος, ο οποίος έγκειται στην έκδοση απόφασης αναδάσωσης η οποία περιλαμβάνει σχετικό αναλογικό χάρτη, δεν μπορεί να προστατέψει πλήρως τις καμένες δασικές εκτάσεις διότι δεν εκμεταλλεύεται τις προσφερόμενες τεχνολογίες.

Ο παγκοσμίως αποδεκτός τρόπος για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος και την επίτευξη του στόχου της μόνιμης προστασίας των δασών, είναι η ψηφιακή οριοθέτηση των δασικών εκτάσεων που καταστράφηκαν, ώστε να μπορέσουν να αναγεννηθούν με φυσικό ή τεχνητό τρόπο.

Η παρούσα πρόταση στοχεύει στην ανάπτυξη ενός Ψηφιακού Συστήματος Άμεσης Προστασίας Καμένων Δασικών Εκτάσεων (ΨΣΑΠ) για τη συνολική και διαχρονική προστασία των δασικών εκτάσεων, οι οποίες καταστρέφονται από τις πυρκαγιές. Το προτεινόμενο σύστημα θα εφαρμόζεται για την προστασία των δασικών εκτάσεων και από άλλες πιθανές καταστροφές όπως ασθένειες, αποψιλώσεις από εκτεταμένες πλημμύρες κλπ.

Παράλληλα, το ΨΣΑΠ μπορεί να λειτουργεί επικουρικά στην καταγραφή των ζημιών σε ανθρωπογενείς χρήσεις (κτίρια, καλλιέργειες, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, υποδομές, κλπ) με συνακόλουθη μείωση του χρόνου προσφοράς βοήθειας, στους πληγέντες.

## 1.2. Η ΑΝΑΔΑΣΩΣΗ ΩΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΡΑΚΤΙΚΗ

Η ανάγκη της προστασίας του Φυσικού Περιβάλλοντος και ιδιαίτερα των δασών στην Ευρώπη, εμφανίστηκε μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο. Οι περισσότερες χώρες της Ευρώπης – όπως και η Ελλάδα – θέσπισαν την προστασία των Δασών στο Σύνταγμα τους. [9]

Η Ευρωπαϊκή Ένωση ενεργοποιήθηκε πάνω στη προστασία των Δασών στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Ένας από τους κυριότερους τομείς ήταν η προστασία των δασών από τις πυρκαγιές. Στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεν είναι μόνο η διατήρηση των ήδη υπαρχόντων δασικών οικοσυστημάτων αλλά και η αύξηση τους με δενδροφυτεύσεις σε περιοχές που δεν υπήρχε ήδη δασικό οικοσύστημα. Στο πλαίσιο αυτό κάθε δασική περιοχή που καίγεται, κηρύσσεται αναδασωτέα και νομικά κατοχυρώνεται η αποκατάσταση της, πρακτική που «τυπικά» επικρατεί και στην Ελλάδα. Πρωτοπόρες χώρες την υιοθέτηση αυτής της πρακτικής είναι η Ιρλανδία, η Τσεχία, η Βρετανία, οι Σκανδιναβικές χώρες, η Ισπανία και άλλες. [12], [21]

Η μεγαλύτερη όμως διαφορά σε σχέση με τα ελληνικά δεδομένα, όπου έχουν ξεκινήσει προσπάθειες για ολοκλήρωση της δασικής νομοθεσίας, [14], [15] είναι ο σαφής καθορισμός των ορίων του δασικού οικοσυστήματος, Το γεγονός αυτό δεν αφήνει περιθώρια για παρερμηνείες ή ενστάσεις, ως προς τη χρήση και το χαρακτηρισμό των δασικών οικοσυστημάτων. Έτσι οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες έχουν θεσπιστεί διαδικασίες με τις οποίες ο καθορισμός των ορίων αναδάσωσης γίνεται απόλυτα σαφής, γρήγορος και αποτελεσματικός. [21]

Φυσικά οι χώρες που έχουν υιοθετήσει τη παραπάνω πολιτική έχουν επίσης υιοθετήσει και τις νέες τεχνολογίες στην εφαρμογή της. Οι σύγχρονες μέθοδοι και εργαλεία, των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και της Τηλεπισκόπησης, χρησιμοποιούνται ευρέως στη χάραξη πολιτικών αποφάσεων, στον τομέα της διαχείρισης του φυσικού περιβάλλοντος και στην προστασία των οικοσυστημάτων. [21], [22]

Στα δασικά οικοσυστήματα και σε ότι αφορά στις πυρκαγιές, η χρήση των εργαλείων Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών είναι πλέον δεδομένη. Σε μεγάλο βαθμό εξυπηρετεί εφαρμογές πρόληψης κινδύνου εκδήλωσης πυρκαγιάς, όπως και



οργανωμένα σχέδια δράσης αλλά και μελέτες για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της. [21], [22]

Τέλος σε ότι αφορά στην αποκατάσταση, μετά την πυρκαγιά, η συνήθης πρακτική που ακολουθείται στις παραπάνω χώρες είναι η εξαγωγή της καμένης έκτασης με Τηλεπισκόπηση. Η περιοχή που έχει καταστραφεί αναγνωρίζεται από δορυφορικές εικόνες και χαρτογραφείται, επικουρικά και με τη βοήθεια μηχανημάτων GPS. [21], [22]

### **1.3. Η ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΕΛΛΕΙΨΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ**

Μετά από κάθε δασική πυρκαγιά τα αποτελέσματα της οποίας είναι τραγικά για το φυσικό περιβάλλον, κάθε ευνομούμενη πολιτεία λαμβάνει μέτρα για την προστασία των καμένων εκτάσεων και την αποκατάσταση της βλάστησης. Το Σύνταγμα της Ελλάδος, για θέματα περιβάλλοντος και δασών περιέχει δύο θεμελιώδεις διατάξεις, το άρθρο 24 και το άρθρο 117 παρ. 3. Το άρθρο 24 αναφέρει: «Η προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση του Κράτους και δικαίωμα του καθενός. Για τη διαφύλαξή του το κράτος έχει υποχρέωση να παίρνει ιδιαίτερα προληπτικά ή κατασταλτικά μέτρα στο πλαίσιο της αρχής της αειφορίας.» Το άρθρο 117 παρ 3 αναφέρει: «Δημόσια ή ιδιωτικά δάση και δασικές εκτάσεις που καταστράφηκαν ή καταστρέφονται από πυρκαγιά ή που με άλλο τρόπο αποψιλώθηκαν ή αποψιλώνονται δεν αποβάλλουν για το λόγο αυτό το χαρακτήρα που είχαν πριν καταστραφούν, κηρύσσονται υποχρεωτικά αναδασωτέες και αποκλείεται να διατεθούν για άλλο προορισμό»

Με τη ψήφιση των Ν 998/79 και ειδικότερα του άρθρου 38 αναφέρεται σαφώς ότι τα καμένα δάση και οι δασικές εκτάσεις με απόφαση της Περιφέρειας πρέπει να κηρυχθούν ως αναδασωτέα και η απόφαση αυτή να συνοδεύεται από σχεδιάγραμμα που θα περιέχει τις προς κήρυξη εκτάσεις. Η απόφαση αυτή με το σχεδιάγραμμα δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβέρνησης. Τις διαδικασίες και τον τρόπο σύνταξης του σχεδιαγράμματος ορίζουν τα άρθρα, 34 και 41 του ανωτέρω νόμου. [7], [8]

Μέχρι πρόσφατα η σύνταξη του σχεδιαγράμματος από τις περιφερειακές υπηρεσίες που περιέχει όλα τα στοιχεία της καμένης έκτασης ήταν μια εργασία αρκετά δύσκολη, στην οποία μετά την έκδοση της σχετικής απόφασης δεν μπορούσαν εύκολα να διορθωθούν τυχόν λάθη, Μπορούσε δε να ακυρωθεί μετά από προσφυγή οποιουδήποτε πολίτη που θα είχε έννομο συμφέρον στο Συμβούλιο της Επικρατείας.

[13]

Η μέθοδος που ακολουθούσαν στις Δασικές Υπηρεσίες για να χαρτογραφήσουν τις καμένες εκτάσεις ήταν ο επίγειος έλεγχος. Μέχρι τουλάχιστον πριν από επτά χρόνια η χρήση του GPS δεν ήταν καθιερωμένη. Η χαρτογράφηση αλλά και η εκτίμηση του βαθμού καταστροφής από την πυρκαγιά γινόταν με εκτενείς επισκέψεις και οπτικές παρατηρήσεις. Στη συνέχεια και παραγόταν ένας πρόχειρος χάρτης της περιμέτρου της πυρκαγιάς πάνω στον τοπογραφικό χάρτη της περιοχής γινόταν μια **Δήλωση Αυτοψίας** και μια **Αναφορά της Πυρκαγιάς**

Τα τελευταία μόλις 10 χρόνια ξεκίνησε στα δασαρχεία και τις δασικές Υπηρεσίες η χρήση του GPS. Παρότι τα μηχανήματα είχαν αγοραστεί, δεν υπήρχε συντονισμένη δράση για εκπαίδευση των υπευθύνων ούτε η παροχή των απαραίτητων λογισμικών για την ορθή χρήση των GPS. Έτσι Η χρήση του GPS ελάχιστα συνέβαλλε στην καταγραφή των δασικών πυρκαγιών και μόνο τα τελευταία χρόνια αυτό έγινε συστηματικά.

Πλέον μπορούμε να πούμε ότι έχει ξεκινήσει και η χρήση Γ.Σ.Π. στις Δημόσιες Υπηρεσίες και στα Δασαρχεία. Χωρίς να υπάρχει καμία συντονισμένη πολιτική απόφαση και χωρίς να υπάρχουν γεωγραφικά δεδομένα διαθέσιμα στις Δημόσιες Υπηρεσίες, βασιζόμενη μόνο στη προσπάθεια κάποιων υπαλλήλων για εκσυγχρονισμό των Υπηρεσιών η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών είναι ακόμη σε νηπιακό επίπεδο.

Η έλλειψη μιας συνολικής πολιτικής προσπάθειας σε συνδυασμό με το γραφειοκρατικό χάος που δεν επιτρέπει πολλές φορές την εφαρμογή νέων μεθόδων, έχει διατηρήσει στάσιμη και απαρχαιωμένη τη διαδικασία χαρτογράφησης καμένων εκτάσεων. Έτσι οι καμένες δασικές εκτάσεις παραμένουν αποτυπωμένες σε σχετικούς αναλογικούς χάρτες με ασαφή όρια που προσβάλλονται νομικά συνεχώς.

Επομένως σε ότι αφορά τις χαρτογραφήσεις των καμένων δασικών εκτάσεων με τις υπάρχουσες μεθόδους συμπεραίνουμε ότι: **[1]**

- Η πληροφορία για τις δασικές πυρκαγιές είναι συχνά μόνο ποιοτική και αφορά την περίμετρο της πυρκαγιάς ενώ πληροφορίες σχετικά με τα είδη που κάηκαν και τον βαθμό της καταστροφής δεν καταγράφονται.
- Οι μικρές πυρκαγιές μπορούν να χαρτογραφούνται εύκολα με τις υπάρχουσες μεθόδους αλλά σε περιπτώσεις μεγάλων πυρκαγιών οι συγκεκριμένες μέθοδοι είναι δύσκολο να εφαρμοστούν.

#### **1.4. Η ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΜΕΝΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ**

Η αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων εφαρμόζεται για να σταματήσει η υποβάθμιση ενός φυσικού οικοσυστήματος και να μπορέσει με τη πάροδο του χρόνου αυτό, να αναγεννηθεί και να αποκτήσει τη δομή και τη λειτουργία που είχε πριν τη πυρκαγιά.

Σύμφωνα με την ορολογία που δίνει ο Bradshaw (1995), η αποκατάσταση έχει σαν στόχο την επαναφορά του οικοσυστήματος που υπήρχε πριν την διαταραχή. Βέβαια, είναι δύσκολο κανείς να προσδιορίσει ποια είναι η κατάσταση του οικοσυστήματος «πριν την διαταραχή», με δεδομένο ότι τα οικοσυστήματα της Μεσογείου υποβαθμίζονται επί αιώνες.

Σύμφωνα με τους Jordan et al, 1987, «η στρατηγική της αποκατάστασης περιλαμβάνει την μίμηση της φύσης». Αρχικά λοιπόν, φυτεύονται ή σπέρνονται κάποια βασικά είδη φυτών για την προστασία του εδαφικού πόρου και την επιτάχυνση της φυσικής διαδοχής του οικοσυστήματος. Έπειτα ή κάποιες φορές χωρίς να προηγηθεί το πρώτο βήμα το οικοσύστημα αφήνεται στη φυσική διαδικασία αποκατάστασης με κάποιες τεχνικές ίσως προστασίας του εδάφους πχ τη δημιουργία κορμοφραγμάτων.

Η αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων στοχεύει κυρίως στην διατήρηση του εδαφικού δυναμικού, στη βελτίωση της αντοχής και της επανακαμφσιμότητας των οικοσυστημάτων και στην προαγωγή ώριμων δασών. Όταν η υποβάθμιση δεν έχει προχωρήσει σημαντικά, αρκεί η προστασία από την ανθρώπινη δραστηριότητα για την επαναφορά του οικοσυστήματος.

Ο χρόνος έναρξης της αποκατάστασης, έχει σχέση με τους κινδύνους στους οποίους εκτίθεται το οικοσύστημα μετά τις καταστροφικές συνέπειες της πυρκαγιάς, για παράδειγμα βόσκηση ή καταπάτηση. Η κρίσιμη περίοδος για την προστασία του εδάφους και την επιτυχία της αποκατάστασης, είναι το πρώτο φθινόπωρο μετά την πυρκαγιά. Αν η υποβάθμιση είναι πολύ έντονη, η κρίσιμη αυτή περίοδος διαρκεί περισσότερο.

Η αποκατάσταση συνήθως προτείνει κάποια θεμελιώδη είδη δένδρων ή θάμνων που βελτιώνουν τις ιδιότητες του εδάφους, δημιουργούν δασικό περιβάλλον, βελτιώνουν το μικροκλίμα, έμμεσα διευκολύνουν την εισαγωγή σπόρων από πτηνά κλπ.

Σε γενικές γραμμές η αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων περιλαμβάνει:

- Την κοπή και απομάκρυνση των καμένων δένδρων
- Την άμεση σπορά μετά την πυρκαγιά
- Την επικάλυψη του εδάφους
- Την κατασκευή κορμοφραγμάτων
- Την διενέργεια αναδασώσεων
- Την διαχείριση της μεταπυρικής φυσικής αναγέννησης
- Την παρακολούθηση των έργων αποκατάστασης
- Την αξιολόγηση των έργων αποκατάστασης

### **1.5. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΓΠ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Η παρατήρηση και η καταγραφή των πληροφοριών για τη Γη με στόχο την αναπαράστασή τους, δηλαδή η χαρτογράφηση, είναι μια σημαντική ανθρώπινη

δραστηριότητα που ξεκινά από την εμφάνιση των πρώτων πολιτισμών. Στη διαχείριση του περιβάλλοντος οι χάρτες είναι ανεκτίμητα εργαλεία για παροχή χωρικών πληροφοριών και ιδιαίτερα χρήσιμοι για οικολογικές μελέτες. Η πολυπλοκότητα των οικολογικών προβλημάτων, απαιτεί μια ποικιλία πληροφοριών από μια σειρά πηγών, καθώς επίσης και αναλυτικών τεχνικών που δεν μπορούν να εφαρμοστούν σε συμβατικούς χάρτες.

Τα παραδοσιακά μέσα που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των χωρικών πληροφοριών δηλ. οι χάρτες, έχουν περιορισμένες δυνατότητες αποθήκευσης και περιορισμένες δυνατότητες για την ενημέρωση και την ανάλυση των χωρικών στοιχείων. Οι περιορισμοί αυτοί έχουν ξεπεραστεί μέσω της εξέλιξης της πληροφορικής, την ικανότητα και ταχύτητα για την ανάλυση μεγάλων και σύνθετων βάσεων δεδομένων. Επιπλέον, η παράλληλη εξέλιξη των χωρικών επιστημών, όπως η τοπογραφία, η φωτογραμμομετρία, η τηλεπισκόπηση και η γεωγραφία, καθώς επίσης και των τεχνικών με τις οποίες συνδέονται, οι παραπάνω επιστήμες, συνέβαλαν στην τελική "διαμόρφωση" των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π/G.I.S).

Το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ), γνωστό ευρέως και ως G.I.S. Geographic Information Systems, είναι σύστημα διαχείρισης χωρικών δεδομένων (spatial data) και συσχετισμένων ιδιοτήτων.

Στην πιο αυστηρή μορφή του είναι ένα ψηφιακό σύστημα, ικανό να ενσωματώσει, αποθηκεύσει, προσαρμόσει, αναλύσει και παρουσιάσει γεωγραφικά συσχετισμένες (geographically – referenced) πληροφορίες. Στη πιο γενική μορφή, ένα ΣΓΠ είναι ένα εργαλείο "έξυπνου χάρτη", το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν διαδραστικά ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα (αναζητήσεις δημιουργούμενες από τον χρήστη), να αναλύσουν τα χωρικά δεδομένα (spatial data), να τα προσαρμόσουν και να τα αποδώσουν σε αναλογικά μέσα (εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμάτων) ή σε ψηφιακά μέσα (αρχεία χωρικών δεδομένων, διαδραστικοί χάρτες στο Διαδίκτυο).

Υπάρχουν δύο τύποι χαρτογραφικής πληροφορίας:

- *Χωρική πληροφορία*, η οποία περιγράφει τη θέση και τη μορφή γεωγραφικών χαρακτηριστικών όπως ακόμη και τις χωρικές σχέσεις τους με άλλα

χαρακτηριστικά.

- *Περιγραφική πληροφορία* για τα χαρακτηριστικά.

