



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
(Δ.Π.Μ.Σ.) «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»
1^η ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΣΠΟΥΔΩΝ

«Χωροχρονική ανάλυση και διαχείριση περιστατικών άμεσης ανάγκης σε περιβάλλον GIS: Η περίπτωση των δασικών πυρκαγιών του Πιερίκου Ολύμπου κατά την περίοδο 2005 - 2012»

Κωνσταντίνα Μπαστρογιάννη
Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., 2010

Μεταπτυχιακή Εργασία η οποία υποβάλλεται για μερική
εκπλήρωση των απαιτήσεων για το Διεπιστημονικό -
Διατμηματικό Δίπλωμα Ειδίκευσης του Δ.Π.Μ.Σ. του
Ε.Μ.Π. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»

Επιβλέπων: Γεώργιος Ν. Φώτης - Αναπληρωτής
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Επιτροπή παρακολούθησης:

Άγγελος Σιόλας - Καθηγητής Ε.Μ.Π.
Μαρία Π. Παπαδοπούλου - Επίκουρος Καθηγήτρια
Ε.Μ.Π.
Γεώργιος Ν. Φώτης - Αναπληρωτής Καθηγητής
Ε.Μ.Π.

Περιβάλλον

και

Ανάπτυξη

Αθήνα, Μάρτιος 2014

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
(Δ.Π.Μ.Σ.) «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»**

1η ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**«Χωροχρονική ανάλυση και διαχείριση περιστατικών
άμεσης ανάγκης σε περιβάλλον GIS: Η περίπτωση των
δασικών πυρκαγιών του Πιερίκου Ολύμπου κατά την
περίοδο 2005 - 2012»**

Εκπόνηση: Κωνσταντίνα Μπαστρογιάννη

Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., 2010

Επιβλέπων: Γεώργιος Ν. Φώτης - Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εξετάστηκε επιτυχώς.

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή:

(Υπογραφή)

**Άγγελος Σιόλας -
Καθηγητής Ε.Μ.Π.**

(Υπογραφή)

**Μαρία Π. Παπαδοπούλου
Επίκουρος Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.**

(Υπογραφή)

**Γεώργιος Ν. Φώτης -
Αναπληρ.Καθηγητής Ε.Μ.Π.**

Αθήνα, Μάρτιος 2014

.....

Κωνσταντίνα Μπαστρογιάννη

Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ.

Copyright © Κωνσταντίνα Μπαστρογιάννη, 2014

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Στο θείο μου..

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια της φοίτησής μου στο Διεπιστημονικό - Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Καταλυτικό παράγοντα για την έμπνευσή της αποτέλεσε η απώλεια ανθρώπινης ζωής, που βίωσε αγαπημένο μου φιλικό πρόσωπο, στις «φονικές» δασικές πυρκαγιές, τον Αύγουστο του 2007, στην περιοχή του Δήμου Ζαχάρως, του Νομού Ηλείας.

Ορμώμενη, λοιπόν, από το προαναφερθέν γεγονός, καθώς και από ανάλογα περιστατικά πύρινης λαίλαπας, που «σαρώνουν» κάθε χρόνο ευπαθείς περιοχές της χώρας μας, επιχειρώ να υπογραμμίσω τη βαρύνουσα σημασία ενός οργανωμένου συστήματος διαχείρισης και αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών σε κάθε σύγχρονη κοινωνία. Απόρροια αυτού, θα είναι η αποτελεσματικότερη επέμβαση για την καταστολή των πυρκαγιών, την αποκατάσταση των πληγέντων περιοχών, καθώς και τη διαφύλαξη του φυσικού περιβάλλοντος. Ταυτόχρονα, επισημαίνεται η καθοριστική συμβολή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, όπως και κάθε σύγχρονης τεχνολογίας, στην υλοποίηση και το συντονισμό ενός συστήματος διαχείρισης περιστατικών άμεσης ανάγκης, καθώς και στη χωροχρονική ανάλυση δεδομένων που τα αφορούν.

Στο σημείο αυτό επιθυμώ να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον καθηγητή μου και επιβλέποντα κατά την εκπόνηση της μεταπτυχιακής μου εργασίας, τον κ. Γεώργιο Φώτη, για την κατανόηση, την πολύτιμη συμβολή του και την άψογη συνεργασία μας. Ακόμη, ευχαριστώ θερμά τους Δρ. Μηχανικούς, κ. Παναγιώτη Μανέτο και κ. Στέλιο Τσομπάνογλου, για τη βοήθειά τους στην αντιμετώπιση δυσκολιών που συνάντησα. Επιπλέον, θέλω να ευχαριστήσω τους φορείς της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης, της Ομάδας Εθελοντικής Δράσης Ν. Πιερίας, καθώς και του Φορέα Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Ολύμπου, για τη χορήγηση των απαραίτητων δεδομένων και πληροφοριών. Τέλος, ευχαριστώ βαθύτατα τους γονείς μου και τους φίλους μου, που είναι πάντα αρωγοί κάθε προσπάθειάς μου.

Αθήνα, Μάρτιος 2014

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	23
ABSTRACT	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	33
2.1. Το φαινόμενο των καταστροφικών δασικών πυρκαγιών σε διεθνές επίπεδο ..	33
2.1.1. <i>Είδη δασικών πυρκαγιών</i>	34
2.1.2. <i>Τα κύρια μέρη των δασικών πυρκαγιών</i>	35
2.1.3. <i>Βασικά στοιχεία συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών</i>	37
2.1.4. <i>Οι βασικοί παράγοντες που προκαλούν και επηρεάζουν την έναρξη και επέκταση των δασικών πυρκαγιών</i>	38
2.1.5. <i>Οι επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών και οι ωφέλιμες επιδράσεις τους</i> ..	40
2.2. Ανασκόπηση μελετών συναφών με το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών ..	42
2.3. Οι δασικές διαπλάσεις και τα χαρακτηριστικά των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα	44
2.3.1. <i>Κατηγορίες προστατευόμενων δασών και οι κίνδυνοι που τα απειλούν</i> ...	46
2.3.2. <i>Συχνότητα, τάσεις και αριθμοί δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα και σε άλλες μεσογειακές χώρες της Ε.Ε.</i>	48
2.3.3. <i>Μέθοδοι διαχείρισης, καταστολής και αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών</i>	54
2.4. Η Ελληνική Νομοθεσία δασοπροστασίας.....	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ: ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ	65
3.1. Η συμβολή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) στην οργάνωση σχεδίου διαχείρισης δασικών πυρκαγιών.....	65
3.2. Ο ρόλος της Χωρικής Ανάλυσης στη διαχείριση φαινομένων του χώρου	67
3.2.1. <i>Γεωστατιστικοί δείκτες χωρικής κατανομής</i>	69
3.2.2. <i>Ανάλυση σημειακών χωρικών προτύπων</i>	70
3.2.3. <i>Ανάλυση χωρικών συστοιχιών (Spatial Clustering) - Διαμεριστική ομαδοποίηση (Partitional Clustering)</i>	71
3.3. Το πρόβλημα της Χωροθέτησης - Κατανομής: Μοντέλο Μέγιστης Κάλυψης ..	73
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	77
4.1. Μεθοδολογικό πλαίσιο	77
4.1.1. <i>Προσδιορισμός του προβλήματος</i>	79

4.1.2. Καθορισμός των κριτηρίων	79
4.1.3. Περιγραφή των δεδομένων και των μεταβλητών	80
4.1.4. Προσδιορισμός των τεχνικών ανάλυσης	80
4.2. Παρουσίαση της μελέτης περίπτωσης.....	82
4.2.1. Η περιοχή μελέτης	82
4.2.2. Ο Εθνικός Δρυμός Ολύμπου	84
4.2.3. Το πυρικό ιστορικό της περιοχής μελέτης	93
4.3. Πηγές - Συλλογή δεδομένων	101
4.4. Επεξεργασία	108
4.4.1. Ανάλυση της ποσοτικής και χωρικής εξέλιξης δασικών πυρκαγιών στην περιοχή μελέτης	108
4.4.2. Εφαρμογή του προβλήματος Χωροθέτησης - Κατανομής.....	147
4.4.2.1. Αξιολόγηση της εξυπηρέτησης του υφιστάμενου στόλου της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης.....	147
4.4.2.2. Σενάριο 1	175
4.4.2.3. Σενάριο 2.....	194
4.4.2.4. Σενάριο 3.....	217
4.5. Παρουσίαση αποτελεσμάτων - Συμπεράσματα εφαρμογής (μελέτη περίπτωσης).....	239
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΕΠΙΛΟΓΟΣ	253
5.1. Αξιολόγηση της μεταπτυχιακής εργασίας	254
5.2. Προοπτικές και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	256
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	259

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1. Μεθοδολογικό διάγραμμα.....	78
Διάγραμμα 2. Συνολικές απώλειες γεωργικών και δασικών εκτάσεων από πυρκαγιές ανά γεωγραφική ενότητα και στο σύνολο της χώρας, καθώς και η ποσοστιαία κατανομή τους (1983 - 2008).....	94
Διάγραμμα 3. Συνολικός αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών ανά γεωγραφική ενότητα και στο σύνολο της χώρας, καθώς και η ποσοστιαία κατανομή τους (1983 - 2008).....	95
Διάγραμμα 4. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου κατά την περίοδο 2005 - 2012.....	110
Διάγραμμα 5. Συνολική καμένη έκταση (στρ.) Πιερικού Ολύμπου κατά την περίοδο 2005 - 2012.....	110
Διάγραμμα 6. Συνολική καμένη έκταση (στρ.) ανά δασοπονικό είδος κατά την περίοδο μελέτης 2005 - 2012.....	111
Διάγραμμα 7. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου ανά μήνα	113
Διάγραμμα 8. Καμένη έκταση (στρ.) Πιερικού Ολύμπου ανά μήνα	114
Διάγραμμα 9. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου ανά ώρα έναρξης.....	115
Διάγραμμα 10. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου σύμφωνα με την κατανομή υψομέτρου (μ.).....	116
Διάγραμμα 11. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου σύμφωνα με την διεύθυνση ανέμου (°).....	117
Διάγραμμα 12. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου σύμφωνα με την ένταση ανέμου (Kt)	118
Διάγραμμα 13. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου σύμφωνα με την θερμοκρασία αέρα (°C).....	118
Διάγραμμα 14. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου σύμφωνα με τη σχετική υγρασία (%)	119
Διάγραμμα 15. Συνολικό ποσοστό πιθανώς εξυτηρηθέντων περιστατικών δασικής πυρκαγιάς από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα, κατά την περίοδο μελέτης 2005 - 2012	145
Διάγραμμα 16. Μέση απόσταση (μ.) περιστατικών δασικών πυρκαγιών από την εκάστοτε τοποθεσία στάθμευσης Π.Ο.	145
Διάγραμμα 17. Τυπική απόκλιση (μ.) από τη μέση απόσταση περιστατικών δασικών πυρκαγιών από την εκάστοτε τοποθεσία στάθμευσης Π.Ο.	146

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Ανατομία μίας δασικής πυρκαγιάς.....	37
Εικόνα 2. «Το τρίγωνο της φωτιάς»	38
Εικόνα 3. Οι καταστρεπτικές συνέπειες των δασικών πυρκαγιών	49
Εικόνα 4. Μέση ετήσια κατανομή αριθμού πυρκαγιών στην Ε.Ε. ανά διοικητική μονάδα (νομοί)	50
Εικόνα 5. Κατανομή καμένων εκτάσεων στις Μεσογειακές χώρες της Ε.Ε.....	51
Εικόνα 6. Επικίνδυνοι νομοί της Ελλάδας για δασικές πυρκαγιές (1, 2, 3, 4) και βοσκοτόπων (I - II - III - IV) από ανθρωπογενείς επιδράσεις (Μ.Ο. 1971 - 87).....	54
Εικόνα 7. Εισαγωγή δεδομένων σε ένα Γ.Σ.Π.	66
Εικόνα 8. Διαφανή (Layers) πάνω από το βασικό χαρτογραφικό υπόβαθρο	67
Εικόνα 9. Η γεωγραφική θέση του νομού Πιερίας	83
Εικόνα 10. Χάρτης δήμων Καλλικράτη για το νομό Πιερίας	83
Εικόνα 11. Ο Εθνικός Δρυμός Ολύμπου	86
Εικόνα 12. «Ο τόπος μου», Ομάδα εθελοντικής δράσης νομού Πιερίας	87
Εικόνα 13. Δορυφορική φωτογραφία της περιοχής του Ολύμπου	88
Εικόνα 14. Το μονοπάτι στο εντυπωσιακό πέρασμα Λαιμού – Γίόσου.....	89
Εικόνα 15. Το Οροπέδιο Μουσών - Στο βάθος το Καταφύγιο "Κάκαλος" και η κορυφή Στεφάνι - Θρόνος Διός.....	89
Εικόνα 16. Το Μεγάλο Λούκι, η κοιλάδα του Ενιπέα και το καταφύγιο Ζολώτας	90
Εικόνα 17. Μύτικας, η υψηλότερη κορυφή της Ελλάδας.....	90
Εικόνα 18. Η κορυφή Σκολιό, υψόμετρο 2.910μ.....	91
Εικόνα 19. Βλάστηση έξω από το Α' Καταφύγιο Ολύμπου	92
Εικόνα 20. Αγριολούλουδο στα όρια της Αλπικής Ζώνης του Ολύμπου	92
Εικόνα 21. Σαλαμάνδρα στο φαράγγι του Ενιπέα.....	93
Εικόνα 22. Ποσοστιαία κατανομή καμένων δασικών και γεωργικών εκτάσεων για τους Νομούς της Ελλάδας (1983 - 2008).....	94
Εικόνα 23. Συνολικός αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που καταγράφηκαν σε κάθε Νομό της χώρας (1983 - 2008).....	96
Εικόνα 24. Σε εξέλιξη πυρκαγιά στον Όλυμπο	97
Εικόνα 25. Σε ύφεση φωτιά στον Όλυμπο	99
Εικόνα 26. Χωροθετικό πρότυπο (ομαδοποιημένο) της χωρικής κατανομής των περιστατικών δασικών πυρκαγιών του Πιερικού Ολύμπου, κατά τα έτη 2005 έως 2012	134
Εικόνα 27. Παράθυρο διαλόγου Load Locations, όπου εισάγονται τα 5 σημεία στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων, ως αντικείμενα δικτυακής ανάλυσης των εγκαταστάσεων.....	152
Εικόνα 28. Παράθυρο διαλόγου Load Locations, όπου εισάγονται οι θέσεις έναρξης δασικών πυρκαγιών, ως αντικείμενα δικτυακής ανάλυσης των σημείων ζήτησης	153
Εικόνα 29. Καρτέλα Advanced Settings για καθορισμό του τύπου του προβλήματος και των παραμέτρων επίλυσής του	155
Εικόνα 30. Καρτέλα Analysis Settings για καθορισμό του κόστους - αντίστασης (Impedance).....	156
Εικόνα 31. Παράθυρο διαλόγου της εντολής Split Polyline της εργαλειοθήκης ET Geo Wizards.....	176
Εικόνα 32. Παράθυρο διαλόγου Load Locations, όπου εισάγεται το νέο δίκτυο κόμβων, ως αντικείμενα δικτυακής ανάλυσης των υποψήφιων εγκαταστάσεων	176

Εικόνα 33. Παράθυρο διαλόγου <i>Load Locations</i> , όπου εισάγονται οι δύο μόνιμες θέσεις στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων, ως αντικείμενα δικτυακής ανάλυσης των απαιτούμενων εγκαταστάσεων.....	177
Εικόνα 34. Οι καμένες εκτάσεις των καταστρεπτικών δασικών πυρκαγιών στο νομό Αττικής, το 2009.....	196
Εικόνα 35. Κατηγοριοποίηση πολυγώνων <i>Corine2000</i> , που χαρακτηρίζουν τα είδη βλάστησης στο νομό Πιερίας	197
Εικόνα 36. Παράθυρο διαλόγου <i>Load Locations</i> , όπου εισάγονται τα κέντρα βάρους των πολυγώνων βλάστησης στο νομό Πιερίας, ως αντικείμενα δικτυακής ανάλυσης των σημείων ζήτησης	199
Εικόνα 37. Παράδειγμα χρήσης της εντολής <i>Generate Near Table</i> του <i>ArcToolbox window</i>	218
Εικόνα 38. Απεικόνιση των πολυγώνων «Δάσους» (<i>forest</i>) που συνορεύουν ταυτόχρονα με πολύγωνα «χορτολιβαδικής» (<i>grassland</i>) και «δασικής έκτασης» (<i>woodland</i>)	219
Εικόνα 39. Απεικόνιση των πολυγώνων «χορτολιβαδικής έκτασης» (<i>grassland</i>) που συνορεύουν ταυτόχρονα με πολύγωνα «Δάσους» (<i>forest</i>) και «δασικής έκτασης» (<i>woodland</i>)	220
Εικόνα 40. Απεικόνιση των πολυγώνων «δασικής έκτασης» (<i>grassland</i>) που συνορεύουν ταυτόχρονα με πολύγωνα «Δάσους» (<i>forest</i>) και «χορτολιβαδικής έκτασης» (<i>woodland</i>)	221
Εικόνα 41. Παρουσίαση των στατιστικών στοιχείων του πεδίου <i>Total_travel_time</i> .	239
Εικόνα 42. Παρουσίαση των στατιστικών στοιχείων του πεδίου <i>DemandCount</i>	240

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Στατιστικά στοιχεία δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα, κατά τα έτη 1980 - 2008.....	52
Πίνακας 2. Ετήσιος αριθμός πυρκαγιών και καμένη έκταση δασών και βοσκοτόπων στην Ελλάδα, κατά γεωγραφικό διαμέρισμα (μέσος όρος).....	53
Πίνακας 3. Διαχρονική εξέλιξη δασικών πυρκαγιών (1945 - 2003) νομού Πιερίας ..	100
Πίνακας 4. Καταγραφή δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου για τα έτη 2005 - 2012.....	102
Πίνακας 5. Θέσεις στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων	104
Πίνακας 6. Θέσεις πυροφυλακίων	104
Πίνακας 7. Θέσεις σημείων υδροληψίας	105
Πίνακας 8. Μετεωρολογικά δεδομένα που καταγράφηκαν στη διάρκεια των περιστατικών δασικών πυρκαγιών στον Πιερικό Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012.	106
Πίνακας 9. Αριθμός πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου και συνολική καμένη έκταση κατά την περίοδο 2005 - 2012	109
Πίνακας 10. Συνολική καμένη έκταση (στρ.) ανά δασοπονικό είδος κατά την περίοδο μελέτης 2005 - 2012	109
Πίνακας 11. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου και συνολική καμένη έκταση ανά μήνα.....	113
Πίνακας 12. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου ανά ώρα έναρξης ...	114
Πίνακας 13. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου σύμφωνα με την κατανομή υψομέτρου (μ.).....	116
Πίνακας 14. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου σύμφωνα με την διεύθυνση ανέμου (°).....	117
Πίνακας 15. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου σύμφωνα με την ένταση ανέμου (Kt)	117
Πίνακας 16. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου σύμφωνα με την θερμοκρασία αέρα (°C).....	118
Πίνακας 17. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου σύμφωνα με τη σχετική υγρασία (%).....	119
Πίνακας 18. Πορεία εξέλιξης δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου κατά την περίοδο μελέτης 2005 - 2012.....	120
Πίνακας 19. Πορεία εξέλιξης δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου κατά την περίοδο μελέτης 2005 - 2012.....	121
Πίνακας 20. Προφίλ μέσης δασικής πυρκαγιάς στον Πιερικό Όλυμπο κατά τα έτη 2005 - 2012 (συνολικά 50 καταγεγραμμένα περιστατικά δασικών πυρκαγιών)	121
Πίνακας 21. Γεωστατιστικοί δείκτες χωρικής κατανομής δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου κατά τα έτη 2005 - 2012	121
Πίνακας 22. Χωρική ταξινόμηση (spatial classification) των περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου κατά τα έτη 2005 - 2012.....	123
Πίνακας 23. Μη - χωρική ταξινόμηση (non - spatial classification) των περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου κατά τα έτη 2005 - 2012.....	123
Πίνακας 24. Περιστροφή ελλείψεων ανά έτος της περιόδου μελέτης (2005 - 2012)	136
Πίνακας 25. Ετήσιο ποσοστό % πιθανώς εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικής πυρκαγιάς στον Πιερικό Όλυμπο από το αντίστοιχο σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	143

Πίνακας 26. Συνολικό ποσοστό % πιθανώς εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικής πυρκαγιάς στον Πιερίκό Όλυμπο από το αντίστοιχο σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα, μέση απόσταση και τυπική απόκλιση	144
Πίνακας 27. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2005, στον Πιερίκό Όλυμπο.....	166
Πίνακας 28. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2006, στον Πιερίκό Όλυμπο.....	167
Πίνακας 29. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2007, στον Πιερίκό Όλυμπο.....	168
Πίνακας 30. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2008, στον Πιερίκό Όλυμπο.....	169
Πίνακας 31. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2009, στον Πιερίκό Όλυμπο.....	170
Πίνακας 32. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2010, στον Πιερίκό Όλυμπο.....	171
Πίνακας 33. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2011, στον Πιερίκό Όλυμπο.....	172
Πίνακας 34. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2012, στον Πιερίκό Όλυμπο.....	173
Πίνακας 35. Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για την κατανομή του υφιστάμενου στόλου των 5 πυροσβεστικών οχημάτων στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών, κατά τα έτη 2005 - 2012.....	174
Πίνακας 36. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2006, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 1	186
Πίνακας 37. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2007, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 1	187
Πίνακας 38. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2008, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 1	188
Πίνακας 39. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2009, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 1	189
Πίνακας 40. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2010, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 1	190

Πίνακας 41. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2011, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 1	191
Πίνακας 42. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2012, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 1	192
Πίνακας 43. Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκό Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012: Σενάριο 1.....	193
Πίνακας 44. Κατηγοριοποίηση των καταγεγραμμένων δασοπονικών ειδών που κήκκαν στις δασικές πυρκαγιές του Πιερίκού Ολύμπου κατά τα έτη 2005 - 2012.....	196
Πίνακας 45. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2005, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 2	208
Πίνακας 46. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2006, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 2	209
Πίνακας 47. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2007, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 2	210
Πίνακας 48. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2008, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 2	211
Πίνακας 49. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2009, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 2	212
Πίνακας 50. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2010, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 2	213
Πίνακας 51. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2011, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 2	214
Πίνακας 52. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2012, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 2	215
Πίνακας 53. Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκό Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012: Σενάριο 2.....	216
Πίνακας 54. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2005, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 3	230
Πίνακας 55. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2006, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 3	231
Πίνακας 56. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2007, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 3	232

Πίνακας 57. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> , για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2008, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 3.....	233
Πίνακας 58. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> , για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2009, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 3.....	234
Πίνακας 59. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> , για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2010, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 3.....	235
Πίνακας 60. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> , για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2011, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 3.....	236
Πίνακας 61. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> , για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2012, στον Πιερίκό Όλυμπο: Σενάριο 3.....	237
Πίνακας 62. Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> , για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκό Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012: Σενάριο 3	238
Πίνακας 63. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> , για το συνολικό χρόνο μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών: Υφιστάμενη κατάσταση.....	241
Πίνακας 64. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> , για τον αριθμό περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν: Υφιστάμενη κατάσταση	242
Πίνακας 65. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> , για το συνολικό χρόνο μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών: Σενάριο 1.....	243
Πίνακας 66. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> , για τον αριθμό περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν: Σενάριο 1	244
Πίνακας 67. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> , για το συνολικό χρόνο μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών: Σενάριο 2.....	245
Πίνακας 68. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> , για τον αριθμό περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν: Σενάριο 2	246
Πίνακας 69. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> , για το συνολικό χρόνο μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών: Σενάριο 3.....	247
Πίνακας 70. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> , για τον αριθμό περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν: Σενάριο 3	248
Πίνακας 71. Σύγκριση των τριών εναλλακτικών σεναρίων, ως προς τη θετική τους μεταβολή, σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση	250

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1. Χάρτης απεικόνισης της χωρικής ταξινόμησης (<i>spatial classification</i>) των περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερίκου Ολύμπου κατά τα έτη 2005 - 2012	125
Χάρτης 2. Χάρτης απεικόνισης της μη - χωρικής ταξινόμησης (<i>non - spatial classification</i>) των περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερίκου Ολύμπου κατά τα έτη 2005 - 2012.....	126
Χάρτης 3. Χάρτης απεικόνισης του χωρικού μέσου των θέσεων εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκο Όλυμπο κατά τα έτη 2005 - 2012	128
Χάρτης 4. Χάρτης απεικόνισης της διαχρονικής πορείας εξέλιξης του χωρικού μέσου των θέσεων εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκο Όλυμπο κατά τα έτη 2005 - 2012.....	129
Χάρτης 5. Χάρτης απεικόνισης της τυπικής απόστασης των περιστατικών δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκο Όλυμπο, σε σχέση με το χωρικό μέσο, συνολικά (α) και ανά έτος της περιόδου μελέτης, 2005 - 2012 (β).....	132
Χάρτης 6. Χάρτης απεικόνισης της πορείας εξάπλωσης των δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκο Όλυμπο κατά τα έτη 2005 - 2012.....	135
Χάρτης 7. Χάρτης απεικόνισης της μεταβολής θέσης του σταθμισμένου χωρικού μέσου βάσει της συνολικής καμένης έκτασης στον Πιερίκο Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012.....	138
Χάρτης 8. Χάρτης απεικόνισης της μεταβολής θέσης του σταθμισμένου χωρικού μέσου βάσει της καμένης έκτασης δάσους στον Πιερίκο Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012.....	139
Χάρτης 9. Χάρτης απεικόνισης της μεταβολής θέσης του σταθμισμένου χωρικού μέσου βάσει της καμένης χορτολιβαδικής έκτασης στον Πιερίκο Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012.....	140
Χάρτης 10. Χάρτης απεικόνισης της μεταβολής θέσης του σταθμισμένου χωρικού μέσου βάσει της καμένης δασικής έκτασης στον Πιερίκο Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012.....	141
Χάρτης 11. Χάρτης απεικόνισης του πυρικού ιστορικού κατά τα έτη 2005 - 2012 και της παρούσας κατάστασης στον τομέα αντιμετώπισης και καταστολής δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκο Όλυμπο	149
Χάρτης 12. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> : Απεικόνιση της εξυπηρέτησης των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2005 στον Πιερίκο Όλυμπο	157
Χάρτης 13. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> : Απεικόνιση της εξυπηρέτησης των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2006 στον Πιερίκο Όλυμπο	158
Χάρτης 14. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> : Απεικόνιση της εξυπηρέτησης των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2007 στον Πιερίκο Όλυμπο	159
Χάρτης 15. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> : Απεικόνιση της εξυπηρέτησης των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2008 στον Πιερίκο Όλυμπο	160
Χάρτης 16. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> : Απεικόνιση της εξυπηρέτησης των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2009 στον Πιερίκο Όλυμπο	161

Χάρτης 33. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2011 στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 2	206
Χάρτης 34. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2012 στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 2	207
Χάρτης 35. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2005 στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 3	222
Χάρτης 36. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2006 στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 3	223
Χάρτης 37. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2007 στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 3	224
Χάρτης 38. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2008 στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 3	225
Χάρτης 39. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2009 στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 3	226
Χάρτης 40. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2010 στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 3	227
Χάρτης 41. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2011 στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 3	228
Χάρτης 42. Εφαρμογή του προβλήματος <i>Location - Allocation</i> για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2012 στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 3	229

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχο της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας αποτελεί η βέλτιστη χωροθέτηση κέντρων παροχής υπηρεσιών και η ομοιόμορφη κατανομή τους προς εξυπηρέτηση έκτακτων αναγκών, με χρήση μεθόδων Χωρικής Ανάλυσης. Η εφαρμογή αφορά τη χωροθέτηση πυροσβεστικών οχημάτων στον Εθνικό Δρυμό Ολύμπου, του νομού Πιερίας, ούτως ώστε να καταλάβουν θέσεις που θα ελαχιστοποιούν τις αποστάσεις από μελλοντικά συμβάντα δασικών πυρκαγιών και θα αυξάνουν την αποδοτικότητά τους. Έπειτα από ανασκόπηση και μελέτη βιβλιογραφίας και ερευνητικών εργασιών, σχετικά με τη Χωρική Ανάλυση δασικών πυρκαγιών και τους τρόπους οργάνωσης ενός συστήματος διαχείρισης τέτοιων περιστατικών σε κάθε σύγχρονη κοινωνία, επιλέχθηκαν οι τεχνικές και τα εργαλεία, που κρίθηκαν κατάλληλα για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα, η επίλυση του προβλήματος γίνεται με χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (περιβάλλον ArcGis 10.0), μέσω εφαρμογής της μεθόδου Χωροθέτησης - Κατανομής και επιλογής του μοντέλου Μέγιστης Κάλυψης. Αρχικά, ελέγχεται η υφιστάμενη κατάσταση του τομέα αντιμετώπισης και καταστολής των δασικών πυρκαγιών στο νομό Πιερίας, κατά την περίοδο μελέτης 2005 έως 2012. Στη συνέχεια, μέσω της εφαρμογής του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου, οδηγούμαστε στη διατύπωση εναλλακτικών σεναρίων και στην επιλογή εκείνου που βελτιώνει την παρούσα κατάσταση. Τέλος, σχολιάζονται τα αποτελέσματα της προσέγγισης που ακολουθήθηκε και περιγράφονται οι προτάσεις και οι προοπτικές για περαιτέρω έρευνα.

Λέξεις - κλειδιά: Δασικές πυρκαγιές, χωροθέτηση πυροσβεστικών οχημάτων, Γ.Σ.Π., Χωρική Ανάλυση, Χωροθέτηση - Κατανομή, μοντέλο Μέγιστης Κάλυψης

ABSTRACT

The aim of this thesis is the optimal service centers siting and the distribution of them to serve emergency needs, by using methods of Spatial Analysis. The application concerns the fire vehicles siting in the National Park of Olympus, in the prefecture of Pieria, in order to occupy positions that will minimize distances from future forest fire events and will increase their efficiency. After having studied and reviewed relevant literature and research work on the Spatial Analysis of forest fires and ways of organizing a management system of such occurrences in any modern society, we selected the techniques and tools, that were suitable for the extraction of results. Specifically, the issue was dealt with the use of Geographical Information Systems (ArcGis 10.0) and in particular, we applied the “Location - Allocation” method, using the “Maximal Covering Location” model. Initially, we verify the current situation of the field which relates to the response and suppression of forest fires in the prefecture of Pieria, during the study period from 2005 to 2012. Then, through the application of the proposed methodological framework, we propose alternative scenarios, in order to select the one that improves the existing situation. Finally, we discuss on the results of the approach that was followed and present recommendations and prospects for further research.

Keywords: *Forest fires, fire vehicles siting, GIS, Spatial Analysis, Location - Allocation, Maximal Covering Location model*



Κεφάλαιο 1^ο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της οικολογίας των δασικών οικοσυστημάτων, ενώ ταυτόχρονα χαρακτηρίζονται ως ένα πολυσύνθετο φαινόμενο, το οποίο εναρμονίζεται με τους νόμους της φύσης. Η δυνατότητα της πλήρους εξάλειψης των φαινομένων των δασικών πυρκαγιών, ακόμη και μέσω ενός άρτια οργανωμένου αντιπυρικού σχεδιασμού, θεωρείται τουλάχιστον ουτοπική.

Η διεξαγωγή σχετικών ερευνών έχει αποδείξει ότι οι δασικές πυρκαγιές είναι δυνατό να συμβάλουν θετικά στη φυσική αναγέννηση, ισορροπία και αύξηση της βιοποικιλότητας των Μεσογειακών δασικών οικοσυστημάτων, καθώς τα οικοσυστήματα αυτά είναι ιδιαιτέρως προσαρμοσμένα στις συνθήκες της φωτιάς, έχοντας έτσι τη δυνατότητα να μπορούν να αναγεννηθούν άμεσα και μετά το πέρας της.

Ωστόσο, οι δασικές πυρκαγιές δεν παύουν να επιφέρουν δυσμενείς επιπτώσεις στα φυσικά οικοσυστήματα, προκαλώντας διαταραχή στο φυσικό κύκλο διαδοχής της βλάστησης, καθώς και πλήρη υποβιβασμό της δομής τους, στην περίπτωση που είναι επαναλαμβανόμενες σε μικρά χρονικά διαστήματα. Συγκεκριμένα, λοιπόν, ο κύκλος υποβάθμισης των δασών αρχίζει με τις πρώτες πυρκαγιές, που οδηγούν αρχικά στη μετατροπή τους σε θαμνότοπους και καθώς συνεχίζεται αδιάκοπα, οδηγεί στη μείωση της παραγωγικής τους ικανότητας, καταλήγοντας στην ερημοποίησή τους. Με τον τρόπο αυτό, δημιουργούνται απέραντες γυμνές εκτάσεις γης, με τις επακόλουθες δυσμενείς επιπτώσεις στην ψυχολογία του ανθρώπου και τις δραστηριότητές του.

Όσον αφορά την Ελλάδα, οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν μία από τις σημαντικότερες φυσικές καταστροφές, καθώς χαρακτηρίζεται από ένα κατεξοχήν πυριγενές φυσικό περιβάλλον, από άποψη κλίματος και βλάστησης. Συνεπώς, επιτακτική κρίνεται η ανάγκη κινητοποίησης για την οργάνωση ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης και αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών, δεδομένου ότι περισσότερο από το 10% της έκτασης της χώρας μας, καλύπτεται σήμερα από άγονες και βραχώδεις εκτάσεις, γεγονός που οφείλεται, ως επί των πλείστων, στην επαναλαμβανόμενη εμφάνισή τους.

Ωστόσο, σημειώνεται ότι τα φυσικά αίτια (όπως η πτώση κεραυνού) ευθύνονται μονάχα για το 5% των περιστατικών που εκδηλώνονται στην Ελλάδα, αφού το 95% που απομένει, οφείλεται στον παράγοντα άνθρωπο, είτε εκ προθέσεως, είτε εξ αμελείας. Με τον τρόπο αυτό, λοιπόν, διαταράσσεται δραματικά ο φυσικός ρόλος των πυρκαγιών, ενώ μειώνεται κατακόρυφα η ικανότητα των φυσικών οικοσυστημάτων να αποκαθίστανται κατά τη μεταπυρική δραστηριότητα. Εν κατακλείδι, οι δασικές πυρκαγιές θεωρούνται πλέον ως η κυρίαρχη απειλή των Ελληνικών Μεσογειακών δασών, χρήζοντας ανάλογης προσοχής και αντιμετώπισης.

Με αφορμή, λοιπόν, τα όσα προαναφέρθηκαν, **σκοπός - αντικείμενο** της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι η διατύπωση ενός μεθοδολογικού πλαισίου για τη χωροχρονική ανάλυση και διαχείριση δεδομένων που αφορούν περιστατικά άμεσης ανάγκης (δασικές πυρκαγιές), με μελέτη εφαρμογής στην περιοχή του Πιερικού Ολύμπου. Συγκεκριμένα, μέσω της χρήσης μεθόδων Χωρικής Ανάλυσης και επιστημονικών εργαλείων, προτείνεται η βέλτιστη χωροθέτηση θέσεων στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων στην περιοχή μελέτης, σε συνδυασμό με τις αποδοτικότερες του υφιστάμενου στόλου της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης, ώστε να ενδυναμωθεί ο τομέας επιχειρησιακής αντιμετώπισης ανάλογων περιστατικών σε εκείνη.

Αντικειμενικοί **στόχοι** και κριτήρια της παρούσας μελέτης, είναι η μείωση των αποστάσεων των σταθμευμένων πυροσβεστικών οχημάτων από μελλοντικά συμβάντα πυρκαγιών και συγκεκριμένα η ελαχιστοποίηση του χρόνου μετάβασης, ώστε οι υπηρεσίες αυτές να καταφθάνουν στο σύνολο των σημείων ζήτησης, εντός μιας συγκεκριμένης προθεσμίας ανταπόκρισης. Ταυτόχρονα, επιδιώκεται και η όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφη κατανομή των εκάστοτε περιστατικών δασικών πυρκαγιών, στα διατιθέμενα πυροσβεστικά οχήματα, προς την αποτελεσματικότερη εξυπηρέτησή τους.

Η επιλογή των κατάλληλων τεχνικών μεθόδων, που είναι απαραίτητες στη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος και την εξαγωγή των αποτελεσμάτων της εφαρμογής, πραγματοποιήθηκε έπειτα από ανασκόπηση **βιβλιογραφίας** και ερευνών, που σχετίζονται με τη Χωρική Ανάλυση των δασικών πυρκαγιών, την ανάπτυξη ενός συστήματος αντιμετώπισής τους, καθώς και τη χωροθέτηση επίγειων δυνάμεων δασοπυρόσβεσης.

Όσον αφορά την ελληνική βιβλιογραφία, λοιπόν, ενδεικτική θεωρείται η μελέτη για την *«Ανάπτυξη ενός συστήματος διαχείρισης δασικών πυρκαγιών στην περιοχή της Πάρνηθας, με χρήση της τεχνολογίας των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών»* (Κοτσώνη, Γ., 2009), καθώς και τη *«Χωροθέτηση επίγειων πυροσβεστικών δυνάμεων για άμεση κατάσβεση δασικών πυρκαγιών»* (Θανασούλας, Δ., 2011).

Επιπρόσθετα, ενδεικτικό δείγμα ξενόγλωσσης μελέτης, σε άμεση συνάφεια με τον αντικειμενικό σκοπό της παρούσας εργασίας, είναι εκείνη του Antonio Blazevic (2001), που αφορά τη βέλτιστη χωροθέτηση βάσεων αεροδεξαμενών κατάσβεσης δασικών πυρκαγιών στην Καλιφόρνια, καθώς και του Saad M. Algharib (2011) για την αξιολόγηση της υφιστάμενης χωρικής κατανομής των Πυροσβεστικών Σταθμών στην πόλη του Κουβέιτ, σε περιβάλλον GIS.

Έπειτα, λοιπόν, από τα προαναφερθέντα, η αντιμετώπιση του προβλήματος της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, επιλέγεται να γίνει με χρήση μεθόδων Χωρικής Ανάλυσης, όπως η εξαγωγή κατάλληλων γεωστατιστικών δεικτών χωρικής κατανομής (χωρικός μέσος, τυπική απόκλιση, ελλείψεις τυπικής απόστασης) και η ανάλυση χωρικών προτύπων και συστοιχιών (Διαμεριστική ομαδοποίηση). Επιπλέον, καθοριστικής σημασίας στη διαδικασία της επίλυσης και της παρουσίασης των αποτελεσμάτων, ήταν η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (περιβάλλον ArcGis 10.0), μέσω της Ανάλυσης Δικτύου (Network Analysis) και της εφαρμογής της μεθόδου Χωροθέτησης - Κατανομής (Location - Allocation) και συγκεκριμένα του μοντέλου Μέγιστης Κάλυψης (Maximal Covering Location Model). Σύμφωνα, λοιπόν, με το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο, πραγματοποιείται αρχικά η ανάλυση της ποσοτικής και χωρικής εξέλιξης των περιστατικών δασικών πυρκαγιών στην περιοχή μελέτης, καθώς και της υφιστάμενης κατάστασης στον τομέα αντιμετώπισης τέτοιων συμβάντων. Κατόπιν, μέσω της διατύπωσης τριών εναλλακτικών σεναρίων και της σύγκρισης των αντίστοιχων αποτελεσμάτων, καταλήγουμε στην επιλογή και παρουσίαση του βέλτιστου.

Εν συνεχεία, περιγράφεται η **δομή** σύμφωνα με την οποία προσεγγίστηκε το πρόβλημα που πραγματεύεται η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία, καθώς και το περιεχόμενο των κεφαλαίων της:

➤ Στο παρόν **πρώτο κεφάλαιο** θίγεται το πρόβλημα - σκοπός της εργασίας, υπογραμμίζεται η σπουδαιότητά του, μέσω της σύντομης αναφοράς σε ποικίλες ερευνητικές μελέτες που έχουν ασχοληθεί με εκείνο και διατυπώνονται οι αντικειμενικοί στόχοι της.

➤ Στο **δεύτερο κεφάλαιο** καταγράφονται και αναλύονται οι θεωρητικές έννοιες για το φυσικό φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών, που αντλήθηκαν από την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας και αποτελούν το υπόβαθρο της εν λόγω εργασίας.

➤ Στο **τρίτο κεφάλαιο** περιγράφονται διεξοδικά οι μέθοδοι, οι τεχνικές και τα επιστημονικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη διαδικασία της επίλυσης του προβλήματος και της εξαγωγής των αποτελεσμάτων.

➤ Στο **τέταρτο κεφάλαιο** αρχικά προσδιορίζεται το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο, βάσει του οποίου επεξεργάστηκαν τα δεδομένα για την υφιστάμενη κατάσταση της μελέτης περίπτωσης, κατά την εξεταζόμενη περίοδο και εφαρμόστηκαν οι κατάλληλες μέθοδοι Χωρικής Ανάλυσης για την απόδοση του υπό μελέτη φαινομένου, καθώς και Χωροθέτησης - Κατανομής για τη διεξαγωγή εναλλακτικών σεναρίων βελτίωσης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε στατιστικούς πίνακες και διαγράμματα, ενώ οπτικοποιούνται σε χάρτες, για τη βαθύτερη κατανόησή τους και τη διατύπωση συμπερασμάτων.

➤ Στο **πέμπτο κεφάλαιο** σχολιάζεται συνοπτικά ο τρόπος με τον οποίο προσεγγίστηκε το πρόβλημα της μεταπτυχιακής εργασίας και αξιολογείται το ισοζύγιο των θετικών και αρνητικών σημείων της μεθοδολογίας και της εφαρμογής. Τέλος, διατυπώνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα και προοπτικές διερεύνησης και βελτίωσης του προβλήματος.



Κεφάλαιο 2^ο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Οι δασικές πυρκαγιές συνιστούν έναν από τους δυσμενέστερους κινδύνους που ελλοχεύουν και απειλούν τη βιωσιμότητα των δασών της Νότιας Ευρώπης, ενώ παράλληλα αυξάνονται ραγδαίως σε αρκετές περιοχές της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης, καθώς και στον υπόλοιπο κόσμο. Απόρροια του φαινομένου αυτού αποτελούν οι αλλοιώσεις του φυσικού τοπίου, η υποβάθμιση του περιβάλλοντος (χλωρίδας και πανίδας) και η υπονόμηση της κοινωνικής - οικονομικής ευμάρειας.

Ομολογουμένως, η δραματική μεταβολή του κλίματος που υφίσταται ο πλανήτης μας, η πλήρης εγκατάλειψη των αγροτικών περιοχών, καθώς και η συστηματική επέκταση των ζωνών μίξης δασών - οικισμών, οδηγούν αναμφίβολα στη διεύρυνση των γεωγραφικών συνόρων των χωρών, μέσω της κατακόρυφης αύξησης της δριμύτητας των δασικών πυρκαγιών.

2.1. Το φαινόμενο των καταστροφικών δασικών πυρκαγιών σε διεθνές επίπεδο

Κατά την περίοδο των τελευταίων δεκαετιών, το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών αποτελεί αντικείμενο ευρέως ενδιαφέροντος στη λεκάνη της Μεσογείου. Με εξαίρεση τα στατιστικά στοιχεία για την Ευρώπη, τα οποία αποδεικνύουν ότι κατά μέσο όρο τα μέτρα και οι στρατηγικές πρόληψης και καταστολής των δασικών πυρκαγιών δρουν αποτελεσματικά, διαπιστώνεται ότι οι δυσμενείς κλιματικές συνθήκες (το 2003 στη Δυτική Ευρώπη και το 2007 στην Ανατολική Ευρώπη), συνιστούν μία από τις κυριότερες αιτίες εκδήλωσης καταστροφικών πυρκαγιών, όπως εκείνες που διαδραματίστηκαν σε Πορτογαλία και Ελλάδα. Επιπρόσθετα, αξίζει να σημειωθούν και οι ολέθριες δασικές πυρκαγιές στις οποίες εκτέθηκαν προσφάτως η Συρία, ο Λίβανος και η Αλγερία (Yves, B., 2009).

Ωστόσο, όσο δυσάρεστες κι αν είναι οι επιπτώσεις τους, οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα των φυσικών διεργασιών των οικοσυστημάτων παγκοσμίως, κατά τις οποίες παρατηρείται ευφλεκτότητα της

φυτικής βιομάζας, είτε κατά τη διάρκεια περιόδων ξηρασίας, είτε στις υγρές περιοχές, μετά από πολλαπλά έτη ξηρασίας. Σύμφωνα, με τη Σύνοδο του ΟΗΕ για την «Αντιμετώπιση της Ερημοποίησης (UNCCD)», οι πιο επιρρεπείς σε μεγάλης έντασης και ολέθριων συνεπειών πυρκαγιές, είναι οι ξηρές ύφυγρες έως και ημίξηρες περιοχές, στις οποίες είναι εφικτή η συγκράτηση μόνιμης βλάστησης.

Τα φυσικά οικοσυστήματα, λοιπόν, είναι δυνατόν να διαχωριστούν σε προσαρμοζόμενα και σε ευαίσθητα στις δασικές πυρκαγιές, βάσει της σχέσης μεταξύ της προσαρμοστικότητας ενός οικοσυστήματος και του αντίστοιχου πυρικού ιστορικού του. Όσον αφορά την πρώτη περίπτωση, η πυρκαγιά αποτελεί απαραίτητο οικολογικό φαινόμενο για τον καθορισμό του σχήματος, της δομής και της ποικιλομορφίας του τοπίου, καθώς και για την αναγέννησή του. Εν αντιθέσει με τα ευαίσθητα στις πυρκαγιές οικοσυστήματα, τα οποία συνήθως αφού καούν, υφίστανται υποβάθμιση και δεν αναδομούνται με γοργούς ρυθμούς.

Από τους βασικότερους λόγους, επομένως, που χρήζουν ως επιτακτική την ανάγκη συντονισμού και βελτιστοποίησης ενός συστήματος διαχείρισης περιστατικών δασικών πυρκαγιών, είναι οι αρνητικές επιπτώσεις τους, όπως η διατάραξη της βιοποικιλότητας (χλωρίδας και πανίδας), η διάβρωση του εδάφους, καθώς και η εμφάνιση πλημμύρων, που συμβάλλουν στην ερημοποίηση. Το έδαφος των καμένων οικοσυστημάτων, στα οποία απουσιάζει η φυτική κάλυψη για περιόδους που διαρκούν από μήνες έως χρόνια, εκτίθεται στη διάβρωση του ανέμου και της βροχής και υποβαθμίζεται, με αποτέλεσμα ο κίνδυνος πλημμύρας και ιζηματογένεσης να είναι ιδιαίτερος μεγάλος συγκριτικά με τις λεκάνες απορροής που δεν έχουν καεί. Επιπλέον, αυξάνεται και ο κίνδυνος για καταστροφές σε υποδομές, λόγω κατολισθήσεων και λασπορροών (Vallejo, R., Valdecantos, A., 2006).

2.1.1. Είδη δασικών πυρκαγιών

Ανάλογα με την κατηγορία της καύσιμης ύλης, διακρίνουμε τα ακόλουθα είδη δασικών πυρκαγιών (Φιλιππόπουλος, Ν., «*Βασικές αρχές δασοπυρόσβεσης*», 2005, <http://www.oedd.gr>):

α) Υπόγειες πυρκαγιές

Οι υπόγειες πυρκαγιές επεκτείνονται στις ρίζες και στις ύλες που αποσυντίθενται και βρίσκονται θαμμένες στο έδαφος, όπως φύλλα, πευκοβελόνες κ.λπ. Οι πυρκαγιές αυτές είναι μικρής έντασης, όμως η κατάσβεσή τους είναι ιδιαίτερως επίπονη, καθώς μπορούν να γίνουν η αιτία μιας μεγαλύτερης υπέργεια πυρκαγιάς, εάν αμεληθούν.

β) Έρπουσες πυρκαγιές (εδάφους)

Με τον όρο έρπουσες πυρκαγιές εννοούμε αυτές που καίνε επιφάνειες πολύ κοντά στο έδαφος (< 2 μέτρα), όπως πευκοβελόνες, θάμνους, χόρτα, πεσμένους κορμούς και μικρά δέντρα. Συνήθως, αποτελούν την πλειοψηφία των δασικών πυρκαγιών, ενώ αν λάβουν διαστάσεις, αποτελούν το προθάλαμο για τις επικόρυφες πυρκαγιές.

γ) Επικόρυφες πυρκαγιές (κορυφής ή κόμης)

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

δ) Μικτές πυρκαγιές

Πολλές φορές κατά την ελεύθερη εξάπλωση μιας δασικής πυρκαγιάς, συνυπάρχουν τουλάχιστον δύο από τα προαναφερθέντα είδη πυρκαγιών. Στην περίπτωση αυτή αναφερόμαστε στις μικτές πυρκαγιές, οι οποίες είναι και οι πιο επικίνδυνες, αφού οι συνθήκες που δημιουργούν είναι απρόβλεπτες.

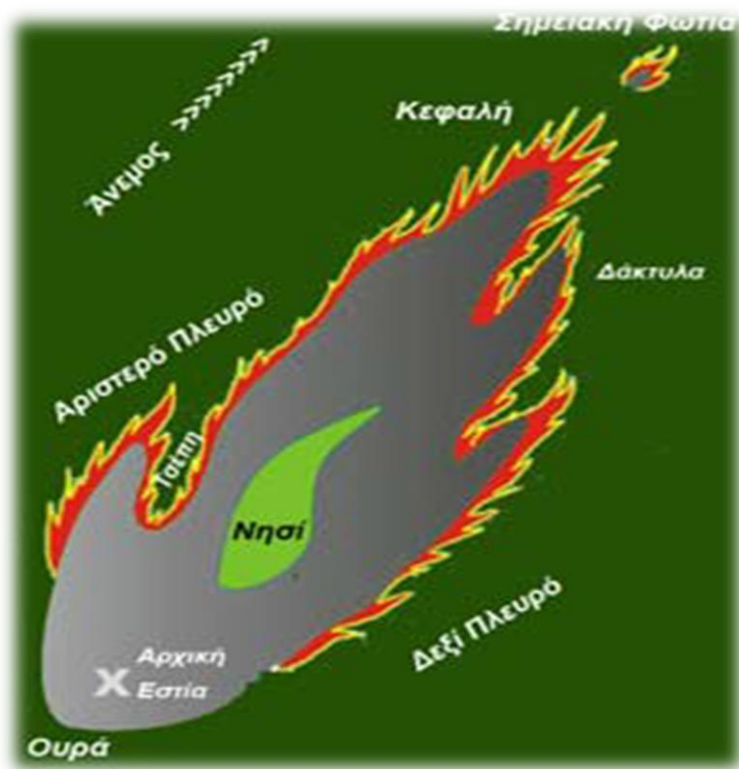
2.1.2. Τα κύρια μέρη των δασικών πυρκαγιών

Τα κύρια μέρη μιας δασικής πυρκαγιάς, τα οποία είναι ευκρινή στην **Εικόνα 1**, που ακολουθεί, είναι τα εξής (Φιλιππόπουλος, Ν., «*Βασικές αρχές δασοπυρόσβεσης*», 2005, <http://www.oedd.gr>):

- Η κεφαλή ή μέτωπο της πυρκαγιάς: ονομάζεται το πιο γρήγορα κινούμενο μέρος της.
- Τα πλευρά (δεξιό - αριστερό): είναι τα τμήματα της περιμέτρου, περίπου παράλληλα προς την κύρια κατεύθυνση διάδοσης της πυρκαγιάς.
- Η ουρά: ονομάζουμε το αντίθετο μέρος από το μέτωπο.

Επιπλέον, μπορούμε να ξεχωρίσουμε τα παρακάτω σημεία αναφοράς:

- Σημείο Αρχικής Εστίας: είναι το σημείο από όπου ξεκίνησε η πυρκαγιά.
- Δάκτυλα: είναι σημεία που ένα λεπτό μέρος του μετώπου έχει προχωρήσει αρκετά.
- Τσέπες: είναι οι άκαυτες περιοχές ανάμεσα στα δάκτυλα.
- Νησιά: είναι οι άκαυτες περιοχές εντός του καμένου.
- Σημειακές φωτιές ή κηλίδες: είναι πυρκαγιές με διαφορετικό σημείο έναρξης από την κύρια πυρκαγιά, δημιουργημένες συνήθως από φλεγόμενα σωματίδια και την επαγωγή από θερμά καθοδικά ρεύματα αέρα.



Εικόνα 1. Ανατομία μίας δασικής πυρκαγιάς

Πηγή: <http://www.oedd.gr>

2.1.3. Βασικά στοιχεία συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών

Η επικινδυνότητα των δασικών πυρκαγιών έγκειται στην ποικιλόμορφη και πολυσύνθετη φύση τους, η οποία εξαρτάται ταυτόχρονα από πλήθος παραγόντων, που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, όχι μόνο κατά την αναγνώριση, αλλά και κατά την εκδήλωση και εξέλιξη της πυρκαγιάς. Μπορούμε να διακρίνουμε τρία επικρατέστερα φαινόμενα συμπεριφοράς των δασικών πυρκαγιών, τα οποία είναι:

- Η έκταση
- Η ταχύτητα διάδοσης
- Η ένταση (ύψος) της φλόγας

Επιπλέον, φαινόμενα αποτελούν η παραγωγή καπνού (ατελής καύση), οι επικόρυφες πυρκαγιές, οι πύρινοι στρόβιλοι, οι καταιγίδες πυρκαγιάς, η

μετάδοση με καύτρες, το μεμονωμένο λαμπάδιασμα δέντρων, καθώς και οι κηλίδες φωτιάς. Γενικά, πολυάριθμοι είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά και εξάπλωση μιας δασικής πυρκαγιάς, όμως οι κυριότεροι απαρτίζουν το λεγόμενο «Τρίγωνο Δασικών Πυρκαγιών», έννοια που επεξηγείται στη συνέχεια (Φιλιππόπουλος, Ν., «Βασικές αρχές δασοπυρόσβεσης», 2005, <http://www.oedd.gr>).

2.1.4. Οι βασικοί παράγοντες που προκαλούν και επηρεάζουν την έναρξη και επέκταση των δασικών πυρκαγιών

Η φωτιά είναι απόρροια μίας χημικής διεργασίας, στην οποία κρίνεται αναγκαία η συνύπαρξη και ο κατάλληλος συνδυασμός τριών θεμελιωδών στοιχείων, της καύσιμης ύλης, της θερμότητας και του οξυγόνου, τα οποία είναι ευρέως διαδεδομένα ως πλευρές ενός τριγώνου, που ονομάζεται «το τρίγωνο της φωτιάς» (Εικόνα 2.). Στην περίπτωση που δεν υφίσταται έστω και ένα από τα προαναφερθέντα στοιχεία, τότε δεν καθίσταται εφικτή η εκδήλωση της πυρκαγιάς, γεγονός που αποτελεί αρχή, στην οποία βασίζονται οι μέθοδοι πρόληψης, αντιμετώπισης και καταστολής των δασικών πυρκαγιών (<http://www.firesecurity.gr/paragontesdas.html>).



Εικόνα 2. «Το τρίγωνο της φωτιάς»

Πηγή: <http://www.firesecurity.gr/paragontesdas.html>

Αν θέλαμε να κάνουμε αναφορά στα αίτια που είναι δυνατό να προκαλέσουν μία δασική πυρκαγιά, μπορούμε να τα κατατάξουμε στις ακόλουθες κατηγορίες (Βορίσης, Δ., 2004):

- Φυσικά (ή τυχαία) αίτια
- Εμπρησμοί από αμέλεια
- Εμπρησμοί από πρόθεση
- Άγνωστα αίτια

Ωστόσο, στις δασικές πυρκαγιές ποικιλία παρουσιάζουν οι παράγοντες που προκαλούν την εκδήλωσή τους και επηρεάζουν καθοριστικά τη μετέπειτα συμπεριφορά και εξέλιξή τους. Οι σπουδαιότεροι από αυτούς είναι οι ακόλουθοι (Καϊλίδης, Δ., 1990, 1993):

➤ **Μετεωρολογικοί παράγοντες:** Στους παράγοντες αυτούς εντάσσονται η ηλιακή ακτινοβολία, η ατμοσφαιρική πίεση, η θερμοκρασία αέρα, η θερμοκρασία επιφάνειας του εδάφους, η εξάτμιση, η σταθερότητα ή αστάθεια της ατμόσφαιρας, η σχετική υγρασία του αέρα, η βροχή, καθώς και ο άνεμος, που αποτελεί έναν από τους κυρίαρχους παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την εκδήλωση των πυρκαγιών.

➤ **Τοπογραφικοί παράγοντες:** Περιλαμβάνουν το υψόμετρο, τον προσανατολισμό της περιοχής, την τοπογραφική διαμόρφωση (ανάγλυφο), κυρίως στις ορεινές περιοχές, καθώς και την κλίση του εδάφους, η οποία επιδρά δραστικά στην ταχύτητα εξάπλωσης μίας πυρκαγιάς. Αναφέρουμε ότι η ταχύτητα διάδοσης διπλασιάζεται σε κλίσεις 10° , ενώ τετραπλασιάζεται σε κλίσεις 20° , με αποτέλεσμα να είναι μεγαλύτερη προς τα ανάντη, μικρότερη προς τα κατόντη και να ελαχιστοποιείται σε επίπεδα εδάφη.

➤ **Βλάστηση:** Η περιεκτικότητα σε υγρασία της καύσιμης ύλης, μαζί με τον ρυθμό αποβολής της, καθώς και το είδος της βλάστησης, ανάλογα με το βαθμό ευφλεκτότητας και οι συνθήκες ανάπτυξής της, παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στην έναρξη και εξάπλωση των δασικών πυρκαγιών. Επιπλέον, σύμφωνα με μελέτες που έλαβαν χώρα στο παρελθόν, σχετικά με τη

διερεύνηση της ευφλεκτότητας των διαφόρων ειδών φυσικής κάλυψης, διαπιστώθηκε ότι λιγότερο εύφλεκτα είναι τα ψυχρόβια κωνοφόρα, καθώς και τα πλατύφυλλα δάση.

2.1.5. Οι επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών και οι ωφέλιμες επιδράσεις τους

Ο κίνδυνος των δασικών πυρκαγιών, που ελλοχεύει κάθε καλοκαίρι σε διάφορες περιοχές της χώρας μας, επιφέρει ιδιαίτερες σοβαρές επιπτώσεις, όπως είναι οι ακόλουθες:

- **Διάβρωση του εδάφους και του υδρογραφικού δικτύου:** Κατά τη διάρκεια μίας δασικής πυρκαγιάς αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες, οι οποίες έχουν την καταστρεπτική ιδιότητα να μεταβάλλουν τη δομή του εδάφους, μειώνοντας τη συνεκτικότητα και την αντοχή του. Έτσι, ανάλογα με την κλίση του εδάφους, η φθορά αυτή είναι δυνατό να οδηγήσει σε σταδιακή απώλεια της εδαφικής κάλυψης και της ικανότητας για αναγέννηση της βλάστησης, σε αύξηση της επιφανειακής απορροής και μεταφοράς στερεών υλικών, ενώ ταυτόχρονα η μειωμένη δυνατότητα απορρόφησης νερού, συμβάλλει σε φαινόμενα πλημμυρών.

- **Υποβάθμιση της βλάστησης:** Για τα περισσότερα δασικά είδη που ευδοκούν σε χαμηλά υψόμετρα (π.χ. πεύκα), οι πυρκαγιές μπορούν να λειτουργήσουν ευεργετικά σε αυτά και να συντελέσουν στην ανάκαμψή τους, αφού είναι προσαρμοσμένα σε τέτοιες συνθήκες. Όμως, τα είδη των μεγάλων υψομέτρων (π.χ. έλατα) δε μπορούν να ανακάμψουν με φυσικό τρόπο μετά από μία πυρκαγιά, με αποτέλεσμα τη σταδιακή αφάνισή τους.

- **Επιπτώσεις στην πανίδα:** Συνήθως, κατά την εκδήλωση μίας δασικής πυρκαγιάς, τα μικρότερα θηλαστικά, τα αρθρόποδα, αλλά και πολλά είδη ερπετών και μικρών δασόβιων πουλιών, δεν προλαβαίνουν να διαφύγουν. Οι επιπτώσεις μπορεί να αποβούν μοιραίες, εάν η πυρκαγιά εκδηλωθεί την εποχή της αναπαραγωγής, καθώς και εάν η διάσπαση του

βιοτόπου από υποδομές είναι τέτοια, που να εμποδίζεται η διαφυγή των ζώων και κατόπιν ο επαναπατρισμός τους.

- **Κλιματική αλλαγή και ατμοσφαιρική ρύπανση:** Οι δασικές πυρκαγιές είναι δυνατό να επιβαρύνουν τον ατμοσφαιρικό αέρα, αφού η καταστροφή της βλάστησης επηρεάζει σημαντικά το μικροκλίμα των πυρόπληκτων περιοχών, καθώς μειώνει τις ευεργετικές ψυκτικές επιδράσεις των δασοπονικών ειδών και ταυτόχρονα αυξάνει την ηλιακή αντανάκλαση του εδάφους.

(<http://stilida.com/periballon/oikologia/wwf-giati-kaigontai-ta-dasi-kai-poi-es-einai-oi-synepeies/>)

- **Επιπτώσεις στον άνθρωπο και στους τομείς δραστηριοποίησής του:** Οι παραπάνω περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών, έχουν έμμεσες συνέπειες στην ποιότητα ζωής του ανθρώπου. Μα το πιο τραγικό είναι η απώλεια της ίδιας της ανθρώπινης ζωής, καθώς εκατοντάδες πολίτες και πυροσβέστες επί τω έργω, έχουν χαθεί στη λαίλαπα μίας πυρκαγιάς. Επιπλέον, στις καταστροφές που αφήνει πίσω της η φωτιά, προστίθενται οι σοβαρές επιπτώσεις στον πρωτογενή τομέα παραγωγής (γεωργία, κτηνοτροφία, υλοτομία), καθώς και στην ανθρώπινη περιουσία.

Ωστόσο, αξίζει να αναφέρουμε ότι οι δασικές πυρκαγιές έχουν και ωφέλιμες επιδράσεις. Συγκεκριμένα, συντελούν στη φυσική αναγέννηση των δασών, μέσω της καύσης του πυκνού στρώματος φυλλάδας, ενώ η μέθοδος της τεχνητής πυρκαγιάς και η καύση της υποβλάστησης σε αναδασωτέες περιοχές, έχει θετική επίδραση στις φυτεύσεις. Επίσης, οι πυρκαγιές χρησιμεύουν στην καταστροφή φυτοπαθολογικών ασθενειών των προσβεβλημένων δέντρων, καθώς ακόμη και στην ίδια την πρόληψή τους, αφού απομακρύνουν τη ζωντανή βλάστηση, μέσω της εφαρμογής της ελεγχόμενης καύσης (Καϊλίδης, Δ., Καρανικόλας, Π., 2004).

2.2. Ανασκόπηση μελετών συναφών με το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών

Απόρροια των εκτενών στοιχείων για τις δασικές πυρκαγιές που παρατέθηκαν στις προηγούμενες ενότητες, είναι η διαπίστωση ότι αποτελούν ένα πολυδιάστατο και ιδιαίτερος καταστρεπτικό φαινόμενο, το οποίο χρήζει ενδελεχούς έρευνας. Έπειτα, λοιπόν από ανασκόπηση ανάλογων επιστημονικών προσεγγίσεων, αξίζει να επισημανθεί από την ελληνική βιβλιογραφία, η μελέτη για την *«Ανάπτυξη ενός συστήματος διαχείρισης δασικών πυρκαγιών στην περιοχή της Πάρνηθας, με χρήση της τεχνολογίας των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών»* (Κοτσώνη, Γ., 2009), το οποίο συμβάλλει ουσιαστικά στην προστασία του δασικού περιβάλλοντος, προλαμβάνοντας μεγάλες καταστροφές, που είναι δύσκολο να αποκατασταθούν.

Μία επίσης αξιόλογη μελέτη θεωρείται εκείνη που ασχολείται με *«Το πρόβλημα χωροθέτησης των μονάδων πυρόσβεσης - διάσωσης: Θεωρία και μεθοδολογία της έρευνας»* (Λουκάκης, Ι., 2010), η οποία έχει ως αντικείμενο την εξέταση των θεωρητικών προσεγγίσεων για τη χωροθέτηση των υπηρεσιών πυρόσβεσης - διάσωσης, διερευνώντας παράλληλα τις δυνατότητες εφαρμογής τους, σε διεθνές και εγχώριο επίπεδο, υπό το πρίσμα πραγματικών συνθηκών.

Στη συνέχεια, μέσω της μελέτης για τη *«Χωροθέτηση επίγειων πυροσβεστικών δυνάμεων για άμεση κατάσβεση δασικών πυρκαγιών»* (Θανασούλας, Δ., 2011), τονίζεται η αναγκαιότητα της ύπαρξης των δασών για τον άνθρωπο, παρουσιάζονται τα κυριότερα μοντέλα χωροθέτησης που εφαρμόζει η Διοίκηση Λειτουργιών στο φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών και εφαρμόζονται τα μοντέλα αυτά στη χωροθέτηση επίγειων πυροσβεστικών δυνάμεων, στο Νομό Αχαΐας.

Στην εργασία με θέμα τη *«Χωροθέτηση πυροσβεστικών οχημάτων στο Δ. Αθηναίων με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και μεθόδων Τεχνητής Νοημοσύνης»* (Γραικούσης, Γ., Φώτης, Γ., Ν., 2005), αξιοποιούνται οι τεχνικές των νευρωνικών δικτύων και της λογικής της ασάφειας για την πρόβλεψη σημειακών προτύπων ζήτησης σε στοχαστικά προβλήματα χωροθέτησης - κατανομής. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή αφορά τη χωροθέτηση

πυροσβεστικών οχημάτων στη Μητροπολιτική περιοχή Αθηνών, όπου βάσει διαχρονικών δεδομένων, χωροθετούνται εξωτερικές μονάδες επέμβασης, ούτως ώστε να καταλαμβάνουν θέσεις, που θα εξασφαλίζουν την ελαχιστοποίηση των αποστάσεων τους από μελλοντικά συμβάντα.

Επιπρόσθετα, στα πλαίσια της εργασίας με θέμα το «Χωροθετικό σχεδιασμό δικτύων παροχής υπηρεσιών σε περιβάλλον GIS. Εφαρμογή στο Ν. Αρκαδίας» (Ανδριανάκος, Ν., Φώτης, Γ., Ν., 2006), δημιουργείται ένα Πρότυπο Σύστημα Χωροθετικής Ανάλυσης και Σχεδιασμού Δικτύων Παροχής Υπηρεσιών, στο Νομό Αρκαδίας, το οποίο αξιοποιεί τα πλεονεκτήματα της επιστημονικής περιοχής των υποδειγμάτων Χωροθέτησης - Κατανομής (Location - Allocation) και υλοποιείται σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.).

Ενδεικτικό παράδειγμα ξενόγλωσσης μελέτης, συναφούς με το αντικείμενο της εν λόγω εργασίας, αποτελεί εκείνη του David R. Burns (2003), που αφορά τον εντοπισμό διαθέσιμων υπολογιστικών μοντέλων, τα οποία θα ενσωματώνουν δημογραφικά δεδομένα, καθώς και προβλέψεις χρήσεων γης, βασιζόμενα στα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών, προκειμένου να προβλεφθούν πιθανές μελλοντικές τοποθεσίες Πυροσβεστικών Σταθμών, για την πόλη του Ankeny.

Επιπλέον, η μελέτη του Antonio Blazevic (2001), διερευνά τις δυνατότητες του προβλήματος Χωροθέτησης - Κατανομής, με σκοπό τη βέλτιστη χωροθέτηση βάσεων αεροδεξαμενών στην Καλιφόρνια, αξιοποιώντας το ιστορικό πυρκαγιών και στοχεύοντας στην ελαχιστοποίηση του συνολικού χρόνου μετάβασης, από τα σημεία ανεφοδιασμού (αεροδρόμια) στα σημεία ζήτησης (εστίες εκδήλωσης πυρκαγιών).

Στην εργασία, επίσης, του Saad M. Algharib (2011), γίνεται χρήση μεθόδων Χωροθέτησης - Κατανομής και λειτουργιών των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, προκειμένου να αξιολογηθεί η υφιστάμενη χωρική κατανομή των Πυροσβεστικών Σταθμών στην πόλη του Κουβέιτ και να ελεγχθεί εάν καλύπτεται η εξυπηρέτηση των εκάστοτε περιστατικών ή απαιτείται η χωροθέτηση πρόσθετων Πυροσβεστικών Σταθμών, καθώς και η εύρεση βέλτιστων τοποθεσιών για εκείνους.

2.3. Οι δασικές διαπλάσεις και τα χαρακτηριστικά των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα

Η βαρύνουσα γεωγραφική θέση της Ελλάδας, καθώς και το ποικιλόμορφο γεωμορφολογικό της ανάγλυφο, προσδίδουν στη χώρα μας έναν σημαντικό πνεύμονα πρασίνου και πηγή οξυγόνου, τα δάση. Συγκριτικά με την έκτασή της, αναπτύσσεται σε αυτή, μία σημαντική και σπάνια ποικιλία δασών, που χαρακτηρίζονται από υψηλή βιοποικιλότητα, με αναρίθμητα είδη πουλιών, ερπετών, εντόμων και θηλαστικών, καθώς και ιδιαιτέρως πλούσια βλάστηση. Έτσι, σήμερα, το 1/4 της ελληνικής επικράτειας (25,5% ή 33.590.000 στρ.) αποτελείται από δάση, που στην πλειοψηφία τους είναι φυσικά, ενώ το 23,9% (31.540.000 στρ.) καλύπτεται από δασικές εκτάσεις, οι οποίες όμως συχνά είναι υποβαθμισμένες, καθώς βρίσκονται, ως επί το πλείστον, κοντά σε αστικές και τουριστικές περιοχές (<http://www.wwf.gr>).

Στο σημείο αυτό, σκόπιμο είναι να παραθέσουμε τον ορισμό της έννοιας του δάσους και της δασικής έκτασης. Σύμφωνα, λοιπόν, με ερμηνευτική δήλωση από το Σύνταγμα της Ελλάδας, άρθρο 24 (<http://www.hellenicparliament.gr/Vouli-ton-Ellinon/To-Politevma/Syntagma/article-24/>), 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» (<http://el.wikipedia.org/wiki/Δάσος>).

Οι κατηγορίες των δασικών διαπλάσεων που συναντάμε στην Ελλάδα είναι οι ακόλουθες (<http://www.wwf.gr>):

- Αείφυλλες - σκληρόφυλλες διαπλάσεις (Μακί), ένα μικτό σύστημα από υψηλούς αείφυλλους - σκληρόφυλλους θάμνους. Η βλάστηση της μακκίας είναι πολύ σημαντική, καθώς προστατεύει τα εδάφη από τη διάβρωση και προσφέρει τροφή στα ζώα.

- Αείφυλλα δάση χαμηλών υψομέτρων, τα οποία εξαπλώνονται σε σχετικά χαμηλά υψόμετρα, μέχρι 1000 μ. και διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες: τα θερμόφιλα κωνοφόρα και τις αείφυλλες βελανιδιές.
- Μικτά φυλλοβόλα δάση, στα οποία κυριαρχούν οι φυλλοβόλες βελανιδιές.
- Ορεινά κωνοφόρα με χαρακτηριστικά είδη τα έλατα. Στην Ελλάδα φύεται σαν ενδημικό είδος το Κεφαλλονίτικο έλατο, ενώ στη διάπλαση αυτή συναντάμε, επίσης, τη μαύρη πεύκη.
- Δάση οξιάς και δάση ψυχρόβιων κωνοφόρων.
- Παρόχθια δάση, η παρουσία των οποίων οφείλεται αποκλειστικά στην ύπαρξη νερού και αποτελούνται από φυλλοβόλα δένδρα και θάμνους.
- Φρύγανα - χαμηλοί θάμνοι (ως επί το πλείστον αρωματικοί), οι οποίοι αντέχουν στις υψηλές θερμοκρασίες και την ξηρασία. Τα φρύγανα αποτελούν χαρακτηριστική βλάστηση των μεσογειακών οικοσυστημάτων και είναι συνήθως αποτέλεσμα υποβάθμισης προϋπάρχουσας βλάστησης, μακκίας και δάσους. Αναπτύσσεται κυρίως σε φτωχά και βραχώδη εδάφη ή σε εκτάσεις που έχουν επανειλημμένως καεί. Εάν προστατευτούν από ανθρωπογενείς απειλές (π.χ. υπερβόσκηση, πυρκαγιές), η προϋπάρχουσα βλάστηση και το έδαφος μπορούν να αναβαθμιστούν.

2.3.1. Κατηγορίες προστατευόμενων δασών και οι κίνδυνοι που τα απειλούν

Οι κυριότεροι λόγοι που υποστηρίζουν την εξέχουσα οικολογική αξία των δασών, είναι εν συντομία οι εξής (<http://www.wwf.gr>):

- Παράγουν το απαραίτητο για τη ζωή μας οξυγόνο, ενώ δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα, καθώς και άλλες βλαβερές για τον άνθρωπο ουσίες.
- Μειώνουν την ένταση του φωτός, απορροφώντας την ερυθρή ακτινοβολία.
- Λειτουργούν ως ένα φυσικό κλιματιστικό, συμβάλλοντας στη διατήρηση του κλίματος μιας περιοχής και αμβλύνοντας τις ακραίες θερμοκρασίες.
- Μειώνουν την ένταση του ανέμου και τους θορύβους.
- Συγκρατούν το νερό της βροχής και το διηθούν ομαλά στο έδαφος, με αποτέλεσμα να εμπλουτίζεται ο υδροφόρος ορίζοντας και να αποτρέπονται οι πλημμύρες.
- Βελτιώνουν την ποιότητα του νερού, λειτουργώντας σαν μικροβιολογικό χημικό και φυσικό φίλτρο.
- Συγκρατούν το έδαφος, αποτρέποντας τη διάβρωση.
- Διατηρούν και αυξάνουν την υγρασία του εδάφους, ενώ το ενισχύουν διαρκώς με θρεπτικά στοιχεία.
- Εξασφαλίζουν κατάλληλες συνθήκες για την προστασία, διατροφή και διατήρηση πολλών ζωικών οργανισμών.
- Βοηθούν στη διατήρηση της βιολογικής ισορροπίας στη φύση.

Εξαιτίας, επομένως, του καταλυτικού ρόλου που συντελούν τα δάση, έχει θεσπιστεί στην Ελλάδα, η Οδηγία της Ε.Ε., η οποία καθορίζει τη συμμετοχή στο Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο Ειδικών Ζωνών Διατήρησης «Natura 2000», που στοχεύει στην προστασία της βιολογικής ποικιλότητας, καθώς λαμβάνει τα αναγκαία μέτρα, ώστε να διασφαλίζεται η διατήρηση ή η αποκατάσταση σε ικανοποιητικό βαθμό διατήρησης των φυσικών οικοτόπων (ενδιαιτημάτων) και των άγριων ειδών χλωρίδας και πανίδας κοινοτικού ενδιαφέροντος. Σύμφωνα με το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (2008) στο δίκτυο «Natura 2000» έχουν καθοριστεί μέχρι σήμερα 371 περιοχές από όλη τη χώρα μας.

Χαρακτηριστική προσέγγιση για τις προστατευόμενες περιοχές αποτελεί ο Ν. 1650/1986 «Για την προστασία του Περιβάλλοντος» (ΦΕΚ 160/16-10-1986, τ. Α'), στην παράγραφο 2 και 3 του άρθρου 18 και στο άρθρο 19, όπου αναφέρεται πως οι χερσαίες, υδάτινες ή μικτού χαρακτήρα περιοχές, μεμονωμένα στοιχεία ή σύνολα της φύσης και του τοπίου, μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενα προστασίας και διατήρησης λόγω της οικολογικής γεωμορφολογικής, βιολογικής, επιστημονικής ή αισθητικής σημασίας τους και μπορούν να χαρακτηριστούν (Ψιλοβίκος, Α. Θ., 2010):

- Περιοχές απόλυτης προστασίας της φύσης
- Περιοχές προστασίας της φύσης
- Εθνικά πάρκα
- Προστατευόμενοι φυσικοί σχηματισμοί, προστατευόμενα τοπία και στοιχεία του τοπίου
- Περιοχές οικοανάπτυξης

Ωστόσο, παρά τα πολλαπλά οφέλη που παρέχουν τα δάση στη χώρα μας και τη σεβαστή προσπάθεια που συντελείται για τη διαφύλαξή τους, έρχονται αντιμέτωπα με σοβαρούς κινδύνους, που απειλούν τη διατήρηση της ισορροπίας τους. Οι σπουδαιότεροι από αυτούς είναι οι καταστροφικές **πυρκαγιές** και οι επακόλουθες **καταπατήσεις**, ώστε τα δάση να αντικαθίστανται σταδιακά από αστικές, περιαστικές και τουριστικές εκτάσεις.

