

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

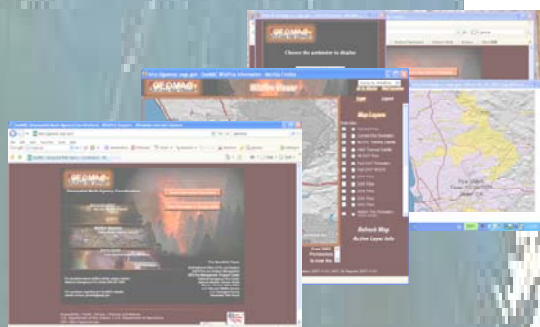
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου»

Κατεύθυνση Διαχείρισης φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών

**«Οι δασικές πυρκαγιές ως αποτέλεσμα των κλιματικών αλλαγών:
ο σχεδιασμός μιας διαδικτυακής χωρικής βάσης δεδομένων σχετικά με τις
δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα»**

Μεταπτυχιακή εργασία της Βασιλικής Αυγίκου



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου»

Κατεύθυνση Διαχείρισης φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών

**«Οι δασικές πυρκαγιές ως αποτέλεσμα των κλιματικών αλλαγών:
ο σχεδιασμός μιας διαδικτυακής χωρικής βάσης δεδομένων σχετικά με
τις δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα»**

Μεταπτυχιακή εργασία της Βασιλικής Αυγίκου
Επιβλέπων καθηγητής: Εμμανουήλ Στεφανάκης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Αθήνα, Οκτώβριος 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1. Τοποθέτηση Προβλήματος	6
2. Σκοπός εργασίας	6
3. Οργάνωση εργασίας.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	9
Το κλίμα και οι κλιματικές αλλαγές	9
1.1 Το κλίμα.....	9
1.1.1 Γενικά περί κλίματος	9
1.1.2 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου (Greenhouse Effect).....	10
1.2 Κλιματική αλλαγή.....	12
1.2.1 Η Κλιματική αλλαγή σήμερα.....	12
1.2.2. Μελλοντικές τάσεις	14
1.3 Η κατάσταση στην Ευρώπη.....	17
1.3.1 Κλιματική αλλαγή στην Ευρώπη.....	17
1.3.2 Επιπτώσεις	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	21
Κλιματικές αλλαγές και δασικές πυρκαγιές	21
2.1 Πώς σχετίζονται.....	22
2.2 Πυρκαγιές στη Νότια Ευρώπη και την Ελλάδα.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	28
Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και ΓΣΠ στο Διαδίκτυο	28
3.1 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.....	28
3.2 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) στο διαδίκτυο	30
3.2.1 Τα βασικά συστατικά μέρη των δικτυακών ΓΣΠ	31
3.2.2 Σχήματα Υλοποίησης ενός δικτυακού ΓΣΠ	35
3.3 Υπηρεσίες Διαδικτύου (Web Services)	35
3.4 Γεωχωρικές Υπηρεσίες Διαδικτύου (Geospatial Web Services).....	36
3.4.1 Τύποι Γεωχωρικών Υπηρεσιών Δικτύου (Geospatial Web Services).....	37
3.4.2 Εφαρμογές των Γεωχωρικών Υπηρεσιών Δικτύου στις δασικές πυρκαγιές ...	39
3.4.3 Λογισμικά Web GIS	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	52
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	52
4.1 Προσδιορισμός του προβλήματος	54
4.2 Καθορισμός Αρχιτεκτονικής του Συστήματος	55
4.3 Ανάπτυξη της Χωρικής Βάσης Δεδομένων	56
4.3.1 Παράγοντες που καθορίζουν το περιεχόμενο της Χωρικής Βάσης Δεδομένων.....	56
4.3.2 Ανάλυση και παρουσίαση των δεδομένων	68
4.4 Ανάπτυξη Διαδικτυακής Υπηρεσίας (Web Service)	83
4.5 Ανάπτυξη Διαδικτυακής Εφαρμογής (Web Application).....	84
4.6 Παραμετροποίηση.....	84
4.7 Καθορισμός ασφαλείας.....	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	85

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	85
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	89
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	98

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι κλιματικές αλλαγές είναι ένα από τα βασικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα, καθώς έχει αρνητικές επιπτώσεις σε κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας έχει συμβάλει σημαντικά στη συχνότερη εμφάνιση των δασικών πυρκαγιών, στην αύξηση της έντασής τους και στην καταστροφή ευρύτερων δασικών εκτάσεων και μη. Το γεγονός αυτό, έχει μεγάλη σημασία για την Ελλάδα, καθώς είναι μια χώρα με έντονο το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών. Η αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού παρουσιάζει πολλές δυσκολίες, λόγω της πολυπλοκότητας των παραμέτρων των δασικών πυρκαγιών. Η λύση μπορεί να δοθεί με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) και των δικτυακών Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Δικτυακά ΓΣΠ). Ήδη, σε πολλές χώρες χρησιμοποιούνται εφαρμογές των δικτυακών ΓΣΠ για την αντιμετώπιση του θέματος των δασικών πυρκαγιών. Στην Ελλάδα κάτι τέτοιο δεν ισχύει ακόμα. Η εργασία που ακολουθεί, αφορά στο σχεδιασμό της δημιουργίας ενός ολοκληρωμένου γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών για τις δασικές πυρκαγιές, με έμφαση στα δεδομένα που θα πρέπει να περιλαμβάνει μια τέτοια εφαρμογή.

Λέξεις κλειδιά: κλιματική αλλαγή, δασικές πυρκαγιές, ΓΣΠ, δικτυακά ΓΣΠ, Ελλάδα, Πάρνηθα.

ABSTRACT

Climate change is one of the main problems facing humanity, as it has negative social, economic and environmental effects. Global warming has contributed significantly to the frequency of forest fires incidents, increased the intensity and destruction of forests and other lands. This is particularly important for Greece, as a country with a strong effect of forest fires. Addressing this problem presents many difficulties, due to the complexity of the parameters of forest fires. The solution may be the use of GIS and Web GIS. Many countries have already used GIS web applications to address the issue of forest fires. For Greece this is not the case. The following study, presents the planning of implementation of an integrated geographical information system on forest fires, with emphasis on the data that should be included on such an application.

Key words: climate change, forest fires, GIS, Web GIS, Greece, Parnitha.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Τοποθέτηση Προβλήματος

Τα δάση και τα δασικά οικοσυστήματα διαμορφώνονται σε ένα μεγάλο βαθμό από φυσικές (πχ. ανεμοθύελλες, πυρκαγιές, κατολισθήσεις) και ανθρωπογενείς (π.χ. διαχείριση) διαταραχές, οι οποίες αναμένεται να μεταβληθούν κατά τον 21^ο αιώνα, ως συνέπεια της Παγκόσμιας Αλλαγής (IPCC, 2001a), και ιδίως της κλιματικής αλλαγής.

Σύμφωνα με την έκθεση αξιολόγησης της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) η παγκόσμια μέση θερμοκρασία του αέρα αυξήθηκε κατά $0,6 \pm 0,2$ °C κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα, σε συνδυασμό με 10-30% μείωση των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (IPCC, 2001a; Schar et al., 2004). Σε παγκόσμια κλίμακα, η άνοδος αυτή είναι πιθανόν να είναι η μεγαλύτερη από οποιονδήποτε άλλον αιώνα κατά τα τελευταία 1000 χρόνια (IPCC, 2001a). Αρκετές μελέτες έχουν υποδείξει ότι η αύξηση της ξηρασίας και της θερμοκρασίας είναι άμεσα συνδεδεμένη με την εμφάνιση των δασικών πυρκαγιών (Ryan, 2000; Flannigan & Wotton, 2001). Με την προοπτική της επιταχυνόμενης αλλαγής του κλίματος στο μέλλον, η συχνότητα, το μέγεθος και η ένταση των δασικών πυρκαγιών αναμένεται να αυξηθεί (Beniston, 2000; Conedera, 2003).

Είναι γεγονός ότι παρόλα τα μέτρα προστασίας και τις σύγχρονες τεχνικές πρόληψης και καταστολής των δασικών πυρκαγιών, οι στατιστικές μελέτες δείχνουν ότι για το διάστημα 2000-2006, η μέση δασική έκταση που κάηκε στις χώρες της νότιας Ευρώπης ήταν περισσότερο από 450.000 εκτάρια (European Parliament, 2008).

2. Σκοπός εργασίας

Οι δασικές πυρκαγιές είναι η πιο σημαντική φυσική οικολογική διαταραχή στον μεσογειακό χώρο. Το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα, είναι πολύ σημαντικό και συνεχώς επιδεινούμενο (European Commission 2002). Οι πυρκαγιές είναι ο βασικότερος παράγοντας υποβάθμισης και καταστροφής των Ελληνικών δασών.

Οι πυρκαγιές αποτελούν ιδιαίτερη πρόκληση για την προστασία των δασικών οικοσυστημάτων, ακόμη και στις πλέον ανεπτυγμένες τεχνολογικά χώρες, αφενός λόγω

της πολυπλοκότητας των διαφόρων παραμέτρων που επιδρούν στην εξάπλωσή τους, και αφετέρου λόγω του μεγέθους και της έντασής τους (Alexander 2000).

Ένα κρίσιμο ζήτημα που συνδέεται με την επιτυχή διαχείριση των πυρκαγιών και του σχεδιασμού είναι η διαθεσιμότητα κατάλληλων χωρικών δεδομένων. Η έλλειψη αυτών, επηρεάζει σημαντικά τις δράσεις για την προστασία και την αποκατάσταση των πυρόπληκτων φυσικών οικοσυστημάτων. Από την άλλη πλευρά, τα κατάλληλα περιγραφικά και χωρικά δεδομένα παρελθόντων πυρκαγιών μπορεί να συμβάλουν στην καλύτερη κατανόηση και επεξήγηση των αιτιών έναρξης και εξάπλωσης της πυρκαγιάς. Ένα σύστημα λήψης αποφάσεων ικανό να υποστηρίζει τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών προϋποθέτει μια πλήρη, λεπτομερή και ακριβή βάση δεδομένων των καμένων επιφανειών.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ), μπορούν να εμπλακούν πετυχημένα, ως ένα σύγχρονο εργαλείο χωρικής επεξεργασίας και μοντελοποίησης δεδομένων του περιβάλλοντος, στη γεωγραφική ανάλυση εμφάνισης πυρκαγιών και εκτίμησης του κινδύνου αυτών (Chou, 1992).

Σήμερα, η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και του διαδικτύου σε συνδυασμό με τις ολοένα αυξανόμενες ανάγκες διάχυσης και επεξεργασίας της πληροφορίας, καθιστούν επιτακτική την αυξημένη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και μάλιστα, των συστημάτων που λειτουργούν σε πραγματικό χρόνο μέσω διαδικτύου.

Τόσο σε παγκόσμιο (British Columbia Natural Disturbance Database), όσο και ευρωπαϊκό επίπεδο (The Database on Forest Disturbances in Europe –DFDE), τέτοιου είδους βάσεις έχουν δημιουργηθεί και βρίσκονται αναρτημένες στο διαδίκτυο.

Στην Ελλάδα, η χρήση αντίστοιχων βάσεων δεδομένων είναι κάτι σχετικά πρόσφατο, και πολύ περιορισμένο. Έτσι, ένας μεγάλος όγκος πληροφοριών σχετικά με τις δασικές πυρκαγιές, βρίσκεται διασκορπισμένος σε διαφορετικές δημόσιες υπηρεσίες, ιδρύματα, κλπ., και είναι πολύ δύσκολα προσβάσιμος.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η παρουσίαση μίας εφαρμογής που θα αφορά στη δημιουργία ενός διαδικτυακού ολοκληρωμένου γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών για τις δασικές πυρκαγιές, στην Ελλάδα. Έμφαση δίνεται στο είδος των στοιχείων που θα περιέχει η χωρική βάση δεδομένων της εφαρμογής, ώστε να παρέχει μια ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης των δασικών πυρκαγιών.

3. Οργάνωση εργασίας

Στο πρώτο κεφάλαιο του κυρίου μέρους της εργασίας γίνεται μια γενική αναφορά στο κλίμα και τη φυσική μεταβλητότητά του, στις κλιματικές αλλαγές, στην υπερθέρμανση και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επίσης, μελετούνται οι κλιματικές αλλαγές στην Ευρώπη και οι επιπτώσεις τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται, η σχέση της αλλαγής του κλίματος και του δάσους, και ειδικότερα οι δασικές πυρκαγιές ως αποτέλεσμα των κλιματικών αλλαγών. Έπειτα, δίνονται στοιχεία για τις δασικές πυρκαγιές στην Ευρώπη και στην Ελλάδα.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) και πώς αυτά μπορούν να φανούν χρήσιμα στη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών. Στη συνέχεια, αναλύονται τα διαδικτυακά Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Web GIS), ο τρόπος που αυτά υλοποιούνται και παράλληλα, παρατίθενται εφαρμογές τους που αφορούν στις δασικές πυρκαγιές. Ακολουθεί παρουσίαση δύο από τα πιο διαδεδομένα λογισμικά για τη δημιουργία δικτυακών ΓΣΠ εφαρμογών, του ArcGIS Server της εταιρείας ESRI και του MapServer, ενός λογισμικού Ανοικτού Κώδικα (Open Source).

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναπτύσσεται η μεθοδολογία για τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών για τις δασικές πυρκαγιές. Η προσέγγιση αφορά στο σχεδιασμό της εφαρμογής, ενώ η εργασία επικεντρώνεται στα δεδομένα που θα πρέπει να περιλαμβάνει μια τέτοια εφαρμογή.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εργασία, προτείνονται πιθανές επεκτάσεις της εφαρμογής και γίνεται μια αναφορά στην ελληνική πραγματικότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Το κλίμα και οι κλιματικές αλλαγές

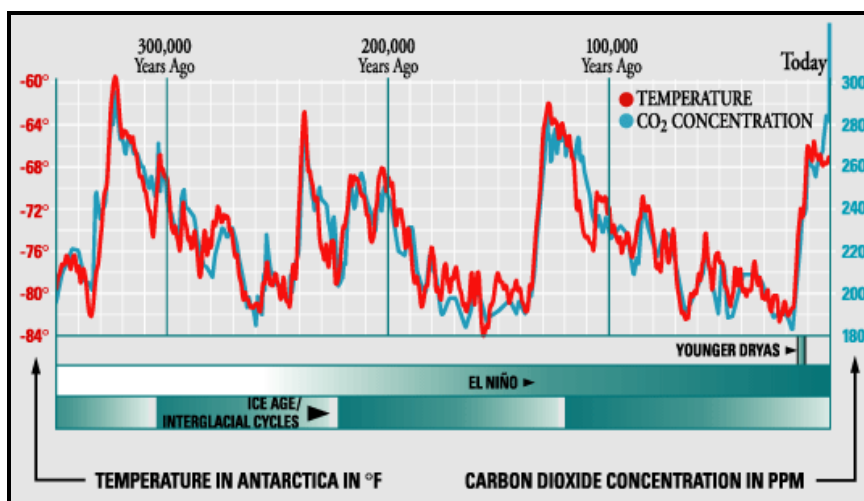
1.1 Το κλίμα

1.1.1 Γενικά περί κλίματος

Με τον όρο κλίμα εννοούμε τη μέση καιρική κατάσταση ενός τόπου κατά τη διάρκεια του έτους. Η καιρική αυτή κατάσταση εξάγεται με μακροχρόνιες παρατηρήσεις και καθορίζεται με μέσες τιμές, όπως μέση ετήσια θερμοκρασία και μέση ετήσια βροχόπτωση. Το κλίμα επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, την ατμοσφαιρική πίεση, την υγρασία της ατμόσφαιρας, τη βροχόπτωση, τους ανέμους και το ενεργειακό ισοζύγιο της γης.

Η Γη στη διάρκεια της γεωλογικής ιστορίας της, γνώρισε σημαντικές κλιματικές μεταβολές. Όπως αναφέρει ο Bryson (Bryson, 1975), το κλίμα δεν είναι σταθερό και τείνει να μεταβάλλεται. Ότι θεωρούμε τώρα σαν κανονικό κλίμα, δεν ισχύει υπό την προοπτική των αιώνων που πέρασαν.

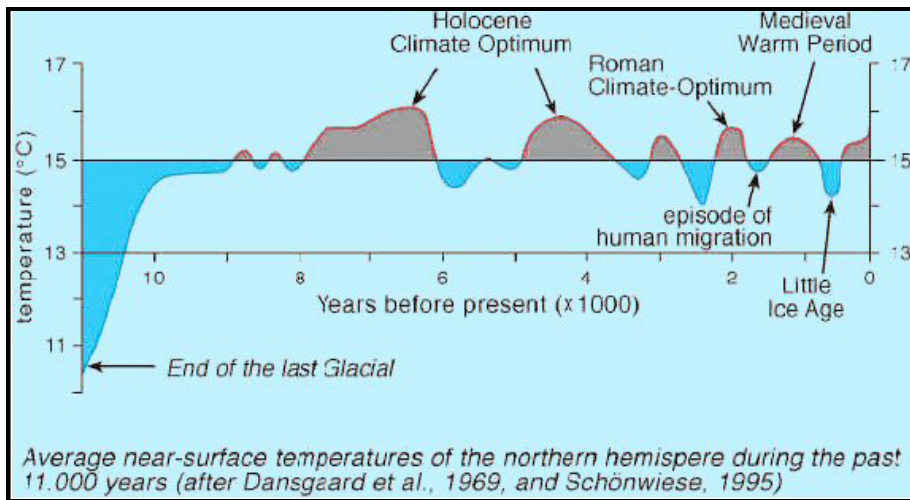
Σε γενικές γραμμές, κατά τη διάρκεια των τελευταίων 400.000 ετών, το κλίμα παρουσίασε μία περιοδική εναλλαγή μεταξύ παγετωδών και θερμών περιόδων. Η τελευταία περίοδος των παγετών άρχισε 120.000 χρόνια πριν και έληξε μόλις πριν 16.000 χρόνια, ακολούθως η γη διανύει μια θερμή περίοδο (Ακύλας κ.α., 2005) (σχ.1).



Σχήμα 1: μεταβολές θερμοκρασίας τα τελευταία 350.000 χρόνια

Πηγή: www.scienceblogs.com

Η τελευταία μεγάλη κλιματική μεταβολή, είναι η Μικρή Παγετώδης Περίοδος (The Little Ice Age) η οποία κορυφώνεται στο διάστημα 1430 – 1850 μ.Χ. (σχ.2).



Σχήμα 2: μέση επιφανειακή θερμοκρασία στο βόρειο ημισφαίριο τα τελευταία 11.000 χρόνια.

Πηγή: Biopolitics International Organization

Φυσικές διαδικασίες, όπως οι μεταβολές της ηλιακής ακτινοβολίας, οι μεταβολές στις τροχιακές παραμέτρους του πλανήτη και η ηφαιστειακή δραστηριότητα, μπορούν να μεταβάλλουν το κλίμα. Το κλιματολογικό σύστημα μπορεί επίσης να επηρεαστεί από αλλαγές της συγκέντρωσης των διαφόρων αερίων της ατμόσφαιρας, η οποία επηρεάζει την απορρόφηση της ακτινοβολίας της γης (Σακιώτης, 2002).

1.1.2 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου (Greenhouse Effect)

Τα αέρια του θερμοκηπίου (που περιλαμβάνουν κυρίως το CO_2 και τους υδρατμούς) σχηματίζουν ένα "στρώμα" πάνω από το έδαφος της Γης σε ένα ορισμένο ύψος, ώστε αφού επιτρέψουν να εισέλθει η υπέρυθρη ακτινοβολία του ήλιου, αυτή απορροφάται κατά ένα μέρος από τη Γη και την ατμόσφαιρα., ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στο διάστημα.

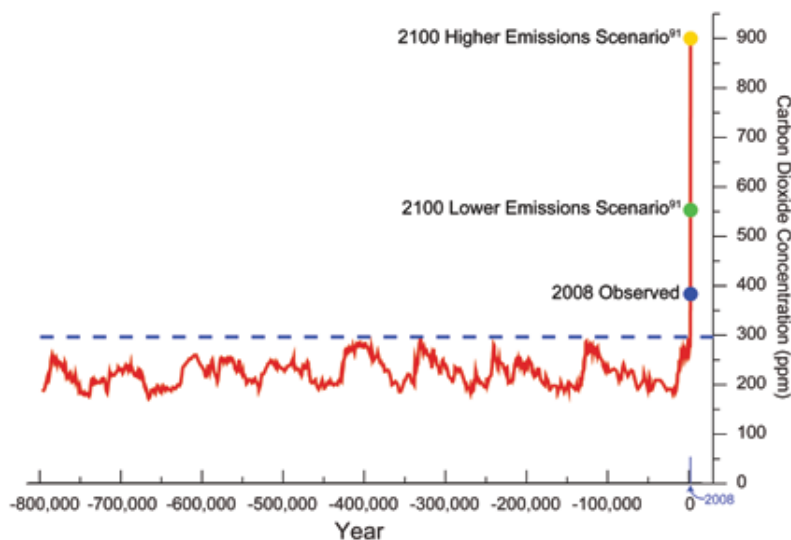
Το ποσοστό που περνά στην ατμόσφαιρα αντανακλάται από την επιφάνεια της γης με μεγαλύτερο μήκος κύματος. Μέρος αυτής, απορροφάται από τα αέρια του θερμοκηπίου με αποτέλεσμα να θερμαίνονται και να επανεκπέμπουν μέρος της ακτινοβολίας πίσω στη Γη.

Περίπου το 86% της κατακρατούμενης από την ατμόσφαιρα γήινης ακτινοβολίας, οφείλεται στην παρουσία υδρατμών (H_2O), διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και νεφών. Οι υδρατμοί αποτελούν το πλέον ενεργό συστατικό, κατά ποσοστό 60%, ενώ μικρότερη

συνεισφορά έχουν και τα αέρια μεθανίου (CH_4), οξειδίου του νατρίου (N_2O) και όζοντος (O_3) (περίπου 8%).¹

Το στρώμα των αερίων λοιπόν, επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας, ενώ ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, και αυξάνεται η θερμοκρασία της Γης στους $16,1^\circ\text{C}$. Η λειτουργία αυτή θυμίζει τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου και έτσι, ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε, το 1822, «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Επομένως, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, είναι η φυσική διεργασία χωρίς την οποία, η μέση θερμοκρασία της Γης θα ήταν κατά 34°C χαμηλότερη και η ζωή στην επιφάνειά της δε θα μπορούσε να συντηρηθεί (Ακύλας κ.α., 2005).

Ως αποτέλεσμα, μία σημαντική αύξηση στη συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου, οδηγεί σε άνοδο της θερμοκρασίας, η οποία μπορεί να έχει επιζήμιες επιπτώσεις για τη ζωή πάνω στη γη. Σύμφωνα με στοιχεία από την ανάλυση των πάγων της Ανταρκτικής, τα τελευταία 800.000 χρόνια, η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) στην ατμόσφαιρα, μεταβλήθηκε επανηλλημένα (σχ. 3), παίζοντας καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του παγκόσμιου κλίματος (Thomas et al., 2009). Τα αίτια των μεταβολών της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) είχαν αποκλειστικά φυσική προέλευση.



Σχήμα 3: μεταβολές της συγκέντρωσης του CO_2 τα τελευταία 800.000 χρόνια
Πηγή: Thomas et al., 2009

¹Physics 4u: η φυσική στο διαδίκτυο, <http://www.physics4u.gr/faq/greenhouse.html#e>

Με τη βιομηχανική επανάσταση του 18^{ου} αιώνα ο άνθρωπος προκάλεσε ραγδαία αύξηση στη συγκέντρωση αρκετών αερίων του θερμοκηπίου, σε επίπεδα που δεν έχουν προηγούμενο. Όπως βλέπουμε στο παρακάτω πίνακα (πιν. 1), στην περίπτωση του διοξειδίου του άνθρακα, η αύξηση αυτή ήταν της τάξεως του 31%, για την περίοδο 1750-1998. Τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, οφείλονται σε χρήση ορυκτών καυσίμων, ενώ το υπόλοιπο μέρος, προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποδάσωσης.

<u>Αέρια θερμοκηπίου με τη μεγαλύτερη αύξηση συγκέντρωσης</u>			
<u>Αέριο</u>	<u>Επίπεδα 1998</u>	<u>Αύξηση από το 1750</u>	<u>Ποσοστό αύξησης</u>
Διοξείδιο του άνθρακα	365 ppm	87 ppm	31%
Μεθάνιο	1,745 ppb	1,045 ppb	150%

Πίνακας 1: Αέρια θερμοκηπίου με τη μεγαλύτερη αύξηση συγκέντρωσης

Πηγή: Physics 4u: η φυσική στο διαδίκτυο, <http://www.physics4u.gr/faq/greenhouse.html#e>

Πλέον, όταν αναφερόμαστε στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, δεν εννοούμε τη φυσική διεργασία αλλά την έξαρση του φαινομένου, λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

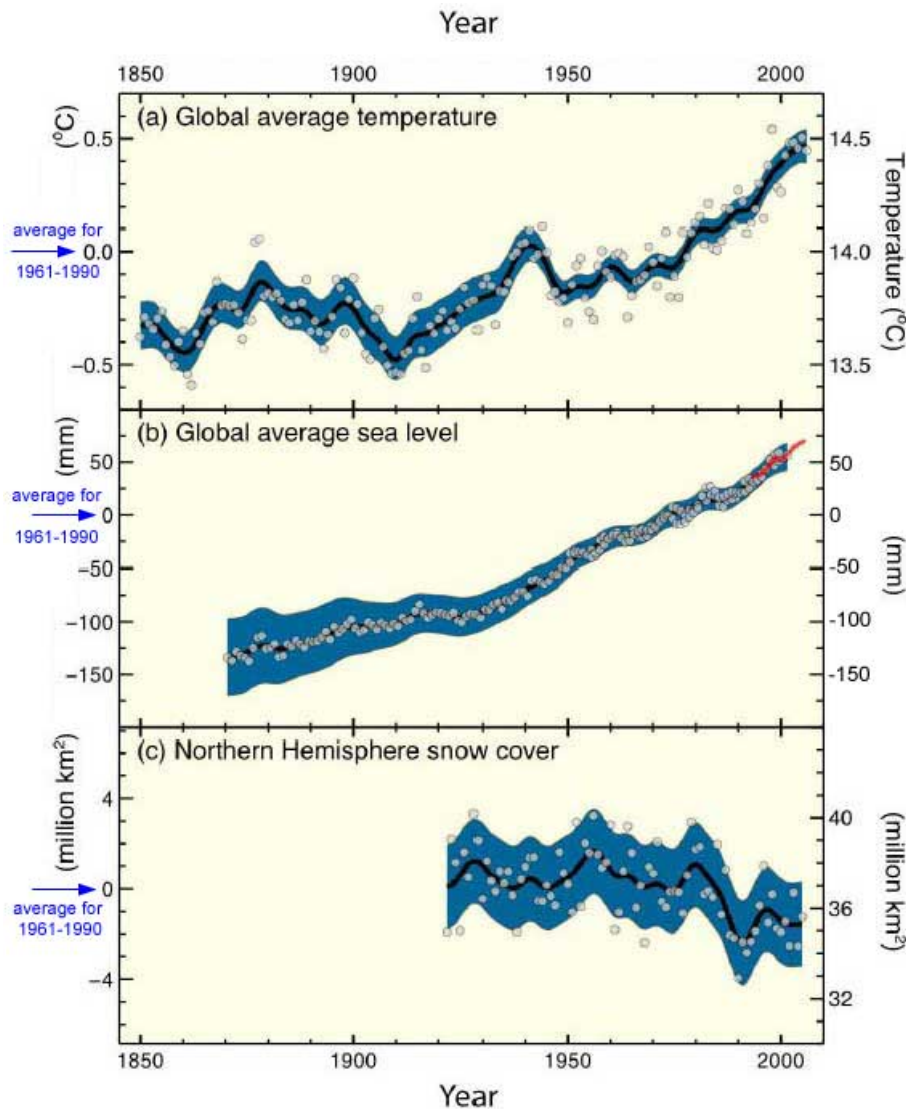
1.2 Κλιματική αλλαγή

1.2.1 Η Κλιματική αλλαγή σήμερα

Όπως προκύπτει πλέον από τις παρατηρούμενες αυξήσεις των παγκόσμιων μέσων θερμοκρασιών της ατμόσφαιρας και των ωκεανών, την εκτεταμένη τήξη του χιονιού και του πάγου, και την αυξανόμενη παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας, η άνοδος των θερμοκρασιών στο κλιματικό σύστημα είναι αναμφισβήτητη, (Thomas et al., 2009).

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 100 ετών (1906-2005), η παγκόσμια θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά 0,74 °C, που είναι μεγαλύτερο από το 0,6 που είχε προβλεφθεί (IPCC, 2007). Η παγκόσμια στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί κατά 17 εκατοστά στη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα, εν μέρει λόγω της τήξης του χιονιού και του πάγων. Περισσότερες περιφερειακές αλλαγές έχουν παρατηρηθεί, συμπεριλαμβανομένων των μεταβολών στη θερμοκρασία της Αρκτικής και του όγκου των πάγων, της αλατότητας των ωκεανών, της

ξηρασίας, των βροχοπτώσεων, της συχνότητας των κυμάτων καύσωνα και της έντασης των τροπικών κυκλώνων (IPCC, 2007).



Σχήμα 4: Μεταβολές που παρατηρήθηκαν (α), στην παγκόσμια μέση επιφανειακή θερμοκρασία, (β) στην παγκόσμια μέση αύξηση της στάθμης της θάλασσας και (γ) στη χιονόπτωση στο Βόρειο Ημισφαίριο για τον Μάρτιο-Απρίλιο. Όλες οι αλλαγές είναι σε σχέση με τις αντίστοιχες μέσες τιμές για την περίοδο 1961-1990. Οι καμπύλες αντιπροσωπεύουν δεκαετής μέσες τιμές, ενώ κύκλοι δείχνουν ετήσιες τιμές.

Πηγή: (IPCC ,2007), σελ.6

Η συνεχιζόμενη εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου σε επίπεδα ίσα ή πάνω από τα σημερινά, θα προκαλέσει περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας και θα επιφέρει πολλές

αλλαγές στο παγκόσμιο κλιματικό σύστημα κατά τον 21^ο αιώνα , οι οποίες θα είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές που παρατηρήθηκαν τον 20^ο αιώνα.

1.2.2. Μελλοντικές τάσεις

Με σκοπό την αξιολόγηση των κινδύνων και του ρίσκου που επέρχεται με την παγκόσμια αλλαγή του κλίματος, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change - *IPCC*) κατέληξε στην κατασκευή διαφορετικών μοντέλων για τις πιθανές μελλοντικές προβλέψεις, που περιγράφονται στην ειδική έκθεση της *IPCC* για τα Σενάρια Εκπομπών (Nakicenovic and Swart, 2000).

Τα σενάρια αυτά κατατάσσονται σε τέσσερις ομάδες (A1, A2, B1 και B2), που εξερευνούν διαφορετικούς δρόμους ανάπτυξης, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα δημογραφικών, οικονομικών και τεχνολογικών παραμέτρων και τις συνακόλουθες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Τα σενάρια αυτά δεν περιλαμβάνουν πρόσθετες πολιτικές για το κλίμα πέρα από τις υπάρχουσες. Οι προβολές των εκπομπών που χρησιμοποιούνται ευρέως στις εκτιμήσεις της μελλοντικής αλλαγής του κλίματος, και οι υποθέσεις τους όσον αφορά τις κοινωνικό-οικονομικές, δημογραφικές και τεχνολογικές αλλαγές χρησιμεύουν ως δεδομένα για πολλά σενάρια αξιολόγησης της τρωτότητας και των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. (βλ. Παράρτημα).

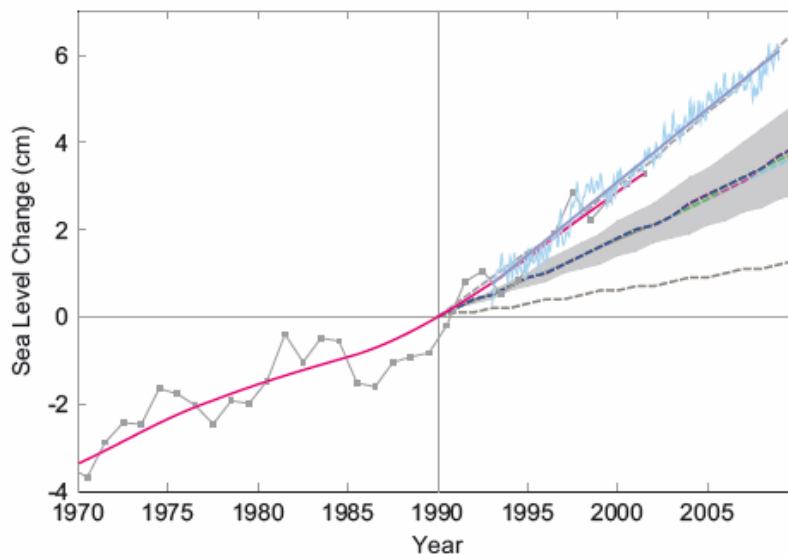
Με βάση τα σενάρια εκπομπών της *IPCC*, για τις επόμενες δύο δεκαετίες προβλέπεται μια αύξηση της θερμοκρασίας κατά περίπου 0,2 °C ανά δεκαετία. Ακόμη και αν οι συγκεντρώσεις όλων των αερίων του θερμοκηπίου και τα αερολύματα διατηρηθούν στα επίπεδα του 2000, μια περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας κατά περίπου 0,1 °C ανά δεκαετία, θα πρέπει να αναμένεται (πιν. 2) (*IPCC*, 2007). Επιπλέον, ένα πρόσθετο 0,1°C έως 1,5°C προβλέπεται από την τρωτότητα της γης και των δεξαμενών των ωκεανών (Richardson et al., 2009).

Case	Temperature change (°C at 2090-2099 relative to 1980-1999) ^{a, d}		Sea level rise (m at 2090-2099 relative to 1980-1999)
	Best estimate	Likely range	Model-based range excluding future rapid dynamical changes in ice flow
Constant year 2000 concentrations ^b	0.6	0.3 – 0.9	Not available
B1 scenario	1.8	1.1 – 2.9	0.18 – 0.38
A1T scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.45
B2 scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.43
A1B scenario	2.8	1.7 – 4.4	0.21 – 0.48
A2 scenario	3.4	2.0 – 5.4	0.23 – 0.51
A1FI scenario	4.0	2.4 – 6.4	0.26 – 0.59

Πίνακας 2: προβλεπόμενη παγκόσμια μέση θερμοκρασία και αύξηση της στάθμης της θάλασσας στα τέλη του 21^{ου} αιώνα

Πηγή: IPCC, 2007, σελ.8

Από το 2007 και μετά, συγκρίνοντας τις προβλέψεις του 1990 της IPCC με παρατηρήσεις, βλέπουμε ότι ορισμένοι κλιματικοί δείκτες αλλάζουν κοντά στο άνω άκρο που υποδεικνύεται από τις προβλέψεις, ή, όπως στην περίπτωση της στάθμης της θάλασσας, με ακόμα μεγαλύτερες ταχύτητες από ό, τι προκύπτει από τις προβλέψεις της IPCC (Σχ. 5) (Richardson et al., 2009).



Σχήμα 5: Αλλαγές της στάθμης της θάλασσας από το 1970 έως το 2008, σε σχέση με αυτή του 1990. Οι συμπαγείς γραμμές βασίζονται σε παρατηρήσεις. Τα δεδομένα των πιο πρόσφατων ετών βασίζονται σε δορυφορικές παρατηρήσεις. Οι διακεκομμένες γραμμές συμβολίζουν προβλέψεις των σεναρίων της IPCC και οι σκίαση το εύρος των αποκλίσεων.

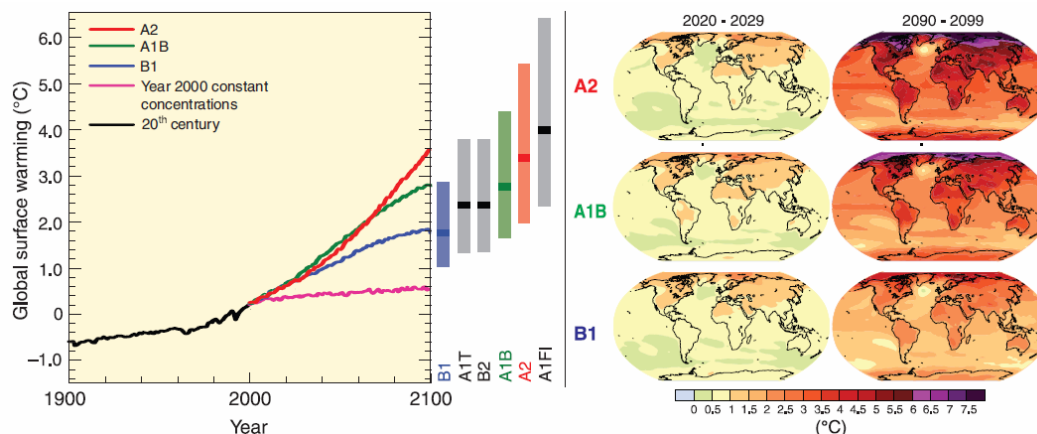
Πηγή: Richardson et al., 2009, σελ.11

Το ποσοστό της ανόδου της στάθμης της θάλασσας έχει αυξηθεί κατά την περίοδο από το 1993 έως το παρόν, κυρίως λόγω της αυξανόμενης συνεισφοράς της απώλειας πάγου από την Γροιλανδία και την Ανταρκτική.

Νέες εκτιμήσεις υποδηλώνουν μια αύξηση της επιφάνειας της θάλασσας της τάξης του ενός μέτρου ή και περισσότερο μέχρι το 2100 (Caldeira, 2009).

