

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ»

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗ
ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ ΜΕ
ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS)
—
ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Μπαρνιάς Αντώνιος

Τριμελής Επιτροπή

Καρατζάς Γεώργιος
Μαριά Ευπραξία – Αίθρα
Νικολαΐδης Νικόλαος

Χανιά, 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	1
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ΜΕΡΟΣ 1^ο	10

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	11
-------------------	-----------

ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ

1. Εισαγωγή	11
2. Επιπτώσεις πυρκαγιών	12
2.1. Θετικές επιπτώσεις	12
2.2. Αρνητικές επιπτώσεις	12
2.2.1. Βλάστηση	13
2.2.2. Έδαφος	13
2.2.3. Πανίδα	14
2.2.4. Νερό	14
2.2.5. Αέρας	15
2.2.6. Άλλες επιπτώσεις	15
3. Χαρακτηριστικά πυρκαγιάς	15
3.1. Τύποι πυρκαγιών	15
3.2. Τρίγωνα πυρκαγιών	17
3.2.1. Μετεωρολογικοί παράγοντες	18
3.2.1.1. Θερμοκρασία	18
3.2.1.2. Ατμοσφαιρική υγρασία	19
3.2.1.3. Άνεμος	19
3.2.1.4. Καύσιμη ύλη	21
3.2.3. Τοπογραφικές παράμετροι	24
3.2.3.1. Κλίση εδάφους	24
3.2.3.2. Υψόμετρο εδάφους	26
3.2.3.3. Έκθεση εδάφους	27
3.2.3.4. Τοπογραφική διαμόρφωση	28
4. Αίτια πυρκαγιών	29
4.1. Οι πυρκαγιές στην Ελλάδα	31
5. Συμπεράσματα	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	40

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (Risk assessment)

1. Εισαγωγή	40
2. Γενικοί ορισμοί επικινδυνότητας, κινδύνου, απειλής και εκτίμησης επικινδυνότητας	41
2.1. Επικινδυνότητα	41
2.2. Κίνδυνος	42
2.3. Απειλή	42
2.4. Εκτίμηση επικινδυνότητας	42

3.Επικινδυνότητα, κίνδυνος, απειλή και εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών	44
3.1. Επικινδυνότητα πυρκαγιών	45
3.2. Κίνδυνος πυρκαγιών	47
3.3. Απειλή πυρκαγιών	47
3.4. Εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών	48
3.4.1. Βραχυπρόθεσμη Εκτίμηση Επικινδυνότητας Πυρκαγιών στην Ελλάδα	50
3.4.2. Μακροπρόθεσμη Εκτίμηση Επικινδυνότητας Πυρκαγιών στην Ελλάδα	52
4. Επιχειρησιακά Συστήματα Εκτίμησης Επικινδυνότητας Πυρκαγιών	53
4.1. Εθνικό Σύστημα Εκτίμησης Κινδύνου Πυρκαγιάς των Η.Π.Α. (US-NFDRS)	54
4.2. Καναδικό Σύστημα Εκτίμησης Κινδύνου Πυρκαγιάς (CFFDRS)	55
5. Συστήματα Εκτίμησης Επικινδυνότητας Πυρκαγιών	56
5.1. Ελληνικό Σύστημα Εκτίμησης Κινδύνου Πυρκαγιάς	57
5.2. Σύστημα FOMFIS[28] (Forest Fire Management and Fire Prevention System)	58
5.3. Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Έρευνας Δασικών Πυρκαγιών SPREAD	59
5.4. Ελληνικό Σύστημα Διαχείρισης Επικινδυνότητας Δασικών Πυρκαγιών	60
5.5. Ευρωπαϊκό Σύστημα Πληροφόρησης Δασικών Πυρκαγιών[33] (European Forest Fire Information System, EFFIS)	61
5.6. Άλλες μεθοδολογίες εκτίμησης επικινδυνότητας πυρκαγιών	61
6. Η συμβολή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών	66
6.1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των GIS	66
6.2. Στάδια παραγωγής χαρτών επικινδυνότητας	68
7. Συμπεράσματα	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	73
<i>ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ GIS</i>	
1. Περιοχή εφαρμογής της εκτίμησης	73
2. Χαρτογραφικό και πληροφοριακό υλικό	77
3. Λογισμικό	80
4. Μεθοδολογία και μεταβλητές εκτίμησης επικινδυνότητας	81
4.1. Προβολικό σύστημα	82
4.2. Ανθρωπογενείς μεταβλητές	84
4.2.1. Οδικό δίκτυο	84
4.2.2. Θέσεις δημοτικών διαμερισμάτων και οικισμών	86
4.2.3. Θέσεις σημείων θέας και συγκέντρωσης επισκεπτών	89
4.3. Φυσικές μεταβλητές	91
4.3.1. Χρήσεις γης	91
4.3.2. Υψόμετρο εδάφους	93
4.3.3. Κλίσεις εδάφους	95
4.3.4. Έκθεση εδάφους	97
4.4. Μεταβλητές μετριασμού επικινδυνότητας πυρκαγιών	99
4.4.1. Υδρογραφικό δίκτυο	99
4.4.2. Θέσεις υδροστομίων	101
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	104
<i>ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ</i>	
1. Εισαγωγή	104
2. Μοντέλο 1	105
2.1. Territorial Risk Index	105
2.2. Anthropogenic Risk Index	107

2.3. Infrastructure Risk Index	109
2.4. Fire Risk Index	111
3. Μοντέλο 2	114
3.1. Ignition Risk Index	115
3.2. Spread Risk Index	115
3.3. Vulnerability Risk Index	116
3.4. Fire Risk Index	120
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	123
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ	
1. Εισαγωγή	123
2. Αποτελέσματα Μοντέλου 1 για ολόκληρη την περιοχή μελέτης	125
3. Αποτελέσματα Μοντέλου 2 για ολόκληρη την περιοχή μελέτης	129
4. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων δεικτών επικινδυνότητας πυρκαγιάς με βάση τις καμένες εκτάσεις	133
5. Κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας πυρκαγιών στις περιοχές NATURA	138
6. Συμπεράσματα και προτάσεις	142
ΜΕΡΟΣ 2^ο	150
ΝΟΜΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	
Εισαγωγή	151
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	153
ΚΟΙΝΟΤΙΚΟ ΔΙΚΑΙΟ	
1. Κανονισμός (EEC) 3529/1986 (L 015 19/01/1989 σ. 0039-0039)	154
2. Κανονισμός (EEC) 2158/1992 (L 217 31/07/1992 σ. 0003-0007)	157
3. Κανονισμός (EEC) 2152/2003 (EEL 324 11/12/2003 σ.1)	162
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	167
ΕΘΝΙΚΟ ΔΙΚΑΙΟ	
1. Συνταγματικές διατάξεις	167
1.1. Άρθρα 24 παράγραφος 1 και 117 παράγραφος 3 του Συντάγματος της Ελλάδος (ΦΕΚ Α' 85/18.4.2001)	167
2. Διατάξεις νόμων	171
2.1. Νόμος 998/1979 'περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της Χώρας' (ΦΕΚ Α' 289/29.12.1979).	172
2.1.1. Αρμόδια όργανα για την πυροπροστασία	173
2.1.2. Η αφή πυράς	174
2.1.3. Η καύση	174
2.1.4. Η πρόληψη και οι υποχρεώσεις των ΟΤΑ και των ιδιωτικών επιχειρήσεων	175
2.1.5. Ο χαρακτηρισμός των επικίνδυνων περιοχών	176
2.1.6. Οι αρμοδιότητες των εμπλεκόμενων στην πυροπροστασία φορέων	177
2.1.7. Ποινικές διατάξεις σχετικά με την αντιμετώπιση πυρκαγιών	177
2.2. Νόμος 1845/1988 'Ανάπτυξη και αξιοποίηση της αγροτικής έρευνας και τεχνολογίας – Δασοπροστασία και άλλες διατάξεις' (ΦΕΚ Α' 102/26.4.1989)	178
2.3. Νόμος 2612/1998 'Ανάθεση της δασοπυρόσβεσης στο Πυροσβεστικό Σώμα και άλλες διατάξεις' (ΦΕΚ Α' 112/25.5.1998)	179
2.3.1. Η αναδιάρθρωση των αρμοδιοτήτων	179
2.3.2. Η πρόσληψη νέου προσωπικού και η μετάταξη δασικών υπαλλήλων	180
2.3.3. Η αναδιάρθρωση του Πυροσβεστικού Σώματος μετά το Ν. 2612/1998	181

2.3.4. Η μεταβίβαση των αρμοδιοτήτων	182
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	182
<i>Νομολογία του Συμβουλίου της Επικρατείας (ΣτΕ)</i>	
<i>Συμπεράσματα</i>	186
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	193
INTERNET SITES	199
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	200

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1. Εκτίμηση οικολογικής επικινδυνότητας (U.S.E.P.A.)	44
Διάγραμμα 2. Greek Fire Danger Rating System	57
Διάγραμμα 3. Διάγραμμα ροής μοντέλου 1	111
Διάγραμμα 4. Κατηγοριοποίηση επικινδυνότητας πυρκαγιάς του μοντέλου 2	114
Διάγραμμα 5. Διάγραμμα ροής μοντέλου	120

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημ. 1. Αριθμός πυρκαγιών ανά ώρα ημέρας για 28 μεγάλες πυρκαγιές (1998-2001)	19
Γράφημ. 2. Ένταση ανέμου και σύνολο καμένων εκτάσεων για 28 μεγάλες πυρκαγιές (1998-2001)	20
Γράφημ. 3. Διεύθυνση ανέμου και σύνολο καμένων εκτάσεων για 28 μεγάλες πυρκαγιές (1998-2001)	21
Γράφημ. 4. Τύποι βλάστησης και ποσοστό καμένων εκτάσεων για 28 μεγάλες πυρκαγιές (1998-2001)	23
Γράφημ. 5. Κλίση εδάφους και αριθμός πυρκαγιών σε 28 μεγάλες πυρκαγιές στην Ελλάδα (1998-2001)	26
Γράφημ. 6. Αίτια δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα (Δημητρακόπουλος, 2004)	31
Γράφημ. 7. Στατιστικά στοιχεία αριθμού πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων έτους 2004 για 5 μεσογειακές χώρες (European Commission, 2004)	37
Γράφημ. 8. Αριθμός πυρκαγιών και έκταση καμένων εκτάσεων της Ελλάδας για το έτος 2004	38
Γράφημ. 9. Χωρική και Χρονική εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών	50
Γράφημ. 10. Μεταβολή της θερμοκρασίας και της ταχύτητας του ανέμου κατά την διάρκεια του έτους	74
Γράφημ. 11. Μεταβολή της υγρασίας και του ύψους βροχόπτωσης κατά την διάρκεια του έτους	74
Γράφημ. 12. Διαγράμματα κατανομής αριθμού πλεγματικών μονάδων ανά υποδείκτη επικινδυνότητας πρώτου μοντέλου και ανά κλάση επικινδυνότητας	126
Γράφημ. 13. Κατανομή αριθμού πλεγματικών μονάδων δείκτη επικινδυνότητας πρώτου μοντέλου ανά κλάση επικινδυνότητας	128
Γράφημ. 14. Διαγράμματα κατανομής αριθμού πλεγματικών μονάδων ανά υποδείκτη επικινδυνότητας δεύτερου μοντέλου και ανά κλάση επικινδυνότητας	130
Γράφημ. 15. Κατανομή αριθμού πλεγματικών μονάδων δείκτη επικινδυνότητας δεύτερου μοντέλου ανά κλάση επικινδυνότητας	132
Γράφημ. 16. Συγκριτικά αποτελέσματα των δύο μοντέλων πάνω στις ήδη καμένες εκτάσεις της περιοχής	135

Γράφημ. 17. Κατανομή πλεγματικών μονάδων κατηγορίας επικινδυνότητας 4 για τις ήδη καμένες εκτάσεις και για τις εκτάσεις με περίμετρο μεγαλύτερη των 3Km	136
Γράφημ. 18. Ποσοστό κλάσεων επικινδυνότητας σε 4 καμένες	137
Γράφημ. 19. Ποσοστό κλάσεων επικινδυνότητας στις 2 νοτιότερες καμένες εκτάσεις	138
Γράφημ. 20. Κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας πυρκαγιών του Μοντέλου 1 στις περιοχές NATURA	140
Γράφημ. 21. Κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας πυρκαγιών του Μοντέλου 2 στις περιοχές NATURA	141
Γράφημ. 22. Διάρθρωση Πυροσβεστικής Υπηρεσίας	181
Γράφημ. 23. Ολοκληρωμένο σύστημα πρόληψης και καταστολής πυρκαγιών	192

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Τρίγωνο της φωτιάς	17
Σχήμα 2. Τρίγωνο συμπεριφοράς πυρκαγιάς	17
Σχήμα 3. Κατακόρυφη διαμόρφωση καύσιμης ύλης	23
Σχήμα 4. Η επίδραση της κλίσεως του εδάφους στην ταχύτητα ανάπτυξης μιας πυρκαγιάς	24
Σχήμα 5. Κατανομή της βλάστησης με βάση το υψόμετρο του εδάφους	27
Σχήμα 6. Η επίδραση της έκθεσης του εδάφους στην κατανομή της καύσιμης ύλης	28

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Έρπουσα πυρκαγιά που μεταπηδά στην κόμη	16
Εικόνα 2. Χάρτης Επικινδυνότητας της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας	52
Εικόνα 3. Χάρτης Επικινδυνότητας Πυρκαγιάς με χρήση NFDRS (EUFIRELAB)	55
Εικόνα 4. Χάρτης Επικινδυνότητας Πυρκαγιάς με χρήση CFFDRS (EUFIRELAB)	56
Εικόνα 5. Παραδείγματα χαρτών επικινδυνότητας πυρκαγιών	70
Εικόνα 6. Περιοχή εφαρμογής εκτίμησης επικινδυνότητας	73
Εικόνα 7. Τοπογραφικοί χάρτες 1:50.000 (ΓΥΣ&ΙΓΜΕ)	78
Εικόνα 8. Μωσαϊκό 52 αεροφωτογραφιών κάλυψης της περιοχής μελέτης	79
Εικόνα 9. Επικινδυνότητα πυρκαγιάς λόγω θέσης του οδικού δικτύου	85
Εικόνα 10. Επικινδυνότητα πυρκαγιάς λόγω θέσης των οικισμών	87
Εικόνα 11. Επικινδυνότητα λόγω αριθμού κατοίκων των δημοτικών διαμερισμάτων	88
Εικόνα 12. Επικινδυνότητα λόγω θέσης των σημείων συγκέντρωσης επισκεπτών	90
Εικόνα 13. Επικινδυνότητα πυρκαγιάς λόγω χρήσεων γης	92
Εικόνα 14. Επικινδυνότητα πυρκαγιάς λόγω υψομέτρου εδάφους	94
Εικόνα 15. Επικινδυνότητα λόγω κλίσεων εδάφους	96
Εικόνα 16. Επικινδυνότητα πυρκαγιάς λόγω έκθεσης εδάφους	98
Εικόνα 17. Επικινδυνότητα λόγω θέσεως υδρογραφικού δικτύου	100
Εικόνα 18. Επικινδυνότητα λόγω θέσεων σημείων υδροστομίων	102
Εικόνα 19. Territorial risk map	106
Εικόνα 20. Anthropogenic risk map	108
Εικόνα 21. Infrastructure risk map	110
Εικόνα 22. Fire risk map (model 1)	113
Εικόνα 23. Ignition risk map	117
Εικόνα 24. Spread risk map	118
Εικόνα 25. Vulnerability risk map	119
Εικόνα 26. Fire risk map (model 2)	122

Εικόνα 27. Χάρτης καμένων εκτάσεων περιοχής.....	124
Εικόνα 28. Εξαγωγή αποτελεσμάτων των δύο μοντέλων πάνω στις ήδη καμένες εκτάσεις της περιοχής εφαρμογής μελέτης.....	134

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Επιπτώσεις θερμοκρασίας στο έδαφος.....	14
Πίνακας 2. Σχέση μεταβολής κλίσεως εδάφους και ταχύτητας ανέμου.....	25
Πίνακας 3. Αίτια πυρκαγιών (1988,1993, 1968-1993) (Xanthopoulos).....	32
Πίνακας 4. Αίτια πυρκαγιών σε δάση και δασικές εκτάσεις κατά την δετία 2000-2005 (Πυροσβεστικό Σώμα).....	33
Πίνακας 5. Αριθμός πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων για την περίοδο 1980-2000 (Xanthopoulos)	34
Πίνακας 6. Αριθμός πυρκαγιών και έκταση καμένων εκτάσεων για την εξαετία 2000- 2005 (Πυροσβεστικό Σώμα)	35
Πίνακας 7. Παράμετροι του συστήματος FDRS	58
Πίνακας 8. Κατάταξη κλάσεων επικινδυνότητας πυρκαγιάς	81
Πίνακας 9. Προβολικό σύστημα HATT	82
Πίνακας 10. Προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ 87.....	83
Πίνακας 11. Μετατροπή συντεταγμένων περιοχής μελέτης από HATT σε ΕΓΣΑ 87.....	83
Πίνακας 12. Κλάσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς λόγω θέσης οδικού δικτύου	84
Πίνακας 13. Κλάσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς λόγω θέσεων οικισμών	86
Πίνακας 14. Κλάσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς λόγω του αριθμού κατοίκων οικισμών.....	89
Πίνακας 15. Περιγραφική πληροφορία θέσεων συγκέντρωσης επισκεπτών	89
Πίνακας 16. Κλάσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς λόγω θέσεων συγκέντρωσης επισκεπτών.....	90
Πίνακας 17. Κωδικοί χρήσεων γης του CORINE στην περιοχή εφαρμογής	91
Πίνακας 18. Κλάσεις επικινδυνότητας χρήσεων γης.....	91
Πίνακας 19. Κλάσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς λόγω υψομέτρου εδάφους.....	93
Πίνακας 20. Κλάσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς λόγω κλίσεων εδάφους	95
Πίνακας 21. Κλάσεις επικινδυνότητας εκθέσεων εδάφους.....	97
Πίνακας 22. Κλάσεις επικινδυνότητας λόγω θέσεως υδρογραφικού δικτύου.....	99
Πίνακας 23. Κλάσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς λόγω θέσεων υδροστομίων (κρουνών).....	101
Πίνακας 24. Συνολικός πίνακας κλάσεων επικινδυνότητας πυρκαγιάς κάθε μεταβλητής.....	103
Πίνακας 25. Υποδείκτες, μεταβλητές και συντελεστές βαρύτητας μοντέλου 1.....	112
Πίνακας 26. Υποδείκτες, μεταβλητές και συντελεστές βαρύτητας μοντέλου 2.....	121
Πίνακας 27. Πίνακες κατανομής αριθμού πλεγματικών μονάδων ανά υποδείκτη πρώτου μοντέλου και κλάση επικινδυνότητας	127
Πίνακας 28. Πίνακες κατανομής αριθμού πλεγματικών μονάδων ανά υποδείκτη δεύτερου μοντέλου και κλάση επικινδυνότητας.....	131
Πίνακας 29. Κατανομή πλεγματικών μονάδων ανά κατηγορία επικινδυνότητας των δύο μοντέλων στις ήδη καμένες εκτάσεις.....	133

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι χώρες της Νότιας Ευρώπης αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα από το φαινόμενο των πυρκαγιών, και ιδιαιτέρως των δασικών πυρκαγιών, που συμβάλλουν σε μεγάλο ποσοστό στην περιβαλλοντική υποβάθμιση αλλά και στην απώλεια ανθρωπίνων ζώων. Η φωτιά αν και αποτελεί ένα ζωτικό φυσικό φαινόμενο, όταν λαμβάνει ανεξέλεγκτες διαστάσεις προκαλεί εκτεταμένες βλάβες στην υπάρχουσα βλάστηση και την αναγέννηση της, στην άγρια ζωή, καταστρέφει την οργανική ουσία του εδάφους συμβάλλοντας στην διάβρωση του και την αυξημένη απορροή ενώ προκαλεί ζημίες στις ανθρώπινες κατασκευές.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια εκτεταμένη προσπάθεια εκτίμησης της χωρικής επικινδυνότητας (risk assessment) των πυρκαγιών με την χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), με απώτερο στόχο την δημιουργία χαρτών που θα παρέχουν πληροφορίες για τις θέσεις με αυξημένη επικινδυνότητα, συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην κατάλληλη χωρική κατανομή των προληπτικών και κατασταλτικών μέσων πυρόσβεσης.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εξετάζεται το ενδεχόμενο και η αποτελεσματικότητα χρήσης των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών για την εκτίμηση της μακροχρόνιας επικινδυνότητας πυρκαγιών στην Νοτιοδυτική πλευρά του Νομού Χανίων, μιας περιοχής που αντιμετώπιζε από ανέκαθεν φαινόμενα καταστρεπτικών πυρκαγιών και στην οποία υπάγονται τρεις θέσεις που έχουν καταχωρηθεί στον κατάλογο NATURA 2000. Τα χωρικά στοιχεία που συγκεντρώθηκαν, ψηφιοποιήθηκαν σε περιβάλλον ArcView 3.3 και η επεξεργασία έγινε σε περιβάλλον ArcGIS 9. Παράγοντες που εξετάζονται σε σχέση με την επικινδυνότητα ανάφλεξης και επέκτασης των πυρικών φαινομένων είναι η κλίση, η έκθεση, το υψόμετρο του εδάφους, το είδος κάλυψης του εδάφους (CORINE LC), η θέση του οδικού δικτύου, των θέσεων θέας και των οικισμών κ.α. Οι παράγοντες σταθμίστηκαν με υποκειμενικούς συντελεστές βαρύτητας και προσομοιώθηκαν δύο μοντέλα σε περιβάλλον ModelBuilder για την τελική παραγωγή χαρτών.

Τέλος, αναλύεται το Εθνικό και Κοινοτικό Δίκαιο που καλύπτει το φαινόμενο των πυρκαγιών με έμφαση στην αποτελεσματικότητα της μεταβίβασης των ευθυνών και του επιχειρησιακού σχεδιασμού της καταστολής των πυρκαγιών στα δάση και στις δασικές εκτάσεις, από την Δασική Υπηρεσία στο Πυροσβεστικό Σώμα.

ΜΕΡΟΣ 1^ο
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΩΝ
ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ

1. Εισαγωγή

Η πυρκαγιά υπήρξαν από ανέκαθεν ένα φαινόμενο άρρηκτα συνδεδεμένο με την εξέλιξη των οικοσυστημάτων και την ζωή των ανθρώπων. Ουσιαστικά, ο φυσικός κόσμος, όπως έχει διαμορφωθεί στην σημερινή εποχή, είναι αποτέλεσμα των πυρικών φαινομένων που έχουν 'πλήξει' το περιβάλλον κατά τους παρελθοντικούς χρόνους. Οι πυρκαγιές, όπως ακριβώς και οι πλημμύρες ή οι σεισμοί, εντάσσονται στα πλαίσια των φυσικών καταστροφών που έχουν την δυνατότητα να πλήξουν εκτεταμένες εκτάσεις σε σύντομο χρονικό διάστημα, αλλοιώνοντας την δομή του τοπίου και τις ανθρώπινες κατασκευές, θέτοντας παράλληλα σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές.

Ο χαρακτηρισμός όμως της πυρκαγιάς ως καταστροφή, είναι ανθρωποκεντρικής φύσεως. Ένα φαινόμενο χαρακτηρίζεται ως τέτοιο όταν δύναται να πλήξει τις αξίες που θέτουν οι άνθρωποι. Η πυρκαγιά ως φαινόμενο δεν είναι κατ' ανάγκη αρνητικό. Σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να υποστηριχθεί η άποψη ότι η πυρκαγιά πρέπει να εξαλειφθούν πλήρως, διότι κάτι τέτοιο μονό θετικά αποτελέσματα δεν θα επέφερε. Μάλιστα, η προδιαγεγραμμένη καύση είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιούν συχνά οι δασολόγοι για να μειώσουν το φορτίο της καύσιμης ύλης, όταν αυτή συσσωρεύεται σε υπερβολικό βαθμό.

Στην σημερινή εποχή, οι πυρκαγιές σπάνια εμφανίζουν τα χαρακτηριστικά των πυρκαγιών του παρελθόντος, με την τεράστια έκλυση ενέργειας, την ταχύτατη εξάπλωση και την μεγάλη διάρκεια. Όταν συμβαίνει κάτι τέτοιο, τότε τα αποτελέσματα χαρακτηρίζονται ως καταστροφικά και οι κοινωνικοπολιτικές δυνάμεις παρεμβαίνουν για να αποτρέψουν την επανεμφάνιση τους. Εντούτοις όμως, η ζωτικότητα και βιωσιμότητα των οικοσυστημάτων εξαρτάται από τις πυρκαγιές, δημιουργώντας έτσι μια διαμάχη μεταξύ των αναγκών της φύσης και αυτών της ανθρώπινης κοινωνίας[1].

Σε κάθε περίπτωση όμως, όταν η πυρκαγιά λαμβάνει ανεξέλεγκτες διαστάσεις (αυξημένη ένταση και δριμύτητα), απειλώντας εκτός των άλλων, σημαντικά στοιχεία

ή διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στα οικοσυστήματα, τότε είναι και πρέπει να θεωρείται ανεπιθύμητη[2].

2. Επιπτώσεις πυρκαγιών

2.1. Θετικές επιπτώσεις

Οι πυρκαγιές, ιδιαίτερα στα δασικά οικοσυστήματα, αποτελούν ένα φυσικό φαινόμενο. Είναι μέρος του κύκλου του αζώτου και συνεισφέρουν στην υγιή ανάπτυξη των δασικών ειδών[3]. Ο οικολογικός ρόλος της πυρκαγιάς είναι σημαντικός καθώς μπορεί να επηρεάσει θετικά την ανάπτυξη των φυτοκοινωνιών, την διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών του εδάφους και την βιοποικιλότητα[4]. Επίσης, η πυρκαγιά είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την διαδοχή των ειδών.

Μπορεί να βοηθήσει στην φυσική αναγέννηση των δασών, με την καύση του πυκνού στρώματος φυλλάδας, οπότε και αποκαλύπτεται το έδαφος και δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες για την εγκατάσταση της φυσικής αναγέννησης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η καύση των θάμνων ή χόρτων πριν από την εποχή της φύτευσης σε περιοχές που έχουν ανακηρυχθεί αναδασωτέες, επιδρά ευνοϊκά στο αποτέλεσμα των φυτεύσεων. Επίσης, η μέθοδος της καύσης των ακανθωτών θάμνων ή των θάμνων που είναι ακατάλληλοι για την τροφή των ζώων μπορεί να βελτιώσει την χλωρίδα των βοσκοτόπων. Τέλος, οι πυρκαγιές μπορούν να υποβοηθήσουν σημαντικά την καταπολέμηση φυτοπαθολογικών ασθενειών με την καταστροφή των ξενιστών[5].

2.2. Αρνητικές επιπτώσεις

Η πυρκαγιά όμως, ως φαινόμενο, δεν παύει να έχει και ιδιαίτερα αισθητές αρνητικές συνέπειες, οι οποίες τις περισσότερες φορές, υπερτερούν των πλεονεκτημάτων αυτής. Έτσι, οι ανεξέλεγκτες και μεγάλης έντασης και έκτασης πυρκαγιές είναι υπεύθυνες για ένα αριθμό περιβαλλοντικών, οικολογικών, βιολογικών και κοινωνικών συνεπειών:

2.2.1. Βλάστηση

Καταστρέφουν τα ιστάμενα δένδρα και την υγιή βλάστηση, ενώ αν δεν καταστραφούν πλήρως τότε έχουν μεγάλες πιθανότητες να προσβληθούν δευτερογενώς από φλοιοφάγα και ξυλοφάγα έντομα. Καταστρέφουν επίσης, την νεαρή αναγέννηση. Αξίζει όμως να σημειωθεί ότι υπάρχουν είδη ανθεκτικά στις πυρκαγιές, τα οποία αναπτύσσουν διάφορες τεχνικές όπως παχύ φλοιό, για να εξασφαλίσουν την επιβίωση τους. Αλλά ακόμα και τα είδη που δεν είναι ανθεκτικά στο πυρικό περιβάλλον έχουν εναλλακτικούς μηχανισμούς για την εγκατάστασή τους μετά την πυρκαγιά, όπως ορισμένα είδη κωνοφόρων των οποίων οι σπόροι μπορούν να απελευθερωθούν από τους κώνους μόνο μετά από πυρκαγιά και την καύση του προστατευτικού σκληρού περιβλήματος που περιορίζει τους σπόρους μέσα στους κώνους.

2.2.2. Έδαφος

Επιδρούν άμεσα στην περιεχόμενη υγρασία του εδάφους. Η άμεση θερμική επίπτωση μιας πυρκαγιάς σπάνια αγγίζει το έδαφος σε βάθος μεγαλύτερου των 10cm. Μια χαμηλής έντασης πυρκαγιά παράγει μέγιστη θερμοκρασία εδάφους μεταξύ 100°C και 250°C μειώνοντας σημαντικά τον επιφανειακό φυλλοτάπητα και αποκαλύπτοντας το γυμνό έδαφος σε ορισμένα σημεία. Στην περίπτωση που η ένταση της πυρκαγιάς ξεπεράσει τους 400°C τότε όλος ο φυλλοτάπητας καταστρέφεται και το γυμνό έδαφος καλύπτεται με λευκή στάχτη.

Και οι χημικές ιδιότητες των εδαφών επηρεάζονται άμεσα με την μορφή αλλαγών στην δομή των ορυκτών εξαιτίας των θερμικών επιδράσεων[6]. Επίσης οι πυρκαγιές καταστρέφουν την οργανική ουσία του εδάφους (πυρκαγιές εδάφους) η οποία είναι απαραίτητη για την διατήρηση ενός βέλτιστου ποσοστού χούμου[13]. Η καύση της οργανικής ουσίας προκαλεί την παραγωγή ανόργανων υπολειμμάτων που διηθούνται και αλληλεπιδρούν με τα συστατικά του εδάφους. Η απομάκρυνση της βλάστησης μπορεί να προκαλέσει την διάβρωση του εδάφους μέσω της αυξημένης απορροής των υδάτων αλλά και την απομάκρυνση των κόκκων του εδάφους εξαιτίας του ανέμου που δεν βρίσκει πλέον, αντίσταση στις καμένες επιφάνειες. Επίσης, οι πυρκαγιές αυξάνουν την αλκαλικότητα του εδάφους, μειώνουν το ολικό N₂ και αυξάνουν τα ποσοστά P, Mg και Ca.

Θερμοκρασία	Επιπτώσεις
100°C	Θάνατος των περισσότερων φυτικών σπόρων
150°-200°C	Θνησιμότητα βακτηρίων και μυκητών
200°C	Μετάβαση από ήπια καύση σε μέτρια
250°-300°C	Αύξηση εδαφικού PH, υδροφοβική στρώση φαινολών, ανάφλεξη ξύλου
350°C	Απώλεια 50-75% εδαφικού N ₂ , μείωση ολικού N ₂ του συστήματος, αύξηση του διαθέσιμου για τα φυτά N ₂ υπό μορφή αμμωνιακών αλάτων
400°C	Πλήρης καταστροφή ξηροτάπητα
500°C	Εξαέρωση K
650°C	Καταστροφή οργανικής ουσίας
800°C	Μείωση του S
1000°C	Μη αντιστρεπτές μεταβολές της σύστασης της αργίλου

Πίνακας 1. Επιπτώσεις θερμοκρασίας στο έδαφος

2.2.3. Πανίδα

Καταστρέφουν την πανίδα μιας περιοχής, νεκρώνοντας μικρά και μεγάλα άγρια θηλαστικά ζώα αλλά και μικρά πουλιά και φωλιές αυγών. Επίσης, οι πυρκαγιές δρουν έμμεσα καταστρέφοντας τις θέσεις που τα ζώα χρησιμοποιούν ως καταφύγιο ή την ίδια την τροφή τους[5]. Συνήθως τα ασπόνδυλα επηρεάζονται άμεσα από την φωτιά ενώ τα σπονδυλωτά σε μικρότερο βαθμό καθώς μπορούν να εγκαταλείψουν τις θέσεις τους και να αναζητήσουν καταφύγιο σε προστατευμένα σημεία.

2.2.4. Νερό

Το νερό είναι ίσως το πιο ευπρόσβλητο στοιχείο του περιβάλλοντος από την διατάραξη της βλάστησης και την απογύμνωση του εδάφους εξαιτίας των πυρκαγιών. Οι επιπτώσεις των πυρκαγιών στο υδατικό δυναμικό μιας περιοχής είναι έμμεσες και προκύπτουν ως αποτέλεσμα των άμεσων επιπτώσεων. Γενικά μετά από ένα έντονο πυρικό φαινόμενο παρατηρείται αύξηση της επιφανειακής απορροής, έντονη μεταφορά στερεών υλικών και δημιουργία πλημμυρικών φαινομένων[5] στα κατάντη των περιοχών που έχουν πληγεί από την πυρκαγιά.

2.2.5. Αέρας

Οι αέριες εκπομπές των πυρκαγιών αποτελούνται από υγρά, στερεά και αέρια συστατικά, υδρογονάνθρακες και ανόργανα υπολείμματα[6]. Ο καπνός που παράγεται κατά την διάρκεια ενός πυρικού φαινομένου μπορεί να προσβάλλει την δημόσια υγεία, προκαλώντας βλάβες στο αναπνευστικό σύστημα και στην όραση, να προκαλέσει ζημιές σε κατασκευές και υλικά και να διαταράξει τις κοινωνικές δραστηριότητες[7].

2.2.6. Άλλες επιπτώσεις

Οι πυρκαγιές μπορούν να προκαλέσουν σημαντική ζημία στην αισθητική ποιότητα μιας περιοχής, με αντίστοιχες έμμεσες επιπτώσεις στην τουριστική και αναψυχική δραστηριότητα και ανάπτυξη της. Επίσης, μπορούν να κάψουν πολύτιμα είδη κτηνοτροφικών ειδών, τα οποία συνήθως αντικαθιστώνται γρήγορα από άλλα λιγότερο πολύτιμα. Τεράστιες οικονομικές ζημιές προκαλούνται από την καταστροφή ελαιώνων, φρουτόδενδρων, θερμοκηπίων, γεωργικών καλλιεργειών και θέσεων υλοτομίας.

3. Χαρακτηριστικά πυρκαγιάς

3.1. Τύποι πυρκαγιών

Αν και η κοινή γνώμη διαθέτει μια ομοιογενή άποψη για τις πυρκαγιές, εντούτοις αυτές διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την θέση που λαμβάνει χώρα το πυρικό φαινόμενο, ήτοι[5,8]:

1. **Πυρκαγιές επιφανείας ή έρπουσες.** Οι επιφανειακές πυρκαγιές είναι το πιο κοινό είδος πυρκαγιών. Καίει πάνω στην επιφάνεια του δασικού και χορτολιβαδικού τάπητα και καταναλώνει την φυλλομάζα και τον χούμο, καταστρέφοντας τα χορτώδη φυτά, θάμνους, μικρά δένδρα και καψαλίζει τις βάσεις και κορυφές των μεγάλων δένδρων. Συνήθως διαδίδονται πολύ γρήγορα διότι υπάρχει άφθονος αέρας και οξυγόνο, άφθονη φλόγα και υψηλή θερμοκρασία. Εδώ υπάγονται και οι πυρκαγιές των θαμνώνων της χώρας μας που αποτελούν τις περισσότερες συνηθισμένες και επικίνδυνες. Από αυτές προέρχονται και οι πυρκαγιές κόμης.
2. **Πυρκαγιές εδάφους ή υπόγειες.** Οι πυρκαγιές αυτές καίνε κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, καταναλώνοντας παχύς συσσωρεύσεις οργανικής ουσίας

(συχνά τύρφης), η οποία επικάθεται πάνω στο ορυκτό έδαφος, και είναι συχνά άφλογες. Συνήθως παράγουν ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες και μπορούν να καίνε για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

3. **Πυρκαγιές κόμης ή επικόρυφες.** Οι πυρκαγιές αυτού του είδους είναι αυτές που προκαλούν την μεγαλύτερη θνησιμότητα στα φυτικά είδη. Η διάδοση της πυρκαγιάς γίνεται από την μια κόμη στην άλλη. Συνήθως εμφανίζονται σε φυτικά είδη των οποίων η κόμη είναι εύφλεκτη, όπως π.χ. τα κωνοφόρα. Τα πλατύφυλλα καίγονται πιο δύσκολα, αλλά σε πολλές περιπτώσεις, τα νεκρά και ξερά κλαδιά που κρέμονται από τα δένδρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα μπορούν να αποτελέσουν υλικό τροφοδοσίας για τέτοιου είδους πυρκαγιές.

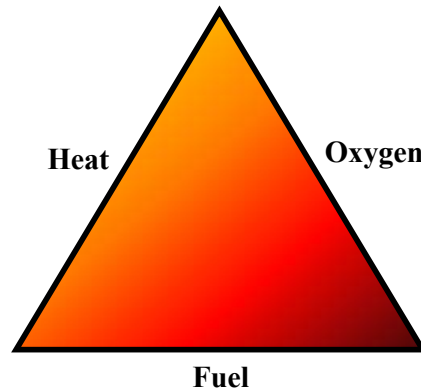
Το είδος πυρκαγιάς που θα εμφανιστεί σε μια περιοχή εξαρτάται κυρίως από το είδος της βλάστησης που επικρατεί. Στην Ελλάδα, τις περισσότερες φορές, εμφανίζονται μικτού είδους πυρκαγιές, η οποίες προέρχονται από πυρκαγιές επιφανείας που μεταπηδούν στην κόμη των δένδρων. Κύρια αιτία αυτών είναι η υπέρμετρη συσσώρευση εύφλεκτου υλικού (ξηρών κλάδων) στον υπόροφο των δένδρων. Πυρκαγιές καθαρά κόμης εμφανίζονται σπάνια.



Εικόνα 1. Έρπουσα πυρκαγιά που μεταπηδά στην κόμη

3.2. Τρίγωνα πυρκαγιών

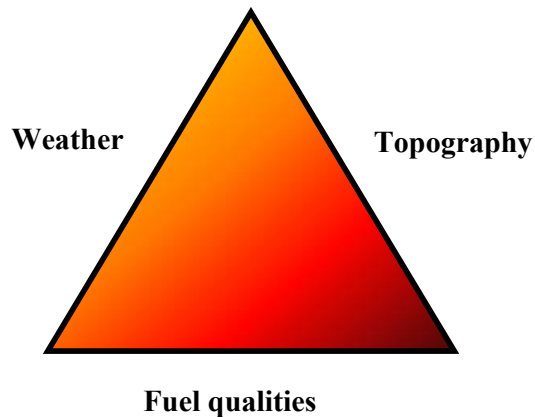
Για να εκδηλωθεί μια πυρκαγιά πρέπει απαραίτητως να συνυπάρχουν τρία στοιχεία: **οξυγόνο, θερμότητα και καύσιμη ύλη**. Τα στοιχεία αυτά συνιστούν το λεγόμενο τρίγωνο της φωτιάς.



Σχήμα 1. Τρίγωνο της φωτιάς

Σημειώνεται ότι η θερμότητα μπορεί να μεταδοθεί με τρεις τρόπους: με **ακτινοβολία (radiation)**, με **αγωγιμότητα (conduction)** και **μεταγωγή (convection)**.

Η συμπεριφορά μιας πυρκαγιάς μετά την έναρξη της καθορίζεται από το λεγόμενο τρίγωνο της συμπεριφοράς της φωτιάς. Το τρίγωνο αυτό συνίσταται από τις **μετεωρολογικές συνθήκες**, τις **τοπογραφικές παραμέτρους** που χαρακτηρίζουν την περιοχή και τις **ιδιότητες της καύσιμης ύλης**:



Σχήμα 2. Τρίγωνο συμπεριφοράς πυρκαγιάς

3.2.1. Μετεωρολογικοί παράγοντες

Ο καιρός και οι αλλαγές που υφίσταται κατά την διάρκεια του χρόνου επηρεάζουν τόσο την ανάφλεξη όσο και την συμπεριφορά της πυρκαγιάς, κυρίως μέσω της περιεχόμενης υγρασίας της καύσιμης ύλης και των ιδιοτήτων του ανέμου. Οι μετεωρολογικοί παράγοντες είναι αυτοί που χρησιμοποιούνται, κατά κύριο λόγο, στις βραχυπρόθεσμες εκτιμήσεις επικινδυνότητας, όπως θα αναφερθεί και στο Κεφάλαιο 3.

Στην ουσία, η ξηρότητα της καύσιμης ύλης σχετίζεται με την αναφλεξιμότητα και την ευφλεκτότητα, και συνεπώς με την εμφάνιση και συμπεριφορά της πυρκαγιάς. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η αναφλεξιμότητα, η ευφλεκτότητα και η καυσιμότητα της ύλης είναι τρεις διαφορετικές έννοιες στην οικολογία της φωτιάς. Η αναφλεξιμότητα εκφράζει την ευκολία με την οποία φλέγεται μια καύσιμη ύλη. Η καυσιμότητα χαρακτηρίζει την ταχύτητα καύσης ενώ η ευφλεκτότητα αποτελεί συνδυασμό των δύο προηγούμενων παραγόντων.

Από την άλλη πλευρά, το κλίμα ως έκφραση των μακροχρόνιων μετεωρολογικών συνθηκών σε μια δεδομένη περιοχή, επηρεάζει τα χαρακτηριστικά της βλάστησης και επομένως έχει μια έμμεση επίπτωση στον τύπο των καυσίμων και της αντίστοιχης επικινδυνότητας πυρκαγιάς. Επιπλέον, οι κλιματολογικές συνθήκες καθορίζουν και την εποχή εμφάνισης των πυρικών φαινομένων. Στην Ελλάδα για παράδειγμα, η εποχή εμφάνισης πυρκαγιών συμπίπτει με την ξηρότερη περίοδο του καλοκαιριού. Στις βόρειες αλπικές περιοχές, αυτή η περίοδος συμπίπτει με την χειμερινή – ανοιξιάτικη εποχή[9].

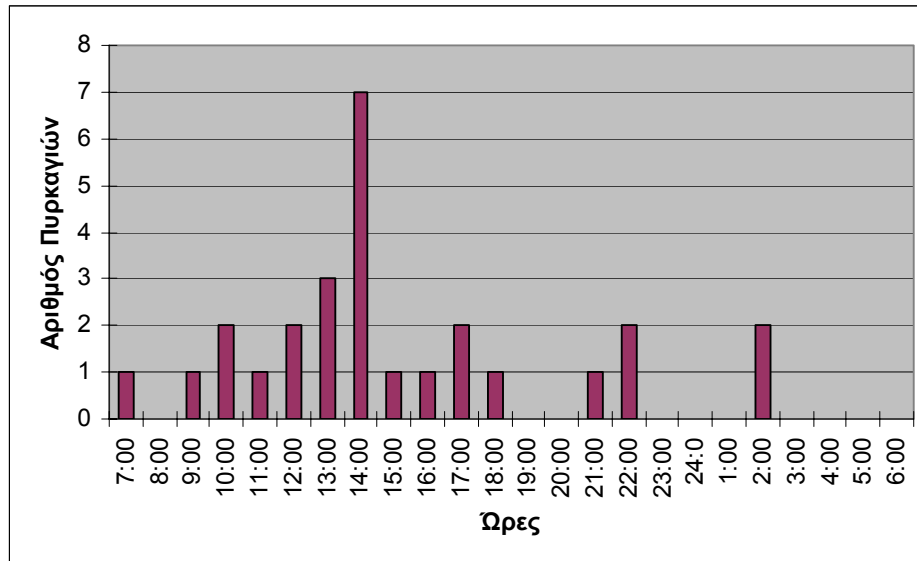
Οι μετεωρολογικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση και επέκταση των πυρκαγιών είναι τα κατακρημνίσματα, η θερμοκρασία, η ατμοσφαιρική υγρασία, οι άνεμοι, η διεύθυνση των ανέμων, η εξάτμιση και η βαρομετρική πίεση

3.2.1.1. Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του αέρα που αντιστοιχεί κάθε φορά σε ορισμένη σχετική υγρασία, επιδρά στην πορεία της ξήρανσης της καύσιμης ύλης κατά την διάρκεια του χρόνου αλλά και της ημέρας. Υψηλές θερμοκρασίες που διαρκούν μεγάλα χρονικά διαστήματα σε συνδυασμό και με ξηρασία ευνοούν την έναρξη και διάδοση πυρικών φαινομένων. Στην Ελλάδα, οι περισσότερες πυρκαγιές συμβαίνουν κατά την περίοδο του καλοκαιριού και φθινοπώρου όπου επικρατούν θερμές και ξηρές συνθήκες[5]. Ιδιαίτερη σημασία έχει, επίσης, και η ώρα της ημέρας. Οι Τσακιράκης και

Φαρμακίδης[10], αναλύοντας 28 μεγάλες πυρκαγιές της τετραετίας 1998-2001 διαπίστωσαν ότι οι περισσότερες πυρκαγιές ξεκινούν μεταξύ 12:00 και 15:00 το μεσημέρι, όπου και η θερμοκρασία είναι υψηλότερη.

Γράφημ. 1. Αριθμός πυρκαγιών ανά ώρα ημέρας για 28 μεγάλες πυρκαγιές (1998-2001)



3.2.1.2. Ατμοσφαιρική υγρασία

Η σχετική υγρασία του αέρα επιδρά στην περιεχόμενη υγρασία των καύσιμων υλικών. Η υγρασία αυτή μπορεί να είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη από την υγρασία της καύσιμης ύλης. Όταν η σχετική υγρασία του αέρα είναι μικρότερη από την υγρασία της καύσιμης ύλης, τότε ο ατμοσφαιρικός αέρας δρα ως σφουγγάρι που απορροφά ατμούς από τις υγρές επιφάνειες, ξηραίνοντας το καύσιμο υλικό. Όταν η σχετική υγρασία είναι μεγάλη τότε αυξάνεται και η υγρασία των υλικών.

Το ίδιο συμβαίνει και με τα κατακρημνίσματα. Δυνατές βροχές που διαρκούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα, αποθέτουν μεγάλες ποσότητες νερού, διαβρέχουν καλά την καύσιμη ύλη, κάνοντας την ανθεκτική στην έναρξη και επέκταση των πυρκαγιών. Οι χιονοπτώσεις δεν έχουν ιδιαίτερα σημαντική περίπτωση, δεδομένου του ότι εμφανίζονται σε μεγάλα υψόμετρα όπου επικρατούν αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες για να μπορεί να παρατηρηθεί πυρικό φαινόμενο.

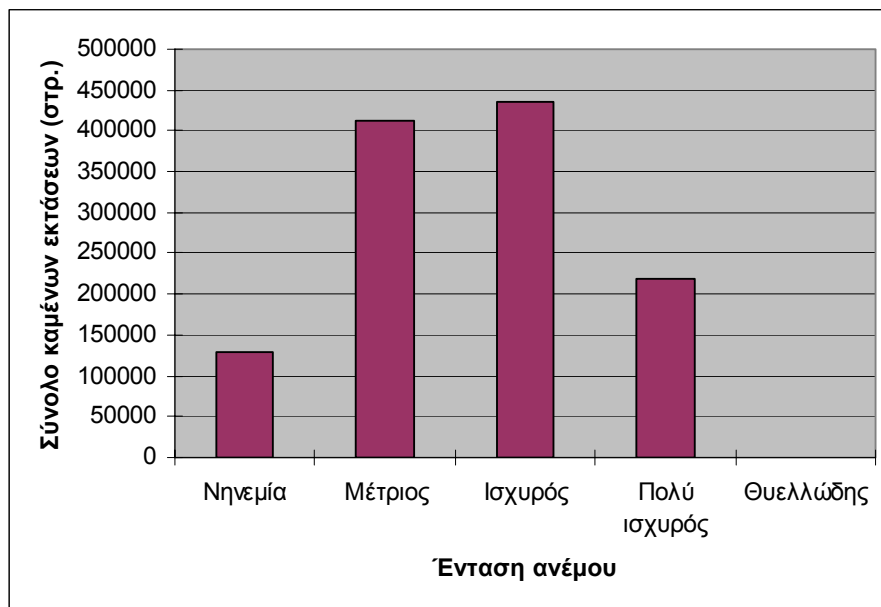
3.2.1.3. Άνεμος

Η επίδραση των ανέμων στις πυρκαγιές εξετάζεται ως προς την διεύθυνση και την ένταση τους. Η ταχύτητα του ανέμου είναι ένας σημαντικός παράγοντας που

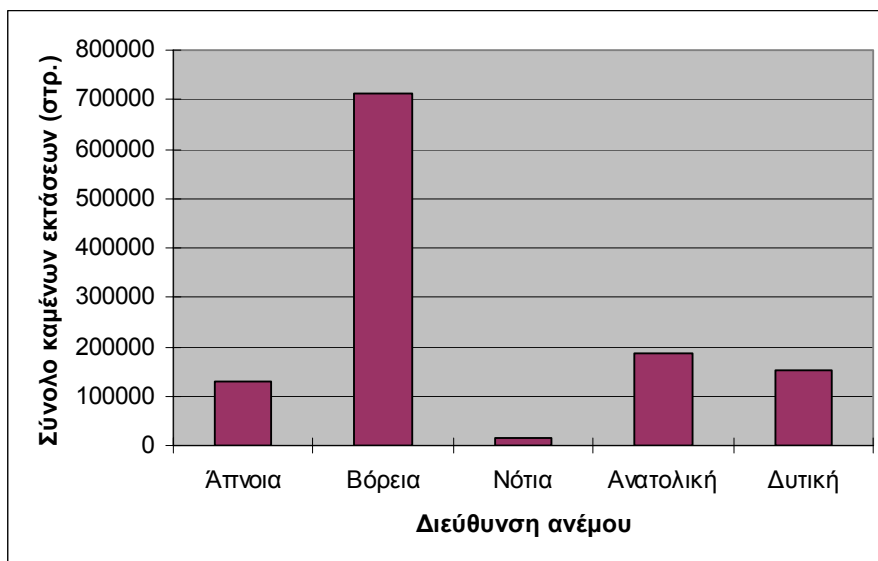
επιδρά στην ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς[5]. Ο άνεμος αυξάνει την παροχή οξυγόνου στα καύσιμα, θερμαίνει τα γειτονικά καύσιμα μέσω αγωγής, απομακρύνει τον υγρό αέρα αντικαθιστώντας τον με ξηρότερο, ξηραίνει τα καύσιμα ενώ αν ο αέρας περιέχει υγρασία, αυξάνει την αντίστοιχη σχετική υγρασία των καυσίμων.

Η διεύθυνση του ανέμου είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας καθώς, ανάλογα με την διεύθυνση, οι άνεμοι μπορεί να είναι ξηροί ή υγροί οπότε ευνοούν ή όχι την έναρξη και διάδοση μιας πυρκαγιάς.

Οι Τσακιράκης και Φαρμακίδης[10] παρατήρησαν ότι για την τετραετία 1998-2001 και για τις 28 μεγάλες πυρκαγιές που σημειώθηκαν, οι μεγαλύτερες εκτάσεις κάηκαν από ισχυρούς ανέμους με βόρεια διεύθυνση. Ο Δημητρακόπουλος (2004) αναφέρει ότι οι άνεμοι βόρειας ή βορειοανατολικής κατεύθυνσης ενισχύουν την φωτιά στο 80% των περιπτώσεων πυρκαγιών.



Γράφημ. 2. Ένταση ανέμου και σύνολο καμένων εκτάσεων για 28 μεγάλες πυρκαγιές (1998-2001)



Γράφημ. 3. Διεύθυνση ανέμου και σύνολο καμένων εκτάσεων για 28 μεγάλες πυρκαγιές (1998-2001)

3.2.1.4. Καύσιμη ύλη

Η βλάστηση είναι ουσιαστικά το κύριο συστατικό που συνιστά την καύσιμη ύλη. Εκτός από την βλάστηση, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται και ένα δεύτερο είδος καύσιμης ύλης που επιδρά σοβαρά στην διάδοση μιας πυρκαγιάς. Είναι οι ανθρωπογενείς κατασκευές, (ξύλινα σπίτια, πινακίδες κ.α.) που παρατηρούνται στην ολόενα και αυξανόμενη διεπιφάνεια φυσικών – αστικών περιοχών. Παρόλα αυτά η βλάστηση, και κυρίως η νεκρή βλάστηση, είναι αυτή που αποτελεί τον κύριο όγκο καύσιμης ύλης. Τα χαρακτηριστικά του καυσίμου υλικού που επηρεάζουν την έναρξη και διάδοση μιας πυρκαγιάς είναι ο τύπος του καυσίμου, η περιεχόμενη υγρασία, το σχήμα και το μέγεθος, το φορτίο του καυσίμου, η οριζόντια συνέχεια και η κατακόρυφη διαμόρφωση.

Το US Northern Forest Fire Laboratory[9] έχει κατατάξει τους τύπους καύσιμης ύλης σε 4 κατηγορίες: χορτολιβαδική καύσιμη ύλη, θάμνοι και μικρά δένδρα, ξυλεία ιστάμενων δένδρων και καύσιμη ύλη διακένων υλοτομίας.

Η περιεχόμενη υγρασία του καυσίμου (Fuel Moisture Content, FMC)[9] είναι το ποσοστό νερού σε μια καύσιμη ύλη εκφραζόμενη ως ποσοστό του ξηρού βάρους του καυσίμου:

$$FMC = \frac{W_f - W_d}{W_d} \times 100\%$$

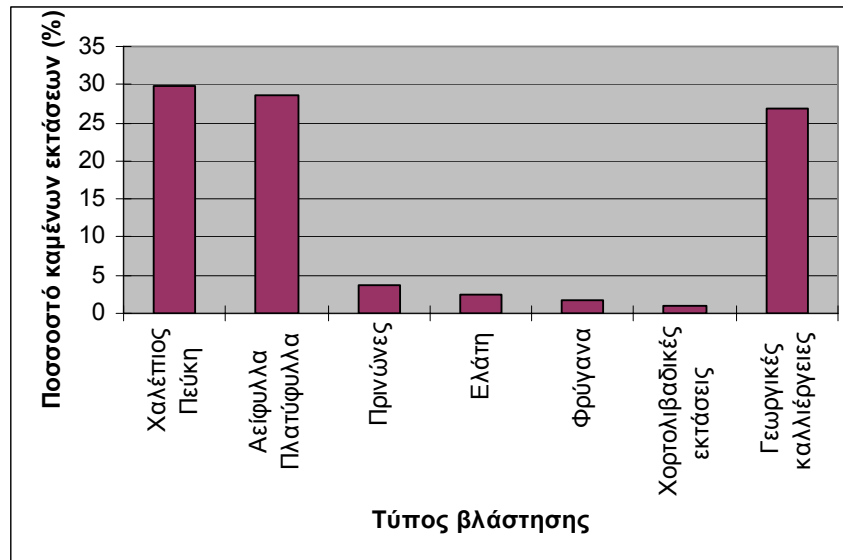
Όπου W_f το νωπό βάρος του καυσίμου και W_d το ξηρό βάρος που λαμβάνεται μετά την ξήρανση σε φούρνο. Ο δείκτης αυτός είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο μέτρο για την εκτίμηση του υδατικού stress των φυτών από τους δασολόγους. Η μέτρηση του είναι εύκολη και είναι πολύ ευαίσθητος σε αλλαγές στο νωπό βάρος.

Τα καύσιμα διακρίνονται ανάλογα με το μέγεθος τους σε ελαφρά και βαρέα καύσιμα. Στα ελαφρά καύσιμα συγκαταλέγονται τα φύλλα, οι θάμνοι και τα χόρτα, ενώ στα βαρέα τα μεγάλα κλαδιά, οι κορμοί και τα υπολείμματα των υλοτομιών. Τα ελαφρά καύσιμα μπορούν να προσαρμοστούν πολύ εύκολα στο πυρικό περιβάλλον, αποβάλλοντας πολύ εύκολα την περιεχόμενη υγρασία τους αν θερμανθούν. Τα βαρέα καύσιμα απαιτούν μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα για να αποβάλλουν την υγρασία τους αλλά και για να προσλάβουν υγρασία από τον αέρα. Τα λεπτά καύσιμα είναι αυτά που θεωρούνται υπεύθυνα για την διάδοση του μετώπου της πυρκαγιάς αλλά τα βαρέα είναι αυτά που επηρεάζουν την συνολική ποσότητα ενέργειας που εκλύεται κατά την καύση.

Το φορτίο των καυσίμων είναι η διαθέσιμη ποσότητα για καύση σε μια περιοχή και εκφράζεται σε τόνους ανά εκτάριο ή acre. Το φορτίο της καύσιμης ύλης σχετίζεται αναλογικά με την ποσότητα της ενέργειας που εκλύεται κατά την καύση.

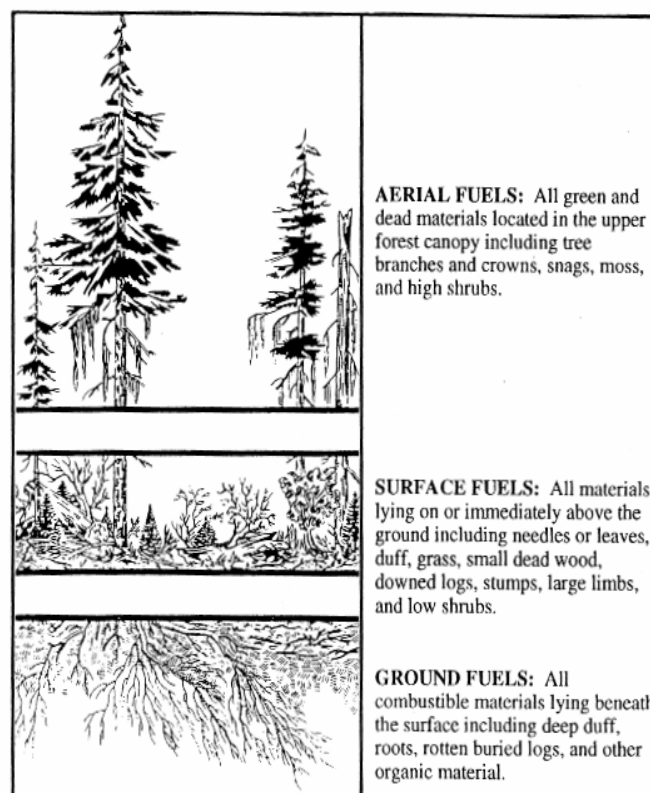
Ανάλογα με την κατακόρυφη διαμόρφωση τους, τα καύσιμα υλικά κατατάσσονται σε επιδάφια, εναέρια και υπόγεια. Η επιδάφια καύσιμη ύλη περιλαμβάνει το ζωντανό ή νεκρό υλικό που υπάρχει στο έδαφος, δηλαδή το φυλλόστρωμα, τα φύλλα ή τις βελόνες, τα χόρτα, τα φρύγανα, τους θάμνους, τα νεαρά δενδρύλλια, τους λεπτούς κλάδους και τα χονδρά κλαδιά. Η εναέρια καύσιμη ύλη αποτελείται από υλικό που καίγεται ζωντανό ή νεκρό και βρίσκεται πάνω στα δένδρα σε ύψος μεγαλύτερο των 2 μέτρων. Τα υπόγεια υλικά είναι αυτά που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και περιλαμβάνουν ρίζες, νεκρούς κορμούς, θαμμένους στο έδαφος και άλλο οργανικό υλικό.

Οι Τσακιράκης και Φαρμακίδης[10], αναλύοντας 28 μεγάλες πυρκαγιές της τετραετίας 1998-2001 στην Ελλάδα, διαπίστωσαν ότι η χαλέπιος πεύκη, τα αειφύλλα πλατύφυλλα και οι γεωργικές καλλιέργειες ήταν αυτές που παρείχαν τον κύριο όγκο καύσιμης ύλης, με τους πρινώνες, την ελάτη, τα φρύγανα και τις χορτολιβαδικές εκτάσεις να κατέχουν σημαντικά χαμηλότερα ποσοστά συμμετοχής.



Γράφημ. 4. Τύποι βλάστησης και ποσοστό καμένων εκτάσεων για 28 μεγάλες πυρκαγιές (1998-2001)

Η οριζόντια συνέχεια αναφέρεται στην χωρική διαμόρφωση της καύσιμης ύλης, δηλαδή αν είναι συνεχής ή ανομοιομόρφη.



Σχήμα 3. Κατακόρυφη διαμόρφωση καύσιμης ύλης

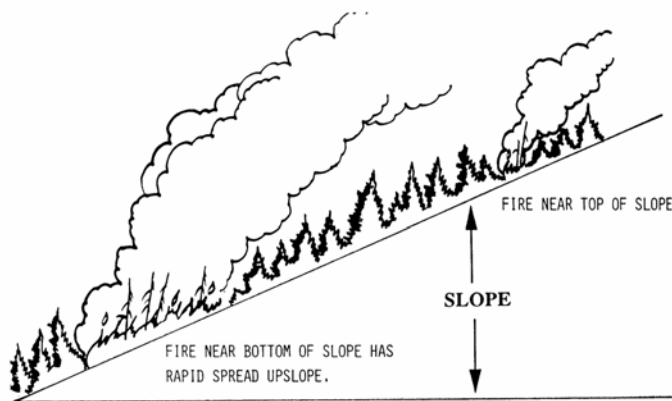
3.2.3. Τοπογραφικές παράμετροι.

Οι τοπογραφικές μεταβλητές μιας περιοχής μπορούν να επηρεάσουν τόσο την ανάφλεξη όσο και την διάδοση μιας πυρκαγιάς. Αυτές οι μεταβλητές χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για την εκτίμηση της μακροπρόθεσμης επικινδυνότητας πυρκαγιών καθώς μπορούν να θεωρηθούν στατικές για μεγάλα χρονικά διαστήματα, σε αντίθεση με τους μετεωρολογικούς παράγοντες που έχουν δυναμική φύση.

Οι κύριες τοπογραφικές παράμετροι που εξετάζονται είναι το υψόμετρο, η κλίση και η έκθεση του εδάφους και η τοπογραφική διαμόρφωση της περιοχής. Όπως θα αναλυθεί στην συνέχεια, αυτοί οι παράγοντες καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τόσο τους μετεωρολογικούς παράγοντες (ατμοσφαιρικές συνθήκες) όσο και τις ιδιότητες της καύσιμης ύλης (βλάστηση).

3.2.3.1. Κλίση εδάφους

Η κλίση επιδρά τόσο στην ένταση της πυρκαγιάς όσο και στον βαθμό διάδοσης της. Όταν η περιοχή χαρακτηρίζεται από αυξημένες κλίσεις εδάφους τότε οι φλόγες προσεγγίζουν σε μικρότερη απόσταση τα γειτονικά καύσιμα, θερμαίνοντας τα ταχύτερα μέσω της ακτινοβολούμενης θερμότητας και επιταχύνοντας, κατά αυτό τον τρόπο, την ταχύτητα εξάπλωσης.



Σχήμα 4. Η επίδραση της κλίσεως του εδάφους στην ταχύτητα ανάπτυξης μιας πυρκαγιάς

Οι κλίσεις επιδρούν όμως, και στην ταχύτητα του ανέμου. Η σχέση μεταξύ κλίσης και ταχύτητας ανέμου είναι αναλογική. Όταν μια πυρκαγιά μεταβαίνει από περιοχή με 0° κλίση σε μια με 10° τότε η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται κατά 1 Km/h ενώ

όταν η κλίση προσεγγίζει τις 20° τότε η αντίστοιχη ταχύτητα τετραπλασιάζεται. Για το ίδιο λόγο μειώνεται η ταχύτητα διάδοσης του μετώπου όταν η πυρκαγιά πλησιάζει κατηφορικές κλίσεις ή επίπεδες περιοχές. Η πυρκαγιά δηλαδή, σε αντίθεση με τον άνθρωπο, προχωράει με μεγαλύτερη ταχύτητα στην ανηφόρα και με μικρότερη στην κατηφόρα[9].

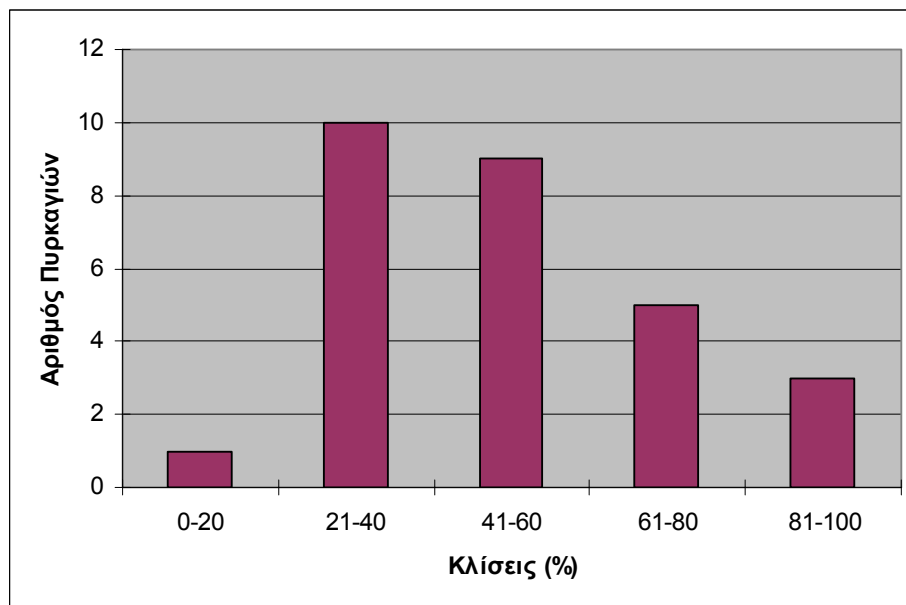
Η κλίση και ο άνεμος λειτουργούν ταυτόχρονα σε μια πυρκαγιά. Σε αυτές τις περιπτώσεις η θερμοκρασία του αέρα είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία της επιφάνειας του καυσίμου, επιτρέποντας την μετάδοση θερμότητας με μεταγωγή. Επιπροσθέτως, εξαιτίας της κλίσης μειώνεται η απόσταση μεταξύ της φλόγας και του ενδεχόμενου καυσίμου επιτρέποντας την μεταφορά θερμότητας μέσω ακτινοβολίας.

Οι αυξημένες κλίσεις σε συνδυασμό με την έντονη ορειογραφική διαμόρφωση της Ελλάδας αποτελούν ένα από τους κύριους λόγους έντονης εξάπλωσης των πυρκαγιών. Εκτός όμως από την αύξηση της ταχύτητας διάδοσης, η κλίση επιδρά και σε ένα ακόμη παράγοντα. Όσο μεγαλύτερες και απότομες είναι οι κλίσεις σε μια περιοχή εκδήλωσης πυρικού φαινομένου τόσο μεγαλύτερη είναι η δυσκολία καταστολής του από επίγειες και εναέριας δυνάμεις. Οι επίγειες δυνάμεις, αφενός μεν θα αντιμετωπίζουν δυσκολίες προσέγγισης των μετώπου, ενώ οι εναέριας θα πρέπει να αντιμετωπίσουν ισχυρές ταχύτητες ανέμου.

Κλίση πρώτης κλιτύος	Κλίση δεύτερης κλιτύος	Πολλαπλασιαστικός παράγοντας ταχύτητας ανέμου
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 2. Σχέση μεταβολής κλίσεως εδάφους και ταχύτητας ανέμου

Οι Τσακίρακης και Φαρμακίδης[10], αναλύοντας 28 μεγάλες πυρκαγιές της τετραετίας 1998-2001 στην Ελλάδα, διαπίστωσαν ότι οι περισσότερες πυρκαγιές έλαβαν χώρα σε περιοχές με κλίση 21%-60%.



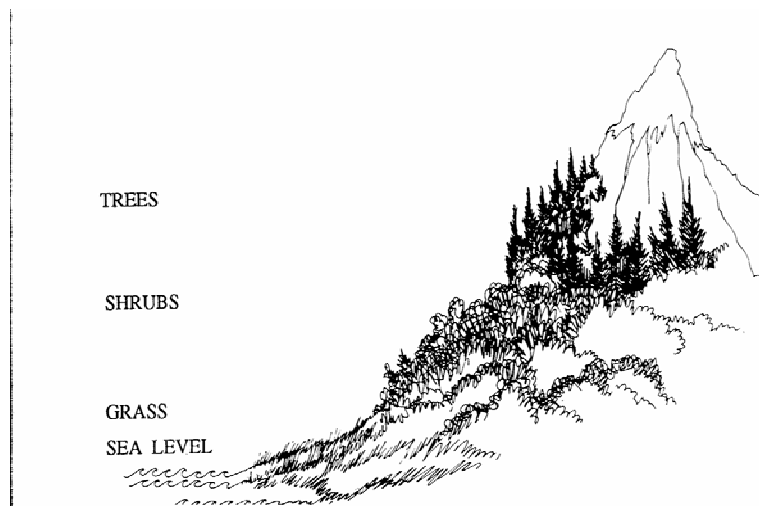
Γράφημ. 5. Κλίση εδάφους και αριθμός πυρκαγιών σε 28 μεγάλες πυρκαγιές στην Ελλάδα (1998-2001)

3.2.3.2. Υψόμετρο εδάφους

Το υψόμετρο επιδρά στις ατμοσφαιρικές συνθήκες και στις είδη της βλάστησης – καύσιμης ύλης. Σε γενικές γραμμές, όσο αυξάνεται το υψόμετρο τόσο μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα και αυξάνεται η ποσότητα των κατακρημνισμάτων τα οποία αυξάνουν την σχετική υγρασία του καυσίμου, μειώνοντας την αναφλεξιμότητα του.

Επίσης, όσο αυξάνεται το υψόμετρο μειώνεται το φορτίο των καυσίμων καθώς οι ατμοσφαιρικές συνθήκες καθίστανται ακατάλληλες για την εγκατάσταση βλάστησης.

Στην Ελλάδα, οι περισσότερες πυρκαγιές συμβαίνουν σε σχετικά χαμηλό υψόμετρο, όπου η βλάστηση που αναπτύσσεται ευνοεί την ανάφλεξη και διάδοση ενώ παράλληλα, ευνοείται και η παρουσία και δραστηριότητα των ανθρώπων. Οι Τσακίρακης και Φαρμακίδης[10], αναφέρουν ότι για τις 28 μεγάλες πυρκαγιές της τετραετίας 1998-2001 στην Ελλάδα, οι περισσότερες συνέβησαν σε υψόμετρο από 200-700 μέτρα, όπου έχουμε κυρίως μεσογειακού τύπου βλάστηση και έντονη ανθρώπινη παρουσία.



Σχήμα 5. Κατανομή της βλάστησης με βάση το υψόμετρο του εδάφους

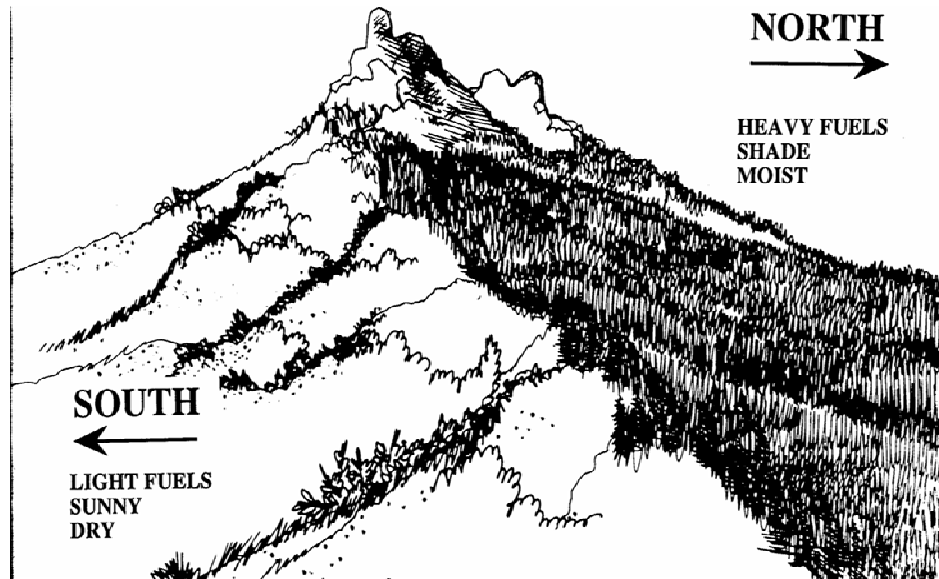
3.2.3.3. Έκθεση εδάφους

Η έκθεση του εδάφους είναι η διεύθυνση προς την οποία 'βλέπει' η κλιτής. Έχει την δυνατότητα να επηρεάσει τόσο τις ατμοσφαιρικές συνθήκες όσο και την εξάπλωση και ευδοκίμηση των ειδών που θα αποτελέσουν την καύσιμη ύλη. Η επίδραση αυτή εξαρτάται στενά και από την κλίση του εδάφους.

Στις νότιες εκθέσεις η θερμοκρασία του εδάφους και των φυτών είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη του οριζοντίου εδάφους, η εξάτμιση είναι εντονότερη και το εύρος της θερμοκρασίας μεγαλύτερο. Στις βόρειες εκθέσεις η πορεία της θερμοκρασίας είναι περισσότερο ομοιόμορφη, το εύρος της θερμοκρασίας μικρότερο, η εξάτμιση είναι μικρότερη και η διαπνοή των φυτών χαλαρότερη. Οι ανατολικές και δυτικές εκθέσεις δέχονται το ίδιο άθροισμα ακτινοβολίας. Οι ανατολικές όμως θερμαίνονται λιγότερο ενώ οι δυτικές εκθέτονται στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία τις μεσημεσιμυρινές ώρες. Η έκθεση του εδάφους μπορεί να επηρεάσει και την επίδραση των ανέμων. Ανάλογα με την κατεύθυνση των ανέμων μπορούμε να διακρίνουμε προσήνεμες και υπήνεμες πλαγιές[11].

Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι οι βόρειες εκθέσεις καλύπτονται από βαρέα καύσιμα, σκιάζονται έντονα και έχουν εντονότερες συνθήκες υγρασίας, ενώ οι νότιες εκθέσεις καλύπτονται κατά κύριο λόγο από ελαφρά καύσιμα (τα οποία και αναφλέγονται περισσότερο εύκολα), δέχονται μεγαλύτερο ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας και για αυτό το λόγο η καύσιμη ύλη είναι ξηρότερη. Η κατηγοριοποίηση των εκθέσεων από αυτήν με την μικρότερη πιθανότητα ανάφλεξης

προς αυτήν με την μεγαλύτερη είναι: βόρειες, βορειοανατολικές, βορειοδυτικές, ανατολικές, νοτιοανατολικές, δυτικές, νοτιοδυτικές, νότιες.



Σχήμα 6. Η επίδραση της έκθεσης του εδάφους στην κατανομή της καύσιμης ύλης

Η έκθεση σε συνέργια με το υψόμετρο καθορίζουν την χωρική κατανομή των μετεωρολογικών μεταβλητών σε μια περιοχή, και κυρίως την ταχύτητα και κατεύθυνση του ανέμου, την θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία, οι οποίες και διαμορφώνουν την πιθανότητα εμφάνισης και ταχύτητα διάδοσης ενός πυρικού φαινομένου[9].

3.2.3.4. Τοπογραφική διαμόρφωση

Τα χαρακτηριστικά του εδάφους καθορίζουν την συμπεριφορά της πυρκαγιάς κυρίως μέσω επιδράσεων στην ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου. Σε γενικές γραμμές, οι αποστρογγυλωμένες κορυφές δεν επηρεάζουν τις αέριες μάζες σε αντίθεση με τις αιχμηρές οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν στροβιλισμούς και κυρίως στροβίλους προς την υπήνεμη πλευρά[9]. Ιδιαίτερα σημαντική είναι όμως η επίδραση των φαραγγιών και των στενών περασμάτων, η παρουσία των οποίων μπορεί να προκαλέσει ταχύτατη ανύψωση του ανέμου με σημαντικές ταχύτητες. Εκτός αυτού, περιοχές που χαρακτηρίζονται από έντονη ορεογραφική διαμόρφωση (όπως είναι και η περιοχή μελέτης της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας)

παρουσιάζουν έντονες δυσκολίες στην καταστολή και έλεγχο των πυρικών φαινομένων εξαιτίας της δυσκολίας προσέγγισης των πυροσβεστικών δυνάμεων.

4. Αίτια πυρκαγιών

Τα αίτια των πυρκαγιών μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες[12]:

- i) φυσικές αιτίες
- ii) εκούσιες ανθρωπογενείς αιτίες και
- iii) ακούσιες ανθρωπογενείς αιτίες.