Επιπλέον, η **υπερβόσκηση**, που συχνά έπεται των πυρκαγιών, συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην απογύμνωση των βουνών της χώρας μας, αφού τα ζώα (κυρίως αιγοπρόβατα), που βόσκουν ανεξέλεγκτα στο δάσος, προκαλούν ζημιές στη βλάστηση, καταστρέφοντας τη φυσική αναγέννησή του. Παράλληλα, παράγοντες υποβάθμισης των δασών, αποτελούν το **ανεξέλεγκτο κυνήγι**, η **λαθροϋλοτομία** (κυρίως στο παρελθόν), καθώς και η **έλλειψη ενιαίας εθνικής δασικής στρατηγικής** (<http://www.wwf.gr>).

2.3.2. Συχνότητα, τάσεις και αριθμοί δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα και σε άλλες μεσογειακές χώρες της Ε.Ε.

Οι δασικές πυρκαγιές, από τα σοβαρότερα είδη φυσικών καταστροφών, αποτελούν για τη χώρα μας μείζονα παράγοντα ενδιαφέροντος και ανησυχίας για τις ολέθριες συνέπειές τους, στη διατήρηση της ισορροπίας των λειτουργιών και της φυσικής παραγωγικότητας των δασικών οικοσυστημάτων τους. Στην Ελλάδα, λοιπόν, όπως και σε άλλες πυρόπληκτες μεσογειακές χώρες, όπου το κλίμα και η βλάστηση πυροδοτούν την εκδήλωση δασικών πυρκαγιών, πάνω από το 10% της έκτασής της καλύπτεται από βραχώδεις και άγονες περιοχές, που η ύπαρξή τους οφείλεται στον επαναλαμβανόμενο κύκλο των πυρκαγιών (**Εικόνα 3.**). Ωστόσο, οι αλλαγές που επιφέρουν οι φωτιές σε ένα φυσικό οικοσύστημα, εκτός από καταστρεπτικές, είναι δυνατόν να αποβούν και ωφέλιμες, καθώς συντελούν στην αναγέννηση και αναζωογόνηση της βλάστησής τους, ενώ ταυτόχρονα η έντασή τους εξαρτάται και από την ανθρώπινη δραστηριότητα κατά το μεταπυρικό στάδιο.

Στο σημείο αυτό, σαν ορισμό της έννοιας της δασικής πυρκαγιάς, μπορούμε να αναφέρουμε ότι: «πυρκαγιά είναι μια φωτιά με τάσεις εξάπλωσης, τέτοιας έντασης που δεν είναι δυνατή η κατάσβεσή της από ένα άτομο με απλά μέσα (<http://en.wikipedia.org/wiki/>)».



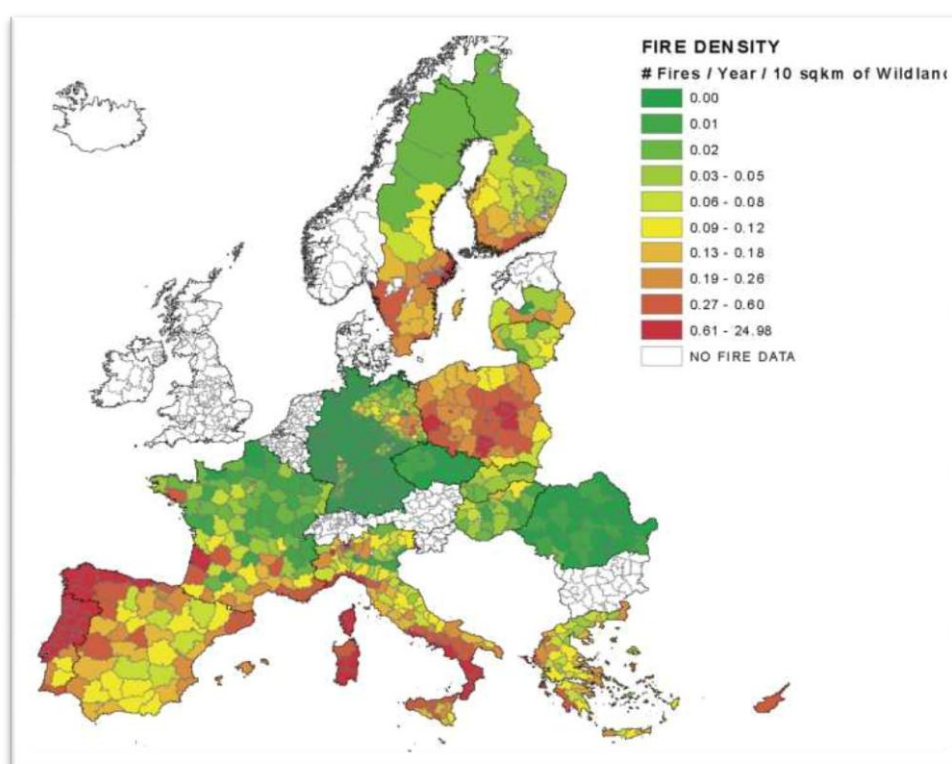
Εικόνα 3. Οι καταστρεπτικές συνέπειες των δασικών πυρκαγιών

Πηγή: www.parnitha-np.gr

Όσον αφορά τα στατιστικά στοιχεία των δασικών πυρκαγιών, που έχουν εκδηλωθεί στις μεσογειακές χώρες, αναφέρεται ότι άρχισαν να καταγράφονται από τη δεκαετία του '80. Ωστόσο, οι μέθοδοι και οι παράμετροι των συστημάτων συλλογής δεδομένων διέφεραν σημαντικά από χώρα σε χώρα. Το 1992, μετά τον κανονισμό της ΕΟΚ 2158/92, που αργότερα συμπληρώθηκε με τον ΕΚ 804/94, οι μεσογειακές χώρες άρχισαν την υποχρεωτική καταγραφή των αποκαλούμενων «βασικών πληροφοριών για τις δασικές πυρκαγιές», οι οποίες περιελάμβαναν τις ακόλουθες παραμέτρους: α) ημερομηνία και ώρα έναρξης της πυρκαγιάς, β) ημερομηνία και ώρα λήξης της πυρκαγιάς, γ) θέση της πυρκαγιάς και δ) θεωρούμενη αιτία της πυρκαγιάς. Οι βασικές αυτές πληροφορίες συμπεριλαμβάνονταν κατόπιν, σε περίπτωση που δεν υπήρχαν ήδη, στο εθνικό σύστημα δασικών δεδομένων και υποβάλλονταν στη συνέχεια στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

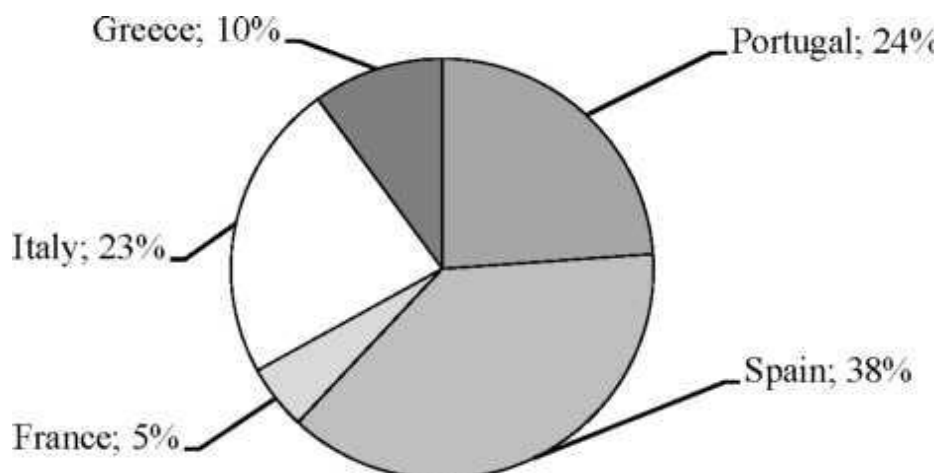
Σύμφωνα, λοιπόν, με τις στατιστικές ενδείξεις, ο αριθμός των πυρκαγιών στις μεσογειακές χώρες της Ε.Ε., έχει αυξηθεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών. Παρά ταύτα, το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται, είτε σε μία αληθή αύξηση των περιστατικών πυρκαγιών, είτε στη βελτίωση των μηχανισμών συλλογής δεδομένων των μεσογειακών χωρών.

Στην **Εικόνα 4**, απεικονίζεται η μέση ετήσια κατανομή του πλήθους των πυρκαγιών για την Ε.Ε. ανά διοικητική μονάδα, ενώ στην **Εικόνα 5**, παρατηρείται η κατανομή των καμένων εκτάσεων στις Μεσογειακές χώρες της Ε.Ε., παρέχοντας με τον τρόπο αυτό, μία ικανοποιητική προεπισκόπηση της χωρικής κατανομής των πυρκαγιών στην Ευρώπη. Το συμπέρασμα που απορρέει, είναι ότι η κατανομή των δασικών πυρκαγιών δε συσχετίζεται μόνο με τις περιβαλλοντικές και κλιματικές συνθήκες, αλλά και με τις κοινωνικοοικονομικές συνιστώσες, που επηρεάζουν την έναρξη και εξάπλωση μίας δασικής πυρκαγιάς.



Εικόνα 4. Μέση ετήσια κατανομή αριθμού πυρκαγιών στην Ε.Ε. ανά διοικητική μονάδα (νομοί)

Πηγή: Yves B., European Forest Institute Discussion Paper 15, 2009



Εικόνα 5. Κατανομή καμένων εκτάσεων στις Μεσογειακές χώρες της Ε.Ε.

Πηγή: Yves B., European Forest Institute Discussion Paper 15, 2009

Όσον αφορά τη χρονική τους τοποθέτηση, οι δασικές πυρκαγιές στην περιοχή της Μεσογείου εμφανίζονται ιδιαίτερα το καλοκαίρι κατά την διάρκεια του Ιουνίου, του Ιουλίου και του Αυγούστου, ενώ μερικές φορές εκτείνονται μέχρι το Σεπτέμβριο. Δευτερευόντως, κάνουν την εμφάνισή τους την άνοιξη, εν μέρει λόγω των εποχιακών γεωργικών εργασιών, όπως το καθάρισμα των θάμνων κ.λπ. Τέλος, περιστατικά πυρκαγιών εκδηλώνονται στις ορεινές περιοχές το χειμώνα, γεγονός που οφείλεται συχνά στις ξηρές περιόδους και το πρόωρο λιώσιμο του χιονιού το Φεβρουάριο και το Μάρτιο, που συνδέονται με το φαινόμενο Foehn, με αποτέλεσμα ο ξηρός αέρας που έρχεται από ένα βουνό να θερμαίνεται επιπλέον καθώς κατεβαίνει (Yves B., European Forest Institute Discussion Paper 15, 2009).

Στην περίπτωση της Ελλάδας, το συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό των καταστροφικών δασικών πυρκαγιών, λαμβάνουν χώρα συνήθως από τις αρχές Ιουνίου έως το τέλος Οκτωβρίου και κυρίως τον Ιούλιο, τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο και ελάχιστες φορές το υπόλοιπο χρονικό διάστημα (Καϊλίδης, Δ., 1993). Επιπρόσθετα, η επικρατέστερη ώρα έναρξης της πλειοψηφίας των δασικών πυρκαγιών είναι από τις 10:00 το πρωί έως τις 17:00 το απόγευμα, με την αποκορύφωσή τους να τοποθετείται μεταξύ 13:00 και 15:00 το μεσημέρι, ενώ ελάχιστες ενάρξεις πυρκαγιών παρατηρούμε τις πρώτες πρωινές ώρες (Μπαλατσός, Π., 2007). Τέλος, οι περισσότερες πυρκαγιές λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια των εξής μετεωρολογικών συνθηκών: θερμοκρασία αέρα 26°C - 30°C, σχετική υγρασία 41% - 70%,

ταχύτητα ανέμου 1BF - 4BF και σε υψόμετρα < 500 μ. (Δημητρακόπουλος, Α., 2000).

Στη συνέχεια, παρατίθενται οι **Πίνακες 1., 2.**, οι οποίοι, σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, γνωστοποιούν τα στατιστικά στοιχεία δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα, κατά τα έτη 1980 - 2008, σχηματίζοντας μία εικόνα για το μέσο όρο του καταγεγραμμένου αριθμού πυρκαγιών, της προέλευσης των αιτιών τους, καθώς και της συνολικής καμένης έκτασης, ανά έτος και κατά γεωγραφικό διαμέρισμα. Επιπλέον, στην **Εικόνα 6.**, απεικονίζεται ένας χάρτης επικινδυνότητας, ευπαθών νομών της χώρας μας, σε πυρκαγιές δασικών εκτάσεων και βοσκοτόπων, από ανθρωπογενή αίτια.

Πίνακας 1. Στατιστικά στοιχεία δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα, κατά τα έτη 1980 - 2008

Έτος	Αριθμός πυρκαγιών	Συνολική καμένη έκταση (εκτ.)	Καμένη έκταση δασών (εκτ.)	Καμένη έκταση μερ. δασικών και άλλων εκτάσεων (εκτ.)	Αιτίες δασικών πυρκαγιών		
					Ανθρωπογενή αίτια	Φυσικά αίτια	Άγνωστα αίτια
1980	1.207	32.965,0	4.355,0	28.610,0	850,00	20,00	337,00
1981	1.159	81.417,0	38.653,0	42.764,0	719,00	12,00	428,00
1982	1.045	27.372,0	10.843,0	16.529,0	695,00	48,00	302,00
1983	968	19.613,0	10.907,0	8.706,0	545,00	38,00	385,00
1984	1.284	33.656,0	12.018,0	21.638,0	917,00	18,00	349,00
1985	1.442	105.450,0	48.631,0	56.819,0	804,00	38,00	600,00
1986	1.082	24.514,0	10.109,0	14.405,0	596,00	30,00	456,00
1987	1.266	46.315,0	13.605,0	32.710,0	659,00	63,00	544,00
1988	1.898	110.501,0	27.370,0	83.131,0	898,00	49,00	951,00
1989	1.284	42.364,0	23.600,0	18.764,0	599,00	48,00	637,00
M.O.	1.263,5	52.416,7	20.009,1	32.407,6	728,2	36,4	498,9
1990	1.322	38.593,0	21.088,0	17.505,0	643,00	44,00	635,00
1991	941	23.574,0	8.000,0	15.574,0	539,00	18,00	484,00
1992	2.042	66.347,0	23.194,0	43.153,0	868,00	61,00	1.113,00
1993	2.406	54.049,0	24.200,0	29.849,0	860,00	61,00	1.485,00
1994	1.954	52.603,0	23.392,0	29.211,0	765,00	96,00	1.102,00
1995	1.493	19.177,0	9.035,0	10.142,0	539,00	59,00	895,00
1996	1.527	22.990,0	8.111,0	14.879,0	452,00	50,00	1.025,00
1997	2.273	34.781,0	16.119,0	18.662,0	805,00	54,00	1.414,00
1998	1.842	92.901,0	46.077,0	46.824,0	211,00	46,00	1.585,00
1999	1.486	8.289,0	4.773,0	3.516,0	127,00	66,00	1.293,00
M.O.	1.728,6	41.330,4	18.398,9	22.931,5	580,9	55,5	1.103,1
2000	2.581	145.034,0	69.579,0	75.455,0	336,00	129,00	2.116,00
2001	2.658	18.342,0	8.423,0	9.929,0	405,00	177,00	1.953,00
2002	1.400	4.337,0	887,0	3.450,0	140,00	154,00	1.106,00

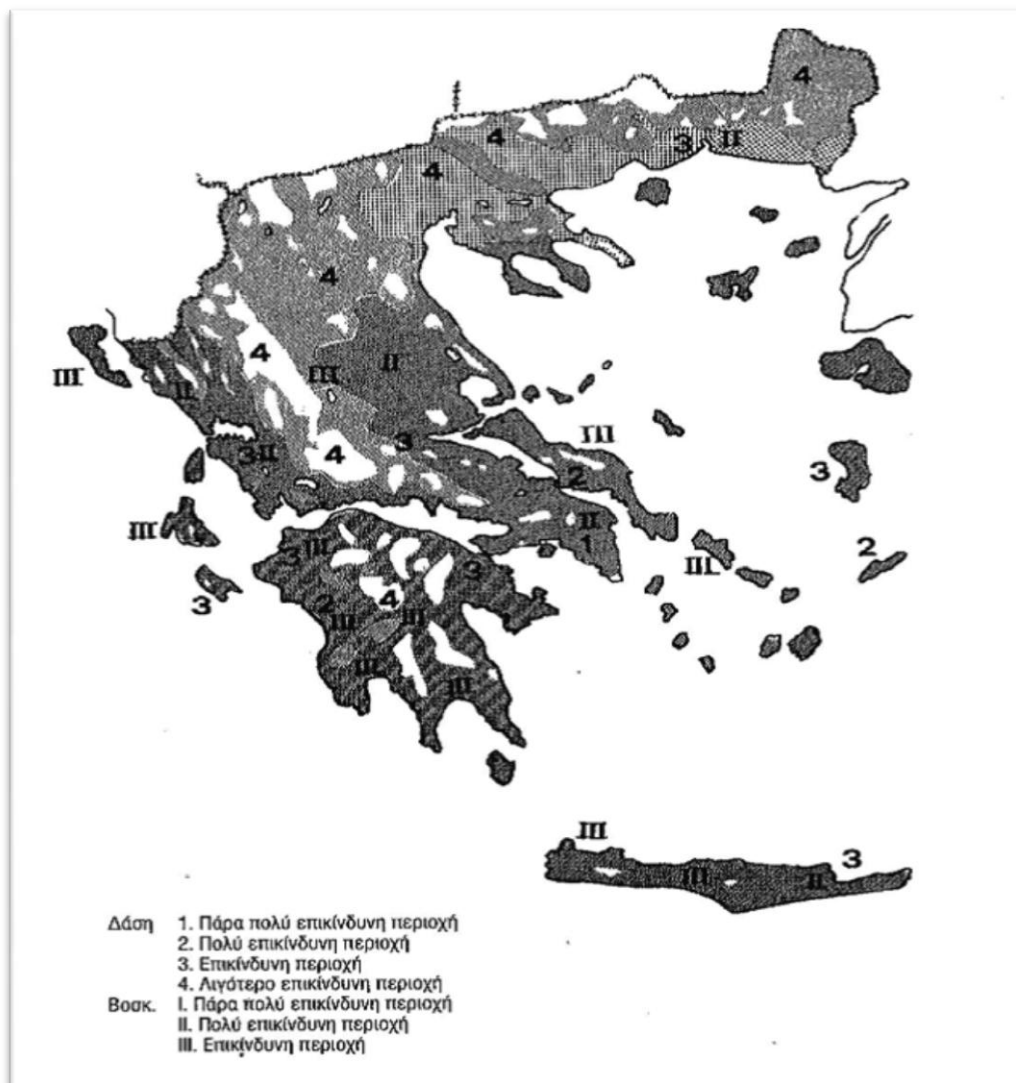
2003	1.425	3.263,0	960,0	2.303,0	157,00	241,00	1.026,00
2004	1.755	10.722,1	2.586,0	8.136,1			
2005	1.544	6.437,4	2.180,2	4.257,2			
2006	1.417	12.661,4	6.513,1	6.148,3			
2007	1.992	222.894,0	85.970,6	136.923,4			
2008	1.486	29.172,0	13.397,0	15.775,0			
Μ.Ο.	1.806,4	50.318,1	21.166,2	29.153,0	259,5	175,3	1.550,3

Πηγή: <http://www.ypeka.gr/>

Πίνακας 2. Ετήσιος αριθμός πυρκαγιών και καμένη έκταση δασών και βοσκοτόπων στην Ελλάδα, κατά γεωγραφικό διαμέρισμα (μέσος όρος)

Διαμέρισμα	Δάση - Δασικές Εκτάσεις - Βοσκότοποι			
	Αριθμός πυρκαγιών	Ποσοστό %	Καμένη έκταση (στρ.)	Ποσοστό %
ΗΠΕΙΡΟΣ	158	10,60	27.891	5,46
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	114	7,65	58.492	11,46
ΘΡΑΚΗ	43	2,88	6.883	1,35
ΚΡΗΤΗ	152	10,19	42.277	8,28
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	240	16,10	89.960	17,62
ΝΗΣΙΑ ΑΙΓΑΙΟΥ	87	5,84	59.286	11,61
ΝΗΣΙΑ ΙΟΝΙΟΥ	142	9,52	19.990	3,91
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	280	18,78	83.786	16,41
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	275	18,44	122.044	23,90
ΣΥΝΟΛΟ	1.491	100,00	510.609	100,00

Πηγή: <http://www.ypeka.gr/>



Εικόνα 6. Επικίνδυνοι νομοί της Ελλάδας για δασικές πυρκαγιές (1, 2, 3, 4) και βοσκοτόπων (I - II - III - IV) από ανθρωπογενείς επιδράσεις (Μ.Ο. 1971 - 87)

Πηγή: Καϊλίδης, Δ., Καρανικόλας, Π., 2004

2.3.3. Μέθοδοι διαχείρισης, καταστολής και αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών

Ο ιδιαίτερος απαιτητικός τομέας της διαχείρισης και αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών είναι δυνατό να διαχωριστεί στα ακόλουθα επίπεδα:

✓ **Πρώτο επίπεδο:**

Επιτακτική είναι η ανάγκη της **πρόληψης** των δασικών πυρκαγιών. Προς επίτευξη του στόχου αυτού, λαμβάνονται μέτρα αντιπυρικής προστασίας των δασικών εκτάσεων, όπως ο κατάλληλος χειρισμός των εύφλεκτων δασών

της μεσογειακής ζώνης, με κατάλληλες κλαδεύσεις και απομάκρυνση του εύφλεκτου υπόροφου κατά μήκος των δρόμων. Επιπλέον, οι αγροτικές εκτάσεις πρέπει να παραμένουν καθαρές, οι ελεγχόμενες καύσεις να γίνονται σύμφωνα με τους σύγχρονους κανόνες πυρασφάλειας και να τηρούνται μέτρα για την αποφυγή εκδήλωσης πυρκαγιάς από την εκτέλεση γεωργικών εργασιών. Στο πρώτο επίπεδο, επίσης, ιδιαίτερα αποτελεσματική θεωρείται η έκδοση ημερήσιου χάρτη πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς, καθώς και η προληπτική απαγόρευση της κυκλοφορίας σε δασικές εκτάσεις, κατά τη διάρκεια των κρίσιμων περιόδων για την εκδήλωση πυρκαγιών. Παράλληλα, αναγκαία θεωρείται η έγκυρη ενημέρωση του πληθυσμού κάθε περιοχής, περί της συμπεριφοράς μίας δασικής πυρκαγιάς και των κινδύνων που ελλοχεύουν, σε συνάρτηση πάντοτε με την τοπική βλάστηση (Ντάφης, Σ., 2007, http://www.EgikliosPirkagion2013_el_GR.pdf).

✓ **Δεύτερο επίπεδο:**

Τον τομέα της πρόληψης ακολουθεί η **άμεση πυρανίχνευση**, δηλαδή η έγκαιρη αναγγελία της πυρκαγιάς, καθώς και η άμεση παρέμβαση, το πολύ σε 15 λεπτά από την εκδήλωση της δασικής πυρκαγιάς (Καϊλίδης, Δ., Καρανικόλας, Π., 2004). Το στάδιο, λοιπόν, της πυρανίχνευσης περιλαμβάνει τον εντοπισμό της εστίας της φωτιάς στην έναρξή της, καθώς και την αναγγελία του συμβάντος στην αρμόδια αρχή. Τα μέσα που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό, είναι:

- Περιπολίες - παρατηρητήρια στο δάσος: απαιτούν άρτια εκπαιδευμένο προσωπικό και δυνατότητα πρόσβασης σε περιοχές.
- Αεροπλάνα - ελικόπτερα: αποτελούν ακριβό μέσο, έχουν όμως το πλεονέκτημα της παρατήρησης μεγάλων περιοχών, ενώ μπορεί να συμβάλει και η πολιτική και στρατιωτική αεροπορία.
- Δορυφόροι: αντικατοπτρίζουν το μέλλον της πυρανίχνευσης, αφού μπορούν να σαρώσουν τεράστιες περιοχές και μάλιστα σε πραγματικό χρόνο, που είναι και το ζητούμενο.

Στο σημείο αυτό, μπορούμε να αναφέρουμε ότι ο γενικός μέσος όρος του χρόνου αρχικής επέμβασης σε περίπτωση δασικής πυρκαγιάς στην Ελλάδα, είναι περίπου 33,4 λεπτά. Συγκεκριμένα, στους πυρόπληκτους

νομούς κυμαίνεται μεταξύ 20 - 30 λεπτών, ενώ στους ορεινούς μεταξύ 40 - 60 λεπτών. Μόλις το 21,9% των δασικών πυρκαγιών προσβάλλονται σε μικρότερο χρόνο των 15 λεπτών. Συνεπώς, μείωση του αρχικού χρόνου επέμβασης σε 15 - 20 λεπτά, θα έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση, κατά περίπου 70%, των καμένων εκτάσεων (Δημητρακόπουλος, Α., 2000).

✓ **Τρίτο επίπεδο:**

Το τρίτο επίπεδο αφορά τη **δασοπυρόσβεση**, γνωστή και ως «πρώτη καταστολή». Σε περίπτωση, λοιπόν, που αποτύχουν οι προσπάθειες πρόληψης και άμεσης παρέμβασης, αρχίζει το σύνθετο και δαπανηρό έργο της αναχαίτισης της πυρκαγιάς.

Με τον όρο «πρώτη καταστολή» εννοούμε την άμεση κινητοποίηση πεζοπόρων τμημάτων, πυροσβεστικών οχημάτων και χωματοουργικών μηχανημάτων, με οποιοδήποτε μέσο διαθέτουν οι υπηρεσίες της περιοχής, την ώρα που ανιχνεύτηκε και αναγγέλθηκε η πυρκαγιά. Η καταστολή, σαν γενικότερος όρος, περιλαμβάνει την προσβολή της φωτιάς, την κινητοποίηση των μέσων και του διαθέσιμου προσωπικού και ολοκληρώνεται με τη φύλαξη της καμένης έκτασης για αναζωπυρώσεις. Στο στάδιο αυτό, ο πιο κρίσιμος παράγοντας είναι ο επιχειρησιακός συντονισμός της εκάστοτε περιοχής (Ντάφης, Σ., 2007).

Σε γενικά πλαίσια, η μέθοδος κατάσβεσης μίας δασικής πυρκαγιάς, διαμορφώνεται βάσει των εκάστοτε τοπικών συνθηκών και δεν αποτελεί θεωρητική επιστήμη. Είθισται να είναι αποτέλεσμα του έργου επίγειων δυνάμεων, σε συνεργασία πολλές φορές με τα πυροσβεστικά αεροπλάνα. Ευρέως διαδεδομένη κατηγορία μεθόδων καταπολέμησης των δασικών πυρκαγιών, είναι οι ξηρές μέθοδοι κατάσβεσης, οι οποίες εφαρμόζονται σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει διαθέσιμο νερό, ακόμη και από εθελοντές δασοπυροσβέστες, αφού η εφαρμογή τους δεν απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό.

Οι ξηρές μέθοδοι, που διακρίνονται σε άμεσες και έμμεσες, απαιτούν την οργάνωση, τη συνεργασία και τον έμπειρο χειρισμό των ομάδων που θα τις χρησιμοποιήσουν (Κωνσταντινίδης, Π., 2003):

- **Άμεσες ξηρές μέθοδοι** είναι εκείνες, κατά τις οποίες τα συνεργεία δασοπυρόσβεσης έρχονται απευθείας σε επαφή με το μέτωπο της φωτιάς, εφόσον οι φλόγες είναι χαμηλού ύψους και ανεκτής θερμοκρασίας. Συγκεκριμένα, οι δασοπυροσβέστες επιδιώκουν να καταστείλουν το πύρινο μέτωπο, χρησιμοποιώντας σκαπτικά εργαλεία (πετώντας χώμα), κοπτικά εργαλεία (διακόπτοντας τη συνέχεια της καύσιμης ύλης), πράσινα κλαδιά, υφάσματα και οποιοδήποτε άλλο διαθέσιμο μέσο υφίσταται.

- **Έμμεσες ξηρές μέθοδοι** καλούνται εκείνες οι μέθοδοι κατάσβεσης, κατά τις οποίες η καταστολή της πυρκαγιάς πραγματοποιείται με εφαρμογή της αντιφωτιάς ή αντιπυράς, της πρόκλησης δηλαδή, βοηθητικών μετώπων πυρκαγιάς, αντίθετα από τη διεύθυνση του ανέμου, με σκοπό να προσεγγίσουν το κύριο μέτωπό της και να το εξουδετερώσουν.

Εν συνεχεία, καθώς η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία πραγματεύεται τη βέλτιστη χωροθέτηση σημείων στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων στην περιοχή του Πιερικού Ολύμπου, είναι εύλογο να γίνει μία σύντομη αναφορά στις κατηγορίες πυροσβεστικών οχημάτων που επανδρώνουν το Πυροσβεστικό Σώμα και εξυπηρετούν τον τομέα καταστολής που προαναφέρθηκε.

Τα οχήματα, λοιπόν, του Πυροσβεστικού Σώματος ανάλογα με το είδος του κατασβεστικού υλικού που φέρουν, τη χωρητικότητά τους και το σκοπό του προορισμού τους, διακρίνονται σε (Πουλής, Γ., Καρρά, Α., Κωσταρόπουλος, Α., 2009):

- **Υδροφόρα οχήματα:** Είναι τα πυροσβεστικά οχήματα, τα οποία μεταφέρουν, ως κατασβεστικό υλικό, νερό μαζί με όλα τα πυροσβεστικά εργαλεία και μέσα, που είναι αναγκαία στο πυροσβεστικό έργο. Ανάλογα με τη χωρητικότητά τους σε νερό, διακρίνονται σε Α', Β', Γ' και Δ' τύπου και ανάλογα με τον προορισμό τους, διακρίνονται σε οχήματα πόλης και οχήματα εκτός δρόμου (δασών).

- **Ειδικά οχήματα:** Είναι τα πυροσβεστικά οχήματα, τα οποία προορίζονται για την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών και διακρίνονται σε: οχήματα ξηράς, κόνεως, διασσωστικά οχήματα, κλιμακοφόρα οχήματα, βραχιονοφόρα οχήματα, γερανοφόρα οχήματα, βραχιονοφόρα οχήματα διυλιστηρίων, οχήματα με ειδικό εξοπλισμό προστασίας περιβάλλοντος, οχήματα αναπνευστικών συσκευών, πυροσβεστικά οχήματα «διαδηλώσεων», ερπυστριοφόρα οχήματα.

- **Βοηθητικά οχήματα:** Είναι τα οχήματα που δεν επιτελούν ένα συγκεκριμένο πυροσβεστικό έργο, αλλά συμμετέχουν επικουρικά σ' αυτό, είτε μεταφέροντας προσωπικό, είτε διάφορα εργαλεία και μέσα. Διακρίνονται σε: επιβατικά τύπου Ι.Χ., επιβατικά τύπου τζιπ, επιβατικά τύπου pick up, λεωφορεία, ασθενοφόρα, κ.α.











- Επιπρόσθετα, χρησιμοποιούνται οχήματα, όπως κινητά συνεργεία οχημάτων - τηλεπικοινωνιών, κινητά επιχειρησιακά κέντρα, φορτωτές, εκσκαφείς, βυτιοφόρα μεταφοράς καυσίμων, οχήματα τροφοδοσίας (καντίνες), μοτοσυκλέτες, κ.α.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί ότι οι παραπάνω μονάδες διάσωσης (πυροσβεστικοί σταθμοί, πυροσβεστικά οχήματα) λειτουργούν αποτελεσματικότερα, εφόσον, εκ των προτέρων, έχει χαραχθεί ο απαιτούμενος στρατηγικός σχεδιασμός χωροθέτησης - κατανομής - διαχείρισης - αξιολόγησής τους, με σκοπό την αντιμετώπιση περιστατικών εκτάκτων αναγκών. Έτσι, οι πυροσβεστικοί σταθμοί πρέπει να χωροθετούνται και να κατασκευάζονται, με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η χρονικά, κοστολογικά και επιχειρησιακά ασφαλέστερη προσέγγιση του εκάστοτε συμβάντος. Ταυτόχρονα, καθώς αποτελούν ιδιαίτερα δαπανηρές δημόσιες επενδύσεις, πρέπει να προβλέπεται η διαρκής επάρκεια των υπηρεσιών τους. Συμπερασματικά, για τη χωροθέτηση ενός πυροσβεστικού σταθμού, πρέπει να συνυπολογίζονται κατάλληλα πρότυπα χρόνου και απόστασης, καθώς και απαιτούμενα κριτήρια - περιορισμοί, όπως α) κοστολογικά, β) κοινωνικά, γ) χωροταξικά - γεωγραφικά, κτλ. (Λουκάκης, Ι., 2010).

Σύμφωνα με τους παραπάνω παράγοντες, λοιπόν, κρίνεται ως επιτακτική η ανάγκη υιοθέτησης μεθόδων και τεχνικών, που αντλούνται από την επιστήμη της χωροθέτησης και αξιοποιούνται για την εύρεση και ανάλυση χωροθετικών μοντέλων, τα οποία βασίζονται στις ιδιότητες της χωρικής αλληλεπίδρασης. Οι εν λόγω τεχνολογίες θα περιγραφούν διεξοδικά στο κεφάλαιο που ακολουθεί.

Αφού ολοκληρωθεί, λοιπόν, το έργο του τομέα της καταστολής - πυρόσβεσης, ακολουθεί, εάν είναι εφικτό, η **αποκατάσταση της πληγείσας περιοχής**, στην οποία περιλαμβάνεται η κήρυξη μίας περιοχής ως «αναδασωτέα», η προστασία της καμένης έκτασης από αλλαγή χρήσης και άλλες παράνομες δραστηριότητες, η διαφύλαξη από βοσκή και η αποκατάσταση της καμένης έκτασης, με όλες τις σχετικές ενέργειες.

Τα παραπάνω στάδια είναι δυνατό να πραγματοποιηθούν επιτυχώς, εφόσον αναλάβει με υπευθυνότητα το ρόλο του ο κάθε φορέας του συστήματος πυροπροστασίας. Συγκεκριμένα, ο Ν. 2612/1998 (ανάθεση της δασοπυρόσβεσης στο Πυροσβεστικό Σώμα) είναι η πράξη μεταφοράς της δασοπυρόσβεσης από τη Δασική Υπηρεσία στην Πυροσβεστική και μαζί με την Υ.Α. 12030/1999, ορίζουν το ρόλο του κάθε φορέα στην πυροπροστασία των δασών. Επιπλέον, ο νόμος 2800/200 ορίζει την ίδρυση υπηρεσίας εναέριων μέσων του Πυροσβεστικού Σώματος. Συνοπτικά, οι αρμόδιες αρχές που εμπλέκονται στον τομέα διαχείρισης και αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών κάθε περιοχής, είναι (WWF Ελλάς, 2008):

-  Το Πυροσβεστικό Σώμα
-  Η Δασική Υπηρεσία
-  Η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας και οι ΟΤΑ
-  Οι εθελοντές και οι εθελοντικές οργανώσεις
-  Το ΥΠΕΧΩΔΕ
-  Το Υπουργείο Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης & Αποκέντρωσης
-  Η Ελληνική Αστυνομία
-  Το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας
-  Η ΔΕΗ
-  Ο ΟΣΕ

Όσον αφορά τον τομέα δασοπροστασίας του Νομού Πιερίας, εκτός από την αρμόδια Πυροσβεστική Υπηρεσία και το Δασαρχείο, δραστηριοποιούνται στη διαφύλαξη του Εθνικού Δρυμού Ολύμπου, ο «Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Ολύμπου», ο οποίος χρηματοδοτείται από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον (ΕΠΠΕΡ) 2000 - 2006, στο πλαίσιο του άξονα 8: «Διαχείριση Προστατευόμενων Περιοχών - Βιότοποι», του Μέτρου 8.1: «Προστασία και Διαχείριση Βιοτόπων - Οικοτόπων, Προστασία ειδών, Περιοχές Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους». Αντικείμενό του αποτελεί η οργάνωση και υλοποίηση δράσεων περιβαλλοντικής ενημέρωσης - ευαισθητοποίησης, καθώς και το πρόγραμμα παρακολούθησης και εκπόνησης Διαχειριστικού σχεδίου της Προστατευόμενης Περιοχής (<http://www.olympusfd.gr/GR/Erga.asp>).

Επιπλέον, καταλυτική και εξαιρετικά σημαντική στην πυροπροστασία του Πιερικού Ολύμπου, είναι η εμπλοκή της «Εθελοντικής Ομάδας Δράσης Ν. Πιερίας», η οποία ιδρύθηκε το Σεπτέμβριο του 2007, λίγο μετά τις καταστροφικές πυρκαγιές της Πελοποννήσου και αντιπροσωπεύει μία ανοιχτή κίνηση πολιτών, που δεν εξαρτάται από κανένα πολιτικό φορέα και αποτελεί σημείο επαφής υπεύθυνων ανθρώπων. Συγκεκριμένα, μέσω της δημοφιλούς δραστηριότητάς της, «Χαρίζω μία μέρα από το καλοκαίρι μου στο δάσος», ενθαρρύνεται η πρωτοφανής συμμετοχή πολιτών σε δράσεις εθελοντικής πυροπροστασίας του Ολύμπου και των Πιερίων. Κατά τη διάρκειά της, από την 1η Ιουλίου μέχρι και την 10η Σεπτεμβρίου, περισσότερες από 600 οικογένειες, αναλαμβάνουν μία 5ωρη βάρδια σε ένα από τα τρία παρατηρητήρια εθελοντικής πυροπροστασίας της ομάδας, προσφέροντας έτσι, πολύτιμη βοήθεια στην Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (<http://www.otoposmou.gr>, <http://organopoulos.wordpress.com>).

2.4. Η Ελληνική Νομοθεσία δασοπροστασίας

Το Σύνταγμα της Ελλάδος έχει θεσπίσει ένα προστατευτικό καθεστώς για τα δάση, όπου οι βασικές συνιστώσες του περιγράφονται στα άρθρα 24 παρ. 1 εδ.γ,δ,ε και 117 παρ. 3 και 4 Σ.

Σύμφωνα, λοιπόν, με την παρ. 1 του άρ. 24 Σ «..*Νόμος ορίζει τα σχετικά με την προστασία των δασών και των δασικών εκτάσεων. Η σύνταξη δασολογίου συνιστά υποχρέωση του κράτους. Απαγορεύεται η μεταβολή του προορισμού των δασών και των δασικών εκτάσεων, εκτός εάν προέχει για την Εθνική Οικονομία η αγροτική εκμετάλλευση ή άλλη τους χρήση, που την επιβάλλει το δημόσιο συμφέρον*». Παράλληλα, οι παρ. 3 και 4 του άρ.117 Σ. επιδιώκουν την προστασία δημοσίων ή ιδιωτικών δασών και δασικών εκτάσεων που καταστράφηκαν ή καταστρέφονται από πυρκαγιά ή που με άλλο τρόπο αποψιλώνονται, κηρύσσοντας υποχρεωτικά αναδασωτέες τις εκτάσεις αυτές και αποκλείοντας να διατεθούν για άλλο προορισμό.

Ο Ν. 998/1979 «περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της Χώρας» εκδόθηκε σε εκτέλεση της συνταγματικής διάταξης του άρ. 24 παρ. 1 εδ.γ'. Πρόκειται για ένα θεσμικό νομοθέτημα που περιλαμβάνει διατάξεις που προστατεύουν τόσο τα δάση, όσο και τα είδη χλωρίδας και πανίδας, ενώ σκοπός του νόμου είναι ο προσδιορισμός των όρων και προϋποθέσεων «υπό τις οποίες τα δάση και δασικές εν γένει εκτάσεις ή τμήματα αυτών είναι δυνατό να μεταβάλλουν την κατά προορισμό χρήση τους ή να εξυπηρετούν και άλλες χρήσεις, για λόγους που επιβάλλονται από το δημόσιο συμφέρον». Περαιτέρω διατάξεις προστασίας των δασών αποτελούν ο ισχύων Δασικός Κώδικας (ΠΔ 86/69), που ενσωμάτωσε διάφορα παλαιότερα νομοθετήματα, ο Ν.1650/86 για την προστασία του περιβάλλοντος και ο Ν.3208/03 για την «προστασία δασικών οικοσυστημάτων, κατάρτιση δασολογίου, ρύθμιση εμπραγμάτων δικαιωμάτων επί δασών».

Ο Ν. 998/79 παρείχε, εκτός των άλλων και τη νομική οργανωτική βάση της δασοπυρόσβεσης στην Ελλάδα. Τον Μάιο του 1998, με το Ν. υπ' αριθ. 2612/1998 «Ανάθεση της δασοπυρόσβεσης στο Πυροσβεστικό Σώμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 112/Α/25-51998), η σχετική ευθύνη και ο επιχειρησιακός σχεδιασμός καταστολής των πυρκαγιών στα δάση και τις δασικές εν γένει εκτάσεις, ανατέθηκε στο Πυροσβεστικό Σώμα. Στην αρμοδιότητα του Υπουργείου Γεωργίας παρέμεινε, κατά βάση, η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών, εκτός «..από την έκδοση σχετικών πυροσβεστικών κανονισμών και διατάξεων, την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών, την οργάνωση περιπόλων, την επιτήρηση των δασών με επίγεια και

εναέρια μέσα, την κατανομή των πυροσβεστικών δυνάμεων, τη συνεργασία με άλλες αρχές και φορείς, τη φύλαξη γης περιοχής για αναζωπυρώσεις», τα οποία ανήκουν στην αρμοδιότητα του ΠΣ (άρ. 1 παρ. 2).

Έτσι, λοιπόν, με το άρ. 1 Ν. υπ' αριθ. 3511/2006 (ΦΕΚ 258/Α) «αναδιοργάνωση του Πυροσβεστικού Σώματος, αναβάθμιση της αποστολής του και άλλες διατάξεις», το Πυροσβεστικό Σώμα έχει ως προς τη δασοπυρόσβεση, τις εξής αρμοδιότητες: α) την περιφρούρηση και διαφύλαξη της περιουσίας που καταστράφηκε ή απειλήθηκε από πυρκαγιές ή άλλες καταστροφές, μέχρι την παράδοσή της σε αστυνομικά όργανα ή τους κατόχους της, β) τη διατήρηση και προστασία της κοινωνικής ασφάλειας από τα εγκλήματα εμπρησμού (άρ. 264,265,266,267 ΠΚ), γ) τη θέσπιση και τον έλεγχο εφαρμογής της νομοθεσίας πυροπροστασίας και δ) την πιστοποίηση των εθελοντών πυροσβεστών, που υπάγονται στο Ν.1951/91 και των εθελοντών και εθελοντικών ομάδων, που δραστηριοποιούνται στα πλαίσια της αποστολής του Πυροσβεστικού Σώματος, αλλά δεν έχουν οργανωθεί σύμφωνα με τον προαναφερόμενο Νόμο (άρ. 2 Ν. 3511/2006) (Παναγόπουλος, Ι., Θ., 2001, Κουτούπα - Ρεγκάκου, Ε., 2007, www.fireservice.gr).

Το συμπέρασμα, λοιπόν, που απορρέει, είναι ότι οι δασικές πυρκαγιές, σε ένα κατεξοχήν πυριγενές φυσικό περιβάλλον από άποψη κλίματος και βλάστησης, όπως είναι η Ελλάδα, αποτελούν αναμφίβολα μία από τις σημαντικότερες φυσικές καταστροφές. Η φωτιά αν και θεωρείται ως αναπόσπαστη διαταραχή των μεσογειακών οικοσυστημάτων, επηρεάζει σημαντικά τις επιμέρους λειτουργίες και πολλαπλές χρήσεις του δάσους, ασκώντας καθοριστικές επιδράσεις στο φυσικό κύκλο διαδοχής της βλάστησης, καθώς και στη δομή των φυσικών οικοσυστημάτων. Συνεπώς, κρίνεται ως επιτακτική η ανάγκη έρευνας, μελέτης και επεξεργασίας του φαινομένου των δασικών πυρκαγιών, μέσω της επιστήμης της Χωρικής Ανάλυσης και των μοντέλων χωροθέτησης - κατανομής που διαχειρίζεται, τα οποία περιγράφονται εκτενώς στο επόμενο κεφάλαιο. Το αποτέλεσμα που επιδιώκεται μέσω των παραπάνω, είναι η βελτίωση της αποτελεσματικότητας και αποδοτικότητας του τομέα αντιμετώπισης και καταστολής των δασικών πυρκαγιών.



Κεφάλαιο 3^ο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ: ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) έχουν διεισδύσει σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών και συγκεκριμένα το «Περιβάλλον» αποτελεί έναν από τους πρωταρχικούς τομείς στους οποίους η συμβολή των συστημάτων αυτών ήταν καθοριστικής σημασίας. Ένας ορισμός που μπορεί να αποδοθεί, είναι ότι «Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών θεωρείται εκείνο το πληροφοριακό σύστημα, το οποίο επεξεργάζεται δεδομένα, που περιγράφονται με χωρικές ή γεωγραφικές συντεταγμένες και αποτελείται από ένα σύστημα στήριξης βάσεων δεδομένων, με συγκεκριμένες δυνατότητες για χωρικά, αναφορικά δεδομένα, καθώς και από ένα σύστημα λειτουργιών επεξεργασίας και απόδοσης αυτών» (Κουτσόπουλος, Κ., 1990).

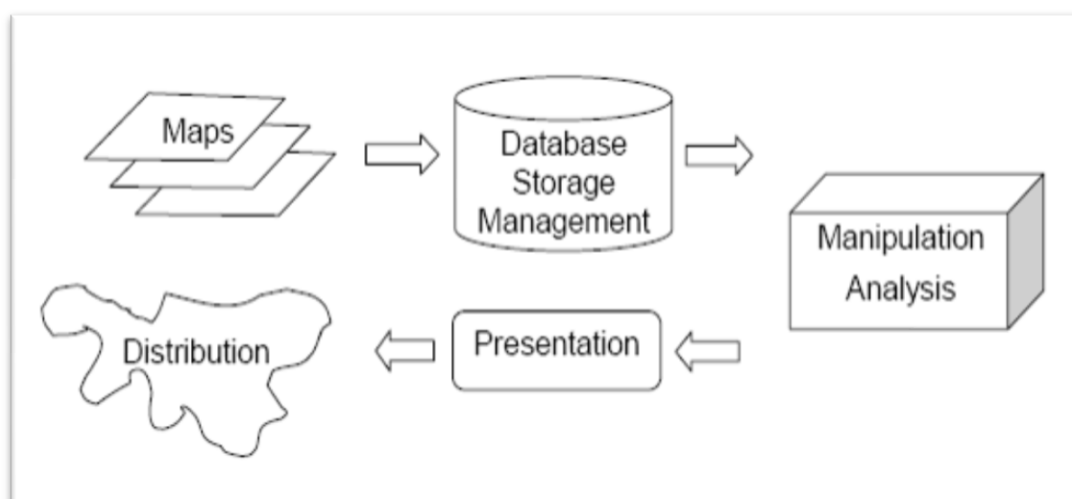
Απορρέει, λοιπόν, το συμπέρασμα πως ένα σύστημα πληροφοριών, κρίνεται αναγκαίο, καθώς έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται χώρο - χρονικά δεδομένα και να παρέχει σημαντικές πληροφορίες με τέτοιο τρόπο, ούτως ώστε να μπορεί να υποστηρίξει ένα διαχειριστικό σχέδιο λήψης αποφάσεων σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Συγκεκριμένα, σε πολυσύνθετα χωρικά φαινόμενα, όπως είναι οι δασικές πυρκαγιές που συμβαίνουν πολλές φορές σε ορεινό και δυσπρόσιτο έδαφος, θεωρείται επιτακτική η ανάγκη χρήσεως των Γ.Σ.Π. (όπως και της Τηλεπισκόπησης και των GPS), αφού τόσο ο εντοπισμός των σημείων εκδήλωσης μίας πυρκαγιάς, όσο και η πρόσβαση σε σημαντικές θέσεις, κρύβουν δυσκολίες (Δινάκης, Λ., Παπαδημητρίου, Κ., Παρασχάκης, Ι., 2002).

3.1. Η συμβολή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) στην οργάνωση σχεδίου διαχείρισης δασικών πυρκαγιών

Χρησιμοποιώντας τα Γ.Σ.Π. κατά την εκπόνηση ενός σχεδίου αντιμετώπισης, οι δασικές πυρκαγιές μπορούν να παρακολουθούνται και να αναλύονται ακόμα και σε εκτεταμένες περιοχές, με έγκυρο και άμεσο τρόπο, υπό το πρίσμα της Χωρικής Ανάλυσης. Έτσι, στο στάδιο της πρόληψης των

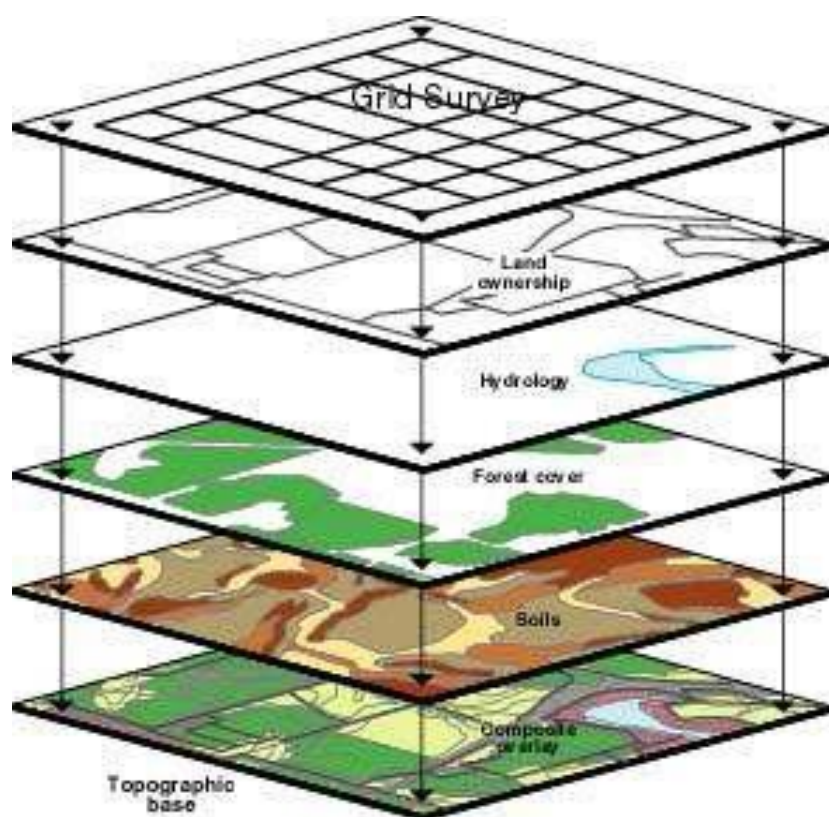
δασικών πυρκαγιών, τα Γ.Σ.Π. είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν κατά τον εντοπισμό των επικίνδυνων περιοχών, καθώς και στη δημιουργία χαρτών επικινδυνότητας, ούτως ώστε τα μέτρα προφύλαξης να εντατικοποιηθούν σε ευαίσθητες περιοχές. Επιπλέον, με τη βοήθεια των Γ.Σ.Π. μπορεί να πραγματοποιηθεί η χωροθέτηση πυροσβεστικών σταθμών, σταθμών πυρανίχνευσης, τόσο επανδρωμένων όσο και αυτόματων, χώρων στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων, εγκατάστασης σημείων υδροληψίας κτλ. Επιπλέον, κατά την καταστολή - κατάσβεση της φωτιάς, βοηθούν αποτελεσματικά στο συντονισμό και έλεγχο των δυνάμεων πυρόσβεσης.

Χαρακτηριστικό και ουσιώδες πλεονέκτημα των Γ.Σ.Π. αποτελεί επίσης το γεγονός, ότι παρέχουν στοιχεία (π.χ. μετεωρολογικά) σε πραγματικό χρόνο, ενώ ταυτόχρονα, χρησιμοποιώντας βάσεις δεδομένων που έχουν πληροφορίες για την καύσιμη ύλη, τις κλιματικές συνθήκες και την τοπογραφία, μπορούν να υπολογίσουν την εξέλιξη μίας δασικής πυρκαγιάς, με διάφορα μοντέλα διάδοσής της. Έτσι, μετά το πέρας της πυρκαγιάς, οι υπεύθυνοι χρησιμοποιώντας τα Γ.Σ.Π., μπορούν να υπολογίσουν τη δασική έκταση που έχει καεί και να εκπονήσουν ένα ολοκληρωμένο σχέδιο προφύλαξης και διαχείρισής της, ώστε να βοηθήσουν στη διατήρηση των φυσικών πόρων και της βιοποικιλότητας (Βασιλακός, Χ., Χατζόπουλος, Ι., Καλαμποκίδης, Κ., Παπαπαναγιώτου, Ε., 2001).



Εικόνα 7. Εισαγωγή δεδομένων σε ένα Γ.Σ.Π.

Πηγή: Κουτσόπουλος, Κ., 2005



Εικόνα 8. Διαφανή (Layers) πάνω από το βασικό χαρτογραφικό υπόβαθρο

Πηγή: Φιλιππόπουλος, Ι., 2012

3.2. Ο ρόλος της Χωρικής Ανάλυσης στη διαχείριση φαινομένων του χώρου

Απαραίτητη προϋπόθεση του χωρικού σχεδιασμού, στον οποίο αποσκοπούν τα Γ.Σ.Π., είναι η ύπαρξη του θεωρητικού πλαισίου της Χωρικής Ανάλυσης, που αποτελεί μια συνολική δυνατότητα διαχείρισης και μετασχηματισμού των χωρικών στοιχείων, σε διαφορετικές μορφές, δίνοντάς τους κάθε φορά διαφορετική έννοια. Η Χωρική Ανάλυση, λοιπόν, εστιάζει στην αξιολόγηση υφιστάμενων προτύπων χωρικής οργάνωσης, ενώ στόχος της είναι η τροφοδοσία του χωρικού σχεδιασμού, με δεδομένα και πληροφορίες, που αντιπροσωπεύουν φαινόμενα του πραγματικού κόσμου. Τα φαινόμενα αυτά διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες (Φιλιππόπουλος, Ι., 2012):

- Στα συνεχή φαινόμενα, όπου τα δεδομένα που τα περιγράφουν έχουν διαφορετική τιμή για κάθε σημείο του γεωγραφικού χώρου (όπως η θερμοκρασία, το υψόμετρο κλπ.).

- Στα διακριτά φαινόμενα, όπου τα δεδομένα τους περιορίζονται σε διακριτά σημεία του γεωγραφικού χώρου (όπως πόλεις, ποτάμια κλπ.).

Συγκεντρωτικά, λοιπόν, η Χωρική Ανάλυση είναι ένα σύνολο από «ποσοτικές διαδικασίες και τεχνικές που εφαρμόζονται σε χωρικές αναλυτικές εργασίες» και στοχεύουν (Κουτσόπουλος, Κ., 2005):

- Στη σωστή περιγραφή γεγονότων στο χώρο, που περιλαμβάνει κυρίως την περιγραφή των χωρικών προτύπων.

- Στη συστηματική διερεύνηση των χωρικών προτύπων και των χωρικών σχέσεων, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των χωρικών διαδικασιών, που ευθύνονται για τα χωρικά πρότυπα και τις σχέσεις που παρατηρούμε.

- Στην αύξηση της ικανότητας πρόβλεψης και ελέγχου γεγονότων που συμβαίνουν στο γεωγραφικό χώρο.

- Στη χρήση αυτών των τεχνικών και μεθόδων σαν εργαλεία λήψης αποφάσεων για το χώρο.

Η Χωρική Ανάλυση, επομένως, οφείλει να αποτελεί το γεωγραφικό εργαλείο, που μπορεί (Κουτσόπουλος, Κ., 2005):

- Να εντοπίσει τα προβλήματα της περιοχής μελέτης, να ανακαλύψει την ύπαρξή τους και να προσδιορίσει τις αιτίες που τα προκάλεσαν.

- Να ταξινομήσει τα προβλήματα αυτά για την καλύτερη διερεύνησή τους σε κάθε διάσταση χωριστά, αλλά και στα επίπεδα αλληλεξαρτήσεών τους.

- Να αξιολογήσει τη σημασία των προβλημάτων, ανάλογα με τα αίτια και τις επιπτώσεις τους και να αιτιολογήσει γιατί χρειάζεται η ιεράρχησή τους για την ορθολογικότερη επίλυσή τους, μέσα από ένα σύστημα επιλογών και προτεραιοτήτων.

- Να βρει διασυνδέσεις μεταξύ των προβλημάτων μέσα και έξω από κάθε περιφέρεια.

Συμπερασματικά, λοιπόν, τα οφέλη που απορρέουν από τον συνδυασμό των μεθόδων της Χωρικής Ανάλυσης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, είναι η αποτελεσματικότερη οργάνωση και

επεξεργασία των διαθέσιμων χωρικών υποβάθρων, μέσω της αυτοματοποίησης των διαδικασιών, καθώς και η δυνατότητα δοκιμής εναλλακτικών σεναρίων. Στόχος των προαναφερθέντων, είναι η βελτίωση των τεχνικών ανάλυσης και διερεύνησης χωρικών φαινομένων, η υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων, καθώς και η εξαγωγή ποιοτικών χαρτών, για την οπτικοποίηση και παρουσίαση των εκάστοτε αποτελεσμάτων.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία, προκειμένου να εκπληρωθεί ο αντικειμενικός σκοπός της, χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες ποσοτικές διαδικασίες και τεχνικές Χωρικής Ανάλυσης.

3.2.1. Γεωστατιστικοί δείκτες χωρικής κατανομής

Οι γεωστατιστικοί δείκτες αποτελούν σημαντικά εργαλεία της Χωρικής Ανάλυσης και συντελούν αποτελεσματικά στην περιγραφή και επεξεργασία ποικίλων γεωγραφικών φαινομένων, όπου τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μέσω κατάλληλων πινάκων, διαγραμμάτων και χαρτών. Η ανάλυση των δεδομένων, λοιπόν, μίας μεταβλητής, είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί μέσω του υπολογισμού δεικτών χωρικής κεντρικότητας, όπως ο μέσος όρος (average) ή μέση τιμή (mean), καθώς και δεικτών διασποράς, όπως η τυπική απόκλιση (standard deviation) και η έλλειψη τυπικής απόστασης (standard deviational ellipse).

Συγκεκριμένα, η μέση τιμή αντιπροσωπεύει πάνω στο χάρτη, την θέση που έχει την ιδιότητα να προβάλλει την κατανομή συγκεντρωμένη, δηλαδή να δείχνει πού είναι το κέντρο βάρους εκείνης, δίνοντας παράλληλα τη δυνατότητα παρακολούθησης της διαχρονικής μεταβολής της χωρικής κατανομής. Ο μαθηματικός τύπος υπολογισμού της, είναι:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n xi}{N}$$

Ωστόσο, ο βαθμός στον οποίο η μέση τιμή είναι αντιπροσωπευτική για το δείγμα, εξαρτάται από το πόσο είναι συγκεντρωμένες γύρω από εκείνη, οι τιμές της μεταβλητής. Η τυπική απόκλιση, λοιπόν, αποτελεί μέτρηση της

χωρικής διασποράς των τιμών της μεταβλητής σε σχέση με τη μέση τιμή, δείχνει δηλαδή την κατανομή των σημείων γύρω από εκείνη. Όσο μεγαλύτερη είναι η τυπική απόκλιση, τόσο μικρότερη είναι η συγκέντρωση των σημείων στο χώρο και άρα η μέση τιμή δεν αποτελεί αντιπροσωπευτικό μέγεθος του συνόλου των τιμών, διαμορφώνοντας έτσι μία ανεπαρκή εικόνα του προβλήματος που μελετάται. Ο υπολογισμός της γίνεται ως εξής:

$$TA = \sqrt{\frac{\sum d_{im}^2}{N}}, \text{ όπου } d_{im}: \text{ η απόσταση από το σημείο } i \text{ στο χωρικό μέσο } m.$$

Όσον αφορά την έλλειψη τυπικής απόστασης, είναι το μέτρο που υπολογίζει τη διασπορά γύρω από το χωρικό μέσο, σε δύο διαστάσεις. Κατέχει την ιδιότητα, δηλαδή, να συνοψίζει τα χωρικά χαρακτηριστικά των γεωγραφικών οντοτήτων, όπως είναι οι χωρικές τάσεις - κατευθύνσεις, στην κατανομή των δεδομένων (Κουτσόπουλος, Κ., Φώτης, Ν., Γ., 2012). Συγκεκριμένα, το σχήμα και το μέγεθος της έλλειψης, είναι δυνατό να προσδιορίσουν το βαθμό διασποράς και τον προσανατολισμό της χωρικής κατανομής των περιστατικών δασικών πυρκαγιών στην περιοχή μελέτης, κατά την εξεταζόμενη χρονική περίοδο.

3.2.2. Ανάλυση σημειακών χωρικών προτύπων

Η ανάλυση της χωρικής κατανομής των σημείων μίας περιοχής, ούτως ώστε να διερευνηθεί σε ποιο χωρικό πρότυπο ανήκει, αποτελεί μία πολύπλοκη διαδικασία. Η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος, είναι η ανάλυση απόστασης από εγγύτερο γείτονα (nearest neighbor analysis), σύμφωνα με την οποία υπολογίζονται οι αποστάσεις κάθε σημείου από το πλησιέστερό του και συγκρίνονται με το μέσο όρο των αναμενόμενων αποστάσεων, για ένα χωρικό πρότυπο που θα προκύψει από τυχαία χωρική διαδικασία (κατανομή Poisson). Συγκεκριμένα, όπως έχει αποδειχθεί από τον Rogers το 1969, αν θεωρηθεί κύκλος διαμέτρου d_a , τότε η πιθανότητα να υπάρχει ένα σημείο σε απόσταση d_a (αναμενόμενη απόσταση), ακολουθεί κανονική κατανομή με μέση τιμή που δίνεται από τη σχέση:

$$da = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{n}{A}}, \text{ όπου } n \text{ ο αριθμός των σημείων και } A \text{ η συνολική επιφάνεια.}$$

Η παρατηρούμενη μέση τιμή των αποστάσεων κάθε σημείου από τα πλησιέστερα, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$dp = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n di, \text{ όπου } di \text{ η απόσταση από το σημείο } i \text{ στο πλησιέστερό}$$

του.

Οι αποκλίσεις από την τυχαία χωρική διαδικασία προσδιορίζονται με τον απλό δείκτη $R=dp/da$, με τον οποίο δημιουργείται μια κλίμακα, που αρχίζει από το ομαδοποιημένο και δια μέσου του τυχαίου καταλήγει στο ομοιόμορφο χωρικό πρότυπο. Έτσι, αν $R < 1$, τότε το πρότυπο έχει τάση προς ομαδοποιημένο, ενώ αν $R > 1$, τότε έχει τάση προς το ομοιόμορφο. Τέλος, αν $R=1$, το πρότυπο χαρακτηρίζεται τυχαίο (Γραικούσης, Γ., Φώτης, Γ., Ν., 2005).

3.2.3. Ανάλυση χωρικών συστοιχιών (Spatial Clustering) - Διαμεριστική ομαδοποίηση (Partitional Clustering)

Όπως διατυπώθηκε από τους Estivill - Castro, Lee και Murray (2001), χωρική συστοιχία (spatial cluster) ορίζεται το υποσύνολο των σημείων μίας περιοχής, στα οποία αναφέρονται περιγραφικά δεδομένα, με βασικά χαρακτηριστικά την ομοιογένεια και τη χωρική γεινίαση. Οι χωρικές συστοιχίες προκύπτουν αφού εξεταστεί πλήθος παραμέτρων, με σκοπό να καθοριστούν και τα επιμέρους χαρακτηριστικά που τις διακρίνουν, όπως είναι ο αριθμός, το μέγεθος, η κατανομή, η θέση και η διάχυσή τους στο χώρο (Βαλασάκη, Κ., Μ., Φώτης, Γ., Ν., 2002).

Μέσω ανασκόπησης της σχετικής βιβλιογραφίας, διαπιστώνεται ότι υφίσταται πληθώρα αλγορίθμων ανάλυσης χωρικών συστοιχιών, όπως είναι οι Αλγόριθμοι Κατάτμησης (Partitioning Algorithms) και συγκεκριμένα ο αλγόριθμος k-means, που εφαρμόστηκε στην παρούσα εργασία. Μέσω των αλγορίθμων αυτών, λοιπόν, ομαδοποιούνται οι γραμμές (περιπτώσεις) ή οι στήλες (μεταβλητές) ενός πίνακα δεδομένων, με στόχο τη δημιουργία όσο το δυνατόν πιο ομοιογενών ομάδων, οι οποίες παρουσιάζουν τη μικρότερη

δυνατή διακύμανση στο εσωτερικό τους και τη μεγαλύτερη δυνατή μεταξύ τους (Τσομπάνογλου, Σ., 2003).

Συγκεκριμένα, λοιπόν, οι Αλγόριθμοι Κατάτμησης χωρίζουν το σύνολο των N οντοτήτων σε k συστοιχίες, ξεκινώντας με έναν αρχικό διαχωρισμό και κατόπιν με διαδοχικά βήματα, επιδιώκουν τη βελτιστοποίηση μίας αντικειμενικής σχέσης. Βάσει του κριτηρίου που εξετάζει ο κάθε αλγόριθμος, διακρίνονται: α) στον αλγόριθμο k -means, όπου κάθε συστοιχία χαρακτηρίζεται από το κέντρο βάρους της και β) στον αλγόριθμο k -medoid, όπου κάθε συστοιχία χαρακτηρίζεται από μία οντότητα, η οποία είναι χωροθετημένη κοντά στο κέντρο της συστοιχίας (Sheikholeslami, G., Chatterjee, S., Zhang, A., 2000).

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία, για την πραγματοποίηση της ανάλυσης σε ομάδες, χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο «IBM SPSS Statistics 20», το οποίο έχει τη δυνατότητα να εκτελεί δύο βασικές μεθόδους ομαδοποίησης: τις μη ιεραρχικές (k -means cluster) και τις ιεραρχικές (hierarchical cluster). Όπως προαναφέρθηκε, έγινε εφαρμογή του διαμεριστικού αλγορίθμου k -means, σύμφωνα με τον οποίο είναι εκ των προτέρων καθορισμένος ο αριθμός k των clusters (ομάδων) που θα προκύψουν. Κεντρική ιδέα είναι να προσδιοριστούν αρχικά k centroids (κεντροειδή), ένα για κάθε cluster, όπου η αρχική θέση τους, επηρεάζει το αποτέλεσμα που θα δώσει ο αλγόριθμος και γι' αυτό θα πρέπει να επιλεγθούν κατάλληλα. Το επόμενο βήμα είναι επιλογή κάθε στοιχείου από το σύνολο δεδομένων και συσχέτισή του με το κοντινότερο σε αυτό centroid. Στη συνέχεια, απαιτείται να υπολογιστούν ξανά k νέα centroids, τα οποία θα αποτελούν το κέντρο βάρους για κάθε ένα cluster που προέκυψε από το προηγούμενο βήμα, ακολουθώντας και πάλι την ίδια διαδικασία. Αποτέλεσμα αυτής της επανάληψης είναι ότι σε κάθε βήμα, τα centroids αλλάζουν θέση και τα στοιχεία ανατίθενται στο κατάλληλο cluster κάθε φορά, με βάση το κοντινότερο centroid. Όταν σε κάποια επανάληψη δε σημειωθούν αντιμεταθέσεις στοιχείων, τότε τερματίζει η εκτέλεση του αλγορίθμου. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι η ομαδοποίηση του συνόλου δεδομένων σε k clusters (Ακακιάδου, Γ., 2007).

3.3. Το πρόβλημα της Χωροθέτησης - Κατανομής: Μοντέλο Μέγιστης Κάλυψης

Πληθώρα προβλημάτων του ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, είναι δυνατό να επιλυθούν με τη λήψη χωροθετικών αποφάσεων. Η επιτυχία ή η αποτυχία των λειτουργιών του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τις θέσεις που θα επιλεγούν για τις συγκεκριμένες λειτουργίες, όπως και η αύξηση ή η μείωση των πιθανοτήτων καταστροφής περιουσίας και απώλειας ζωής.

Σε πλήθος χωροθετικών ζητημάτων, η υποδειγματοποίηση της χωρικής αλληλεπίδρασης γίνεται σε καταστάσεις, όπου οι προελεύσεις και οι προορισμοί είναι κόμβοι (nodes) σε ένα δίκτυο μεταφοράς (transport network) και οι ροές περιορίζονται στα τόξα (arcs) αυτού του δικτύου. Στην περίπτωση αυτή, ένα ουσιαστικό μέτρο της απόστασης μεταξύ του κόμβου προορισμού και του κόμβου προέλευσης, είναι η ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση, όπου στην παρούσα εφαρμογή, το μέτρο αυτό είναι ο χρόνος μετάβασης κατά μήκος του οδικού δικτύου, ο οποίος ορίζεται ως αντίσταση.

Έτσι, λοιπόν, όταν το ζητούμενο είναι η σύγχρονη χωροθέτηση πολλών μαζί κέντρων κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο, τότε αναφερόμαστε στο πρόβλημα της χωροθέτησης - κατανομής (Location - Allocation), το οποίο επιτρέπει τη διαμόρφωση εναλλακτικών σεναρίων, προς επιλογή του βέλτιστου. Συγκεκριμένα, επειδή για κάθε κέντρο παροχής μιας ορισμένης υπηρεσίας, υπάρχει μια δοσμένη και καθορισμένη ζώνη επιρροής και ένα ανώτατο όριο χωρητικότητας, η κατανεμημένη στο χώρο ζήτηση για αυτήν την υπηρεσία δεν μπορεί να καλυφθεί από ένα και μόνο κέντρο, αλλά από περισσότερα, δηλαδή από ένα σύστημα τέτοιων κέντρων. Σαν αποτέλεσμα, ο συνδυασμός των θέσεων που πρέπει να χωροθετηθούν τα κέντρα και ο συσχετιζόμενος συνδυασμός των περιοχών που πρέπει να αποτελέσουν τις περιοχές εξυπηρέτησης των κέντρων, πρέπει να καθορισθούν ταυτόχρονα και ο καθορισμός αυτός οφείλει σε γενικές γραμμές να γίνει κάτω από τον περιορισμό ότι η συνολική ζήτηση θα καλυφθεί (Φώτης, Ν., Γ., 2003).

Ορισμένα υποδείγματα χωροθέτησης - κατανομής αποτελούν: α) το υπόδειγμα p - Διάμεσος (p - Median), β) το υπόδειγμα Συνόλου Κάλυψης (Set

Covering Problem) και γ) το υπόδειγμα Μέγιστης Κάλυψης (Maximal Covering Location Model), το οποίο και εφαρμόστηκε στην προκείμενη μελέτη.

Συγκεκριμένα, λοιπόν, το μοντέλο Μέγιστης Κάλυψης, το οποίο δίνει έμφαση τόσο στον αριθμό των κέντρων, όσο και στις περιοχές εξυπηρέτησης, μπορεί να εκφραστεί ως εξής: επιδιώκεται η χωροθέτηση P κέντρων προσφοράς υπηρεσιών σε θέσεις ενός δικτύου, έτσι ώστε το μέγιστο μέρος του πληθυσμού να βρίσκεται μέσα σε ένα ορισμένο όριο απόστασης / χρόνου.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία θίγεται ιδιαίτερα το ζήτημα της έγκαιρης και αποτελεσματικής επέμβασης των δυνάμεων κατάσβεσης, κατά τα αρχικά στάδια εκδήλωσης μίας δασικής πυρκαγιάς, προτού αυτή εξαπλωθεί και λάβει ανεξέλεγκτες διαστάσεις. Για το λόγο αυτό, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη της όσο το δυνατό βέλτιστης χωροθέτησης των θέσεων εκείνων, στις οποίες διασπείρεται ένας συγκεκριμένος αριθμός πυροσβεστικών οχημάτων των χερσαίων δυνάμεων, ούτως ώστε να είναι εφικτό να επιτηρούν τη δασική έκταση και να επέμβουν άμεσα, ανά πάσα στιγμή. Επομένως, για τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα που απέχουν από την πληγείσα περιοχή απόσταση μεγαλύτερη από την τιμή της οριακής αντίστασης που έχει οριστεί, δεν είναι εφικτή η συνένωσή τους, ενώ ταυτόχρονα ενώνονται όσο το δυνατόν περισσότερα εντός της απόστασης αυτής, διατηρώντας ως κριτήριο την ελαχιστοποίηση της συνολικής αντίστασης, προς επίτευξη της επιθυμητής ομοιομορφίας.

Για την υλοποίηση του παραπάνω στόχου, επιλέγεται, όπως προαναφέρθηκε, το μοντέλο Μέγιστης Κάλυψης, το οποίο εφαρμόζεται σε μεγαλύτερο ποσοστό στα προβλήματα χωρικής κατανομής υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης (όπως η αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών), δεδομένου ότι οι υπηρεσίες αυτές πρέπει να καταφθάνουν στο σύνολο των σημείων ζήτησης, εντός μιας συγκεκριμένης προθεσμίας ανταπόκρισης.

Αν θέλουμε να τυποποιήσουμε το μοντέλο Μέγιστης Κάλυψης, που πρότειναν οι Church and ReVelle (1974), ορίζουμε τα εξής:

Είσοδοι:

h_i : η ζήτηση στον κόμβο i

P : ο αριθμός των κέντρων παροχής υπηρεσιών που θα τοποθετηθούν.

Μεταβλητές απόφασης:

$$z_i = \begin{cases} 1, & \text{αν ο κόμβος } i \text{ καλύπτεται} \\ 0, & \text{αν όχι.} \end{cases}$$

Οπότε, το μοντέλο Μέγιστης Κάλυψης, είναι: $\sum_i h_i z_i$, υπό τους περιορισμούς:

$$z_i \leq \sum_j a_{ij} x_j, \forall i$$

$$\sum_j x_j \leq P$$

$$x_j = 0, 1, \forall j$$

$$z_i = 0, 1, \forall i.$$

Ανακεφαλαιώνοντας, αναφέρουμε ότι οι προαναφερθείσες τεχνολογίες και τεχνικές, λαμβάνουν χώρα, στο κεφάλαιο που ακολουθεί, μέσω της εφαρμογής του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου, σε μία υπαρκτή μελέτη περίπτωσης, αυτής των δασικών πυρκαγιών Εθνικού Δρυμού Ολύμπου, κατά τα έτη 2005 έως 2012. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής θα παρουσιαστούν, τόσο οπτικοποιημένα σε μορφή χαρτών, όσο και σε μορφή στατιστικών πινάκων και διαγραμμάτων, ώστε να μπορεί να αξιολογηθεί εν τέλει, αν η μεθοδολογία που προτείνεται, ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του προβλήματος, επιφέροντας και τα ανάλογα θετικά αποτελέσματα.



