



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΚΡΙΣΕΩΝ ΑΠΟ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ**

του/της

ΛΥΔΙΑΣ ΙΣΜΗΝΗΣ ΛΟΥΚΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΣΙΟΤΡΑΣ

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού
διπλώματος στη Διοίκηση Επιχειρήσεων

ΙΟΥΝΙΟΣ 2022

Ευχαριστίες

Μετά το πέρας της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Γεώργιο Τσιότρα για την συνεχή καθοδήγηση του, τις πολύτιμες συμβουλές του, την ενθάρρυνση και την υποστήριξη του καθ' όλη τη διάρκεια συγγραφής της.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους τους καθηγητές του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Διοίκηση Επιχειρήσεων για τις γνώσεις που μας προσέφεραν μέσα σε αυτές τις αντίξοες συνθήκες που βιώσαμε λόγω της πανδημίας του Covid-19.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και την οικογένεια μου για την συμπαράσταση τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κατάλογος Πινάκων	3
Πίνακας Γραφημάτων	4
Κατάλογος Εικόνων	6
Περίληψη	7
Abstract	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Εισαγωγικές Παρατηρήσεις	9
1.2 Αναγκαιότητα Διπλωματικής Εργασίας.....	9
1.3 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας.....	10
1.4 Διάρθρωση Διπλωματικής Εργασίας	10
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	12
2.1 Εισαγωγή.....	12
2.2 Δάση και Πυρκαγιές.....	12
2.3 Αίτια και συνέπειες των δασικών πυρκαγιών	13
2.4 Παράγοντες που επιδρούν στην έναρξη και εξάπλωση των πυρκαγιών στα δάση....	15
2.5 Τύποι δασικών πυρκαγιών	16
3. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΕΥΝΩΝ.....	18
3.1 Εισαγωγή.....	18
3.2 Μοντέλο Τεχνητής Νοημοσύνης IoT και Βαθιά Μάθηση.....	18
3.2.1 Αρχιτεκτονική Δομή του συστήματος IoT	19
3.2.2 Εφαρμογή του συστήματος IoT.....	20
3.3 Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων ZigBee	21
3.3.1 Μεθοδολογία Συστήματος ZigBee	21
3.4 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) στη διαχείριση δασικών πυρκαγιών	23
3.4.1 Γενικά Χαρακτηριστικά των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ)	23
3.4.2 Σχεδιασμός και Ανάπτυξη του SIS	24
3.5 Δορυφόροι: Μέσο παρατήρησης και εντοπισμού δασικών πυρκαγιών.....	26
3.5.1 Οπτικοί Αισθητήρες και Ψηφιακή Κάμερα.....	27
3.5.1.1 Forest Watch.....	28

3.5.1.2 Fire Watch.....	29
4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	30
4.1 Εισαγωγή	30
4.2 Πληθυσμός – Δείγμα	31
4.3 Ερωτηματολόγιο Έρευνας.....	31
4.4 Μεθοδολογία Στατιστικής Ανάλυσης	33
5. Αποτελέσματα έρευνας.....	33
5.1 Εισαγωγή	33
5.2 Δημογραφικά Στοιχεία Δείγματος.....	34
6. Συμπεράσματα	68
6.1 Εισαγωγή	68
6.2 Συμπεράσματα Εμπειρικής Έρευνας.....	68
6.3 Περιορισμοί και Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα.....	70
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	71

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 1.....	35
Πίνακας 2. Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 2.....	36
Πίνακας 3. Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 3.....	38
Πίνακας 4. Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 4.....	40
Πίνακας 5. Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 5.....	41
Πίνακας 6. Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 6.....	42
Πίνακας 7. Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 7.....	43
Πίνακας 8. Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 8.....	44
Πίνακας 9. Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 9.....	45

Πίνακας 10. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 10.....	46
Πίνακας 11. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 11.....	48
Πίνακας 12. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 12.....	49
Πίνακας 13. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 13.....	50
Πίνακας 14. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 14.....	51
Πίνακας 15. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 15.....	53
Πίνακας 16. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 16.....	54
Πίνακας 17. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 17.....	55
Πίνακας 18. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 18.....	57
Πίνακας 19. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 19.....	58
Πίνακας 20. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 20.....	59
Πίνακας 21. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 21.....	60
Πίνακας 22. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 22.....	62
Πίνακας 23. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 23.....	63
Πίνακας 24. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 24.....	64
Πίνακας 25. Πίνακας συχνότητων ερώτησης 25.....	65

Πίνακας Γραφημάτων

Διάγραμμα 1. Ραβδόγραμμα ερώτησης 1.....	36
Διάγραμμα 2. Ραβδόγραμμα ερώτησης 2.....	38
Διάγραμμα 3. Ραβδόγραμμα ερώτησης 3.....	39

Διάγραμμα 4. Ραβδόγραμμα ερώτησης 4.....	41
Διάγραμμα 5. Ραβδόγραμμα ερώτησης 5.....	42
Διάγραμμα 6. Ραβδόγραμμα ερώτησης 6.....	43
Διάγραμμα 7. Ραβδόγραμμα ερώτησης 7.....	44
Διάγραμμα 8. Ραβδόγραμμα ερώτησης 8.....	45
Διάγραμμα 9. Ραβδόγραμμα ερώτησης 9.....	46
Διάγραμμα 10. Ραβδόγραμμα ερώτησης 10.....	47
Διάγραμμα 11. Ραβδόγραμμα ερώτησης 11.....	48
Διάγραμμα 12. Ραβδόγραμμα ερώτησης 12.....	49
Διάγραμμα 13. Ραβδόγραμμα ερώτησης 13.....	51
Διάγραμμα 14. Ραβδόγραμμα ερώτησης 14.....	52
Διάγραμμα 15. Ραβδόγραμμα ερώτησης 15.....	53
Διάγραμμα 16. Ραβδόγραμμα ερώτησης 16.....	55
Διάγραμμα 17. Ραβδόγραμμα ερώτησης 17.....	56
Διάγραμμα 18. Ραβδόγραμμα ερώτησης 18.....	57
Διάγραμμα 19. Ραβδόγραμμα ερώτησης 19.....	59
Διάγραμμα 20. Ραβδόγραμμα ερώτησης 20.....	60
Διάγραμμα 21. Ραβδόγραμμα ερώτησης 21.....	61
Διάγραμμα 22. Ραβδόγραμμα ερώτησης 22.....	63
Διάγραμμα 23. Ραβδόγραμμα ερώτησης 23.....	64
Διάγραμμα 24. Ραβδόγραμμα ερώτησης 24.....	65
Διάγραμμα 25. Ραβδόγραμμα ερώτησης 25.....	66

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Πυρκαγιά εδάφους.....	17
Εικόνα 2. Πυρκαγιά επιφάνειας.....	18
Εικόνα 3. Πυρκαγιά κόμης.....	19
Εικόνα 4. Αρχιτεκτονική δομή του IoT.....	21
Εικόνα 5. Τυπικό παράθυρο προβολής του GIS.....	26
Εικόνα 6. Σύστημα οπτικού αισθητήρα «Forest Watch».....	29
Εικόνα 7. Σύστημα οπτικού αισθητήρα «Fire Watch».....	30

Περίληψη

Τα λειτουργικά συστήματα που εφαρμόζονται από δασαρχεία και οργανισμούς για την αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών, έχουν μεγάλη σημασία τόσο για την οικονομία μιας χώρας όσο και για τον ίδιο τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Η καταστροφή ενός δάσους ή μιας δασικής έκτασης, επιφέρει σημαντικές συνέπειες τόσο στα άτομα που απασχολούνται στο δάσος, όσο και στην υγεία του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου και στην διατήρηση της ισορροπίας της φύσης. Συγχρόνως, παρατηρείται μια στροφή του ανθρώπου στην προστασία της φύσης και του δάσους, εξαιτίας των καταστροφικών πυρκαγιών που έχουν πλήξει πολλές χώρες ανά τον κόσμο τα τελευταία χρόνια, με αποτέλεσμα, να κρίνεται ολοένα και πιο απαραίτητη η μελέτη και η γνώση συστημάτων που βοηθούν στην έγκαιρη αντιμετώπιση μιας δασικής πυρκαγιάς. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί ο έλεγχος και η ανάλυση των λειτουργικών συστημάτων πυρανίχνευσης και όλα τα μέτρα που εφαρμόζονται για την διατήρηση και την προστασία ενός δάσους. Αρχικά, παρουσιάζεται η διεθνής βιβλιογραφία σχετικά με τα λειτουργικά συστήματα και μοντέλα διαχείρισης κρίσεων δασικών πυρκαγιών. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε εμπειρική έρευνα, με την διανομή 56 ερωτηματολογίων σε δασαρχεία και πυροσβεστικά σώματα τα οποία απαντήθηκαν από εργαζόμενους από τους αντίστοιχους φορείς. Χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική ανάλυση των απαντήσεων. Τα αποτελέσματα της έρευνας αποδουκνούν την βαρύτητα των υφιστάμενων μοντέλων/λειτουργικών συστημάτων στην διαχείριση κρίσεων μιας δασικής πυρκαγιάς.

Λέξεις κλειδιά: *Μοντέλα/Λειτουργικά Συστήματα, Διαχείριση Κρίσεων, Δασικές Πυρκαγιές, Αποτελεσματικότητα Λειτουργικών Συστημάτων στην Έγκαιρη Αντιμετώπιση Δασικών Πυρκαγιών*

Abstract

The operating systems implemented by forestry departments and organizations to deal with forest fires are of great importance for the economy of a country as well as for humans and the environment. The destruction of a forest or a forest area, has important consequences for the people employed in the forest, as well as for the health of the wider society and the maintenance of the balance of nature. At the same time, there is a shift in human protection of nature and forest, due to the catastrophic fires that have hit many countries around the world in recent years, thus, it is increasingly necessary to study and know systems that help in time dealing with a forest fire. The purpose of this dissertation is the control and analysis of operating fire detection systems and all measures applied to the conservation and protection of a forest. First, the international literature on operating systems and models of forest fire crisis management is presented. Subsequently, an empirical survey was conducted, with the distribution of 56 questionnaires to forestry departments and fire brigades, which were answered by employees from the respective bodies. Descriptive statistical analysis of the responses was used. Results of the research reclaim the weight of the existing models / operating systems in the crisis management of a forest fire.

Key words: *Models / Operating Systems, Crisis Management, Forest Fires, Efficiency of Operating Systems in Timely Forest Fires*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Η διαχείριση κρίσεων αποτελεί μια πολύ σημαντική επιστήμη, η οποία αποκτά ολοένα και περισσότερη σημασία για τις επιχειρήσεις. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα εργαλείο της σύγχρονης διοίκησης και των δημοσιών σχέσεων με κύριο στόχο την ανάλυση και διαχείριση των κινδύνων που αντιμετωπίζει μια επιχείρηση, ένας οργανισμός, ένα πρόσωπο ή μια χώρα (Pearson and Clair, 1998).

Μια κρίση μπορεί να οφείλεται είτε σε φυσικά φαινόμενα, ατυχήματα, φυσικές καταστροφές, προβλήματα υγείας, τεχνικές βλάβες όπως επίσης και οι δυνάμεις της αγοράς και της οικονομίας είναι οι κυριότερες εκφάνσεις των ενδεχόμενων κρίσεων που μπορεί να αντιμετωπίσει μια επιχείρηση ή ένα κράτος. (Pearson and Clair, 1998)

Στη παρούσα διπλωματική εργασία θα αναλυθεί ο κίνδυνος μιας ενδεχόμενης δασικής πυρκαγιάς και όλα τα μέσα που θα χρησιμοποιηθούν για την έγκαιρη αντιμετώπιση της.

1.2 Αναγκαιότητα Διπλωματικής Εργασίας

Το δάσος είναι ένα φυσικό αγαθό με πολυσήμαντο ρόλο και ανυπολόγιστη αξία για την ζωή και τον άνθρωπο. Αποτελεί έναν ανανεώσιμο φυσικό πόρο με τεράστιες ανεξάντλητες δυνατότητες για την οικονομική, περιβαλλοντική, κοινωνική και πολιτιστική ανάπτυξη ενός τόπου, για την ευημερία του καθώς και για τη δημιουργία καλύτερων συνθηκών ζωής. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ολοένα και περισσότερο η ύπαρξη δασικών πυρκαγιών, με καταστροφικές συνέπειες τόσο στα δασικά οικοσυστήματα όσο και στον ίδιο τον άνθρωπο.

Η ανάγκη για την έρεση κατάλληλων μέτρων για την προστασία των δασών γίνεται συνεχώς και μεγαλύτερη. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, η κατασκευή συστημάτων πυρανίχνευσης, όπως και τα διάφορα μοντέλα με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης, έχουν αποδείξει πως αν λειτουργούν αποδοτικά μπορούν να μειώσουν σε σημαντικό βαθμό τα καταστρεπτικά αποτελέσματα μιας δασικής πυρκαγιάς.

Υπό το πρίσμα αυτό, κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω διερεύνηση των λειτουργικών συστημάτων και των μοντέλων διαχείρισης κρίσεων απο δασικές πυρκαγιές, προκειμένου να αναλυθεί και να προσδιοριστεί η αποδοτικότητα τους και οι τρόποι με τους οποίους μπορούν οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί να τις εφαρμόζουν.

1.3 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η σημασία και η αναγκαιότητα της διατήρησης ενός δασικού οικοσυστήματος, η ανάλυση της αποδοτικότητας των υφιστάμενων συστημάτων πυρανίχνευσης, καθώς επίσης και όλα τα μέτρα που μπορούν να ληφθούν για την αντιμετώπιση μιας ενδεχόμενης δασικής πυρκαγιάς.

Οι κύριοι στόχοι της εργασίας συνοψίζονται στην εποικοδομητική και σε βάθος ανάλυση των παραπάνω θεμάτων καθώς επίσης και στην μελέτη του τρόπου με τον οποίο εφαρμόζονται, προκειμένου να παρουσιαστεί μια ολοκληρωμένη επισκόπηση επί του θέματος.

1.4 Διάρθρωση Διπλωματικής Εργασίας

Η εργασία αναπτύσσεται σε 6 κεφάλαια, εισάγοντας αρχικά τον αναγνώστη στην έννοια του δάσους και την αξία του και στην συνέχεια αναλύοντας τα συστήματα και τις μεθόδους που ακολουθούν τα δασαρχεία και οι οργανισμοί στην κατάσβεση δασικών πυρκαγιών.

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μια αναφορά σε κάποιες εισαγωγικές έννοιες σχετικά με το θέμα της διπλωματικής εργασίας. Στη συνέχεια, τονίζονται η αναγκαιότητα και η συνεισφορά της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, καθώς και ο σκοπός αυτής. Στο τέλος του πρώτου κεφαλαίου παρουσιάζεται η δομή των κεφαλαίων της διπλωματικής εργασίας.

Το δεύτερο κεφάλαιο, αποτελεί το θεωρητικό πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται μια αναφορά στην έννοια του δάσους και των δασικών πυρκαγιών, στα αίτια και στις συνέπειες των δασικών πυρκαγιών, όπως επίσης και στους διάφορους

τύπους αυτών, καθώς και στους παράγοντες οι οποίοι επιδρούν στην έναρξη και εξάπλωση των δασικών πυρκαγιών.

Στο τρίτο κεφάλαιο, ξεκινά η επισκόπηση ερευνών πάνω στο θέμα της διπλωματικής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται η ανάλυση 7 συστημάτων που χρησιμοποιούνται ως μέσα πρόληψης και κατάσβεσης δασικών πυρκαγιών. Ανάλυεται ο τρόπος εφαρμογής καθενός από αυτά, το κόστος λειτουργίας τους, το ποσοστό αποδοτικότητας τους και γίνεται μια προσπάθεια σύγκρισης όλων αυτών έτσι ώστε να βρεθεί το πιο αποδοτικό και οικονομικά συμφέρον.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το εμπειρικό μέρος της διπλωματικής εργασίας. Αναλυτικότερα, παρατίθεται η μεθοδολογία έρευνας που χρησιμοποιήθηκε για την διεξαγωγή της παρούσας έρευνας. Αρχικά, γίνεται η παρουσίαση του πληθυσμού και του δείγματος της έρευνας, ενώ στη συνέχεια παρουσιάζεται λεπτομερώς το περιεχόμενο της εμπειρικής έρευνας. Τέλος, το τέταρτο κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παράθεση της μεθοδολογίας της στατιστικής ανάλυσης των πρωτογενών δεδομένων που συλλέχθηκαν μέσω των ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων που διαμοιράστηκαν.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων. Πιο αναλυτικά, παρουσιάζονται τα αποτελεσμάτα από την περιγραφική στατιστική που πραγματοποιήθηκε με την χρήση του υπολογιστικού προγράμματος Microsoft Excel και του προγράμματος SPSS, όπου για κάθε ερώτηση προκύπτουν κάποιοι πίνακες και διαγράμματα που αφορούν συχνότητες και ποσοστά.

Τέλος, στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο καταγράφονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων που προέκυψαν στην διπλωματική εργασία, καθώς επίσης γίνεται και σύγκριση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας με άλλες έρευνες από τη βιβλιογραφία.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

2.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται το θεωρητικό πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, στην αρχή του κεφαλαίου γίνεται μια αναφορά στον ορισμό του δάσους και στην πολύπλευρη συνεισφορά του στον άνθρωπο. Έπειτα δίνεται ο ορισμός της πυρκαγιάς και γίνεται εκτενής αναφορά στα αίτια και στις συνέπειες που αυτή επιφέρει. Στη συνέχεια, αναλύονται οι παράγοντες που επιδρούν στην έναρξη και στην εξάπλωση των δασικών πυρκαγιών, ενώ στο τέλος του κεφαλαίου δίνονται οι διάφοροι τύποι δασικών πυρκαγιών και τα χαρακτηριστικά τους.

2.2 Δάση και Πυρκαγιές

Το δάσος αποτελεί ένα από τα πιο σύνθετα οικοσυστήματα που υπάρχουν στη φύση. Από τα αρχαία χρόνια, όπου ο άνθρωπος ζούσε σε αρμονία με τη φύση και σεβόταν τα ευεργετικά της πλεονεκτήματα, έως και σήμερα, τα δασικά οικοσυστήματα καθορίζουν την οικολογική ισορροπία και κατ' επέκταση την επιβίωση όλων των έμβιων όντων. Αν και η σημαντικότητα των δασών είναι αδιαμφισβήτητη, τα τελευταία χρόνια απειλούνται από διάφορους παράγοντες.

«Ως δάσος ή δασικό οικοσύστημα 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 αλληλοεπίδρασής τους, ιδιαίτερη βιοκοινότητα (δασοβιοκοινότητα) και ιδιαίτερο φυσικό περιβάλλον (δασογενές). Δασική έκταση υπάρχει όταν στο παραπάνω σύνολο η άγρια ξυλώδης βλάστηση, υψηλή ή θαμνώδης, είναι αραιά». (Σύνταγμα της Ελλάδας, άρθρο 24). Οι ωφέλειες του δάσους είναι πολλές και σημαντικές για την επιβίωση τόσο των ανθρώπων όσο και των ζώων. Ίσως τη σημαντικότερη αποτελεί, η παραγωγή οξυγόνου, στοιχείου απαραίτητου για την επιβίωση μας και ταυτόχρονα τη δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, εξασθενίζει τις ακραίες θερμοκρασίες, μειώνοντας τις μεγάλες και αυξάνοντας τις μικρές. Λειτουργεί ως φυσικός φράκτης της έντασης του ανέμου, ελαττώνει την συχνότητα του θορύβου, ενώ παράλληλα δεσμεύει τις βλαπτικές ουσίες του εδάφους.

Ενισχύει την ποιότητα του νερού, όπως επίσης, τα δέντρα με τις ρίζες τους συγκρατούν το έδαφος, μειώνουν την διάβρωση του εδάφους καθώς και τις πλυμμήρες. Γενικότερα, το δασικό οικοσύστημα δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες διατήρησης τόσο των φυτικών όσο και των ζωικών οργανισμών. Όσον αφορά τον άνθρωπο, η προσφορά του δάσους είναι πολύ μεγάλη, καθώς του παρέχει υγιεινές συνθήκες εργασίας, διαβίωσης, ψυχαγωγίας, ενώ παράλληλα συμμετέχει στην οικονομική, και κοινωνική ανάπτυξη του. (Ζάχαρης Αστ.)

Μια από τις μεγαλύτερες απειλές των δασικών οικοσυστημάτων είναι οι πυρκαγιές. Ως «Πυρκαγιά», ορίζεται οποιοδήποτε είδος ανεξέλεγκτης φωτιάς, που προκαλείται με κάποιο είδος καύσιμης ύλης (Κατσάνος 1970, σ.43), και οι συνέπειες αυτής μπορεί να είναι καταστροφικές. Η φωτιά αποτελεί ένα φυσικό φαινόμενο το οποίο προκαλείται από μη ελεγχόμενη καύση με οξυγόνο και συνοδεύεται από την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων θερμότητας και φωτός, με αποτέλεσμα την καταστροφή του καιγόμενου υλικού. Τις περισσότερες φορές όμως, για να προκληθεί φωτιά είναι απαραίτητη η παραγωγή θερμότητας, η οποία μπορεί να προκληθεί είτε λόγω υψηλής θερμοκρασίας είτε μέσω ανθρώπινης παρέμβασης.

Οι δασικές πυρκαγιές προκαλούν ανυπολόγιστες καταστροφές στα δασικά οικοσυστήματα, διότι με την έναρξή τους καίγονται μεγάλες εκτάσεις γης και αν οι καιρικές συνθήκες ευνοούν την εξάπλωσή τους, τότε η κατάσβεσή τους είναι πάρα πολύ δύσκολη. Είναι γεγονός λοιπόν, ότι οι δασικές πυρκαγιές συντελούν σε ανατρεπτικές αλλαγές στα δασικά οικοσυστήματα. Η επικινδυνότητα των αλλαγών αυτών εξαρτάται από τα συστήματα που εφαρμόζουν οι αρμόδιοι φορείς μετά από μια πυρκαγιά.

