



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ & ΚΡΙΣΕΩΝ

POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER & CRISES MANAGEMENT STRATEGIES

Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης

Master Thesis

Η σημασία της πληροφόρησης στην διαχείριση καταστροφών: Η συμβολή των μέσων πληροφόρησης στις Πυρκαγιές της Αυστραλίας τα έτη 2019-2020

The importance of information in Disaster Management. The contribution of
the media to Australia's Fires in 2019-2020»

Γεώργιος Χαρίτος/ Georgios Charitos

A.M. / R.N. : 19257

Ειδικές Εκδόσεις / Special Publications:

No. «2020227»

Αθήνα, Ιανουάριος 2021
Athens, January 2021



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ & ΚΡΙΣΕΩΝ

POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER & CRISES MANAGEMENT STRATEGIES

Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης
Master Thesis

Η σημασία της πληροφόρησης στην διαχείριση καταστροφών: Η συμβολή των μέσων πληροφόρησης στις Πυρκαγιές της Αυστραλίας τα έτη 2019-2020

The importance of information in Disaster Management. The contribution of the
media to Australia's Fires in 2019-2020

Γεώργιος Χαρίτος/ Georgios Charitos
A.M. / R.N. : 19257

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Δρ. «Βαρβάρα Αντωνίου»,
«Ε.ΔΙ.Π, ΕΚΠΑ»

Δρ. «Κων/νος Σούκης»,
«Επίκουρος Καθηγητής, ΕΚΠΑ»

Δρ. «Στυλιανός Λοζιος»,
«Αναπληρωτής Καθηγητής, ΕΚΠΑ»

«Ειδική_Επ_Καθοδήγηση»

Βασίλειος Μαρτζάκης
Αξκος Πυροσβεστικού Σώματος/ Πτυχιούχος Δημόσιας
Δκσης/M.Sc Πρόληψης και Δχσης Φυσικών Καταστροφών

Ειδικές Εκδόσεις / Special Publications:

No.
«2020227»

Αθήνα, Ιανουάριος 2021
Athens, January 2021

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	iii
Περίληψη.....	v
Abstract.....	vi

Κεφάλαιο 1. Δασικές Πυρκαγιές 1

1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Είδη Δασικών Πυρκαγιών	2
1.3 Αίτια Δασικών Πυρκαγιών	3
1.3.1 Μετεωρολογικοί Παράγοντες.....	3
1.3.2 Τοπογραφική Διαμόρφωση	5
1.3.3 Η μορφολογία της εκάστοτε περιοχής.....	6
1.4 Επιπτώσεις Δασικών Πυρκαγιών.....	6
1.4.1 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των Δασικών Πυρκαγιών	7
1.4.2 Κοινωνικές Επιπτώσεις των Δασικών Πυρκαγιών	8
1.4.3 Οικονομικές Επιπτώσεις των Δασικών Πυρκαγιών.....	9

Κεφάλαιο 2. Χρήση Συστημάτων Τηλεπισκόπησης για την Ανίχνευση, Καταγραφή, Παρακολούθηση και Αποτίμηση Πυρκαγιών 11

2.1 Ορισμός Τηλεπισκόπησης.....	11
2.1.1 Διαφορετικές πλατφόρμες και τροχιές.....	11
2.1.2 Ενεργός και παθητικός τύπος τηλεπισκόπησης.....	12
2.1.3 Δεδομένα τηλεπισκόπησης για οικολογικές εφαρμογές.....	14
2.1.4 Ακρίβεια αξιολόγησης και επικύρωσης.....	19
2.2 Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στο Ζήτημα των Πυρκαγιών	20
2.2.1 Χαρτογράφηση καυσίμων	24
2.2.2 Ενεργή ανίχνευση πυρκαγιάς.....	27

Κεφάλαιο 3. Η Συμβολή των Γεωγραφικών Πληροφοριών από Εθελοντές και Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης για την Αντιμετώπιση των Πυρκαγιών..... 31

3.1 Γεωγραφικές Πληροφορίες Εθελοντών	31
3.1.1 Συλλογή Δεδομένων και Διάδοση	33

3.1.2	Διαχείριση Δεδομένων.....	34
3.1.3	Ενδυνάμωση μέσω των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών ..	35
3.2	Περιεχόμενο από Χρήστες στα Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης	37
3.2.1	Συμμετοχή κοινότητας στην διαχείριση καταστροφών μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης.....	39

Κεφάλαιο 4. Η Συμβολή της Πληροφόρησης κατά τη Διαχείριση Κρίσεων σε Περιπτώσεις Πυρκαγιών.....43

4.1	Θεωρίες Κοινωνικής Υποστήριξης Πληροφόρησης κατά τη Διαχείριση Κρίσεων	44
4.2	Πληροφοριακή Υποστήριξη και Κύκλος Διαχείρισης Καταστροφών	45
4.3	Ενεργή ενημερωτική υποστήριξη	46

Κεφάλαιο 5. Μελέτη Περίπτωσης: Οι Πυρκαγιές στην Αυστραλία τη Διετία 2019-2020.....48

5.1	Ανάλυση Συναισθημάτων στο Twitter κατά τη διάρκεια των πυρκαγιών στην Αυστραλία	49
5.2	Κυριότερα είδη αξιοποίησης περιεχομένου για τις πυρκαγιές στην Αυστραλία	51
5.3	Τρόπος συνεισφοράς των κοινωνικών μέσων στη διαχείριση της καταστροφής	52

	Συμπεράσματα	54
--	---------------------------	-----------

	Βιβλιογραφία.....	57
--	--------------------------	-----------

Περίληψη

Είναι γεγονός ότι οι δασικές πυρκαγιές γίνονται όλο και πιο συχνές λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη, αλλά και της ξηρασίας, η οποία εμφανίζεται σήμερα, σε πολλά σημεία του. Τα δεδομένα παρατήρησης της γης είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή πληροφοριών σε τέτοιες περιπτώσεις, αλλά ορισμένες φορές, όταν χρησιμοποιούνται οπτικές δορυφορικές εικόνες, η αξιολόγηση των επιπτώσεων που παράγονται, από δασικές πυρκαγιές μεγάλης κλίμακας, δύναται να παρεμποδιστούν από τον καπνό. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρήσιμη είναι η συμβολή των νέων τεχνολογιών και των οπτικών δεδομένων τηλεπισκόπησης, προκειμένου να αντληθούν υψηλής ποιότητας πληροφορίες. Επιπλέον των παραπάνω, μείζονος σημασίας για τη διαχείριση των καταστροφών, όπως είναι οι πυρκαγιές, είναι η χρησιμότητα των γεωγραφικών πληροφοριών, που προέρχονται από εθελοντές (VGI), καθώς επίσης και των κοινωνικών μέσων δικτύωσης. Χαρακτηριστικά αξίζει να αναφερθεί πως οι κρατικοί οργανισμοί έκτακτης ανάγκης διατηρούν κανάλια κοινωνικών μέσων για να μοιράζονται πληροφορίες με εκατομμύρια ανθρώπους, ενώ η κοινοτική εμπλοκή χιλιάδων ή και εκατομμυρίων ανθρώπων μπορεί να συμβάλει, αφενός μεν, στην ευαισθητοποίηση, αφετέρου δε, στην εγρήγορση των πολιτών και αποφυγή παράπλευρων απωλειών. Συνοψίζοντας, η προτεινόμενη διπλωματική έρευνα έχει ως στόχο την ανάλυση των μέσων πληροφόρησης, η οποία είναι βαρύνουσας σημασίας για τη διαχείριση των καταστροφών, καθώς επίσης και τη μελέτη περίπτωσης των πρόσφατων πυρκαγιών στην Αυστραλία. Πιο αναλυτικά, θα δοθεί έμφαση στα νέα τεχνολογικά μέσα παροχής πληροφοριών και στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, ενώ η έρευνα θα εστιάσει το πως αυτά τα μέσα συνέβαλλαν στη διαχείριση των καταστροφικών πυρκαγιών στην Αυστραλία. Επιπλέον, θα γίνουν προτάσεις σχετικά με τη βέλτιστη αξιοποίηση των εν λόγω μέσων.

Λέξεις κλειδιά: Πυρκαγιές, εθελοντικές πληροφορίες, μέσα κοινωνικής δικτύωσης, τηλεπισκόπηση

Abstract

The overheating and the severe drought of the planet have led to the constant occurrence of fires in several places of the world. Earth observation data can be used for the provision of information in such cases, but, sometimes, when optical satellite imagery is used, the assessment of the impact from the large-scale forest fires may be obstructed by the smoke. In these cases, the contribution of new technologies and remote sensing optical data, in order for the high-quality information to be used, is useful. Moreover, of high importance for managing nature disasters, such as fires, is the usefulness of geographical information that come from volunteers (VGI), as well those from the social media. Typically, it is worth to be mentioned that state emergency organizations sustain channels of social media in order to share information with million people, while the community involvement of thousand or even million people can lead to both the sensitization and the vigilance of citizens and the avoidance of collateral damage. In summary, this dissertation aims to analyze information media that is of high importance for handling disasters, while it also aims to analyze the study case of recent fires in Australia. More analytically, emphasis will be given on new technologic information media, while also to social media, whereas the research will focus on how these media contributed to the management of the devastating fires in Australia, as well as suggestions will be given for the best use of the aforementioned media.

Key words: Fires, voluntary information, social media, remote sensing

Κεφάλαιο 1.

Δασικές Πυρκαγιές

1.1 Εισαγωγή

Η αμεσότητα των απαιτήσεων της τοπικής πληροφόρησης και η σημασία των δεδομένων για συμβάντα φυσικών καταστροφών υπογραμμίζουν την αξία των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών σε όλα τα στάδια διαχείρισης καταστροφών, συμπεριλαμβανομένης της πρόληψης, της προετοιμασίας, της αντίδρασης και της ανάκαμψης. Η πρακτική των ιδιωτών να δημιουργούν διαδικτυακά γεωχωρικά δεδομένα παρουσιάζει νέες ευκαιρίες για τη δημιουργία και τη διάδοση γεωγραφικών δεδομένων που σχετίζονται με καταστροφές από ένα πυκνό δίκτυο ευφυών παρατηρητών. Οι τεχνολογίες των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών επιτρέπουν την ταχεία ανταλλαγή διαφορετικών γεωγραφικών πληροφοριών για τη διαχείριση καταστροφών σε ένα κλάσμα του κόστους πόρων που σχετίζεται με την παραδοσιακή συλλογή και διάδοση δεδομένων, αλλά παρουσιάζουν επίσης νέες προκλήσεις. Αυτά περιλαμβάνουν την έλλειψη διασφάλισης ποιότητας δεδομένων και ζητήματα που αφορούν τη διαχείριση δεδομένων, την ευθύνη, την ασφάλεια και το ψηφιακό χάσμα. Υπάρχει μια αυξανόμενη ανάγκη για τους ερευνητές να διερευνήσουν και να κατανοήσουν τις επιπτώσεις αυτών των δεδομένων και των πρακτικών δεδομένων στη διαχείριση των καταστροφών.

Στη σημερινή εποχή, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης δεν είναι πλέον επιλογή, καθώς αποτελεί πια απαραίτητο εργαλείο σε όλους τους τομείς. Οργανισμοί απάλυνσης των συνεπειών των καταστροφών, συμπεριλαμβανομένης της Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας Διαχείρισης Έκτακτης Ανάγκης (FEMA) χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο πλατφόρμες κοινωνικών μέσων όπως το Facebook, το Twitter και το Instagram για να προσελκύσουν χρήστες. Στην πραγματικότητα, το Facebook είχε πάνω από 2,2 δισεκατομμύρια μηνιαίους ενεργούς χρήστες το 2018, από 1 δισεκατομμύριο που είχε το 2012, και προσέφερε στους οργανισμούς παροχής βοήθειας την ευκαιρία να ανταλλάσσουν πληροφορίες με το κοινό μέσω κοινωνικών συνομιλιών.

Οι πυρκαγιές γίνονται πιο συχνές στο πλαίσιο της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της σοβαρής ξηρασίας σε πολλά μέρη του πλανήτη. Τα δεδομένα παρατήρησης

της γης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή πληροφοριών σε τέτοιες περιπτώσεις, αλλά μερικές φορές, όταν χρησιμοποιούν οπτικές δορυφορικές εικόνες, η αξιολόγηση των επιπτώσεων που προκαλούνται από συνεχιζόμενες δασικές πυρκαγιές μεγάλης κλίμακας, μπορεί να παρεμποδιστεί από τον καπνό, ενώ επίσης μπορεί να μειώσει την ακρίβεια των πληροφοριών που απαιτούνται από τις αρχές διαχείρισης καταστροφών κατά την κατανομή πόρων.

Οι πυρκαγιές παίζουν σημαντικό ρόλο στη δυναμική του οικοσυστήματος, στη διαχείριση της γης και στις παγκόσμιες διαδικασίες. Η κατανόηση της δυναμικής που σχετίζεται με την πυρκαγιά, όπως οι κίνδυνοι και η χωρική κατανομή είναι σημαντική για την ανάπτυξη μιας σαφούς κατανόησης των οικολογικών επιρροών της. Οι τεχνολογίες τηλεπισκόπησης παρέχουν ένα μέσο για τη μελέτη της οικολογίας της πυρκαγιάς σε πολλές κλίμακες χρησιμοποιώντας μια αποτελεσματική και ποσοτική μέθοδο.

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία μελετά, όπως προϋδεάζει και ο τίτλος, τη σημασία της πληροφόρησης στη διαχείριση καταστροφών και, ειδικότερα, τη συμβολή των μέσων πληροφόρησης στις πυρκαγιές της Αυστραλίας τα έτη 2019-2020. Έτσι, η εργασία διακρίνεται σε θεωρητικό και πρακτικό μέρος, με το θεωρητικό να εξετάζει διάφορες πτυχές της τηλεπισκόπησης και της χρήσης μέσων κοινωνικής δικτύωσης γενικότερα και ειδικότερα ως προς την πληροφόρηση περιβαλλοντικών κρίσεων, ενώ το πρακτικό μέρος συγκεκριμενοποιείται ως προς την περίπτωση της πληροφόρησης κατά την περίοδο της πυρκαγιάς στην Αυστραλία τα έτη 2019-2020. Η εργασία ξεκινά γενικά με τις δασικές πυρκαγιές, μελετώντας τα είδη, τα αίτια και τις επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών. Το δεύτερο κεφάλαιο παραμένει ως προς τις φυσικές καταστροφές, ανασκοπώντας το πεδίο της γενικής τηλεπισκόπησης και ειδικότερα της χρήσης της τηλεπισκόπησης σε ζητήματα πυρκαγιών. Το τρίτο κεφάλαιο αλλάζει πεδίο μελέτης, πλαισιώνοντας τη συμβολή των γεωγραφικών πληροφοριών από εθελοντές και μέσα κοινωνικής δικτύωσης για την αντιμετώπιση των πυρκαγιών και διακρίνοντας το περιεχόμενό του σε δύο κεφάλαιο: τις γεωγραφικές πληροφορίες των εθελοντών και το περιεχόμενο από χρήστες στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Το θεωρητικό κομμάτι της διπλωματικής εργασίας καταλήγει με τη συμβολή της πληροφόρησης κατά τη διαχείριση κρίσεων σε περιπτώσεις πυρκαγιών. Τέλος, το πρακτικό εξειδικεύεται ως προς το θεωρητικό κομμάτι της εργασίας και ασχολείται με μία μελέτη περίπτωσης, τις πυρκαγιές στην Αυστραλία τη διετία 2019-2020. Στόχος της διπλωματικής εργασίας αποτελεί η ανάδειξη της σημασίας της πληροφόρησης της γενικότερης πληροφόρησης, αλλά και της ειδικότερης μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης σε κρίσιμες περιόδους, όπως οι πυρκαγιές στην Αυστραλία τη διετία 2019-2020.

1.2 Είδη Δασικών Πυρκαγιών

Ανάλογα με την κατηγορία της καύσιμης ύλης διακρίνουμε τα διάφορα είδη δασικών πυρκαγιών, όπως παρακάτω (Kumar & Singh, 2014):

- Πυρκαγιές Εδάφους
- Οι πυρκαγιές εδάφους μετακινούνται σχετικά αργά, καίγοντας την επικαθήμενη βιομάζα στο δασικό έδαφος. Έχουν σαν κύριο χαρακτηριστικό την βραδεία καύση και είναι δυνατόν, να μην έχουμε παραγωγή καπνού, οπότε γίνονται πολύ δύσκολα αντιληπτές. Συνήθως όμως, προκαλούν την επόμενη κατηγορία των επιφανειακών πυρκαγιών (Ryan, 2002).
- Πυρκαγιές Επιφάνειας
- Οι πυρκαγιές επιφάνειας προκαλούν καύση κυρίως των φυτικών στοιχείων του υπωρόφου που συνίσταται από θαμνώδη βλάστηση και επεκτείνονται σχετικά γρηγορότερα από τις προηγούμενες. Χαρακτηριστικά τους είναι η έως μεγάλη ταχύτητα διάδοσης (ιδίως όταν πνέει άνεμος) με φλόγα και θερμότητα, με λιγότερο από δύο μέτρα ύψος. Ο καπνός τους εξαπλώνεται συνήθως μέχρι το ύψος των δένδρων, από τις οποίες προέρχεται το επόμενο είδος δασικών πυρκαγιών οι πυρκαγιές κόμης (Ryan, 2002).
- Πυρκαγιές Κόμης
- Στις πυρκαγιές κόμης, η φωτιά διαδίδεται μέσω της κόμης των δένδρων. Η επέκτασή τους είναι αρκετά γρήγορη και δύναται να πραγματοποιεί σχετικά μεγάλα άλματα. Είναι από τις πιο καταστροφικές διότι προκαλούν την καταστροφή μεγάλων δασών (Ryan, 2002).
- Μικτές Πυρκαγιές
- Οι πυρκαγιές μικτής μορφής συνδυάζουν όλες τις παραπάνω μορφές εξάπλωσης και είναι πιο συνήθεις (Tsagkari et. al., 2011). Τα τρία παραπάνω είδη δασικών πυρκαγιών είναι δυνατόν να συνυπάρχουν, γιατί το καθένα καταναλώνει μια διαφορετική κατηγορία καύσιμης ύλης. Όταν συνυπάρχει επικόρυφη και έρπουσα πυρκαγιά τότε δημιουργείται ένα μέτωπο φλογών που επεκτείνεται από το έδαφος έως και μερικά μέτρα πάνω από τις κορυφές των δένδρων η οποία κινείται σαρώνοντας την υπάρχουσα βλάστηση (Ryan, 2002).

Συνεπώς, εφόσον οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν φυσικό φαινόμενο το οποίο εντάσσεται στην κατηγορία των φυσικών καταστροφών και δεδομένου ότι οι κίνδυνοι

γίνονται όλο και περισσότερο σύνθετοι και σοβαροί, οι κοινωνίες γίνονται μάρτυρες ενός ολοένα αυξανόμενου αριθμού οικονομικών απωλειών και θανάτων εξαιτίας αυτών των καταστροφών (Markus et. al., 2010). Οι αλλαγές στο περιβάλλον, η αύξηση του πληθυσμού και η συσσώρευσή του όχι μόνο σε μικρές αλλά πολλές φορές και σε δασικές περιοχές, αποτελούν παράγοντες οι οποίοι αυξάνουν την επικινδυνότητα και την τρωτότητα μιας κοινωνίας.

1.3 Αίτια Δασικών Πυρκαγιών

Η έναρξη μιας δασικής πυρκαγιάς και η εξάπλωση της εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι το είδος, η ποσότητα, η συνέχεια και η περιεχόμενη υγρασία της καύσιμης δασικής ύλης, η τοπογραφική διαμόρφωση καθώς και το υψόμετρο και η κλίση.

Σημαντικότερο παράγοντα, όμως, αποτελούν οι μετεωρολογικές συνθήκες, καθόσον, είναι η κύρια αιτία έναρξης και επέκτασης των δασικών πυρκαγιών – στην περίπτωση που αποκλειστεί η έναρξη των δασικών πυρκαγιών από εμπρηστές. Οι μετεωρολογικές συνθήκες και κυρίως η ένταση των ανέμων, ουσιαστικά, αποτελεί τον σοβαρότερο παράγοντα επέκτασης των πυρκαγιών. Πέραν όμως τούτου, η περιεχόμενη υγρασία της καύσιμης ύλης θεωρείται ως ο σπουδαιότερος παράγοντας για την έναρξη και διάδοση αυτών. Η τοπογραφική διαμόρφωση ενδεχομένως, να διευκολύνει την εξάπλωση μιας πυρκαγιάς – νότιες εκθέσεις είναι ξηρότερες - εν τούτοις μόνο αυτό, δεν δύναται να αποτελέσει σημαντική αιτία.

1.3.1 Μετεωρολογικοί Παράγοντες

Η ποσότητα της βροχής επιδρά ανασχετικά στη δημιουργία και επέκταση των δασικών πυρκαγιών. Δυνατές βροχές οι οποίες διαρκούν μεγάλο χρονικό διάστημα, αποθέτουν μεγάλες ποσότητες νερού, διαβρέχουν καλά την εύφλεκτη δασική ύλη και την κάνουν ανθεκτική στην έναρξη και επέκταση των πυρκαγιών. Αντίθετα, η μακρόχρονη ξηρασία, σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες, έχει ως αποτέλεσμα να κατεβάξει την περιεχόμενη της ζωντανής καύσιμης ύλης, αλλά κυρίως της νεκρής. Επίσης, σημαντικό ρόλο παίζουν η εποχή του έτους και ο καιρός που ακολουθεί ύστερα από την βροχή. Στην Ελλάδα η καλοκαιρία συνήθως συνοδεύονται από ξηρασία και από υψηλές τιμές θερμοκρασίας, γεγονός που ευνοεί την έναρξη μίας πυρκαγιάς (Καϊλίδης, 2004).

Η θερμοκρασία του αέρα επιδρά στην πορεία της ξήρανσης, κυρίως της νεκρής καύσιμης ύλης κατά την διάρκεια του χρόνου, αλλά και κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Οι υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό και με την ξηρασία αποτελούν κατάλληλες συνθήκες για την έναρξη και διάδοση των δασικών πυρκαγιών. Στην Ελλάδα, την ξηρή και θερμή περίοδο του καλοκαιριού συμβαίνουν οι περισσότερες δασικές πυρκαγιές.

Η ατμοσφαιρική υγρασία είναι σπουδαίος παράγοντας για την συχνότητα των δασικών πυρκαγιών διότι επιδρά στην περιεχόμενη υγρασία της καύσιμης ύλης. Όταν η σχετική υγρασία του αέρα είναι μικρότερη από την υγρασία της καύσιμης ύλης τότε ο ατμοσφαιρικός αέρας δρα σαν ένας πελώριος σπόγγος που απορροφά ατμούς από όλες τις υγρές επιφάνειες. Αξίζει να σημειωθεί πως λεπτό υλικό όπως νεκρές βελόνες και φύλλα στο έδαφος, ξερά χόρτα κ.τ.λ αντιδρούν στην αλλαγή της υγρασίας της ατμόσφαιρας σε λιγότερο από μισή ώρα (Foster, 1976).

Η επίδραση του ανέμου στις δασικές πυρκαγιές εξαρτάται από την ταχύτητά του και την κατεύθυνσή του. Στην Ελλάδα οι επικίνδυνοι άνεμοι είναι οι ετήσιες (μελέμια). Αυτοί οι άνεμοι, είναι βορείων διευθύνσεων και εμφανίζονται κατά τους θερμούς μήνες, δηλαδή από Μάιο μέχρι Σεπτέμβριο. Τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο έχουν τις μεγαλύτερες εντάσεις και μέση χρονική διάρκεια από 2 έως 4 ημέρες, χωρίς να παρουσιάζουν κάθε χρόνο την ίδια συχνότητα. Οι άνεμοι αυτοί πνέουν κυρίως την ημέρα από τις 8 το πρωί, μέχρι τις 8 το βράδυ και αποκτούν την μεγαλύτερή τους ένταση γύρω στις 2 το μεσημέρι. Χαρακτηριστικό των ανέμων αυτών είναι η αυξομείωση τους, ενώ εξασθενούν γρήγορα μετά το ηλιοβασίλεμα επανερχόμενοι (Φλόκας, 1986).

Η ταχύτητα του ανέμου είναι από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την έναρξη και την εξάπλωση μίας δασικής πυρκαγιάς, διότι κατά την ανάφλεξη, η διάδοση της πυρκαγιάς είναι στενά συνδεδεμένη με την δύναμη του ανέμου η οποία υφίσταται στην επιφάνεια του εδάφους (Smith, 2002). Επίσης, ο άνεμος είναι αυτός που δίνει το απαραίτητο για την διατήρηση και την εξάπλωση της πυρκαγιάς οξυγόνο. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του ανέμου τόσο μεγαλύτερη είναι η προσφορά οξυγόνου. Επίσης, όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του ανέμου, τόσο οι φλόγες σπρώχνονται μπροστά προς την γειτονική καύσιμη ύλη, την οποία θερμαίνουν και ξηραίνουν, ενώ συγχρόνως πετούν και μεταφέρονται μπροστά από την φωτιά αναμμένα χόρτα, κλαδιά κ.λ.π. με αποτέλεσμα την δημιουργία νέων εστιών (Καιλίδης, 2004).

Η κατεύθυνση του ανέμου είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας, διότι καθορίζει την περιεκτικότητα της υγρασίας του αέρα αλλά και την κατεύθυνση διάδοσης της πυρκαγιάς. Οι ξηροί άνεμοι είναι πιο επικίνδυνοι για την έναρξη και διάδοση μιας πυρκαγιάς, καθόσον συντελούν στην ξήρανση της καύσιμης ύλης. Σε όλη την Νότιο και Νησιωτική Ελλάδα όπου έχουμε τις περισσότερες δασικές πυρκαγιές,

μόνο το 14% συμβαίνουν με νηνεμία ενώ το 31,1% συμβαίνει, με ανέμους πάνω από 4 BF(Καιλίδης, 2004).

Η εξάτμιση είναι αποτέλεσμα συνδυασμένης επίδρασης του ανέμου, της θερμοκρασίας αέρα, της ατμοσφαιρικής υγρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας. Ένα συνηθισμένο φαινόμενο για την χώρα μας είναι, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, να βρέξει από το πρωί μέχρι το μεσημέρι λίγα χιλιοστά και το βράδυ με άνεμο να έχουμε μεγάλη πυρκαγιά. Αυτό συμβαίνει διότι η βροχή λίγων χιλιοστών διαβρέχει ελάχιστα την νεκρή καύσιμη ύλη, με αποτέλεσμα το μεσημέρι με ήλιο, ή με άνεμο να εξατμίζετε γρήγορα (Καιλίδης, 2004). Τέλος, η βαρομετρική πίεση και η διανομή της σε μία χώρα καθορίζει την ταχύτητα του ανέμου. Επίσης η βαρομετρική πίεση επιδρά στην διαμόρφωση του καιρού και των συστημάτων καιρού (Καιλίδης, 2004).

1.3.2 Τοπογραφική Διαμόρφωση

Επίσης, πολύ σημαντικό ρόλο στην έναρξη και εξάπλωση μίας δασικής πυρκαγιάς αποτελεί η τοπογραφία μίας περιοχής. Η βλάστηση που συναντάμε σε κάθε υψόμετρο και η περίοδος που αυτή μένει πράσινη διαφέρει λόγω των διαφορετικών τιμών θερμοκρασίας και υγρασίας του κάθε υψομέτρου. Συνήθως, την πράσινη βλάστηση την συναντάμε στα μεγαλύτερα υψόμετρα και περιέχει ικανοποιητική υγρασία επομένως, ή αποτρέπει την έναρξη πυρκαγιάς, ή καθυστερεί την διάδοσή της (Spanos S.I. et.al., 1996).