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας δεν θα σταματήσει στο 2100. Αλλαγές στη θερμοκρασία των ωκεανών θα συνεχίσουν να επηρεάζουν το επίπεδο της θάλασσας για αρκετούς αιώνες. Η τήξη και η απώλεια των πάγων στην Ανταρκτική και τη Γροιλανδία θα συνεχίσουν, επίσης, για αιώνες στο μέλλον. Στην πραγματικότητα, ακόμα και αν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου πέσουν στο μηδέν, η παγκόσμια μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης μετά βίας θα μειωθεί κατά τα πρώτα χιλιάδες χρόνια. (Richardson et al., 2009)

Σύμφωνα με την 4^η αναφορά του IPCC οι προβλεπόμενες αυξήσεις της θερμοκρασίας κατά τον 21^ο αιώνα παρουσιάζουν ένα γεωγραφικό πρότυπο ανεξάρτητο με αυτό που παρατηρήθηκε κατά το παρελθόν. Δηλαδή, η αύξηση θα είναι μεγαλύτερη στα ηπειρωτικά και στα πιο μεγάλα βόρεια γεωγραφικά πλάτη, ενώ θα είναι μικρότερη στο Νότιο Ωκεανό και σε τμήματα του Βόρειου Ατλαντικού Ωκεανού (εικ.1).



Εικόνα 1: Αριστερά: οι συνεχείς γραμμές συμβολίζουν τη μέση παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας για τα Σενάρια Πρόβλεψης (SRES) της IPCC, A2, A1B, και B1. η πορτοκαλί γραμμή είναι για το πείραμα κατά το οποίο οι συγκεντρώσεις του CO₂ παραμένουν στα ίδια επίπεδα με αυτά του 2000.

Δεξιά: προβλεπόμενες αλλαγές στη θερμοκρασία της επιφάνειας της γης για τις αρχές και τα τέλη του 21^{ου} αιώνα, σε σχέση με την περίοδο 1980-1999.

Πηγή: IPCC, 2007, σελ. 46

Προβλέπεται συρρίκνωση της περιοχής χιονοκάλυψης και μείωση της έκτασης του θαλάσσιου πάγου, τόσο στην Αρκτική όσο και στην Ανταρκτική, σε όλα τα Σενάρια Πρόβλεψης (SRES). Ειδικά, σε ορισμένα σενάρια, ο καλοκαιρινός πάγος της Αρκτικής Θάλασσας εξαφανίζεται εντελώς μέχρι τα τέλη του 21^{ου} αιώνα (IPCC, 2007).

Είναι πολύ πιθανό ότι τα ακραία καιρικά φαινόμενα όπως, τα κύματα καύσωνα, οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες και οι έντονες βροχοπτώσεις θα γίνουν πιο συχνές. Καθώς επίσης, και οι τροπικοί κυκλώνες θα είναι πιο έντονοι, με μεγαλύτερες ταχύτητες του ανέμου και πιο βαριές βροχοπτώσεις που θα οδηγήσουν σε συνεχιζόμενες αυξήσεις της επιφανειακής θερμοκρασίας των τροπικών θαλασσών (IPCC, 2007).

Οι έντονες τροπικές καταιγίδες θα κινηθούν προς τους πόλους με επακόλουθες αλλαγές στα μοτίβα των ανέμων, της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας, συνεχίζοντας έτσι, την τάση που έχει παρατηρηθεί κατά το τελευταίο μισό αιώνα (IPCC, 2007).

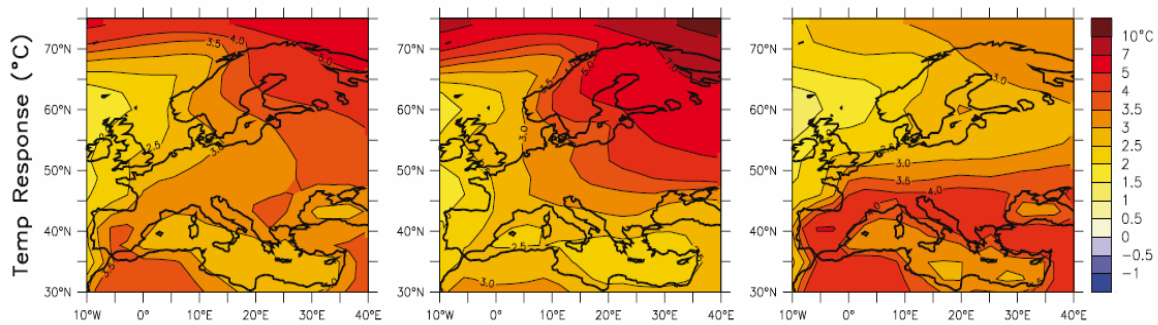
Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ότι μέχρι τα μέσα του αιώνα, η ετήσια απορροή των ποταμών και η διαθεσιμότητα του νερού θα αυξηθούν στα υψηλά γεωγραφικά πλάτη (και σε ορισμένες τροπικές υγρές περιοχές) και θα μειωθούν σε ορισμένες ξηρές περιοχές, στα μέσα γεωγραφικά πλάτη και σε τροπικές περιοχές.

Υπάρχει επίσης μεγάλη πιθανότητα ότι πολλές ημιάγονες (semi-arid) περιοχές (Μεσόγειος, Δυτικές Ηνωμένες Πολιτείες, Νότια Αφρική και Βορειοανατολική Βραζιλία), θα υποστούν μείωση των υδάτινων πόρων λόγω της αλλαγής του κλίματος (IPCC, 2007).

1.3 Η κατάσταση στην Ευρώπη

1.3.1 Κλιματική αλλαγή στην Ευρώπη

Οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών αναμένεται να γίνουν όλο και πιο σοβαρές, για περισσότερους ανθρώπους και περιοχές, καθώς η αύξηση της θερμοκρασίας εντείνεται.. Η ετήσια μέση θερμοκρασία στην Ευρώπη το 2007 είναι ήδη 1.2 °C πάνω από τα επίπεδα της προβιομηχανικής εποχής. Σύμφωνα με τους επιστήμονες, η μέση ετήσια θερμοκρασία προβλέπεται να ανέβει 1–5,5 °C, με τη μεγαλύτερη αύξηση να εμφανίζεται στην Ανατολική, Βορειοανατολική και Μεσογειακή Ευρώπη το καλοκαίρι (European Environment Agency, 2008).

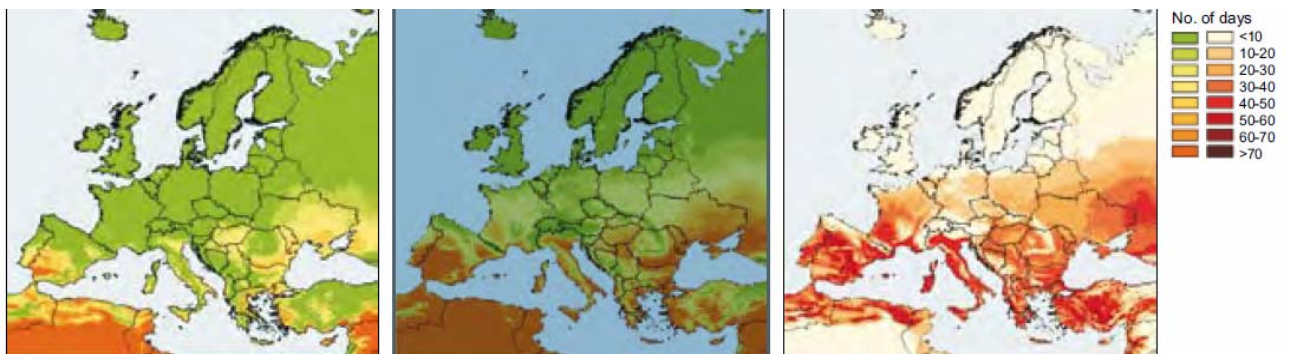


Εικόνα 2: αλλαγές στη μέση θερμοκρασία στην Ευρώπη μεταξύ 1980-1999.

Πηγή: European Environment Agency, 2008 σελ. 45

Οι ακραίες χαμηλές θερμοκρασίες θα γίνουν πιο σπάνιες, ενώ οι ακραίες υψηλές θερμοκρασίες θα αυξηθούν. Τα καταγραφθέντα στοιχεία, δείχνουν τριπλασιασμό της συχνότητας των ακραίων καιρικών φαινομένων, μεταξύ 1880 και 2005. (Della-Marta *et al.*, 2007). Σύμφωνα με τους επιστήμονες, ο καύσωνας που έπληξε την Ευρώπη τον Αύγουστο του 2003 οφειλόταν κατά πάσα πιθανότητα στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Το καλοκαίρι εκείνο ήταν το θερμότερο των τελευταίων 500 χρόνων. (Luterbacher *et al.*, 2004) Ως αποτέλεσμα του καύσωνα 22.000-35.000 άνθρωποι έχασαν την ζωή τους.

Συνολικά στην Ευρώπη, τα κύματα καύσωνα φαίνεται ότι θα αυξηθούν σε συχνότητα, ένταση και διάρκεια, ενώ θα υπάρξει μια σημαντική αύξηση των τροπικών νυχτών κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Οι περιοχές που θα επηρεασθούν περισσότερο είναι, η Ιβηρική Χερσόνησος, οι Άλπεις, η Ανατολική Αδριατική θάλασσα και η Νότια Ελλάδα (European Environment Agency, 2008).



Εικόνα. 3: συχνότητα τροπικών νυχτών στην Ευρώπη για τα καλοκαίρια 1961-1990 και 2071- 2100.

Σημείωση: περίοδος 1961-1990 (αριστερά), σενάριο για την περίοδο 2071-2100 (δεξιά), και οι προβλεπόμενες αλλαγές μεταξύ των περιόδων

Πηγή: (European Environment Agency, 2008), σελ.47

Τα κλιματικά μοντέλα, προβλέπουν αλλαγές στη βροχόπτωση και συγκεκριμένα αύξηση στη Βόρεια Ευρώπη και μείωση στη Νότια. Οι αλλαγές αυτές ποικίλουν από 5 έως 20 % στη Βόρεια Ευρώπη και – 5 έως – 30 % στη Νότια και στη Μεσόγειο, όπου θα έχουν πιο ξερά καλοκαίρια. (European Environment Agency, 2008).

Ο αριθμός των έντονων βροχοπτώσεων έχει αυξηθεί, σε συνδυασμό με την αύξηση της θερμοκρασίας και αύξηση της ατμοσφαιρικής εξάτμισης, ακόμη και για περιοχές με μείωση της μέσης βροχόπτωσης, όπως η Κεντρική Ευρώπη και η Μεσόγειος (European Environment Agency, 2008).

Για την Ευρώπη στο σύνολό της, είναι πιθανό (66% πιθανότητα) ότι τα έντονα φαινόμενα βροχόπτωσης θα γίνονται πιο συχνά (IPCC, 2007a). Κατά τη θερινή περίοδο, η συχνότητα των υγρών ημερών αναμένεται να μειωθεί, αλλά η ένταση των ακραίων βροχοπτώσεων μπορεί να αυξηθεί.

1.3.2 Επιπτώσεις

Καθώς εντείνονται οι παραπάνω μεταβολές, οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στην Ευρώπη, αναμένεται να γίνουν όλο και πιο σοβαρές. Οι αρνητικές επιπτώσεις θα περιλαμβάνουν αυξημένο κίνδυνο για πλημμύρες στην ενδοχώρα, πιο συχνές πλημμύρες σε παράκτιες περιοχές και αυξημένη διάβρωση λόγω των ανέμων και της ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (World Meteorological Organization) προειδοποιεί ότι οι μεγάλες πλημμύρες που συμβαίνουν μόνο κάθε 100 χρόνια, τώρα είναι πιθανό να εμφανίζονται κάθε 10 χρόνια ή κάθε 20 χρόνια (Biopolitics International Organization, 2009)

Στις ορεινές περιοχές τις Βόρειας και Κεντρικής Ευρώπης, οι παγετώνες θα υποχωρήσουν, με πιθανότητα ο όγκος τους να μειωθεί κατά το ένα τρίτο μέχρι τα τέλη του 2100 (Nesje *et al.*, 2007). Οι καλυμμένες με χιόνι περιοχές θα μειωθούν, καθώς και το permafrost.²

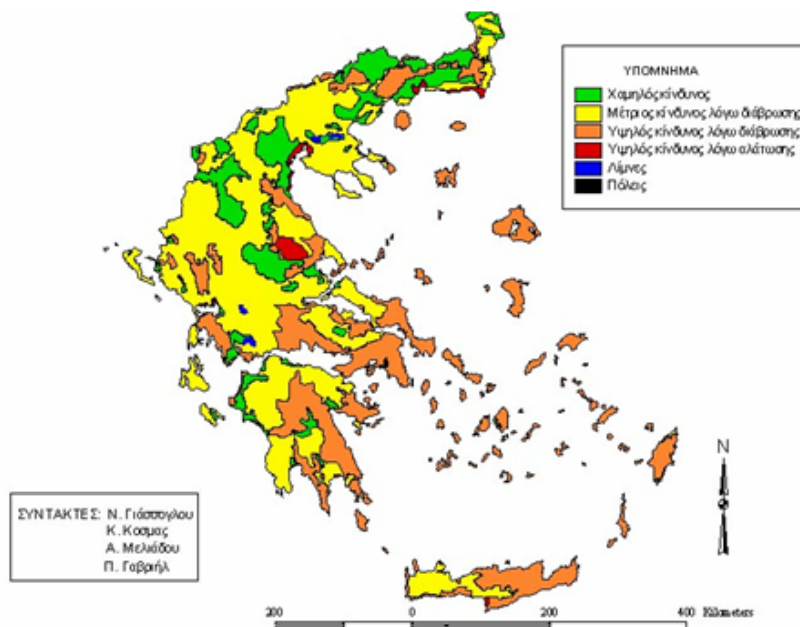
Ο συνδυασμός των υψηλότερων θερμοκρασιών και η μειωμένη μέση βροχόπτωση του καλοκαιριού, αναμένεται να ενισχύσουν το φαινόμενο της ξηρασίας. Ειδικά στη Νότια Ευρώπη, η περίοδος των ξηρών ημερών αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά κατά

² Μονίμως παγωμένο έδαφος, πλησίον της Αρκτικής, σκληρό σα τσιμέντο.

τη διάρκεια του 21ου αιώνα, και ίσως παραταθεί σε ένα μήνα μέχρι τα τέλη του 21^{ου} αιώνα (European Environment Agency, 2008).

Η αύξηση των περιόδων ξηρασίας του έτους με επακόλουθη την υποβάθμιση του εδάφους, οδηγεί στο φαινόμενο της ερημοποίησης.³ Το φαινόμενο της ερημοποίησης αποτελεί μία από τις κύριες περιβαλλοντικές απειλές για τις χώρες της Μεσογείου, με την Ελλάδα, την Ιταλία, την Ισπανία και την Πορτογαλία να απειλούνται άμεσα.

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με το «ολοκληρωμένο σύστημα παρακολούθησης για την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης», ποσοστό 35% των εδαφών στην Ελλάδα απειλείται με ερημοποίηση (εικ.6).



Εικόνα 4: Δυνητικός χάρτης ερημοποίησης της Ελλάδας.

Πηγή: Εθνική Επιτροπή κατά της ερημοποίησης

Στις Νοτιοανατολικές περιοχές όπου θα μειωθεί η παροχή σε ύδατα, αναμένεται να υποβαθμισθεί η ποιότητα του γλυκού νερού, μέσω των αυξημένων συγκεντρώσεων ρυπών και, τη διεύθυνση θαλασσινού νερού στους υδροφόρους ορίζοντες .

Η αποσταθεροποίηση του κλίματος θα έχει σημαντική επίδραση στα φυσικά οικοσυστήματα και στα οφέλη που προσφέρουν στην ανθρωπότητα. Ορισμένες από τις

³Η υποβάθμιση των γαιών στις ξηρές, ημίξηρες και ξηρές ύφυγρες περιοχές, που προκαλείται από διάφορους παράγοντες, όπως οι κλιματικές αλλαγές και οι ανθρώπινες δραστηριότητες (Σύμφωνα με τη Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών κατά της ερημοποίησης).

στις επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος θα είναι αμετάκλητες, όπως τα είδη που χάνονται. Σύμφωνα με τον Bakkenes (Bakkenes et al., 2006) το 10-50% των φυτικών ειδών στις ευρωπαϊκές χώρες είναι πιθανό να εξαφανιστούν μέχρι το 2100, ενώ οι προβλέψεις για 120 αυτόχθονα θηλαστικά της Ευρώπης δείχνουν ότι το 9% (υποθέτοντας ότι δεν υπάρχουν μετανάστευση) κινδυνεύει να εξαφανιστεί κατά τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα (IPCC, 2007).

Μέχρι τα τέλη του 21^{ου} αιώνα, η κατανομή των ευρωπαϊκών φυτικών ειδών προβλέπεται να μετατοπιστεί αρκετές εκατοντάδες χιλιόμετρα προς τα βόρεια, και τα δάση είναι πιθανό να έχουν περιοριστεί στα νότια και να απλωθούν στα βόρεια (European Environment Agency, 2008).

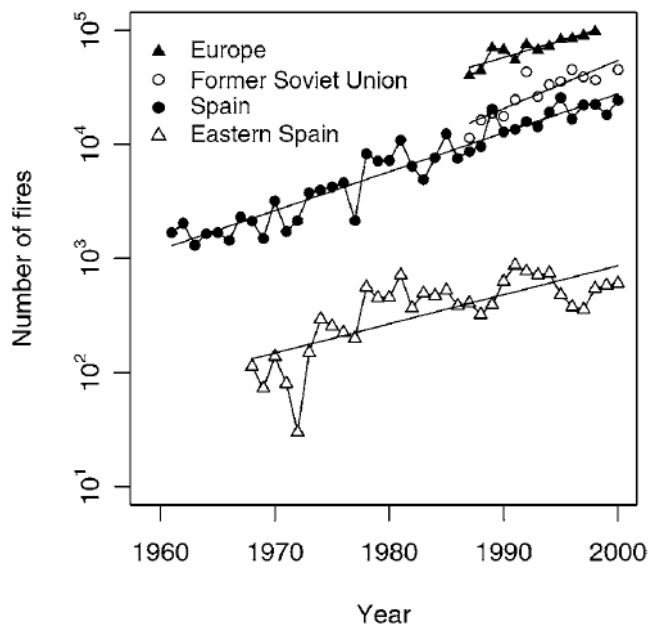
Σε ένα θερμότερο κλίμα, ο αριθμός των δασικών πυρκαγιών θα αυξηθεί, ειδικά στην Κεντρική και Νότια Ευρώπη. Οι καμένες εκτάσεις θα είναι περισσότερες, και η περίοδος υψηλής επικινδυνότητας πυρκαγιών θα επιμυκηνθούν (European Environment Agency, 2008).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Κλιματικές αλλαγές και δασικές πυρκαγιές

2.1 Πώς σχετίζονται

Οι δασικές πυρκαγιές είναι η κύρια αιτία διαταραχής των δασικών οικοσυστημάτων στην Ευρώπη και ειδικά στη Μεσόγειο. Παρά την αύξηση των ενεργειών πρόληψης των δασικών πυρκαγιών και τις προσπάθειες καταστολής, κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, ο αριθμός των πυρκαγιών συνέχισε να αυξάνεται σημαντικά. Το γεγονός αυτό είναι εμφανές σε διάφορα μέρη της ευρωπαϊκής ηπείρου (σχ. 6)(Pausas, 2004).



Σχήμα 6: σύγκριση της τάσης των δασικών πυρκαγιών στην Ανατολική Ισπανία, Στην Ευρώπη και στην πρώην σοβιετική Ένωση, τις τελευταίες δεκαετίες.

Πηγή : (Pausas, 2004)

Το κλίμα είναι ο βασικότερος παράγοντας που επηρεάζει την πιθανότητα έναρξης πυρκαγιάς χρονικά (Flannigan et al., 2000). Παρόλο που είναι γενικά αποδεκτό ότι η εμφάνιση των δασικών πυρκαγιών στην Ευρώπη οφείλεται κυρίως σε αίτια ανθρωπογενούς φύσης, οι αλλαγές στη συνολική καμένη έκταση από χρόνο σε χρόνο, οφείλεται στις καιρικές συνθήκες (European Environment Agency, 2008).

Η συχνότητα, το μέγεθος, η ένταση, η εποχικότητα, και το είδος των δασικών πυρκαγιών εξαρτώνται, εκτός από τη δομή του δάσους και τη σύνθεση, από τον καιρό και το κλίμα. Η έναρξη της φωτιάς και η εξάπλωσή της εξαρτάται από την ποσότητα και τη συχνότητα των βροχοπτώσεων, και την παρουσία συνθηκών ανάφλεξης (τη

διαθεσιμότητα των καυσίμων και τη διανομή, τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία και την ταχύτητα του ανέμου) (Dale et al., 2001).

Σύμφωνα με ορισμένα σενάρια πρόβλεψης της κλιματικής αλλαγής, αναμένεται μια αύξηση στην ένταση των πυρκαγιών κατά 25% -50% (Dale et al., 2001).

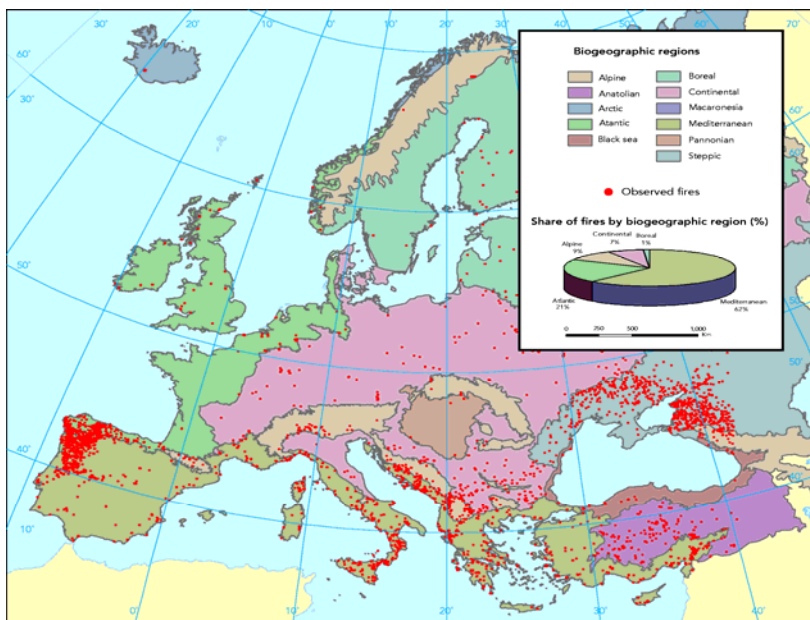
Οι αυξανόμενες συγκεντρώσεις του ατμοσφαιρικού CO₂, αναμένεται να έχουν έμμεσες επιπτώσεις στο καθεστώς των δασικών πυρκαγιών, λόγω των άμεσων επιδράσεών τους στην παραγωγή βιομάζας και στη σύσταση του οικοσυστήματος.

Μεγαλύτερος όγκος βιομάζας, λόγω μεγαλύτερης συγκέντρωσης CO₂, θα αύξανε την ευφλεκτότητα και τη συχνότητα των πυρκαγιών (Oechel et al., 1995). Αλλαγές στη σύσταση μιας φυτοκοινωνίας, λόγω των κλιματικών μεταβολών, μπορεί επίσης να επηρεάσουν το καθεστώς των πυρκαγιών (Davis & Michaelsen, 1995). Για παράδειγμα, μια μετανάστευση της φυτοκοινωνίας προς είδη πιο εύφλεκτα (π.χ. Pinus), θα αύξανε τη συχνότητα εμφάνισης πυρκαγιών.

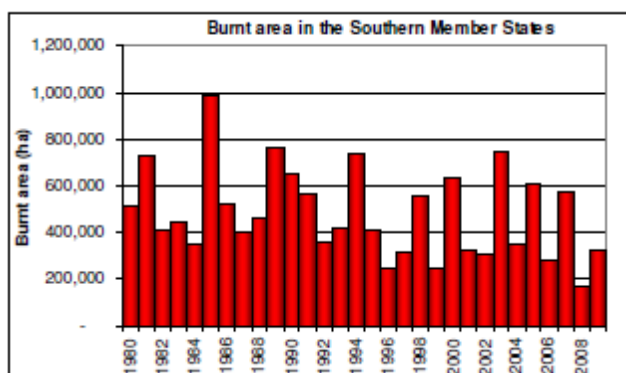
2.2 Πυρκαγιές στη Νότια Ευρώπη και την Ελλάδα

Οι χώρες που βρίσκονται στο βόρειο μέρος της Μεσογειακής λεκάνης συγκεντρώνουν μεγαλύτερο αριθμό δασικών πυρκαγιών, αλλά και μεγαλύτερο αριθμό καμένων εκτάσεων. Η τάση αυτή εμφανίζεται από τα βορειοδυτικά της λεκάνης μέχρι τα ανατολικά, συμπεριλαμβάνοντας επιπλέον την Κροατία και την Τουρκία στη λεγόμενη «λέσχη πυρκαγιών» (Πορτογαλία, Ισπανία, Ιταλία, Γαλλία, Ελλάδα), όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.

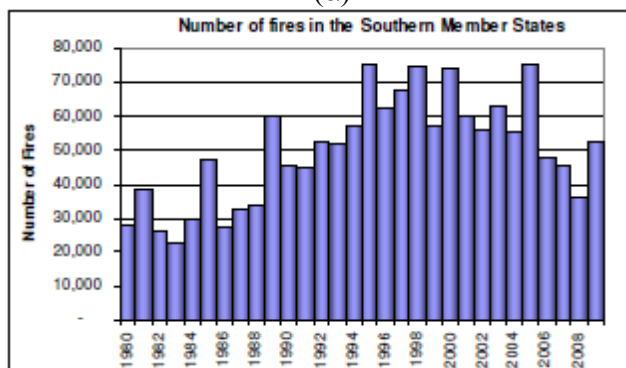
Στο διάγραμμα 1 φαίνεται ο αριθμός των δασικών πυρκαγιών, και η έκταση που κάηκε κατά το χρονικό διάστημα 1980- 2009 στις πέντε μεσογειακές χώρες μέλη της ΕΕ, ενώ στο γράφημα 1 φαίνεται ο αριθμός των δασικών πυρκαγιών, και η έκταση που κάηκε συνολικά στην ΕΕ.



Εικόνα 5: Δασικές πυρκαγιές 1998-2002, βασισμένες σε δορυφορικές εικόνες.
Πηγή: The European Environment Agency (EEA)



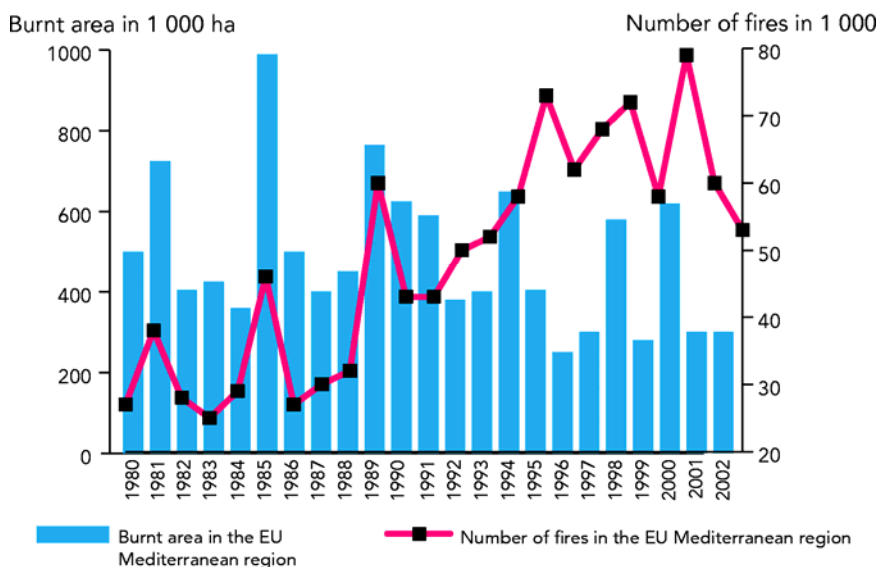
(α)



(β)

Διάγραμμα 1: Έκταση που κάηκε (α) και αριθμός των δασικών πυρκαγιών (β), 1980-2009, για τις πέντε μεσογειακές χώρες μέλη της ΕΕ

Πηγή: JOINT RESEARCH CENTRE, Institute for Environment and Sustainability



Διάγραμμα 2: Αριθμός δασικών πυρκαγιών και καμένης έκτασης στις χώρες της ΕΕ.
Πηγή: The European Environment Agency (EEA)

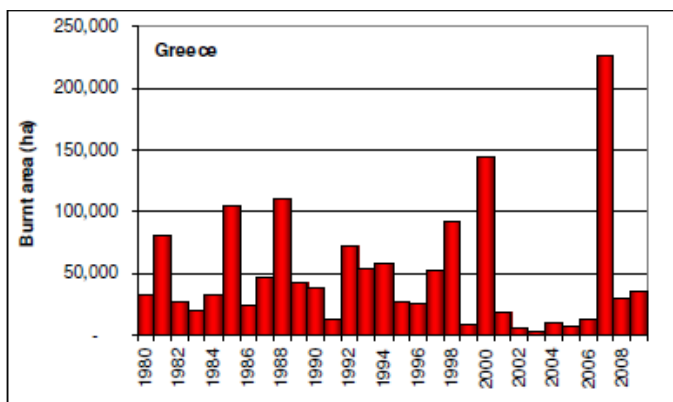
Ο πίνακας 3 δίνει μια περίληψη της καμένης έκτασης και του αριθμού των δασικών πυρκαγιών για τα τελευταία 30 χρόνια, τους μέσους όρους για τις δεκαετίες 1980, 1990 και για τα τελευταία δέκα χρόνια, μαζί με τις τιμές για το 2009.

Number of fires	PORTUGAL	SPAIN	FRANCE	ITALY	GREECE ^(*)	TOTAL
2009	26 119	15 391	4 800	5 422	1 063	52 795
% of total in 2009	49%	29%	9%	10%	2%	100%
Average 1980-1989	7 381	9 515	4 910	11 575	1 264	34 645
Average 1990-1999	22 250	18 152	5 538	11 164	1 748	58 851
Average 2000-2009	24 949	18 337	4 406	7 259	1 569	56 645
Average 1980-2009	18 194	15 335	4 951	9 999	1 569	50 047
TOTAL (1980-2009)	545 805	452 848	148 531	299 977	47 058	1 501 409
Burnt areas (ha)	PORTUGAL	SPAIN	FRANCE	ITALY	GREECE ^(*)	TOTAL
2009	87 416	110 783	17 000	73 355	35 342	323 896
% of total in 2009	27%	34%	5%	23%	11%	100%
Average 1980-1989	73 484	244 788	39 157	147 150	52 417	556 995
Average 1990-1999	102 203	161 319	22 735	118 573	44 108	448 938
Average 2000-2009	150 101	125 239	22 342	83 878	49 238	430 798
Average 1980-2009	108 956	177 115	28 078	116 534	48 587	478 910
TOTAL (1980-2009)	3 257 886	5 313 457	842 332	3 496 005	1 457 624	14 367 304

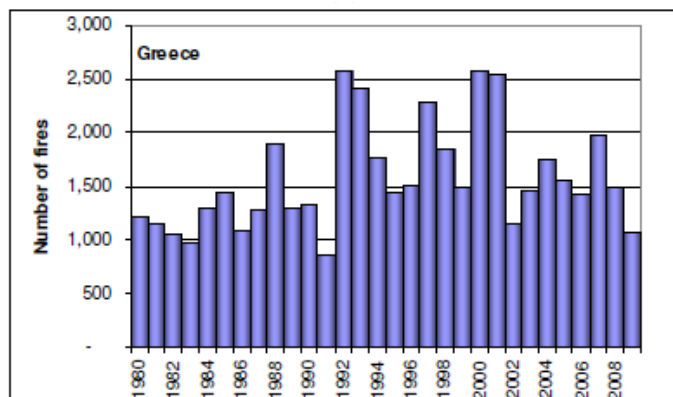
Πίνακας 3: Αριθμός δασικών πυρκαγιών και καμένης έκτασης για τις πέντε μεσογειακές χώρες μέλη της ΕΕ.

Πηγή: JOINT RESEARCH CENTRE, Institute for Environment and Sustainability

Η Ελλάδα είναι μια από τις χώρες με το εντονότερο πρόβλημα σε σχέση με τις δασικές πυρκαγιές. Στο διάγραμμα 3, βλέπουμε την έκταση που κάηκε (α) και τον αριθμό των δασικών πυρκαγιών (β), από το 1980 μέχρι το 2009.



(α)



(β)

Διάγραμμα 3: Έκταση που κάηκε (α) και αριθμός των δασικών πυρκαγιών (β), από το 1980 μέχρι το 2009.

Πηγή: JOINT RESEARCH CENTRE, Institute for Environment and Sustainability

Το 2007 ήταν η χειρότερη χρονιά για τις δασικές πυρκαγιές, που έχει καταγραφεί στην Ελλάδα. Οι μεγαλύτερες πυρκαγιές ξέσπασαν μετά από τρία συνεχόμενα κύματα καύσωνα, ενώ η συνεχόμενη αύξησή τους σε μέγεθος ήταν αποτέλεσμα της μεγάλης ξηρασίας και των έντονων ανέμων που έπνεαν, κυρίως την τελευταία εβδομάδα του Αυγούστου. Κατά το διάστημα αυτό, πέντε μεγάλες πυρκαγιές στην Πελοπόννησο

έκαψαν 170.000 εκτάρια και άλλες δύο στην Εύβοια έκαψαν 25.000 εκτάρια, τα οποία, συνολικά, αποτελούν το 70% της έκτασης που κάηκε εκείνη τη χρονιά.

Στον πίνακα 4 φαίνεται η κατανομή των δασικών πυρκαγιών για το έτος 2007, ανά περιφέρεια, ενώ στον πίνακα 5, η καμένη έκταση. Ο αριθμός των πυρκαγιών έφτασε περίπου τις 1983, ενώ η συνολική έκταση που κάηκε ήταν 225.733,9 εκτάρια, από την οποία το 87% ήταν σε δασική έκταση.

<i>Forest administration</i>	<i>Total number of fires</i>	<i>#fires <1 ha</i>	<i>#fires 1-5 ha</i>	<i>#fires 5-100 ha</i>	<i>#fires 100-500 ha</i>	<i>#fires >500 ha</i>
<i>REG. EAST MAC. THR.</i>	122	69	34	14	4	1
<i>REG. CENT. MACEDONIA</i>	109	76	19	9	3	2
<i>REG. W. MACEDONIA</i>	161	87	33	29	7	5
<i>REG. IPEIROU</i>	225	143	37	38	6	1
<i>REG. THESSALIAS</i>	181	102	54	20	3	2
<i>REG. IONIAN ISLANDS</i>	177	140	22	13	1	1
<i>REG. W. GREECE</i>	166	140	14	8	0	4
<i>REG. ST. GREECE</i>	188	112	37	22	9	8
<i>REG. ATTIKIS</i>	131	80	29	15	3	4
<i>REG. PELOPONISOU</i>	348	258	40	35	10	5
<i>REG. N. AIGAIU</i>	44	34	4	4	0	2
<i>REG. S. AIGAIU</i>	31	23	4	3	1	0
<i>REG. KRITIS</i>	100	79	11	8	2	0
<i>TOTAL</i>	1983	1343	338	218	49	35

Πίνακας 4: Αριθμός πυρκαγιών ανά περιφέρεια για το 2007.

Πηγή: JOINT RESEARCH CENTRE, Institute for Environment and Sustainability

<i>Forest administration</i>	<i>Total burned area (ha)</i>	<i>Wooded Burned area (ha)</i>	<i>Non wooded burned area (ha)</i>
<i>REG. EAST MAC. THR.</i>	1468.8	811.7	657.1
<i>REG. CENT. MACEDONIA</i>	6249.5	4173.2	2076.3
<i>REG. W. MACEDONIA</i>	9108.5	5969.7	3138.8
<i>REG. IPEIROU</i>	4525.6	3121.5	1404.1
<i>REG. THESSALIAS</i>	13287.7	10448.4	2839.1
<i>REG. IONIAN ISLANDS</i>	2881.4	2880.6	0.8
<i>REG. W. GREECE</i>	79385.7	75385.2	4000.5
<i>REG. ST. GREECE</i>	30256.7	16671.8	13584.9
<i>REG. ATTIKIS</i>	8348.0	7951.5	396.4
<i>REG. PELOPONISOU</i>	66332.5	66332.5	0
<i>REG. N. AIGAIU</i>	3081.2	2070.0	1011.2
<i>REG. S. AIGAIU</i>	374.2	158.1	216.1
<i>REG. KRITIS</i>	434.1	288.7	145.4
<i>TOTAL</i>	225 733.9	196 262.9	29 470.7

Πίνακας 5: Καμένες εκτάσεις ανά περιφέρεια για το 2007.

Πηγή: JOINT RESEARCH CENTRE, Institute for Environment and Sustainability

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και ΓΣΠ στο Διαδίκτυο

3.1 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) είναι συστήματα πληροφοριών που παρέχουν τη δυνατότητα για καταγραφή, διαχείριση, αποθήκευση, επεξεργασία, ανάλυση και χαρτογραφική απόδοση δεδομένων που σχετίζονται με το γεωγραφικό χώρο (Μανιάτης, 1993).

Η λειτουργικότητα των ΓΣΠ στηρίζεται κατά βάση στη διαχείριση των χωρικών χαρακτηριστικών των οντοτήτων⁴ που θα απεικονιστούν στο περιβάλλον του. Η οργάνωση, η αποθήκευση και η ανάκτηση της χωρικής πληροφορίας γίνεται από τη χωρική βάση δεδομένων (ΧΒΔ). Η ΧΒΔ αποτελεί επέκταση της αρχιτεκτονικής των παραδοσιακών συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων (ΣΔΒΔ), η οποία υποστηρίζει διάφορες εξελιγμένες λειτουργίες για την ενσωμάτωση και τη διαχείριση της χωρικής πληροφορίας σε ένα ΓΣΠ.

