



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΧΩΡΟΥ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

**"Διερεύνηση και αξιολόγηση της διαδικτυακής πλατφόρμας Ororatech βάσει
των δασικών πυρκαγιών στον ελληνικό χώρο κατά την αντιπυρική περίοδο
2020-2021"**

Μεταπτυχιακή εργασία

Νικόλαος Κωνσταντίνου

Αθήνα, 2022



HAROKOPIO UNIVERSITY

**SCHOOL OF ENVIROMENT, GEOGRAPHY AND APPLIED
ECONOMICS**

GEOGRAPHY DEPARTMENT

**POSTGRADUATE PROGRAMME APPLIED GEOGRAPHY AND SPATIAL
PLANNING**

**COURSE MANAGEMENT OF NATURAL AND HUMAN INDUCED
DISASTERS**

**"Investigation and evaluation of web platform Ororatech based on forest fires
in Greece during the firefighting period 2020-2021"**

Master Thesis

Nikolaos Konstantinou

Athens, 2022



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΧΩΡΟΥ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ

ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ισαάκ Παρχαρίδης

Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Πέτρος Κατσάφαδος

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Ευαγγελία Δράκου

Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Ο Νικόλαος Κωνσταντίνου,

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
- 2) Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.
- 3) Όπου υφίστανται δικαιώματα άλλων δημιουργών έχουν διασφαλιστεί όλες οι αναγκαίες άδειες χρήσης ενώ το αντίστοιχο υλικό είναι ευδιάκριτο στην υποβληθείσα εργασία.

Στην οικογένειά μου

*«Όλες οι καταστροφές είναι το αποτέλεσμα της
ανθρώπινης αποτυχίας να σχεδιάσουν και να
εφαρμόσουν κατάλληλα μετρά διαχείρισης»
(Blaikie, 2003)*

Ευχαριστίες

Για την παρούσα διπλωματική εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, τον καθηγητή Ισαάκ Παρχαρίδη (καθηγητής του Τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου), χάρη στον οποίο ξεκίνησα τα πρώτα μου βήματα στο χώρο της τηλεπισκόπησης, πέρα αρκετές γνώσεις και κατευθυντήριες οδηγίες πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο και μου έδωσε την ευκαιρία να συνεργαστώ με την start up εταιρεία OroraTech που εδρεύει στο Μόναχο χάρη στην οποία στηρίχτηκε και η διπλωματική μου εργασία. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Konstantin Pieper (Business Developer) και τον Camilo Pabon (Sales Development Engineer) της Ororatech για την άψογη συνεργασία..

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	i
Εισαγωγή	ii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο : Θεωρητικό Υπόβαθρο	1
Στοιχεία καταστροφής	1
1.1.1 Καταστροφή	1
1.1.2 Επικινδυνότητα	2
1.1.3 Έκθεση	2
1.1.4 Τρωτότητα	3
1.1.5 Κίνδυνος	3
1.1.6 Προσαρμοστικότητα	4
Δασική πυρκαγιά	4
1.2.1 Πυρκαγιά	4
1.2.2 Είδη δασικών πυρκαγιών	6
1.2.3 Αίτια δασικών πυρκαγιών	7
1.2.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την δασική πυρκαγιά	7
1.2.5 Συνέπειες δασικής πυρκαγιάς	8
1.2.6 Δείκτης κινδύνου πυρκαγιάς	10
Τηλεπισκόπηση	11
1.3 Ορισμοί	11
1.3.1 Τηλεπισκόπηση	11
1.3.2 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία	11
1.3.3 Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα	12
1.3.4 Στοιχεία αλληλεπίδρασης ακτινοβολίας - ύλης	13
1.3.5 Φασματική Απόκριση	15
1.4 Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας	15
1.5 Δορυφόροι	17
1.5.1 Δορυφορικά συστήματα παρακολούθησης	17
1.5.2 Όργανα καταγραφής	17
1.5.3 Οπτικά δορυφορικά συστήματα	19
1.5.4 Ενεργά δορυφορικά συστήματα (Ραντάρ)	19
1.5.5 Υπερφασματικοί δορυφόροι	19
1.5.6 Τηλεπισκόπηση και βλάστηση	20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο : Διαδικτυακή πλατφόρμα OgoraTech	24
2.1 Υπηρεσίες.....	24
2.2 Τεχνολογία	28
2.3 Πηγές δεδομένων και δορυφόροι	30
2.3.1 Πολυφασματικές πηγές δεδομένων (δορυφορικές εικόνες)	31
2.3.2 Πηγές δεδομένων hotspots (Προϊόντα πυρκαγιάς τρίτων).....	31
2.4 Διαδικτυακή πλατφόρμα	32
2.5 Έργα και συνεργάτες	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο : Περιοχή Μελέτης.....	48
3.1 Ελλάδα	49
3.1.1 Γεωμορφολογία.....	49
3.1.2 Κλίμα	50
3.1.3 Οικολογία	53
3.1.4 Πυρκαγιές στην Ελλάδα	55
3.2 Κεχριές.....	56
3.3 Λαγκαδάς	58
3.4 Ανάβυσσος.....	58
3.5 Μελία	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο : Δεδομένα και Μεθοδολογία	61
4.1 Δεδομένα	65
4.2 Επεξεργασία.....	68
4.2.1 SNAP.....	68
4.2.2 ARCMAP	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο : Αποτελέσματα.....	78
5.1 Περιγραφική Στατιστική	78
5.2 ΚΕΧΡΙΕΣ.....	87
5.3 ΛΑΓΚΑΔΑΣ	94
5.4 ΑΝΑΒΥΣΣΟΣ	100
5.5 ΜΕΛΙΑ.....	106
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο : Συζήτηση	113
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο : Συμπεράσματα.....	114
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	117
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	119
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	127

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την διερεύνηση και αξιολόγηση της διαδικτυακής πλατφόρμας www.ororatech.com βάσει των πυρκαγιών στον ελλαδικό χώρο κατά την αντιπυρική περίοδο 2020-2021. Η αξιολόγηση της πλατφόρμας πραγματοποιήθηκε βασιζόμενοι στον εντοπισμό της δασικής πυρκαγιάς από τους δορυφόρους σε πραγματικό χρόνο, στο σύνολο των δασικών πυρκαγιών που ανίχνευσαν οι δορυφόροι σε σχέση με τις πυρκαγιές από την βάση δεδομένων της πυροσβεστικής υπηρεσίας και στην καμένη έκταση των τεσσάρων μεγαλύτερων δασικών πυρκαγιών.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρατίθενται θεωρητικά στοιχεία αναφορικά με τις δασικές πυρκαγιές, αλλά και γενικότερα για τις καταστροφές, και πως συμβάλει η τηλεπισκόπηση και τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών στην πρόληψη και αντιμετώπιση αυτών. Στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια σύντομη παρουσίαση της διαδικτυακής πλατφόρμας [ororatech \(www.ororatech.com\)](http://www.ororatech.com). Εν συνεχεία στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη γεωμορφολογία και στο δασικό οικοσύστημα της Ελλάδας και των τεσσάρων δήμων (Κορινθίων, Ανατολικής Μάνης, Σαρωνικού και Αλεξανδρούπολης) με τις μεγαλύτερες πυρκαγιές της αντιπυρικής περιόδου 2020-2021. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα εργαλεία και η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή των εμβαδών καμένων εκτάσεων των τεσσάρων μεγαλύτερων δασικών πυρκαγιών, τα οποία στη συνέχεια θα τα συγκρίνουμε με τα εμβαδά των καμένων εκτάσεων που υπολογίζει η διαδικτυακή πλατφόρμα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης σε συγκριτικούς πίνακες και διαγράμματα, καθώς επίσης εικόνες και χάρτες από την επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων μέσω των προγραμμάτων SNAP και ARCGIS για την εξαγωγή της καμένης έκτασης. Εν' κατακλείδι, στο τελευταίο κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα της ανάλυσης.

Λέξεις - Κλειδιά

Ororatech, Δασικές Πυρκαγιές, ESA, SNAP, NBR, ARCGIS

Abstract

Purpose of this master thesis are the investigation and evaluation of the online platform www.ororatech.com based on the fires in Greece during the fire-fighting period 2020-2021. The evaluation of the platform was carried out based on the detection of the forest fire by the satellites in real time, in all the forest fires detected by the satellites in relation to the fires from the fire service database and in the burned area of the four fires.

The first chapter presents theoretical data regarding forest fires, but also for disasters in general, and how remote sensing and geographic information systems contribute to their prevention and response. The second chapter provides a brief overview of the ororatech online platform (www.ororatech.com). Then in the third chapter reference is made to the geomorphology and the forest ecosystem of Greece and the four municipalities (Corinth, East Mani, Saronic and Alexandroupolis) with the largest fires of the fire season 2020-2021. The fourth chapter presents the tools and methodology used to extract the burned areas of the four largest forest fires, which we will then compare with the burned areas calculated by the online platform.

The fifth chapter presents the results of the analysis in comparative tables and diagrams, as well as images and maps from the processing of satellite images through the SNAP and ARCGIS programs for the extraction of the burned area. In conclusion, the last chapter presents the conclusions of the analysis.

Keywords

Ororatech, Forest Fires, ESA, SNAP, NBR, ARCGIS

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

[Εικόνα 1.1] Τρίγωνο της φωτιάς.....	5
[Εικόνα 1.2] Τυπικές καμπύλες φασματικής απόκρισης για διάφορα υλικά της γήινης επιφάνειας σε εύρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος από 0,3 έως 12 περίπου μm	15
[Εικόνα 1.3]: Σύγκριση της φασματικής απόκρισης υγιούς βλάστης και καμένης έκτασης.....	22
[Εικόνα 2.1] Νανοδορυφόρος από τον αστερισμό CubeSat της OroraTech	28
[Εικόνα 2.2] Δορυφορικό πλαίσιο από νανοδορυφόρο της OroraTech	29
[Εικόνα 2.3] Κάμερα υπερέθρων από νανοδορυφόρο της OroraTech	29
[Εικόνα 2.3] Μονάδα επεξεργασίας από νανοδορυφόρο της OroraTech	29
[Εικόνα 2.4] Πομπός Simplex Globalstar από νανοδορυφόρο της OroraTech	30
[Εικόνα 2.5] Διαδικτυακή πλατφόρμα OroraTech	32
[Εικόνα 2.6] Μενού “Monitor” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech.....	33
[Εικόνα 2.7] “Existing Areas” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech.....	33
[Εικόνα 2.8] “Create New Area” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech.....	33
[Εικόνα 2.9] Μενού “Layers” Διαδικτυακής πλατφόρμας.....	34
[Εικόνα 2.10] “Base Maps” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech	34
[Εικόνα 2.11] “Fire” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech	34
[Εικόνα 2.12] “Weather” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech	35
[Εικόνα 2.13] Map “Temperature”	35
[Εικόνα 2.14]] Map “Humidity”	36
[Εικόνα 2.15] Map “Wind Speed and Direction”	36
[Εικόνα 2.16] Map “Wind Speed”	36
[Εικόνα 2.17] Map “Wind Particies”	37
[Εικόνα 2.18] Map “Cloud Cover”	37
[Εικόνα 2.19] Map “Precipitation”	37
[Εικόνα 2.20] “Overlays” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech	38
[Εικόνα 2.21] Map “Fire Danger”	38
[Εικόνα 2.22] Classification “Fuels”	39

[Εικόνα 2.23] Map “Fuels”	39
[Εικόνα 2.24] Μενού “Filter” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech	40
[Εικόνα 2.25] (α) Timeframe (β) Satellites (γ) Confidence (δ) Algorithms	40
[Εικόνα 2.26] Μενού “Help” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech	41
[Εικόνα 2.27] Μενού “Account” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech	41
[Εικόνα 2.28] Στοιχεία από την επιλογή πυρκαγιάς	41
[Εικόνα 2.29] “Details” από την επιλογή πυρκαγιάς	42
[Εικόνα 2.30] “Classifications” από την επιλογή πυρκαγιάς	42
[Εικόνα 2.31] “FRP” από την επιλογή πυρκαγιάς	43
[Εικόνα 2.32] “Affected Area” από την επιλογή πυρκαγιάς	43
[Εικόνα 2.33] “Land Cover Distribution” από την επιλογή πυρκαγιάς	44
[Εικόνα 2.34] “Confidence Distribution” από την επιλογή πυρκαγιάς	44
[Εικόνα 2.35] “Hotspots” από την επιλογή πυρκαγιάς	45
[Εικόνα 2.36] “Details” από την επιλογή hotspot	45
[Εικόνα 2.37] “Scientific” από την επιλογή hotspot	45
[Εικόνα 2.38] “Images” από την επιλογή hotspot	46
[Εικόνα 2.39] “Leo Satellite Passes” από την επιλογή hotspot	46
[Εικόνα 3.1] Παγκόσμιος χάρτης - Ελλάδα	48
[Εικόνα 3.2] Γεωμορφολογικός χάρτης Ελλάδας	49
[Εικόνα 3.3] Κλιματικός χάρτης της Ελλάδας, σύμφωνα με την κλιματική ταξινόμηση Κέππεν	52
[Εικόνα 3.4] Χάρτης Ελλάδας	57
[Εικόνα 3.5] Χάρτης Δήμου Κορινθίας - Περιοχή Κεχριές	57
[Εικόνα 3.6] Όνεια όρη	57
[Εικόνα 3.7] Χάρτης Ελλάδας – Περιοχή Λαγκαδάς	58
[Εικόνα 3.8] Βλάστηση Λαγκαδά Ανατολικής Μάνης	58
[Εικόνα 3.9] Χάρτης Νοτιανατολικής Αττικής - Ανάβυσσος	59
[Εικόνα 3.10]] Όλυμπος Αναβύσσου	59
[Εικόνα 3.11] Πάνειο όρος	59

[Εικόνα 3.12] Δήμος Αλεξανδρούπολης – Περιοχή Μελία	60
[Εικόνα 4.1] Φασματικά κανάλια Sentinel 2	64
[Εικόνα 4.2] Φασματικά κανάλια Sentinel 2	65
[Εικόνα 4.3] Ιστότοπος Copernicus hub	66
[Εικόνα 4.4] Επιλογή περιοχής	66
[Εικόνα 4.5] Εισαγωγή φίλτρων	67
[Εικόνα 4.6] Λίστα εικόνων αναζήτησης	67
[Εικόνα 4.7] RGB Image	68
[Εικόνα 4.8] Παράθυρο Band Maths	69
[Εικόνα 4.9] Graph builder	70
[Εικόνα 4.10] Resample	70
[Εικόνα 4.11] Subset	71
[Εικόνα 4.12] NBR	71
[Εικόνα 4.13] Collocation	72
[Εικόνα 4.14] Διάγραμμα NDWI	73
[Εικόνα 4.15] Cloud_Water_Mask	73
[Εικόνα 4.16] RBR	74
[Εικόνα 4.17] RBR_.....	75
[Εικόνα 4.18] Εξαγωγή Geotiff	75
[Εικόνα 4.19] Reclassify	77
[Εικόνα 4.20] Raster to Polygon	77
[Εικόνα 5.1] “Fire” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech Ψευδέχρωμη εικόνα RGB (κανάλια Red: B12, Green: B11 ,Blue: B8A)) - Περιοχή Κεχριές - αριστερά πριν την πυρκαγιά (19/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (29/07/2020) (καμένη έκταση- καφέ χρώμα)	87
[Εικόνα 5.2] Δημιουργία cloud mask – μάσκα περιοχών που περιέχουν σύννεφα - Περιοχή Κεχριές - αριστερά πριν την πυρκαγιά (19/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (29/07/2020).....	88
[Εικόνα 5.3]] Ψευδέχρωμη εικόνα Subset - Resample RGB (κανάλια Red: B12, Green: B8 ,Blue: B3)) - Περιοχή Κεχριές - αριστερά πριν την πυρκαγιά (19/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (29/07/2020) (καμένη έκταση- κόκκινο χρώμα)	88
[Εικόνα 5.4] Δείκτης NBR - Περιοχή Κεχριές- αριστερά πριν την πυρκαγιά (19/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (29/07/2020) (καμένη έκταση- γκρι σκούρο χρώμα).....	89

[Εικόνα 5.5] Μάσκα σύννεφων και εικονοστειχείων νερού στην περιοχή Κεχριές	90
[Εικόνα 5.6] Δείκτης RBR στην περιοχή Κεχριές	90
[Εικόνα 5.7] Δείκτης RBR_ στην περιοχή Κεχριές	91
[Εικόνα 5.8] Geotiff Περιοχή Κεχριές.....	91
[Εικόνα 5.9] Επαναταξινόμηση σε τέσσερεις κλάσεις με την εντολή Reclassify - Σφοδρότητα της πυρκαγιάς	92
[Εικόνα 5.10] Πολύγωνα τα οποία δημιουργήθηκαν με την εντολή Raster to Polygon	92
[Εικόνα 5.11] Περιοχή Κεχριές – {αριστερά} καμένη έκταση από OroraTech και {δεξιά εικόνα} καμένης έκτασης βάσει NBR	93
[Εικόνα 5.12] Καμένη έκταση στην περιοχή Κεχριές	93
[Εικόνα 5.13] Ψευδέχρωμη εικόνα RGB (κανάλια Red: B12, Green: B11 ,Blue: B8A)) - Περιοχή Λαγκαδάς - αριστερά πριν την πυρκαγιά (29/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (28/08/2020) (καμένη έκταση- καφέ χρώμα).....	94
[Εικόνα 5.14] Δημιουργία cloud mask – μάσκα περιοχών που περιέχουν σύννεφα - Περιοχή Λαγκαδάς - αριστερά πριν την πυρκαγιά (29/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (28/08/2020).....	94
[Εικόνα 5.15] Ψευδέχρωμη εικόνα Resampled RGB (κανάλια Red: B12, Green: B8 ,Blue: B3)) - Περιοχή Λαγκαδάς - αριστερά πριν την πυρκαγιά (29/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (28/08/2020) (καμένη έκταση- κόκκινο χρώμα)	95
[Εικόνα 5.16] Δείκτης NBR - Περιοχή Λαγκαδάς - αριστερά πριν την πυρκαγιά (29/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (28/08/2020) (καμένη έκταση- γκρι σκούρο χρώμα)	95
[Εικόνα 5.17] Μάσκα σύννεφων και εικονοστειχείων νερού στην περιοχή Λαγκαδά	96
[Εικόνα 5.18] Δείκτης RBR στην περιοχή Λαγκαδά	96
[Εικόνα 5.19] Δείκτης RBR_ περιοχή Λαγκαδά	97
[Εικόνα 5.20] Geotiff της περιοχής Λαγκαδά	97
[Εικόνα 5.21] Επαναταξινόμηση σε τέσσερεις κλάσεις με την εντολή Reclassify - Σφοδρότητα της πυρκαγιάς	98
[Εικόνα 5.22] Πολύγωνα τα οποία δημιουργήθηκαν με την εντολή Raster to Polygon	98
[Εικόνα 5.23] Περιοχή Λαγκαδά – {αριστερά} καμένη έκταση από OroraTech και {δεξιά εικόνα} καμένης έκτασης βάσει NBR	99
[Εικόνα 5.24] Καμένη έκταση στην περιοχή Λαγκαδά	99
[Εικόνα 5.25] Ψευδέχρωμη εικόνα RGB (κανάλια Red: B12, Green: B11 ,Blue: B8A)) - Περιοχή Ανάβυσσος - αριστερά πριν την πυρκαγιά (07/09/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020) (καμένη έκταση-κίτρινο καφέ χρώμα)	100

[Εικόνα 5.26] Δημιουργία cloud mask – μάσκα περιοχών που περιέχουν σύννεφα - Περιοχή Ανάβυσσος - αριστερά πριν την πυρκαγιά (07/09/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020).....	100
[Εικόνα 5.27] Ψευδέχρωμη εικόνα Resampled RGB (κανάλια Red: B12, Green: B8 ,Blue: B3)) - Περιοχή Ανάβυσσος - αριστερά πριν την πυρκαγιά (07/09/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020) (καμένη έκταση- κόκκινο χρώμα)	101
[Εικόνα 5.28] Δείκτης NBR - Περιοχή Ανάβυσσος - αριστερά πριν την πυρκαγιά (07/09/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020) (καμένη έκταση- γκρι σκούρο χρώμα).....	101
[Εικόνα 5.29] Μάσκα σύννεφων και εικονοστειχείων νερού στην περιοχή Ανάβυσσος	102
[Εικόνα 5.30] Δείκτης RBR στην περιοχή Ανάβυσσος	102
[Εικόνα 5.31] Δείκτης RBR_ περιοχή Ανάβυσσος	103
[Εικόνα 5.32] Geotiff της περιοχής Ανάβυσσος	103
[Εικόνα 5.33] Επαναταξινόμηση σε τέσσερις κλάσεις με την εντολή Reclassify - Σφοδρότητα της πυρκαγιάς.....	104
[Εικόνα 5.34] Πολύγωνα τα οποία δημιουργήθηκαν με την εντολή Raster to Polygon	104
[Εικόνα 5.35] Περιοχή Ανάβυσσος – {αριστερά} καμένη έκταση από OroraTech και {δεξιά εικόνα} καμένης έκτασης βάσει NBR	105
[Εικόνα 5.36] Καμένη έκταση στην περιοχή Ανάβυσσος	105
[Εικόνα 5.37] Ψευδέχρωμη εικόνα RGB (κανάλια Red: B12, Green: B11 ,Blue: B8A)) - Περιοχή Μελία - αριστερά πριν την πυρκαγιά (18/08/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020) (καμένη έκταση- καφέ χρώμα)	106
[Εικόνα 5.38] Δημιουργία cloud mask – μάσκα περιοχών που περιέχουν σύννεφα - Περιοχή Μελία - αριστερά πριν την πυρκαγιά (18/08/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020).....	106
[Εικόνα 5.39] Ψευδέχρωμη εικόνα Resampled RGB (κανάλια Red: B12, Green: B8 ,Blue: B3)) - Περιοχή Μελία - αριστερά πριν την πυρκαγιά (18/08/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020) (καμένη έκταση- κόκκινο χρώμα).....	107
[Εικόνα 5.40] Δείκτης NBR - Περιοχή Μελία - αριστερά πριν την πυρκαγιά (18/08/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020) (καμένη έκταση- μαύρο χρώμα).....	107
[Εικόνα 5.41] Μάσκα σύννεφων και εικονοστειχείων νερού στην περιοχή Μελία	108
[Εικόνα 5.42] Δείκτης RBR στην περιοχή Μελία	108
[Εικόνα 5.43] Δείκτης RBR_ περιοχή Μελία	109
[Εικόνα 5.44] Geotiff της περιοχής Μελία	109
[Εικόνα 5.45] [Εικόνα 5.45] Επαναταξινόμηση σε τέσσερις κλάσεις με την εντολή Reclassify - Σφοδρότητα της πυρκαγιάς	110

[Εικόνα 5.46] Πολύγωνα τα οποία δημιουργήθηκαν με την εντολή Raster to Polygon	110
[Εικόνα 5.47] Περιοχή Μελίσια – {αριστερά} καμένη έκταση από OroraTech και {δεξιά εικόνα} καμένης έκτασης βάσει NBR	111
[Εικόνα 5.48] Καμένη έκταση στην περιοχή Μελίσια	111

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

[Πίνακας 1.1] Οπτικά δορυφορικά συστήματα.....	19
[Πίνακας 1.2] Ενεργά δορυφορικά συστήματα (Ραντάρ)	19
[Πίνακας 1.3] Υπερφασματικοί δορυφόροι	19
[Πίνακας 3.1] Ζώνες βλάστησης Ελλάδας	54
[Πίνακας 4.1] Κλάσεις σφοδρότητας.....	76
[Table 1] Matched results from Orora and fire service for May	81
[Table 2] Matched results from Orora and fire service for June.....	81
[Table 3] Matched results from Orora and fire service for July.....	82
[Table 4] Matched results from Orora and fire service for August.....	83
[Table 5] Matched results from Orora and fire service for September	84
[Table 6] Matched results from Orora and fire service for October	85
[Πίνακας 7] Συγκριτικός πίνακας καμένων εκτάσεων(km ²) από OroraTech, Πυροσβεστική και NBR..	112
[Πίνακας 8] Συγκριτικός πίνακας πυρκαγιών και "matching" από OroraTech και Πυροσβεστική.....	112

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

[Γράφημα 1] %καλύτερο matching πυρκαγιών ανά μήνα και συνολικά τους 6 μήνες	86
[Γράφημα 2] Most popular satellite in matching fires from OroraTech.....	86

Συντομογραφίες

ESA: European Space Agency

DNBR: Difference Normalized Burn Ratio

NBR: Normalized Burn Ratio

RBR : Relativized Burn Ratio

UNISDR : United Nations Office for Disaster Risk Reduction

UNU-EHS : United Nations University - Institute for Environment and Human Security

IR : InfraRed

IFOV: Instantaneous Field of View

NDVI : Normalized difference vegetation index

SAVI : Soil Adjusted Vegetation Index

EVI : Enhanced Vegetation Index

NBR : Normalized Burn Ratio

PVI : Perpendicular Vegetation Index

MSAVI2 : Modified Soil Adjusted Vegetation Index 2

WDVI : Weighted difference vegetation index

DLR : German Aerospace Center

API : Application Programming Interface

FRP : Fire Radiative Power

LEO : Low Earth orbit

GEO : Geosynchronous equatorial orbit

SMD : Surface-mount device

GPU : Graphics processing unit

MWIR : Middle Wavelength Infrared

IRFPA : Infrared focal plane array

SLSTR : Sea and Land Surface Temperature Radiometer

VIIRS : Visible Infrared Imaging Radiometer Suite

OLCI : Ocean and Land Colour Instrument

MSI : Multispectral Instrument

MODIS : Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

ABI : Advanced Baseline Imager

AHI: Advanced Himawari Imager

SEVIRI : Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager

EUMETSAT : European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites

Εισαγωγή

Η Επιστήμη Δεδομένων σε συνδυασμό με την Τηλεπισκόπηση και τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο σε πολλούς τομείς της σύγχρονης εποχής. Ένας από τους τομείς αυτούς είναι και ο αυτός της διαχείρισης φυσικών και ανθρωπογενών κινδύνων και καταστροφών. Η ανάλυση δεδομένων συμβάλλει ενεργά στη λήψη αποφάσεων τόσο για την πρόληψη όσο και για την αντιμετώπιση των καταστροφών και των κινδύνων.

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Στοιχεία καταστροφής

1.1.1 Καταστροφή

Καταστροφή ορίζεται ως η σοβαρή διακοπή λειτουργίας μιας κοινωνίας η οποία συνδέεται, με εκτεταμένες ανθρώπινες, υλικές, οικονομικές ή περιβαλλοντικές απώλειες και επιπτώσεις και η οποία υπερβαίνει την ικανότητα της πληγείσας κοινότητας να ανταπεξέλθει με τους ίδιους πόρους και τις ίδιες δυνατότητες (UNISDR, 2009). Οι καταστροφές διακρίνονται σε δυο κατηγορίες, τις φυσικές και τις ανθρωπογενείς.

Φυσική καταστροφή είναι ένα σοβαρό, μεγάλης κλίμακας, δυσμενές γεγονός ως αποτέλεσμα φυσικών διαδικασιών της γης και της βιόσφαιρας (Σαπουντζάκη - Δανδουλάκη, 2015). Μια φυσική καταστροφή προκαλεί απώλειες ζώων και περιουσιών, τραυματισμούς και προβλήματα υγείας, βλάβες στο φυσικό και στο οικιστικό περιβάλλον και στις περισσότερες περιπτώσεις αφήνει στο πέρασμα της οικονομικές και κοινωνικές απώλειες, των οποίων η σοβαρότητα και το μέγεθος εξαρτάται από την τρωτότητα, την προσαρμοστικότητα και την ικανότητα ανάκαμψης (Bankoff et al., 2003). Οι φυσικές καταστροφές χωρίζονται σε έξι κατηγορίες: γεωφυσικές, μετεωρολογικές, υδρολογικές, κλιματολογικές, βιολογικές και εξωγήινης προέλευσης (Below et al., (CRED and Munich RE), 2009). Τα βασικότερα στοιχεία μελέτης μιας φυσικής καταστροφής είναι η πιθανότητα, η συχνότητα (αναμενόμενος αριθμός γεγονότος σε μια καθορισμένη χρονική περίοδο) και η περίοδος αναφοράς (μετρά τη μέση συχνότητα, στην οποία ένα συγκεκριμένο συμβάν αναμένεται να εκδηλωθεί).

Ανθρωπογενής καταστροφή είναι το αποτέλεσμα τεχνολογικών επικινδυνοτήτων. Σε αυτές περιλαμβάνονται πυρκαγιές, ατυχήματα στις μεταφορές, βιομηχανικά ατυχήματα, διαρροές πετρελαίου και πυρηνικές εκρήξεις.

Σύμφωνα με το Γενικό Σχέδιο Πολίτικης Προστασίας της Χώρας (N.3013/2002), η ένταση της καταστροφής καθορίζεται από το μέγεθος των απωλειών ή ζημιών που αφορούν τη ζωή, την υγεία και την περιουσία των πολιτών, τα αγαθά, τις παραγωγικές πηγές και τις υποδομές, αναφέροντας την κλίμακα των καταστροφών, η οποία περιέχει τις εξής κατηγορίες: γενική

καταστροφή, περιφερειακή καταστροφή μικρής έντασης, περιφερειακή καταστροφή μεγάλης έντασης, τοπική καταστροφή μικρής έντασης και τοπική καταστροφή μεγάλης έντασης.

1.1.2 Επικινδυνότητα

Επικινδυνότητα είναι ένα απειλητικό φαινόμενο, μια απειλητική ουσία, μια απειλητική ανθρώπινη δραστηριότητα ή κατάσταση που είναι δυνατόν να προκαλέσει απώλειες ζωών, τραυματισμούς ή άλλες επιπτώσεις στην υγεία, ζημιές στις περιουσίες, απώλειες στα μέσα διαβίωσης και στις υπηρεσίες, κοινωνική και οικονομική απορρύθμιση και περιβαλλοντικές βλάβες (UNISDR 2009). Οι επικινδυνότητες έχουν φυσική προέλευση, περιβαλλοντική ή τεχνολογική και προκαλούνται από μια τεράστια ποικιλία γεωλογικών, υδρολογικών, μετεωρολογικών, ωκεάνιων, βιολογικών και τεχνολογικών πηγών και διαδικασιών, που σε ορισμένες περιπτώσεις ενεργούν συνδυαστικά. Κάθε εκδοχή επικινδυνότητας χαρακτηρίζεται από την θέση της, την έντασή της και την αντίστοιχη πιθανότητα εκδήλωσης (European Chemical Bureau). Κατά τον Bimal Kanti (2011), τα βασικά χαρακτηριστικά της επικινδυνότητας είναι: το μέγεθος, η διάρκεια, η έκταση, η συχνότητα, η εποχικότητα, η θέση, η γεωγραφική διασπορά και η ταχύτητα εκδήλωσης της.

Σύμφωνα με το UNISDR(2009), η επικινδυνότητα μπορεί να διακριθεί σε:

- Φυσική
- Κοινωνικο-φυσική
- Τεχνολογική
- Κοινωνιολογική

1.1.3 Έκθεση

Σύμφωνα με το United Nations Development Programme (2004), έκθεση ορίζεται η συνολική αξία των στοιχείων που βρίσκονται σε κίνδυνο και εκφράζεται με τον αριθμό των ανθρώπων και την αξία των περιουσιών που υπάρχει πιθανότητα να επηρεαστούν από επικινδυνότητες. Η έκθεση είναι συνάρτηση της γεωγραφικής θέσης. Η έκθεση σε επικινδυνότητες αναφέρεται σε πληθυσμούς, περιουσίες, τεχνικά συστήματα ή άλλα στοιχεία που βρίσκονται μέσα σε ζώνες επικινδυνότητας και άρα υπόκεινται στο ενδεχόμενο βλαβών ή απωλειών (UNISDR 2009). Η έκθεση συνδυάζεται με την τρωτότητα των εκτεθειμένων στοιχείων σε συγκεκριμένες επικινδυνότητες, για την ποσοτική εκτίμηση των κινδύνων που συνδέονται με αυτές τις επικινδυνότητες στην εξεταζόμενη περιοχή.

1.1.4 Τρωτότητα

Σύμφωνα με το UN-ISDR(2009), τρωτότητα ορίζεται το σύνολο των χαρακτηριστικών και οι συνθηκών μιας κοινότητας, ενός συστήματος ή κάποιου πόρου που καθίστανται ευάλωτα στις καταστρεπτικές επιδράσεις μιας επικινδυνότητας. Η τρωτότητα ποικίλει στο εσωτερικό μιας κοινότητας και αλλάζει με το πέρασμα του χρόνου. Οι διαστάσεις της τρωτότητας μπορούν να συσταδοποιηθούν σε τρεις βασικούς άξονες: *τον άξονα των εσωτερικών και εξωτερικών εξαρτήσεων της τρωτότητας*, όπου η έκθεση στα σοκ και στις συνθήκες πίεσης τοποθετείται κατά μήκος του άξονα ως εξωτερικές εξαρτήσεις της τρωτότητας, ενώ η έλλειψη ικανότητας για πρόβλεψη, αντίσταση, αντιμετώπιση ως εξωτερικές εξαρτήσεις, *τον άξονα των τομέων αναφοράς*, ο οποίος αναφέρεται στις διαφορές και παραλλαγές της τρωτότητας που σχετίζονται με κοινωνικά, οικονομικά, φυσικά, πολιτικά και άλλα ζητήματα και συστήματα, και ο άξονας του γεωγραφικού-πολίτικου επίπεδου αναφοράς, ο οποίος εκτείνεται από το προσωπικό επίπεδο ενός ανθρώπου έως και το διεθνές επίπεδο μιας χώρας και επιπλέον ο άξονας αυτός εμπλέκει τις δημόσιες πολιτικές(UNU-EHS, 2006).

Ο Hewitt (1997) πρότεινε ένα ευρύ φάσμα μορφών τρωτότητας, το οποίο περιέχει :

- ατομική,
- ενδοοικογενειακή
- την τρωτότητα φύλλου
- χωροοικονομική
- οικονομική
- την τρωτότητα εθνικότητας
- πολιτισμική
- γεωγραφική

1.1.5 Κίνδυνος

Σύμφωνα με το UN-ISDR(2009), είναι ο συνδυασμός της πιθανότητας κάποιου γεγονότος με τις αρνητικές συνέπειες που θα προκαλέσει. Το UNU-EHS(2006) διέκρινε δυο συνθήκες οι οποίες προηγούνται της καταστροφής, πρώτον την πιθανότητα ότι το γεγονός-έναυσμα λαμβάνει χώρα και δεύτερον η τρωτότητα προϋπάρχει, υφίσταται δηλαδή η προδιάθεση ανθρώπων, διαδικασιών, υποδομών, υπηρεσιών, οργανισμών ή συστημάτων να επηρεαστούν, να υποστούν βλάβες ή να καταστραφούν από το γεγονός. Ο κίνδυνος καταστροφής είναι συνάρτηση της τρωτότητας και της επικινδυνότητας: **Risk=Hazard # Vulnerability**.

Ο Alexander (2002), όρισε τον κίνδυνο ως το ενδεχόμενο ή την πιθανότητα για ένα συγκεκριμένο επίπεδο απωλειών από και σε ένα δεδομένο σύνολο στοιχείων εκτεθειμένων σε δεδομένο επίπεδο επικινδυνότητας, δηλαδή :

Total Risk= (Σ Exposed Elements) x Hazard x Vulnerability. Ο κίνδυνος, σύμφωνα με το UNU-EHS(2006), συνδυασμός τριών στοιχείων, της επικινδυνότητας, της έκθεσης και της τρωτότητας **Risk= Exposure x Hazard x Vulnerability.**

1.1.6 Προσαρμοστικότητα

Σύμφωνα με το UN-ISDR(2009), προσαρμοστικότητα είναι η ικανότητα ενός συστήματος ή μιας κοινωνίας εκτεθειμένης σε επικινδυνότητες να ανθίσταται, αφομοιώνει, ανταπεξέρχεται και να ανακάμπτει από τις επιπτώσεις μιας επικινδυνότητας έγκαιρα και αποτελεσματικά, άλλα και μέσω της διατήρησης και αποκατάστασης των βασικών και θεμελιωδών και λειτουργιών της. Οι Kendra και Wachtendorf (2002) διέκριναν τέσσερις συνιστώσες της προσαρμοστικότητας, την ευρωστία, την επινοητικότητα, την εφεδρικότητα και την ταχύτητα.

Δασική πυρκαγιά

1.2.1 Πυρκαγιά

«Φωτιά ή πυρ ή και πυρά είναι η καύση που συνοδεύεται από φλόγα. Πρόκειται για χημική αντίδραση κατά την οποία εκλύεται έντονα θερμότητα και κατά το φαινόμενο συντηρείται φλόγα, ως ορατό αποτέλεσμα της εξώθερμης αντίδρασης. Το υλικό που αντιδρά κατά την καύση ονομάζεται καύσιμο. Όταν αυτό είναι εύφλεκτο (αναφλέγεται, «αρπάζει» εύκολα) συνήθως έχουμε φλόγα και άρα φωτιά. Μια φωτιά ξεκινά όταν ένα εύφλεκτο καύσιμο υλικό, υπό την παρουσία οξυγόνου ή κάποιου άλλου οξειδωτικού παράγοντα, βρεθεί σε κατάλληλη θερμοκρασία. Αυτό το κατώφλι θερμοκρασίας ονομάζεται «θερμοκρασία ανάφλεξης» ή σημείο ανάφλεξης, και είναι διαφορετικό για κάθε υλικό. Μια φωτιά μπορεί να ξεκινήσει από μια σπίθα, άλλη φωτιά (φούρνου, τζακιού κλπ), μια έκρηξη, ένα αναμμένο σπίρτο ή τσιγάρο, πηγές έντονης θερμικής ακτινοβολίας όπως ο ήλιος, ένα αναμμένο ηλεκτρικό σίδερο, ένας λαμπτήρας πυράκτωσης, κλπ» (Σαπουντζάκη - Δανδουλάκη, 2015).

Πυρκαγιά είναι η ανεξέλεγκτη φωτιά, η οποία προκαλείται από μη ελεγχόμενη καύση με το οξυγόνο και συνοδεύεται από πρόκληση μεγάλων ποσών θερμότητας και φωτός, γεγονός που έχει ως συνέπεια την καταστροφή του καιγόμενου υλικού (WordNet 3.0, 2006 by Princeton University).