Το μεγαλύτερο ποσοστό των πυρκαγιών λαμβάνουν χώρα σε υψόμετρο μεταξύ 700 – 1000 μέτρα. Αντίθετα, οι πυρκαγιές πάνω από 1500 μέτρα είναι ιδιαίτερα σπάνιες. Αυτό οφείλεται στη διαστολή και ψύξη του αέρα καθώς ανέρχεται στα μεγαλύτερα υψόμετρα. Οι υδρατμοί υγροποιούνται και μετατρέπονται σε βροχή. Επίσης στα υψηλότερα στρώματα παρατηρείται μείωση του οξυγόνου που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της ταχύτητας καύσης (Στυλιανοπούλου, 2008).

Με τον όρο έκθεση νοείται η θέση της πλαγιάς ως προς τον ορίζοντα, η οποία όμως θέση, επιδρά στην περιεκτικότητα της υγρασίας. Ειδικότερα στις πλαγιές που είναι προσανατολισμένες βόρεια, η καύσιμη ύλη περιέχει περισσότερη υγρασία αφού οι πλαγιές αυτές δέχονται την λιγότερη ηλιακή ακτινοβολία, ενώ στην νότιες πλαγιές παρατηρούμε θερμότερες και ξηρότερες συνθήκες. Οι ανατολικές θερμαίνονται κατά τις προμεσημβρινές ώρες, ενώ οι δυτικές δέχονται την περισσότερη ακτινοβολία από το μεσημέρι μέχρι και την δύση του ηλίου (Στυλιανοπούλου, 2008).

Κλίση ορίζεται η γωνία που σχηματίζει η περιοχή-πλαγιά ως προς την οριζόντια θέση (Καούκης, 2009). Όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση μίας περιοχής, τόσο αυξάνεται η

ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς, γιατί η υπερκείμενη καιγόμενη ύλη βρίσκεται πιο κοντά στις φλόγες και δέχεται μεγαλύτερη ποσότητα ακτινοβολούμενης θερμότητας. Επίσης στα εδάφη με μεγάλη κλίση συναντάμε μικρότερες τιμές υγρασίας, λόγω του ότι σε αυτά το νερό απορρέει γρηγορότερα.

1.3.3 Η μορφολογία της εκάστοτε περιοχής

Η μορφολογία της περιοχής παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην έναρξη και εξάπλωση μίας δασικής πυρκαγιάς. Το ποσοστό επίδρασης της μορφολογίας μιας περιοχής σε μία δασική πυρκαγιά, εξαρτάται από την σύσταση του εδάφους αλλά και από την ευκολία πρόσβασης στον τόπο της πυρκαγιάς. Σε ένα εύκολα προσβάσιμο σημείο η φωτιά είναι εύκολο να σβηστεί, ενώ για παράδειγμα σε ένα φαράγγι ή σε μία κορυφή ενός βουνού, η προσβασιμότητα είναι περιορισμένη, γεγονός που καθιστά δυσκολότερη την κατάσβεση της.

Κάτω από την κόμη των δέντρων η θερμοκρασία είναι μικρότερη, η υγρασία μεγαλύτερη και η ταχύτητα του ανέμου μικρότερη. Οι παράγοντες αυτοί, καθένας μόνος του αλλά και σε συνδυασμό, επιδρούν στη έναρξη και εξάπλωση των δασικών πυρκαγιών. Το ζήτημα της κάλυψης ή όχι του εδάφους με χλοοτάπητα κάτω από την κόμη των δασών διχάζει τους επιστήμονες. Στην Ελλάδα όπου έχουμε ξηρό κλίμα δεν κρίνεται ωφέλιμη η ύπαρξη βλάστησης στο έδαφος, τουλάχιστον στα μικρά και μέτρια υψόμετρα, οπου τα χόρτα ξηραίνονται την περίοδο της άνοιξης και του καλοκαιριού με αποτέλεσμα να αποτελούν αιτία έναρξης δασικής πυρκαγιάς (Καιλίδης 2004).

Το κλίμα κάθε περιοχής καθορίζει την περίοδο των διαφόρων μετεωρικών κατακρημνισμών και στη συνέχεια την περίοδο των δασικών πυρκαγιών. Στην Χώρα μας έχουμε ξηρό και θερμό καλοκαίρι και φθινόπωρο και ως εκ τούτου, η περίοδος των πυρκαγιών να προσδιορίζεται κυρίως, κατά τους καλοκαιρινούς αλλά και τους δυο πρώτους φθινοπωρινούς μήνες. Η περίοδος των πυρκαγιών αρχίζει τον Ιούνιο περίπου, ενώ η πιο επικίνδυνη εποχή είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος.

1.4 Επιπτώσεις Δασικών Πυρκαγιών

Οι δασικές πυρκαγιές ως ένα φυσικό φαινόμενο άρρηκτα συνδεδεμένο με τις περιβαλλοντικές και κλιματολογικές αλλαγές, αποτελεί ένα στοιχείο το οποίο είναι συνάμα τόσο ωφέλιμο όσο και καταστροφικό, κάτι το οποίο δεν εμφανίζει κανένα άλλο στοιχείο στη φύση. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Chuviesco, ιστορικά οι φωτιές, όχι μόνο έχουν χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για τη διαχείριση γης, αλλά παράλληλα πολλά οικοσυστήματα έχουν προσαρμοστεί σε αυτόν τον κύκλο της φωτιάς (Chuviesco

et. al. 2010). Αυτήν την άποψη έρχεται να συμπληρώσει η Pausas αναφέροντας επιπλέον, ότι αποτελεί σημαντικό παράγοντα ακόμη και στη δομή πολλών κοινωνιών ανά τον κόσμο. Έχει παρατηρηθεί ότι στη λεκάνη της Μεσογείου οι πυρκαγιές είναι αυξημένες, και υφίστανται από πολλές χιλιετίες νωρίτερα, καθώς πολλά είδη έχουν αναπτύξει προσαρμοστικούς μηχανισμούς (Pausas et. Al., 2008).

Παρόλα αυτά, τα τελευταία χρόνια οι πρόσφατες αλλαγές στο κλίμα και τους κοινωνικούς - αποικιστικούς παράγοντες, έχουν οδηγήσει στην εμφάνιση αρνητικών επιπτώσεων των πυρκαγιών (Chuniesco et. al. 2010). Προκαλούνται απότομες αλλαγές στην κοινότητα, σημαντικές απώλειες εδάφους, βλάβες στους ανθρώπους και τις δομές (Pausas et. al. 2008). Ιδιαίτερα αυξημένο κίνδυνο και άμεσες ζημιές παρουσιάζονται στις πυκνοκατοικημένες περιοχές της Μεσογείου, ειδικότερα στην Πορτογαλία, Ισπανία, Ιταλία, Ελλάδα και νότια Γαλλία (Romain et. al. 2013). Αναμφισβήτητα, λοιπόν, η φωτιά δεν αποτελεί μόνο απειλή για τη δομή του οικοσυστήματος αλλά και για τον κοινωνικό-οικονομικό ιστό. Οι επιπτώσεις, όπως έχει αποδειχθεί, είναι συνάρτηση πολλαπλών παραγόντων συμπεριλαμβανομένων του μεγέθους της φωτιάς, την τοποθεσία και την ένταση της πυρκαγιάς (Douglas et. al. 2003 : 48), γεγονός το οποίο καθιστά τα αποτελέσματα εμφανή, μέχρι και μερικές δεκαετίες αργότερα (Biro, 2009).

1.4.1 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των Δασικών Πυρκαγιών

Αξιολογώντας τις πυρκαγιές, συμπεραίνουμε ότι οι καταστροφές στο οικοσύστημα είναι σημαντικότερες από άλλες φυσικές καταστροφές (Holmes et. al. 2008). Σύμφωνα με τον Douglas το μέγεθος και η διάρκεια των περιβαλλοντικών επιπτώσεων εξαρτώνται από τη φύση του προσβεβλημένου οικοσυστήματος, τον καιρό και την διαθεσιμότητα των κεφαλαίων αποκατάστασης (Douglas et. al., 2003), με τη διαθεσιμότητα των κεφαλαίων να μας καθιστά σαφή την ύπαρξη μιας ακόμη επίπτωσης, της οικονομικής. Συνεχίζοντας, ο Holmes συμπληρώνει λέγοντας ότι τέτοιου είδους καταστροφές αφορούν το έδαφος, το νερό, πολιτιστικούς πόρους και το βιότοπο άγριας ζωής (Holmes et. al., 2008). Ο Chuniesco έρχεται να επεκτείνει αυτήν την αναφορά του Holmes, λέγοντας ότι οι πυρκαγιές έχουν εν τέλει παγκόσμιες επιπτώσεις, καθώς δεν επηρεάζεται μόνο η πληγείσα δασική περιοχή, αλλά και η ατμόσφαιρα, με τα αποτελέσματα των πυρκαγιών να έχουν σημαντικό μερίδιο ευθύνης στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» (Chuniesco et. al., 2010). Στην έρευνα του Biro φαίνεται ότι υπάρχει πιθανότητα να οφείλονται σε πυρκαγιές, όπως στην Πορτογαλία, οι υψηλού ποσοστού εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Αναφέρεται ακόμη, και σε εκπομπή μεγάλων ενώσεων υδραργύρου, σύμφωνα με έρευνες που έχουν διενεργηθεί

στην περιοχή της Μεσογείου, ενισχύοντας την άποψη ότι ρύποι και σωματίδια που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα επηρεάζουν την ποιότητά της καθώς και την ανθρώπινη υγεία (Biro, 2009).

Πέραν της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, σε παρόμοιες έρευνες, οι απώλειες του εδάφους καθίστανται ως ένας σημαντικός δείκτης του αποτελέσματος μιας φωτιάς. Ο Pausas αναφέρει ότι οι επιπτώσεις μεγάλων δασικών πυρκαγιών είναι η αλλαγή της σύστασης του εδάφους, της βλάστησης και της υδρολογικής του δυναμικής, με επακόλουθο την διάβρωσή του, κάτι το οποίο δημιουργεί σημαντική ανισορροπία βροχοπτώσεων και εδάφους (Pausas et. al., 2008).

Συνεπώς, οι επιπτώσεις ενός τέτοιου φαινομένου είναι αφενός μεν, περιβαλλοντικής φύσεως, διότι αλλάζει το κλίμα μιας περιοχής, το έδαφος υφίσταται διάβρωση, αλλάζει η σύνθεση της βιοποικιλότητας, με ύπαρξη ισχυρής απορροής και εμφάνιση πλημμυρικών γεγονότων, αφετέρου δε και οικονομικής, καθώς απαιτούνται κεφάλαια για την αποκατάσταση των επιπτώσεων.

Επακόλουθο των ανωτέρω επιπτώσεων είναι η κοινωνική υποβάθμιση, διότι επέρχεται αλλαγή της όλης αισθητικής του φυσικού τοπίου και η χρήση γης έχει τη τάση να μεταβάλλεται.

1.4.2 Κοινωνικές Επιπτώσεις των Δασικών Πυρκαγιών

Έχοντας αναφερθεί στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μιας πυρκαγιάς και το φαινόμενο της διάβρωσης, έρχεται ο Biro με έρευνά του να συνδέσει αυτό το φαινόμενο με κοινωνικές επιπτώσεις, αναφέροντας ότι το βραχυπρόθεσμο αποτέλεσμα μιας τέτοιας καταστροφής είναι οι πλημμύρες, η ροή λάσπης ικανή να επηρεάσει οικισμούς και τα συναφή με αυτούς δίκτυα όπως το οδικό, γεωργικό και υδάτινο δίκτυο (Biro, 2003). Επιπρόσθετα επακόλουθα αποτελούν οι καταστροφές σε πολιτιστικά και ιστορικά αξιοθέατα καθώς και η εμφάνιση διαταραχών της ανθρώπινης υγείας προκαλώντας ψυχολογικό στρες κάτι το οποίο συνδέεται άμεσα με την απώλεια οικιών και ιδιοκτησίας (Douglas et. al., 2003). Συμπερασματικά, οι επιπτώσεις σε κοινωνικό επίπεδο αφορούν την κοινωνική ανθεκτικότητα και την εμπιστοσύνη στην κοινότητα (Norgaard et. al., 2014). Μεταξύ άλλων, γίνεται κατανοητό, ότι το πόσο έντονες θα είναι οι συνέπειες σε μια κοινωνία εξαρτάται και από το πόσο ισχυρό είναι το αίσθημα της κοινωνικής τρωτότητας (vulnerability). Σύμφωνα με τον Meggo, μετά από μία καταστροφική πυρκαγιά ένα πιθανό επακόλουθο είναι η διάλυση μιας κοινότητας, ως αποτέλεσμα συναισθηματικού στρες που αντιμετωπίζουν ορισμένα μέλη της, οδηγώντας στην δημιουργία μιας αίσθησης

ανισότητας και αδικίας μεταξύ εκείνων που έχασαν τις περιουσίες τους και εκείνων που τα σπίτια τους έχουν σωθεί (Meggo, 2006). Παρόλα αυτά, έχει αναφερθεί σε έρευνες ότι μια τέτοια καταστροφή έχει, αρκετά συχνά, θετικό αντίκτυπο στην κοινωνική συνοχή. Όπως αναφέρεται σε έρευνα του Daniel, αυτή η κοινωνική συνοχή δύναται να βοηθήσει όχι μόνο κατά τη διάρκεια της καταστροφής αλλά και να ενισχύσει κάθε είδους προσπάθεια ανάκαμψης, τονίζοντας ωστόσο, ότι αυτή η ενωτική συμπεριφορά είναι δυνατόν να ποικίλει, δεδομένων ορισμένων παραγόντων, όπως είναι η εθνικότητα, το επίπεδο εκπαίδευσης και η έκταση της βλάβης (Daniel, et. al., 2007).

Γενικά, παρατηρείται ότι οι κοινωνικές επιπτώσεις μια πυρκαγιάς δεν είναι απαραίτητα καταστροφικές και η ύπαρξη αυτής δεν δημιουργεί έναν अपαραβάτο κανόνα αποσύνθεσης του κοινωνικού ιστού. Οι επιπτώσεις γίνονται κατά βάση αρνητικές μόνο και εφόσον έχουν προηγηθεί κοινωνικές διαταραχές ακολουθούμενες από την έλλειψη της από κοινού αντιμετώπισης και συνοχής. Επιπροσθέτως, οι επιπτώσεις των πυρκαγιών δεν περιορίζονται μόνο στο περιβάλλον και την κοινωνία, δεδομένου ότι είναι άρρηκτα συνδεδεμένες και με την οικονομία, η οποία με την σειρά της σχετίζεται άμεσα με όλες τις εκφάνσεις μιας πυρκαγιάς.

1.4.3 Οικονομικές Επιπτώσεις των Δασικών Πυρκαγιών

Σύμφωνα με τον Diaz, οι επιπτώσεις μιας πυρκαγιάς συχνά περιγράφονται ως οι δομές και τα σπίτια που απειλούνται ή καταστρέφονται, το συνολικό κόστος της καταστολής και η βλάβη των φυσικών πόρων στους οποίους στηρίζονται οι αγροτικές κοινότητες, δηλαδή καταστροφή καλλιεργήσιμων εκτάσεων γης και εμπορεύσιμων αγαθών (Diaz, 2012). Ακολουθώντας αυτή τη λογική, μία από τις κυριότερες οικονομικές επιπτώσεις είναι η απώλεια περιουσιακών στοιχείων όσο αναφορά τις κτιριακές εγκαταστάσεις και τη χρήση γης (Douglas, et. al., 2003). Επεκτείνοντας αυτή τη λογική ο Diaz αναφέρει ότι ο εκάστοτε τοπικός προϋπολογισμός χωρίζεται σε βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο. Ο βραχυπρόθεσμος περιλαμβάνει την πρόληψη, το προσωπικό, τον εξοπλισμό, τις προμήθειες και την συνεχή κινητοποίηση όσων είναι υπεύθυνοι για την κατάσβεση. Ωστόσο, με το πέρας της πυρκαγιάς μπαίνει σε εφαρμογή ο μακροπρόθεσμος προϋπολογισμός για την αποκατάσταση των ζημιών, όπως οι υποδομές κτιρίων, οδικών και άλλων δικτύων, και οι απώλειες γης (Diaz, 2012). Το μακροπρόθεσμο κόστος, αρκετές φορές, συνεχίζεται για αρκετούς οικονομικούς κύκλους καθώς τα αριθμητικά στοιχεία που συμπεριλαμβάνονται στον προϋπολογισμό - σχετικά με την αποκατάσταση - δεν ακολουθούν τις πραγματικές ανάγκες χρηματοδότησης, οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις αντανακλώνται σε σχετικά αιτήματα οργανισμών (Douglas, et. al., 2003). Ο Birot έρχεται να συμπληρώσει ότι οι

οικονομικές επιπτώσεις, τις περισσότερες φορές, αφορούν μόνο τα εμπορεύσιμα αγαθά, τα οποία κατά κύριο λόγο αναφέρονται στα στατιστικά στοιχεία των ζημιών, ενώ η αξία όλων εκείνων των αγαθών τα οποία δεν δύναται να υπολογιστούν, όπως είναι η φυσική ομορφιά, οι θέσεις αναψυχής και γενικά η αξία του φυσικού τοπίου απουσιάζουν από τον υπολογισμό του κόστους των ζημιών (Biro, 2009).

Κατά συνέπεια, οι οικονομικές απώλειες μιας πυρκαγιάς σχετίζονται με τις απώλειες αγαθών και υπηρεσιών, ιδιοκτησίας και χρήση γης. Παράλληλα, δεν αποτελούν μόνο μια ακόμη αξία ζημιών στον προϋπολογισμό, αλλά εμφανίζονται ως μια συνέπεια που είναι άμεσα συνυφασμένη με την κοινωνία και τη δομή αυτής, καθώς η αποκατάσταση της, αποτελεί ένα αναπόσπαστο κομμάτι των δραστηριοτήτων της. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται σε έρευνα του Biro, οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις που δύναται να προκληθούν από τις πυρκαγιές είναι μεγάλης σημασίας, ιδιαίτερα στην περίπτωση των καταστροφικών πυρκαγιών - όπως αυτές χαρακτηρίζονται - δεδομένου ότι συνεπάγονται καταστάσεις ακραίων γεγονότων, με παράδειγμα το καλοκαίρι του 2007 στην Ελλάδα (Biro, 2009).

Κεφάλαιο 2.

Χρήση Συστημάτων Τηλεπισκόπησης για την Ανίχνευση, Καταγραφή, Παρακολούθηση και Αποτίμηση Πυρκαγιών

2.1 Ορισμός Τηλεπισκόπησης

Σε γενικές γραμμές, η τηλεπισκόπηση είναι η επιστήμη και η πρακτική της απόκτησης πληροφοριών για ένα αντικείμενο χωρίς να έρχονται σε επαφή με αυτό. Με όρους πιο κατάλληλους κι επιστημονικούς, η τηλεπισκόπηση είναι μια τεχνολογία δειγματοληψίας που αντανακλάται και εκπέμπεται με ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από τα χερσαία και υδρόβια οικοσυστήματα και την ατμόσφαιρα της Γης. Αυτό γίνεται συνήθως με την καταγραφή εικόνων από αεροπλάνα και δορυφόρους για την αναγνώριση ή την καλύτερη κατανόηση ενός χαρακτηριστικού στην επιφάνεια της Γης (Horning, 2019).

Ένα απλό παράδειγμα ενός οργάνου τηλεπισκόπησης είναι μια φωτογραφική ή ψηφιακή κάμερα. Μια κάμερα καταγράφει την ενέργεια με τη μορφή φωτός που αντανακλάται από μια επιφάνεια για να σχηματίσει μια εικόνα. Οι περισσότερες φωτογραφικές μηχανές καταγράφουν ορατό φως, ώστε όταν φαίνεται η φωτογραφία, η εικόνα μοιάζει με το χαρακτηριστικό που φωτογραφήθηκε. Πιο εξελιγμένα όργανα τηλεπισκόπησης είναι σε θέση να καταγράφουν την ενέργεια εκτός της εμβέλειας του ορατού φωτός. Τα δεδομένα από όργανα τηλεπισκόπησης δύναται να καταγραφούν ως εικόνες, ή στην περίπτωση του *lidar*, μια συλλογή σημειακών δεδομένων που συχνά υποβάλλονται σε επεξεργασία για τη δημιουργία εικόνων (Venevsky, 2019).

2.1.1 Διαφορετικές πλατφόρμες και τροχιές

Για τοπικά και λεπτομερή στοιχεία, τα αεροσκάφη με ενσωματωμένους και απομακρυσμένους πιλότους είναι συχνά η επικρατέστερη πλατφόρμα, δεδομένου ότι είναι δυνατόν να επιλεχθεί ποιοι αισθητήρες πρέπει να τοποθετηθούν για μια συγκεκριμένη εφαρμογή και είναι δυνατόν να καθοριστεί τότε πρέπει να πετάξουν. Τα αεροσκάφη έχουν τη δυνατότητα να πετούν χαμηλά για να αποκτήσουν εικόνες με πολλές λεπτομέρειες. Τα απομακρυσμένα πιλοτικά αεροσκάφη, που ονομάζονται επίσης μη επανδρωμένα αεροσκάφη, χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για την

απόκτηση δεδομένων από απόσταση για την υποστήριξη οικολογικών μελετών. Οι κανονισμοί που περιορίζουν τη χρήση τους ποικίλλουν δραματικά μεταξύ των χωρών και αυτοί οι περιορισμοί μπορούν να επιβάλουν ένα πρακτικό όριο στον τρόπο με τον οποίο μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτά τα αεροσκάφη (Michener, 2019).

Για την παγκόσμια και συστηματική κάλυψη, οι δορυφόροι είναι η τυπική πλατφόρμα τηλεπισκόπησης. Οι περισσότερες δορυφορικές τροχιές μπορούν να ταξινομηθούν ως γεωστατικές ή πολικές τροχιές. Οι γεωστατικοί δορυφόροι περιστρέφονται γύρω από τη Γη με την ίδια τροχιακή περίοδο με την περιστροφή της Γης (Gaur, 2019). Δηλαδή, ένας γεωστατικός δορυφόρος περιστρέφεται γύρω από τον άξονα περιστροφής της Γης, διατηρώντας τη θέση του σταθερή πάνω σε ένα συγκεκριμένο σημείο στη Γη, ώστε να βλέπει πάντα την ίδια περιοχή. Αυτοί οι δορυφόροι χρησιμοποιούνται συνήθως για την παρακολούθηση του καιρού, αλλά είναι πολύ μακριά από την επιφάνεια της Γης (38.500 km) για λεπτομερή περιβαλλοντική παρακολούθηση. Πιο συνηθισμένη για την τηλε-ανίχνευση της Γης είναι μια σχεδόν πολική τροχιά που παρέχει μια σχεδόν παγκόσμια προβολή της Γης σε μια κανονική χρονική περίοδο, όπως για παράδειγμα κάθε 16 ημέρες, στην περίπτωση του Landsat. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι με μια σχεδόν πολική τροχιά οι ακραίες πολικές περιοχές δεν είναι ορατές από τον δορυφόρο. Γι' αυτό το λόγο, όταν οι άνθρωποι αναφέρουν παγκόσμια σύνολα δεδομένων από απόσταση, συχνά σημαίνουν ότι τα σύνολα δεδομένων είναι σχεδόν παγκόσμια. Οι πολικοί και σχεδόν πολικοί δορυφόροι σε τροχιά πετούν μόνο μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια της Γης (Gaur, 2019).

2.1.2 Ενεργός και παθητικός τύπος τηλεπισκόπησης

Τα όργανα τηλεπισκόπησης συχνά κατηγοριοποιούνται ως έχοντα ενεργούς ή παθητικούς αισθητήρες. Ένας ενεργός αισθητήρας παράγει το δικό του σήμα, το οποίο στη συνέχεια μετρείται όταν ανακλάται από την επιφάνεια της Γης. Ένας παθητικός αισθητήρας μετρά την ηλιακή ενέργεια που αντανακλάται ή εκπέμπεται από χαρακτηριστικά στην επιφάνεια της Γης. Αν και οι περισσότεροι παθητικοί αισθητήρες λειτουργούν στα ορατά και υπέρυθρα τμήματα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος, υπάρχουν επίσης μερικοί παθητικοί αισθητήρες μικροκυμάτων σε χρήση που μετρούν έναν αριθμό παραμέτρων όπως είναι, η ταχύτητα του ανέμου, η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας και της επιφάνειας της θάλασσας, η υγρασία του εδάφους, οι βροχοπτώσεις και οι ατμοσφαιρικοί υδρατμοί (Wu, et al., 2020).

Ένα πλεονέκτημα των παθητικών αισθητήρων είναι ότι οι περισσότεροι βασίζονται στην ηλιακή ενέργεια για να φωτίσουν τον στόχο και επομένως δεν χρειάζονται τη δική τους πηγή ενέργειας, οπότε γενικά είναι απλούστερα όργανα. Ένας περιορισμός για τους περισσότερους παθητικούς οπτικούς αισθητήρες είναι ότι χρειάζονται το φως της ημέρας για να λειτουργούν, αν και υπάρχουν μερικοί αισθητήρες που καταγράφουν τα νυχτερινά φώτα και σύννεφα τη νύχτα και άλλοι που καταγράφουν την ενέργεια που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης. Δεδομένου ότι οι περισσότεροι από αυτούς τους αισθητήρες λειτουργούν σε ορατά και υπέρυθρα μήκη κύματος, επηρεάζονται δυσμενώς από τον καιρό και την κάλυψη του νέφους. Τέλος, δεδομένου ότι το φως του ήλιου αντανακλάται κυρίως από την κορυφή ενός χαρακτηριστικού, όπως ένα δάσος, δεν είναι δυνατό να «δει» κάτω από ένα κουβούκλιο, για τη μέτρηση της βλάστησης. Για να αποκτηθούν τέτοιου είδους πληροφορίες, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν ενεργοί αισθητήρες (Gao, Nie, Zhang, & Chen, 2020).

Οι ενεργοί αισθητήρες, όπως το ραντάρ και το lidar εκπέμπουν τη δική τους ενέργεια για να φωτίσουν έναν στόχο και αποτελούνται από μια γεννήτρια σήματος και έναν δέκτη. Μετρούν την ισχύ του επιστρεφόμενου σήματος και τη χρονική καθυστέρηση μεταξύ του πότε το όργανο εκπέμπει την ενέργεια και του πότε λαμβάνει τον επιστρεφόμενο παλμό. Το Lidar είναι ένα αρκτικόλεξο για την ανίχνευση και το εύρος του φωτός (*light detection and ranging*) και αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν λέιζερ που εκπέμπουν φως στα ορατά και σχεδόν υπέρυθρα τμήματα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (Zhao, et al., 2020). Σε ένα σύστημα lidar, ένας μοναδικός παλμός φωτός μπορεί να αντανακλά πολλά χαρακτηριστικά σε κάθετο χώρο, όπως διαφορετικά στρώματα σε ένα δάσος. Ένας μοναδικός παλμός που εκπέμπεται θα οδηγήσει σε μια σειρά παλμών που επιστρέφονται και καταγράφονται από τον ανιχνευτή. Αυτοί οι παλμοί που επιστρέφονται μπορούν να καταγραφούν ως κύμα (πλήρες κυματομορφικό lidar) ή σε διακριτά κομμάτια που αντιστοιχούν σε κορυφές στο επιστρεφόμενο σήμα, όπως η πρώτη και τελευταία επιστροφή του παλμικού φωτός. Η πρώτη επιστροφή αντιστοιχεί στην κορυφή ενός αντικείμενου και η τελευταία επιστροφή θ' αντιστοιχήσει στο υπόστρωμα βάσης στο οποίο βρίσκεται το αντικείμενο (δηλαδή, το έδαφος). Αυτό είναι ιδανικό για τη μέτρηση του ύψους χαρακτηριστικών, όπως δέντρα ή κτίρια. Παρόλο που τα συστήματα lidar θεωρούνται επίσης ικανά να διεισδύσουν σε δασικό θόλο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι παλμοί λέιζερ διέρχονται από κενά μεταξύ φύλλων και κλαδιών και δεν διεισδύουν στην πραγματικότητα μέσω φυτικού υλικού. Τα συστήματα Lidar που ονομάζονται lidar απεικόνισης είναι ικανά να καταγράφουν μια πυκνή συλλογή σημείων, ένα σημείο

νέφους σε τρισδιάστατο χώρο (παραδείγματος χάριν ύψος, πλάτος και μήκος) και αυτά είναι σε θέση να υποστούν επεξεργασία για τη δημιουργία εικόνων βλάστησης ή ύψους κτιρίου, τύπου κάλυψης γης, υψόμετρο εδάφους και δομή βλάστησης (Ghaseminiik, Aghamohammadi, & Azadbakht, 2020).