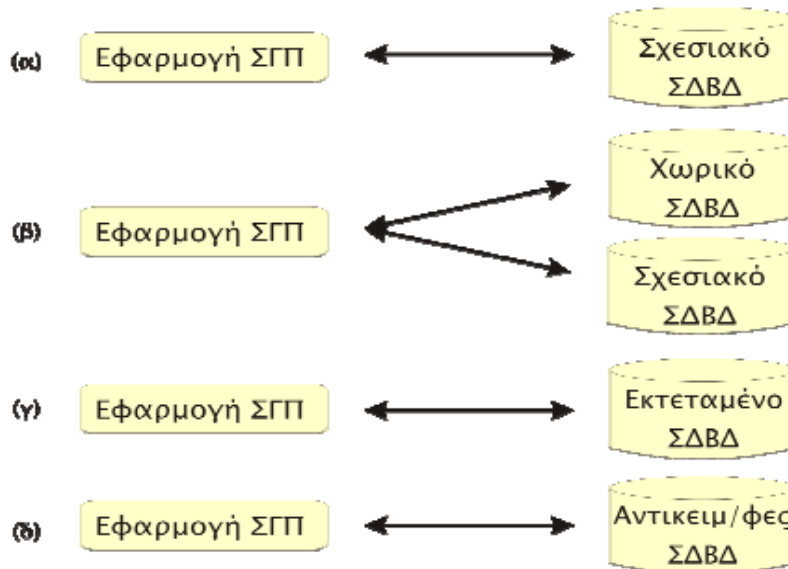
Οι λειτουργίες αυτές υλοποιούνται με τέσσερις αρχιτεκτονικές προσεγγίσεις στην ανάπτυξη πρότυπων και εμπορικών εφαρμογών ΓΣΠ (Στεφανάκης, 2003) (Σχ. 7):

- Η πρώτη αναπαριστά τόσο τα χωρικά όσο και τα περιγραφικά δεδομένα σε μορφή πινάκων στο σχεσιακό μοντέλο χρησιμοποιώντας ένα απλό παραδοσιακό ΣΔΒΔ. Οι λειτουργίες χωρικής διαχείρισης των δεδομένων παρέχονται εξολοκλήρου από την εφαρμογή ΓΣΠ που αναπτύσσεται επάνω από ένα παραδοσιακό ΣΔΒΔ.
- Η δεύτερη διαχωρίζει τα χωρικά από τα περιγραφικά δεδομένα και προσδιορίζεται ως ένα μερικά παραδοσιακό ΣΔΒΔ. Πιο συγκεκριμένα, η διαχείριση των περιγραφικών δεδομένων αναλαμβάνεται από ένα ΣΔΒΔ και η διαχείριση της γεωμετρίας από ένα χωριστό υποσύστημα. Η εφαρμογή ΓΣΠ συναλλάσσεται και με τα δύο συστήματα προκειμένου να αναπαραστήσει και να διαχειριστεί τα δεδομένα (π.χ. Oracle).
- Η τρίτη χρησιμοποιεί ένα εκτεταμένο παραδοσιακό ΣΔΒΔ κατάλληλα τροποποιημένο, ώστε να συμπεριλαμβάνει χωρικούς τύπους δεδομένων, σύνθετα αντικείμενα και

⁴ «Οντότητα είναι κάθε μονάδα ή αντικείμενο φυσικής ή εννοιολογικής υπόστασης» (Στεφανάκης, 2003)

γνωρίσματα. Η εφαρμογή ΓΣΠ αναπτύσσεται επάνω στο ΣΔΒΔ και παρέχει πρόσθετες διαχειριστικές λειτουργίες (π.χ. ESRI ArcGIS Geodatabase).

- Τέλος, η τέταρτη αξιοποιεί στοιχεία της δομής των αντικειμενοστρεφών ΣΔΒΔ αναθέτοντας μόνο πρόσθετες λειτουργίες διαχείρισης δεδομένων στους μηχανισμούς της εφαρμογής ΓΣΠ (π.χ. Geo2).



Σχήμα 7: Αρχιτεκτονικές προσεγγίσεις για την ανάπτυξη ΓΣΠ

Πηγή: Στεφανάκης, 2003, σελ. 359.

Τα ΓΣΠ, ως ένα σύγχρονο εργαλείο χωρικής επεξεργασίας και μοντελοποίησης δεδομένων του περιβάλλοντος, έχουν χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα σε περιβαλλοντικές εφαρμογές και στη δασοπονία (Καρτέρης, 1999; Γιαννακόπουλος, 2006).

Ο Gonclaves *et al.* (1992), δημιουργούν ένα μοντέλο υπολογισμού των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών στην μόλυνση του περιβάλλοντος και σε συνδυασμό με άλλες μορφές μολύνσεων. Οι Arsenau και Lowell (1992), ανέπτυξαν μια εφαρμογή παρακολούθησης δασών για την περιοχή του Quebec, με την χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Ο Thivierge (1994), χρησιμοποιεί την AML, ένα προγραμματιστικό πακέτο δημιουργίας μοντέλων, και σε συνδυασμό με το ESRI ArcInfo παράγει δείκτες για την διαχείριση των δασών στην περιοχή της Βρετανικής Κολομβίας.

Οι Chuvieco and Salas (1996) πρότειναν τα ΓΣΠ ως το κατάλληλο εργαλείο για τη χαρτογράφηση της χωρικής κατανομής των κινδύνων πυρκαγιών.

Η Δασική Υπηρεσία των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, σε συνεργασία με το Υπουργείο Άμυνας έχουν αναπτύξει ένα σημαντικό πρόγραμμα, το LANDFIRE (Landscape Fire and Resource Management Planning Tools Project), το οποίο χρησιμοποιεί την τεχνολογία των ΓΣΠ για να παράγει up-to-date χάρτες που περιγράφουν τη βλάστηση, την καύσιμη ύλη και την επικινδυνότητα των δασικών πυρκαγιών, για όλη την έκταση των ΗΠΑ. Το LANDFIRE περιέχει ένα πακέτο στρωμάτων (layers) χωρικών στοιχείων, μοντέλων, και εργαλείων για την υποστήριξη των αναλύσεων και του προγραμματισμού της εφαρμογής του Εθνικού Σχεδίου Πυρκαγιάς (National Fire Plan) των ΗΠΑ, σε εθνικό και τοπικό επίπεδο. Τα προϊόντα που παράγει το LANDFIRE έχουν χωρική διακριτική ικανότητα 30 μ. και περιλαμβάνουν στρώματα (layers) χωρικών στοιχείων της δομής και σύνθεσης της βλάστησης, των χαρακτηριστικών των δασικών καυσίμων και ιστορικών δεδομένων συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών.

Στην Ινδονησία για τη διαχείριση και την αντιμετώπιση του προβλήματος των δασικών πυρκαγιών, χρησιμοποιείται το «Ολοκληρωμένο Πρόγραμμα Διαχείρισης Δασικών Πυρκαγιών- Integrated Forest Fire Management Project, το οποίο έχει προκύψει από τη συνεργασία κυβερνητικών φορέων της Ινδονησίας και της Γερμανίας. Στο πρόγραμμα αυτό τόσο ο εντοπισμός, όσο και η χαρτογράφηση και η δόμηση της βάσης δεδομένων, στηρίζεται στο συνδυασμό δορυφορικών εικόνων NOAA-AVHRR , LANDSAT TM και στα ΓΣΠ.

3.2 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) στο διαδίκτυο

Ένα δικτυακό ΓΣΠ (Web GIS) είναι ένα ΓΣΠ το οποίο όμως μπορεί να λειτουργήσει στο διαδίκτυο⁵. Είναι το μόνο λογισμικό που μπορεί να δημιουργήσει ιστοσελίδες με δυναμικούς χάρτες, καθώς τα συνηθισμένα πρωτόκολλα ανάπτυξης ιστοσελίδων (HTML, XML κλπ) δεν επιτρέπουν την δημιουργία σελίδων στον παγκόσμιο ιστό που να

⁵ Εργαστήριο Δημογραφίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Τεκμήριο διαθέσιμο στο Web, URL: <http://www.demographylab.prd.uth.gr/DDAoG/edu/case/4/WebGIS.htm>, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 27/08/2010

έχουν τα χαρακτηριστικά των κλασσικών ΓΣΠ, στα οποία είμαστε συνηθισμένοι. Είναι με λίγα λόγια ένα ΓΣΠ το οποίο όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο διαδίκτυο.

Το δικτυακό ΓΣΠ συγκεντρώνει τις ιδιότητες ενός κλασσικού client/ Server συστήματος. Ο client στέλνει αιτήσεις στον Server που μπορεί να αφορούν δεδομένα, επιπλέον εργαλεία ή άλλα απαραίτητα κομμάτια. Ο Server απαντάει στις αιτήσεις που παίρνει, στέλνοντας δεδομένα που στη συνέχεια ο client τα παρουσιάζει στο χρήστη είτε όπως είναι, είτε αφού τα επεξεργαστεί.

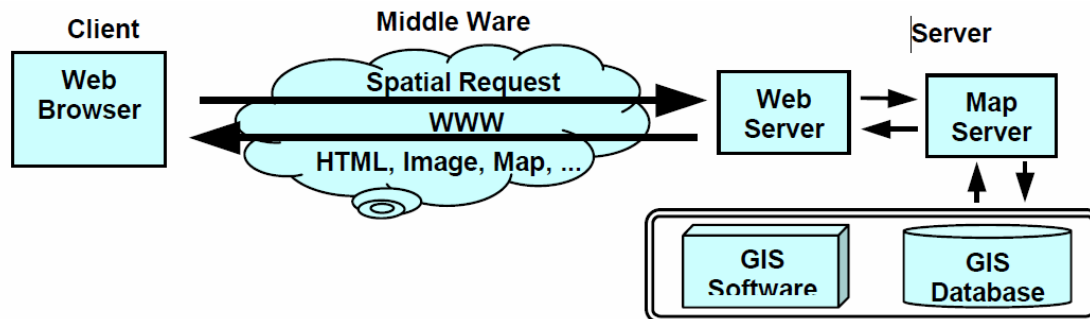
Ένα δικτυακό ΓΣΠ πρέπει επίσης να είναι ένα σύστημα αλληλεπίδρασης με το χρήστη.

Το Internet από τη φύση του είναι ένα μέσο μετάδοσης κυρίως στατικής πληροφορίας. Οι περισσότεροι χάρτες που παρουσιάζονται στο διαδίκτυο είναι στατικές εικόνες, όπου ο χρήστης έχει ελάχιστες ή καθόλου δυνατότητες αναζήτησης περαιτέρω πληροφορίας, ενώ οι συνηθισμένες δυνατότητες των ΓΣΠ παρουσιάζονται σε πολύ περιορισμένη έκταση (π.χ. zoom in/out). Μια άλλη δυνατότητα του δικτυακού ΓΣΠ είναι και αυτή της ανανέωσης των δεδομένων δυναμικά και για όλους τους χρήστες. Ανανεώνοντας τα δεδομένα στο Server όλοι οι χρήστες έχουν αυτόματη πρόσβαση στα καινούρια δεδομένα. Χρήση αυτών των δυνατοτήτων μπορεί να γίνει και σε real -time εφαρμογές όπου τα δεδομένα ανανεώνονται σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η δυναμική φύση του δικτυακού ΓΣΠ του δίνει τη δυνατότητα αξιοποίησής του σε πολλές εφαρμογές, όπως συστημάτων επεξεργασίας δορυφορικών εικόνων, κ.ά.

3.2.1 Τα βασικά συστατικά μέρη των δικτυακών ΓΣΠ

Τα δικτυακά ΓΣΠ αποτελούνται από 4 βασικά συστατικά (Penq and Tsou,2003) (Σχ. 8):

- Τον χρήστη (Client)
- Τον εξυπηρετητή διαδικτύου (Web Server) με τον εξυπηρετητή εφαρμογής (Application Server)
- Τον εξυπηρετητή χαρτών (Map Server)
- Τον εξυπηρετητή της βάσης δεδομένων (Data Server)



Σχήμα 8: Βασικά συστατικά μέρη ενός συστήματος Δικτυακού ΓΣΠ (Web GIS)

Πηγή: Alesheikh et al., 2002

Ο τομέας του client χρησιμοποιείται ως το περιβάλλον εργασίας με το οποίο ο εκάστοτε χρήστης μπορεί να αλληλεπιδρά και να επικοινωνεί με το λογισμικό των δικτυακών ΓΣΠ. Ο εξυπηρετητής διαδικτύου (web server) λαμβάνει τα αιτήματα των χρηστών, διανέμει στατικές ιστοσελίδες και θέτει σε λειτουργία τους εξυπηρετητές εφαρμογών. Ο εξυπηρετητής εφαρμογής (application server) διαχειρίζεται τις συναλλαγές του server και την ασφάλεια, ενώ παράλληλα ρυθμίζει και την ισορροπία του συστήματος. Ο εξυπηρετητής χαρτών (map server) επεξεργάζεται τα αιτήματα των χρηστών και παράγει τους απαιτούμενους χάρτες. Τέλος, ο εξυπηρετητής δεδομένων (data server) διανέμει χωρικά και μη χωρικά δεδομένα, ενώ παράλληλα παρέχει πρόσβαση και διαχείριση μέσω της γλώσσας προγραμματισμού SQL⁶ (Structured Query Language) ή μέσω κάποιας άλλης γλώσσας ανάλογα με το λογισμικό που χρησιμοποιείται κάθε φορά.

A. Ο χρήστης (Client)

Ο τομέας του client είναι ο τομέας μέσω του οποίου ο εκάστοτε χρήστης επικοινωνεί με χωρικά αντικείμενα και λειτουργίες ανάλυσης που παρέχει το λογισμικό Internet GIS. Θα μπορούσε να χαρακτηριστεί επίσης και ως ο «τόπος» στον οποίο παρουσιάζονται τα τελικά προϊόντα. Ενώ οι παραδοσιακές εφαρμογές ΓΣΠ γραφείου χρησιμοποιούν γραφικά περιβάλλοντα επικοινωνίας για να δημιουργήσουν τον τομέα και τις λειτουργίες

⁶ Πρόκειται για γλώσσα βάσεων δεδομένων σχεδιασμένη για ανάκτηση και διαχείριση δεδομένων σε Συστήματα Διαχείρισης Σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων (RDBMS).

του client, στα δικτυακά ΓΣΠ η δημιουργία του συγκεκριμένου τομέα στηρίζεται σε λειτουργίες διαδικτύου και διάφορα επιπρόσθετα προϊόντα (add-on).

Για να αυξηθεί η αλληλεπίδραση του χρήστη σε πραγματικό χρόνο με τα χωρικά αντικείμενα ενός χάρτη χρησιμοποιούνται κατάλληλα επιπρόσθετα προϊόντα διαδικτύου όπως είναι τα Java applets ή Java beans και τα Active X Controls. .

Τα Plug-Ins και ActiveX controls χρησιμοποιούνται για την επέκταση των δυνατοτήτων του Web browser, τα πρώτα της Netscape™ ενώ τα δεύτερα της Microsoft™. Είναι ανεξάρτητα κομμάτια λογισμικού που λειτουργούν όμως στα πλαίσια του Web browser. Χρησιμοποιώντας απλή HTML⁷ φορτώνονται μέσα στη σελίδα και έχουν τη δυνατότητα να ζητήσουν σταδιακά τα απαραίτητα δεδομένα από το Server. Τα plug-ins που αναπτύσσονται για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών διαδικτύου αναπτύσσονται με στόχο να παρέχουν στο χρήστη λειτουργικότητα και ευελιξία με τα χωρικά δεδομένα. Επιπλέον, παρέχουν εικόνες χαρτών, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να δει τους χάρτες, να επιλέξει χαρακτηριστικά και να συντάξει διάφορα χωρικά ερωτήματα απ' ευθείας πάνω στο χάρτη.

B. Ο εξυπηρετητής διαδικτύου (Web Server) και ο εξυπηρετητής εφαρμογής (Application Server)

Το δεύτερο συστατικό μέρος στα δικτυακά ΓΣΠ αποτελείται από τον εξυπηρετητή διαδικτύου (Web Server) με τον εξυπηρετητή εφαρμογής (Application Server). Κύρια λειτουργία του Web Server είναι η απόκριση σε ερωτήματα που τίθενται από τους clients μέσω του πρωτοκόλλου HTTP⁸. Υπάρχουν ποικίλοι τρόποι για να απαντηθούν τα ερωτήματα των χρηστών:

- Στέλνοντας υπάρχοντα HTML αρχεία ή έτοιμες εικόνες χαρτών στο χρήστη.
- Στέλνοντας Java applets ή ActiveX Controls στο χρήστη και
- Μεταβιβάζοντας τα ερωτήματα σε άλλα προγράμματα και θέτοντας αυτά σε

⁷ Η HTML είναι το ακρωνύμιο των λέξεων HyperText Markup Language (γλώσσα μορφοποίηση υπερκειμένου) και είναι η βασική γλώσσα δόμηση σελίδων του World Wide Web (Web), Τεκμήριο διαθέσιμο στο Web, URL: <http://pacific.jour.auth.gr/html/>, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 27/08/2010

⁸ Το HTTP είναι ένα σύνολο προτύπων που επιτρέπει τους χρήστες του Διαδικτύου να ανταλλάσσουν πληροφορίες που βρίσκονται σε ιστοσελίδες.

λειτουργία όπως ένα Common Gateway Interface (CGI)⁹ που θα μπορούσε να επεξεργαστεί το ερώτημα.

Για τη μεταφορά των ερωτημάτων, ο Web Server ενεργοποιεί τις αντίστοιχες υπηρεσίες από τους εξυπηρετητές εφαρμογής (Application Servers). Ένας Application Server δρα ως ένας μεταφραστής ή ως συνδετικός κρίκος ανάμεσα στο Web Server και το Map Server, με κύριες αρμοδιότητες:

- την έναρξη, τη διατήρηση και τον τερματισμό της σύνδεσης μεταξύ του Web Server και του Map Server
- την ερμηνεία των αιτήσεων των χρηστών και τη διανομή τους στον Map Server
- τη διαχείριση των παράλληλων αιτήσεων και τη διαχείριση των αρχείων που φορτώνονται ανάμεσα στον Map Server και στον Data Server

Γ. Ο εξυπηρετητής χαρτών (Map Server)

Ο εξυπηρετητής χαρτών (Map Server) είναι σημαντικό εργαλείο του συστήματος που εκπληρώνει τα χωρικά ερωτήματα, διεξάγει χωρική ανάλυση, παράγει και διανέμει στους χρήστες χάρτες ανάλογα με τα αιτήματα που έχουν τεθεί. Τα εξαγόμενα προϊόντα ενός Map Server μπορεί να είναι σε μία από τις ακόλουθες δύο μορφές:

- Φιλτραρισμένα δεδομένα τα οποία αποστέλλονται στο πρόγραμμα του χρήστη για περαιτέρω επεξεργασία από αυτόν και
- Μία απλή εικόνα χάρτη σε μια γραφική μορφή (GIF, JPEG) ή ένας γραφικός χάρτης που συντίθεται από διακριτά στοιχεία χάρτη με προκαθορισμένα χρώματα, στυλ, υπόμνημα κ.ο.κ.

Δ. Ο εξυπηρετητή δεδομένων (Data Server)

Στον εξυπηρετητή δεδομένων (Data Server) αποθηκεύονται τα δεδομένα, χωρικά και μη χωρικά σε μια σχεσιακή ή μη σχεσιακή βάση δεδομένων. Ο web χρήστης χρησιμοποιώντας την εφαρμογή ή το Map Server αποκτά πρόσβαση στη βάση

⁹ Τα CGI αποτελούν στην ουσία κάποια προγράμματα που τρέχουν στο Server με παραμέτρους που δίνονται από το χρήστη μέσω ενός Web browser. Αυτά τα προγράμματα μπορεί να είναι αυτόνομα είτε να δουλεύουν σε συνεργασία με κάποιο από τα συνηθισμένα πακέτα γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών όπως το ArcInfo (ESRI, 1999), MapInfo (MapInfo, 1999), Intergraph (Intergraph, 1999), κ.ά., Τεκμήριο διαθέσιμο στο Web, URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Common_Gateway_Interface, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 23/08/2010.

δεδομένων και συντάσσει SQL ερωτήματα προς αυτή. Ενδεικτικά λογισμικά βάσεων δεδομένων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν είναι τα ακόλουθα: Oracle, PostGIS, SQL Server, MySQL κοκ.

3.2.2 Σχήματα Υλοποίησης ενός δικτυακού ΓΣΠ

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι υλοποίησης των δικτυακών ΓΣΠ. Μπορούν να διαιρεθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες¹⁰. Σε αυτά που :

- βασίζονται στο Server (**Server-side**) και
- αυτά που βασίζονται στον client (**Client-side**).

Στα Server-side δικτυακά ΓΣΠ, ο χρήστης ζητάει κάποια δεδομένα, η αίτησή του αυτή μεταβιβάζεται στο Server, ο οποίος επιστρέφει ολοκληρωμένη την απάντηση. Δηλαδή, όλη η εργασία εκτελείται στον Server.

Τα client-side δικτυακά ΓΣΠ αξιοποιούν την υπολογιστική ισχύ του client, εκτελώντας εκεί τις περισσότερες διεργασίες και καταφεύγουν στο Server μόνο για να ζητήσουν καινούρια γεωγραφικά δεδομένα ή για να κάνουν αναζήτηση σε κάποια βάση δεδομένων.

3.3 Υπηρεσίες Διαδικτύου (Web Services)

Το βασικό συστατικό του διαδικτύου το οποίο χρησιμοποιείται στα δικτυακά ΓΣΠ είναι οι Υπηρεσίες Δικτύου (Web Services). Για το τι είναι Web Services υπάρχουν πολλοί ορισμοί, περίπου όσοι και οι εταιρίες πληροφορικής που αναπτύσσουν εργαλεία για αυτά

Σύμφωνα με την IMB¹¹: «Τα Web services είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει στις εφαρμογές να επικοινωνούν μεταξύ τους ανεξαρτήτως πλατφόρμας και γλώσσας προγραμματισμού. Είναι μια διεπαφή λογισμικού (software interface) που περιγράφει μια συλλογή από λειτουργίες οι οποίες μπορούν να προσεγγιστούν από το δίκτυο μέσω

¹⁰Εργαστήριο Δημογραφίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Τεκμήριο διαθέσιμο στο Web, URL: <http://www.demographylab.prd.uth.gr/DDAoG/edu/case/4/WebGIS.htm> , Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 23/08/2010

¹¹ IBM (2007), “New to SOA and Web services”, Τεκμήριο διαθέσιμο στο Web, URL: <http://www.128.ibm.com/developerworks/webservices/newto/websvc.html>, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 23/08/2010

πρότυπων μηνυμάτων XML¹². Χρησιμοποιεί πρότυπα βασισμένα στη γλώσσα XML για να περιγράψει μια λειτουργία προς εκτέλεση και τα δεδομένα προς ανταλλαγή με κάποια άλλη εφαρμογή».

Η Microsoft καταλήγει ότι όλες οι υπηρεσίες Διαδικτύου (Web services) έχουν τρία κοινά χαρακτηριστικά (Ηλιακόπουλος, 2009):

- Χρησιμοποιούν ένα πρότυπο δικτυακό πρωτόκολλο, το οποίο στις περισσότερες περιπτώσεις είναι το SOAP (Simple Object Access Protocol).
- Παρέχουν ένα ομοιόμορφο μηχανισμό για περιγραφή και ανταλλαγή των δεδομένων μέσω της XML και μία πρότυπη περιγραφική γλώσσα (meta language) για να περιγράψουν τις υπηρεσίες, που ονομάζεται Web Services Description Language (WSDL)
- Η καταχώρηση και ο εντοπισμός των παρεχόμενων υπηρεσιών γίνεται μέσω του μηχανισμού UDDI (Universal Description Discovery and Integration).

Τα Web services λοιπόν, είναι μία αρχιτεκτονική κατανεμημένων συστημάτων κατασκευασμένη από πολλά διαφορετικά υπολογιστικά συστήματα, τα οποία επικοινωνούν μέσω του δικτύου, ώστε να δημιουργήσουν ένα σύστημα και τα οποία παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με παλαιότερες κατανεμημένες τεχνολογίες, όπως τον ευκολότερο χειρισμό των δεδομένων, την απλότητα του πρωτοκόλλου επικοινωνίας, την ευκολία στην επικοινωνία και την διαλειτουργικότητα και ευκολία ανάπτυξης νέων εφαρμογών (Μαργαρίτης, 2007).

3.4 Γεωχωρικές Υπηρεσίες Διαδικτύου (Geospatial Web Services)

Σχετικά με την υλοποίηση των Υπηρεσιών Διαδικτύου μέσα από τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έχουν δημιουργηθεί πρότυπα και πρωτόκολλα από την Ανοιχτή Γεωχωρική Κοινοπραξία (Open Geospatial Consortium – OGC). Η OGC¹³ είναι

¹² Η γλώσσα XML (eXtensible Markup Language) αποτελεί ευρέως διαδεδομένο πρότυπο για την περιγραφή και ανταλλαγή δεδομένων, έχει αναπτυχθεί και συντηρείται από το World Wide Web Consortium (W3C), Στεφανάκης, (2003), σελ.385.

¹³ Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρεθούν στην ιστοσελίδα του Open Geospatial Consortium, Inc (OGC), του OGC, στο URL: <http://www.opengeospatial.org>, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης Q 19/08/2010.

μια διεθνής μη κερδοσκοπική κοινοπραξία, η οποία αποτελείται από περισσότερους από 401 εμπορικούς, κυβερνητικούς, μη κερδοσκοπικούς και ερευνητικούς οργανισμούς και ασχολείται με την ανάπτυξη και υλοποίηση προτύπων για γεωχωρικά θέματα και υπηρεσίες.

Οι Γεωχωρικές Υπηρεσίες Δικτύου (Geospatial Web Services) είναι Υπηρεσίες Δικτύου που σχετίζονται με γεωγραφικές πληροφορίες και μπορούν να εκτελέσουν εργασίες όπως οι ακόλουθες:

- Να παρέχουν την πρόσβαση σε γεωγραφικές πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες σε μια απομακρυσμένη βάση δεδομένων ή γενικότερα απομακρυσμένη πηγή δεδομένων.
- Να εκτελούν γεωγραφικούς υπολογισμούς, παραδείγματος χάριν, να υπολογίσουν αποστάσεις σημείων και εμβαδά γεωγραφικών αντικειμένων (π.χ. πολυγώνων).
- Να εκτελούν σύνθετους υπολογισμούς που εξαρτώνται από την γεωμετρία ενός συνόλου γεωγραφικών αντικειμένων και κατανομής τους στο χρόνο και στο χώρο.
- Να επιστρέφουν μηνύματα που περιέχουν γεωγραφικές πληροφορίες, τα οποία μπορούν να παραδοθούν ως κείμενο, αριθμητικά δεδομένα ή γεωγραφικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα.
- Να επιστρέφουν ψηφιακές αναπαραστάσεις χαρτών είτε για άμεση παρουσίαση, είτε για περαιτέρω επεξεργασία από μια άλλη Γεωχωρική Υπηρεσία Δικτύου.
- Να εκτελούν ερωτήματα που θέτει ο χρήστης πάνω σε ψηφιακά γεωγραφικά δεδομένα και να επιστρέφουν το αποτέλεσμα, είτε σε μορφή χάρτη, είτε κειμένου.

3.4.1 Τύποι Γεωχωρικών Υπηρεσιών Δικτύου (Geospatial Web Services)

Η ανοικτή κοινοπραξία OGC έχει αναπτύξει ένα σύνολο τυποποιημένων Γεωχωρικών Υπηρεσιών Δικτύου, συμπεριλαμβανομένων των εξής:

A. Web Map Service (WMS)¹⁴

Η Web Map Service (WMS), είναι μια υπηρεσία που παράγει χάρτες με δυναμικό τρόπο από χωρικά δεδομένα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση ως χάρτης ορίζεται η απόδοση-παρουσίαση γεωγραφικών πληροφοριών με την μορφή ψηφιακής εικόνας,

¹⁴ Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρεθούν στην ιστοσελίδα του Open Geospatial Consortium, Inc (OGC), στο URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 19/08/2010.

κατάλληλης για εμφάνιση σε μια οθόνη υπολογιστή. Τονίζεται ότι ένας χάρτης δεν είναι τα ίδια τα χωρικά δεδομένα αλλά μία απεικόνιση τους. Οι χάρτες που παράγονται από την WMS μπορεί να είναι είτε σε μορφή raster εικόνας όπως τα πρότυπα εικόνων PNG (Portable Network Graphics), το GIF (Graphics Interchange Format) ή JPEG (Joint Photographic Expert Group), ή περιστασιακά σε διανυσματικής μορφή όπως το Scalable Vector Graphics (SVG) ή το Web Computer Graphics Metafile (WebCGM).

Τα χωρικά δεδομένα μπορεί να προέρχονται από διάφορες πηγές ταυτόχρονα, οι οποίες είναι απομακρυσμένες και ετερογενείς.

B. Web Feature Service (WFS)¹⁵

Στην Web Feature Service (WFS) πραγματοποιείται μετάδοση γεωγραφικών χαρακτηριστικών (features) ανάμεσα σε ετερογενείς πλατφόρμες μέσω της γλώσσας GML (Geography Markup Language), η οποία βασίζεται στην XML (eXtensible Markup Language). Ενώ η WMS παραδίδει μια εικόνα, η WFS υποστηρίζει την άμεση εκμετάλλευση και πρόσβαση σε χωρικά αντικείμενα και στις ιδιότητες που σχετίζονται με αυτά στο διαδίκτυο.

Στην ουσία η WFS είναι μια διεπαφή υπηρεσιών που περιγράφει το χειρισμό χωρικών αντικειμένων. Οι διαδικασίες χειρισμού των αντικειμένων περιλαμβάνουν τη δυνατότητα να εισαχθούν, να διαγραφούν, να ενημερωθούν, να ανακτηθούν και να ερωτηθούν χωρικά αντικείμενα με χωρικές ή μη-χωρικές παραμέτρους.

Γ. Web Coverage Service (WCS)¹⁶

Η Web Coverage Service (WCS) υπηρεσία, υποστηρίζει την ηλεκτρονική ανταλλαγή χωρικών δεδομένων με την μορφή coverage (κατά OGC – δεν πρέπει να συγχέεται με το coverage format του ArcInfo), δηλαδή ως ψηφιακά χωρικά δεδομένα σε μορφή ψηφιδωτού (raster) τα οποία απεικονίζουν χωρικά μεταβαλλόμενα φαινόμενα. Μια WCS παρέχει την πρόσβαση σε λεπτομερή και πλούσια σύνολα χωρικών πληροφοριών, με μορφές που είναι χρήσιμες:

- για την οπτικοποίηση τους από έναν client,

¹⁵ Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρεθούν στην ιστοσελίδα του Open Geospatial Consortium, Inc (OGC), στο URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs>, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 19/08/2010.

¹⁶ Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρεθούν στην ιστοσελίδα του Open Geospatial Consortium, Inc (OGC), στο URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/wcs>, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 19/08/2010.

- για την δημιουργία coverages πολλών παραμέτρων,
- την εισαγωγή τους σε επιστημονικά μοντέλα και άλλους clients.

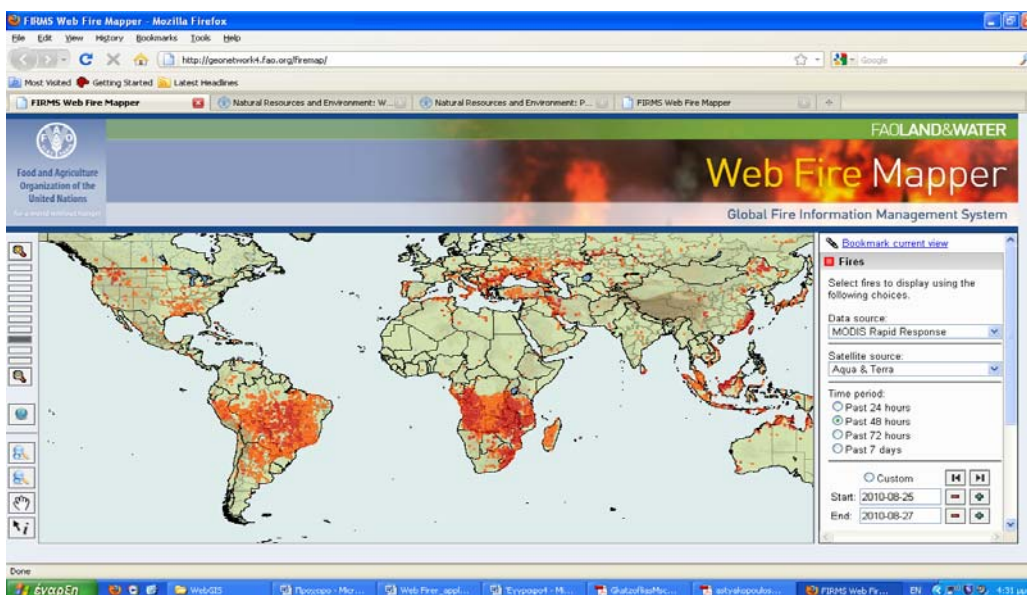
Η WCS μπορεί να συγκριθεί με τις υπηρεσίες WMS και WFS. Όπως και αυτές, επιτρέπει στους clients να επιλέξουν υποσύνολα χωρικών δεδομένων σε ένα Server, βασισμένα σε χωρικούς περιορισμούς και άλλα κριτήρια.

3.4.2 Εφαρμογές των Γεωχωρικών Υπηρεσιών Δικτύου στις δασικές πυρκαγιές

Η χρήση των δικτυακών ΓΣΠ στο χώρο της επιστήμης των δασικών πυρκαγιών είναι πλέον πολύ διαδεδομένη, τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο, όσο και σε πιο τοπικό. Ενδεικτικά παραδείγματα από τέτοιου είδους εφαρμογές αναφέρονται παρακάτω:

A. *The Global Fire Information Management System*

Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (Food and Agriculture Organization of the United Nations- FAO), σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο του Maryland, τη NASA και τον οργανισμό «Conservation International», δημιούργησαν το Global Fire Information Management System (GFIMS) που ενσωματώνει τεχνολογίες τηλεπισκόπησης και ΓΣΠ για να προσφέρει δεδομένα για τις δασικές πυρκαγιές. Ένα από τελευταία εργαλεία που παρουσίασαν είναι το διαδικτυακό «Web Fire Mapper», για την ταχεία αναζήτηση και επεξεργασία νέων και αρχειοθετημένων δασικών πυρκαγιών σε παγκόσμιο επίπεδο (εικόνα 6).

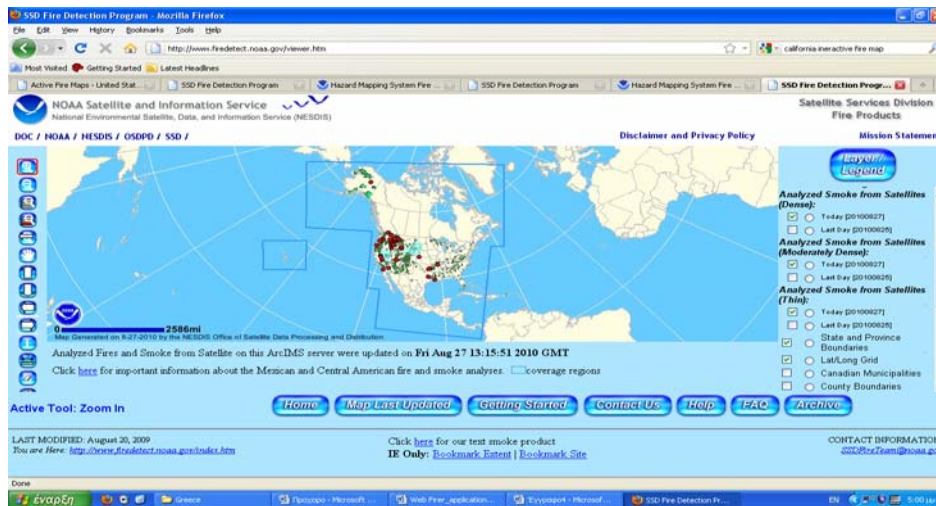


Εικόνα 6: Διαδικτυακή εφαρμογή Web Fire Mapper

Πηγή: <http://geonetwork4.fao.org/firemap/>

B. Hazard Mapping System Fire and Smoke Product

Η Εθνική Υπηρεσία Περιβαλλοντικών Δορυφορικών, Δεδομένων και Πληροφόρησης (The National Environmental Satellite, Data, and Information Service - NESDIS) των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, στα πλαίσια του προγράμματος «Hazard Mapping System Fire and Smoke Product» δημιούργησαν μια διαδικτυακή εφαρμογή των ΓΣΠ που παρουσιάζει τις εστίες πυρκαγιάς (hot spots) και τις στήλες καπνού (smoke plumes) για την περιοχή της Αμερικής και την Αλάσκα. Έτσι, παρουσιάζει πιθανές τοποθεσίες φωτιάς, και παράλληλα επιτρέπει στους χρήστες, να εστιάσουν σε περιοχές του ενδιαφέροντός τους, χρησιμοποιώντας τεχνολογία ΓΣΠ.

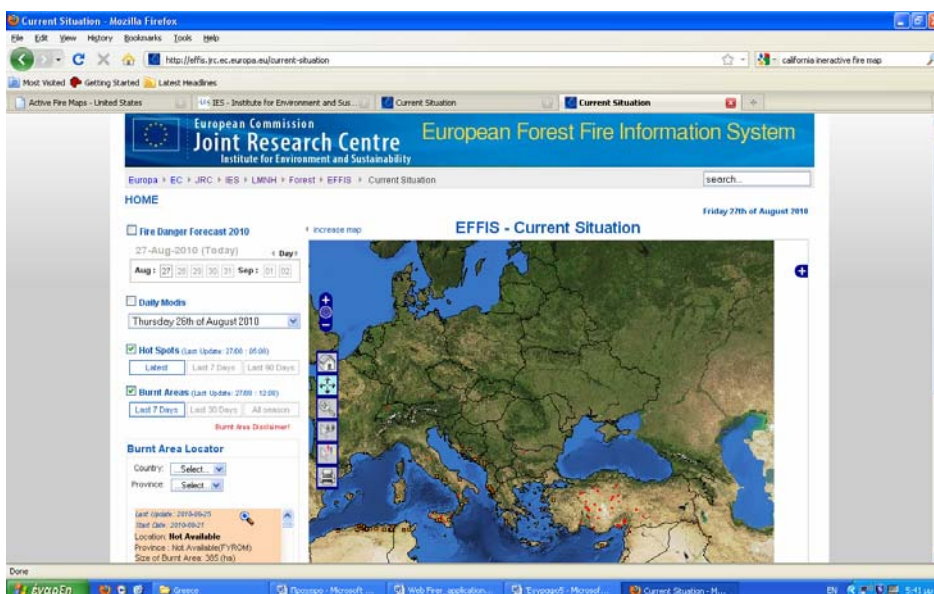


Εικόνα 7: Εφαρμογή Web Based GIS Fire Analysis, της NESDIS.