Βασικό χαρακτηριστικό των ΣΓΠ είναι ότι τα χωρικά δεδομένα συνδέονται και με περιγραφικά δεδομένα, π.χ. μια ομάδα σημείων που αναπαριστούν θέσεις πόλεων συνδέεται με ένα πίνακα όπου κάθε εγγραφή εκτός από τη θέση περιέχει πληροφορίες όπως ονομασία, πληθυσμός κλπ.

Τα Σ.Γ.Π. χρησιμοποιούνται πλέον ευρέως ως ένα πολύτιμο εργαλείο για να δίνονται λύσεις σε χωρικά προβλήματα που σχετίζονται με προγραμματισμό διαχείριση φυσικών πόρων αλλά και κοινωνικά ζητήματα είτε σε τοπικό είτε σε πολύ μεγαλύτερης κλίμακας επίπεδο. Η χρήση των Σ.Γ.Π απλουστεύει τη συνθετότητα της μελέτης του περιβάλλοντος, δίνοντας εύκολη πρόσβαση και επεξεργασία των δεδομένων.

Οι τομείς εφαρμογών των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, σε σχέση με τη προστασία του περιβάλλοντος, είναι εξαιρετικά ευρείς και διαρκώς επεκτείνονται. Χαρακτηριστικά (και εντελώς ενδεικτικά) μπορούν να αναφερθούν οι ακόλουθοι:

- Δάση, καταγραφή, αποτυπώσεις και εκτιμήσεις ζημιών, διαχείριση ξυλείας, αναψυχή.
- Γεωργία, αποτυπώσεις γεωργικών πόρων, διαχείριση και παραγωγή γεωργικών πόρων
- Διατήρηση και διαχείριση οικοσυστημάτων, ειδών και οικοτόπων
- Συστήματα λήψης αποφάσεων και ανάλυσης – εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Οικολογικά μοντέλα, οικολογία βλάστησης τοπίου
- Καιρός και κλίμα σε μακρο- μεσο- και μικρο-κλίμακα, κλιματικές παράμετροι
- Θαλάσσιο περιβάλλον, ωκεανογραφία, ρύπανση ακτών, μετρήσεις ποιότητας νερού,
- Νερά, υπόγεια νερά, εδαφική υγρασία, εξατμισοδιαπνοή, χιόνια, πάγοι, επιφανειακά νερά
- Αστικές / περιαστικές περιοχές, χρήσεις γης, πληθυσμιακές εκτιμήσεις ποιότητα κατοικιών, παραγωγή, χρήση, κατανάλωση ενέργειας
- Γεωλογία
- Μαντέλα πρόβλεψης φυσικών καταστροφών

Συνοψίζοντας, πρέπει να επισημάνουμε ότι, ένα ολοκληρωμένο Σ.Γ.Π. δεν είναι απλά ένα μέσο με το οποίο παράγονται χάρτες, διαγράμματα, ή κατάλογοι ποιοτικών χαρακτηριστικών, αλλά μια νέα, ολοκληρωμένη τεχνολογία απαραίτητη για την ανάλυση και μελέτη του χώρου καθώς και τη λήψη αποφάσεων (decision making) που αφορούν τη γη, το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Επομένως τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών μπορούν να παίξουν σημαντικότατο ρόλο όσον αφορά τη διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος με σκοπό τη διατήρηση και την αειφορική διαχείριση-χρήση των φυσικών πόρων.

## **1.6. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ**

Η καταστροφή των δασών είτε από πυρκαγιές είτε από άλλα αίτια έχει οικονομικές, κοινωνικές, οικολογικές, ατμοσφαιρικές και κλιματικές συνέπειες. Οι γραφειοκρατικές και μη ηλεκτρονικές διαδικασίες καταγραφής της καταστραμμένης δασικής έκτασης αποτελούν τροχοπέδη στην αποκατάσταση της οικολογικής καταστροφής. Για το λόγο αυτό είναι φανερό ότι επιβάλλεται η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου και αποτελεσματικού πληροφοριακού συστήματος το οποίο θα στηρίζεται σε προχωρημένες, αξιόπιστες και ταχύτατες διαδικασίες παρακολούθησης.

Επομένως προτείνεται η ανάπτυξη ενός Ψηφιακού Συστήματος Άμεσης Προστασίας Καμένων Δασικών Εκτάσεων (ΨΣΑΠ) για τη συνολική και διαχρονική προστασία των δασικών εκτάσεων, οι οποίες καταστρέφονται από τις πυρκαγιές. Η καταγραφή των περιοχών που επλήγησαν από τις δασικές πυρκαγιές, η ακριβής θέση των σημείων έναρξης, η χαρτογράφηση και υπολογισμός της καμένης έκτασης, και τα επίπεδα καταστροφής ανά δασικό είδος, αποτελούν τη βάση για την εκτίμηση των απωλειών σε όλα τα επίπεδα, - οικονομικά, οικολογικά μακροπρόθεσμων συνεπειών αλλά και πάνω απ' όλα τη βάση για την αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων δημιουργία αναδάσωσης κλπ

Ο ψηφιακός χάρτης, ο οποίος θα παράγεται από το ΨΣΑΠ, αφού διανεμηθεί στις αρμόδιες υπηρεσίες (πολεοδομίες, Νομαρχίες κλπ) θα αναρτάται στο διαδίκτυο με

πραγματικές συντεταγμένες σε διαδικτυακό Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (GIS) με υπόβαθρο δορυφορική εικόνα η οποία θα ανανεώνεται περιοδικά. Έτσι θα μπορεί κάθε πολίτης να «ελέγχει» τη πρόοδο της αποκατάστασης και να αποτρέπονται καταπατήσεις και αυθαιρεσίες στο φυσικό περιβάλλον

### **1.7. ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Η παρούσα εργασία έχει την ακόλουθη δομή:

Στην εισαγωγή αφού γίνεται μια αναφορά και παρουσιάζεται το πρόβλημα της οριοθέτησης των καμένων δασικών εκτάσεων, ακολουθεί μια αναφορά στη γενικότερη διεθνή εμπειρία και τις ευρωπαϊκές πρακτικές, όπως αυτή προέκυψε από τη βιβλιογραφία. Η ανάλυση αυτή συνδέεται με την ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης και το νομικό πλαίσιο, που υπάρχει στην Ελλάδα, τη μεθοδολογία που ακολουθείται μετά τη δασική πυρκαγιά αλλά και με μία αναφορά στη συμβολή των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών στη προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, γενικότερα. Στη συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικά η πρόταση της παρούσας διπλωματικής εργασίας

Στο δεύτερο κεφάλαιο, περιγράφεται η ανάλυση απαιτήσεων που οδηγεί στο σχεδιασμό του πληροφορικού συστήματος. Παρουσιάζεται αναλυτικά η μεθοδολογία δημιουργίας ενός ψηφιακού χάρτη αποκατάστασης της καταστραμμένης περιοχής και των στοιχείων που αυτός θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει για να καλύπτονται οι ανάγκες του έργου. Αναφέρονται αναλυτικά οι απαιτήσεις και τα κριτήρια που θέτονται για το σχεδιασμό του έργου καθώς και τα απαραίτητα στοιχεία για την υλοποίησή του. Στο τέλος του δευτέρου κεφαλαίου γίνεται απεικόνιση της μεθοδολογίας του έργου με στόχο να δημιουργηθεί η πλήρης εντύπωση των απαιτήσεων του έργου

Στο τρίτο κεφαλαίο παρουσιάζεται ο προτεινόμενος σχεδιασμός του πληροφορικού συστήματος. Παρουσιάζονται και αναπτύσσονται δυο αρχιτεκτονικές προσεγγίσεις και ο απαραίτητος εξοπλισμός. Ακολούθως παρουσιάζεται η ανάπτυξη της



εφαρμογής με έναν ολοκληρωμένο σχεδιασμό της βάσης δεδομένων του συστήματος και των απαιτήσεων που ορίζονται για την πραγματοποίησή της. Το κεφάλαιο αυτό ολοκληρώνεται με μια προσέγγιση των χρόνων που απαιτούνται για την δημιουργία του συστήματος

Τέλος στα συμπεράσματα αναπτύσσονται και τα οφέλη που θα προκύψουν από την εφαρμογή του ΨΣΑΠ

## **2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ – ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ**

---

### **2.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

Κάθε εργασία που στοχεύει στην υλοποίηση μιας εφαρμογής, πρέπει να έχει κάποιους άξονες πάνω στους οποίους θα βασισθεί και σταδιακά θα φθάσει στο αποτέλεσμα. Στη παρούσα εργασία ακολουθούμε μια μεθοδολογική προσέγγιση έτσι ώστε να έχουμε μια κατανοητή και συγκροτημένη δομή.

Λόγω της σοβαρότητάς του αλλά και της αμεσότητας που χρήζει η υλοποίηση του έργου ΨΣΑΠ ακολουθούμε έναν σχεδιασμό κατά τον οποίο να επιτυγχάνεται το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα στον λιγότερο χρόνο.

Τα αποτελέσματα πρέπει να είναι άμεσα διότι η υλοποίηση ενός έργου αποκατάστασης που ακολουθεί πρέπει να εφαρμοστεί στο πεδίο σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά τη καταστροφή. Παράλληλα με την ταχύτητα θα πρέπει η δουλειά να είναι επιστημονικά τεκμηριωμένη για να μην επιδέχεται αμφιβολίες και αμφισβητήσεις.

Η μεθοδολογία του ΨΣΑΠ μπορεί να χωριστεί σε πέντε στάδια τα οποία θα εφαρμόζονται σε κάθε περίπτωση καταστροφής δασικής έκτασης.

**1ο ΣΤΑΔΙΟ:** Συλλογή δεδομένων

**2ο ΣΤΑΔΙΟ:** Χαρτογράφηση νέας υφιστάμενης κατάστασης

**3ο ΣΤΑΔΙΟ:** Εισαγωγή προγενέστερων δεδομένων - Αντιπαραβολή

**4ο ΣΤΑΔΙΟ:** Επιτόπια έρευνα – μετρήσεις – επαλήθευση στοιχείων

**5ο ΣΤΑΔΙΟ:** Παραγωγή τελικού παραδοτέου - κοινοποίηση

## **1ο Στάδιο: ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

Η συγκέντρωση όλων των πληροφοριών είναι συνήθως το δυσκολότερο και το πιο χρονοβόρο κομμάτι στη διεξαγωγή κάθε έργου.

Σε ότι αφορά τα έργα ΓΣΠ η δυσκολία αυτή έγκειται στο ότι οι πληροφορίες για τα γεωγραφικά δεδομένα δεν είναι σοβαρά οργανωμένες, βρίσκονται σε διαφορετικούς φορείς και μάλιστα με υψηλό κόστος για την απόκτησή τους.

Αυτό όμως που θα πρέπει να γίνει κατανοητό στη περίπτωση του ΨΣΑΠ αλλά και σε κάθε αντίστοιχο έργο είναι η τεράστια περιβαλλοντική και κοινωνική σημασία που έχει ή αμεσότητα της εφαρμογής του.

Ιδιαίτερα στις περιπτώσεις εκτεταμένων πυρκαγιών κοντά σε αστικές περιοχές η εφαρμογή του ΨΣΑΠ θα πρέπει να γίνεται σε ελάχιστο χρονικό διάστημα ώστε να ξεκινάνε άμεσα οι διαδικασίες αποκατάστασης και να προλαμβάνεται η κρίσιμη περίοδος για την αναγέννηση του οικοσυστήματος

Επομένως για την συγκέντρωση όλων των δεδομένων θα πρέπει να συμβάλλουν όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς, να παρακάμπτονται οι γραφειοκρατικές διαδικασίες που καθυστερούν την παροχή δεδομένων τηρώντας όμως φυσικά όλα τα επίπεδα ασφαλείας.

Όπως στα περισσότερα γεωγραφικά έργα αρχικά συλλέγονται όλες οι πληροφορίες που θα μπορούσαν να είναι σχετικές με το έργο. Πολλές φορές αυτές επαναλαμβάνονται, έχουν διαφορετική ακρίβεια, ή βρίσκονται σε μη άμεση επεξεργάσιμη μορφή (αναλογική πληροφορία). Έτσι απαιτείται ένα χρονικό διάστημα κατά το οποίο θα πρέπει τα δεδομένα – πληροφορίες να οργανώνονται – ταξινομούνται και αξιολογούνται με βάση τη χρησιμότητά τους στο παρόν έργο.

Η συλλογή των δεδομένων είναι η πιο χρονοβόρα διαδικασία αλλά λειτουργεί αθροιστικά. Η πληροφορία, δηλαδή, που συλλέγεται αρχικά μπορεί να είναι περισσότερη από την απαραίτητη αλλά πιθανότατα να χρησιμοποιηθεί σε επόμενη εφαρμογή ή σε επόμενο στάδιο.

Θα μπορούσε κανείς να αντιπροτείνει ότι τα απολύτως απαραίτητα δεδομένα που χρειάζονται για την υλοποίηση του ΨΣΑΠ είναι μια δορυφορική εικόνα πριν τη καταστροφή του δασικού οικοσυστήματος και μια δορυφορική εικόνα μετά την καταστροφή. Από τη σύγκριση αυτών των δυο εικόνων μπορεί να εξαχθεί άμεσα η περίμετρος της καμένης δασικής έκτασης. Κάτι τέτοιο είναι μακριά από τους στόχους της παρούσας εργασίας που θέλει να δημιουργήσει ένα αξιόλογο σύστημα διαχείρισης των καμένων δασικών εκτάσεων.

## **2ο Στάδιο: ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΝΕΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**

Το μεγαλύτερο μέρος της εργασίας αφορά στην χαρτογράφηση της καμένης ή καταστραμμένης δασικής έκτασης. Για την χαρτογράφηση της θα χρησιμοποιηθούν οι σύγχρονες μέθοδοι ΓΣΠ και Τηλεπισκόπησης σε αντίθεση με την μέχρι τώρα εφαρμογή σε της χαρτογράφησης με τη χρήση στιγμάτων GPS και τη χάραξη του ορίου αναδάσωσης σε αναλογικούς χάρτες.

Η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί εξαρτάται από το μέγεθος της έκτασης της πυρκαγιάς αλλά και από τα διαθέσιμα δεδομένα.

Η χαρτογράφηση μπορεί να γίνει με δύο τρόπους

- **ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΙΣΗ – Αυτοματοποιημένη εξαγωγή καμένης έκτασης**
- **ΦΩΤΟΕΡΜΗΝΕΙΑ – Ψηφιοποίηση καμένης έκτασης**

### **Τηλεπισκόπηση – Αυτόματη διεξαγωγή καμένης έκτασης**

Έπειτα από ανασκόπηση της βιβλιογραφίας παρατηρήθηκε ότι με τη χρήση της τηλεπισκόπησης για την καταγραφή των καμένων δασικών εκτάσεων υπάρχουν διάφορες μεθοδολογίες. Οι πιο συνηθισμένες από αυτές βασίζονται στον υπολογισμό του δείκτη βλάστησης.[1], [4], [24]

Οι δείκτες βλάστησης (*vegetation index*) είναι ποσοτικές εκφράσεις οι οποίες

υπολογίζονται από τις τιμές ακτινοβολίας των εικονοστοιχείων (pixel) και σχετίζονται κυρίως με τη βιομάζα ή την κατάσταση της βλάστησης. Με τους δείκτες βλάστησης υπολογίζονται οι τιμές ακτινοβολίας των pixel της βλάστησης και χρησιμοποιούνται ως μέσο παρακολούθησης της παραγωγής και διάκρισης της βλάστησης καθώς και για διαχρονικές συγκρίσεις. Οι περισσότεροι δείκτες βλάστησης βασίζονται στο γεγονός ότι η υγιής βλάστηση παρουσιάζει μεγάλη ανάκλαση στο κοντινό υπέρυθρο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (NIR) και μικρή στο κόκκινο (R) , αντίθετα με το γυμνό έδαφος που εμφανίζει κάποια σταθερότητα. Επομένως δημιουργώντας την αναλογία NIR/R η βλάστηση θα εμφανίσει μεγάλες τιμές ενώ το γυμνό έδαφος μικρότερες (Μάκρας και Καρτέρης, 2002).

#### **Υπολογισμός του δείκτη βλάστησης NDVI**

Ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος δείκτης βλάστησης είναι ο κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης (NDVI). Η δημιουργία του αποδίδεται στον Rouse at al. (1973). Οι τιμές που λαμβάνει μεταβάλλονται από -1 έως +1 και η σχέση που τον περιγράφει είναι

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

Η τιμή -1 σημαίνει πλήρη απουσία βλάστησης, ενώ η τιμή +1 πλήρη παρουσία υγιούς βλάστησης.

#### **Υπολογισμός του δείκτη SAVI**

Ο δείκτης SAVI είναι παρόμοιος με τον δείκτη NDVI. Συγκεκριμένα από τις φασματικές τιμές ακτινοβολίας, ο δείκτης βλάστησης SAVI, προκύπτει από τον τύπο (Richardson and Everitt, 1992):

$$SAVI = \frac{NIR - R}{NIR + R + L}(1 + L)$$

Παρακάτω παρουσιάζονται οι πιο διαδεδομένοι Δείκτες βλάστησης όπως αυτοί υπολογίζονται σε εικόνα Landsat TM

Ο Δείκτης βλάστησης, NDVI προκύπτει από το λόγο:

$$NDVI = (LTM4 - LTM3) / (LTM4 + LTM3),$$

όπου LTM4 και LTM3 είναι οι φασματικές ακτινοβολίες στο κοντινό υπέρυθρο κανάλι (0,76 - 0,90 μm) και στο κόκκινο κανάλι (0,63 - 0,69 μm) αντίστοιχα.

Ο Δείκτης βλάστησης, SAVI προκύπτει από το λόγο:

$$SAVI = ((1+L) \times (LTM4 - LTM3)) / (LTM4 + LTM3 + L),$$

όπου L = 0,5, ενώ LTM4 και LTM3 είναι οι φασματικές ακτινοβολίες στο κοντινό υπέρυθρο κανάλι (0,76 - 0,90 μm) και στο κόκκινο κανάλι (0,63 - 0,69 μm) αντίστοιχα.