Οι φυσικές αιτίες προέρχονται κυρίως μέσω της επίδρασης των κεραυνών ή σε σπάνιες περιπτώσεις εξαιτίας της τριβής κυλιόμενων λίθων που δημιουργούν σπινθήρες[13]. Γενικά, οι κεραυνοί αποτελούν μια παμπάλαια φυσική αιτία έναρξης πυρκαγιών. Σύμφωνα με τον Καϊλίδη (2004)[5], στην γη συμβαίνουν περίπου 1800 θύελλες την ώρα ή 44.000 την ημέρα και προκαλούνται 100 κεραυνοί κάθε 1' ή 8.000.000 την ημέρα. Το ποσοστό των πυρκαγιών που οφείλεται σε κεραυνού διαφέρει από χώρα σε χώρα. Στην Σουηδία για παράδειγμα οι κεραυνοί είναι υπεύθυνοι για το 1/3 των δασικών πυρκαγιών, ενώ στη Ρωσία περίπου το 20% των πυρικών φαινομένων οφείλεται σε αυτό το λόγο. Το μεγαλύτερο ποσοστό πυρκαγιών εξαιτίας κεραυνών κατέχει ο Καναδάς με περισσότερο από 80% των πυρκαγιών να οφείλονται σε αυτό το λόγο. Αν και στην Ελλάδα το ποσοστό των πυρκαγιών που οφείλονται σε κεραυνούς είναι σχετικά μικρό (2,2% περίπου), εντούτοις η επίδραση των κεραυνών στην έναρξη πυρκαγιών δεν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα. Οι πυρκαγιές που προέρχονται από αυτά τα αίτια δεν μπορούν να αποφευχθούν, δεδομένου του ότι είναι πολύ δύσκολο να προβλεφθεί με ακρίβεια η ακριβής τοποθεσία αλλά και ο χρόνος που θα 'χτυπήσει' ένας κεραυνός.

Οι ανθρωπογενείς αιτίες είναι αυτές στις οποίες οφείλεται το συντριπτικό ποσοστό των πυρκαγιών. Στις αιτίες αυτές ανήκουν οι εμπρηστικές ενέργειες και οι προκαλούμενες από αμέλεια πυρκαγιές. Οι εμπρηστικές ενέργειες γίνονται με στόχο την αλλαγή της χρήσης γης από δασική με στόχο την οικοπεδοποίηση φυσικών εκτάσεων, η βελτίωση των βοσκοτόπων και άλλες. Στις αμέλειες ανήκουν το κάψιμο των καλαμιών, η αγροτικές – δασοκομικές εργασίες, το κάψιμο των σκουπιδιών, οι σπινθήρες που δημιουργούνται από διάφορες μηχανές, η ρίψη αναμμένων τσιγάρων και σπέρτων, η ύπαρξη σπασμένων γυάλινων μπουκαλιών που δρουν ως φακοί συγκέντρωσης της ηλιακής ακτινοβολίας, το άναμμα φωτιάς σε υπαίθριους χώρους

από κατασκηνωτές και οι σπινθήρες που δημιουργούνται από ηλεκτροφόρα καλώδια που έρχονται σε επαφή με δένδρα.

Από στατιστικές πηγές έχει προσδιοριστεί ότι περισσότερο από το 90% των πυρκαγιών στην Ευρώπη είναι αποτέλεσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που επενεργούν ως άμεσες πηγές ανάφλεξης ή εμμέσως δημιουργώντας τις κατάλληλες συνθήκες που ευνοούν την έναρξη και διάδοση πυρικών φαινομένων[9]. Οι ανθρωπογενείς αιτίες έναρξης πυρκαγιών αποτελούν πλέον μια σημαντική μεταβλητή σε κάθε ανάλυση επικινδυνότητας. Για την ένταξη τους σε αυτό το πλαίσιο εκτίμησης, χρησιμοποιούνται χωρικές μεταβλητές, οι οποίες μπορούν να προσδιοριστούν και ποσοτικά. Τέτοιες μεταβλητές είναι[9]:

- Η εγκατάλειψη των παραδοσιακών δραστηριοτήτων σε αγροτικές – δασικές περιοχές, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του φορτίου της καύσιμης ύλης.
- Η εγκατάλειψη των αγροτικών περιοχών από τους κατοίκους (αύξηση φορτίου καυσίμων)
- Η αύξηση της χρήσης των δασικών περιοχών ως χώροι αναψυχικών δραστηριοτήτων (ψάρεμα, κυνήγι, ορειβασία, πεζοπορία), οι οποίες δημιουργούν πιθανές εστίες έναρξης πυρκαγιών.
- Η αύξηση του πληθυσμού και της αστικής ανάπτυξης στην διεπιφάνεια φυσικών – αστικών περιοχών, με αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας ανάφλεξης μιας πυρκαγιάς και μετάδοσης της στις γειτονικές φυσικές περιοχές.
- Η αύξηση του πληθυσμού των χωριών κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, που είναι και η πιο επικίνδυνη εποχή.
- Οι γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες που μπορούν να αποτελέσουν αιτία έναρξης πυρκαγιών και μετέπειτα μετάδοσης της σε δασικές ή χορτολιβαδικές εκτάσεις.
- Η ύπαρξη ηλεκτροφόρων συρμάτων και μηχανών που δραστηριοποιούνται κοντά σε περιοχές με καύσιμη ύλη
- Η παρουσία δρόμων, σιδηροδρομικών γραμμών, μονοπατιών πρόσβασης κ.α.

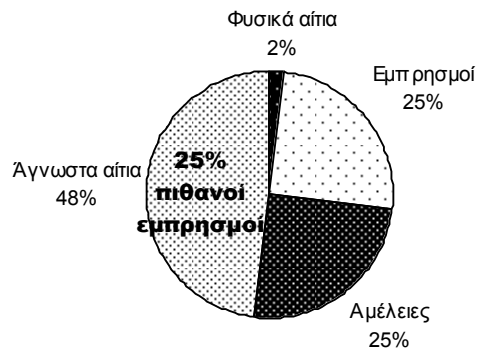
Όλες αυτές οι μεταβλητές μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν σε ένα σύστημα εκτίμησης επικινδυνότητας και με την βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, να αναπαρασταθούν χωρικά και να εκτιμηθεί η συμβολή τους στην επικινδυνότητα ανάφλεξης και διάδοσης με βάση τα ποσοτικά τους χαρακτηριστικά.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι υπάρχει ένα μεγάλο ποσοστό αιτιών που δεν εξακριβώνονται ποτέ και χαρακτηρίζονται ως άγνωστες αιτίες. Σε αυτή την κατηγορία, το συντριπτικό ποσοστό κατέχουν οι εμπρηστικές ενέργειες που δεν μπορούν να αποδειχθούν, στις οποίες συγκαταλέγονται και ενέργειες πυρομανών.

4.1. Οι πυρκαγιές στην Ελλάδα

Η Ελλάδα, όπως και οι περισσότερες μεσογειακές χώρες, αντιμετωπίζουν έντονα προβλήματα πυρκαγιών εξαιτίας της ιδιαιτερότητας του κλίματος, του μεγάλου ποσοστού πυρόφιλης βλάστησης και της τοπογραφικής της διαμόρφωσης. Τα στατιστικά στοιχεία σχετικά με τον αριθμό των πυρκαγιών, τις εκτάσεις που καίγονται και τα αίτια των πυρκαγιών είναι πολλές φορές αντιφατικά, αλλά παρόλα αυτά όλες οι στατιστικές εκτιμήσεις επιδεικνύουν την αναγκαιότητα διαχείρισης της επικινδυνότητας των πυρκαγιών με απώτερο στόχο τον μετριασμό των δυσμενών τους επιδράσεων.

Ο Δημητρακόπουλος (2004) αναφέρει ότι τα αίτια δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα είναι:



Γράφημ. 6. Αίτια δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα (Δημητρακόπουλος, 2004)

Σύμφωνα με τον Καϊλίδη (2004), οι αμέλειες αποτελούν το 42,8% των αιτιών, τα τσιγάρα και τα σπέρτα αποτελούν το 10,7% των αμελειών και το κάψιμο σκουπιδιών το 6%, οι κεραυνοί το 2,2% του συνόλου, οι άγνωστες αιτίες το 25,7% και οι

προθέσεις το 29,3% του συνόλου. Ο ίδιος υπογραμμίζει ότι οι αιτίες πυρκαγιών στην Ελλάδα διαφέρουν σημαντικά από περιοχή σε περιοχή.

Ο Xanthopoulos[15] υπολόγισε τα αίτια των πυρκαγιών για δύο δύσκολες χρονιές (1988,1993) καθώς και για την συνολική περίοδο 1968-1993. Τα στοιχεία παραθέτονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 3. Αίτια πυρκαγιών (1988,1993, 1968-1993) (Xanthopoulos)

	1988	1993	1968-1993
ΑΙΤΙΕΣ	(%)	(%)	(%)
Κεραυνοί	2.6	2.7	2.4
Πυρκαγιές εξαιτίας ατυχημάτων	3.1	2.5	3.5
1.Ηλεκτροφόρα καλώδια	0.8	1.0	0.7
2.Σπινθήρες μηχανών	1.4	1.0	2.1
3.Χρήση εκρηκτικών	0.3	-	-
4. Πεδία βολής	0.6	0.5	0.7
Πυρκαγιές εξαιτίας αμέλειας	27.3	28.2	36.0
1.Κάψιμο καλαμιών	11.8	9.0	16.0
2.Τσιγάρα	4.0	2.1	8.7
3.Κάψιμο σκουπιδιών	4.2	2.5	3.9
4.Εργασίες στην ύπαιθρο	3.8	4.0	3.2
5.Κατασκηνωτές και κυνηγοί	1.6	0.8	1.3
6.Άλλες γνωστές αιτίες	1.9	9.8	2.9
Πυρκαγιές από πρόθεση			
1.Βελτίωση βοσκοτόπων	15.6	6.6	-
2.Εμπρησμοί			
Α)Κακής πρόθεσης (κέρδος, εκδίκηση)	17.2	10.8	-
Β)Από ανθρώπους με μειωμένη πνευματική ικανότητα			
-Παιδιά	0.3	0.2	-
-Πυρομανείς	0.2	0.2	-
-Άλλοι ψυχοπαθείς	0.2	0.1	-
-Άνθρωποι με πνευματική υστέρηση	0.0	0.1	-
Άγνωστες ή πιθανολογούμενες αιτίες	33.5	48.6	28.9
Σύνολο	100	100	100

Ο ίδιος αναφέρει ότι τα στοιχεία μετά το 1998, δηλαδή μετά την μετάβαση των αρμοδιοτήτων κατάσβεσης των δασικών πυρκαγιών από την Δασική Υπηρεσία στο

Πυροσβεστικό Σώμα, είναι σε μεγάλο βαθμό αναξιόπιστα. Σύμφωνα με τον Πίνακα 4 το ποσοστό των πυρκαγιών στην Ελλάδα που οφείλονται σε φυσικά αίτια είναι πολύ μικρό. Ένας μεγάλος αριθμός πυρκαγιών κατηγοριοποιείται στις άγνωστες αιτίες, οι περισσότερες από τις οποίες θεωρούνται εκούσιες. Επίσης, ένας αριθμός πυρκαγιών αγνώστων αιτιών μπορεί να ανήκει σε φυσικά αίτια (κεραυνούς), καθώς ο καθορισμός αυτής της αιτίας είναι δύσκολος, ιδιαίτερα στην περίπτωση που μια πυρκαγιά παραμένει ανενεργή μετά από καταιγίδα και αρχίζει να επεκτείνεται μετά από κάποιο χρονικό διάστημα και εφόσον δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες.

Το Πυροσβεστικό Σώμα, για την εξαετία 2000-2005 δίνει τα ακόλουθα στοιχεία[14]:

Πίνακας 4. Αίτια πυρκαγιών σε δάση και δασικές εκτάσεις κατά την δετία 2000-2005 (Πυροσβεστικό Σώμα)

ΕΤΟΣ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	ΣΥΝΟΛΟ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΑΙΤΙΑ								
Άγνωστη	628	714	469	640	721	532	3704	37,60%
Εμπρησμός από αμέλεια	481	835	409	453	553	437	3168	32,16%
Εμπρησμός από πρόθεση	297	389	209	359	398	300	1952	19,18%
Τυχαία	4	2	2	15	9	1	33	0,33%
Φυσική	80	235	182	233	158	107	995	10,10%
Σύνολο	1490	2175	1271	1700	1839	1377	9852	100,0%

Όπως φαίνεται, η Πυροσβεστική δίνει υψηλότερα ποσοστά στις πυρκαγιές από αμέλεια και από πρόθεση καθώς και στα φυσικά αίτια ενώ αποδίδει χαμηλότερα ποσοστά στα τυχαία περιστατικά.

Όσον αφορά τον αριθμό των πυρκαγιών και την καμένη έκταση, ο Xanthopoulos[15]για την περίοδο από 1980 έως το 2000 δίνει τα στοιχεία του Πίνακα 5.

**Πίνακας 5. Αριθμός πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων για την περίοδο 1980-2000
(Xanthopoulos)**

Έτος	Συνολικός αριθμός πυρκαγιών σε δάση, άλλες δασώδεις εκτάσεις και άλλες εκτάσεις	Συνολικός αριθμός καμένων εκτάσεων σε δάση, άλλες δασώδεις εκτάσεις και άλλες εκτάσεις	Έκταση καμένων δασών ha	Έκταση άλλων δασωμένων εκτάσεων και άλλων εκτάσεων ha	Ανθρωπογενείς αιτίες No.	Φυσικές αιτίες No.	Άγνωστες αιτίες No.
1980	1207	32965	4355	28610	850	20	337
1981	1159	81417	38653	42764	719	12	428
1982	1045	27372	10843	16529	695	48	302
1983	968	19613	10907	8706	545	38	385
1984	1284	33656	12018	21639	917	18	349
1985	1442	105450	48631	56819	804	38	600
1986	1082	24514	10109	14404	596	30	456
1987	1266	46315	13605	32711	659	63	544
1988	1898	110501	27370	83131	898	49	951
1989	1284	42364	23600	18763	599	48	637
Μέσος όρος	1 264	52 417	20 009	32 408	728	364	499
1990	1322	38593	21088	17506	643	44	635
1991	1041	23574	8000	15574	539	18	484
1992	2042	66346	2194	43153	868	61	1113
1993	2406	54 049	24200	29849	860	61	1485
1994	1763	57908	21157	36751	742	84	937
1995	1438	27203	9645	15541			
1996	1757	24000	7592	17718			
1997	3117	41839	16760	25178			
1998	9282	112802					
1999	10723	19050					
2000	14650	167006					
Μέσος όρος	4502	55988	16 455	25 159			

Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 5, από το 1998 και έπειτα παρατηρείται μια κατακόρυφη αύξηση τόσο του αριθμού των πυρκαγιών όσο και των καμένων εκτάσεων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η Πυροσβεστική Υπηρεσία δεν κατόρθωσε να ελέγξει άμεσα το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών μετά την ανάληψη της αρμοδιότητας καταστολής δασικών πυρκαγιών. Επίσης, η Πυροσβεστική καταγράφει κάθε κλήση για αντιμετώπιση πυρκαγιάς, σε αντίθεση με την Δασική Υπηρεσία που μέχρι και το 1997 κατέγραφε μόνο εκείνα τα περιστατικά στα οποία αναλάμβανε δράση για να μειώσει την επέκταση των πυρικών φαινομένων.

Επίσης, από το 1980 και έπειτα παρατηρείται μια γενικότερη αύξηση του αριθμού των πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων με λίγες εξαιρέσεις. Η περίοδος αυτή συμπίπτει με την γενικότερη αύξηση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων κοντά σε περιοχές με διαθέσιμη καύσιμη ύλη, αλλά και με τη τάση ζήτησης εκτάσεων για εγκατάσταση δεύτερης κατοικίας, γεγονός που οδήγησε στην αύξηση των περιστατικών εμπρησμών. Επίσης, την περίοδο 1990-1997, ένας νέος παράγοντας συνέβαλε στην αύξηση του αριθμού των πυρκαγιών και συγκεκριμένα η αύξηση της παράνομης εισόδου αλλοδαπών οι οποίοι χρησιμοποιούσαν τα δασικά μονοπάτια ως περάσματα και άναβαν φωτιές για να ζεσταθούν ή να μαγειρέψουν[15].

Η Πυροσβεστική Υπηρεσία[14], για την εξαετία 2000-2005, δίνει τα ακόλουθα στοιχεία για τον αριθμό και την έκταση των καμένων εκτάσεων[14]:

	Αριθμός πυρκαγιών	Δάση	Δασικές εκτάσεις	Άλλη	Χορ/κές εκτάσεις	Καλάμια – βάλτοι	Γεωργ. Εκτάσεις	Υπολ. Καλλιεργ.	Χωματερές	Σύνολο (στρέμ)
2000	14021	459447	408255	267	206941	12979	221966	226810	5291	1541774
2001	13819	23139	80393	386	78798	8382	38012	177385	5098	411593
2002	8683	2950	16573	54	13681	5374	14012	26365	2064	81073
2003	9117	4885	21817	42	24329	1883	14367	14590	933	82846
2004	9886	7165	30622	83	34326	3963	12662	35320	1825	125966
2005	9181	11649	24427	65	16130	3178	12402	12888	554	81293

Πίνακας 6. Αριθμός πυρκαγιών και έκταση καμένων εκτάσεων για την εξαετία 2000-2005 (Πυροσβεστικό Σώμα)

Όπως φαίνεται, τα στοιχεία μεταξύ των πινάκων 5 και 6 δεν είναι συγκρίσιμα, ιδιαίτερα όσον αφορά των αριθμών των πυρκαγιών, που σύμφωνα με την Πυροσβεστική Υπηρεσία, από το 2000 και μετά εμφανίζουν κατακόρυφη αύξηση σε σχέση με τα προηγούμενα έτη.

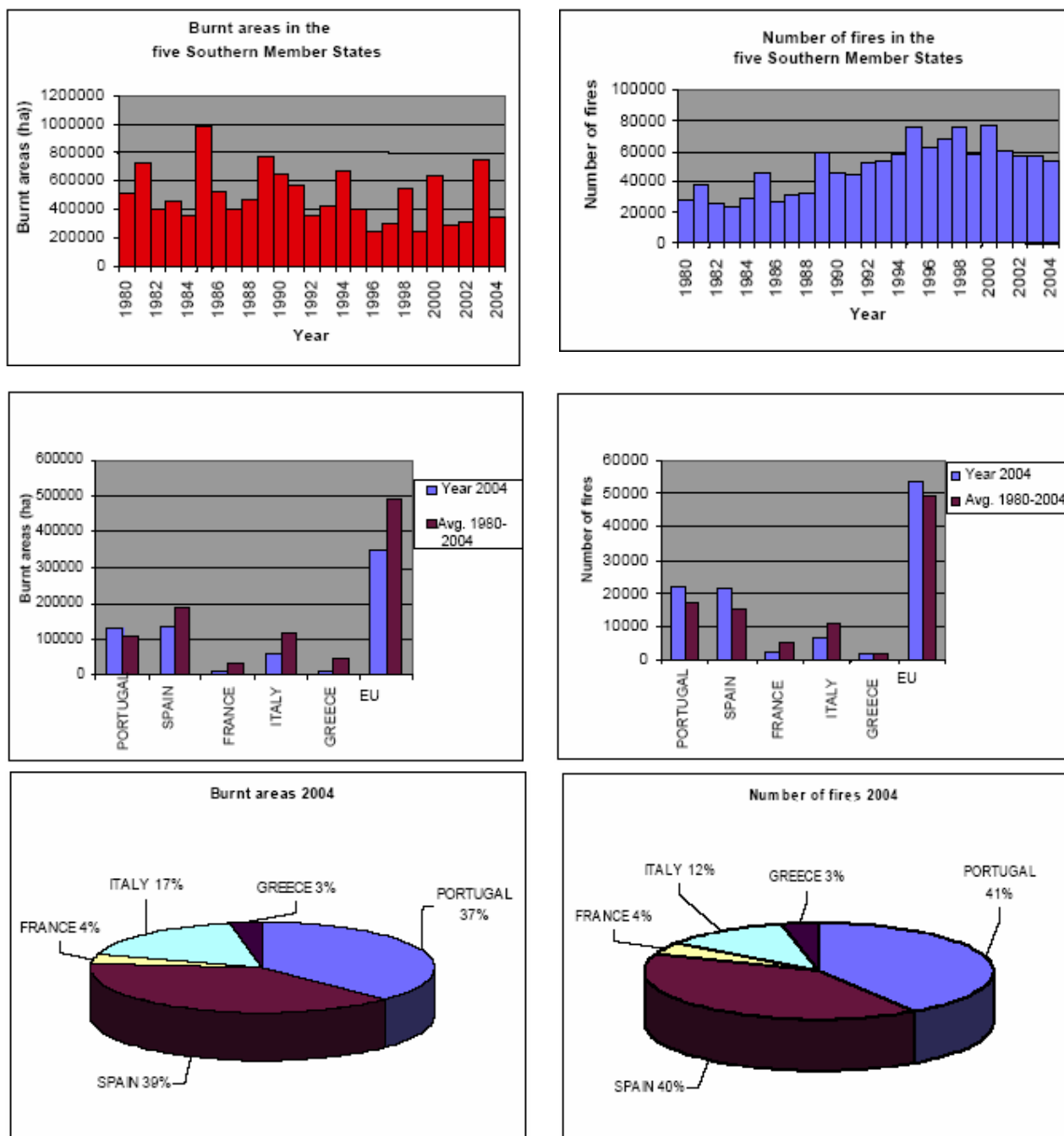
Παρόλα αυτά, με βάση τα στοιχεία του Πυροσβεστικού Σώματος ο αριθμός των πυρκαγιών από το 2000 μέχρι το 2005 μειώθηκε σημαντικά, όπως και το σύνολο των καμένων στρεμμάτων, γεγονός που δείχνει ότι η υπηρεσία αυτή άρχισε να ανταποκρίνεται στην ιδιαίτερη φύση της καταστολής δασικών πυρκαγιών. Εξαίρεση αποτελεί το έτος 2004 όπου, αν και ο αριθμός των πυρκαγιών ήταν μικρότερος π.χ. σε σχέση με το 2001, το σύνολο των καμένων εκτάσεων ήταν πολύ μεγαλύτερο συγκριτικά με χρονιές με παρόμοιο αριθμό πυρκαγιών.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στην έκθεση της για τις δασικές πυρκαγιές του 2004, σε πέντε μεσογειακές χώρες (Πορτογαλία, Ισπανία, Γαλλία, Ιταλία και Ελλάδα) δίνει τα στατιστικά στοιχεία σε μορφή διαγραμμάτων[17] του Γραφήματος 18.

Όπως φαίνεται από την έκθεση της Commission, οι καμένες εκτάσεις που καταγράφηκαν από το 1980 μέχρι το 2004 για τις πέντε μεσογειακές χώρες, παρουσιάζουν έντονη διακύμανση. Αντίθετα, ο αριθμός των πυρκαγιών εμφανίζει μια ανοδική τάση, με τα υψηλότερα ποσοστά να εμφανίζονται τα έτη 1995, 1998 και 2000. Εντούτοις, ο υψηλός αριθμός των πυρκαγιών για αυτά τα έτη δεν φαίνεται να συσχετίζεται με αντίστοιχα υψηλά ποσοστά καμένων εκτάσεων. Το μεγαλύτερο ποσοστό καμένων εκτάσεων, τόσο για την περίοδο 1980-2004 όσο και για το 2004 συγκεκριμένα, κατέχει η Ισπανία, ενώ ο μεγαλύτερος αριθμός πυρκαγιών για αυτά τα χρονικά διαστήματα παρατηρείται στην Πορτογαλία. Και οι δύο χώρες χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα ξηροθερμικές συνθήκες.

Η Ελλάδα σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μεσογειακές χώρες, εμφανίζει χαμηλά ποσοστά τόσο καμένων εκτάσεων όσο και αριθμού πυρκαγιών για την περίοδο 1980-2004, συγκριτικά με τις υπόλοιπες χώρες. Επίσης, κατέχει το μικρότερο ποσοστό καμένων εκτάσεων και αριθμού πυρκαγιών, συγκριτικά με τις άλλες χώρες, για το έτος 2004 (έτος Ολυμπιακών Αγώνων).

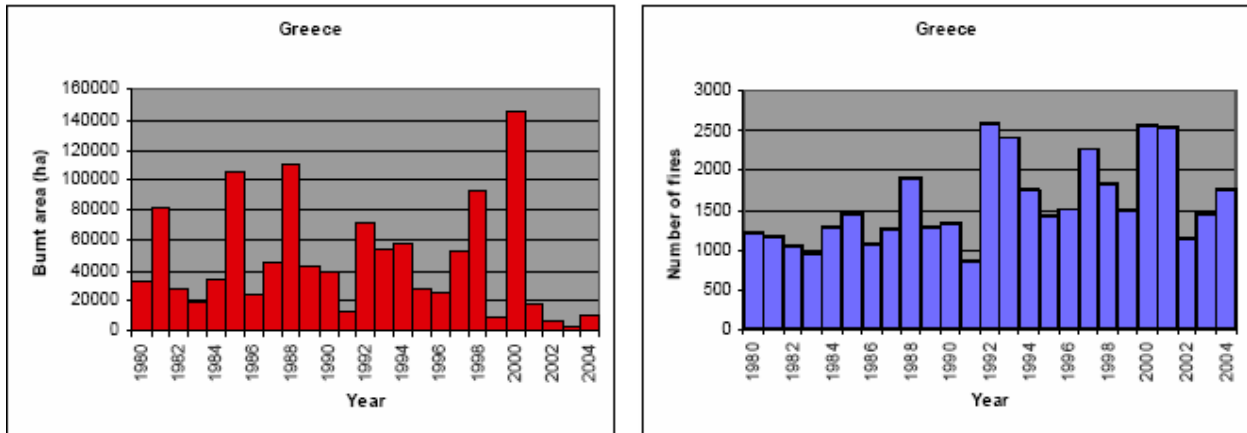
Γράφημ. 7. Στατιστικά στοιχεία αριθμού πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων έτους 2004 για 5 μεσογειακές χώρες (European Commission, 2004)



Στην ίδια έκθεση αναφέρονται ο αριθμός των πυρκαγιών και η έκταση των καμένων περιοχών του έτους 2004 για την Ελλάδα. Όπως φαίνεται, το έτος 2000 παρατηρήθηκε ένας από τους μεγαλύτερους αριθμούς πυρκαγιών, ενώ η συνολική έκταση καμένων εκτάσεων ήταν η μεγαλύτερη από το 1980 και έπειτα. Αυτό πιθανόν να οφείλεται τόσο στις δυσμενείς ξηροθερμικές συνθήκες που επικρατούσαν εκείνη

τη χρόνια όσο και στο γεγονός ότι η Πυροσβεστική Υπηρεσία ήταν άπειρη με το χειρισμό πυρικών φαινομένων σε δασικές εκτάσεις.

Γράφημ. 8. Αριθμός πυρκαγιών και έκταση καμένων εκτάσεων της Ελλάδας για το έτος 2004



5. Συμπεράσματα

Οι πυρκαγιές αποτελούν μια σοβαρή φυσική καταστροφή με φυσικά και ανθρωπογενή χαρακτηριστικά. Οι αρνητικές επιπτώσεις τους μπορεί να έχουν φυσικό, κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Η σοβαρότερη όμως επίπτωση είναι η απώλεια ανθρώπινων ζώων. Μόνο την δεκαετία του 1980 χάθηκαν 37 ανθρώπινες ζωές εξαιτίας των πυρκαγιών. Σε αυτό τον αριθμό περιλαμβάνονται οι απώλειες ανθρώπων που πέθαναν εγκλωβισμένοι στη φωτιά όσο και αυτών που σκοτώθηκαν στην προσπάθεια κατάσβεσης. Επίσης, από το 1973 σκοτώθηκαν πέντε πιλότοι και καταστράφηκαν τέσσερα πυροσβεστικά αεροσκάφη στην προσπάθεια εναέριας κατάσβεσης, ενώ και ο αριθμός των τραυματιών είναι αρκετά μεγάλος[16].

Οι πυρκαγιές χαρακτηρίζονται από ένα αριθμό μεταβλητών, όλες από τις οποίες συνδέονται μεταξύ τους. Για παράδειγμα, η διεύθυνση και ταχύτητα του ανέμου, δύο από τους σημαντικότερους παράγοντες διάδοσης πυρικών φαινομένων, σχετίζεται στενά με την τοπογραφική διαμόρφωση μιας περιοχής. Επίσης, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αυξανόμενη εισβολή του ανθρώπινου στοιχείου στις φυσικές περιοχές καθώς και η αυξανόμενη διεπιφάνεια φυσικών – αστικών περιοχών, με αποτέλεσμα να εισάγεται μια ακόμη μεταβλητή στο σύνολο αυτών που χαρακτηρίζουν την συμπεριφορά μιας πυρκαγιάς.

Η Ελλάδα αντιμετωπίζει κάθε χρόνο έντονα το πρόβλημα των πυρκαγιών, αν και σε μικρότερο βαθμό σε σχέση με τις υπόλοιπες μεσογειακές χώρες που έχουν παρόμοια κλιματολογικά και φυσιογραφικά χαρακτηριστικά. Το γεγονός αυτό κρίνει επιτακτική της ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας πρόληψης ή εκτίμησης της επικινδυνότητας (μακροπρόθεσμης και βραχυπρόθεσμης) των πυρκαγιών, τόσο σε φυσικές περιοχές όσο και σε αστικές.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) παρέχουν ένα εύχρηστο πλαίσιο ανάπτυξης τέτοιων μεθοδολογιών και επιτρέπουν την χωρική εκτίμηση θέσεων με αυξημένη επικινδυνότητα πυρκαγιών, συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην κατάλληλη χωρική διαμόρφωση των επίγειων και εναέριων μέσων καταστολής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (Risk assessment)

1. Εισαγωγή

Η εκτίμηση, ανάλυση και διαχείριση της επικινδυνότητας ενός φαινομένου (πυρκαγιές, πλημμύρες, κατολισθήσεις κ.α.) αποτελεί μια περιοχή έρευνας που προσελκύει εκπροσώπους από διάφορα επιστημονικά πεδία όπως οικονομολόγους, μηχανικούς, περιβαλλοντολόγους, βιολόγους, επιδημιολόγους, μαθηματικούς, κοινωνιολόγους και πολιτικούς επιστήμονες. Οι έννοιες της επικινδυνότητας (risk), του κινδύνου (danger) και της απειλής (hazard) χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στην επιστημονική κοινότητα και στις εργασίες που σχετίζονται με τον υπολογισμό της πιθανότητας εμφάνισης και επέκτασης ενός φαινομένου, καθώς και με την εκτίμηση των πιθανών αποτελεσμάτων που ενέχει η εμφάνιση ενός τέτοιου φαινομένου. Οι έννοιες αυτές χρησιμοποιούνται συχνά απερίσκεπτα με αποτέλεσμα να επικρατεί μια γενικότερη σύγχυση σχετικά με το πραγματικό νόημα που εμπεριέχουν, γεγονός που είναι ιδιαίτερα εμφανές και στην περίπτωση του φαινομένου των πυρκαγιών. Ένας από τους λόγους που συμβάλλουν σε αυτή την σύγχυση σχετικά με το νόημα των τριών εννοιών – επικινδυνότητα, κίνδυνος, απειλή – είναι το γεγονός ότι σε πολλές γλώσσες αυτοί οι όροι έχουν ακριβώς το ίδιο νόημα και αντιστοιχούν σε μια και μοναδική λέξη.

Εντούτοις, ο αποσαφηνισμός του νοήματος των εννοιών αυτών καθίσταται επιτακτικός καθώς δύναται να προκαλέσει ένα αριθμό προβλημάτων, όπως[9]:

- ασυνεννοησία ανάμεσα στην επιστημονική κοινότητα σχετικά με τα μοντέλα επικινδυνότητας και τους σχετικούς δείκτες που αναπτύσσονται
- ανικανότητα από πλευράς διαχειριστών και αρχών να εφαρμόσουν τα κατάλληλα μοντέλα στην ανάλογη κλίμακα, καθιστώντας τα ανεπαρκή σε επίπεδο λειτουργικότητας
- ανικανότητα ποσοτικοποίησης και χαρτογράφησης της επικινδυνότητας
- ανεπαρκής ανάλυση και εις βάθος κατανόηση των συστατικών και παραμέτρων που σχετίζονται με τα φαινόμενα.

Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι, παρά την αναγνώριση των προβλημάτων που ενέχει η αόριστη χρήση των εννοιών αυτών, εντούτοις δεν έχει καθοριστεί ένας κοινά αποδεκτός ορισμός για αυτές τις έννοιες. Αυτό, ενδεχομένως, να οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε φαινόμενο που χρήζει ανάλυσης και εκτίμησης της επικινδυνότητας εμφάνισης του, με απώτερο στόχο την χωρική και χρονική διαχείριση του, χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερες παραμέτρους που απαιτούν αυτόνομη αναγνώριση και θεώρηση.

2. Γενικοί ορισμοί επικινδυνότητας, κινδύνου, απειλής και εκτίμησης επικινδυνότητας

2.1. Επικινδυνότητα

Η ετυμολογία της λέξης ‘επικινδυνότητα’ (risk) θεωρείται ότι προέρχεται από την Αραβική λέξη *risq* ή την Λατινική λέξη *risicum*. Η Αραβική λέξη υποδηλώνει οτιδήποτε έχει δοθεί στον άνθρωπο από το οποίο μπορεί να αντλήσει κέρδος και συνδέεται συνειρμικά με τυχαία και ευνοϊκά αποτελέσματα. Η Λατινική λέξη, εντούτοις, συνδέεται με τυχαία γεγονότα αλλά με δυσμενή αποτελέσματα.

Η Ελληνική λέξη, παράγωγη της Αραβικής, που χρησιμοποιήθηκε τον 12^ο αιώνα συνδέεται με πιθανά αποτελέσματα γενικά και δεν λαμβάνει ούτε θετικές ούτε αρνητικές διαστάσεις. Η Γαλλική λέξη *risqué* έχει κυρίως αρνητικές προεκτάσεις, χωρίς να αποκλείονται και οι θετικές, ενώ η Αγγλική έχει ιδιαίτερα σαφείς αρνητικές συσχετίσεις.

Η επικινδυνότητα μπορεί να οριστεί ως ‘η πιθανότητα εμφάνισης ενός ανεπιθύμητου γεγονότος ή συμβάντος και του αποτελέσματος αυτού’[18]. Ο Rowe (1977) ορίζει την επικινδυνότητα ως ‘την πιθανότητα εμφάνισης ανεπιθύμητων αρνητικών συνεπειών από ένα γεγονός ή δραστηριότητα’, ενώ ο Lawrence (1976) ως ‘ένα μέτρο της πιθανότητας και δριμύτητας αρνητικών επιπτώσεων’. Ο Rescher (1983) εξηγεί ότι ‘η επικινδυνότητα είναι η πιθανότητα ενός αρνητικού αποτελέσματος. Για να μετρηθεί η επικινδυνότητα πρέπει να εκτιμηθούν και τα δύο συστατικά της στοιχεία, τόσο η πιθανότητα εμφάνισης όσο και η αρνητικότητα αυτής’[19]. Σε αυτούς τους ορισμούς είναι προφανές ότι η επικινδυνότητα συνδέεται περισσότερο με τα αποτελέσματα εμφάνισης του φαινομένου και όχι τόσο με το ίδιο το φαινόμενο.

Ο Ο' Laughlin (2005)[46] αναφέρει ότι 'η επικινδυνότητα είναι μια έννοια που χρησιμοποιείται για να δώσει νόημα σε πράγματα, δυνάμεις ή καταστάσεις που θέτουν κίνδυνο για τους ανθρώπους και αυτά που εκτιμούν'.

2.2. Κίνδυνος

Η επικινδυνότητα και ο κίνδυνος είναι έννοιες που σχετίζονται συχνά. Ο κίνδυνος (danger), σε αντίθεση με την επικινδυνότητα, είναι μια ασαφής έννοια που βασίζεται στην ανθρώπινη αντίληψη. Ο κίνδυνος καθαυτό δεν υφίσταται. Καθορίζεται από την υποκειμενική ανθρώπινη και κοινωνική αντίληψη και εκτίμηση των παραγόντων (του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος) που θεωρούνται επιζήμιοι[6]. Με άλλα λόγια είναι ο τρόπος κατανόησης της επικινδυνότητας και όχι ένα ποσοτικά μετρήσιμο χαρακτηριστικό.

2.3. Απειλή

Η απειλή (hazard) ορίζεται ως μια συνθήκη ή κατάσταση. Ουσιαστικά, η απειλή είναι η συνειδητοποίηση ή η διαδικασία ενός ανεπιθύμητου συμβάντος, όπως είναι η πυρκαγιά. Μπορεί να αντιπροσωπεύει τις προσυνθήκες για την μετέπειτα εμφάνιση μιας διαδικασίας – ανεπιθύμητου συμβάντος αλλά και την ίδια την διαδικασία καθαυτό[22]. Ο Allen (1992) ορίζει την απειλή ως 'μια φυσική κατάσταση με δυνατότητα να προκαλέσει ανθρώπινο τραυματισμό, ζημία στην περουσία, ζημία στο περιβάλλον ή συνδυασμό αυτών' ή, σύμφωνα με την International Strategy for Disaster Reduction[9], απειλή είναι 'ένα ενδεχόμενο ζημιογόνο φυσικό γεγονός, φαινόμενο και/ή ανθρώπινη δραστηριότητα, που μπορεί να προκαλέσει την απώλεια ζωής ή τον τραυματισμό, την ζημία σε περουσία, κοινωνική και οικονομική διαταραχή ή περιβαλλοντική υποβάθμιση'. Αν και η έννοια αυτή συνδέεται στενά με αυτή του κινδύνου, ο ορισμός της απειλής προσθέτει μια περισσότερο ακριβή και υλική εντύπωση μέσω της αναγνώρισης των αντικειμένων ή παραγόντων που συνιστούν απειλή[6] .

2.4. Εκτίμηση επικινδυνότητας

Η εκτίμηση επικινδυνότητας (risk assessment), τώρα, είναι η διαδικασία υπολογισμού της πιθανότητας και του μεγέθους εμφάνισης ενός ανεπιθύμητου, αρνητικού συμβάντος. Η εκτίμηση επικινδυνότητας αποτελεί ένα από τα στάδια της

λεγόμενης διαχείρισης επικινδυνότητας (risk management). Τα στάδια αυτής μπορούν να διακριθούν σε[22] :

- αναγνώριση των αιτιών επικινδυνότητας/απειλής
- *εκτίμηση της επικινδυνότητας μέσω υπολογισμού της πιθανότητας και των συνεπειών*
- εκτίμηση των εναλλακτικών αντιδράσεων
- εφαρμογή ενός τρόπου δράσης

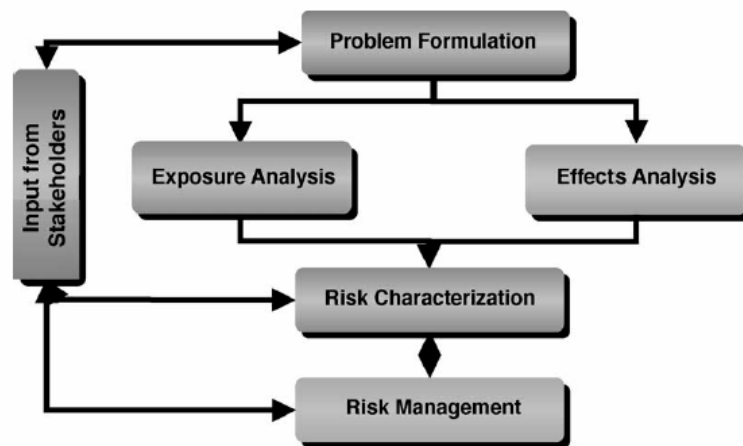
Οι ρίζες της εκτίμησης επικινδυνότητας πρέπει να αναζητηθούν στον ασφαλιστικό τομέα, ενώ η αρχική εφαρμογή εκτιμήσεων επικινδυνότητας ήταν στους τομείς των μηχανικών και πυρηνικών επιστημών.

Οι εκτιμήσεις επικινδυνότητας, όπως ακριβώς και οι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε), αποτελούν εργαλεία λήψης διαχειριστικών αποφάσεων που ενσωματώνουν και οργανώνουν διαφορετικά είδη πληροφοριακών υλικών. Στόχος τους είναι η πληροφόρηση των υπευθύνων για την διαχείριση του κινδύνου σχετικά με μελλοντικές καταστάσεις. Επειδή ακριβώς το μέλλον είναι από την φύση του απρόβλεπτο, οι πληροφορίες που παρέχονται από την εκτίμηση επικινδυνότητας έχουν τον χαρακτήρα πιθανότητας ή σειράς πιθανοτήτων. Η προσέγγιση της εκτίμησης επικινδυνότητας εφαρμόζεται συχνά και σε περιπτώσεις όπου υφίστανται πολλοί αλληλοαντιδρώντες παράγοντες ή όπου απαιτείται η συγκριτική εκτίμηση επικινδυνότητας.

Ανεξάρτητα από το είδος της επικινδυνότητας που πρέπει να εκτιμηθεί, όλες οι εκτιμήσεις ξεκινούν με την περιγραφή του προβλήματος και, ειδικότερα, του τρόπου που επηρεάζουν οι διάφοροι παράγοντες την τελική εκτίμηση. Εν συνεχεία, η εκτίμηση της επικινδυνότητας διαχωρίζεται σε δύο σκέλη: την εκτίμηση της έκθεσης επικινδυνότητας, δηλαδή την αναγνώριση του πιθανού ή προβλεπόμενου μεγέθους και των χωροχρονικών σχέσεων των παραγόντων – αιτιών και, την εκτίμηση των επιπτώσεων, δηλαδή την ανταπόκριση της τελικής εκτίμησης στα διαφορετικά επίπεδα των παραγόντων επικινδυνότητας. Η ανάλυση ολοκληρώνεται με το στάδιο χαρακτηρισμού της επικινδυνότητας όπου παράγεται μια εκτίμηση πιθανότητας σχετικά με την δυνατότητα και το μέγεθος εμφάνισης ενός ανεπιθύμητου συμβάντος και αποτελέσματος. Το τελικό στάδιο είναι η ενημέρωση όλων των εμπλεκόμενων φορέων (υπευθύνων και κοινού) σχετικά με την εκτιμώμενη επικινδυνότητα[23].

Σε γενικές γραμμές, η διαδικασία εκτίμησης επικινδυνότητας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πρόβλημα που χρήζει διαχείρισης και τους παράγοντες που πρέπει να αναλυθούν. Συχνά, η ανεπάρκεια στοιχείων σχετικά με το πρόβλημα τροποποιεί την διαδικασία εκτίμησης επικινδυνότητας. Επίσης, στην περίπτωση που το φαινόμενο δεν έχει μελετηθεί σε όλες τις πτυχές ή εμπεριέχει παράγοντες των οποίων η συνεισφορά στην τελική επικινδυνότητα δεν έχει ερευνηθεί διεξοδικά, η εκτίμηση επικινδυνότητας δύναται να προσαρμοσθεί στις υφιστάμενες συνθήκες.

Το φαινόμενο των πυρκαγιών παρουσιάζει αυτή την ιδιαιτερότητα, καθώς χαρακτηρίζεται από ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων που συμβάλλουν στην ολική επικινδυνότητα, ενώ υπάρχουν ακόμη πλευρές του προβλήματος που δεν έχουν αποσαφηνιστεί πλήρως. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο δεν υπάρχει ένα καθορισμένο πρότυπο εκτίμησης επικινδυνότητας πυρκαγιών, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται στην διεθνή βιβλιογραφία, μια πληθώρα προσεγγίσεων πάνω σε αυτό το πρόβλημα.



Διάγραμμα 1. Εκτίμηση οικολογικής επικινδυνότητας (U.S.E.P.A.)

3.Επικινδυνότητα, κίνδυνος, απειλή και εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών

Οι έννοιες της επικινδυνότητας, του κινδύνου και της απειλής λαμβάνουν συγκεκριμένο περιεχόμενο όταν αναφέρονται στο πρόβλημα των πυρκαγιών. Και σε αυτή την περίπτωση υπάρχει μια πληθώρα ορισμών, που έχουν επινοηθεί στα πλαίσια αυτού του επιστημονικού πεδίου από φορείς, οργανισμούς και επιστημονικό προσωπικό.

3.1. Επικινδυνότητα πυρκαγιών

Η επικινδυνότητα έχει τόσο πραγματικά όσο και αντιληπτικά στοιχεία. Ένα συμβάν μπορεί να τροποποιήσει με φυσικό τρόπο την ανθρώπινη υγεία ή οτιδήποτε άλλο εκτιμούν οι άνθρωποι, συμπεριλαμβανομένου της περιουσίας ή άλλων μη χρηματικών αξιών. Η πυρκαγιά μπορεί να καταστρέψει ανθρώπινες κατοικίες και άλλου είδους ανθρώπινες κατασκευές, να τροποποιήσει την βλάστηση και τον τρόπο με τον οποίο κατανέμεται χωρικά, να αλλοιώσει την ποιότητα του αέρα και των υδάτων και να καταστρέψει την άγρια χλωρίδα και πανίδα. Οι επιπτώσεις αυτές είναι πραγματικές και μπορούν να εκτιμηθούν αντικειμενικά, εντούτοις όμως, οι σχέσεις μεταξύ ενός συμβάντος, όπως είναι η πυρκαγιά, και των αντίστοιχων αποτελεσμάτων του είναι συχνά αβέβαια και ασαφή. Επίσης, ο χαρακτηρισμός της επικινδυνότητας εμπεριέχει σε κάποιο βαθμό, υποκειμενικές κρίσεις σχετικά με την πιθανότητα να συμβεί το ανεπιθύμητο γεγονός[20].

Η υποκειμενικότητα αυτή είναι χαρακτηριστική στον τρόπο κατηγοριοποίησης της επικινδυνότητας ενός φαινομένου. Ειδικότερα στην περίπτωση των πυρκαγιών, η κατηγοριοποίηση της πιθανότητας εμφάνισης ενός συμβάντος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον ερευνητή, την συγκεκριμένη περιοχή μελέτης, τα χρησιμοποιούμενα, για την εκτίμηση, στοιχεία κ.α. Γι' αυτό και έχει αναπτυχθεί ένας αρκετά μεγάλος αριθμός προσεγγίσεων από διαφορετικούς επιστήμονες, καθένας από τους οποίους προσαρμόζει την εκτίμηση της επικινδυνότητας στις συνθήκες που χαρακτηρίζουν την κάθε μελέτη.

Μια από τις κλασικές χρήσεις του όρου 'επικινδυνότητα πυρκαγιάς' προέρχεται από το πρώτο εθνικό σύστημα λήψης αποφάσεων στις Η.Π.Α., το National Fire Danger Rating System (NFDRS). Στο σύστημα αυτό, η εμφάνιση μιας πυρκαγιάς που διαδίδεται ή ενός πυρικού συμβάντος ορίζεται ως επικινδυνότητα πυρκαγιάς. Επιπροσθέτως, το σύστημα αυτό κατηγοριοποιεί δύο πηγές επικινδυνότητας πυρκαγιών: την επικινδυνότητα από κεραυνούς (LR) και την επικινδυνότητα από ανθρωπογενείς αιτίες (MCR)[21].

Σύμφωνα με την ορολογία του FAO (1986), η επικινδυνότητα δασικών πυρκαγιών είναι *‘η πιθανότητα έναρξης μια πυρκαγιάς όπως αυτή καθορίζεται από την παρουσία και δραστηριότητα οποιουδήποτε παράγοντα αιτίας’*[9]. Αυτός είναι και ο ορισμός που έχει υιοθετηθεί από τους περισσότερους αμερικανικούς και διεθνείς οργανισμούς, ανάμεσα στους οποίους είναι το Society of American Foresters, η

Canadian Committee on Forest Fire Management, η National Wildfire Coordinating Group και άλλες[21]. Εντούτοις, ο ορισμός αυτός εστιάζεται κατά κύριο λόγο στην αιτία που προκαλεί τα πυρικά φαινόμενα και όχι και στα αποτελέσματα αυτών των φαινομένων. Με βάση τον ορισμό αυτό, το κύριο στοιχείο που διακρίνει την επικινδυνότητα πυρκαγιάς είναι η ανάφλεξη (ignition)[2], όπως αυτή καθορίζεται βάσει συγκεκριμένων καιρικών συνθηκών, φυσικών και ανθρωπογενών αιτιών.

Σύμφωνα με τους Bachman και Allgower (2001) η επικινδυνότητα πυρκαγιάς είναι 'η πιθανότητα να συμβεί μια πυρκαγιά σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, *μαζί με το αναμενόμενο αποτέλεσμα*, όπως καθορίζεται από τις επιπτώσεις που έχει στα αντικείμενα που επιδρά'. Κατά αυτή την έννοια, διαχωρίζουν την επικινδυνότητα σε πιθανότητα εμφάνισης και αποτέλεσμα εμφάνισης.

Σύμφωνα με το Ministry of Forestry in Canada's British Columbia καθώς και με την National Rural Authority of New Zealand, η επικινδυνότητα πυρκαγιάς είναι το ενδεχόμενο ή η πιθανότητα έναρξης μιας πυρκαγιάς όπως καθορίζεται από την παρουσία δραστηριοτήτων ή παραγόντων αιτιών (π.χ. πιθανός αριθμός σημείων ανάφλεξης)[9].

To Glossary of Forestry Terms από το Ministry of Forests (Province of British Columbia) ορίζει την επικινδυνότητα ως 'την πιθανότητα να συμβεί ένα ανεπιθύμητο συμβάν μέσα σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Αναφορικά με τους πληθυσμούς εντόμων, η επικινδυνότητα περιλαμβάνει τα στοιχεία για την εκτίμηση της πιθανότητας μιας επιδημίας, την πιθανότητα να προσβληθεί ένας αριθμός δένδρων (ευπάθεια) ή την πιθανότητα να ζημιωθεί ένας αριθμός δένδρων (τρωτότητα). Στην πρόληψη πυρκαγιών, η επικινδυνότητα περιλαμβάνει αυτούς τους παράγοντες ή συμβάντα που οδηγούν στην έναρξη πυρκαγιών (τόσο οι φυσικοί παράγοντες ανάφλεξης όσο και οι άνθρωποι)'[6].

Η τελευταία παρατήρηση είναι αυτή που χαρακτηρίζει το σκεπτικό για την ανάπτυξη ενός τρόπου εκτίμησης επικινδυνότητας στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, όπως θα εξηγηθεί και στη συνέχεια.

Ο Finney (2005)[24] ποσοτικοποιεί τον ορισμό της επικινδυνότητας, θεωρώντας ότι αποτελείται από δύο διαφορετικούς παράγοντες: τις πιθανότητες συμπεριφοράς της πυρκαγιάς και της επιπτώσεις αυτής. Τόσο η συμπεριφορά όσο και οι επιπτώσεις της πυρκαγιάς συνδέονται άρρηκτα και ο δεύτερος παράγοντας εξαρτάται από τον πρώτο. Ο ορισμός της ποσοτικής επικινδυνότητας πυρκαγιάς απευθύνεται σε μια

συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή και χρονικό διάστημα, και μπορεί να διατυπωθεί ως ένα μια αναμενόμενη μεταβολή καθαρής αξίας ($E[nvc]$) η οποία είναι το άθροισμα των οφελών και απωλειών για όλες τις N πιθανές συμπεριφορές πυρκαγιάς και n αξίες:

$$E[env] = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n p(Fi)[Bij - Lij]$$

όπου $p(Fi)$ είναι η i th συμπεριφορά πυρκαγιάς, Bij και Lij είναι αντιστοίχως απώλειες και οφέλη που παρέχονται στην j th αξία από την i th συμπεριφορά πυρκαγιάς. Με τον τρόπο αυτό, ο Finney συμπεριλαμβάνει στην εκτίμηση επικινδυνότητας τόσο τα αίτια έναρξης και διάδοσης μιας πυρκαγιάς, όσο και τα αποτελέσματα που ενδέχεται να επιφέρει το φαινόμενο σε μια περιοχή. Σημειώνεται ότι η συμπεριφορά της πυρκαγιάς σχετίζεται με παράγοντες όπως οι καιρικές συνθήκες, η καύσιμη ύλη και η τοπογραφία του εδάφους, ενώ οι επιπτώσεις της πυρκαγιάς έχουν άμεση σχέση με τις αξίες που θέτονται σε κίνδυνο.

3.2. Κίνδυνος πυρκαγιών

Ο FAO (1986) ορίζει τον κίνδυνο πυρκαγιάς ως ‘το αποτέλεσμα, συχνά εκφραζόμενο ως δείκτης, τόσο των σταθερών όσο και των μεταβλητών παραγόντων που επηρεάζουν την έναρξη, διάδοση και δυσκολία ελέγχου των πυρκαγιών και της ζημίας που προκαλούν’[6]. Τον ίδιο ορισμό υιοθετεί η National Wildfire Coordinating Group, χαρακτηρίζοντας το αποτέλεσμα των σταθερών και μεταβλητών παραγόντων ως άθροισμα[9]. Η Canadian Committee on Forest Fire Management (1987) δίνει τον ακόλουθο ορισμό: ‘κίνδυνος πυρκαγιάς είναι ένας γενικό όρος που χρησιμοποιείται για να εκφράσει μια εκτίμηση τόσο των σταθερών όσο και των μεταβλητών παραγόντων του πυρικού περιβάλλοντος, που καθορίζει την ευκολία ανάφλεξης, τον ρυθμό διάδοσης, την δυσκολία ελέγχου και τις επιπτώσεις της πυρκαγιάς’. Και οι δύο ορισμοί χρησιμοποιούν την έννοια του κινδύνου για να περιγράψουν τις προσυνθήκες που οδηγούν, ουσιαστικά, στην έναρξη και επέκταση ενός πυρικού φαινομένου[6].

3.3. Απειλή πυρκαγιών

Οι ορισμοί που αποδίδονται στην απειλή πυρκαγιάς είναι, κατά κύριο λόγο, ιδιαίτερα λεπτομερείς όσον αφορά τους παράγοντες που οδηγούν στην έναρξη και

διάδοση ενός πυρικού φαινομένου. Ο FAO (1986)[6] ορίζει ως απειλή πυρκαγιάς ‘ένα σύμπλοκο καύσιμης ύλης, προσδιορισμένο από τον όγκο, την κατάσταση του τύπου, την διευθέτηση και θέση, που καθορίζουν τον βαθμό τόσο της ευκολίας ανάφλεξης όσο και της δυσκολίας κατάσβεσης’. Επίσης είναι ‘ένα μέτρο εκείνου του τμήματος του κινδύνου πυρκαγιάς που είναι συνεισφέρουν τα καύσιμα’. Τον ίδιο ορισμό χρησιμοποιεί και η National Wildfire Coordinating Group (NWCG,2003). Όπως φαίνεται και από τους ορισμούς, η απειλή πυρκαγιάς είναι ένας σχετικός και αδιάστατος όρος καθώς δεν υπάρχει μια και μοναδική μονάδα μέτρησης και έκφρασης που να συνδυάζει όλους τους παράγοντες που χαρακτηρίζουν την απειλή.

Το Glossary of Forestry Terms του Ministry of Forest (British Columbia, Canada)[21] ορίζει την απειλή πυρκαγιάς, επίσης, σε σχέση με τα χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης: ‘η πιθανή συμπεριφορά της πυρκαγιάς για ένα τύπο καύσιμης ύλης, ασχέτως της περιεχόμενης υγρασίας του καυσίμου, όπως αυτή επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες. Η εκτίμηση της απειλής βασίζεται στα φυσικά χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης, όπως είναι η χωρική διευθέτηση της καύσιμης ύλης, το φορτίο του καυσίμου, η κατάσταση της χορτώδους βλάστησης και η παρουσία ανυψωμένων καυσίμων’.

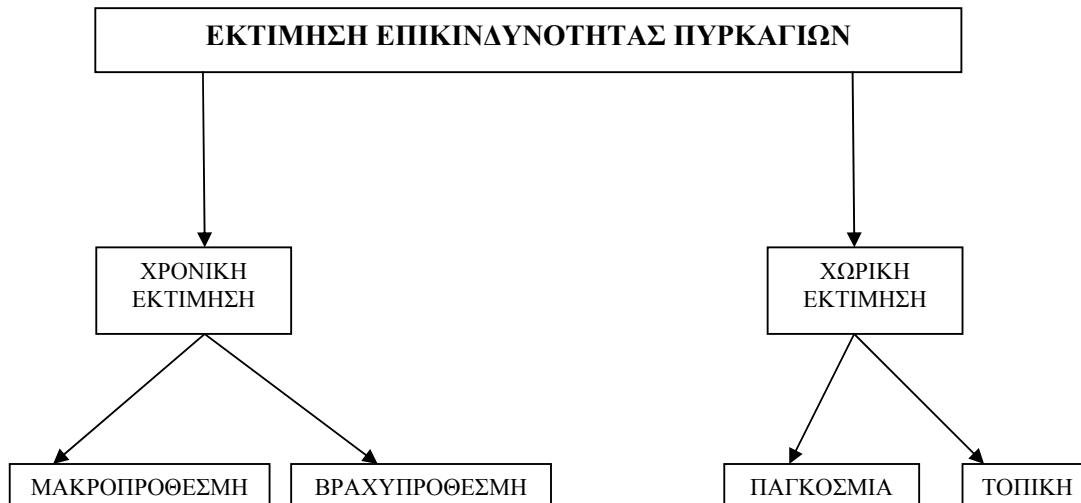
Βάσει αυτών των ορισμών εξάγεται το συμπέρασμα ότι η απειλή πυρκαγιάς περιγράφει και χαρακτηρίζει ένα μόνο τμήμα των απαραίτητων συνθηκών και παραγόντων για την εκδήλωση της πυρκαγιάς, ασχέτως αν οι συνθήκες αυτές μπορούν ή όχι να οδηγήσουν στην εκδήλωση του φαινομένου.

3.4. Εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών

Η εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών, είτε αφορά περιοχές με δασική κάλυψη είτε περιοχές άλλου είδους, έχει χωροχρονικά χαρακτηριστικά, γεγονός που συνηγορεί στην κατηγοριοποίηση της εκτίμησης ανάλογα με τις ιδιαίτερες ανάγκες μια περιοχής ή το είδος της στρατηγικής που πρόκειται να ακολουθηθεί βάσει των αποτελεσμάτων της εκτίμησης. Ανάλογα με την διαφορετική χωροχρονική κλίμακα που ακολουθείται για την εκτίμηση επικινδυνότητας, τροποποιείται το είδος και η ακρίβεια των απαιτούμενων δεδομένων.

Ανάλογα με την χωρική κλίμακα διενέργειας, οι εκτιμήσεις επικινδυνότητας διακρίνονται σε[9]:

- Παγκόσμιας κλίμακας εκτιμήσεις επικινδυνότητας, όπου ο χώρος που καλύπτεται κυμαίνεται σε εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα (Km^2), ενώ ο σκοπός τέτοιων εκτιμήσεων είναι η εξαγωγή γενικευμένων συμπερασμάτων με στόχο την λήψη στρατηγικών και κατευθυντήριων μέτρων. Η χωρική ακρίβεια, σε αυτή την περίπτωση δεν αποτελεί τον στόχο της εκτίμησης επικινδυνότητας, μιας και το χαρτογραφικό υλικό που, συνήθως, χρησιμοποιείται είναι κλίμακας της τάξεως του 1:1.000.000
- Τοπικής κλίμακας εκτιμήσεις επικινδυνότητας, όπου η γεωγραφική έκταση που καλύπτεται είναι εκατοντάδες μέχρι κάποιες χιλιάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα (Km^2). Σκοπός αυτής της εκτίμησης επικινδυνότητας είναι η λήψη συγκεκριμένων και σαφών μέτρων αντιμετώπισης και μετριασμού. Το χαρτογραφικό υλικό που χρησιμοποιείται για την παραγωγή θεματικών χαρτών είναι κλίμακας της τάξεως 1:10.000 έως 1:100.000
Με βάση την χρονική κλίμακα, οι εκτιμήσεις επικινδυνότητας διακρίνονται σε:[9]
- Βραχυπρόθεσμες εκτιμήσεις επικινδυνότητας, στις οποίες λαμβάνονται υπόψη παράγοντες που μεταβάλλονται σημαντικά με το πέρασμα του χρόνου (δυναμικοί παράγοντες). Τέτοιοι παράγοντες σχετίζονται κυρίως με μετεωρολογικά δεδομένα όπως είναι η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου, η σχετική υγρασία του αέρα, η θερμοκρασία του αέρα αλλά και στοιχεία που σχετίζονται με το καύσιμο υλικό όπως η υγρασία της καύσιμης ύλης κ.α. Οι εκτιμήσεις αυτού του είδους χαρακτηρίζονται από μεγάλη ακρίβεια, δεδομένου του ότι ανανεώνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα και χρησιμοποιούν παράγοντες που υπόκεινται σε μικρό βαθμό ανθρώπινης υποκειμενικότητας. Αυτό όμως αποτελεί, ταυτόχρονα, και το μειονέκτημα τους καθώς αυξάνουν το κόστος της εκτίμησης, απαιτούν ακριβή στοιχεία, συγκεκριμένο τεχνικό εξοπλισμό και κατάλληλα εκπαιδευμένο ανθρώπινο δυναμικό. Σκοπός αυτών των εκτιμήσεων είναι η οργάνωση των πυροσβεστικών δράσεων ακριβώς στο μέτωπο μιας πυρκαγιάς
- Μακροπρόθεσμες εκτιμήσεις επικινδυνότητας, όπου οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη, δεν είναι απόλυτα στατικοί, αλλά παραμένουν στατικοί για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα που να επιτρέπει την χρησιμοποίηση του ως τέτοιοι. Σε αυτού του είδους τις εκτιμήσεις επικινδυνότητας πυρκαγιών, οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται αναφέρονται κυρίως δομικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ανάφλεξη και διάδοση μιας πυρκαγιάς. Τέτοιοι παράγοντες είναι



Γράφημ. 9. Χωρική και Χρονική εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών

ο τύπος της καύσιμης ύλης, η τοπογραφία, το κλίμα και η παρουσία ανθρωπογενών στοιχείων στο χώρο. Σκοπός των μακροχρόνιων εκτιμήσεων είναι η κατάστρωση στρατηγικών σχεδίων για την άμυνα μιας περιοχής και η καλύτερη κατανομή των μέσων κατάσβεσης και ελέγχου των πυρκαγιών

Η χωρική κλίμακα κατά την οποία εκτιμάται η επικινδυνότητα πυρκαγιάς δεν έχει τόσο μεγάλη σημασία, καθώς εξαρτάται κυρίως από την συγκεκριμένη περιοχή μελέτης. Μεγαλύτερη σημασία έχει η χρονική κλίμακα για την εκτίμηση, καθώς είναι και αυτή που καθορίζει το είδος των στοιχείων που απαιτείται να συγκεντρωθούν και αναλυθούν.

3.4.1. Βραχυπρόθεσμη Εκτίμηση Επικινδυνότητας Πυρκαγιών στην Ελλάδα

Οι βραχυπρόθεσμες εκτιμήσεις επικινδυνότητας στην Ελλάδα είναι αρμοδιότητα της Γενικής Γραμματείας Πολιτική Προστασίας (Γ.Γ.Π.Π.), η οποία εκδίδει καθημερινά, κατά την καλοκαιρινή περίοδο, θεματικούς χάρτες επικινδυνότητας.

Η σύνταξη των χαρτών αυτών βασίζεται στην πρόληψη των μετεωρολογικών δεδομένων της επόμενης μέρας, της κατάστασης της βλάστησης καθώς και οποιασδήποτε άλλης πληροφορίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό της επικινδυνότητας ανάφλεξης και διάδοσης μιας πυρκαγιάς, ενώ οι χάρτες δημιουργούνται το απόγευμα της προηγούμενης του χάρτη μέρας ισχύος. Η ακρίβεια των παραγόμενων θεματικών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ακρίβεια των μετεωρολογικών δεδομένων. Από το 2003 και μετά χρησιμοποιούνται και

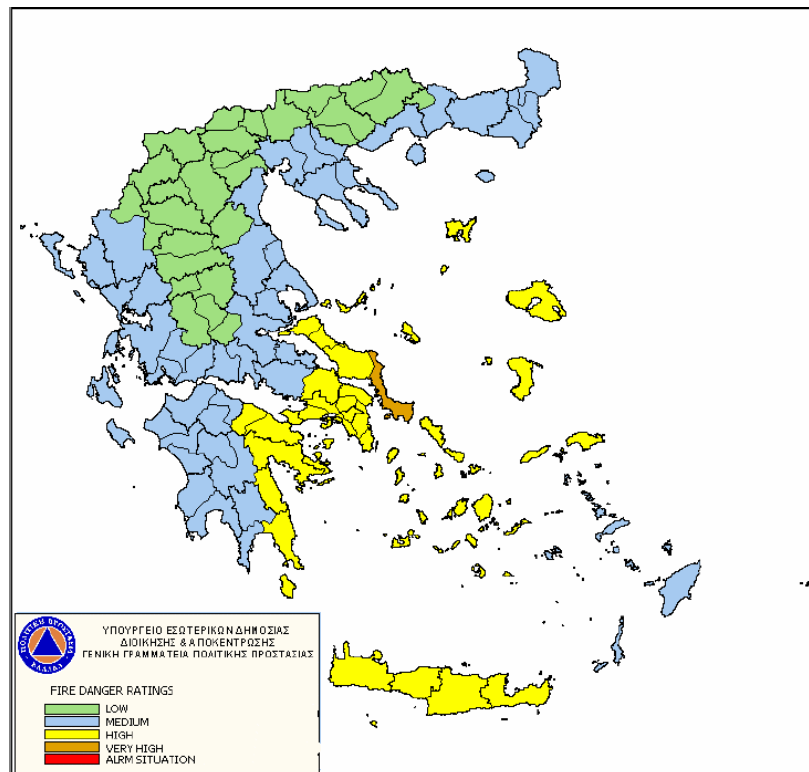
επεξεργασμένες δορυφορικές εικόνες για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την κατάσταση της βλάστησης και, κατά κύριο λόγο, της ξηρότητας αυτής[25]. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι αυτή του δείκτη NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), ενός δείκτη που χρησιμοποιείται ευρέως για την εξαγωγή τέτοιου είδους συμπερασμάτων και βασίζεται στην σχέση[27]:

$$NDVI = \frac{Ch2 - Ch1}{Ch2 + Ch1}$$

Όπου Ch1 και Ch2 είναι οι αντανακλώμενες τιμές στα φασματικά κανάλια που είναι ρυθμισμένα στο ερυθρό και υπέρυθρο φάσμα, αντίστοιχα. Ο δείκτης αυτός δεν επηρεάζεται από το τοπογραφικό ανάγλυφο. Οι περιοχές με βλάστηση αποδίδουν υψηλές τιμές αυτού του δείκτη ενώ το γυμνό έδαφος ή οι βραχώδεις σχηματισμοί έχουν δείκτη NDVI κοντά στο μηδέν.

Η κατάταξη της επικινδυνότητας γίνεται σε πέντε κλάσεις, ήτοι[25]:

- Κατηγορία επικινδυνότητας 1 (Χαμηλή). Στην περίπτωση που θα υπάρξει ανάφλεξη πυρκαγιάς, οι συνθήκες δεν ευνοούν την διάδοση της.
- Κατηγορία επικινδυνότητας 2 (Μέτρια). Είναι η συνήθης κατηγορία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες της αντιπυρικής περιόδου, και δεδομένου της άμεσης αντιμετώπισης, δεν υπάρχει μεγάλη πιθανότητα για σοβαρή διάδοση.
- Κατηγορία επικινδυνότητας 3 (Υψηλή). Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να λάβουν χώρα πολλές και μεγάλες πυρκαγιές μέτριας δυσκολίας, οι οποίες ενδέχεται να ξεφύγουν του ελέγχου.
- Κατηγορία επικινδυνότητας 4 (Πολύ Υψηλή). Ο κίνδυνος είναι ιδιαίτερα μεγάλος. Κάθε πυρκαγιά έχει την δυνατότητα να ξεφύγει από τον έλεγχο αν δεν αντιμετωπιστεί άμεσα.
- Κατηγορία επικινδυνότητας 5 (Κατάσταση Συναγερμού). Οι υπάρχουσες συνθήκες (ισχυροί άνεμοι, ιδιαίτερα χαμηλή σχετική υγρασία, ιδιαίτερα υψηλή σχετική θερμοκρασία κ.α.) ευνοούν την ανάφλεξη σε πολλές εστίες και την γρήγορη διάδοση των πυρικών φαινομένων.



Εικόνα 2. Χάρτης Επικινδυνότητας της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας

Οι ημερήσιοι θεματικοί χάρτες της Γ.Γ.Π.Π. παράγονται με στόχο την ενημέρωση όλων των φορέων που εμπλέκονται στην αντιμετώπιση των πυρκαγιών (Πυροσβεστική Υπηρεσία, Δασική Υπηρεσία, εθελοντικές ομάδες) αλλά και των πολιτών. Εκδίδονται σε καθημερινή βάση και είναι διαθέσιμοι στο διαδίκτυο (<http://www.civilprotection.gr/dailyfire.htm>).

3.4.2. Μακροπρόθεσμη Εκτίμηση Επικινδυνότητας Πυρκαγιών στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, δυστυχώς, δεν έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για την μακροπρόθεσμη εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών. Το είδος αυτό εκτίμησης υποδεικνύεται από ένα κανονισμό και τεχνικές προδιαγραφές που εκδόθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1980 από το Τμήμα Προστασίας Πυρκαγιών που, τότε, άνηκε στο Υπουργείο Γεωργίας.

Η όλη διαδικασία που ακολουθείται με βάση αυτό τον κανονισμό, τις περισσότερες φορές δεν ενσωματώνεται σε Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, ενώ η Πυροσβεστική Υπηρεσία, η οποία ανέλαβε τις φάσεις προ – καταστολής και

καταστολής πυρκαγιών μετά το 1998, δεν συμμετέχει στην διαδικασία σχεδιασμού[25].

Είναι εμφανής η έλλειψη, στην Ελλάδα, ενός ολοκληρωμένου συστήματος μακροπρόθεσμης εκτίμησης επικινδυνότητας πυρκαγιών. Ένα τέτοιο σύστημα θα αποτελούσε βοηθητικό μοχλό για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση του προβλήματος των πυρκαγιών, που είναι τόσο έντονο στην Ελλάδα και, ιδιαίτερα, στις Νότιες και νησιωτικές περιοχές. Επίσης, σε συνεργασία με τις ημερήσιες (βραχυπρόθεσμες) εκτιμήσεις της Γ.Γ.Π.Π., δύναται να μειώσει σημαντικά την έκταση των περιοχών που θα χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνες, με αποτέλεσμα την βέλτιστη χωροθέτηση των δυνάμεων καταστολής. Ακόμη θα επιτρέπει την καλύτερη οργάνωση των προληπτικών μέτρων όπως είναι η απομάκρυνση των νεκρών καύσιμων υλικών, η δημιουργία ρυθμιστικών ζωνών προστασίας, η εγκατάσταση υδροστομιών και η ενημέρωση των πολιτών. Ένα τέτοιο σύστημα θα εκτιμά την επικινδυνότητα των πυρκαγιών για μεγάλα χρονικά διαστήματα, μεγαλύτερα της μιας αντιπυρικής περιόδου, μειώνοντας το συνολικό κόστος για την ανάπτυξη του, μιας και δεν θα απαιτεί συχνή αναβάθμιση ή ανανέωση των στοιχείων (τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι στατικά για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα).

4. Επιχειρησιακά Συστήματα Εκτίμησης Επικινδυνότητας Πυρκαγιών

Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας πυρκαγιών έχουν αναπτυχθεί και εξακολουθούν να αναπτύσσονται συστήματα - δείκτες για την πρόβλεψη τόσο των θέσεων με μεγαλύτερη πιθανότητα ανάφλεξης όσο και της συμπεριφοράς της φωτιάς μετά την ανάφλεξη. Σκοπός των δεικτών αυτών είναι η δημιουργία θεματικών χαρτών στους οποίους εμφανίζονται οι περιοχές μελέτης με βάση το δυναμικό που εμφανίζουν για την πρόκληση ενός πυρικού φαινομένου.

Οι δείκτες αυτοί απαρτίζονται ουσιαστικά από ένα σύνολο υποδεικτών (sub – index) και συστατικών (component). Οι υποδείκτες αυτοί τα συστατικά είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι τόσο στις βραχυπρόθεσμες όσο και στις μακροπρόθεσμες εκτιμήσεις επικινδυνότητας, καθώς ανάλογα με την περίπτωση μπορούν να επιλεγούν συγκεκριμένοι υποδείκτες οι οποίοι θα στελεχώσουν την δομή για ένα νέο σύστημα εκτίμησης επικινδυνότητας. Στην συνέχεια περιγράφονται περιληπτικά δύο από τους περισσότερο γνωστούς και χρησιμοποιούμενους, παγκοσμίως, δείκτες, το Εθνικό Σύστημα Εκτίμησης Κινδύνου Πυρκαγιάς των Η.Π.Α. (US-NFDRS) και το Καναδικό

Σύστημα Εκτίμησης Κινδύνου Πυρκαγιάς (CFFDRS), τα συστατικά μέρη των οποίων χρησιμοποιούνται συχνά για την παραγωγή νέων δεικτών. Αυτοί οι δείκτες – συστήματα χρησιμοποιούνται σε επιχειρησιακό επίπεδο από τις αρμόδιες υπηρεσίες για την εκτίμηση επικινδυνότητας και έχουν αποδείξει την ευχρηστία και αξιοπιστία τους. Επίσης, τα συστατικά από τα οποία απαρτίζονται χρησιμοποιούνται για την δημιουργία νέων συστημάτων εκτίμησης από πανεπιστημιακά και πολυτεχνικά που ασχολούνται με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

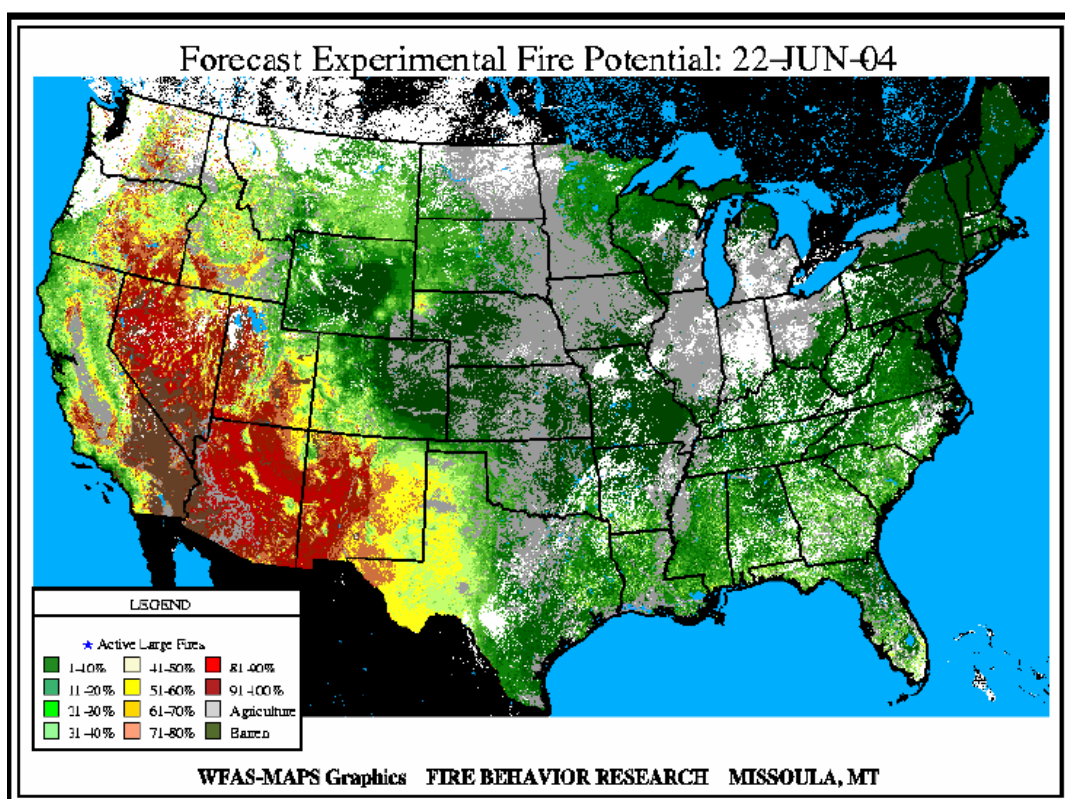
4.1. Εθνικό Σύστημα Εκτίμησης Κινδύνου Πυρκαγιάς των Η.Π.Α. (US-NFDRS)

Το Σύστημα NFDRS χρησιμοποιεί καθημερινές παρατηρήσεις των καιρικών συνθηκών που σχετίζονται με πυρκαγιές καθώς και προβλέψεις των καιρικών συνθηκών με απώτερο σκοπό την δημιουργία δεικτών που να χαρακτηρίζουν τον κίνδυνο πυρκαγιάς ή το δυναμικό εκδήλωσης πυρκαγιάς σε μεγάλης έκτασης περιοχές. Το σύστημα βασίζεται στην προσέγγιση εκτίμησης της χειρότερης περίπτωσης καθώς οι μετρήσεις των καιρικών συνθηκών γίνονται τις απογευματινές ώρες, όταν ο καιρός είναι θερμότερος και ξηρότερος, ενώ ο κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς εκτιμάται από νότια προς δυτικά.