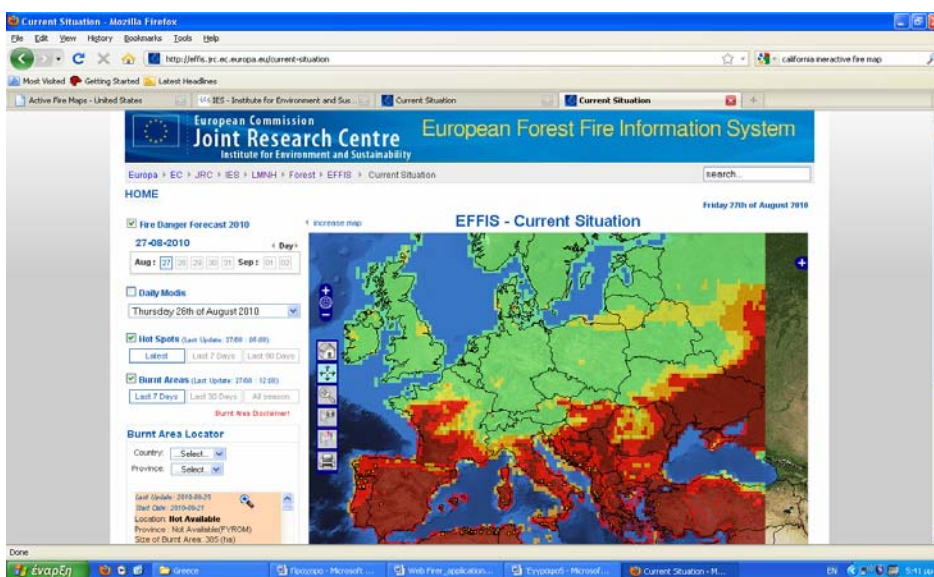
Πηγή: <http://www.firedetect.noaa.gov/viewer.htm>

Γ. European Forest Fire Information System (EFFIS) - Current Situation

Το Joint Research Center- JRC της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, έχει αναπτύξει το πρόγραμμα «European Forest Fire Information System (EFFIS)», που έχει σκοπό να παρέχει σχετικές πληροφορίες για την προστασία των δασών από τις πυρκαγιές στην Ευρώπη, παρουσιάζοντας στοιχεία πριν και μετά την πυρκαγιά. Στο πλαίσιο του EFFIS, λειτουργεί από το 2009 η εφαρμογή «Current Situation», η οποία παρέχει καθημερινή ενημέρωση για τις εστίες πυρκαγιάς και για τις καμένες εκτάσεις στην Ευρώπη, καθώς και καθημερινούς χάρτες πρόβλεψης του κινδύνου πυρκαγιάς και εικόνες από το δορυφόρο MODIS.



Εικόνα 8: Στιγμιότυπο από το Current Situation, όπου φαίνονται οι εστίες πυρκαγιάς
 Πηγή: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/current-situation>



Εικόνα 9: Στιγμιότυπο από το Current Situation, όπου φαίνονται ο χάρτης επικινδυνότητας πυρκαγιάς
 Πηγή: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/current-situation>

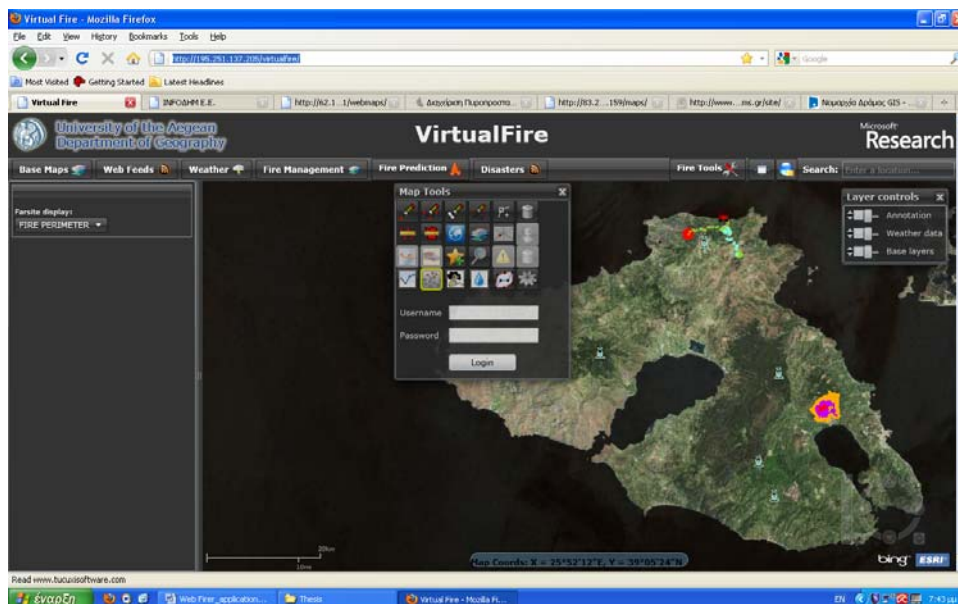
Δ. Virtual Fire, «Πλατφόρμα Διαδικτυακού Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (Web GIS) για Διαχείριση Δασικών Πυρκαγιών»

Η ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Γεωγραφίας Φυσικών Καταστροφών του Τμήματος Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, ανέπτυξε ένα γεωγραφικό διαδικτυακό σύστημα υποστήριξης των αποφάσεων και των δράσεων σχετικά με την

αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών . Το σύγχρονο πιλοτικό αυτό σύστημα παρέχει υπηρεσίες γεωπληροφορικών συστημάτων Web-GIS με χρήση δορυφορικών εικόνων και αεροφωτογραφιών μεγάλης διακριτικής λεπτομέρειας, για το νησί της Λέσβου.

Ειδικότερα, η πλατφόρμα μπορεί να παρέχει τις εξής πιλοτικές υπηρεσίες:

- Γεωγραφική απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο οχημάτων (π.χ. πυροσβεστικά οχήματα και υδροφόρες) και αεροπλάνων που λαμβάνουν μέρος στην πυρόσβεση, καθώς και άλλων χρήσιμων γεωγραφικών πληροφοριών (π.χ. σημεία με δεξαμενές νερού, δρόμοι, κλπ.), ώστε να παρέχεται η δυνατότητα συντονισμού από το Κέντρο Επιχειρήσεων αλλά και άντλησης πληροφοριών (εντοπισμού-απεικόνισης σημείων) για τους πυροσβέστες.
- Γεωγραφική αποτύπωση της πιθανότητας εμφάνισης πυρκαγιάς και αναγνώριση των περιοχών υψηλού κινδύνου. Η βασική διαφορά από τα υπάρχοντα συστήματα είναι η χρήση πολλαπλών παραμέτρων στον αλγόριθμο ποσοτικού υπολογισμού του κινδύνου, η παροχή υψηλής γεωγραφικής ανάλυσης, καθώς και η δυνατότητα ανανέωσης της πρόβλεψης εντός της ημέρας.
- Γεωγραφική αποτύπωση της έναρξης, της έντασης και της πιθανής εξάπλωσης της πυρκαγιάς, με τη χρήση ειδικών λογισμικών (FARSITE και Flammap), παρέχοντας μια πρώτη εκτίμηση και αποτύπωση της εξέλιξης της πυρκαγιάς στο χώρο και στο χρόνο.



Εικόνα 10: Εφαρμογή Virtual Fire

Πηγή: <http://195.251.137.205/virtualfire/>

3.4.3 Λογισμικά Web GIS

Η συνεχής αύξηση της χρήσης των δικτυακών ΓΣΠ οδήγησαν τις περισσότερες εταιρίες που έχουν αναπτύξει desktop GIS λογισμικά, όπως η ERDAS, η ESRI, η Autodesk, η Intergraph κ.α., να δημιουργήσουν λογισμικά για την εξαγωγή των γεωγραφικών πληροφοριών στο διαδίκτυο. Παράλληλα, μεγάλη ανάπτυξη στο χώρο αυτό εμφανίζουν και τα λογισμικά Ανοικτού Κώδικα (open source), δηλαδή λογισμικά που επιτρέπουν την ελεύθερη χρήση, αντιγραφή, αναδιανομή, μεταβολή και προσαρμογή του εκάστοτε προγράμματος στις απαιτήσεις του χρήστη.

Στη συνέχεια ακολουθεί ενδεικτικά μια περιγραφή ενός από τα πιο διαδεδομένα εμπορικά λογισμικά που αφορούν τα δικτυακά ΓΣΠ, του ArcGIS Server της εταιρείας ESRI, και ενός Ανοικτού Κώδικα (open source) λογισμικού του Map Server.

A. ArcGIS Server της εταιρείας ESRI ¹⁷

Η εταιρεία ESRI είναι μία από τις πιο διαδεδομένες εταιρείες παραγωγής λογισμικών που διαχειρίζονται την γεωγραφική πληροφορία (GIS software). Η πρώτη προσπάθεια για την διανομή χαρτών μέσω του διαδικτύου παρατηρείται με την εμφάνιση του ArcView IMS και του MapObject IMS. Το ArcView IMS δομήθηκε στηριζόμενο στο δημοφιλή μέχρι τότε ArcView με μία IMS επέκταση για την σύνδεση αυτού με τον κατάλληλο εξυπηρετητή web. Παράλληλα, το MapObject IMS δομήθηκε στηριζόμενο στα προγραμματιστικά εργαλεία «map objects» με τεχνικές και εφαρμογές java. Λόγω των περιορισμών στις τεχνολογίες δικτύου και στα λογισμικά GIS, τα παραπάνω προϊόντα παρουσίασαν πολύ σημαντικά προβλήματα.

Σήμερα, η εταιρεία ESRI παρέχει τρία διαφορετικά προϊόντα που στελεχώνουν τα λογισμικά δόμησης εφαρμογών διαδικτύου και διευρύνουν την οικογένεια του ESRI ArcGIS. Πρόκειται για τα:

- *ArcIMS*:

¹⁷ Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρεθούν στην ιστοσελίδα του ESRI Developer Network *Introducing ArcGIS Server*, στο URL: http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.1/ArcGISServer/ServerDevGd_Ch1.pdf, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 19/08/2010.

Πρόκειται για μία εφαρμογή δημοσίευσης και διανομής δυναμικών χαρτών, δεδομένων και καταλόγων μεταδεδωμένων χρησιμοποιώντας ανοιχτά πρωτόκολλα του διαδικτύου (open internet protocols).

- *ArcGIS Image Server*:

Πρόκειται για έναν server συνεχούς επεξεργασίας και διανομής εικόνων. Παρέχει πολύ γρήγορη πρόσβαση σε εικόνες μεγάλου μεγέθους ενώ μειώνει σημαντικά τον χρόνο ανάμεσα στην απόκτηση και την χρήση μίας εικόνας.

- *ArcGIS Server*:

Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο ΓΣΠ σύστημα βασισμένο σε τεχνολογίες διαδικτύου που παρέχει μία ποικιλία εφαρμογών και υπηρεσιών για χαρτογράφηση, ανάλυση, συλλογή δεδομένων, επεξεργασία αλλά και διαχείριση χωρικής πληροφορίας. Στην ουσία πρόκειται για ένα πολύ δυνατό ευέλικτο και καινοτόμο εργαλείο δεδομένου ότι μπορεί να υποστηρίξει οποιαδήποτε λειτουργία πραγματοποιεί ένα desktop Γ.Π.Σ. με την μόνη διαφορά ότι όλα γίνονται στο διαδίκτυο (intranet αλλά και internet) σε πραγματικό χρόνο.

❖ **Αρχιτεκτονική του ArcGIS Server¹⁸**

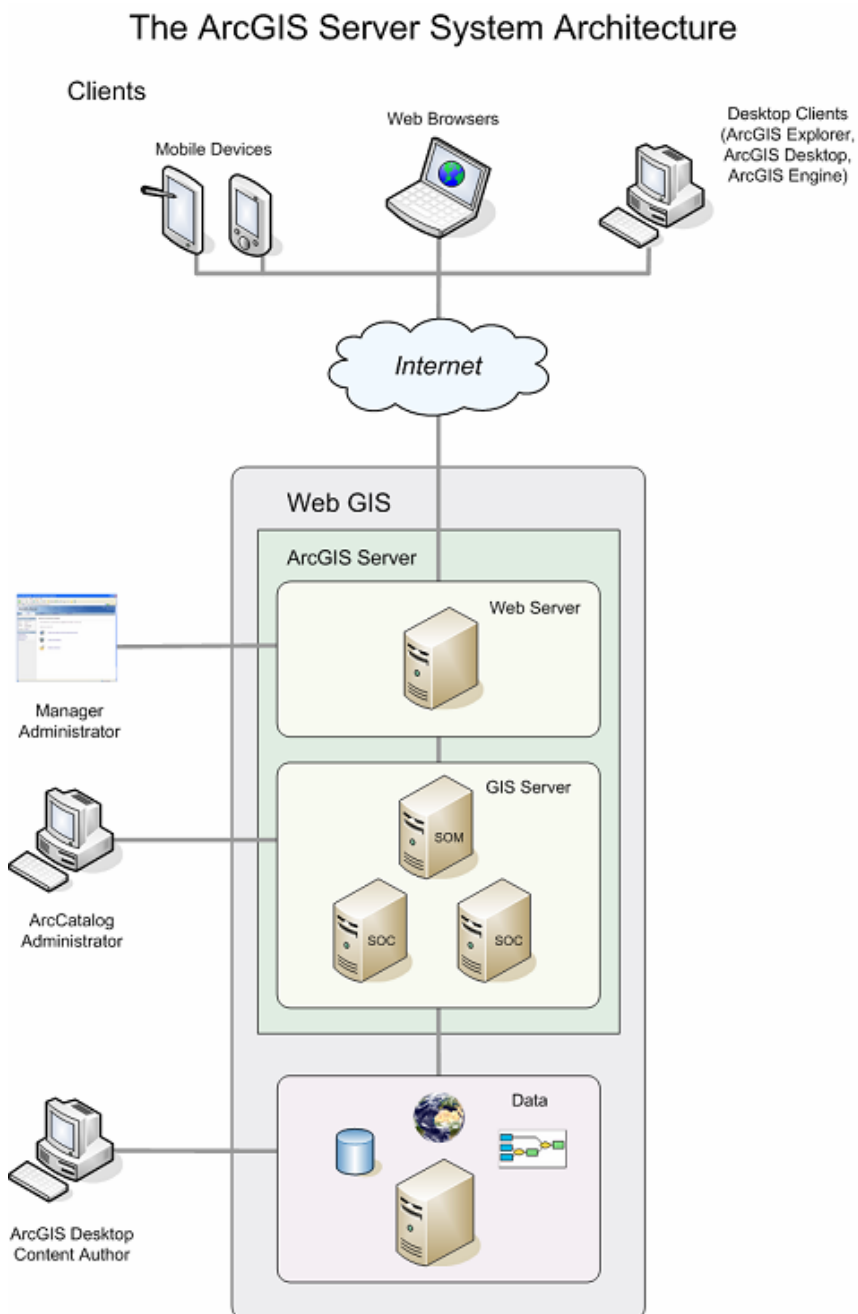
Σε γενικές γραμμές η αρχιτεκτονική του ArcGIS Server ακολουθεί την αρχιτεκτονική τριών επιπέδων, όπως ισχύει και στα περισσότερα λογισμικά του είδους. Στο ένα άκρο υπάρχει η πληροφορία αποθηκευμένη, καθώς και τα εργαλεία διαχείρισης αυτής, στο άλλο άκρο υπάρχουν οι χρήστες – οι «πελάτες» του συστήματος και ενδιάμεσα υπάρχει το μέσο που συνδέσει αυτά τα δύο, που διαχειρίζεται τα αιτήματα του χρήστη, τα κατευθύνει στον σωστό εξυπηρετητή και ανταποδίδει τα επιζητούμενα αποτελέσματα.

Ειδικότερα, το σύστημα του ArcGIS Server, όπως φαίνεται και από την εικόνα 11, αποτελείται από τα ακόλουθα συστατικά μέρη:

- GIS server
- Web server
- Clients
- Data server

¹⁸ Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρεθούν στην ιστοσελίδα του ESRI Developer Network *Developing ArcGIS Server Applications*, στο URL: http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.1/ArcGISServer/ServerDevGd_Ch4.pdf, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 19/08/2010

- Manager and ArcCatalog administrators
- ArcGIS Desktop content authors



Εικόνα 11: Αρχιτεκτονική του ArcGIS Server

Πηγή: ESRI, Resource Center, από:

http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisserver/install_gds/dotnet/Step_2_Server_site_config.htm

Αναλυτικά:

GIS Server

Ο GIS Server αποθηκεύει τους πόρους του GIS όπως χάρτες, σφαίρες, εργαλεία γεωκωδικοποίησης και συστήματα εύρεσης διευθύνσεων ενώ παράλληλα τα εκθέτει ως υπηρεσίες στις διάφορες εφαρμογές. Όταν ο χρήστης, μέσω της εφαρμογής που διαχειρίζεται, συντάξει ένα αίτημα για την χρήση μίας υπηρεσίας, ο GIS Server παράγει μία απάντηση και την επιστρέφει στον χρήστη (πάντοτε μέσω της συγκεκριμένης εφαρμογής – client application).

Web Server

Ο εξυπηρετητής Web αποθηκεύει τις εφαρμογές και υπηρεσίες διαδικτύου (web applications and services) που χρησιμοποιούν τους πόρους που είναι αποθηκευμένοι στον GIS Server.

Clients

Οι χρήστες του συστήματος συνδέονται μέσω του πρωτοκόλλου μεταφοράς HTTP στις διάφορες υπηρεσίες του παγκόσμιου ιστού ή σε τοπικές υπηρεσίες μέσω LAN ή WAN. Τρία εξειδικευμένα πλαίσια εφαρμογών ενσωματώνονται στον ArcGIS Server:

1. Η εφαρμογή χαρτογράφησης μέσω του διαδικτύου (web mapping application)
2. Η δωρεάν εφαρμογή ArcGIS Explorer και
3. Η εφαρμογή ArcGIS Mobile

Data Server

Ο εξυπηρετητής δεδομένων (data server) περιέχει τους πόρους του ΓΣΠ που έχουν δημοσιευθεί σαν υπηρεσίες στον GIS Server. Οι πόροι μπορεί να είναι χάρτες, εργαλεία γεωκωδικοποίησης, βάσεις δεδομένων καθώς και εργαλεία ευρέσεως διευθύνσεων. Συνήθως χρησιμοποιείται μία σχεσιακή βάση δεδομένων.

Manager and ArcCatalog administrators

Οι διαχειριστές του ArcGIS Server μπορούν να χρησιμοποιήσουν είτε τον Manager administrator είτε τον ArcCatalog administrator για να δημοσιεύσουν και να διαχειριστούν τους πόρους και τις υπηρεσίες ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών.

ArcGIS Desktop content authors

Για την δημιουργία πόρων του ΓΣΠ όπως χάρτες, εργαλεία γεωκωδικοποίησης κλπ που θα

δημοσιευθούν στον εξυπηρετητή, είναι ανάγκη να χρησιμοποιηθούν επιτραπέζιες εφαρμογές (desktop applications) όπως τα ArcMap, ArcCatalog και ArcGlobe.

❖ Υπηρεσίες (services) του ArcGIS Server

Το λογισμικό του ArcGIS Server μπορεί να υποστηρίξει πολλούς τύπους υπηρεσιών (services) κάθε μία εκ των οποίων έχει και διαφορετικές ικανότητες που μπορούν να ενεργοποιηθούν. Οι πέντε βασικές υπηρεσίες που παρέχει το λογισμικό είναι:

Για κάθε μία υπηρεσία υπάρχουν κάποιες βασικές λειτουργίες ενώ παράλληλα υπάρχουν και προαιρετικές ικανότητες που μπορούν να ενεργοποιηθούν.

Map Services

Η υπηρεσία map service είναι η συνηθέστερη υπηρεσία του ArcGIS και περιέχει πλήθος ικανοτήτων. Παρέχει τη δυνατότητα χαρτογράφησης και προβολής ενός χάρτη, μπορεί να υποστηρίξει τη μοντελοποίηση και το geoprocessing, μπορεί να κάνει χρήση του πρωτοκόλλου KML που επιτρέπει στην υπηρεσία να χρησιμοποιηθεί στο Google Earth κ.α.

Globe Services

Τα έγγραφα Globe (τα οποία είναι «σφαίρες» ή καλύτερα τρισδιάστατα αντικείμενα), μπορούν να δημοσιευθούν ως υπηρεσίες Globe στον ArcGIS Server. Μία υπηρεσία Globe παρέχει πρόσβαση σε ένα τρισδιάστατο αντικείμενο με το οποίο μπορείς να αλληλεπιδράς αλλά και να το συμπληρώνεις με άλλη γεωγραφική πληροφορία.

Geoprocessing services

Μια υπηρεσία γεωεπεξεργασίας (geoprocessing) είναι μια υπηρεσία δικτυακού ΓΣΠ που εξυπηρετεί ένα σύνολο εργαλείων geoprocessing, εκτελεί την εντολή στο διακομιστή (server), και επιστρέφει τα αποτελέσματα μέσω του ιστού.

Geocoding Services

Η γεωκωδικοποίηση (geocoding) είναι η διαδικασία μετατροπής διευθύνσεων δρόμων σε χωρικές θέσεις, συνήθως με τιμές συντεταγμένων (σημεία). Σε πολλές περιπτώσεις οι χρήστες απαιτούν την ικανότητα να χρησιμοποιούν τις δικές τους υπηρεσίες Geocoding.

Geodata Services

Μία υπηρεσία geodata (γεωδεδομένων) επιτρέπει στους χρήστες την πρόσβαση σε μία βάση δεδομένων μέσω τοπικού δικτύου LAN, WAN ή μέσω του παγκόσμιου ιστού χρησιμοποιώντας τον εξυπηρετητή του ArcGIS. Η συγκεκριμένη υπηρεσία παρέχει την δυνατότητα επεξεργασίας της βάσης (editing), δημιουργίας αντιγράφων χρησιμοποιώντας λειτουργίες εξαγωγής δεδομένων (data extraction) καθώς και την εκτέλεση ερωτημάτων στην βάση δεδομένων (query execution).

Το λογισμικό του ArcGIS είναι ένα πανίσχυρο εργαλείο για την δόμηση και την διανομή εφαρμογών μέσω διαδικτύου τόσο σε τοπικό επίπεδο όσο και στον παγκόσμιο ιστό. Όλες οι βασικές λειτουργίες εισαγωγής, διαχείρισης, ανάλυσης και απόδοσης υποστηρίζονται από το σύστημα ενώ παράλληλα είναι εφοδιασμένο με πολλά εξειδικευμένα εργαλεία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τις πιο απαιτητικές εφαρμογές.

Το σύνολο των λειτουργιών αναλύεται στο παράρτημα.

B. Το λογισμικό Map Server¹⁹

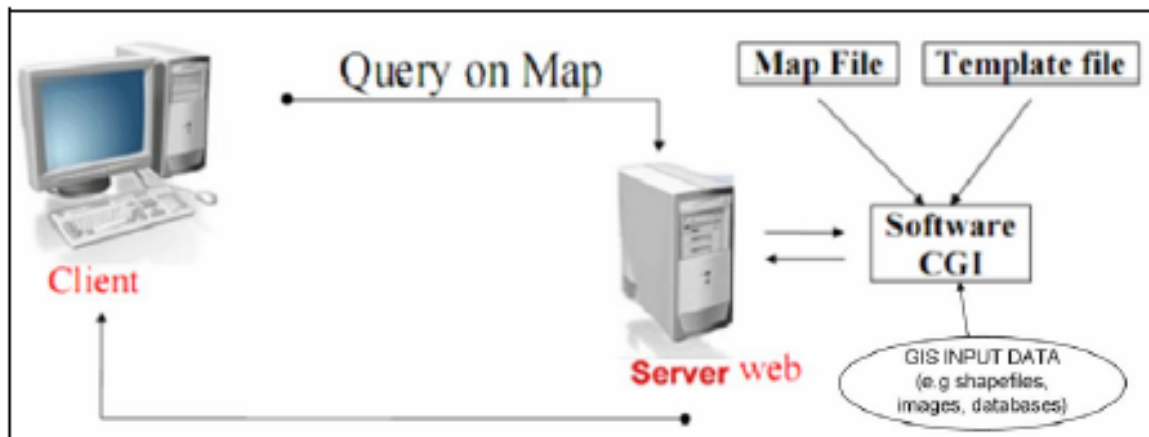
Το λογισμικό MapServer είναι Ανοιχτού Κώδικα (Open Source) και αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο της Minnesota (ΗΠΑ). Δεν είναι ένα πλήρες ΓΣΠ, αλλά επεξεργάζεται και μετατρέπει γεωγραφικά δεδομένα για δικτυακή χρήση.

Οι κύριες δυνατότητες του λογισμικού είναι οι ακόλουθες:

- Λειτουργεί ανεξάρτητα από πλατφόρμα: Linux, Windows, Mac OS X, Unix
- Υποστηρίζει πολλές γλώσσες προγραμματισμού: PHP, Python, Perl, Ruby, Java, και C#
- Υποστηρίζει δεδομένα εισόδου πολλών μορφών: TIFF, ESRI formats, OGC formats (WMS, WFS, WCS)
- Πολλές δυνατότητες για δεδομένα εξόδου: δεδομένα εξαρτημένα από κλίμακες, με ετικέτες (labeling), αυτοματοποιημένα πρόσθετα χαρακτηριστικά χαρτών (κλίμακα, υπόμνημα, χάρτης αναφοράς), θεματικά επίπεδα με υποστήριξη πολλαπλών κλάσεων ανά θεματικό επίπεδο
- Άμεση επιλογή προβολής (on-the-fly projection)

¹⁹Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρεθούν στην ιστοσελίδα του MapServer, στο URL: <http://mapserver.org/about.html> . Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 26/08/2010.

Στην Εικόνα 12 φαίνεται η αρχιτεκτονική του λογισμικού MapServer. Ο MapServer στην ουσία είναι ένα λογισμικό CGI (Common Gateway Interface)²⁰, δηλαδή ένα λογισμικό το οποίο βρίσκεται σε έναν web server, και αποτελεί την διεπαφή ανάμεσα σε αυτόν και μια δικτυακή εφαρμογή (client), η οποία συνήθως εκτελείται σε έναν απομακρυσμένο υπολογιστή για λογαριασμό ενός χρήστη.



Εικόνα 12: Αρχιτεκτονική MapServer

Πηγή: www.google.com

Όπως φαίνεται και στην εικόνα, ο client στέλνει ένα ερώτημα (query) στον server, ο οποίος μέσω του MapServer (Software CGI) μπορεί και ανταποκρίνεται στο ερώτημα. Ο MapServer χρειάζεται δύο αρχεία για να μπορέσει να επιστρέψει κάποιο αποτέλεσμα στον client. Αυτά τα αρχεία είναι τα Map και Template, τα οποία βρίσκονται και αυτά στο server και αποτελούν μέρος της δικτυακής ΓΣΠ εφαρμογής που "τρέχει" στον server. Το ερώτημα που στέλνει ο client είναι στην ουσία μια URL (Uniform Resource Locator) διεύθυνση.

Μέσα στο map αρχείο ορίζουμε ποια δεδομένα (GIS input data) πρέπει να διαβάσει ο MapServer προκειμένου να δημιουργήσει το αποτέλεσμα του ερωτήματος. Στη συνέχεια θα δούμε από τι ακριβώς αποτελείται ένα map αρχείο.

²⁰ Το Common Gateway Interface (CGI) είναι ένα πρότυπο, το οποίο επιτρέπει την αμφίδρομη ροή πληροφοριών μεταξύ browser και server με την χρήση ενός εκτελέσιμου προγράμματος (gateway) το οποίο υπάρχει στον HTTP-Server και καλείται από αυτόν σαν αποτέλεσμα κάποιων ενεργειών του χρήστη. Τεκμήριο διαθέσιμο στο Web, URL: http://hci.ece.upatras.gr/various/asp_feidas.pdf, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 27/08/2010.

Τα αρχεία Map²¹

Τα αρχεία map είναι ο βασικός μηχανισμός πάνω στα οποία στηρίζεται το λογισμικό MapServer. Από τις παραμέτρους αυτού του αρχείου επηρεάζεται το αποτέλεσμα που αποστέλλεται στο χρήστη. Ένα αρχείο map είναι στην ουσία ένα αρχείο κειμένου και έχει την μορφή που φαίνεται στην Εικόνα 13.

Υλοποιείται με βάση την αρχή των αντικειμένων που έχει και ο αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός και κάθε αντικείμενο περιέχει λέξεις κλειδιά ή άλλα αντικείμενα. Υπάρχει μια ιεραρχική δομή κατά την οποία κάποια αντικείμενα βρίσκονται κάτω από κάποια άλλα αντικείμενα και στην κορυφή αυτής της ιεραρχίας βρίσκεται το αντικείμενο MAP. Δηλαδή όλα τα άλλα αντικείμενα ανήκουν σε αυτό το αντικείμενο.

```
LAYER
    NAME my_shapefile
    TYPE POLYGON
    DATA countries_area
    STATUS OFF
    CLASS
        NAME "Countries"
        OUTLINECOLOR 0 0 0
    END
END
```

Εικόνα 13: Map αρχείο

Πηγή: <http://mapserver.org/input/vector/shapfiles.html>

Τα HTML Templates²²

Όπως είδαμε στην αρχιτεκτονική του MapServer (Εικόνα 14) εκτός από το αρχείο map, ο MapServer χρησιμοποιεί και ένα template αρχείο για να δημιουργήσει το αποτέλεσμα που απαιτεί ο client. Το αρχείο template είναι στην ουσία ένα αρχείο με κώδικα HTML, για αυτό και αναφέρεται κυρίως ως HTML. Με την βοήθεια του template μπορεί κανείς να δημιουργήσει μια διεπαφή, δηλαδή μια δικτυακή εφαρμογή μέσα από την οποία μπορεί κανείς να διαχειριστεί γεωχωρικά δεδομένα.

²¹Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρεθούν στην ιστοσελίδα του MapServer, στο URL: <http://mapserver.org/introduction.html?highlight=mapfile%20reference>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 26/08/2010.

²²Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρεθούν στην ιστοσελίδα του MapServer, στο URL: <http://mapserver.org/output/imagemaps.html?highlight=html%20templates#templates>, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 26/08/2010.

Αυτό που πρέπει να ορίσουμε μέσα στο map αρχείο είναι την παράμετρο TEMPLATE με την οποία ορίζουμε ποιο HTML αρχείο-template θα χρησιμοποιήσει ο MapServer για να δημιουργήσει το αποτέλεσμα που θα στείλει στον client.

Η βιβλιοθήκη MapScript²³

Αν και με τη χρήση των templates μπορεί κανείς να υλοποιήσει πολύ εύκολα και γρήγορα μια διεπαφή για τη διαχείριση γεωχωρικών δεδομένων, υπάρχουν κάποια σοβαρά μειονεκτήματα. Το αποτέλεσμα δεν μπορεί να αλλάζει δυναμικά. Για παράδειγμα δεν μπορούν αυτόματα να δημιουργούνται νέα θεματικά επίπεδα. Δηλαδή η διεπαφή πάντα θα πρέπει να περιορίζεται από το πώς έχει οριστεί το HTML template. Έτσι η διεπαφή δεν μπορεί να προσαρμόζεται αυτόματα σε αλλαγές του map αρχείου. Τη λύση σε αυτό δίνει η προγραμματιστική επέκταση-βιβλιοθήκη MapScript.

Μέσω της MapScript μπορεί κανείς να δημιουργήσει διεπαφές χρησιμοποιώντας τις λειτουργίες του MapServer δυναμικά μέσα από διάφορες γλώσσες προγραμματισμού, όπως PHP, C#, Java κ.α.

Η MapScript προσδίδει στην ουσία επιπλέον συναρτήσεις και μεταβλητές σε μια γλώσσα προγραμματισμού για τη χρήση των λειτουργιών του MapServer. Μέσω ενός browser αποστέλλεται ένα ερώτημα προς τον server, το οποίο δημιουργείται από μια από τις παραπάνω γλώσσες προγραμματισμού. Μέσω της βιβλιοθήκης MapScript καλούνται οι απαραίτητες συναρτήσεις του MapServer (MapServer C functions), οι οποίες με τη σειρά τους χρησιμοποιώντας τα γεωγραφικά δεδομένα (GIS data) δημιουργούν το αποτέλεσμα (output) που αποστέλλεται πίσω στον client. Το αποτέλεσμα μπορεί να είναι είτε σε μορφή εικόνας, είτε αποτέλεσμα των γεωχωρικών υπηρεσιών δικτύου (WMS, WFS layers).

²³ Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρεθούν στην ιστοσελίδα του MapServer, στο URL: <http://mapserver.org/mapscript/index.html>, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 26/08/2010.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναλύθηκαν οι βασικές αρχές των ΓΣΠ και των ΓΣΠ στο διαδίκτυο και αναφέρθηκαν κάποιες εφαρμογές τους στο χώρο των δασικών πυρκαγιών. Έτσι, αφού παρουσιάστηκε η χρησιμότητά τους και ο τρόπος λειτουργίας τους, θα προχωρήσουμε σε μία ανάλυση του τρόπου δημιουργίας ενός ολοκληρωμένου γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών για τις δασικές πυρκαγιές. Η προσέγγιση θα αφορά στο σχεδιασμό της εφαρμογής, ενώ η εργασία θα επικεντρωθεί στα δεδομένα που θα πρέπει να περιλαμβάνει μια τέτοια εφαρμογή.

Ειδικότερα, στόχος της εργασίας είναι η παρουσίαση ενός δυνητικά πραγματοποιήσιμου ολοκληρωμένου γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών για τις δασικές πυρκαγιές, που θα διαχέει πληροφορίες στο διαδίκτυο, το οποίο:

- Θα ενισχύσει το έργο των αρμόδιων φορέων και υπηρεσιών για την προστασία και τη διαχείριση των φυσικών περιοχών που έχουν πληγεί από πυρκαγιές.
- Θα εξυπηρετεί την ακαδημαϊκή κοινότητα, με την παροχή μεγάλου πλήθους πληροφοριών και θα διευκολύνει το ερευνητικό τους έργο.
- Θα ενημερώνει τους πολίτες για την δεδομένη κατάσταση των δασών και θα τους δίνει τη δυνατότητα να προσφέρουν και αυτοί τυχόν πληροφορίες, ενισχύοντας έτσι το κοινό αίσθημα υπευθυνότητας.

Κάθε εργασία που παρουσιάζει μια εφαρμογή πρέπει να έχει κάποιους άξονες πάνω στους οποίους θα βασισθεί και σταδιακά θα φθάσει στο αποτέλεσμα.

Προκειμένου να ολοκληρωθεί η δεδομένη εφαρμογή θα έπρεπε να τηρηθούν τα παρακάτω βήματα (Αστυακόπουλος, 2009):

1. Πρώτο μέλημα είναι ο προσδιορισμός του προβλήματος, δηλαδή η ανάγνωση της αναγκαιότητας για μια τέτοια εφαρμογή και τα οφέλη που μπορεί να προσδώσει.
2. Μετά ακολουθεί ο καθορισμός της αρχιτεκτονικής του συστήματος. δηλαδή από πόσα επίπεδα θα απαρτίζεται, πως θα συνδέονται αυτά μεταξύ τους και ποια θα είναι τα απαιτούμενα λογισμικά που θα πρέπει να εγκατασταθούν σε κάθε επίπεδο.
3. Έχοντας ολοκληρώσει την αρχιτεκτονική του συστήματος και την εγκατάσταση των λογισμικών, βαίνουμε στη δημιουργία της ενιαίας βάσης δεδομένων. Πρόκειται για τη

βάση στην οποία θα στηριχθεί η ανάπτυξη του Ολοκληρωμένου Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών.

4. Επόμενο βήμα αποτελεί η δημιουργία της διαδικτυακής υπηρεσίας. Καταρχάς, θα δημιουργηθεί μια πηγή ΓΣΠ και θα πρέπει να γίνει επιλογή μεταξύ ενός εύρους υπηρεσιών που παρέχει ο χρησιμοποιούμενος Server.

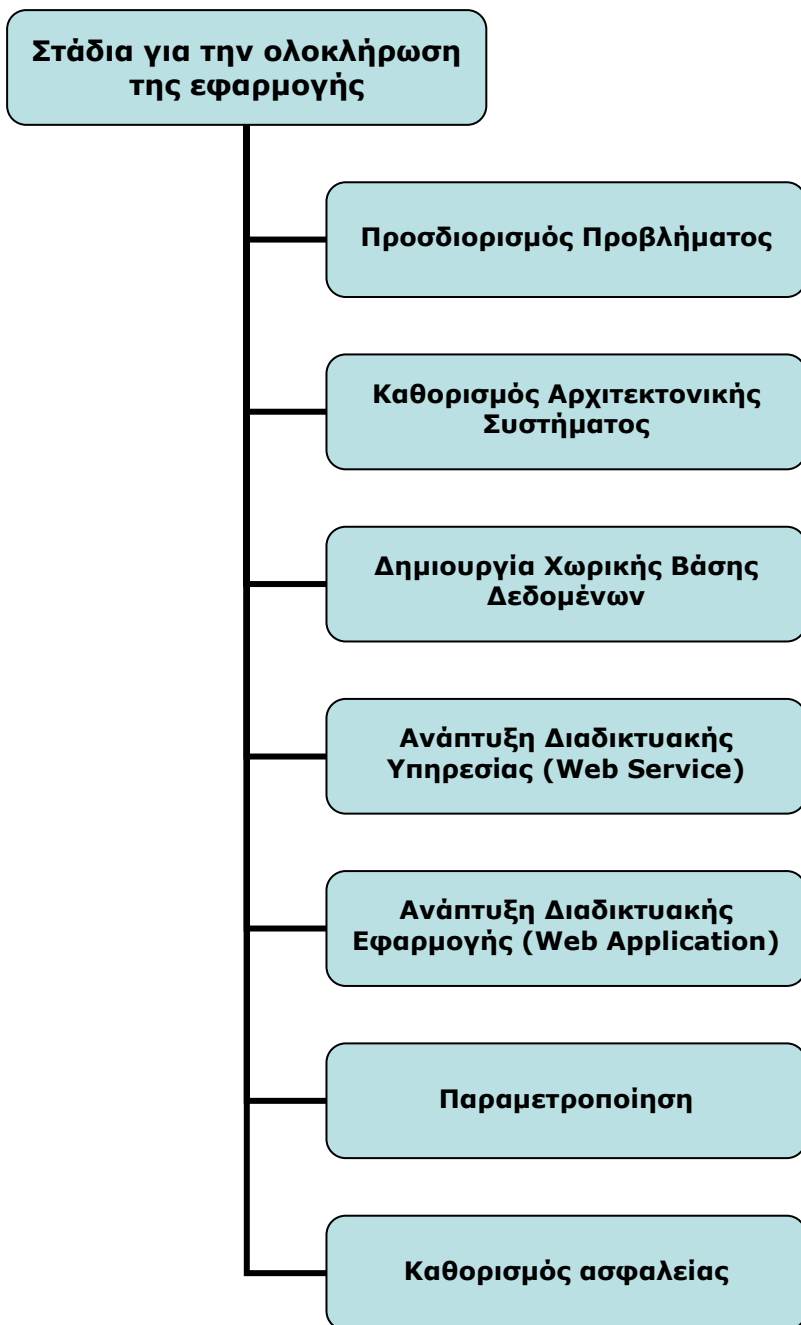
5. Ακολουθεί η δημιουργία της διαδικτυακής εφαρμογής η οποία θα λαμβάνει ως input τη διαδικτυακή υπηρεσία που δημιουργήθηκε στο προηγούμενο βήμα. Σε αυτό το σημείο καθορίζονται οι απαιτήσεις της εφαρμογής, δηλαδή ποιες ανάγκες υπάρχουν για εργαλεία, ερωτήματα προς τη βάση κλπ.