Η φωτιά ως φαινόμενο εξαρτάται από τρεις παράγοντες που συνιστούν το λεγόμενο «τρίγωνο της φωτιάς»: τη θερμότητα, την παρουσία οξυγόνου και την καύσιμη υλη(ποσότητα,

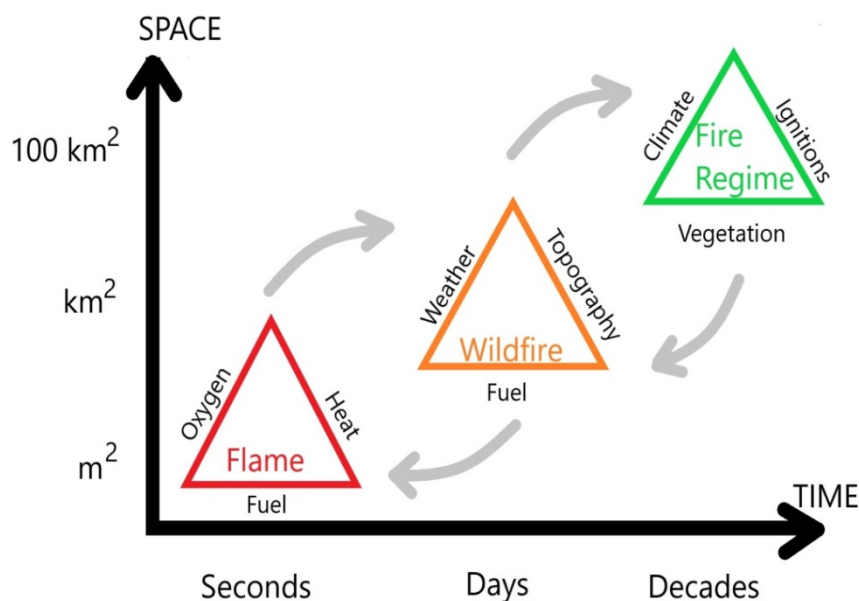
είδος, υγρασία). Για να περιοριστεί η να εξαλειφθεί η φωτιά πρέπει να εκλείψει τουλάχιστον ένας από τους τρεις παράγοντες. Για να σταματήσει η ύπαρξη οξυγόνου συνήθως χρησιμοποιείται αφρός, για να μειωθεί η θερμοκρασία γίνεται χρήση νερού και για να απομακρυνθεί η καύσιμη ύλη π.χ στις δασικές πυρκαγιές κόβονται ή απομακρύνεται η βλάστηση.

Σύμφωνα με τον Τσατσούλα (2010), η έναρξη και η εξάπλωση μιας πυρκαγιάς εξαρτάται από ένα εύρος παραγόντων οι οποίοι είναι:

α) Μετεωρολογικοί: βροχή, θερμοκρασία, σχετική υγρασία και άνεμος

β) Γεωμορφολογία: ανάγλυφο, κλίση, προσανατολισμός, υψόμετρο και κάποια άλλα ειδικά χαρακτηριστικά (κλειστές κοιλάδες, ράχες, βουνοκορφές κ)

γ) Καύσιμη ύλη



[Εικόνα 1.1] Τρίγωνο της φωτιάς

[Πηγή : <http://www.wikiwand.com>]

Η εξέλιξη μιας δασικής πυρκαγιάς εξαρτάται από ένα ευρύ σύνολο πολύπλοκων παραγόντων που αλληλεπιδρούν, όπως το κλίμα, η τοπογραφική διαμόρφωση, οι χρήσεις γης, το ιστορικό πυρκαγιών στην περιοχή, η εδαφοκάλυψη, η δομή των δασών, τα χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης αλλά και το σύστημα διαχείρισης πυρκαγιών (Καλαμποκίδης (2002), Κλειδαράς (2012)).

1.2.2 Είδη δασικών πυρκαγιών

Σύμφωνα με τον Ryne (Καϊλίδης 1990), οι δασικές πυρκαγιές, ανάλογα με τον τρόπο της εξάπλωσης και την θέση τους στην επιφάνεια του εδάφους διακρίνονται σε :

Πυρκαγιές εδάφους ή υπόγειες

Σε πολλά δάση δημιουργείται ένα στρώμα οργανικής ύλης το οποίο μπορεί να είναι καλά συμπιεσμένο, να έχει λεπτή υφή, να είναι αποκλεισμένο από τον ατμοσφαιρικό αέρα και έτσι να μη τροφοδοτείται επαρκώς από οξυγόνο. Στις πυρκαγιές αυτές καίγεται το στρώμα οργανικής ύλης κάτω από την επιφάνεια του φυλλοστρώματος του εδάφους. Υπάρχει περίπτωση η οργανική ύλη να φτάνει σε μεγάλο βάθος οπότε η πυρκαγιά έχει τη δυνατότητα να διεισδύσει βαθύτερα από 1-2 μέτρα και να εξαπλωθεί υπόγεια. Σε μια υπόγεια πυρκαγιά μπορεί να μην υπάρχει καπνός, οπότε δύσκολα γίνονται αντιληπτές. Οι πυρκαγιές αυτές διαδίδονται αργά διότι συνήθως το στρώμα της οργανικής ύλης είναι υγρό καθώς επίσης δεν υπάρχει αφθονία οξυγόνου (DeBano et al, 1998). Οι πυρκαγιές αυτές σβήνονται δύσκολα και καταστρέφουν σχεδόν πλήρως το ριζικό σύστημα πολλών φυτών.

Πυρκαγιές επιφάνειας ή έρπουσες

Είναι οι πυρκαγιές που καίνε την ξηρή οργανική ύλη, τη χαμηλή βλάστηση έως 2 μέτρα, τα λιβάδια, τον βελονοτάπητα ή φυλλοτάπητα, τα υπολείμματα των υλοτομιών ή και συνδυασμό των προηγούμενων. Έχουν μεγάλη ταχύτητα διάδοσης, φλόγα, θερμότητα και ο καπνός εξαπλώνεται σε μικρό σχετικά ύψος. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται και οι πυρκαγιές των θαμνώνων, που είναι αρκετά συνηθισμένες στη χώρα μας λόγω της βλάστησης των αείφυλλων πλατύφυλλων.

Πυρκαγιές κόμης ή επικόρυφες

Είναι οι πυρκαγιές που καίνε την εναέρια καύσιμη ύλη (ύψος > 2 μέτρα) και καταστρέφουν την κόμη των δέντρων. Σύμφωνα με τον Κατσάνο 1970, οι πυρκαγιές αυτές έχουν πολύ μεγάλη ταχύτητα διάδοσης, δημιουργείται εξακόντιση των σπινθήρων, αναμμένων τεμαχιδίων ή άλλων υλικών, μπροστά από το κύριο μέτωπο της πυρκαγιάς, δημιουργώντας πολλές νέες εστίες, που καθιστούν δύσκολο το έργο της κατάσβεσης. Η φωτιά μέσω ευνοϊκών μετεωρολογικών συνθηκών μεταφέρεται από τα χαμηλά κλαδιά, τις λειχήνες του κορμού, τις τομές για τη συλλογή της ρητίνης στα κλαδιά και τα φύλλα των δέντρων. Τα δέντρα, κυρίως τα κωνοφόρα (κυρίως χαλέπιο και πεύκη), καταστρέφονται. Ο καπνός που δημιουργείται είναι σε σχήμα μανιταριού, ενώ το χρώμα του είναι σκοτεινότερο από τον καπνό της έρπουσας πυρκαγιάς.

Υπάρχει περίπτωση να συνυπάρχουν και κάποιες από τις παραπάνω κατηγορίες όποτε τότε προκύπτει μια *μεικτή ή σαρωτική πυρκαγιά*.

1.2.3 Αίτια δασικών πυρκαγιών

Σύμφωνα με τον Καϊλίδη (1993), η πλειοψηφία των αιτιών είναι ανθρωπογενούς φύσεως. Κατά τον Βορίση (2004), τα αίτια των πυρκαγιών μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής :

Φυσικά αίτια

Οι κεραυνοί αποτελούν το πιο συνηθισμένο φυσικό αίτιο και ίσως μοναδικό στην Ελλάδα. Οι κεραυνοί μπορούν να προκαλέσουν πυρκαγιές, κυρίως σε δάση κωνοφόρων όταν αυτοί πέσουν σε λεπτά τεμάχια, μεγαλύτερων των 3 mm, από ξύλο και βελόνες (Καϊλίδης, 1993). Στα φυσικά αίτια μπορούν να ενταχθούν και τα ηφαίστεια.

Εμπρησμοί από αμέλεια

Η βασική αιτία των δασικών πυρκαγιών είναι οι πυρκαγιές από αμέλεια. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι πυρκαγιές από ρίψη τσιγάρου ή σπύριτου, η καύση καλαμιών, αγροτικών υπολειμμάτων, σκουπιδιών και ξερών χόρτων, από σκουπιδότοπους, καλώδια ρεύματος της ΔΕΗ, σπινθήρες από συγκοινωνιακά μέσα και από τη χρήση εργαλείων και μηχανημάτων, σπασμένα γυάλινα μπουκάλια, ρίψης βολών από το τις Ένοπλες Δυνάμεις κτλ.

Εμπρησμοί από πρόθεση

Σύμφωνα με τον Καϊλίδη 1993, ο εμπρησμός από πρόθεση έχει απώτερο σκοπό τη δημιουργία βοσκοτόπων, την οικοπεδοποίηση, την αντεκδίκηση, τη βλάβη της ασφάλειας ή του τουρισμού μιας περιοχής.

Άγνωστα αίτια

Αίτια τα οποία δεν μπορούν να αποδειχθούν και να εξηγηθούν.

1.2.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την δασική πυρκαγιά

Καύσιμη ύλη

Η περιεκτικότητα σε υγρασία της καύσιμης ύλης σε συνδυασμό με τον ρυθμό αποβολής της και οι συνθήκες βλάστησης διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της πυρκαγιάς. Η ευφλεκτότητα της βλάστησης παίζει σημαντικό ρόλο τόσο κατά την διάρκεια της πυρκαγιάς όσο και κατά την πρόληψη.

Μετεωρολογικοί παράγοντες

Οι μετεωρολογικοί παράγοντες που επηρεάζουν την δασική πυρκαγιά παρατίθενται παρακάτω :

- Ηλιακή ακτινοβολία
- Ατμοσφαιρική πίεση
- Θερμοκρασία αέρα (επηρεάζει την υγρασία του αέρα, την ταχύτητα του ανέμου και την ξήρανση της καύσιμης ύλης)

- Θερμοκρασία επιφάνειας του εδάφους
- Εξάτμιση (μείωση της περιεχόμενης υγρασίας στην καύσιμη ύλη)
- Σταθερότητα ή αστάθεια της ατμόσφαιρας (είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την κίνηση των ρευμάτων των αέριων μαζών, η οποία με την σειρά της επηρεάζει την ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς)
- Σχετική υγρασία του αέρα (επηρεάζει αντιστρόφως ανάλογα το ξεκίνημα ή την επέκταση της πυρκαγιάς)
- Βροχή (αυξάνει την περιεχόμενη υγρασία στην καύσιμη ύλη)
- Άνεμος (επηρεάζει την διεύθυνση διάδοσης και την ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς)

Τοπογραφικοί παράγοντες

Ο σημαντικότερος τοπογραφικός παράγοντας είναι το ανάγλυφο, το οποίο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εξάπλωση της πυρκαγιάς στις ορεινές περιοχές. Όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση του εδάφους τόσο γρηγορότερα εξαπλώνεται η φωτιά, και στην περίπτωση που υπάρχει και άνεμος, οι θερμές αέριες μάζες προθερμαίνουν τη βλάστηση που θα συναντήσει η φωτιά. Άλλοι δυο σημαντικοί τοπογραφικοί παράγοντες είναι το υψόμετρο και ο προσανατολισμός της περιοχής.

1.2.5 Συνέπειες δασικής πυρκαγιάς

Σύμφωνα με τους Gill, A.M., S.L. Stephens, and G.J. Cary (2013) οι συνέπειες μιας πυρκαγιάς παρουσιάζονται σε διάφορους τομείς, όπως το περιβάλλον, τη βιοποικιλότητα, την οικονομία και την κοινωνία. Κατά τον David R. Weise (2014) η ποιότητα του αέρα επηρεάζεται από τις πυρκαγιές λόγω των αέριων και σωματιδιακών εκπομπών τους.

Αναλυτικότερα οι συνέπειες της πυρκαγιάς παρατίθενται παρακάτω και μπορούν να ομαδοποιηθούν ως εξής:

- Περιβαλλοντικές

Η πυρκαγιά προκαλεί καταστροφή της βλάστησης, συνεπώς η λεκάνη απορροής χάνει την ικανότητα για συγκράτηση και διήθηση του νερού το οποίο προέρχεται από τα κατακρημνίσματα, με αποτέλεσμα μεγάλες ποσότητες νερού να απορρέουν στην επιφάνεια του εδάφους διαβρώνοντας αυτό και ταυτόχρονα αυξάνουν την μέγιστη ποσότητα στιγμιαίας παροχής νερού στη λεκάνη απορροής, πράγμα το οποίο δημιουργεί μεγάλες πλημμύρες στα κατόντη της λεκάνης. Σύμφωνα με τον DeBano (1998), οι πυρκαγιές είναι παραδεκτό πως υποβαθμίζουν την ποιότητα των απορρεόντων υδάτων.

Κατά τους Miranda A. , Amorim J. , κ.α. (2008), οι δασικές πυρκαγιές είναι μια σημαντική πηγή εκπομπής ρύπων στην ατμόσφαιρα με δυσμενή αντίκτυπα στην ανθρώπινη υγεία και οικοσυστήματα είτε στις τοπικές, περιφερειακές είτε παγκόσμιες κλίμακες.

Η καταστροφή ενός δασικού οικοσυστήματος οδηγεί στην υποβάθμιση του μικροκλίματος της καείσας, αλλά και των γειτονικών περιοχών. Η απώλεια βλάστησης από μια πυρκαγιά και η έκθεση του εδάφους απευθείας στην ηλιακή ακτινοβολία, σε συνδυασμό με το μαύρισμα των επιφανειών και πετρωμάτων, συνδράμουν στην δραματική αλλαγή της ποσότητας και της ποιότητας του φωτός που εισέρχεται στο οικοσύστημα, πράγμα το οποίο αυξάνει το θερμοκρασιακό εύρος, δημιουργώντας δυσμενείς συνθήκες διαβίωσης τόσο για τα φυτά όσο και για τα ζώα.

Μετά από μια δασική πυρκαγιά παρουσιάζεται σοβαρή διαταραχή του δασικού οικοσυστήματος, κατά την οποία διαταράσσεται η οικολογική ισορροπία του. Αναλυτικότερα, διαταράσσεται η λειτουργία του οικοσυστήματος, η δομή των βιοκοινοτήτων, παρουσιάζεται μείωση της βιοποικιλότητας και επηρεάζονται συγκεκριμένοι πληθυσμοί σπάνιων ειδών, πράγμα το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την διατάραξη του κύκλου ζωής της άγριας πανίδας, η οποία με τη σειρά της οδηγεί στην υποβάθμιση των δασικών οικοσυστημάτων και την ερημοποίηση αυτών.

- Κοινωνικοοικονομικές

Οι πυρκαγιές αφήνουν πίσω τους μεγάλα κοινωνικοοικονομικά πλήγματα. Οι συνέπειες μπορεί να είναι άμεσες, όπως απώλεια περιουσίας και κοινωνικών δομών, καταστροφή δασικών προϊόντων, βλάστησης των βοσκοτόπων, γεωργικών καλλιεργειών, κτηνοτροφικών-μελισσοκομικών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων και κατοικιών, αλλά και έμμεσες όπως απώλεια θέσεων εργασίας, η υπερβόσκηση, οι υγειονομικές επιπτώσεις και η κακή επιρροή στην ψυχική κατάσταση του ανθρώπου.

Παρακάτω γίνεται μια σύντομη αναφορά στις επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών τόσο στην κοινωνία, όσο και στην οικονομία :

Κοινωνικές επιπτώσεις

- Απώλεια ανθρώπινων ζώων και περιουσιών, τραυματισμοί.
- Απώλεια αισθητικής, τουριστικής και πολιτιστικής αξίας του δάσους (μείωση δασικής αναψυχής και διακοπή δραστηριοτήτων στο δάσος κλπ.)
- Δημιουργία προβλημάτων υγείας, τόσο από την μη κατακράτηση των ρύπων από το δάσος, όσο και από τους καπνούς οι οποίοι μολύνουν την ατμόσφαιρα.
- Απώλεια θέσεων απασχόλησης π.χ ρητινοσυλλέκτες και δασεργάτες
- Δημιουργία ψυχοκοινωνικών διαταραχών (φόβος, άγχος, ανασφάλεια κλπ.)

- Ενίσχυση της αστυφιλίας

Οικονομικές επιπτώσεις

- Απώλεια περιουσιών
- Καταστροφή έργων υποδομής
- Μείωση τουρισμού και ειδικότερα αγροτουρισμού, λόγω απώλειας πόρου αναψυχής
- Απώλεια κτηνοτροφικών ζώων και θηραμάτων
- Υποβάθμιση ποιότητας νερού
- Καταστροφή βοσκήσιμης ύλης
- Απώλεια παραγωγικού εδάφους
- Δημιουργία κοινωνικοοικονομικού κόστους, λόγω της ανάγκης να διατίθενται οικονομικοί πόροι για την καταστολή και τη διατήρηση αξιόμαχων δυνάμεων αντιμετώπισης (Βορίσης 2004)

1.2.6 Δείκτης κινδύνου πυρκαγιάς

Στην Ελλάδα κατά τη διάρκεια της αντιπυρικής περιόδου (από 1η Μαΐου έως 31η Οκτωβρίου) εκτιμάται καθημερινά από επιστημονική ομάδα της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας (ΓΓΠΠ) ο Δείκτης Κινδύνου Πυρκαγιάς ανά περιοχή ευθύνης δασαρχείου, και εκδίδεται ο Χάρτης Κινδύνου Πυρκαγιάς.

Ο Δείκτης Κινδύνου Πυρκαγιάς αναφέρεται στην επικινδυνότητα τόσο εκδήλωσης όσο και εξάπλωσης πυρκαγιάς. Για την κατάρτιση του Δείκτη λαμβάνονται κυρίως υπόψη οι προβλέψεις των σχετικών με τις πυρκαγιές καιρικών φαινομένων για το επόμενο 24ωρο, οι μετρήσεις της βροχόπτωσης που προηγήθηκε, υφιστάμενης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, η κατάσταση της βλάστησης, καθώς και κάθε άλλη διαθέσιμη πληροφορία (όπως το ιστορικό δασικών πυρκαγιών) που συμβάλλει στον προσδιορισμό της επικινδυνότητας μιας περιοχής σε δεδομένη χρονική στιγμή.

Η ακρίβεια του χάρτη εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την ακρίβεια των μετεωρολογικών προβλέψεων. Αντίθετα με τις μετεωρολογικές συνθήκες που μεταβάλλονται συνεχώς σε ημερήσια βάση, η κατάσταση της βλάστησης συμβάλλει στη συνολικότερη εκτίμηση κινδύνου πυρκαγιάς και χαρακτηρίζεται από μη συνεχή μεταβολή. Ο Δείκτης Κινδύνου Πυρκαγιάς είναι ένας σχετικός αριθμός που δείχνει το επίπεδο κινδύνου στην περιοχή αρμοδιότητας κάθε Δασαρχείου, με την υπόθεση πέντε επιπέδων Κινδύνου: Επίπεδο 1 (Χαμηλό), 2 (Μέτριο), 3 (Υψηλό), 4 (Πολύ Υψηλό), 5 (Συναγερμού).

Τηλεπισκόπηση

1.3 Ορισμοί

1.3.1 Τηλεπισκόπηση

Οι Avery και Berlin (1992) ορίζουν την *τηλεπισκόπηση* (Remote sensing, teledetection, telerilevamento) ως την τεχνική απόκτησης πληροφοριών για αντικείμενα που βρίσκονται στη γήινη επιφάνεια, μέσα από την ανάλυση δεδομένων που συλλέγονται από ειδικά όργανα τα οποία όμως δεν έχουν φυσική επαφή με τα αντικείμενα. Έτσι, η τηλεπισκόπηση μπορεί να αποδοθεί και ως η αναγνώριση ενός αντικειμένου από απόσταση.

Σύμφωνα με τον Παρχαρίδη (2015), τα βασικά στάδια του συστήματος της τηλεπισκόπησης περιλαμβάνουν:

- Εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (πηγή ο ήλιος ή αυτοεκπομπή)
- Μετάδοση ενέργειας από την πηγή προς την επιφάνεια της Γης, καθώς και απορρόφηση και σκέδαση από την ανώτερη ατμόσφαιρα
- Αλληλεπίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την επιφάνεια της Γης: αντανάκλαση και εκπομπή
- Μετάδοση της ακτινοβολίας από την επιφάνεια προς τον απομακρυσμένο αισθητήρα
- Δεδομένα εξόδου αισθητήρα
- Μετάδοση δεδομένων, επεξεργασία και ανάλυση

1.3.2 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Είναι η βασική ποσότητα ενέργειας που έχει την ικανότητα να παράγει έργο και έχει μονάδα μέτρησης τα joules. Η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια εκφράζεται, σαν μηχανική, χημική, ηλεκτρική και θερμική. Η μετάδοση της ενέργειας γίνεται με επαφή, μεταφορά και ακτινοβολία. Τη μέθοδο της μεταφοράς ενέργειας με ακτινοβολία εκμεταλλεύεται και η τηλεπισκόπηση, η οποία γίνεται από ένα σώμα προς τον δέκτη (κατάλληλο αισθητήριο όργανο) που λαμβάνει το σήμα.

Το κανάλι UV βρίσκεται μεταξύ ακτίνων X και ορατού στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, με μήκος κύματος από 0,01 έως 0,40 μm και διακρίνεται σε μακρινό (far UV, 0,01-0,20 μm), ενδιάμεσο (middle UV, 0,20-0,30 μm) και κοντινό (near UV, 0,30-0,40 μm). Το ορατό κανάλι, με μήκος κύματος από 0,40 έως 0,70 μm , έχει όρια που καθορίζονται από την ανθρώπινη όραση. Το λευκό χρώμα του φωτός προέρχεται από ένα μείγμα έξι χρωμάτων, που είναι τα ιώδες, μπλε, πράσινο, κίτρινο, πορτοκαλί και ερυθρό. Τα βασικά όμως χρώματα του ορατού είναι το μπλε (0,40-0,50 μm), το πράσινο (0,50-0,60 μm) και το ερυθρό (0,60-0,70 μm) και από τα οποία με

κατάλληλο συνδυασμό προκύπτουν όλα τα υπόλοιπα . Το κανάλι IR κυμαίνεται από το ερυθρό του ορατού καναλιού, μέχρι τα μικροκύματα, με μήκος κύματος από 0,70 μm έως 1.000 μm. Διακρίνεται σε κοντινό (near IR, 0,70-1,50 μm), ενδιάμεσο (middle IR, 1,50-5,60 μm) και μακρινό (farIR, 5,60-1.000 μm). Το υπέρυθρο χωρίζεται επίσης σε ανακλώμενο (reflected IR, από 0,70-3,00 μm) και θερμικό (thermal IR, από περίπου 3,00 έως 1.000 μm ή 0,1 cm). Το κανάλι των μικροκυμάτων τοποθετείται μεταξύ του υπέρυθρου και των ραδιοκυμάτων, με μήκος κύματος από 0,1 cm έως 1 m. Αυτό περιλαμβάνει τα μεγαλύτερα μήκη κύματος που χρησιμοποιούνται στην τηλεπισκόπηση. Η ακτινοβολία των μικροκυμάτων έχει την ικανότητα να διαπερνάει τα σύννεφα και διάφορα επιφανειακά αντικείμενα ανάλογα με το μήκος κύματος που χρησιμοποιείται. (Παρχαρίδης 2015).

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία αντιδρά με την ατμόσφαιρα με τους παρακάτω τρόπους :

- *Διέλευση ευθύγραμμο, σχεδόν ανεμπόδιστη*
- *Ανάκλαση και διάχυση από αυτήν χωρίς να επέλθει καμιά μεταβολή στην ταχύτητα και στο μήκος κύματός της (Ο βαθμός επίδρασης της σκέδασης εξαρτάται από την ποσότητα των σωματιδίων και το μήκος κύματος της ακτινοβολίας).*
- *Διέλευση από την ατμόσφαιρα και απορρόφηση από τη γήινη επιφάνεια. Κατόπιν, εκπέμπεται ως μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία προκαλώντας άνοδο της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας λόγω της απορρόφησής της από αέρια μόρια.*

1.3.3 Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα

Ολόκληρο το εύρος της ηλεκτρικής ακτινοβολίας αποτελεί το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Το φάσμα διαχωρίζεται σε φασματικά κανάλια (spectral bands), τα οποία με τη σειρά τους συγκροτούνται από μικρές ομάδες συνεχών φασματικών γραμμών.

Τα φασματικά κανάλια είναι :

- *υπεριώδες (Ultraviolet, UV)*

Η ακτινοβολία του κοντινού υπεριώδους επάγει φθορισμό, την εκπομπή ορατής ακτινοβολίας, σε ορισμένα υλικά. Η υπεριώδης ακτινοβολία διαχέεται πολύ εύκολα από την ατμόσφαιρα της Γης, με συνέπεια να μη χρησιμοποιείται ιδιαίτερα για την τηλεπισκόπηση των υλικών της Γης.

- *ορατό (Visible)*

Έχει ιδιαίτερη σημασία στην τηλεπισκόπηση. Τα όρια του ορατού φάσματος ορίζονται από την ευαισθησία του ανθρώπινου οπτικού συστήματος. Κατά τον Νεύτωνα (1665-1666), το ορατό φως μέσω φραγμάτων διάθλασης μπορεί να διαιρεθεί σε τρία τμήματα, τα οποία παρατίθενται παρακάτω :

- Μπλε : ~ 0,4 - 0,5 μm
- Πράσινο: 0,5 έως 0,6 μm
- Ερυθρό : 0,6 έως 0,7 μm

Το χρώμα ενός αντικειμένου καθορίζεται από το χρώμα του φωτός που αντανακλά, αυτό συμβαίνει για τα τρία βασικά χρώματα. Τα ενδιάμεσα χρώματα σχηματίζονται όταν ένα αντικείμενο αντανακλά δύο ή περισσότερα από τα βασικά χρώματα.

- *υπέρυθρο (Infrared, IR)*

Ο William Herschel (1800) ανακάλυψε την υπέρυθρη περιοχή στην οποία εντάσσονται τα μήκη κύματος μεγαλύτερα από το τμήμα του κόκκινου.

Το τμήμα εκτείνεται από 0,72 έως 15 μm . Στο υπέρυθρο φάσμα εντάσσονται δυο κατηγορίες :

- *Εγγύς υπέρυθρο και το μέσο υπέρυθρο* (η τηλεπισκόπηση μπορεί να χρησιμοποιήσει μεμβράνες, φίλτρα, και κάμερες με σχέδια όμοια με εκείνα που προορίζονται για χρήση με το ορατό φως - η εγγύς υπέρυθρη ακτινοβολία είναι η ηλιακή ακτινοβολία η οποία ανακλάται από την επιφάνεια της Γης)
- *Μακρινό υπέρυθρο* (αποτελείται από μήκη κύματος πέρα από το ορατό και που εκτείνονται σε περιοχές που συνορεύουν με το τμήμα των μικροκυμάτων, και είναι η ακτινοβολία η οποία εκπέμπεται από τη γη)

- *μικροκυματικό (Microwave)*

Οι James Clerk Maxwell και Heinrich Hertz εργάστηκαν πάνω στο μικροκυματικό κανάλι και ανακάλυψαν ότι η περιοχή του εκτείνεται από 1mm έως 1m. Οι αισθητήρες των δορυφόρων που χρησιμοποιούν αυτά τα μήκη κύματος μπορούν να καταγράφουν επιφανειακές ιδιότητες του γήινου περιβάλλοντος οι οποίες σχετίζονται κυρίως με :

- *γεωμετρικά χαρακτηριστικά* (τοπογραφία, μορφολογία, τραχύτητα του εδάφους)
- *περιεκτικότητα σε νερό της βλάστησης και του εδάφους*
- *διηλεκτρική συμπεριφορά των υλικών* (το ποσοστό ενέργειας που ανακλάται σε σχέση με αυτό που διεισδύει και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας).

1.3.4 Στοιχεία αλληλεπίδρασης ακτινοβολίας - ύλης

Ανάκλαση

Όταν μια ακτίνα του φωτός ανακατευθύνεται καθώς προσπίπτει σε μια αδιαφανή επιφάνεια τότε συμβαίνει ανάκλαση. Η ανάκλαση εξαρτάται από τα μεγέθη των επιφανειακών ανωμαλιών σε σχέση με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας.

Κατοπτρική ανάκλαση : όταν η επιφάνεια είναι ομαλή σε σχέση με το μήκος κύματος (ανακατεύθυνση σχεδόν όλης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας σε μια κατεύθυνση).

Διάχυτος ανακλαστήρας : όταν η επιφάνεια είναι τραχιά σε σχέση με το μήκος κύματος (η ενέργεια διαχέεται περισσότερο ή λιγότερο ισοδύναμα σε όλες τις κατευθύνσεις)

Τέλεια ανακλαστήρας διάχυσης (επιφάνεια του Lambert): η εισερχόμενη φωτεινότητα (ακτινοβολία) μιας τέλει επιφάνειας διάχυσης δεν αλλάζει με την οπτική γωνία.

Μετάδοση

Όταν η ηλιακή ακτινοβολία περνά μέσα από μια ουσία χωρίς σημαντική εξασθένηση τότε συμβαίνει μετάδοση.

Διαπερατότητα : η ικανότητα ενός μέσου να μεταδίδει ενέργεια, για δεδομένο πάχος, ή βάθος, μιας ουσίας. Αναλόγως με το μήκος κύματος, η διαπερατότητα από υλικό σε υλικό ποικίλει (π.χ τα φύλλα των φυτών είναι αδιαφανή στην ορατή ακτινοβολία, ωστόσο μεταδίδουν αξιοσημείωτες ποσότητες ακτινοβολίας στο υπέρυθρο).

Απορρόφηση

Όταν η ακτινοβολία δεσμεύεται από το αντικείμενο και στη συνέχεια επανεκπέμπεται σε μεγαλύτερα μήκη κύματος του θερμικού υπέρυθρου καναλιού. Όταν δύο μέσα έχουν διαφορετική πυκνότητα, τότε αλλάζει η ταχύτητα της ακτινοβολίας και το μήκος κύματος και ταυτόχρονα μεταβάλλεται η γωνία εισόδου της ακτινοβολίας.

Φθορισμός

Όταν ένα αντικείμενο λαμβάνει ακτινοβολία σε ένα μήκος κύματος και εκπέμπει ακτινοβολία σε ένα διαφορετικό μήκος κύματος.

Πόλωση

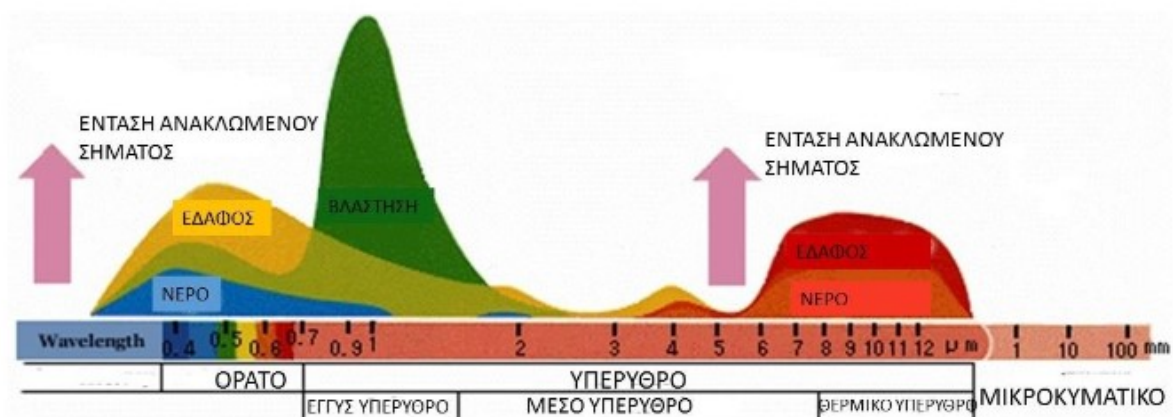
Δηλώνει τον προσανατολισμό των ταλαντώσεων εντός του ηλεκτρικού πεδίου ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας. Το πεδίο μπορεί να έχει έναν προτιμώμενο προσανατολισμό, ή μπορεί να περιστρέφεται καθώς το κύμα ταξιδεύει. Το ηλεκτρικό πεδίο ενός κύματος φωτός (που ταξιδεύει στο κενό) είναι συνήθως προσανατολισμένο κάθετα προς την κατεύθυνση του κύματος (η ενέργεια διαδίδεται ως ένα εγκάρσιο κύμα).

Ανακλαστικότητα

Εκφράζεται ως η σχετική φωτεινότητα μιας επιφάνειας όπως μετράται για ένα συγκεκριμένο διάστημα μήκους κύματος. Στην τηλεπισκόπηση, η φωτεινότητα της επιφάνειας απεικονίζεται καλύτερα ως ανακλαστικότητα και όχι ως ακτινοβολία και η οποία δεν είναι άμεσα μετρήσιμη αλλά εκτιμάται βάσει της παρατηρούμενης φωτεινότητας.

1.3.5 Φασματική Απόκριση

Ο Campbell (1996) αναφέρει ότι φασματική απόκριση είναι η ποσότητα και η φασματική κατανομή της ανακλώμενης και εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από ένα αντικείμενο, τα οποία χρησιμοποιούνται ως μέσα αναγνώρισης του αντικειμένου αυτού και καταγράφονται από τους δέκτες (sensors) των δορυφόρων που βρίσκονται σε τροχιά παρατήρησης της Γης.



[Εικόνα 1.2] Τυπικές καμπύλες φασματικής απόκρισης για διάφορα υλικά της γήινης επιφάνειας σε εύρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος από 0,3 έως 12 περίπου μm

Πηγή: CCRS

1.4 Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνas

Σύμφωνα με τον Ψωμιάδη (1997), ψηφιακή εικόνα είναι παράταξη δύο διαστάσεων από μικρές περιοχές, τα οποία καλούνται εικονοστοιχεία και ανταποκρίνονται χωρικά σε σχετικά μικρές περιοχές που καλούνται εδαφικές κυψελίδες διαχωρικής ικανότητας (ground resolution cells). Οι οριζόντιες γραμμές των εικονοστοιχείων καλούνται γραμμές (lines) και οι κάθετες καλούνται στήλες (columns). Μια παράταξη αποτελείται από n γραμμές που τρέχουν από πάνω προς τα κάτω και s στήλες από αριστερά προς τα δεξιά. Εξαιτίας αυτής της κατανομής των εικονοστοιχείων θεωρούμε πάντα το πάνω αριστερά σημείο ότι έχει συντεταγμένες: (1, 1).

Σύμφωνα με τους Avery & Berlin (1992), Richards (1993), Campbell (1996), η βασική μεθοδολογία επεξεργασίας μιας εικόνας είναι :

- Αποκατάσταση ή προεπεξεργασία (preprocessing) της εικόνας
- Βελτίωση της παρουσίας της εικόνας (image enhancement)
- Ταξινόμηση της εικόνας (image classification)

Καθώς ο ηλεκτροοπτικός σαρωτής σαρώνει τη γήινη επιφάνεια, δημιουργείται ένα ηλεκτρομαγνητικό ρεύμα που ποικίλλει σε ένταση φωτεινότητας ανάλογα με την επιφάνεια. Στην περίπτωση που ο δέκτης καταγράφει σε διαφορετικές φασματικές ζώνες, τότε δημιουργούνται διαφορετικά ρεύματα ενέργειας (συνεχόμενα σύνθετα σήματα τα οποία πρέπει να υποδιαιρεθούν σε ξεκάθαρες μονάδες από τις οποίες θα δημιουργηθούν οι απαραίτητες τιμές για τη ψηφιακή ανάλυση). Η μετατροπή του συνεχόμενου αναλογικού σήματος σε διακριτές ψηφιακές τιμές ολοκληρώνεται δοκιμάζοντας (εφαρμόζοντας) το ρεύμα σε ένα ενιαίο διάστημα (αναλογικό σε ψηφιακό, analog-to-digital ή A-to-D μετατροπή) (Παρχαρίδης 2015).

Κατά τους Janssen & Huurneman 2001, το ιστόγραμμα περιγράφει την κατανομή των εικονοστοιχείων (ψηφιακοί αριθμοί, DN) μιας εικόνας, που κυμαίνονται μεταξύ 0 και 255. Με άλλα λόγια, το ιστόγραμμα περιέχει τις συχνότητες των ψηφιακών τιμών σε μια εικόνα. Τα δεδομένα ενός ιστογράμματος μπορούν να παρουσιαστούν είτε σε πίνακα, είτε γραφικά.

Οι πίνακες που περιγράφουν ιστογράμματα συνήθως περιέχουν τις παρακάτω στήλες:

- **DN** : Ψηφιακοί αριθμοί
- **Npts** : Αριθμός των εικονοστοιχείων για τη συγκεκριμένη ψηφιακή τιμή (συχνότητα)
- **Total** : Αθροιστικός αριθμός των εικονοστοιχείων σε μια εικόνα, με τιμή ίση ή μικρότερη του ψηφιακού αριθμού
- **Percent** : Ποσοστό που καταλαμβάνει το πλήθος των εικονοστοιχείων για μια συγκεκριμένη ψηφιακή τιμή, βάση του συνολικού αριθμού των εικονοστοιχείων

Τα δεδομένα ενός ιστογράμματος μπορούν να αναλυθούν σε ορισμένα περιγραφικά στατιστικά:

- **μέσος όρος (mean)**
- **τυπική απόκλιση (standard deviation)**
- **ελάχιστη(min)/μέγιστη(max) τιμή**
- **τιμές 1% και 99%** (1% : εκφράζει το όριο κάτω από το οποίο σημειώνονται μόνο το 1% όλων των ψηφιακών τιμών)

Κατά τον Mather (1999) μια εικόνα υψηλής πιστότητας πριν την ανάλυση της πρέπει να υπόκειται σε γεωμετρικές (μετατροπή της εικόνας έτσι ώστε να έχει συγκεκριμένη και ενιαία κλίμακα και σχεδιαστικές ιδιότητες χάρτη, διότι έχουν δημιουργηθεί σφάλματα από τα όργανα του δορυφόρου, την πανοραμική παραμόρφωση λόγω του σχήματος της Γης ή την περιστροφή της) και ραδιομετρικές διορθώσεις (η ακτινοβολία που μετριέται από ένα σύστημα για ένα αντικείμενο επηρεάζεται από παράγοντες όπως ο φωτισμός, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες και τα χαρακτηριστικά του οργάνου που κάνει τη μέτρηση), καθώς και σε απομάκρυνση θορύβων.

1.5 Δορυφόροι

1.5.1 Δορυφορικά συστήματα παρακολούθησης

Δύο είναι τα βασικά δορυφορικά συστήματα παρακολούθησης και απεικόνισης της Γης:

Παθητικά

Τα συστήματα τηλεπισκόπησης που καταγράφουν τη «φυσική» ακτινοβολία. Η ανακλώμενη ενέργεια καταγράφεται κατά την διάρκεια της ημέρας, ενώ η εκπεμπόμενη ενέργεια (θερμικό υπέρυθρο) καταγράφεται και την ημέρα και την νύχτα, εφόσον το ποσό της ενέργειας είναι τέτοιο ώστε να είναι δυνατή η καταγραφή. Τα παθητικά συστήματα χρησιμοποιούν το τμήμα του φάσματος $\sim 0,4 \mu\text{m} - 1.000 \mu\text{m}$.

Ενεργητικά

Τα συστήματα που καταγράφουν ηλεκτρομαγνητικά κύματα που εκπέμπονται από άλλη εξωτερική πηγή ή από το ίδιο το όργανο καταγραφής. Τις περισσότερες φορές το σύστημα καταγραφής είναι αυτό που εκπέμπει και την ενέργεια προς την επιφάνεια και στη συνέχεια ανακλάται - επιστρέφει και καταγράφεται η «ηχώ» του σήματος από το ίδιο το σύστημα.