2.3 Αίτια και συνέπειες των δασικών πυρκαγιών

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί τόσο στη χώρα μας, όσο και παγκοσμίως, μια μεγαλύτερη συχνότητα εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών. Αυτές, μπορούν να προκληθούν είτε με την ανθρώπινη παρέμβαση, είτε λόγω της κλιματικής αλλαγής. Πιο συγκεκριμένα, αίτια δασικών πυρκαγιών είναι οι πυρκαγιές από κεραυνούς καθώς και οι πυρκαγιές από εμπρησμούς, είτε αυτές γίνονται από πρόθεση είτε από αμέλεια, ενώ υπάρχει ένα μικρό ποσοστό πυρκαγιών που οφείλεται σε άγνωστα αίτια.

Όσον αφορά την πρώτη κατηγορία, αυτές έχει παρατηρηθεί ότι σπανίως αποτελούν αφορμή εμφάνισης δασικής πυρκαγιάς. Ακόμα και αν καταφέρουν και προκαλέσουν πυρκαγιά, συνήθως γίνεται κατάσβεση της έγκαιρα λόγω του ότι μετά απο κεραυνούς σχεδόν πάντα ακολουθούν βροχές. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις όπου δεν έχει ακολουθήσει βροχή μετά απο κεραυνούς και τότε λόγω του ότι οι κεραυνοί κατά την πλειονότητα τους πέφτουν σε κακοτράχαλες και δύσβατες κορυφές η κατάσβεση φωτιάς σε ένα τέτοιο μέρος είναι πάρα πολύ δύσκολη.

Η δεύτερη κατηγορία αναφέρεται στις πυρκαγιές που μπορεί να οφείλονται στον άνθρωπο μετά απο πρόθεση. Στις περιπτώσεις αυτές οι εμπρηστές γνωρίζουν καλά την κατάσταση των καιρικών συνθηκών και επιλέγουν μέρες όπου θα ευνοηθεί η γρήγορη εξάπλωση της φωτιάς.

Η τρίτη και τελευταία κατηγορία πρόκειται για πυρκαγιές που απο αμέλεια μπορεί να προκαλέσει ο άνθρωπος. Παραδείγματα αυτής αποτελούν, η απόρριψη ενός αναμμένου τσιγάρου, η καύση ξύλων και ξερών κλαδιών αλλά και απορριμάτων.

Έχει παρατηρηθεί ότι το μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης δασικών πυρκαγιών οφείλεται στον ανθρώπινο παράγοντα είτε αυτό γίνεται εσκεμμένα είτε κατα λάθος. Ανεξάρτητα όμως της αιτίας εκδήλωσης μιας πυρκαγιάς οι συνέπειες είναι ανυπολόγιστες.

Οι καταστροφές απο τις δασικές πυρκαγιές χωρίζονται σε άμεσες και έμμεσες. Στις πρώτες συγκαταλέγονται οι απώλειες δασικών προϊόντων (π.χ. ρητίνης), καθώς και της βλάστησης. Επιπλέον, άμεσες μπορούν να θεωρηθούν οι καταστροφές ολόκληρων γεωργικών καλλιεργειών, κατοικίες, βιομηχανίες ή και άλλες κτιριακές εγκαταστάσεις.

Στις έμμεσες καταστροφές συγκαταλέγονται οι παρακάτω:

- Οικολογικές. Έπειτα απο μια πυρκαγιά παρατηρείται μια αναδιάρθρωση της ισορροπίας του οικοσυστήματος, με την προσθήκη ειδών χαμηλότερης οικολογικής αξίας, ενώ παράλληλα αλλοιώνεται η τροφική αλυσίδα καθώς κάποια είδη τα οποία απειλούνται, σταδιακά εξαφανίζονται.
- Υδρολογικές. Λόγω της καύσης της οργανικής ύλης του εδάφους, γίνεται βαθμιαία υποχώρηση του εδάφους, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να συγκρατήσει το νερό της βροχής και να παρατηρούνται ολοένα και αυξανόμενες πλημμύρες στις αστικές περιοχές.

- Περιορισμός θέσεων εργασίας. Με τις ζημίες που προκαλεί η πυρκαγιά στο δάσος, μειώνονται οι θέσεις απασχόλησης, όπως είναι οι δασεργάτες, δασοφύλακες, ξυλοκόποι και άλλοι πολλοί, λόγω του ότι δεν υπάρχει πλέον δασική ύλη προς αξιοποίηση.
- Υπερβόσκηση. Αλλοιώνεται η ισορροπία των βοσκοτόπων, καθώς τα κοπάδια που βοσκούσαν στην άλλωτε καμμένη γη, μεταναστεύουν τώρα σε άλλα βοσκοτόπια, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ζημιών.
- Αισθητική και Πολιτιστική αξία του Δάσους. Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί το δάσος ως ένα μέσο αναψυχής, επομένως η καταστροφή του έχει σοβαρές συνέπειες στην ψυχική του υγεία.
- Υγειονομικές συνέπειες. Το δάσος όπως αναφέραμε και προηγουμένως, λειτουργεί ως φίλτρο των επιβλαβών αερίων. Με την σταδιακή καταστροφή του παρατηρείται μόλυνση της ατμόσφαιρας και τελικά επιβαρύνεται η υγεία του ανθρώπου.

2.4 Παράγοντες που επιδρούν στην έναρξη και εξάπλωση των πυρκαγιών στα δάση

Όπως προαναφέραμε, ο ανθρώπινος παράγοντας είναι ίσως ένας από τους πιο καταλυτικούς παράγοντες εμφάνισης μιας δασικής πυρκαγιάς. Όμως, πέρα από την ανθρώπινη συμβολή, οι περιβαλλοντικές και οι τοπογραφικές συνθήκες μιας περιοχής μπορούν να καθορίσουν την εξέλιξη μιας δασικής πυρκαγιάς.

Όσον αφορά τους μετεωρολογικούς παράγοντες σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται η ηλιακή ακτινοβολία, η ατμοσφαιρική πίεση, η θερμοκρασία του αέρα καθώς και η θερμοκρασία της επιφάνειας του εδάφους. Επιπλέον, η εξάτμιση, η σταθερότητα ή η αστάθεια της ατμόσφαιρας και η σχετική υγρασία του αέρα, συμβάλλουν με διαφορετικό τρόπο η κάθε μια, στην εξάπλωση μιας δασικής πυρκαγιάς. Η βροχή και ο άνεμος είναι επίσης δύο παράγοντες που επιδρούν στην έναρξη και εξάπλωση των πυρκαγιών στα δάση. Αναλυτικότερα, το νερό της βροχής που πέφτει κατά την διάρκεια του χρόνου, η ποσότητα του όπως και η χρονική διάρκεια της βροχής, συμβάλλουν στη μεταφορά των υδρατμών της ατμόσφαιρας στο έδαφος και στην αύξηση της υγρασίας στα καύσιμα υλικά. Ο άνεμος ασκεί μεγάλη επιρροή στην εξάπλωση των δασικών πυρκαγιών, διότι, αφενός προσδιορίζει την πορεία της φωτιάς, αφετέρου την ταχύτητα της διάδοσης της. Ύστερα από μελέτες,

παρατηρήθηκε ότι όταν η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται, η ταχύτητα εξάπλωσης της δασικής πυρκαγιάς αυξάνεται στο τετράγωνο. Στην χώρα μας, ιδιαίτερα κατα την διάρκεια του καλοκαιριού όπου διανύουμε μια περίοδο ξηρασίας, ο άνεμος είναι ο σημαντικότερος παράγοντας εξάπλωσης δασικών πυρκαγιών. (Volkan Sevinc, Omer Kucuk and Merih Goltas, 2020)

Στους τοπογραφικούς παράγοντες εξάπλωσης δασικών πυρκαγιών συγκαταλέγονται, το υψόμετρο, ο προσανατολισμός της περιοχής καθώς και η τοπογραφική διαμόρφωση (ανάγλυφο) της εκάστοτε περιοχής. Η κλίση μιας περιοχής, έχει την ίδια βαρύτητα με τον άνεμο, καθώς ο θερμός αέρας ο οποίος κινείται προς τα επάνω στρώματα, λειτουργεί ως προσάνναμα έως ότου συναντήσει την φωτιά. (Volkan Sevinc, Omer Kucuk and Merih Goltas, 2020)

2.5 Τύποι δασικών πυρκαγιών

Ανεξάρτητα με την αιτία πρόκλησης μιας δασικής πυρκαγιάς αυτές χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Πρόκειται για τις πυρκαγιές εδάφους, επιφάνειας και κόμης. Και στις τρεις κατηγορίες, οι μετεωρολογικοί παράγοντες που υποβοηθούν την εξάπλωση μιας δασικής πυρκαγιάς, είναι η ταχύτητα του ανέμου, η σχετική υγρασία του αέρα, η θερμοκρασία του αέρα, καθώς και το ύψος της βροχής. Η μίξη όλων ή κάποιων απο αυτών των παραγόντων, αποτελούν αίτιο πρόκλησης δασικών πυρκαγιών.



Εικόνα 1: Πυρκαγιά εδάφους

Σύμφωνα με την πρώτη κατηγορία δασικών πυρκαγιών, αυτή του εδάφους είναι ένα είδος που στη χώρα μας σπανίζει. Πρόκειται ουσιαστικά για κάυση της οργανικής ύλης του εδάφους, κάτω απο την επιφάνεια των φύλλων. Αναγνωριστικό στοιχείο αυτής της πυρκαγιάς είναι ότι εξαπλώνεται πάρα πολύ αργά και δεν υπάρχει καπνός με αποτέλεσμα να μην είναι εύκολα αντιληπτό στο ανθρώπινο μάτι. Αποτελούν το «προσάνναμα» της πυρκαγιάς επιφάνειας, αφού εφόσον υπάρχουν φύλλα εξαπλώνεται και η φωτιά. (Chowdary and Gupta, 2018)

Οι πυρκαγιές εδάφους αποτελούν τη συχνότερη μορφή δασικών πυρκαγιών και απο αυτές έπονται οι πυρκαγιές κόμης. Σε αυτή την κατηγορία καίγονται τα ξηρά φύλλα και η χαμηλή βλάστηση με αποτέλεσμα να γίνεται γρηγορότερη εξάπλωση της φωτιάς. Ο καπνός σε αυτό το είδος πυρκαγιάς, σε αντίθεση με αυτή του εδάφους είναι φανερός στον άνθρωπο και φτάνει έως την κόμη των δένδρων.



Εικόνα 2: Πυρκαγιά επιφάνειας

Η τελευταία κατηγορία πυρκαγιάς, αυτή της κόμης αποτελεί την πιο επικύνδυνη, διότι καίγεται η κόμη των δέντρων και αυτό προκαλεί την αποτόμη εξάπλωση της φωτιάς σε μεγάλες αποστάσεις.



Εικόνα 3: Πυρκαγιά κόμης

3. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΕΥΝΩΝ

3.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο αναλύονται σημαντικές ερευνητικές προσεγγίσεις σχετικά με τα διάφορα συστήματα διαχείρισης δασικών πυρκαγιών που έχουν κατα καιρούς χρησιμοποιηθεί. Αρχικά, γίνεται μια ανασκόπηση ερευνών σχετικά με τη λειτουργία του καθενός από αυτά και την αποδεδειγμένη ή μη αποτελεσματικότητά του. Στη συνέχεια αναλύονται τα διάφορα συστήματα διαχείρισης δασικών πυρκαγιών, καθώς και οι τεχνολογίες που εφαρμόζονται σε καθένα από αυτά και επιχειρείται μια σύγκριση μεταξύ τους με στόχο την εύρεση του πιο αποτελεσματικού.

3.2 Μοντέλο Τεχνητής Νοημοσύνης IoT και Βαθιά Μάθηση

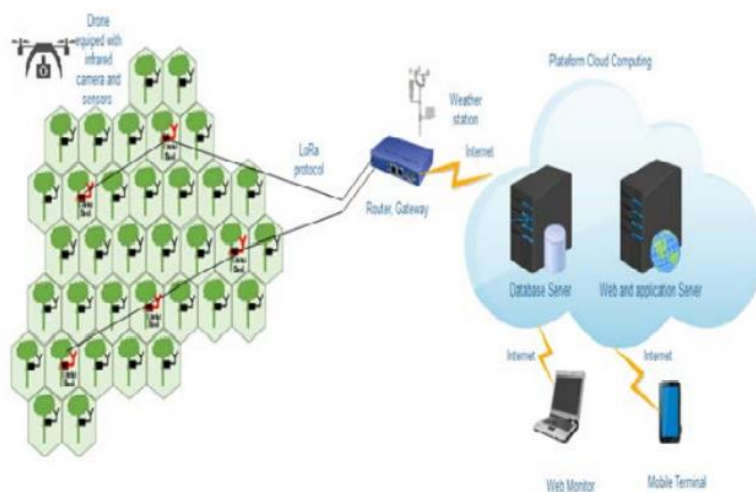
Η Τεχνητή Νοημοσύνη σήμερα έχει πολλές εφαρμογές σε πολλούς τομείς, με μια από αυτές να είναι η πρόληψη δασικών πυρκαγιών. Με την ανάπτυξη αλγορίθμων, μπορούν να προβλεφθούν γρήγορα και αποτελεσματικά σημάδια ανίχνευσης μιας δασικής πυρκαγιάς. Ένα μοντέλο Τεχνητής Νοημοσύνης το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως στην πρόληψη δασικών πυρκαγιών είναι αυτό του IoT. Το σύστημα δασικών πυρκαγιών IoT, πέρα από τα

πλεονεκτήματα που παρουσιάζει όσον αφορά το ελάχιστο κόστος εφαρμογής και τον μειωμένο χρόνο στην απασχόληση ανθρώπινων πόρων, εάν εντοπίσει έγκαιρα μια δασική πυρκαγιά, είναι ικανό να προστατέψει ζωές και να αποφύγει καταστροφές στην χλωρίδα και στην πανίδα.

Για την λειτουργία αυτού του συστήματος τοποθετούνται περιμετρικά γύρω απο το δάσος αισθητήρες IoT. Η απομακρυσμένη απόσταση μιας δασικής περιοχής με το αστικό δίκτυο, είναι ένα απο τα βασικά προβλήματα αυτού του συστήματος και για το λόγο αυτό κρίνεται αναγκαίο, η διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο θα πραγματοποιείται η αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ των αισθητήρων και η ανταλλαγή δεδομένων. Το Lora η αλλιώς Long-Range, είναι μια τεχνολογία επικοινωνίας, η οποία ειδικεύεται σε συχνότητες μεγάλων αποστάσεων. Είναι δημιούργημα της Semtech και προέρχεται απο το CSS (Chirp Spread Spectrum). Πρόκειται για μια τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας, η οποία έχει μικρή κατανάλωση ενέργειας, κυμαίνεται σε εύρος έως και 15 χιλιόμετρα, ενώ οι πομποδέκτες του λειτουργούν σε συχνότητες 860-1000 MHz. (Benzekri *et al.*, 2020)

3.2.1 Αρχιτεκτονική Δομή του συστήματος IoT

Το σύστημα IoT απαρτίζεται απο τέσσερα βασικά μέρη. Αυτά είναι οι κόμβοι αισθητήρων, οι πύλες, οι διακομιστές και οι χρήστες (π.χ. πυροσβέστες). Οι κόμβοι αισθητήρων με τις πύλες συνδέονται μεταξύ τους μέσω ενός δικτύου. Τα δεδομένα τα οποία συλλέγονται μεταδίδονται απο τους κόμβους στη κεφαλή του συμπλέγματος η οποία με τη σειρά της τα μεταφέρει στο σταθμό βάσης. Η τοποθέτηση των κόμβων στο δάσος γίνεται σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους, του ενός χιλιομέτρου, και αλληλεπιδρούν με τις πύλες έτσι ώστε μεταβιβάσουν τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί στους διακομιστές του δικτύου. (Benzekri *et al.*, 2020)



Εικόνα 4: Αρχιτεκτονική δομή του IoT

Για την μελέτη του εδάφους, χρησιμοποιείται το σύστημα Lora, το οποίο αναφέραμε προηγουμένως, το οποίο είναι σε άμεση επικοινωνία με τους κόμβους αισθητήρων. Ύστερα απο την κάλυψη όλων των προαπαιτούμενων στοιχείων, αυτά αποθηκεύονται στον διακομιστή και στην συνέχεια διαβάζονται στο ταμπλό. Στη συνέχεια, κάθε αισθητήρας υπολογίζει μια δεδομένη χρονική στιγμή, τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ατμοσφαιρική πίεση, το ποσοστό του μονοξειδίου του άνθρακα, το διοξείδιο του άνθρακα, τη σωματιδιακή ύλη καθώς και τα λεπτά σωματίδια. (Benzekri *et al.*, 2020)

3.2.2 Εφαρμογή του συστήματος IoT

Η εφαρμογή του συστήματος πυρανίχνευσης IoT αποτελείται απο τρία βήματα. Αρχικά, συγκεντρώνονται πληροφορίες σχετικά με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν απο τον μετεωρολογικό σταθμό, απορρίπτοντας έτσι ή μη την πιθανότητα εμφάνισης δασικής πυρκαγιάς. Στη συνέχεια, από τις πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί απο κάθε αισθητήρα και με την βοήθεια του FWI (Forest Fire Weather Index), υπολογίζεται το ενδεχόμενο του κινδύνου. Στην περίπτωση που οι αισθητήρες υποδείξουν την εμφάνιση πυρκαγιάς, τότε μπαίνει σε λειτουργία ένα μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV) για τον υπολογισμό των τιμών. Το εναέριο όχημα παρέχει εικόνες, μέσω της κάμερας υπερέθρων που έχει ενσωματωμένη. Τέλος, η διαδικασία αυτή ολοκληρώνεται αφού σταλούν στον πύργο ελέγχου όλες οι εκτιμήσεις που προηγήθηκαν, έτσι ώστε αν κριθεί απαραίτητο να ξεκινήσει η διαδικασία κατάσβεσης της δασικής πυρκαγιάς. (Benzekri *et al.*, 2020)

3.3 Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων ZigBee

Σήμερα, τα ασύρματα δίκτυα έχουν εφαρμογή σε πάρα πολλούς τόμεις, όπως είναι η επίβλεψη και η προστασία των διαφόρων ενδιαιτημάτων, οι διαδικασίες αυτοματισμού, η γεωργία καθώς και τα συστήματα ασφαλείας. Όσον αφορά την πρόληψη και την έγκαιρη αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών, χρησιμοποιείται ένα εξειδικευμένο δίκτυο αισθητήρων, το επονομαζόμενο, ZigBee. Το δεδομένο σύστημα επιβλέπει όλους τους βασικούς περιβαλλοντικούς παραμέτρους, δηλαδή, τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ατμοσφαιρική πίεση και άλλους πολλούς, και αποστέλλει τα δεδομένα που θα συλλέξει στον κεντρικό υπολογιστή. Όλα τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν στον υπολογιστή, αναλύονται έτσι ώστε να ακολουθηθεί η σωστότερη στρατηγική κατάσβεσης μιας δασικής πυρκαγιάς, εάν αυτό κρίνεται απαραίτητο. Το πλεονέκτημα αυτού του συστήματος σε αντίθεση με άλλα ήδη υπάρχοντα συστήματα, είναι το γεγονός ότι μπορεί να εντοπίσει γρήγορα και αποτελεσματικά την πιθανότητα μιας δασικής πυρκαγιάς. Επίπλεον, έχει παρατηρηθεί ότι τα ήδη υπάρχοντα συστήματα είναι ακριβά τόσο στο κομμάτι της εγκατάστασης, όσο και στην αξιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού, ενώ ταυτόχρονα δεν είναι αποδοτικά. Κατα καιρούς, έχουν εφαρμοστεί διάφορα συστήματα βασισμένα σε ασύρματα δίκτυα με αισθητήρες, όμως αυτά είναι ικανά να αντιμετωπίσουν μια δασική πυρκαγιά σε πρώιμο στάδιο. (Gomathi et al., 2015)

3.3.1 Μεθοδολογία Συστήματος ZigBee

Το σύστημα ZigBee αποτελείται από τρεις ενότητες. Η κάθε μια από αυτές έχει μια συγκεκριμένη και εξίσου σημαντική λειτουργία. Η πρώτη αφορά τον πόμπο, η δεύτερη τον πομποδότη και η τρίτη τον δέκτη. Γενικότερα, οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται στην συσκευή του συστήματος αναλύονται ψηφιακά. Ο διαχειριστής του συστήματος είναι αυτός που καθορίζει ένα συγκεκριμένο όριο θερμοκρασίας για το σύστημα. Εάν αντιληφθεί βάσει των πληροφοριών που σύλλεξε ότι το όριο αυτό ξεπεράστηκε, τότε, δίνει σήμα στον υπολογιστή με σκοπό την άμεση διαχείριση του προβλήματος. Παρακάτω, αναλύονται οι τρεις επιμέρους ενότητες:

- Πομπός: Ο πομπός είναι το τμήμα αυτό που μετράει την θερμοκρασία του καπνού μέσω των αισθητήρων που διαθέτει και υπολογίζει αν είναι πάνω από το όριο που όρισε ο διαχειριστής.

Τα αναλογικά στοιχεία που λαμβάνει, μεταμορφώνονται σε ψηφιακά, μέσω του προγράμματος ADC, το οποίο εμπεριέχεται στο σύστημα. Στην περίπτωση δασικής πυρκαγιάς, ο πομπός είναι υπεύθυνος για την γνωστοποίηση της μέσω του USART.