### **Φωτοερμηνεία – Ψηφιοποίηση καμένης έκτασης**

Ένας εξίσου γρήγορος και αποτελεσματικός τρόπος για την ψηφιοποίηση καμένων εκτάσεων είναι η διαδικασία της φωτοερμηνείας

Φωτοερμηνεία είναι η τέχνη εξέτασης ενός αντικειμένου πάνω σε αεροφωτογραφίες ή δορυφορικές εικόνες με σκοπό την αναγνώριση και την εκτίμησή του.

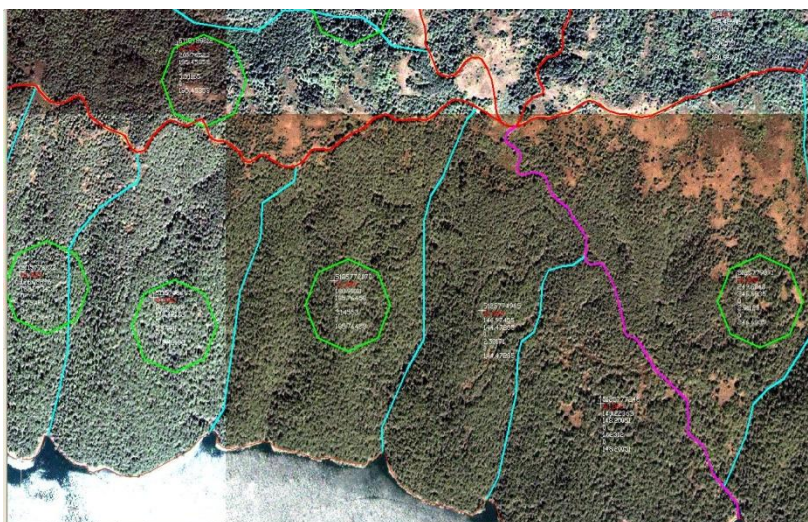
Μεγάλα έργα όπως η «Ανανέωση του Συστήματος Αναγνώρισης Αγροτεμαχίων της Ενιαίας Αίτησης» έχουν γίνει εξολοκλήρου ή σε μεγάλο βαθμό με τη χρήση της φωτοερμηνείας. Ένας έμπειρος φωτοερμηνευτής μπορεί να αναγνωρίσει τη διαστρωμάτωση της γης και να προσδιορίσει τη χρήση της. Ειδικά στην περίπτωση των καμένων δασικών εκτάσεων από τα μη καμένα η διάκριση μπορεί να γίνει εύκολα.

Η εργασία της φωτοερμηνείας και επιλογής του ορίου της καμένης δασικής έκτασης

μπορεί να υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας λογισμικό GIS με ψηφιοποίηση επί της οθόνης. Η εργασία μπορεί να υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας ψηφιακούς ορθοφωτοχάρτες από δορυφορικές λήψεις ή αεροφωτογραφίες που λήφθηκαν μετά το σβήσιμο της πυρκαγιάς. Επίσης, αναμένεται, ότι και άλλοι τύποι στοιχείων θα αναζητηθούν και θα χρησιμοποιηθούν από τον ανάδοχο προκειμένου να υποστηριχθεί η εργασία της φωτοερμηνείας.

Η κλίμακα της ψηφιοποίησης θα εξαρτηθεί από την έκταση της πυρκαγιάς αλλά και την ανάλυση των ορθοφωτοχαρτών.

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα φωτοερμηνείας δασικών εκτάσεων από ορθοφωτοχάρτες: [26]



Δασικές  
εκτάσεις  
δίπλα σε  
θάλασσα



Δασική έκταση (σημεία 1,2, 3) με ρέμα που έχει έντονη παραρεμάτια βλάστηση (σημεία 4 & 5), ανάμεικτη με λιβαδικές περιοχές που χαρακτηρίζονται ως βοσκότοποι (σημεία 6,7,8).



Περίπτωση αναδάσωσης γιατί υπάρχει γραμμική αλλά και πυκνή διάταξη δέντρων  
Επίσης βρίσκεται κοντά σε αστική περιοχή και τριγύρω η περιοχή είναι άγωνα





Ορεινή περιοχή που έχει αναδασωθεί. Είναι χαρακτηριστική η πυκνή διάταξη των δέντρων, οι αντιπυρικές ζώνες καθώς και οι αναβαθμοί που φτιάχτηκαν για την καλύτερη συγκράτηση του εδάφους.



Δασική έκταση που έχει καεί πρόσφατα και θα πρέπει να χαρακτηριστεί εκ νέου δάσος

### **3ο Στάδιο: ΑΝΤΙΠΑΡΑΒΟΛΗ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ – ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ**

Για να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης και αποκατάστασης θα πρέπει να γνωρίζουμε καλά την προγενέστερη κατάσταση του δασικού οικοσυστήματος. Φυσικά πρέπει να αντιληφθούμε ότι δεν είναι δυνατή, ή τουλάχιστον δε θα εξυπηρετούσε πλήρως το σκοπό του παρόντος έργου η λεπτομερέστατη αναπαράσταση του χώρου πριν από την καταστροφή. Θα πρέπει λοιπόν να επιλεχθούν και να χαρτογραφηθούν τα στοιχεία και οι πληροφορίες εκείνες που σχετίζονται άμεσα με τη διαχείριση των καμένων εκτάσεων και την αποκατάσταση του οικοσυστήματος, καθώς και όλες όσες σχετίζονται με τις καταστροφές στις ανθρωπογενείς χρήσεις που πιθανόν να έχουν συμβεί στη περιοχή.

Γνωρίζοντας λοιπόν την κατάσταση του οικοσυστήματος πριν την καταστροφή, μπορεί να γίνει μια προσπάθεια εκτίμησης της. Καταρχήν μπορούν να εξαχθούν ορισμένα συμπεράσματα όπως:

- Ποιά είναι η έκταση που κάηκε
- Ποια η χρήση γης που αντιστοιχούσε στην έκταση που κάηκε
- Ποια ήταν τα βασικά είδη
- Ποια έκταση καταλαμβάνουν
- Ποια η κλίση της περιοχής
- Ποια η ελάχιστη απόσταση από το όριο του οικισμού
- Πόσες ανθρωπογενείς χρήσεις υπάρχουν στη περιοχή.
- Ποια η ελάχιστη απόσταση από τη κοντινότερη ανθρωπογενή χρήση

Προχωρώντας στα βασικά αυτά στοιχεία ξεκινάει η περαιτέρω έρευνα για την χαραξη της στρατηγικής της αποκατάστασης. Είναι απαραίτητες οι χωρικές πληροφορίες που δίνονται στα παραπάνω ερωτήματα έτσι ώστε να γίνει πιο σωστά και πιο οργανωμένα η έρευνα που θα χρησιμεύσει στο να στηθεί η διαδικασία της αποκατάστασης. Για παράδειγμα θα πρέπει να γίνουν οι κατάλληλες εδαφολογικές μελέτες στις σωστές περιοχές που θα κατευθύνουν τους ειδικούς σχετικά με την ικανότητα του εδάφους για φυσική αναγέννηση, το βαθμό ερημοποίησης και άλλα.

Όσες περισσότερες χωρικές πληροφορίες υπάρχουν σχετικά με το οικοσύστημα τόσο ευκολότερα μπορούν να αναπτυχθούν οικολογικά μοντέλα για τη καμένη περιοχή. Τα οικολογικά μοντέλα, είναι μαθηματικές αναπαραστάσεις των οικοσυστημάτων και της εξέλιξής τους. Αν σε μια καταστραμμένη περιοχή γνωρίζουμε το τις παραμέτρους εξέλιξής του οικοσυστήματός της και δημιουργήσουμε το οικολογικό της μοντέλο τότε μπορεί να σχεδιαστεί με το λιγότερο κόστος και στο λιγότερο χρόνο η αποκατάστασή της.

Η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών εξυπηρετεί στην αποτελεσματική αξιοποίηση όλων των παραπάνω δεδομένων και συντελεί αποτελεσματικά σε όλους τους παραπάνω σκοπούς έτσι ώστε οι ερευνητές που χρειάζονται για την αποκατάσταση να γίνονται σε προεπιλεγμένα σημεία, που καλύπτουν το σύνολο της περιοχής. Επίσης για δεδομένα από τα παραπάνω ζητούμενα μπορεί να υπάρχουν σε ψηφιακές γεωγραφικές βάσεις δεδομένων που παρέχουν όλες τις σχετικές πληροφορίες

#### **4ο Στάδιο: ΕΠΙΤΟΠΙΑ ΈΡΕΥΝΑ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

Για την εφαρμογή του ΨΣΑΠ αλλά και όπως σε κάθε εφαρμογή παρόμοιου συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών είναι απαραίτητη και η επαλήθευση των δεδομένων στο πεδίο. Σε κάθε μακροσκοπική μέθοδο ακολουθείται μια δειγματοληπτική επαλήθευση της αποτελεσματικότητά της. Πολλές μετρήσεις με GPS και άλλα τοπογραφικά όργανα μπορούν όχι μόνο να στοιχειοθετήσουν το πόρισμα του GIS αλλά και να το κάνουν πιο ακριβές και πιο σωστό.

Μέχρι τώρα τα δασαρχεία καταγράφανε τις καταστραμμένες περιοχές με επιτόπια έρευνα και με τη χρήση GPS. Όπως είναι φυσικό σε πυρκαγιές με μεγάλη έκταση κάτι τέτοιο δεν ήταν εφικτό να γίνει για όλο το εύρος της καταστραμμένης δασικής έκτασης. Πλέον, με το ΨΣΑΠ προτείνεται να γίνεται επαλήθευση των συμπερασμάτων που εξάγονται από το ΨΣΑΠ και οι επιτόπιες μετρήσεις να γίνονται επικουρικά. Έτσι θα γίνεται ουσιαστική έρευνα πάνω σε θέματα που η

Τηλεπισκόπηση δεν επαρκεί όπως για παράδειγμα στα είδη του οικοσυστήματος. Έτσι με το ΨΣΑΠ ενισχύεται ο ρόλος της Δασικής Υπηρεσίας στα επιστημονικά ζητήματα αποκατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος.

Τα δεδομένα που θα συλλέγονται από την επιτόπια έρευνα θα έχουν σκοπό να πλαισιώσουν την εφαρμογή και να διερευνήσουν ότι δεν είναι απόλυτα σαφές από την έρευνα με μακροσκοπικές μεθόδους. Οι μετρήσεις θα γίνονται σε συγκεκριμένα χωρικά σημεία που θα καλύπτουν με γενίκευση το σύνολο της περιοχής. Επίσης θα γίνονται αυτοψίες σε ιδιοκτησίες που έχουν καταστραφεί όπως για παράδειγμα αγροτικές εκτάσεις, με στόχο να γίνει πιο λεπτομερής η καταγραφή τους στο ΨΣΑΠ.

Η επιτόπια έρευνα θα γίνεται με νέας τεχνολογίας μηχανήματα τύπου ArcPAD που έχουν τη δυνατότητα σχεδιασμού δεδομένων επιτόπου, μετρήσεις αποστάσεων και εμβαδόν. Επίσης υπάρχει πλέον η δυνατότητα λήψης ψηφιακών φωτογραφιών στο πεδίο με ενσωματωμένο GPS που καταγράφει το γεωγραφικό στίγμα της φωτογραφίας και το προσανατολισμό της.

## **5ο Στάδιο: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΕΛΙΚΟΥ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ – ΚΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ**

Φυσικά όλο το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών που περιγράψαμε παραπάνω δεν θα είχε καμία χρησιμότητα αν δεν παραδίδονταν στις αρμόδιες υπηρεσίες και στους αρμόδιους φορείς.

Ο τελικός στόχος είναι η παραγωγή ενός ολοκληρωμένου ψηφιακού χάρτη (γεωβάση) ΨΣΑΠ με συντεταγμένες περιγράμματος και παράδοσή του στο Δασαρχείο. Το Δασαρχείο με το κατάλληλο επιστημονικό προσωπικό θα θέτει τα δεδομένα για την επιστημονική τεκμηρίωση της αποκατάστασης.

Στη συνέχεια το Δασαρχείο έρχεται να υποβάλει την Απόφαση Αναδάσωσης και το Χάρτη ΨΣΑΠ, στο Υπουργείο Περιβάλλοντος, για την έκδοση της Υπουργικής Απόφασης

Μετά την έκδοση της Υπουργικής Απόφασης θα μπορεί να γίνει η κοινοποίηση του ΨΣΑΠ σε όλες τις αρμόδιες υπηρεσίες (πολεοδομίες, ΥΠΕΧΩΔΕ, Νομαρχίες, Περιφέρειες κλπ) και ανάρτηση στην ειδική διαδικτυακή εφαρμογή ΨΣΑΠ. Επίσης τα δεδομένα της Γεωγραφικής Βάσης Δεδομένων θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οποιαδήποτε άλλη χαρτογραφική διαδικασία.

## 2.2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ

Για την προσέγγιση της αρχιτεκτονικής του ΨΣΑΠ λήφθησαν υπόψη τα παρακάτω κριτήρια: [27], [28], [29]

- **η ασφάλεια και ακεραιότητα των δεδομένων**

Στο σύστημα θα αποθηκεύεται σημαντικός αριθμός δεδομένων και μεταδεδομένων. Επομένως κατά τη διάρκεια σχεδίασης της αρχιτεκτονικής, πρέπει να εξασφαλιστεί η ασφαλής και αξιόπιστη αποθήκευση αυτών των δεδομένων. Για παράδειγμα το σύστημα θα πρέπει να παρέχει δυνατότητα δημιουργίας διαφορετικών εκδόσεων την βάσης.

- **η πρόσβαση, με διαφορετικά δικαιώματα χρήσης**

Το σύστημα θα πρέπει να δίνει δυνατότητα απόδοσης δικαιωμάτων στους χρήστες του συστήματος ή σε ομάδες χρηστών (ρόλους) πάνω στα δεδομένα έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η διαβαθμισμένη πρόσβαση σε αυτά

- **η ταυτόχρονη επεξεργασία**

Το σύστημα θα πρέπει να υποστηρίζει την ταυτόχρονη επεξεργασία των γεωγραφικών δεδομένων από δύο ή περισσότερους χρήστες ταυτόχρονα (multi user editing).

- **η αποδοτικότητα και η ταχύτητα απόκρισης του συστήματος,**

Η αρχιτεκτονική του συστήματος θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε σε κάθε περίπτωση, ανεξάρτητα από τη θέση του χρήστη και τη διεργασία που αυτός εκτελεί, το σύστημα να αποκρίνεται με ικανοποιητική ταχύτητα και να μην παρατηρούνται φαινόμενα συμφόρησης

- **η φιλικότητα ως προς τον χρήστη**

Κατά το σχεδιασμό θα πρέπει να επιλεγθούν προγράμματα και συστήματα τέτοια που να είναι διαδεδομένα στο ευρύτερο πλήθος χρηστών ΓΣΠ με απλό και ευχάριστο interface και εύκολη εκμάθηση.

- **οι οικονομικές απαιτήσεις.**

Ανάλογα με τον προϋπολογισμό του έργου θα πρέπει να υπάρχει μια ορθή σχέση κόστους οφέλους στα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν

- **ανοιχτό σύστημα**

Άλλο ένα σημαντικό χαρακτηριστικό είναι το να είναι το σύστημα ανοιχτό δηλαδή να δέχεται εύκολα επεκτάσεις τροποποιήσεις και προσθήκες χωρίς την ανάγκη του επανασχεδιασμού από την αρχή και με το μικρότερο δυνατό κόστος για κάθε νέα προσθήκη ή αλλαγή

### 2.3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

#### Προδιαγραφές Περιεχομένου Γεωγραφικής Βάσης

Ο σχεδιασμός της βάσης του Σ.Γ.Π. και της Β.Δ. θα γίνει έτσι, ώστε να καλύπτει τις ανάγκες του έργου στο σύνολό του και σε όλες τις φάσεις του.

Για το λόγο αυτό πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην ομογενοποίηση των γεωγραφικών πληροφοριών και στη συσχέτιση των γεωγραφικών πληροφοριών και των πληροφοριών της Β.Δ. μέσω κοινών κλειδιών

Επίσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εθνικά και διεθνή πρότυπα, και θα πρέπει να εναρμονίζονται με την οδηγία INSPIRE

#### Γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς:

Το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι το ΕΓΣΑ '87.