6. Κατόπιν, η εφαρμογή θα βελτιωθεί οπτικά αλλά και λειτουργικά. ώστε να είναι φιλικότερη προς τον τελικό χρήστη.

7. Τέλος ρυθμίζονται οι κανόνες ασφάλειας των δεδομένων και του συστήματος.

Η εφαρμογή πλέον θα είναι έτοιμη να δημοσιευθεί στο διαδίκτυο.

Η λογική της προσέγγισης που περιγράφηκε, παρουσιάζεται σχηματικά παρακάτω:



Σχήμα 8: Ανάπτυξη σταδίων για την ολοκλήρωση του Συστήματος

Πηγή: ίδια επεξεργασία

4.1 Προσδιορισμός του προβλήματος

Όπως αναφέρθηκε στην αρχή της εργασίας, το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα είναι ιδιαίτερα έντονο. Αν ληφθεί υπόψη ότι μόνο το 2007 κάηκαν περίπου

225.000 εκτάρια, εκ των οποίων πάνω από το 80% ήταν δασικές εκτάσεις, καταλαβαίνουμε την αναγκαιότητα για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος και των επιπτώσεών του.

Η προστασία των δασικών εκτάσεων και η διαχείριση των δασικών πυρκαγιών αποτελεί ένα ιδιαίτερα σύνθετο χωρικό πρόβλημα, που επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων. Έτσι, κρίνεται αναγκαία η οργάνωση των απαραίτητων πληροφοριών σε μία χωρική βάση δεδομένων, η οποία θα χρησιμεύει τόσο στην ανάκτηση πληροφοριών, όσο και στην ανάλυση των δεδομένων που είναι χρήσιμα στη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών και των εκτάσεων μετά την εμφάνιση του φαινομένου. Οι πληροφορίες που μπορεί να αποκομίσει ο διαχειριστής αυτών των καταστάσεων (π.χ. δασολόγος, πυροσβέστης, βιολόγος κ.α.), επηρεάζονται από το πόσο ενημερωμένες και πλήρεις είναι οι πηγές των δεδομένων. Και είναι γνωστό ότι η καλύτερη πληροφόρηση οδηγεί και στη λήψη ορθότερων αποφάσεων.

Στόχος της εφαρμογής αυτής είναι η ενιαία διαχείριση όλων των διαθέσιμων πληροφοριών, ο συσχετισμός τους και η εξαγωγή συμπερασμάτων. Με τον τρόπο αυτό θα ικανοποιηθεί η ανάγκη άμεσων απαντήσεων.

Επιπλέον, οι φορείς - χρήστες θα έχουν τη δυνατότητα, χωρίς την ανάγκη γνώσης χειρισμού πολύπλοκων και εμπορικών λογισμικών γεωπληροφορικής (ΓΣΠ), να εφαρμόζουν και να αξιοποιούν εύκολα εφαρμογές, όπως πλοήγηση, να υποβάλλουν ερωτήματα σε βάσεις δεδομένων και να λαμβάνουν άμεσα απαντήσεις, να εντοπίζουν τα σημεία ενδιαφέροντός τους, καθώς και να λαμβάνουν πληροφορίες, που θα διανέμουν οι διαχειριστές του συστήματος.

4.2 Καθορισμός Αρχιτεκτονικής του Συστήματος

Ο καθορισμός της αρχιτεκτονικής του προτεινόμενου συστήματος αποτελεί βασικό προαπαιτούμενο για την υλοποίηση της web εφαρμογής. Ο προσδιορισμός των επιπέδων από τα οποία θα αποτελείται, ο τρόπος που θα συνδέονται αυτά μεταξύ τους, καθώς και τα λογισμικά που θα χρειασθεί να εγκατασταθούν σε κάθε επίπεδο αποτελούν στοιχεία τα οποία αναμφισβήτητα θα πρέπει να εξακριβωθούν.

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 3.3.5. υπάρχει ένα πλήθος λογισμικών τόσο μεγάλων εταιριών που απαιτούν άδεια χρήσης, όσο και ανοικτού κώδικα, που έχουν πολλές δυνατότητες και λειτουργίες.

Ποιο λογισμικό τελικά θα χρησιμοποιηθεί, εξαρτάται από τις γνώσεις του εκάστοτε διαχειριστή, τις απαιτήσεις και τα διαθέσιμα μέσα.

4.3 Ανάπτυξη της Χωρικής Βάσης Δεδομένων

Τα στάδια της κατασκευής μιας Βάσης Δεδομένων (ΒΔ) είναι τα ακόλουθα (Στεφανάκης, 2003):

- Καθορισμός του συστήματος ΒΔ (σκοπός του συστήματος, χρήστες, απαιτήσεις των χρηστών).
- Σχεδίαση του συστήματος (εννοιολογική, λογική και φυσική σχεδίαση της ΒΔ).
- Υλοποίηση της εφαρμογής (περιλαμβάνει την υλοποίηση της σχεδίασης της ΒΔ με την γλώσσα ορισμού και χειρισμού δεδομένων του επιλεγμένου ΣΔΒΔ όπου θα τρέχει η ΒΔ).
- Φόρτωση των δεδομένων (στο στάδιο αυτό τα πραγματικά δεδομένα φορτώνονται στις υλοποιημένες δομές δεδομένων, είτε άμεσα, είτε με την μετατροπή τους από υπάρχοντα αρχεία).
- Έλεγχος και αξιολόγηση του συστήματος βάσεων δεδομένων.
- Λειτουργία του συστήματος.
- Παρακολούθηση της λειτουργίας και συντήρηση του συστήματος.

Ουσιαστικά, το πρώτο στάδιο σχετικά με το σκοπό της βάσης και τους χρήστες, έχει ήδη αναπτυχθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο (κεφ. 4.1). Στην παρούσα εργασία, θα ασχοληθούμε με τα δεδομένα που πρέπει να περιέχει αυτή η ΒΔ, σε σχέση με το στόχο που καλείται να πραγματοποιήσει.

Αρχικά θα γίνει μια παρουσίαση και ανάπτυξη των παραγόντων που θα καθορίσουν το περιεχόμενο της ΒΔ, που θα στηρίζεται στη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία. Έπειτα, θα αναλυθούν και θα παρουσιαστούν τα δεδομένα, χωρικά και μη χωρικά.

4.3.1 Παράγοντες που καθορίζουν το περιεχόμενο της Χωρικής Βάσης Δεδομένων

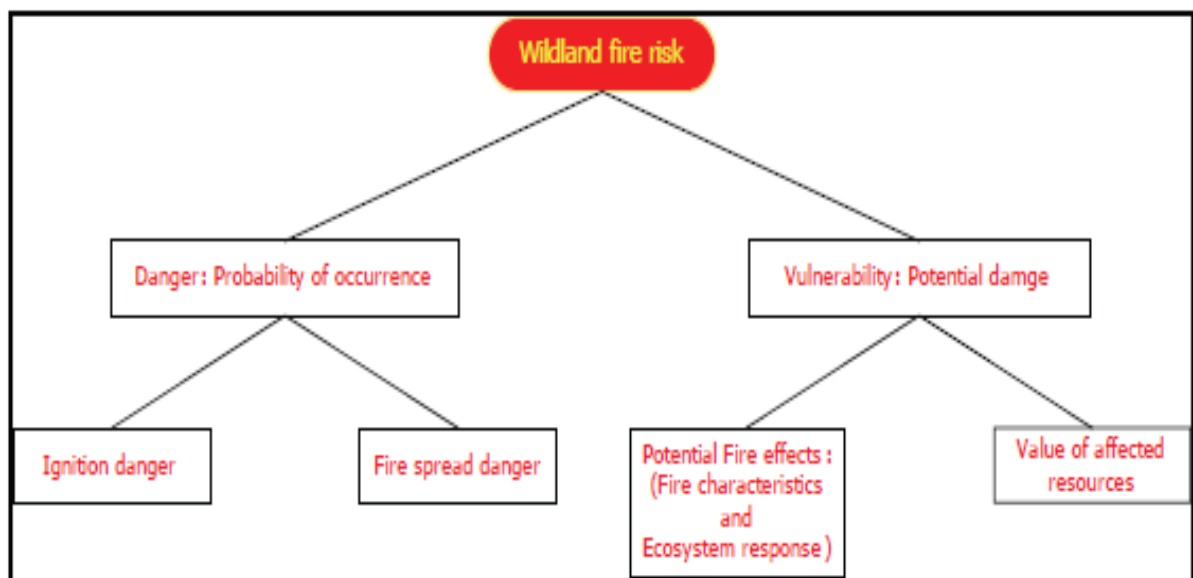
Στη διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων μετά την πυρκαγιά, όπου κύριο μέλημα είναι η αποκατάσταση και η προστασία του δάσους, τα δεδομένα που είναι

απαραίτητα σχετίζονται με μια μακροχρόνια αποτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς (fire risk assessment) (Eufirelab, 2004)

Ο κίνδυνος δασικής πυρκαγιάς προκύπτει από τη σχέση της επικινδυνότητας, η οποία καθορίζεται ως η πιθανότητα για έναρξη μιας πυρκαγιάς κάπου, και της τρωτότητας, η οποία εκφράζει τις πιθανές επιπτώσεις τις πυρκαγιάς στους ανθρώπους και στο οικοσύστημα (σχ. 9) (Eufirelab, 2004).

Η συνιστώσα επικινδυνότητα (fire danger) έχει μια ευρεία έννοια, που καλύπτει την πιθανότητα της ανάφλεξης (κίνδυνος ανάφλεξης), καθώς και τον πιθανό κίνδυνο ότι αυτή η πυρκαγιά διαδίδεται στο χώρο και το χρόνο (κίνδυνος διάδοσης)

Η τρωτότητα (vulnerability) ως συστατικό των δασικών πυρκαγιών περιλαμβάνει δύο παραμέτρους: από τη μία τις επιδράσεις της πυρκαγιάς σαν αποτέλεσμα της συμπεριφοράς της, των χαρακτηριστικών της και την απόκριση του οικοσυστήματος, και από την άλλη, την αξία των επηρεαζόμενων πόρων (Eufirelab, 2004).



Σχήμα 9: δομή και βασικά στοιχεία της επικινδυνότητας δασικών πυρκαγιών

Πηγή: (Eufirelab, 2004), σελ.6

Επομένως, σύμφωνα με τα παραπάνω, για να δημιουργηθεί μια πλήρης βάση δεδομένων των δασικών πυρκαγιών, πρέπει να περιέχει στοιχεία που αναλύουν τους παράγοντες του κινδύνου δασικών πυρκαγιών (fire risk), δηλαδή της επικινδυνότητας, ως πιθανότητα ανάφλεξης και διάδοσης, και της τρωτότητας (Σχ. 9).

Οι τρεις βασικοί παράγοντες που συμβάλουν στην έναρξη μιας πυρκαγιάς είναι η θερμότητα, η πηγή ανάφλεξης και η καύσιμη ύλη. Η πηγή ανάφλεξης είναι οι συνήθεις αιτίες έναρξης, και χωρίζονται σε φυσικές (π.χ. κεραυνοί) και σε ανθρωπογενείς (σε σχέση με κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες). Οι ανθρωπογενείς παράγοντες μπορούμε να πούμε ότι σε γενικές γραμμές αφορούν στην οικονομική ανάπτυξη και αλλαγή του τρόπου ζωής, στην αύξηση των μετακινήσεων, του τουρισμού και των δραστηριοτήτων αναψυχής, που έφεραν μεγαλύτερους αριθμούς επισκεπτών στις δασικές περιοχές (Morandini, 1976).

Τα δύο πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης στην έναρξη μιας πυρκαγιάς, είναι η ευφλεκτότητά της και η περιεκτικότητά της σε υγρασία.

Η πιθανότητα διάδοσης της πυρκαγιάς προσδιορίζεται από το λεγόμενο τρίγωνο της συμπεριφοράς της πυρκαγιάς, το οποίο αποτελείται από τη καύσιμη ύλη, τις καιρικές συνθήκες και την τοπογραφία. Τα χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης που καθορίζουν τη δυνατότητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς συνίστανται από το μέγεθος, την πυκνότητα, τον όγκο και την κατανομή. Οι καιρικές συνθήκες που επηρεάζουν τη διάδοση της πυρκαγιάς είναι ο άνεμος, η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, το πρόσφατο παρελθόν ξηρασίας, οι ατμοσφαιρικές αλλαγές (βροχή, χιόνι, πάχνη, δροσιά), η σταθερότητα της ατμόσφαιρας. Τα τοπογραφικά στοιχεία που έχουν ιδιαίτερη σημασία για τις δασικές πυρκαγιές είναι η κλίση του εδάφους, η έκθεση της πλαγιάς, το υψόμετρο και η διαμόρφωση του εδάφους. (Καλαμποκίδης κ.α., 2004).

Επίσης, στην επέκταση της δασικής πυρκαγιάς παίζουν ρόλο οι μηχανισμοί μετάδοσης της θερμότητας (Καϊλίδης, 1993).

Όπως αναφέρθηκε, η τρωτότητα έχει να κάνει με τη συμπεριφορά και τα χαρακτηριστικά της πυρκαγιάς, τα οποία εξαρτώνται από τον τρόπο εξάπλωσής της και τη θέση της στην επιφάνεια του εδάφους, καθώς και το είδος που καίγεται. Επίσης, ρόλο παίζει η ένταση, η ταχύτητα διάδοσης και η έκταση της πυρκαγιάς. Η απόκριση του οικοσυστήματος εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του και η αξία των επηρεαζόμενων πόρων αφορά στους ανθρώπους και στο φυσικό περιβάλλον.

Στη συνέχεια γίνεται μια ανάλυση όλων των προηγούμενων παραμέτρων.

A. Η καύσιμη ύλη

Ως καύσιμη ύλη (Κ.Υ.) χαρακτηρίζεται όλο το ζωντανό ή νεκρό οργανικό βλαστητικό υλικό που υπάρχει είτε στο έδαφος (όπως φυλλόστρωμα, βελόνες, κλαδιά, κορμοί, χόρτα, θάμνοι, δενδρύλλια και δέντρα), είτε πάνω στα δέντρα (όπως κλαδιά, φύλλωμα, όρθια νεκρά δέντρα) που προκαλεί ή υφίσταται ανάφλεξη και καίγεται (Martin et al., 1996).

Στην Ελλάδα κάτω από δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης- τα οποία αποτελούν τα είδη που καίγονται περισσότερο- υπάρχει υπόροφος από πουρνάρι, φυλλίκι, σχίνο και λοιπούς αείφυλλους και φυλλοβόλους θάμνους, όπως και πολλά χόρτα, τα οποία και αποτελούν άριστο υλικό για κάψιμο. Επιπλέον, τα υπολείμματα από τις υλοτομίες που ξεραίνονται εύκολα, αποτελούν άριστη καύσιμη ύλη (Καϊλίδης, 1993).

Η καύσιμη δασική ύλη ανάλογα με τη θέση της στο δάσος διακρίνεται σε επιδάφια, η οποία περιλαμβάνει όλο το ζωντανό ή νεκρό υλικό που υπάρχει στο έδαφος και εναέρια καύσιμη ύλη, που αποτελείται από υλικό που καίγεται ζωντανό ή νεκρό και βρίσκεται πάνω στα δέντρα σε ύψος πάνω από 2 μέτρα

Ο τρόπος όμως που αυτά αναφλέγονται και η επίδρασή τους στη συμπεριφορά της φωτιάς ποικίλει ανάλογα με τη διάταξή τους στο χώρο, την ποσότητά τους, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, τη θερμοκρασία τους και την περιεχόμενη σε αυτά υγρασία. Συγκεκριμένα:

- **Θερμοκρασία:** Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία τους τόσο πιο εύκολα αναφλέγονται.
- **Μέγεθος:** Όσο μικρότερα και ελαφρύτερα είναι τα καύσιμα τόσο πιο γρήγορα και έντονα καίγονται.
- **Πυκνότητα:** Όσο πιο συμπυκνωμένα είναι τα καύσιμα, όπως αυτά του υπεδάφους και του εδάφους, τόσο πιο αργά καίγονται. Τα εναέρια καύσιμα (φύλλα, κλαδιά, κ.λ.π.) καίγονται ταχύτατα διότι είναι αραιά, συνεπώς ο αέρας ρέει ευκολότερα μεταξύ τους.
- **Κατανομή:** Όταν τα καύσιμα υλικά είναι κοντά το ένα στο άλλο, η πυρκαγιά εξαπλώνεται γρηγορότερα λόγω της μεταγωγής θερμότητας. Σε σποραδικά καύσιμα είναι πολύ δυσκολότερη η πρόγνωση της επέκτασης της πυρκαγιάς.

- **Όγκος:** Ο συνολικός όγκος καύσιμης ύλης σε μια ορισμένη περιοχή επηρεάζει την ένταση της πυρκαγιάς καθώς και την ποσότητα του νερού που απαιτείται για την κατάσβεσή της.

- **Υγρασία:** Όσο πιο ξηρό είναι ένα καύσιμο υλικό, τόσο πιο εύκολα αναφλέγεται και η καύση του είναι εντονότερη. Η μεγάλη διαφορά της ζωντανής με τη νεκρή καύσιμη ύλη ως προς την περιεχόμενη υγρασία είναι ότι η υγρασία της δεύτερης εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και κυμαίνεται παρακολουθώντας τις αλλαγές αυτού. Έτσι, η έκθεση στον ήλιο, η θερμοκρασία του αέρα και φυσικά η βροχή, επηρεάζουν την υγρασία της νεκρής καύσιμης ύλης.

B. Οι καιρικές συνθήκες

Τα καιρικά φαινόμενα παίζουν σημαντικό ρόλο στη συμπεριφορά μιας δασικής πυρκαγιάς, ενώ παράλληλα είναι διαρκώς μεταβαλλόμενα κατά την εξέλιξή της. Η θερμοκρασία του αέρα επηρεάζει μια φωτιά καθώς επιδρά στη σχετική υγρασία και την ατμοσφαιρική αστάθεια. Πρωτίστως όμως αποξηραίνει τα καύσιμα υλικά.

Η σχετική υγρασία καθορίζει της ένταση της αφυδάτωσης του νεκρού οργανικού υλικού και επομένως τη θερμοκρασία ανάφλεξης. Επιδρούν στο μέγεθος των πυρκαγιών καθώς και στη συχνότητά τους.

Η ξηρασία κι κυρίως η μακροχρόνια ξηρασία, σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες, επηρεάζει την περιεχόμενη υγρασία της βλάστησης και μειώνει τις αντιστάσεις της στις πυρκαγιές. Αντίθετα, υψηλές ποσότητες βροχόπτωσης βοηθούν σημαντικά στη διύγρανση της βλάστησης και την καθιστούν ανθεκτική στην έναρξη και διάδοση των πυρκαγιών (Καϊλίδης, 1993).

Ο σημαντικότερος παράγοντας που καθορίζει το ρυθμό εξέλιξης και την κατεύθυνση μιας πυρκαγιάς, είναι ο άνεμος. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του ανέμου τόσο περισσότερο οι φλόγες αποκτούν κλίση προς τα εμπρός και πλησιάζουν την καύσιμη ύλη μπροστά τους. Η αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας πολλαπλασιάζεται και η μεταφορά θερμότητας με επαγωγή για την προθέρμανση της καύσιμης ύλης αυξάνεται κατακόρυφα. Έτσι, η ταχύτητα διάδοσης της φωτιάς πολλαπλασιάζεται και τυχόν μικρά διάκενα της καύσιμης ύλης, που συχνά υπάρχουν στο δάσος, παύουν να αποτελούν εμπόδιο στην εξάπλωση της φωτιάς.

Η διεύθυνση του ανέμου είναι επίσης σημαντικός παράγοντας, γιατί καθορίζει την περιεκτικότητα της υγρασίας του αέρα και την κατεύθυνση διάδοσης της πυρκαγιάς.

Η αστάθεια του ανέμου (όσον αφορά την διεύθυνση και την έντασή του) είναι ένας παράγοντας που θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη, εφόσον αυξάνει τον βαθμό ταχύτητας μιας πυρκαγιάς και την καθιστά απρόβλεπτη και άκρως επικίνδυνη.

Γ. Τοπογραφικά στοιχεία

Η κλίση μιας περιοχής επιδρά στην ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς. Γενικά, η ταχύτητα διάδοσης διπλασιάζεται σε κλίσεις 10°, ενώ τετραπλασιάζεται σε μια κλίση 20°. Επομένως, η ταχύτητα διάδοσης είναι μεγαλύτερη προς τα ανάντη, μικρότερη προς τα κατόντη και ακόμα λιγότερη σε επίπεδα εδάφη (πιν. 6)

Actual slope (%)	Next slope (%)	Actual speed multiplying factor
0	0	1.0
0	10	2.2
0	30	3.0
0	60	6.0
10	0	0.5
10	10	1.0
10	30	1.4
10	60	3.0
60	0	0.2
60	10	0.5
60	30	1.0
60	60	7.0

Πίνακας 6: σχέση κλίσεων εδάφους και ταχύτητα πυρκαγιάς

Πηγή: Eufirelab, 2004

Η έκθεση των πλαγιών είναι ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας για τον κίνδυνο των δασικών πυρκαγιών, διότι επιδρά στην περιεκτικότητα σε υγρασία της ελαφρύτερης καύσιμης ύλης. Οι νότιες εκθέσεις είναι ξηρότερες από τις βόρειες και η δασική ύλη ξεραίνεται γρηγορότερα στις νότιες, νοτιοδυτικές και δυτικές πλαγιές (Καϊλίδης, 1993).

Το υψόμετρο, όσο και η έκθεση της πλαγιάς καθορίζουν κατά μεγάλο βαθμό το είδος της βλάστησης. Στις βόρειες πλαγιές η βλάστηση είναι περισσότερο πλούσια ενώ στις νότιες μπορεί να είναι αραιή και υποβαθμισμένη. Το υψόμετρο επηρεάζει τη

θερμοκρασία του αέρα, που κατά μέσο όρο μειώνεται κατά 1 °C ανά 100 μ. υψομετρικής ανόδου. Επιπροσθέτως η πυκνότητα του αέρα αλλάζει με το υψόμετρο επηρεάζοντας την πυρκαγιά, αλλά και τις συνθήκες ανάπτυξης της βλάστησης. Είναι λοιπόν φανερό ότι το υψόμετρο ασκεί αρκετά μεγάλη επιρροή στις δασικές πυρκαγιές²⁴.

Τέλος, η έντονη διαμόρφωση του εδάφους (ράχες, στενά φαράγγια, κοιλάδες ανάμεσα σε κορυφογραμμές) μπορεί να δημιουργήσει τοπικά επιτάχυνση της ταχύτητας του ανέμου με συνέπεια την πρόκληση άκρως επικίνδυνης συμπεριφοράς φωτιάς.

Δ. Πηγές ανάφλεξης

Μια πυρκαγιά μπορεί να ξεκινήσει από ένα φυσικό παράγοντα όπως είναι οι κεραυνοί, όμως με βάση διάφορες πηγές στατιστικών στοιχείων, πάνω από το 90% των δασικών πυρκαγιών στην Ευρώπη είναι αποτέλεσμα ανθρώπινων ενεργειών (Joint Research Centre, 2008).

Τις τελευταίες δεκαετίες, η αυξημένη χρήση των δασών ως χώροι αναψυχής (για ποδηλασία, ορειβασία κλπ.) και η διευκόλυνση στην πρόσβασή τους, οδηγούν σε μεγαλύτερες πιθανότητες έναρξης πυρκαγιάς από αμέλεια, γεγονός που ενισχύεται και από την αύξηση του πληθυσμού σε περιοχές κοντά σε δάση.

Σύμφωνα με τον Ξανθόπουλο (Ξανθόπουλος κ.α., 2006) στην Ελλάδα, από τα τέλη της δεκαετίας του 1970, άρχισε με αλματώδεις ρυθμούς η δόμηση τουριστικών και παραθεριστικών οικισμών κοντά σε δασικές περιοχές, ενώ παράλληλα, σε πολλά αστικά κέντρα, αναπτύχθηκαν εκτεταμένες ζώνες μίξης δασών-οικισμών. Στις νέες αυτές οικιστικές ζώνες ο κίνδυνος έναρξης πυρκαγιάς από αμέλεια είναι πολύ αυξημένος.

Άλλοι παράγοντες που σχετίζονται με τη ανθρώπινη παρουσία και μπορούν να προκαλέσουν την τυχαία έναρξη πυρκαγιάς, είναι τα δίκτυα ηλεκτροδότησης, το εκτεταμένο οδικό δίκτυο και οι σιδηροδρομικές γραμμές

Τέλος, η πυρκαγιά αποτελεί ένα παραδοσιακό εργαλείο για τη διαχείριση των οικοσυστημάτων στην Ελλάδα, στη γεωργική καλλιέργεια και στην κτηνοτροφία.

Η σημασία της γεωργίας σε σχέση με τις δασικές πυρκαγιές έγκειται στη χρήση της φωτιάς για την απομάκρυνση των υπολλειμάτων της σοδειάς και τις ανεπιθύμητης βλάστησης, και την προετοιμασία της γης για το όργωμα.

²⁴ Ομάδα Εθελοντών Δασοπροσβεστών Διασωστών (ΟΕΔΔ), Τεκμήριο διαθέσιμο στο Web, URL: <http://www.oedd.gr>, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 27/08/2010.

Η βόσκηση επιδρά στην πιθανότητα έναρξης πυρκαγιάς, διότι η χρήση της είναι συχνή για να διατηρηθεί η ποώδης βλάστηση και να εξαφανιστούν τα είδη που δεν παρέχουν τροφή στα ζώα.. Σύμφωνα με τον Ξανθόπουλο οι δασικές πυρκαγιές στη χώρα μας: «...είναι ένα φαινόμενο που έχει οπωσδήποτε σχέση με την κτηνοτροφία. Ένα 10% περίπου των πυρκαγιών οφείλεται διαπιστωμένα σε κτηνοτρόφους. Το ποσοστό αυτό μάλιστα μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερο καθώς τα αίτια ενός 40% περίπου του συνόλου των δασικών πυρκαγιών παραμένουν ανεξακρίβωτα. Σε ορισμένες περιοχές της χώρας το πρόβλημα είναι τόσο σημαντικό, είτε λόγω συνθηκών, είτε λόγω μεγέθους της κτηνοτροφίας, είτε τέλος λόγω παράδοσης, που αποτελεί τη σημαντικότερη αιτία πρόκλησης πυρκαγιών.» (Ξανθόπουλος, 1996).

E. Μηχανισμοί μετάδοσης θερμότητας

Η μεταφορά της θερμότητας μιας πυρκαγιάς γίνεται με την αγωγιμότητα της νεκρής καύσιμης ύλης, που είναι μικρή, με την ακτινοβολία, που είναι μεγάλη και με τη διάχυση, που χάνεται στην ατμόσφαιρα, αλλά μπορεί να συμβάλει στην επέκταση της πυρκαγιάς, έμμεσα, με την εκτίναξη καφτρών. Η μεταφορά της θερμότητας μέσω της αγωγιμότητας, παίζει μικρό ρόλο, εξαιτίας της χαμηλής θερμοαγωγιμότητας των δασικών καυσίμων, ενώ μέσω της ακτινοβολίας είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς μεγάλο μέρος της εκλυόμενης ενέργειας σε μία πυρκαγιά, αποτελεί η ακτινοβολούμενη θερμότητα. (Καϊλίδης, 1993)

Η δημιουργία νέων εστιών φωτιάς μπροστά από το μέτωπο της πυρκαγιάς και στη συνέχεια η επέκταση του, γίνεται με τις λεγόμενες κάφτρες, δηλαδή με μικρά φλεγόμενα κομμάτια καύσιμης ύλης. Για να γίνει εκτίναξη ή μεταφορά καφτρών, η πυρκαγιά πρέπει να είναι πολύ μεγάλη (Καϊλίδης, 1993)

ΣΤ. Χαρακτηριστικά της πυρκαγιάς

Μετά την έναρξή τους, οι δασικές πυρκαγιές, αυξάνονται διαρκώς και ραγδαία. Η επικινδυνότητά τους έγκειται στην πολύπλοκη φύση τους η οποία εξαρτάται ταυτόχρονα από πολλούς παράγοντες που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Οι κυριότεροι είναι η ένταση της πυρκαγιάς και η διάρκεια. Η δασική πυρκαγιά αποτελεί την έκφραση του συνδυασμού των δύο, και δίνει μια εκτίμηση του βαθμού των επιπτώσεων που μπορεί να έχει η πυρκαγιά στα εκτιθέμενα στοιχεία (έδαφος, βλάστηση) (Eufirelab, 2004)

Η ένταση της φωτιάς είναι ουσιαστικά η θερμική ενέργεια που εκλύεται. Μπορεί ακόμα να εκφραστεί και ως ένταση ακτινοβολίας, που αναφέρεται στη θερμική ακτινοβολία που εκλύεται από μια πυρκαγιά. Η ένταση του μετώπου της πυρκαγιάς, η οποία ενδιαφέρει πολύ, εξαρτάται από την εκλυόμενη θερμοκρασία και την ταχύτητα διάδοσης της πυρκαγιάς (Byram, 1956). Στην πράξη βρέθηκε ότι είναι ανάλογη με το ύψος της φλόγας.

Στη διάδοση των πυρκαγιών παίζει ρόλο ο παράγοντας χρόνος, καθώς βρέθηκε ότι η περίμετρος ή το μέτωπο της πυρκαγιάς μεγαλώνει ανάλογα με το χρόνο (Καϊλίδης, 1993). Αναφέρθηκε προηγουμένως ότι η διάταξη της καύσιμης ύλης σε μια δασική πυρκαγιά επηρεάζει σημαντικά την συμπεριφορά της. Ομοίως, οι δασικές πυρκαγιές χαρακτηρίζονται ανάλογα με τον τρόπο της εξάπλωσής τους και τη θέση τους στην επιφάνεια του εδάφους. Έτσι παρατηρούνται τα παρακάτω είδη δασικών πυρκαγιών (Καϊλίδης, 1993):

i. Υπόγειες Πυρκαγιές

Οι υπόγειες πυρκαγιές επεκτείνονται στις ρίζες και στις ύλες που αποσυντίθενται και βρίσκονται θαμμένες στο έδαφος όπως φύλλα, πευκοβελόνες κ.λ.π. Οι πυρκαγιές αυτές είναι ασήμαντης έντασης αλλά αρκετά επίπονη η κατάσβεσή τους, ενώ μπορούν να γίνουν η αιτία μιας μεγαλύτερης υπέργειας πυρκαγιάς εάν αμεληθούν.

ii. Έρπουσες Πυρκαγιές (εδάφους)

Με τον όρο έρπουσες πυρκαγιές εννοούμε αυτές που καίνε επιφάνειες πολύ κοντά στο έδαφος (έως 2 μέτρα) όπως πευκοβελόνες στο έδαφος, θάμνους, χορτάρι, πεσμένους κορμούς και μικρά δέντρα. Συνήθως αποτελούν την πλειοψηφία των δασικών πυρκαγιών δεδομένης μιας έγκαιρης επέμβασης και εάν λάβουν διαστάσεις αποτελούν το προθάλαμο για τις επικόρυφες πυρκαγιές.

iii. Επικόρυφες Πυρκαγιές (κορυφής ή κόμη)

Επικόρυφες πυρκαγιές είναι αυτές που επεκτείνονται στα ψηλά τμήματα ενός δάσους (από 2 μέτρα και πάνω) όπως κλαδιά, φύλλα και κορμούς δέντρων. Είναι συνήθως μεγάλης έντασης και επικινδυνότητας εφόσον αναπτύσσονται ταχύτατα χωρίς απαραίτητα να ακολουθεί η πυρκαγιά στο έδαφος.

iv. Μικτές Πυρκαγιές

Συχνά κατά την ελεύθερη εξάπλωση μιας δασικής πυρκαγιάς συνυπάρχουν πάνω από ένα από τα ανωτέρω είδη πυρκαγιών. Σε αυτές αναφερόμαστε ως μικτές και είναι οι πιο επικίνδυνες μιας και οι συνθήκες που δημιουργούν είναι απρόβλεπτες.

Z. Απόκριση του οικοσυστήματος

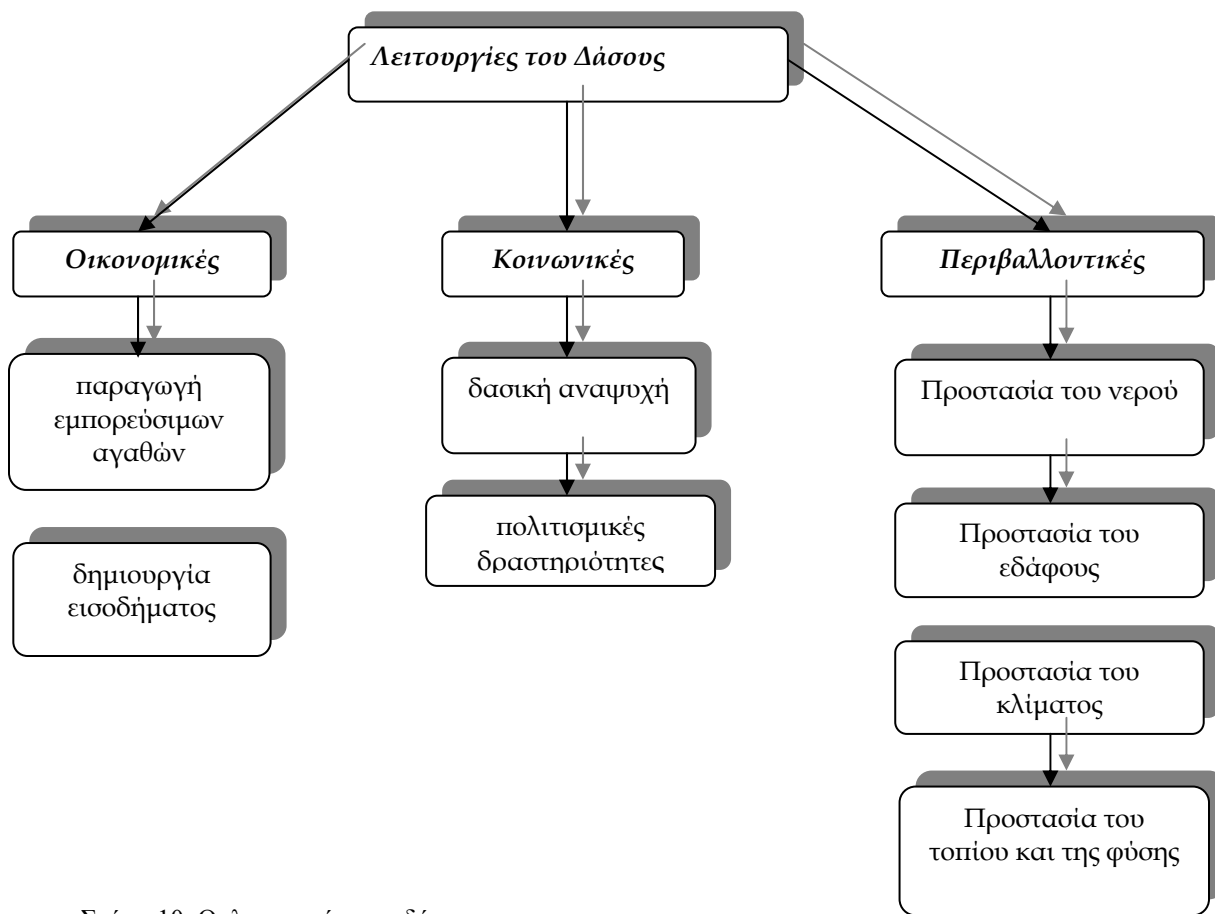
Τα χαρακτηριστικά των μεσογειακών οικοσυστημάτων αποτελούν καθοριστικές παραμέτρους για την τρωτότητα. Λαμβάνοντας υπόψη τη φωτιά, μπορούν να διακριθούν σε δύο τύπους: α) τα προσαρμοσμένα στις πυρκαγιές, όπου οι μεγάλες φωτιές είναι μέρος των φυσικών διεργασιών των οικοσυστημάτων αυτών. Πολλά μεσογειακά είδη βλάστησης έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής στις δασικές πυρκαγιές. Αυτό είτε γίνεται παθητικά, εμφανίζοντας υψηλό βαθμό αντοχής στις φλόγες, είτε ενεργητικά, με την ενεργοποίηση του μηχανισμού αναπαραγωγής αμέσως μετά την πυρκαγιά.(π.χ. *Pinus halepensis*), β) τα ευαίσθητα στις πυρκαγιές οικοσυστήματα, τα οποία δεν έχουν προσαρμοστικότητα στις πυρκαγιές, αναγεννούνται δύσκολα και υφίστανται υποβάθμιση μετά από αυτή (π.χ. *Juniperus phoenicea*).