- Πομποδότης (Transceiver): Ο πομποδότης είναι αυτός που λαμβάνει τα δεδομένα που έχει συλλέξει ο πομπός και τα μεταδίδει στον δέκτη με το δίκτυο αισθητήρων ZigBee.
- Δέκτης: Η τελευταία ενότητα, αυτή του δέκτη, πρόκειται ουσιαστικά για την λήψη όλων των στοιχείων. Πραγματοποιείται με την αλληλεπίδραση μηχανών (M2M). Η επικοινωνία M2M (machine to machine) μεταφέρει στοιχεία στον επόμενο δέκτη με παράλληλο τρόπο. Έτσι, η αλληλεπίδραση των δεκτών μπορεί να διεξαχθεί σε μεγάλες αποστάσεις.

Το λογισμικό το οποίο χρησιμοποιείται για το συγκεκριμένο σύστημα πυρανίχνευσης είναι το MPLAB IDE. Το λογισμικό αυτό ρυθμίζει όλα τα στοιχεία τα οποία συμβάλλουν στην ομαλή λειτουργία του συστήματος, όπως είναι η ασφάλεια του συστήματος, οι αισθητήρες θερμοκρασίας καθώς και το σύστημα επικοινωνίας ZigBee.

Το ZigBee λοιπόν, είναι ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων, το οποίο λειτουργεί ως διαμεσολαβητής μεταξύ των δεκτών, μεταβιβάζοντας από και προς αυτούς πληροφορίες σχετικά με την πιθανή εμφάνιση δασικής πυρκαγιάς. Είναι μια τεχνολογία οικονομικά συμφέρουσα, με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση, ασφαλή στη χρήση της και αξιόπιστη. Επιπρόσθετα, η εγκατάσταση του εξοπλισμού και των μηχανημάτων είναι εύκολη και οικονομική. Χρησιμοποιώντας ένα σύστημα αισθητήρων ZigBee, μπορούμε γρήγορα να έχουμε τις πληροφορίες που χρειαζόμαστε ανά πάσα στιγμή, επομένως πρόκειται για ένα σύστημα κατάλληλο ως μέσο πρόληψης δασικών πυρκαγιών. (Gomathi et al., 2015)

3.4 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) στη διαχείριση δασικών πυρκαγιών

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) είναι ένα πρόγραμμα το οποίο συλλέγει, συγκρίνει και αποσαφηνίζει τα διάφορα χωρικά δεδομένα. Έχει εφαρμογή σε πάρα πολλούς επιστημονικούς τομείς, καθώς μέσω των χαρτών μπορούν να περιγραφούν και να μελετηθούν τα χωρικά δεδομένα και τελικά να συγκεντρωθούν χαρτογραφικά.

Μια ακόμα σημαντική εφαρμογή των ΓΣΠ είναι στην περίπτωση μιας δασικής πυρκαγιάς. Ουσιαστικά, το σύστημα των ΓΣΠ χρησιμοποιείται ευρέως πριν από την εμφάνιση μιας δασικής πυρκαγιάς, βοηθώντας στην ρύθμιση των ενεργειών της πολιτικής προστασίας, καθώς και στον έλεγχο των πόρων, έτσι ώστε η κατάσταση να είναι αντιμετωπίσιμη σε περίπτωση κρίσης. Ίσως η σημαντικότερη λειτουργία των ΓΣΠ είναι η προσομοίωση μιας δασικής πυρκαγιάς. Η σημαντικότητα της έγκειται στο γεγονός ότι, μέσω της προσομοίωσης μπορούμε να αντιληφθούμε το μέγεθος της έκτασης μιας δασικής πυρκαγιάς, με ταυτόχρονο έλεγχο των πόρων που καταναλώνονται, ενώ παράλληλα, συγκεντώνονται οι διάφορες αστοχίες όσον αφορά την διαχείριση ενός κινδύνου, καταλήγοντας έτσι στην πιο έγκυρη μέθοδο αντιμετώπισης μιας δασικής πυρκαγιάς. (Vakalis *et al.*, 2004)

3.4.1 Γενικά Χαρακτηριστικά των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ)

Οι καταστροφές που μπορούν να προκληθούν από τις δασικές πυρκαγιές είναι ανυπολόγιστης αξίας και κρίνεται όλο και περισσότερο αναγκαίο, η εύρεση ενός αποτελεσματικού συστήματος πρόληψης αλλά και έγκαιρης αντιμετώπισης της αν κριθεί απαραίτητο. Μια δασική πυρκαγιά μεγάλης εμβέλειας, πέρα από την επίδραση που ασκεί στις κοντινές περιοχές, είναι ικανή να εξαπλωθεί πολύ γρήγορα αν ευνοήσουν οι καιρικές συνθήκες με απώλειες δασικής γής, ανθρώπινων ζώων, συγκοινωνιών, οδικών δικτύων και άλλων πολλών. Με την βοήθεια των ΓΣΠ προετοιμάζεται ένα σύστημα χωρικών πληροφοριών (SIS). Για την λειτουργία αυτού του συστήματος όμως θα πρέπει να μελετηθούν κάποιοι βασικοί παράγοντες, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω:

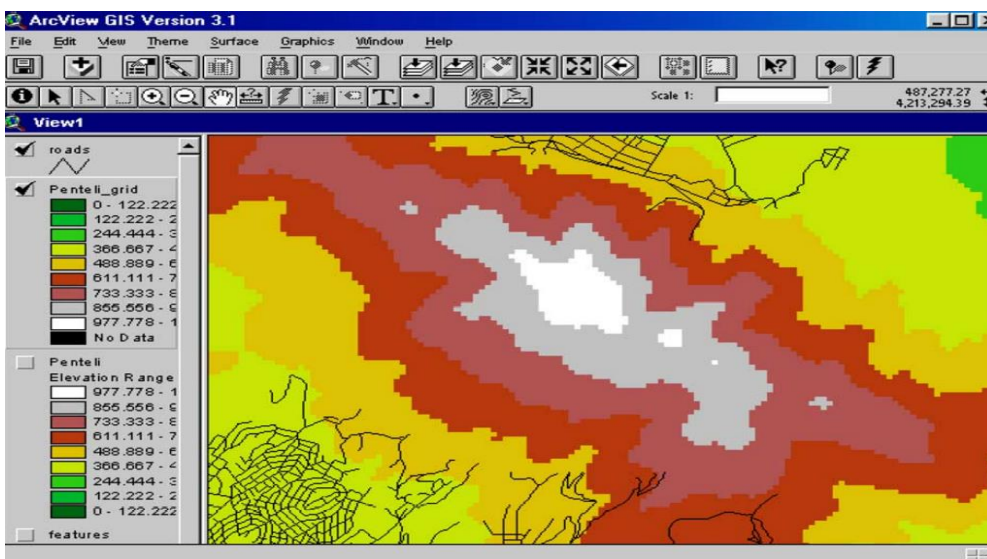
- Οι τοπογραφικοί παράγοντες της περιοχής
- Η κατανομή των καύσιμων υλικών (τύπος, πυκνότητα)
- Οι κλιματικές και μετεωρολογικές συνθήκες
- Το οδικό δίκτυο
- Οι διάφορες κτιριακές εγκαταστάσεις

Με την συγκέντρωση αυτών των στοιχείων, τα οποία περιέχουν γεωμετρικά, χαρτογραφικά, ποιοτικά και περιγραφικά στοιχεία, δίνεται η δυνατότητα διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων τα οποία μπορεί να έχουν συλλεχθεί από την ανάλυση μιας δασικής πυρκαγιάς, από την εξάπλωση της και τις συνέπειες που αυτή έχει επιφέρει.

Με τη χρήση του συστήματος χωρικών πληροφοριών (SIS), έπεται η δημιουργία ενός ακόμη συστήματος, το οποίο θα είναι υπεύθυνο για τις τελικές αποφάσεις (DSS). Το DSS λοιπόν, είναι ένα καινοτόμο εργαλείο το οποίο ελέγχει και διαχειρίζεται τις αποφάσεις σύμφωνα με τα δεδομένα που έχει λάβει για το καλύτερο επιθυμητό αποτέλεσμα. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα σύστημα το οποίο μελετάει σε πραγματικό χρόνο τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί, αναλύει όλες τις περιπτώσεις οι οποίες μπορούν να μεταβάλλουν τις συνθήκες εξέλιξης μιας δασικής πυρκαγιάς, όπως επίσης βρίσκει την πλέον αποτελεσματική λύση αντιμετώπισης μιας δασικής πυρκαγιάς. (Vakalis *et al.*, 2004)

3.4.2 Σχεδιασμός και Ανάπτυξη του SIS

Το σύστημα χωρικών πληροφοριών (SIS) απαρτίζεται από μια κεντρική βάση δεδομένων, η οποία συγκοινωνεί με ένα εργαλείο λογισμικού για την προσομοίωση χαρτογραφικών στοιχείων καθώς και για την συλλογή μη χωρικών δεδομένων. Η κεντρική βάση δεδομένων είναι το πιο σημαντικό εργαλείο του συστήματος, καθώς αυτή συλλέγει πληροφορίες οδικών δικτύων, τοπικών χώρων και φορέων και εγκαταστάσεων μιας περιοχής που ερευνάται. Μια ακόμη λειτουργία της κεντρικής βάσης δεδομένων, είναι ότι αποτελεί τον κύριο μηχανισμό αποθήκευσης όλων των δεδομένων, ενώ ταυτόχρονα είναι ο διαμεσολαβητής των δεδομένων. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη του SIS είναι το Microsoft SQL Server, ενώ το λογισμικό χωρικής ανάλυσης και προβολής χαρτογραφικών δεδομένων είναι το Desktop GIS- ArcView 3.2 του ESRI.



Εικόνα 5: Τυπικό παράθυρο προβολής του GIS

Ο τρόπος με τον οποίο συλλέγονται τα δεδομένα ποικίλλει. Ένας από αυτούς, είναι χάρτες οι οποίοι έχουν αποθηκευτεί μέσω ψηφιοποίησης ή σάρωσης, ενώ επίσης διενεργούνται φωτογραμμετρικές διαδικασίες ή τοπογραφικές μετρήσεις στο πεδίο. Η κεντρική βάση δεδομένων είναι αυτή που έχει στη διάθεση της όλα τα απαραίτητα στοιχεία των πόρων που θα καταναλωθούν για την εφαρμογή του συστήματος. Οι αλλαγές οι οποίες προκύπτουν, αποθηκεύονται στην κεντρική βάση δεδομένων και αυτόματα απεικονίζονται στο χαρτογραφικό σύστημα. Επιπρόσθετα, η κεντρική βάση δεδομένων καταγράφει τις χωρικές συντεταγμένες της περιοχής που μελετάται.

Ένα από τα εργαλεία που έχουν δημιουργηθεί για το SIS είναι αυτό της προσομοίωσης των δασικών πυρκαγιών (FFST). Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, το εργαλείο αυτό υπολογίζει το μέγεθος της ζημιάς με μαθηματικούς υπολογισμούς. Ο χρήστης του προγράμματος είναι αυτός που θέτει τον τόπο εκδήλωσης της πυρκαγιάς και τα γενικότερα χαρακτηριστικά αυτής. Ο προσομοιωτής του συστήματος λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία που έχει δώσει ο χρήστης και έχοντας έτοιμα αλγοριθμικά μοντέλα, μελετάει το μέγεθος του προβλήματος και αν είναι επείγον λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα αντιμετώπισης. (Vakalis *et al.*, 2004)

Στην περίπτωση όμως που η πυρκαγιά καταφέρει και εξαπλωθεί σε μεγάλη έκταση θα πρέπει να υπάρχει ο κατάλληλος μηχανισμός εκκένωσης του πληθυσμού, όπως και η έγκαιρη κατάσβεσή της. Ένα τέτοιο εργαλείο είναι αυτό της ανάλυσης δικτύου (NAT). Το

συγκεκριμένο εργαλείο εφαρμόζοντας μαθηματικά και αλγοριθμικά μοντέλα σε ένα συγκεκριμένο οδικό δίκτυο, υπολογίζει τον ελάχιστο χρόνο που απαιτείται για την διαφυγή του συγκεντρωμένου πληθυσμού, όπως επίσης, και την ασφαλή και γρήγορη μεταφορά των οχημάτων μέσω του οδικού δικτύου. (Vakalis *et al.*, 2004)

Το σύστημα SIS, εμπλουτισμένο με όλα τα εργαλεία που αναφέραμε παραπάνω το καθιστά ένα αξιολόγο μέσο αντιμετώπισης μιας δασικής πυρκαγιάς. Η κεντρική βάση δεδομένων στην οποία εισέρχονται συνεχώς δεδομένα, εκτελούνται όλες οι χωρικές πράξεις, με συνέπεια να μελετώνται όλες οι περιπτώσεις υπάρξης ή μη δασικής πυρκαγιάς. Τέλος, το σύστημα υποστήριξης αποφάσεων (DSS) είναι αυτό το οποίο θα βοηθήσει στην καταλληλότερη απόφαση και στην γρήγορη λύση του προβλήματος. (Vakalis *et al.*, 2004)

3.5 Δορυφόροι: Μέσο παρατήρησης και εντοπισμού δασικών πυρκαγιών

Οι δορυφόροι οι οποίοι κινούνται σε τροχιά γύρω από τη Γη χρησιμοποιούνται ως μέσο παρατήρησης και εντοπισμού δασικών πυρκαγιών. Ένα σοβαρό μειονέκτημα των δορυφόρων είναι ότι οι εικόνες που φωτογραφίζονται από τις διάφορες περιοχές της Γης είναι από διάστημα δύο ημερών, διάστημα το οποίο είναι μεγάλο για τον εντοπισμό μιας δασικής πυρκαγιάς. Ακόμη, οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν μπορεί να αλλοιώσουν την ποιότητα των εικόνων, με αποτέλεσμα να μην έχουμε καθαρή εικόνα της κατάστασης η οποία επικρατεί. (Aslan, 2010)

Δορυφόροι οι οποίοι έχουν μελετηθεί στο παρελθόν για την αποτελεσματικότητά τους στον εντοπισμό μιας δασικής πυρκαγιάς, παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν αρκετά προβλήματα όσον αφορά την ταχύτητα και τον έλεγχο ανίχνευσης της δασικής πυρκαγιάς. Ένας από αυτούς είναι ο GEO (Geostationary) και ο LEO (Low Earth Orbit). Χρησιμοποιώντας αυτούς τους δορυφόρους, παρατηρήθηκε ότι δεν μπορούν να αποδώσουν μια πλήρη κάλυψη μιας επιφάνειας της Γης, αλλά ούτε και μια διακοπτόμενη. Οι δορυφόροι GEO και LEO κινούνται σε τροχιά πάνω από 22.800 μίλια από την επιφάνεια της Γης. Επιπλέον, λόγω της μεγάλης απόστασης των δορυφόρων από την επιφάνεια της Γης είναι αρκετά δύσκολο να εντοπιστεί μια πυρκαγιά στο ξεκίνημά της, είτε λόγω του ότι είναι αρκετά αδύναμη ακόμη είτε γιατί δεν έχει προλάβει να εξαπλωθεί σε μεγάλη έκταση. Οι δορυφόροι είναι πιθανό να μην διαθέτουν στοιχεία όπως είναι οι αναμεταδότες, κεραιές και εργαλείο μεταφράσης και

μετάδοσης πληροφοριών, στοιχεία απαραίτητα για τον εντοπισμό των δασικών πυρκαγιών. Οι δορυφόροι έχουν εφαρμογή σε πάρα πολλές λειτουργίες όπως είναι οι τηλεπικοινωνίες, η τηλεσκόπηση και άλλες πολλές και για το λόγο αυτό δεν είναι οικονομικά συμφέρον να αναλάβουν και την παρακολούθηση των δασικών πυρκαγιών. Για όλους τους παραπάνω λόγους, κρίνεται το λιγότερο αποτελεσματικό μέσο παρακολούθησης δασικών πυρκαγιών. (Aslan, 2010)

3.5.1 Οπτικοί Αισθητήρες και Ψηφιακή Κάμερα

Οι οπτικοί αισθητήρες και οι ψηφιακές κάμερες χρησιμοποιούνται ευρέως στην παρακολούθηση και στον εντοπισμό μιας δασικής πυρκαγιάς. Κάποια από αυτά δίνονται παρακάτω:

- Βιντεοκάμερα: Πρόκειται για ένα μέσο το οποίο μπορεί να αναγνωρίσει τον καπνό κατά την διάρκεια της νύχτας, όπως επίσης και να αποτυπώσει την ύπαρξη ή όχι φωτιάς κατά την διάρκεια της ημέρας
- Υπέρυθρες (IR): Είναι κάμερες οι οποίες μέσω υπερύθρων υπολογίζουν την ένταση της θερμότητας της πυρκαγιάς
- Φασματόμετρα υπερύθρων: Χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση των φασματικών στοιχείων του καπνού
- Συστήματα ανίχνευσης και εμβέλειας φωτός (LIDAR, Detection of Light and Range): Υπολογίζουν τις ακτίνες λέιζερ οι οποίες αντανακλούνται στα σωματίδια του καπνού (Dr. Robert Stacey)

Ο χρήστης ανεξάρτητα από το είδος οπτικού αισθητήρα που χρησιμοποιείται, είναι αυτός που έχει δημιουργήσει τον αλγόριθμο εντοπισμού μιας δασικής πυρκαγιάς, οπότε όλοι λειτουργούν με βάση τις οδηγίες του χρήστη. Οι ψηφιακές κάμερες είναι ικανές να δίνουν εικόνες ανά πάσα χρονική στιγμή. Η εικόνα που καταλήγει στον χρήστη, ερμηνεύεται από την μονάδα επεξεργασίας, με σκοπό να διαπιστωθεί πόσα pixels περιέχουν καπνό και πόσα φωτιά, έτσι ώστε να αποφανθεί αν δοθεί σήμα συναγερμού ή όχι. Η πλειονότητα των οπτικών συστημάτων πρέπει να εμπεριέχονται στους γεωγραφικούς χάρτες για να μπορούν να βρίσκονται εύκολα από τους χειριστές.

3.5.1.1 Forest Watch

Το Forest Watch είναι ένα μέσο οπτικού αισθητήρα κάμερας, δημιούργημα της EnviroVision Solutions στη Νότια Αφρική, το οποίο εντοπίζει μια δασική πυρκαγιά. Σε έναν πύργο είναι τοποθετημένη μια κάμερα, η οποία περιστρέφεται κατα την διάρκεια της ημέρας ψάχνοντας για καπνό, ενώ την νύχτα για ίχνη φωτιάς. Έχει την δυνατότητα να εντοπίζει καπνό σε απόσταση 16 με 20 χιλιόμετρα. Αποτελείται από:

- Πανοραμική κάμερα η οποία περιστρέφεται 360° και έχει κλιση +33 και -83, ενώ παράλληλα διαθέτει ζουμ 24x
- Εργαλείο το οποίο διαλέγει εικόνες
- Εργαλείο επικοινωνίας, όπως είναι οι δορυφόροι, 3G
- Λογισμικό Forest Watch, με το οποίο μελετώνται και διαχειρίζονται τα δεδομένα που συλλέγονται, έτσι ώστε ο χειριστής να πάρει την κατάλληλη απόφαση

Η εφαρμογή των συστημάτων Forest Watch παρατηρείται σε πολλές περιοχές του πλανήτη. Πιο συγκεκριμένα έχουν παρατηρηθεί, 83 πύργοι στη Νότια Αφρική, 5 πύργοι στη Σουαζιλάνδη, 22 πύργοι στις ΗΠΑ, 4 πύργοι στον Καναδά, 20 πύργοι στη Χιλή και 4 πύργοι στη Σλοβακία. Στην Ελλάδα έχουν εγκατασταθεί πειραματικά 2 πύργοι. (Ahmad A. and A. Alkhatib, 2014)

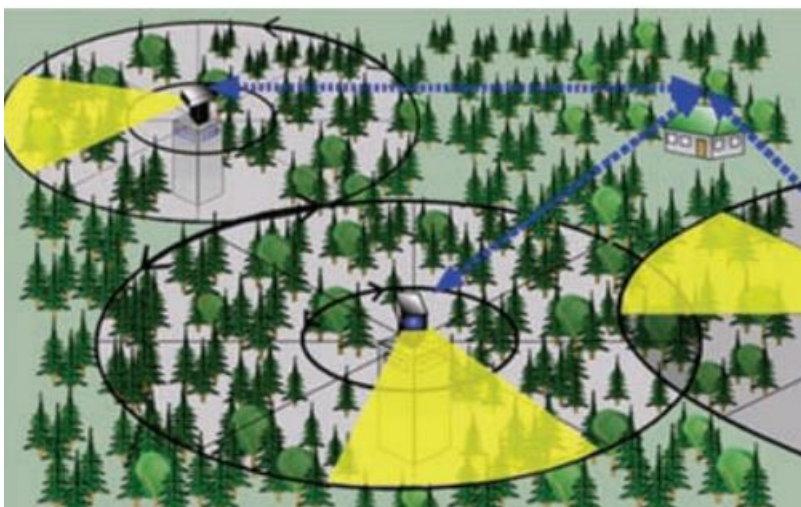


Εικόνα 6: Σύστημα οπτικού αισθητήρα «Forest Watch»

3.5.1.2 Fire Watch

Το Fire Watch πρόκειται για ένα σύστημα εντοπισμού καπνού, το οποίο πλέον αναπαράγεται στη Γερμανία από το Γερμανικό Αεροδιαστημικό Ινστιτούτο (DLR), ενώ για χρόνια βρισκόταν σε πειραματικό στάδιο από το 1992. Μπορεί να αναγνωρίσει καπνό σε απόσταση 10 έως 40 χιλιόμετρα. Όπως και το Forest Watch έτσι και αυτό έχει εφαρμογή σε πάρα πολλές χώρες. Στη Γερμανία υπάρχουν 178 πύργοι και 22 δωμάτια ελέγχου, στην Εσθονία 5 πύργοι και 1 δωμάτιο ελέγχου, στην Κύπρο 2 πύργοι και 1 δωμάτιο ελέγχου ενώ στο Μεξικό 1 πύργο και 1 δωμάτιο ελέγχου. Πειραματικά το Fire Watch εφαρμόζεται και στην Τσεχία, Πορτογαλία, Ισπανία, Ιταλία, Ελλάδα και ΗΠΑ με 1 έως 2 πύργους. Το σύστημα Fire Watch αποτελείται από:

- Διαθέτει σύστημα οπτικού αισθητήρα (OSS, Optical Sensor System), το οποίο έχει τη δυνατότητα περιστροφής κατά 360° με χρονική διάρκεια 4 έως 6 λεπτά την ημέρα και 8 έως 12 λεπτά τη νύχτα με περιστροφή 10°
- Έχει σύστημα μεταβίβασης στοιχείων, το OSS στον πύργο έχει ασύρματη σύνδεση με τον υπολογιστή
- Κεντρικό γραφείο όπου οι εργάτες αποθηκεύουν τους υπολογιστές τους, οθόνες, εκτυπωτές και άλλα



Εικόνα 7: Σύστημα οπτικού αισθητήρα «Fire Watch»

Ύστερα απο μελέτες που έχουν διεξαχθεί για την εύρεση του καταλληλότερου μοντέλου ανίχνευσης καπνού, παρατηρήθηκε ότι το Fire Watch είναι πιο αποτελεσματικό απο το Forest Watch. Ανεξάρτητα απο την καθυστέρηση εντοπισμού του καπνού, η οποία φτάνει 35 λεπτά αργότερα και η φωτιά έχει γίνει 5 φορές το μέγεθός της, είναι το μόνο σύστημα το οποίο εντοπίζει αποτελεσματικά τον καπνό. Η αποτελεσματικότητα της εύρεσης του καπνού είναι προϋπόθεση της έντασης της φωτιάς όπως επίσης και της απόστασης απο την κάμερα.

