

# Ανάλυση Κινδύνου Δασικών Πυρκαγιών στα Παραμεσογειακά Ορεινά Οικοσυστήματα της Λίμνης Ν. Πλαστήρα

Κώστας Α. Καλαμποκίδης<sup>1</sup>, Στέργιος Βέργος<sup>2</sup> και Νικόλαος Παληχωρίτης<sup>3</sup>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή γίνεται ανάλυση όλων εκείνων των φυσικών παραμέτρων που συνθέτουν το πρόβλημα και τις δυσκολίες της αντιπυρικής δασοπροστασίας στα παραμεσογειακά ορεινά οικοσυστήματα της λίμνης Ν. Πλαστήρα στην Καρδίτσα. Τα δασικά οικοσυστήματα της λίμνης Ν. Πλαστήρα χαρακτηρίζονται από λιγότερο εύφλεκτη βλάστηση, σε ένα περιβάλλον με λιγοστά φυσικά και ανθρωπογενή αίτια (κλιματο-γεωγραφικά και κοινωνικο-οικονομικά) έναρξης και εξάπλωσης πυρκαγιών. Δρυοδάση και ελατοδάση συνθέτουν το μεγαλύτερο μέρος των χερσαίων οικοσυστημάτων της ευρύτερης περιοχής της λίμνης Πλαστήρα, δημιουργώντας ένα ύφυγρο περιβάλλον με μικρή συχνότητα εμφάνισης πυρκαγιών. Οι μεγάλοι χρόνοι επαναφοράς της φωτιάς σε αυτά τα οικοσυστήματα έχουν ως αποτέλεσμα την επί πολλές δεκαετίες συσσώρευση της βιομάζας, η οποία κάτω από δυσμενείς μετεωρολογικές ή ακραίες κλιματικές συνθήκες μπορεί να αποτελέσει την καύσιμη ύλη μεγάλων πυρκαγιών με καταστροφικές συνέπειες. Επιπλέον, τουριστική και αγροτική ανάπτυξη μέσα σε αυτές τις δασικές εκτάσεις συνθέτουν ένα “μωσαϊκό” με οικολογικές και προστατευτικές ιδιαιτερότητες, που δημιουργεί πιθανά επικίνδυνες περιοχές αντιμετώπισης πυρκαγιών-θεομηνίων. Η καταστροφική δύναμη τέτοιων πυρκαγιών μπορεί να μετριαστεί, αλλά και η εξάπλωση μικρότερων ανεπιθύμητων πυρκαγιών να ελεγχθεί πριν πάρουν μεγαλύτερες διαστάσεις, εφόσον υπάρχει εκ των προτέρων οργάνωση και σχεδιασμός αντιμετώπισής τους με κατάλληλα μέτρα. Προς αυτήν την κατεύθυνση, δημιουργήθηκαν συγκεκριμένα και παρουσιάζονται αναλυτικά πίνακες και διαγράμματα συμπεριφοράς μιας εκδηλούμενης πυρκαγιάς με στόχο να χρησιμεύσουν ως εργαλεία για τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων στις εργασίες πρόληψης και προ-καταστολής, στις επιχειρήσεις καταστολής, αλλά και στην εκτίμηση των προκαλουμένων συνεπειών στο οικοσύστημα.

**Λέξεις κλειδιά:** Διαχείριση Δασικών Πυρκαγιών, Οικολογία Φωτιάς, Ιστορία Πυρκαγιών, Πυρο-Μετεωρολογία, Χερσαία Οικοσυστήματα.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λίμνη Ν. Πλαστήρα στα ορεινά της περιοχής Καρδίτσας αποτελεί ένα παράδειγμα της ικανότητας του σημερινού ανθρώπου να μετατρέπει ένα συνηθισμένο ορεινό τοπίο σε χώρο όπου κυρίαρχο στοιχείο είναι το νερό. Βέβαια οι αλλαγές δεν έγιναν μόνο στην αισθητική του τοπίου, αλλά και στη δυναμική του οικοσυστήματος. Το γεγονός ότι έχουμε ένα τεχνητό οικοσύστημα σε τόσο μεγάλη έκταση και τόσο νέο σε ηλικία – αυτό σημαίνει ότι οι ρυθμοί εξέλιξής του είναι ακόμη πολύ έντονοι – απαιτεί μεγαλύτερη ευαισθησία και προσπάθεια σε θέματα που αφορούν την προστασία του.

Η μακροβιότητα και η ίδια η ύπαρξη της λίμνης εξαρτάται αντίστροφα από την ικανότητα των ποταμών της περιοχής να αποστύν και να μεταφέρουν στον πυθμένα της λίμνης κομμάτια εδάφους. Η ικανότητα αυτή των ποταμών μειώνεται δραστικά όσο αυξάνει ποσοτικά και ποιοτικά η εδαφοκάλυψη. Σε περίπτωση καταστροφής της βλάστησης από φωτιά (ίσως του πιο σημαντικού παράγοντα απότομης και ολικής έκθεσης του μητρικού εδάφους στην ορμή του νερού), ο ωφέλιμος για συγκράτηση νερού χώρος της λίμνης θα αρχίσει να μειώνεται δραστικά λόγω των φερτών υλικών που θα καταλαμβάνουν τον πυθμένα, διαδικασία που είναι αδύνατο να

<sup>1</sup> Περιβαλλοντική Χαρτογραφία, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 811 00 Μυτιλήνη, Τηλ. 0251 36455, Fax 0251 36459, E-mail kalabokidis@aegean.gr

<sup>2</sup> Τμήμα Δασοπονίας Καρδίτσας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, Τέρμα Μανρομιάλη, 431 00 Καρδίτσα

<sup>3</sup> Δασοτεχνικό Γραφείο Μελετών, Κ. Τερτίπη 31, 431 00 Καρδίτσα

αντιστραφεί και της οποίας οι επιπτώσεις είναι πολύ δύσκολο να ανακληθούν.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συμβολή στην προληπτική αντιπυρική προστασία του περιβάλλοντος τη λίμνη Πλαστήρα δάσους, μέσω μιας καινοτόμου εκτίμησης του κινδύνου έναρξης και εξάπλωσης πυρκαγιών στην περιοχή. Η σπουδαιότητα του αντιπυρικού σχεδιασμού καθίσταται αυταπόδεικτη, τόσο από τη γενικότερη σημασία του δάσους αυτού στα ορεινά της πόλης της Καρδίτσας όσο και από την αποτροπή των αρνητικών οικολογικών, κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων μιας εκδηλούμενης πυρκαγιάς σε αυτό.

Δημοσιευμένες ερευνητικές μελέτες σχετικές με τον κίνδυνο δασικών πυρκαγιών έχουν ασχοληθεί κύρια με την ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης, λόγω της ευφλεκτικότητας των θερμόφιλων κωνοφόρων και των σκληρόφυλλων θάμνων που την αποτελούν (Carraga 1991, Δημητρακόπουλος 1992, Vliegheer 1992, Δημητρακόπουλος 1993, Kailidis 1994, Μπαζιγιός και Vliegheer 1995, Καλαμποκίδης 1996, Καλαμποκίδης και Στάμου 1996, Στάμου κ.α. 1996, Γουμα 1997). Η παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης των θερμόφιων φυλλοβίων πλατυφύλλων και η ζώνη των ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων ειδών, που συγκροτούν τα δασικά οικοσυστήματα της περιοχής μελέτης, έχουν αξιολογηθεί ελάχιστα από άποψη πυρκαγιών, ενώ ακόμη λιγότερες είναι οι βιβλιογραφικές αναφορές για το ρόλο της φωτιάς σε αυτές.