Το Σύστημα θεωρεί ότι οι πυρκαγιές εκδηλώνονται σε συνεχή επίπεδα καύσιμης ύλης στην επιφάνεια του εδάφους, ενώ οι δείκτες εκτίμησης είναι σχετικοί και όχι απόλυτοι.

Το Σύστημα δομείται από τρεις δείκτες: τον Δείκτη Συμβάντος (Occurrence Index), τον Δείκτη Καύσης (Burning Index) και τον Δείκτη Φορτίου Πυρκαγιάς (Fire Load Index). Οι δείκτες αυτοί προκύπτουν από τρία συστατικά συμπεριφοράς της πυρκαγιάς: τον Παράγοντα Διάδοσης (Spread Component), τον Παράγοντα Απελευθέρωσης Ενέργειας (Energy Release Component) και τον Παράγοντα Ανάφλεξης (Ignition Component). Η κλίμακα κάθε δείκτη μεταβάλλεται από 0 έως 100[16].

Εικόνα 3. Χάρτης Επικινδυνότητας Πυρκαγιάς με χρήση NFDRS (EUFIRELAB)



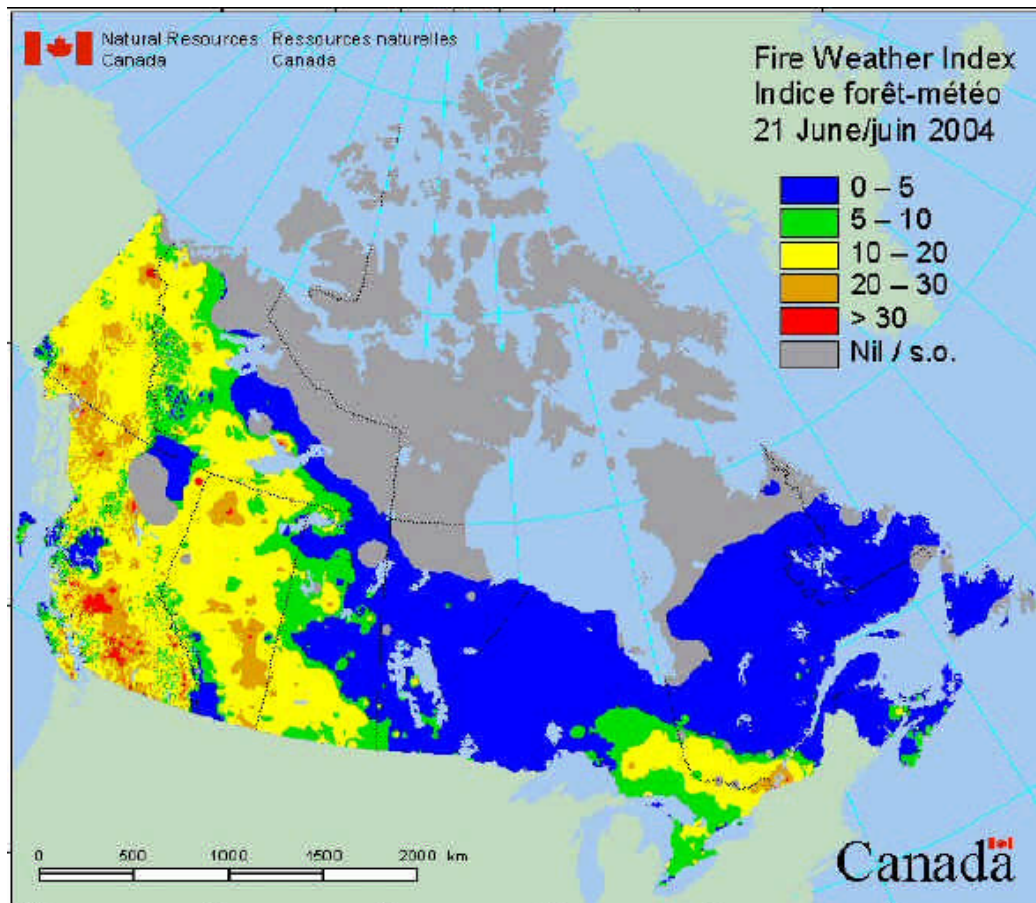
Το τελικό προϊόν που παράγεται από το NFDRS είναι τα επίπεδα των δεικτών. Αυτά αναφέρονται ως επίπεδα δράσης, επιθετικά επίπεδα, προληπτικά επίπεδα ή Επίπεδα Πρόληψης Βιομηχανικών Πυρκαγιών. Προϋπόθεση για την ισχύ των επιπέδων δεικτών είναι να υπάρχει διαχωρισμός του κινδύνου πυρκαγιάς ανά τακτά χρονικά διαστήματα στα οποία να μπορούν να προσχεδιαστούν δραστηριότητες διαχείρισης. Τα επίπεδα δεικτών διαβαθμίζονται σε αριθμητική κλίμακα (από I έως IV) η περιγραφικά (Μικρός έως Εξαιρετικός Κίνδυνος).

4.2. Καναδικό Σύστημα Εκτίμησης Κινδύνου Πυρκαγιάς (CFFDRS)

Το CFFDRS αποτελείται από δύο βασικά τμήματα: το Fire Weather Index (FWI) και το Fire Behavior Index (FBI). Το FWI αποτελείται από τους δείκτες Fine Fuel Moisture Code (FFMC), Duff Moisture Code (DMC) και Drought Code (DC), που αντιπροσωπεύουν διαφορετικά επίπεδα καυσίμων καθώς και διαφορετικά μεγέθη, από τα πιο μικρά προς τα πιο μεγάλα. Το FFMC μαζί με δεδομένα ανέμων χρησιμοποιείται για να υπολογίσει τον δείκτη Initial Spread Index (ISI) που εκτιμά την πιθανότητα ανάφλεξης ενώ οι DMC και DC χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση

του δείκτη Buildup Index (BI) που σχετίζεται με την διαθεσιμότητα καυσίμων για καύση. Οι δείκτες ISI και IB συνδυαζόμενοι δίνουν τον δείκτη FWI[16,25].

Πέρα τον Καναδά, ο δείκτης FWI έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία και σε άλλα οικοσυστήματα όπως στη Μεσόγειο και την Νοτιοανατολική Ασία με αρκετά καλά αποτελέσματα, γεγονός που αποδεικνύει την χρησιμότητα του.



Εικόνα 4. Χάρτης Επικινδυνότητας Πυρκαγιάς με χρήση CFFDRS (EUFIRELAB)

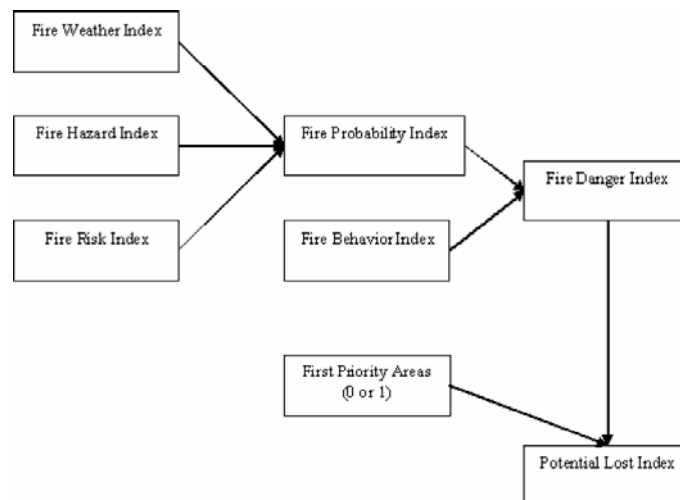
5. Συστήματα Εκτίμησης Επικινδυνότητας Πυρκαγιών

Τόσο σε διεθνή επίπεδο, όσο και στην Ελλάδα ειδικότερα, έχουν αναπτυχθεί, σε ακαδημαϊκό επίπεδο, διάφορα συστήματα εκτίμησης επικινδυνότητας πυρκαγιάς, τα περισσότερα από τα οποία βασίζονται στην χρήση της τεχνολογίας των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) ή της Τηλεπισκόπησης ή συνδυασμού αυτών. Τα συστήματα αυτά εισάγουν δεδομένα μετεωρολογικής και κλιματικής φύσεως, τοπογραφικών παραγόντων, ανθρωπογενών κατασκευών, στοιχείων που σχετίζονται με το είδος και την χωρική διαμόρφωση της καύσιμης ύλης κ.α. Τα περισσότερα από

αυτά είναι προσαρμοσμένα στις ιδιαίτερες συνθήκες κάθε χώρας και λειτουργούν σε ερευνητικό επίπεδο, εν αντιθέσει με τους δύο προαναφερθέντες δείκτες που έχουν υιοθετηθεί από τις επίσημες υπηρεσίες. Σκοπός της αναφοράς ορισμένων από αυτά τα συστήματα δεν είναι η εξαντλητική παράθεση των στοιχείων τους αλλά η έρευνα του σκεπτικού διαμόρφωσης και ανάπτυξης τους.

5.1. Ελληνικό Σύστημα Εκτίμησης Κινδύνου Πυρκαγιάς

Οι Kalabokidis et al[27] ανέπτυξαν ένα σύστημα για την εκτίμηση του κινδύνου από πυρκαγιές, το οποίο ονόμασαν Greek Fire Danger Rating System, με στόχο την χωρική εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιών και, παράλληλα, την πρόβλεψη της επικινδυνότητας πυρκαγιών με βάση, κυρίως, μετεωρολογικά δεδομένα. Το προϊόν αυτού του συστήματος είναι ένας δείκτης αποτελούμενος από τέσσερις υπό –δείκτες: τον Fire Weather Index (FWI), τον Fire Hazard Index (FHI) και τον Fire Risk Index (FRI) (Εικ. 4). Οι δείκτες αυτοί δεν αναπαριστούν απλώς σχετική πιθανότητα για την εμφάνιση μιας πυρκαγιάς αλλά αποτελούν ένα ποσοτικό τρόπο εκτίμησης του κινδύνου, πλαισιωμένο σε ένα σύστημα.



Διάγραμμα 2. Greek Fire Danger Rating System

Οι παράγοντες που χρησιμοποιήθηκαν στο σύστημα έχουν το πλεονέκτημα του εύκολου καθορισμού και μέτρησης, έγινε ανάλυση δορυφορικών δεδομένων, χαρτογραφικού υλικού κλίμακας 1:50000 (τοπικής κλίμακας εκτίμηση επικινδυνότητας) και του μετεωρολογικού μοντέλου SKIRON. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε σε περιβάλλον GIS, ενώ η σχέση μεταξύ εμφάνισης πυρκαγιάς και

εισαγόμενων δεδομένων εξετάσθηκε από νευρωνικό δίκτυο, η εκπαίδευση του οποίου βασίστηκε σε ιστορικά στοιχεία.

Οι παράγοντες που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του κάθε δείκτη παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Fire Weather Index	Fire Hazard Index	Fire Risk Index
Θερμοκρασία αέρος επόμενης ημέρας	Μοντέλα καύσιμης ύλης	Απόσταση από το κύριο οδικό δίκτυο
Ταχύτητα ανέμου	Περιεχόμενη υγρασία νεκρής καύσιμης ύλης με χρονική υστέρηση 10hr	Απόσταση από δρόμους Β΄ και Γ΄ κατηγορίας
Σχετική υγρασία	Υψόμετρο	Απόσταση από εγκαταστάσεις εκτροφής ζώων
Κατακρημνίσματα	Έκθεση εδάφους	Απόσταση από καλώδια υψηλής τάσης
		Απόσταση από αστικές περιοχές
		Απόσταση από χωματερές
		Απόσταση από σιδηροδρομικές γραμμές
		Απόσταση από θέσεις αναγνυχής και περιοχές με υψηλή πυκνότητα πληθυσμού
		Απόσταση από αγροτικές εργασίες
		Απόσταση από δασικές εργασίες
		Απόσταση από στρατιωτικές εγκαταστάσεις
		Μήνας
		Ημέρα

Πίνακας 7. Παράμετροι του συστήματος FDRS

5.2. Σύστημα FOMFIS[28] (Forest Fire Management and Fire Prevention System)

Το σύστημα αυτό αναπτύχθηκε το 1999 και έχει στόχο να παρέχει υποστήριξη στην διαδικασία σχεδιασμού των δραστηριοτήτων και κατανομής των μέσων για τις προληπτικές ενέργειες μετριασμού του κινδύνου εμφάνισης πυρκαγιών σε δασικές εκτάσεις. Το FOMFIS συνδυάζει δεδομένα τηλεπισκόπησης, στατιστική ανάλυση, στοχαστικά μοντέλα, μοντέλα προσομοίωσης και εργαλεία χωρικής ανάλυσης. Η όλη ανάπτυξη του συστήματος βασίζεται σε GIS περιβάλλον και συγκεκριμένα στο ArcView 3.0.

Το πιο σημαντικό στοιχείο του συστήματος είναι η παραγωγή πιθανών σεναρίων (probabilistic generation of scenarios). Τα σενάρια αυτά βασίζονται σε ιστορικά μετεωρολογικά δεδομένα, σε ιστορικά δεδομένα ανέμου και σε ιστορικά στοιχεία πυρκαγιών.

Το επόμενο στοιχείο του συστήματος είναι η εκτίμηση του ολοκληρωμένου (integral risk estimation) κινδύνου. Οι χάρτες που παράγονται βασίζονται στην κατανομή της καύσιμης ύλης, σε μετεωρολογικά δεδομένα και δεδομένα ανέμου.

Το σύστημα μπορεί, ακόμη, να εφαρμόσει κοινωνικοοικονομικά μοντέλα επικινδυνότητας, που αποδίδουν τον αναμενόμενο αριθμό πυρκαγιών ανά μονάδα επιφανείας, με βάση τη σχέση κοινωνικοοικονομικών παραγόντων και παραγόντων ανάφλεξης.

Η σχεδίαση ενεργειών προ – καταστολής δασικών πυρκαγιών είναι ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο του προγράμματος. Το στοιχείο αυτό συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση του χρόνου των ενεργειών που εκτελούνται μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς, όπως ανίχνευση, επικοινωνία με την βάση σχεδίασης ενεργειών, αποστολή των δυνάμεων στο μέτωπο, έλεγχος και εξάλειψη της πυρκαγιάς. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι ο χρόνος πρώτης επέμβασης σε περιστατικά δασικών πυρκαγιών έχει ιδιάζουσα σημασία, τόσο για τον έλεγχο όσο και για την μείωση της διάδοσης της πυρκαγιάς, ενώ αποτελεί και ένα μέτρο για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της επέμβασης.

Το τελευταίο στοιχείο του συστήματος είναι η προσομοίωση της πυρκαγιάς. Μετά την ανάπτυξη των πιθανών σεναρίων και την σχεδίαση των ενεργειών των δυνάμεων καταστολής, προσομοιώνεται η αλληλεπίδραση τους χρονικά, υπολογίζεται το κόστος των εργασιών αλλά και των απωλειών εξαιτίας της προσομοιωμένης καταστροφής. Η προσομοιώσεις υπολογίζουν με μεγάλη ακρίβεια την διάδοση και τα χαρακτηριστικά της πυρκαγιάς πάνω στους παραγόμενους από το integral risk estimation χάρτες.

5.3. Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Έρευνας Δασικών Πυρκαγιών SPREAD

Στα πλαίσια του προγράμματος SPREAD, οι Viegas et al[29] ερεύνησαν το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών στην διεπιφάνεια δασικών – αστικών περιοχών, προσπαθώντας, ταυτόχρονα, να εξετάσουν τα χαρακτηριστικά διάδοσης της πυρκαγιάς. Σημειώνεται ότι η προαναφερόμενη διεπιφάνεια θεωρείται πλέον ένα από

τα χαρακτηριστικότερα σημεία έναρξης πυρικών φαινομένων και, δεδομένου του ότι η διεπιφάνεια αυτή αυξάνεται τα τελευταία χρόνια ραγδαία με την ολοένα και μεγαλύτερη ανάπτυξη οικιστικών κέντρων στα όρια των φυσικών περιοχών, χρήζει ιδιαίτερης μελέτης όσον αφορά την επικινδυνότητα που παρουσιάζει. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί πολυάριθμες προσεγγίσεις θεώρησης του προβλήματος της επικινδυνότητας της διεπιφάνειας δασικών – αστικών περιοχών όπως είναι το California Fire Plan, το Colorado Wildland Interfaces Pre-plan Initiative, το North Whitefish Fire Risk Ration GIS Project και άλλα.

Βασιζόμενοι σε στατιστικές συγκρίσεις των σημείων έναρξης πυρκαγιών με προσομοιωμένα (τυχαία κατανεμημένα σημεία), υπολογισμένα από πιθανά σημεία εμφάνισης πυρκαγιάς, και χρησιμοποιώντας τα κριτήρια των αποστάσεων εγγύτητας σε κατοικίες και δρόμους, οι ερευνητές πρότειναν μια υπόθεση για να εξηγήσουν τις παρατηρούμενες διαφορές, βασιζόμενοι σε τυπικά χαρακτηριστικά του τοπίου. Η όλη προσέγγιση στηρίζεται στο παρατηρούμενο γεγονός της εμφάνισης πυρκαγιών σε περιοχές που βρίσκονται σε συγγενή υψόμετρα με κατοικίες ή περιοχές που συγκεντρώνουν ανθρώπινο δυναμικό εξαιτίας γεωργικών ή δασικών εργασιών.

5.4. Ελληνικό Σύστημα Διαχείρισης Επικινδυνότητας Δασικών Πυρκαγιών

Το σύστημα αυτό αναπτύχθηκε με σκοπό να υποστηρίξει τους υπεύθυνους για την λήψη αποφάσεων σχετικά με την διαχείριση επικινδυνότητας σε μεγάλης κλίμακας περιστατικά δασικών πυρκαγιών. Το σύστημα αυτό αποτελείται από ένα αριθμό συμπληρωματικών υπομονάδων που περιλαμβάνουν δεδομένα Τηλεπισκόπησης, Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφορικών και RDMS (Relational Database Management System)[30].

Το σύστημα σχεδιάστηκε με στόχο να μπορεί να διαχειριστεί πολυάριθμα σημεία ανάφλεξης και να υποστηρίξει την λήψη αποφάσεων σχετικά με την οργάνωση των δυνάμεων, του υλικού και των επιχειρήσεων που προορίζονται για την αντιμετώπιση της πυρκαγιάς.

Το σημαντικότερο, ίσως, στοιχείο του συστήματος είναι ότι μπορεί να παράγει προσομοιώσεις της πυρκαγιάς με βάση συστήματα ασαφούς λογικής (fuzzy logic) και νευρωνικών δικτύων (neural networks) που εκτιμούν την επέκταση της πυρκαγιάς, καθώς και προσομοιώσεις της διάδοσης για την εκτίμηση των συνεπειών με βάση

παράγοντες όπως τα χαρακτηριστικά του εδάφους, ο τύπος και η πυκνότητα της βλάστησης, οι μετεωρολογικές συνθήκες και άλλα[31,32].

5.5. Ευρωπαϊκό Σύστημα Πληροφόρησης Δασικών Πυρκαγιών[33] (European Forest Fire Information System, EFFIS)

Το EFFIS είναι ένα σύστημα που αποθηκεύει τις υπάρχουσες πληροφορίες για τις δασικές πυρκαγιές σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, ενώ ενσωματώνει και πληροφορίες σχετικά με την εκτίμηση επικινδυνότητας και ζημιών εξαιτίας πυρκαγιών. Το σύστημα αυτό υποδιαιρείται σε δύο υποσυστήματα: το Ευρωπαϊκό Σύστημα Πρόβλεψης Επικινδυνότητας Δασικών Πυρκαγιών (European Forest Fire Risk Forecasting System, EFFRFS) και το Ευρωπαϊκό Σύστημα Εκτίμησης Ζημιών Δασικών Πυρκαγιών (European Forest Fire Damage Assessment System, EFFDAS).

Το EFFRFS είναι ένα σύστημα που συνδυάζει τόσο τις βραχυπρόθεσμες όσο και μακροπρόθεσμες εκτιμήσεις επικινδυνότητας πυρκαγιών. Οι μακροπρόθεσμοι δείκτες ανανεώνονται κάθε χρόνο και περιλαμβάνουν τους δείκτες πιθανότητας πυρκαγιάς και τρωτότητας πυρκαγιάς. Οι βραχυπρόθεσμοι δείκτες περιλαμβάνουν δείκτες σχετικούς με την κατάσταση της βλάστησης και της επικινδυνότητας εξαιτίας μετεωρολογικών παραγόντων. Συνολικά χρησιμοποιούνται έξι μετεωρολογικοί δείκτες.

Το EFFDAS συνδυάζει την αναγνώριση και ταξινόμηση των ήδη καμένων εκτάσεων, από δορυφορικές εικόνες, με την εκτίμηση των ζημιών μέσω της επικάλυψης των χαρτών των ήδη καμένων περιοχών με υπάρχουσες βάσεις δεδομένων χρήσεων γης. Συνήθως χρησιμοποιείται το πρόγραμμα CORINE LAND COVER, που περιλαμβάνει τις χρήσεις γης για όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες.

Το σύστημα παράγει χάρτες τόσο σε μορφή γραμμικών αρχείων (vector data) όσο και αρχείων κανάβου (raster data), οι οποίοι παρέχουν την δυνατότητα διεξαγωγής χωροχρονικών συνδυασμών ερωτήσεων από τις οποίες εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα για τις χωρικές θέσεις και τα αντίστοιχα χρονικά σημεία με αυξημένη επικινδυνότητα ανάφλεξης με επέκτασης.

5.6. Άλλες μεθοδολογίες εκτίμησης επικινδυνότητας πυρκαγιών

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί, έχουν δημιουργηθεί διάφορα μοντέλα και συστήματα, σε ερευνητικό και ακαδημαϊκό επίπεδο, τα οποία χειρίζονται το πρόβλημα των δασικών, και όχι μόνο, πυρκαγιών σε περιοχές οι οποίες είναι

ιδιαίτερα ευάλωτες σε αυτό το φαινόμενο. Αυτά τα συστήματα – μοντέλα – δείκτες κατασκευάζονται με στο σκεπτικό της διαχείρισης επικινδυνότητας συγκεκριμένων περιοχών, οι οποίες μπορεί να εμφανίζουν χαρακτηριστική μορφολογία εδάφους, κλιματολογικά χαρακτηριστικά, κοινωνικοοικονομικά στοιχεία και πυρική συμπεριφορά. Κάθε ερευνητής δίνει βαρύτητα σε διαφορετικά στοιχεία του πυρικού περιβάλλοντος και χρησιμοποιεί αυτόνομη μεθοδολογία και τρόπο σκέψης για την ανάπτυξη και τελική διαμόρφωση του οποιοδήποτε μοντέλου. Για τον λόγο αυτό, τα συστήματα που θα αναφερθούν στην συνέχεια δεν μπορούν να εφαρμοστούν επιχειρησιακά σε εθνικό ή διεθνές επίπεδο καθώς αντιμετωπίζουν μια συγκεκριμένη κατάσταση σε συγκεκριμένες περιοχές. Εντούτοις, όμως, έχει αξία η αναφορά τους καθώς, αφενός μεν παρουσιάζει το σκεπτικό ανάπτυξης τους, αφετέρου δε απεικονίζει την βαρύτητα που έχει το συγκεκριμένο αντικείμενο.

Οι Burton et al[34] ανέπτυξαν ένα σύστημα εκτίμησης απειλής/επικινδυνότητας πυρκαγιών βασισμένο σε GIS, στα πλαίσια προστασίας του Εθνικού Δάσους Boise του Idaho. Στόχος του συστήματος είναι να εκτιμήσει τις θέσεις του δασικού οικοσυστήματος όπου είναι περισσότερο ευάλωτες σε δριμύς και εκτεταμένες πυρκαγιές εκτός του ιστορικού εύρους μεταβλητότητας πυρκαγιών που έχει παρατηρηθεί στην συγκεκριμένη περιοχή. Το σύστημα υπολογίζει, επίσης, τους σημαντικούς πόρους που υπόκεινται σε κίνδυνο από τα πυρικά φαινόμενα.

Η εκτίμηση απειλής/επικινδυνότητας δομείται από πέντε υπομοντέλα Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών τα οποία υπολογίζουν απειλές για συγκεκριμένους πόρους. Τα υπομοντέλα αυτά περιλαμβάνουν την δασώδη βλάστηση, την ανάφλεξη πυρκαγιών, την αντίσταση των ενδιαιτημάτων άγριας ζωής, την απειλή των λεκανών απορροής (δυναμικό διάβρωσης και ιζηματοποίησης) και τις συνθήκες των θέσεων αλιείας. Για κάθε ένα από αυτά τα πέντε υπομοντέλα αποδόθηκε μια κλίμακα απειλής, από το 1 (χαμηλότερη) μέχρι το 5 (υψηλότερη), σε κάθε υπολεκάνη απορροής.

Οι Giri και Shrestha (2000)[35] χρησιμοποιώντας δορυφορικές εικόνες του Landsat χαρτογράφησαν την καμένες και μη καμένες εκτάσεις Huay Kha Khaeng Wildlife Sanctuary στην Ταϊλάνδη, σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Στόχος ήταν η παραγωγή ενός χάρτη που θα απεικονίζει τις θέσεις όπου έχουν παρατηρηθεί πυρικά φαινόμενα σε σχέση με την κάλυψη και χρήση της γης. Η μελέτη αυτή αποδεικνύει την σημασία του ιστορικού πυρκαγιών σε μια

περιοχή για την μελλοντική διαχείριση της επικινδυνότητας, καθώς οι πυρκαγιές ακολουθούν, σε γενικές γραμμές, ένα κύκλο εμφάνισης.

Ο Farris[36] χρησιμοποιώντας Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ανέπτυξε τέσσερις προσεγγίσεις μοντελοποίησης για την εκτίμηση πιθανότητας εμφάνισης πυρκαγιάς. Τα τέσσερα μοντέλα που δημιούργησε ήταν: 1) μοντέλο δείκτη βασισμένο σε υπάρχοντα δεδομένα μεταβλητών, 2) μοντέλο χωρικά σταθμισμένου δείκτη, 3) μοντέλο συνάρτησης πιθανής πυκνότητας και 4) μοντέλο προσομοίωσης κατεύθυνσης πυρκαγιάς. Η παραγωγή του τελευταίου μοντέλου έγινε με προσομοίωση στο μοντέλο FARSITE. Κάθε ένα από αυτά τα υπομοντέλα διαφέρει σε ποσότητα υπολογισμών, χρόνο παραμετροποίησης και σχετικό βαθμό υποκειμενικότητας, αποδίδοντας, έτσι, χρήσιμα σημεία αναφοράς για συγκριτικούς λόγους.

Οι Lymberopoulos et al[37] ανέπτυξαν ένα σύστημα πληροφόρησης διαχείρισης δασικών πυρκαγιών με βάση Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Το σύστημα αποτελείται από ένα GIS που περιλαμβάνει διάφορα στοιχεία της περιοχής (γεωγραφικά στοιχεία, στοιχεία πυρκαγιών, μετεωρολογικά στοιχεία) και το σύστημα AIOLOS – F το οποίο είναι ένας προσομοιωτής δασικών πυρκαγιών, γραμμένο σε γλώσσα FORTRAN, που επιτρέπει τον υπολογισμό της ταχύτητας ανάπτυξης του μετώπου της πυρκαγιάς. Το σύστημα αυτό έχει το πλεονέκτημα πρόβλεψης της θέσης ενός μετώπου πυρκαγιάς μετά την έναρξη της, καθιστώντας το ως ένα εύχρηστο εργαλείο για την κατάλληλη χωρική κατανομή των δυνάμεων κατάσβεσης. Στην ουσία, το σύστημα αυτό δεν εκτιμά την επικινδυνότητα πυρκαγιάς σε μια περιοχή αλλά την επικινδυνότητα διάδοσης της μετά τη έναρξη του πυρικού φαινομένου.

Οι Pew και Larsen χρησιμοποίησαν ένα GIS για να εντοπίσουν τις θέσεις ανθρωπογενούς αιτίας έναρξης πυρικών φαινομένων στο Νησί Βανκούβερ, χωρίζοντας το νησί σε κελιά κανάβου $1 \times 1 \text{ km}^2$. Σε κάθε ένα από αυτά τα κελιά υπολόγισαν το κλίμα και τις αποστάσεις από διάφορες ανθρώπινες κατασκευές. Χρησιμοποιώντας λογιστική παλινδρόμηση, κατασκεύασαν ένα προληπτικό μοντέλο πιθανότητας εμφάνισης ανθρωπογενούς αιτίας πυρκαγιών σε κάθε κελί, με το κλίμα και τις αποστάσεις ως μεταβλητές πρόβλεψης. Τα κελιά κατηγοριοποιήθηκαν σε πέντε κλάσεις πιθανότητας εμφάνισης, όπου όσο χαμηλότερη είναι η πιθανότητα εμφάνισης τόσο χαμηλότερος ο αριθμός των πυρκαγιών ανά km^2 και ανά χρόνο, τόσο μεγαλύτερος ο κύκλος των πυρκαγιών και τόσο μεγαλύτερο το μέγεθος των πυρκαγιών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ανθρωπογενούς αιτίας πυρκαγιές

αποτελούν ένα σημαντικό τμήμα του κύκλου των πυρκαγιών σε αυτή την περιοχή, ενώ η χωρική μεταβλητότητα της εμφάνισης τους μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την οριοθέτηση ζωνών διαχείρισης επικινδυνότητας πυρκαγιάς.

Η Miller[38], αναγνωρίζοντας ότι τα πυρικά φαινόμενα έχουν τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα για ένα οικοσύστημα, ανέπτυξε ένα πλαίσιο για την εκτίμηση της επικινδυνότητας και των πλεονεκτημάτων που προέρχονται από τις πυρκαγιές, συμπεριλαμβάνοντας παράγοντες τόσο του βιοφυσικού όσο και του κοινωνικού περιβάλλοντος. Θεώρησε ότι τόσο η επικινδυνότητα όσο και τα πλεονεκτήματα αποτελούν συναρτήσεις τριών μεταβλητών: 1) της πιθανότητας εμφάνισης μιας πυρκαγιάς σε μια συγκεκριμένη περιοχή, 2) της αναμενόμενης δριμύτητας της περιοχής, εφόσον λάβει χώρα ένα τέτοιο φαινόμενο και 3) της αξίας της περιοχής. Βάσει αυτών των μεταβλητών, ανέπτυξε θεματικά επίπεδα σε ένα GIS, τα οποία στο τέλος συνδυάστηκαν για να εκτιμηθούν η επικινδυνότητα και τα πλεονεκτήματα των πυρκαγιών. Τα αποτελέσματα έχουν την μορφή πιθανοτήτων. Στοιχεία που συμπεριέλαβε στο GIS ήταν δεδομένα βλάστησης και καύσιμης ύλης, τοπογραφίας, σημείων ανάφλεξης καθώς και μετεωρολογικά δεδομένα.

Οι Fiorucci et al[39] ανέπτυξαν ένα σύστημα βασιζόμενοι στην μοντελοποίηση και βελτιστοποίηση συστημάτων για να εκτιμήσουν την επικινδυνότητα πυρκαγιών σε μια περιοχή με χαρακτηριστική διεπιφάνεια δασικών – αστικών περιοχών. Η προσέγγιση που πρότειναν βασίζεται στην αλληλεπίδραση τεσσάρων, ανεξάρτητων μεταξύ τους, υπομονάδων: 1) το μοντέλο υγρασίας καύσιμης ύλης, 2) το μοντέλο διάδοσης, 3) την υπομονάδα εκτίμησης επικινδυνότητας, 4) την υπομονάδα σχεδιασμού και 5) την υπομονάδα κατανομής των προληπτικών μέσων. Όλες οι υπομονάδες αλληλεπιδρούν με εξωτερικές βάσεις δεδομένων ικανές να παρέχουν τα απαιτούμενα δεδομένα για την τελική λειτουργία του συστήματος.

Η όλη προσέγγιση στηρίζεται στην χρήση GIS. Η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε κελιά κανάβου με σκοπό τον προσδιορισμό της επικινδυνότητας δασικών πυρκαγιών σε κάθε κελί, τον ρυθμό διάδοσης και την γραμμική ένταση που θα μπορούσε να αποκτήσει μια πυρκαγιά.

Οι Johnson και Christopherson[40] χρησιμοποίησαν την μέθοδο της αναλυτικής ιεραρχίας σε συνδυασμό με GIS για να δημιουργήσουν ένα μοντέλο πυρκαγιών. Το μοντέλο αυτό υποστηρίζει, εκτός των συνηθισμένων χαρακτηριστικών πυρκαγιάς (ανάφλεξη, συμπεριφορά και διάδοση) και την επίδραση των ανθρώπινων αξιών στα ευάλωτα σε πυρκαγιές περιβάλλοντα. Το μοντέλο που δημιουργήθηκε διαχωρίζεται

σε δυο υπομοντέλα: 1) το μοντέλο αξιών ευάλωτων σε επικινδυνότητα και 2) το μοντέλο πιθανότητας πυρκαγιάς. Κάθε ένα από αυτά τα υπομοντέλα αποτελείται από ένα αριθμό δεικτών, ήτοι το μοντέλο αξιών ευάλωτων σε επικινδυνότητα (1) διαρθρώνεται από τους δείκτες : α) αξία αναψυχής, β) προσωπικές αξίες τοπίου, γ) αξίες περιουσίας και δ) ποικιλότητα ενδιαιτημάτων ειδών, ενώ το μοντέλο πιθανότητας πυρκαγιάς (2) αποτελείται από τους δείκτες : α) υγρασίας καύσιμης ύλης, β) διαστήματος επιστροφής πυρκαγιάς, γ) πιθανότητας ανάφλεξης μεγάλης πυρκαγιάς, δ) πιθανότητας κεραυνού και ε) ανθρωπογενών παραγόντων ανάφλεξης πυρκαγιάς.

Για την δημιουργία του τελικού μοντέλου, κάθε μεταβλητή ταξινομήθηκε σε κλίμακα από 0 έως 1, έγιναν συγκρίσεις σε ζεύγη για κάθε μεταβλητή και υπομοντέλο, υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά ανύσματα για κάθε μεταβλητή και υπομοντέλο, οι μεταβλητές σταθμίστηκαν με βάση τα χαρακτηριστικά ανύσματα, οι σταθμισμένες μεταβλητές αθροίστηκαν για να παράγουν τα υπομοντέλα, τα υπομοντέλα ταξινομήθηκαν και σταθμίστηκαν από τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά ανύσματα και τα σταθμισμένα υπομοντέλα αθροίστηκαν για να παράγουν το τελικό, συνδυασμένο μοντέλο.

Ο Verner[41] επιστρατεύουν τον λογισμικό ArcView 8.3 και τα extension Arc GIS Spatial Analyst και Raster Clipper, για να εκτιμήσουν την απειλή από πυρκαγιές στο δυτικό Colorado στα πλαίσια ανάπτυξης ενός ολοκληρωμένου σχεδίου διαχείρισης επικινδυνότητας πυρκαγιών. Και σε αυτή την περίπτωση, η περιοχή εφαρμογής χωρίστηκε σε κελιά κανάβου, ενώ η ανάλυση και ο σχεδιασμός του μοντέλου περιελάμβανε παράγοντες όπως η έκθεση και κλίση του εδάφους, η βλάστηση αλλά και οι θέσεις ανθρωπογενών κατασκευών όπως π.χ. το οδικό δίκτυο.

Η Dimopoulou και Giannikos (2004)[42] χρησιμοποιούν ένα σύστημα GIS, ένα σύστημα μαθηματικού προγραμματισμού και ένα μοντέλο προσομοίωσης για να δημιουργήσουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου δασικών πυρκαγιών, με εφαρμογή στην περιοχή της Πάρνηθας. Το GIS αναπαριστά τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά του δασικού χώρου και μετατρέπει τα χωρικά χαρακτηριστικά σε μορφή αναγνώσιμη από το σύστημα μαθηματικού προγραμματισμού. Το τελευταίο σύστημα έχει στόχο να δώσει επαρκείς πληροφορίες σχετικά με την καλύτερη θέση των μέσων καταστολής ώστε να επιτευχθεί άμεση επέμβαση. Το μοντέλο προσομοίωσης χρησιμοποιείται για να παράγει εναλλακτικά σενάρια σχετικά με την

πορεία της πυρκαγιάς ώστε και αυτό να πληροφορήσει σχετικά με την βέλτιστη χωρική κατανομή των κατασταλτικών δυνάμεων.

6. Η συμβολή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών

6.1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των GIS

Ως Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ορίζεται εκείνο το πληροφοριακό σύστημα το οποίο είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να επεξεργάζεται δεδομένα τα οποία αναφέρονται με χωρικές ή γεωγραφικές συντεταγμένες. Αποτελείται από ένα σύστημα στήριξης βάσεων δεδομένων με συγκεκριμένες δυνατότητες για χωρικά αναφορικά δεδομένα και από ένα σύστημα λειτουργιών επεξεργασίας και απόδοσης αυτών των δεδομένων. Τα GIS αποτελούν πλέον αναπόσπαστο κομμάτι κάθε εκτίμησης επικινδυνότητας (μακροπρόθεσμης και βραχυπρόθεσμης) πυρκαγιών. Η ευρεία χρήση τους σε αυτό το αντικείμενο στηρίζεται στην ευκολία ανάκτησης και επεξεργασίας χωρικών και περιγραφικών δεδομένων, οι οποίες παρέχουν γρήγορη και ενημερωμένη πρόσβαση σε ένα μεγάλο αριθμό πληροφοριών, απαραίτητων για την πρόληψη και αντιμετώπιση πυρικών φαινομένων. Γενικά, τα GIS διαδραματίζουν ένα κρίσιμο ρόλο στην χαρτογράφηση των πυρκαγιών, στην πρόβλεψη της πορείας τους, στην ανάλυση εναλλακτικών στρατηγικών αντιμετώπισης των πυρκαγιών και στον σχεδιασμό τακτικών και στρατηγικών στο πεδίο.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν τα GIS είναι[43]:

- Διατήρηση των δεδομένων (κλίσεις, κάλυψη γης κ.λ.π.) σε ψηφιακή μορφή με αποτέλεσμα να καταλαμβάνουν μικρό χώρο και να είναι εύχρηστα
- Οι γεωγραφικές βάσεις δεδομένων είναι ποσοτικές πληροφορίες οι οποίες είναι δυνατόν να καταχωρούνται κατά οποιαδήποτε γεωγραφική μονάδα ή διάταξη
- Οι γεωγραφικές βάσεις δεδομένων είναι δυνατόν να δημιουργηθούν για οποιοδήποτε αντικείμενο, χαρακτηριστικό, ιδιότητα ή συνδυασμούς αυτών
- Τα υπάρχοντα λογισμικά επιτρέπουν διάφορες μορφές επεξεργασίας, μετατροπών κ.α. διότι παρουσιάζουν συμβατότητα με τους τύπους αρχείων των GIS
- Επιτρέπουν τον γρήγορο και επαναλαμβανόμενο αναλυτικό έλεγχο ή εξέταση θεωρητικών μοντέλων για την εκτίμηση επιστημονικών κριτηρίων

- Οι διάφορες μορφές εξαγόμενων αποτελεσμάτων παράγονται πολύ γρήγορα, αποτελούνται από μεμονωμένα ή σύνθετα θέματα, για οποιαδήποτε γεωγραφική θέση της βάσης δεδομένων και σε οποιαδήποτε κλίμακα
- Η βάση δεδομένων μπορεί να ενημερώνεται εύκολα και επιτρέπει τον αποτελεσματικό εντοπισμό και ανάλυση των αλλαγών που έγιναν σε δύο ή περισσότερες περιόδους
- Οι διάφορες μορφές ανάλυσης πραγματοποιούνται με πολύ μικρότερο κόστος και πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα σε σύγκριση με κλασσικές μεθόδους
- Όλες οι αναλύσεις γίνονται με αντικειμενικό τρόπο και υπάρχει πλήρης αυτοματισμός στην παραγωγή αποτελεσμάτων
- Υπάρχει δυνατότητα συνδυασμού λογισμικών Τηλεπισκόπησης με λογισμικά GIS, γεγονός που επιτρέπει την δημιουργία ενημερωμένων κατά την τρέχουσα χρονική περίοδο, βάσεων δεδομένων καθώς και την εισαγωγή, ανάλυση και εξαγωγή συγκεκριμένων δεδομένων (τοπογραφικά, υδρολογικά, βλάστησης, εδαφολογικά κ.α.). Αποτελεί πλέον γεγονός ότι η Τηλεπισκόπηση έχει ανοίξει νέους ορίζοντες στην ποιοτική ανάλυση των περιοχών που είναι ευάλωτες σε πυρικά φαινόμενα, σε κάθε χωρική και γεωγραφική κλίμακα.
- Υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης δεδομένων GPS (Global Positioning System) με GIS, παρέχοντας on – line και real – time δεδομένα.
- Η παραγωγή χαρτών μέσω του GIS μπορεί να προσαρμοσθεί στις ιδιαίτερες ανάγκες ενός προβλήματος

Εκτός όμως, από τα εμφανή πλεονεκτήματα τους, τα GIS έχουν και κάποια μειονεκτήματα που σχετίζονται κυρίως με το κόστος απόκτησης τους, την χρήση τους που απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό και την μετατροπή και καταχώρηση ορισμένων υπαρχόντων δεδομένων σε συγκεκριμένη βάση δεδομένων. Εντούτοις, το κυριότερο πρόβλημα στην Ελλάδα είναι η εύρεση ενημερωμένων χαρτογραφικών υλικών, όπως χάρτες βλάστησης, κάλυψης γης, δημογραφικών πληροφοριών, ιδιοκτησίας ακινήτων κ.α., σε αντίθεση με τις Η.Π.Α όπου τέτοιου είδους δεδομένα παράγονται καθημερινά για κάθε πολιτεία. Παρόλα αυτά, η Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού έχει αρχίσει να παράγει ψηφιοποιημένα δεδομένα (χάρτες ισοϋψών, χρήσεων γης, γεωλογικούς χάρτες κ.α.) τα οποία μπορούν να εισαχθούν εύκολα σε ένα GIS και να εξαχθούν τα απαραίτητα χαρτογραφικά δεδομένα.

6.2. Στάδια παραγωγής χαρτών επικινδυνότητας

Η αξία των GIS στην εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών έγκειται, πέραν των άλλων, στην τελική παραγωγή χαρτών επικινδυνότητας που να μπορούν να ερμηνευτούν και να χρησιμοποιηθούν από τις αρμόδιες υπηρεσίες πρόληψης και καταστολής, με ευκολία και αμεσότητα. Τα στάδια που πρέπει να ακολουθούνται για την δημιουργία των χαρτών είναι:

1. Εύρεση των κατάλληλων χαρτογραφικών υλικών (χάρτες) που θα χρησιμοποιηθούν ως υπόβαθρο για την ψηφιοποίηση των απαραίτητων στοιχείων και σάρωση τους
2. Εισαγωγή των ψηφιακών, πλέον, δεδομένων στο λογισμικό GIS.
3. Μετατροπή των σαρωμένων αρχείων σε κατάλληλη μορφή. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών υποστηρίζουν δύο μορφές αρχείων, διανυσματικά (vector) αρχεία και αρχεία κανάβου (raster). Οι χάρτες που εισάγονται στο λογισμικό είναι μορφής κανάβου ενώ τα αρχεία που θα δημιουργηθούν με την ψηφιοποίηση των χαρακτηριστικών των σαρωμένων εικόνων είναι διανυσματικά αρχεία. Υπάρχει δυνατότητα μετατροπής της μιας μορφής των αρχείων στην άλλη, ανάλογα με τις ανάγκες.
4. Γεωαναφορά των ψηφιακών χαρτών σε επιλεγμένο προβολικό σύστημα και σύστημα συντεταγμένων. Τα GIS έχουν ενσωματωμένα διάφορα συστήματα γεωγραφικών και προβολικών συντεταγμένων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα υπάρχοντα ή να δημιουργηθούν νέα, ανάλογα με την χώρα εφαρμογής.
5. Μετά την γεωαναφορά ακολουθεί η ψηφιοποίηση των απαραίτητων δεδομένων. Το πιο απαραίτητο δεδομένο είναι η ψηφιοποίηση των ισοϋψών καμπυλών με στόχο την δημιουργία του Τρισδιάστατου Μοντέλου Εδάφους (DEM, DTM, DTD, DTED). Τα μοντέλα αυτά είναι μια ψηφιακή αναπαράσταση της μεταβλητότητας του τοπογραφικού ανάγλυφου στον χώρο.
6. Η παραγωγή του DEM επιτρέπει στην συνέχεια την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με τις κλίσεις τους εδάφους, την έκθεση και την σκίαση
7. Πάνω στον χάρτη που εισάγεται στο GIS μπορούν να ψηφιοποιηθούν οι θέσεις των οικισμών, τα δημοτικά διαμερίσματα, το υπάρχον οδικό δίκτυο, το υδρογραφικό δίκτυο, οι υπάρχουσες θέσεις λήψης νερού, οι χρήσεις γης, οι θέσεις συγκέντρωσης επισκεπτών κ.α.. Ταυτόχρονα με την εισαγωγή των χωρικών

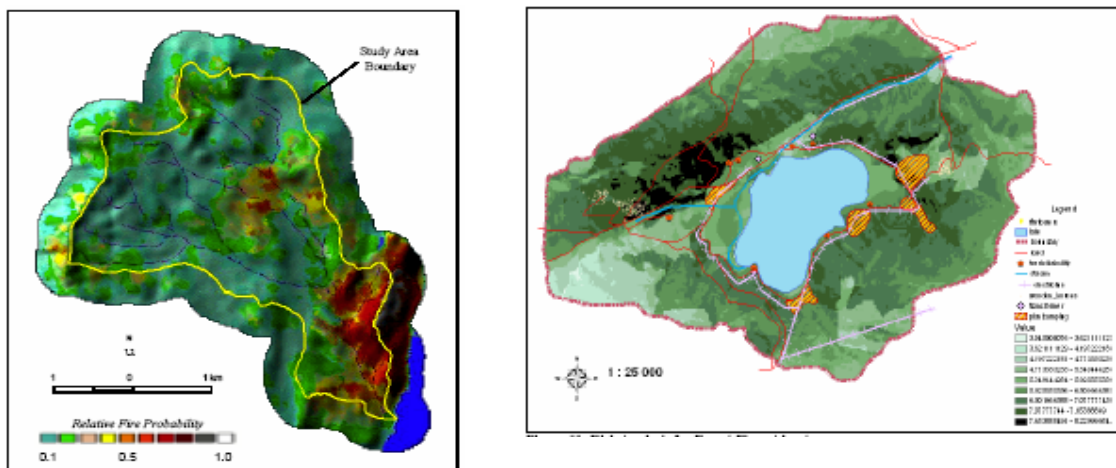
δεδομένων μπορούν να εισάγονται και περιγραφικά δεδομένα, όπως μήκος οδικού δικτύου, ονομασία οικισμού, αριθμός κατοίκων, αριθμός επισκεπτών.

8. Εφόσον υπάρχουν διαθέσιμες αεροφωτογραφίες ή δορυφορικές εικόνες, μπορεί να γίνει διόρθωση των στοιχείων που έχουν εισαχθεί με βάση τους χάρτες ή και τα στοιχεία αυτά να εισαχθούν απ' ευθείας πάνω στο αεροφωτογραφικό ή δορυφορικό υλικό.
9. Εάν υπάρχουν μετεωρολογικά δεδομένα (στοιχεία υετού, ατμοσφαιρικής υγρασίας, θερμοκρασίας αέρα, ταχύτητας και κατεύθυνσης ανέμου) από μετεωρολογικούς σταθμούς, οι οποίοι είναι διάσπαρτοι στην περιοχή μελέτης, και ανάλογα με το είδος της εκτίμησης επικινδυνότητας (μακροπρόθεσμη ή βραχυπρόθεσμη) είναι εφικτό, μέσω της μεθόδους γραμμικής παρεμβολής (interpolation), τα δεδομένα αυτά να παρεμβληθούν για ολόκληρη την περιοχή μελέτης.
10. Μετατροπή όλων των ψηφιοποιημένων δεδομένων σε αρχεία της ίδιας μορφής. Στις εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών, τα δεδομένα συνήθως μετατρέπονται σε αρχεία κανάβου (raster ή grid). Στην δομή αυτή, ο χώρος υποδιαιρείται σε όμοια τετράγωνα (μονάδες κανάβου), οι θέσεις των οποίων ορίζεται από την γραμμή και την στήλη του κανάβου στην οποία εμπίπτει. Το μέγεθος των τετραγώνων ορίζει και την διακριτική ικανότητα (resolution) εμφάνισης των δεδομένων. Όσο μικρότερο είναι το μέγεθος των τετραγώνων τόσο μεγαλύτερη θα είναι η διακριτική ικανότητα των χωρικών δεδομένων και τόσο καλύτερη η χωρική πληροφορία που θα παραχθεί. Σε κάθε μονάδα κανάβου καταχωρείται μια μόνο τιμή ή κατηγορία, ανάλογα με το αντικείμενο που αντιπροσωπεύεται από αυτή. Η ευχρηστία των αρχείων κανάβου για την εκτίμηση επικινδυνότητας έγκειται στην δυνατότητα καταχώρισης σε κάθε μονάδα κανάβου μιας τιμής επικινδυνότητας, με βάση τον τρόπο που έχει επιλεγεί για να γίνει κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας. Έτσι, αν επιλεγεί να διαιρεθεί η επικινδυνότητα σε τέσσερις κατηγορίες (1.Χαμηλή, 2.Μέτρια, 3.Υψηλή και 4.Πολύ Υψηλή) τότε τα αρχεία κανάβου θα είναι της μορφής:

1	1	2	2	3
1	2	2	3	3
2	2	2	3	3
1	2	3	4	4
2	2	4	4	4

όπου σε κάθε κελί θα αντιστοιχεί μια τιμή επικινδυνότητας.

11. Μετατροπή όλων των περιγραφικών χαρακτηριστικών των δεδομένων στον ίδιο τύπο κατηγοριοποίησης. Με βάση το προηγούμενο παράδειγμα, οι κλίσεις μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής: 0-10% - κατηγορία 1, 10-30% - κατηγορία 2, 30-60% - κατηγορία 3, 60%< - κατηγορία 4, και οι τύποι κάλυψης ως εξής: αστικές περιοχές – κατηγορία 1, χορτολιβαδικές περιοχές – κατηγορία 2, δασικές περιοχές – κατηγορία 3, πυρόφιλη βλάστηση – κατηγορία 4.
12. Σταθμισμένη επικάλυψη όλων των θεματικών επιπέδων που έχουν δημιουργηθεί, με βάση υποκειμενικούς συντελεστές βαρύτητας.
13. Τελική παραγωγή χάρτη επικινδυνότητας με κατάλληλα διαβαθμισμένους χρωματικούς τόνους, που θα αναπαριστούν την επικινδυνότητα κάθε μονάδας κανάβου διαφορετικά, όπως φαίνεται στους παρακάτω χάρτες.



7. Συμπεράσματα

Σύμφωνα με το NRC (National Research Council, 1994)[44] η ‘εκτίμηση επικινδυνότητας είναι ένα σύνολο εργαλείων που πρέπει να αποτελεί συμπλήρωμα στους βασικούς ρυθμιστικούς στόχους της προστασίας της δημόσιας υγείας και όχι έναν αυτοσκοπό. Είναι, ουσιαστικά, ένα από τα εργαλεία που συνιστούν την διαχείριση επικινδυνότητας στο σύνολό της. *Τα αποτελέσματα μιας εκτίμησης επικινδυνότητας δεν είναι επιστημονικές εκτιμήσεις πραγματικής επικινδυνότητας αλλά υποθετικές εκτιμήσεις της επικινδυνότητας που ενδέχεται να υπάρξει κάτω από ένα σύνολο συγκεκριμένων υποθέσεων.* Τελικός στόχος μιας εκτίμησης επικινδυνότητας είναι η λήψη αποφάσεων που θα οδηγήσουν στην τελική μείωση της επικινδυνότητας’.

Σύμφωνα με την παραπάνω αναφορά, η εκτίμηση επικινδυνότητας αποτελεί ένα μέσο μετριάσμού των ‘καταστρεπτικών’ φαινομένων, όπως είναι οι πυρκαγιές, που στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό, σε υποκειμενικές εκτιμήσεις και υποθέσεις. Ιδιαίτερα στην περίπτωση των πυρκαγιών, που ως φαινόμενο δεν έχει διερευνηθεί σε όλες του τις πλευρές, η εκτίμηση επικινδυνότητας, αναμφισβήτητα θα χαρακτηρίζεται από μεγάλο βαθμό υποκειμενικότητας, είτε όσον αφορά τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή συμπερασμάτων, είτε τους συντελεστές βαρύτητας με τους οποίους οι μεταβλητές αυτές θα σταθμιστούν.

Εντούτοις όμως, το φαινόμενο των πυρκαγιών, αν και έχει παγκόσμιες διαστάσεις, προσδιορίζεται έντονα από τοπικούς παράγοντες. Μεταβλητές όπως η χωρική διαμόρφωση, το μέγεθος και η υγρασία της καύσιμης ύλης, οι καιρικές και κλιματολογικές συνθήκες, τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά του εδάφους, οι χρήσεις γης και το ποσοστό κάλυψης, η παρουσία ανθρώπινων υποδομών κ.α., είναι παρούσες σε όλες τις περιοχές που χρήζουν εκτίμησης επικινδυνότητας. Παρόλα αυτά, τα πυρικά φαινόμενα έχουν έντονα τοπικό χαρακτήρα, γεγονός που δικαιολογεί τις πολυάριθμες προσπάθειες ανάπτυξης μεθόδων, μοντέλων και δεικτών που να επιτρέπει την ακριβή πρόβλεψη τέτοιου είδους φαινομένων, κάνοντας χρήση ενός μέρους από το σύνολο των μεταβλητών αυτών.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο στην προσπάθεια εκτίμησης της επικινδυνότητας πυρκαγιών. Όπως φαίνεται και από τις μεθοδολογίες που αναφέρθηκαν, τα GIS αποτελούν πλέον αναπόσπαστο κομμάτι κάθε εκτίμησης διότι δύναται να αποδώσουν με απλό και σαφή τρόπο την χωρική διάσταση της επικινδυνότητας. Είναι ελάχιστα τα συστήματα που

αναπτύσσονται στη σημερινή εποχή για αυτό το σκοπό, που να μην περιλαμβάνουν την τεχνολογία των λογισμικών πακέτων GIS.

Τονίζεται δε ότι τόσο η εκτίμηση επικινδυνότητας όσο και τα GIS αποτελούν *εργαλεία λήψης αποφάσεων*. Η συνδυαστική χρησιμοποίηση του εντάσσεται στα πλαίσια της διαχείρισης επικινδυνότητας με στόχο την ενημέρωση των αρμοδίων αρχών καταστολής και πρόληψης αλλά και των πολιτών για την λήψη των κατάλληλων μέτρων μείωσης της πιθανότητας εμφάνισης αλλά και εκτεταμένης διάδοσης – στην περίπτωση που δεν μπορεί να αποφευχθεί – ενός πυρικού φαινομένου.

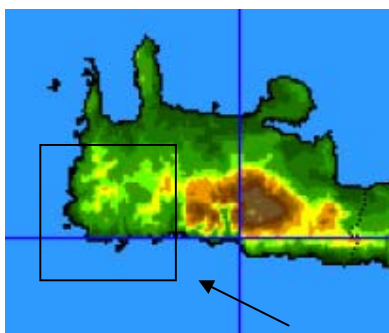
Σε καμία περίπτωση ένα μοντέλο εκτίμησης επικινδυνότητας με χρήση πακέτου GIS δεν μπορεί να προβλέψει με πιθανότητα 100% τις θέσεις εμφάνισης των πυρικών φαινομένων, ακριβώς διότι προσπαθεί να προβλέψει μελλοντικές καταστάσεις, που χαρακτηρίζονται από αβεβαιότητα. Και, όπως αναφέρουν οι Levin et al (1998)[45], το μεγαλύτερο ποσοστό της αβεβαιότητας που περιβάλλει τη συμπεριφορά περίπλοκων συστημάτων – όπως είναι και οι πυρκαγιές – είναι ανεπίδεκτη σμικρύνσεως πέραν ενός ποσοστού από την επιστήμη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ GIS

1. Περιοχή εφαρμογής της εκτίμησης

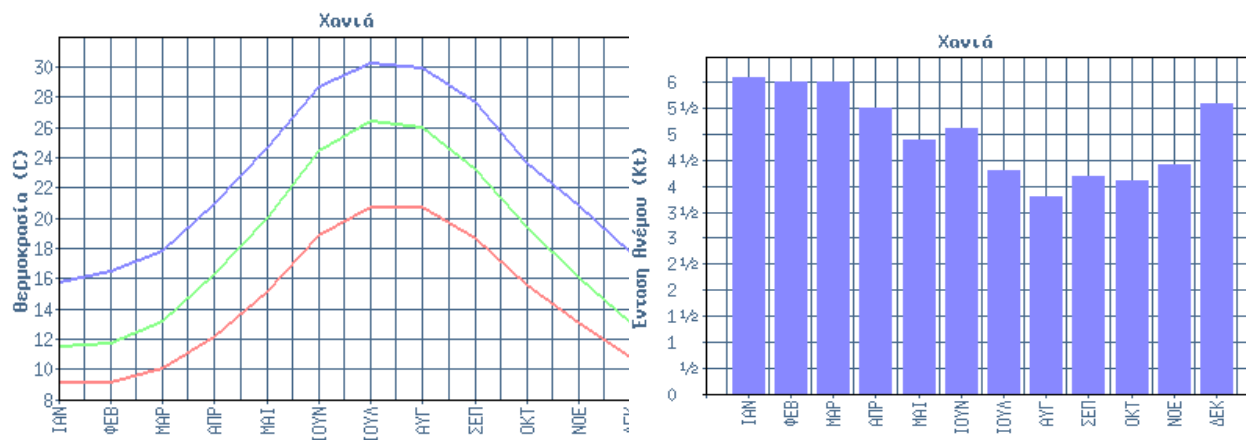
Η εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών με χρήση GIS εφαρμόστηκε στην Νοτιοδυτική πλευρά του Νομού Χανίων (συντεταγμένες από 390000 μέχρι 400000 N και 400000 μέχρι 500000 E, με βάση το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ 87, ή από 35°13' μέχρι 35°28' N και 23°30' μέχρι 23°45' E), μια περιοχή που αντιμετωπίζει πρόβλημα πυρικών φαινομένων εξαιτίας των δυσμενών κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν (ξηροθερμικές συνθήκες, άνεμοι υψηλής ταχύτητας κ.α.) καθώς ο βιοκλιματικός χαρακτήρας της περιοχής εμπίπτει στον έντονο θερμό –μεσογειακό, ασθενές θερμό– μεσογειακό και έντονο μέσο – μεσογειακό χαρακτήρα.



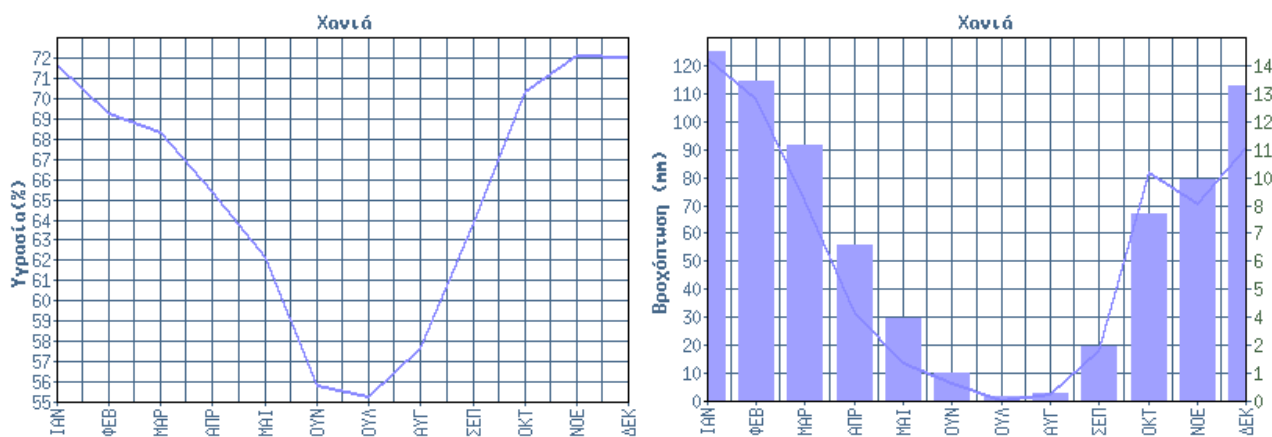
Εικόνα 6. Περιοχή εφαρμογής εκτίμησης επικινδυνότητας

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) (σταθμός Χανίων: Γ. Μήκος (Lon) 24°7'1" / Γ.Πλάτος (Lat) 35°28'58" / Ύψος 151μ.), η ευρύτερη περιοχή των Χανίων χαρακτηρίζεται από έντονες θερμοκρασίες αέρα, υψηλή ένταση ανέμου, χαμηλά ποσοστά υγρασίας και ελάχιστο ύψος βροχόπτωσης κατά τους μήνες που συμπίπτουν με την αντιπυρική περίοδο. Οι συνθήκες θερμοκρασίας αέρα σε συνδυασμό με την χαμηλή βροχόπτωση και τα ποσοστά υγρασίας ευνοούν την ξήρανση των καυσίμων υλικών, με αποτέλεσμα την αύξηση

της επικινδυνότητας ανάφλεξης, ενώ οι υψηλές εντάσεις ανέμου συνεισφέρουν θετικά στην επικινδυνότητα διάδοσης των πυρικών φαινομένων.



Γράφημ. 10. Μεταβολή της θερμοκρασίας και της ταχύτητας του ανέμου κατά την διάρκεια του έτους



Γράφημ. 11. Μεταβολή της υγρασίας και του ύψους βροχόπτωσης κατά την διάρκεια του έτους

Αλλά και η ιδιαίτερη τοπογραφική διαμόρφωσης της περιοχής, με αυξημένες κλίσεις και παρουσία φαραγγιών, συνιστούν έντονα προβλήματα διάδοσης πυρικών φαινομένων, αν και η περιοχή δεν χαρακτηρίζεται από μεγάλα υψόμετρα (μέγιστο υψόμετρο 1160 m). Επίσης, το μεγαλύτερο ποσοστό κάλυψης της περιοχής αποτελείται από βλάστηση που συντίθεται από φυτοκοινωνικές ενώσεις πυρόφιλων ειδών που ευνοούν την εύκολη ανάφλεξη και γρήγορη διάδοση της πυρκαγιάς.

Η περιοχή χαρακτηρίζεται επίσης, από μεγάλο μήκος παραλίων και θέσεων συγκέντρωσης επισκεπτών, οι οποίες αυξάνουν την επικινδυνότητα ανάφλεξης.

Για να δικαιολογηθεί κάθε εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών συνίσταται η περιοχή να διαθέτει μια ή περισσότερες αξίες οι οποίες χρήζουν προστασίας από πυρικά φαινόμενα, χωρίς αυτό να αποτελεί πανάκεια τακτική. Η συγκεκριμένη περιοχή, πέραν των οικισμών και των αξιοσημείωτων θέσεων προσέλκυσης επισκεπτών, διαθέτει στα όρια της τρεις περιοχές οι οποίες έχουν συμπεριληφθεί στον κατάλογο NATURA 2000, δηλαδή του Ευρωπαϊκού δικτύου προστασίας που βασίζεται στην Οδηγία 92/43/EEC της Ευρωπαϊκής Ένωσης, και είναι ένα από τα πιο αποτελεσματικά νομικά όργανα στον κόσμο για την προστασία της βιοποικιλότητας και της φύσης. Πιο συγκεκριμένα, είναι οι περιοχές με κωδικό [66]:

- GR 4340004 (ΕΛΟΣ – ΤΟΠΟΛΙΑ – ΑΓΙΟΣ ΔΙΚΑΙΟΣ) συνολικής έκτασης 7351.92 ha. Η περιοχή περιλαμβάνει σημαντικές περιοχές άγριας ορνιθοπανίδας (όρος Κουτρούλη), περιοχές με ενδημικά φυτικά είδη (όρος Δίκαιος και φαράγγι Τοπολιών), σημαντικά σπήλαια με στενοενδημικά ασπόνδυλα όπως η αράχνη *Pholcus creticus*. Είδη αετών και γερακιών που συναντώνται συχνά σε αυτή τη θέση είναι τα *Aquila chrysaetos* (χρυσαιτός), *Gyps fulvus* (γύπας), *Gypaetus barbatus* (γυπαετός), *Falco peregrinus*, *Pernis apivorus* και *Falco eleonoreae*. Μεταξύ των Κοινοτήτων Έλους και Περβόλια υπάρχουν αρκετές καστανιές (*Castanea sativa*), φυτοκοινωνίες εξαιρετικά σπάνιες για την Κρήτη. Μακκί με *Arbutus unedo* και *Erica manipuliflora* είναι επίσης κοινά σε μη ασβεστολιθικά υποστρώματα, μεγάλο τμήμα της περιοχής καλύπτεται από ελαιώνες ενώ υπάρχουν και δάση με *Quercus brachyphylla*, *Olea* και *Ceratonia*. Οι πυρκαγιές αποτελούν μια κοινή απειλή για τις θέσεις αυτής της περιοχής.
- GR 4340005 (ΟΡΜΟΣ ΣΟΥΓΙΑΣ – ΒΑΡΔΙΑ – ΦΑΡΑΓΓΙ ΛΙΣΣΟΥ ΜΕΧΡΙ ΑΝΥΔΡΟΥΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ) συνολικής έκτασης 3039.84 ha και θαλάσσιας έκτασης 345.93 ha. Στην περιοχή αυτή υπάρχουν πολλά είδη βιοτόπων, μεγάλος αριθμός ενδημικών και τοπικών ενδημικών ειδών χλωρίδας, θέσεις παρουσίας σημαντικών ειδών ορχιδέας, χλωρίδα και πανίδα που προστατεύεται από διεθνείς συμβάσεις. Πιο συγκεκριμένα, συναντώνται υψηλοί θαμνώνες με *Juniperus phoenicea*, χαμηλές διαπλάσεις με *Euphorbia* κοντά σε απόκρημνες βραχώδεις περιοχές, φρύγανα *Sarcopoterium spinosum*, ημιφυσικές ξερές χλοώδεις διαπλάσεις σε ασβεστολιθικά υποστρώματα, πρωτογενείς λειμώνες σε βραχώδεις δόμους, δάση πλατάνου *Platanus orientalis*, δάση με *Olea* και *Ceratonia* και μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά είδη πεύκων της

Μεσογείου. Η περιοχή αυτή βρίσκεται κατά ένα μέρος μόνο στην έκταση της περιοχής μελέτης.

- GR 4340015 (ΠΑΡΑΛΙΑ ΑΠΟ ΧΡΥΣΟΣΚΑΛΙΤΙΣΣΑ ΜΕΧΡΙ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟ ΚΡΙΟΣ) συνολικής έκτασης 2202,49 ha και θαλάσσιας έκτασης 1029,44 ha. Είδη που απαντώνται στην εκτεταμένη παραλία του νησιού Ελαφονήσι είναι υψηλοί θαμνώνες με *Juniperus oxycedrus* spp. *macrocarpa*, *Anthyllis hermanniae*, *Silene sedoides*, *Lotus creticus* spp. *cytisoides*, *Ipomoea stolonifera*, *Orobanche versicolor*, *Plantago squarrosa*. Η μονή της Χρυσосκαλίτισσας χαρακτηρίζεται από φρυγανώδη και μακκία βλάστηση και επικρατούν τα είδη *Erica manipuliflora*, *Pistacia lentiscus*, *Ceratonia siliqua*, *Calicotome villosa* κ.λ.π. Κοντά στην Χρυσοσκαλίτισσα απαντά βλάστηση χαρακτηριστική των γυψούχων στεπών όπου κυριαρχεί το πολυετές είδος *Lygeum spartum*. Προς το εσωτερικό βρίσκονται δενδρώδεις διαπλάσεις *Juniperus oxycedrus* και *J. Phoenicea* μαζί με αείφυλλους σκληρόφυλλους θάμνους από *Pistacia lentiscus*, *Ceratonia siliqua* και *Olea europaea*. Το υγρόφιλο είδος *Tamarix parviflora* μαζί με το εξωτικής εμφάνισης *Nerium oleander* σχηματίζουν μικρές συστάδες στις όχθες των χειμάρρων που υπάρχουν στην περιοχή. Η περιοχή είναι 1 από τις 100 μόνο ή και λιγότερες στην Ευρωπαϊκή Ένωση όπου υπάρχουν ακόμη τα φυτά *Androcymbium rechingeri* και *Ipomoea stolonifera*. Ενδημικά υποείδη όπως *Felis sylvestris cretensis*, *Meles meles arcalus* και *Podarcis erhardii elaphonisii* αποτελούν μέρος της πανίδας της περιοχής. Επίσης η περιοχή αυτή είναι πολύ σημαντική για τα μεταναστευτικά πουλιά, τόσο ως τόπος αναπαραγωγής όσο και ως ενδιάμεσος σταθμός ανάπαυσης. Η περιοχή αυτή συνιστά ένα σημαντικό βιότοπο με εύθραυστα οικοσυστήματα

Είναι προφανές λοιπόν, η αξία των περιοχών αυτών από άποψη βιοποικιλότητας, οικοσυστημάτων και αισθητικής, γεγονός που δικαιολογεί την ανάγκη προστασίας αυτών των σημαντικών θέσεων από τον κίνδυνο της πυρκαγιάς.

Η εκτίμηση επικινδυνότητας της παρούσας εργασίας εμπίπτει στην κατηγορία των μακροπρόθεσμων εκτιμήσεων επικινδυνότητας καθώς δεν χρησιμοποιήθηκαν μετεωρολογικά δεδομένα. Κατά αυτή την έννοια, οι χάρτες που δημιουργήθηκαν ξεπερνούν σε χρονική διάρκεια ισχύος την μια αντιτυρική περίοδο. Σκοπός ήταν να δημιουργηθούν χάρτες επικινδυνότητας που θα αποτελέσουν το βασικό πλαίσιο πάνω στο οποίο μπορούν να ενσωματωθούν εκτιμήσεις βραχυπρόθεσμης επικινδυνότητας. Δηλαδή, οι χάρτες που δημιουργήθηκαν μπορούν να μειώσουν την χωρική κλίμακα

στην οποία θα γίνουν βραχυπρόθεσμες εκτιμήσεις επικινδυνότητας, υποδεικνύοντας θέσεις που θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως hot spots.

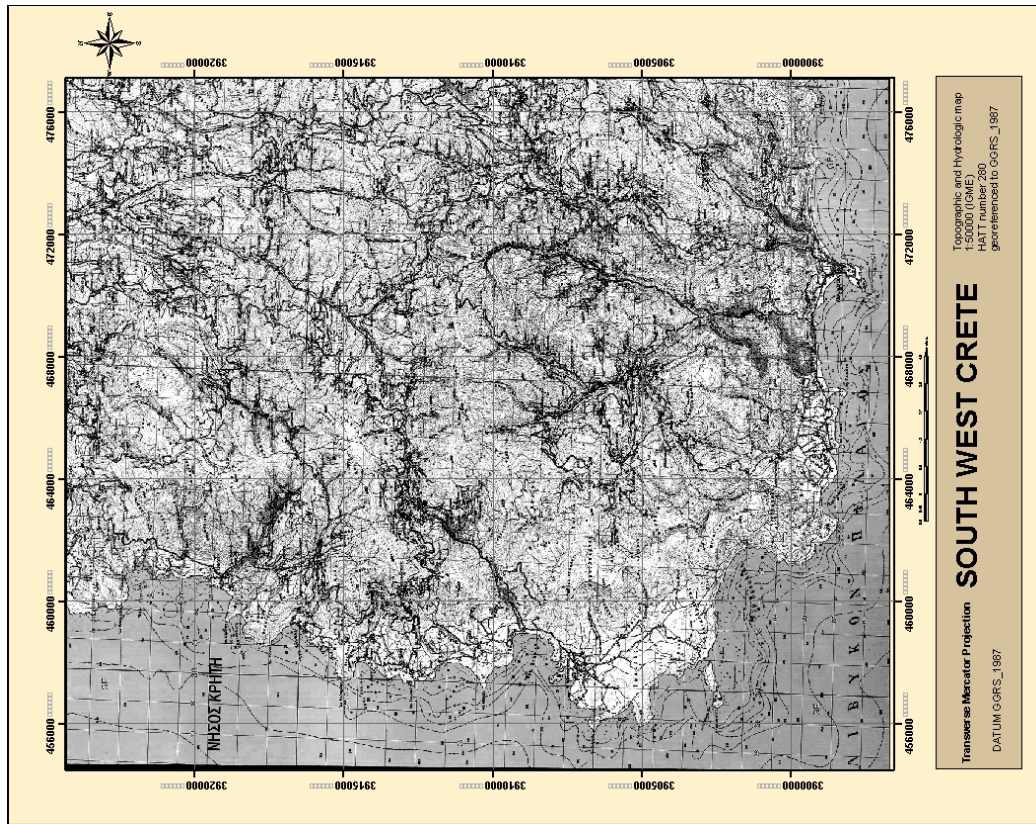
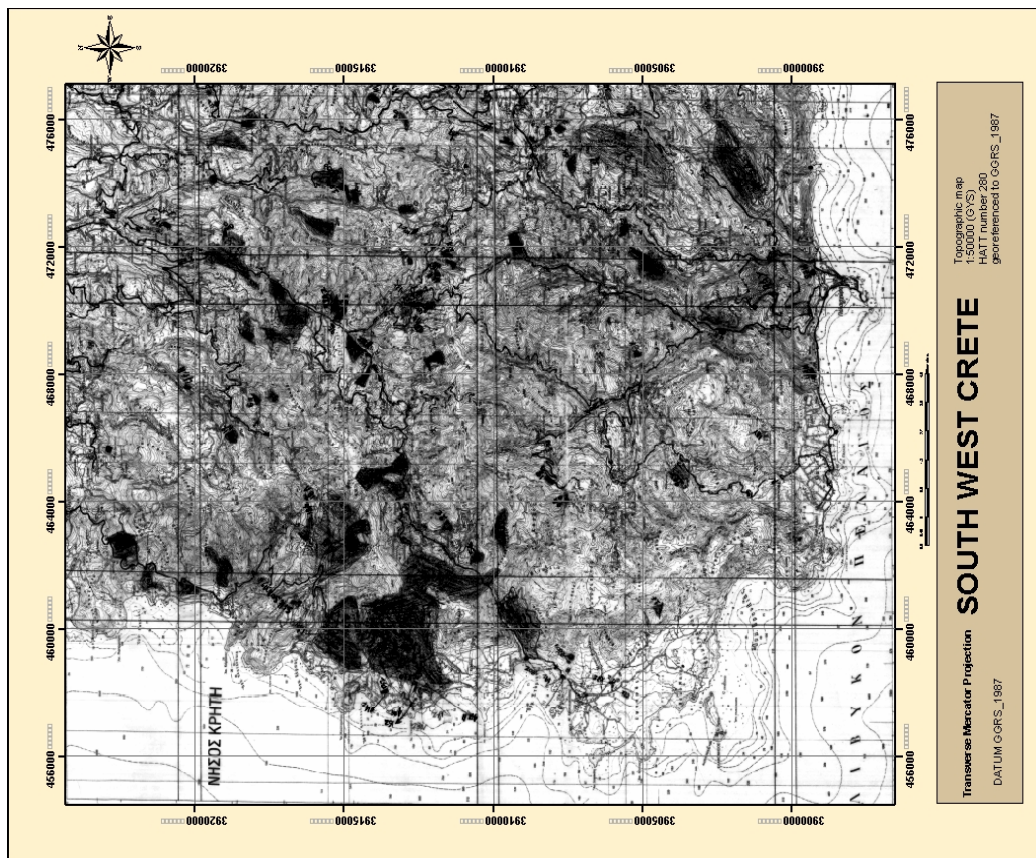
Οι χάρτες που παρήχθησαν στηρίζονται στην δημιουργία ενός ολοκληρωμένου δείκτη επικινδυνότητας πυρκαγιών (Fire Risk Index), ο οποίος προέκυψε μέσω της στάθμισης των μεταβλητών με υποκειμενικούς δείκτες βαρύτητας. Οι δείκτες αυτοί δεν προέκυψαν τυχαία, αλλά ανταποκρίνονται στις ιδιαίτερες συνθήκες των μεταβλητών που περιγράφουν την περιοχή μελέτης. Δεν παύει όμως, να υφίσταται το πρόβλημα της υποκειμενικότητας του εκτιμητή.