Συμπερασματικά, οι οπτικοί αισθητήρες και οι ψηφιακές κάμερες είναι μέσα ανίχνευσης πυρκαγιών τα οποία θα πρέπει να σημειώσουν σημαντική πρόοδο και εξέλιξη προκειμένου να θεωρηθούν τα πλέον καταλληλότερα μέσα. Αυτό οφείλεται στις επαναλαμβανόμενες ψευδείς ειδοποιήσεις εξαιτίας της κίνησης των φύλλων απο τον αέρα, σκιών που δημιουργούνται είτε από δέντρα είτε από σύννεφα, αντανακλάσεις φωτός και αλλά πολλά. Εκτός όμως από τα προβλήματα που αναφέραμε, ίσως το σημαντικότερο είναι η ακρίβεια εγκατάστασης ενός πυύργου η οποία ξεπερνά τις τριάντα χιλιάδες δολλάρια. (Ahmad A. and A. Alkhatib, 2014)

4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

4.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο ξεκινά η ανάλυση του εμπειρικού μέρους της διπλωματικής εργασίας και πιο αναλυτικά παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας που πραγματοποιήθηκε προκειμένου να εξεταστούν και να συγκριθούν τα διάφορα συστήματα πρόληψης και αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών, καθώς επίσης και η αποτελεσματικότητά τους. Στην αρχή του κεφαλαίου, παρουσιάζεται ο πληθυσμός και το δείγμα της εμπειρικής έρευνας. Στην πορεία, αναλύεται ενδελεχώς το περιεχόμενο του ερωτηματολογίου της εμπειρικής έρευνας που δημιουργήθηκε καθώς επίσης και η μεθοδολογία στατιστικής ανάλυσης και επεξεργασίας των απαντήσεων της έρευνας.

4.2 Πληθυσμός – Δείγμα

Η διαχείριση δασικών πυρκαγιών αποτελεί εύθυνη τόσο της πολιτείας όσο και των δασαρχείων και των ιδιωτικών επιχειρήσεων που διαθέτουν συστήματα πρόληψης δασικών πυρκαγιών. Προκειμένου να εξεταστούν οι παράγοντες που σχετίζονται με την εμφάνιση μιας δασικής πυρκαγιάς και οι τρόποι πρόληψης ή και αντιμετώπισης της, το δείγμα της έρευνας αποτελείται από εργαζόμενους σε δασαρχεία, σε πυροσβεστικές υπηρεσίες καθώς και σε οργανισμούς που ασχολούνται με την διαχείριση δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα.

4.3 Ερωτηματολόγιο Έρευνας

Για την έρευνα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, σχεδιάστηκε ένα ερωτηματολόγιο με ιδιαίτερη προσοχή ώστε να είναι κατανοητό προς τους απευθυνόμενους. Για την διεξαγωγή του, χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα των Google Forms, ύστερα από ανάλυση της σχετικής βιβλιογραφίας. Το ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο στάλθηκε σε εργαζόμενους σε δασαρχεία καθώς και σε πυροσβεστικές υπηρεσίες, υπηρεσίες άμεσα ενδιαφερόμενες με το θέμα που μελετάμε, για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Το ερωτηματολόγιο αποτελεί ίσως μια από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους συλλογής στοιχείων στις ποσοτικές έρευνες, καθώς το δείγμα μπορεί να προσεγγιστεί εύκολα και γρήγορα, η συμπλήρωσή του δεν απαιτεί πολύ χρόνο και κόστος και τα αποτελέσματά του είναι έγκυρα και αξιόπιστα καθώς προέρχονται απευθείας από ανθρώπους που εμπλέκονται στην έρευνα που διεξάγεται.

Οι ερωτήσεις του παρόντος ερωτηματολογίου αποτελείται από ερωτήσεις κλειστού τύπου και πολλαπλής επιλογής με βάση την κλίμακα τύπου Likert, όπου ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει το κατά πόσο ισχύουν οι ερωτήσεις - προτάσεις (καθόλου - πάρα πολύ), σύμφωνα με το θέμα το οποίο διερευνάτε. Το ερωτηματολόγιο διαθέτει πέντε επιμέρους ενότητες, οι οποίες αναλύονται παρακάτω, για την καλύτερη κατανόηση του και την γρήγορη συμπλήρωσή του.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω το ερωτηματολόγιο αποτελείται από (5) θεματικές ενότητες, οι οποίες προέκυψαν ύστερα από ανάλυση της σχετικής βιβλιογραφίας. Η κάθε ενότητα εξετάζει διαφορετικές παραμέτρους οι οποίες συνδέονται νοηματικά μεταξύ τους,

με αποτέλεσμα να παρθεί ένα ολοκληρωμένο δείγμα. Η δομή του ερωτηματολογίου έχει ως εξής:

- Το μέρος Α αφορά γενικές πληροφορίες σχετικά με τα Δασαρχεία και τα Πυροσβεστικά Σώματα
- Το μέρος Β εξετάζει το κατά πόσο τα προτεινόμενα συστήματα είναι γνωστά στους ερωτώμενους
- Το μέρος Γ εξετάζει τις προσωπικές δεξιότητες των ερωτώμενων σχετικά με την χρήση των προτεινόμενων συστημάτων
- Το μέρος Δ εξετάζει την ποιότητα των προτεινόμενων συστημάτων
- Το μέρος Ε εξετάζει την αποδοτικότητα των προτεινόμενων συστημάτων στην πρόληψη μιας δασικής πυρκαγιάς και ταυτόχρονα γίνεται μια σύγκριση μεταξύ τους

Το μέρος Α ξεκινά με 4 ερωτήσεις, χωρισμένες σε δύο διαφορετικές υποενότητες, αυτές που αφορούν τους εργαζόμενους σε Δασαρχεία και αυτούς που εργάζονται σε Πυροσβεστικά Σώματα. Αρχικά εξετάζεται το μέγεθος των απασχολούμενων ατόμων σε κάθε κατηγορία, καθώς και ο ρόλος τους στην εκάστοτε υπηρεσία.

Στο μέρος Β απαριθμούνται ένα ένα τα προτεινόμενα συστήματα και ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει αν τα γνωρίζει.

Το μέρος Γ αφορά τις προσωπικές δεξιότητες των ερωτώμενων σχετικά με την χρήση των προτεινόμενων συστημάτων και αποτελείται από δύο επιμέρους ερωτήσεις. Η πρώτη ερώτηση αξιολογεί το κατά πόσο ο ερωτώμενος έχει γνώσεις και δεξιότητες αναφορικά με τα προτεινόμενα συστήματα, ενώ στη δεύτερη ερώτηση καλείται να απαντήσει το κατά πόσο γνωρίζει να χειρίζεται σωστά και αποδοτικά τα προτεινόμενα συστήματα.

Το μέρος Δ εξετάζει την ποιότητα των προτεινόμενων συστημάτων και αποτελείται από τρεις επιμέρους ερωτήσεις. Ουσιαστικά, ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει σε τι βαθμό τα προτεινόμενα συστήματα, παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες και προτάσεις, είναι αποδοτικά, είναι εύκολα στην χρήση τους.

Στο τελευταίο μέρος του ερωτηματολογίου, το μέρος Ε, γίνεται μια προσπάθεια σύγκρισης των προτεινόμενων συστημάτων, όπου παρατίθενται όλα τα συστήματα και ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει τον βαθμό στον οποίο θεωρεί ότι η χρήση των συστημάτων είναι αποδοτική στην πρόληψη και αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών.

4.4 Μεθοδολογία Στατιστικής Ανάλυσης

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η περιγραφική στατιστική ανάλυση.

Αρχικά, για την περιγραφική στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο λογισμικού IBM SPSS Statistics 28.0.1 (Statistical Product and Service Solutions, version 28.0.1, SPSS, Inc., IL). Μέσω αυτού δημιουργήθηκαν πίνακες με τις συχνότητες και τα ποσοστά απαντήσεων για κάθε ερώτηση, καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα.

Τέλος, για την δημιουργία του πίνακα στατιστικής χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Excel του πακέτου εργαλείων Microsoft Office (Microsoft, Corp., WS).

5. Αποτελέσματα έρευνας

5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί γίνεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας, όπως αυτή διαμορφώθηκε από τις απαντήσεις του κοινού που συμμετείχε στην έρευνα. Μετά τη συλλογή των ερωτηματολογίων, ακολούθησε η επεξεργασία τους και η εξαγωγή αποτελεσμάτων με την χρήση του προγράμματος IBM SPSS Statistics 28.0.1 καθώς και του εργαλείου Excel του πακέτου εργαλείων Microsoft Office.

Για τα δημογραφικά στοιχεία του δείγματος που συμμετείχε στην έρευνα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής μέσω του πίνακα συχνοτήτων, όπως και γραφικά με τη χρήση των ραβδογραμμάτων. Ομοίως, αποτυπώνονται τα αποτελέσματα για κάθε ερώτηση του ερωτηματολογίου. Τέλος, δίνεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας περιγραφικής στατιστικής, για κάθε ερώτηση του ερωτηματολογίου, εστιάζοντας στο Μέσο Όρο (Mean) και στη Τυπική Αποκλίση (St. Deviation).

5.2 Δημογραφικά Στοιχεία Δείγματος

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα ευρήματα αναφορικά με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των 56 συμμετεχόντων στην έρευνα. Για κάθε ερώτηση έχει δημιουργηθεί ένας πίνακας που περιλαμβάνει τη συχνότητα, το ποσοστό, το έγκυρο ποσοστό και το αθροιστικό ποσοστό, καθώς και το αντίστοιχο ραβδόγραμμα (bar chart) βάσει των συχνοτήτων των απαντήσεων.

Οι πρώτες τέσσερις ερωτήσεις (1 έως 4) υπάγονται στο μέρος Α του ερωτηματολογίου και αναφέρονται σε γενικές πληροφορίες σχετικά με τον οργανισμό στον οποίο απασχολείται ο κάθε ερωτώμενος, είτε αυτό είναι κάποιο Δασαρχείο της χώρας μας, είτε κάποιο Πυροσβεστικό Σώμα καθώς και τον τομέα στον οποίο εργάζονται.

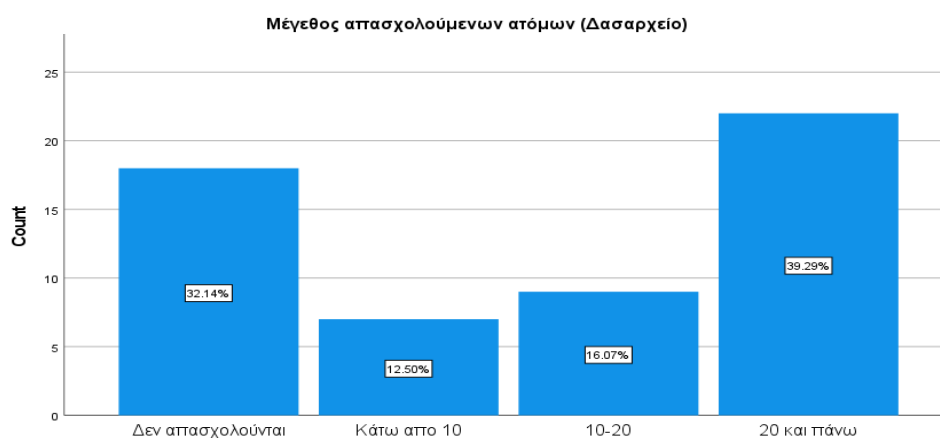
Η πρώτη ερώτηση του ερωτηματολογίου αναφέρεται στο μέγεθος των απασχολούμενων ατόμων σε όσους απασχολούνται σε Δασαρχείο. Τα αποτελέσματα της ερώτησης φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί παρακάτω.

Μέγεθος απασχολούμενων ατόμων (Δασαρχείο)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Δεν απασχολούνται	18	32.1	32.1	32.1
	Κάτω απο 10	7	12.5	12.5	44.6
	10-20	9	16.1	16.1	60.7
	20 και πάνω	22	39.3	39.3	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 1: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 1

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, η πλειοψηφία των ερωτώμενων απασχολούνται σε Δασαρχείο με μέγεθος απασχολούμενων ατόμων 20 και πάνω (22 απαντήσεις) και ποσοστό 39,3%. Ακολουθούν, όσοι απασχολούνται σε Δασαρχεία με μέγεθος ατομών 10 έως 20 (9 απαντήσεις) και ποσοστό 16,1%, ενώ έπεται όσοι απασχολούνται σε Δασαρχείο με κάτω απο 10 άτομα (7 απαντήσεις) και ποσοστό 12,5%. Παρατηρείται ότι το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό κατέχουν όσοι δεν απασχολούνται σε Δασαρχείο (18 απαντήσεις) και ποσοστό 32,1%. Τα παραπάνω αποτελέσματα παρουσιάζονται και διαγραμματικά στο παρακάτω ραβδόγραμμα.



Διάγραμμα 1: Ραβδόγραμμα ερώτησης 1

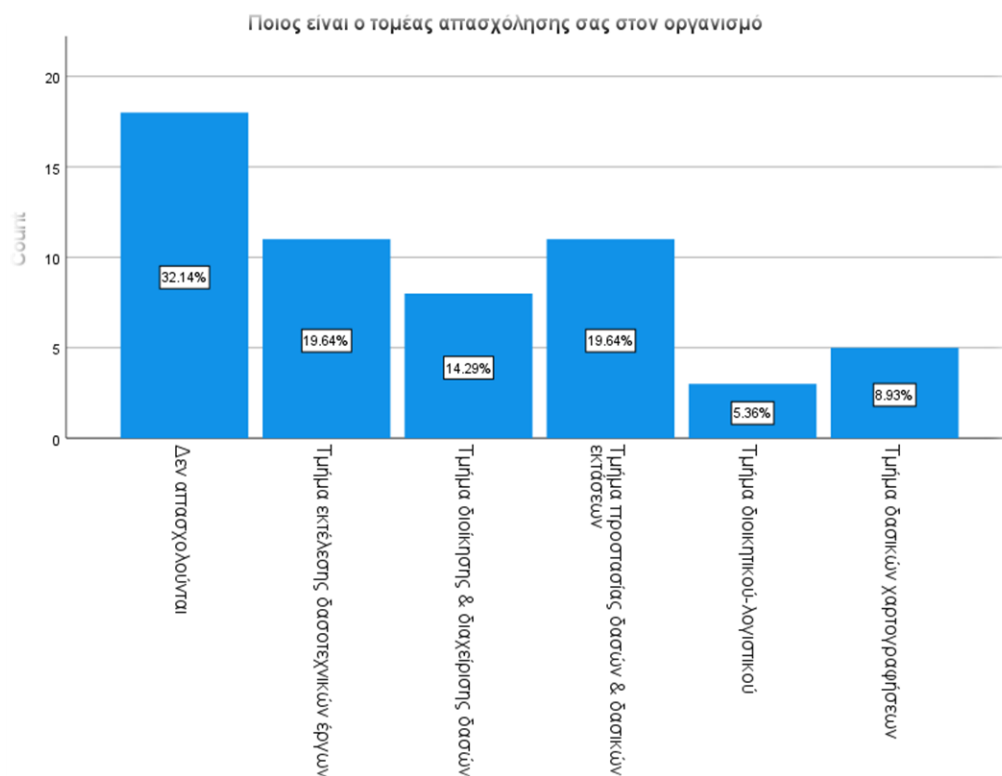
Η δεύτερη ερώτηση του ερωτηματολογίου της παρούσας έρευνας επικεντρώνει το ενδιαφέρον της σε αυτούς που απασχολούνται σε Δασαρχείο και πιο συγκεκριμένα στον τομέα στον οποίο απασχολείται ο κάθε ερωτώμενος. Οι απαντήσεις της ερώτησης περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Ποιός είναι ο τομέας απασχόλησης σας στον οργανισμό

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Δεν απασχολούνται	18	32.1	32.1	32.1
	Τμήμα εκτέλεσης δασοτεχνικών έργων	11	19.6	19.6	51.8
	Τμήμα διοίκησης & διαχείρισης δασών	8	14.3	14.3	66.1
	Τμήμα προστασίας δασών & δασικών εκτάσεων	11	19.6	19.6	85.7
	Τμήμα διοικητικού-λογιστικού	3	5.4	5.4	91.1
	Τμήμα δασικών χαρτογραφήσεων	5	8.9	8.9	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 2: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 2

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, το μεγαλύτερο μέρος των ατόμων που έλαβαν μέρος στην έρευνα, με 11 στις συνολικά 56 απαντήσεις (19,6%), ανήκει στο τμήμα εκτέλεσης δασοτεχνικών έργων και το τμήμα προστασίας δασών και δασικών εκτάσεων με ακριβώς το ίδιο ποσοστό (19,6%), ενώ ακολουθεί με 14,3% το τμήμα διοίκησης και διαχείρισης δασών με 8 απαντήσεις. Εν συνεχεία, από τους 56 ερωτηθέντες που έλαβαν μέρος στην έρευνα, οι 5 απασχολούνται στο τμήμα δασικών χαρτογραφήσεων με ποσοστό 8,9%, ενώ 3 απασχολούνται στο τμήμα διοικητικού – λογιστικού με ποσοστό 5,4%. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται και γραφικά τα αποτελέσματα της ερώτησης.



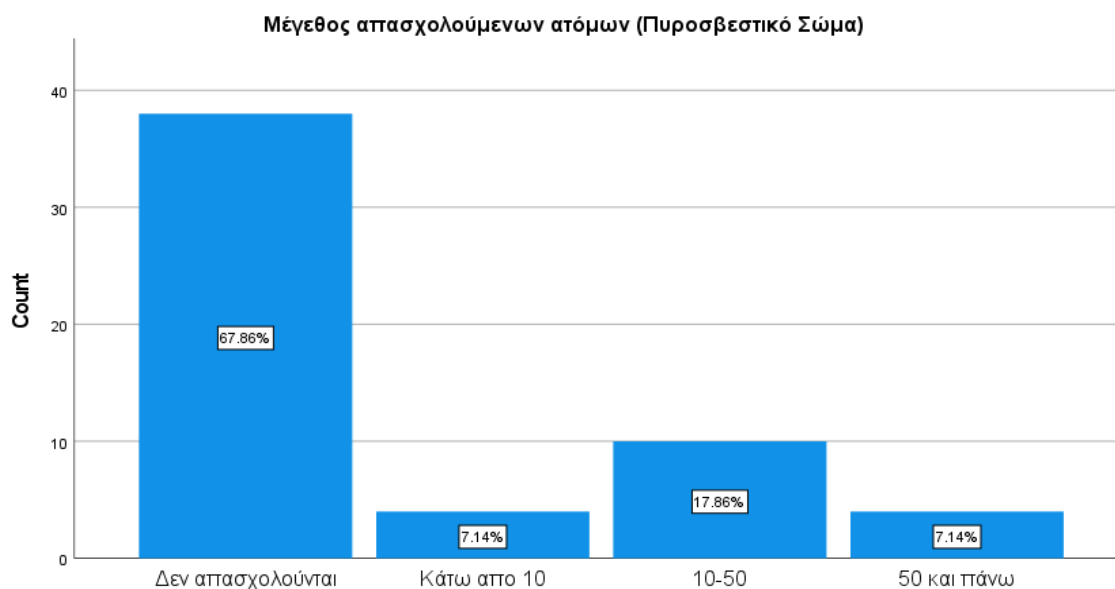
Διάγραμμα 2: Ραβδόγραμμα ερώτησης 2

Στη συνέχεια, η ερώτηση 3, ομοίως με την ερώτηση 1, διερευνάται το μέγεθος των απασχολούμενων ατόμων σε όσους απασχολούνται αυτή τη φορά σε κάποιο Πυροσβεστικό Σώμα. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Μέγεθος απασχολούμενων ατόμων(Πυροσβεστικό Σώμα)					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Δεν απασχολούνται	38	67.9	67.9	67.9
	Κάτω απο 10	4	7.1	7.1	75.0
	10-50	10	17.9	17.9	92.9
	50 και πάνω	4	7.1	7.1	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 3: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 3

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό δεν απασχολείται σε κάποιο Πυροσβεστικό Σώμα (67,9%). Στη συνέχεια, ακολουθεί με ποσοστό 17,9% όσοι απασχολούνται σε Πυροσβεστικό Σώμα με σύνολο ατόμων 10 έως 50, ενώ αμέσως μετά με ποσοστό 7,1% ακολουθεί όσοι απασχολούνται σε Πυροσβεστικά σώματα με σύνολο ατόμων κάτω από 10 και από 50 και πάνω. Τα παραπάνω αποτελέσματα παρουσιάζονται και διαγραμματικά.