1.5.2 Όργανα καταγραφής

Σύμφωνα με τους Avery και Berlin (1992), ο όρος απομακρυσμένοι αισθητήρες (remote sensors) περιλαμβάνει όλα τα όργανα ανίχνευσης και μέτρησης από απόσταση της ανακλώμενης ή εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, καθώς και τα ανακλώμενα ακουστικά κύματα από αντικείμενα που βρίσκονται κάτω από τις υδατικές μάζες, στην περίπτωση των Sonar.

Κατά τον Παρχαρίδη (2015), οι περισσότερες εφαρμογές της τηλεπισκόπησης απαιτούν πληροφορίες από διαφορετικές φασματικές περιοχές (πολυφασματική/multispectral-multiband), οι οποίες αποκτούνται με διαφορετικούς αισθητήρες (πολυαισθητήρες/multisensor) ή έναν μεμονωμένο αισθητήρα που λειτουργεί ταυτόχρονα σε διαφορετικές φασματικές περιοχές (multispectral ή multibandsensor). Οι απεικονιστές μπορούν να ταξινομηθούν, ανάλογα με τις διεργασίες ανίχνευσης (π.χ. φωτογραφικοί ή απεικονιστές τηλεόρασης) και ανάλογα με τη φασματική περιοχή λειτουργίας τους ή τον τρόπο λειτουργίας τους (π.χ. ενεργητικοί ή παθητικοί απεικονιστές).

Σύμφωνα με τους Lillesand & Kiefer (2000) οι απεικονιστές ταξινομούνται σε **οπτικούς ή παθητικούς** (λειτουργούν στην υπεριώδη, ορατή και υπέρυθρη περιοχή του φάσματος και όλοι χρησιμοποιούν για απεικόνιση στοιχεία ανάκλασης και επανεκπομπή) και **μικροκυματικούς ή ενεργητικούς** (λειτουργούν σε φασματική περιοχή με μήκος κύματος ίσο ή μεγαλύτερο του χιλιοστού και χρησιμοποιούν την ακτινοβολία που οι ίδιοι εκπέμπουν διαθέτουν δηλαδή και πομπό και δέκτη).

Οι τύποι των αισθητήρων (sensors) είναι :

- κάμερες (οπτικό σύστημα - παθητικός αισθητήρας)
- σαρωτές (οπτικό σύστημα - παθητικός αισθητήρας)
- ραντάρ συνθετικού ανοίγματος (SAR) (ενεργητικός αισθητήρας)

Τα βασικά χαρακτηριστικά των οργάνων καταγραφής παρατίθενται παρακάτω :

Χωρική διακριτική ικανότητα (spatial)

Ο Αστάρης (1994) αναφέρει ως χωρική διακριτική ικανότητα μιας εικόνας ή φωτογραφίας την ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο αντικειμένων στην οποία οι διαστάσεις τους φαίνονται χωριστά και καθαρά. Η χωρική διακριτική ικανότητα εξαρτάται από την *αντίθεση φωτεινότητας (contrast)* των αντικειμένων της εικόνας. Σύμφωνα με τον Campbell (1996) ως αντίθεση ορίζεται ως η διαφοροποίηση της φωτεινότητας ενός αντικειμένου σε σχέση με το «φόντο» που υπάρχει γύρω του. Η χωρική διακριτική ικανότητα των δορυφορικών εικόνων που παράγονται από σαρωτές ή κάμερες, ταυτίζεται με το «στοιχείο της εικόνας» (pixel) που είναι η «στοιχειώδης επιφάνεια» της Γης που καταγράφεται από τους δέκτες.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος μέτρησης της χωρικής διακριτικής ικανότητας που βασίζεται στις γεωμετρικές ιδιότητες του συστήματος είναι το Στιγμιαίο Πεδίο Λήψεως ή IFOV (Instantaneous Field of View) του αισθητήρα. Κατά τον Mather (1999) , το IFOV ορίζεται ως η περιοχή στη γήινη επιφάνεια που ανιχνεύεται από το ανάλογο όργανο, για ένα συγκεκριμένο ύψος λήψης, σε μία δεδομένη στιγμή και εξαρτάται από την ταχύτητα της κίνησης σάρωσης και την κίνηση του μέσου μεταφοράς του συστήματος.

Φασματική διακριτική ικανότητα (spectral)

Η φασματική διακριτική ικανότητα σχετίζεται με τον αριθμό των φασματικών καναλιών που χρησιμοποιεί ο κάθε δορυφόρος. Είναι πολύ σημαντική στις πολυφασματικές εικόνες , διότι η θέση στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, το εύρος και ο αριθμός των φασματικών καναλιών μπορούν να καθορίζουν τον βαθμό και το είδος των διαφορών στόχων και η χρήση τους μπορεί να επιφέρει πολύ καλά αποτελέσματα διακριτικής ικανότητας εν αντιθέσει με ένα μεμονωμένο κανάλι (Παρχαρίδης 2015).

Ραδιομετρική διακριτική ικανότητα (radiometric)

Η ραδιομετρική ικανότητα περιγράφει την ικανότητα ενός συστήματος να καταγράφει διαφορές στην ισχύ του σήματος. Τα δεδομένα μιας εικόνας αντιπροσωπεύονται από ψηφιακές τιμές που μεταβάλλονται από 0 έως μία τιμή X παράγωγη στη δύναμη του 2 (X^2) (Παρχαρίδης 2015).

↑ ραδιομετρικής ικανότητας → ↑ διαβαθμίσεων του γκρι → ↑ διακριτική ικανότητα των στόχων

Χρονική (temporal) διακριτική ικανότητα ή ανάλυση

Η χρονική διακριτική ικανότητα ενός συστήματος σχετίζεται με τη συχνότητα λήψης εικόνων για την ίδια περιοχή. Οι διαχρονικές εικόνες πρέπει να λαμβάνονται από τα συστήματα καταγραφής την ίδια περίπου ώρα της ημέρας, την ίδια περίοδο του έτους, ώστε να εξαλείφονται οι ημερήσιες διαφορές της γωνίας πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας, διότι προκαλούν ανώμαλες διαφοροποιήσεις των ιδιοτήτων ανάκλασης των αντικειμένων και να μειώνονται στο ελάχιστο οι φαινολογικές διαφοροποιήσεις διαφόρων επιφανειακών χαρακτηριστικών (Παρχαρίδης 2015).

1.5.3 Οπτικά δορυφορικά συστήματα

Παρακάτω παρατίθενται ορισμένα οπτικά δορυφορικά συστήματα :

[Πίνακας 1.1] Οπτικά δορυφορικά συστήματα

Landsat 1	Landsat 7	QuickBird
Landsat 2	Landsat 8	Pleiades
Landsat 3	Terra	Spot-1
Landsat 4	Ikonos	Spot-2
Landsat 5	World View-1	Spot-3
Landsat 6	World View 2	

1.5.4 Ενεργά δορυφορικά συστήματα (Ραντάρ)

Παρακάτω παρατίθενται ορισμένα ενεργά δορυφορικά συστήματα :

[Πίνακας 1.2] Ενεργά δορυφορικά συστήματα (Ραντάρ)

ERS-1	TerraSAR-x
ERS-2	Cosmo-Skymed
Envisat	

1.5.5 Υπερφασματικοί δορυφόροι

Παρακάτω παρατίθενται ορισμένοι υπερφασματικοί δορυφόροι :

[Πίνακας 1.3] Υπερφασματικοί δορυφόροι

EO-1	Sentinel 3	Sentinel 6 Precursor
Sentinel 1	Sentinel 4	Sentinel 6
Sentinel 2	Sentinel 5	

1.5.6 Τηλεπισκόπηση και βλάστηση

Κατά τον Chuviesco κ.α. (2005), η βλάστηση έχει ανάκλαση στο κόκκινο και κοντινό υπέρυθρο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, η οποία κυμαίνεται από 0,7 μm – 1,3 μm και η χρήση της Τηλεπισκόπησης είναι η κατάλληλη για τη διάκριση καμένων εκτάσεων. Σύμφωνα με τον Καρτάλη και Φειδά (2006), οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ανακλαστικότητα της είναι το σχήμα των φύλων, η μορφολογία, η φυσιολογία του φυτού, το είδος του εδάφους, η ηλιακή γωνία και οι καιρικές συνθήκες.

Δείκτες

Σύμφωνα με τον Καρτάλη και Φειδά (2006), οι δείκτες βλάστησης είναι ποσοτικές εκφράσεις οι οποίες υπολογίζονται με τη χρήση δορυφορικών δεδομένων και χρησιμοποιούνται ευρέως από την τηλεπισκόπηση, καθώς επίσης αποτελούν και μέτρο για την εκτίμηση της βιομάζας ή της υγείας της βλάστησης. Κατά τον Περράκη (2015) οι δείκτες βλάστησης βασίζονται στην αλληλεπίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με τα φύλλα των φυτών*. Οι δείκτες αυτοί σχηματίζονται από συνδυασμούς των φασματικών καναλιών τα οποία προστίθενται, διαιρούνται ή πολλαπλασιάζονται με τρόπο ώστε να δώσουν μια τιμή η οποία και εκφράζει το ποσό της υγιούς βλάστησης σ' ένα εικονοστοιχείο (pixel). Οι υψηλές τιμές των δεικτών βλάστησης υποδηλώνουν μεγάλη κάλυψη του εδάφους από υγιή βλάστηση. Η πιο απλή μορφή αυτών των δεικτών είναι ο λόγος μεταξύ δύο φασματικών καναλιών.

Κατά τη φωτοσύνθεση :

- 0,4 μm (μπλε) μεγάλη απορρόφηση
- 0,68 μm (κόκκινο) μεγάλη απορρόφηση
- 0,55 μm (πράσινο) μικρή απορρόφηση και μεγάλη ανάκλαση, γεγονός που εξηγεί την πράσινη εμφάνιση των φυτών.

Κατά τον Campbell (1996), η ανάκλαση για μεγαλύτερα μήκη κύματος, από 1,35 μm έως 2,5 μm , επηρεάζεται από τη συγκέντρωση του νερού στα φύλλα των φυτών. Οι υψηλές τιμές των δεικτών βλάστησης υποδηλώνουν μεγάλη κάλυψη του εδάφους από υγιή βλάστηση.

* Οι χρωστικές ουσίες που περιέχονται στα οργανίδια των φυτικών κυττάρων ονομάζονται χλωροπλάστες. Οι χλωροφύλλες χρησιμεύουν στην απορρόφηση ενέργειας φωτός για την επιτέλεση της λειτουργίας της φωτοσύνθεσης. Κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης, τα φυτά χρησιμοποιώντας ενέργεια (από συγκεκριμένα μήκη κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας), παράγουν τα απαραίτητα για τη θρέψη τους συστατικά όπως διοξείδιο του άνθρακα και νερό. οι βιοφυσιικές ιδιότητες της βλάστησης επηρεάζουν την απορρόφηση, ανάκλαση και μετάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στα διαφορετικά μήκη κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.(Περράκης 2015)

Κατηγορίες δεικτών βλάστησης

Οι δείκτες βλάστησης ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες:

- **δείκτες που προκύπτουν από λόγους των φασματικών καναλιών (ratios) ***

Παρακάτω παρατίθενται οι βασικοί δείκτες αυτής της κατηγορίας :

➤ **RATIO**

Σύμφωνα με Birth και McVey (1968), ο δείκτης βλάστησης RATIO υπολογίζεται από απλή διαίρεση των ραδιομετρικών τιμών του υπέρυθρου καναλιού προς τις τιμές του κόκκινου.

$$\text{NIR/red}$$

➤ **NDVI**

Σύμφωνα με Rouse (1974) , ο κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης διαφοράς, (NDVI) δημιουργήθηκε το 1974 με στόχο τον διαχωρισμό της βλάστησης από τη φωτεινότητα του εδάφους χρησιμοποιώντας δορυφορικά δεδομένα Landsat MSS. Το εύρος τιμών είναι από -1 έως και +1 με το 0 να εκφράζει απουσία βλάστησης ενώ οι αρνητικές τιμές να περιγράφουν καλύψεις γης όπως νερό, ανθρωπογενείς κατασκευές κ.ά.

$$(\text{NIR} - \text{red}) / (\text{NIR} + \text{red})$$

➤ **SAVI**

Σύμφωνα με Huete (1988), ο «εδαφικά προσαρμοσμένος δείκτης βλάστησης» (Soil-adjusted Vegetation Index, SAVI) δημιουργήθηκε με στόχο την ελάττωση των επιπτώσεων της φωτεινότητας του εδάφους.

$$[(\text{NIR} - \text{red}) / (\text{NIR} + \text{red} + L)] * (1 + L)$$

όπου, **L** : συντελεστής εδάφους L ο οποίος λαμβάνει τιμές ανάλογα με τα φασματικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Οι τιμές του L εξαρτώνται από την πυκνότητα της βλάστησης. Για πολύ αραιή βλάστηση λαμβάνει την τιμή 1 ενώ για βλάστηση υψηλής πυκνότητας την τιμή 0,25. Σε περιοχές όπου ποικίλη η κάλυψη βλάστησης (ή είναι άγνωστη) προτείνεται η τιμή 0,5.

*σχηματίζονται από αριθμητικές πράξεις (όπως οι λόγοι) μεταξύ των ραδιομετρικών τιμών των φασματικών καναλιών του κόκκινου και του κοντινού υπέρυθρου τμήματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

➤ EVI

Σύμφωνα με τους Liu and Huete (1999), ο «Ενισχυμένος Δείκτης Βλάστησης» (Enhanced Vegetation Index, EVI) αναπτύχθηκε για εφαρμογές δορυφορικών δεδομένων του δορυφόρου MODIS και εμφανίζει μεγάλη ευαισθησία σε περιοχές με υψηλά ποσοστά βιομάζας ενώ παράλληλα ελαχιστοποιεί τις ατμοσφαιρικές επιδράσεις.

$$G * [(NIR - red) / (NIR + C1 * red - C2 * blue + L)]$$

όπου, $G = 2.5$, $C1 = 6$, $C2 = 7.5$, $L = 1$ ($C1$, $C2$ διορθώνουν τις ατμοσφαιρικές επιδράσεις στο μπλε και κόκκινο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος)

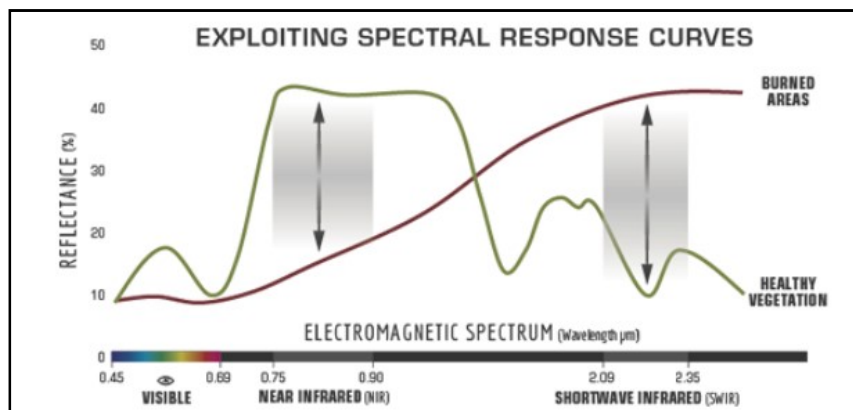
➤ NBR

Ο δείκτης NBR έχει οριστεί για να αποτυπώνει τις καμένες περιοχές, οι υψηλές τιμές του δείκτη υποδεικνύουν υγιή βλάστηση ενώ οι χαμηλές τιμές υποδηλώνουν γυμνό έδαφος και πρόσφατα καμένες εκτάσεις. Κατά τον Escuinetal (2008), ο δείκτης NBR συνδυάζοντας τις πληροφορίες από τις περιοχές του κοντινού υπέρυθρου και του μέσου υπέρυθρου, έχει χρησιμοποιηθεί για τη διάκριση καμένων περιοχών χρησιμοποιώντας εικόνες μετά την πυρκαγιά. Για τις μη καμένες περιοχές συνήθως ο NBR τείνει στο 0.

$$NBR = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)}$$

Υγιής βλάστηση → ↑ NIR και ↓ SWIR

Καμένη περιοχή → ↑ SWIR και ↓ NIR



[Εικόνα 1.3]: Σύγκριση της φασματικής απόκρισης υγιούς βλάστης και καμένης έκτασης

Πηγή: U.S. Forest service

- δείκτες που μετρούν την ραδιομετρική απόσταση από τη γραμμή εδάφους (*distance-based*)**

Παρακάτω παρατίθενται οι βασικοί δείκτες αυτής της κατηγορίας :

➤ PVI

Σύμφωνα με τον Richardson (1977), ο PVI, υπολογίζει την κατακόρυφη απόσταση της ραδιομετρικής τιμής κάθε pixel από τη γραμμή των ραδιομετρικών τιμών του εδάφους.

Απουσία βλάστησης → η κατακόρυφη απόσταση των pixels από τη γραμμή εδάφους είναι μικρότερη του 7

$$PVI = [(NIR-a) * (red-b)]/\sqrt{a^2 + 1}$$

όπου, **a** : κλίση , **b** : σημείο τομής της γραμμής του εδάφους

➤ MSAVI2

Σύμφωνα με τον Qi (1994), ο «τροποποιημένος εδαφικά προσαρμοσμένος δείκτης βλάστησης 2» (Modified Soil Adjusted Vegetation Index 2), δημιουργήθηκε με στόχο τη διόρθωση της φωτεινότητας του εδάφους σε διαφορετικές συνθήκες κάλυψης της βλάστησης. Οι τιμές κάτω από 0 υποδηλώνουν απουσία βλάστησης ενώ πάνω από 0 παρουσία βλάστησης.

$$\frac{2NIR + 1 - \sqrt{(2NIR + 1)^2 - 8(NIR - red)}}{2}$$

➤ WDV

Σύμφωνα με τον Clevers (1988), ο WDV δείκτης είναι αρκετά ευαίσθητος στις ατμοσφαιρικές επιδράσεις γι' αυτό και οι αρχικές εικόνες πρέπει να έχουν υποστεί ατμοσφαιρική διόρθωση.

$$WDV = NIR - \gamma * red$$

όπου, **γ** : κλίση της γραμμής του εδάφους

**μετράνε το ποσοστό της βλάστησης σε κάθε pixel λαμβάνοντας ως βάση την διαφορά που προκύπτει από την τιμή ανάκλασης κάθε pixel σε σχέση με την τιμή ανάκλασης του γυμνού εδάφους. Καθώς αυξάνεται η βλάστηση και καλύπτει το έδαφος, τα αντίστοιχα pixels της βλάστησης αυξάνουν την κατακόρυφη απόστασή τους από την γραμμή του εδάφους. (Περράκης 2015)

***Η στάθμιση του κόκκινου φασματικού καναλιού με τον συντελεστή κλίσης συμβάλει στην ενίσχυση του σήματος της βλάστησης στο κοντινό υπέρυθρο κανάλι και αντίστοιχα στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων της φωτεινότητας του εδάφους. (Περράκης 2015)

Διαδικτυακή πλατφόρμα OroraTech

Η OroraTech είναι μια startup NewSpace με έδρα το Μόναχο που ιδρύθηκε από τους Thomas Gröbler, Björn Stoffers, Florian Mauracher και Rupert Amann το 2018. Ως spin-off από το έργο MOVE-II CubeSat στο Τεχνικό Πανεπιστήμιο του Μονάχου, η δορυφορική τεχνολογία τους βασίζεται σε χρόνια της ακαδημαϊκής έρευνας. Έχουν ήδη κατασκευάσει, εκτοξεύσει και λειτουργήσει με επιτυχία τρεις νανοδορυφόρους με την ισχυρή υποστήριξη από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος (ESA) και το Γερμανικό Αεροδιαστημικό Κέντρο (DLR). Με έδρα το Μόναχο, ειδικεύεται στην έγκαιρη ανίχνευση και παρακολούθηση πυρκαγιών χρησιμοποιώντας δορυφορικά δεδομένα και προηγμένους αλγόριθμους πυρκαγιάς, που ενώνονται με ένα κοινό όραμα:

“NewSpace Intelligence for a sustainable Earth – driven by integrity and passion.”

2.1 Υπηρεσίες

Η OroraTech έχει αναπτύξει την πρώτη παγκόσμια υπηρεσία πληροφοριών για τις πυρκαγιές, συμπεριλαμβανομένης της εκτίμησης κινδύνου, της έγκαιρης ανίχνευσης, της παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο και της ανάλυσης ζημιών. Η υπηρεσία παρέχει έγκαιρες πληροφορίες σχετικά με τα hotspot στους διαχειριστές υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης και σε άλλους χρήστες σε παγκόσμια κλίμακα. Το σύστημα χαρτογράφησης συγκεντρώνει σχεδόν σε πραγματικό χρόνο πολυφασματικά, hotspot και βοηθητικά δεδομένα από διάφορες πηγές δορυφορικών δεδομένων για την ανίχνευση περιοχών που παράγουν υψηλά επίπεδα υπέρυθρης ακτινοβολίας και επιτρέπουν στους χρήστες να εντοπίζουν πιθανές τοποθεσίες πυρκαγιάς.

Η πλατφόρμα αυτή τη στιγμή αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία και λειτουργίες:

- Συνεχής εξαγωγή hotspot από πολυφασματικές δορυφορικές εικόνες
- Συνεχής λήψη δορυφορικών προϊόντων πυρκαγιάς/hotspot τρίτων κατασκευαστών
- Αυτόματος χωροχρονικός συσχετισμός δεδομένων hotspot («OroraTech Fire Product») που παρέχει πληροφορίες για ενεργές και ιστορικές πυρκαγιές, συμπεριλαμβανομένης της

εξέλιξης της πυρκαγιάς (ένταση, εξάπλωση ανάλυση ποσοστού), καμένης περιοχής και προέλευσης

- Ένα σύστημα ειδοποιήσεων με δυνατότητα διαμόρφωσης από το χρήστη για να ειδοποιεί τους χρήστες σχετικά με τη δραστηριότητα στις περιοχές που παρακολουθούνται (είτε μέσω άμεσης επικοινωνίας όπως email, είτε μέσω προγραμματισμού).
- Μια διεπαφή ιστού για την οπτικοποίηση μεμονωμένων hotspot, του OroraTech Fire Product και άλλων γεωχωρικών πληροφοριών που σχετίζονται με τον εντοπισμό και την παρακολούθηση πυρκαγιών
- Μια διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών (“API”) που θα ενσωματωθεί σε συστήματα μεμονωμένων πελατών ή για χειροκίνητη ανάλυση σε λογισμικό GIS

Περιέχει ποικιλία χαρτών, που σχετίζονται με : **εκτίμηση κινδύνου** (ποικιλία λεπτομερών χαρτών που παρέχουν συνεχείς ενημερώσεις σχετικά με τα στατιστικά στοιχεία για τις πυρκαγιές), **άνεμο** (οπτικοποίηση της ταχύτητας και της κατεύθυνσης του ανέμου για πρόβλεψη διάδοσης πυρκαγιάς), **θερμοκρασία και υγρασία** (κάλυψη σχετικής υγρασίας και θερμοκρασιών στην περιοχή), **δάσος και βλάστηση** (χάρτες βλάστησης που βοηθούν στην ανάλυση της κατάστασης του εδάφους), **έδαφος και κλίση** (χάρτες υψομετρικών επιπέδων μιας περιοχής) και **δείκτη κινδύνου πυρκαγιάς** (χάρτης του κινδύνου πυρκαγιάς στην περιοχή, ο οποίος βοηθά στην εκτίμηση της κατάστασης).

Επιπλέον, η πλατφόρμα προσφέρει **παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο** ανιχνεύσεων πολλαπλών hotspot και πυρκαγιών, **2D – 3D – τοπογραφικούς χάρτες, πρόβλεψη διάδοσης πυρκαγιάς** μέσω εξειδικευμένων αλγορίθμων* οι οποίοι προβλέπουν την εξάπλωση της πυρκαγιάς και τη ζημιά στο περιβάλλον. Ο χρήστης μέσα από την πλατφόρμα μπορεί να κάνει ανάλυση της ζημιάς της πυρκαγιάς, αφού μπορεί να ερευνήσει ιστορικά δεδομένα, να υπολογίσει την καμένη περιοχή και την χαμένη βιομάζα, να εξάγει δεδομένα από τις πυρκαγιές και να λάβει αυτοματοποιημένες αναφορές σχετικά με τις επιπτώσεις στο κλίμα. Παρακάτω παρατίθενται τα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών :

Ενεργές πυρκαγιές

Παρακολούθηση των τρεχουσών καταστάσεων πυρκαγιάς και εντοπισμός νέων hotspots.

*Ενδεικτικά αλγόριθμος ενεργού πυρανίχνευσης (OT-SWIR) που χρησιμοποιεί κανάλια υπέρυθρων βραχέων κυμάτων και υπέρυθρων ακτίνων. Τροφοδοτείται από δεδομένα και από τους δορυφόρους Sentinel-2A/B (αισθητήρας MSI) και από τον πρόσφατα προστιθέμενο Landsat-8 (αισθητήρας OLI). Ο συνολικός αριθμός δορυφόρων που χρησιμοποιούνται για ενεργή ανίχνευση πυρκαγιάς στο WFS είναι 17. Ο αλγόριθμος ανιχνεύει hotspots τόσο μικρά όσο 20 μέτρα (Sentinel-2) και 30 μέτρα (Landsat-8).

Ιστορικές πυρκαγιές

Η "Βασική" έκδοση περιορίζεται στα ιστορικά δεδομένα πυρκαγιάς για τις τελευταίες επτά ημέρες.

Ελεγχόμενες περιοχές και ειδοποιήσεις

Οι Ελεγχόμενες Περιοχές και οι Ειδοποιήσεις περιορίζονται σε έκταση 5.000 εκτάρια για τη «Βασική» και 100.000 εκτάρια για την "Επαγγελματική" έκδοση, το μέγεθος της περιοχής για την έκδοση "Enterprise" εξαρτάται από την περιοχή που έχει συμφωνηθεί στην προσφορά ή σύμβαση παροχής υπηρεσιών. Οι χρήστες μπορούν να ορίσουν περιοχές που επιθυμούν να παρακολουθήσουν (Περιοχή ενδιαφέροντος, "AOI") μέσω της διεπαφής.

Τρισδιάστατη λειτουργία με οπτικοποίηση εδάφους

Η διεπαφή περιέχει μια λειτουργία προβολής 3D, η οποία επιτρέπει στους χρήστες με ικανές συσκευές να προβάλλουν τον χάρτη με ένα τρισδιάστατο υψομετρικό μοντέλο.

Λεπτομερείς Πληροφορίες για cluster Hotspots

Επιλέγοντας το κόκκινο περίγραμμα μιας ομάδας hotspot (OroraTech Fire Product) ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μεταξύ τριών διαφορετικών τύπων πληροφοριών σχετικά με το σύμπλεγμα hotspot:

- Γενικές πληροφορίες της ομάδας με το χρόνο απόκτησης του πρώτου και του τελευταίου σημείου πρόσβασης
- Λίστα με τις αυτόματες ταξινομήσεις της ομάδας που παρέχονται από τον χρήστη (π.χ. πυρκαγιά, βιομηχανική τοποθεσία, ηφαίστειο)
- Το FRP και η εκτιμώμενη καμένη περιοχή σχεδιάστηκαν από την πρώτη ανίχνευση στην ομάδα
- Λίστα σημείων πρόσβασης που σχετίζονται με την ομάδα

Εύρος χρόνου για ανιχνεύσεις hotspot

Η "Βασική" έκδοση περιορίζεται στα ιστορικά δεδομένα πυρκαγιάς για τις τελευταίες επτά ημέρες. Η ρύθμιση χρόνου στη διεπαφή επιτρέπει την ανάλυση τόσο της εξέλιξης μιας τρέχουσας πυρκαγιάς όσο και των ιστορικών γεγονότων πυρκαγιάς (μεγάλα χρονικά διαστήματα).

Προηγούμενα και μελλοντικά δορυφορικά "overpasses"

Κατά την επιλογή ενός μεμονωμένου συμβάντος πυρκαγιάς ή συστάδας, εμφανίζονται προηγούμενα και μελλοντικά "overpasses" των δορυφόρων LEO για τη συγκεκριμένη περιοχή.

Στη διεπαφή, τα γεωστατικά hotspot εμφανίζονται με μια διακεκομμένη κόκκινη γραμμή. Τα GEO hotspot έχουν χαμηλότερη ανάλυση, ωστόσο παρέχουν ένα νέο σημείο δεδομένων περίπου κάθε 15 λεπτά.

API

Η πρόσβαση στο API περιορίζεται στην έκδοση "Enterprise". Εκτός από την οπτικοποίηση των δεδομένων μέσω της διεπαφής, η OgoraTech παρέχει πρόσβαση μέσω δύο διεπαφών προγραμμάτων εφαρμογής (API): ένα μηχανισμό "push" και "pull". Το "**Push**" API παρέχεται με τη μορφή διεπαφής που βασίζεται σε **webhook**. Τα webhook δίνονται ως αιτήματα HTTP PUT. Το "**Pull**" API που βασίζεται στη λήψη δεδομένων προορίζεται για ανάλυση δεδομένων ιστορικών πυρκαγιών και γεγονότων. Υποστηρίζει από την πλευρά του διακομιστή φιλτράρισμα, συγκέντρωση και ορισμένες προ-υπολογισμένες μετρήσεις. Το API που βασίζεται σε λήψη δεδομένων προσφέρεται αποκλειστικά σε μια διεπαφή HTTPS REST.

Ανάλογα με τον τύπο των δεδομένων προέλευσης, χρησιμοποιούνται διαφορετικά πρωτόκολλα και τύποι:

- Hotspot, συστάδες και εξέλιξη πυρκαγιάς, καθώς επίσης καμένες περιοχές και άλλα δεδομένα βασίζονται σε διανύσματα και παρέχονται ως **GeoJSON** μέσω διεπαφής REST.
- Δεδομένα ράστερ (οπτικές εικόνες σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, σύνθετα στοιχεία, αναπαράσταση πολυφασματικών δεδομένων) παρέχονται ως διευθύνσεις URL **TileJSON** και **XYZ** μέσω HTTPS.
- Τα αιτήματα συνδέονται με μια γεωγραφική περιοχή, που υποδεικνύεται από ένα πλαίσιο οριοθέτησης.

Το API υποστηρίζει το **OpenAPI** για εύκολη ενσωμάτωση σε εφαρμογές πελατών. Οι υπηρεσίες Web Map Service (" **WMS** "), Web Map Tile Service (" **WMTS** ") και Web Feature Service (" **WFS** ") και για διανυσματικά και για ψηφιδωτά δεδομένα μπορούν να παρέχονται κατόπιν αιτήματος μεμονωμένου πελάτη.

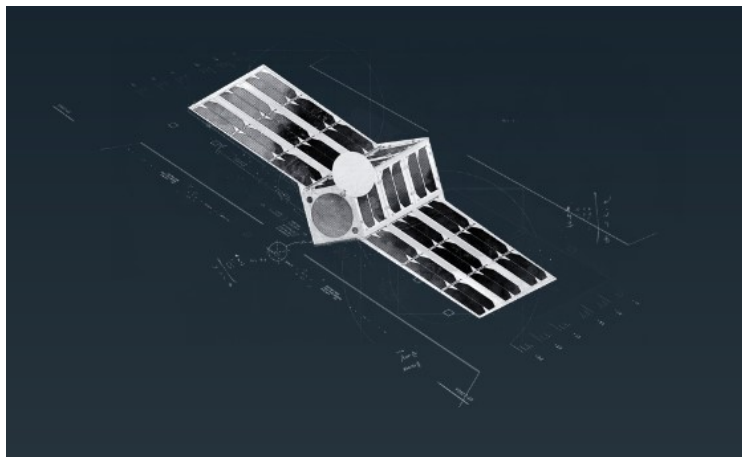
Περιορισμοί

Στην καλύτερη περίπτωση, οι πληροφορίες που προέρχονται από δορυφορικά δεδομένα LEO είναι 30-60 λεπτά (αυτός είναι ο χρόνος που χρειάζεται για να κατέβουν και να επεξεργαστούν τα δεδομένα στην πλατφόρμα μετά από κάθε δορυφορικό "overpass"). Για τους GEO δορυφόρους, τα δεδομένα είναι συνήθως διαθέσιμα μετά από 10 λεπτά. Οι δορυφόροι LEO περνούν από μια δεδομένη περιοχή πολλές φορές την ημέρα και κάθε πέρασμα καλύπτει μόνο ένα συγκεκριμένο πλάτος τροχιάς εδάφους. Αυτό σημαίνει ότι πιθανές ή πραγματικές πυρκαγιές ενδέχεται να μην ανιχνευθούν επειδή το δορυφόρο δεν κοιτούσε πάνω από τη

συγκεκριμένη περιοχή. Η τοποθεσία του hotspot σε οποιονδήποτε χάρτη (ανεξάρτητα από το πόσο λεπτομερής) υποδεικνύεται με έναν κύκλο γύρω από το hotspot. Το μέγεθος του κύκλου αντιπροσωπεύει την ακρίβεια της ανίχνευσης και δεν υποδεικνύει την περιοχή πυρκαγιάς. Δεν είναι όλα τα hotspot πυρκαγιές. Μπορούν επίσης να είναι π.χ. φωτοβολίδες αερίου, βιομηχανικοί χώροι, φούρνοι, καπνός ή καυτά βράχια. Η επαλήθευση στο έδαφος ή με άλλα μέσα (drones, ελικόπτερα κ.λπ.) είναι απαραίτητο για την επιβεβαίωση ενός συμβάντος πυρκαγιάς. Δεν είναι δυνατό να εντοπιστούν όλα τα hotspot μέσω δεδομένων που βασίζονται σε δορυφόρους.

2.2 Τεχνολογία

Λόγω της μικρογραφίας της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια, είναι πλέον δυνατή η τοποθέτηση μιας κάμερας, μιας μονάδας επεξεργασίας εικόνας και των απαραίτητων ηλεκτρονικών υποστήριξης σε ένα 3-unit CubeSat με διαστάσεις 30x10x10 cm³. Πλέον, επιτρέπεται η εκτόξευση τυποποιημένων νανοδορυφόρων οι οποίοι κατασκευάζονται με κοινά διαθέσιμα εξαρτήματα και είναι σχετικά φθηνά σε σύγκριση με παλιούς μεγάλους δορυφόρους.



[Εικόνα 2.1] Νανοδορυφόρος από τον αστερισμό CubeSat της OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com

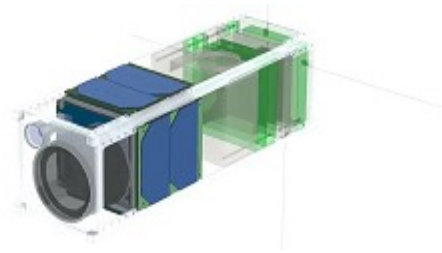
Η OroraTech λαμβάνει δεδομένα από μια ποικιλία υπαρχόντων δορυφόρων για την πυρκαγιά. Αναπτύσσοντας τον δικό της αστερισμό CubeSat είναι σε θέση να επιταχύνει σημαντικά τους χρόνους ανίχνευσης. Στόχος της, είναι η εκτόξευση αρκετών συμπληρωματικών δορυφόρων, ώστε να καλυφθεί μεγαλύτερη επιφάνεια της γης ώστε να εντοπίζονται οι πυρκαγιές νωρίτερα. Οι μακροπρόθεσμες προδιαγραφές του CubeSat είναι:

- 600 km ηλιο-σύγχρονη τροχιά
- Έως 7 τροχιακά επίπεδα
- Πολλαπλές επισκέψεις κάθε ώρα
- Εκτοξεύσεις ad-hoc αποστολών καθώς και αποκλειστικές εκτοξεύσεις

Διαθέτουν εργαστήριο πλήρως εξοπλισμένο με σταθμό συγκόλλησης/επεξεργασίας ηλεκτρονικών, γραμμή παραγωγής SMD, δυνατότητες γρήγορης δημιουργίας πρωτοτύπων, πάγκο δοκιμών οπτικών με πηγές βαθμονόμησης εξειδικευμένες για πειράματα υπερύθρων και πλήρως αυτόνομο περιβάλλον δοκιμών (24/7 αυτοματοποιημένη επιτήρηση και συλλογή δεδομένων στο cloud).

Δορυφορικό πλαίσιο

Η πατενταρισμένη αρχιτεκτονική CubeSat οδηγεί σε 40% υψηλότερο όγκο ωφέλιμου φορτίου σε σύγκριση με τα παραδοσιακά συστήματα CubeSat. Επιτρέπει την ενσωμάτωση τμημάτων του δορυφορικού διαύλου σε πολλαπλά, πλεονάζοντα πλαϊνά πλαίσια και επομένως επιτρέπει υψηλή επεκτασιμότητα και αξιοπιστία του δορυφόρου.

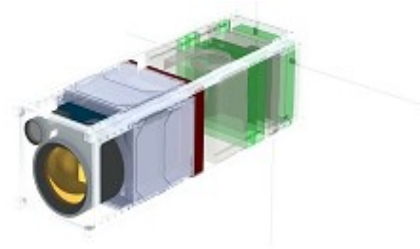


[Εικόνα 2.2] Δορυφορικό πλαίσιο από νανοδορυφόρο της OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com

Κάμερα υπερύθρων

Η μονάδα πολυφασματικής θερμικής υπέρυθρης απεικόνισης που εκκρεμεί για δίπλωμα ευρεσιτεχνίας είναι βελτιστοποιημένη για τους ογκομετρικούς περιορισμούς των CubeSats. Μπορεί να ανιχνεύσει την υπέρυθρη ακτινοβολία μεσαίου κύματος καθώς και μεγάλους μήκους κύματος, γεγονός που το καθιστά την ιδανική επιλογή για την ανίχνευση συμβάντων υψηλής θερμοκρασίας - πυρκαγιών.

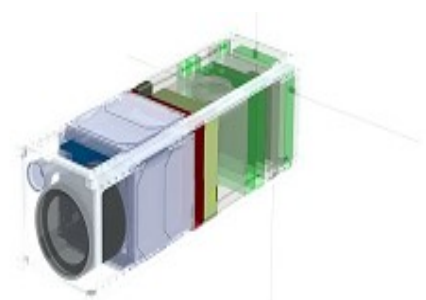


[Εικόνα 2.3] Κάμερα υπερύθρων από νανοδορυφόρο της OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com

Επεξεργασία σε τροχιά

Χρησιμοποιείται μονάδα επεξεργασίας με επιτάχυνση GPU η οποία μειώνει σημαντικά την καθυστέρηση και το εύρος ζώνης κατερχόμενης ζεύξης. Οι πυρκαγιές μπορούν ήδη να ανιχνευθούν επί του δορυφόρου και διανέμονται με τη βοήθεια της επικοινωνίας αναμετάδοσης, μειώνοντας την καθυστέρηση διάδοσης του συναγερμού για την πυρκαγιά κατά αρκετές ώρες.

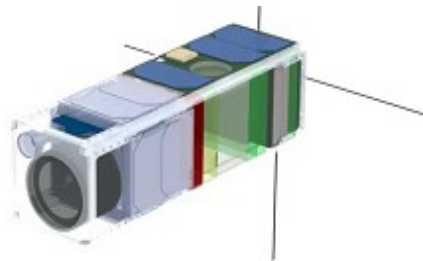


[Εικόνα 2.3] Μονάδα επεξεργασίας από νανοδορυφόρο της OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com

Επικοινωνία

Αφού δημιουργηθούν οι ειδοποιήσεις πυρκαγιάς από τη μονάδα επεξεργασίας, οι πληροφορίες αποστέλλονται μέσω μιας σύνδεσης επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο. Η χρήση πομπών Simplex Globalstar επιτρέπει την αποστολή ειδοποιήσεων στο επίγειο τμήμα μέσα σε δευτερόλεπτα από οπουδήποτε σε τροχιά.