2. Χαρτογραφικό και πληροφοριακό υλικό

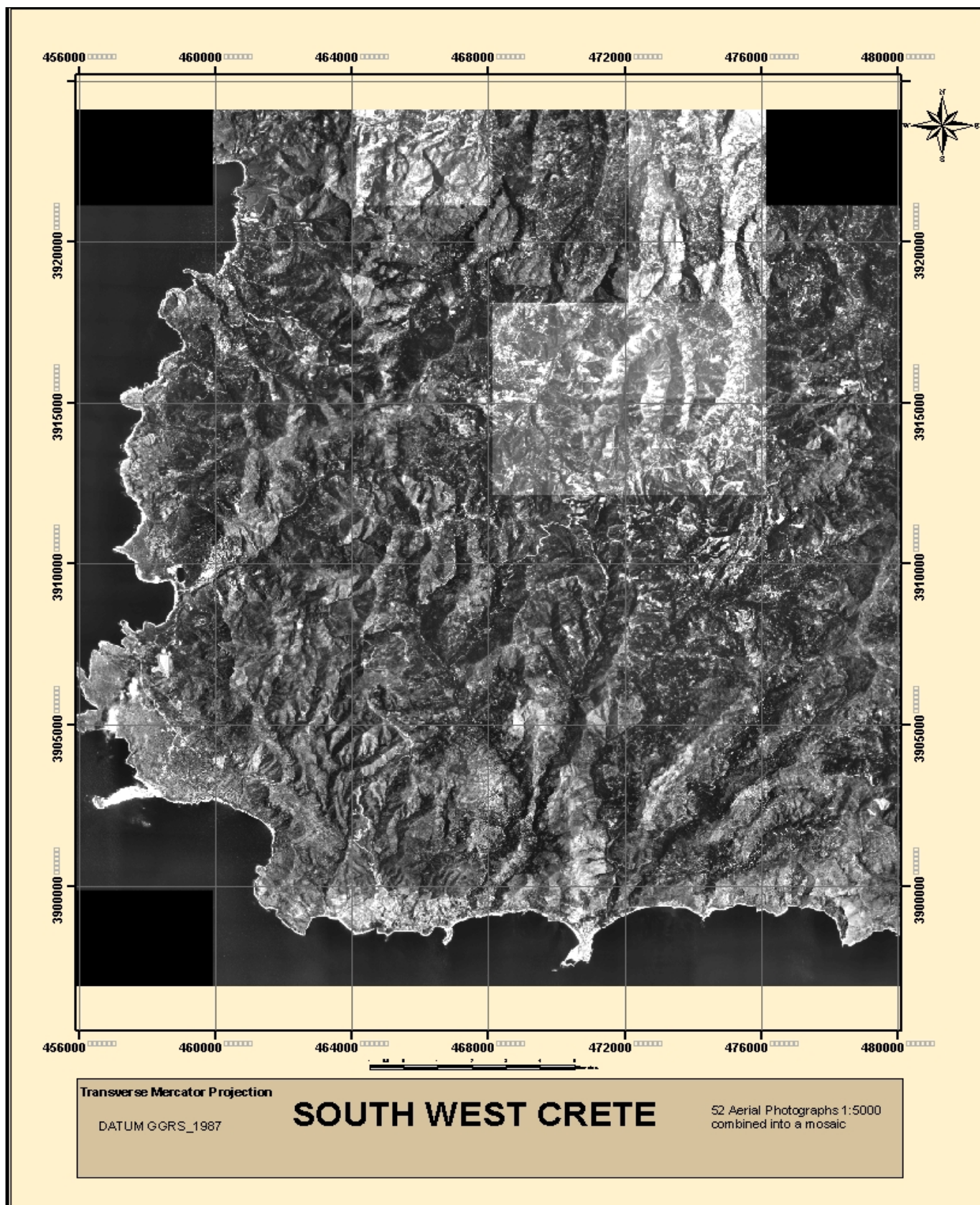
Το χαρτογραφικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε αποτελείται από:

1. Ένα χάρτη της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού κλίμακας 1:50.000. Ο χάρτης είναι το φύλλο HATT 280 ΠΑΛΑΙΟΧΩΡΑ και παραχωρήθηκε από την Διεύθυνση Δασών Χανίων. Ο χάρτης χρησιμοποιήθηκε για την ψηφιοποίηση των ισοϋψών καμπυλών με στόχο την τελική παραγωγή του Τρισδιάστατου Μοντέλου Εδάφους, των θέσεων των οικισμών, των εκτάσεων που έχουν κηρυχθεί αναδασωτέες και του οδικού δικτύου
2. Ένα γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) κλίμακας 1:50.000 που παραχωρήθηκε από το Εργαστήριο Υδρογεωχημικής Μηχανικής και Αποκατάστασης Εδαφών (Καθ. Ν. Νικολαΐδης). Ο χάρτης χρησιμοποιήθηκε για την ψηφιοποίηση των ρεμάτων με παροχή κατά το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα του έτους.
3. 52 Αεροφωτογραφίες κλίμακας 1:5.000, οι οποίες συντέθηκαν σε ένα μωσαϊκό αεροφωτογραφιών συνολικής κλίμακας 1:50.000. Οι αεροφωτογραφίες παραχωρήθηκαν από την Διεύθυνση Δασών Χανίων και χρησιμοποιήθηκαν για να γίνουν διορθώσεις των ψηφιοποιημένων στοιχείων.
4. Ένας ψηφιακός χάρτης χρήσεων γης από το πρόγραμμα CORINE LAND COVER 2000.
5. Ταξιδιωτικοί χάρτες για την εξακρίβωση των θέσεων συγκέντρωσης επισκεπτών.

Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία για τον αριθμό μόνιμων κατοίκων σε κάθε οικισμό που ψηφιοποιήθηκε. Τα στοιχεία προέρχονται από την Γενική Γραμματεία Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος και αφορούν την τελευταία απογραφή του 2000.



Εικόνα 7. Τοπογραφικοί χάρτες 1:50.000 (ΓΥΣ&ΠΓΜΕ)



Εικόνα 8. Μωσαϊκό 52 αεροφωτογραφιών κάλυψης της περιοχής μελέτης

Τέλος, στοιχεία για τις θέσεις των σημείων που βρίσκονται τα υδροστόμια όσο και για την κατάσταση τους συγκεντρώθηκαν από την Πυροσβεστική Υπηρεσία Χανίων και το Σχέδιο Δασοπυρόσβεσης Έτους 2004.

3. Λογισμικό

Η γεωαναφορά (georeferencing), η ψηφιοποίηση των δεδομένων εισόδου, η εισαγωγή περιγραφικών πληροφοριών και η παραγωγή του Τρισδιάστατου Μοντέλου Εδάφους έγινε σε περιβάλλον ArcView 3.3. Για την πραγματοποίηση τους χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω extensions:

- 3D Analyst
- Spatial Analyst
- Image Analysis
- Geoprocessing
- JPEG image support
- Projection Utility Wizard και
- TIFF 6.0 image support

Η ανάλυση των δεδομένων εισόδου έγινε σε περιβάλλον ArcGIS 9.0, το οποίο παραχωρήθηκε από την εταιρία Marathon Data Systems (MDS). Το λογισμικό αυτό, που βρίσκεται στην παρούσα φάση σε μορφή evaluation, διαχωρίζεται σε εφαρμογές λογισμικών. Στην μεταπτυχιακή εργασία χρησιμοποιήθηκαν:

- το ArcMap, που αποτελεί την κεντρική εφαρμογή για την εισαγωγή, ανάλυση, επεξεργασία και χαρτογράφηση των δεδομένων
- το ArcCatalog που είναι μια εφαρμογή οργάνωσης και διαχείρισης των αρχείων και
- το ArcScene που αποτελεί μια εφαρμογή επεξεργασίας και προβολής τρισδιάστατων γεωγραφικών πληροφοριών.

Για την μοντελοποίηση των δεδομένων εισόδου χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή ModelBuilder που αποτελεί ένα γραφικό πλαίσιο μοντελοποίησης για την εφαρμογή και υλοποίηση γεωαναλυτικών μοντέλων. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια extensions με αυτά του ArcView 3.3.

4. Μεθοδολογία και μεταβλητές εκτίμησης επικινδυνότητας

Για τις ανάγκες της εκτίμησης επικινδυνότητας στην περιοχή αυτή, δημιουργήθηκαν 10 θεματικά επίπεδα (layers) σε περιβάλλον ArcMap. Αυτά τα θεματικά επίπεδα (μεταβλητές επικινδυνότητας) αντιστοιχούν σε 3 διαφορετικούς, αλλά συσχετιζόμενους, παράγοντες ανάφλεξης και διάδοσης πυρκαγιών: στους ανθρωπογενείς παράγοντες, στους φυσικούς και στους παράγοντες μετριασμού επικινδυνότητας.

Όλες οι μεταβλητές έχουν γεωαναφερθεί στο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ 87 (το οποίο περιγράφεται στην συνέχεια), ενώ η διακριτική ικανότητα των παραγόμενων χαρτών (κανάβου ή raster) είναι της τάξεως των 20X20 μέτρων. Δηλαδή, κάθε μονάδα κανάβου αντιστοιχεί σε περιοχή εκτάσεων 400 τετραγωνικών μέτρων.

Για να καταστεί δυνατή η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου δείκτη επικινδυνότητας, όλες οι αξίες (μέτρα, ποσοστά, αριθμός κατοίκων κ.λ.π.) των δημιουργημένων θεματικών επιπέδων κατατάχθηκαν σε μια κοινή κλίμακα επικινδυνότητας από 1 μέχρι 5, ώστε να είναι εφικτός ο συνδυασμός τους σε ένα ενιαίο πλαίσιο αναφοράς.

Κλίμακα επικινδυνότητας	Περιγραφή επικινδυνότητας
1	Πολύ Χαμηλή
2	Χαμηλή
3	Μέτρια
4	Υψηλή
5	Πολύ Υψηλή

Πίνακας 8. Κατάταξη κλάσεων επικινδυνότητας πυρκαγιάς

Εν συνεχεία τα θεματικά επίπεδα συνδυάστηκαν με δύο διαφορετικούς τύπους μοντελοποίησης σε περιβάλλον ModelBuilder, για την δημιουργία δύο δεικτών επικινδυνότητας (Fire Risk Index). Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της σταθμισμένης επικάλυψης των θεματικών επιπέδων με βάση υποκειμενικούς δείκτες βαρύτητας. Η περιγραφή του σκεπτικού και των αποτελεσμάτων της μοντελοποίησης θα περιγραφεί σε επόμενο κεφάλαιο.

4.1. Προβολικό σύστημα

Προβολικό σύστημα ονομάζεται ένα σύστημα που επιτρέπει την απεικόνιση του ελλειψοειδούς σε ένα επίπεδο. Οι προβολές διακρίνονται σε ισαπέχουσες, σύμμορφες, και ισοδύναμες, ανάλογα με τον βαθμό παραμόρφωσης των μεγεθών επί του ελλειψοειδούς. Ανάλογα με την επιφάνεια που χρησιμοποιείται, οι προβολές διακρίνονται σε αζιμουθιακές, κωνικές και κυλινδρικές[47]

Οι τοπογραφικοί χάρτες, ήταν αρχικά προβεβλημένοι στο σύστημα HATT (η περιοχή ανήκει στο Φύλλο Χάρτου HATT 280 ΠΑΛΑΙΟΧΩΡΑ), το οποίο αποτελεί ισαπέχουσα αζιμουθιακή προβολή. Στην ουσία χρησιμοποιείται ένα επίπεδο αναφοράς, το οποίο εφάπτεται σε ένα σημείο του ελλειψοειδούς που ονομάζεται Κέντρο Φύλλου Χάρτη (Κ.Φ.Χ.). Έτσι, για το ελλαδικό χώρο ορίζονται συνολικά 130 σφαιροειδή τραπέζια μεγέθους 30'X30' για την κάλυψη του. Κάθε τραπέζιο έχει το δικό του σύστημα συντεταγμένων, με αρχή των αξόνων το Κ.Φ.

Προβολικό σύστημα HATT	
Όνομα προβολικού συστήματος:	Ισαπέχουσα Αζιμουθιακή προβολή του HATT
Γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς (Datum):	Ελληνικό, με αφετηρία το Αστεροσκοπείο Αθηνών ($\lambda_0=23^{\circ}42'58''.815$)
Ελλειψοειδές αναφοράς:	Bessel
Μεγάλος ημιάξονας ελλειψοειδούς a:	6377397.155m
Επιπλάτυνση ελλειψοειδούς (1/f):	1/299.1528128
Διαστάσεις φύλλων χάρτη:	30o x 30o
Αριθμός φύλλων χάρτη:	189

Πίνακας 9. Προβολικό σύστημα HATT

Το Προβολικό Σύστημα ΕΓΣΑ 87 είναι το πλέον πρόσφατο προβολικό σύστημα που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα και είναι προϊόν συνεργασίας του Εργαστηρίου Ανωτέρας Γεωδαισίας του Τμήματος Αγρονόμων – Τοπογράφων του Εθνικού Μετσοβείου Πολυτεχνείου, της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού και του ΟΚΧΕ. Θεωρείται μια ενιαία ζώνη για όλη την Ελλάδα με κεντρικό μεσημβρινό $\lambda_0=24^{\circ}$ και χρησιμοποιείται ενιαίος συντελεστής κλίμακας 0.9996. Οι παραμορφώσεις με αυτό τον τρόπο μπορούν να φτάσουν μέχρι και 1:1000 στα άκρα της χώρας (1 m σε απόσταση 1 Km). Για να αποφευχθούν αρνητικές τιμές, ο κεντρικός μεσημβρινός έχει ως τετμημένη 500000 μέτρα και αρχή των τεταγμένων θεωρείται ο ισημερινός ($\varphi=0^{\circ}$). Το ΕΓΣΑ 87 τείνει να γίνει το επίσημο προβολικό σύστημα συντεταγμένων

καθώς προσφέρει ενιαία αναφορά για το σύνολο της χώρας και έχει ήδη υιοθετηθεί από τις περισσότερες δημόσιες υπηρεσίες και οργανισμούς καθώς και από ιδιωτικές εταιρίες.

Προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ'87	
Επίσημη ονομασία :	<i>Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 87</i>
Προβολή:	Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή (UTM)
Γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς (Datum):	Ε.Γ.Σ.Α. 87 με αφετηρία το μετατεθειμένο γεώκεντρο (βάθρο Διονύσου)
Ελλειψοειδές αναφοράς:	GRS'80
False Easting:	500000
False Northing:	0
Latitude of origin:	0
Prime Meridian:	Athens (23.71633)
Central Meridian:	24
Μεγάλος ημιάξονας ελλειψοειδούς a:	6378137.000m
Μικρός ημιάξονας ελλειψοειδούς	6356752,3141m
Επιπλάτυνση ελλειψοειδούς (1/f):	1/298.25722101
Συντελεστής κλίμακας Ko	0.9996

Πίνακας 10. Προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ 87

Τόσο οι τοπογραφικοί χάρτες που εισήχθησαν ως εικόνες (με επέκταση .tiff, .jpeg ή image analysis) στο λογισμικό, όσο και τα στοιχεία που ψηφιοποιήθηκαν πάνω στους χάρτες και τις αεροφωτογραφίες, γεωαναφέρθηκαν στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 87 (ΕΓΣΑ 87) με την βοήθεια του align tool του ArcView 3.3, ενώ οι νέες συντεταγμένες των άκρων των φύλλων HATT παρέχονται στο έντυπο «ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ : Από το σύστημα HATT (παλαιό Datum) στο σύστημα ΕΓΣΑ 87 (νέο Datum) .

ΦΥΛΛΟ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΑΚΡΑ	X	Ψ
280	ΠΑΛΑΙΟΧΩΡΑ	1	454,433,583	3,924,497,735
280	ΠΑΛΑΙΟΧΩΡΑ	2	477,117,405	3,924,411,643
280	ΠΑΛΑΙΟΧΩΡΑ	3	477,047,485	3,896,685,225
280	ΠΑΛΑΙΟΧΩΡΑ	4	454,293,679	3,896,771,047

Πίνακας 11. Μετατροπή συντεταγμένων περιοχής μελέτης από HATT σε ΕΓΣΑ 87

4.2. Ανθρωπογενείς μεταβλητές

4.2.1. Οδικό δίκτυο

Το πρώτο στοιχείο εισόδου που ψηφιοποιήθηκε πάνω στο χαρτογραφικό υλικό ήταν οι θέσεις του οδικού δικτύου Α΄ Κατηγορίας. Συνολικά ψηφιοποιήθηκαν 66 τμήματα οδικού δικτύου συνολικού μήκους 268.86 Km.

Η περιοχή διαθέτει ένα εκτεταμένο οδικό δίκτυο για να καλύψει τις ανάγκες των κατοίκων των οικισμών αλλά και των επισκεπτών των παραλιακών περιοχών. Το οδικό δίκτυο χρησιμοποιείται έντονα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, αυξάνοντας την επικινδυνότητα ανάφλεξης πυρικών φαινομένων. Πεταμένα τσιγάρα και γυάλινα μπουκάλια ρίπτονται από τα οχήματα που διασχίζουν την περιοχή, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του οδικού δικτύου διασχίζει περιοχές με πυρόφιλη βλάστηση.

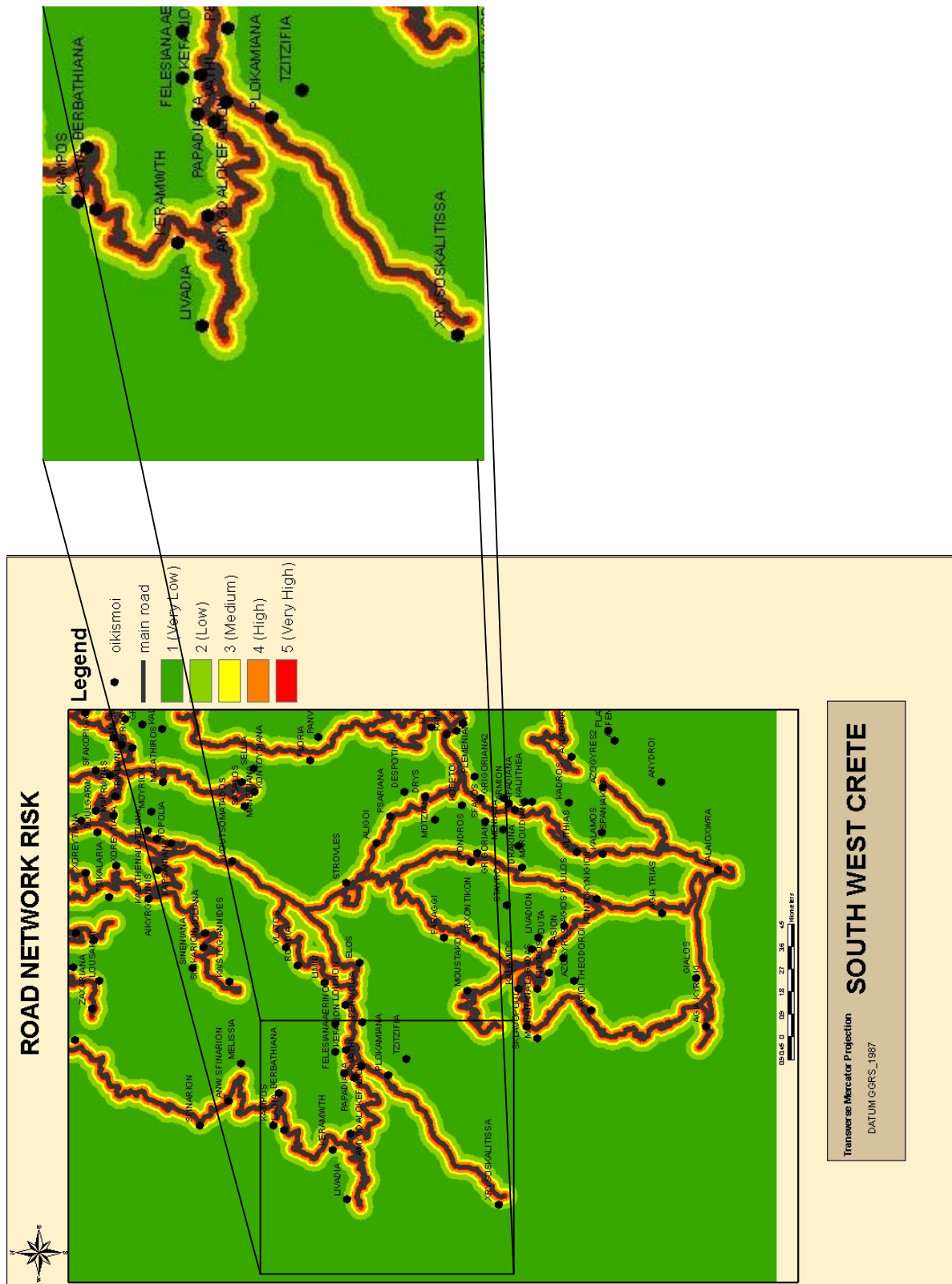
Επίσης, το οδικό δίκτυο διέρχεται από περιοχές με αυξημένες κλίσεις, ενώ και τα πρηνή των δρόμων είναι ιδιαίτερος απότομα καθώς η περιοχή εμφανίζει έντονη ορεογραφική διαμόρφωση. Έτσι, στην περίπτωση που λάβει χώρα ανάφλεξη, αυτή θα διαδοθεί με μεγάλη ταχύτητα στα πρηνή του οδικού δικτύου και από εκεί στις υπόλοιπες θέσεις.

Επειδή η περιοχή από την οποία διέρχεται το μεγαλύτερο μέρος του οδικού δικτύου είναι δύσβατη, θεωρήθηκε ότι ακόμα και αν οι επιβάτες των οχημάτων στάθμευαν σε κάποιο σημείο του οδικού δικτύου, δεν θα μπορούσαν να απομακρυνθούν σε μεγάλη κάθετη απόσταση από αυτό. Για αυτό το λόγο οι ρυθμιστικές ζώνες επικινδυνότητας που δημιουργήθηκαν γύρω από τις θέσεις του οδικού δικτύου έχουν την ακόλουθη διάταξη:

Αποστάσεις ρυθμιστικών ζωνών επικινδυνότητας οδικού δικτύου (m)	Κλάσεις επικινδυνότητας
0-100	5 (Πολύ Υψηλή)
101-200	4 (Υψηλή)
201-300	3 (Μέτρια)
301-500	2 (Χαμηλή)
>501	1 (Πολύ Χαμηλή)

Πίνακας 12. Κλάσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς λόγω θέσης οδικού δικτύου

Παρατηρείται ότι η πολύ υψηλή και υψηλή επικινδυνότητα βρίσκεται σε μικρή απόσταση από την θέση του οδικού δικτύου, ακριβώς για το λόγο που προαναφέρθηκε.



Εικόνα 9. Επικινδυνότητα πυρκαγιάς λόγω θέσης του οδικού δικτύου

4.2.2. Θέσεις δημοτικών διαμερισμάτων και οικισμών

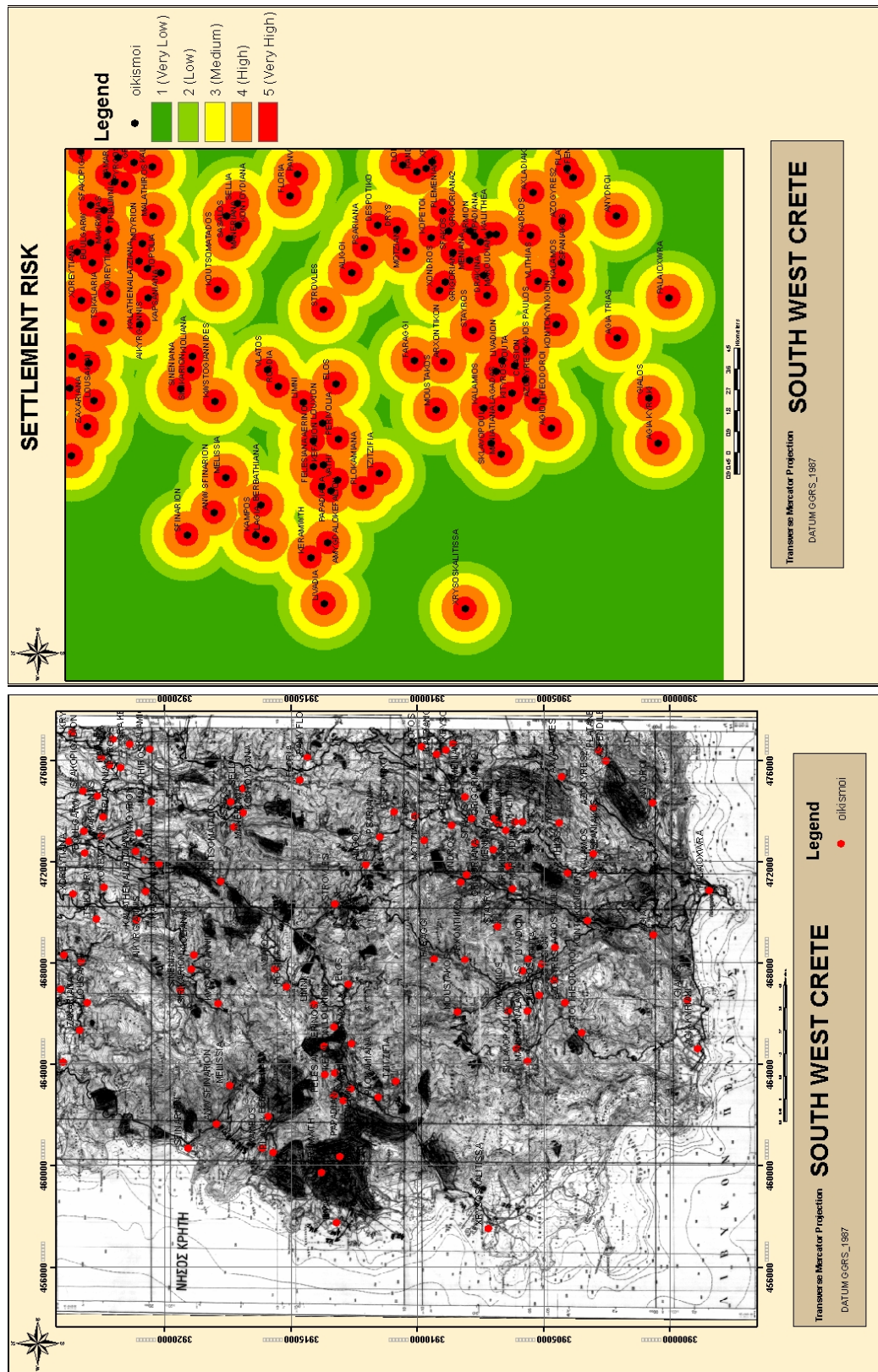
Ψηφιοποιήθηκαν 119 γεωγραφικές θέσεις οικισμών και διατυπώθηκε η περιγραφική πληροφορία του αριθμού των κατοίκων σε κάθε ένα από αυτούς. Επίσης αποτυπώθηκαν τα όρια των δημοτικών διαμερισμάτων στα οποία ανήκει ο κάθε οικισμός. Η περιοχή οριοθετείται από 31 δημοτικά διαμερίσματα και συγκεκριμένα τα δημοτικά διαμερίσματα Πλατάνου, Λουσακιών, Πολυρρήνιας, Κουκουνάρας, Ποταμίδας, Βουλγάρω, Σφακοπηγαδίου, Δελιανών, Πανέθημου, Ζυμπραγού, Κάμπου, Σιρηκαρίου, Καλάθηναι, Τοπολίων, Μαλάθουρου, Κακόπετρου, Σασάλου, Αμυγδαλοκεφαλίου, Κεφαλίου, Έλους, Βλάτους, Στρόβλων, Πλεμενιανών, Κανδάνου, Βαθή, Περιβολίων, Πελεκάνου (Βουτά), Σαρακήνας, Κακοδικίου, Τεμενίων, Παλαιόχωρας.

Με βάση τις γεωγραφικές θέσεις των οικισμών δημιουργήθηκαν ρυθμιστικές ζώνες επικινδυνότητας σε συγκεκριμένες αποστάσεις γύρω από αυτούς. Ο συλλογισμός για την οριοθέτηση των ζωνών αυτών ήταν η αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ επικινδυνότητας και απόστασης από τους οικισμούς, καθώς οι θέσεις που είναι πιο κοντά στους οικισμούς εμφανίζουν μεγαλύτερη επικινδυνότητα ανάφλεξης εξαιτίας της εντονότερης παρουσίας ανθρώπων.

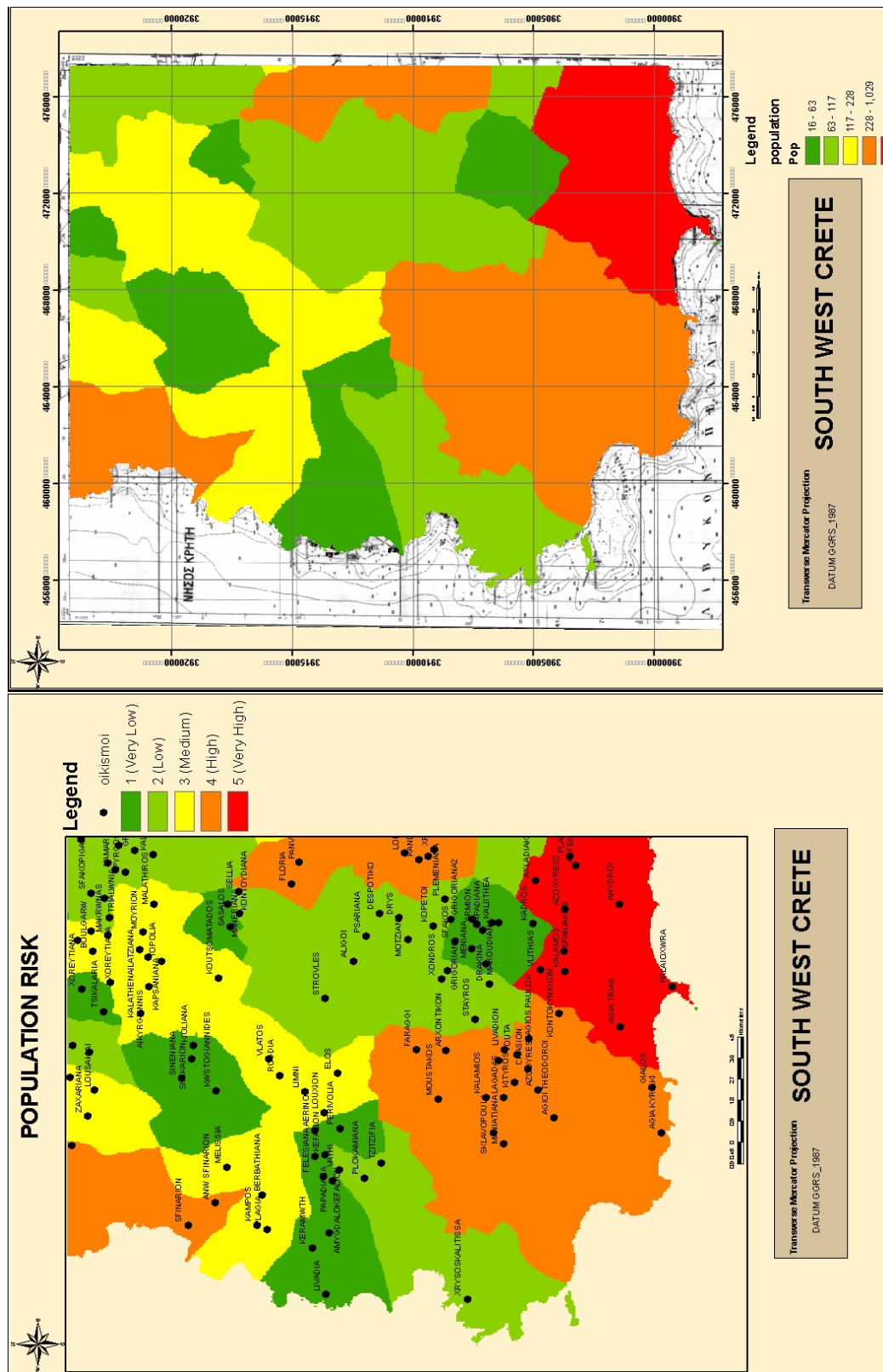
Αποστάσεις ρυθμιστικών ζωνών επικινδυνότητας οικισμών (m)	Κλάσεις επικινδυνότητας
0-500	5 (Πολύ Υψηλή)
500-1000	4 (Υψηλή)
1001-1500	3 (Μέτρια)
1501-2000	2 (Χαμηλή)
>2001	1 (Πολύ Χαμηλή)

Πίνακας 13. Κλάσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς λόγω θέσεων οικισμών

Επίσης, ανάλογα με τον πληθυσμό των οικισμών, τα δημοτικά διαμερίσματα διαχωρίστηκαν στις ίδιες κατηγορίες επικινδυνότητας, δεδομένου του ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός κατοίκων σε ένα δημοτικό διαμέρισμα τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα ανάφλεξης εξαιτίας του μεγαλύτερου βαθμού παρουσίας ανθρώπων. Ο οικισμός με τον μικρότερο αριθμό μόνιμων κατοίκων (16 κάτοικοι) ανήκει στο δημοτικό διαμέρισμα Αμυγδαλοκεφαλίου ενώ ο οικισμός με τον μεγαλύτερο αριθμό (2213 κάτοικοι) ανήκει στο δημοτικό διαμέρισμα Παλαιόχωρας.



Εικόνα 10. Επικινδυνότητα πυρκαγιάς λόγω θέσης των οικισμών



Εικόνα 11. Επικινδυνότητα λόγω αριθμού κατοίκων των δημοτικών διαμερισμάτων

Επικινδυνότητα δημοτικών διαμερισμάτων ανάλογα με τον αριθμό κατοίκων των οικισμών (αρ. κατοίκων)		Κλάσεις επικινδυνότητας
1029-2213		5 (Πολύ Υψηλή)
228-1029		4 (Υψηλή)
118-228		3 (Μέτρια)
64-117		2 (Χαμηλή)
16-63		1 (Πολύ Χαμηλή)

Πίνακας 14. Κλάσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς λόγω του αριθμού κατοίκων οικισμών

4.2.3. Θέσεις σημείων θέας και συγκέντρωσης επισκεπτών

Με βάση ταξιδιωτικούς χάρτες εντοπίστηκαν οι θέσεις που συγκεντρώνουν τον μεγαλύτερο αριθμό επισκεπτών. Οι περισσότερες θέσεις εδράζονται κοντά σε παραλιακές περιοχές, καθώς η περιοχή έχει ανεπτυγμένη τουριστική υποδομή και δραστηριότητα, ενώ υπάρχουν και θέσεις στην ενδοχώρα που αποτελούν σημείο προσέλκυσης (αρχαιολογικοί χώροι, εκκλησίες, μοναστήρια κ.α.).

ID	LOCATION	CHARACTER	ID	LOCATION	CHARACTER
1	PALAIOWRA	camping	22	STROVLES	church
2	PALAIOWRA	beach	23	VLATOS	view_site
3	PALAIOWRA	archaeological_site	24	AGIA SOFIA	church
4	KOYNTOYRA	beach	25	SFINARI	beach
5	KOYNTOYRA	beach	26	KAMPOS	beach
6	KOYNTOYRA	camping	27	SINENIANA	church
7	KOYNTOYRA	beach	28	KANDANOS	church
8	AGIA KYRIAKI	beach	29	POLYRRINIA	archaeological_site
9	KRIOS	archaeological_site	30	TOPOLIA	view_point
10	AGIOS IOANNIS	church			
11	ELAFONISOS	beach			
12	XRYSSOKALITISSA	monastery			
13	LIBADIA	beach			
14	TZITZIFIA	view_site			
15	VATHI	church			
16	VATHI	view_site			
17	AGIOS DIKAIOS	view_site			
18	SKLAVOPOULA	church			
19	MANIATIANA	church			
20	MANIATIANA	archaeological_site			
21	AGIOS PAVLOS	church			

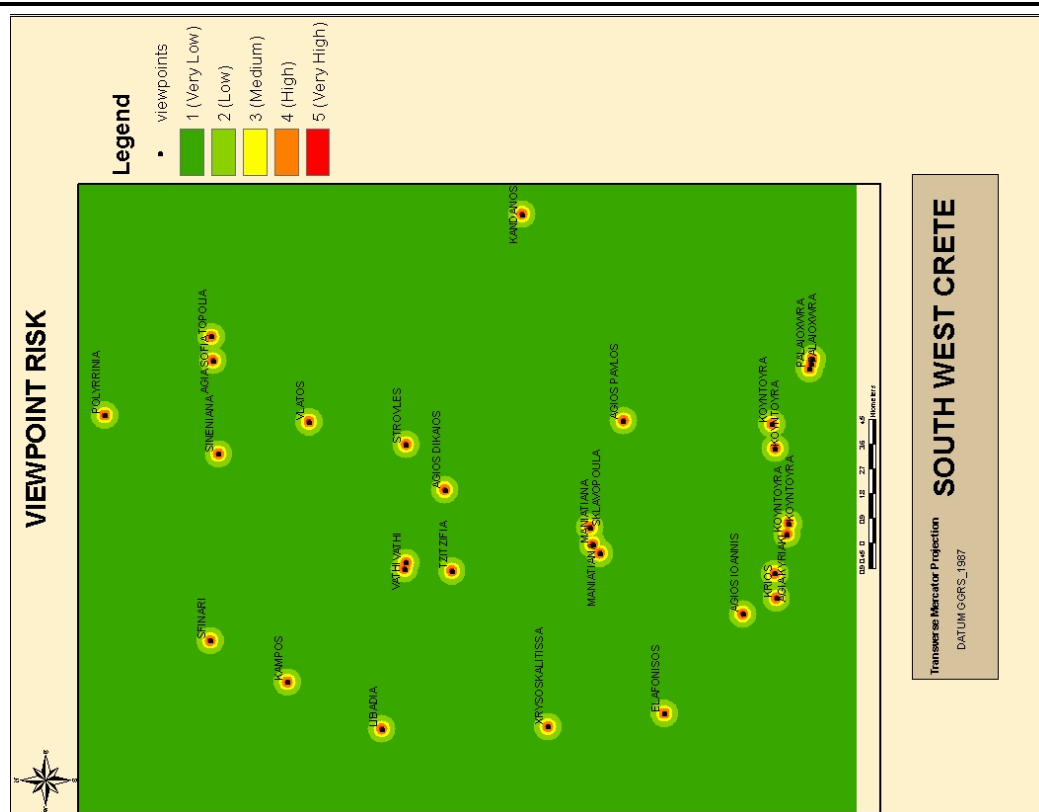
Πίνακας 15. Περιγραφική πληροφορία θέσεων συγκέντρωσης επισκεπτών

Ψηφιοποιήθηκαν συνολικά 30 θέσεις συγκέντρωσης επισκεπτών, 15 από τις οποίες βρίσκονται κοντά στην θάλασσα (παραλίες, κάμπινγκ) και 15 θέσεις στην ενδοχώρα (4 αρχαιολογικοί χώροι, 1 μοναστήρι, 7 εκκλησίες και 5 θέσεις λήψης φωτογραφιών)

Με βάση τις γεωγραφικές θέσεις των σημείων συγκέντρωσης επισκεπτών δημιουργήθηκαν ρυθμιστικές ζώνες επικινδυνότητας σε συγκεκριμένες αποστάσεις γύρω από αυτούς. Οι ρυθμιστικές ζώνες πολύ υψηλής και υψηλής επικινδυνότητας δημιουργήθηκαν σε πολύ μικρή απόσταση από την θέση των σημείων καθώς θεωρήθηκε ότι οι επισκέπτες δεν μετακινούνται σε μακρινές αποστάσεις από τις θέσεις αυτές.

Πίνακας 16. Κλάσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς λόγω θέσεων συγκέντρωσης επισκεπτών

Επικινδυνότητα θέσεων συγκέντρωσης επισκεπτών (m)	Κλάσεις επικινδυνότητας
0-100	5 (Πολύ Υψηλή)
101-200	4 (Υψηλή)
201-300	3 (Μέτρια)
301-500	2 (Χαμηλή)
>501	1 (Πολύ Χαμηλή)



Εικόνα 12. Επικινδυνότητα λόγω θέσης των σημείων συγκέντρωσης επισκεπτών

4.3. Φυσικές μεταβλητές

4.3.1. Χρήσεις γης

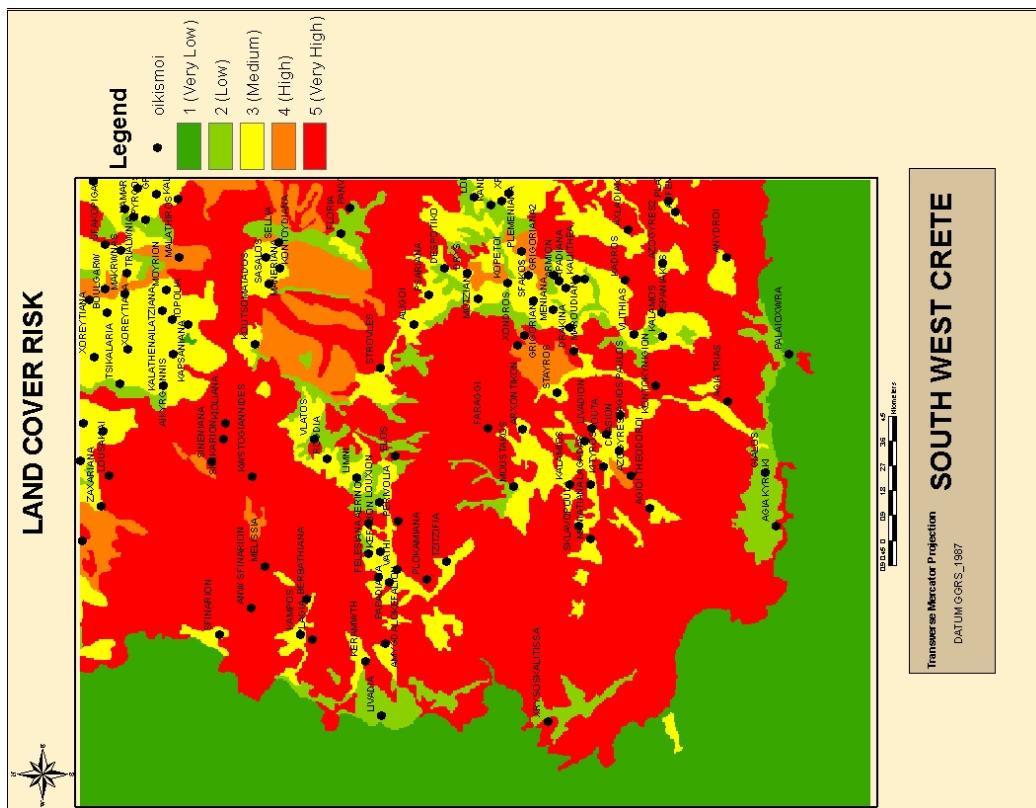
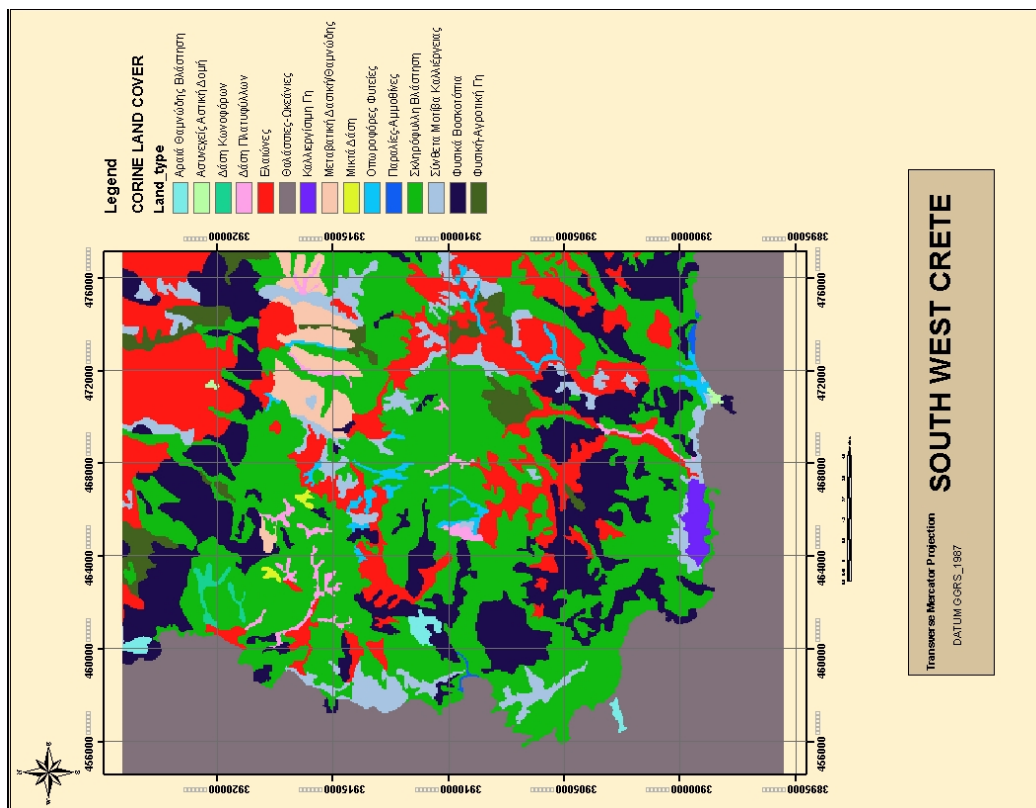
Οι χρήσεις γης ψηφιοποιήθηκαν βάσει του προγράμματος CORINE LAND COVER 2000. Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει 15 διαφορετικούς τύπους χρήσης γης. Το μεγαλύτερο ποσοστό της κάλυψης της περιοχής ευνοεί την έναρξη και διάδοση πυρικών φαινομένων.

Πίνακας 17. Κωδικοί χρήσεων γης του CORINE στην περιοχή εφαρμογής

Κωδικός CORINE LAND COVER 2000	Περιγραφή Χρήσης Γης
112	Ασυνεχής Αστική Δομή
211	Καλλιεργήσιμη Γη
222	Οπωροφόρες φυτείες
223	Ελαιώνες
242	Σύνθετα Μοτίβα Καλλιέργειας
243	Φυσική/Αγροτική Γη
311	Πλατύφυλλα Δάση
312	Κωνοφόρα Δάση
313	Μικτά Δάση
321	Φυσικοί Βοσκότοποι
323	Σκληρόφυλλη Βλάστηση
324	Διεπιφάνεια Θάμνων/Δασών
331	Παραλίες – Αμμοθίνες
333	Αραιά Θαμνώδης
323	Θαλάσσιες - Ωκεάνιες

Πίνακας 18. Κλάσεις επικινδυνότητας χρήσεων γης

Επικινδυνότητα χρήσεων γης	Κλάσεις επικινδυνότητας
Πλατύφυλλα Δάση, Κωνοφόρα Δάση, Μικτά Δάση, Φυσικοί Βοσκότοποι, Σκληρόφυλλη Βλάστηση	5 (Πολύ Υψηλή)
Φυσική – Αγροτική Γη, Διεπιφάνεια Θάμνων/Δασών	4 (Υψηλή)
Ελαιώνες, Αραιά Θαμνώδης	3 (Μέτρια)
Καλλιεργήσιμη Γη, Οπωροφόρες Φυτείες, Σύνθετα Μοτίβα Καλλιέργειας	2 (Χαμηλή)
Ασυνεχής Αστική Δομή, Παραλίες – Αμμοθίνες, Θαλάσσιες – Ωκεάνιες (Restricted)	1 (Πολύ Χαμηλή)



Εικόνα 13. Επικινδυνότητα πυρκαγιάς λόγω χρήσεων γης

4.3.2. Υψόμετρο εδάφους

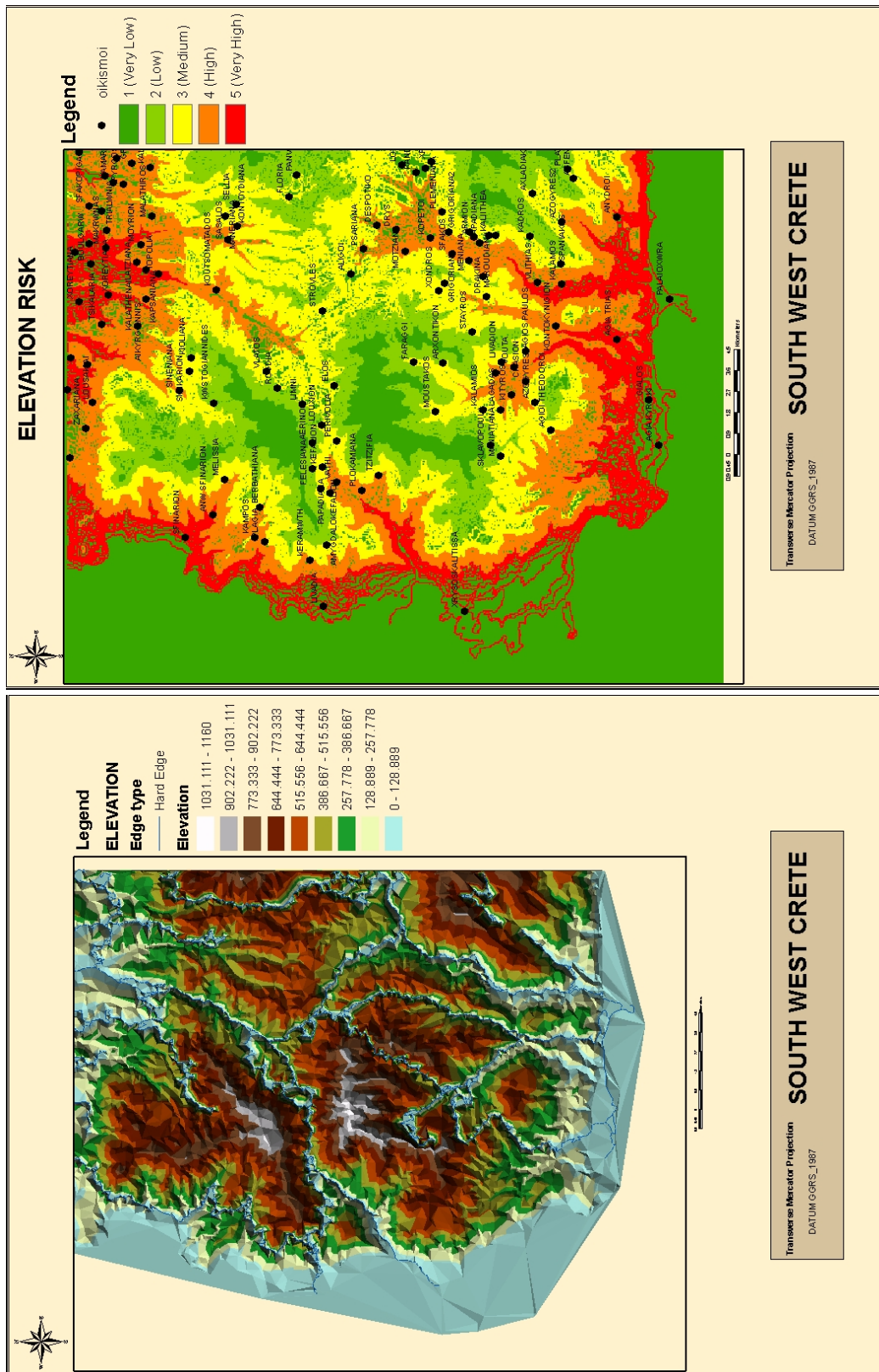
Ψηφιοποιήθηκαν οι ισοϋψείς (ή χωροσταθμικές καμπύλες) που χαρακτηρίζουν την τοπογραφική διαμόρφωση της περιοχής με σκοπό την παραγωγή του Τρισδιάστατου Μοντέλου Εδάφους (TIN, DEM) μέσω του extension 3D Analyst. Το μοντέλο αυτό μας δίνει μια τρισδιάστατη μορφή του ανάγλυφου της περιοχής. Στην ουσία πρόκειται για το Τριγωνικό Ακανόνιστο Δίκτυο (Triangular Irregular Network) που κατασκευάζεται μέσω του τριγωνισμού μιας ομάδας κορυφών. Εν συνεχεία, το μοντέλο αυτό μετατράπηκε σε αρχείο κανάβου (raster file) για να χρησιμοποιηθεί στον υπολογισμό των μονάδων κανάβου που καταλαμβάνει κάθε κελί υψόμετρου.

Η περιοχή μελέτης δεν χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα μεγάλα υψόμετρα. Το χαμηλότερο υψόμετρο συμπίπτει με την επιφάνεια της θάλασσας (0 μέτρα) και το υψηλότερο εντοπίζεται 2.200 μέτρα νοτιοδυτικά του οικισμού Έλους με υψόμετρο 1160 μέτρα. Εντούτοις, η περιοχή παρουσιάζει έντονο τοπογραφικό ανάγλυφο.

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί, το υψόμετρο επιδρά στην θερμοκρασία του αέρα και στην σχετική υγρασία της καύσιμης ύλης. Συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται το υψόμετρο μιας περιοχής, τόσο μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα και αυξάνεται η υγρασία της καύσιμης ύλης, επιδρώντας κατά αυτό τον τρόπο αρνητικά στην ανάφλεξη πυρικών φαινομένων. Επίσης, η αύξηση του υψόμετρου επιδρά αρνητικά στην ανάπτυξη της βλάστησης καθώς δημιουργούνται δυσμενείς συνθήκες για την φυσιολογία των φυτικών ειδών. Κατά αυτή την έννοια, η επικινδυνότητα ανάφλεξης μειώνεται με την αύξηση του υψόμετρου.

Επικινδυνότητα υψόμετρου	Κλάσεις επικινδυνότητας
0-200	5 (Πολύ Υψηλή)
201-400	4 (Υψηλή)
401-600	3 (Μέτρια)
601-800	2 (Χαμηλή)
801-1160	1 (Πολύ Χαμηλή)

Πίνακας 19. Κλάσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς λόγω υψόμετρου εδάφους



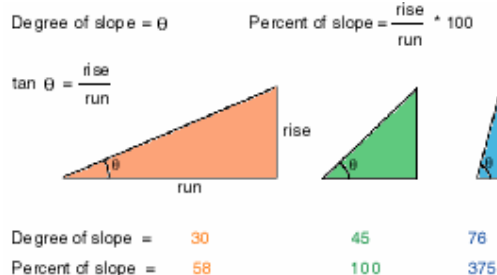
Εικόνα 14. Επικινδυνότητα πυρκαγιάς λόγω υψομέτρου εδάφους

4.3.3. Κλίσεις εδάφους

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από αυξημένες κλίσεις που αγγίζουν μέχρι και το 75%. Οι υψηλότερες κλίσεις εντοπίζονται στην δυτική πλευρά της περιοχής, κατά μήκος της ακτογραμμής, στις θέσεις που έχουμε παρουσία φαραγγίων (π.χ. θέση Τοπόλια) καθώς και στην νότια πλευρά της ενδοχώρας.

Ήδη αναφέρθηκε ότι η κλίση δρα σε συνδυασμό με την ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου, επιδρώντας ευνοϊκά στην διάδοση των πυρκαγιών. Επειδή η περιοχή χαρακτηρίζεται από έντονη ορειογραφία, η κατασκευή του οδικού δικτύου είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία πρανών με υψηλές κλίσεις, που σε συνδυασμό με την εκτεταμένη παρουσία του οδικού δικτύου δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για ανάφλεξη και ταχεία διάδοση πυρκαγιών. Επίσης, οι περισσότεροι οικισμοί βρίσκονται στην ενδοχώρα, γεγονός που αυξάνει την συνδυασμένη πιθανότητα ανάφλεξης και διάδοσης. Το ίδιο ισχύει και για τις περιοχές της ακτογραμμής, οι οποίες συγκεντρώνουν μεγάλο αριθμό επισκεπτών.

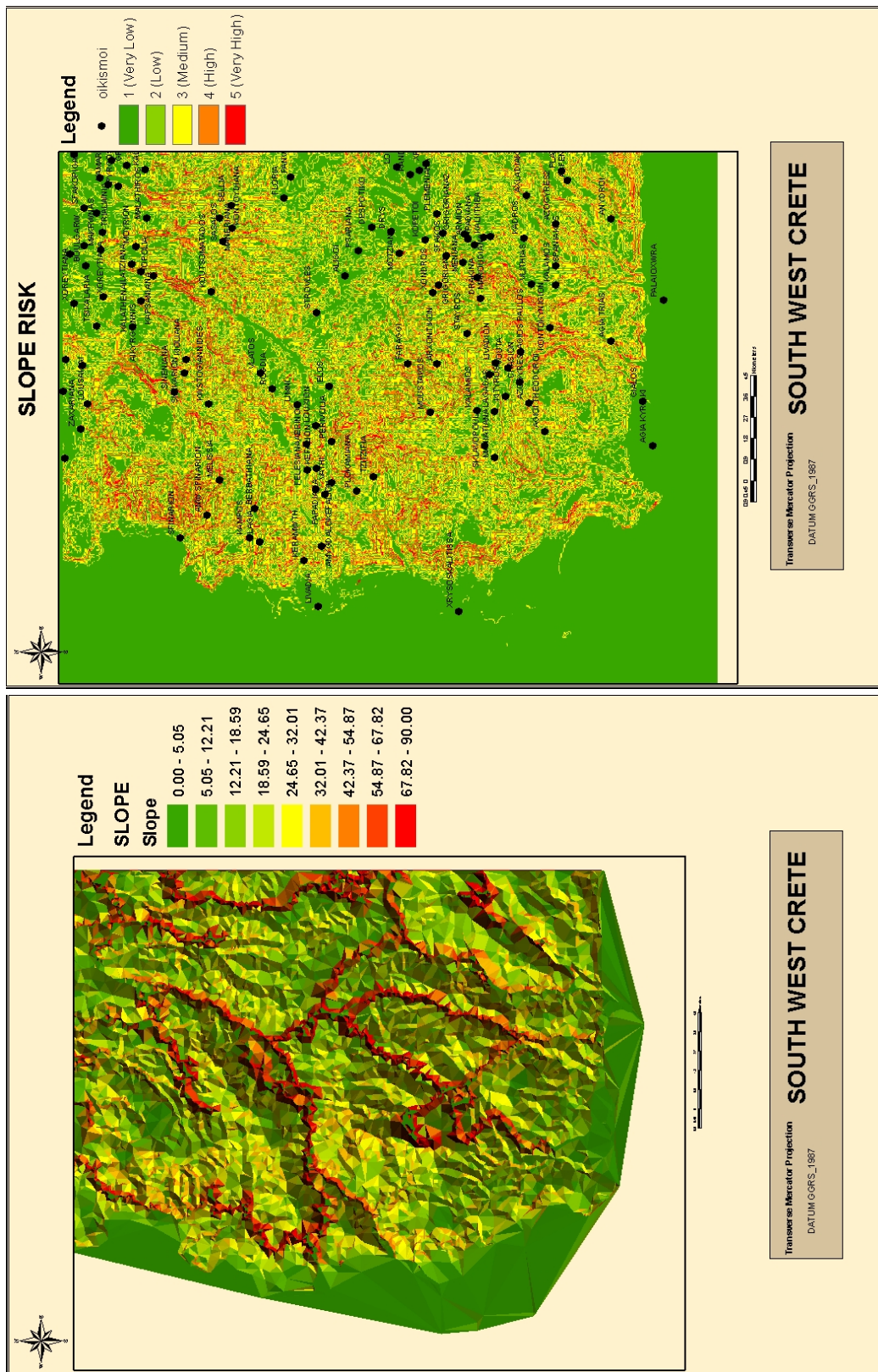
Οι κλίσεις του εδάφους παράγονται άμεσα από το λογισμικό, μετά την δημιουργία του DEM. Στην περίπτωση του αρχικά δημιουργημένου TIN, η κλίση υπολογίζεται ως ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής του υψομέτρου κατά μήκος κάθε τριγώνου του δικτύου.



Για τα αρχεία τύπου raster (ή grid) υπολογίζεται ως ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής του υψομέτρου σε κάθε μονάδα κανάβου και των οκτώ γειτονικών κελιών. Και σε αυτή την περίπτωση, το λογισμικό δημιουργεί την τρισδιάστατη αναπαράσταση των κλίσεων του εδάφους, η οποία μετατράπηκε σε αρχείο κανάβου (raster) για τον υπολογισμό των μονάδων κανάβου που καταλαμβάνει κάθε κλάση κλίσεως.

Επικινδυνότητα κλίσεων εδάφους (%)	Κλάσεις επικινδυνότητας
46-75%	5 (Πολύ Υψηλή)
36-45%	4 (Υψηλή)
26-35%	3 (Μέτρια)
16-25%	2 (Χαμηλή)
0-15%	1 (Πολύ Χαμηλή)

Πίνακας 20. Κλάσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς λόγω κλίσεων εδάφους



Εικόνα 15. Επικινδυνότητα λόγω κλίσεων εδάφους

4.3.4. Έκθεση εδάφους

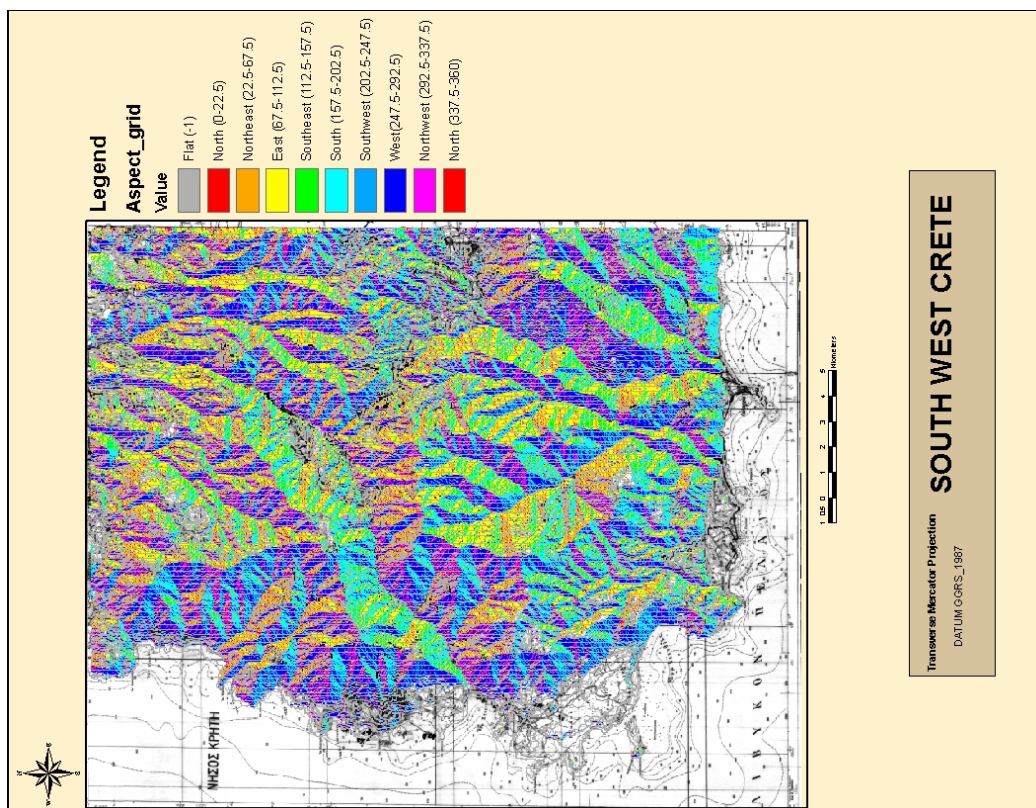
Η έκθεση είναι η κατεύθυνση μιας πλαγιάς. Καθορίζει την πιο απότομη κατεύθυνση μιας τοποθεσίας προς τα κατάντη του εδάφους. Είναι ουσιαστικά, η κατεύθυνση μιας κλίσεως ή η διεύθυνση που δείχνει η πυξίδα για μια πλαγιά. Η μέτρηση της εκθέσεως γίνεται με τρόπο αντίθετα με την κατεύθυνση των δεικτών του ρολογιού και εκφράζεται σε μοίρες (0 για τον Βορρά και 360 πάλι για τον Βορρά, μετά από μια πλήρη περιστροφή). Και σε αυτή την περίπτωση, το λογισμικό παράγει την τρισδιάστατη μορφή της εκθέσεως του εδάφους (αρχείο TIN), η οποία μπορεί να μετατραπεί σε αρχείο κανάβου για τις ανάγκες της ανάλυσης (raster ή grid). Στην περίπτωση των αρχείων κανάβου, η έκθεση εκφράζει την κατεύθυνση που 'βλέπει' η κλίση της μονάδας κανάβου.



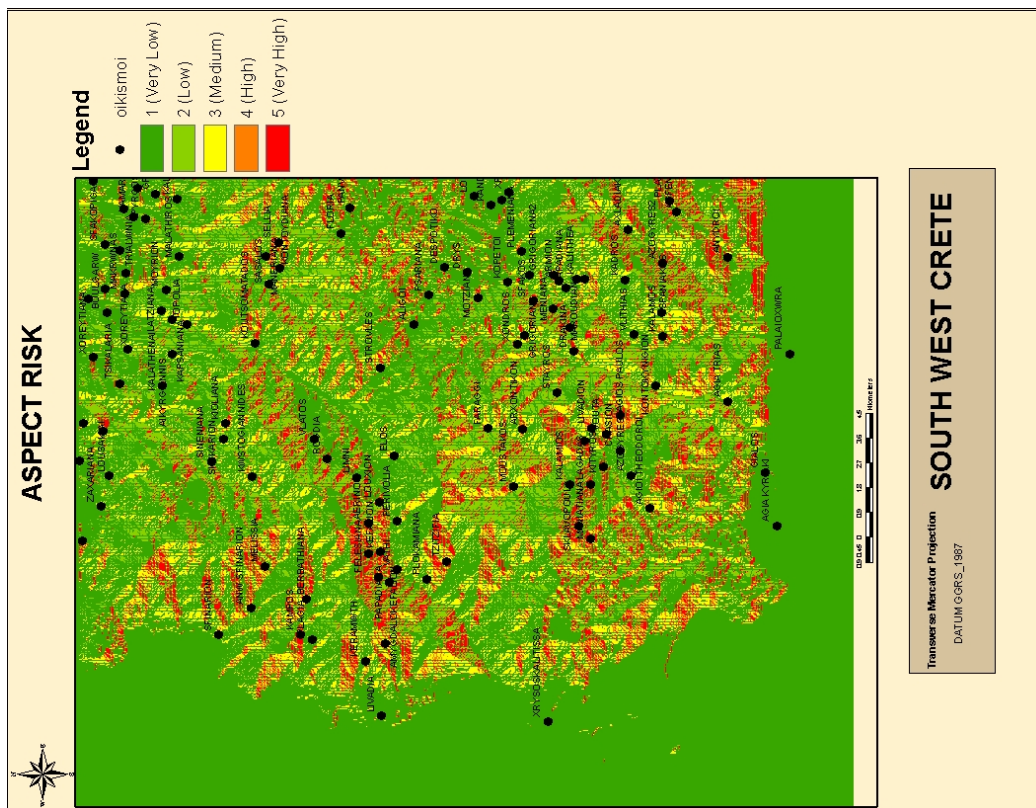
Στο Κεφάλαιο 1 αναφέρθηκε ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζει η έκθεση του εδάφους την ανάφλεξη και διάδοση ενός πυρικού φαινομένου. Η έκθεση έχει την δυνατότητα να επηρεάσει τόσο τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή όσο και την εξάπλωση και ευδοκίμηση των ειδών που θα αποτελέσουν εν τέλει την καύσιμη ύλη. Οι πιο επικίνδυνες εκθέσεις θεωρούνται οι νότιες, σε αντίθεση με τις βόρειες, οι οποίες δημιουργούν δυσμενέστερες συνθήκες, λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών και της υψηλότερης σχετικής υγρασίας (π.χ. είναι γνωστό ότι τα χιόνια που καταλαμβάνουν πλαγίες με βόρειες εκθέσεις λιώνουν μεταγενέστερα των αντίστοιχων χιονιών των νοτίων εκθέσεων). Κατά αυτή την έννοια, η επικινδυνότητα των εκθέσεων κυμαίνεται από τις νότιες εκθέσεις (υψηλότερη επικινδυνότητα) προς τις βόρειες (χαμηλότερη επικινδυνότητα)

Επικινδυνότητα εκθέσεων εδάφους	Κλάσεις επικινδυνότητας
Νότιες	5 (Πολύ Υψηλή)
Νοτιοδυτικές	4 (Υψηλή)
Δυτικές	3 (Μέτρια)
Ανατολικές, Νοτιοανατολικές, Βορειοδυτικές	2 (Χαμηλή)
Βόρειες, Βορειοανατολικές	1 (Πολύ Χαμηλή)

Πίνακας 21. Κλάσεις επικινδυνότητας εκθέσεων εδάφους



Εικόνα 16. Επικινδυνότητα πυρκαγιάς λόγω έκθεσης εδάφους



4.4. Μεταβλητές μετριάσμού επικινδυνότητας πυρκαγιών

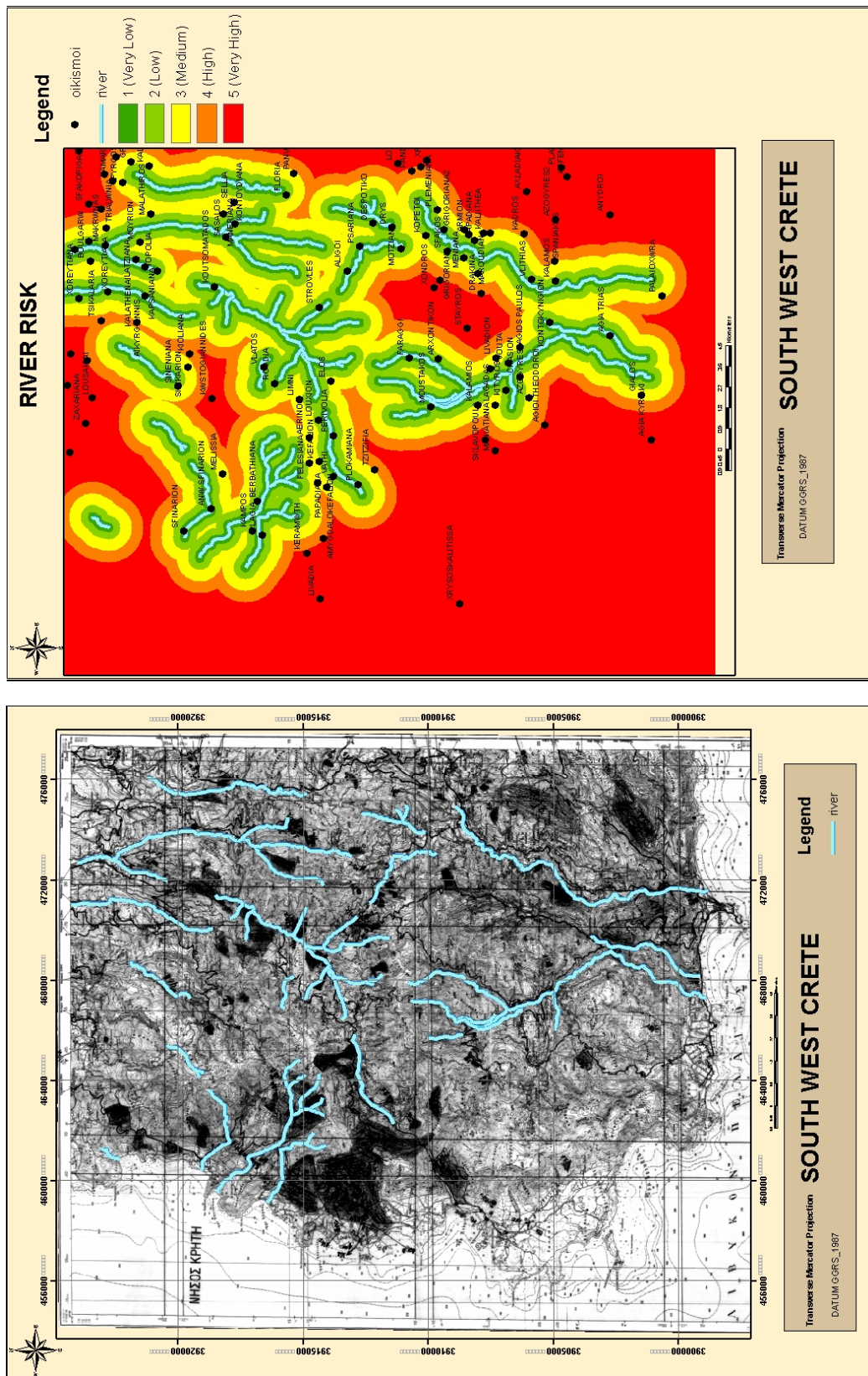
4.4.1. Υδρογραφικό δίκτυο

Ψηφιοποιήθηκαν 55 τμήματα ρεμάτων της περιοχής, με παροχή κατά το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα του έτους. Η ψηφιοποίηση έγινε με βάση το χαρτογραφικό υπόβαθρο του ΙΓΜΕ, ενώ το συνολικό μήκος των κύριων ρεμάτων ανέρχεται σε 142,696 Km. Σκοπός της ψηφιοποίησης των ρεμάτων είναι να εντοπιστούν οι θέσεις που ενδέχεται να χρησιμοποιηθούν από τις μονάδες καταστολής και πυρόσβεσης για την λήψη νερού, στην περίπτωση που δεν είναι εφικτή η αποστολή εναέριων μέσων πυρόσβεσης ή και σε συνδυασμό με αυτές.

Επίσης, η παρουσία νερού δημιουργεί εντονότερες συνθήκες υγρασίας καύσιμης ύλης, μειώνοντας ακόμη περισσότερο την επικινδυνότητα ανάφλεξης. Με βάση αυτούς τους συλλογισμούς επιλέχθηκε η παρακάτω κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας λόγω της παρουσίας του υδρογραφικού δικτύου, βάσει της οποίας έγινε η γραφική δημιουργία ρυθμιστικών ζωνών επικινδυνότητας.

Επικινδυνότητα λόγω της θέσεως του υδρογραφικού δικτύου (m)	Κλάσεις επικινδυνότητας
>5000	5 (Πολύ Υψηλή)
1001-5000	4 (Υψηλή)
501-1000	3 (Μέτρια)
201-500	2 (Χαμηλή)
0-200	1 (Πολύ Χαμηλή)

Πίνακας 22. Κλάσεις επικινδυνότητας λόγω θέσεως υδρογραφικού δικτύου



Εικόνα 17. Επικινδυνότητα λόγω θέσεως υδρογραφικού δικτύου

4.4.2. Θέσεις υδροστομίων

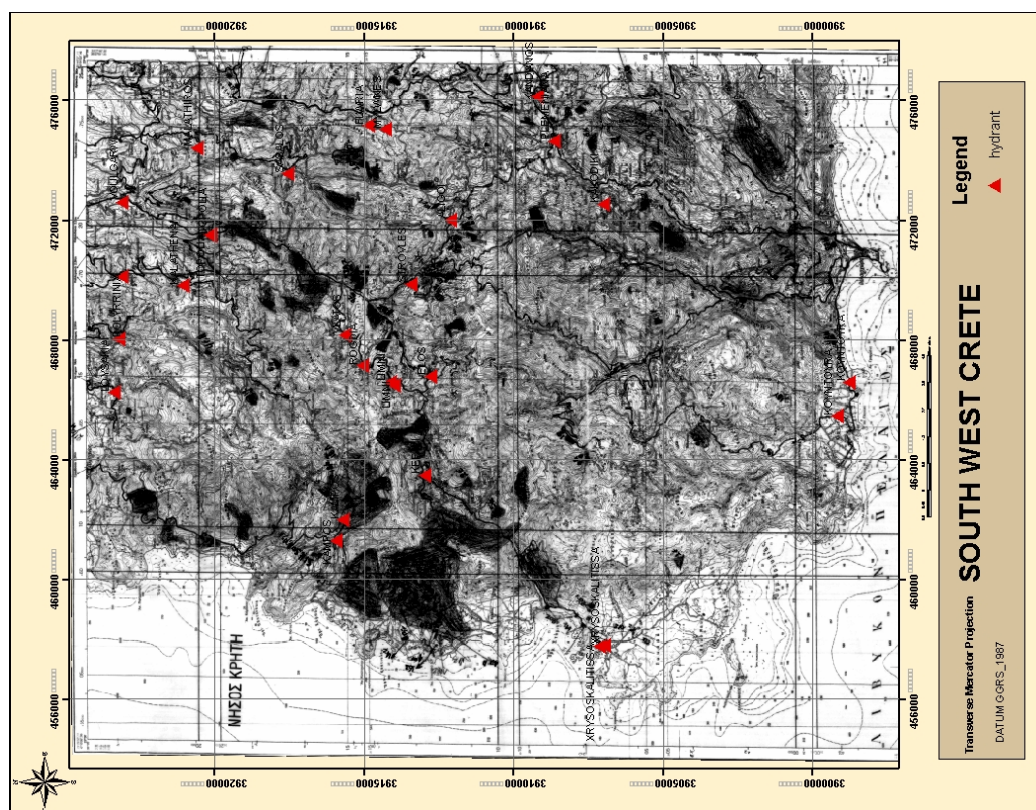
Τα υδροστόμια είναι γνωστά με την κοινότερη ονομασία ‘κρουνοί’. Η θέση των υδροστομίων είναι ζωτικής σημασίας για την πλήρωση των πυροσβεστικών οχημάτων με νερό και η παρουσία και κατάσταση τους μπορεί να αλλάξει δραστικά τις συνθήκες ανάπτυξης ενός πυρικού φαινομένου. Συνήθως, τα υδροστόμια εδράζονται πάνω από υδαταγωγούς που μεταφέρουν νερό για υδρευτικούς ή αρδευτικούς σκοπούς.