Διάγραμμα 3: Ραβδόγραμμα ερώτησης 3

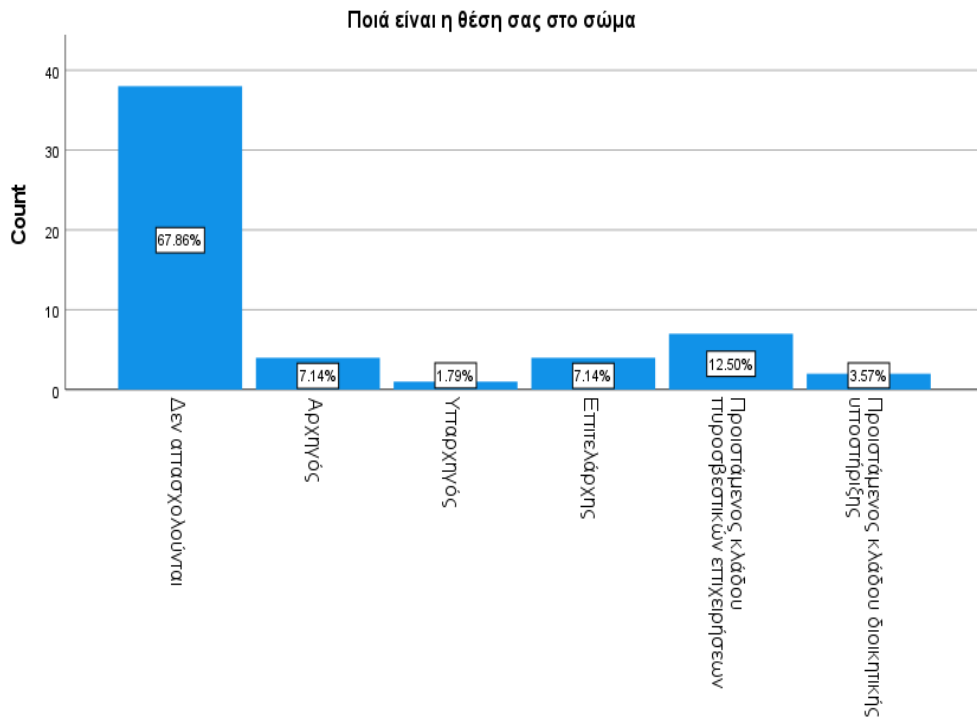
Στην επόμενη ερώτηση, ερώτηση 4, εξετάζεται ο τομέας στον οποίο δραστηριοποιείται ο κάθε ένας ερωτώμενος ο οποίος απασχολείται σε κάποιο Πυροσβεστικό σώμα. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Ποιά είναι η θέση σας στο σώμα

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Δεν απασχολούνται	38	67.9	67.9	67.9
	Αρχηγός	4	7.1	7.1	75.0
	Υπαρχηγός	1	1.8	1.8	76.8
	Επιτελάρχης	4	7.1	7.1	83.9
	Προιστάμενος κλάδου πυροσβεστικών επιχειρήσεων	7	12.5	12.5	96.4
	Προιστάμενος κλάδου διοικητικής υποστήριξης	2	3.6	3.6	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 4: Πίνακας συχνότητων ερώτησης 4

Όπως αναγράφεται στον παραπάνω πίνακα, την πλειοψηφία κατέχουν όσοι απασχολούνται ως προϊστάμενοι πυροσβεστικών επιχειρήσεων με ποσοστό 12,5%. Στη συνέχεια, με ισοψηφία ακολουθούν όσοι κατέχουν τον τίτλο του αρχηγού και αντίστοιχα του επιτελάρχη με ποσοστό 7,1%, ενώ με ποσοστό 3,6% ακολουθούν όσοι δραστηριοποιούνται ως προϊστάμενοι διοικητικής υποστήριξης. Το μικρότερο ποσοστό κατέχει ο τίτλος του υπαρχηγού με 1 μόνο απάντηση και ποσοστό 1,8%. Τέλος, όπως αναφέρθηκε και στην ερώτηση 3 ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό απο τους ερωτηθέντες στη παρούσα ερευνα, δήλωσε ότι δεν απασχολείται σε κάποιο Πυροσβεστικό σώμα με ποσοστό 67,9%. Ακολουθεί η διαγραμματική απεικόνιση της συγκεκριμένης ερώτησης.



Διάγραμμα 4: Ραβδόγραμμα ερώτησης 4

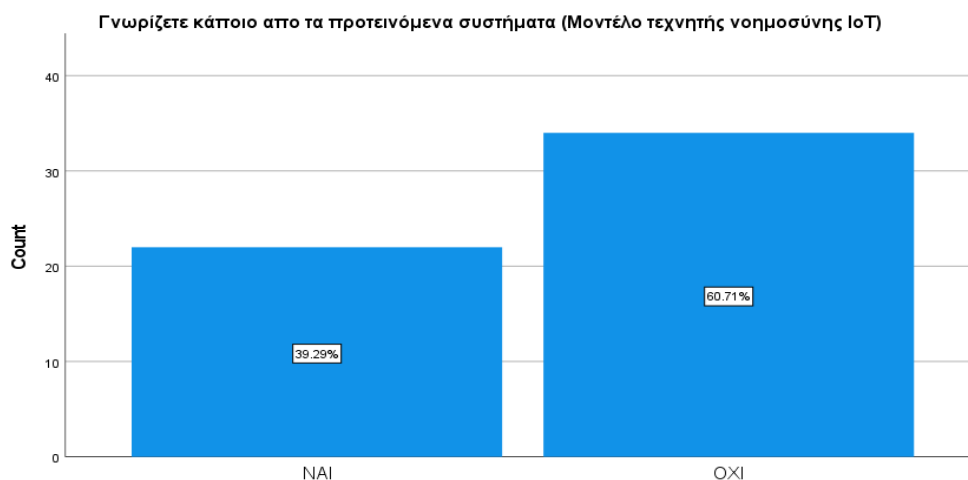
Η ερώτηση που ακολουθεί, ερώτηση 5, κάνει την εισαγωγή στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου της παρούσας έρευνας, όπου ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει με «ΝΑΙ» ή «ΟΧΙ», εάν γνωρίζει κάποιο από τα προτεινόμενα συστήματα πρόληψης και αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών. Πιο συγκεκριμένα στην ερώτηση 5, εξετάζεται το Μοντέλο Τεχνητής Νοημοσύνης IoT. Παρακάτω ακολουθεί ο πίνακας συχνοτήτων της ερώτησης 5.

Γνωρίζετε κάποιο από τα προτεινόμενα συστήματα (Μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης IoT)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	NAI	22	39.3	39.3	39.3
	OXI	34	60.7	60.7	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 5: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 5

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων που συμμετείχε στη παρούσα έρευνα, απάντησε ότι δεν γνωρίζει το συγκεκριμένο σύστημα πρόληψης και αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών, με ποσοστό να φτάνει το 60,70%, ενώ το ποσοστό αυτών που γνωρίζουν το Μοντέλο IoT είναι μόλις 39,3%. Ακολουθούν τα αποτελέσματα της ερώτησης 5 και διαγραμματικά.



Διάγραμμα 5: Ραβδόγραμμα ερώτησης 5

Στη συνέχεια, στην ερώτηση 6, μελετάται το κατά πόσο οι ερωτώμενοι γνωρίζουν το Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων ZigBee. Τα αποτελέσματα αυτής, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Γνωρίζετε κάποιο από τα προτεινόμενα συστήματα (Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων ZigBee)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	NAI	10	17.9	17.9	17.9
	OXI	46	82.1	82.1	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 6: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 6

Από το σύνολο των ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα, μόνο δέκα άτομα απάντησαν ότι έχουν γνώσεις πάνω στο συγκεκριμένο σύστημα πυρανίχνευσης, με ποσοστό 17,9%, ενώ οι υπόλοιποι σαράντα έξι, δεν γνωρίζουν το Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων ZigBee, με ποσοστό που φτάνει το 82,1%. Παρακάτω ακολουθεί η διαγραμματική απεικόνιση της ερώτησης 6.



Διάγραμμα 6: Ραβδόγραμμα ερώτησης 6

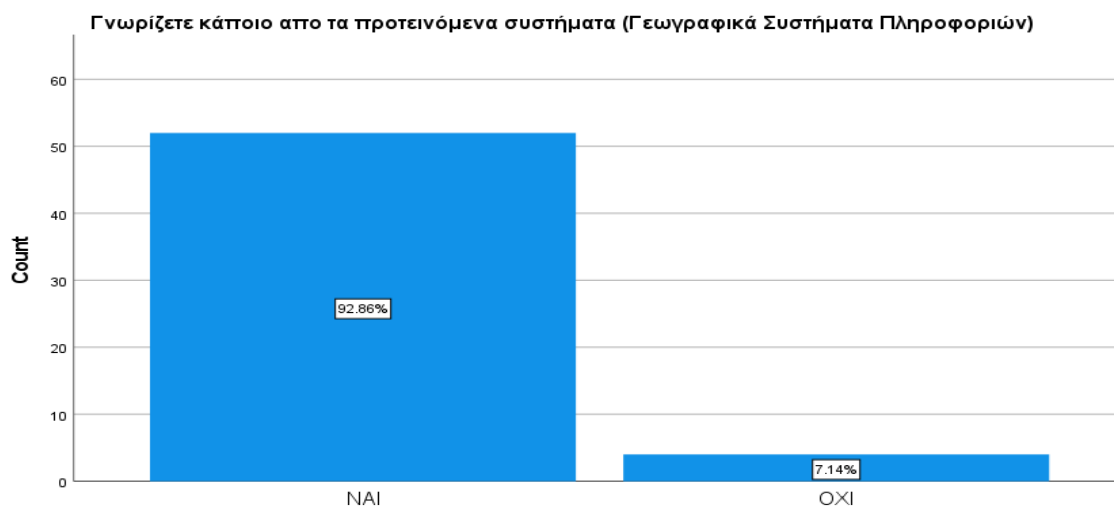
Στην ερώτηση 7 που ακολουθεί, μελετάται το κατά πόσο οι ερωτηθέντες γνωρίζουν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, ως μέσο πρόληψης και αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών. Τα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Γνωρίζετε κάποιο απο τα προτεινόμενα συστήματα (Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	NAI	52	92.9	92.9	92.9
	OXI	4	7.1	7.1	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 7: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 7

Όπως προκύπτει απο το παραπάνω πίνακα, το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων απάντησε «ΝΑΙ» (92,9%), ενώ «ΟΧΙ» απάντησαν μόνο τέσσερα άτομα με ποσοστό 7,1%. Τα αποτελέσματα αποτυπώνονται και διαγραμματικά.



Διάγραμμα 7: Ραβδόγραμμα ερώτησης 7

Στην επόμενη ερώτηση, ερώτηση 8, μελετάμε την αναγνωρισιμότητα των δορυφόρων ως μέσο πυρανίχνευσης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

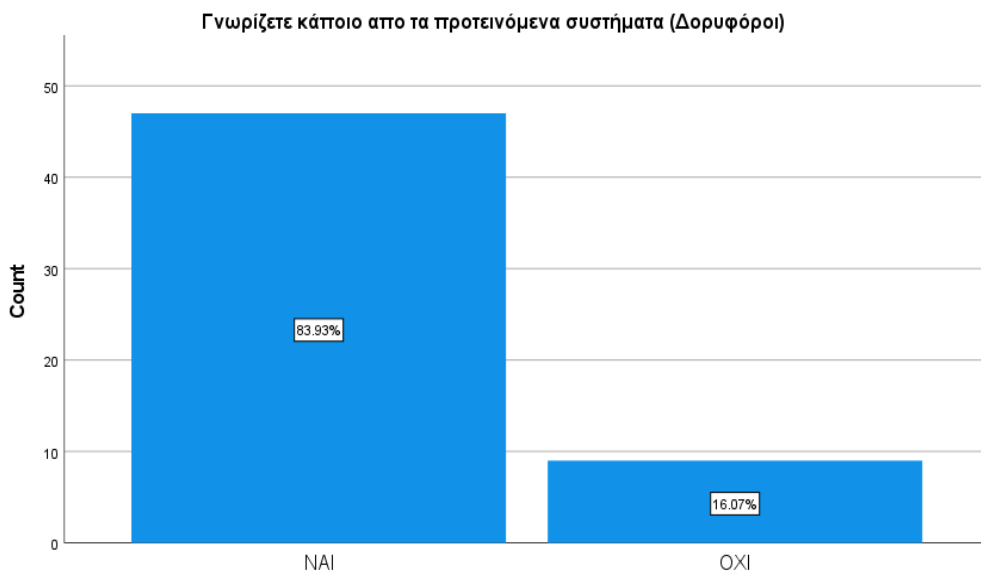
Γνωρίζετε κάποιο απο τα προτεινόμενα συστήματα (Δορυφόροι)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΝΑΙ	47	83.9	83.9	83.9
	ΟΧΙ	9	16.1	16.1	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 8: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 8

Απο τα αποτελέσματα που αποτυπώθηκαν παραπάνω, παρατηρείται ότι το 83,9% αποδέχονται τους δορυφόρους ως ένα μέσο καταπολέμησης δασικών πυρκαγιών, ενώ το

16,1% δεν αναγνωρίζει την συμβολή των δορυφόρων στην αντιμετώπιση τους. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται και διαγραμματικά.



Διάγραμμα 8: Ραβδόγραμμα ερώτησης 8

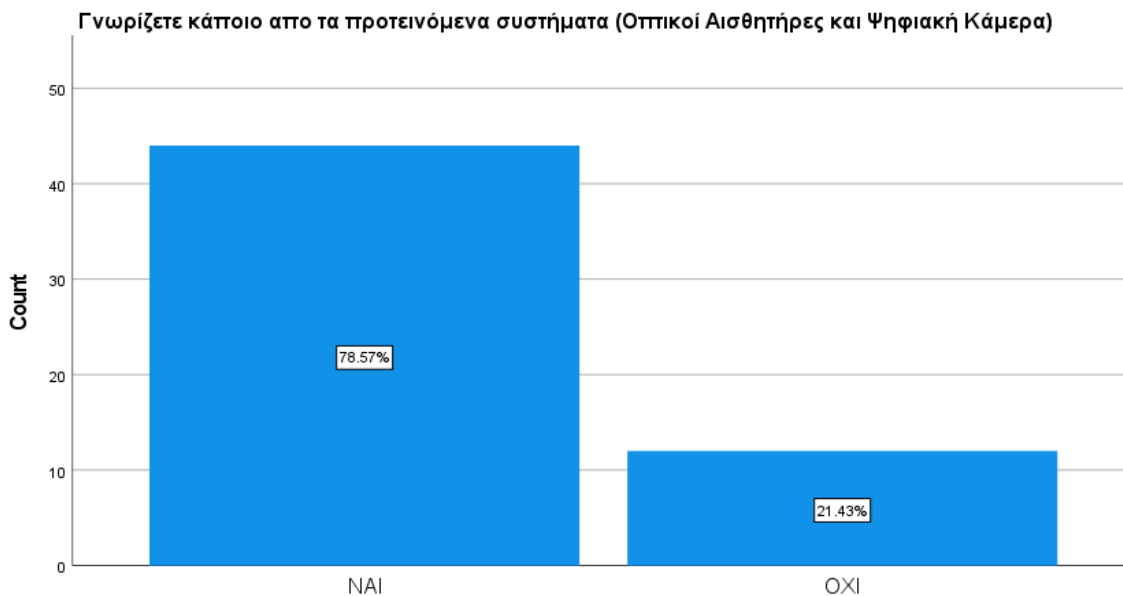
Η ερώτηση 9, αναφέρεται στο κατά πόσο οι ερωτηθέντες γνωρίζουν τους Οπτικούς Αισθητήρες και την Ψηφιακή Κάμερα ως μέσο πρόληψης και αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών. Τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Γνωρίζετε κάποιο απο τα προτεινόμενα συστήματα (Οπτικοί Αισθητήρες και Ψηφιακή Κάμερα)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	NAI	44	78.6	78.6	78.6
	OXI	12	21.4	21.4	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 9: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 9

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στον παραπάνω πίνακα, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (78,6%) απάντησε ότι γνωρίζει τους Οπτικούς αισθητήρες και τις Ψηφιακές κάμερες ως μέσο πρόληψης και αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών, ενώ το 21,4% δεν τα γνωρίζει. Στη συνέχεια ακολουθεί η διαγραμματική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.



Διάγραμμα 9: Ραβδόγραμμα ερώτησης 9

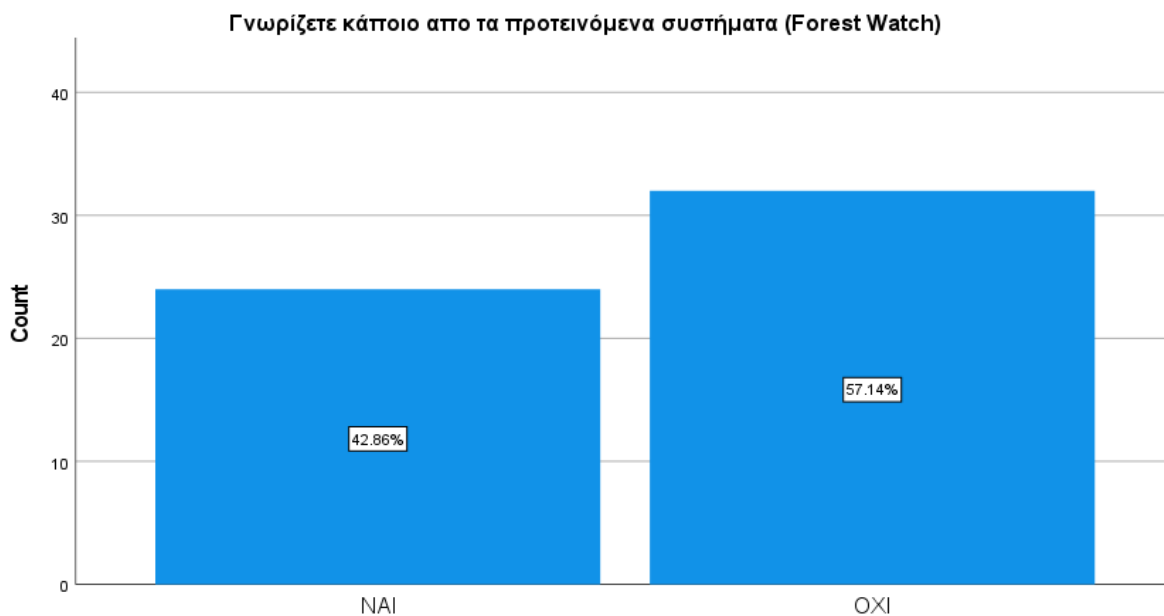
Στην ερώτηση 10 εξετάζεται το σύστημα «Forest Watch». Ακολουθούν τα αποτελέσματα βάσει της στατιστικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε.

Γνωρίζετε κάποιο απο τα προτεινόμενα συστήματα (Forest Watch)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	NAI	24	42.9	42.9	42.9
	OXI	32	57.1	57.1	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 10: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 10

Απο το σύνολο των 56 ερωτηθέντων, οι 32 απάντησαν ότι γνωρίζουν το συγκεκριμένο σύστημα με ποσοστό 57,1%, ενώ οι υπόλοιποι 24 απάντησαν πως δεν το γνωρίζουν με ποσοστό 42,9%. Η παραπάνω ανάλυση παρουσιάζεται και γραφικά στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 10: Ραβδόγραμμα ερώτησης 10

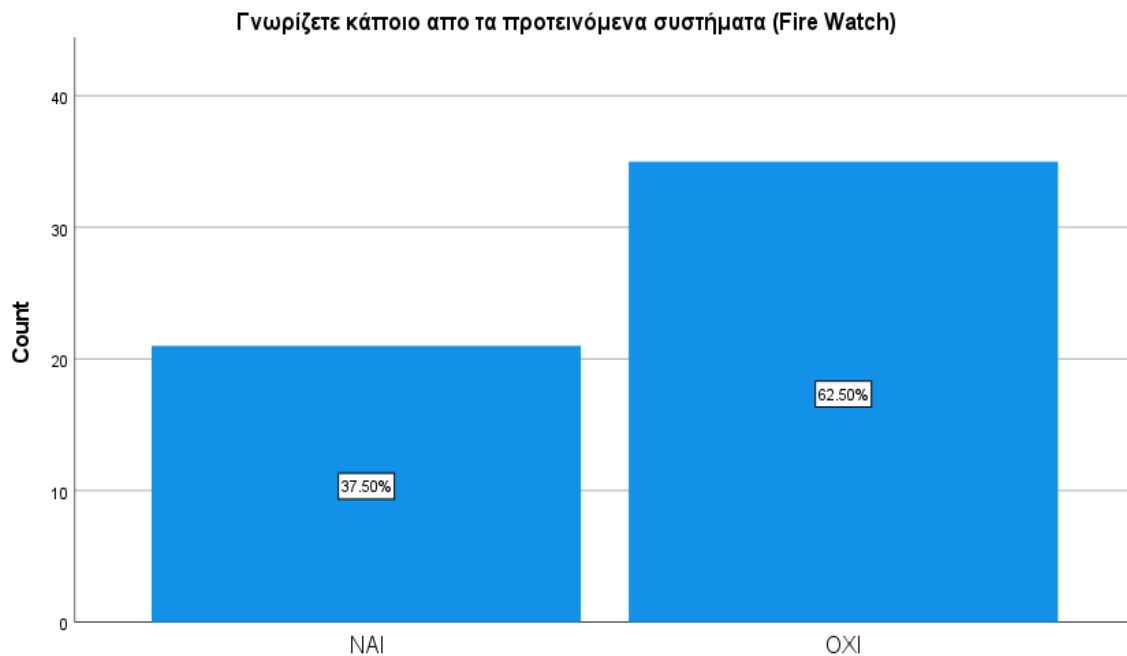
Στην ερώτηση 11 εξετάζεται το τελευταίο σύστημα το οποίο μελετάμε στη παρούσα έρευνα, το επονομαζόμενο «Fire Watch». Όπως και στις προηγούμενες έξι ερωτήσεις (5 έως 10), έτσι και σε αυτήν ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει με «ΝΑΙ» αν γνωρίζει ή με «ΟΧΙ» αν δεν γνωρίζει το σύστημα. Οι απαντήσεις στην ερώτηση 11 παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Γνωρίζετε κάποιο απο τα προτεινόμενα συστήματα (Fire Watch)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	NAI	21	37.5	37.5	37.5
	OXI	35	62.5	62.5	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 11: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 11

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, παρατηρείται ότι η πλειοψηφία (62,5%) δεν γνωρίζει το συγκεκριμένο σύστημα, ενώ το 37,5% απάντησε πως το γνωρίζει. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται και γραφικά τα αποτελέσματα της ερώτησης.



