



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ»

ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΕΣ & ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΕΦΕΡΙΑΔΗ ΕΥΓΕΝΙΑ
ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ, Π. Κ.

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Μ. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ, ΟΜΟΤΙΜΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2019

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο, εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις των εξεταστών.

αφιερώνεται
στον σύντροφό μου
Ε. Σ.

Περίληψη

Από τους τέσσερεις παράγοντες που συνδιαμορφώνουν την χειμαρρικότητα μιας περιοχής (κλίμα, έδαφος, γεωλογικό υπόβαθρο και βλάστηση), ο άνθρωπος μπορεί να επιδράσει άμεσα μόνο στη βλάστηση. Οι διάφοροι χειρισμοί στη βλάστηση και ιδιαίτερα όταν πρόκειται για δασικά οικοσυστήματα μιας λεκάνης απορροής έχουν άμεσο αντίκτυπο στα ήπιες μορφολογίας τμήματα. Σε πολλές περιπτώσεις αποτελεί τον ρυθμιστικό εκείνο παράγοντα αύξησης της επιφανειακής απορροής ή της κατείδυσης του νερού, ανάλογα με το σκοπό της διαχείρισης. Μια φυσική καταστροφή όμως όπως οι δασικές πυρκαγιές, που μπορεί να καταστρέψει μέρος ή το σύνολο της βλάστησης μιας περιοχής έχει και ουσιαστικές συνέπειες στο υδατικό ισοζύγιο των λεκανών απορροής. Συνήθως η αύξηση του όγκου της επιφανειακής απορροής, όπως και του χρόνου συρροής, μπορεί να αυξήσει τόσο την επιδεκτικότητα της λεκάνης στη διάβρωση του εδάφους όσο και την έκθεση των κατάντη περιοχών στον πλημμυρικό κίνδυνο (Νικούση, 2013).

Στο πρώτο και στο δεύτερο κεφάλαιο της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας επιχειρείται η βιβλιογραφική προσέγγιση των παραπάνω ζητημάτων η οποία συμπληρώνεται με παραδείγματα από την Ελλάδα τόσο ως προς τις λεκάνες απορροής, όσο και ως προς τις δασικές πυρκαγιές. Το τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την μελέτη των επιπτώσεων των εκτεταμένων δασικών πυρκαγιών, που έλαβαν χώρα τον Αύγουστο του έτους 2007 στο Νομό Ηλείας, στο υδατικό ισοζύγιο, αλλά και στην αναμενόμενη διάβρωση του εδάφους της περιοχής. Στο πλαίσιο της εργασίας επιχειρείται να διερευνηθεί εάν οι πυρκαγιές του 2007 στην περιοχή διατάραξαν τις σχέσεις στο υδατικό ισοζύγιο αυξάνοντας τον κίνδυνο πλημμυρογέννησης και διάβρωσης του εδάφους.

Αρχικά περιγράφεται το γεγονός της καταστροφής και οι επιπτώσεις του σε κάθε τομέα της κοινωνικής και οικονομικής ζωής. Εξετάζεται η περιοχή μελέτης ως προς το κλίμα, το ανάγλυφο, το γεωλογικό υπόβαθρο και τη βλάστηση και γίνεται κατάταξη σε χειμαρρικούς μικροτύπους από όπου προκύπτουν στοιχεία για τις διαβρώσεις, τις γεωλιθθήσεις και τις γεωκατακρημνίσεις σε γυμνό έδαφος αλλά και την αποτροπή και το βαθμό αυτής με την παρουσία της βλάστησης.

Στην συνέχεια, επιχειρείται εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου της περιοχής πριν την καταστροφή, δίνοντας ιδιαίτερη σημασία στο ρόλο της βλάστησης. Παρουσιάζεται, μέσω χαρ-

τών, η πιθανότητα πλημμυρικού κινδύνου και διάβρωσης σε διάφορες θέσεις του υδρολογικού δικτύου της περιοχής μελέτης.

Συμπληρωματικά του εγχειρήματος γίνεται και περιγραφή των αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων, τεχνικών και φυτοτεχνικών, που εκτελέστηκαν στην περιοχή καθώς και προσπάθεια αξιολόγησής τους.

Τέλος, καταγράφονται τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης και επιχειρείται η διατύπωση προτάσεων για τη βελτιστοποίηση του υφιστάμενου υδατικού αποθέματος, μέσω της εκπόνησης μελετών υδρολογίας αντιπλημμυρικών και αντιδιαβρωτικών έργων.

Abstract

From the four factors in a watershed, (climate, soil, bedrock and vegetation), man can only influence vegetation. The various processes in plants, especially when it comes to forest ecosystems of a watershed have a direct impact on soil morphology sections. In many cases, the buffer is one factor that increases surface runoff or infiltration of water, depending on the purpose of management. A natural disaster, however, such as forest fires, which can destroy part or all of the vegetation of an area has a substantial effect on the water balance of the basin. Usually the increase in volume of runoff, as time influx can increase both the susceptibility of the basin to soil erosion and downstream of the exposure areas in the flood risk.

In the first and second chapters of the Master Thesis is attempted the bibliographic approach of the above issues, which is supplemented by examples from Greece both in the drainage basin and in the forest fires. The third chapter includes the study of the impact of the extensive forest fires that took place in August 2007 in the Department of Ilia, on the water balance of the region. In the context of the work undertaken to investigate whether the 2007 fire in disturbed relations in water balance by increasing the risk of flood and soil erosion.

We described the event of a disaster and its impact in every area of social and economic life. Considering the study area to climate, topography, geological background and vegetation and is ranked in stream types where it generates data on erosion, landslides and geocatalysis in bare soil and prevent and degree of that with presence of vegetation.

Subsequently, an estimate of the water balance of the area before the destruction is attempted, with particular emphasis on the role of vegetation. The probability of flood risk at various locations in the hydrological network of the study area is presented through maps. Additionally we describe the anti-corrosion and anti-flood projects, techniques and plant-techniques projects, carried out in the area and attempt to evaluate them

Finally, the conclusions of the present study are recorded and we attempt to present solutions in order to optimize the existing water stock by conducting anti-flood protection constructions.

Πρόλογος

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Σακελλαρίου, ιδιαίτερα για την υπομονή και την ανεκτικότητα του, αλλά κυρίως για τις χρήσιμες παρατηρήσεις του προς ολοκλήρωση της παρούσας.

Ευχαριστίες απευθύνω στον κ. Αθανασά για τον χρόνο του και στην κα Σκοπελίτη, μέλος της Επιτροπής, για τη βοήθειά της στο πλαίσιο του μαθήματος Επεξεργασίας, Ανάλυσης και Απόδοσης Χωρικών Δεδομένων, που χωρίς τις γνώσεις που έλαβα δεν θα ήταν δυνατόν να ολοκληρωθεί η παρούσα.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω στον κ. Ιωάννη Γήτα, καθηγητή του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του ΑΠΘ και Επιστημονικό υπεύθυνο του έργου για τη λειτουργία του Εθνικού Παρατηρητήριου Δασών (ΕΠαΔ)¹, ο οποίος χορήγησε τα στοιχεία για τις δασικές πυρκαγιές του 2007 στην Πελοπόννησο.

Περαιτέρω, ευχαριστίες απευθύνω στον κ. Αντώνη Καπετάνιο, Δασολόγο (πρώην) Προϊστάμενο της Δ/σης Προστασίας Δασών και Αγροπεριβάλλοντος του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, για τη χορήγηση στατιστικών στοιχείων δασικών πυρκαγιών της χώρας και στην κα Πυργάκη, Γεωλόγο, Αν. Προϊσταμένη Διεύθυνσης Υδάτων της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Δυτικής Ελλάδας Πελοποννήσου και Ιονίων Νήσων, για τη χορήγηση στοιχείων πλημμυρικών συμβάντων του Νομού Ηλείας.

Ευχαριστώ θερμά τον κ. Ιωάννη Κοντό της Matathon Data Systems για τη χορήγηση άδειας χρήσης του ArcGis και την κα Παναγιωτοπούλου για την πολύτιμη βοήθεια και ενθάρρυνση, καθώς και την κα Βαΐα Καραχλέ, Δασολόγο, υπάλληλο της Δ/σης Προστασί-

¹ Αντικείμενο του ερευνητικού έργου είναι η δημιουργία και πιλοτική λειτουργία ενός Παρατηρητήριου Δασών (ΕΠαΔ), με στόχο την καταγραφή των διαθέσιμων διαχειριστικών μελετών, καθώς και τη συγκεντρωση και διαδικτυακή διάθεσή τους, όσων εξ αυτών βρίσκονται σε ψηφιακή μορφή, προς κάθε ενδιαφερόμενο Φορέα. Πρόκειται για συνεργασία μεταξύ της Γενικής Δ/σης Ανάπτυξης, Προστασίας Δασών και Αγροπεριβάλλοντος του Υπουργείου Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος και Ενέργειας (Δικαιούχος) και του Εργαστηρίου Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης του ΑΠΘ (Ανάδοχος), η οποία χρηματοδοτείται από το Πράσινο Ταμείο.

ας Δασών και Αγροπεριβάλλοντος του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, χωρίς τη βοήθεια των οποίων θα ήταν αδύνατη η ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στο σύντροφό μου, στην οικογένειά μου και στους φίλους μου, χωρίς τη συμπαράσταση, την προτροπή και την επιμονή των οποίων δεν θα είχε ολοκληρωθεί αυτός ο κύκλος σπουδών μου.

Αθήνα, Ιούνιος 2019

Σεφεριάδη Εβίνα

Περιεχόμενα

Περίληψη	v
Abstract	vii
Πρόλογος	ix
Περιεχόμενα	xi
Κατάλογος Σχημάτων	xv
Κατάλογος Πινάκων	xvii
Κατάλογος Εικόνων	xix
Κατάλογος Χαρτών	xxi
Εισαγωγή	23
Κεφάλαιο 1 Δασική Υδρολογία	25
1.1 Έννοιες και όροι της δασικής Υδρολογίας	25
1.1.1 Υδατοσυγκράτηση	25
1.2 Σχέσεις δάσους και νερού	28
1.2.1 Δασοπονικά είδη, δάσος και νερό	28
1.2.2 Πρόσληψη και κατανάλωση νερού από τα δασικά δένδρα	29
1.3 Δάσος και ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα	30
1.3.1 Δάσος και βροχές.....	30
1.3.2 Επίδραση του δάσους στις βροχές.....	32
1.4 Δασικά εδάφη και υδρολογικός κύκλος.....	34
1.5 Η αντιδιαβρωτική επίδραση της δασικής βλάστησης.....	36
1.6 Αιτία της πλημμυρογένεσης στον ελλαδικό χώρο	37

1.7	Υδρολογική συμπεριφορά δασωμένων λεκανών απορροής	39
1.7.1	Νερό στην ατμόσφαιρα (υγρασία)	42
1.7.2	Υδρολογική συμπεριφορά λεκάνης απορροής μετά από πυρκαγιά	45
Κεφάλαιο 2	Δασικές Πυρκαγιές	49
2.1	Δασικές πυρκαγιές και έδαφος	51
2.2	Χημικές ιδιότητες, χημικά στοιχεία	53
2.3	Κίνδυνος πυρκαγιάς.....	54
2.4	Είδη δασικών πυρκαγιών.....	56
2.5	Διαχείριση πυρκαγιών	60
2.5.1	Πρόληψη πυρκαγιών	60
2.5.2	Η καταστολή των πυρκαγιών	65
2.5.3	Η μεταπυρική αποκατάσταση	67
2.6	Δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα.....	68
2.6.1	Πλήθος δασικών πυρκαγιών	72
Κεφάλαιο 3	Περιοχή Μελέτης	79
3.1	Γεωγραφική θέση και γεωμορφολογία.....	79
3.2	Κλίμα και βλάστηση.....	84
3.3	Γεωλογία νομού Ηλείας.....	90
3.3.1	Ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης	91
3.3.2	Ιόνιος ή Ανδριατικοϊονιος ζώνη.....	92
3.4	Χαρτοσύνθεση.....	93
3.5	Υδρογεωλογία περιοχής μελέτης.....	97
3.5.1	Επιφανειακή υδρολογία	97
3.6	Δασικές πυρκαγιές στο νομό Ηλείας.....	100
3.6.1	Στατιστικά στοιχεία των πυρκαγιών στο Ν. Ηλείας	105
3.6.1.1	Αριθμός πυρκαγιών και καμένη έκταση.....	105
3.6.1.2	Συχνότητα εμφάνισης πυρκαγιών κατά την διάρκεια του έτους	107
3.6.1.3	Κατανομή πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του 24ώρου.....	108

3.7	Αντιδιαβρωτικά έργα - έρευνα.....	115
3.7.1	Αρχές της αποκατάστασης του εδάφους	117
3.7.1.1	Η αρχή της διατήρησης του εδάφους	117
3.7.1.2	Η αρχή της «αυτοδιαδοχής» (φυσική αναγέννηση)	123
3.7.1.3	Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων με αναδασώσεις	124
3.7.2	Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων στο Ν. Ηλείας.....	125
3.8	Αποτύπωση πλημμυρικών συμβάντων	128
3.9	Αξιολόγηση κλίσεων Ν. Ηλείας.....	137
Κεφάλαιο 4	Συμπεράσματα – Προτάσεις	147
Βιβλιογραφία		153

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.1: Απεικόνιση των δεδομένων του Πίνακα 1.3.....	36
Σχήμα 1.2: Υδρολογικές διεργασίες μετατροπής της βροχής σε απορροή στο στόμιο μιας δασωμένης λεκάνης απορροής. (Πηγή: Μπαλούτσος, Οικονόμου, Καούκης, 2007)	42
Σχήμα 1.3: Υδρολογική συμπεριφορά δασωμένης λεκάνης απορροής. (Πηγή: Μπαλούτσος, Οικονόμου, Καούκης, 2007).....	44
Σχήμα 1.4: Υδρολογική συμπεριφορά λεκάνης απορροής μετά από πυρκαγιά.	47
Σχήμα 2.1: Ποσοστιαία κατανομή δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα. (Πηγή: Τσαγκάρης κ.ά., 2011).....	59
Σχήμα 2.2: Ποσοστιαίες κατανομές των καμένων εκτάσεων ανά είδος πυρκαγιάς. (Πηγή: Τσαγκάρης κ.ά., 2011)	59
Σχήμα 2.3: Μέσες εντάσεις καμένης έκτασης των περιστατικών στον Ελλαδικό χώρο. (Πηγή: Τσαγκάρης κ.ά., 2011)	60
Σχήμα 2.4: Μέσος όρος του αριθμού των δασικών πυρκαγιών σε κάθε νομό, για τα έτη 1976 - 1994. Πηγή στοιχείων Καϊλίδης κ.ά., Μαρκάλας και Παντελής.	69
Σχήμα 2.5: Μέσος όρος της καιγόμενης έκτασης (στρ.) σε κάθε νομό, για τα έτη 1976 - 1994. Πηγή στοιχείων Καϊλίδης κ.ά., Μαρκάλας και Παντελής.....	70
Σχήμα 2.6: Ποσοστιαία κατανομή των καμένων εκτάσεων της Ελλάδας από δασικές πυρκαγιές της περιόδου 1983-2006, με βάση τα αίτια εκδήλωσης.....	72
Σχήμα 2.7: Ποσοστιαία κατανομή των δασικών πυρκαγιών της Ελλάδας της περιόδου 1983-2006, με βάση τα αίτια εκδήλωσής τους.....	72
Σχήμα 2.8: Μέσες εντάσεις των δασικών πυρκαγιών της Ελλάδας της χρονικής περιόδου 1983-2006, με βάση τα αίτια εκδήλωσής τους.	72
Σχήμα 2.9: Συνολικός αριθμός δασικών πυρκαγιών ανά Νομό διαστήματος 1983-2008. (Τσαγκάρης κ.ά., 2011)	73

Σχήμα 2.10: Αριθμός πυρκαγιών 2007-2017 στον Ελλαδικό χώρο.....	74
Σχήμα 2.11: Καμένες εκτάσεις σε εκτάρια (ha) για τα έτη 2007-2017 στον Ελλαδικό χώρο.	75
Σχήμα 2.12: Ποσοστά πυρκαγιών αγνώστου αιτίου ανά γεωγραφική ενότητα και στο σύνολο της χώρας. Δεδομένα χρονικής περιόδου 1983-2006.	76
Σχήμα 2.13: Ποσοστά δασικών πυρκαγιών από κακόβουλο εμπρησμό στις γεωγραφικές ενότητες και στο σύνολο της χώρας. Δεδομένα χρονικής περιόδου 1983-2006.	76
Σχήμα 3.1: Θέση του Ν. Ηλείας στον Ελλαδικό χώρο.	79
Σχήμα 3.2: Ετήσιο ύψος βροχής περιόδου 1948-2007 από το Μετεωρολογικό Σταθμό Πύργου (ΠΗΓΗ: Ε.Μ.Υ.).....	102
Σχήμα 3.3: Μηνιαίο ύψος βροχής για την περίοδο 1948-2007 από το Μετεωρολογικό Σταθμό Πύργου (ΠΗΓΗ: Ε.Μ.Υ.).....	103
Σχήμα 3.4: Κατανομή πυρκαγιών στο Ν. Ηλείας ανά μήνα για την περίοδο 1980-2008.	107
Σχήμα 3.5: Καμένες εκτάσεις ανά μήνα για την περίοδο 1987-2004. (Καούκης, 2008).	108
Σχήμα 3.6: Κατανομή πυρκαγιών Ν. Ηλείας εντός 24ώρου για την περίοδο 1980-2008. (Μαρτζάκλης, 2009).....	109
Σχήμα 3.7: Υπολογισμός απόδοσης πλήρωσης έργου (%) (Μαρτζάκλης, 2009).....	127
Σχήμα 3.8: Μέσος όρος αποδοτικότητας αντιδιαβρωτικών έργων σε τρεις περιοχές του Ν. Ηλείας. (Μαρτζάκλης, 2009).	128
Σχήμα 3.9: Κατανομή συχνότητας παραγόντων σχετικά με το έναυσμα της κατολισθητικής κίνησης (Κούκης & Ζιούρκας 1989 τροποποιημένο).....	140

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1: Τιμές υδατοσυγκράτησης για διάφορα δασοπονικά είδη (Κωτούλας, 1995)	28
Πίνακας 1.2: Επιρροή εδάφους στον υδρολογικό κύκλο (Παπαμίχος, 1985).....	34
Πίνακας 1.3: : Τιμές CN για διάφορες χρήσεις γης (Πηγή: Σημειώσεις μαθήματος Υδρολογίας, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας).	35
Πίνακας 1.4: Συγκράτηση υγρασίας από διάφορες κατηγορίες εδαφών. (Πηγή: Μπαλούτσος, Οικονόμου, Καούκης, 2007).....	40
Πίνακας 1.5: Διαχρονικές μεταβολές χαρακτηριστικών λεκάνης απορροής μετά από πυρκαγιά.	45
Πίνακας 2.1: Αιτίες δασικών πυρκαγιών στον Ελλαδικό χώρο. Πηγή: Καϊλίδης 1990.	71
Πίνακας 3.1: Πληθυσμιακά στοιχεία του Νομού Ηλείας. (Πηγή: www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE).....	82
Πίνακας 3.2: Κατάταξη πληθυσμού Νομού Ηλείας. (Πηγή : ESYE dlib.statistics.gr/Book/GRESYE_02_0101_00098.pdf).	84
Πίνακας 3.3: Τα γεωγραφικά στοιχεία και οι περίοδοι παρατηρήσεων Πηγή : E.M.Y.	84
Πίνακας 3.4: Τα μετεωρολογικά δεδομένα από το Μ.Σ Πύργου με τις μέσες μηνιαίες κατανομές θερμοκρασίας. Πηγή: E.M.Y.....	85
Πίνακας 3.5: Τα μετεωρολογικά δεδομένα με τις μέσες μηνιαίες κατανομές υετού και ανέμου από το Μ.Σ. Πύργου. Πηγή: E.M.Y.....	85
Πίνακας 3.6: Ζώνες & υποζώνες βλάστησης Ελλάδας. (Πηγή: Μαυρομάτης, 1980, Ντάφης, 1986).....	86
Πίνακας 3.7: Αριθμός πυρκαγιών, καμένη έκταση και μέση καμένη έκταση ανά πυρκαγιά.	105
Πίνακας 3.8: Δεδομένα πλημμυρικών συμβάντων. (Δ/νση Υδάτων, Αποκεντρωμένη Διοίκηση Πελοποννήσου, Δυτ. Ελλάδα και Ιονίου, 2019).	130

Πίνακας 4.1: Διαχρονικές μεταβολές χαρακτηριστικών λεκάνης απορροής μετά απο πυρκαγιά (Μπαλούτσος κ.α., 2007).	148
--	-----

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1: Ευρύτερη περιοχή χωρίς δασική κάλυψη. (Στεφανίδης, 1999)	36
Εικόνα 1.2: Ευρύτερη περιοχή με δασική κάλυψη (Στεφανίδης, 1999).....	37
Εικόνα 2.1: Παγκόσμιος χάρτης με την απεικόνιση πυρκαγιών.	51
Εικόνα 3.1: Χάρτης χωρικής κατανομής του μέσου ετήσιου δείκτη ωριαίας εντάσεως υετού (mm/h) στον ελλαδικό χώρο. (ΠΗΓΗ: www.meteoclub.gr).....	83
Εικόνα 3.2: Κάλυψη Γης Ν. Ηλείας σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine 2018 LandCover μέσω λογισμικού ArcGIS Pro.....	88
Εικόνα 3.3: Απεικόνιση κάλυψης Γης κατά CORINE 2000. (Ράκου, 2015)	89
Εικόνα 3.4: Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών. Rh: Μάζα της Ροδόπης, Sm: Σερβομακεδονική μάζα, CR: Περιοδοτική ζώνη, (Pe: Ζώνη Παιανίας, Pa: Ζώνη Πάικου, Al: Ζώνη Αλμωπίας) = Ζώνη Αξιού, PI: Πελαγονική ζώνη, Ac: Αττικό-Κυκλαδική ζώνη, Sp: Υποπελαγονική ζώνη, Pk: Ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας, P: Ζώνη Πίνδου, G: Ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης, I: Ιόνιος ζώνη, Px: Ζώνη Παξών ή Προαπούλια, Au: Ενότητα “Ταλέα όρη - πλακώδεις ασβεστόλιθοι” πιθανόν της Ιονίου ζώνης. Πηγή : Κατά Mountrakis et.al. 1983.....	91
Εικόνα 3.5: Δημιουργία ψηφιακού μοντέλου εδάφους (DTM).....	94
Εικόνα 3.6: Δημιουργία σκιασμένου αναγλύφου.	95
Εικόνα 3.7: : Στιγμιότυπο από τη φονική πυρκαγιά του Αυγούστου του 2007.....	100
Εικόνα 3.8: Η πορεία των πύρινων μετώπων (Πηγή: εφημερίδα: «ΤΑ ΝΕΑ»).....	100
Εικόνα 3.9: Χάρτης επικινδυνότητας έναρξης δασικών πυρκαγιών.(Πόρισμα Goldammer, 2019).	105
Εικόνα 3.10: Χάρτης πυρκαγιών 2007 Ν. Ηλείας 3D μέσω ArcGIS Pro.....	112
Εικόνα 3.11: Πλημμυρικό συμβάν σε πεδινή θέση του Ν. Ηλείας.....	128
Εικόνα 3.12: Καθίζηση οδοστρώματος σε ορεινή θέση του Ν. Ηλείας.	129

Εικόνα 3.13: Χάρτης ζωνών κατολισθητικής επικινδυνότητας στον Ελληνικό χώρο (Koukis et al 2005).....	139
Εικόνα 3.14: Χαρακτηριστικές εικόνες κατολισθήσεων, μετά από έντονη βροχόπτωση στα ορεινά τμήματα του Ν. Ηλείας, το Ιανουάριο του τρέχοντος έτους.	145

Κατάλογος Χαρτών

Χάρτης 3.1: Καλλικρατικοί Δήμοι Ν. Ηλείας.	81
Χάρτης 3.2: Γεωμορφολογικός χάρτης Ν. Ηλείας.	96
Χάρτης 3.3: Χάρτης υδρογραφικού δικτύου περιοχής μελέτης.	99
Χάρτης 3.4: Χάρτης πυρκαγιών 2007 Πελοπόννησος.....	110
Χάρτης 3.5: Χάρτης πυρκαγιών 2007 Ν. Ηλείας.	111
Χάρτης 3.6: Πυρόπληκτα Χωριά Ηλείας 2007.....	114
Χάρτης 3.7: Πλημμυρικά συμβάντα 2013.....	131
Χάρτης 3.8: Χάρτης ζωνών δυνητικά υψηλού κινδύνου πλημμύρας Πελοποννήσου.	133
Χάρτης 3.9: Χάρτης Κινδύνων Πλημμύρας Ν. Ηλείας.	134
Χάρτης 3.10: Σύγκριση πυρκαγιών 2007 με πλημμύρες 2013.....	135
Χάρτης 3.11: Σύγκριση πυρκαγιών με πλημμύρες ΔΥΚ.....	136
Χάρτης 3.12: Χάρτης κλίσεων Ν. Ηλείας.	141
Χάρτης 3.13: Χάρτης σύγκρισης κλίσεων και πλημμυρικών συμβάντων Ν. Ηλείας.	142
Χάρτης 3.14: Χάρτης σύγκρισης κλίσεων, πυρκαγιών και πλημμυρικών συμβάντων Ν. Ηλείας.	143

Εισαγωγή

Κυρίαρχο στοιχείο του φυσικού περιβάλλοντος είναι τα δασικά οικοσυστήματα, τα οποία μας παρέχουν ποικιλία αγαθών (προϊόντων) και υπηρεσιών, που συμβάλλουν στη βελτίωση των συνθηκών της ποιότητας ζωής και στην οικονομική ανάπτυξη του κοινωνικού συνόλου. Αντίθετα με άλλες φυσικές καταστροφές όπως οι σεισμοί ή οι ανεμοθύελλες, οι δασικές πυρκαγιές είναι ασφαλώς ανάμεσα στις πιο προβλέψιμες. Επομένως, αποτελούν ένα φαινόμενο, το οποίο, σε γενικές γραμμές, θα μπορούσε να επιτρέψει στις σύγχρονες κοινωνίες ένα βαθμό ελευθερίας και περιθώριο ελιγμών για την εφαρμογή αποτελεσματικών στρατηγικών αντιμετώπισής του. Ωστόσο, η ευκαιρία αυτή δεν έχει χρησιμοποιηθεί κατάλληλα. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, οι δασικές πυρκαγιές έχουν υπάρξει αντικείμενο αυξανόμενου ενδιαφέροντος στην περιοχή της Μεσογείου. Δασικές εκτάσεις, λιβαδικές εκτάσεις, θαμνώδεις εκτάσεις και εκτάσεις με μακία βλάστηση στις αγροτικές περιοχές ή σε περιοχές σύνδεσής τους με αστικές περιοχές συνεχίζουν να χάνονται από τις πυρκαγιές με σημαντικότερες περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις πυρκαγιών αυξημένης συχνότητας. Παρ' όλο που τα στατιστικά στοιχεία για την Ευρώπη καταδεικνύουν ότι κατά μέσο όρο οι πολιτικές και τα μέτρα που σχετίζονται με την πρόληψη και καταστολή των πυρκαγιών έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά, ακραίες κλιματικές συνθήκες (το 2003 στη Δυτική Ευρώπη και το 2007 στην Ανατολική Ευρώπη) οδηγούν σε καταστροφικές πυρκαγιές, όπως αυτές που υπέστη η Πορτογαλία και η Ελλάδα.

Στη σύγχρονη κοινωνία, με τη ρύπανση της ατμόσφαιρας, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τις κλιματικές μεταβολές του πλανήτη μας, έχει επικρατήσει η άποψη, ότι η διαχείριση των περισσότερων δασών θα πρέπει να γίνεται κυρίως με βάση τις υπηρεσίες που προσφέρουν.

Μια από τις σημαντικότερες υπηρεσίες που προσφέρει το δάσος και οι δασικές εκτάσεις γενικότερα είναι η αντιδιαβρωτική προστασία που παρέχουν στα δασικά εδάφη και στο γεωλογικό υπόθεμα των λεκανών απορροής, καθώς και ο ρυθμιστικός ρόλος τους στο υδατικό ισοζύγιο μιας περιοχής.

Τα άτομα δασικής βλάστησης συγκρατούν μια ποσότητα βροχής στην κόμη τους. Επίσης διατηρούν την σταθερότητα του εδάφους και εμποδίζουν την ταχεία επιφανειακή ροή του νερού. Τα νερά αναγκάζονται να απορρέουν αργά διαμέσου του εδάφους, να εμπλουτίζουν

τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα και να τροφοδοτούν τις πηγές. Έτσι αποτρέπεται η διάβρωση του εδάφους και η δημιουργία πλημμυρών, δηλαδή έντονων χειμαρρικών φαινομένων.

Η παρουσία του δάσους λοιπόν, στις ορεινές λεκάνες απορροής αποτρέπει τα εκτατικά χειμαρρικά φαινόμενα. Συγχρόνως, για την αντιμετώπιση της αξονικής διάβρωσης των κοιτών στα ορεινά και τη συγκράτηση των παραγόμενων φερτών υλών απαιτείται η εκτέλεση ορεινών υδρονομικών έργων, που περιλαμβάνουν συνδυασμό τεχνικών, φυτοτεχνικών και αγροτεχνικών έργων. Τα έργα αυτά είναι απαραίτητα για την αποτελεσματική λειτουργία των πεδινών αντιπλημμυρικών έργων.

Κεφάλαιο 1

Δασική Υδρολογία

1.1 Έννοιες και όροι της δασικής Υδρολογίας

1.1.1 Υδατοσυγκράτηση

Το φαινόμενο της συγκράτησης ενός μέρους των νερών της βροχής από την κόμη των δέντρων και θάμνων της δασικής βλάστησης αλλά και της απορροής ύδατος από τους κορμούς και τα κλαδιά αυτών έχει μεγάλη σημασία, αφού η δασική βλάστηση μπορεί να επηρεάζει τόσο την ποσότητα όσο και την διαίτα των απορρεόντων υδάτων. Για τη μελέτη του παραπάνω φαινομένου χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι όροι (Κωτούλας, 1995 και 2001):

Υδατοσυγκράτηση μεμονωμένου δέντρου, συστάδας, θάμνων ή ποών: είναι το ποσό της βροχόπτωσης το οποίο συγκρατείται κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου από την κόμη των δέντρων, θάμνων ή ποών ή της κομοστέγης των συστάδων και εξαμιζόμενο επιστρέφει στην ατμόσφαιρα. Αποτελεί τη διαφορά ύψους βροχής κατά την συγκεκριμένη χρονική περίοδο μεταξύ γυμνής επιφάνειας και επιφάνειας καλυμμένης με δασική βλάστηση μετά την αφαίρεση της ποσότητας του νερού που απορρέει από τα κλαδιά και τους κορμούς της δασικής βλάστησης. Αποτελεί ποσοστό του συνολικού ύψους βροχής.

Κομοδιαβροχή μεμονωμένου δέντρου, συστάδας, θάμνων ή ποών: είναι το ποσό της βροχόπτωσης το οποίο απαιτείται για να διαβραχούν οι επιφάνειες των φύλλων των κλαδιών και των βλαστών έτσι ώστε να αρχίσει η σταγονόπτωση προς το δασικό έδαφος. Αποτελεί τη μέγιστη ποσότητα νερού η οποία μπορεί να συγκρατηθεί από την κόμη της δασικής βλάστησης.

Κορμοαπορροή μεμονωμένου δέντρου, συστάδας, θάμνων: είναι το ποσό της βροχόπτωσης το οποίο απορρέει επί του κορμού της δασικής βλάστησης προς το δασικό έδαφος σε μία ορισμένη χρονική περίοδο. Αποτελεί ποσοστό του συνολικού ύψους βροχής.

Κορμοδιαβροχή μεμονωμένου δέντρου, συστάδας, θάμνων: είναι το ποσό της βροχόπτωσης το οποίο είναι αναγκαίο για την διαβροχή της επιφάνειας των κορμών και των κλαδιών της δασικής βλάστησης, ώστε να καταστεί δυνατή η έναρξη της κορμοαπορροής. Μετριέται συνήθως σε mm βροχής.

Διαπερώσα βροχή: είναι το ποσό της βροχόπτωσης το οποίο διαπερνά την κόμη των δασικών δέντρων και θάμνων ή την κομοστέγη των συστάδων κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου και φθάνει στο δασικό έδαφος. Δίνεται σε mm βροχόπτωσης ή και επί τοις εκατό (%) της βροχόπτωσης που καταγράφεται σε γυμνό έδαφος. Οι σταγόνες της βροχής κινούνται με μία ταχύτητα 8 m/sec και προσκρούουν πάνω στα φύλλα και τις βελόνες της δασικής βλάστησης. Έτσι θραύεται η κινητική τους ενέργεια και επέρχεται διάσπαση σε σταγονίδια. Ένα μέρος από αυτά εκσφενδονίζεται και το υπόλοιπο συγκρατείται από τα φύλλα ή τις βελόνες με τη μορφή λεπτού υδάτινου στρώματος ή σταγόνων.

Η μορφή και η ποσότητα του συγκρατούμενου νερού εξαρτάται κυρίως από το κηρώδες επίστρωμα των βελονών ή των φύλλων. Όταν είναι λεπτό αρκεί μικρή ποσότητα νερού για να διαβραχεί ολόκληρη η επιφάνεια του φύλλου. Αντίθετα όπου το στρώμα είναι παχύ, εκεί συσσωρεύονται μεγαλύτερες ποσότητες νερού με τη μορφή χονδρών σταγόνων οι οποίες εξατμίζονται ταχέως.

Στα κωνοφόρα είδη η συγκρατούμενη ποσότητα του νερού συγκεντρώνεται ως επί το πλείστον στις άκρες των βελονών. Στα είδη που οι βελόνες φύονται πυκνά όπως η ερυθρελάτη συγκρατούν περισσότερο νερό λόγω της ανωμαλίας και της ανομοιογένειας της διαμόρφωσης της κόμης τους. Γενικά όσο μακρύτερες είναι οι βελόνες, τόσο ταχύτερα διοχετεύεται το νερό προς τα άκρα των βελονών.

Στα πλατύφυλλα είδη και ιδιαίτερα σε εκείνα που αναπτύσσουν πλατιά φύλλα, το συγκρατούμενο νερό συγκεντρώνεται εντός των κοιλωμάτων των φύλλων και στις ακμές αυτών, με τη μορφή χονδρών σταγόνων. Για το λόγο αυτό η υφή των φύλλων έχει ιδιαίτερη σημασία για την υδατοαποθηκευτική ικανότητα των ειδών. Φύλλα με τραχειά επιφάνεια ή πύλημα μπορούν να συγκρατήσουν περισσότερο νερό από φύλλα με λεία επιφάνεια. Επίσης η θέση των φύλλων παίζει σημαντικό ρόλο. Κεκλιμένα ή κρεμάμενα φύλλα απάγουν ταχέως το νερό.

Η σταγονόπτωση από ένα φύλλο ή μία βελόνα της κόμης προς το δασικό έδαφος αρχίζει όταν η συνολική επιφάνειά του έχει κορεσθεί με νερό δηλαδή όταν το βάρος του υπό μορφή σταγόνων συγκεντρωμένου νερού υπερβεί τις υφιστάμενες δυνάμεις συνάφειας. Κατά συνέπεια η σταγονόπτωση εξαρτάται από την ένταση της βροχής, το μέγεθος των σταγόνων αλλά και από την ένταση του ανέμου.

Η δράση του ανέμου μειώνει την κομοδιαβροχή της δασικής βλάστησης. Προκαλεί κίνηση των δέντρων και έτσι ένα μέρος του συγκρατούμενου νερού αποκολλάται και πέφτει στο έδαφος ή εξατμίζεται προς την ατμόσφαιρα. Για τον λόγο αυτό η συνολική κομοδιαβροχή μπορεί να διακριθεί:

- παραμένουσα κομοδιαβροχή: είναι η μέγιστη δυνατή ποσότητα του νερού που μπορεί να συγκρατηθεί από την κομοστέγη της δασικής βλάστησης με παράλληλη δράση ισχυρού ανέμου.

- περιορισμένη κομοδιαβροχή: είναι η ποσότητα του νερού που μπορεί να συγκρατηθεί από την κομοστέγη της δασικής βλάστησης επιπλέον της παραμένουσας κατά τη διάρκεια πλήρους νηνεμίας, δηλαδή χωρίς τη μηχανική επίδραση του ανέμου και μετά την παύση της βροχής.

- προσωρινή κομοδιαβροχή: είναι η ποσότητα του νερού η οποία συγκρατείται από την κομοστέγη της δασικής βλάστησης επιπλέον της περιορισμένης και της παραμένουσας κατά τη διάρκεια της πτώσης της βροχής και υπό πλήρη νηνεμία. Η ποσότητα αυτή στραγγίζεται μετά το πέρας της βροχόπτωσης και παραμένει έτσι η περιορισμένη κομοδιαβροχή.

Επομένως η παραμένουσα και η περιορισμένη κομοδιαβροχή εκφράζουν την υδατοσυγκρατητική ικανότητα της κομοστέγης της δασικής βλάστησης ενώ και οι τρεις μαζί εκφράζουν την υδατοσυγκρατητική χωρητικότητα.

Επίσης το άθροισμα της προσωρινής και της περιορισμένης κομοδιαβροχής εκφράζουν τη μέγιστη δυνατή απώλεια σε κομοδιαβροχή. Θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι η υδατοσυγκράτηση της δασικής βλάστησης είναι πολύ μεγαλύτερη της κομοδιαβροχής της, γεγονός το οποίο οφείλεται στην επανειλημμένη λειτουργία της διαδικασίας της κομοδιαβροχής κατά το χρονικό διάστημα που διαρκεί μία βροχόπτωση.

Οι πρώτες μετρήσεις της υδατοσυγκράτησης των δασοσυστάδων διαφόρων δασοπονικών ειδών ξεκίνησαν το 1860 κυρίως στις ευρωπαϊκές χώρες (Κωτούλας, 1995).

Ο γερμανός Krutsch (1863) διαπίστωσε ότι η υδατοσυγκράτηση των συστάδων ερυθρελάτης ανέρχεται σε 53% της βροχόπτωσης.

Ο αυστριακός Hoppe (1900), κατέγραψε υδατοσυγκράτηση, για την ερυθρελάτη 41,2%, για την πεύκη 23,8 %, την οξυά 19,5%.

Ο Γάλλος Mathieu (1879) για την οξυά 8,6%.

Νεώτερες έρευνες κυρίως αμερικανικές, ευρωπαϊκές και ρωσικές δίνουν τις τιμές Πίνακα 1.1 (Κωτούλας, 1995).

Πίνακας 1.1: Τιμές υδατοσυγκράτησης για διάφορα δασοπονικά είδη (Κωτούλας, 1995)

ΔΑΣΟΠΟΝΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΥΔΑΤΟΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ
Ερυθρελάτη:	35 %
Οξυά:	17,5 %
Ελάτη:	42 %
Δασική Πεύκη:	30 %
Δρύς:	21 %

1.2 Σχέσεις δάσους και νερού

1.2.1 Δασοπονικά είδη, δάσος και νερό

Η ζωή ξεκίνησε από το νερό και κάθε μορφή ζωής είναι άμεσα εξαρτημένη απ' αυτό. Αποτελεί το περισσότερο αναγκαίο ανόργανο συστατικό και το βασικό στοιχείο για όλες τις βιοχημικές διεργασίες των φυτών. Ακόμη και μικρές διακυμάνσεις στην τροφοδότηση των φυτών με νερό μπορούν να επιφέρουν σοβαρές διαταραχές και να αλλάξουν την μορφή της βλάστησης. Τα φυτά αποτελούνται κατά μεγάλο μέρος από νερό. Το πρωτόπλασμα περιέχει 85-90% νερό, το φύλλωμα 80-90%, οι ρίζες 70-95% και το φρεσκοκομμένο ξύλο μέχρι 50%.

Τα φυτά μπορούν να παίρνουν νερό με όλη την εξωτερική υπέργεια επιφάνειά τους, κατά κύριο λόγο όμως ικανοποιούν τις ανάγκες τους σε νερό με την πρόσληψή του από το έδαφος, δια μέσου του ριζικού συστήματος.

Η βασική πηγή πρόσληψης νερού για τα δασικά δένδρα είναι φυσικά το έδαφος. Η τροφοδοσία του εδάφους σε νερό επιτυγχάνεται με τα κάθε είδους και μορφής κατακρημνίσματα (βροχή, χιόνι κ.λ.π), που φθάνουν σ' αυτό σε διάφορες χρονικές περιόδους (Ντάφης, 1986).

Το νερό όμως της ατμόσφαιρας είναι κι αυτό σημαντικό γιατί είναι η πηγή τροφοδοσίας του εδάφους με νερό και επηρεάζει επίσης τις απώλειες νερού από τα φύλλα με τη διαπνοή. Η υγρασία του αέρα μπορεί επίσης να εφοδιάσει άμεσα τα υπέργεια τμήματα των δένδρων με τη βοήθεια της δρόσου, της ομίχλης ή με άλλους τρόπους.

1.2.2 Πρόσληψη και κατανάλωση νερού από τα δασικά δένδρα

Τα δασικά δένδρα προσλαμβάνουν το απαραίτητο για τα βλαστητικά τους όργανα νερό κυρίως από το έδαφος. Σ' αυτό βοηθάει ένα καλά διαμορφωμένο ριζικό σύστημα που λειτουργεί εξισορροπητικά ανάμεσα στις ανάγκες των δένδρων για νερό (κατανάλωση) και στη δυνατότητα προσρόφησης και μεταφοράς. Εικάζεται πως το μέγεθος του ριζικού συστήματος, το διαθέσιμο στο έδαφος νερό για τα φυτά και η ένταση της διαπνοής των φύλλων βρίσκονται σε κάποια ποσοτική σχέση μεταξύ τους.

Η προσρόφηση του νερού από το έδαφος γίνεται κυρίως από τα νεώτερα τμήματα των ριζών, τα εφοδιασμένα με ριζικά τριχίδια και μυκόρριζες, που είναι ακόμη διαπερατά από το νερό.

Η όλη διεργασία πρόσληψης του εδαφικού νερού και η εξισορρόπηση της υδάτινης οικονομίας μέσα στα δένδρα είναι μια διαδικασία αρκετά σύνθετη, για την οποία έχουν αναπτυχθεί διάφορες συλλογιστικές και θεωρίες. Η άποψη που γενικά επικρατεί είναι πως, η διαπνοή της κόμης των δένδρων δημιουργεί την κινητήρια προσροφητική δύναμη του νερού από τις ρίζες. Με την διαπνοή δημιουργείται έλλειψη νερού στα φύλλα και κατά συνέπεια άνοδος της ωσμωτικής πίεσης στα παρεγχυματικά κύτταρα των φύλλων και υποπίεση στις υδαταγωγούς σωλήνες. Η υποπίεση αυτή μεταφερόμενη ως τα ζωντανά επιδερμικά κύτταρα της ρίζας, δημιουργεί μια διαφορά ωσμωτικής πίεσης ανάμεσα στα κύτταρα και το εδαφικό νερό, η οποία τελικά αναγκάζει το νερό να εισέλθει στα κύτταρα και απ' εκεί να κινηθεί προς τα φύλλα.

Βέβαια η διαδικασία αυτή ρυθμίζεται και επηρεάζεται και από πολυάριθμους άλλους παράγοντες, όπως ανατομική ιδιορρυθμία των ειδών, ανάπτυξη και προσροφητική ικανότητα της ρίζας, θερμοκρασία και αερισμός του εδάφους, σύνθεση και πυκνότητα των εδαφικών διαλυμάτων κ.λ.π., ώστε να μη θεωρείται στη σύγχρονη οικολογική σκέψη σαν μια απλή φυσικοχημική διεργασία. Από τις ρίζες, μετά την προσρόφηση του νερού, θα πρέπει να μεταφερθεί σε αρκετά μέτρα ύψος για να φθάσει στα ακραία κλαδιά και φύλλα της κόμης των δένδρων, πράγμα που απαιτεί ένα καλό διαμορφωμένο υδαταγωγό σύστημα.

Δομικά στοιχεία αυτού του συστήματος αποτελούν οι τραχεΐδες και οι τραχείες, που είναι σωληνοειδή υδαταγωγά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους με βοθρία ή και με απλές κυκλικές διατομές. Η διάταξη των σωληνώσεων αυτών συνήθως δεν είναι παράλληλη προς τον άξονα των δένδρων αλλά σπειροειδής με πολυάριθμες διακλαδώσεις, ώστε να μη δημιουργούνται προβλήματα από τυχόν αποφράξεις και να τροφοδοτείται η κόμη συνεχώς και ομοιόμορφα με νερό και θρεπτικά συστατικά (Ντάφης, 1986).

Η κόμη είναι ο κύριος καταναλωτής νερού μέσα στο δάσος, είτε αυτό εξατμίζεται απ' ευθείας από την εξωτερική της επιφάνεια - Εξάτμιση, είτε αυτό διαπνέεται από τα φύλλα δια μέσου των στομάτων – Διαπνοή (Βέργος, 2000).

Η διαπνοή είναι μια απαραίτητη φυσιολογική λειτουργία των φυτών, γιατί μόνο με αυτή εξασφαλίζεται η κίνηση του νερού από το έδαφος προς τα φύλλα και μαζί με το νερό η κίνηση των θρεπτικών συστατικών, για να ολοκληρωθεί στα φύλλα η διαδικασία της αφομοίωσης. Με την διαπνοή αποδίδεται από τα φυτά νερό στην ατμόσφαιρα, όχι βέβαια ανεμπόδιστα όπως στα νεκρά σώματα, αλλά κυρίως μέσα από τη ρυθμιστική λειτουργία ανοιγοκλεισίματος των στοματίων.

Η λειτουργία αυτή, πέρα από την εξυπηρέτηση της αφομοίωσης, επηρεάζεται κυρίως από το μέγεθος των φύλλων (μεγάλη επιφάνεια φύλλων αντιστοιχεί σε μεγάλη διαπνοή), από τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα φύλλα και τον αέρα, καθώς και από την υγρασία του αέρα, τον φωτισμό, την ικανότητα πρόσληψης νερού, την δομή και διάταξη των φύλλων (φωτόφυλλα, σκιάφυλλα), το δασοπονικό είδος κ.λ.π.

Τα διάφορα είδη φυτών διαπνέουν σε ποικίλους ρυθμούς. Μερικά φυτά που αναπτύσσονται σε σχεδόν τελείως ξηρές περιοχές, όπως είναι οι κάκτοι, αποθηκεύουν το διαθέσιμο νερό ελαττώνοντας σε μηδενικά σχεδόν επίπεδα την διαπνοή τους. Αντίθετα, φυτά που ζουν σε υγρές περιοχές διαπνέουν εντονότερα.

Η διαφορά στη συνολική διαπνοή (κατανάλωση νερού), συστάδων πλατυφύλλων και κωνοφόρων δεν εμφανίζεται πλέον τόσο μεγάλη, όσο στα μεμονωμένα άτομα και πολλές φορές, ανάλογα με το σταθμό, την ηλικία και τη δομή των συστάδων, αυτή μπορεί να γίνει ακόμη και μεγαλύτερη στα κωνοφόρα, σε σχέση με τα πλατύφυλλα. Αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη πληρότητα του φυλλώματος των κωνοφόρων.

Η διαπνοή όμως των συστάδων, όπως προαναφέρθηκε επηρεάζεται σημαντικά από την ηλικία και την ποιότητα του σταθμού. Συστάδες μέσης ηλικίας διαπνέουν περισσότερο από αντίστοιχες μεγάλης ηλικίας καθώς και συστάδες που αναπτύσσονται σε καλές ποιότητες τόπου από εκείνες των χειρότερων ποιοτήτων τόπου.

1.3 Δάσος και ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα

1.3.1 Δάσος και βροχές

Το δάσος καταναλίσκει με την διαπνοή σημαντική ποσότητα νερού που ανέρχεται, ανάλογα με το δασοπονικό είδος και το σταθμό, σε 100-450 χιλιοστά βροχής το χρόνο. Η ποσότητα

αυτή αντλείται από το έδαφος που με τη σειρά του εφοδιάζεται με νερό από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχές και χιόνια) και σπανιότερα σε πεδιάδες ή κοιλάματα από τα υπόγεια νερά. Ο ρόλος συνεπώς των βροχών για την ευδοκίμηση του δάσους είναι σημαντικός και αποφασιστικός.

Στη χώρα μας το συνολικό ύψος βροχής κυμαίνεται από 400 (ΝΑ-Ελλάδα) έως 1300 - σε περιοχές δε μέχρι και 2000 - χιλιοστά βροχής, αυξανόμενης από το Νότο προς το Βορρά και από την Ανατολή προς τη Δύση.

Η κατανομή τους στο χρόνο δεν είναι αρμονική εμφανίζοντας συνήθως δύο μέγιστα (Φθινόπωρο - Άνοιξη) και ένα, κρίσιμο σε πολλές περιοχές, ελάχιστο κατά την καλοκαιρινή περίοδο.

Σημαντικός επίσης παράγοντας σ' όλο αυτό το πλέγμα δάσος - κατακρημνίσματα είναι και ο τρόπος με τον οποίο πέφτουν οι βροχές. Τόσο η ένταση, όσο και η διάρκεια των βροχών παίζουν σημαντικό ρόλο στην ωφέλεια ή και στη ζημία που μπορεί να προκαλέσει μια βροχή.

Το μεγαλύτερο μέρος των κατακρημνισμάτων που δέχεται μια περιοχή, ρέει επιφανειακά δια μέσου του φυσικού υδρογραφικού δικτύου και εκχύεται σε λίμνες ή στη θάλασσα. Το υπόλοιπο, είτε εξατμίζεται και επιστρέφει στην ατμόσφαιρα, είτε διεισδύει στο έδαφος και στη συνέχεια διηθείται προς τα βαθύτερα σημεία εμπλουτίζοντας τους υπόγειους υδροφορείς.

Ο τρόπος και η διαδικασία κίνησης του απορρέοντος νερού εξαρτάται από τέσσερις βασικούς παράγοντες, που δημιουργούν για κάθε υδρογραφική μονάδα ή ευρύτερη περιοχή ένα συγκεκριμένο περιβάλλον και είναι: το κλίμα, το ανάγλυφο, η βλάστηση και το γεωλογικό υπόθεμα.

Τα κατακρημνίσματα αποτελούν τον παράγοντα επίθεσης πάνω στο γεωλογικό υπόθεμα, σε αντίθεση με τη βλάστηση, όπου υπάρχει, που δρα προστατευτικά. Το δε ανάγλυφο ασκεί ρυθμιστική επίδραση. Σ' ό,τι αφορά το γεωυπόθεμα των λεκανών απορροής, αυτό διαμορφώνεται από τα πετρώματα που το συγκροτούν.

Τη χώρα μας, που κατά 75% αποτελείται από λοφώδεις ημιορεινές και ορεινές περιοχές με ευπαθές στη δράση των κατακρημνισμάτων γεωλογικό υπόθεμα, με έντονες και ραγδαίες βροχοπτώσεις και πολύ μικρό ποσοστό δάσωσης, διαυλακώνουν πάνω από 1000 χειμαρρικά ρεύματα, τα οποία αποσπών από τα ορεινά, μεταφέρουν και αποθέτουν στα πεδινά πολύτιμα δασικά εδάφη με τις γνωστές συνέπειες και καταστροφές.

Από τον ορεινό μας χώρο, εξ αιτίας των ρεόντων υδάτων, αποσπώνται και μεταφέρονται προς τα πεδινά και στη θάλασσα 86.000.000 m³ το χρόνο (Κωτούλας, 2001). Η συνεχής αποκομιδή φερτών υλικών από τις λεκάνες απορροής των ρευμάτων οδηγεί στην υποβάθμισή

τους και την αγονοποίηση των περιοχών αυτών, με αποτέλεσμα να μη είναι δυνατή ούτε η επανεγκατάσταση της δασικής βλάστησης, λόγω απώλειας του δασικού εδάφους, αλλά ούτε και οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα. Εκείνο που απομένει είναι άγονες, βραχώδεις περιοχές "ωςάν νοσήσαντος σώματος οστά" κατά τη ρήση του Πλάτωνα.

Το ιδιαίτερο μεσογειακό κλίμα της χώρας μας με την ανισοκατανομή των κατακρημνισμάτων στις διάφορες εποχές του έτους, το ξηρό και θερμό καλοκαίρι αφενός και τις βροχές με μεγάλη ραγδαιότητα (καταιγίδες) αφετέρου, προκαλεί προβλήματα λειψυδρίας, αλλά και πλημμυρών.

Στη χώρα μας οι ελάχιστες καλοκαιρινές βροχές πέφτουν με σφοδρότητα και μέσα σε ελάχιστο χρόνο (καταιγίδες), ώστε το μόνο αποτέλεσμα να είναι η δημιουργία χειμάρρων και η διάβρωση του παραγωγικού εδάφους.

Μοναδική δυνατότητα ρύθμισης αυτού του καταστροφικού φαινομένου είναι η συνεχής δασοκάλυψη του εδάφους και η αποφυγή κάθε είδους αποψιλωτικών υλοτομιών (Στεφανίδης, 1999).

1.3.2 Επίδραση του δάσους στις βροχές

Τα δάση βρίσκονται συνήθως σε περιοχές με άφθονες σχετικά βροχοπτώσεις. Το γεγονός αυτό οδήγησε συχνά στη διατύπωση υποθέσεων ότι το δάσος προκαλεί αύξηση του ύψους βροχής. Οι έρευνες όμως που έγιναν πάνω σ' αυτό απέδειξαν ότι οι υποθέσεις αυτές δεν ευσταθούν. Το δάσος επηρεάζει πολύ λίγο ή και καθόλου το ύψος της βροχής που πέφτει στην επιφάνεια που καταλαμβάνεται από αυτό. Μια μικρή αύξηση που ανέρχεται μέχρι 3% παρατηρείται σε περιοχές που δέχονται βροχές αναγλύφου. Η μικρή αυτή αύξηση οφείλεται πιθανόν στην παρεμπόδιση της κίνησης των ανέμων από το δάσος, οι οποίοι αναγκάζονται να ανέβουν υψηλότερα με αποτέλεσμα την υγραποίηση των υδρατμών λόγω ψύξης και τη δημιουργία βροχών. Συνεπώς το δάσος δεν είναι αίτιο αλλά το αποτέλεσμα των βροχοπτώσεων. Υπάρχει δάσος γιατί υπάρχουν βροχοπτώσεις. Σημαντική εν τούτοις είναι η αύξηση της βροχοομίχλης, ιδιαίτερα σε δάση κωνοφόρων. Όταν η υγρασία του αέρα είναι πολύ μεγάλη ή έχει σχηματισθεί ομίχλη επειδή η θερμοκρασία των βελονών και των φύλλων είναι συνήθως μικρότερη από εκείνη της ατμόσφαιρας, οι υδρατμοί που έρχονται σε επαφή μαζί τους υγραποιούνται και επικάθονται πάνω στα φύλλα και τις βελόνες. Όταν κορεσθεί η ικανότητα συγκράτησης των βελονών ή των φύλλων αρχίζει η απόσπαση σταγόνων από αυτά και η πτώση τους στο έδαφος σαν βροχή. Το φαινόμενο αυτό καλείται βροχοομίχλη ή βρέχουσα ομίχλη. Το νερό που σχηματίζεται μ' αυτόν τον τρόπο μπορεί μερικές φορές -τροπικές χώ-

ρες- να φθάσει και να ξεπεράσει το ετήσιο ύψος βροχής. Κατά τον Baumgartner (1959, 1967) (από Ντάφη, 1986) στα δάση της Βαυαρίας το ποσοστό της βροχοομίχλης σε σχέση με τα συνολικά κατακρημνίσματα φθάνει μέχρι τα 70% ενώ στις Περουανικές Άνδεις κατά τον Mayer (1975) (από Ντάφη, 1986) η ομίχλη εφοδιάζει τη βλάστηση με 1.200 mm βροχής χωρίς να πέσει βροχή. Οι βροχοομίχλες ή καλύτερα οι ομιχλοβροχές έχουν μεγάλη σημασία για το υδατικό ισοζύγιο του δάσους γιατί ένα μεγάλο μέρος των κατακρημνισμάτων που πέφτουν σαν βροχές ή χιόνια διακρατούνται από την κομοστέγη και χάνονται.

Στη χώρα μας, της οποίας τα περισσότερα δάση αποτελούνται από φυλλοβόλα είδη, δηλαδή από είδη που δεν φέρουν φύλλα το χειμώνα, η υδατοσυγκράτηση είναι πολύ μικρότερη.

Από το νερό που φθάνει στο έδαφος, ένα πολύ μικρό μέρος (1-5%) ρέει επιφανειακά, ενώ το μεγαλύτερο μέρος διηθείται, χάρη στο μεγάλο πορώδες του δασικού εδάφους, το οποίο δρα ως τεράστιος ταμιευτήρας.