Στην εργασία αυτή γίνεται μια εμπειριστατωμένη ανάλυση όλων εκείνων των φυσικών παραμέτρων που συνδέονται με το πρόβλημα και τις δυσκολίες της αντιπυρικής δασοπροστασίας στα παραμεσογειακά ορεινά οικοσυστήματα της λίμνης Ν. Πλαστήρα στην Καρδίτσα. Μέσα από αυτό το αναλυτικό πλαίσιο, τεκμηριώνεται η δημιουργία ενός σύγχρονου, τεχνοκρατικού και αποτελεσματικού σχεδίου αντιμετώπισης του κινδύνου δασικών πυρκαγιών που μπορεί να διαφυλάξει την ασφάλεια της ζωής και της περιουσίας των κατοίκων, να διατηρεί τους φυσικούς πόρους οικολογικά και αισθητικά ανέπαφους, και να παρέχει στους πολίτες τα προνόμια να ζουν αρμονικά κοντά στο φυσικό περιβάλλον.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για την εργασία επιλέχθηκε ως περιοχή μελέτης το δυτικό τμήμα της λίμνης Ν. Πλαστήρα γιατί παρουσιάζει το μεγαλύτερο βαθμό επικινδυνότητας σε σχέση με την υπόλοιπη περιοχή από άποψη δασικών πυρκαγιών, οι οποίες σε περίπτωση εκδήλωσής των θα προκαλέσουν εντονότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Τα πετρώματα της περιοχής έχουν ιζηματογενή προέλευση και είναι κυρίως φλύσσης και κατά θέσεις ασβεστόλιθος. Τα εδάφη παρουσιάζονται από βαθιά έως αβαθή, με οργανικό ορίζοντα πλούσιο σε χουμικές ουσίες σκοτεινού χρώματος και με ανεμπόδιση αποσύνθεση της φυλλάδας. Ο ξηροτάπητας είναι μετρίου βάθους και αποτελείται από φυλλάδα πλατύφυλλων και βελόνες κωνοφόρων δένδρων.

Η βλάστηση συνθέτουν όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά είδη που συγκροτούν τις δύο κύριες ζώνες βλάστησης στην περιοχή μελέτης:

την παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης της πλατύφυλλου δρυός και δρυός-καστανιάς (*Quercetum frainetto*, *Q. confertae*), καθώς και τη ζώνη των ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων και συγκεκριμένα τον αυξητικό χώρο της υβριδογενούς ελάτης (*Abietum borissi regis*).

Στις ψηλότερες θέσεις της περιοχής μελέτης και πάνω από τα ανθρωπογενή δασο-όρια (> 1600 m) εμφανίζεται μια ποώδης και αραιά θαμνώδης ψευδαλπική βλάστηση, έντονα υποβαθμισμένη και υπερβοσκομημένη στα θερινά βοσκότοπια. Στις κοίτες των μεγαλύτερων ρευμάτων, και στις χαμηλότερες προς την κοίτη θέσεις τους, εμφανίζονται στοιχεία παρασιτόμας βλάστησης με κύρια είδη πλατάνι (*Platanus orientalis*), ιτιές (*Salix incana* και *S. alba*), και σκλήθρο (*Alnus glutinosa*). Στα οικοσυστήματα αυτά δημιουργούνται άριστες συνθήκες διαμονής και διατροφής πληθώρας άγριας ζωής (εντόμων, ερπετών, πτηνών και θηλαστικών), τα οποία έχουν επιτακτικές ανάγκες προστασίας από κάθε είδους κινδύνους και απειλές.

Στη συνολική έκταση των 60 km<sup>2</sup> της περιοχής μελέτης υπάρχει ένα μικτό ιδιοκτησιακό καθεστώς (17% δημόσιες και 83% μη δημόσιες εκτάσεις), με το 60% πλήρως ή μερικώς δασοσκεπές. Τα δασικά οικοσυστήματα της περιοχής διακόπτονται συχνά από γεωργικές καλλιέργειες, καθώς και από διάκενα-ξέφωτα στα οποία κυριαρχεί η φτέρη (*Pteridium aquilinum*). Αυτό συμβαίνει στην παραλλήλωση ζώνη όπου βρίσκονται και οι περισσότεροι οικισμοί, με επίσημο συνολικό πληθυσμό περίπου 5.000 κατοίκων (απογραφή 1991) που προσauxάνεται κατά πολύ την τουριστική περίοδο Ιουλίου-Αυγούστου. Η οικονομική δραστηριότητα που ασκείται στην περιοχή είναι περιορισμένη και έχει τέσσερις αλληλένδετους άξονες: Δάσος - Γεωργία - Κτηνοτροφία -

Πίνακας Ι. Στατιστικά στοιχεία πυρκαγιών της περιοχής λίμνης Ν. Πλαστήρα για την περίοδο 1927-1996 (70 χρόνια).

Έτος Πυρκαγιάς	Περιφέρεια Κοινότητας	Δασοπονικό Είδος	Καείσα Έκταση	Ημερομηνία Πυρκαγιάς
1927	Νεοχωρίου	Δρυς + Θάμνοι	10 στρέμ.	4/1927
1931	Νεοχωρίου	Δρυς	6 στρέμ.	9/1931
1937	Καστανιάς-Μούχα	Δάσος Ελάτης	200 στρέμ.	27/3/1937
1952	Φυλακτής	Δάσος Ελάτης	2 στρέμ.	30/4/1952
1962	Μορφοβουνίου	Δρυς θαμνώδης	1,5 στρέμ.	19/8/1962
1963	Καστανιάς-Μούχα	Δρυς ανομήλικη	4,5 στρέμ.	18/8/1963
1963	Μορφοβουνίου	Δρυς	20 στρέμ.	9/9/1963
1966	Μορφοβουνίου	Δρυς + Αείφυλλα πλατύφυλλα	80 στρέμ.	25/8/1966
1971	Μορφοβουνίου	Δρυς	2,5 στρέμ.	20/7/1971
1977	Φυλακτής	Ελάτη + Γεωργικές καλλιέργειες	10 στρέμ.	21/2/1977
1977	Μορφοβουνίου	Δρυς, Ακακία, Σπάρτα κλπ.	11,5 στρέμ.	10/7/1977
1978	Μορφοβουνίου	Αείφυλλα πλατύφυλλα	560 στρέμ.	10/8/1978
1986	Μορφοβουνίου	Χορτολίβαδα	21 στρέμ.	4/8/1986
1987	Μορφοβουνίου	Χορτολίβαδα	1500 στρέμ.	27/7/1987
1988	Μορφοβουνίου	Δασοσκεπής -Χορτολίβαδα	200 στρέμ. 170 στρέμ.	22/8/1988 26/8/1988
1993	Καρβασαράς -Καρύτσας	Ελάτη μερικώς δασοσκεπής + Χορτολίβαδα	20 στρέμ. +130 στρέμ.	24/9/1993
1994	Καρύτσας	Δάσος Ελάτης	2 στρέμ.	17/8/1994
1996	Καρύτσας	Δάσος Ελάτης	60 στρέμ.	10/7/1996
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>3.011 στρέμ.</b>	