[Εικόνα 2.4] Πομπός Simplex Globalstar από ναυοδορυφόρο της OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com

Ως συνεργάτης της Globalstar Inc. αναπτύσσει και κατασκευάζει προσαρμοσμένες μονάδες δορυφορικής επικοινωνίας (έργο Track & Trust). Το τμήμα οπτικής απεικόνισης προσφέρει υποστήριξη για εφαρμογές σχεδιασμού MWIR και TIR, λύσεις θερμικής διαχείρισης υψηλής ακρίβειας και τεχνογνωσία ακατέργαστων δεδομένων IRFPA μετά την επεξεργασία. Έχουν τεχνογνωσία στην ανάπτυξη λογισμικού και υλικού για εφαρμογές υψηλής αξιοπιστίας (έργο EMPS).

Ως μέλος του προγράμματος NVIDIA Inception, προσφέρουν υπολογιστικές λύσεις υψηλής απόδοσης και χαμηλής ισχύος, βασισμένες στη μονάδα NVIDIA Jetson και στις προσαρμοσμένες πλακέτες φορέα. Διαθέτουν ένα περιβάλλον ανάπτυξης FPGA για εφαρμογές System-on-Chip, με εστίαση στην ανάγνωση κάμερας, την αποθήκευση και τη μεταφορά δεδομένων υψηλής ταχύτητας PCIe σε μια μονάδα επεξεργασίας.

2.3 Πηγές δεδομένων και δορυφόροι

Η πλατφόρμα λαμβάνει και επεξεργάζεται δεδομένα από τους ακόλουθους δορυφόρους στη χαμηλή τροχιά της γης (“ LEO ”):

- Sentinel-3A
- Sentinel-3B
- Aqua
- Terra
- Suomi-NPP
- NOAA-20
- MetOp-B
- MetOp-C

και οι ακόλουθοι δορυφόροι σε Γεωστατική τροχιά (« GEO ») :

- GOES-16
- GOES-17

- **Himawari-8**
- **Meteosat-8**
- **Meteosat-10**
- **Meteosat-11**

2.3.1 Πολυφασματικές πηγές δεδομένων (δορυφορικές εικόνες)

Επί του παρόντος χρησιμοποιούν δεδομένα από τα ακόλουθα όργανα υπέρυθρων που βασίζονται σε δορυφόρους:

- **SLSTR** στους δορυφόρους ESA Sentinel-3A και Sentinel-3B με ανάλυση 1.000 m/px
- **VIIRS** στο δορυφόρο NASA Suomi NPP με ανάλυση 375 m/px
- **VIIRS** στο δορυφόρο NOAA NOAA-20 με ανάλυση 375 m/px.

Επιπλέον, χρησιμοποιούν πολυφασματικά οπτικά δεδομένα από τα ακόλουθα όργανα που βασίζονται σε δορυφόρους για σκοπούς οπτικοποίησης:

- **OLCI** στους δορυφόρους ESA Sentinel-3A και Sentinel-3B με ανάλυση 300m/px
- **MSI** στους δορυφόρους ESA Sentinel-2A και Sentinel-2B με ανάλυση 10 m/px.

Αυτά τα δεδομένα ανακτώνται από τον αντίστοιχο χειριστή/παροχέα δεδομένων μέσω διαφορετικών επίγειων και δορυφορικών συνδέσεων. Λόγω καθυστερήσεων κατερχόμενης σύνδεσης και επεξεργασίας των χειριστών/παρόχων δεδομένων, ο χρόνος μεταξύ της εγγραφής των δεδομένων και της διαθεσιμότητάς είναι 1-3 ώρες για δορυφόρους LEO και 10-30 λεπτά για δορυφόρους GEO. Ο κύριος αλγόριθμος ανίχνευσης για δορυφόρους LEO βασίζεται στην εργασία των *Wooster et al. (2012)*, με παραμετροποίηση ειδική για το αντίστοιχο όργανο. Τα hotspots, μαζί με βοηθητικά δεδομένα όπως, η ισχύς ακτινοβολίας (“FRP”), η θερμοκρασία φωτεινότητας και η εμπιστοσύνη, υποβάλλονται σε επεξεργασία και συγκεντρώνονται μαζί με προϊόντα πυρκαγιάς τρίτων. Επεκτείνουν συνεχώς την υπηρεσία τους προσθέτοντας νέες πηγές δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων δεδομένων από μετεωρολογικούς δορυφόρους και επιτόπιες μετρήσεις και βελτιώνουν συνεχώς και προσθέτουν νέους αλγορίθμους ανίχνευσης.

2.3.2 Πηγές δεδομένων hotspots (Προϊόντα πυρκαγιάς τρίτων)

Τα hotspot είναι σημειακά δεδομένα που εξάγονται από πολυφασματικά δορυφορικά δεδομένα. Αυτά τα σημεία είναι θερμικές ανωμαλίες που ανιχνεύονται σε συγκεκριμένους συνδυασμούς υπέρυθρων φασματικών ζωνών. Τα δορυφορικά δεδομένα επεξεργάζονται με ένα συγκεκριμένο αλγόριθμο που επισημαίνει περιοχές με ασυνήθιστα υψηλή θερμοκρασία. Κάθε hotspot έχει μια ακρίβεια που σχετίζεται με αυτό, η οποία απεικονίζεται στη διεπαφή από έναν κύκλο γύρω από το κέντρο του. Η ακρίβεια είναι ιδιότητα του αισθητήρα (και για τους δορυφόρους GEO, επιπλέον, η μετατόπιση της θέσης του pixel από τον οπτικό άξονα του

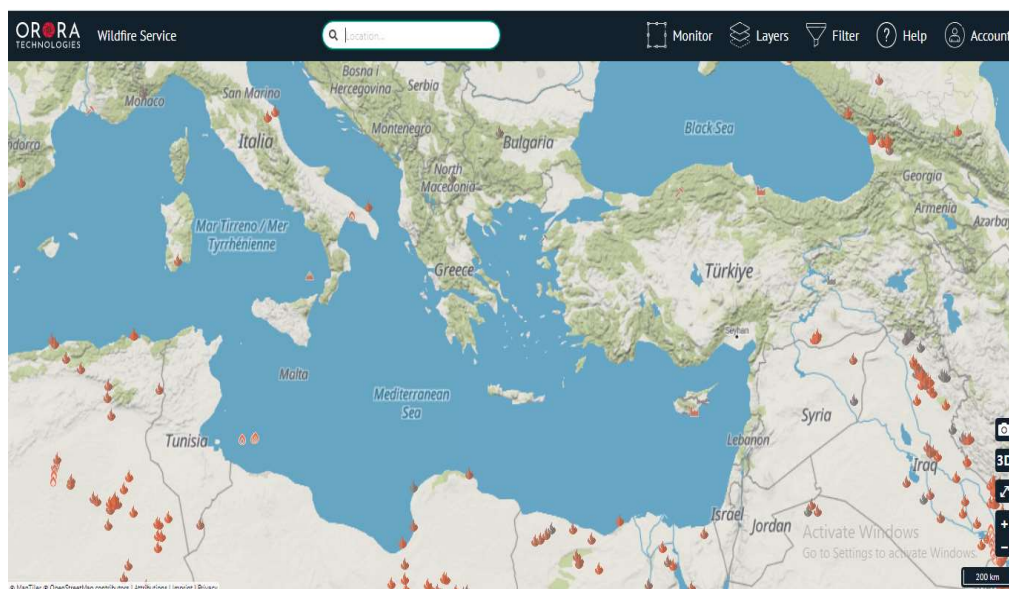
οργάνου). Εκτός από τα hotspot που εξάγουν οι ίδιοι, λαμβάνουν πολλά προϊόντα φωτιάς τρίτων. Αυτά προϊόντα περιέχουν μια λίστα θερμικών σημείων που εντοπίστηκαν μέσω του αλγόριθμου πυρανίχνευσης του παρόχου δεδομένων.

Επεξεργάζονται προϊόντα πυρκαγιάς από τα ακόλουθα δορυφορικά όργανα:

- **MODIS** στους δορυφόρους Terra και Aqua της NASA (“MCD14DL MODIS Collection 6 NRT Hotspot / Ενεργοί ανιχνευτές πυρκαγιάς»)
- **VIIRS** στο δορυφόρο NASA Suomi NPP (“VNP14IMG_NRT NRT VIIRS 375 m)
- **VIIRS** στο δορυφόρο NOAA-20 (“VJ114IMG_NRT NRT VIIRS 375 m)
- **SLSTR** στους δορυφόρους ESA Sentinel-3A και Sentinel-3B (“SL_2_FRP Sentinel-3 NRT FRP» που παρέχεται από την EUMETSAT)
- **ABI** στους γεωστατικούς δορυφόρους NOAA GOES-16 και GOES-17 ("ABI-L2-FDCF-M6 ABI Επίπεδο 2 Φωτιά/Χαρακτηρισμός Hot Spot")
- **AHI** στο γεωστατικό δορυφόρο JMA Himawari-8 (προϊόν Fire για την Αυστραλία, παρέχεται από την Geoscience Australia)
- **SEVIRI** στο γεωστατικό EUMETSAT Meteosat-8, Meteosat-10 και Δορυφόροι Meteosat-11 ("Ενεργή παρακολούθηση πυρκαγιάς (FIR)" μέσω EUMETCast)

2.4 Διαδικτυακή πλατφόρμα

Παρακάτω γίνεται παρουσίαση της διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech (www.OroraTech.com).

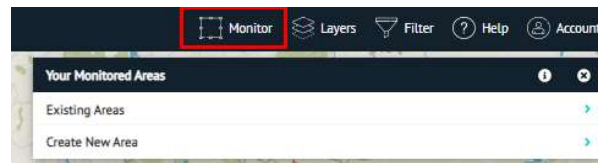


[Εικόνα 2.5] Διαδικτυακή πλατφόρμα OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com

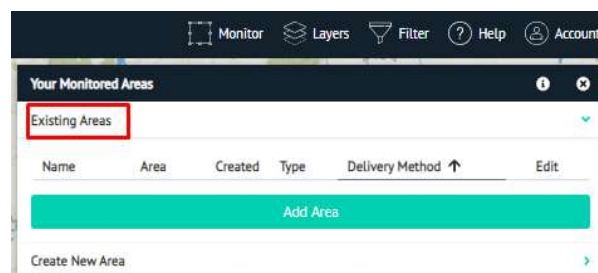
A. Μενού Monitor

Δίνεται δυνατότητα δημιουργίας μιας προσαρμοσμένης περιοχής για να παρακολουθεί ο χρήστης τον κίνδυνο από ενεργές πυρκαγιές και να λαμβάνει μεμονωμένες ειδοποιήσεις.



[Εικόνα 2.6] Μενού “Monitor” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com



[Εικόνα 2.7] “Existing Areas” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech

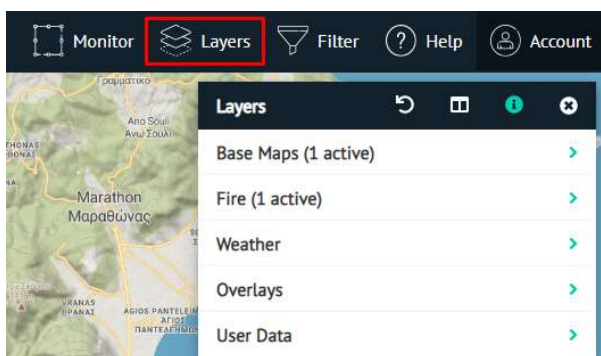
Πηγή : www.ororatech.com

A screenshot of the OroraTech web application showing the 'Create New Area' form. The 'Create New Area' link is highlighted with a red rectangle. The form includes the following fields: 'Name' (text input), 'Area (0 ha)' (text input with a 'Draw' button and a 'WKT' button), 'Notification Type' (dropdown menu with 'Individual Hotspots' selected), 'Notification Method' (dropdown menu with 'Email' selected), 'Email Address' (text input with 'gp218107@hua.gr' entered), and 'Notification Criteria' (dropdown menu with 'Geostationary satellite notifications' selected and 'Disabled' chosen). At the bottom are 'Create' and 'Cancel' buttons.

[Εικόνα 2.8] “Create New Area” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com

B. Μενού Layers



[Εικόνα 2.9] Μενού “Layers”

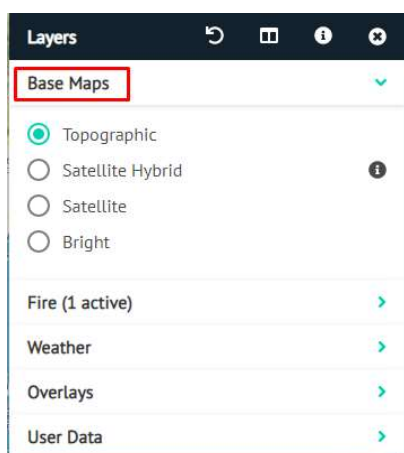
Διαδικτυακής πλατφόρμας

OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com

Base Map

Η διεπαφή επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει μεταξύ διαφορετικών base maps και καλύψεων. Ο χάρτης είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον από πλευράς πυρόσβεσης, καθώς απεικονίζει τη βλάστηση, το έδαφος και άλλα χαρακτηριστικά του τοπίου.



 Topographic

Τοπογραφικός χάρτης που επισημαίνει το υψόμετρο και τη βλάστηση.

 Satellite Hybrid

Δορυφορικός χάρτης με διοικητικές υποδιαιρέσεις και πόλεις.

 Satellite

Δορυφορικός χάρτης βασισμένος σε εικόνες Sentinel-2 χωρίς σύννεφα από το 2017.

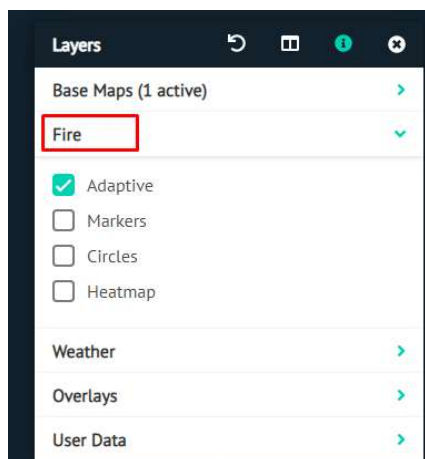
 Bright

“Base map” ελάχιστης φωτεινότητας

[Εικόνα 2.10] “Base Maps” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com

Fire



☒ Adaptive

Opacity



Εμφανίζει σχετικές πληροφορίες με βάση το επίπεδο ζουμ. Σε παγκόσμια κλίμακα δείχνει μόνο τα κέντρα συστάδων της πυρκαγιάς με περισσότερα από 16 μεμονωμένα hotspot. Η μεγέθυνση στον απαιτούμενο αριθμό πυρκαγιών μειώνεται σταδιακά έως ότου τελικά όλες οι συστάδες είναι ορατές μαζί με το περίγραμμα των ίδιων των συστάδων. Με πλήρη μεγέθυνση τα μεμονωμένα hotspot είναι ορατά.

[Εικόνα 2.11] “Fire” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com

☒ Markers

Opacity 

Μεμονωμένα hotspot ως εικονίδια φωτιάς. Το χρώμα του εικονιδίου αντιπροσωπεύει την εποχή της φωτιάς.

☒ Circles

Opacity 

Μεμονωμένα hotspot ως κύκλοι. Το χρώμα του εικονιδίου αντιπροσωπεύει την εποχή της φωτιάς. Η πραγματική θέση του hotspot βρίσκεται οπουδήποτε μέσα στον κύκλο. Η τοποθεσία είναι πιο ακριβής όταν ο κύκλος είναι μικρότερος.

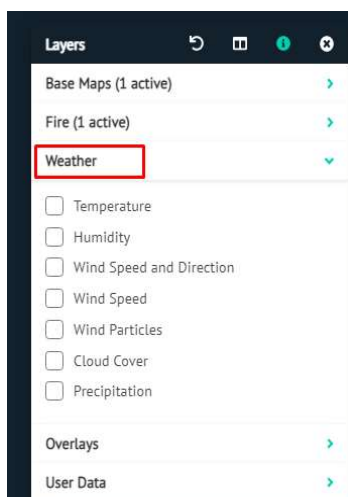
☒ Heatmap

Opacity 

Η πυκνότητα hotspot οπτικοποιείται ως θερμικός χάρτης.

Weather

Ένα layer ανέμου απεικονίζει την τρέχουσα ταχύτητα και κατεύθυνση του ανέμου βάσει δεδομένων από το μοντέλο καιρού **NOAA GFS**. Το μοντέλο καιρού ενημερώνεται κάθε τρεις ώρες. Επιπλέον, παρέχονται διάφορα “overlays” καιρού (Θερμοκρασία, Υγρασία, Κάλυμμα νεφών, Υετός) μέσω του OpenWeatherMap.



[Εικόνα 2.12] “Weather” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com

☒ Temperature

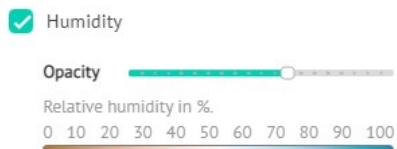
Opacity 

Air temperature at 2m above ground in °C.
-40 -12 2 11 17 23 27 31 34 37 40



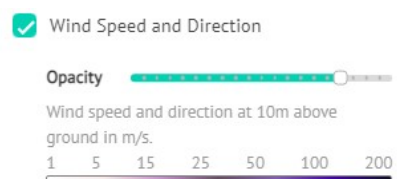
[Εικόνα 2.13] Map “Temperature”

Πηγή : www.ororatech.com



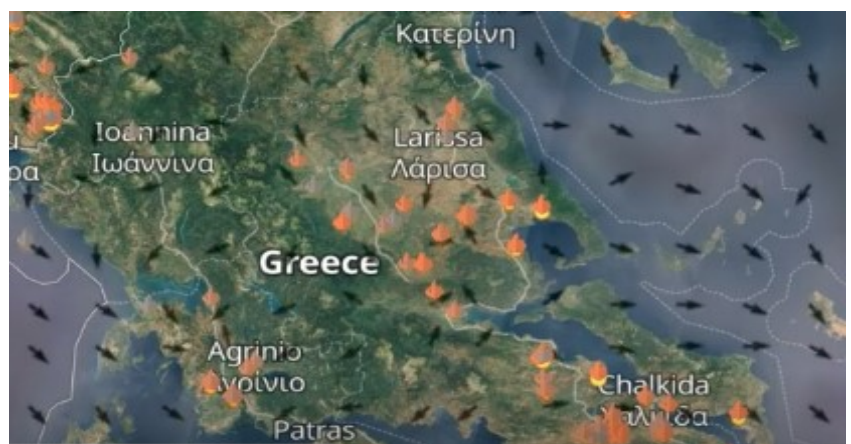
[Εικόνα 2.14] Map “Humidity”

Πηγή : www.ororatech.com



[Εικόνα 2.15] Map “Wind Speed and Direction”

Πηγή : www.ororatech.com



[Εικόνα 2.16] Map “Wind Speed”

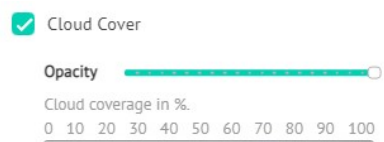
Πηγή : www.ororatech.com





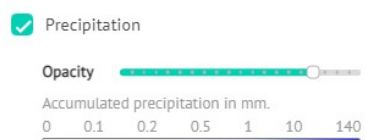
[Εικόνα 2.17] Map “Wind Particles”

Πηγή : www.ororatech.com



[Εικόνα 2.18] Map “Cloud Cover”

Πηγή : www.ororatech.com

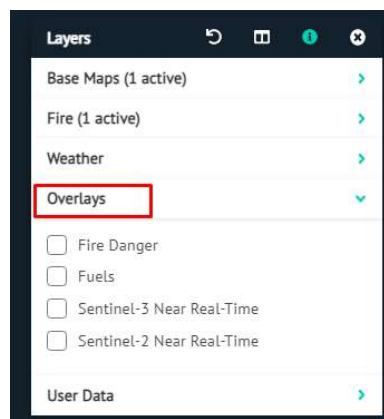


[Εικόνα 2.19] Map “Precipitation”

Πηγή : www.ororatech.com



Overlays



[Εικόνα 2.20] “Overlays” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com

Fire Danger

Ο δείκτης καιρού πυρκαγιάς (“FWI”)* αντιπροσωπεύει τον κίνδυνο πυρκαγιών και είναι διαθέσιμος ως layer στη διεπαφή βασιζόμενος σε δεδομένα από το σύστημα GWIS της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, το οποίο χρησιμοποιεί το εμπειρικό μοντέλο που αναπτύχθηκε για τον Καναδικό Δείκτη καιρού για τις Πυρκαγιές του Καναδά. Το FWI βασίζεται σε ημερήσιες παρατηρήσεις θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, ταχύτητας ανέμου και 24 ωρών κατακρήμνιση. Από αυτές τις τιμές υπολογίζονται έξι συνιστώσες που υπολογίζουν τις επιπτώσεις της υγρασίας της καύσιμης ύλης και των καιρικών συνθηκών στη φωτιά. Η τελική τιμή του FWI βασίζεται σε έναν συνδυασμό του *Initial Spread Index*, που περιγράφει τον αναμενόμενο ρυθμό εξάπλωσης της πυρκαγιάς και του *Δείκτη Συνσώρευσης*, που περιγράφει την κατάσταση και τη συνολική ποσότητα καυσίμου που διατίθεται για καύση.



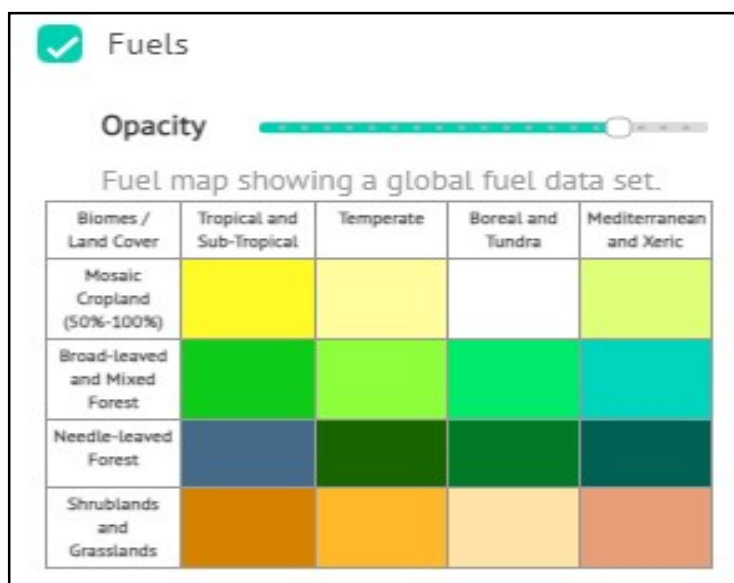
[Εικόνα 2.21] Map “Fire Danger”

Πηγή : www.ororatech.com

*Το **Fire Weather Index System** απαιτεί τη συλλογή των καιρικών παρατηρήσεων από μια τυπική τοποθεσία και ώρα παρατήρησης. Τα πρότυπα τοποθεσίας μπορούν να βρεθούν στον Οδηγό καιρού για το Καναδικό Σύστημα Βαθμολόγησης Κινδύνων Πυρκαγιών του Καναδά (Lawson and Armitage, 2008). Το σύστημα απαιτεί να γίνονται παρατηρήσεις το ηλιακό μεσημέρι, όταν ο ήλιος βρίσκεται στο αποκορύφωμά του ακριβώς από πάνω. Ο δείκτης καιρού πυρκαγιάς (FWI) ενσωματώνει τα τρέχοντα ISI και BUI για να παράγει έναν δείκτη γενικής έντασης πυρκαγιάς χωρίς μονάδα. Είναι ανάλογο με το NFDRS Burning Index. Σε συνθήκες ξηρού καυσίμου, είναι ένας βασικός δείκτης ακραίων δυνατοτήτων συμπεριφοράς πυρκαγιάς.

Χάρτης καυσίμων υλών

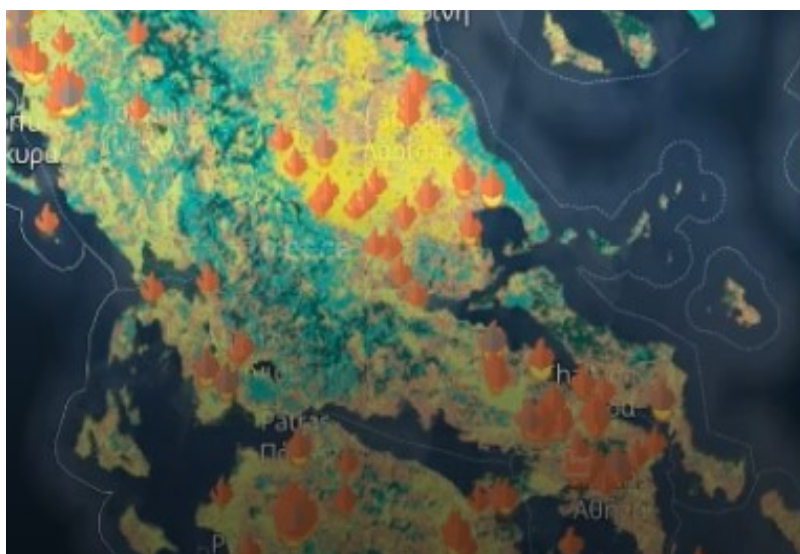
Ένας χάρτης καύσιμης ύλης είναι διαθέσιμος ως layer στη διεπαφή και βασίζεται σε δεδομένα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Σύστημα GWIS. Ο χάρτης χρησιμοποιεί μια ταξινόμηση καύσιμης ύλη με βάση το Σύστημα Ταξινόμησης Χαρακτηριστικών Καυσίμων. Αυτό το σύστημα βασίζεται σε προϊόντα παρατήρησης της γης και βάσεις δεδομένων καυσίμων και έχει ένα ευρύ φάσμα περιπτώσεων (εκτίμηση επικινδυνότητας της πυρκαγιάς βάσει υπολογισμών κατανάλωσης καυσίμου, απογραφές εκπομπών κ.α). Οι τύποι καυσίμων υλών που εμφανίζονται στον χάρτη καυσίμων του WFS ομαδοποιούνται σε κατηγορίες με παρόμοιες παραμέτρους στη φωτιά. Οι τύποι καυσίμων ταξινομούνται ανάλογα με τον τύπο βλάστησης.



Biomes / Land Cover	Tropical and Sub-Tropical	Temperate	Boreal and Tundra	Mediterranean and Xeric
Mosaic Cropland (50%-100%)	Yellow	Light Yellow	White	Light Green
Broad-leaved and Mixed Forest	Green	Light Green	Dark Green	Cyan
Needle-leaved Forest	Dark Blue	Dark Green	Dark Green	Dark Green
Shrublands and Grasslands	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Orange

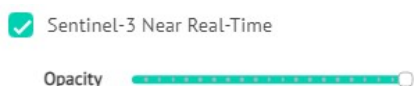
[Εικόνα 2.22] Classification “Fuels”

Πηγή : www.ororatech.com



[Εικόνα 2.23] Map “Fuels”

Πηγή : www.ororatech.com



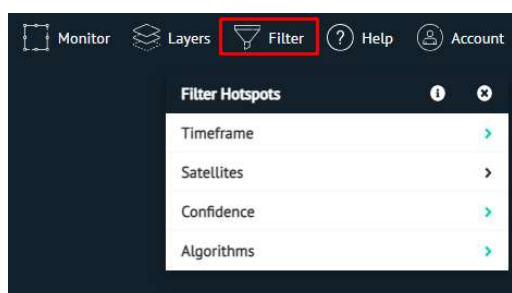
Δορυφορικός χάρτης που δημιουργήθηκε από έγχρωμες εικόνες των δύο δορυφόρων Sentinel-3 με χωρική ανάλυση 300m. Τα περισσότερα μέρη στη γη ενημερώνονται μία φορά την ημέρα. Οι εικόνες προστίθενται μεταξύ 2 και 5 ωρών μετά την εγγραφή.



Δορυφορικός χάρτης που δημιουργήθηκε από έγχρωμες εικόνες των δύο δορυφόρων Sentinel-2 με χωρική ανάλυση 10m. Νέες εικόνες είναι διαθέσιμες περίπου κάθε 5 ημέρες.

Γ. Μενού Filter

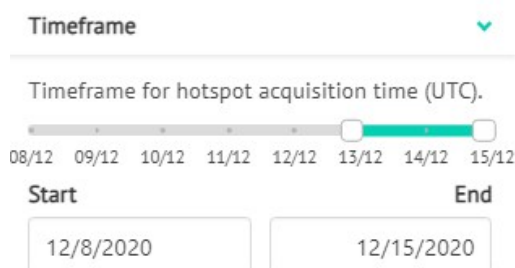
Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ορίσει και φίλτρα, όπως χρονικό εύρος, δορυφόρους, ποσοστό εμπιστοσύνης και αλγορίθμους.



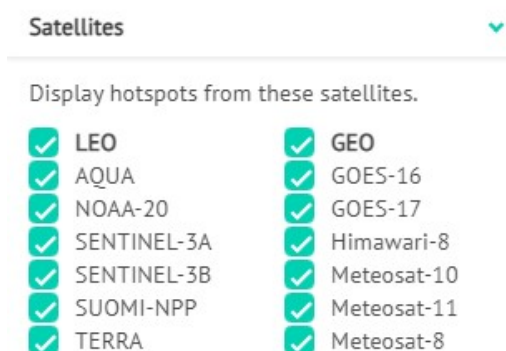
[Εικόνα 2.24] Μενού “Filter” Διαδικτυακής πλατφόρμας

OroraTech

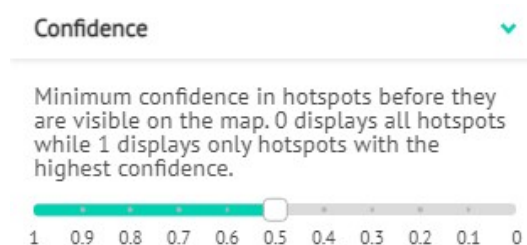
Πηγή : www.ororatech.com



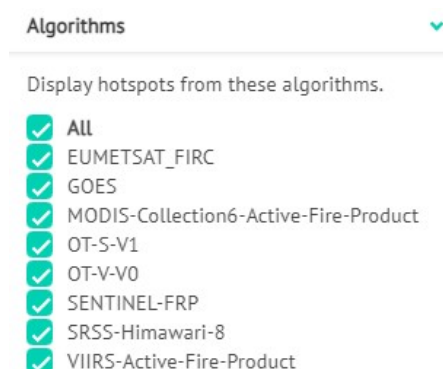
(α)



(β)



(γ)

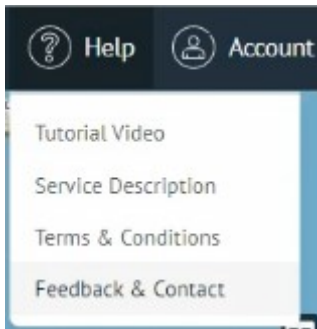


(δ)

[Εικόνα 2.25] (α) Timeframe (β) Satellites (γ) Confidence (δ) Algorithms

Πηγή : www.ororatech.com

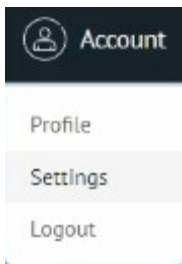
Δ. Μενού Help



[Εικόνα 2.26] Μενού “Help” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com

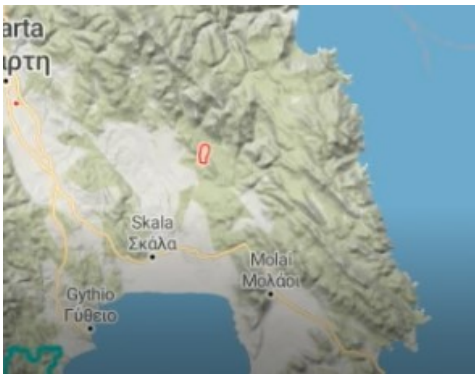
Ε. Μενού Account



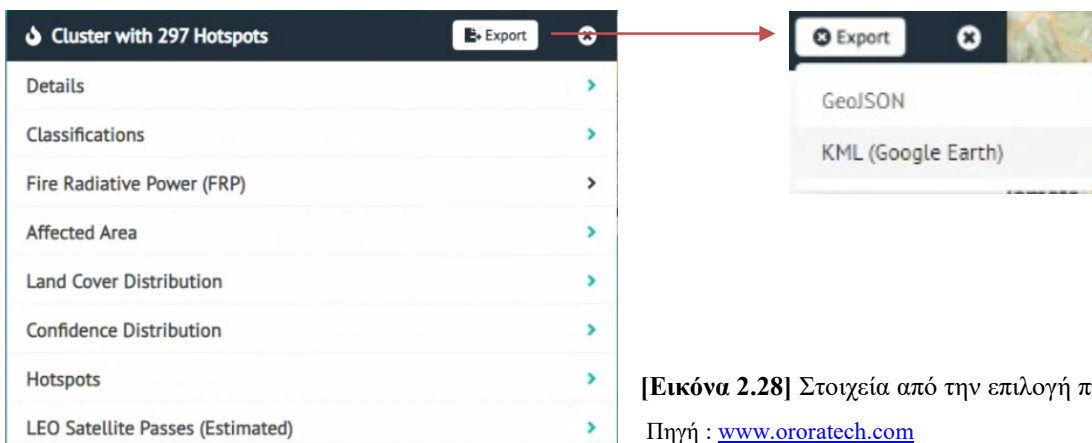
[Εικόνα 2.27] Μενού “Account” Διαδικτυακής πλατφόρμας OroraTech

Πηγή : www.ororatech.com

Επιλέγοντας μια πυρκαγιά μπορούμε να δούμε αρκετά στοιχεία αναφορικά με αυτή τα οποία παρατίθενται παρακάτω :



Όλες τις πληροφορίες αναφορικά με την πυρκαγιά μπορούμε να τις εξάγουμε σε GeoJSON ή KML.



[Εικόνα 2.28] Στοιχεία από την επιλογή πυρκαγιάς

Πηγή : www.ororatech.com

Details

Details

First Hotspot	2020-08-22 12:25:00 (GMT+3)	Χρόνος ένταξης πρώτου hotspot στη συστάδα.
Last Hotspot	2020-08-24 15:24:00 (GMT+3)	Χρόνος ένταξης τελευταίου hotspot στη συστάδα.
Lifetime	2 days	Πόσο χρόνο ήταν ενεργή η συστάδα της πυρκαγιάς μετά την πρώτη ανίχνευση
Location	22.46006° E, 36.70529° N	Κατά προσέγγιση γεωγραφικές συντεταγμένες τοποθεσίας της συστάδας (βάσει GPS)
Type	Fire	Τύπος συστάδας (πυρκαγιά, βιομηχανική περιοχή, ηφαίστειο...)
Confidence	0.75	Η εμπιστοσύνη της συστάδας καθορίζεται από τον αριθμό των δορυφόρων ή αλγορίθμων, οι οποίοι ανιχνεύουν τα hotspots που ανήκουν στη συστάδα. Συστάδες με τιμή εμπιστοσύνης 0 είναι πολύ πιθανό να μην είναι πραγματικές πηγές θερμότητας, ενώ με τιμή 1 προτείνεται μια υψηλής εμπιστοσύνης πηγή θερμότητας
Affected Area	59.60 km ² or less	Εκτίμηση στη χειρότερη περίπτωση της πληγείσας περιοχής από την αρχική ανίχνευση.

[Εικόνα 2.29] “Details” από την επιλογή πυρκαγιάς
Πηγή : www.ororatech.com

Classifications

Οι ταξινομήσεις παρέχουν τη βάση για το φιλτράρισμα σταθερών πηγών θερμότητας (εργοστάσια, ηφαίστεια), αντανakλάσεις (νερό, ηλιακούς συλλέκτες, στέγες από χάλυβα) και άλλα ψευδώς θετικά στοιχεία. Αφού επιλεγθεί ένα “cluster”, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τον τύπο της πηγής θερμότητας ανοίγοντας το μενού ταξινόμησης χρησιμοποιώντας το “Classify This Cluster”. Επιπλέον, οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν την αιτία(εμπρησμός ή ακούσια πυρκαγιά) της πυρκαγιάς, εάν είναι γνωστή. Αυτές οι ταξινομήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο για ειδοποίηση κατά την ανίχνευση νέων συστάδων, αλλά εξαιρούνται οι γνωστές, σταθερές πηγές θερμότητας στην περιοχή παρακολούθησης του χρήστη.

Classifications

Classifications help in identifying the cause and origin of a hotspot cluster. You can [submit a classification](#).

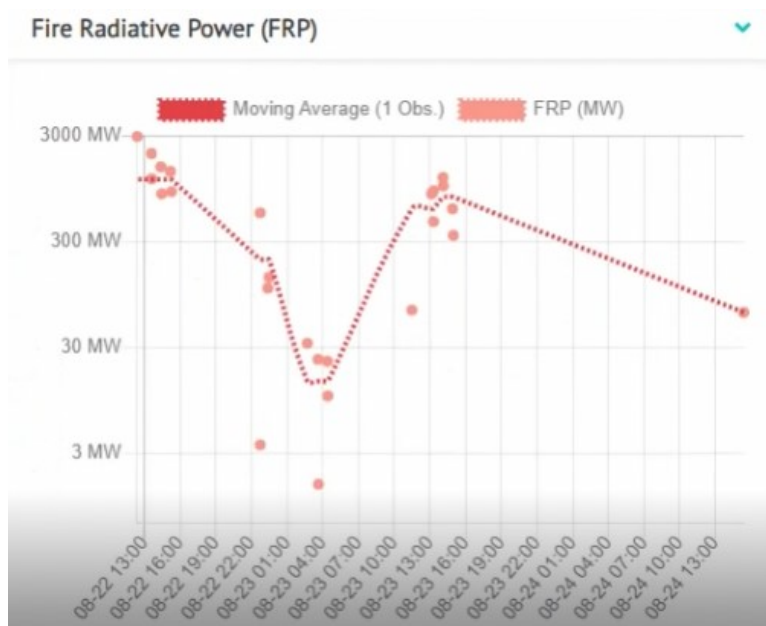
Time	Class	Source	Notes
2020-08-24 11:40:02	Fire	Manual	

[Εικόνα 2.30] “Classifications” από την επιλογή πυρκαγιάς

Πηγή : www.ororatech.com

Fire Radiative Power (FRP)

Η πλατφόρμα παρέχει διάγραμμα της Ισχύς Ακτινοβολίας(mw) – Χρόνο.