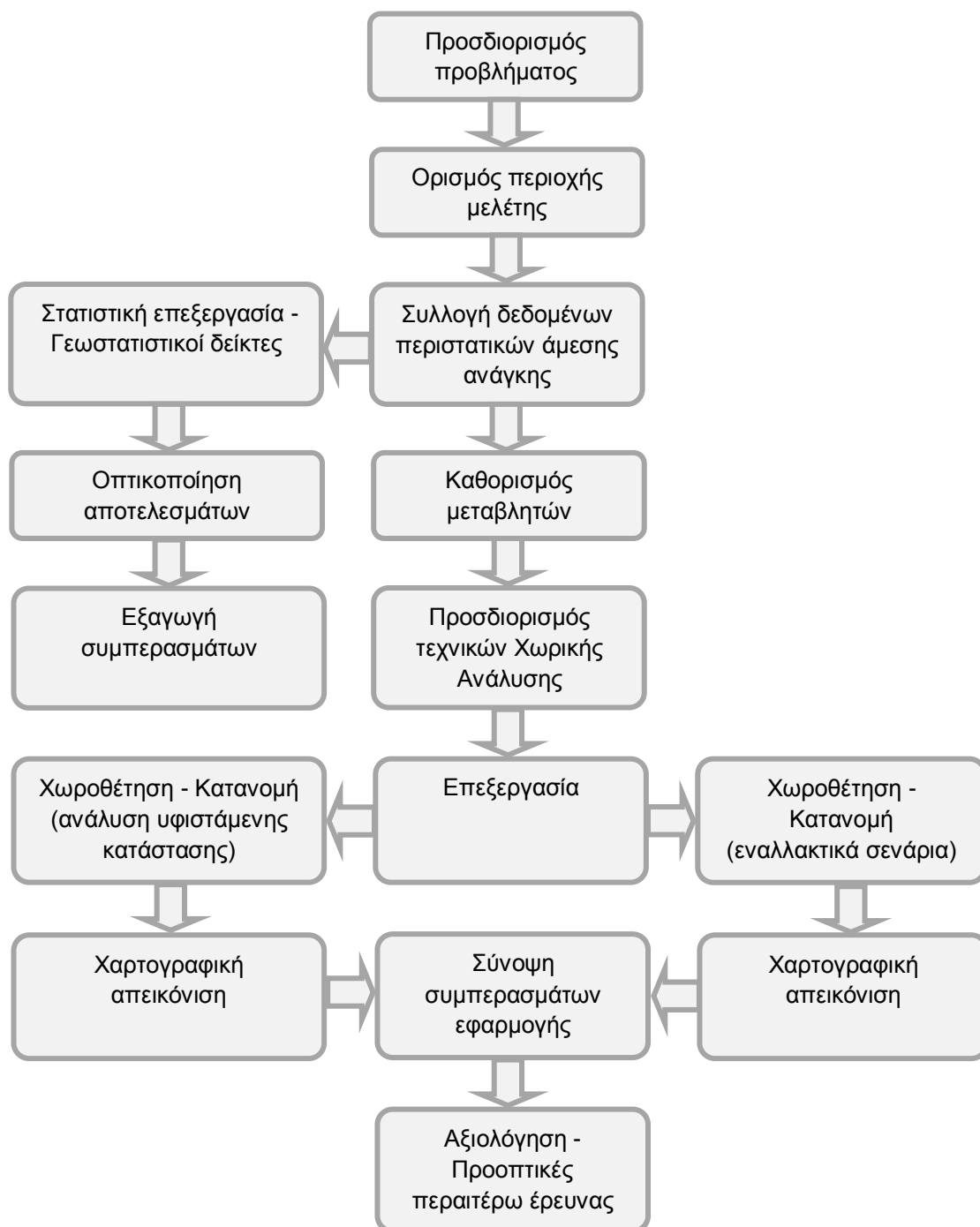
Κεφάλαιο 4^ο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Στο παρόν κεφάλαιο λαμβάνει χώρα η εκτενής παρουσίαση του πρακτικού τμήματος της εν λόγω μεταπτυχιακής εργασίας, το οποίο αφορά τη δόμηση και την ολιστική προσέγγιση ενός κατανοητού μεθοδολογικού πλαισίου χωροχρονικής ανάλυσης δεδομένων περιστατικών έκτακτης ανάγκης, υπό το πρίσμα των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η μελέτη εφαρμογής της μεθοδολογίας, της οποίας τα αποτελέσματα παρατίθενται και αναλύονται διεξοδικά στο τέλος του κεφαλαίου, υλοποιείται για την περίπτωση των δασικών πυρκαγιών του Πιερικού Ολύμπου.

4.1. Μεθοδολογικό πλαίσιο

Έχοντας ως στόχο να οδηγηθούμε σταδιακά στην επίλυση ενός προβλήματος, κρίνεται αναγκαίο πρωτίστως, να προσδιοριστεί το μεθοδολογικό πλαίσιο, το οποίο αποτελεί σύνοψη των βημάτων της εφαρμογής, που θα λάβει χώρα στη συνέχεια. Αρχικά, λοιπόν, προσδιορίζεται το πρόβλημα και ο αντικειμενικός σκοπός της εργασίας. Κατόπιν, πραγματοποιείται η περιγραφή των μεταβλητών, που θα χρησιμοποιηθούν στο στάδιο της εφαρμογής, καθώς και οι τεχνικές και οι μέθοδοι χωρικής ανάλυσης, μέσω των οποίων θα ολοκληρωθεί η διαδικασία της επίλυσης του προβλήματος. Με τον τρόπο αυτό, δομείται ένα συγκεκριμένο μεθοδολογικό πλαίσιο, που συντελεί στην αποτελεσματική προσέγγιση και κατανόηση του εκάστοτε ερευνητικού ζητήματος, το οποίο παρουσιάζεται στο **Διάγραμμα 1**, που ακολουθεί.



Διάγραμμα 1. Μεθοδολογικό διάγραμμα

4.1.1. Προσδιορισμός του προβλήματος

Το πρόβλημα που πραγματεύεται η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είναι η χωροχρονική ανάλυση διαχρονικών δεδομένων που αφορούν περιστατικά άμεσης ανάγκης και συγκεκριμένα δασικών πυρκαγιών, λαμβάνοντας υπόψη το πυρικό ιστορικό, τους τοπογραφικούς παράγοντες, όπως το υψόμετρο, καθώς και τα καταγεγραμμένα είδη βλάστησης της εκάστοτε περιοχής μελέτης. Απόρροια των παραπάνω θα είναι η βελτίωση της αποδοτικότητας του τομέα της επιχειρησιακής αντιμετώπισης - καταστολής περιστατικών δασικών πυρκαγιών.

4.1.2. Καθορισμός των κριτηρίων

Ο καθορισμός κατάλληλων κριτηρίων αποτελεί σημαντικό βήμα προς την απλούστευση του εκάστοτε προβλήματος και την επίλυσή του, μέσω των διαθέσιμων τεχνικών και εργαλείων. Συνεπώς, καθοριστικό παράγοντα για την επιλογή των χώρων στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων, αποτελεί αρχικά η ελαχιστοποίηση της συνολικής αντίστασης, που στην προκειμένη περίπτωση ως αντικειμενική συνάρτηση της αντίστασης, θεωρείται ο χρόνος ταξιδιού του οχήματος προς το συμβάν. Συγκεκριμένα, λοιπόν, κριτήριο επιλογής αποτελεί η κατανομή όσο το δυνατόν περισσότερων σημείων ζήτησης (περιστατικά δασικών πυρκαγιών), στις επιλεγμένες εγκαταστάσεις (πυροσβεστικά οχήματα) της λύσης, με τέτοιο τρόπο ώστε να πραγματοποιείται συνένωση αυτών εντός μιας οριακής αντίστασης - χρόνου.

Επιπλέον, προς επίτευξη της επιθυμητής ομοιομορφίας της χωρικής κατανομής των περιστατικών δασικών πυρκαγιών στα διατιθέμενα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα, κριτήριο αποτελεί και η ελαχιστοποίηση της τυπικής απόκλισης της κατανομής αυτής, η οποία όσο μικρότερη είναι, τόσο αποτελεί δείκτη ομοιομορφίας.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι η επιλογή θέσεων για τη χωροθέτηση των ζητούμενων σημείων στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων, έγινε από ένα σύνολο κατάλληλων σημείων, επί ή πλησίον του υφιστάμενου οδικού δικτύου.

4.1.3. Περιγραφή των δεδομένων και των μεταβλητών

Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά το πρόβλημα, επιτακτική κρίνεται η ανάγκη της συλλογής των κατάλληλων χωρικών, περιγραφικών, στατιστικών και μετεωρολογικών δεδομένων, τα οποία θα πρέπει να είναι ενημερωμένα, ακριβή και από αξιόπιστες πηγές, ώστε να οδηγήσουν σε μία όσο το δυνατό πιο πετυχημένη επίλυση του προβλήματος. Έτσι, πηγές άντλησης δεδομένων αποτέλεσαν οι συνεντεύξεις με τους αρμόδιους φορείς του Δασαρχείου, η Ιθύνουσα Πυροσβεστική Υπηρεσία, η Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος, τα Δημόσια Ανοικτά Δεδομένα, καθώς και η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία Ελλάδος.

Στη συνέχεια, τη συλλογή των προαναφερθέντων δεδομένων, ακολούθησε η κατάλληλη επεξεργασία τους, ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του προβλήματος, καθώς και η οργάνωσή τους σε μία προσωπική γεωβάση. Με τον τρόπο αυτό, οποιαδήποτε μετατροπή των δεδομένων κι αν πραγματοποιηθεί, θα αποθηκεύεται αυτομάτως στη βάση αυτή.

Τέλος, μέσω της παρουσίασης και κατάλληλης μορφοποίησης των δεδομένων, γίνεται εφικτή η κατανόηση των μεταβλητών του προβλήματος, η οποία συντελεί στην ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης της περιοχής μελέτης. Η περιγραφή και απεικόνιση των τιμών των μεταβλητών αυτών, γίνεται μέσω στατιστικών πινάκων, διαγραμμάτων και χαρτών.

4.1.4. Προσδιορισμός των τεχνικών ανάλυσης

Σε πρώτο στάδιο πραγματοποιείται η ανάλυση της παρούσας κατάστασης της περιοχής μελέτης, καθώς και του υφιστάμενου στόλου πυροσβεστικών οχημάτων, ως προς τα κριτήρια που έχουν τεθεί. Κάτι τέτοιο έχει ως αποτέλεσμα, οι εναλλακτικές λύσεις που θα προκύψουν από την εφαρμογή, να είναι εφικτό να συγκριθούν τόσο με την υπάρχουσα κατάσταση, όσο και μεταξύ τους και άρα να γίνει η επιλογή της καταλληλότερης και αποδοτικότερης λύσης.

Εν συνεχεία, επιχειρείται η εξαγωγή του τρόπου κατανομής των υπό εξέταση μεταβλητών στην περιοχή μελέτης, καθώς και ο προσδιορισμός του

χωρικού προτύπου που τις συνοδεύει. Η διαδικασία αυτή υλοποιείται μέσω του υπολογισμού κατάλληλων γεωστατιστικών δεικτών Χωρικής Ανάλυσης, όπως ο χωρικός μέσος, η τυπική απόκλιση και οι ελλείψεις τυπικής απόστασης. Παράλληλα, λαμβάνει χώρα η ομαδοποίηση - κατηγοριοποίηση των περιστατικών δασικών πυρκαγιών, μέσω εφαρμογής του Αλγορίθμου Κατάτμησης k-means, καθώς και η εξαγωγή των ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών κάθε ομάδας που προκύπτει.

Έπειτα, ακολουθεί η αντιμετώπιση του προβλήματος, επιλέγοντας, μέσω της ανασκόπησης σχετικής βιβλιογραφίας και αντίστοιχων μελετών, τη βέλτιστη μέθοδο, που στην προκειμένη μελέτη ανήκει στα μοντέλα Χωροθετήσεων - Κατανομών (Location - Allocation) και λαμβάνει χώρα σε περιβάλλον Network Analyst, του ArcMap 10.0. Η επιλογή των προαναφερθέντων μοντέλων, ως εργαλεία επίλυσης προβλημάτων χωροθέτησης, βασίστηκε στο γεγονός ότι είναι δυνατό να εξάγουν εναλλακτικά σενάρια προς χρήση του καταλληλότερου. Επιπλέον, αποσκοπούν, μέσω της ελαχιστοποίησης της αντικειμενικής συνάρτησης του υποδείγματος, που στην παρούσα εργασία είναι ο χρόνος μετάβασης, να χωροθετήσουν υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης (σταθμοί πυροσβεστικών οχημάτων), οι οποίες παίζουν το ρόλο των εγκαταστάσεων και παράλληλα να διαθέσουν σε αυτές σημεία ζήτησης (θέσεις καταγεγραμμένων συμβάντων δασικών πυρκαγιών), με το βέλτιστο τρόπο.

Βάσει της φύσης του προβλήματος, καταλληλότερο μοντέλο Χωροθέτησης - Κατανομής, αποτέλεσε εκείνο της Μέγιστης Κάλυψης (Maximal Covering Location Model), το οποίο και χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερο ποσοστό στα προβλήματα κατανομής υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης, δεδομένου ότι οι υπηρεσίες αυτές πρέπει να καταφθάνουν στο σύνολο των σημείων ζήτησης, εντός μιας συγκεκριμένης προθεσμίας ανταπόκρισης.

Τέλος, αφού διατυπωθούν και εξεταστούν τρία εναλλακτικά σενάρια χωροθέτησης των ζητούμενων χώρων στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων, πραγματοποιείται η επιλογή του βέλτιστου εξ' αυτών. Τα αποτελέσματα του παραπάνω μεθοδολογικού πλαισίου, παρατίθενται οπτικοποιημένα υπό τη μορφή χαρτών, στους οποίους αποτυπώνονται οι προτεινόμενες λύσεις, καθώς και τα τελικά πορίσματα της διαδικασίας της

Χωροθετικής Ανάλυσης, προκειμένου να είναι συγκρίσιμες οι εναλλακτικές λύσεις που προκύπτουν, με την αρχική εικόνα της υφιστάμενης κατάστασης.

4.2. Παρουσίαση της μελέτης περίπτωσης

4.2.1. Η περιοχή μελέτης

Περιοχή μελέτης της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, αποτελεί ο Πιερίκος Όλυμπος, η πλευρά δηλαδή του ορεινού όγκου του Ολύμπου, η οποία διοικητικά ανήκει στο νομό Πιερίας, καθώς ένα μεγάλο τμήμα του συγκαταλέγεται στα όρια του νομού Λάρισας. Πρόκειται για μία περιοχή αξιόλογου περιβαλλοντικού πλούτου, καθώς και πληθώρας κοινωνικών και πολιτιστικών αξιών, που για το λόγο αυτό έχει λάβει το χαρακτηρισμό ως «Εθνικός Δρυμός». Συνεπώς, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη προστασίας της από τους φυσικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες που την απειλούν. Κύριο κίνδυνο, λοιπόν, που ελλοχεύει και διαταράσσει τη συνοχή και διατήρηση των στοιχείων του φυσικού περιβάλλοντος του Δρυμού, αποτελούν οι πυρκαγιές, χωρίς τις καταστροφικές συνέπειες των οποίων, η βλάστηση του Ολύμπου θα ήταν περισσότερο πυκνή συγκριτικά με τη σημερινή της κατάσταση. Ως απόρροια των παραπάνω, για το παρόν μεθοδολογικό πλαίσιο χωροχρονικής ανάλυσης διαχρονικών δεδομένων που αφορούν περιστατικά άμεσης ανάγκης (δασικές πυρκαγιές), επιλέχθηκε να γίνει μελέτη εφαρμογής στην περιοχή του Πιερίκου Ολύμπου.

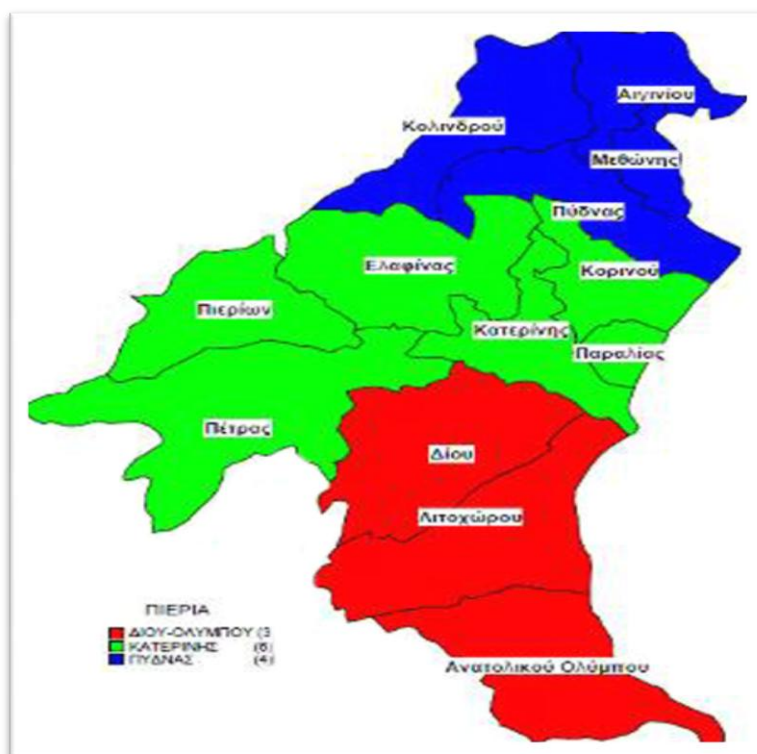
Κάνοντας μία σύντομη περιγραφή στο νομό Πιερίας, στον οποίο ανήκει και ο Πιερίκος Όλυμπος, αναφέρουμε ότι εντάσσεται στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Μακεδονίας, βρίσκεται στο νότιο τμήμα της και πρωτεύουσά του είναι η Κατερίνη. Ο νομός Πιερίας, η ονομασία του οποίου προέρχεται από την αρχαία χώρα της Πιερίδος, συνορεύει με το νομό Λάρισας, Κοζάνης και Ημαθίας. Στα ανατολικά ορίζεται από τον Θερμαϊκό Κόλπο, στα δυτικά από τον Όλυμπο και τα Πιέρια όρη, ενώ στα νότια και στα βόρεια ορίζεται από τους ποταμούς Πηνειό και Αλιάκμονα αντίστοιχα (**Εικόνα 9**). Επιπλέον, σύμφωνα με τη διοικητική διαίρεση του Προγράμματος Καλλικράτη, για το

νομό Πιερίας, συνιστώνται ο δήμος Δίου - Ολύμπου, Κατερίνης, καθώς και Πύδνας - Κολινδρού (**Εικόνα 10.**).



Εικόνα 9. Η γεωγραφική θέση του νομού Πιερίας

Πηγή: <http://www.kallikratis.eu/dimoi-systasi-dimon-nomos-pierias/>



Εικόνα 10. Χάρτης δήμων Καλλικράτη για το νομό Πιερίας

Πηγή: www.winesurveyor.weebly.com

Η έκταση του νομού αντιστοιχεί σε 1.516 τετραγωνικά χιλιόμετρα (μόλις το 1,2% της συνολικής έκτασης της Ελλάδας), ενώ ιδιαίτερο γνώρισμά του αποτελεί η παρουσία πλούσιου εδαφικού διαμελισμού. Μεγαλύτερα βουνά του είναι ο Όλυμπος και τα Πιέρια όρη, τα οποία και καλύπτουν το 34% της συνολικής έκτασης του νομού. Αντιθέτως, το παραλιακό κομμάτι του, είναι μία εκτεταμένη και πλούσια πεδιάδα, που καλύπτει το 40% του εδάφους του νομού. Σε γενικές γραμμές, μπορούμε να χαρακτηρίσουμε το νομό Πιερίας ως πεδινό, ενώ το έδαφός του είναι σχετικά φτωχό σε ορυκτό πλούτο, με εξαίρεση τις αλυκές, που βρίσκονται στο Κίτρος. Η νευραλγική θέση του νομού, λοιπόν, καθώς και η πληθώρα από ορεινές, θαλασσινές και πεδινές μορφές, αναμφίβολα αποτελεί εφελθτήριο για την περαιτέρω ανάπτυξη και πρόοδό του (http://el.wikipedia.org/wiki/Νομός_Πιερίας).

4.2.2. Ο Εθνικός Δρυμός Ολύμπου

Ο Όλυμπος, κατέχοντας τη θέση του υψηλότερου βουνού της χώρας μας και του δεύτερου σε ύψος βουνού των Βαλκανίων, με τα ποικίλα οικολογικά χαρακτηριστικά του, είναι η πρώτη περιοχή, για την οποία εφαρμόστηκε στην Ελλάδα, πριν από 50 χρόνια, ειδικό καθεστώς προστασίας με την κήρυξή του ως Εθνικού Δρυμού, το 1938, βάσει του νόμου 856/37 (**Εικόνα 11.**). Σκοπός της κήρυξης αυτής ήταν «... η διατήρηση στο διηνεκές του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής, δηλαδή της άγριας χλωρίδας, της πανίδας και του φυσικού τοπίου, καθώς και των πολιτιστικών και άλλων αξιών της...». Επιπλέον, η ανακήρυξη του Δρυμού στόχευε στην ενδυνάμωση της επιστημονικής έρευνας, ταυτόχρονα με την ενίσχυση της περιβαλλοντικής ευαισθησίας των πολιτών και την ανάπτυξη του τουρισμού στην ευρύτερη περιοχή. Παράλληλα, ο Όλυμπος κηρύχθηκε αρχαιολογικός και ιστορικός χώρος, ούτως ώστε να διαφυλαχθεί η μνημειακή και ιστορική του υπόσταση.

Συγκεκριμένα, λοιπόν, με ειδική νομοθεσία έχει απαγορευτεί κάθε είδους εκμετάλλευση στην ανατολική πλευρά του βουνού και σε έκταση 40.000 στρεμμάτων περίπου, η οποία αντιπροσωπεύει τον πυρήνα του

Δρυμού, ενώ μια ευρύτερη περιοχή γύρω από τον πυρήνα, χαρακτηρίστηκε «περιφερειακή ζώνη του Δρυμού», ώστε η διαχείριση και εκμετάλλευσή της να μην επηρεάζει αρνητικά την προστασία του. Ταυτόχρονα, ολόκληρη η έκταση του Εθνικού Δρυμού του Ολύμπου, η οποία ανέρχεται σε 238.411 στρέμματα, προστατεύεται με ειδική νομοθεσία, όπου για τους παραβάτες εφαρμόζονται οι διατάξεις του Ν.Δ. 86/1969, του Ν.Δ. 996/1971, καθώς και των Νόμων 177/1975, 998/1979, 1650/1986, 2742/1996 και 3044/2002. Βάσει του «Ειδικού Κανονισμού», η είσοδος στον Δρυμό επιτρέπεται μόνο από τους υπάρχοντες δρόμους και η κυκλοφορία επιτρέπεται από την ανατολή μέχρι την δύση του ηλίου μόνο στα διαμορφωμένα μονοπάτια. Επιπλέον, για τους επισκέπτες απαγορεύονται τα ακόλουθα:

- Η είσοδος σε παιδιά κάτω των 14 χρονών χωρίς συνοδό.
- Η στάθμευση σε χώρους άλλους εκτός από τους ειδικούς χώρους στάθμευσης.
- Η κοπή δέντρων, η μεταφορά φυτοχώματος, το ξερίζωμα και η συλλογή θάμνων, φυτών, σπόρων.
- Το κυνήγι κάθε ζώου με οποιοδήποτε μέσο σε όλη την διάρκεια του χρόνου.
- Η καταστροφή και η συλλογή φωλιών, αυγών ή νεοσσών και γενικά η ενόχληση και καταστροφή ειδών της πανίδας.
- Η πρόκληση ζημιών σε γεωλογικούς σχηματισμούς.
- Η ελεύθερη κυκλοφορία οποιονδήποτε ζώων που συνοδεύουν επισκέπτες.



Εικόνα 11. Ο Εθνικός Δρυμός Ολύμπου

Πηγή: www.fysiognwsia.blogspot.com

Η βαρύνουσα σημασία και συμβολή του Δρυμού, με την ανεπανάληπτη φυσική ομορφιά του, έχει αναγνωριστεί όχι μόνο στα όρια του Ελλαδικού χώρου, αλλά στην Ευρώπη και παγκοσμίως. Το 1981 η UNESCO ανακήρυξε τον Όλυμπο «Διατηρητέο Οικοσύστημα της Παγκόσμιας Βιόσφαιρας», ενώ η Ευρωπαϊκή Κοινότητα έχει συμπεριλάβει τον Όλυμπο στις «Σημαντικές για την Ορνιθοπανίδα Περιοχές της Ευρωπαϊκής Κοινότητας». Επίσης, έχει καταχωρηθεί στον κατάλογο του ευρωπαϊκού Δικτύου Natura 2000 ως «ζώνη ειδικής προστασίας» και «τόπος κοινοτικού ενδιαφέροντος». Αξίζει να σημειωθεί πως μετά την ανακήρυξη του Εθνικού Δρυμού του Ολύμπου, ο Θεσμός των Εθνικών Δρυμών γνώρισε ιδιαίτερη αίγλη και έτσι μέχρι και σήμερα έχουν ήδη ανακηρυχτεί δέκα Εθνικοί Δρυμοί σε ολόκληρη την χώρα, που εκτείνονται από το βορειοδυτικό άκρο της, μέχρι το Λιβυκό Πέλαγος και περιλαμβάνουν ορισμένα από τα πιο χαρακτηριστικά τοπία με εξαιρετική ποικιλία βιοτόπων και άγριας ζωής (<http://www.olympusfd.gr>, <http://el.wikipedia.org/wiki/Όλυμπος>).

Όσον αφορά την οριοθέτησή του, ο Πιερίκος Όλυμπος βρίσκεται στα σύνορα Μακεδονίας - Θεσσαλίας και ειδικότερα στα όρια των Νομών Πιερίας και Λάρισας (**Εικόνα 12.**). Ο Μύτικας («Πάνθεον» στα 2.918 μ.), η υψηλότερη κορυφή του, απέχει σε ευθεία, απόσταση 263 χιλιόμετρα από την Αθήνα και 78 χιλιόμετρα από τη Θεσσαλονίκη, ενώ από τις ακτές της Πιερίας απέχει 18

και από την Κατερίνη 24 χιλιόμετρα. Η έκταση του Ολύμπου ανέρχεται στα 500 περίπου τετραγωνικά χιλιόμετρα και είναι σχεδόν κυκλική με μέση διάμετρο 25 χιλιόμετρα και περίμετρο γύρω στα 80 χιλιόμετρα. Στη βορειοδυτική πλευρά του Ολύμπου δεσπόζουν τα Πιέρια Όρη, τα οποία αποτελούν προέκτασή του, με υψηλότερη κορυφή τους, το «Φλάμπουρο» (2.193 μ.). Η περιοχή των Πιερίων χαρακτηρίζεται ως ένας εκτεταμένος ορεινός όγκος, ο οποίος καλύπτεται από ποικίλα είδη βλάστησης, καταλαμβάνοντας τμήμα των νομών Πιερίας, Ημαθίας και Κοζάνης (http://el.wikipedia.org/wiki/Πιέρια_Όρη).



Εικόνα 12. «Ο τόπος μου», Ομάδα εθελοντικής δράσης νομού Πιερίας

Πηγή: <http://www.anasta.de/TOPOS/>

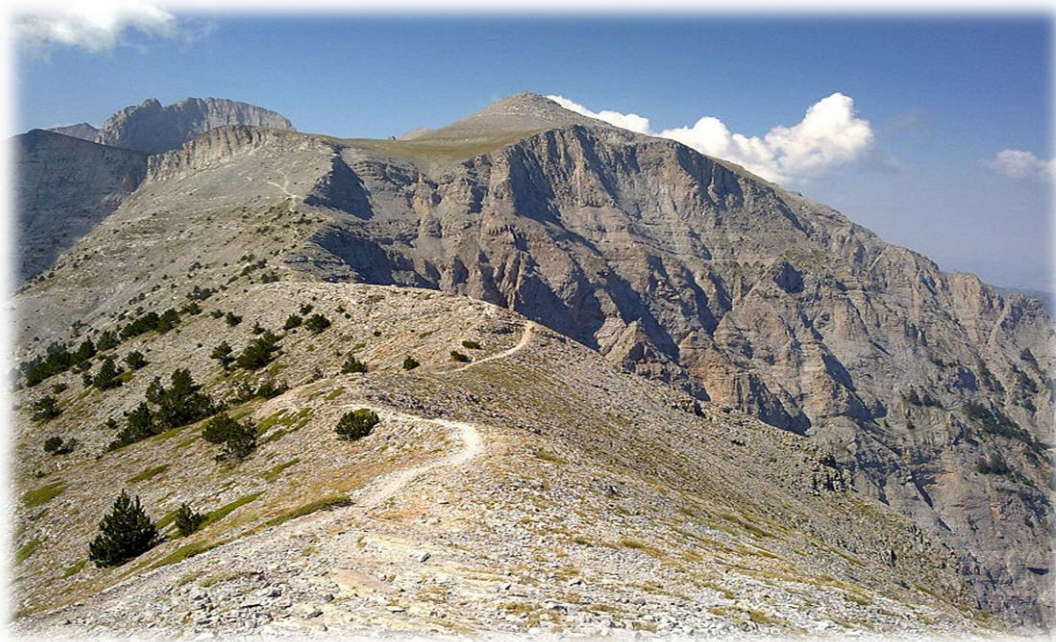
Περιγράφοντας συνοπτικά τη μορφολογία του Πιερίκου Ολύμπου, υπογραμμίζουμε πως το ανάγλυφό του εμπεριέχει πολλά χαρακτηριστικά στοιχεία, που του προσδίδουν γοητεία και αίγλη. Βραχώδεις και απόκρημνες κορυφές, βαθιές χαράδρες, αλπικά λιβάδια και πυκνά δάση, συνθέτουν αυτό το σπάνιο γλυπτό που ακούει στο όνομα Όλυμπος. Σε σχέση με το μέγεθός του, είναι το βουνό της Ελλάδος με τις περισσότερες κορυφές, οι οποίες, συνολικά 52, υψώνονται από τα 760 έως τα 2.918 μέτρα, συνθέτοντας με τις βραχώδεις ρεματιές, εικόνες μοναδικής ομορφιάς (**Εικόνα 13., 14., 15., 16.,**

17., 18.). Απόρροια αυτού, είναι ο Όλυμπος να αποτελεί αδιαμφισβήτητο πόλο έλξης για εκατοντάδες ορειβάτες ανά τον κόσμο, με απώτερο στόχο την κατάκτηση των επιβλητικών κορυφών του, με την πρώτη ανάβαση στο βουνό να τοποθετείται τον Ιούλιο του 1913, από τον Λιτοχωρίτη Χρήστο Κάκαλο και τους Ελβετούς Fred Boissonnas και Daniel Baud Bovy (<http://www.e-riperia.gr/news-2/culturenews/3327-olumposekdiloseis>).



Εικόνα 13. Δορυφορική φωτογραφία της περιοχής του Ολύμπου

Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/Όλυμπος>



Εικόνα 14. Το μονοπάτι στο εντυπωσιακό πέρασμα Λαιμού – Γίόσου

Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/Όλυμπος>



Εικόνα 15. Το Οροπέδιο Μουσών - Στο βάθος το Καταφύγιο "Κάκαλος" και η κορυφή Στεφάνι - Θρόνος Διός

Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/Όλυμπος>



Εικόνα 16. Το Μεγάλο Λούκι, η κοιλάδα του Ενιπέα και το καταφύγιο Ζολώτας

Πηγή: www.panoramio.com



Εικόνα 17. Μύτικας, η υψηλότερη κορυφή της Ελλάδας

Πηγή: http://el.wikipedia.org/wiki/Mytikas_summit_PJS.jpg



Εικόνα 18. Η κορυφή Σκολιό, υψόμετρο 2.910μ.

Πηγή: www.panoramio.com

Στη συνέχεια, κάνοντας μία σύντομη αναφορά στο κλίμα του Ολύμπου, μπορούμε να πούμε ότι επηρεάζεται από τη γεωγραφική του θέση, τον όγκο του, το πέτρωμα και την έκθεση των πλαγιών. Σε γενικές γραμμές είναι μεσογειακό, δηλαδή θερμό / ξηρό το καλοκαίρι και υγρό το χειμώνα. Κατά τη διάρκεια του χρόνου, ο Όλυμπος καλύπτεται από χιόνια περίπου για διάστημα επτά μηνών (από το Νοέμβριο ως τον Μάιο), ενώ μεγάλη είναι η συνολική ποσότητα του νερού που δέχεται, είτε με τη μορφή χιονιού το χειμώνα, είτε με τη μορφή βροχής ή χαλαζιού το καλοκαίρι. Η μέση θερμοκρασία το χειμώνα κυμαίνεται από τους $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ μέχρι και τους $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ και το καλοκαίρι από τους $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ έως τους $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν έχουν καταγραφεί και περαιτέρω τιμές, ενώ ισχύει πως σε κάθε 100 μέτρα ανάβασης στον Όλυμπο η θερμοκρασία πέφτει περίπου μισό βαθμό. Τέλος, οι άνεμοι στον Όλυμπο είναι καθημερινό φαινόμενο και μερικές φορές ξεπερνούν σε ταχύτητα τα 100 χιλιόμετρα ανά ώρα.

Περιγράφοντας, τέλος, τη χλωρίδα και την πανίδα του Ολύμπου (**Εικόνα 19.**, **20.**, **21.**), αναφέρουμε ότι έχουν συνολικά καταμετρηθεί από τους επιστήμονες πάνω από 1750 είδη φυτών, τα οποία αντιπροσωπεύουν το 25% της ελληνικής χλωρίδας. Τα περισσότερα από αυτά που βρίσκονται

σε χαμηλό υψόμετρο, είναι τα συνηθισμένα μεσογειακά και κεντροευρωπαϊκά είδη. Στην αλπική ζώνη, όπου απουσιάζουν τα δέντρα, υπάρχουν πάνω από 150 είδη φυτών. Στον Όλυμπο έχουν επίσης, καταγραφεί 32 είδη θηλαστικών και 108 είδη πτηνών, που βρίσκουν καταφύγιο στα απρόσιτα δάση και στις απόκρημνες βραχώδεις πλαγιές, ενώ ορισμένα από τα οποία, αποτελούν απειλούμενα είδη και προστατεύονται με διεθνείς συμβάσεις (<http://www.olympusfd.gr>, <http://el.wikipedia.org/wiki/Όλυμπος>).



Εικόνα 19. Βλάστηση έξω από το Α' Καταφύγιο Ολύμπου

Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/Όλυμπος>



Εικόνα 20. Αγριολούλουδο στα όρια της Αλπικής Ζώνης του Ολύμπου

Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/Όλυμπος>



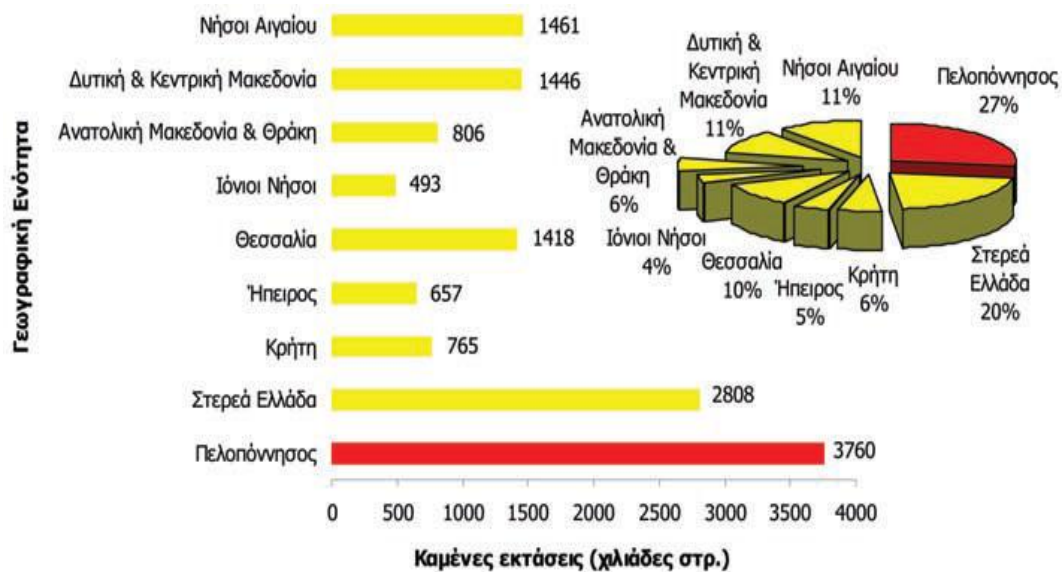
Εικόνα 21. Σαλαμάνδρα στο φαράγγι του Ενιπέα

Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/Όλυμπος>

4.2.3. Το πυρικό ιστορικό της περιοχής μελέτης

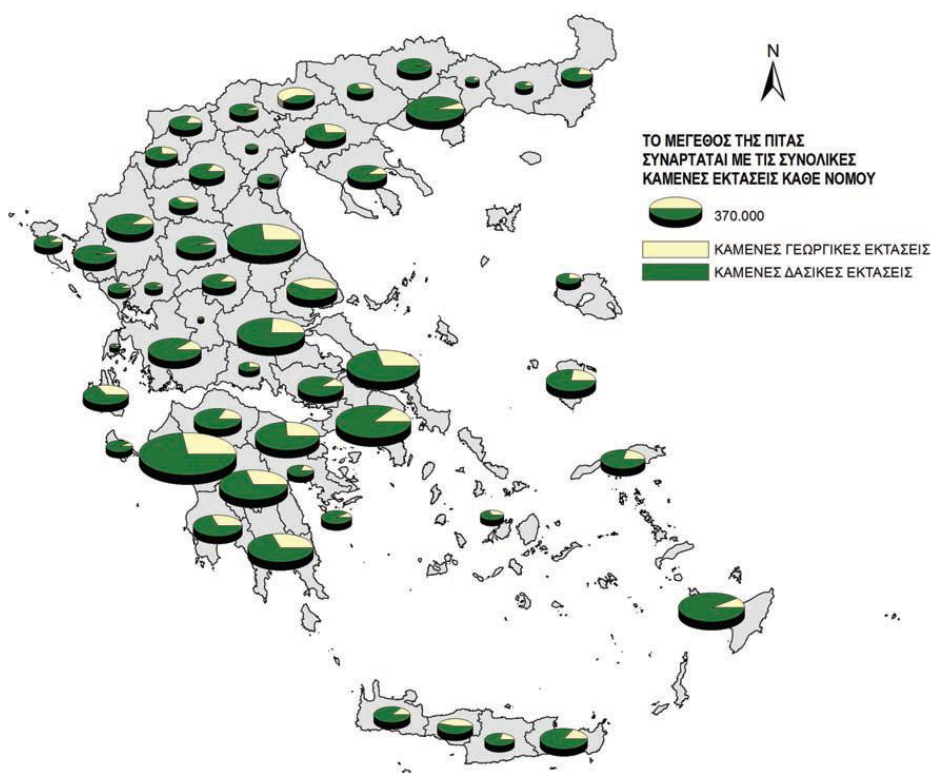
Πριν γίνει η παράθεση ενός σύντομου πυρικού ιστορικού της περιοχής του Πιερικού Ολύμπου, εύλογο είναι να αναφερθούν εν συντομία οι διαστάσεις που έχει λάβει στην Ελλάδα το φαινόμενο της πύρινης λαίλαπας, οι οποίες και το χρήζουν ως ιδιαίτερος καταστρεπτικό για τα δασικά της οικοσυστήματα.

Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, το Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας και τη WWF Ελλάς, οι δασικές εκτάσεις της χώρας μας είναι εκείνες που έχουν καεί κατά συντριπτική πλειοψηφία (ποσοστό 78,8%), έναντι των γεωργικών εκτάσεων (ποσοστό 21,2%). Συνεπώς, οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν κύρια απειλή για τη διατήρηση του φυσικού πλούτου της Ελλάδας, καθώς η αναδόμηση των καμένων φυσικών οικοσυστημάτων συντελείται με εξαιρετικά βραδείς ρυθμούς. Το παραπάνω πόρισμα αντικατοπτρίζεται στο **Διάγραμμα 2.** και στην **Εικόνα 22.** που ακολουθούν.



Διάγραμμα 2. Συνολικές απώλειες γεωργικών και δασικών εκτάσεων από πυρκαγιές ανά γεωγραφική ενότητα και στο σύνολο της χώρας, καθώς και η ποσοστιαία κατανομή τους (1983 - 2008)

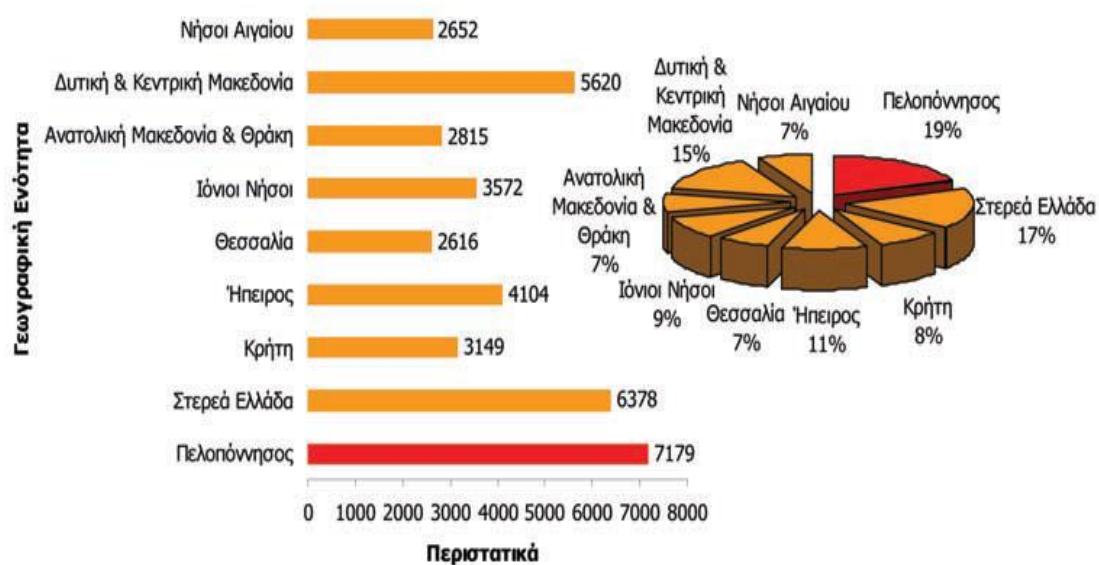
Πηγή: Τσαγκάρη, Κ., Καρέτσος, Γ., Προύτσος, Ν., 2011



Εικόνα 22. Ποσοστιαία κατανομή καμμένων δασικών και γεωργικών εκτάσεων για τους Νομούς της Ελλάδας (1983 - 2008)

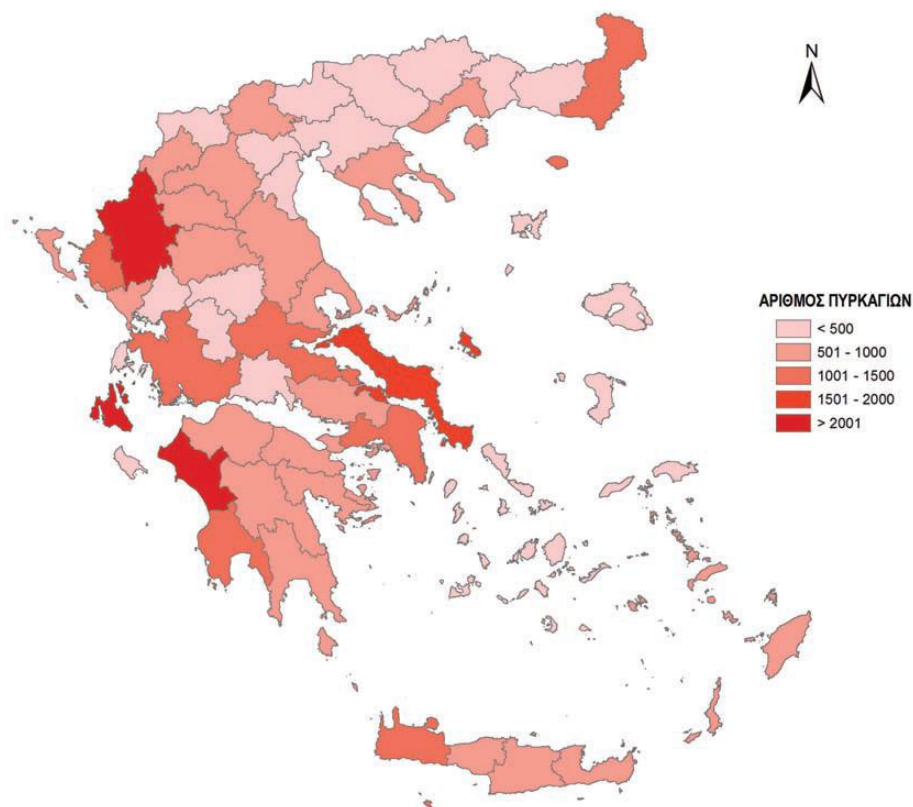
Πηγή: Τσαγκάρη, Κ., Καρέτσος, Γ., Προύτσος, Ν., 2011

Επιπρόσθετα, παρατίθενται το **Διάγραμμα 3.** και η **Εικόνα 23.**, όπου παρουσιάζονται αναλυτικότερα οι συνολικοί αριθμοί των περιστατικών δασικών πυρκαγιών και η ποσοστιαία κατανομή τους, για τη χρονική περίοδο 1983 - 2008. Αξίζει δε να σημειωθεί, ότι οι Νομοί Κεφαλληνίας, Ηλείας και Ιωαννίνων αποτελούν τους πιο πυρόπληκτους της χώρας μας, καθώς το σύνολο των δασικών πυρκαγιών μόνο σε εκείνους, αντιστοιχεί στο 17% του συνόλου της Ελλάδας (Τσαγκάρη, Κ., Καρέτσος, Γ., Προύτσος, Ν., 2011).



Διάγραμμα 3. Συνολικός αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών ανά γεωγραφική ενότητα και στο σύνολο της χώρας, καθώς και η ποσοστιαία κατανομή τους (1983 - 2008)

Πηγή: Τσαγκάρη, Κ., Καρέτσος, Γ., Προύτσος, Ν., 2011



Εικόνα 23. Συνολικός αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που καταγράφηκαν σε κάθε Νομό της χώρας (1983 - 2008)

Πηγή: Τσαγκάρη, Κ., Καρέτσος, Γ., Προύτσος, Ν., 2011

Εν συνεχεία, μεταβαίνοντας από το σύνολο της χώρας και εστιάζοντας στην περιοχή μελέτης, παρατίθενται ορισμένες από τις σημαντικότερες «πληγές» του Πιεरिकού Ολύμπου, οι οποίες θέτουν σε καθημερινό κίνδυνο την ευμάρειά του και τη διατήρηση ενός υψηλού βιοτικού επιπέδου του φυσικού περιβάλλοντός του. Από τα επικρατέστερα φυσικά αίτια, λοιπόν, με αρνητικές και συνήθως μη αναστρέψιμες επιπτώσεις στη μορφολογία και το τοπίο του βουνού, είναι οι **χιονολισθήσεις**, οι οποίες παρατηρούνται έντονα στις βορειοδυτικές πλαγιές των κορυφών του.

Στην κατηγορία των βιοτικών κινδύνων, ο **άνθρωπος** αποτελεί τον ισχυρότερο, καθώς με τις αλόγιστες επεμβάσεις του, προκάλεσε και εξακολουθεί να προκαλεί πολλαπλές αλλοιώσεις και καταστροφές στα ποικίλα οικοσυστήματα του Ολύμπου. Οι επεμβάσεις αυτές συνίστανται σε (www.makthes.gr, <http://politispierias.blogspot.gr/>):

- Λαθροϋλοτομίες
- Παράνομες εκχερσώσεις
- Κτηνοτροφία
- Διάνοιξη δρόμων
- Μόλυνση των υδάτων του Δρυμού

Παρόλο που οι άνωθεν παράγοντες επηρεάζουν σημαντικά τη διατήρηση της συνοχής των φυσικών στοιχείων που συνθέτουν το τοπίο του Πιερίκού Ολύμπου, οι πυρκαγιές εξακολουθούν να κατέχουν τα πρωτεία των σοβαρότερων αβιοτικών παραγόντων, που τον απειλούν (**Εικόνα 24., 25.**). Το σύνολο σχεδόν των δασών των διαφόρων οικοσυστημάτων του, έχουν υποφέρει στο μακρινό κυρίως, αλλά και στο πιο πρόσφατο παρελθόν από εκτεταμένες και έντονες πυρκαγιές.



Εικόνα 24. Σε εξέλιξη πυρκαγιά στον Όλυμπο

Πηγή:<http://www.protothema.gr/greece/article/215302/se-ekseliksh-pyrkagia-ston-olympo/>

Σύμφωνα με παλαιότερες μαρτυρίες υπερήλικων κατοίκων της εγγύτερης περιοχής, η πιο καταστρεπτική πυρκαγιά συνέβη λίγο πριν από την επανάσταση του Λιτόχωρου (1887), κατά την οποία οι Τούρκοι έκαψαν το Λιτόχωρο και η φωτιά επεκτάθηκε προς τον ορεινό όγκο του Ολύμπου, αποτεφρώνοντας ό,τι βρήκε μπροστά της, μέχρι το υψόμετρο των 2.000 μ.

περίπου. Οι ολοκληρωτικές καταστροφές και απώλειες που άφησε στο πέρασμά της η φωτιά αυτή, όπως και το ότι έφτασε στο υψόμετρο των 2.000 μ., επιβεβαιώνεται από την απουσία ηλικιωμένων δέντρων κάτω από αυτό το υψόμετρο, όπως και από τα ίχνη που άφησε η πυρκαγιά, στις βάσεις όλων σχεδόν των ηλικιωμένων δένδρων.

Άλλες πυρκαγιές που έγιναν στον Όλυμπο στο μακρινό παρελθόν είναι οι ακόλουθες:

- Η πυρκαγιά του 1939 που έκαψε δάση μαύρης πεύκης και φυλλοβόλα πλατύφυλλα, στις θέσεις Μπάτσι και Προσήλιο, σε υψόμετρο 1.100 μ.
- Η πυρκαγιά του 1945 που κατέστρεψε δάση μαύρης πεύκης, στις θέσεις Τρόχαλος, Αϊ Γιάννης, Κάτω και Άνω Τσουκνίδα.
- Η πυρκαγιά του 1950 που έκαψε δάση μαύρης πεύκης οξιάς και λευκόδερμης πεύκης, στις θέσεις Μπάρρα-Ανήλιο-Σταυρός και Παλιοκάλυβα.
- Η πυρκαγιά του 1961 που έκαψε δάση μαύρης και λευκόδερμης πεύκης, στις θέσεις Μπάρμπα, Πλατάκι, Πετρόστρουγκα και Μαγαζάκι.
- Η πυρκαγιά του 1965 στις θέσεις Μπαλταλούκι, Μιζάμι και Σκούρτα που κατέστρεψε δάση λευκόδερμης πεύκης.

Στο πιο πρόσφατο παρελθόν συνέβησαν στις δασικές εκτάσεις του όρους Όλυμπος, οι παρακάτω μεγάλες πυρκαγιές:

- Η πυρκαγιά της 10/4/1985 που έκαψε συνολικά 3.310 στρ. δάση μαύρης πεύκης και αείφυλλων πλατύφυλλων, σε υψόμετρο 590 μ. και οφειλόταν σε γεωργικές εργασίες.
- Η πυρκαγιά της 16/8/1985 που έκαψε 2.000 στρ. πουρναρότοπους στα 400 μ. και προήλθε από εμπρησμό.

- Η πυρκαγιά που εξελίχθηκε στις 8/7/1988 από άγνωστα αίτια, έκαψε συνολικά 6.100 στρ. μαύρης και λευκόδερμης πεύκης, στα 1.300 μ. υψόμετρο.
- Στις 23/8/1993 συνέβη πυρκαγιά από τσιγάρο στα 1.500 μ., που έκαψε 4.876 στρ. με μαύρη πεύκη, λευκόδερμη και οξιά.
- Δυο μήνες μετά στις 23/10/1993 προήλθε πυρκαγιά στα 2.190 μ. από άγνωστα αίτια που έκαψε 2.000 στρ. με δασική και μαύρη πεύκη.
- Αξιοσημείωτη είναι και η πυρκαγιά του 1998 που έκαψε 4.600 στρ.



Εικόνα 25. Σε ύφεση φωτιά στον Όλυμπο

Πηγή: www.ethnos.gr

Ανατρέχοντας, λοιπόν, στο παρελθόν, παρατηρούμε ότι στο Νομό Πιερίας, οι χειρότερες πυρκαγιές από άποψη καταστροφών και αποτελεσματικότητας των διαδικασιών πυρόσβεσης, ήταν εκείνες της δεκαετίας του '70 και του '90, όπου παρά τη μείωση των περιστατικών σε σχέση με τις προηγούμενες δεκαετίες, οι καταστροφές ήταν δραματικά μεγαλύτερες, ενώ αντίθετα κατά τη δεκαετία του '80, παρά το ρεκόρ

εκδηλώσεων πυρκαγιάς, η αποτελεσματικότητα της πυρόσβεσης ήταν ιδιαίτερα υψηλή, ακόμη και συγκρινόμενη με τα εθνικά επίπεδα.

Οπτικοποιώντας τις παραπάνω πληροφορίες, παραθέτουμε τον **Πίνακα 3.**, ο οποίος παρουσιάζει τη διαχρονική εξέλιξη των δασικών πυρκαγιών στην περιοχή του Ολύμπου του Νομού Πιερίας, κατά την περίοδο 1945 - 2003 (Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Ολύμπου, 2004).

Πίνακας 3. Διαχρονική εξέλιξη δασικών πυρκαγιών (1945 - 2003) νομού Πιερίας

ΝΟΜΟΣ ΠΙΕΡΙΑΣ								
Έτος	Αριθμός πυρκαγ.	Καμένη έκταση (στρ.)	Καμένη έκταση/πυρκαγιά (στρ.)	Πυρκαγιές με καμένη έκταση > 1.000 στρ.				Καμένη έκταση > 100 στρ./πυρκαγιά
				Αριθμός πυρκαγιών	Ποσοστό %	Καμένη έκταση	Ποσοστό %	
1945	5	11240,693	2248,139	4	80	11237,17	99,97	2809,292
1946 - 1948	-	-	-	-	-	-	-	-
1949	2	2205,787	1102,894	2	100	2205,787	100	1102,894
1950	9	11080,364	1231,152	9	100	11080,36	100	1231,152
1951	1	71,674	71,674					
1952	2	750,35	375,175	2	100	750,35	100	375,175
1953	2	4000,417	2000,209	2	100	4000,417	100	2000,209
1954 - 1959	-	-	-	-	-	-	-	-
1960	2	100,112	50,056					
1961	4	1923,444	480,861	3	75	1883,375	97,92	627,792
1962	1	60,043	60,043					
1963 - 1965	-	-	-	-	-	-	-	-
1966	1	107,526	107,526	1	100	107,526	100	107,526
1967 - 1968	-	-	-	-	-	-	-	-
1969	1	313,358	313,358	1	100	313,358	100	313,358
1970 - 1976	-	-	-	-	-	-	-	-
1977	4	3738,721	934,68	2	50	3649,035	97,6	1824,518
1978 - 1980	-	-	-	-	-	-	-	-
1981	1	100,101	100,101	1	100	100,101	100	100,101
1982	2	20,868	10,434					
1983	2	11,065	5,532					
1984	8	38,793	4,849					
1985	13	10060,868	773,913	5	38,46	9860,831	98,01	1972,166
1986	3	47,87	15,957					
1987	2	26,069	13,034					
1988	4	6076,039	1519,01	1	25	6045,849	99,5	6045,849
1989	2	5,05	2,525					
1990	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	2	218,961	109,48	1	50	218,761	99,91	218,761
1992	1	9,978	9,978					
1993	1	4893,784	4893,784	1	100	4893,784	100	4893,784
1994	3	90,308	30,103					
1995	1	0,995	0,995					
1996	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	3	776,762	258,921	1	33,33	752,64	96,89	752,64

1998	4	4984,165	1246,041	2	50	4965,633	99,63	2482,817
1999	3	117,021	39,007					
2000 - 2003	-	-	-	-	-	-	-	-
Σύνολα	89	63071,186		38		62064,98		
Μέσος όρος			621,015		75,11		99,34	1678,627

Πηγή: Δ/ση Δασών Ν. Πιερίας

4.3. Πηγές - Συλλογή δεδομένων

Προκειμένου να καταστεί εφικτή, μέσω του λογισμικού ArcGis 10.0, η εκπόνηση της στατιστικής επεξεργασίας, καθώς και της εφαρμογής των προαναφερθέντων μοντέλων και μεθοδολογιών, πραγματοποιήθηκε έρευνα και συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων από αρμόδιες πηγές.

Καθοριστική, λοιπόν, ήταν η συμβολή του Πυροσβεστικού Σώματος Ελλάδας (Διεύθυνση Πληροφορικής και Επικοινωνιών) και ιδιαιτέρως της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης, από όπου παρατέθηκε μια ομάδα περιστατικών δασικών πυρκαγιών στον Πιερικό Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 έως 2012, που αποτελούν και τη χρονική περίοδο μελέτης της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας. Ο συνολικός αριθμός συμβάντων δασικών πυρκαγιών, κατά την εξεταζόμενη περίοδο, που έχουν καταγραφεί και αντιμετωπιστεί από την Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών στο τμήμα του Θεσσαλικού Ολύμπου, ανήκουν επιχειρησιακά στη δικαιοδοσία της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Λάρισας και Ελασσόνας), ανέρχεται στα 50. Συγκεκριμένα, κάθε καταγεγραμμένο συμβάν συνοδευόταν από το έτος, την ημερομηνία και την ώρα έναρξης - λήξης της πυρκαγιάς, την καμένη έκταση συγκεκριμένου δασοπονικού είδους, την κατανομή υψομέτρου και το γεωγραφικό μήκος και πλάτος (θέση έναρξης εκδήλωσης πυρκαγιάς), στοιχεία τα οποία προσκομίζονται στον **Πίνακα 4**.

Πίνακας 4. Καταγραφή δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου για τα έτη 2005 - 2012

Ημερομηνία έναρξης	Ημερομηνία λήξης	Ωρα έναρξης	Ωρα λήξης	Γεωγραφικό πλάτος (°)	Γεωγραφικό μήκος (°)	Καμένη έκταση (στρ.)	Υψόμετρο (μ.)
Έτος 2005							
10-Φεβ	10-Φεβ	18.20	20.00	40,01	22,52	20 (χορτολιβαδική έκταση)	330
28-Φεβ	28-Φεβ	16.49	17.25	40,05	22,52	0,02 (δασική έκταση)	280
18-Μαρ	19-Μαρ	11.30	09.30 (στις 19-3)	40,10	22,51	15 (δάσος)	750
7-Απρ	7-Απρ	10.02	10.50	40,22	22,38	0,01 (δασική έκταση)	200
22-Ιουν	22-Ιουν	10.45	12.50	40,20	22,55	1 (δασική έκταση), 4 (χορτολιβαδική έκταση)	150
4-Ιουλ	4-Ιουλ	13.59	22.00	40,07	22,54	1 (χορτολιβαδική έκταση)	250
9-Ιουλ	9-Ιουλ	14.45	20.00	40,05	22,52	0,05 (δάσος)	838
19-Αυγ	19-Αυγ	16.30	18.00	40,14	22,44	2 (χορτολιβαδική έκταση)	155

Ημερομηνία έναρξης	Ημερομηνία λήξης	Ωρα έναρξης	Ωρα λήξης	Γεωγραφικό πλάτος (°)	Γεωγραφικό μήκος (°)	Καμένη έκταση (στρ.)	Υψόμετρο (μ.)
Έτος 2006							
26-Μαΐ	26-Μαΐ	16.30	17.30	40,10	22,46	0,2 (δάσος)	900
23-Ιουν	24-Ιουν	22.40	11.30	40,10	22,48	0,02 (δάσος)	1100
30-Αυγ	31-Αυγ	23.35	07.00 (στις 31-8)	40,16	22,44	5 (δασική έκταση)	270
6-Σεπ	6-Σεπ	02.20	08.00	40,15	22,44	95 (δασική έκταση), 5 (χορτολιβαδική έκταση)	307
8-Σεπ	8-Σεπ	16.25	23.00	40,15	22,44	15 (δασική έκταση)	203
13-Σεπ	13-Σεπ	17.30	19.00	40,05	22,53	10 (χορτολιβαδική έκταση)	100
15-Σεπ	15-Σεπ	17.10	20.55	40,20	22,35	5 (δασική έκταση)	300
21-Σεπ	21-Σεπ	11.15	14.30	40,15	22,48	3 (δασική έκταση)	270
27-Δεκ	27-Δεκ	18.00	21.25	40,10	22,50	0,5 (δασική έκταση)	300

Έτος 2007							
3-Φεβ	3-Φεβ	19.30	23.30	40,02	22,52	0,02 (δάσος)	800
19-Απρ	20-Απρ	15.20	07.30 (στις 20-4)	40,12	22,45	0,01 (δάσος)	330
3-Ιουν	3-Ιουν	13.39	16.15	40,18	22,33	0,01 (δάσος)	354
18-Ιουλ	19-Ιουλ	14.45	00.20 (στις 19-7)	40,22	22,35	5 (δασική έκταση)	200
4-Αυγ	4-Αυγ	13.00	16.00	40,14	22,50	10 (δασική έκταση)	127

15-Αυγ	19-Αυγ	13.20	19.30 (στις 19-8)	40,12	22,37	2 (δάσος)	1300
1-Δεκ	1-Δεκ	10.50	11.25	40,12	22,48	0,02 (δάσος)	380
12-Δεκ	12-Δεκ	12.50	13.00	40,12	22,45	0,02 (δάσος)	400

Έτος 2008							
30-Ιαν	30-Ιαν	14.35	19.25	39,97	22,57	5 (δάσος)	850
1-Μαρ	2-Μαρ	21.30	18.30 (στις 2-3)	40,02	22,55	15 (δασική έκταση)	450
30-Ιουν	30-Ιουν	16.15	18.30	40,15	22,33	0,1 (δασική έκταση)	1200
20-Ιουλ	20-Ιουλ	11.40	12.10	39,97	22,65	0,2 (δασική έκταση)	20
28-Ιουλ	28-Ιουλ	11.45	20.30	40,05	22,49	0,5 (δάσος)	770
1-Αυγ	3-Αυγ	21.40	19.00 (στις 3-8)	40,12	22,33	0,04 (δάσος)	1900
16-Σεπ	16-Σεπ	13.00	19.55	39,99	22,53	2 (δασική έκταση)	730
18-Σεπ	19-Σεπ	12.10	11.20 (στις 19-9)	40,15	22,49	1,7 (δασική έκταση)	350

Ημερομηνία έναρξης	Ημερομηνία λήξης	Ωρα έναρξης	Ωρα λήξης	Γεωγραφικό πλάτος (°)	Γεωγραφικό μήκος (°)	Καμένη έκταση (στρ.)	Υψόμετρο (μ.)
Έτος 2009							
24-Αυγ	24-Αυγ	14.15	15.00	40,03	22,45	1,5 (δασική έκταση)	1600

Έτος 2010							
20-Φεβ	20-Φεβ	15.39	18.35	40,27	22,33	0,2 (δάσος)	850
14-Μαΐ	14-Μαΐ	10.35	11.20	40,18	22,38	0,1 (δασική έκταση)	270
14-Σεπ	14-Σεπ	11.40	18.30	40,06	22,54	0,2 (δασική έκταση)	2000
17-Σεπ	17-Σεπ	18.50	20.25	40,07	22,38	6 (χορτολιβα δική έκταση)	140

Έτος 2011							
12-Φεβ	12-Φεβ	16.39	17.14	40,00	22,60	0,03 (δασική έκταση)	50
8-Ιουλ	8-Ιουλ	11.30	13.05	40,21	22,41	2 (χορτολιβα δική έκταση)	120
17-Αυγ	17-Αυγ	12.29	17.00	40,07	22,55	4 (χορτολιβα δική έκταση)	75
18-Οκτ	18-Οκτ	12.30	17.10	40,07	22,52	12 (χορτολιβα δική έκταση)	220

Έτος 2012							
30-Μαρ	31-Μαρ	12.50	10.30 (στις 31-3)	39,99	22,59	35 (δάσος)	230
22-Απρ	22-Απρ	18.15	19.20	40,17	22,25	0,5 (δασική έκταση)	300
29-Απρ	1-Μαΐ	14.19	19.30 (στις 1-5)	40,12	22,44	2 (δάσος)	1000
27-Ιουν	1-Ιουλ	12.55	17.30 (στις 1-7)	40,13	22,44	0,5 (δάσος)	1000
21-Ιουλ	21-Ιουλ	14.20	17.00	40,19	22,43	1 (δασική έκταση), 1 (χορτολιβ. έκταση)	920
1-Αυγ	2-Αυγ	08.45	12.00 (στις 2-8)	40,09	22,39	0,2 (δάσος)	2050
6-Αυγ	13-Αυγ	18.35	20.00 (στις 13-8)	40,15	22,38	4 (δάσος)	1720
19-Αυγ	19-Αυγ	18.48	20.20	39,97	22,58	0,05 (δάσος)	605

Πηγή: Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης

Επιπλέον, εξίσου καταλυτικά για τη σκιαγράφιση της παρούσας κατάστασης στον τομέα διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκό Όλυμπο, ήταν τα δεδομένα (Πίνακας 5., 6., 7.) για τις θέσεις των πυροφυλακίων, των χώρων στάθμευσης των πυροσβεστικών οχημάτων, καθώς και των σημείων υδροληψίας (κρουνοί, υδατοδεξαμενές, πηγές, κτλ.).

Πίνακας 5. Θέσεις στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων

Θέσεις στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων		
Γεωγραφικό πλάτος (°)	Γεωγραφικό μήκος (°)	Περιγραφή τοποθεσίας
40,30	22,53	Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης
40,11	22,52	Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου
40,23	22,34	Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας
40,04	22,52	Παλιά Λεπποκαρυά Πιερίας
40,17	22,40	Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας

Πηγή: Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης

Πίνακας 6. Θέσεις πυροφυλακίων

Θέσεις πυροφυλακίων		
Γεωγραφικό πλάτος (°)	Γεωγραφικό μήκος (°)	Περιγραφή τοποθεσίας
40,27	22,33	Πυροφυλάκιο Βρύας
40,24	22,45	Πυροφυλάκιο Κονταριώτισσας

Πηγή: Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης

Πίνακας 7. Θέσεις σημείων υδροληψίας

Θέσεις σημείων υδροληψίας		
Γεωγραφικό πλάτος (°)	Γεωγραφικό μήκος (°)	Περιγραφή τοποθεσίας
39,99	22,56	Πρότσι
39,99	22,54	Τζόρος
39,97	22,61	Αγία Παρασκευή
40,11	22,47	Σταυρός Ολύμπου
40,06	22,48	Σκανδαλιάρα - Άνω Πηγάδι
39,97	22,59	Παλαιοί Πόροι
40,00	22,53	Παλαιά Σκοτίνα
40,00	22,58	Παλαιός Παντελεήμονας
40,09	22,42	Παλιομονάστηρο
40,11	22,46	Μάνα
40,11	22,44	Σέλωμα
40,14	22,40	Μαστορούλη – Παγίδα

Πηγή: Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης

Εν συνεχεία, κατατοπιστικές για το πυρικό ιστορικό του Δρυμού, ήταν οι πληροφορίες που δόθηκαν από τον Δασολόγο - Περιβαλλοντολόγο του Φορέα Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Ολύμπου, με έδρα του το Λιτόχωρο, κ. Τριαντάφυλλο Ι. Μπίτο. Επιπρόσθετα, τα καταγεγραμμένα μετεωρολογικά δεδομένα (μέση τιμή διεύθυνσης - έντασης ανέμου, θερμοκρασίας αέρα και σχετικής υγρασίας), που αφορούσαν σε κάθε ένα περιστατικό πυρκαγιάς από τα παραπάνω, παραχωρήθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία Ελλάδος (<http://www.hnms.gr/>), όπως καταγράφηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό Λάρισας (station code: 16648), επεξεργάστηκαν και παρατίθενται στον **Πίνακα 8**.

Σημαντικές πηγές αποτέλεσαν επίσης, η Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος (www.statistics.gr), από την οποία προσκομίστηκε πίνακας (σε μορφή .xls) με τον κωδικό και τον πληθυσμό κάθε Καλλικρατικού δήμου, σύμφωνα με την απογραφή του 2011, καθώς και τα Δημόσια Ανοικτά Δεδομένα (www.geodata.gov.gr), ένα κεντρικό σημείο συλλογής, αναζήτησης, διάθεσης και απεικόνισης της ανοικτής δημόσιας γεωχωρικής πληροφορίας. Συγκεκριμένα, από τα Δημόσια Ανοικτά Δεδομένα λήφθηκαν εκείνα τα χωρικά δεδομένα, σε μορφή .shp, που κρίθηκαν αναγκαία για την παρούσα εφαρμογή, όπως είναι τα όρια των νομών της Ελλάδας (ΟΚΧΕ), οι οικισμοί, οι πόλεις, το σιδηροδρομικό, το οδικό και το υδρογραφικό δίκτυο της χώρας, οι

περιοχές Natura και Corine 2000, οι υφιστάμενες εγκαταστάσεις υπό καθεστώς προστασίας, καθώς και άλλα ποικίλα δεδομένα που περιγράφουν το εύρος, την τοπογραφία (υψόμετρο, κλίσεις εδάφους) και το χαρακτήρα της περιοχής μελέτης.

Πίνακας 8. Μετεωρολογικά δεδομένα που καταγράφηκαν στη διάρκεια των περιστατικών δασικών πυρκαγιών στον Πιερικό Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012

α/α	Ημερομηνία έναρξης	Μέση διεύθυνση ανέμου (°)	Μέση ένταση ανέμου (Κt)	Μέση θερμοκρασία (°C)	Μέση σχετική υγρασία (%)
Έτος 2005					
1	10/2/2005	145	5	3,9	62
2	28/2/2005	50	6,67	8,53	63
3	18/3/2005	0	0	14,64	55,78
4	7/4/2005	0	0	10,8	68
5	22/6/2005	40	5,33	27,53	34,67
6	4/7/2005	136	5,6	27,28	43,4
7	9/7/2005	52,5	5,5	31,5	39,25
8	19/8/2005	160	10,5	30,6	31

α/α	Ημερομηνία έναρξης	Μέση διεύθυνση ανέμου (°)	Μέση ένταση ανέμου (Κt)	Μέση θερμοκρασία (°C)	Μέση σχετική υγρασία (%)
Έτος 2006					
9	26/5/2006	145	9	28	35,5
10	23/6/2006	38,33	1,17	22,93	81,33
11	30/8/2006	104	3,4	23,32	53
12	6/9/2006	160	6	21,15	61
13	8/9/2006	90	5	26,35	41,5
14	13/9/2006	83,33	7	21,93	43,67
15	15/9/2006	37,5	4	23	52,75
16	21/9/2006	116,67	2,67	23	61,67
17	27/12/2006	0	0	1,13	67,67

α/α	Ημερομηνία έναρξης	Μέση διεύθυνση ανέμου (°)	Μέση ένταση ανέμου (Κt)	Μέση θερμοκρασία (°C)	Μέση σχετική υγρασία (%)
Έτος 2007					
18	3/2/2007	30	1,33	5,87	57,67
19	19/4/2007	97,14	6	16,31	54,43
20	3/6/2007	96,67	10	29,27	28,33
21	18/7/2007	26,15	4,38	30,29	30,77
22	4/8/2007	53,33	5,33	31,6	31,33
23	15/8/2007	35,59	3,15	27,91	47,53
24	1/12/2007	0	0	6,2	98
25	12/12/2007	0	0	7,6	92

α/α	Ημερομηνία έναρξης	Μέση διεύθυνση ανέμου (°)	Μέση ένταση ανέμου (Κt)	Μέση θερμοκρασία (°C)	Μέση σχετική υγρασία (%)
Έτος 2008					
26	30/1/2008	80	3	6,67	42,33
27	1/3/2008	146,67	4,56	15,29	52,89
28	30/6/2008	80	10	30,87	38,33
29	20/7/2008	50	3,33	31	35
30	8/7/2008	88	2,8	25,44	63,8
31	1/8/2008	45,88	3,18	24,72	44,71
32	16/9/2008	240	4,25	24,5	51
33	18/9/2008	148	5,2	19,8	42,6

α/α	Ημερομηνία έναρξης	Μέση διεύθυνση ανέμου (°)	Μέση ένταση ανέμου (Κt)	Μέση θερμοκρασία (°C)	Μέση σχετική υγρασία (%)
Έτος 2009					
34	24/8/2009	85	6	28,9	40

α/α	Ημερομηνία έναρξης	Μέση διεύθυνση ανέμου (°)	Μέση ένταση ανέμου (Κt)	Μέση θερμοκρασία (°C)	Μέση σχετική υγρασία (%)
Έτος 2010					
35	20/2/2010	73,33	4	18,2	58,33
36	14/5/2010	140	2	24,6	35
37	14/9/2010	32	1,8	22	64
38	17/9/2010	0	0	18,3	75,5

α/α	Ημερομηνία έναρξης	Μέση διεύθυνση ανέμου (°)	Μέση ένταση ανέμου (Κt)	Μέση θερμοκρασία (°C)	Μέση σχετική υγρασία (%)
Έτος 2011					
39	12/2/2011	253,33	5,67	15,73	39
40	8/7/2011	56,67	3,33	30,67	30
41	17/8/2011	73,33	5,33	33,67	31,33
42	18/10/2011	0	0	13,8	36,67

α/α	Ημερομηνία έναρξης	Μέση διεύθυνση ανέμου (°)	Μέση ένταση ανέμου (Kt)	Μέση θερμοκρασία (°C)	Μέση σχετική υγρασία (%)
Έτος 2012					
43	30/3/2012	97,5	3	10,7	62
44	22/4/2012	155	6,5	21,1	36,5
45	29/4/2012	80	3,55	20,14	49,8
46	27/6/2012	66,86	5,06	26,25	42,74
47	21/7/2012	66,67	4	35,53	19,67
48	1/8/2012	33,64	1,73	25,09	59,82
49	6/8/2012	83,16	4,19	28,07	45,61
50	19/8/2012	80	8,5	28,6	33,5

Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία Ελλάδος

4.4. Επεξεργασία

4.4.1. Ανάλυση της ποσοτικής και χωρικής εξέλιξης δασικών πυρκαγιών στην περιοχή μελέτης

Προκειμένου να γίνει αντιληπτή η εικόνα που παρουσιάζει η χωρική και ποσοτική κατανομή των δασικών πυρκαγιών στην περιοχή του Πιεरिकού Ολύμπου, κατά την εξεταζόμενη χρονική περίοδο (2005 έως 2012), καθώς και η πορεία εξέλιξης αυτών, κρίθηκε αναγκαία η περαιτέρω ανάλυση των ποικίλων δεδομένων που συλλέχθηκαν μέσω των αντίστοιχων πηγών.

Συνεπώς, στους πίνακες και τα διαγράμματα που ακολουθούν, οπτικοποιούνται τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη στατιστική επεξεργασία των στοιχείων για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών στον Εθνικό Δρυμό Ολύμπου, κατά τα έτη 2005 - 2012, τα οποία αφορούν σε δεδομένα χωρικά, έκτασης καιόμενου δασοπονικού είδους, τοπογραφικά και μετεωρολογικά.