### Τουρισμός.

Ανάλυση των στατιστικών στοιχείων πυρκαγιών στηρίχθηκε στην καταγραφή όλων των σημαντικών ιστορικών πυρκαγιών που έγιναν στην περιοχή κατά τη χρονική περίοδο 1927-1996 (δηλαδή τα τελευταία 70 χρόνια). Για τον προσδιορισμό των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στη μελετούμενη περιοχή ελήφθησαν υπόψη τα υπάρχοντα στοιχεία της περιόδου 1979-1995 του μετεωρολογικού σταθμού φράγματος Ταυρωπού της ΔΕΗ, που βρίσκεται στο κέντρο της περιοχής μελέτης και σε υψόμετρο 815 m.

Η ποσότητα και τα χαρακτηριστικά της βλάστησης αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που ελέγχουν τη συμπεριφορά μιας πυρκαγιάς τόσο από άποψη ταχύτητας εξάπλωσης όσο και εκλυόμενης θερμότητας (Ρυπε κ.α. 1996). Θα πρέπει να τονισθεί όμως ότι όλη η δασική βιομάζα δεν αποτελεί καύσιμη ύλη στο πέραςμα της φωτιάς, και ως εκ τούτου δεν λαμβάνεται υπόψη στα μοντέλα πρόβλεψης της συμπεριφοράς και του κινδύνου πυρκαγιών. Τα μοντέλα αυτά δέχονται ως στοιχεία εισροής την ποσότητα της κατακεείμενης νεκρής καύσιμης ύλης (δηλαδή κλαδιά διαμέτρου μέχρι 7,5 cm και φυλλοτάπτητας), της χορτοποώδους βλάστησης και των ισταμένων ζωντανών θάμνων (βλαστοί διαμέτρου μέχρι 0,5 cm και φύλλωμα).

Τα παραπάνω στοιχεία μαζί με άλλες φυσικο-χημικές παραμέτρους της παρεδαφιαίας καύσιμης ύλης (Burgan και Rothermel 1984, Ρυπε κ.α. 1996) ταξινομήθηκαν σε 4 συνολικά τύπους καυσίμου, και χρησιμοποιήσαν ως δεδομένα για την εφαρμογή του μοντέλου συμπεριφοράς της φωτιάς BEHAVE (Andrews 1986). Η ταξινόμηση στηρίχθηκε σε μια προ-δειγματοληψία (με άμεση συλλογή, ξήρανση και ζύγιση της καύσιμης ύλης) των δασικών τύπων στην περιοχή της λίμνης Πλαστήρα, και ανάλογη κατάταξη σε τρία τυπικά μοντέλα καύσιμης ύλης από το σύστημα BEHAVE – μοντέλο 1=ποολίβαδο, μοντέλο 8=κλειστό δάσος κωνοφόρων, και μοντέλο 9=δάσος φυλλοβόλων (Anderson 1982) – και ένα μοντέλο καύσιμης ύλης Μεσογειακών θάμνων (Stamou κ.α. 1998). Σχετικά στοιχεία από τα παραπάνω μοντέλα καύσιμης ύλης παρουσιάζονται ως αποτελέσματα στις αντίστοιχες 4 κατηγορίες βλάστησης της περιοχής μελέτης, δηλαδή τα Λιβάδια (μοντέλο 1), τα Δάση



Σχήμα 1. Καίσις έκταση ανά έτος, μήνα, μορφή βλάστησης και περιοχή για τη χρονική περίοδο 1927-1996.

Θα πρέπει να υπογραμμισθεί ότι η χρονική περίοδος των 70 ετών που υπάρχουν ιστορικά στοιχεία πυρκαγιών είναι σχετικά μικρή για να διερευνηθούν ουσιαστικά η ιστορία και οικολογία των πυρκαγιών στα δασικά οικοσυστήματα της περιοχής. Σε παρόμοια ορεινά οικοσυστήματα, η εμφάνιση της φωτιάς μέσα στον κύκλο διαδοχής της βλάστησης θεωρείται ότι είναι ένα επεισόδιο μικρής συχνότητας και μεγάλης έντασης που επανέρχεται με περφόρους χρόνους 100-300 ετών και προκαλεί ολική καταστροφή της υπάρχουσας φυτοκλήνης (Kozlowski και Ahlgren 1974, Wright και Bailey 1982, Agee 1993, Pyne κ.α. 1996). Συνεπώς, η ανάλυση του ρόλου της φωτιάς μέσα στους αιώνες καθίσταται αδύνατη με παρόμοια βραχυχρόνια ιστορικά αρχεία, αλλά θα μπορούσε να μελετηθεί με συνδυασμούς διαφορετικών τρόπων προσέγγισης (π.χ. ανάλυση

Ελάτης (μοντέλο 8), τα Δάση Δρυός (μοντέλο 9) και τους Θαμνότοπους (μοντέλο Μεσογειακών θάμνων).

Οι τύποι αυτοί καύσιμης ύλης, επειδή τυποποιούν μια πληθώρα πολύπλοκων και δυσκολομέτρητων παραμέτρων φωτιάς, παρουσιάζουν το πλεονέκτημα της εύκολης και γρήγορης χρήσης σε πολλές εφαρμογές αναπτυξιακής προστασίας (π.χ. εκτίμηση κινδύνου, διεύθυνση καύσιμης ύλης, επιχειρήσεις καταστολής). Μέσα σε αυτά τα αναλυτικά πλαίσια, το σύστημα πρόβλεψης συμπεριφοράς της φωτιάς BEHAVE συνδυάστηκε με τους τύπους καύσιμης ύλης και τις μετεωρολογικές συνθήκες της περιοχής, προκειμένου να καθορισθούν οι παράμετροι που διέπουν την πιθανή εξάπλωση μιας εκδηλούμενης πυρκαγιάς (Burgan και Rothermel 1984, Andrews 1986).