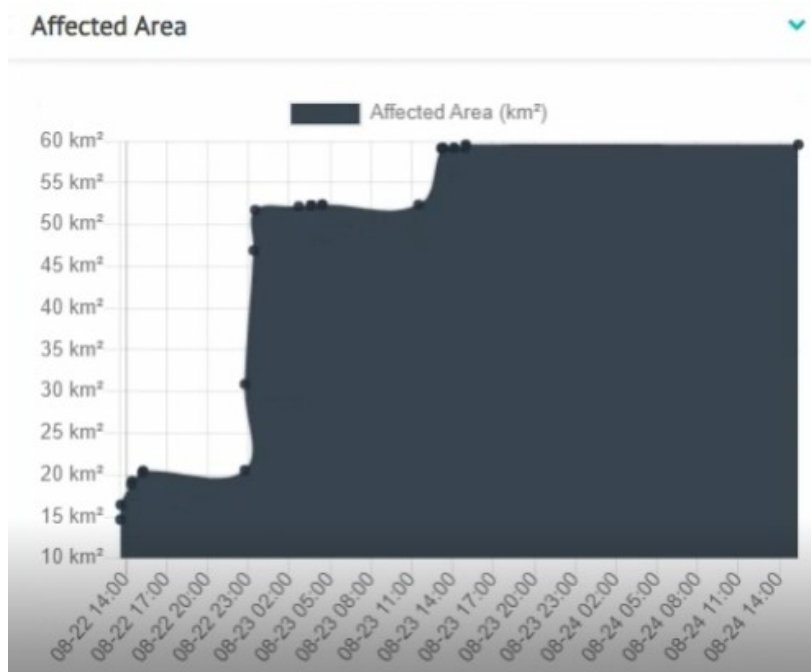


[Εικόνα 2.31] “FRP” από την επιλογή πυρκαγιάς

Πηγή : www.ororatech.com

Affected Area

Η πλατφόρμα παρέχει διάγραμμα της πληγείσας επιφάνειας (km²) – Χρόνο.

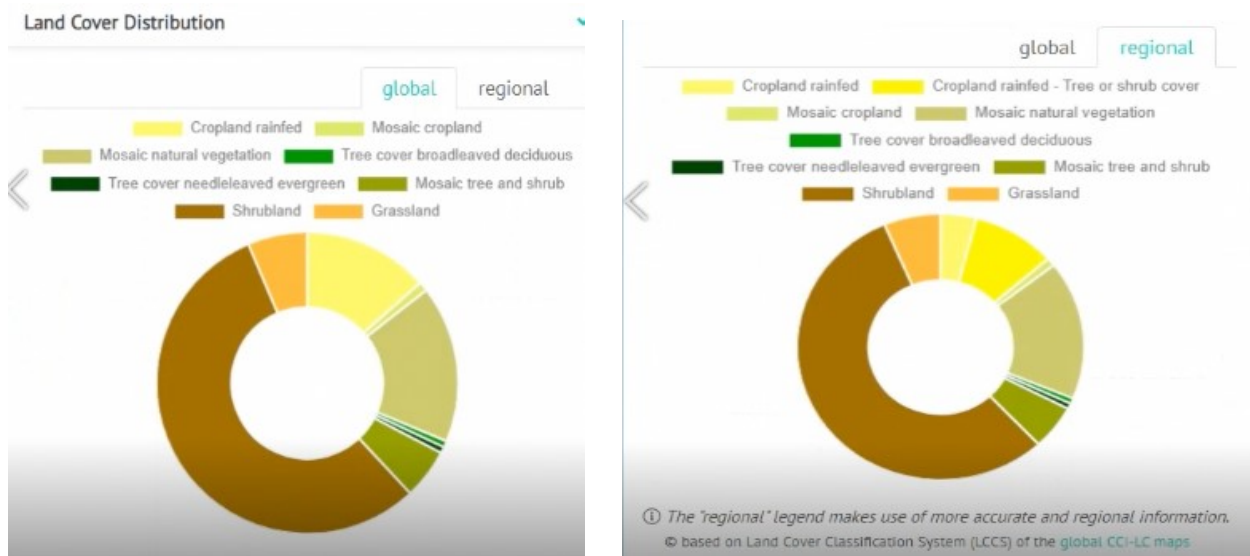


[Εικόνα 2.32] “Affected Area” από την επιλογή πυρκαγιάς

Πηγή : www.ororatech.com

Land Cover Distribution

Η πλατφόρμα παρέχει διαγράμματα με την κατανομή της κάλυψης γης.

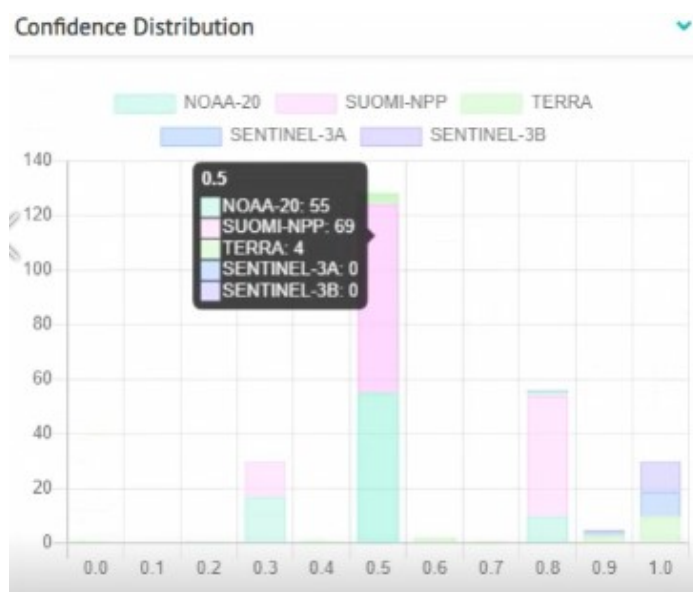


[Εικόνα 2.33] “Land Cover Distribution” από την επιλογή πυρκαγιάς

Πηγή : www.ororatech.com

Confidence Distribution

Η πλατφόρμα παρέχει διαγράμματα με την κατανομή της εμπιστοσύνης. Εμπιστοσύνη αναφέρεται στον αλγόριθμο ανίχνευσης με κλίμακα ανάμεσα στο 0 και το 1, όπου 0 αντιπροσωπεύει ένα εξαιρετικά απίθανο hotspot και το 1 αντιπροσωπεύει ένα εξαιρετικά πιθανό hotspot.

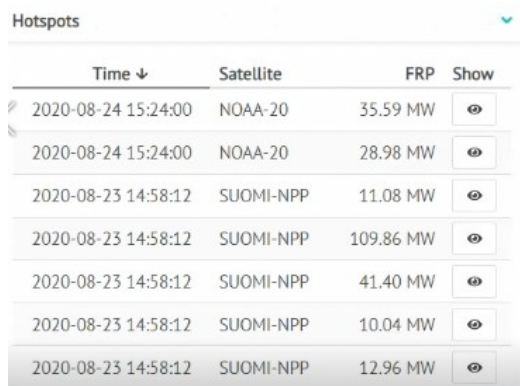


[Εικόνα 2.34] “Confidence Distribution” από την επιλογή πυρκαγιάς

Πηγή : www.ororatech.com

Hotspots

Μόλις επιλεγεί ένα συμβάν hotspot από τον κύριο χάρτη, οι χρήστες μπορούν να δουν διαφορετικούς τύπους συσχετισμένων πληροφοριών:

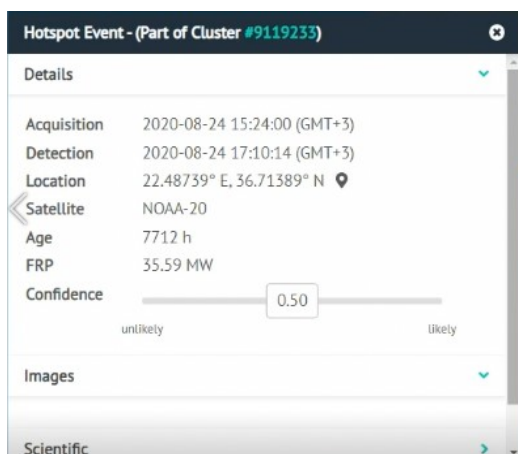


Time ↓	Satellite	FRP	Show
2020-08-24 15:24:00	NOAA-20	35.59 MW	
2020-08-24 15:24:00	NOAA-20	28.98 MW	
2020-08-23 14:58:12	SUOMI-NPP	11.08 MW	
2020-08-23 14:58:12	SUOMI-NPP	109.86 MW	
2020-08-23 14:58:12	SUOMI-NPP	41.40 MW	
2020-08-23 14:58:12	SUOMI-NPP	10.04 MW	
2020-08-23 14:58:12	SUOMI-NPP	12.96 MW	

[Εικόνα 2.35] “Hotspots” από την επιλογή πυρκαγιάς

Πηγή : www.ororatech.com

- γενικές πληροφορίες του hotspot, με τοπικούς χρόνους εντοπισμού



Hotspot Event - (Part of Cluster #9119233)	
Details	
Acquisition	2020-08-24 15:24:00 (GMT+3)
Detection	2020-08-24 17:10:14 (GMT+3)
Location	22.48739° E, 36.71389° N
Satellite	NOAA-20
Age	7712 h
FRP	35.59 MW
Confidence	<input type="range" value="0.50"/>
Images	
Scientific	

[Εικόνα 2.36] “Details” από την επιλογή hotspot

Πηγή : www.ororatech.com

- επιστημονική προβολή με θερμοκρασίες φωτεινότητας και άλλες σημαντικές πληροφορίες



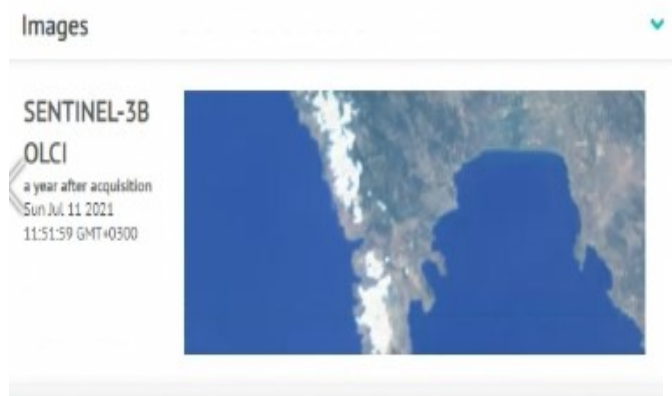
Scientific	
Filename	modaps_nrt3_VJ103IMG_NRT.VJ114IMG_N
Algorithm	VIIRS-Active-Fire-Product
MIR BT	351.38 K
TIR BT	302.57 K
Confidence	0.5
Sensor GSD	0.375 km
GSD/FRP	0.09491770
Clusters	9119233

MIR: Middle InfraRed
TIR: Thermal InfraRed
BT : Brightness Temperature
GSD: Ground Sample Distance

[Εικόνα 2.37] “Scientific” από την επιλογή hotspot

Πηγή : www.ororatech.com

- προβολή ζωντανής δορυφορικής εικόνας, η οποία εμφανίζει την πιο πρόσφατη διαθέσιμη δορυφορική εικόνα οπτικού φάσματος για την τοποθεσία της πυρκαγιάς



[Εικόνα 2.38] “Images” από την επιλογή hotspot

Πηγή : www.ororatech.com

- λίστα με προηγούμενα και μελλοντικά δορυφορικά περάσματα (εκτιμώμενα)

Satellite	Date	Delta	Status
SENTINEL-2A	2021-06-11 23:26:31	a month ago	✓
SENTINEL-3A	2021-06-11 23:27:32	a month ago	✗
TERRA	2021-06-11 23:48:20	a month ago	✗
SENTINEL-2B	2021-06-12 00:15:34	a month ago	✓
NOAA-20	2021-06-12 02:54:38	a month ago	✓
SUOMI-NPP	2021-06-12 03:44:25	a month ago	✓
SENTINEL-5P	2021-06-12 03:47:36	a month ago	✗
AQUA	2021-06-12 04:05:23	a month ago	✗
MetOp-B	2021-06-12 10:55:27	a month ago	✗
SENTINEL-3A	2021-06-12 11:44:32	a month ago	✓

[Εικόνα 2.39] “Leo Satellite Passes” από την επιλογή hotspot

Πηγή : www.ororatech.com

2.5 Έργα και συνεργάτες

Η OroraTech έχει συνεργαστεί με την WSRB και τη θυγατρική της BuildingMetrix και προσφέρει την καινοτόμο, σε πραγματικό χρόνο **Υπηρεσία Διαχείρισης Πυρκαγιών (WFS)** σε ασφαλιστές, δημόσιες επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και κρατικούς φορείς στις ΗΠΑ. Μέσω αυτής της συνεργασίας, οι οργανισμοί που εδρεύουν στις ΗΠΑ αποκτούν πρόσβαση στα ισχυρά εργαλεία της WFS που τους βοηθούν να διαχειρίζονται αποτελεσματικότερα τον κίνδυνο και να αναπτύσσουν πόρους. Η ομάδα WSRB/BuildingMetrix παρέχει βαθιά τεχνογνωσία στην ασφάλιση περιουσίας και στον κίνδυνο πυρκαγιάς για να εξασφαλίσει την επιτυχία των πελατών με το WFS.

Μαζί με τα Weaver Labs που εδρεύουν στο Ηνωμένο Βασίλειο, υποστήριξαν την εταιρεία blockchain Datarella στη δραστηριότητα έναρξης της **ESA Track & Trust: Space Linked Tracking**. Κατασκεύασαν μια πλατφόρμα hardware για επικοινωνία με το δορυφορικό δίκτυο Globalstar, ανέπτυξαν το αντίστοιχο υλικολογισμικό και ολοκλήρωσαν με μια επιτυχημένη κοινή επίδειξη μιας συναλλαγής blockchain μέσω δορυφορικού δικτύου.

Ο Thomas, ο Florian και ο Rupert, καθώς και πολλοί από τους υπαλλήλους της και εργαζόμενους φοιτητές, απέκτησαν την πρακτική τους εμπειρία στον σχεδιασμό διαστημικών σκαφών στο **LRT** εκτοξεύοντας CubeSats και «μπαλόνια μεγάλου υψόμετρου» (high-altitude balloons). Το **MOVE-II** είναι ένα πανεπιστημιακό δορυφορικό έργο που βασίζεται στην Έδρα Αστροναυτικής (LRT) στο TUM. Με περισσότερους από 130 μαθητές ανέπτυξαν ένα CubeSat 1 Μονάδας, το οποίο εκτοξεύτηκε με το SpaceX τον Δεκέμβριο του 2018.

Το 2018, το Πανεπιστήμιο της Νέας Νότιας Ουαλίας (UNSW) στην Αυστραλία προσφέρθηκε να δοκιμάσει ένα τροφοδοτικό στον δορυφόρο M2 του ως πρόσθετο ωφέλιμο φορτίο. Έτσι δημιουργήθηκε το έργο **Extendable Modular Power Supply (EMPS)**, βασισμένο σε μια συνεργασία μεταξύ του LRT, του UNSW και της OgoraTech. Σκοπός του είναι να αναπτύξει περαιτέρω το τροφοδοτικό. Δύο από αυτές τις μονάδες τροφοδοσίας τέθηκαν σε τροχιά στα τέλη του 2019.

Στη φάση 1 του **GENA-Sat** πραγματοποίησαν μια δραστηριότητα αποφυγής κινδύνου για μια Γενική Ευέλικτη Πλατφόρμα Nanosat για υπηρεσίες IOD/IOV. Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος και συνεργάστηκαν με την TUM και την HPS για 6 μήνες.

Περιοχή Μελέτης

Η Ελλάδα είναι χώρα της νοτιοανατολικής Ευρώπης στο νοτιότερο άκρο της Βαλκανικής χερσονήσου. Συνορεύει στα βορειοδυτικά με την Αλβανία, στα βόρεια με τη Βουλγαρία και τη Βόρεια Μακεδονία και στα βορειοανατολικά με την Τουρκία. Έχει ακτές στην Ανατολική Μεσόγειο και βρέχεται ανατολικά από το Αιγαίο, δυτικά από το Ιόνιο και νότια από το Λιβυκό. Βρίσκεται στην 97η θέση στην κατάταξη των χωρών του κόσμου ανάλογα με την έκτασή τους. Σύμφωνα με επίσημες εκτιμήσεις της Ευρωπαϊκής Στατιστικής Υπηρεσίας, ο πληθυσμός της χώρας την 1η Ιανουαρίου 2020 εκτιμάται ότι είναι 10.691.204. Η πρωτεύουσα και μεγαλύτερη πόλη της, είναι η Αθήνα. Η Ελλάδα κατέχει την 11η θέση στις χώρες με τη μεγαλύτερη ακτογραμμή στα 13.676 χιλιόμετρα, καθώς έχει πλήθος νησιών που υπολογίζεται, αναλόγως τα κριτήρια, στα 2.500 με τα 165 έως 227 να είναι κατοικήσιμα.



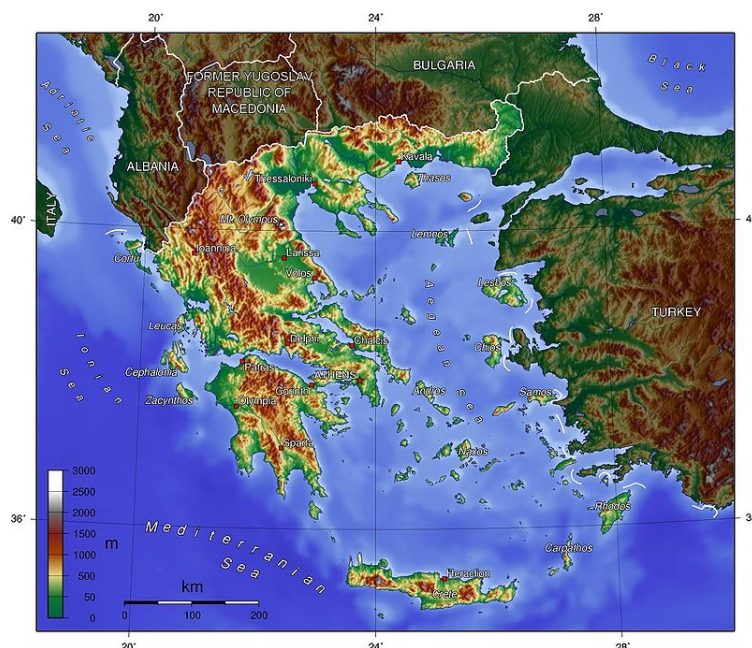
[Εικόνα 3.1] Παγκόσμιος χάρτης - Ελλάδα

Πηγή : <https://el.wikipedia.org>

3.1 Ελλάδα

3.1.1 Γεωμορφολογία

Η Ελλάδα αποτελείται από ένα μεγάλο ηπειρωτικό τμήμα, το νότιο άκρο της Χερσονήσου του Αίμου (Χερσονήσος των Βαλκανίων), το οποίο συνεχίζεται έως την Πελοπόννησο με τον Ισθμό της Κορίνθου, ο οποίος από το έτος 1893 και έκτοτε διαθέτει πλέον την ομώνυμη Διώρυγα. Η χώρα περικλείεται από το Ιόνιο, το Αιγαίο και το Λιβυκό. Το Αιγαίο βρέχει πολυάριθμα νησιά, ανάμεσά τους την Εύβοια, τη Λέσβο και τα νησιωτικά συμπλέγματα των Κυκλάδων και των Δωδεκανήσων καθώς και τα δυτικά παράλια της Ρόδου ενώ νότια βρίσκεται η Κρήτη, το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας και το πέμπτο μεγαλύτερο της Μεσογείου. Νότια της Κρήτης είναι η Γαύδος, το νοτιότερο σημείο της Ελλάδας και της Ευρώπης. Τα κυριότερα νησιά του Ιονίου είναι η Κέρκυρα, η Κεφαλονιά, η Λευκάδα και η Ζάκυνθος. Το Καστελλόριζο μαζί με τις παρακείμενες νησίδες, βρίσκεται ανατολικά της Ρόδου, στη Νοτιοανατολική Μεσόγειο, και είναι το ανατολικότερο ελληνικό έδαφος. Η Ελλάδα έχει μήκος ακτών 13.676 χιλιόμετρα (CIA 2022), που θεωρείται εξαιρετικά μεγάλο, και οφείλεται στον πλούσιο οριζόντιο εδαφικό διαμελισμό και το έντονο ανάγλυφο της περιοχής, καθώς και στο πλήθος των αναρίθμητων νησιών, τα οποία είναι περισσότερα από 2.500 και είναι κυρίως αποτέλεσμα της σύγκρουσης της Αφρικανικής τεκτονικής πλάκας με την Ευρωπαϊκή. Έχει μήκος συνόρων που πλησιάζει τα 1.228 χιλιόμετρα (CIA 2022). Η μεγαλύτερη πεδιάδα είναι των Γιαννιτσών στην Κεντρική Μακεδονία (2.250 km²) και ακολουθεί της Λάρισας στην Θεσσαλία (1.850 km²). Γεωγραφικά η Ελλάδα διαιρείται σε 9 διαμερίσματα, τα οποία χωρίζονται σε 51 νομούς.



[Εικόνα 3.2] Γεωμορφολογικός χάρτης Ελλάδας

Πηγή : <https://el.wikipedia.org>

Βουνά

Το έδαφος της Ελλάδας είναι κατά κύριο λόγο ορεινό ή λοφώδες. Μεγάλο μέρος του είναι ξηρό και βραχώδες, ενώ μόνο το 20,45% του εδάφους είναι καλλιεργήσιμο. Τα υψηλότερα βουνά είναι : **Όλυμπος** – 2918m (Θεσσαλία (Λάρισα), Μακεδονία (Πιερία)), **Σμόλικας** – 2637m (Ηπειρος (Ιωάννινα), Μακεδονία (Γρεβενά)), **Βόρας** – 2524m (Μακεδονία (Πέλλα, Φλώρινα), Βόρεια Μακεδονία), **Γράμμος** – 2520m (Μακεδονία (Καστοριά), Ήπειρος (Ιωάννινα), Αλβανία) και **Γκιώνα** – 2510m (Στερεά Ελλάδα (Φωκίδα)).

Λίμνες

Η Ελλάδα έχει αρκετές λίμνες, οι περισσότερες των οποίων βρίσκονται στο ηπειρωτικό της τμήμα. Οι μεγαλύτερες λίμνες στην ελληνική επικράτεια είναι : **Τριχωνίδα** - 96,513 km² (Στερεά Ελλάδα (Αιτωλοακαρνανία)), **Βόλβη** - 75,600 km² (Μακεδονία (Θεσσαλονίκη)), **Κερκίνη** - 68,532 km² (Μακεδονία (Σέρρες)), **Πολυφύτου** - 56,793 km² (Μακεδονία (Κοζάνη)) και **Βεγορίτιδα** - 54,310 km² (Μακεδονία (Φλώρινα, Πέλλα)). Οι λίμνες των Κρεμαστών (68.531 m²) και του Πολυφύτου (56.793 m².) είναι τεχνητές κυρίως για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ οι λίμνες του Μόρνου, του Μαραθώνα και η λίμνη Υλίκη υδροδοτούν την Αθήνα.

Ποτάμια

Πολλοί ποταμοί διαρρέουν την Ελλάδα, από τους οποίους κανένας δεν είναι πλεύσιμος. Σε μερικούς από τους μεγαλύτερους, τα δέλτα που σχηματίζουν στην εκροή τους προς την θάλασσα αποτελούν σημαντικούς υγροβιότοπους, όπως αυτοί του Αλιάκμονα και του Έβρου. Ποταμοί όπως ο Πηνειός στην Θεσσαλία, υδροδοτούν μεγάλες γεωργικές εκτάσεις με την βοήθεια καναλιών, ενώ σε άλλα έχουν δημιουργηθεί τεχνητές λίμνες για τη λειτουργία υδροηλεκτρικών εργοστασίων. Τα μεγαλύτερα ποτάμια στην ελληνική επικράτεια είναι: **Αλιάκμονας** – 297 km (Μακεδονία (Καστοριά, Πιερία, Κοζάνη, Ημαθία)), **Αχελώος** – 220 km (Ηπειρος (Άρτα), Θεσσαλία (Τρίκαλα, Καρδίτσα), Στερεά Ελλάδα (Ευρυτανία, Αιτωλοακαρνανία)), **Πηνειός** – 205km (Θεσσαλία (Τρίκαλα, Λάρισα)) και **Έβρος** – 204 km (Θράκη (Νομός Έβρου)).

3.1.2 Κλίμα

Το κλίμα της έχει σε γενικές γραμμές τα χαρακτηριστικά του **Μεσογειακού κλίματος**, δηλαδή ήπιους και βροχερούς χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια και μεγάλη ηλιοφάνεια όλο σχεδόν το χρόνο. Αυτό οφείλεται στην τοπογραφική διαμόρφωση της χώρας που έχει μεγάλες διαφορές υψομέτρου (υπάρχουν μεγάλες οροσειρές κατά μήκος της κεντρικής

χώρας και άλλοι ορεινοί όγκοι) και εναλλαγή ξηράς και θάλασσας. Σύμφωνα με τον Μαριολόπουλο (1953) το κλίμα της χώρας μπορεί να διαιρεθεί σε επτά βασικές κατηγορίες:

- **Μεσογειακό - Ηπειρωτικό:** Θεσσαλία - οροπέδια Δ. Μακεδονίας, Κ. Πελοπόννησος
- **Υγρό και Ψυχρό Μεσογειακό:** κεντρική, ανατολική Μακεδονία, Θράκη
- **Θαλάσσιο Μεσογειακό:** Επτάνησα, παράλια της Ηπείρου, δυτική Στερεά Ελλάδα, περιοχές της δυτικής Πελοποννήσου, ΝΔ Κρήτη
- **Ξηρό Μεσογειακό:** Αττική, Ανατολική Πελοπόννησος
- **Ξηρό και θερμό Μεσογειακό:** Κυκλάδες και Ανατολική Κρήτη
- **Θερμό και υγρό (το χειμώνα) Μεσογειακό:** Δωδεκάνησα
- **Αλπικό κλίμα** σε όλες τις ορεινές περιοχές της χώρας

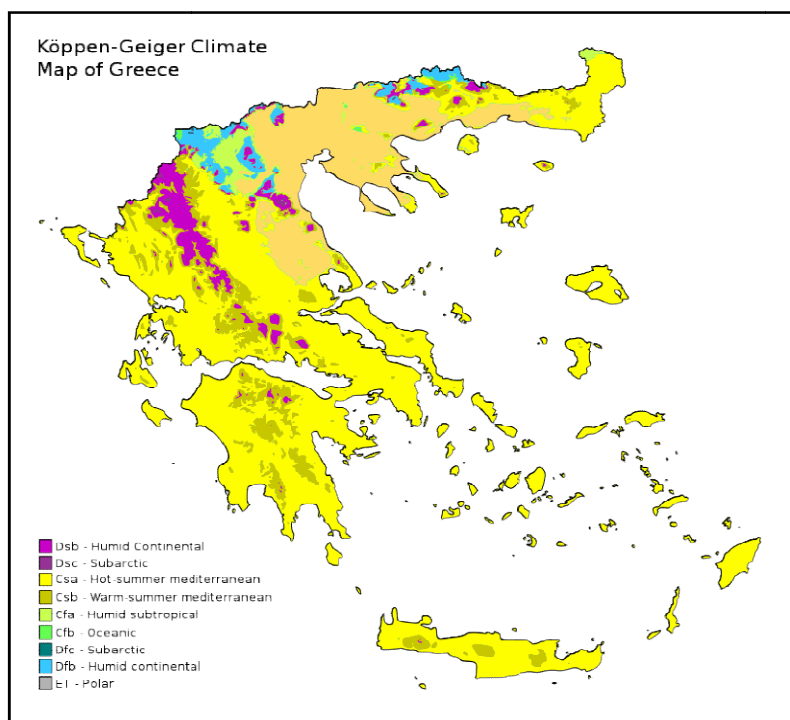
Από κλιματολογικής πλευράς το έτος μπορεί να χωριστεί κυρίως σε δύο εποχές: Την **ψυχρή και βροχερή χειμερινή περίοδο**, που διαρκεί από τα μέσα του Οκτωβρίου και μέχρι το τέλος Μαρτίου και τη **θερμή και άνομβρη εποχή**, που διαρκεί από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο. Κατά την ΕΜΥ (2013), την πρώτη περίοδο οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, όπου κατά μέσον όρο η μέση ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 5-10 °C στις παραθαλάσσιες περιοχές, από 0-5 °C στις ηπειρωτικές περιοχές και σε χαμηλότερες τιμές κάτω από το μηδέν στις βόρειες περιοχές. Η χειμερινή εποχή είναι πιο ήπια στα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου από ότι στη Βόρεια και Ανατολική Ελλάδα. Η θερμότερη περίοδος είναι το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου και το πρώτο του Αυγούστου, οπότε η μέση μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 30 °C μέχρι 35 °C. Κατά τη θερμή εποχή οι υψηλές θερμοκρασίες μετριάζονται από τη δροσερή θαλάσσια αύρα στις παράκτιες περιοχές της χώρας και από τους βόρειους ανέμους (*ετήσιες*) που φυσούν κυρίως στο Αιγαίο. Η άνοιξη έχει μικρή διάρκεια, διότι ο μεν χειμώνας είναι όψιμος, το δε καλοκαίρι αρχίζει πρώιμα. Το φθινόπωρο είναι μακρύ και θερμό και πολλές φορές παρατείνεται στη νότια Ελλάδα και τα νησιά μέχρι τα μέσα του Δεκεμβρίου.

Κατά τον Μαριολόπουλο (1938), στην Ελλάδα διακρίνονται οι εξής πέντε κλιματικές περιοχές:

- Η **ορεινή περιοχή**, στην οποία περιλαμβάνεται η μεγάλη οροσειρά, η οποία εκτεινόμενη από ΒΒΔ προς ΝΝΑ χωρίζει τη χώρα σε δύο κλιματικές περιοχές, καθώς και τα λοιπά όρη της βόρειας και κεντρικής Ελλάδας, της Πελοποννήσου και της Κρήτης. Εδώ, όσο ανεβαίνει κανείς σε ύψος, το καλοκαίρι γίνεται δροσερότερο, ο χειμώνας δριμύτερος, οι βροχοπτώσεις αυξάνουν και η κατανομή τους γίνεται κανονικότερη. Το όλο κλίμα, ιδιαίτερα στη Β. Ελλάδα πλησιάζει προς το αντίστοιχο Ηπειρωτικό – Μεσευρωπαϊκό.
- Η **περιοχή της βόρειας Ελλάδας**, η οποία περιλαμβάνει το εσωτερικό της Ηπείρου, Θεσσαλίας, Μακεδονίας και Θράκης. Το κλίμα της περιοχής αυτής αποτελεί μετάβαση από το Μεσογειακό προς το ηπειρωτικό. Χαρακτηρίζεται από μεγάλο σχετικά ετήσιο εύρος

θερμοκρασίας (μεγαλύτερο των 20°C), κανονικότερη κατανομή των βροχοπτώσεων και μείωση της ξηρής περιόδου σε 1-2 μήνες.

- Η **περιοχή του Ιονίου** (θαλάσσια μεσογειακή), η οποία περιλαμβάνει τις δυτικές ακτές της Ελλάδας και τα νησιά του Ιονίου πελάγους. Το κλίμα της περιοχής αυτής χαρακτηρίζεται από ήπιο χειμώνα, αυξημένες βροχοπτώσεις, οι οποίες πέφτουν κυρίως κατά τη διάρκεια του χειμώνα αλλά και την άνοιξη και το φθινόπωρο. Παρουσιάζει σχετικά μικρό ετήσιο εύρος της θερμοκρασίας, το οποίο ανέρχεται σε 16- 17°C.
- Η **περιοχή του Αιγαίου** (χερσαία μεσογειακή). Η περιοχή αυτή περιλαμβάνει ολόκληρη τη ΝΑ Ελλάδα μέχρι τη Θεσσαλία και τα νησιά του Αιγαίου και την Κρήτη. Το κλίμα της περιοχής αυτής πλησιάζει προς εκείνο της προηγούμενης, του Ιονίου, είναι όμως ψυχρότερο το χειμώνα και ξηρότερο. Το ετήσιο ύψος των βροχοπτώσεων είναι σημαντικά μικρότερο και ανέρχεται σχεδόν στο μισό εκείνου της Δ. Ελλάδας. Το ετήσιο εύρος της θερμοκρασίας κυμαίνεται μεταξύ 13,7-19°C, είναι δε ελάχιστο στα νησιά του Αιγαίου. Εξαιτίας της ξηρότητας του κλίματος, ο ουρανός της περιοχής έχει μοναδική διαύγεια ατμόσφαιρας και ξεχωριστό γαλάζιο χρώμα.
- Η **Νοτιοκρητική** περιοχή (ημιορημοειδής μεσογειακή) περιλαμβάνει την ΝΑ Κρήτη και αποτελεί κλιματικά μια μετάβαση από το μεσογειακό προς το ημιορημικό κλίμα. Χαρακτηρίζεται από μικρό ύψος βροχοπτώσεων, ήπιο χειμώνα και ξηρή περίοδο μεγάλης διάρκειας.



[Εικόνα 3.3] Κλιματικός χάρτης της Ελλάδας, σύμφωνα με την κλιματική ταξινόμηση Κέππεν.

Πηγή : <https://el.wikipedia.org>

3.1.3 Οικολογία

Σύμφωνα με το άρθρο 24 του συντάγματος : «Ως δάσος ή δασικό οικοσύστημα νοείται το οργανικό σύνολο άγριων φυτών με ξυλώδη κορμό πάνω στην αναγκαία επιφάνεια του εδάφους, τα οποία, μαζί με την εκεί συνυπάρχουσα χλωρίδα και πανίδα, αποτελούν μέσω της αμοιβαίας αλληλεξάρτησης και αλληλοεπίδρασής τους, ιδιαίτερη βιοκοινότητα (δασοβιοκοινότητα) και ιδιαίτερο φυσικό περιβάλλον (δασογενές). Δασική έκταση υπάρχει όταν στο παραπάνω σύνολο η άγρια ξυλώδης βλάστηση, υψηλή ή θαμνώδης, είναι αραιά».

Σύμφωνα με τους Καϊλίδης & Καρανικόλα (2004), το δάσος αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα οικολογικής ισορροπίας αφού φιλοξενεί μεγάλη ποικιλία χλωρίδας και πανίδας. Επιπλέον, ρυθμίζει το κλίμα σε ολόκληρο τον πλανήτη παράγοντας οξυγόνο και κατακρατώντας μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα. Ακόμα απορροφά το βρόχινο νερό, αποτρέποντας τις πλημμύρες. Το δάσος ενισχύει και την οικονομία των περιοχών μέσω της ξυλείας που παράγεται σαν πρώτη ύλη αλλά και ωφελεί την υγεία, τόσο την πνευματική όσο και την σωματική, αφού προσφέρει στο άτομο αναψυχή, ηρεμία και επαφή με το φυσικό περιβάλλον.

Κατά τον Κεμίδη (1995), τα δασικά εδάφη αποτελούν το 60% της επιφάνειας της χώρας. Παρόλα αυτά μόλις περί το 20% αυτού του εδάφους καλύπτεται από τα δάση. Με βάση δεδομένα του Υπουργείου Γεωργίας, ο αριθμός των δασών που μπορούν να παράγουν περισσότερο από ένα 1m³ ξύλου ετησίως (παραγωγικά δάση) δεν υπερβαίνει τα 10.000.000 στρέμματα. Παράλληλα, μέσα στα δάση εμφανίζονται αρκετές άγονες περιοχές. Μάλιστα με βάση στατιστικά δεδομένα, ο αριθμός των δασών στην Ελλάδα θεωρούνται από τους μικρότερους μεταξύ των χωρών της Ευρώπης ενώ στην χώρα μας συναντάται και ο μικρότερος αριθμός δασικών εκτάσεων από όλες τις βαλκανικές χώρες.

Κατά τον Ξανθόπουλο (2009), η Ελλάδα λόγω της ορεινής τοπογραφίας της σε συνδυασμό με την επίδραση της θάλασσας, διαθέτει μεγάλη ποικιλία οικοσυστημάτων, διότι τα στοιχεία αυτά επηρεάζουν το κλίμα της. Η δασική χλωρίδα παρουσιάζει μια εντυπωσιακή ποικιλία δασικών οικοσυστημάτων σε σχέση με το μικρό μέγεθος της χώρας.

Κατά τους Παπαγεωργίου (2012), Πέππας (2008) και Περιφέρεια Β. Αιγαίου (2013), η Ελλάδα χαρακτηρίζεται γενικά από ανάγλυφο με πολύμορφα χαρακτηριστικά. Συναντώνται οροσειρές, βουνά, οροπέδια, κάμποι και γενικότερα περιοχές με διαφορετικά υψόμετρα. Εξαιτίας αυτού του γεωγραφικού ανάγλυφου παρατηρούνται λοιπόν μεγάλες διαφορές στις κλιματολογικές συνθήκες σε ότι αφορά τις βροχοπτώσεις και τις αναπτυσσόμενες θερμοκρασίες. Οι διαφορετικές τοπικές συνθήκες συντελούν στο να αναπτύσσεται μεγάλη ποικιλία φυτών. Στην Ελλάδα συναντώνται τα εξής είδη βλάστησης, τα οποία χαρακτηρίζονται ως ζώνες βλάστησης και είναι οι ακόλουθες :

[Πίνακας 3.1] Ζώνες βλάστησης Ελλάδας

Ζώνη βλάστησης	Βλάστηση	Υψόμετρο	Περιοχή
Ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης	Φρύγανα Θυμάρι Πουρνάρια Ξυλοκερατιά Αγριελιά Σχίνος Άρκευθοι Ρείκια Κουμαριές κ.α	$\leq 600\text{m}$	➤ Ακτογραμμή της Ελλάδας ➤ Νησιά του Ιονίου και Αιγαίου πελάγους ➤ Περιοχές όπου επικρατούν ξηρές, κλιματολογικές συνθήκες
Παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης	Φυλλοβόλα δάση* (π.χ. πλάτανος, δρυς)	600 m - 1200 m	Ηπειρωτική Ελλάδα
Ζώνη βλάστησης ψυχρόβιων κωνοφόρων	Ψυχρόβια κωνοφόρα δέντρα, (δασικό πεύκο, ερυθρό έλατο και λευκό έλατο.	$>800\text{m}$	Υψηλά όρη της Βόρειας Ελλάδας
Ζώνη βλάστησης οξιάς-ελάτης-κωνοφόρων	Δάση από καστανιά, έλατο και οξιά	1.700m -1.800m	Ορεινές περιοχές της Στερεάς Ελλάδας, της Πελοποννήσου, της κεντρικής και βόρειας Ελλάδας
Ζώνη υψηλών ορέων-αλπική	Θάμνους με μικρό μέγεθος όπως η ξεραγκαθιά καθώς και πολλά είδη από αγριολούλουδα	1.700m - 2.900m	Μεγαλύτερα βουνά της χώρας μας (π.χ. Πίνδος, Όλυμπος)

*Τα φυλλοβόλα δάση στην χώρα μας αναφέρεται ότι καλύπτουν περίπου το 1/3 του ηπειρωτικού τμήματος της χώρας.

3.1.4 Πυρκαγιές στην Ελλάδα

Σύμφωνα με τους Καϊλίδης & Καρανικόλα (2004) οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν μέρος της οικολογίας των οικοσυστημάτων. Επηρεάζουν σημαντικά τον υδρολογικό κύκλο και γι' αυτό αποτελεί ιδιαίτερα συχνό φαινόμενο η εκδήλωση πλημμυρών μετά το πέρας μιας πυρκαγιάς. Οι δασικές πυρκαγιές και γενικά η φωτιά είναι το αποτέλεσμα της καύσης, δηλαδή μιας χημικής αντίδρασης που περιλαμβάνει καύσιμη ύλη, θερμότητα και οξυγόνο. Τα τρία αυτά στοιχεία είναι απαραίτητα για να πραγματοποιηθεί η καύση, ενώ αντίθετα η απομάκρυνση ενός μόνο στοιχείου, έχει ως αποτέλεσμα το σβήσιμο της φωτιάς. Οι πυρκαγιές βοηθούν στην φυσική αναγέννηση των δασών μέσω της καύσης του πυκνού στρώματος φυλλάδας, γεγονός που οδηγεί στη γύμνωση του εδάφους και στην επακόλουθη διευκόλυνση της φυσικής αναγέννησης, όπως γίνεται π.χ. στα μεσογειακά δάση της χαλεπίου και τραχείας πεύκης. Επίσης, η πυρκαγιά βοηθάει στην εξάλειψη φυτοπαθολογικών ασθενειών που έχουν προσβάλλει το δάσος.