Λόγω της περίπλοκης φύσης της τηλε-ανίχνευσης ραντάρ, οι δεξιότητες που απαιτούνται για την επεξεργασία αυτών των δεδομένων τείνουν να είναι πιο εξειδικευμένες από αυτές που απαιτούνται για την επεξεργασία οπτικών εικόνων. Ωστόσο, οι περισσότεροι οργανισμοί που παρέχουν εικόνες ραντάρ παρέχουν προϊόντα υψηλού επιπέδου και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πολλές εφαρμογές με μέτρια ίδευση (Zhao, et al., 2020).

2.1.3 Δεδομένα τηλεπισκόπησης για οικολογικές εφαρμογές

Η τηλεπισκόπηση παρέχει όργανα και μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενός ευρέος φάσματος βιοφυσικών συνολικών δεδομένων που είναι χρήσιμα για την επίγεια και υδρόβια οικολογική μοντελοποίηση.

Κάλυψη γης

Τα δεδομένα κάλυψης γης είναι διαθέσιμα σε μορφή εικόνας με μεμονωμένους τύπους βλάστησης που έχουν ανατεθεί σε διακριτές τάξεις. Για παράδειγμα, σε μορφή εικόνας σε κάθε τύπο βλάστησης θα έχει μια μοναδική αριθμητική τιμή και σε διανυσματική μορφή κάθε πολύγωνο θα έχει πληροφορίες χαρακτηριστικού που θα περιγράφουν τον τύπο κάλυψης γης σε αυτό το πολύγωνο. Αυτά τα δεδομένα είναι διαθέσιμα με ένα ευρύ φάσμα θεματικών (σχήμα ταξινόμησης) και χωρικής (χωρική ανάλυση και έκταση) (Tong, et al., 2020).

Το σχήμα ταξινόμησης που χρησιμοποιείται για ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων κάλυψης γης μπορεί να είναι τόσο απλό όσο οι κατηγορίες δασών / μη δασών ή τόσο λεπτομερείς όσο ένας χάρτης σε επίπεδο ειδών. Ένα σημαντικό σημείο που σχετίζεται με τη θεματική λεπτομέρεια είναι ότι όσο περισσότερες κλάσεις χρησιμοποιούνται, τόσο χαμηλότερη θα είναι η ακρίβεια ανά τάξη. Με άλλα λόγια, οι τάξεις σε έναν χάρτη δασών / μη δασών θα είναι πιο ακριβείς από τις μεμονωμένες κατηγορίες σε έναν χάρτη επιπέδου ειδών. Η χωρική λεπτομέρεια σε ένα σύνολο δεδομένων κάλυψης γης αποτελεί συνήθως άμεσο αποτέλεσμα του τύπου των δεδομένων που εντοπίζονται εξ αποστάσεως, στα οποία βασίζεται η ταξινόμηση (Kuang, et al., 2014).

Ως επί το πλείστον, οι χάρτες κάλυψης γης δημιουργούνται χρησιμοποιώντας δεδομένα από οπτικούς αισθητήρες και συνδυάζοντας ραντάρ και οπτικά δεδομένα. Μία περιοχή όπου οι αισθητήρες ραντάρ υπερέχουν είναι η χαρτογράφηση υγροτόπων και νερού κάτω από δάση, όπως σε πλημμυρισμένα δάση ή κολυμβητικές δεξαμενές. Τα σύνολα δεδομένων κάλυψης γης μπορούν να δημιουργηθούν χρησιμοποιώντας χειροκίνητες ή / και αυτοματοποιημένες μεθόδους (Chen, Yujun, & Saeed, 2018). Η βασική αρχή της ταξινόμησης κάλυψης γης είναι η μετάφραση των τιμών *pixel* σε μια δορυφορική εικόνα σε σημαντικές κατηγορίες κάλυψης γης. Αυτό επιτυγχάνεται συχνά χρησιμοποιώντας αυτοματοποιημένες διαδικασίες στις οποίες χρησιμοποιείται ένας αλγόριθμος υπολογιστών για την εκχώρηση μεμονωμένων *pixel* ή ομάδων *pixel* σε μία από τις έγκυρες κατηγορίες κάλυψης γης. Η διαδικασία ταξινόμησης μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας οπτικές μεθόδους ερμηνείας όπου ο διερμηνέας χρησιμοποιεί οπτικά στοιχεία όπως τον τόνο, την υφή, το σχήμα, το μοτίβο και την σχέση με άλλα αντικείμενα για τον προσδιορισμό και την ομαδοποίηση παρόμοιων τύπων κάλυψης γης. Υπάρχουν δεκάδες μέθοδοι ταξινόμησης που χρησιμοποιούνται, αλλά δεν υπάρχει μία μόνο «βέλτιστη» προσέγγιση (Mohan, Kikegawa, Gurjar, Bhati, & Kollu, 2012).

Ένας από τους περιορισμούς των διαβαθμισμένων δεδομένων κάλυψης γης είναι ότι οι πληροφορίες είναι διακριτές αντί συνεχείς. Ένας τρόπος γύρω από αυτό είναι η δημιουργία ενός συνόλου δεδομένων εικόνων «συνεχών πεδίων» για επιλεγμένους τύπους βλάστησης. Σε ένα σύνολο δεδομένων συνεχών πεδίων, κάθε τιμή *pixel* αντιπροσωπεύει το ποσοστό αυτού του *pixel* που καλύπτεται από έναν συγκεκριμένο τύπο κάλυψης γης (Odindi, Mhangara, & Kakembo, 2012). Για παράδειγμα, σε ένα σύνολο δεδομένων συνεχόμενων πεδίων πλατύφυλλου, μια τιμή εικονοστοιχείου 65 σημαίνει ότι το 65% αυτού του εικονοστοιχείου καλύπτεται από είδη πλατύφυλλων δέντρων. Εκτός από διαφορετικούς τύπους κάλυψης γης, είναι επίσης δυνατό να δημιουργηθεί ένα σύνολο δεδομένων συνεχούς πεδίου για στεγανότητα. Αυτό ονομάζεται αδιαπέραστο σύνολο δεδομένων επιφάνειας και χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στην οικολογική μοντελοποίηση, ιδίως όταν είναι απαραίτητο να ποσοτικοποιηθεί η απορροή νερού (Murray, Keith, Simpson, Wilshire, & Lucas, 2018).

Μετρήσεις τοπίου

Μόλις δημιουργηθεί ένας χάρτης κάλυψης γης, μερικές φορές είναι επιθυμητό να ποσοτικοποιηθούν διάφορες πτυχές των προτύπων χρησιμοποιώντας διάφορες μετρήσεις τοπίου για την χρήση σε οικολογικά μοντέλα. Αυτές οι μετρήσεις παρέχουν έναν αντικειμενικό τρόπο για να περιγραφούν μοτίβα που περιγράφονται συνήθως

χρησιμοποιώντας υποκειμενικούς όρους όπως "πολύ κατακερματισμένα", "μικρά μπαλώματα" και "ετερογενές τοπίο". Με την χρήση εργαλείων λογισμικού είναι εύκολο να δημιουργηθούν αυτές οι μετρήσεις. Ορισμένες κοινές μετρήσεις περιλαμβάνουν (Jaafari, Sakieh, Shabani, Danehkar, & Nazarisamani, 2016):

- Σύνθεση τοπίου
 - Αναλογία — Περιοχή ενός τύπου κάλυψης σε σύγκριση με τη συνολική έκταση
 - Πλούτος — Αριθμός διαφορετικών τύπων μπαλωμάτων
 - Ομοιομορφία - Σχετική αφθονία διαφορετικών τύπων μπαλωμάτων
 - Ποικιλομορφία - Σύνθετο μέτρο πλούτου και ομαλότητας
- Χωρική διαμόρφωση
 - Μέγεθος και σχήμα μπαλώματος
 - Συνδεσιμότητα μπαλωμάτων
 - Διασκορπισμένα ή συσσωματωμένα μπαλώματα
 - Ρύθμιση σε σχέση με γειτονικά μπαλώματα

Παρόλο που οι μετρήσεις τοπίου μπορεί να έχουν μεγάλη αξία, πρέπει να υπάρχει προσοχή όταν χρησιμοποιούνται αυτές οι μετρήσεις. Πολλές από τις μετρήσεις είναι πολύ ευαίσθητες στην κλίμακα εικόνας και την έκταση της περιοχής μελέτης, επομένως οι συγκρίσεις μεταξύ του χρόνου και του χώρου πρέπει να γίνονται με προσοχή (del Castillo, Garcia-Martin, Aladren, & de Luis, 2015).

Χαρακτηριστικά βλάστησης

Εκτός από την κάλυψη της γης, υπάρχουν πολλά χαρακτηριστικά βλάστησης που μπορούν να μετρηθούν χρησιμοποιώντας παθητικά και ενεργά όργανα τηλεπισκόπησης. Αυτά περιλαμβάνουν (Choi, 2013):

- Φαινολογία
- Πρωτογενής παραγωγικότητα
- Υγεία και σθένος βλάστησης
- Δομή βλάστησης

Οι μετρήσεις αυτών των χαρακτηριστικών βασίζονται στο γεγονός ότι η ανάκλαση, η μετάδοση και η σκέδαση ενέργειας σε ένα θόλο επηρεάζεται σημαντικά από τη δομή της βλάστησης και τον τρόπο με τον οποίο τα συστατικά της βλάστησης (φύλλα, κλαδιά, κορμός) αλληλεπιδρούν με το φάσμα της ενέργειας που χρησιμοποιείται από ένα συγκεκριμένο όργανο τηλεπισκόπησης (Choi, 2013).

Οι δείκτες βλάστησης έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς για παγκόσμιες μελέτες για την παρακολούθηση των αλλαγών στην υγεία και την κάλυψη της βλάστησης και ήταν αποτελεσματικοί στη χαρτογράφηση ξηρασιών, ερημοποίησης, φαινολογίας, καθαρής πρωτογενούς παραγωγικότητας και αποψίλωσης σε όλο τον κόσμο. Ο πιο κοινός δείκτης βλάστησης, ο δείκτης βλάστησης κανονικοποιημένης διαφοράς, βασίζεται στην αρχή ότι η υγιής πράσινη βλάστηση απορροφά τα περισσότερα από τα προσπίπτοντα κόκκινα μήκη κύματος φωτός και αντανακλά τα περισσότερα από τα κοντινά υπέρυθρα μήκη κύματος (Teillet, Staenz, & William, 1997).

Δύο άλλοι κοινοί δείκτες βλάστησης που χρησιμοποιούν παρόμοια αρχή με τον συγκεκριμένο δείκτη είναι ο δείκτης βλάστησης προσαρμοσμένου εδάφους, ο οποίος αναπτύχθηκε για να μειώσει την επίδραση του υλικού υποβάθρου (δηλαδή, έδαφος, άμμο, χιόνι) και ο ενισχυμένος δείκτης βλάστησης που είναι λιγότερο ευαίσθητος στα αποτελέσματα της ατμοσφαιρικής σκέδασης. Τα σύνολα δεδομένων του δείκτη βλάστησης είναι συνήθως διαθέσιμα ως χρονικά σύνθετα, όπως 10 ημέρες ή ανά μήνα. Σε ένα σύνθετο προϊόν παρέχονται οι «καλύτερες» τιμές δείκτη από τη σύνθετη περίοδο για κάθε pixel. Χρησιμοποιώντας αυτήν την προσέγγιση είναι δυνατόν να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις των νεφών και της ομίχλης (Mohanty & Skaggs, 2001).

Η δομή της βλάστησης και τα σύνολα δεδομένων βιομάζας συχνά δημιουργούνται χρησιμοποιώντας δεδομένα που λαμβάνονται από αισθητήρες ραντάρ και lidar. Αν και το ραντάρ έχει χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των ιδιοτήτων της βλάστησης όπως η βιομάζα, ο δείκτης έκτασης των φύλλων και η δομή του δάσους, τα περισσότερα από αυτά ήταν πειραματικά, έτσι τα δεδομένα είναι κάπως περιορισμένα (Melin, Hill, Bellamy, & Hinsley, 2019).

Τα εργαλεία lidar είναι διαθέσιμα για την τοποθέτηση σε αεροπλάνα που μπορούν γρήγορα να παρέχουν πληροφορίες ύψους βλάστησης και αυτό μπορεί να συσχετιστεί με τον όγκο των δέντρων και τη βιομάζα χρησιμοποιώντας αλλομετρικούς πίνακες. Δυστυχώς, η χρήση αυτών των οργάνων είναι δαπανηρή και συχνά δεν είναι εφικτή η κάλυψη μεγάλων περιοχών. Η έρευνα που χρησιμοποιεί αερομεταφερόμενα και δορυφορικά lidar όργανα για άμεση μέτρηση της δομής της βλάστησης βρίσκεται σε εξέλιξη και τα πρώτα αποτελέσματα φαίνονται πολλά υποσχόμενα (Brosinsky, et al., 2014).

Τοπογραφία

Τα σύνολα δεδομένων ανύψωσης και τα παράγωγά τους προϊόντα χρησιμοποιούνται εκτενώς σε οικολογικές εφαρμογές. Τα δεδομένα ψηφιακής ανύψωσης διατίθενται ως ψηφιοποιημένα σημεία ή γραμμές περιγράμματος και ως επιφάνειες ή εικόνες με πλέγμα. Όταν χρησιμοποιούνται δεδομένα ανύψωσης, είναι σημαντικό να υπάρχει γνώση σχετικά με το ποιες είναι οι τιμές ανύψωσης. Αυτές οι τιμές μπορούν να αντιπροσωπεύουν την επιφάνεια της γυμνής γης, την επιφάνεια των χαρακτηριστικών στη γη (δηλαδή, την κορυφή του θόλου ή την κορυφή κτιρίων) ή κάτι ενδιάμεσο (Wang, Zhang, Guan, & Fu, 2017).

Ένα γενικά χρησιμοποιούμενο παγκόσμιο σύνολο δεδομένων τοπογραφίας είναι το Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) Digital Elevation Model (DEM). Η ανάλυση αυτού του συνόλου δεδομένων είναι 30 m και καλύπτει περιοχές εδάφους μεταξύ 56 μοιρών νότιου γεωγραφικού πλάτους και 60 μοιρών βόρειου γεωγραφικού πλάτους. Τα δεδομένα για το SRTM DEM συλλέχθηκαν χρησιμοποιώντας ένα όργανο ενδομετρικού ραντάρ (Chen, et al., 2012). Σε δασικές περιοχές, η τιμή ανύψωσης που παρέχεται από το σύνολο δεδομένων SRTM αντιπροσωπεύει ένα σημείο κάπου περίπου στα μισά του δρόμου μεταξύ της επιφάνειας του εδάφους και της κορυφής του θόλου. Το ακριβές σημείο εξαρτάται από τα δομικά χαρακτηριστικά της δασικής βάσης. Το Lidar χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για τη συλλογή πολύ λεπτομερών δεδομένων ανύψωσης με ακρίβεια της τάξης των εκατοστών. Τα όργανα Lidar πετούν σε αεροσκάφη και χρησιμοποιούνται συνήθως για την παρακολούθηση παράκτιων περιοχών. Η ακρίβεια και η ταχύτητα της συλλογής δεδομένων ανύψωσης δεν ταιριάζει με τις παραδοσιακές επίγειες μεθόδους (Kervyn, Ernst, Goossens, & Jacobs, 2008).

Υγρασία εδάφους

Η υγρασία του εδάφους είναι ένα περιζήτητο σύνολο δεδομένων για οικολογική μοντελοποίηση. Ωστόσο, δεδομένα που ικανοποιούν τις ανάγκες μιας συγκεκριμένης εφαρμογής δεν είναι μερικές φορές διαθέσιμα επειδή οι υπάρχουσες χωρικές αναλύσεις δεδομένων είναι πολύ χονδροειδείς, τα διαθέσιμα δεδομένα δεν καλύπτουν την περιοχή ενδιαφέροντος ή δεν υπάρχουν δεδομένα για το απαιτούμενο χρονικό πλαίσιο (Fontanet, Fernández-Garcia, & Ferrer, 2018). Σχετικά νέα παγκόσμια δεδομένα υγρασίας εδάφους με χωρική ανάλυση 3–36 km που συλλέγονται από ενεργούς και παθητικούς αισθητήρες μικροκυμάτων διατίθεται από την αποστολή Soil Moisture Active Passive (SMAP) της NASA. Οι άνθρωποι έχουν πειραματιστεί χρησιμοποιώντας δεδομένα που συλλέγονται από οπτικά όργανα τηλεπισκόπησης για

να χαρτογραφήσουν την υγρασία του εδάφους, αλλά τα αποτελέσματα έχουν αναμιχθεί και οι μέθοδοι είναι συνήθως προσαρμοσμένες σε ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα (Mohanty, Cosh, Lakshmi, & Montzka, 2017).

Θερμοκρασία επιφάνειας και βροχόπτωση

Παρόλο που τα δεδομένα θερμοκρασίας και υετού συλλέγονται συνήθως με τη χρήση δορυφορικών οργάνων, τα σύνολα δεδομένων που δημιουργούνται χρησιμοποιώντας δεδομένα μετεωρολογικών σταθμών προτιμώνται συχνά για την οικολογική μοντελοποίηση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα σύνολα δεδομένων που προέρχονται από δεδομένα σταθμού βελτιώνονται ενσωματώνοντας δεδομένα που συλλέγονται από δορυφορικά όργανα. Οι δορυφορικές εκτιμήσεις βροχόπτωσης γίνονται χρησιμοποιώντας παθητικά μικροκύματα, ραντάρ και οπτικά όργανα. Τα σύνολα δεδομένων εκτίμησης της βροχόπτωσης που προέρχονται από δορυφορική τηλεπισκόπηση είναι συχνά πολύ χονδροειδή (> 4 km) για πολλές εργασίες οικολογικής μοντελοποίησης (Pombo, de Oliveira, & Mendes, 2014).

Ωκεανοί

Στο θαλάσσιο περιβάλλον, η τηλεπισκόπηση παρέχει δεδομένα για μια μεγάλη ποικιλία περιβαλλοντικών μεταβλητών. Οι οπτικές μέθοδοι τηλεπισκόπησης χρησιμοποιούνται συνήθως για την χαρτογράφηση της διασύνδεσης ωκεανού / ξηράς και κοραλλιογενών υφάλων (Lee, et al., 2013). Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για αυτές τις εφαρμογές είναι παρόμοιες με εκείνες που χρησιμοποιούνται για τη χαρτογράφηση κάλυψης χερσαίας γης, εκτός από την μεγαλύτερη χρήση των μπλε βραχέων μήκους κύματος για τη χαρτογράφηση κοραλλιογενών υφάλων, δεδομένου ότι αυτά τα μήκη κύματος είναι σε καλύτερη θέση για να διεισδύσουν στο νερό και να παρέχουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά αρκετών μέτρων κάτω από την επιφάνεια του νερού. Δύο άλλα κοινά παγκόσμια θαλάσσια δεδομένα είναι η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας, η οποία προκύπτει χρησιμοποιώντας μεθόδους παρόμοιες με αυτές που χρησιμοποιούνται για τη θερμοκρασία της γης και το χρώμα των ωκεανών που χρησιμοποιεί οπτικές εικόνες για τον προσδιορισμό των επιπέδων φυτοπλαγκτόν στο νερό (Lee, et al., 2007).

2.1.4 Ακρίβεια αξιολόγησης και επικύρωσης

Όταν χρησιμοποιούνται σύνολα δεδομένων που προέρχονται από μεθόδους τηλεπισκόπησης, είναι σημαντικό να κατανοηθεί το επίπεδο ακρίβειας που σχετίζεται με ένα συγκεκριμένο προϊόν. Τα στοιχεία ακρίβειας μπορούν να αναφέρονται στην

ακρίβεια της υπολογιζόμενης τιμής σε σύγκριση με την πραγματική βιοφυσική τιμή ή στην ακρίβεια της θέσης. Σε ορισμένες περιπτώσεις παρέχονται και οι δύο αριθμοί. Τα στατιστικά στοιχεία ακρίβειας πρέπει να διανέμονται με το σύνολο δεδομένων. Δυστυχώς, αυτό δεν συμβαίνει πάντα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, δεν υπάρχουν στατιστικά στοιχεία ακρίβειας για ένα σύνολο δεδομένων (Morales-Barquero, Lyons, Phinn, & Roelfsema, 2019).

Για σύνολα δεδομένων που αντιπροσωπεύουν κατηγοριοποιημένα δεδομένα, τα στατιστικά στοιχεία συνήθως παρέχουν πληροφορίες ανά κλάση και συνολική ακρίβεια. Αυτή αποτελεί κοινή πρακτική με σύνολα δεδομένων κάλυψης γης. Για σύνολα δεδομένων όπως το υψόμετρο, δίνονται τιμές για οριζόντια και κάθετη ακρίβεια. Αυτές οι τιμές δίδονται συνήθως ως πιθανότητα να βρίσκονται εντός καθορισμένης απόστασης. Άλλα σύνολα δεδομένων, όπως αυτά που προέρχονται από δεδομένα MODIS επικυρώνονται από μια ομάδα επιστημόνων και σε ορισμένες περιπτώσεις η προσπάθεια επικύρωσης είναι ελλιπής ή σε εξέλιξη. Όταν χρησιμοποιούνται αυτά τα σύνολα δεδομένων, είναι σημαντικό να ερευνηθούν οι πιο πρόσφατες διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με την ακρίβεια του συνόλου δεδομένων. Αυτές οι πληροφορίες είναι συχνά διαθέσιμες στο Διαδίκτυο (Comber, Fisher, Brundson, & Khmag, 2012).

Υπάρχουν διαφορετικές μέθοδοι για την ακρίβεια αναφοράς και πρόκειται για ενεργό ερευνητικό τομέα. Για παράδειγμα, μερικές από τις νεότερες μεθόδους ακρίβειας παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη χωρική κατανομή σφαλμάτων. Έχουν επίσης αναπτυχθεί μέθοδοι χρησιμοποιώντας ασαφή στατιστικά στοιχεία για να δείξουν τη σοβαρότητα του σφάλματος αντί να χρησιμοποιηθεί η παραδοσιακή προσέγγιση της σημείωσης μιας τιμής ως σωστής ή εσφαλμένης (Wang T. , et al., 2014).

2.2 Συμβολή της Τηλεπισκόπησης στο Ζήτημα των Πυρκαγιών

Η χαρτογράφηση κινδύνου πυρκαγιάς χρησιμοποιείται για να προβλέψει πού θα συμβούν γεγονότα ανάφλεξης καθώς και για το πώς θα εξαπλωθεί η προκύπτουσα πυρκαγιά και οι πιθανές ζημιές που μπορεί να προκύψουν από την εμφάνιση πυρκαγιάς (Jaiswal, Mukherjee, Raju, & Saxena, 2002). Για την εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς, μεταβλητές που αυξάνουν την πιθανότητα εμφάνισης πυρκαγιάς χρησιμοποιούνται για τη χαρτογράφηση του κινδύνου. Αυτό επιτυγχάνεται με δύο βασικές μεθόδους: (i) λειτουργικά συστήματα βασισμένα σε μετεωρολογικά δεδομένα και (ii) χρήση τεχνολογιών τηλεπισκόπησης και συστημάτων γεωγραφικών

πληροφοριών. Η πρώτη μέθοδος, η οποία αξιολογεί τον κίνδυνο πυρκαγιάς, έχει τέσσερα κύρια λειτουργικά συστήματα που χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο: το σύστημα εκτίμησης πυρκαγιών, ο δείκτης του καιρού με πυρκαγιά, το σύστημα McArthur αξιολόγησης του κινδύνου πυρκαγιάς και ο δείκτης Nesterov της Ρωσίας. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν μετεωρολογικά δεδομένα όπως η θερμοκρασία, η βροχόπτωση, η υγρασία και η ταχύτητα ανέμου για να εκτιμήσουν τον κίνδυνο πυρκαγιάς σε μεγάλες γεωγραφικές περιοχές. Ωστόσο, αυτά τα συστήματα έχουν διάφορους περιορισμούς, συμπεριλαμβανομένων των δεδομένων εισόδου που περιορίζονται στην κατανομή σημείων των σταθμών συλλογής δεδομένων και την ανάγκη παρεμβολής για τη δημιουργία χαρτών κινδύνου πυρκαγιάς. Λόγω της ικανότητας λήψης συνεχών δεδομένων για μια περιοχή, η προσέγγιση τηλεπισκόπησης αναγνωρίζεται ως μια αποτελεσματική εναλλακτική λύση για τη δημιουργία χαρτών κινδύνου πυρκαγιάς (Adab, Kanniah, & Solaimani, 2013).

Οι χάρτες κινδύνου πυρκαγιάς χρησιμοποιούν μετρήσεις περιβαλλοντικών παραγόντων, όπως οι συνθήκες καυσίμου και η τοπογραφία, και μπορεί επίσης να περιλαμβάνουν την εγγύτητα με τον ανθρώπινο οικισμό / υποδομή για τον εντοπισμό περιοχών που κινδυνεύουν από πυρκαγιά. Η χαρτογράφηση κινδύνου πυρκαγιάς βασίζεται σε χάρτες κινδύνου πυρκαγιάς με την προσθήκη μεταβλητών που αξιολογούν την ευπάθεια (Chuvieco, et al., 2010). Οι χάρτες κινδύνου πυρκαγιάς μπορεί επίσης να περιλαμβάνουν δυναμικές μεταβλητές, όπως οι καιρικές συνθήκες και οι συνθήκες βλάστησης. Το αποτέλεσμα είναι ένας χάρτης που εμφανίζει ποικίλους βαθμούς κινδύνου πυρκαγιάς που κυμαίνονται από πολύ χαμηλό έως πολύ υψηλό. Αυτοί οι χάρτες μπορούν να χωριστούν σε δύο ευρείες κατηγορίες: μακροπρόθεσμους και βραχυπρόθεσμους. Οι χάρτες μακροπρόθεσμου (εποχιακού) κινδύνου πυρκαγιάς χαρτογραφούν γενικά τον κίνδυνο χρησιμοποιώντας εισόδους που δεν ποικίλλουν πολύ με την πάροδο του χρόνου, όπως ο τύπος βλάστησης, οι ανθρώπινοι οικισμοί και η τοπογραφία (Chuvieco, Wildland Fire Danger: Estimation and Mapping: The Role of Remote Sensing Data, 2003). Οι χάρτες βραχυπρόθεσμου κινδύνου πυρκαγιάς παρέχουν συνήθως εκτιμήσεις κινδύνου που είναι κατάλληλοι μόνο για μια μικρή περίοδο (ημέρες-εβδομάδες) μετά τη δημιουργία τους. Οι χάρτες βραχυπρόθεσμου κινδύνου πυρκαγιάς χρησιμοποιούν πολλές από τις ίδιες εισόδους με τους χάρτες μακροπρόθεσμου κινδύνου πυρκαγιάς, αλλά περιλαμβάνουν επίσης μεταβλητές που αλλάζουν συνεχώς, όπως η περιεκτικότητα σε υγρασία καυσίμου, οι καιρικές συνθήκες και οι συνθήκες βλάστησης (Adab, Kanniah, & Solaimani, 2013). Αυτοί οι χάρτες χρησιμοποιούνται από διαχειριστές γης για τη μείωση του κινδύνου ενδεχόμενων

πυρκαγιών μέσω ελεγχόμενων εγκαυμάτων και μηχανικής αραίωσης, προετοιμασίας διαδρομών εκκένωσης και κατανομής πόρων πυρόσβεσης.