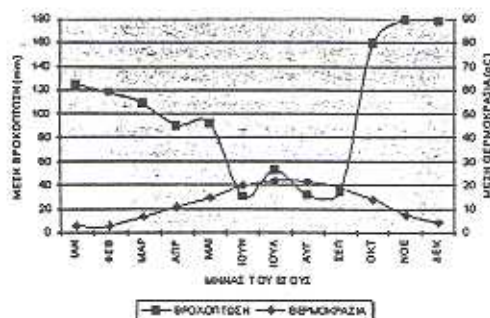
## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### Ιστορικά Στοιχεία Πυρκαγιών

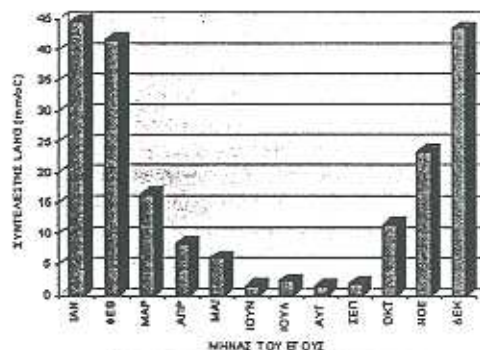
Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τα στατιστικά στοιχεία όλων των καταγεγραμμένων πυρκαγιών που συνέβησαν στην περιοχή τα τελευταία 70 χρόνια. Από τον αριθμό των πυρκαγιών και την καίσις έκταση ανά έτος, μήνα, μορφή βλάστησης και περιοχή προκύπτουν ότι για τη χρονική περίοδο 1927-1996:

- ο συνολικός αριθμός των πυρκαγιών είναι μικρός (19 πυρκαγιές), με σύνολο καίσις έκτασης 3.011 στρέμματα
- το 50% της έκτασης κάηκε σε ένα περιστατικό το 1987, ενώ ένα συντριπτικά μεγάλο ποσοστό της υπόλοιπης καίσις έκτασης προήλθε από 4-5 πυρκαγιές (Σχήμα 1Α)
- καιγόταν κυρίως αγρολιβαδικές εκτάσεις (χορτολιβάδα και θαμνότοποι) και κατά δεύτερο λόγο τα δρυοδάση και ελατοδάση (Σχήμα 1Β)
- το 85% της έκτασης κάηκε στη περιοχή του Μορφοβουνίου ενώ ακολούθησαν με μεγάλη διαφορά οι περιοχές Καρύσιας και Μούσιας, με 200 περίπου καμένα στρέμματα η καθεμιά (Σχήμα 1Β)
- η πλειοψηφία των πυρκαγιών επικεντρώνεται στους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο, με το 87% της καίσις έκτασης (Σχήμα 1Γ).

## Α) ΘΩΒΡΟΘΕΡΜΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ



## Β) ΔΕΙΚΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ LANG



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙΜΑΤΟΣ
< 1,8	Υπέξηρο
1,8 - 3,4	Ξηρό
3,5 - 5,0	Υπόξηρο
5,1 - 8,3	Υψιγρο
8,4 - 13,3	Υγρό
> 13,3	Υπέυγρο

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά του κλίματος επηρεάζουν την εμφάνιση και εξάπλωση των πυρκαγιών κατά τη θερινή περίοδο με κατά μέσον όρο τις παρακάτω μετεωρολογικές συνθήκες, όπως εξάγονται από τη 17-χρονη και σχετικά μικρή χρονική περίοδο των δεδομένων του μετεωρολογικού σταθμού της ΔΕΗ:

- παραεδαφιαία βλάστηση και κατακέιμενη καύσιμη ύλη με υψηλά ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας, λόγω των μεγάλων αποθεμάτων ύδατος στο έδαφος από τον νερό των προηγούμενων μηνών και της υψηλής σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας από την εξάτμιση της λίμνης
- περιεχόμενη υγρασία ζωντανής βλάστησης κυμαίνεται γύρω στο 150% (σε ξηρό βάρος), και περιεχόμενη υγρασία νεκρής καύσιμης ύλης ποικίλει γύρω από το 10±4% (σε ξηρό βάρος) ανάλογα με τις άμεσα επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες
- μέση μεγίστη θερμοκρασία 25°C και μέση σχετική υγρασία 60%
- επικρατούντες άνεμοι που σπάνια ξεπερνούν σε ένταση τα 5 BF (περίπου 30 km/h) και των οποίων οι

Σχήμα 2. Ομβροθερμικό διάγραμμα και δείκτης Ξηρασίας για τη χρονική περίοδο 1979-1995 στην περιοχή της λίμνης Ν. Πλαστήρα.

κλάσεων ηλικίας - δομών δασοσυστάδων, δένδρο-χρονολόγηση, χρονολόγηση εζημάτων πυθμένα φυσικών λιμνών και ελιών).

## Κλιματικά Στοιχεία Πυρκαγιών

Από τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού της ΔΕΗ για την περίοδο 1979-1995 παρουσιάζεται ένα υγρό έως υπέρυγρο κλίμα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του χρόνου στην περιοχή της λίμνης (Σχήμα 2Α). Μόνο κατά τη θερινή περίοδο Ιουνίου-Σεπτεμβρίου εμφανίζεται μία ξηροθερμική τάση που επιβεβαιώνεται και από τον συντελεστή Lang (που είναι ο λόγος της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης σε χιλιοστά προς την αντίστοιχη μέση μηνιαία θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου).

Ο δείκτης Ξηρασίας Lang (Trewartha and Horn 1980) κυμαίνεται κάτω από 3,5 μονάδες στους μήνες Ιούνιο έως Σεπτέμβριο (Σχήμα 2Β) χαρακτηρίζοντας το κλίμα των μηνών αυτών ως ξηρό. Η κατάταξη του κλίματος μηνός κατά Lang-Cracamin είναι η ακόλουθη:

ταχύτες μετρίζονται σημαντικά μέσα στα κράπεδα των δασοσυστάδων, δημιουργώντας πεδία ροής ανέμου στο μέτωπο της πυρκαγιάς κατά πολύ μικρότερα από τα επικρατούσα σε υψηλότερα σημεία της ατμόσφαιρας. Για μετρήσεις σε ύψος 6 m, οι αντιστοιχίες της κλίμακας Μποφόρ (BF) με τις κατά μέσο όρο μετρούμενες ταχύτητες ανέμου σε km/h είναι:

BF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
km/h	5	10	15	25	30	40	50	60	70	85	100	>100

Πρόβλεψη Συμπεριφοράς Πυρκαγιών

Πίνακες δικλής εισόδου (Πίνακας II και Πίνακας III) δίνουν τις σημαντικές πυρικές παραμέτρους μιας

Πίνακας II. Συμπεριφορά πυρκαγιάς για το μοντέλο καύσιμης ύλης δασών δρυός.

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ, m/min							
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΠΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ (%)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ, km/h						
	0	5	10	15	20	25	30
6	1	2	5	8	13	19	26
7	1	2	4	8	12	18	24
8	1	2	4	7	12	17	23
9	1	2	4	7	11	16	22
10	1	1	4	7	10	15	21
11	1	1	3	6	10	15	20
12	0	1	3	6	10	14	19

ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ ΜΕΤΩΠΟΥ, kW/m							
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΠΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ (%)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ, km/h						
	0	5	10	15	20	25	30
6	48	129	317	588	935	1350	1830
7	42	115	281	523	831	1200	1626
8	38	104	255	475	754	1089	1476
9	36	96	236	439	697	1007	1364
10	33	90	222	411	654	944	1280
11	32	86	210	390	620	895	1213
12	30	82	200	372	591	854	1157

ΜΗΚΟΣ ΦΛΟΓΑΣ, m							
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΠΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ (%)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ, km/h						
	0	5	10	15	20	25	30
6	0,5	0,7	1,1	1,5	1,8	2,1	2,5
7	0,4	0,7	1,0	1,4	1,7	2,0	2,3
8	0,4	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,2
9	0,4	0,6	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1
10	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1
11	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,0
12	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	2,0

Πίνακας II (συνέχεια). Συμπεριφορά πυρκαγιάς για το μοντέλο καύσιμης ύλης δασών δρυός.

ΕΚΤΑΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ, ha							
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΠΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ (%)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ, km/h						
	0	5	10	15	20	25	30
6	0,0	0,1	0,6	1,5	3,1	5,4	8,6
7	0,0	0,1	0,5	1,3	2,7	4,7	7,4
8	0,0	0,1	0,4	1,2	2,4	4,1	6,5
9	0,0	0,1	0,4	1,0	2,1	3,7	5,8
10	0,0	0,1	0,4	0,9	1,9	3,3	5,3
11	0,0	0,1	0,3	0,9	1,8	3,1	4,9
12	0,0	0,1	0,3	0,8	1,6	2,8	4,5

ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ, m							
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΠΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ (%)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ, km/h						
	0	5	10	15	20	25	30
6	65	146	321	564	869	1230	1646
7	60	136	298	523	805	1140	1525
8	56	127	279	490	754	1068	1429
9	53	120	264	464	714	1011	1352
10	51	115	252	442	680	964	1289
11	48	110	241	424	653	924	1236
12	47	106	232	408	628	889	1190

ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΥΤΡΩΝ, km							
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΠΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ (%)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ, km/h						
	0	5	10	15	20	25	30
6	0,0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1
7	0,0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1
8	0,0	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0
9	0,0	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0
10	0,0	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0
11	0,0	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0
12	0,0	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0

εκδηλούμενης πυρκαγιάς με στόχο να χρησιμεύσουν ως εργαλεία για τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων τόσο σε εργασίες πρόληψης και προκαταστολής (π.χ. περιοχές που απαιτούν καθαρισμούς και αραίωση της βλάστησης, κατασκευή αντιπυρικών ζωνών σε στρατηγικά και ευαίσθητα σημεία) όσο και επιχειρήσεις καταστολής (π.χ. στρατηγική τοποθέτηση ελίγιων δυνάμεων, πρόβλεψη της εξέλιξης του μετώπου της πυρκαγιάς, επιλογή χρήσης άμεσων ή έμμεσων μεθόδων προσβολής).

Οι πίνακες αυτοί δημιουργήθηκαν με τη χρήση του συστήματος πρόβλεψης συμπεριφοράς της φωτιάς "BEHAVE" που συνδυάστηκε με τους τύπους βλάστησης/καύσιμης ύλης και τις μετεωρολογικές συνθήκες της περιοχής, προκειμένου να καθορισθούν οι παράμετροι που διέπουν την εξάπλωση μιας πυρκαγιάς. Η ταχύτητα του ανέμου μαζί με την περιεχόμενη υγρασία της καύσιμης ύλης χρησιμοποιήθηκαν ως μεταβλητές εισροής

για την δημιουργία των πινάκων διπλής εισόδου, όπου εύκολα και γρήγορα ο χρήστης στην πράξη θα υπολογίζει κρίσιμες παραμέτρους μιας ενδεχόμενης ή/και εν εξελίξει πυρκαγιάς. Οι πίνακες αυτοί καθίστανται ακόμη πιο εύχρηστοι όταν συνοδεύονται και από φωτογραφίες που απεικονίζουν τον αντίστοιχο τύπο βλάστησης (καυσίμου).

Οι παράμετροι της πυρκαγιάς που παρουσιάζονται για τα δύο κύρια μοντέλα καύσιμης ύλης της περιοχής (τα δάση δρυός στον Πίνακα II και τα δάση ελάτης στον Πίνακα III) είναι η ταχύτητα διάδοσης, η θερμική ένταση, το μήκος της φλόγας, η έκταση και η περιφέρεια της πυρκαγιάς μετά από 30 λεπτά από την εκδήλωσή της, καθώς και η μέγιστη δυνατή απόσταση μεταφοράς καυτρώων από το μέτωπο της εκδηλούμενης πυρκαγιάς. Γνώση των παραπάνω παραμέτρων πριν από και κατά την πυρκαγιά συμβάλει τόσο στην αντιμετώπιση των

Πίνακας III. Συμπεριφορά πυρκαγιάς για το μοντέλο καύσιμης ύλης δασών ελάτης.

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ, m/min							
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΛΕΠΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ (%)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ, km/h						
	0	5	10	15	20	25	30
6	0	0	1	2	2	2	2
7	0	0	1	1	1	1	1
8	0	0	1	1	1	1	1
9	0	0	1	1	1	1	1
10	0	0	1	1	1	1	1
11	0	0	1	1	1	1	1
12	0	0	1	1	1	1	1

ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ ΜΕΤΩΠΟΥ, kW/m							
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΛΕΠΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ (%)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ, km/h						
	0	5	10	15	20	25	30
6	6	16	35	55	55	55	55
7	6	15	31	46	46	46	46
8	5	13	28	40	40	40	40
9	5	12	26	35	35	35	35
10	4	11	24	32	32	32	32
11	4	11	23	29	29	29	29
12	4	10	21	27	27	27	27

ΜΗΚΟΣ ΦΛΟΓΑΣ, m							
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΛΕΠΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ (%)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ, km/h						
	0	5	10	15	20	25	30
6	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
7	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
8	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
9	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
10	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
11	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
12	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4



Πίνακας ΙΙΙ (συνέχεια). Συμπεριφορά πυρκαγιάς για το μοντέλο καθίστης ύλης διασών ελάτης.

ΕΚΤΑΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ, ha							
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΛΕΠΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ (%)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ, km/h						
	0	5	10	15	20	25	30
6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

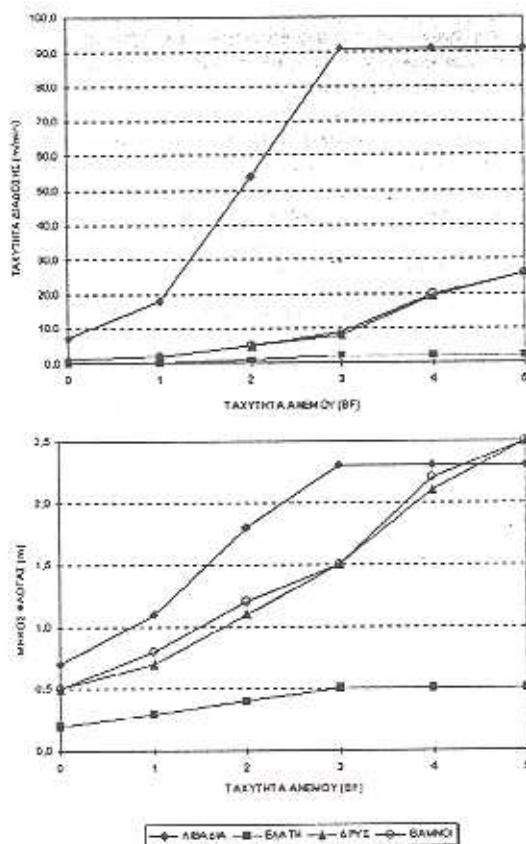
ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ, m							
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΛΕΠΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ (%)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ, km/h						
	0	5	10	15	20	25	30
6	17	37	70	105	105	105	105
7	16	34	65	93	93	93	93
8	15	32	61	84	84	84	84
9	14	30	57	76	76	76	76
10	13	29	55	70	70	70	70
11	13	27	52	66	66	66	66
12	12	26	50	62	62	62	62

ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΥΤΡΩΝ, km							
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΛΕΠΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ (%)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ, km/h						
	0	5	10	15	20	25	30
6	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
7	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
8	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4
9	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4
10	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3
11	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
12	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3

δυσκολιών ελέγχου της πυρκαγιάς (κατασχευή αντεπυρική γραμμή, αποστολή ή όχι συνεργών στο μέτωπο, απαιτήσεις σε προσωπικό και εξοπλισμό, νέες εστίες, ασφάλεια) όσο και στην εκτίμηση των προαλουμένων συνεπειών στο οικοσύστημα.