Κατά τον Λεμονίδη (1993), τις τελευταίες δεκαετίες, ο ισχυρότερος και πυκνότερος παράγοντας που σωρευτικά αναταράσσει τη φυσική ισορροπία του ελληνικού χώρου είναι οι εκτεταμένες πυρκαγιές των δασών. Αποτελούν φαινόμενο που εμφανίζεται με καταστροφική συχνότητα και ένταση, σε ένα κατεξοχήν πυριγενές και εύφλεκτο φυσικό περιβάλλον από άποψη κλίματος και βλάστησης.

Από την μελέτη, ανάλυση και αξιολόγηση που πραγματοποίησε ο Υπαρχηγός ΠΣ Ανδριανός Γκουρμπάτσης (2021), για το διάστημα των 40 ετών από το 1980 έως και το 2020, και συμπληρωματικά και για προηγούμενα έτη, με έναρξη το 1950, εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

- Η χειρότερη δεκαετία από το 1950 έως και τη δεκαετία του 2010 σε αριθμό δασικών πυρκαγιών / ανά έτος είναι η δεκαετία (1990 – 1999), με (1.728,6) περιστατικά, ενώ η χειρότερη σε καμένες εκτάσεις δεκαετία είναι η δεκαετία (2000 – 2009), με (599.351,4) στρέμματα.
- Από το 1980 και μετά τριπλασιάστηκαν οι καμένες εκτάσεις.
- Ο συνολικός αριθμός των καμένων εκτάσεων κατά τη χρονική περίοδο 1975 – 2020 ανέρχονται (19.323.462) στρέμματα και οι εκτάσεις αυτές κάηκαν από τον συνολικό αριθμό των (60.176) δασικών πυρκαγιών.
- Κατά τη χρονική περίοδο 1980-2020 έχει καταστραφεί από τις συνολικά προκληθείσες (56.326) δασικές πυρκαγιές συνολική έκταση (18.190.592) στρεμμάτων, που αντιστοιχεί στο 13,8% της συνολικής έκτασης της Ελλάδας. Κάηκε δηλαδή έκταση ίση συνολικά με την συνολική έκταση της Πελοποννήσου και της Αττικής.

- Ο μέσος ετήσιος αριθμός των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα κατά το υπό έρευνα διάστημα των 41 ετών είναι (1.373,8), ενώ ο μέσος ετήσιος αριθμός των καμένων αγροτοδασικών εκτάσεων είναι (443.672,9) στρέμματα.
- Σε πληθυσμό ανά 100.000 κατοίκων σε ολόκληρη την Επικράτεια αντιστοιχούν 12,7 δασικές πυρκαγιές.
- Στην Αττική προκαλείται η 1 σχεδόν στις 6 από τις μεγαλύτερες πυρκαγιές της επικράτειας και σ' αυτήν καταστρέφεται το 6,3% του συνολικού αριθμού των καμένων εκτάσεων στην επικράτεια
- Οι πιο καταστροφικές σε καμένες εκτάσεις (>70.000 στρ) δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα είναι μόλις (36), δηλαδή ποσοστό (0,06%) του συνολικού αριθμού των καμένων εκτάσεων και ευθύνονται για το 28,3% του συνολικού αριθμού των καμένων εκτάσεων.

3.2 Κεχριές

Βρίσκεται στην περιφέρεια Πελοποννήσου και πιο συγκεκριμένα στην περιφερειακή ενότητα Κορινθίας. Ανήκει στον δήμο Κορινθίων (Τοπική Κοινότητα Ξυλοκερίζης, δημοτική κοινότητα Κορινθίων). Η επίσημη ονομασία είναι οι Κεχριαί και έδρα του δήμου Κόρινθος. Παλαιότερα με το σχέδιο Καποδίστριας ανήκε στο δήμο Κορινθίων. Έως και το 2010, χρονιά κατά την οποία η διοικητική διαίρεση της Ελλάδας διαμορφώθηκε σύμφωνα με το σχέδιο Καλλικράτης ανήκε στο Δήμο Κορινθίων του νομού Κορινθίας γεωγραφικά ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα Πελοπόννησος, έχει υψόμετρο 20 μέτρα, γεωγραφικό μήκος 22.9834724290 και γεωγραφικό πλάτος 37.8815037629. Κατά την απογραφή του 2011 (ΕΛΣΤΑΤ) ο πληθυσμός είναι 238 κάτοικοι.

Οι Κεχριές βρίσκονται κοντά σε έναν πλατύ κόλπο στο δυτικό άκρο του Σαρωνικού, που ονομάζεται κόλπος Κεχριών. Αυτή η ακτογραμμή αποτελεί το ανατολικότερο σημείο του ρήγματος της Κορίνθου. Η περιοχή έχει έντονη σεισμική δραστηριότητα, η οποία έχει οδηγήσει σε μέτρια καθίζηση της ακτογραμμής από την αρχαιότητα. Οι Κεχριές είναι ένα μικρό χωριό με σχολείο και εκκλησία. Ο αριθμός των μόνιμων κατοίκων των Κεχριών είναι μικρός και πολλά σπίτια εκεί χρησιμοποιούνται εποχιακά από ιδιοκτήτες που διαμένουν αλλού. Τα Όνεια Όρη* βρίσκονται στα νότια, όπου βρίσκεται ένα μεγάλο λατομείο πέτρας, και το χωριό περιβάλλεται

*Τα «Όνεια όρη» (αλλιώς, «βουνό Ξυλοκερίζας») είναι μια επιμήκης σειρά λόφων που εκτείνεται περί τα 8 χιλιόμετρα στον άξονα ανατολής-δύσης, νότια από τον Ισθμό της Κορίνθου φτάνοντας στα ανατολικά μέχρι την παραλία των Λουτρών Ωραίας Ελένης. Στις βόρειες πλαγιές αυτής της λοφοσειράς υπάρχουν δυο μικρά ενετικά οχυρά, που εδώ παρουσιάζονται μαζί, σαν ενιαία οχύρωση. Κοντά σε κάθε ένα από αυτά τα οχυρά υπάρχει και από ένα φρούριο της ελληνιστικής περιόδου. Δηλαδή, στα Όνεια υπάρχουν 4 φρούρια. Κυριότερες κορφές είναι ο Προφήτης Ηλίας (581μ) και το Οξύ (562μ). Επιπλέον, ενδιάμεσα, υπάρχουν τμήματα άλλων διατειχισμάτων που μάλλον ανήκουν και αυτά στην ελληνιστική περίοδο (www.kastra.eu).

από εύφορη γη με καλλιέργειες ελιάς, αμπέλου και οπωροφόρων δέντρων, καθώς επίσης και μια τεράστια έκταση πευκοδάσους. Οι Κεχριές βρίσκονται περίπου 8 χιλιόμετρα (5,0 μίλια) νοτιοανατολικά της Κορίνθου και 4 χιλιόμετρα (2,5 μίλια) νοτιοδυτικά της Ισθμίας, στο ανατολικό άκρο της Διώρυγας της Κορίνθου. Άλλα κοντινά χωριά είναι τα Λουτρά Ελένης (2 χλμ νότια), η Ξυλοκέρizza (4 χλμ δυτικά) και η Κυράς Βρύση (3 χλμ βόρεια).



[Εικόνα 3.4] Χάρτης Ελλάδας

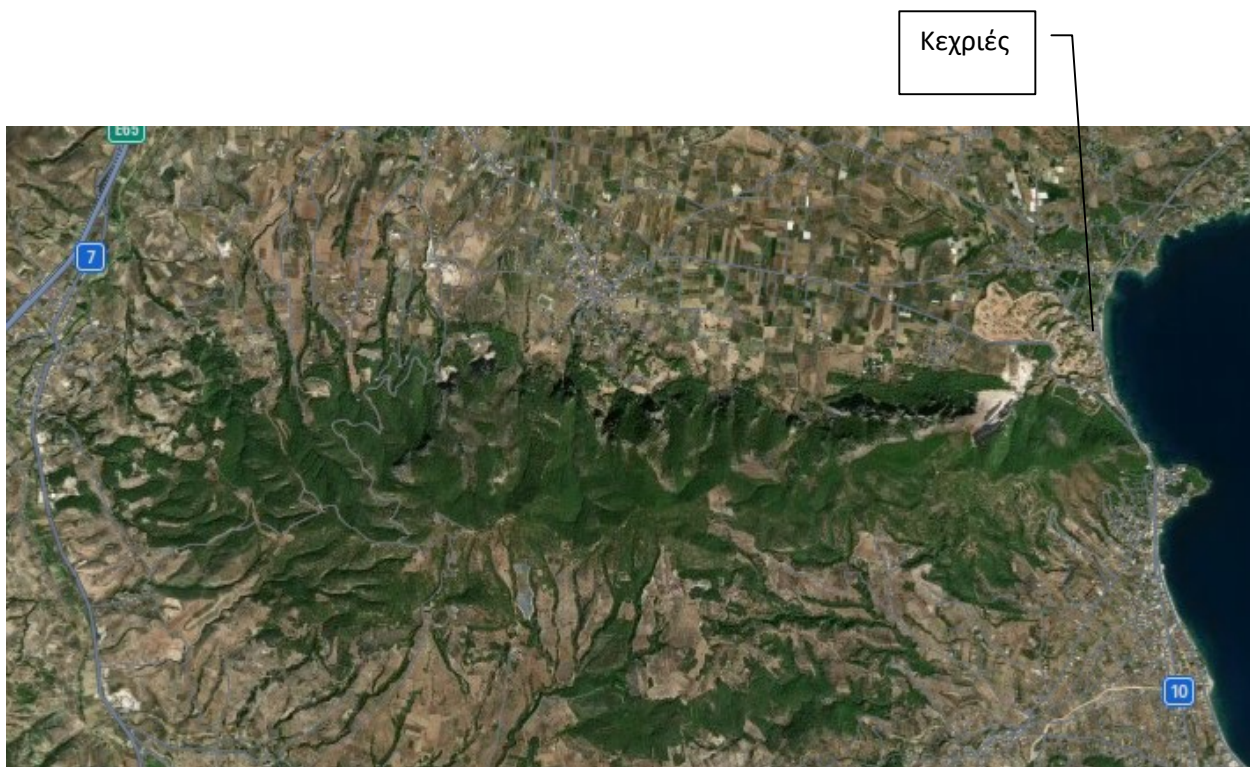
Πηγή : <https://el.wikipedia.org>



[Εικόνα 3.5] Χάρτης Δήμου Κορινθίας

Περιοχή Κεχριές

Πηγή : <https://el.wikipedia.org>

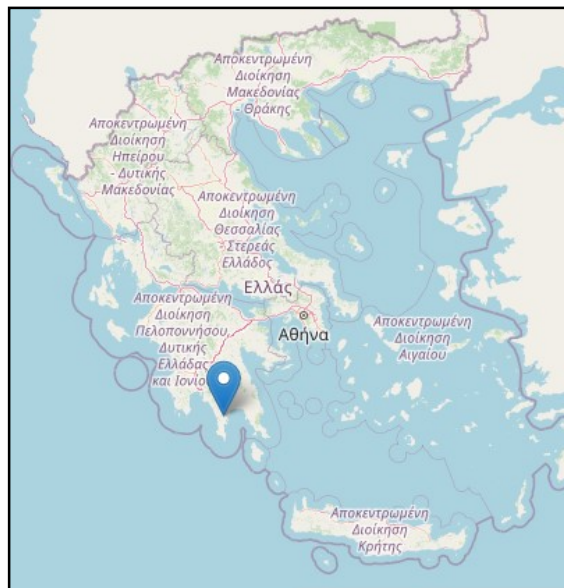


[Εικόνα 3.6] Όνειρα όρη

Πηγή: http://dboskovits.blogspot.com/2018/05/blog-post_14.html

3.3 Λαγκάδα

Η Λαγκάδα (Τοπική Κοινότητα Καρυουπόλεως - Δημοτική Ενότητα Γυθείου), ανήκει στον δήμο Ανατολικής Μάνης της Περιφερειακής Ενότητας Λακωνίας που βρίσκεται στην Περιφέρεια Πελοποννήσου, σύμφωνα με τη διοικητική διαίρεση της Ελλάδας όπως διαμορφώθηκε με το πρόγραμμα “Καλλικράτης”. Η επίσημη ονομασία είναι “η Λαγκάδα”. Έδρα του δήμου είναι το Γύθειο και ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα Πελοποννήσου. Κατά τη διοικητική διαίρεση της Ελλάδας με το σχέδιο “Καποδίστριας”, μέχρι το 2010, η Λαγκάδα ανήκε στο Τοπικό Διαμέρισμα



[Εικόνα 3.7] Χάρτης Ελλάδας – Περιοχή Λαγκαδάς

Πηγή : <https://el.wikipedia.org>



[Εικόνα 3.8] Βλάστηση Λαγκαδά Ανατολικής Μάνης

Πηγή : www.topoguide.gr

Καρυουπόλεως, του πρώην Δήμου Γυθείου του Νομού Λακωνίας. Η Λαγκάδα έχει υψόμετρο 81 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, σε γεωγραφικό πλάτος 36.6950882476 και γεωγραφικό μήκος 22.4632675534. Κατά την απογραφή του 2011 (ΕΛΣΤΑΤ) ο πληθυσμός είναι 21 κάτοικοι. Αρκετές πλαγιές είναι κατάφυτες από βελανιδιές, ελιές, ρίκινους, πυραμδικές ορχιδέες, πικροδάφνες, φασκομηλιές, γλυστοκουμαριές, βότανα, κάποια είδη

ορχιδέας, κυπαρίσσια, θάμνους και κάθε λογής αγριολούλουδα. Η περιοχή έχει πολλές πλαγιές και είναι αρκετά δύσβατη. Το κλίμα της περιοχής είναι ζεστό μεσογειακό με ήπιο χειμώνα και μεγάλη ηλιοφάνεια.

3.4 Ανάβυσσος

Στη νοτιοανατολική Αττική, περίπου 50 χλμ. νότια της Αθήνας και 20 χλμ. βόρεια του Σουνίου, βρίσκεται η Ανάβυσσος με 8000 κατοίκους και 7 χλμ. αμμουδερής παραλίας. Η

περιοχή έχει σημαντική οικιστική ανάπτυξη με μεγάλο αριθμό εξοχικών, αλλά και μόνιμων κατοικιών. Από το 2006 μετατράπηκε από Κοινότητα σε Δήμο. Με τον Καλλικράτη, ανήκει πλέον διοικητικά στο Δήμο Σαρωνικού Αττικής. Το όρος Πάνειο είναι ένας μεγάλος, συμπαγής, γυμνός όγκος, που υψώνεται ανάμεσα στους κάμπους της Αναβύσσου, της Κερατέας και των Καλυβιών. Το βουνό αποτελείται από μια στενή κορυφογραμμή που ενώνει δύο ογκώδεις κορυφές, το Κερατοβούνι στα ανατολικά, όπου και η ψηλότερη κορυφή (648m), και το Πανί στα δυτικά (637m). Το βουνό συντίθεται από μεταμορφωμένα πετρώματα (ασβεστόλιθοι και αττικοί σχιστόλιθοι) (www.topoguide.gr). Ο Όλυμπος της Αττικής ή



[Εικόνα 3.9] Χάρτης Νοτιανατολικής Αττικής - Αναβύσσος

Πηγή : www.topoguide.gr



[Εικόνα 3.10] Όλυμπος Αναβύσσου

Πηγή : www.topoguide.gr

Αναβύσσο και τη Σαρωνίδα. Η ψηλότερη κορυφή (Όλυμπος 487 μ.) πέφτει απότομα προς τα νότια. Παρόλη την κλίση της πλαγιάς, όλη η νότια πλευρά είναι ρυμοτομημένη και φιλοξενεί την άνω ζώνη της



[Εικόνα 3.11] Πάνειο όρος

Πηγή : www.topoguide.gr

Σαρωνίδας. Αντίθετα, η βορεινή όψη

κάνει ένα μεγάλο σκαλί, πριν

ξαναϋψωθεί στην μικρή κορυφή Σκόρδι (355 μ.). Ανάμεσα στις δύο κορυφές είναι ορατό ένα μεγάλο ρήγμα, που στα ανατολικά γίνεται μια βαθιά χαράδρα, ενώ στα δυτικά δημιουργεί μια πιο ομαλή ρεματιά. Ακριβώς στον υδροκρίτη των δύο ρεματιών απλώνεται ένα μικρό καλλιεργημένο οροπέδιο, όπου καταλήγει χωματόδρομος από την Αναβύσσο.

3.5 Μελία

Βρίσκεται στην περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης και πιο συγκεκριμένα στην περιφερειακή ενότητα Έβρου. Ανήκει στον δήμο Αλεξανδρούπολης (Τοπική Κοινότητα Πυλαίας, δημοτική κοινότητα Φερών). Η επίσημη ονομασία είναι η Μελία και έδρα του δήμου Αλεξανδρούπολης. Παλαιότερα με το σχέδιο Καποδίστριας άνηκε στο δήμο Φερών.



Έως και το 2010, χρόνια κατά την οποία η διοικητική διαίρεση της Ελλάδας διαμορφώθηκε σύμφωνα με το σχέδιο Καλλικράτης άνηκε στο

[Εικόνα 3.12] Δήμος Αλεξανδρούπολης – Περιοχή Μελία

Πηγή: <https://el.wikipedia.org>

Δήμο Φερών του νομού Έβρου. Η Μελία βρίσκεται προς τα σύνορα της Ελλάδας με την Τουρκία, σε απόσταση 28 χλμ. ΒΑ. της Αλεξανδρούπολης και 24 χλμ. Δ. από το συνοριακό σταθμό Κήπων. Νότια περνάει η Εγνατία Οδός ενώ δυτικά και νότια του χωριού ξεκινά το "Νότιο δασικό σύμπλεγμα Έβρου" που έχει αναγνωριστεί ως Βιότοπος Natura2000 και χαρακτηρίζεται από χαμηλούς λόφους οι οποίοι καλύπτονται από δάση με δρυς, πεύκα και αναδασώσεις. Νοτιοανατολικά του χωριού υπάρχουν έξι ανεμόμυλοι από την προβιομηχανική εποχή που λειτουργούσαν ως την ανταλλαγή των πληθυσμών του 1925. Από το 2000, μέσω Ευρωπαϊκού προγράμματος INTERREG, έχουν αναστηλωθεί οι τέσσερις από αυτούς και έχει διαμορφωθεί σε χώρο αναψυχής η γύρω περιοχή (www.evros-news.gr). Κατά την απογραφή του 2011 (ΕΛΣΤΑΤ) ο πληθυσμός είναι 62 κάτοικοι. Η Μελία έχει υψόμετρο 162 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, σε γεωγραφικό πλάτος 40.9503150769 και γεωγραφικό μήκος 26.1042978434.

Δεδομένα και Μεθοδολογία

Τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία είναι το *Microsoft Excel*, για την περιγραφική στατιστική, το *SNAP* για την επεξεργασία των εικόνων και το *ARCMAP* για την εύρεση της καμένης έκτασης.

Λίγα λόγια για το SNAP...

Η πλατφόρμα εφαρμογών Sentinel (SeNtinel Application Platform) είναι μια αρχιτεκτονική κοινή για όλες τις εργαλειοθήκες Sentinel. Το λογισμικό έχει αναπτυχθεί από τις Brockmann Consult, Skywatch, Sensar και C-S. Το SNAP και οι εργαλειοθήκες Sentinel εκτός από τους αισθητήρες Sentinel υποστηρίζουν και άλλους αισθητήρες. Η ESA/ESRIN παρέχει δωρεάν το εργαλείο SNAP. Η αρχιτεκτονική SNAP είναι ιδανική για επεξεργασία και ανάλυση «Παρατήρησης της Γης» (Earth Observation) λόγω των ακόλουθων τεχνολογικών καινοτομιών: “Επεκτασιμότητα”, “Φορητότητα”, “Modular Rich Client Platform*”, “Αφαίρεση γενικών δεδομένων της γης”, “Tiled Memory Management**” και “Framework επεξεργασίας γραφημάτων”. Βασικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας είναι η κοινή αρχιτεκτονική για όλες τις εργαλειοθήκες, η πολύ γρήγορη προβολή εικόνων και πλοήγηση ακόμη και σε εικόνες *giga-pixel*, το *Framework Επεξεργασίας Γραφημάτων (GPF)*, η προηγμένη διαχείριση επιπέδων (επιτρέπει την προσθήκη και τον χειρισμό νέων «επικαλύψεων» (*Overlays*), όπως εικόνες άλλων καναλιών,

*Το Rich Client Platform (RCP) είναι ένα εξειδικευμένο πρόγραμμα υπολογιστή που προορίζεται για τη δημιουργία εφαρμογών Java που βασίζονται στην αρχιτεκτονική Eclipse. Οι εφαρμογές που έχουν γραφτεί με RCP είναι φορητές και μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, και να συνδυαστούν. Χρησιμοποιώντας ένα RCP, οι προγραμματιστές μπορούν να σχεδιάσουν παράθυρα, μενού, γραμμές εργαλείων, παλέτες, οδηγούς και άλλες εξειδικευμένες λειτουργίες.

** Το Tiling είναι ένας μετασχηματισμός προγράμματος που χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της χωρικής ή/και χρονικής τοποθεσίας μνήμης ενός εμφωλευμένου βρόχου αλλάζοντας τη σειρά επανάληψης της και/ή για τη μείωση του συγχρονισμού ή της επιβάρυνσης επικοινωνίας ελέγχοντας την ευαισθησία της παράλληλης εκτέλεσής της.

εικόνες από διακομιστές WMS¹ ή shapefiles², στοιχεία στατιστικής και διάφορων γραφικών παραστάσεων, στοιχεία bitmask³ και overlay⁴, ευέλικτη «band arithmetic⁵» χρησιμοποιώντας αυθαίρετες μαθηματικές εκφράσεις, ακριβή επαναπροβολή και ορθοδιόρθωση σε κοινές προβολές χάρτη, γεω-κωδικοποίηση και διόρθωση με χρήση σημείων ελέγχου εδάφους, αυτόματη λήψη SRTM DEM και επιλογή “tiles”, βιβλιοθήκη προϊόντων για αποτελεσματική σάρωση και καταλογογράφηση μεγάλων αρχείων, υποστήριξη Multithreading⁶ και Πολυπύρηνο επεξεργαστή⁷ και απεικόνιση WorldWind.

¹ Η Υπηρεσία Χάρτη Ιστού (WMS) είναι ένα τυπικό πρωτόκολλο που αναπτύχθηκε από την Open Geospatial Consortium το 1999 για την εξυπηρέτηση εικόνων χαρτών με γεωαναφορά μέσω του Διαδικτύου. Αυτές οι εικόνες παράγονται συνήθως από έναν διακομιστή χαρτών από δεδομένα που παρέχονται από μια βάση δεδομένων GIS.

² Το shapefile είναι μια διανυσματική μορφή αποθήκευσης δεδομένων Esri για την αποθήκευση της τοποθεσίας, του σχήματος και των χαρακτηριστικών των γεωγραφικών χαρακτηριστικών. Τα Shapefiles συχνά περιέχουν μεγάλα χαρακτηριστικά με πολλά συσχετισμένα δεδομένα και ιστορικά έχουν χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές επιτραπέζιου υπολογιστή GIS όπως το ArcMap.

³ Στην επιστήμη των υπολογιστών, μια μάσκα ή bitmask είναι δεδομένα που χρησιμοποιούνται για λειτουργίες bitwise, ιδιαίτερα σε ένα πεδίο bit. Χρησιμοποιώντας μια μάσκα, πολλά bit σε ένα byte, nibble, word, κ.λπ. μπορούν να ρυθμιστούν είτε ενεργοποιημένα είτε απενεργοποιημένα, είτε ανεστραμμένα από ενεργοποίηση σε απενεργοποίηση (ή αντίστροφα) σε μία λειτουργία bitwise. Μια πρόσθετη χρήση του “masking” περιλαμβάνει την πρόβλεψη στην επεξεργασία διανύσματος, όπου η bitmask χρησιμοποιείται για να επιλέξει ποιες λειτουργίες στοιχείων στο διάνυσμα θα εκτελεστούν (το bit μάσκας είναι ενεργοποιημένο) και ποιες όχι (το bit μάσκας είναι σαφές).

⁴ Η επικάλυψη (overlay) εικόνας είναι μια τεχνική απεικόνισης που υπερθέτει τις εικόνες υπολογιστή πάνω από την άμεση θέαση του πραγματικού κόσμου του θεατή.

⁵ Η συνάρτηση “band arithmetic” εκτελεί μια αριθμητική πράξη στα φασματικά κανάλια ενός συνόλου δεδομένων ράστερ. Υπάρχουν προκαθορισμένοι αλγόριθμοι που μπορούν να επιλέγουν ή μπορούν να εισαχθούν δικοί μας τύποι.

⁶ Το Multithreading είναι ένα μοντέλο εκτέλεσης προγράμματος που επιτρέπει τη δημιουργία πολλαπλών threads μέσα σε μια διεργασία, εκτελώντας ανεξάρτητα αλλά ταυτόχρονα μοιράζονται πόρους διεργασίας. Ανάλογα με το υλικό, τα threads μπορούν να λειτουργούν πλήρως παράλληλα, εάν διανέμονται στον πυρήνα της CPU τους.

⁷ Ένας πολυπύρηνος επεξεργαστής είναι ένας επεξεργαστής υπολογιστή σε ένα ενιαίο ολοκληρωμένο κύκλωμα με δύο ή περισσότερες ξεχωριστές μονάδες επεξεργασίας, που ονομάζονται πυρήνες, καθεμία από τις οποίες διαβάζει και εκτελεί οδηγίες προγράμματος. Οι οδηγίες είναι συνηθισμένες εντολές CPU (όπως προσθήκη, μετακίνηση δεδομένων), αλλά ο μεμονωμένος επεξεργαστής μπορεί να εκτελεί οδηγίες σε ξεχωριστούς πυρήνες ταυτόχρονα, αυξάνοντας τη συνολική ταχύτητα για προγράμματα που υποστηρίζουν τεχνικές πολλαπλών threads ή άλλες τεχνικές παράλληλων υπολογιστών.

Λίγα λόγια για το ArcMap...

Το **ArcMap** είναι η κύρια εφαρμογή που χρησιμοποιείται στο ArcGis για την εκτέλεση ενός ευρέος φάσματος εργασιών GIS καθώς και εξειδικευμένων εργασιών για συγκεκριμένους χρήστες. Ενδεικτικές εργασίες του ArcMap είναι η *εργασία με χάρτες, η εκτύπωση χαρτών, η σύνταξη και επεξεργασία δεδομένων GIS, η γεωεπεξεργασία, η οργάνωση και διαχείριση γεωγραφικών βάσεων δεδομένων και αρχείων ArcGis, η δημοσίευση χαρτών χρησιμοποιώντας το ArcGis για διακομιστή, η κοινή χρήση χαρτών, επιπέδων, μοντέλων γεωεπεξεργασίας και βάσεων γεωγραφικών δεδομένων με άλλους χρήστες, η τεκμηρίωση γεωγραφικών πληροφοριών και η προσαρμογή εμπειρίας χρήση.*

Λίγα λόγια για το Sentinel 2...

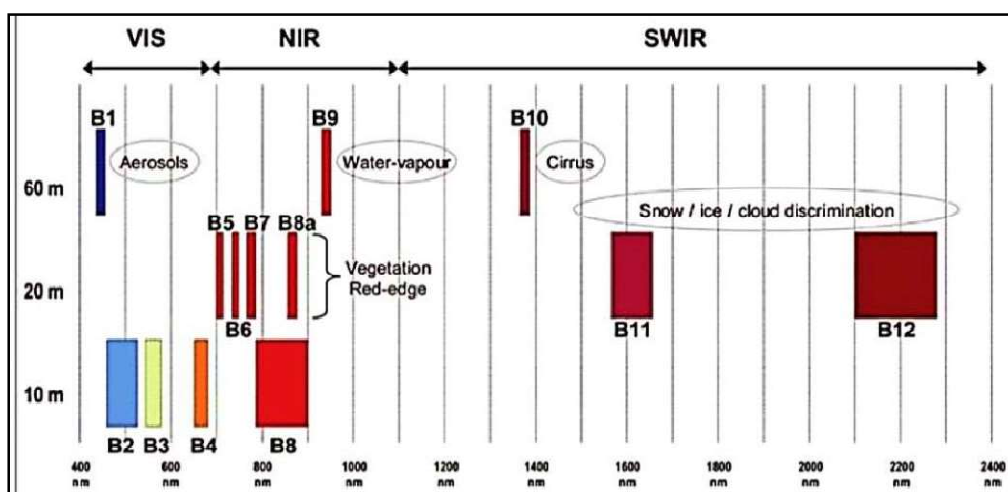
Το Sentinel-2 είναι μια αποστολή παρατήρησης της γης από το πρόγραμμα Copernicus που αποκτά συστηματικά οπτικές εικόνες σε υψηλή χωρική ανάλυση (10 m έως 60 m) πάνω από την ξηρά και τα παράκτια ύδατα. Η αποστολή Copernicus Sentinel-2 περιλαμβάνει έναν αστερισμό δύο δορυφόρων (Sentinel 2A και Sentinel 2B) σε πολική τροχιά, οι οποίοι περιστρέφονται γύρω από την Γη στην ίδια τροχιά με διαφορά φάσης 180° και βρίσκονται σε 786km ύψος και το πλάτος της λωρίδας της γήινης επιφάνειας που σαρώνει είναι 290km, και έναν τρίτο τον Sentinel-2C, ο οποίος υποβάλλεται επί του παρόντος σε δοκιμές στο πλαίσιο προετοιμασίας για εκτόξευση το 2024.

Στοχεύει στην παρακολούθηση της μεταβλητότητας των συνθηκών της επιφάνειας της γης και του εύρους πλάτους και η κίνησης αυτή έχει ως αποτέλεσμα την λήψη κάθε σημείου της επιφάνειας της Γης ανά 5 μέρες, δημιουργώντας οπτικές εικόνες υψηλής ανάλυσης. Τα όρια κάλυψης κυμαίνονται μεταξύ 56 ° νότου και 84 ° βόρειου γεωγραφικού πλάτους. Το σύστημα UTM (Universal Transverse Mercator) χωρίζει την επιφάνεια της Γης σε 60 ζώνες. Κάθε ζώνη UTM έχει κατακόρυφο πλάτος 6 ° γεωγραφικού μήκους και οριζόντιο πλάτος 8 ° γεωγραφικού πλάτους. Παρέχουν Συσκευή Πολυφασματικής σάρωσης (Multispectral Instrument) η οποία προσφέρει υψηλή ανάλυση στα 13 φασματικά κανάλια που διαθέτει. Η αποστολή υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών και εφαρμογών όπως η γεωργική παρακολούθηση, η διαχείριση έκτακτης ανάγκης, η ταξινόμηση της κάλυψης της γης ή η ποιότητα του νερού. Η αποστολή Sentinel-2 έχει αναπτυχθεί και λειτουργεί από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος και οι δορυφόροι κατασκευάστηκαν από κοινοπραξία με επικεφαλής την Airbus Defense and Space. (Copernicus, Earth Observation Satellites 2015)

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιείται σε όλη την τροχιακή κίνηση του δορυφόρου. Το αποτέλεσμα της συλλογής είναι ο συνδυασμός των σειρών σε μία τελική εικόνα. Τα δεδομένα αποτελούνται από 13 φασματικά κανάλια του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και καλύπτουν το

οπτικό και το κοντινό υπέρυθρο, ωστόσο δεν παρέχουν την ίδια χωρική ανάλυση. Τα προϊόντα δεδομένων είναι :

- **Level-1B** : προϊόντα τα οποία είναι ραδιομετρικά διορθωμένα σε τιμές ακτινοβολίας στην κορυφή της ατμόσφαιρας και έχουν την γεωμετρία του δορυφόρου. Αποτελείται από πλακίδια, ένα πλακίδιο αντιπροσωπεύει την υποεικόνα, έναν από τους 12 ανιχνευτές στην αντίθετη κατεύθυνση (25 km) και περιέχει έναν δεδομένο αριθμό γραμμών κατά μήκος της διαδρομής (περίπου 23 km). Κάθε πλακίδιο Level-1B έχει όγκο δεδομένων περίπου 27 MB. Δεδομένης της πολυπλοκότητας των προϊόντων Level-1B, η χρήση τους απαιτεί προηγμένη τεχνογνωσία.
- **Level-1C** : σύνολα δεδομένων εικόνων με την πληροφορία της ανακλαστικότητας στην κορυφή της ατμόσφαιρας (συνδυασμένη προβολή UTM και ελλειψοειδές WGS84). Τα προϊόντα Level-1C είναι πλακίδια διαστάσεων 100 km x 100 km το καθένα με όγκο περίπου 500 MB. Αυτά τα προϊόντα διορθώνονται ραδιομετρικά και γεωμετρικά (συμπεριλαμβανομένης της ορθοδιόρθωσης). Αυτό το προϊόν μπορεί να ληφθεί από το Copernicus Open Access Hub
- **Level-2A** : σύνολα δεδομένων εικόνων με την πληροφορία της ανακλαστικότητας στην επιφάνεια της ατμόσφαιρας. Αυτό το προϊόν θεωρείται ως το mission Analysis Ready Data (ARD), το προϊόν που μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας σε μεταγενέστερες εφαρμογές χωρίς να χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία. Αυτό το προϊόν μπορεί να ληφθεί είτε από το Copernicus Open Access Hub είτε να δημιουργηθεί από τον χρήστη με τον επεξεργαστή sen2cor από το SNAP Toolbox της ESA



[Εικόνα 4.1] Φασματικά κανάλια Sentinel 2

Πηγή: ESA

Sentinel-2 bands	Sentinel-2A		Sentinel-2B		Spatial resolution (m)
	Central wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	Central wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	
Band 1 – Coastal aerosol	442.7	21	442.2	21	60
Band 2 – Blue	492.4	66	492.1	66	10
Band 3 – Green	559.8	36	559.0	36	10
Band 4 – Red	664.6	31	664.9	31	10
Band 5 – Vegetation red edge	704.1	15	703.8	16	20
Band 6 – Vegetation red edge	740.5	15	739.1	15	20
Band 7 – Vegetation red edge	782.8	20	779.7	20	20
Band 8 – NIR	832.8	106	832.9	106	10
Band 8A – Narrow NIR	864.7	21	864.0	22	20
Band 9 – Water vapour	945.1	20	943.2	21	60
Band 10 – SWIR – Cirrus	1373.5	31	1376.9	30	60
Band 11 – SWIR	1613.7	91	1610.4	94	20
Band 12 – SWIR	2202.4	175	2185.7	185	20

[Εικόνα 4.2] Φασματικά κανάλια Sentinel 2

Πηγή: ESA

4.1 Δεδομένα

Τα δεδομένα αναφορικά με τις δασικές πυρκαγιές στον ελλαδικό χώρο κατά την αντιπυρική περίοδο 2020-2021 αντλήθηκαν από τον ιστότοπο της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας <https://www.fireservice.gr>, καθώς επίσης και από το κοινωνικό της δίκτυο twitter <https://twitter.com/pyrosvestiki> και τους ραδιοτηλεοπτικούς σταθμούς για μεγαλύτερη αμεσότητα, κατά τον έλεγχο της πυρκαγιάς σε πραγματικό χρόνο.

Η πλατφόρμα από την οποία κατεβάσαμε τις εικόνες είναι η Copernicus (<https://scihub.copernicus.eu>), αποτελεί μια ανοιχτή πλατφόρμα όπου είναι δυνατή η αναζήτηση και η συλλογή δεδομένων. Υπάρχουν κάποιες επιλογές αναζήτησης που βοηθούν για την ανεύρεση των κατάλληλων δεδομένων και αφορούν την ημερομηνία, την πόλωση, τον τύπο της εικόνας, την λειτουργία του αισθητήρα και την τροχιά λήψης. Οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν, είναι Level-2A, έχουν προέλθει από τον δορυφόρο Sentinel 2 (μεταφέρει ραντάρ πολικής τροχιάς) και αναφέρονται σε δύο διαφορετικές ημερομηνίες, μια πριν την εκδήλωση της πυρκαγιάς καθώς και μια μετά την πυρκαγιά. Το ραντάρ δεν επηρεάζεται από καιρικές και ατμοσφαιρικές συνθήκες και λειτουργεί ήμερα και νύχτα. Οι εικόνες αυτές που χρησιμοποιήσαμε για την ανάλυση παρατίθενται παρακάτω :

Κεχριές (22-07-2020)

S2A_MSIL2A_20200719T090601_N0214_R050_T34SFG_20200719T120100

S2A_MSIL2A_20200729T090601_N0214_R050_T34SFG_20200729T120034

Λαγκάδα (22-08-2020)

S2A_MSIL2A_20200729T090601_N0214_R050_T34SFF_20200729T120034

S2A_MSIL2A_20200828T090601_N0214_R050_T34SFF_20200828T114933

Ανάβυσσος (09-09-2020)

S2A_MSIL2A_20200907T090601_N0214_R050_T35SKB_20200907T122358

S2A_MSIL2A_20200927T090731_N0214_R050_T35SKB_20200927T120403

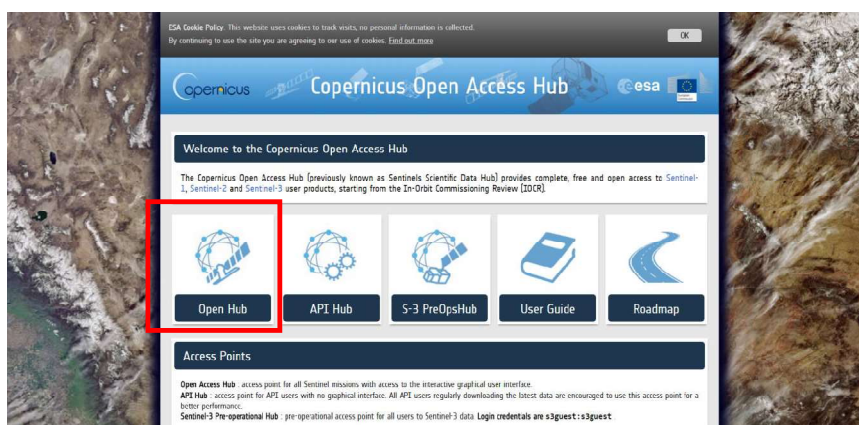
Μελία (15-09-2020)

S2A_MSIL2A_20200818T090601_N0214_R050_T35TMF_20200818T115313

S2A_MSIL2A_20200927T090731_N0214_R050_T35TMF_20200927T120403

Παρακάτω αναφέρονται σύντομα τα βήματα που ακλουθήσαμε για το κατέβασμα των εικόνων :

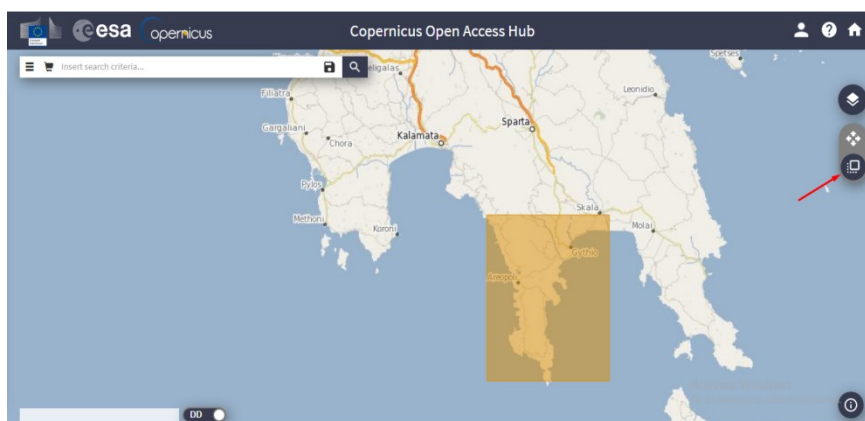
Είσοδος στην ιστοσελίδα <https://scihub.copernicus.eu> και επιλογή [Open Hub].