Από το Σχέδιο Δασοπυρόσβεσης του Έτους 2004 της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας[72] ελήφθησαν πληροφορίες σχετικά με τον αριθμό, την ακριβή θέση και την κατάσταση των υδροστομίων που εντοπίζονται στην έκταση της περιοχής μελέτης. Το Σχέδιο δεν παρέχει ακριβείς συντεταγμένες σχετικά με την θέση των υδροστομίων, αλλά δίνει περιγραφικές πληροφορίες που μπορούν να ενημερώσουν τις μονάδες (η Πυροσβεστική Υπηρεσία δεν χρησιμοποιεί Παγκόσμιο Σύστημα Προσδιορισμού Θέσης, GPS). Συνολικά διατίθενται 28 υδροστόμια, από τα οποία τα 18 είναι σε λειτουργία. Δεν λειτουργούν τα 2 υδροστόμια των Τοπολίων, και τα υδροστόμια των θέσεων Βουλγάρω, Κάμπος, Έλος, Ρογδιά, Στρόβλες, Αλιγοί, Μυλώνες και Πλεμενιανά.

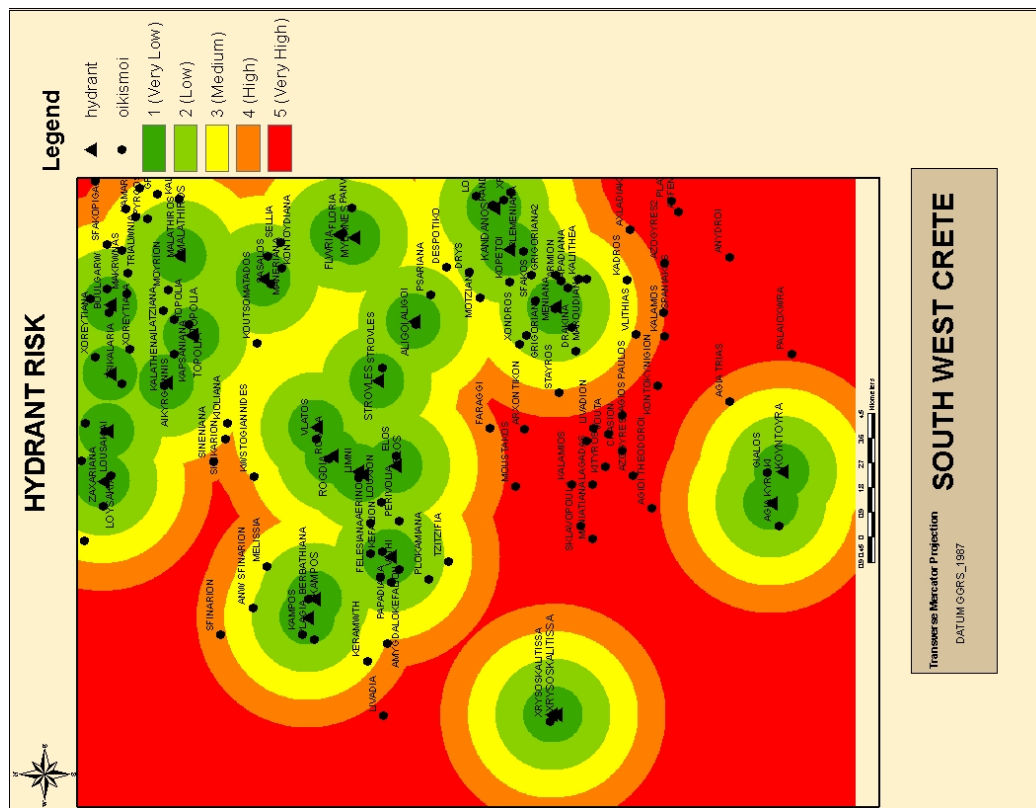
Με βάση αυτές τις πληροφορίες και την βοήθεια των αεροφωτογραφιών, προσδιορίστηκαν κατά προσέγγιση οι θέσεις που εντοπίζονται τα υδροστόμια και δημιουργήθηκαν γραφικά οι ρυθμιστικές ζώνες επικινδυνότητας λόγω της θέσης των υδροστομίων. Στις θέσεις αυτές συμπεριλαμβάνονται και τα υδροστόμια που είναι εκτός λειτουργίας, με την προϋπόθεση ότι αυτά θα επισκευαστούν εν όψη της νέας αντιπυρικής περιόδου.

Επικινδυνότητα λόγω της θέσεως των υδροστομίων (m)	Κλάσεις επικινδυνότητας
>4000	5 (Πολύ Υψηλή)
3001-4000	4 (Υψηλή)
2001-3000	3 (Μέτρια)
1001-2000	2 (Χαμηλή)
0-1000	1 (Πολύ Χαμηλή)

Πίνακας 23. Κλάσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς λόγω θέσεων υδροστομίων (κρουνών)



Εικόνα 18. Επικινδυνότητα λόγω θέσεων σημείων υδροστομιών



Πίνακας 24. Συνολικός πίνακας κλάσεων επικινδυνότητας πυρκαγιάς κάθε μεταβλητής

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ									
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	ΘΕΣΕΙΣ ΟΙΚΙΣΜΩΝ (m)	ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ (m)	ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ (m)	ΘΕΣΕΙΣ ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΩΝ (m)	ΠΑΛΗΘΥΣΜΟΣ ΟΙΚΙΣΜΩΝ (αφ. Κατοικ.)	ΘΕΣΕΙΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΕΠΙΣΚΕΠΤΩΝ (m)	ΚΛΙΣΗ (%)	ΕΚΘΕΣΗ	ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ (Corine)
5	0-500	0-100	>5001	>4001	1029-2213	0-100	46-75%	N	311,312,313,321,323
4	501-1000	101-200	1001-5000	3001-4000	228-1029	101-200	36-45%	NA	243,324
3	1001-1500	201-300	501-1000	2001-3000	117-228	201-300	26-35%	Δ	223,333
2	1501-2000	301-500	201-500	1001-2000	67-117	301-500	16-25%	A, NA, BΔ	211,222,242
1	>2001	>501	0-200	0-1000	16-63	>501	0-15%	B, BA	112,331,523

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ **ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ**

1. Εισαγωγή

Οι ανθρωπογενείς και φυσικές μεταβλητές επικινδυνότητας πυρκαγιών που δημιουργήθηκαν σε γραφική και περιγραφική μορφή συνδυάστηκαν σε δύο μοντέλα με σκοπό την εξαγωγή χωρικών και περιγραφικών αποτελεσμάτων. Ο συνδυασμός των μεταβλητών σε αυτά τα μοντέλα έγινε σε περιβάλλον ModelBuilder, αφού είχε προσδιορισθεί προηγουμένως ο τρόπος συνδυασμού και οι συντελεστές βαρύτητας που θα λάβει η κάθε μεταβλητή. Οι συντελεστές αυτοί έχουν υποκειμενική φύση και βασίζονται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής.

Η εφαρμογή ModelBuilder είναι ένα από τα εργαλεία γεωεπεξεργασίας του ArcGIS. Πρόκειται για μια εφαρμογή που διευκολύνει την υλοποίηση ενός διαγράμματος εργασίας (work flow). Δημιουργείται ένα μοντέλο που περιλαμβάνει μια ή περισσότερες επεξεργασίες οι οποίες συνδέονται με κάποιο τρόπο μεταξύ τους. Η κάθε επεξεργασία αποτελείται από ένα εργαλείο του λογισμικού μαζί με τις αξίες των παραμέτρων της. Τέτοιες αξίες παραμέτρων είναι τα δεδομένα εισαγωγής και εξαγωγής, οι πίνακες αναταξινόμησης (reclassify) κ.α.

Στην προκειμένη περίπτωση, η εφαρμογή ModelBuilder χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή ποσοτικής μεθόδου βασισμένης στην υποκειμενική γνώση ειδικών. Όλες οι μεταβλητές εισαγωγής σταθμίστηκαν με υποκειμενικούς τελεστές βαρύτητας, δημιουργήθηκαν υποδείκτες που αντιπροσωπεύουν την επικινδυνότητα για κάθε ομάδα μεταβλητών που επιλέχθηκε, και εφαρμόστηκε σταθμισμένη επικάλυψη (weighted overlay) όπου όλοι οι υποδείκτες σταθμίστηκαν με ένα νέο συντελεστή βαρύτητας για την εξαγωγή ενός μοναδικού δείκτη επικινδυνότητας (Fire Risk Index – FRI). Αν και η μέθοδος βασίζεται σε υποκειμενικά κριτήρια, η διαδικασία παρέχει μια κλίμακα επιπέδων επικινδυνότητας που μπορεί εν τέλει, να ταξινομηθεί σε διαφορετικές κατηγορίες επικινδυνότητας, ανάλογα με την κάθε περίπτωση και τις ανάγκες του εκτιμητή ή να χρησιμοποιηθεί ως είναι.

Σημειώνεται ότι οι δείκτες που δημιουργούνται από κάθε ομάδα μεταβλητών πρέπει να ερμηνεύονται σε σχετικό και όχι απόλυτο τρόπο. Με άλλα λόγια, καθορίζουν υψηλότερα και χαμηλότερα επίπεδα επικινδυνότητας πάνω στην περιοχή.

2. Μοντέλο 1

Η δημιουργία του πρώτου μοντέλου βασίστηκε στον ίδιο συλλογισμό που εφάρμοσαν οι Petrakis, Psiloglou και Lianou (2005) [26] για την εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιών στην ορεινή περιοχή του Πάρκου Βίκου – Αωού της Βόρειας Ελλάδας με χρήση GIS και Τηλεπισκόπησης.

Δημιουργήθηκαν τρεις υποδείκτες επικινδυνότητας που βασίζονται στα εδαφικά χαρακτηριστικά της περιοχής, στην ανθρώπινη παρουσία και στην υπάρχουσα φυσική και τεχνητή υποδομή μετριασμού της επικινδυνότητας. Η κάθε μεταβλητή σταθμίστηκε με ένα τελεστή βαρύτητας αντιπροσωπευτικό της επίδρασης που έχει στην ολική επικινδυνότητα του υποδείκτη. Εν συνεχεία, ο κάθε υποδείκτης σταθμίστηκε με ένα νέο συντελεστή βαρύτητας που υποδεικνύει την σημαντικότητα του για την ολική επικινδυνότητα της περιοχής.

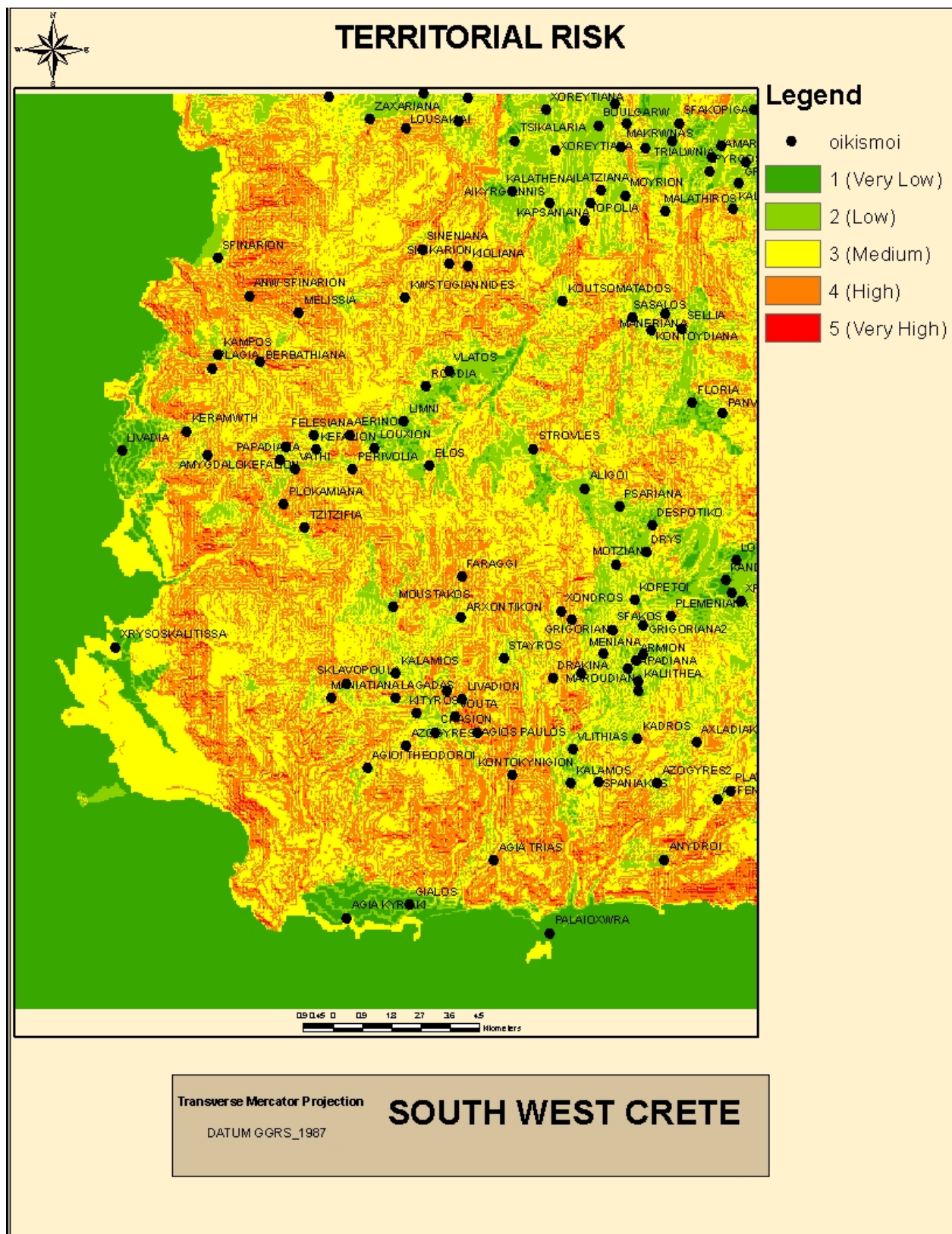
2.1. Territorial Risk Index

Ο πρώτος υποδείκτης που δημιουργήθηκε σχετίζεται με την επικινδυνότητα λόγω των εδαφικών χαρακτηριστικών της περιοχής. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υποδείκτη χωρικής επικινδυνότητας είναι:

1) Territorial Risk Index (TRI)

- a) Κλίση εδάφους
- b) Υψόμετρο εδάφους
- c) Κάλυψη εδάφους
- d) Έκθεση εδάφους

Η κάλυψη και η κλίση του εδάφους έλαβαν τους μεγαλύτερους τελεστές επικινδυνότητας (30% και 40% αντίστοιχα) καθώς η περιοχή εμφανίζει έντονη ορεογραφία και το μεγαλύτερο ποσοστό της έκτασης της συνίσταται από πυρόφιλη κάλυψη εδάφους. Το υψόμετρο έλαβε τον χαμηλότερο συντελεστή (10%) καθώς η περιοχή δεν εμφανίζει ιδιαίτερα μεγάλα υψόμετρα που να επιδρούν αρνητικά στην επικινδυνότητα των πυρκαγιών. Η έκθεση σταθμίστηκε επίσης με χαμηλό συντελεστή (20%) διότι η περιοχή χαρακτηρίζεται ούτως ή άλλως από ξηροθερμικές συνθήκες.



Εικόνα 19. Territorial risk map

2.2. Anthropogenic Risk Index

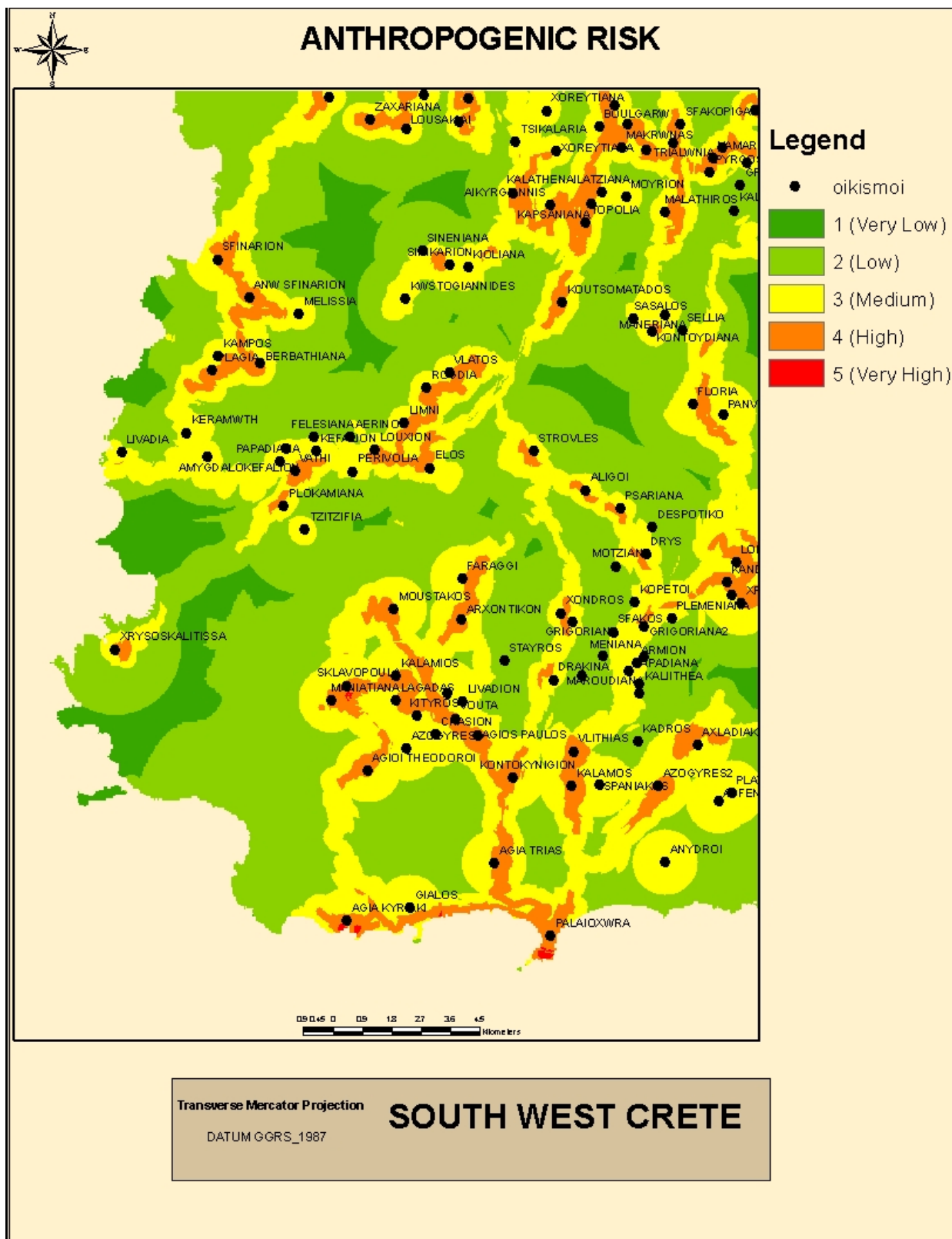
Ο δεύτερος υποδείκτης σχετίζεται με την επικινδυνότητα λόγω της παρουσίας ανθρώπων και κατασκευών. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για αυτό τον υποδείκτη ήταν:

1) Anthropogenic Risk Index (ARI)

- a) Θέση οικισμών
- b) Θέση οδικού δικτύου
- c) Θέση σημείων συγκέντρωσης επισκεπτών
- d) Περιγραφική πληροφορία πληθυσμού κατοίκων οικισμών των δημοτικών διαμερισμάτων

Οι θέσεις των οικισμών και του οδικού δικτύου έλαβαν τους μεγαλύτερους συντελεστές βαρύτητας (30% και οι δύο) καθώς θεωρήθηκε ότι επιδρούν εντονότερα σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από εκτεταμένο οδικό δίκτυο που διέρχεται μέσα από πυρόφιλη κάλυψη και περιοχές με μεγάλη κλίση. Επίσης χρησιμοποιείται έντονα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες για την μετάβαση στις παραλιακές περιοχές. Οι οικισμοί της περιοχής είναι επίσης πολυάριθμοι, παρά την έντονη ορεογραφία της περιοχής. Πολλοί από αυτούς βρίσκονται εντός εμβέλειας πυρόφιλης κάλυψης εδάφους και σε θέσεις με έντονες κλίσεις. Επίσης αποτελούν πόλο προσέλκυσης επισκεπτών κατά τους καλοκαιρινούς και επικίνδυνους μήνες.

Οι θέσεις συγκέντρωσης επισκεπτών έλαβαν χαμηλότερο συντελεστή βαρύτητας (20%) καθώς οι περισσότερες εδράζονται κοντά σε παραλιακές περιοχές, όπου η κάλυψη δεν ευνοεί την έναρξη και διάδοση σημαντικών πυρικών φαινομένων. Ακόμη και αν υπάρξει σημαντικό πυρικό φαινόμενο σε αυτές τις θέσεις, υπάρχει άμεση δυνατότητα επέμβασης από δυνάμεις αέρος οι οποίες μπορούν να εφοδιαστούν από την θάλασσα. Επίσης οι θέσεις που βρίσκονται στην ενδοχώρα δεν συγκεντρώνουν τον ίδιο αριθμό επισκεπτών σε σχέση με τις παραλιακές, ο χρόνος παραμονής των επισκεπτών είναι μικρότερος ενώ και το χρονικό σημείο επίσκεψης μπορεί να διαφέρει (οι θέσεις επίσκεψης της ενδοχώρας δέχονται περισσότερους κατοίκους κατά τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες). Τέλος, χαμηλό τελεστή βαρύτητας (20%) έλαβε και ο αριθμός κατοίκων των οικισμών κάθε δημοτικού διαμερίσματος καθώς θεωρήθηκε ότι οι μεταβλητές των θέσεων των οικισμών και του οδικού δικτύου έχουν εντονότερη επίδραση.



Eukóva 20. Anthropogenic risk map

2.3. Infrastructure Risk Index

Ο τελευταίος υποδείκτης σχετίζεται με την φυσική και τεχνητή υποδομή που υφίσταται στην περιοχή και μπορεί να μετριάσει την επικινδυνότητα πυρκαγιών, είτε δημιουργώντας κατάλληλες συνθήκες υγρασίας, είτε επιταχύνοντας την προσβολή του πυρικού φαινομένου από τις επίγειες δυνάμεις καταστολής (υδροστόμια). Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για αυτό τον υποδείκτη είναι:

1) Infrastructure Risk Index (IRI)

- a) Θέση υδροστομίων (κρουνών)
- b) Θέση υδρογραφικού δικτύου

Η θέση των υδροστομίων έλαβε τον υψηλότερο συντελεστή βαρύτητας (60%) καθώς το υδρογραφικό δίκτυο βρίσκεται σε θέσεις που δυσκολεύουν την σύνδεση του με τις μονάδες καταστολής και συγκεκριμένα, τα πυροσβεστικά οχήματα. Επίσης, δεδομένου το ότι δεν χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία για την παροχή του υδρογραφικού δικτύου, είναι άγνωστο κατά πόσο τα ρέματα αυτά εφοδιάζονται με επαρκή ποσότητα νερού κατά τους καλοκαιρινούς μήνες για να τροφοδοτήσουν τα οχήματα πυρόσβεσης.

Ο υψηλότερος τελεστής βαρύτητας των θέσεων των υδροστομίων δόθηκε και για να αποδώσει την σημαντικότητα που έχει η παρουσία αυτών αλλά και η καλή κατάσταση και λειτουργία τους.

Ως μεταβλητή σε αυτόν τον υποδείκτη θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και η θέση του οδικού δικτύου, με το σκεπτικό ότι παρέχει πρόσβαση στα μέτωπα των πυρκαγιών από τα πυροσβεστικά οχήματα. Επιλέχθηκε όμως να μην χρησιμοποιηθεί καθώς οι περιοχές από τις οποίες διέρχεται το οδικό δίκτυο δεν διευκολύνουν την γρήγορη πρόσβαση των οχημάτων, δεδομένου του μικρού πλάτους οδοστρώματος, των ελιγμών και της έλλειψης προστατευτικών κιγκλιδωμάτων που καθιστούν ανασφαλή και επικίνδυνη την εφαρμογή υψηλών ταχυτήτων.

2.4. Fire Risk Index

Οι τρεις υποδείκτες (TRI, ARI και IRI) χαρτογραφήθηκαν και επικαλύφθηκαν (weighted overlay) με βάση τους συντελεστές βαρύτητας που αποδόθηκαν στο κάθε υποδείκτη ώστε να παραχθεί ο τελικός χάρτης επικινδυνότητας του Fire Risk Index. Ο συνδυασμός των μεταβλητών και η επικάλυψη των υποδεικτών έγινε από το ModelBuilder με βάση το παρακάτω διάγραμμα ροής:



Διάγραμμα 3. Διάγραμμα ροής μοντέλου 1

Οι συντελεστές βαρύτητας που έλαβε η κάθε μεταβλητή και ο κάθε υποδείκτης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

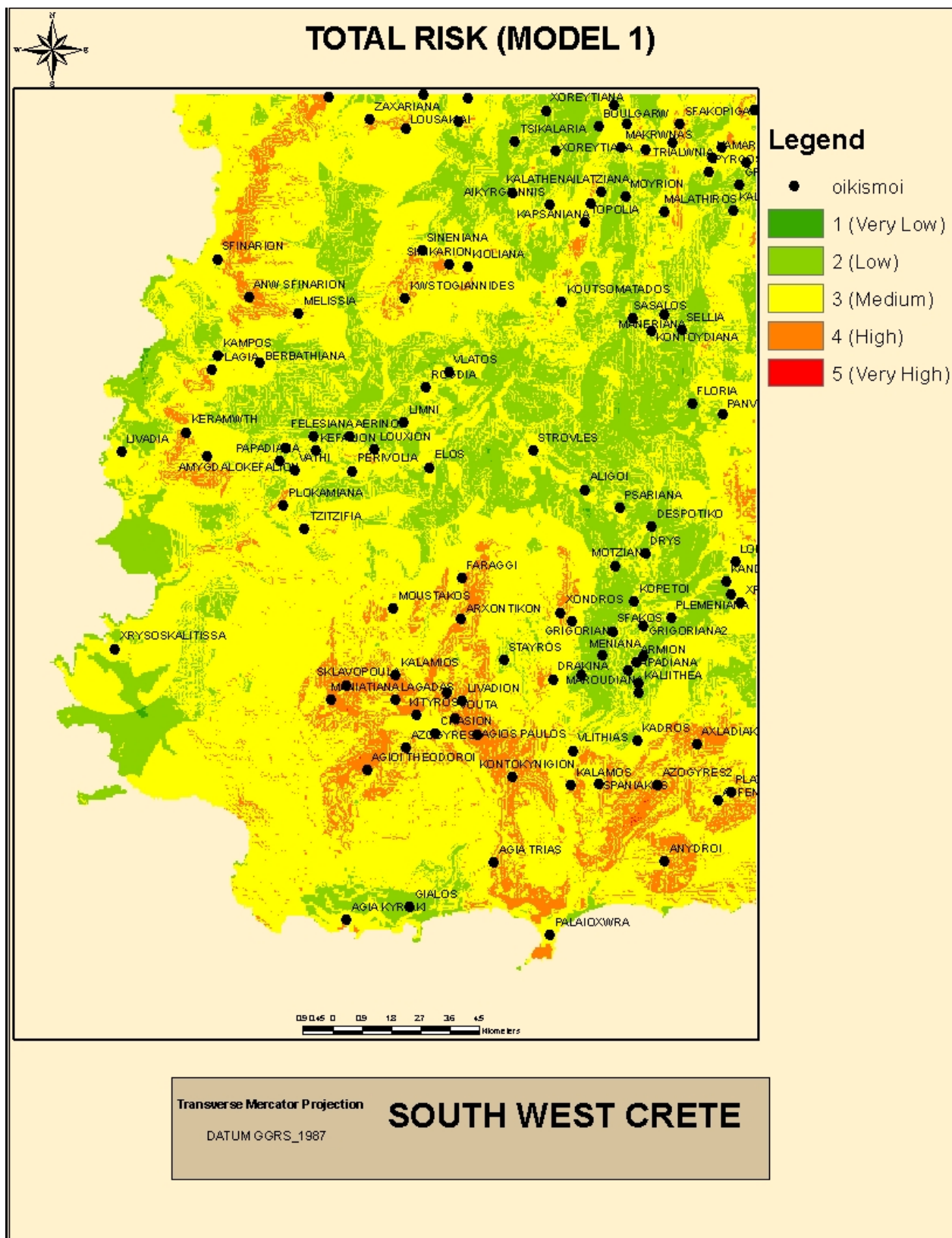
Πίνακας 25. Υποδείκτες, μεταβλητές και συντελεστές βαρύτητας μοντέλου 1

MODEL 1			
	Μεταβλητές	Τελεστές Βαρύτητας Μεταβλητών	Ολικός Συντελεστής Βαρύτητας Υποδείκτη
Territorial Risk Index	Κλίση εδάφους	30%	40%
	Υψόμετρο εδάφους	10%	
	Κάλυψη εδάφους	40%	
	Έκθεση εδάφους	20%	
	100%		
Anthropogenic Risk Index	Θέση οικισμών	30%	40%
	Θέση οδικού δικτύου	30%	
	Θέση σημείων συγκέντρωσης επισκεπτών	20%	
	Πληθυσμός κατοίκων οικισμών	20%	
	100%		
Infrastructure Risk Index	Θέση υδροστομίων	60%	20%
	Θέση υδρογραφικού δικτύου	40%	
	100%		
TOTAL			100%

Ο τελικός δείκτης FRI μπορεί να παρασταθεί και με την αλγεβρική εξίσωση της μορφής:

$$FRI = [\text{slope} \bullet 0.3 + \text{altitude} \bullet 0.1 + \text{land_cover} \bullet 0.4 + \text{aspect} \bullet 0.2] \bullet 0.4 + [\text{oikismoi_dist} \bullet 0.3 + \text{road_dist} \bullet 0.3 + \text{viewpoint_dist} \bullet 0.2 + \text{oikismoi_pop} \bullet 0.2] \bullet 0.4 + [\text{hydrant_dist} \bullet 0.6 + \text{hydrography_dist} \bullet 0.4] \bullet 0.2$$

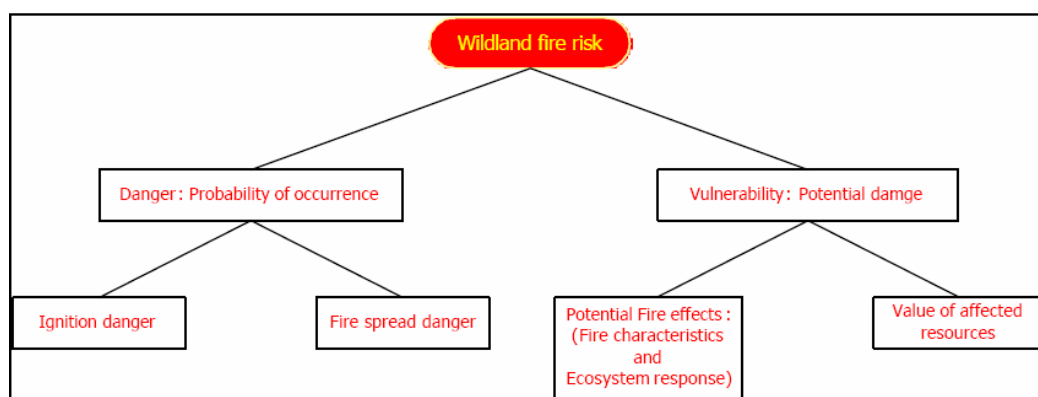
Το χαρτογραφικό προϊόν της σταθμισμένης επικάλυψης (weighted overlay) αναπαριστά τον κλιμακούμενο σε 5 κατηγορίες, τελικό δείκτη μακροπρόθεσμης επικινδυνότητας πυρκαγιών Fire Risk Index – FRI της περιοχής.



Εικόνα 22. Fire risk map (model 1)

3. Μοντέλο 2

Η δημιουργία του δεύτερου μοντέλου βασίστηκε στην δομή και τα χαρακτηριστικά στοιχεία της επικινδυνότητας πυρκαγιών, όπως αυτά περιγράφονται στο πρόγραμμα SPREAD. Ουσιαστικά πρόκειται για μια μέθοδο κατηγοριοποίησης της επικινδυνότητας σε κίνδυνο (πιθανότητα ανάφλεξης) και τρωτότητα περιοχών (πιθανή ζημία). Η κατηγοριοποίηση αυτή στηρίζεται κατά μεγάλο ποσοστό, στον τρόπο με τον οποίο ορίζεται η επικινδυνότητα από το Euro – Mediterranean Wildland Fire Laboratory[25].



Διάγραμμα 4. Κατηγοριοποίηση επικινδυνότητας πυρκαγιάς του μοντέλου 2

Δημιουργήθηκαν κατ' αντιστοιχία με τον προηγούμενο τρόπο μοντελοποίησης, τρεις υποδείκτες επικινδυνότητας πυρκαγιών, ένας υποδείκτης για την επικινδυνότητα ανάφλεξης, ένας για την επικινδυνότητα διάδοσης του φαινομένου και ένας υποδείκτης τρωτότητας ή ευπάθειας της περιοχής. Και σε αυτή την περίπτωση, χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες μεταβλητές με αυτές του πρώτου μοντέλου, σταθμίστηκαν με υποκειμενικούς τελεστές βαρύτητας, παρήγαγαν τους υποδείκτες, οι οποίοι σταθμίστηκαν εκ νέου με συντελεστές και επικαλύφθηκαν (weighted overlay) για να δώσουν ένα ολικό δείκτη επικινδυνότητας πυρκαγιών (Fire Risk Index), τόσο σε χαρτογραφική όσο και περιγραφική μορφή.

Και σε αυτή την περίπτωση, ο τρόπος με τον οποίο σταθμίστηκαν τόσο οι μεταβλητές όσο και οι υποδείκτες για την παραγωγή του ενιαίου δείκτη επικινδυνότητας, βασίζεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής ενώ τα αποτελέσματα αντιπροσωπεύουν σχετική κατάσταση και όχι απόλυτη. Ισχύει σε γενικές γραμμές, η ίδια επεξήγηση του σκεπτικού στάθμισης μεταβλητών και

υποδεικτών με αυτή που παρουσιάστηκε για κάθε ξεχωριστό υποδείκτη του πρώτου μοντέλου.

3.1. Ignition Risk Index

Ο υποδείκτης επικινδυνότητας ανάφλεξης δομείται από την στάθμιση έξι μεταβλητών:

1) Ignition Risk Index (IRI)

- a) Κάλυψη εδάφους
- b) Έκθεση εδάφους
- c) Υψόμετρο εδάφους
- d) Θέση οδικού δικτύου
- e) Θέση οικισμών
- f) Θέση σημείων συγκέντρωσης επισκεπτών

Ο υποδείκτης αυτός έλαβε και τον μεγαλύτερο συντελεστή βαρύτητας (40%) στον υπολογισμό του ολικού δείκτη επικινδυνότητας εξαιτίας των πολυάριθμων σημείων ανάφλεξης που παρουσιάζονται στην περιοχή κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Η θέση του οδικού δικτύου έλαβε τον υψηλότερο τελεστή βαρύτητας (30%) μαζί με την κάλυψη του εδάφους και την θέση των οικισμών (20% και οι δύο) εξαιτίας της εκτεταμένης δομής του οδικού δικτύου και του μεγάλου ποσοστού της περιοχής που καταλαμβάνεται από πυρόφιλη κάλυψη, όπως αυτή έχει κατηγοριοποιηθεί από τον εκτιμητή.

3.2. Spread Risk Index

Ο υποδείκτης δομείται από δύο σταθμισμένες μεταβλητές:

1) Spread Risk Index (SRI)

- a) Κλίση εδάφους
- b) Κάλυψη εδάφους

Η κλίση έλαβε τον μεγαλύτερο τελεστή βαρύτητας (60%) εξαιτίας της έντονης ορεογραφίας της περιοχής, με την κάλυψη του εδάφους να λαμβάνει το υπόλοιπο 40%, ενώ ο συνολικός υποδείκτης σταθμίστηκε με ποσοστό 35% επί του συνόλου του ολικού δείκτη επικινδυνότητας. Η κάλυψη του εδάφους ως μεταβλητή, χρησιμοποιείται και στον προηγούμενο δείκτη καθώς έχει επίδραση τόσο στην ανάφλεξη όσο και στην πορεία διάδοσης του πυρικού φαινομένου. Μάλιστα και

στους δύο υποδείκτες κατέχει υψηλό τελεστή βαρύτητας εξαιτίας της μεγάλης έκτασης πυρόφιλης κάλυψης.

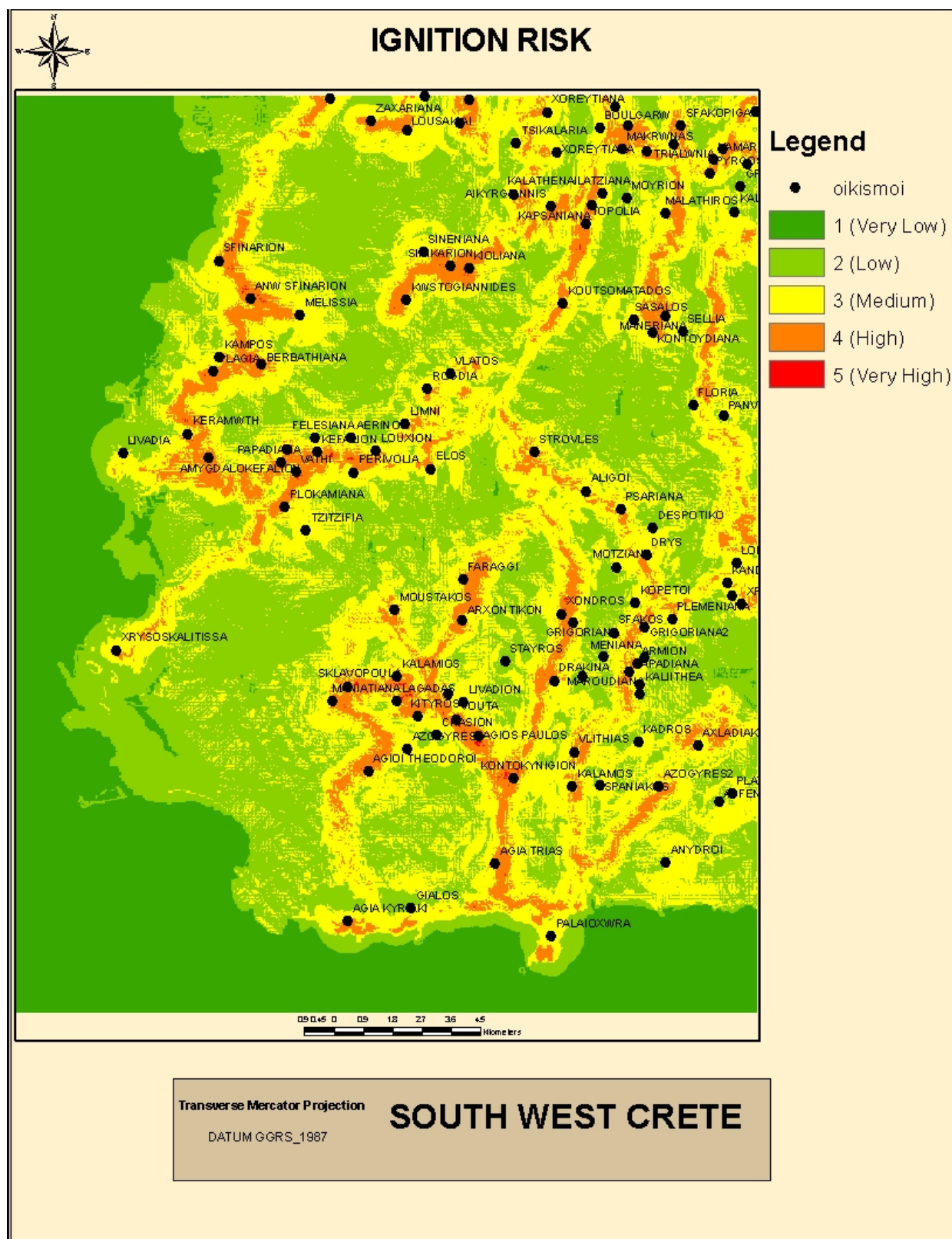
3.3. Vulnerability Risk Index

Ο δείκτης αποτελείται από τις μεταβλητές:

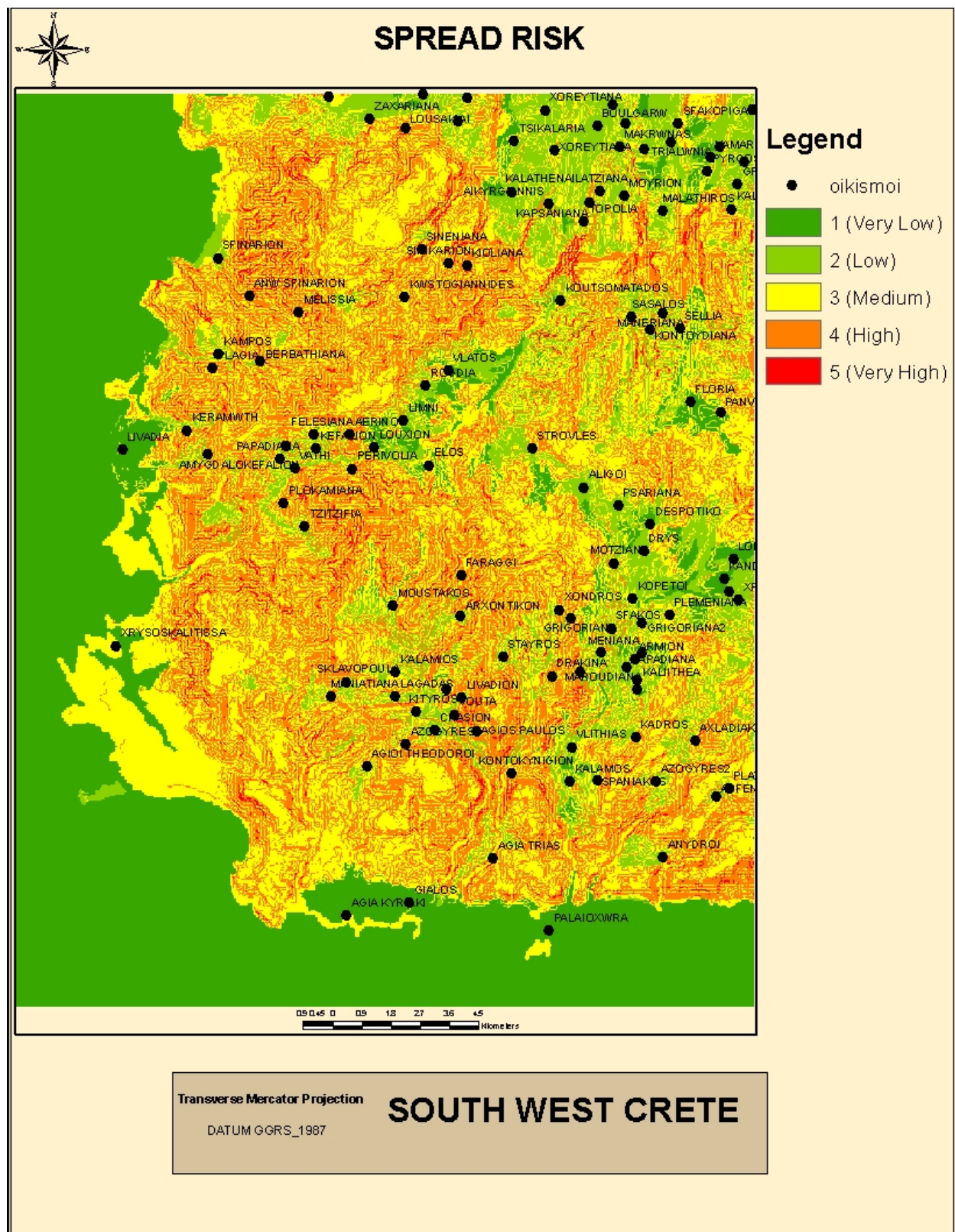
- 1) Vulnerability Risk Index (SRI)
 - a) Πληθυσμός οικισμών των δημοτικών διαμερισμάτων
 - b) Κλίση εδάφους
 - c) Θέση υδροστομίων
 - d) Θέση υδρογραφικού δικτύου

Οι οικισμοί λόγω της θέσης τους και κυρίως, του αριθμού των κατοίκων, συνιστούν άμεσα μια αξία που χρήζει προστασίας. Για τον λόγο αυτό, ο πληθυσμός έλαβε τον μεγαλύτερο τελεστή βαρύτητας (30%). Τόσο η θέση των υδροστομίων όσο και του υδρογραφικού δικτύου (συντελεστές βαρύτητας 30% και 20% αντίστοιχα) καθορίζουν την ευπάθεια των περιοχών που βρίσκονται στην εγγύτητα τους (μικρή ευπάθεια) όσο και σε μεγάλη απόσταση από αυτούς (μεγάλη ευπάθεια). Η κλίση του εδάφους (20%) επιδρά στην ικανότητα των μέσων πυρόσβεσης να προσεγγίσουν τα μέτωπα των ενδεχόμενων θέσεων των πυρικών φαινομένων και καθορίζει το είδος των μηχανικών μέσων που θα χρησιμοποιηθούν για την κατάσβεση (κλίσεις μεγαλύτερες του 40% δυσχεραίνουν ή και καθιστούν αδύνατη την οιαδήποτε επέμβαση από επίγειες δυνάμεις).

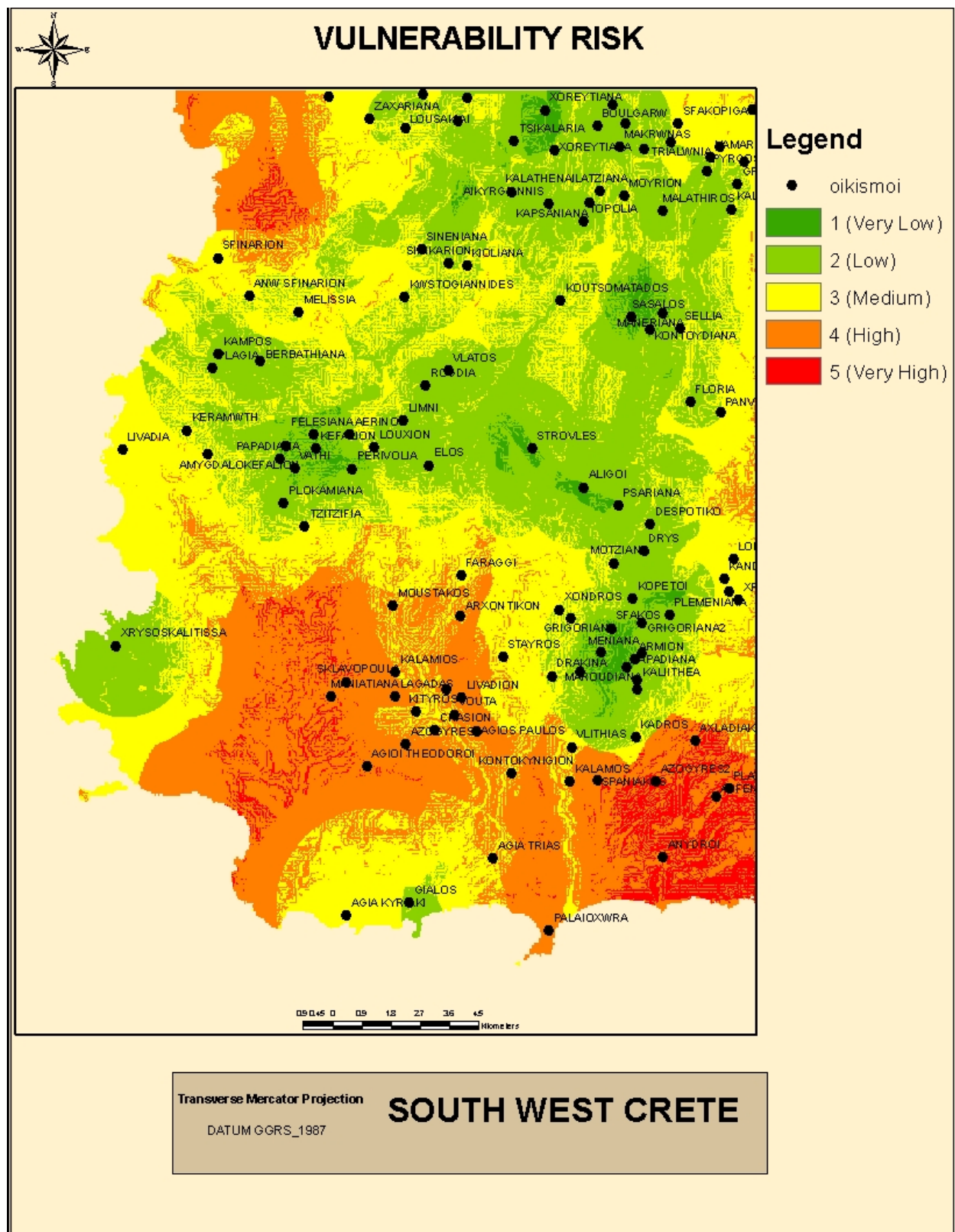
Σημειώνεται ότι στον υποδείκτη αυτό δεν συμπεριλήφθηκαν οι θέσεις συγκέντρωσης επισκεπτών, καθώς ενσωματώθηκαν στον πρώτο υποδείκτη και επιπλέον, οι θέσεις αυτές βρίσκονται κατά το κύριο λόγο σε παραλιακές περιοχές, όπου μπορεί να υπάρξει άμεση επέμβαση από εναέριας δυνάμεις.



Εικόνα 23. Ignition risk map



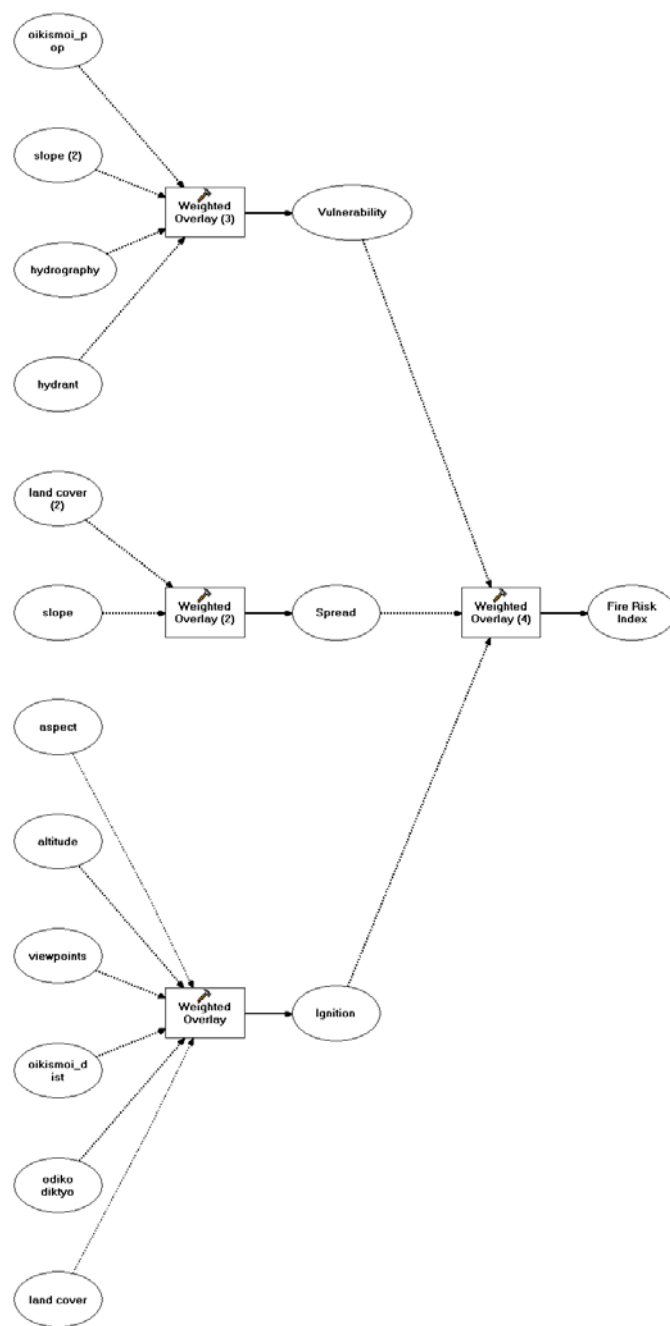
Εικόνα 24. Spread risk map



Εικόνα 25. Vulnerability risk map

3.4. Fire Risk Index

Ο τελικός δείκτης επικινδυνότητας παράχθηκε με την βοήθεια της εφαρμογής του ModelBuilder, όπου οι μεταβλητές έλαβαν τους σχετικούς συντελεστές βαρύτητας, συνδυάστηκαν για να παράγουν τους αντίστοιχους υποδείκτες και να αποδώσουν εν τέλει, τον Δείκτη Επικινδυνότητας Πυρκαγιών (Fire Risk Index). Το διάγραμμα ροής που ακολουθήθηκε είναι το παρακάτω:



Διάγραμμα 5. Διάγραμμα ροής μοντέλου

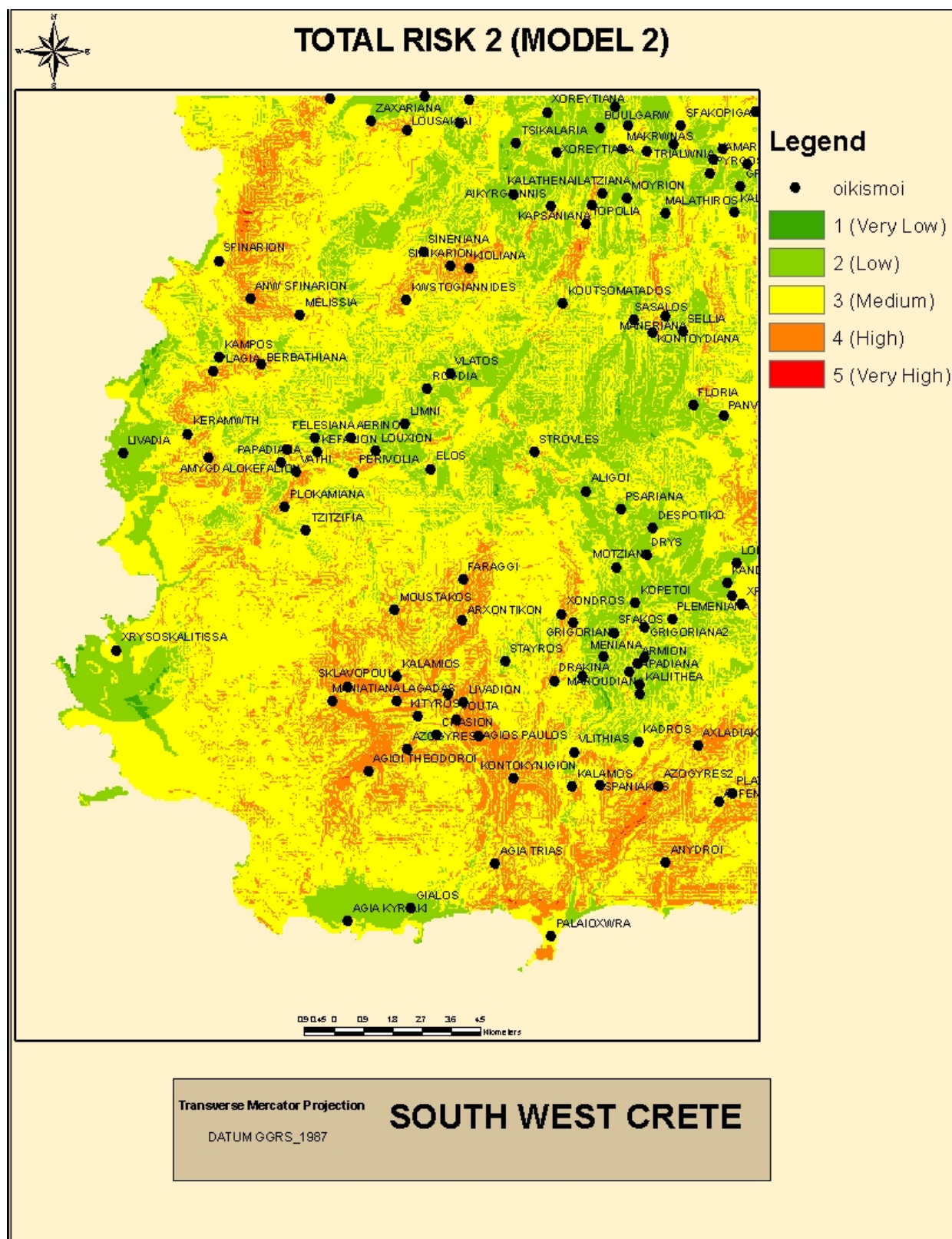
Οι συντελεστές βαρύτητας που έλαβε η κάθε μεταβλητή και ο κάθε υποδείκτης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 26. Υποδείκτες, μεταβλητές και συντελεστές βαρύτητας μοντέλου 2

MODEL 2			
	Μεταβλητές	Τελεστές Βαρύτητας Μεταβλητών	Ολικός Συντελεστής Βαρύτητας Υποδείκτη
Ignition Risk Index	Κάλυψη εδάφους	20%	40%
	Έκθεση εδάφους	15%	
	Υψόμετρο εδάφους	5%	
	Θέση οδικού δικτύου	30%	
	Θέση οικισμών	20%	
	Θέση σημείων συγκέντρωσης επισκεπτών	10%	
	100%		
Spread Risk Index	Κλίση εδάφους	60%	35%
	Κάλυψη εδάφους	40%	
	100%		
Vulnerability Risk Index	Πληθυσμός οικισμών	30%	25%
	Κλίση εδάφους	20%	
	Θέση υδροστομίων	30%	
	Θέση υδρογραφικού δικτύου	20%	
	100%		
TOTAL			100%

Ο δείκτης FRI μπορεί να παρασταθεί και με την αλγεβρική εξίσωση της μορφής:

$$FRI = [land_cov_er \bullet 0.2 + aspect \bullet 0.15 + altitude \bullet 0.05 + road_dist \bullet 0.3 + oikismoi_dist \bullet 0.2 + viewpo_int_dist \bullet 0.1] \bullet 0.4 + [slope \bullet 0.6 + land_cov_er \bullet 0.4] \bullet 0.35 + [oikismoi_pop \bullet 0.3 + slope \bullet 0.2 + hydrant \bullet 0.3 + hydrography \bullet 0.2] \bullet 0.25$$



Εικόνα 26. Fire risk map (model 2)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ **ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ**

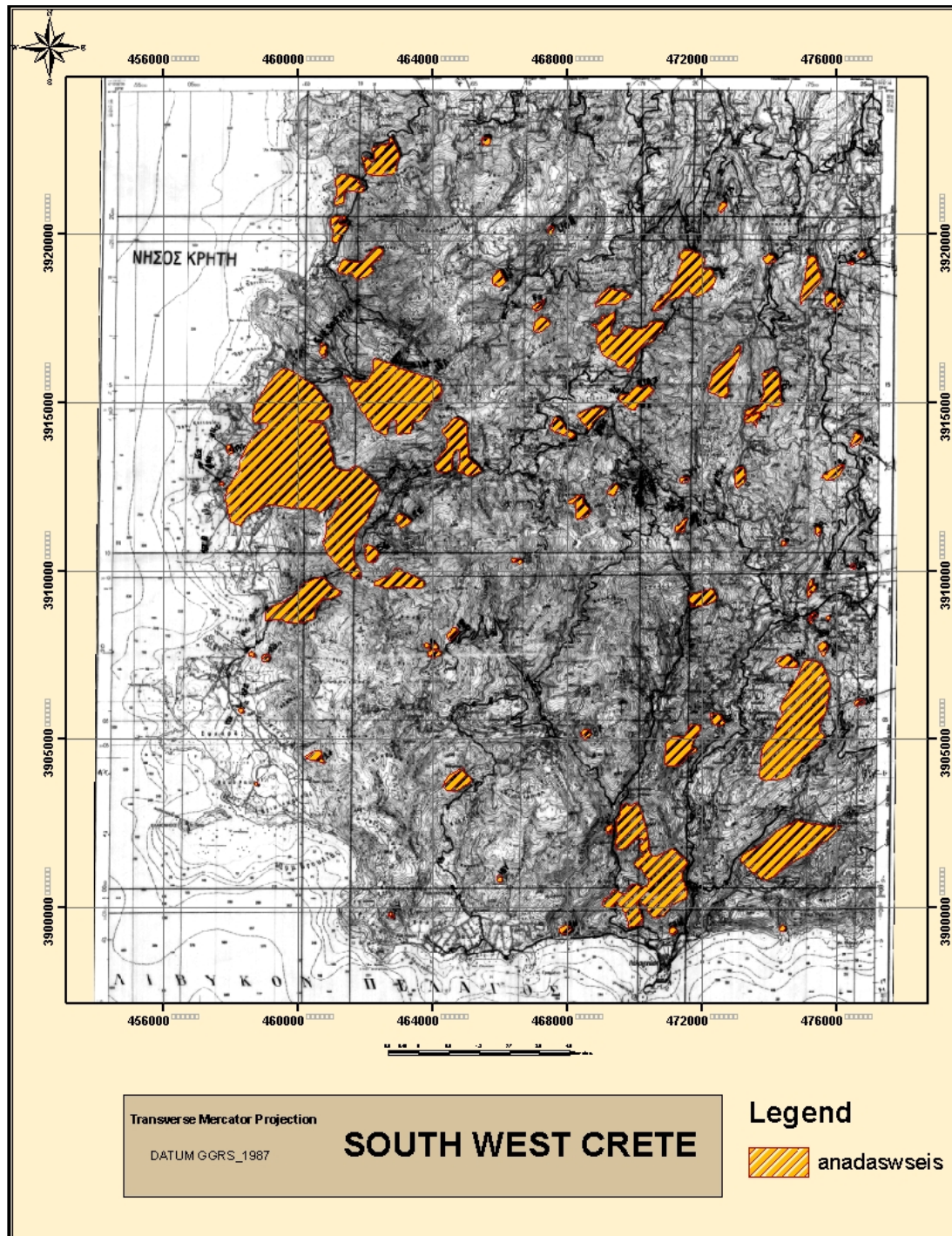
1. Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάστηκε ο τρόπος με τον οποίο δημιουργήθηκαν οι δύο συνολικοί δείκτες επικινδυνότητας πυρκαγιών, βάσει των δύο τρόπων μοντελοποίησης. Για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των δεικτών αυτών, έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων που παρήχθησαν, με την πραγματική κατάσταση που ισχύει σε αυτή την περιοχή. Για την αξιολόγηση της πραγματικής καταστάσεως χρησιμοποιήθηκαν οι επιφάνειες (εμβαδόν και περίμετρος) που έχουν πραγματικά υποστεί πυρικά φαινόμενα και έχουν χαρακτηριστεί από την Διεύθυνση Δασών Χανίων ως αναδασωτέες. Ψηφιοποιήθηκαν 74 επιφάνειες συνολικού εμβαδού 42.020 τετραγωνικών χιλιομέτρων και συνολικής περιμέτρου 177.512 χιλιομέτρων. Οι μεγαλύτερες επιφάνειες εντοπίζονται στην Κεντροδυτική και Νοτιοανατολική πλευρά της περιοχής.

Σημειώνεται όμως ότι αντί των καμένων επιφανειών συνίσταται να χρησιμοποιούνται τα σημεία έναρξης πυρικών φαινομένων. Στην προκειμένη διατριβή δεν βρέθηκαν χαρτογραφημένα τα σημεία έναρξης πυρκαγιών. Σύμφωνα με σχετική πληροφόρηση, η Πυροσβεστική Υπηρεσία δεν χρησιμοποιεί GPS (Global Positioning System) για να καταγράφει τις συντεταγμένες των σημείων έναρξης πυρκαγιών, ενώ όσα σημεία είναι πράγματι καταγεγραμμένα και σε χαρτογραφικό υπόβαθρο κρίνονται αναξιόπιστα καθώς σημειώνονται κατά προσέγγιση. Ακόμη και τα σημεία που χαρτογραφούνται με σχετική ακρίβεια, παρουσιάζουν κάποιο ποσοστό σφαλμάτων καθώς οι χάρτες περιέχουν μεγάλη περιεκτικότητα υγρασίας λόγω των συνθηκών πυρόσβεσης, όποτε και αλλοιώνονται τα στοιχεία μετά την επαναφορά της υγρασίας του χάρτη στα επιτρεπτά επίπεδα.

Για τις ανάγκες της αξιολόγησης των μοντέλων έγινε εξαγωγή των αποτελεσμάτων της μοντελοποίησης πάνω στις ήδη καμένες εκτάσεις με την εντολή Extraction των Spatial Analyst tools. Εφαρμόστηκε δηλαδή, μοντελοποίηση της επικινδυνότητας των πυρκαγιών πάνω στις αναδασωτέες εκτάσεις, έτσι ώστε να

διευκρινιστεί ο αριθμός και η κατηγορία επικινδυνότητας των κελιών κανάβου εκτάσεως 400 m² στα οποία υποδιαιρούνται χωρικά τα δύο μοντέλα, πάνω στις καμένες εκτάσεις.



Εικόνα 27. Χάρτης καμένων εκτάσεων περιοχής

2. Αποτελέσματα Μοντέλου 1 για ολόκληρη την περιοχή μελέτης

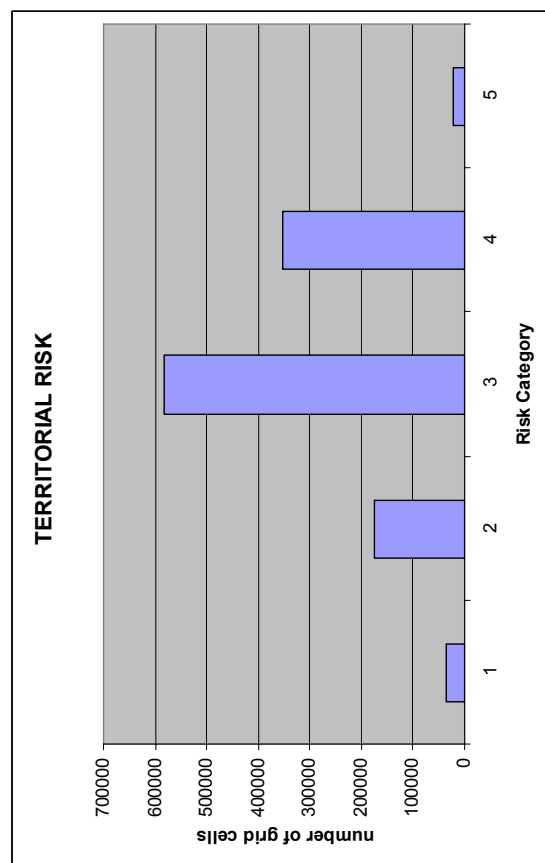
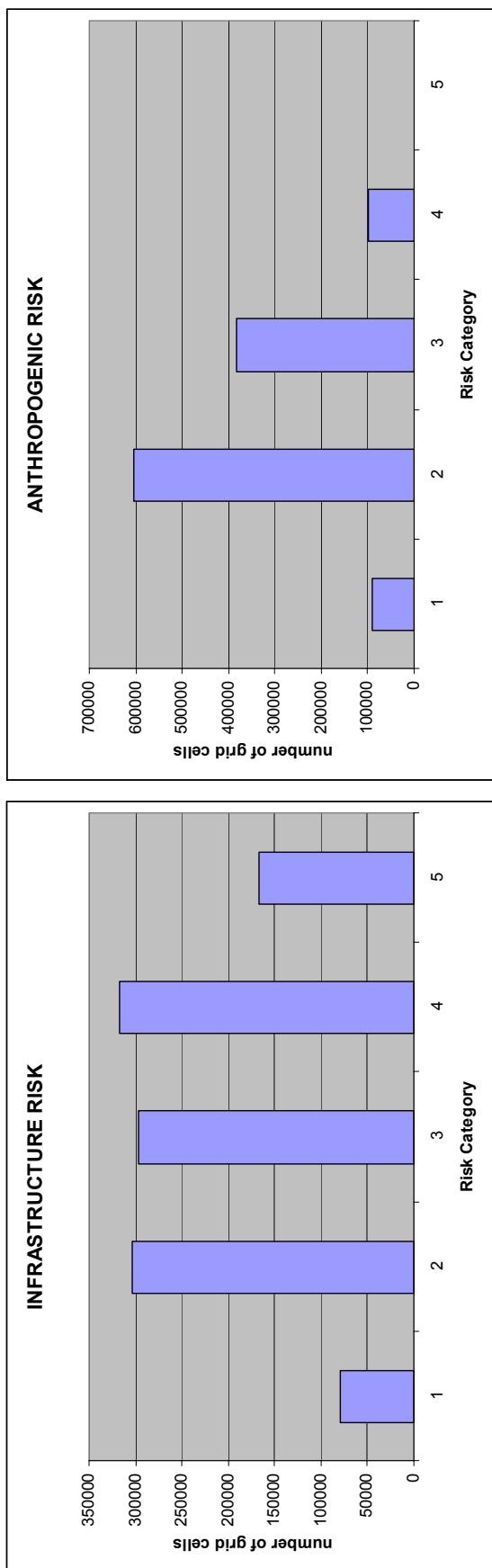
Ο δείκτης επικινδυνότητας πυρκαγιών του πρώτου μοντέλου δομείται από τρεις υποδείκτες. Για κάθε ένα από αυτούς τους υποδείκτες και για τον συνολικό δείκτη επικινδυνότητας δημιουργήθηκαν οι αντίστοιχοι χάρτες. Οι χάρτες αυτοί είναι στην ουσία, πλεγματικά αρχεία (ή αρχεία κανάβου, raster ή grid) που διαχωρίζουν την συνολική έκταση της περιοχής σε μονάδες κανάβου διακριτικής ικανότητας 20X20 μέτρων ή 400 m².

Για κάθε υποδείκτη έγινε ανάλυση των χωρικών αποτελεσμάτων σε μορφή διαγραμμάτων ώστε να διαπιστωθεί η συμβολή του καθένα στην ολική επικινδυνότητα της περιοχής. Η ανάλυση έγινε με βάση τον αριθμό των μονάδων κανάβου που καταλαμβάνεται από κάθε κλάση επικινδυνότητας, ενώ οι μονάδες κανάβου που καταλαμβάνονται από θαλάσσιες – ωκεάνιες περιοχές έχουν αποκλειστεί από την ανάλυση με εφαρμογή ‘μάσκας’ (analysis mask). Εφαρμόστηκε δηλαδή, ένα πλεγματικό αρχείο που καταλαμβάνει μόνο εδαφική έκταση, π.χ. το αρχείο των δημοτικών διαμερισμάτων, πάνω στο πλεγματικό αρχείο του υποδείκτη που καταλαμβάνεται και από θαλάσσιες εκτάσεις, ώστε τα περιγραφικά αποτελέσματα των μονάδων κανάβου (αριθμός μονάδων ανά κλάση επικινδυνότητας) του υποδείκτη να αντιστοιχούν μόνο σε περιοχές με εδαφική έκταση.

Για τους τρεις υποδείκτες του πρώτου μοντέλου, Territorial Risk, Anthropogenic Risk και Infrastructure Risk, το λογισμικό έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα για ολόκληρη την περιοχή μελέτης, σε πλεγματικές μονάδες. Σημειώνεται ότι οι πλεγματικές μονάδες μπορούν να μετατραπούν σε τετραγωνικά μέτρα, εκτάρια ή τετραγωνικά χιλιόμετρα, ανάλογα με τις ανάγκες της εκτίμησης, εφαρμόζοντας αναγωγή:

$$1\text{Km}^2 = 100\text{ha} = 1.000.000\text{m}^2 \quad \text{ή} \quad 1\text{m}^2 = 0.001\text{ha} = 0.000001\text{Km}^2$$

Στην προκειμένη, όμως, περίπτωση, θεωρήθηκε προτιμότερο τα αποτελέσματα να εκφραστούν σε πλεγματικές μονάδες, καθώς δίνονται κατά αυτό τον τρόπο από το λογισμικό.



Γράφημ. 12. Διαγράμματα κατανομής αριθμού πλεγμάτων ανά υποδείκτη επικινδυνότητας πρώτου μοντέλου και ανά κλάση επικινδυνότητας

INFRASTRUCTURE RISK		ANTHROPOGENIC RISK		TERRITORIAL RISK	
Κλάση επικινδυνότητας	Αριθμός πλεγματικών μονάδων (raster cells)	Κλάση επικινδυνότητας	Αριθμός πλεγματικών μονάδων (raster cells)	Κλάση επικινδυνότητας	Αριθμός πλεγματικών μονάδων (raster cells)
1 (πολύ χαμηλή)	79678	1 (πολύ χαμηλή)	89128	1 (πολύ χαμηλή)	35889
2(χαμηλή)	303037	2(χαμηλή)	604259	2(χαμηλή)	174755
3 (μέτρια)	296333	3 (μέτρια)	382196	3 (μέτρια)	583049
4 (υψηλή)	316924	4 (υψηλή)	99381	4 (υψηλή)	353532
5 (πολύ υψηλή)	168967	5 (πολύ υψηλή)	626	5 (πολύ υψηλή)	21351

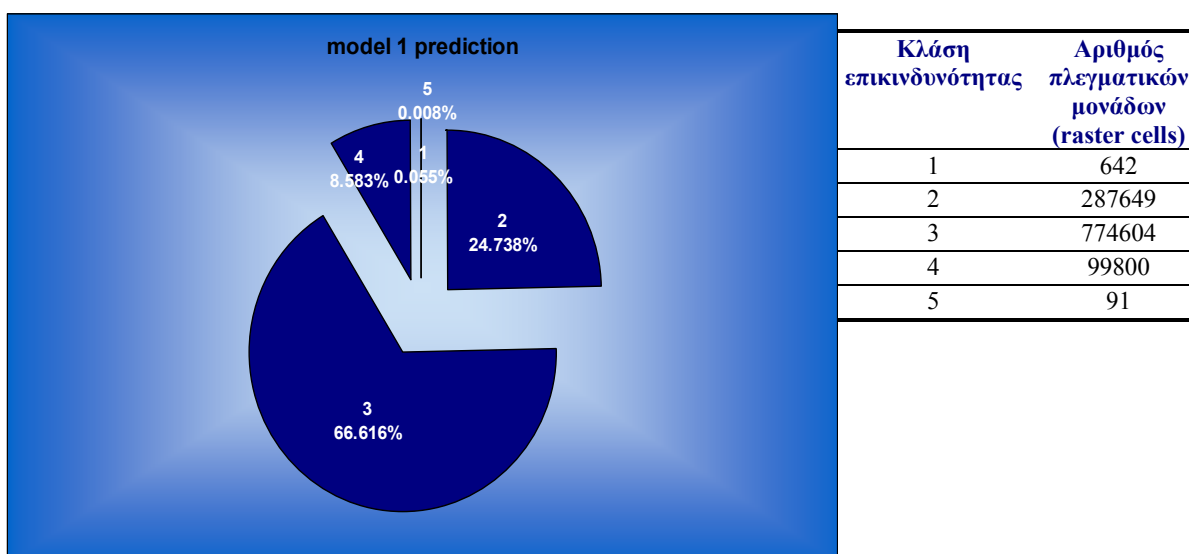
Πίνακας 27. Πίνακες κατανομής αριθμού πλεγματικών μονάδων ανά υποδείκτη πρώτου μοντέλου και κλάση επικινδυνότητας

Ο υποδείκτης Territorial Risk υποδεικνύει μέτρια επικινδυνότητα (κατηγορία 3) για ολόκληρη την περιοχή μελέτης, με την κατηγορία της υψηλής επικινδυνότητας (κατηγορία 4) να ακολουθεί. Αυτό οφείλεται στα ιδιαίτερα εδαφικά χαρακτηριστικά της περιοχής, στην εκτεταμένη πυρόφιλη κάλυψη και στον υψηλό συντελεστή βαρύτητας που έχει αποδοθεί στο υποδείκτη αυτό.