Δύο από τις παραπάνω παραμέτρους (δηλαδή ταχύτητα διάδοσης και μήκος φλόγας) παρουσιάζονται και σε διαγράμματα συμπεριφοράς της πυρκαγιάς, για όλα τα μοντέλα καθίστης ύλης και για χαρακτηριστικές περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής (Σχήμα 3). Γενικά παρατηρείται μια πολύ πιο έντονη συμπεριφορά της φωτιάς σε χορτολιβαδικές εκτάσεις, δρυοδάση και θαμνώδες εμφανίζουν παρόμοιες συνθήκες εξάπλωσης πυρκαγιών ενώ στα ελαιοδάση εκδηλώνεται ήπια συμπεριφορά πυρκαγιάς σε σχέση με διακύμανση του πνέοντος ανέμου από 0-5 BF.

## ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ



Σχήμα 3. Προβλεπόμενες ταχύτητες διάδοσης και μήκη φλόγας πυρκαγιών για τους χαρακτηριστικούς τύπους καύσιμης ύλης της περιοχής λίμνης Ν. Πλαστήρα.

από αυτές που προαναφέρονται, λόγω ανάμματος της κόμης μεμονωμένων δένδρων και πετάγματος καυτρών. Η θνησιμότητα των δρυών εξαρτάται από την εποχή της φωτιάς και είναι ανλόγη με τη θερμοκίνη ένταση.

**Δάση Ελάτης.** Απαντώνται σε υψόμετρα μεγαλύτερα αυτών των δρυοδαμών, με φυσικές συνθήκες που ευνοούν έρπουσες μη καταστροφικές πυρκαγιές (δηλαδή βελονοστάφυας και κλαδάκια ποσότητας μέχρι 11 t/ha που είναι σχετικά συμπεσμένα σε πάχος έως και 10 cm, ενώ η υποβλάστηση αποτελείται κυρίως από υγρές φτέρες και ψυχάνθη). Μέχρι πρότινος τα δάση αυτά εθεωρούντο οικοσυστήματα χαμηλού κινδύνου πυρκαγιάς, αλλά τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια έξαρση πυρκαγιών που οφείλονται σε ένα συνδυασμό ανθρωπογενών και φυσικών αιτιών. Χαμηλές φλόγες έως 0,5 m και μικρές ταχύτητες διάδοσης έως 0,1 km/h χαρακτηρίζουν τις πυρκαγιές αυτές, αλλά κάτω από δυσμενείς καιρικές συνθήκες (υψηλές θερμοκρασίες, χαμηλές υγρασίες και ισχυρούς ανέμους) και σε περιοχές με υπολείμματα υλοτομιών μπορούν να δημιουργη-

Στόχος όλων των παραπάνω είναι η ύπαρξη "εργαλείων" που στα χέρια έμπειρου προοπιστικού πυροπροστασίας μπορούν να αποτελέσουν πολύτιμα μέσα έγκαιρης και ορθολογικής λήψης αποφάσεων. Σε καμία περίπτωση δεν αντικαθίσταται ο παράγων άνθρωπος με τη γνώση και την εμπειρία του (άλλωστε τα μοντέλα γενικότερα απλοποιούν σύνθετα φυσικά φαινόμενα με αποτέλεσμα να προϋποθέτουν ένα πλήθος παραδοχών), αλλά δυναμώνει και γίνεται αποτελεσματικότερος ο ρόλος του. Για παράδειγμα, φλόγες μήκους πάνω από 1,5 m εκλύουν θερμότητα που είναι απαγορευτική για την αποστολή συνεργείων ανθρώπων στο μέτωπο της φωτιάς αλλά μηχανήματα μπορούν ακόμη να δουλέψουν, ενώ φλόγες μήκους πάνω από 2,5 m καθιστούν τις άμεσες μεθόδους προσβολής αναποτελεσματικές και πρέπει να ληφθούν έμμεσα μέτρα καταστολής και χρήση εναέριων μέσων (Σχήμα 3).

Συνολικά, στα δασικά οικοσυστήματα της λίμνης Ν. Πλαστήρα διακρίνουμε 4 κατηγορίες βλάστησης από άποψη καύσιμης ύλης, που σε σχέση με πυρκαγιές αναλύονται ως εξής:

**Δάση Δρυός.** Πρόκειται για κυρίως πρεμοφυή αμιγή δάση δρυός ή μικτά με ελάτη και καστασιά με υπόροφο από χαμηλούς θάμνους, αγροστόδια και φυλλοτάπητα (ποσότητα καύσιμης ύλης έως 8 t/ha και πάχος καυσιμίου 5-15 cm). Οι συστάδες αυτές παρουσιάζουν μέτριο έως υψηλό κίνδυνο φωτιάς που κάτω από ευνοϊκές πυρικές συνθήκες έχουν τη δυνατότητα να δώσουν σημαντικές πυρκαγιές. Οι πυρκαγιές είναι έρπουσες με ταχύτητες διάδοσης κατά μέσο όρο 0,5 km/h, μήκη φλόγας περίπου 1,5 m και θερμοκίνες εντάσεις της τάξης των 600 kW/m. Ισχυροί άνεμοι και μεγάλες συγκεντρώσεις καύσιμης ύλης (π.χ. υπολείμματα υλοτομιών σε συστάδες υπό αναγωγή) μπορούν να δώσουν πυρικές παραμέτρους υψηλότερες

θούν σημαντικά προβλήματα αντιμετώπισης και οικολογικών ζημιών.

**Διβάδια.** Καταλαμβάνουν ένα μικρό μέρος της ευρύτερης περιοχής της λίμνης και χρησιμοποιούνται κυρίως ως βοσκότοποι. Οι βοσκότοποι αυτοί έχουν σχετικά μικρή ποσότητα καύσιμης ύλης (1-2 t/ha ανάλογα με το βαθμό βόσκησης και τη σταθμολογική κατάσταση) δίνοντας έρπουσες πυρκαγιές μέτριας έντασης αλλά μεγάλης ταχύτητας διάδοσης. Έτσι κάτω από δυσμενείς καιρικές συνθήκες (άνεμοι και ξηρασία), οι φωτιές αυτές εξελίσσονται σε επικίνδυνες πυρκαγιές (ταχύτητα διάδοσης 1-5 km/h και ύψος φλογών 1-2,5 m) τόσο για τη ζωή ανθρώπων και ζώων όσο και τις εν γένει επιχειρήσεις καταστολής (π.χ. διεύρυνση ή και απόδραση του μετώπου της φωτιάς). Ο βαθμός επικινδυνότητας και ευφλεκτικότητας τέτοιων λιβαδικών οικοσυστημάτων είναι μεγάλος, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα μεγάλες πυρκαγιές να έχουν ξεκινήσει ή εξαπλωθεί από αυτές τις εκτάσεις. Σε υποαλπικά οικοσυστήματα, και κάτω από ακραίες γεωμορφολογικές συνθήκες, πυρκαγιές σε ανάλογες περιοχές προκαλούν έντονες και μη αναστρέψιμες οικολογικές βλάβες.