Αρχικά, στον **Πίνακα 9.**, καθώς και στα **Διαγράμματα 4., 5.**, απεικονίζονται το σύνολο των καταγεγραμμένων συμβάντων δασικών πυρκαγιών στον Πιεरिकό Όλυμπο και η συνολική έκταση που κάηκε, ανά έτος της περιόδου μελέτης. Επιπλέον, προκειμένου να επισημανθούν τα ποικίλα δασοπονικά είδη που χαρακτηρίστηκαν ως καμένα, στη διάρκεια των φωτιών που ξέσπασαν σε καθένα από τα έτη 2005 έως 2012 και συνολικά, παρατίθενται ο **Πίνακας 10.** και το **Διάγραμμα 6.**

Πίνακας 9. Αριθμός πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου και συνολική καμένη έκταση κατά την περίοδο 2005 - 2012

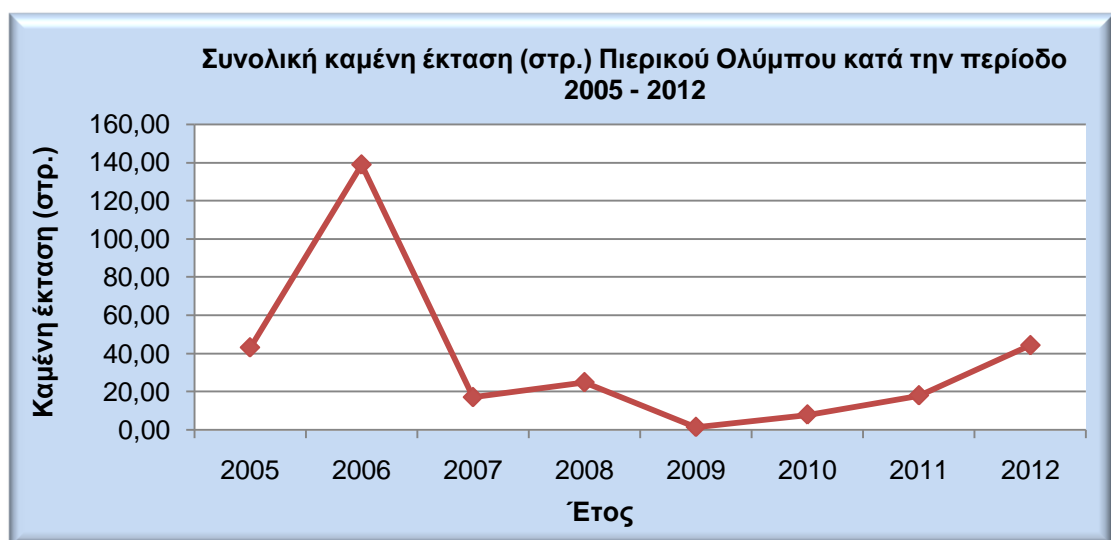
Έτος	Αριθμός δασικών πυρκαγιών στον Πιερικό Όλυμπο	Συνολική καμένη έκταση (στρ.)
2005	8	43,08
2006	9	138,72
2007	8	17,08
2008	8	24,90
2009	1	1,50
2010	4	8,00
2011	4	18,03
2012	8	44,25
Σύνολο	50	295,56

Πίνακας 10. Συνολική καμένη έκταση (στρ.) ανά δασοπονικό είδος κατά την περίοδο μελέτης 2005 - 2012

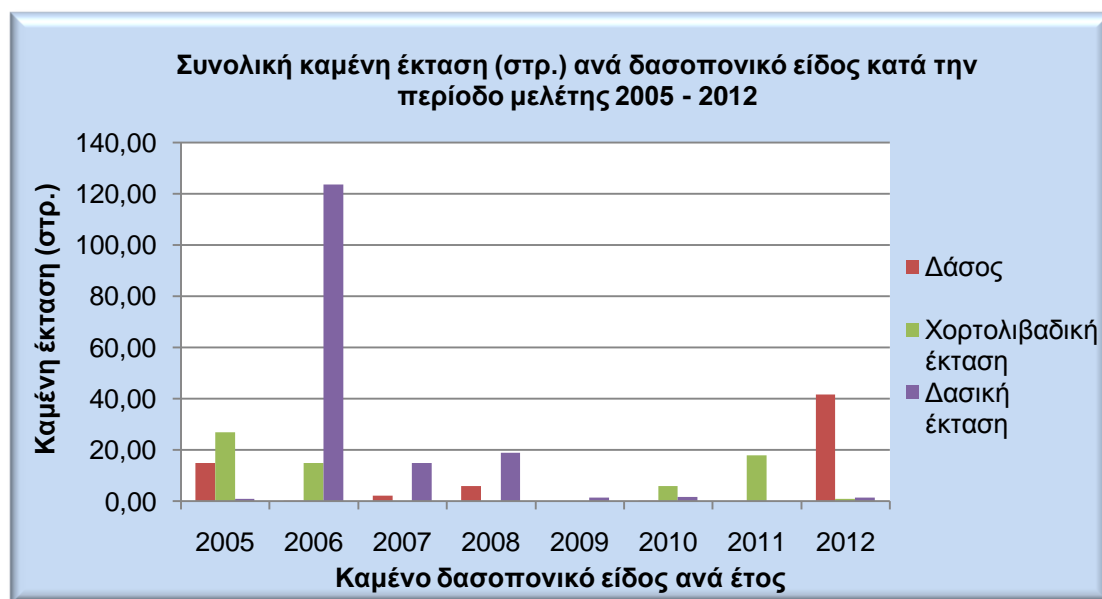
Έτος	Συνολική καμένη έκταση (στρ.) ανά δασοπονικό είδος		
	Δάσος	Χορτολιβαδική έκταση	Δασική έκταση
2005	15,05	27,00	1,03
2006	0,22	15,00	123,50
2007	2,08	0,00	15,00
2008	5,90	0,00	19,00
2009	0,00	0,00	1,50
2010	0,20	6,00	1,80
2011	0,00	18,00	0,03
2012	41,75	1,00	1,50
Σύνολο (2005 - 2012)	65,20	67,00	163,36



Διάγραμμα 4. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερίκού Ολύμπου κατά την περίοδο 2005 - 2012



Διάγραμμα 5. Συνολική καμένη έκταση (στρ.) Πιερίκού Ολύμπου κατά την περίοδο 2005 - 2012



Διάγραμμα 6. Συνολική καμένη έκταση (στρ.) ανά δασοπονικό είδος κατά την περίοδο μελέτης 2005 - 2012

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα, τα οποία παραχωρήθηκαν από την Ιθύνουσα Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (Ν. Πιερίας), ο συνολικός αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών (50 συμβάντα) που έχουν λάβει χώρα στον Πιερίκο Όλυμπο, καθ' όλη την περίοδο μελέτης (2005 - 2012) και ανά έτος, μπορεί να θεωρηθεί μικρός εν συγκρίσει με εκείνα που εκδηλώθηκαν στα υπόλοιπα πυρόπληκτα βουνά και προστατευόμενους εθνικούς δρυμούς της χώρας μας, με ανάλογη βλάστηση και κλιματικές συνθήκες.

Το γεγονός αυτό, όπως εξηγείται και από τους αρμόδιους στον τομέα της καταστολής και αντιμετώπισης των πυρκαγιών, οφείλεται στο ίδιο το καθεστώς που διέπει τον Εθνικό Δρυμό του Ολύμπου, το οποίο δεν επιτρέπει -στα πλαίσια του εφικτού- την ανάπτυξη καταστρεπτικών ανθρώπινων παρεμβάσεων, ενώ οι δραστηριότητες εκείνες που λαμβάνουν χώρα δρουν προστατευτικά έναντι των πυρκαγιών. Επιπλέον, η υπευθυνότητα των Αρχών (Πυροσβεστική Υπηρεσία, Δασική Υπηρεσία, Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Ολύμπου), καθώς και η ευαισθησία των εθελοντών πολιτών (Ομάδα εθελοντικής δράσης Ν. Πιερίας, ορειβάτες, φυσιολάτρες, υλοτόμοι, κτηνοτρόφοι), που δραστηριοποιούνται στον τομέα της προστασίας του Ολύμπου, έχει ως αποτέλεσμα να γίνονται αντιληπτά από τα παρατηρητήρια

και να καταγράφονται τα περισσότερα περιστατικά φωτιών, τα οποία οφείλονται συνήθως σε φυσικά αίτια (π.χ. ανάφλεξη καύσιμης ύλης λόγω πτώσης κεραυνού) και όχι σε ανθρωπογενή.

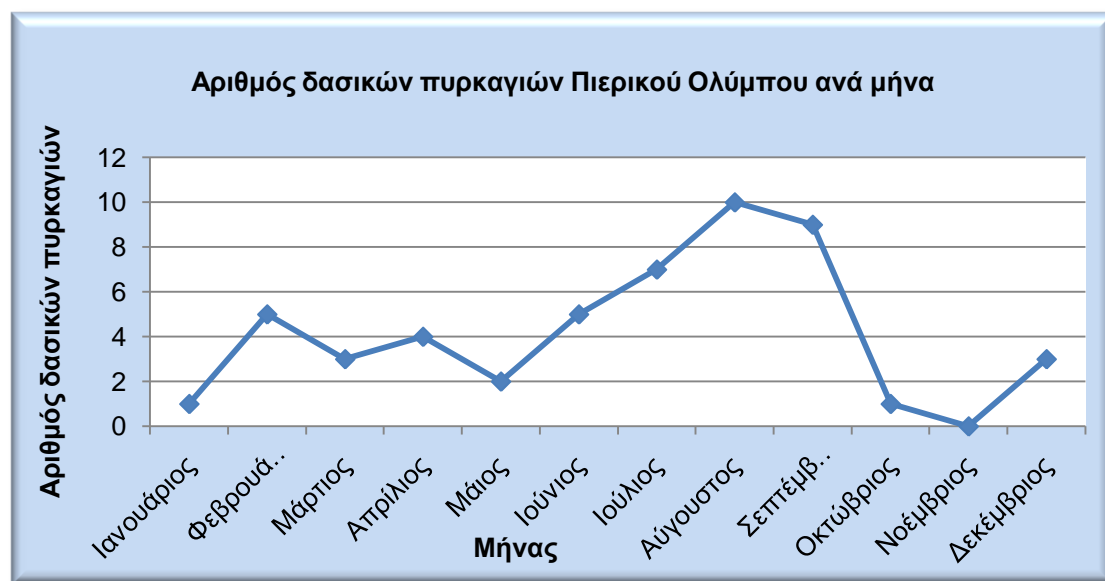
Ειδικότερα, οι φωτιές που προκαλούνται από κεραυνούς, έχουν την ιδιαιτερότητα να γίνονται αντιληπτές, αρκετές ημέρες μετά το πέρας της καταιγίδας (σύνηθες φαινόμενο σε δασικά οικοσυστήματα που συναντώνται σε βουνά της κεντρικής και βορείου Ελλάδος με μεγάλο υψόμετρο). Παράδειγμα τέτοιας πυρκαγιάς στον Πιερίκό Όλυμπο, αποτελεί εκείνη που εκδηλώθηκε στη θέση «Μεσονήσι» Βροντούς (απέναντι από το καταφύγιο «Κρεβάτια») στις 15/8/2007, όπου ο κεραυνός που προκάλεσε τη φωτιά, έπεσε κατά τη διάρκεια καταιγίδας στις 01/8/2007. Σύμφωνα με την καταγραφή, εκείνο το σημείο του βουνού καλύπτονταν από παρθένα δασική έκταση, με πολυετή έλλειψη ανθρώπινης παρουσίας (π.χ. βοσκή, υλοτομία κλπ.), με αποτέλεσμα λόγω της συσσώρευσης μεγάλης ποσότητας οργανικής ύλης στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους (φυλλοτάπητας, χούμος), η φωτιά να καθυστερήσει να γίνει αντιληπτή, αφού κρυφόκαιγε υπογείως για αρκετό διάστημα.

Αξιοσημείωτη, επίσης, παρατήρηση αποτελεί το γεγονός ότι το έτος 2006 έλαβαν χώρα τα πιο καταστρεπτικά περιστατικά δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκό Όλυμπο, τόσο σε αριθμό, όσο και σε μέγεθος καμένης δασικής έκτασης, σύμφωνα με το πόρισμα της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης.

Εν συνεχεία, γίνεται καταγραφή του αριθμού των περιστατικών δασικών πυρκαγιών στον Εθνικό Δρυμό Ολύμπου, καθώς και της καμένης έκτασης, σε αντιστοιχία με το μήνα και την ώρα έναρξης του εκάστοτε συμβάντος, όπως αποδίδονται στους **Πίνακες 11., 12.** και στα **Διαγράμματα 7., 8., 9.**

Πίνακας 11. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου και συνολική καμένη έκταση ανά μήνα

Μήνας Έναρξης	Αριθμός δασικών πυρκαγιών στον Πιερικό Όλυμπο	Καμένη έκταση (στρ.)
Ιανουάριος	1	5,00
Φεβρουάριος	5	20,27
Μάρτιος	3	65,00
Απρίλιος	4	2,52
Μάιος	2	0,30
Ιούνιος	5	5,63
Ιούλιος	7	10,75
Αύγουστος	10	29,15
Σεπτέμβριος	9	142,90
Οκτώβριος	1	12,00
Νοέμβριος	0	0,00
Δεκέμβριος	3	0,54



Διάγραμμα 7. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου ανά μήνα



Διάγραμμα 8. Καμένη έκταση (στρ.) Πιερίκου Ολύμπου ανά μήνα

Πίνακας 12. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερίκου Ολύμπου ανά ώρα έναρξης

Ώρα έναρξης	Αριθμός δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκο Όλυμπο
00:00-01:00	0
01:00-02:00	0
02:00-03:00	1
03:00-04:00	0
04:00-05:00	0
05:00-06:00	0
06:00-07:00	0
07:00-08:00	0
08:00-09:00	1
09:00-10:00	0
10:00-11:00	4
11:00-12:00	6
12:00-13:00	8
13:00-14:00	3
14:00-15:00	6
15:00-16:00	2
16:00-17:00	6
17:00-18:00	3
18:00-19:00	5
19:00-20:00	1
20:00-21:00	0
21:00-22:00	2
22:00-23:00	1
23:00-24:00	1



Διάγραμμα 9. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου ανά ώρα έναρξης

Παρατηρώντας τους παραπάνω πίνακες και γραφήματα, διαπιστώνουμε πως επικρατέστεροι μήνες για την εκδήλωση και εξάπλωση δασικών πυρκαγιών, ήταν ο Ιούλιος, ο Αύγουστος και ο Σεπτέμβριος, με το μήνα Αύγουστο αναμενόμενα να πρωτοστατεί σε πλήθος περιστατικών, ενώ κατά το μήνα Σεπτέμβριο σημειώθηκε η μεγαλύτερη καταστροφή δασικής έκτασης. Επιπλέον, το χρονικό διάστημα εντός της ημέρας στο οποίο καταγράφηκαν τα περισσότερα συμβάντα πυρκαγιών, ήταν κυρίως οι μεσημβρινές ώρες 12:00 - 15:00. Γεγονός που αποτελεί απόρροια των υψηλών θερμοκρασιών, οι οποίες σημειώνονται κατά τις ώρες εκείνες, καθώς και του αυξημένου επιπέδου υγρασίας που δημιουργούν, συνηγορώντας στην έναρξη μίας δασικής πυρκαγιάς.

Σύμφωνα με την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και πρωτίστως βάσει των στοιχείων που αποδόθηκαν από τις αρμόδιες υπηρεσίες, επιχειρείται κατόπιν, να υπογραμμιστεί η άμεση ή έμμεση επίδραση της τοπογραφίας (Πίνακας 13. και **Διάγραμμα 10.**) στην εξάπλωση δασικών πυρκαγιών, καθώς και η βαρύνουσα επιρροή των καιρικών συνθηκών στη συμπεριφορά τους (Πίνακες 14., 15., 16., 17. και **Διαγράμματα 11., 12., 13., 14.**).

Πίνακας 13. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερίκού Ολύμπου σύμφωνα με την κατανομή υψομέτρου (μ.)

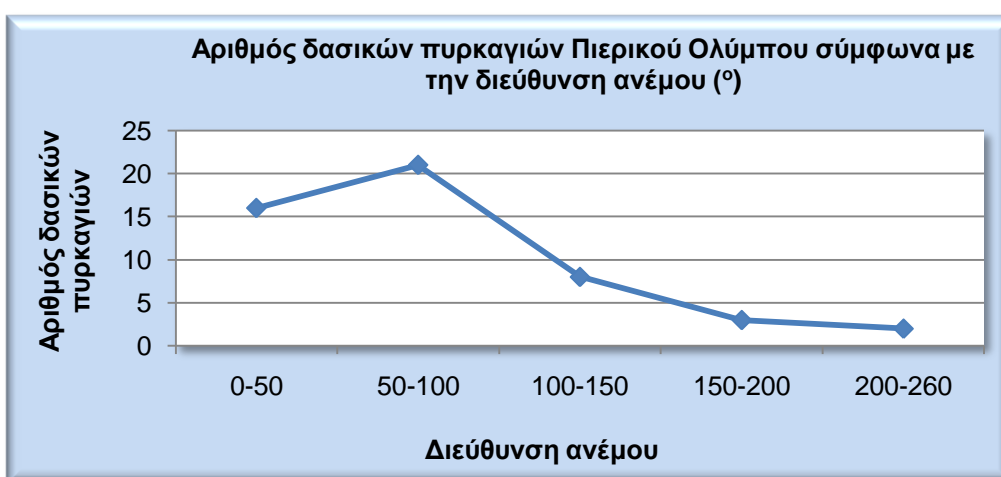
Κατανομή υψομέτρου (μ.)	Αριθμός δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκό Όλυμπο
0-200	9
200-400	19
400-600	2
600-800	4
800-1000	6
1000-1200	3
1200-1400	2
1400-1600	0
1600-1800	2
1800-2000	1
2000-2200	2



Διάγραμμα 10. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιερίκού Ολύμπου σύμφωνα με την κατανομή υψομέτρου (μ.)

Πίνακας 14. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιεरिकού Ολύμπου σύμφωνα με την διεύθυνση ανέμου (°)

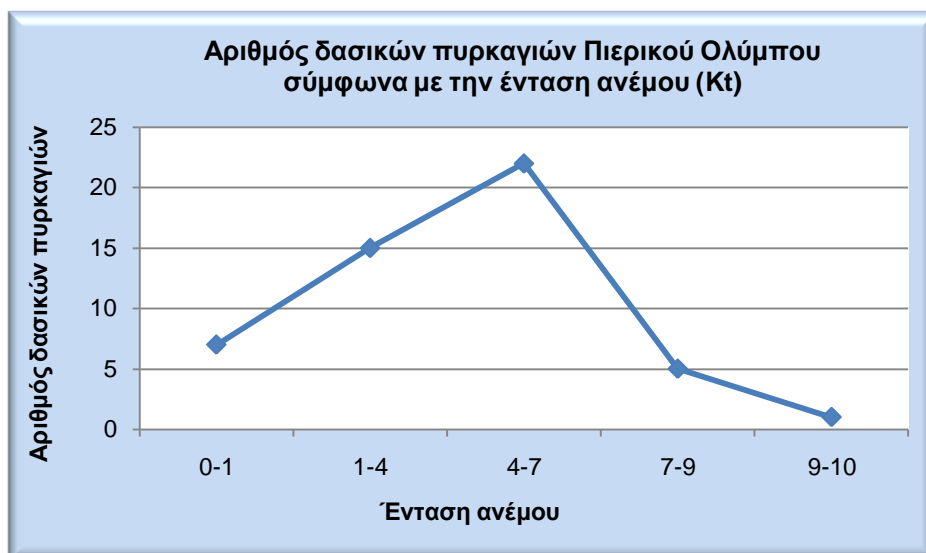
Διεύθυνση ανέμου (°)	Αριθμός δασικών πυρκαγιών στον Πιεरिकό Όλυμπο
0-50	16
50-100	21
100-150	8
150-200	3
200-260	2



Διάγραμμα 11. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιεरिकού Ολύμπου σύμφωνα με την διεύθυνση ανέμου (°)

Πίνακας 15. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιεरिकού Ολύμπου σύμφωνα με την ένταση ανέμου (Kt)

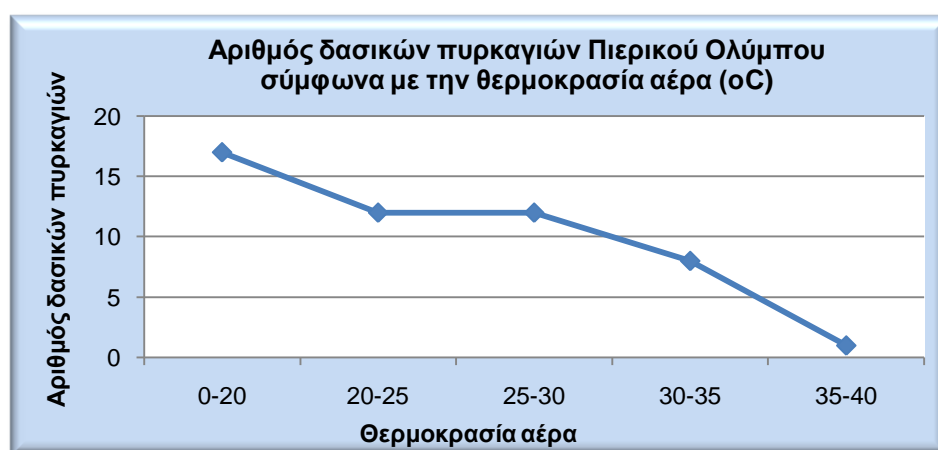
Ένταση ανέμου (Kt)	Αριθμός δασικών πυρκαγιών στον Πιεरिकό Όλυμπο
0-1	7
1-4	15
4-7	22
7-9	5
9-10	1



Διάγραμμα 12. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιετικού Ολύμπου σύμφωνα με την ένταση ανέμου (Kt)

Πίνακας 16. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιετικού Ολύμπου σύμφωνα με την θερμοκρασία αέρα (°C)

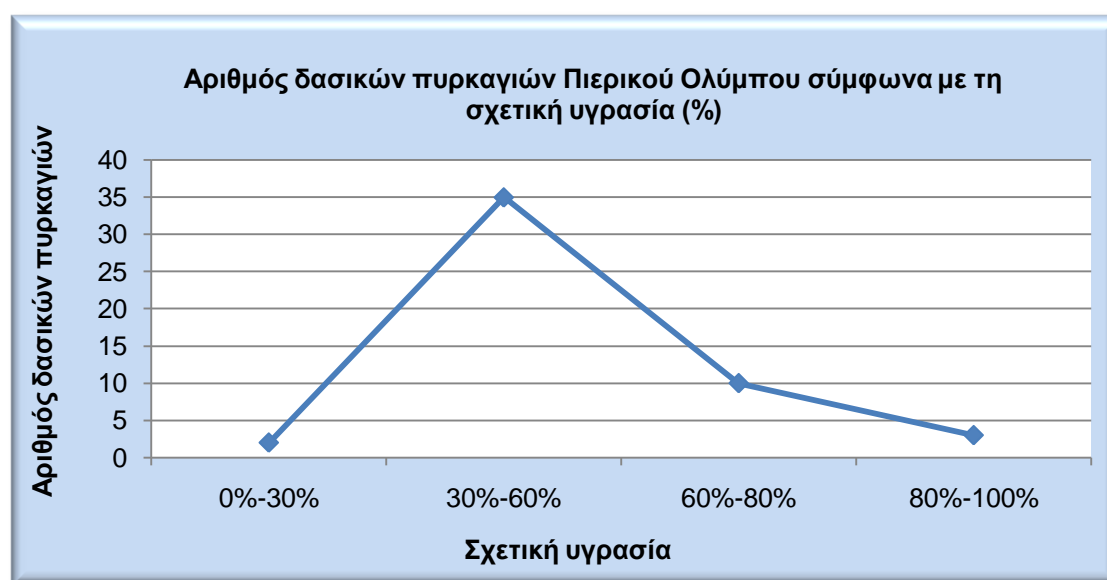
Θερμοκρασία αέρα (°C)	Αριθμός δασικών πυρκαγιών στον Πιετικό Όλυμπο
0-20	17
20-25	12
25-30	12
30-35	8
35-40	1



Διάγραμμα 13. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιετικού Ολύμπου σύμφωνα με την θερμοκρασία αέρα (°C)

Πίνακας 17. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιεरिकού Ολύμπου σύμφωνα με τη σχετική υγρασία (%)

Σχετική υγρασία %	Αριθμός δασικών πυρκαγιών στον Πιεरिकό Όλυμπο
0%-30%	2
30%-60%	35
60%-80%	10
80%-100%	3



Διάγραμμα 14. Αριθμός δασικών πυρκαγιών Πιεरिकού Ολύμπου σύμφωνα με τη σχετική υγρασία (%)

Έπειτα από επεξεργασία και ανάλυση των προηγούμενων στοιχείων, γίνεται, λοιπόν, αντιληπτό πως σε χαμηλότερα υψόμετρα (0 έως 400 μ.) ευνοείται η εκδήλωση περισσότερων περιστατικών δασικών πυρκαγιών, καθώς στα κατώτερα τοπογραφικά σημεία, το επίπεδο του ατμοσφαιρικού οξυγόνου είναι υψηλό και σε συνδυασμό με τις μεγάλες θερμοκρασίες αέρα που αναπτύσσονται, αυξάνει η στάθμη της σχετικής υγρασίας και ευνοείται η εξάπλωση της πυρκαγιάς.

Ως γνωστόν, οι μετεωρολογικές συνθήκες και ιδιαίτερως ο άνεμος, αποτελούν καταλυτικό παράγοντα στην έναρξη, τον ρυθμό εξέλιξης και την

κατεύθυνση μίας δασικής πυρκαγιάς, καθώς επιδρούν στην περιεχόμενη υγρασία της καύσιμης ύλης. Συγκεκριμένα, λοιπόν, όσον αφορά την περίπτωση του Εθνικού Δρυμού Ολύμπου, οι βόρειοι και ανατολικοί άνεμοι (με διεύθυνση 0° έως 100°), ήπιας έντασης (4 έως 7 Kt), έχει καταγραφεί ότι συνετέλεσαν στην αύξηση του πλήθους των συμβάντων. Επιπρόσθετα, μεγαλύτερος αριθμός δασικών πυρκαγιών παρατηρήθηκε σε υψηλό επίπεδο θερμοκρασιών αέρα (έως 35° C), με σχετική υγρασία μικρότερη από 60%, καθώς η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα διαδραματίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο στην έναρξη μίας πυρκαγιάς και στο χρόνο ανάφλεξης και καύσης.

Στους πίνακες που ακολουθούν, οι οποίοι διαμορφώθηκαν σε περιβάλλον ArcGis 10.0, μέσω της εντολής «**Summarize**» του Attribute Table του επιπέδου των καταγεγραμμένων δασικών πυρκαγιών, αποδίδεται η συνολική εικόνα της πορείας εξέλιξής τους, κατά την περίοδο μελέτης 2005 έως 2012, βάσει μέσης τιμής έκτασης καμένων δασοπονικών ειδών και κατανομής υψομέτρου (**Πίνακας 18.**), καθώς και μέσων μεγεθών μετεωρολογικών δεδομένων (**Πίνακας 19.**).

Πίνακας 18. Πορεία εξέλιξης δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου κατά την περίοδο μελέτης 2005 - 2012

Έτος	Μέση καμένη έκταση δάσους (στρ.)	Μέση καμένη χορτολιβαδική έκταση (στρ.)	Μέση καμένη δασική έκταση (στρ.)	Μέση τιμή υψομέτρου (μ.) εκδήλωσης πυρκαγιάς
2005	1,88	3,38	0,13	369,13
2006	0,02	1,67	13,72	416,67
2007	0,26	0,00	1,88	486,38
2008	0,74	0,00	2,38	783,75
2009	0,00	0,00	1,50	1600,00
2010	0,05	1,50	0,08	815,00
2011	0,00	4,50	0,01	116,25
2012	5,22	0,13	0,19	978,13

Πίνακας 19. Πορεία εξέλιξης δασικών πυρκαγιών Πιερίκού Ολύμπου κατά την περίοδο μελέτης 2005 - 2012

Έτος	Μέση τιμή διεύθυνσης ανέμου (°) κατά το περιστατικό πυρκαγιάς	Μέση τιμή έντασης ανέμου (Kt) κατά το περιστατικό πυρκαγιάς	Μέση τιμή θερμοκρασίας αέρα (°C) κατά το περιστατικό πυρκαγιάς	Μέση τιμή σχετικής υγρασίας (%) κατά το περιστατικό πυρκαγιάς
2005	72,94	4,83	19,35	49,64
2006	86,09	4,25	21,20	55,34
2007	42,36	3,77	19,38	55,01
2008	109,82	4,54	22,28	46,33
2009	85,00	6,00	28,90	40,00
2010	61,33	1,95	20,78	58,21
2011	95,83	3,58	23,47	34,25
2012	82,85	4,57	24,44	43,71

Εν κατακλείδι, παρατίθενται οι παρακάτω συγκεντρωτικοί πίνακες (Πίνακες 20., 21.), οι οποίοι αντικατοπτρίζουν το προφίλ ενός μέσου συμβάντος πυρκαγιάς, για τη μελέτη περίπτωσης των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν στον Εθνικό Δρυμό Ολύμπου, κατά τα έτη 2005 - 2012.

Πίνακας 20. Προφίλ μέσης δασικής πυρκαγιάς στον Πιερίκο Όλυμπο κατά τα έτη 2005 - 2012 (συνολικά 50 καταγεγραμμένα περιστατικά δασικών πυρκαγιών)

Περιγραφικά μέτρα στατιστ. δεδομ.	Καμ. έκτ. δάσους (στρ.)	Καμ. χορτολιβ. έκτ. (στρ.)	Καμ. δασ. έκτ. (στρ.)	Υψόμ. (μ.)	Διεύθ. ανέμου (°) κατά το συμβάν	Ένταση ανέμου (Kt) κατά το συμβάν	Θερμοκρ. αέρα (°C) κατά το συμβάν	Σχετ. υγρασία (%) κατά το συμβάν
Μέση τιμή	3,26	6,09	7,36	695,66	79,05	4,16	21,61	49,31
Τυπ. απόκλ.	3,02	5,82	7,09	460,37	58,64	2,71	8,68	16,48
Ελάχ. τιμή	0,01	1	0,01	116,25	0	0	1,13	19,67
Μέγ. τιμή	35	20	95	1600	253,33	10,5	35,53	98

Πίνακας 21. Γεωστατιστικοί δείκτες χωρικής κατανομής δασικών πυρκαγιών Πιερίκού Ολύμπου κατά τα έτη 2005 - 2012

Χωρικός μέσος θέσεων εκδήλωσης πυρκαγιών κατά τα έτη 2005 - 2012		Τυπική απόσταση (μ.) θέσεων εκδήλωσης πυρκαγιών, κατά τα έτη 2005 - 2012, γύρω από το χωρικό μέσο αυτών
Γεωγραφικό πλάτος (°)	Γεωγραφικό μήκος (°)	
44,40	36,91	

Συνεχίζοντας την επεξεργασία των καταγεγραμμένων δεδομένων και προτού υπολογιστούν οι κυριότεροι γεωστατιστικοί δείκτες της χωρικής κατανομής τους, οι οποίοι συμβάλλουν ικανοποιητικά στην απόδοση της διαχρονικής πορείας των δασικών πυρκαγιών του Πιερικού Ολύμπου, κρίνεται χρήσιμη η ταξινόμηση και κατάταξή τους σε ομάδες, ανάλογα με τις τιμές που έχουν λάβει οι εκάστοτε μεταβλητές. Η εν λόγω ταξινόμηση θα επιτρέπει την άμεση περιγραφή κάθε χωρικής ενότητας, διευκολύνοντας έτσι κατά πολύ τη χωρική τους ανάλυση και την εξαγωγή συμπερασμάτων για την πορεία εξέλιξης των συμβάντων δασικών πυρκαγιών, κατά την περίοδο μελέτης.

Για την πραγματοποίηση της ανάλυσης σε ομάδες χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο «IBM SPSS Statistics 20», το οποίο έχει τη δυνατότητα να εκτελεί δύο βασικές μεθόδους ομαδοποίησης: τις μη ιεραρχικές (k-means cluster) και τις ιεραρχικές (hierarchical cluster). Η ταξινομική ανάλυση αποσκοπεί στο να διαχωρίσει τις παρατηρήσεις σε φυσικές ομάδες, ούτως ώστε τα μέλη κάθε ομάδας να είναι όσο το δυνατόν πιο ομοιογενή μεταξύ τους, όσον αφορά σε χωρικά και μη χαρακτηριστικά, εν αντιθέσει με τα μέλη διαφορετικών ομάδων, τα οποία πρέπει στο μέτρο του εφικτού, να μην παρουσιάζουν ομοιογένεια.

Συγκεκριμένα, για τη μελέτη περίπτωσης, η ομαδοποίηση βασίστηκε στη μη ιεραρχική μέθοδο «**k-means cluster**», διότι επιλέχθηκε να γίνει διαχωρισμός των δεδομένων σε ομάδες, έτσι ώστε, κάθε παρατήρηση να εντάσσεται στην ομάδα με την πλησιέστερη μέση τιμή της επιλεχθείσας μεταβλητής, η οποία συμπεριφέρεται ως χαρακτηριστική τιμή της εκάστοτε συστάδας. Κατόπιν, αφού προκαθορίστηκε ο αριθμός (k) των clusters (συστάδων) που θα προκύψουν από την παραπάνω διαδικασία, να ισούται με 3, πραγματοποιήθηκαν δύο ταξινομήσεις των δεδομένων, μία χωρική και μία μη - χωρική. Η χωρική ταξινόμηση (spatial classification) έγινε βάσει της θέσης εκδήλωσης του εκάστοτε συμβάντος δασικής πυρκαγιάς στον Εθνικό Δρυμό Ολύμπου (γεωγραφικό πλάτος και μήκος), όπως φαίνεται στον **Πίνακα 22**. Όσον αφορά τη μη - χωρική (non - spatial classification), επιλέχθηκαν μεταβλητές (έκταση καμένων δασοπονικών ειδών, κατανομή υψομέτρου, μετεωρολογικές μετρήσεις), οι οποίες προσδίδουν βαρύνουσα

σημασία στην έκβαση του θέματος μελέτης της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας (Πίνακας 23.).

Πίνακας 22. Χωρική ταξινόμηση (spatial classification) των περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιεरिकού Ολύμπου κατά τα έτη 2005 - 2012

Final Cluster Centers			
	Cluster		
	1	2	3
Μέσο γεωγραφικό πλάτος (°)	40,02	40,18	40,12
Μέσο γεωγραφικό μήκος (°)	22,55	22,36	22,46

Cluster	Number of Cases in each Cluster		Ποσοστό πυρκαγιών ανά cluster
	1	2	3
	17	13	40%
	20	13	26%
	17	20	34%
Valid			50
Missing			0

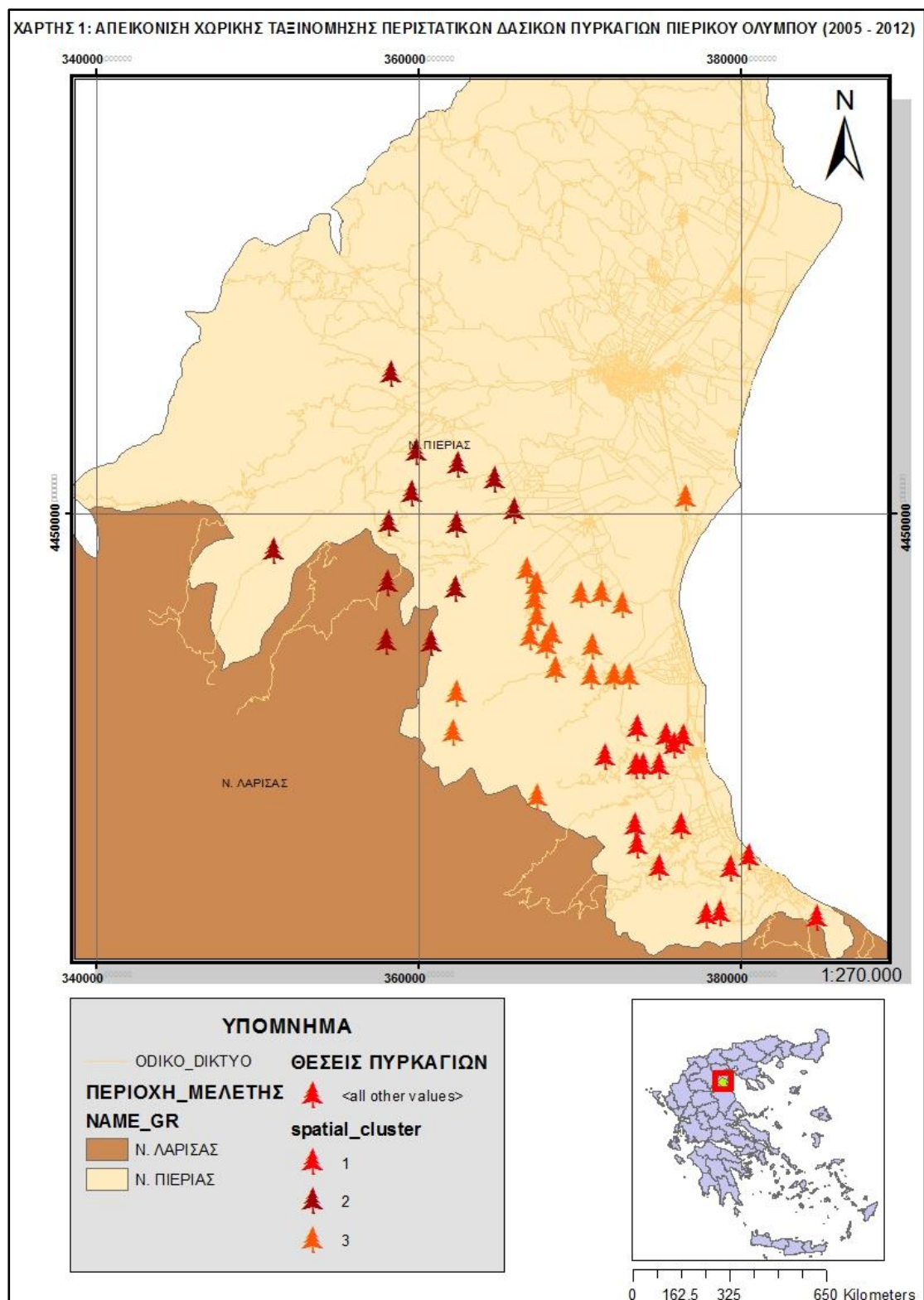
Πίνακας 23. Μη - χωρική ταξινόμηση (non - spatial classification) των περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιεरिकού Ολύμπου κατά τα έτη 2005 - 2012

Final Cluster Centers			
	Cluster		
	1	2	3
Μέση καμένη έκταση δάσους (στρ.)	0,32	0	25
Μέση καμένη χορτολιβαδική έκταση (στρ.)	1,32	5	0
Μέση καμένη δασική έκταση (στρ.)	1,42	95	0
Μέσο υψόμετρο (μ.)	611	307	490
Μέση διεύθυνση ανέμου (°)	78,61	160,00	48,75
Μέση ένταση ανέμου (Kt)	4,23	6,00	1,50
Μέση θερμοκρασία αέρα (°C)	22,00	21,15	12,67
Μέση σχετική υγρασία (%)	48,65	61,00	58,89

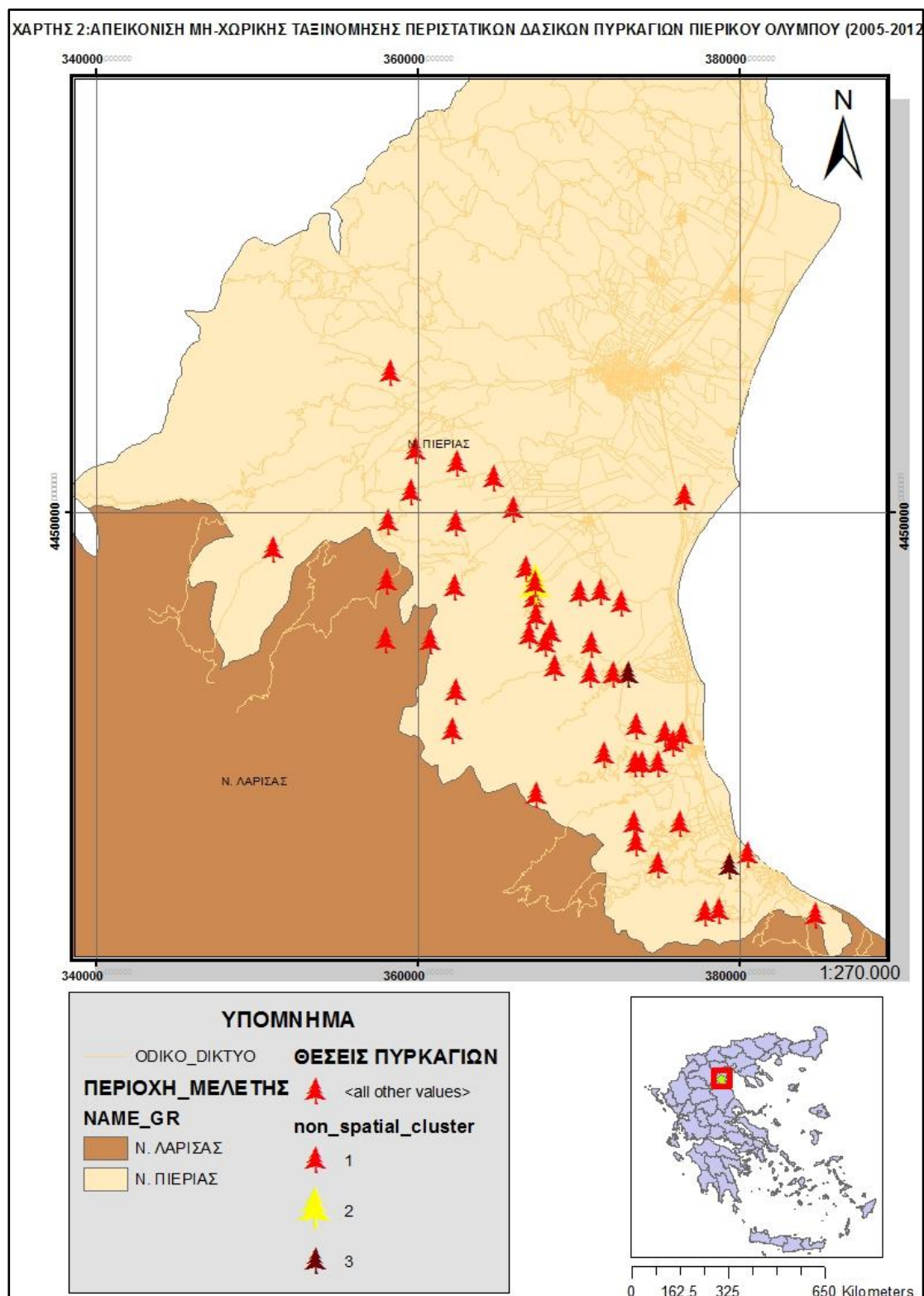
Cluster	Number of Cases in each Cluster		Ποσοστό πυρκαγιών ανά cluster
	1	2	3
	47	1	94%
	2	1	2%
	1	2	4%
Valid			50
Missing			0

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα της μη - χωρικής ταξινόμησης, τα οποία παρουσιάζονται στον παραπάνω πίνακα, διαπιστώνουμε ότι η **ομάδα 1 (cluster 1)** συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό (94%) περιστατικών δασικών πυρκαγιών του Περικού Ολύμπου, στη διάρκεια της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου (2005 - 2012). Συνεπώς, κατά την πορεία μελέτης της παρούσας εργασίας, ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στη συγκεκριμένη ομάδα, η οποία χαρακτηρίζεται από το μεγαλύτερο μέσο υψόμετρο (611 μ.), την υψηλότερη τιμή μέσης θερμοκρασίας αέρα (22 °C), τη χαμηλότερη τιμή μέσης σχετικής υγρασίας (48,65%), ενδιάμεσο επίπεδο μέσης έντασης ανέμου (4,23 Kt), καθώς και από τη μικρότερη συνολικά καμένη έκταση βλάστησης, έναντι των υπόλοιπων ομάδων (**Πίνακας 23.**).

Εν συνεχεία, παρατίθενται οι **Χάρτες 1., 2.** που υλοποιήθηκαν σε περιβάλλον ArcGis 10.0 και απεικονίζουν, για τα δύο είδη ταξινομήσεων (χωρική και μη - χωρική αντίστοιχα), τις ομάδες (clusters) στις οποίες διαχωρίστηκαν τα συμβάντα δασικών πυρκαγιών στον Εθνικό Δρυμό Ολύμπου.



Χάρτης 1. Χάρτης απεικόνισης της χωρικής ταξινόμησης (*spatial classification*) των περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερίκου Ολύμπου κατά τα έτη 2005 - 2012

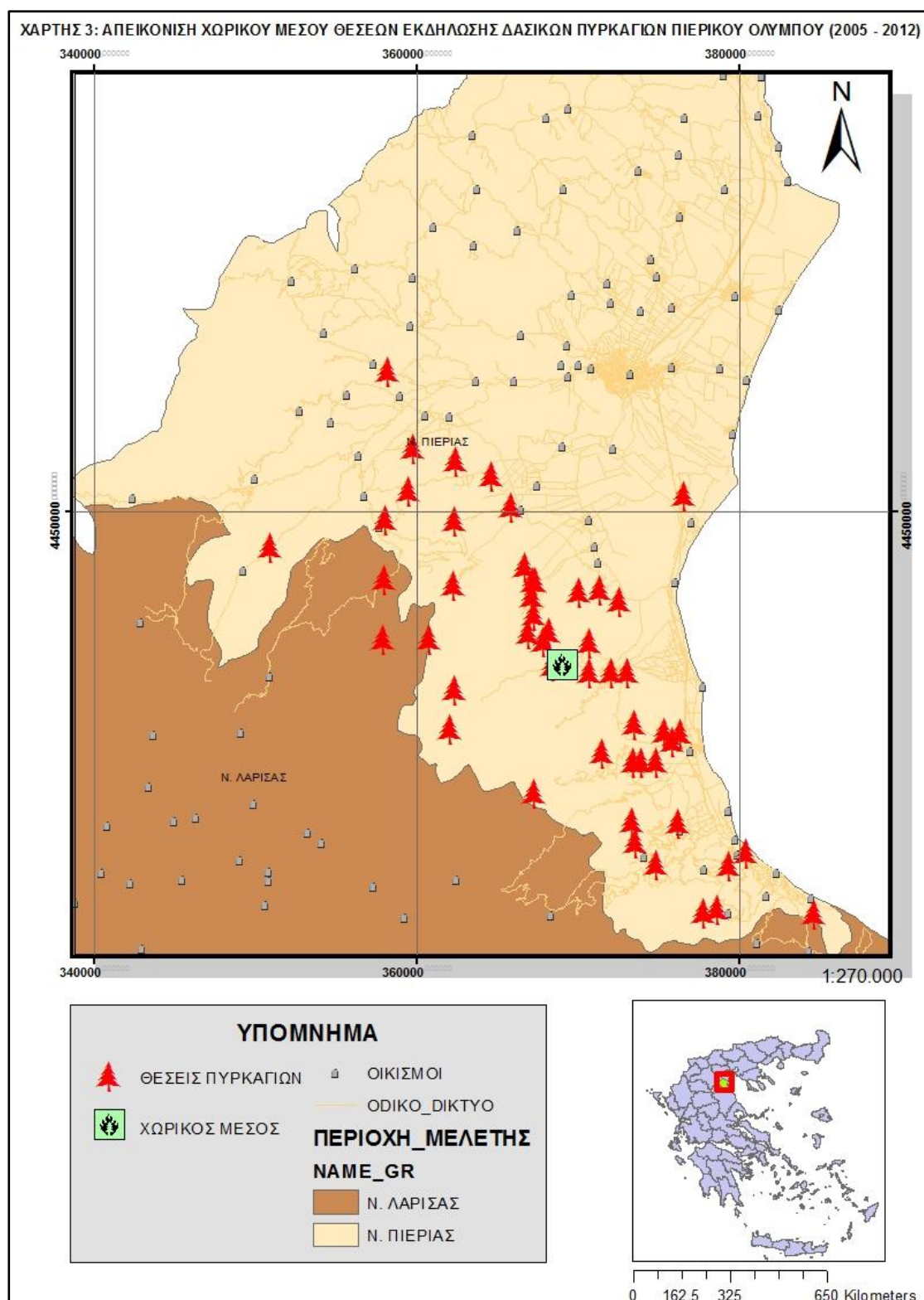


Χάρτης 2. Χάρτης απεικόνισης της μη - χωρικής ταξινόμησης (non - spatial classification) των περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερίκου Ολύμπου κατά τα έτη 2005 - 2012

Έπειτα από την εξαγωγή των παραπάνω γραφημάτων, χαρτών και στατιστικών πινάκων, ακολουθεί ο υπολογισμός κατάλληλων γεωστατιστικών δεικτών, σε περιβάλλον του λογισμικού ArcGis 10.0, της ESRI. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στους επόμενους χάρτες, συμβάλλοντας έτσι, στην κατανόηση της χωρικής κατανομής και συνολικής πορείας εξέλιξης των περιστατικών δασικών πυρκαγιών του Πιερικού Ολύμπου.

Αρχικά, λοιπόν, από τη γραμμή εργαλείων «Standard» του ArcMap 10.0, επιλέγοντας το εργαλείο «ArcToolbox window», προβάλλεται το παράθυρο με τη λίστα των εργαλείων γεωεπεξεργασίας, από την οποία διαλέγουμε τη ροή: **Spatial Statistics Tools > Measuring Geographic Distributions > Mean Center**. Με την παραπάνω διαδικασία, υπολογίζεται ο χωρικός μέσος («Mean Center»), ο οποίος αντιπροσωπεύει πάνω στο χάρτη, την θέση που έχει την ιδιότητα να προβάλλει την κατανομή συγκεντρωμένη, δηλαδή να δείχνει πού είναι το κέντρο βάρους εκείνης (**Χάρτης 3.**). Με άλλα λόγια, η μέση θέση παρουσιαζόμενη με τη μορφή ενός σημείου, προμηθεύει τον μελετητή με έναν δείκτη, που ουσιαστικά εκπροσωπεί μία εκτενή λίστα σημείων που αποτελούν την χωρική κατανομή.

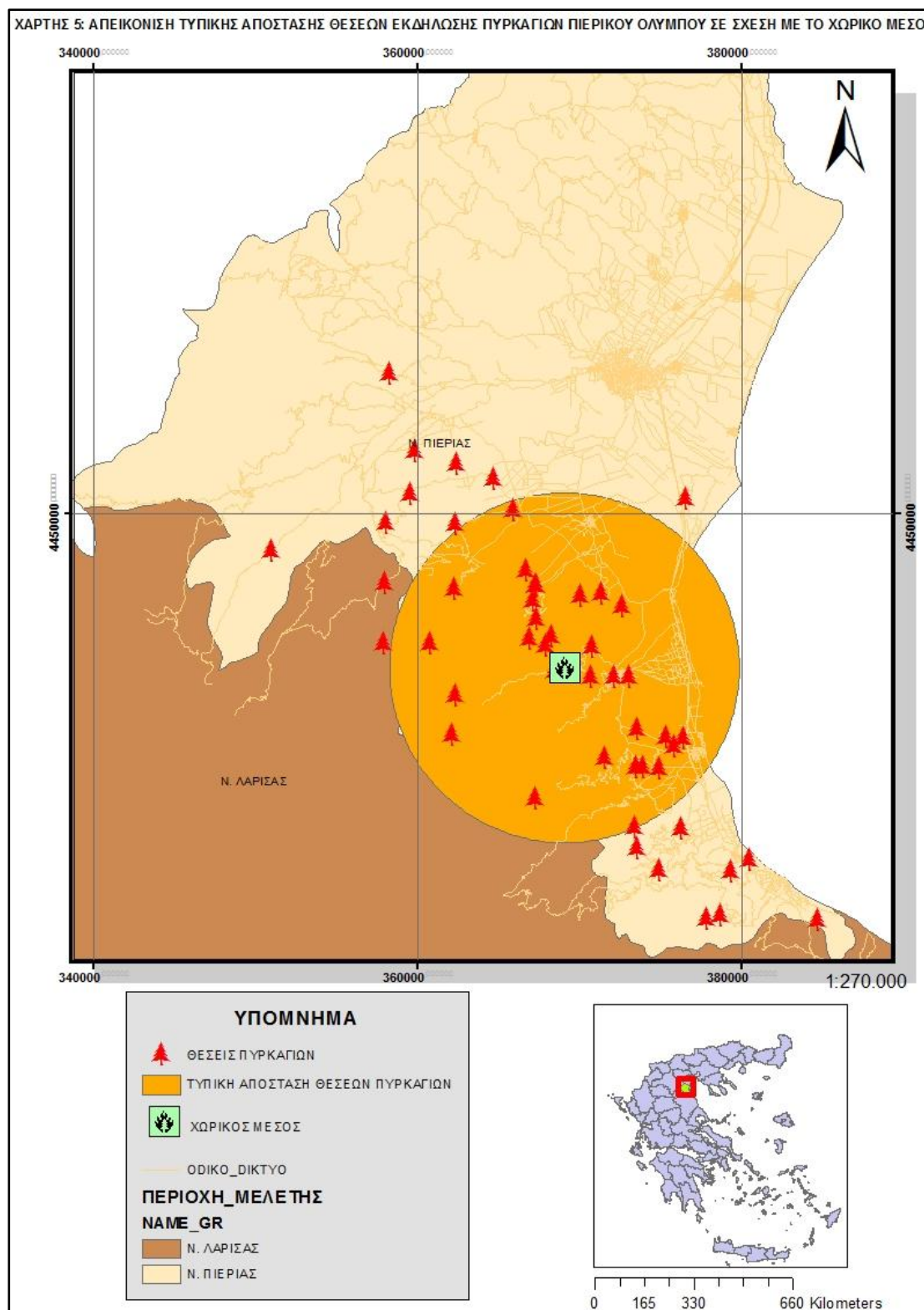
Εν συνεχεία, έλαβε χώρα ο υπολογισμός του χωρικού μέσου των θέσεων εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών του Εθνικού Δρυμού Ολύμπου, για καθένα από τα έτη 2005 έως 2012, ούτως ώστε να αποκτήσουμε εικόνα της διαχρονικής πορείας εξέλιξης της κατανομής των πυρκαγιών, ανάλογα με την κατεύθυνση που τείνει κάθε φορά το κέντρο βάρους του συνόλου τους (**Χάρτης 4.**). Παρακολουθώντας, λοιπόν, τις μεταβολές του χωρικού μέσου, μέσω των διαφορετικών θέσεων που λαμβάνει διαχρονικά, είναι εφικτό να εξαχθούν παράλληλα συμπεράσματα για τις φυσικές και ανθρώπινες διαδικασίες που διαδραματίζονται στη μελέτη περίπτωσης και είναι πιθανό να επηρεάζουν την εκδήλωση και εξάπλωση φυσικών φαινομένων πυρκαγιάς (Κουτσόπουλος, Κ., Φώτης, Ν., Γ., 2012).



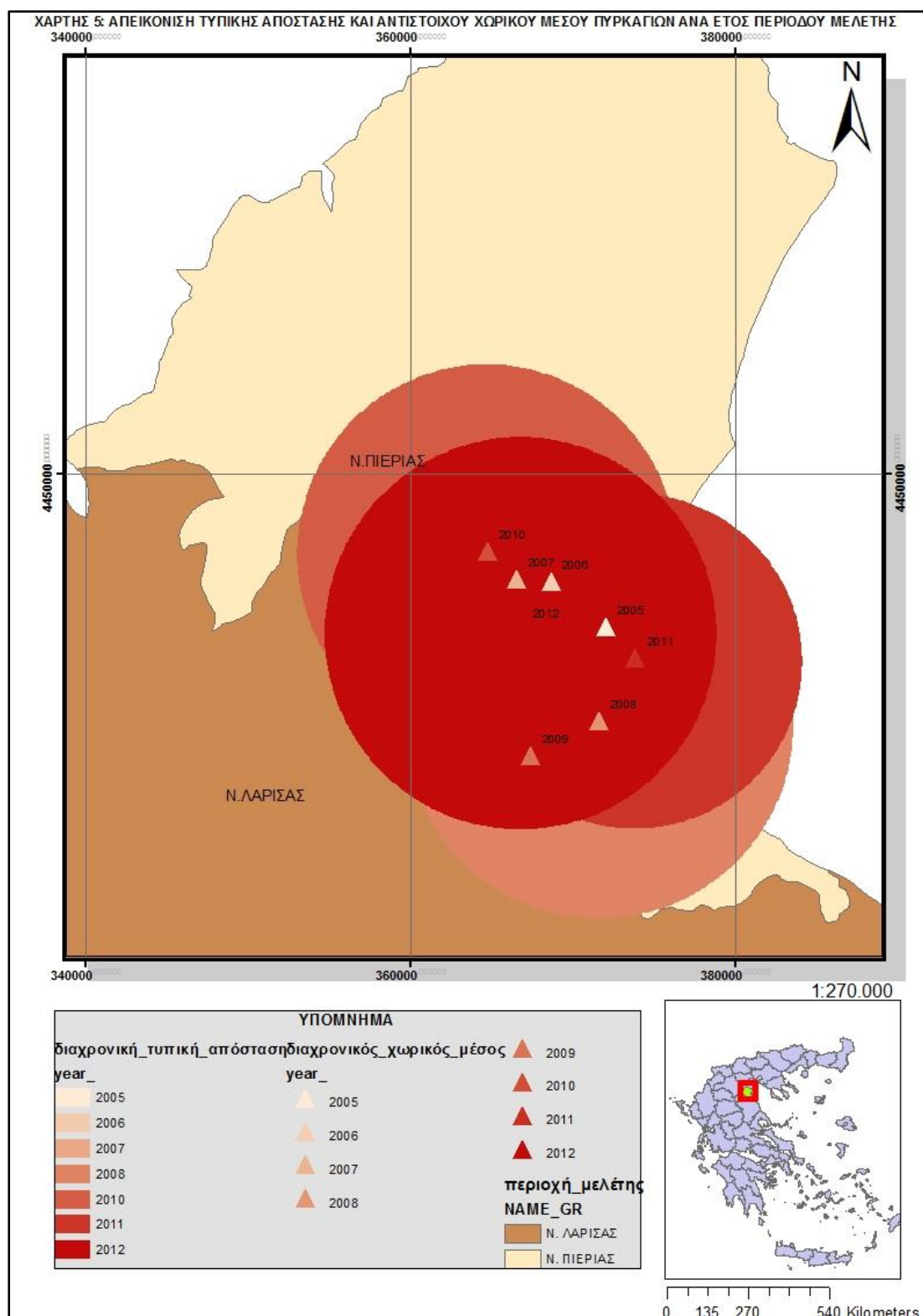
Χάρτης 3. Χάρτης απεικόνισης του χωρικού μέσου των θέσεων εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκο Όλυμπο κατά τα έτη 2005 - 2012

Παρατηρώντας τους παραπάνω χάρτες, διαπιστώνουμε ότι ο χωρικός μέσος των περιστατικών των δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκο Όλυμπο, κατά την εξεταζόμενη περίοδο, εντοπίζεται στο τμήμα της νοτιοδυτικής Πιερίας, σε μέσο σχετικά υψόμετρο (περίπου 700 μ.). Επιπρόσθετα, παρακολουθώντας τη διαχρονική πορεία του χωρικού μέσου, διαπιστώνεται μία τάση μετακίνησης των συμβάντων πυρκαγιάς, από τις ανατολικές υπώρειες του Ολύμπου, στις οποίες εκτείνεται η κωμόπολη του Λιτόχωρου, μέχρι τις βορειότερες, όπου συναντούμε τα χωριά Βροντού και Δίον, καταλήγοντας στην νοτιοδυτική πλευρά του (με εύρος υψομέτρου από 600 μ. έως 1.000 μ.). Γενικά, η μεταβολή του χωρικού μέσου ανά έτος της περιόδου μελέτης, φαίνεται να παρουσιάζει αρκετές διακυμάνσεις, με αποτέλεσμα να προκύπτει μία μερικώς ομοιόμορφη χωρική κατανομή, όσον αφορά τα σημεία εκδήλωσης των πυρκαγιών.

Κατόπιν, υπολογίστηκε ένας ακόμη γεωστατιστικός δείκτης χωρικής διασποράς, η τυπική απόσταση, επιλέγοντας το εργαλείο «ArcToolbox window», από τη γραμμή εργαλείων «Standard» του ArcMap 10.0 και ακολουθώντας τη ροή: **Spatial Statistics Tools > Measuring Geographic Distributions > Standard Distance**. Η τυπική απόσταση («Standard Distance»), λοιπόν, αποτελεί μέτρηση της χωρικής διασποράς σε σχέση με τον χωρικό μέσο, δείχνει δηλαδή την κατανομή των σημείων γύρω από το μέσο (Κουτσόπουλος, Κ., Φώτης, Ν., Γ., 2012). Επομένως, όσο μεγαλύτερη είναι η τυπική απόσταση, τόσο πιο μεγάλη θα είναι και η διασπορά των περιστατικών δασικών πυρκαγιών. Συγκεκριμένα, λοιπόν, στο **Χάρτη 5.(α)**, παρατηρούμε μία σχετικά μεγάλη τιμή της τυπικής απόστασης (10.789,26 μ.), γεγονός που επεξηγεί το ότι οι καταγεγραμμένες θέσεις εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκο Όλυμπο, είναι αρκετά διασπαρμένες γύρω από το χωρικό μέσο, παρουσιάζοντας μικρή συγκέντρωση στο χώρο. Επιπρόσθετα, παρατίθεται και ο **Χάρτης 5.(β)**, ο οποίος δίνει μία εικόνα της συσχέτισης της τυπικής απόστασης με το χωρικό μέσο των συμβάντων, ανά έτος της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου (2005 έως 2012).



(α)

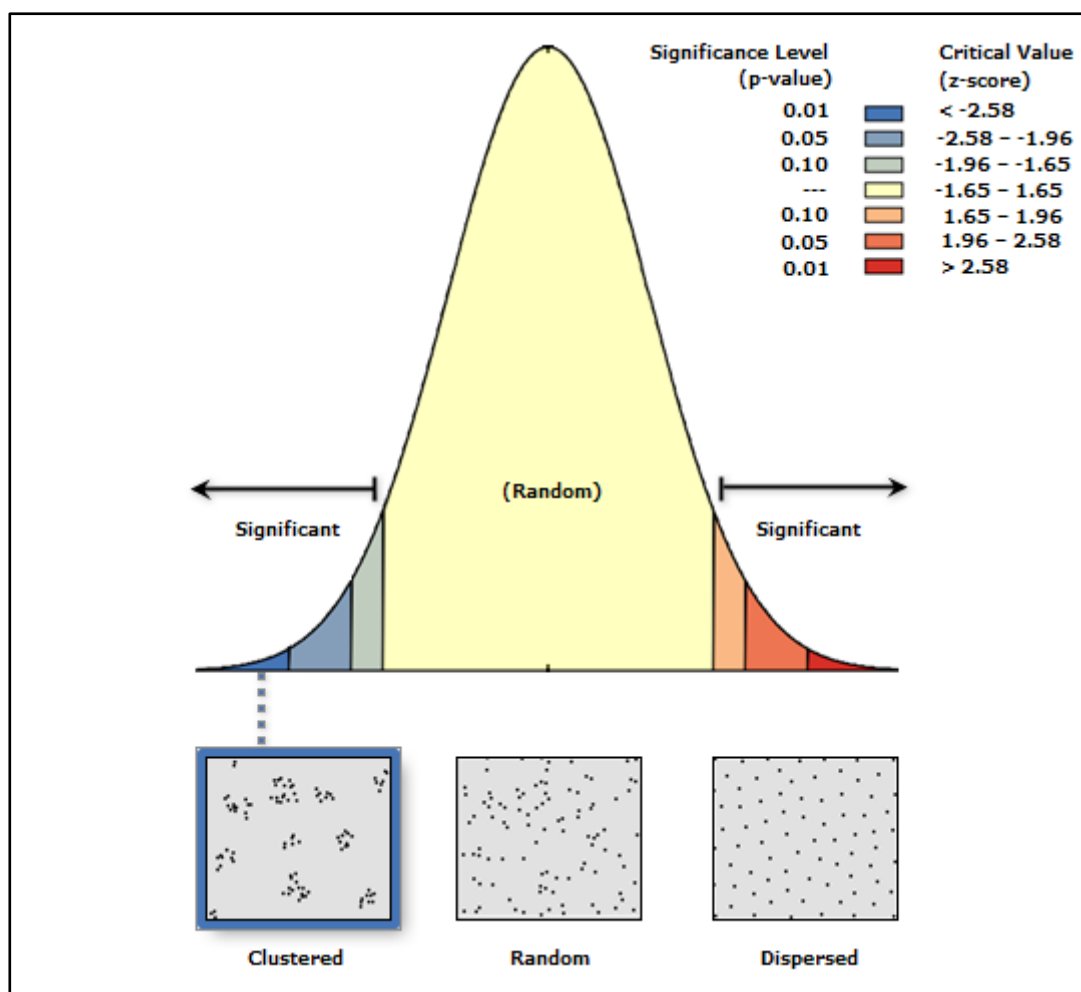


(β)

Χάρτης 5. Χάρτης απεικόνισης της τυπικής απόστασης των περιστατικών δασικών πυρκαγιών στον Πιερικό Όλυμπο, σε σχέση με το χωρικό μέσο, συνολικά (α) και ανά έτος της περιόδου μελέτης, 2005 - 2012 (β)

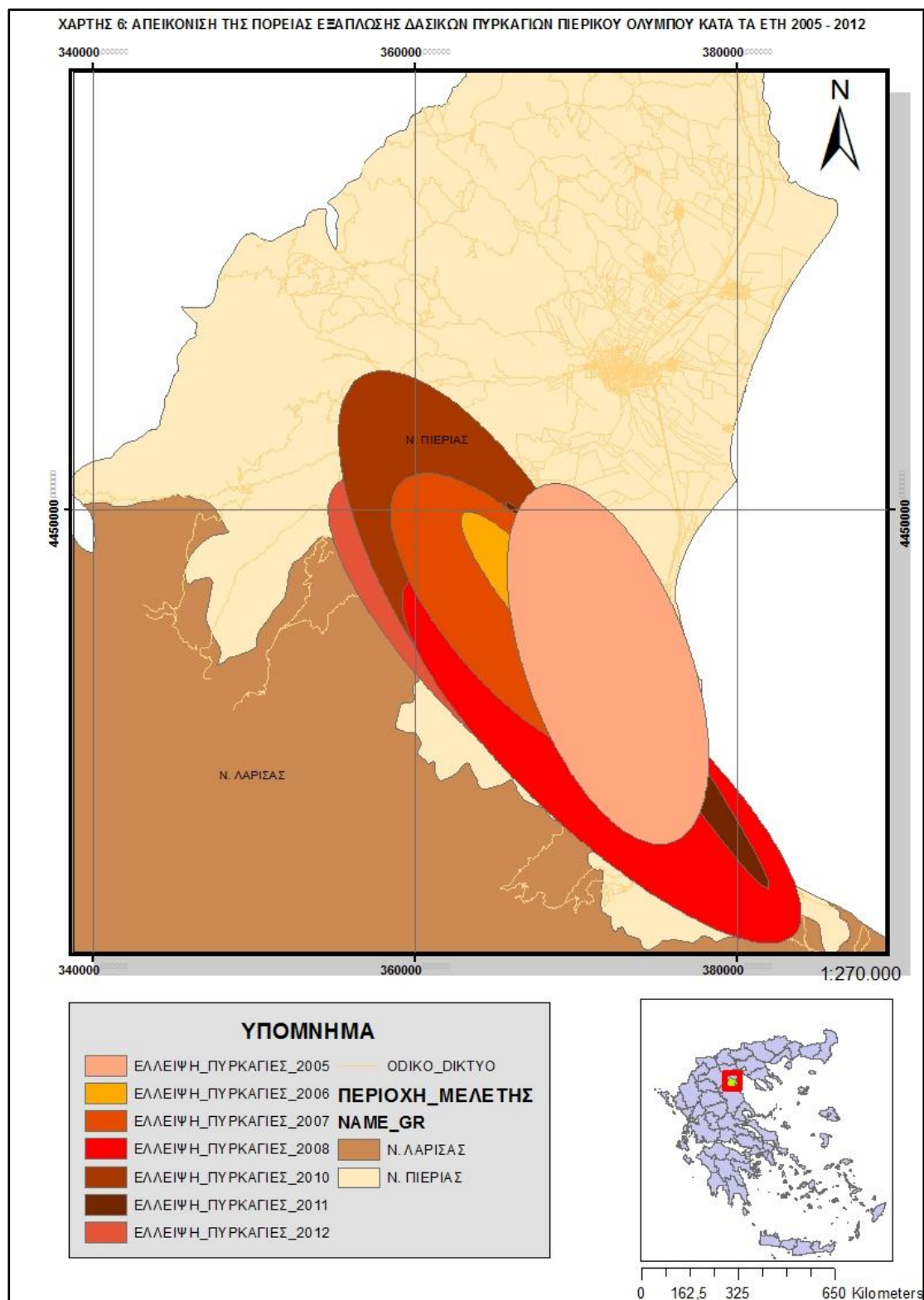
Έπειτα, πραγματοποιείται η ανάλυση του χωροθετικού προτύπου, που ακολουθεί η χωρική κατανομή των διαφόρων θέσεων εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών στην περιοχή μελέτης, για την οποία χρησιμοποιήθηκε σε περιβάλλον ArcMap 10.0, η μέθοδος ανάλυσης απόστασης από Γειτονικό Σημείο (μέσω των βημάτων: **ArcToolbox window > Spatial Statistics Tools > Analyzing Patterns > Average Nearest Neighbor**). Με το δείκτη αυτό δημιουργείται μια κλίμακα, που αρχίζει από ομαδοποιημένο και δια μέσου του τυχαίου, καταλήγει σε ομοιόμορφο πρότυπο, με εύρος τιμών από 0 έως 2,149 (Κουτσόπουλος, Κ., 2005). Συγκεκριμένα, όταν η τιμή του δείκτη $D=dπ/dα$ (NNRatio) ισούται με $D=0$, τότε $dα = 0$ και επομένως έχουμε την ακραία περίπτωση του ομαδοποιημένου πρότυπου. Ακόμα, όταν $D=1$, τότε $dα=dπ$, οπότε έχουμε τυχαίο πρότυπο. Γενικά τιμές του D μικρότερες της μονάδας δείχνουν κατανομές που τείνουν προς ομαδοποιημένο πρότυπο, ενώ τιμές του D μεγαλύτερες της μονάδας δείχνουν κατανομές που τείνουν σε διεσπαρμένα χωρικά πρότυπα (Κουτσόπουλος, Κ., Φώτης, Ν., Γ., 2012).

Εν κατακλείδι, η υφιστάμενη χωρική κατανομή των περιστατικών δασικών πυρκαγιών του Πιερικού Ολύμπου, κατά τα έτη 2005 έως 2012, με τιμή του δείκτη D (NNRatio) ίση με 0,744684, τείνει να ακολουθήσει ομαδοποιημένο χωρικό πρότυπο (**Εικόνα 26.**).



Εικόνα 26. Χωροθετικό πρότυπο (ομαδοποιημένο) της χωρικής κατανομής των περιστατικών δασικών πυρκαγιών του Πιερίκού Ολύμπου, κατά τα έτη 2005 έως 2012

Κατόπιν, ακολουθώντας στον ArcMap 10.0 τα βήματα: **ArcToolbox window > Spatial Statistics Tools > Measuring Geographic Distributions > Directional Distribution (Standard Deviational Ellipse)**, εξήχθησαν οι ελλείψεις τυπικής απόστασης για κάθε έτος της περιόδου μελέτης (2005 - 2012), οι οποίες έχουν την ιδιότητα να συνοψίζουν τα χωρικά χαρακτηριστικά των γεωγραφικών οντοτήτων, όπως είναι η κεντρική τάση, η διασπορά γύρω από το μέσο σε μία διάσταση, καθώς και η τάση κατεύθυνσής τους στην κατανομή των δεδομένων (Αλεβιζάκη, Χ., Γραϊκούσης, Γ., Φώτης, Γ., Ν., 2010). Τα εξαγόμενα αποτελέσματα εμφανίζονται στον χάρτη που ακολουθεί (**Χάρτης 6.**), όπου μέσω των παραγόμενων ελλείψεων, είναι εφικτό να παρακολουθήσουμε την πορεία εξάπλωσης των δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκό Όλυμπο κατά τα έτη 2005 έως 2012.



Χάρτης 6. Χάρτης απεικόνισης της πορείας εξάπλωσης των δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκο Όλυμπο κατά τα έτη 2005 - 2012

Συγκεκριμένα, με τη βοήθεια του παραπάνω χάρτη, καθώς και του **Πίνακα 24.**, ο οποίος συγκεντρώνει τα στοιχεία που περιγράφουν την περιστροφή των ελλείψεων για το εκάστοτε έτος της εξεταζόμενης περιόδου, διαπιστώνουμε πως οι ελλείψεις δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερη απόκλιση η μία από την άλλη, κινούνται σχεδόν παράλληλα (ομοιόμορφη περιστροφή), με εμφανή κατεύθυνση εξάπλωσης των περιστατικών φωτιάς προς τη νοτιοδυτική Πιερία, όπως φανερώνει η κατεύθυνση του μεγάλου άξονα κάθε έλλειψης. Αξίζει να σημειωθεί το γεγονός ότι εξαίρεση αποτελεί η έλλειψη του έτους 2005, η οποία αποκλίνει σημαντικά έναντι των υπολοίπων (βλ. **Πίνακα 24.**, όπου υπολογίστηκε περιστροφή ίση με $-64,341$) και αποκαλύπτει πορεία εξάπλωσης των πυρκαγιών προς τα βορειοανατολικά του νομού Πιερίας, η οποία αποδίδεται, σύμφωνα με τα καταγεγραμμένα μετεωρολογικά δεδομένα, στη βορειοανατολική κατά μέσο όρο διεύθυνση ανέμου (0° έως 90°), που έπνεε εκείνη τη χρονική περίοδο (βλ. **Πίνακα 24.**, όπου υπολογίστηκε μέση διεύθυνση ανέμου ίση με $72,938^\circ$).

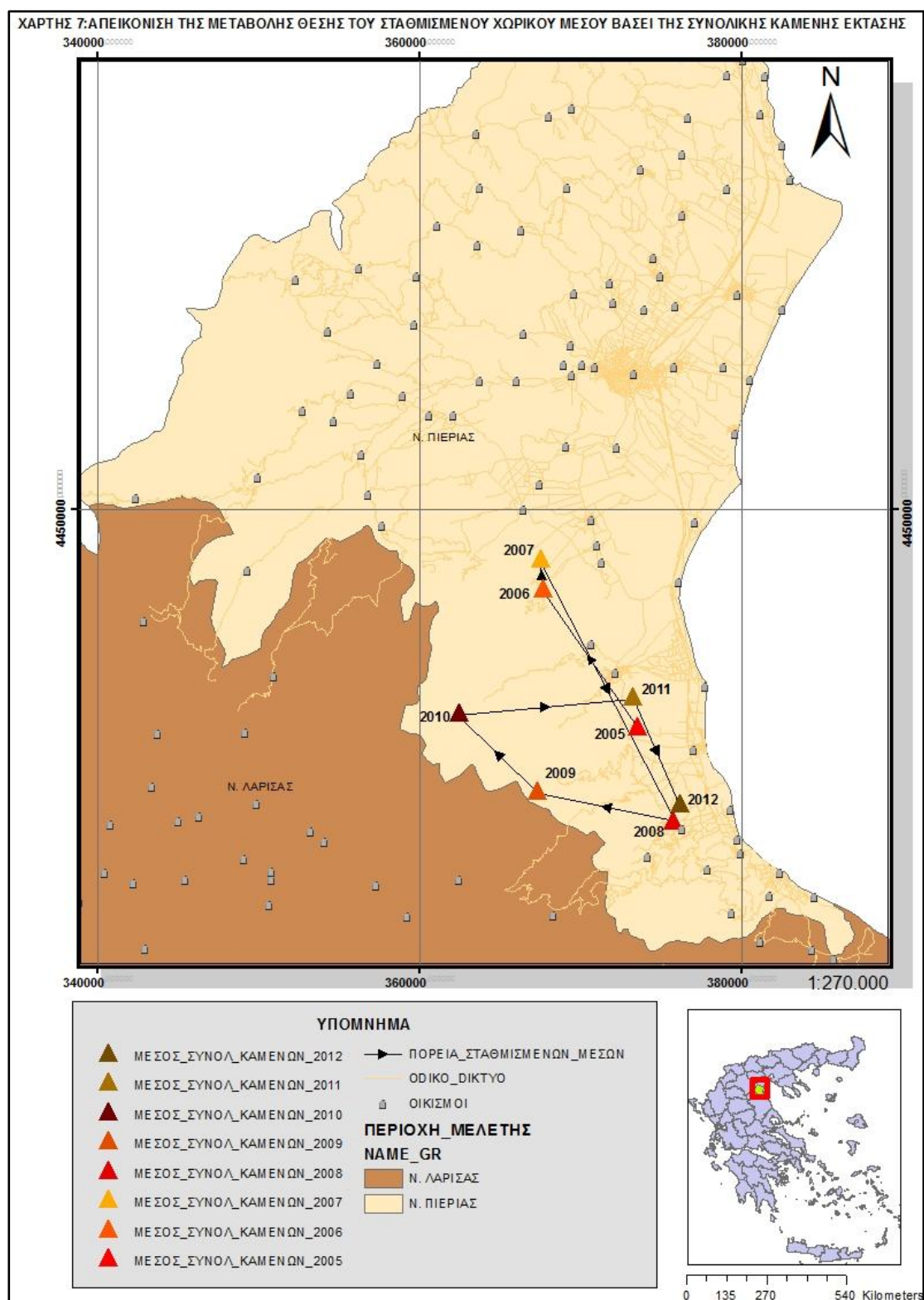
Ωστόσο, για τα υπόλοιπα έτη, δεν κατέστη δυνατό να αποδοθεί στις ελλείψεις, όπως ήταν αναμενόμενο από την απεικόνισή τους στο **Χάρτη 6.**, η κατά μέσο όρο νοτιοδυτική κατεύθυνση ανέμου, καθώς όπως φαίνεται και στον **Πίνακα 24.**, αποκλίνουν εν τέλει από εκείνη, οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι είναι συγκερασμός και άλλων παραμέτρων (τοπολογίας, δασοπονικών ειδών, μετεωρολογίας). Επιπλέον, τονίζεται ότι για το έτος 2009 δεν ήταν εφικτό να παραχθεί έλλειψη τυπικής απόστασης, καθώς έχει καταγραφεί από την Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης, ένα μονάχα περιστατικό εκδήλωσης πυρκαγιάς στον Πιερικό Όλυμπο.