Ο υποδείκτης Anthropogenic Risk υποδεικνύει χαμηλή επικινδυνότητα για την περιοχή, με την κατηγορία μέτριας επικινδυνότητας να ακολουθεί σε χαμηλότερο ποσοστό, παρά τον επίσης υψηλό συντελεστή βαρύτητας που έχει αποδοθεί.

Όμως ο υποδείκτης Infrastructure Risk υποδεικνύει υψηλή επικινδυνότητα, ενώ και το ποσοστό πολύ υψηλής επικινδυνότητας (κατηγορία 5) είναι το υψηλότερο σε σχέση με τα αντίστοιχα των δύο πρώτων υποδεικτών. Αυτό οφείλεται στον μικρό αριθμό σημείων υδροληψίας που υπάρχουν στην περιοχή, που να έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν τα επίγεια μέσα καταστολής πυρικών φαινομένων. Σημειώνεται ότι και στους τρεις υποδείκτες, τα ποσοστά πολύ χαμηλής (κατηγορία 1) και πολύ υψηλής επικινδυνότητας (κατηγορία 5) είναι σε χαμηλά επίπεδα.

Για τον συνολικό δείκτη επικινδυνότητας Fire Risk Index I, το πρώτο μοντέλο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα για το ποσοστό πλεγματοικών μονάδων που καταλαμβάνει η κάθε κλάση επικινδυνότητας (σε ολόκληρη την περιοχή):



Γράφημ. 13. Κατανομή αριθμού πλεγματοικών μονάδων δείκτη επικινδυνότητας πρώτου μοντέλου ανά κλάση επικινδυνότητας

Ο συνδυασμός των υποδεικτών αυτών, και με βάση τους τελεστές που έχουν αποδοθεί σε κάθε ένα, δίνει συνολικό δείκτη που χαρακτηρίζεται από την κατηγορία της κλάσεως μέτριας επικινδυνότητας (66,616%). Η κατηγορία αυτή υποδηλώνει πιθανά σημεία έναρξης πυρκαγιών, οι οποίες μπορούν να εκδηλωθούν κάτω από κατάλληλες συνθήκες. Τόσο η κατηγορία 1 και 5 εμφανίζουν πολύ χαμηλά ποσοστά πλεγματικών μονάδων, με την κατηγορία 5 να εμφανίζει το χαμηλότερο ποσοστό, ενώ η κατηγορία υψηλής επικινδυνότητας 4 δεν μπορεί να θεωρηθεί ασήμαντη, δεδομένου του ότι οι 99800 πλεγματικές μονάδες ή 39.92 Km² που καταλαμβάνονται από αυτή την κατηγορία αποτελούν πολύ πιθανές εστίες έναρξης πυρικών φαινομένων.

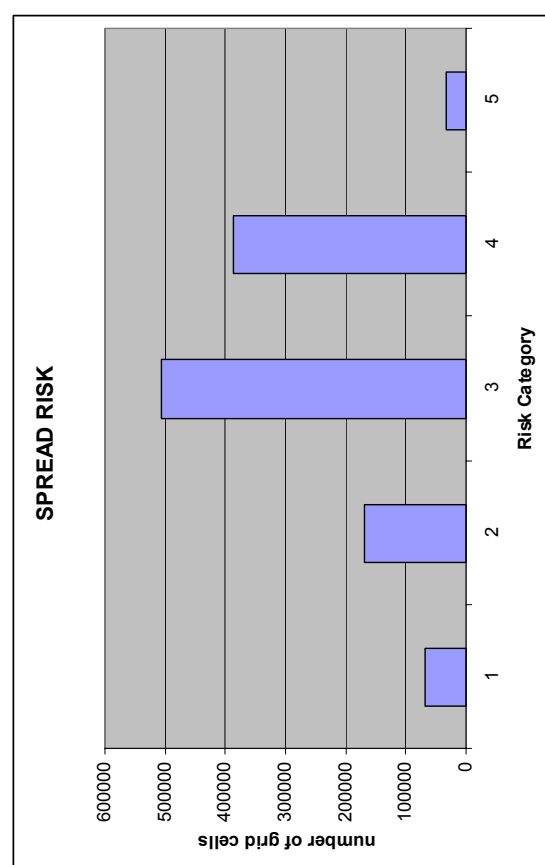
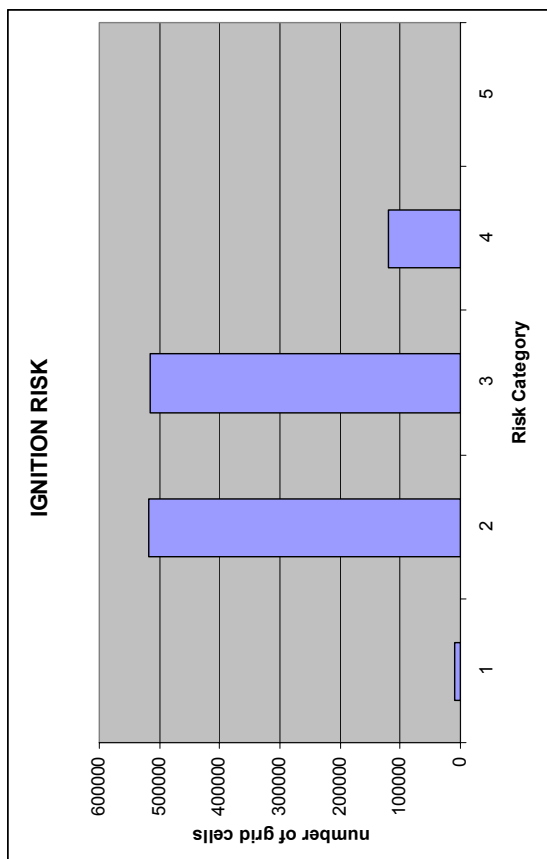
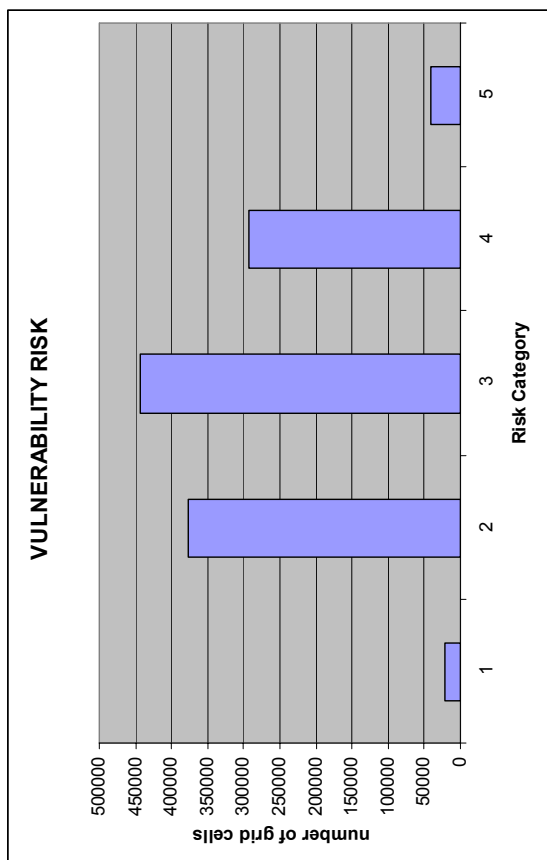
3. Αποτελέσματα Μοντέλου 2 για ολόκληρη την περιοχή μελέτης

Το δεύτερο μοντέλο δομείται επίσης από τρεις υποδείκτες, όπου ισχύουν οι ίδιες συνθήκες με το πρώτο μοντέλο (διακριτική ικανότητα πλεγματικών μονάδων 20X20 ή 400m² και εφαρμογή ‘μάσκας’ για την εξαγωγή αποτελεσμάτων μόνο σε εδαφικές εκτάσεις της περιοχής μελέτης).

Τα αποτελέσματα που έδωσε ο κάθε υποδείκτης και ο συνολικός δείκτης Fire Risk Index του δεύτερου τρόπου μοντελοποίησης περιγράφονται στην συνέχεια. Εδώ πρέπει να υπογραμμιστεί ότι ο δεύτερος δείκτης επικινδυνότητας περιγράφει περισσότερο αναλυτικά το φαινόμενο των πυρκαγιών σε σχέση με τον πρώτο δείκτη καθώς δίνει χωρικές πληροφορίες τόσο σχετικά με τις συνθήκες που ευνοούν ένα πυρικό φαινόμενο (Ignition Risk Index) όσο και με την συμπεριφορά του μετά την έναρξη (Spread Risk Index).

Μάλιστα, στην περίπτωση του υποδείκτη Spread Risk Index, υπάρχει η δυνατότητα να μοντελοποιηθεί η πορεία της πυρκαγιάς με την χρήση κατάλληλων λογισμικών πακέτων που διατίθενται χωρίς κόστος στο διαδίκτυο. Ένα από αυτά τα πακέτα είναι το FARSITE που μπορεί να δώσει πληροφορίες για την ενδεχόμενη πορεία ενός πυρικού φαινομένου μετά την έναρξη του από τις θέσεις που έχουν καθορισθεί ως πιθανά σημεία ανάφλεξης από τον υποδείκτη Ignition Risk Index.

Η δυσκολία της χρήσης αυτού του λογισμικού, όπως και ανάλογων λογισμικών π.χ. BEHAVE PLUS, είναι ότι απαιτείται η ύπαρξη μετεωρολογικών δεδομένων και κυρίως, δεδομένων ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου.



Γράφημ. 14. Διαγράμματα κατανομής αριθμού πλεγματικών μονάδων ανά υποδείκτη επικινδυνότητας δεύτερου μοντέλου και ανά κλάση επικινδυνότητας

VULNERABILITY RISK		SPREAD RISK		IGNITION RISK	
Κλάση επικινδυνότητας	Αριθμός πλεγματικών μονάδων	Κλάση επικινδυνότητας	Αριθμός πλεγματικών μονάδων	Κλάση επικινδυνότητας	Αριθμός πλεγματικών μονάδων
1 (πολύ χαμηλή)	20592	1 (πολύ χαμηλή)	68871	1 (πολύ χαμηλή)	9987
2(χαμηλή)	376562	2(χαμηλή)	168994	2(χαμηλή)	517503
3 (μέτρια)	443549	3 (μέτρια)	506542	3 (μέτρια)	515120
4 (υψηλή)	293190	4 (υψηλή)	386039	4 (υψηλή)	119388
5 (πολύ υψηλή)	41697	5 (πολύ υψηλή)	32591	5 (πολύ υψηλή)	788

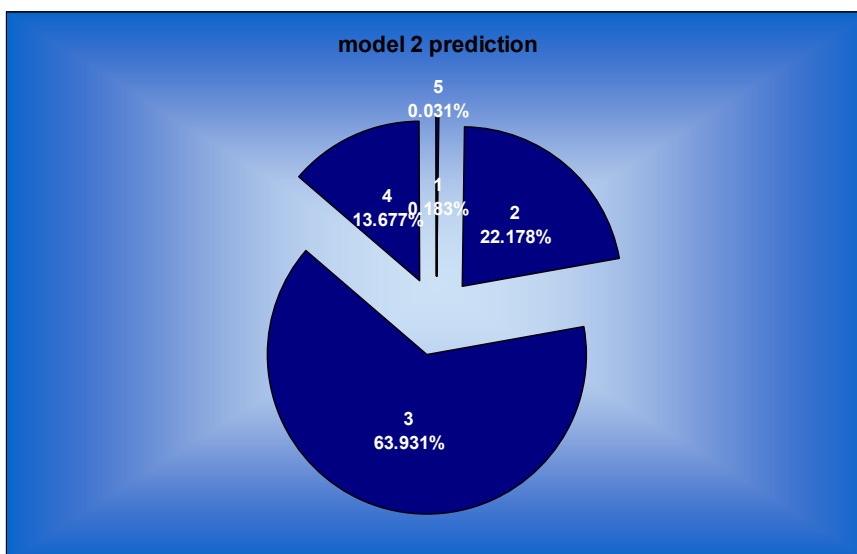
Πίνακας 28.Πίνακες κατανομής αριθμού πλεγματικών μονάδων ανά υποδείκτη δεύτερου μοντέλου και κλάση επικινδυνότητας

Η συμβατότητα όμως του τύπου των αρχείων με αυτά των GIS είναι από τα κυριότερα πλεονεκτήματα που καθιστούν αυτά τα λογισμικά ως εύχρηστα εργαλεία στα χέρια των διαχειριστών επικινδυνότητας.

Ο υποδείκτης της ανάφλεξης Ignition Risk υποδεικνύει χαμηλή επικινδυνότητα για ολόκληρη την περιοχή, με την κατηγορία μέτριας επικινδυνότητας να ακολουθεί με μικρή διαφορά πλεγματικών μονάδων. Τόσο η πολύ χαμηλή όσο και η πολύ υψηλή κατηγορία επικινδυνότητας (1 και 5) διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα ενώ η κατηγορία υψηλής επικινδυνότητας είναι η τρίτη σε αριθμητική κατάταξη και καταλαμβάνει τις θέσεις γύρω από τις οποίες διέρχεται το οδικό δίκτυο, δεδομένου του ότι αυτή η μεταβλητή έχει λάβει τον υψηλότερο τελεστή βαρύτητας σε σχέση με τις υπόλοιπες.

Ο υποδείκτης της διάδοσης των πυρικών φαινομένων Spread Risk Index χαρακτηρίζεται από το μεγάλο ποσοστό πλεγματικών μονάδων μέτριας επικινδυνότητας. Το σημαντικότερο όμως είναι το μεγάλο ποσοστό υψηλής επικινδυνότητας (154,5 περίπου Km²) της περιοχής, γεγονός που υποδηλώνει ότι στην περίπτωση έναρξης ενός φαινομένου, η επέκταση λόγω των κλίσεων και της πυρόφιλης κάλυψης θα είναι εκτεταμένη.

Και ο υποδείκτης ευπάθειας Vulnerability Risk Index υποδεικνύει μέτρια έως χαμηλή επικινδυνότητα, με την κατηγορία υψηλής επικινδυνότητας να κατέχει σημαντικό ποσοστό.



Κλάση επικινδυνότητας	Αριθμός πλεγματικών μονάδων
1	2129
2	257886
3	743389
4	159041
5	361

Γράφημ. 15. Κατανομή αριθμού πλεγματικών μονάδων δείκτη επικινδυνότητας δεύτερου μοντέλου ανά κλάση επικινδυνότητας

Για τον συνολικό δείκτη επικινδυνότητας Fire Risk Index, το δεύτερο μοντέλο έδωσε τα παραπάνω αποτελέσματα για το ποσοστό πλεγματικών μονάδων που καταλαμβάνει η κάθε κλάση επικινδυνότητας συνολικά:

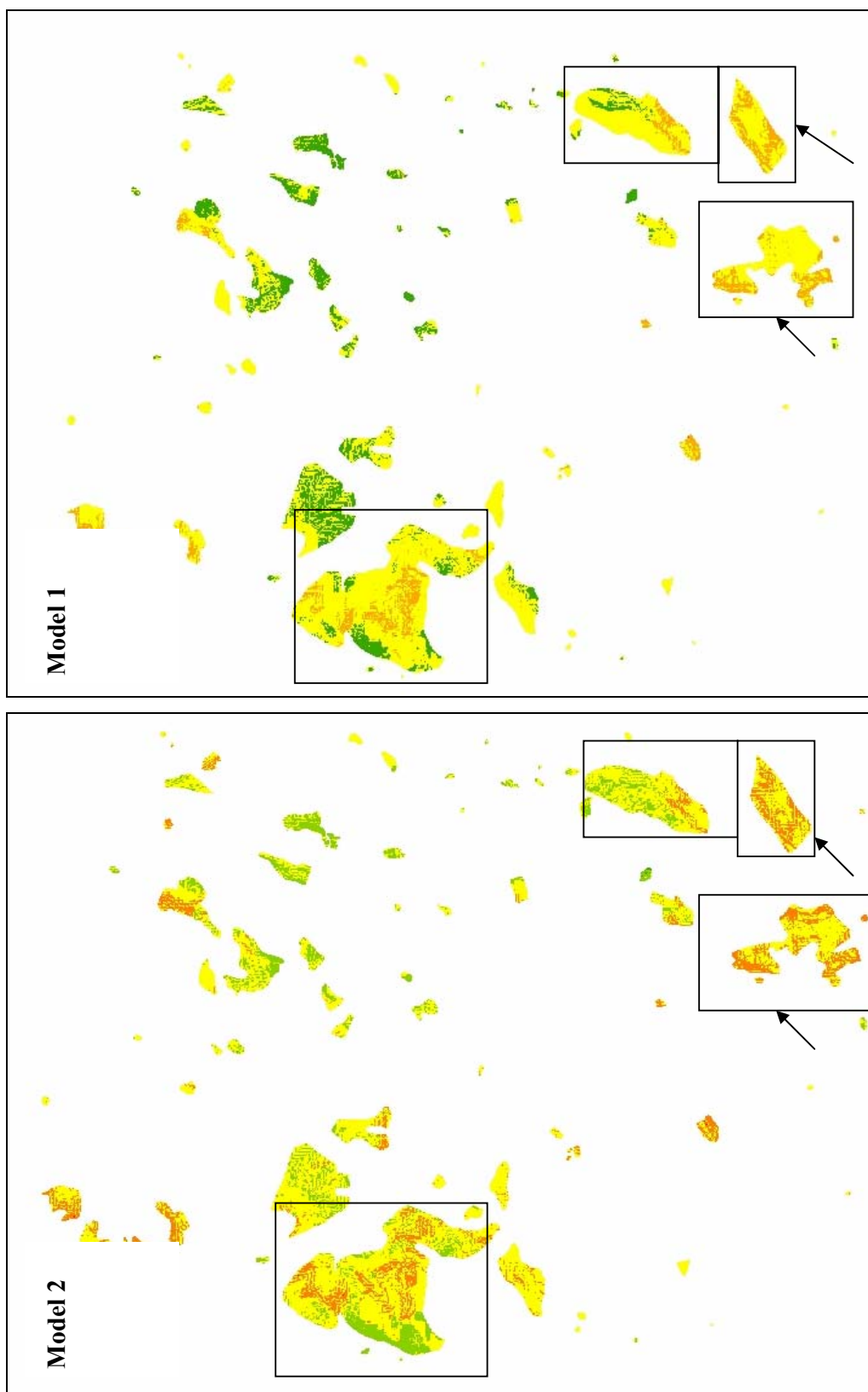
Και ο δεύτερος δείκτης επικινδυνότητας υποδεικνύει κατηγορία μέτριας επικινδυνότητας για ολόκληρη την περιοχή μελέτης, με ελαφρώς μικρότερο ποσοστό από τον δείκτη του πρώτου μοντέλου (διαφορά 2,685%). Εντούτοις, δίνει μεγαλύτερο ποσοστό υψηλής επικινδυνότητας (κατηγορία 4) (διαφορά 8,094%) και μικρότερο ποσοστό χαμηλής επικινδυνότητας (κατηγορία 2) (διαφορά 2,56%), αυξάνοντας κατά αυτή την έννοια, την ολική επικινδυνότητα της περιοχής. Τα ποσοστά πολύ χαμηλής και πολύ υψηλής επικινδυνότητας είναι, και σε αυτόν τον δείκτη, ιδιαίτερος χαμηλά (0,183% και 0,031%, αντίστοιχα), με την κατηγορία 5 να είναι υψηλότερη (διαφορά 0,023%) και την κατηγορία 1 χαμηλότερη (διαφορά 0,128%) σε σχέση με τα αποτελέσματα των αντίστοιχων κατηγοριών επικινδυνότητας του πρώτου δείκτη.

4. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων δεικτών επικινδυνότητας πυρκαγιάς με βάση τις καμένες εκτάσεις

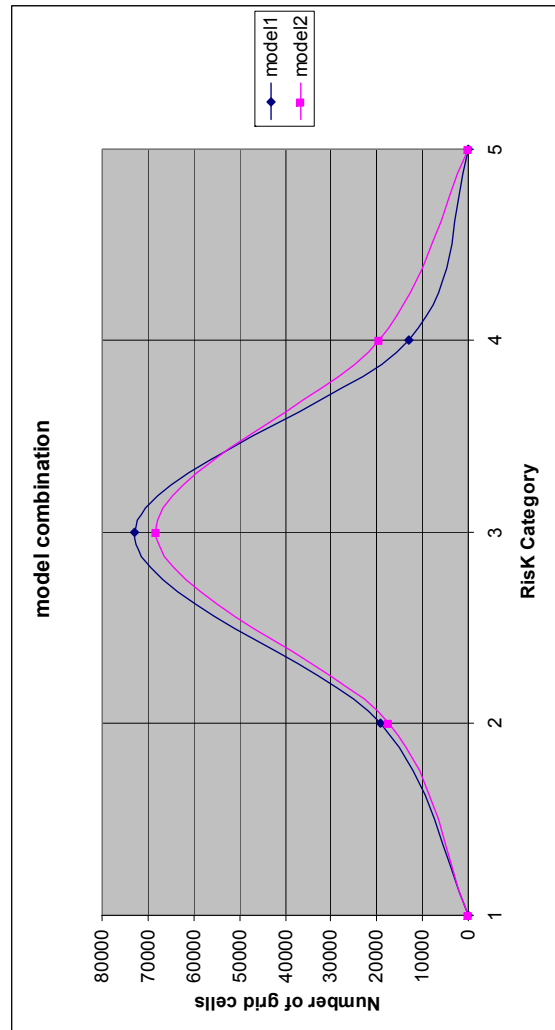
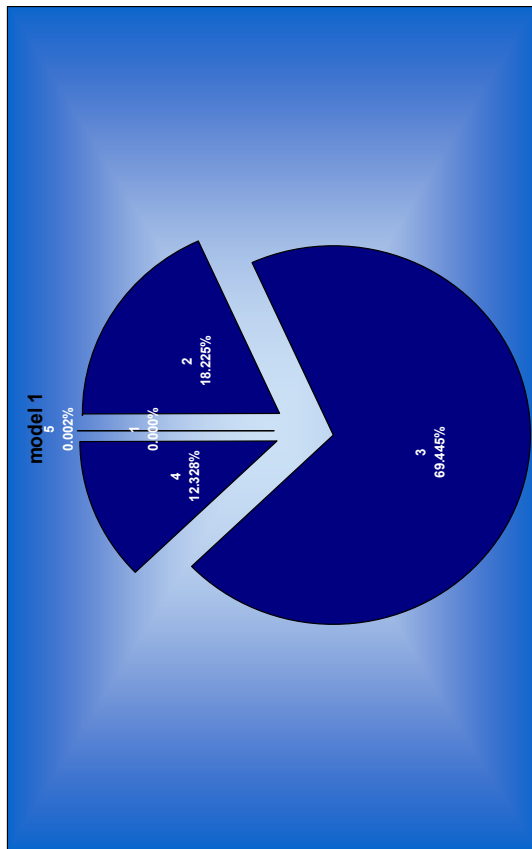
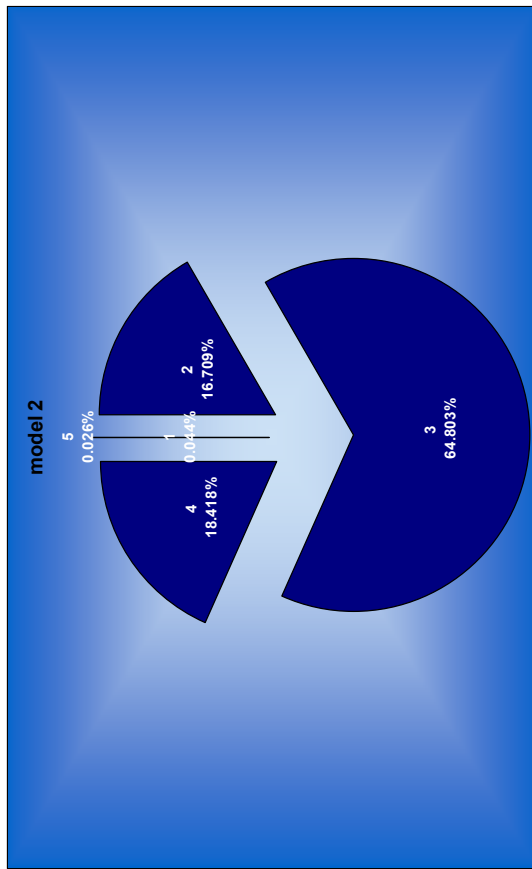
Όπως αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου, η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του μοντέλου βασίστηκε στην χωρική κατανομή των πλεγματικών μονάδων κάθε κατηγορίας επικινδυνότητας πάνω στις καμένες εκτάσεις της περιοχής. Με την βοήθεια του λογισμικού εξήχθησαν τα χωρικά και περιγραφικά αποτελέσματα των δύο δεικτών επικινδυνότητας πάνω στις εκτάσεις αυτές ή με άλλα λόγια, ο αριθμός των πλεγματικών μονάδων κάθε κλάσεως επικινδυνότητας που εντοπίζονται στην έκταση των αναδασωτέων εκτάσεων.

Πίνακας 29. Κατανομή πλεγματικών μονάδων ανά κατηγορία επικινδυνότητας των δύο μοντέλων στις ήδη καμένες εκτάσεις

Δείκτης επικινδυνότητας - Model 1		Δείκτης επικινδυνότητας - Model 2	
Κλάση επικινδυνότητας	Αριθμός πλεγματικών μονάδων ανά κατηγορία επικινδυνότητας πάνω στις καμένες εκτάσεις	Κλάση επικινδυνότητας	Αριθμός πλεγματικών μονάδων ανά κατηγορία επικινδυνότητας πάνω στις καμένες εκτάσεις
1	0	1	46
2	19140	2	17548
3	72932	3	68057
4	12947	4	19343
5	2	5	27
TOTAL	105021	TOTAL	105021



Εικόνα 28. Εξαγωγή αποτελεσμάτων των δύο μοντέλων πάνω στις ήδη καμένες εκτάσεις της περιοχής εφαρμογής μελέτης

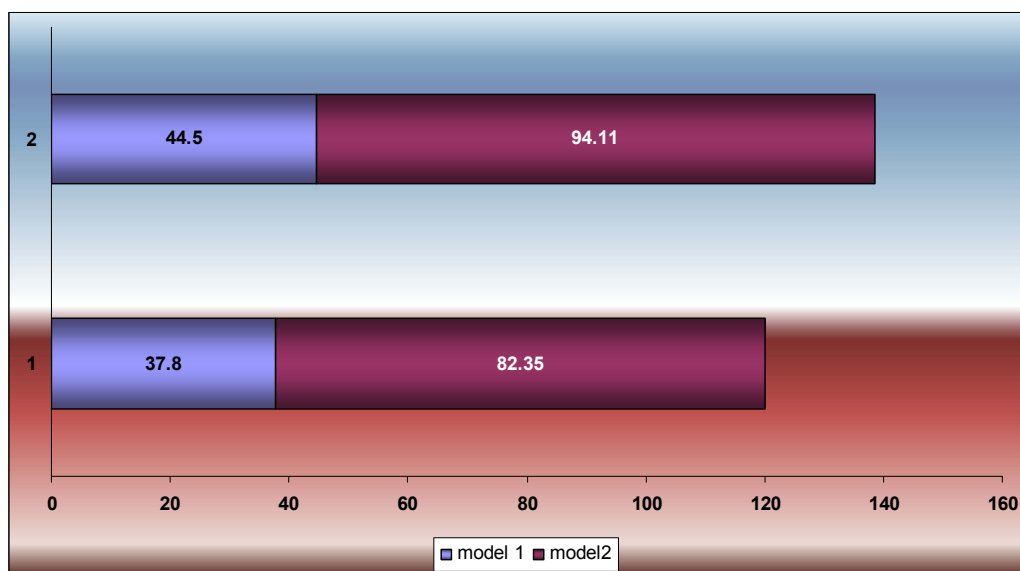


Γράφημ. 16. Συγκριτικά αποτελέσματα των δύο μοντέλων πάνω στις ήδη καμένες εκτάσεις της περιοχής

Σύμφωνα με τα αριθμητικά αποτελέσματα των πλεγματικών μονάδων και οι δύο δείκτες επικινδυνότητας δίνουν πολύ χαμηλά ποσοστά στην κλάση επικινδυνότητας 1 (πολύ χαμηλή), γεγονός που συνάδει με την πραγματική κατάσταση μιας και οι εκτάσεις αυτές έχουν ήδη υποστεί πυρικά φαινόμενα. Ο πρώτος δείκτης μάλιστα, δίνει αριθμό πλεγματικών μονάδων ίσο με 0 για αυτή την κατηγορία, ενώ ο δεύτερος 46. Μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι και οι δύο δείκτες δίνουν πολύ χαμηλά ποσοστά για την πολύ υψηλή κατηγορία επικινδυνότητας 5, με τον πρώτο δείκτη να δίνει μόνο 2 πλεγματικές μονάδες και τον δεύτερο 27.

Σύμφωνα με την ποσοστιαία κατανομή του αριθμού των πλεγματικών μονάδων, και οι δύο δείκτες υποδεικνύουν την κατηγορία επικινδυνότητας 3 (μέτρια) ως αυτή που χαρακτηρίζει το σύνολο των καμένων εκτάσεων. Ο δεύτερος δείκτης δίνει μικρότερο αριθμό πλεγματικών μονάδων αυτής της κλάσεως (διαφορά 4,642%) αλλά υψηλότερο ποσοστό πλεγματικών μονάδων κλάσεως υψηλής επικινδυνότητας 4 (διαφορά 6,09%) από τον πρώτο δείκτη.

Πέραν, όμως, της συνολικής κατανομής των πλεγματικών μονάδων ανά κλάση επικινδυνότητας, ιδιαίτερη σημασία έχει και η χωρική κατανομή τους στις αναδασωτέες εκτάσεις.



Γράφημ. 17. Κατανομή πλεγματικών μονάδων κατηγορίας επικινδυνότητας 4 για τις ήδη καμένες εκτάσεις και για τις εκτάσεις με περίμετρο μεγαλύτερη των 3Km

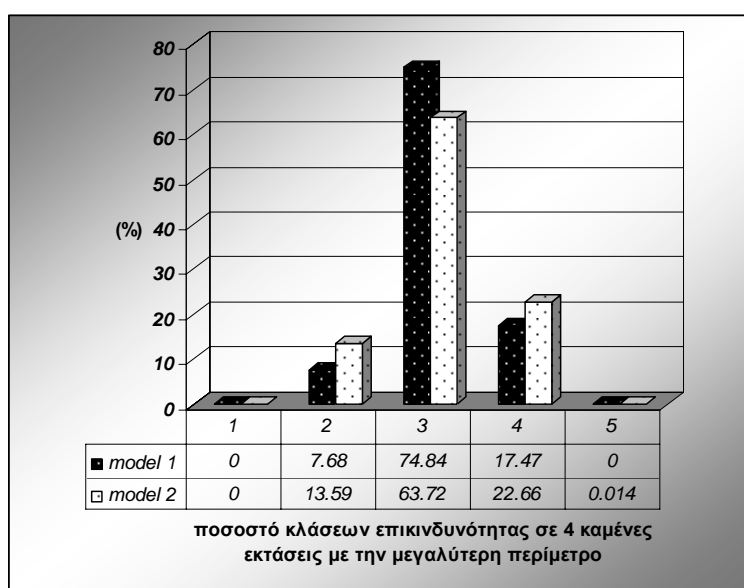
Περιγραφή	Κατηγορία υψηλής επικινδυνότητας 4	
	Model 1	Model 2
Συνολικός αριθμός καμένων εκτάσεων	37.8%	44.5%
Αριθμός καμένων εκτάσεων με περίμετρο μεγαλύτερη των 3Km	82.35%	94.11%

Επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί η κατηγορία της υψηλής επικινδυνότητας (κατηγορία 4) για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα του κάθε δείκτη, καθώς η κατηγορία αυτή αντιπροσωπεύει ρεαλιστικές συνθήκες ανάφλεξης και διάδοσης μιας πυρκαγιάς, σε σχέση με την κατηγορία πολύ υψηλής επικινδυνότητας 5 η οποία εκφράζει ακραίες καταστάσεις.

Έτσι, από τον συνολικό αριθμό των αναδασωτέων επιφανειών (74 επιφάνειες) υπολογίστηκε ο αριθμός των εκτάσεων που εμπεριέχουν έστω και μια πλεγματική μονάδα υψηλής επικινδυνότητας, από την οποία θα ενδέχεται να ξεκινήσει ένα πυρικό φαινόμενο. Σύμφωνα με τον πρώτο δείκτη επικινδυνότητας (μοντέλο 1) το 37,8% των καμένων επιφανειών εμπεριέχει έστω και μια έκταση 400m² που κατατάσσεται στην κατηγορία 4, ενώ ο δεύτερος δείκτης δίνει ποσοστό 44,5%.

Ιδιαίτερη σημασία έχει και η έκταση των καμένων εκτάσεων καθώς περιγράφει, εκτός από τις κατάλληλες συνθήκες για την ανάφλεξη, και τις αντίστοιχες συνθήκες για την διάδοση. Έτσι για την κατηγορία 4, υπολογίστηκε ότι ο πρώτος δείκτης επικινδυνότητας προβλέπει έστω και μια περιοχή 400m² στο 82,35% ενώ ο δεύτερος δείκτης προβλέπει, αντίστοιχα, έστω και μια περιοχή υψηλής επικινδυνότητας στο 94,11% των καμένων εκτάσεων με περίμετρο μεγαλύτερης των 3 Km.

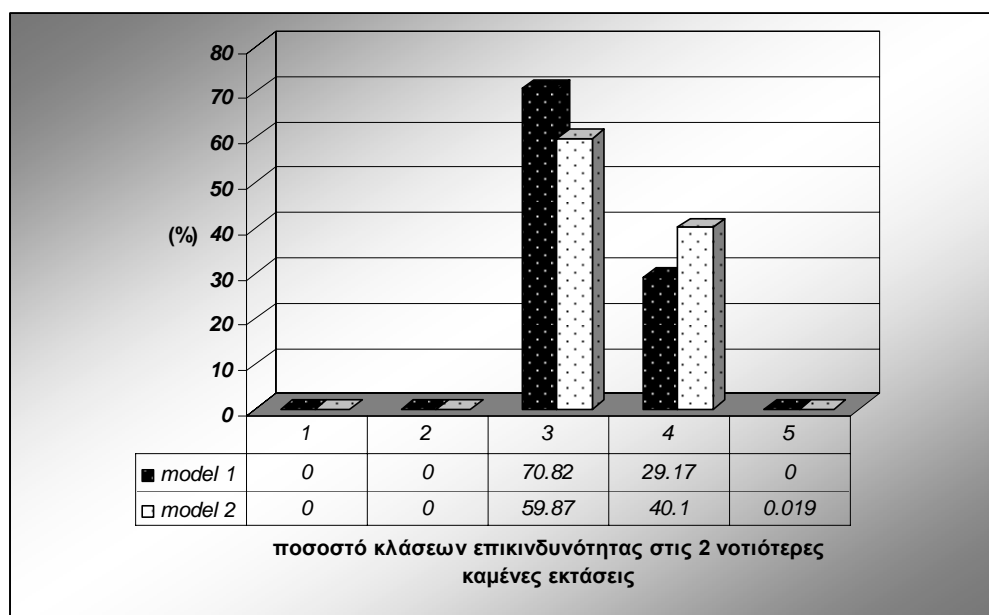
Εξετάστηκε επίσης η κατανομή των πλεγματικών μονάδων επικινδυνότητας στις τέσσερις μεγαλύτερες σε περίμετρο καμένες εκτάσεις (οι επιφάνειες σε τετράγωνα πλαίσια στους χάρτες αξιολόγησης). Η περίμετρος των εκτάσεων αυτών κυμαίνεται από 7,03 km η μικρότερη έως 21,43 km η μεγαλύτερη.



Γράφημ. 18. Ποσοστό κλάσεων επικινδυνότητας σε 4 καμένες

Και οι δύο δείκτες προβλέπουν κατηγορία μέτριας επικινδυνότητας για αυτές τις εκτάσεις, με τον δείκτη του δεύτερου μοντέλου να προβλέπει υψηλή επικινδυνότητα (κατηγορία 4) στο 22,66% της έκτασης των επιφανειών. Το ποσοστό αυτό, αν και φαίνεται μικρό, αντιπροσωπεύει εντούτοις, θέσεις συνολικής έκτασης 5,1732 km² με υψηλές πιθανότητες ανάφλεξης και διάδοσης πυρκαγιάς εκ του συνόλου των 22,82 km² της έκτασης των τεσσάρων αυτών επιφανειών.

Αν η ανάλυση επικεντρωθεί στις δύο νοτιότερες καμένες εκτάσεις (επιφάνειες σε τετράγωνα πλαίσια που επισημαίνονται με μαύρα βέλη στους χάρτες αξιολόγησης), τότε ο πρώτος δείκτης προβλέπει μέτρια επικινδυνότητα στο 70,82% (4,392 km²) της επιφάνειας και υψηλή επικινδυνότητα στο 29,17% (1,8092 km²) ενώ ο δεύτερος δείκτης προβλέπει αντίστοιχα, μέτρια επικινδυνότητα στο 59,87% (3,7132 km²), υψηλή επικινδυνότητα στο 40,1% (2,4868 km²) της επιφάνειας ενώ δίνει και 3 θέσεις έκτασης 1600m² πολύ υψηλής επικινδυνότητας (κατηγορία 5)



Γράφημ. 19. Ποσοστό κλάσεων επικινδυνότητας στις 2 νοτιότερες καμένες εκτάσεις

5. Κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας πυρκαγιών στις περιοχές NATURA

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο Κεφάλαιο, για να δικαιολογηθεί η εκτίμηση επικινδυνότητας σε μια περιοχή – κυρίως από άποψη κόστους – είναι σημαντικό η

περιοχή αυτή να διαθέτει μια ή περισσότερες αξίες που να χρήζουν προστασίας. Στην περιοχή εφαρμογής της εκτίμησης επικινδυνότητας υπάρχουν τρεις περιοχές που έχουν συμπεριληφθεί στον κατάλογο NATURA 2000. Σημασία έχει λοιπόν να διαπιστωθεί η κατανομή των κλάσεων επικινδυνότητας των δύο μοντέλων στις συγκεκριμένες θέσεις που έχουν οριοθετηθεί οι περιοχές αυτές. Κατά τον ίδιο τρόπο με τα προηγούμενα έγινε εξαγωγή των χωρικών και περιγραφικών αποτελεσμάτων των δύο δεικτών επικινδυνότητας πυρκαγιάς για τις συγκεκριμένες αυτές περιοχές.

Όπως φαίνεται από τα γραφήματα, και τα δύο μοντέλα αποδίδουν κατά μέσο όρο μέτρια επικινδυνότητα (κατηγορία 3) σε αυτές τις περιοχές, με το δεύτερο δείκτη να δίνει ελαφρώς υψηλότερα ποσοστά (60,21%) για αυτή τη κατηγορία σε σχέση με τον πρώτο (58,29%).

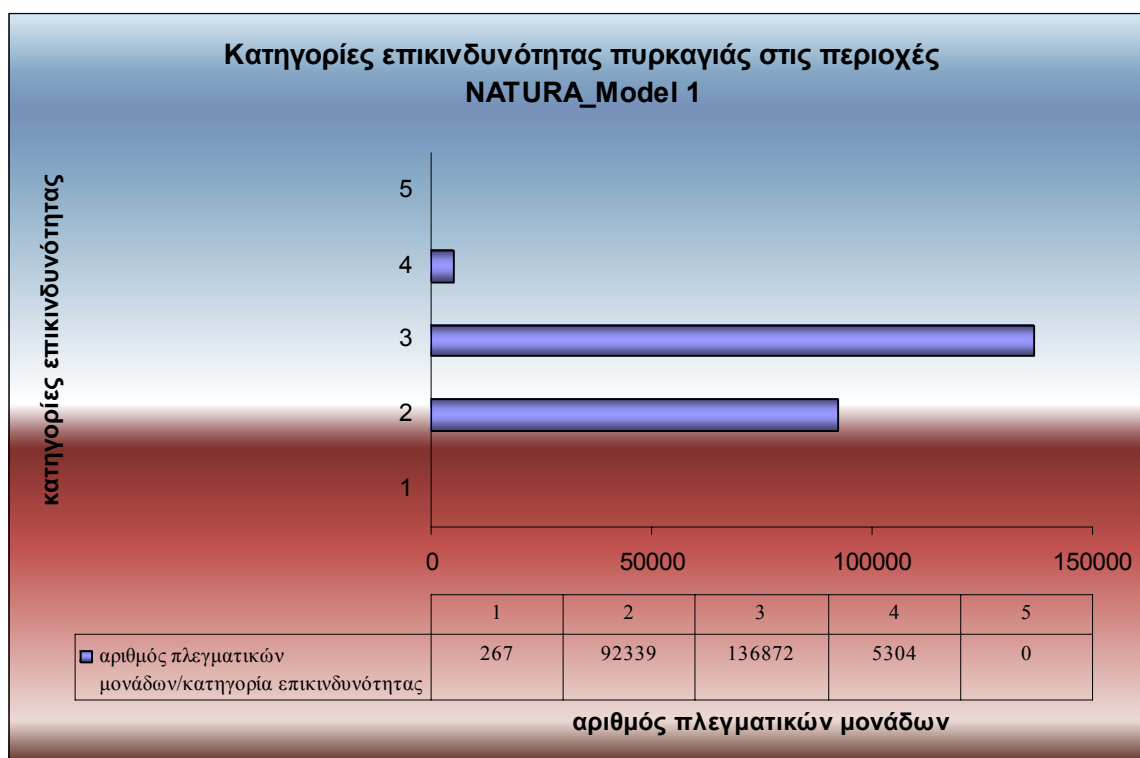
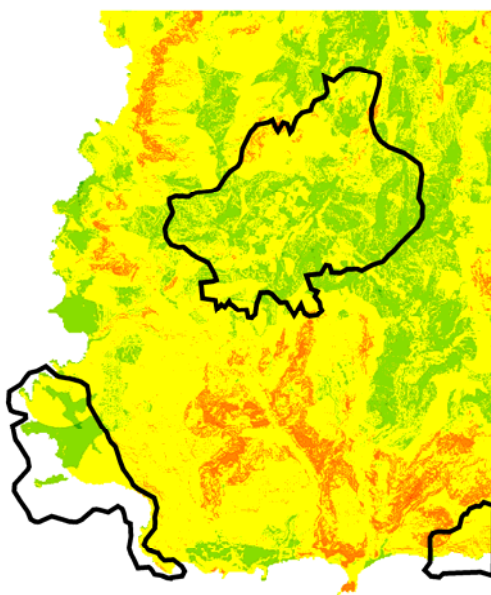
Στην κατηγορία της υψηλής επικινδυνότητας (κατηγορία 4) και οι δύο δείκτες δίνουν χαμηλά ποσοστά, με τον δεύτερο όμως δείκτη να δίνει αρκετά υψηλότερα ποσοστά (5,88% επί του συνόλου) σε σύγκριση με τον πρώτο (2,25%).

Και στην κατηγορία όμως της πολύ χαμηλής επικινδυνότητας υπάρχει σημαντική απόκλιση μεταξύ των δύο δεικτών, με τον δείκτη του πρώτου μοντέλου να δίνει 0,11% επί του συνόλου των πλεγματικών μονάδων που καταλαμβάνουν οι περιοχές NATURA, και τον δείκτη του δεύτερου μοντέλου 0,51%. Στην κατηγορία της χαμηλής επικινδυνότητας η διαφορά μεταξύ των δεικτών είναι περίπου 6,02% (39,32% για τον πρώτο και 33,30 για τον δεύτερο).

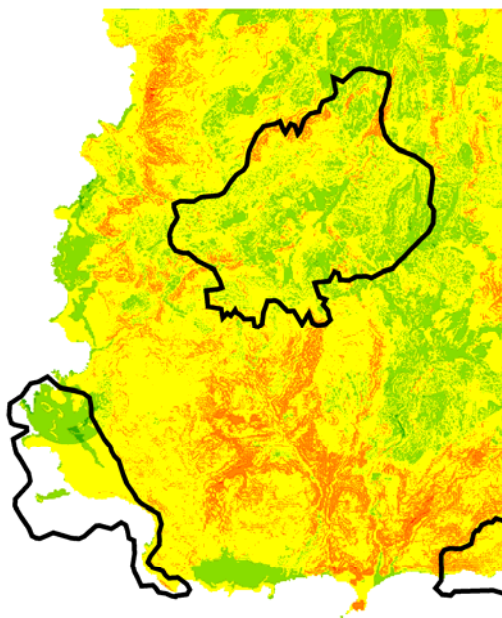
Και οι δύο δείκτες δίνουν πολύ χαμηλά ποσοστά επικινδυνότητας κατηγορίας 5 (πολύ υψηλή επικινδυνότητα), με τον πρώτο μάλιστα δείκτη να δίνει μηδενικά κελιά κανάβου και τον δεύτερο μόλις 6 περιοχές 400m². Το γεγονός αυτό κρίνεται θετικό αναλογιζόμενοι την τεράστια οικολογική, αισθητική και περιβαλλοντική αξία των περιοχών αυτών.

Πρέπει να σημειωθεί όμως αυτή η κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας με βάση τους δύο δείκτες περιορίζεται στην πιθανότητα έναρξης και διάδοσης πυρικών φαινομένων εντός των οριοθετημένων εκτάσεων των περιοχών NATURA. Δεν αποκλείει δηλαδή την έναρξη μιας πυρκαγιάς σε μια θέση εκτός των ορίων των περιοχών αυτών και την διάδοση της εντός των εκτάσεων των NATURA. Για το λόγο αυτό κρίνεται αναγκαίο να υπάρξει διαχείριση της επικινδυνότητας των πυρκαγιών και σε περιμετρικές ζώνες εκτός των περιοχών αυτών, για παράδειγμα σε ρυθμιστικές ζώνες πλάτους 1-2 χιλιομέτρων, ανάλογα με την επικινδυνότητα που εμφανίζουν οι

εγγύς των NATURA περιοχές, εκτός βέβαια από την αυτονόμητη διαχείριση εντός των οριοθετημένων εκτάσεων.



Γράφημ. 20. Κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας πυρκαγιών του Μοντέλου 1 στις περιοχές NATURA



Γράφημ. 21. Κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας πυρκαγιών του Μοντέλου 2 στις περιοχές NATURA

6. Συμπεράσματα και προτάσεις

Το τεχνικό μέρος της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής επιχειρεί μια μακροπρόθεσμη εκτίμηση της επικινδυνότητας πυρκαγιών στην Νοτιοδυτική πλευρά του Νομού Χανίων με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Συμπερασματικά μπορούν να διατυπωθούν τα παρακάτω σχόλια και προτάσεις.

- Σκοπός είναι να εξακριβωθούν χαρτογραφικά, τα σημεία εκείνα που παρουσιάζουν διαρκή υψηλή πιθανότητα εμφάνισης πυρικών φαινομένων (hot spots), ασχέτως των βραχυπρόθεσμων μετεωρολογικών συνθηκών της περιοχής. Αφού διευκρινιστούν οι θέσεις αυτές, διευκολύνεται το έργο της βραχυπρόθεσμης εκτίμησης επικινδυνότητας, καθώς μειώνεται η κλίμακα που πρέπει να διενεργηθεί αυτή, με αντίστοιχη μείωση του κόστους συγκέντρωσης και επεξεργασίας βραχυπρόθεσμων πληροφοριών αλλά και του κόστους απόκτησης τους.
- Η περιοχή εφαρμογής της εκτίμησης χαρακτηρίζεται από έντονες θερμοκρασίες αέρα, υψηλή ένταση ανέμου, χαμηλά ποσοστά υγρασίας και ελάχιστο ύψος βροχόπτωσης κατά τους μήνες που συμπίπτουν με την αντιπυρική περίοδο. Επίσης η περιοχή παρουσιάζει έντονη ορεογραφία με αυξημένες κλίσεις και παρουσία φαραγγίων. Ακόμη, το μεγαλύτερο ποσοστό κάλυψης της περιοχής αποτελείται από βλάστηση που συντίθεται από φυτοκοινωνικές ενώσεις πυρόφιλων ειδών που ευνοούν την εύκολη ανάφλεξη και γρήγορη διάδοση της πυρκαγιάς.
- Στην περιοχή απαντώνται τα όρια τριών περιοχών που έχουν ενταχθεί στον Κατάλογο των Προτεινόμενων Τόπων Κοινοτικής Σημασίας (NATURA 2000). Πρόκειται για θέσεις με ιδιαίτερα υψηλή οικολογική, περιβαλλοντική και αισθητική αξία. Το γεγονός αυτό προσδίδει μεγαλύτερη βαρύτητα στην πρόληψη καταστρεπτικών φαινομένων πυρκαγιάς και τη λήψη κατάλληλων μέτρων για την αποφυγή τους.
- Για την εκτίμηση χρησιμοποιήθηκαν μεταβλητές που παραμένουν σε μεγάλο βαθμό αμετάβλητες για εκτεταμένα χρονικά διαστήματα, όπως είναι το οδικό δίκτυο, οι θέσεις των δημοτικών διαμερισμάτων και οικισμών με τον αντίστοιχο αριθμό κατοίκων, οι θέσεις των σημείων θέας και συγκέντρωσης επισκεπτών, το υψόμετρο, η κλίση, η έκθεση του εδάφους, το υδρογραφικό δίκτυο και

συγκεκριμένα τα ρέματα που διατρέχονται από νερό την μεγαλύτερη περίοδο του έτους, οι θέσεις των υδροστομίων και οι χρήσεις γης.

- Όλες οι μεταβλητές ψηφιοποιήθηκαν σε περιβάλλον ArcView 3.3 (ESRI), χρησιμοποιώντας ως χαρτογραφικό υπόβαθρο ένα χάρτη κλίμακας 1:50.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.), ένα χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. και ταξιδιωτικούς χάρτες του Ν. Χανίων. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν 52 αεροφωτογραφίες για τη διόρθωση και επαλήθευση των θέσεων των μεταβλητών, μέσω της φωτοερμηνείας.
- Για κάθε μεταβλητή προβλέφθηκε κλίμακα 5 κατηγοριών επικινδυνότητας, ήτοι: Πολύ χαμηλή (1), Χαμηλή (2), Μέτρια (3), Υψηλή (4), Πολύ Υψηλή (5).

Κατηγορία επικινδυνότητας	Περιγραφή της θέσης ανάλογα με την κατηγορία επικινδυνότητας στην οποία ανήκει
Πολύ Χαμηλή	Μια θέση όπου οι οικισμοί βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη από 2000 μέτρα, έχουν πληθυσμό μικρότερο από 63 κατοίκους, το οδικό δίκτυο απέχει περισσότερο από 500 μέτρα, το υδρογραφικό δίκτυο βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 200 μέτρων, οι θέσεις των υδροστομίων σε απόσταση μικρότερη των 1000 μέτρων, οι θέσεις συγκέντρωσης επισκεπτών είναι σε απόσταση μεγαλύτερη από 500 μέτρα, οι κλίσεις που επικρατούν στην περιοχή είναι μικρότερες από 15%, με Β, ΒΑ έκθεση και μη πυρόφιλη βλάστηση.
Χαμηλή	Μια θέση όπου οι οικισμοί βρίσκονται σε απόσταση από 1500-2000 μέτρα, έχουν πληθυσμό μικρότερο από 117 και μεγαλύτερο από 63 κατοίκους, το οδικό δίκτυο απέχει από 300-500 μέτρα, το υδρογραφικό δίκτυο βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη των 200 και μικρότερη των 500 μέτρων, οι θέσεις των υδροστομίων σε απόσταση μεγαλύτερη των 1000 και μικρότερη των 2000 μέτρων, οι θέσεις συγκέντρωσης επισκεπτών είναι σε απόσταση μεγαλύτερη από 300 και μικρότερη από 500 μέτρα, οι κλίσεις που επικρατούν στην περιοχή είναι από 15-25%, με Α, ΝΑ και ΒΔ έκθεση και βλάστηση ελάχιστα πυρόφιλη.
Μέτρια	Μια θέση όπου οι οικισμοί βρίσκονται σε απόσταση από 1000-1500 μέτρα, έχουν πληθυσμό μικρότερο από 228 και μεγαλύτερο από 117 κατοίκους, το οδικό δίκτυο απέχει από 200-300 μέτρα, το υδρογραφικό δίκτυο βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη των 500 και μικρότερη των 1000 μέτρων, οι θέσεις των υδροστομίων σε απόσταση μεγαλύτερη των 2000 και μικρότερη των 3000 μέτρων, οι θέσεις συγκέντρωσης επισκεπτών είναι σε απόσταση μεγαλύτερη από 200 και μικρότερη από 300 μέτρα, οι κλίσεις που επικρατούν στην περιοχή είναι από 25-35%, με Δ έκθεση και βλάστηση μέτρια πυρόφιλη.

Υψηλή	Μια θέση όπου οι οικισμοί βρίσκονται σε απόσταση από 500-1000 μέτρα, έχουν πληθυσμό μικρότερο από 1029 και μεγαλύτερο από 228 κατοίκους, το οδικό δίκτυο απέχει από 100-200 μέτρα, το υδρογραφικό δίκτυο βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη των 1000 και μικρότερη των 5000 μέτρων, οι θέσεις των υδροστομιών σε απόσταση μεγαλύτερη των 3000 και μικρότερη των 4000 μέτρων, οι θέσεις συγκέντρωσης επισκεπτών είναι σε απόσταση μεγαλύτερη από 100 και μικρότερη από 200 μέτρα, οι κλίσεις που επικρατούν στην περιοχή είναι από 35-45%, με ΝΔ έκθεση και βλάστηση πυρόφιλη.
Πολύ Υψηλή	Μια θέση όπου οι οικισμοί βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη από 500 μέτρα, έχουν πληθυσμό μεγαλύτερο από 1029 και μικρότερο από 2213 κατοίκους, το οδικό δίκτυο απέχει λιγότερο από 100 μέτρα, το υδρογραφικό δίκτυο βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη των 5000 μέτρα, οι θέσεις των υδροστομιών σε απόσταση μεγαλύτερη των 4000 μέτρα, οι θέσεις συγκέντρωσης επισκεπτών είναι σε απόσταση μικρότερη από 100 μέτρα, οι κλίσεις που επικρατούν στην περιοχή είναι από 45-75%, με Ν έκθεση και βλάστηση ιδιαίτερα πυρόφιλη.

- Η κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας για κάθε μεταβλητή έγινε με βάση τα ιδιαίτερα τοπογραφικά, φυτικά και άλλα χαρακτηριστικά της περιοχής. Η κατηγοριοποίηση αυτή βασίστηκε στη γνώμη των ειδικών. Μετά την κατηγοριοποίηση ακολούθησε η δημιουργία των αντίστοιχων ρυθμιστικών ζωνών, για κάθε κατηγορία επικινδυνότητας και για κάθε μεταβλητή.
- Ο συνδυασμός των χαρτογραφικών αποτελεσμάτων της κατηγοριοποίησης έγινε σε περιβάλλον ArcGIS 9.0, χρησιμοποιώντας την εφαρμογή ModelBuilder.
- Αναπτύχθηκαν δύο διαφορετικοί δείκτες επικινδυνότητας πυρκαγιάς (Fire Risk Index, FRI). Κάθε δείκτης επικινδυνότητας αποτελείται από τρεις υποδείκτες. Ο πρώτος δείκτης αποτελείται από τους υποδείκτες Territorial Risk Index, Anthropogenic Risk Index και Infrastructure Risk Index. Ο δεύτερος δείκτης αποτελείται αντίστοιχα από τους υποδείκτες Ignition Risk Index, Spread Risk Index και Vulnerability Risk Index.
- Κάθε υποδείκτης προέρχεται από την σταθμισμένη επικάλυψη (weighted overlay) των ψηφιοποιημένων μεταβλητών. Οι δύο τελικοί δείκτες επικινδυνότητας προέκυψαν από την σταθμισμένη επικάλυψη των υποδεικτών από τους οποίους δομούνται. Η στάθμιση τόσο των μεταβλητών για την παραγωγή των υποδεικτών όσο και των υποδεικτών για την παραγωγή των δύο δεικτών FRI έγινε με υποκειμενικούς τελεστές βαρύτητας που ανταποκρίνονται στις ιδιαίτερες συνθήκες της περιοχής. Μικρές αυξομειώσεις στους τελεστές δεν έδωσε

σημαντικές διαφοροποιήσεις στα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στη συνέχεια.

- Και οι δύο δείκτες FRI προβλέπουν μέτρια επικινδυνότητα (3) στο σύνολο της περιοχής με τον πρώτο FRI να δίνει ποσοστό μέτριας επικινδυνότητας 66,616% και τον δεύτερο FRI 63,931%. Ο δεύτερος δείκτης εντούτοις δίνει ελαφρώς υψηλότερα ποσοστά επικινδυνότητας κατηγορίας 5 και σημαντικά υψηλότερα ποσοστά επικινδυνότητας κατηγορίας 4 σε σχέση με τον πρώτο.
- Για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των δεικτών FRI έγινε σύγκριση των χαρτογραφικών και περιγραφικών αποτελεσμάτων που παρήχθησαν, με την πραγματική κατάσταση που ισχύει σε αυτή την περιοχή. Για την αξιολόγηση της πραγματικής καταστάσεως χρησιμοποιήθηκαν οι επιφάνειες (εμβαδόν και περίμετρος) που έχουν πραγματικά υποστεί πυρικά φαινόμενα και έχουν χαρακτηριστεί από την Διεύθυνση Δασών Χανίων ως αναδασωτέες. Για το λόγο αυτό, ψηφιοποιήθηκαν 74 επιφάνειες συνολικού εμβαδού 42.020 τετραγωνικών χιλιομέτρων και συνολικής περιμέτρου 177.512 χιλιομέτρων. Οι μεγαλύτερες επιφάνειες εντοπίζονται στην Κεντροδυτική και Νοτιοανατολική πλευρά της περιοχής.
- Εξήχθησαν τα χαρτογραφικά αποτελέσματα του κάθε δείκτη επικινδυνότητας FRI και των τριών υποδεικτών από τους οποίους αποτελείται πάνω στις εκτάσεις που έχουν ήδη υποστεί πυρικά φαινόμενα. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε ο αριθμός των πλεγματικών μονάδων (κάθε πλεγματική μονάδα καταλαμβάνει έκταση 400 m^2 – διακριτική ικανότητα πλεγματικής μονάδας $20 \times 20 \text{ m}$) που καταλαμβάνει η κάθε κατηγορία επικινδυνότητας (1-5) δείκτη και υποδεικτών πάνω στις πραγματικά καμένες επιφάνειες της περιοχής.
- Και οι δύο δείκτες προβλέπουν μέτρια επικινδυνότητα πυρκαγιάς στο σύνολο των εκτάσεων που έχουν ήδη καεί στο παρελθόν, με τον πρώτο FRI να δίνει ποσοστό μέτριας επικινδυνότητας 69,445% και τον δεύτερο FRI 64,803%. Και οι δύο δείκτες επικινδυνότητας επίσης, δίνουν πολύ χαμηλά ποσοστά στην κατηγορία επικινδυνότητας 1, γεγονός που συνάδει με την πραγματική κατάσταση μιας και οι εκτάσεις αυτές έχουν ήδη υποστεί πυρικά φαινόμενα. Ο πρώτος δείκτης μάλιστα, δίνει αριθμό πλεγματικών μονάδων ίσο με 0 ενώ ο δεύτερος 46. Μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι και οι δύο δείκτες δίνουν πολύ χαμηλά ποσοστά για την πολύ υψηλή κατηγορία επικινδυνότητας 5, με τον πρώτο δείκτη

να δίνει μόνο 2 πλεγματικές μονάδες και τον δεύτερο 27. Και σε αυτή την περίπτωση όμως τα αποτελέσματα είναι ρεαλιστικά καθώς η κατηγορία 5 υποδεικνύει ακραίες καταστάσεις για την έναρξη και διάδοση πυρικών φαινομένων.

- Εκτός από τον αριθμό των πλεγματικών μονάδων κάθε κατηγορίας επικινδυνότητας, σημασία έχει και η χωρική κατανομή των μονάδων αυτών πάνω στις καμένες εκτάσεις. Επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί η κατηγορία της υψηλής επικινδυνότητας (κατηγορία 4) για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα του κάθε δείκτη, καθώς η κατηγορία αυτή αντιπροσωπεύει ρεαλιστικές συνθήκες ανάφλεξης και διάδοσης μιας πυρκαγιάς, σε σχέση με την κατηγορία πολύ υψηλής επικινδυνότητας 5 η οποία εκφράζει ακραίες καταστάσεις. Έτσι, από τον συνολικό αριθμό των αναδασωτέων επιφανειών (74 επιφάνειες) υπολογίστηκε ο αριθμός των εκτάσεων που εμπεριέχουν έστω και μια πλεγματική μονάδα υψηλής επικινδυνότητας, από την οποία θα ενδέχεται να ξεκινήσει ένα πυρικό φαινόμενο. Σύμφωνα με τον πρώτο δείκτη FRI, το 37,8% των καμένων επιφανειών εμπεριέχει έστω και μια έκταση 400m² που κατατάσσεται στην κατηγορία 4, ενώ ο δεύτερος δείκτης δίνει ποσοστό 44,5%.

Για την κατηγορία 4 υπολογίστηκε επίσης, ότι ο πρώτος δείκτης FRI προβλέπει έστω και μια περιοχή 400m² στο 82,35% ενώ ο δεύτερος δείκτης προβλέπει, αντίστοιχα, έστω και μια περιοχή υψηλής επικινδυνότητας στο 94,11% των καμένων εκτάσεων με περίμετρο μεγαλύτερης των 3 Km.

- Επειδή στην περιοχή υπάρχουν τρεις περιοχές του δικτύου φυσικών οικοτόπων NATURA 2000, θεωρήθηκε σημαντικό να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα των δύο δεικτών FRI πάνω στις εκτάσεις που καταλαμβάνουν αυτές. Και οι δύο δείκτες FRI υποδεικνύουν επικινδυνότητα κατηγορίας 3 σε αυτές τις εκτάσεις με το δεύτερο δείκτη να δίνει ελαφρώς υψηλότερα ποσοστά (60,21%) για αυτή τη κατηγορία σε σχέση με τον πρώτο (58,29%). Ο δεύτερος δείκτης όμως δίνει σημαντικά υψηλότερα ποσοστά επικινδυνότητας κατηγορίας 4 (υψηλή επικινδυνότητα) εν συγκρίσει με το δεύτερο. Επίσης δίνει και 6 πλεγματικές μονάδες πολύ υψηλής επικινδυνότητας (κατηγορία 5) που αντιστοιχούν σε έκταση 2400 m².

- Ο αριθμός των υδροστομιών που καλύπτει την περιοχή κρίνεται ιδιαίτερα ανεπαρκής. Συνίσταται η εγκατάσταση νέων υδροστομιών και η συντήρηση των υπαρχόντων.
- Στην περιοχή δεν αναφέρονται θέσεις σταθμών παρατήρησης για την ανίχνευση πυρκαγιών. Η δημιουργία τέτοιων παρατηρητηρίων ή η εγκατάσταση σύγχρονων σταθμών πυρανίχνευσης (αισθητήρες στοιχείων, υπέρυθροι ανιχνευτές, ανιχνευτές τύπου LIDAR και RADAR)[77] είναι απαραίτητη. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών παρέχουν την δυνατότητα εύρεσης της κατάλληλης θέσης για την τοποθέτηση αυτών των παρατηρητηρίων, ώστε να καλύπτεται η μέγιστη δυνατή έκταση και απόσταση παρατήρησης.
- Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να υποβαθμίζεται η δύναμη της ενημέρωσης του κοινού από τις αρμόδιες υπηρεσίες (Πυροσβεστικό Σώμα, Γενική Γραμματεία Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος, Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, Διευθύνσεις Δασών και Δασαρχεία της χώρας, Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης) ώστε να αποτραπούν πυρικά φαινόμενα που οφείλονται σε ατυχήματα ή άγνοια του κοινού. Εξάλλου οι πυρκαγιές στην Ελλάδα οφείλονται κατά συντριπτική πλειοψηφία σε ανθρωπογενή αίτια.

Σημειώνεται ότι η μέθοδος που αναπτύχθηκε στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή βασίστηκε σε μεγάλο βαθμό στις γνώμες ειδικών επιστημόνων (δασολόγων) που έχουν ασχοληθεί ενεργά, τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο, με το ζήτημα των δασικών πυρκαγιών. Γι' αυτό και οι τελεστές βαρύτητας, τόσο των μεταβλητών όσο και των υποδεικτών, είναι προσαρμοσμένοι στις ιδιαίτερες συνθήκες της συγκεκριμένης περιοχής και των αντίστοιχων προβλημάτων που θέτουν αυτές στο πρόβλημα της εκτίμησης της επικινδυνότητας των πυρκαγιών. Εξάλλου οι πυρκαγιές αποτελούν ένα φαινόμενο, οι παράμετροι του οποίου έχουν έντονα τοπικιστικό χαρακτήρα.

Εντούτοις όμως, δεν παύει να υφίσταται το πρόβλημα της υποκειμενικότητας της γνώμης των ειδικών, και άρα και των τελεστών βαρύτητας που αυτοί προτείνουν, αλλά και της ποσοτικοποίησης της συνεισφοράς της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην πρόβλεψη της εξαρτημένης (επιμέρους υποδείκτες και FRI). Η μέθοδος της λογιστικής παλινδρόμησης μπορεί να προσφέρει ένα χρήσιμο εργαλείο προς αυτό το σκοπό. Αναπτύχθηκε και χρησιμοποιήθηκε σε αναλύσεις επιβίωσης στις οποίες οι εξαρτημένη μεταβλητή είναι δυαδική και εκφράζεται ως 1 ή 0 αναλόγως εάν το

ερώτημα του πειράματος είναι αληθές ή ψευδές. Το λογιστικό μοντέλο αναπαριστά τη σχέση μεταξύ εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών και δίνεται από τη σχέση[76]:

$$E(y) = \frac{\exp(b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_k X_k)}{1 + \exp(b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_k X_k)}$$

Όπου X_1, X_2, \dots, X_k είναι ποσοτικές ή ποιοτικές ανεξάρτητες μεταβλητές και b_0, b_1, \dots, b_k είναι οι εκτιμώμενοι συντελεστές

Η μέθοδος αυτή έχει εφαρμοστεί επιτυχώς στην πρόβλεψη της συχνότητας εμφάνισης των πυρκαγιών από ανθρωπογενή αίτια, στην μοντελοποίηση της πιθανότητας εμφάνισης δασικών πυρκαγιών για την εκτίμηση δεικτών επικινδυνότητας κ.α.

Ένα ακόμη που πρόβλημα που υφίσταται στην εκτίμηση επικινδυνότητας της συγκεκριμένης περιοχής, αλλά και ολόκληρης της Ελλάδας εν γένει, είναι το γεγονός ότι ένας μεγάλος αριθμός πυρκαγιών οφείλεται σε κακόβουλα ανθρωπογενή αίτια (οικοπεδοποιήσεις, αλλαγή χρήσης γης). Για το λόγο αυτό συνίσταται η ενσωμάτωση ποσοτικών και περιγραφικών μεταβλητών που να αποδίδουν το ιδιοκτησιακό καθεστώς και τις αντικειμενικές αξίες των οικοπέδων της περιοχής αυτής. Η έλλειψη δασολογίου και κτηματολογίου καθιστούν την εύρεση ολοκληρωμένων στοιχείων αυτής της μορφής δύσκολη έως αδύνατη.

Ανάλογη δυσκολία υπάρχει και στην εύρεση χωρικών πληροφοριών (συντεταγμένες) σχετικά με τα σημεία έναρξης των πυρκαγιών που έχουν ήδη παρατηρηθεί στην περιοχή. Δυστυχώς η Πυροσβεστική Υπηρεσία δεν χρησιμοποιεί Σύστημα Παγκόσμιου Προσδιορισμού Θέσεως (G.P.S.) όταν καλείται να αντιμετωπίσει μια πυρκαγιά, με αποτέλεσμα οι θέσεις έναρξης των πυρικών φαινομένων να αναφέρονται με σχετικό, και κατά συνέπεια μη χρησιμοποιήσιμο, τρόπο σε μια εφαρμογή GIS. Σημειώνεται ότι σε ανάλογες εκτιμήσεις επικινδυνότητας πυρκαγιών στη διεθνή βιβλιογραφία, χρησιμοποιούνται τα σημεία έναρξης πυρκαγιών, και όχι οι εκτάσεις των καμένων εκτάσεων, για την αξιολόγηση των αναπτυσσόμενων μοντέλων πρόβλεψης.

ΜΕΡΟΣ 2^ο
ΝΟΜΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΩΝ
ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ

Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μια προσπάθεια ανάλυσης της νομικής διάστασης της αντιμετώπισης του φαινομένου των δασικών πυρκαγιών, τόσο αναφορικά με την πρόληψη όσο και με την καταστολή του. Η ανάλυση επικεντρώνεται στους σχετικούς με την δασοπροστασία Κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στο Συνταγματικό, νομοθετικό και νομολογιακό πλαίσιο που καλύπτει την προστασία των δασών από τις πυρκαγιές σε Εθνικό επίπεδο.

Ειδικότερα, στο πρώτο κεφάλαιο που αφορά στο Κοινοτικό Δίκαιο αναλύονται τρεις Κανονισμοί της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, και συγκεκριμένα ο Καν. 3529/1986, ο Καν. 2158/1992 και ο Καν. 2152/2003, οι οποίοι είναι σχετικοί με την πυροπροστασία των κοινοτικών δασών. Οι Κανονισμοί αυτοί τείνουν να δημιουργήσουν τις κατάλληλες προϋποθέσεις για την λήψη μέτρων που αποσκοπούν στη κατανόηση και, προληπτική κυρίως αντιμετώπιση των πυρκαγιών. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στην αναγκαιότητα εδραίωσης πνεύματος συνεργασίας, ανταλλαγής απόψεων και επιστημονικού δυναμικού μεταξύ των κρατών – μελών, ώστε να αποφασηγιστούν οι μεταβλητές και οι παράγοντες που ελέγχουν την εμφάνιση και επέκταση των πυρικών φαινομένων.

Το γεγονός αυτό έγκειται στην προγενέστερη συνειδητοποίηση της ελλείψεως ολοκληρωμένης και επιστημονικά εμπεριστατωμένης γνώσεως σχετικά με το φαινόμενο αυτό, γεγονός που καθιστά την αντιμετώπιση του δύσκολη και συχνά, ανεπαρκή. Το κέντρο βάρους των Κανονισμών εστιάζεται στην δημιουργία μιας συγκεντρωτικής βάσεως δεδομένων, η οποία με βάση τα στατιστικά στοιχεία από τα οποία θα δομείται, θα αποτελέσει την αφετηρία για την αποσαφήνιση των ιδιαίτερων πυρικών συνθηκών που χαρακτηρίζουν την κάθε χώρα. Τελικός σκοπός αυτού του μέτρου είναι η αποτελεσματικότερη πυροπροστασία των Κοινοτικών δασών.

Στο δεύτερο κεφάλαιο που αφορά στο Εθνικό Δίκαιο αναλύονται οι διατάξεις των νόμων 998/1979 ‘περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της χώρας’, 1845/1989 ‘περί ανάπτυξης και αξιοποίησης της αγροτικής έρευνας και τεχνολογίας-Δασοπροστασία και άλλες διατάξεις’ και 2612/1998 ‘περί ανάθεσης της δασοπυρόσβεσης στο Πυροσβεστικό Σώμα και άλλες διατάξεις’. Οι νόμοι αυτοί καθορίζουν τα σχετικά με την προστασία των δασών από τις πυρκαγιές, την σύσταση του Φορέα Δασοπροστασίας και την μεταβίβαση των αρμοδιοτήτων της καταστολής των δασικών πυρκαγιών από την Δασική Υπηρεσία στο Πυροσβεστικό Σώμα,

αντίστοιχα. Επίσης, αναλύονται τα άρθρα 24 και 117 παρ. 3 του Συντάγματος (1975/1986/2001) καθώς και η νομολογία του Συμβουλίου της Επικρατείας (ΣτΕ 195/199, 565/1999 και 3342/1999) που πραγματεύεται το ζήτημα της μεταβίβασης των αρμοδιοτήτων από τη Δασική Υπηρεσία στο Πυροσβεστικό Σώμα.

Ο Ν.998/1979 ορίζει τις απαγορεύσεις της αφής, καύσης και διατήρησης πυρός, τις υποχρεώσεις των οργανισμών κοινής ωφελείας και των ιδιωτικών επιχειρήσεων για την αποφυγή εμφάνισης πυρκαγιών μέσω της λειτουργίας τους, τον καθορισμό των επικίνδυνων και επιρρεπών σε πυρικά φαινόμενα περιοχών, τις εναέριες και επίγειες μονάδες που υποχρεούνται να προβούν σε κατάσβεση πυρκαγιών, τις αρμοδιότητες των φορέων που εμπλέκονται στην καταστολή, τις ενέργειες που πρέπει να εφαρμοστούν για την κατάσβεση της πυρκαγιάς καθώς και μετά την καταστολή αυτής κ.α.

Ο Ν.1845/1989 καθορίζει το αντικείμενο της δασοπροστασίας, την σύσταση του εν λόγω Φορέα και τις αρμοδιότητες του, καθώς και τα διαδικαστικά ζητήματα αναφορικά με την στελέχωση του από εκπαιδευμένο προσωπικό των δασικών υπηρεσιών.

Ο Ν.2612/1998 πραγματεύεται το ζήτημα της μεταβίβασης των αρμοδιοτήτων της Δασικής Υπηρεσίας για την καταστολή των δασικών πυρκαγιών στο Π.Σ. Συγκεκριμένα καθορίζει την σύσταση του νέου φορέα δασοπυρόσβεσης, την παράδοση των πυροσβεστικών μέσων από το Υπουργείο Γεωργίας στο Π.Σ., την ενδυνάμωση του Π.Σ. με επιστημονικό και μάχιμο προσωπικό – ένα μέρος του οποίου θα προέρχεται από τη Δασική Υπηρεσία – και την αναδιάρθρωση των περιφερειακών πυροσβεστικών υπηρεσιών.

Ο τελευταίος νόμος πυροδότησε μια σειρά αντιδράσεων, κυρίως από μέρους των εκπροσώπων της Δασικής Υπηρεσίας, αναφορικά με την ικανότητα και αποτελεσματικότητα του Πυροσβεστικού Σώματος να αντιμετωπίσει τις ιδιαίτερες συνθήκες κατάσβεσης πυρκαγιών σε μη αστικά περιβάλλοντα. Ένας επιπλέον λόγος αυτής της αντιπαράθεσης ήταν η ενδεχόμενη αποδυνάμωση της Δασικής Υπηρεσίας, η οποία και απώλεσε ένα σημαντικό χρηματοδοτικό και υλικοτεχνικό κεφάλαιο.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται η σχετική νομολογία του Συμβουλίου της Επικρατείας, και ειδικότερα εξετάζεται αφενός μεν κατά πόσον η μεταβίβαση των αρμοδιοτήτων για την καταστολή των πυρκαγιών στο Πυροσβεστικό Σώμα πλήττει την αποτελεσματική πυροπροστασία των δασών, και αφετέρου δε εάν τίθεται τελικώς

ζήτημα αντισυνταγματικότητας του Ν.2612/1998. Στο τέλος του κεφαλαίου διατυπώνονται συμπερασματικές παρατηρήσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΚΟΙΝΟΤΙΚΟ ΔΙΚΑΙΟ

Στο Πρωτογενές Κοινοτικό Δίκαιο υπάρχει απουσία ειδικής διατάξεως, αναφορικά με την πυροπροστασία των κοινοτικών δασών. Στο Δευτερογενές όμως Δίκαιο παρατηρείται μια κινητικότητα στο επίπεδο της νομοπαραγωγικής διαδικασίας. Συγκεκριμένα, από το έτος 1986 και μέχρι το 2003 έχουν εκδοθεί τρεις Κανονισμοί σχετικοί με την προστασία των δασών από τις πυρκαγιές και την παρακολούθηση των δασών και των περιβαλλοντικών αλληλεπιδράσεων στην Κοινότητα.