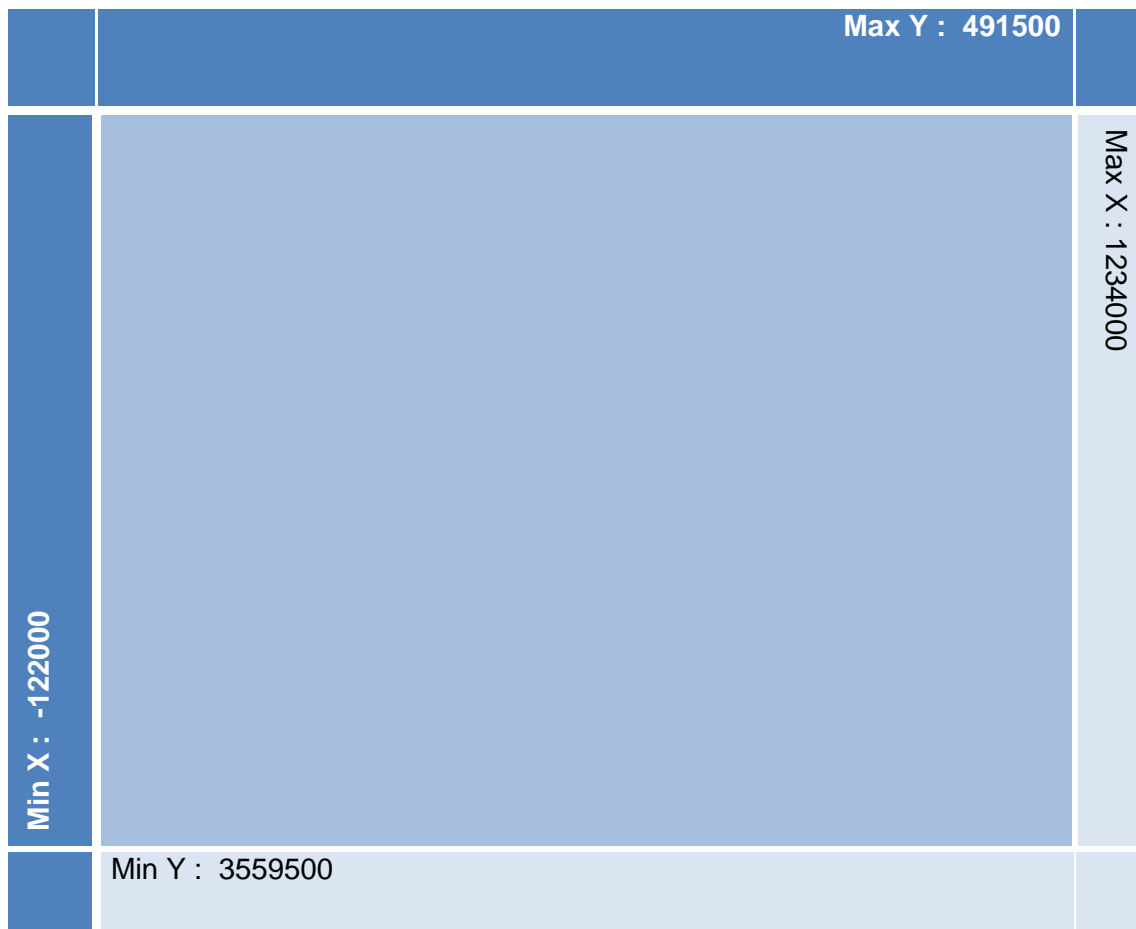
Τα χαρακτηριστικά του που θα οριστούν είναι τα ακόλουθα: [29]

<b>Projection: Transverse_Mercator</b>
<b>False_Easting: 500000,000000</b>
<b>False_Northing: 0,000000</b>
<b>Central_Meridian: 24,000000</b>
<b>Scale_Factor: 0,999600</b>
<b>Latitude_Of_Origin: 0,000000</b>
<b>Linear Unit: Meter (1,000000)</b>
<b>Geographic Coordinate System: GGRS87</b>
<b>Angular Unit: Decimal Degree (0,017453292519943282)</b>
<b>Prime Meridian: Greenwich (0,000000000000000000)</b>
<b>Datum: Greek Geodetic Reference System 1987 (EPSG ID 6121)</b>
<b>Spheroid: GRS 1980 (EPSG ID 7019)</b>
<b>Semimajor Axis: 6378137,000000000000000000</b>
<b>Semiminor Axis: 6356752,314140356100000000</b>
<b>Inverse Flattening: 298,257222101000020000</b>

Όλα τα στοιχεία που βρίσκονται σε διαφορετικό σύστημα αναφοράς θα πρέπει να μετατραπούν σε αυτό με αλλαγή του προβολικού τοε συστήματος

### **Spatial Domain**

Ο χώρος στον οποία θα ορίζονται τα γεωγραφικά δεδομένα του ΨΣΑΠ είναι ένα παράθυρο που περιβάλλει τον γεωγραφικό χώρο της Ελλάδος. Επομένως και αφού το προβολικό σύστημα είναι το ΕΓΣΑ '87 έχουμε:



### **Resolution**

Η ανάλυση των δεδομένων είναι στην ουσία η ακρίβεια με την οποία θα αποθηκεύονται τα δεδομένα στο επιλεγμένο σύστημα αναφοράς. Όσο μεγαλύτερη είναι η ακρίβεια τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη για αποθηκευτικό χώρο.



Όπως αναφέραμε παραπάνω το σύστημα αναφοράς είναι το ΕΓΣΑ '87 και η ψηφιοποίηση θα γίνεται σε ορθοφωτοχάρτες από δορυφορικές εικόνες ή αεροφωτογραφίες. Επομένως κρίνεται ως προτεινόμενη μια ακρίβεια της τάξης του 0,01μ.

### **Tolerance XY**

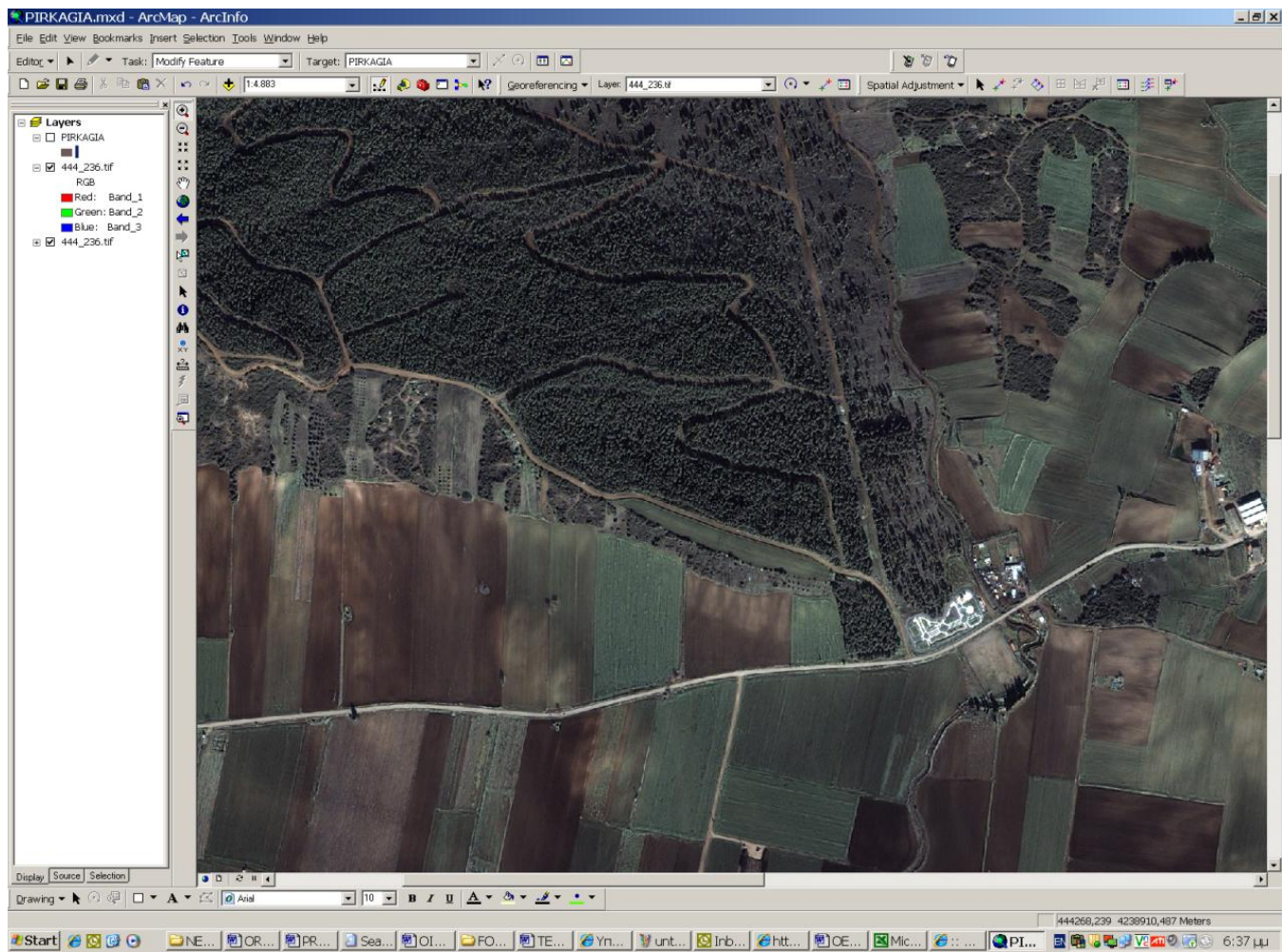
Η ανοχή XY είναι η ελάχιστη απόσταση των συντεταγμένων δύο σημείων πριν αυτά να θεωρηθούν ταυτόσημα και κατά συνέπεια ένα. Ο ορισμός αυτής της μεταβλητής έχει σημασία για τη παραγωγή δεδομένων που ακολουθούν κάποιους αλγόριθμους (buffer) ή συμμετέχουν σε τοπολογία. Η προτεινόμενη τιμή είναι η δεκαπλάσια αυτής του Resolution.

Επειδή το έργο θα περιέχει και στοιχεία που η ακρίβεια τους θα είναι σημαντική πχ ο εντοπισμός ενός αγροτεμαχίου η ακρίβεια θα πρέπει να είναι μεγάλη. Αυτό βέβαια δεν θα πρέπει να είναι εις βάρος του όγκου των δεδομένων. Έτσι υπό το πρίσμα αυτής της λογικής προτείνεται η ανοχή να είναι στα 0,1μ

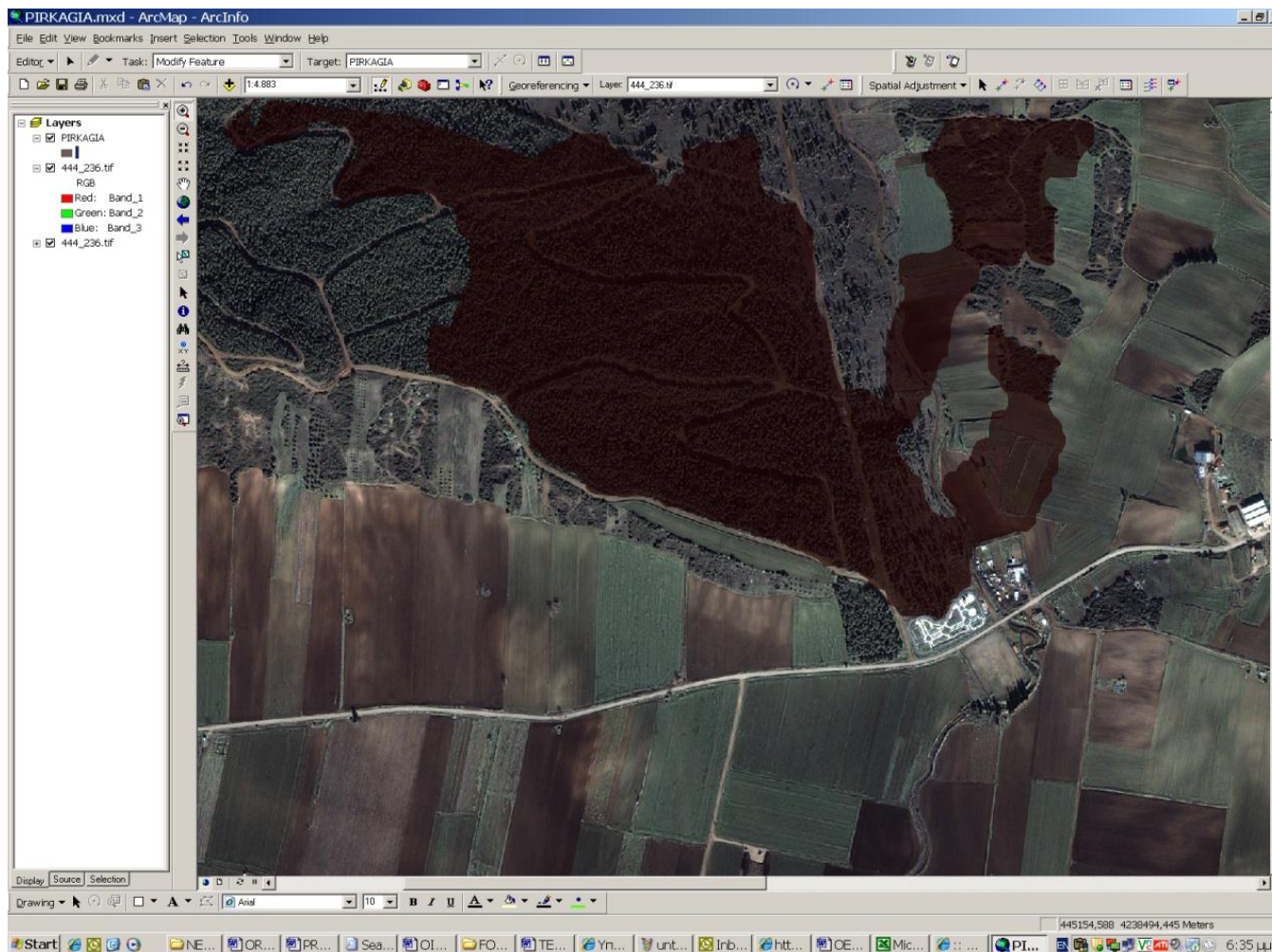
## **2.4. ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΨΣΑΠ**

Στη συνέχεια ακολουθεί η οπτικοποίηση της μεθοδολογίας υλοποίησης του ΨΣΑΠ για κάθε στάδιο όπως αυτό περιγράφηκε παραπάνω