Η. Αξία των επηρεαζόμενων πόρων

Ουσιαστικά από τις δασικές πυρκαγιές επηρεάζονται και οι άνθρωποι, είτε άμεσα (απώλεια ανθρώπινης ζωής), είτε έμμεσα (περιουσίες, σπίτια), και το φυσικό περιβάλλον, με τελικό αποτέλεσμα την εκτροπή της φυσικής ισορροπίας και της διαδοχής των ειδών, και τη μακροχρόνια υποβάθμιση των οικοσυστημάτων.

Η αξία των επηρεαζόμενων πόρων είναι συνάρτηση των λειτουργιών που το δάσος και ο δασικός χώρος ασκεί, και των σχέσεων που οι λειτουργίες αυτές έχουν με τον άνθρωπο και την κοινωνία.

Οι λειτουργίες του δάσους και του δασικού χώρου ομαδοποιούνται σε τρεις βασικές ομάδες, οι οποίες αποτελούν το βασικό τρίπτυχο των λειτουργιών: «οικονομικές - κοινωνικές – περιβαλλοντικές λειτουργίες» (Στάμου, 2001). Στις οικονομικές λειτουργίες περιλαμβάνονται η παραγωγή εμπορεύσιμων αγαθών και η δημιουργία εισοδήματος, στις κοινωνικές περιλαμβάνονται η δασική αναψυχή και οι πολιτισμικές δραστηριότητες που αναπτύσσονται μέσα στο δάσος και στις περιβαλλοντικές περιλαμβάνονται πληθώρα λειτουργιών, που έχουν σχέση με υπηρεσίες χρήσιμες για τον άνθρωπο, των οποίων η ύπαρξη οφείλεται στο δάσος, ανεξάρτητα από το επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης των επί μέρους κοινωνιών (σχ. 10).



Σχήμα 10: Οι λειτουργίες του δάσους.
Πηγή: (Στάμου, 2001), σελ.12

Οι συνέπειες της πυρκαγιάς συνίσταται είτε στην ολοκληρωτική διακοπή, είτε στη μεταβολή προς τα κάτω του επιπέδου έκφρασης των λειτουργιών που περιλαμβάνονται στο παραπάνω τρίπτυχο (Στάμου, 2001).

Πέρα από τις μεταβολές των λειτουργιών αυτών, περιλαμβάνονται και οι επιπτώσεις από:

- Την προληπτική κινητοποίηση της πολιτείας και της κοινωνίας για την πρόληψη του φαινομένου των δασικών πυρκαγιών (οργάνωση και λειτουργία του μηχανισμού πρόληψης).
- Την κινητοποίηση για την κατάσβεση όταν εκδηλωθούν οι πυρκαγιές (οργάνωση και λειτουργία του μηχανισμού κατάσβεσης).
- Τη μελέτη και εφαρμογή των μέτρων αποκατάστασης δασικών πόρων και των λειτουργιών των καμένων εκτάσεων.

- Τις μεταβολές που προκύπτουν λόγω των πυρκαγιών, στις δημόσιες υποδομές, ανθρώπινες περιουσίες και ζωές.

Συνεπώς, μια ολική αποτίμηση των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών είναι απαραίτητο να αναφέρεται στο σύνολο των λειτουργιών του δάσους, στο σύνολο των προσβαλλόμενων αγαθών και των ενδεχομένων ενεργειών που λαμβάνονται πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την πυρκαγιά.

Στον παρακάτω πίνακα (πιν. 7) φαίνονται συνοπτικά οι παράγοντες που επηρεάζουν την επικινδυνότητα και την τρωτότητα.

Παράγοντες που Επηρεάζουν την Επικινδυνότητα και την Τρωτότητα	
A. Η καύσιμη ύλη:	Η θερμοκρασία, το μέγεθος, η πυκνότητα, η κατανομή, ο όγκος, η υγρασία.
B. Οι καιρικές συνθήκες:	Η θερμοκρασία του αέρα, η ταχύτητα του ανέμου, η διεύθυνση του ανέμου, η αστάθεια του ανέμου, η σχετική υγρασία, η μακροχρόνια ξηρασία.
Γ. Τοπογραφικά στοιχεία:	Η κλίση, η έκθεση των πλαγιών, το υψόμετρο, η έντονη διαμόρφωση του εδάφους.
Δ. Πηγές ανάφλεξης:	Φυσικές (αστραπές) και ανθρωπογενείς (επισκεψιμότητα, δημογραφική πίεση, βόσκηση, γεωργία) .
Ε. Μηχανισμοί μετάδοσης θερμότητας:	με την αγωγιμότητα, με την ακτινοβολία και με τη διάχυση.
ΣΤ. Χαρακτηριστικά της πυρκαγιάς:	Η ένταση, η διάρκεια, τα είδη των δασικών πυρκαγιών.
Ζ. Απόκριση του οικοσυστήματος:	Ανάλογη με τα χαρακτηριστικά των μεσογειακών οικοσυστημάτων.
Η. Αξία των επηρεαζόμενων πόρων:	Εξαρτώμενη των λειτουργιών του δάσους (οικονομικές, κοινωνικές, περιβαλλοντικές)

Πίνακας 7: Συνοπτικά οι παράγοντες που επηρεάζουν την επικινδυνότητα και την τρωτότητα και ως ακόλουθο τον κίνδυνο δασικής πυρκαγιάς.

Πηγή: ίδια επεξεργασία

4.3.2 Ανάλυση και παρουσίαση των δεδομένων

Όσα ειπώθηκαν παραπάνω οδηγούν σε όλα εκείνα τα περιγραφικά και χωρικά δεδομένα που απαιτούνται να καταγραφούν στη βάση, προκειμένου ο σχεδιασμός του συστήματος να είναι αποτελεσματικός και αποδοτικός.

Στη συνέχεια, γίνεται η ανάλυση και παρουσίαση των δεδομένων, η κατάταξη τους σε κατηγορίες γεωμετρικών αρχετύπων (σημειακά, γραμμικά, επιφανειακά, εικόνες), ενώ παράλληλα δίνονται παραδείγματα τέτοιων δεδομένων από την περιοχή της Πάρνηθας και συγκεκριμένα από την πυρκαγιά του 2007, στοιχεία της οποίας συλλέχθηκαν και επεξεργάστηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας.

Κατηγορίες δεδομένων- Θεματικά επίπεδα

Επομένως, σύμφωνα με τα παραπάνω, προέκυψαν τα εξής θεματικά επίπεδα που κρίνεται απαραίτητο να συμπεριληφθούν στη ΒΔ :

1. Δασική Πυρκαγιά (Πολυγωνικό θεματικό επίπεδο):

ορίζει τις περιοχές που έχουν πληγεί από πυρκαγιά και πρέπει να προστατευθούν, καθώς μία καινούρια πυρκαγιά θα οδηγήσει στην πλήρη καταστροφή τους.

2. Ισοϋψείς (Γραμμικό θεματικό επίπεδο):

είναι απαραίτητες σε μια τέτοια βάση δεδομένων, καθώς από αυτές μπορεί να υπολογιστεί το υψόμετρο σε οποιοδήποτε σημείο, ενώ χαρακτηρίζουν το ανάγλυφο της περιοχής μελέτης. Από το συγκεκριμένο επίπεδο μπορούν να προκύψουν σημαντικές πληροφορίες όπως η κλίση του εδάφους και ο προσανατολισμός κάθε σημείου.

3. Χρήσεις γης (Πολυγωνικό θεματικό επίπεδο):

χαρακτηρίζει την περιοχή μελέτης ως προς τη χρήση της και βοηθά στην ανάλυση για τη σωστή διαχείριση των υπό μελέτη περιοχών.

4. Προσταεύμενες περιοχές- δίκτυο Natura 2000 (Πολυγωνικό θεματικό επίπεδο):

το Δίκτυο Natura 2000 στην Ελλάδα περιλαμβάνει 163 Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ- Οδηγία 79/409/ΕΚ) και 239 Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ – Οδηγία 92/43/ΕΚ). Οι δύο κατηγορίες περιοχών παρουσιάζουν μεταξύ τους επικαλύψεις όσον

αφορά στις εκτάσεις τους. Η έκταση των περιοχών του Δικτύου στην Ελλάδα, εξαιρουμένων των αλληλοεπικαλύψεων, ανέρχεται σε περίπου 3,4 εκ. εκτάρια και καταλαμβάνει 21% της επιφάνειας. Στις παραπάνω περιοχές περιλαμβάνονται οι 10 Εθνικοί Δρυμοί της χώρας μας, οι Υγρότοποι Διεθνούς Σημασίας σύμφωνα με τη Σύμβαση Ραμσάρ, καθώς και άλλες σημαντικές περιοχές όπως Αισθητικά Δάση και Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης.

5. Χάρτης βλάστησης (Πολυγωνικό θεματικό επίπεδο):

αποτελεί πολύ σημαντική πληροφορία, καθώς περιλαμβάνει το είδος της βλάστησης που καλύπτει μια περιοχή και αποτελεί βασικό σημείο αναφοράς για την μεταπτυρική διαχείριση των δασικών εκτάσεων.

6. Γεωλογικός χάρτης (Πολυγωνικό θεματικό επίπεδο):

το θεματικό αυτό επίπεδο αφορά στη γεωλογία του τόπου, ο οποίος είναι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν την έναρξη και τη διάδοση μιας πυρκαγιάς (κεφ. 3.3.1).

7. Υδρογραφικό δίκτυο (Γραμμικό θεματικό επίπεδο):

το υδρογραφικό δίκτυο χαρακτηρίζει την υδρολογία στην περιοχή μελέτης, προσδιορίζει τις περιοχές που έχουν χαμηλό κίνδυνο εκδήλωσης ή και διάδοσης μιας πυρκαγιάς και παίζουν ρόλο στο σχεδιασμό της διαχείρισης μιας δασικής περιοχής.

8. Διοικητικά όρια (Πολυγωνικό θεματικό επίπεδο)

το συγκεκριμένο θεματικό επίπεδο, διαχωρίζει την περιοχή μελέτης ανάλογα με τις περιοχές ευθύνης. Το επίπεδο αυτό είναι σημαντικό, καθώς δεν επιτρέπει συγχύσεις σε σχέση με τις αρμοδιότητες. Μπορεί να περιλαμβάνει τα όρια των ΟΤΑ, των δασαρχείων, των Πυροσβεστικών σταθμών, των Φορέων διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών κ.α.

9. Οικισμοί (Σημειακό θεματικό επίπεδο):

δείχνει τις κατοικημένες περιοχές σε κοντινή απόσταση από την περιοχή ενδιαφέροντος, και είναι μία από τις πιθανές πηγές ανάφλεξης, ασκώντας συχνά πιέσεις στις φυσικές περιοχές.

10. Οδικό δίκτυο (Γραμμικό θεματικό επίπεδο):

περιέχει το σύνολο των δρόμων, συμπεριλαμβανομένων και των δασικών,

11. Χώροι αναψυχής (Σημειακό θεματικό επίπεδο):

περιέχει το σύνολο των χώρων αναψυχής σε ένα δάσος,

12. Δίκτυο ΟΣΕ (Γραμμικό θεματικό επίπεδο):

δηλαδή το σιδηροδρομικό δίκτυο, το οποίο εξυπηρετεί μεγάλο μέρος μετακινήσεων τόσο προσώπων, όσο και αγαθών.

13. Δίκτυο ΔΕΗ (Γραμμικό θεματικό επίπεδο):

αφορά στο δίκτυο ηλεκτροδότησης, που πολύ συχνά περνάει μέσα από δασικές εκτάσεις.

Τα θεματικά επίπεδα 9, 10, 11, 12 και 13, είναι πολύ σημαντικά επίπεδα για την ανάπτυξη ενός συστήματος διαχείρισης δασικών περιοχών σε σχέση με τις δασικές πυρκαγιές, διότι αποτελούν πιθανές πηγές ανάφλεξης, ασκώντας συχνά πιέσεις στις φυσικές περιοχές.

14. Πυροφυλάκεια (Σημειακό θεματικό επίπεδο):

τα σημεία στα οποία βρίσκονται τα πυροφυλάκεια, είναι χρήσιμα σε μια βάση δεδομένων για τη διαχείριση δασικών πυρκαγιών, καθώς από εκεί πιθανότατα γίνεται ο εντοπισμός της πυρκαγιάς.

15. Υδατοδεξαμενές (Σημειακό θεματικό επίπεδο):

οι θέσεις των υδατοδεξαμενών είναι απαραίτητο να συμπεριληφθούν στη βάση δεδομένων για να μπορεί να γίνεται η συντήρησή τους, καθώς εφοδιάζουν τα πυροσβεστικά οχήματα σε περίπτωση εκδήλωσης πυρκαγιάς.

16. Αντιπυρικές ζώνες (Γραμμικό θεματικό επίπεδο):

τέλος, σε ένα δάσος υπάρχει ένα μεγάλο δίκτυο αντιπυρικών ζωνών, το οποίο χρειάζεται συχνό καθαρίσμο και απομάκρυνση της νεκρής ύλης, ώστε να μπορεί να εξυπηρετεί το σκοπό του, έτσι είναι απαραίτητη η χρήση του επιπέδου αυτού στη βάση.

Σχετικά με τα μη χωρικά δεδομένα, ιδιαίτερη σημασία έχουν τα στοιχεία που αφορούν στη θεματική πληροφορία «Δασική πυρκαγιά». Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία που μέχρι σήμερα καταγράφονται από τους αρμόδιους φορείς (Δασική Υπηρεσία, Πυροσβεστική), στα δελτία καταγραφής συμβάντος (βλ. παράρτημα), θα πρέπει να δίνονται οι εξής πληροφορίες (πιν. 8):

Περιεχόμενο βάσης δεδομένων
1. Ημερομηνία έναρξης πυρκαγιάς
2. Ώρα έναρξης πυρκαγιάς
3. Ημερομηνία κατάσβεσης πυρκαγιάς
4. Ώρα κατάσβεσης πυρκαγιάς
5. Θέση έναρξης
6. Πιθανή αιτία
7. Καμένη έκταση
8. Ιδιοκτησιακό καθεστώς
9. Σχετική υγρασία
10. Θερμοκρασία
11. Ένταση ανέμου
12. Διεύθυνση ανέμου
13. Πρόσφατο παρελθόν ξηρασίας
14. Ύπαρξη νεφώσεων ή ηλιοφάνειας
15. Πυκνότητα χορτοτάπητα
16. Πυκνότητα καμένης βλάστησης
17. Μορφή πυρκαγιάς
18. Ένταση πυρκαγιάς – ταχύτητα

Πίνακας 8: μη χωρικά δεδομένα θεματικού επιπέδου «Δασικές Πυρκαγιές».

Πηγη: ιδία επεξεργασία

Από τα παραπάνω στοιχεία, από τα 1 έως 5 παίρνουμε πληροφορίες για την έναρξη της πυρκαγιάς και για το μέρος όπου αυτό συνέβη, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για στατιστικούς λόγους. Ειδικά από τα στοιχεία 1 έως 4 βλέπουμε τη διάρκεια της πυρκαγιάς, δηλαδή παίρνουμε πληροφορίες για τον παράγοντα χρόνο, που είναι πολύ σημαντικός στη διάδοση των πυρκαγιών, διότι, όπως ειπώθηκε προηγουμένως (βλ. κεφ. 4.3.1) η περίμετρος ή το μέτωπο της πυρκαγιάς μεγαλώνει ανάλογα με το χρόνο. Το νούμερο 6, είναι πολύ βασικό, καθώς προσδιορίζει το αίτιο της πυρκαγιάς, που μπορεί να είναι φυσικό ή να είναι αποτέλεσμα αμέλειας ή ακόμα και εμπρησμός.

Το νούμερο 7 μας δίνει πληροφορίες για το μέγεθος της έκτασης που κάηκε, και το 8 για το ιδιοκτησιακό καθεστώς που ισχύει, καθώς πολλές φορές μπορεί να αποτελέσει αίτιο εμπρησμού ή μελλοντικών διαφωνιών.

Τα στοιχεία 9 έως 14, αποτελούν μετεωρολογικές μετρήσεις, για τη θερμοκρασία, τον άνεμο, την κατάσταση ξηρασίας και την ύπαρξη νεφώσεων ή όχι. Τα νούμερα 15 και 16 αναφέρονται ουσιαστικά στην καύσιμη ύλη, και όλα μαζί είναι παράγοντες που επηρεάζουν την έναρξη και τη διάδοση μιας πυρκαγιάς (βλ. κεφ. 4.3.1).

Τέλος, τα στοιχεία 17 και 18 χαρακτηρίζουν την ίδια την πυρκαγιά, δηλαδή αν είναι επικόρυφη, έρπουσα, εδάφους ή μικτή και παρέχουν την ταχύτητα διάδοσής της και επομένως την έντασή της.

Συλλογή Δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων που προσδιορίστηκαν στη φάση της ανάλυσης (χάρτες, πίνακες, ψηφιακά δεδομένα) είναι μια ιδιαίτερα δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία.

Τα πρωτογενή δεδομένα βρίσκονται στα αρχεία διάφορων υπηρεσιών και φορέων, όπως η Τοπική αυτοδιοίκηση, οι Διευθύνσεις Δασών και τα Δασαρχεία, το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, οι Φορείς Διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών, η Πυροσβεστική κ.α. Επίσης, πηγές δεδομένων βρίσκονται πλέον και στο διαδίκτυο.

Στη συνέχεια στον πίνακα 9 αναφέρονται οι πηγές των απαιτούμενων δεδομένων.

Στοιχεία	Πηγές
1. Τοπογραφικός χάρτης	- Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (ΓΥΣ)
2. Χρήσεις γης	- Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογράφησης Ελλάδος (ΟΚΧΕ), - European Environment Agency, URL: http://www.eea.europa.eu/themes/landuse/interactive/clc-download
3. Προστατευόμενες περιοχές- δίκτυο Natura 2000	- ΥΠΕΚΑ, URL: http://www.minenv.gr/1/12/121/12103/g1210300/g1210300000.html

4. Χάρτης βλάστησης	- Γενική Διεύθυνση Δασών, - Διεύθυνση Δασών Νομών, - Δασαρχεία
5. Γεωλογικός χάρτης	- Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ), - Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Διεύθυνση Γεωλογίας– Υδρολογίας,
6. Υδρογραφικό δίκτυο	- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Διεύθυνση Γεωλογίας– Υδρολογίας, - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, ΥΒΕΤ, Υδρομετρικοί σταθμοί της χώρας , URL: http://www.itia.ntua.gr/el/docinfo/824/
7. Διοικητικά όρια	- Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογράφησης Ελλάδος (ΟΚΧΕ), - ΟΤΑ., - Δασαρχεία
8. Οικισμοί	- Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογράφησης Ελλάδος (ΟΚΧΕ), - ΟΤΑ., - Δασαρχεία
9. Χώροι αναψυχής	- Δασαρχεία, - Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών,
10. Οδικό δίκτυο	- Εταιρία χαρτογράφησης Ανάβαση
11. Δίκτυο ΟΣΕ	- Εταιρία χαρτογράφησης Ανάβαση
12. Δίκτυο ΔΕΗ	- ΔΕΗ
13. Πυροφυλάκεια	- Δασαρχεία, - Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, - Πυροσβεστική
14. Υδατοδεξαμενές	- Δασαρχεία, - Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, - Πυροσβεστική
15. Αντιπυρικές ζώνες	- Δασαρχεία, - Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, - Πυροσβεστική

Πίνακας 9: Πηγές δεδομένων.

Πηγή: ιδία επεξεργασία.

Επεξεργασία των δεδομένων

Τη συλλογή των δεδομένων ακολουθεί η κατάλληλη επεξεργασία, ώστε να διευκολυνθεί η εισαγωγή τους στη βάση δεδομένων.

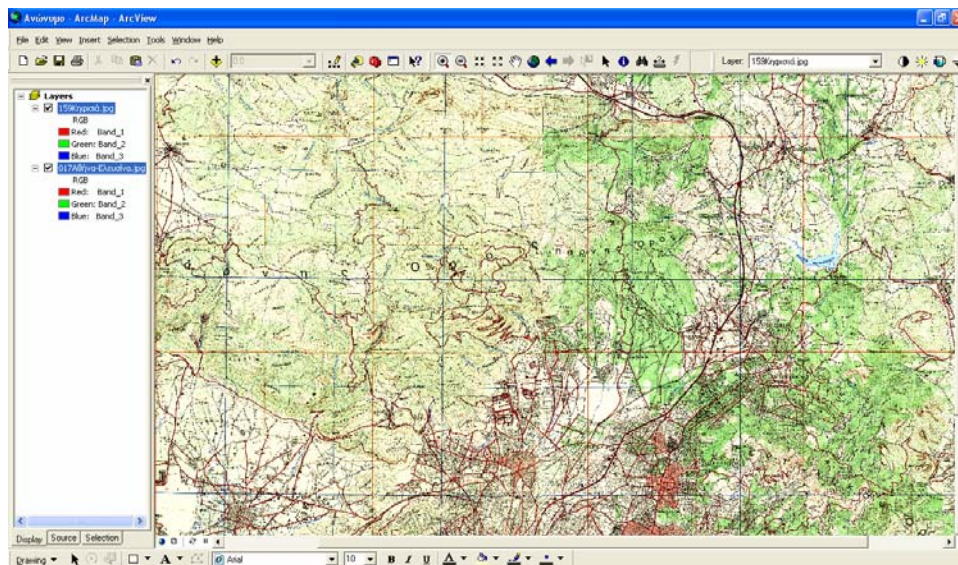
Έτσι, οι αναλογικοί χάρτες εισήχθησαν στο περιβάλλον του ArcMap, ώστε να ψηφιοποιηθούν και στη συνέχεια, έγινε η γεωαναφορά τους. Το σύστημα αναφοράς που επιλέχθηκε για την αναπαράσταση των γεωγραφικών δεδομένων είναι το ΕΓΣΑ'87. Το σύστημα ΕΓΣΑ'87 είναι συμβατό με τις απαιτήσεις της σύγχρονης τεχνολογίας δεδομένου, ότι εφαρμόζεται σε γεωκεντρικό ελλειψοειδές και αποτελεί πλέον σήμερα το επίσημο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς της χώρας²⁵.

Στην περίπτωση των δεδομένων που ήταν σε ψηφιακή μορφή, αυτά επεξεργάστηκαν ώστε να καλύπτουν τις απαιτήσεις του σχεδιασμού της βάσης δεδομένων και στη συνέχεια όσα δεδομένα αναφέρονταν σε διαφορετικό σύστημα αναφοράς από το ΕΓΣΑ '87, μετατράπηκαν σε αυτό με τη βοήθεια εργαλείων του ArcMap.

Έπειτα, οι πίνακες που προέκυψαν (attribute tables), εμπλουτίστηκαν με περιγραφικά χαρακτηριστικά, όπου αυτά υπήρχαν.

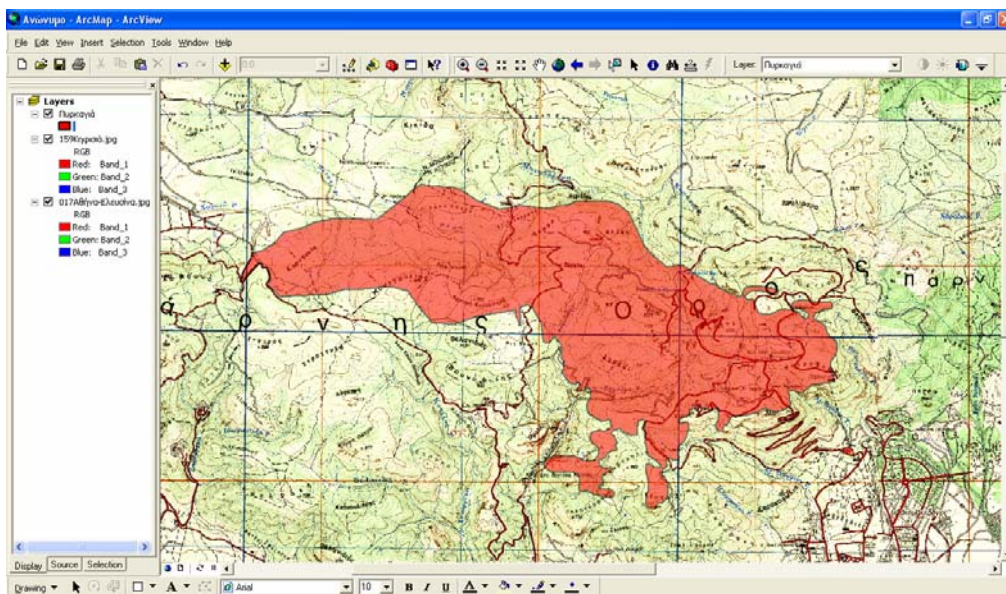
Έτσι, για την περιοχή της Πάρνηθας, συγκεντρώθηκαν και εισήχθησαν στο ArcMap τα παρακάτω δεδομένα:

1. Τοπογραφικός χάρτης της Γ.Υ.Σ., κλίμακας 1:50.000, ως υπόβαθρο:



²⁵ Το σύστημα ΕΓΣΑ'87 εφαρμόζεται στην Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή και στο ελλειψοειδές GRS80 (με μεγάλο ημιάξονα $a=6378137m$ και επιπλάτυνση $f=1/298,25722$). Η απεικόνιση έχει την ιδιότητα της συμμορφίας. Με το σύστημα αυτό η χώρα περιέχεται σε μία μόνο ζώνη με κεντρικό μεσημβρινό $\lambda_0=24^\circ$ από το μεσημβρινό του Greenwich, (Νάκος, 2006).

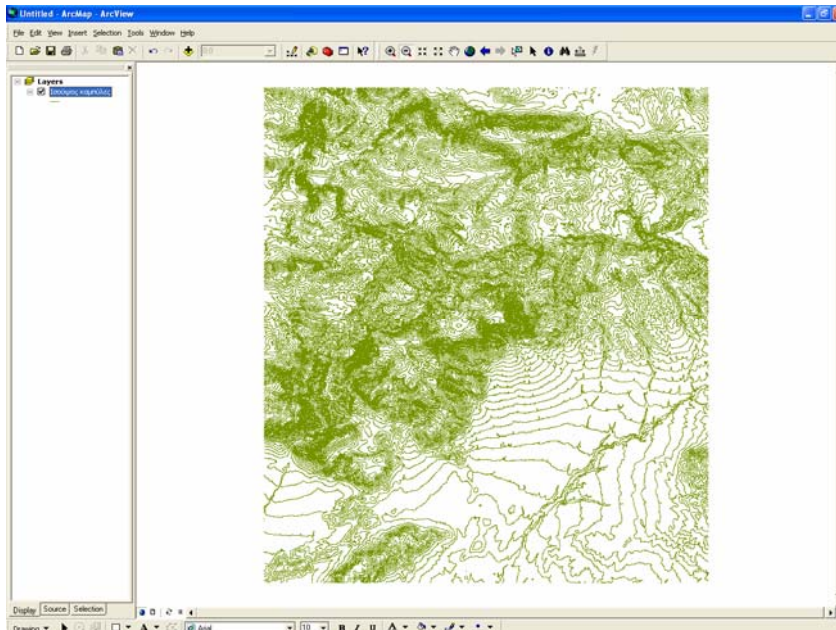
2. *Δασική Πυρκαγιά (Πολυγωνικό θεματικό επίπεδο):*



Attributes of Πυρκαγιά											
	FID	Shape¹	HM_EN	WRA_EN	HM_KAT	WRA_KAT	THSI_EN	AITIA	IDIOKTISIA	SX_YGRASIA	THERMOKRAS
▶	0	Polygon ZM	6/27/2007	19:15	7/2/2007	07:30	MEGALO BOYNO	SPINTHIRAS	DIMOSIO_IDIOTIKO	20	38

Attributes of Πυρκαγιά								
	ENTASH_AIE	DIEYTH_AII	KSYRASIA	IEF_HLIOF	PYKII_XORTO	PYKII_KAM_B	MORFH_PYRK	ENTASH_PYR
▶	ISXYROS	BOREIA_BOREIODYTIKH	ENTONH	HLIOFANEIA	PLHRHS	PYKNH	MIKTH	MEGALH

3. Ισοϋψείς (Γραμμικό θεματικό επίπεδο):

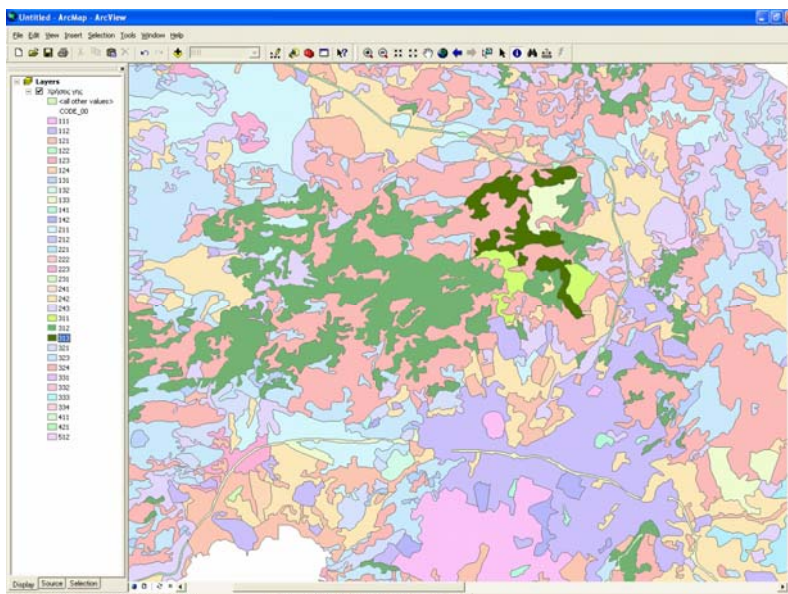


Attributes of Ισοϋψείς καμπύλες

FID	Shape	FNODE_	TNODE_	CONTOURS_I	dbLength
0	Polyline	148	108	140	120
1	Polyline	150	149	380	279
2	Polyline	151	152	200	107

Record: 1 Show: All Selected :ords

4. Χρήσεις γης (Πολυγωνικό θεματικό επίπεδο):

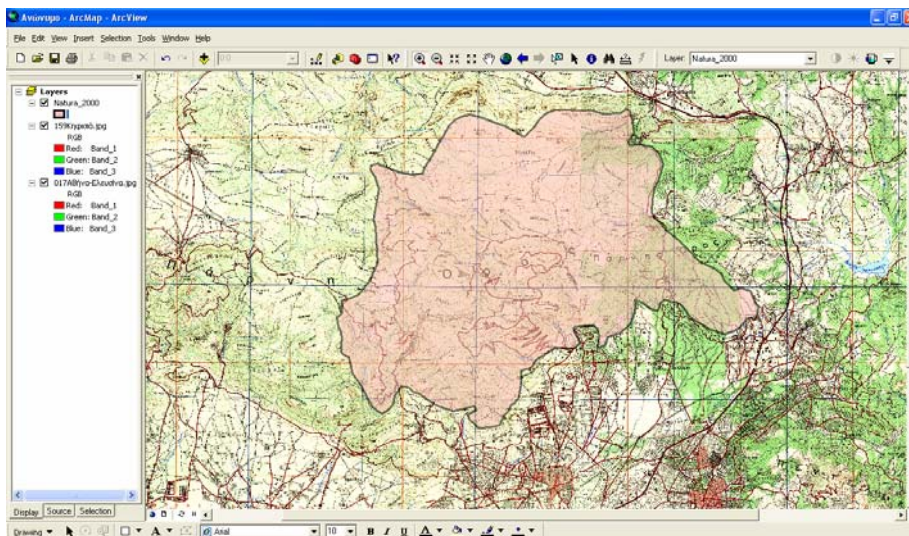


Attributes of Χρήσεις γης

FID	Shape *	CODE_00	AREA
0	Polygon	312	35738.424917
1	Polygon	323	1677.710948
2	Polygon	242	675293.133226

Record: 0 Show: All

5. Προσταεύόμενες περιοχές- δίκτυο Natura 2000 (Πολυγωνικό θεματικό επίπεδο):



Attributes of Natura_2000

FID	Shape *	AREA	PERIMETER	SPASICODE
0	Polygon	149024254.76563	60779.72564	GR3000001

Record: 1 Show: All Selected ords

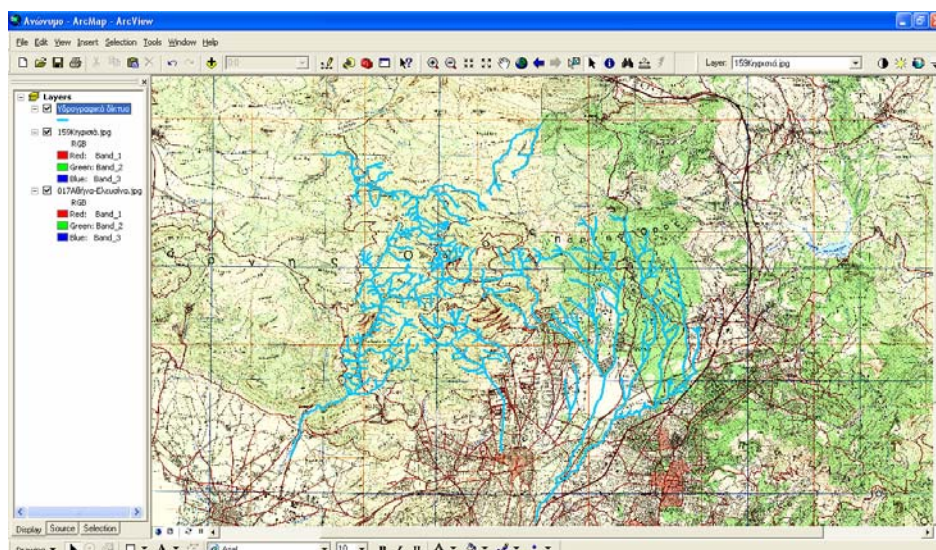
6. Χάρτης βλάστησης (ψηφιακός χάρτης)



ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΧΑΡΤΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

■	ΑΓΟΝΑ
■	ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΙ
■	ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑ
■	ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑ - ΧΑΛΕΠΙΟΣ ΠΕΥΚΗ
■	ΑΜΙΓΕΣ - ΔΡΥΣ
■	ΜΙΚΤΟ (ΕΛΑΤΗ ΜΑΥΡΗ ΠΕΥΚΗ)
■	ΜΙΚΤΟ (ΕΛΑΤΗ ΚΑΣΤΑΝΙΑ)
■	ΜΙΚΤΟ (ΕΛΑΤΗ ΧΑΛΕΠΙΟΣ ΠΕΥΚΗ)
■	ΜΙΚΤΟ (ΕΛΑΤΗΣ ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ ΘΑΜΝΩΝ)
■	ΑΜΙΓΕΣ ΕΛΑΤΗΣ
■	ΜΙΚΤΟ (ΕΛΑΤΗΣ ΘΑΜΝΩΝ)
■	ΜΙΚΤΟ (ΕΛΑΤΗΣ ΚΕΔΡΟΥ)
■	ΜΙΚΤΟ (ΕΛΑΤΗΣ ΚΕΔΡΟΥ ΘΑΜΝΩΝ)
■	ΑΜΙΓΕΣ ΘΑΜΝΩΝ
■	ΜΙΚΤΟ (ΘΑΜΝΩΝ ΕΛΑΤΗΣ)
■	ΜΙΚΤΟ (ΘΑΜΝΩΝ ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ)
■	ΑΜΙΓΕΣ ΚΕΔΡΟΥ
■	ΜΙΚΤΟ (ΚΕΔΡΟΥ ΘΑΜΝΩΝ)
■	ΜΙΚΤΟ (ΚΥΠΑΡΙΣΣΟΥ ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ)
■	ΛΟΙΠΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ
■	ΛΟΙΠΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΠΛΑΤΑΝΟ
■	ΑΜΙΓΕΣ ΠΛΑΤΑΝΟΥ
■	ΑΜΙΓΕΣ ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ
■	ΑΜΙΓΕΣ ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ
■	ΜΙΚΤΟ (ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ ΘΑΜΝΩΝ)
■	ΜΙΚΤΟ (ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ ΕΛΑΤΗΣ)
■	ΜΙΚΤΟ (ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ ΕΛΑΤΗΣ ΘΑΜΝΩΝ)
■	ΜΙΚΤΟ (ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ ΚΕΔΡΟΥ)
■	ΜΙΚΤΟ (ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ ΠΛΑΤΑΝΟΥ)
■	ΜΙΚΤΟ (ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΟΥ)

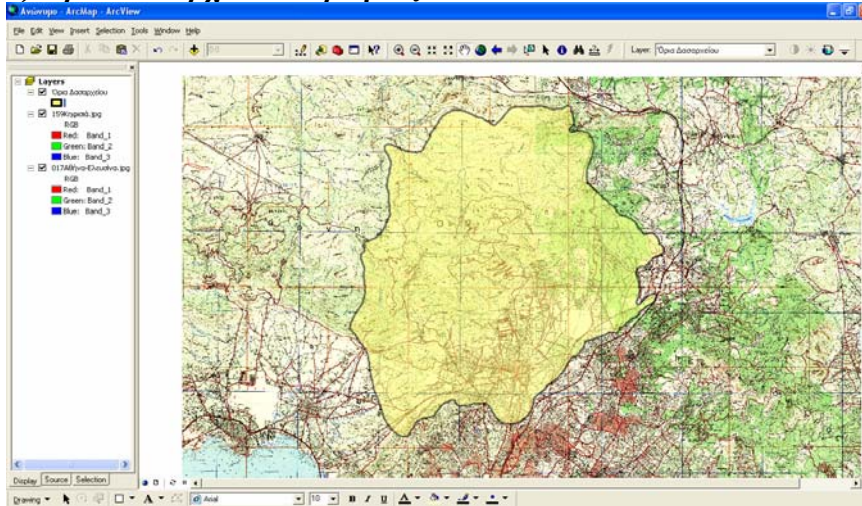
7. Υδρογραφικό δίκτυο (Γραμμικό θεματικό επίπεδο):



Attributes of Υδρογραφικό δίκτυο		
FID	Shape *	Length
0	Polyline	2436.784445
1	Polyline	1171.068959

Record: 0 Show: All

Διοικητικά όρια (Πολυγωνικό θεματικό επίπεδο)
α) Όρια Δασαρχείου Πάρνηθας

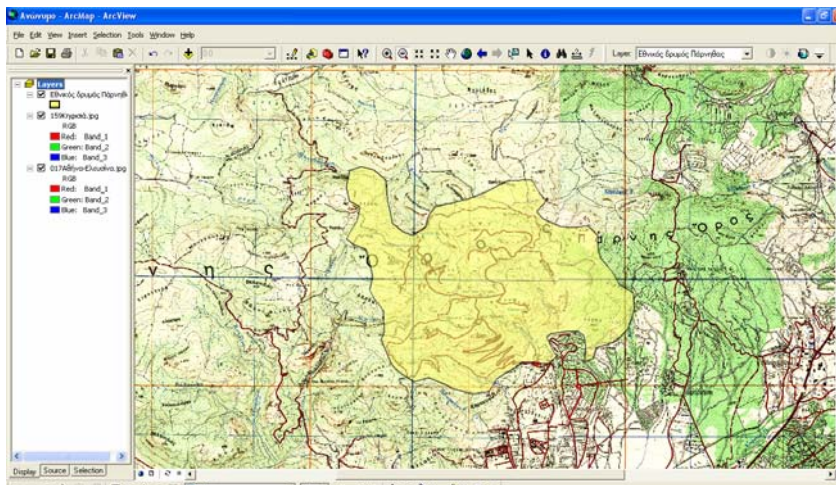


Attributes of Όρια Δασαρχείου

FID	Shape ^a	ΟΝΟΜΑ ΔΑΣ
0	Polygon	PARNITHAS

Record: 0 | Show: All Selected

β) Εθνικός δρυμός Πάρνηθας

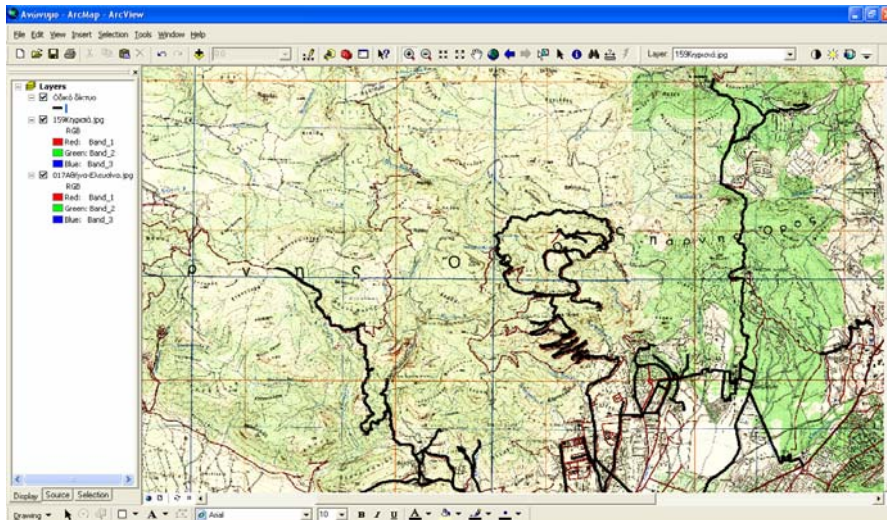


Attributes of Εθνικός δρυμός ...