Διάγραμμα 11: Ραβδόγραμμα ερώτησης 11

Στην επόμενη ερώτηση, ερώτηση 12, μελετάται εάν χρησιμοποιείται κάποιο ή όλα τα συστήματα τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω στην υπηρεσία ή οργανισμό στον οποίο

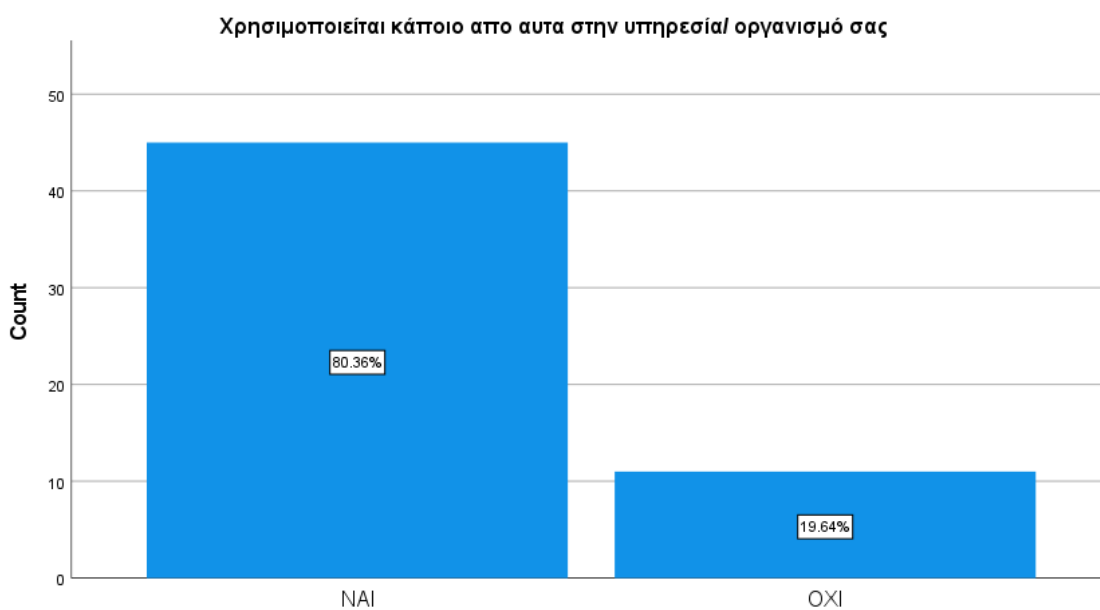
απασχολούνται οι ερωτηθέντες. Οι απαντήσεις της ερώτησης περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Χρησιμοποιείται κάποιο απο αυτα στην υπηρεσία/ οργανισμό σας

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	NAI	45	80.4	80.4	80.4
	OXI	11	19.6	19.6	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 12: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 12

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν απο αυτή την ερώτηση είναι, ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων (80,4%), που συμμετείχαν στην παρούσα έρευνα, εφαρμόζει τα παραπάνω συστήματα στην υπηρεσία ή οργανισμό όπου απασχολείται. Ένα μικρό ποσοστό της τάξεως 19,6% δεν χρησιμοποιούν κάποιο απο τα προτεινόμενα συστήματα. Η παραπάνω ανάλυση παρουσιάζεται και γραφικά στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 12: Ραβδόγραμμα ερώτησης 12

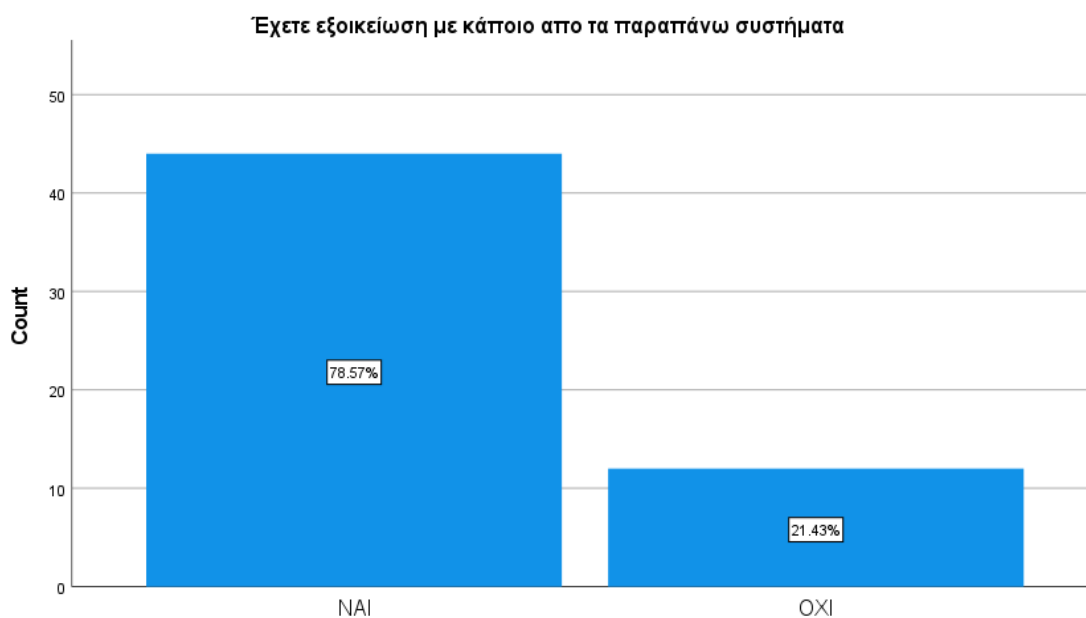
Η ερώτηση 13 αποτελεί την τελευταία ερώτηση του δεύτερου μέρους του ερωτηματολογίου και εξετάζει το κατά πόσο αυτοί που εφαρμόζουν κάποιο ή όλα τα προτεινόμενα συστήματα στην υπηρεσία ή οργανισμό που απασχολούνται, έχουν εξοικείωση με αυτά. Τα αποτελέσματα της ερώτησης 13 παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Έχετε εξοικείωση με κάποιο απο τα παραπάνω συστήματα

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	NAI	44	78.6	78.6	78.6
	OXI	12	21.4	21.4	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 13: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 13

Απο την συγκέντρωση των ερωτηματολογίων και σε συνδυασμό με την ερώτηση 12 μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων χρησιμοποιεί τα προτεινόμενα συστήματα όπως και έχει εμπειρία και εξοικείωση στην χρήση τους, καθώς το 78,6% γνωρίζει και χρησιμοποιεί τα συστήματα αποτελεσματικά, ενώ το 21,4% είναι σε πρωταρχικό ακόμα στάδιο. Παρακάτω δίνεται η διαγραμματική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.



Διάγραμμα 13: Ραβδόγραμμα ερώτησης 13

Η επόμενη ερώτηση του ερωτηματολογίου ανήκει στο Γ μέρος αυτού, όπου γίνεται μια προσέγγιση σχετικά με τις προσωπικές δεξιότητες των ερωτηθέντων αναφορικά με τα προτεινόμενα συστήματα. Οι ερωτήσεις είναι δομημένες με τη κλίμακα «Likert». Πιο συγκεκριμένα, η ερώτηση 14 αναφέρεται σε τι βαθμό οι συμμετέχοντες στην έρευνα, έχουν γνώσεις και δεξιότητες αναφορικά με τα προτεινόμενα συστήματα. Οι απαντήσεις αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

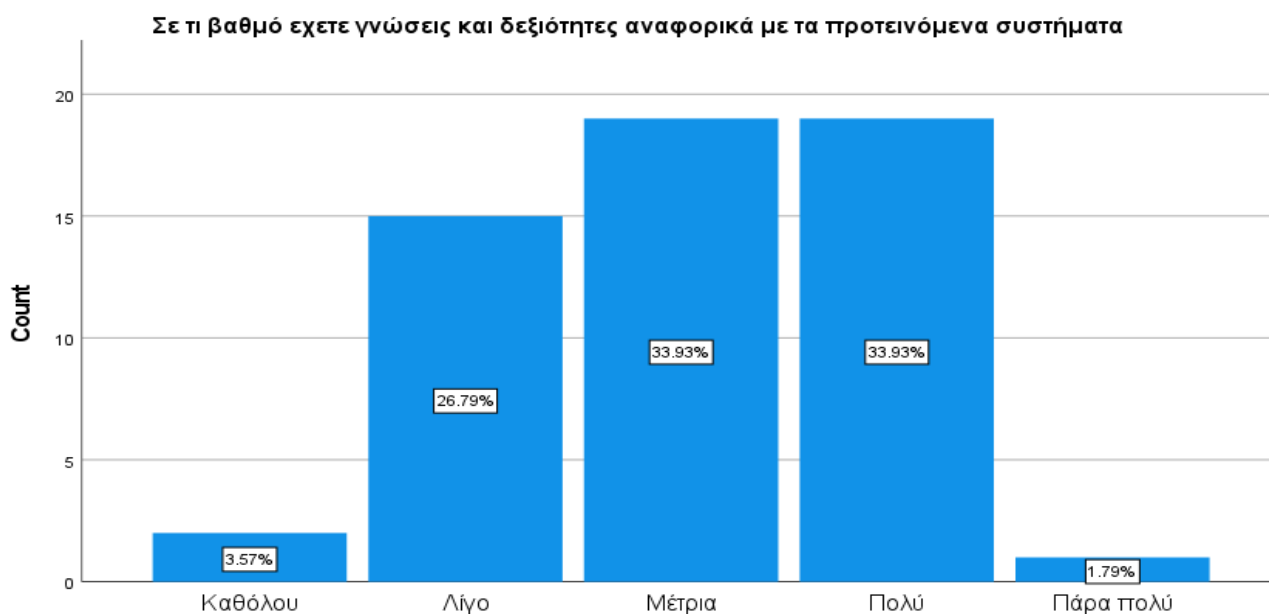
Σε τι βαθμό εχετε γνώσεις και δεξιότητες αναφορικά με τα προτεινόμενα συστήματα

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου	2	3.6	3.6	3.6
	Λίγο	15	26.8	26.8	30.4
	Μέτρια	19	33.9	33.9	64.3
	Πολύ	19	33.9	33.9	98.2

Πάρα πολύ	1	1.8	1.8	100.0
Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 14: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 14

Με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, παρατηρείται ότι αθροιστικά πάνω απο το 60% των συμμετεχόντων στην έρευνα απάντησαν «Μέτρια» και «Πολύ» στην γνώση πάνω στα προτεινόμενα συστήματα με ίσο ποσοστό 33,9%. Η απάντηση «Λίγο» έπεται με ποσοστό 26,8%, ενώ μετά ακολουθεί η απάντηση «Καθόλου» με ποσοστό 3,6% και τέλος η απάντηση «Πάρα Πολύ» με ποσοστό 1,8%. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται και γραφικά τα αποτελέσματα της ερώτησης.



Διάγραμμα 14: Ραβδόγραμμα ερώτησης 14

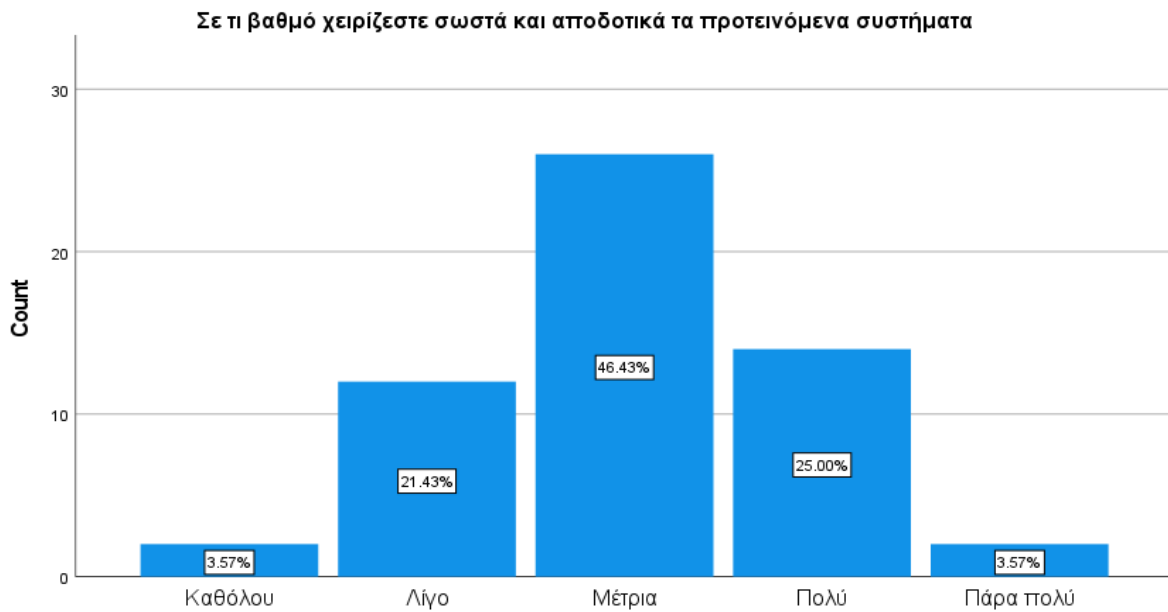
Η ερώτηση 15 εξετάζει σε τι βαθμό οι ερωτηθέντες χειρίζονται σωστά και αποδοτικά τα προτεινόμενα συστήματα. Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ερώτησης.

Σε τι βαθμό χειρίζεστε σωστά και αποδοτικά τα προτεινόμενα συστήματα

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου	2	3.6	3.6	3.6
	Λίγο	12	21.4	21.4	25.0
	Μέτρια	26	46.4	46.4	71.4
	Πολύ	14	25.0	25.0	96.4
	Πάρα πολύ	2	3.6	3.6	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 15: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 15

Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων, έδωσε την απάντηση «Μέτρια» με ποσοστό 46,4%, ενώ ακολουθούν με πολύ κοντινά ποσοστά οι απαντήσεις «Πολύ» (25%) και «Λίγο» (21,4%). Η απάντηση «Καθόλου» και «Πάρα Πολύ» συγκέντρωσε το ίδιο ποσοστό 3,6% και έτσι μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος χρησιμοποιεί σε ικανοποιητικό ποσοστό τα προτεινόμενα συστήματα. Παρακάτω θα παραστούν γραφικά τα αποτελέσματα της ερώτησης.



Διάγραμμα 15: Ραβδόγραμμα ερώτησης 15

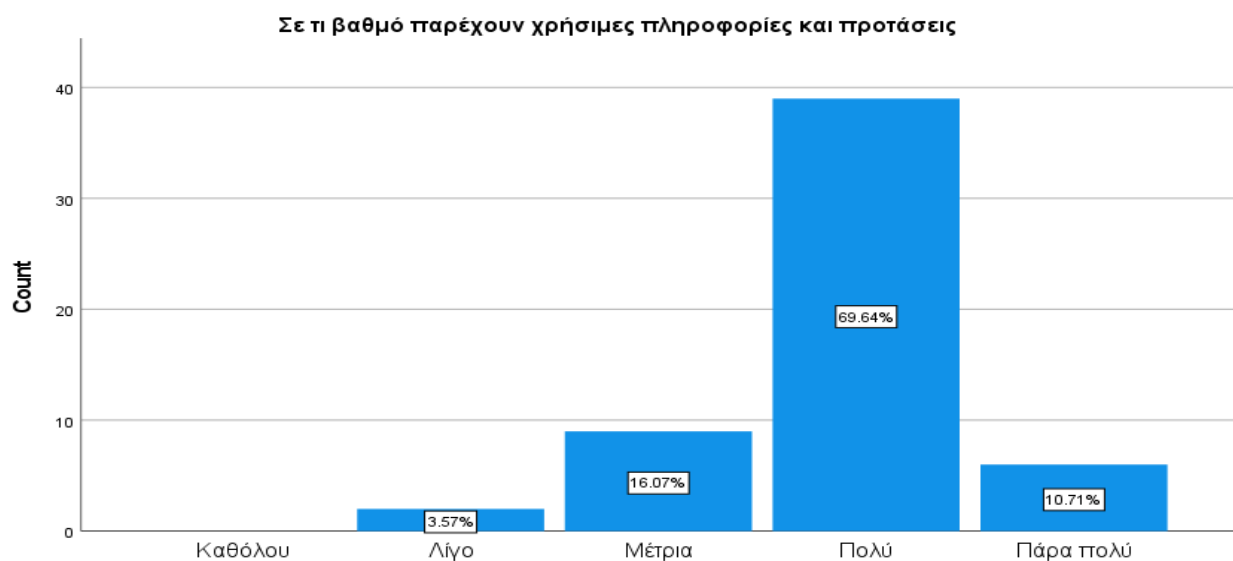
Στη συνέχεια, ακολουθεί το τέταρτο μέρος του ερωτηματολογίου, όπου γίνεται μια διερεύνηση σχετικά με την ποιότητα των συστημάτων που μελετάμε. Οι ερωτήσεις αυτές, είναι δομημένες με την κλίμακα «Likert», ομοίως με το Γ μέρος του ερωτηματολογίου που αναλύσαμε πιο πάνω. Η ερώτηση 16 λοιπόν, εξετάζει σε τι βαθμό τα προτεινόμενα συστήματα παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες και προτάσεις. Στον πίνακα που ακολουθεί αναλύονται τα αποτελέσματα αυτής της ερώτησης.

Σε τι βαθμό παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες και προτάσεις

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λίγο	2	3.6	3.6	3.6
	Μέτρια	9	16.1	16.1	19.6
	Πολύ	39	69.6	69.6	89.3
	Πάρα πολύ	6	10.7	10.7	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 16: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 16

Για ακόμα μια φορά, παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων βρέθηκαν σύμφωνοι ότι τα προτεινόμενα συστήματα παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες και προτάσεις στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το 69,6% πιστεύει ότι τα προτεινόμενα συστήματα είναι «Πολύ» χρήσιμα. Η επιλογή «Μέτρια» συγκεντρώνει το 16,1% του δείγματος, ενώ η επιλογή «Πάρα Πολύ» βρίσκεται με ποσοστό 10,7%. Η επιλογή «Λίγο» κατέχει το μικρότερο ποσοστό του δείγματος (3,6%), ενώ η επιλογή «Καθόλου» δεν δέχτηκε καμία απάντηση. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται και γραφικά τα αποτελέσματα της ερώτησης.



Διάγραμμα 16: Ραβδόγραμμα ερώτησης 16

Η ερώτηση 17 μελετά την αποδοτικότητα των προτεινόμενων συστημάτων. Ομοίως με την προηγούμενη ερώτηση, οι ερωτηθέντες καλούνται να απαντήσουν με βάση την κλίμακα «Likert», το κατά πόσο θεωρούν λειτουργικά τα προτεινόμενα συστήματα. Παρακάτω δίνεται ο πίνακας των αποτελεσμάτων, ύστερα από ανάλυση της ερώτησης.