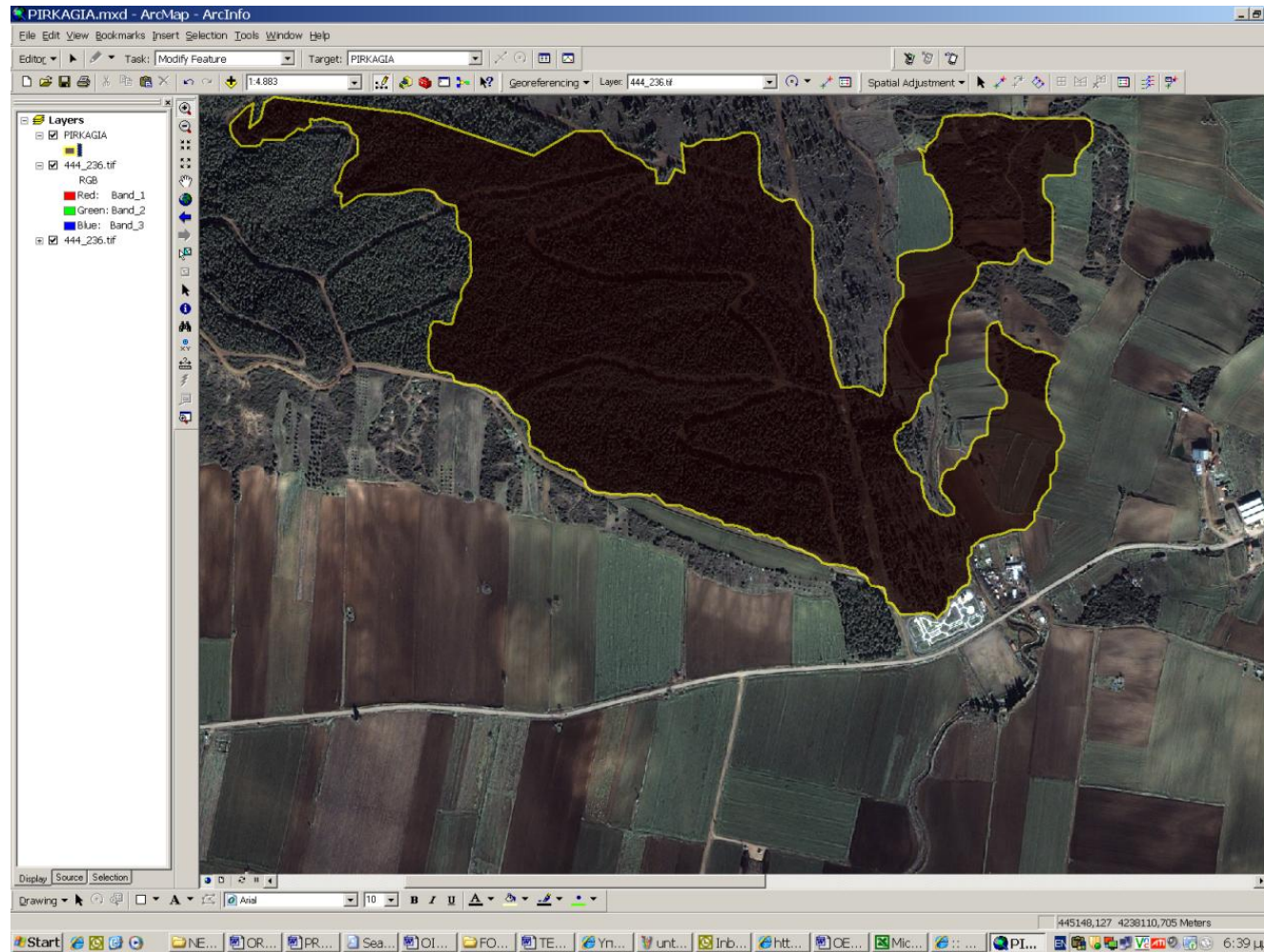
## Εικόνα πριν την πυρκαγιά



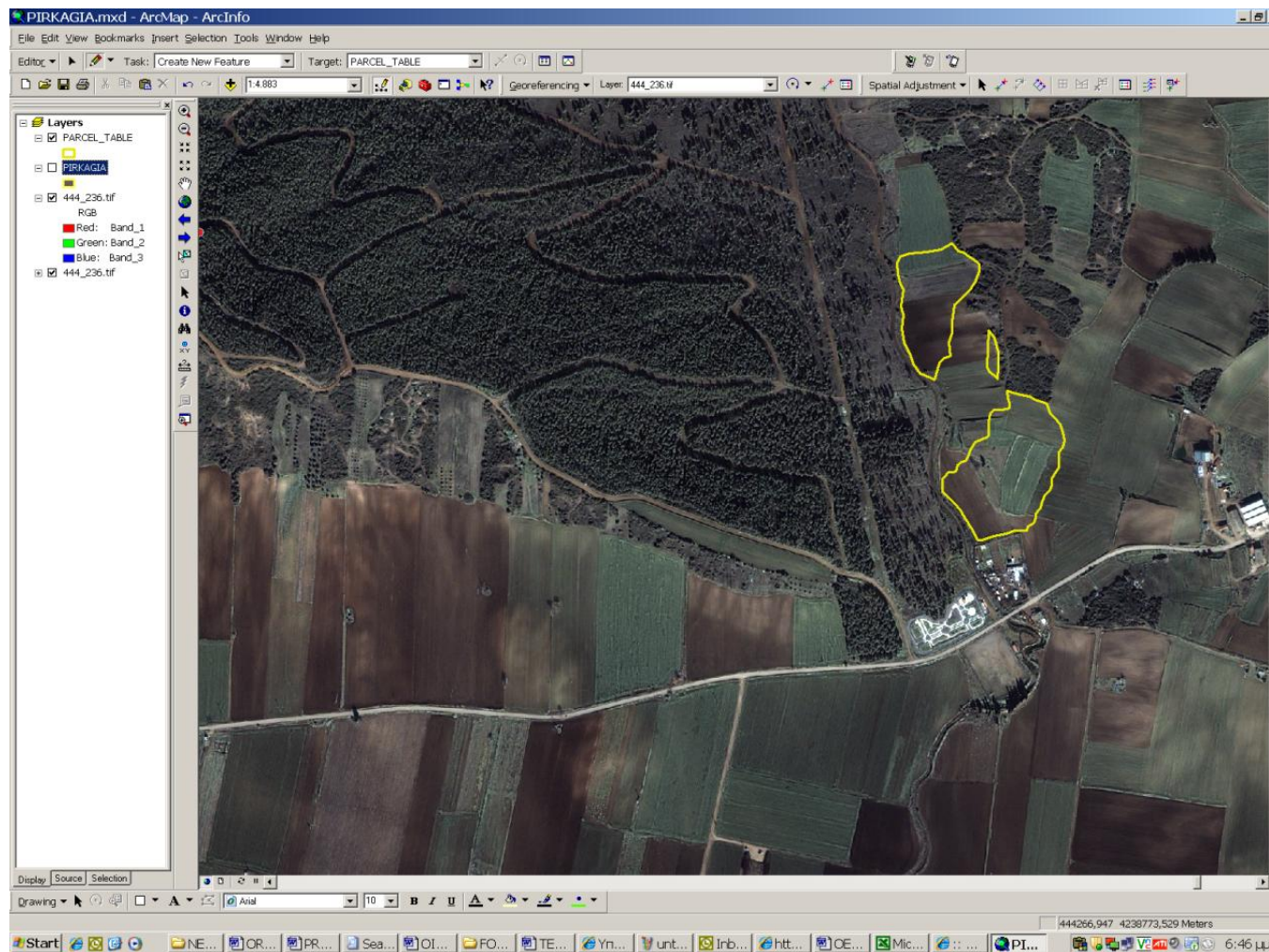
## Εικόνα μετά την πυρκαγιά



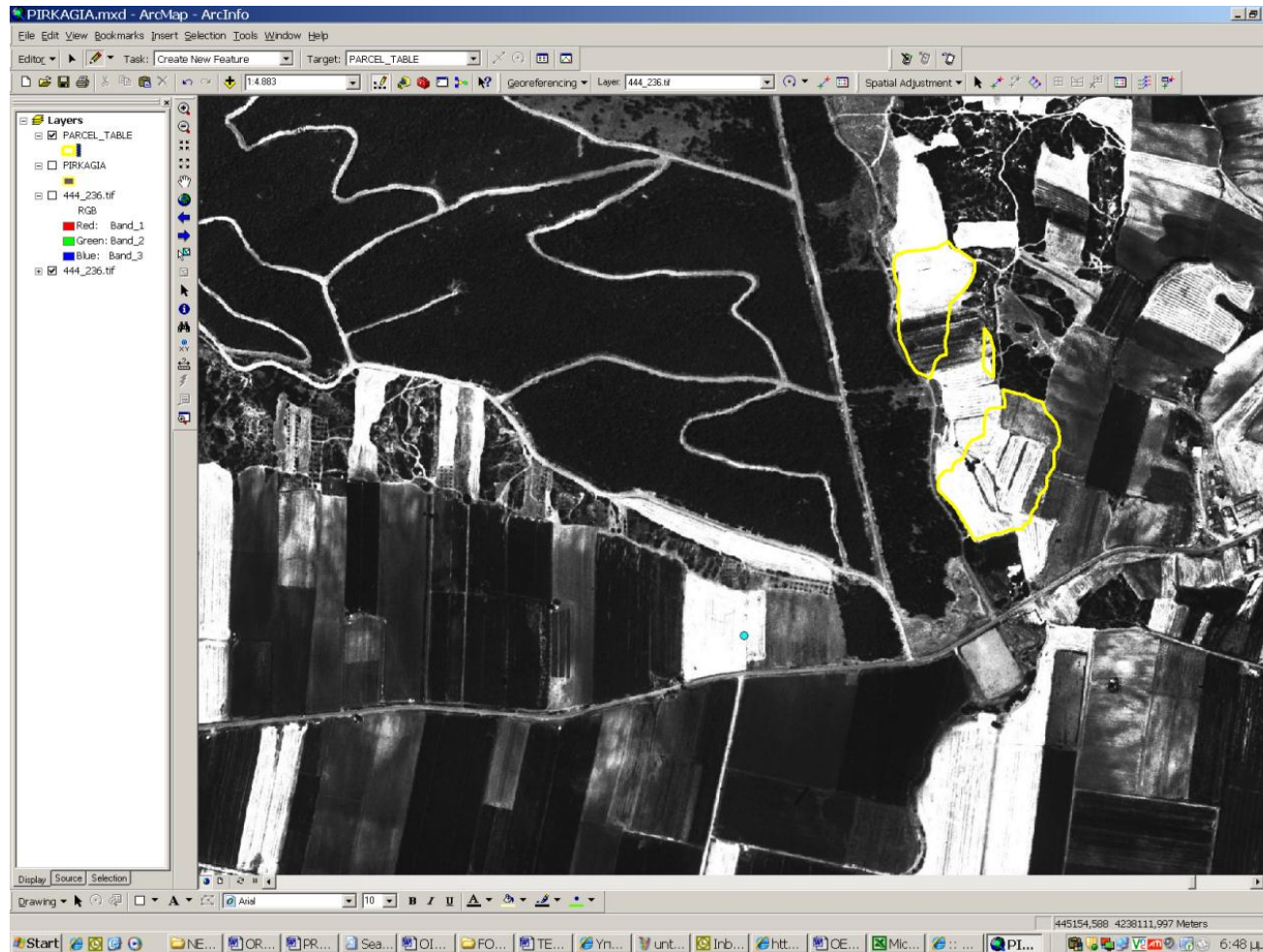
## Χαρτογράφηση πυρκαγιάς



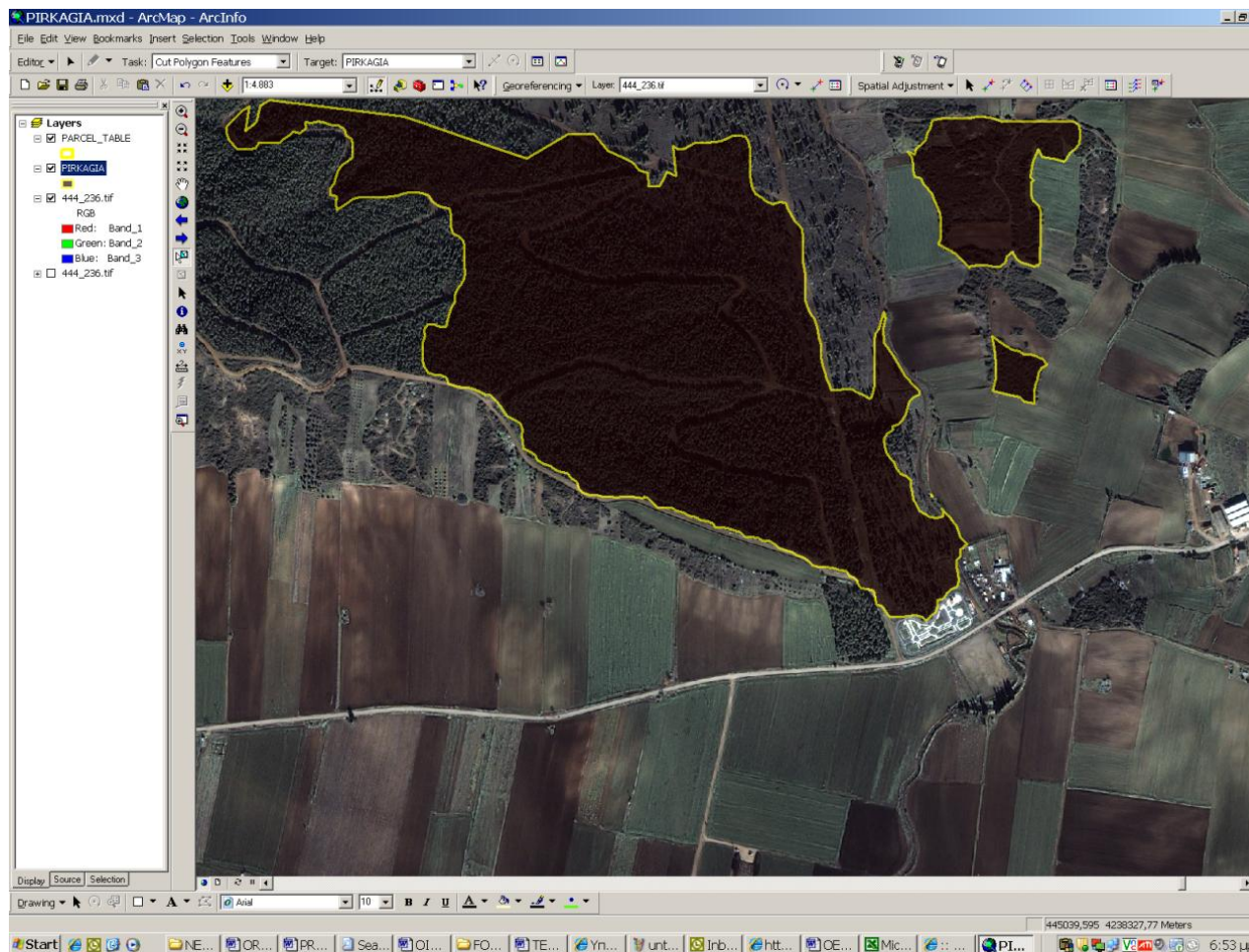
## Χαρτογράφηση αγροτικών χρήσεων – άλλων δεδομένων



## Επαλήθευση χρήσεων με παλαιές εικόνες



## Τελικός χάρτης αναδάσωσης ΨΣΑΠ (με συντεταγμένες περιμέτρου)



### 3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

---

#### 3.1. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ) δημιουργείται από δεδομένα, τεχνικά μέσα (hardware και software) και ανθρώπινο δυναμικό, σε συνδυασμό με μια σειρά από οργανωτικές διαδικασίες, με σκοπό κυρίως τη λήψη αποφάσεων σε θέματα που περιέχουν την παράμετρο του χώρου

Η ανάπτυξη και η δημιουργία ενός συστήματος Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών όπως το ΨΣΑΠ είναι μια πολύπλοκη, πολυεπίπεδη και πολυκλαδική διαδικασία (Κουτσόπουλος, 2005)

Σύμφωνα με τον Κουτσόπουλο, για τη δημιουργία και εφαρμογή του ΨΣΑΠ θα πρέπει να υπάρχει μια σειρά από προκαθορισμένα βήματα που η ολοκλήρωσή τους θα αποτελεί μια αναγκαία λογική προϋπόθεση για την υλοποίησή του. Τα βήματα αυτά θα προσπαθήσουμε να προσεγγίσουμε με την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Ένα ΓΣΠ για να είναι αποτελεσματικό θα πρέπει να στηρίζεται στις εξής βασικές αρχές: [2], [3]

- Το σύστημα που θα αναπτυχθεί πρέπει να είναι χρήσιμο σε αυτούς που παίρνουν τις αποφάσεις.
- Όλες οι τεχνικές που θα χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων, πρέπει να είναι οι κατάλληλες και επιπλέον να είναι προσαρμοσμένες στην τεχνογνωσία και γενικότερα στην υποδομή που υπάρχει για την ανάπτυξη του συστήματος.
- Το επίπεδο απόδοσης του συστήματος και κατ' επέκταση οι δυνατότητες σε hardware, να είναι σύμφωνα με τις ανάγκες και κυρίως τις οικονομικές δυνατότητες του έργου. Επίσης να ανταποκρίνονται στην τεχνογνωσία αλλά και στις σύγχρονες μεθόδους.
- Οι παραδοχές που θα χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή συμπερασμάτων,



θα πρέπει να αναφέρονται ρητά και κατηγορηματικά σε κάθε πλαίσιο ανάπτυξης του συστήματος.

Υπάρχουν δυο προσεγγίσεις στον καθορισμό του πλαισίου της δημιουργίας ενός ΓΣΠ όπως το ΨΣΑΠ. Σύμφωνα με την πρώτη, που είναι και η πιο επιθυμητή (bottom up), τα στοιχεία από τα οποία δημιουργείται η πληροφοριακή βάση, ορίζονται από τους υπεύθυνους των αποφάσεων έτσι ώστε να αναλυθούν και να δημιουργηθούν συμπεράσματα τα οποία θα ωθήσουν τους υπεύθυνους ως προς τη λήψη σωστών αποφάσεων.

Σύμφωνα με τη δεύτερη προσέγγιση (top down), το ΣΓΠ προτείνεται από τους ειδικούς προς τους υπεύθυνους λήψης των αποφάσεων οι οποίοι και καθορίζουν τις Τεχνικές Προδιαγραφές. Στη παρούσα εργασία ακολουθήθηκε αυτή η προσέγγιση αν και συνολικά δεν κρίνεται ως η πιο επιθυμητή είναι όμως η άμεσα εφαρμόσιμη και ρεαλιστική.

Παρακάτω επιχειρούμε ένα σενάριο ανάπτυξης ενός Συστήματος της παρούσας πρότασης ΨΣΑΠ, προτείνοντας δύο διαφορετικές αρχιτεκτονικές προσεγγίσεις. Στη συνέχεια γίνεται μια γρήγορη αναφορά στον υλικοτεχνικό εξοπλισμό και στα προγράμματα που απαιτούνται για την εφαρμογή του και μια πρώτη προσέγγιση στα απαραίτητα δεδομένα για την δόμηση του ΨΣΑΠ.

### **3.2. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

Για την υλοποίηση κάθε προτεινόμενου Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών απαιτείται ο καθορισμός της αρχιτεκτονικής του. Θα πρέπει δηλαδή να καθοριστούν τα επίπεδα από τα οποία θα αποτελείται το σύστημα, ο τρόπος που αυτά θα συνδέονται μεταξύ τους, καθώς και τα λογισμικά που θα χρειασθεί να εγκατασταθούν σε κάθε επίπεδο.

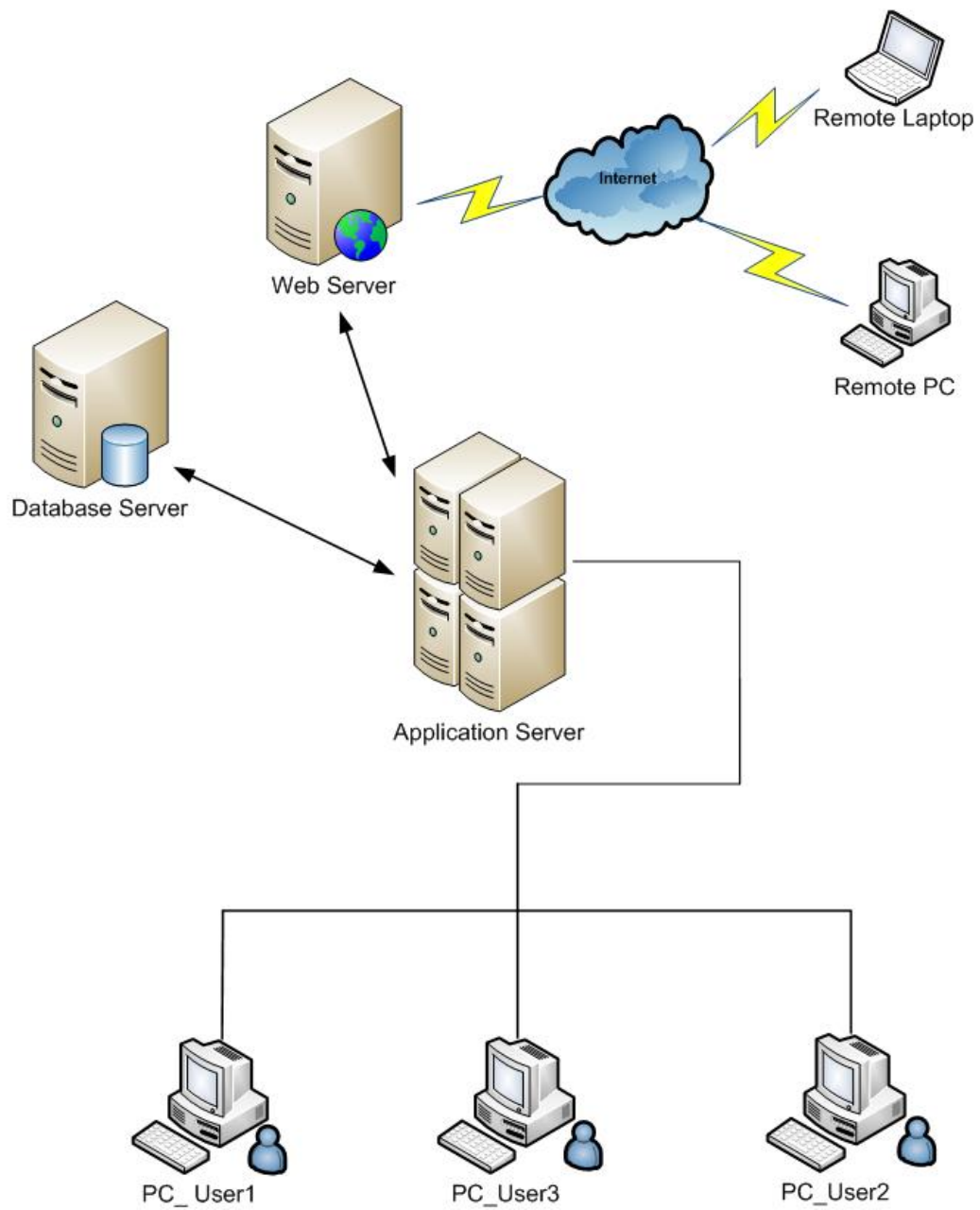
Τα τμήματα στα οποία βασίζεται η υλοποίηση μιας αρχιτεκτονικής είναι το υλικό (hardware), το λογισμικό (software) και το ανθρώπινο δυναμικό (humanware).