Μελέτες που χρησιμοποιούν την τηλεπισκόπηση για τη χαρτογράφηση κινδύνου πυρκαγιάς ανάγονται σε δεκαετίες και χρησιμοποιούν παρόμοιες μεταβλητές, αλλά εφαρμόζουν αυτές τις μεταβλητές με διαφορετικούς τρόπους και σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Πριν από τη χαρτογράφηση του κινδύνου της πυρκαγιάς, το επίκεντρο της έρευνας ήταν η χαρτογράφηση κινδύνου πυρκαγιάς, η οποία σχετίζεται περισσότερο με τις πηγές καυσίμων. Οι Chuvieco και Congalton (1989) χρησιμοποίησαν την τηλεπισκόπηση για να εντοπίσουν περιοχές με ποικίλες δυνατότητες κινδύνου πυρκαγιάς σε ένα μεσογειακό περιβάλλον στη νοτιοανατολική ακτή της Ισπανίας. Χρησιμοποίησαν διαβαθμισμένη βλάστηση *Landsat TM*, δεδομένα υψομέτρου που ελήφθησαν από τοπογραφικούς χάρτες και τοποθεσίες ιχνών και δρόμων. Η επικύρωση αυτού του μακροπρόθεσμου χάρτη κινδύνου πυρκαγιάς πραγματοποιήθηκε συγκρίνοντας έναν πιθανό χάρτη κινδύνου πριν από την πυρκαγιά με τα αποτελέσματα ενός συμβάντος πυρκαγιάς του 1985. Έκτοτε, οι μέθοδοι κινδύνου πυρκαγιάς έχουν εξελιχθεί σε χαρτογράφηση κινδύνου πυρκαγιάς, η οποία περιλαμβάνει την ευπάθεια στην αξιολόγηση και μπορεί επίσης να ενσωματώσει δυναμικές μεταβλητές, όπως τις συνθήκες υγρασίας καυσίμου.

Σε πρόσφατες μελέτες εκτίμησης κινδύνου πυρκαγιάς, η τηλεπισκόπηση χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την ταξινόμηση της κάλυψης της γης, την παροχή δεδομένων ανύψωσης, την αξιολόγηση των συνθηκών βλάστησης και την επικύρωση των προτεινόμενων εκτιμήσεων κινδύνου. Η κάλυψη της γης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αξιολόγηση του κινδύνου εκδήλωσης πυρκαγιάς μιας δεδομένης περιοχής, καθώς σχετίζεται με τους τύπους και τα χαρακτηριστικά καυσίμου (Keane, Burgan, & van Wagtendonk, 2001). Αυτό καθιστά την ακριβή ταξινόμηση της κάλυψης γης απαραίτητη για τον εντοπισμό περιοχών υψηλού κινδύνου. Ωστόσο, η ταξινόμηση από μόνη της είναι περιορισμένη, καθώς δεν παρέχει δεδομένα σχετικά με τις τρέχουσες συνθήκες των πιθανών πηγών καυσίμου. Ως εκ τούτου, δείκτες βλάστησης όπως ο δείκτης υγρασίας κανονικοποιημένης διαφοράς και ο δείκτης βλάστησης φυσιολογικής διαφοράς συνήθως ενσωματώνονται σε μοντέλα κινδύνου πυρκαγιάς (Adab, Kanniah, & Solaimani, 2013). Αυτοί οι δείκτες χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των συνθηκών βλάστησης που είναι πιο ευαίσθητες σε ένα συμβάν ανάφλεξης ή εξάπλωσης και στη μοντελοποίηση φορτίων καυσίμου. Αυτές οι συνθήκες αλλάζουν γρήγορα, απαιτώντας συχνές ενημερώσεις όταν χρησιμοποιούνται για τη δυναμική χαρτογράφηση κινδύνου πυρκαγιάς. Τα τοπογραφικά δεδομένα είναι σημαντικά καθώς η κλίση, η όψη και η ανύψωση επηρεάζουν όλα τον κίνδυνο πυρκαγιάς και / ή

εξάπλωσης σε μια περιοχή. Τα δεδομένα ενεργής πυρκαγιάς και καύσης χρησιμοποιούνται συνήθως για τον έλεγχο της ακρίβειας των εκτιμήσεων κινδύνου πυρκαγιάς, με την προσδοκία ότι τα συμβάντα πυρκαγιάς θα συμβαίνουν συχνότερα σε περιοχές υψηλότερου κινδύνου (Vadrevu, Eaturu, & Badarinath, 2010).

Πολλές πρόσφατες μελέτες έχουν επικεντρωθεί στη χρήση εμπειρικών εξισώσεων ή προσομοιωμένης εξάπλωσης πυρκαγιάς για την εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς (Ager, Vaillant, & Finney, 2011). Αυτή η νεότερη προσέγγιση χρησιμοποιεί δεδομένα τηλεπισκόπησης ως ορισμένες από τις εισόδους για τη χαρτογράφηση κινδύνου πυρκαγιάς, αλλά περιλαμβάνει επίσης άλλους παράγοντες όπως η διανομή καυσίμων, η εξάπλωση των πυρκαγιών, η κατεύθυνση του ανέμου και οι καιρικές συνθήκες. Ένα παράδειγμα ενός συνήθως χρησιμοποιούμενου μοντέλου για την προσομοίωση της ανάπτυξης πυρκαγιάς είναι το FARSITE (Finney, 1998). Οι εισοδοί για το μοντέλο FARSITE είναι το υψόμετρο, η κλίση, η όψη, οι συνθήκες του επιφανειακού καυσίμου, το κάλυμμα θόλου, το ύψος θόλου, η πυκνότητα όγκου στεφάνης, οι ελάχιστες / μέγιστες θερμοκρασίες, η υγρασία, η βροχόπτωση, η ταχύτητα του ανέμου, η κατεύθυνση του ανέμου και η κάλυψη των σύννεφων. Στη συνέχεια, το μοντέλο FARSITE χρησιμοποιεί υπάρχοντα μοντέλα συμπεριφοράς της πυρκαγιάς για να προσομοιώσει το πώς θα αυξηθεί και θα συμπεριφέρεται η φωτιά. Η προσθήκη αυτών των εισροών και η χρήση στατιστικών μοντέλων και προσομοιώσεων επιτρέπουν την δημιουργία χαρτών κινδύνου πυρκαγιάς υψηλότερης χωρικής ανάλυσης, οι οποίοι λαμβάνουν καλύτερα υπόψη την πολυπλοκότητα της εκτίμησης του κινδύνου πυρκαγιάς.

Η πολυφασματική τηλεπισκόπηση παρέχει θεμελιώδεις εισόδους για τη χαρτογράφηση του κινδύνου πυρκαγιάς (Chuvieco & Salas, Mapping the spatial distribution of forest fire danger using GIS, 1996). Ενώ τα φασματικά δεδομένα δεν μπορούν να παρέχουν μόνο εκτιμήσεις κινδύνου, τα προϊόντα που προέρχονται από αυτά τα δεδομένα είναι σημαντικές μεταβλητές για την αξιολόγηση του κινδύνου, καθιστώντας την τηλεπισκόπηση βασικό παράγοντα για την εκτέλεση αυτών των αξιολογήσεων. Όταν συνδυάζονται με άλλα χωρικά δεδομένα, αυτές οι πληροφορίες επιτρέπουν στους ερευνητές και τους διαχειριστές γης να αξιολογήσουν αποτελεσματικά τον κίνδυνο ανάφλεξης και διάδοσης πυρκαγιάς σε διάφορες χωρικές εκτάσεις.

Η επιλογή κατάλληλων αισθητήρων για τη χαρτογράφηση κινδύνου πυρκαγιάς είναι σημαντική λόγω των διαφορετικών απαιτήσεων χωρικής και χρονικής ανάλυσης για μακροπρόθεσμη και βραχυπρόθεσμη χαρτογράφηση. Οι χάρτες μακροπρόθεσμου

κινδύνου πυρκαγιάς δεν απαιτούν υψηλή χρονική ανάλυση, καθώς δεν ενημερώνονται συχνά. Αισθητήρες με υψηλές έως μέτριες χωρικές αναλύσεις (<100 m), όπως οι αισθητήρες επί της σειράς *Landsat*, *Sentinel-2* και *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER) είναι σε θέση να παρέχουν δεδομένα για τη χαρτογράφηση των απαιτούμενων εισόδων για μεγάλο χρονικό διάστημα. Μια χωρική ανάλυση 30 m ή μικρότερη θεωρείται γενικά ως η κατάλληλη χωρική ανάλυση για την ταξινόμηση των εισροών, όπως η χρήση γης, και έτσι είναι κατάλληλη για χάρτες μακροπρόθεσμου κινδύνου. Για την βραχυπρόθεσμη χαρτογράφηση κινδύνου πυρκαγιάς απαιτείται υψηλότερη χρονική ανάλυση (καθημερινή-εβδομαδιαία). Ενώ είναι δυνατή η χαρτογράφηση των απαιτούμενων μεταβλητών με τους προαναφερθέντες αισθητήρες, η χαμηλή χρονική ανάλυση περιορίζει την ικανότητα του χρήστη να ενημερώνει γρήγορα τις δυναμικές συνθήκες. Ως αποτέλεσμα, μπορεί να είναι καταλληλότερη η χρήση πιο χονδροειδών αισθητήρων χωρικής ανάλυσης (> 100 m) που έχουν συχνότερα διαστήματα επίσκεψης, όπως το σύστημα *MODIS* ή οι αισθητήρες στο *Sentinel-3*. Για βραχυπρόθεσμη χαρτογράφηση, ένας συνδυασμός αισθητήρων μπορεί να είναι ο πλέον κατάλληλος, χρησιμοποιώντας αισθητήρες χωρικής ανάλυσης υψηλής έως μέτριας μέτρησης για τη χαρτογράφηση στατικών συνθηκών ενώ χρησιμοποιούνται χονδροειδείς αισθητήρες χωρικής ανάλυσης για γρήγορη (καθημερινή) ενημέρωση δυναμικών συνθηκών.

2.2.1 Χαρτογράφηση καυσίμων

Τροχιακοί πολυφασματικοί αισθητήρες

Τα καύσιμα των αγριότοπων επηρεάζουν άμεσα τον κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς, την ένταση των πυρκαγιών και την προκύπτουσα σοβαρότητα εγκαύματος. Εξαιτίας αυτού, οι διαχειριστές πυρκαγιάς απαιτούν ακριβείς και ολοκληρωμένες πληροφορίες σχετικά με τη χωρική κατανομή των χαρακτηριστικών καυσίμου, προκειμένου να εντοπίσουν περιοχές υψηλού κινδύνου και να εφαρμόσουν διαδικασίες για τη μείωση του κινδύνου (Rollins, Keane, & Parsons, 2004). Τα χαρακτηριστικά καυσίμου μπορούν να περιγραφούν χρησιμοποιώντας πολλαπλές μεταβλητές, αλλά η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη και χαρτογραφημένη μεταβλητή είναι η φόρτωση καυσίμου. Η φόρτωση καυσίμου ορίζεται ως η βιομάζα ξηρού βάρους ανά μονάδα επιφάνειας. Τα δεδομένα φόρτωσης καυσίμων είναι κρίσιμα στοιχεία για τη συμπεριφορά της φωτιάς και επηρεάζουν τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται από τους διαχειριστές γης (Keane, Burgan, & van Wagtenonk, 2001).

Στην αναθεώρησή τους για τη χαρτογράφηση καυσίμων των αγριότοπων, ο Keane και οι συνεργάτες του (2001) εντόπισαν δύο προσεγγίσεις τηλεπισκόπησης για τη χαρτογράφηση καυσίμου: την άμεση και την έμμεση χαρτογράφηση με τηλεπισκόπηση. Η άμεση χαρτογράφηση με χρήση τηλεπισκόπησης περιλαμβάνει τη χρήση ταξινόμησης εικόνας, δεικτών βλάστησης και ερμηνείας φωτογραφιών για την εκχώρηση χαρακτηριστικών καυσίμου. Αυτή η προσέγγιση έχει το πλεονέκτημα της απλότητας, καθώς τα καύσιμα ταξινομούνται άμεσα με βάση στατιστικά στοιχεία εικόνων, μειώνοντας τα σφάλματα που μπορούν να προκύψουν χρησιμοποιώντας έμμεσες μεθόδους. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση είναι περιορισμένη στα δασικά οικοσυστήματα λόγω της απόφραξης του θόλου. Ο Riaño και οι συνεργάτες του (2002) χρησιμοποίησαν εποπτευόμενη ταξινόμηση με βάση φασματικές ζώνες, υφή και χαρακτηριστικά υψομέτρου για να ταξινομήσουν τις εικόνες *Landsat TM* ανά τύπο καυσίμου στα ιβηρικά-μεσογειακά δάση του Εθνικού Πάρκου Cabañeros της Ισπανίας. Έφτασαν σε ακρίβεια 83% και ανέφεραν ότι τα σφάλματα ταξινόμησης αποδόθηκαν σε μεγάλο βαθμό σε τύπους καυσίμων που διαφοροποιούνται από το ύψος της βλάστησης ή τη σύνθεση του υποορόφου.

Η άμεση προσέγγιση για τη χαρτογράφηση καυσίμου περιορίζεται από την ικανότητα του αισθητήρα να διεισδύσει στο κάλυμμα του θόλου και να διακρίνει μεταξύ του θόλου και της ανάκλασης της επιφάνειας. Αυτό οδηγεί σε ταξινομήσεις εικόνων που προσδιορίζουν κατηγορίες βλάστησης αλλά δεν καταγράφουν πλήρως ολόκληρο το φάσμα των χαρακτηριστικών καυσίμων που είναι απαραίτητα για τη διαχείριση της πυρκαγιάς (Keane, Burgan, & van Wagtendonk, 2001). Η έμμεση χαρτογράφηση με τηλεπισκόπηση αποσκοπεί στην επίλυση αυτών των ζητημάτων χρησιμοποιώντας βιοφυσικές ιδιότητες που μετρούνται μέσω τηλεπισκόπησης. Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιεί ιδιότητες βλάστησης που μπορούν να ταξινομηθούν μέσω της τηλεπισκόπησης και να συσχετιστούν με τα χαρακτηριστικά καυσίμου για τη χαρτογράφηση καυσίμων. Ο Jia και οι συνεργάτες του (2006) χρησιμοποίησαν ανάλυση φασματικού μίγματος για να χαρτογραφήσουν την κλασματική φωτοσυνθετική βλάστηση (PV), τη μη φωτοσυνθετική βλάστηση (NPV) και το γυμνό έδαφος στο Εθνικό Δάσος του Pike του Κολοράντο. Μετά την ακριβή ταξινόμηση του NPV και του γυμνού εδάφους, η μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η ταξινόμηση κλασματικής κάλυψης γης παρέχει ένα μέσο για την αξιολόγηση και τη χαρτογράφηση των συνθηκών καυσίμου.

Το πρόγραμμα *LANDFIRE* χρησιμοποιεί προσέγγιση βασισμένη σε κανόνες για την χαρτογράφηση καυσίμων. Το *LANDFIRE* είναι ένα πρόγραμμα που μοιράζεται το Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής και το Υπουργείο

Εσωτερικών των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, του οποίου η αποστολή είναι να παράγει «συνεπούς και περιεκτικούς χάρτες και δεδομένα που περιγράφουν τη βλάστηση, τα καύσιμα των άγριων εκτάσεων και τα καθεστώτα πυρκαγιάς» (Rollins, 2009). Η προσέγγιση που χρησιμοποιείται για τη χαρτογράφηση επιφανειακών καυσίμων περιλαμβάνει τη δημιουργία πολλαπλών στρωμάτων με βάση τα χαρακτηριστικά του οικοσυστήματος, συμπεριλαμβανομένου του υπάρχοντος τύπου βλάστησης, του ύψους και του καλύμματος θόλων. Στη συνέχεια χρησιμοποιείται μια προσέγγιση βάσει κανόνα για την ταξινόμηση των επιφανειακών καυσίμων βάσει ενός συνδυασμού αυτών των χαρακτηριστικών και του περιβαλλοντικού δυναμικού της περιοχής (ESP). Κατόπιν, το *LANDFIRE* δημιουργεί μοντέλα συμπεριφοράς της πυρκαγιάς με βάση τις κατανομές φορτίων καυσίμου για επιφανειακά εξαρτήματα, τάξεις μεγέθους και τύπους καυσίμου. Τα προϊόντα καυσίμου που παράγονται από το *LANDFIRE* έχουν ενσωματωθεί στο Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων Πυρκαγιάς και χρησιμοποιούνται από τοπικούς, πολιτειακούς και ομοσπονδιακούς οργανισμούς για σχεδιασμό και ανάλυση πυρκαγιάς.

Παρόμοια σχέδια χαρτογράφησης καυσίμων έχουν συμβεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Το *FUELMAP* παρέχει έναν χάρτη 42 κατηγοριών καυσίμων σε χωρική ανάλυση 250 μέτρων για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Το *AecFuel* είναι μια πιο πρόσφατη χαρτογράφηση ευρωπαϊκών καυσίμων σε υψηλότερη χωρική ανάλυση (50 m) (Toukiloglou, Eftychidis, Gitas, & Tomproulidou, 2013). Αυτά τα προϊόντα προέρχονται από ένα μείγμα δεδομένων από απόσταση από πολλούς αισθητήρες και προϋπάρχοντες χάρτες σχετικών μεταβλητών που εφαρμόζονται σε ένα ιεραρχικό σχήμα ταξινόμησης για τη δημιουργία χαρτών βλάστησης καυσίμων.

Η δυναμική παρακολούθηση των συνθηκών υγρασίας καυσίμου είναι ένα θέμα που σχετίζεται με τη χαρτογράφηση καυσίμων, το οποίο έχει δει αυξανόμενο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια. Ο Caccamo και οι συνεργάτες του (2012) ανέπτυξαν ένα εμπειρικό μοντέλο για την παρακολούθηση της περιεκτικότητας σε υγρασία ζωντανών καυσίμων για τα δάση θάμνων, εδαφών και σκληρόφυλλων στη νοτιοανατολική Αυστραλία. Το μοντέλο βασίστηκε στον Ορατό Ανθεκτικό Δείκτη και το *NDVI*, τα οποία προήλθαν από δεδομένα του αισθητήρα *MODIS*. Όταν δοκιμάστηκε, αυτό το μοντέλο ξεπέρασε σημαντικά τον δείκτη ξηρασίας *Keetch – Byram*, έναν μετεωρολογικό δείκτη που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της περιεκτικότητας σε υγρασία ζωντανών καυσίμων, δείχνοντας ότι τα δεδομένα *MODIS* μπορεί να είναι καλύτερα για την παρακολούθηση της περιεκτικότητας σε υγρασία ζωντανών καυσίμων.

Η χαρτογράφηση καυσίμων συνήθως απαιτεί υψηλότερη χωρική ανάλυση (<100 m), ενώ η χρονική ανάλυση είναι λιγότερο σημαντική. Αυτό συμβαίνει επειδή τα φορτία καυσίμου συνήθως δεν διαφέρουν πολύ σε μικρότερες χρονικές περιόδους (<1 έτος) αλλά μπορεί να ποικίλουν δραστικά σε σχετικά μικρές χωρικές εκτάσεις. Εξαιτίας αυτού, αισθητήρες όπως εκείνοι της σειράς *Landsat*, αυτοί επί των δορυφόρων *Sentinel-2* και *ASTER*, είναι ιδανικοί για τη χαρτογράφηση καυσίμων. Τα δεδομένα *Lidar* μπορούν επίσης να είναι μια χρήσιμη προσθήκη για τη χαρτογράφηση καυσίμων, αλλά προς το παρόν είναι περιορισμένη η χρήση του.

2.2.2 Ενεργή ανίχνευση πυρκαγιάς

Τροχιακοί πολυφασματικοί αισθητήρες

Η ενεργή ανίχνευση πυρκαγιάς μέσω πλατφορμών τηλεπισκόπησης έχει χρησιμοποιηθεί από τους διαχειριστές πυρκαγιάς και την κοινότητα της έρευνας για τον εντοπισμό, την παρακολούθηση και την αξιολόγηση της δραστηριότητας πυρκαγιάς σε όλο τον κόσμο. Η ανίχνευση ενεργών πυρκαγιών σε πραγματικό χρόνο είναι το κλειδί για τη διαχείριση και τον περιορισμό τους, καθώς και για την προειδοποίηση του κοινού για πυρκαγιές για την ελαχιστοποίηση των σχετικών αρνητικών επιπτώσεων. Τα μοντέλα εκπομπών καύσης βιομάζας χρησιμοποιούν τακτικά ενεργά δεδομένα πυρκαγιάς για να διερευνήσουν το ρόλο της καύσης βιομάζας στο σύστημα της Γης (Giglio, Schroeder, & Justice, 2016).

Αρκετά συστήματα τηλεπισκόπησης έχουν χρησιμοποιηθεί για την ενεργή ανίχνευση πυρκαγιάς, όπως το *Advanced Very High-Resolution Radiometer (AVHRR)*, το *Himawari-8* και το *Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES)* (Li, et al., 2003). Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, ο *MODIS Terra* και ο *Aqua* έχουν γίνει οι κύριοι αισθητήρες για την ενεργή ανίχνευση πυρκαγιάς λόγω της υψηλής χρονικής ανάλυσης και των ειδικών τους καναλιών που έχουν σχεδιαστεί για την παρακολούθηση της πυρκαγιάς. Τα ενεργά προϊόντα πυρκαγιάς δημιουργούνται καθημερινά από το Κέντρο Γεωλογικής Τεχνολογίας και Εφαρμογών της Υπηρεσίας Δασών (GTAC).

Με την κυκλοφορία του *Terra* τον Δεκέμβριο του 1999, οι ερευνητές και οι διαχειριστές πυρκαγιάς είχαν πλέον πρόσβαση σε ένα σύστημα αισθητήρων το οποίο διέθετε ζώνες σχεδιασμένες για την ενεργή ανίχνευση πυρκαγιάς. Το επίκεντρο της έρευνας έγινε η επικύρωση ενεργών προϊόντων πυρκαγιάς, η βελτίωση των αλγορίθμων συλλογής και η χρήση ενεργών προϊόντων πυρκαγιάς για τη μελέτη των συστημάτων Γης. Η επικύρωση των ενεργών προϊόντων πυρκαγιάς *MODIS*

χρησιμοποίησε αισθητήρες υψηλότερης χωρικής ανάλυσης όπως το *Landsat TM* και το *ASTER* για την αξιολόγηση της απόδοσης των προϊόντων *MODIS* (Morissette, et al., 2005). Οι μελέτες διαπίστωσαν με συνέπεια ότι οι αλγόριθμοι ανίχνευσης πυρκαγιάς *MODIS* αντιμετώπισαν προβλήματα με τον εντοπισμό μικρότερων / πιο ψυχρών πυρκαγιών και συχνά ανίχνευσαν ψευδείς συναγεμμούς. Ο Schroeder και οι συνεργάτες του (Schroeder, et al., 2008) βρήκαν σφάλματα προμήθειας περίπου 35% σε περιοχές ενεργούς αποψίλωσης. Ο Maier και οι συνεργάτες του (2013) καθόρισαν ένα ελάχιστο μέγεθος πυρκαγιάς 100-300 m² για ανίχνευση από τον αλγόριθμο *MODIS*. Ο Wang και οι συνεργάτες του (2007) διαπίστωσε ότι το όριο θερμοκρασίας των 310 K είναι πολύ υψηλό και πρότεινε τη μείωση αυτού του ορίου σε 293 K, το οποίο διαπίστωσαν ότι αύξησε σημαντικά την ικανότητα του αλγορίθμου ανίχνευσης πυρκαγιάς για την ανίχνευση μικρότερων πυρκαγιών.

Εκτός από το *MODIS*, πρόσφατες μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει δεδομένα από τους αισθητήρες *Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)* (2016) και *Sentinel-2* (2019). Αυτά τα συστήματα αισθητήρων προς το παρόν δεν είναι κατάλληλα για την ανίχνευση και την παρακολούθηση ενεργών πυρκαγιών λόγω κακής χρονικής ανάλυσης, αλλά καθώς ο αριθμός των αισθητήρων υψηλής έως μέτριας χωρικής ανάλυσης (<100 m) αυξάνει τη χρήση πολλών από αυτά τα συστήματα σε συνδυασμό για την ανίχνευση και παρακολούθηση πυρκαγιών σε σύντομες χρονικές περιόδους, γίνεται πιο ρεαλιστική. Ο Schroeder και οι συνεργάτες του (2016) δοκίμασαν έναν ενεργό αλγόριθμο ανίχνευσης πυρκαγιάς για το *Landsat 8 OLI* ο οποίος βασίζεται στον αλγόριθμο ενεργής πυρκαγιάς *Enhanced Thematic Mapper*.

Η χρήση γεωστατικών καιρικών δορυφόρων για τον εντοπισμό ενεργών πυρκαγιών αποτέλεσε ένα ερευνητικό θέμα μεγάλου ενδιαφέροντος. Αυτοί οι αισθητήρες επιτρέπουν ενημερώσεις σχεδόν σε πραγματικό χρόνο (λεπτά-ώρες) σχετικά με την ενεργή πυρκαγιά. Ο Prins και οι συνεργάτες του (1998) ανέπτυξαν και εισήγαγαν έναν ενεργό αλγόριθμο ανίχνευσης πυρκαγιάς για τον δορυφόρο *GOES-8*, ο οποίος παρείχε μια χρονική ανάλυση κάθε 3 ώρες (και για ορισμένες περιοχές 30 m), αλλά σε πολύ χονδροειδή χωρική ανάλυση (3 km). Ο Calle και οι συνεργάτες του (2006) εισήγαγαν έναν αλγόριθμο για ενεργή παρακολούθηση πυρκαγιάς χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα *SEVIRI*, ο οποίος μπορεί να παρέχει ενημερώσεις κάθε 15 λεπτά. Πιο πρόσφατα, ο Filizzola και οι συνεργάτες του (2017) εισήγαγαν μια πολυχρονική τεχνική ανίχνευσης αλλαγών για την έγκαιρη προειδοποίηση και την παρακολούθηση των πυρκαγιών, την οποία εκτέλεσαν με επιτυχία χρησιμοποιώντας δεδομένα *SEVIRI*. Ο Xu και οι συνεργάτες του (2010) εισήγαγαν έναν βελτιωμένο αλγόριθμο ανίχνευσης πυρκαγιάς για τους αισθητήρες πάνω στους δορυφόρους

GOES με βάση μια τροποποιημένη έκδοση των αλγορίθμων που χρησιμοποιεί ο *SEVIRI imager*. Διαπίστωσαν ότι χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμό τους, η ενεργή ανίχνευση πυρκαγιάς GOES ταιριάζει με εκείνη του MODIS για πυρκαγιές με ακτινοβολία ισχύος > 30 MW. Ωστόσο, λόγω της χονδροειδούς χωρικής ανάλυσης, πολλές πυρκαγιές με λιγότερη ακτινοβολία δεν εντοπίστηκαν. Το 2019, ο Hall και οι συνεργάτες του (2019) χρησιμοποίησαν δεδομένα *Landsat 8 OLI* για την επικύρωση των ενεργών προϊόντων πυρκαγιάς που δημιουργούνται από τον δορυφόρο GOES-16 και τον αισθητήρα SEVIRI. Βρέθηκαν μεγάλα σφάλματα παράλειψης και προμήθειας για τα προϊόντα GOES-16 και μεγάλα λάθη παράδοσης. Οι Xu και Zong (2017) χρησιμοποίησαν το *Himawari-8* που κυκλοφόρησε πρόσφατα για να εντοπίσουν επιτυχώς τις ενεργές πυρκαγιές σε σχεδόν πραγματικό χρόνο (ενημέρωση κάθε 10 λεπτά). Αυτό επιτεύχθηκε μέσω της τροποποίησης του αλγόριθμου ενεργής πυρκαγιάς MODIS και την εφαρμογή του το 2015. Αυτές οι μελέτες καταδεικνύουν την πιθανότητα ενεργών προϊόντων πυρκαγιάς που προέρχονται από γεωστατικούς δορυφόρους με πολύ υψηλές χρονικές αναλύσεις (ενημέρωση κάθε λίγες ώρες ή λιγότερο).