Πίνακας 24. Περιστροφή ελλείψεων ανά έτος της περιόδου μελέτης (2005 - 2012)

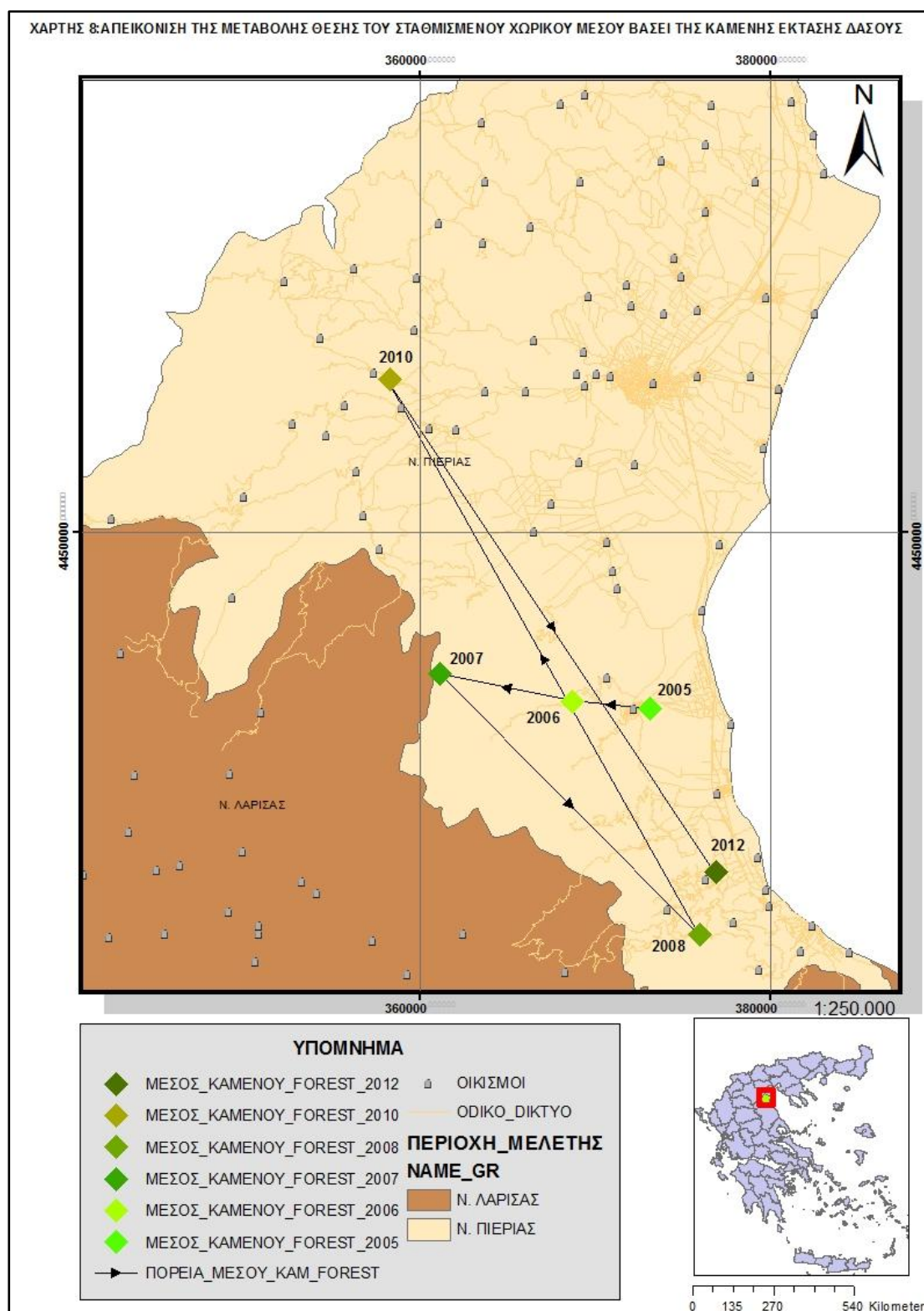
Έτος	Περιστροφή έλλειψης τυπικής απόστασης	Μέση διεύθυνση ανέμου ($^\circ$)	Κατεύθυνση ανέμου
2005	-64,341	72,938	BA
2006	139,614	86,093	BA
2007	139,272	42,361	BA
2008	132,645	109,819	NA
2009	-	85	BA
2010	148,880	61,333	BA
2011	145,898	95,833	NA
2012	134,532	82,852	BA

Εν συνεχεία, παρατίθενται οι **Χάρτες 7., 8., 9., 10.**, οι οποίοι απεικονίζουν αντίστοιχα, τη μεταβολή της θέσης του σταθμισμένου χωρικού μέσου των σημείων εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών, ανά έτος της περιόδου μελέτης (2005 - 2012), λαμβάνοντας ως βάρος κάθε φορά, τη συνολική έκταση της πληγείσας περιοχής του Πιερικού Ολύμπου, την καμένη έκταση δάσους (forest), χορτολιβαδικής (grassland) και δασικής έκτασης (woodland). Οι διαφορετικές θέσεις που καταλαμβάνει σε κάθε περίπτωση ο σταθμισμένος χωρικός μέσος, για καθένα από τα έτη 2005 έως 2012, οφείλονται στο μέσο όρο των αντίστοιχων βαρών. Επιπρόσθετα, δίνουν τη δυνατότητα στο μελετητή, να κατανοήσει χωρικά τις περιοχές οι οποίες παρουσίασαν μεγαλύτερη ευπάθεια στην εκδήλωση δασικών πυρκαγιών, λαμβάνοντας υπόψη το βαθμό που επηρεάστηκαν από τα είδη βλάστησης που τις κάλυπταν.

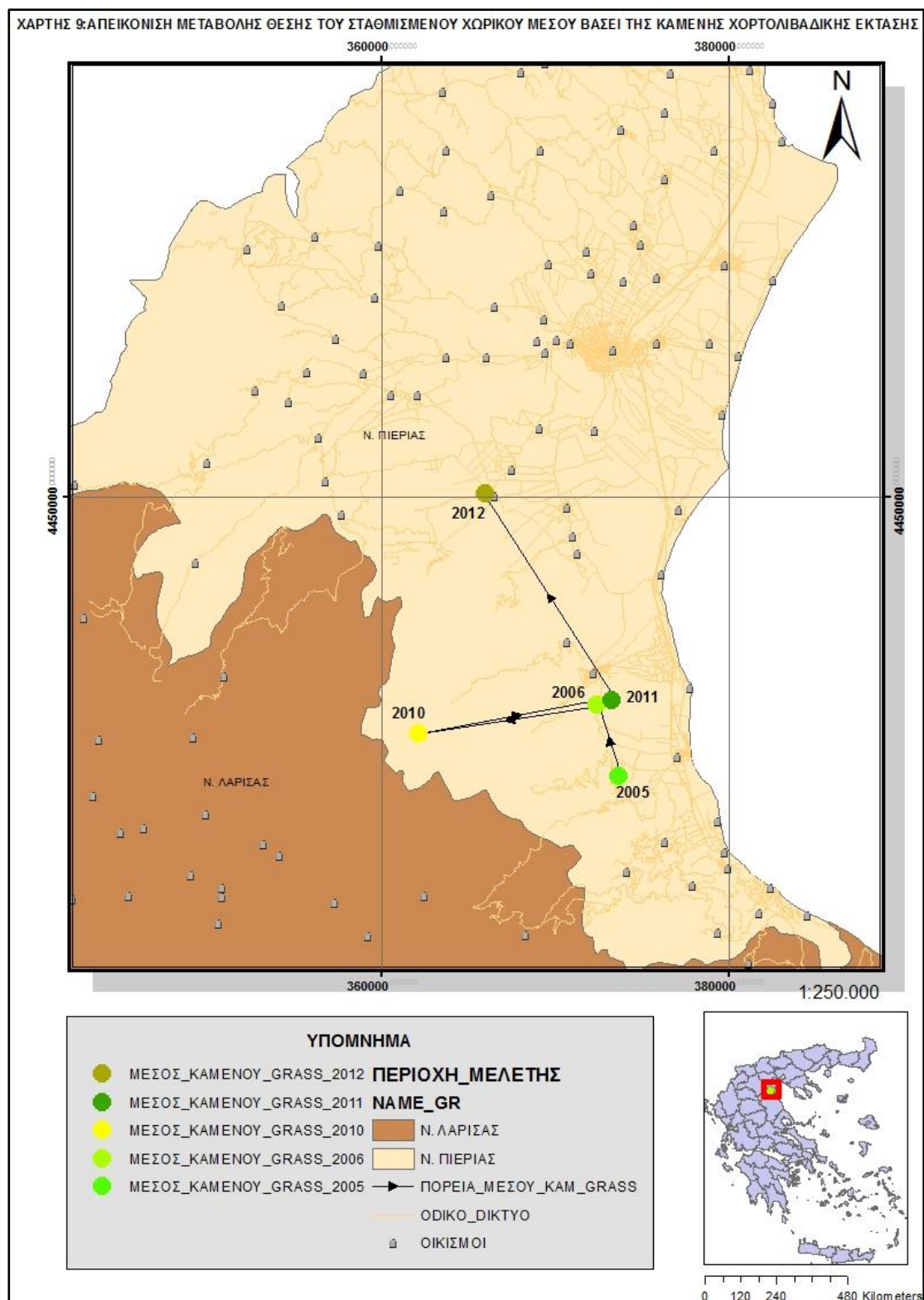
Σημειώνουμε ότι σε ορισμένα έτη της εξεταζόμενης περιόδου μελέτης (2005 έως 2012) δεν αντιστοιχίζεται σταθμισμένος χωρικός μέσος με βάρος την έκταση συγκεκριμένου καιόμενου δασοπονικού είδους, δεδομένου ότι τυγχάνουν χρονιές που τα συμβάντα πυρκαγιών δεν έκαψαν ταυτόχρονα όλα τα καταγεγραμμένα είδη βλάστησης, που ομαδοποιούνται σε τρεις ομάδες (δάσος, χορτολιβαδική και δασική έκταση).



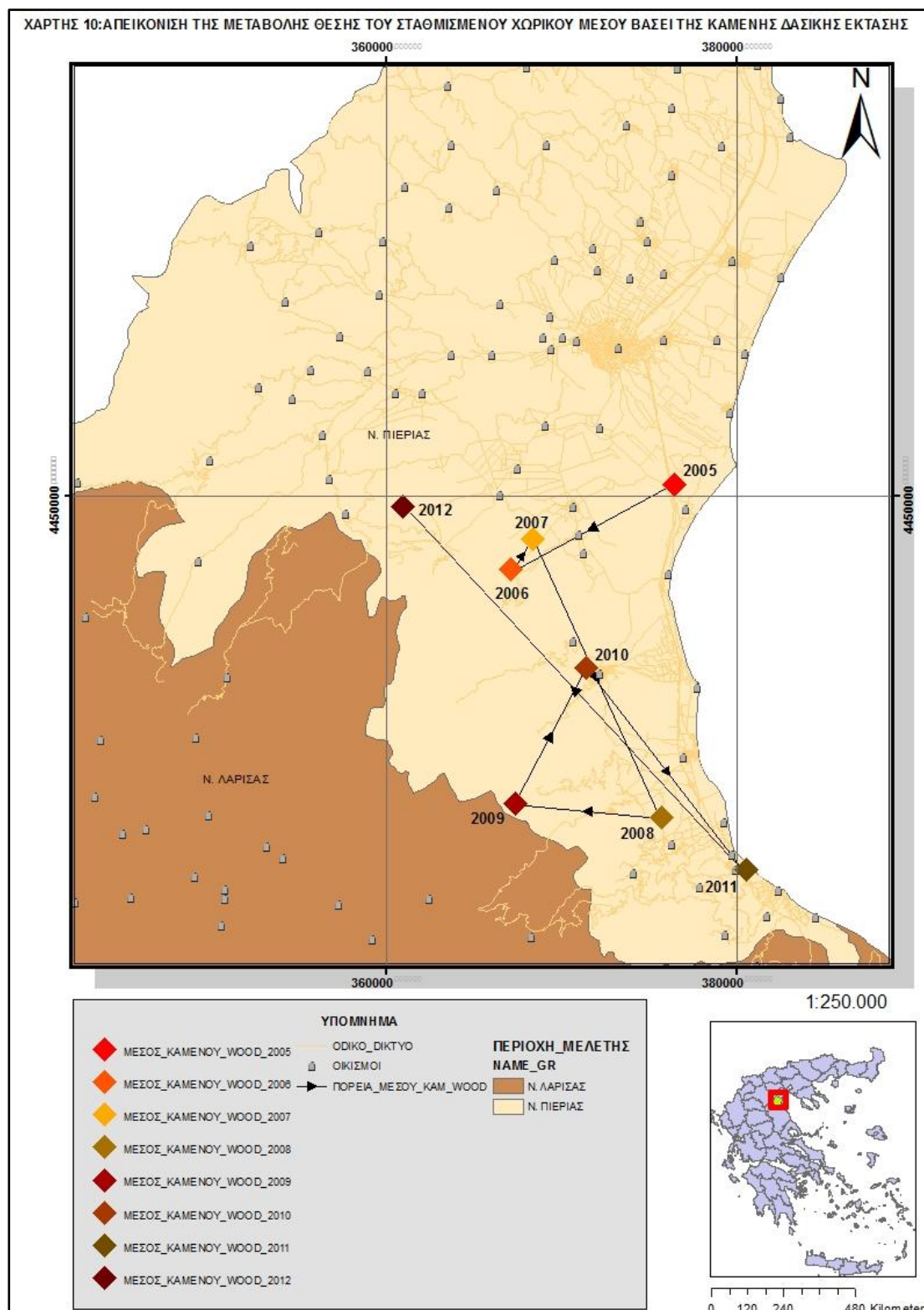
Χάρτης 7. Χάρτης απεικόνισης της μεταβολής θέσης του σταθμισμένου χωρικού μέσου βάσει της συνολικής καμένης έκτασης στον Πιερίκο Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012



Χάρτης 8. Χάρτης απεικόνισης της μεταβολής θέσης του σταθμισμένου χωρικού μέσου βάσει της καμένης έκτασης δάσους στον Πιερίκο Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012



Χάρτης 9. Χάρτης απεικόνισης της μεταβολής θέσης του σταθμισμένου χωρικού μέσου βάσει της καμένης χορτολιβαδικής έκτασης στον Πιερικό Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012



Χάρτης 10. Χάρτης απεικόνισης της μεταβολής θέσης του σταθμισμένου χωρικού μέσου βάσει της καμένης δασικής έκτασης στον Πιερικό Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012

Συμπερασματικά, λοιπόν, μέσω της εξαγωγής των παραπάνω κατάλληλων γεωστατιστικών δεικτών, κατέστη εφικτή η επεξεργασία των δεδομένων και η παρουσίαση της χωροχρονικής κατανομής των δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκό Όλυμπο (κατά τα έτη 2005 - 2012), βάσει τοπογραφικών χαρακτηριστικών, μετεωρολογικών δεδομένων, καθώς και καταγεγραμμένου μεγέθους καμένης έκτασης δασοπονικών ειδών.

Στη συνέχεια, λαμβάνοντας πάντα υπόψη το σκοπό της έρευνας, κρίθηκε χρήσιμος ο υπολογισμός του ποσοστού των περιστατικών δασικών πυρκαγιών, ανά έτος της περιόδου μελέτης, τα οποία γειννιάζαν στον κοντινότερο χώρο στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων και άρα πιθανώς να είχαν εξυπηρετηθεί, σε επίπεδο κατάσβεσης, από εκείνον (**Πίνακας 25.**). Για την επίτευξη των παραπάνω ακολουθήθηκε στον ArcMap 10.0, η εξής ροή ενεργειών: **ArcToolbox window > Analysis Tools > Proximity > Near.**

Επιπλέον, υπολογίστηκε, μέσω της εντολής «**Summarize**» του Attribute Table του επιπέδου των καταγεγραμμένων δασικών πυρκαγιών, το συνολικό ποσοστό (για τα έτη 2005 - 2012) των πιθανώς εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικής πυρκαγιάς από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα, η μέση τιμή της απόστασης του ποσοστού αυτού από το εκάστοτε όχημα, καθώς και η τυπική απόκλιση από την αντίστοιχη μέση τιμή της απόστασης (**Πίνακας 26.** και **Διαγράμματα 15., 16., 17.**).

Μέσω των αποτελεσμάτων, λοιπόν, που εξήχθησαν με τις παραπάνω ενέργειες, κατέστη δυνατό να αντλήσουμε μία γενική εικόνα για την αποτελεσματικότητα του υφιστάμενου στόλου πυροσβεστικών οχημάτων της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης, όσον αφορά το έργο της έγκαιρης κατάσβεσης και αντιμετώπισης του μετώπου των πυρκαγιών, που εκδηλώθηκαν στη χρονική περίοδο μελέτης.

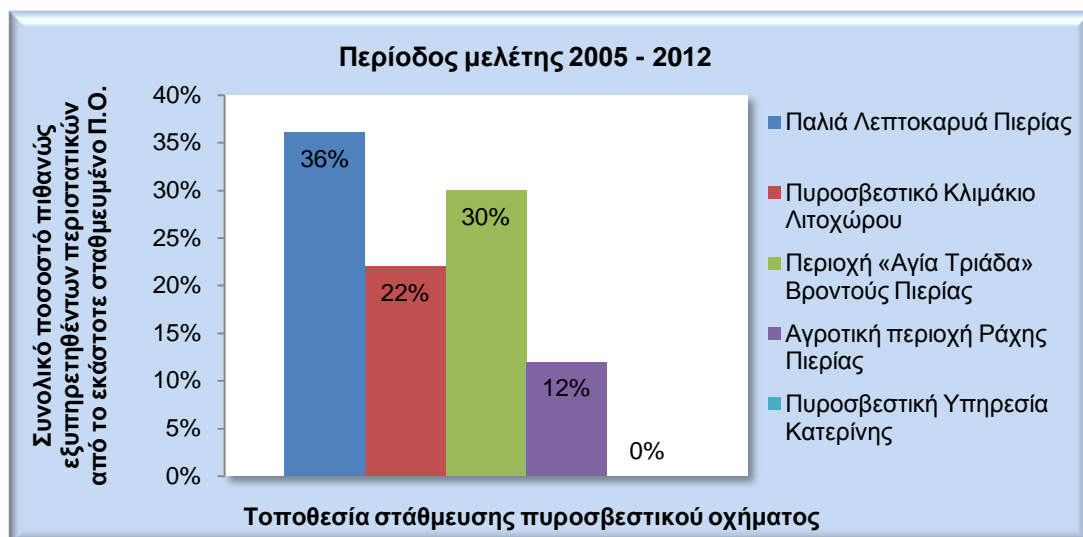
Πίνακας 25. Ετήσιο ποσοστό % πιθανώς εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικής πυρκαγιάς στον Πιερίκό Όλυμπο από το αντίστοιχο σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα

Περιγραφή τοποθεσίας κοντινότερου σταθμευμένου πυροσβεστικού οχήματος	Ετήσιο ποσοστό % πιθανώς εξυπηρετηθέντων περιστατικών πυρκαγιάς από το αντίστοιχο σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα
Έτος 2005	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας	50,00%
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου	25,00%
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας	12,50%
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας	12,50%
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης	0,00%
Έτος 2006	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας	11,11%
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου	44,44%
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας	33,33%
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας	11,11%
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης	0,00%
Έτος 2007	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας	12,50%
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου	50,00%
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας	12,50%
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας	25,00%
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης	0,00%
Έτος 2008	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας	62,50%
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου	12,50%
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας	0,25%
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας	0,00%
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης	0,00%
Έτος 2009	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας	100,00%
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου	0,00%
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας	0,00%
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας	0,00%
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης	0,00%
Έτος 2010	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας	25,00%
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου	0,00%
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας	50,00%
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας	25,00%
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης	0,00%
Έτος 2011	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας	75,00%
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου	0,00%
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας	25,00%
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας	0,00%
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης	0,00%

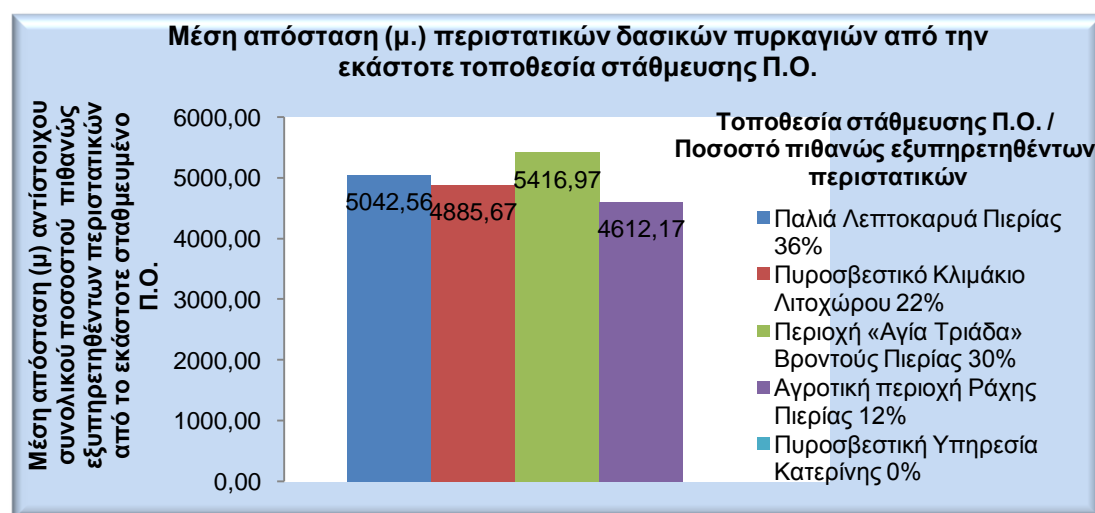
Έτος 2012	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας	25,00%
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου	0,00%
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας	62,50%
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας	12,50%
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης	0,00%

Πίνακας 26. Συνολικό ποσοστό % πιθανώς εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικής πυρκαγιάς στον Πιερικό Όλυμπο από το αντίστοιχο σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα, μέση απόσταση και τυπική απόκλιση

Περιγραφή τοποθεσίας κοντινότερου σταθμευμένου πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικό ποσοστό (έτη 2005-2012) πιθανώς εξυπηρετηθέντων περιστατικών πυρκαγιάς από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Μέση απόσταση (μ.) αντίστοιχου συνολικού ποσοστού πιθανώς εξυπηρετηθέντων περιστατικών πυρκαγιάς από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Τυπική απόκλιση (μ.) από τη μέση απόσταση του αντίστοιχου συνολικού ποσοστού πιθανώς εξυπηρετηθέντων περιστατικών πυρκαγιάς από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας	36%	5042,56	3398,48
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου	22%	4885,67	2606,12
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας	30%	5416,97	2445,12
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας	12%	4612,17	2819,72
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης	0%	0,00	0,00



Διάγραμμα 15. Συνολικό ποσοστό πιθανώς εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικής πυρκαγιάς από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα, κατά την περίοδο μελέτης 2005 - 2012



Διάγραμμα 16. Μέση απόσταση (μ.) περιστατικών δασικών πυρκαγιών από την εκάστοτε τοποθεσία στάθμευσης Π.Ο.



Διάγραμμα 17. Τυπική απόκλιση (μ.) από τη μέση απόσταση περιστατικών δασικών πυρκαγιών από την εκάστοτε τοποθεσία στάθμευσης Π.Ο.

Σύμφωνα με την ανάλυση που προηγήθηκε, συμπεραίνουμε ότι η πλειοψηφία των περιστατικών δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκο Όλυμπο, κατά την εξεταζόμενη περίοδο (2005 έως 2012), εκδηλώθηκε εγγύτερα στην περιοχή «Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας», όπου και εδράζεται χώρος στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος, με συνέπεια ο σταθμός αυτός, κατά πάσα πιθανότητα, να ήταν επικρατέστερος στο να εξυπηρετήσει συνολικό ποσοστό περιστατικών 36%. Συγκεκριμένα, η μέση απόσταση των καταγεγραμμένων εστιών έναρξης των δασικών πυρκαγιών από την τοποθεσία στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος στην «Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας», υπολογίστηκε στα 5 χλμ., με τυπική απόκλιση ίση με 3 χλμ. περίπου, γεγονός που αποδεικνύει μικρή διασπορά των τιμών της μεταβλητής γύρω από τη μέση τιμή, η οποία και αποτελεί με αυτό τον τρόπο, αντιπροσωπευτικό στατιστικό μέτρο για την παρούσα χωρική κατανομή.

Στη συνέχεια της μεταπτυχιακής εργασίας, περιγράφεται και απεικονίζεται, μέσω της προτεινόμενης μεθοδολογικής προσέγγισης, η ολοκληρωμένη προσέγγιση της διαχρονικής πορείας (έτη 2005 - 2012) της συμβολής του βασικού στόλου (πέντε πυροσβεστικά οχήματα) της Ιθύνουσας Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης, στο επίπεδο της αντιμετώπισης και

καταστολής των περιστατικών δασικών πυρκαγιών στον Εθνικό Δρυμό Ολύμπου, υπό το πρίσμα κατάλληλων παραμέτρων.

Συγκεκριμένα, περιγράφεται το δεύτερο στάδιο της ενότητας της εφαρμογής, όπου γίνεται χρήση του μοντέλου χωροθέτησης - κατανομής (**Location - Allocation**) σε περιβάλλον ArcGis 10.0. Κατά την πορεία του σταδίου αυτού, εκτελούνται τρία σενάρια με την αντίστοιχη ανάλυση των αποτελεσμάτων τους, ώστε να συγκριθούν με εκείνα που προκύπτουν από τον προσδιορισμό της εξυπηρέτησης των υφιστάμενων πυροσβεστικών οχημάτων, λαμβάνοντας υπόψη μόνο το καταγεγραμμένο πυρικό ιστορικό της μελέτης περίπτωσης, με σκοπό την εύρεση της βέλτιστης λύσης για την αποτελεσματικότερη οργάνωση του έργου της κατάσβεσης.

4.4.2. Εφαρμογή του προβλήματος Χωροθέτησης - Κατανομής

4.4.2.1. Αξιολόγηση της εξυπηρέτησης του υφιστάμενου στόλου της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης

Στην παρούσα ενότητα αναλύεται σε περιβάλλον ArcMap 10.0, η χωροθέτηση των υφιστάμενων τοποθεσιών στάθμευσης των πέντε πυροσβεστικών οχημάτων, που επανδρώνουν το στόλο της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης. Μέσω της διαδικασίας αυτής αξιολογείται το επίπεδο της χωρικής κάλυψης της ζήτησης (περιστατικών δασικών πυρκαγιών) που παρέχουν, με απώτερο στόχο τον προσδιορισμό βέλτιστων θέσεων επαναχωροθέτησης ή χωροθέτησης νέων σημείων στάθμευσης.

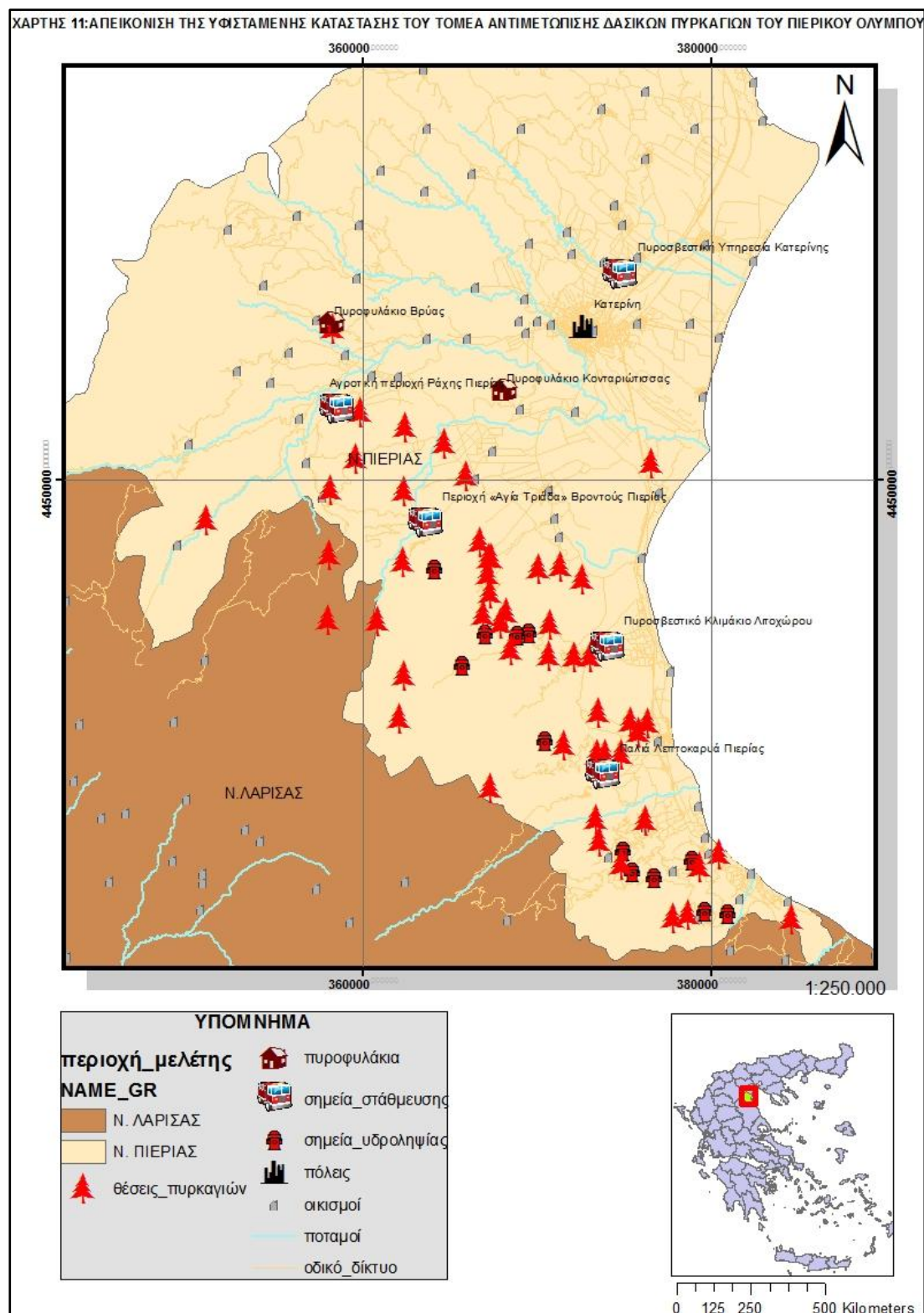
Εφόσον, λοιπόν, μέσω της παραπάνω γεωστατιστικής επεξεργασίας και ανάλυσης των δεδομένων, έχει διαμορφωθεί η εικόνα της παρούσας κατάστασης, όσον αφορά το ιστορικό εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών στην περιοχή μελέτης κατά την εξεταζόμενη περίοδο, καθώς και στην οργάνωση του τομέα αντιμετώπισης των συμβάντων, σκόπιμη κρίνεται η οπτικοποίηση των στοιχείων, που παρατέθηκαν πρωτίτερα στους **Πίνακες 4., 5., 6. και 7.**, μέσω του **Χάρτη 11.** που ακολουθεί.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί ότι στους χάρτες που εξάγονται, περιλαμβάνεται στην περιοχή μελέτης, κατ' εξαίρεση και ο νομός Λάρισας,

εκτός από το νομό Πιερίας, στον οποίο υπάγεται και το τμήμα του Εθνικού Δρυμού Ολύμπου που μελετάται. Το γεγονός αυτό αιτιολογείται από την ύπαρξη 2 περιστατικών δασικής πυρκαγιάς, που ξέσπασαν στις 30/06/2008 και στη 01/08/2008, τα οποία χωρικά όμως, ανήκουν στα βορειοανατολικά όρια του όμορου νομού της Λάρισας. Προφανώς, λοιπόν, τα προαναφερθέντα συμβάντα εντάχθηκαν στα καταγεγραμμένα στοιχεία που δόθηκαν από την Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης, διότι ανήκαν στη δικαιοδοσία της και αντιμετωπίστηκαν από το σώμα της, αφού γενικά για τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών που ξεσπούν στο τμήμα του Θεσσαλικού Ολύμπου, ιθύνουσα είναι η Πυροσβεστική Υπηρεσία Λάρισας.

Επιπρόσθετα, για τις ανάγκες της εργασίας, οι παραδοχές που υιοθετούνται είναι ότι τα πυροσβεστικά οχήματα βρίσκονται σε κατάσταση αναμονής, μονίμως σταθμευμένα στα πέντε σημεία στάθμευσης, που απεικονίζονται και στον παρακάτω χάρτη, είναι κοινού τύπου, εφοδιασμένα ήδη με τις ανάγκες σε νερό, ενώ σε περίπτωση κλίσης για κατάσβεση πυρκαγιάς, αναπτύσσουν την ίδια ταχύτητα, ανάλογα πάντα με τις τοπογραφικές συνθήκες. Επιπλέον, οι χώροι στάθμευσης τοποθετούνται όχι μόνο εντός του οδικού δικτύου, αλλά και πλησίον αυτού, καθώς δεν υπάρχει πλήρης κάλυψη από το δασικό οδικό δίκτυο και πολλές φορές η πρόσβαση στις εστίες πυρκαγιών γίνεται με τα πόδια, ειδικά στις φωτιές που εκδηλώνονται σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 1.000 μ. στον Πιερίκό Όλυμπο.

Εν συνεχεία, αναφέρουμε ότι τα σημεία υδροληψίας, τα οποία απεικονίζονται στο **Χάρτη 11.**, μπορεί να είναι ένας πυροσβεστικός κρουνός, μία υδατοδεξαμενή, ένα ρέμα, το αρδευτικό δίκτυο της περιοχής ή ακόμη και άλλο πυροσβεστικό όχημα που έχει το ρόλο του προμηθευτή νερού (οχήματα της Π.Υ. ή υδροφόρες δήμων, ιδιωτών κλπ.). Τέλος, στα στοιχεία που αποδόθηκαν από την Πυροσβεστική Υπηρεσία, γίνεται αναφορά σε δύο επίσημες θέσεις πυροφυλακίων του Σώματος, όπως διακρίνονται στο χάρτη που ακολουθεί, με τη διαφορά ότι κάθε καλοκαίρι στα πλαίσια των δραστηριοτήτων της Ομάδας Εθελοντικής Δράσης Ν. Πιερίας, υφίστανται συμπληρωματικές τοποθεσίες παρατήρησης - φύλαξης του βουνού, οι οποίες επανδρώνονται από εθελοντές πολίτες, ενισχύοντας έτσι το κρίσιμο έργο των Πυροσβεστών.



Χάρτης 11. Χάρτης απεικόνισης του πυρικού ιστορικού κατά τα έτη 2005 - 2012 και της παρούσας κατάστασης στον τομέα αντιμετώπισης και καταστολής δασικών πυρκαγιών στον Πιερίκο Όλυμπο

Ξεκινώντας, λοιπόν, την εφαρμογή του προβλήματος χωροθέτησης - κατανομής (**Location - Allocation**) του **Network Analyst**, σε περιβάλλον ArcMap 10.0, εφόσον τα δεδομένα έχουν οργανωθεί σε νέα προσωπική γεωβάση (**New Personal Geodatabase**) μέσω της σχετικής διαδικασίας, κρίνεται απαραίτητη η παρουσία ενός κατάλληλου δικτύου, καθώς και η δημιουργία μίας νέας δικτυακής βάσης δεδομένων (**New Network Dataset**), με την οποία το δίκτυο θα αποκτήσει την απαιτούμενη συνδεσιμότητα.

Η ομάδα οντοτήτων, λοιπόν, που χρησιμοποιήθηκε είναι εκείνη του οδικού δικτύου (**ODIKO_DIKTYO**), όπου στον πίνακα ιδιοτήτων του στρώματος αυτού προστέθηκαν, κατά τα γνωστά, δύο νέα πεδία με την ονομασία **speed** και **travel_time**. Συγκεκριμένα, προκειμένου να υπολογιστεί ο ζητούμενος χρόνος μετάβασης (**travel_time**) κατά μήκος κάθε τμήματος του οδικού δικτύου, ώστε να χρησιμοποιηθεί ως «αντίσταση» (**Impedance**) στην εφαρμογή του **Network Analyst**, όπως θα αναφερθεί παρακάτω, έπρεπε να γίνει ο καθορισμός μίας μέσης ταχύτητας που αντιπροσωπεύει κάθε κατηγορία δρόμου. Έτσι, βάσει των οδηγιών του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας, της ανασκόπησης της σχετικής βιβλιογραφίας και των πληροφοριών της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης για τον τύπο των πυροσβεστικών οχημάτων που χρησιμοποιούνται, για τη δημιουργία του πεδίου **speed**, επεξεργάστηκε το πεδίο **KPH** (Km Per Hour), που εμπεριέχεται στο shapefile του οδικού δικτύου, όπως αντλήθηκε από τα Δημόσια Ανοικτά Δεδομένα. Η διαδικασία που έλαβε χώρα ήταν η εξής: ενεργοποίηση του εργαλείου **Editor** για επεξεργασία του οδικού δικτύου > στον **Attribute Table**, δεξί κλικ στο πεδίο **speed** > **Field Calculator** > **speed = [KPH] * 0,8**.

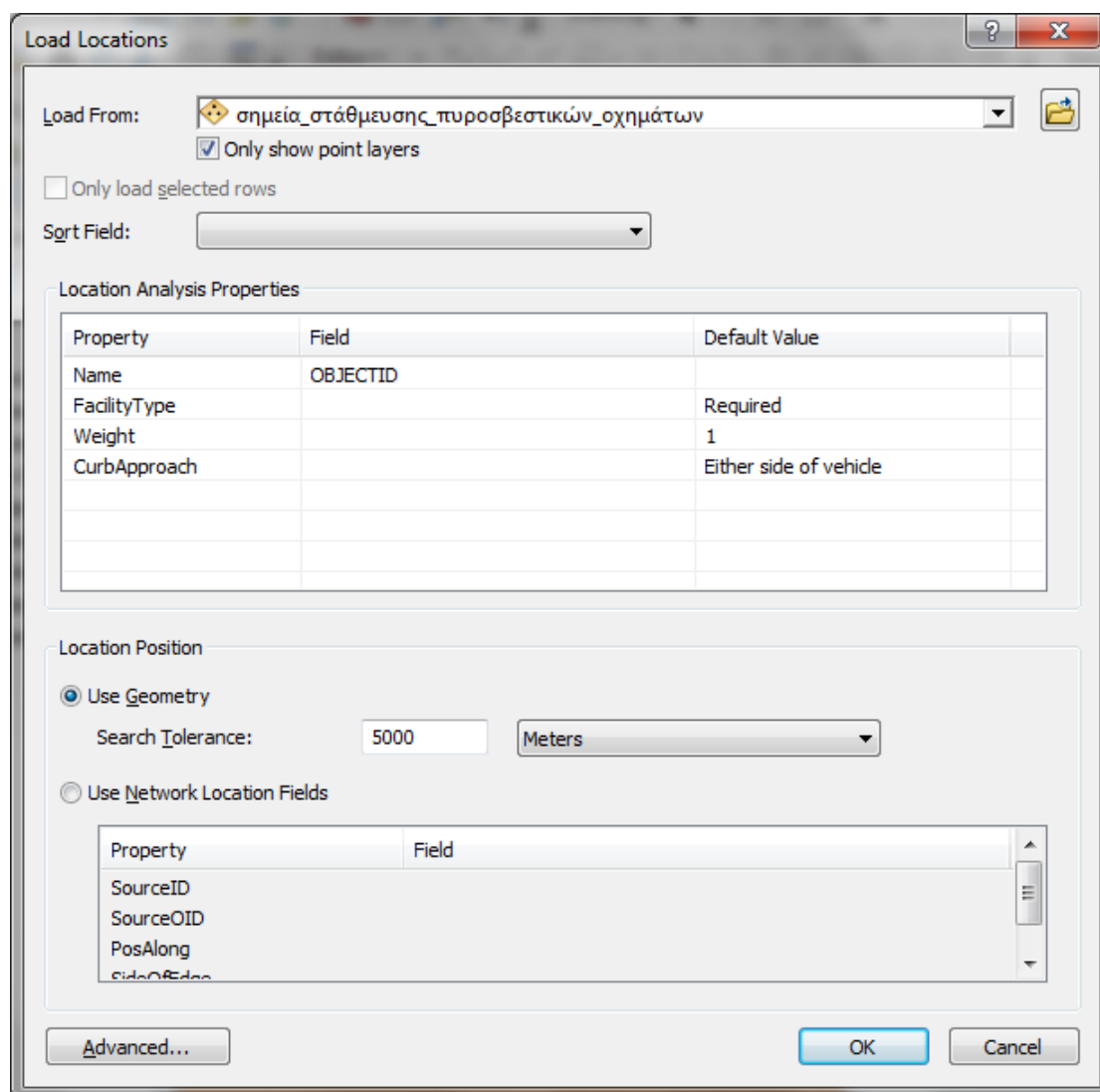
Όσον αφορά το δυναμικό σε πυροσβεστικά οχήματα της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης, που αναφέρθηκε προηγουμένως, τα πιο συνήθη είναι τύπου Α', με δυνατότητα κίνησης σε χωματόδρομο και ανάπτυξης ταχυτήτων από 60 km/h έως 90 km/h. Ωστόσο, εάν η φωτιά είναι μεγαλύτερης έκτασης, χρησιμοποιούνται και τα πυροσβεστικά οχήματα τύπου Β', τα οποία έχουν πιο αυξημένη περιεκτικότητα σε νερό και άρα κινούνται με μικρότερη ταχύτητα, σε σχέση πάντα με την κλίση του οδοστρώματος και τις συνθήκες του ανάγλυφου. Συνεπώς, η επιλογή του συντελεστή 0,8 με τον

οποίο πολλαπλασιάστηκε το πεδίο **KPH**, είναι απόρροια όλων των παραπάνω, εξασφαλίζοντας τα περιθώρια ασφάλειας.

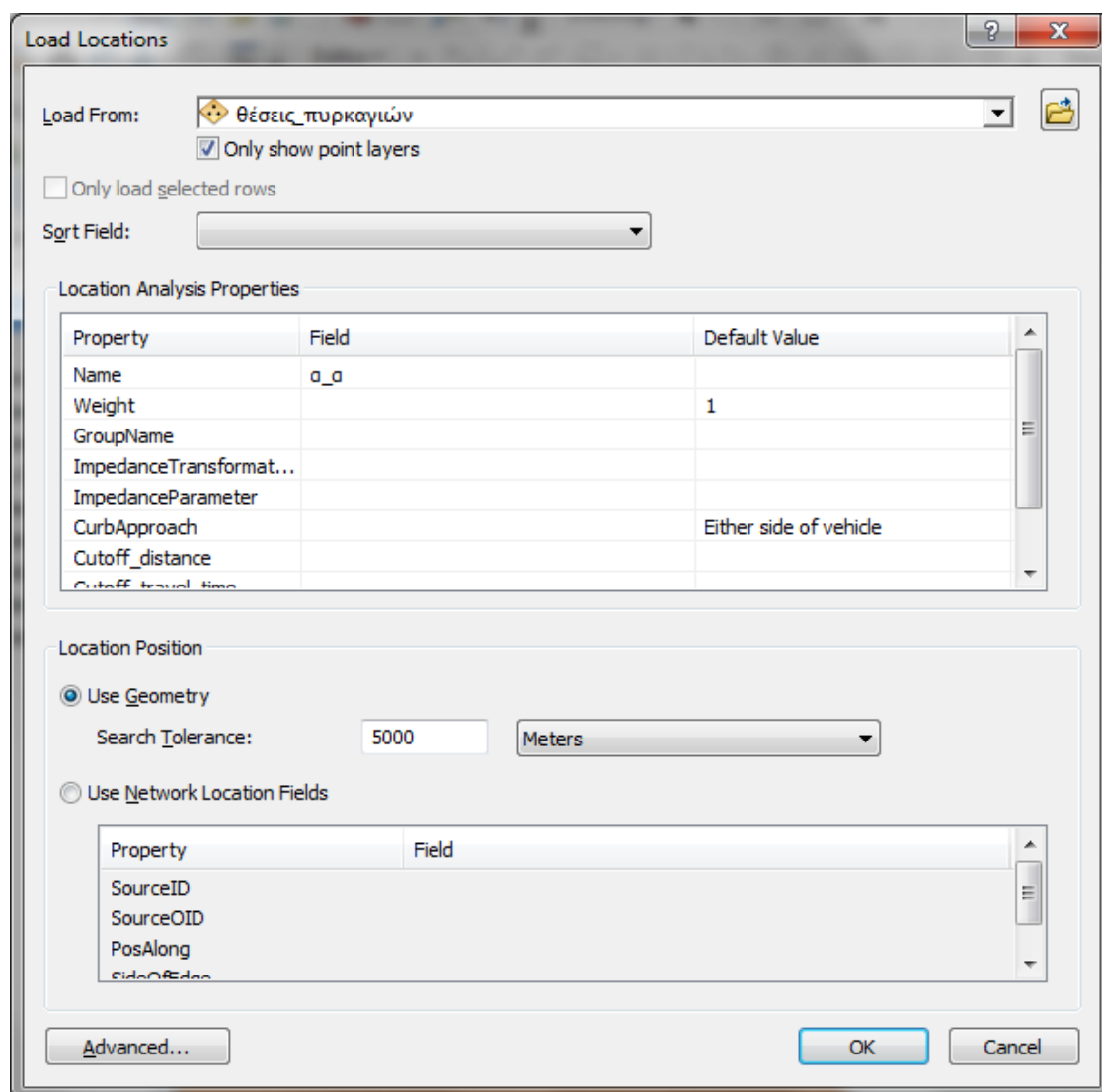
Επομένως, μετά την ολοκλήρωση της παραπάνω διαδικασίας, γίνεται εφικτός ο υπολογισμός του ζητούμενου χρόνου μετάβασης, με χρήση του **Field Calculator** στο πεδίο **travel_time** και της σχέσης **travel_time = Shape_Length / (speed * 1000 / 60)**, όπου ο πολλαπλασιασμός της ταχύτητας (**speed**) με το κλάσμα 1000 / 60 στον παρονομαστή, γίνεται για να μετατραπούν οι μονάδες της από χιλιόμετρα ανά ώρα (km/h), σε μέτρα ανά λεπτό (m/min), ούτως ώστε να προκύψει ο χρόνος μετάβασης (**travel_time**) εκφρασμένος σε λεπτά (min).

Εν συνεχεία, εκτελούμε από το μενού εντολών του ArcMap 10.0, τα βήματα: **Customize > Toolbars > Network Analyst > New Location - Allocation**, με σκοπό να δημιουργηθεί ένα νέο στρώμα ανάλυσης Location - Allocation και να γίνει χρήση του προβλήματος χωροθέτησης - κατανομής, ώστε να προσδιοριστεί αρχικά ο βαθμός εξυπηρέτησης του υφιστάμενου στόλου πυροσβεστικών οχημάτων, στην αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών στον Πιεरिकό Όλυμπο κατά την εξεταζόμενη περίοδο και να εξαχθούν έπειτα εναλλακτικά σενάρια προς χρήση του καταλληλότερου.

Έτσι, για την ικανοποίηση των αναγκών του προβλήματος, ορίζονται σε πρώτο επίπεδο ως **απαιτούμενες (Required) εγκαταστάσεις (Facilities)**, τα πέντε πυροσβεστικά οχήματα του βασικού στόλου της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης (**Εικόνα 27.**), ενώ ως **σημεία ζήτησης (Demand Points)** θεωρούνται, σε κάθε εφαρμογή του μοντέλου **Location - Allocation** στην παρούσα ενότητα, οι θέσεις των καταγεγραμμένων συμβάντων δασικών πυρκαγιών (**Εικόνα 28.**), ανά έτος της περιόδου μελέτης (2005 - 2012). Με τον τρόπο αυτό, το μοντέλο κατανέμει τα σημεία ζήτησης ως προς τις παραπάνω εγκαταστάσεις, βάσει των κριτηρίων και παραμέτρων που θέτει ο μελετητής, στοχεύοντας πάντοτε στην ελαχιστοποίηση του οριακού κόστους - αντίστασης που θα καθορισθεί.



Εικόνα 27. Παράθυρο διαλόγου *Load Locations*, όπου εισάγονται τα 5 σημεία στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων, ως αντικείμενα δικτυακής ανάλυσης των εγκαταστάσεων



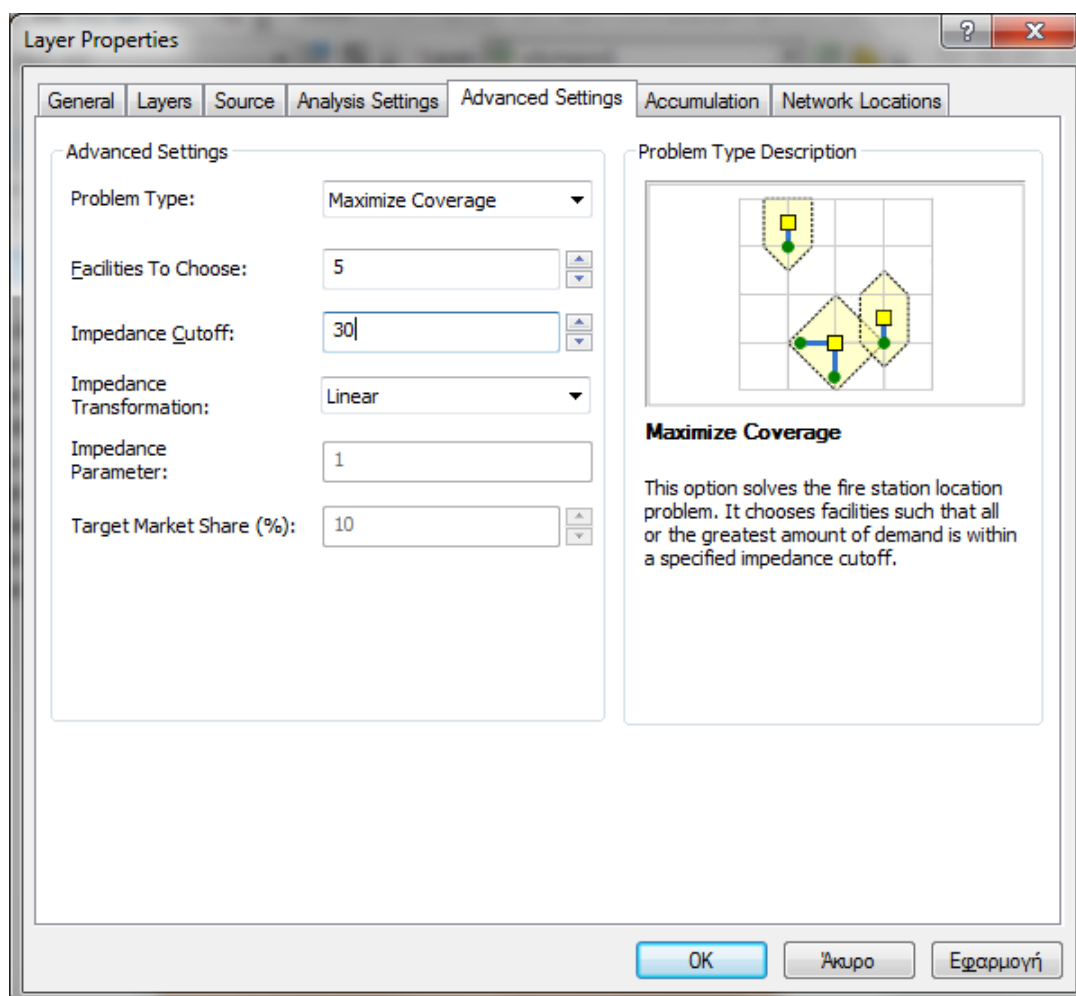
Εικόνα 28. Παράθυρο διαλόγου *Load Locations*, όπου εισάγονται οι θέσεις έναρξης δασικών πυρκαγιών, ως αντικείμενα δικτυακής ανάλυσης των σημείων ζήτησης

Στο σημείο αυτό, αναφέρουμε ότι από τις έξι μεθόδους επίλυσης που διαθέτει το συγκεκριμένο πρόβλημα (Ελαχιστοποίηση της αντίστασης, Μεγιστοποίηση της κάλυψης, Ελαχιστοποίηση των εγκαταστάσεων, Μεγιστοποίηση της συμμετοχής, Μεγιστοποίηση του μεριδίου της αγοράς, Στόχος κάποιο μερίδιο της αγοράς), οι δοκιμές της παρούσας εφαρμογής πραγματοποιούνται με χρήση της μεθόδου της **μεγιστοποίησης της κάλυψης - Maximize Coverage (Εικόνα 29.)**. Η επιλογή αυτή έγινε βάσει του σκοπού της εν λόγω μεταπτυχιακής εργασίας, καθώς και της ανασκόπησης της σχετικής βιβλιογραφίας, σύμφωνα με την οποία, η προαναφερθείσα μέθοδος χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερο ποσοστό στα προβλήματα κατανομής υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης, δεδομένου ότι οι

υπηρεσίες αυτές (στόλος πυροσβεστικών οχημάτων) πρέπει να καταφθάνουν στο σύνολο των σημείων ζήτησης (εστίες πυρκαγιών), εντός μιας συγκεκριμένης προθεσμίας ανταπόκρισης.

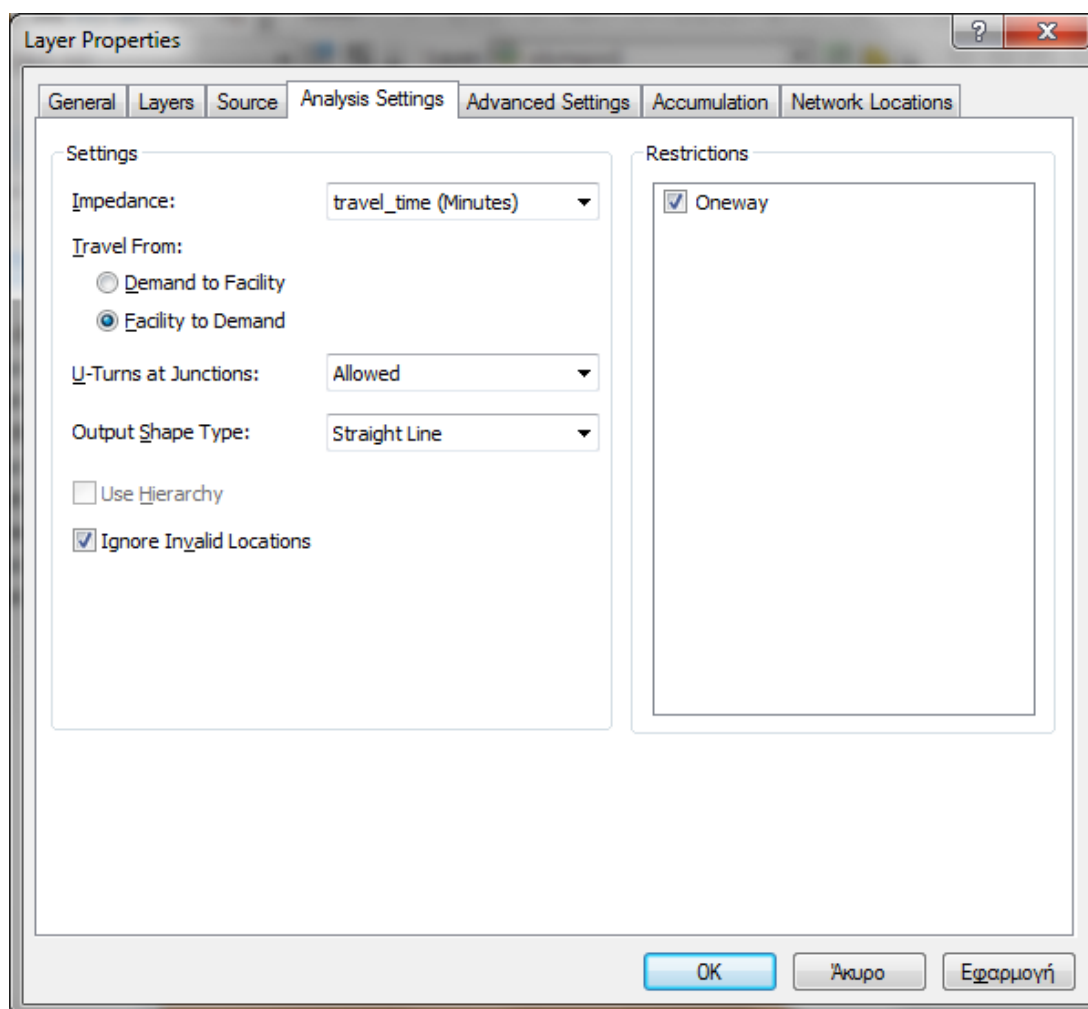
Στη συνέχεια, στο πεδίο **Facilities To Choose** της καρτέλας **Advanced Settings**, όπως διακρίνεται στην **Εικόνα 29.**, ορίζουμε, σε κάθε περίπτωση εφαρμογής του προβλήματος χωροθέτησης - κατανομής (**Location - Allocation**), ο αριθμός των εγκαταστάσεων που επιθυμούμε να επιλεγούν ως λύση, να ισούται με 5, δηλαδή να είναι ίσος με τον αριθμό των πυροσβεστικών οχημάτων του υφιστάμενου στόλου, καθώς επιδιώκεται η βέλτιστη λύση χωροθέτησης που θα προταθεί εν τέλει, να απαρτίζεται σταθερά από πέντε οχήματα.

Επιπρόσθετα, στο πεδίο **Impedance Cutoff** της προαναφερθείσας καρτέλας, καθορίζεται η οριακή αντίσταση, πέρα από την οποία δεν είναι εφικτή η κατανομή σημείων ζήτησης, να ισούται με 30 λεπτά (**Εικόνα 29.**), δηλαδή ένα σημείο ζήτησης δεν θα πρέπει να απέχει από την εκάστοτε εγκατάσταση χρόνο μεγαλύτερο από τα 30 λεπτά. Η επιλογή αυτή βασίστηκε σε πληροφορίες που καταχωρήθηκαν έπειτα από συνέντευξη με τους αρμόδιους υπαλλήλους της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης, σύμφωνα με τις οποίες το πρώτο πυροσβεστικό όχημα είναι εφικτό να προσεγγίσει την εστία της πυρκαγιάς, στα πρώτα 30 λεπτά από την αναγγελία του περιστατικού. Επιπλέον, η ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας, σύμφωνα με την οποία ο γενικός μέσος όρος του χρόνου αρχικής επέμβασης σε περίπτωση δασικής πυρκαγιάς στην Ελλάδα, είναι περίπου 33,4 λεπτά, αποτέλεσε κριτήριο επιλογής των 30 λεπτών ως οριακής αντίστασης.



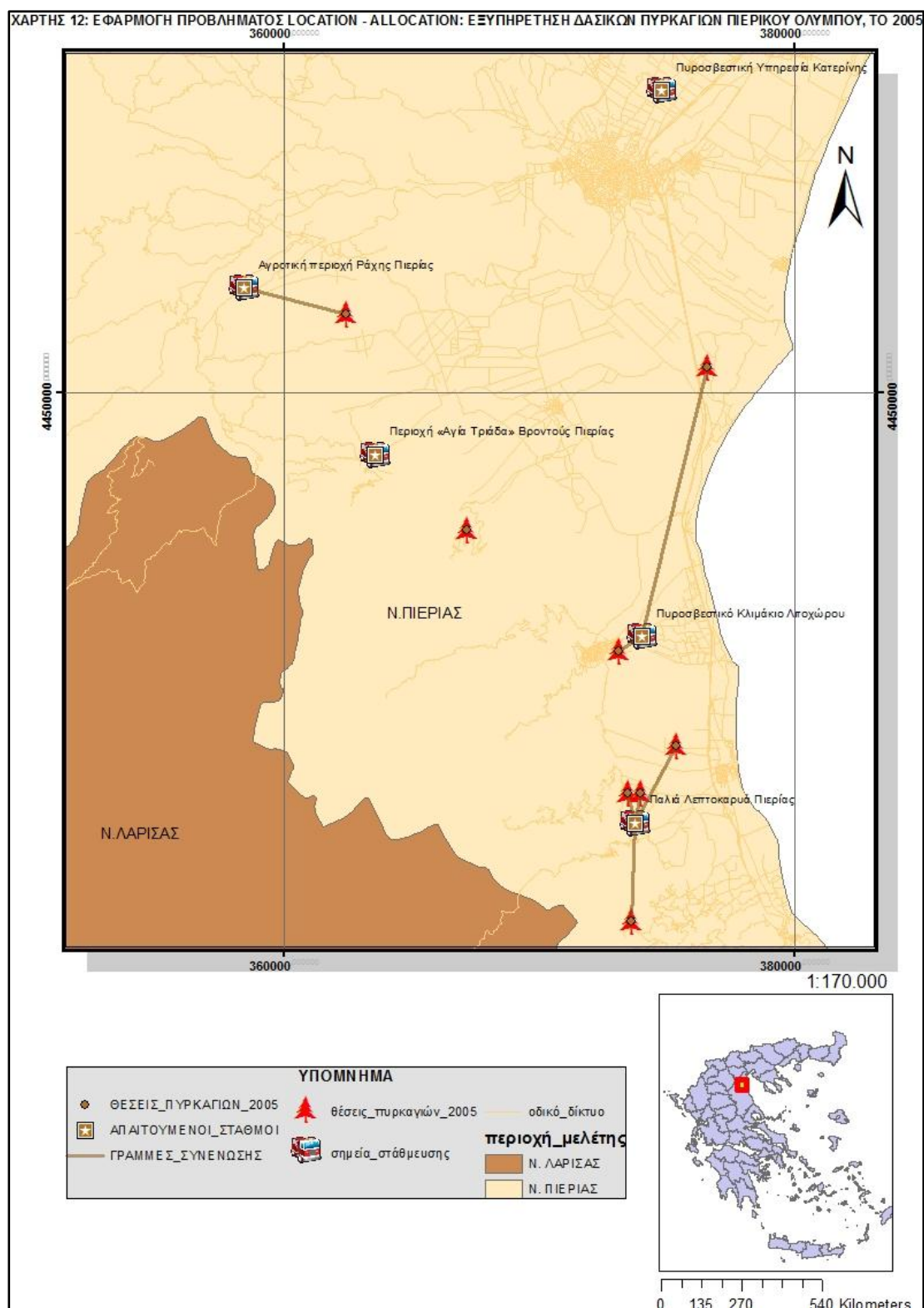
Εικόνα 29. Καρτέλα *Advanced Settings* για καθορισμό του τύπου του προβλήματος και των παραμέτρων επίλυσής του

Καθοριστική σημασία για την προκειμένη μελέτη, παίζει επίσης, η ιδιότητα του κόστους - αντίστασης (**Impedance**) που αναφέρθηκε προηγουμένως, η οποία ορίζεται, μέσω της καρτέλας **Analysis Settings**, να είναι ο χρόνος μετάβασης (**travel_time**), κατά μήκος των τμημάτων του οδικού δικτύου, εκφρασμένος σε λεπτά (**Εικόνα 30.**). Η ιδιότητα αυτή αποτελεί τη σημαντικότερη παράμετρο της επίλυσης του προβλήματος, καθώς απώτερος στόχος του είναι η κατανομή των εγκαταστάσεων στα σημεία ζήτησης, επιτυγχάνοντας όσο το δυνατό μεγαλύτερη μείωση της συνολικής αντίστασης, προς επίτευξη της επιθυμητής ομοιομορφίας.

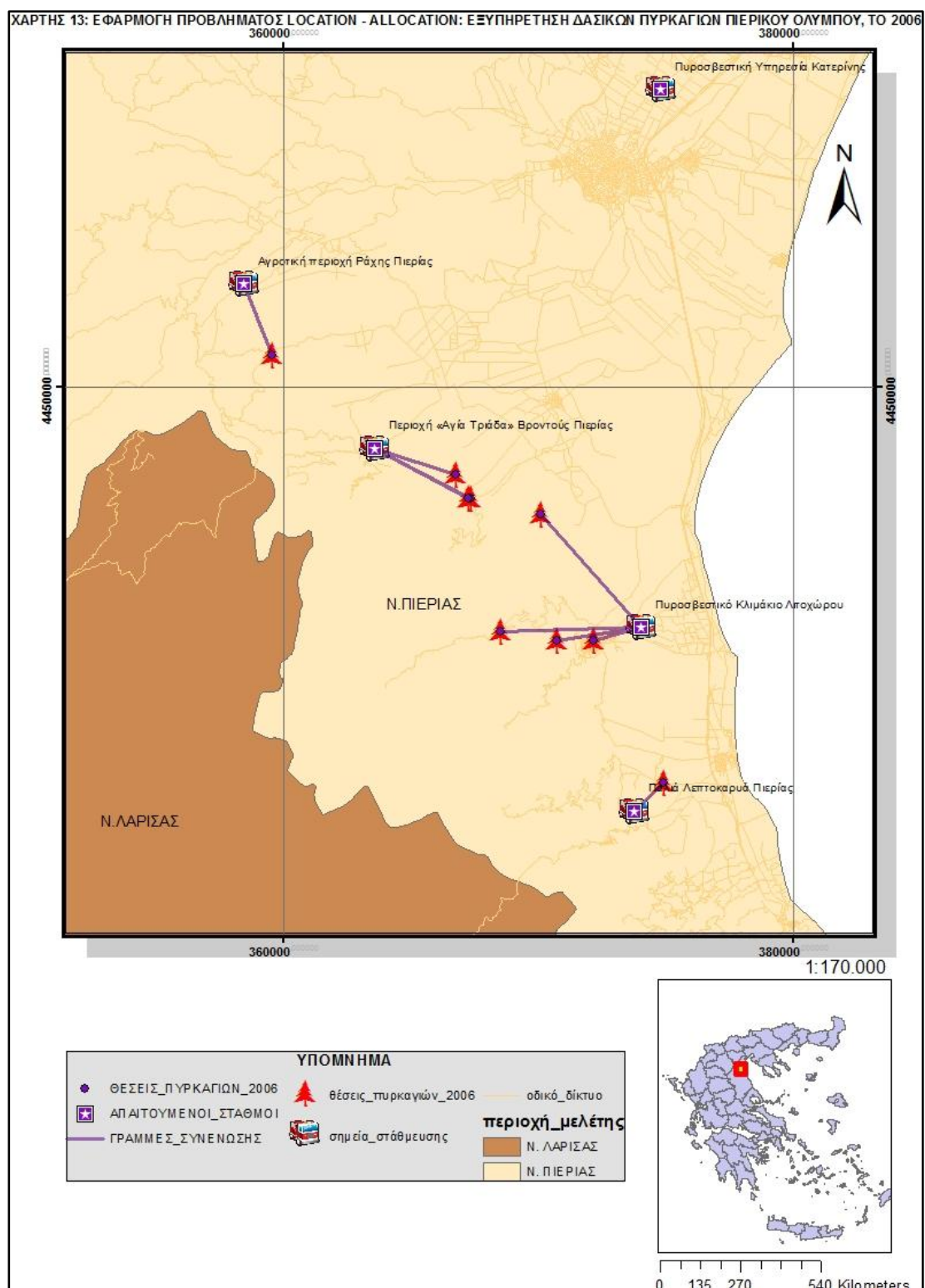


Εικόνα 30. Καρτέλα *Analysis Settings* για καθορισμό του κόστους - αντίστασης (*Impedance*)

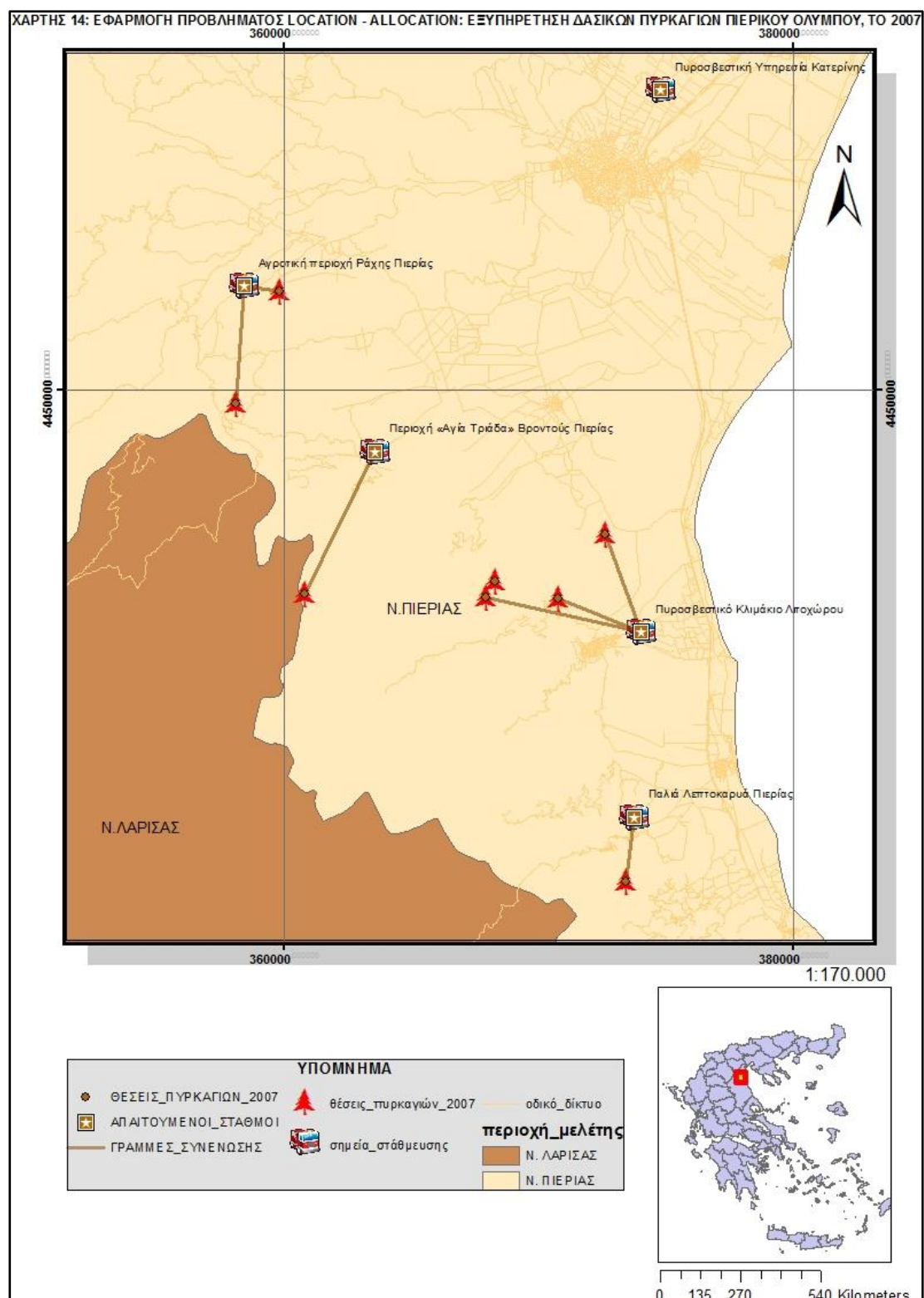
Εφόσον, λοιπόν, έχουν προκαθοριστεί όλες οι απαιτούμενες παράμετροι του στρώματος ανάλυσης του **Location - Allocation**, ολοκληρώνεται η διαδικασία επίλυσης του μοντέλου, μέσω του εργαλείου **Solve**, τα αποτελέσματα της οποίας οπτικοποιούνται και απεικονίζονται στους **Χάρτες 12.** έως **19.**, που ακολουθούν. Συγκεκριμένα, στο **Χάρτη 16.** που παρατίθεται στη συνέχεια και παρουσιάζει την εξυπηρέτηση των περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν κατά το έτος μελέτης 2009, παρατηρούμε ότι το μοναδικό συμβάν που καταγράφηκε (24/8/2009), δεν ήταν εφικτό να αντιμετωπιστεί κατά τη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος **Location - Allocation**, βάσει των παραμέτρων που λήφθηκαν υπόψη.