Επειδή αρχικά το ΨΣΑΠ είναι ένα σύστημα παραγωγής και επεξεργασίας δεδομένων η αρχιτεκτονική του συστήματος στηρίζεται στα παρακάτω συστατικά μέρη:

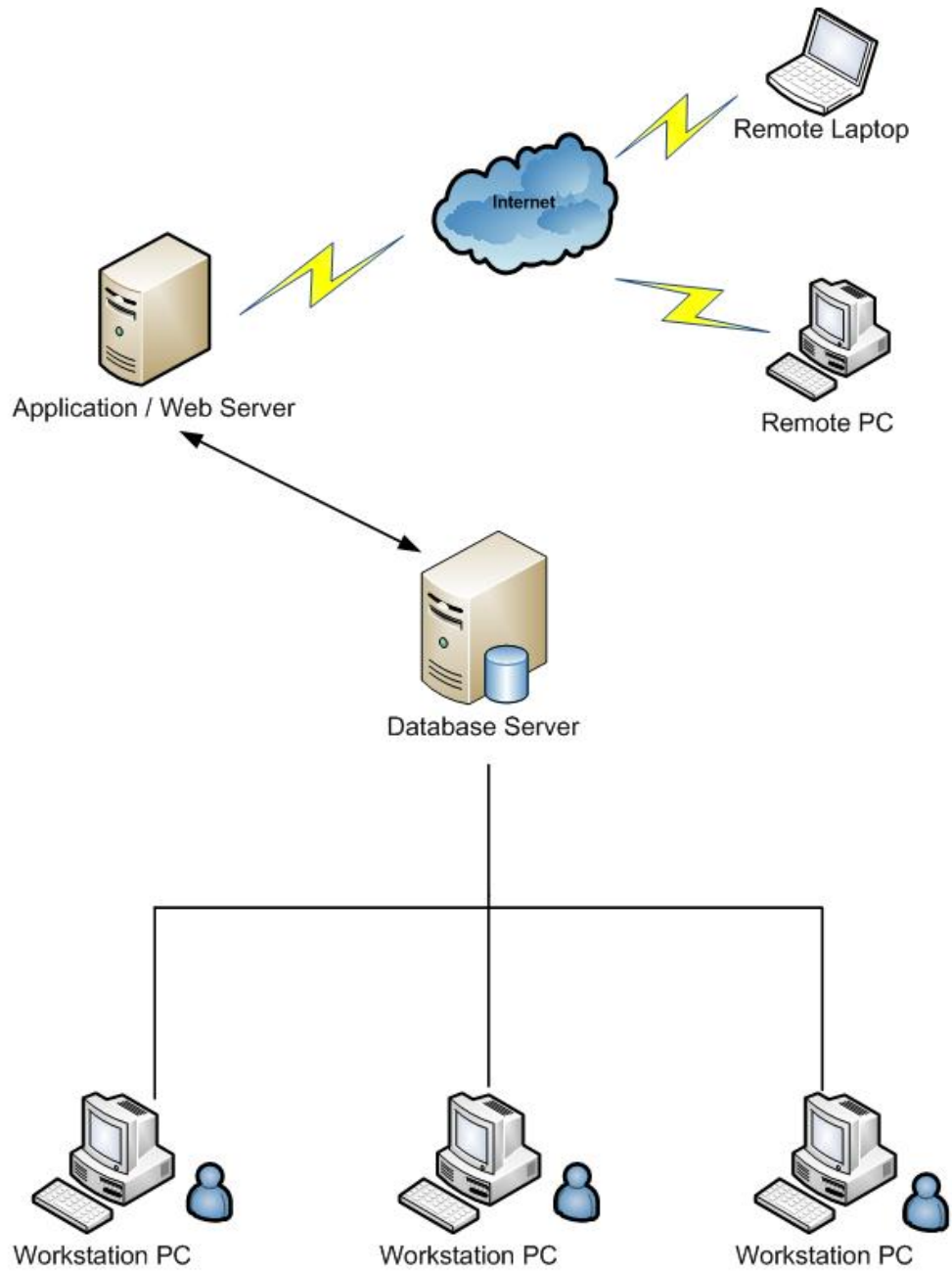
1. Βάση Δεδομένων
2. Εφαρμογή Λογισμικού Συστήματος GIS
3. Παροχή δεδομένων στο Internet

Επομένως για την εφαρμογή του ΨΣΑΠ προτείνονται δύο σχήματα αρχιτεκτονικής συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών όπως περιγράφονται σχηματικά παρακάτω.

## Αρχιτεκτονική 1



## Αρχιτεκτονική 2



Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω για την πραγματοποίηση του παρόντος έργου σε όλες τις φάσεις του απαραίτητα θεωρούνται τόσο ο υλικοτεχνικός εξοπλισμός όσο και τα γεωγραφικά δεδομένα.

## Υλικοτεχνικός Εξοπλισμός και Λογισμικό

### Υλικοτεχνικός εξοπλισμός – hardware

Σύμφωνα με τη πρώτη πρόταση σχεδιασμού σε επίπεδο **hardware** απαραίτητοι θεωρούνται τρεις servers και τουλάχιστον ένας client.

#### Database Server

Σε αυτόν θα εγκατασταθούν οι βάσεις των γεωγραφικών δεδομένων και θα παρέχει όλα τα δεδομένα για το ΨΣΑΠ. Ο server αυτός θα επικοινωνεί με τον application server και τον web server.

#### Application Server

Σε αυτόν θα εγκατασταθούν τα απαραίτητα πακέτα λογισμικού. Αυτά θα περιλαμβάνουν ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών και ένα λογισμικό διαχείρισης βάσεων δεδομένων.

Ο server αυτός θα έχει τη δυνατότητα να επικοινωνεί με τουλάχιστον έναν client pc στον οποίο θα πραγματοποιούνται όλες οι εργασίες από τους χρήστες. Σε περίπτωση που οι ανάγκες για παραγωγή εργασιών είναι μεγαλύτερες, θα μπορούν φυσικά να εγκατασταθούν περισσότερα από ένα pc με τον server και θα δίνουν σε διαφορετικούς χρήστες δυνατότητες επεξεργασίας των δεδομένων.

#### Web Server:

Ο server αυτός θα χρησιμοποιηθεί για τη εγκατάσταση του web server για τις ανάγκες απεικόνισης των γεωγραφικών δεδομένων στο internet. Ο server αυτός θα επικοινωνεί με τον Application Server με σκοπό να αντλεί τα απαιτούμενα στοιχεία σε συνεργασία με το λογισμικό της βάσης δεδομένων και να παρουσιάζει τα

αποτελέσματα που προκύπτουν, σε χαρτογραφική μορφή, στους ενδιαφερόμενους χρήστες στο διαδίκτυο,.

Στη δεύτερη πρόταση στον οι servers που προτείνονται είναι δυο αλλά σε αυτή τη περίπτωση χρησιμοποιούνται workstations με μεγάλη επεξεργαστική ισχύ. Έτσι θα έχουμε:

#### Database Server

Σε αυτόν θα εγκατασταθούν οι βάσεις των γεωγραφικών δεδομένων και θα παρέχει όλα τα δεδομένα για το ΨΣΑΠ.

#### Application - Web Server:

Ο server αυτός θα χρησιμοποιηθεί για τη εγκατάσταση του web server για τις ανάγκες απεικόνισης των γεωγραφικών δεδομένων στο internet.

#### Workstations:

Είναι μηχανήματα με μεγάλη επεξεργαστική ισχύ όπου σε κάθε ένα από αυτά θα είναι εγκατεστημένα τα απαραίτητα λογισμικά για την επεξεργασία των δεδομένων. Η επικοινωνία από το χρήστη θα γίνεται απευθείας με τη βάση δεδομένων. Προφανώς ανάλογα με τις ανάγκες θα μπορούν να εγκατασταθούν στον database server παραπάνω από ένα workstation, έτσι ώστε περισσότεροι από ένας χρήστης να μπορούν να εργάζονται ταυτόχρονα.

Επίσης, απαραίτητα θεωρούνται ένας εκτυπωτής Plotter A0 και ένας Σαρωτής Scanner A0. Όλα τα παραπάνω μηχανήματα θα πρέπει διασυνδέονται με δίκτυο υψηλής ταχύτητας (τύπου Gigabit Ethernet).

### Λογισμικό – software

Σε επίπεδο **software** απαραίτητα θεωρούνται 3 βασικοί τύποι λογισμικού . Τα λογισμικά που θα χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό και την υλοποίηση της Β.Δ. και του Σ.Γ.Π θα πρέπει να κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά και να έχουν ευρεία βάση χρηστών. Με τον τρόπο αυτό θα διασφαλίζεται τόσο η χρησιμοποίηση των παραδοτέων αρχείων σε μια ευρεία γκάμα, όσο και η ενσωμάτωσή τους με διατήρηση των γεωμετρικών, τοπολογικών τους χαρακτηριστικών και του

συμβολισμού τους σε ανάλογα συστήματα. Επίσης έτσι θα καθίσταται ευκολότερη η εισαγωγή αρχικών δεδομένων

### 1ο Λογισμικό Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών –

#### Τηλεπισκόπησης

Το λογισμικό θα πρέπει να καλύπτει πλήρως τις ανάγκες εισαγωγής, διαχείρισης, ανάλυσης και απεικόνισης των δεδομένων και θα απαιτεί τη χρήση εξειδικευμένου χρήστη στην τεχνολογία των ΓΠΣ. Θα παρέχει επίσης τη δυνατότητα προγραμματισμού μέσω γνωστών γλωσσών προγραμματισμού. Σημαντικό επίσης είναι το λογισμικό να καλύπτει και βασικές ανάγκες τηλεπισκόπησης. Ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα μπορεί η αναγνώριση της κατεστραμμένης δασικής έκτασης να γίνει και με αυτόματες τηλεσκοπικές μεθόδους. Σε περίπτωση που το αρχικό λογισμικό δεν υποστηρίζει την ανάλυση δορυφορικών εικόνων τότε πρέπει να αγοραστεί ξεχωριστά.

### 2ο Λογισμικό εφαρμογής ΒΔ και διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων

Για την καταγραφή, αποθήκευση, επεξεργασία και διαχείριση των δεδομένων, απαιτείται ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων (π.χ. SQL Server RDMS, Oracle RDBS).

### 3ο Λογισμικό web GIS

Το λογισμικό αυτό είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη εφαρμογών με την βοήθεια των οποίων, οι πιθανοί χρήστες θα απεικονίζουν και θα αναλύουν γεωγραφικά δεδομένα, μέσω του διαδικτύου, σε ένα απλό browser, στον τοπικό τους υπολογιστή.

Όλοι οι κατασκευαστές των παραπάνω λογισμικών πρέπει να είναι πιστοποιημένοι κατά ISO

## Γεωγραφικά Δεδομένα

Τα γεωγραφικά δεδομένα χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες ως προς το είδος τους:

Τα δεδομένα τύπου raster και

Τα δεδομένα τύπου vector

Για τη υλοποίηση του ΨΣΑΠ θα πρέπει να υπάρχουν τόσο τα διανυσματικά και όσο και τα ψηφιδωτά δεδομένα της περιοχής που έχει καεί.

Συγκεκριμένα θα πρέπει να υπάρχουν ή να αποκτηθούν ή να παραχθούν ψηφιακά δεδομένα που θα περιέχουν την παρακάτω πληροφορία

1. ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ Η ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ, ΛΗΨΗΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑ
2. ΌΡΙΑ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ (ΑΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ) ΚΑΙ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΑΝΑΔΑΣΩΣΕΩΝ
3. ΙΣΟΨΕΙΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΕΛΑΦΟΥΣ ΤΟΥΛΑΧΙΣΤΟΝ ΙΣΟΔΙΑΣΤΑΣΗΣ 20Μ Η ΤΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΛΑΦΟΥΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ
4. ΠΡΑΞΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ, ΟΡΙΑ ΟΙΚΙΣΜΩΝ, ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΙΣΤΟ ΚΑΙ ΤΙΣ ΑΣΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ,
5. ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ LPIS, ΛΟΙΠΕΣ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ
6. ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ, ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΚΛΠ
7. ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ
8. ΛΟΙΠΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΗΣ ΕΣΥΕ



Για τα παραπάνω δεδομένα πηγές πληροφορίας έχουμε:

*Αεροφωτογραφικά Προϊόντα:* Αεροφωτογραφίες κάθε έτους από το 1961. Η κλίμακα των αεροφωτογραφιών κυμαίνεται από 1:42.000 μέχρι και 1:15.000

*Χαρτογραφικά Προϊόντα:* Υπάρχουν χάρτες διαφόρων θεμάτων (τοπογραφικοί, σχέδια πόλεων, οδικού δικτύου κλπ) σε διάφορες κλίμακες και διατίθενται σε αναλογική και ψηφιακή μορφή

*Τοπογραφικά προϊόντα:* Τοπογραφικά διαγράμματα 1:5.000 σε αναλογική ή ψηφιακή μορφή (raster). Επίσης υψομετρικές καμπύλες και ψηφιακό μοντέλο εδάφους σε ψηφιακή μορφή από τη **Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού**

Δασικούς χάρτες – ορθοφωτιχάρτες με κατηγοριοποίηση των κυριαρχων τύπων βλάστησης και εδαφολογικούς χάρτες με στοιχεία οικοτόπων από το ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ **ΕΘΙΑΓΕ** και το Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων

Η Δασική Υπηρεσία μπορεί να παρέχει διάφορες πληροφορίες για το δασικό οικοσύστημα. Χάρτες σε αναλογική μορφή αλλά και κυρίως πληροφορίες περιγραφικές του δασικού οικοσυστήματος.

Οι Πολεοδομίες και οι Τεχνικές Υπηρεσίες των Δήμων διαθέτουν σε αναλογική κυρίως μορφή Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια, Πολεοδομικές μελέτες με τα ρυμοτομικά τους διαγράμματα, κυρώσεις Πράξεων Εφαρμογής κλπ.

Τέλος από την **Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος (ΕΣΥΕ)** όπου μετά τη από την απογραφή του 2000 η ΕΣΥΕ προέβη σε κατάρτιση ψηφιακών χαρτογραφικών υποβάθρων και δημιούργησε την ψηφιακή γεωγραφική βάση δεδομένων. Έτσι η ΕΣΥΕ διαθέτει ψηφιακά χαρτογραφικά υπόβαθρα σε γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87, για 485 οικισμούς της Ελλάδος με πληθυσμό άνω των 2.000 κατοίκων και για 124 οικισμούς με πληθυσμό κάτω των 2.000 κατοίκων. Οι πληροφορίες που παρέχονται μέσω των ψηφιακών χαρτογραφικών υποβάθρων ανά οικισμό είναι:

- Οι άξονες δρόμων και η ονοματολογία τους (όπου είναι δυνατή).
- Τα περιγράμματα των οικοδομικών τετραγώνων και η αρίθμησή τους.

- Τα περιγράμματα των κτιρίων και η αρίθμηση τους μέσα στο οικοδομικό τετράγωνο.

Εφόσον συλλεχθούν τα παραπάνω δεδομένα και ελεγχθούν για την ποιότητα, την πληρότητα και την ετερογένεια τους θα ξεκαθαρισθούν ποια από αυτά είναι απαραίτητα για την υλοποίηση της εφαρμογής και θα ακολουθήσει η εισαγωγή των δεδομένων στο σύστημα, η διαχείριση τους, η ανάλυση τους και τέλος η χαρτογραφική τους απόδοση

Να σημειωθεί ότι η καταγραφή των Δασικών Εκτάσεων σε Ψηφιακούς Χάρτες (Δασολόγιο) είναι ένα μεγάλο έργο που δεν έχει πραγματοποιηθεί. Οι Δασικοί Ψηφιακοί Χάρτες, όταν ολοκληρωθούν, θα εισάγονται στο σύστημα εξασφαλίζοντας μεγαλύτερη ακρίβεια και μειώνοντας το χρόνο υλοποίησης του ΨΣΑΠ σε κάθε περίπτωση καταστροφής.

## Σεδιασμός Γεωγραφικής Βάσης

Το ΨΣΑΠ θα πρέπει να μην είναι μια απλή καταγραφή της καταστραμμένης έκτασης αλλά μια ολοκληρωμένη περιγραφή της που θα μπορεί να παρουσιάζει οποιαδήποτε πληροφορία θα μπορούσε να είναι χρήσιμη για την αποκατάσταση της

Για τους σκοπούς αυτούς θα δημιουργηθεί ένα Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων όπου θα παρέχει δεδομένα με σωστή οργάνωση, γρήγορα, προσπελάσιμα σε διαφορετικούς χρήστες, τηρώντας κανόνες ασφάλειας και ακεραιότητας.