Οι ενεργές πυρκαγιές μπορούν να ανιχνευθούν από μια μεγάλη ποικιλία φασματικών αισθητήρων, αλλά καθώς τα ενεργά προϊόντα πυρκαγιάς χρησιμοποιούνται συνήθως για την παρακολούθηση των συνεχιζόμενων πυρκαγιών, οι ιδανικοί αισθητήρες για την ανίχνευσή τους θα έχουν υψηλή χρονική ανάλυση. Ενώ αισθητήρες όπως εκείνοι των δορυφόρων *Landsat* και *Sentinel-2* λειτουργούν καλά για την ανίχνευση ενεργών πυρκαγιών, η μακρά περίοδος τους (5–16 ημέρες) τους καθιστά λιγότερο από ιδανικούς. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο τα περισσότερα ενεργά προϊόντα πυρκαγιάς παράγονται από αισθητήρες όπως τον MODIS και τον VIIRS, καθώς αυτοί οι αισθητήρες έχουν πολύ μικρό χρόνο επαναλειτουργίας (<2 ημέρες), επιτρέποντας την ταχεία ενημέρωση των ενεργών προϊόντων πυρκαγιάς. Οι γεωστατικοί δορυφόροι βελτιώνονται με αυτήν την χρονική ανάλυση ακόμη περισσότερο, με ενημερώσεις κάθε λίγες ώρες ή και λιγότερο (Schroeder, et al., 2008).

UAS

Τα μοντέλα UAS παρέχουν ταχεία, κινητά και οικονομικά συστήματα αισθητήρων που υιοθετούνται επί του παρόντος για την ανίχνευση και παρακολούθηση πυρκαγιάς (Yuan, Zhang, & Liu, 2015). Στην αναθεώρησή τους σχετικά με τις εφαρμογές UAS για την παρακολούθηση, την ανίχνευση και την καταπολέμηση των δασικών πυρκαγιών, ο Yuan και οι συνεργάτες του (2015) ορίζουν την παρακολούθηση της πυρκαγιάς ως ενεργή αναζήτηση για πιθανά περιστατικά

πυρκαγιάς, ενώ η ανίχνευση πυρκαγιάς περιλαμβάνει τον εντοπισμό των πυρκαγιών που βρίσκονται σε εξέλιξη. Τα μοντέλα UAS που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση και την ανίχνευση πυρκαγιάς βασίζονται σε αισθητήρες που λειτουργούν στα ορατά και θερμικά υπέρυθρα μήκη κύματος. Οι πιθανές πυρκαγιές ανιχνεύονται στις εικόνες μέσω της τμηματοποίησης εικόνων και στη συνέχεια εντοπίζονται σε γεωγραφική τοποθεσία (Merino, Martínez-de Dios, & Ollero, 2015).

Κεφάλαιο 3.

Η Συμβολή των Γεωγραφικών Πληροφοριών από Εθελοντές και Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης για την Αντιμετώπιση των Πυρκαγιών

3.1 Γεωγραφικές Πληροφορίες Εθελοντών

Οι εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες ορίζονται ως η ευρεία δέσμευση μεγάλου αριθμού δημόσιων πολιτών στη δημιουργία γεωγραφικών πληροφοριών (Goodchild, 2007). Το περιεχόμενο που δημιουργείται από τον χρήστη αποτελεί παράδειγμα από ιστότοπους κοινωνικών μέσων όπως το Twitter και το Facebook και οι εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες σε αυτό το πλαίσιο είναι το υποσύνολο του περιεχομένου που δημιουργείται από τον χρήστη και το οποίο περιέχει μια γεωγραφική αναφορά, είτε ρητά ή έμμεσα. Η εθελοντική φύση της παραγωγής δεδομένων διακρίνει τις εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες από άλλα χωρικά περιεχόμενα δημιουργημένα από τους χρήστες (Elwood, Goodchild, & Sui, 2012).

Οι πρόσφατες χωρικές τεχνολογίες, όπως το Web 2.0, οι γεωαναφορές, οι γεωγραφικές επισημάνσεις, τα παγκόσμια συστήματα εντοπισμού θέσης και η ευρυζωνική επικοινωνία, επέτρεψαν τη μαζική διάδοση του περιεχομένου που δημιουργείται από τον χρήστη μέσω του Διαδικτύου και επέτρεψαν στους πολίτες να παράγουν χάρτες χρησιμοποιώντας δωρεάν ή φθηνούς διαδικτυακούς πόρους, δημιουργώντας εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες. Επιπλέον, τα smartphones που είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες θέσης και εγγραφής δεδομένων έχουν επιτρέψει τη συλλογή και διάδοση γεωγραφικών δεδομένων σχεδόν στιγμιαίας χρήσης χρησιμοποιώντας φορητές πλατφόρμες (Lane, et al., 2010).

Η ευκολία των εθελοντών να δημιουργούν και να δημοσιεύουν γεωγραφικές πληροφορίες σε συνδυασμό με την ανάγκη για ταχεία επικοινωνία κατά τη διάρκεια κρίσεων, δημιούργησε ένα νέο πλαίσιο διαχείρισης καταστροφών. Οι αναδυόμενες πλατφόρμες κοινωνικών μέσων αλλάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι δημιουργούν και χρησιμοποιούν πληροφορίες για κρίσιμα γεγονότα, με σημαντικές αυξήσεις στην πρόσληψη τεχνολογιών επικοινωνίας με βάση το Διαδίκτυο (Fraustino, Liu, & Jin, 2012).

Η ανάπτυξη των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών έχει αρχίσει να μετασχηματίζει όχι μόνο πρακτικές χρήσης τεχνολογίας για την επικοινωνία καταστροφών, αλλά και τις στάσεις απέναντι στην αξία των διαδικτυακών γεωχωρικών δεδομένων και τεχνολογιών που δημιουργούνται από χρήστες. Για παράδειγμα, ως ανταπόκριση στις πλημμύρες στο Queensland το 2011, η Αυστραλιανή ραδιοτηλεοπτική εταιρεία χρησιμοποίησε δεδομένα που προσφέρθηκαν εθελοντικά στο διαδίκτυο από πολίτες για να παράγουν χάρτες περιστατικών κρίσεων ως αυτό που αναφέρεται ως «ένα πείραμα στη συλλογή πληροφοριών από την κοινότητα» (Middleton, 2011). Αντίθετα, στις πυρκαγιές τον Ιανουάριο του 2013, ο Επίτροπος Αγροτικής Πυροσβεστικής Υπηρεσίας της Νέας Νότιας Ουαλίας προέτρεψε τους «ανθρώπους να παραμείνουν συνδεδεμένοι στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης» (AAP, 2013). Αυτή η αναφορά στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης ως πηγή εμπιστοσύνης για πληροφορίες σχετικά με την κρίση έχει εμφανιστεί μόλις δύο χρόνια αφότου αναφέρεται ως πειραματική, τονίζοντας την πρόσφατη και ταχεία εμφάνιση τεχνολογιών εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών στον χώρο αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης. Αυτή η αλλαγή αντικατοπτρίζει τον αυξανόμενο αριθμό πολιτών που αναζητούν πρόσβαση σε διαδικτυακές τεχνολογίες για την αποστολή και λήψη πληροφοριών για καταστροφές και, με τη σειρά τους, την ανταπόκριση, και συχνά την προσδοκία, πολλών επίσημων οργανισμών να εκμεταλλευτούν αυτές τις τεχνολογίες για τη σύνδεση με πολίτες (St. Denis, Hughes, & Palen, 2012).

Η εποχή των «μεγάλων δεδομένων» που ορίζεται από τον αυξανόμενο όγκο, την ταχύτητα και την ποικιλία δεδομένων οδήγησε επίσης στην εμφάνιση νέων εργαλείων για την επεξεργασία δεδομένων, τη διαχείριση και την ανάλυση με σημαντικές δυνατότητες διαχείρισης καταστροφών. Παρόλο που οι εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες συμβάλλουν μόνο σε μία από τις τρεις κατηγορίες μεγάλων πηγών δεδομένων που εντοπίστηκαν από τον Kitchin (2013), οι μυριάδες προκλήσεις και ευπάθειες που παρουσιάζονται από μεγάλα δεδομένα έχουν επιπτώσεις στην εφαρμογή των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών κατά την διαχείριση καταστροφών. Για την υποστήριξη της διαχείρισης καταστροφών, οι μέθοδοι για τα μεγάλα δεδομένα πρέπει να βελτιστοποιήσουν την ταξινόμηση των πληροφοριών, να συμβάλουν στην κατανόηση των αιτιωδών μηχανισμών και να αναγνωρίσουν τις υποκείμενες κοινωνικές διαδικασίες που δεν αντιπροσωπεύονται, χαρακτηρίζονται ή ερμηνεύονται εύκολα χρησιμοποιώντας τεχνολογίες μεγάλων δεδομένων.

3.1.1 Συλλογή Δεδομένων και Διάδοση

Η εμφάνιση των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών δημιούργησε μια νέα πλατφόρμα για τη συλλογή και τη διάδοση πληροφοριών για τη διαχείριση καταστροφών. Οι αρχές μπορούν πλέον να επικοινωνούν γρήγορα με σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τη γεωγραφική καταστροφή που σχετίζονται με το χρόνο και άμεσα με το κοινό. Οι εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες παρουσιάζουν επίσης μοναδικούς τρόπους για το ευρύ κοινό στο να συνεισφέρουν και να χαρτογραφήσουν σημαντικές γεωχωρικές πληροφορίες για τη διαχείριση κρίσεων και να επικοινωνήσουν απευθείας με τις αρχές και μεταξύ τους με εναλλακτικούς τρόπους, ακόμα κι αν βρίσκονται εκτός των δυνητικά επηρεασμένων περιοχών (St. Denis, Hughes, & Palen, 2012).

Το Διαδίκτυο είναι έτσι δομημένο που διευκολύνει τη συνεργασία μεταξύ ατόμων, αυξάνοντας έτσι τη χρήση των γνώσεων, μειώνοντας τους περιορισμούς, όπως το υψηλό κόστος που σχετίζεται με την παραδοσιακή παραγωγή γεωγραφικών πληροφοριών (Meier, 2012). Η συλλογή μεγάλων ποσοτήτων πληροφοριών σχεδόν σε πραγματικό χρόνο από άτομα στην τοποθεσία της καταστροφής και η διάδοση πληροφοριών από υπηρεσίες βοήθειας έχουν αποδειχθεί κρίσιμες για αποτελεσματικές προσπάθειες αντιμετώπισης των κρίσεων. Οι δημοσιεύσεις των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών αποδείχθηκαν ότι παρέχουν μια εναλλακτική λύση στις επίσημες πηγές κατά τη διάρκεια των πυρκαγιών της Σάντα Μπάρμπαρα του 2007–2009 με σημαντική χρονική αποδοτικότητα στη συλλογή και ανταλλαγή πληροφοριών (Goodchild & Glennon, 2010). Η απομάκρυνση από τις παραδοσιακές χαρτογραφικές πρακτικές και τα πρωτόκολλα έχει σημαντικές επιπτώσεις στη συμβολή πληροφοριών κατά τη διάρκεια καταστροφών και στο ρόλο των δημιουργών γεωγραφικών πληροφοριών. Η παραγωγή πληροφοριών που σχετίζονται με καταστροφές δεν είναι πλέον απλώς παιχνίδι εμπειρογνομόνων για εκείνους τους οργανισμούς που μπορούν να αποκτήσουν πόρους για την απόκτηση έγκυρων δεδομένων. Η εμφάνιση των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών επέτρεψε σε οποιονδήποτε με πρόσβαση στην τεχνολογία να συνεισφέρει σε ένα νέο πλαίσιο διαχείρισης καταστροφών με τους χρήστες της γνώσης να γίνονται παραγωγοί γνώσης (Coleman, Georgiadou, & Labonte, 2009).

Η κοινή χρήση περιεχομένου στο διαδίκτυο διευκολύνει τη γρήγορη και ευρεία κινητικότητα των πληροφοριών. Η συλλογή και διάδοση εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης ειδικότερα έχει εγγενή ικανότητα προώθησης ή διάδοσης μηνυμάτων (Gao, Barbier, & Goolsby, 2011). Κατά

τη διάρκεια των πλημμυρών στο Queensland το 2010/2011, αναφέρθηκε υψηλό επίπεδο αναδημοσίευσης δημοσιεύσεων στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, ιδιαίτερα εκείνων που εξέφρασαν δημόσια ευγνωμοσύνη για υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, ακόμη και πέρα από την καταστροφή, υποδηλώνοντας μια σημαντική μορφή συναισθηματικής εμπλοκής με το συμβάν (Shaw, Burgess, Crawford, & Bruns, 2013). Οι τεχνολογίες και η ικανότητα διάδοσης μεμονωμένων πληροφοριών επιτρέπουν στα άτομα να αλληλοεπιδράσουν και να παραμείνουν δεσμευμένα με κρίσιμα γεγονότα με πρωτοφανή τρόπο. Για την αποκατάσταση των καταστροφών, υπάρχει ανάγκη να εξεταστεί πώς αυτό το νέο πλαίσιο εμπλοκής είναι σε θέση να επηρεάσει τις προσπάθειες των ατόμων να ανακάμψουν ή να «προχωρήσουν» μετά από μια καταστροφή.

Είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι οι ίδιοι μηχανισμοί που επιτρέπουν την ευρεία και γρήγορη κοινοποίηση μηνυμάτων υποστήριξης και πληροφοριών έκτακτης ανάγκης δύναται επίσης, να λειτουργήσουν για τη διάδοση παραπληροφόρησης, κακόβουλου ή / και ψευδούς περιεχομένου. Αυτό το ζήτημα πρέπει να γίνει κατανοητό στο ευρύτερο πλαίσιο της παραδοσιακής διάδοσης γεωχωρικών δεδομένων και πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες για να κατανοήσουμε πώς αυτές οι νέες πρακτικές ανταλλαγής δεδομένων επηρεάζουν την αλήθεια των γεωγραφικών πληροφοριών, καθώς πολλαπλασιάζονται μέσω του διαδικτυακού χώρου.

3.1.2 Διαχείριση Δεδομένων

Τα δεδομένα από το ευρύ κοινό παρουσιάζουν μια σειρά από προκλήσεις για τη διαχείριση δεδομένων που σχετίζονται ιδιαίτερα με τη διαχείριση καταστροφών. Τα βασικά ζητήματα περιλαμβάνουν το φιλτράρισμα δεδομένων και την επαλήθευση με αυξημένο όγκο δεδομένων και πηγών δεδομένων, τη θέση για εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες σε υποδομές χωρικών δεδομένων και θέματα ευθύνης σχετικά με τη χρήση του περιεχόμενου που δημιουργείται από τον χρήστη.

Ο τεράστιος όγκος πληροφοριών που παρέχονται μέσω των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών αποτελεί ένα σημαντικό εμπόδιο για την αποτελεσματική χρήση του στη διαχείριση της έκτακτης ανάγκης, τονίζοντας την ανάγκη για αποτελεσματικές μεθόδους για το φιλτράρισμα, την επαλήθευση και τη σύνοψη αυτών των πηγών δεδομένων για την διασφάλιση αξιόπιστου και σχετικού περιεχομένου (Bakillah, Li, & Liang, 2015). Η επαλήθευση της ακρίβειας των δεδομένων και η πιθανή αξία των πληροφοριών για μια σειρά σκοπών υπό τις κρίσιμες για το χρόνο και ταχέως μεταβαλλόμενες συνθήκες ενός σεναρίου καταστροφών παρουσιάζει σημαντικές

προκλήσεις. Οι Spinsanti και Ostermann (2013) ενσωματώνουν τις γνώσεις των ειδικών για τη διύλιση του περιεχομένου που δημιουργείται από τους χρήστες. Παρουσιάζουν ένα πρωτότυπο σύστημα για την ανάκτηση, την επεξεργασία, την ανάλυση και την αξιολόγηση του περιεχομένου των κοινωνικών μέσων σε δασικές πυρκαγιές με τη χρήση ειδικών δεδομένων για τη δημιουργία λέξεων-κλειδιών, σχετικών πληροφοριών και χωροχρονικών παραμέτρων ομαδοποίησης. Ο Gao και οι συνεργάτες του (2011) σημείωσαν την ικανότητα των εργαλείων κοινωνικής δικτύωσης να επιτρέπουν τη στοιχειώδη ανάλυση και τις συνόψεις που βοηθούν στην παρακολούθηση των τάσεων και των δεδομένων κατάτμησης σε προκαθορισμένες πιο επείγουσες κατηγορίες κατά τη διάρκεια καταστροφών, όπως αιτήματα ιατρικής βοήθειας ή παγιδευμένα άτομα. Οι τεχνολογίες των μέσων κοινωνικής δικτύωσης έχουν τη δυνατότητα να συντονίζουν την ευρεία επικοινωνία και να ενισχύουν τις ροές πληροφοριών, αλλά και να προσαρμόζονται σε πραγματικό χρόνο στις μεταβαλλόμενες ανάγκες εκείνων που επλήγησαν από την καταστροφή (Yates & Paquette, 2011).

Οι ερωτήσεις ευθύνης που σχετίζονται με τη χρήση των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών σε έγκυρα δημόσια και ιδιωτικά γεωγραφικά σύνολα δεδομένων είναι από τις πιο σημαντικές (Rak, Coleman, & Nichols, 2012). Λόγω του υψηλότερου επιπέδου εγγενών κινδύνων για τη ζωή και την ιδιοκτησία κατά τη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση καταστροφών, οι ανησυχίες σχετικά με την ευθύνη ενδέχεται να αποτρέψουν τους οργανισμούς από την ενσωμάτωση εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών στα σύνολα δεδομένων τους. Ο Scassa (2013) υποστηρίζει ότι όλοι οι χειριστές, οι χρήστες και οι συντελεστές ιστοτόπων των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών πρέπει να έχουν μια μερική επίγνωση των νομικών και ηθικών ζητημάτων που ενδέχεται να προκληθούν από τις δραστηριότητές τους, συμπεριλαμβανομένων ζητημάτων πνευματικής ιδιοκτησίας, ευθύνης για λανθασμένες πληροφορίες και δυσφήμισης. Οι «ψηφιακοί εθελοντές» διατρέχουν κίνδυνο εάν διαδώσουν ψευδείς πληροφορίες, αν αναπτύξουν πρόχειρο λογισμικό ή αν αποτύχουν να χρησιμοποιήσουν εύλογη φροντίδα. Επιπλέον, δεδομένου ότι οι ιστοτόποι έχουν παγκόσμια εμβέλεια και οι νόμοι διαφέρουν πολύ μεταξύ των περιφερειών, οι κίνδυνοι ευθύνης εντός και εκτός αλλοδαπής δικαιοδοσίας χρειάζονται εξέταση (Scassa, 2013).

3.1.3 Ενδυνάμωση μέσω των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών

Ένα στοιχείο που έχει παρατηρηθεί κατά τη διάρκεια των καταστροφών είναι η απώλεια εξουσιοδότησης για άτομα. Η έρευνα έχει δείξει ότι οι τεχνολογίες των

εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών μπορούν να δράσουν για την ενδυνάμωση των πολιτών (Goodchild & Glennon, 2010). Η ενδυνάμωση περιγράφεται ως η ικανότητα ενός ατόμου να έχει τον έλεγχο των προσωπικών του υποθέσεων και να αντιμετωπίζει θέματα κινδύνου ενώ λαμβάνει την απαραίτητη υποστήριξη διαχείρισης έκτακτης ανάγκης (Bird, Gisladdottir, & Dominey-Howes, 2009). Η έννοια της ενδυνάμωσης των πολιτών μέσω των εθελοντικών γεωγραφικών πρακτικών πρέπει να εξεταστεί παράλληλα με την περιθωριοποίηση.

Οι Goodchild και Glennon (2010) υποστηρίζουν ότι ο μέσος πολίτης, που είναι ήδη εξοπλισμένος με μέσα παρατήρησης, έχει πλέον την δυνατότητα μέσω τεχνολογιών εθελοντικών γεωγραφικών πρακτικών, με την ικανότητα να καταγράφει γεωγραφικά αυτές τις παρατηρήσεις, να τις μεταδίδει μέσω του Διαδικτύου και να τις συνθέτει σε εύκολα κατανοητούς χάρτες. Από την άλλη, αυτό δείχνει ότι οι εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες μπορεί να επιτρέψουν στα άτομα να επιτύχουν συνδετικότητα, περισσότερο έλεγχο και ενδυνάμωση στη διαχείριση καταστροφών. Σε αυτό το πλαίσιο, η ενδυνάμωση είναι μια σύνθετη κοινωνική δομή και πολιτική διαδικασία, κατά την οποία η επίτευξή της εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η σύνθεση της κοινότητας, η υποστήριξη από τοπικούς ηγέτες, η φύση των σχέσεων εξουσίας και οι διοικητικές δομές εντός της κοινότητας (Kyem, 2002). Η σχέση μεταξύ των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών και της ενδυνάμωσης των πολιτών είναι εξίσου περίπλοκη.

Παρόλο που οι εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες μπορεί να εξουσιοδοτήσουν ορισμένους πολίτες να συνεισφέρουν και να συμμετέχουν στη διαχείριση καταστροφών, ενεργεί επίσης για την περιθωριοποίηση άλλων. Αν ληφθεί υπόψη το ψηφιακό χάσμα, είναι επίσης σημαντικό να ληφθεί υπόψη για το ποιος είναι ο ρόλος των πολιτών με περιορισμένες κοινωνικοοικονομικές συνθήκες ή σε μέρη του κόσμου χωρίς πρόσβαση σε αυτές τις «ενδυναμωτικές» τεχνολογίες. Ο Sui και οι συνεργάτες του (2013) αναφέρουν ότι τα δύο τρίτα της ανθρωπότητας δεν έχουν πρόσβαση στον ταχύτατα αναπτυσσόμενο ψηφιακό κόσμο. Άρα, είναι σημαντικό ν' αναρωτηθεί για το ποια συμβολή πρέπει να έχουν οι εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες στη διαχείριση των καταστροφών για αυτούς τους πολίτες. Συνεπώς, μπορεί να διαπιστωθεί πως οι εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες δεν μπορούν να αξιοποιηθούν από οποιονδήποτε και στην πραγματικότητα αξιοποιούνται κυρίως από τους «προνομιούχους» ή εκείνους με χρήματα, πρόσβαση και χρόνο για να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία. Μόνο το 36% του πληθυσμού είχε πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις Φιλιππίνες όταν ο Τυφώνας Yolanda χτύπησε το 2013, παρουσιάζοντας μια μερική και λοξή εικόνα της καταστροφής μέσω των δεδομένων

των κοινωνικών μέσων (Crawford & Finn, 2014). Πρέπει να αναγνωρισθεί το περιεχόμενο, που έχει δημιουργηθεί από τους χρήστες, να παρέχει μόνο επιλεκτικές αναπαραστάσεις οποιουδήποτε ζητήματος και ότι θα υπάρχουν πάντα άνθρωποι και κοινότητες που λείπουν από τον χάρτη.

Οι εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες παρέχουν επίσης νέες δυνατότητες και ευκαιρίες για τις αρχές και για εκείνους που αναλαμβάνουν την εφαρμογή της γεωγραφικής έρευνας. Παρέχοντας νέα εικόνα για τις πολυπλοκότητες των καταστροφών σε διάφορες χωρικές κλίμακες, με αυξημένη πρόσβαση σε σημαντικές γνώσεις σε τοπικό και κοινοτικό επίπεδο, οι εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες μπορεί να βοηθήσουν στη στρατηγική και τον σχεδιασμό για όλα τα στάδια αντιμετώπισης των καταστροφών. Η μελέτη των καθημερινών δραστηριοτήτων μιας κοινότητας και των χωρικών προτύπων σε τοπικό επίπεδο μπορεί να είναι εκεί όπου οι εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες προσφέρουν την πιο ενδιαφέρουσα και διαρκή αξία στους γεωγράφους (Goodchild, 2007). Οι υλικές συνθήκες της καθημερινής ζωής διαμορφώνουν τις καταστροφές και υπάρχει μικρή μακροπρόθεσμη αξία στο να περιορίζεται η προσοχή σε κινδύνους μεμονωμένα από τις τοπικές ευπάθειες και τις αιτίες τους. Η αποτυχία συμπερίληψης σημαντικών τοπικών δεδομένων για τη διαχείριση διαφορετικών ζητημάτων σε ποικίλες χωρικές κλίμακες και η επιλογή της εστίασης σε δεδομένα σε ευρύτερες κλίμακες μπορεί να οδηγήσει σε αναποτελεσματικές πολιτικές (Haworth, Bruce, & Iveson, 2013).

3.2 Περιεχόμενο από Χρήστες στα Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης

Η κοινοτική συμμετοχή στην τοπική βιβλιογραφία για τη λήψη αποφάσεων και τη διαχείριση καταστροφών έχει μακρά ιστορία. Ο προσδιορισμός της «κοινότητας» ως κεντρικού θέματος στη διαχείριση καταστροφών ξεκίνησε περίπου τη δεκαετία του 1940 με την εισαγωγή του «παραδείγματος της κυριαρχίας» (White, 1945). Το παράδειγμα της κυριαρχίας επικεντρώθηκε στην ενσωμάτωση του ανθρώπινου στοιχείου λαμβάνοντας υπόψη τις αντιλήψεις της κοινότητας σχετικά με τους φυσικούς κινδύνους και τον τρόπο αντιμετώπισής τους. Από εκείνο το σημείο και μετά, η κοινότητα έχει γίνει ένα από τα κεντρικά θέματα στη βιβλιογραφία διαχείρισης καταστροφών. Ειδικά με την αύξηση του πληθυσμού και την επέκταση των οικισμών, οι επιπτώσεις των καταστροφών έχουν γίνει πιο σοβαρές (Haigh & Sutton, 2012). Λαμβάνοντας υπόψη τη φύση της δέσμευσης, οι μέθοδοι δέσμευσης της κοινότητας μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε παραδοσιακές και σύγχρονες μεθόδους.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 2000, πολλά εργαλεία και μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί για να αυξήσουν την εμπλοκή της κοινότητας στη διαχείριση καταστροφών, η οποία μπορεί να χαρακτηριστεί ως παραδοσιακή μέθοδος, όπου η παρουσία των ανθρώπων είναι υποχρεωτική για την εμπλοκή με αυτά τα εργαλεία. Εργαλεία για καταστροφές και εργαστήρια κατάρτισης, συναντήσεις ενδιαφερομένων μερών για τη βελτίωση δεξιοτήτων και στάσεων, δημόσιες συναντήσεις, περίπατοι, συμμετοχική χαρτογράφηση και κοινοτικές συνεργασίες με κυβερνητικούς και μη κυβερνητικούς οργανισμούς μπορούν να χαρακτηριστούν ως παραδοσιακά εργαλεία και μέθοδοι διαχείρισης καταστροφών (Baybay & Hindmarsh, 2019). Παρόλο που η συμμετοχή της κοινότητας στη διαχείριση καταστροφών έχει αναγνωριστεί ως ουσιαστικό γεγονός, τα προαναφερθέντα εργαλεία και μέθοδοι δεν έχουν αποδειχθεί πολύ αποτελεσματικά, ειδικά σε μεγαλύτερες πόλεις όπου οι κοινοτικοί δεσμοί είναι πιο χαλαροί.