Από το νερό που ταμιεύεται στο δασικό έδαφος, ένα μέρος εξατμίζεται ή καταναλώνεται από τα φυτά της υποβλάστησης (~10%), ένα μέρος απορρέει πλάγια μέσα στο έδαφος ως διαπεραστική απορροή (~10%), ένα άλλο μέρος καταναλώνεται από τη δασική βλάστηση (~30%), και ένα σημαντικό μέρος (15-30%) διηθείται και εμπλουτίζει τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα.

Η μεγαλύτερη υδρονομική σημασία του δάσους είναι η αποτροπή των πλημμυρών και η σημαντική μείωση των πλημμυρικών αιχμών, καθώς και ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων. Η μέγιστη ταμιευτική ικανότητα του δασικού εδάφους το μετατρέπει σε μια τεράστια ρυθμιστική δεξαμενή, η οποία συγκρατεί το νερό κατά την περίοδο των βροχών και το αποδίδει κατά την περίοδο της ανομβρίας.

Το πόσο σημαντική είναι η επίδραση του δάσους στην αποτροπή των πλημμυρών, το ζούμε στη χώρα μας κάθε χρόνο. Μετά την καταστροφή των δασών από πυρκαγιές, ακολουθούν σχεδόν πάντα, εφόσον δεν ληφθούν μέτρα, καταστροφικές πλημμύρες.

Εκτός όμως από την υδρονομική επίδραση, η οποία συνίσταται στην αποτροπή των πλημμυρών και τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων, σημαντική είναι επίσης η επίδραση του δάσους στην ποιότητα του νερού. Η δασική φυλλάδα και το δασικό έδαφος δρουν ως τεράστιο βιολογικό φίλτρο, με αποτέλεσμα το νερό που «παράγεται» στο δάσος να είναι το καλύτερο από κάθε άποψη (Κωτούλας Δ., 1995, 2001).

1.4 Δασικά εδάφη και υδρολογικός κύκλος

Ο υδρολογικός κύκλος, σε τοπική τουλάχιστον κλίμακα, επηρεάζεται άμεσα από το έδαφος και τη δασική βλάστηση. Το δασικό έδαφος επηρεάζει άμεσα τον υδρολογικό κύκλο με την επίδρασή του στη διείσδυση και διήθηση του νερού, την επιφανειακή απορροή και την ικανότητά του να συγκρατεί ποσότητες νερού και έμμεσα με την επίδρασή του στη βλάστηση. Ο άνθρωπος με τους διάφορους χειρισμούς και τη χρήση του εδάφους και της βλάστησης μπορεί να επηρεάζει σημαντικά το ρυθμό της επιφανειακής απορροής και της διήθησης, καθώς και την αποθήκευση του νερού στο έδαφος.

Στον Πίνακα 1.2 παρουσιάζεται η επιρροή του εδάφους στον υδρολογικό κύκλο όσον αφορά την επιφανειακή απορροή, τη διήθηση και την εξάτμιση για ίδιο ύψος βροχής σε mm ετήσιας βροχόπτωσης σε γυμνό έδαφος και σε δασικό τύπητα *Pinus ponderosa* (πεύκη βαρύξυλη, η οποία απαντάται κυριώς στις ορεινές περιοχές της ΒΔ Αμερικής) αντίστοιχα. (Προσαρμογή του Παπαμίχου (1985) από Rowe (1955))

Πίνακας 1.2: Επιρροή εδάφους στον υδρολογικό κύκλο (Παπαμίχου, 1985)

Κατάσταση εδάφους	Ετήσιες Βροχοπτώσεις (mm)	Επιφανειακή Απορροή (mm)	Διήθηση (mm)	Εξάτμιση (mm)
Γυμνό έδαφος	935	338	251	346
Δασικός τύπητας	935	8	726	201

Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η μέθοδος Soil Conservation Service (SCS) για την εκτίμηση απωλειών βροχόπτωσης, δέχεται ότι η παράμετρος S, που λέγεται δυνητικά μέγιστη κατακράτηση, δίνεται από τον τύπο:

$$S \text{ (mm)} = 254(100/\text{CN} - 1) \quad \dots\dots[1.1]$$

Η παράμετρος CN παίρνει τιμές από 0-100 και εξαρτάται από τη διαπερατότητα εδάφους, τις χρήσεις γης και τις προηγούμενες συνθήκες εδαφικής υγρασίας.

Διακρίνονται τύποι εδαφών ως ακολούθως:

A: Μεγάλοι ρυθμοί διήθησης (π.χ. αμμώδη και χαλικώδη)

B: Μέσοι ρυθμοί διήθησης (π.χ. αμμώδης πηλός)

C: Μικροί ρυθμοί διήθησης (π.χ. αργιλοπηλός)

D: Πολύ μικροί ρυθμοί διήθησης (π.χ. πλαστικές άργιλοι)

και τύποι προηγούμενων συνθηκών εδαφικής υγρασίας (με βάση τη βροχή των τελευταίων 5 ημερών):

I: Ξηρές συνθήκες (βροχή < 13 mm ή <35 mm για περιοχή με φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης)

II: Μέσες συνθήκες (βροχή μεταξύ 13 και 38 mm ή μεταξύ 35 και 53 mm για περιοχή με φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης)

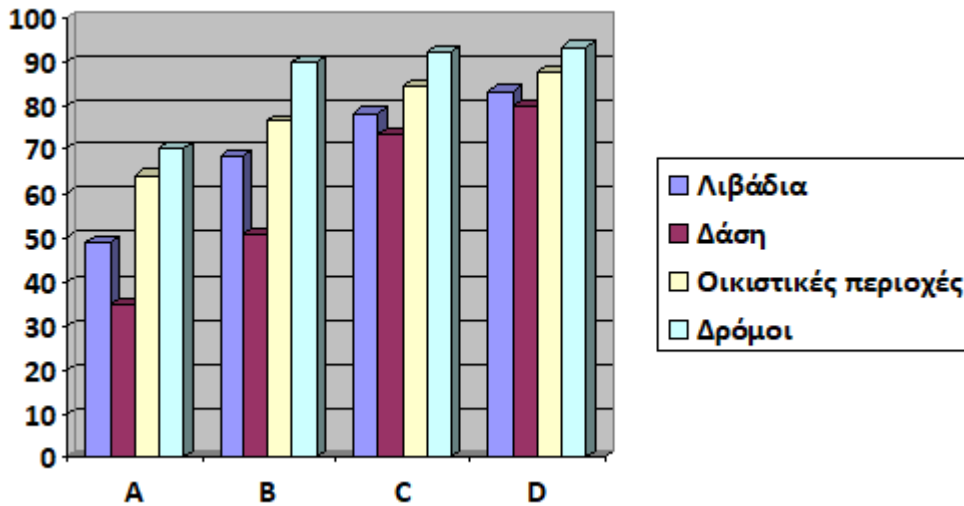
III: Υγρές συνθήκες (βροχή > 38 mm ή >53 mm για περιοχή με φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης). (Σημειώσεις μαθήματος Υδρολογίας, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

Ο Πίνακας 1.3 παρουσιάζει παραδείγματα τιμής CN για διάφορες χρήσεις γης και συνθήκες υγρασίας τύπου II για του τύπους εδαφών A, B, C και D.

Πίνακας 1.3: : Τιμές CN για διάφορες χρήσεις γης (Πηγή: Σημειώσεις μαθήματος Υδρολογίας, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας).

Χρήσεις Γης	Τύπος Εδάφους			
	A	B	C	D
Λιβάδια	30-68	58-79	71-86	78-89
Δάση	25-45	55-66	70-77	77-83
Οικιστικές περιοχές	51-77	68-85	79-90	84-92
Δρόμοι	72-98	82-98	87-98	89-98

Παρατηρείται ότι στα δάση και σε όλες τις κατηγορίες εδαφών, εμφανίζεται η μικρότερη τιμή CN και συνεπώς η μεγαλύτερη κατακράτηση υδάτων.



Σχήμα 1.1: Απεικόνιση των δεδομένων του Πίνακα 1.3.

1.5 Η αντιδιαβρωτική επίδραση της δασικής βλάστησης

Σε στενή σχέση με την υδρονομική επίδραση του δάσους βρίσκεται και η επίδρασή του στη διάβρωση του εδάφους.



Εικόνα 1.1: Ευρύτερη περιοχή χωρίς δασική κάλυψη. (Στεφανίδης, 1999)



Εικόνα 1.2: Ευρύτερη περιοχή με δασική κάλυψη (Στεφανίδης, 1999)

Το έδαφος αποτελεί το πολυτιμότερο αγαθό που κληρονόμησε ο άνθρωπος από τη φύση για να εξασφαλίσει την ύπαρξή του. Αγαθό που δημιουργήθηκε με φυσικοχημικές και βιολογικές διεργασίες, που κράτησαν εκατομμύρια χρόνια και μπορεί να καταστραφεί πολύ γρήγορα από αλόγιστη χρήση. Το δάσος έπαιξε και παίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία του εδάφους (εδαφογένεση), όσο και στην προστασία και τη διατήρησή του.

Αιώνες, ακόμα και χιλιετίες μετά την καταστροφή των δασών, ο άνθρωπος ωφελείται από τα εδάφη που δημιουργήθηκαν κάτω από αυτά. Ο μεγαλύτερος εχθρός του εδάφους είναι η διάβρωση, δηλαδή η παράσυρση στρωμάτων εδάφους από το νερό της βροχής ή από τον άνεμο. Η διάβρωση εξαρτάται από το είδος του εδάφους, τη μορφολογία του, την κάλυψή του και την ένταση των βροχών. Το δάσος ασκεί πολύ μεγάλη και καθοριστική επίδραση στην προστασία του εδάφους από τη διάβρωση και συνεπώς από την υποβάθμιση και την απερίμωση.

Γενικά, ο ρόλος του δάσους στην εδαφογένεση και ακόμα περισσότερο στη συντήρηση και την προστασία των υπαρχόντων εδαφών είναι τεράστιος και ανεκτίμητος. Στη χώρα μας, όπως και σε όλες τις παραμεσόγειες χώρες, έχουμε γνωρίσει πολύ καλά τις συνέπειες της καταστροφής του δάσους πάνω στη διάβρωση των εδαφών (Στεφανίδης, 1999).

1.6 Αιτία της πλημμυρογένεσης στον ελλαδικό χώρο

Το κυρίαρχο στοιχείο σε κάθε πλημμύρα είναι η μεγάλη ραγδαιότητα της βροχής (μεγάλο ύψος βροχής σε μικρό χρονικό διάστημα). Είναι όμως μόνο αυτό το αίτιο των πλημμυρικών φαινομένων που εκδηλώνονται στις πεδινές περιοχές; Γιατί δεν αποδίδουν τα πεδινά αντι-

πλημμυρικά έργα εφόσον σχεδιάστηκαν και εκτελέστηκαν, ώστε να διέρχεται δια μέσου αυτών η μέγιστη υδατοστερεοπαροχή;

Το πρόβλημα των πλημμυρικών καταστροφών στη χώρα μας δεν είναι πρόσφατο. Αποτελεί μόνιμη μάστιγα του τόπου τα τελευταία 150 χρόνια.

Τα πλημμυρικά φαινόμενα εκδηλώνονται κυρίως σε ρεύματα, τα οποία πριν την εκβολή τους στη θάλασσα ή στο μεγαλύτερο αποδέκτη ποταμό, διασχίζουν μικρά ή μεγάλα αστικά κέντρα.

Από τη μελέτη του μηχανισμού λειτουργίας των πλημμυρικών φαινομένων, τα οποία εκδηλώθηκαν σε διάφορες περιοχές του ελλαδικού χώρου κατά την εικοσαετία 1980-2000, διαπιστώθηκε, ότι τα αίτια των πλημμυρών είναι τα εξής:

- Η μερική ή ολική καταστροφή της δασικής βλάστησης στις λεκάνες απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων, έτσι ώστε η εναπομείνασα δασική βλάστηση, να είναι ανεπαρκής για να ασκήσει τη μέγιστη υδρολογική και προστατευτική της επίδραση.
- Η ανεπάρκεια των τεχνικών έργων (γεφυρών, κλπ.) για την παροχέτευση της μέγιστης πλημμυρικής παροχής.
- Οι στενώσεις των κοιτών στην πεδινή διαδρομή των ρευμάτων, ιδιαίτερα όταν αυτές διέρχονται δια μέσου οικισμών. Οι παραπάνω στενώσεις προκαλούνται από επιχωματώσεις των κοιτών για την επέκταση παρόχθιων οικοπέδων.
- Η εξαφάνιση της κοίτης χειμαρρικών ρευμάτων, είτε λόγω επέκτασης γεωργικών καλλιεργειών, είτε λόγω οικοπεδοποίησης.
- Η αποσπασματική εκτέλεση έργων σε μικρά τμήματα της πεδινής διαδρομής αντί να επιλύσει, επιτείνει το πλημμυρικό πρόβλημα.
- Η μετατροπή των ανοικτών φυσικών αγωγών σε δρόμους, πλατείες, κλπ., χωρίς να έχουν οι κλειστοί πλέον αγωγοί τις ανάλογες διαστάσεις για την διοχέτευση μέσω αυτών της μέγιστης υδατοστερεοπαροχής.
- Οι απορρίψεις στείρων υλικών, απορριμμάτων κλπ. στις κοίτες των ρευμάτων.
- Η αύξηση του συντελεστή απορροής, λόγω "τσιμεντοποίησης" μεγάλων τμημάτων των λεκανών απορροής, ιδιαίτερα στα μεγάλα αστικά κέντρα.
- Η στερεομεταφορά των χειμαρρικών ρευμάτων. Αυτόχθονα ή ετερόχθονα (ανθρωπογενή) υλικά, τα οποία προσχώνουν τις κοίτες τους, ιδιαίτερα ανάντη στενώσεων της κοίτης και των γεφυρών, με συνέπεια να μειώνεται στο ελάχιστο η παροχετευτικότητα τους.
- Η έλλειψη σχεδιασμού και εκτέλεσης έργων ορεινής υδρονομίας, για την ομαλή απαγωγή της μέγιστης πλημμυρικής υδατοπαροχής και τον έλεγχο της στερεομεταφοράς (Στεφανίδης, 1999).

1.7 Υδρολογική συμπεριφορά δασωμένων λεκανών απορροής

Η δασική βλάστηση μιας λεκάνης απορροής συμβάλλει τόσο στη συγκράτηση και αποθήκευση σημαντικού ποσοστού της βροχής ενός επεισοδίου, όσο και στην προστασία του εδάφους από τη διάβρωση. Κατά συνέπεια, ο κίνδυνος πλημμύρας εξαλείφεται ή περιορίζεται σημαντικά από μικρά έως μέτρια και από μεγάλα επεισόδια βροχής, αντίστοιχα. Η επίδραση της βλάστησης στις πλημμύρες σήμερα μπορεί να ποσοτικοποιηθεί με την αριθμητική έκφραση των υδρολογικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια μιας βροχής. Οι διεργασίες αυτές περιλαμβάνουν την υδατοσυγκράτηση από τη δασική βλάστηση, τη φυλλάδα και το χούμο, τη διήθηση της βροχής στο έδαφος, τη δημιουργία επιφανειακής και υπεδάφιας απορροής, τη μόνιμη και παροδική συγκράτηση ενός μέρους της βροχής από το έδαφος υπό μορφή υγρασίας, καθώς και τη διάβρωση του εδάφους. Οι υδρολογικές αυτές διεργασίες απεικονίζονται στο Σχήμα 1.1. και οι αριθμητικές τους τιμές παρουσιάζουν ένα εύρος από περιοχή σε περιοχή, που εξαρτάται από το δασικό είδος, τον τύπο του εδάφους, την τοπογραφία και γεωμορφολογία της λεκάνης, τα χαρακτηριστικά των κατακρημνισμάτων κ.λπ.

I. Υδατοσυγκράτηση από την κόμη, τη φυλλάδα και το χούμο

Η υδατοσυγκράτηση από ένα δάσος πλατύφυλλων και κωνοφόρων μπορεί να ανέλθει σε 15-20 και σε 20-35 mm βροχής ανά επεισόδιο, αντίστοιχα. Στη συνέχεια, από τη βροχή που φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους ένα μέρος συγκρατείται από τη δασική φυλλάδα και το χούμο και αυτό μπορεί να ανέλθει σε 2 mm περίπου ανά ένα (1) εκατοστό βάθους φυλλάδας και χούμου. Επομένως η ποσότητα αυτή κυμαίνεται από 5-20 mm βροχής, ανάλογα με το πάχος, (βάθος) των στρωμάτων αυτών.

II. Διήθηση της βροχής στο έδαφος και συνθήκες δημιουργίας επιφανειακής και υπεδάφιας απορροής

Η διήθηση της βροχής στα δασικά εδάφη και η αποφυγή έτσι δημιουργίας επιφανειακής απορροής είναι μια άλλη σπουδαία διεργασία με την οποία η δασική βλάστηση συμβάλλει στην εξομάλυνση του μεγέθους των πλημμυρών. Ειδικότερα η δασική βλάστηση με τις ρίζες και την αποσύνθεση των φύλλων και κλάδων, επηρεάζει ευνοϊκότερα τη δομή του εδάφους και δημιουργεί πολύ μεγάλες ταχύτητες διήθησης της βροχής, που σπάνια ξεπερνούν τις εντάσεις της βροχής. Κατά συνέπεια η βροχή διηθείται και κινείται υπό μορφή υπεδάφιας απορροής. Επισημαίνεται όμως ότι οι θέσεις που παρατηρείται επιφανειακή απορροή σε δασωμένες λεκάνες απορροής είναι το κατάστρωμα και τα πρανή των δρόμων, τα μονοπάτια, οι σύρτες μετατόπισης ξυλείας, οι επιφάνειες βράχων, τα πολύ αβαθή εδάφη, οι παραρεμά-

τιες ζώνες κ.ά. Η απορροή από τις θέσεις αυτές είναι εκείνη που μετατρέπεται σε πλημμυρική στην κοίτη του υδατορεύματος.

III. Συγκράτηση υγρασίας από το έδαφος

Η δυνατότητα του εδάφους μιας υδρολογικής λεκάνης να συγκρατεί πάντοτε μια ορισμένη ποσότητα βροχής από κάθε επεισόδιο, υπό μορφή υγρασίας, καθορίζει μέχρι ενός βαθμού το μέγεθος της απορροής και παροχής που δημιουργούνται στο στόμιο αυτής και οι οποίες στη συνέχεια είναι δυνατόν να δημιουργήσουν πλημμυρικά φαινόμενα στις χαμηλότερες περιοχές.

Η ποσότητα υγρασίας που συγκρατεί το έδαφος εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, μεταξύ των οποίων είναι το βάθος του, η υφή και η δομή, η αρχική του υγρασιακή κατάσταση, το ύψος και η διάρκεια της βροχής κ.λπ. Στον Πίνακα 1.4. (Πηγή: Μπαλούτσος, Οικονόμου, Καούκης, 2007) παρουσιάζεται σε τρεις κατηγορίες η μέγιστη ποσότητα υγρασίας που μπορούν να συγκρατήσουν οι διάφορες κατηγορίες εδαφών σε mm/1cm βάθους αδιατάρακτου εδάφους.

Από τις κατηγορίες αυτές η πρώτη αναφέρεται στην ποσότητα υγρασίας που συγκρατεί το έδαφος μέχρι το σημείο του μόνιμου μαρασμού (στήλη 3), η δεύτερη μεταξύ αυτού και της υδατοχωρητικότητας και η τρίτη μέχρι πλήρους κάλυψης όλων των μακροπόρων του. Οι τιμές αυτές εκτιμήθηκαν από μεγάλο αριθμό μετρήσεων εδαφικών δειγμάτων στην Αμερική και μπορεί να υποστηριχθεί πως ισχύουν, κατά μεγάλη προσέγγιση, για τις ίδιες κατηγορίες Ελληνικών εδαφών.

Πίνακας 1.4: Συγκράτηση υγρασίας από διάφορες κατηγορίες εδαφών. (Πηγή: Μπαλούτσος, Οικονόμου, Καούκης, 2007)

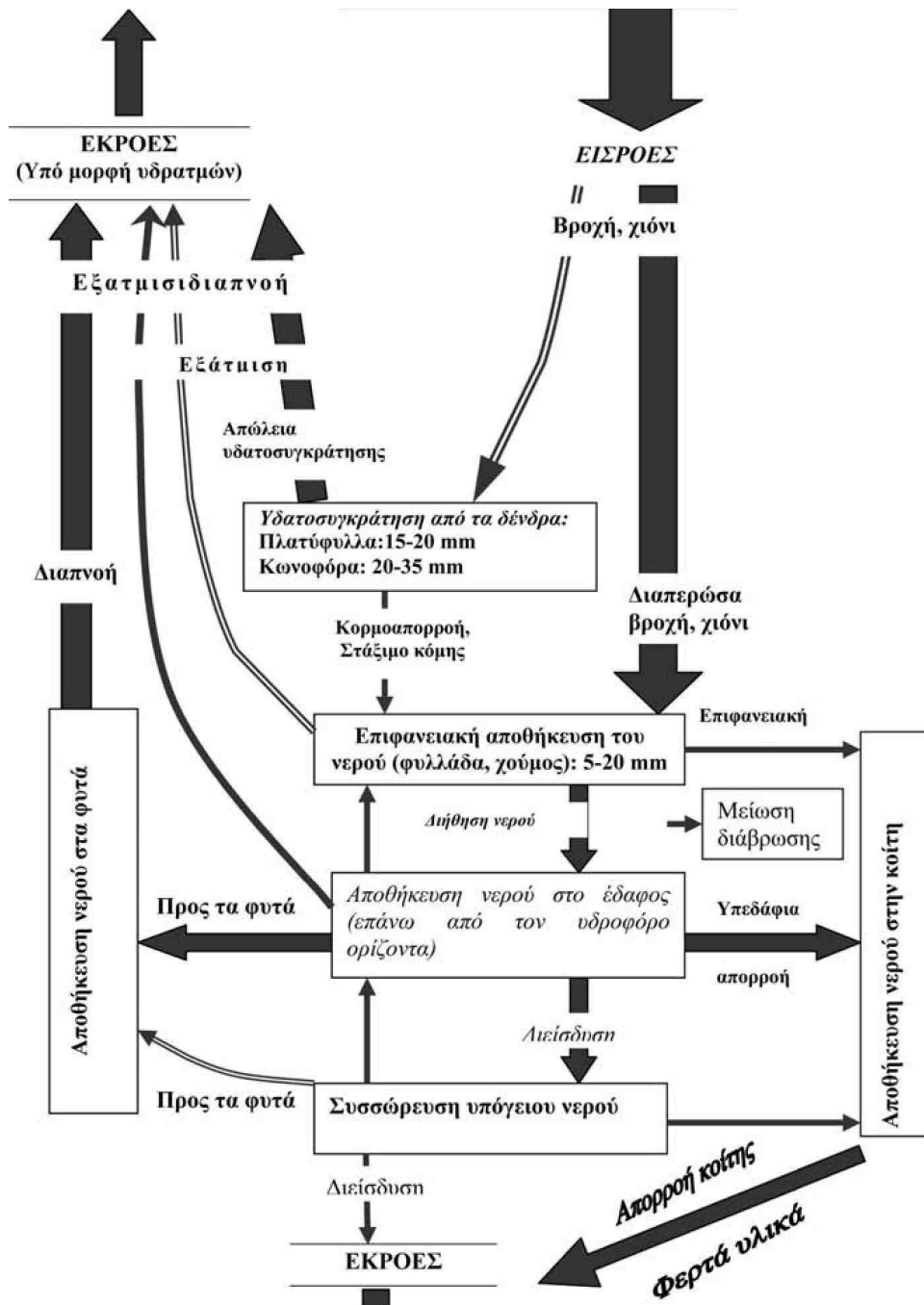
Είδος εδαφών	Πορώδες ε- δάφους (ανα- λογία κατ' όγκο)	Συγκράτηση υγρασίας (mm/1cm βάθος)		
		Μέχρι το σημείο μόνιμου μαρα- σμού	Μεταξύ του σημείου μόνιμου μαρασμού και υδατοχωρη- τικότητας	Χώρος μακροπόρων
Εδάφη λεπτής άμμου	0,41	0,6	0,5	3,0
Αμμοπηλώδη	0,42	0,6	0,8	2,8
Αμμοπηλώδη λεπτής γης	0,44	0,7	1,2	2,5
Πηλώδη	0,46	1,0	1,4	2,2
Ιλοπηλώδη	0,47	1,3	1,5	1,9
Ελαφρά αργιλοπηλώδη	0,48	1,5	1,5	1,8
Αργιλοπηλώδη	0,49	1,7	1,5	1,7

Βαριά αργιλοπηλώδη	0,50	2,0	1,3	1,7
Αργιλώδη	0,52	2,3	1,2	1,7

Από τις κατηγορίες υγρασίας που αναφέρθηκαν, οι δύο πρώτες συμβάλλουν στη μείωση της παροχής και απορροής του υδατορεύματος από συγκεκριμένο ύψος βροχής, αφού η συγκράτηση είναι οριστική (retention storage) και η τρίτη στη σημαντική επιβράδυνση (detention storage) άφιξης της υπεδάφιας απορροής στο υδρογραφικό δίκτυο, λόγω της μικρής ταχύτητας μέσα από τους μακροπόρους. Ακόμα επισημαίνεται πως από τις τιμές του πορώδους των προηγούμενων εδαφών, διαπιστώνεται ότι η μέγιστη υγρασία που μπορούν να συγκρατήσουν κυμαίνεται από 4,1 μέχρι 5,2 mm/1cm βάθους αδιατάρακτου εδάφους. Οι τιμές αυτές αντιστοιχούν σε εδάφη λεπτής άμμου και αργιλώδη, αντίστοιχα.

Διευκρινίζεται ακόμα, πως ενώ υγρασία συγκρατούν και τα γεωργικά εδάφη, τα δασικά έχουν πάντοτε τη δυνατότητα να συγκρατούν μεγαλύτερη ποσότητα, εξαιτίας του μεγαλύτερου κατά κανόνα βάθους, της διήθησης της βροχής σε αυτά και του διαθέσιμου πάντοτε χώρου από τη συνεχή μετακίνηση του νερού και τη μεγάλη διαπνοή των δασικών ειδών. Τέλος προστίθεται πως όλες οι επιμέρους ποσότητες βροχής που συγκρατούνται σε μια λεκάνη απορροής, αποτελούν το λεγόμενο «υδρολογικό της βάθος» σε mm. Αυτό, είναι προφανές ότι λαμβάνει μεγαλύτερες τιμές σε δασωμένες λεκάνες (Γ. Μπαλούτσος, Α. Οικονόμου και Κ. Καούκης (2007)).

1.7.1 Νερό στην ατμόσφαιρα (υγρασία)

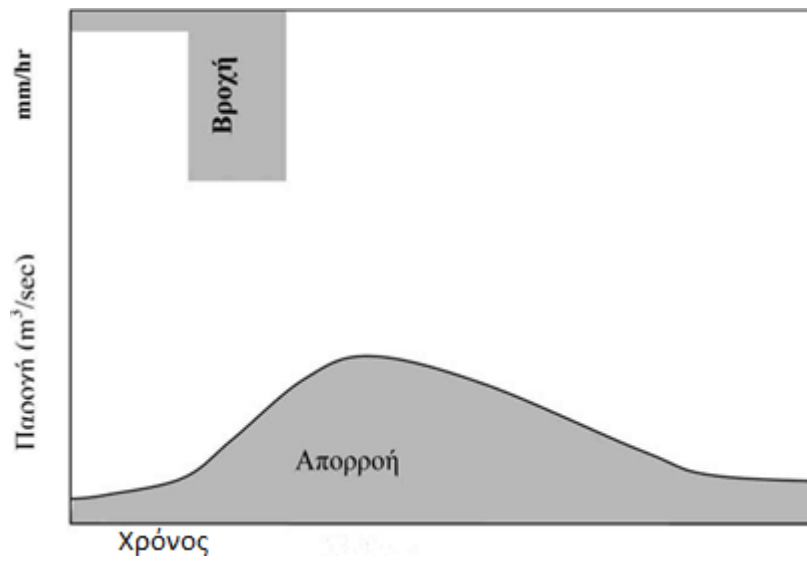


Σχήμα 1.2: Υδρολογικές διεργασίες μετατροπής της βροχής σε απορροή στο στόμιο μιας δασωμένης λεκάνης απορροής. (Πηγή: Μπαλούτσος, Οικονόμου, Καούκης, 2007)

Διάβρωση του εδάφους και φερτές ύλες σε δασωμένες λεκάνες απορροής

Η τελευταία και ίσως πιο σημαντική διεργασία με την οποία η δασική βλάστηση συμβάλλει στην εξομάλυνση του μεγέθους των πλημμύρων, είναι η προστασία του εδάφους από τη διάβρωση. Η επίδραση αυτή θα μπορούσε να θεωρηθεί ως έμμεση, αφού με την ύπαρξη μεγάλων ταχυτήτων διήθησης της βροχής σε δασωμένες λεκάνες, αποφεύγεται, όπως αναφέρθη-

κε, η δημιουργία επιφανειακής απορροής και κατά συνέπεια η διάβρωση του εδάφους. Επομένως η απορροή και οι παροχές αιχμής των υδατορευμάτων είναι σημαντικά μειωμένες, λόγω και της μικρής ποσότητας φερτών υλών που περιέχουν. Αριθμητικές τιμές ευρείας εφαρμογής για το ποσοστό δασοκάλυψης των λεκανών απορροής και την ποσότητα των φερτών υλών, που παρατηρούνται στο στόμιο αυτών, είναι προφανώς δύσκολο να δοθούν. Η δυσκολία αυτή απορρέει τόσο από τον αριθμό των παραγόντων που εμπλέκονται σε αυτή τη διεργασία, όσο και από τις διαφορές που παρουσιάζουν οι εμπλεκόμενοι παράγοντες. Είναι όμως γενικά αποδεκτό πως σημαντική μείωση της δασοκάλυψης μιας λεκάνης απορροής, αυξάνει την ποσότητα των φερτών υλών, τουλάχιστον στο εκατονταπλάσιο εκείνης πριν την αποδάσωση. Επομένως γίνεται φανερή η στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ διάβρωσης του εδάφους της λεκάνης, στερεοπαροχής - υδατοπαροχής και απορροής στο στόμιο αυτής (Σχήμα 1.2.).



Σχήμα 1.3: Υδρολογική συμπεριφορά δασωμένης λεκάνης απορροής. (Πηγή: Μπαλούτσος, Οικονόμου, Καούκης, 2007)

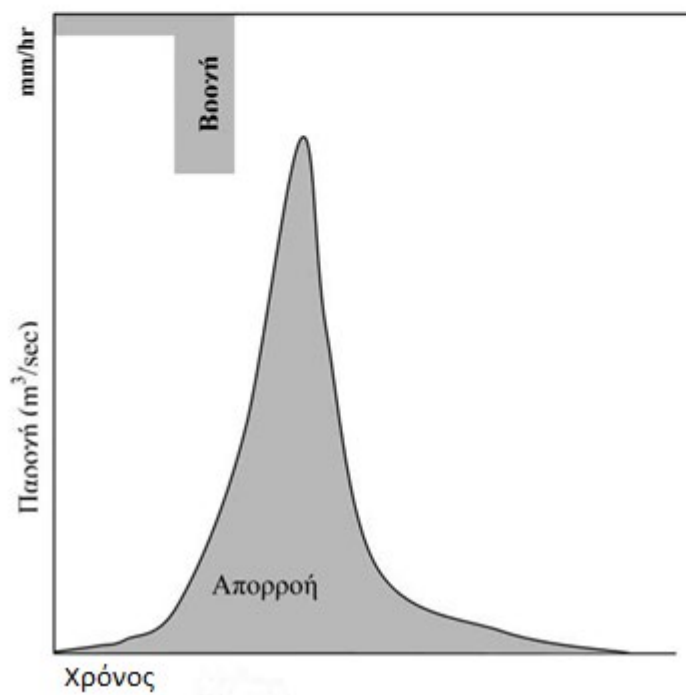
1.7.2 Υδρολογική συμπεριφορά λεκάνης απορροής μετά από πυρκαγιά

Η καταστροφή της βλάστησης και των φυτικών υπολειμμάτων (φυλλάδας, χούμου κ.λπ.) της επιφάνειας μιας λεκάνης απορροής από πυρκαγιά και η εκδήλωση στη συνέχεια ισχυρών βροχοπτώσεων συντελούν: Στην εμφάνιση επιφανειακής απορροής και διάβρωσης του εδάφους, στη μείωση της ικανότητας του εδάφους να συγκρατεί υγρασία, στην αύξηση της παροχής στα υδατορεύματα και τελικά στη δημιουργία πλημμυρικών φαινομένων τόσο στην ίδια όσο και στην αντίστοιχη πεδινή περιοχή. Ειδικότερα μετά την πυρκαγιά μεταβάλλονται, εκτός των άλλων, τόσο το ύψος και η ενέργεια της βροχής που φθάνει στην επιφάνεια της λεκάνης, όσο και πολλές από τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους της, με αποτέλεσμα την εμφάνιση των δυσμενών φαινομένων που αναφέρθηκαν. Οι παραπάνω μεταβολές, με τη σειρά εμφάνισης μετά την πυρκαγιά και οι διεργασίες διάβρωσης του εδάφους και δημιουργίας πλημμύρας, παρουσιάζονται περιληπτικά στον Πίνακα 1.5. και στο Σχήμα 1.3 (Πηγή: Μπαλούτσος, Οικονόμου, Καούκης, 2007)

Πίνακας 1.5: Διαχρονικές μεταβολές χαρακτηριστικών λεκάνης απορροής μετά από πυρκαγιά.

1	Δημιουργία υδρόφοβου στρώματος εντός του εδάφους μετά την πυρκαγιά από καύση οργανικής ουσίας και διείδυση χημικών ενώσεων εντός αυτού. Συντελεί στην αύξηση της επιφανειακής απορροής και σε πλάγια κίνηση της υπεδάφιας απορροής	2	Πτώση μεγαλύτερου ύψους βροχής στην επιφάνεια της λεκάνης λόγω έλλειψης βλάστησης-υδατοσυγκράτησης.
3	Συγκράτηση λιγότερης υγρασίας στην επιφάνεια του εδάφους λόγω της καύσης των επιφανειακών φυτικών υπολειμμάτων (φυλλάδας, χούμου, κ.λπ.)	4	Κατακερματισμός των εδαφικών συσσωμάτων λόγω μεγαλύτερης ενέργειας των σταγόνων της βροχής.
5	Μείωση της ταχύτητας διήθησης της βροχής στο έδαφος λόγω απόφραξης των πόρων του.	6	Δημιουργία επιφανειακής απορροής στις πλαγιές της λεκάνης.
7	Μείωση της αντίστασης του εδάφους στην παράσυρση από την επιφανειακή απορροή, λόγω έλλειψης βλάστησης.	8	Διάβρωση και παράσυρση του εδάφους από τις πλαγιές της λεκάνης προς τα κατάντη και τις κοίτες των υδατορευμάτων.

9	Σημαντική και απότομη αύξηση της υδατοστερεοπαροχής στην κοίτη των υδατορευμάτων	10	Διάβρωση του πυθμένα και των πρανών της κοίτης των υδατορευμάτων και μεταφορά των υλικών προς τα κατάντη.
11	Υπερχείλιση της πεδινής κοίτης του υδατορεύματος και επιδείνωση της κατάστασης σε περίπτωση ύπαρξης ανθρώπινων παρεμβάσεων.	12	Δημιουργία πλημμυρικών φαινομένων στην πεδινή γεωργική και κατοικημένη περιοχή της λεκάνης με πληθώρα δυσμενών επιπτώσεων.



Σχήμα 1.4: Υδρολογική συμπεριφορά λεκάνης απορροής μετά από πυρκαγιά.

Επομένως σε καμένες λεκάνες, είναι επιτακτική η ανάγκη λήψης και κατασκευής άμεσων αντιδιαβρωτικών – αντιπλημμυρικών μέτρων και έργων, αντίστοιχα, για την εξομάλυνση των πλημμυρικών φαινομένων από τυχόν ισχυρές βροχοπτώσεις που θα ακολουθήσουν.

Κεφάλαιο 2

Δασικές Πυρκαγιές

Η σημασία του δάσους για τον άνθρωπο είναι εξαιρετικά μεγάλη. Τα οφέλη είναι τόσο άμεσα όσο και έμμεσα. Στα άμεσα συγκαταλέγονται τα προϊόντα που προσλαμβάνει ο άνθρωπος από το δάσος, με σημαντικότερο αυτών το ξύλο, αλλά αναφέρονται επίσης τα άγρια φρούτα και μανιτάρια, το ρετσίνι, το καουτσούκ, η μαστίχα, φαρμακευτικά βότανα κ.α. Τα έμμεσα οφέλη είναι περισσότερα και θα μπορούσε κανείς να πει σημαντικότερα. Το δάσος επηρεάζει τον κύκλο του οξυγόνου, αφού το παράγει, τον κύκλο του διοξειδίου του άνθρακα, δεσμεύοντάς το, το κλίμα και το μικροκλίμα κ.α. Περαιτέρω, συμβάλλει στη δημιουργία του εδάφους, στην προστασία της βιοποικιλότητας, αλλά και στη ρύθμιση της ροής των επιφανειακών υδάτων, στην αποτροπή των πλημμυρών, τον εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και στη βελτίωση της ποιότητας του νερού. Ακόμα και αν όλα αυτά δεν είναι άμεσα αντιληπτά, την αισθητική αξία όμως του δάσους την αντιλαμβάνονται όλοι. Στη χώρα μας το δάσος είναι αγαθό που προστατεύεται από τα άρθρα 24 και 117 του Συντάγματος².

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι η προστασία και η διατήρηση του δάσους αποτελεί υποχρέωση και ανάγκη για τη διατήρηση τόσο της ποιότητας της ζωής όσο και της ίδιας της ζωής στον πλανήτη.

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν σήμερα τον σημαντικότερο εχθρό του ελληνικού δάσους, γιατί μπορούν να καταστρέψουν ολοκληρωτικά μεγάλες εκτάσεις δασικής βλάστησης σε ελάχιστο χρονικό διάστημα (Μαρκάλας 1996α). Κανένας άλλος εχθρός του δάσους δεν προκαλεί τόσο μεγάλες και γρήγορες καταστροφές, επομένως και χρηματικές απώλειες, όσο οι

² Άρθρο 24 του Συντάγματος και ερμηνευτική δήλωση που προστέθηκε στο άρθρο αυτό με το Ψήφισμα της Ζ' Αναθεωρητικής Βουλής των Ελλήνων: «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.», άρθρο 117 του Συντάγματος: «...3. Δημόσια ή ιδιωτικά δάση και δασικές εκτάσεις που καταστράφηκαν ή καταστρέφονται από πυρκαγιά ή που με άλλο τρόπο αποψιλώθηκαν ή αποψιλώνονται δεν αποβάλλουν για το λόγο αυτό το χαρακτήρα που είχαν πριν καταστραφούν, κηρύσσονται υποχρεωτικά αναδασωτέες και αποκλείεται να διατεθούν για άλλο προορισμό...».

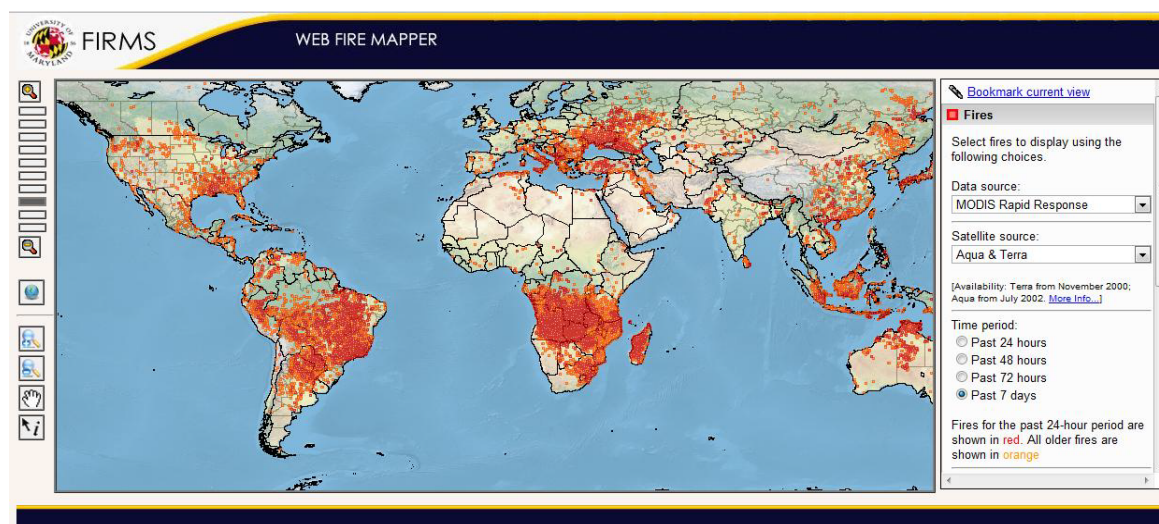
πυρκαγιές των δασών. Βέβαια, αυτές αποτελούν, ως ένα βαθμό, ένα αναπότρεπτο οικολογικό φαινόμενο, το οποίο μπορεί να προκληθεί είτε από φυσικά αίτια (κεραυνούς) είτε από τον άνθρωπο. Πυρκαγιές θα υπάρχουν όσο υπάρχουν δάση.

Για πολλά χερσαία οικοσυστήματα η φωτιά αποτελεί έναν σπουδαίο και καθοριστικό οικολογικό παράγοντα (Daniel et al. 2007). Σ' αυτά εμφανίζονται φυσικές πυρκαγιές κατά σχεδόν κανονικά διαστήματα (Ντάφης 1986, Καϊλίδης και Καρανικόλα 2004). Όταν όμως το ποσοστό της καύσιμης ύλης που συσσωρεύεται είναι μεγαλύτερο από αυτό που ανακυκλώνεται, τότε έχουμε αύξηση των πυρκαγιών (Kalabokidis et al. 2002). Ο πολιτισμένος άνθρωπος, στις τελευταίες δεκαετίες, προστάτησε τα δάση από τη φωτιά, δημιουργώντας μια νέα οικολογική ισορροπία ανάμεσα στα υπάρχοντα φυτικά είδη (Καϊλίδης και Καρανικόλα 2004).

Η πυρκαγιά βέβαια ως οικολογική διαταραχή υπάρχει σε όλα τα επίγεια οικοσυστήματα (Komarek 1973). Η διατήρηση της φωτιάς είναι σημαντική για βιοκοινότητες που εξαρτώνται από αυτήν, ώστε να παραμένουν διαχρονικά στο φυσικό περιβάλλον (Ντάφης 1986, Day et al. 1990, Miller 2000) με χαρακτηριστικό παράδειγμα τα ώριμα δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης, όπου η πυρκαγιά αποτελεί αναγεννητικό εργαλείο (Ντάφης 1987, Καϊλίδης 1981α). Η αλληλεξάρτηση μεταξύ ανθρώπου, πυρκαγιάς και δάσους είναι σύνθετη και αποτελεί αντικείμενο αμέτρητων μελετών και εκθέσεων. Η φωτιά μπορεί να είναι εξαιρετικά ευεργετική και να αποτελεί πηγή δασικής αναγέννησης και θρεπτικής ανακύκλωσης ή ακόμα και να συντελεί στη μείωση μιας επιδημίας στο δάσος, ενώ υπό ακραίες καιρικές συνθήκες μπορεί να αποβεί τρομερά καταστροφική για τα δάση (Tampakis et al. 2005). Οι πυρκαγιές μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να βοηθήσουν στη φυσική αναγέννηση των δασών, με την καύση του πυκνού στρώματος φυλλάδας, οπότε εκτίθεται γυμνό το έδαφος και εγκαθίσταται ευκολότερα η φυσική αναγέννηση, όπως γίνεται π.χ. στα δικά μας δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης. Η πρακτική της τεχνητής πυρκαγιάς και η καύση της υποβλάστησης και της φυλλάδας μπορεί να έχει εφαρμογή, εφόσον υπάρχει απόλυτος έλεγχος της κατάστασης. Σε ορισμένες περιπτώσεις η καύση των θάμνων ή χόρτων πριν από την εποχή της φύτευσης σε αναδασωτές περιοχές, επιδρά ευνοϊκά στις φυτεύσεις. Γενικά, το ελεγχόμενο κάψιμο ή και πυρκαγιά και κάψιμο των δασών χαλεπίου και τραχείας πεύκης μία φορά στον περίτροπο χρόνο [περίτροπος χρόνος : ο χρόνος που χρειάζεται ένα δέντρο για να φτάσει στην ώριμη προς υλοτομία ηλικία] (δηλ. 80-90 χρόνια) είναι επιθυμητή (Καϊλίδης, 1990). Οι πυρκαγιές, όταν επαναλαμβάνονται συχνά, και ιδιαίτερα όταν μετά την πυρκαγιά επακολουθεί βόσκηση, έχουν περισσότερο καταστροφικά αποτελέσματα για το δάσος (Ντάφης, 1986).

Το πρόβλημα που παρουσιάζεται στις Μεσογειακές χώρες δεν είναι αφ' εαυτού η πυρκαγιά, η οποία ήταν πάντα παρούσα. Το πραγματικό πρόβλημα είναι η συστηματική και ραγδαία σμίκρυνση των περιόδων επανεμφάνισης των δασικών πυρκαγιών. Πολύ περισσότερο η αύξηση του αριθμού των καμένων περιοχών προξενεί λόγους μεγάλης ανησυχίας (Κουτσιρίμπα κ.ά. 1994). Οι δασικές πυρκαγιές έχουν γίνει συχνότερες και καταστροφικότερες τα τελευταία χρόνια, αν και η πολιτεία αφιερώνει μεγάλο μέρος των πόρων κάθε έτους στην προσπάθειά της να μειώσει τις εκτάσεις που καταστρέφονται από πυρκαγιές. Η μείωση των δασικών πυρκαγιών ήταν αποτέλεσμα της εκπολιτισμένης επιθυμίας των ανθρώπων να παλέψουν τις πυρκαγιές και να σώσουν τα δάση (Komarek, 1983). Το αποτέλεσμα ήταν εντονότερες δασικές πυρκαγιές απ' ό τι στο παρελθόν (Pyne 1997, Malamud et al, 1998). Σημασία δεν έχει μόνο, ως κοινωνία, να διαθέσουμε πόρους για την προστασία των δασών μας από τις δασικές πυρκαγιές, αλλά και να τους διαχειριστούμε με τον αποδοτικότερο τρόπο (Tamrakiw et al, 2005).

Οι δασικές πυρκαγιές, ωστόσο δεν είναι φαινόμενο που απαντάται μόνο στον Ελλαδικό χώρο. Ολόκληρος ο πλανήτης πλήττεται. Όποια και αν είναι η αιτία, η Γη είναι ένας «πλανήτης πυρκαγιάς» - όπως δείχνει ο Web Fire Mapper (Εικόνα 2.1.). Αυτές οι φωτιές, χωρίς τοπική πυροπροστασία και διαχείριση πυρκαγιάς, απειλούν σπίτια, ολόκληρους Δήμους, οικονομίες, τη βιοποικιλότητα αλλά και το ίδιο το κλίμα (Afentoulidou K., Ζυρίχη, 2011).



Εικόνα 2.1: Παγκόσμιος χάρτης με την απεικόνιση πυρκαγιών.

2.1 Δασικές πυρκαγιές και έδαφος

Η επίδραση των πυρκαγιών στο έδαφος εξαρτάται από την ένταση της πυρκαγιάς. Έτσι, μια μικρή πυρκαγιά μικρής διάρκειας δεν προκαλεί καμία βλάβη, σε αντίθεση με μια μεγάλη

πυρκαγιά μεγάλης διάρκειας που κατακαίει όλη τη νεκρή και ζωντανή βλάστηση και ανεβάζει, φυσικά, πολύ τη θερμοκρασία, που με τη σειρά της μπορεί τότε να βλάψει άμεσα και κυρίως έμμεσα το έδαφος. Ένας άλλος σοβαρός παράγοντας είναι η συχνότητα επανάληψης των πυρκαγιών αυτών. Άλλος παράγοντας είναι η ύπαρξη στο έδαφος πολύ λίγου φυλλοτάπητα και χούμου: όσο πιο παχύ είναι το στρώμα αυτό, τόσο μικρότερη η επίδραση της φωτιάς στο έδαφος. Το κάψιμο όμως του φυλλοτάπητα και μέρος του χούμου έχει ως συνέπεια μεγαλύτερη απώλεια των αμμωνιών (NH_4) και νιτρικών (NO_3), από τα οποία εξαρτάται η καλή αύξηση των δέντρων. Αυτά σε μια ισχυρή ζεστή πυρκαγιά εξαερώνονται και χάνεται 50 χιλ. ή περισσότερο στο εκτάριο οργανικό άζωτο, που γίνεται αέριο N_2 (Spur, Barnes, 1973).

Το είδος του εδάφους δηλ. οι φυσικές και χημικές ιδιότητές του ή το μέγεθος των τεμαχιδίων, η υφή και η δομή του, που επηρεάζουν την περιεχόμενη υγρασία και οργανική ουσία, επηρεάζουν και την επίδραση των πυρκαγιών στο έδαφος αυτό. Διαφορετικές ιδιότητες έχει ένα αμμώδες, ένα αργιλώδες κ.λ.π. έδαφος και αντίστοιχη είναι η επίδραση των πυρκαγιών πάνω σε αυτά. Γενικά το έδαφος είναι όχι και τόσο καλός αγωγός της θερμότητας και αυτό εξαρτάται από τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους και προπαντός από την περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία, την υφή, το βάρος και το πορώδες, παρά από τη σύνθεση των ορυκτών του. Η αγωγιμότητα μικραίνει όσο αυξάνει η περιεχόμενη οργανική ουσία και το πορώδες, καθώς και η μερικά αποσυνθεμένη οργανική ουσία, που είναι πορώδης και κρατάει ένα στρώμα αέρα (Καϊλίδης, 1999).

Οι δασικές πυρκαγιές δεν αλλάζουν γενικά τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους (Nimer, Payne 1978). Όμως, σε ορεινά εδάφη με κλίσεις ακολουθεί μετά την πυρκαγιά και το κάψιμο της βλάστησης, η διάβρωση του εδάφους και η ερήμωση πολλών ελληνικών βουνών, όπως και τεράστιων περιοχών της Ανατολικής κυρίως Μεσογείου. Σε υψηλής περιεκτικότητας εδάφη έχουμε ελάττωση της προσροφητικότητας του εδάφους από 2,5-25 εκ. βροχής (Dyrness 1976, Scholl 1975), που έχει ως αποτέλεσμα την υψηλή απορροή και στη συνέχεια τη διάβρωση του εδάφους (DeBano, Riecke 1973). Αντίθετα, σε αμμώδη εδάφη δεν παρουσιάζονται τα ίδια φαινόμενα. Ακόμη, οι πυρκαγιές επιδρούν στην υγρασία του εδάφους το οποίο μετά την πυρκαγιά, τουλάχιστον επιφανειακά, παρουσιάζει μεγαλύτερη ξηρότητα και ψαθυρότητα. Η υγρασία του εδάφους εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Εάν για παράδειγμα πριν την πυρκαγιά η βλάστηση αποτελούνταν από βαθύρριζους θάμνους οι οποίοι αντικαταστάθηκαν από ετήσια επιπολαιόριζα φυτά, τότε θα παρατηρηθεί αύξηση του υπόγειου νερού (Brown, Davis 1973). Τέλος, οι Remezov, Pogrebnyak (1969) ανακεφαλαιώνουν με το συμπέρασμα ότι σε αργιλώδη εδάφη οι πυρκαγιές προκαλούν συμπίεση των

ανώτερων στρωμάτων του εδάφους, ελαττώνουν το συνολικό πορώδες, όπως και την υδατοχωρητικότητα, αεροχωρητικότητα και υδατοδιαπερατότητα, ενώ οι αλλαγές αυτές δεν γίνονται σε αμμοπηλώδη εδάφη.

2.2 Χημικές ιδιότητες, χημικά στοιχεία

Κατά την πυρκαγιά και ύστερα από αυτήν σε εδάφη επίπεδα, εμφανίζεται αύξηση των θρεπτικών στοιχείων, τουλάχιστον προσωρινά και απώλεια με εξαέρωση του αμμωνίου και νιτρικών (Spurr, Barnes 1973), ενώ σε εδάφη υπό κλίσεις, όπως στη χώρα μας, εμφανίζεται παράσυρση της στάχτης, όπως και έκπλυση των διαλυτών στοιχείων σε βαθιά στρώματα του εδάφους. Κατά κύριο λόγο ύστερα από την πυρκαγιά σημειώνεται ελάττωση της οξύτητας του εδάφους, κυρίως στα ανώτερα στρώματα, στην οργανική ουσία του και στα διαλυτά άλατα (Cristensen, Muller 1975 Smith 1970). Σε δασικά περιβάλλοντα η ελάττωση της οξύτητας είναι μεγαλύτερη, γιατί ο φυλλοτάπητας-βελονοτάπητας και τα ανώτερα εδαφικά στρώματα είναι περισσότερο όξινα. Σε εδάφη, όμως, αείφυλλων πλατύφυλλων με pH γενικά ουδέτερο, μετά την πυρκαγιά το pH επηρεάζεται ελάχιστα από την προσθήκη των κατιόντων Mg, Ca, K. Έτσι, στο Αττικό βουνό Υμμητός βάσει αναφοράς της Αριανούτσου-Φαραγγιτάκη (1979) δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στο pH πριν και ύστερα από πυρκαγιά. Το pH κυμαινόταν από 7,17 έως 8,24 στην άκαυτη επιφάνεια και από 7,39 έως 8,18 στην καμένη, δηλαδή χωρίς ουσιώδη διαφορά.

Στο έδαφος, όμως, επιδρούν έμμεσα και τα χημικά στοιχεία που ελευθερώνονται κατά την καύση των φυτών. Μετά από πυρκαγιές έχουμε αύξηση των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος (Brown, Davis 1973, Knighton, 1977). Λεπτομερέστερα οι DeBano et al (1977) αναφέρουν μετά από πυρκαγιές θαμνώνων στην Καλιφόρνια ότι το Ca, Mg και Na ελευθερώνονται και αποθέτονται στην επιφάνεια του εδάφους (εφόσον δεν παρασύρονται από τη διάβρωση), ενώ το N και K εξαερώνονται και χάνονται. Ακόμη, οι προηγούμενοι (Dunn, DeBano 1977) αναφέρουν ότι το συνολικό N στους 211°C χάνεται κατά 20%, κατά 40% χάνεται στους 287°C, κατά 60% στους 422°C και κατά 80% στους 528 °C, ενώ στους 200 °C παράγεται ανόργανη νιτρική αμμωνία, που φτάνει το μέγιστο στους 300 °C και εξαερούται ολοκληρωτικά στους 500 °C. Επίσης, στην προηγούμενη περιοχή (Cristensen 1973) μετά από πυρκαγιά παρουσιάστηκε αύξηση των νιτρικών στοιχείων, που οφείλεται στην ύπαρξη στη στάχτη NH₄-N και οργανικού N. Επίσης, ο Groves (1977) αναφέρει ότι στους θαμνότοπους της Αυστραλίας, ύψους 0,3-1,5 μ. και με ύψος βροχής πάνω από 400 χιλ. (δηλαδή όπως περίπου και στα Ελληνικά αείφυλλα) αν ύστερα από πυρκαγιά ακολουθήσει βροχή, σημειώνεται ση-

μαντική απώλεια στάχτης και επιφανειακού εδάφους με αποτέλεσμα την απώλεια της παραγωγικότητας του εδάφους.

2.3 Κίνδυνος πυρκαγιάς

Με τον όρο κίνδυνος πυρκαγιάς νοείται το σύνολο των μόνιμων και μεταβλητών παραγόντων που καθορίζουν την έναρξη πυρκαγιάς στο δάσος, στους θάμνους ή στα χόρτα, την επέκτασή της, την πρόκληση μικρής ή μεγάλης βλάβης και την ευκολία ή δυσκολία κατάσβεσής της. Εάν δεν μπορεί να ανάψει πυρκαγιά – όταν π.χ. η καύσιμη δασική ύλη είναι υγρή – τότε δεν υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς, ή εάν η πυρκαγιά που άρχισε δεν μπορεί να επεκταθεί, πάλι ο κίνδυνος πυρκαγιάς δεν υπάρχει και αν η πυρκαγιά άρχισε και επεκτάθηκε, αλλά δεν είναι βλαπτική και τότε ο κίνδυνος πυρκαγιάς, με την ευρύτερη έννοια, δεν υπάρχει.