Σύμφωνα με τον Frank, 1988 το ΣΔΒΔ θα πρέπει να παρέχει τις ακόλουθες δυνατότητες:

- Να επιτρέπει την αποθήκευση, την ανάκληση καθώς και την επιλογή των δεδομένων με βάση ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά ή και σχέσεις.
- Να διαχωρίζει την αποθήκευση και ανάκληση των δεδομένων από την χρήση τους σε προγράμματα εφαρμογών, εξασφαλίζοντας την ανεξαρτησία μεταξύ των διαδικασιών αυτών.
- Να παρέχει δίαυλο επικοινωνίας (interface) μεταξύ της βάσης δεδομένων και των προγραμμάτων εφαρμογών που βασίζονται στη λογική περιγραφή ίων δεδομένων.
- Να ανεξαρτητοποιεί τις λειτουργίες πρόσβασης των δεδομένων στην διαδικασία των εφαρμογών από την ίδια τη δομή αποθήκευσής τους, έτσι ώστε πιθανές αλλαγές στα μέσα και τους τρόπους αποθήκευσης τους να μην τις επηρεάζει.
- Να επιτρέπει την πρόσβαση των δεδομένων ταυτόχρονα σε περισσότερους από έναν χρήστες.
- Να τυποποιεί την διαδικασία πρόσβασης στα δεδομένα, ομογενοποιώντας την.

- Να προστατεύει τη βάση δεδομένων από παράνομες και άστοχες επεμβάσεις και τροποποιήσεις.
- Να παρέχει αυστηρούς κανόνες σχετικά με τη συνοχή και τη συνέπεια των δεδομένων οι οποίοι εφαρμόζονται αυτόματα. Αυτοί οι κανόνες είναι ένας έξοχος τρόπος εξάλειψης των λαθών, των παραλήψεων και των ανακολουθιών από τη βάση δεδομένων.

### **Καθορισμός της Βάσης Δεδομένων**

Για το σχεδιασμό της βάσης δεδομένων του ΨΣΑΠ προσδιορίστηκαν αρχικά οι στόχοι και οι «ανάγκες» σε πληροφορία σχετικά με τις δραστηριότητες της αποκατάστασης. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε μια απλή δομή που απαντάει σε λογικά ερωτήματα όπως:

- *Πως πρέπει να μοντελοποιηθεί η καταστροφή αλλά και η αποκατάσταση της περιοχής.*
- *Ποιες είναι οι βασικές συνιστώσες παράμετροι για να επιτευχθεί αυτό*
- *Τι γνωρίζουμε για αυτές*
- *Πως πρέπει να οργανωθούν*
- *Πως συσχετίζονται*
- *Ποιες πληροφορίες έχουν ενδιαφέρον*
- *Ποιες πληροφορίες είναι άσχετες*
- *Για ποιο σκοπό*

### **Εννοιολογικός Σχεδιασμός**

Μετά την ολοκλήρωση πλαισίου λειτουργίας της βάσης δεδομένων ακολουθεί ο Εννοιολογικός σχεδιασμός, ο οποίος στοχεύει στον καθορισμό της θεωρητικής δομής της βάσης δεδομένων. Ο αντικειμενικός σκοπός της φάσης αυτής είναι η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων που θα είναι λειτουργική και αποτελεσματική και ως προς την

οργάνωση της και ως προς την ποιότητα των δεδομένων της. Σαν αποτέλεσμα, το εννοιολογικό σχήμα το οποίο περιγράφει τη δομή της βάσης δεδομένων, εστιάζεται στην περιγραφή των οντοτήτων των διαφόρων τύπων δεδομένων, των σχέσεων μεταξύ των οντοτήτων, των λειτουργιών που θα εκτελούνται από τους χρήστες και των τυχόν περιορισμών που αφορούν τα δεδομένα (Κουτσόπουλος 2005).

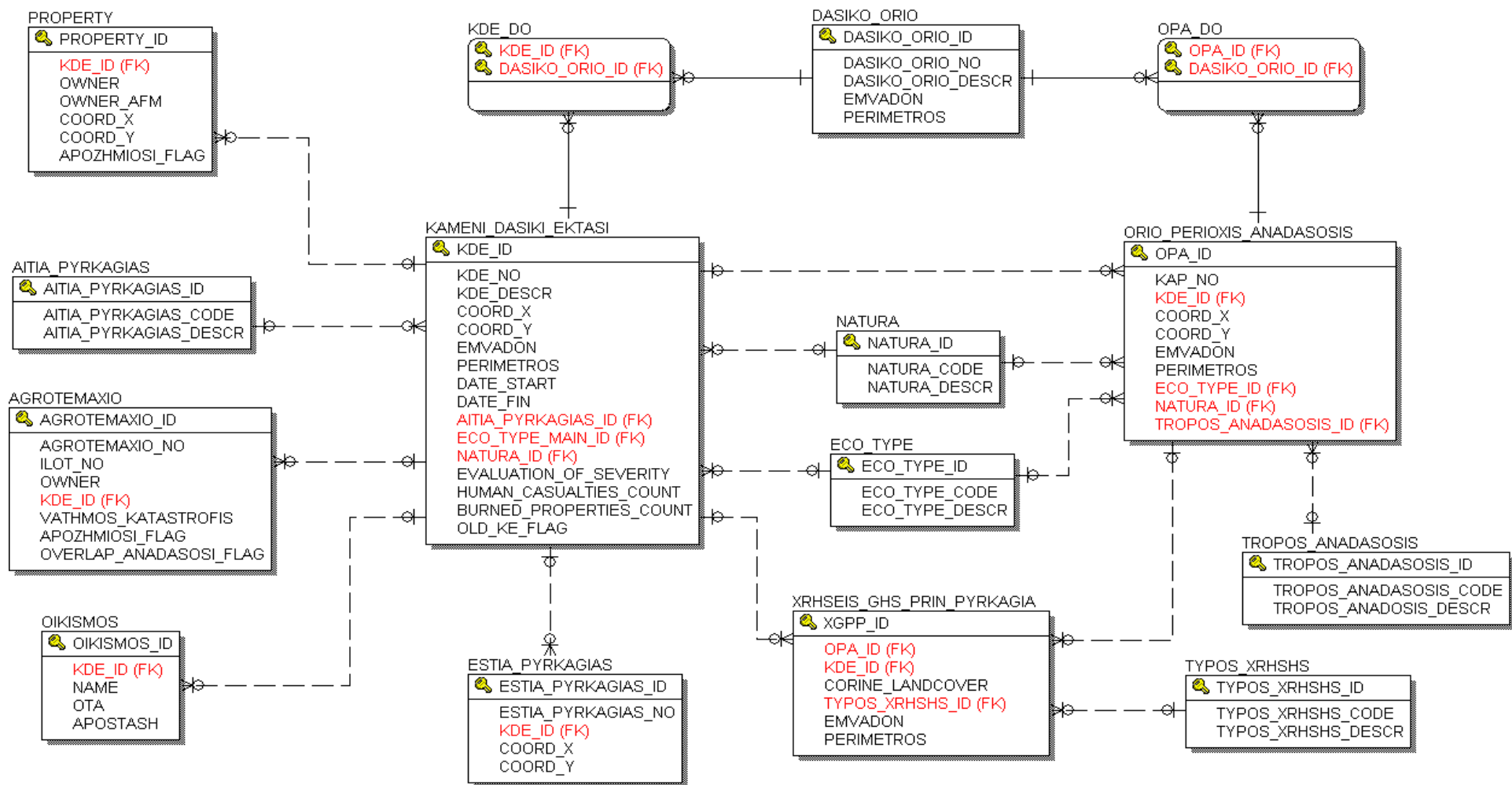
**Οι οντότητες που επιλέχθηκαν αρχικά είναι:**

- Καμένη δασική έκταση
- Περιοχή αναδάσωσης
- Χρήσεις γης πριν τη πυρκαγιά
- Αγροτεμάχια
- Όρια πλησιέστερων οικισμών
- Ανθρωπογενείς χρήσεις που καταστραφήκαν
- Περιοχές Natura
- Κτήρια κατεστραμμένα

**Οι οντότητες που προέκυψαν κατά το σχεδιασμό είναι:**

- Τύπος οικοτόπου
- Βαθμός Καταστροφής
- Τρόπος Αναδάσωσης

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ



### Λογικός Σχεδιασμός

Ο εννοιολογικός σχεδιασμός οδηγεί σε έναν σαφή προσδιορισμό των οντοτήτων, των χαρακτηριστικών τους και των σχέσεων μεταξύ τους οι οποίες απαιτούνται για να καλύψουν τις απαιτήσεις ένταξης και αναζήτησης από τη βάση δεδομένων. Το επόμενο βήμα, επομένως, είναι ο λεπτομερής προσδιορισμός του περιεχομένου της βάσης δεδομένων και κυρίως της λογικής οργάνωσής τους.

KAMENI_DASIKI_EKTASI		
KDE_ID	Numeric	Πρωτεύων κλειδί αυτόματης αρίθμησης
KDE_NO	VarChar	Περιγραφικός μοναδικός κωδικός καμένης έκτασης
KDE_DESCR	VarChar	Περιγραφική ονομασία καμένης έκτασης
CORD_X	Numeric	Τετμημένη Χ του κεντροειδούς της καμένης έκτασης
CORD_Y	Numeric	Τεταγμένη Υ του κεντροειδούς της καμένης έκτασης
EMBADON	Numeric	Το εμβαδόν της καμένης δασικής έκτασης
PERIMETROS	Numeric	Η περίμετρος της καμένης δασικής έκτασης
DATE_START	Date	Ημερομηνία εκδήλωσης πυρκαγιάς
DATE_FIN	Date	Ημερομηνία πυρόσβεσης πυρκαγιάς
AITIA_PYRKAGIAS_ID	Numeric	Ξένο κλειδί πίνακα αιτίας πυρκαγιάς
ECO_TYPE_MAIN_ID	Numeric	Ξένο κλειδί κυρίαρχου τύπου οικοτόπου
NATURA_ID	Numeric	Ξένο κλειδί κωδικού περιοχής Natura
EVALUATION_OF_SEVERITY	Numeric	Αξιολόγηση κρισιμότητας καταστροφής
HUMAN_CAUSIALTIES_COUNT	Numeric	Αριθμός ενδεχομένων ανθρώπινων θυμάτων
BURNED_PROPERTIES_COUNT	Numeric	Αριθμός καταστραμμένων ιδιοκτησιών
OLD_KDE_FLAG	VarChar	Επικάλυψη με παλαιότερα καταστραμμένη περιοχή

ORIO_PERIOXHS_ANADASOSIS		
OPA_ID	Numeric	Πρωτεύων κλειδί αυτόματης αρίθμησης
KAP_NO	VarChar	Περιγραφικός μοναδικός κωδικός περιοχής αναδάσωσης
KDE_ID	Numeric	Ξένο κλειδί από πίνακα καμένης δασικής έκτασης
CORD_X	Numeric	Τετμημένη Χ του κεντροειδούς της αναδασωτέας έκτασης
CORD_Y	Numeric	Τεταγμένη Υ του κεντροειδούς της αναδασωτέας έκτασης
EMBADON	Numeric	Το εμβαδόν της αναδασωτέας δασικής έκτασης
PERIMETROS	Numeric	Η περίμετρος της αναδασωτέας δασικής έκτασης
ECO_TYPE_MAIN_ID	Numeric	Ξένο κλειδί κυρίαρχου τύπου οικοτόπου
NATURA_ID	Numeric	Ξένο κλειδί κωδικού περιοχής Natura
TROPOS_ANADASOSIS_ID	Numeric	Ξένο κλειδί πίνακα τρόπου αναδάσωσης

XRHSEIS_GHS_PRIN_PYRKAGIA		
XGPP_ID	Numeric	Πρωτεύων κλειδί αυτόματης αρίθμησης
KDE_ID	Numeric	Ξένο κλειδί από πίνακα καμένης δασικής έκτασης
OPA_ID	Numeric	Ξένο κλειδί από πίνακα ορίου αναδάσωσης δασικής έκτασης
TYPOS_XRHSHS_ID	Numeric	Ξένο κλειδί από πίνακα τύπου χρήσης γης
EMBADON	Numeric	Το εμβαδόν της έκτασης με διαφορετικό τύπο χρήσης
PERIMETROS	Numeric	Η περίμετρος της έκτασης με διαφορετικό τύπο χρήσης
CORINE_LANDCOVER	VarChar	Ο κωδικός του CORINE LANDCOVER που υπάρχει για την έκταση



ΟΙΚΙΣΜΟΙ		
ΟΙΚΙΣΜΟΣ_ID	Numeric	Πρωτεύων κλειδί αυτόματης αρίθμησης
KDE_ID	Numeric	Ξένο κλειδί από πίνακα καμένης δασικής έκτασης
NAME	VarChar	Το όνομα του οικισμού
ΟΤΑ	VarChar	Ο δήμος στον οποίο ανήκει
APOSTASH	Numeric	Η απόσταση από την καμένη δασική έκταση

AGROTEMAXIA		
AGROTEMAXIO_ID	Numeric	Πρωτεύων κλειδί αυτόματης αρίθμησης
AGROTEMAXIO_NUM	Numeric	Ο κωδικός του αγροτεμαχίου σύμφωνα με τη δήλωση ΟΣΔΕ
ILOT_NUM	Numeric	Ο κωδικός ενότητας (ilot) του αγροτεμαχίου σύμφωνα με τη δήλωση ΟΣΔΕ
NAME_IDIOKTHTH	VarChar	Το όνομα του ιδιοκτήτη της έκτασης
KDE_ID	Numeric	Ξένο κλειδί από πίνακα καμένης δασικής έκτασης
VATHMOS_KATSTRO	VarChar	Ο βαθμός καταστροφής με τα πρότυπα του ΕΛΓΑ
APOZHMIOSH_FLAG	VarChar	Αν η έκταση αποζημιώθηκε
OVERLAP_ANADASOSH_FLAG	VarChar	Αν η έκταση επικαλύπτεται με το όριο της περιοχής αναδάσωσης

PROPERTY		
PROPERTY_ID	Numeric	Πρωτεύων κλειδί αυτόματης αρίθμησης
KDE_ID	Numeric	Ξένο κλειδί από πίνακα καμένης δασικής έκτασης
OWNER	VarChar	Το όνομα του ιδιοκτήτη
OWNER_AFM	VarChar	Το ΑΦΜ του ιδιοκτήτη
CORD_X	Numeric	Τετμημένη Χ του κεντροειδούς της

ιδιοκτησίας		
CORD_Y	Numeric	Τεταγμένη Υ του κεντροειδούς της ιδιοκτησίας
APOZHMIOSI_FLAG	VarChar	Αν η ιδιοκτησία αποζημιώθηκε

DASIKO_ORIO		
DASIKO_ORIO_ID	Numeric	Πρωτεύων κλειδί αυτόματης αρίθμησης
DASIKO_ORIO_NO	VarChar	Περιγραφικός μοναδικός κωδικός περιοχής αναδάσωσης
DASIKO_ORIO_DESCR	VarChar	Ονομασία της δασικής περιοχής
EMBADON	Numeric	Το εμβαδόν της δασικής έκτασης
PERIMETROS	Numeric	Η περίμετρος της δασικής έκτασης

ESTIA_PYRKAGIAS		
ESTIA_PYRKAGIAS_ID	Numeric	Πρωτεύων κλειδί αυτόματης αρίθμησης
KDE_ID	Numeric	Ξένο κλειδί από πίνακα καμένης δασικής έκτασης
CORD_X	Numeric	Τετμημένη Χ του σημείου της εστίας
3CORD_Y	Numeric	Τεταγμένη Υ του σημείου της εστίας

NATURA		
NATURA_ID	Numeric	Πρωτεύων κλειδί αυτόματης αρίθμησης
NATURA_CODE	VarChar	Κωδικός της περιοχής NATURA βάση οδηγίας ΕΕ 92/43
NATURA_DESCR	VarChar	Λεκτικό της περιοχής NATURA βάση οδηγίας ΕΕ 92/43

ECO_TYPE		
----------	--	--

ECO_TYPE_ID	Numeric	Πρωτεύων κλειδί αυτόματης αρίθμησης
ECO_TYPE_CODE	VarChar	Κωδικός τύπου οικοτόπου
ECO_TYPE_DESCR	VarChar	Περιγραφή τύπου οικοτόπου

<b>ΤΥΠΟΣ_XRHSHS</b>		
ΤΥΠΟΣ_XRHSHS_ID	Numeric	Πρωτεύων κλειδί αυτόματης αρίθμησης
ΤΥΠΟΣ_XRHSHS_CODE	VarChar	Κωδικός τύπου χρήσης γης
ΤΥΠΟΣ_XRHSHS_DESCR	VarChar	Περιγραφή τύπου χρήσης γης

<b>TROPOS_ANADASOSIS</b>		
TROPOS_ANADASOSIS_ID	Numeric	Πρωτεύων κλειδί αυτόματης αρίθμησης
TROPOS_ANADASOSIS_CODE	Numeric	Κωδικός τρόπου αναδάσωσης
TROPOS_ANADASOSIS_DESCR	VarChar	Περιγραφή τρόπου αναδάσωσης

### 3.3. ΠΡΟΤΥΠΟ ΜΕΤΑ-ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

*Metadata is data about data. The term refers to any data used to aid the identification, description and location of networked electronic resources. Many different metadata formats exist, some quite simple in their description, others quite complex and rich.*

Η επιλογή των κατάλληλων μεταδεδομένων συνιστά κρίσιμο ζήτημα για κάθε έργο ψηφιοποίησης, καθώς μέσω αυτών επιτυγχάνεται η περιγραφή των ψηφιακών αρχείων και κατά συνέπεια η ανάκτηση ενός συγκεκριμένου αντικειμένου ή αντικειμένων με κοινά χαρακτηριστικά μέσα σε μια μεγάλη συλλογή. Χάρη στα μεταδεδομένα καθίσταται περιττή η αναζήτηση ελεύθερου κειμένου, καθώς σε κάθε

ψηφιακό αντικείμενο προστίθενται σημασιολογικά χαρακτηριστικά με τη βοήθεια των οποίων μειώνεται το εύρος των αποτελεσμάτων της αναζήτησης.