**Θαμνότοποι.** Αποτελούνται κυρίως από τα είδη πουρνάρι, φιλλύκι, κουμαριά και άλλους θάμνους (μέσου ύψους έως και 2 m) που είναι πυρανθεκτικοί. Τα είδη αυτά έχουν αναπτύξει μηχανισμούς αντοχής και προσαρμογής στη φωτιά (π.χ. πλούσια ριζοβλάστηση και ανθεκτικοί σπόροι), που καθιστούν τις συνέπειες μιας πυρκαγιάς λιγότερο επιζήμιες, με εξαίρεση τα ευπαθή οικοσυστήματα σε απότομες κλίσεις και φτωχά εδάφη. Οι θαμνώνες αυτοί βόσκονται ευρέως στην περιοχή, παρουσιάζοντας πυρκαγιές που ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου, την περιεχόμενη υγρασία και την πυκνότητα της βλάστησης εξαπλώνονται έως και 2-3 km/h με φλόγες περίπου 3 m. Η θερμική ένταση των πυρκαγιών αυτών μπορεί να φθάσει σε πολύ υψηλά επίπεδα (πάνω από 2.000 kW/m), καθιστώντας αδύνατη τη χρήση φορητών και επίγειων μέσων καταστολής στο μέτωπο της φωτιάς.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η φωτιά είναι ένας οικολογικός παράγοντας των χειρσαίων οικοσυστημάτων και συγχρόνως μια φυσική δύναμη που επηρεάζει ανθρώπους, βλάστηση και ζώα. Τα δασικά οικοσυστήματα της περιοχής της λίμνης του Ν. Πλαστήρα ανήκουν στην κατηγορία των ορεινών παραμεσογείων οικοσυστημάτων που χαρακτηρίζονται από λιγότερο εύφλεκτη βλάστηση, σε ένα περιβάλλον με λιγοστά φυσικά και ανθρωπογενή αίτια έναρξης και εξάπλωσης πυρκαγιών (δηλαδή κλιματο-γεωγραφικά και κοινωνικο-οικονομικά αίτια).

Δρυοδάση και ελατοδάση καλύπτουν ένα μεγάλο μέρος των χειρσαίων οικοσυστημάτων της λίμνης, δημιουργώντας ένα ύψυγρο περιβάλλον με μικρή συχνότητα εμφάνισης δασικών πυρκαγιών. Οι μεγάλοι χρόνοι επαναφοράς της φωτιάς σε αυτά τα οικοσυστήματα έχουν ως αποτέλεσμα την επί πολλές δεκαετίες συσσώρευση της βιομάζας (ο ρυθμός παραγωγής είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό αποσύνθεσης λόγω και του συνδυασμού υψηλής υγρασίας-χαμηλής θερμοκρασίας), η οποία κάτω από δυσμενείς και ακραίες καιρικές συνθήκες μπορεί να αποτελέσει την καύσιμη ύλη μεγάλων πυρκαγιών με καταστροφικές συνέπειες.

Επιπλέον, τουριστική και αγροτική ανάπτυξη μέσα σε αυτές τις δασικές εκτάσεις συνθέτουν ένα "μωσαϊκό" με οικολογικές και προστατευτικές ιδιαιτερότητες, που δημιουργεί πιθανά επικίνδυνες περιοχές αντιμετώπισης πυρκαγιών-θεομηνιών. Η καταστροφική δύναμη τέτοιων πυρκαγιών μπορεί να μετριαστεί, αλλά και η εμφάνιση μικρότερων ανεπιθύμητων πυρκαγιών να προληφθεί πριν πάρουν διαστάσεις μεγαλύτερες, εφόσον υπάρχει εκ των προτέρων οργάνωση και σχεδιασμός αντιμετώπισής τους με κατάλληλα μέτρα.

Το υφιστάμενο σύστημα αντιπυρικής προστασίας της υπό μελέτη περιοχής στηρίζεται στο γενικότερο μοντέλο αντιμετώπισης πυρκαγιών που εφαρμόζεται τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, με κάποιες βέβαια διαφοροποιήσεις που υπάρχουν σαν αποτέλεσμα της ιδιαιτερότητας του χώρου. Τα μέτρα που λαμβάνονται φροντίζουν για τον έγκαιρο εντοπισμό μιας εκδηλούμενης φωτιάς και την άμεση κινητοποίηση των επίγειων και εναέριων πυροσβεστικών δυνάμεων.

Ρεαλιστικούς στόχους ενός σύγχρονου αντιπυρικού σχεδιασμού στην περιοχή μπορούν να αποτελέσουν η εξάλειψη των ανθρωπογενών πυρκαγιών σε συνδυασμό με τον περιορισμό της καμένης έκτασης και των οικολογικών βλαβών που προκαλούνται από τη φωτιά στο ευρύτερο οικοσύστημα (π.χ. απώλεια βλάστησης, ατμοσφαιρική ρύπανση, μεταβολή της δυναμικής των θρεπτικών συστατικών και της δομής του εδάφους, κατολισθήσεις εδαφών, πλημμύρες, επιδράσεις στην άγρια ζωή και στην αισθητική αξία). Προτείνεται η εκπόνηση ενός αντιπυρικού προγράμματος που να χρησιμοποιεί τα μέσα που αναπτύχθηκαν στην παρούσα εργασία (ως ποιοτικά και ποσοτικά κριτήρια) και να επιδιώκει τους παραπάνω στόχους. Κάτι τέτοιο θα

στηρίζεται σε βραχυπρόθεσμη και μεσοπρόθεσμη λήψη θεσμικών, προληπτικών, κατασταλακτικών και προστατευτικών μέτρων (Καλαμποκίδης και Στάμου 1996, Καλαμποκίδης 1997). Με αυτό τον τρόπο θα είναι δυνατό να συγκροτηθεί ένα πλήρες σύστημα θωράκισης των χερσαίων οικοσυστημάτων της λίμνης Ν. Πλαστήρα από καταστροφικές πυρκαγιές.

Συμπερασματικά, τα χερσαία οικοσυστήματα στην ευρύτερη περιοχή της λίμνης του Ν. Πλαστήρα ανήκουν στη ζώνη μετρίου κινδύνου από άποψη πυρκαγιών. Η γενική αυτή κατάσταση μπορεί να γίνει λαμβάνοντας υπόψη τόσο τους περιβαλλοντικούς, οικολογικούς και κοινωνικοπολιτικούς παράγοντες όσο και τις ιστορικές πυρκαγιές που έγιναν στο πρόσφατο παρελθόν στην περιοχή. Μια προσέγγιση κατάταξης των επιμέρους δασικών οικοσυστημάτων της λίμνης σε κατηγορίες επικινδυνότητας θα μπορούσε να γίνει χαρακτηρίζοντας ως τις πλέον πυρο-ευαίσθητες και πυρο-επικίνδυνες περιοχές τα δάση δρυός μαζί με τις χορτολιβαδικές εκτάσεις, ακολουθούμενα από τα δάση της ελάτης.

#### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε το Υπουργείο Γεωργίας και τις αρμόδιες δασικές υπηρεσίες του για την άριστη συνεργασία, καθώς και το ΕΠΠΕΡ-ΥΠΕΧΩΔΕ που χρηματοδότησε την εργασία μέσω της Αναπτυξιακής Καρδίτσας και του Δήμου Καρδίτσας. Ευχαριστίες εκφράζονται και στο δασολόγο Νικόλαο Γούναρη του Εργαστηρίου Δασικών Πυρκαγιών Θεσσαλονίκης για τη βοήθειά του κατά την ταξινόμηση των στοιχείων.

#### Forest Fire Danger Analysis in the Para-Mediterranean Mountainous Ecosystems of Lake N. Plastiras

Kostas D. Kalabokidis<sup>1</sup>, Stergios Vergos<sup>2</sup> and Nikolaos Palihoritis<sup>3</sup>

#### ABSTRACT

Forest fire danger was analyzed based on environmental factors and vegetation characteristics that control fire protection in middle to high elevation ecosystems of the Mediterranean Basin in Greece. These forest ecosystems support less flammable vegetation, in a semi-moist and cool environment that has low frequency of natural and human-caused fire occurrence. As a result, biomass is accumulated over time and is potentially available to become fuel in high intensity wildfires under extreme and severe weather conditions. The catastrophic power of these large fires can be moderated, and other undesirable small fires can be controlled, with proactive fire management and planning. Within this scheme, a series of fire behavior tables and graphs were presented aiming at fire management decision-support.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agee, J.K. 1993. Fire ecology of Pacific Northwest forests. Island Press. Washington, D.C.
- Anderson, H.E. 1982. Aids to determining fuel models for estimating fire behavior. USDA Forest Service General Technical Report INT-122.
- Andrews, P.L. 1986. BEHAVE: fire behavior prediction and fuel modeling system – BURN subsystem, part 1. USDA Forest Service General Technical Report INT-194.
- Burgan, R.E., και R.C. Rothmel. 1984. BEHAVE: fire behavior prediction and fuel modeling system – FUEL subsystem. USDA Forest Service General Technical Report INT-167.
- Carrega, P. 1991. A meteorological index of forest fire hazard in Mediterranean France. International Journal of Wildland Fire 2:79-86
- Δημητρακόπουλος, Α.Π. 1992. Προσομοίωση της συμπεριφοράς του πυρός σε βόσκια και φρυγανικά μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, "Ερευνα και Πράξη στα Ελληνικά Δάση", 4-6 Μαρτίου 1992, Καλαμάτα. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλο-

<sup>1</sup> Environmental Cartography, University of the Aegean, GR-811 00 Mytilene, Greece, e-mail: kalabokidis@aegean.gr

<sup>2</sup> Department of Forestry, Technological Education Institute, GR-431 00 Karditsa, Greece

<sup>3</sup> Forest Technical Office, K. Teripi 31, GR-431 00 Karditsa, Greece

νίκη. Σελ. 386-397.

- Δημητρακόπουλος, Α.Π. 1993. Ιδιαιτερότητες σχεδιασμού πυροπροστασίας προστατευόμενων φυσικών περιοχών: η περίπτωση του Εθνικού Δρυμού Σαμαριάς Κρήτης. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα 4(3):84-91.
- Gouma, V.G. 1997. Forest fuel and fire hazard mapping. In Proceedings of the European School of Climatology and Natural Hazards course on "Forest Fire Risk and Management." European Commission, DG-XII, EUR 16719 EN. Pp. 389-395.
- Kailidis, D.S. 1994. Forest fire and fire danger rating in Greece. In Proceedings International Workshop on "Satellite Technology and GIS for Mediterranean Forest Mapping and Fire Management." European Commission, DG-XIII, EUR 15861 EN. Pp. 19-27.
- Καλαμποκίδης, Κ.Δ. 1996. Δασικά οικοσυστήματα και πυρκαγιές στα νησιά του Αιγαίου. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, "Αξιοποίηση Δασικών Πόρων", 11-13 Οκτωβρίου 1995, Καρδίτσα. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. Σελ. 549-557.
- Καλαμποκίδης, Κ.Δ. 1997. Προστασία με ρεαλισμό και αποτελεσματικότητα. Οικονομικός Ταχυδρόμος 30(2255):53-55.
- Καλαμποκίδης, Κ.Δ., και Ν. Στάμου. 1996. Ανάλυση και σχεδιασμός αντιμετώπισης του φαινομένου των δασικών πυρκαγιών στο Αιγαίο. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, "Αξιοποίηση Δασικών Πόρων", 11-13 Οκτωβρίου 1995, Καρδίτσα. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. Σελ. 558-557.
- Kozłowski, T.T., και Ahlgren. 1974. Fire and ecosystems. Academic Press. New York.
- Μπαζίγος, Π., και Β.Μ. de Vlieghe. 1995. Μοντέλα κινδύνων δασικών πυρκαγιών επαρχίας Πυλίας νομού Μεσσηνίας. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, "Δασική Ανάπτυξη: Ιδιοκτησιακό - Χωροταξικό", 6-8 Απριλίου 1994, Χανιά. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. Σελ. 389-399.
- Pyne, S.J., P.L. Andrews, και R.D. Laven. 1996. Introduction to wildland fire. 2<sup>nd</sup> Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Στάμου, Ν., Κ. Καλαμποκίδης, Π. Κωνσταντινίδης, Π. Σμύρης, και Γ. Χατζηφιλιππίδης. 1996. Βελτίωση της αποτελεσματικότητας του συστήματος της πρόληψης και καταστολής δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα: πρώτα αποτελέσματα. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, "Αξιοποίηση Δασικών Πόρων", 11-13 Οκτωβρίου 1995, Καρδίτσα. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. Σελ. 578-593.
- Stamou, N., K.D. Kalabokidis, P. Konstantinidis, S. Fotiou, A. Christodoulou, V. Blioumis, P. Prastacos, M. Diamantakis, and G. Kochilakis. 1998. Improving the efficiency of the wildland fire prevention and suppression system in Greece. In Proceedings 3rd International Conference on Forest Fire Research and 14th Conference on Fire and Forest Meteorology, 16-20 November 1998, Luso-Coimbra, Portugal. Published by ADAI, University of Coimbra, Portugal. Pp. 203-221.
- Trewartha G.T., και L.H. Horn. 1980. An introduction to climate. 5<sup>th</sup> Edition. McGraw-Hill, Inc. New York.
- Vlieghe, B.M. de. 1992. Risk assessment for environmental degradation caused by fires using remote sensing and GIS in Mediterranean region (south Euvonia, central Greece). IGARSS'92, Houston. Pp. 44-47.
- Wright, H.A., και A.W. Bailey. 1982. Fire ecology. John Wiley & Sons, Inc. New York.