Συγκεκριμένα, οι δημόσιες συγκεντρώσεις καταναλώνουν χρόνο, χώρο και πόρους, ενώ επίσης έχουν σταθερά και αυστηρά χρονοδιαγράμματα, με τα οποία η κοινότητα μπορεί να μην είναι άνετη να ασχοληθεί. Ακόμη και τέτοια εργαλεία και μέθοδοι καθίστανται ανεπαρκείς με τις αυξανόμενες συχνότητες καταστροφών. Ο αυξανόμενος αριθμός καταστροφών υπογραμμίζει την ανάγκη για κοινοτική παρουσία καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου διαχείρισης καταστροφών - δηλαδή, ετοιμότητα, αντίδραση, ανάκαμψη και μετριασμό (Kankanamge, Yigitcanlar, Goonetilleke, & Kamguzzaman, 2019). Αν και μέσω των παραδοσιακών μεθόδων, όπως οι δημόσιες συγκεντρώσεις, η συμμετοχή της κοινότητας ενεργοποιήθηκε σε φάσεις μετριασμού και ετοιμότητας της διαχείρισης καταστροφών, αυτές οι μέθοδοι δεν ήταν αποτελεσματικές στις φάσεις απόκρισης και ανάκαμψης. Ενώ η χρήση παραδοσιακών μεθόδων παρέχει επικοινωνία πρόσωπο με πρόσωπο, η οποία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τη λήψη πληροφοριών από τις αρχές, μια τέτοια επικοινωνία μπορεί να κάνει την κοινότητα να μην εκφράζει εύκολα ή να μοιράζεται την κατάσταση ή τις απόψεις τους με τις αρχές (Haigh & Sutton, 2012). Ως εκ τούτου, υπήρξε ανάγκη για πιο καινοτόμες μεθόδους που να κάνουν τους ανθρώπους πιο εύκολα αφοσιωμένους με πρακτικές διαχείρισης καταστροφών.

Οι σύγχρονες τεχνολογίες μπορούν να παρακάμψουν μερικά από τα προαναφερθέντα εμπόδια για τη συμμετοχή της κοινότητας στη διαχείριση καταστροφών. Μπορούν να κάνουν την κοινότητα να εμπλακεί περαιτέρω σε εργασίες διαχείρισης καταστροφών μέσω προσεγγίσεων από την τεχνολογία, όπως πλατφόρμες ηλεκτρονικής διακυβέρνησης και διαδικτυακό εθελοντικό πληθοπορισμό (Howe, 2006). Οι σχετικές κεντρικές τεχνολογίες της κοινότητας περιλαμβάνουν

εφαρμογές για κινητά κοινωνικών μέσων, αισθητήρες κραδασμών που υποστηρίζονται από κινητές και αισθητηριακές τεχνολογίες, χαρτογράφηση ανοιχτού δρόμου και εφαρμογές παιχνιδιών ανοιχτού κώδικα. Μεταξύ αυτών, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης θεωρούνται ένας από τους βασικούς μοχλούς των εθελοντικών εφαρμογών πληθοπορισμού (Kankanamge, Yigitcanlar, Goonetilleke, & Kamruzzaman, 2020).

3.2.1 Συμμετοχή κοινότητας στην διαχείριση καταστροφών μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης

Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης αποτελούν μια σημαντική πηγή πληροφοριών για την καλύτερη διαχείριση των καταστροφών (Anikeeva, Steenkamp, & Arbon, 2016). Κατά τη χρήση των κοινωνικών μέσων, η κοινότητα μπορεί να «της αρέσει» μια δημοσίευση, «να σχολιάσει», «να μοιραστεί», «να ακολουθήσει» και να κάνει «retweet» στις αναρτήσεις. Οι δημοσιεύσεις που αρέσουν περισσότερο, λαμβάνουν μεγαλύτερη προσοχή στην κοινότητα και που σχολιάζονται συνήθως οδηγούν στη δημιουργία μιας βαθιάς συζήτησης στο κοινωνικό δίκτυο. Με την κοινή χρήση και το retweeting, η κοινότητα μπορεί να κάνει μια ανάρτηση «viral». Η υψηλότερη συμμετοχή της κοινότητας στη διαχείριση καταστροφών μέσω των κοινωνικών μέσων μπορεί να ενισχύσει τα τρία μοναδικά χαρακτηριστικά των κοινωνικών μέσων ως εθελοντική εφαρμογή πληθοπορισμού. Αυτά είναι: (α) η επίγνωση της κατάστασης (β) η συλλογική νοημοσύνη, και (γ) η πολυκατευθυντική επικοινωνία (Poblet, Garcia-Cuesta, & Casanovas, 2017).

Η επίγνωση της κατάστασης είναι η ικανότητα της παροχής μιας ολοκληρωμένης κατανόηση ενός συμβάντος που θα μπορούσε να επηρεάσει την κοινότητα. Αυτό είναι κρίσιμο όταν πρόκειται για καταστροφές, καθώς η μεγαλύτερη κατανόηση ενός γεγονότος καταστροφής παρέχει περισσότερη εμπιστοσύνη στους ανθρώπους στο να προετοιμαστούν. Εάν μια σελίδα κοινωνικών μέσων έχει επαρκείς ακόλουθους, η ευαισθητοποίηση και η ανταλλαγή πληροφοριών μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης θα πραγματοποιηθούν ευκολότερα από τη διοργάνωση και τη διεξαγωγή δημόσιων συναντήσεων (Anikeeva, Steenkamp, & Arbon, 2016). Οπότε οι χρήστες είναι σε θέση να κάνουν δημοφιλείς δημοσιεύσεις που σχετίζονται με τις προειδοποιήσεις και την ευαισθητοποίηση, ακολουθώντας και κοινοποιώντας. Με την κοινοποίηση οποιασδήποτε προειδοποιητικής ειδοποίησης, οι άνθρωποι μπορούν να συμβάλουν στην αύξηση της ευαισθητοποίησης στο κοινωνικό τους δίκτυο. Επιπλέον, οι άνθρωποι μπορούν να ενημερώσουν τις συνθήκες καταστροφής σχετικά με την τοποθεσία τους μέσω των κοινωνικών μέσων. Αυτό επίσης θα μεταφραστεί, σε

εξατομικευμένες προειδοποιήσεις στους συνεργάτες τους (Mehta, Bruns, & Newton, 2016).

Το δεύτερο θετικό χαρακτηριστικό των κοινωνικών μέσων είναι η ικανότητα συλλογής διασκορπισμένων κοινοτικών γνώσεων σε μικρότερο χρονικό διάστημα – η συλλογική νοημοσύνη. Οι άνθρωποι μπορούν να τραβήξουν φωτογραφίες χαμένων ανθρώπων εξαιτίας μιας καταστροφής χρησιμοποιώντας τις κάμερες του κινητού τηλεφώνου τους. Με την ανάρτηση και την κοινή χρήση τέτοιων μηνυμάτων, οι χρήστες μπορούν να κάνουν αυτά τα μηνύματα δημοφιλή έως ότου τα σχετιζόμενα μέλη δουν τα μηνύματα (Koswatte, McDougall, & Liu, 2015). Τα κανάλια κοινωνικών μέσων, όπως το Facebook και το Twitter, επιτρέπουν στους χρήστες να μοιράζονται συγκεκριμένες πληροφορίες τοποθεσίας επισημαίνοντας μια τοποθεσία του συμβάντος.

Το τρίτο θετικό χαρακτηριστικό είναι η ικανότητα των μηνυμάτων των κοινωνικών μέσων στο να επικοινωνούν σε πολλές κατευθύνσεις. Τα παραδοσιακά εργαλεία διαχείρισης καταστροφών είναι πολύ γραφειοκρατικά και οι άνθρωποι βρίσκουν περιορισμένες ευκαιρίες αλληλεπίδρασης (Sobaci, 2015). Ωστόσο, στην περίπτωση των κοινωνικών μέσων, οι άνθρωποι δεν συναντούν εμπόδια στην επικοινωνία. Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης λειτουργούν ως ενδιάμεσος δίαυλος για τις αρχές και τις κοινότητες με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται ένας συχνός συμμετοχικός διάλογος. Ως εκ τούτου, οι ειδικές σελίδες κοινωνικών μέσων για μια αρχή διαχείρισης καταστροφών, έχουν γίνει κοινή πρακτική. Οι αρχές μπορούν επίσης να εξετάσουν τα μοτίβα του αναδυόμενου διαλόγου που σχετίζεται με περιβαλλοντικές αλλαγές στα κοινωνικά μέσα (Allaire, 2016). Άρα, η ενεργός συμμετοχή της κοινότητας σε έναν τέτοιο εικονικό διάλογο βοηθά τις αρχές να ευθυγραμμίσουν τις υπηρεσίες τους σύμφωνα με τις απαιτήσεις της κοινότητας.

Η δυσκολία στην επαλήθευση της εμπλοκής της κοινότητας με τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης κατά τη διάρκεια καταστροφών υπήρξε η κύρια κριτική στην αξιολόγηση της αξίας των κοινωνικών μέσων στην κοινοτική εμπλοκή. Ωστόσο, υπάρχουν επαρκή στοιχεία για τη χρήση των κοινωνικών μέσων μαζικής ενημέρωσης κατά τη διάρκεια μιας σειράς καταστροφών, όπως η ξηρασία στην Καλιφόρνια και οι πυρκαγιές του 2016, οι πλημμύρες της Μπανγκόκ το 2011, οι πλημμύρες στο Queensland το 2010-2011 και οι πυρκαγιές του νησιού North Stradbroke το 2014. Υπάρχουν εφαρμογές για κινητά όπως το «Situmar» και το «Photosorter», που λειτουργούν ως εφαρμογές χαρτογράφησης κοινωνικών μέσων, οι οποίες ενισχύουν

περαιτέρω την αποτελεσματικότητα των πληροφοριών των κοινωνικών μέσων (Maresh-Fuehrer & Smith, 2016).

Κατά τη διάρκεια της πλημμύρας της Μπανγκόκ το 2011, περίπου το 40% των μηνυμάτων που σχετίζονταν με τις πλημμύρες δημιουργήθηκαν και κυκλοφόρησαν μέσω καναλιών κοινωνικής δικτύωσης, ενώ δημιουργήθηκαν περίπου 50 ομάδες στο Facebook για να μοιραστούν ενημερώσεις και φωτογραφίες με τα αγαπημένα τους πρόσωπα. Όλες αυτές οι προσεγγίσεις έγιναν οικειοθελώς από τους ανθρώπους χωρίς καμία παρέμβαση από τις κρατικές αρχές (Yigitcanlar, 2016). Κατά συνέπεια, οι αρχές πρέπει να διαδραματίσουν αναπόσπαστο ρόλο στο να διατηρήσουν σελίδες κοινωνικών μέσων και να διασφαλίσουν επαρκή κοινοτική συμμετοχή με τις σελίδες κοινωνικών μέσων.

Η αξιοποίηση αυτών των δεδομένων παρέχει περισσότερες προοπτικές για τη διαχείριση καταστροφών. Αν και σε γενικές γραμμές, η χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης επεκτείνεται με ταχύ ρυθμό, η χρήση τους στη διαχείριση καταστροφών δεν είναι η βέλτιστη. Ειδικά, οι επίσημες σελίδες κοινωνικών μέσων που διατηρούνται από τις κρατικές αρχές χρειάζονται ευρύτερη κοινοτική συμμετοχή. Αυτό θα επιτρέψει την παροχή αξιόπιστων και έγκαιρων πληροφοριών στους ανθρώπους. Με την απουσία αυτών των εργαλείων, οι άνθρωποι τείνουν να λαμβάνουν πληροφορίες από αναξιόπιστους πόρους, οι οποίοι με τη σειρά τους μπορούν να οδηγήσουν στη διάδοση φημών και ψευδών πληροφοριών (Castillo, Mendoza, & Poblete, 2012).

Σε αυτό το πλαίσιο, οι Tapia & Moore (2014) τόνισαν την αυξημένη εμπιστοσύνη στα δεδομένα που προέρχονται από αξιόπιστους οργανισμούς και αρχές, όπως είναι οι κρατικές υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. Κατά συνέπεια, η απουσία σημαντικής σχέσης μεταξύ της κοινότητας και των βασικών αρχών ενδέχεται να επιταχύνει τη διάδοση παραπληροφόρησης. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες οι κοινότητες έχουν χρησιμοποιήσει τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης ως ένα ισχυρό εργαλείο για τη διόρθωση φημών και παραπληροφόρησης που κυκλοφόρησαν στα κοινωνικά μέσα (Jong & Duckers, 2016). Αυτό τονίζει τη σημασία της δημιουργίας ισχυρής σύνδεσης μεταξύ της κοινότητας και των σελίδων κοινωνικών μέσων που διατηρούνται από τις βασικές αρχές διαχείρισης καταστροφών.

Ο αυξανόμενος αριθμός ερευνών στον τομέα άρχισε να χρησιμοποιεί τις πληροφορίες κοινωνικών μέσων για: (α) την εκτίμηση των αντικτύπων των καταστροφών και τα πλεονεκτήματα στις αποκρίσεις τους (Firoj, Ferda, Muhammad, & Michael, 2018) (β) τον προσδιορισμό των τύπων των χρηστών των κοινωνικών μέσων κατά την αντιμετώπιση κρίσεων (Purohit & Chan, 2017) (γ) τον προσδιορισμό

αποτελεσματικών χρήσεων των κοινωνικών μέσων μαζικής ενημέρωσης με συνέντευξη από υπεύθυνους διαχείρισης έκτακτης ανάγκης (Shklovski, Palen, & Sutton, 2008) (δ) τη δημιουργία δεικτών και πλαισίων και (ε) την ανάπτυξη νέων εφαρμογών και τεχνολογιών για την ενίσχυση της χρήσης πληροφοριών κοινωνικών μέσων στη διαχείριση καταστροφών.

Παρ' όλα αυτά, πολλές από αυτές τις έρευνες δεν έχουν επικεντρωθεί στη μελέτη των επιπέδων εμπλοκής της κοινότητας στα κανάλια κοινωνικών μέσων, γεγονός που αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τον προσδιορισμό της αποτελεσματικής χρήσης τους, κατά τη διαχείριση καταστροφών. Επομένως, απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για τον προσδιορισμό στρατηγικών για τη βελτίωση της συμμετοχής της κοινότητας σε σελίδες που διατηρούνται από αξιόπιστες κρατικές αρχές διαχείρισης καταστροφών.

Κεφάλαιο 4.

Η Συμβολή της Πληροφόρησης κατά τη Διαχείριση Κρίσεων σε Περιπτώσεις Πυρκαγιών

Οι κοινωνικές συνομιλίες παρέχουν αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των οργανισμών παροχής βοήθειας και του κοινού, υπερβαίνοντας τα οφέλη της μονόδρομης επικοινωνίας, η οποία «ωθεί» μόνο πληροφορίες από οργανισμούς αρωγής στο κοινό (Holdeman, 2018). Αυτές οι συνομιλίες διευκολύνουν την ανταλλαγή πληροφοριών, συναισθημάτων και άλλων τύπων κοινωνικής υποστήριξης. Η κοινωνική υποστήριξη, η οποία μπορεί να είναι ενημερωτική ή όχι, ορίζεται επίσημα ως βοήθεια και προστασία που παρέχεται σε άλλους. Ενώ η ενημέρωση των χρηστών σχετικά με την πορεία ενός τυφώνα είναι ένα παράδειγμα ενημερωτικής κοινωνικής υποστήριξης, η αποστολή στους χρήστες μηνυμάτων ελπίδας γύρω από την εποχή μιας καταστροφής αποτελεί παράδειγμα μη ενημερωτικής κοινωνικής υποστήριξης.

Ο κύκλος διαχείρισης καταστροφών περιλαμβάνει τέσσερις φάσεις: ετοιμότητα, απόκριση, ανάκαμψη και μετριασμό (Besiou, Pedraza-Martinez, & Van Wassenhove, 2018). Η ετοιμότητα σχετίζεται με τις ενέργειες που λαμβάνει η κοινότητα πριν από πιθανές καταστροφές, οι οποίες περιλαμβάνουν την προ-τοποθέτηση αντικειμένων ανακούφισης, όπως η ύδρευση, τα φάρμακα και τα τρόφιμα για τη διευκόλυνση μιας γρήγορης αντίδρασης. Η απόκριση σχετίζεται με επείγουσες ενέργειες που έχουν ληφθεί κατά τη διάρκεια της καταστροφής και αμέσως μετά, οι οποίες περιλαμβάνουν έρευνα και διάσωση, παροχή πρώτων βοηθειών, διανομή τροφίμων και άλλες υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. Η ανάκαμψη σχετίζεται με τις ενέργειες που γίνονται μετά από μια αρχική απόκριση. Η ανάκτηση μπορεί να χωριστεί σε δύο φάσεις: την βραχυπρόθεσμη ανάκαμψη και τη μακροπρόθεσμη ανάκαμψη. Η βραχυπρόθεσμη ανάκαμψη είναι η μετάβαση μεταξύ της απόκρισης και της μακροπρόθεσμης αποκατάστασης και περιλαμβάνει τη διενέργεια αξιολογήσεων ζημιών, την κατασκευή προσωρινών καταφυγίων και τον καθαρισμό συντριμμίων (Holguin-Veras, Jaller, Van Wassenhove, Perez, & Wachtendorf, 2012). Η βραχυπρόθεσμη ανάκαμψη έχει συνήθως βραχεία διάρκεια στις ανεπτυγμένες χώρες, καθώς έχουν περισσότερους πόρους και πιο εκπαιδευμένο προσωπικό από τις αναπτυσσόμενες χώρες.

Η διαχείριση πληροφοριών επηρεάζει όλες τις φάσεις του κύκλου διαχείρισης καταστροφών. Η παροχή πληροφοριών σε άλλους είναι γνωστή στη βιβλιογραφία ως ενημερωτική υποστήριξη. Επιπλέον, οι πληροφορίες μπορούν να είναι ενεργές ή να

μην είναι εφικτές (Gardner, Boyer, & Gray, 2015). Συγκεκριμένα, η λέξη «με δυνατότητα δράσης» ορίζεται ως «κάτι το οποίο σχετίζεται με ή είναι πληροφορίες που επιτρέπουν τη λήψη απόφασης ή τη λήψη μέτρων». Έτσι, οι ενεργές πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν, καθώς σχετίζονται άμεσα με επιχειρήσεις διαχείρισης καταστροφών. Συνεπώς, ο όρος «ενεργή πληροφοριακή υποστήριξη» ορίζεται ως ενημερωτική υποστήριξη με πρακτική αξία για οργανισμούς και χρήστες. Παραδείγματα αυτού του τύπου στήριξης κατά τη διάρκεια του κύκλου διαχείρισης καταστροφών περιλαμβάνει έναν αριθμό αιτήσεων διανομής και χρηματοδότησης (μετρητά ή σε είδος) για την αντιμετώπιση καταστροφών, από πιθανούς δωρητές (Aflaki & Pedraza-Martinez, 2016). Παραδείγματα μη ενεργητικής ενημερωτικής υποστήριξης περιλαμβάνουν την περιγραφή της πορείας του καταστροφικού συμβάντος και της ζημιάς που προκάλεσε.

Η μελέτη του ρόλου των κοινωνικών μέσων ενημέρωσης στο, κύκλο διαχείρισης καταστροφών μπορεί να βοηθήσει τους οργανισμούς να βελτιώσουν τις ενέργειες ανταπόκρισης, αλληλοεπιδρώντας με τα θύματα, καθώς και πιθανούς δωρητές και εθελοντές. Η καλύτερη διαχείριση της ενεργητικής ενημερωτικής υποστήριξης θα μπορούσε ενδεχομένως να συμβάλει στη μείωση του όγκου των ανεπιθύμητων δωρεών σε είδος. Αυτό είναι ένα κρίσιμο πρόβλημα κατά τη διάρκεια του κύκλου διαχείρισης καταστροφών, επειδή έως το 60% των ανεπιθύμητων δωρεών δεν χρειάζονται στην περιοχή καταστροφών. Αυτές οι δωρεές δημιουργούν συχνά σημεία συμφόρησης στις επιτόπιες επιχειρήσεις και επιβραδύνουν ολόκληρη την ανταπόκριση (Holguin-Veras, Jaller, Van Wassenhove, Perez, & Wachtendorf, 2012). Ομοίως, οι ενεργές πληροφορίες μπορούν να βελτιώσουν τον συντονισμό των εθελοντών, καθώς επιτρέπουν στους οργανισμούς να κοινοποιούν στο κοινό, ποιες δεξιότητες απαιτούνται σε οποιοδήποτε σημείο του κύκλου διαχείρισης καταστροφών. Διαφορετικά, οι ανειδίκευτοι εθελοντές με χαμηλή διαχείριση ενδέχεται να προκαλέσουν σημεία συμφόρησης και καθυστερήσεις στη λειτουργία αντίδρασης (Lodree & Davis, 2016).

4.1 Θεωρίες Κοινωνικής Υποστήριξης Πληροφόρησης κατά τη Διαχείριση Κρίσεων

Οι οργανισμοί χρησιμοποιούν τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης για να παρέχουν κοινωνική υποστήριξη και να συμμετέχουν σε κοινωνικές συνομιλίες με το ευρύ κοινό κατά τη διάρκεια του κύκλου διαχείρισης καταστροφών. Ως μια σημαντική και ευρέως μελετημένη έννοια, η κοινωνική υποστήριξη μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε τέσσερις συλλογικά τύπους: στην ενημερωτική, συναισθηματική, οργανική και στην υποστήριξη

αξιολόγησης (Lodree & Davis, 2016). Η ενημερωτική υποστήριξη περιλαμβάνει την παροχή πληροφοριών σε άλλο άτομο. Η συναισθηματική υποστήριξη περιλαμβάνει την παροχή φροντίδας, ενσυναίσθησης, αγάπης και εμπιστοσύνης (και μεταδίδεται μέσω της επικοινωνίας ότι ένα άτομο (i) φροντίζεται, (ii) εκτιμάται και (iii) ανήκει σε ένα δίκτυο. Η οργανική υποστήριξη ορίζεται ως η παροχή υλικών αγαθών, βοήθειας και υπηρεσιών. Η υποστήριξη αξιολόγησης αναφέρεται σε υποστήριξη επιβεβαίωσης, η οποία αποτελείται από εκφράσεις που επιβεβαιώνουν την καταλληλότητα των πράξεων ή δηλώσεων που έκανε κάποιος άλλος (Holguin-Veras, Jaller, Van Wassenhove, Perez, & Wachtendorf, 2012).

Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης είναι γνωστά για την παροχή ενημερωτικής και συναισθηματικής υποστήριξης (Yan & Tan, 2014). Το πιο ελκυστικό χαρακτηριστικό των μέσων κοινωνικής δικτύωσης για τους οργανισμούς είναι η ευκαιρία να διανεμούν πληροφορίες σε μεγάλο πληθυσμό με χαμηλό κόστος, εγκαίρως και χωρίς γεωγραφικά όρια. Η υπάρχουσα βιβλιογραφία υποδηλώνει ότι οι χρήστες έχουν την τάση να παρέχουν ενημερωτική παρά συναισθηματική υποστήριξη μέσω του διαδικτύου. Πολλοί οργανισμοί όπως οι μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί θεωρούν τις πλατφόρμες κοινωνικών μέσων ως μια σημαντική πηγή δεδομένων και τις χρησιμοποιούν ως αποτελεσματικά μέσα διάδοσης πληροφοριών. Κατά τη διάρκεια του κύκλου διαχείρισης καταστροφών, οι οργανισμοί αρωγής συλλέγουν πληροφορίες για να αξιολογήσουν την κατάσταση και να συντονίσουν δράσεις, καθώς και να διαδώσουν πληροφορίες στους δότες και τους δικαιούχους τους (Van Wassenhove & Pedraza-Martinez, 2012).

Οι πλατφόρμες κοινωνικών μέσων είναι αποτελεσματικά μέσα για κοινωνική συνομιλία τόσο για τους οργανισμούς όσο και για τους χρήστες. Αυτές οι πλατφόρμες επιτρέπουν στους χρήστες να μοιράζονται πληροφορίες με οργανισμούς και άλλους χρήστες. Η εμπλοκή στην κοινωνική συνομιλία νοείται ως ενέργειες των χρηστών να ενταχθούν στην κοινωνική συνομιλία με οργανισμούς αφήνοντας σχόλια για τις εφαρμογές κοινωνικών μέσων του οργανισμού. Η κοινωνική δέσμευση των χρηστών αυξάνει τη δύναμη αυτών των κοινωνικών πλατφορμών (Ransbotham, Kane, & Lurie, 2012).

4.2 Πληροφοριακή Υποστήριξη και Κύκλος Διαχείρισης Καταστροφών

Είναι πιθανό ότι κάθε φάση κύκλου διαχείρισης καταστροφών απαιτεί διαφορετικούς τύπους κοινωνικής υποστήριξης για την αποτελεσματική συμμετοχή των χρηστών. Το μοντέλο των σταδίων αλλαγών, το οποίο τονίζει ότι η

αποτελεσματικότητα της κοινωνικής υποστήριξης και το οποίο μπορεί να ποικίλλει σε χρονικές περιόδους, υποστηρίζει την ύπαρξη αυτών των διαφορών. Οπότε, κατά τη διάρκεια αγχωτικών γεγονότων όπως οι καταστροφές, είναι σημαντικό για τους οργανισμούς να παρέχουν τη σωστή υποστήριξη για τις ανάγκες των χρηστών κοινωνικών μέσων (Verheijden, Bakx, van Weel, Koelen, & van Staveren, 2005).

Η ενημερωτική υποστήριξη είναι πιο αποτελεσματική κατά τη φάση αντιμετώπισης καταστροφών σε σύγκριση με άλλες φάσεις, καθώς η ζωή των ανθρώπων μπορεί να εξαρτάται από αυτήν. Για παράδειγμα, οι οργανισμοί διαδίδουν πληροφορίες σχετικά με την αναζήτηση και τη διάσωση καθώς και τις διαθέσιμες υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης (Holguin-Veras, Jaller, Van Wassenhove, Perez, & Wachtendorf, 2012). Από την άλλη πλευρά, οι οργανώσεις πληροφορικής υποστήριξης, που προσφέρονται κατά την ετοιμότητα, περιλαμβάνουν διαδρομές εκκένωσης. Η ενημερωτική υποστήριξη κατά τη διάρκεια της ανάκτησης περιλαμβάνει περαιτέρω ενέργειες όπως η συλλογή συντριμμίων που θα βοηθήσουν τους χρήστες να επιστρέψουν στη φυσιολογική τους ζωή (Van Wassenhove & Pedraza-Martinez, 2012).

4.3 Ενεργή ενημερωτική υποστήριξη

Καθώς η φάση του κύκλου διαχείρισης καταστροφών μετατοπίζεται, θα περίμενε κανείς να μετατοπιστεί και η ενεργή ενημερωτική υποστήριξη. Κατά τη διάρκεια της ετοιμότητας, οι οργανισμοί παρέχουν ενεργή ενημερωτική υποστήριξη σχετικά με τα είδη αποθήκευσης (τρόφιμα, νερό, φάρμακα). Οι χρήστες ανησυχούν για τον κίνδυνο της εκδήλωσης και πώς να προετοιμαστούν για αυτό. Επομένως, είναι πιθανό να συνεργαστούν με οργανισμούς για να βρουν πιο ενεργές οδηγίες σχετικά με την προετοιμασία. Επίσης, κατά τη διάρκεια της απόκρισης, οι οργανισμοί παρέχουν ενεργή ενημερωτική υποστήριξη σχετικά με την εκκένωση, τη διανομή βοήθειας και την τοποθεσία προσωρινών καταφυγίων. Ωστόσο, μπορεί να είναι ευκολότερο για τους χρήστες να συλλέγουν πληροφορίες μέσω της διάδοσης πληροφοριών από άτομα γύρω τους (Kadushin, 2012) ή απευθείας από το προσωπικό διάσωσης και τους εθελοντές. Επομένως, είναι λιγότερο πιθανό να αλληλοεπιδράσουν με οργανισμούς μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης. Τέλος, κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης καταστροφών, οι οργανισμοί παρέχουν ενεργή ενημερωτική υποστήριξη σχετικά με τη στέγαση, τη διανομή βοήθειας, την εκκαθάριση συντριμμίων και τις ενδεχόμενες δωρεές. Οι χρήστες αρχίζουν να επανέρχονται στο καθημερινό ρυθμό της ζωής τους και βασίζονται στις πληροφορίες με τη δυνατότητα δράσης που

παρέχονται από οργανισμούς για το σκοπό αυτό. Ως εκ τούτου, οι χρήστες είναι πιο πιθανό να συμμετάσχουν σε κοινωνική συνομιλία με οργανισμούς.