Η έκδοση των Κανονισμών αυτών οφείλεται πρωτίστως στην αναγνώριση της ουσιαστικής συμβολής των δασών στην διατήρηση της φύσης και των βασικών περιβαλλοντικών ισορροπιών, στην συλλογή του άνθρακα και τον έλεγχο του υδρολογικού κύκλου, καθώς στην διαφύλαξη και ανάπτυξη της γεωργίας και της υπαίθρου¹. Ο ουσιώδης αυτός ρόλος των κοινοτικών δασών απειλείται έντονα από το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών, επιβάλλοντας μια κατάσταση που παρουσιάζει ανησυχητική εξέλιξη, όπως αναφέρεται στο αιτιολογικό σημείο 2 του προοιμίου του Καν. 3529/1986. Η ανάγκη προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος και της δασικής κληρονομιάς, η αειφόρος διαχείριση των δασών και η υποστήριξη διεθνούς και πανευρωπαϊκής συνεργασίας όσον αφορά την προστασία των δασών² και την λήψη κατάλληλων προληπτικών μέτρων για την αποφυγή των πυρκαγιών αποτέλεσε την κινητήρια δύναμη για την έκδοση των Κανονισμών αυτών, όπως θα αναλυθεί και στη συνέχεια.

Σημειώνεται ότι ο Κανονισμός (Regulation) είναι το κύριο νομοθετικό μέσο ρύθμισης των μέτρων προστασίας των δασών από τις πυρκαγιές που επελέγη από το Κοινοτικό Δίκαιο και όχι η Οδηγία (Directive). Η εκλογή αυτή γίνεται από πλευράς των κοινοτικών οργάνων αφενός διότι οι δασικές πυρκαγιές θεωρούνται ένα κοινό ζήτημα μεγάλης σπουδαιότητας για όλα τα ευρωπαϊκά κράτη και αφετέρου διότι ανάγεται έτσι σε προτεραιότητα η ομοιόμορφη εφαρμογή του κοινοτικού δικαίου.

¹ Αιτιολογικό σημείο 1, προοίμιο Καν. 3529/1986, 2158/1992 και 2152/2003

² Αιτιολογικό σημείο 3, προοίμιο Καν. 2125/2003

Σημειώνεται ότι ο Κανονισμός έχει άμεση και καθολική ισχύ – μόλις θεσμοθετηθεί από το Συμβούλιο των Υπουργών – για τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μη απαιτώντας την λήψη νομοθετικών μέτρων από τα κράτη μέλη για να εναρμονιστεί το Εθνικό Δίκαιο προς αυτούς. Οι Οδηγίες αντιθέτως, υποχρεώνουν τα κράτη μέλη να λάβουν εντός συγκεκριμένης προθεσμίας όλα τα απαραίτητα νομοθετικά μέτρα ώστε να εφαρμόσουν τις υποχρεώσεις που επιβάλλουν αυτές³.

Από άποψη ουσίας όμως, οι συγκεκριμένοι Κανονισμοί λειτουργούν περισσότερο στο επίπεδο των προληπτικών ενεργειών για την αποφυγή των πυρκαγιών, μη θέτοντας παράλληλα όρους για την μη παραβίαση τους.

1. Κανονισμός (EEC) 3529/1986 (L 015 19/01/1989 σ. 0039-0039)

Ο πρώτος κανονισμός της Ευρωπαϊκής Κοινότητας σχετικά με την προστασία των δασών από τον κίνδυνο των πυρκαγιών είναι ο Κανονισμός 3529⁴ (17^{ης} Νοεμβρίου 1986) του Συμβουλίου των Υπουργών της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Στο προοίμιο του κανονισμού αυτού, αφού γίνεται αναφορά στην νομική βάση έκδοσης του και συγκεκριμένα στα άρθρα 43 και 235 ΣυνθΕΟΚ⁵, αναγνωρίζονται οι σημαντικές βλάβες που έχουν υποστεί τα δάση που ανήκουν στην επικράτεια των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Κοινότητας από πυρκαγιές, τονίζοντας με έμφαση την ανησυχητική εξέλιξη αυτής της κατάστασης.

Ο Κανονισμός αυτός υλοποιεί και συγκεκριμενοποιεί προτάσεις και σκέψεις που είχαν υποβληθεί από την Επιτροπή στο Συμβούλιο, από το 1983⁶. Τέτοιες προτάσεις είναι η κατασκευή δασικών οδών, η δημιουργία αντιπυρικών ζωνών η κατασκευή πύργων παρατήρησης κ.α⁷.

Σκοπός του κανονισμού είναι να ενθαρρυνθούν, με οικονομικά κίνητρα, τα κράτη μέλη ώστε να ενισχύσουν την λήψη προληπτικών κυρίως, μέτρων κατά του

³ Βλ. και Χαρίκλεια Χατζοπούλου, Νομοθεσία για το Περιβάλλον, σελ. 833, Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη 2004

⁴ ΕΕ L 326 της 21-11-1986, σελ. 5

⁵ Δεδομένου του ότι η προστασία του περιβάλλοντος δεν είχε ακόμη συμπεριληφθεί στους στόχους των ιδρυτικών συνθηκών, οι διατάξεις των άρθρων 43 και 235 αποτελούσαν το μοναδικό νομικό έρεισμα για την άσκηση της κοινοτικής περιβαλλοντικής πολιτικής. Βλ. και Ε-Α Μαριά, 'Η νομική προστασία των δασών', σελ. 117, Εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκκουλα, 1998. Για το άρθρο 235 ΣυνθΕΟΚ βλ. Ι. Καρακώστας, Γλ. Σιούτη, 'Εισαγωγή στο Κοινοτικό Δίκαιο Περιβάλλοντος', σελ. 10, Εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκκουλα 1993

⁶ βλ. Ε-Α Μαριά, 'Η προστασία των δασών στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ανάλυση – παρουσίαση του ισχύοντος νομοθετικού πλαισίου', περ. Περιβάλλον και Δίκαιο, Τεύχος 2, Φθινόπωρο 1994, σελ. 96

⁷ Ο Πράσινος Μανδύας της Ευρώπης – Η κληρονομιά και το μέλλον των δασών μας. Η Πράσινη Ευρώπη – Οκτώβριος 1984 (Υπηρεσία Γεωργικής Πληροφόρησης)

φαινομένου των πυρκαγιών⁸. Το φαινόμενο αυτό, σε αντίθεση με άλλες φυσικές καταστροφές (σεισμοί, τυφώνες κ.α.) μπορεί να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά με την λήψη κατάλληλων προληπτικών μέτρων. Τέτοια μέτρα είναι η αποτροπή συσσώρευσης καύσιμης και εύκολα αναφλέξιμης ύλης στην επιφάνεια του δασικού εδάφους και η ανάπτυξη σωστής διαχείρισης και εποπτείας των δασών⁹. Η ίδια αυτή διαπίστωση αποτελεί και το πλαίσιο πάνω στο οποίο εδράζεται η φιλοσοφία του Κανονισμού 3529/86

Έμφαση δίνεται επίσης, και στην αναγκαιότητα θέσπισης στενής συνεργασίας (ανταλλαγή στατιστικών στοιχείων αριθμού και έκτασης πυρκαγιών ανά κράτος μέλος, ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με την φύση του φαινομένου που επιδιώκεται να αντιμετωπιστεί κ.α.) μεταξύ των κρατών μελών ώστε η προστασία των δασών να καταστεί αποτελεσματικότερη μέσω της εφαρμογής των διατάξεων του εν λόγω κανονισμού¹⁰.

Στο άρθρο 1 του κανονισμού ορίζεται η θέσπιση της κοινοτικής δράσης που θα καλείται «δράση». Σκοπός της «δράσης» είναι η προστασία των κοινοτικών δασών από τις πυρκαγιές με την λήψη συγκεκριμένων μέτρων. Τα μέτρα αυτά, που είναι κατά βάση μέτρα πρόληψης της εμφάνισης πυρκαγιών, καθορίζονται στο άρθρο 2 και περιλαμβάνουν, εκτός των άλλων, δασοκομικές εργασίες μείωσης των κινδύνων πυρκαγιάς¹¹, παροχή βοήθειας για τη λειτουργία διεπιστημονικών κέντρων συλλογής στοιχείων καθώς και για την πραγματοποίηση αναλυτικών μελετών επί των συλλεγομένων στοιχείων (άρθρο 2, παρ. 1 (στ)). Το μέτρο αυτό εκφράζει, αφενός μεν την αναγκαιότητα εδραίωσης συνεργασίας πολλαπλών επιστημονικών πεδίων για την αποσαφήνιση των παραγόντων που διέπουν τις πυρκαγιές, και αφετέρου την ελλιπή γνώση σχετικά με αυτό το πρόβλημα.

Εκτός αυτού, προβλέπεται η εκπαίδευση εξαιρετικά ειδικευμένου προσωπικού και η εναρμόνιση των τεχνικών συστημάτων και του εξοπλισμού αλλά και η οργάνωση εκστρατειών πληροφόρησης του κοινού. Σημειώνεται ότι τα μέτρα αυτά

⁸ βλ. προοίμιο Καν. 3529/86, αιτιολογικό σημείο 4

⁹ βλ. Α. Λιάκου, 'Πυρκαγιές άγριων δασών', Γεωτεχνική Ενημέρωση, Τεύχος 52, Οκτώβριος 1993, σελ 29-30

¹⁰ Πράγματι, το φαινόμενο των πυρκαγιών δύναται να έχει έντονες διασυνοριακές επιπτώσεις καθώς τα δασικά οικοσυστήματα συνδέονται με τρόπο που υπερβαίνει τα γεωγραφικά σύνορα όμορων κρατών. Ανάλογη είναι και η περίπτωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

¹¹ Σε χώρες με μεγάλες περιόδους ξηρασίας, όπως είναι και η Ελλάδα, η αποσύνθεση της φυτομάζας δεν ευνοείται λόγω του χαμηλού ποσοστού υγρασίας των εδαφών, με αποτέλεσμα η νεκρή και εύφλεκτη φυτομάζα να συσσωρεύεται σε μεγάλο ποσοστό και να δημιουργεί τις κατάλληλες φυσικές προϋποθέσεις έναρξης πυρκαγιάς. Βλ. και Α. Λιάκου, 'Πυρκαγιές άγριων δασών', Γεωτεχνική Ενημέρωση, Τεύχος 52, Οκτώβριος 1993, σελ 30

χαρακτηρίζονται στην εισαγωγή του κανονισμού ως μέτρα καινοτόμου χαρακτήρα¹², γεγονός που υποδηλώνει την πρωτοποριακή, για την εποχή εκείνη, φύση του κανονισμού και των διατάξεων που τον διέπουν αλλά και την έλλειψη συστηματικής αντιμετώπισης των πυρκαγιών σε κοινοτικό επίπεδο.

Με βάση το άρθρο 3 παρ. 1, τα κράτη μέλη είναι υποχρεωμένα να υποβάλλουν κάθε χρόνο στην Επιτροπή, τα προγράμματα ή σχέδια που σκοπεύουν να συντάξουν και, εν τέλει, εφαρμόσουν ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή προστασία των δασών από τις πυρκαγιές. Η υποβολή των σχεδίων αυτών πραγματοποιείται στο πλαίσιο σύγκρισης των επιστημονικών στοιχείων που συλλέγονταν και του ελέγχου, εκ μέρους της Επιτροπής, της ορθής εφαρμογής των μέτρων που προβλέπονταν.

Σύμφωνα με το άρθρο 7, τα κράτη μέλη υποχρεούνται να ορίσουν τις υπηρεσίες και οργανισμούς οι οποίοι θα αναλαμβάνουν την εκτέλεση των μέτρων που προβλέπονται στο άρθρο 2 παρ. 1, καθώς και τις υπηρεσίες και οργανισμούς στους οποίους οι υπηρεσίες της Επιτροπής θα καταβάλλουν τα χρηματικά ποσά που αντιστοιχούν στην χρηματοδοτική συμμετοχή της Ευρωπαϊκής Κοινότητας για την υλοποίηση της «δράσης». Η δράση, στην οποία συμμετείχαν τα κράτη μέλη, είχε χρονική διάρκεια ισχύος 5 ετών, με χρονικό σημείο έναρξης την 1^η Ιανουαρίου 1987 (Άρθρο 5 παρ. 1). Επισημαίνεται ότι η Κοινοτική αυτή δράση δεν παρατάθηκε μεταγενέστερα και συγκεκριμένα μετά την παρέλευση πενταετίας από την έναρξη εφαρμογής της (1-1-1992). Επομένως, ως προς αυτό το σημείο εντοπίζεται κενό σε σχέση με την προβλεπόμενη στον Κανονισμό 3529 δράση¹³.

Ο κανονισμός 3529/86 περιλαμβάνει μέτρα πρόληψης των πυρκαγιών χωρίς να κάνει αναφορά σε κατασταλτικά και μέτρα αντιμετώπισης πυρκαγιών. Λαμβάνοντας υπόψη το έτος έκδοσης του κανονισμού, τα μέτρα αυτά έπρεπε να εφαρμοστούν, σε εθνικό επίπεδο, από την Δασική Υπηρεσία, όπως προβλεπόταν από τον Ν.998/1979 και τον «φορέα δασοπροστασίας», η σύσταση του οποίου πραγματοποιήθηκε τελικώς το έτος 1989 από τον Ν.1845/1989 και το αντικείμενο του οποίου περιγράφεται στο άρθρο 36 παρ. 1 του Ν. 1845/1989.

Σημειώνεται ότι ο Καν. 3529/86 έχει τροποποιηθεί σε ορισμένα σημεία του από τον Καν. 1614/89¹⁴ της 29^{ης} Μαΐου 1989. Πιο συγκεκριμένα, ο Καν. 1614/89, ως νομική βάση του οποίου αναφέρονται τα άρθρα 43 και 130P ΣυνθΕΟΚ, ενισχύει τα

¹² βλ. προοίμιο Καν. 3529/86, αιτιολογικό σημείο 10

¹³ βλ. Ε-Α Μαριά, 'Η νομική προστασία των δασών', σελ. 123, Εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκκουλα, 1998

¹⁴ Κανονισμός ΕΚ αριθμ. 1614/1989, L 165 15/06/1989 σ. 0010-001

προληπτικά μέτρα που αναφέρονται στην παράγραφο 2 του Καν. 3529/86. Ειδικότερα προβλέπει την τελειοποίηση υλικών και προϊόντων που επιτρέπουν τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των μέτρων προστασίας από τις πυρκαγιές, την εφαρμογή δοκιμαστικών σχεδίων και πειραματικής εφαρμογής νέων τεχνικών και τεχνολογιών. Αξίζει να σημειωθεί ότι η εξέλιξη της τεχνολογίας ανοίγει νέους ορίζοντες στην επίλυση του προβλήματος της πρόληψης δασικών πυρκαγιών. Για παράδειγμα, ο ανιχνευτής υπέρυθρης ακτινοβολίας ανιχνεύει την ακτινοβολία που εκπέμπεται από τυχόν εστίες φωτιάς και ενεργοποιεί αυτομάτως το σύστημα συναγερμού¹⁵. Τέλος, ο Καν. 1614/89 εμπεριέχει και τροποποιητικές διατάξεις σχετικά με την χρηματοδοτική συμμετοχή της Κοινότητας στη λήψη των προληπτικών μέτρων που προβλέπονται από τη «δράση», η οποία – χρηματοδοτική συμμετοχή – κατά βάση αυξάνεται (παρ. 3 και 4, Καν. 1614/89).

Επίσης, έχει εκδοθεί και ο με αριθμό 525/87 Κανονισμός της Ευρωπαϊκής Επιτροπής¹⁶ σχετικά με ορισμένες λεπτομέρειες εφαρμογής του Κανονισμού 3529/86

Παρά το γεγονός ότι οι Κανονισμοί 3529/86 και 1614/89 έπαψαν να ισχύουν ως κοινοτική νομοθεσία μετά το 1992, αποτέλεσαν εντούτοις το βασικό πλαίσιο αναφοράς σύμφωνα με το οποίο διαμορφώθηκαν οι μεταγενέστεροι λεπτομερείς και πλέον ουσιαστικοί κανονισμοί που αφορούν τις δασικές πυρκαγιές¹⁷.

2. Κανονισμός (EEC) 2158/1992 (L 217 31/07/1992 σ. 0003-0007)

Ο Κανονισμός 2158 του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (23^η Ιουλίου 1992) για την πυροπροστασία των κοινοτικών δασών περιλαμβάνει περισσότερο εκτεταμένα, συντονισμένα και συγκεκριμένα μέτρα αντιμετώπισης των πυρκαγιών εν συγκρίσει με τον προγενέστερό του Κανονισμό 3529/1986. Ο κανονισμός αυτός, που δεν είναι τροποποίηση του Καν. 3529/86 αλλά αποτελεί αυτοτελές νομικό κείμενο, δίνει στο προοίμιο¹⁸ του έμφαση στο πρόβλημα των πυρκαγιών που αντιμετωπίζουν τα δάση των νότιων κυρίως, κρατών μελών της Κοινότητας, ανάμεσα στα οποία είναι και η Ελλάδα.

¹⁵ Βλ. Γ. Σταυρακάκης – Α. Δημητρακόπουλος, Πρόταση για ολοκληρωμένη μελέτη αντιπυρικής προστασίας Εθνικού Δρυμού Σαμαριάς Κρήτης, Δασαρχείο Χανίων, Σεπτέμβριος 1993

¹⁶ ΕΕ L 53 της 21-2/0987, σελ. 1

¹⁷ Κ.Σ. Μητσόπουλος, Π.Π. Κουλελής, Α.Π. Δημητρακόπουλος, Ι.Δ. Μητσόπουλος, 'Το θεσμικό πλαίσιο αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση', Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, Σειρά II, Τόμος 17, Τεύχος 1/2006, σελ. 59-68

¹⁸ βλ. προοίμιο Καν. 2158/92, αιτιολογικό σημείο 2

Και σε αυτό τον Κανονισμό, τα μέτρα που προβλέπονται από τις σχετικές διατάξεις του εμπίπτουν στην κατηγορία των προληπτικών μέτρων για την καταπολέμηση των πυρκαγιών αλλά και των μέτρων επιτήρησης των δασών, γενικότερα. Τονίζεται επίσης, η αναγκαιότητα συνεργασίας των κρατών μελών και η δημιουργία μιας τράπεζας πληροφοριών και δεδομένων σε επίπεδο κρατών μελών, ένα μέτρο που υποστηρίζεται ένθερμα και από τον επόμενο Κανονισμό 2152/2003, όπως θα αναφερθεί στη συνέχεια.

Επίσης προβλέπεται η πραγματοποίηση και υλοποίηση ολοκληρωμένων σχεδίων πυροπροστασίας των δασών από τα κράτη μέλη. Τα τελευταία (σχέδια πυροπροστασίας) προϋποθέτουν την ταξινόμηση του κοινοτικού εδάφους ανάλογα με τον βαθμό της επικινδυνότητας, ώστε να δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα, και κατά συνέπεια ανάλογη χρηματοδοτική υποστήριξη από την Κοινότητα¹⁹, στις περιοχές που εμφανίζουν αυξημένο κίνδυνο να απολέσουν δασικές εκτάσεις λόγω πυρκαγιών. Ο Κανονισμός 2158/92 θεσπίστηκε ενεργοποιώντας τα άρθρα 43 και 130P της ΣυνθΕΟΚ (ήδη 43 και 130Σ της ΣυνθΕΚ)²⁰ ως νομική βάση.

Η κοινοτική δράση, που θεσπίστηκε κάτω από τον κανονισμό αυτό, εξακολουθεί να φέρει την ονομασία «δράση» (άρθρο 1 παρ. 1) και έχει ως στόχο να μειώσει τον αριθμό των πυρκαγιών και την έκταση των καέντων επιφανειών (άρθρο 1 παρ. 2). Τα μέτρα που προτείνονται στο άρθρο 1 παρ. 3 επικεντρώνονται κυρίως στον εντοπισμό των αιτιών που προκαλούν τις πυρκαγιές (μελέτες εντοπισμού αιτιών και εξάλειψής τους) και στην λήψη προληπτικών ενεργειών για την αποτελεσματικότερη πυροπροστασία. Χαρακτηριστικά αναφέρονται ως προληπτικά μέτρα η δημιουργία δασικών οδών, ζωνών πυρασφάλειας, σημείων ύδρευσης, οι ενέργειες προληπτικής δασοκομίας κ.α. Επίσης, τα προτεινόμενα μέτρα περιλαμβάνουν και τη δημιουργία νέων ή την βελτίωση των υπαρχόντων μέσων επιτήρησης των δασών.

Και στην περίπτωση του κανονισμού αυτού, το κέντρο βάρους εντοπίζεται στην πρόληψη των καταστροφικών φαινομένων με στόχο να αποφευχθεί η περαιτέρω απώλεια δασικών εκτάσεων.

Με βάση το άρθρο 2 παρ. 1 του κανονισμού, τα κράτη μέλη υποχρεούνται να ταξινομήσουν τα εδάφη τους ανάλογα με το βαθμό κινδύνου πυρκαγιών. Ειδικότερα

¹⁹ βλ. προοίμιο Καν. 2158/92, αιτιολογικό σημείο 6

²⁰ Όπως και στην περίπτωση του Καν. 3529/86, έτσι και στον Καν. 2158/92, οι διατάξεις του άρθρου 43 αποτελούσαν το νομικό έρεισμα για την έκδοση νομοθετικών πράξεων έκφρασης της κοινοτικής δασικής δράσης. Βλ. Ε-Α Μαριά, 'Η νομική προστασία των δασών', σελ. 117 και 127, Εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκκουλα, 1998

για τα νότια κράτη μέλη της Κοινότητας, μπορούν να ταξινομηθούν ως περιοχές υψηλού κινδύνου αυτές που εντοπίζονται στην Πορτογαλία, Ισπανία, Ιταλία και Ελλάδα. Τα κράτη μέλη είναι υποχρεωμένα να διαβιβάζουν στην Επιτροπή τα σχέδια πυροπροστασίας που έχουν καταρτιστεί για τις περιοχές υψηλού ή μετρίου κινδύνου, παρέχοντας παράλληλα πληροφόρηση για τα ήδη ληφθέντα μέτρα και την αποτελεσματικότητά τους (άρθρο 3 παρ. 1). Η κοινοποίηση πρέπει να γίνει το αργότερο εντός 6μήνου από την ημερομηνία έναρξης ισχύος του σχετικού Κανονισμού²¹.

Στο ίδιο άρθρο (παρ. 2, στοιχείο ε) καθορίζεται ότι τα σχέδια πυροπροστασίας των κρατών μελών πρέπει να περιλαμβάνουν, εκτός των άλλων, και την ονομασία των εταίρων που συμμετέχουν στην πυροπροστασία των δασών και τις λεπτομέρειες συντονισμού των εταίρων αυτών, δηλαδή τις υπηρεσίες που συμμετέχουν στον σχεδιασμό και την υλοποίηση της πυροπροστασίας.

Για την προώθηση της συνεργασίας των κρατών μελών και την θέσπιση ενός κοινού στόχου σε κοινοτικό επίπεδο, η Κοινότητα προώθησε την ανάπτυξη μιας τράπεζας – συστήματος πληροφοριών (άρθρο 5 παρ. 2) σχετικά με το πρόβλημα των πυρκαγιών. Σκοπός του συστήματος είναι:

- η προώθηση της ανταλλαγής πληροφοριών σχετικά με τις πυρκαγιές των δασών,
- η επί συνεχούς βάσεως αξιολόγηση του αντίκτυπου των δράσεων των κρατών μελών και της Επιτροπής στον τομέα της πυροπροστασίας των δασών,
- η πρόβλεψη των χρονικών περιόδων, του βαθμού και των αιτίων του κινδύνου και
- η ανάπτυξη στρατηγικών για την πυροπροστασία των δασών και ιδιαίτερα την εξάλειψη ή τη μείωση των αιτίων.

Κατ' αντιστοιχία με τον προγενέστερο κανονισμό, τα κράτη μέλη υποχρεούνται να ορίσουν τις υπηρεσίες και οργανισμούς οι οποίοι θα αναλάβουν την εκτέλεση των μέτρων που προβλέπονται στο άρθρο 1 παρ. 3, καθώς και τις υπηρεσίες και οργανισμούς στους οποίους οι υπηρεσίες της Επιτροπής θα καταβάλλουν τα χρηματικά ποσά που αντιστοιχούν στην χρηματοδοτική συμμετοχή της Ευρωπαϊκής Κοινότητας (άρθρο 7). Η δράση που θεσπίστηκε με αυτό τον κανονισμό είχε χρονική διάρκεια ισχύος 5 ετών από την 1^η Ιανουαρίου 1992, ενώ όσα σχέδια είχαν υποβληθεί

²¹ Ολόκληρη η Ελλάδα έχει ταξινομηθεί ως περιοχή υψηλού κινδύνου. Βλ. και προοίμιο Καν. 308/97, ο οποίος τροποποιεί τον Καν. 2158/92 και στον οποίο αναφέρεται ότι 60 εκατομμύρια εκτάρια δασικών εδαφών, δηλαδή το ήμισυ περίπου των ευρωπαϊκών δασών έχει ταξινομηθεί σε ζώνες επικίνδυνες πυρκαγιάς.

πριν την ημερομηνία αυτή και στα πλαίσια των διατάξεων του προγενέστερου κανονισμού εξακολουθούσαν να ισχύουν.

Ο κανονισμός αυτός επανεξετάστηκε μετά την παρέλευση της πενταετίας και ανανεώθηκε η ισχύς του για 5 έτη ακόμη, μέχρι και τον Δεκέμβριο του 2002²², οπότε και αντικαταστάθηκε από τον κανονισμό 2152/2003.

Από το 1993 έως το 2001 έχουν εκδοθεί 5 κανονισμοί που τροποποιούν τον Καν. 2158/92 σε ορισμένα σημεία του, επικεντρώνοντας κυρίως σε ορισμένες λεπτομέρειες που αφορούν την χρηματοδοτική συμμετοχή της Κοινότητας και την ομοιομορφία των στοιχείων που συλλέγονται από τα κράτη μέλη και διαβιβάζονται στην Κοινότητα σχετικά με τα προγράμματα δράσης για την καταπολέμηση των δασικών πυρκαγιών²³.

Πιο συγκεκριμένα, ο Κανονισμός 1170/93²⁴ της Επιτροπής (13^{ης} Μαΐου 1993) στοχεύει στη διατύπωση λεπτομερειών σχετικά με τη συμπλήρωση και αποστολή των αιτήσεων στο πλαίσιο της χρηματοδοτικής συμμετοχής της Κοινότητας. Εμπεριέχει λεπτομερή παραρτήματα και οδηγίες για την ορθή και κυρίως ομοιόμορφη συμπλήρωση των απαραίτητων εγγράφων και στοιχείων των αιτήσεων συνδρομής και καταβολής της χρηματοδότησης. Το άρθρο 3 του κανονισμού αυτού, που ρυθμίζει θέματα σχετικά με τις προθεσμίες εκτελέσεως των εργασιών των σχεδίων και την χορήγηση παρατάσεων σε αυτά, τροποποιείται με τον Καν. 1460/98²⁵ του Συμβουλίου της 8^{ης} Ιουλίου 1998.

Παρόμοιος ως προς το περιεχόμενο και τον στόχο του με τον Καν. 1170/93 είναι και ο αμέσως επόμενος Κανονισμός 804/94²⁶ της Επιτροπής (12^{ης} Απριλίου 1994). Επικεντρώνεται σε ορισμένες λεπτομέρειες για την κατάρτιση του συστήματος πληροφόρησης («ελάχιστη κοινή βάση πληροφοριών», άρθρο 1, παρ. 2) για τις πυρκαγιές, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 5 παράγραφος 2 του Καν. 2158/92. Ο συγκεκριμένος Κανονισμός θέτει ως απαραίτητη προϋπόθεση, για την έγκριση μιας αίτησης προς χρηματοδότηση, την πλήρη αναφορά από το κράτος μέλος ενός συνόλου δεδομένων σχετικά με τις δασικές πυρκαγιές (όπως ώρα πρώτης επέμβασης,

²² Βλ. και άρθρο 1 παρ. 1, Κανονισμός 308/97, ΕΕ L 51 της 21-2-97, σελ 11

²³ βλ. Κ.Σ. Μητσόπουλος, Π.Π. Κουλελής, Α.Π. Δημητρακόπουλος, Ι.Δ. Μητσόπουλος, 'Το θεσμικό πλαίσιο αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση', Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, Σειρά II, Τόμος 17, Τεύχος 1/2006, σελ. 59-68

²⁴ Κανονισμός (ΕΚ) αριθμ. 1170/93, L 118 14/05/1993 σ. 0023-0042

²⁵ Κανονισμός (ΕΚ) αριθμ. 1460/98, L 193 09/07/1998 σ. 0020-0021

²⁶ Κανονισμός (ΕΚ) αριθμ. 804/94, L 093 12/04/1994 σ. 0011-0015

ώρα κατάσβεσης, συνολική καμένη επιφάνεια κ.α.). Τα απαραίτητα στοιχεία περιλαμβάνονται στο Παράρτημα Ι του Κανονισμού 804/94.

Η ομοιόμορφη αναφορά αυτών των στοιχείων από κάθε κράτος μέλος εντάσσεται στο πλαίσιο της συγκέντρωσης στατιστικά αναλύσιμων δεδομένων. Στόχος είναι να αξιολογηθεί από στατιστικής πλευράς η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής των διατάξεων του 2152/92 και κυρίως, της χρηματοδοτικής ενίσχυσης από την Κοινότητα.

Με τον Κανονισμό 1727/99²⁷ της Επιτροπής ορίζεται ότι τα προγράμματα που καταρτίζονται σε εθνικό επίπεδο για τη βελτίωση της πυροπροστασίας των δασών (σύμφωνα με το άρθρο 4 του Καν. 2158/92) έχουν, κατά ανώτατο χρονικό όριο, διάρκεια τα τρία έτη χωρίς δυνατότητα παράτασης (Καν. 1727/99 άρθρο 1, παρ. 2.). Ο κανονισμός αυτός περιλαμβάνει γραφειοκρατικές λεπτομέρειες σχετικά με τα απαραίτητα δικαιολογητικά που πρέπει να συνοδεύουν κάθε αίτηση συνδρομής προς την Κοινότητα στα εθνικά προγράμματα από τα κράτη μέλη που τα καταρτίζουν, ενώ διασαφηνίζει και τον τρόπο καταβολής των χρηματοδοτήσεων από την Κοινότητα. Ο κανονισμός αυτός καταργεί τον προγενέστερο 1170/93.

Ο Κανονισμός (ΕΚ) 1485/2001²⁸ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου καταργεί τα άρθρα 9 και 10 του Καν. 2158/92, αναβαθμίζει την θέση της Μόνιμης Δασικής Επιτροπής (άρθρο 1 παρ. 1), ορίζει την χρονική διάρκεια ισχύος του Καν. 2158/92 σε 10 έτη, αρχής γενομένης από την 1^η Ιανουαρίου 1992, και προβλέπει χρηματοδοτικό πλαίσιο υλοποίησης της δράσης ύψους 49,4 εκατ. €.

Ίσως σημαντικότερα όμως είναι τα στοιχεία που παραθέτονται στο προοίμιο του Κανονισμού, σύμφωνα με τα οποία 60 εκατ. εκτάρια δάσους, που αντιστοιχεί στο ήμισυ του συνόλου των ευρωπαϊκών δασών, έχουν ταξινομηθεί, σύμφωνα με το άρθρο 2 του Καν. 2158/92, σε ζώνες επικίνδυνες για πυρκαγιά²⁹. Έμφαση δίδεται αφενός στην προστασία των δασών του μεσογειακού νότου³⁰, που είναι γνωστά ως επιρρεπή στην εμφάνιση έντονων πυρικών φαινομένων, και αφετέρου στην συνέχιση και ολοκλήρωση του κοινοτικού συστήματος ενημέρωσης για τις πυρκαγιές ως ένα πολύτιμο εργαλείο, για την καταπολέμηση και πρόβλεψη των δασικών πυρκαγιών³¹.

²⁷ Κανονισμός (ΕΚ) αριθμ. 1727/99, EEL 203 03/08/1999

²⁸ Κανονισμός (ΕΚ) αριθμ. 1485/2001, EEL 196 10/07/2001

²⁹ βλ. προοίμιο Καν. 1485/2001, αιτιολογικό σημείο 7

³⁰ βλ. προοίμιο Καν. 1485/2001, αιτιολογικό σημείο 4

³¹ βλ. προοίμιο Καν. 1485/2001, αιτιολογικό σημείο 10

3. Κανονισμός (EEC) 2152/2003 (EEL 324 11/12/2003 σ.1)

Ο Κανονισμός 2158/92 αντικαταστάθηκε μετά την λήξη του την 31^η Δεκεμβρίου 2002 από τον Κανονισμό 2152/03 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (17^η Νοεμβρίου 2003) για την παρακολούθηση των δασών και των περιβαλλοντικών αλληλεπιδράσεων στην Κοινότητα (Έμφαση στα Δάση, Forest Focus). Νομική βάση του κανονισμού αυτού είναι το άρθρο 175 της ΣυνθΕΚ³².

Ο νέος κανονισμός, ο οποίος είναι και ο ισχύων, έχει σκοπό να θεσπίσει μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση στην έρευνα και παρακολούθηση της κατάστασης των Κοινοτικών δασών. Ακολουθεί μια γενικότερη φιλοσοφία ρύθμισης των θεμάτων που σχετίζονται με τις καταπονήσεις των δασών (κλιματικές μεταβολές, απώλεια βιοποικιλότητας, ατμοσφαιρική ρύπανση κ.α.), σε αντίθεση με τον Καν. 2158/92, ο οποίος αντιμετωπίζει αποκλειστικά το πρόβλημα της πυροπροστασίας των κοινοτικών δασών. Η αντίθεση αυτή προκύπτει τόσο από το περιεχόμενο του προοιμίου και των επιμέρους διατάξεων όσο και από τον ίδιο τον τίτλο τους.

Συγκεκριμένα, ο τίτλος του Καν. 2152/2003 αναφέρεται στην παρακολούθηση των δασών με γνώμονα τις γενικότερες φυσικές και ανθρωπογενείς επιδράσεις που υφίστανται. Τονίζεται ακόμη ότι αυτές οι επιδράσεις έχουν διασυνοριακές προελεύσεις και επιπτώσεις (...περιβαλλοντικών αλληλεπιδράσεων) στα Κοινοτικά δάση, γεγονός που προσδίδει ιδιαίτερη βαρύτητα στην γόνιμη συνεργασία των κρατών μελών. Αντίθετα ο Καν. 2158/92 αναφέρεται στον τίτλο του αποκλειστικά στην πυροπροστασία, χωρίς να επεκτείνεται περαιτέρω στα επίσης κρίσιμα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα κοινοτικά δάση σήμερα.

Και στο προοίμιο του, ο Καν. 2152/2003 διέπεται από ένα πνεύμα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των προβλημάτων που σχετίζονται με τα κοινοτικά δάση στο σύνολο τους. Γίνεται αναφορά στην σημασία της βιολογικής ποικιλότητας των δασών και στην ικανότητά τους ως συλλεκτών άνθρακα, στο μείζον ζήτημα των κλιματικών μεταβολών και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ως αποτέλεσμα της δυσμενούς κατάστασης των δασών. Το προοίμιο του Καν. 2158/92 επικεντρώνεται όπως είδαμε, στο πρόβλημα των πυρκαγιών αποκλειστικά, με έμφαση στα κράτη μέλη του Νότου. Είναι επίσης προφανές ότι το πρόβλημα της πυροπροστασίας των κοινοτικών δασών αντιμετωπίζεται αναφορικά με την αγροτική ανάπτυξη των

³² Σε αντίθεση με τους Καν. 3529/86 και 2158/92, ο Καν. 2152/03 δεν χρησιμοποιεί ως νομική βάση το άρθρο 43 για την Κοινή Αγροτική Πολιτική καθώς στη ΣυνθΕΚ υπάρχουν πλέον ρητές διατάξεις για την πολιτική της Κοινότητας στον τομέα του περιβάλλοντος. Βλ. και άρθρα 174 και 175 της Συνθήκης για την Ίδρυση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας.

περιοχών της υπαίθρου³³, σε αντίθεση με τον Καν. 2152/03 όπου η έμφαση δίνεται στα κοινοτικά δάση καθαυτά.

Ανάλογες παρατηρήσεις μπορούν να γίνουν και για τις επιμέρους διατάξεις των δύο κανονισμών. Ο Καν. 2152/03 τοποθετεί το ζήτημα της κατάστασης των δασών σε μια ολοκληρωμένη βάση, προωθώντας μέτρα ολοκληρωμένης προσέγγισης για την αντιμετώπιση των καταπονήσεων που δέχονται, παράλληλα όμως με σαφείς αναφορές στην πυροπροστασία. Αντίθετα, ο Καν. 2158/92 προβλέπει μέτρα που τείνουν να αντιμετωπίσουν αποκλειστικά το πρόβλημα των πυρκαγιών. Σημειώνεται όμως ότι ο Καν. 2158/92 προτείνει τη λήψη συγκεκριμένων μέτρων προληπτικής δράσης για την αντιμετώπιση του προβλήματος, σε αντίθεση με τον Καν. 2152/03 που επικεντρώνεται κατά κύριο λόγο στην μελέτη του φαινομένου των καταπονήσεων και τη συγκέντρωση συγκρίσιμων πληροφοριών.

Το νέο πρόγραμμα που θεσπίζεται βάσει των διατάξεων του Κανονισμού 2152/03 αφορά στην παρακολούθηση των αλλαγών που λαμβάνουν χώρα στα δάση εξαιτίας φυσικών (καιρικές συνθήκες, παράσιτα και ασθένειες) και ανθρωπογενών παραγόντων (πυρκαγιές, κλιματικές μεταβολές, ατμοσφαιρική ρύπανση). Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται όμως και στο πρόβλημα των πυρκαγιών που αντιμετωπίζουν τα Κοινοτικά δάση, ως συνέχιση της πορείας των μέτρων των δύο προηγούμενων κανονισμών, και με το ίδιο κέντρο βάρους: τη μείωση των αιτιών και επιπτώσεων τους στα δάση και το φυσικό περιβάλλον προς όφελος της βιώσιμης ανάπτυξης.

Η αναφορά της βιώσιμης ανάπτυξης στο προοίμιο του κανονισμού, προσδίδει στο πρόβλημα των πυρκαγιών μια πιο ολοκληρωμένη διάσταση. Αυτό συμβαίνει διότι αφενός τονίζονται οι εκτεταμένες επιπτώσεις της απώλειας δασικών εκτάσεων σε όλους τους αναπτυξιακούς τομείς (γεωργία, τουρισμός, βιομηχανία κ.λ.π.) της Κοινότητας και αφετέρου προσδίδεται η πρότερη βαρύτητα στη σημασία των κοινοτικών δασών ως ουσιώδους συνιστώσας της φυσικής κληρονομιάς, όχι μόνο για την αναπτυξιακή δραστηριότητα αλλά και για τις μέλλουσες γενεές.

Όπως τονίζεται στο προοίμιο, το νέο πρόγραμμα θα πρέπει να εναρμονιστεί με τα υπάρχοντα εθνικά, ευρωπαϊκά και διεθνή προγράμματα³⁴, με τα κράτη μέλη να αναλαμβάνουν την υποχρέωση να αναπτύξουν εθνικά προγράμματα μέσα στα πλαίσια του Κοινοτικού προγράμματος, ορίζοντας ταυτόχρονα τους οργανισμούς και

³³ Εξάλλου νομική βάση του Καν. 2158/92 είναι το άρθρο 43 της Συνθήκης, για την Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ).

³⁴ βλ. προοίμιο Καν. 2152/03, αιτιολογικό σημείο 13

φορείς που θα έχουν την ευθύνη συλλογής, επεξεργασίας και διαβίβασης στοιχείων αλλά και διαχείρισης της κοινοτικής χρηματοδοτικής συνεισφοράς³⁵.

Βαρύτητα αποδίδεται και στη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων με γεωγραφικά στοιχεία χώρου (στην πραγματικότητα πρόκειται για συνέχιση και ανάπτυξη του συστήματος δεδομένων που προβλεπόταν από τους προηγούμενους κανονισμούς), η οποία θα επιτρέπει την επαρκή ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των κρατών μελών και θα διευκολύνει την παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος στα γεωγραφικά πλαίσια του κάθε κράτους μέλους. Σε αυτό το σημείο είναι προφανές ότι τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) θα παρέχουν ιδιαίτερα σημαντική αρωγή στην ανάπτυξη αυτού του μέτρου. Η αναγκαιότητα ολοκληρωμένης ανάπτυξης αυτού του συστήματος έγκειται και στο γεγονός των διασυνοριακών επιπτώσεων που εμφανίζει η δυσμενής κατάσταση των δασών.

Οι στόχοι του «προγράμματος» αποσαφηνίζονται στο άρθρο 1 παρ. 1. Για το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών συγκεκριμένα, ο κανονισμός προβλέπει:

- Τον έλεγχο και την συλλογή δεδομένων για τις δασικές πυρκαγιές μέσω της συνέχισης και περαιτέρω ανάπτυξης της βάσης δεδομένων που θεσπίστηκε με τον προγενέστερο κανονισμό (η βάση αυτή διαχειρίζεται από το Joint Research Centre και συμπεριλαμβάνεται στο European Forest Fire Information System – EFFIS, το οποίο και περιγράφεται στο Κεφάλαιο 3 του Α' Μέρους).
- Την προστασία των δασών από τις δασικές πυρκαγιές μέσω της λήψης προληπτικών μέτρων (καμπάνιες ενημέρωσης πολιτών, ειδική εκπαίδευση προσωπικού δασοπροστασίας) και κατασκευαστικών μέτρων (π.χ. αντιπυρικές ζώνες).
- Τη χρηματοδότηση των μελετών που σχετίζονται με το πρόβλημα της πρόβλεψης των πυρκαγιών.

Οι δράσεις που προβλέπεται να αναληφθούν με στόχο την υλοποίηση του προγράμματος επικεντρώνονται στην ολοκληρωμένη κατανόηση της δυναμικής των δασών με την συγκέντρωση και επεξεργασία στοιχείων που θα τροφοδοτούν τη βάση πληροφοριών. Στον τομέα των πυρκαγιών, τα μέτρα επικεντρώνονται στην μελέτη της δυναμικής των πυρκαγιών στα δάση και των αιτιών και επιπτώσεων τους σε αυτά, και στην ανάπτυξη δεικτών και μεθοδολογιών εκτίμησης των κινδύνων από

³⁵ βλ. προοίμιο Καν. 2152/03, αιτιολογικό σημείο 21

πολλαπλούς παράγοντες καταπόνησης στον χώρο και χρόνο (άρθρο 2, παρ. 1, στοιχεία στ, ζ).

Στο άρθρο 3 δίνεται και ο ορισμός της δασικής πυρκαγιάς ως «πυρκαγιά που εκδηλώνεται σε δάσος και άλλη δασική έκταση ή η οποία εκδηλώνεται σε άλλες εκτάσεις και εξαπλώνεται σε δάσος ή άλλη δασική έκταση». Από τον ορισμό αυτό εξαιρούνται οι πυρκαγιές που γίνονται με ελεγχόμενες συνθήκες (ελεγχόμενη καύση) και στόχο την μείωση της ξηρής καύσιμης ύλης και τον μετριασμό του κινδύνου ανάφλεξης, που εντάσσονται στα προληπτικά μέτρα.

Σημειώνεται ότι ο ορισμός αυτός είναι ιδιαίτερα ευρύς καθώς περιλαμβάνει εκτός από τις δασικές εκτάσεις και αυτές που είναι σε μη δασικές περιοχές αλλά επηρεάζουν, μέσω των πυρικών φαινομένων, τα δάση. Κατ' αυτή την έννοια, ο Κανονισμός αποδίδει έμφαση στη σφαιρική διάσταση του φαινομένου των πυρκαγιών και όχι αυτού που περιορίζεται αποκλειστικά σε δασικές εκτάσεις. Εξάλλου, οι δασικές εκτάσεις αποτελούν ένα τμήμα που συνδέεται με λεπτές και εύθραυστες ισορροπίες με τα υπόλοιπα είδη χρήσεων γης (αγροτικές, χορτολιβαδικές κ.λπ. περιοχές). Συνεπώς, οι δυσμενείς συνέπειες των πυρκαγιών δεν περιορίζονται στην έκταση που βιώνει το φαινόμενο, αλλά και σε όλες τις εγγύς περιοχές, που στο σύνολο τους συνιστούν ένα οικολογικό και ενιαίο δίκτυο.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο ορισμός του δάσους, όπως αυτός δίδεται στο ίδιο άρθρο:

«'Δάσος' σημαίνει έκταση με κάλυψη κόμης δένδρων (ή ισοδύναμο επίπεδο φυτοκάλυψης) άνω του 10% και επιφάνεια μεγαλύτερη από 0,5 εκτάριο. Τα δένδρα θα πρέπει να έχουν δυνατότητα να φθάσουν τουλάχιστον σε ύψος 5 μέτρων σε ώριμη ηλικία επί τόπου. Το δάσος είναι δυνατόν να αποτελείται είτε από κλειστούς δασικούς σχηματισμούς, όπου δένδρα διαφορετικών ορόφων και υπόροφης βλάστησης καλύπτουν υψηλό ποσοστό του εδάφους, είτε από ανοικτούς δασικούς σχηματισμούς με συνεχή κάλυψη από βλάστηση, όπου η κάλυψη κόμης δένδρων υπερβαίνει το 10%. Νεαρές φυσικές συστάδες και όλες οι φυτείες που έχουν δημιουργηθεί για δασικούς σκοπούς και πρόκειται να φθάσουν σε πυκνότητα κόμης 10% ή σε ύψος δένδρων 5 μέτρων περιλαμβάνονται στα δάση, όπως και οι περιοχές που κανονικά αποτελούν τμήμα δασικής περιοχής, αλλά προσωρινά δεν καλύπτονται από φυτά λόγω ανθρώπινης παρέμβασης ή φυσικών αιτίων, αναμένεται όμως να μετατραπούν και πάλι σε δάσος. Στον ορισμό του "δάσους" συμπεριλαμβάνονται: δασικά φυτώρια και φυτείες σποροπαραγωγής τα οποία αποτελούν αναπόσπαστο

μέρος του δάσους· δασικοί δρόμοι, αποψιλωμένες επιφάνειες, αντιπυρικές ζώνες και άλλες μικρές ανοικτές περιοχές εντός δάσους· δάση σε εθνικά πάρκα, προστατευόμενες φυσικές περιοχές και άλλες προστατευόμενες περιοχές όπως είναι οι περιοχές ιδιαίτερου περιβαλλοντικού, επιστημονικού, ιστορικού, πολιτιστικού ή πνευματικού ενδιαφέροντος· ανεμοφράκτες και προστατευτικές ζώνες δένδρων με επιφάνεια τουλάχιστον 0,5 εκτάριο και πλάτος άνω των 20 μέτρων. Συμπεριλαμβάνονται οι φυτείες δένδρων καουτσούκ και φελλοφόρων δρυών».

Ο ορισμός αυτός ενισχύει την προηγούμενη άποψη αναφορικά με την ευρύτητα του ορισμού των δασικών πυρκαγιών, όπως αυτός δίδεται στο άρθρο 3. Έτσι, συμπεριλαμβάνοντας περιοχές όπως δασικά φυτώρια, δασικούς δρόμους και αντιπυρικές λωρίδες, διευρύνεται το εύρος εφαρμογής του Κανονισμού και παράλληλα τονίζεται η οικολογική σύνδεση του δάσους με άλλες δασικές και μη εκτάσεις.

Σημειώνεται ότι ο ορισμός αυτός έρχεται σε σύγκρουση, σε εθνικό επίπεδο, με τον υφιστάμενο ορισμό του δάσους στο άρθρο 1 του Ν. 3208/2003³⁶, στον οποίο το ποσοστό συγκόμωσης ανέρχεται σε 25% ένα μέγεθος πολύ μεγαλύτερο από αυτό που προτείνει ο Κανονισμός 2152/03, συρρικνώνοντας έτσι την έκταση εφαρμογής των διατάξεων του κανονισμού αυτού σε εθνικό επίπεδο³⁷.

Τέλος, ο Κανονισμός 2152/03 συνεχίζει να υποστηρίζει, μέσω του προγράμματός του, τα μέτρα που προτείνονταν με βάση τον Κανονισμό 2158/92 για την συγκέντρωση πληροφοριών και τη διεξαγωγή μελετών σε σχέση με το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών σε κοινοτικό επίπεδο. Ολόκληρος ο κανονισμός διέπεται από την προτεραιότητα που δίνεται στη συγκέντρωση στοιχείων σχετικά με αυτό το πρόβλημα, γεγονός που τονίζει δύο καταστάσεις: α) την ελλιπή γνώση των παραγόντων που διέπουν αυτό το καταστρεπτικό φαινόμενο και β) την έλλειψη συντονισμένης δράσης εκ μέρους των κρατών μελών σε ένα πρόβλημα που έχει σαφείς διασυνοριακές επιπτώσεις. Έτσι, ο κανονισμός δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα σε αυτό το έργο, ώστε να αποσαφηνιστούν κατά το δυνατόν οι άγνωστες παράμετροι που συντελούν στο πρόβλημα των πυρκαγιών, να υποστηριχθεί η ανταλλαγή πληροφοριών σε επιστημονικό επίπεδο και να καταστεί δυνατός ο έλεγχος της

³⁶ Ν. 3208/2003 'Προστασία των δασικών οικοσυστημάτων, κατάρτιση δασολογίου, ρύθμιση εμπράγματων δικαιωμάτων επί δασών και δασικών εν γένει εκτάσεων και άλλες διατάξεις', (ΦΕΚ Α' 303/24.12.2003)

³⁷ βλ. Ε-Α Μαριά, 'Ο Ν 3208/2003 για την προστασία των δασικών οικοσυστημάτων ένα χρόνο μετά την θέση του σε ισχύ – Κριτικές σκέψεις και παρατηρήσεις', ΠερΔικ 4/2004, σελ. 460-470

αποτελεσματικότητας των προτεινόμενων μέτρων σε εθνικό, πλέον, επίπεδο. Τα προληπτικά μέτρα που προβλέπονταν από τον Κανονισμό 2158/92 (δασοκομικές εργασίες, αντιτυρικές λωρίδες κ.α.) εξακολουθούν να ισχύουν και βάσει των διατάξεων του ισχύοντος κανονισμού.

Ο κανονισμός 2152/03 εφαρμόζεται μέσω διετών εθνικών προγραμμάτων (2003/04 και 2005/06) τα οποία υποβάλλονται από τα κράτη μέλη στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα (άρθρο 8, παρ. 1). Εκτός των κρατών μελών που εφήρμοσαν τα προβλεπόμενα από τις διατάξεις του κανονισμού (Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ιταλία, Πορτογαλία και Ισπανία), πέντε ακόμη κράτη συμμετείχαν στο πρόγραμμα (Κύπρος, Πολωνία, Σλοβακία, Ουγγαρία) στο πλαίσιο της ένταξής τους στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Σύμφωνα με την έκθεση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας³⁸ για την εφαρμογή των μέτρων του κανονισμού για το έτος 2004³⁹, οι χώρες που επωφελήθηκαν περισσότερο από τη χρηματοδότηση ήταν η Πορτογαλία, η Ισπανία, η Ιταλία και η Ελλάδα. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην αυξημένη επικινδυνότητα του προβλήματος των πυρκαγιών σε αυτές τις χώρες, κάτι που εξάλλου τονίζεται και στο προοίμιο του προγενέστερου κανονισμού 2158/92.

Όσον αφορά τη χρηματοδότηση των μέτρων που επιδιώκεται να συμβάλλουν στον μετριασμό των αιτιών και επιπτώσεων των πυρκαγιών, το μεγαλύτερο ποσοστό διατέθηκε στην δημιουργία προγραμμάτων για την ενημέρωση των πολιτών, στην ανάπτυξη του EFFIS και την ειδική εκπαίδευση του προσωπικού δασοπροστασίας κάθε κράτους μέλους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΘΝΙΚΟ ΔΙΚΑΙΟ

1. Συνταγματικές διατάξεις

1.1. Άρθρα 24 παράγραφος 1 και 117 παράγραφος 3 του Συντάγματος της Ελλάδος (ΦΕΚ Α'85/18.4.2001)

³⁸ European Commission. Forest Fires in Europe 2004. Official Publication of the European Commission S.P.I.05.147 EN. European Communities 2005. Downloaded from: <http://inforest.jrc.it/documents/fires/2004-publications/Fire-Report-2004.pdf>.

³⁹ Τα κράτη μέλη υποχρεούνται να διαβιβάζουν ετησίως στην Επιτροπή, έκθεση με τα στοιχεία που συγκεντρώνονται βάσει του άρθρου 15 παρ. 1 του Καν. 2152/03.

Σύμφωνα με το άρθρο 24 παράγραφος 1 του Συντάγματος, «η προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση του Κράτους και δικαίωμα του καθενός. Για τη διαφύλαξή του το Κράτος έχει υποχρέωση να παίρνει ιδιαίτερα προληπτικά ή κατασταλτικά μέτρα στο πλαίσιο της αρχής της αειφορίας. Νόμος ορίζει τα σχετικά με την προστασία των δασών και των δασικών εκτάσεων. Η σύνταξη δασολογίου αποτελεί υποχρέωση του Κράτους. Απαγορεύεται η μεταβολή του προορισμού των δασών και των δασικών εκτάσεων, εκτός αν προέχει για την Εθνική Οικονομία η αγροτική εκμετάλλευση ή άλλη χρήση τους, που την επιβάλλει το δημόσιο συμφέρον⁴⁰».

Στο σημείο αυτό αξίζει να επισημανθεί ότι ο συνταγματικός νομοθέτης επιβάλλει τη λήψη προληπτικών ή κατασταλτικών μέτρων με στόχο τη διαφύλαξη του φυσικού περιβάλλοντος, ένα γεγονός που παραπέμπει στην αρχή της πρόληψης, το περιεχόμενο της οποίας συνίσταται στην αποτροπή των περιβαλλοντικών προσβολών πριν την εμφάνισή τους⁴¹.

Στο ίδιο άρθρο του Συντάγματος έγινε προσθήκη ερμηνευτικής δήλωσης, στο πλαίσιο της συνταγματικής αναθεώρησης του 2001, για τον ορισμό των εννοιών του «δάσους» και της «δασικής έκτασης» ως: «δάσος ή δασικό σύστημα νοείται το οργανικό σύνολο άγριων φυτών με ξυλώδη κορμό πάνω στην αναγκαία επιφάνεια του εδάφους, τα οποία μαζί με την εκεί συνυπάρχουσα χλωρίδα και πανίδα, αποτελούν μέσω της αμοιβαίας αλληλεξάρτησης και αλληλεπίδρασης τους, ιδιαίτερη βιοκοινότητα (δασοβιοκοινότητα) και φυσικό περιβάλλον (δασογενές). Δασική έκταση υπάρχει όταν στο παραπάνω σύνολο η άγρια ξυλώδης βλάστηση, υψηλή ή θαμνώδης είναι αραιά».

Στο άρθρο 24 παρ.1 ορίζεται σαφώς η σημασία της προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος από κάθε κίνδυνο και απειλή. Η ρητή ένταξη της προστασίας των δασικών οικοσυστημάτων στο συνταγματικό κείμενο, παρά το γεγονός ότι αυτά καλύπτονται από το εδάφιο α' της παρ. 1 του άρθρου 24, καταμαρτυρεί την βούληση του συνταγματικού νομοθέτη για την ύπαρξη ενός ιδιαίτερα αυστηρού προστατευτικού καθεστώτος⁴² που να εγγυάται τη διατήρηση αναλλοίωτης της

⁴⁰ Άρθρο 24, παράγραφος 1 του Συντάγματος 1975/1986/2001

⁴¹ βλ. και Τζ. Χαροκόπου σε Τζ. Χαροκόπου – Ε-Α Μαριά, Μελέτες 3, Ο τομέας του περιβάλλοντος στο πρωτογενές κοινοτικό δίκαιο και στη νομολογία του ΔΕΚ, Εκδ Αφοί Π. Σάκκουλα 1993, σελ. 28-29. Επίσης Ε-Α Μαριά, 'Η νομική προστασία των δασών', σελ. 455, Εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκκουλα, 1998

⁴² βλ. Β. Ρώτη, Η συνταγματική προστασία του περιβάλλοντος. Αμφιλεγόμενες νομολογιακές τάσεις ως προς την έκταση και την αποτελεσματικότητα της, ΤοΣ 1986, σελ. 58. Βλ. επίσης Ν. Αλιβιζάτου –

δασικής τους μορφής και του φυσικού προορισμού τους⁴³. Το φαινόμενο των πυρκαγιών, με ότι καταστρεπτικές συνέπειες συνεπάγεται για την ακεραιότητα, δομή και, κυρίως, αιφορική και βιώσιμη λειτουργία και ανάπτυξη του δάσους, αποτελεί μια από τις πραγματικότητες που θέτουν ισχυρές πιέσεις πάνω στην υπόστασή του και πρέπει, κατά συνέπεια, να αντιμετωπίζεται με ιδιαίτερη προσοχή⁴⁴.

Η βαρύτητα της σημασίας των επιπτώσεων των πυρκαγιών για το φυσικό περιβάλλον εκφράζεται και στο άρθρο 117 παράγραφος 3 του Συντάγματος, το οποίο άπτεται του βαρυσήμαντου θέματος των αναδασώσεων. Συγκεκριμένα, «Δημόσια ή ιδιωτικά δάση και δασικές εκτάσεις που καταστράφηκαν ή καταστρέφονται από πυρκαγιά ή που με άλλο τρόπο αποψιλώθηκαν ή αποψιλώνονται δεν αποβάλλουν για τον λόγο αυτό τον χαρακτήρα που είχαν πριν καταστραφούν, κηρύσσονται υποχρεωτικά αναδασωτέες και αποκλείεται να διατεθούν για άλλο προορισμό». Η διάταξη αυτή εκφράζει ρητά την υποχρέωση αναδάσωσης των δασών και δασικών εκτάσεων μετά από φαινόμενα πυρκαγιών και μάλιστα χωρίς χρονικό περιορισμό⁴⁵ ως προς το χρόνο που εκδηλώθηκε το φαινόμενο και αφορά δάση και δασικές εκτάσεις που καταστράφηκαν από πυρκαγιά ή αποψιλώθηκαν από άλλη αιτία και πριν την έναρξη ισχύος του Συντάγματος του 1975⁴⁶ («..καταστράφηκαν...»)⁴⁷.

Τα άρθρα 24 παρ. 1 και 117 παρ. 3 θέτουν ιδιαίτερο καθεστώς προστασίας των δασών και δασικών εκτάσεων αναφορικά με την εμφάνιση πυρικών φαινομένων και όχι μόνο. Οι διατάξεις αυτές του Συντάγματος λειτουργούν παράλληλα και συνδυαστικά με αποτέλεσμα η διαλεκτική διαπλοκή τους να λαμβάνει ευρύ και δυναμικό χαρακτήρα⁴⁸. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται τόσο από τη θεωρία⁴⁹ όσο

Πρ. Παυλόπουλου, Η συνταγματική προστασία των δασών και των δασικών εκτάσεων, ΝοΒ 1988, σελ. 1581

⁴³ βλ. Ε-Α Μαριά, 'Η νομική προστασία των δασών', σελ. 200-209, Εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκκουλα, 1998

⁴⁴ βλ. Και Επίσημα Πρακτικά της Βουλής, σελ 545, αγόρευση βουλευτή Α. Κατσαούνη

⁴⁵ βλ. ΣτΕ 2006/97

⁴⁶ βλ. ΣτΕ 1820/82, 377/88, 2281-2/92 (Ολομ.), 2757/94 (Ολομ.)

⁴⁷ βλ. Ε-Α Μαριά, 'Η νομική προστασία των δασών', σελ. 209-219, Εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκκουλα, 1998

⁴⁸ βλ. Ε-Α Μαριά, 'Η νομική προστασία των δασών', σελ. 209-210, Εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκκουλα, 1998

⁴⁹ βλ. Β. Ρώτη, Η συνταγματική προστασία του περιβάλλοντος. Αμφιλεγόμενες νομολογιακές τάσεις ως προς την έκταση και την αποτελεσματικότητα της, ΤοΣ 1986, σελ. 558. Βλ. επίσης Ν. Αλιβιζάτου – Πρ. Παυλόπουλου, Η συνταγματική προστασία των δασών και των δασικών εκτάσεων, ΝοΒ 1988, σελ. 1581 και 1583

Γλ. Σιούτη, Δίκαιο Περιβάλλοντος – Γενικό Μέρος – Ι. Δημόσιο Δίκαιο και Περιβάλλον, Εκδ. Αντ. Σάκκουλα 1993, σελ. 76 και 77

Β. Ρώτη, Επισκόπηση της αναφερόμενης στο περιβάλλον νομολογίας του ΣτΕ των ετών 1984 και 1993, Νόμος και Φύση 1/1994, σελ. 52

Γ. Παπαδημητρίου, Το περιβαλλοντικό Σύνταγμα, θεμελίωση, περιεχόμενο και λειτουργία, Νόμος και Φύση 2/1994, σελ. 380 και 387

και από τη στάση της νομολογίας με ρητή αναφορά στη συνδυαστική σχέση των δύο διατάξεων. Το Κράτος έχει την υποχρέωση να λάβει κάθε είδους μέτρο ώστε να επιτευχθεί αυτή η προστασία και να εξασφαλιστεί η αειφορική λειτουργία του δάσους. Τα μέτρα αυτά μπορεί να είναι είτε προληπτικής είτε κατασταλτικής φύσεως είτε συνδυασμός αυτών.

Σε κάθε περίπτωση, η λήψη προληπτικών μέτρων αποτελεί ιδιάζουσα σημασίας ενέργεια ώστε να αποφευχθούν οι δυσμενείς συνέπειες και να μετριαστεί η επικινδυνότητα κάθε απειλής στο φυσικό περιβάλλον. Ιδιαίτερα στην περίπτωση των δασικών πυρκαγιών, τα προληπτικά μέτρα αποκτούν μια διαφορετική διάσταση, αν αναλογιστεί κανείς ότι οι επιπτώσεις των πυρικών φαινομένων στο φυσικό και, κυρίως δασικό περιβάλλον, παραμένουν ανεξίτηλες για μεγάλα χρονικά διαστήματα, έχουν την ικανότητα να προκαλούν ολοκληρωτικές και συχνά μη αντιστρεπτές αλλαγές στη χρήση και κάλυψη του εδάφους, διαταράσσουν την αειφορική λειτουργία των δασικών οικοσυστημάτων και επιφέρουν αναγκαστικές έμμεσες οικονομικές, κοινωνικές και πολιτισμικές μεταβολές.

Οι πυρκαγιές όμως, αποτελούν ένα φαινόμενο άρρηκτα συνδεδεμένο με τη ζωή των ανθρώπων και του ίδιου του περιβάλλοντος. Συχνά αυτές καθίστανται μια αναγκαία πραγματικότητα που ενδέχεται να προάγει οικολογικά και περιβαλλοντικά τη δομή του δάσους και των δασικών εκτάσεων. Ουσιαστικά ο φυσικός κόσμος όπως έχει διαμορφωθεί στην σημερινή εποχή, είναι αποτέλεσμα των πυρικών φαινομένων που έχουν ‘πλήξει’ το περιβάλλον κατά το παρελθόν. Εξάλλου και η ίδια η ουσία αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής έγκειται στο γεγονός ότι οι πυρκαγιές, σε καμία περίπτωση, δεν μπορούν και δεν πρέπει να εξαλειφθούν ολοκληρωτικά από τον κύκλο της ζωής του φυσικού περιβάλλοντος, καθώς ανέκαθεν τα φυσικά πυρικά φαινόμενα αποτελούσαν ζωτικό κομμάτι του. Σε αυτή τη διαπίστωση προστίθεται η αναγκαιότητα λήψης από πλευράς πολιτείας των κατάλληλων προληπτικών ή κατασταλτικών μέτρων ώστε το φαινόμενο των πυρκαγιών – που τα τελευταία χρόνια οφείλει την έκτασή του σε ανθρωπογενή κυρίως αίτια – να οριοθετείται σε λογικά πλαίσια και η δομή του φυσικού περιβάλλοντος να μην υφίσταται ανεπανόρθωτες τροποποιήσεις.

Το Κράτος είναι αυτό που οφείλει να ορίσει σαφώς τον τρόπο, τα μέτρα, τους φορείς και τις αρμοδιότητες των τελευταίων ώστε να υπάρξουν οι κατάλληλες

προϋποθέσεις πρόληψης και καταστολής εκτεταμένων δυσμενών πυρικών καταστάσεων. Σε κάθε περίπτωση, είτε πρόκειται για προληπτικά είτε κατασταλτικά μέτρα, το Σύνταγμα προσδιορίζει σαφώς τη σημασία λήψης τους για την γενικότερη προστασία του περιβάλλοντος, επισημαίνοντας επιπλέον την ιδιαιτερότητα της φύσης τους («...ιδιαίτερα προληπτικά ή κατασταλτικά μέτρα...»).

Η ιδιαιτερότητα αυτή θέτει σαφείς απαιτήσεις πάνω στους φορείς και υπηρεσίες που θα αναλάβουν την εκτέλεση και σχεδιασμό των σχετικών μέτρων. Οι φορείς αυτοί πρέπει να στελεχώνονται από κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό, τεχνικά και τεχνολογικά μέσα, να έχουν ιδιαίτερη οργανωτική δομή και ικανότητα πραγματοποίησης συντονισμένων ενεργειών και να είναι σε θέση να κατανοούν τους παράγοντες που συντελούν και ελέγχουν την εμφάνιση πυρικών φαινομένων. Σε κάθε περίπτωση πάντως, η γνώση του δασικού χώρου και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του αποτελεί θεμελιώδη προϋπόθεση για την ορθή λήψη μέτρων.

2. Διατάξεις νόμων

Πριν το 1975 και το Σύνταγμα της Ελλάδος, η πρώτη αναφορά στην κοινή νομοθεσία σχετικά με τις δασικές πυρκαγιές εντοπίζεται στο Δασικό Κώδικα⁵⁰. Στο άρθρο 107 του Κώδικα ρυθμίζεται το ζήτημα της βοσκής στα καέντα δάση και συγκεκριμένα: «1. Απαγορεύεται:

α) Εντός καέντων δασών και

β) εντός καεισών προστατευτικών μερικώς δασοσκεπών εκτάσεων, υπερκειμένων χωριών ή συνοικισμών ή κειμένων εντός λεκανών σχηματισμού χειμάρρων, η βοσκή των μεν προβάτων και μεγάλων ζώων επί πενταετίαν, των δε αιγών επί δεκαετίαν από της ημέρας της πυρκαγιάς».

Επίσης, τα άρθρα 206 έως 219 αφιερώνονται αποκλειστικά στην προστασία των δασών από τις πυρκαγιές:

Άρθρο 206. – Προληπτικά μέτρα χρήσεως πυρός.

Άρθρο 207. – Πρόνοια κατά την καύσιν αγρών.

Άρθρο 208. – Κατάρτιση πινάκων διαμενόντων εις τα δάση.

Άρθρο 209. – Υποχρεώσεις Κοινοτήτων προς αναδάσωσιν καέντων δασών. 1. Κοινότητες, εις την περιφέρειαν των οποίων κατεστράφησαν υπό της πυρκαϊάς δημόσια ή κοινοτικά δάση, υποχρεούνται να αναγράφουν ετησίως επί δεκαετίαν από

⁵⁰ Ν.Δ. 86/1969, ΦΕΚ Α' 7/18.1.1969

της πυρκαϊάς εις τον προϋπολογισμόν αυτών πίστωσιν δια την υποβοήθησιν δια τεχνικών αναδασωτικών έργων της επανιδρύσεως του καέντος δάσους.

2. Τα αναδασωτικά ταύτα έργα υποδεικνύονται και εκτελούνται με μέριμνα της δασικής υπηρεσίας.

Άρθρο 210. – Υποχρεώσεις διευθύνσεων σιδηροδρόμων προς πρόληψιν πυρκαϊών.

Άρθρο 211. – Αντιπυρκαϊκά λωρίδες.

Άρθρο 212. – Στέρησις εμπρηστών δασών δικαιώματος καρπώσεως εκ καέντων δασών.

Άρθρο 213. – Υποχρεώσεις Κοινοτήτων και ιδιωτών.

Άρθρο 214. – Υποχρεώσεις αντιλαμβανομένων πυρκαϊών.

Άρθρο 215. – Παροχαί δια την κατάσβεσιν πυρκαϊών.

Άρθρο 216. – Υποχρεώσεις Στρατού και Χωροφυλακής δια την καταστολήν πυρκαϊών.

Άρθρο 217. Υποχρεώσεις δασικών υπαλλήλων.

Άρθρο 218. – Πρόβλεψις δαπάνης δια μέτρα προλήψεως και καταστολής πυρκαϊών.

Άρθρο 219. – Πρόσληψις πυροφυλάκων και μίσθωσις ή επίταξις αυτοκινήτων.

Τα άρθρα 206 έως 208, και 210 έως 218 καταργήθηκαν με το άρθρο 79 παρ. 1 περ. α' του Ν. 998/1979, ενώ το άρθρο 219 καταργήθηκε με το άρθρο 42 περ. δ' του ν. 1845/1989⁵¹. Και οι δύο αυτοί νόμοι αναφορικά με την προστασία των δασών αναλύονται στη συνέχεια, με την προσθήκη του σύγχρονου Ν. 2612/1998, που αφορά την ανάθεση της δασοπυρόσβεσης στο Πυροσβεστικό Σώμα.

2.1. Νόμος 998/1979 'περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της Χώρας' (ΦΕΚ Α' 289/29.12.1979).

Ο Ν.998/79 εκδόθηκε σε εκτέλεση της συνταγματικής διάταξης του άρθρου 24 παρ.1 εδάφιου γ του Συντάγματος⁵². Ο σκοπός του νόμου αυτού είναι να καθορίσει τα κατάλληλα μέτρα «...δια την διατήρησιν, ανάπτυξιν και βελτίωσιν των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της Χώρας εντός του πλαισίου και προς τον σκοπόν της διατηρήσεως και βελτιώσεως του όλου φυσικού περιβάλλοντος...» (άρθρο 1). Η

⁵¹ βλ. και Γεωργιάδου Μ., Δασική νομοθεσία: νομολογία κατ' άρθρο ενημέρωση μέχρι και Ν 3229/2004 (ΦΕΚ Α' 38/10.2.2004) και ΕγκΥπΑγρΑναπτΤροφ 1099/26.10.2004, Νομική Βιβλιοθήκη, Αθήνα, 2004

⁵² βλ. Ε-Α Μαριά, 'Η νομική προστασία των δασών', σελ. 42, Εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκκουλα, 1998

σημασία της προστασίας των δασών και εν γένει δασικών εκτάσεων εκφράζεται στο άρθρο 2 βάσει του οποίου «τα δάση και αι δασικαί εν γένει εκτάσεις συνιστούν εθνικόν κεφάλαιον, η δε προστασία των αποτελεί υποχρέωσιν, τόσο των κρατικών οργάνων εν τη ασκήσει των αρμοδιοτήτων των, όσο και των πολιτών» (άρθρο 2, παρ.1).

Ο Ν.998/79 αποτελείται από εννέα κεφάλαια τα οποία περιλαμβάνουν γενικές διατάξεις (Κεφάλαιο Πρώτο), καθορίζουν τη σύσταση Συμβουλίων και Επιτροπών (Κεφάλαιο Δεύτερο), τη λήψη μέτρων προστασίας (Κεφάλαιον Τρίτο) και τη διενέργεια δασώσεων και αναδασώσεων (Κεφάλαιο Πέμπτο). Επίσης ρυθμίζουν τις επιτρεπτές επεμβάσεις στα δάση και τις δασικές εκτάσεις (Κεφάλαιο Έκτο), τις ποινικές κυρώσεις (Κεφάλαιο Όγδοο) και παρέχουν ειδικές και μεταβατικές διατάξεις (Κεφάλαιο Ένατο). Το Τέταρτο Κεφάλαιο (άρθρα 23 έως 36) αποτελείται από διατάξεις που ρυθμίζουν αποκλειστικά το πρόβλημα της αντιμετώπισης πυρκαγιών.

Όπως διαφαίνεται μέσα από τις διατάξεις του Τετάρτου Κεφαλαίου, το κύριο μέλημα του νομοθέτη είναι η λήψη των κατάλληλων προληπτικών μέτρων για την αποφυγή των πυρκαγιών και σε δεύτερο επίπεδο η λήψη κατάλληλων κατασταλτικών μέτρων για την αντιμετώπιση τους⁵³.

2.1.1. Αρμόδια όργανα για την πυροπροστασία

Όλα τα άρθρα του Τετάρτου Κεφαλαίου προβλέπουν τις αρμοδιότητες, υποχρεώσεις και δικαιώματα του Δασάρχη σε θέματα δασοπροστασίας από πυρκαγιές. Οι αρμοδιότητες αυτές, εκτός αυτών που προβλέπονται από το άρθρο 35 (μεταβιβάσεις καέντων δασών), ασκούνται πλέον από τους Διοικητές των Πυροσβεστικών Υπηρεσιών βάσει των διατάξεων του νόμου 2612/1998, που θα αναφερθεί στη συνέχεια. Εντούτοις, όπως αναφέρεται στο άρθρο 1, παρ. 2 του νόμου αυτού, παραμένει στην αρμοδιότητα της Γενικής Γραμματείας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος, η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών, με την καταστολή αυτών να ανήκει πλέον στη δικαιοδοσία του Πυροσβεστικού Σώματος.

⁵³ βλ. Ε-Α Μαριά, 'Η νομική προστασία των δασών', σελ. 57-58, Εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκκουλα, 1998

2.1.2. Η αφή πυράς

Στο άρθρο 23 παρ. 1 του Ν.9989/1979⁵⁴ προβλέπονται οι σχετικές απαγορεύσεις σχετικά με την αφή πυράς εντός δασών ή δασικών εκτάσεων ή πλησίον αυτών, σε συγκεκριμένες αποστάσεις κατά περίπτωση. Η αφή πυράς κατά την διάρκεια της αντιπυρικής περιόδου επιτρεπόταν μόνο κατόπιν σχετικής αδειοδότησης της δασικής αρχής ή επί παρουσία οργάνου αυτής. Σύμφωνα με τον Ν.2612/98, η αρμόδια υπηρεσία για την έκδοση τέτοιου είδους αδειών είναι πλέον η Πυροσβεστική Υπηρεσία.

Σε αυτό το σημείο τίθεται το ερώτημα κατά πόσο η άδεια αφής πυράς και η ελεγχόμενη γενικότερα, καύση συνιστά κατασταλτικό ή προληπτικό μέτρο. Κατασταλτικά μέτρα εννοούνται αυτά που κρίνονται επιβεβλημένα στην περίπτωση που ένα πυρικό φαινόμενο λαμβάνει εκτεταμένες ή έστω ανεπιθύμητες διαστάσεις. Η έκδοση αδειών αφής πυράς εμπίπτει κατ' αυτή την έννοια στην κατηγορία των προληπτικών μέτρων που λαμβάνονται για τον έλεγχο των επιβεβλημένων καύσεων, ώστε αυτές να μην ξεφύγουν του ελέγχου και καταστούν εν τέλει ανεπιθύμητες. Η επιστημονική κατάρτιση του προσωπικού της Δασικής Υπηρεσίας και η γνώση των μεταβλητών που διέπουν τα πυρικά φαινόμενα επιτρέπουν τον συνυπολογισμό όλων των παραγόντων που καθορίζουν την κατάσταση εκείνη κατά την οποία μπορεί να εφαρμοστεί πυρά. Σίγουρα, η συμβολή της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας είναι απαραίτητη, στην περίπτωση εκείνη που ο έλεγχος της πυράς ξεφύγει ώστε να αποτραπούν εκτεταμένα πυρικά φαινόμενα.

2.1.3. Η καύση

Η ίδια παρατήρηση ισχύει και στα προβλεπόμενα από το στοιχείο γ της παρ. 1 του ίδιου άρθρου, σύμφωνα με το οποίο καθορίζονται οι απαγορεύσεις, προϋποθέσεις και όροι για την απόρριψη και καύση απορριμμάτων εντός των δασών ή δασικών εκτάσεων και πλησίον αυτών. Ειδικότερα στην περίπτωση που η καύση είναι επιβεβλημένη τότε εκδίδεται άδεια από την Νομαρχία μετά την πρόταση της δασικής

⁵⁴ Σημειώνεται ότι στο άρθρο 23 προστέθηκε και 4^η παράγραφος με το άρθρο 38 παράγραφος 13 του Ν. 1845/89, με το παρακάτω περιεχόμενο: «4. Επίσης απαγορεύεται: α) Η απόρριψη αναμένων σιγαρέτων εντός δασών, δασικών και χορτολιβαδικών εκτάσεων β) Η απόρριψη αναμένων σιγαρέτων εκ των σιδηροδρομικών αμαξιών και αυτοκινήτων εν γένει οχημάτων. Οι παραβάτες των διατάξεων της παραγράφου αυτής τιμωρούνται κατά την διάταξη του άρθρου 69 παράγραφος 1 του παρόντος νόμου ευθυνόμενοι σε περίπτωση πυρκαγιάς και αστικά σε αποζημίωση κατά την διάταξη της προηγούμενης παραγράφου»

υπηρεσίας και «...καθορίζουσες τον τόπον και τους όρους απορρίψεως και καύσεως των απορριμμάτων, ως και πάντα τα αναγκαία μέτρα δια την αποτροπήν μεταδόσεως του πυρός». Σαφέστατα, το μέτρο αυτό εμπίπτει στην κατηγορία των προληπτικών μέτρων που αναλαμβάνονται με σκοπό την αποφυγή λήψης κατασταλτικών μέτρων, στην περίπτωση απώλειας του ελέγχου.