Η λειτουργικότητα των μεταδεδομένων μεγιστοποιείται, όταν ακολουθούνται καθιερωμένα πρότυπα. Με τον τρόπο αυτό, διευκολύνεται ακόμα περισσότερο η αναζήτηση, καθώς η περιγραφή των αντικειμένων γίνεται με τη βοήθεια κοινών και καλά καθορισμένων πεδίων τα οποία χρησιμοποιούνται και από τις υπηρεσίες αναζήτησης και επιτυγχάνεται η διαλειτουργικότητα των ψηφιακών συλλογών.

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός από πρότυπα μεταδεδομένων τα οποία μπορούν να βρουν εφαρμογή σε έργα ψηφιοποίησης. Το εύρος που καλύπτει καθένα από τα πρότυπα μεταδεδομένων είναι διαφορετικό. Για κάθε έργο ψηφιοποίησης σίγουρα υπάρχει το κατάλληλο πρότυπο που καλύπτει τις απαιτήσεις του έργου.

Στη παρούσα εργασία προτείνεται να χρησιμοποιηθεί το πρότυπο μεταδεδομένων ISO 19115, το οποίο χρησιμοποιείται από τα περισσότερα λογισμικά και έχει εγκριθεί από το Open GIS Consortium.

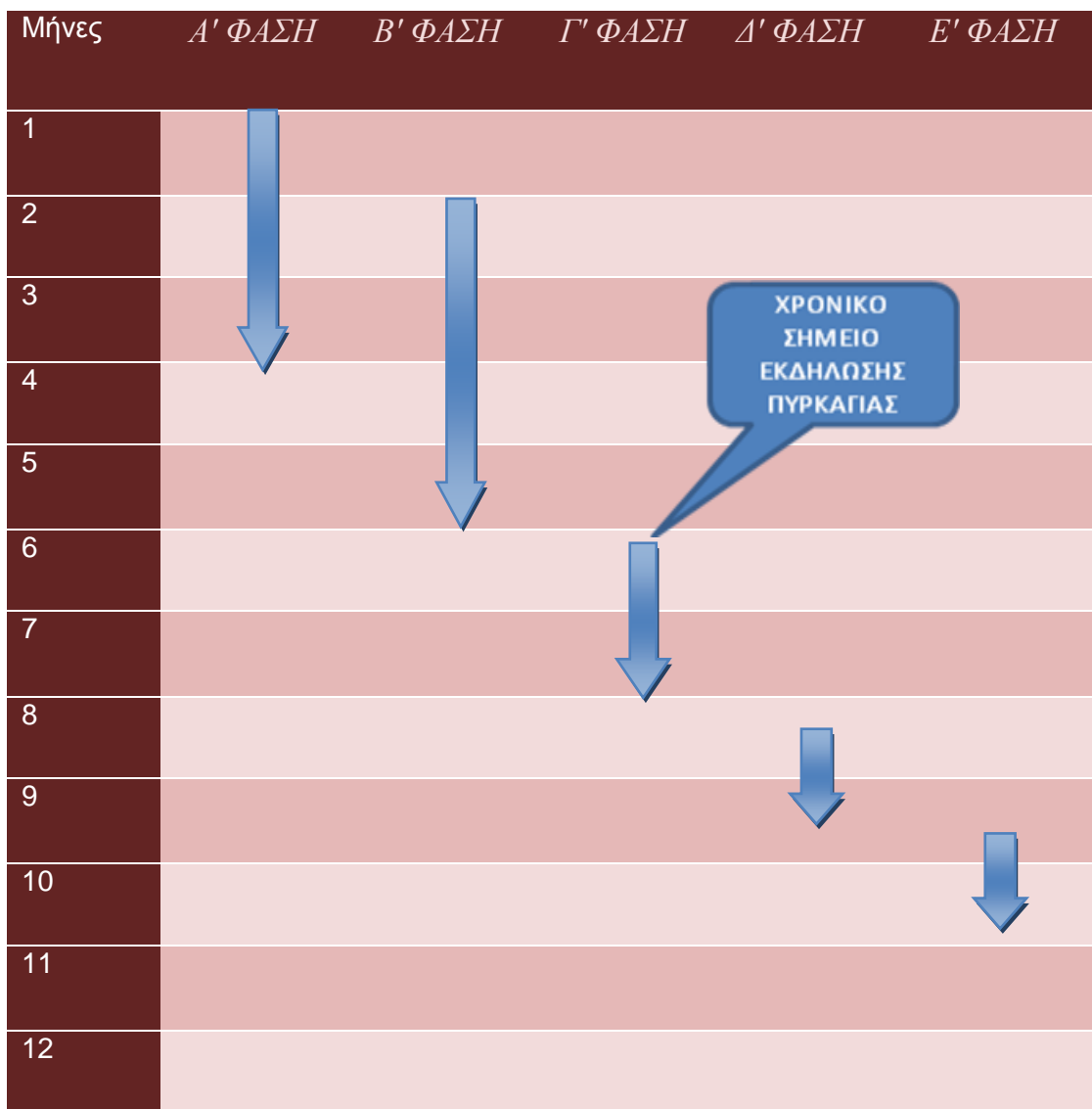
Το ISO 19115.2003 καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο θα περιγράφονται γεωγραφικές πληροφορίες και υπηρεσίες. Παρέχει πληροφορίες για την αναγνώριση, την έκταση, την ποιότητα, τη δομή, το γεωγραφικό ευρος και την κατανομή των γεωγραφικών δεδομένων. [10], [30]

### **3.4. Η ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ INSPIRE**

Για την υλοποίηση του ΨΣΑΠ θα πρέπει να ληφθούν υπόψη, τα πρότυπα (data specifications), τα μεταδεδομένα και τα μοντέλα δεδομένων τα οποία καθορίζονται από την οδηγία Inspire

### 3.5. ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ/ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η συνολική ημερολογιακή διάρκεια για εφαρμογή του ΨΣΑΠ σε κάθε περίπτωση καταστροφής υπολογίζεται σε 45 ημέρες. Ο αρχικός χρόνος υλοποίησης του ΨΣΑΠ υπολογίζεται σε 3 μήνες.



1. Ανάπτυξη ΨΣΑΠ	<b>Α΄ ΦΑΣΗ</b>
2. Ανάπτυξη διαδικτυακής εφαρμογής	
3. Προμήθεια απαραίτητου εξοπλισμού	
4. Προμήθεια δορυφορικών εικόνων - αεροφωτογραφιών (ανά έτος και σύνολο χώρας)	<b>Β΄ ΦΑΣΗ</b>
5. Προμήθεια δεδομένων από σχετικές υπηρεσίες	
6. Χαρτογράφηση της κατεστραμμένης δασικής έκτασης τηλεπισκόπησης-φωτοερμηνείας (περίπτωση εφαρμογής)	<b>Γ΄ ΦΑΣΗ</b>
7. Ψηφιοποίηση Πράξεων Εφαρμογής, Ανθρωπογενών χρήσεων γης και Αποφάσεων Αναδασώσεων (περίπτωση εφαρμογής)	
8. Χαρτογράφηση των και επιτόπιοι έλεγχοι αμφισβητούμενων (περίπτωση εφαρμογής)	
9. Παραγωγή ολοκληρωμένου ψηφιακού χάρτη ΨΣΑΠ ((περίπτωση εφαρμογής))	<b>Δ΄ ΦΑΣΗ</b>
10. Τελική παράδοσή του στο Δασαρχείο	
11. Υποβολή και έκδοση υπουργικής Απόφασης	
12. Κοινοποίηση σε όλες τις αρμόδιες υπηρεσίες	
13. Ανάρτηση στην ειδική διαδικτυακή εφαρμογή ΨΣΑΠ	<b>Ε΄ ΦΑΣΗ</b>

## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

### 4.1. ΟΦΕΛΗ ΤΟΥ ΨΣΑΠ

Θα μπορούσαμε να αναφερθούμε εκτενώς για το πόσο σημαντική είναι η χρήση ενός Ψηφιακού Συστήματος Άμεσης Προστασίας Καμένων Δασικών Εκτάσεων (ΨΣΑΠ) για τη συνολική και διαχρονική προστασία των δασικών εκτάσεων. Μια διαδικασία απλή τόσο στην σκέψη όσο και στην υλοποίηση που όμως μέχρι τώρα δεν έχει υιοθετηθεί από την πολιτεία αφού η χαρτογράφηση των καμένων δασικών εκτάσεων γίνεται με «πρωτόγονους» τρόπους

Τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη από τη χρήση του ΨΣΑΠ και της διαδικτυακής του μορφής είναι τα εξής:

1. Θα αναγνωρίζονται γρήγορα και με ασφάλεια οι καταστροφές στις ανθρωπογενείς χρήσεις (κτήρια, καλλιέργειες, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, υποδομές, κλπ) με αποτέλεσμα τη εξοικονόμηση χρόνου στις αποζημιώσεις.
2. Κάθε αρμόδια υπηρεσία (πολεοδομία, Νομαρχίες κλπ) θα γνωρίζει με εποπτικό και άμεσο τρόπο το καθεστώς κάθε περιοχής ώστε να μην επιτρέπονται παρερμηνείες.
3. Κάθε αρμόδια υπηρεσία και φορέας θα γνωρίζει εποπτικά που χρειάζεται τεχνητή αναγέννηση του δάσους ώστε υπό την καθοδήγηση των δασαρχείων να προβαίνουν σε δενδροφυτεύσεις.
4. Κάθε πολίτης θα έχει τη δυνατότητα να εισάγει τις συνταγμένες του γεωτεμαχίου που τον ενδιαφέρει και να βλέπει εάν εμπίπτει σε περιοχή που έχει καθοριστεί ως αναδασωτέα.

5. Κάθε πολίτης θα μπορεί να παρακολουθεί την εξέλιξη της αναδάσωσης κάθε περιοχής που καταστράφηκε, μέσω της περιοδικής ανανέωσης του δορυφορικού υποβάθρου. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η κοινωνική περιβαλλοντική ευαισθησία και αποθαρρύνονται προσπάθειες ακύρωσης της αναδάσωσης.
6. Γίνεται ένα σημαντικότερο βήμα για την εξάλειψη της βασικότερης απειλής των Δασικών οικοσυστημάτων, που είναι οι διεκδικήσεις και οι καταπατήσεις δασών και δασικών εκτάσεων και οι οποίες βέβαια δεν είναι άσχετες με τις δασικές πυρκαγιές.

### 4.2. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Με την παρούσα εργασία μελετήσαμε την ανάπτυξη ενός Ψηφιακού Συστήματος Άμεσης Προστασίας Καμένων Δασικών Εκτάσεων (ΨΣΑΠ). Το Πληροφοριακό αυτό Σύστημα πετυχαίνει την ταχύτατη καταγραφή των καταστραμμένων δασικών εκτάσεων σε ψηφιακή μορφή, με απλές διαδικασίες, οικονομικά και με μεγάλη ακρίβεια. Στόχος είναι, ο Ψηφιακός Χάρτης και η Βάση Δεδομένων του ΨΣΑΠ, να συμπεριλαμβάνονται στην Υπουργική Απόφαση Αναδάσωσης και στη συνέχεια να δημοσιεύονται στο διαδίκτυο έτσι ώστε τα δασικά όρια να είναι γνωστά στους πολίτες, σαφή, ακριβή και αδιαμφισβήτητα.

Για την ανάπτυξη, της εφαρμογής του ΨΣΑΠ, μελετήθηκαν οι απαιτήσεις του συστήματος, προσδιορίστηκε η μεθοδολογία υλοποίησης και τα κριτήρια και περιγράφηκαν οι προδιαγραφές του παραδοτέου προϊόντος. Στη συνέχεια κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής προτάθηκαν δύο αρχιτεκτονικά συστήματα ως περιπτώσεις εφαρμογής και δημιουργήθηκε η Βάση Δεδομένων που υλοποιεί το ΨΣΑΠ. Συμπληρωματικά μελετήθηκε και ο χρόνος υλοποίησης του Συστήματος.

Η αυτοματοποίηση απλών τεχνικών διαδικασιών, είναι κάτι που απαιτείται για την εξυγίανση του ελληνικού δημοσίου. Η δημιουργία του Ψηφιακού Συστήματος Άμεσης Προστασίας των Δασικών Εκτάσεων πετυχαίνει να αλλάξει μια παγιωμένη διαδικασία που επικρατεί στις Δασικές Υπηρεσίες και τα Δασαρχεία και που αποτελούσε



τροχοπέδη στη προστασία των Δασών. Παράλληλα θέτει διαφάνεια στις διαδικασίες αποχαρακτηρισμού δασικών εκτάσεων και καθιστά συμμετόχους τους πολίτες στη προστασία των Δασών. Επιτυγχάνεται έτσι, η συνολική και διαχρονική προστασία των δασικών εκτάσεων, που καταστρέφονται από πυρκαγιές.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ

- [1]. Γήτας Ζ. Ι., Rishmawi Ν. Κ. (2001), *Χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων με τη χρήση δορυφορικών εικόνων χαμηλής, μέσης - υψηλής και πολύ υψηλής ευκρίνειας. Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων*, Πρακτικά Συνεδρίου: *Αποκατάσταση Καμένων Εκτάσεων*, Αθήνα
- [2]. Κουτσόπουλος Κ. (2005), “*Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Και Ανάλυση Χώρου*”, Παπασωτηρίου, Αθήνα
- [3]. Κουτσόπουλος Κ. και Ανδρουλακάκης Ν. (2003), “*Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με χρήση του λογισμικού ArcGIS*”, Παπασωτηρίου, Αθήνα
- [4]. Δ. Αργιαλάς, Α. Τζώτσος, Χ. Ιωσηφίδης (2007) *Σύγχρονες τεχνολογίες τηλεπισκόπησης για την ανίχνευση, καταγραφή, παρακολούθηση, αποτίμηση πυρκαγιών και προστασία των πληγέντων περιοχών*. Διαφάνειες μαθηματος ΓΣΠ, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα Γεωπληροφορική, ΑΤΜ, ΕΜΠ
- [5]. Ε. Νικολάου, Α. Γκανάς, Ε. Αθανασίου, Α. Ρετάλης, (2000) *Χρήση δεικτών βλάστησης για τη διαχρονική χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων στην περιοχή του όρους Πεντέλη*.
- [6]. Ν. Ζαχαρίας, *Πρόληψη – Διαχείριση των φυσικών καταστροφών* (2007). Ημερίδα: *Ο ρόλος του Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού*, ΤΕΕ, ΠΣΔΑΤΜ, ΕΜΠ
- [7]. *ΝΟΜΟΣ ΥΠ’ ΑΡΙΘ. 3818/2010- ΦΕΚ Α 17/16.2.2010*
- [8]. *ΣΥΝΤΑΓΜΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ – Άρθρο 24*
- [9]. [http://ec.europa.eu/environment/forests/home\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/forests/home_en.htm)
- [10]. <http://www.opengeospatial.org/standards>
- [11]. <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/library>
- [12]. <http://www.unece.org/>
- [13]. <http://tvxs.gr/userpost/>
- [14]. <http://www.opengov.gr/minenv/>
- [15]. <http://www.inews.gr/28/anadasotees-me-nomo-oi-kamenes-ektaseis.htm>
- [16]. [www.gspa.gr/\(3104025789901298\)/documents/teyxos335-mail.pdf](http://www.gspa.gr/(3104025789901298)/documents/teyxos335-mail.pdf)
- [17]. [http://www.parnitha-np.gr/glk\\_master.pdf](http://www.parnitha-np.gr/glk_master.pdf)

- [18]. <http://www.hydroscope.gr/links/40-data.html>
- [19]. [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php)
- [20]. Chuvieco E., Ventura G. and Martín M.P., (2003) *Assessment of multitemporal compositing techniques of MODIS and AVHRR images for burned land mapping*, Remote Sensing of Environment
- [21]. *Climate change and sustainable forest management in Europe* Workshop on pan-European recommendations for afforestation and reforestation in the context of UNFCCC. 2006, Lithuania
- [22]. <http://www.forestinfo.org/>
- [23]. Ελευθεριάδης Ν. Α., Βέργος Σ., Τζώρτζη Τ. (2005), *Σχεδιασμός μετά την καταστροφή από πυρκαγιά στα δάση. Μ.Α.Ι.Χ.*, Πρακτικά Συνεδρίου: *Αποκατάσταση Καμένων Εκτάσεων*, ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Αθήνα
- [24]. Καρτέρης, Μ., Κούτσιας, Ν., Μαλλίνης, Γ. (2001) *Εφαρμογές δορυφορικών δεδομένων υψηλής και πολύ υψηλής ευκρίνειας στη χαρτογράφηση και παρακολούθηση καμένων εκτάσεων*, ΑΠΘ, Πρακτικά Συνεδρίου: *Αποκατάσταση Καμένων Εκτάσεων*, ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Αθήνα
- [25]. Χριστακόπουλος, Π., Βέρδη, Ι., (2001) *Αναδασωτικά έργα στην Αττική από την Δ/ση Αναδασώσεων Αττικής. Διαδικασία - Τεχνική - Προβλήματα - Περαιτέρω προοπτικές - Προτάσεις Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων* Πρακτικά Συνεδρίου: *Αποκατάσταση Καμένων Εκτάσεων*, ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Αθήνα
- [26]. ΑΓΡΟΓΗ ΑΕ *Τεχνικές Προδιαγραφές Έργου Δημιουργία Ενοτήτων Ελέγχου Ενιαίας Αίτησης, Οδηγίες φωτοερμηνείας*, 2008, Αθήνα
- [27]. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ: *Προδιαγραφές και χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του έργου «Κατάρτιση Μητρώου Χρηστών Υδατος στους Τομείς αρμοδιότητας των Υπουργείων Ανάπτυξης (Ενέργεια, Βιομηχανία, Εμπόριο ) και Τουρισμού»*
- [28]. ΔΗΜΟΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ: *Προδιαγραφές και χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του έργου «Ολοκληρωμένο Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα για το Δήμο Κερκυραίων»*
- [29]. <http://www.esri.com>
- [30]. <http://www.webopedia.com/>