Οι παράγοντες που καθορίζουν τον κίνδυνο της πυρκαγιάς είναι μόνιμοι και μεταβλητοί. Οι μόνιμοι παράγοντες, όπως το κλίμα, η ακτινοβολία του ήλιου, οι φυσικοί κίνδυνοι, η τοπογραφική διαμόρφωση, το είδος της καύσιμης ύλης, η έκθεση στον άνεμο που επικρατεί, είναι σχεδόν αμετάβλητοι για μία συγκεκριμένη περιοχή. Οι μεταβλητοί παράγοντες αλλάζουν στην ορισμένη αυτή περιοχή από μέρα σε μέρα και από χρόνο σε χρόνο και περιλαμβάνουν τους καιρικούς παράγοντες, την υγρασία της καύσιμης ύλης, όπως και τους εξαιρετικούς κινδύνους. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη χώρα μας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και τις ημέρες υψηλού κινδύνου πυρκαγιάς το 98% των πυρκαγιών προέρχεται από ανθρώπινο παράγοντα και εμφανίζονται σε περιοχές με εύφλεκτες φυτοκοινωνίες (χαλεπίου και τραχείας πεύκης, αείφυλλων πλατύφυλλων), αλλά και περιοχές που υφίστανται ισχυρές πιέσεις οικοπεδοποίησης (Αττική, Νησιά και παράλιες τουριστικές περιοχές).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τον κίνδυνο πυρκαγιάς είναι η υγρασία της καύσιμης δασικής ύλης, ο άνεμος, η θερμοκρασία του αέρα, οι βροχές, η βαρομετρική πίεση, η κατάσταση της βλάστησης κ.ά. και αναλύονται στη συνέχεια.

i. Υγρασία της καύσιμης δασικής ύλης

Όσο πιο λεπτό είναι το νεκρό υλικό (βελόνες, φύλλα, χόρτα) τόσο αυτό απορροφά πολύ γρήγορα την υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα και την αποβάλλει εξίσου γρήγορα, επομένως σε διάστημα μερικών ωρών μπορεί να έχουμε κίνδυνο πυρκαγιάς. Αντίθετα, νεκρά κλαδιά μέσου πάχους ή και μεγαλύτερου, όπως και παχύ φυλλόστρωμα, λαμβάνουν και αποβάλουν την υγρασία τους σε μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα. Για τη μέτρηση της υγρασίας της καύσιμης δασικής ύλης χρησιμοποιούνται όργανα και μαθηματικοί τύποι (Harrington, 1988).

ii. Άνεμος

Ο άνεμος αποτελεί σημαντικό παράγοντα σε σχέση με τη διεύθυνσή του, αλλά και λόγω της ξήρανσης που προκαλεί στη νεκρή δασική ύλη, διευκολύνει την έναρξη και προπαντός τη διάδοση της πυρκαγιάς. Σε ταχύτητες, μεγαλύτερες από 8-9 χλμ την ώρα, η επέκταση της πυρκαγιάς είναι ανάλογη με την ένταση του ανέμου. Στην Ελλάδα το καλοκαίρι οι άνεμοι (ισχυροί) είναι αυτοί που ευθύνονται για τις μεγάλες πυρκαγιές.

iii. Θερμοκρασία αέρα

Η άνοδος της θερμοκρασίας ελαττώνει γρήγορα τη σχετική υγρασία, που στη συνέχεια ξερραίνει την περιεχόμενη υγρασία της νεκρής καύσιμης ύλης. Σε υψηλές θερμοκρασίες, σε συνδυασμό με ξερή καύσιμη ύλη, παρατηρείται πιο εύκολη έναρξη της φωτιάς και με ισχυρούς ανέμους, μεγάλες πυρκαγιές.

iv. Βροχές

Οι βροχές και τα άλλα μετεωρικά κατακρημνίσματα, αλλά κυρίως η εποχή και η ποσότητα βροχόπτωσης, σε συνδυασμό και με τους υπόλοιπους παράγοντες, παρέχουν μικρότερο ή μεγαλύτερο κίνδυνο πυρκαγιάς. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το ύψος βροχής και το χρονικό διάστημα από την λήξη τους (Wagner, 1974). Σημειώνεται ότι το καλοκαίρι στη χώρα μας βροχές ολίγων χιλιοστών μετά από λίγες ώρες παύουν να έχουν επίδραση.

v. Κατάσταση βλάστησης

Η κατάσταση της βλάστησης και κυρίως της ποώδους, που ανάλογα με το κλίμα (όπως το μεσογειακό) ξεραίνεται νωρίτερα ή αργότερα την άνοιξη και αρχή καλοκαιριού είναι βασικός παράγοντας στην αρχική έναυση της φωτιάς. Στα δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης και αείφυλλων η φωτιά αρχίζει από τα ξερά χόρτα, τα οποία με τις ξερές βελόνες και τα φύλλα πάνω στο έδαφος, προσπαθούν να μεταδώσουν τη φωτιά στους υπερκείμενους ζωντανούς θάμνους (πουρνάρια, σχίνο, φιλύκι κλπ) και το πετυχαίνουν ή όχι ανάλογα με την υγρασία τους και την ποσότητά τους, αλλά και με την συνύπαρξη άλλων παραγόντων (άνεμος, σχετική υγρασία αέρα κλπ). Αντίθετα, όταν η ποώδης βλάστηση είναι χλωρή (χειμώνας, άνοιξη) ή στα μεγάλα υψόμετρα της χώρας μας, τότε είτε εκδηλώνεται δύσκολα πυρκαγιά, είτε εμφανίζονται μικρές πυρκαγιές.

vi. Ποσότητα και συνέχεια καιγόμενης ύλης

Έχει βασική σημασία ότι αν όλα είναι ευνοϊκά για την εκδήλωση της πυρκαγιάς, πρέπει να υπάρχει – σε σχετική ως μεγάλη ποσότητα – η καιγόμενη ύλη, αλλά και συνέχεια αυτής για να λάβει χώρα, αντίστοιχα, μικρή ή μεγάλη πυρκαγιά.

vii. Αρχική ικανότητα εξάπλωσης

Βασική αξία έχει ότι, μόλις ανάψει μια φωτιά, η ικανότητά της να επεκταθεί γύρω της ή προς μια κατεύθυνση εξαρτάται από τους ευνοϊκούς προηγούμενους παράγοντες.

viii. Πηγές έναρξης πυρκαγιών

Οι κύριες πηγές έναρξης πυρκαγιών προέρχονται είτε από τον άνθρωπο είτε από κεραυνούς. Σχετικά με την έναρξη από τον άνθρωπο, κατά την επικίνδυνη περίοδο των πυρκαγιών, δάση με εύφλεκτη ύλη, όπου εργάζονται ή που περνούν ή που τα επισκέπτονται πολλοί άνθρωποι, περικλείουν μεγαλύτερο κίνδυνο πυρκαγιάς, από δάση όπου εργάζονται ή που περνούν ή που τα επισκέπτονται λιγότεροι άνθρωποι. Ενώ σχετικά με την έναρξη πυρκαγιών από κεραυνούς, αυτοί πέφτουν συνήθως εποχιακά και εφόσον στη συνέχεια ακολουθούν βροχές, οι πυρκαγιές δε μεταδίδονται. Σε αντίθετη περίπτωση, μη ύπαρξη βροχόπτωσης, η έναρξη και διάδοση μιας πυρκαγιάς εξαρτάται από τον συνδυασμό πολλών ευμενών παραγόντων.

Σε σχέση με τους παράγοντες που επιδρούν στην έναυση και στην επέκταση μιας πυρκαγιάς, παρατηρείται ότι κανείς μετεωρολογικός ή άλλος παράγοντας εάν μετρηθεί ανεξάρτητα, δεν μπορεί να εκτιμήσει πόσο μικρός ή μεγάλος κίνδυνος πυρκαγιάς υπάρχει σε μια ορισμένη στιγμή. Η επίδραση κάθε παράγοντα στον κίνδυνο πυρκαγιάς εξαρτάται και από άλλους συνυπάρχοντες παράγοντες. Για παράδειγμα αναφέρεται ότι ο άνεμος είναι πολύ σπουδαίος παράγοντας στην έναυση και εξάπλωση μιας πυρκαγιάς, εφόσον όμως η νεκρή δασική ύλη είναι αρκετά ξερή ώστε να καίγεται. Όμως ο άνεμος είναι άνευ σημασίας όταν η καιγόμενη δασική ύλη είναι υγρή. Γενικά οι πιο σημαντικοί παράγοντες είναι η υγρασία της καιγόμενης ύλης, το πόσο ξερή ή όχι είναι η ποώδης βλάστηση, η ταχύτητα του ανέμου, η ποσότητα της καιγόμενης ύλης, όπως και η τοπογραφική διαμόρφωση της περιοχής (Schmidt, 1978, Καϊλίδης, 1/1988).

2.4 Είδη δασικών πυρκαγιών

Οι δασικές πυρκαγιές δεν είναι όλες ίδιες. Οι πυρκαγιές διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την προέλευσή τους, τον τρόπο εξάπλωσης, την ταχύτητα εξάπλωσης, το μέγεθος της βλάβης που αυτές προξενούν κ.λπ. Οι δασικές πυρκαγιές, ανάλογα με τον τρόπο της εξάπλωσής τους και ανάλογα με τη θέση τους στην επιφάνεια τους εδάφους, διακρίνονται ως ακολούθως:

i. Πυρκαγιές εδάφους ή υπόγειες

Οι πυρκαγιές του είδους αυτού καίνε την οργανική ύλη που σωρεύεται σε δάση Βορείων χωρών. Ειδικότερα, σε πολλούς δασικούς τόπους συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του εδάφους διάφορες ποσότητες οργανικής ύλης, οι οποίες συνήθως βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια αποσύνθεσης. Το στρώμα αυτό της οργανικής ύλης μπορεί να είναι καλά συμπιεσμένο, να έχει λεπτή υφή, να είναι αποκλεισμένο από τον ατμοσφαιρικό αέρα και έτσι να μην τροφοδοτείται από οξυγόνο. Καμιά φορά η οργανική ύλη φτάνει σε μεγάλο βάθος, όπως στις περιοχές που έχουν τύρφη (Τενάγη Φιλίππων – Δράμας). Τα στρώματα αυτά της οργανικής ύλης και ο φυλλοτάπητας όταν καίγονται αποτελούν τις πυρκαγιές εδάφους. Η πυρκαγιά του είδους αυτού μπορεί να διεισδύσει βαθύτερα, πάνω από 1 ή 2 μέτρα και να εξαπλωθεί υπόγεια. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη χώρα μας, στις τύρφεις στους Φιλίππους-Δράμας το καλοκαίρι, στις βαθιές ρωγμές του εδάφους πιάσει φωτιά η τύρφη κάτω από την επιφάνεια του εδάφους (π.χ. ρίψη αναμμένου τσιγάρου) διαδίδεται υπόγεια η φωτιά σε εκατοντάδες μέτρα και νεκρώνει όταν συναντήσει τις εκεί φυτεμένες λεύκες.

Σε μια πυρκαγιά εδάφους, καπνός μπορεί να υπάρχει ή να μην υπάρχει. Για το λόγο αυτό ανακαλύπτεται δύσκολα. Οι πυρκαγιές εδάφους διαδίδονται αργά και μπορούν να γίνουν από τις πιο επικίνδυνες πυρκαγιές και σβήνονται δύσκολα, όπως π.χ. στις βαθιές τύρφεις.

ii. Πυρκαγιές επιφάνειας ή έρπουσες

Είναι οι πυρκαγιές που καίνε τους χορτοβοσκότοπους, τον βελονοτάπητα ή φυλλοτάπητα, τους κατακείμενους ξηρούς κλάδους, τις αναγεννήσεις, τα υπολείμματα των υλοτομιών ή και συνδυασμό των προηγούμενων. Ακόμη, εδώ υπάγονται και οι πυρκαγιές των θαμνώνων της χώρας μας που είναι οι πιο συνηθισμένες και οι πιο επικίνδυνες. Από αυτές προέρχονται και οι πυρκαγιές κόμης. Στα δάση μαύρης πεύκης της χώρας μας, όπου στο έδαφος υπάρχει άφθονο βελονοτάπητα χωρίς θάμνους και χόρτα, οι πυρκαγιές συνήθως καίνε μόνο τον βελονοτάπητα και μαυρίζουν τη βάση του κορμού. Μερικές φορές, όμως, σε απότομες πλαγιές, όπου επικρατεί άνεμος, νεκρώνουν την κόμη και όλο το δέντρο. Στα δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης, όπου υπάρχει άφθονος υπόροφος και χόρτα, όταν ανάψει μικρή πυρκαγιά καίγεται ο υπόροφος και μεταδίδει τη φλόγα στην κόμη, οπότε εμφανίζεται μικτή πυρκαγιά. Ενώ, όταν φυσάει ισχυρός άνεμος, στις μεγάλες δηλαδή πυρκαγιές, η φωτιά εξαπλώνεται υπό την κόμη και τα δέντρα οπωσδήποτε νεκρώνουν. Σε περισσότερο από 50% των περιπτώσεων οι βελόνες νεκρώνονται αλλά δεν καίγονται δηλαδή σε όψη παραμένουν καφετιές νεκρές για λίγες ημέρες, ενώ νεαρές συστάδες καίγονται. Σε κλίσεις οι έρπουσες πυρκαγιές

γίνονται μικτές, εμφανίζονται δηλαδή πυρκαγιές έρπουσες και κόμης. Συνήθως τα δέντρα πάντοτε νεκρώνονται.

Οι πυρκαγιές επιφανείας ή έρπουσες διαδίδονται πολύ γρήγορα, επειδή υπάρχει άφθονος αέρας και οξυγόνο, άφθονη φλόγα και υψηλή θερμοκρασία. Ο καπνός των πυρκαγιών αυτών εξαπλώνεται σε μικρό ύψος. Στα Ελληνικά πλατύφυλλα και στα δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης ο καπνός φτάνει σε μεγάλο ύψος και έχει χρώμα μαύρο-λευκό.

iii. Πυρκαγιές κόμης ή επικόρυφες

Σε αυτές καίγεται η κόμη των δέντρων και τα δέντρα νεκρώνονται. Οι πυρκαγιές του είδους αυτού γίνονται σε φυτικά είδη όπου η κόμη είναι εύφλεκτη, π.χ. στα κωνοφόρα και κυρίως στη χαλέπιο και τραχεία πεύκη. Τα φύλλα των φυλλοβόλων πλατύφυλλων είναι κυρίως πράσινα και δεν καίγονται ή καίγονται δύσκολα. Σε μερικά πλατύφυλλα φυλλοβόλα είδη (π.χ. δρυς) τα νεκρά ξερά φύλλα, ιδίως σε νεαρές πυκνές συστάδες, παραμένουν κρεμασμένα στα δέντρα για μακρύ χρονικό διάστημα και μπορεί να αποτελέσουν υλικό για τροφοδότηση πυρκαγιάς, κυρίως τον χειμώνα.

Στην Ελλάδα πολλές φορές εκδηλώνονται μικρές ή μεγάλες μικτές πυρκαγιές, που προέρχονται από πυρκαγιές έρπουσες. Δηλαδή, στα δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης καίγεται ο υπόροφος που μεταδίδει τη φωτιά στην κόμη. Σε αυτήν την περίπτωση ανήκουν το 40-50% των μεγάλων πυρκαγιών. Αντίθετα, πυρκαγιές καθαρά κόμης φαίνεται να εκδηλώνονται σπάνια. Για παράδειγμα, στις 4 Αυγούστου 1981 στα Βόρεια Προάστια (Καστρί, Εκάλη, Πολιτεία) των Αθηνών εκδηλώθηκε μεγάλη πυρκαγιά που ξεκίνησε από το Καστρί μεσημέρι με ισχυρό Βόρειο άνεμο, σχετική υγρασία αέρα 12%, οπότε η πυρκαγιά ως κόμης μεταφέρθηκε στα δέντρα χαλεπίου πεύκης από αυλή σε αυλή και έφτασε στο δάσος της Νότιας Πεντέλης, το οποίο έκαψε. Συνολικά έκαψε αστική περιοχή και δάσος χαλεπίου 11.225 και 5.500 στρ. αντίστοιχα (Καϊλίδης, 1983-1984).

Στις πυρκαγιές του είδους αυτού ο άνεμος παρασύρει σε αρκετή απόσταση καιγόμενα φύλλα, κλαδάκια, όχι κώνους όπως πιστεύετε, οπότε δημιουργούνται νέες εστίες πυρκαγιών. Η ταχύτητα της πυρκαγιάς στην κατηγορία αυτή είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα της έρπουσας πυρκαγιάς. Ο καπνός υψώνεται πάνω από το δάσος σε σχήμα μανιταριού, ενώ το χρώμα του είναι σκοτεινότερο από τον καπνό της έρπουσας πυρκαγιάς (Καϊλίδης, 1990).

Από την ανάλυση των καταγεγραμμένων πυρκαγιών του χρονικού διαστήματος 1983-2006 στον Ελλαδικό χώρο είναι εμφανές ότι οι δασικές πυρκαγιές συνήθως εξελίσσονται σε μικτές (49,5% των περιπτώσεων), προκαλώντας το 74,8% των καμένων εκτάσεων της (Σχήμα 2.1, 2.2, 2.3). Αν και εμφανίζουν αυξημένη δριμύτητα (μέση ένταση 530 στρ. καμένης έκτασης ανά περιστατικό), εντούτοις, καταστρεπτικότερες θεωρούνται οι επικόρυφες πυρκαγιές

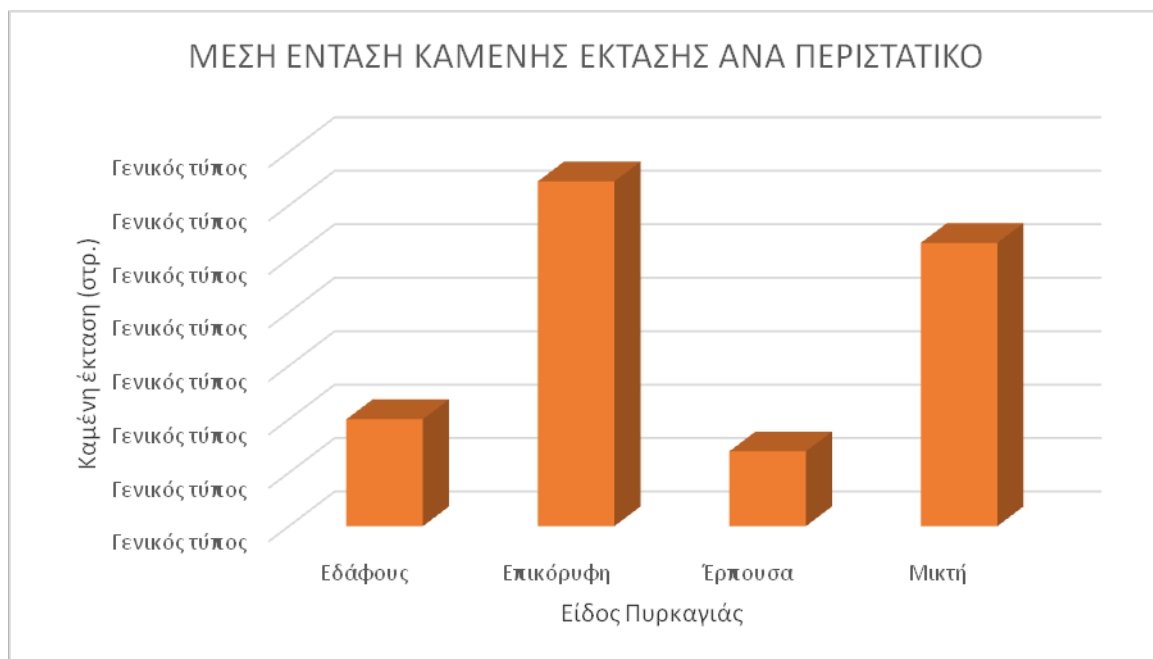
με 645 στρ. καμένης έκτασης ανά περιστατικό. Οι τελευταίες είναι αρκετά σπάνιες, καθώς αφορούν μόνο το 2,7% του συνόλου τους και ευθύνονται για το 5% των καμένων εκτάσεων της χώρας. Τη μικρότερη μέση ένταση (140 στρ. καμένης έκτασης ανά περιστατικό) παρουσιάζουν τα περιστατικά έρπουσας μορφής, τα οποία, αν και αρκετά πολυάριθμα (το 38% του συνόλου τους), ευθύνονται μόνο για το 15% των καμένων εκτάσεων της Ελλάδας (Κ. Τσαγκάρη, Γ. Καρέτσος και Ν. Προύτσος, 2011).



Σχήμα 2.1: Ποσοστιαία κατανομή δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα. (Πηγή: Τσαγκάρης κ.ά., 2011)



Σχήμα 2.2: Ποσοστιαίες κατανομές των καμένων εκτάσεων ανά είδος πυρκαγιάς. (Πηγή: Τσαγκάρης κ.ά., 2011)



Σχήμα 2.3: Μέσες εντάσεις καμένης έκτασης των περιστατικών στον Ελλαδικό χώρο. (Πηγή: Τσαγκάρης κ.ά., 2011)

2.5 Διαχείριση πυρκαγιών

Η διαχείριση των πυρκαγιών δασών και υπαίθρου ορίζεται ως “το σύνολο των ενεργειών που απαιτούνται για την προστασία των ανθρώπων, των περιουσιών τους και του φυσικού περιβάλλοντος από τις πυρκαγιές, περιλαμβανομένης και της χρήσης της φωτιάς σαν διαχειριστικό εργαλείο για την επίτευξη των στόχων της διαχείρισης των δασών και των άλλων χρήσεων γης”. Οι ενέργειες αυτές περιλαμβάνουν κυρίως: α. την πρόληψη των πυρκαγιών, β. την καταστολή πυρκαγιών και γ. την αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων.

2.5.1 Πρόληψη πυρκαγιών

Η πρόληψη των πυρκαγιών περιλαμβάνει:

- τη μείωση ή ελαχιστοποίηση της πιθανότητας εκδήλωσης πυρκαγιών (τροποποίηση των συνθηκών που διαμορφώνουν το επίπεδο του κινδύνου έναρξης τους),
- τη μείωση της πιθανότητας εξάπλωσης μιας πυρκαγιάς μετά την εκδήλωσή της (τροποποίηση της δυνατότητας εξάπλωσής της),
- τη μείωση των καταστροφών που μπορεί να προκαλέσει η (κάθε) πυρκαγιά (δηλαδή τη μείωση της τρωτότητας των εκτεθειμένων στοιχείων και του αντικτύπου της πυρκαγιάς) και
- ένα μηχανισμό ικανό να εντοπίζει και να αναγγέλλει γρήγορα κάθε νέα εστία, αποστέλλοντας τις απαιτούμενες δυνάμεις για άμεση καταστολή της (αύξηση της ικανότητας αντιμετώπισης). Οι ενέργειες αυτές έχουν χώρο εφαρμογής δασικές και αγροτικές περιοχές και

συνδέονται άμεσα με τη διαχείρισή τους. Είναι σημαντικό να γίνει αντιληπτό ότι στόχος της πρόληψης δεν είναι η εξάλειψη της πιθανότητας εκδήλωσης πυρκαγιάς αλλά ο έλεγχος και η ελαχιστοποίηση των συνεπειών και του αντικτύπου από την εκδήλωσή της. Αν και η έννοια της πρόληψης είναι σχετικά απλή, στην πράξη περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό δράσεων και μέτρων ως:

i. Διερεύνηση των αιτίων και ανάλυση στατιστικών

Αναφέρεται στην ανακριτική διερεύνηση των αιτίων των πυρκαγιών από εκπαιδευμένα στελέχη, με σκοπό τη μείωση του αριθμού των πυρκαγιών με άγνωστα αίτια και την εξιχνίαση εμπρησμών. Η συστηματική συλλογή στατιστικών στοιχείων για κάθε πυρκαγιά καθώς και η οργάνωσή τους σε μία ενιαία εθνική βάση δεδομένων μαζί με την επεξεργασία και ανάλυση των αντίστοιχων δεδομένων αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο για την οργάνωση της πρόληψης στη σωστή κατεύθυνση. Ισχύει ότι “αν δεν γνωρίζεις το πρόβλημα δεν μπορείς να δώσεις την κατάλληλη λύση”.

ii. Ευαισθητοποίηση και ενημέρωση των πολιτών

Αυτή είναι ιδιαίτερα πολυδιάστατη και απαιτητική δράση καθώς ξεκινάει από τους μαθητές και το σχολείο, όπου και μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική, και επεκτείνεται σε μηνύματα και πληροφορίες που μπορεί να λάβει ο πολίτης από το πλήθος των διαθέσιμων μέσων επικοινωνίας (τηλεόραση, ραδιόφωνο, ντοκιμαντέρ, εφημερίδες, περιοδικά, βιβλία, διαδίκτυο, κοινωνικά δίκτυα, μηνύματα κλπ.) αλλά και από προσωπικές επαφές. Το περιεχόμενο της είναι σύνθετο και πρέπει να είναι κατάλληλα εστιασμένο και να προσαρμόζεται στην επίτευξη συγκεκριμένων στόχων.

iii. Τεχνικά μέτρα

Ορισμένα αίτια των πυρκαγιών μπορούν να προληφθούν με τεχνολογικές βελτιώσεις σε χρησιμοποιούμενα μέσα και πρακτικές που προκαλούν συχνά πυρκαγιές. Παραδείγματα αποτελούν οι καταλύτες των αυτοκινήτων, οι σπινθηροπαγίδες των κινητήρων εσωτερικής καύσης, τα υλικά των φρένων των συρμών του σιδηροδρόμου, τα υλικά των δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος και η διατήρησή τους σε καλή κατάσταση, οι ανεμογεννήτριες οι οποίες συνεχώς πληθαίνουν, τα καπνιστήρια που χρησιμοποιούνται από τους μελισσοκόμους για το κάπνισμα των μελισσών, κ.λπ. Τόσο η αξιοποίηση σύγχρονης τεχνολογίας όσο και η χρήση νέων υλικών, τεχνικών και η ενσωμάτωση καλών πρακτικών στη διαχείριση των πυρκαγιών αποτελούν σημαντικά στοιχεία πρόληψης.

iv. Νομοθετικά μέτρα

Αυτά είναι απολύτως απαραίτητα όταν υπάρχουν στη νομοθεσία αδυναμίες (κενά, σφάλματα στο ποινολόγιο, ασάφειες και περιθώρια παρερμηνείας) που επιτρέπουν να δημιουργούνται στρεβλώσεις, αντιπαραθέσεις, συγκρούσεις πολιτών-κράτους ή συμφέροντα και ευκαιρίες πλουτισμού σε βάρος του δημόσιου συμφέροντος. Παραδείγματα αποτελούν η νομοθεσία για τη δημιουργία δασολογίου και δασικών χαρτών, η νομοθεσία για την επίλυση ιδιοκτησιακών θεμάτων των δασικών εκτάσεων, ο σχεδιασμός (ή η απουσία του) για την ανάπτυξη του μη αστικού χώρου, οι κατευθύνσεις της δασικής πολιτικής, η σωστή εφαρμογή της κείμενης δασικής και περιβαλλοντικής νομοθεσίας για τις τιμωρίες των παραβατών κ.λπ..

v. Διαχείριση του δάσους

Η διαχείριση του δάσους είναι μία βασική συνιστώσα της διαχείρισης των πυρκαγιών. Τα διαχειριζόμενα δάση μπορούν να προστατευτούν αποτελεσματικά ενώ τα εκτός διαχείρισης δάση είναι απολύτως τρωτά στις δασικές πυρκαγιές. Το αντικείμενο της διαχείρισης των δασών είναι πολύ ευρύ και απαιτεί από τον διαχειριστή επιστημονική γνώση για το πώς λειτουργεί και αυξάνεται το δασικό οικοσύστημα, ώστε να καθορίσει τον τρόπο για την απόληψη της μέγιστης δυνατής παραγόμενης βιομάζας και των άλλων ωφελειών (υπηρεσιών) του δάσους σύμφωνα με τις αρχές της αειφορίας ή βιώσιμης ανάπτυξης όπως συνηθίζεται να αναφέρεται τα τελευταία χρόνια. Με δεδομένο ότι η διαχείριση του δάσους αποτελεί παραγωγική διαδικασία, ο συνδυασμός της με την πρόληψη των πυρκαγιών δασών και υπαίθρου είναι καθοριστικός προκειμένου να παραμείνει υπό έλεγχο το πρόβλημα, με την εφαρμογή διαχειριστικών μέτρων, χωρίς υπέρμετρη αύξηση των συνολικών δαπανών. Στο πλαίσιο της διαχείρισης του δάσους γίνεται απόληψη μέρους της παραγόμενης βιομάζας, απομακρύνονται νεκρά και προσβεβλημένα από παθογόνους οργανισμούς και έντομα δένδρα, γίνονται καλλιεργητικοί χειρισμοί όπως αραιώσεις και κλαδεύσεις που μειώνουν την πιθανότητα προβληματικής συμπεριφοράς ενδεχόμενης μελλοντικής πυρκαγιάς και συμβάλλουν στη μείωση της έντασης γενικότερα, διανοίγονται δε μονοπάτια και δασικοί δρόμοι ή συντηρούνται όσοι προϋπάρχουν βοηθώντας την πρόσβαση των δυνάμεων καταστολής σε περίπτωση πυρκαγιάς κλπ. Ταυτόχρονα, το διαχειριζόμενο δάσος αποτελεί πλουτοπαραγωγικό πόρο για την τοπική κοινωνία, καθώς προσφέρει απασχόληση στους τοπικούς πληθυσμούς (δασεργάτες, συνεταιρισμοί) και άμεσα έσοδα, έργο μεταφοράς σε μικρές μεταφορικές εταιρείες, πρώτη ύλη (ξυλεία) για τοπικές βιοτεχνίες, καυσόξυλα για τους περιοίκους κ.λπ. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, πέραν της μείωσης του δυναμικού της πυρκαγιάς, να υπάρχει κίνητρο και ενδιαφέρον από τους τοπικούς πληθυσμούς για την προστασία του δάσους τόσο με τη συμμετοχή σε δράσεις πρόληψης όσο και με τη συμμετοχή τους στην καταστολή.

iv. Προκατασταλτικός (αντιπυρικός) σχεδιασμός

Ο σχεδιασμός αυτός αφορά το σύνολο των εμπλεκόμενων φορέων στα θέματα διαχείρισης των πυρκαγιών δασών και υπαίθρου. Βασίζεται σε μία “ανάλυση απειλής” στο χώρο και τον χρόνο από την οποία προκύπτουν οι προτεραιότητες προστασίας. Η ανάλυση αυτή στηρίζεται στην αξιολόγηση των επί μέρους στοιχείων από τα οποία εξαρτάται η απειλή. Τα στοιχεία αυτά είναι η πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς, η ένταση της πυρκαγιάς και οι απειλούμενες αξίες (στοιχεία που πρέπει να προστατευτούν), λαμβανομένης υπόψιν της πιθανής έκθεσής τους στον κίνδυνο, της ικανότητας αντιμετώπισης του φαινομένου, της τρωτότητας των κατοικιών και των κατασκευών, της οικονομικής και άλλης αξίας, κ.λπ.. Απαραίτητα δεδομένα αποτελούν η γνώση της χωρικής κατανομή της καύσιμης ύλης, τα ιστορικά στοιχεία των πυρκαγιών, τα κλιματικά δεδομένα, η τοπογραφία και η μορφολογία του εδάφους κλπ. Με βάση την ανάλυση απειλής δημιουργείται ο συνολικότερος αντιπυρικός σχεδιασμός στον οποίο καθορίζονται οι δράσεις και τα έργα που πρέπει να γίνουν, οι δυνάμεις, τα μέσα και η κατανομή τους, οι τρόποι κινητοποίησης, οι τρόποι συνεργασίας με άλλους φορείς κλπ. Ο αντιπυρικός σχεδιασμός έχει στατικά στοιχεία, όπως γενικότερη οργάνωση και έργα, αλλά και δυναμικά στοιχεία όπως το επίπεδο κινητοποίησης, οι περιπολίες κλπ., που καθορίζονται εκ των προτέρων, συνδεδεμένα με το επίπεδο του ημερήσιου προβλεπόμενου κινδύνου.

v. Προκατασταλτικά έργα (δρόμοι, δεξαμενές, ελικοδρόμια, αντιπυρικές ζώνες κ.λπ.)

Αυτά προκύπτουν από τον αντιπυρικό σχεδιασμό από τον οποίο καθορίζονται όχι μόνο τα έργα αλλά και το επίπεδο προτεραιότητας για την υλοποίησή τους. Έτσι γίνεται δυνατός ο καθορισμός της σειράς με την οποία πρέπει αυτά να γίνουν στο πλαίσιο του διαθέσιμου προϋπολογισμού.

vi. Ετοιμότητα - σύστημα εκτίμησης κινδύνου

Στόχος ενός τέτοιου συστήματος είναι η δυνατότητα πρόβλεψης του κινδύνου έναρξης και εξέλιξης πυρκαγιών για την επόμενη χρονική περίοδο (ημέρα ή ημέρες). Αποτελεί στοιχείο στο οποίο βασίζεται το δυναμικό μέρος του αντιπυρικού σχεδιασμού. Με την κατάλληλη αξιοποίησή του, επιτυγχάνεται αυξημένη επιφυλακή και μέτρα κατά τις κρίσιμες ημέρες ενώ εξοικονομούνται δυνάμεις και πόροι όταν ο κίνδυνος είναι σχετικά ήπιος. Έτσι αυξάνεται η αποτελεσματικότητα ενώ ταυτόχρονα μειώνονται οι δαπάνες. Ακόμη, η εκτίμηση του κινδύνου είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την ενημέρωση των πολιτών ώστε να επιδεικνύουν αυξημένη προσοχή. Στην Ελλάδα, σε ημερήσια βάση μέχρι τις 13:00, εκδίδεται από τη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (ΓΓΠΠ), ένας χάρτης της κατανομής του κινδύνου πυρκαγιάς για την επόμενη ημέρα για το σύνολο της χώρας. Ο χάρτης αυτός αποστέλλεται αμέ-

σως σε όλους τους αρμόδιους και εμπλεκόμενους φορείς και δημοσιοποιείται στο διαδικτυακό ιστότοπο της ΓΓΠΠ. Τα επίπεδα κινδύνου του χάρτη συνδέονται με αντίστοιχες οδηγίες για τη λήψη κατάλληλων μέτρων από τις αρμόδιες υπηρεσίες και φορείς.

vii. Επίγειες περιπολίες στο δάσος

Είναι σημαντικό στοιχείο της πρόληψης γιατί αφενός μεν εγείρουν την προσοχή των πολιτών αφετέρου δε μπορεί να προλάβουν το ξεκίνημα πυρκαγιών από αμέλειες (π.χ. άναμμα ψησταριάς στο δάσος σε ημέρες υψηλού κινδύνου) ή και κακόβουλους εμπρησμούς. Ιδανικά, ο αριθμός και η συχνότητα περιπολιών των διατιθέμενων δυνάμεων καθώς και το δρομολόγιό τους, προκαθορίζονται από το αντιπυρικό σχέδιο με βάση το επίπεδο κινδύνου πυρκαγιάς.

viii. Εντοπισμός των πυρκαγιών από το έδαφος, τον αέρα και το διάστημα.

Ο άμεσος εντοπισμός μιας πυρκαγιάς και η γρήγορη αναγγελία της αποτελούν κρίσιμα στοιχεία για την αποτελεσματική αντιμετώπισή της. Ένα επίγειο δίκτυο πυροφυλακείων αποτελεί κατά κανόνα το βασικό στοιχείο της επίγειας υποδομής για τον εντοπισμό των πυρκαγιών. Συνεπικουρείται από τις ομάδες φορέων και εθελοντών που κάνουν περιπολίες, τα πληρώματα πυροσβεστικών οχημάτων που είναι διεσπαρμένα σε δασικές περιοχές, αλλά και τους πολίτες που αναφέρουν εστίες πυρκαγιών που πέφτουν στην αντίληψή τους. Η ευρεία διαθεσιμότητα των κινητών τηλεφώνων κατά την τελευταία δεκαπενταετία έχει αυξήσει κατά πολύ την αποτελεσματική συμβολή των πολιτών στον εντοπισμό πυρκαγιών στο ξεκίνημά τους, ιδίως σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Κατά τις δύο τελευταίες δεκαετίες στα μέσα εντοπισμού πυρκαγιών στην Ελλάδα έχουν δοκιμαστεί και επίγεια συστήματα με κάμερες. Αυτά περιλαμβάνουν οπτικές κάμερες που στέλνουν εικόνα σε οθόνες ενός τοπικού/περιφερειακού επιχειρησιακού κέντρου όπου ελέγχονται από προσωπικό επιτήρησης, αλλά και εξελιγμένα συστήματα ψηφιακών αισθητήρων που λειτουργούν με διάφορες αρχές (υπέρυθρη ακτινοβολία, πολυφασματική εικόνα, αναγνώριση κίνησης καπνού) και έχουν τη δυνατότητα να αναγνωρίζουν αυτόματα πιθανές εστίες πυρκαγιάς και να σημαίνουν συναγερμό. Επίσης, ευρίσκονται υπό δοκιμή και άλλα επίγεια συστήματα εντοπισμού αποτελούμενα από ειδικούς αισθητήρες (θερμοκρασίας, ήχου, χημικούς) διασπαρμένους στο υπό παρατήρηση δάσος που στοχεύουν επίσης στον αυτόματο εντοπισμό πιθανά εκδηλούμενης πυρκαγιάς. Από αέρος όλοι οι πιλότοι, περιλαμβανομένων και εκείνων της πολιτικής αεροπορίας, έχουν την υποχρέωση να αναφέρουν πυρκαγιές που υποπίπτουν στην αντίληψή τους. Επιπλέον, κατά τις ημέρες και ώρες υψηλού κινδύνου γίνονται περιπολίες επιτήρησης-εντοπισμού από μικρά συνήθως αεροσκάφη της Πολεμικής Αεροπορίας, αερολεσχών, κ.λπ..

Σε φάση δοκιμαστικής εφαρμογής ευρίσκονται τεχνολογίες που αξιοποιούν ειδικά εξοπλισμένα μη επανδρωμένα αεροσκάφη. Τέλος, προσπάθειες εντοπισμού γίνονται και με τη χρήση δορυφορικής τεχνολογίας και υπάρχει η εκτίμηση ότι μελλοντικά ίσως η τεχνολογία αυτή να δώσει λύση στο πρόβλημα εντοπισμού και ανίχνευσης των πυρκαγιών. Μέχρι σήμερα, βασικό περιορισμό θέτει η συχνότητα με την οποία οι διάφοροι δορυφόροι σαρώνουν τις περιοχές της γης (χρονικός περιορισμός) και η διακριτική τους ικανότητα (το στοιχειώδες μέγεθος της πυρκαγιάς που μπορεί να ανιχνεύσουν) επειδή δεν ικανοποιούν τις επιχειρησιακές ανάγκες, κυρίως ως προς την ταχύτητα εντοπισμού των πυρκαγιών. Στην επιλογή της μεθόδου εντοπισμού των πυρκαγιών πρέπει να συνυπολογίζονται πολλοί παράγοντες όπως η φυσική και πολιτιστική αξία των δασών (π.χ. Εθνικό Πάρκο), η μορφολογία εδάφους, το κόστος υλοποίησης, οι ανάγκες και η βιωσιμότητα της λειτουργίας τους, η τεχνολογική ικανότητα φορέων για αξιοποίηση και συντήρηση προηγμένων συστημάτων, η διαθεσιμότητα παρατηρητών, κ.λπ.. Θα πρέπει τέλος να αναφερθεί ότι όλα τα αυτόματα συστήματα ανίχνευσης και εντοπισμού πυρκαγιών αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα ψευδών συναγερμών.

2.5.2 Η καταστολή των πυρκαγιών

Η καταστολή των πυρκαγιών δασών και υπαίθρου είναι ένα δύσκολο, ακριβό και επικίνδυνο έργο. Η επιτυχία της απαιτεί ένα καλά οργανωμένο και συντονισμένο δασοπυροσβεστικό μηχανισμό με επαρκή μέσα και κυρίως με προσωπικό που διαθέτει γνώσεις, αφοσίωση, πειθαρχία, θάρρος και καλή φυσική κατάσταση. Η οργάνωση της δασοπυρόσβεσης συνδέεται με μία σειρά από παράγοντες και επιλογές ως:

- Τα χαρακτηριστικά (προφίλ) του φορέα που έχει την κύρια ευθύνη της καταστολής των πυρκαγιών. Αποτελεί βασική επιλογή εάν την κύρια ευθύνη της καταστολής θα έχει ο φορέας διαχείρισης του δάσους (Δασική Υπηρεσία) ή κάποιος φορέας που ασχολείται με την αντιμετώπιση καταστροφών (Πολιτική Προστασία) ή εξειδικευμένα με την κατάσβεση των πυρκαγιών (Πυροσβεστική Υπηρεσία). Η επιλογή αυτή επηρεάζει άμεσα τόσο το κόστος όσο και την φιλοσοφία της συνολικής διαχείρισης των πυρκαγιών.
- Το πλαίσιο συνεργασίας του κύριου φορέα δασοπυρόσβεσης με τους άλλους φορείς. Οι επιλογές ξεκινούν από την αποκλειστική ευθύνη ενός κρατικού φορέα, προχωρούν στον καθοριστικό ρόλο της συμβολής εθελοντών όπως στην περίπτωση της Rural Fire Service στην Αυστραλία και φθάνουν μέχρι την ύπαρξη ενός συστήματος που καθορίζει τη συνεργασία περισσότερων φορέων όπως το Εθνικό Διυπηρεσιακό Σύστημα Διαχείρισης Συμβάντων (National Interagency Incident Management System – NIIMS) στις ΗΠΑ

κάτω από το οποίο συνεργάζονται για όλους τους τύπους καταστροφών έξι ομοσπονδιακοί φορείς, το σύνολο των πολιτειακών φορέων και εθελοντές.

- Την έμφαση στα επίγεια ή εναέρια μέσα δασοπυρόσβεσης. Και εδώ οι επιλογές είναι πολλές. Η ορθολογική επιλογή δασοπυροσβεστικών μέσων πρέπει να είναι προσαρμοσμένη στις υπάρχουσες συνθήκες περιβάλλοντος(βλάστηση, τοπογραφία, οδικό δίκτυο, ύπαρξη νησιών, κλπ.), το επίπεδο γνώσης και εκπαίδευσης του προσωπικού, αλλά κυρίως να λαμβάνει υπόψη πολύ σοβαρά το κόστος και την αποδοτικότητα του μηχανισμού.
- Τη συγκεντρωτική ή αποκεντρωμένη φιλοσοφία οργάνωσης, κινητοποίησης και συντονισμού των μέσων.
- Την προσέγγιση στην επιλογή και τον τρόπο λειτουργίας και αξιοποίησης των εναέριων μέσων. Οι βασικές επιλογές αφορούν: (α) τη χρήση αεροπλάνων ή ελικοπτέρων και με βάση τις αντίστοιχες ανάγκες και τις δυνατότητες υδροληψίας, ρίψης επιβραδυντικών ουσιών, μεταφοράς προσωπικού κ.λπ., (β) τους τύπους των εναέριων μέσων που θα επιλεγούν, επειδή επηρεάζουν τις δυνατότητες και το κόστος της δασοπυρόσβεσης, (γ) τον αριθμό των μέσων από τον κάθε τύπο, (δ) την προμήθεια και λειτουργία των μέσων από το κράτος ή την ενοικίαση υπηρεσιών από ιδιωτικές εταιρίες.
- Το βαθμό επαγγελματισμού των δασοπυροσβεστικών δυνάμεων, το ποσοστό των εθελοντικών δυνάμεων, την εκπαίδευση και οργάνωσή τους όπως και το βαθμό εμπλοκής τους.
- Τα χαρακτηριστικά (ηλικία, ικανότητες, εκπαίδευση, φυσική κατάσταση) των δασοπυροσβεστών αλλά και των επικεφαλής τους.
- Την προτίμηση στις μεθόδους δασοπυρόσβεσης (άμεση ή έμμεση προσβολή, βαθμός αξιοποίησης του νερού και των χειρωνακτικών μεθόδων στη δασοπυρόσβεση).
- Τη χρήση της φωτιάς ως εργαλείο στη δασοπυρόσβεση. Αν και το νερό είναι το αποτελεσματικότερο μέσο δασοπυρόσβεσης, σε πολλές περιπτώσεις, όπως όταν δεν είναι διαθέσιμο ή όταν δεν μπορεί να φθάσει εύκολα στο μέτωπο της πυρκαγιάς, απαιτείται η χρήση εναλλακτικών τρόπων δασοπυρόσβεσης με έμμεση προσβολή. Στους τρόπους αυτούς περιλαμβάνεται το αντίπυρ.

Από όλα τα παραπάνω γίνεται προφανές ότι οι επιλογές είναι πολλές και η οργάνωση απαιτεί πολύ καλή μελέτη, χωρίς προκαταλήψεις, και αποφασιστικότητα για εφαρμογή ορθολογικών και τεκμηριωμένων λύσεων. Ειδικότερα, τα εναέρια μέσα μπορούν να συμβάλλουν καταλυτικά στην πρόληψη και την καταστολή των πυρκαγιών, ιδιαίτερα στο πλαίσιο της άμεσης επέμβασης με την αναγγελία της πυρκαγιάς. Ταυτόχρονα όμως, λόγω του υψηλού

τους κόστους, μπορούν να αυξήσουν σημαντικά το κόστος της διαχείρισης των πυρκαγιών. Επιπλέον, χωρίς ικανές επίγειες δυνάμεις και καλή συνεργασία η αποτελεσματικότητα των εναερίων μέσων περιορίζεται σημαντικά. Έτσι, γίνεται προφανές ότι η ορθολογική επιλογή των μέσων και η βέλτιστη αξιοποίησή τους μπορούν να παίξουν καθοριστικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα αλλά και την αποδοτικότητα του μηχανισμού καταστολής των πυρκαγιών. Το έργο της αντιμετώπισης των πυρκαγιών στην Ελλάδα έχει ανατεθεί από το 1998 στο ΠΣ (Ν.2612/1998) το οποίο ενισχύθηκε σημαντικά με προσωπικό και μέσα για το σκοπό αυτό. Σήμερα, το προσωπικό του Σώματος έχει ξεπεράσει τις 8.700 αξιωματικούς και πυροσβέστες οι οποίοι βέβαια ασχολούνται με όλους τους τύπους πυρκαγιών (αστικές, βιομηχανικές, αγροτικές, δασικές), αλλά και με όλες τις άλλες φυσικές και τεχνικές καταστροφές. Κατά τη θερινή περίοδο οι μόνιμοι υπάλληλοι πλαισιώνονται από 3.900 περίπου εποχικούς πυροσβέστες και 1.750 εθελοντές πυροσβέστες. Ως προς τα μέσα, το ΠΣ διαθέτει περίπου 3.280 πυροσβεστικά οχήματα όλων των τύπων.

2.5.3 Η μεταπυρική αποκατάσταση

Η μεταπυρική αποκατάσταση περιλαμβάνει όλα τα μέτρα που έχουν σκοπό να αποκαταστήσουν προβλήματα και βλάβες που δημιουργούν οι πυρκαγιές, να προλάβουν δευτερογενείς καταστροφές και να επαναφέρουν τις καμένες περιοχές στην προηγούμενη ή και σε καλύτερη κατάσταση. Τα μέτρα αυτά αφορούν κυρίως στη διαχείριση των καμένων κορμών δένδρων, στην προστασία του απογυμνωμένου από βλάστηση εδάφους από τη διάβρωση μέχρι να ξανακαλυφθεί από βλάστηση και στην παράλληλη προστασία των οικισμών και των υποδομών από πλημμύρες και κατολισθήσεις και τέλος στην επανάκαμψη της βλάστησης με σπορά ή αναδάσωση, κατά κανόνα μόνο εκεί όπου η φυσική αναγέννηση δεν είναι εξασφαλισμένη. Παράλληλα, επιβάλλεται προστασία της καμένης περιοχής από τη βοσκή, τις αλλαγές χρήσης της γης και τις καταπατήσεις. Η αποτίμηση και καταγραφή των καμένων εκτάσεων είναι ιδιαίτερα σημαντική καθότι είναι αναγκαία για:

- Την αντιμετώπιση της διάβρωσης και πιθανής υποβάθμισης των εδαφών.
- Το σχεδιασμό επεμβάσεων αποκατάστασης.
- Τη διαχείριση της χλωρίδας και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (πχ. βόσκηση).
- Τη διαχείριση της επιφανειακής απορροής για την αποτροπή πλημμυρών.
- Τη μείωση της ποσότητας και της ποιότητας των υδάτινων πόρων (πόσιμο νερό και νερό για άρδευση).

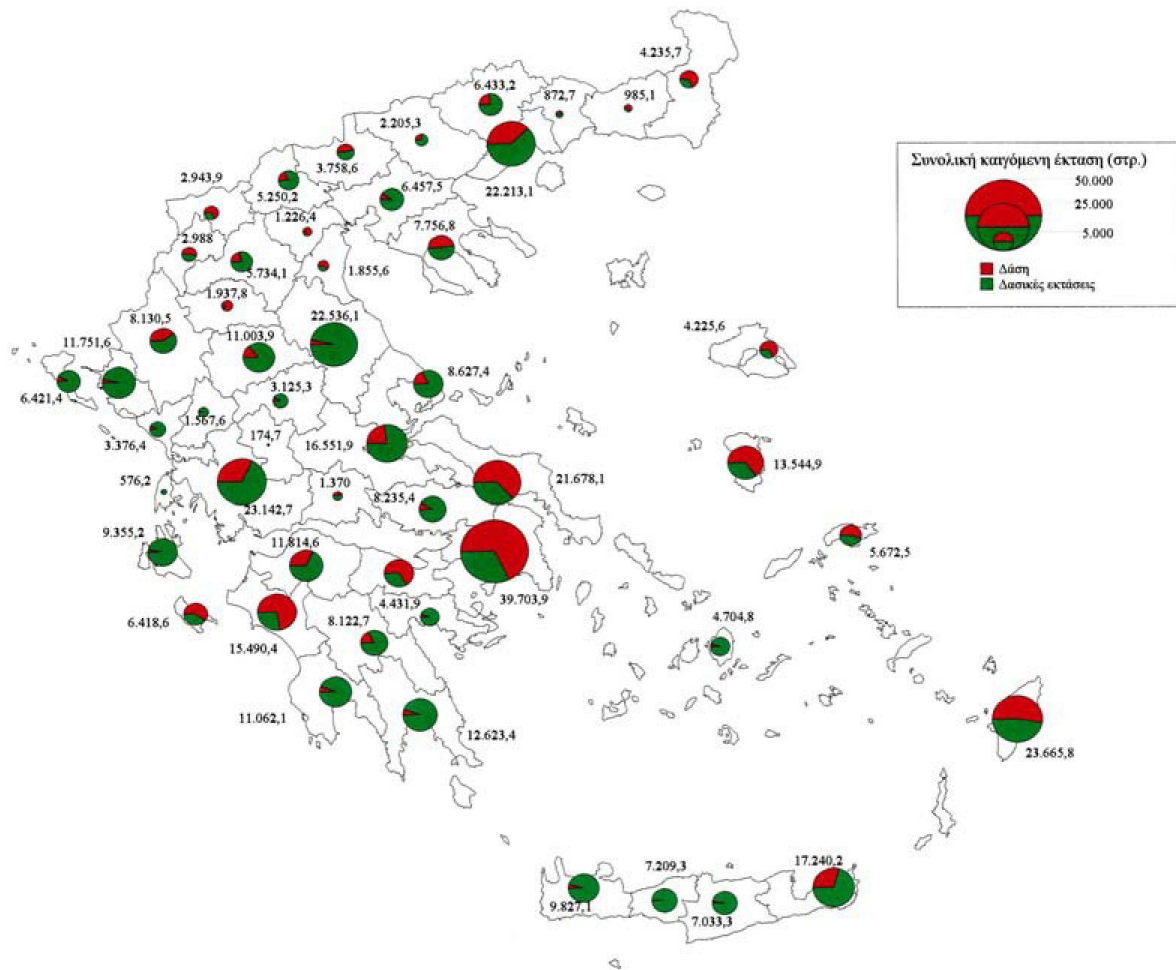
- Την αποτροπή αλλαγών χρήσεων γης (καταπατήσεις, παράνομη οικιστική ανάπτυξη).

Στη μεταπυρική αποκατάσταση περιλαμβάνονται και τα μέτρα επαναφοράς της κανονικότητας στη λειτουργία των τοπικών κοινωνιών, τη διασφάλιση της συνέχειας της οικονομικής δραστηριότητας και την ανασυγκρότηση των περιοχών που πλήττονται από πυρκαγιές δασών και υπαίθρου (Prof. Dr. Dr.h.c. mult. Johann Georg Goldammer, Δρ. Γαβριήλ Ξανθόπουλος, Γεώργιος Ευτυχίδης, Δρ. Γεώργιος Μαλλίνης, Δρ. Ιωάννης Μητσόπουλος, Καθ. Αλέξανδρος Δημητρακόπουλος, (2019) Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937/Β/2018) για την ανάλυση των υποκείμενων αιτιών και τη διερεύνηση των προοπτικών διαχείρισης των μελλοντικών πυρκαγιών δασών και υπαίθρου στην Ελλάδα, THE GLOBAL FIRE MONITORING CENTER (GFMC) SECRETARIAT OF THE GLOBAL WILDLAND FIRE NETWORK UNISDR WILDLAND FIRE ADVISORY GROUP INTERNATIONAL WILDFIRE PREPAREDNESS MECHANISM INTERNATIONAL FIRE AVIATION WORKING GROUP).

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι το Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων έχει δημιουργήσει ιστοσελίδα (<http://www.fria.gr/prolipsi/>) αφιερωμένη στην πρόληψη των δασικών πυρκαγιών στη χώρα μας. Στην ιστοσελίδα αναφέρονται χρήσιμες πληροφορίες και συμβουλές για την προστασία τόσο του ατόμου και της κατοικίας, όσο και του περιβάλλοντος από τις καταστροφικές συνέπειες των δασικών πυρκαγιών.

2.6 Δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα

Στα σχήματα που ακολουθούν εμφανίζονται στοιχεία δασικών πυρκαγιών στη χώρα μας, για τη χρονική περίοδο 1976-1994 (Καϊλίδης κ.ά., Μαρκάλας και Παντελής, 1999).



Σχήμα 2.5: Μέσος όρος της καγόμενης έκτασης (στρ.) σε κάθε νομό, για τα έτη 1976 - 1994. Πηγή στοιχείων Καϊλίδης κ.ά., Μαρκάλας και Παντελής.

Στην Ελλάδα, κάθε έτος, κατά μέσο όρο, εκδηλώνονται 1.465 δασικές πυρκαγιές, έντασης 357 στρ. καμένης έκτασης ανά περιστατικό, και καίγονται περίπου 524.000 στρ. δασικών και γεωργικών εκτάσεων. Οι καμένες εκτάσεις της περιόδου 1983-2008 αντιστοιχούν στο 10,3% της συνολικής επιφάνειας της χώρας. Τη μεγαλύτερη καταπόνηση έχουν υποστεί τα νησιά του Ιονίου (21,4%), και σε επίπεδο Νομών η Ηλεία (48,6%), η Χίος (36,4%) και η Σάμος (33,8%). Το 78,8% των καμένων εκτάσεων της Ελλάδας είναι δασικές (και το υπόλοιπο γεωργικές). Το ποσοστό μεγιστοποιείται στην Ήπειρο (93%) και ελαχιστοποιείται στην Πελοπόννησο (73%). Σε επίπεδο Νομών, τη μεγαλύτερη καταπόνηση φαίνεται ότι δέχεται η φυσική βλάστηση του Ν. Ημαθίας (99% των καμένων εκτάσεων είναι δασικές) και τη μικρότερη ο Ν. Κιλκίς (40%). (Κ. Τσάγκαρη, Γ. Καρέτσος και Ν. Προύτσος, 2011)

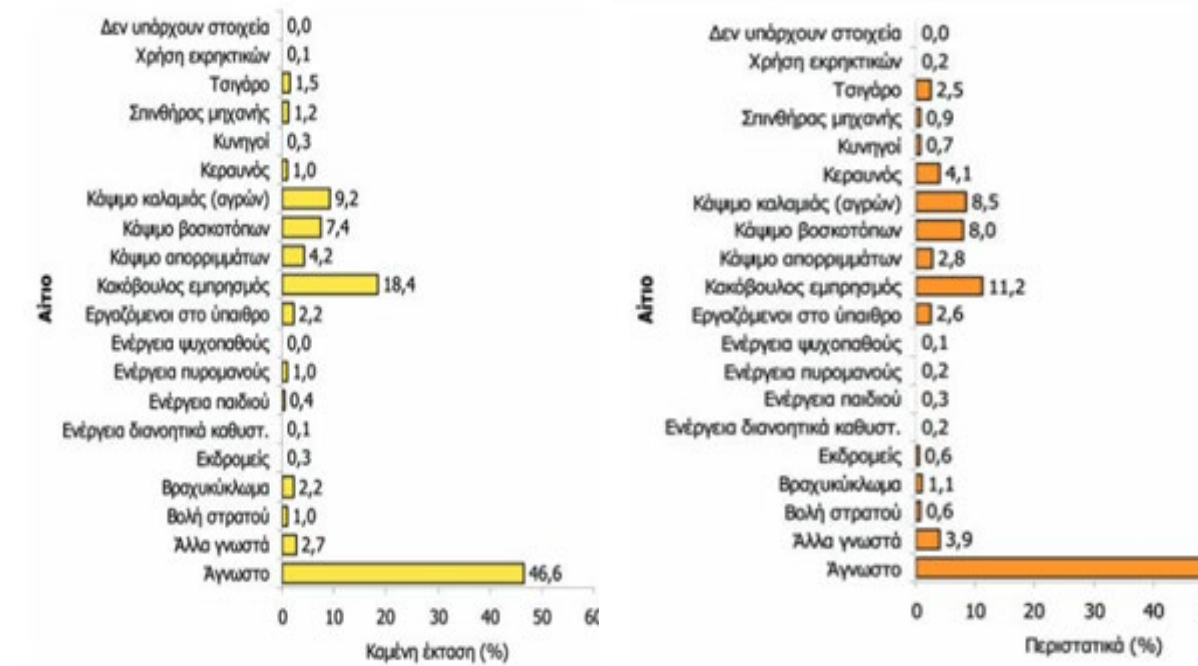
Τα αίτια εκδήλωσης των δασικών πυρκαγιών μπορεί να είναι φυσικά (σε πολύ μικρό ποσοστό), εμπρησμοί από αμέλεια, εμπρησμοί από πρόθεση και άγνωστα αίτια (Καϊλίδης, 1990).