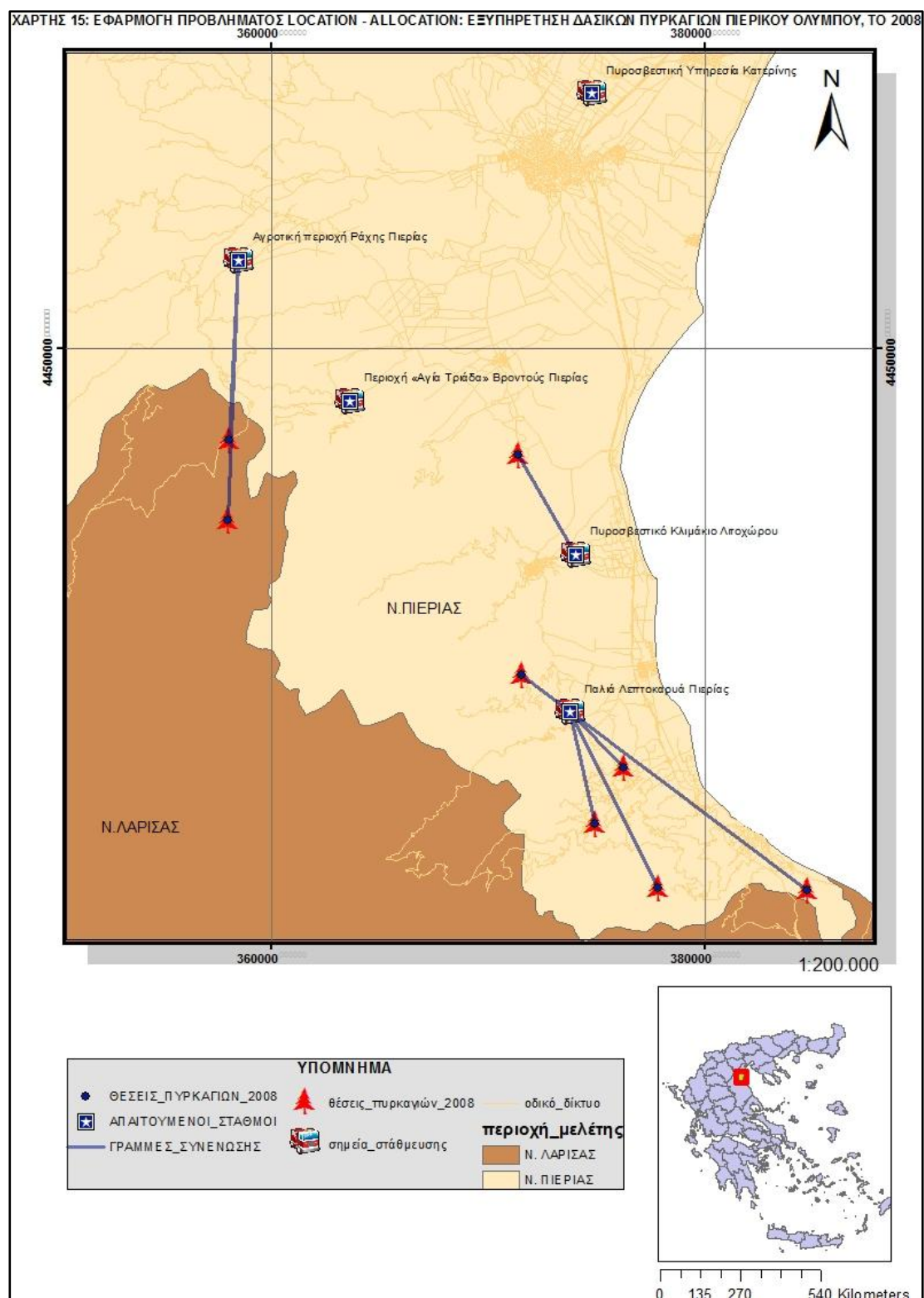
Χάρτης 12. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation: Απεικόνιση της εξυπηρέτησης των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2005 στον Πιερίκο Όλυμπο



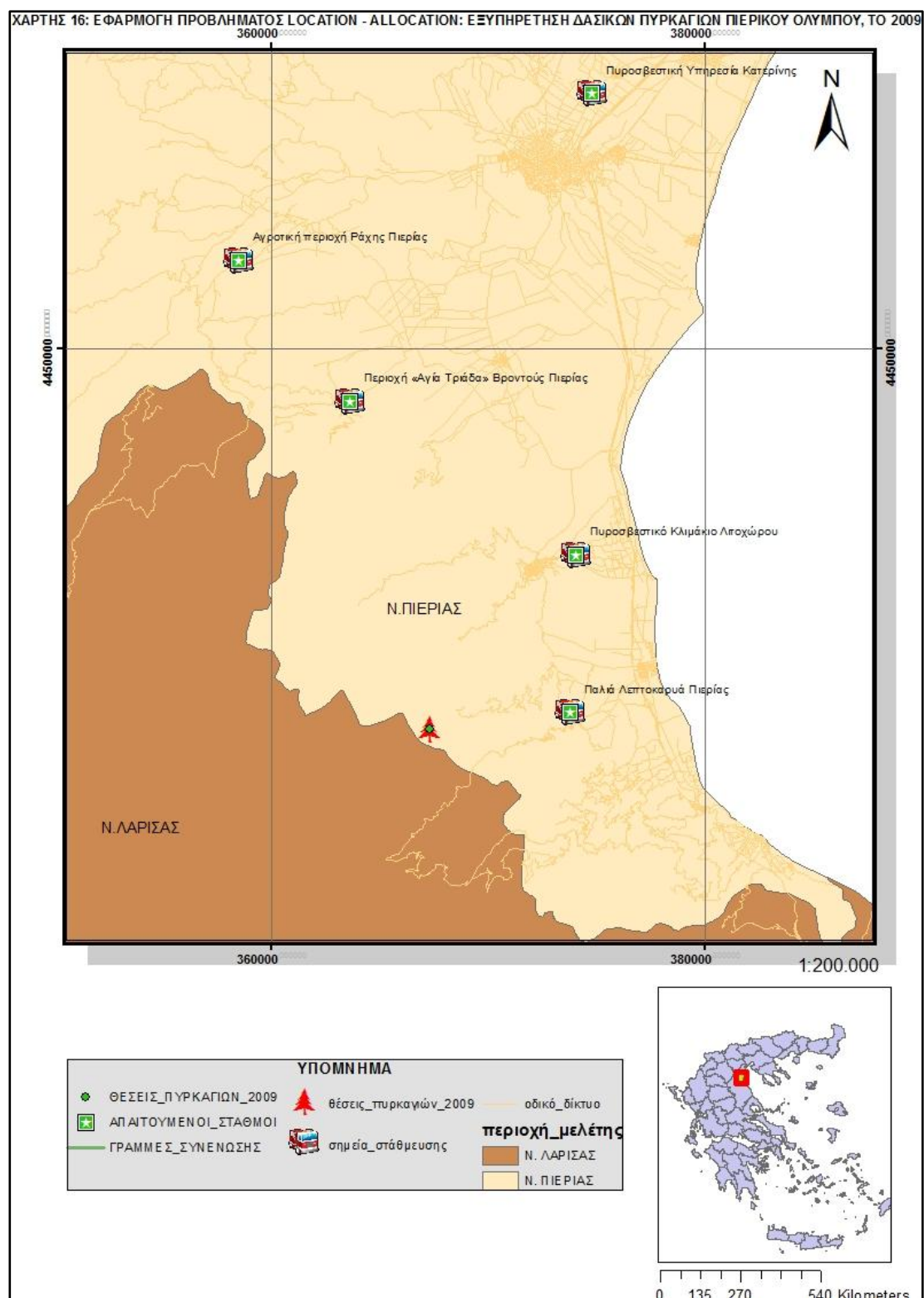
Χάρτης 13. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation: Απεικόνιση της εξυπηρέτησης των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2006 στον Πιερίκο Όλυμπο



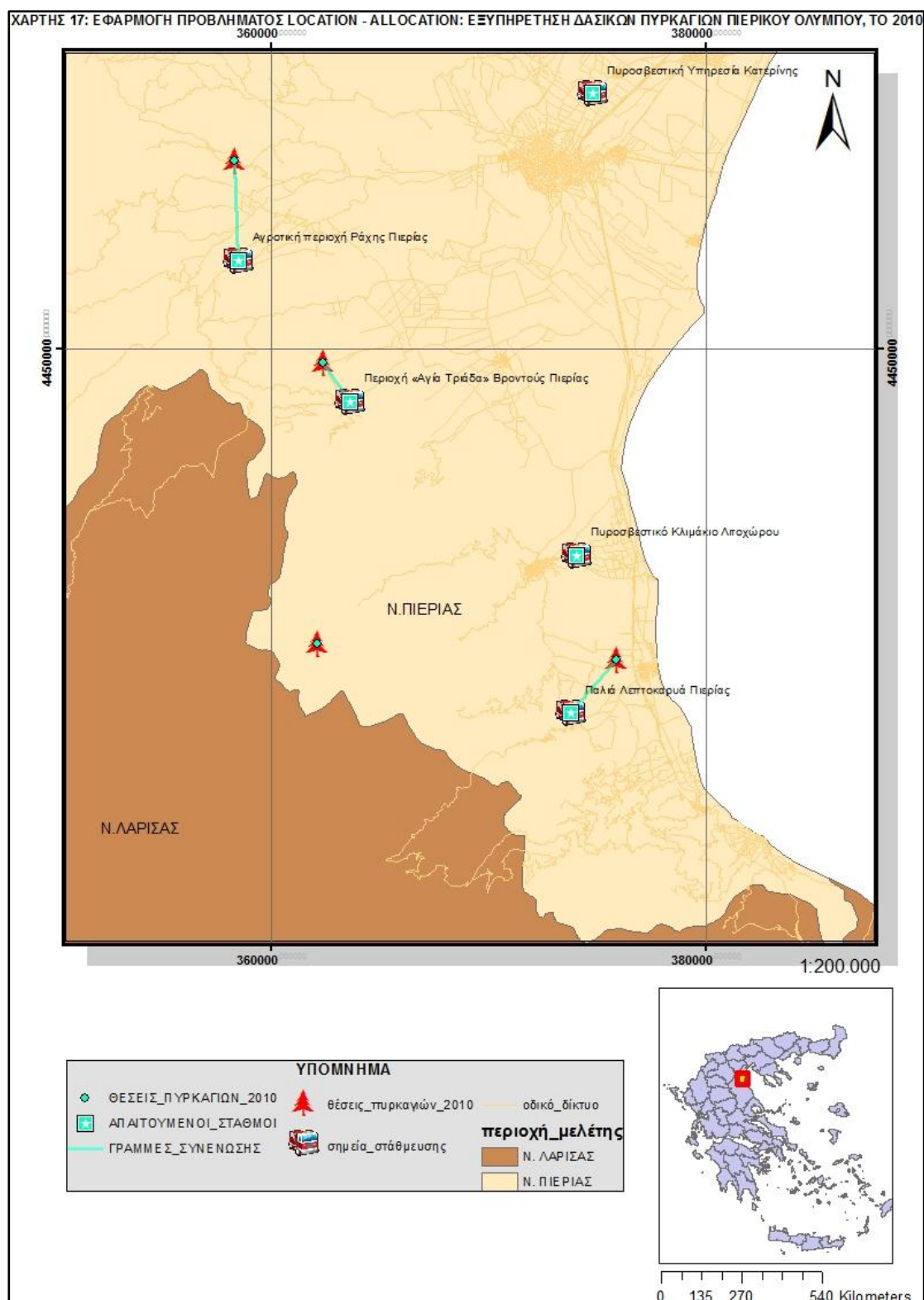
Χάρτης 14. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation: Απεικόνιση της εξυπηρέτησης των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2007 στον Πιερίκο Όλυμπο



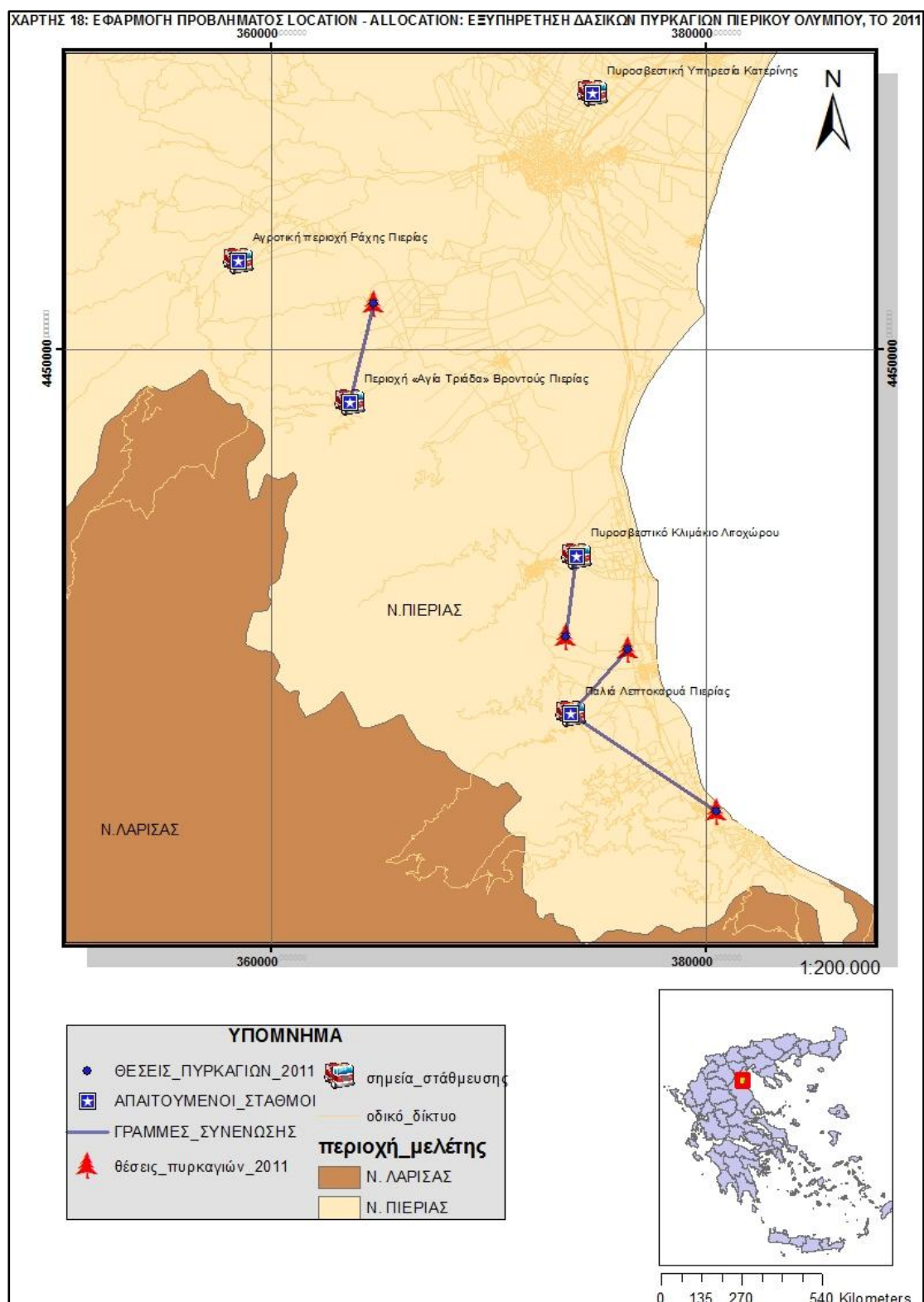
Χάρτης 15. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation: Απεικόνιση της εξυπηρέτησης των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2008 στον Πιερίκο Όλυμπο



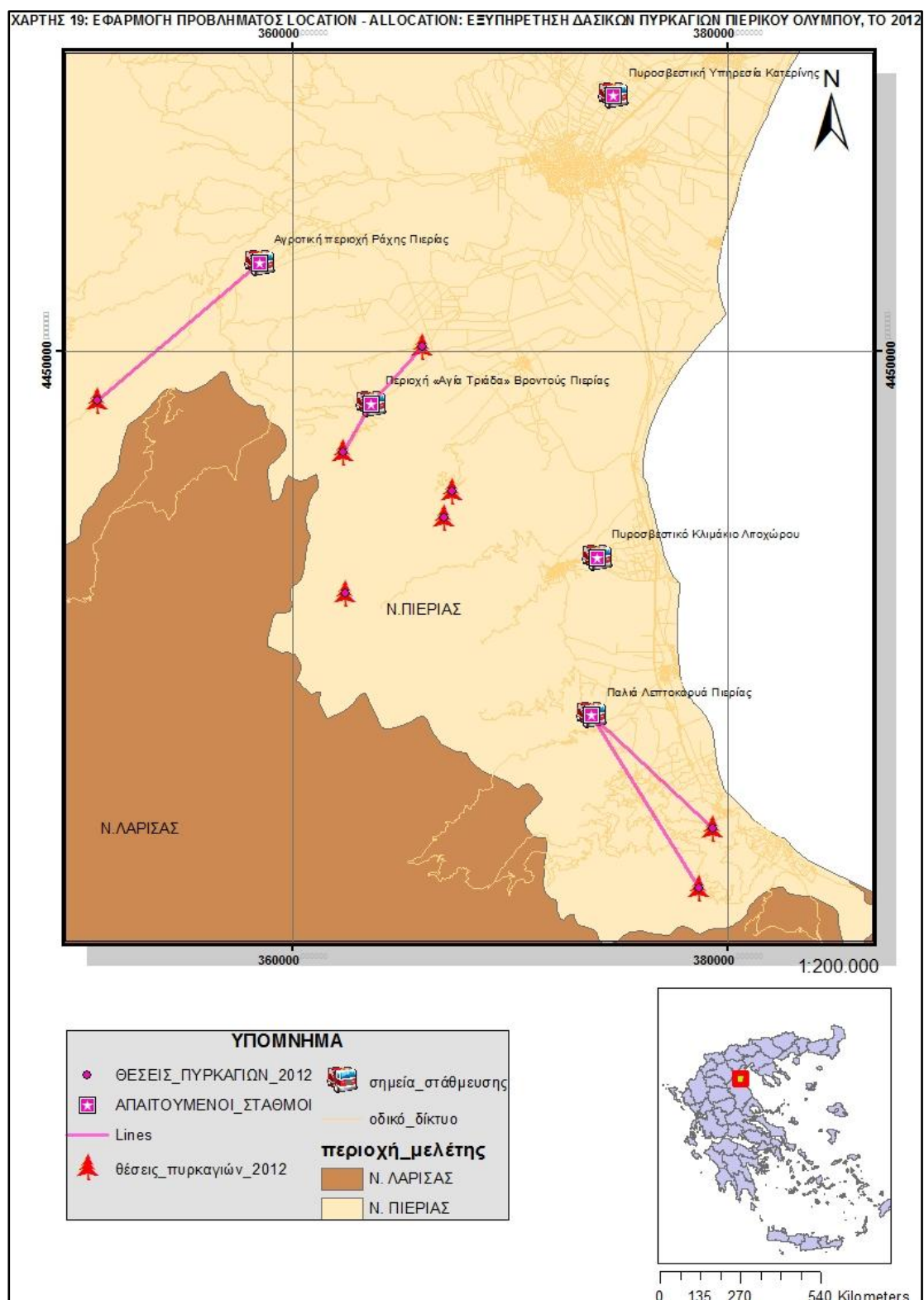
Χάρτης 16. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation: Απεικόνιση της εξυπηρέτησης των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2009 στον Πιερίκο Όλυμπο



Χάρτης 17. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation: Απεικόνιση της εξυπηρέτησης των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2010 στον Πιερίκο Όλυμπο



Χάρτης 18. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation: Απεικόνιση της εξυπηρέτησης των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2011 στον Πιερίκο Όλυμπο



Χάρτης 19. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation: Απεικόνιση της εξυπηρέτησης των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2012 στον Πιερίκο Όλυμπο

Από τους παραπάνω χάρτες, που προκύπτουν μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας επίλυσης του προβλήματος χωροθέτησης - κατανομής (**Location - Allocation**), εξάγονται σημαντικά στατιστικά στοιχεία, τα οποία συνοψίζονται στον **Πίνακες 27.** έως **34.**, που ακολουθούν. Στο σημείο αυτό, σημειώνεται ότι στον **Πίνακα 31.**, ο οποίος αναφέρεται στον υπολογισμό των στατιστικών δεικτών για την κατανομή των περιστατικών δασικών πυρκαγιών του έτους μελέτης 2009, τα αποτελέσματα αυτού παρουσιάζονται μηδενικά. Το γεγονός αυτό βασίζεται στο ότι, όπως προαναφέρθηκε, το μοναδικό συμβάν που καταγράφηκε (24/8/2009), δεν ήταν εφικτό να αντιμετωπιστεί κατά τη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος **Location - Allocation**, βάσει των παραμέτρων που λήφθηκαν υπόψη.

Πίνακας 27. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2005, στον Πιερικό Όλυμπο

2005					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	8	4	50%	1	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		2	25%		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		0	0%		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		1	13%		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	13%	32,0	8,0	12,0	3,6
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		29,9	14,9		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		0,0	0,0		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		13,1	13,1		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0,0	0,0		

Πίνακας 28. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2006, στον Πιερικό Ολυμπο

2006					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	9	1	11%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		4	44%		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		3	33%		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		1	11%		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	2,2	2,2	11,6	9,3
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		50,2	12,6		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		72,0	24,0		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		7,6	7,6		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0,0	0,0		

Πίνακας 29. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2007, στον Πιερικό Ολυμπο

2007					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	8	1	13%	1	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		3	38%		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		1	13%		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		2	25%		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	13%	15,7	15,7	12,2	3,8
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		39,1	13,0		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		13,3	13,3		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		13,7	6,8		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0,0	0,0		

Πίνακας 30. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2008, στον Πιερικό Ολύμπου

2008					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	8	5	63%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		1	13%		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		0	0%		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		2	25%		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	95,3	19,1	16,7	3,2
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		13,0	13,0		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		0,0	0,0		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		36,1	18,1		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0,0	0,0		

Πίνακας 31. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2009, στον Πιερίκο Ολύμπου

2009					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερίκου Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπποκαρυά Πιερίας (9817)	1	0	0%	1	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0	0%		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		0	0%		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		0	0%		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπποκαρυά Πιερίας (9817)	100%	0,0	0,0	0,0	0,0
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0,0	0,0		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		0,0	0,0		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		0,0	0,0		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0,0	0,0		

Πίνακας 32. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2010, στον Πιερικό Ολύμπου

2010					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	4	1	25%	1	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0	0%		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		1	25%		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		1	25%		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο σύνολο των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	25%	7,3	7,3	11,6	3,7
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0,0	0,0		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		13,4	13,4		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		14,2	14,2		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0,0	0,0		

Πίνακας 33. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2011, στον Πιερικό Ολυμπο

2011					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	4	2	50%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		1	25%		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		1	25%		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		0	0%		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	17,5	8,8	10,1	1,6
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		9,6	9,6		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		11,9	11,9		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		0,0	0,0		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0,0	0,0		

Πίνακας 34. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2012, στον Πιερικό Ολύμπου

2012					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	8	2	25%	3	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0	0%		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		2	25%		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		1	13%		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	38%	38,1	19,1	14,7	4,0
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0,0	0,0		
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)		22,4	11,2		
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)		13,9	13,9		
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)		0,0	0,0		

Εν κατακλείδι, παρατίθεται ο **Πίνακας 35.**, ο οποίος συγκεντρώνει τα εξαγόμενα αποτελέσματα της διαδικασίας επίλυσης του προβλήματος χωροθέτησης - κατανομής (**Location - Allocation**), σύμφωνα με το οποίο πραγματοποιείται η κατανομή των περιστατικών δασικών πυρκαγιών του Πιερικού Ολύμπου κατά την περίοδο μελέτης (2005 - 2012), στα πέντε υφιστάμενα πυροσβεστικά οχήματα, με σκοπό την αντιμετώπιση του μεγαλύτερου ποσοστού τους, στα πλαίσια του εφικτού.

Πίνακας 35. Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για την κατανομή του υφιστάμενου στόλου των 5 πυροσβεστικών οχημάτων στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών, κατά τα έτη 2005 - 2012

Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός (κατά τα έτη 2005 - 2012) περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Συνολικό ποσοστό % (κατά τα έτη 2005 - 2012) περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Συνολικός αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών, από τα 5 καταγεγραμμένα περιστατικά (κατά τα έτη 2005 - 2012) που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα 5 σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικό ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών (κατά τα έτη 2005 - 2012) που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα 5 σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων σε κάθε περιστατικό δασικής, κατά τα έτη 2005 - 2012
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	16	32%	7	14%	12,7
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)	11	22%			
Περιοχή «Αγία Τριάδα» Βροντούς Πιερίας (9277)	8	16%			
Αγροτική περιοχή Ράχης Πιερίας (8075)	8	16%			
Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης (6504)	0	0%			

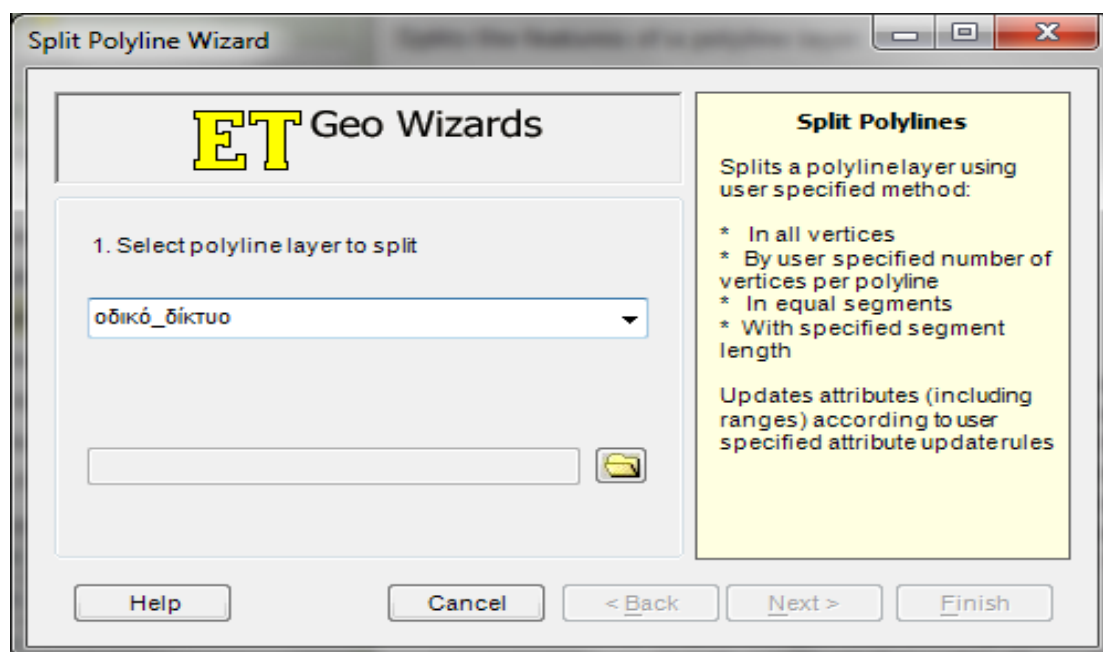
Το συμπέρασμα που απορρέει παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα, είναι πως τα πυροσβεστικά οχήματα, που σταθμεύουν στις τοποθεσίες «Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας» και «Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου», είναι τα δύο επικρατέστερα από τα πέντε συνολικά οχήματα που απαρτίζουν τον υφιστάμενο στόλο της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας, ως προς το ποσοστό εξυπηρέτησης και συμβολής στο έργο της καταστολής των πυρκαγιών, που έλαβαν χώρα κατά την εξεταζόμενη περίοδο. Για το λόγο αυτό, επιλέγεται η επικράτησή τους ως μέρος της βέλτιστης λύσης χωροθέτησης που θα προταθεί, αφού χωροθετηθούν εκ νέου τα υπόλοιπα τρία πυροσβεστικά οχήματα, που απαιτούνται για τη σύσταση του βασικού στόλου. Οι τρεις νέες θέσεις στάθμευσης των οχημάτων, λοιπόν, που ζητούνται, θα είναι αποτέλεσμα διαφόρων δοκιμών που βασίζονται σε τρία σενάρια, τα οποία περιγράφονται εκτενώς στη συνέχεια.

4.4.2.2. Σενάριο 1

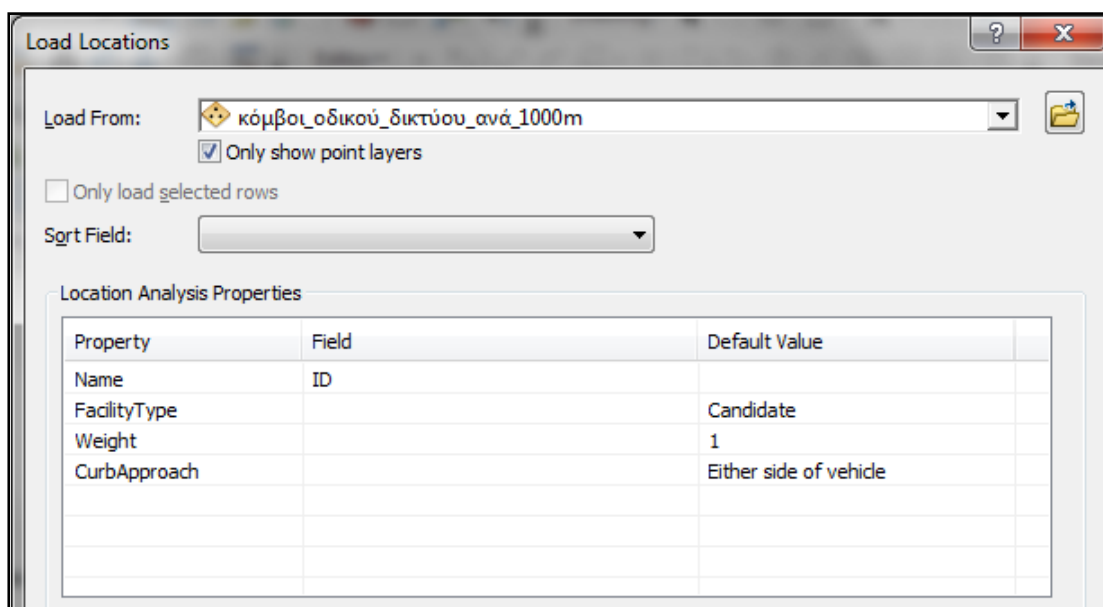
Αρχικά, εξετάζεται το σενάριο εύρεσης των τριών υποψήφιων θέσεων στάθμευσης των πυροσβεστικών οχημάτων, βασιζόμενοι στο καταγεγραμμένο ιστορικό δασικών πυρκαγιών στον Εθνικό Δρυμό Ολύμπου, κατά τα έτη 2005 έως 2012. Συγκεκριμένα, λαμβάνοντας υπόψη τα περιστατικά της προηγούμενης χρονιάς από εκείνη που εξετάζεται κάθε φορά, επιχειρείται κατά το βέλτιστο τρόπο, η επαναχωροθέτηση των ζητούμενων οχημάτων και ο σχηματισμός με τα δύο μόνιμα οχήματα, μίας νέας πεντάδας, η οποία προκύπτει ανά έτος περιόδου μελέτης, μέσω της επίλυσης του προβλήματος **Location - Allocation**. Έτσι, ελέγχεται ο βαθμός απόδοσης της εκάστοτε πεντάδας, στην αντιμετώπιση των πυρκαγιών που ξεσπούν την επόμενη χρονική περίοδο.

Ομοίως, λοιπόν, με τα βήματα που περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα, θα πρέπει να ορίσουμε στο νέο στρώμα ανάλυσης **Location - Allocation**, του **Network Analyst**, στο παράθυρο διαλόγου **Load Locations**, τα σημεία ζήτησης (**Demand Points**) και τις εγκαταστάσεις (**Facilities**). Αξίζει να σημειωθεί ότι το μοντέλο μεγιστοποίησης της κάλυψης (**Maximize Coverage**), καθώς και οι υπόλοιπες παράμετροι του προβλήματος παραμένουν οι ίδιες.

Για την κάλυψη των αναγκών του προβλήματος, κρίθηκε απαραίτητο να χωριστεί, αυθαίρετα, το υφιστάμενο οδικό δίκτυο σε επιμέρους ισομήκη τμήματα των 1000 μ., μέσω της εντολής **Split Polyline** της επιπρόσθετης εργαλειοθήκης **ET Geo Wizards**, στον ArcMap 10.0 (**Εικόνα 31.**). Αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής ήταν να δημιουργηθεί εκ νέου ένα δίκτυο κόμβων, οι οποίοι εισάγονται ως υποψήφιες (**Candidate**) θέσεις στάθμευσης για τα τρία ζητούμενα πυροσβεστικά οχήματα, στη δικτυακή τάξη ανάλυσης των εγκαταστάσεων (**Εικόνα 32.**).



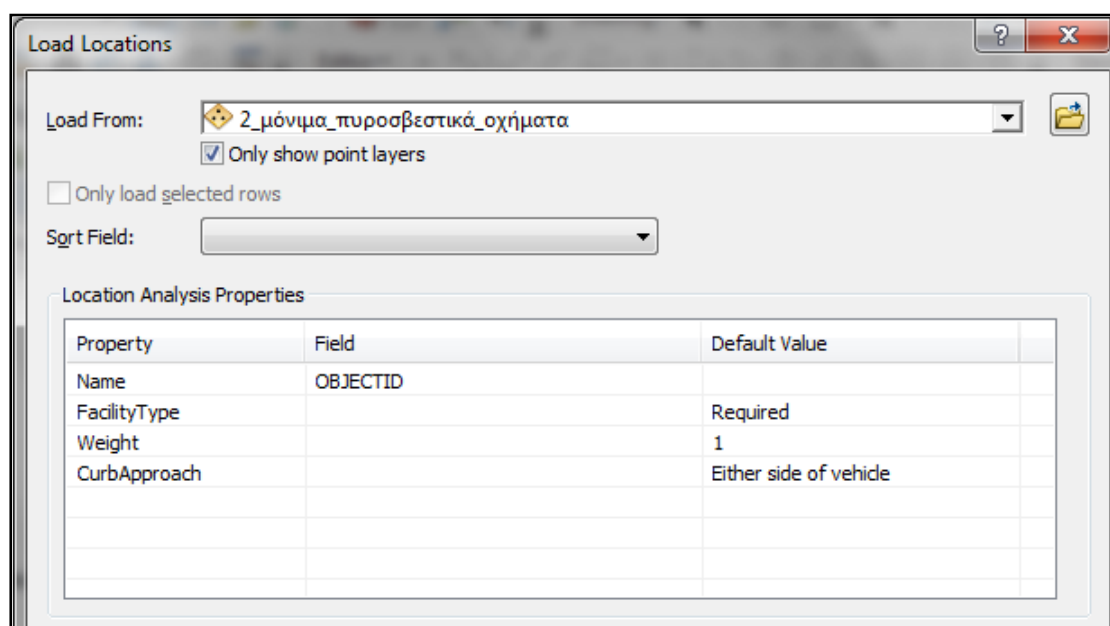
Εικόνα 31. Παράθυρο διαλόγου της εντολής *Split Polyline* της εργαλειοθήκης *ET Geo Wizards*



Εικόνα 32. Παράθυρο διαλόγου *Load Locations*, όπου εισάγεται το νέο δίκτυο κόμβων, ως αντικείμενα δικτυακής ανάλυσης των υποψήφιων εγκαταστάσεων

Εκτός, όμως, από την εισαγωγή των παραπάνω υποψήφιων εγκαταστάσεων που μπορεί να αποτελέσουν μέρος της λύσης, εισάγονται και οι δύο μόνιμες θέσεις στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων που προέκυψαν («*Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας*» και «*Πυροσβεστικό Κλιμάκιο*

Λιτόχωρου»), ως απαιτούμενες (**Required**) εγκαταστάσεις, οι οποίες θα πρέπει οπωσδήποτε να αποτελούν μέρος της λύσης (**Εικόνα 33**).

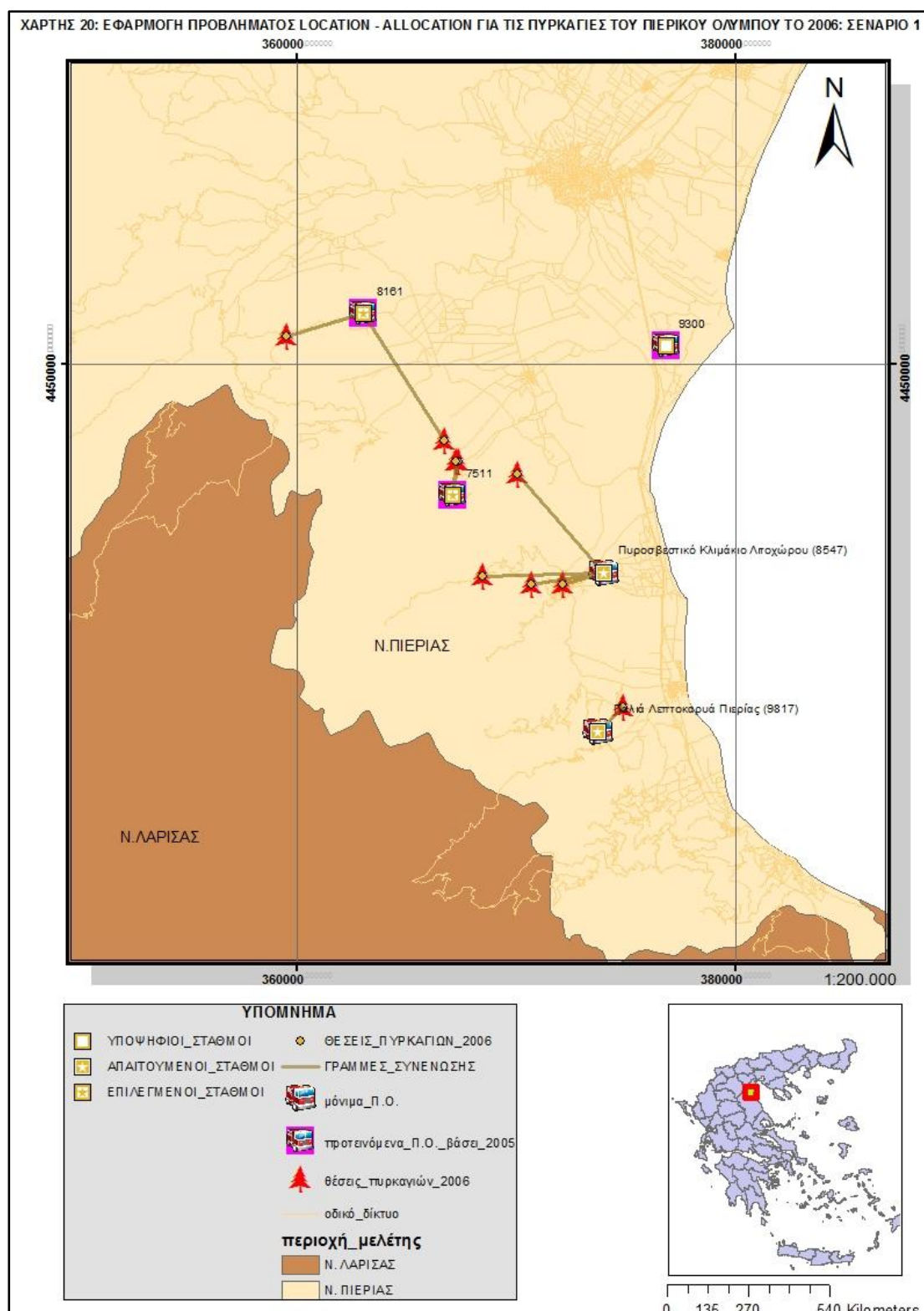


Εικόνα 33. Παράθυρο διαλόγου *Load Locations*, όπου εισάγονται οι δύο μόνιμες θέσεις στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων, ως αντικείμενα δικτυακής ανάλυσης των απαιτούμενων εγκαταστάσεων

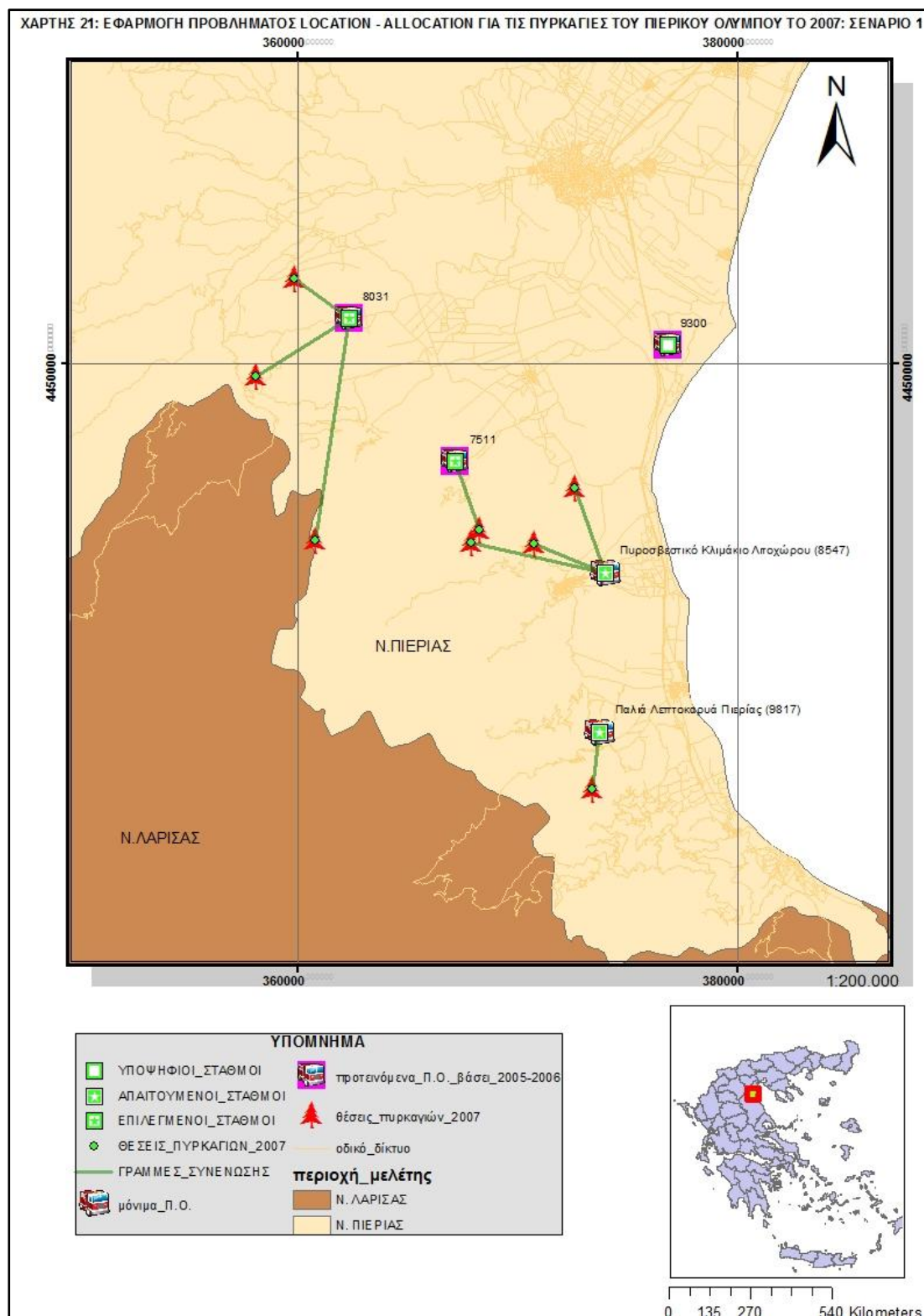
Κατόπιν, προκειμένου να εξαχθούν οι ζητούμενες τρεις θέσεις στάθμευσης, σχηματίζοντας έτσι τις προτεινόμενες πεντάδες που θα επανδρώνουν το βασικό στόλο, εισάγονται σε πρώτο στάδιο, ως σημεία ζήτησης (**Demand Points**), τα περιστατικά πυρκαγιών που έλαβαν χώρα πριν από την εξεταζόμενη κάθε φορά χρονολογία. Επεξηγώντας την παραπάνω διαδικασία, αναφέρουμε ότι για την εξαγωγή της προτεινόμενης πεντάδας οχημάτων, της οποίας η αποτελεσματικότητα στην κατάσβεση των δασικών πυρκαγιών θα εξεταστεί π.χ. για το έτος 2007, θα πρέπει να οριστούν ως σημεία ζήτησης, τα συμβάντα που καταγράφηκαν τα έτη 2005 και 2006. Έτσι, καταχωρώντας στη συνέχεια, τις πέντε αυτές θέσεις στάθμευσης (τις τρεις που προκύπτουν από την επίλυση και τις δύο μόνιμες), ως απαιτούμενες πλέον εγκαταστάσεις και τα περιστατικά πυρκαγιών του 2007 ως σημεία ζήτησης, είναι εφικτός ο υπολογισμός του ποσοστού εξυπηρέτησης του προτεινόμενου αυτού συνδυασμού οχημάτων.

Κατ' επέκταση, λοιπόν, επαναλαμβάνοντας τα παραπάνω βήματα έως και το έτος 2012, παρακολουθούμε το βαθμό εξέλιξης και βελτίωσης του τομέα αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών. Με τον τρόπο αυτό αξιολογούμε το **Σενάριο 1**, που προτείνει την επαναχωροθέτηση των τριών από τις πέντε θέσεις στάθμευσης του βασικού στόλου, ανά έτος της εξεταζόμενης περιόδου, βάσει των περιστατικών που έλαβαν χώρα κατά το παρελθόν, στοχεύοντας έτσι στην αύξηση της πιθανότητας κατάσβεσης του συνόλου σχεδόν των πυρκαγιών, που θα εκδηλωθούν στην επόμενη ευπαθή χρονική περίοδο.

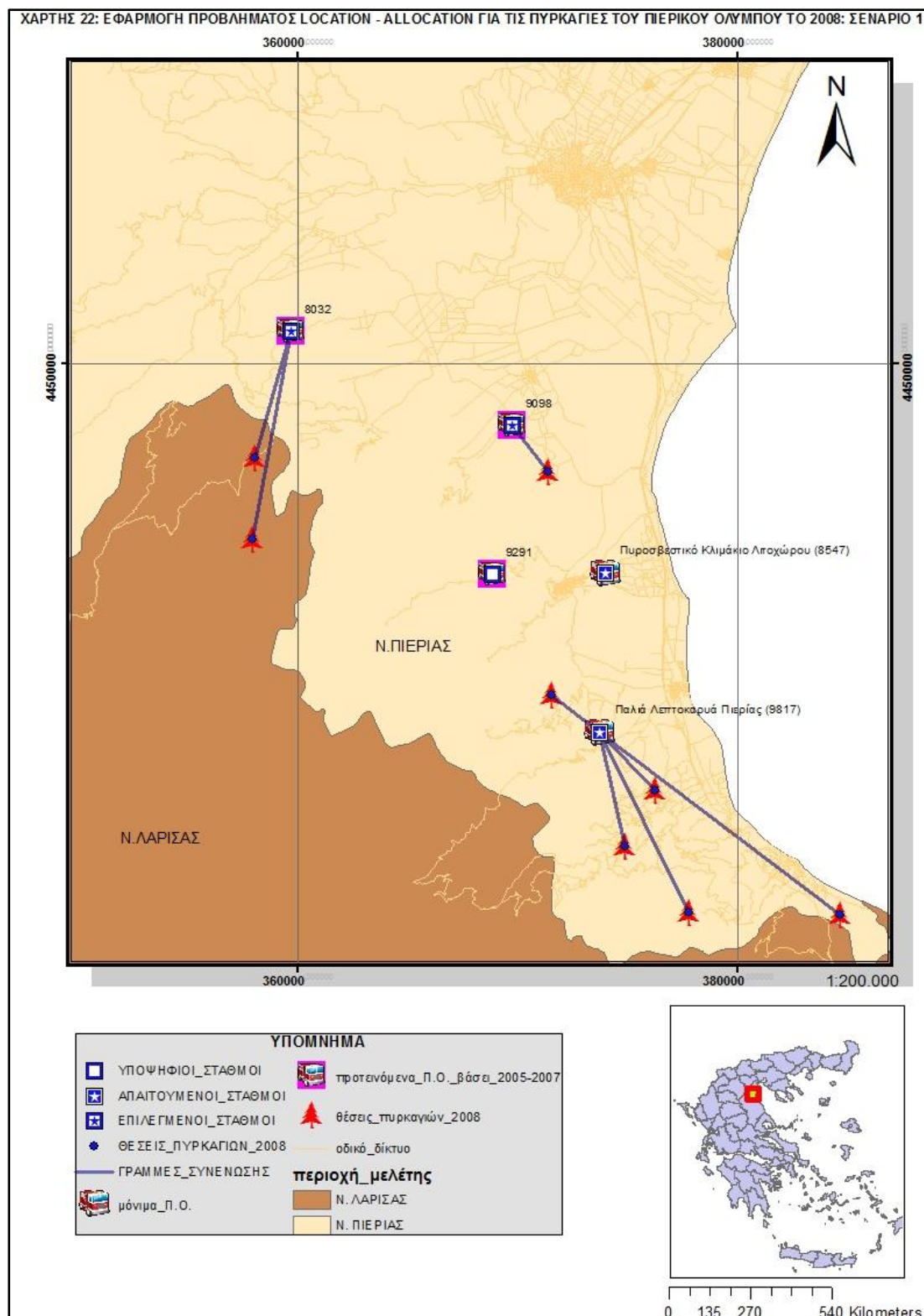
Εν κατακλείδι, τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ολοκλήρωση της διαδικασίας επίλυσης του μοντέλου χωροθέτησης - κατανομής (**Location - Allocation**), σύμφωνα με τις παραδοχές του **Σεναρίου 1**, απεικονίζονται στους **Χάρτες 20. έως 26.** και παρουσιάζονται στατιστικώς επεξεργασμένα στους **Πίνακες 36. έως 43.,** που ακολουθούν.



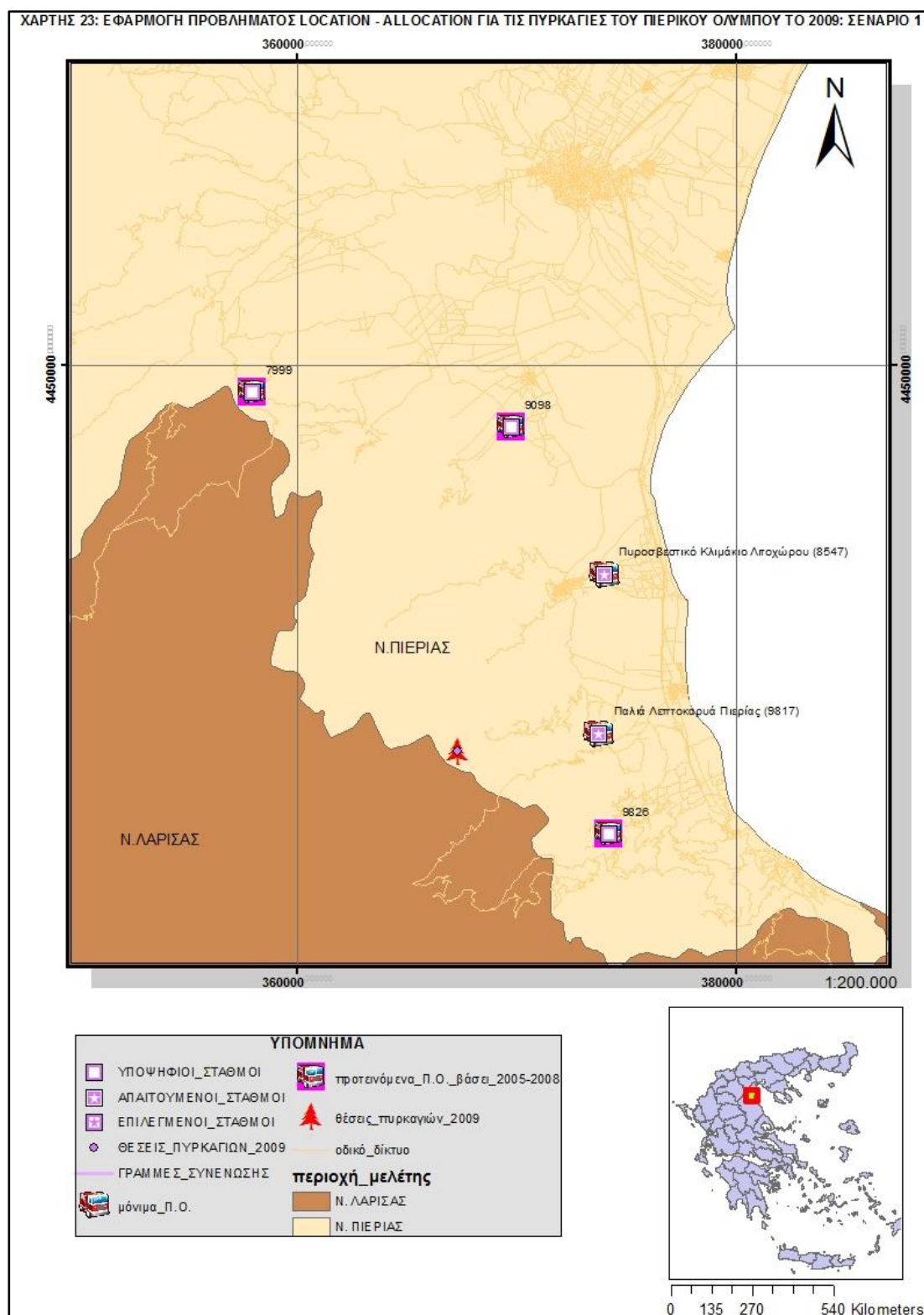
Χάρτης 20. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2006 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 1



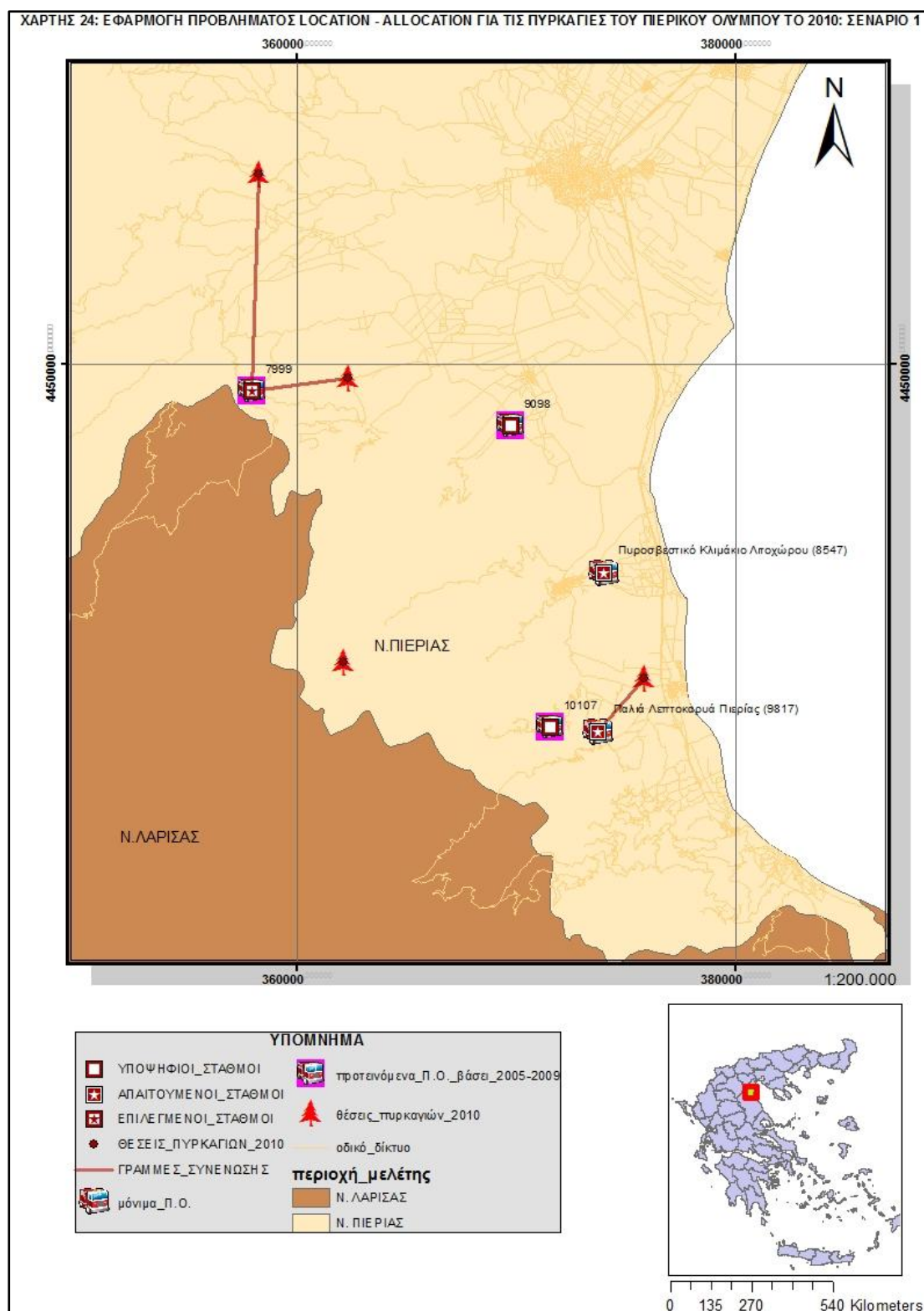
Χάρτης 21. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2007 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 1



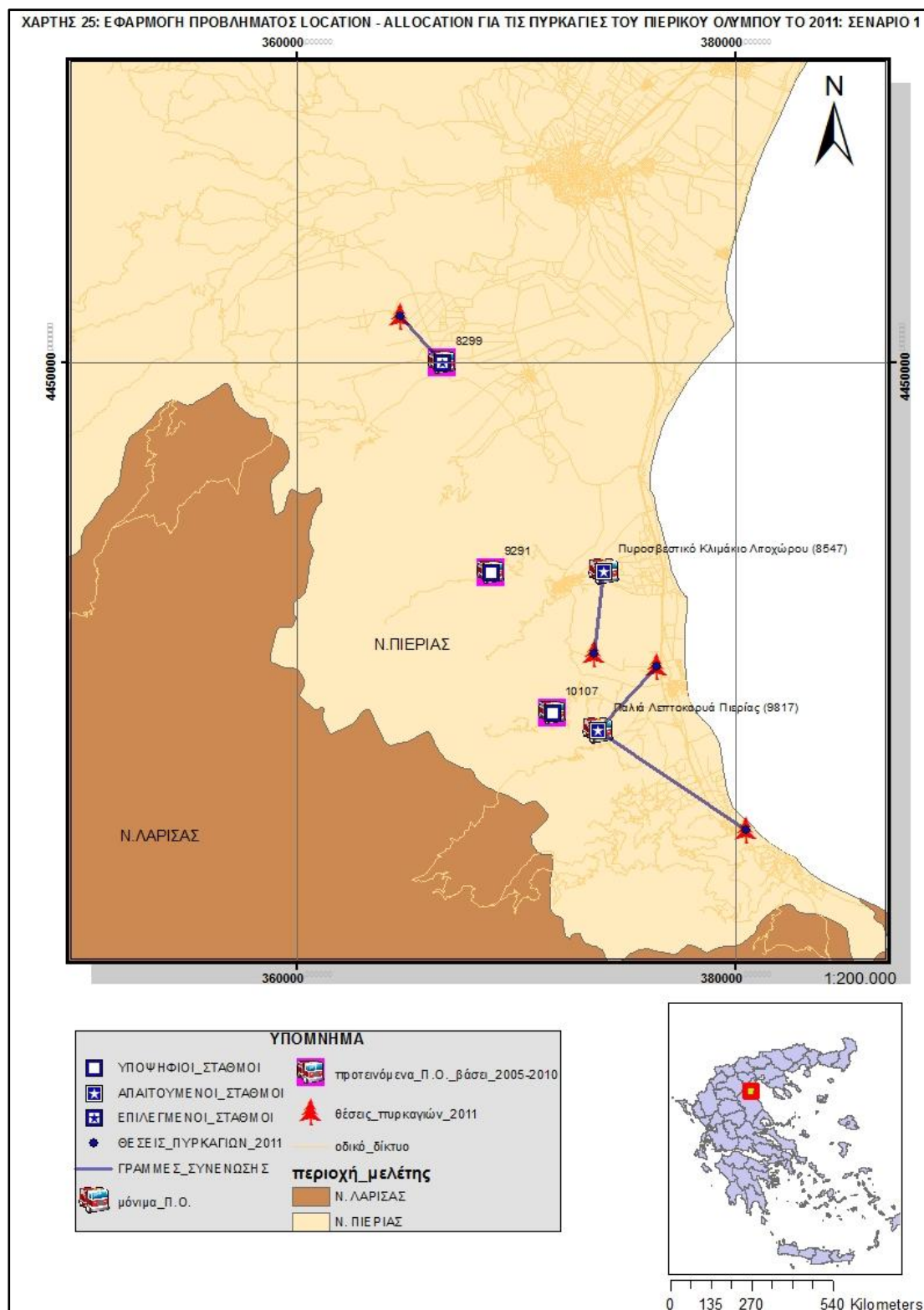
Χάρτης 22. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2008 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 1



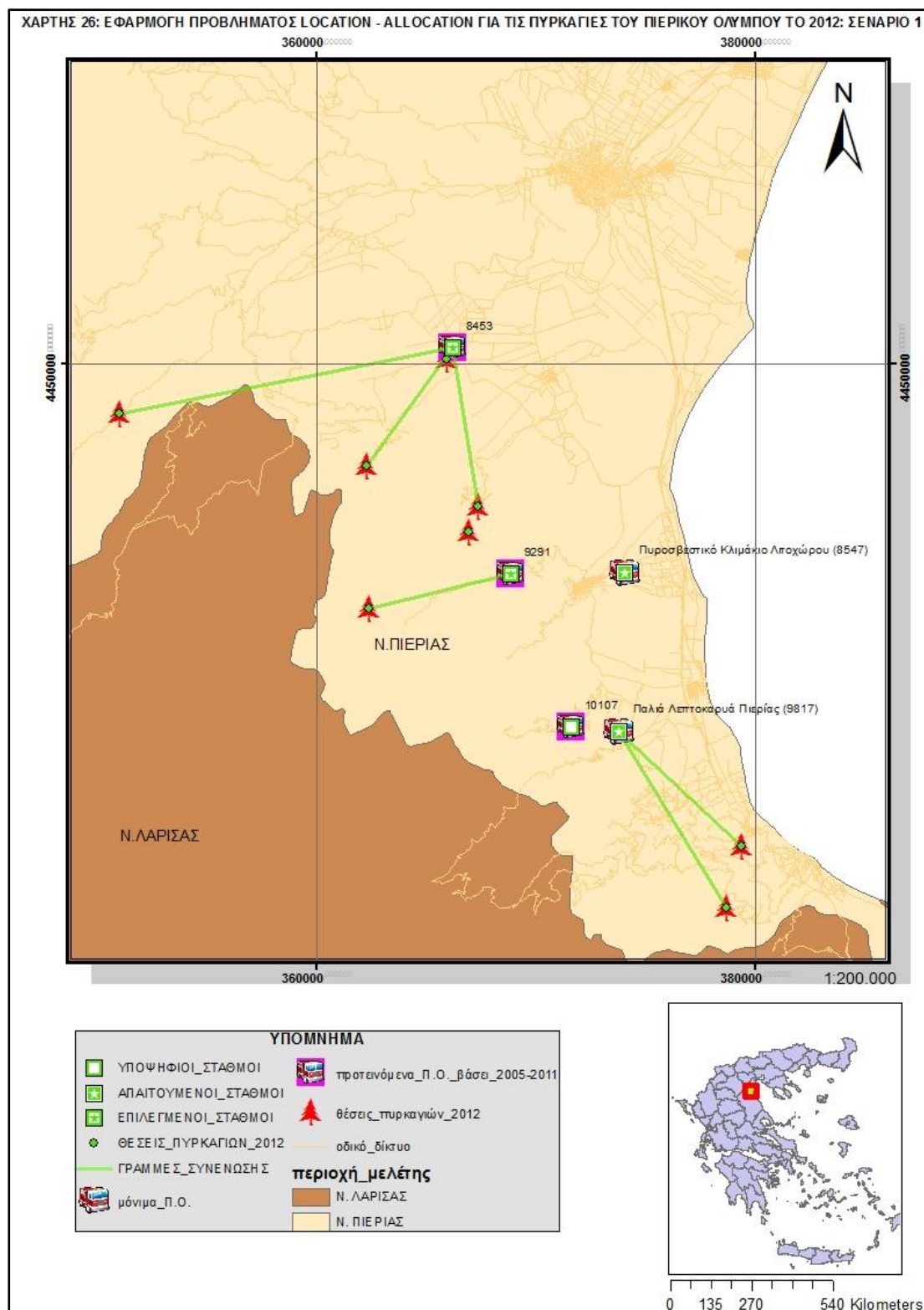
Χάρτης 23. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2009 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 1



Χάρτης 24. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2010 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 1



Χάρτης 25. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2011 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 1



Χάρτης 26. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2012 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 1

Πίνακας 36. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2006, στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 1

2006					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερίκου Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα, ανά έτος περιόδου	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	9	1	11%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		4	44%		
7511		2	22%		
8161		2	22%		
9300		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	2,2	2,2	7,4	4,8
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		50,2	12,6		
7511		21,0	10,5		
8161		23,2	11,6		
9300		0,0	0,0		

Πίνακας 37. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2007, στον Πιερίκο Ολύμπο: Σενάριο 1

2007					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερίκου Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	8	1	13%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		3	38%		
7511		1	13%		
8031		3	38%		
9300		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	15,7	15,7	13,2	3,9
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		39,1	13,0		
7511		7,7	7,7		
8031		49,0	16,3		
9300		0,0	0,0		

Πίνακας 38. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2008, στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 1

2008					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	8	5	63%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0	0%		
8032		2	25%		
9098		1	13%		
9291		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>στο σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιές που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιές που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιές	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιές
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	95,3	19,1	12,8	7,7
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0,0	0,0		
8032		30,2	15,1		
9098		4,1	4,1		
9291		0,0	0,0		

Πίνακας 39. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2009, στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 1

2009					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερίκου Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	1	0	0%	1	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0	0%		
7999		0	0%		
9098		0	0%		
9826		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>στο σύνολο των</u> περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	100%	0,0	0,0	0,0	0,0
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0,0	0,0		
7999		0,0	0,0		
9098		0,0	0,0		
9826		0,0	0,0		

Στο σημείο αυτό, σημειώνεται ότι το μοναδικό περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εκδηλώθηκε στον Πιερίκο Όλυμπο το 2009, δεν ήταν και πάλι εφικτό να αντιμετωπιστεί από την προτεινόμενη πεντάδα πυροσβεστικών οχημάτων, η οποία παρατίθεται στον **Πίνακα 39.**, εντός του χρονικού περιορισμού προσέγγισης της εστίας της φωτιάς (30 λεπτά), που τέθηκε ως παράμετρος στη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος.

Πίνακας 40. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2010, στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 1

2010					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	4	1	25%	1	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0	0%		
7999		2	50%		
9098		0	0%		
10107		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>στο σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	25%	7,3	7,3	12,1	6,7
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0,0	0,0		
7999		33,7	16,8		
9098		0,0	0,0		
10107		0,0	0,0		

Πίνακας 41. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2011, στον Πιερικό Ολυμπο: Σενάριο 1

2011					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	4	2	50%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		1	25%		
8299		1	25%		
9291		0	0%		
10107		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>στο σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	17,5	8,8	7,5	2,9
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		9,6	9,6		
8299		4,3	4,3		
9291		0,0	0,0		
10107		0,0	0,0		

Πίνακας 42. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2012, στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 1

2012					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	8	2	25%	1	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0	0%		
8453		4	50%		
9291		1	13%		
10107		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>στο σύνολο των</u> περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε</u> <u>κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε</u> <u>κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	13%	38,1	19,1	17,5	3,0
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0,0	0,0		
8453		77,3	19,3		
9291		14,1	14,1		
10107		0,0	0,0		

Πίνακας 43. Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος *Location - Allocation*, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών στον Πιερικό Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012: Σενάριο 1

Συνολικός αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών, από τα 50 καταγεγραμμένα περιστατικά (κατά τα έτη 2005 - 2012) που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα, που προτείνει το Σενάριο 1	Συνολικό ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών (κατά τα έτη 2005 - 2012) που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα, που προτείνει το Σενάριο 1	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε</u> <u>κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς, κατά τα έτη 2005 - 2012
3	6%	11,7

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους παραπάνω πίνακες, διαπιστώνουμε ότι οι προτεινόμενες πεντάδες πυροσβεστικών οχημάτων που προκύπτουν μέσω της εφαρμογής του **Σεναρίου 1**, αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών, καθώς μόνο το 6% του συνολικού αριθμού τους δεν εξυπηρετήθηκε (**Πίνακας 43.**), έναντι του αντίστοιχου ποσοστού, 14%, που αναφέρεται στον υφιστάμενο στόλο της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης (**Πίνακας 35.**). Επιπρόσθετα, όσον αφορά το χρόνο που απαιτήθηκε ώστε να μεταβούν τα οχήματα στις εστίες εκδήλωσης των πυρκαγιών, διαπιστώνεται ότι είναι κατά μέσο όρο μικρότερος από 30 λεπτά, τα οποία τέθηκαν ως οριακή αντίσταση (**Impedance Cutoff**) στο πρόβλημα χωροθέτησης - κατανομής. Συνεπώς, επιτυγχάνεται και η ελαχιστοποίηση της ιδιότητας του κόστους - αντίστασης (**Impedance**), που στην παρούσα εφαρμογή είναι ο χρόνος μετάβασης (**travel_time**). Παράλληλα, ο προαναφερθείς χρόνος μετάβασης, 11,7 λεπτά (**Πίνακας 43.**), είναι μικρότερος από τον αντίστοιχο (12,7 λεπτά), που χρειάζεται για να προσεγγίσει τα σημεία εκδήλωσης πυρκαγιών η πεντάδα οχημάτων του υφιστάμενου στόλου (**Πίνακας 35.**).

4.4.2.3. Σενάριο 2

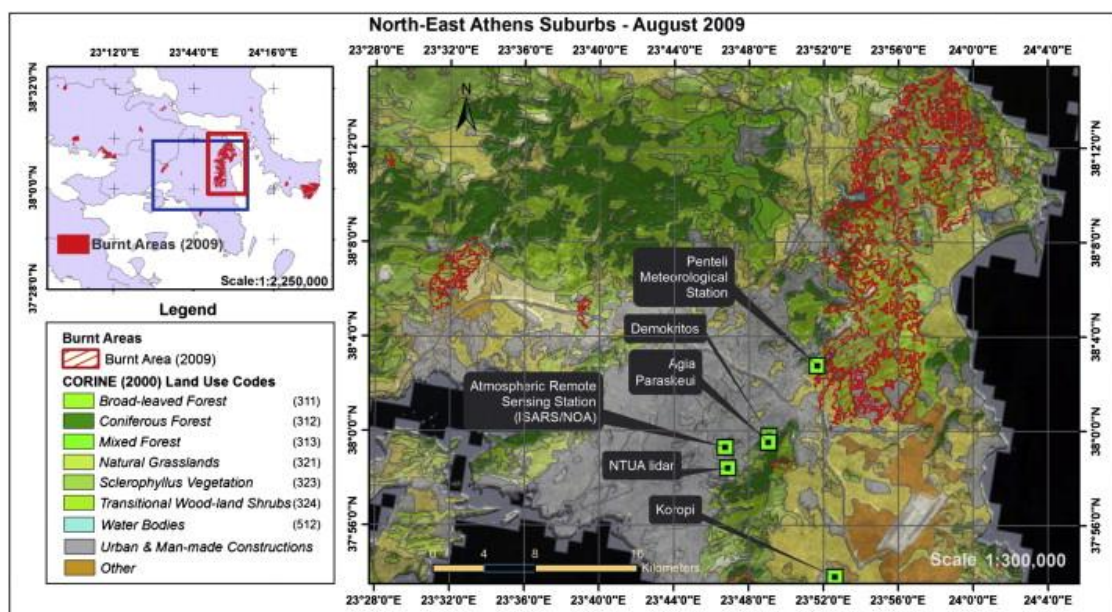
Σύμφωνα με το **Σενάριο 2** επιδιώκεται η εύρεση της βέλτιστης λύσης χωροθέτησης τριών θέσεων στάθμευσης πυροσβεστικών οχημάτων, τα οποία σε συνδυασμό με τα δύο μόνιμα οχήματα που εδράζονται στις τοποθεσίες «*Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας*» και «*Πυροσβεστικό κλιμάκιο Λιτόχωρου*», θα προταθεί να επανδρώσουν το βασικό στόλο της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης. Η επιλογή της παραπάνω πεντάδας οχημάτων θα πραγματοποιηθεί βάσει των καταγεγραμμένων δεδομένων υψομέτρου στο οποίο εκδηλώθηκαν τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών στον Πιερικό Όλυμπο κατά τα έτη 2005 έως 2012, καθώς και των δασοπονικών ειδών που κάηκαν στη διάρκειά τους. Κατόπιν, μέσω της επίλυσης του προβλήματος χωροθέτησης - κατανομής, θα εξεταστεί και αξιολογηθεί ο βαθμός εξυπηρέτησης της προτεινόμενης αυτής πεντάδας πυροσβεστικών οχημάτων, στον τομέα αντιμετώπισης και καταστολής των συμβάντων ανά έτος της περιόδου μελέτης. Αναφέρουμε ότι το μοντέλο που επιλέγεται και για την παρούσα δοκιμή είναι εκείνο της μεγιστοποίησης της κάλυψης (**Maximize Coverage**), καθώς και ότι οι υπόλοιπες παράμετροι του προβλήματος (**Impedance: travel_time, Facilities To Choose: 5, Impedance Cutoff: 30 min**) παραμένουν οι ίδιες.

Ξεκινώντας, λοιπόν, στο στρώμα ανάλυσης **Location - Allocation** που ανοίγουμε, εισάγεται στη δικτυακή τάξη ανάλυσης των εγκαταστάσεων (**Facilities**), ομοίως με το **Σενάριο 1**, το νέο δίκτυο κόμβων του οδικού δικτύου, ως υποψήφιες (**Candidate**) θέσεις στάθμευσης για τα τρία ζητούμενα πυροσβεστικά οχήματα. Επιπρόσθετα, εισάγονται και οι δύο μόνιμες θέσεις στάθμευσης που προέκυψαν («*Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας*» και «*Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου*»), ως απαιτούμενες (**Required**) εγκαταστάσεις.

Όσον αφορά τη δικτυακή τάξη ανάλυσης των σημείων ζήτησης (**Demand Points**), η διαφοροποίηση του **Σεναρίου 2**, έγκειται στο γεγονός ότι γίνεται είσοδος των κέντρων βάρους των πολυγώνων, που προκύπτουν από τις τρεις ομάδες ειδών βλάστησης, **Δάσος**, **Χορτολιβαδική** και **Δασική έκταση** (**Forest, Grassland** και **Woodland** αντίστοιχα), σύμφωνα με την καταγραφή των δασοπονικών ειδών που συγκροτούν τη φυσική κάλυψη του

νομού Πιερίας και έχουν καεί, βάσει του πορίσματος της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας. Αξίζει να σημειωθεί ότι εκτός από την περιοχή του Εθνικού Δρυμού Ολύμπου και το δυτικό τμήμα του νομού, που καλύπτεται από τα Πιέρια Όρη, χρήζει μέτρων δασικής πυροπροστασίας και για το λόγο αυτό επιλέγεται να ληφθεί υπόψη στο παρόν σενάριο. Επιπλέον, από την παραπάνω ομάδα σημείων - κέντρων βάρους, επιλέγονται εκείνα των οποίων το υψόμετρο εντάσσεται στο εύρος υψομέτρων (20μ. - 2.050μ.) των περιστατικών δασικών πυρκαγιών που κατατάχτηκαν στην ομάδα 1 (**cluster 1**) της μη - χωρικής ταξινόμησης, που πραγματοποιήθηκε στην **Ενότητα 4.3.1**. Αξίζει να σημειωθεί ότι το πλήθος των κέντρων βάρους των πολυγώνων βλάστησης, χαρακτηρίζεται από υψόμετρο εντός του παραπάνω εύρους, με αποτέλεσμα να εισαχθούν στο σύνολό τους ως σημεία ζήτησης.

Συγκεκριμένα, λοιπόν, η αντιστοίχιση των υποκατηγοριών δασοπονικών ειδών που εμπεριέχονται στο στρώμα (.shp) του Corine 2000, με τις τρεις προαναφερθείσες ομάδες βλάστησης που εντοπίζονται στην περιοχή μελέτης, βασίστηκε στην τεχνική έκθεση του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, για την ενημέρωση της βάσης δεδομένων κάλυψης γης Corine Land Cover 2000, καθώς και στην ανασκόπηση σχετικής βιβλιογραφίας (**Εικόνα 34**). Έτσι, η παραπάνω κατηγοριοποίηση των ειδών βλάστησης που προκύπτει, παρουσιάζεται στον **Πίνακα 44**.



Εικόνα 34. Οι καμένες εκτάσεις των καταστρεπτικών δασικών πυρκαγιών στο νομό Αττικής, το 2009

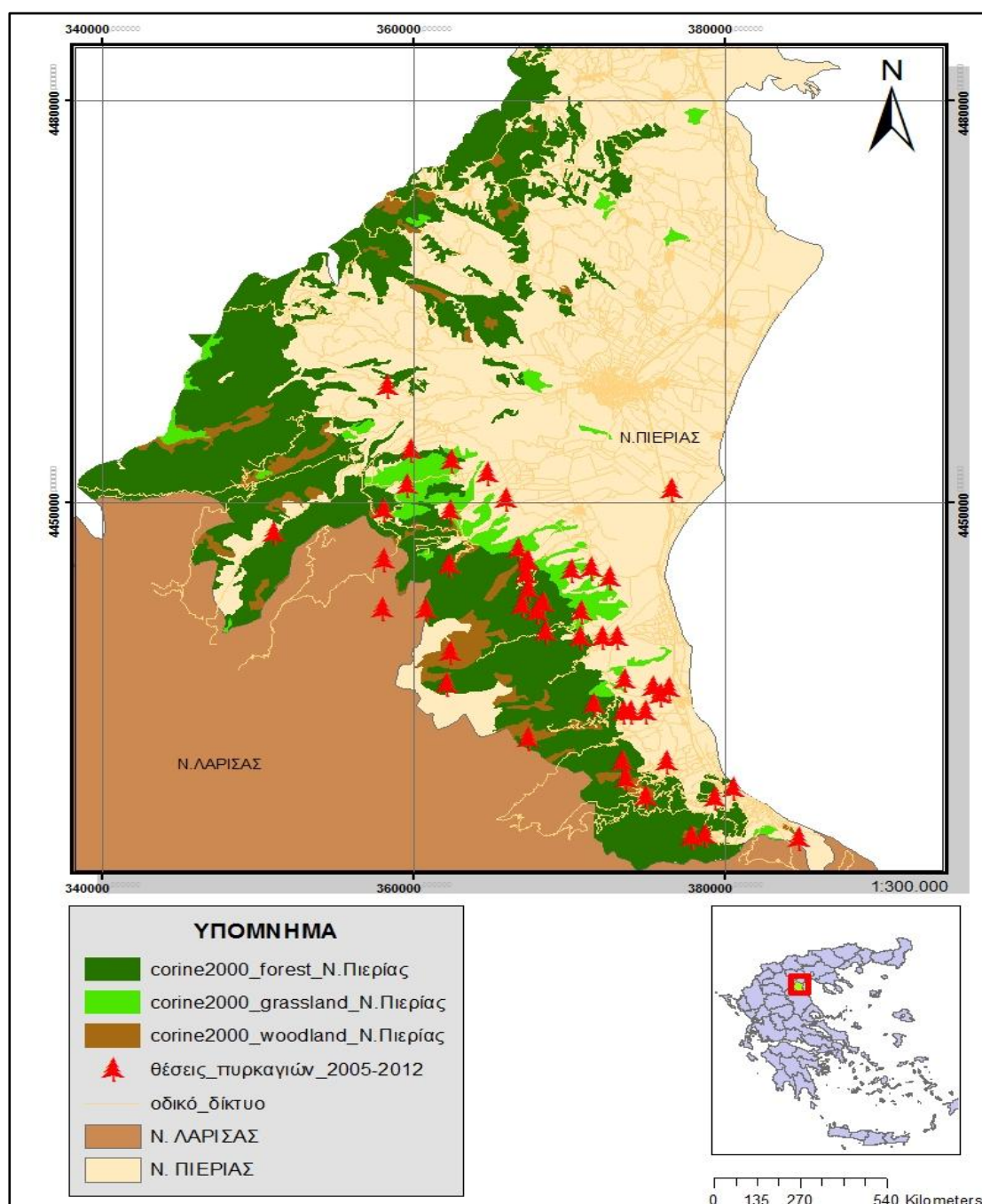
Πηγή: <http://www.sciencedirect.com/science/article/>

Πίνακας 44. Κατηγοριοποίηση των καταγεγραμμένων δασοπονικών ειδών που κάηκαν στις δασικές πυρκαγιές του Πιερικού Ολύμπου κατά τα έτη 2005 - 2012

Ομάδες καταγεγραμμένων δασοπονικών ειδών που κάηκαν στις δασικές πυρκαγιές της περιοχής μελέτης	Υποκατηγορίες Corine Land Cover 2000
Δάσος (Forest)	Δάσος πλατύφυλλων (<i>Broad - leaved forest</i>)
	Μικτό δάσος (<i>Mixed forest</i>)
	Δάσος κωνοφόρων (<i>Coniferous forest</i>)
Χορτολιβαδική έκταση (<i>Grassland</i>)	Φυσικοί βοσκότοποι (<i>Natural grasslands</i>)
	Σκληροφυλλική βλάστηση (<i>Sclerophyllous vegetation</i>)
Δασική έκταση (<i>Woodland</i>)	Μεταβατικές δασώδεις - θαμνώδεις εκτάσεις (<i>Transitional woodland - shrubs</i>)

Εν συνεχεία, για την απεικόνιση των παραπάνω ομάδων βλάστησης του νομού Πιερίας, σε περιβάλλον ArcMap 10.0, προστέθηκε στον πίνακα ιδιοτήτων του στρώματος **corine2000_per_meleths**, το πεδίο **corine2000_burned_type**, όπου με τις εντολές **Select By Attributes** και **Field Calculator**, αντιστοιχήθηκαν οι υποκατηγορίες του πεδίου **LABEL_3** του εν λόγω πίνακα, στις ομάδες **Forest**, **Grassland** και **Woodland**.