Κεφάλαιο 5.

Μελέτη Περίπτωσης: Οι Πυρκαγιές στην Αυστραλία τη Διετία 2019-2020

Το πρόβλημα της δεκαετίας το οποίο συνεχώς αυξάνεται και έφτασε σε ένα σημείο όπου πρέπει ιδιαίτερα να μας ανησυχεί, είναι η κλιματική αλλαγή. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό, η παγκόσμια μέση αύξηση της θερμοκρασίας είναι 1,1 βαθμός Κελσίου, η οποία ευθύνεται για την εμφάνιση συχνών κυμάτων θερμότητας, πλημμυρών και πυρκαγιών, σε σχέση με τον περασμένο αιώνα. Μία από τις χειρότερες καταστάσεις που λέγεται ότι είναι μία από τις μεγαλύτερες καταστροφές, είναι η Αυστραλιανή πυρκαγιά. Η Αυστραλία είναι η μικρότερη ήπειρος και η έκτη μεγαλύτερη χώρα στον κόσμο ανά συνολική έκταση. Ο πληθυσμός της είναι πάνω από 26 εκατομμύρια, με πρωτεύουσα την Καμπέρα. Η Αυστραλία χωρίζεται από τον υπόλοιπο κόσμο από τους ωκεανούς και έχει την παλαιότερη, πιο επίπεδη και ξηρότερη κατοικημένη ήπειρο, με τα λιγότερο εύφορα εδάφη. Λόγω της μακροπρόθεσμης γεωγραφικής απομόνωσης της ηπείρου, μεγάλο μέρος των βιοτόπων της Αυστραλίας είναι μοναδικό. Περίπου το 85% των ανθοφόρων φυτών, το 84% των θηλαστικών, περισσότερο από το 45% των πουλιών και το 89% των ψαριών σε εύκρατες ζώνες, είναι ενδημικά. Είναι η πέμπτη χώρα η οποία έχει πολύ συγκεκριμένη βλάστηση με περίπου 22.000 είδη φυτών, όπου το 90% δεν εμφανίζεται πουθενά αλλού. Τα δέντρα ακακίας και ο ευκάλυπτος ανήκουν στην αυστραλιανή βλάστηση και υπάρχουν περίπου 600 είδη αυτών των φυτών. Αποτελεί τόπο διαβίωσης, για περισσότερο από το 80% των χερσαίων ειδών ζώων.

Η δασική πυρκαγιά είναι κοινή σε πολλές περιοχές, αλλά αυτή τη φορά η αυστραλιανή πυρκαγιά που συνέβη τον Ιούνιο του 2019 και επιδεινώθηκε στα τέλη Δεκεμβρίου με αρχές Ιανουαρίου του 2020, είχε μια καταστροφική κίνηση για τη χώρα. Σύμφωνα με τις αναφορές, έκαψε συνολικά 7,3 εκατομμύρια εκτάρια γης, αφανίστηκαν περίπου μισό εκατομμύριο ζώα και έχασαν τη ζωή τους 34 άνθρωποι, συμπεριλαμβανομένων των πυροσβεστών, στις έξι πολιτείες της Αυστραλίας. Το άλλο οδυνηρό μέρος της πυρκαγιάς είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση που αντιμετώπισε η χώρα.

Το επίπεδο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης τον Ιανουάριο ήταν η χειρότερη φάση ρύπανσης που είχε αντιμετωπίσει ποτέ η χώρα. Οι ακτιβιστές ισχυρίστηκαν ότι ο καπνός από τις πυρκαγιές ήταν δυνατόν να ταξιδέψει σε μεγάλες αποστάσεις, όπου

στην προκειμένη περίπτωση, θα μπορούσαν να φτάσουν στην Ανταρκτική και να οδηγήσουν σε επικίνδυνη ποιότητα αέρα (UN, 2020). Οι πυρκαγιές έλκυσαν την προσοχή των εμπειρογνομόνων, πολιτικών, ακτιβιστών του κλίματος και του κοινού από όλο τον κόσμο. Οι άνθρωποι έχουν αρχίσει να εκφράζουν τις απόψεις τους για όλα όσα συμβαίνουν σε όλο τον κόσμο. Όπου συμβαίνουν φυσικές καταστροφές, εκφράζουν τις απόψεις και τα συναισθήματά τους, όπως είναι η συγκίνηση και η υποστήριξη τους προς την πληγείσα χώρα καθώς και την θλίψη τους για τους ανθρώπους που χάνονται στις καταστροφές.

Σήμερα οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης με σκοπό να πραγματοποιήσουν δωρεές στους πληγέντες. Σε αυτό το περιστατικό, οι περισσότεροι έχουν εκφράσει τις απόψεις τους και η αντίληψη που επικρατεί είναι ότι η κλιματική αλλαγή είναι πραγματική και αφορά την υπερθέρμανση του πλανήτη. Κάποιοι εξέφραζαν τη λύπη τους, τις ανησυχίες τους και λίγοι ρωτούσαν τους αξιωματούχους της Αυστραλίας σχετικά με τις ενέργειες που έχουν αναλάβει για την επίλυση των εκεί προβλημάτων. Το Twitter είναι ένας από τους λογαριασμούς κοινωνικών μέσων το οποίο χρησιμοποιείται σε όλο τον κόσμο. Από το 2018, είχε περισσότερους από 321 εκατομμύρια μηνιαίους ενεργούς χρήστες και περίπου 500 εκατομμύρια tweets.

Η ανάλυση συναισθημάτων σχετίζεται με την έκφραση απόψεων και συναισθημάτων σε κάθε tweet. Οι άνθρωποι, για να εκφράσουν τα συναισθήματά τους, χρησιμοποιούν emoji, φασούλες και αυτοκόλλητα. Η ανάλυση συναισθημάτων του κειμένου ή των emoji μπορεί να μετρήσει τη στάση απέναντι σε ένα συμβάν ή σε ένα άτομο. Τα προϊόντα ελέγχονται χρησιμοποιώντας emoji. Η συναισθηματική ανάλυση ταξινομείται σε δύο τύπους, είναι αντικειμενική και βασίζεται σε χαρακτηριστικά. Ο αντικειμενικός τύπος συναισθηματικής ανάλυσης διερευνά το κείμενο που εκφράζει κάποια συναισθήματα όπως μίσος, αγάπη κ.λπ. Διάφορες τεχνικές όπως η συμβολική και η μηχανική μάθηση χρησιμοποιούνται για την ανάλυση του συναισθήματος, από τα δεδομένα του Twitter.

5.1 Ανάλυση Συναισθημάτων στο Twitter κατά τη διάρκεια των πυρκαγιών στην Αυστραλία

Η ανάλυση συναισθημάτων έχει τη δυνατότητα να εξαγάγει πληροφορίες από τα κοινωνικά δεδομένα και να αποκτά συνολική εικόνα της ευρύτερης κοινής γνώμης. Αυτή η πρακτική υιοθετείται ευρέως από οργανισμούς σε όλο τον κόσμο, για την κατανόηση της αντίληψης των καταναλωτών, η οποία θα τους οδηγήσει στην ορθή λήψη αποφάσεων. Δημιουργείται ένα σύννεφο λέξεων που αντιπροσωπεύει όλες τις

λέξεις που επαναλήφθηκαν τουλάχιστον 20 φορές και αναγνωρίζονται οι δημοφιλέστερες φράσεις μεταξύ των χρηστών. Οι φράσεις οι οποίες αφορούν συναίσθημα σε κάθε tweet, ταξινομούνται σε οκτώ συναισθήματα με τη βοήθεια των πακέτων επεξεργασίας φυσικής γλώσσας. Τα συναισθήματα αυτά είναι ο θυμός, η αναμονή, η απέχθεια, ο φόβος, η χαρά, η θλίψη, η έκπληξη και η εμπιστοσύνη. Με την ταξινόμηση των tweets ολοκληρώνεται η βαθμολογία για κάθε συναίσθημα.

Μέσα από φράσεις -που αναζητήθηκαν στο twitter με προσωπική ανασκόπηση- όπως «Climate Change», «Disaster», «Australia fires», οι χρήστες μίλησαν / συζήτησαν κυρίως για το αν πρέπει να θεωρηθεί υπεύθυνος ο «άνθρωπος», γι' αυτήν την καταστροφή. Επίσης, ανιχνεύθηκαν πολλά συναισθήματα ενοχής και θυμού για το αν η μη βιώσιμη αυτή συμπεριφορά, είναι ο λόγος για την απώλεια των ανθρωπίνων ζώων και των εκατομμυρίων γηγενών ειδών. Υπήρχαν όμως και συζητήσεις αλληλεγγύης, που εξέφραζαν την υποστήριξη τους στους συγγενείς των θυμάτων και στους λοιπούς κατοίκους της Αυστραλίας.

Μέσω της ανασκόπησης, διαπιστώθηκαν ποικίλα συναισθήματα. Τα θετικά συναισθήματα είναι η εμπιστοσύνη, η αναμονή, η χαρά, η έκπληξη και τα αρνητικά συναισθήματα όπως ο θυμός, η θλίψη, η απέχθεια και ο φόβος. Τα θετικά συναισθήματα εκφράστηκαν περισσότερο από τα αρνητικά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο θρήνος για την άγρια ζωή ήρθε μετά τις βροχοπτώσεις στην Αυστραλία. Οι άλλοι παράγοντες που πρόσθεσαν χαρά και ελπίδα στον Αυστραλιανό λαό, παρά την κλιματική αλλαγή και την υπερθέρμανση του πλανήτη, ήταν η βοήθεια που έλαβε η χώρα από διάφορους οργανισμούς καθώς και το εντατικό έργο των πυροσβεστών οι οποίοι έσωσαν πολλές ανθρώπινες ζωές. Ο αριθμός των tweets και η αλλαγή στα συναισθήματα των ανθρώπων προβάλλει την ευαισθητοποίηση τους για το συμβάν.

Η Αυστραλία είναι μια από τις εξέχουσες χώρες στη χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης από τις κρατικές αρχές, αφενός μεν, για την παροχή πληροφοριών σχετικά με καταστροφές, αφετέρου δε, για να εκφράσει το κοινό, τις εμπειρίες και τις ανησυχίες του σχετικά με τα καταστροφικά γεγονότα (Anikeeva, Steenkamp, & Arbon, 2016). Λόγω της μεγάλης έκτασης και των ποικίλων κλιματολογικών συνθηκών, η Αυστραλιανή ήπειρος εκτίθεται σε πολλές διαφορετικές καταστροφές, όπως πλημμύρες, κυκλώνες, σεισμούς, καύσωνες, δασικές πυρκαγιές και ξηρασίες. Ιδιαίτερα οι πολιτείες της Νέας Νότιας Ουαλίας, της Βικτόρια και του Queensland είναι πιο ευάλωτες σε αυτές τις καταστροφές, διότι φιλοξενούν την πλειοψηφία του πληθυσμού της Αυστραλίας, καθώς και τις οικονομικές

δραστηριότητες, οπότε και ο αντίκτυπος των καταστροφών εκεί, είναι πιο σημαντικός (Yigitcanlar, 2016).

Συνεπώς, οι αυστραλιανές κρατικές αρχές ασχολούνται ενεργά με τη χρήση των κοινωνικών μέσων για τη διαχείριση καταστροφών. Λόγω αυτής της δημοτικότητας, αρκετές σελίδες κοινωνικών μέσων όπως το Facebook, το Twitter και το Instagram έχουν τεθεί σε λειτουργία για ζητήματα που σχετίζονται με καταστροφές, όπως είναι η υποστήριξη και οι ενημερώσεις για πλημμύρες στο Queensland, υπηρεσία πυρκαγιάς αγροτικών περιοχών για τη Νέα Νότια Ουαλία, καθώς και δασικών πυρκαγιών αυτής της περιοχής.

Οι καταστροφές γίνονται ολοένα και πιο επιζήμιες και επομένως, απαιτείται μια αποτελεσματική μέθοδος ευαισθητοποίησης και ασφάλειας του πληθυσμού. Ενεργοποιημένα, από τις πανταχού παρούσες τεχνικές επικοινωνίας, τα κοινωνικά μέσα έχουν αλλάξει ουσιαστικά τις παραδοσιακές και γραφειοκρατικές μορφές οργανώσεων, κοινοτήτων και τρόπων επικοινωνίας. Παρόλα αυτά, σε γενικές γραμμές, η συνολική συμμετοχή της κοινότητας με τις σελίδες κοινωνικής δικτύωσης των περιοχών δεν είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική. Για παράδειγμα, το υψηλότερο επίπεδο αφοσίωσης της σελίδας του Facebook για τη Νέα Νότια Ουαλία είχε μόνο 0,92 επίπεδο αφοσίωσης ανά 1000 άτομα.

5.2 Κυριότερα είδη αξιοποίησης περιεχόμενου για τις πυρκαγιές στην Αυστραλία

Οι κυριότεροι τύποι μέσων στις πυρκαγιές ήταν οι εικόνες και οι κινούμενοι χάρτες. Αυτό είναι κατανοητό, καθώς η επικοινωνία είναι πιο εύκολη σε σχέση με τα μηνύματα μόνο κειμένου. Οι εξωτερικοί σύνδεσμοι χωρίς εικόνες, μηνύματα κειμένου και μηνύματα με βίντεο δεν αφορούσαν τα άτομα. Ως εκ τούτου, οι αρχές έπρεπε να δώσουν προτεραιότητα στην επεξεργασία των μηνυμάτων, με τις πιο ελκυστικές προσεγγίσεις.

Όσον αφορά το περιεχόμενο, η κοινότητα προσελκύνθηκε από προειδοποιητικά μηνύματα και από μηνύματα, τα οποία παρέχουν ενημερώσεις για τις καταστροφές. Επιπλέον, το 56% των συνολικών μηνυμάτων που κυκλοφόρησαν σχετίζονταν είτε με προειδοποιήσεις είτε για ενημέρωση των συνθηκών καταστροφής. Τα μηνύματα που σχετίζονται με τις προειδοποιήσεις και τις καταστροφές συμβάλλουν πάντα στην αύξηση της ευαισθητοποίησης για την κατάσταση του πληθυσμού. Αναγνωρίζοντας την υψηλότερη χρήση των κοινωνικών μέσων για την αύξηση της ευαισθητοποίησης σχετικά με την κατάσταση, αυτή η μελέτη υπογραμμίζει τη

δυνατότητα χρήσης των κοινωνικών μέσων μαζικής ενημέρωσης για τη συγκομιδή των διασκορπισμένων κοινοτικών γνώσεων. Ο δείκτης V ήταν συγκριτικά χαμηλός σε όλες τις σελίδες κοινωνικών μέσων που αναλύθηκαν. Αυτό επιβεβαίωσε την κακή χρήση των σελίδων αυτών.

Η χρήση των κοινωνικών μέσων μαζικής ενημέρωσης σε καταστροφές είναι γενικά διαδεδομένη. Ωστόσο, η εμπλοκή της κοινότητας προς τις «επίσημες σελίδες κοινωνικών μέσων» που διατηρούνται από τις Αρχές, είναι πολύ μικρή. Ως εκ τούτου, αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε κυκλοφορία μεγάλου όγκου παραπληροφόρησης. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο επίσημος λογαριασμός Twitter του Δημάρχου της Νέας Ορλεάνης, χρησιμοποιήθηκε για την αποκατάσταση της παραπληροφόρησης που κυκλοφόρησε κατά τη διάρκεια του Τυφώνα Isaac, το 2012. Το γεγονός αυτό ενίσχυσε την ανάγκη διατήρησης και επιβολής επίσημων σελίδων κοινωνικών μέσων για την προσέλκυση μεγαλύτερης συμμετοχής της κοινότητας, σε επίσημες σελίδες αυτών των μέσων.

5.3 Τρόπος συνεισφοράς των κοινωνικών μέσων στη διαχείριση της καταστροφής

Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης βοηθούν τις αρχές να διαχειριστούν καταστροφές, επιτρέποντας πρωτοβουλίες όπως την έναρξη εκστρατειών συγκέντρωσης χρημάτων, τη συλλογή δεδομένων, τη σύνδεση με σελίδες κοινωνικών μέσων με δημοφιλή ιστολόγια και την εισαγωγή διαδικτυακής βάσης δεδομένων. Αν και καμία από τις τρεις σελίδες κοινωνικών μέσων που αναλύθηκαν δεν χρησιμοποίησε τις παραπάνω υπηρεσίες στο μέγιστο των δυνατοτήτων της, υπάρχουν ενθαρρυντικά παραδείγματα από όλο τον κόσμο, όπου η χρήση επίσημων σελίδων κοινωνικών μέσων έχει χρησιμοποιηθεί πολύ αποτελεσματικά για τη διαχείριση καταστροφών.

Για παράδειγμα, ορισμένες από τις σελίδες κοινωνικών μέσων που διατηρεί η Fairfax (Βιρτζίνια), ξεκίνησαν το διαδικτυακό σύστημα βάσης δεδομένων για τις καταστροφές, ως εργαλείο αναφοράς για τη συλλογή φωτογραφιών και βίντεο που παρακολουθούνται από το κοινό. Επιπλέον, οι επίσημες σελίδες κοινωνικών μέσων οφείλουν να ανταποκρίνονται ενεργά σε μηνύματα της κοινότητας. Οπότε, ο μέσος χρόνος απόκρισης της σελίδας του Facebook είναι μερικές ώρες, ο οποίος δύναται να θεωρηθεί ως μια καλή απόδοση. Τις περισσότερες φορές, οι αριθμοί κλήσεων έκτακτης ανάγκης μπορεί να υπερφορτωθούν λόγω του μεγάλου αριθμού κλήσεων που λαμβάνονται. Επομένως, οι αρχές μπορούν να κάνουν τις σελίδες κοινωνικών μέσων πιο ενεργές προκειμένου να ανταποκριθούν σε άτομα που έχουν ανάγκη. Για

παράδειγμα, ο επίσημος λογαριασμός Twitter της πόλης της Νέας Ορλεάνης χρησιμοποίησε το @NOLA για να απαντήσει στις ερωτήσεις της κοινότητας.

Η προώθηση του εθελοντισμού είναι ουσιαστικό μέρος της διαχείρισης καταστροφών. Τα κοινωνικά μέσα μπορούν να καλλιεργήσουν δύο τύπους εθελοντισμού. Ο πρώτος τύπος είναι η εύρεση ειδικευμένων εθελοντών και καλά εκπαιδευμένων στο να διαχειριστούν μια καταστροφή όταν βρίσκονται στην τοποθεσία όπου εκτυλίσσεται αυτή. Ο άλλος τύπος εθελοντών, είναι εκείνοι όπου ουσιαστικά συνδέονται με το δίκτυο κοινωνικών μέσων ενημέρωσης - δηλαδή, τους ψηφιακούς εθελοντές, οι οποίοι είναι σε θέση να βοηθήσουν στον εντοπισμό αγνοουμένων.

Συμπεράσματα

Τα σχόλια των ερευνητών για τις εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες στη διαχείριση καταστροφών είναι πρόσφατα. Ωστόσο, υπάρχει ένα κομμάτι βιβλιογραφίας η οποία επισημαίνει τη χρησιμότητα και τη σημασία αυτών. Μέσω των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών, τεράστιος όγκος διαφορετικών τοπικών γνώσεων, δύναται πλέον να συλλεχθούν και να μοιραστούν για τη διαχείριση καταστροφών σε ένα κλάσμα του κόστους που σχετίζεται με την παραδοσιακή συλλογή δεδομένων και τη χαρτογράφηση, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να προωθήσει τη συμμετοχή της κοινότητας στην πρόληψη, την προετοιμασία, την απόκριση και την ανάκαμψη μετά από μία καταστροφή. Έχει υποστηριχθεί ότι παράλληλα με αυτές τις ευκαιρίες, υπάρχουν σημαντικές προκλήσεις για τις εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες, κυρίως για ζητήματα ποιότητας δεδομένων, προκατάληψη στη συνεισφορά, διαχείριση δεδομένων και την ασφάλεια των ατόμων, των αρχών και των πληροφοριών τους. Η αντιμετώπιση των περιορισμών θα ενισχύσει την εμπιστοσύνη στις εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες ως έναν αξιόπιστο πόρο για τη διαχείριση καταστροφών, προσθέτοντας τελικά τη χρησιμότητά του για τους πολίτες, τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και τους επιστήμονες. Επείγουσα όμως προκύπτει η ανάγκη, για περαιτέρω έρευνα σχετικά με τις τεχνικές και τις διαστάσεις των εθελοντικών γεωγραφικών πληροφοριών για να κατανοηθούν οι επιπτώσεις αυτών των πρακτικών δεδομένων για τους πολίτες και τις παραδοσιακές μεθόδους διαχείρισης καταστροφών.

Σε όλο τον κόσμο, κάθε χρόνο, χιλιάδες πυρκαγιές προκαλούν μεγάλη απώλεια φυσικών πόρων και ανθρώπινων ζωών. Έχουν επίσης μεγάλο αντίκτυπο στην οικονομία των πληγέντων χωρών. Από τα τέλη του 2019 έως τις αρχές του 2020, η Αυστραλία υπέφερε από μερικές από τις μεγαλύτερες πυρκαγιές στην ιστορία της, με 34 ανθρώπινες ζωές να έχουν χαθεί, περισσότερα από 18 εκατομμύρια εκτάρια βλάστησης και δασών να έχουν καεί και πάνω από ένα δισεκατομμύριο ζώα να έχουν απωλεσθεί.

Οι Αρχές Διαχείρισης Καταστροφών απαιτούν όλη τη βοήθεια που μπορούν να λάβουν, κατά την καταπολέμηση καταστροφών μεγάλης κλίμακας. Τα δεδομένα παρατήρησης της γης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της κλίμακας και της τάσης διάδοσης των συνεχιζόμενων γεγονότων, όπως είναι οι πυρκαγιές. Στην περίπτωση δεδομένων οπτικής τηλεπισκόπησης, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν

όλες οι λήψεις, καθώς ορισμένες περιέχουν οπτικά εμπόδια, όπως σύννεφα καπνού που προκύπτουν από την καιόμενη βλάστηση και δάση.

Οι περισσότερες από τις πλατφόρμες παρακολούθησης πυρκαγιάς βασίζονται στα δεδομένα MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer – Φασματοραδιόμετρο απεικόνισης μέσης ποιότητας) της NASA. Ένα εμπόδιο για τα δεδομένα του MODIS είναι η σχετικά χαμηλή χωρική ανάλυση των 250m, η οποία μπορεί να δυσκολέψει τον εντοπισμό και τη χαρτογράφηση μικρότερων πυρκαγιών.

Τα απομακρυσμένα ανιχνευμένα και παράγωγα δεδομένα αποτελούν ανεκτίμητο πλεονέκτημα για την οικολογική μοντελοποίηση. Αυτά τα δεδομένα παρέχουν ευρεία περιοχή και επαναλαμβανόμενη κάλυψη τα οποία όμως, δεν είναι πρακτικό να συγκεντρωθούν χρησιμοποιώντας μεθόδους πεδίου. Αυτό αποτελεί ένα πολύ δυναμικό πεδίο και καθώς βελτιώνονται οι αισθητήρες και τα εργαλεία επεξεργασίας, αυτά τα δεδομένα θα συνεχίσουν να γίνονται πιο άφθονα και πιο ακριβή.

Στην εποχή των καταστροφών που προκλήθηκαν από την ανθρωπογενή αλλαγή του κλίματος, η ωφέλεια από νέες και προσιτές τεχνολογικές λύσεις έχει γίνει μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος προετοιμασίας και προστασίας των κοινοτήτων από καταστροφές. Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης είναι μία της πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες. Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία επικεντρώθηκε στη διερεύνηση των αυστραλιανών επίσημων υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης και ειδικότερα για τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται τα κανάλια κοινωνικών μέσων που σχετίζονται με τη διαχείριση καταστροφών.

Τα ευρήματα της εργασίας επιβεβαίωσαν το γεγονός, ότι η συμμετοχή της κοινότητας στο κανάλι κοινωνικών μέσων του Twitter είναι συγκριτικά χαμηλή. Ωστόσο, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης του Twitter έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως σε ολόκληρο τον κόσμο για την ανάλυση δεδομένων των κοινωνικών μέσων που σχετίζονται με καταστροφές. Το Twitter επιτρέπει σε ερευνητές και επαγγελματίες να λαμβάνουν δεδομένα με βάση τα ενδιαφέροντά τους, γεγονός που το κατέστησε πιο κατάλληλο για ανάλυση σε σύγκριση με άλλα κοινωνικά μέσα. Επομένως, η προώθηση της κοινοτικής εμπλοκής σε επίσημες σελίδες Twitter τα οποία διατηρούνται από διάφορες αρχές διαχείρισης καταστροφών θα συμβάλει στην παροχή πιο παραγωγικών και αξιόπιστων πληροφοριών και κατά συνέπεια θα διοχετεύονται μέσω αυτών των δικτύων.

Επίσης, μελέτη υπογραμμίζει την ανάγκη ταχείας αντίδρασης από τις αρχές για να αποφευχθεί η διάδοση παραπληροφόρησης στα κοινωνικά μέσα. Η κοινότητα

ασχολείται με τα κοινωνικά μέσα μεμονωμένα ή δημιουργώντας άτυπες ομάδες. Ωστόσο, η αξιοπιστία και η εγκυρότητα αυτών των πληροφοριών δύναται μερικές φορές να είναι αμφισβητήσιμη. Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι, περίπου 10.000 tweets που κυκλοφόρησαν κατά τη διάρκεια του τυφώνα Sandy το 2012, αναγνωρίστηκαν ως ψεύτικα. Μεταξύ αυτών, το 86% των tweets, τα οποία διέδωσαν τις ψεύτικες πληροφορίες, επανεξετάστηκαν. Ως εκ τούτου, υπήρχαν μόνο σχετικά λίγα πρωτότυπα tweets. Αυτό υπογραμμίζει την ανάγκη για μια έγκυρη σελίδα κοινωνικών μέσων, η οποία να είναι σε θέση επίσημα και αποτελεσματικά, να παρέχει και να παρακολουθεί αξιόπιστα την παροχή πληροφοριών στην κοινότητα. Αν και αυτή η εργασία αναδεικνύει το ζήτημα αξιοπιστίας σε σχέση με τις πληροφορίες κοινωνικών μέσων μαζικής ενημέρωσης, αναγνωρίζει τις πολύ ακριβείς, επικυρωμένες και καινοτόμες προσεγγίσεις που υιοθετήθηκαν για την απόκτηση σημαντικών γνώσεων από τις πληροφορίες των κοινωνικών μέσων.

Όπότε, πέρα από το κομμάτι της γενικής και ψυχαγωγικής χρήσης των κοινωνικών μέσων, είναι σημαντικό ν' αναδειχθεί η σημασία τους και ως προς την προ-πληροφόρηση των πολιτών σχετικά με την διαχείριση κρίσεων, αλλά και επιπλέον, την ενημέρωση και φροντίδα της σωματικής και ψυχικής τους υγείας, κατά το χρονικό διάστημα το οποίο διαρκεί μια περιβαλλοντολογική κρίση, όπως ήταν αυτή των δασικών πυρκαγιών της Αυστραλίας το 2019-2020.