Πίνακας 2.1: Αιτίες δασικών πυρκαγιών στον Ελλαδικό χώρο. Πηγή: Καϊλίδης 1990.

ΑΙΤΙΕΣ	Ελλάδα
	Μ.Ο. 1968-87
	Αριθ. πυρ. %
1. ΑΜΕΛΕΙΕΣ	42,8
1.1. Καύση αγρών και ξερόκλαδα	17,8
1.2. Τσιγάρα και σπέρτα	10,7
1.3. Βολή στρατού	0,7
1.4. ΔΕΗ - ΟΣΕ	0,7
1.5. Σπινθήρες μηχανών	2,1
1.6. Εργαζόμενοι στην ύπαιθρο	2,9
1.7. Εκδρομείς (κυνηγοί)	1,3
1.8.Κάπνισμα μελισσών	0,5
1.9. Άλλες αμέλειες (καύση σκουπιδιών)	6,1
2. ΠΡΟΘΕΣΕΙΣ	29,3
3. ΑΓΝΩΣΤΕΣ ΑΙΤΙΕΣ	25,7
4. ΚΕΡΑΥΝΟΙ	2,2
ΣΥΝΟΛΟ	100

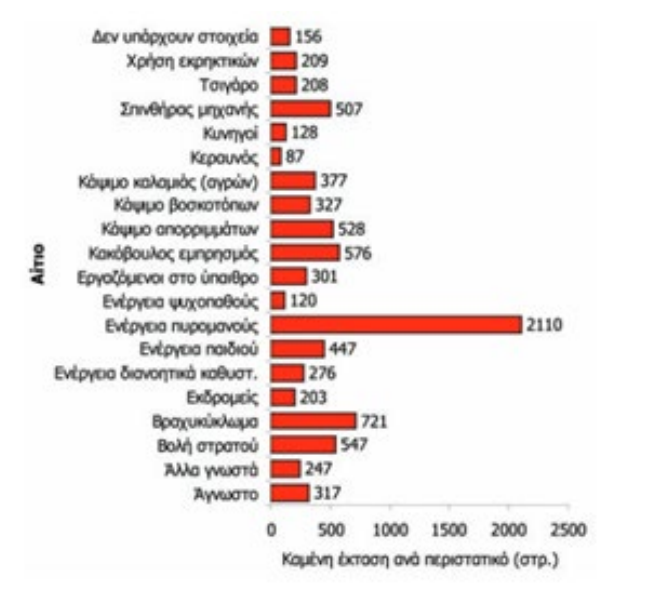
Είναι εμφανές ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των δασικών πυρκαγιών προέρχεται από τον άνθρωπο και συγκεκριμένα την ανθρώπινη επιθυμία ή αδιαφορία. Ακολουθούν (Σχήμα 2.7, 2.8, 2.9) διαγράμματα που απεικονίζουν την ποσοστιαία κατανομή των καμένων εκτάσεων της Ελλάδας από δασικές πυρκαγιές της περιόδου 1983-2006, με βάση τα αίτια εκδήλωσης. (Κ. Τσάγκαρη, Γ. Καρέτσος και Ν. Προύτσος)

(πηγή <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=960&language=el-GR>)



Σχήμα 2.6: Ποσοστιαία κατανομή των καμένων εκτάσεων της Ελλάδας από δασικές πυρκαγιές της περιόδου 1983-2006, με βάση τα αίτια εκδήλωσής.

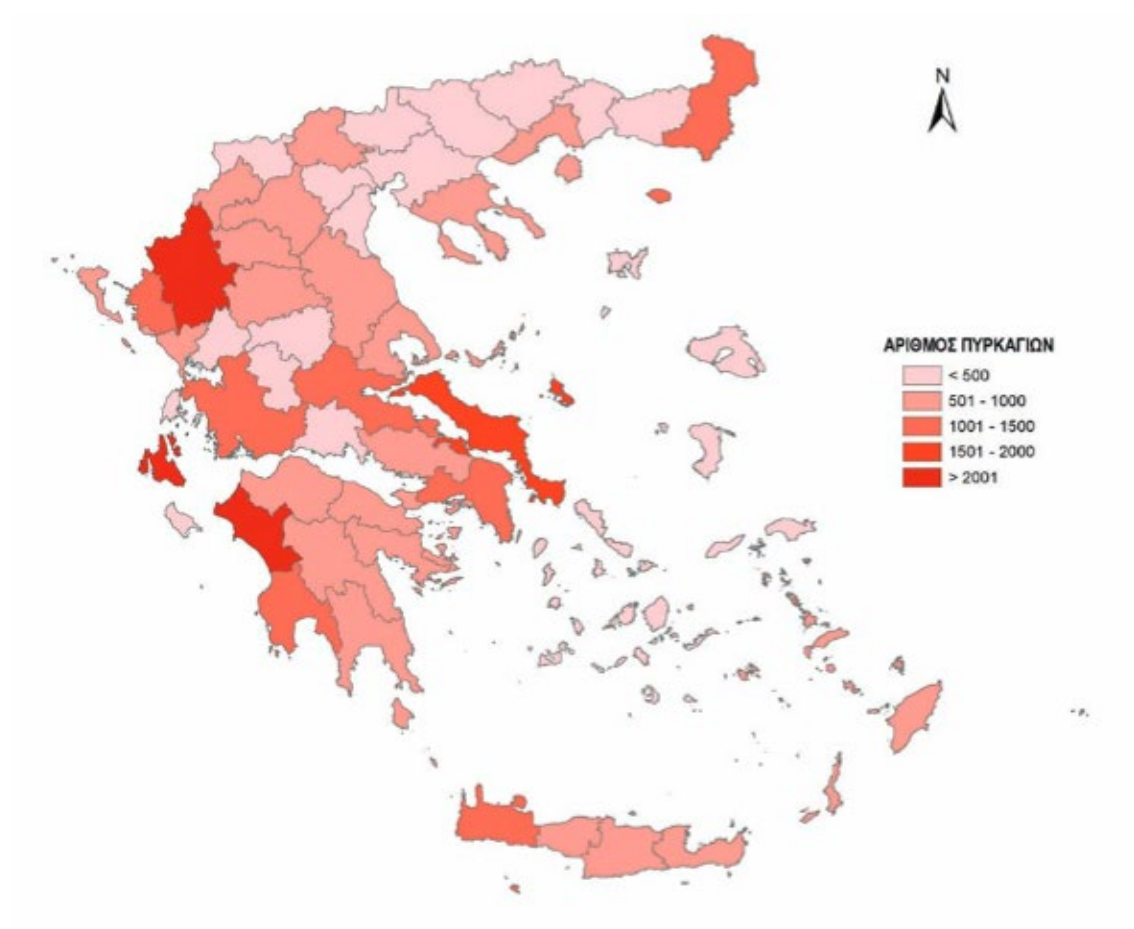
Σχήμα 2.7: Ποσοστιαία κατανομή των δασικών πυρκαγιών της Ελλάδας της περιόδου 1983-2006, με βάση τα αίτια εκδήλωσής τους.



Σχήμα 2.8: Μέσες εντάσεις των δασικών πυρκαγιών της Ελλάδας της χρονικής περιόδου 1983-2006, με βάση τα αίτια εκδήλωσής τους.

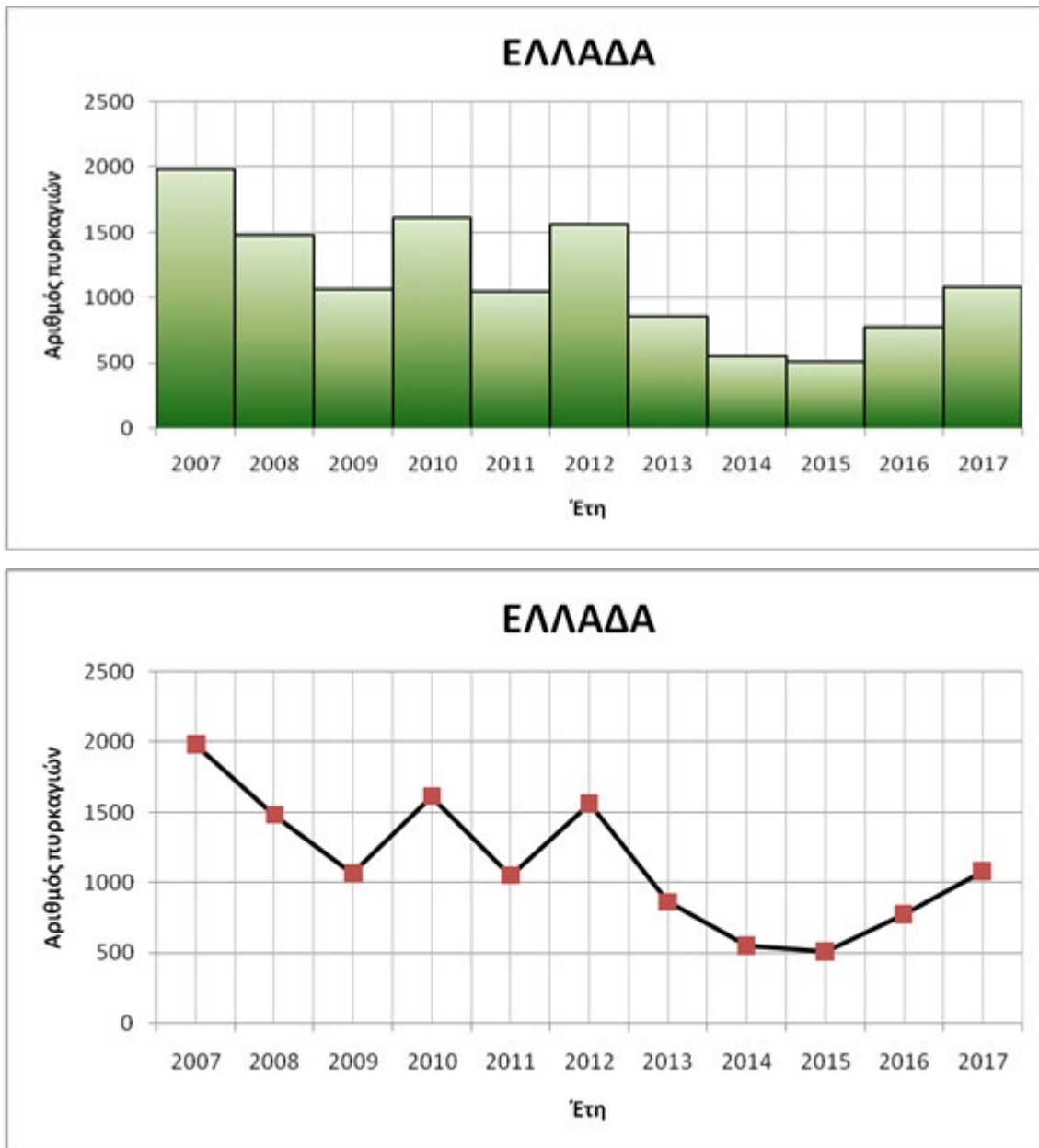
2.6.1 Πλήθος δασικών πυρκαγιών

Το Σχήμα 2.10 αναπαριστά τη συχνότητα των δασικών πυρκαγιών για τα έτη 1983-2008 (Πηγή Εκδ. WWF Ελλάς και ΕΘΙΑΓΕ –ΙΜΔΟ & ΤΠΔ, σελ. 112)



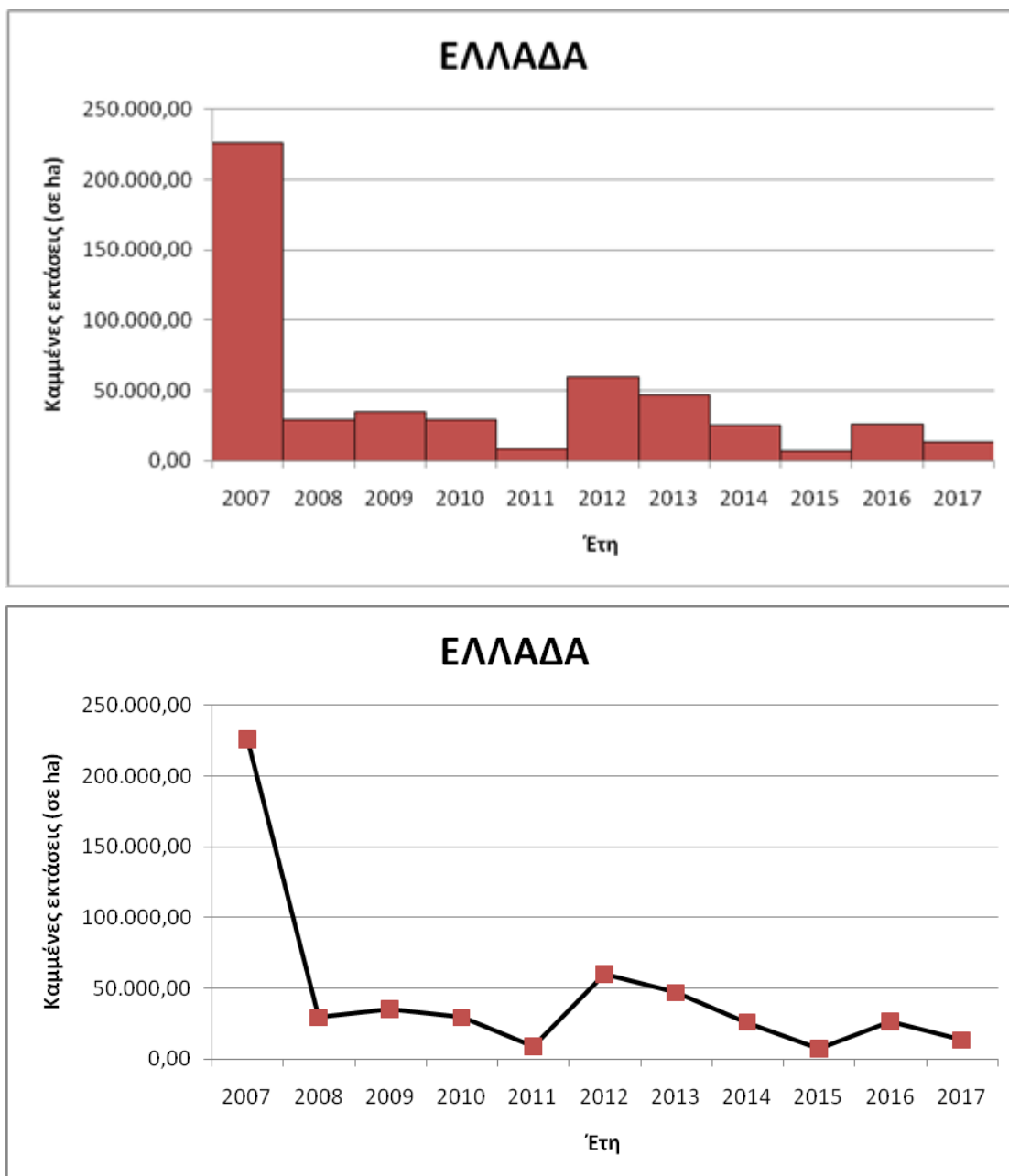
Σχήμα 2.9: Συνολικός αριθμός δασικών πυρκαγιών ανά Νομό διαστήματος 1983-2008. (Τσαγκάρης κ.ά., 2011)

Για τα έτη 2007-2017 το Σχήμα 2.11 συγκρίνει τον αριθμό πυρκαγιών στον Ελλαδικό χώρο ανά έτος με την μεγαλύτερη εκδήλωση πυρκαγιών να παρουσιάζεται το 2007 και την μικρότερη αυτών το 2015:



Σχήμα 2.10: Αριθμός πυρκαγιών 2007-2017 στον Ελλαδικό χώρο.
(Πηγή: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=960&language=el-GR>)

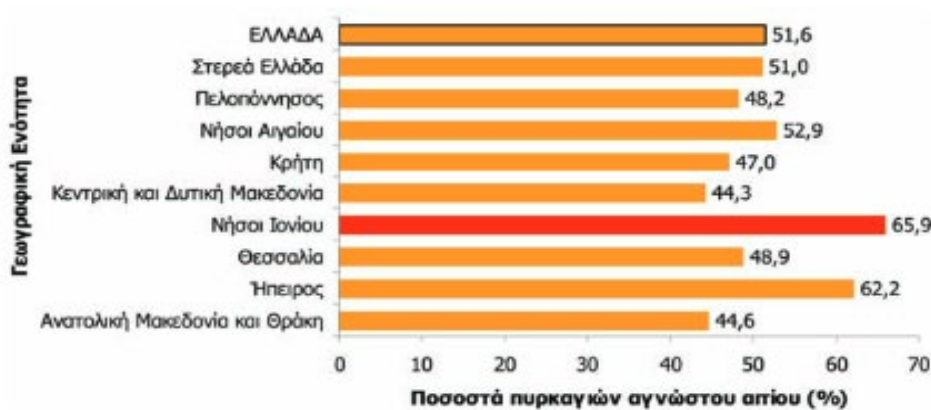
Η πραγματική εικόνα των καταστροφών προκύπτει από τις καμένες εκτάσεις γης που άφησαν πίσω τους οι εν λόγω πυρκαγιών. Ναι μεν το 2007 και 2008 σε αριθμό ήταν σχετικά κοντά αλλά οι εκτάσεις που έκαψαν έχουν διαφορά της τάξης των 180.000 εκταρίων (Σχήμα 2.12). Στη συνέχεια ακολούθησε πτωτική τάση των καμένων εκτάσεων αλλά πρέπει να ληφθούν υπόψιν οι καταστροφές που προηγήθηκαν το 2007.



Σχήμα 2.11: Καμμένες εκτάσεις σε εκτάρια (ha) για τα έτη 2007-2017 στον Ελλαδικό χώρο.
(Πηγή: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=960&language=el-GR>)

Σε επίπεδο γεωγραφικής ενότητας, τα περισσότερα περιστατικά δασικών πυρκαγιών [για τα έτη 1983-2006] από άγνωστα αίτια καταγράφηκαν στα νησιά του Ιονίου, σε ποσοστό 65,9% (Σχήμα 2.13). Ακολουθεί η Ήπειρος με 62,2%, ενώ τα μικρότερα αντίστοιχα ποσοστά αναφέρθηκαν στη Δυτική και Κεντρική Μακεδονία (44,3%) και στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη (44,6%). Οι Νομοί Κεφαλληνίας, Πέλλας και Καρδίτσας κατέχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά πυρκαγιών από άγνωστα αίτια (88,1%, 82,9% και 79,5% αντίστοιχα), ενώ οι Νομοί Λαρίσης, Χαλκιδικής και Χανίων τα μικρότερα (25%, 27,8% και 28,2% αντίστοιχα).

Τα νησιά του Ιονίου καταλαμβάνουν επίσης την πρώτη θέση μεταξύ των γεωγραφικών ενότητων ως προς τα ποσοστά πυρκαγιών από κακόβουλο εμπρησμό (22,3%) (εξακριβωμένο ή πιθανό) (Σχήμα 2.14.), με αναλογία σχεδόν διπλάσια εκείνης της χώρας (11,2%). Τα μικρότερα ποσοστά αυτής της κατηγορίας καταγράφονται στην Ήπειρο (1,8%). Βέβαια, εδώ πρέπει να τονιστεί ότι η Ήπειρος έχει ιδιαίτερα αυξημένα ποσοστά επεισοδίων από άγνωστα αίτια, όπως ήδη αναφέρθηκε (Σχήμα 2.13). Το 60% των πυρκαγιών του Ν. Ζακύνθου οφείλεται σε κακόβουλο εμπρησμό. Μικρότερα, αν και αρκετά αυξημένα, είναι τα αντίστοιχα ποσοστά στους Νομούς Αιτωλοακαρνανίας και Κέρκυρας (35,3% και 34,2% αντίστοιχα). Αντίθετα, στους Νομούς Πρεβέζης, Καστοριάς και Ρεθύμνου οι πυρκαγιές από κακόβουλο εμπρησμό εμφανίζονται ιδιαίτερα σπάνια (0,4%, 0,5% και 1,0% των αντίστοιχων συνόλων) (Κ. Τσάγκαρη, Γ. Καρέτσος και Ν. Προύτσος, 2011).



Σχήμα 2.12: Ποσοστά πυρκαγιών αγνώστου αιτίου ανά γεωγραφική ενότητα και στο σύνολο της χώρας. Δεδομένα χρονικής περιόδου 1983-2006.



Σχήμα 2.13: Ποσοστά δασικών πυρκαγιών από κακόβουλο εμπρησμό στις γεωγραφικές ενότητες και στο σύνολο της χώρας. Δεδομένα χρονικής περιόδου 1983-2006.

Από το έτος 1974 και μετά υπάρχει αύξηση των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα (Καϊλίδης 1990). Οι λόγοι της αύξησης αυτής είναι:

- Η εγκατάλειψη και ερήμωση της υπαίθρου από τους κατοίκους και η επέκταση των πόλεων με αντίστοιχη αύξηση 2-4 φορές της καιγόμενης δασικής ύλης
- Η έλλειψη εντατικής βόσκησης των αειφύλλων πλατυφύλλων και των χόρτων, καθώς επίσης και η εγκατάλειψη επαγγελματιών όπως του ρητινοσυλλέκτη, οι οποίοι προστάτευαν το δάσος
- Η αύξηση της τιμής της γης (οικοπεδοποίηση)
- Η έλλειψη του εθνικού κτηματολογίου
- Η νομιμοποίηση παράνομων οικημάτων από τις εκάστοτε Κυβερνήσεις, μετά το 1950
- Η ανικανότητα των Κυβερνήσεων να επιλύσουν χρονίζοντα προβλήματα ιδιοκτησιακής φύσης
- Οι πολύ μικρές τιμωρίες των ενόχων
- Η κλιματική αλλαγή, η οποία επιδρά στο ετήσιο ύψος βροχής και στα άνυδρα/ξερά καλοκαίρια με αποτέλεσμα μεγαλύτερες πυρκαγιές
- Η συνύπαρξη δασών, δασικών και γεωργικών εκτάσεων. Στην Ελλάδα, που είναι μια χώρα μικρή, για ιστορικούς λόγους, συνυπάρχουν αναμιγμένα χωριά, δάση μικρά ή μεγάλα, δασικές εκτάσεις και ενδιάμεσα αυτών χωράφια και δενδροκαλλιέργειες, σε ένα τεράστιο μωσαϊκό. Τα χωράφια θερίζονται, αλλά παραμένει επιτόπου η καλαμιά ή πολλά χωράφια και δενδροκαλλιέργειες εγκαταλείφθηκαν και υπάρχουν χόρτα και θάμνοι, οπότε σε περίπτωση πυρκαγιάς, αυτή μεταδίδεται πολύ εύκολα. Ή ακόμη πολλές φορές οι χωρικοί το καλοκαίρι, αν και απαγορεύεται από τον νόμο, βάζουν φωτιά σε άχυρα ή σε κλαδιά και προκαλούν στις γειτονικές δασικές εκτάσεις και δάση πυρκαγιές. Οι ενέργειες αυτές αποτελούν το 18,8% των αιτιών έναρξης των δασικών πυρκαγιών. Σημειώνεται ότι τα χωράφια και οι δενδροκαλλιέργειες αρχές με μέσα Μαΐου ή τα σιταροχώραφα μετά τον θερισμό πρέπει να οργώνονται. Τα οργωμένα χωράφια δεν καίγονται (Καϊλίδης (1990)).
- Κοινωνικές, οικονομικές, πολιτικές συνθήκες κ.α.

Κεφάλαιο 3

Περιοχή Μελέτης

3.1 Γεωγραφική θέση και γεωμορφολογία

Ο Νομός Ηλείας, καταλαμβάνει το ΒΔ τμήμα της Πελοποννήσου και βρέχεται από το Ιόνιο Πέλαγος που του δίνει ήπιο κλίμα με πολλές βροχοπτώσεις, οι οποίες αποδίδουν πλούσια βλάστηση. Εντάσσεται στο χωρικό σύστημα της Κεντρικής Μεσογείου, από κοινού με τις περιφέρειες της Ν. Ιταλίας και Σικελίας. Συνορεύει με τους Νομούς Αχαΐας στα Βόρεια, Μεσσηνίας στα Νότια και Αρκαδίας στα Ανατολικά. Η έκταση του Νομού είναι 2.618 km². Το έδαφος του είναι κυρίως πεδινό. Ο συνολικός πληθυσμός του Νομού είναι 193.288 (απογρ. 2001) κάτοικοι και αντιπροσωπεύει το 1,71% του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Ενώ από την απογραφή του 2011 ανέρχεται 159.300 δηλαδή σε σχέση με το 2001, ο πληθυσμός της Ηλείας μειώθηκε κατά 34.000 κατοίκους.



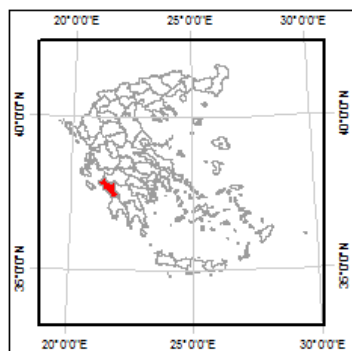
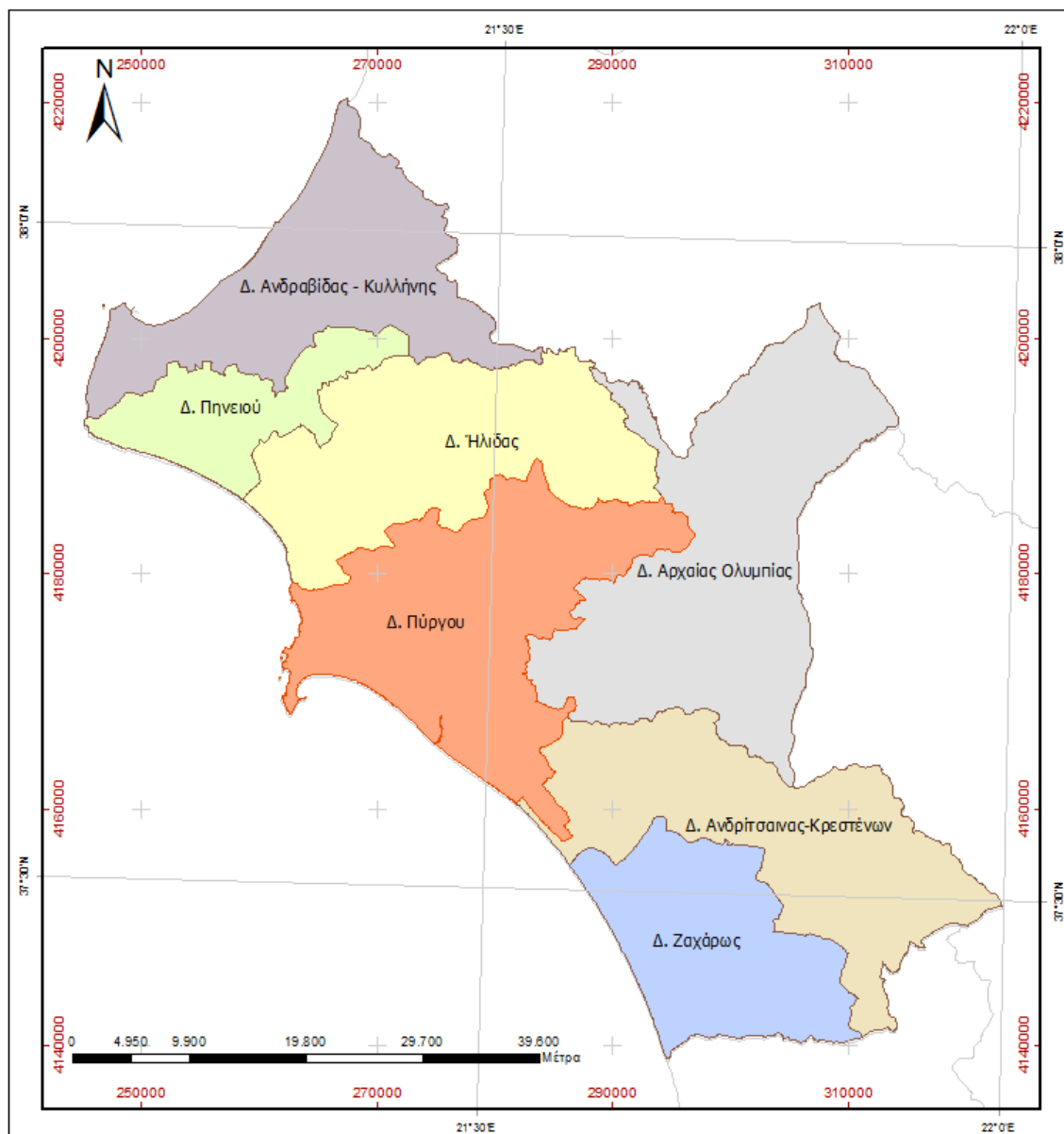
Σχήμα 3.1: Θέση του Ν. Ηλείας στον Ελλαδικό χώρο.

Το μεγάλο αστικό κέντρο και η πρωτεύουσα του Νομού είναι ο Πύργος που συγκεντρώνει διοικητικές και άλλες εξυπηρετήσεις. Άλλες σημαντικές πόλεις του νομού είναι η Αμαλιάδα, η Γαστούνη, η Κρέστενα και η Ζαχάρω. Τα ποτάμια που περνούν από το νομό Ηλείας είναι ο Αλφειός ποταμός και ο Ηλειακός Πηνειός, ενώ τα βουνά του είναι ο Ερύμανθος, η Μίνθη και η Φολή.




Από τα πιο σημαντικά αξιοθέατα του νομού είναι ο αρχαιολογικός χώρος της Αρχαίας Ολυμπίας και της Αρχαίας Ήλιδας, το κάστρο Χλεμούτσι, οι οικότοποι του Κυπαρισσιακού κόλπου αλλά και οι οικότοποι της λίμνης Καϊάφα, οι παραδοσιακοί ορεινοί οικισμοί, οι σπάνιοι υγροβιότοποι και οι ιαματικές πηγές. Υπάρχει μια μοναδική συνύπαρξη των απέραντων ακτών, του ποικιλόμορφου και πυκνού δάσους και των μοναδικής σημασίας αρχαιολογικών τόπων.

Με βάση το παλιό Πρόγραμμα «Καποδίστριας» η Πρωτοβάθμια Τοπική Αυτοδιοίκηση στο νομό συγκροτήθηκε σε 22 Δήμους. Ενώ στην συνέχεια, με βάση το Πρόγραμμα «Καλλικράτης», με το οποίο λειτουργεί σήμερα η Πρωτοβάθμια Τοπική Αυτοδιοίκηση, ο Νομός συγκροτήθηκε σε επτά (7) Δήμους που είναι : Δ Ανδραβίδας – Κυλλήνης, Δ. Ανδρίτσαινας – Κρεστένων, Δ. Αρχαίας Ολυμπίας, Δ. Ζαχάρως, Δ. Ήλιδας, Δ. Πηνειού, Δ. Πύργου. Η απεικόνιση των προαναφερθέντων πραγματοποιήθηκε μέσω χαρτοσύνθεσης στο λογισμικό ArcMap (εξηγείται στη συνέχεια) απ' όπου εξάχθηκε ο Χάρτης 3.1.

ΚΑΛΙΚΡΑΤΙΚΟΙ ΔΗΜΟΙ ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

-  Όρια Πρωτεύουσας Νομού
-  Καλλικρατικοί Δήμοι Ν. Ηλείας
-  Όρια Νομών Ελλάδας

Χάρτης 3.1: Καλλικρατικοί Δήμοι Ν. Ηλείας.

Στον πίνακα, που ακολουθεί, παρουσιάζεται, τόσο ο πληθυσμός με βάση την απογραφή για το 2001 - 2011 από την Ελληνική Στατιστική Αρχή για τους επτά (7) Δήμους, όσο και η έκταση για κάθε Δήμο.

Πίνακας 3.1: Πληθυσμιακά στοιχεία του Νομού Ηλείας. (Πηγή: www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE).

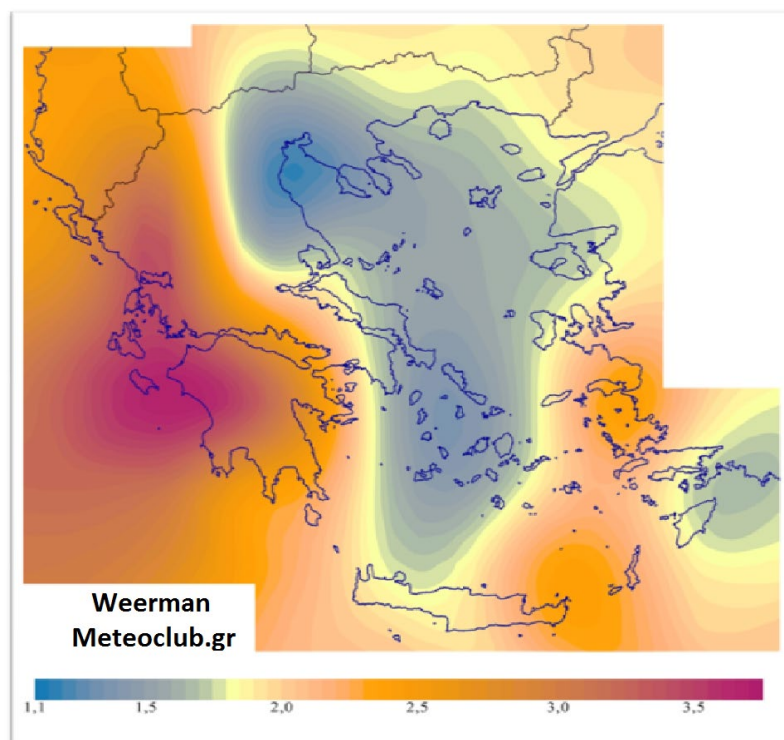
Περιφέρεια	Περιφερειακή Ενότητα	Όνομασία Δήμου	Πληθυσμός 2001	Πληθυσμός 2011	Έκταση (km ²)
Δυτικής Ελλάδας	Ηλείας	Δήμος Ανδραβίδας-Κυλλήνης	26.333	21.581	355.476
		Δήμος Ανδρίτσαινας-Κρεστένων	21.912	14.109	422.334
		Δήμος Αρχαίας Ολυμπίας	19.875	13.409	545.121
		Δήμος Ζαχάρως	15.409	8.953	276.222
		Δήμος Ήλιδας	37.750	32.219	400.517
		Δήμος Πηνειού	20.232	21.034	161.496
		Δήμος Πύργου	51.777	47.995	456.610

Η γεωμορφολογία του εδάφους προσδιορίζεται από πεδινές εκτάσεις που σχηματίζουν την πεδιάδα της Ηλείας, τη μεγαλύτερη της Πελοποννήσου, ενώ ορεινή είναι μόνον η επαρχία Ολυμπίας. Μεγαλύτεροι ορεινοί όγκοι είναι στα όρια με την Αρκαδία οι πλευρές του Ερύμανθου, με υψηλότερη κορυφή στην Ηλεία τη Λάμπεια (1.797 m) και το Σκιαδοβούνι. Νοτιότερα βρίσκεται η Φολόη, ο Λαπίθας και η Μίνθη.

Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την ΕΣΥΕ, επί της συνολικής έκτασης του νομού 1.517 χιλ. στρέμ. είναι πεδινά, 555 χιλ. στρέμ. είναι ημιορεινά και 546 χιλ. στρέμ. ορεινά ανάγλυφα. Το υδρογραφικό σύστημα του νομού βασίζεται κυρίως στους ποταμούς Αλφειό και Πηνειό (το φράγμα του Αλφειού είναι ένα από τα μεγαλύτερα χωμάτινα φράγματα της Ευρώπης), οι οποίοι είναι οι μεγαλύτεροι της Πελοποννήσου και έχουν αξιοποιηθεί κυρίως στην άρδευση γεωργικών εκτάσεων. Οι λίμνες είναι του Καϊάφα, της Αγουλινίτσας και της Μουριάς (οι δύο τελευταίες έχουν αποξηρανθεί). Αξιόλογο δε είναι και το οικοσύστημα της λιμνοθάλασσας του Κοτυχίου. Πλήθος είναι οι ιαματικές πηγές με σημαντικότερες της Κυλλήνης, του Καϊάφα, της Φρασινιάς, της Ξυλοκέρας, του Πουρναριού κ.ά.

Οι φυσικές ακτές εμφανίζουν κολπώσεις και συνολικά τα παράλια ανέρχονται σε 150 km. Το κλίμα είναι μεσογειακό και θερμό, με σχετικά υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας η ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Ελλάδας εντοπίζεται ως ζώνη της υψηλής ωριαίας εντάσεως υετού (mm/h). Μάλιστα, η ζώνη που περιλαμβάνει τη Ζάκυνθο και το δυτικό κυρίως τμήμα του νομού Ηλείας, εμφανίζει την υψηλότερη πανελλαδικά μέση ωριαία ένταση, με μέση τιμή 3,5 mm/h έως 3,7 mm/h, ήτοι, για παράδειγμα, υπερτριπλάσια του Θερμαϊκού Κόλπου. Όπως φαίνεται ευδιάκριτα στις χρωματικές διαβαθμίσεις της Εικόνας 3.1., η αντίθεση μεταξύ δυτικής και ανατολικής Ελλάδας είναι χαρακτηριστικότερη. Η υψηλή μέση ένταση στην περιοχή του Ιονίου οφείλεται στο γεγονός της συχνής διέλευσης βαρομετρικών χαμηλών (υφέσεις) από την περιοχή, όπου οι κύριοι τροφοδότες βροχής είναι οι άνεμοι του Δ-ΝΔ/ΒΔ τομέα. Πρόκειται δηλαδή για κυκλωνικού τύπου βροχές, που χαρακτηρίζονται από σχετικά σύντομης χρονικής διάρκειας, αλλά με υψηλά συνολικά ύψη βροχής, λόγω του ότι οι άνεμοι είναι θαλάσσιες (πολικής) προέλευσης (υγροί) και μάλιστα κορεσμένοι από υγρασία, λόγω της μεγάλης και θερμής προς δυσμάς υδάτινης επιφάνειας του Ιονίου Πελάγους κατά τη χειμερινή (κυρίως) περίοδο.



Εικόνα 3.1: Χάρτης χωρικής κατανομής του μέσου ετήσιου δείκτη ωριαίας εντάσεως υετού (mm/h) στον ελλαδικό χώρο. (ΠΗΓΗ: www.meteoclub.gr)

Ο πληθυσμός, καταγράφηκε από την Ελληνική Στατιστική Αρχή, κατά το 2001 σε ποσοστό 55,2% ως αγροτικός και 44,8% ως αστικός, γεγονός που υποδηλώνει την ισχυρή θέση του πρωτογενούς τομέα στην οικονομία του Νομού. Στον Πίνακα 3.2. παρουσιάζεται η κατάταξη σε αστικό - αγροτικό του μόνιμου πληθυσμού του Νομού και η αναλογία του επί τοις εκατό (%).

Πίνακας 3.2: Κατάταξη πληθυσμού Νομού Ηλείας. (Πηγή : ΕΣΥΕ dlib.statistics.gr/Book/GRESYE_02_0101_00098.pdf).

Νομός	Μόνιμος Πληθυσμός			Αναλογία %		
	Σύνολο	Αστικός	Αγροτικός	Σύνολο	Αστικός	Αγροτικός
Ηλείας	183.521	82.250	101.271	100	44,8	55,2

3.2 Κλίμα και βλάστηση

Το κλίμα στην περιοχή, χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες, άφθονες βροχοπτώσεις, σχετικά μικρή νέφωση και μεγάλη ηλιοφάνεια. Η μείωση των βροχοπτώσεων και των χιονοπτώσεων στα ορεινά, τα τελευταία χρόνια, έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των αποθεμάτων νερού στα φράγματα, τα οποία χρησιμοποιούνται μόνο για άρδευση και τον μη εμπλουτισμό με τις απαραίτητες ποσότητες για τη συντήρηση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Η κλιματική ανάλυση της περιοχής μελέτης πραγματοποιήθηκε με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού (Μ.Σ.) Πύργου του δικτύου της Ε.Μ.Υ, αντιπροσωπευτικού από άποψη εγγύτητας. Τα γεωγραφικά στοιχεία και οι διαθέσιμες περίοδοι παρατηρήσεων του σταθμού φαίνονται στον Πίνακα 3.3.

Πίνακας 3.3: Τα γεωγραφικά στοιχεία και οι περίοδοι παρατηρήσεων Πηγή : Ε.Μ.Υ.

Μετεωρολογικός Σταθμός	Γεωγραφικό Πλάτος (φ)	Γεωγραφικό Μήκος (λ)	Υψόμετρο (m)	Περίοδος Παρατηρήσεων
Πύργος	37° 40' 18,66''	21° 26' 35,61''	+13	1975-1997

Τα μετεωρολογικά δεδομένα με τις μέσες μηνιαίες κατανομές θερμοκρασίας και νετού κατ' έτος του Μ.Σ. Πύργου, δίνονται στους Πίνακες 3.4. και 3.5.

Πίνακας 3.4: Τα μετεωρολογικά δεδομένα από το Μ.Σ Πύργου με τις μέσες μηνιαίες κατανομές θερμοκρασίας. Πηγή: Ε.Μ.Υ..

1ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία (°C)	4.8	5.1	6.3	8.6	12.0	14.9
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία (°C)	9.6	10.1	12.2	15.0	19.6	23.8
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία (°C)	14.6	15.0	17.2	19.8	24.6	28.9
2ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία (°C)	17.0	17.4	15.1	12.3	9.1	6.5
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία (°C)	26.3	26.1	23.0	18.5	13.9	11.0
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία (°C)	31.7	31.8	29.1	24.7	19.3	15.9

Πίνακας 3.5: Τα μετεωρολογικά δεδομένα με τις μέσες μηνιαίες κατανομές νετού και ανέμου από το Μ.Σ. Πύργου. Πηγή: Ε.Μ.Υ..

1ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	136.4	111.5	71.5	63.3	24.0	8.2
Συνολικές Μέρες Βροχής	12.2	11.5	9.6	8.5	5.6	1.9
2ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	4.5	14.7	27.7	103.4	194.0	161.7
Συνολικές Μέρες Βροχής	0.7	1.3	3.2	8.0	12.2	13.2
1ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Διεθ. Ανέμων	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμων	4.6	5.2	5.2	5.2	4.9	5.1

2ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Διεύθ. Ανέμων	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμων	4.9	4.7	4.4	4.0	4.4	4.4

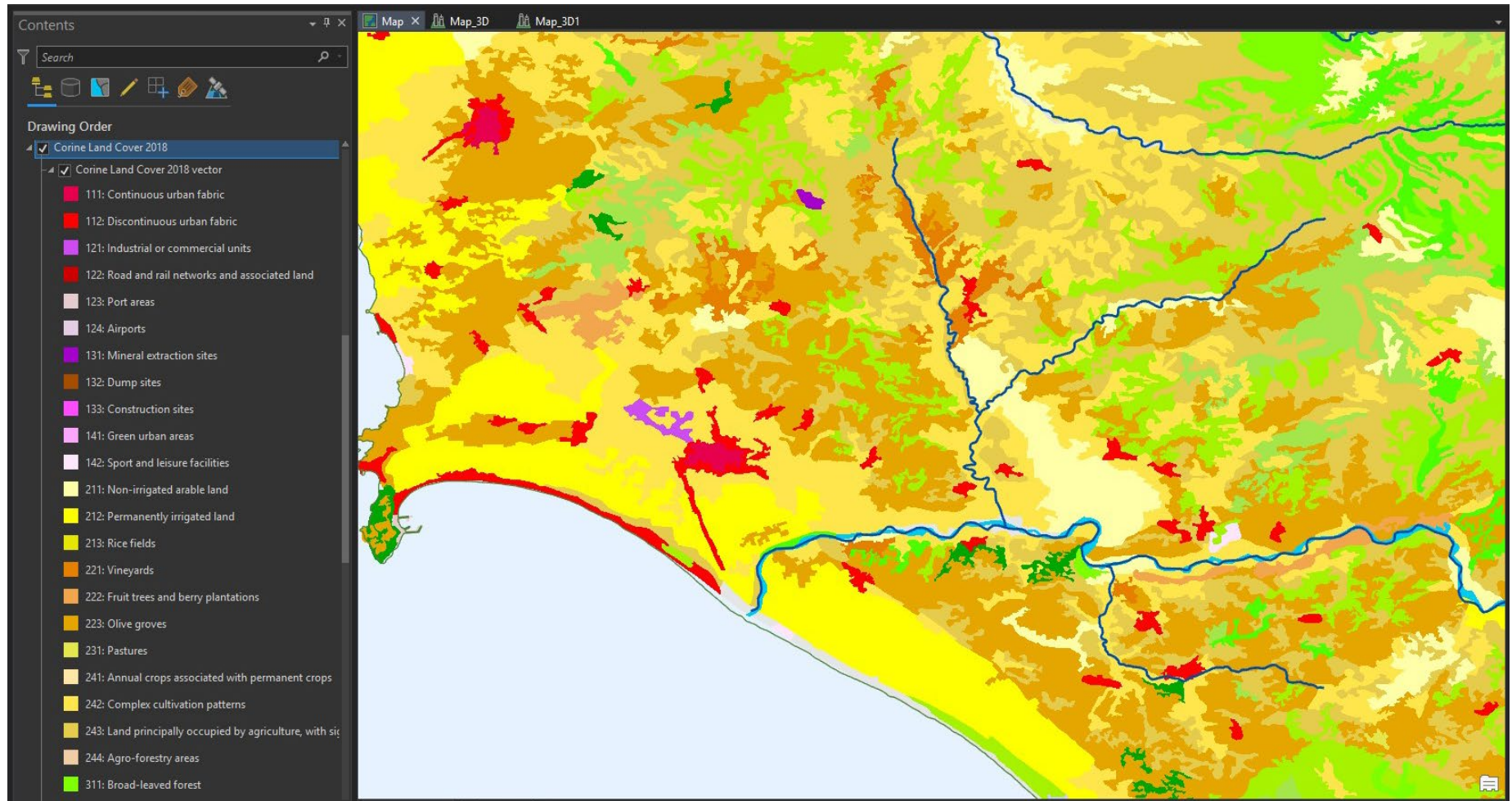
Όσον αφορά στην περιγραφή της βλάστησης, στο Νομό Ηλείας απαντώνται και οι τρεις ζώνες δασικής βλάστησης, που απαντώνται στη χώρα μας (Πίνακας 3.6.) (Μαυρομάτης, 1980 και Ντάφης, 1973). Η ζώνη των αείφυλλων σκληρόφυλλων πλατύφυλλων, η ζώνη των φυλλοβόλων δρυών και η ζώνη της Ελάτης - Μαύρης Πεύκης. Επίσης, απαντάται και ένα μικρό ποσοστό ψευδαλπικών περιοχών, στην περιοχή του Ερύμανθου.

Πίνακας 3.6: Ζώνες & υποζώνες βλάστησης Ελλάδας. (Πηγή: Μαυρομάτης, 1980, Ντάφης, 1986).

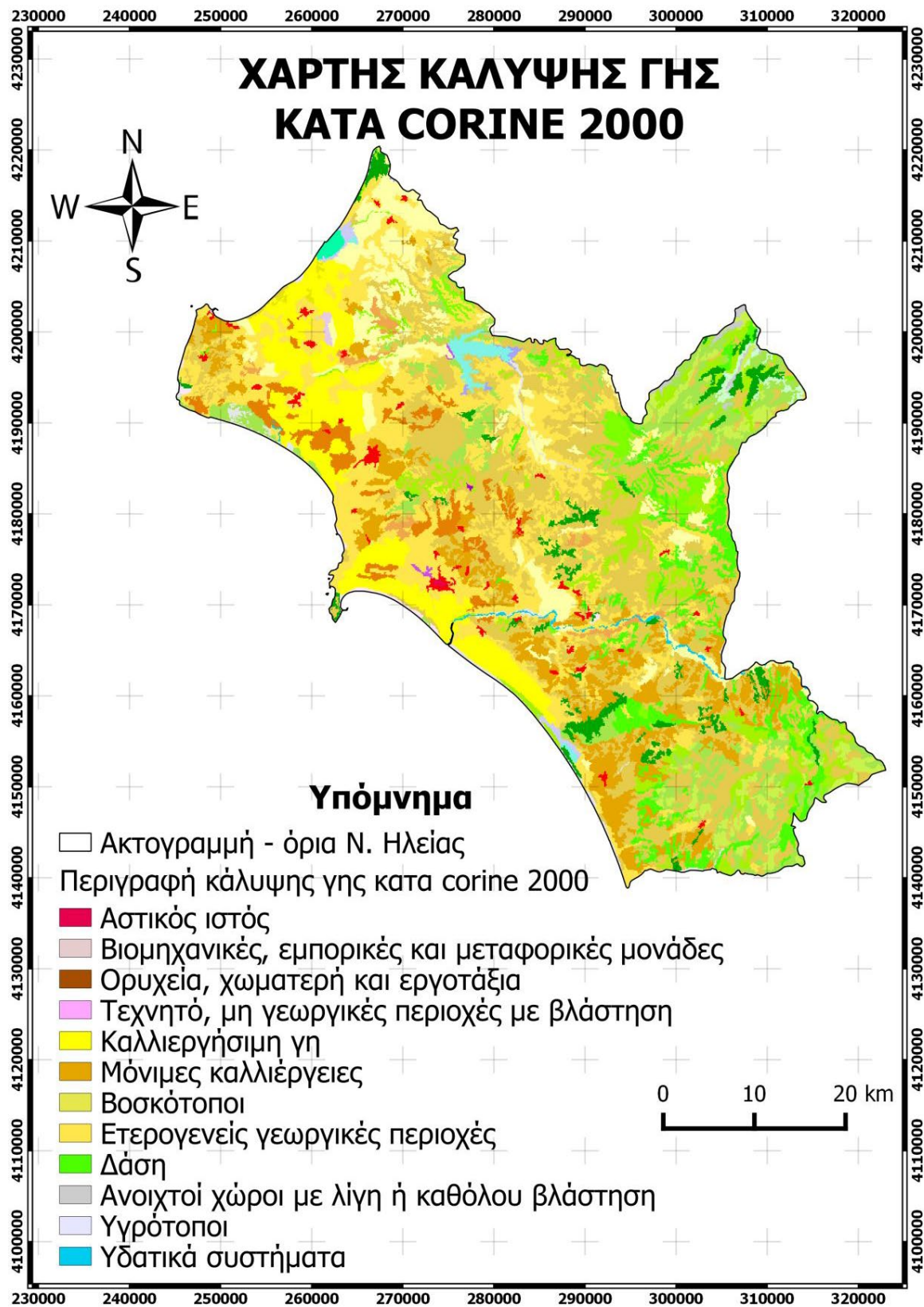
ΖΩΝΕΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΥΠΟΖΩΝΕΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΚΥΡΙΑ ΕΙΔΗ	ΕΙΔΗ ΠΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΖΟΥΝ ΔΑΣΗ
ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ <i>ΑΕΙΦΥΛΛΩΝ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ</i>	Oleo Ceratonia Quercion ilicis	<i>Olea oleaster, Ceratonia siliqua, Pistacia lentiscus</i> <i>Quercus ilex, Arbutus unedo, A. adrache, Fraxinus ornus, Erica sp., Phillyrea media</i>	<i>Pinus halepensis, Pinus brutia</i> <i>Pinus halepensis, Pinus brutia, Quercus pubescens</i>
ΠΑΡΑΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ <i>ΦΥΛΛΟΒΟΛΩΝ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ</i>	Ostryo Carpinion Quercio confertae	<i>Ostrya carpinifolia, Carpinus orientalis, Fraxinus ornus, Quercus pubescens, Q. conferta</i> <i>Quercus conferta, Q. pubescens, Q. cerris, Q. sessiliflora, Castanea sativa</i>	<i>Quercus pubescens, Quercus conferta</i> <i>Quercus conferta, Q. cerris, Q. sessiliflora, Castanea sativa</i>
ΟΡΕΙΝΗ <i>ΠΑΡΑΜΕΣΟΓΕΙΩΝ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ</i>	Abietum cephalonicae Fagion moesiacaе	<i>Abies cephalonica, Pinus nigra</i> <i>Fagus sylvatica, Pinus sylvestris, Abies cephalonica x A. alba, Picea excelsa</i>	<i>Abies cephalonica, Pinus nigra</i> <i>Fagus sylvatica, Pinus sylvestris, Abies cephalonica x A. alba, Picea excels</i>
ΟΡΕΙΝΗ <i>ΨΥΧΡΟΒΙΩΝ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ</i>		<i>Pinus heldreihii</i>	<i>Pinus heldreihii</i>
ΕΞΩΔΑΣΙΚΗ ΑΛΠΙΚΗ		<i>Juniperus nana, Daphnae oleoides</i>	
ΠΑΡΟΧΘΙΑ		<i>Nerium oleander, Vitex agnus-castus, Populus alba, P. nigra, Alnus glutinosa</i>	

Ωστόσο, η κύρια ζώνη που επικρατεί στην περιοχή μελέτης είναι η Ζώνη αειφύλλων σκληρόφυλλων πλατύφυλλων. Αυτή εμφανίζεται από την επιφάνεια της θάλασσας, μέχρι και του υψομέτρου των 700μ., ανάλογα με την έκθεση ως προς τον ορίζοντα, την απόσταση από τη θάλασσα και τη φύση του μητρικού υλικού του εδάφους. Η ζώνη αυτή, καταλαμβάνει το 82,7% της έκτασης του Νομού, εκ των οποίων 17,3% καταλαμβάνονται από δάση Χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*). Τα δάση της πεύκης συναντώνται γύρω από την αρχαία Ολυμπία, στην περιοχή των Κρεστένων, στα όρη Λαπίθας και Μίνθη, καθώς και σε περιοχές των οικισμών Γούμερο, Κουτσοχέρα, Μουζάκι, Κορυφή, Γεράκι, Περιστερά, Δαφνιώτισσα, Οινόη, Χελιδόνι, Πλάτανος, Πεύκη και άλλες. Στην ίδια αυτή ζώνη βλάστησης, ποσοστό 2,7% καλύπτεται από φρύγανα, ενώ 57,5% αποτελείται από καλλιεργούμενες εκτάσεις.

Για την περιγραφή της χρήσεων γης, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Corine 2018 Land-Cover (CooRdination of Information on the Environment). Αφορά σε Ευρωπαϊκό πρόγραμμα, από το οποίο παρέχονται δεδομένα για την εδαφική κάλυψη. Σε συνέχεια επεξεργασίας των δεδομένων αυτών, με το λογισμικό ArcGIS Pro απομονώθηκε ο χάρτης κάλυψης για το Νομό Ηλείας και απεικονίζεται στην Εικόνα 3.2. Παρόμοια απεικόνιση, από το πρόγραμμα Corine 2000 όμως, και στην Εικόνα 3.3.



Εικόνα 3.2: Κάλυψη Γης Ν. Ηλείας σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine 2018 LandCover μέσω λογισμικού ArcGIS Pro.