Αποτέλεσμα, λοιπόν, της διαδικασίας αυτής είναι η δημιουργία τριών στρωμάτων στον πίνακα περιεχομένων (**Table Of Contents**) του ArcMap 10.0 (*corine2000_forest_N.Πιερίας*, *corine2000_grassland_N.Πιερίας* και *corine2000_woodland_N.Πιερίας*), τα οποία διακρίνονται στην **Εικόνα 35**, που ακολουθεί.

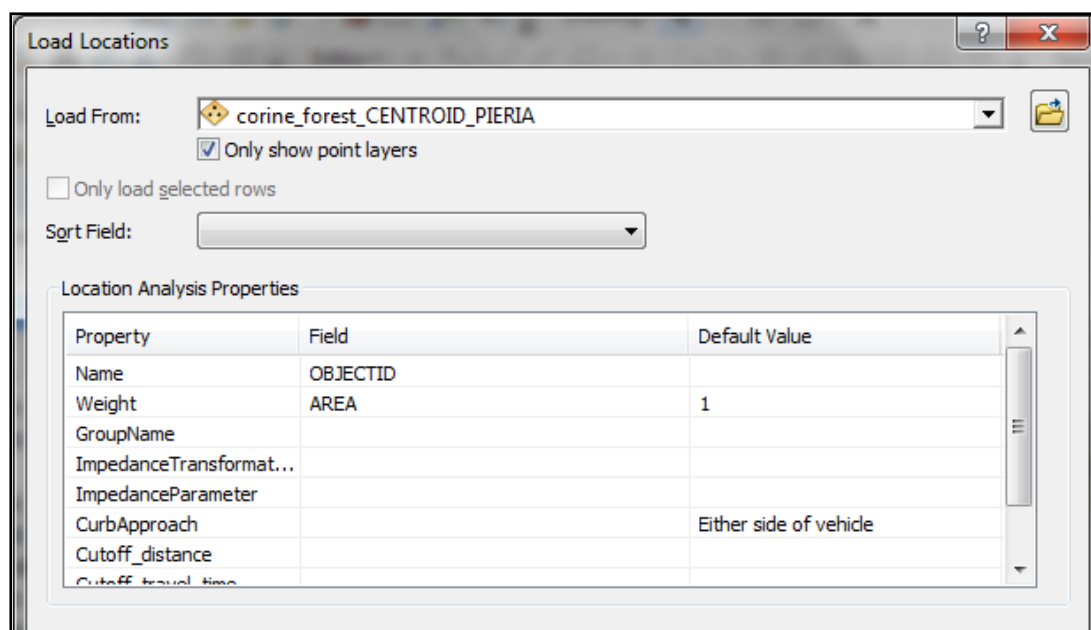


Εικόνα 35. Κατηγοριοποίηση πολυγώνων Corine2000, που χαρακτηρίζουν τα είδη βλάστησης στο νομό Πιερίας

Έπειτα, λοιπόν, από την ολοκλήρωση της προαναφερθείσας διαδικασίας, υπολογίζονται τα κέντρα βάρους των πολυγώνων Corine2000 της μελέτης περίπτωσης, επιλέγοντας από τη γραμμή εργαλείων «Standard» του ArcMap 10.0, το εργαλείο «ArcToolbox window» και ακολουθώντας την εξής ροή ενεργειών: **Data Management Tools > Features > Feature To Point**. Στον πίνακα ιδιοτήτων του στρώματος των σημείων που προκύπτουν για καθεμία από τις τρεις ομάδες πολυγώνων, προστίθενται στη συνέχεια δύο νέα πεδία, με τις ονομασίες **longitude** και **latitude**, όπου μέσω της εντολής **Calculate Geometry**, καταχωρούνται σε αυτά οι συντεταγμένες των κέντρων βάρους (γεωγραφικό μήκος και πλάτος αντίστοιχα).

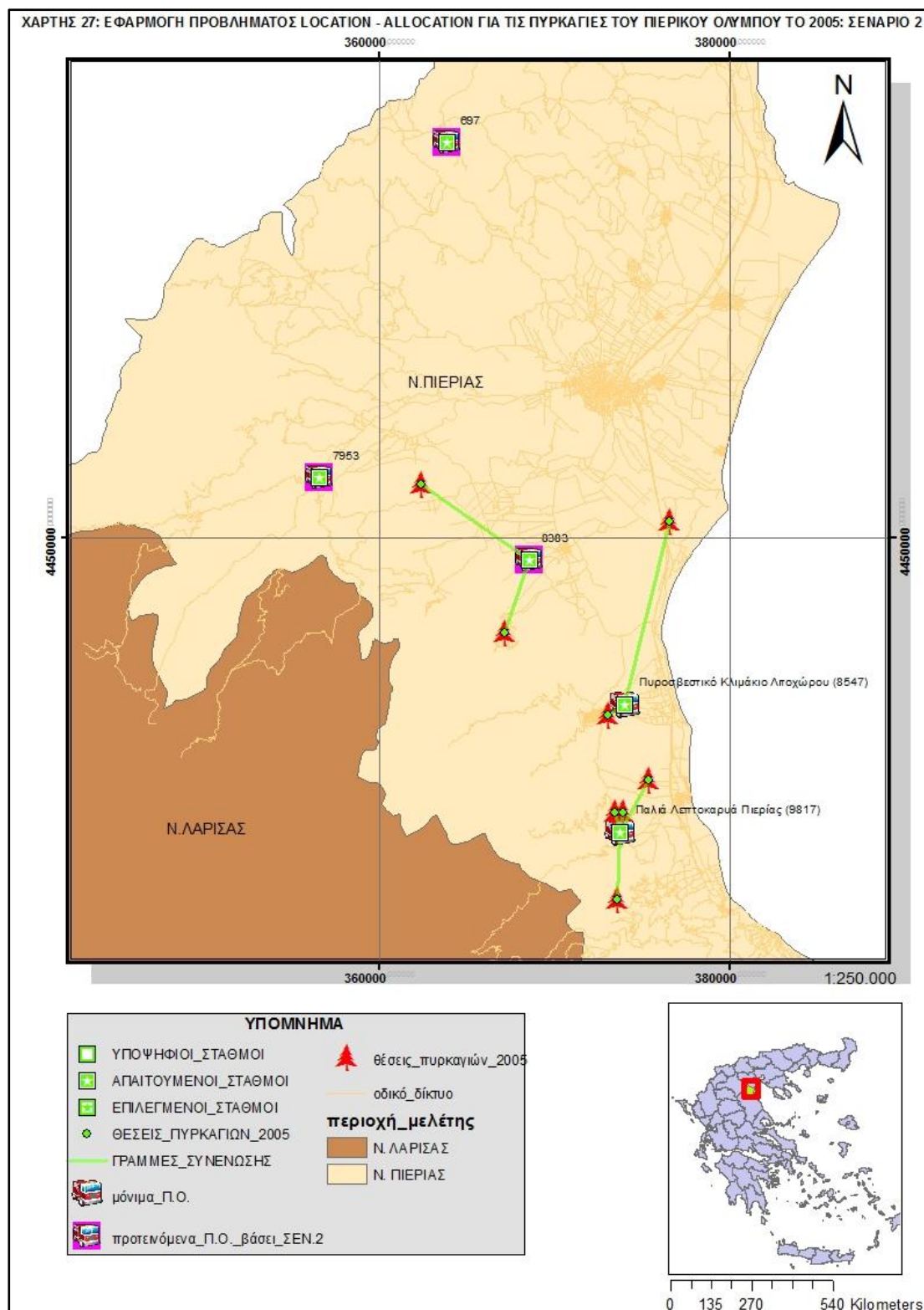
Εν κατακλείδι, εισάγονται τα τρία παραγόμενα σύνολα σημείων ως αντικείμενα της δικτυακής τάξης ανάλυσης των σημείων ζήτησης (**Demand Points**), όπου δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην ιδιότητα του βάρους (**Weight**), καθώς ορίζεται να παίρνει τιμές από τη στήλη **AREA** του πίνακα ιδιοτήτων των κέντρων βάρους (**Εικόνα 36.**), ώστε σε καθένα να κατανέμεται και το αντίστοιχο εμβαδόν της επιφάνειας των πολυγώνων βλάστησης Corine2000, που ανήκει. Απόρροια των παραπάνω, είναι να καταστούν περισσότερο ελκυστικά τα πολύγωνα με τη μεγαλύτερη επιφάνεια και να αποδοθεί βαρύτητα σε εκείνα.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι η υπόθεση του **Σεναρίου 2**, σύμφωνα με την οποία τα κέντρα βάρους των πολυγώνων βλάστησης, που αποτελούν τη φυσική κάλυψη του νομού Πιερίας, εισάγονται ως σημεία ζήτησης στο μοντέλο χωροθέτησης - κατανομής, βασίζεται στο γεγονός ότι τα παραπάνω σημεία είναι δυνατό να αποτελέσουν πιθανές εστίες εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών στην περιοχή μελέτης. Βάσει, λοιπόν, της σχετικής βιβλιογραφίας, το σύνολο των φυτικών ειδών που συνιστούν το δάσος, αποτελούν αναφλέξιμα υλικά, δηλαδή το δάσος στο σύνολό του είναι καύσιμη ύλη, η οποία θεωρείται από τους βασικότερους παράγοντες που οδηγούν στην έναρξη των πυρκαγιών, ανάλογα με τις συνθήκες καύσης και τη σύνθεσή της.

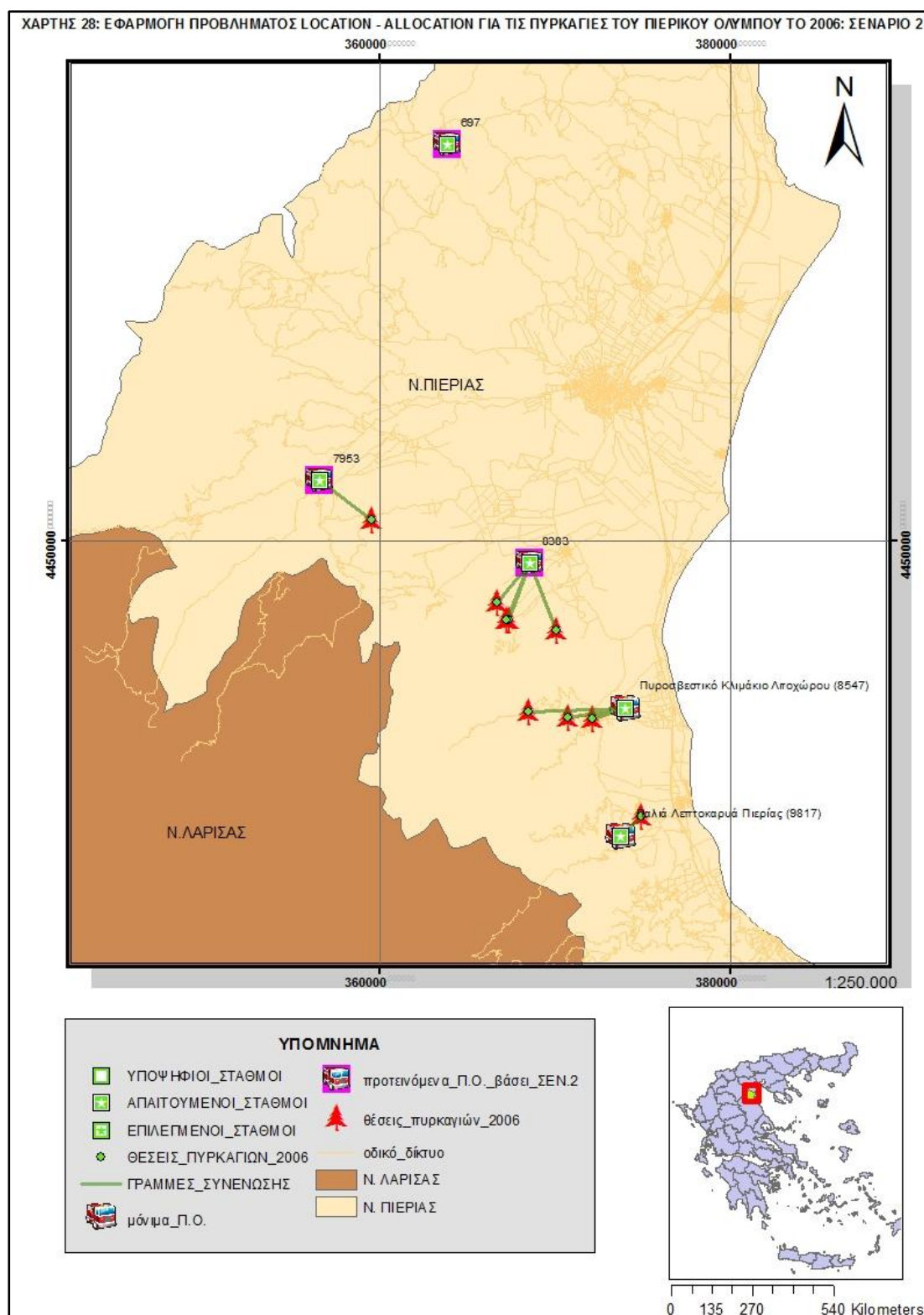


Εικόνα 36. Παράθυρο διαλόγου *Load Locations*, όπου εισάγονται τα κέντρα βάρους των πολυγώνων βλάστησης στο νομό Πιερίας, ως αντικείμενα δικτυακής ανάλυσης των σημείων ζήτησης

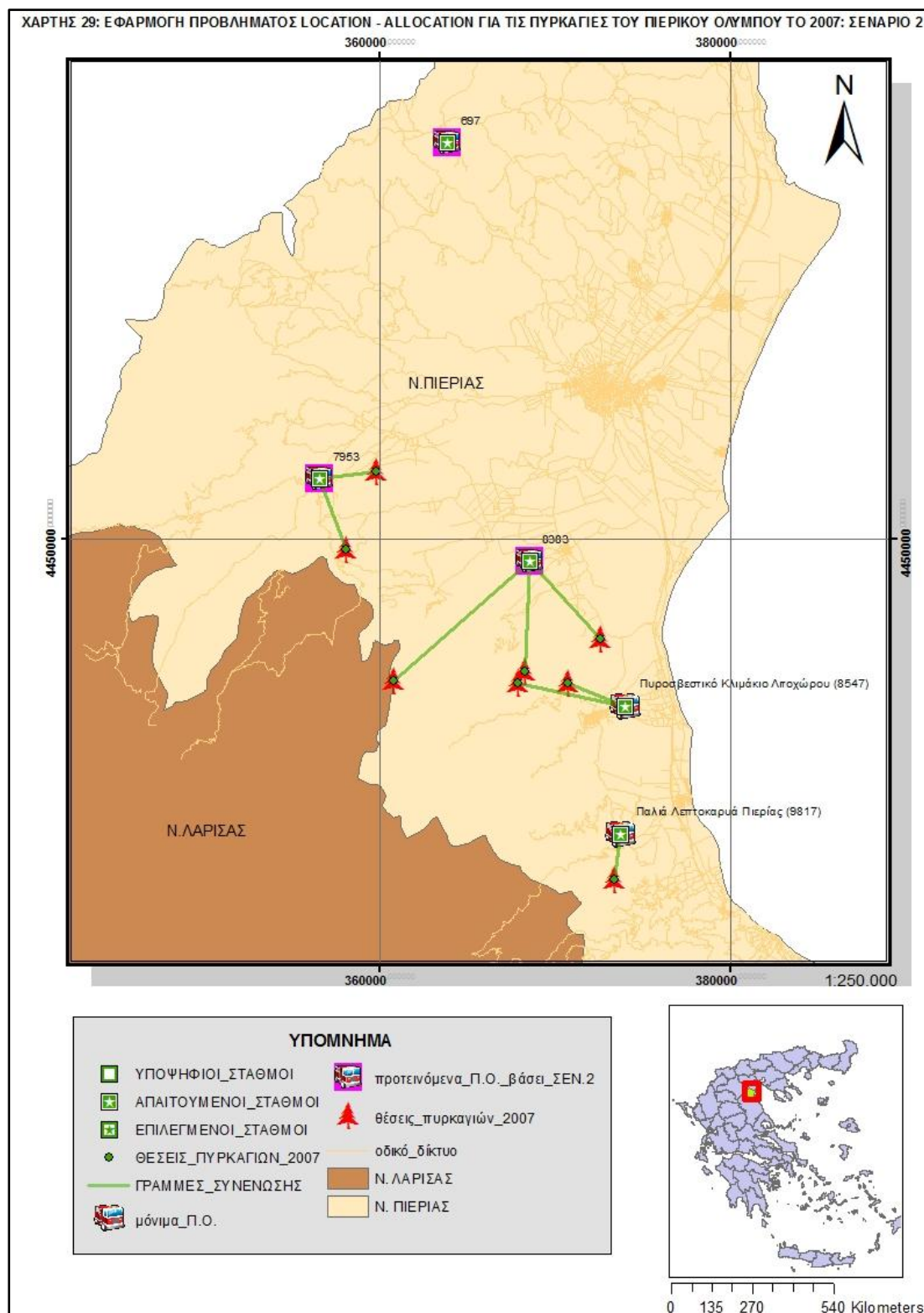
Συμπερασματικά, επιλύοντας το πρόβλημα **Location - Allocation**, όπως περιγράφηκε προηγουμένως, εξάγονται τρεις νέες θέσεις στάθμευσης των πυροσβεστικών οχημάτων, οι οποίες συγκροτούν με τις δύο μόνιμες, το βασικό στόλο οχημάτων που προτείνεται μέσω του **Σεναρίου 2**. Η συμβολή του στο έργο της αντιμετώπισης και κατάσβεσης των δασικών πυρκαγιών του Πιερικού Ολύμπου, εξετάζεται ανά έτος της περιόδου μελέτης (2005 - 2012) και παρουσιάζεται στους **Χάρτες 27. έως 34.** και στους **Πίνακες 45. έως 53.**, που ακολουθούν.



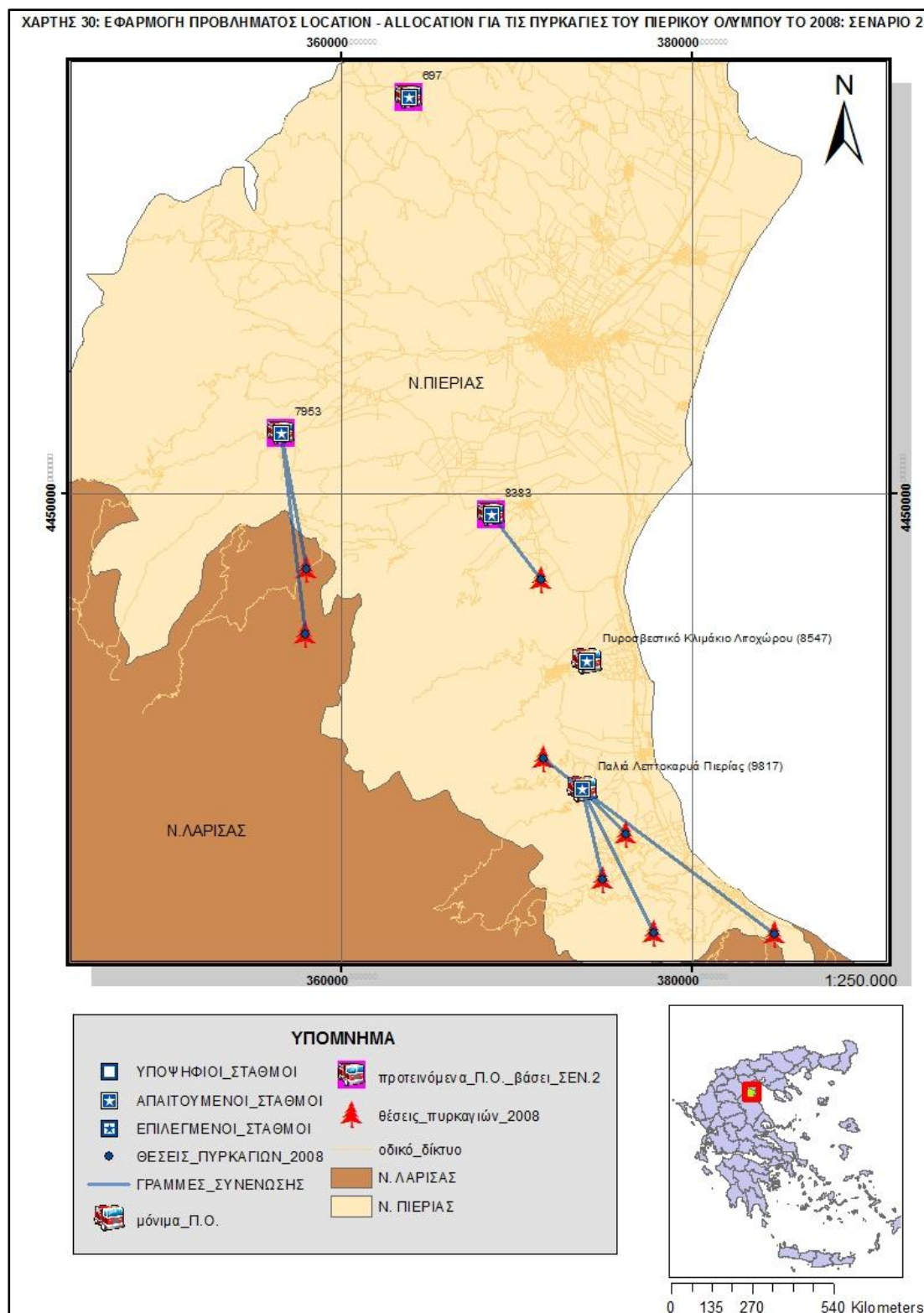
Χάρτης 27. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2005 στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 2



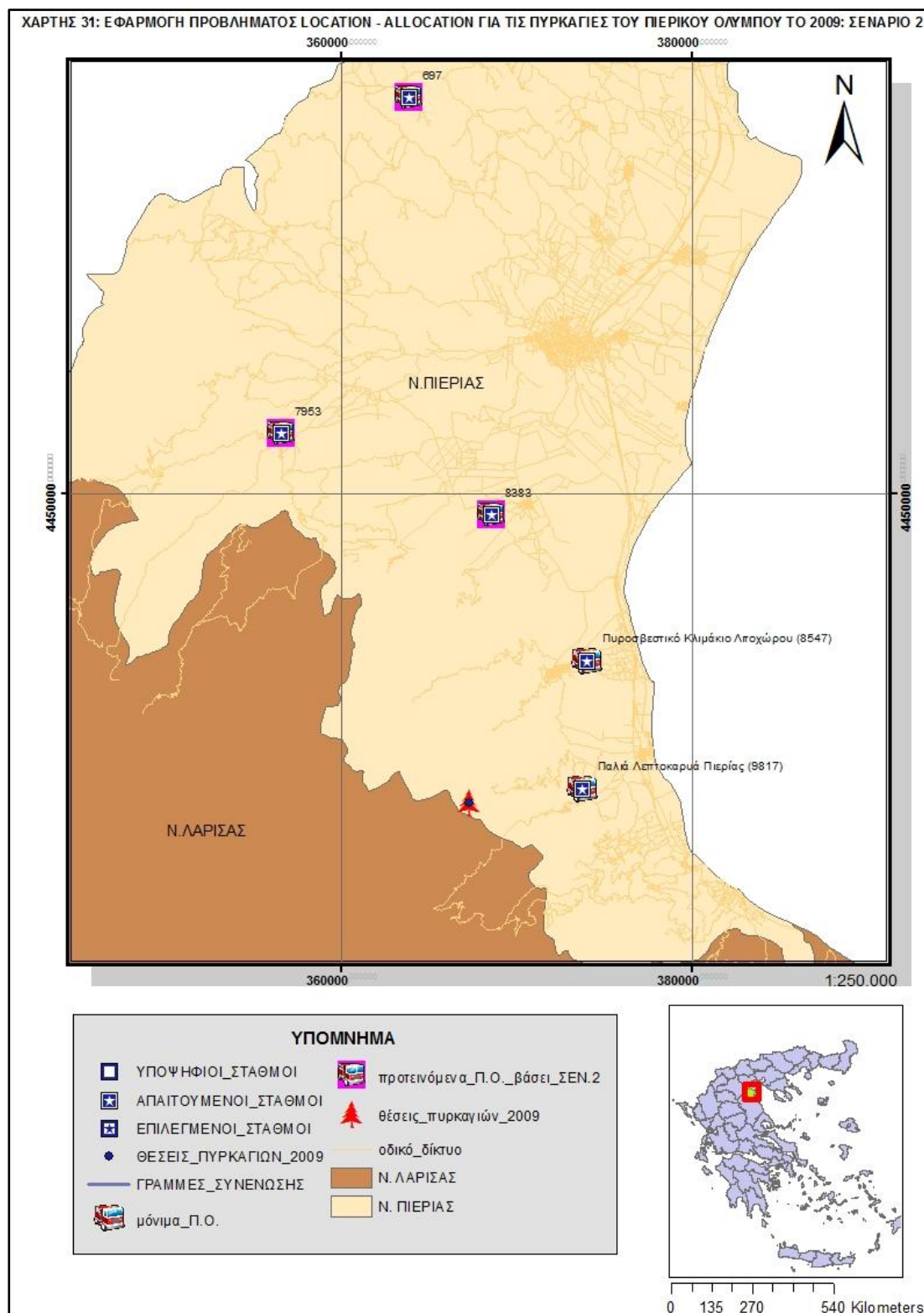
Χάρτης 28. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2006 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 2



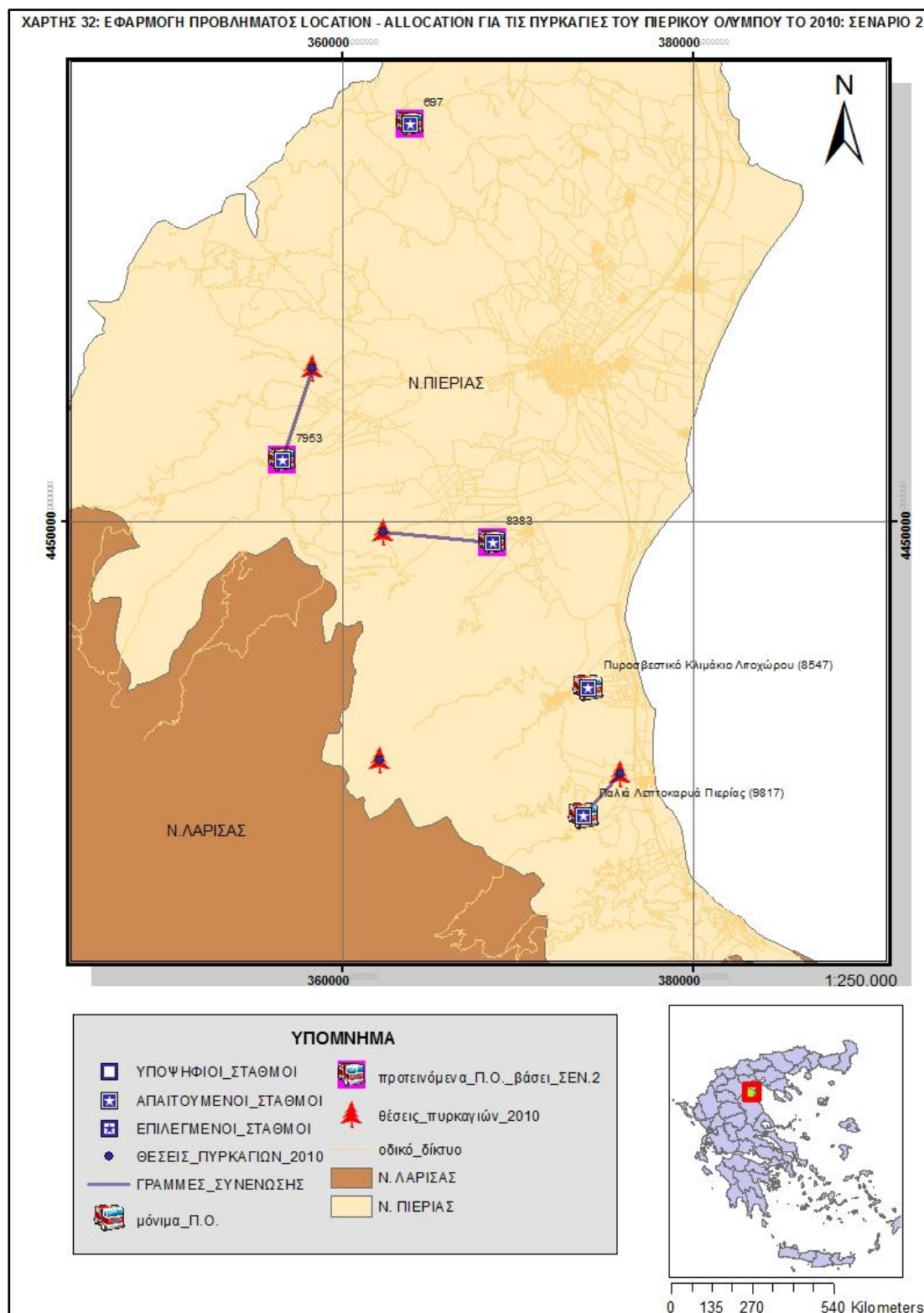
Χάρτης 29. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2007 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 2



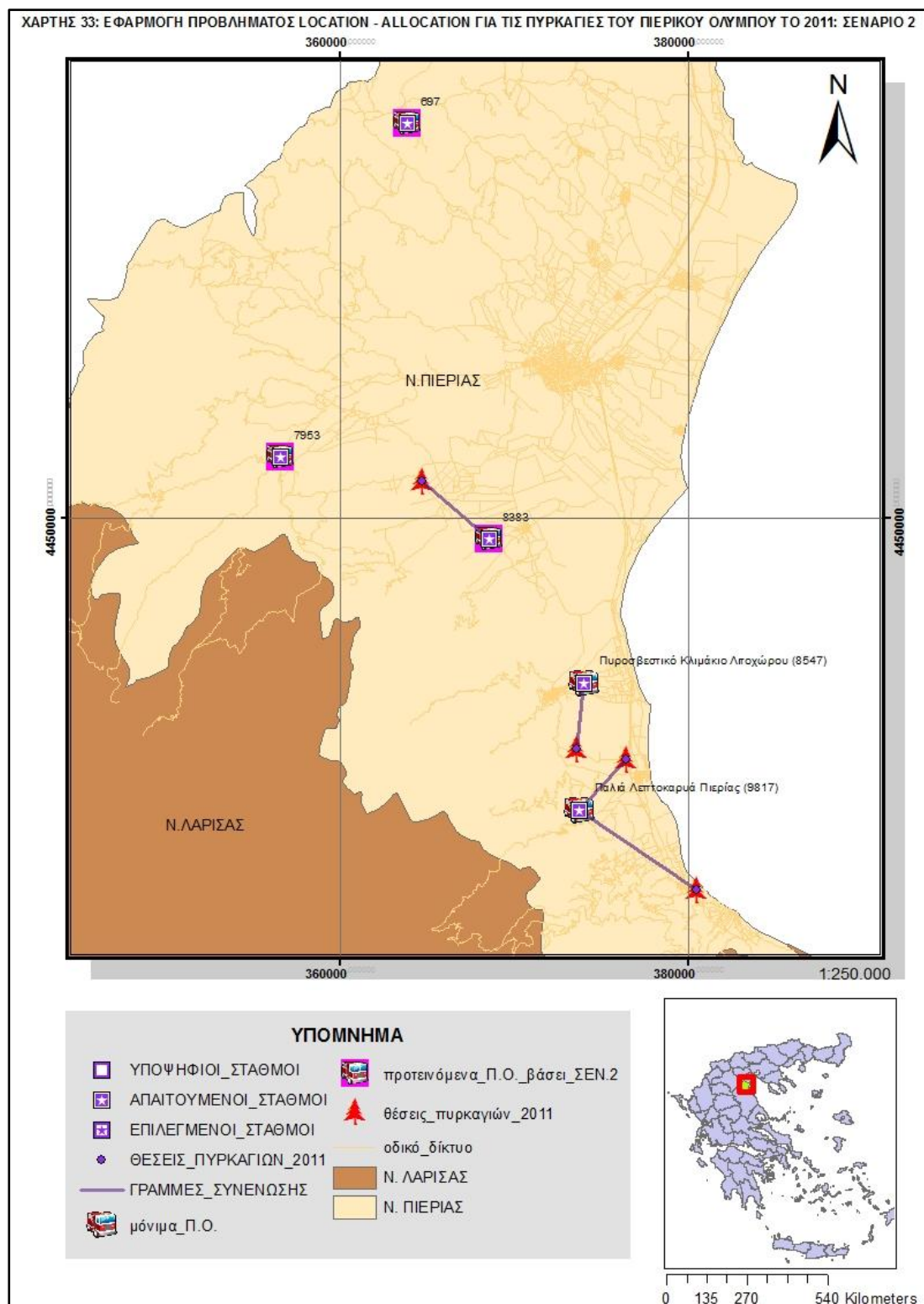
Χάρτης 30. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2008 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 2



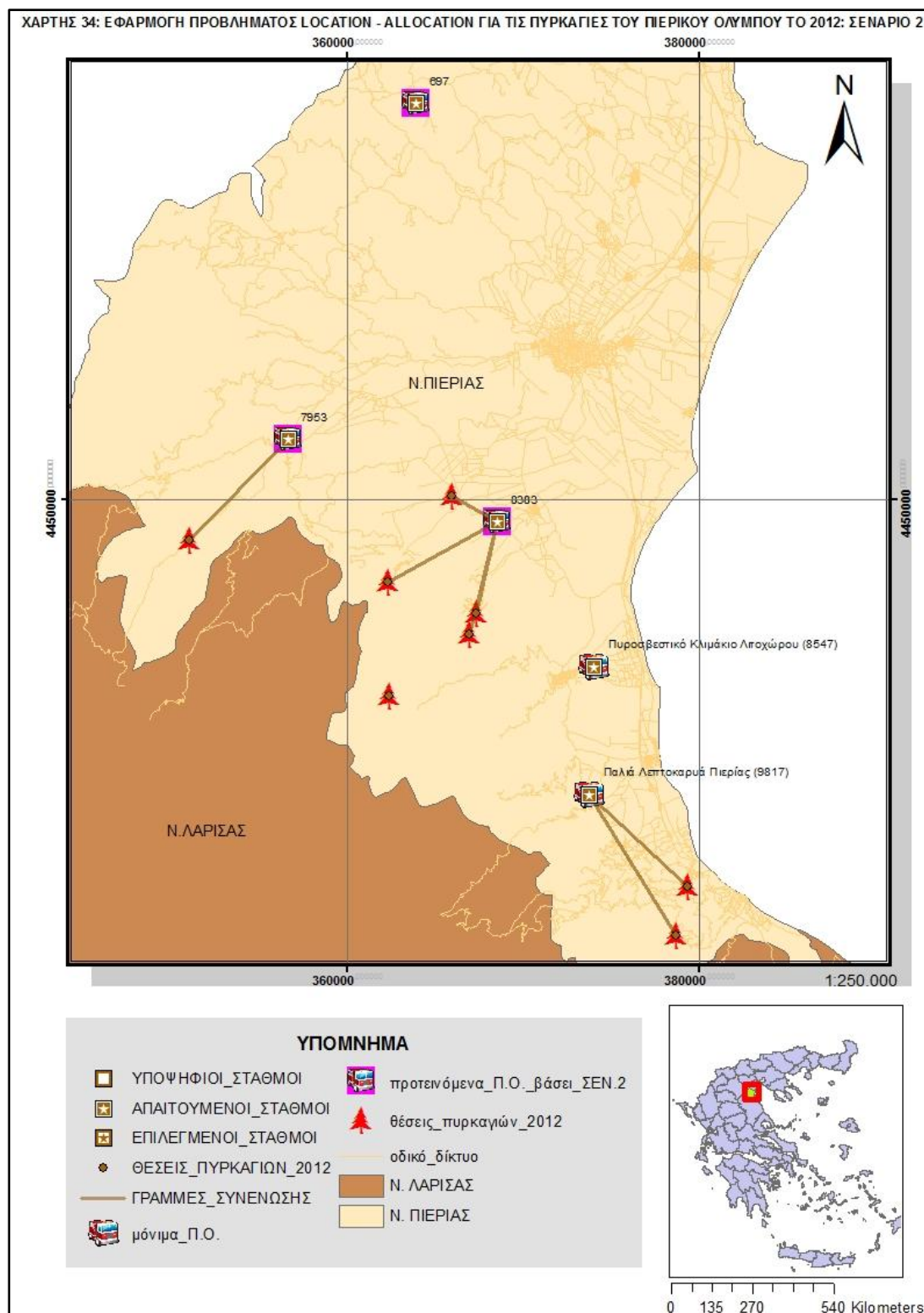
Χάρτης 31. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2009 στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 2



Χάρτης 32. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2010 στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 2



Χάρτης 33. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2011 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 2



Χάρτης 34. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2012 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 2

Πίνακας 45. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2005, στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 2

2005					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερίκου Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	8	4	50%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		2	25%		
697		0	0%		
7953		0	0%		
8383		2	25%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	32,0	8,0	13,4	4,8
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		29,9	14,9		
697		0,0	0,0		
7953		0,0	0,0		
8383		34,5	17,2		

Πίνακας 46. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2006, στον Πιερικό Ολυμπο: Σενάριο 2

2006					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	9	1	11%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		3	33%		
697		0	0%		
7953		1	11%		
8383		4	44%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	2,2	2,2	8,4	4,3
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		35,5	11,8		
697		0,0	0,0		
7953		9,0	9,0		
8383		42,2	10,6		

Πίνακας 47. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2007, στον Πιερικό Ολύμπο: Σενάριο 2

2007					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας σταθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαριά Πιερίας (9817)	8	1	13%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		2	25%		
697		0	0%		
7953		2	25%		
8383		3	38%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας σταθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαριά Πιερίας (9817)	0%	15,7	15,7	14,4	3,9
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		29,0	14,5		
697		0,0	0,0		
7953		18,2	9,1		
8383		55,3	18,4		

Πίνακας 48. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2008, στον Πιερίκο Ολύμπο: Σενάριο 2

2008					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερίκου Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	8	5	63%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0	0%		
697		0	0%		
7953		2	25%		
8383		1	13%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	95,3	19,1	14,6	7,0
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0,0	0,0		
697		0,0	0,0		
7953		36,3	18,1		
8383		6,5	6,5		

Πίνακας 49. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2009, στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 2

2009					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερίκού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	1	0	0%	1	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0	0%		
697		0	0%		
7953		0	0%		
8383		0	0%		
		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο σύνολο των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	100%	0,0	0,0	0,0	0,0
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0,0	0,0		
697		0,0	0,0		
7953		0,0	0,0		
8383		0,0	0,0		
		0,0	0,0		

Στο σημείο αυτό, σημειώνεται ότι το μοναδικό περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εκδηλώθηκε στον Πιερίκο Όλυμπο το 2009, δεν ήταν και πάλι εφικτό να αντιμετωπιστεί από την προτεινόμενη πεντάδα πυροσβεστικών οχημάτων του **Σεναρίου 2**, η οποία παρατίθεται στον **Πίνακα 49.**, εντός του χρονικού περιορισμού προσέγγισης της εστίας της φωτιάς (30 λεπτά), που τέθηκε ως οριακή αντίσταση στη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος.

Πίνακας 50. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2010, στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 2

2010					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	4	1	25%	1	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0	0%		
697		0	0%		
7953		1	25%		
8383		1	25%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	25%	7,3	7,3	9,7	2,3
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0,0	0,0		
697		0,0	0,0		
7953		12,0	12,0		
8383		9,6	9,6		

Πίνακας 51. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2011, στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 2

2011					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	4	2	50%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		1	25%		
697		0	0%		
7953		0	0%		
8383		1	25%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	17,5	8,8	8,7	0,9
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		9,6	9,6		
697		0,0	0,0		
7953		0,0	0,0		
8383		7,7	7,7		

Πίνακας 52. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2012, στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 2

2012					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	8	2	25%	1	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0	0%		
697		0	0%		
7953		1	13%		
8383		4	50%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	13%	38,1	19,1	16,6	5,5
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0,0	0,0		
697		0,0	0,0		
7953		10,4	10,4		
8383		82,0	20,5		

Πίνακας 53. Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών στον Πιερικό Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012: Σενάριο 2

Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός (κατά τα έτη 2005 - 2012) περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Συνολικό ποσοστό % (κατά τα έτη 2005 - 2012) περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Συνολικός αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών, από τα 50 καταγεγραμμένα περιστατικά (κατά τα έτη 2005 - 2012) που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικό ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών (κατά τα έτη 2005 - 2012) που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων σε κάθε περιστατικό δασικής πυρκαγιάς, κατά τα έτη 2005 - 2012
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	16	32%	3	6%	12,2
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)	8	16%			
697	0	0%			
7953	7	14%			
8383	16	32%			

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρατίθενται στους παραπάνω πίνακες, η προτεινόμενη πεντάδα πυροσβεστικών οχημάτων, που προκύπτει μέσω της εφαρμογής του **Σεναρίου 2**, συμβάλλει ικανοποιητικά στην αντιμετώπιση των περιστατικών δασικών πυρκαγιών κατά τα έτη 2005 - 2012, καθώς μόνο το 6% του συνολικού αριθμού τους δεν εξυπηρετήθηκε (**Πίνακας 53.**), έναντι του αντίστοιχου ποσοστού, 14%, που αναφέρεται στον υφιστάμενο στόλο της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης (**Πίνακας 35.**). Επιπρόσθετα, όσον αφορά το χρόνο που απαιτήθηκε ώστε να μεταβούν τα οχήματα στις εστίες έναρξης των πυρκαγιών, που εκδηλώθηκαν κατά την εξεταζόμενη περίοδο, υπολογίζεται ότι είναι κατά μέσο όρο 12,2 λεπτά (**Πίνακας 53.**), δηλαδή εμφανώς μικρότερος της οριακής αντίστασης των 30 λεπτών, καθώς και του αντίστοιχου χρόνου μετάβασης, 12,7 λεπτά, που χρειάζεται για να προσεγγίσει τα σημεία εκδήλωσης πυρκαγιών η πεντάδα οχημάτων του υφιστάμενου στόλου (**Πίνακας 35.**).

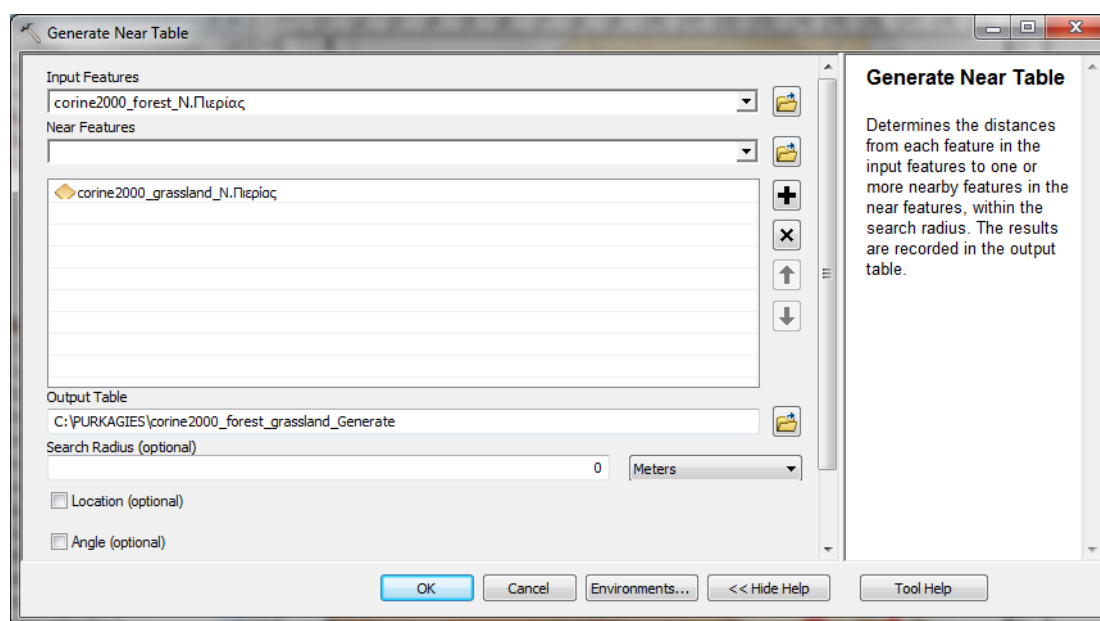
4.4.2.4. Σενάριο 3

Η διαφοροποίηση του τελευταίου σεναρίου έναντι του **Σεναρίου 2**, έγκειται στο γεγονός ότι τίθενται ως αντικείμενα της δικτυακής τάξης ανάλυσης των σημείων ζήτησης (**Demand Points**), στο μοντέλο χωροθέτησης - κατανομής, τα κέντρα βάρους μόνο των πολυγώνων βλάστησης Corine2000 (*corine2000_forest_N.Πιερίας*, *corine2000_grassland_N.Πιερίας*, *corine2000_woodland_N.Πιερίας*), τα οποία πληρούν την προϋπόθεση της ταυτόχρονης χωρικής γειννιάσής τους με τα υπόλοιπα δύο είδη. Οι άλλες παράμετροι των σημείων ζήτησης, τα αντικείμενα εισόδου στη δικτυακή τάξη ανάλυσης των εγκαταστάσεων (**Facilities**), καθώς και τα πεδία της αντίστασης (**Impedance: travel_time**), του τύπου του προβλήματος (**Problem Type: Maximize Coverage**), της οριακής αντίστασης (**Impedance Cutoff: 30 min**) και των εγκαταστάσεων προς επιλογή (**Facilities To Choose: 5**), παραμένουν όμοια με εκείνα που περιγράφηκαν στο **Σενάριο 2**.

Μέσω της υπόθεσης του **Σεναρίου 3**, λοιπόν, προτείνεται η δημιουργία χωρικών συστοιχιών - γειτονιών που απαρτίζονται από πολύγωνα βλάστησης τριών κατηγοριών (**Forest, Grassland, Woodland**) σύμφωνα με την κατάταξη του **Πίνακα 43**. Βασικό τους χαρακτηριστικό είναι η χωρική γειννιάσή τους, δηλαδή να συνορεύει ταυτόχρονα η κάθε κατηγορία βλάστησης με τις υπόλοιπες δύο. Η μεθοδολογία του παρόντος σεναρίου, λοιπόν, αποτελεί ένα αξιόλογο εργαλείο ερμηνευτικής ανάλυσης των χωρικά προσδιορισμένων πολυγώνων, τα οποία παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις περιοχές του νομού Πιερίας, όπου η φυσική τους κάλυψη περιλαμβάνει ταυτόχρονα δασικές εκτάσεις, καθώς και συνδυασμούς θαμνώδους και ποώδους βλάστησης. Έτσι, εισάγοντας τα κέντρα βάρους των προαναφερθέντων πολυγώνων, ως σημεία ζήτησης για την επίλυση του προβλήματος, τα εν λόγω πολύγωνα υπολογίζονται ως ενδεχόμενες εστίες εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς, με αυξημένη πιθανότητα μάλιστα, αφού συνυπάρχουν φυτικά είδη και από τις τρεις ομάδες βλάστησης.

Η διαδικασία που ακολουθείται στο περιβάλλον του ArcMap 10.0, προκειμένου να εξαχθούν τα ζητούμενα πολύγωνα, είναι η ακόλουθη: άνοιγμα του «ArcToolbox window» από τη γραμμή εργαλείων «Standard» >

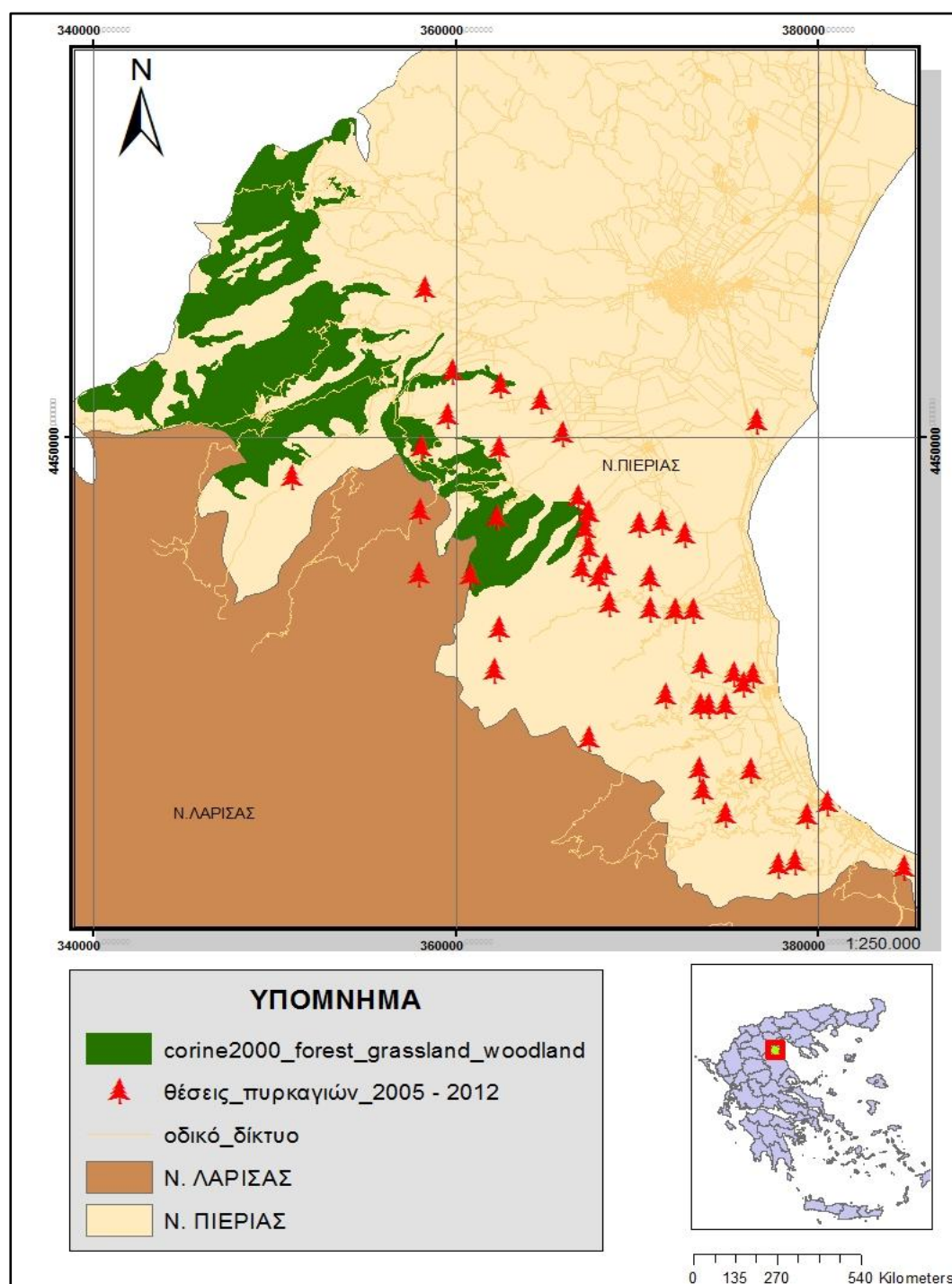
Analysis Tools > Proximity > Generate Near Table. Ως **Input Features** και **Near Features** εισάγονται αντίστοιχα οι τρεις κατηγορίες πολυγώνων βλάστησης (corine2000_forest_N.Πιερίας, corine2000_grassland_N.Πιερίας, corine2000_woodland_N.Πιερίας), ανά δύο σε κάθε επανάληψη της εντολής, ούτως ώστε να παραχθούν με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς, έξι **Output Tables** που θα περιέχουν τις πληροφορίες της χωρικής γειννιάσης (εγγύτητας) των πολυγώνων κάθε ομάδας με τις υπόλοιπες δύο (**Εικόνα 37.**)



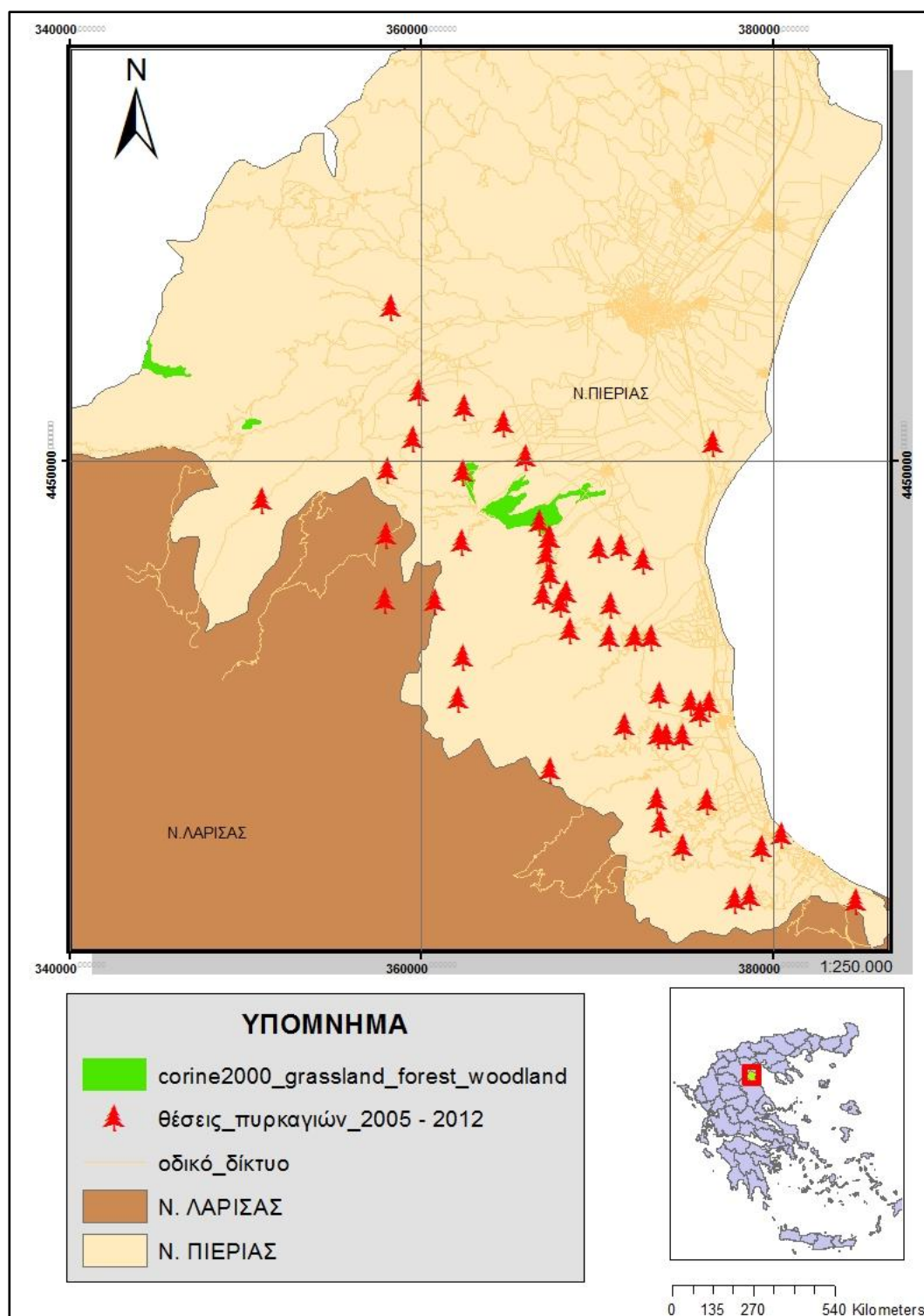
Εικόνα 37. Παράδειγμα χρήσης της εντολής *Generate Near Table* του *ArcToolbox window*

Εν συνεχεία, οι παραπάνω πίνακες (**Tables**), που παράγονται μέσω της εντολής **Generate Near Table**, μεταφέρονται σε υπολογιστικό φύλλο εργασίας (**Excel**) στο οποίο προβάλλονται ως αρχεία **dbase** και μέσω της εντολής **VLOOKUP**, δημιουργούνται τρία αρχεία excel, όπου εμπεριέχονται οι κωδικοί των πολυγώνων κάθε κατηγορίας βλάστησης (με χαρακτηρισμό **suitable=1**) που συνορεύουν ταυτόχρονα με τις υπόλοιπες δύο. Έχοντας, λοιπόν, τις παραπάνω πληροφορίες, ανοίγουμε τους πίνακες ιδιοτήτων (**Attribute Table**) των στρωμάτων των πολυγώνων βλάστησης (corine2000_forest_N.Πιερίας, corine2000_grassland_N.Πιερίας, corine2000_woodland_N.Πιερίας), όπου τις προσθέτουμε σε αυτούς με την εντολή **Join** και επιλεγούμε με **Select By Attributes**, τους κωδικούς εκείνους με την τιμή του πεδίου **suitable** να ισούται με 1. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας

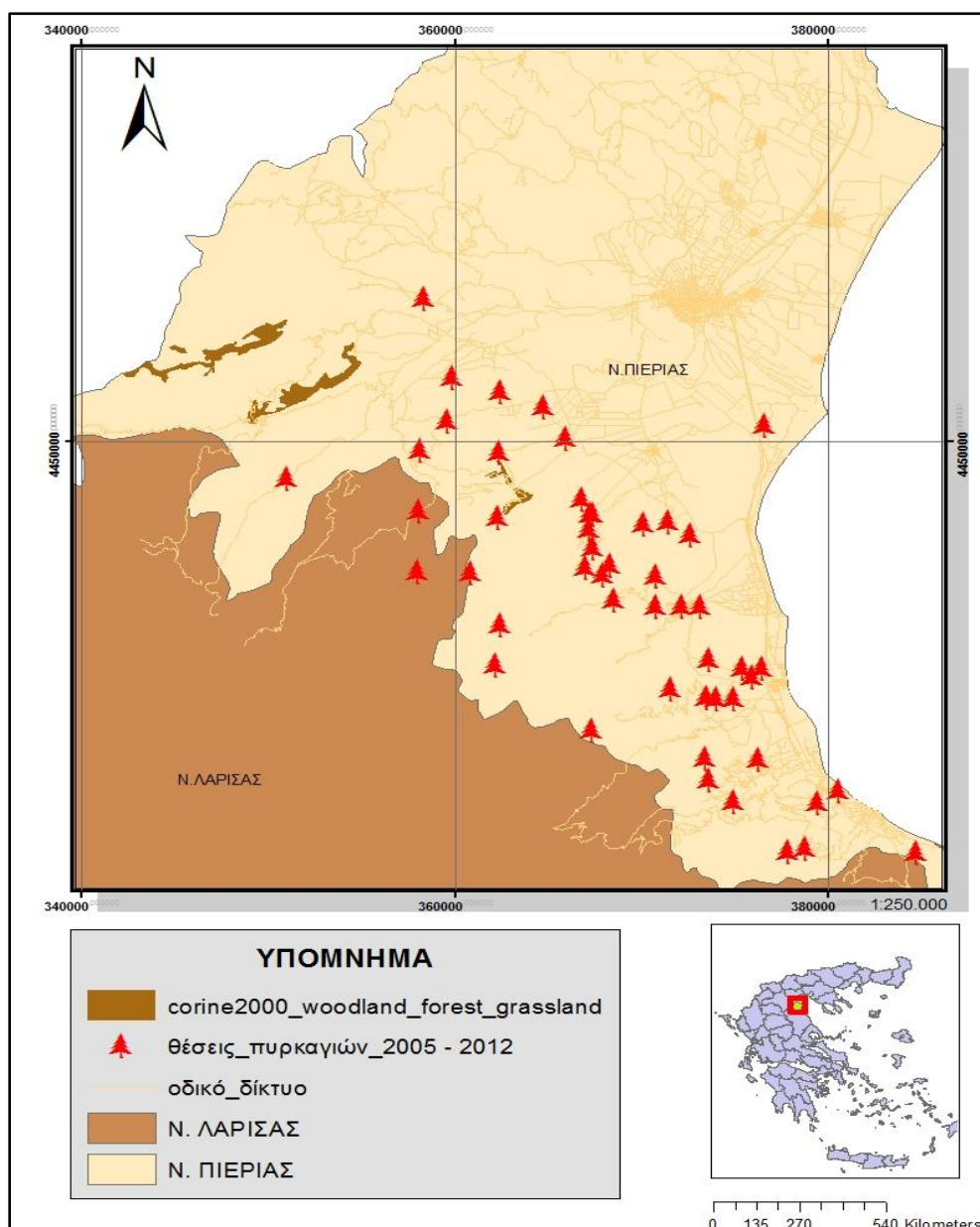
αυτής, εξάγονται τρία στρώματα πολυγώνων (*corine2000_forest_grassland_woodland*, *corine2000_grassland_forest_woodland*, *corine2000_woodland_forest_grassland*), που αποτελούνται από όλους τους δυνατούς συνδυασμούς ταυτόχρονης γειτνίασης των κατηγοριών βλάστησης και παρουσιάζονται στις **Εικόνες 38., 39. και 40.**



Εικόνα 38. Απεικόνιση των πολυγώνων «Δάσους» (*forest*) που συνορεύουν ταυτόχρονα με πολύγωνα «χορτολιβαδικής» (*grassland*) και «δασικής έκτασης» (*woodland*)

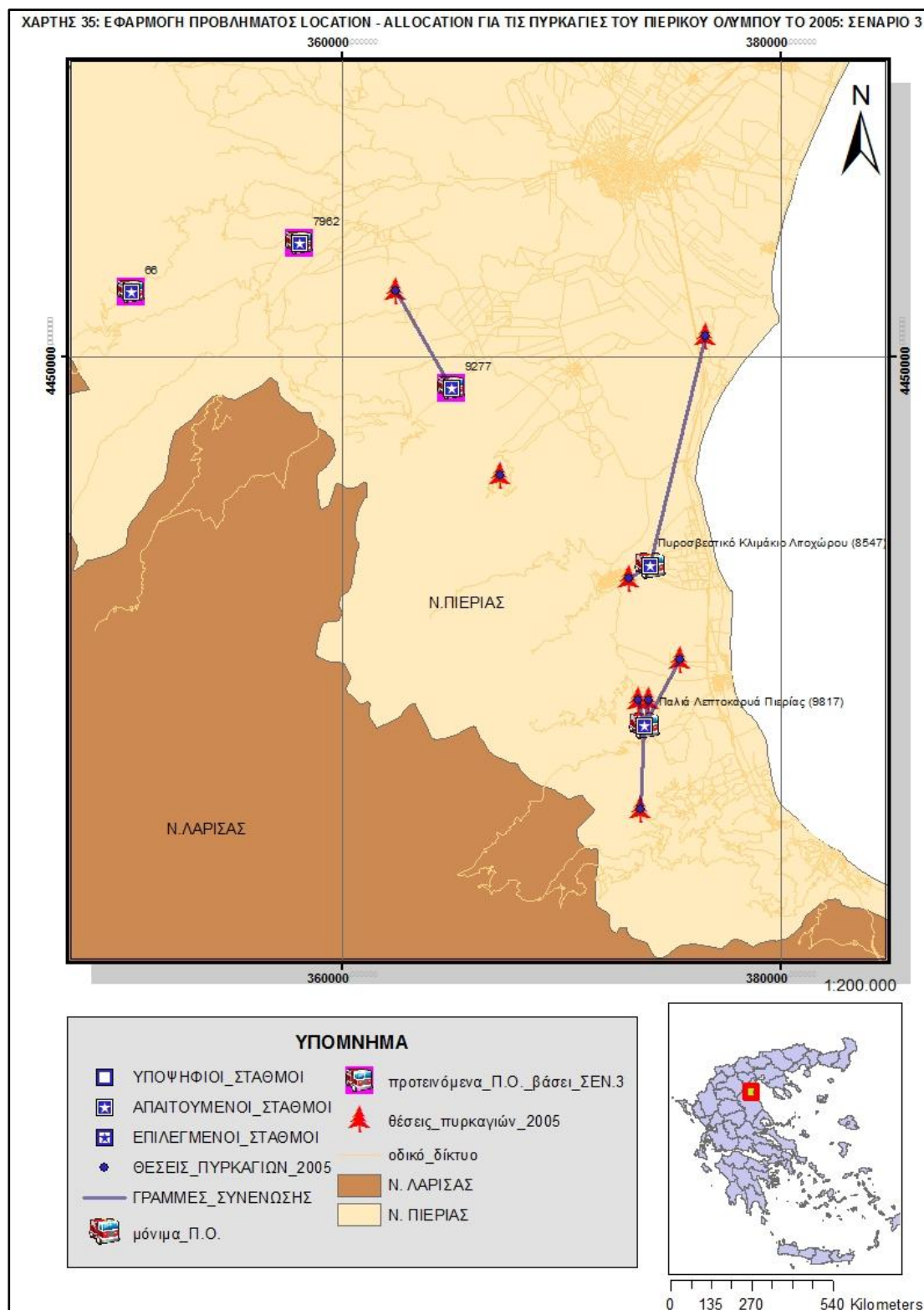


Εικόνα 39. Απεικόνιση των πολυγώνων «χορτολιβαδικής έκτασης» (grassland) που συνορεύουν ταυτόχρονα με πολύγωνα «Δάσους» (forest) και «δασικής έκτασης» (woodland)

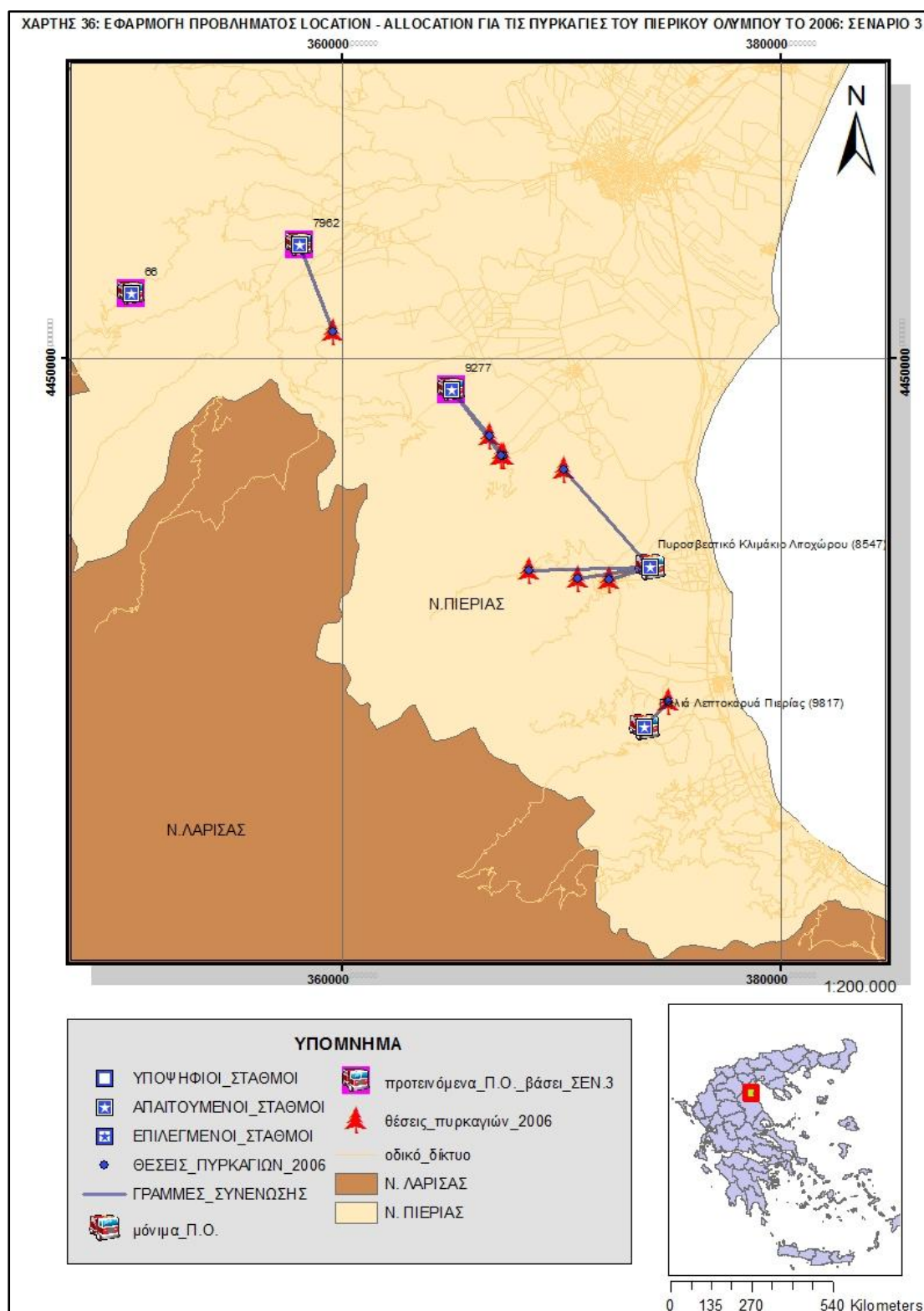


Εικόνα 40. Απεικόνιση των πολυγώνων «δασικής έκτασης» (grassland) που συνορεύουν ταυτόχρονα με πολύγωνα «Δάσους» (forest) και «χορτολιβαδικής έκτασης» (woodland)

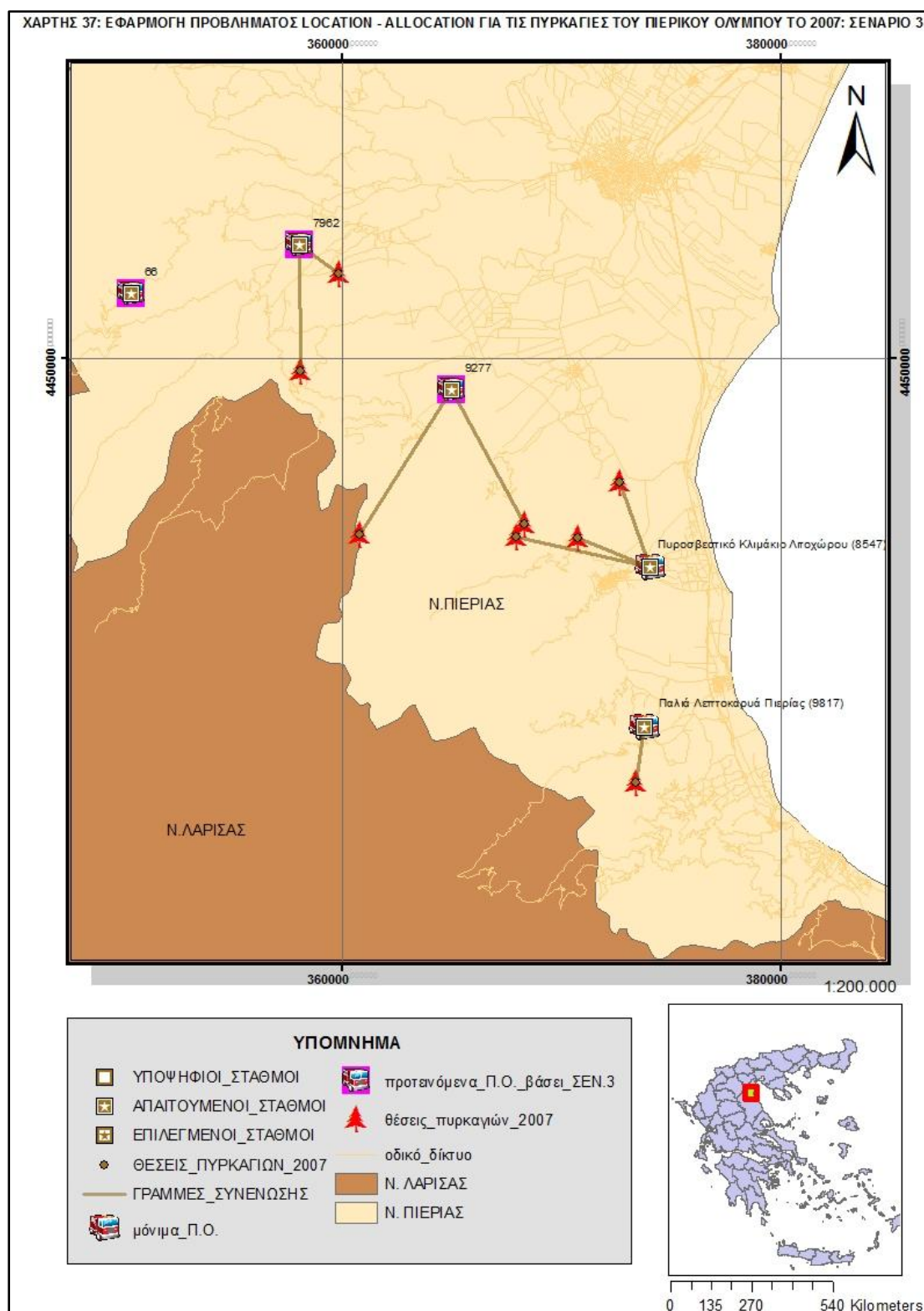
Συμπερασματικά, λοιπόν, επιλύοντας το πρόβλημα **Location - Allocation**, όπως περιγράφηκε και στο **Σενάριο 2**, εξάγονται τρεις νέες θέσεις στάθμευσης των πυροσβεστικών οχημάτων, οι οποίες συγκροτούν με τις δύο μόνιμες, το βασικό στόλο οχημάτων που προτείνεται μέσω του **Σεναρίου 3**. Η συμβολή του στο έργο της αντιμετώπισης και κατάσβεσης των δασικών πυρκαγιών του Πιερικού Ολύμπου, εξετάζεται ανά έτος της περιόδου μελέτης (2005 - 2012) και παρουσιάζεται στους **Χάρτες 35. έως 42.** και στους **Πίνακες 54. έως 62.**, που ακολουθούν.