[Εικόνα 4.3] Ιστότοπος Copernicus hub

Πηγή: <https://scihub.copernicus.eu>

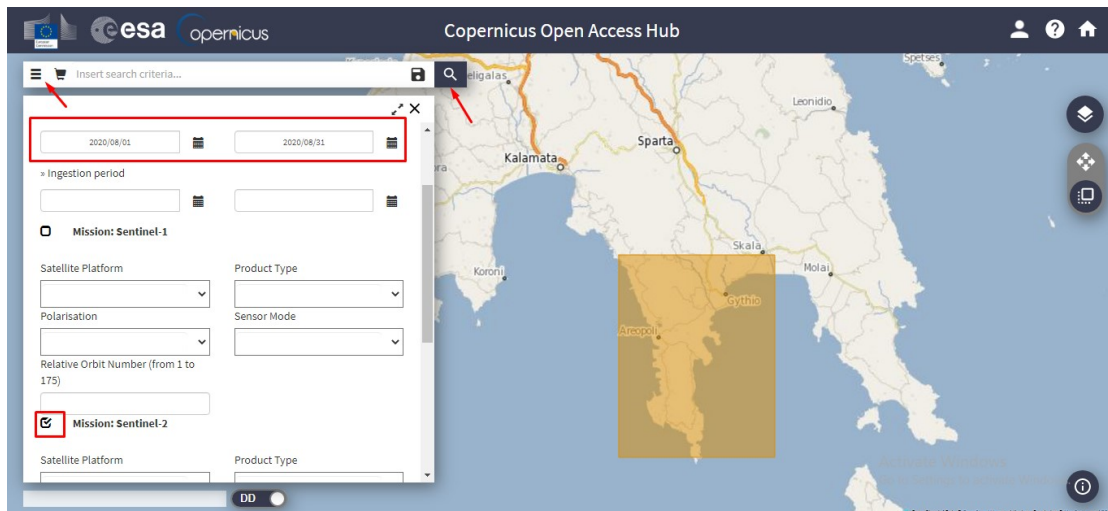
Η πλατφόρμα απαιτεί εγγραφή. Στη συνέχεια αφού επιλέξουμε στα δεξιά το [Area Mode], με πατημένο το αριστερό κλικ δημιουργούμε ένα τετράγωνο το οποίο περιέχει την περιοχή μελέτης.



[Εικόνα 4.4] Επιλογή περιοχής

Πηγή: <https://scihub.copernicus.eu>

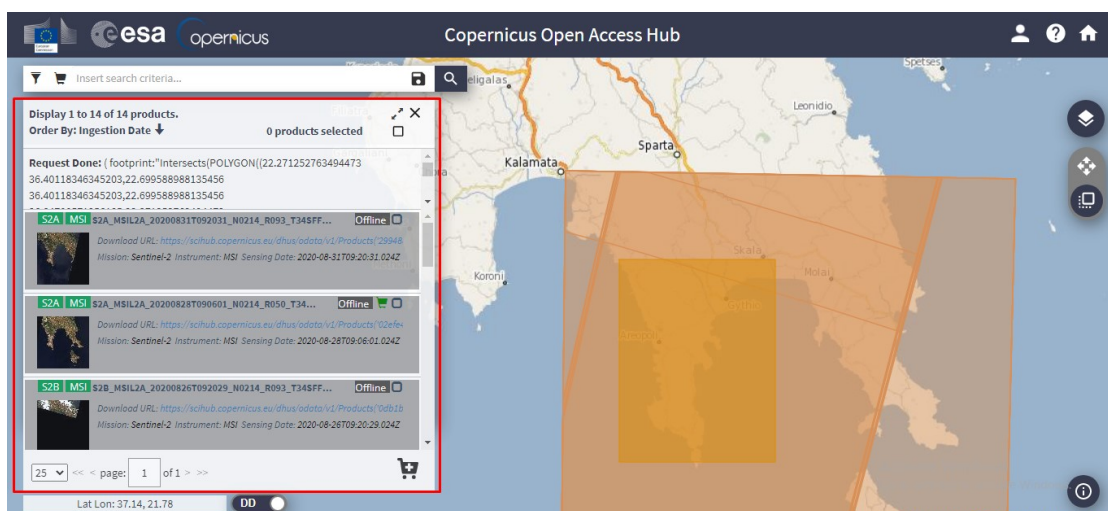
Κατόπιν πραγματοποιείται εισαγωγή των φίλτρων (ημερομηνία και επιλογή δορυφόρου) πατάμε το κουμπί της αναζήτησης όπως φαίνεται παρακάτω :



[Εικόνα 4.5] Εισαγωγή φίλτρων

Πηγή: <https://scihub.copernicus.eu>

Στην συνέχεια επιλέγουμε τις εικόνες από την λίστα που εμφανίζεται.



[Εικόνα 4.6] Λίστα εικόνων αναζήτησης

Πηγή: <https://scihub.copernicus.eu>

Προσοχή οι εικόνες που θα κατεβάσουμε πριν και μετά θα πρέπει να έχουν το ίδιο **tile ID**.

S2A_MSIL2A_20200818T090601_N0214_R050_T35TMF_20200818T115313

S2A_MSIL2A_20200927T090731_N0214_R050_T35TMF_20200927T120403

Σημείωση : Για τα προϊόντα Επίπεδου 2Α που κατεβάζουμε η ατμοσφαιρική διόρθωση έχει ήδη εφαρμοστεί (προεπεξεργασία του προϊόντος Επίπεδο-1C σε ένα Επίπεδο-2Α με το sen2cor). Η ατμοσφαιρική διόρθωση χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Sen2Cor είναι μια υπολογιστικά βαριά διαδικασία και χρειάζεται περίπου 30 λεπτά ανά εικόνα για να ολοκληρωθεί ανάλογα με το μηχάνημά. Ωστόσο, από τον Απρίλιο του 2017 τα προϊόντα Level-2Α έχουν ήδη δημιουργηθεί και είναι διαθέσιμα.

4.2 Επεξεργασία

Η πλατφόρμα που χρησιμοποιήσαμε για να επεξεργαστούμε τις εικόνες είναι το Sentinel Application Platform (SNAP) καθώς επίσης και το ARCGIS για να προσδιορίσουμε την καμένη έκταση στην περιοχή μελέτης.

4.2.1 SNAP

Παρακάτω παρατίθενται τα βήματα αναφορικά με την επεξεργασία των εικόνων στο πρόγραμμα SNAP :

1. Εισαγωγή εικόνων στο SNAP και δημιουργία ψευδόχρωμης εικόνας

Κάνουμε δεξί κλικ στο προϊόν πριν από την πυρκαγιά και κάνουμε κλικ **στο Άνοιγμα παραθύρου εικόνας RGB**, θα ανοίξει ένα νέο παράθυρο. Το ίδιο κάνουμε και στην εικόνα μετά την πυρκαγιά.



[Εικόνα 4.7] RGB Image

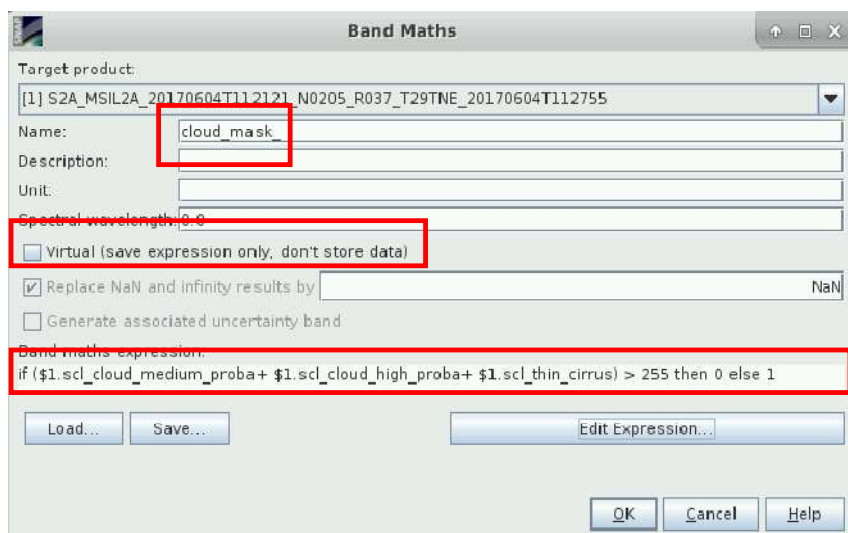
Πηγή: SNAP

Με αυτόν τρόπο μπορούμε να απεικονίσουμε σε αληθινά (φυσικά) χρώματα, αλλά για να ξεχωρίσουμε τις καμένες περιοχές είναι καλύτερο να χρησιμοποιήσουμε τις ζώνες Near InfraRed (NIR) και Short Wave InfraRed (SWIR), διότι αντανακλώνται περισσότερο από την υγιή βλάστηση. Στη συνέχεια από το μενού Window -> Tile Horizontally, εμφανίζουμε την εικόνα πριν και την εικόνα μετά την μια δίπλα στη άλλη ώστε να δούμε την καμένη έκταση.

2. Δημιουργία cloudmask

Το προϊόν Sentinel-2 L2-A περιέχει τις πληροφορίες vector cloud και cirrus masks, οι οποίες δημιουργούνται ως προϊόν της ατμοσφαιρικής διόρθωσης, ωστόσο, η εφαρμογή της μάσκας σε όλα τα κανάλια απαιτεί κάποιο χρόνο. Μπορούμε να δημιουργήσουμε υποσύνολα του προϊόντος αλλά τα διανυσματικά προϊόντα χάνονται με αυτή τη λειτουργία. Συνεπώς, για να διατηρήσουμε τις πληροφορίες θα δημιουργήσουμε ένα νέο κανάλι που θα περιέχει μια μάσκα σύννεφο

(cloudmask). Κάνουμε δεξί κλικ στο προϊόν πριν την πυρκαγιά (το ίδιο θα γίνει και στο προϊόν μετά την πυρκαγιά) και κλικάρουμε στο **Band Maths**. Θα ανοίξει ένα νέο παράθυρο. Ορίζουμε το όνομα σε: cloud_mask (το όνομα πρέπει να είναι το ίδιο και στα δύο προϊόντα) και καταργούμε την επιλογή Virtual (μόνο ασφαλής έκφραση, μην αποθηκεύονται δεδομένα). Η διαδικασία προσθήκης της μάσκας cloud_mask γίνεται σε κάθε εικόνα χωριστά και δημιουργείται από την ακόλουθη πρόταση: $\text{if (scl_cloud_medium_proba + scl_cloud_high_proba + scl_thin_cirrus) < 255 then 0 else 1}$.



[Εικόνα 4.8] Παράθυρο Band Maths

Πηγή: SNAP

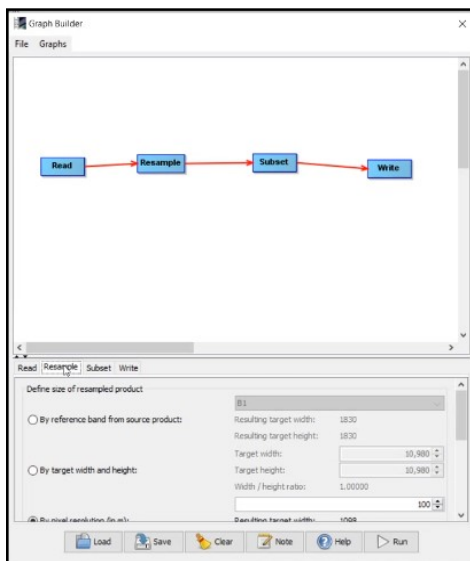
Η μάσκα νέφους που δημιουργείται αποτελεί μια ασπρόμαυρη εικόνα, κατά την οποία τα λευκά εικονοστοιχεία (pixels) αποτυπώνουν τυχόν σύννεφα.

3. Resample και Subset

Στο σημείο αυτό θα χρησιμοποιήσουμε το εργαλείο GraphBuilder. Με το GraphBuilder κανένα ενδιάμεσο προϊόν δεν θα αποθηκευτεί φυσικά, μόνο το τελικό προϊόν συνεώς εξοικονομεί πολύτιμο χώρο στο δίσκο. Από το μενού Εργαλεία -> GraphBuilder. Παρατηρούμε ότι το γράφημα έχει μόνο δύο εντολές: **Read** (για να διαβάσουμε την είσοδο) και **Write** (για να γράψουμε την έξοδο). Για να προσθέσουμε εντολή κάνουμε δεξί κλικ στο λευκό κενό μεταξύ των υπάρχοντων εντολών και μεταβαίνουμε στο Add -> Raster -> Geometric -> Resample. Ένα νέο ορθογώνιο με την εντολή resample εμφανίζεται στο γράφημά. Στη συνέχεια συνδέουμε την εντολή Resample με τον τελεστή Read κάνοντας κλικ στη δεξιά πλευρά του τελεστή Read και σύροντας το κόκκινο βέλος προς τον τελεστή Resample. Τα 13 φασματικά κανάλια στα προϊόντα Sentinel-2 δεν έχουν όλα την ίδια ανάλυση (άρα μέγεθος). Με την εντολή αυτή αλλάζει το μέγεθος του pixel κάθε καναλιού. Επειδή πρέπει να κάνουμε πράξεις μεταξύ

καναλιών, τα οποία δεν έχουν το ίδιο μέγεθος pixel, πρέπει να έχουν όλα ένα συγκεκριμένο μέγεθος και αυτό επιτυγχάνεται με την εντολή Resample.

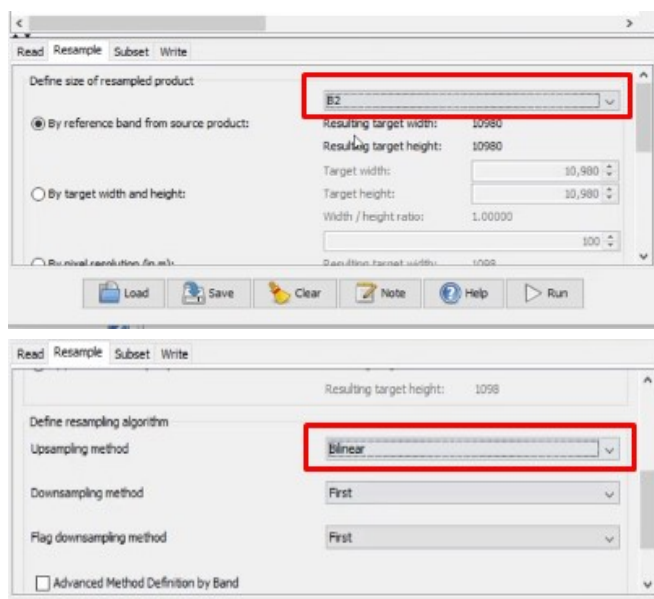
Το επόμενο βήμα θα είναι subset των εικόνων στην περιοχή ενδιαφέροντος (περικόπτεται η περιοχή μελέτης, με τον ίδιο τρόπο σε όλα τα φασματικά κανάλια), το οποίο γίνεται κάνοντας δεξί κλικ στο λευκό κενό κάπου αριστερά από την εντολή Resample και πηγαίνοντας στο Add -> Raster -> Geometric -> Subset. Συνδέστε την εντολή subset με την εντολή Resample. Τέλος, συνδέουμε την εντολή subset με την εντολή write. Να υπενθυμίσουμε ότι το Resample αποτελεί βασική προεπεξεργασία του Subset.



[Εικόνα 4.9] Graph builder

Πηγή: SNAP

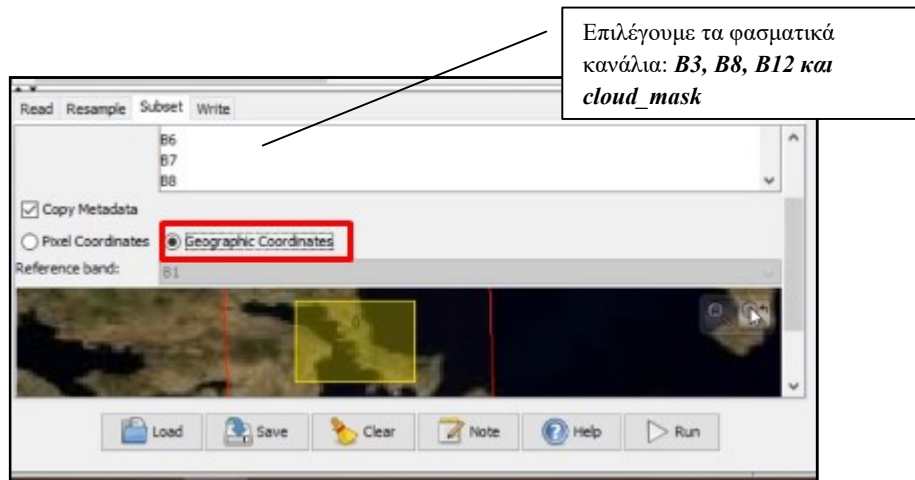
Καθορίζουμε το μέγεθος του προϊόντος που έγινε ξανά δειγματοληψία: Ανά φασματικό κανάλι αναφοράς από το προϊόν πηγή: **B2** (θα κάνουμε resample όλα τα φασματικά κανάλια σε ανάλυση 10 m (pixel 10mx10m)), και θα ορίσουμε μέθοδο Upsampling: **Διγραμμική (Bilinear)**



[Εικόνα 4.10] Resample

Πηγή: SNAP

Στην καρτέλα Subset επιλέγουμε τα φασματικά κανάλια: **B3, B8, B12 και cloud_mask** (κρατάμε μόνο τα κανάλια που μας ενδιαφέρουν) και στην συνέχεια επιλεγούμε την περιοχή περικοπής.



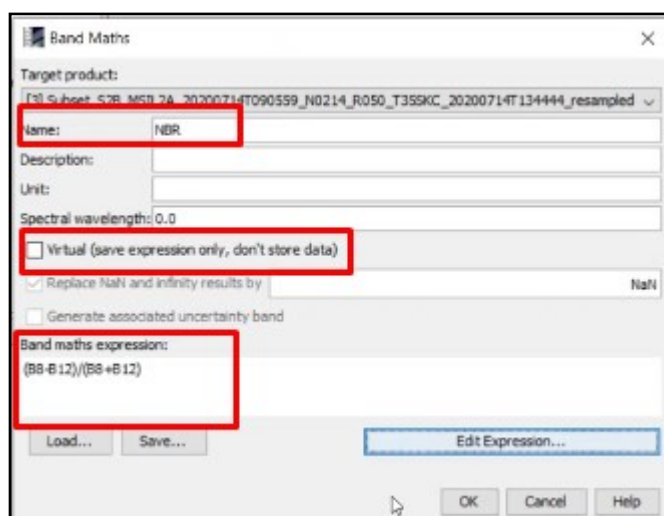
[Εικόνα 4.11] Subset

Πηγή: SNAP

Στην συνέχεια πατάμε Run. Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία και το προϊόν μετά την πυρκαγιά.

4. NBR (Normalized Burn Ratio)

Κάνουμε δεξί κλικ στο νέο προϊόν resample που δημιουργήσαμε πριν την πυρκαγιά (το ίδιο θα γίνει και στο resample προϊόν μετά την πυρκαγιά) και κλικάρουμε στο **Band Maths**. Ορίζουμε το όνομα σε: NBR (το όνομα πρέπει να είναι το ίδιο και στα δύο προϊόντα) και καταργούμε την επιλογή Virtual (μόνο ασφαλής έκφραση, μην αποθηκεύονται δεδομένα). Η διαδικασία δημιουργίας του NBR γίνεται σε κάθε εικόνα χωριστά και δημιουργείται από την ακόλουθη πρόταση: $(B8 - B12)/(B8 + B12)$ και το προϊόν αποθηκεύεται σαν επιπλέον κανάλι στην εικόνα.



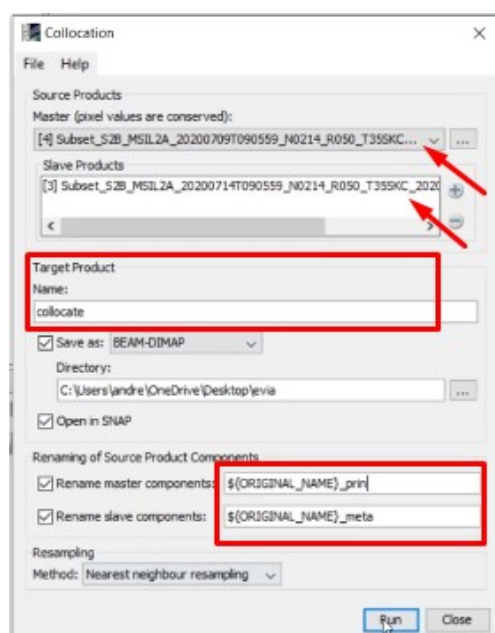
[Εικόνα 4.12] NBR

Πηγή: SNAP

5. Collocation

Με την εντολή collocation θα συγχωνεύσουμε τα δύο προεπεξεργασμένα προϊόντα(resample) σε ένα κοινό αρχείο(περιέχει τα φασματικά κανάλια και του πριν και του μετά), ώστε να μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε τη μεταβολή στις τιμές NBR πριν και μετά την πυρκαγιά. Από το μενού Raster πηγαίνουμε Geometric Operations -> Collocation.

Στο Source Products βάζουμε το resampling προϊόν πριν την πυρκαγιά ως Master resampling προϊόν μετά την πυρκαγιά ως Slave. Στα Target Products δίνουμε ένα όνομα και στο Renaming of Source Product Components βάζουμε μετά την κάτω παύλα ένα όνομα, ώστε να μπορούμε να ξεχωρίσουμε το πριν και το μετά π.χ `${ORIGINAL_NAME}_prin` and `${ORIGINAL_NAME}_meta`. Και στη συνέχεια πατάμε Run.



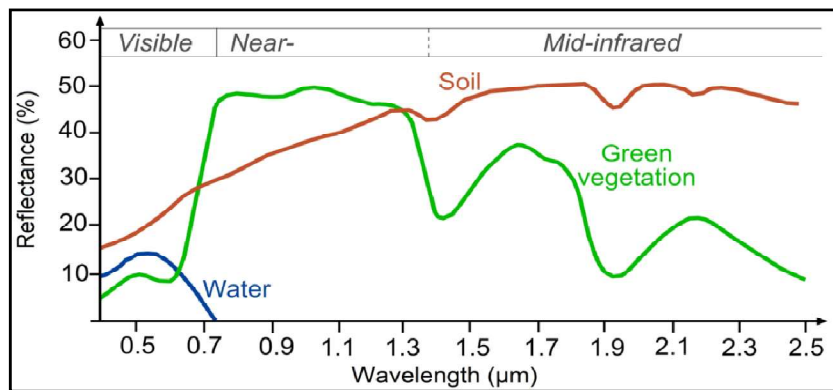
[Εικόνα 4.13] Collocation

Πηγή: SNAP

6. Water and Cloud mask

Τα υδάτινα σώματα σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να εμφανίσουν παρόμοια διαφορά NBR, επομένως, είναι απαραίτητο να τα αποκρύψουμε. Πρέπει επίσης να κρύψουμε τα σύννεφα που εμφανίζονται σε κάθε εικόνα εισόδου. Για το σκοπό αυτό, θα δημιουργήσουμε μια ενιαία συνδυασμένη μάσκα νερού και σύννεφων. Για την ανίχνευση των υδάτινων σωμάτων θα χρησιμοποιήσουμε τον Δείκτη Κανονικής Διαφοράς Νερού – NDWI. Ο Δείκτης Κανονικής Διαφοράς Νερού (NDWI) έχει σχεδιαστεί για: να μεγιστοποιεί την ανάκλαση του υδατικού συστήματος στο φασματικό κανάλι του πράσινου και να ελαχιστοποιεί την ανάκλαση του υδατικού συστήματος στη φασματικό κανάλι NIR. Το NDWI υπολογίζεται ως:

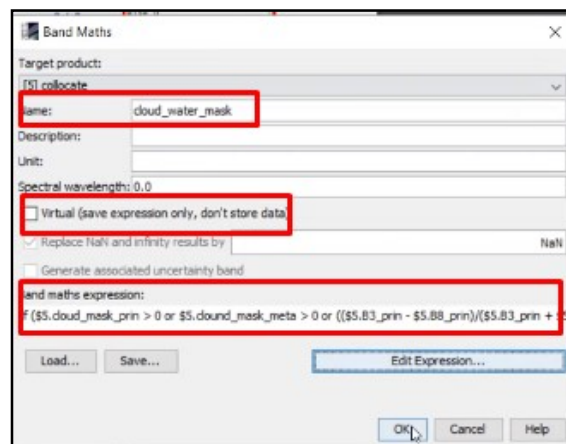
$$NDWI = \frac{B3 - B8}{B3 + B8}$$



[Εικόνα 4.14] Διάγραμμα NDWI

Πηγή: ESA

Κάνουμε δεξί κλικ στο νέο προϊόν collocate που δημιουργήσαμε και κλικάρουμε στο **Band Maths**. Ορίζουμε το όνομα σε: cloud_water_mask και καταργούμε την επιλογή Virtual (μόνο ασφαλής έκφραση, μην αποθηκεύονται δεδομένα). Η διαδικασία δημιουργίας του cloud_water_mask γίνεται από την ακόλουθη πρόταση: if (cloud_mask_prin > 0 or cloud_mask_meta > 0 or ((B3_prin - B8_prin) / (B3_prin + B8_prin)) >= 0.0) then 1 else 0 και το προϊόν αποθηκεύεται σαν επιπλέον κανάλι στην εικόνα.



[Εικόνα 4.15] Cloud_Water_Mask

Πηγή: SNAP

7. Burned areas and burn severity

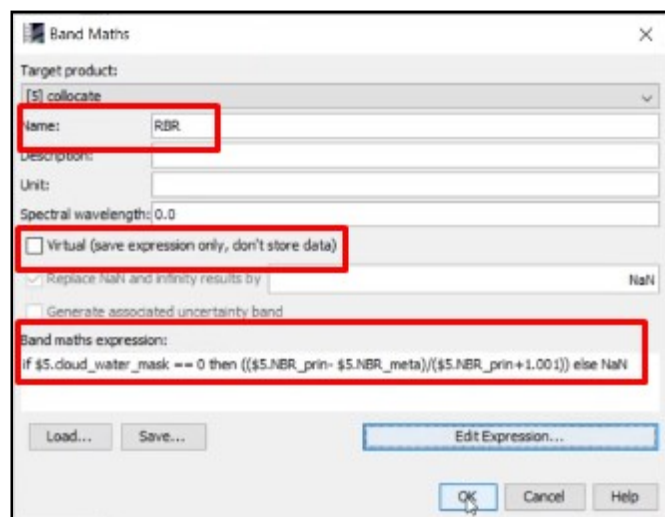
Για τον εντοπισμό των πρόσφατα καμένων περιοχών και τη διαφοροποίησή τους από το γυμνό έδαφος και άλλες περιοχές χωρίς βλάστηση, για τη διαφορά μεταξύ NBR πριν από την πυρκαγιά και μετά την πυρκαγιά, χρησιμοποιείται συχνά ο dNBR ο οποίος δίνεται από τον τύπο :

$$dNBR = NBR_{pre-fire} - NBR_{post-fire}$$

Ωστόσο, παρουσιάζει προβλήματα με τις περιοχές που αντιστοιχούν σε χαμηλής κάλυψης βλάστησης πριν την πυρκαγιά καθώς η απόλυτη διαφορά της αλλαγής πριν και μετά το φαινόμενο είναι μικρή. Συνεπώς, χρησιμοποιείται ο αναλυτικός λόγος καύσης (RBR), ο οποίος δίνεται απο τον τύπο :

$$RBR = \frac{NBR_{pre-fire} - NBR_{post-fire}}{NBR_{pre-fire} + 1.001}$$

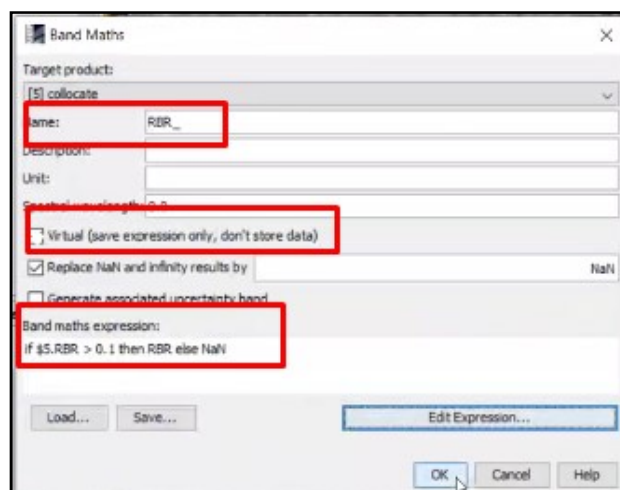
Κάνουμε δεξί κλικ στο νέο προϊόν collocate που δημιουργήσαμε και κλικάρουμε στο **Band Maths**. Ορίζουμε το όνομα σε: RBR και καταργούμε την επιλογή Virtual (μόνο ασφαλής έκφραση, μην αποθηκεύονται δεδομένα). Η διαδικασία δημιουργίας του RBR γίνεται από την ακόλουθη πρόταση: if cloud_water_mask == 0 then ((NBR_prin - NBR_meta)/(NBR_prin + 1.001)) else NaN και το προϊόν αποθηκεύεται σαν επιπλέον κανάλι στην εικόνα.



[Εικόνα 4.16] RBR

Πηγή: SNAP

Στην εικόνα που δημιουργείται, τα εικονοστοιχεία που αντιστοιχούν σε καμένες εκτάσεις φαίνονται πολύ φωτεινότερα, καθώς η μεταβολή μεταξύ των τιμών πριν και μετά την πυρκαγιά είναι μεγαλύτερη. Θα δημιουργήσουμε ένα άλλο νέο φασματικό κανάλι που θα περιέχει μόνο καμένες περιοχές. Θα ορίσουμε το όριο για το pixel που θα ταξινομηθεί ως καμένο σε > 0,1. Κάνουμε δεξί κλικ στο νέο προϊόν collocate που δημιουργήσαμε και κλικάρουμε στο **Band Maths**. Ορίζουμε το όνομα σε: RBR_ και καταργούμε την επιλογή Virtual (μόνο ασφαλής έκφραση, μην αποθηκεύονται δεδομένα). Η διαδικασία δημιουργίας του RBR_ γίνεται από την ακόλουθη πρόταση: if RBR > 0.1 then RBR else NaN και το προϊόν αποθηκεύεται σαν επιπλέον κανάλι στην εικόνα.

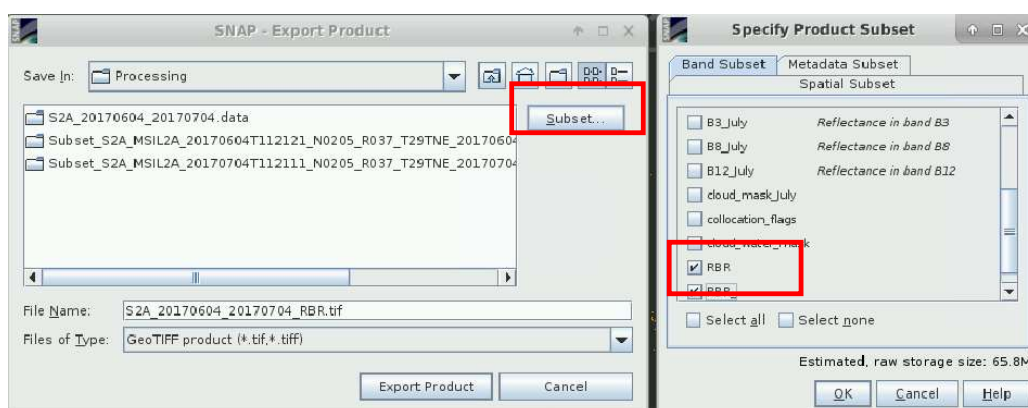


[Εικόνα 4.17] RBR_

Πηγή: SNAP

8. Εξαγωγή ως GeoTIFF

Αφού επιλέξουμε την εικόνα που κάναμε collocation από το μενού File πηγαίνουμε Export -> GeoTiff. Στο παράθυρο διαλόγου που ανοίγει, κάνουμε κλικ στο Subset -> Band Subset (δεύτερη καρτέλα) και επιλέγουμε μόνο τις ζώνες RBR και RBR_, κάνουμε κλικ στο Ok και αποθηκεύουμε το αρχείο. Η δημιουργία ενός GeoTIFF αρχείου δίνει την δυνατότητα της μετέπειτα επεξεργασίας των προϊόντων στο λογισμικό ArcMap.



[Εικόνα 4.18] Εξαγωγή Geotiff

Πηγή: SNAP

4.2.2 ARCMAP

Παρακάτω παρατίθενται τα βήματα αναφορικά με την επεξεργασία των εικόνων στο πρόγραμμα ARCMAP :

1. Εισαγωγή Geotiff στο ArcMap

2. Reclassify

Η εικόνα που έχουμε εισάγει στο ArcMap είναι raster, πρέπει να γίνει vector ώστε να μπορούμε να υπολογίσουμε την έκταση. Για να γίνει ένα επίπεδο raster → vector πρέπει πρώτα να κάνουμε Reclassify. Η επαναταξινόμηση είναι η διαδικασία εκ νέου αντιστοίχισης μιας ή περισσότερων τιμών σε ένα σύνολο δεδομένων ράστερ σε νέες τιμές εξόδου. Υπάρχουν πολλοί λόγοι για την επαναταξινόμηση των δεδομένων ράστερ. Για παράδειγμα, μπορεί να θέλουμε να ομαδοποιήσετε διάφορους τύπους δάσους σε μια κλάση δασών για να απλοποιήσουμε τις πληροφορίες στο raster ή να θέλουμε να ορίσουμε συγκεκριμένες τιμές στο NoData για να τα εξαιρέσουμε από την ανάλυση. Μια άλλη εφαρμογή είναι η Ανάλυση καταλληλότητας όπου το εργαλείο Reclassify χρησιμοποιείται για τη μετατροπή τιμών διαφόρων συνόλων δεδομένων raster εισόδου σε μια κοινή κλίμακα.

Το Γεωλογικό Ινστιτούτο των Ηνωμένων Πολιτειών (USGS) πρότεινε έναν πίνακα ταξινόμησης για την ερμηνεία της σφοδρότητας της πυρκαγιάς (dNBR), ο οποίος φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

[Πίνακας 4.1] Κλάσεις σφοδρότητας

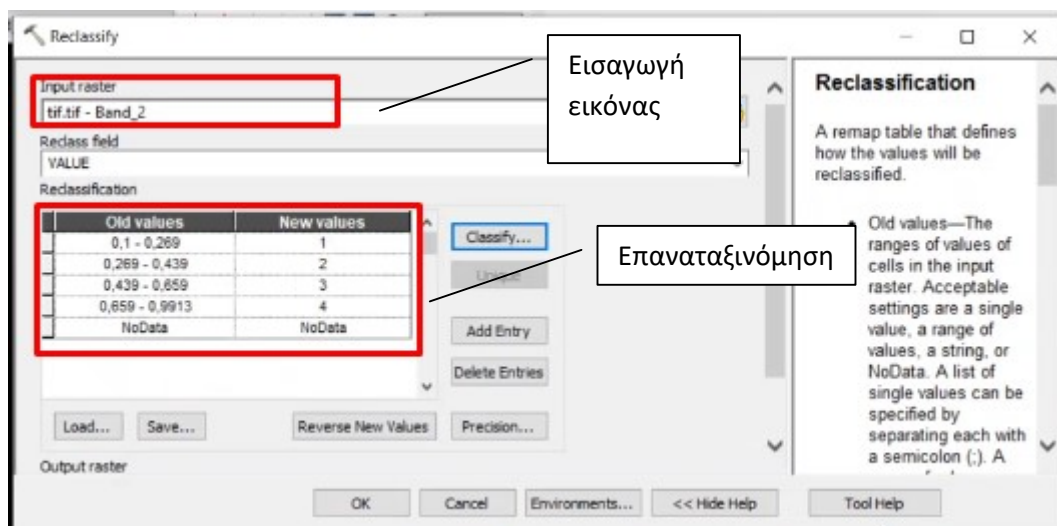
Πηγή: UN-SPYDER Knowledge Portal

Severity Level	dNBR range (scaled by 10 ³)	dNBR range (not scaled)
Enhanced Regrowth, high (post-fire)	-500 to -251	-0.500 to -0.251
Enhanced Regrowth, low (post-fire)	-250 to -101	-0.250 to -0.101
Unburned	-100 to +99	-0.100 to +0.099
Low Severity	+100 to +269	+0.100 to +0.269
Moderate-low Severity	+270 to +439	+0.270 to +0.439
Moderate-high Severity	+440 to +659	+0.440 to +0.659
High Severity	+660 to +1300	+0.660 to +1.300

Credits: UN-SPYDER Knowledge Portal

Οι μεγάλες τιμές του δείκτη υποδηλώνουν σοβαρές καταστροφές ενώ οι αρνητικές τιμές του υποδεικνύουν μεγάλη τάση ανάκαμψης μετά την πυρκαγιά.

Στο SNAP οριοθετήσαμε να μας δώσει τις περιοχές όπου το dNBR > 0.1, συνεπώς τα επίπεδα σφοδρότητας που μας ενδιαφέρουν είναι το Low severity, το Moderate-low Severity, το Moderate-high Severity και το High Severity. Συνεπώς, στο ArcMap θα δημιουργήσουμε 4 κλάσεις με τα εξής όρια 1^ο όριο : 0.269, 2^ο όριο : 0439, 3^ο όριο : 0659 και 4^ο όριο : max.



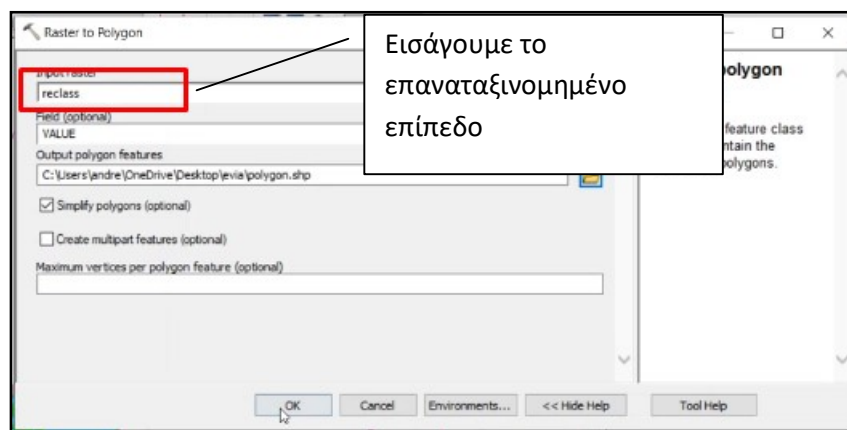
[Εικόνα 4.19] Reclassify

Πηγή: ArcMap

Δημιουργείται ένα νέο επίπεδο με τέσσερις κλάσεις, όπου κάθε κλάση απεικονίζει πόσο ζημιά έχει γίνει.