Εικόνα 3.3: Απεικόνιση κάλυψης Γης κατά CORINE 2000. (Ράκου, 2015)

3.3 Γεωλογία νομού Ηλείας

Ο Ελληνικός χώρος διακρίνεται σε επιμέρους γεωλογικές μονάδες (ζώνες) με βάση την διαφοροποίηση που υπάρχει στη λιθολογική σύσταση των γεωλογικών σχηματισμών και στις εξελικτικές τεκτονικές διεργασίες που υποβλήθησαν οι σχηματισμοί αυτοί (Μουντράκης, 1985). Η κατανομή τους στο χώρο ακολουθεί βασικά τις οροσειρές της χώρας μας και στις περισσότερες περιπτώσεις στα μεταξύ των ζωνών όρια εντοπίζονται κύριες τεκτονικές δομές (επωθήσεις, ρηξιγενείς ζώνες). Η διακριτή λιθολογική σύσταση και η τεκτονική καταπόνηση της κάθε ζώνης έχει άμεσες επιδράσεις στην γενικότερη γεωμηχανική της συμπεριφορά, με αποτέλεσμα η κάθε μια από αυτές να χαρακτηρίζεται από ένα γενικότερο πλαίσιο συμπεριφοράς, όσον αφορά τις τεχνικογεωλογικές συνθήκες (Μουντράκης, 1985).

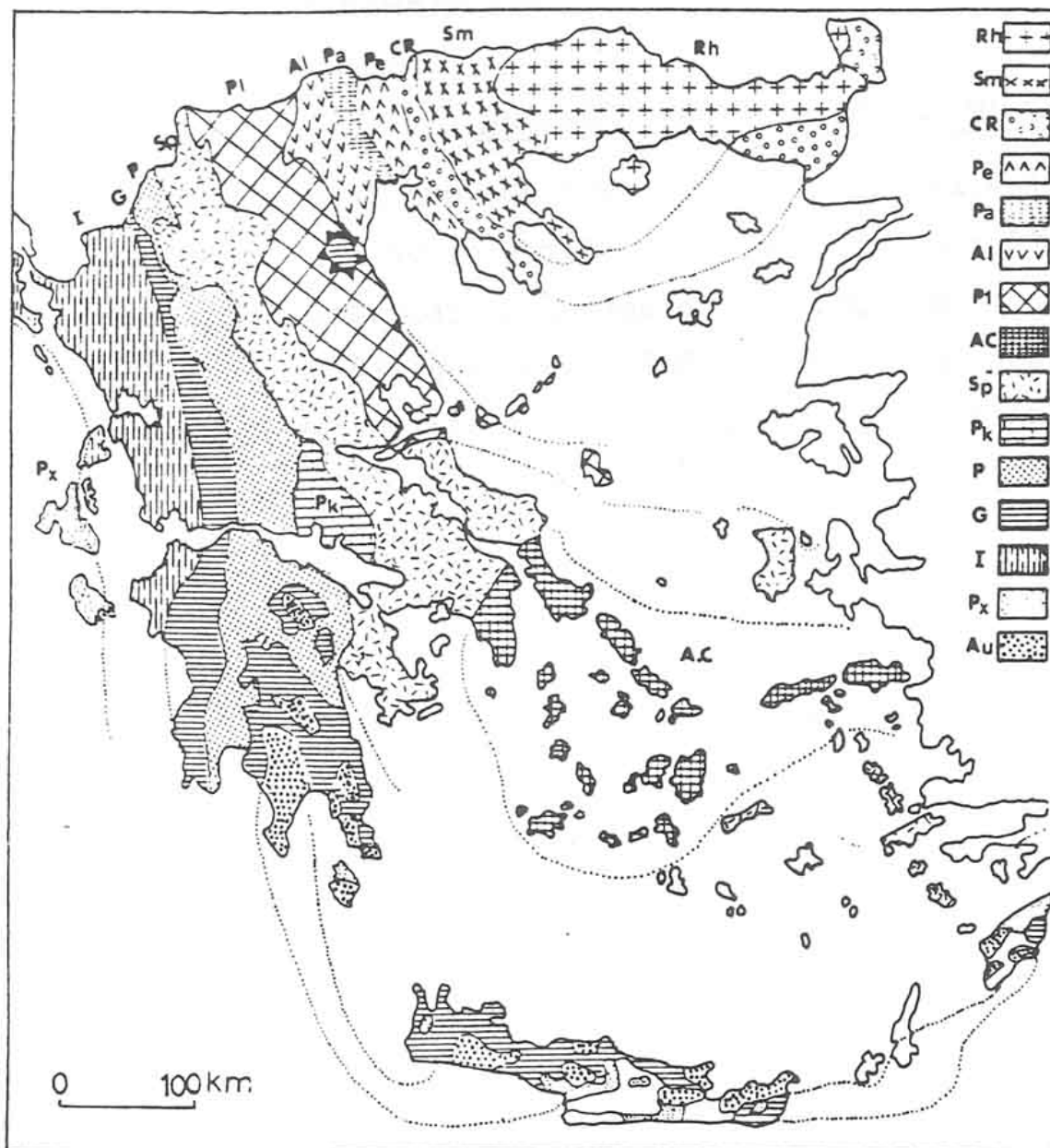
Οι σχηματισμοί του Ν. Ηλείας μπορούν να διακριθούν, σε δύο κατηγορίες:

α) Αλπικοί σχηματισμοί

β) Μεταλπικοί σχηματισμοί

Οι αλπικοί σχηματισμοί εμφανίζονται κυρίως στο βόρειο, δυτικό και νότιο τμήμα του νομού και οριοθετούν το μεγάλο νεοτεκτονικό βύθισμα, το οποίο έχει πληρωθεί με τους μεταλπικούς σχηματισμούς. Αυτοί οι σχηματισμοί εμφανίζονται κυρίως στο κεντρικό και δυτικό τμήμα και υπέρκεινται των αλπικών σχηματισμών (Δούτσος, 2000).

Με βάση τα δεδομένα που υπάρχουν έως τώρα, οι σχηματισμοί του νομού Ηλείας ανήκουν στις γεωτεκτονικές ζώνες της Πίνδου, της Γαβρόβου-Τριπόλεως καθώς και στην Ιόνια ζώνη (Κατσικάτσος, 1992 και Δούτσος, 2000) (Εικόνα 3.4.)



Εικόνα 3.4: Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών. Rh: Μάζα της Ροδόπης, Sm: Σερβομακεδονική μάζα, CR: Περιοδοπική ζώνη, (Pe: Ζώνη Παιανίας, Pa: Ζώνη Πάικου, Al: Ζώνη Αλμωπίας) = Ζώνη Αζιού, PI: Πελαγονική ζώνη, Ac: Αττικό-Κυκλαδική ζώνη, Sp: Υποπελαγονική ζώνη, Pk: Ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας, P: Ζώνη Πίνδου, G: Ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης, I: Ιόνιος ζώνη, Px: Ζώνη Παζών ή Προαπούλια, Au: Ενότητα "Ταλέα όρη - πλακάδες ασβεστόλιθοι" πιθανόν της Ιονίου ζώνης. Πηγή : Κατά Mountrakis et.al. 1983.

Η περιοχή μελέτης, ήτοι ο Νομός Ηλείας, καταλαμβάνεται από τις ζώνες G: «Γαβρόβου – Τρίπολης» και I: «Ιόνιος».

3.3.1 Ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης

Η ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης βρίσκεται δυτικά της ζώνης Πίνδου και προεκτείνεται με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ από την Ήπειρο προς την Πελοπόννησο όπου εμφανίζεται να περιβάλλεται τεκτονικά από τη ζώνη Ωλονού – Πίνδου. Η ζώνη αυτή αποτελούσε ένα ύψωμα κατά

τη διάρκεια της ιζηματογένεσης που χώριζε την Ιόνια από την Πινδική αύλακα. Η ιζηματογένεση είναι νηριτική και υφαλογόνα από το Τριαδικό έως το Ανώτερο Ηώκαινο³ (Μουντράκης, 1985). Οι ασβεστόλιθοι που αποτέθηκαν είναι σκοτεινοί - τεφροί έως μαύροι κατά τόπους λατυποπαγείς και πλούσιοι σε απολιθώματα. Μια ενδο-Ηώκαινική εμφάνιση μικρών βωξιτικών οριζόντων στο όρος Κλόκοβα και το ακρωτήριο Αρτεμίσιο δείχνει ότι η ζώνη αυτή χέρσευσε για να ένα μικρό διάστημα και στη συνέχεια ξαναβυθίστηκε. Στη συνέχεια, αποτέθηκε ο φλύσχος έως το Κατώτερο Μειόκαινο (πάχος 2000m). Είναι μαργαϊκός και ξεχωρίζει από το φλύσχη της Ιονίου ζώνης από τις μεγάλες κροκάλες κερατολίθων που περιέχει, οι οποίες προέρχονται από τη ζώνη Πίνδου. Προς τα ανατολικά η ζώνη Γαβρόβου - Τριπόλεως χωρίζεται από τη ζώνη της Πίνδου με μια από τις μεγαλύτερες επωθήσεις του Ελληνικού χώρου, την «Επώθηση της Πίνδου». Κατά μήκος αυτής το Πινδικό κάλυμμα έχει μεταφερθεί προς τα δυτικά πλέον των 100km πάνω από τη ζώνη Γαβρόβου - Τριπόλεως ώστε στην Πελοπόννησο να σχηματιστούν πολλά τεκτονικά παράθυρα (Κατσιατσός, 1992). Από τεκτονική άποψη η ζώνη χαρακτηρίζεται από ανοικτά ασύμμετρα αντίκλινα με άξονες γενικής διεύθυνσης Β-Ν και με ροπή προς τα Δυτικά, όπως αυτά της Κλόκοβας και της Βαράσοβας. Πρόκειται κυρίως για συγκλινικές και αντικλινικές μορφές μεγάλης κλίμακας που προκλήθηκαν κατά την τελική φάση πτυχώσεων ως αποτέλεσμα μιας συμπίεστικής τεκτονικής που έλαβε χώρα στο τελικό Ολιγόκαινο – Κάτω Μειόκαινο. Τα ολιθοστρώματα κατά τη διάρκεια της ιζηματογένεσης του φλύσχη συνδέονται γενετικά με τον σχηματισμό αυτών των δομών (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992)

3.3.2 Ιόνιος ή Ανδριατικοιονιος ζώνη

Εκτείνεται κατά μήκος της δυτικής παραλίας της Ηπειρωτικής Ελλάδας με διεύθυνση Β-Ν και περιλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα της Ηπείρου, την Ακαρνανία, τμήματα από τα Ιόνια νησιά και την Δυτική Πελοπόννησο (Μουντράκης, 1985). Η Ιόνια ζώνη εμφανίζεται κυρίως σε δύο περιοχές, στην χερσόνησο της Κυλλήνης και στη δυτική απόληξη του όρους Λάπι-

³ Το **Ηώκαινο** είναι γεωλογική εποχή η οποία διήρκησε από 56 έως 33,9 εκατομμύρια χρόνια πριν και είναι η δεύτερη εποχή της [Παλαιογενούς περιόδου](#) του [Καινοζωικού αιώνα](#). Το Ηώκαινο βρίσκεται χρονικά ανάμεσα στο [Παλαιόκαινο](#) και το [Ολιγόκαινο](#). Η έναρξη του Ηώκαινου χαρακτηρίζεται από μια σύντομη περίοδο κατά την οποία η συγκέντρωση άνθρακα-13 ήταν ιδιαίτερα χαμηλή σε σχέση με τον άνθρακα-12 στην ατμόσφαιρα. Το τέλος της χαρακτηρίζεται από [συμβάν εξαφάνισης](#), το οποίο μπορεί να σχετίζεται με τη σύγκρουση αστεροειδών στη Σιβηρία και στον κόλπο Τσέζαπικ. Το όνομα Ηώκαινο προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις ήως (αυγή) και «καινός» (νέος), δηλαδή είναι η αυγή της σύγχρονης (νέας) πανίδας η οποία εμφανίστηκε εκείνη την εποχή. Το κλίμα του Ηώκαινου ήταν το θερμότερο του Καινοζωικού αιώνα, με τα δάση να επεκτείνονται και να καλύπτουν σχεδόν όλες τις χερσαίες εκτάσεις. Κατά τη διάρκεια του Ηώκαινου η [Ανταρκτική](#) διαχωρίστηκε από την [Αυστραλία](#), με την Ανταρκτική να ψυχραίνει, όπως και το παγκόσμιο κλίμα. Επίσης, διασπάστηκε η [Λαυρασία](#) στην Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική και τη Γροιλανδία. (Πηγή: Wikipedia).

θας. Αυτή η ζώνη συγκροτείται αποκλειστικά από Αλπικά ιζηματογενή πετρώματα (Δούτσος, 2000).

Οι σχηματισμοί που εμφανίζονται στην επιφάνεια είναι (Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I., 1992):

α) Ο σχηματισμός ασβεστολίθων Κάστρου Ιονίου, ηλικίας Κρητιδικού. Πρόκειται για λευκούς λεπτοστρωματώδεις ασβεστολίθους που περιέχουν κονδύλους Sillex και εμφανίζονται κοντά στην περιοχή της Κυλλήνης. Μια νέα εμφάνιση ασβεστολίθων παρατηρήθηκε στα λουτρά Καϊάφα.

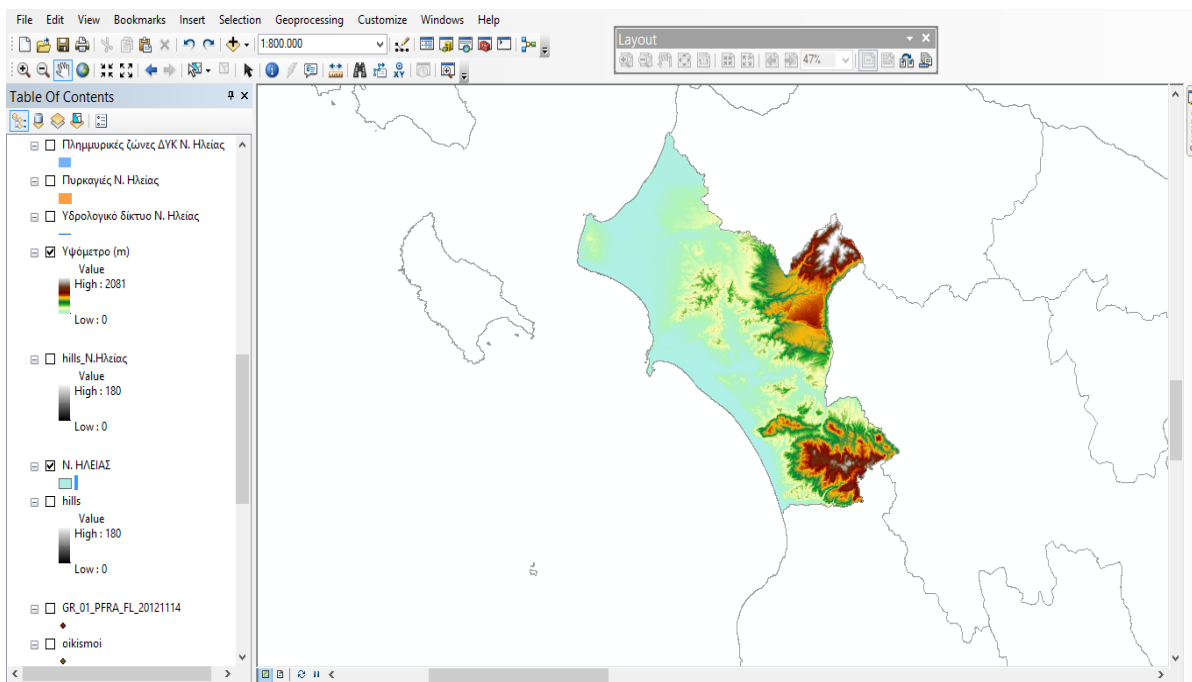
β) Σχηματισμός εβαποριτών πρόκειται για ανυδρίτες και γύψους σκούρου χρώματος λόγω της παρουσίας βιτουμενίου. Η ηλικία τους είναι Τριαδική και η εμφάνιση τους οφείλεται σε φαινόμενα διαπυρισμού.

3.4 Χαρτοσύνθεση

Προκειμένου να εξαχθούν τα κατάλληλα συμπεράσματα από την περιοχή μελέτης ως προς την επιρροή των πυρκαγιών στις μετέπειτα πλημμύρες και κατολισθήσεις, επιλέχθηκε ως μέσο παρατήρησης η διαδικασία σχεδιασμού και υλοποίησης μιας βάσης χαρτογραφικών δεδομένων με σκοπό την σύνθεση χαρτών. Η οργάνωση του χάρτη ως μοντέλο της πραγματικότητας βασίζεται στα θεματικά επίπεδα (layers) των πληροφοριών που περιέχει. Ως θεματικό επίπεδο ορίζεται ένα σύνολο γεωχωρικών δεδομένων που περιγράφουν χωρικές οντότητες που εντάσσονται στο ίδιο γεωμετρικό αρχέτυπο (σημείο, γραμμή, πολύγωνο), έχουν τα ίδια περιγραφικά χαρακτηριστικά και αφορούν το ίδιο γεωγραφικό φαινόμενο. (Τσούλος, Σκοπελίτη & Στάμου, 2015).

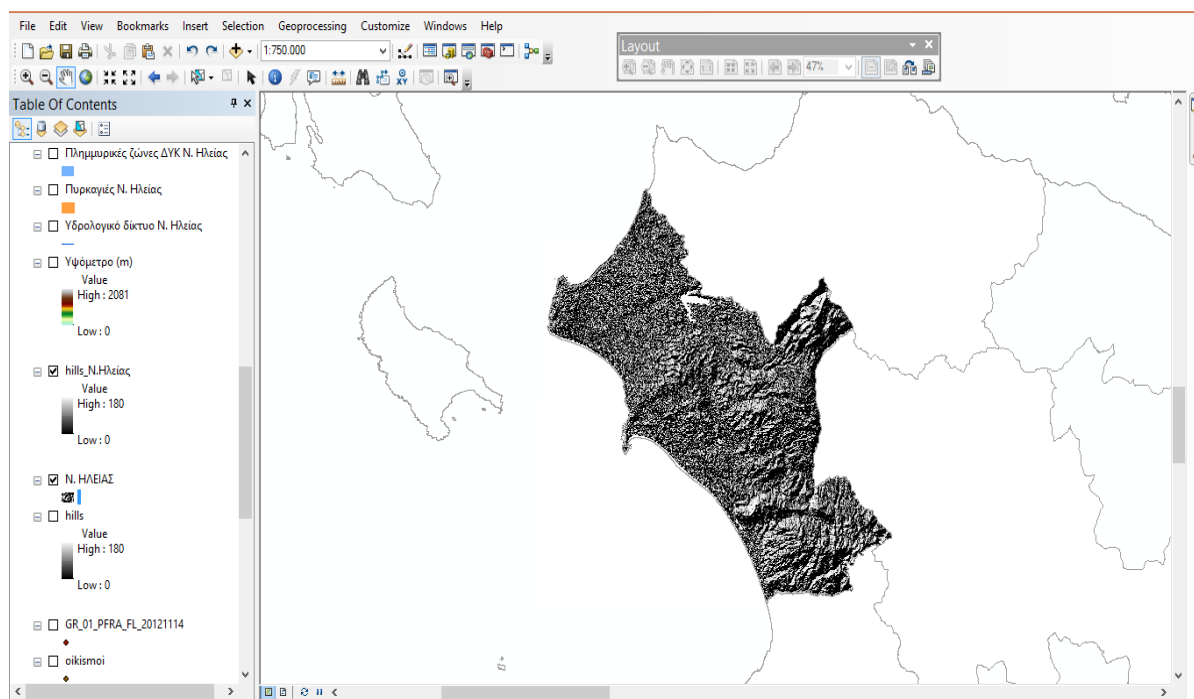
Στη συνέχεια και προκειμένου οι χάρτες να έχουν κοινό σύστημα αναφοράς και να είναι συμβατοί σε πολλαπλά λειτουργικά συστήματα δημιουργήθηκε η βάση γεωχωρικών δεδομένων ή αλλιώς γεωβάση (geodatabase). Η δομή της συγκεκριμένης γεωβάσης αποτελείται κυρίως από feature classes για την αποθήκευση των μοναδικών χωρικών δεδομένων και από feature datasets για την ομαδοποίηση των κοινών χωρικών ή θεματικών τάξεων χωρικών δεδομένων. Η σύνθεση πραγματοποιήθηκε μέσω του λογισμικού ArcMap της ESRI και με άδεια χρήσης η οποία παραχωρήθηκε από την εταιρία «Marathon Data Systems».

Αρχικά συνθέθηκε το ανάγλυφο της φυσικής γήινης επιφάνειας ως ένα τρισδιάστατο συνεχές χωρικό φαινόμενο. Στους τοπογραφικούς χάρτες αναπαρίσταται συνήθως με την μορφή ισοϋψών καμπύλων, σκίασης, γραμμοσκιάς κ.ά. Ανάλογα με τον τρόπο αναπαράστασης, υφίσταται ή όχι η δυνατότητα εξαγωγής ποσοτικών αποτελεσμάτων για την τιμή του υψομέτρου. Η διαχείριση του αναγλύφου σε ψηφιακό περιβάλλον γίνεται μέσω των Ψηφιακών Μοντέλων Εδάφους – Digital Terrain Model (DTM) που εξασφαλίζουν την αναπαράσταση της φυσικής γήινης επιφάνειας με διαφορετικές δομές και αλγορίθμους παρεμβολής. (Τσούλος, Σκοπελίτη & Στάμου, 2015). Στην συγκεκριμένη εργασία, έγινε λήψη της δορυφορικής εικόνας του Νομού Ηλείας (ΠΗΓΗ: <http://earthexplorer.usgs.gov/>) και στη συνέχεια μέσω του λογισμικού ArcMap προέκυψε το ψηφιακό μοντέλο εδάφους DTM της Ηλείας. Για τον συμβολισμό του χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος σκιαγραφημένων ζωνών (Εικόνα 3.5).



Εικόνα 3.5: Δημιουργία ψηφιακού μοντέλου εδάφους (DTM).

Στη συνέχεια δημιουργήθηκε το φωτοσκιασμένο ανάγλυφο (hillshade) της περιοχής μελέτης (Εικόνα 3.6).



Εικόνα 3.6: Δημιουργία σκιασμένου αναγλύφου.

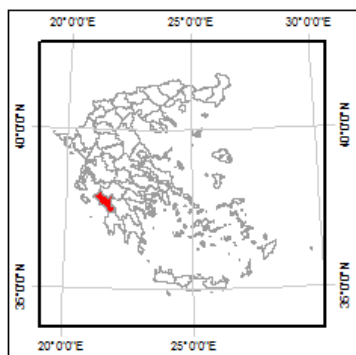
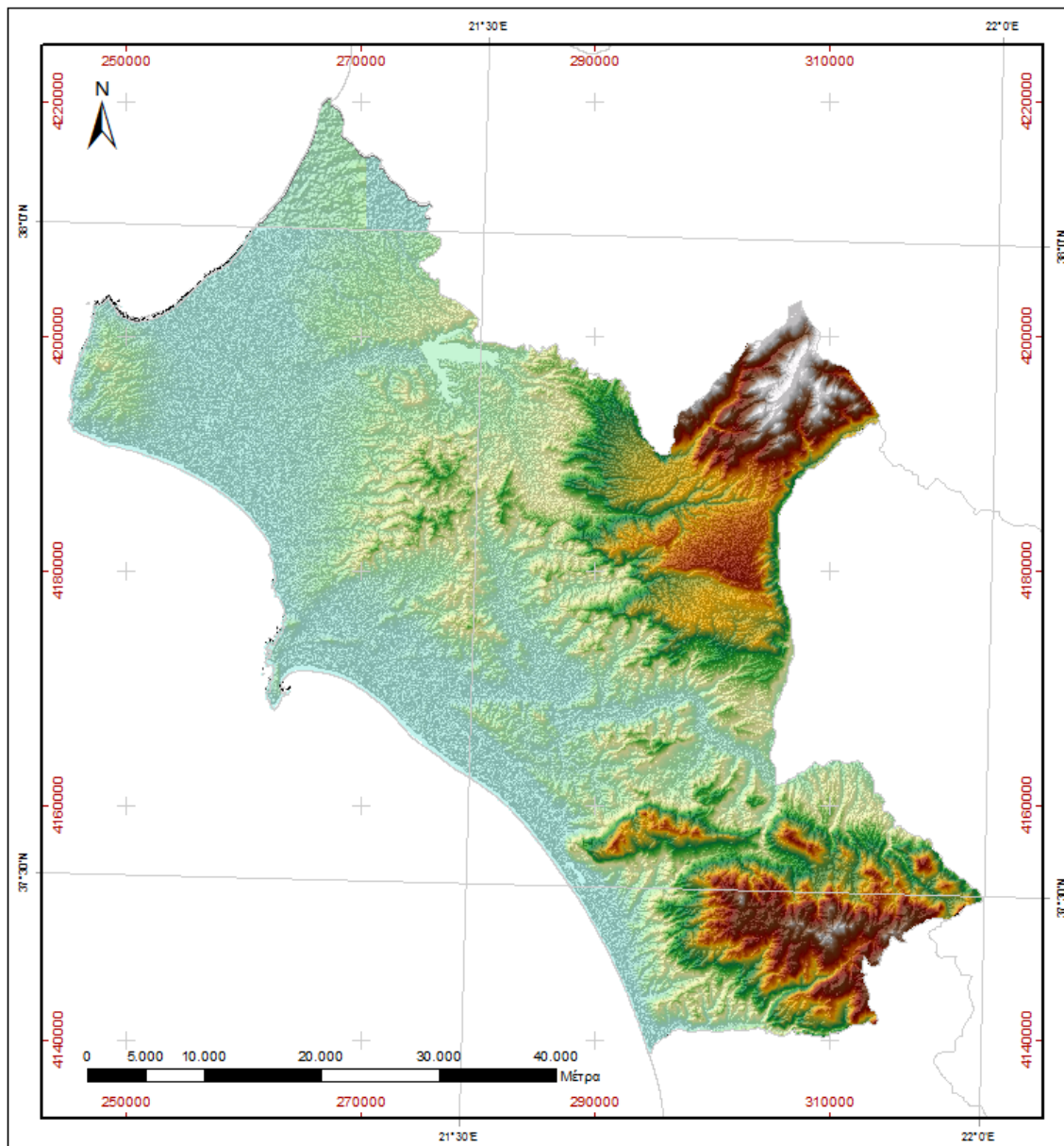
Προκειμένου να αποδοθεί το ανάγλυφο της περιοχής, συνδυάστηκε το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους με το κανονικοποιημένο αρχείο φωτοσκιασμένου αναγλύφου (hillshade). Για την ορθή απεικόνιση το layer με το ΨΜΕ τοποθετήθηκε ψηλότερα από αυτό του hillshade και του αποδόθηκε διαφάνεια ώστε να δημιουργηθεί η οπτική εντύπωση του τρισδιάστατου (Χάρτης 3.2).

Σε αυτό το σημείο σημειώνεται ότι το σύστημα αναφοράς των χαρτών είναι το ΕΓΣΑ '87 και για την σύνθεση όλων των χαρτών από το λογισμικό ArcMap προστέθηκαν τα εξής:


- Τίτλος χάρτη
- Κάναβος τετραγωνισμού με ενδείξεις τόσο γεωγραφικών όσο και καρτεσιανών συντεταγμένων
- Πληροφορίες θέσης με πρόσθετο frame όπου απεικονίζεται η περιοχή μελέτης σε σχέση με τον Ελλαδικό χώρο
- Υπόμνημα συμβόλων
- Κλίμακα γραφική
- Δείκτης προσανατολισμού

Όπου έχει κριθεί απαραίτητο έχει ενεργοποιηθεί η επιλογή Label προκειμένου να ονοματοδοτηθούν σημειακά, γραμμικά και πολυγωνικά δεδομένα.

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ

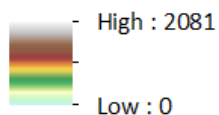


ΥΠΟΜΝΗΜΑ

 Όρια Νομών Ελλάδας

Υψόμετρο (m)

Value



Χάρτης 3.2: Γεωμορφολογικός χάρτης Ν. Ηλείας.

3.5 Υδρογεωλογία περιοχής μελέτης

3.5.1 Επιφανειακή υδρολογία

Υδρογραφικό δίκτυο μιας λεκάνης αποτελεί το σύνολο των ρεμάτων, χειμάρρων, παραποτάμων και ποταμών παροδικής ή μόνιμης ροής τα οποία αποστραγγίζουν τη λεκάνη αυτή. Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου επηρεάζεται από παράγοντες όπως το ανάγλυφο, η λιθολογική σύσταση της περιοχής, η τεκτονική καθώς επίσης και από τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες.

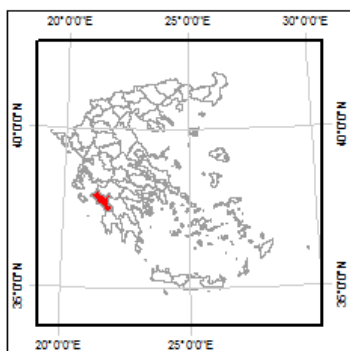
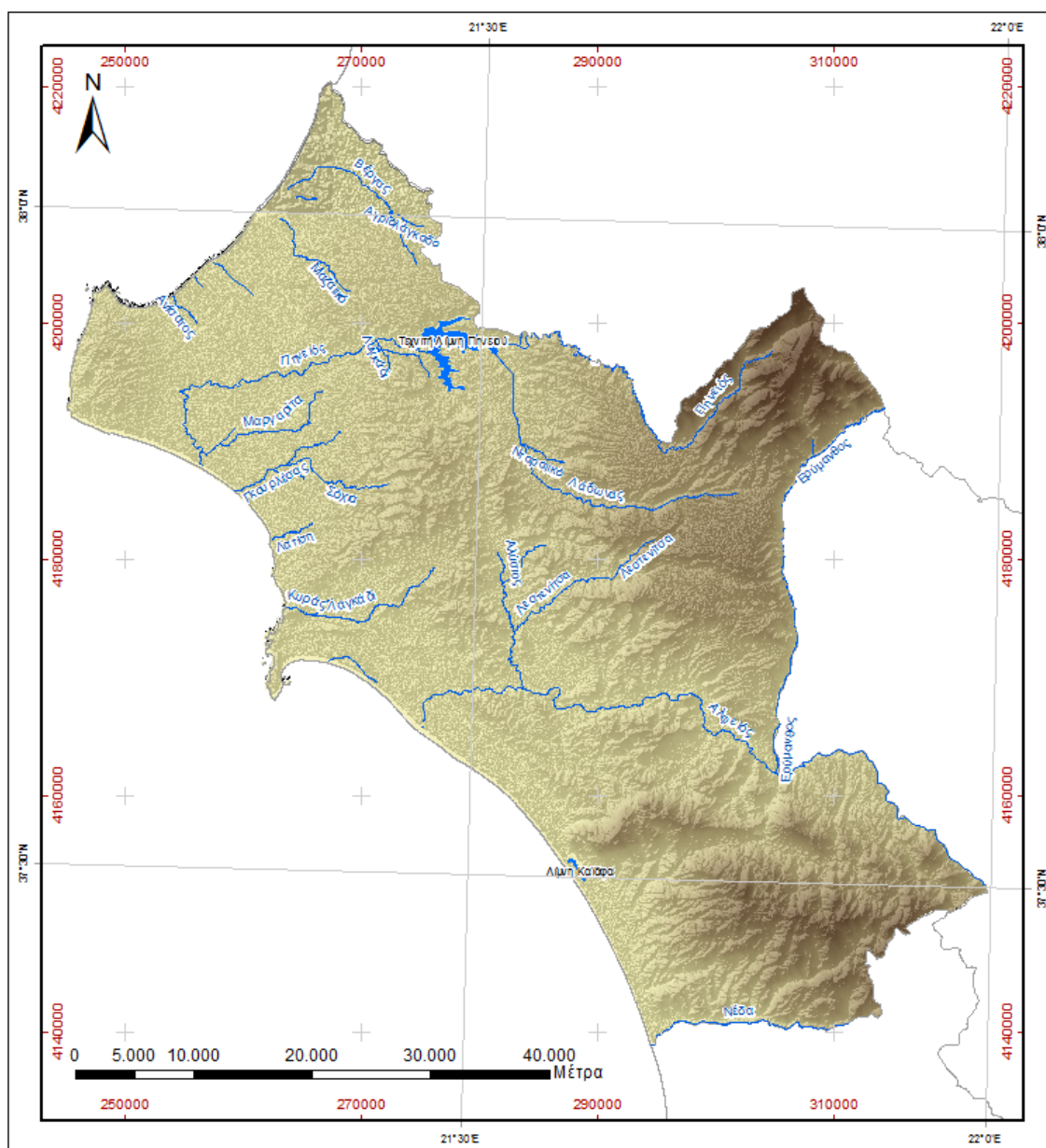
Το υδρογραφικό δίκτυο αποτελείται κυρίως από τους ποταμούς Αλφειό και Πηνειό, καθώς και από τους ποταμούς Νέδα και Λάδωνα. Η έκταση της λεκάνης απορροής του ποταμού Αλφειού είναι 3,600 km², το συνολικό μήκος του ανέρχεται σε 110 km και πηγάζει από το όρος Πάρνωνα. Ο Αλφειός και ο Πηνειός αξιοποιούνται κυρίως στη άρδευση των γεωργικών εκτάσεων. Το υδρογραφικό δίκτυο στην περιοχή του Δήμου Ολυμπίας αποτελείται από τον ποταμό Κλαδέα, ο οποίος πηγάζει από το όρος Φολόη, και ανήκει στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Αλφειού. Είναι χαρακτηριστική η παρουσία σημαντικού αριθμού υδατορευμάτων και χειμάρρων τα οποία καταλήγουν και έχουν τελικό αποδέκτη τον ποταμό Αλφειό. Ο ποταμός Πηνειός πηγάζει από το βουνό Ερύμανθος και για την αξιοποίηση του έχει κατασκευαστεί η τεχνητή λίμνη (φράγμα) του Πηνειού. Το φράγμα του Πηνειού χαρακτηρίζεται από ύψος που φτάνει τα 100 m, το μήκος του είναι 2.200 m, το ύψος του πυθμένα της τεχνητής λίμνης είναι 50 m και η κατώτερη στάθμη της ανέρχεται στα 56 m, και ο συνολικός όγκος του νερού φτάνει τα $55 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Παρχαρίδης, 2009).

Η περιοχή μελέτης αποστραγγίζεται μέσω μικρών ρεμάτων. Δεν υπάρχει πλήρως ανεπτυγμένο δίκτυο και τα ρέματα είναι κυρίως πρώτης και δεύτερης τάξης. Τα πρώτης τάξης ρέματα που αναπτύσσονται στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης καταλήγουν στο πιο ανεπτυγμένο ρέμα νοτίως της περιοχής μελέτης, ονομαζόμενο «κυράς Λαγκάδι», το οποίο είναι 3^{ης} τάξης. Επίσης ένα σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής είναι η απουσία δέλτα στις εκβολές των ποταμών (Αλφειός) και των χειμάρρων (Κυράς Λαγκάδι). Το γεγονός αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην έντονη δράση των κυμάτων καθώς και στις τεκτονικές κινήσεις ανύψωσης των ακτών (Koukouvelas et.al., 1996). Στο υδρολογικό δίκτυο του Νομού Ηλείας συμβάλλουν η λίμνη του Καϊάφα, η τεχνητή λίμνη του Πηνειού καθώς και η λιμνοθάλασσα Κοτύχι. Αυτή, η λιμνοθάλασσα αποτελεί σημαντικό υδροβιότοπο, ο οποίος φιλοξενεί πολλά είδη πανίδας και χλωρίδας με αποτέλεσμα να προστατεύεται από την συνθήκη Ramsar. Παλαιότερα, ο αριθμός των λιμνών ήταν μεγα-






λύτερος, αφού υπήρχαν και οι λίμνες Μουργιά και Αγουλινίτσα οι οποίες αποξηράνθηκαν και έχουν μετατραπεί σε καλλιέργειες και αεροδρόμιο αντίστοιχα.

Στον Χάρτη 3.3 απεικονίζεται το υδρολογικό δίκτυο του Ν. Ηλείας όπως περιγράφηκε παραπάνω. Τα δεδομένα για την δημιουργία του δικτύου αντλήθηκαν από την ανοιχτή βάση γεωχωρικών δεδομένων και υπηρεσιών για την Ελλάδα geodata.gov.gr. Τα δεδομένα των λιμνών αξιολογήθηκαν ως μη ικανοποιητικά με αποτέλεσμα μέσω του layer του hillshade και σε συνδιασμό με την εικόνα της περιοχής από το λογισμικό Google Earth πραγματοποιήθηκε χειροκίνητη ψηφιοποίηση και δημιουργήθηκε νέο feature class, στο οποίο, με τη βοήθεια του εργαλείου Editor, σχεδιάστηκε η Τεχνητή Λίμνη Πηνειού και η Λίμνη Καϊάφα.

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

-  Ποτάμι
 -  Λίμνη
 -  Όρια Νομών Ελλάδας
- Υψόμετρο (m)**
- Value**
-  High : 2081
 -  Low : 0

Χάρτης 3.3: Χάρτης υδρογραφικού δικτύου περιοχής μελέτης.

3.6 Δασικές πυρκαγιές στο νομό Ηλείας



Εικόνα 3.7: : Στιγμιότυπο από τη φονική πυρκαγιά του Αυγούστου του 2007.



Εικόνα 3.8: Η πορεία των πύρινων μετώπων (Πηγή: εφημερίδα: «ΤΑ ΝΕΑ»).

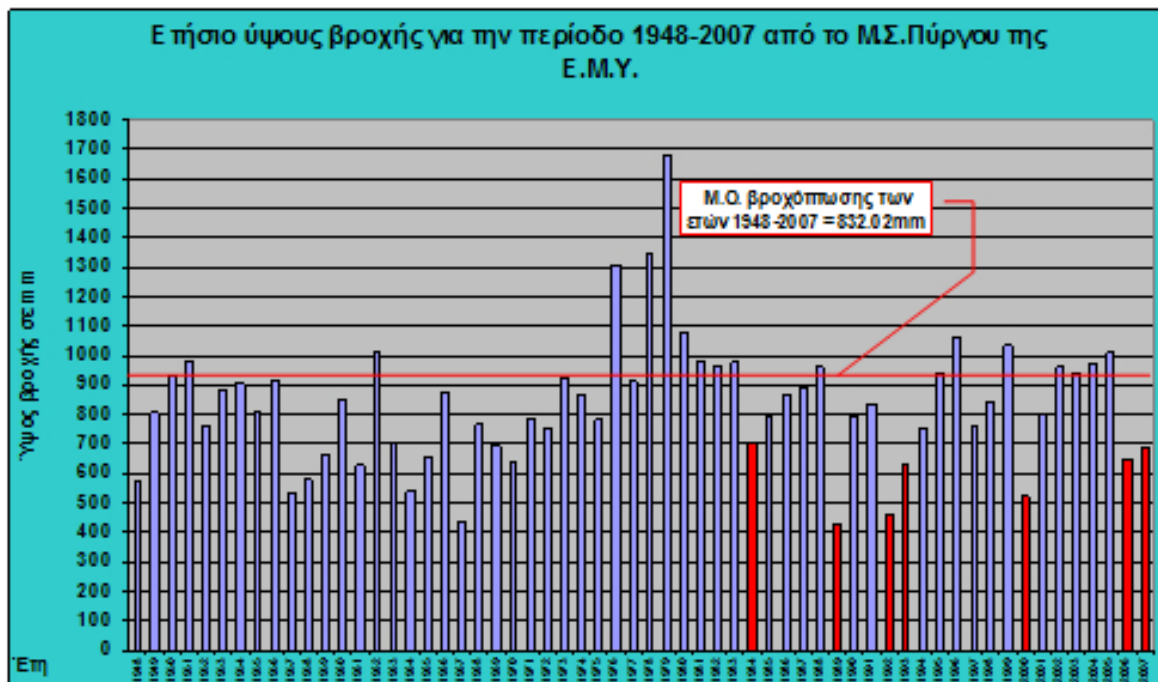
Έως τον Ιούλιο του 2018, οι δασικές πυρκαγιές του Αυγούστου του 2007, στο Νομό Ηλείας, είχαν καταγραφεί ως οι πιο καταστροφικές των τελευταίων δεκαετιών, όχι μόνο σε εθνικό επίπεδο, αλλά και ευρύτερα σε Ευρωπαϊκό. Το σύνολο των καμένων εκτάσεων ξεπέρασε τα 2,5 εκ. στρέμματα, εκ των οποίων τα 301.320 στρέμματα αφορούν προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura 2000. Για πρώτη μάλιστα φορά οι καταστροφές επεκτάθηκαν πολύ πέρα από τα δάση και τις αγροτικές καλλιέργειες και έπληξαν σοβαρά οικισμούς και υποδομές. Το ιδιαίτερο όμως στοιχείο της ανθρώπινης τραγωδίας με 67 νεκρούς και χιλιάδες άστεγους και οικονομικά πληγέντες έδωσε μια πραγματικά τρομακτική διάσταση στην καταστροφή.

Τα δάση του Ν. Ηλείας είναι δάση χαλεπίου πεύκης που έχουν υψηλή περιεκτικότητα της βιομάζας τους σε ρητίνη (εύφλεκτα δάση). Ο συνδυασμός δε με πλουσιότατο υπόροφο από αείφυλλους πλατύφυλλους θάμνους (πουρνάρι, φυλίκι, κουμαριά, ρείκι, αφάνα), η αναφλεξιμότητα των οποίων είναι πολύ μεγάλη (περιέχουν αιθέρια έλαια σε μεγάλο βαθμό), δίνει υψηλό θερμικό δυναμικό (μεγάλη θερμοκρασία κατά την καύση) και την έκλυση μεγάλης ποσότητας θερμότητας (Γιακουμής & Βαβλίαρας, 1994).

Ο τρόπος χρήσης - διαχείρισης των δασών χαλεπίου πεύκης μετά το 1960 συμβάλλει στη συσσώρευση καύσιμης ύλης στην επιφάνεια του εδάφους και αυτό γιατί:

- Έχει μειωθεί δραστικά και σε μερικές περιπτώσεις έχει σταματήσει η συγκομιδή καύσιμης ύλης (κυρίως θάμνων) από τους περιοίκους των δασών για ατομικές ανάγκες θέρμανσης. Ο ηλεκτρισμός και τα ορυκτά καύσιμα έχουν αντικαταστήσει τη δασική φυτομάζα ως πηγή θερμικής ενέργειας.
- Έχει μειωθεί αισθητά τα τελευταία χρόνια ο δασόβιος και παραδασόβιος πληθυσμός που θα μπορούσε να επέμβει άμεσα με την εκδήλωση φωτιάς.
- Έχει μειωθεί σε μεγάλο βαθμό η κατανάλωση φυτομάζας του υπορόφου των δασών από τον περιορισμό της βόσκησης κτηνοτροφικών ζώων λόγω μείωσης ή έλλειψης αυτών. Η σωστή και λελογισμένη βόσκηση ωφελεί και δεν βλάπτει το δασικό οικοσύστημα και το καθιστά ανθεκτικότερο στις πυρκαγιές.
- Υπάρχει μεγάλη έλλειψη δασικού και γεωτεχνικού προσωπικού το οποίο θα μπορούσε να απασχοληθεί και να μελετήσει το πρόβλημα των δασών χαλεπίου πεύκης, για την ορθολογικότερη λειτουργία και εξέλιξή τους, γεγονός που θα σήμαινε καλύτερη και αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των πυρκαγιών.
- Η έλλειψη αναγκαίων πιστώσεων για την εφαρμογή κάποιων μακροχρόνιων προγραμμάτων στον προληπτικό τομέα των πυρκαγιών.

Μακρά ξηρή θερινή περίοδος



Σχήμα 3.2: Ετήσιο ύψους βροχής περιόδου 1948-2007 από το Μετεωρολογικό Σταθμό Πύργου (ΠΗΓΗ: Ε.Μ.Υ.).

Από το Σχήμα 3.2 προκύπτει ότι ο Ν. Ηλείας χαρακτηρίζεται από υψηλό ποσοστό βροχών (μέχρι το 1989 έφθανε τα 900-1200 mm βροχής) ετησίως. Μετά το 1989 κυμάνθηκε γύρω στα 800 mm βροχής το οποίο όμως μειώνεται από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο που παρατηρείται μία άνομβρη θερινή περίοδος, 5-6 μηνών (Σχήμα 3.3).



Σχήμα 3.3: Μηνιαίο ύψος βροχής για την περίοδο 1948-2007 από το Μετεωρολογικό Σταθμό Πύργου (ΠΗΓΗ: Ε.Μ.Υ.).

Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την καλή γονιμότητα του εδάφους, δημιουργεί άφθονη βλάστηση η οποία μετατρέπεται σε εύφλεκτη ύλη την περίοδο του καλοκαιριού, λόγω της χαμηλής υγρασίας που παρατηρείται τόσο στα φυτά του υπορόφου των δασών χαλεπίου πεύκης όσο και στα ίδια τα πεύκα. Έτσι είναι μία συσσώρευση εύφλεκτης ζώσας (θάμνων υπορόφου) και νεκρής (ξηροί κλάδοι, βελόνες, φύλλα κ.λ.π.) βιομάζας.

Υψηλές θερμοκρασίες

Κατά τη θερινή περίοδο οι θερμοκρασίες είναι πολύ υψηλές με αποτέλεσμα η υγρασία της νεκρής, παρά το έδαφος, φυτομάζας να είναι πολύ κάτω του 10%, η δε ζώσα φυτική ύλη έχει χάσει μεγάλο ποσοστό υγρασίας, με αποτέλεσμα να γίνεται πιο εύφλεκτη. Οι συνθήκες των υψηλών θερμοκρασιών, σε συνδυασμό με την παρατεταμένη ξηρασία, επιβραδύνει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που θα αποσυνθέσουν την νεκρή ύλη, με συνέπεια τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων καύσιμης ύλης, ενώ μοναδικός τρόπος για τη μείωση της είναι η πυρκαγιά.

Ισχυροί άνεμοι

Οι ισχυροί άνεμοι που επικρατούν, σε σχέση με τις υψηλές θερμοκρασίες και τη μικρή σχετική υγρασία, είναι αυτοί που έχουν δώσει τις μεγαλύτερες καταστροφές των δασών του Ν.

Ηλείας από πυρκαγιές. Οι ισχυροί άνεμοι κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς δημιουργούν συνεχώς νέες εστίες με μία σπίθα ή με τα καρπόφυλλα που αποσπώνται από τους κόνους των πεύκων ή ακόμα και με μικρά αναμμένα κομμάτια φλοιού - ξύλου.

Μορφή των δασών

Η εμφάνιση των δασών υπό μορφή μωσαϊκού σε σχέση με τις αγροτικές εκτάσεις (συνεχής εναλλαγή δασών και αγροτικών εκτάσεων) έχει θετικά και αρνητικά στοιχεία στις πυρκαγιές των δασών του Ν. Ηλείας. Το μωσαϊκό αυτό αυξάνει μεν τις πιθανότητες δημιουργίας πυρκαγιών από αμέλεια (αγροτικές εργασίες), μπορεί όμως να λειτουργήσει και ως αντιπυρική ζώνη.

Η επικινδυνότητα έναρξης δασικών πυρκαγιών αναπαριστάται στην Εικόνα 3.9., από την παρατήρηση της οποίας εμφανώς απορρέει ότι η δυτική Πελοπόννησος και συγκεκριμένα ο Ν. Ηλείας κατατάσσεται στις περιοχές εξαιρετικά υψηλής επικινδυνότητας.



Εικόνα 3.9: Χάρτης επικινδυνότητας έναρξης δασικών πυρκαγιών. (Πόρισμα Goldammer, 2019).

3.6.1 Στατιστικά στοιχεία των πυρκαγιών στο Ν. Ηλείας

3.6.1.1 Αριθμός πυρκαγιών και καμένη έκταση

Ο συνολικός αριθμός των πυρκαγιών που κατεγράφησαν την χρονική περίοδο 1980-2008, στην Ηλεία ανέρχεται σε 2.178 περιστατικά, τα οποία κατέστρεψαν 1.014.084 στρέμματα (Πίνακας 3.7.). Τα στοιχεία συγκεντρώθηκαν από τα βιβλία στατιστικής πυρκαγιών των τριών Δασαρχείων (Πύργου, Αμαλιάδας και Ολυμπίας) του Ν. Ηλείας.

Πίνακας 3.7: Αριθμός πυρκαγιών, καμένη έκταση και μέση καμένη έκταση ανά πυρκαγιά.

ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ Ν. ΗΛΕΙΑΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 1980-2008			
ΕΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	ΚΑΕΙΣΑ ΕΚΤΑΣΗ [στρ.]	ΜΕΣΗ ΚΑΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ ΑΝΑ ΠΥΡΚΑΓΙΑ [στρ.]
1980	59	513	9

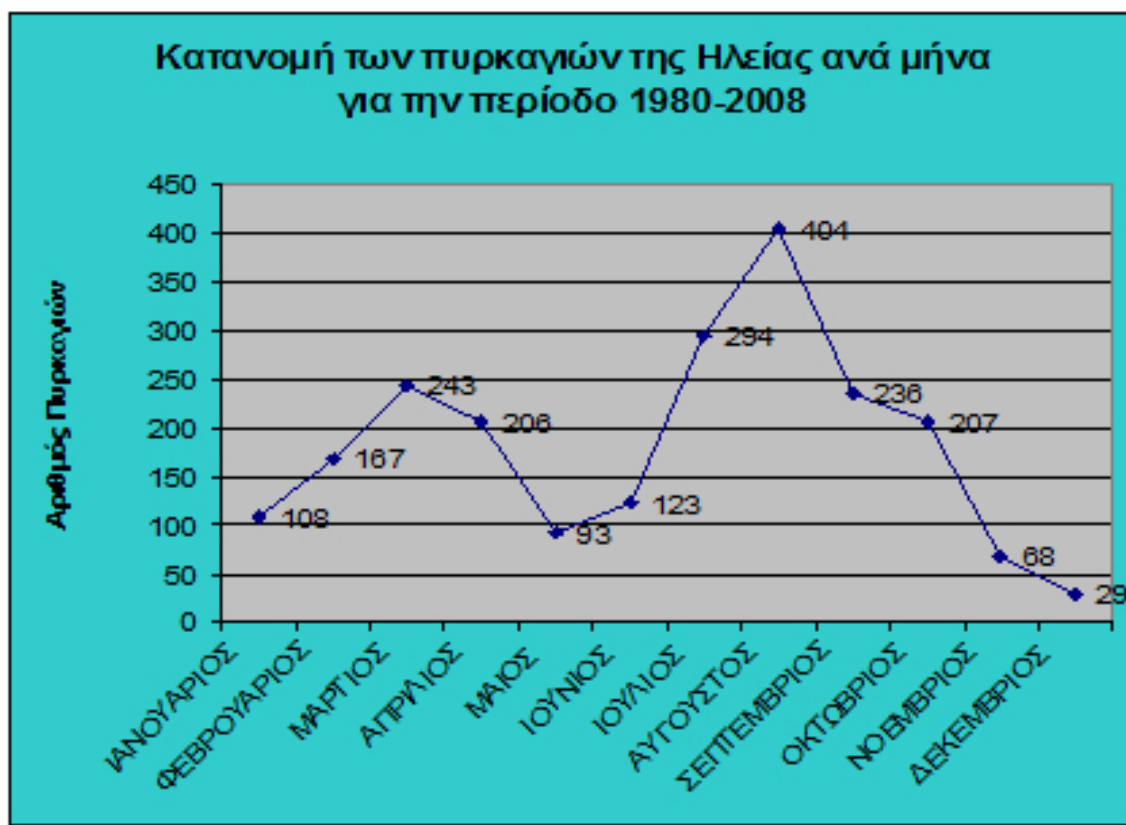
1981	48	108.773	2.266
1982	54	2.546	47
1983	64	1.177	18
1984	78	2.939	37
1985	93	61.592	662
1986	77	18.222	236
1987	61	1.168	19
1988	106	11.610	109
1989	84	35.287	420
1990	73	3.350	45
1991	57	1.828	32
1992	121	5.845	48
1993	115	10.355	90
1994	61	4.188	68
1995	81	652	8
1996	46	466	10
1997	93	27.396	294
1998	35	163.482	4.670
1999	25	203	8
2000	63	17.135	271
2001	91	872	10
2002	59	634	11
2003	103	2.123	21
2004	97	3.008	31
2005	88	1.016	11
2006	72	719	10
2007	122	524.916	4.303
2008	52	2.069	40
ΣΥΝΟΛΟ	2.178	1.014.084 στρ.	Μέσος όρος περιόδου: 476 στρ.

Εξάρσεις παρατηρούνται στον αριθμό των πυρκαγιών τα έτη 1988, 1992, 1993, 2003 και φυσικά το 2007. Ειδικότερα το 2007 συνοδεύτηκε και με μεγάλο αριθμό καμένων εκτάσεων, που φυσική αιτία φαίνεται να είναι η μεγάλη ξηρασία της περιόδου 2006-2007.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η μέση ετήσια καμένη έκταση ανά πυρκαγιά για την περίοδο 1980-2008. Η έκταση αυτή παρουσιάζει τεράστια αύξηση ανά πυρκαγιά τα έτη 1981, 1998 και το 2007, με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται η μείωση που παρατηρείται από το 2001 έως το 2006.

3.6.1.2 Συχνότητα εμφάνισης πυρκαγιών κατά την διάρκεια του έτους

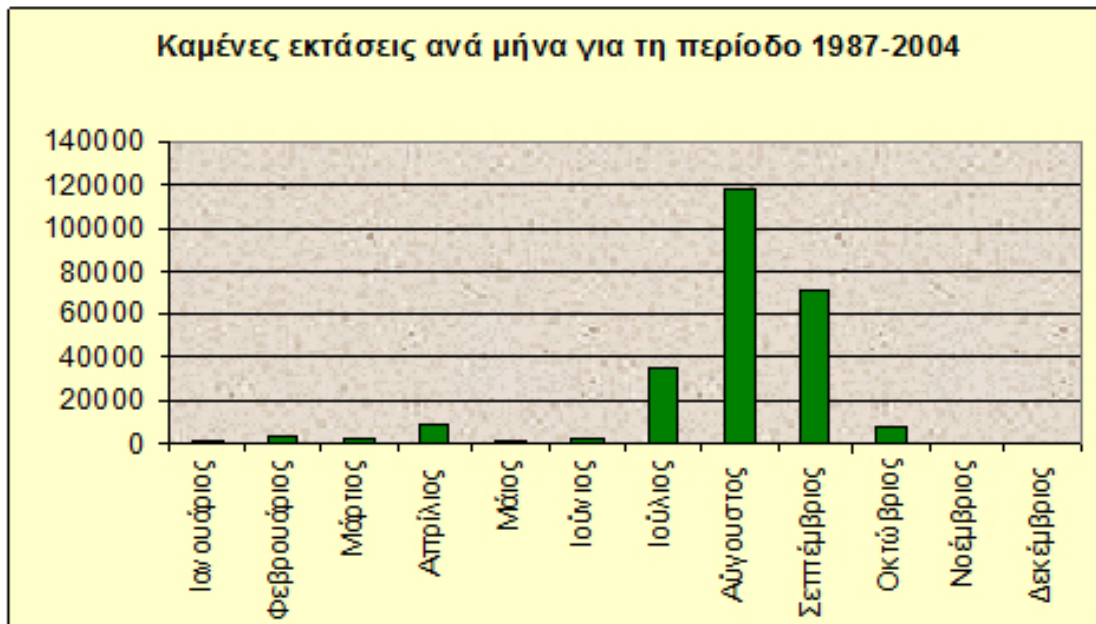
Από το παρακάτω σχήμα 3.4. διαπιστώνεται ότι, τα λιγότερα περιστατικά πυρκαγιών παρουσιάζονται τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Μάιο ενώ τα περισσότερα εμφανίζονται κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο και ακολουθούν με μικρότερο αριθμό πυρκαγιών, οι υπόλοιποι μήνες της ξηρής περιόδου. Αυτό θα πρέπει να αποδοθεί στην ανάπτυξη της ποώδους βλάστησης, μετά την παρέλευση του χειμώνα στις δασικές εκτάσεις και κυρίως στα βοσκοτόπια, η οποία συνήθως αποτελεί την κύρια τροφοδότηση των δασικών πυρκαγιών με καύσιμη ύλη.



Σχήμα 3.4: Κατανομή πυρκαγιών στο Ν. Ηλείας ανά μήνα για την περίοδο 1980-2008.

Οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου (Απρίλιο μέχρι Οκτώβριο), καθιστούν τη καύσιμη ύλη πολύ εύφλεκτη. Έκπληξη αποτελεί το γεγονός ότι ο

Μάρτιος, ο Απρίλιος και ο Φεβρουάριος εμφανίζουν αυξημένο αριθμό πυρκαγιών. Μια ερμηνεία που θα μπορούσε να δοθεί είναι η ιδιαιτερότητα που παρουσιάζει ο νομός σε ότι αφορά τα σημεία επαφής γεωργικών και δασικών εκτάσεων (μορφή μωσαϊκού). Την περίοδο των μηνών που αναφέρθηκαν διενεργούνται εργασίες καθαρισμών με καύση.



Σχήμα 3.5: Καμένες εκτάσεις ανά μήνα για την περίοδο 1987-2004. (Καούκης, 2008).