FID	Shape ^a	Name
0	Polygon	Εθνικός δρυμός Πάρνηθας

Record: 0 | Show: ▾

9. Οδικό δίκτυο (Γραμμικό θεματικό επίπεδο):

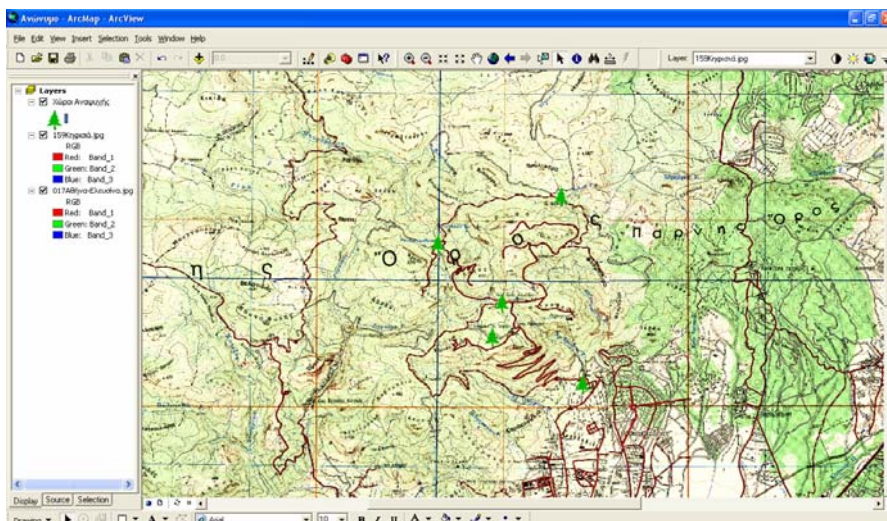


Attributes of Οδικό δίκτυο

FID	Shape*	MUNICIPALI	ROAD_TYPE	dbLength
40	Polyline	AXARNES	DEYTEREYON	138.098976
41	Polyline	AXARNES	DEYTEREYON	11.205481
42	Polyline	AXARNES	DEYTEREYON	24.902671
43	Polyline	AXARNES	DEYTEREYON	15.081126
44	Polyline	AXARNES	DEYTEREYON	116.035819

Record: 0 Show: All Selected Records (0 out of 82)

10. Χώροι αναψυχής (Σημειακό θεματικό επίπεδο):

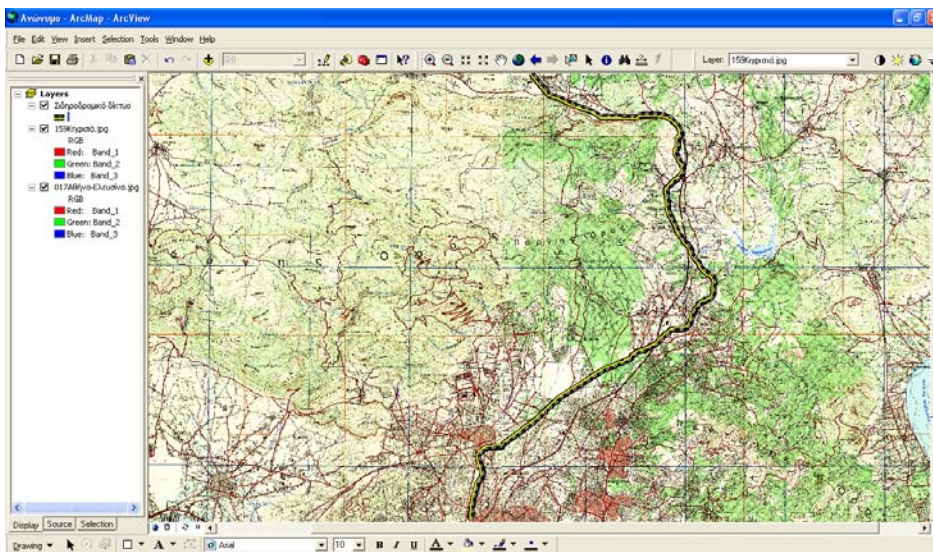


Attributes of Χώροι Αναψυχής

	FID	Shape*	ΟΝΟΜΑ
	0	Point	METOXI
	1	Point	MOLA
	2	Point	AGIA TRIADA

Record: 0 Show: All Select

11. Δίκτυο ΟΣΕ (Γραμμικό θεματικό επίπεδο):

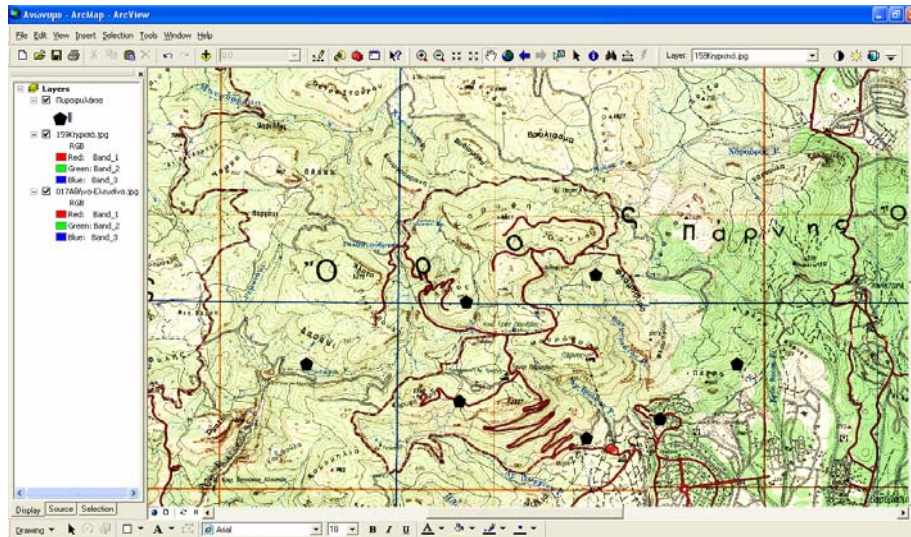


Attributes of Σιδηροδρομικό ...

	FID	Shape*	dbLength
	0	Polyline	1710.09582

Record: 0 Show: All Select

12. Πυροφυλάκεια (Σημειακό θεματικό επίπεδο):

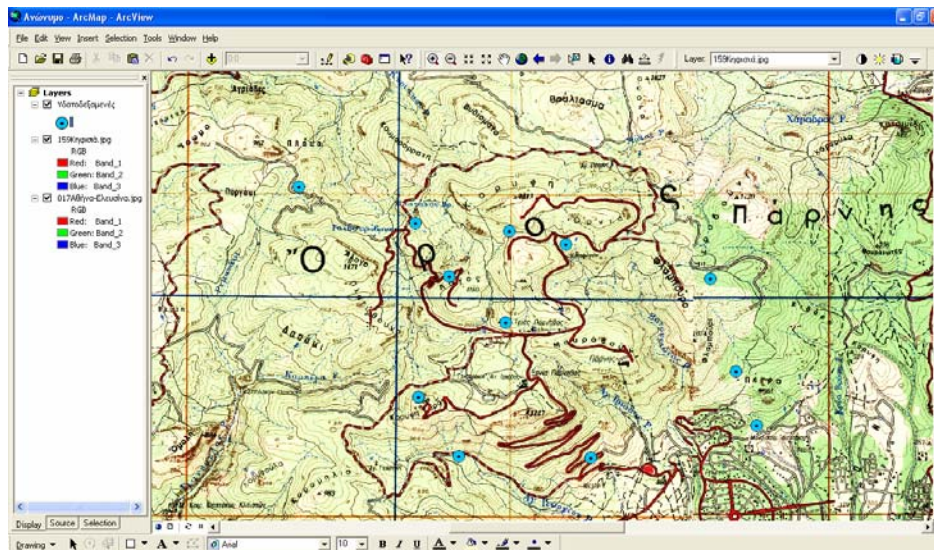


Attributes of Πυροφυλάκεια

FID	Shape*	ΤΟΠΟΘΗΣΙΑ
0	Point	METOXI
1	Point	AGIOS ATHANASIOS
2	Point	KRYONERI-DROSOPIGI

Record: 7 Show: All Selected Records

13. Υδατοδεξαμενές (Σημειακό θεματικό επίπεδο):



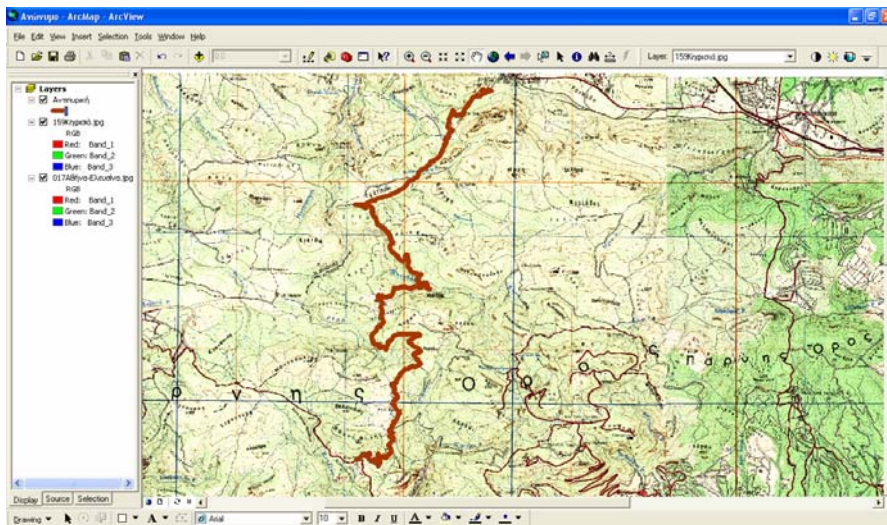
Attributes of Υδατοδεξαμενές

FID	Shape*	ΤΟΠΟΘΗΣΙΑ	ΧΩΡΙΤΙΚΟΤΗ
0	Point	METOXI	70KM
1	Point	AGIOS GEORGIOS	70KM
2	Point	MEGALI VRYSI	25KM
3	Point	AGIOS ATHANASIOS	25KM
4	Point	ANAKTORA TATOIOY	70KM

Record: 0 Show: All Selected Records (0 c

14. Αντιπορικές ζώνες (Γραμμικό θεματικό επίπεδο):

15.



Attributes of Αντιπορική

FID	Shape*	dbLength
0	Polyline	23900

Record: 0 Show: A

4.4 Ανάπτυξη Διαδικτυακής Υπηρεσίας (Web Service)

Στη συνέχεια, μετά το σχεδιασμό και την ολοκλήρωση της Βάσης Δεδομένων πρέπει να γίνει η ανάπτυξη της Διαδικτυακής Υπηρεσίας (Web Service). Η Διαδικτυακή Υπηρεσία είναι η παρουσίαση μιας πηγής ΓΣΠ (Resource) όπου μέσω του Server γίνεται κοινόχρηστη σε άλλους υπολογιστές ενός δικτύου. Το δίκτυο αυτό μπορεί να είναι τοπικό (π.χ. εταιρικό) ή ακόμη ευρύτερο όπως είναι το Internet. Όταν γίνεται δημοσίευση

μιας δικτυακής υπηρεσίας ουσιαστικά δίνεται πρόσβαση στους χρήστες (clients) μιας πηγής ΓΣΠ (Resource). Σε μερικές περιπτώσεις, οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη δικτυακή υπηρεσία ακριβώς με τον ίδιο τρόπο σαν να ήταν αποθηκευμένη η πηγή ΓΣΠ τοπικά στον υπολογιστή τους.

4.5 Ανάπτυξη Διαδικτυακής Εφαρμογής (Web Application)

Μετά τη δημοσίευση της Δικτυακής Υπηρεσίας, οι χρήστες μπορούν πλέον να έχουν πρόσβαση σε αυτή μέσω του διαδικτύου. Η απεικόνιση της υπηρεσίας μπορεί να γίνει μέσω κάποιας Διαδικτυακής Εφαρμογής (Web Application), όπου θα καθορίζονται διάφορες λειτουργίες, όπως τα εργαλεία και τα ερωτήματα προς τη βάση που αναπτύσσεται, τα επίπεδα πληροφορίας που θα συμμετέχουν στην εφαρμογή κ.α.

4.6 Παραμετροποίηση

Στη συνέχεια μπορεί να γίνει παραμετροποίηση της εφαρμογής, για να βελτιωθεί εμφανισιακά και να γίνει πιο φιλική στο χρήστη, αλλά και να διαφοροποιηθεί από άλλες παρόμοιες εφαρμογές. Έτσι, μπορεί να αφορά στο μέγεθος του συμβόλου, στον τύπο του συμβόλου, στην εμφάνιση ή όχι κατά την εκκίνηση της εφαρμογής, στην εμφάνιση ή όχι των δεδομένων μετά από κάποια συγκεκριμένη μεγέθυνση ή στην εμφάνιση κάποιων ετικετών (labels)²⁶.

4.7 Καθορισμός ασφαλείας

Τελευταίο βήμα πριν από τη δημοσίευση μιας εφαρμογής στο Internet είναι ο καθορισμός της ασφάλειας, τόσο των δεδομένων, όσο και της ίδιας της εφαρμογής. Ενεργοποιούνται τα firewalls και τα antivirus και δημιουργούνται οι λογαριασμοί των χρηστών.

Σε αυτό το σημείο πλέον, έχει ολοκληρωθεί η ανάπτυξη του διαδικτυακού Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών για τις δασικές πυρκαγιές και η εφαρμογή μπορεί να δημοσιευθεί στο διαδίκτυο.

²⁶Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρεθούν στην ιστοσελίδα του Autodesk MapGuide Services & Support, στο URL:

<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=3134594#section3>, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 26/08/2010

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Φτάνοντας στο τέλος αυτής της εργασίας, και με βάση την ανάλυση που έγινε στα προηγούμενα κεφάλαια, μπορούμε να καταλήξουμε σε ορισμένα συμπεράσματα σχετικά με το θέμα μας.

Όπως παρουσιάστηκε και στα πρώτα κεφάλαια, η αλλαγή του κλίματος, καθώς και η αύξηση της θερμοκρασίας της γης, αποτελεί ένα αδιαμφισβήτητο γεγονός.

Αυτή η αποσταθεροποίηση του κλίματος έχει σημαντική επίδραση στο φυσικό περιβάλλον. Ο συνδυασμός των υψηλότερων θερμοκρασιών και η μείωση της βροχόπτωσης, έχει ενισχύσει και αναμένεται να ενισχύσει παραπέρα, το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών, ειδικά στη νότια Ευρώπη.

Αν και η δασική πυρκαγιά ως φυσικό φαινόμενο, δεν έλειψε ποτέ από τα μεσογειακά κλίματα, αποτελώντας μια ζωτική και φυσική διεργασία, ωστόσο, οι συχνές πυρκαγιές και η μείωση των μεσοδιαστημάτων των πυρκαγιών, προκαλούν σοβαρές και δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον και την ανθρώπινη κοινωνία. Δάση που ξανακαίγονται, πριν ωριμάσουν βιολογικά και πριν δημιουργήσουν απόθεμα σπόρων, οδηγούνται σε μη αναστρέψιμες υποβαθμίσεις (European Commission, 2001).

Η ύπαρξη χωρικής πληροφορίας μπορεί να υποστηρίξει σε μεγάλο βαθμό τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών και των καμένων εκτάσεων. Για την απόκτηση της σχετικής πληροφορίας θα πρέπει να αξιοποιούνται σύγχρονες μέθοδοι και εργαλεία όπως τα ΓΣΠ. Ειδικά πλέον, με την εκτεταμένη χρήση του διαδικτύου και τη ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών των δικτυακών ΓΣΠ, η καταγραφή, η διάχυση και επεξεργασία της πληροφορίας, είναι εύκολα προσβάσιμη, ενισχύοντας έτσι το έργο των αρμόδιων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, σε όλα τα στάδια που χαρακτηρίζουν τη διαχείριση των πυρκαγιών.

Οι περισσότερες εφαρμογές που σχετίζονται με τις δασικές πυρκαγιές απαιτούν τη σύνδεση ενός μεγάλου όγκου πληροφοριών, διαφορετικής φύσης, πράγμα που επιτυγχάνεται με τη βοήθεια μιας ολοκληρωμένης χωρικής βάσης δεδομένων.

Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκε ο τρόπος δημιουργίας μιας ολοκληρωμένης χωρικής βάσης δεδομένων των δασικών πυρκαγιών, και η διάχυσή της στο διαδίκτυο, με

τη χρήση των δικτυακών ΓΣΠ, και αναλυθήκαν σε βάθος το είδος και η μορφή των δεδομένων που θα πρέπει να περιέχει. Οι παράγοντες που καθόρισαν το περιεχόμενο της Χωρικής Βάσης Δεδομένων σχετίζονται με μια μακροχρόνια αποτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς (fire risk assessment).

Αυτοί οι παράγοντες εν συντομία είναι: η καύσιμη ύλη, οι καιρικές συνθήκες, τα τοπογραφικά στοιχεία, οι πηγές ανάφλεξης, οι μηχανισμοί μετάδοσης της θερμότητας, τα χαρακτηριστικά της πυρκαγιάς, η απόκριση του οικοσυστήματος και η αξία των επηρεαζόμενων πόρων.

Έτσι το είδος των δεδομένων που προέκυψαν, είναι ένα σύνολο θεματικών επιπέδων, διαφορετικών γεωμετρικών αρχετύπων, όπως η έκτασης της δασικής πυρκαγιάς, οι ισοϋψείς καμπύλες, οι χρήσεις γης, οι προστατευόμενες περιοχές, η βλάστηση, ο γεωλογικός χάρτης, το υδρογραφικό δίκτυο, τα διοικητικά όρια, οι οικισμοί, οι χώροι αναψυχής, το οδικό δίκτυο, το σιδηροδρομικό δίκτυο, το δίκτυο της ΔΕΗ, τα πυροφυλάκεια, οι υδατοδεξαμενές και οι αντιπυρικές ζώνες.

Επιπλέον, σημαντικές είναι οι μη χωρικές πληροφορίες που περιέχονται στο θεματικό επίπεδο της δασικής πυρκαγιάς, και οι οποίες καταγράφονται από τους αρμόδιους φορείς (Δασική Υπηρεσία, Πυροσβεστική), στα δελτία καταγραφής συμβάντος. Αυτές αναφορικά είναι η ημερομηνία και ώρα έναρξης της πυρκαγιάς, η ημερομηνία κατάσβεσης και η ώρα κατάσβεσης της πυρκαγιάς, η θέση έναρξης, η πιθανή αιτία, η καμένη έκταση, το ιδιοκτησιακό καθεστώς, η σχετική υγρασία, η θερμοκρασία, η ένταση του ανέμου και η διεύθυνσή του, το πρόσφατο παρελθόν ξηρασίας, η πυκνότητα του χορτοτάπητα, και της καμένης βλάστησης, η μορφή της πυρκαγιάς και η έντασή της.

Στην παρούσα μελέτη συλλέχθηκαν και επεξεργάστηκαν τα παραπάνω δεδομένα για την περιοχή της Πάρνηθας και συγκεκριμένα για την πυρκαγιά του Ιουνίου 2007.

Μια τέτοια εφαρμογή, όπου γίνεται χρήση των ΓΣΠ, είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την υλοποίηση των διαδικασιών που εφαρμόζονται μετά το πέρας μιας δασικής πυρκαγιάς, για την προστασία και ανάπτυξη της καμένης περιοχής, όπως την κήρυξή της ως αναδασωτέα, την απαγόρευση βόσκησης και την υλοποίηση αναδασώσεων.

Βασικό πλεονέκτημα της εφαρμογής είναι η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων, ώστε ο χρήστης να έχει μια γρήγορη και άμεση εικόνα για το κάθε περιστατικό δασικής πυρκαγιάς. Επιτρέπει στους χρήστες, να βλέπουν καλύτερα και να κατανοούν τα φυσικά

χαρακτηριστικά και τις σχέσεις που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών. Επιπλέον, βοηθά εξαιρετικά στην εξοικείωση του χρήστη με την περιοχή μελέτης, καθώς παρέχει ένα πλήθος πληροφοριών για αυτή.

Υπάρχει η δυνατότητα σε ένα ψηφιακό χάρτη να επικάθονται άλλα δεδομένα ή άλλα στρώματα (layers) πληροφοριών, ώστε να προκύπτουν νέες χωρικές πληροφορίες και σχέσεις, ενώ δεδομένα σχετικά με τα χαρακτηριστικά των θεματικών επιπέδων μπορούν να προβληθούν στις βάσεις δεδομένων που τα συνοδεύουν (attribute tables). Παράγοντες όπως η κλίση των πρανών, η έκθεση και η βλάστηση μπορεί να οπτικοποιηθούν και να επικαλύπτονται για να προσδιοριστούν οι περιοχές όπου ήταν πιο έντονη η πυρκαγιά. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να εμφανιστούν και να συγκριθούν με άλλες πληροφορίες, όπως η ύπαρξη προστατευόμενων περιοχών, απειλούμενων ειδών, ευαίσθητων εδαφών, περιοχών οικιστικής ανάπτυξης κλπ.

Η βάση δεδομένων μιας τέτοιας εφαρμογής, μπορεί να ενημερώνεται και να εμπλουτίζεται, ανάλογα με τις απαιτήσεις του διαχειριστικού φορέα. Η σωστή και συνεχής ενημέρωσή της, είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία της εφαρμογής, καθώς λανθασμένα στοιχεία στη βάση δεδομένων, θα έχουν ως αποτέλεσμα λάθη στην οργάνωση και στη λήψη αποφάσεων.

Οι δυνατότητες της εφαρμογής θα μπορούσαν να αναπτυχθούν περισσότερο, ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες για μια ολοκληρωμένη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών, δηλαδή για την προληπτική πυροπροστασία και την επιχειρησιακή αντιμετώπιση και καταστολή των δασικών πυρκαγιών. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να γίνει με τον εμπλουτισμό της βάσης δεδομένων, με επιπλέον στοιχεία, χωρικά και μη, τα οποία δεν ήταν δυνατόν να συλλεχθούν στα πλαίσια μιας μεταπτυχιακής εργασίας. Για παράδειγμα, η απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο των πυροσβεστικών οχημάτων, των αεροπλάνων και του ανθρώπινου δυναμικού που είναι διαθέσιμα, τρισδιάστατοι τοπογραφικοί χάρτες, μετεωρολογικοί χάρτες σχετικά με τη κατεύθυνση του ανέμου, την ταχύτητα, την πιθανότητα βροχοπτώσεων και τις θερμοκρασίες, που θα ανανεώνονται σε μικρά χρονικά διαστήματα κ.α.

Επίσης, στην εφαρμογή θα μπορούσαν να συνδυαστούν δορυφορικές εικόνες σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, με χάρτες καύσιμης ύλης και με διάφορα συστήματα συμπεριφοράς των πυρκαγιών (Fire Behavior Systems), οπτικοποιώντας τις εστίες των

πυρκαγιών και παρέχοντας τη δυνατότητα πρόβλεψης της συμπεριφοράς των δασικών πυρκαγιών, των επιπτώσεών τους και της εξάπλωσής τους στο χώρο και στο χρόνο.

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, εφαρμογές των δικτυακών ΓΣΠ σε σχέση με δασικές πυρκαγιές χρησιμοποιούνται ευρέως σε παγκόσμιο επίπεδο. Ωστόσο, στην Ελλάδα τέτοιου τύπου εφαρμογές είναι σε πρώιμο στάδιο και καθαρά ερευνητικό.

Έως σήμερα, οι αρμόδιοι φορείς που είναι υπεύθυνοι για την διαχείριση των δασικών πυρκαγιών και των δασικών εκτάσεων, όπως το Πυροσβεστικό Σώμα, οι Δασικές Υπηρεσίες, το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και οι Φορείς Διαχείρισης, χρησιμοποιούν ελάχιστα τις νέες τεχνολογίες όπως τα ΓΣΠ, και μεμονωμένα, καθώς υπάρχει έλλειψη τεχνογνωσίας και πόρων. Επιπλέον, οι χάρτες που διαθέτουν οι φορείς αυτοί σε πολλές περιπτώσεις είναι απαρχαιωμένοι, σε ακατάλληλες κλίμακες και δεν διαθέτουν πλούσια πληροφορία, ενώ ένα μικρό μόνο ποσοστό είναι σε ψηφιακή μορφή. Επιπρόσθετα, πολλά από τα στοιχεία που αφορούν στις παρελθόντες δασικές πυρκαγιές είναι ελλιπή είτε λόγω αμέλειας, είτε λόγω άγνοιας.

Ένα επίσης, βασικό πρόβλημα στην Ελλάδα είναι η δυσκολία πρόσβασης στην υπάρχουσα πληροφορία, δεδομένου ότι είναι διασκορπισμένη σε πολλές διαφορετικές υπηρεσίες και οργανισμούς, δεν αναρτώνται κάπου συλλογικά, καταγράφονται και συγκεντρώνονται σε διαφορετικές μορφές, ενώ συχνά οι πηγές των δεδομένων αυτών δε συνεργάζονται.

Το γεγονός αυτό, δυσχεραίνει το έργο των ίδιων των φορέων, των υπόλοιπων διαχειριστών, και της ερευνητικής κοινότητας, δημιουργεί ένα καθεστώς συνθηκών αβεβαιότητας, μεγιστοποιεί το κόστος των διάφορων ενεργειών και ελαχιστοποιεί το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα.

Επομένως, η αποτελεσματικότερη πρόληψη και αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών, καθώς και η προστασία και αναγέννηση των πληγέντων περιοχών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ύπαρξη χωρικής πληροφορίας και την ευρεία διάθεσή της.

Το είδος της χωρικής πληροφορίας που θα συλλεχθεί τόσο για επιχειρησιακή, όσο και για επιστημονική χρήση, θα πρέπει να προσδιοριστεί από ανθρώπους της πράξης σε συνεργασία με ανθρώπους της έρευνας, και να καθοριστούν έπειτα οι κατάλληλες μέθοδοι για την απόκτηση και επεξεργασία της.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alexander, M.E., (2000). Fire behaviour as a factor in forest and rural fire suppression. Forest Research, Rotorua, in association with the New Zealand Fire Service Commission and National Rural Fire Authority, Wellington. Forest Research Bulletin No. 197, Forest and Rural Fire Scientific and Technical Series, Report No. 5. 28 p.

Alesheikh, A.A, Helali, H., Behroz, H.A., (2002). Web GIS: Technologies and Its Applications, Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications, Ottawa, διαθέσιμο στην URL:

<http://www.isprs.org/proceedings/XXXIV/part4/pdppapers/422.pdf>,

Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 22/08/2010.

Bakkenes, M., Eickhout, B., and Alkemade, R., (2006). Impacts of different climate stabilisation scenarios on plants species in Europe, Global Environmental Change 16: 19–28pp.

Beniston, M., (2000). Environmental Change in Mountains and Uplands. Key Issues in Environmental Change. London, Arnold.

Bryson, R.A., (1975). The lessons of climatic history. Environmental Conservation 2, 163-179 pp.

Byram, G.W., (1959). Combustion of forest fuels, in Forest fire control and use. McGraw-hill, pp. 61-68

Caldeira, K., (2009). Ocean acidification: Humanity and the environment in geologic time, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6 (3): 462004. Διαθέσιμο στην URL: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/46>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 12/06/2010.

Camia, A., San-Miguel-Ayanz, J., Oehler, F., Santos de Oliveira, S., Durrant, T., Kucera, J., Boca, R., Whitmore, C., Giovando, C., Amatulli, G., Libertà, G., Schmuck, G., Schulte, E., Bucki, M. (2008). Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability, Scientific and Technical Reports: Forest Fires in Europe 2008. Report No 9. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 88pp

Chou, Y.H., (1992). Management of wildfires with a geographical information system. International Journal of Geographical Information Systems, 6(2):123-140.

Chuvieco, E. and Salas, J. (1996). Mapping the spatial distribution of forest fire danger using GIS. International Journal of Geographical Information Systems. 10(3): 333-345.

Conedera M. (2003). Waldbrände. In: Extremereignisse und Klimaänderung (ed. Hohmann, R), pp. 57–60. Organe consultative sur les changements climatiques (OcCC), Bern.

Council of the European Union-Report from the Commission and the Secretary-General, (2008). Διαθέσιμο στην URL:

http://www.euractiv.com/29/images/SolanaCCsecurity%20reportpdf_tcm29-170886.pdf.

Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 17/06/2010.

Dale, V.H., Joyce, L.A., McNulty, S., Neilson, R., Ayres, M.P., Flannigan, M.D., Hanson, P.J., Irland, L.C., Lugo, A.E., Peterson, C.J., Simberloff, D., Swanson F., Stocks B.J., and Wotton B.M.(2001). Climate Change and Forest Disturbances, BioScience, September 2001, Vol. 51, (9): 723-734 pp.

Davis, F.W. and Michaelsen, J. (1995). Sensitivity of fire regime in chaparral ecosystems to climate change. Global change and Mediterranean type ecosystems. 435-456 pp.

Della-Marta, P. M., Haylock, M. R., Luterbacher, J. and Wanner, H. (2007). Doubled length of western European summer heat waves since 1880, J. Geophys. Res. 112, D15103, doi:10.1029/2007JD008510

European Environment Agency (EEA), Joint Research Centre (JRC), World Health Organization (WHO), (2008). Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment. JRC Reference Report: No JRC47756. Denmark, Schultz Grafisk.

EUFIRELAB: Euro-Mediterranean Wildland Fire Laboratory, a “wall-less” Laboratory for Wildland Fire Sciences and Technologies in the Euro-Mediterranean Region, (2004). Deliverable D-08-02 Wildland Fire Danger and Hazards: a State of the Art. Διαθέσιμο στην URL: <http://www.eufirelab.org>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 11/02/2010.

European Commission, (2002). Forest Fires in Europe, 2001 fire campaign, Report No 2. Official Publication of the European Communities, S.P.I. 02.72 EN, 27pp.

Flannigan M.D., Wotton B.M. (2001) Climate, weather, and area burned. In: Forest Fires – Behavior and Ecological Effects (eds Johnson EA, Miyanishi K), pp. 351–373. Academic Press, San Diego.

Flannigan, M.D., Stocks, B.J., Wotton, B.M. (2000).Climate Change and Forest Fires. The Science of the Total Environment 262 (3): 221–229.

Gonclaves Henriques, R., Pereira, R., Joao, E., Fonseca, A. and Gouvêla, C. (1992). From Forest Fire Simulation to the Assessment of Environmental Impacts. Mapping Awareness, Vol 6(No 5 ((June)):13-17.

IPCC, (2000). Special Report on Emissions Scenarios, A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Nebojsa Nakicenovic and Rob Swart (Eds.)]. UK, Cambridge University Press, 570pp.

IPCC, (2000). Special Report on Emissions Scenarios, Summary for Policymakers, Διαθέσιμο στην URL: <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 11/02/2010.

IPCC, (2001). Climate change 2001a: Synthesis Report. In: A contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Watson RT, Core Writing Team (Eds)]. Cambridge. Cambridge University Press.

IPCC, (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. In: Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, [Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.)]. Geneva, Switzerland, IPCC.

IPCC, (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers (2007).

IPCC, (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (Eds.)]. Cambridge, Cambridge University Press, 996 pp.

Karteris, M. (1995). Burned land mapping and post-fire effects. In: Chuvieco, E. (Ed). Remote Sensing and GIS applications to forest fire management. Universidad de Alcala de Henares, Spain, 35-44 pp.

Luterbacher, J., Dietrich, D., Xoplaki, E., Grosjean, M., Wanner, H. (2004). European seasonal and annual temperature variability, trends, and extremes since 1500. *Science* 303: 1499–1503.

Martin, R.E., Anderson, H., Boyer, J.D., Hiesch, S., Johnson, V., McNab, W. (1979). Effects on fires on fuels – A State of knowledge Review. USDA Forest Service, Technical Report, (13): 64pp.

Morandini, R. (1976). Les problemes de conservation, de gestion, de reconstitution des forest méditerranéennes: priorités pour la recherche. UNESCO, Note Techn. du MAB nr. 2.

Nakicenovic, N., Alcamo, J., Davis, G., de Vries, B., Fenhann, J., Gaffin, S., Gregory, K., Grübler, A., Jung, T.Y., Kram, T., La Rovere, E.L., Michaelis, L., Mori, S., Morita, T., Pepper, W., Pitcher, H., Price, L., Raihi, K., Roehrl, A., Rogner, H., Sankovski, A., Schlesinger, M., Shukla, P., Smith, S., Swart, R., van Rooijen, S., Victor, N., and Dadi, Z. (2000): Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, 599 pp.

Nesje, A., Bakke, J., Dahl, S.O., Lie, O. and Matthews, J.A. (2008). Norwegian mountain glaciers in the past, present and future. *Global and Planetary Change* 60: 10–27.

Oechel, W.C., Hastings, S.J., Vourlitis, G.L., Jenkins, M.S. & Hinkon, C.L. (1995), Different effects of elevated CO₂ in chaparral and Mediterranean type ecosystems. New York. Springer- Verlag, 58-75 pp.

Pausas, J.G. (2004). Changes In Fire and Climate In The Eastern Iberian Peninsula (Mediterranean Basin), *Climatic Change* 63: 337–350.

Penq, Z.R. and Tsou, M.H. (2003). Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks. Hoboken, New Jersey John Wiley & Sons Inc.

Perera, H., Baldwin, D., Schnekenburger, F., Osborn, J., Bae, R., Laguna, J., (1998). Forest Fires in Ontario: A Spatio-temporal Perspective, Forest Research Report No.147. Canada, Ontario Ministry of Natural Resources, Ontario Forest Research Institute, Queen's Printer for Ontario Printed in Ontario.

Pyne, S., Andrews, P., Lave,n R., (1996). Indroduction to Wildland Fire, second edition. New York., John Wiley & Sons Inc.

Richardson, K., Steffen, W., Schellnhuber, H. J., Alcamo, J., Barker, T., Kammen, D. M., Leemans, R., Liverman, D., Munasinghe, M., Osman-Elasha, B., Stern, L., Waever, O., (2009). Synthesis Report from Glimate Change: Global Risks, Challenges & Decisions, International scientific Congress on climate change: Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions, 10-12 March 2009. Copenhagen

Ryan, K.C. (2000). Global Change and Wildland fire. In: Wildland Fire in Ecosystems: Effects of Fire on Flora. Gen. Tech. Rep. RMRS GTR- 42, Vol. 2. [Brown JK, Smith JK(Eds.)], pp. 97–120.

Schar, C., Vidale, P.L., Luthi, D. et al. (2004). The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature*, (427): 332–336pp.

Schmuck, G., San-Miguel-Ayanz, J., Camia, A., Durrant, T., Santos de Oliveira, S., Boca, R., Whitmore, C., Giovando, C., Libertà, C., Giorgio, C., Schulte, E. (2009). Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability, Scientific and Technical Reports: Forest Fires in Europe 2009. Report No 10. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 86pp

Stocks, B.J., et al. (1998). Climate change and forest fire potential in Russian and Canadian boreal forests. *Climatic Change* (38): 1–13pp.

Thivierge, A. R. (1994). Automatic ARC/INFO to Facilitate Forest Management in British Colombia. Canadian Conference on GIS '94, Ottawa, Canada.