Παρομοίως, στην παρ. 2 του άρθρου 23 περιγράφεται η απαγόρευση καύσης αγρών ή αγροτικών εκτάσεων ή χορτολιβαδικών εδαφών εκτός αν υπάρξει αδειοδότηση από την Δασική Υπηρεσία που θα καθορίζει τον χρόνο και τις προϋποθέσεις πραγματοποίησης αυτής. Σε αυτή την περίπτωση, η αρμοδιότητα της Δασικής Υπηρεσίας λαμβάνει τριπλή διάσταση καθώς, εκτός των όσων αναφέρθηκαν στις δύο προηγούμενες παραγράφους, η καύση αγρών ή αγροτικών εκτάσεων αποτελεί εκτός από ένα πυρικό φαινόμενο και μια μέθοδο βελτίωσης της ποιότητας της χλωρίδας των εκτάσεων αυτών. Κυρίως όμως, αποτελεί και μια μέθοδο μείωσης του φορτίου της καύσιμης ύλης με στόχο να αποτραπούν έντονα πυρικά φαινόμενα στο μέλλον. Και στις τρεις περιπτώσεις, η αρμοδιότητα της Δασικής Υπηρεσίας, όπως περιγράφεται σε αυτό το μέτρο έχει σαφώς προληπτικό χαρακτήρα, γεγονός που δεν δικαιολογεί την μεταβίβαση της στο Πυροσβεστικό Σώμα. Η αρωγή της Υπηρεσίας αυτής είναι, βέβαια, σημαντική και επιβεβλημένη, όχι όμως στο σημείο να αποτελεί αποκλειστικότητα αυτής.

2.1.4. Η πρόληψη και οι υποχρεώσεις των ΟΤΑ και των ιδιωτικών επιχειρήσεων

Ανάλογες παρατηρήσεις ισχύουν για τα προβλεπόμενα μέτρα στο άρθρο 24 σχετικά με τις υποχρεώσεις των οργανισμών κοινής ωφελείας και των ιδιωτικών επιχειρήσεων. Συγκεκριμένα (παράγραφος 1), οι σιδηροδρομικές υπηρεσίες οφείλουν να λαμβάνουν τα ενδεδειγμένα μέτρα (αποκοπή και αποκομιδή δένδρων, θάμνων κ.λ.π.) για την αποφυγή πυρκαγιών στα δάση και στις δασικές περιοχές από τις οποίες διέρχονται οι σιδηροδρομικές γραμμές. Εντούτοις, στις ζώνες αυτές δύναται να φυτεύονται καλλωπιστικά φυτά και δένδρα κατά τις υποδείξεις της δασικής υπηρεσίας. Η υπηρεσία αυτή είναι και η καθ' ύλη αρμόδια για τη διεξαγωγή φυτεύσεων φυτών που δεν παρουσιάζουν κίνδυνο ανάφλεξης (μη πυρόφιλα είδη), γεγονός που δεν δικαιολογεί την εμπλοκή του Πυροσβεστικού Σώματος σε αυτή τη διαδικασία.

Σύμφωνα με την παράγραφο 4, οι ιδιωτικές επιχειρήσεις (σταθμοί αυτοκινήτων, βιομηχανίες κ.α.) που εδράζονται σε περιοχές παρακείμενες δασών ή δασικών εκτάσεων είναι υποχρεωμένες να λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα για την «..αποφυγή μεταδόσεως πυρκαγιάς εις το παρακείμενον δάσος ή την δασικήν έκτασιν». Ο Δασάρχης δύναται να επιβάλλει την λήψη των μέτρων αυτών στην περίπτωση που οι ιδιωτικές επιχειρήσεις δεν προβούν στην λήψη αυτών. Εδώ φαίνεται ότι η έννοια της «μεταδόσεως» πυρκαγιάς είναι αυτή που καθορίζει τις κατασταλτικές ενέργειες που πλέον ανήκουν στη δικαιοδοσία του Π.Σ. Τα μέτρα που προτείνονται αποτελούν ενέργειες προληπτικής φύσεως, και κατά συνέπεια εμπίπτουν στις αρμοδιότητες της δασικής υπηρεσίας, ώστε να αποφευχθούν τα κατασταλτικά μέτρα του Π.Σ. που λαμβάνονται στην περίπτωση εκτεταμένων πυρκαγιών με μεγάλο δυναμικό μετάδοσης.

2.1.5. Ο χαρακτηρισμός των επικίνδυνων περιοχών

Ο χαρακτηρισμός των επικίνδυνων περιοχών⁵⁵ (άρθρο 25, παρ.1 και 2) ενεργείται κατόπιν εισηγήσεως της Νομαρχίας και της κεντρικής δασικής υπηρεσίας. Στο μέτρο αυτό λαμβάνει συμμετοχή και το Υπουργείο Δημοσίας Τάξεως, για την έκδοση προεδρικού διατάγματος, σε συνεργασία με το Υπουργείο Γεωργίας. Αυτό το μέτρο πλέον, που έχει ως στόχο να στρέψει την προσοχή των κατασταλτικών μέσων σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές (μέτρο προληπτικού χαρακτήρα) διενεργείται από το Π.Σ.

Στην παρ. 3 του ίδιου άρθρου αναφέρονται τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για την έκδοση του προεδρικού διατάγματος σχετικά με το χαρακτηρισμό επικίνδυνων περιοχών. Τόσο το στοιχείο δ («...ως και την δυνατότητα λήψεως προληπτικών μέτρων επείγοντος χαρακτήρος...») όσο και το στοιχείο ε αναφέρονται σαφώς σε μέτρα προληπτικής φύσεως και όχι κατασταλτικής.

Ομοίως, με βάση τα όσα προβλέπονταν από το άρθρο 34, οι ενέργειες μετά την καταστολή της πυρκαγιάς ανήκουν στο Δασάρχη, ενώ τώρα μεταβιβάστηκαν στο Π.Σ. Σε κάθε περίπτωση, οι μετά την καταστολή της πυρκαγιάς ενέργειες αποτελούν

⁵⁵ Σημειώνεται ότι ο χαρακτηρισμός των επικίνδυνων περιοχών, όπως αυτός προβλέπεται από το άρθρο 25, παραπέμπει στην επιβαλλόμενη από τον πολύ μεταγενέστερο Κανονισμό 2158/92 ταξινόμηση του εδάφους των κρατών μελών ανάλογα με τον βαθμό επικινδυνότητας πυρκαγιάς που παρουσιάζει η κάθε περιοχή. Βλ. και Ε-Α Μαριά, 'Η νομική προστασία των δασών', σελ. 57-58, Εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκουλα, 1998

προληπτικά μέτρα για την φύλαξη της καμένης εκτάσεως και την «πρόληψη αναζωπυρώσεως».

2.1.6. Οι αρμοδιότητες των εμπλεκόμενων στην πυροπροστασία φορέων

Σύμφωνα με το άρθρο 28 (παρ. 1, στοιχεία α και δ) όπου καθορίζονται οι αρμοδιότητες των οργάνων για την καταστολή των πυρκαγιών, ο Δασάρχης ορίζεται ως ο πρώτος αρμόδιος, ενώ η πυροσβεστική υπηρεσία ως η τέταρτη κατά σειρά αρμόδια υπηρεσία. Την ευθύνη του συντονισμού διατηρεί ο Νομάρχης αλλά την άμεση ενέργεια και εποπτεία είχε ο Δασάρχης. Ο ίδιος αναλάμβανε τις εργασίες για τον εντοπισμό και την κατάσβεση της πυρκαγιάς (άρθρο 30, παρ. 1), ενώ οι υπηρεσίες που συμμετείχαν στην καταστολή (μονάδες πυροσβεστικής υπηρεσίας και όργανα της τότε Χωροφυλακής και Αγροφυλακής) ετίθετο εις την διάθεση του (παρ. 2).

Σε όλα τα προαναφερόμενα μέτρα για την αντιμετώπιση των πυρκαγιών, το Πυροσβεστικό Σώμα συμμετείχε ενεργά. Όπως καθορίζεται στο άρθρο 26 παρ. 4, «τα της συνεργασίας και αμοιβαίας αρωγής της δασοπυροσβεστικής υπηρεσίας μετά του πυροσβεστικού σώματος» καθορίζονταν μέσω ΚΥΑ (Κοινών Υπουργικών Αποφάσεων) των Υπουργών Γεωργίας και Δημοσίας τάξεως. Έτσι, το Π.Σ. δεν παρέμενε αμέτοχο αλλά αντίθετα προσέφερε σημαντική βοήθεια και συνεπικουρούσε το έργο της Δασικής Υπηρεσίας, προσφέροντας έμπυλο δυναμικό και τεχνικά μέσα για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των πυρκαγιών.

2.1.7. Ποινικές διατάξεις σχετικά με την αντιμετώπιση πυρκαγιών

Το άρθρο 69 παρ. 1 έως 10 του Ν.998/1979 αφιερώνεται στις ποινικές κυρώσεις που επιβάλλονται από παραβάσεις που προκύπτουν κατά την εμφάνιση και αντιμετώπιση πυρκαγιών. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την παράγραφο 1 οι παραβάτες των διατάξεων του άρθρου 23⁵⁶ τιμωρούνται με φυλάκιση διαστήματος από δύο μηνών έως ενός έτους, και εφόσον οι παραβάσεις γίνονται σε περιοχές που έχουν χαρακτηριστεί σύμφωνα με το άρθρο 25 ως επικίνδυνες, η ποινή μπορεί να επαυξηθεί σε τουλάχιστον έξι μήνες φυλάκιση. Εάν οι παραβάσεις έχουν ως επακόλουθο την εμφάνιση πυρκαγιάς σε δάσος ή δασική έκταση τότε επιβάλλεται φυλάκιση

⁵⁶ Ν. 998/1979, Κεφάλαιον Τέταρτον, Αντιμετώπισης πυρκαϊών, Άρθρο 23, Απαγορεύσεις

τουλάχιστον τριών ετών καθώς και χρηματικό πρόστιμο τουλάχιστον 200.000 δραχμών.

Οι υπόλοιπες παράγραφοι 2 έως 10 καθορίζουν τις ποινικές κυρώσεις αναφορικά με την πρόκληση πυρκαγιάς καθώς και την ελλιπή κινητοποίηση των αρμοδίων κατά περίπτωση (Προέδρων Κοινοτήτων και Δημάρχων, δασικών υπαλλήλων, υπαλλήλων σιδηροδρομικών δικτύων και ΚΤΕΛ, οδηγών κ.λ.π.) προς αντιμετώπιση και κατάσβεσή της.

2.2. Νόμος 1845/1988 ‘Ανάπτυξη και αξιοποίηση της αγροτικής έρευνας και τεχνολογίας – Δασοπροστασία και άλλες διατάξεις’ (ΦΕΚ Α’ 102/26.4.1989)

Στο πλαίσιο οργάνωσης των δασικών υπηρεσιών, συστάθηκε σύμφωνα με το άρθρο 37 παρ. 1 του Ν.1845/1989 ειδικός «ΦΟΡΕΑΣ ΔΑΣΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ», η κύρια αποστολή του οποίου είναι η εξασφάλιση της δασικής προστασίας. Το ακριβές αντικείμενο αυτής της προστασίας προσδιορίζεται στο άρθρο 36 παρ. 1, σύμφωνα με το οποίο το αντικείμενο του εν λόγω φορέα είναι, ανάμεσα στα άλλα, «η προστασία των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων, των δασικών βοσκοτόπων, των ως άνω αναδασωτέων χαρακτηριζόμενων εδαφών, των αλσών και πάρκων αναψυχής, των εθνικών δρυμών και αισθητικών δασών, των υπό καθεστώς προστασίας υπαγόμενων σπάνιων φυτών της άγριας χλωρίδας και μνημείων της δασικής φύσης από κάθε κίνδυνο από τον οποίο απειλούνται και ιδιαίτερα τις πυρκαγιές, την όξινη βροχή, την παράνομη υλοτομία, εκρίζωση, εκχέρσωση και βόσκηση καθώς και την παράνομη κατάληψη, οικοπεδοποίηση, περιφράξη και ανέγερση κάθε μόνιμου ή πρόχειρου κτίσματος ή παραπήγματος».

Ο Φορέας Δασοπροστασίας συνίσταται από οργανικές θέσεις δασικών υπηρεσιών και συγκεκριμένα (άρθρο 37, παρ. 2):

- Την Διεύθυνση Προστασίας Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος του Τομέα Δασών του Υπουργείου Γεωργίας
- Το Τμήμα Δασοπροστασίας των Νομαρχιακών Δασικών Υπηρεσιών
- Το Σταθμό Δασοπροστασίας
- Το Συντονιστικό Κέντρο Δασοπροστασίας που υπάγεται στην Διεύθυνση Προστασίας Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος
- Το σταθμό αεροπυρόσβεσης που λειτουργεί στα αεροδρόμια και υπάγεται στο Συντονιστικό Κέντρο Πυρκαγιών

Για να καταστεί η δασοπροστασία αποτελεσματική λαμβάνονται, σύμφωνα με την παρ. 2 του άρθρου 36, μέτρα τόσο προληπτικής όσο και κατασταλτικής φύσεως.

Την ευθύνη της υλοποίησης της δασοπροστασίας έχουν οι δασικοί υπάλληλοι των δασικών υπηρεσιών (άρθρο 38, παρ. 1), ενώ τα Σώματα Ασφαλείας, ανάμεσα στα οποία υπάγεται και το Π.Σ., και οι φορείς τοπικής αυτοδιοίκησης συνδράμουν στην αντιμετώπιση των δασικών παραβάσεων (παρ. 4). Και σε αυτή την περίπτωση, δηλαδή, το Π.Σ. έχει ενεργή συμμετοχή στην αντιμετώπιση πυρκαγιών και προσφέρει σημαντική αρωγή με μόνη διαφορά ότι οι ενέργειες πυρόσβεσης συντονίζονται και καθοδηγούνται από την δασική υπηρεσία και τον Δασάρχη. Μετά τον Ν.2612/1998, ο φορέας δασοπροστασίας εξακολουθεί να ενεργεί για την προστασία των δασικών οικοσυστημάτων με την διαφορά ότι η ευθύνη της καταστολής των δασικών πυρκαγιών μεταβιβάστηκε στο Π.Σ. Η λήψη προληπτικών μέτρων για την αντιμετώπιση πυρκαγιών εξακολουθεί, όμως, να ανήκει στην αρμοδιότητα του Φορέα και των δασικών υπηρεσιών, αν και σε πρακτικό επίπεδο, η διενέργεια προληπτικών ελέγχων και η λήψη αντίστοιχων μέτρων για την αποφυγή πυρκαγιών, από την πλευρά του Φορέα υπολειπεται.

2.3. Νόμος 2612/1998 ‘Ανάθεση της δασοπυρόσβεσης στο Πυροσβεστικό Σώμα και άλλες διατάξεις’ (ΦΕΚ Α΄ 112/25.5.1998)

2.3.1. Η αναδιάρθρωση των αρμοδιοτήτων

Με το Ν.2612 του 1998 μεταβιβάστηκε η αρμοδιότητα της δασοπυρόσβεσης από την Δασική Υπηρεσία στο Πυροσβεστικό Σώμα. Η ευθύνη και ο επιχειρησιακός σχεδιασμός της καταστολής των πυρκαγιών στα δάση ανήκει πλέον στο Πυροσβεστικό Σώμα (άρθρο 1 παρ.1), με την Δασική Υπηρεσία να εξακολουθεί να χειρίζεται τα προβλήματα που σχετίζονται με την πρόληψη των πυρκαγιών (παρ. 2). Εντούτοις, όπως καθορίζεται στο άρθρο 1, παράγραφος 2, ένα σημαντικό τμήμα των ενεργειών που εμπίπτουν στην κατηγορία των προληπτικών μέτρων αντιμετώπισης πυρκαγιών μεταβιβάζονται κι αυτά στο Πυροσβεστικό Σώμα, ήτοι:

- η έκδοση σχετικών πυροσβεστικών κανονισμών και διατάξεων
- η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού σε θέματα πυροπροστασίας
- η οργάνωση περιπόλων
- η επιτήρηση των δασών
- η κατανομή των πυροσβεστικών δυνάμεων

- η φύλαξη περιοχών που έχουν πληγεί από πυρικά φαινόμενα για την αποτροπή αναζωπυρώσεων.

Ειδικότερα σε ότι αφορά την επιτήρηση των δασών, η Δασική Υπηρεσία διαθέτει ικανότατο και άρτια εκπαιδευμένο προσωπικό, το οποίο με την συνεχή παρουσία του στις δασικές περιοχές μπορεί να συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην αποτελεσματική προστασία των δασών, και σε συνδυασμό με την παρουσία του Φορέα Δασοπροστασίας.

Για να ενισχυθεί η θέση του Πυροσβεστικού Σώματος στην αντιμετώπιση πυρκαγιών, όλα τα εναέρια και επίγεια μέσα που διέθετε το Υπουργείο Γεωργίας και οι δασικές υπηρεσίες παραδόθηκαν στο Π.Σ (άρθρο 2, παρ. 1). Το γεγονός αυτό είχε μεν, ως αποτέλεσμα την ενδυνάμωση του Π.Σ. και την αρτιότερη, από πλευράς υλικοτεχνικού εξοπλισμού, αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών, αλλά, παράλληλα, σήμανε και την αποδυνάμωση, κατά ένα σημαντικό βαθμό, της Δασικής Υπηρεσίας.

2.3.2. Η πρόσληψη νέου προσωπικού και η μετάταξη δασικών υπαλλήλων

Η ενδεχόμενη αδυναμία αντιμετώπισης της ιδιαιτερότητας των δασικών πυρκαγιών από πλευράς Π.Σ. αντισταθμίσθηκε από την αύξηση της οργανικής δύναμης του Π.Σ. κατά 2500 θέσεις. 250 από αυτές τις θέσεις προβλέπονταν να καταληφθούν από αξιωματικούς, εκ των οποίων οι 120 θα διαθέτουν πτυχίο Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Τμήματος Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος. Επίσης, 150 από τους 2250 πυροσβέστες που προσλήφθηκαν διέθεταν πτυχίο Δασοπόνου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (Άρθρο 3, παρ.1).

Εκτός όμως από την αύξηση των οργανικών θέσεων του Π.Σ. από νέους υπαλλήλους, ένας σημαντικός αριθμός μονίμων υπαλλήλων και υπαλλήλων με σχέση εργασίας ιδιωτικού δικαίου αορίστου χρόνου των δασικών υπηρεσιών μετατάχθηκαν στο Π.Σ. Το γεγονός αυτό προκάλεσε την περαιτέρω αποδυνάμωση της Δασικής Υπηρεσίας, που ούτως ή άλλως στερείται σημαντικού αριθμού προσωπικού (τόσο επιστημονικού όσο και διοικητικού) για την αποτελεσματική λειτουργία της υπηρεσίας.

Παραμένει λοιπόν, το ερώτημα κατά πόσο η δασοπροστασία δύναται να στηριχθεί στην ενδυνάμωση μιας υπηρεσίας μέσω της αποδυνάμωσης μιας άλλης, ιδιαίτερα στην περίπτωση που η υπηρεσία που αποδυναμώνεται είχε έντονη παρουσία στο πρόβλημα της αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών για δεκαετίες, διαθέτει

εξοικειωμένο με το πρόβλημα επιστημονικό προσωπικό και μεγάλη εμπειρία στην δυναμική των πυρκαγιών. Κυρίως όμως διαθέτει την απαραίτητη σύνδεση με τον δασικό χώρο, ένα χαρακτηριστικό που οι εκπρόσωποι του Πυροσβεστικού Σώματος δεν διαθέτουν, τουλάχιστον όχι ακόμη.

2.3.3. Η αναδιάρθρωση του Πυροσβεστικού Σώματος μετά το Ν. 2612/1998

Η μεταβίβαση της καταστολής των δασικών πυρκαγιών στην απόλυτη δικαιοδοσία του Π.Σ. συνεπάγεται και μια αναγκαία αναδιάρθρωση των τμημάτων του, κυρίως σε περιφερειακό επίπεδο (άρθρο 4), ώστε να υπάρξει καλύτερος οργανωτικός και επιχειρησιακός σχεδιασμός. Στο Γράφημα 22 φαίνεται ο τρόπος διάρθρωσης του Π.Σ. μετά την ανάθεση της καταστολής των δασικών πυρκαγιών σε αυτό.



**ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΟ
ΣΩΜΑ**

Γράφημ. 22. Διάρθρωση Πυροσβεστικής Υπηρεσίας⁵⁷

**ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ**

⁵⁷ βλ. και ιστοσελίδα Πυροσβεστικού Σώματος Ελλάδος: www.fireservice.gr/org.htm

2.3.4. Η μεταβίβαση των αρμοδιοτήτων

Το άρθρο 6 του Ν.2612/1998 καθορίζει τη μεταβίβαση των αρμοδιοτήτων, υποχρεώσεων και δικαιωμάτων του Δασάρχη που προβλέπονται από τα άρθρα 23 έως 37, εκτός του άρθρου 35, του Ν.998/1979. Σύμφωνα με το άρθρο αυτό, όλες οι αρμοδιότητες του Δασάρχη και «..όποιες άλλες αφορούν θέματα δασοπροστασίας από τις πυρκαγιές, ασκούνται εφεξής αντίστοιχα από τον Διοικητή της οικείας Πυροσβεστικής Υπηρεσίας».

Αντίστοιχα με τις αρμοδιότητες, τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις του Δασάρχη, μεταβιβάστηκαν στο Πυροσβεστικό Σώμα και τα κινητά και ακίνητα μέσα που διέθετε η Δασική Υπηρεσία για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών, σύμφωνα με το άρθρο 2, παρ. 1 του Ν.2612/1998. Η ΚΥΑ 61346/2891/28/2-5-1998⁵⁸ των Υπουργών Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Γεωργίας και Δημοσίας Τάξεως σχετικά με την παράδοση των κινητών και ακίνητων πραγμάτων προβλέπει ότι «τα κινητά και ακίνητα πράγματα που διαθέτουν οι Δασικές Υπηρεσίες του Υπουργείου Γεωργίας και της Περιφέρειας για την αντιμετώπιση της δασοπυρόσβεσης,.....παραδίδονται στις αντίστοιχες υπηρεσίες του Πυροσβεστικού Σώματος». Επίσης, «τα εναέρια και επίγεια μέσα Δασοπυρόσβεσης θα παραδοθούν με όλα τα παρελκόμενα τους, με τους ασυρμάτους που είναι τοποθετημένοι σε αυτά και με ένα ανά πυροσβεστικό όχημα αλυσοπρίονο». Εκτός από αυτά, η Δασική Υπηρεσία υποχρεώθηκε να παραδώσει «..και όποιο άλλο πυροσβεστικό υλικό ή εφόδια που διαθέτει», αλλά και τα μόνιμα παρατηρητήρια με ότι εξοπλισμό συνοδεύονται αυτά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Νομολογία του Συμβουλίου της Επικρατείας (ΣτΕ)

Η μεταβίβαση των αρμοδιοτήτων για την καταστολή των πυρκαγιών, από την Δασική Υπηρεσία στο Πυροσβεστικό Σώμα, προκάλεσε μια σειρά αντιδράσεων, κυρίως από πλευράς εκπροσώπων του δασικού κλάδου, οι οποίοι εξέφρασαν μια γενικότερη αμφιβολία και δυσπιστία σχετικά με την αποτελεσματικότητα των μέτρων και τη συνταγματικότητα των διατάξεων του Ν.2612/1998. Οι δασολόγοι προσέφυγαν στο Συμβούλιο της Επικρατείας θεωρώντας ότι ο Ν.2612/1998 και η

⁵⁸ ΚΥΑ 61346/2891 (ΦΕΚ Β' 571 19980605)

ΚΥΑ 61346/2891/28/2-5-1998⁵⁹ των Υπουργών Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Γεωργίας και Δημοσίας Τάξεως, πλήττουν την δασοπροστασία και αποδυναμώνουν την θέση των δασικών υπηρεσιών.

Έτσι, η Πανελλήνιος Ένωση Δασολόγων Δημοσίων Υπαλλήλων (Π.Ε.Δ.Δ.Υ) και ο Δασοπονικός Σύλλογος Ελλάδος (DASO.S) προσέφυγαν στο Συμβούλιο της Επικρατείας ζητώντας να ακυρωθεί η ΚΥΑ 61346/2891/28/2-5-1998⁶⁰ των Υπουργών Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Γεωργίας και Δημοσίας Τάξεως σχετικά με την παράδοση των κινητών και ακίνητων πραγμάτων, που διαθέτουν οι Δασικές Υπηρεσίες για την αντιμετώπιση της δασοπυρόσβεσης, στο Π.Σ. Τα δύο σωματεία προέβαλλαν ως λόγους άσκησης της αιτήσεως για την ακύρωση της ΚΥΑ⁶¹:

α) την ενδεχόμενη μείωση της αποτελεσματικότητας της δασοπροστασίας που θα προκύψει από την εφαρμογή τόσο της ΚΥΑ όσο και του Ν.2612/98.

β) το γεγονός ότι οι ορισμοί του Ν.2612/98 αντίκειται στις διατάξεις του Ν.998/79, ο οποίος είναι νόμος με αυξημένη τυπική ισχύ

γ) το γεγονός ότι ο Ν.2612/98 αντίκειται στο άρθρο 24 παράγραφος 1 του Συντάγματος διότι με τις ρυθμίσεις του διασπάται η ενότητα της δασοπροστασίας, στερείται η δασική υπηρεσία των απαραίτητων μέσων για την προστασία των δασών και αποδυναμώνεται με τη μετάταξη του προσωπικού της. Επιπλέον, η ανάθεση της δασοπυρόσβεσης γίνεται σε φορέα που στελεχώνεται από πρόσωπα στερούμενα των αναγκαίων γνώσεων και εμπειρίας.

Με την απόφαση 565/99 το δικαστήριο αποφάνθηκε ότι αφενός η Πανελλήνια Ένωση Δασολόγων Δημοσίων Υπαλλήλων έχει έννομο συμφέρον για την άσκηση της αιτήσεως, καθώς τα μέλη της έχουν την ιδιότητα των αρμοδίων για τα δάση⁶² επισημόνων και αφετέρου ο Δασοπονικός Σύλλογος Ελλάδος (DASO.S) έχει σύμφωνα με τους σκοπούς που αναφέρονται στο καταστατικό του, έννομο συμφέρον για την άσκηση της αιτήσεως ακύρωσης της ΚΥΑ.

⁵⁹ βλ. ΚΥΑ (οπ.π)

⁶⁰ Η ΚΥΑ 61346/2891/28/2-5-1998 εκδόθηκε κατ' επιταγή των διατάξεων του Ν2612/1998

⁶¹ ΣτΕ 565/1999

⁶² Κατά συνέπεια και για τις διεργασίες και φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα στο δασογενές περιβάλλον, όπως είναι και οι πυρκαγιές

Στην απόφαση όμως αναφέρεται⁶³ ότι η ανάθεση της δασοπροστασίας γίνεται σε ένα φορέα (Πυροσβεστικό Σώμα) με ιδιαίτερη οργανωτική δομή και κατ' εξοχήν ειδικευμένο προσωπικό στην κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών.

Η απόφαση όμως αυτή (565/1999) έκρινε ότι τα ζητήματα που τίγονται μέσω της αίτησης ακύρωσης κατά της ΚΥΑ εμφανίζουν σπουδαιότητα και παρέπεμψε την υπόθεση στην επταμελή σύνθεση του Τμήματος⁶⁴.

Με την απόφαση 3342/99 της επταμελούς σύνθεσης του ΣτΕ⁶⁵ – κατά παραπομπή της ΣτΕ 565/99 – η αίτηση των δύο προαναφερθέντων σωματείων για την ακύρωση της ΚΥΑ που ρυθμίζει την παράδοση κινητών και ακίνητων πραγμάτων του Υπουργείου Γεωργίας στο Υπουργείο Δημοσίας Τάξεως, απορρίφθηκε. Στην απόφαση αυτή αναφέρεται ότι ο Ν.2612/1998 δεν αντίκειται στο άρθρο 24 παράγραφος 1 του Συντάγματος διότι κατά το Σύνταγμα υπάρχει τυπική ισοδυναμία των διατάξεων των νόμων (και άρα ισοδυναμία μεταξύ των Ν.998/1979 και Ν.2612/1998) στους οποίους περιλαμβάνονται και οι νόμοι που εκδίδονται για την εφαρμογή διατάξεων του Συντάγματος. Κατά την άποψη αυτή, ο Ν.2612/1998 δεν έχει μειωμένη ισχύ σε σχέση με αυτή του Ν.998/1979 ο οποίος, επίσης, πραγματεύεται, εκτός των άλλων, την προστασία των δασών από τις πυρκαγιές.

Επίσης η απόφαση ΣτΕ 3342/1999, όπως και η ΣτΕ 565/1999, αναφέρει ότι η ανάθεση της δασοπυρόσβεσης γίνεται σε ένα φορέα με ιδιαίτερη οργανωτική δομή, ο οποίος εξάλλου συμμετείχε στην κατάσβεση των πυρκαγιών και υπό το προ του Ν. 2612/1998 καθεστώς, όπου παρείχε αρωγή στο έργο της Δασικής Υπηρεσίας στον τομέα των κατασβέσεων. Επιπλέον, η ισχύς του νέου φορέα ενισχύεται μέσω της αύξησης της οργανικής δύναμης του Π.Σ. από νέο προσωπικό, ένα ποσοστό του οποίου διαθέτει ανώτερη και ανώτατη εκπαίδευση, καθώς και μέσω της μετατάξεως και μεταφοράς προσωπικού από τις Δασικές Υπηρεσίες στο Π.Σ, όπως προβλέπεται από το άρθρο 3, παρ. 1 του Ν.2612/1998. Επομένως, η άποψη των σωματείων ότι η ανάθεση γίνεται σε ένα φορέα με έλλειψη γνώσεων και εμπειρίας στην αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος κρίθηκε ως αβάσιμη.

Σύμφωνα όμως με την γνώμη της μειοψηφίας⁶⁶, το προβλεπόμενο υπό του Ν.2612/1998 σύστημα δασοπυρόσβεσης πρέπει:

⁶³ ΣτΕ 565/1999, σελ. 4

⁶⁴ βλ. και ΣτΕ 595/1999

⁶⁵ ΣτΕ 3342/1999

⁶⁶ Μειοψήφησαν οι Δεκλερής Μ. (Πρόεδρος του Ε' Τμήματος), Σαρηβαλάσης Σ. (Σύμβουλος). βλ. και ΣτΕ 3342/1999

- α) να παρέχει επιστημονική απόδειξη της αποτελεσματικότητάς του και
- β) να έχει λογική συνοχή σεβόμενη την προέχουσα αρμοδιότητα του Υπουργείου Γεωργίας και τη δημόσια πολιτική προστασίας.

Επιπλέον, σύμφωνα πάντα με την γνώμη της μειοψηφίας, η διάσπαση του φορέα δασοπροστασίας και η αφαίρεση εν μέρει της διοίκησης και διαχείρισης των δασών και δασικών εκτάσεων από το Υπουργείο Γεωργίας πλήττει την κρατική εποπτεία των δασών και τη διατήρηση αναλλοίωτης της μορφής των, στοιχείο που επιβάλλεται εξάλλου από το Σύνταγμα. Ολοκληρώνοντας, η μειοψηφία αναφέρει ότι «...πρόσφορο σύστημα προστασίας των δασών είναι μόνον σύστημα ενιαίας αντιμετώπισεως όλων των σχετικών με την προστασία των δασικών θεμάτων από το Υπουργείο Γεωργίας...», επικεντρώνοντας κατά αυτό τον τρόπο σε μια σφαιρική προσέγγιση της πυροπροστασίας, όπως επιτάσσει εξάλλου και το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών.

Για τη γνώμη της μειοψηφίας, η αρθρογραφία⁶⁷ αναφέρει ότι αυτή έσφαλε διότι η ανάθεση της καταστολής των πυρκαγιών στην αποκλειστική αρμοδιότητα του Π.Σ. δεν επέφερε διάσπαση στον κατεξοχήν φορέα προστασίας των δασών, που είναι οι Δασικές Υπηρεσίες και στην αρμοδιότητα των οποίων παρέμεινε το αντικείμενο της δασοπροστασίας. Επίσης, η ανάθεση αυτή δεν θίγει το έργο της διοικήσεως και διαχειρίσεως των δασών και δασικών εκτάσεων, η οποία παραμένει στο σύνολο της στο Υπουργείο Γεωργίας καθώς επίσης το Σύνταγμα δε δεσμεύει το Κράτος και τον κοινό νομοθέτη να αναθέσουν την προστασία των δασών και δασικών εκτάσεων στην ίδια Υπηρεσία. Τέλος, δεν παρέχεται επιστημονική απόδειξη ότι το σύστημα δασοπυρόσβεσης που προβλέπεται μέσω του Ν.2612/1998 δεν είναι αποτελεσματικό.

Από τη γνώμη της μειοψηφίας όμως, ουσιαστικά απορρέει μια έκφραση αγωνίας για την πιθανή διάσπαση του φορέα δασοπυρόσβεσης καθώς και για την ενδεχόμενη ανάπτυξη μιας τάσης ανταγωνιστικότητας μεταξύ των υπηρεσιών σχετικά με τις αρμοδιότητες της κάθε μιας. Η αγωνία αυτή εκφράζεται κυρίως μέσα από την άποψη ότι το νέο σύστημα δασοπυρόσβεσης, όπως αυτό ορίζεται μέσα από τις διατάξεις του Ν.2612/98, οφείλει να παρέχει επιστημονική απόδειξη της αποτελεσματικότητάς του. Η άποψη αυτή έχει κατά μια έννοια οξύμωρο χαρακτήρα καθώς για να αποδειχθεί πρακτικά αυτή η αποτελεσματικότητα πρέπει να έχει προηγηθεί η ουσιαστική ανάληψη αυτών των αρμοδιοτήτων από το Π.Σ.

⁶⁷ Βλ. Ανδριανός Γ. Γκουρμπάτσος (1999) 'Η Συνταγματική Θεμελίωση του Ισχύοντος Συστήματος Δασοπυρόσβεσης', σελ 188-192, Αρχείο Νομολογίας, Περίοδος Β' (Ν')

Η ίδια έκφραση αγωνίας της μειοψηφίας δηλώνεται και μέσω των εκφράσεων «διάσπαση του φορέα δασοπροστασίας» και πλήξη της «κρατικής εποπτείας» των δασών και δασικών εκτάσεων. Κατά ένα μεγάλο ποσοστό, αυτή η εκφραζόμενη αγωνία της μειοψηφίας σχετικά με την αποτελεσματικότητα του νέου φορέα δασοπροστασίας έχει τις ρίζες της στην αμφιβολία αναφορικά με την επιτυχή συνεργασία των εμπλεκόμενων στην πυροπροστασία υπηρεσιών. Ουσιαστικά, προβλέπει αδυναμία συντονισμού και υγιούς συνεργασίας των υπηρεσιών αυτών εξαιτίας των υπηρεσιακών συμφερόντων που θίγονται για τον ένα φορέα και ευνοούνται ταυτόχρονα για τον άλλο.

Συμπεράσματα

Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με το ζήτημα των δασικών πυρκαγιών στο σύνολο των Ευρωπαϊκών κρατών (σύμφωνα πάντα με τους κανονισμούς που έχουν εκδοθεί για την αντιμετώπισή τους) εστιάζεται στην κατανόηση της δυναμικής του φαινομένου και των αιτιών που το προκαλούν, ώστε να υπάρξει ολοκληρωμένη και συντονισμένη αντιμετώπιση από πλευράς κρατών – μελών. Όπως ήδη προαναφέρθηκε λοιπόν, η υφιστάμενη κατάσταση, αποτελεί μια μορφή αναγνώρισης της ελλιπούς γνώσης αναφορικά με τις μεταβλητές που χαρακτηρίζουν τις πυρκαγιές.

Το κέντρο βάρους δίδεται στην ανάπτυξη ολοκληρωμένων βάσεων δεδομένων, εμπλουτισμένων με στατιστικά και άλλου είδους στοιχεία, από όλα τα κράτη που συμμετέχουν, ώστε να υπάρξει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αποσαφήνιση των παραγόντων που διέπουν τα πυρικά φαινόμενα, σε κάθε κράτος χωριστά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη συγκεκριμενοποίηση, σε μεταγενέστερο στάδιο, των απαιτούμενων μέτρων ανά περίπτωση. Όπως αναφέρεται και στο στοιχείο 1 του προοιμίου του Κανονισμού 804/94 (περί ορισμένων λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού 2158/92 του Συμβουλίου όσον αφορά τα συστήματα πληροφόρησης για τις πυρκαγιές των δασών) της 11^{ης} Απριλίου 1994 «...η δημιουργία από τα κράτη μέλη συστήματος πληροφόρησης σχετικά με τις πυρκαγιές των δασών αποσκοπεί στην προώθηση της ανταλλαγής πληροφοριών σχετικά με τις πυρκαγιές των δασών, την επί συνεχούς βάσης αξιολόγηση της επίπτωσης των δράσεων που αναλαμβάνονται από τα κράτη μέλη και την Επιτροπή στον τομέα της πυροπροστασίας των δασών, την πρόβλεψη των χρονικών περιόδων, του βαθμού και

των αιτιών του κινδύνου και την ανάπτυξη στρατηγικών για την πυροπροστασία των δασών, και ιδίως την εξάλειψη ή τη μείωση των αιτιών⁶⁸».

Όμως το μέτρο αυτό τονίζει επίσης και μια άλλη πραγματικότητα, ήτοι την αναγκαιότητα συνεργασίας σε κοινοτικό επίπεδο των κρατών μελών στο ζήτημα των δασικών πυρκαγιών, ώστε να αναπτυχθεί ένας πόλος ολοκληρωμένης διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών.

Σύμφωνα με το άρθρο 1 παρ. 3 του Καν. 804/94 οι πληροφορίες που θα συλλέγονται για τη δημιουργία της βάσης δεδομένων μπορούν να περιοριστούν στις περιοχές υψηλού και μετρίου κινδύνου των εδαφών των κρατών μελών. Εξάλλου, η Ελλάδα έχει αναγνωριστεί σε κοινοτικό επίπεδο, ως μια χώρα επιρρεπής σε καταστρεπτικά φαινόμενα πυρκαγιών εξαιτίας των ιδιαίτερων εδαφοκλιματικών της χαρακτηριστικών, γεγονός που προσδίδει ιδιαίτερη σημασία στην επίτευξη κατανόησης των αιτιών που προκαλούν τις πυρκαγιές και στην αξία μιας τέτοιας βάσεως δεδομένων.

Οι κανονισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης διέπονται από πνεύμα πρόληψης των πυρκαγιών και όχι καταστολής, καθώς αναγνωρίζεται ότι η κατάσταση των κοινοτικών δασών είναι ήδη βεβαρημένη από τις επιπτώσεις των πυρικών φαινομένων που είναι σε έξαρση τα τελευταία χρόνια, ως αποτέλεσμα της γενικότερης αναπτυξιακής δραστηριότητας που παρατηρείται. Τα μέτρα που προτείνονται χαρακτηρίζονται από ευελιξία στην εφαρμογή τους και έχουν την μορφή γενικότερων κατευθυντήριων γραμμών, που οφείλουν όμως, να προσαρμοστούν στις ιδιαίτερες συνθήκες κάθε κράτους μέλους που εφαρμόζει τους συγκεκριμένους κανονισμούς.

Σε εθνικό επίπεδο, το ζήτημα της αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών τόσο στο στάδιο της πρόληψης όσο και της καταστολής, διαμοιράζεται, ουσιαστικά σε δύο φορείς: τη Δασική Υπηρεσία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (παλαιότερα ως Υπουργείο Γεωργίας) και το Πυροσβεστικό Σώμα του Υπουργείου Δημοσίας Τάξεως. Εκτός από τους δυο βασικούς φορείς υπηρεσίες όπως η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, η Ελληνική Αστυνομία, το Γενικό Επιτελείο Εθνικής Αμύνης (Γ.Ε.ΕΘ.Α), οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης, οι Περιφέρειες, οι Νομαρχίες, η Μετεωρολογική Υπηρεσία κ.α. εμπλέκονται ενεργά σε αυτή τη διαδικασία. Ουσιαστικά όμως, το βάθρο στήριξης της πυροπροστασίας των δασών

⁶⁸ ΕΚ αριθμ. 804/94, προοίμιο, στοιχείο 1, EEL 093 12/04/1994 σ. 0011-0015

(προληπτικό και κατασταλτικό επίπεδο) εδράζεται στη Δασική Υπηρεσία και το Πυροσβεστικό Σώμα.

Μέχρι το 1998, βάσει των διατάξεων του Ν.998/1979 την ευθύνη της πρόληψης και καταστολής των δασικών πυρκαγιών είχε η Δασική Υπηρεσία. Με το Ν.2612/1998, η ευθύνη της καταστολής και οι αντίστοιχες αρμοδιότητες της Δασικής Υπηρεσίας μεταβιβάστηκαν στο Πυροσβεστικό Σώμα. Η ενέργεια αυτή πυροδότησε μια σειρά αντιδράσεων από μέρους τόσο των δασικών όσο και των πυροσβεστικών υπηρεσιών. Υπήρξαν εκπρόσωποι των δασικών υπηρεσιών που θεώρησαν την ενέργεια αυτή εσφαλμένη από πλευράς Κράτους, φέροντας το επιχείρημα της ελλιπούς εμπειρίας και γνώσης του προσωπικού του Π.Σ. όσον αφορά στις ιδιαιτερότητες αντιμετώπισης πυρικών φαινομένων σε ένα μη αστικό περιβάλλον. Δεν έλειψαν και οι θερμοί υποστηρικτές αυτής της απόφασης εκ μέρους των δασικών υπηρεσιών, οι οποίοι θεώρησαν ότι κατά αυτό τον τρόπο θα ανακουφιστεί η υπηρεσία από ένα σημαντικό βάρος ευθυνών, όπως είναι αυτό της καταστολής των δασικών πυρκαγιών.

Η Δασική Υπηρεσία δομείται από επιστημονικό προσωπικό κατάλληλα εκπαιδευμένο και με μεγάλη εμπειρία στις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο δασογενές περιβάλλον, με τις πυρκαγιές να αποτελούν μια από αυτές. Επίσης, διαθέτει την απαραίτητη σύνδεση με το δασικό χώρο⁶⁹ και ανάλογη εξοικείωση με τις ιδιαίτερες συνθήκες του χώρου αυτού. Από την άλλη πλευρά, το Πυροσβεστικό Σώμα που επίσης αποτελείται από ικανότατο προσωπικό, αρμόδιο και εξειδικευμένο για την αντιμετώπιση και καταστολή πυρκαγιών, το οποίο μάλιστα συμμετείχε ενεργά στην κατάσβεση πυρκαγιών και προ του Ν.2612/1998 καθεστώτος, προσφέροντας σημαντική αρωγή στην Δασική Υπηρεσία. Η πρόσληψη επιστημονικού προσωπικού του δασολογικού και δασοπονικού κλάδου καθώς και η μετάταξη μόνιμου και εποχικού προσωπικού από τη δασική υπηρεσία στο Π.Σ., αναμφισβήτητα ενδυνάμωσε την ισχύ του εν λόγω σώματος για την αντιμετώπιση των δυσκολιών και ιδιαιτεροτήτων των δασικών πυρκαγιών.

Έτσι, από την μια πλευρά λαμβάνει χώρα η ενδυνάμωση μιας υπηρεσίας και συγκεκριμένα του Πυροσβεστικού Σώματος ενώ αντίθετα η Δασική Υπηρεσία ουσιαστικά αποδυναμώνεται. Δεν πρέπει να λησμονείται το γεγονός ότι η μεταβίβαση αρμοδιοτήτων δεν συνεπάγεται μόνο την μεταφορά των ευθυνών αλλά και την

⁶⁹ βλ. Αποστόλου Βαγγέλης, 'Στον Αίοιο η δασοπροστασία', περιοδικό Νόμος και Φύση, Αύγουστος 2006, Internet site: <http://www.nomosphysis.org.gr/articles.php?artid=2593&lang=1&catid=2>

ανακατανομή των υλικοτεχνικών μέσων και του προσωπικού. Έτσι, η Δασική Υπηρεσία απώλεσε ένα σημαντικό μέρος των διαθέσιμων μέσων που κατείχε για την καταστολή των πυρκαγιών, και που τώρα μεταφέρθηκαν στη δικαιοδοσία του Π.Σ., αλλά κυρίως μια σημαντική χρηματοδοτική ενίσχυση από πλευράς Κράτους. Η κατάσταση αυτή για μια υπηρεσία που αποτελείται σε μεγάλο ποσοστό από απαρχαιωμένο προσωπικό δυσχεραίνει ακόμη περισσότερο την ήδη δυσμενή της θέση. Βέβαια, η ευθύνη της πρόληψης των δασικών πυρκαγιών εμπίπτει ακόμη στη δικαιοδοσία της Δασικής Υπηρεσίας, σύμφωνα με τον Ν.2612/1998.

Η στάση της νομολογίας (ΣτΕ 3342/1999) στο κρίσιμο ζήτημα της μεταβίβασης των αρμοδιοτήτων καταστολής των δασικών πυρκαγιών ήταν ευνοϊκή για το Πυροσβεστικό Σώμα το οποίο κρίθηκε ως κατάλληλο για την αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου ως ένα σώμα με ιδιαίτερη οργανωτική δομή. Εξάλλου όπως αναφέρθηκε προηγουμένως και αναφέρεται και στη νομολογία, το Σώμα αυτό συμμετείχε στην κατάσβεση των πυρκαγιών και προ του Ν.2612/1998 καθεστώτος, αντικρούοντας έτσι το επιχείρημα της έλλειψης κατάλληλων γνώσεων και εμπειρίας σχετικά με τις ιδιάζουσες συνθήκες που επικρατούν κατά την διάρκεια ενός πυρικού φαινομένου σε δασογενές περιβάλλον.

Αξίζει όμως να σημειωθεί η αγωνία και ο σκεπτικισμός που εκφράζεται μέσω της γνώμης της μειοψηφίας για την πιθανή διάσπαση του φορέα πυροπροστασίας των δασών. Η στάση αυτή πιθανόν να έγκειται στο φόβο της πιθανούς ανάπτυξης μιας τάσης αδιαλλαξίας και ασυμφωνίας συντεχνιακού χαρακτήρα ανάμεσα στις εμπλεκόμενες στην κατάσβεση πυρκαγιών υπηρεσίες. Ενδέχεται όμως να εκφράζει και να εφιστά την προσοχή σε ένα ουσιαστικότερο πρόβλημα που υπέρκειται των υπηρεσιακών συμφερόντων κάθε φορέα και απειλεί τη συντονισμένη και αμιγή δράση αντιμετώπισης αυτού του φαινομένου.

Ανάλογη κατάσταση με αυτή της Δασικής Υπηρεσίας ισχύει και για τον Φορέα Δασοπροστασίας που συστάθηκε με τον Ν.1845/1989 και στελεχώνεται από υπαλλήλους των δασικών υπηρεσιών της χώρας. Ο Φορέας αυτός - που εξακολουθεί να λειτουργεί - όταν συστάθηκε είχε αντικείμενο, εκτός των άλλων, την προστασία των δασών από τις πυρκαγιές, με τη λήψη προληπτικών και κατασταλτικών μέτρων. Στην παρούσα φάση οι αρμοδιότητές του επικεντρώνονται στη διενέργεια προληπτικών ελέγχων για την αποφυγή των πυρκαγιών, ενώ σε πρακτικό επίπεδο και κατά ένα μεγάλο ποσοστό, ακόμη και αυτό το αντικείμενο επιτελείται από τις πυροσβεστικές υπηρεσίες.

Το νέο σύστημα προστασίας των δασών από τις πυρκαγιές, όπως αυτό ενεργοποιήθηκε μέσω του Ν.2612/1998, τείνει να αποδείξει μέχρι τώρα – βάσει στατιστικών στοιχείων (Βλ. Πρώτο Μέρος, Κεφάλαιο 1, σελ. 30-36) – ότι δύναται να λειτουργήσει αποτελεσματικά προς το στόχο του μετριασμού των δυσμενών επιπτώσεων από τα πυρικά φαινόμενα. Σημειώνεται όμως, ότι υφίσταται και ένα ζήτημα αναφορικά με την ικανότητα σύγκρισης⁷⁰ των στατιστικών στοιχείων σχετικά με τον αριθμό και την έκταση των καμένων δασικών επιφανειών, όπως αυτά καταγράφονταν από την Δασική Υπηρεσία πριν το 1998 και από το Πυροσβεστικό Σώμα από το 1999 και έπειτα, δηλαδή μετά την ανάληψη της δασοπυρόσβεσης από αυτό. Τα στοιχεία παρουσιάζουν μια κατακόρυφη αύξηση του αριθμού κυρίως των καμένων επιφανειών από το 1999 και έπειτα, γεγονός που μπορεί να οφείλεται σε δύο λόγους:

- στην ενδεχόμενη αδυναμία του Πυροσβεστικού Σώματος να ελέγξει τις δασικές πυρκαγιές άμεσα μετά το χρονικό σημείο ανάληψης της δασοπυρόσβεσης και
- στην ασυμφωνία μεταξύ των μεθοδολογιών καταγραφής των στατιστικών ανάμεσα στις δύο υπηρεσίες.

Σε κάθε περίπτωση, η στατιστική καταγραφή των στοιχείων αποτελεί μια αξιόπιστη μέθοδο ελέγχου της αποτελεσματικότητας της πυροπροστασίας των δασών. Δεδομένου του ότι η Δασική Υπηρεσία ήταν αυτή που κατέγραφε τα στοιχεία πριν το 1999, το Πυροσβεστικό Σώμα όφειλε να εναρμονιστεί με τις στατιστικές μεθόδους της υπηρεσίας αυτής ώστε να δύναται να εφαρμοστεί στατιστικός έλεγχος και θετική ή αρνητική κρίση σχετικά με την ικανότητα του Π.Σ. να αντιμετωπίσει δασικά πυρικά φαινόμενα.

Η αποτελεσματικότητα πυροπροστασίας είναι δυνατόν να μεγιστοποιηθεί με την γόνιμη και συντονισμένη συνεργασία μεταξύ Δασικής Υπηρεσίας και Πυροσβεστικού Σώματος, καθώς η «διάσπαση του φορέα προστασίας των δασών» δεν επέρχεται με τη μεταβίβαση αρμοδιοτήτων από τη μια υπηρεσία στην άλλη. Σε κάθε περίπτωση, αυτή η μεταβίβαση ήταν αποτέλεσμα πολιτικής βούλησης και όχι υπηρεσιακής, από πλευράς δηλαδή της Δασικής Υπηρεσίας. Η «διάσπαση» επέρχεται από τη στιγμή που παύει να υφίσταται σφαιρική αντιμετώπιση ενός κατεξοχήν ολιστικού φαινομένου, όπως είναι οι πυρκαγιές.

⁷⁰ βλ. και Xanthopoulos G. (2000) 'Forest Fires in Greece', International Forest Fire News 23, 76-84

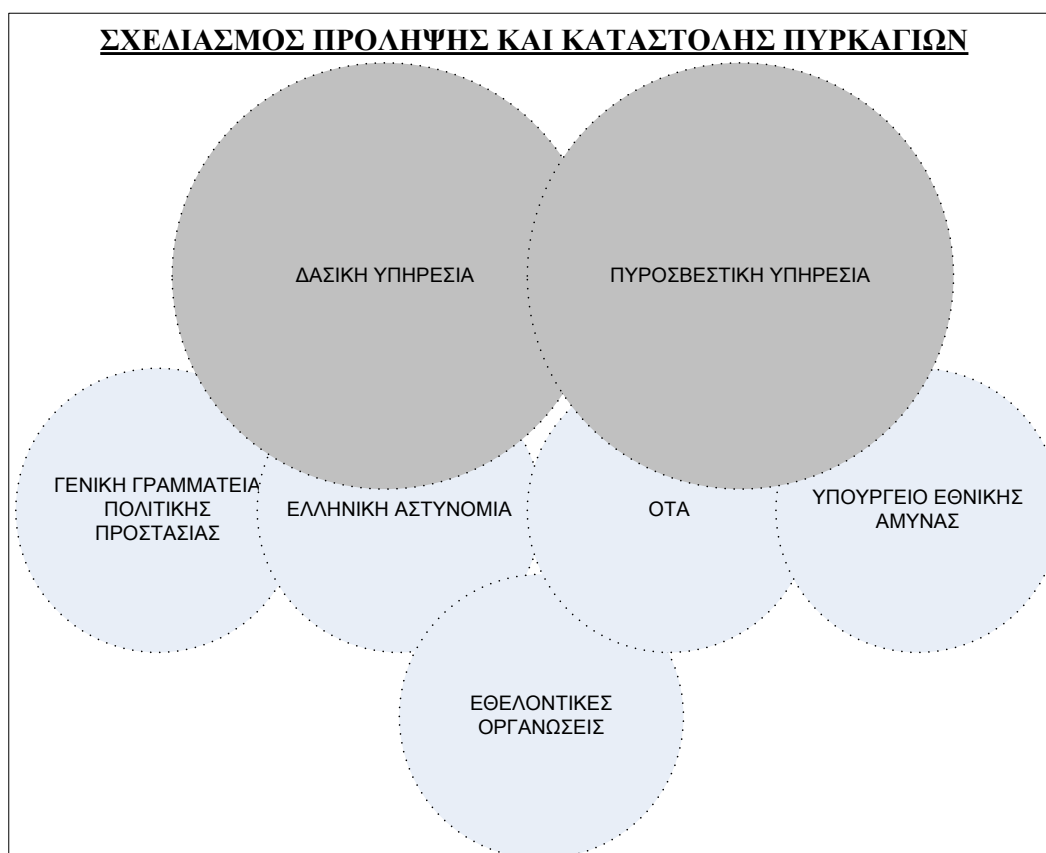
Καταλήγουμε λοιπόν στο ότι οι πυρκαγιές είναι μια πραγματικότητα που δομείται από ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων, φυσικών, χημικών, κοινωνικών, οικονομικών, κατασταλτικών κ.α. Κατά αυτήν την έννοια για να κατανοηθεί και επομένως να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό, απαιτείται κλίμα γόνιμης συνεργασίας, αμοιβαία παράθεση και ανταλλαγή απόψεων τόσο σε επιστημονικό – θεωρητικό επίπεδο (Δασική Υπηρεσία, Μετεωρολογική Υπηρεσία κ.α.) όσο και σε πρακτικό επίπεδο (Πυροσβεστικό Σώμα, Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, Γενικό Επιτελείο Αεροπορίας κ.α.), ορθολογικός και ολοκληρωμένος σχεδιασμός πρόληψης και καταστολής με τη συμμετοχή παραγόντων του πολιτικού χώρου, των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) και των εμπλεκόμενων υπηρεσιών και άρση γραφειοκρατικών κωλυμάτων.

Ένα ιδιαίτερα σημαντικό κεφάλαιο στην επίτευξη σφαιρικής αντιμετώπισης της δασοπυρόσβεσης αποτελεί και η ενθάρρυνση του εθελοντισμού, μια ενέργεια που εκτός από την αποτελεσματικότερη πυροπροστασία των δασών θα επιφέρει και ενίσχυση της φιλοδασικής νοοτροπίας, που στην Ελλάδα τουλάχιστον, βρίσκεται στην παρούσα φάση σε πρωτογενές στάδιο.

Επιπλέον, το σχετικά χαμηλό ποσοστό δάσωσης που χαρακτηρίζει την Ελλάδα⁷¹ δεν αφήνει μεγάλα περιθώρια αναποτελεσματικότητας αναφορικά με τη δασοπροστασία. Σε κάθε περίπτωση, αυτό που προέχει είναι η αποτελεσματική προστασία των δασών από τις πυρκαγιές, ενός φαινομένου ιδιαίτερα έντονου στην Ελλάδα εξαιτίας των έντονων ξηροθερμικών συνθηκών, και σε μικρότερο βαθμό η εξυπηρέτηση των υπηρεσιακών συμφερόντων του κάθε φορέα που εμπλέκεται σε αυτή τη διαδικασία.

⁷¹ Η Ελλάδα είναι η πρώτη σε αριθμό καιγόμενης έκτασης ανά πυρκαγιά χώρα σε όλη την Ευρώπη, ενώ οι περιοχές που καταστρέφονται από τις πυρκαγιές καλύπτουν πολύ μεγαλύτερη έκταση από αυτές που αναδασώνονται κάθε χρόνο. Μόνο στο Λεκανοπέδιο της Αττικής, η έκταση που καλυπτόταν από υψηλό δάσος τα τελευταία 30 χρόνια μειώθηκε από το 30% της συνολικής έκτασης του Λεκανοπεδίου στο 1-2%. Βλ. και Ψήφισμα σχετικά με τις πυρκαγιές στην Ελλάδα, Επίσημη Εφημερίδα αριθμ. C292 της 21/09/1998 σ. 0165

Γράφημ. 23. Ολοκληρωμένο σύστημα πρόληψης και καταστολής πυρκαγιών



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Donald G. MacGragor (2005) 'The future of fire in environmental management', Futures 2005, 1-14
2. Sampson R. Neil, Sampson W. Robert (2005) 'Application of hazard and risk analysis at the project level to assess ecological impact', Forest Ecology and Management 211, 109-116
3. Hoseinali F., Rajabi M.A. 'Forest Fire Management Using Geospatial Information Systems', downloaded from Internet site:
http://www.gisdevelopment.net/application/environment/ffm/me05_032.htm
4. Akpinar E. Usul N. 'GIS in Forest Fires', downloaded from Internet site:
<http://gis.esri.com/library/userconf/proc05/papers/pap1052.pdf>
5. Καϊλίδης Δ., Καρανικόλα Π. (2004) 'Δασικές Πυρκαγιές 1900-2000' σελ 123-124,135-137,187,192 196,218, Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη
6. Bachmann Andreas (2001) 'GIS – Based Wildland Fire Risk Analysis', Dissertation zur Erlangung der naturwissenschaftlichen Doktorwurde vorgelegt der Mathematisch – naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich, 2001
7. United States Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station (2002) 'Wildland Fire in Ecosystems: Effects of Fire on Air', General Technical Report RMRS-GTR-42-volume 5, December 2002
8. <http://forest.mtu.edu/classes/fw3020/fireecol.htm>
9. Euro-Mediterranean Wildland Fire Laboratory 'Wildland Fire Danger and hazards: a State of the Art', Deliverable D-08-02, downloaded from Internet site:
<http://www.eufirelab.org>
10. Τσακιράκης Α., Φαρμακίδης Χ. (2003) 'Ανάλυση των μεγάλων δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα κατά τα έτη 1998-2001', Πτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 2003
11. Ντάφης Αθ. Σπύρος (1986) 'Δασική Οικολογία', σελ 193-195, Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη
12. Jaiswal Kumar Rajeev, Mukherjee Saumitra, Raju D. Kumaran, Saxena Rajesh (2002) 'Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS', International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 4, 1-10

13. Sastry K.L.N. 'Forest fire risk area mapping of gir – P.A. Integrating Remote Sensing, meteorological and topographical data – a GIS approach', downloaded from Internet site: http://www.gisdevelopment.net/application/natural_hazards/fire/nhf0004.htm
14. Υπουργείο Δημοσίας Τάξεως, Αρχηγείο Πυροσβεστικού Σώματος, Γραφείο Τύπου (2005) 'Αποτελέσματα Αντιπυρικής Περιόδου Έτους 2005', downloaded from Internet site: <http://www.fireservice.gr/2005/dec/1.pdf>
15. Xanthopoulos G. (2000) 'Forest Fires in Greece', International Forest Fire News 23, 76-84
16. Τριπολιτσιώτης Η. Αχιλλέας (2003) 'Ανάπτυξη και λειτουργία ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης δασικών πυρκαγιών', Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης
17. European Commission. Forest Fires in Europe 2004. Official Publication of the European Commission S.P.I.05.147 EN. European Communities 2005. Downloaded from Internet site: <http://inforest.jrc.it/documents/fires/2004-publications/Fire-Report-2004.pdf>.
18. Roloff J. Gary, Mealey P. Stephen, Clay Christopher, Barry Jerry, Yanish Curt, Neuenschwander Leon (2005) 'A process for modelling short- and long-term risk in the southern Oregon Cascades', Forest Ecology and Management 211, 166-190
19. Ansell Jake, Wharton Frank (1992) 'Risk: Analysis, Assessment and Management', John Wiley and Sons Ltd
20. O' Laughlin Jay (2005) 'Policy issues relevant to risk assessments, balancing risks, and the National Fire Plan: Needs and opportunities', Forest Ecology and Management 211, 3-14
21. Hardy C. Colin (2005) 'Wildland fire hazard and risk: Problems, definitions and context', Forest Ecology and Management 211, 73-82
22. Gardiner A. Barry, Quine Christopher (2000) 'Management of forests to reduce the risk of abiotic damage – a review with particular reference to the effects of strong winds', Forest Ecology and Management 135, 261-277
23. Fairbrother Anne, Tunley G. Jessica (2005) 'Predicting risks of uncharacteristic wildfires: Application of the risk assessment process', Forest Ecology and Management 211, 28-35
24. Finney A. Mark (2005) 'The challenge of quantitative risk analysis for wildland fire', Forest Ecology and Management 211, 97-108

25. Euro-Mediterranean Wildland Fire Laboratory ‘Common methods for mapping the wildland fire danger’, Deliverable D-08-05, downloaded from Internet site:
<http://www.eufirelab.org>
26. Petrakis M, Psiloglou B, Lianou M, Keramitsoglou I, and Cartalis C (2005)
‘Evaluation of forest fire risk and fire extinction difficulty at the mountainous park of Vikos – Aoos, Northern Greece: use of remote sensing and GIS techniques’,
International Journal of Risk Assessment and Management, Vol. 5, No., 1, pp. 50-65
27. Kalabokidis K., Karavitis C. and Vasilakos C. ‘Automated fire and flood danger assessment system’, Downloaded from Internet site:
<http://www.fria.gr/chapters/warmCh17Kalabokidis.pdf>
28. Caballero D., Xanthopoulos G. Kallidromitou D., Lyrintzis G., Bonazountas M., Papachristou P., Pacios O., ‘FOMFIS : Forest Fire Management And Fire Prevention System’, Downloaded from Internet site:
http://www.gnomusy.com/publications/19991118_Caballero_FOMFIS.pdf
29. Viegas D. X., Allgower B., Koutsias N., Eftichidis G. ‘Fire Spread and the Wildland Urban Interface’, Downloaded from Internet site:
<http://www.fria.gr/chapters/warmCh12Viegas.pdf>
30. Keramitsoglou I, Kiranoudis T. Chris, Sarimveis Haralambos and Sifakis Nikolaos (2004) ‘A Multidisciplinary Decision Support System for Forest Fire Crisis Management’, Environmental Management, Vol. 33, No. 2, pp. 212-255
31. Vakalis D., Sarimveis H., Kiranoudis C., Alexandridis A., Bafas G. (2004) ‘A GIS based operational system for wildland fire crisis management I. Mathematical modelling and simulation’, Applied Mathematical Modelling 28, 389-410
32. Vakalis D., Sarimveis H., Kiranoudis C., Alexandridis A., Bafas G. (2004) ‘A GIS based operational system for wildland fire crisis management II. System architecture and case studies’, Applied Mathematical Modelling 28, 411-425
33. San-Miguel-Ayanz Jesus, Barbosa M.P., Schmuck G., Liberta G. ‘The European Forest Fire Information System’, Downloaded from Internet site:
http://inforest.jrc.it/documents/fires/2003-publications/EFFIS_earsel_paper.pdf
34. Burton T.A., Dether D.M., Erickson J.R., Frost J.P., Morelan L.Z., Rush W.R., Thornton J.L. and Weiland C.A. ‘Resources at risk: A fire – based hazard/risk assessment for Boise National park’, Downloaded from Internet site:
<http://jfsp.nifc.gov/conferenceproc/HR-03Burtonetal.pdf>.

35. Giri C. and Shrestha S. (2000) 'Forest fire mapping in Huay Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand', International Journal of Remote Sensing, Vol. 21, No. 10. 2023-2030
36. Farris A. Calvin, Pezeshki Charles, Neuenschwander F. Leon 'A comparison of fire probability maps derived from GIS modelling and direct simulation techniques', Downloaded from Internet site: <http://jfsp.nifc.gov/conferenceproc/HR-08Farrisetal.pdf>
37. Lymberopoulos N., Papadopoulos C., Stefanakis E., Pantalos N., Lockwood F. 'A GIS – Based Forest Fire Management Information System', downloaded from Internet site: <http://www.dbnet.ece.ntua.gr>
38. Miller Caroll, Landres B. Peter, Alaback B. Paul 'Evaluating risks and benefits of wildland fire at landscape scales', downloaded from Internet site: <http://jfsp.nifc.gov>
39. Fiorucci Paolo, Gaetani Francesco, Minciardi Riccardo 'Structural and operational design of a decision support system aiming at forest fire risk management in WUI', downloaded from Internet site: <http://www.fria.gr/chapters/warmCh28Fiorucci.pdf#search=%22Fiorucci%20Paolo%20Bforest%20fire%20risk%22>
40. Johnson S. Peter, Christopherson L. Gary 'Using the Analytical Hierarchy Process to Create a Wildfire Model', downloaded from Internet site: <http://gis.esri.com/library/userconf/proc05/papers/pap1403.pdf>
41. Johnson C. Verner (2005) 'Calculating Wildfire Hazard Levels: Algebraic Raster Construction using Spatial Analyst', ESRI International User Conference San Diego, California, July 2005, downloaded from Internet site: <http://gis.esri.com/library/userconf/proc05/papers/pap2128.pdf>
42. Dimopoulou Maria, Giannikos Ioannis (2004) 'Towards an integrated framework for forest fire control', European Journal of Operational Research 152, 476-486
43. Καρτέρης Α. Μιχάλης (2002-2003) 'Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Περιβάλλοντος', σελ 13-14, Τμήμα Εκδόσεων, Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο, Α.Π.Θ.
44. Commission on Risk Assessment and Risk Management (1996) 'Risk Assessment and Risk Management in Regulatory Decision – Making', Draft Report for Public Review and Comment, downloaded from Internet site: http://www.riskworld.com/Nreports/1996/risk_rpt/html/nr6aa001.htm

45. Borchers G. Jeffrey (2005) 'Accepting uncertainty, assessing risk: Decision quality in managing wildfire, forest resource values, and new technology', *Forest Ecology and Management* 211, 36-46
46. Jay O' Laughlin (2005) 'Policies for risk in federal land and resource management decisions', *Forest Ecology and Management* 211, 15-27
47. Καρτέρης Α. Μιχάλης (1995) 'Δασική Αεροφωτογραφία', σελ 263-267, University Studio Press, Θεσσαλονίκη
48. Κανονισμός (EEC) 3529/1986 (L 015 19/01/1989 σ. 0039-0039)
49. Κανονισμός (EEC) 2158/1992 (L 217 31/07/1992 σ. 0003-0007)
50. Κανονισμός (EEC) 2152/2003 (EEL 324 11/12/2003 σ.1)
51. Κανονισμός (EEC) 804/94 (EEL 093 12/04/0994 σ. 0011-0015)
52. Κανονισμός (EEC) 1614/1989 (L 165 15/06/1989 σ. 0010-001)
53. Κανονισμός (ΕΚ) αριθμ. 1170/93 (L 118 14/05/1993 σ. 0023-0042)
54. Κανονισμός (ΕΚ) αριθμ. 1460/98 (L 193 09/07/1998 σ. 0020-0021)
55. Κανονισμός (ΕΚ) αριθμ. 1485/2001 (EEL 196 10/07/2001)
56. Σύνταγμα της Ελλάδος (ΦΕΚ Α' 85/18.4.2001)
57. Κανονισμός (ΕΚ) αριθμ. 1727/99, EEL 203 03/08/1999
58. Δασικός Κώδικας (Ν.Δ. 86/1969, ΦΕΚ Α' 7/18.1.1969)
59. Νόμος 998/1979 'περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της Χώρας' (ΦΕΚ Α' 289/29.12.1979)
60. Νόμος 1845/1988 'Ανάπτυξη και αξιοποίηση της αγροτικής έρευνας και τεχνολογίας – Δασοπροστασία και άλλες διατάξεις' (ΦΕΚ Α' 102/26.4.1989)
61. Νόμος 2612/1998 'Ανάθεση της δασοπυρόσβεσης στο Πυροσβεστικό Σώμα και άλλες διατάξεις' (ΦΕΚ Α' 112/25.5.1998)
62. Ν. 3208/2003 'Προστασία των δασικών οικοσυστημάτων, κατάρτιση δασολογίου, ρύθμιση εμπράγματων δικαιωμάτων επί δασών και δασικών εν γένει εκτάσεων και άλλες διατάξεις', (ΦΕΚ Α' 303/24.12.2003)
63. Νομολογία Συμβουλίου της Επικρατείας αριθ. 595/1999
64. Νομολογία Συμβουλίου της Επικρατείας αριθ. 565/1999
65. Νομολογία Συμβουλίου της Επικρατείας αριθ. 3342/1999
66. ΚΥΑ 61346/2891 (ΦΕΚ Β' 571 19980605)
67. Ανδριανός Γ. Γκουρμπάτσης (1999) 'Η Συνταγματική Θεμελίωση του Ισχύοντος Συστήματος Δασοπυρόσβεσης', σελ 188-192, Αρχείο Νομολογίας, Περίοδος Β' (Ν')

68. Pew K.L., Larsen C.P.S. (2001) 'GIS analysis of spatial and temporal patterns of human-caused wildfires in the temperate rain forest of Vancouver Island, Canada', *Forest Ecology and Management* 140, 1-18
69. Hernandez – Leal P.A., Arbelo M., Gonzalez Calvo A. (2005) 'Fire risk assessment using satellite data', *Advances in Space Research*
70. Chuvieco Emilio, Congalton G. Russell (1989) 'Application of Remote Sensing and Geographic Information Systems to Forest Fire Hazard Mapping', *Remote Sens. Environ.* 29:147-159
71. Ντάφης Σ., Παπαστεργιάδου Ε., Γεωργίου Κ., Μπαμπαλώνας Δ., Γεωργιάδης Θ., Παπαγεωργίου Μ., Λαζαρίδου Θ., Τσιαούση Β., 'Οδηγία 92/49/ΕΟΚ. Το έργο οικοτόπων στην Ελλάδα. Δίκτυο Φύση 2000', Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων
72. Σχέδιο Δασοπυρόσβεσης Έτους 2005, Πυροσβεστική Υπηρεσία Χανίων
73. Κ.Σ. Μητσόπουλος, Π.Π. Κουλελής, Α.Π. Δημητρακόπουλος, Ι.Δ. Μητσόπουλος, 'Το θεσμικό πλαίσιο αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση', *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*, Σειρά II, Τόμος 17, Τεύχος 1/2006, σελ. 59-68
74. Ε-Α Μαριά, 'Η νομική προστασία των δασών', Εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκκουλα, 1998
75. Α. Λιάκου, 'Πυρκαγιές άγριων δασών', *Γεωτεχνική Ενημέρωση*, Τεύχος 52, Οκτώβριος 1993
76. Κούτσιας Νίκος, Καρτέρης Μιχάλης, 'Μοντελοποίηση και Χαρτογράφηση του Βαθμού Επικινδυνότητας Έναρξης των Δασικών Πυρκαγιών σε Εθνική Κλίμακα', *Ελληνική Εταιρία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών*, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο "Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών – Δυνατότητες και Εφαρμογές, Προοπτικές και Προκλήσεις"
77. Βασιλάκος Χρήστος, Χατζόπουλος Ιωάννης, Καλαμποκίδης Κώστας, Παπαπαναγιώτου Ευάγγελος, 'Σχεδιασμός Δικτύου Ανίχνευσης Δασικών Πυρκαγιών Με Χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών', *Ελληνική Εταιρία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών*, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο "Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών – Δυνατότητες και Εφαρμογές, Προοπτικές και Προκλήσεις"

INTERNET SITES

1. <http://www.geocomm.com/>
2. <http://www.esri.com>
3. <http://www.eufirelab.org/>
4. <http://enva2.env.uea.ac.uk/>
5. <http://www.fire.org/>
6. <http://www.fire.uni-freiburg.de/>
7. <http://www.firelab.utoronto.ca/>
8. <http://rst.gsfc.nasa.gov/>
9. <http://effis.jrc.it/Home/>
10. <http://www.firehogs.com/>
11. <http://www.firelab.org/>
12. <http://www.wfas.net/>
13. <http://www.fs.fed.us/>
14. <http://www.civilprotection.gr/ecff/ecff.htm>
15. http://fire.cfs.nrcan.gc.ca/index_e.php
16. <http://www.fireservice.gr/>
17. <http://hydrogis.geology.upatras.gr/>
18. <http://gislounge.com/ll/wildlandfire.shtml>
19. <http://www.isprs.org/>
20. <http://whyfires.org>
21. <http://gis.esri.com/library/>
22. <http://www.firewise.org>
23. <http://www.fria.gr/>
24. <http://jfsp.nifc.gov/>
25. <http://www.dbnet.ece.ntua.gr>
26. <http://www.riskworld.com/>
27. <http://www.fao.org>
28. <http://www.gisdevelopment.net/>
29. <http://forest.mtu.edu/>
30. <http://inforest.jrc.it/>

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η πραγματοποίηση της μεταπτυχιακής αυτής διατριβής θα ήταν αδύνατη χωρίς την βοήθεια και συμβολή ορισμένων ανθρώπων. Συγκεκριμένα, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου:

στον Καθηγητή κ. Καρατζά Γεώργιο που μου έδωσε το ερέθισμα για να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα, και τους υποψήφιους διδάκτορες του Εργαστηρίου Γεωπεριβαλλοντικής Μηχανικής, Κουργιαλά Νεκτάριο, Γεωπόνο και Ζαχαριάδη Χρυσούλα, Μηχανικό Περιβάλλοντος, για την βοήθεια τους καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της μεταπτυχιακής αυτής διατριβής

στην Επίκουρο Καθηγήτρια του Γενικού Τμήματος, κα. Μαριά Ευπραξία – Αίθρα, για τις πολύτιμες συμβουλές της και την καθοδήγηση της, αλλά και για το καλό πνεύμα συνεργασίας που είχαμε καθ' όλη την διάρκεια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών

στον Καθηγητή του Εργαστηρίου Υδρογεωχημικής Μηχανικής και Αποκατάστασης Εδαφών, κ. Νικολαΐδη Νικόλαο και ιδιαίτερα στην υποψήφια διδάκτορα Σταμάτη Φωτεινή, Μηχανικό Περιβάλλοντος, για την παροχή ψηφιακού χαρτογραφικού υλικού και στοιχείων, καθώς και για τις συμβουλές της.

στο προσωπικό της Διεύθυνσης Δασών Χανίων, στον Διευθυντή Δασών κ. Κασιωτάκη Βασίλειο και κυρίως στις εξαιρετες δασολόγους Δρ. Καργιολάκη Χαρίκλεια, Νούσια Παρασκευή και Λουπάκη Αργυρώ, χωρίς την βοήθεια των οποίων δεν θα ήταν εφικτή η πραγματοποίηση αυτής της διατριβής

στον κ. Άδωνι Κοντό, πρόεδρο της εταιρίας Marathon Data Systems, για την ευγενική παραχώρηση του λογισμικού πακέτου ArcGIS 9.0 στο Εργαστήριο Γεωπεριβαλλοντικής Μηχανικής

στην μεταπτυχιακή φοιτήτρια του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Σπυριδοπούλου Μαρούλα, Γεωλόγο, για τις εύστοχες παρατηρήσεις της και για την αμέριστη συμπαράσταση και ηθική ενίσχυση που μου προσφέρει απλόχερα.

Στους γονείς και τον αδερφό μου εκφράζω τις θερμές μου ευχαριστίες για την ανιδιοτελή ηθική και υλική συμπαράσταση που μου προσφέρουν σε όλα τα χρόνια των σπουδών μου.

Μπαρνιάς Αντώνιος
Δασολόγος- Περιβαλλοντολόγος