Στο Σχήμα 3.5 εμφανίζεται η καμένη έκταση/μήνα όπου παρατηρείται πως ο μήνας με τις περισσότερες καταστροφές είναι ο Αύγουστος και ακολουθεί ο Σεπτέμβριος και ο Ιούλιος όπως και ο αριθμός των πυρκαγιών. Οι μήνες Φεβρουάριος, Μάρτιος και Απρίλιος δεν ακολουθούν τον αυξημένο αριθμό των πυρκαγιών, αναμενόμενο λόγω των μετεωρολογικών παραμέτρων των θερινών περιόδων (Καούκης, 2008).

Συνδυάζοντας τα διαγράμματα 3.3. και 3.4., διαπιστώνεται ότι κατά τους μήνες της υγρής περιόδου οι καταστροφές είναι αμελητέες, που σημαίνει ότι, ακόμη κι όταν εμφανίζονται πυρκαγιές, είναι άμεση η καταστολή τους, λόγω των καιρικών συνθηκών που επικρατούν. Άρα, γίνεται άμεσα αντιληπτή η συμβολή του καιρού στην εμφάνιση των δασικών πυρκαγιών και στο τρόπο εξάπλωσής τους.

3.6.1.3 Κατανομή πυρκαγιών κατά τη διάρκεια του 24ώρου

Το μεγαλύτερο ποσοστό πυρκαγιών, 90%, σύμφωνα με το διάγραμμα 3.5. εκδηλώνεται κατά την διάρκεια της ημέρας και το ελάχιστο κατά τη διάρκεια της νύχτας. Οι πλέον επικίνδυνες ώρες εκδήλωσης πυρκαγιάς είναι 10:30 έως 18:30, διότι επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες,

χαμηλές σχετικές υγρασίες, γεγονός που ευνοεί την γρήγορη εξάπλωση της φωτιάς. Στο Ν. Ηλείας οι καταστροφικές πυρκαγιές έχουν εκδηλωθεί κατά το διάστημα από ώρα 13:00 έως 16:00.

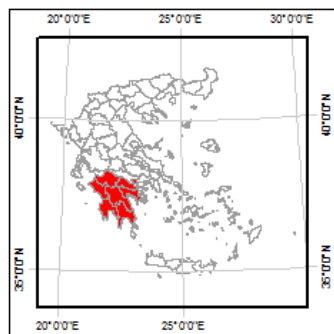
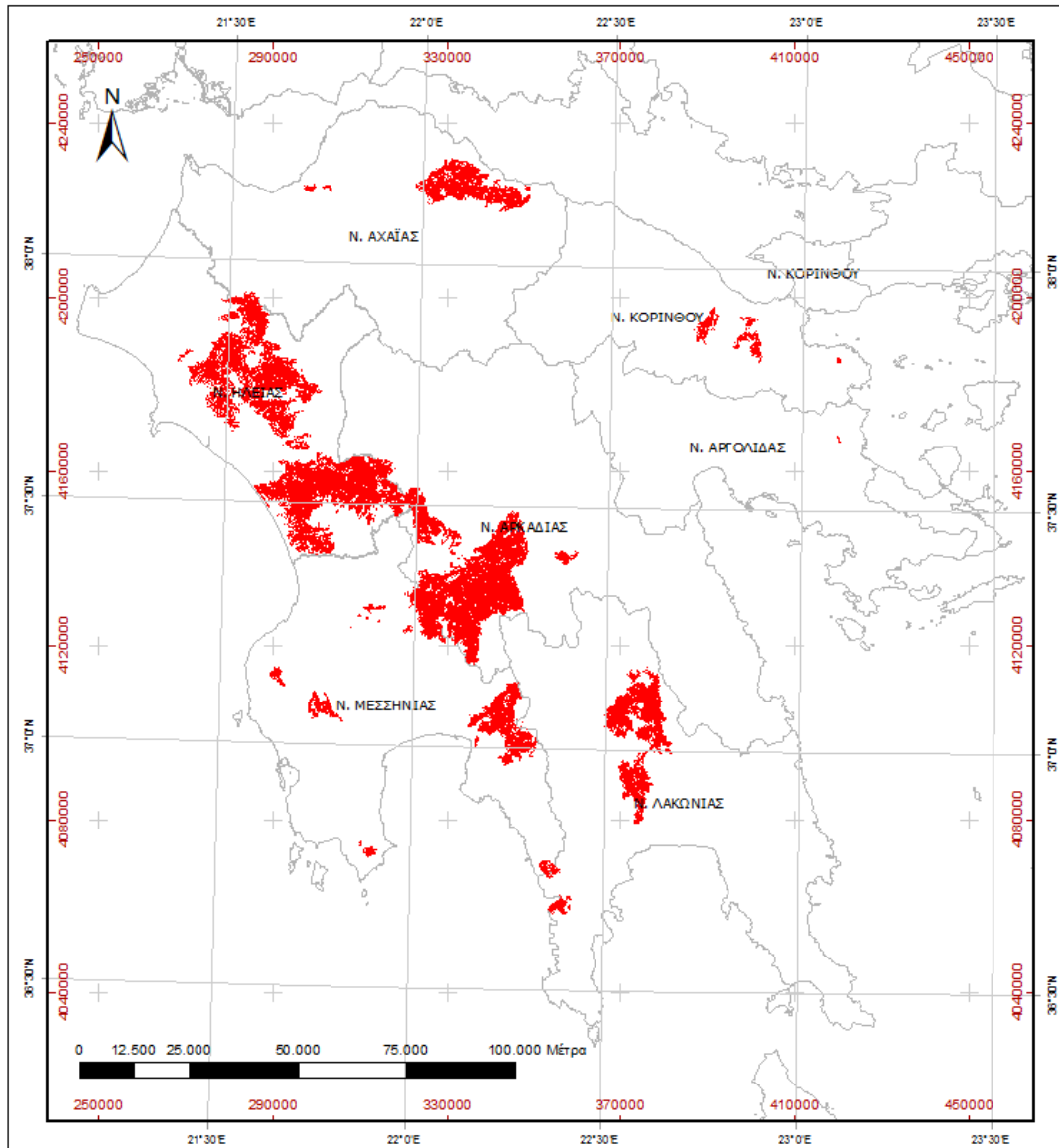


Σχήμα 3.6: Κατανομή πυρκαγιών Ν. Ηλείας εντός 24ώρου για την περίοδο 1980-2008. (Μαρτζάκης, 2009).

Στο πλαίσιο μελέτης του Ν. Ηλείας ζητήθηκαν δεδομένα πυρκαγιών για το έτος 2007 από τους αρμόδιους φορείς. Η Διεύθυνση Προστασίας Δασών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας παραχώρησε αναφορές της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τις καείσες περιοχές της Πελοποννήσου για το έτος 2007. Το Εθνικό Παρατηρητήριο Δασών (ΕΠαΔ) χορήγησε γεωχωρικά δεδομένα για τις καμένες εκτάσεις της Πελοποννήσου του έτους 2007. Τα γεωχωρικά δεδομένα συγκεντρώθηκαν και εισήχθησαν στο λογισμικό ArcMap, ως feature class, για να γίνει η απεικόνισή τους στον Χάρτη 3.4 για το σύνολο της Πελοποννήσου.

Στη συνέχεια και προκειμένου να γίνει κατανοητή η έκταση της καταστροφής στο Ν. Ηλείας δημιουργήθηκε ο Χάρτης 3.5 όπου είναι εμφανές ότι το 40% των συνολικών καμένων εκτάσεων της Πελοποννήσου για το έτος 2007 ανήκει στον Ν. Ηλείας. Η απεικόνιση γίνεται σε συνδυασμό με το γεωμορφολογικό ανάγλυφο της περιοχής και το υδρολογικό δίκτυο.

ΚΑΜΕΝΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ ΕΤΟΥΣ 2007

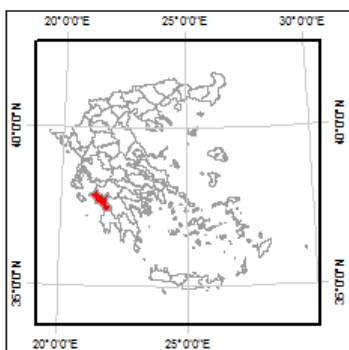
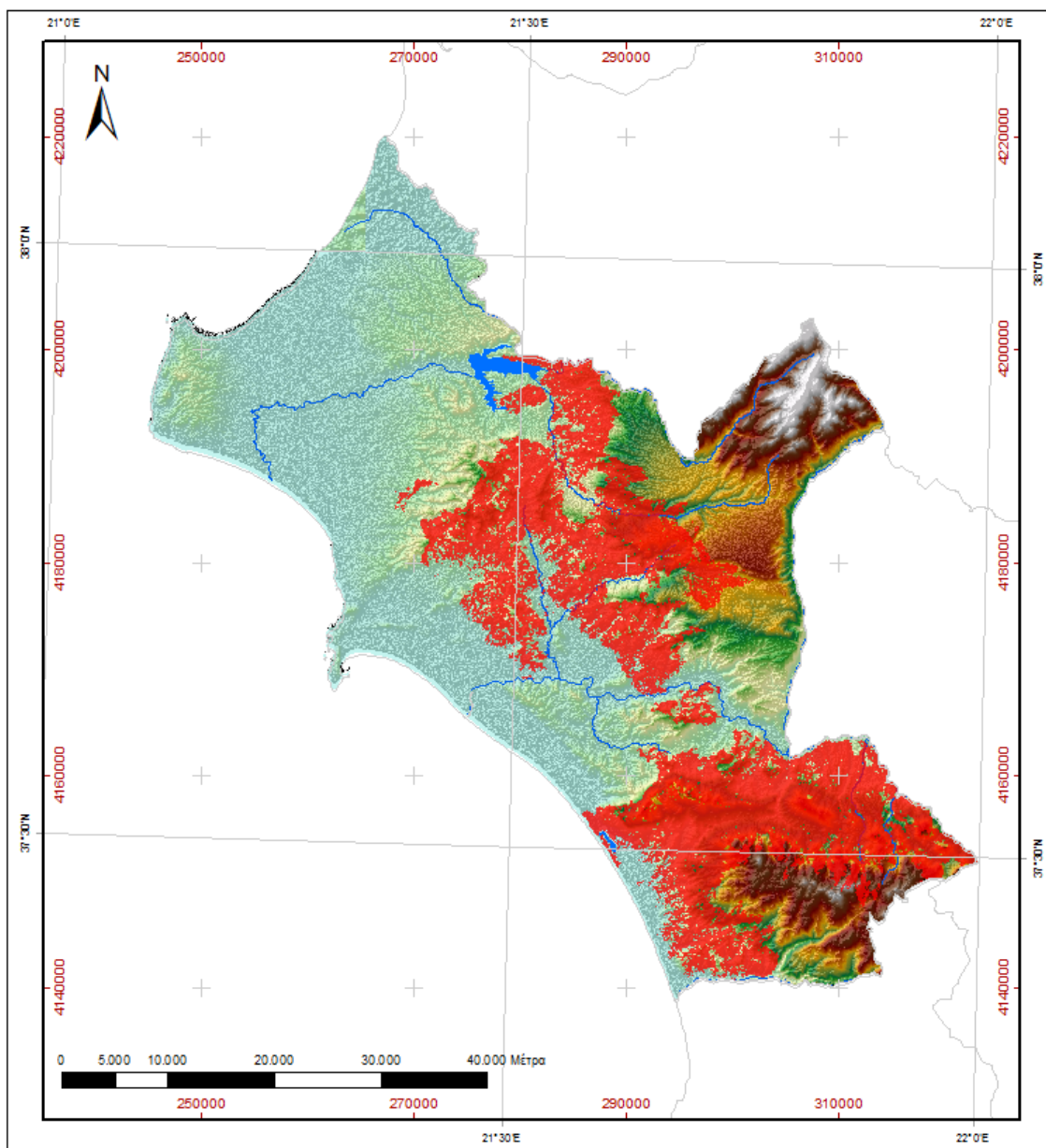


ΥΠΟΜΝΗΜΑ





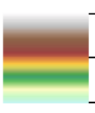

- Καμένες επιφάνειες
- Όρια Νομών Ελλάδας

Χάρτης 3.4: Χάρτης πυρκαγιών 2007 Πελοπόννησος.

ΚΑΜΕΝΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ Ν. ΗΛΕΙΑΣ ΕΤΟΥΣ 2007

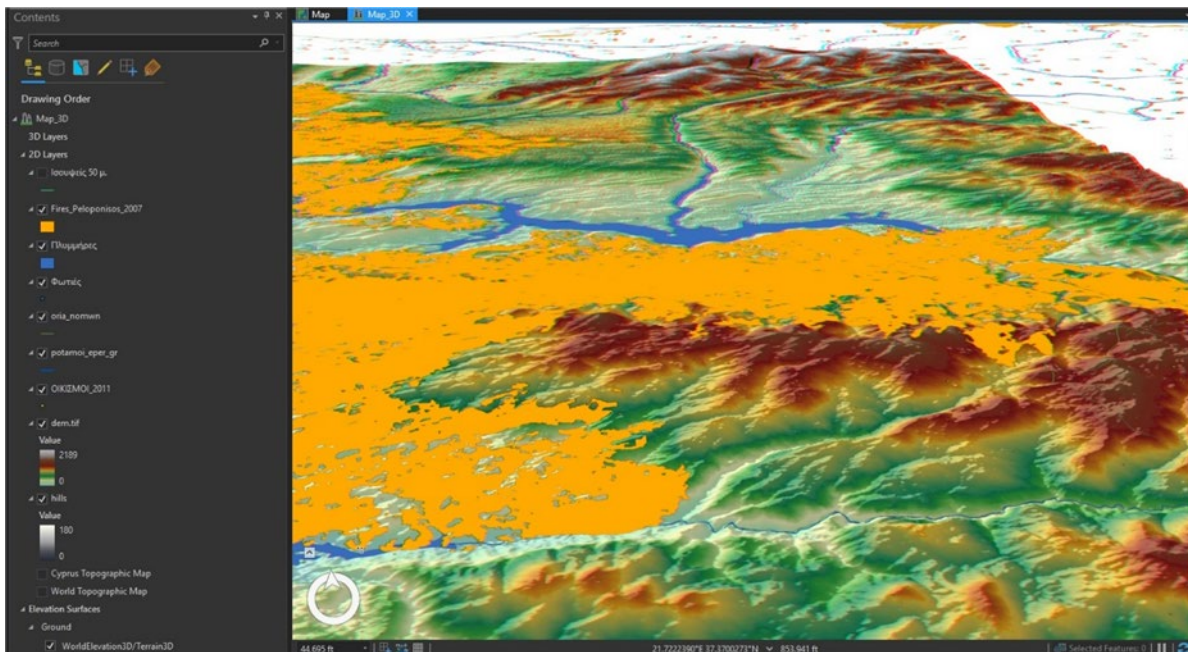


ΥΠΟΜΝΗΜΑ

-  Ποτάμι
 -  Λίμνη
 -  Πυρκαγιές Ν. Ηλείας
 -  Όρια Νομών Ελλάδας
- Υψόμετρο (m)**
- Value**
-  High : 2081
 -  Low : 0

Χάρτης 3.5: Χάρτης πυρκαγιών 2007 Ν. Ηλείας.

Στην Εικόνα 3.9 επιχειρείται τρισδιάστατη απεικόνιση των περιοχών που καταστράφηκαν από τις πυρκαγιές του 2007, μέσω του προγράμματος ArcGIS Pro 3D απεικόνισης. Άδεια προσωρινής χρήσης δόθηκε από την Marathon Data Systems. Αξίζει να σημειωθεί ότι η έκδοση Pro αποτελεί τελευταίας γενιάς λογισμικό για desktop GIS καθώς δίνει πρόσβαση σε έτοιμες υπηρεσίες – βιβλιοθήκες δεδομένων όπως δορυφορικές εικόνες και υπηρεσίες τρισδιάστατου αναγλύφου.



Εικόνα 3.10: Χάρτης πυρκαγιών 2007 Ν. Ηλείας 3D μέσω ArcGIS Pro.

Σε αναζήτηση ανακοινώσεων των ημερών περί την 24η Αυγούστου 2007, οπότε ξεκίνησαν οι πυρκαγιές χαρακτηριστική είναι η κάτωθι ανακοίνωση σε γνωστό ιστότοπο ειδήσεων:

« ΗΛΕΙΑ: Σε ύφεση το βράδυ της Δευτέρας (σ.σ. 27/8/2007) το μέτωπο ανάμεσα στην Κρέστενα και το χωριό Γρύλλος, το οποίο τελικά σώθηκε. Σε ύφεση και οι πυρκαγιές στα χωριά Φρίζα και Λάλας, τα οποία κάηκαν, κινδυνεύει όμως το Πλουτοχώρι.

Οι φωτιές παραμένουν πάντως στους δήμους Ωλένης, Ζαχάρως, στα ορεινά της Αμαλιάδας, στην κοινότητα Φυσούνι και στην Ανδρίτσεινα, η οποία εκκενώθηκε το μεσημέρι. Οι προσπάθειες επικεντρώνονται τώρα νότια της Ζαχάρως, κοντά στον ποταμό Νέδα.

Συναγερμός σήμανε το μεσημέρι για την εκκένωση χωριών ιδιαίτερα στο νομό Ηλείας. Στην εκκένωση της Ανδρίτσεινας προχώρησαν το μεσημέρι οι Αρχές.

Ένα ελικόπτερο Chinook και ένα Super Puma απογειώθηκαν για απεγκλωβισμό κατοίκων από τη Σκιλλούντα και ένα Super Puma απογειώθηκε για απεγκλωβισμό κατοίκων από την Αρπάσια Χαλιάς και στη Φρίζα.

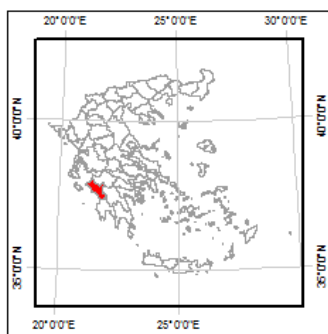
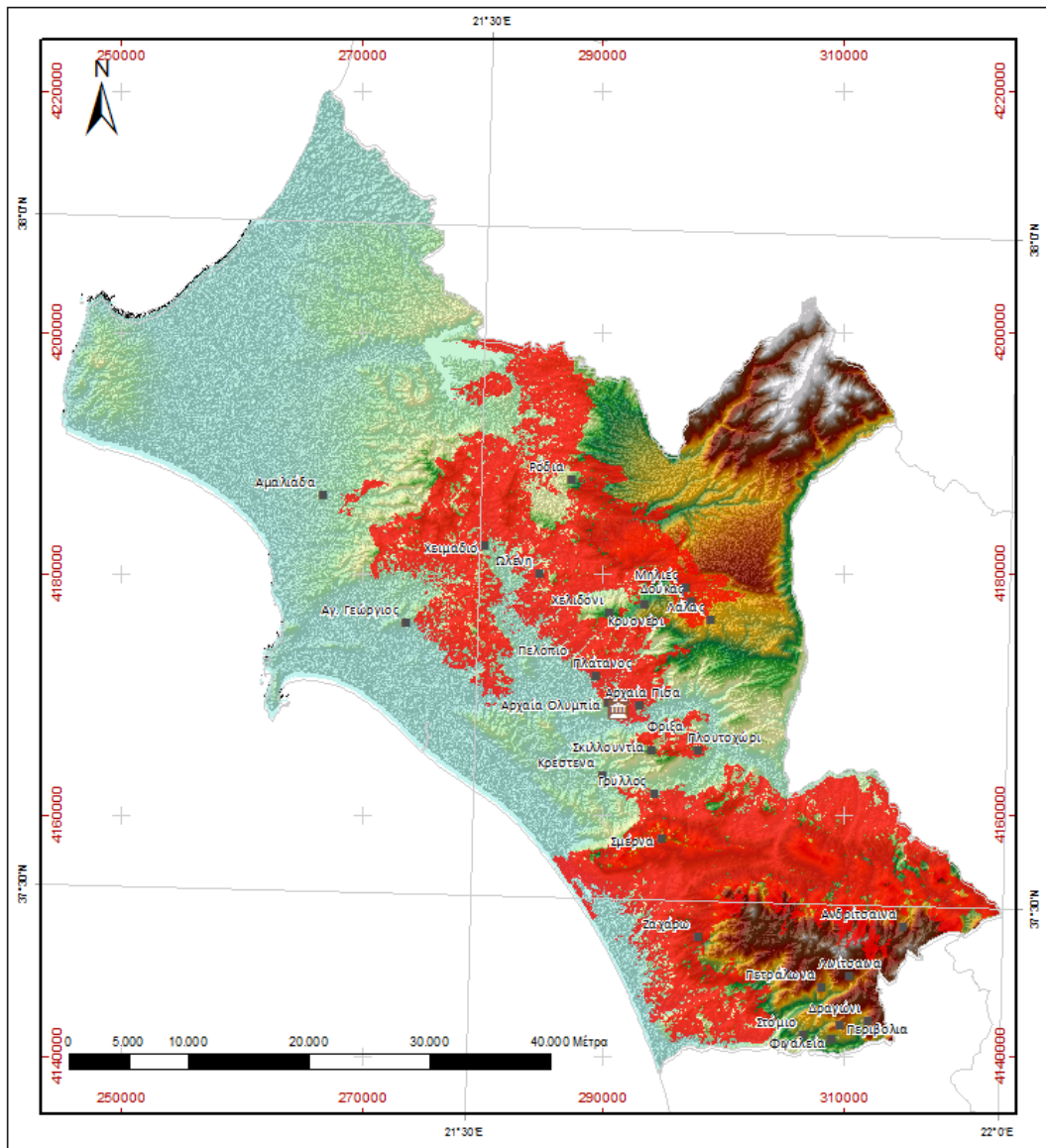
Στην Ηλεία εκκενώθηκαν τη Δευτέρα (σ.σ. 27/8/2007) τουλάχιστον 11 χωριά και συγκεκριμένα Σουράκι, Ροδιά, Ανδρίτσαϊνα, Λινίσταινα, Πετράλωνα, Αγ.Γεώργιος, Περιβόλα, Δραγώνι, Καστρούγα, Φιγαλεία και Στόμιο.

Σύμφωνα με τις πρώτες εκτιμήσεις έως αργά το βράδυ της Κυριακής είχαν αποτεφρωθεί στην Ηλεία πάνω από 400.000 στρέμματα δάσους και καλλιεργειών, ενώ είχαν εκκενωθεί 69 χωριά. Μόνο δύο από τα 18 χωριά του δήμου Ζαχάρως είχαν γλιτώσει από την ολοκληρωτική καταστροφή. Όλα τα άλλα έχουν σχεδόν καταστραφεί.

Η Αρχαία Ολυμπία έχει υποστεί μεγάλες ζημιές, ενώ σχεδόν ολοκληρωτική είναι η καταστροφή στα χωριά Πλάτανος, Μιράκα, Πελόπιο, Χελιδόνι, Δούκα, Μηλιές, Κρυονέρι και Πουρνάρι. Παγκόσμιο σοκ προκάλεσαν οι φλόγες που κύκλωσαν τον αρχαιολογικό χώρο, ο οποίος σώθηκε κυριολεκτικά στο παρά πέντε.»

Στον Χάρτη 3.6 απεικονίζονται ορισμένες από τις προαναφερθείσες θέσεις, ο Αρχαιολογικός Χώρος της Αρχαίας Ολυμπίας και οι τελικές καμένες εκτάσεις του Νομού. Η εισαγωγή τους στην γεωβάση πραγματοποιήθηκε με χειροκίνητη ψηφιοποίηση δημιουργώντας νέο feature class. Οι συντεταγμένες των οικισμών βρέθηκαν από το λογισμικό Google Earth, επισημάνθηκαν και αποθηκεύτηκαν σε αρχείο .kml. Μέσω του ArcToolbox πραγματοποιήθηκε εισαγωγή του αρχείου .kml σε layer στην εφαρμογή ArcMap.

ΠΥΡΟΠΛΗΚΤΑ ΧΩΡΙΑ Ν. ΗΛΕΙΑΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Πυρόπληκτα Χωριά
 - Αρχαιολογικός Χώρος
 - Πυρκαγιές Ν. Ηλείας
 - Όρια Νομών Ελλάδας
- Υψόμετρο (m)
Value
High : 2081
Low : 0

Χάρτης 3.6: Πυρόπληκτα Χωριά Ηλείας 2007.

3.7 Αντιδιαβρωτικά έργα - έρευνα

Το κάψιμο ενός δάσους στις περισσότερες περιπτώσεις επιφέρει αντικατάσταση της φυτοκλίμακας με άλλη πιο οπισθοδρομική φυτοκλίμακα και συγχρόνως σε πολλές περιπτώσεις τέλεια παράσυρση του επιφανειακού εδάφους και βραχοποίηση της καμένης περιοχής (Καραπιδάκης, 2007).

Από την πυρκαγιά επηρεάζονται η χλωρίδα και η πανίδα της περιοχής, η συγκράτηση και στη συνέχεια η κατανομή της βροχής που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους, η πλημμυρική απορροή και οι παροχές των υδατορευμάτων της, οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους της καθώς επίσης η ποιότητα του νερού και του αέρα (Μπαλούτσος, Οικονόμου & Καούκης, 2001).

Τα απαιτούμενα αντιδιαβρωτικά και αντιπλημμυρικά έργα σε μια καμένη και υποβαθμισμένη περιοχή, ανάλογα με τις θέσεις κατασκευής τους, θα μπορούσαν να ταξινομηθούν σε τρεις γενικές κατηγορίες:

1. Σε έργα κατασκευαζόμενα στις καμένες πλαγιές. Τα έργα αυτά χαρακτηρίζονται επίσης και ως έργα πρώτης γραμμής αμύνης, αφού κατασκευάζονται σε θέσεις όπου εκδηλώνονται οι πρώτες αρνητικές επιπτώσεις από τη βροχή και την επιφανειακή απορροή που δημιουργείται τοπικά.
2. Σε έργα κατασκευαζόμενα στο υδρογραφικό δίκτυο της καμένης περιοχής ή σε έργα δεύτερης γραμμής αμύνης. Η δεύτερη ονομασία τους οφείλεται στο γεγονός της σκόπευσης αυτών στην εξομάλυνση των επιπτώσεων από τη βροχή και τη συσσωρευτική απορροή τόσο των ανωτέρω πλαγιών, όσο και των επιφανειών του ίδιου του υδρογραφικού δικτύου.
3. Σε έργα κατασκευαζόμενα στο οδικό δίκτυο της καμένης περιοχής ή σε έργα τρίτης γραμμής αμύνης. Η δεύτερη ονομασία τους οφείλεται στη συσσωρευτική απορροή από τις πλαγιές της λεκάνης, τα πρανή και το οδόστρωμα του οδικού δικτύου και σε ορισμένες περιπτώσεις και από τμήματα του υδρογραφικού δικτύου. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στα διάφορα είδη έργων της κάθε μιας από τις παραπάνω τρεις κύριες κατηγορίες και τα κριτήρια επιλογής τους.

Στην πρώτη κατηγορία δηλαδή στα επείγοντα έργα στις καμένες πλαγιές (έργα πρώτης γραμμής αμύνης) περιλαμβάνονται:

- βαθμίδες από κορμούς (κορμοδέματα), από ξηρολιθοδομή, από συνθετικούς ινώδους κυλίνδρους, από πλαστικές μεμβράνες και από εκσκαφή και αναμόχλευση του εδάφους,
- διασκορπισμός άχυρου και θρυμματισμένου ξύλου,
- σπορά (ευρυσπορά και υδροσπορά).

Οι σκοποί κατασκευής των έργων σε καμένες πλαγιές μιας περιοχής αποβλέπουν κυρίως στη δημιουργία συνθηκών αποτροπής εμφάνισης επιφανειακής απορροής και στη μείωση της ταχύτητας ροής, καθώς και του όγκου της. Με την επίτευξη των παραπάνω σκοπών αδρανοποιούνται και οι μηχανισμοί διάβρωσης του εδάφους και τέλος οποιοσδήποτε παραγόμενος όγκος φερτών υλικών συγκρατείται στις θέσεις παραγωγής τους. Οι διεργασίες αυτές είναι ιδιαίτερης σημασίας, αφού μειώνουν τον όγκο της απορροής και των φερτών υλών που καταλήγουν στο υδρογραφικό δίκτυο και επομένως μειώνουν και τα πλημμυρικά φαινόμενα στις αντίστοιχες πεδινές περιοχές. Εκτός των παραπάνω σκοπών, δεν πρέπει να παραβλέπεται βέβαια και το γεγονός πως τα έργα αυτά βελτιώνουν και τις συνθήκες του καμένου εδάφους και ευνοούν τη φύτευση των σπόρων και την ανάπτυξη της φυσικής αναγέννησης ή της τεχνητής αναδάσωσης.

Στα κυριότερα επείγοντα έργα που κατασκευάζονται στο υδρογραφικό δίκτυο (πυθμένας και πρηνή της κοίτης) καμένων περιοχών ή και ολόκληρων καμένων λεκανών απορροής περιλαμβάνονται:

- φράγματα από κορμούς δένδρων (κορμοφράγματα), ξηρολιθοδομή, μπάλες άχυρου, συρματόπλεκτων κιβωτίων με περιεχόμενο λίθους, ογκόλιθους και σάκους άμμου ή σκύρων,
- υλοτομία παραρεμάτων καμένων δένδρων και ρίψη αυτών στην κοίτη,
- δεξαμενές συγκράτησης φερτών υλικών και υπολειμμάτων δένδρων.

Από τα παραπάνω στη χώρα μας ως επί το πλείστον κατασκευάζονται κορμοδέματα και κλαδοπλέγματα στις καμένες πλαγιές, με σκοπό τη μείωση της επιφανειακής διάβρωσης και τη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών φύτευσης σπόρων, ενώ στο υδρογραφικό δίκτυο κατασκευάζονται κορμοφράγματα με σκοπό τη συγκράτηση φερτών υλικών, την προστασία του πυθμένα και των πρηνών της κοίτης από τη διάβρωση και την εκσκαφή.

Η κατασκευή κορμοδεμάτων σε καμένες περιοχές της χώρας μας επεκτείνεται συνεχώς και «μοναδικοποιείται» τις δύο τελευταίες δεκαετίες. Σε πολλές περιπτώσεις κορμοδέματα κατασκευάζονται και σε θέσεις που δεν ενδείκνυνται, ενώ δεν εφαρμόζονται πάντοτε πολλοί από τους κανόνες κατασκευής τους. Τα έργα όμως αυτά δεν είναι «μονόδρομος» για την αποκατάσταση καμένων περιοχών και κυρίως εκείνων με μεγάλη συχνότητα εκδήλωσης πυρκαγιών. Επομένως παρόμοια άλλα τέτοια έργα που εφαρμόζονται επιτυχώς σε άλλες χώρες, πρέπει να δοκιμαστούν και στον τόπο μας.

Για την αποκατάσταση των πυρόπληκτων περιοχών πρέπει να εφαρμόζεται συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων, καθώς τα κορμοδέματα μπορούν να κατασκευαστούν και σε περιοχές

με μεγαλύτερες κλίσεις, όπου δεν είναι δυνατό να κατασκευαστούν ξύλινα φράγματα (Μπαλούτσος, Μπουρλέτσικας, Καούκης, 2009 και Στεφανίδης, 2009).

3.7.1 Αρχές της αποκατάστασης του εδάφους

Κάθε προσπάθεια αποκατάστασης θα πρέπει να διέπεται από ορισμένες αρχές, οι οποίες διαμορφώνονται από τις κοινωνικοοικονομικές συνθήκες, τις επικρατούσες αντιλήψεις, τη φυσική και ανθρώπινη ιστορία, την κατάσταση που επικρατούσε πριν τη διαταραχή και το διαμορφωμένο επιστημονικό πλαίσιο, και βάσει αυτών να επιλέγονται, αντίστοιχα, οι μέθοδοι και οι πρακτικές αποκατάστασης. Κατά συνέπεια, η αποκατάσταση, σύμφωνα με τα σύγχρονα επιστημονικά κριτήρια, πρέπει να ακολουθεί δύο βασικές αρχές, ήτοι: α) την αρχή της διατήρησης του εδάφους και β) την αρχή της «αυτοδιαδοχής», που ακολουθούν οι φυσικές διεργασίες ανασυγκρότησης των οικοσυστημάτων που υπέστησαν τη διαταραχή.

3.7.1.1 Η αρχή της διατήρησης του εδάφους

Η φωτιά επιδρά στο έδαφος με τη θερμότητα και την εναπόθεση υπολειμμάτων στάχτης. Τα υπολείμματα της καύσης διηθούνται στο έδαφος και επηρεάζουν τις ιδιότητες για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η διαθέσιμη βιβλιογραφία σχετικά με την επίδραση της φωτιάς στις φυσικοχημικές ιδιότητες και στη γονιμότητα των εδαφών είναι σημαντική (De Bano and Conrad 1978, Dunn et al. 1979, Ellis and Kumerow 1989, Ferran et al. 1991, Σειλόπουλος 1991, Παπαμίχος κ.ά. 1993, USDA Forest Service 2005, Seiloropoulos and Alifragis 1996, Giovannini et al. 1998, Δημητρακόπουλος 2001, Neary et al. 2006, Χριστακόπουλος 2010). Τα αποτελέσματα των ερευνητικών εργασιών θα μπορούσαν να συνοψισθούν στις ακόλουθες γενικευμένες επισημάνσεις.

Οι υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται σε ένα επεισόδιο πυρκαγιάς, κυρίως στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους, ευνοούν τις συνθήκες ορυκτοποίησης του αζώτου, τη διεργασία αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας και, γενικά, την ταχύτητα των βιολογικών και φυσικοχημικών αντιδράσεων σ' αυτό. Αντίθετα, η μεγάλη εξάτμιση του εδαφικού νερού αποτελεί τον καθοριστικό παράγοντα για την αναστολή των διεργασιών αυτών, τουλάχιστον κατά τη θερινή περίοδο του έτους, όταν η διαθεσιμότητα ύδατος είναι ελάχιστη έως μηδενική.

Οι μεγαλύτερες ποσότητες εκχυλίσμου φωσφόρου που εμφανίζονται τα πρώτα χρόνια μετά την πυρκαγιά, καθώς και οι μεγαλύτερες ποσότητες διαθέσιμων στοιχείων Ca, K, Mg, για τη νεοεμφανιζόμενη βλάστηση, αποτελούν ίσως την ελάχιστη θετική συμβολή των πυρκαγιών.

Θα πρέπει, όμως, να τονιστεί ότι ο κίνδυνος έκπλυσής τους είναι πρόδηλος και η διαθεσιμότητά τους εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους.

Η αύξηση της τιμής του pH που παρατηρείται μετά τις πυρκαγιές, αυξάνει την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων, ιδίως για τα όξινα εδάφη, και δημιουργεί ευνοϊκότερες συνθήκες για την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας του εδάφους. Στα αλκαλικά εδάφη με $pH > 7,5$, που δεν εμφανίζονται πολύ συχνά στο δασικό χώρο της Ελλάδας, πιθανόν να προκαλέσει μείωση της διαθεσιμότητας των περισσότερων μικροστοιχείων και του φωσφόρου.

Η καύση του δασικού τάπητα και η μεγάλη διάρκεια αποκατάστασής του αποτελεί μια από τις πλέον επιζήμιες επιδράσεις των δασικών πυρκαγιών. Η μείωση της οργανικής ουσίας που παρατηρείται στο επιφανειακό έδαφος έχει δυσμενή επίδραση στη δομή, στην εναλλακτική ικανότητα, στον αερισμό, στη διήθηση του νερού, στην υδατοϊκανότητα, στην έκπλυση θρεπτικών στοιχείων, στη δράση των μικροοργανισμών και στην εδαφογένεση.

Οι επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές δεν εκχωρούν επαρκή χρόνο για ανάκαμψη της βλάστησης, δρουν προσθετικά, και οι όποιες ευνοϊκές επιδράσεις της πυρκαγιάς χάνονται. Επιπλέον, συμβάλλουν καθοριστικά στην αύξηση της διαβρωσιμότητας και στην απώλεια του εδάφους, σε συνδυασμό με τη δημιουργία υδρόφοβου στρώματος στην επιφάνεια του εδάφους. Το έντονο ανάγλυφο, αλλά και η κατανομή και το είδος των θερινών βροχοπτώσεων μπορούν να ευνοήσουν το φαινόμενο. Οι υπόλοιπες μηχανικές και χημικές διεργασίες μειώνουν την υδατοϊκανότητα, αυξάνουν την ξηροθερμικότητα του εδάφους και διαμορφώνουν δυσμενέστερες συνθήκες ανάπτυξης της βλάστησης. Το φαινόμενο ενισχύεται όταν, μετά τις πρώτες βροχοπτώσεις και τη φύτευση των σπερμάτων, ακολουθήσει μια ξηρή περίοδος, πράγμα σύνηθες στις μεσογειακές περιοχές. Η ένταση και η διάρκειά της αποτελεί ένα ασφαλές μέτρο αξιολόγησης για την επιτυχή ή όχι εξέλιξή της.

Το έδαφος διατηρεί μια τράπεζα σπερμάτων, τα ζώντα ριζικά συστήματα των διαφόρων φυτικών ειδών που αναπτύσσονταν πριν τη διαταραχή, καθώς και ικανό αριθμό μικροοργανισμών (μυκοκλωρίδα, μικροπανίδα) που συμβιούν σ' αυτό. Ως εκ τούτου, η αποκατάσταση θα πρέπει να στοχεύει στη διατήρηση όλων των απαραίτητων ανόργανων θρεπτικών στοιχείων, καθώς επίσης και των μηχανικών και υδρολογικών ιδιοτήτων του εδάφους, ώστε να εξασφαλίζει τις φυσιολογικές απαιτήσεις των οργανισμών και τις λειτουργίες των οικοσυστημάτων που πρόκειται να φιλοξενήσει.

Πρωταρχικός στόχος όλων των χειρισμών πρέπει να είναι η διατήρηση του βάθους του εδάφους, το οποίο πρακτικά παίζει κυρίαρχο ρόλο στα μεσογειακά οικοσυστήματα εφόσον αυξάνει τη δυνατότητα αποθήκευσης ύδατος και της διάθεσής του στα φυτά και δευτερευόντως την εξασφάλιση των θρεπτικών συστατικών (Χατζηστάθης 1975, Μπρόφας 2011). Για τη

διατήρηση του εδάφους εφαρμόζονται διάφορες πρακτικές που προέκυψαν από παλαιότερες τεχνικές σταθεροποίησης ευδιάβρωτων εδαφών στις μισγάγγειες των ρεμάτων και πρηνών δρόμων. Συνίστανται στην κατασκευή κλαδοπλεγμάτων, κορμοσειρών και ξύλινων φραγμάτων, επικάλυψη του εδάφους ή ακόμη και άλλων κατασκευών που θα αναπτυχθούν παρακάτω. Οι τεχνικές είναι αρκετά παλιές και, όπως αναφέρει ο Μουλόπουλος (1929), στη Γαλλία και στην Αυστρία άρχισαν να χρησιμοποιούνται από το 1860, ως τεχνικές εμπειρικές, στην αρχή, και περισσότερο επιστημονικές στη συνέχεια (Daubrée 1911). Άλλωστε, η κατασκευή ξηρολιθιών ή η καλλιέργεια σε βαθμίδες για τη σταθεροποίηση των επικλινών εδαφών στην περιοχή της Μεσογείου και στη νοτιανατολική Ασία είναι κατά πολύ αρχαιότερη πρακτική. Η αποφυγή διαβρώσεων, ολισθήσεων και πλημμυρικών φαινομένων που είναι πιθανό να συμβούν μετά τις πυρκαγιές, θα πρέπει να εξασφαλίζονται με συγκεκριμένες στρατηγικές κατεύθυνσης, όπως ο καθορισμός των στόχων, ο χρόνος έναρξης της αποκατάστασης και η αξιολόγηση των κινδύνων στους οποίους εκτίθεται το οικοσύστημα μετά τις πυρκαγιές (Morgan 1995). Εξάλλου, εξαιρετική σημασία έχει και ο ρυθμός εγκατάστασης της φυσικής αναγέννησης. Γενικά, κάλυψη βλάστησης στο όριο του 30% παρέχει ικανοποιητική εδαφική προστασία (Thornes 1990). Η κρίσιμη περίοδος για την προστασία του εδάφους είναι το πρώτο φθινόπωρο μετά την πυρκαγιά (Παπαμίχος κ.ά. 1993).

I. Κλαδοπλέγματα ή φακελώματα

Η τεχνική συνίσταται στην κατασκευή πλεγμάτων από τους λεπτούς κλάδους της καμένης βλάστησης, την τοποθέτηση και την αγκύρωσή τους με πασσάλους στο έδαφος, κάθετα προς τη μέγιστη κλίση της πλαγιάς. Η εργασία θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα επιμελημένη, ώστε οι κλάδοι να βρίσκονται σε εξαιρετική συνοχή μεταξύ τους και σε πλήρη επαφή με το έδαφος, με στόχο την παρεμπόδιση της παράσυρσης εδαφικού υλικού προς τα κατόντη. Η τεχνική αυτή τα τελευταία χρόνια δεν ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματική, λόγω της γρήγορης κατασκευής που απαιτείται στον περιορισμένο χρόνο μεταξύ της πυρκαγιάς και των επερχόμενων βροχοπτώσεων του φθινοπώρου. Από την άποψη αυτή, θα πρέπει να αποφεύγεται όταν δεν υφίσταται εξειδικευμένο προσωπικό και τα κατάλληλα υλικά κατασκευής. Σε κάποιες, βέβαια, περιπτώσεις, έχει κατηγορηθεί ότι σε ενδεχόμενο επανάληψης της φωτιάς, τα κλαδοπλέγματα λειτουργούν ως καύσιμη ύλη και μεταφέρουν τη φλόγα κατά το μήκος της κατασκευής τους.

II. Κορμοσειρές

Αντίστοιχη τεχνική αποτελεί και η κατασκευή κορμοσειρών, με τη διαφορά ότι συνίσταται στην τοποθέτηση, αγκύρωση και σε πλήρη επαφή με το έδαφος, κορμών των καμένων δένδρων, αφού αφαιρεθούν οι κλάδοι. Οι κορμοί δεν πρέπει να έχουν μεγάλη διάμετρο (20-30 cm). Όταν οι κορμοί έχουν μεγάλη διάμετρο, μπορούν να σχίζονται στο μέσον και κατά μήκος ή σε τεταρτημόρια, ώστε να αποφεύγεται το μεγάλο ύψος των κορμοσειρών, και για την οικονομία του ξύλου. Το μήκος των κορμών δεν πρέπει να είναι μεγάλο, ώστε να μπορούν εύκολα να προσαρμοσθούν στις μικροανωμαλίες που παρουσιάζει το έδαφος στις εξάρσεις και στις μισγάγγειες, οπότε και στρεβλοί, ακόμη, κορμοί να είναι κατάλληλοι σε αντίστοιχες θέσεις. Η σταθερότητά τους εξασφαλίζεται με ξύλινους πασσάλους και η επιτυχία τους εξαρτάται από την πλήρη επαφή των κορμών με το έδαφος. Προϋπόθεση για την κατασκευή τους είναι η διαθεσιμότητα των κορμών και η τοποθέτησή τους να γίνεται αμέσως μετά την πυρκαγιά και πριν τις φθινοπωρινές βροχοπτώσεις.

Οι αποστάσεις των κορμοσειρών μεταξύ τους καθώς και το ύψος τους υπολογίζονται με την εκτίμηση της καταιγίδας σχεδιασμού, την εκτίμηση της πιθανότητας επιτυχίας των έργων και την επικρατούσα, κατά περίπτωση, κλίση του εδάφους (USDA Forest Service 1998, 2003, 2005). Η εφαρμογή τους είναι κατάλληλη σε ευδιάβρωτα, χαλαρά και βαθιά εδάφη (φλυσχογενή, μάργες και προσχωσιγενή) με μεγάλες κλίσεις, ενώ πρέπει να αποφεύγονται σε ασβεστολιθικά υπόβαθρα με μεγάλη λιθοβρίθεια, όπου το έδαφος έχει εκπλυθεί παλιότερα και, στην ουσία, δεν παρουσιάζει επιφανειακή διάβρωση. Στην τελευταία περίπτωση πρέπει να περιορίζονται οι επεμβάσεις μόνο στην κατασκευή ξύλινων ή πέτρινων φραγμάτων, κατά μήκος των ρεμάτων, όπως περιγράφονται παρακάτω, για την ανάσχεση των πλημμυρικών νερών.

III. Ξύλινα φράγματα

Κατασκευάζονται κατά μήκος των ρεμάτων με επίθεση κορμών κάθετα προς τον ρου του ρέματος. Οι κορμοί πρέπει να έχουν πολύ καλή συνοχή μεταξύ τους, να μην εμφανίζουν διάκενα και να είναι καλά στερεωμένοι στη βάση της κοίτης και στα πρανή του ρέματος. Κατά τη γέμιση με φερτά υλικά και σε μεγαλύτερου ύψους φράγματα θα πρέπει να προβλέπεται η ανάπτυξη πρόσθετων δυνάμεων ανατροπής τους από την ώθηση γαιών. Οι αποστάσεις και τα ύψη των φραγμάτων σχεδιάζονται με τις αντίστοιχες προϋποθέσεις των κορμοσειρών και τις επιστημονικές επιταγές της ορεινής υδρονομικής και της διευθέτησης των χειμάρρων.

Οι παραπάνω τεχνικές είναι προσωρινές και βαθμιαία, με τη σήψη του ξύλου, περιορίζεται και η αποτελεσματικότητά τους. Στόχος τους, βέβαια, είναι η προσωρινή συγκράτηση του εδάφους έως την οριστική κάλυψή τους από την ανακάμπουσα βλάστηση ή εκείνη που θα προκύψει με τις τεχνητές φυτοκομικές εργασίες.

IV. Άλλες τεχνικές

Αυτές απαριθμούν ορισμένες σχετικά ασυνήθιστες κατασκευές για περιοχές που έχουν πληγεί από πυρκαγιές όπως τοίχους από ξηρολιθοδομή ή λιθοδομή, σάκους άμμου, φράχτες από συρματοπλέγμα και φράχτες με πλαστικό ύφασμα. Κατασκευάζονται κατά την έννοια των κορμοσειρών, αλλά με υλικά που είναι διαθέσιμα στην περιοχή. Αποτελούν, βέβαια, μονιμότερες κατασκευές και έχουν σημαντική απορροφητική ικανότητα στο τοπίο, από αισθητική άποψη. Οι ως άνω τεχνικές χρησιμοποιούνται σπανιότερα, ελλείπει άλλων υλικών.

V. Σύγχρονες τεχνικές

Για την αποφυγή επιφανειακών διαβρώσεων στην καμένη επιφάνεια, πολλές φορές χρησιμοποιούνται τεχνικές διασποράς αχύρου με συγκολλητικές ουσίες ή τεμαχιδίων ξύλου από θρυμματισμό, ώστε να δημιουργηθεί ένα επιφανειακό στρώμα ανάσχεσης των ραγδαίων βροχοπτώσεων και βελτίωσης των εδαφικών συνθηκών (συγκράτηση υγρασίας, εμπλουτισμός του εδάφους σε οργανική ουσία, καλύτερες συνθήκες σκίασης, φύτευσης και προστασίας των σπερμάτων). Οι τεχνικές αυτές απαιτούν ειδικά μέσα διασποράς και θρυμματιστές μεγάλης δυναμικότητας, εφόσον το υλικό προς θρυμματισμό είναι άφθονο. Η χρήση αυτών των τεχνικών εξαρτάται από την ύπαρξη αρκετού διαθέσιμου χρόνου πριν από τη φύτευση των σπερμάτων, των ριζοβλαστημάτων και πριν την έναρξη των φθινοπωρινών βροχοπτώσεων.

Επικάλυψη με γεωφάσματα και υδροσπορές. Είναι τεχνικές που πρωτοεφαρμόστηκαν για τη σταθεροποίηση πρηνών μεγάλων οδικών αξόνων και αργότερα σε αποθέσεις ορυχείων ή ακόμα και καμένων εκτάσεων ειδικού ενδιαφέροντος. Συνίστανται στην επικάλυψη κεκλιμένων επιφανειών με γεωφάσματα, γεωκυψέλες, προφυτεμένα στρώματα και βιοπλέγματα τόσο συνθετικά όσο και βιοαποδομούμενα, με κατάλληλη στερέωση, ώστε να είναι σε πλήρη επαφή με το έδαφος. Επιπρόσθετα, μπορούν να εφαρμοστούν υδροσπορές τόσο απευθείας στις κεκλιμένες επιφάνειες όσο και σε διαστρωμένα γεωφάσματα. Η υδροσπορά γίνεται με υδραυλική πίεση υδατικού διαλύματος με συγκολλητικές ουσίες (συνήθως κυτταρίνης), λίπασμα και μείγμα σπερμάτων διαφόρων ειδών που δημιουργούν πυκνό ρίζωμα για τη συγκράτηση του εδάφους και σχετικά πλούσια φυλλική επιφάνεια για ανάσχεση των βροχοπτώσεων (Scullion 1992, Brofas and Varelidis, 2000, Brofas et al. 2007). Η τεχνική απαιτεί

τη διάθεση του κατάλληλου τεχνικού εξοπλισμού. Στα φυσικά οικοσυστήματα μεγάλη σημασία έχει η επιλογή του μείγματος των σπερμάτων, εφόσον κατά τεκμήριο δεν υπάρχει διαθέσιμο ιθαγενές υλικό σποράς, αλλά εισαγόμενο από άλλες χώρες, και δεν προέρχεται από είδη που προϋπήρχαν στην περιοχή πριν την πυρκαγιά. Το 2012, οι Καρέτσος, Μπουρλέτσικας και Μάντακας, ανέφεραν ότι από την προσωπική τους εμπειρία (αποκατάσταση Ολυμπίας, αποκατάσταση περιοχών μεταλλείων στη Μήλο), συνάγεται ότι η περιορισμένη χρήση τέτοιων ειδών ενισχύει την προστασία του εδάφους και την επανεγκατάσταση της τοπικής χλωρίδας, χωρίς όμως να περιορίζει τους φόβους εξέλιξης των χρησιμοποιημένων ειδών σε εισβάλλοντα χωροκατακτητικά είδη, παρά τη διαπίστωση ότι τα χρησιμοποιηθέντα είδη εκλείπουν οριστικά στον τρίτο χρόνο από την εφαρμογή της υδροσποράς. Η γενικευμένη χρήση τους πιθανόν να οδηγήσει σε ανεξέλεγκτα αποτελέσματα και η απόφαση εφαρμογής απαιτεί περίσκεψη.

Σκυρόδετα φράγματα. Τα τελευταία χρόνια κατασκευάζονται σκυρόδετα φράγματα στις χαμηλότερες περιοχές και στις εξόδους των ρεμάτων, κυρίως, για την ανάσχεση των πλημμυρικών νερών. Στα αρνητικά τους είναι η σχετικά σύντομη πλήρωση και, στην ουσία, η ακύρωση του ρόλου τους. Αισθητικά συνήθως εμφανίζονται ως ξένα στοιχεία και δεν συμβιβάζονται με τη φυσικότητα της περιοχής. Επιπρόσθετα, και για τη μείωση της αρνητικής αισθητικής εντύπωσης, θα πρέπει να συνοδεύονται από φυτοκομικές επεμβάσεις και άλλες τεχνικές επικάλυψης. Απαιτούν, επίσης, ειδικές μελέτες και το κόστος τους είναι συνήθως αποτρεπτικό. Για το λόγο αυτόν, κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό η παρέμβαση να γίνεται είτε ψηλά στις πλαγιές είτε στους δευτερεύοντες κλάδους του κύριου ρέματος, όπου η πλημμυρική παροχή είναι πολύ μικρότερη και αντιμετωπίζεται ευκολότερα με τις προαναφερθείσες τεχνικές και με μικρότερο κόστος.

VI. Συντήρηση και βελτίωση των υποδομών

Για την αποφυγή πλημμυρικών φαινομένων και πρόσθετων καταστροφών, απαιτείται ο συστηματικός έλεγχος των υφιστάμενων δικτύων παροχέτευσης των απορρεόντων υδάτων. Ο εντοπισμός και η επιδιόρθωση κατασκευαστικών λαθών, ο καθαρισμός των οχετών, η βελτίωση των ρείθρων, η κατασκευή πρόσθετων τεχνικών έργων παροχέτευσης και η σταθεροποίηση σαθρών πρανών, θα πρέπει να γίνει σταθερή πεποίθηση των εμπλεκόμενων υπηρεσιών.

3.7.1.2 Η αρχή της «αυτοδιαδοχής» (φυσική αναγέννηση)

Εξαιρετική σημασία στην αποκατάσταση έχει η γνώση της λειτουργίας των μεσογειακών οικοσυστημάτων και της μεταπυρικής οικολογίας. Οι φυτοκοινωνίες των μεσογειακών οικοσυστημάτων, σύμφωνα με διάφορους ερευνητές (Ντάφης 1987, Ne'eman and Trabaud 2000, Ne'eman and Perevolotsky 2000), θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν ως πυρότυποι (fire type). Τα καταληκτικά στάδια (climax stages), εφόσον προκύπτουν μετά από συχνή δράση της φωτιάς, θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν ως πυρόφυτα κλιμακικά (fire climax). Θεωρείται από πολλούς ερευνητές (Naveh 1975, Horvat et al. 1974, Barbero and Quezel 1981, Tomaselli 1977, 1981b, Μαυρομάτης 1985) ότι τα μεσογειακά οικοσυστήματα προέρχονται από την υποβάθμιση ενός τυπικού μεσογειακού δάσους που αποτελούσε το αρχικό καταληκτικό στάδιο. Μετά τη φωτιά εμφανίζονται ορισμένα πρόδρομα είδη και βαθμιαία η χλωριδική σύνθεση διαφοροποιείται έως την τελική φυτοκοινωνία. Από το αρχικό στάδιο εξελίσσονται μία ή περισσότερες σειρές διαδοχής, ανάλογα με τις σταθμολογικές συνθήκες και τη σύνθεση των ειδών, οι οποίες καταλήγουν στο ίδιο στάδιο πριν τη διαταραχή ή σε διαφορετικά τελικά στάδια (Tomaselli 1977, Χατζηστάθης και Ντάφης 1989), εφόσον οι μικροκλιματικές και εδαφικές συνθήκες δεν παραμένουν σταθερές.

Τα καμένα οικοσυστήματα αναγεννώνται φυσικά μετά τη φωτιά, με την προϋπόθεση ότι δεν επαναλαμβάνεται επιπρόσθετη δευτερογενής διατάραξη, όπως φωτιά ή υπερβόσκηση (Trabaud et al. 1985, Ντάφης 1986, Thanos and Marcou 1991, Paula et al. 2009). Η ικανότητα ανάκαμψης των μεσογειακών οικοσυστημάτων μετά από φωτιά (fire resilience) πραγματοποιείται χάρη στις στρατηγικές και στους επί μέρους προσαρμοστικούς μηχανισμούς που διαθέτουν τα διάφορα φυτικά είδη (McPherson et al. 1971, Kaminsky 1981, Trabaud et al. 1985, Keeley and Keeley 1989, Ne'eman et al. 1992, Daskalaku and Thanos 2004, Kazanis and Arianoutsou 2004, Zagas et al. 2004). Η εξέλιξη της βλάστησης μετά τη φωτιά ακολουθεί το μοντέλο της «αρχικής χλωριδικής σύνθεσης» (Egler 1954) ή, πιο σύγχρονα αποδιδόμενο, της «αυτοδιαδοχής» (Kazanis and Arianoutsou 2002). Δηλαδή, σε γενικές γραμμές, η χλωριδική σύνθεση της βλάστησης μετά τη φωτιά είναι η ίδια με την προτέρα, ακόμη και αν η αφθονία ή η συχνότητα εμφάνισης μεμονωμένων ειδών διαφοροποιείται.