Thomas, R.K, Jerry, M.M., and Thomas C.P., (2009). Global Climate Change Impacts in the United States, (eds.). London, Cambridge University Press.

Ακύλας, Ε., Λυκούδης, Σ., Λάλας, Δ. (2005). Κλιματική αλλαγή στον ελλαδικό χώρο. Ανάλυση παρατηρήσεων: τάσεις των τελευταίων 100 ετών. Αθήνα.

Αστυακόπουλος, Α., (2009). Διπλωματική εργασία με τίτλο: «Σχεδιασμός και υλοποίηση ενός Ολοκληρωμένου Πληροφοριακού Συστήματος διαχείρισης δεδομένων αστικών περιοχών με χρήση ArcGIS Server: Εφαρμογή στο Δήμο Κηφισιάς», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα: Γεωπληροφορική, Εγκρίθηκε Αθήνα, Νοέμβριος 2009.

Βασιλάκος, Χ., Χατζόπουλος, Ι., Καλαμποκίδης, Κ., Παπαπαναγιώτου, Ευ. (1999). Σχεδιασμός δικτύου ανίχνευσης δασικών πυρκαγιών με χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών. Ελληνική Εταιρεία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο “Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών – Δυνατότητες και Εφαρμογές, Προοπτικές και Προκλήσεις”, 9-10 Δεκεμβρίου 1999, Αθήνα.

Γιαννακόπουλος, Β. (2006). Διδακτορική Διατριβή: «Αλληλεπιδράσεις Μεσογειακού Τοπίου-Δασικών Πυρκαγιών, με Χρήση Τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, για τη Διαμόρφωση και Πυροπροστασία του». Α.Π.Θ, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης. Θεσσαλονίκη 2006.

Ηλιακόπουλος, Ι., (2009) Διπλωματική Εργασία: «Αρχιτεκτονική ασφαλείας εφαρμογών και υπηρεσιών web services», Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών. Διαθέσιμο στην URL: <http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/handle/123456789/2395>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 23/08/2010.

Καϊλίδης Δ., (1993). Δασικές Πυρκαγιές, Τρίτη έκδοση. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, σελ. 510.

Καλαμποκίδης Κ., Ρούσσου Ο., Βασιλάκος Χ., Μαρκοπούλου Δ. (2004). Χωρική μοντελοποίηση καύσιμης ύλης και συμπεριφοράς πυρκαγιών τοπίου. Ελληνική Γεωγραφική Εταιρία και Τμήμα Γεωγραφίας Πανεπιστημίου Αιγαίου. Πρακτικά 7^{ου} Πανελλήνιου Γεωγραφικού Συνεδρίου. Μυτιλήνη, 14 -17 Οκτωβρίου 2004, σελ. 486-494.

Καρτέρης, Μ. (1999). Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Περιβάλλοντος, Διδακτικές Σημειώσεις, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης.

Μανιάτης, Ι. (1993). Εισαγωγή στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Διδακτικές Σημειώσεις, Α.Π.Θ., Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Ζήτη.

Μαργαρίτης, Κ. (2007). Εκπαιδευτικό Υλικό: Web Services και SOAP. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής Θεσσαλονίκη, Εργαστήριο Παράλληλης Κατανεμημένης Επεξεργασίας. Διαθέσιμο στην URL: <http://www.it.uom.gr/project/soap/>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 24/08/2010.

Νάκος, Β., (2006). Σημειώσεις μαθήματος: «Αναλυτική Χαρτογραφία», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Τοπογραφίας.

Ξανθόπουλος, Γ. (1996). Πυρκαγιές και κτηνοτροφία στα δάση. Στα πρακτικά της Επιστημονικής Ημερίδας της Ελληνικής Λιβαδοπονικής Εταιρείας με θέμα: «Κτηνοτροφία Πυρκαγιές και Περιβάλλον». Θεσσαλονίκη, 2 Φεβρουαρίου 1996, σελ.: 30-39. Διαθέσιμο στην URL: <http://www.fria.gr/MainFrame/PubGreek/Prostasia/DasikesPyrkagies/dasikesPyrkagies.htm>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 08/05/2010.

Ξανθόπουλος, Γ. (2006). Πυρκαγιές στη ζώνη μίξης δασών-οικισμών: ένα πολύπλοκο πρόβλημα. ΕΘΙΑΓΕ- Τριμηνιαία έκδοση του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας. (24): 4-9.

Σακιώτης, Ι., Προμπονάς, Μ., (2002). Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης «Η κατάσταση του κόσμου 2002, η ετήσια έκθεση του Ινστιτούτου Worldwatch για τη πορεία προς ένα βιώσιμο κόσμο», Αθήνα, Εκδοτική Εταιρεία Πολιτικού Προβληματισμού. ISBN 960-860985-1-0.

Σελλής, Τ. και Στεφανάκης, Ε. (2003). Χωρικές Βάσεις δεδομένων. Σημειώσεις του διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών στη «Γεωπληροφορική», Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Διαθέσιμο στην URL: <http://www.dbnet.ece.ntua.gr/~stefanak/geocomp/lectures.html>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 14/08/2010.

Στάμου, Ν.Ι., (2001). Κοινωνικοοικονομικές Επιπτώσεις των Δασικών Πυρκαγιών, Πρακτικά Επιστημονικού Συνεδρίου: «Αποκατάσταση Καμένων Εκτάσεων», 13-14 Δεκεμβρίου 2001, Αθήνα, σελ. 9-19.

Στεφανάκης, Ε. (2003). Βάσεις Γεωγραφικών Δεδομένων και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών. Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, σελ. 401.

ΠΗΓΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Biopolitics International Organization, e-learning, (2009), Διδακτικές Σημειώσεις του σεμιναρίου «Κλιματική Αλλαγή», στην ιστοσελίδα:

<http://elearning.biopolitics.gr/course/index.php>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 11/05/2010.

Common Gateway Interface (CGI), στην ιστοσελίδα:

http://hci.ece.upatras.gr/various/asp_feidas.pdf. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 27/08/2010.

Εργαστήριο Εφαρμογών Πληροφορικής στα ΜΜΕ, Τμήμα Δημοσιογραφίας & ΜΜΕ, Α.Π.Θ., στην ιστοσελίδα: <http://pacific.jour.auth.gr/html/>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 27/08/2010.

Εργαστήριο Δημογραφίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στην ιστοσελίδα:

<http://www.demographylab.prd.uth.gr/DDAoG/edu/case/4/WebGIS.htm>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 27/08/2010.

Εργαστήριο Δημογραφίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στην ιστοσελίδα:

<http://www.demographylab.prd.uth.gr/DDAoG/edu/case/4/WebGIS.htm>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 23/08/2010.

ESRI Developer Network Introducing ArcGIS Server, στην ιστοσελίδα:

http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.1/ArcGISServer/ServerDevGd_Ch1.pdf. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 25/08/2010.

ESRI Developer Network, Developing ArcGIS Server Applications, στην ιστοσελίδα:

http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.1/ArcGISServer/ServerDevGd_Ch4.pdf. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 25/08/2010.

ESRI, Resource Center, στην ιστοσελίδα:

http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisserver/install_gds/dotnet/Step_2_Server_site_config.htm. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 25/08/2010.

ESRI, ArcGIS 9.2 Desktop Help, στην ιστοσελίδα:

http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=5973&pid=5968&topicname=Types_of_services_in_ArcGIS_Server. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 25/08/2010.

European Parliament, Policy Department, Economic and Scientific Policy, FOREST FIRES: causes and contributing factors in Europe, February 2008, στην ιστοσελίδα:

http://www.europarl.gr/ressource/static/files/projets_pdf/forest_fires.pdf. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 02/05/2010.

European Commission- European Civil protection, Natural hazards project, Southern Europe, στην ιστοσελίδα:

http://ec.europa.eu/echo/civil_protection/civil/pdffdocs/forestfiresreportfinal.pdf. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 11/05/2010.

European Forest Fire Information System (EFFIS)-Current Situation, στην ιστοσελίδα:
<http://effis.jrc.ec.europa.eu/current-situation>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης:
26/04/2010.

FAO, Global Fire Information Management System, στην ιστοσελίδα:
<http://geonetwork4.fao.org/firemap/>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 26/04/2010.

IBM, New to SOA and Web services, στην ιστοσελίδα:
<http://www-128.ibm.com/developerworks/webservices/newto/websvc.html>. Ημερομηνία
τελευταίας πρόσβασης: 21/08/2010.

MapServer, στην ιστοσελίδα:
<http://mapserver.org/about.html> . Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 26/08/2010.

MapServer, στην ιστοσελίδα:
<http://mapserver.org/introduction.html?highlight=mapfile%20reference>. Ημερομηνία
τελευταίας πρόσβασης: 26/08/2010.

MapServer, στην ιστοσελίδα:
<http://mapserver.org/output/imagemaps.html?highlight=html%20templates#templates>.
Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 26/08/2010

MapServer, στην ιστοσελίδα:<http://mapserver.org/mapscript/index.html>.
Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 26/08/2010

Natural Resources Canada - British Columbia Natural Disturbance Database, στην
ιστοσελίδα:
<http://cfs.nrcan.gc.ca/subsite/disturbance>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης:
11/01/2010.

Ομάδα Εθελοντών Δασοπροσβεστών - Διασωστών (Ο.Ε.Δ.Δ.), στην ιστοσελίδα:
<http://www.oedd.gr>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 19/03/2010.

Open Geospatial Consortium, στην ιστοσελίδα::
<http://www.opengeospatial.org>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 22/10/2010

Open Geospatial Consortium, στην ιστοσελίδα:
<http://www.opengeospatial.org/standards/wms>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης:
22/10/2010

Open Geospatial Consortium, Inc.® (OGC)Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρει ο
ενδιαφερόμενος στην ιστοσελίδα του OGC και συγκεκριμένα στο
URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης:
06/09/2009

Open Geospatial Consortium, στην ιστοσελίδα:

<http://www.opengeospatial.org/standards/wcs>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 06/09/2009

The European Forest Institute- Databases, στην ιστοσελίδα: http://www.efi.int/portal/virtual_library/databases/. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 11/06/2010.

The National Environmental Satellite, Data, and Information Service - NESDIS, Hazard Mapping System Fire and Smoke Product, στην ιστοσελίδα: <http://www.firedetect.noaa.gov/viewer.htm>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 11/05/2010.

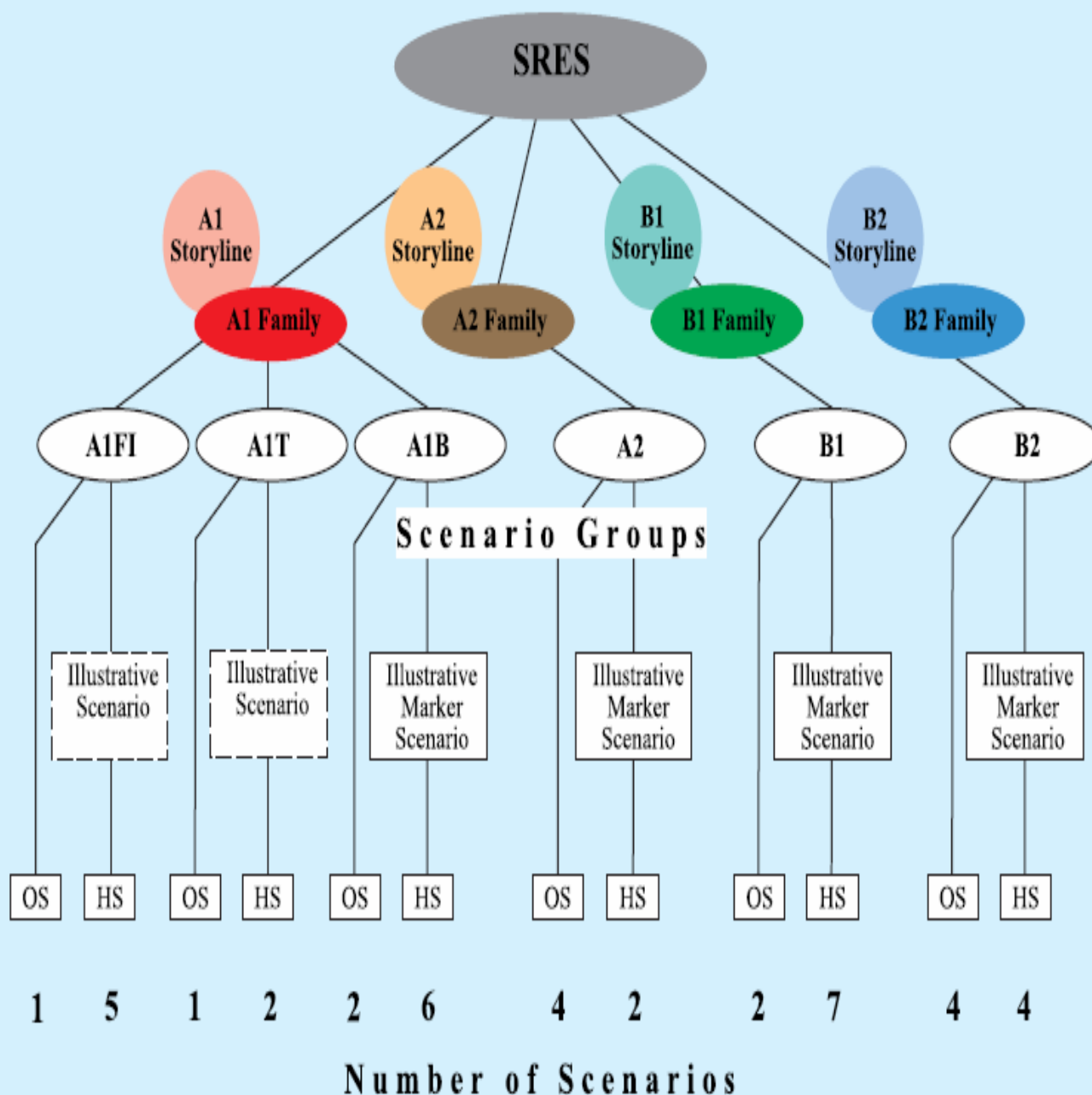
Virtual Fire, «Πλατφόρμα Διαδικτυακού Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (Web GIS) για Διαχείριση Δασικών Πυρκαγιών», στην ιστοσελίδα: <http://195.251.137.205/virtualfire/>. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 07/07/2010.

Wikipedia, στην ιστοσελίδα: http://en.wikipedia.org/wiki/Common_Gateway_Interface. Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 23/08/2010

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

A. TA ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ της IPCC

The main characteristics of the four SRES storylines and scenario families



Πηγή: IPCC, 2000, , <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>.

Ημερομηνία τελευταίας πρόσβαση: 14/08/2010.

A1: Αυτό το σύστημα μοντέλων χαρακτηρίζεται από ραγδαία και επιτυχημένη οικονομική ανάπτυξη με αποτέλεσμα τη σμίκρυνση του χάσματος ανάμεσα στους «πλούσιους» και τους «φτωχούς». Κύρια χαρακτηριστικά του είναι η επίλυση των προβλημάτων από την ελεύθερη αγορά, οι υψηλοί ρυθμοί επενδύσεων στην παιδεία και την τεχνολογία (σε διεθνές επίπεδο), καθώς και αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας. Επιπροσθέτως, κυριαρχεί μια ενωτική τάση όσον αφορά τους λαούς του πλανήτη λόγω των καλύτερων δυνατοτήτων επικοινωνίας που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες.

Επιπλέον, ο παγκόσμιος πληθυσμός θα συνεχίσει να αυξάνεται (σε περίπου 9 δις.) μέχρι το 2050 και θα μειωθεί σε περίπου 7 δις το 2100. Κλιματικές Αλλαγές 20

Τέλος, λόγω της υψηλής αποδοτικότητας των νέων τεχνολογιών (με τις οποίες παράγουμε την ίδια ποσότητα προϊόντων χρησιμοποιώντας λιγότερη ενέργεια και πρώτες ύλες), η ενέργεια και τα αποθέματα ορυκτού πλούτου αφθονούν για να καλύψουν τις ανάγκες του αυξημένου πληθυσμού.

Το σύστημα αυτό, χωρίζεται σε τρία μοντέλα εξαιτίας της αβεβαιότητας όσον αφορά την ανάπτυξη τεχνολογιών, δίνοντας έμφαση στις ενεργειακές τεχνολογίες:

A1F1 – Η παραγωγή ενέργειας βασίζεται ως επί το πλείστον στα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο).

A1T – Η παραγωγή ενέργειας βασίζεται ως επί το πλείστον στις ανανεώσιμες πηγές (αιολική, φωτοβολταϊκά, υδροηλεκτρικά).

A1B – Η παραγωγή ενέργειας είναι ισορροπημένη ανάμεσα στη χρήση ορυκτών καυσίμων και ανανεώσιμων πηγών και επιπλέον η τεχνολογική ανάπτυξη και των δύο συμβαδίζει με την ανάπτυξη τεχνολογιών κατανάλωσης (όπως π.χ. λάμπες φωτισμού με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και χαμηλότερη κατανάλωση).

A2 – Το συγκεκριμένο μοντέλο του μέλλοντος έρχεται σε αντίθεση με το σύστημα A1 και αντιπροσωπεύει έναν κόσμο «διχασμένο» σε οικονομικές περιοχές. Στο μοντέλο αυτό δίνεται η έμφαση στην οικογένεια και στην κοινωνική ζωή και λόγω της μειωμένης στειρότητας, ο πληθυσμός θα ξεπεράσει τα 15 δις το 2100.

Η τεχνολογική ανάπτυξη θα είναι πολύ πιο ετερογενής σε σχέση με αυτή του A1 με αποτέλεσμα ήδη ανεπτυγμένες χώρες να έχουν ταχύτερους ρυθμούς ανάπτυξης από ότι οι αναπτυσσόμενες. Περιοχές με αφθονία σε ενεργειακούς και ορυκτούς πόρους εξελίσσουν οικονομίες βασισμένες σε αυτούς ενώ από την άλλη περιοχές φτωχές σε φυσικούς πόρους δίνουν προτεραιότητα στη μείωση της εξάρτησης τους σε εισαγόμενα προϊόντα (χρησιμοποιώντας καινοτομίες για την καλύτερευση της αποδοτικότητας των πόρων τους) και τη χρήση υποκατάστατων.

Λόγω του αυξημένου πληθυσμού, βάση δίνεται στον αγροτικό τομέα του οποίου οι ρυθμοί ανάπτυξης είναι πολύ υψηλοί όσον αφορά την έρευνα και την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Τέλος, η περιβαλλοντική συνείδηση κυριαρχεί σε τοπικό επίπεδο και προγράμματα κατά της μόλυνσης περιορίζονται σε εθνικά επίπεδα. Από την άλλη, η προσπάθεια να βρεθούν παγκόσμιες λύσεις έχει αποδυναμωθεί.

B1 – Ο πυρήνας του μέλλοντος B1 είναι τα υψηλά επίπεδα περιβαλλοντικής και κοινωνικής συνείδησης σε συνδυασμό με μία παγκόσμια προσέγγιση προς τη βιώσιμη ανάπτυξη που χαρακτηρίζεται από συνοχή σε όλο τον πλανήτη. Αυτή η συνείδηση είναι προϊόν των ξεκάθαρων αποδείξεων των επιπτώσεων που επέρχονται από την αλόγιστη χρήση των φυσικών πόρων (όπως αποψίλωση δασών και την υπερεκμετάλλευση των υδάτινων πόρων).

Στο συγκεκριμένο μοντέλο, η οικονομική ανάπτυξη είναι ισορροπημένη και οι προσπάθειες για μια δίκαιη κατανομή εισοδήματος έχουν πετύχει..

Πηγή: IPCC, 2000, , <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>.

Ημερομηνία τελευταίας πρόσβαση: 14/08/2010.

Σε αντίθεση με το μοντέλο A1, όπου το μεγαλύτερο μέρος του εισοδήματος επενδύεται σε περεταίρω επέκταση της παγκόσμιας οικονομίας, ο κόσμος του B1 επενδύει ένα μεγάλο μέρος των κερδών του στην καλυτέρευση της αποδοτικότητας και της χρήσης των φυσικών του πόρων (εξαύλωση), στην ισότητα και τέλος στην προστασία του περιβάλλοντος.

Η μετάβαση σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας είναι σχετικά ομαλή καθώς τα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο) μειώνονται και κυριαρχεί μία ώθηση για τεχνολογίες της μετά-ορυκτής εποχής (post fossil technologies). Η προστασία του περιβάλλοντος έχει οικουμενικό χαρακτήρα και προβλήματα όπως η όξινη βροχή ανήκουν στο παρελθόν. Κλιματικές Αλλαγές 22 Τέλος η αύξηση του πληθυσμού ακολουθεί το μοντέλο A1 αλλά το κίνητρο προέρχεται εν μέρη από κοινωνικές και περιβαλλοντικές ανησυχίες. Έτσι, ο πληθυσμός θα κορυφωθεί το 2050 (φτάνοντας τα 9 δις.) και θα σταθεροποιηθεί στα 7 δις. μέχρι το 2100.

B2 – Το συγκεκριμένο μοντέλο βασίζεται σε αυξημένη κοινωνική και περιβαλλοντική βιωσιμότητα (σε σύγκριση με το A2) και οι πολιτικές και επιχειρηματικές στρατηγικές, σε εθνικά και τοπικά επίπεδα, επηρεάζονται από περιβαλλοντικά ευσυνειδητούς πολίτες. Διεθνή ιδρύματα είναι μειωμένης σημασίας και παρατηρείται μια μετατόπιση προς τοπικά και περιφερειακά ιδρύματα και οργανώσεις. Η ανθρώπινη ευημερία, η ισότητα και η προστασία του περιβάλλοντος έχουν υψηλή προτεραιότητα και επιλαμβάνονται μέσω κοινωνικών λύσεων μολονότι οι ρυθμοί εφαρμογής των στρατηγικών αυτών διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή.

Εξαιτίας της αυξημένης εναπόθεσης πόρων στην παιδεία και την ευημερία η θνησιμότητα είναι αρκετά μειωμένη με αποτέλεσμα ο πληθυσμός να φτάσει τα 10 δις. το 2100.

Τα υψηλά επίπεδα παιδείας και εκπαίδευσης προάγουν την ανάπτυξη και την προστασία του περιβάλλοντος η οποία μάλιστα παραμένει να είναι η μόνη πραγματικά παγκόσμια προτεραιότητα. Από την άλλη όμως, η τεχνολογική πρόοδος είναι σχετικά μειωμένη σε σχέση με τα μοντέλα A1 και B1, και καινοτομίες (οι οποίες είναι αρκετά ετερογενείς) παρατηρούνται μόνο σε τοπικό επίπεδο.

Ενεργειακά συστήματα διαφοροποιούνται ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις της κάθε περιοχής και τα αποθέματα ορυκτού πλούτου.

Επιπλέον, η χρήση τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας βασισμένων σε υδατάνθρακες μειώνεται σε συγκεκριμένες περιοχές και δεν παρατηρείται σε διεθνή επίπεδα. Παρόλο που τα ορυκτά καύσιμα παραμένουν να είναι η κύρια πηγή παραγωγής ενέργειας μέχρι το 2100, τα ποσοστά χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αυξάνονται βαθμιαία.

Τέλος, τοπικές περιβαλλοντικές στρατηγικές δίνουν λύσεις και σε παγκόσμια προβλήματα όπως π.χ. η όξινη βροχή, αποτέλεσμα της αυξημένης περιεκτικότητας διοξειδίου του θείου (SO₂) στην ατμόσφαιρα.

Πηγή: IPCC, 2000, , <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>.
Ημερομηνία τελευταίας πρόσβαση: 14/08/2010.

B. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ArcGIS SERVER

Συνοπτικά, για τις τρεις διαφορετικές εκδόσεις του λογισμικού, οι λειτουργίες και τα εργαλεία που παρέχονται παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες (<http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisserver/>):

	Advanced	Standard	Basic	Σημειώσεις
Διαχείριση Δεδομένων (Data Management)				
Κλιμακωτή πρόσβαση στη βάση δεδομένων (Scalable Geodatabase Access)	X	X	X	
Πλήρης υποστήριξη της βάσης δεδομένων (Full Geodatabase Support)	X	X	X	
Δημιουργία βάσεων δεδομένων (Create Geodatabases)	X	X	X	
Φόρτωση χωρικών δεδομένων στις βάσεις δεδομένων (Load Spatial Data into Geodatabases)	X	X	X	
Διαχείριση βάσεων δεδομένων (Manage Geodatabases)	X	X	X	
Εξαγωγή δεδομένων σε ποικίλες δομές (Export Data to Various Formats)	X	X		
Ενσωματωμένη μηχανή DBMS (Embedded DBMS Engine)	X	X	X	Στην έκδοση workgroup περιλαμβάνεται η μηχανή Microsoft SQL Server Express.
Ενσωματωμένη τεχνολογία ArcSDE (Embedded ArcSDE Technology)	X	X	X	
Υποστήριξη απεριόριστων συνδέσεων χρηστών (Supports Unlimited Desktop Client Connections)	X	X	X	Μόνο στην έκδοση Enterprise
Υποστήριξη 10 ή λιγότερων συνδέσεων χρηστών (Supports 10 or Fewer Desktop Client Connections)	X	X	X	Μόνο στην έκδοση Workgroup ή Enterprise
Απεριόριστο μέγεθος βάσης δεδομένων (Unlimited Geodatabase Size)	X	X	X	Μόνο στην έκδοση Enterprise. Στην έκδοση Workgroup περιορίζεται σε ένα μέγεθος μέχρι 4GB.

Πίνακας 1: Διαχείριση δεδομένων

	Advanced	Standard	Basic	Σημειώσεις
Χαρτογράφηση Mapping				
Διανομή χαρτών ArcGIS (Serve ArcGIS Maps (MXD files))	X	X		
Χρησιμοποίηση εξειδικευμένης ετικετοποίησης (Utilize Advanced Maplex Labeling)	X	X		
Εναλλαγή προβολών σε πραγματικό χρόνο (On-the-Fly Projections)	X	X		
Συνδυασμός πολλαπλών υπηρεσιών χάρτη σε εφαρμογές διαδικτύου (Combine Multiple Map Services in Web Applications)	X	X		
Δυναμική προσθήκη θεματικών επιπέδων σε μία υπηρεσία χάρτη (Dynamically Add Layers to a Map Service)	X	X		
Παροχή δυναμικών δισδιάστατων χαρτών (Dynamic 2D Map Rendering)	X	X		
Παροχή δυναμικών τρισδιάστατων χαρτών (Dynamic 3D Globe Rendering)	X	X		

Πίνακας 2: Χαρτογράφηση

	Advanced	Standard	Basic	Σημειώσεις
Γενίκευση Generalization				
Διάλυση (Dissolve)	X	X		
Απλοποίηση γραμμής (Simplify line)	X			
Εξομάλυνση γραμμής (Smooth line)	X			
Αφαίρεση – Εξάλειψη (Eliminate)	X			

Πίνακας 3: Γενίκευση

	Advanced	Standard	Basic	Σημειώσεις
Ανάλυση Analysis				
Αποκοπή (Clip)	X	X		
Τομή (Intersect)	X	X		
Ένωση (Union)	X	X		
Ζώνη επιρροής (Buffer)	X	X		
Δημιουργία πολλαπλής ζώνης (Multiple Ring Buffer)	X	X		
Διαχωρισμός (Split)	X			
Διαγραφή (Erase)	X			
Ταυτότητα (Identity)	X			
Ανανέωση (Update)	X			
Συχνότητα (Frequency)	X			

Πίνακας 4: Ανάλυση

	Advanced	Standard	Basic	Σημειώσεις
Χωρική Στατιστική Ανάλυση Spatial Statistics Analysis				
Μέσος όρος εγγύτερου γείτονα (Average nearest neighbor)	X	X		
Χωρική αυτοσυσχέτιση (Spatial autocorrelation)	X	X		
Ανάλυση κελιού (Cluster and outlier analysis)	X	X		
Ανάλυση περιοχών ιδιαίτερου ενδιαφέροντος (Hot spot analysis)	X	X		
Ανάλυση κατανομής κατεύθυνσης σε σχέση με κάποιο σημείο αναφοράς (Directional distribution)	X	X		
Γραμμικός μέσος όρος (Linear directional mean)	X	X		
Κέντρο βάρους (Mean center)	X	X		

Πίνακας 5: Χωρική Στατική Ανάλυση

	Advanced	Standard	Basic	Σημειώσεις
Υπηρεσίες GIS GIS Web Services				
SOAP Access	X	X	X	
Geodata Services	X	X	X	
Map Services	X	X		
3D Global Services	X	X		
WMS Services	X	X		
KML Services	X	X		
Locator Services	X	X		
Geoprocessing Services	X	X		
Mobile Services	X			Μόνο στην έκδοση Enterprise

Πίνακας 6: Υπηρεσίες GIS

	Advanced	Standard	Basic	Σημειώσεις
Λειτουργικότητα στο διαδίκτυο Web Application Functionality				
Προκαθορισμένη μεγέθυνση με σταθερό βήμα (Fixed zoom)	X	X		
Προκαθορισμένη πλοήγηση με σταθερό βήμα (Fixed pan)	X	X		
Προσδιορισμός ιδιοτήτων (Identify)	X	X		
Υπερσυνδέσεις σε άλλα έγγραφα (Hyperlinks to other documents)	X	X		
Μέτρηση αποστάσεων (Measure Distances)	X	X		
Παράθυρο μεγέθυνσης (Magnification window)	X	X		
Γενικός χάρτης (Overview map)	X	X		
Ενεργό σήμα Βορρά (Interactive north arrow)	X	X		
Αναζήτηση τοποθεσιών (Find Place Task)	X	X		
Αναζήτηση Διευθύνσεων (Find Address Task)	X	X		
Διενέργεια ερωτημάτων (Query Attribute Task)	X	X		
Αναζήτηση (Search Attribute Task)	X	X		
Επεξεργασία (Editing Task)	X	X		

Πίνακας 7: Λειτουργικότητα στο δίκτυο

	Advanced	Standard	Basic	Σημειώσεις
Επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο Web Editing Application Functionality				
Ταυτόχρονη επεξεργασία των feature class (Simultaneous feature class editing)	X			
Μεμονωμένη επεξεργασία σε διαφορετικές εκδόσεις (Isolated editing in separate versions)	X			
Διαδικασίες αναίρεσης και αντίστροφης διαδικασίας (Undo / redo operations)	X			
Προκαθορισμένη αναζήτηση αντικρουόμενων συνθηκών (Managed conflict detection)	X			
Εργαλεία αγκίστρωσης κατά την επεξεργασία ανάλογα με το θεματικό επίπεδο σε κορυφή, ακμή και τελείωμα (Snapping by layer (vertex, edge, endpoint))	X			
Εργαλεία αγκίστρωσης κατά την επεξεργασία σε νέα γεωμετρία σε κορυφή, ακμή και τελείωμα (Snapping to new geometry (vertex, edge, endpoint))	X			
Ικανότητα προσαρμογής της ιδιότητας snapping και της ιδιότητας επιλογής χαρακτηριστικών (Settable snapping and feature selection)	X			
Ιδιότητα snapping και ανάδραση από την πλευρά του χρήστη (Client side snapping feedback)	X			
Add, Move, Delete, Copy, and Paste Features	X			
Προσθήκη, μετακίνηση, διαγραφή, αντιγραφή και επικόλληση χαρακτηριστικών (Add, move, delete, copy, and paste features)	X			
Συγχώνευση χαρακτηριστικών (Merge features)	X			
Διαχωρισμός χαρακτηριστικών (Split features)	X			
Προσδιορισμός επακριβούς τοποθεσίας με συντεταγμένες X,Y (Specify an exact X,Y location)	X			
Ικανότητα ψηφιοποίησης σημειακών, γραμμικών και πολυγωνικών χαρακτηριστικών (Point and click on screen digitizing of point, line and polygon features)	X			

Πίνακας 8: Επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο

	Advanced	Standard	Basic	Σημειώσεις
Επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο Web Editing Application Functionality				
Τροποποίηση και δημιουργία τιμών του πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών (Modify and create attribute values)	X			
Διατήρηση τιμών πίνακα μέσω προκαθορισμένων κανόνων (Maintain attribute values through defined rules (domains))	X			
Οι διαχειριστές μπορούν να ορίσουν την ικανότητα επεξεργασίας των δεδομένων αλλά και σε ποιο βαθμό μπορεί αυτή να πραγματοποιηθεί (Administrators can limit exposed editing functionality)	X			

Πίνακας 9: Επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο

Καμένη Δασική Βλάστηση

Πεύκη μαύρη
 Πεύκη δασική
 Πεύκη λευκόδερμος
 Ελάτη
 Ερυθρελάτη
 Λοιπά ψυχρόβια κωνοφόρα
 Πεύκη χαλέπιος
 Πεύκη τραχεία
 Πεύκη κουκουναριά
 Κυπάρισσος
 Λοιπά θερμόβια κωνοφόρα
 Καστανιά
 Οξυά
 Σημύδα
 Λοιπά ψυχρόβια πλατύφυλλα
 Δρύς φυλλοβόλος
 Αριά
 Πουρνάρι
 Λοιπά θερμόβια πλατύφυλλα
 Φυλλοβόλα πλατύφυλλα
 Αείφυλλα πλατύφυλλα
 Φρυγανοσκεπείς εκτάσεις
 Χορτοσκεπείς εκτάσεις
 Αναγέννηση
 Αναδάσωση

Μη Δασική Βλάστηση

Σιτηρά
 Άμπελοι
 Ελαιώνες
 Λοιπές καλλιέργειες
 Κατοικημένες εκτάσεις

Άλλες καταστροφές

Οικίες
 Γεωργοκ/κες εγκαταστάσεις
 Άνθρωποι
 Ζώα
 Μηχανήματα

Ιδιοκτησία Δασικών Γαιών

Δημόσιες δασικές γαίες
 Μη δημόσιες δασικές γαίες

2.ΣΥΝΟΛΟ

ΐ

ΥΨΟΜΕΤΡΟ

Σπερμοφυής**Στρέμματα**

0	1								
0	2								
0	3								
0	4								
0	5								
0	6								
0	7								
0	8								
0	9								
0	0								
1	1								
1	2								
1	3								
1	4								
1	5								
1	6								
1	7								
1	8								
1	9								

2	0								
2	1								

Στρέμματα

3	6								
3	7								
3	8								
3	9								
4	0								

Αριθμός

4	1								
4	2								
4	3								
4	4								
4	5								

Στρέμματα

4	6								
4	7								

Κωδικών Στρεμμάτων

Πρεμνοφυής-Διφυής**Στρέμματα**

2	2								
2	3								
2	4								
2	5								
2	6								
2	7								
2	8								
2	9								
3	0								
3	1								
3	2								
3	3								
3	4								
3	5								

Διευκρίνιση:

Τα μικτά δάση αναγράφονται στο επικρατέστερο είδος

Μετεωρολογικά στοιχεία

Κωδικός Σταθμού

Σχετική υγρασία (%)

Θερμοκρασία (C)

Ένταση Ανέμου

0,0 - 1,0 BF (νηνεμία)

1,1 - 4,0 BF (μέτριος)

4,1 - 7,0 BF (ισχυρός)

7,1 - 9,0 BF (πολύ ισχυρός)

9,1 - άνω BF (θυελλώδης)

Διεύθυνση Ανέμου

Άπνοια Φ

Βόρεια Β

Νότια Ν

Ανατολική Α

Δυτική Δ

Σταθμολογικά και Πυρολογικά Στοιχεία

Κλίση (%)

0 - 20

21 - 40

41 - 60

61 - 80

81 - 100

101 - άνω

Έκθεση

Ακαθόριστη

Βορεία

Νοτία

Ανατολική

Δυτική

Πέτρωμα

Νεογενές

Φλίσχης

Πυριγενές

Κρυσταλλοσχιστώδες

Ασβεστολιθικό

Πυκνότητα Χορτοτάπητα

Λείπει

Αραιός

Πλήρης

Πυκνότητα καμμένης βλάστησης

Πυκνή (συγκ/ση > 0,4)

Αραιά (συγκ/ση > 0,4)

Μορφή Πυρκαγιάς

Επικόρυφη

Έρπουσα

Εδάφους

Μικτή

3. ΣΥΝΟΛΟ

Όνομα Σταθμού

	1
	2
	3
	4
	5

Διακρίνιση

1. Στις αριθμημένες στήλες συμπληρώνεται ένα μόνο τετραγωνάκι σε κάθε στήλη

	1
	2
	3
	4
	5

2. Σύνολο είναι το αριθμητικό άθροισμα του κωδικού σταθμού, της σχετικής υγρασίας, της θερμοκρασίας και των αριθμών των αντίστοιχων τετραγωνιδίων που έχουν τσεκαρισθεί

	1
	2
	3
	4
	5
	6

	1
	2
	3
	4
	5

	1
	2
	3
	4
	5

	1
	2
	3

	1
	2

			1
			2
			3
			4

Δάσος
Δασική έκταση
Δασικό έδαφος
Αναγέννηση - Αναδάσωση
Γεωδενδροκομική καλλιέργεια
Γεωκτηνοτροφική εγκατάσταση
Κατοικημένη έκταση
Δασικός δρόμος
Δρόμος εθνικός / επαρχιακός

- 1 Διευκρίνιση
- 2 Το σύνολο είναι το αριθμητικό άθροι
- 3 των αριθμών που αντιστοιχούν στα
- 4 συμπληρωμένα τετραγωνίδια και των
- 5 αριθμητικών μεγεθών
- 6
- 7
- 8
- 9

Μόνο με εναέρια μέσα
Μόνο με επίγεια μέσα
Με αμφότερα (μικτός)
Αυτοκατάσβεστη (μόνη της)

	1
	2
	3
	4

1

	1
--	---

Δασικό προσωπικό
Δασοπυροσβέστες
Ένοπλες δυνάμεις
Ιδιώτες - Εθελοντές
Οχήματα Δασικής Υπηρεσίας
Οχήματα Πυροσβεστικής Υπηρεσίας
Οχήματα Μεταφοράς Προσωπικού
Φορητά εργαλεία
Βάρβα μηχανήματα
Αεροσκάφη CL - 215, CL 415
Αεροσκάφη M 18 PZT, GRUMMAN , Ε/Π

[illegible]

Προσωπικού
Οχημάτων - Μηχανημάτων - Φθορές

--	--	--	--	--

111