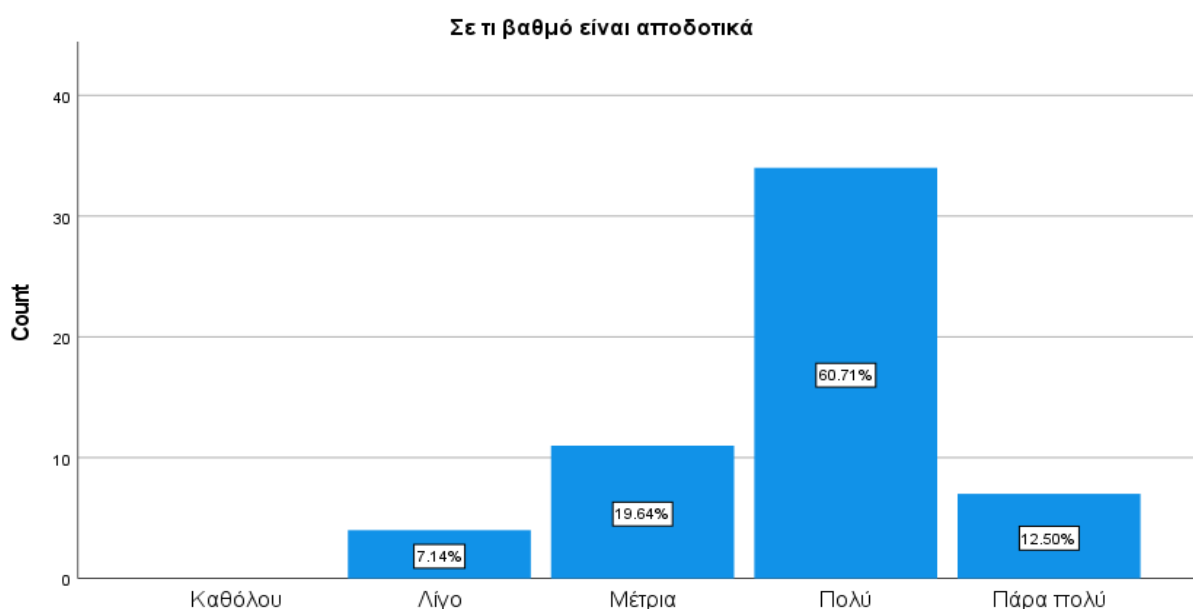
Σε τι βαθμό είναι αποδοτικά

Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent

Valid	Λίγο	4	7.1	7.1	7.1
	Μέτρια	11	19.6	19.6	26.8
	Πολύ	34	60.7	60.7	87.5
	Πάρα πολύ	7	12.5	12.5	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 17: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 17

Ξεκινώντας τον σχολιασμό της συγκεκριμένης ερώτησης, παρατηρούμε ότι εδώ, όπως και στην προηγούμενη ερώτηση, η επιλογή «Καθόλου» δεν έχει δεχτεί καμία απάντηση. Ακολουθώντας λοιπόν ένα αύξοντα ρυθμό, έπεται η επιλογή «Λίγο» με ποσοστό 7,1%, στη συνέχεια ακολουθεί η επιλογή «Πάρα Πολύ» με ποσοστό 12,5%, ενώ η επιλογή «Μέτρια» συγκέντρωσε το 19,6% του δείγματος. Η επιλογή «Πολύ» κατέχει την πρώτη θέση με ποσοστό 60,7%. Αθροίζοντας τις επιλογές «Μέτρια» και «Πολύ», καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος (80,3%) θεωρεί ότι τα προτεινόμενα συστήματα είναι αποτελεσματικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών. Παρακάτω δίνεται η διαγραμματική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.



Διάγραμμα 17: Ραβδόγραμμα ερώτησης 17

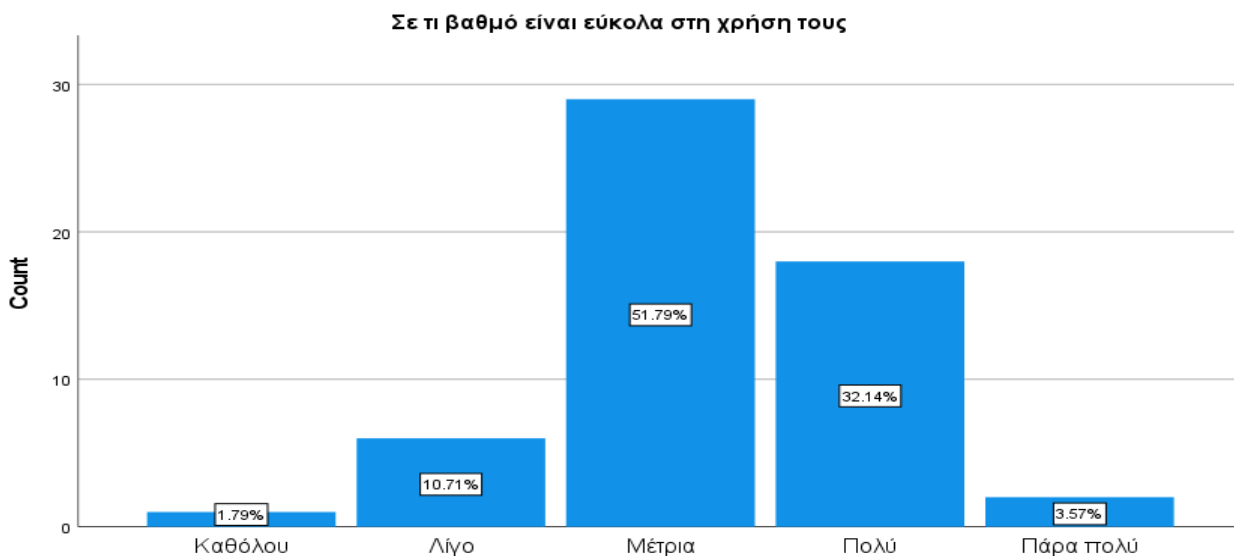
Η τελευταία ερώτηση του τέταρτου μέρους του ερωτηματολογίου, η ερώτηση 18, εξετάζει σε τι βαθμό τα προτεινόμενα συστήματα είναι εύκολα στην χρήση τους. Και εδώ η ερώτηση είναι δομημένη σύμφωνα με την κλίμακα «Likert». Παρακάτω δίνονται τα αποτελέσματα της ερώτησης.

Σε τι βαθμό είναι εύκολα στη χρήση τους

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου	1	1.8	1.8	1.8
	Λίγο	6	10.7	10.7	12.5
	Μέτρια	29	51.8	51.8	64.3
	Πολύ	18	32.1	32.1	96.4
	Πάρα πολύ	2	3.6	3.6	100.0
	Total		56	100.0	100.0

Πίνακας 18: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 18

Στην συγκεκριμένη ερώτηση, η επιλογή «Μέτρια» κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό (51,8%), έπεται η επιλογή «Πολύ» με ποσοστό 32,1%, στη συνέχεια ακολουθεί η επιλογή «Λίγο» με ποσοστό 10,7% και τέλος έχουμε την επιλογή «Πάρα Πολύ» με ποσοστό 3,6% και την επιλογή «Καθόλου» με ποσοστό 1,8%. Απο τον πίνακα συχνοτήτων της ερώτησης 18 συμπεραίνουμε ότι το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος πιστεύει ότι τα συστήματα δεν είναι τόσο απαιτητικά στην χρήση τους. Ακολουθεί η διαγραμματική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.



Διάγραμμα 18: Ραβδόγραμμα ερώτησης 18

Στη συνέχεια, ακολουθεί το πέμπτο και τελευταίο μέρος του ερωτηματολογίου, όπου γίνεται μια προσπάθεια σύγκρισης των προτεινόμενων συστημάτων. Οι ερωτήσεις 19 έως 25 που ακολουθούν είναι δομημένες με βάση την κλίμακα «Likert» και οι ερωτηθέντες καλούνται να απαντήσουν σε τι βαθμό κάθε ένα από τα προτεινόμενα συστήματα θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών. Ξεκινώντας από την ερώτηση 19, εξετάζεται το Μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης IoT. Παρακάτω δίνονται τα αποτελέσματα της ερώτησης.

Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στη πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (M.T.N. IoT)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου	1	1.8	1.8	1.8
	Λίγο	11	19.6	19.6	21.4
	Μέτρια	19	33.9	33.9	55.4
	Πολύ	24	42.9	42.9	98.2

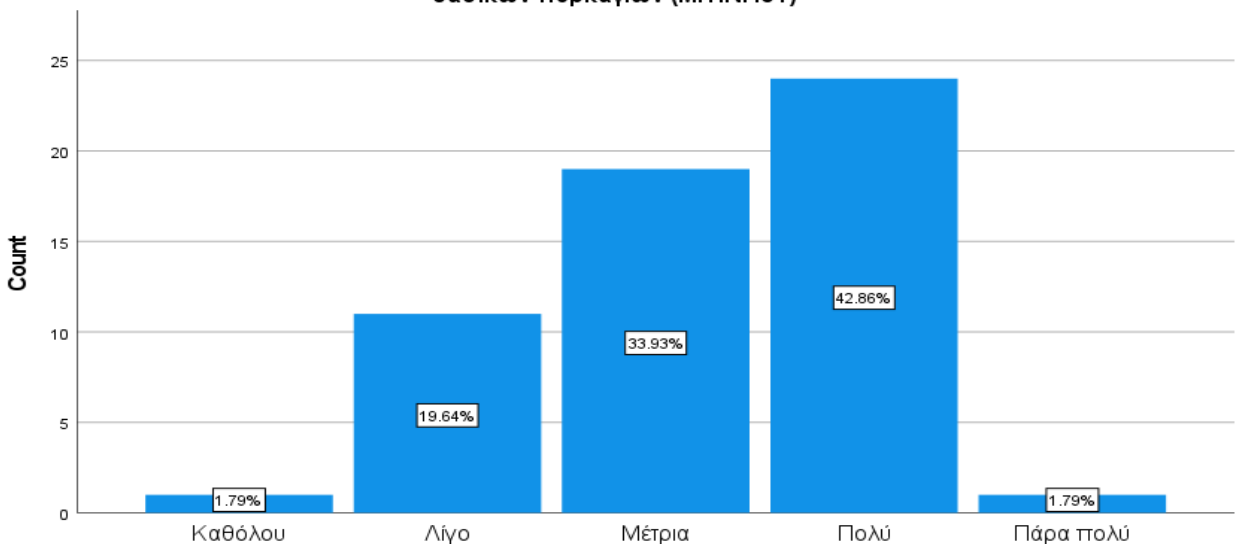
Πάρα πολύ	1	1.8	1.8	100.0
Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 19: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 19

Με την συλλογή των αποτελεσμάτων, παρατηρούμε ότι η επιλογή «Πολύ» δέχτηκε τις περισσότερες απαντήσεις με ποσοστό 42,9%, ακολουθεί η επιλογή «Μέτρια» με ποσοστό 33,9%, έπειτα η επιλογή «Λίγο» με ποσοστό 19,6% και τέλος με ίσο ποσοστό έπονται οι επιλογές «Πάρα Πολύ» και «Καθόλου» (1,8%). Επομένως, συμπεραίνουμε ότι με την εφαρμογή αυτού του μοντέλου, μπορούμε να μειώσουμε δραστικά τις ανεπιθύμητες συνέπειες των δασικών πυρκαγιών.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται και γραφικά τα αποτελέσματα της ερώτησης.

Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (M.T.N. IoT)



Διάγραμμα 19: Ραβδόγραμμα ερώτησης 19

Η ερώτηση 20 εξετάζει το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων ZigBee. Στη συνέχεια, ακολουθούν τα αποτελέσματα της ερώτησης.

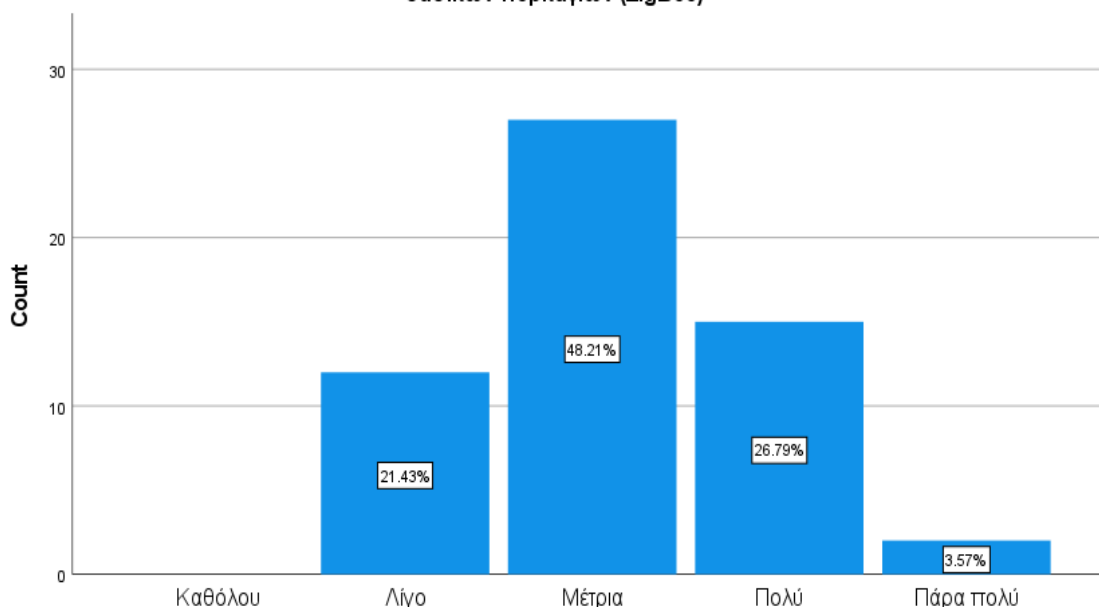
Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (ZigBee)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λίγο	12	21.4	21.4	21.4
	Μέτρια	27	48.2	48.2	69.6
	Πολύ	15	26.8	26.8	96.4
	Πάρα πολύ	2	3.6	3.6	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 20: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 20

Όπως φαίνεται από τον πίνακα συχνοτήτων της ερώτησης 20, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων απάντησε την επιλογή «Μέτρια» με ποσοστό 48,2%, έπειτα ακολουθεί η επιλογή «Πολύ» με ποσοστό 26,8% και πολύ κοντά βρίσκεται η επιλογή «Λίγο» με ποσοστό 21,4%. Η επιλογή «Πάρα Πόλυ» συγκέντρωσε το 3,6% του δείγματος, ενώ η επιλογή «Καθόλου» και σε αυτή την ερώτηση δεν δέχτηκε καμία απάντηση. Παρακάτω δίνονται τα αποτελέσματα της ερώτησης και γραφικά.

Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (ZigBee)



Διάγραμμα 20: Ραβδόγραμμα ερώτησης 20

Η ερώτηση 21 που ακολουθεί, μελετά την αποδοτικότητα των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS). Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα αποτελέσματα της ερώτησης.

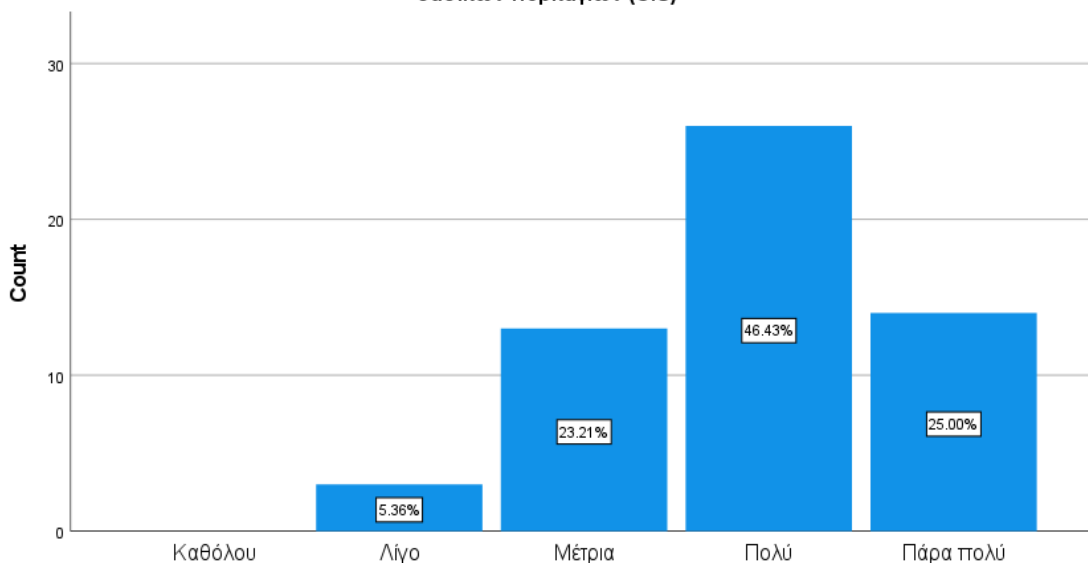
Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (GIS)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λίγο	3	5.4	5.4	5.4
	Μέτρια	13	23.2	23.2	28.6
	Πολύ	26	46.4	46.4	75.0
	Πάρα πολύ	14	25.0	25.0	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 21: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 21

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών είναι γνωστά για την πολύπλευρη χρησιμότητα τους σε πάρα πολλούς τομείς. Έτσι και εδώ, αποδुकνείεται για ακόμη μια φορά ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων θεωρεί τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών χρήσιμα και λειτουργικά ως μέσο πρόληψης δασικών πυρκαγιών, καθώς η επιλογή «Πολύ» δέχτηκε τις περισσότερες απαντήσεις με ποσοστό 46,4% και στη συνέχεια ακολουθούν πολύ κοντά η μία στην άλλη οι επιλογές «Πάρα Πολύ» με ποσοστό 25% και η επιλογή «Μέτρια» με ποσοστό 23,2%. Στο τέλος βρίσκεται η επιλογή «Λίγο» με ποσοστό 5,4% ενώ η επιλογή «Καθόλου» και σε αυτή την περίπτωση δεν δέχτηκε καμία απάντηση. Ακολουθούν οι απαντήσεις της ερώτησης και γραφικά.

Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (GIS)



Διάγραμμα 21: Ραβδόγραμμα ερώτησης 21

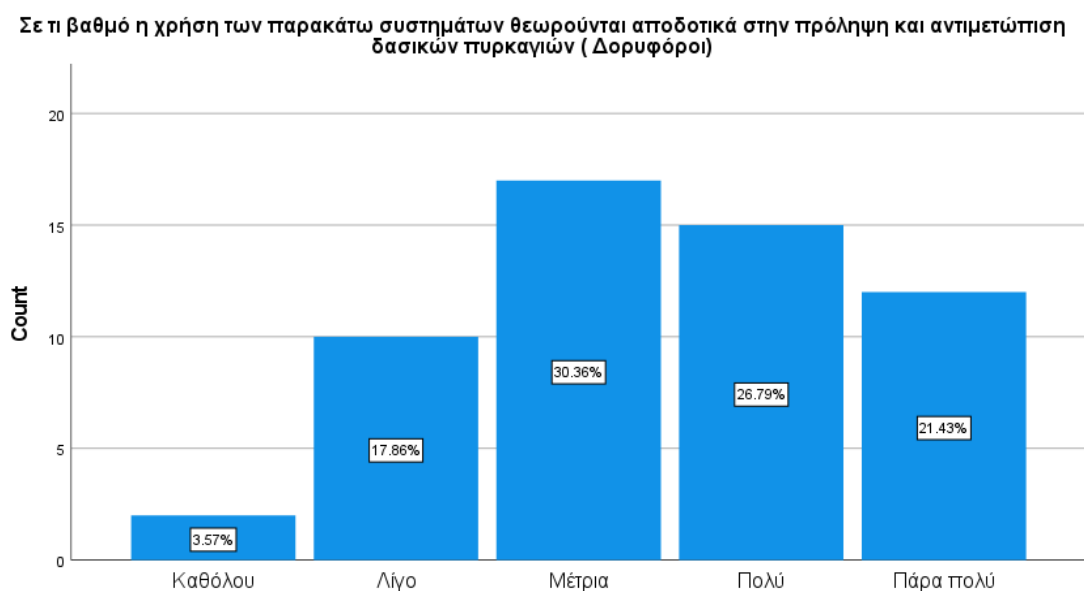
Η επόμενη ερώτηση, ερώτηση 22, μελετά τους δορυφόρους ως μέσο πρόληψης και αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών. Παρακάτω δίνονται τα αποτελέσματα της ερώτησης.

Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (Δορυφόροι)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου	2	3.6	3.6	3.6
	Λίγο	10	17.9	17.9	21.4
	Μέτρια	17	30.4	30.4	51.8
	Πολύ	15	26.8	26.8	78.6
	Πάρα πολύ	12	21.4	21.4	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 22: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 22

Όπως παρατηρούμε απο τον πίνακα συχνοτήτων πιο πάνω, οι απαντήσεις των ερωτηθέντων μοιράστηκαν σχεδόν ισάξια σε όλες τις κλίμακες «Likert», απο την επιλογή «Λίγο» έως την επιλογή «Πάρα Πολύ», με εξαίρεση την επιλογή «Καθόλου» που συγκέντρωσε το 3,6% του δείγματος. Πιο συγκεκριμένα, η επιλογή «Μέτρια» ήταν αυτή με τις περισσότερες απαντήσεις με ποσοστό 30,4%, έπειτα ακολουθεί η επιλογή «Πολύ» με ποσοστό 26,8%, στη συνέχεια η επιλογή «Πάρα Πολύ» με ποσοστό 21,4% και τέλος η επιλογή «Λίγο» με ποσοστό 17,9%. Παρακάτω δίνεται η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.



Διάγραμμα 22: Ραβδόγραμμα ερώτησης 22

Η ερώτηση 23 που ακολουθεί, εξετάζει την αποδοτικότητα των Οπτικών Αισθητήρων και των Ψηφιακών Καμερών. Παρακάτω δίνονται τα αποτελέσματα της ερώτησης.

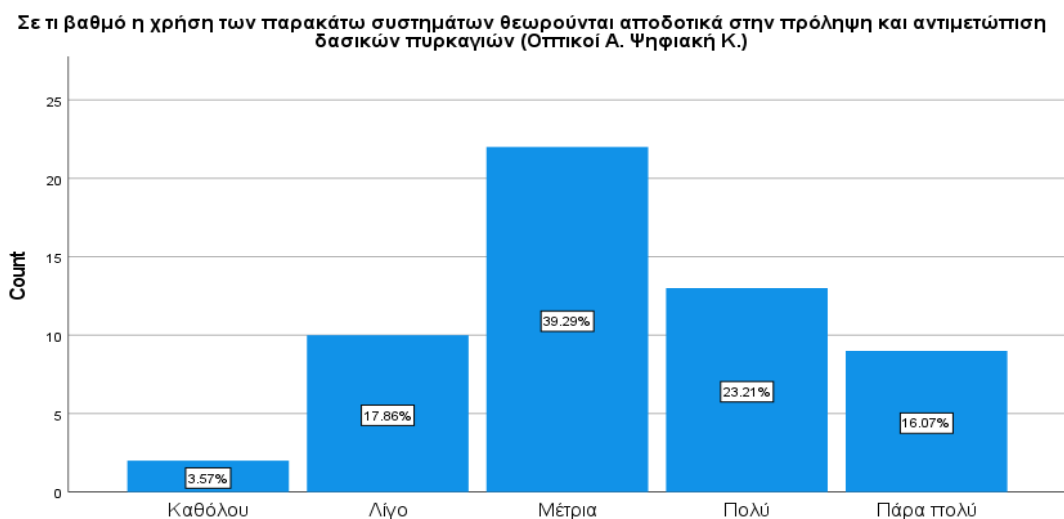
Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (Οπτικοί Α. Ψηφιακή Κ.)

Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
-----------	---------	---------------	--------------------

Valid	Καθόλου	2	3.6	3.6	3.6
	Λίγο	10	17.9	17.9	21.4
	Μέτρια	22	39.3	39.3	60.7
	Πολύ	13	23.2	23.2	83.9
	Πάρα πολύ	9	16.1	16.1	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 23: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 23

Από την συγκέντρωση των αποτελεσμάτων, φαίνεται ότι αθροιστικά οι επιλογές «Μέτρια» και «Πολύ» ξεπερνούν το 60% του δείγματος, γεγονός που υποδυναμεί την αποτελεσματικότητα των συγκεκριμένων μοντέλων στην πρόληψη και αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών. Στη συνέχεια, βρίσκονται πολύ κοντά οι επιλογές «Λίγο» με ποσοστό 17,9% και η επιλογή «Πάρα Πολύ» με ποσοστό 16,1%, ενώ τελευταία ακολουθεί η επιλογή «Καθόλου» με ποσοστό 3,6%. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ερώτησης και γραφικά.



Διάγραμμα 23: Ραβδόγραμμα ερώτησης 23

Το επόμενο μοντέλο που εξετάζεται είναι το επονομαζόμενο «Forest Watch». Παρακάτω δίνονται τα αποτελέσματα της ερώτησης 24.

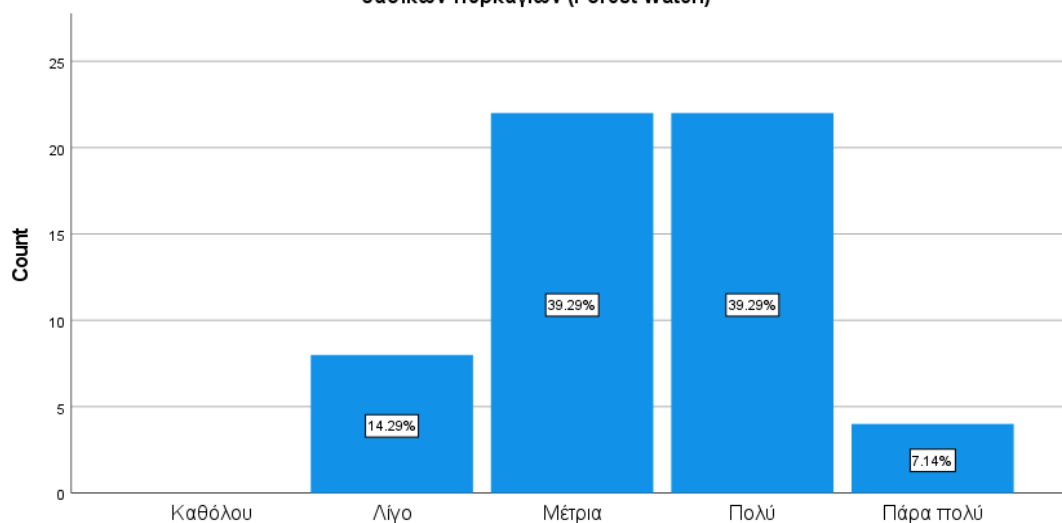
Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (Forest Watch)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λίγο	8	14.3	14.3	14.3
	Μέτρια	22	39.3	39.3	53.6
	Πολύ	22	39.3	39.3	92.9
	Πάρα πολύ	4	7.1	7.1	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 24: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 24

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, αθροιστικά οι επιλογές «Μέτρια» και «Πολύ» ξεπερνούν το 70% του δείγματος, με αποτέλεσμα να υποδηλώνεται η αποδοτικότητα του συγκεκριμένου συστήματος στην αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών. Στη συνέχεια, ακολουθεί η επιλογή «Λίγο» με ποσοστό 14,3% και τέλος η επιλογή «Πάρα Πολύ» με ποσοστό 7,1%, ενώ η επιλογή «Καθόλου» δεν δέχτηκε καμία απάντηση. Έπειτα, ακολουθεί η διαγραμματική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.

Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (Forest Watch)



Διάγραμμα 24: Ραβδόγραμμα ερώτησης 24

Η τελευταία ερώτηση του ερωτηματολογίου, η ερώτηση 25, εξετάζει την αποτελεσματικότητα του συστήματος «Fire Watch». Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας συχνοτήτων της ερώτησης 25.

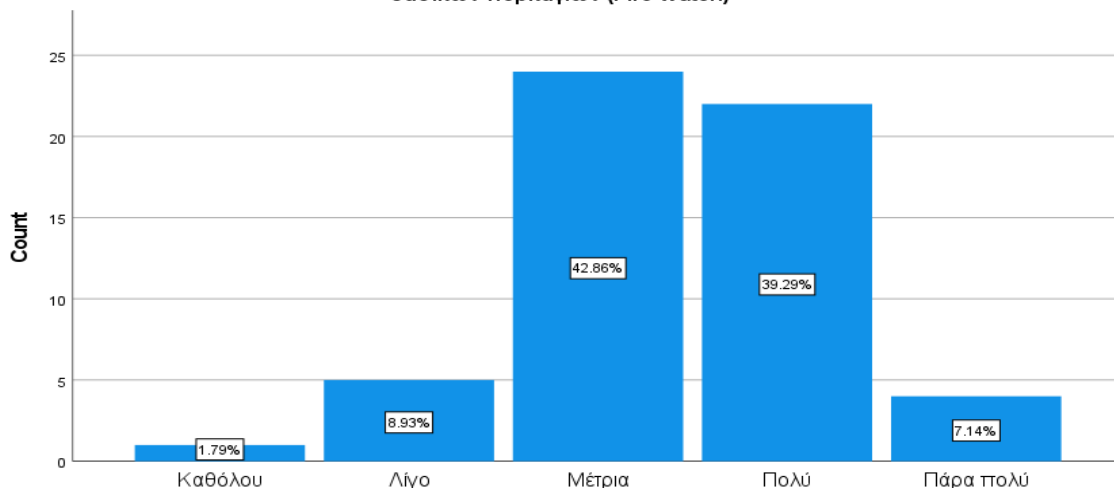
Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (Fire Watch)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου	1	1.8	1.8	1.8
	Λίγο	5	8.9	8.9	10.7
	Μέτρια	24	42.9	42.9	53.6
	Πολύ	22	39.3	39.3	92.9
	Πάρα πολύ	4	7.1	7.1	100.0
	Total	56	100.0	100.0	

Πίνακας 25: Πίνακας συχνοτήτων ερώτησης 25

Όπως και στην ερώτηση 24, έτσι και εδώ, αθροιστικά οι επιλογές «Μέτρια» και «Πολύ» αγγίζουν το 82,2% του δείγματος, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η αποτελεσματικότητα αυτού του συστήματος είναι μεγάλη. Στη συνέχεια, ακολουθεί η επιλογή «Λίγο» με ποσοστό 8,9%, έπειτα η επιλογή «Πάρα Πολύ» με ποσοστό 7,1% και τέλος η επιλογή «Καθόλου» με ποσοστό 1,8%. Ακολουθεί η συγκέντρωση των αποτελεσμάτων και γραφικά.

Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (Fire Watch)



Διάγραμμα 25: Ραβδόγραμμα ερώτησης 25

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της περιγραφικής στατιστικής για όλες τις ερωτήσεις που αναπτύχθηκαν στο ερωτηματολόγιο αυτής της έρευνας (1 έως και 25) και πιο συγκεκριμένα δίνονται οι πληροφορίες για τον μέσο όρο (Mean) και την τυπική απόκλιση (Std Deviation) της εκάστοτε ερώτησης.

Descriptive Statistics	Std.	
	Mean	Deviation
Μέγεθος απασχολούμενων ατόμων (Δασαρχείο)	0.17388	1.30122
Ποιος είναι ο τομέας απασχόλησης σας στον οργανισμό	0.21845	1.63475
Μέγεθος απασχολούμενων ατόμων (Πυροσβεστικό Σώμα)	0.13587	1.01674
Ποιά είναι η θέση σας στο σώμα	0.22068	1.65145
Γνωρίζετε κάποιο απο τα προτεινόμενα συστήματα (Μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης IoT)	0.06585	0.49281
Γνωρίζετε κάποιο απο τα προτεινόμενα συστήματα (Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων ZigBee)	0.05164	0.38646

Γνωρίζετε κάποιο απο τα προτεινόμενα συστήματα (Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών)	0.03473	0.25987
Γνωρίζετε κάποιο απο τα προτεινόμενα συστήματα (Δορυφόροι)	0.04952	0.37059
Γνωρίζετε κάποιο απο τα προτεινόμενα συστήματα (Οπτικοί Αισθητήρες και Ψηφιακή Κάμερα)	0.05533	0.41404
Γνωρίζετε κάποιο απο τα προτεινόμενα συστήματα (Forest Watch)	0.06673	0.49935
Γνωρίζετε κάποιο απο τα προτεινόμενα συστήματα (Fire Watch)	0.06528	0.48850
Χρησιμοποιείται κάποιο απο αυτα στην υπηρεσία/ οργανισμό σας	0.05357	0.40089
Έχετε εξοικείωση με κάποιο απο τα παραπάνω συστήματα	0.05533	0.41404
Σε τι βαθμό εχετε γνώσεις και δεξιότητες αναφορικά με τα προτεινόμενα συστήματα	0.12211	0.91382
Σε τι βαθμό χειρίζεστε σωστά και αποδοτικά τα προτεινόμενα συστήματα	0.11668	0.87312
Σε τι βαθμό παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες και προτάσεις	0.08476	0.63425
Σε τι βαθμό είναι αποδοτικά	0.10102	0.75593
Σε τι βαθμό είναι εύκολα στη χρήση τους	0.10272	0.76871
Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (M.T.N. IoT)	0.11394	0.85261
Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (ZigBee)	0.10526	0.78769

Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (GIS)	0.11188	0.83724
Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (Δορυφόροι)	0.15058	1.12686
Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (Οπτικοί Α. Ψηφιακή Κ.)	0.14170	1.06035
Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (Forest Watch)	0.11013	0.82415
Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών (Fire Watch)	0.11042	0.82631

Πίνακας 26: Πίνακας περιγραφικής στατιστικής

6. Συμπεράσματα

6.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται συνοπτικά τα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας, όπως προκύπτουν τόσο από την βιβλιογραφική επισκόπηση όσο και από την ανάλυση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου.

6.2 Συμπεράσματα Εμπειρικής Έρευνας

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν ένα πολύ σημαντικό κομμάτι του οικολογικού κύκλου στα Μεσογειακά Οικοσυστήματα. Παρολαυτά, τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί συνεχής εμφάνιση δασικών πυρκαγιών, με αποτέλεσμα οι καταστροφές που δημιουργούνται

να είναι ανυπολόγιστες. (Athanasiou Miltiadis, 2016). Ο σχεδιασμός και η αξιολόγηση του κινδύνου μιας πυρκαγιάς, σχετίζονται με το πόσο συχνά εμφανίζονται πυρκαγιές, τι επιπτώσεις έχουν στην άγρια γη και στις αστικές περιοχές, καθώς και τι ευκαιρίες υπάρχουν για την βελτίωση της κατάστασης μέσω ενεργειών διαχείρισης. (Mark. A Finney, 2005)

Μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε, διαπιστώθηκε ότι τα λειτουργικά συστήματα διαχείρισης κρίσεων δασικών πυρκαγιών μπορούν να μειώσουν σημαντικά τις αρνητικές συνέπειες των δασικών πυρκαγιών, καθώς επίσης να δώσουν χρήσιμες συμβουλές και προτάσεις για την πρόληψη αυτών. Μέσω των καινοτόμων τεχνολογιών που διαθέτουν, είναι ικανά να εντοπίσουν έγκαιρα μια πιθανή πυραγιά, πριν προλάβει να εξαπλωθεί και να γίνει κατάσβεση της. (Gomathi et al., 2015; C. Gomathi et al., 2015; Benzekri et al., 2020; Wiame Benzekri et al., 2020).

Η εμπειρική έρευνα που πραγματοποιήθηκε με την διεξαγωγή ερωτηματολογίων σε Δασολόγους και σε ανθρώπους που απασχολούνται σε κάποιο Πυροσβεστικό Σώμα, έδειξε ότι η πλειοψηφία αυτών θεωρεί τα λειτουργικά συστήματα διαχείρισης κρίσεων δασικών πυρκαγιών σημαντικά και χρήσιμα για την αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών.

Αρχικά, με βάση τα δημογραφικά στοιχεία που συλλέχθηκαν, παρατηρήθηκε ότι από τους 56 ερωτηθέντες οι 38 απασχολούνται σε κάποιο δασαρχείο, ενώ μόλις 18 άτομα απάντησαν ότι απασχολούνται σε κάποιο Πυροσβεστικό Σώμα. Στην συνέχεια γίνεται μια πρώτη επαφή των ερωτηθέντων με τα λειτουργικά συστήματα, καθώς καλούνται να απαντήσουν αν τα γνωρίζουν ή όχι. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της περιγραφικής στατιστικής, τα συστήματα τα οποία γνωρίζουν οι ερωτηθέντες είτε εξ ολοκλήρου είτε σε κάποιο ποσοστό είναι, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, οι Δορυφόροι, οι Οπτικοί Αισθητήρες και οι Ψηφιακές Κάμερες, ενώ τα συστήματα Forest Watch, Fire Watch, Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων ZigBee και Μοντέλο Τεχνητής Νοημοσύνης IoT απάντησαν ότι δεν τα γνωρίζουν. Τέλος, το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων έχει εξοικείωση με τα προτεινόμενα συστήματα και χρησιμοποιεί κάποια από αυτά στην υπηρεσία όπου απασχολείται.

Στη συνέχεια, αναλύοντας το τρίτο και τέταρτο μέρος του ερωτηματολογίου, όπου γίνεται μια προσπάθεια προσέγγισης των ερωτηθέντων σχετικά με τις προσωπικές τους δεξιότητες αναφορικά με τα προτεινόμενα συστήματα, μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι, η πλειοψηφία χειρίζεται σωστά και αποδοτικά τα συστήματα, θεωρεί ότι

παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες και προτάσεις και ότι είναι σχετικά εύκολα στη χρήση τους.

Το τελευταίο μέρος του ερωτηματολογίου αφορά την αποδοτικότητα του καθενός από αυτά στην αντιμετώπιση μιας δασικής πυρκαγιάς και γίνεται μια σύγκριση μεταξύ τους. Από τις απαντήσεις του δείγματος που συλλέχθηκαν παρατηρείται ότι, όλα τα συστήματα θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών.

Συνοψίζοντας, τα λειτουργικά συστήματα διαχείρισης κρίσεων δασικών πυρκαγιών, αποτελούν ένα πολύ σημαντικό εργαλείο στην αντιμετώπιση μιας ενδεχόμενης δασικής πυρκαγιάς, καθώς επίσης και στην πρόληψη αυτής. Με τη σωστή χρήση των παραπάνω συστημάτων, μπορούν να μειωθούν δραστικά οι δασικές πυρκαγιές που πλήττουν ολόένα και περισσότερο τα δάση ανά τον κόσμο.

6.3 Περιορισμοί και Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Ανεξάρτητα από τα συμπεράσματα που εξήχθησαν, η παρούσα εργασία υπόκειται σε κάποιους περιορισμούς. Αρχικά, ένας σημαντικός περιορισμός που πρέπει να λάβουμε υπόψη μας είναι ο μικρός αριθμός απαντήσεων που ελήφθησαν, καθώς επίσης και ο περιορισμένος χρόνος στον οποίο πραγματοποιήθηκε η έρευνα. Επιπρόσθετα, το γεγονός ότι η πλειοψηφία των απαντήσεων προέρχεται από άτομα που απασχολούνται σε Δασαρχεία, ενώ μόνο ένας μικρός αριθμός ατόμων απασχολούνται στη Πυροσβεστική, μπορεί να επηρεάσει την αμεροληψία και την αντικειμενικότητα των απαντήσεων.

Η μελλοντική έρευνα πρόκειται να εστιάσει σε μια ομάδα ατόμων που απασχολείται σε έναν φορέα, έτσι ώστε τα αποτελέσματα που θα δημιουργηθούν να είναι πιο αντικειμενικά και αμερόληπτα. Επιπλέον, η διεξαγωγή της έρευνας θα ήταν θεμιτό να γίνει για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα την συλλογή περισσότερων απαντήσεων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahmad A. and A. Alkhatib (2014) “A Review on Forest Fire Detection Techniques,” *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2014, pp. 1–12.
- Aslan, Y.E. (2010) *A FRAMEWORK FOR THE USE OF WIRELESS SENSOR NETWORKS IN FOREST FIRE DETECTION AND MONITORING*.
- Athanasiou Miltiadis (2016) *Forest Fires: management, characteristics and prediction*. Athens.
- Benzekri, W. et al. (2020) *Early Forest Fire Detection System using Wireless Sensor Network and Deep Learning*, *IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. Available at: www.ijacsa.thesai.org.
- C. Gomathi et al. (2015) “Forest Fire Detection using Wireless Sensor Network,” *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 3(12), pp. 1–4.
- Chowdary, V. and Gupta, M.K. (2018) “Automatic forest fire detection and monitoring techniques: A survey,” in *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer Verlag, pp. 1111–1117. doi:10.1007/978-981-10-5903-2_116.
- Dr. Robert Stacey (no date) “European Forest Fire Network (EUFOFINET) Project INTERREG IVC PROGRAMME ,” *Eufofinet*, pp. 3–24.
- Gomathi, C. et al. (no date) *Forest Fire Detection using Wireless Sensor Network*. Available at: www.ijert.org.
- Mark. A Finney (2005) “The challenge of quantitative risk analysis for wildland fire,” *Science Direct*, 211(1–2), pp. 97–108.
- Pearson, C.M. and Clair, J.A. (1998) “Reframing crisis management,” *Academy of management review*, 23(1), pp. 59–76.
- Vakalis, D. et al. (2004) “A GIS based operational system for wildland fire crisis management II. System architecture and case studies,” *Applied Mathematical Modelling*, 28(4), pp. 411–425. doi:10.1016/j.apm.2003.10.006.

Volkan Sevinc, Omer Kucuk and Merih Goltas (2020) “A Bayesian network model for prediction and analysis of possible forest fire causes,” 457, pp. 2–457.

Wiame Benzekri *et al.* (2020) “Early Forest Fire Detection System using Wireless Sensor Network and Deep Learning,” 11(5), pp. 496–503.

Ζάχαρης Αστ. (no date) *Η Αξία του Δάσους, Χαλκοκονδύλη 31 & Σωκράτους* . Available at: 4. http://www.minagric.gr/greek/agro_pol/DASIKA/Forests/Forests1.htm (Accessed: December 3, 2021).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΜΕΡΟΣ Α: Γενικές πληροφορίες Δασαρχείων/ Πυροσβεστικών Σωμάτων

1. Εάν απασχολήστε σε Δασαρχείο:
Μέγεθος απασχολούμενων ατόμων
 - Κάτω απο 10
 - 10-20
 - 20 και πάνω
2. Ποιος είναι ο τομέας απασχόλησης σας στον οργανισμό
 - Τμήμα εκτέλεσης δασοτεχνικών έργων
 - Τμήμα διοίκησης & διαχείρισης δασών
 - Τμήμα προστασίας δασών & δασικών εκτάσεων
 - Τμήμα διοικητικού-λογιστικού
 - Τμήμα δασικών χαρτογραφήσεων
3. Εάν απασχολήστε σε Πυροσβεστικό Σώμα:
Μέγεθος απασχολούμενων ατόμων
 - Κάτω απο 10
 - 10-50

- 50 και πάνω

4. Ποιά είναι η θέση σας στο σώμα

- Αρχηγός
- Υπαρχηγός
- Επιτελάρχης
- Προϊστάμενος κλάδου πυροσβεστικών επιχειρήσεων
- Προϊστάμενος κλάδου διοικητικής υποστήριξης

ΜΕΡΟΣ Β: Πληροφορίες σχετικά με τα προτεινόμενα συστήματα

Γνωρίζετε κάποιο απο τα προτεινόμενα συστήματα	ΝΑΙ	ΟΧΙ
5. Μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης IoT		
6. Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων ZigBee		
7. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών		

8. Δορυφόροι		
9. Οπτικοί Αισθητήρες και Ψηφιακή Κάμερα		
10. Forest Watch		
11. Fire Watch		
12. Χρησιμοποιείται κάποιο απο αυτα στην υπηρεσία/ οργανισμό σας		
13. Έχετε εξοικείωση με κάποιο απο τα παραπάνω συστήματα		

ΜΕΡΟΣ Γ: Προσωπικές δεξιότητες σχετικά με την χρήση των προτεινόμενων
συστημάτων

Σε τι βαθμό:	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ
14. Έχετε γνώσεις και δεξιότητες αναφορικά με τα προτεινόμενα συστήματα					
15. Χειρίζεστε σωστά και αποδοτικά τα προτεινόμενα συστήματα					

ΜΕΡΟΣ Δ: Η ποιότητα των προτεινόμενων συστημάτων

Σε τι βαθμό	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ
16. Παρέχουν χρήσιμες					

πληροφορίες και προτάσεις					
17. Είναι αποδοτικά					
18. Είναι εύκολα στη χρήση τους					

ΜΕΡΟΣ Ε: Σύγκριση των προτεινόμενων συστημάτων

Σε τι βαθμό η χρήση των παρακάτω συστημάτων θεωρούνται αποδοτικά στην πρόληψη και αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ
19. Μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης IoT					

20. Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων ZigBee					
21. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών					
22. Δορυφόροι					
23. Οπτικοί Αισθητήρες και Ψηφιακή Κάμερα					
24. Forest Watch					
25. Fire Watch					