Τα οικοσυστήματα της παρακλίμακας συσσωρεύουν μεγάλα ποσοστά νεκρής οργανικής ουσίας, που οι ακραίες ξηροθερμικές κλιματικές συνθήκες δεν διευκολύνουν την αποδόμησή της (Tomaselli 1977) και η θαμνώδης μορφή και δομή τους τα καθιστά περισσότερο ευάλωτα στις πυρκαγιές. Επιπλέον, η βιομάζα συγκεντρώνεται στα παρεδαφιαία στρώματα, με αποτέλεσμα να ευνοείται η εκδήλωση, η επέκταση και η ένταση των πυρκαγιών. Η μορφή, εξάλλου, των θαμνώνων, ο κατακερματισμός και η εισχώρηση ετήσιας πώδους βλάστησης,

καθιστά φυσιολογικά ξηρότερους τους σταθμούς ανάπτυξής τους και τροφοδοτεί το φαύλο κύκλο των πυρκαγιών. Είναι βέβαιο ότι το δασογενές περιβάλλον ενός ψηλού δάσους αειφυλλων πλατύφυλλων θα δημιουργούσε ευνοϊκότερες μικροκλιματικές συνθήκες αποδόμησης της νεκρής οργανικής ουσίας και θα απέτρεπε την ανάπτυξη παρεδαφιαίας βλάστησης, περιορίζοντας τον κίνδυνο της φωτιάς. Επιπλέον στην Ελλάδα, η πλειονότητα του μεσομεσογειακού ορόφου (400-900 μ. περίπου), όπου δεν ασκούνται γεωργικές δραστηριότητες, έχει καταληφθεί από δάση της χαλεπίου και τραχείας πεύκης, τα οικοσυστήματα των οποίων αμφισβητούνται ως τελικά στάδια εξέλιξης της μεσογειακής βλάστησης (Debazac και Μαυρομάτης 1971, Barbero and Quezel 1976). Έχουν επίσης ευνοηθεί εξωζωνικές θαμνώδεις μορφές βλάστησης (κυρίως της πρίνου), με αντίστοιχη υποχώρηση των θερμόφιλων φυλλοβόλων δρυοδασών, που κατά τεκμήριο εμφανίζουν περισσότερο πυράντοχα χαρακτηριστικά. Η εφαρμογή πολιτικών και διαχειριστικών πρακτικών για την αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων σχετίζεται άμεσα με τη γνώση της λειτουργίας και την εξελικτική θέση των μεσογειακών οικοσυστημάτων. Η μεταπτυρική οικολογία που εκτέθηκε σε γενικότητες παραπάνω (λεπτομερέστερα παρατίθεται σε άλλο κεφάλαιο), προφανώς καταθέτει επιστημονική τεκμηρίωση που θα μπορούσε να επιτρέψει την εφαρμογή ορθότερων πρακτικών αποκατάστασης ή την αποφυγή χρήσης πρόσθετων και, ενδεχομένως, περιττών και ακριβότερων λύσεων. Στις περιπτώσεις που επιλέγεται η φυσική αποκατάσταση, θα πρέπει να εξασφαλίζεται η αποτελεσματική προστασία της περιοχής από τη βόσκηση και τις υπόλοιπες ανθρώπινες δραστηριότητες στην ίδια και στις γειτονικές περιοχές. Αντίστοιχα, για την αποτροπή της διάβρωσης των καμένων εκτάσεων και σε επικλινείς θέσεις με ευδιάβρωτα εδάφη, θα μπορούσαν να εφαρμοστούν οι παραπάνω τεχνικές αντιδιαβρωτικών έργων και προστασίας του εδάφους, γενικότερα, με τη χρήση του νεκρού ξυλώδους όγκου, καθώς και άλλα μέτρα προστασίας και παρακολούθησης.

3.7.1.3 Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων με αναδασώσεις

Ο προσδιορισμός των στόχων αποκατάστασης με αναδασώσεις αλλάζει ανάλογα με το σκοπό και τις επικρατούσες αντιλήψεις. Παλαιότερα οι αναδασώσεις στόχευαν στην παραγωγή ξύλου, στη δημιουργία προστατευτικών δασών στα άνω, συνήθως, όρια των πόλεων, στη δημιουργία αλσυλλίων για αισθητικούς σκοπούς, ως δασοκομικός χειρισμός για τη δημιουργία προδάσους και τη διευκόλυνση, στη συνέχεια, της ανάπτυξης σταθερότερων φυσικών δασών, στην προστασία ευδιάβρωτων εδαφών, στην «εξυγίανση ελωδών εκτάσεων», στη σταθεροποίηση θινών και στη ρύθμιση της απορροής του νερού. Σήμερα, εκτός των παρα-

πάνω, η αναδάσωση στοχεύει στη γρήγορη επαναφορά τού διαταραγμένου οικοσυστήματος μετά από πυρκαγιές, στην εξασφάλιση της διαίτας και της ποιότητας του νερού, στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος και της αναψυχής και στη διατήρηση των διαφόρων ειδών και των βιοτόπων τους.

Η μέθοδος αυτή τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται στις περιπτώσεις όπου, λόγω πολλαπλών πυρκαγιών με μικρά μεσοδιαστήματα ή άλλων αιτιών ισχυρής υποβάθμισης, εκτιμάται ότι η εξέλιξη προς ένα καταληκτικό στάδιο θα είναι ιδιαίτερα αργή ή πρακτικά αδύνατη. Επιπλέον, εφαρμόζεται και σε κάθε περίπτωση που η τελική μορφή της φυσικής αποκατάστασης δεν ικανοποιεί τον δασοπονικό σκοπό που έχει τεθεί (π.χ. δημιουργία υψηλού τεχνητού δάσους κωνοφόρων ή μεικτού δάσους κωνοφόρων-πλατύφυλλων, ενρητίνωση κ.λπ.).

Οι αναδασωτικές προσπάθειες είναι εξαιρετικά πολύπλοκες και απαιτούν επιμελημένες μελέτες, εργασίες εφαρμογής και φροντίδες ώστε να επιτύχουν. Επειδή το κόστος των αναδασώσεων είναι αρκετά υψηλό, θα πρέπει να εξασφαλίζεται η επιτυχία τους, και σε περιπτώσεις που η εφαρμογή τους είναι ασύμφορη θα πρέπει να επαφίεται το έργο της αποκατάστασης στις φυσικές διεργασίες με αυξημένες προστατευτικές δράσεις (Ποϊραζίδης κ.ά. 2011).

Η εφαρμογή των αναδασώσεων αποκτά μεγάλη σπουδαιότητα στο πλαίσιο εφαρμογής του Πρωτοκόλλου του Κιότο, με δεδομένο ότι δίνεται μεγάλη έμφαση διεθνώς στην αύξηση της δασοκάλυψης και τα δάση θεωρούνται ως «καταβόθρες» (ή αλλιώς χοάνες, sinks) δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα, η αύξηση του οποίου έχει τις γνωστές συνέπειες στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Βέβαια, όταν τίθεται θέμα αποκατάστασης πολλαπλά καμένου μεσογειακού δασικού οικοσυστήματος με μικρά μεσοδιαστήματα των πυρκαγιών, τότε οι αναδασώσεις ίσως είναι μονόδρομος.

Από την άλλη, όμως, πλευρά, σε αρκετές περιπτώσεις, η σκοπιμότητα των αναδασώσεων τίθεται υπό αμφισβήτηση. Οι οικολογικοί κίνδυνοι σε περίπτωση χρήσης βαρέων μηχανημάτων για τη διάνοιξη των λάκκων φύτευσης, η προσωρινή, έστω, αναστάτωση του χώρου και η πιθανή καταστροφή της φυσικής βλάστησης που επανακάμπτει, είναι εμφανείς. Οι επιβλαβείς συνέπειες εστιάζονται στη συμπίεση και στην καταστροφή του πορώδους του εδάφους, στην αύξηση της επιφανειακής απορροής και στην πιθανή διάβρωση (Παπαμίχος 1985) (Καρέτσος, Μπουρλέτσικας και Μάντακας, 2012).

3.7.2 Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων στο Ν. Ηλείας

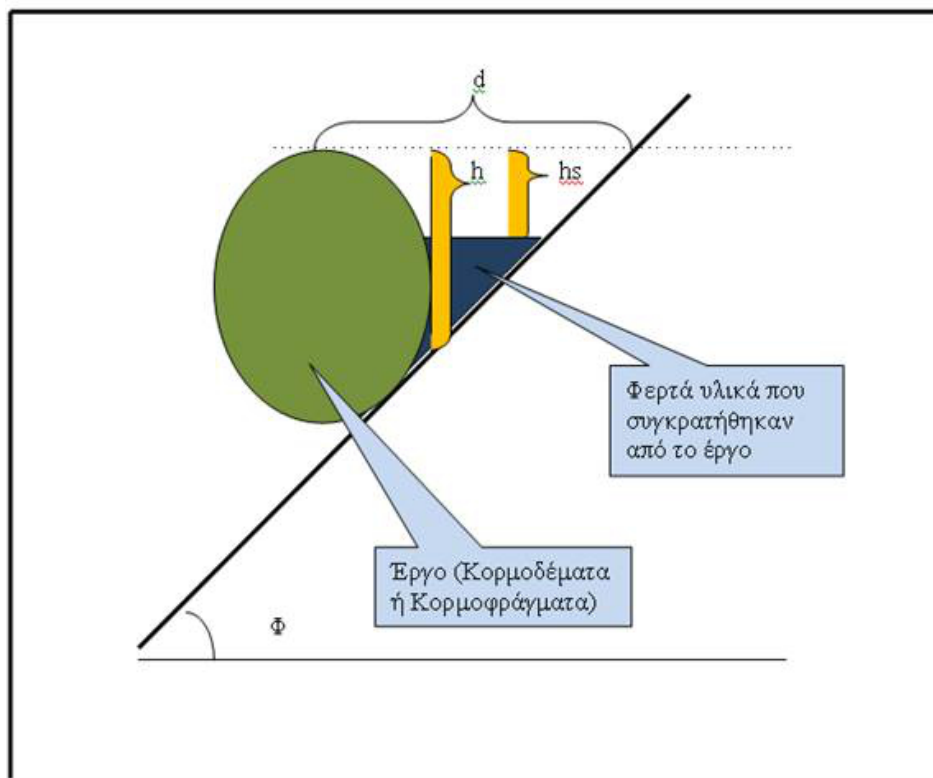
Μετά τις πυρκαγιές του 2007 στον Ν. Ηλείας, στο πλαίσιο της αποκατάστασης των επικείμενων κατολισθητικών και πλημμυρικών φαινομένων, απαιτήθηκε μέριμνα προστασίας του

εδάφους ώστε να επιτραπεί και η φυσική διαδικασία της αναγέννησης του δασικού οικοσυστήματος. Σύμφωνα με εφαρμοσμένο ερευνητικό πρόγραμμα με τίτλο «ΕΙΔΙΚΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΙΣ ΠΛΗΓΕΙΣΕΣ ΟΙΚΙΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ» που έγινε στο πλαίσιο εκτέλεσης του έργου «ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΥΡΟΠΛΗΚΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ», με την συμμετοχή: (i) της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Ηλείας, (ii) της ΤΕΔΚ Νομού Ηλείας, (iii) του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, (iv) του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, (v) της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, (vi) του ΕΘΙΑΓΕ, και (vii) της Αναπτυξιακής Επιχείρησης ΗΛΕΙΑΚΗ Α.Ε., παρατηρήθηκαν και καταγράφηκαν τα ακόλουθα:

Στις πυρόπληκτες περιοχές του Ν. Ηλείας που ερευνήθηκαν, καταγράφηκαν συνολικά 379 Κατολισθητικά Φαινόμενα τα οποία εκδηλώθηκαν σε οικιστικές περιοχές, οδικούς άξονες, έργα υποδομής, αρχαιολογικούς χώρους και θέσεις ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Μετά από έρευνα διαπιστώθηκαν ότι: 136 θέσεις παρουσιάζουν υψηλό κίνδυνο εκδήλωσης κατολισθήσεων, 141 θέσεις παρουσιάζουν μέσο κίνδυνο και 102 θέσεις χαμηλό κίνδυνο εκδήλωσης. Παρατηρήθηκε ότι στις θέσεις δυνητικά κατολισθητικών φαινομένων είχαν υλοποιηθεί αντιδιαβρωτικά και αντιπλημμυρικά έργα. Οι περιοχές αυτές του Ν. Ηλείας και τα αντίστοιχα έργα παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.8.

Αποφασίστηκε έτσι η στοχευμένη λήψη μέτρων και η κατασκευή αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων (κορμοπλέγματα, κορμοφράγματα και κλαδοπλέγματα). Από έρευνα που υλοποιήθηκε (Οκτώβριος 2008 - Μάρτιος 2009) στις περιοχές Σμέρνας (πλαγιές και ρέμα), Αρχαίας Ολυμπίας (πλαγιές και ρέμα) και Χειμαδιού (πλαγιές και ρέμα) του Ν. Ηλείας, ελήφθησαν 858 μετρήσεις (648 σε πλαγιές και 210 σε υδατορρέματα), με οριοθέτηση ζώνης 2,5 μέτρων και μετρήσεις από τα κατάντη προς τα ανάντη.

Μετρήθηκαν και καταγράφηκαν σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα 3.2.: α) το ύψος του αντιδιαβρωτικού έργου (h) σε m, β) το πλάτος του (w) σε m, γ) η απόσταση μεταξύ του υψηλότερου σημείου του έργου και της προβολής του στο έδαφος προς τα ανάντη (d) σε m, δ) το ύψος του κατακρατηθέντος εδαφικού υλικού (h_s) σε m, ε) η κλίση πλαγιάς σε μοίρες ($^{\circ}$).

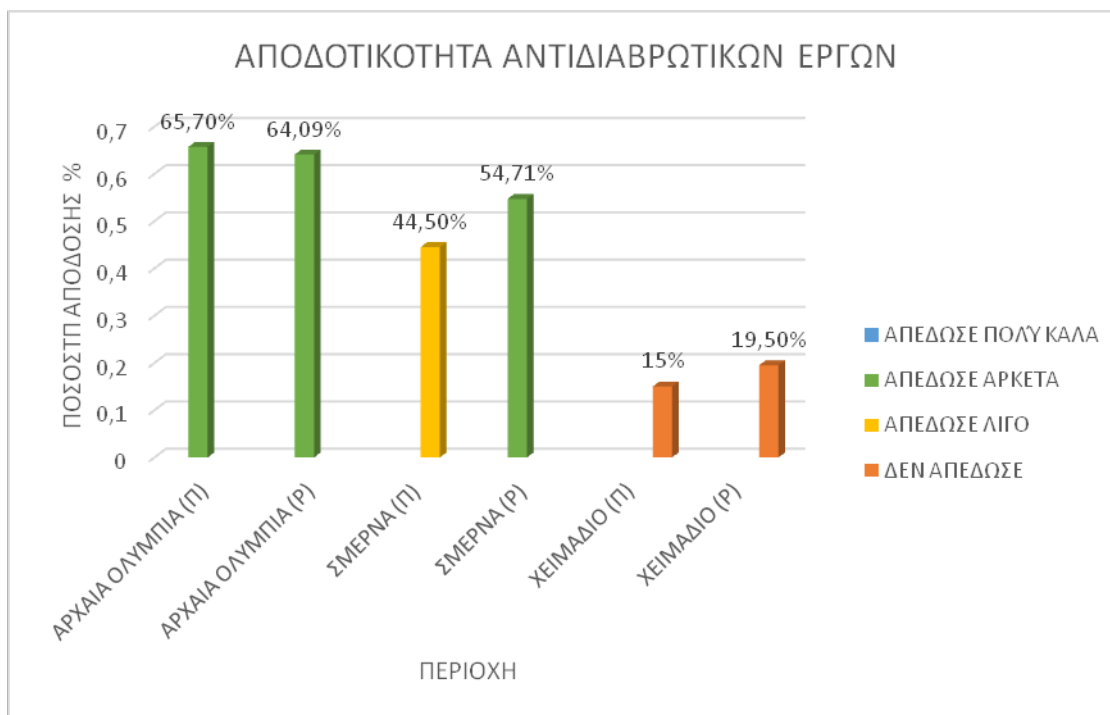


Σχήμα 3.7: Υπολογισμός απόδοσης πλήρωσης έργου (%) (Μαρτζάκλης, 2009).

Οι μετρήσεις του εδαφικού υλικού και των τεχνικών χαρακτηριστικών των έργων αξιοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς: α) του όγκου του συγκρατηθέντος εδαφικού υλικού ανά έργο (V_s) σε m^3 , β) του μέγιστου όγκου του εδαφικού υλικού που δυνητικά θα μπορούσε να συγκρατηθεί ανά έργο ($V_{s(max)}$) σε m^3 και γ) της αποδοτικότητας - δηλαδή του λόγου $V_s/V_{s(max)}$ επί τοις εκατό - κάθε έργου. Ακολούθως δημιουργήθηκαν 4 κλάσεις αποδοτικότητας των έργων.

Ο βαθμός αποδοτικότητας των αντιδιαβρωτικών έργων δηλαδή το κλάσμα όγκου του εδάφους που συγκρατήθηκε, παρουσιάζεται στο διάγραμμα 3.6., απ' όπου συνάγεται το συμπέρασμα, πως κανένα έργο δεν έχει μπορέσει μέχρι σήμερα να αποδώσει πολύ καλά έναντι στη διάβρωση του εδάφους.

Τα αντιδιαβρωτικά έργα στην Αρχαία Ολυμπία έχουν «αποδώσει αρκετά». Τα έργα στην περιοχή της Σμέρνας έχουν «αποδώσει λίγο» οριακά όμως ελάχιστα κάτω από το όριο «απέδωσε αρκετά» και τέλος δεν έχουν αποδώσει καθόλου τα έργα με κλαδοδέματα που έχουν γίνει στο Χειμαδί, ένδειξη της αποτυχίας αυτού του τύπου κατασκευής αντιδιαβρωτικών έργων για την αντιμετώπιση της εδαφικής διάβρωσης μετά από μία καταστροφική πυρκαγιά (Πηγή: Πυρκαγιές Ηλεία 2007 - Αποτελεσματικότητα αντιδιαβρωτικών έργων σε επιλεγμένες περιοχές με τη χρήση GIS, Μαρτζάκλης 2009).



Σχήμα 3.8: Μέσος όρος αποδοτικότητας αντιδιαβρωτικών έργων σε τρεις περιοχές του Ν. Ηλείας. (Μαρτζάκης, 2009).

3.8 Αποτύπωση πλημμυρικών συμβάντων



Εικόνα 3.11: Πλημμυρικό συμβάν σε πεδινή θέση του Ν. Ηλείας.



Εικόνα 3.12: Καθίζηση οδοστρώματος σε ορεινή θέση του Ν. Ηλείας.

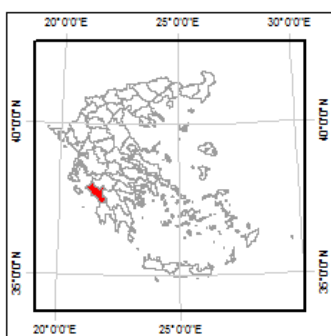
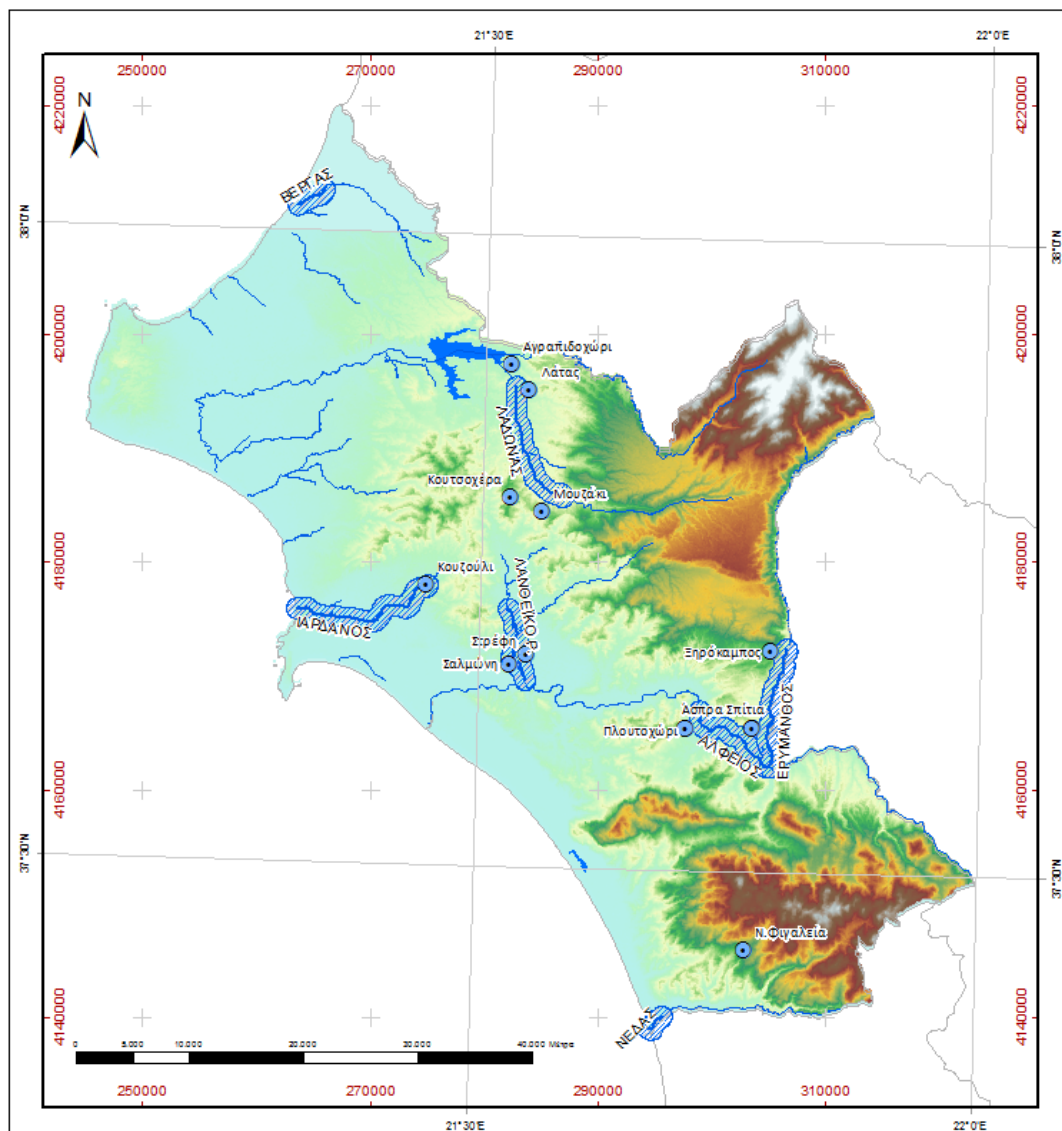
Στο πλαίσιο της έρευνας στην περιοχή μελέτης εξετάστηκαν οι επιπτώσεις που είχαν οι πυρκαγιές στα πλημμυρικά συμβάντα ύστερα από βροχοπτώσεις. Δεδομένα ζητήθηκαν από την Διεύθυνση Υδάτων Δυτικής Ελλάδας της Γενικής Δ/σης Χωροταξικής & Περιβαλλοντική Πολιτικής της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Πελ/σου Δυτ. Ελλάδος & Ιονίου για τα έτη από το 2007 και ύστερα και δόθηκαν, σε μορφή πινάκων, για τα έτη 2013-2018. Από αυτά τα έτη αξιοποιήσιμες καταγραφές θεωρήθηκαν του 2013 όπου είχε γίνει ολοκληρωμένη καταγραφή. Αναφέρονται αναλυτικά οι οικισμοί οι οποίοι είχαν υποστεί τις βροχοπτώσεις, τα ποτάμια τα οποία επηρεάστηκαν από τις βροχές και το ακριβές μήκος επιρροής με συντεταγμένες αρχής και τέλους. Όλες οι πλημμύρες είναι παρελθοντικές – ιστορικές με μήνες καταγραφής Ιανουάριο και Φεβρουάριο του έτους 2013 (Πίνακας 3.8.).

Η απεικόνιση των πλημμυρικών συμβάντων έγινε με τη σύνθεση του Χάρτη 3.8. Για τη δημιουργία του συγκεκριμένου χάρτη αρχικά εντοπίστηκαν οι πληγέντες οικισμοί στο λογισμικό Google Earth και αποθηκεύτηκαν σε αρχείο .kml. Στη συνέχεια εντοπίστηκαν οι συντεταγμένες αρχής και τέλους για τα πλημμυρικά συμβάντα όσον αφορά το υδρολογικό δίκτυο και μέσω αρχείου .kml εισήχθησαν στο ArcMap ως σημεία. Παρατηρήθηκε ορθά ότι τα σημεία συμπίπτουν με τα γραμμικά feature class των ποταμών και έτσι μέσω του εργαλείου Editor δημιουργήθηκαν νέα feature classes ανά πλημμυρικό συμβάν με ψηφιακή καταγραφή. Στον Χάρτη 3.8 απεικονίζονται με κόκκινο χρώμα σημειακά οι οικισμοί που καταγράφηκαν οι βροχοπτώσεις και γραμμικά το μήκος του εκάστοτε ποταμού ο οποίος επηρεάστηκε. Σε όλα τα επίπεδα έχει ενεργοποιηθεί η επιλογή Label προκειμένου να ονοματοδοτηθούν τόσο οι οικισμοί όσο και οι ποταμοί.







Πίνακας 3.8: Δεδομένα πλημμυρικών συμβάντων. (Δ/ση Υδάτων, Αποκεντρωμένη Διοίκηση Πελοποννήσου, Δυτ. Ελλάδα και Ιονίου, 2019).

Υδατικό Διαμέρισμα	GR01	GR01	GR01	GR01	GR01	GR01	GR01
Κωδικός χρήστη	LX0001	LX0003	LX0004	LX0004	LX0005	LX0005	LX0005
Κωδικός τοποθεσίας	GR01LX0001	GR01LX0003	GR01LX0004	GR01LX0004	GR01LX0005	GR01LX0005	GR01LX0005
Περιφερειακή Ενότητα	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ
Τοποθεσία	από ΠΛΟΥΤΟΧΩΡΙ - ΜΑΚΡΥΣΙΑ, Δ.	από ΞΗΡΟΚΑΜΠΟΣ έως ΑΣΠΡΑ ΣΠΙΤΙΑ, Δ. ΑΡΧΑΙΑΣ ΟΛΥΜΠΙΑΣ	από ΣΑΛΜΩΝΗ Δ. ΠΥΡΓΟΥ έως ΣΤΡΕΦΙ Δ. ΑΡΧΑΙΑΣ ΟΛΥΜΠΙΑΣ	από ΣΑΛΜΩΝΗ Δ. ΠΥΡΓΟΥ έως ΣΤΡΕΦΙ Δ. ΑΡΧΑΙΑΣ ΟΛΥΜΠΙΑΣ	από ΚΟΥΖΟΥΛΙ, Δ. ΠΥΡΓΟΥ	από ΚΟΥΖΟΥΛΙ, Δ. ΠΥΡΓΟΥ	από ΚΟΥΖΟΥΛΙ, Δ. ΠΥΡΓΟΥ
Ποταμός	ΑΛΦΕΙΟΣ	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ	ΕΝΙΠΠΕΑΣ (ΛΑΝΘΕΪΚΟ ΡΕΜΑ)	ΕΝΙΠΠΕΑΣ (ΛΑΝΘΕΪΚΟ ΡΕΜΑ)	ΙΑΡΔΑΝΟΣ	ΙΑΡΔΑΝΟΣ	ΙΑΡΔΑΝΟΣ
Όνομασία τοποθεσίας	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ, από ΠΛΟΥΤΟΧΩΡΙ - ΜΑΚΡΥΣΙΑ, Δ. ΚΡΕΣΤΕΜΟΝ -	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ, από ΞΗΡΟΚΑΜΠΟΣ έως ΑΣΠΡΑ ΣΠΙΤΙΑ, Δ. ΑΡΧΑΙΑΣ ΟΛΥΜΠΙΑΣ, ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ, από ΣΑΛΜΩΝΗ Δ. ΠΥΡΓΟΥ έως ΣΤΡΕΦΙ Δ. ΑΡΧΑΙΑΣ ΟΛΥΜΠΙΑΣ, ΕΝΙΠΠΕΑΣ (ΛΑΝΘΕΪΚΟ ΡΕΜΑ)	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ, από ΣΑΛΜΩΝΗ Δ. ΠΥΡΓΟΥ έως ΣΤΡΕΦΙ Δ. ΑΡΧΑΙΑΣ ΟΛΥΜΠΙΑΣ, ΕΝΙΠΠΕΑΣ (ΛΑΝΘΕΪΚΟ ΡΕΜΑ)	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ, ΚΟΥΖΟΥΛΙ, Δ. ΠΥΡΓΟΥ, ΙΑΡΔΑΝΟΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ, ΚΟΥΖΟΥΛΙ, Δ. ΠΥΡΓΟΥ, ΙΑΡΔΑΝΟΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ, ΚΟΥΖΟΥΛΙ, Δ. ΠΥΡΓΟΥ, ΙΑΡΔΑΝΟΣ
X							
Y							
φ	37°35'10.19'' (τέλους)	37°40'38.52'' (αρχής)	37°35'10.19'' (τέλους)	37°38'52.66'' (αρχής)	37°42'16.78'' (τέλους)	37°43'20.30'' (αρχής)	37°42'09.18'' (τέλους)
λ	21°47'40.44'' (τέλους)	21°48'33.03'' (αρχής)	21°47'40.44'' (τέλους)	21°32'51.82'' (αρχής)	21°31'58.71'' (τέλους)	21°26'51.17'' (αρχής)	21°19'14.43'' (τέλους)
Κωδικός Οδηγίας 2000/60/ΕΚ	GR29	GR29	GR29	GR29	GR28	GR28	GR28
Σύνδεση με γειτονικό διαμέρισμα							
Κωδικός συνδεδεμένης διασυνοριακής τοποθεσίας							
Υδατικό Διαμέρισμα	GR02	GR01	GR01	GR02	GR02	GR02	GR02
Κωδικός χρήστη	LX0006	LX0007	LX0007	LX0008	LX0008	LX0008	LX0008
Κωδικός τοποθεσίας	GR02LX0006	GR01LX0007	GR01LX0007	GR02LX0008	GR02LX0008	GR02LX0008	GR02LX0008
Περιφερειακή Ενότητα	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ
Τοποθεσία	από ΜΟΥΖΑΚΙ, ΚΟΥΤΣΟΧΕΡΑ Δ. ΠΥΡΓΟΥ έως ΑΣΠΡΟΠΟΤΑΜΙΑ, ΛΑΤΤΑ, ΑΓΡΑΠΙΔΟΧΩΡΙ Δ.	από τη γέφυρα της Εθνικής οδού έως τις εκβολές του ποταμού, Δ. ΖΑΧΑΡΩΣ - ΦΙΓΑΛΕΙΑΣ	από τη γέφυρα της Εθνικής οδού έως τις εκβολές του ποταμού, Δ. ΖΑΧΑΡΩΣ - ΦΙΓΑΛΕΙΑΣ	από τη γέφυρα της Εθνικής οδού έως τις εκβολές του ποταμού, Δ. ΖΑΧΑΡΩΣ - ΦΙΓΑΛΕΙΑΣ, ΝΕΔΑΣ	από ΒΑΡΔΑ - ΜΑΝΩΛΑΔΑ, Δ. ΑΝΔΡΑΒΙΔΑΣ - ΚΥΛΛΗΝΗΣ	από ΒΑΡΔΑ - ΜΑΝΩΛΑΔΑ, Δ. ΑΝΔΡΑΒΙΔΑΣ - ΚΥΛΛΗΝΗΣ	από ΒΑΡΔΑ - ΜΑΝΩΛΑΔΑ, Δ. ΑΝΔΡΑΒΙΔΑΣ - ΚΥΛΛΗΝΗΣ
Ποταμός	ΠΗΝΕΙΑΚΟΣ ΛΑΔΩΝΑΣ	ΝΕΔΑΣ	ΝΕΔΑΣ	ΝΕΔΑΣ	ΒΕΡΓΑΣ	ΒΕΡΓΑΣ	ΒΕΡΓΑΣ
Όνομασία τοποθεσίας	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ, από ΜΟΥΖΑΚΙ, ΚΟΥΤΣΟΧΕΡΑ Δ. ΠΥΡΓΟΥ έως ΑΣΠΡΟΠΟΤΑΜΙΑ, ΛΑΤΤΑ, ΑΓΡΑΠΙΔΟΧΩΡΙ Δ. ΗΛΙΔΑΣ, ΠΗΝΕΙΑΚΟΣ ΛΑΔΩΝΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ, από τη γέφυρα της Εθνικής οδού έως τις εκβολές του ποταμού, Δ. ΖΑΧΑΡΩΣ - ΦΙΓΑΛΕΙΑΣ, ΝΕΔΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ, από τη γέφυρα της Εθνικής οδού έως τις εκβολές του ποταμού, Δ. ΖΑΧΑΡΩΣ - ΦΙΓΑΛΕΙΑΣ, ΝΕΔΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ, από τη γέφυρα της Εθνικής οδού έως τις εκβολές του ποταμού, Δ. ΖΑΧΑΡΩΣ - ΦΙΓΑΛΕΙΑΣ, ΝΕΔΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ, ΒΑΡΔΑ - ΜΑΝΩΛΑΔΑ, Δ. ΑΝΔΡΑΒΙΔΑΣ - ΚΥΛΛΗΝΗΣ, ΒΕΡΓΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ, ΒΑΡΔΑ - ΜΑΝΩΛΑΔΑ, Δ. ΑΝΔΡΑΒΙΔΑΣ - ΚΥΛΛΗΝΗΣ, ΒΕΡΓΑΣ	Π.Ε. ΗΛΕΙΑΣ, ΒΑΡΔΑ - ΜΑΝΩΛΑΔΑ, Δ. ΑΝΔΡΑΒΙΔΑΣ - ΚΥΛΛΗΝΗΣ, ΒΕΡΓΑΣ
X							
Y							
φ	37°47'39.84'' (αρχής)	37°52'48.29'' (τέλους)	37°23'05.88'' (αρχής)	21°41'30.24'' (τέλους)	38°01'48.89'' (αρχής)	21°20'09.47'' (τέλους)	21°20'09.47'' (τέλους)
λ	21°35'08.03'' (αρχής)	21°32'00.77'' (τέλους)	37°22'30.58'' (αρχής)	21°40'59.82'' (τέλους)	38°01'13.50'' (αρχής)	21°18'40.32'' (τέλους)	21°18'40.32'' (τέλους)
Κωδικός Οδηγίας 2000/60/ΕΚ	GR28	GR32	GR32	GR28	GR28	GR28	GR28
Σύνδεση με γειτονικό διαμέρισμα							
Κωδικός συνδεδεμένης διασυνοριακής τοποθεσίας							

ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ ΕΤΟΥΣ 2013 Ν. ΗΛΕΙΑΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

-  Οικισμός πλημμυρικού συμβάντος
 -  Ποτάμι
 -  Πλημμυρικό συμβάν
 -  Λίμνη
 -  Όρια Νομών Ελλάδος
- Υψόμετρο (m)**
- Value**
-  High : 2081
 - Low : 0

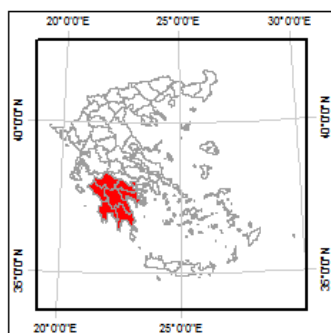
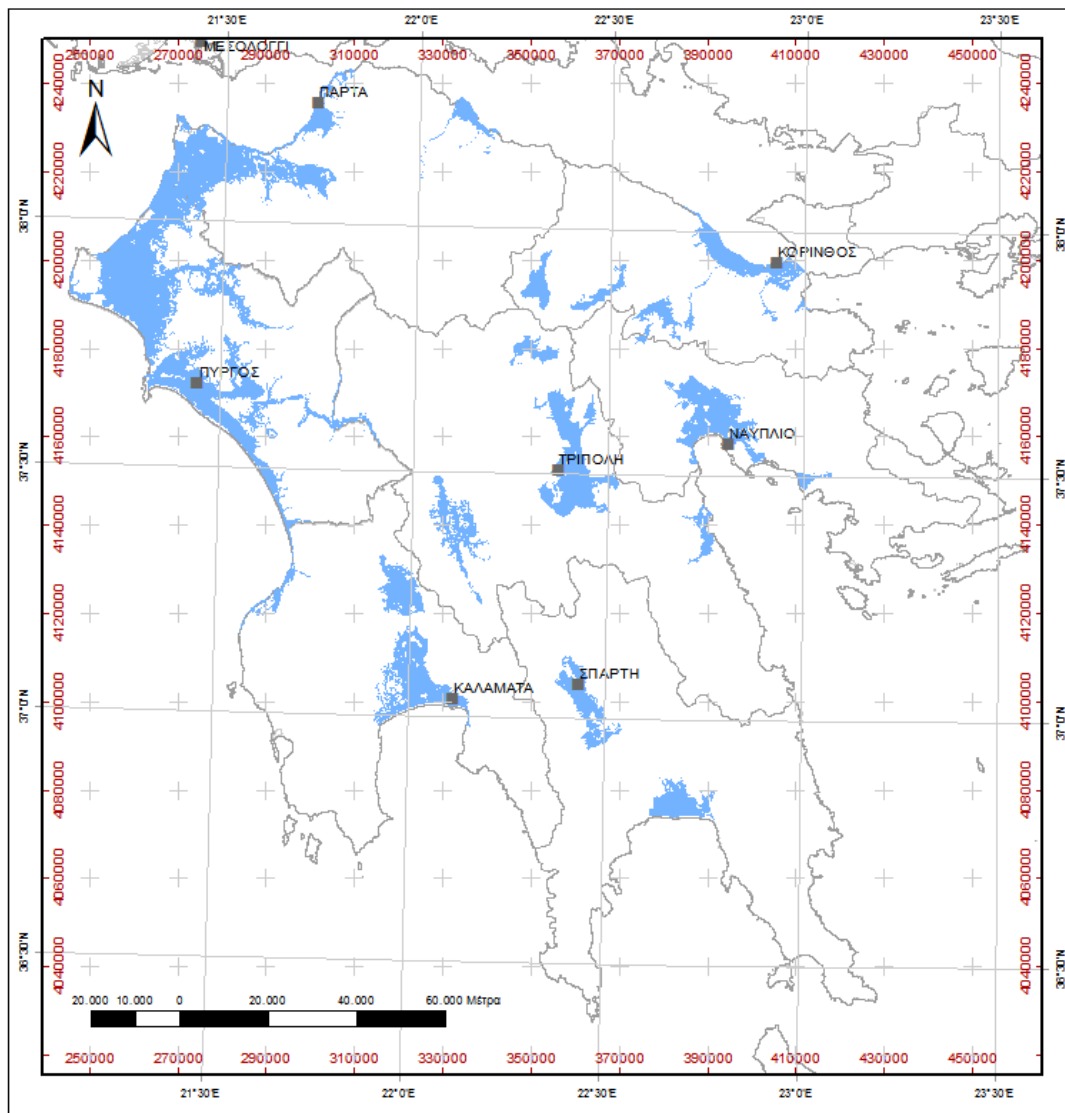
Χάρτης 3.7: Πλημμυρικά συμβάντα 2013.

Στη συνέχεια, από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας παραχωρήθηκαν δεδομένα για τις περιοχές – ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου πλημμύρας της Δυτικής Πελοποννήσου. Περαιτέρω αναφέρεται ότι στον ιστότοπο «<https://floods.ypeka.gr/index.php/xartes-epikindynotitas>» της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας παρουσιάζονται στοιχεία που προέκυψαν από την εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2007/60/ΕΚ για την αξιολόγηση και διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας στην Ελλάδα για το σύνολο των Υδατικών της Διαμερισμάτων. Στο πλαίσιο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ στην Ελλάδα έχουν ολοκληρωθεί οι ακόλουθες δράσεις:

- Ολοκληρώθηκε και υποβλήθηκε στην ΕΕ η Έκθεση Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας (Μάρτιος 2012).
- Ολοκληρώθηκε ο Προσδιορισμός των Ζωνών Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας στα 14 Υδατικά Διαμερίσματα της χώρας και υποβλήθηκε στην ΕΕ επικαιροποίηση της Έκθεσης Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας (Νοέμβριος 2012).
- Επικαιροποιήθηκε η Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας για τη λεκάνη απορροής του π. Έβρου (Νοέμβριος 2014).
- Ολοκληρώθηκαν και υποβλήθηκαν στην ΕΕ οι Χάρτες Επικινδυνότητας και Κινδύνων Πλημμύρας για τα 14 Υδατικά Διαμερίσματα της Χώρας (Μάρτιος 2017), στα οποία περιλαμβάνεται και το Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου.
- Ολοκληρώθηκαν, εγκρίθηκαν από την Εθνική Επιτροπή Υδάτων και υποβλήθηκαν στην ΕΕ τα Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας όλων των Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας μεταξύ των οποίων και ένα ειδικό Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας για τη λεκάνη απορροής του π. Έβρου (Ιούλιος 2018)

Τα ανωτέρω δεδομένα για την Πελοπόννησο εισήχθησαν στο λογισμικό ArcMap και απεικονίζονται στον Χάρτη 3.9. Βάσει αυτών δημιουργήθηκε ο Χάρτης 3.10. για τον Ν. Ηλείας.

ΖΩΝΕΣ ΔΥΝΗΤΙΚΑ ΥΨΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

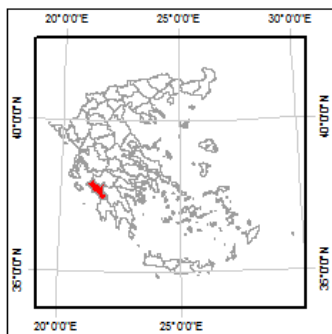
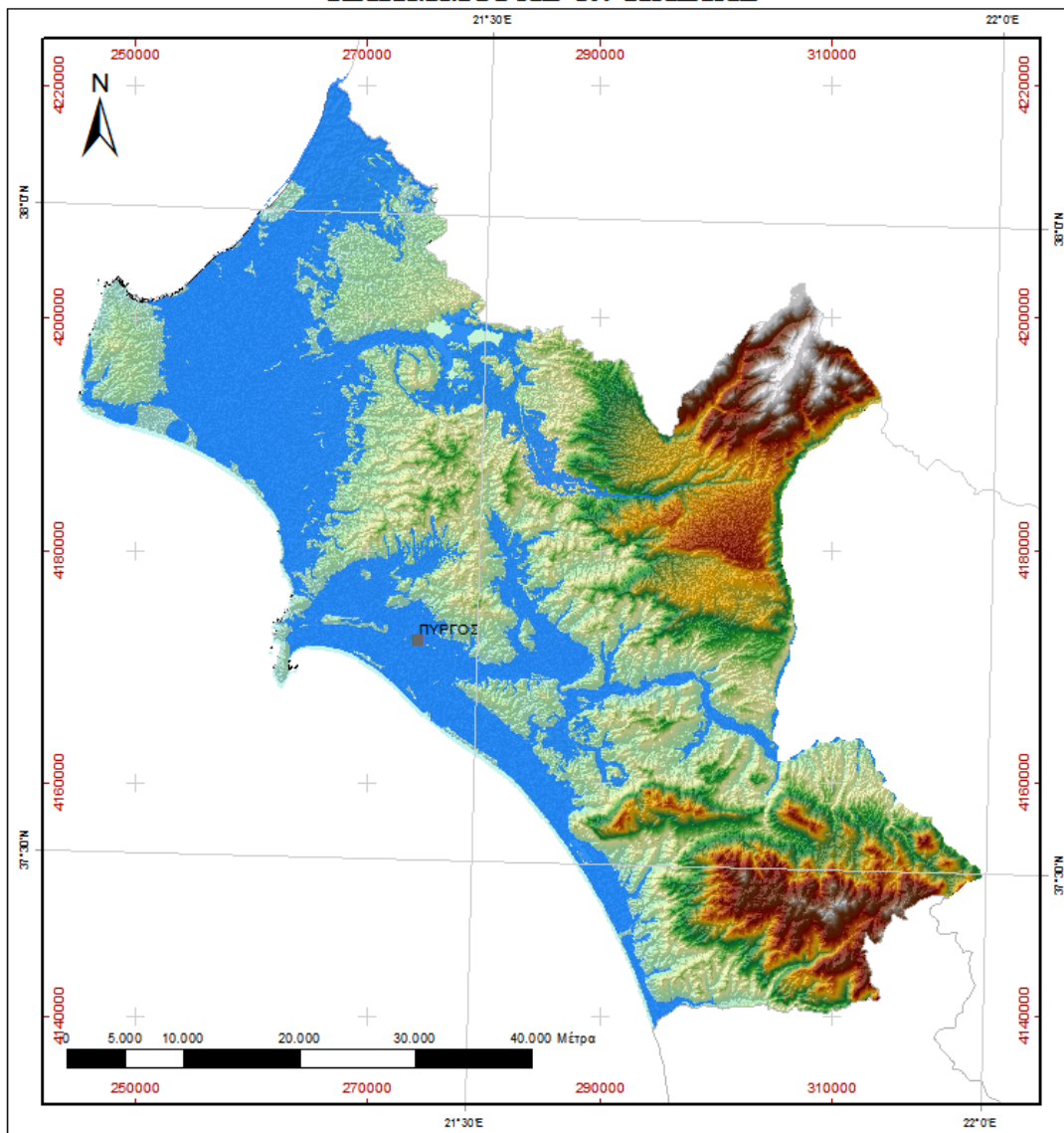


ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Πρωτεύουσες Νομών
- Περιοχές ΔΥΚ πλημμύρας
- Όρια Νομών Ελλάδος

Χάρτης 3.8: Χάρτης ζωνών δυνητικά υψηλού κινδύνου πλημμύρας Πελοποννήσου.

ΖΩΝΕΣ ΔΥΝΗΤΙΚΑ ΥΨΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ Ν. ΗΛΕΙΑΣ



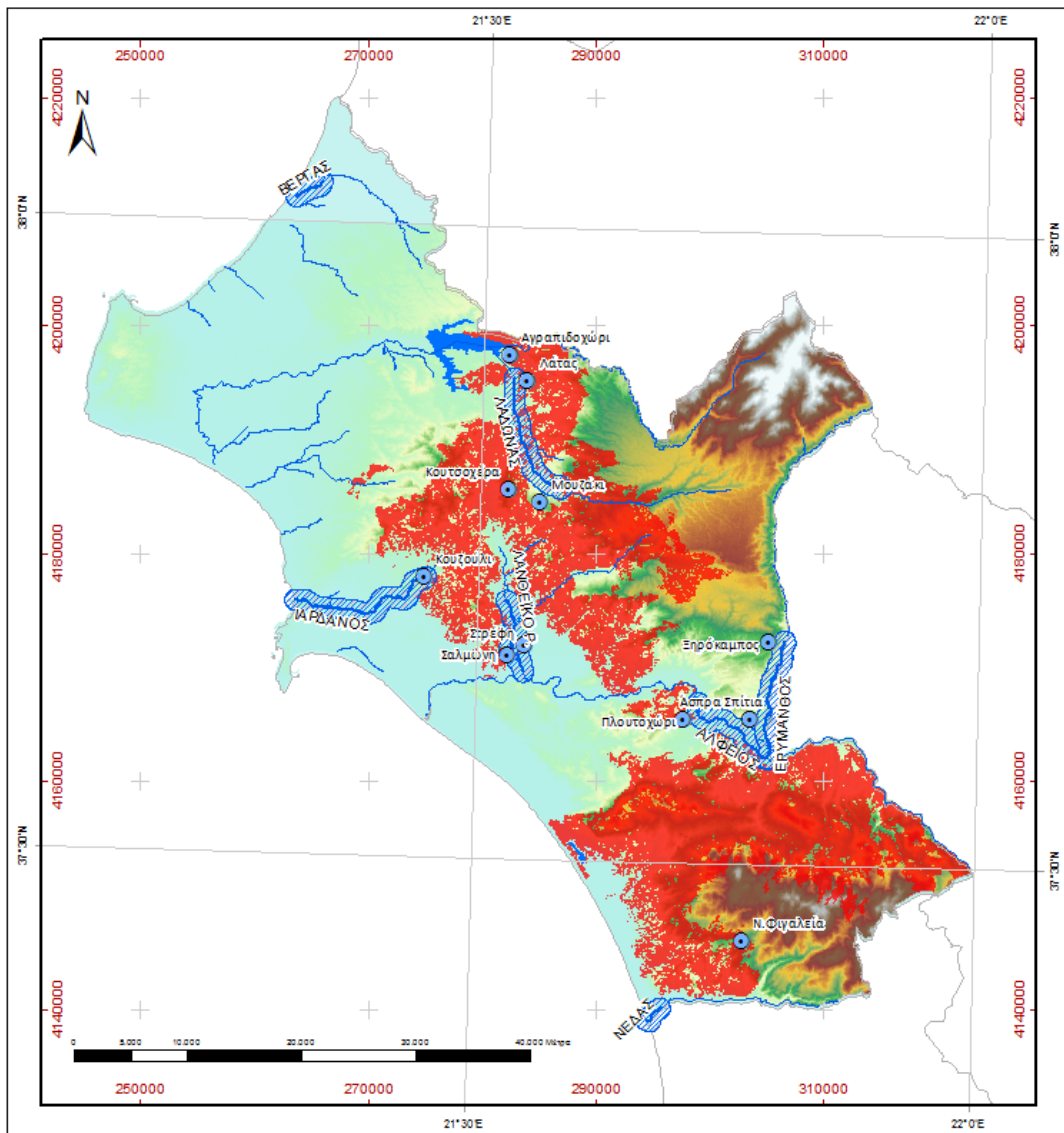
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- | | | |
|---|---------------------------------|---------------------|
| ■ | Πρωτεύουσα Νομού | Υψόμετρο (m) |
| ■ | Πλημμυρικές ζώνες ΔΥΚ Ν. Ηλείας | Value |
| □ | Όρια Νομών Ελλάδος | High : 2081 |
| | | Low : 0 |

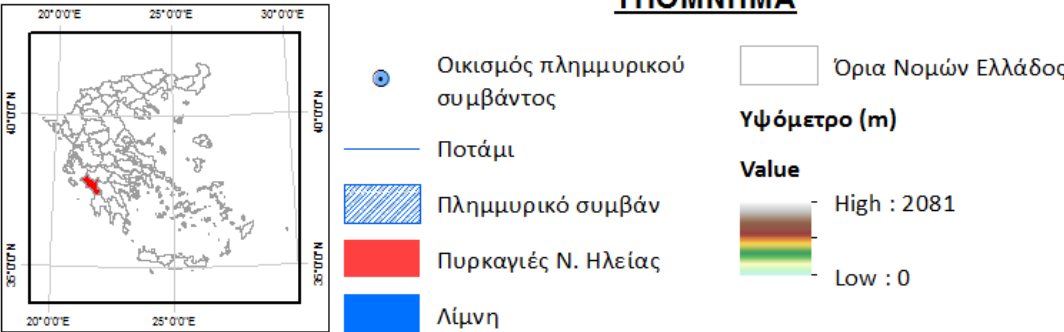
Χάρτης 3.9: Χάρτης Κινδύνων Πλημμύρας Ν. Ηλείας.

Οι Χάρτες 3.11 και 3.12 συντέθηκαν προκειμένου να συγκριθούν οι καμένες περιοχές του 2007 με τις μετέπειτα πλημμύρες του 2013.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ 2007 - ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ 2013

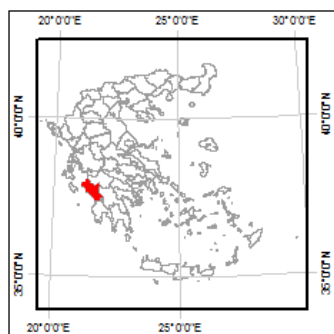
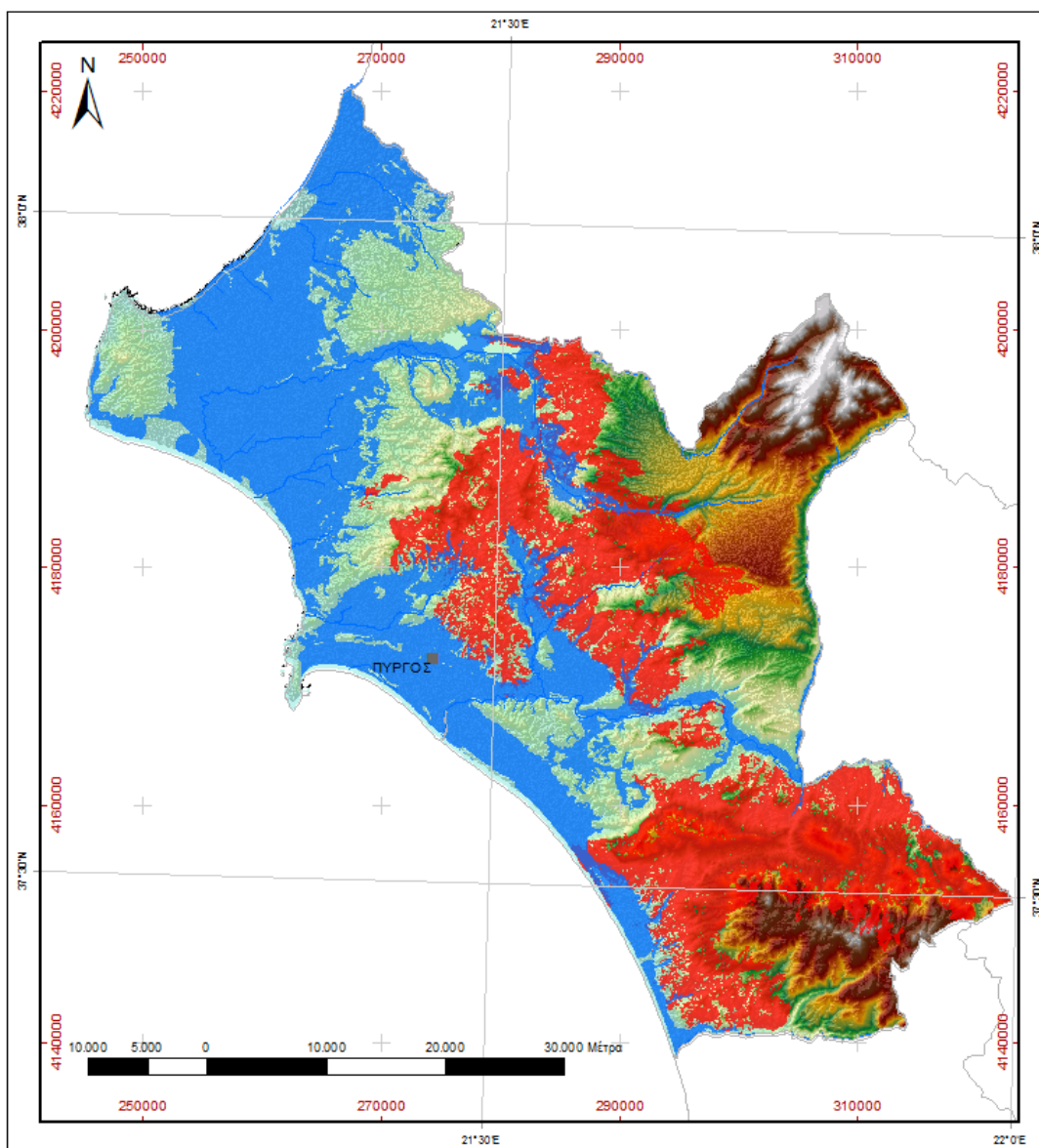


ΥΠΟΜΝΗΜΑ




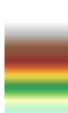


Χάρτης 3.10: Σύγκριση πυρκαγιών 2007 με πλημμύρες 2013.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ - ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- | | | |
|---|---------------------|---|
|  | Ζώνες ΔΥΚ Πλημμύρας | Υψόμετρο (m) |
|  | Καμμένες εκτάσεις | Value |
|  | Όρια Νομών Ελλάδος |  |
| | | High : 2081 |
| | | Low : 0 |

Χάρτης 3.11: Σύγκριση πυρκαγιών με πλημμύρες ΔΥΚ.

3.9 Αξιολόγηση κλίσεων Ν. Ηλείας

Σε αυτό το σημείο αναφέρεται ότι η Γεωμορφολογία της Β.Δ Πελοποννήσου είναι αποτέλεσμα νεοτεκτονικής ανύψωσης και των παραγόντων διάβρωσης, όπως έχει αναφερθεί και στο Κεφάλαιο 3.3 της παρούσας. Έτσι η ύπαρξη μεγάλων σχετικά μορφολογικών κλίσεων και στενών απότομων πεδιάδων, σε συνδυασμό με τις λιθολογικές ενότητες και την ανθρώπινη επέμβαση ευνοούν τις συνθήκες για τη δημιουργία ασταθών πρανών. Το σεισμοτεκτονικό καθεστώς και τα μεγάλα ύψη βροχής, όπως αναφέρθηκε, είναι οι κύριοι παράγοντες εκκίνησης των κατολισθητικών φαινομένων στην περιοχή. Εξάλλου ένα από τα συχνά φαινόμενα φυσικών καταστροφών στον Ελληνικό χώρο είναι οι κατολισθήσεις. Αυτές οφείλονται στη γεωλογική δομή και τη γεωμορφολογία ορισμένων τμημάτων της Ελλάδας, σε συνδυασμό με την ανθρωπογενή επέμβαση των τελευταίων κυρίως δεκαετιών.

Η γεωλογική δομή καθορίζει το είδος της παραμόρφωσης των πετρωμάτων, δηλαδή την συνεχή ή ασυνεχή παραμόρφωση τους. Η ρηγματογόνος νεοτεκτονική διαμορφώνει την τελική τοπογραφία μιας ευρύτερης περιοχής. Σε αυτό το νεοτεκτονικό πλαίσιο δρουν οι παράγοντες αποσάθρωσης και διάβρωσης των πετρωμάτων, μέσω κυρίως του επιφανειακού υδρογραφικού δικτύου.