Βιβλιογραφία

- AAP. (2013). Homes lost as fire nightmare continues.
- Adab, H., Kanniah, K. D., & Solaimani, K. (2013). Modeling forest fire risk in the northeast of Iran using remote sensing and GIS techniques. *Nat. Hazards*, 65, σσ. 1723-1743.
- Aflaki, A., & Pedraza-Martinez, A. J. (2016). Humanitarian funding in a multi-donor market with donation uncertainty. *Prod. Oper. Manag.*, 25(7), σσ. 1274-1291.
- Ager, A. A., Vaillant, N. M., & Finney, M. A. (2011). Integrating Fire Behavior Models and Geospatial Analysis for Wildland Fire Risk Assessment and Fuel Management Planning. *J. Combust.*, 2011, σσ. 1-19.
- Allaire, M. C. (2016). Disaster loss and social media: can online information increase flood resilience? *Water Resour. Res.*, 52, σσ. 7408-7423.
- Anikeeva, O., Steenkamp, M., & Arbon, P. (2016). The future of social media use during emergencies in Australia: insights from the 2014 Australian and New Zealand disaster and emergency management conference social media workshop. Στο *Effective Communication during Disasters* (σσ. 151-162). Apple Academic Press.
- Bakillah, M., Li, R., & Liang, S. (2015). Geo-located community detection in Twitter with enhanced fast-greedy optimization of modularity: the case study of typhoon Haiyan. *International Journal of Geographic Information Science*, 29(2), σσ. 258-279.
- Baybay, C. S., & Hindmarsh, R. (2019). Resilience in the Philippines through effective community engagement. *Aust. J. Emerg. Manag.*, 34.
- Besiou, M., Pedraza-Martinez, A. J., & Van Wassenhove, L. N. (2018). OR applied to humanitarian operations. *Eur. J. Oper. Res.*, 269(2), σσ. 397-405.
- Bird, D., Gisladdottir, G., & Dominey-Howes, D. (2009). Resident perception of volcanic hazards and evacuation procedures. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9, σσ. 251-266.
- Biro, Y. (2009). Living with Wildfires: What Science Can Tell Us. European Forest Institute Discussion Paper, 15, σσ. 1-86.
- Brosinsky, A., Lausch, A., Doktor, D., Salbach, C., Merbach, I., Gwilym-Margianto, S., & Pause, M. (2014). Analysis of Spectral Vegetation Signal Characteristics as a Function of Soil Moisture Conditions Using Hyperspectral Remote Sensing. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 42, σσ. 311-324.

- Caccamo, G., Chisholm, L. A., Bradstock, R. A., Puotinen, M. L., & Pippen, B. G. (2012). Monitoring live fuel moisture content of heathland, shrubland and sclerophyll forest in south-eastern Australia using MODIS data. *Int. J. Wildland Fire*, 21.
- Calle, A., Casanova, J. L., & Romo, A. (2006). Fire detection and monitoring using MSG Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager (SEVIRI) data. *J. Geophys. Res. Biogeosci.*, 111.
- Castillo, C., Mendoza, M., & Poblete, B. (2012). Predicting information credibility in timesensitive social media. *Internet Res.*, 23, σσ. 560-588.
- Chen, L., Yujun, S., & Saeed, S. (2018). Monitoring and predicting land use and land cover changes using remote sensing and GIS techniques—A case study of a hilly area, Jiangle, China. *PLoS One*, 13(7).
- Chen, Y., Liu, Y., Liu, Y., Lin, A., Kong, X., Liu, D., . . . Wang, D. (2012). Mapping of Cu and Pb Contaminations in Soil Using Combined Geochemistry, Topography, and Remote Sensing: A Case Study in the Le'an River Floodplain, China. *Int J Environ Res Public Health*, 9(5), σσ. 1874-1886.
- Choi, H. (2013). Parameterization of High Resolution Vegetation Characteristics using Remote Sensing Products for the Nakdong River Watershed, Korea. *Remote Sensing*, 5(2), σσ. 473-490.
- Chisholm, R. A., Wijedasa, L. S., & Swinfield, T. (2016). The need for long-term remedies for Indonesia's forest fires. *Conserv Biol.*, 30(1), σσ. 5-6.
- Chuvieco, E. (2003). *Wildland Fire Danger: Estimation and Mapping: The Role of Remote Sensing Data*. Singapore: World Scientific.
- Chuvieco, E., & Congalton, R. G. (1989). Application of remote sensing and geographic information systems to forest fire hazard mapping. *Remote Sens. Environ.*, 29, σσ. 147-159.
- Chuvieco, E., & Salas, J. (1996). Mapping the spatial distribution of forest fire danger using GIS. *Int. J. Geogr. Inf. Syst.*, 10, σσ. 333-345.
- Chuvieco, E., Aguado, I., Yebra, M., Nieto, H., Salas, J., Martin, M. P., . . . Ibarra, P. (2010). Development of a framework for fire risk assessment using remote sensing and geographic information system technologies. *Ecol. Model.*, 221, σσ. 46-58.
- Chuvieco, E., Aguadoa, I., & Yebraa, M. (2010). Development of a framework for fire risk assessment using remote sensing and geographic information system technologies. *Ecological Modelling*, 221, σσ. 46-58.

- Coleman, D. J., Georgiadou, Y., & Labonte, J. (2009). Volunteered geographic information: the nature and motivation of producers. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 4, σσ. 332-358.
- Comber, A., Fisher, P., Brundson, C., & Khmag, A. (2012). Spatial analysis of remote sensing image classification accuracy. *Remote Sensing of Environment*, 127, σσ. 237-246.
- Crawford, K., & Finn, M. (2014). The limits of crisis data: analytical and ethical challenges of using social and mobile data to understand disasters.
- Daniel, T. C., Carroll, M., Moseley, C., & Raish, C. (2007). *People, Fire and Forests - A Synthesis of Wildfire Social Science*. Oregon State University Press, σσ. 1-24.
- del Castillo, E. M., Garcia-Martin, A., Aladren, L. A., & de Luis, M. (2015). Evaluation of forest cover change using remote sensing techniques and landscape metrics in Moncayo Natural Park (Spain). *Applied Geography*, 62, σσ. 247-255.
- Diaz, J. M. (2012). Economic impacts of wildfire. Joint Fire Science Program, Southern Fire Exchange.
- Douglas, C. M., Roessing, M. E., Camp, A. E., & Tyrrell, M. L. (2003). *Assessing the Environmental, Social, and Economic Impacts of Wildfire*.
- Elwood, S., Goodchild, M. F., & Sui, D. (2012). Researching volunteered geographic information: spatial data, geographic research, and new social practice. *Annals of the Association of American Geographers*, 102(3), σσ. 571-590.
- Filizzola, C., Corrado, R., Marchese, F., Mazzeo, G., Paciello, R., Pergola, N., & Tramutoli, V. (2017). RST-FIRES, an exportable algorithm for early-fire detection and monitoring: Description, implementation, and field validation in the case of the MSG-SEVIRI sensor. *Remote Sens. Environ.*, 192, σσ. e2-e25.
- Finney, M. A. (1998). *FARSITE: Fire Area Simulator-Model Development and Evaluation*. USA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Firoj, A., Ferda, O., Muhammad, I., & Michael, A. (2018). A Twitter tale of three Hurricanes. *Στο Proceedings of the 15th ISCRAM Conference* (σσ. 553-572). New York.
- Fontanet, M., Fernández-García, D., & Ferrer, F. (2018). The value of satellite remote sensing soil moisture data and the DISPATCH algorithm in irrigation fields. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(11), σσ. 5889-5900.
- Fraustino, J. D., Liu, B., & Jin, Y. (2012). *Social media use during disasters: a review of the knowledge base and gaps*. College Park, MD: Human Factors/Behavioral Sciences Division, Science and Technology Directorate.

- Gao, H., Barbier, G., & Goolsby, R. (2011). Harnessing the crowdsourcing power of social media for disaster relief. *IEEE Intelligent Systems*, 26(3), σσ. 10-14.
- Gao, H., Nie, N., Zhang, W., & Chen, H. (2020). Monitoring the spatial distribution and changes in permafrost with passive microwave remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 170, σσ. 142-155.
- Gardner, J. W., Boyer, K. K., & Gray, J. V. (2015). Operational and strategic information processing: Complementing healthcare IT infrastructure. *J. Oper. Manag.*, 33-34, σσ. 123-139.
- Gargiulo, M., Dell'Aglio, D. A., Iodice, A., Riccio, D., & Ruello, G. (2019). CNN-Based Super-Resolution Technique for Active Fire Detection on Sentinel-2 Data. *arXiv*.
- Gaur, P. (2019). Satellite Image Bathymetry and ROV Data Processing for Estimating Shallow Water Depth in Andaman region, India. 81st EAGE Conference and Exhibition 2019 (σσ. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers.
- Ghaseminik, F., Aghamohammadi, H., & Azadbakht, M. (2020). Land cover mapping of urban environments using multispectral LiDAR data under data imbalance. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*.
- Giglio, L., Schroeder, W., & Justice, C. O. (2016). The collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products. *Remote Sens. Environ.*, 178, σσ. 31-41.
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), σσ. 211-221.
- Goodchild, M. F., & Glennon, J. A. (2010). Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier. *International Journal of Digital Earth*, 3(3), σσ. 231-241.
- Haigh, R., & Sutton, R. (2012). Strategies for the effective engagement of multi-national construction enterprises in post-disaster building and infrastructure projects. *Int. J. Disaster Resilience Built Environ.*, 3, σσ. 270-282.
- Hall, J. V., Zhang, R., Schroeder, W., Huang, C., & Giglio, L. (2019). Validation of GOES-16 ABI and MSG SEVIRI active fire products. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, 83.
- Haworth, B., Bruce, E., & Iveson, K. (2013). Spatio-temporal analysis of graffiti occurrence in an inner-city urban environment. *Applied Geography*, 38, σσ. 53-63.
- Holdeman, E. (2018). Social media changes everything for emergency management response. Pushing information out? what about sucking information in?
- Holguin-Veras, J., Jaller, M., Van Wassenhove, L. N., Perez, N., & Wachtendorf, T. (2012). On the unique features of post-disaster humanitarian logistics. *J. Oper. Manag.*, 30, σσ. 494-506.

- Holmes, T. P., & Prestemon, J. P. (2008). The Economics of Forest Disturbances. *Forestry Science*, 79, σσ. 1-424.
- Horning, N. (2019). Remote Sensing. *Encyclopedia of Ecology (Second Edition)*, 4, σσ. 404-413.
- Howe, J. (2006). The rise of crowdsourcing. *Wired Mag.*, 14, σσ. 1-4.
- Jaafari, S., Sakieh, Y., Shabani, A. A., Danehkar, A., & Nazarisamani, A.-a. (2016). Landscape change assessment of reservation areas using remote sensing and landscape metrics (case study: Jajroud reservation, Iran). *Environment, Development and Sustainability*, 18, σσ. 1701-1717.
- Jaiswal, R. K., Mukherjee, S., Raju, K. D., & Saxena, R. (2002). Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, 4, σσ. 1-10.
- Jia, G. J., Burke, I. C., Goetz, A. F., Kaufmann, M. R., & Kindel, B. C. (2006). Assessing spatial patterns of forest fuel using AVIRIS data. *Remote Sens. Environ.*, 102, σσ. 318-327.
- Jong, W., & Duckers, M. L. (2016). Self-correcting mechanisms and echo-effects in social media: an analysis of the "gunman in the newsroom" crisis. *Comput. Hum. Behav.*, 59, σσ. 334-341.
- Kadushin, C. (2012). *Understanding Social Networks: Theories, Concepts, and Findings*. New York, NY: Oxford University Press.
- Kankanamge, N., Yigitcanlar, T., Goonetilleke, A., & Kamruzzaman, M. (2019). Can volunteer crowdsourcing reduce disaster risk? A systematic review of the literature. *Int. J. Disaster Risk Reduct.*
- Kankanamge, N., Yigitcanlar, T., Goonetilleke, A., & Kamruzzaman, M. (2020). Determining disaster severity through social media analysis: testing the methodology with South East Queensland Flood tweets. *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, 42.
- Keane, R. E., Burgan, R., & van Wagtendonk, J. (2001). Mapping wildland fuels for fire management across multiple scales: Integrating remote sensing, GIS, and biophysical modeling. *Int. J. Wildland Fire*, 10.
- Kervyn, M., Ernst, G. G., Goossens, R., & Jacobs, P. (2008). Mapping volcano topography with remote sensing: ASTER vs. SRTM. *International Journal of Remote Sensing*, 29(22), σσ. 6515-6538.
- Kitchin, R. (2013). Big data and human geography: opportunities, challenges and risks. *Dialogues in Human Geography*, 3(3), σσ. 262-267.
- Koswatte, S., McDougall, K., & Liu, X. (2015). SDI and crowdsourced spatial information management automation for disaster management. *Surv. Rev.*, 47, σσ. 307-315.

- Kuang, W., Dou, Y., Zhang, C., Chi, W., Liu, A., Liu, Y., . . . Liu, J. (2014). Quantifying the heat flux regulation of metropolitan land use/land cover components by coupling remote sensing modeling with in situ measurement. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 120(1).
- Kumar, R., & Singh, M. P. (2014). Correlations Among Signatures for Detection of Different Types of Fires. *Fire Technology*, 50, σσ. 1413-1435.
- Kyem, P. (2002). Examining the community empowerment process in public participation GIS applications. Στο Proceedings of the URISA Public Participation GIS Conference. New Brunswick.
- Lane, N., Miluzzo, E., Lu, H., Peebles, D., Chaoudhury, T., & Campbell, A. (2010). A survey of mobile phone sensing. *Ad Hoc and Sensor Networks – IEEE Communications Magazine*, 48(9), σσ. 140-150.
- Lecina-Diaz, J., Alvarez, A., & Retana, J. (2014). Extreme fire severity patterns in topographic, convective and wind-driven historical wildfires of Mediterranean pine forests. *Plos One*, 9(1).
- Lee, Z., Hu, C., Shang, S., Du, K., Lewis, M., Arnone, R., & Brewin, R. (2013). Penetration of UV-visible solar radiation in the global oceans: Insights from ocean color remote sensing. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 118(9).
- Lee, Z., Weidemann, A., Kindle, J., Arnone, R., Carder, K. L., & Davis, C. (2007). Euphotic zone depth: Its derivation and implication to ocean-color remote sensing. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 112(C3).
- Li, Z., Fraser, R., Jin, J., Abuelgasim, A. A., Csiszar, I., Gong, P., . . . Hao, W. (2003). Evaluation of algorithms for fire detection and mapping across North America from satellite. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 108.
- Lodree, E. J., & Davis, L. B. (2016). Empirical analysis of volunteer convergence following the 2011 tornado disaster in Tuscaloosa, Alabama. *Nat. Hazards*, 84(2), σσ. 1109-1135.
- Maier, S. W., Russell-Smith, J., Edwards, A. C., & Yates, C. (2013). Sensitivity of the MODIS fire detection algorithm (MOD14) in the savanna region of the Northern Territory, Australia. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, 76, σσ. 11-16.
- Maresh-Fuehrer, M. M., & Smith, R. (2016). Social media mapping innovations for crisis prevention, response, and evaluation. *Comput. Hum. Behav.*, 54, σσ. 620-629.
- Meggo, D. (2006). *Loss of Home - the human impacts of bush fire*. University of New South Wales.
- Mehta, A., Bruns, A., & Newton, J. (2016). Trust, but verify. *Disasters*, 41, σσ. 549-565.

- Meier, P. (2012). Crisismapping in action: how open source software and global volunteer networks are changing the world, one map at a time. *Journal of Map and Geography Libraries*, 8, σσ. 89-100.
- Melin, M., Hill, R. A., Bellamy, P. E., & Hinsley, S. A. (2019). On Bird Species Diversity and Remote Sensing—Utilizing Lidar and Hyperspectral Data to Assess the Role of Vegetation Structure and Foliage Characteristics as Drivers of Avian Diversity. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 12(7), σσ. 2270-2278.
- Merino, L., Martínez-de Dios, J. R., & Ollero, A. (2015). Cooperative Unmanned Aerial Systems for Fire Detection, Monitoring, and Extinguishing. Στο K. P. Valavanis, & G. J. Vachtsevanos, *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles* (σσ. 2693-2722). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Michener, W. K. (2019). Ecological Data Archiving and Sharing. *Encyclopedia of Ecology* (Second Edition), 1, σσ. 559-566.
- Middleton, S. (2011). Mapping the Queensland floods. ABC Open.
- Mohan, M., Kikegawa, Y., Gurjar, B. R., Bhati, S., & Kolli, N. R. (2012). Assessment of urban heat island effect for different land use–land cover from micrometeorological measurements and remote sensing data for megacity Delhi. *Theoretical and Applied Climatology*, 112, σσ. 647-658.
- Mohanty, B. P., & Skaggs, T. H. (2001). Spatio-temporal evolution and time-stable characteristics of soil moisture within remote sensing footprints with varying soil, slope, and vegetation. *Advances in Water Resources*, 24(9-10), σσ. 1051-1067.
- Mohanty, B. P., Cosh, M. H., Lakshmi, V., & Montzka, C. (2017). Soil Moisture Remote Sensing: State-of-the-Science. *Vadose Zone Journal*, 16(1).
- Morales-Barquero, L., Lyons, M. B., Phinn, S. P., & Roelfsema, C. M. (2019). Trends in Remote Sensing Accuracy Assessment Approaches in the Context of Natural Resources. *Remote Sensing*, 11(19).
- Morisette, J. T., Giglio, L., Csiszar, I., Setzer, A., Schroeder, W., Morton, D., & Justice, C. O. (2005). Validation of MODIS Active Fire Detection Products Derived from Two Algorithms. *Earth Interact.*, 9, σσ. 1-25.
- Murray, N. J., Keith, D. A., Simpson, D., Wilshire, J. H., & Lucas, R. M. (2018). Remap: An online remote sensing application for land cover classification and monitoring. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(9).
- Norgaard, K. M. (2014). The Politics of Fire and the Social Impacts of Fire Exclusion on the Klamath. *Humboldt Journal Of Social Relations*, 36, σσ. 77-101.

- Odindi, J., Mhangara, P., & Kakembo, V. (2012). Remote sensing land-cover change in Port Elizabeth during South Africa's democratic transition. *South African Journal of Science*, 108(5/6), σσ. 1-7.
- Pausas, J. G., Llovet, J., Rodrigo, A., & Vallejo, R. (2008). Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? — A review. *Int. J. Wildland Fire*, 1-22.
- Poblet, M., Garcia-Cuesta, E., & Casanovas, P. (2017). Crowdsourcing roles, methods and tools for data-intensive disaster management. *Inf. Syst. Front*, 1, σσ. 1-17.
- Pombo, S., de Oliveira, R. P., & Mendes, A. (2014). Validation of remote-sensing precipitation products for Angola. *Meteorological Applications*, 22(3).
- Prins, E. M., Feltz, J. M., Menzel, W. P., & Ward, D. E. (1998). An overview of GOES-8 diurnal fire and smoke results for SCAR-B and 1995 fire season in South America. *Geophys. Res. Atmos.*, 103, σσ. 31821-31835.
- Purohit, H., & Chan, J. (2017). Classifying user types on social media to inform who-whatwhere coordination during crisis response. 14th ISCRAM Conference, (σσ. 656-665). Albi, France.
- Rak, A., Coleman, D., & Nichols, S. (2012). Legal liability concerns surrounding volunteered geographic information applicable to Canada. Στο A. Rajabifard, & D. Coleman, *Spatially enabling government, industry and citizens: research and development perspectives* (σσ. 125-142). Needham, MA: GSDI Association Press.
- Ransbotham, S., Kane, G. C., & Lurie, N. H. (2012). Network characteristics and the value of collaborative user generated content. *Market. Sci.*, 31(3), σσ. 3387-3405.
- Riaño, D., Chuvieco, E., Salas, J., Palacios-Orueta, A., & Bastarrika, A. (2002). Generation of fuel type maps from Landsat TM images and ancillary data in Mediterranean ecosystems. *Can. J. Res.*, 32, σσ. 1301-1315.
- Rollins, M. G. (2009). LANDFIRE: A nationally consistent vegetation, wildland fire, and fuel assessment. *Int. J. Wildland Fire*, 18.
- Rollins, M. G., Keane, R. E., & Parsons, R. A. (2004). Mapping Fuels and Fire Regimes Using Remote Sensing, Ecosystem Simulation, And Gradient Modeling. *Ecol. Appl.*, 14, σσ. 75-95.
- Romain, M. V., Azqueta, D., & Rodrigues, M. (2013). Methodological approach to assess the socio-economic vulnerability to wildfires in Spain. *Forest Ecology and Management*, 294, σσ. 158-165.
- Scassa, T. (2013). Legal issues with volunteered geographic information. *The Canadian Geographer*, 57(1), σσ. 1-10.

- Schroeder, W., Oliva, P., Giglio, L., Quayle, B., Lorenz, E., & Morelli, F. (2016). Active fire detection using Landsat-8/OLI data. *Remote Sens. Environ.*, 185, σσ. 210-220.
- Schroeder, W., Prins, E., Giglio, L., Csizar, I., Schmid, C., Morisette, J., & Morton, D. (2008). Validation of GOES and MODIS active fire detection products using ASTER and ETM+ data. *Remote Sens. Environ.*, 112, σσ. 2711-2726.
- Shaw, F., Burgess, J., Crawford, K., & Bruns, A. (2013). Sharing news, making sense, saying thanks: patterns of talk on Twitter during the Queensland floods. *Australian Journal of Communication*, 40(1), σσ. 23-40.
- Shklovski, I., Palen, L., & Sutton, J. (2008). Finding community through information and communication technology in disaster response. 2008 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, (σσ. 127-136). New York.
- Smith, K. (2002). *Spatio-Temporal Features of China's Urban Fires: An Investigation with Reference to Gross Domestic Product and Humidity*. London and New York: Routledge.
- Sobaci, M. Z. (2015). *Social Media and Local Governments: Theory and Practice*. Springer.
- Spinsanti, L., & Ostermann, F. (2013). Automated geographic context analysis for volunteered information. *Applied Geography*, 43, σσ. 36-44.
- St. Denis, L. A., Hughes, A. L., & Palen, L. (2012). Trial by fire: the deployment of trusted digital volunteers in the 2011 ShadowLake Fire. Στο L. Rothkrantz, J. Ristvej, & Z. Frando, *Proceedings of the 9th International ISCRAM Conference* (σσ. 1-10). Vancouver: Simon Fraser University.
- Sui, D., Goodchild, M., & Elwood, S. (2013). Volunteered geographic information, the exaflood, and the growing digital divide. Στο D. Z. Sui, S. Elwood, & M. F. Goodchild, *Crowdsourcing geographic knowledge: volunteered geographic information (VGI) in theory and practice* (σσ. 1-12). Berlin: Springer.
- Tapia, A. H., & Moore, K. (2014). Good enough is good enough: overcoming disaster response organizations' slow social media data adoption. *Comput. Support. Coop. Work*, 23, σσ. 483-512.
- Teillet, P. M., Staenz, K., & William, D. J. (1997). Effects of spectral, spatial, and radiometric characteristics on remote sensing vegetation indices of forested regions. *Remote Sensing of Environment*, 61(1), σσ. 139-149.
- Tong, X.-Y., Xia, G.-S., Lu, Q., Shen, H., Li, S., You, S., & Zhang, L. (2020). Land-cover classification with high-resolution remote sensing images using transferable deep models. *Remote Sensing of Environment*, 237.

- Toukiloglou, P., Eftychidis, G., Gitas, I., & Tompoulidou, M. (2013). ArcFuel methodology for mapping forest fuels in Europe. 1st International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment. Paphos, Cyprus: The International Society for Optics and Photonics.
- UN. (2020). Ten impacts of Australian bushfire. Ανάκτηση από <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/ten-impacts-australian-bushfires>
- Vadrevu, K. P., Eaturu, A., & Badarinath, K. V. (2010). Fire risk evaluation using multicriteria analysis—A case study. *Environ. Monit Assess*, 166, σσ. 223-239.
- Van Wassenhove, L. N., & Pedraza-Martinez, A. J. (2012). Using OR to adapt supply chain management best practices to humanitarian logistics. *Int. Trans. Oper. Res.*, 19(1-2), σσ. 307-322.
- Venevsky, S. (2019). Emergence of Climate Change Ecology. *Encyclopedia of Ecology (Second Edition)*, 4, σσ. 42-49.
- Verheijden, M. W., Bakx, J. C., van Weel, C., Koelen, M. A., & van Staveren, W. A. (2005). Role of social support in lifestyle-focused weight management interventions. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 59(1), σσ. 179-186.
- Wang, T., Zhang, G., Li, D., Tang, X., Jiang, J., Pan, H., . . . Fang, C. (2014). Geometric Accuracy Validation for ZY-3 Satellite Imagery. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 11(6), σσ. 1168-1171.
- Wang, W., Qu, J., Hao, X., Liu, Y., & Sommers, W. (2007). An improved algorithm for small and cool fire detection using MODIS data: A preliminary study in the southeastern United States. *Remote Sens. Environ.*, 108, σσ. 163-170.
- Wang, X., Zhang, H., Guan, W., & Fu, B. (2017). Analysis of current-topography interaction in remote sensing imaging procedures for shallow water topography. *Journal of Oceanography*, 73(4), σσ. 449-462.
- Wang, Z. (2015). Spatio-Temporal Features of China's Urban Fires: An Investigation with Reference to Gross Domestic Product and Humidity. *Sustainability*, 7(7), σσ. 9734-9752.
- White, G. B. (1945). *Human Adjustment to Floods*. The University of Chicago.
- Wu, X., Li, W., Hong, D., Tian, J., Tao, R., & Du, Q. (2020). Vehicle detection of multi-source remote sensing data using active fine-tuning network. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 167, σσ. 39-53.
- Xu, G., & Zhong, X. (2017). Real-time wildfire detection and tracking in Australia using geostationary satellite: Himawari-8. *Remote Sens. Lett.*, 8, σσ. 1052-1061.

- Xu, W., Wooster, M. J., Roberts, G., & Xu, W. (2010). New GOES imager algorithms for cloud and active fire detection and fire radiative power assessment across North, South and Central America. *Remote Sens. Environ.*, 114, σσ. 1876-1895.
- Yan, L., & Tan, Y. (2014). Feeling blue? Go online: An empirical study of online support among patients. *Inf. Syst. Res.*, 25(4), σσ. 690-709.
- Yates, D., & Paquette, S. (2011). Emergency knowledge management and social media technologies: a case study of the 2010 Haitian earthquake. *International Journal of Information Management*, 31, σσ. 6-13.
- Yigitcanlar, T. (2016). *Technology and the City: Systems, Applications and Implications*. New York: Routledge.
- Yuan, C., Zhang, Y., & Liu, Z. (2015). Survey on technologies for automatic forest fire monitoring, detection, and fighting using unmanned aerial vehicles and remote sensing techniques. *Can. J. For. Res.*, 45, σσ. 783-792.
- Zhao, Y., Wang, X., Cai, Y., Pan, J., Yue, W., Xu, H., & Wang, J. (2020). Measurements of atmospheric aerosol hygroscopic growth based on multi-channel Raman-Mie lidar. *Atmospheric Environment*.
- Καϊλίδης, Δ., & Καρανικόλα, Π. (2004). *Δασικές Πυρκαγιές 1990-2000*. Αθήνα: Γιαχούδη.
- Καούκης, Κ. (2009). *Δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα την περίοδο 1991-2004, Μηνύματα από την εξέλιξη του φαινομένου*. Αθήνα.
- Στυλιανοπούλου, Ε. (2008). *Μελέτη των κοινωνικών, περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις πυρκαγιές στην Πελοπόννησο κατά τη διάρκεια των καλοκαιριού του 2007*. Αθήνα.
- Φλόκας, Α. (1986). *Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας*. Θεσσαλονίκη.