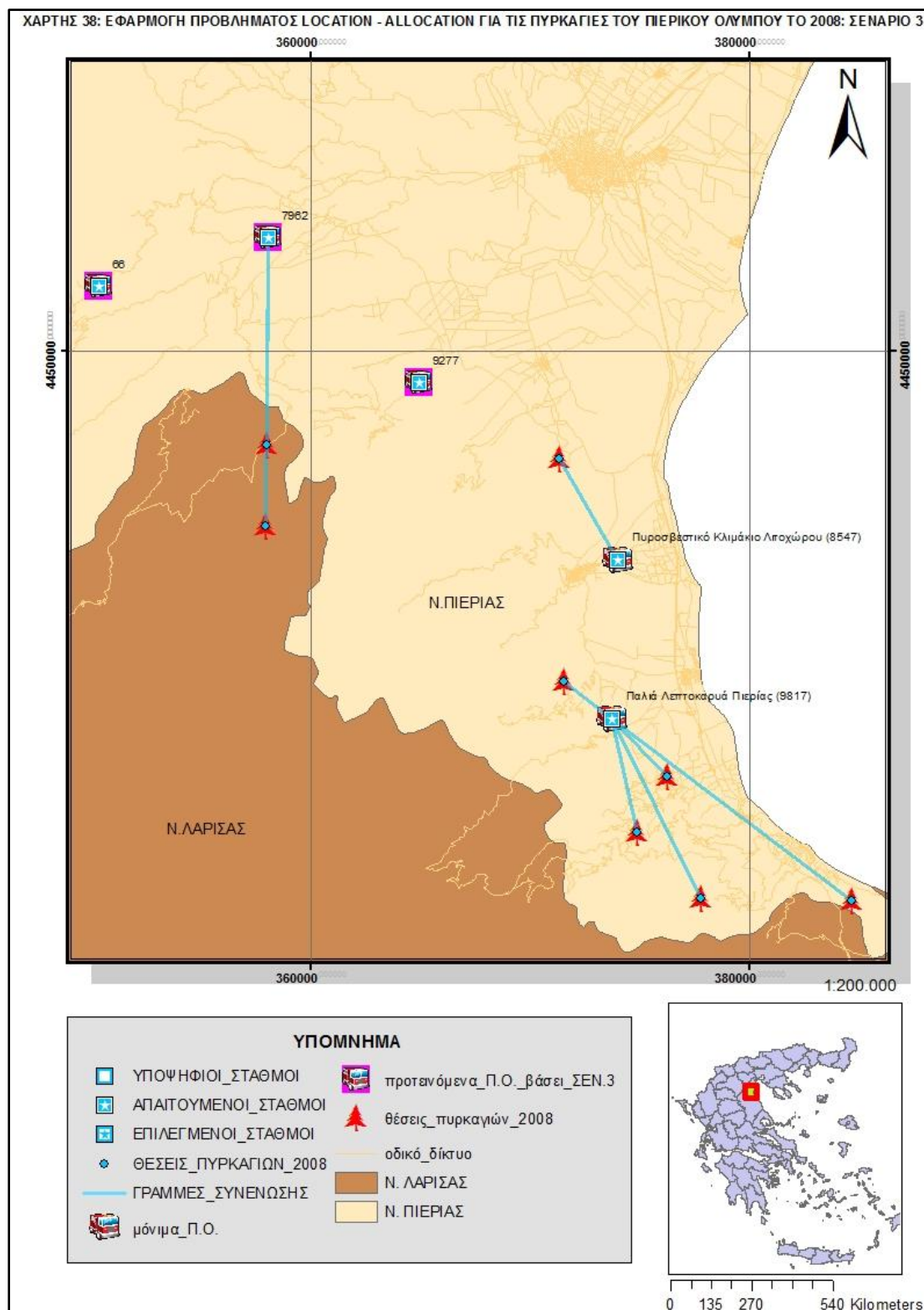
Χάρτης 35. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2005 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 3



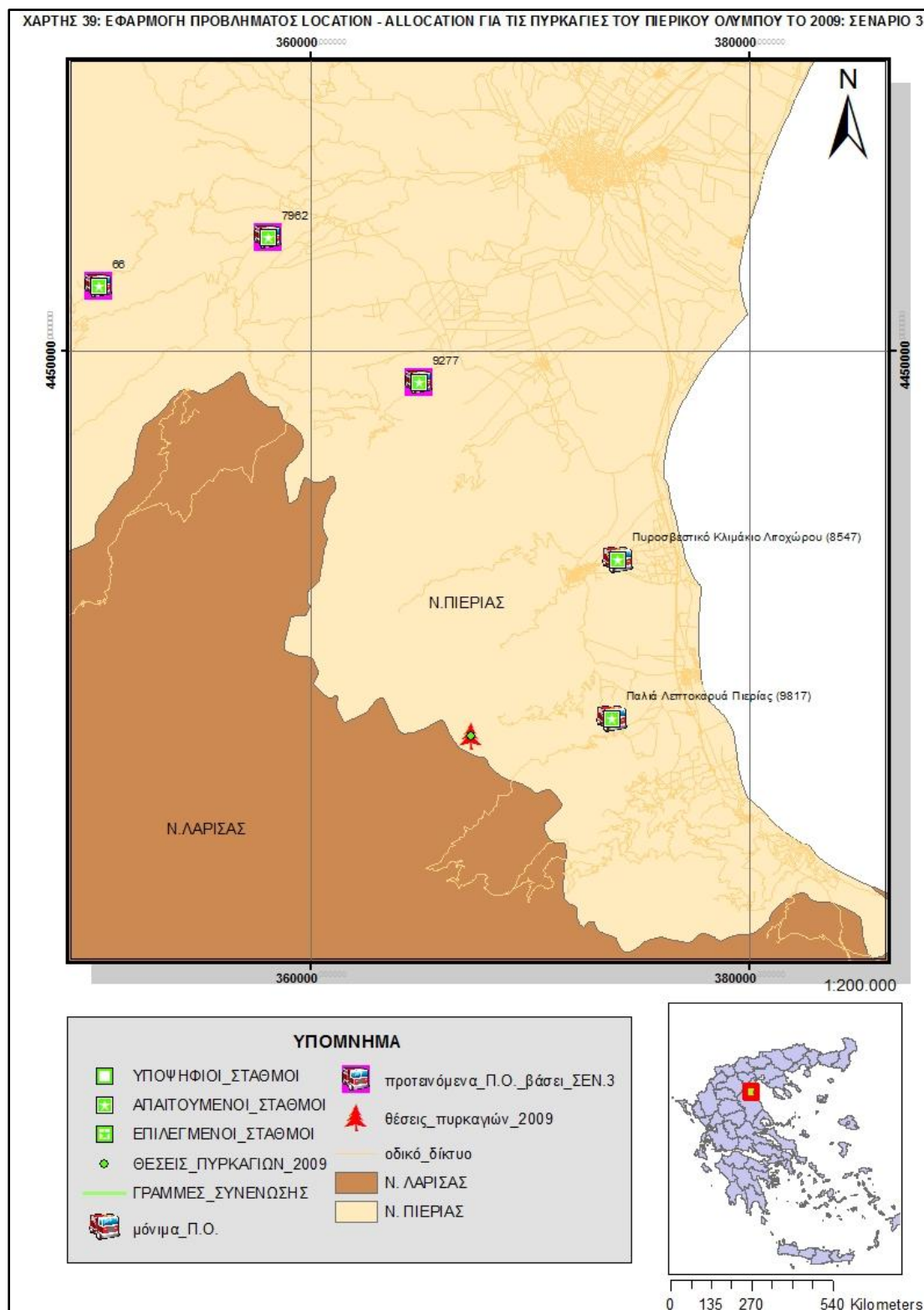
Χάρτης 36. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2006 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 3



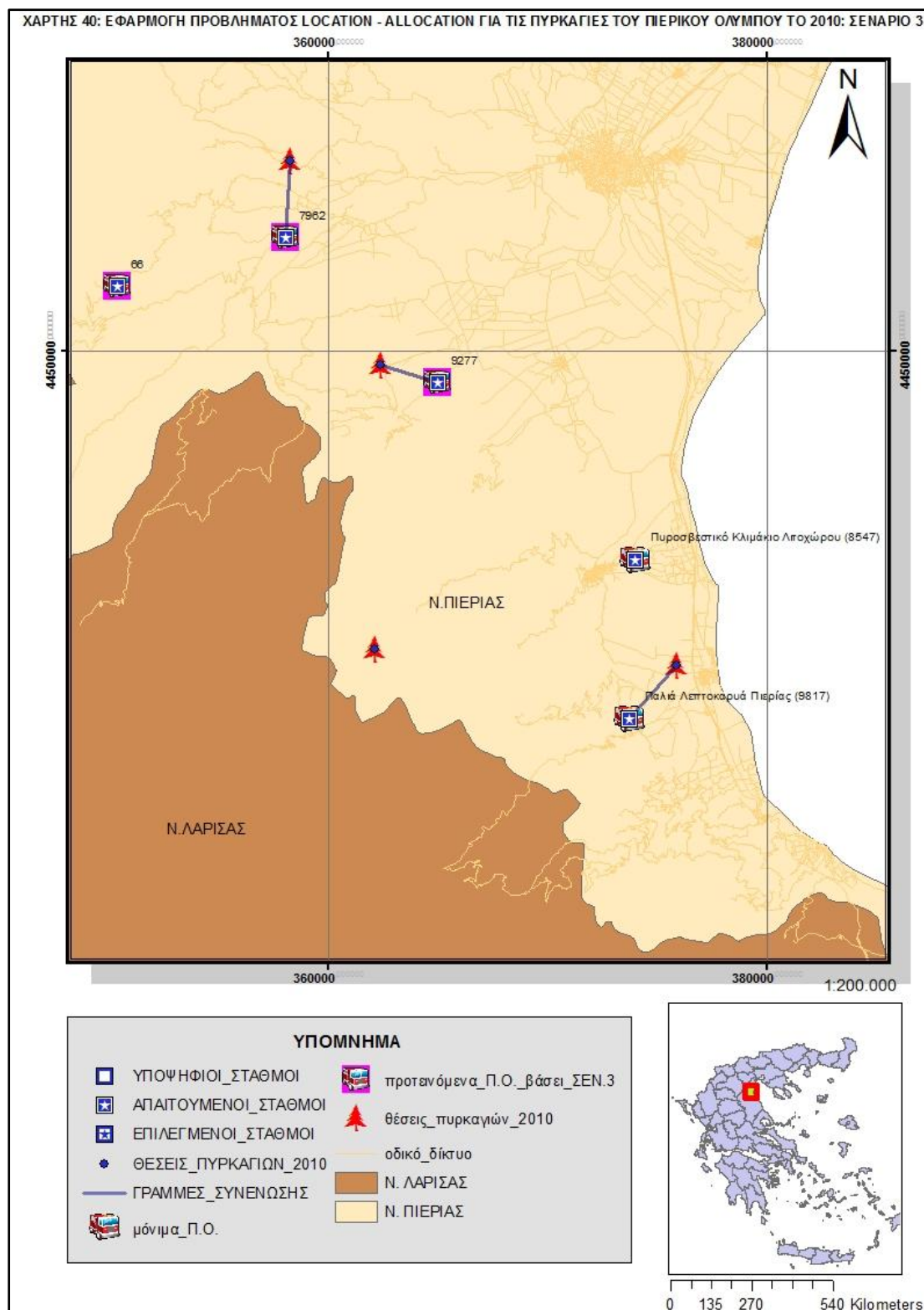
Χάρτης 37. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2007 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 3



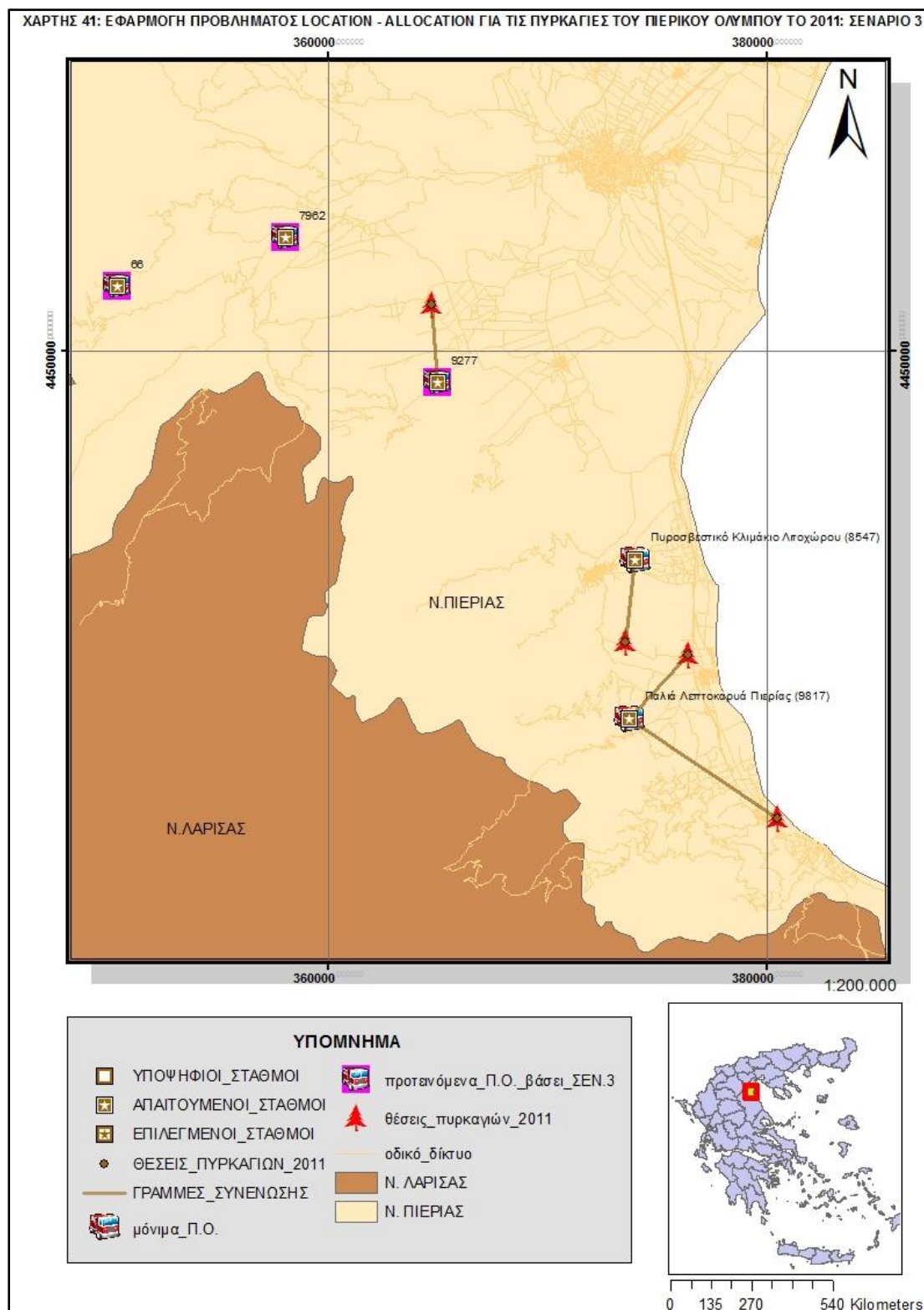
Χάρτης 38. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2008 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 3



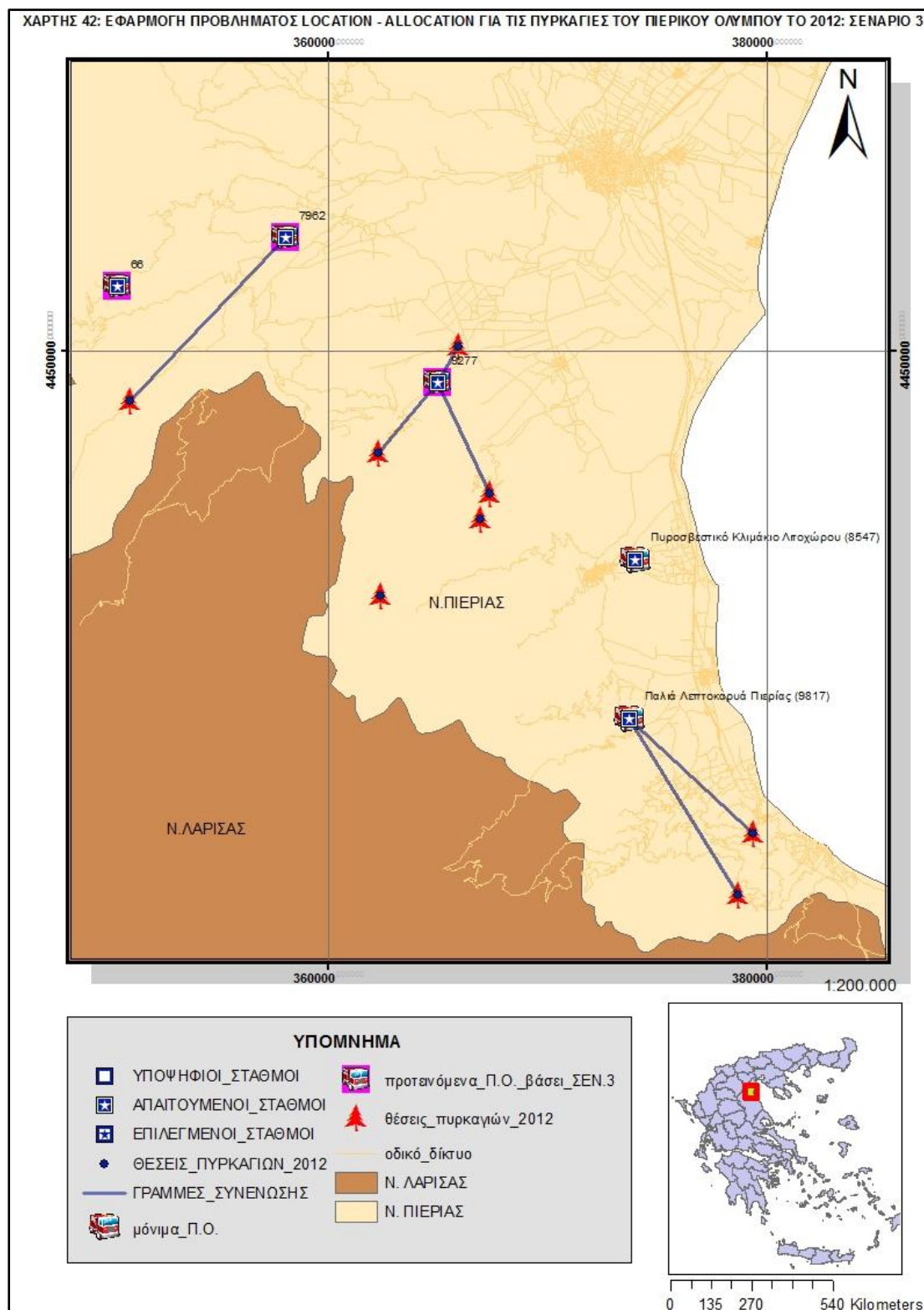
Χάρτης 39. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2009 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 3



Χάρτης 40. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2010 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 3



Χάρτης 41. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2011 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 3



Χάρτης 42. Εφαρμογή του προβλήματος Location - Allocation για την εξυπηρέτηση των δασικών πυρκαγιών που εκδηλώθηκαν το 2012 στον Πιερίκο Όλυμπο: Σενάριο 3

Πίνακας 54. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2005, στον Πιερίκο Ολύμπο: Σενάριο 3

2005					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερίκου Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	8	4	50%	1	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		2	25%		
66		0	0%		
7962		0	0%		
9277		1	13%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιών που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιών που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιών	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιών
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	13%	32,0	8,0	11,3	3,5
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		29,9	14,9		
66		0,0	0,0		
7962		0,0	0,0		
9277		10,9	10,9		

Πίνακας 55. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2006, στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 3

2006					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	9	1	11%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		4	44%		
66		0	0%		
7962		1	11%		
9277		3	33%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	2,2	2,2	11,7	7,4
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		50,2	12,6		
66		0,0	0,0		
7962		11,9	11,9		
9277		60,8	20,3		

Πίνακας 56. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2007, στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 3

2007					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	8	1	13%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		3	38%		
66		0	0%		
7962		2	25%		
9277		2	25%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	15,7	15,7	16,0	5,1
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		39,1	13,0		
66		0,0	0,0		
7962		24,0	12,0		
9277		46,4	23,2		

Πίνακας 57. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2008, στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 3

2008					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	8	5	63%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		1	13%		
66		0	0%		
7962		2	25%		
9277		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιών που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιών που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιών	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιών
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	95,3	19,1	17,7	4,2
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		13,0	13,0		
66		0,0	0,0		
7962		42,1	21,1		
9277		0,0	0,0		

Πίνακας 58. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2009, στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 3

2009					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	1	0	0%	1	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0	0%		
66		0	0%		
7962		0	0%		
9277		0	0%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	100%	0,0	0,0	0,0	0,0
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0,0	0,0		
66		0,0	0,0		
7962		0,0	0,0		
9277		0,0	0,0		

Στο σημείο αυτό, σημειώνεται ότι το μοναδικό περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εκδηλώθηκε στον Πιερικό Όλυμπο το 2009, δεν ήταν και πάλι εφικτό να αποδοθεί σε κανένα πυροσβεστικό όχημα (εγκατάσταση) από τα πέντε προτεινόμενα οχήματα του **Σεναρίου 3** (Πίνακας 58.), εντός του

ανώτατου χρονικού ορίου προσέγγισης της εστίας της φωτιάς (30 λεπτά), που τέθηκε ως οριακή αντίσταση στη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος.

Πίνακας 59. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2010, στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 3

2010					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	4	1	25%	1	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0	0%		
66		0	0%		
7962		1	25%		
9277		1	25%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	25%	7,3	7,3	8,7	1,2
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0,0	0,0		
66		0,0	0,0		
7962		9,1	9,1		
9277		9,7	9,7		

Πίνακας 60. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2011, στον Πιερικό Ολυμπο: Σενάριο 3

2011					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	4	2	50%	0	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		1	25%		
66		0	0%		
7962		0	0%		
9277		1	25%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	0%	17,5	8,8	8,8	0,7
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		9,6	9,6		
66		0,0	0,0		
7962		0,0	0,0		
9277		8,2	8,2		

Πίνακας 61. Παρουσίαση των στατιστικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών του 2012, στον Πιερικό Όλυμπο: Σενάριο 3

2012					
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός καταγεγραμμένων περιστατικών δασικών πυρκαγιών Πιερικού Ολύμπου	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Ποσοστό (%) εξυπηρετηθέντων περιστατικών δασικών πυρκαγιών από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	8	2	25%	2	
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0	0%		
66		0	0%		
7962		1	13%		
9277		3	38%		
Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικός χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, στο <u>σύνολο</u> των περιστατικών δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Χρόνος (min) προσέγγισης εκάστοτε πυροσβεστικού οχήματος, <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς που εξυπηρετήσε	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς	Τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, του χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	25%	38,1	19,1	16,6	3,0
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)		0,0	0,0		
66		0,0	0,0		
7962		13,3	13,3		
9277		52,2	17,4		

Πίνακας 62. Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για τα περιστατικά δασικών πυρκαγιών στον Πιερικό Όλυμπο, κατά τα έτη 2005 - 2012: Σενάριο 3

Περιγραφή (SourceOID θέσης) τοποθεσίας στάθμευσης πυροσβεστικού οχήματος	Συνολικός αριθμός (κατά τα έτη 2005-2012) περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Συνολικό ποσοστό % (κατά τα έτη 2005-2012) περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από το εκάστοτε σταθμευμένο πυροσβεστικό όχημα	Συνολικός αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών, από τα 50 καταγεγραμμένα περιστατικά (κατά τα έτη 2005-2012) που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Συνολικό ποσοστό % περιστατικών δασικών πυρκαγιών (κατά τα έτη 2005-2012) που <u>δεν</u> εξυπηρετήθηκαν από τα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα	Μέσος όρος χρόνου προσέγγισης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων <u>σε κάθε</u> περιστατικό δασικής πυρκαγιάς, κατά τα έτη 2005-2012
Παλιά Λεπτοκαρυά Πιερίας (9817)	16	32%	5	10%	13,0
Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Λιτόχωρου (8547)	11	22%			
66	0	0%			
7962	7	14%			
9277	11	22%			

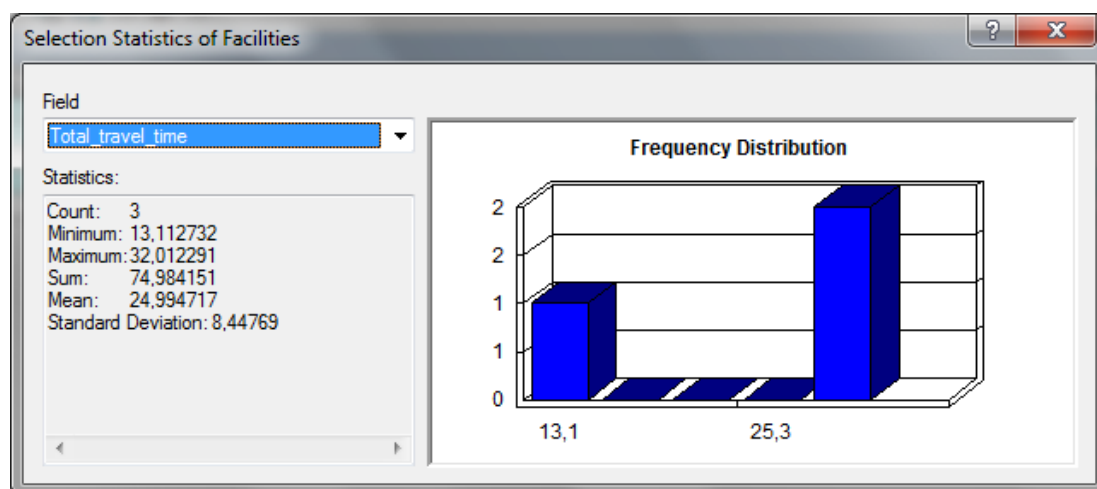
Βάσει των στατιστικώς επεξεργασμένων αποτελεσμάτων που παρατίθενται στους παραπάνω πίνακες, η προτεινόμενη πεντάδα πυροσβεστικών οχημάτων, που προκύπτει μέσω της εφαρμογής του **Σεναρίου 3**, συμβάλλει ικανοποιητικά στην αντιμετώπιση των περιστατικών δασικών πυρκαγιών κατά τα έτη 2005 - 2012, καθώς μόνο το 10% του συνολικού αριθμού τους δεν εξυπηρετήθηκε (**Πίνακας 62.**), έναντι του αντίστοιχου ποσοστού, 14%, που αναφέρεται στον υφιστάμενο στόλο της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης (**Πίνακας 35.**).

Επιπλέον, όσον αφορά το χρόνο που απαιτήθηκε ώστε να μεταβούν τα οχήματα στις εστίες έναρξης των πυρκαγιών, υπολογίζεται ότι είναι κατά μέσο όρο 13 λεπτά (**Πίνακας 62.**), δηλαδή μικρότερος της οριακής αντίστασης των 30 λεπτών, αλλά μεγαλύτερος του αντίστοιχου χρόνου μετάβασης, 12,7 λεπτά, που χρειάζεται για να προσεγγίσει τα σημεία εκδήλωσης πυρκαγιών η υφιστάμενη πεντάδα πυροσβεστικών οχημάτων (**Πίνακας 35.**)

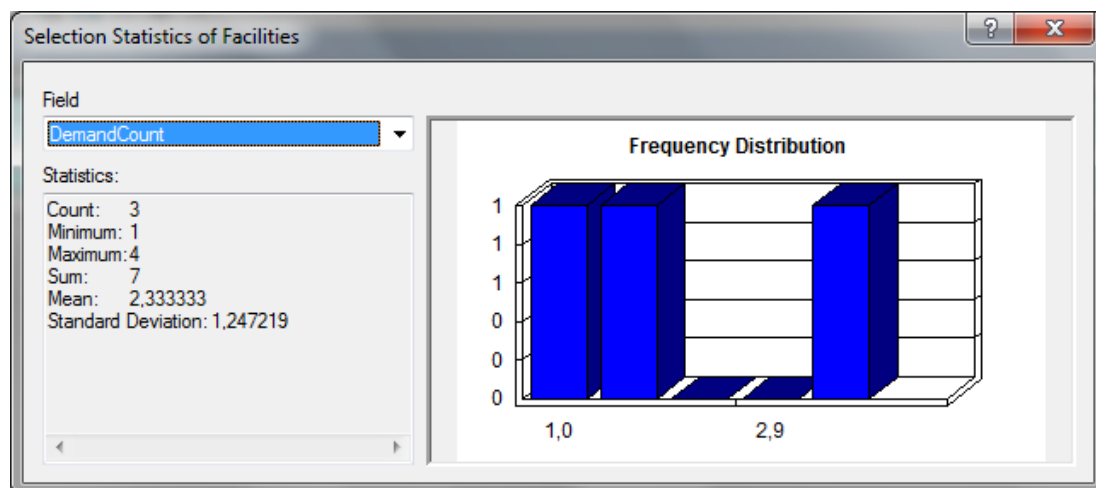
4.5. Παρουσίαση αποτελεσμάτων - Συμπεράσματα εφαρμογής (μελέτη περίπτωσης)

Στην προηγούμενη ενότητα πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία και ανάλυση της ποσοτικής και χωρικής κατανομής των περιστατικών δασικών πυρκαγιών, που εκδηλώθηκαν στον Εθνικό Δρυμό Ολύμπου, κατά τα έτη 2005 έως 2012. Επιπλέον, μέσω της διατύπωσης τριών εναλλακτικών σεναρίων, διατυπώθηκαν προτάσεις για βελτίωση της απόδοσης του τομέα αντιμετώπισης και καταστολής των πυρκαγιών, της ιθύνουσας Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης.

Για την εξαγωγή, λοιπόν, των στατιστικών στοιχείων του χρόνου μετάβασης μεταξύ της εγκατάστασης και του σημείου ζήτησης (**Total_travel_time**), καθώς και του συνολικού αριθμού των σημείων ζήτησης που διατέθηκαν στις εγκαταστάσεις (**DemandCount**), ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα: άνοιγμα του πίνακα ιδιοτήτων (**Attribute Table**) του πεδίου **Facilities** στην εκάστοτε εφαρμογή του προβλήματος **Location - Allocation** > επιλογή των μη μηδενικών τιμών και δεξί κλικ στα πεδία **Total_travel_time** και **DemandCount** > **Statistics**. Μέσω της διαδικασίας αυτής, που έλαβε χώρα σε κάθε εφαρμογή του προβλήματος **Location - Allocation** (υφιστάμενη κατάσταση και τρία εναλλακτικά σενάρια), υπολογίζονται τα ζητούμενα στατιστικά στοιχεία, όπως παρουσιάζονται στις **Εικόνες 41.** και **42.** που ακολουθούν.



Εικόνα 41. Παρουσίαση των στατιστικών στοιχείων του πεδίου *Total_travel_time*



Εικόνα 42. Παρουσίαση των στατιστικών στοιχείων του πεδίου DemandCount

Επομένως, συγκρίνοντας τις τιμές που υπολογίστηκαν στο αρχικό στάδιο της ανάλυσης της υφιστάμενης κατάστασης του στόλου της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης, με τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξαν τα τρία εναλλακτικά σενάρια που διατυπώθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, προκύπτουν οι **Πίνακες 63.** έως **70.** Στους πίνακες αυτούς παρουσιάζονται οι παράμετροι (χωρίς να ληφθούν υπόψη οι μηδενικές τιμές των δεδομένων) της ελάχιστης τιμής (**min**), της μέγιστης τιμής (**max**), της μέσης τιμής (**mean**) και της τυπικής απόκλισης (**st.dev.**), των μεγεθών του συνολικού χρόνου μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων (**Total_travel_time**), στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών και του αριθμού περιστατικών που εξυπηρετήθηκαν (**DemandCount**), καθώς και ο μέσος χρόνος μετάβασης των οχημάτων σε κάθε συμβάν, για την υφιστάμενη κατάσταση και το εκάστοτε σενάριο αντίστοιχα, ανά έτος της περιόδου μελέτης (2005 - 2012).

Επιπρόσθετα, υπολογίστηκαν για κάθε παράγοντα από τους παραπάνω, τα αντίστοιχα ποσοστά μεταβολής (με κόκκινο χρώμα), που αποδεικνύουν τη μεταβολή κάθε σεναρίου, σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση, ανά έτος της εξεταζόμενης περιόδου και συνολικά. Στο σημείο αυτό σημειώνεται ότι ο υπολογισμός των ποσοστών μεταβολής έγινε για κάθε περίπτωση, αφαιρώντας τις τιμές των παραγόντων των τριών σεναρίων από τις αντίστοιχες της υφιστάμενης κατάστασης και διαιρώντας το αποτέλεσμα με τις τελευταίες.

Πίνακας 63. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για το συνολικό χρόνο μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών: Υφιστάμενη κατάσταση

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		MIN	MAX	MEAN	ST.DEV.	Μέσος χρόνος μετάβασης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων σε κάθε περιστατικό δασικής πυρκαγιάς, ανά έτος περιόδου μελέτης
2005	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων, στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών	13,113	32,012	24,995	8,448	10,7
2006	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων, στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών	2,177	71,966	33,001	29,191	14,7
2007	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων, στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών	13,337	39,102	20,441	10,811	11,7
2008	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων, στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών	13,021	95,288	48,147	34,643	18,1
2009	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων, στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών	0	0	0	0	-
2010	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων, στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών	7,344	14,157	11,65	3,058	11,7
2011	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων, στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών	9,603	17,512	13,01	3,321	9,8
2012	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων, στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών	13,86	38,109	24,783	10,044	14,9

Πίνακας 64. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος *Location - Allocation*, για τον αριθμό περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν: Υφιστάμενη κατάσταση

	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	MIN	MAX	MEAN	ST.DEV.
2005	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	4	2,333	1,247
2006	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	4	2,25	1,299
2007	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	3	1,75	0,829
2008	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	5	2,667	1,7
2009	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	0	0	0	0
2010	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	1	1	0
2011	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	2	1,333	0,471
2012	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	2	1,667	0,471

Πίνακας 65. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για το συνολικό χρόνο μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών: Σενάριο 1

ΣΕΝΑΡΙΟ 1		MIN		MAX		MEAN		ST.DEV.		Μέσος χρόνος μετάβασης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων ανά περιστατικό	
2006	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	2,177	0%	50,226	30%	24,147	27%	17,129	41%	10,7	27%
2007	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	7,71	42%	49,02	-25%	27,875	-36%	16,799	-55%	13,9	-19%
2008	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	4,123	68%	95,288	0%	43,191	10%	38,341	-11%	16,2	10%
2009	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	-	-
2010	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	7,344	0%	33,658	-138%	20,501	-76%	13,157	-330%	13,7	-17%
2011	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	4,257	56%	17,512	0%	10,457	20%	5,445	-64%	7,8	20%
2012	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	14,068	-2%	77,305	-103%	43,161	-74%	26,063	-159%	18,5	-24%
Συνολικό ποσοστό μεταβολής (2006 - 2012)		165%		-236%		-130%		-578%		-4%	

Πίνακας 66. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος *Location - Allocation*, για τον αριθμό περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν: Σενάριο 1

ΣΕΝΑΡΙΟ 1		MIN		MAX		MEAN		ST.DEV.	
2006	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	4	0%	2,25	0%	1,09	16%
2007	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	3	0%	2	-14%	1	-21%
2008	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	5	0%	2,667	0%	1,7	0%
2009	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2010	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	2	-100%	1,5	-50%	0,5	0%
2011	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	2	0%	1,333	0%	0,471	0%
2012	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	4	-100%	2,333	-40%	1,247	-165%
Συνολικό ποσοστό μεταβολής (2006 - 2012)		0%		-200%		-104%		-169%	

Πίνακας 67. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για το συνολικό χρόνο μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών: Σενάριο 2

ΣΕΝΑΡΙΟ 2		MIN		MAX		MEAN		ST.DEV.		Μέσος χρόνος μετάβασης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων ανά περιστατικό	
2005	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	29,859	-128%	34,469	-8%	32,113	-28%	1,883	78%	12,0	-12%
2006	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	2,177	0%	42,235	41%	22,231	33%	16,969	42%	9,9	33%
2007	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	15,668	-17%	55,25	-41%	29,516	-44%	15,68	-45%	14,8	-26%
2008	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	6,472	50%	95,288	0%	46,016	4%	36,906	-7%	17,3	4%
2009	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	-	-
2010	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	7,344	0%	12,015	15%	9,662	17%	1,907	38%	9,7	17%
2011	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	7,746	19%	17,512	0%	11,62	11%	4,235	-28%	8,7	11%
2012	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	10,384	25%	81,977	-115%	43,49	-75%	29,475	-193%	18,6	-25%
Συνολικό ποσοστό μεταβολής (2005 - 2012)		-50%		-108%		-84%		-115%		1%	
Συνολικό ποσοστό μεταβολής (2006 - 2012)		77%		-100%		-55%		-193%		13%	

Πίνακας 68. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος *Location - Allocation*, για τον αριθμό περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν: Σενάριο 2

ΣΕΝΑΡΙΟ 2		MIN		MAX		MEAN		ST.DEV.	
2005	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	2	-100%	4	0%	2,667	-14%	0,943	24%
2006	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	4	0%	2,25	0%	1,299	0%
2007	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	3	0%	2	-14%	0,707	15%
2008	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	5	0%	2,667	0%	1,7	0%
2009	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2010	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	1	0%	1	0%	0	0%
2011	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	2	0%	1,333	0%	0,471	0%
2012	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	4	-100%	2,333	-40%	1,247	-165%
Συνολικό ποσοστό μεταβολής (2005 - 2012)		-100%		-100%		-69%		-126%	
Συνολικό ποσοστό μεταβολής (2006 - 2012)		0%		-100%		-54%		-150%	

Πίνακας 69. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος Location - Allocation, για το συνολικό χρόνο μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών: Σενάριο 3

ΣΕΝΑΡΙΟ 3		MIN		MAX		MEAN		ST.DEV.		Μέσος χρόνος μετάβασης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων ανά περιστατικό	
2005	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	10,875	17%	32,012	0%	24,249	3%	9,497	-12%	10,4	3%
2006	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	2,177	0%	60,753	16%	31,276	5%	24,741	15%	13,9	5%
2007	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	15,668	-17%	46,436	-19%	31,294	-53%	12,125	-12%	15,6	-34%
2008	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	13,021	0%	95,288	0%	50,138	-4%	34,062	2%	18,8	-4%
2009	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	-	-
2010	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	7,344	0%	9,711	31%	8,72	25%	1,004	67%	8,7	25%
2011	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	8,177	15%	17,512	0%	11,764	10%	4,106	-24%	8,8	10%
2012	Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων	13,293	4%	52,182	-37%	34,528	-39%	16,077	-60%	17,3	-16%
Συνολικό ποσοστό μεταβολής (2005 - 2012)		19%		-9%		-54%		-24%		-11%	
Συνολικό ποσοστό μεταβολής (2006 - 2012)		1%		-9%		-57%		-12%		-14%	

Πίνακας 70. Αποτελέσματα της εφαρμογής του προβλήματος *Location - Allocation*, για τον αριθμό περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν: Σενάριο 3

ΣΕΝΑΡΙΟ 3		MIN		MAX		MEAN		ST.DEV.	
2005	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	4	0%	2,333	0%	1,247	0%
2006	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	4	0%	2,25	0%	1,299	0%
2007	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	3	0%	2	-14%	0,707	15%
2008	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	5	0%	2,667	0%	1,7	0%
2009	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2010	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	1	0%	1	0%	0	0%
2011	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	2	0%	1,333	0%	0,471	0%
2012	Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα	1	0%	3	-50%	2	-20%	0,816	-73%
Συνολικό ποσοστό μεταβολής (2005 - 2012)		0%		-50%		-34%		-59%	
Συνολικό ποσοστό μεταβολής (2006 - 2012)		0%		-50%		-34%		-59%	

Προκειμένου, λοιπόν, να καταλήξουμε στο σενάριο εκείνο που αντικατοπτρίζει σε μεγαλύτερο βαθμό τη βέλτιστη λύση, δίνεται βαρύτητα στην ομοιομορφία της κατανομής των σημείων ζήτησης (περιστατικά πυρκαγιών) στις εγκαταστάσεις (σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα) και κατ' επέκταση στον αριθμό των συμβάντων που εξυπηρετήθηκαν από τον εκάστοτε στόλο, καθώς και στο χρόνο μετάβασης που απαιτήθηκε, ώστε να τα προσεγγίσουν.

Ειδικότερα, όσον αφορά το χρόνο μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων, πρωτεύοντα ρόλο παίζει η ελαχιστοποίησή του, καθώς στην παρούσα εφαρμογή αντιπροσωπεύει την ιδιότητα της αντικειμενικής συνάρτησης του κόστους - αντίστασης. Συνεπώς, κρίνεται ως επιτακτική η ανάγκη να ελαχιστοποιείται η μέση τιμή των χρόνων μετάβασης στα σημεία εκδήλωσης πυρκαγιών. Ταυτόχρονα, επιθυμείται η ελάχιστη τιμή, η μέγιστη τιμή και η τυπική απόκλιση αυτών, να είναι όσο το δυνατό μικρότερη. Απόρροια των παραπάνω, είναι ότι η θετική μεταβολή των τεσσάρων παραμέτρων του χρόνου ταξιδιού, σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση, χαρακτηρίζει το εκάστοτε εναλλακτικό σενάριο ως θετική προσέγγιση.

Επιπλέον, προκειμένου το σενάριο που θα επιλεγεί, να αναδεικνύει την πιο ομοιόμορφη κατανομή των περιστατικών δασικών πυρκαγιών στα διατιθέμενα πυροσβεστικά οχήματα, δίνεται βαρύτητα στην παράμετρο της τυπικής απόκλισης της κατανομής, διότι όσο μικρότερη είναι, τόσο αποτελεί δείκτη ομοιομορφίας αυτής. Ταυτόχρονα, χάριν της επιθυμητής ομοιομορφίας και της αποφυγής του φόρτου επέμβασης συμβάντων ανά όχημα, επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση της μέγιστης τιμής του αριθμού περιστατικών που εξυπηρετούνται από το στόλο. Έτσι, η θετική μεταβολή των προαναφερθέντων παραμέτρων, σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση, αξιολογεί θετικά το εκάστοτε εναλλακτικό σενάριο. Αντιθέτως, για να αναδειχθεί η αποτελεσματικότητα της προτεινόμενης λύσης, πρέπει η ελάχιστη και η μέση τιμή του πλήθους των πυρκαγιών που αντιμετωπίζονται, να είναι όσο το δυνατό μεγαλύτερη και άρα το ποσοστό μεταβολής τους να προκύπτει αρνητικό.

Έπειτα από την υιοθέτηση των παραπάνω παραδοχών, πραγματοποιείται η σύγκριση κάθε εναλλακτικού σεναρίου με την υφιστάμενη κατάσταση, ως προς τα συνολικά ποσοστά μεταβολής των τεσσάρων

παραμέτρων (min, max, mean, st.dev.) των μεταβλητών της απόστασης (χρόνος μετάβασης πυροσβεστικών οχημάτων) και της εξυπηρέτησης των σημείων ζήτησης (περιστατικά δασικών πυρκαγιών). Σημειώνεται ότι οι συγκρίσεις των μεγεθών που αφορούν το Σενάριο 1 πραγματοποιήθηκαν, λαμβάνοντας υπόψη ως εξεταζόμενη χρονική περίοδο, τα έτη 2006 έως 2012. Αποτέλεσμα των παραπάνω, είναι ότι το **Σενάριο 3** παρουσιάζεται να βελτιώνει την παρούσα κατάσταση στις περισσότερες περιπτώσεις, έναντι των υπόλοιπων δύο εναλλακτικών σεναρίων και ειδικότερα ως προς τις παραμέτρους της ελαχιστοποίησης της μέσης τιμής (**mean**) του χρόνου μετάβασης και της τυπικής απόκλισης (**st.dev.**) της κατανομής των σημείων ζήτησης, όπως αντιλαμβάνεται κανείς μέσω του **Πίνακα 71**.

Πίνακας 71. Σύγκριση των τριών εναλλακτικών σεναρίων, ως προς τη θετική τους μεταβολή, σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση

Παράμετροι σύγκρισης	MIN	MAX	MEAN	ST.DEV.	Μέσος χρόνος μετάβασης (min) των πυροσβεστικών οχημάτων σε κάθε περιστατικό δασικής πυρκαγιάς, κατά την περίοδο μελέτης
Συνολικός χρόνος (min) μετάβασης των πυροσβεστικών οχημάτων, στα περιστατικά δασικών πυρκαγιών, κατά την περίοδο μελέτης	Σεν. 1 ^ο	Σεν. 3 ^ο	Σεν. 3 ^ο	Σεν. 3 ^ο	Σεν. 2 ^ο
Αριθμός περιστατικών δασικών πυρκαγιών που εξυπηρετήθηκαν από τα πυροσβεστικά οχήματα, κατά την περίοδο μελέτης	Σεν. 2 ^ο	Σεν. 3 ^ο	Σεν. 1 ^ο	Σεν. 3 ^ο	

Το συμπέρασμα που απορρέει, λοιπόν, για την περιοχή μελέτης, είναι ότι ο τομέας της επιχειρησιακής αντιμετώπισης και καταστολής των δασικών πυρκαγιών μπορεί να βελτιωθεί συγκριτικά με την παρούσα κατάστασή του, μέσω της εφαρμογής του **Σεναρίου 3**. Συνεπώς, το **Σενάριο 3** αποτελεί τη βέλτιστη λύση για τη χωροθέτηση σημείων στάθμευσης πέντε πυροσβεστικών οχημάτων, που θα επανδρώνουν το βασικό στόλο της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης, με τέτοιο τρόπο, ούτως ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή αντιμετώπιση των περιστατικών δασικών

πυρκαγιών που θα εκδηλώνονται στον Εθνικό Δρυμό Ολύμπου και στις υπόλοιπες δασικές εκτάσεις του νομού Πιερίας.

Πράγματι, με την επιλογή της χωροθέτησης των πυροσβεστικών οχημάτων, σε περιοχές που εκτείνονται σε υψόμετρο έως 1.500μ., όπου η φυσική τους κάλυψη περιλαμβάνει ταυτόχρονα δασικές εκτάσεις, καθώς και συνδυασμούς θαμνώδους και ποώδους βλάστησης, σύμφωνα με τη μεθοδολογία του **Σεναρίου 3**, αυξάνονται οι πιθανότητες να γίνει εφικτή η αμεσότερη και αποτελεσματικότερη κατάσβεση ενδεχόμενων πυρκαγιών σε εκείνες. Το γεγονός αυτό βασίζεται στο ότι οι παραπάνω τοποθεσίες είναι δυνατό να αποτελέσουν εστίες εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς, αφού συνυπάρχουν ιδιαίτερος εύφλεκτα φυτικά είδη, τα οποία τις καθιστούν επιρρεπείς στην έναρξη και εξάπλωση πυρκαγιών και άρα χρήζουν ανάλογης προστασίας. Αναμφίβολα, όμως, η πρακτική εφαρμογή του συγκεκριμένου μεθοδολογικού πλαισίου, είναι εκείνη που θα καταδείξει το βαθμό στον οποίο αποτελεί μία βιώσιμη πρόταση για κάθε μελέτη περίπτωσης, που θα συνεισφέρει στο πρόβλημα του στρατηγικού σχεδιασμού χωροθέτησης των πυροσβεστικών οχημάτων, βελτιώνοντας τις υποδομές και την επιχειρησιακή ικανότητά τους.

Τέλος, στο κεφάλαιο που ακολουθεί, αξιολογείται η συμβολή της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας στον τομέα της χωροχρονικής ανάλυσης και διαχείρισης περιστατικών άμεσης ανάγκης (δασικών πυρκαγιών) σε περιβάλλον GIS και διατυπώνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.



Κεφάλαιο 5^ο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Το αντικείμενο που πραγματεύεται η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είναι η χωροχρονική ανάλυση διαχρονικών δεδομένων που αφορούν περιστατικά άμεσης ανάγκης και συγκεκριμένα δασικών πυρκαγιών, λαμβάνοντας υπόψη το πυρικό ιστορικό, τους τοπογραφικούς παράγοντες, όπως το υψόμετρο, καθώς και την κατηγοριοποίηση των ειδών βλάστησης της εκάστοτε περιοχής μελέτης. Η εφαρμογή του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου έλαβε χώρα για την περίπτωση του Πιερικού Ολύμπου, έχοντας ως στόχο τη βελτίωση της αποδοτικότητας του τομέα επιχειρησιακής αντιμετώπισης και καταστολής των περιστατικών δασικών πυρκαγιών.

Προς υλοποίηση του προαναφερθέντος στόχου, τα κριτήρια που τίθενται είναι η μείωση των αποστάσεων των σταθμευμένων πυροσβεστικών οχημάτων από μελλοντικά συμβάντα πυρκαγιών και συγκεκριμένα η ελαχιστοποίηση του χρόνου μετάβασης, ώστε οι υπηρεσίες αυτές να καταφθάνουν στο σύνολο των σημείων ζήτησης, εντός μιας συγκεκριμένης προθεσμίας ανταπόκρισης. Ταυτόχρονα, επιδιώκεται και η όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφη κατανομή των εκάστοτε περιστατικών δασικών πυρκαγιών, στα διατιθέμενα πυροσβεστικά οχήματα, προς την αποτελεσματικότερη εξυπηρέτησή τους.

Η προσέγγιση του προβλήματος της εργασίας βασίστηκε στον προσδιορισμό ενός μεθοδολογικού πλαισίου, η διεξαγωγή του οποίου έγινε με χρήση μεθόδων Χωρικής Ανάλυσης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στο περιβάλλον του Network Analyst του λογισμικού ArcGis 10.0, με χρήση της μεθόδου Χωροθέτησης - Κατανομής (Location - Allocation) και ειδικότερα του μοντέλου Μέγιστης Κάλυψης (Maximal Covering Location Model).

Όσον αφορά τα βήματα της προτεινόμενης μεθοδολογίας, αναλύεται αρχικά η ποσοτική και χωρική εξέλιξη των περιστατικών δασικών πυρκαγιών στην περιοχή μελέτης και αξιολογείται η υφιστάμενη κατάσταση στον τομέα αντιμετώπισης τέτοιων συμβάντων, με χρήση τεχνικών Χωρικής Ανάλυσης. Κατόπιν, μέσω της διατύπωσης τριών εναλλακτικών σεναρίων, βάσει του

προβλήματος Χωροθέτησης - Κατανομής και του μοντέλου Μέγιστης Κάλυψης, συγκρίθηκαν τα αντίστοιχα αποτελέσματα και επιλέχθηκε το βέλτιστο σενάριο.

5.1. Αξιολόγηση της μεταπτυχιακής εργασίας

Σύμφωνα με τα θετικά αποτελέσματα που απορρέουν από τη διαδικασία της εφαρμογής, το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο έφερε εις πέρας τον απώτερο σκοπό της παρούσας εργασίας, δηλαδή την ανάδειξη της αναγκαιότητας της εφαρμογής των μοντέλων Χωροθέτησης - Κατανομής, στην ανάλυση περιστατικών έκτακτης ανάγκης, όπως είναι το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών.

Ειδικότερα, η πρόταση βέλτιστης χωροθέτησης των πυροσβεστικών οχημάτων (εγκαταστάσεις) στην περιοχή μελέτης, έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να κατανέμονται στις επιλεγμένες εγκαταστάσεις της λύσης, όσο το δυνατόν περισσότερα περιστατικά δασικών πυρκαγιών (σημεία ζήτησης), εντός μίας οριακής αντίστασης. Δηλαδή, εφόσον στην προκειμένη περίπτωση, ως αντίσταση ορίζεται ο χρόνος διαδρομής, κανένα σημείο ζήτησης δεν απέχει από την επιλεγμένη εγκατάσταση, μεγαλύτερο χρόνο από εκείνο που ορίζεται ως τιμή οριακής αντίστασης και μάλιστα λήφθηκε υπόψη η ελαχιστοποίηση αυτού. Επιπλέον, εξασφαλίζεται η μεγαλύτερη δυνατή ομοιομορφία της κατανομής των συμβάντων στα σταθμευμένα πυροσβεστικά οχήματα, καθώς η επιλογή της λύσης βασίστηκε στην ελαχιστοποίηση της τυπικής απόκλισης της κατανομής.

Με την επιλογή, επίσης, της χωροθέτησης των πυροσβεστικών οχημάτων, σε περιοχές του νομού Πιερίας, που εκτείνονται σε υψόμετρο έως 1.500μ., βάσει της διάκρισης των κατηγοριών δασικής καύσιμης ύλης και συγκεκριμένα της συνύπαρξης δασικών εκτάσεων, θαμνώδους και ποώδους βλάστησης, αυξάνονται οι πιθανότητες για αμεσότερη και αποτελεσματικότερη κατάσβεση μελλοντικών πυρκαγιών σε ανάλογες τοποθεσίες. Έτσι, η Πυροσβεστική Υπηρεσία Κατερίνης θα είναι σε θέση να αναλύσει το θέμα των περιπολιών της, να υπολογίσει εάν οι υπάρχουσες δυνάμεις, σε ανθρώπινο

δυναμικό και μέσα, επαρκούν και να προγραμματίσει το σχεδιασμό της αντιπυρικής προστασίας, ιδιαιτέρως κατά τη θερινή περίοδο.

Τέλος, στα βασικά πλεονεκτήματα της εφαρμογής της παρούσας μεθοδολογίας, έγκειται το γεγονός ότι δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας και ανάλυσης πλήθους δεδομένων ταυτοχρόνως, καθώς και διεξαγωγής πολλαπλών δοκιμών, διαφοροποιώντας τις παραμέτρους και τα κριτήρια, σε σύντομο χρονικό διάστημα. Επιπρόσθετα, μέσω της χρήσης των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, παρέχονται νέοι τρόποι ανάλυσης και μοντελοποίησης των δεδομένων, ενώ με τη δυνατότητα άμεσης ενημέρωσης της βάσης δεδομένων, επιτρέπεται ο αποτελεσματικός εντοπισμός των μεταβολών, που έλαβαν χώρα μεταξύ δύο ή περισσότερων χρονικών περιόδων. Συγχρόνως, γίνεται εφικτή η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της επίλυσης του προβλήματος, με την παραγωγή κατάλληλων χαρτών, παρέχοντας έτσι πλήθος πληροφοριών στον εκάστοτε χρήστη.

Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι μία σειρά δυσχερειών που αφορούν την περιοχή μελέτης, όπως η ετερογένεια των διαφόρων στοιχείων και πηγών τους, η ασυμβατότητα των πληροφοριακών βάσεων, ο διαφορετικός χρόνος απογραφής του ιστορικού των δασικών πυρκαγιών, καθώς και η έλλειψη συνεργασίας διαφορετικών φορέων και υπηρεσιών, εμπόδισαν την ολιστική προσέγγιση του προβλήματος της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας. Ειδικότερα, ανασταλτικό παράγοντα αποτέλεσε η έλλειψη επίσημων στατιστικών δεδομένων (πρωτογενών ή επεξεργασμένων) σχετικών με τους μέσους χρόνους απόκρισης και τις μέσες ταχύτητες των πυροσβεστικών οχημάτων, του αριθμού των κλήσεων με χωρική κατανομή στην περιοχή μελέτης, του αριθμού των κλήσεων ανά κατηγορία συμβάντος και την αιτία πρόκλησης της εκάστοτε δασικής πυρκαγιάς.

Στο σημείο αυτό, είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι ο Ν. Πιερίας χαρακτηρίζεται από έλλειψη επαρκούς ψηφιακού χαρτογραφικού υπόβαθρου, αναγκαίων τεχνικών υποδομών και βάσεων δεδομένων, σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Επίσης, δεν κατέστη εφικτό στη διαδικασία της εφαρμογής, να προσδιοριστούν χωροταξικά κριτήρια που αφορούν τα έκτακτα εμπόδια κατά τη διάρκεια της μετάβασης των

πυροσβεστικών οχημάτων, όπως οι απότομες κλίσεις, οι υψομετρικές εναλλαγές ή το ανεπαρκές δασικό οδικό δίκτυο.

5.2. Προοπτικές και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Εύλογο είναι ότι ο τομέας της Χωρικής Ανάλυσης δασικών πυρκαγιών και ειδικότερα των μεθόδων χωροθέτησης μονάδων (πυροσβεστικών οχημάτων) που εξυπηρετούν έκτακτες ανάγκες, εμπεριέχει ένα ευρύ φάσμα παραμέτρων που τον επηρεάζει, δίνοντας τη δυνατότητα σε κάθε ερευνητή να εξετάζει το πρόβλημα υπό το πρίσμα διαφορετικών κριτηρίων. Συνεπώς, οι προοπτικές για περαιτέρω έρευνα και διερεύνηση του προβλήματος είναι πολλαπλές και ενθαρρυντικές.

Μία εναλλακτική πρόταση, λοιπόν, είναι να εφαρμοστεί το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας, λαμβάνοντας υπόψη επιπρόσθετες παραμέτρους, όπως μετεωρολογικά μεγέθη (θερμοκρασία αέρα, ένταση και διεύθυνση ανέμου, σχετική υγρασία), μορφολογία του ανάγλυφου (κλίσεις, πλαγιές) της εκάστοτε περιοχής μελέτης, καθώς και τα επικρατέστερα αίτια εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών κατά το παρελθόν (π.χ. ρίψη κεραυνού, εμπρησμοί κτλ.), με σκοπό την εκτίμηση πιθανών θέσεων έναρξης τέτοιων συμβάντων και άρα τον εντοπισμό σημείων προτεραιότητας επεμβάσεων των δυνάμεων κατάσβεσης.

Επιπλέον, ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον αποτελεί η προσέγγιση του προβλήματος με συγκερασμό διοικητικών και οικονομικών παραγόντων, καθώς και τεχνικών υποδομών. Συγκεκριμένα, θα μπορούσε ως περιοχή μελέτης να συμπεριληφθεί εκτός του Πιερικού και το τμήμα του Θεσσαλικού Ολύμπου, το οποίο ανήκει στον όμορο νομό Λάρισας, χωρίς να υφίστανται δύο ιθύνουσες Πυροσβεστικές Αρχές. Με τον τρόπο αυτό, θα αποκομίζαμε μία γενική εικόνα του Ολύμπου, άνευ συνοριακών περιορισμών, ως προς τη συμπεριφορά του στο φυσικό φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών. Όσον αφορά τους οικονομικούς παράγοντες, θα μπορούσε να ληφθεί υπόψη το κόστος μελέτης της χωροθέτησης πυροσβεστικών σταθμών και της επάνδρωσης του στόλου, καθώς και οι πόροι για τυχόν επέκταση αυτού και εκπαίδευση του προσωπικού. Επιπρόσθετα, η ύπαρξη ενός περιεκτικότερου

υπόβαθρου για το εθνικό, επαρχιακό και δασικό οδικό δίκτυο, θα επέτρεπε την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής, προκειμένου τα πυροσβεστικά οχήματα να είναι σε θέση να καταφθάνουν στα συμβάντα πιο έγκαιρα, αντιμετωπίζοντας όσο το δυνατό λιγότερα εμπόδια.

Τέλος, μία ακόμη πρόταση για περαιτέρω έρευνα, αποτελεί η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών, με χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Κυρίαρχο στοιχείο του συστήματος αυτού, θα είναι η προσομοίωση, βάσει της εξέλιξης των παραμέτρων, η οποία θα διευκολύνει τη διεξαγωγή εναλλακτικών σεναρίων, αξιολογώντας τις λύσεις που θα προκύπτουν. Βασικές παράμετροι του παραπάνω συστήματος θα είναι:

- η έγκυρη ενημέρωση του οδικού δικτύου,
- η διάνοιξη βοηθητικών δρόμων και αντιπυρικών ζωνών,
- η χρήση τμημάτων πεζοπορίας,
- η μείωση ή η απομάκρυνση της δασικής καύσιμης ύλης,
- η εγκατάσταση επαρκών σημείων υδροληψίας,
- η δημιουργία ενός συστήματος ανίχνευσης πυρκαγιών,
- η χρήση ενός συστήματος εκτίμησης - πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς και εξάπλωσής της, βάσει μετεωρολογικών συνθηκών, κλίματος, βλάστησης και μορφολογίας του εδάφους,
- η χωροθέτηση επίγειων και εναέριων δυνάμεων, που θα περιπολούν και θα εντοπίζουν τις εστίες εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών, θέτοντας προτεραιότητες άμεσης κατάσβεσης, ανάλογα με τις δυνατότητες πρόσβασης που έχουν.

Εν κατακλείδι, κάθε εγχείρημα αποτελεσματικής αντιμετώπισης ενός φυσικού φαινομένου με ολέθριες επιπτώσεις στον άνθρωπο και το περιβάλλον, όπως είναι οι δασικές πυρκαγιές, οφείλει την επιτυχία του σε δύο αλληλένδετους πόλους: Στην έγκυρη και άρτια ενημέρωση και κατάρτιση των εθελοντών και μη πολιτών, καθώς και στην ευαισθητοποίηση και διαλεκτική συνεργασία των διοικητικών φορέων και ιθυνουσών αρχών κάθε περιοχής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

- Algharib, M., S., 2011, «*Distance and coverage: An assessment of Location - Allocation models for fire stations in Kuwait city, Kuwait*», PHD, Kent State University, College of Arts and Sciences / Department of Geography, Kuwait.
- Amiridis, V., Zerefos, C., Kazadzis, S., Gerasopoulos, E., Eleftheratos, K., Vrekoussis, M., Stohl, A., Mamouri, R.E., Kokkalis, P., Papayannis, A., Eleftheriadis, K., Diapouli, E., Keramitsoglou, I., Kontoes, C., Kotroni, V., Lagouvardos, K., Marinou, E., Giannakaki, E., Kostopoulou, E., Giannakopoulos, C., Richter, A., Burrows, J.P., Mihalopoulos, N., 2012, «*Impact of the 2009 Attica wild fires on the air quality in urban Athens*», Journal of Atmospheric Environment, Vol. 46, Athens.
- Blazevic, A., 2001, «*Using Location - Allocation to optimize the location of fire tanker airbases in California*», Thesis, Master of Science in the field of Geography and Environmental Resources, Southern Illinois University, Carbondale.
- Burns, R., D., 2003, «*Identification and evaluation of possible future fire station sites for the city of Ankeny, Iowa, using Computer Modeling*», Publications by Ankeny Fire Department, Ankeny, Iowa.
- Church, L., ReVelle, C., 1974, «*The Maximal Covering Location Problem*», Papers of the Regional Science Association, Vol. 32, The Johns Hopkins University.
- Estivill - Castro, V., Lee, I., Murray, A., T., 2001, «*Criteria on Proximity Graphs for Boundary Extraction and Spatial Clustering*», Knowledge Discovery and Data Mining - PAKDD 2001, 5th Pacific - Asia Conference.
- Rogers, A., 1969, «*Quadrant Analysis of Urban Dispersion: I. Theoretical Techniques*», Periodical Literature in Urban Studies, «Environment and Planning», London.

Sheikholeslami, G., Chatterjee, S., Zhang, A., 2000, «*WaveCluster: a wavelet-based clustering approach for spatial data in very large databases*», Article of The VLDB Journal, Vol. 8, USA.

Vallejo, R., Valdecantos, A., 2006, «Landcare in Desertification - Affected areas», Euro Mediterranean Programme for the Environment, Portugal.

Yves, B., 2009, «Living with Wildfires: What Science can tell us», Discussion Paper 15, European Forest Institute, Finland.

Ελληνόγλωσση

WWF Ελλάς, 2008, «Ένα βιώσιμο μέλλον για τα δάση της Ελλάδας - Πρόταση για ουσιαστική βελτίωση του συστήματος προστασίας των δασών από τις πυρκαγιές», Συνέδριο WWF Ελλάς, «Το μέλλον των Δασών», Αθήνα.

Ακακιάδου, Γ., 2007, «Μελέτη του Αλγορίθμου ομαδοποίησης *k-means* σε δεδομένα του παγκόσμιου ιστού», Διπλωματική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Πληροφορικής, Θεσσαλονίκη.

Αλεβιζάκη, Χ., Γραικούσης, Γ., Φώτης, Γ., Ν., 2010, «*Η Χωρική Ανάλυση στη μελέτη της εγκληματικότητας. Η περίπτωση της πόλης του Βόλου*», 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Hellas Gis, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Ανδριανάκος, Ν., Φώτης, Γ., Ν., 2006, «*Χωροθετικός σχεδιασμός δικτύων παροχής υπηρεσιών σε περιβάλλον GIS. Εφαρμογή στο Ν. Αρκαδίας*», 4^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Hellas Gis, «Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση: Ο ρόλος των Γ.Σ.Π.», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Βαλασάκη, Κ., Μ., Φώτης, Γ., Ν., 2002, «*Σχεδιασμός, υλοποίηση και εφαρμογή αλγορίθμου χάραξης ομοιογενών χωρικών συστοιχιών, για τη χωρική συνένωση διοικητικών περιοχών*», 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Hellas Gis, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Βασιλακός, Χ., Χατζόπουλος, Ι., Καλαμποκίδης, Κ., Παπαπαναγιώτου, Ε., 2001, «*Σχεδιασμός δικτύου ανίχνευσης δασικών πυρκαγιών με χρήση*

- γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών», Ελληνική Εταιρεία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Hellas Gis, «Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών - Δυνατότητες και Εφαρμογές, Προοπτικές και Προκλήσεις», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Βορίσης, Δ., 2004, «*Η καταστολή των δασικών πυρκαγιών*», Εκδόσεις Αρχηγείο Πυροσβεστικού Σώματος, Αθήνα.
- Γραικούσης, Γ., Φώτης, Γ., Ν., 2005, «*Χωροθέτηση πυροσβεστικών οχημάτων στο Δ. Αθηναίων με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και μεθόδων Τεχνητής Νοημοσύνης*», Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, II, Αθήνα.
- Δημητρακόπουλος, Α., 2000, «*Προκαταρκτική παρουσίαση της κατανομής δασικών πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων σε σχέση με το χρόνο αρχικής επέμβασης στην Ελλάδα, κατά την δεκαετία 1986 - 1995*», Δασική Έρευνα, Αθήνα.
- Δινάκης, Λ., Παπαδημητρίου, Κ., Παρασχάκης, Ι., 2002, «*Η χρήση τεχνολογιών GPS σε περιβάλλον GIS για την προστασία δασικού περιβάλλοντος*», 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Hellas Gis, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Θανασούλας, Δ., 2011, «*Χωροθέτηση επίγειων πυροσβεστικών δυνάμεων για άμεση κατάσβεση δασικών πυρκαγιών*», Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών (MBA), Πάτρα.
- Καϊλίδης, Δ., 1990, «*Δασικές Πυρκαγιές*», Εκδόσεις Γιαχουδή - Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Καϊλίδης, Δ., 1993, «*Δασικές Πυρκαγιές*», Τρίτη έκδοση, Εκδόσεις Γιαχουδή - Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Καϊλίδης, Δ., Καρανικόλας, Π., 2004, «*Δασικές Πυρκαγιές 1900 - 2000*», Εκδόσεις Γιαχουδή, ISBN 960-7425-83-9, Θεσσαλονίκη.
- Κοτσώνη, Γ., 2009, «*Ανάπτυξη ενός συστήματος διαχείρισης δασικών πυρκαγιών στην περιοχή της Πάρνηθας με χρήση της τεχνολογίας των*

- Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών*», Μεταπτυχιακή εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: «Γεωπληροφορική», Αθήνα.
- Κουτούπα - Ρεγκάκου, Ε., 2007, «*Δίκαιο του Περιβάλλοντος*», Β' έκδοση, Εκδόσεις Σάκκουλα, Αθήνα.
- Κουτσόπουλος, Κ., 1990, «*Γεωγραφία: Μεθοδολογία και Μέθοδοι Ανάλυσης Χώρου*», Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
- Κουτσόπουλος, Κ., 2005, «*Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου*», Β' έκδοση, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
- Κουτσόπουλος, Κ., Ανδρουλακάκης, Ν., 2005, «*Εφαρμογές του λογισμικού ArcGIS 9x με απλά λόγια*», Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
- Κουτσόπουλος, Κ., Φώτης, Γ., Ν., 2012, Διδακτικές σημειώσεις για το μάθημα «*Μεθοδολογίες Αναπτυξιακών Σχεδιασμών και Περιβάλλον*», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Διεπιστημονικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: «*Περιβάλλον και Ανάπτυξη*», Αθήνα.
- Κωνσταντινίδης, Π., 2003, «*Μαθαίνοντας να ζούμε με τις Δασικές Πυρκαγιές*», Εκδόσεις Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη.
- Λουκάκης, Ι., 2010, «*Το πρόβλημα χωροθέτησης των μονάδων πυρόσβεσης - διάσωσης: Θεωρία και μεθοδολογία της έρευνας*», Διπλωματική εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας, Π.Μ.Σ.: «*Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου*», Αθήνα.
- Μπαλατσός, Π., 19 - 24 Μαρτίου 2007, Συνέδριο Δασοπροστασίας Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Αθήνα.
- Ντάφης, Σ., 2007, «*Δασικές Πυρκαγιές*», Άρθρο Πανελλήνιας Ένωσης Δασολόγων Δημοσίων Υπαλλήλων, Αθήνα.
- Παναγόπουλος, Ι., Θ., 2001, «*Δίκαιο Περιβάλλοντος*», Δ' έκδοση, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη, Αθήνα.

- Πουλής, Γ., Καρρά, Α., Κωσταρόπουλος, Α., 2009, «*Εγχειρίδιο εκπαίδευσης εθελοντών πυροσβεστών*», Υπουργείο εσωτερικών, Αρχηγείο πυροσβεστικού σώματος, Αθήνα.
- Τσαγκάρη, Κ., Καρέτσος, Γ., Προύτσος, Ν., 2011, «*Δασικές Πυρκαγιές Ελλάδας 1983 - 2008*», Εργασία στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος: «*Χωροχρονική Διερεύνηση των Δασικών Πυρκαγιών της Ελλάδας για τη χρονική περίοδο 1983 - 2008*», Εκδ. WWF Ελλάς και ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.-Ι.Μ.Δ.Ο. & Τ.Δ.Π., Αθήνα.
- Τσομπάνογλου, Σ., 2003, «*Προσδιορισμός ενός μεθοδολογικού πλαισίου για τη χωρική ανάλυση της οργάνωσης και της διαχρονικής εξέλιξης αστικών συστοιχιών. Εφαρμογή στην περιφέρεια Θεσσαλίας*», Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Βόλος.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων - Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδος, 2004, «*Ενημέρωση της βάσης δεδομένων κάλυψης γης Corine Land Cover για το έτος 2000*», Παράρτημα Α', Τελική τεχνική έκθεση, Αθήνα.
- ΦΕΚ 112/Α/25-51998, Ν. υπ' αριθ. 2612/1998, «*Ανάθεση της δασοπυρόσβεσης στο Πυροσβεστικό Σώμα και άλλες διατάξεις*».
- ΦΕΚ 160/16-10-1986, τ. Α', Ν. 1650/1986, «*Για την προστασία του Περιβάλλοντος*».
- ΦΕΚ 258/Α, Ν. υπ' αριθ. 3511/2006, «*Αναδιοργάνωση του Πυροσβεστικού Σώματος, αναβάθμιση της αποστολής του και άλλες διατάξεις*».
- Φιλιππόπουλος, Ι., 2012, «*Διαχείριση Δασικών Πυρκαγιών με την Πλατφόρμα Προσομοίωσης i-Protect*», Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Βόλος.
- Φιλιππόπουλος, Ν., 2005, «*Βασικές αρχές δασοπυρόσβεσης*», Διαδικτυακό Περιοδικό για την Πυρόσβεση και τη Διάσωση, «*Fire Rescue News*».

Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Ολύμπου, 2004, «*Σχεδιασμός και ανάπτυξη Γεωγραφικού Συστήματος πρόληψης και παρακολούθησης φυσικών καταστροφών από πυρκαγιές στις δασικές εκτάσεις του όρους Όλυμπος*», Ν. Πιερίας.

Φώτης, Γ., Ν., 2003, «*Χωρική αλληλεπίδραση και χωροθέτηση*», Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Πολυτεχνική σχολή Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Εργαστήριο Χωρικής Ανάλυσης Gis & Θεματικής Χαρτογραφίας, Βόλος.

Ψιλοβίκος, Θ., Α., 2010, «*Προσαρμογή τεχνικών έργων δασικής οδοποιίας σε δάση υψηλής επικινδυνότητας για πυρκαγιά*», Μεταπτυχιακή Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τομέας Δασοτεχνικών και Υδρονομικών Έργων, Εργαστήριο Μηχανικών Επιστημών και Τοπογραφίας, Θεσσαλονίκη.

Διαδικτυακοί Τύποι

<http://edn.esri.com/>, ESRI Developer Network.

http://el.wikipedia.org/wiki/Mytikas_summit_PJS.jpg, «Μύτικας» - Βικιπαίδεια.

<http://el.wikipedia.org/wiki/Δάσος>, «Δάσος» - Βικιπαίδεια.

http://el.wikipedia.org/wiki/Νομός_Πιερίας, «Νομός Πιερίας» - Βικιπαίδεια.

<http://el.wikipedia.org/wiki/Όλυμπος>, «Όλυμπος» - Βικιπαίδεια.

http://el.wikipedia.org/wiki/Πιέρια_Όρη, «Πιέρια Όρη» - Βικιπαίδεια.

<http://organopoulos.wordpress.com>, Θέματα Εκπαίδευσης.

<http://politispierias.blogspot.gr/>, Ενημερωτικό Portal Ν. Πιερίας.

<http://resources.arcgis.com>, ArcGis Resources.

<http://stilida.com/periballon/oikologia/wwf-giati-kaigontai-ta-dasi-kai-ποιες-einai-oi-synepeies/>, «WWF: Γιατί καίγονται τα Δάση και ποιες είναι οι

συνέπειες», δημοσιεύτηκε στα «Νέα από το διευρυμένο Δήμο Στυλίδας» την 28/08/2012.

<http://www.anasta.de/TOPOS/>, «Ο τόπος μου», Ομάδα εθελοντικής δράσης Ν. Πιερίας.

<http://www.e-pieria.gr/news-2/culturenews/3327-olumposekdiloseis>, «Εκδηλώσεις για τα 100 χρόνια από την πρώτη ανάβαση στον Όλυμπο», Η Πιερία στο Διαδίκτυο.

<http://www.firesecurity.gr/paragontesdas.html>, «Δασικές Πυρκαγιές. Παράγοντες που επηρεάζουν την συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών από την ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.», Fire Security, 2010.

<http://www.fireservice.gr>, Επίσημη ιστοσελίδα του Πυροσβεστικού Σώματος.

<http://www.fireservice.gr/Pierias/Katerinis.csp>, Επίσημη ιστοσελίδα της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κατερίνης.

http://www.gscp.gr/ggpp_cms_files/dynamic/c227742/file/EgikliosPirkagion2013_el_GR.pdf, «Σχεδιασμός και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων λόγω των δασικών πυρκαγιών», Γενική Γραμματεία πολιτικής προστασίας, Διεύθυνση Σχεδιασμού και Αντιμετώπισης έκτακτων αναγκών.

<http://www.hellenicparliament.gr/Vouli-ton-Ellinon/To-Politevma/Syntagma/article-24/>, Άρθρο 24: Προστασία του περιβάλλοντος, Βουλή των Ελλήνων.

<http://www.hnms.gr/>, Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία Ελλάδος.

<http://www.kallikratis.eu/dimoi-systasi-dimon-nomos-pierias/>, «Καλλικράτης», Δήμοι - Σύσταση Δήμων - Ν. Πιερίας.

<http://www.oedd.gr>, Ομάδα Εθελοντών Δασοπυροσβεστών Διασωστών.

<http://www.olympusfd.gr/GR/Erga.asp>, Έργα ΕΠΠΕΡ, Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Ολύμπου.

<http://www.otoposmou.gr>, «Ο τόπος μου», Ομάδα εθελοντικής δράσης Ν. Πιερίας.

<http://www.protothema.gr/greece/article/215302/se-ekseliksh-pyrkagia-ston-olympo/>, «Σε εξέλιξη πυρκαγιά στον Όλυμπο», δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα «ΠΡΩΤΟ ΘΕΜΑ.gr» την 06/08/2012.

<http://www.statistics.gr>, Ελληνική Στατιστική Αρχή - ΕΛ.ΣΤΑΤ.

<http://www.wwf.gr>, WWF Ελλάς.

<http://www.ypeka.gr/>, Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής -ΥΠΕΚΑ.

www.ethnos.gr, «ΕΘΝΟΣ.gr».

www.fysiognwsia.blogspot.com, «Φυσιογνωσία».

www.geodata.gov.gr/, Δημόσια Ανοικτά Δεδομένα (ψηφιακά δεδομένα επαρχιακού οδικού δικτύου Ν.Πιερίας, οδικού, σιδηροδρομικού και υδρογραφικού δικτύου Ελλάδας, ορίων Νομών - ΟΚΧΕ, πόλεων και οικισμών Ελλάδας, περιοχών Natura, Corine 2000).

www.makthes.gr, «Εφημερίδα Μακεδονία της Θεσσαλονίκης».

www.panoramio.com, «Panoramio - Rhotos of the World».

www.parnitha-np.gr, Εθνικός Δρυμός Πάρνηθας.

www.winesurveyor.weebly.com, «Οινικές εξερευνήσεις», Δρόμοι του Κρασιού - Οινοτουρισμός στην Πιερία.