Η μορφολογία της περιοχής της Δ. Πελοποννήσου είναι ένα τυπικό παράδειγμα νεοτεκτονικής ανύψωσης και έντονης διάβρωσης. Επίσης η περιοχή χαρακτηρίζεται από εκτεταμένη ανθρώπινη επέμβαση, μεγάλη σεισμικότητα και έντονες βροχοπτώσεις.

Η γενικότερη γεωλογική δομή αυτής της περιοχής αποτελείται από αλπικά πετρώματα των ενοτήτων Πίνδου και Τριπόλεως και από νεώτερους σχηματισμούς Νεογενούς και Τεταρτογενούς ηλικίας. Τα μεταλπικά ιζήματα αποτελούνται από θαλάσσιους, λιμνοθαλάσσιους ή χερσαίους σχηματισμούς. Η λιθολογία τους χαρακτηρίζεται από άργιλους, μάργες, κροκαλοπαγείς και ψαμμιτικούς σχηματισμούς, οι οποίοι ευνοούν την εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων.

Η νεοτεκτονική ανύψωση της περιοχής καθόρισε την τοπογραφία της, η οποία χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη σχετικά μεγάλων τοπογραφικών κλίσεων και στενών και απότομων κοιλάδων. Το υδρογραφικό δίκτυο αναπτύχθηκε και εξελίσσεται με βάση τη νεοτεκτονική ανύψωση, την λιθολογία και το βροχομετρικό καθεστώς (Γκουρνέλος κ.ά., 2002).

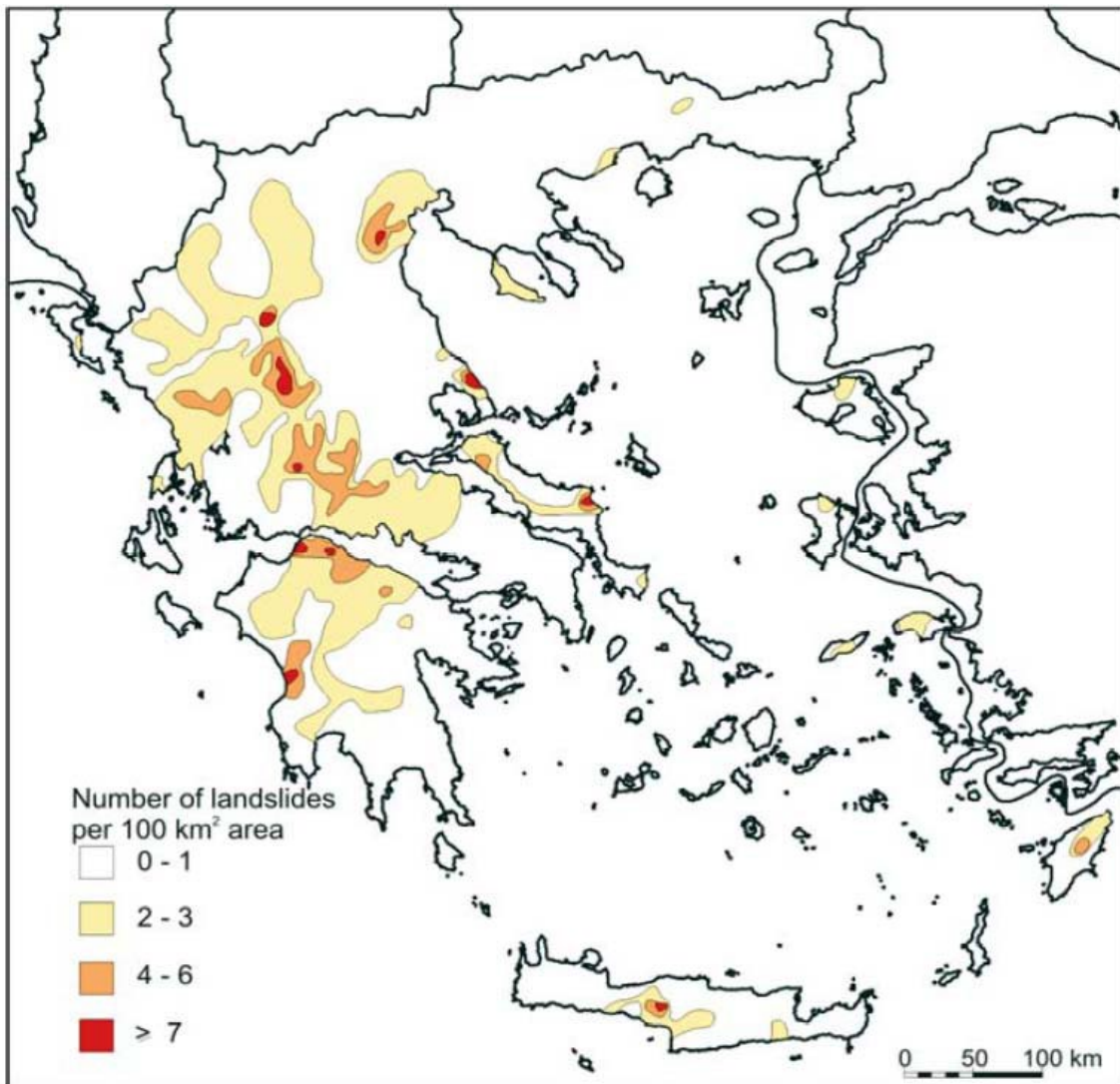
Οι εδαφικές κινήσεις και τα κατολισθητικά φαινόμενα αποτελούν συχνό φαινόμενο στην Ελλάδα καθώς η εκδήλωσή τους ευνοείται από το γεωτεκτονικό καθεστώς του Ελληνικού χώρου. Το καθεστώς αυτό καθορίζει όλους τους επιμέρους παράγοντες όπως η ενεργή τεκτονική, η γεωμορφολογία, η λιθολογία και το κλίμα οι οποίοι αποτελούν σημαντικές παραμέτρους στην εκδήλωση κατολισθήσεων.

Στον Ελληνικό χώρο καταγράφεται πλούσιο ιστορικό κατολισθητικών φαινομένων τα οποία σε πολλές περιπτώσεις έχουν επιφέρει θανάτους και τραυματισμούς αλλά και σημαντικές ζημιές σε περιουσίες και υποδομές.

Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις κατολισθητικών φαινομένων εμφανίζονται στις κεντρικές και δυτικές περιοχές κυρίως γύρω από την οροσειρά της Πίνδου, αλλά και στη βόρεια και δυτική Πελοπόννησο (Κούκης & Ζιούρκας 1989, Ζιούρκας & Κούκης 1992, Koukis et al 1997a, Koukis et al 1997b).

Οι Koukis et al (2005) κατάρτησαν ένα χάρτη κατολισθητικής επικινδυνότητας επικινδυνότητας του Ελληνικού χώρου μελετώντας τον αριθμό των φαινομένων ανά 100 τετραγωνικά χιλιόμετρα (Εικόνα 3.10). Με βάση το χάρτη αυτό παρατηρεί κανείς ότι τα περισσότερα γεγονότα συγκεντρώνονται στην οροσειρά της Πίνδου, στη βόρεια και δυτική Πελοπόννησο αλλά και στην Πιερία, στο Πήλιο, στην Εύβοια, στην δυτική Στερεά Ελλάδα και στην Κρήτη.

Σε ότι αφορά τους παράγοντες κατολισθήσεων οι Κούκης και Ζιούρκας (1989) καταγράφουν συνολικά 64 παράγοντες που διαδραματίζουν ρόλο στην εκδήλωσή τους. Ανάμεσα σε αυτούς διαπιστώνουν ότι οι 5 κυριότεροι παράγοντες είναι οι: διάβρωση λόγω της δημιουργίας υδρορευμάτων από ατμοσφαιρικά κατακρημνισμάτα, η αύξηση νερού των πόρων, η φυσική αποσύνθεση κοκκώδων πετρωμάτων, η λιθολογική σύσταση των σχηματισμών και τέλος η βροχόπτωση. Στην ίδια μελέτη οι Κούκης και Ζιούρκας (1989) καταγράφουν ως μακράν πιο συνήθεις παράγοντες που συνδέονται με το έναυσμα της κίνησης τις παρατεταμένες βροχοπτώσεις.



Εικόνα 3.13: Χάρτης ζωνών κατολισθητικής επικινδυνότητας στον Ελληνικό χώρο (Koukis et al 2005).

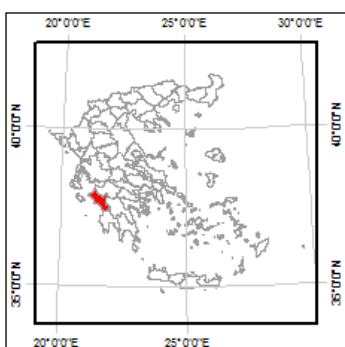
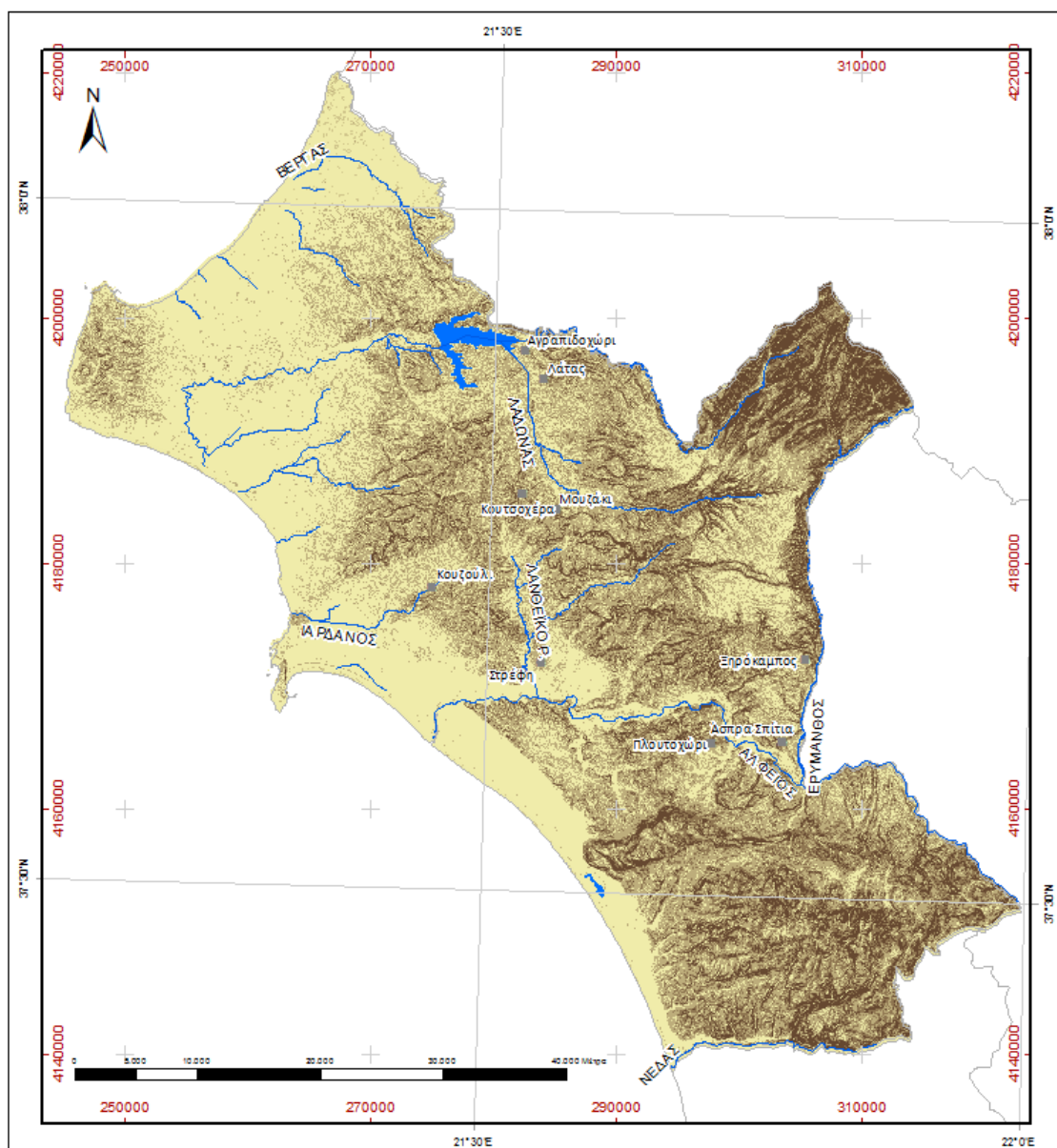


Σχήμα 3.9: Κατανομή συχνότητας παραγόντων σχετικά με το έναυσμα της κατολισθητικής κίνησης (Κούκης & Ζιούρκας 1989 τροποποιημένο).

Οι Κούκης και Ζιούρκας (1989) παρατηρούν επίσης ότι στο 61,4% των περιπτώσεων, κατολισθήσεις εκδηλώθηκαν σε περιοχές όπου λείπει η βλάστηση, κυρίως λόγω ανθρωπογενών παρεμβάσεων (Παπανικολάου, Διακάκης (2011), Τράπεζα της Ελλάδας και Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής, «METABOΛΕΣ ΣΤΗΝ ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ»).

Ο Χάρτης 3.13., που ακολουθεί, είναι χάρτης κλίσεων του Ν. Ηλείας και δημιουργήθηκε με βάση το ψηφιακό μοντέλο εδάφους της περιοχής, χρησιμοποιώντας το εργαλείο 3D Analyst Tool – Raster Surface - Slope του προγράμματος ArcMap. Η διακύμανση ορίστηκε με την βοήθεια της εντολής Classified και δεδομένου ότι το ανάγλυφο του Νομού εμφανίζει μεγάλη συγκέντρωση κλίσεων στα χαμηλότερα υψόμετρα, αποφασίστηκε η κατανομή των κλίσεων να ακολουθήσει την ακόλουθη διακύμανση: α) 0% έως 5%, β) 5% έως 14%, γ) 14% έως 22% και δ) >22%, ώστε μέσω του τελικού (οπτικού) αποτελέσματος να παρέχεται εύγλωττη απεικόνιση της συγκεκριμένης συνθήκης της περιοχής.

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΛΙΣΕΙΣ

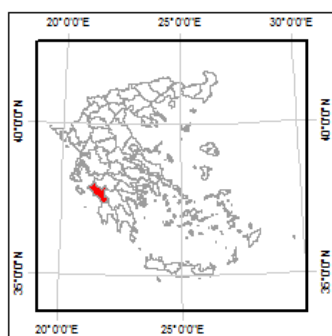
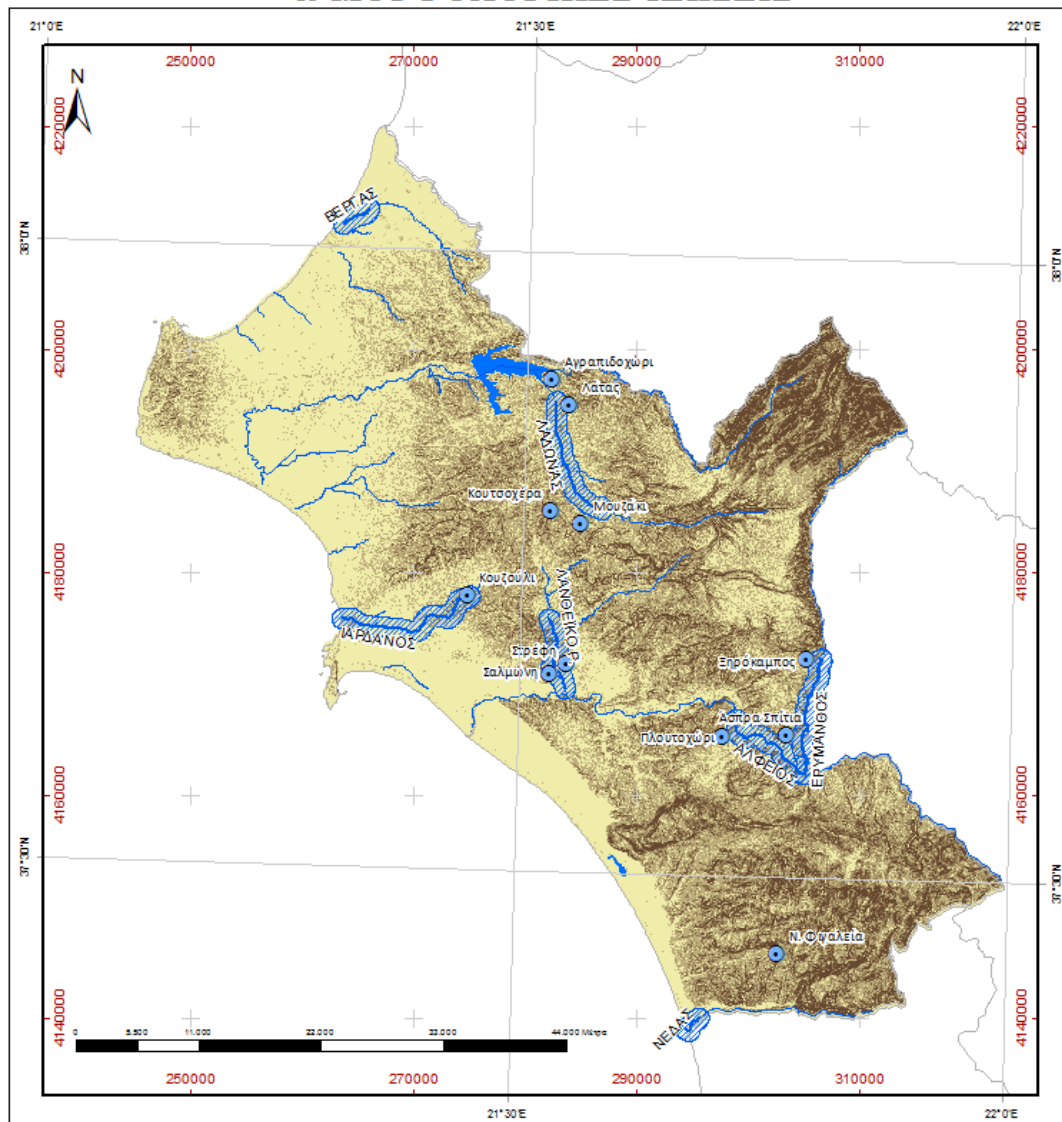


ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- | | | |
|---|--------------------|--------------------|
| ■ | Οικισμός | Κλίσεις (%) |
| — | Ποτάμι | 0 - 5 |
| ■ | Λίμνη | 5 - 14 |
| □ | Όρια Νομών Ελλάδος | 14 - 22 |
| | | >22 |

Χάρτης 3.12: Χάρτης κλίσεων Ν. Ηλείας.

ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ 2013 & ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΛΙΣΕΙΣ



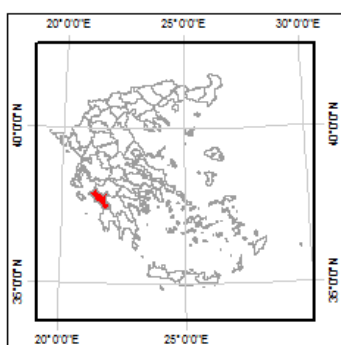
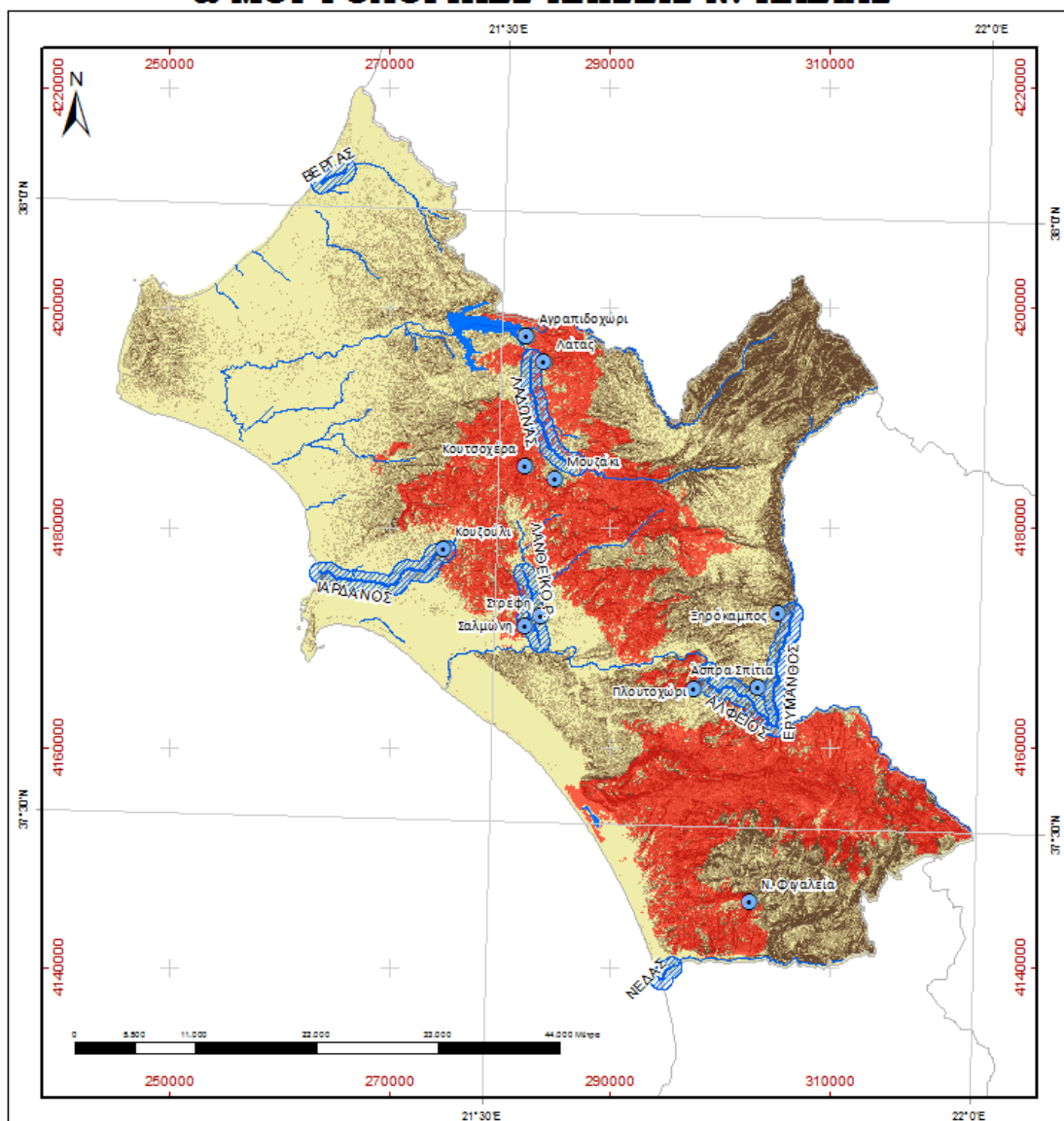
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

	Οικισμός βροχοπτώσης	Κλίσεις (%)
	Ποτάμι	0 - 5
	Πλημμυρικό συμβάν	5 - 14
	Λίμνη	14 - 22
	Όρια Νομών Ελλάδος	>22

Χάρτης 3.13: Χάρτης σύγκρισης κλίσεων και πλημμυρικών συμβάντων Ν. Ηλείας.

Από τον συνδυασμό των χαρτών 3.8., 3.10., 3.11., 3.12., 3.13 και 3.14. προέκυψε ο τελικός Χάρτης 3.15:

ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ 2007 - ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ 2013 & ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΛΙΣΕΙΣ Ν. ΗΛΕΙΑΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- | | | |
|---|----------------------|--------------------|
| ● | Οικισμός βροχοπτώσης | Κλίσεις (%) |
| — | Ποτάμι | 0 - 5 |
| ▨ | Πλημμυρικό συμβάν | 5 - 14 |
| ■ | Πυρκαγιές Ν. Ηλείας | 14 - 22 |
| ■ | Λίμνη | >22 |
| □ | Όρια Νομών Ελλάδος | |

Χάρτης 3.14: Χάρτης σύγκρισης κλίσεων, πυρκαγιών και πλημμυρικών συμβάντων Ν. Ηλείας.

Παρατηρώντας τον τελικό Χάρτη 3.15 προκύπτουν τα εξής:

- Ο Ν. Ηλείας ανήκει σε περιοχή με τον δυνητικά υψηλότερο κίνδυνο εκδήλωσης πλημμυρών.
- Η ευρύτερη περιοχή του Πύργου και της Ζαχάρως, που εμφανίζουν δυνητικά υψηλό κίνδυνο πλημμυρών, έχουν πληγεί από τις πυρκαγιές του 2007.
- Τα πλημμυρικά συμβάντα του 2013 είναι άμεσα συνδεδεμένα με τις εκτεταμένες πυρκαγιές του 2007 και η αιτία εκδήλωσής τους φαίνεται να είναι οι συντελεσθείσες πυρκαγιές, δια της απογύμνωσης του εδάφους. Οι εκτεταμένες πυρκαγιές του Αυγούστου του 2007 έλαβαν χώρα, κατά κύριο λόγο, σε θέσεις του Ν. Ηλείας μεγάλων εδαφικών κλίσεων, ήτοι σε ορεινές περιοχές, με, ως εκ τούτου αναμενόμενη, συνέπεια την εκδήλωση πλημμυρικών και κατολισθητικών φαινομένων. Ενδεικτικά αναφέρονται :
- Ο οικισμός της Ν. Φιγαλείας βρίσκεται σε μεγάλο υψόμετρο και σε περιοχή με κλίση 14-22%, το 2007 η ευρύτερη έκταση του οικισμού καταστράφηκε ολοσχερώς από τις πυρκαγιές. Μετά από 6 χρόνια πλημμύρισε ο ποταμός Νέδας εξαιτίας βροχόπτωσης η οποία σημειώθηκε στην Ν. Φιγαλεία.
- Ο οικισμός Σαλμώνη βρίσκεται σε περιοχή με κλίση 5-14%, οι πυρκαγιές του 2007 τον έκαψαν ολοσχερώς και το 2013 εξαιτίας βροχόπτωσης η οποία σημειώθηκε στον εν λόγω οικισμό πλημμύρισε το Λανθεικό ρέμα.
- Όσον αφορά τον ποταμό Λάδωνα η πλημμύρα σημειώθηκε εξαιτίας βροχοπτώσεων στα χωριά Αργαπιδοχώρι, Λάτας, Κουτσοχέρα και Μουζάκι. Όλοι οι οικισμοί επλήγησαν από τις φωτιές. Επιπροσθέτως βρίσκονται σε περιοχή με κλίση έως 22% γεγονός το οποίο διευκολύνει την ροή των υδάτων προς το κατώτερο σημείο της λεκάνης, στον ποταμό Λάδωνα.
- Επιπλέον, δεδομένης της γεωλογικής δομής του εδάφους, όπως προαναφέρθηκε, σε συνδυασμό με τις έντονες βροχοπτώσεις και την απώλεια της βλάστησης, λόγω των πυρκαγιών, η ευρύτερη περιοχή του Ν. Ηλείας συγκέντρωσε όλες τις προϋποθέσεις που συνηγορούν υπέρ της δημιουργίας κατολισθητικών φαινομένων. Χαρακτηριστικές είναι οι αναφορές του ημερήσιου τύπου για τα έντονα κατολισθητικά φαινόμενα που έλαβαν χώρα σε συνέχεια έντονων βροχοπτώσεων τον Ιανουάριο του τρέχοντος έτους. (Εικόνα 3.12)



Εικόνα 3.14: Χαρακτηριστικές εικόνες κατολισθήσεων, μετά από έντονη βροχόπτωση στα ορεινά τμήματα του Ν. Ηλείας, το Ιανουάριο του τρέχοντος έτους.

- Από τα στοιχεία που κατέστη δυνατόν να συγκεντρωθούν, στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, προκύπτει ότι για την αποκατάσταση των πυρόπληκτων περιοχών δεν διενεργήθηκαν έργα ικανά να ανατρέψουν ή έστω να ελαχιστοποιήσουν τις συνέπειες των εκτεταμένων δασικών πυρκαγιών του 2007. Η κατασκευή κορμοδεμάτων,

που κατά κύριο λόγο χρησιμοποιήθηκε, δεν φαίνεται ότι απέδωσε θετικά αποτελέσματα (βλ. διάγραμμα 3.6. της παρούσας).

- Παράλληλα, παρά το γεγονός ότι οι καμένες εκτάσεις κηρύχθηκαν ως αναδασωτέες έγκαιρα, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις της δασικής νομοθεσίας, δεν προέκυψε να συντελέστηκαν έργα ή τεχνικές αναδάσωσης για την, κατά το δυνατόν, αποκατάσταση του πληγέντος οικοσυστήματος.

Κεφάλαιο 4

Συμπεράσματα – Προτάσεις

- Οι δασικές πυρκαγιές είναι ένα παγκόσμιο, αναπόφευκτο, φυσικό φαινόμενο, που πλήττει κυρίως τις περιοχές με έντονα ξηροθερμικό κλίμα, όπως το Μεσογειακό. Στην Ελλάδα, κάθε έτος, κατά μέσο όρο, εκδηλώνονται 1.465 δασικές πυρκαγιές, έντασης 357 στρ. καμένης έκτασης ανά περιστατικό, και καίγονται περίπου 524.000 στρ. δασικών και γεωργικών εκτάσεων. Οι καμένες εκτάσεις της περιόδου 1983-2008 αντιστοιχούν στο 10,3% της συνολικής επιφάνειας της χώρας. Τη μεγαλύτερη καταπόνηση έχουν υποστεί τα νησιά του Ιονίου (21,4%), και σε επίπεδο Νομών η Ηλεία (48,6%), η Χίος (36,4%) και η Σάμος (33,8%). Το 78,8% των καμένων εκτάσεων της Ελλάδας είναι δασικές (και το υπόλοιπο γεωργικές).
- Οι κυριότερες αιτίες αύξησης του φαινομένου των πυρκαγιών εντοπίζονται στην εγκατάλειψη της αγροτικής παραγωγής καθώς και στην αυξανόμενη ανάγκη για ιδιοκτησία και την ως εκ τούτου καταπάτηση της γης. Ωστόσο, τα αίτια εκδήλωσης των δασικών πυρκαγιών, στο μεγαλύτερο ποσοστό τους (47%), παραμένουν αδιευκρίνιστα/άγνωστα.
- Η συγκράτηση ενός μέρους των νερών της βροχής από την κόμη των δέντρων και θάμνων της δασικής βλάστησης αλλά και η απορροή ύδατος από τους κορμούς και τα κλαδιά των δέντρων έχει μεγάλη σημασία, δεδομένου ότι η δασική βλάστηση επηρεάζει τόσο την ποσότητα όσο και την δίαιτα των απορρεόντων υδάτων.
- Η διάβρωση είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο που μετατρέπει ταχύρυθμα, σε πολλά μέρη στον κόσμο, τις αγροτικές και δασικές εκτάσεις σε άγονες και βραχώδεις. Η πυρκαγιά είναι ο κύριος παράγοντας που ευνοεί τις διεργασίες της διάβρωσης, μαζί με τη βοσκή.
- Μετά την πυρκαγιά μεταβάλλονται τόσο το ύψος και η ενέργεια της βροχής που φθάνει στην επιφάνεια της λεκάνης απορροής, όσο και πολλές από τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, με αποτέλεσμα την εμφάνιση δυσμενών φαινομένων όπως η ε-

πιφανειακή απορροή και διάβρωση του εδάφους, η μείωση της ικανότητας συγκράτησης υγρασίας, η αύξηση παροχής στα υδαρορεύματα και η δημιουργία πλημμυρικών φαινομένων στις λεκάνες απορροής και στις αντίστοιχες πεδινές εκτάσεις. Οι επιπτώσεις των πυρκαγιών στην λεκάνη απορροής φαίνονται στον πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1: Διαχρονικές μεταβολές χαρακτηριστικών λεκάνης απορροής μετά απο πυρκαγιά (Μπαλούτσος κ.α., 2007).

1	Δημιουργία υδρόφοβου στρώματος εντός του εδάφους μετά την πυρκαγιά από καύση οργανικής ουσίας και διείδυση χημικών ενώσεων εντός αυτού. Συντελεί στην αύξηση της επιφανειακής απορροής και σε πλάγια κίνηση της υπεδάφιας απορροής	2	Πτώση μεγαλύτερου ύψους βροχής στην επιφάνεια της λεκάνης λόγω έλλειψης βλάστησης-υδατοσυγκράτησης.
3	Συγκράτηση λιγότερης υγρασίας στην επιφάνεια του εδάφους λόγω της καύσης των επιφανειακών φυτικών υπολειμμάτων (φυλλάδας, χούμου, κ.λπ.)	4	Κατακερματισμός των εδαφικών συσσωμάτων λόγω μεγαλύτερης ενέργειας των σταγόνων της βροχής.
5	Μείωση της ταχύτητας διήθησης της βροχής στο έδαφος λόγω απόφραξης των πόρων του.	6	Δημιουργία επιφανειακής απορροής στις πλαγιές της λεκάνης.
7	Μείωση της αντίστασης του εδάφους στην παράσυρση από την επιφανειακή απορροή, λόγω έλλειψης βλάστησης.	8	Διάβρωση και παράσυρση του εδάφους από τις πλαγιές της λεκάνης προς τα κατάντη και τις κοίτες των υδατορευμάτων.
9	Σημαντική και απότομη αύξηση της υδατοστερεοπαροχής στην κοίτη των υδατορευμάτων	10	Διάβρωση του πυθμένα και των πρανών της κοίτης των υδατορευμάτων και μεταφορά των υλικών προς τα κατάντη.
11	Υπερχείλιση της πεδινής κοίτης του υδατορεύματος και επιδείνωση της κατάστασης σε περίπτωση ύπαρξης ανθρώπινων παρεμβάσεων.	12	Δημιουργία πλημμυρικών φαινομένων στην πεδινή γεωργική και κατοικημένη περιοχή της λεκάνης με πληθώρα δυσμενών επιπτώσεων.

- Στις κυριότερες επιπτώσεις της πυρκαγιάς συγκαταλέγονται οι επιδράσεις της (άμεσες και έμμεσες) στις χαρακτηριστικές ιδιότητες (φυσικές, όπως η δομή και το πορώδες, χημικές και βιολογικές) του εδάφους, ειδικά σε περιπτώσεις επαναλαμβανό-

μενων πυρκαγιών. Μία δε από τις κυριότερες και άμεσες επιπτώσεις της πυρκαγιάς στο έδαφος, είναι η συγκρότηση υδροφοβικών σχηματισμών, οι οποίοι συμβάλουν καταλυτικά στην αύξηση τόσο της απορροής, όσο και της διάβρωσης.

- Από το νερό που ταμιεύεται στο δασικό έδαφος, ένα μέρος εξατμίζεται ή καταναλώνεται από τα φυτά της υποβλάστησης (~10%), ένα μέρος απορρέει πλάγια μέσα στο έδαφος ως διαπεραστική απορροή (~10%), ένα άλλο μέρος καταναλώνεται από τη δασική βλάστηση (~30%), και ένα σημαντικό μέρος (15-30%) διηθείται και εμπλουτίζει τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα.
- Οι απώλειες λόγω εξατμοδιαπνοής μειώνονται, εξ αιτίας της απώλειας της φυτοκάλυψης, κάτι που αυξάνει και την απορροή.
- Η πυρκαγιά επιφέρει μείωση της διηθητικής ικανότητας εξαιτίας της μείωσης του πορώδους, αφού αυξάνεται η πυκνότητα του εδάφους ως αποτέλεσμα της απώλειας οργανικής ύλης, που λειτουργεί ως συγκολλητικό υλικό.
- Η μεγαλύτερη υδρονομική σημασία του δάσους είναι η αποτροπή των πλημμυρών και η σημαντική μείωση των πλημμυρικών αιχμών, καθώς και ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων. Η μέγιστη ταμιευτική ικανότητα του δασικού εδάφους το μετατρέπει σε μια τεράστια ρυθμιστική δεξαμενή, η οποία συγκρατεί το νερό κατά την περίοδο των βροχών και το αποδίδει κατά την περίοδο της ανομβρίας.
- Οι επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές σε μια δασική έκταση υποβαθμίζουν αθροιστικά την υδρολογική διεργασία και το έδαφος, αφού τόσο η απορροή όσο και η διάβρωση αυξάνονται, αλλά και το έδαφος υποβαθμίζεται σε ό,τι αφορά τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του (παραγωγικότητα).
- Τα μέτρα μεταπυρικής αποκατάστασης αφορούν κυρίως στη διαχείριση των καμένων κορμών δένδρων, στην προστασία του απογυμνωμένου από βλάστηση εδάφους από τη διάβρωση μέχρι να ξανακαλυφθεί από βλάστηση και στην παράλληλη προστασία των οικισμών και των υποδομών από πλημμύρες και κατολισθήσεις και τέλος στην επανάκαμψη της βλάστησης με σπορά ή αναδάσωση, κατά κανόνα μόνο εκεί όπου η φυσική αναγέννηση δεν είναι εξασφαλισμένη. Παράλληλα, επιβάλλεται προστασία της καμένης περιοχής από τη βοσκή, τις αλλαγές χρήσης της γης και τις καταπατήσεις.
- Στο πλαίσιο της μεταπυρικής αποκατάστασης, η κατασκευή κορμοσειρών φαίνεται να αποτελεί, στη χώρα μας, την συχνότερα απαντώμενη μέθοδο στήριξης καμένων εδαφών, αν και έχει χαρακτηριστεί από μερικώς αποτελεσματική έως ανεπαρκής,

αφού παρουσιάζουν περιορισμένη αποθηκευτική ικανότητα νερού και δεν αντέχουν σε υψηλής έντασης και μεγάλης διάρκειας επεισόδια.

- Η σπορά έχει χαρακτηριστεί σαν μια πρακτική και οικονομική επέμβαση, η επιτυχία της οποίας όμως εξαρτάται από αστάθμητους παράγοντες. Η μέθοδος του προστατευτικού στρώματος, πιθανολογείται πως αποτελεί την πλέον επιτυχημένη επέμβαση, με το ποσοστό της διάβρωσης που συγκρατείται να φτάνει το 70%.
- Τα σύγχρονα ερευνητικά αποτελέσματα που σχετίζονται με τους μηχανισμούς φύτρωσης και αναγέννησης των διαταραγμένων οικοσυστημάτων έχουν βελτιώσει τη γνώση των φυσικών διαδικασιών αποκατάστασης και, προφανώς, δημιουργούν ένα σοβαρό επιστημονικό εργαλείο στην ιεράρχηση των στόχων, στην αποφυγή λαθών και στην ορθή αξιολόγηση των πρακτικών και γενικότερων διαχειριστικών μέτρων.
- Ο Ν. Ηλείας, που εντάσσεται στο χωρικό σύστημα της Κεντρικής Μεσογείου, από κοινού με τις περιφέρειες της Ν. Ιταλίας και Σικελίας, κατατάσσεται στις περιοχές της χώρας με εξαιρετικά υψηλή επικινδυνότητα έναρξης δασικών πυρκαγιών (βλ. Εικόνα 3.9. της παρούσας) και παράλληλα εμφανίζει την υψηλότερη πανελλαδικά μέση ωριαία ένταση υετού (βλ. Εικόνα 3.1. της παρούσας). Το υδρολογικό δίκτυο του Ν. Ηλείας χαρακτηρίζεται ως σχετικά πλούσιο.
- Οι δασικές πυρκαγιές του Αυγούστου του 2007, στο Νομό Ηλείας, καταγράφηκαν ως οι πλέον καταστροφικές των τελευταίων δεκαετιών, όχι μόνο σε εθνικό, αλλά και ευρύτερα σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Το σύνολο των καμένων εκτάσεων ξεπέρασε τα 2,5 εκ. στρέμματα, εκ των οποίων τα 301.320 στρέμματα αφορούν σε προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura 2000. Για πρώτη μάλιστα φορά οι καταστροφές επεκτάθηκαν πολύ πέρα από τα δάση και τις αγροτικές καλλιέργειες και έπληξαν σοβαρά οικισμούς και υποδομές. Το ιδιαίτερο όμως στοιχείο της ανθρώπινης τραγωδίας με 67 νεκρούς και χιλιάδες άστεγους και οικονομικά πληγέντες έδωσε μια πραγματικά τρομακτική διάσταση στην καταστροφή.
- Ως ήταν αναμενόμενο, της φονικής πυρκαγιάς ακολούθησαν έντονα πλημμυρικά συμβάντα. Και τούτο καθώς οι καμένες εκτάσεις κατέλαβαν κυρίως τους ορεινούς όγκους του Νομού, ήτοι τις περιοχές του με έντονο ανάγλυφο (βλ. χάρτη 3.5. της παρούσας), οι οποίες μεταπυρικά δεν αποκαταστάθηκαν, με φυσική συνέπεια την εκδήλωση πλημμυρών και την διάβρωση του εδάφους. Προς επίρρωση των προαναφερομένων, σημειώνονται τα στοιχεία του ιστοτόπου της Ειδικής Γραμματείας

Υδάτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, (σε εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2007/60/ΕΚ) σχετικά με τις μελέτες για τον υπολογισμό των δυνητικά υψηλού κινδύνου πλημμύρας περιοχών (βλ. χάρτες 3.8., 3.9., 3.10. και 3.11. της παρούσας).

- Οι εκτεταμένες πυρκαγιές του Αυγούστου του 2007 έλαβαν χώρα, κατά κύριο λόγο, σε θέσεις του Ν. Ηλείας μεγάλων εδαφικών κλίσεων, ήτοι σε ορεινές περιοχές (βλ. Χάρτες 3.13 και 3.14. της παρούσας), με, ως εκ τούτου αναμενόμενη, συνέπεια την εκδήλωση πλημμυρικών και κατολισθητικών φαινομένων. Επιπλέον, δεδομένης της γεωλογικής δομής του εδάφους, σε συνδυασμό με τις έντονες βροχοπτώσεις και την απώλεια της βλάστησης, λόγω των πυρκαγιών, η ευρύτερη περιοχή του Ν. Ηλείας συγκέντρωσε όλες τις προϋποθέσεις που συνηγορούν υπέρ της δημιουργίας κατολισθητικών φαινομένων. Χαρακτηριστικές είναι οι αναφορές του ημερήσιου τύπου για τα έντονα κατολισθητικά φαινόμενα που έλαβαν χώρα σε συνέχεια έντονων βροχοπτώσεων τον Ιανουάριο του τρέχοντος έτους. Εξάλλου, ο Ν. Ηλείας συμπεριλαμβάνεται σε εκείνες της περιοχές της χώρας που παρουσιάζουν έντονη κατολισθητική επικινδυνότητα (βλ. Σχήμα 3.9. της παρούσας).
- Από τα στοιχεία που κατέστη δυνατόν να συγκεντρωθούν, στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, προκύπτει ότι για την αποκατάσταση των πυρόπληκτων περιοχών δεν διενεργήθηκαν έργα ικανά να ανατρέψουν ή έστω να ελαχιστοποιήσουν τις συνέπειες των εκτεταμένων δασικών πυρκαγιών του 2007. Η κατασκευή κορμοδεμάτων, που κατά κύριο λόγο χρησιμοποιήθηκε, δεν φαίνεται ότι απέδωσε θετικά αποτελέσματα (βλ. διάγραμμα 3.6. της παρούσας).
- Παράλληλα, παρά το γεγονός ότι οι καμένες εκτάσεις κηρύχθηκαν ως αναδασωτέες έγκαιρα, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις της δασικής νομοθεσίας, δεν προέκυψε να συντελέστηκαν έργα ή τεχνικές αναδάσωσης για την, κατά το δυνατόν, αποκατάσταση του πληγέντος οικοσυστήματος.

Συνεπώς, τουλάχιστον για το Ν. Ηλείας, δεδομένου ότι έχουν παρέλθει δώδεκα χρόνια από τις ανείπωτες καταστροφές του Αυγούστου του 2007 χωρίς τη διενέργεια ικανών για αποκατάσταση του πληγέντος οικοσυστήματος μέτρων, επιβάλλεται αφενός να σταματήσουν οι επεμβάσεις αποκατάστασης των πυρόπληκτων περιοχών να γίνονται μηχανικά, αποσπασματικά, χωρίς τεκμηρίωση και με αβέβαια αποτελέσματα και αφετέρου να ληφθεί υπόψη, από τους αρμόδιους φορείς, η εκπόνηση των μακροχρόνιων

επιστημονικών, για το ζήτημα αυτό, μελετών (το διαδίκτυο βρίθει ανάλογων μελετών), ώστε τα έργα αποκατάστασης να καταστούν αποτελεσματικά.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα φυσικά φαινόμενα των πλημμυρών και των κατολισθήσεων βρίσκονται σε σχέση αλληλεξάρτησης και αλληλεπίδρασης και ότι η χώρα μας ανήκει στην κατηγορία των χωρών που πλήττονται από την κλιματική αλλαγή, αλλά και δεδομένου ότι, πλέον, υπάρχει πληθώρα μελετών ως προς την επικινδυνότητα των φαινομένων που εξετάστηκαν στην παρούσα εργασία, κρίνεται απαραίτητη η άμεση λήψη μέτρων εκ μέρους των αρμοδίων φορέων, ώστε στο μέλλον να καθίσταται εφικτή η αντιμετώπισή τους.

Περαιτέρω όμως, επειδή δασικές πυρκαγιές δεν θα σταματήσουν να συμβαίνουν, όχι μόνο στη χώρα μας, αλλά και στο παγκόσμιο στερέωμα και οι καταστροφές δεν μπορούν να εξαλειφθούν, η πολιτεία οφείλει να μεριμνήσει για την κατάρτιση και εφαρμογή ενός σχεδίου διαχείρισης κινδύνων (risk management). Και τούτο καθώς οι συνέπειες αυτών των καταστροφών, όπως καταγράφηκαν και στην παρούσα εργασία, είναι άμεσες (απώλεια ανθρώπων και ζώων, καταστροφή περιουσιών, κ.ά.), αλλά και μακροπρόθεσμες (περιβαλλοντική ζημία, επιπτώσεις στη σωματική και ψυχική υγεία των κατοίκων, κ.ά). Επίσης, οι συνέπειες μπορεί να επεκταθούν πέρα από την περιοχή που επηρεάζεται άμεσα από τον κίνδυνο (οικονομική ζημία για το κράτος κ.ά.).

Η διαχείριση κινδύνων είναι μια διαδικασία που εξετάζει και σταθμίζει τις πολιτικές, σχέδια και ενέργειες για τη μείωση του αντίκτυπου ενός κινδύνου ή κινδύνων για τους ανθρώπους, την ιδιοκτησία και το περιβάλλον. Σε κάθε περίπτωση, ο κίνδυνος μπορεί να διαχειριστεί με αποτελεσματικό τρόπο, βάσει των διαθέσιμων οικονομικών πόρων και των τεχνικών δυνατοτήτων. Μία σημαντική πτυχή της διαχείρισης κινδύνων παρέχει ρεαλιστικές προσδοκίες ως προς το τι μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες στρατηγικές και το σχετικό κόστος, καθώς και τα πλεονεκτήματα της ανάληψης των προτεινόμενων μέτρων (THE NATIONAL ACADEMIES PRESS (13457), «Disaster Resilience: A National Imperative», ΗΠΑ, Ιούλιος 2011). Ως χαρακτηριστικό παράδειγμα της έλλειψης σχεδίου διαχείρισης σχετικών κινδύνων ήταν οι συνέπειες της πυρκαγιές στο Μάτι Αττικής, τον Ιούλιο του 2018, κατά την οποία, εκτός των άλλων, έχασαν τη ζωή τους 100 άνθρωποι.

Βιβλιογραφία

- Prof. Dr. Dr.h.c. mult. Johann Georg Goldammer, Δρ. Γαβριήλ Ξανθόπουλος, Γεώργιος Ευτυχίδης, Δρ. Γεώργιος Μαλλίνης, Δρ. Ιωάννης Μητσόπουλος, Καθ. Αλέξανδρος Δημητρακόπουλος. *The global fire monitoring center (GFMC) secretariat of the global wildland fire network international wildfire preparedness mechanism international fire aviation working group*. Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937/Β/2018) για την ανάλυση των υποκείμενων αιτιών και τη διερεύνηση των προοπτικών διαχείρισης των μελλοντικών πυρκαγιών δασών και υπαίθρου στην Ελλάδα, 2019.
- Β. Κατσιάδας Μεταπτυχιακή Διατριβή για το Π.Μ.Σ. *Αξιοποίηση μεθόδων Γεωπληροφορικής για την συλλογή και αξιολόγηση των φαινομένων δασικών πυρκαγιών και σεισμικών παρατηρήσεων*. Μεταπτυχιακή Διατριβή για το Π.Μ.Σ, Γεωγραφία και Εφαρμοσμένη Γεωπληροφορική, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 2017.
- Τσούλος Λ., Σκοπελίτη Α., Στάμου Λ., *Χαρτογραφική Σύνοψη & Απόδοση σε Ψηφιακό Περιβάλλον*, Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, www.kallipos.gr, 2015
- Καρανικόλα, Σ. Ταμπάκης & Π. *Δασικές Πυρκαγιές και Κοινωνία*. Έκδοση Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, 2015.
- Ράκου Ζ., Γεωλόγος ΑΠΘ, μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας «*ΕΥΡΕΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΧΥΤΑ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΟΜΟΥ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ*», 2015.
- Κ. Νικούση, Διπλωματική Μεταπτυχιακή Εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, «*Οι επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών στο υδατικό ισοζύγιο μιας λεκάνης απορροής περιοχής. Η περίπτωση του χειμάρρου Κλαδέου, στην Αρχαία Ολυμπία μετά τις πυρκαγιές του 2007.*», 2013

- Afentoulidou, Kleoniki. *Model-based Evaluation of Forest Fire Hazard*. Master Thesis, Institute of Structural Engineering, Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering, ETH, 2011.
- Susan L. Cutter et. al. *Disaster Resilience: A National Imperative*. The National Academies Press (13457), 2011.
- Κ. Τσάγκαρη, Γ. Καρέτσος και Ν. Προύτσος. *Δασικές Πυρκαγιές Ελλάδας 1983-2008*, Σελ. 112. Εκδ. WWF Ελλάς και ΕΘΙΑΓΕ –ΙΜΔΟ & ΤΠΔ, 2011.
- Δ. Παπανικολάου, Μ. Διακάκης, Τράπεζα της Ελλάδας και Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής, «*ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗΝ ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ*», 2011.
- Yves Birot et. al. "Η ζωή μας με τις Δασικές Πυρκαγιές: Η Άποψη της Επιστήμης." European Forest Institute, Φινλανδία, 2009.
- Μπαλούτσος, Γ., Μπουρλέτσικας, Α. και Κ. Καούκης. *Επείγοντα αντιδιαβρωτικά και αντιπλημμυρικά έργα μετά από δασική πυρκαγιά: Κατηγορίες, αξιολόγηση και επιλογή τους*. 14ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο, με τίτλο *Οικολογική & Κοινωνική αποκατάσταση πυρόπληκτων περιοχών, Προστασία φυσικού περιβάλλοντος*. Θεσσαλονίκη: Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, 2009.
- Στεφανίδης, Π. *Τα αντιδιαβρωτικά και αντιπλημμυρικά έργα μετά από δασικές πυρκαγιές: Μύθος ή πραγματικότητα; 14ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο, με τίτλο «Οικολογική & Κοινωνική αποκατάσταση πυρόπληκτων περιοχών, Προστασία φυσικού περιβάλλοντος»* Σελ. 745-756. Θεσσαλονίκη: Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, 2009.
- Μαρτζάκλης, Β. *Πυρκαγιές Ηλείας 2007 – Αποτελεσματικότητα αντιδιαβρωτικών έργων σε επιλεγμένες περιοχές με τη χρήση G.I.S.*, Μεταπτυχιακή Διατριβή Ε.Κ.Π.Α., 2009
- Ερευνητική Ομάδα "Α" Ε.Μ.Π. για τις πυρόπληκτες περιοχές. "Εκτίμηση της εδαφικής απώλειας των λεκανών απορροής του Δήμου Ζαχάρως Νομού Ηλείας." 2008.
- Α.Π.Θ., WWF Ελλάς και. *Οικολογικός απολογισμός των καταστροφικών πυρκαγιών του Αυγούστου 2007 στην Πελοπόννησο*. 2007.

- Γ. Μπαλουτσος, Α. Οικονόμου και Κ. Καούκης. *Ο κίνδυνος πλημμύρας σε λεκάνες απορροής μετά από πυρκαγιά. Ανάλυση του προβλήματος και άμεσα μέτρα μείωσης των επιπτώσεων*. ΕΘΙΑΓΕ – ΙΜΔΟ, 2007.
- Θ. Γκουρνέλος, Δ. Τσαγκάς, Β. Κοτίνας, Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Τομέας Γεωγραφίας-Κλιματολογίας, «Σχέσεις μεταξύ χωρικής κατανομής κατολισθητικών φαινομένων, γεωμορφολογίας και ανθρώπινης επέμβασης στην Βόρειο-Δυτική Πελοπόννησο», 2002.
- Κλιμάκιο Διερεύνησης πυρόπληκτων ζωνών Δήμου Ζαχάρως. "Διερεύνηση φαινομένων διάβρωσης, αστάθειας πρανών στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Ζαχάρως του Νομού Ηλείας." Ε.Μ.Π., 2007.
- Στεφανίδης, Π. *Η επίδραση της δασικής βλάστησης και των ορεινών υδρονομικών έργων στην απορροή, στη διάβρωση του εδάφους και στις πλημμύρες*. 1999.
- Quezel, P., F. Medail, R. Loisel, and M. Barbero. *Biodiversity and conservation of forest species in the Mediterranean basin*. 1999.
- Κωτούλας Δ., *Διευθετήσεις Χειμαρρικών Ρευμάτων Ι*. Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, 1997.
- Κωτούλας Δ., *Διευθετήσεις Χειμαρρικών Ρευμάτων (Ορεινή Υδρονομική) ΙΙ*. Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, 1996.
- Lekkas, E., Papanikolaou, D., Fountoulis, I. *Neotectonic Map of Greece, «Pyrgos -Tropaia sheet (scale 1:100.000)*. Research project of the University of Athens, Department of Geology, Division of Dynamic, Tectonic, Applied Geology, 1992.
- Καϊλίδης Δ., *Δασικές Πυρκαγιές*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη Γιαπούλη, 1990.
- Ντάφης Σ., *Δασική Οικολογία*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη Γιαπούλη, 1986.

Διαδίκτυο

- *World Wildlife Fund: WWF* www.wwf.gr/images/pdfs/montelo-provlepsis-anagenisis.pdf (accessed 2019).
- *World Wildlife Fund: WWF* www.wwf.gr/images/pdfs/WWF_Odigos_Dasoprostasia_Dasopirosvesi_2009.pdf (accessed 2019).
- *Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα πολιτικών Μηχανικών.* [n.d. eclass.uth.gr/eclass](http://n.d.eclass.uth.gr/eclass) (accessed 2019).
- *Επείγοντα αντιδιαβρωτικά και αντιπλημμυρικά έργα μετά από πυρκαγιά.* www.forest.gr/ylh (accessed 2019).
- *Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας.* floods.ypeka.gr/index.php/xartes-epikindynotitas (accessed 2019)
- *Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας* www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=960&language=el-GR (accessed 2019).
- *Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας* www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=t8hJLV1AVS8%3D&tabid=707&language=el-GR (accessed 2019).
- *Οικοσκόπιο* <http://www.oikoskopio.gr/pyroskopio/pdfs/pyrkagies-ellada.pdf> (accessed 2019).
- *Οικοσκόπιο* www.oikoskopio.gr/pyroskopio (accessed 2019).
- *Αποκατάσταση μεσογειακών δασικών οικοσυστημάτων* www.dasarxeio.com/2018/09/23/61144 (accessed 2019).
- *Οικοσυστημάτων, Ινστιτούτο Μεσογειακών και Δασικών* www.fria.gr/prolipsi (accessed 2019).
- *για την ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝτική εκπαίδευση.* www.peakpemagazine.gr/ (accessed 2019)
- *Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας* www.fao.org/docrep/xi880E/xi880eo5.htm (accessed 2019).

- *Ειδήσεις - νέα - Το Βήμα Online*. n.d. - www.tovima.gr/wp-content/uploads/2019/02/07/Y60_COMMITTEE_LANDSCAPE_FIRE_FULL_REPORT_GREECE-1.pdf (accessed 2019).
- ΕΠΑΔ. *Εθνικό Παρατηρητήριο Δασών*. epad.web.auth.gr (accessed 2019).
- *Ινστιτούτο Μεσογειακών και Δασικών Οικοσυστημάτων*. www.fria.gr/ApokatastasiKamenwnEktasewn_PraktikaSYnedriou/Mpaloytsos_KindinoiPlymmirasSeLekanesAporrois.pdf (accessed 2019).
- *Ειδήσεις – νέα* www.tempo24.news (accessed 2019).