3. Raster to Polygon

Με την εντολή raster to polygon, το ψηφιδωτό επίπεδο μετατρέπεται σε πολύγωνα, τα οποία είναι απαραίτητα για την εξαγωγή της καμένης έκτασης.



[Εικόνα 4.20] Raster to Polygon

Πηγή: ArcMap

Κατά την μετατροπή αυτή, δημιουργούνται και αρκετά πολύγωνα τα οποία δεν βρίσκονται μέσα στην περιοχή μελέτης και τα οποία πρέπει να αφαιρέσουμε.

Τέλος, δημιουργούμε ένα νέο πεδίο στον πίνακα των πολύγωνων στο οποίο με μια εντολή από το ArcMap μας δίνει την έκταση του. Συνεπώς, η έκταση κάθε πολυγώνου μας δίνει την καμένη έκταση.

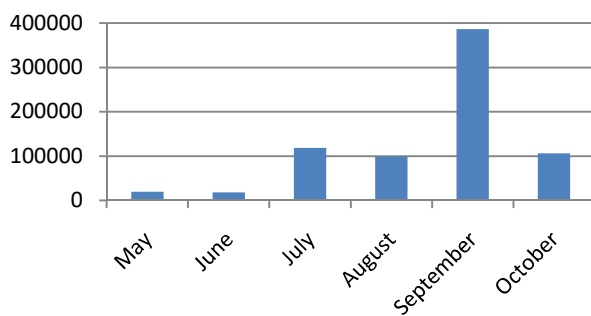
Αποτελέσματα

Παρακάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα τα οποία εξήχθησαν από την περιγραφική στατιστική, την επεξεργασία των εικόνων από το πρόγραμμα SNAP και την επεξεργασία του Geotiff για την εύρεση της καμένης έκτασης από το πρόγραμμα ArcMap.

5.1 Περιγραφική Στατιστική

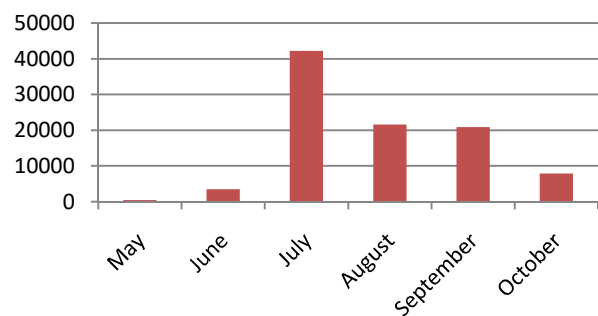
ORORA

BURNED AREA (1000m²)/ MONTH

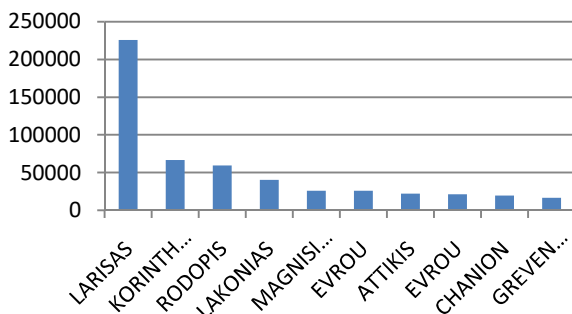


FIRE SERVICE

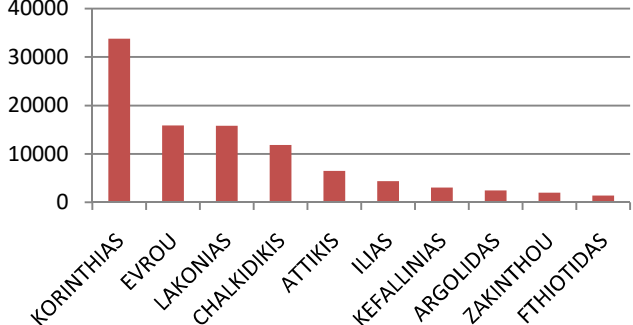
BURNED AREA (1000m²)/ MONTH

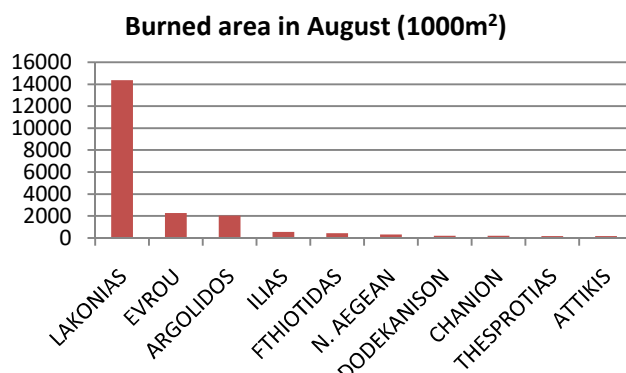
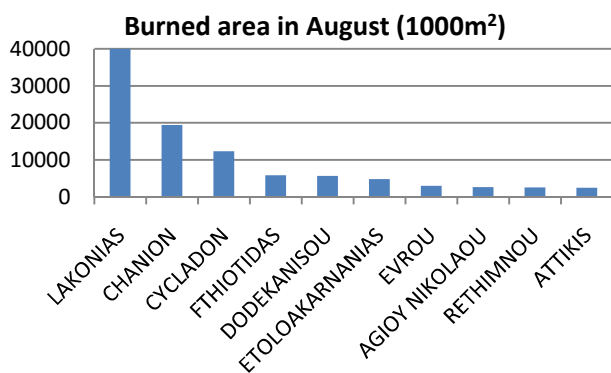
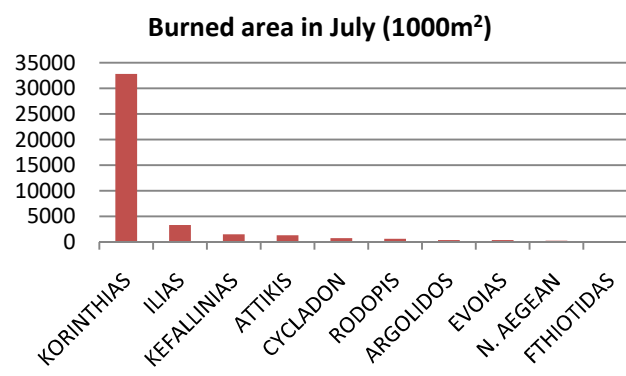
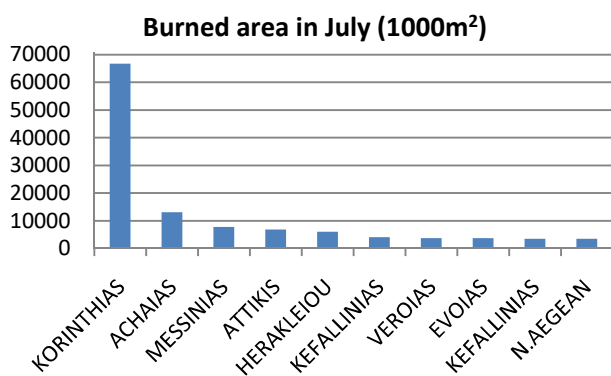
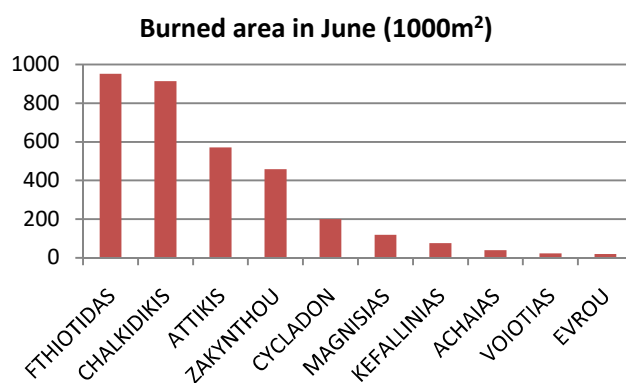
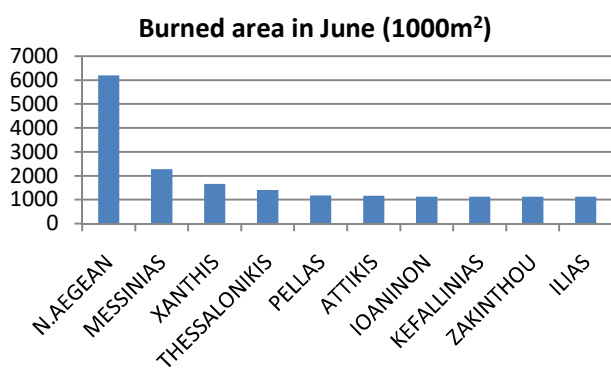
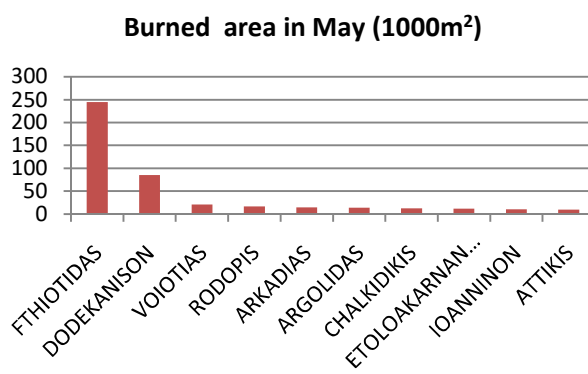
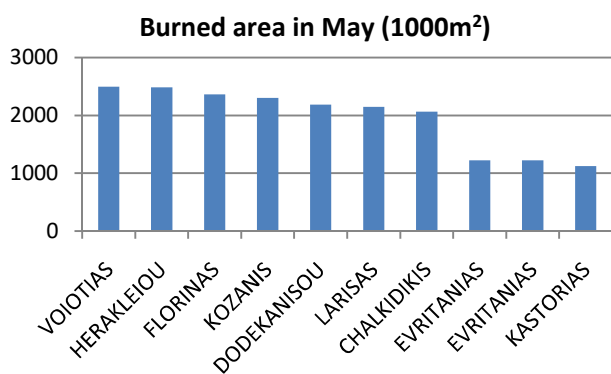


6month most burned area (1000m²)



6month most burned area (1000m²)





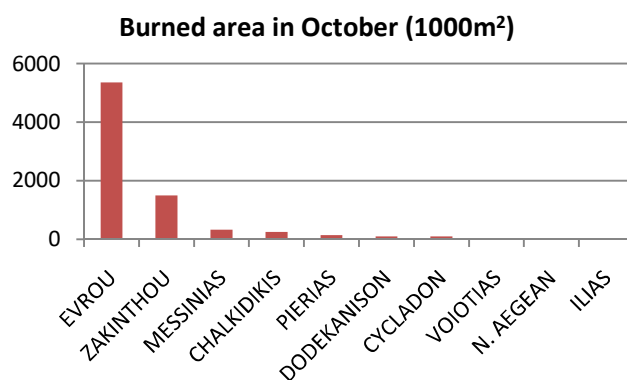
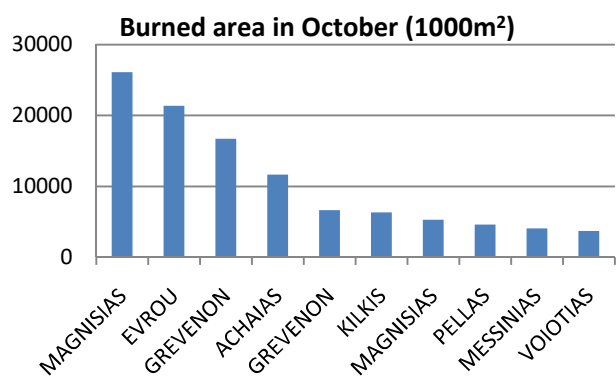
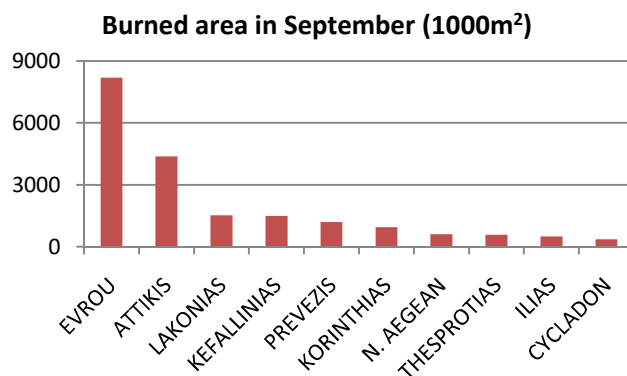
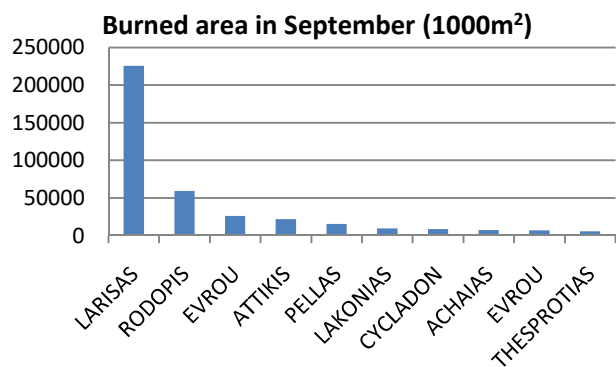


TABLE 1. Matched results from ORORA and FIRE SERVICE for May

	Region	Start date	start time	End date	End time	Duration	Satellite	Burned area [m ²]
1	KASTORIAS	13/05/2020	11:44	13/05/2020	11:44	SSP	SENTINEL-3B	2362337
	KASTORIAS	13/05/2020	14:34	13/05/2020	20:15	5h, 41min		1000
2	HERAKLIOU	20/05/2020	13:50			1h, 35min	TERRA	2482980
	HERAKLIOU	20/05/2020	12:00	21/05/2020	20:59	1d, 8h, 59min		1000

TABLE 2. Matched results from ORORA and FIRE SERVICE for June

	Region	Start date	start time	End date	End time	Duration	Satellite	Burned area [m ²]
1	ZAKINTHOU	05/06/2020	23:20	05/06/2020	23:20	SSP	TERRA	1121736,29
	ZAKINTHOU	05/06/2020	23:15	12/06/2020	10:47	6d, 11h, 32min		400000,00
2	ATTIKIS	12/06/2020	13:18	12/06/2020	14:54	1h, 36min	NOAA-20	1170687,89
	ATTIKIS	12/06/2020	12:56					500000,00
3	KEFALLINIAS	13/06/2020	13:48	13/06/2020	14:36	48min	SUOMI-NPP	405327,83
	KEFALLINIAS	13/06/2020	17:18					2000,00
4	LARISAS	14/06/2020	23:13	14/06/2020	23:13	SSP	SENTINEL-3A	1121442,00
	LARISAS	14/06/2020	15:56	14/06/2020	19:10	3h, 14min		3000,00

TABLE 3. Matched results from UKUKA and FIRE SERVICE for July

	Region	Start date	Start time	End date	End time	Duration	Satellite	Burned area (m ²)
1	EVOIAS	02/07/2020	13:42	02/07/2020	15:24	102min	NOAA 20	3647858,54
	EVOIAS	02/07/2020	11:53	06/07/2020	08:59	3d, 20h, 6min		45000,00
2	AKKALINIAS	03/07/2020	17:07	03/07/2020	13:24	87min	SATURN-3A	117147,54
	ARKADIAS	03/07/2020	11:27	06/07/2020	19:21	3d, 6h, 54min		38000,00
3	KILKIS	03/07/2020	15:06	03/07/2020	15:06	SSP	NOAA 20	155504,45
	KILKIS	03/07/2020	14:49	03/07/2020	20:17	5h, 28min		20000,00
	KILKIS	03/07/2020	14:35	03/07/2020	22:40	8h, 5min		200000,00
4	ATTIKIS	10/07/2020	14:30	10/07/2020	15:18	48min	NOAA-20	347071,15
	ATTIKIS	10/07/2020	14:28					30000,00
5	EVOIAS	11/07/2020	13:24	11/07/2020	15:00	96min	SUOMI-NPP	2263121,12
	EVOIAS	11/07/2020	11:55	11/07/2020	07:25	5d, 19h, 30min		300000,00
6	FTHIOTIDAS	16/07/2020	15:06	16/07/2020	15:25	19min	SUOMI-NPP	2190284,64
	FTHIOTIDAS	16/07/2020	14:30	21/07/2020	22:00	5d, 7h, 30min		90000,00
7	ATTIKIS	16/07/2020	13:30	16/07/2020	15:06	96min	SUOMI-NPP	1835984,27
	ATTIKIS	16/07/2020	14:30	23/07/2020	22:36	7d, 8h, 6min		550000,00
8	KEFALLINIAS	18/07/2020	22:52	19/07/2020	02:48	4h	SENTINEL-3B	4070139,04
	KEFALLINIAS	18/07/2020	17:07					350000,00
9	MESSINIAS	22/07/2020	12:09	22/07/2020	14:54	2h, 45min	SENTINEL-3A	7683636,08
	MESSINIAS	22/07/2020	11:50					500000,00
10	KORINTHIAS	22/07/2020	12:09	25/07/2020	04:18	2d, 16h, 9min	SENTINEL-3A	66675923,17
	KORINTHIAS	22/07/2020	11:55	22/07/2020	20:45	8h, 50min		32712000,00
11	KEFALLINIAS	23/07/2020	23:01	24/07/2020	02:58	2h, 57min	SENTINEL-3A	3432617,41
	KEFALLINIAS	23/07/2020	22:05					400000,00
12	KORINTHIAS	23/07/2020	13:48	23/07/2020	13:48	SSP	NOAA-20	496525,26
	KORINTHIAS	23/07/2020	07:45	23/07/2020	09:00	1h, 15min		15000,00
13	SERRON	25/07/2020	13:12	25/07/2020	13:12	SSP	NOAA-20	311072,45
	SERRON	25/07/2020	18:00	26/07/2020	12:00	18h		40000,00
14	KEFALLINIAS	26/07/2020	13:42	26/07/2020	15:24	1h, 42min	SUOMI-NPP	3169102,12
	KEFALLINIAS	26/07/2020	13:20					1000000,00

TABLE 4. Matched results from ORORA and FIRE SERVICE for August

	Region	Start date	Start time	End date	End time	Duration	Satellite	Burned area (m ²)
1	N. AEGEAN	01/08/2020	12:05	01/08/2020	12:05	SSP	TERRA	1121643,33
	N. AEGEAN	01/08/2020	11:00	04/08/2020	09:45	2d, 22h, 45min		15000,00
2	FTHIOTIDAS	06/08/2020	13:36	06/08/2020	15:12	1h, 36min	SUOMI-NPP	5788644,88
	FTHIOTIDAS	06/08/2020	13:08	09/08/2020	04:30	3d, 11h, 54min		440000,00
3	DODEKANISON	07/08/2020	02:42	07/08/2020	02:42	SSP	NOAA-20	155548,97
	DODEKANISON	07/08/2020	08:17	10/08/2020	20:30	3d, 12h, 13min		18000,00
4	CHANION	12/08/2020	14:30	14/07/2020	03:56	1d, 12h	NOAA-20	19426670,48
	CHANION	12/08/2020	13:32	21/08/2020	21:40	9d, 8h, 8min		200000,00
5	N. AEGEAN	17/08/2020	13:30	17/08/2020	15:06	1h, 36min	SUOMI-NPP	1689464,74
	N. AEGEAN	17/08/2020	12:40	22/08/2020	13:06	5d, 26min		300000,00
6	ETOLOAKARNANIAS	20/08/2020	14:12	20/08/2020	15:04	52min	SUOMI-NPP	2378755,03
	ETOLOAKARNANIAS	20/08/2020	14:11	20/08/2020	19:10	4h, 59min		30000,00
7	LAKONIAS	22/08/2020	12:25	24/08/2020	15:24	2d, 2h, 59min	TERRA	40336349,08
	LAKONIAS	22/08/2020	12:10	04/09/2020	18:58	13d, 6h, 48min		13923000,00
	LAKONIAS	22/08/2020	16:50	26/08/2020	07:48	3d, 14h, 58min		200000,00
8	ATTIKIS	24/08/2020	15:30	24/08/2020	15:30	SSP	NOAA-20	155371,75
	ATTIKIS	24/08/2020	14:45					30000,00
9	ACHAIAS	25/08/2020	12:55	25/08/2020	15:10	2h, 15min	TERRA	-
	ACHAIAS	25/08/2020	11:27	29/08/2020	13:30	4d, 2h, 3min		80000,00
10	EVROU	27/08/2020	13:42	27/08/2020	14:30	48min	SUOMI-NPP	704796,33
	EVROU	27/08/2020	12:35	27/08/2020	20:30	7h, 55min		30000,00
11	HERAKLEIOU	27/08/2020	14:30	27/08/2020	15:18	48min	NOAA-20	614106,16
	HERAKLEIOU	27/08/2020	13:50	28/08/2020	22:03	1d, 8h, 13min		10000,00
12	EVROU	30/08/2020	13:36	23/07/2020	13:48	SSP	NOAA-20	2997750,19
	EVROU	30/08/2020	07:45	23/07/2020	09:00	1h, 15min		1600000,00
13	ARGOLIDAS	30/08/2020	13:36	30/08/2020	15:15	1h, 21min	NOAA-20	-
	ARGOLIDAS	30/08/2020	13:10					1000,00

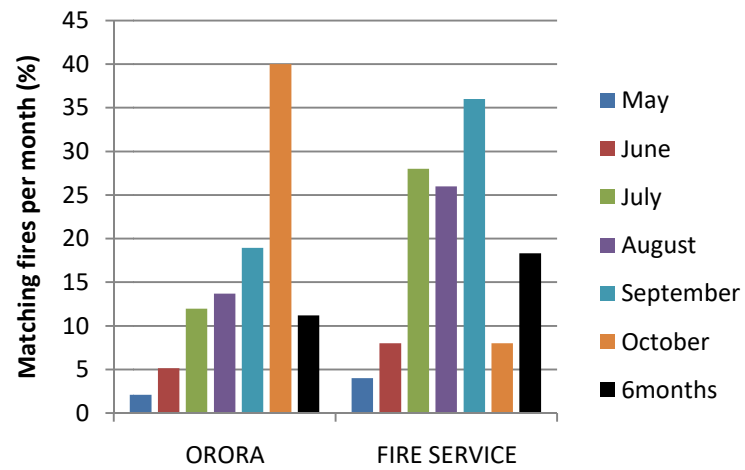
TABLE 5. Matched results from URORA and FIRE SERVICE for September

	Region	Start date	start time	End date	End time	Duration	Satellite	Burned area (m ²)
1	LARISAS	02/09/2020	12:05	02/09/2020	12:05	SSP	TERRA	1120802,88
	LARISAS	01/09/2020	00:43	02/09/2020	21:00	20h, 17min		50000,00
2	KEFALLINIAS	03/09/2020	14:00	03/09/2020	14:48	48min	NOAA-20	3190641,79
	KEFALLINIAS	03/09/2020	13:56					35000,00
3	KORINTHIAS	04/09/2020	03:12	04/09/2020	04:02	50min	SUOMI-NPP	1731285,23
	KORINTHIAS	04/09/2020	02:50	06/09/2020	23:00	2d, 20h, 10min		800000,00
4	KEFALLINIAS	05/09/2020	15:00	08/09/2020	03:36	2d, 2h, 36min	NOAA-20	2151227,13
	KEFALLINIAS	04/09/2020	18:15	07/09/2020	10:05	2d, 15h, 50min		500000,00
	KEFALLINIAS	04/09/2020	20:18	06/09/2020	21:25	2d, 1h, 7min		200000,00
	MESSINIAS	04/09/2020	22:46	04/09/2020	22:46	SSP	SUOMI-NPP	2498259,74
6	MESSINIAS	04/09/2020	20:20	07/10/2020	12:10	32d, 15h, 50min		40000,00
	LAKONIAS	04/09/2020	13:42	04/09/2020	15:18	1h, 36min	NOAA-20	3857549,84
7	LAKONIAS	04/09/2020	13:32	05/09/2020	19:15	1d, 5h, 43min		40000,00
	N.AEGEAN	08/09/2020	22:35	08/09/2020	22:43	8min	TERRA	2070765,08
8	N.AEGEAN	08/09/2020	21:05	11/09/2020	19:29	2d, 22h, 24min		330000,00
	N.AEGEAN	08/09/2020	21:15	11/09/2020	19:31	2d, 22h, 16min		280000,00
9	EVROU	08/09/2020	14:06	08/09/2020	14:06	SSP	NOAA-20	155685,00
	EVROU	08/09/2020	13:06	09/09/2020	20:25	1d, 7h, 19min		150000,00
10	RODOPI'S	08/09/2020	14:06	08/09/2020	14:54	48min	NOAA-20	1313893,67
	RODOPI'S	08/09/2020	13:40	10/09/2020	11:28	1d, 21h, 48min		85000,00
11	KEFALLINIAS	09/09/2020	02:24	09/09/2020	04:06	1h, 42min	NOAA-20	944402,91
	KEFALLINIAS	09/09/2020	00:10					220000,00
12	ILIAS	09/09/2020	15:24	09/09/2020	15:30	6min	NOAA-20	3826443,50
	ILIAS	09/09/2020	15:05	17/09/2020	15:16	8d, 11min		500000,00
13	EVROU	13/09/2020	11:50	14/09/2020	13:54	1d, 2h, 4min	NOAA 20	6843567,49
	EVROU	13/09/2020	18:09	18/09/2020	21:10	5d, 3h, 1min		1200000,00
13	ETDOLOAKARNANIAS	15/09/2020	23:01	16/09/2020	03:36	4h, 35min	SENTINEL-3A	2469713,47
	ETDOLOAKARNANIAS	15/09/2020	18:25	18/09/2020	07:51	2d, 13h, 26min		50000,00

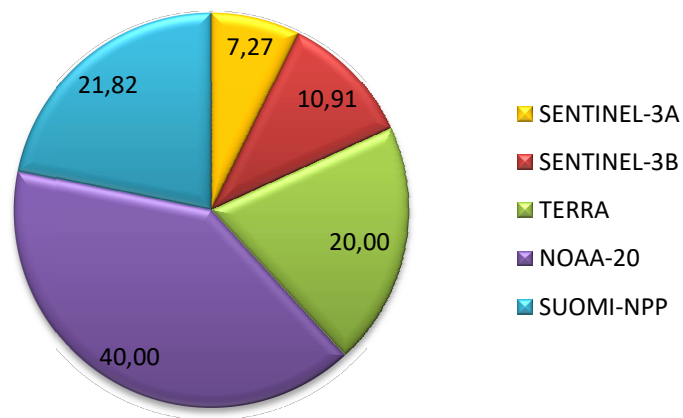
14	ACHAIA	16/09/2020	23:25	17/09/2020	04:08	4h, 43min	TERRA	7229734,92
	ACHAIA	16/09/2020	24:41	18/09/2020	18:47	1d, 21h, 5min		100000,00
15	LAKONIAS	17/09/2020	02:24	17/09/2020	04:06	1h, 42min	SUOMI-NPP	9464477,52
	LAKONIAS	17/09/2020	01:04	18/09/2020	10:00	8h, 56min		600000,00
16	EVROU	19/09/2020	14:00	19/09/2020	14:48	48min	NOAA-20	2471701,64
	EVROU	19/09/2020	14:10	21/09/2020	07:14	1d, 17h, 4min		50000,00
17	DODEKANISON	22/09/2020	13:00	22/09/2020	13:54	5min	NOAA-20	212435,31
	DODEKANISON	22/09/2020	12:44	23/09/2020	07:30	18h, 46min		70000,00
18	CYCLADON	26/09/2020	12:55	26/09/2020	15:06	2h, 11min	TERRA	8468368,96
	CYCLADON	26/09/2020	11:42	29/09/2020	19:07	3d, 7h, 25min		300000,00

TABLE 6. Matched results from ORORA and FIRE SERVICE for October

	Region	Start date	Start time	End date	End time	Duration	Satellite	Burned area (m ²)
1	EVROU	01/10/2020	11:35	02/10/2020	14:57	1d, 3h, 22min	TERRA	21390595,51
	EVROU	01/10/2020	11:35	08/10/2020	10:05	6d, 22h, 30min		5300000,00
2	MESSINIAS	05/10/2020	23:55	06/10/2020	04:00	4h, 5min	TERRA	4050418,63
	MESSINIAS	05/10/2020	22:14	07/10/2020	19:24	1d, 21h, 10min		300000,00
3	PIERIAS	09/10/2020	12:21	11/10/2020	14:36	2d, 2h, 15min	SENTINEL-3B	6640304,99
	PIERIAS	09/10/2020	16:07	10/10/2020	09:40	17h, 33min		60000,00
4	PIERIAS	23/10/2020	11:44	23/10/2020	12:40	56min	SENTINEL-3B	4590934,16
	PIERIAS	23/10/2020	16:48	23/10/2020	18:50	2h, 2min		5000,00



[Γράφημα 1] %καλύτερο matching πυρκαγιών ανά μήνα και συνολικά τους 6 μήνες

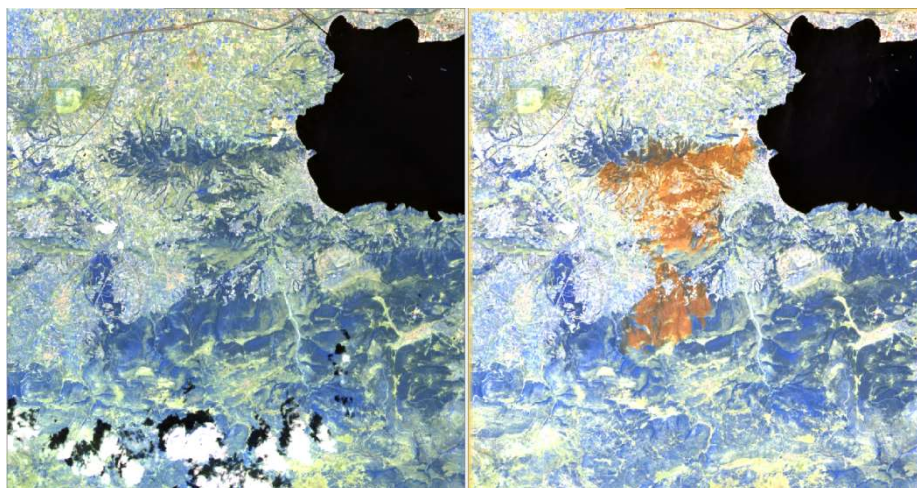


[Γράφημα 2] Most popular satellite in matching fires from OroraTech

5.2 ΚΕΧΡΙΕΣ

SNAP

Το προϊόν εισόδου περιέχει 13 φασματικά κανάλια σε 3 διαφορετικές χωρικές αναλύσεις (Η επιφάνεια μετράται στο έδαφος και αντιπροσωπεύεται από ένα μεμονωμένο pixel). Όταν ανοίγουμε την προβολή RGB όλα τα φασματικά κανάλια εισόδου έχουν ανάλυση 20 m, ωστόσο, η προβολή εμφανίζεται σε πλήρη ανάλυση 10 m. Θα μπορούσαμε να τα απεικονίσουμε σε αληθινά (φυσικά) χρώματα, αλλά για να ξεχωρίσουμε τις καμένες περιοχές είναι καλύτερο να χρησιμοποιήσουμε τα φασματικά κανάλια B12, B11 και B8A (Red: B12, Green: B11 ,Blue: B8A) καθώς οι ζώνες Near InfraRed (NIR) και Short Wave InfraRed (SWIR) αντανακλώνται περισσότερο από την υγιή βλάστηση.

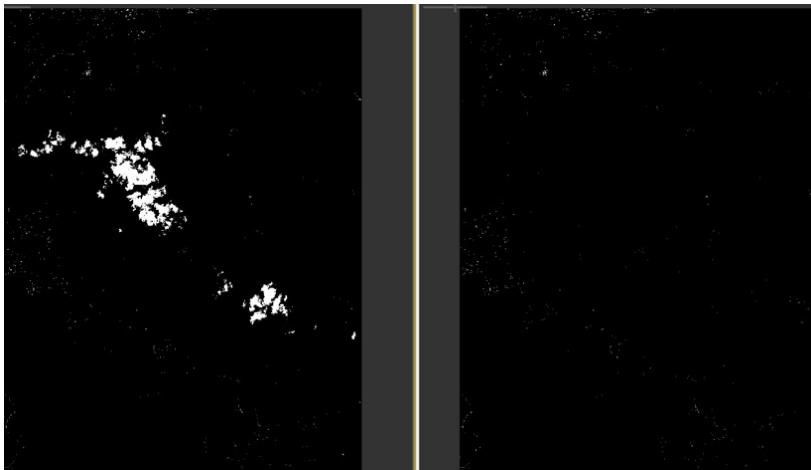


[Εικόνα 5.1] Ψευδέγχρωμη εικόνα RGB (κανάλια Red: B12, Green: B11 ,Blue: B8A))

Περιοχή Κεχρίες - αριστερά πριν την πυρκαγιά (19/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (29/07/2020) (καμένη έκταση- καφέ χρώμα)

Δεξιά διακρίνεται ευκρινώς η καμένη έκταση με καφέ χρώμα.

Οι εικόνες επεξεργασίας αποτελούν ατμοσφαιρικά διορθωμένα προϊόντα Sentinel 2, επιπέδου L2-A και περιέχουν vector cloud και cirrus masks, οι οποίες δημιουργούνται ως προϊόντα της ατμοσφαιρικής διόρθωσης. Η εφαρμογή της μάσκας σε όλα τα κανάλια και η πλήρης διαδικασία απαιτεί κάποιο χρόνο. Για να διατηρήσουμε λοιπόν τις πληροφορίες, δημιουργούμε μια νέα ζώνη που περιέχει μια μάσκα σύννεφων, η οποία συνδράμει στην μετέπειτα επεξεργασία, εφόσον με κατάλληλες εντολές μπορούν να απομακρυνθούν από το τελικό προϊόν τα σύννεφα.



[Εικόνα 5.2] Δημιουργία cloud mask – μάσκα περιοχών που περιέχουν σύννεφα
Περιοχή Κεχριές - αριστερά πριν την πυρκαγιά (19/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (29/07/2020)

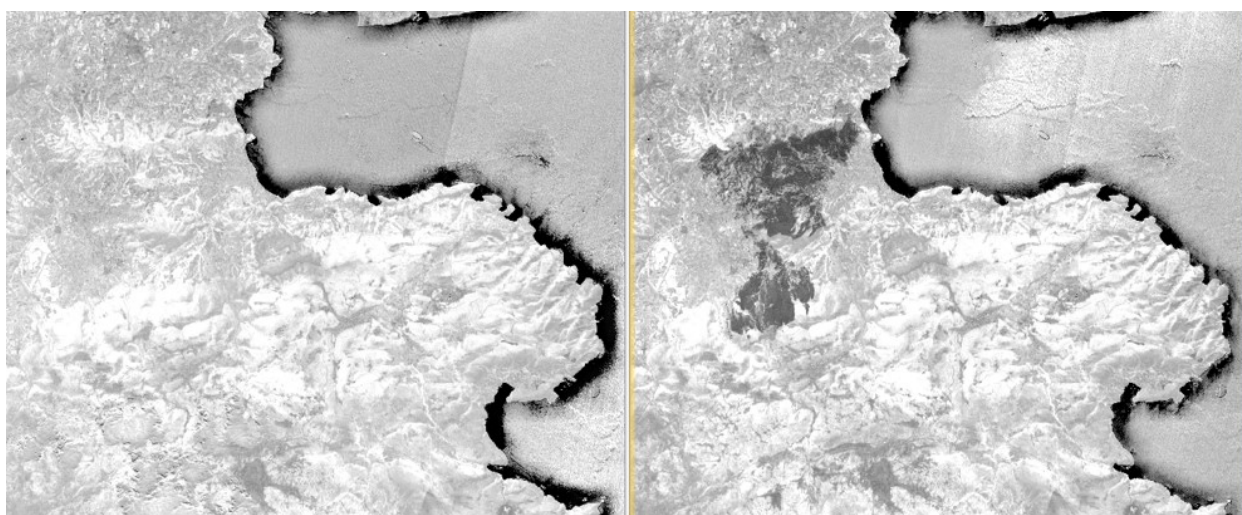
Η μάσκα νέφους που δημιουργείται αποτελεί μια ασπρόμαυρη εικόνα, κατά την οποία τα λευκά εικονοστοιχεία αποτυπώνουν τυχόν σύννεφα.

Τα προϊόντα της Εικόνας 5.3 έχουν προκύψει από την εντολής Subset (για την καλύτερη και πιο γρήγορη επεξεργασία επιλέγουμε μόνο τα φασματικά κανάλια B3,B8,B12 και cloud_mask) και την εντολή Resample η οποία δίνει την δυνατότητα να απομονώσουμε (περικοπή εικόνας) την περιοχή μελέτης και παρουσιάζονται ως ψευδόχρωμες εικόνες RGB. Στα δεξιά παρατηρούμε με κόκκινο χρώμα την καμένη έκταση. Με πράσινο χρώμα διακρίνεται η βλάστηση.



[Εικόνα 5.3] Ψευδέχρωμη εικόνα Subset - Resample RGB (κανάλια Red: B12, Green: B8 ,Blue: B3))
Περιοχή Κεχριές - αριστερά πριν την πυρκαγιά (19/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (29/07/2020) (καμένη έκταση- κόκκινο χρώμα)

Ο δείκτης NBR ενσωματώνει πληροφορία για τις φασματικές αλλαγές στην επιφάνεια προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για τις επιπτώσεις των πυρκαγιών. Η υγιής βλάστηση έχει πολύ υψηλή ανάκλαση στο κοντινό υπέρυθρο και χαμηλή ανάκλαση στο υπέρυθρο τμήμα του φάσματος. Οι καμένες περιοχές από την άλλη πλευρά έχουν σχετικά χαμηλή ανάκλαση στο εγγύς υπέρυθρο και υψηλή ανάκλαση στο υπέρυθρο. Μια υψηλή τιμή NBR υποδηλώνει γενικά υγιή βλάστηση ενώ μια χαμηλή τιμή δείχνει γυμνό έδαφος και πρόσφατα καμένες περιοχές. Πιο συγκεκριμένα για τον NBR, η πληροφορία στο υπέρυθρο (NIR) αντιστοιχεί στο δίαυλο B8 και στο κοντινό υπέρυθρο (SWIR2) αντιστοιχεί στο δίαυλο B12 για τους Sentinel 2 αισθητήρες. Τα φωτεινά pixel μας δείχνουν την υγιή βλάστηση ($NBR = \sim 1$), ενώ τα σκουρόχρωμα pixel μας δείχνουν την καμένη έκταση ($NBR = \sim 0$). Στην Εικόνα 5.4 στα δεξιά διακρίνεται η καμμένη έκταση με τα σκουρόχρωμα γκρι pixels.



[Εικόνα 5.4] Δείκτης NBR

Περιοχή Κεχριές- αριστερά πριν την πυρκαγιά (19/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (29/07/2020) (καμένη έκταση- γκρι σκούρο χρώμα)

Με την εντολή collocation θα συγχωνεύσουμε τα δύο προεπεξεργασμένα προϊόντα, ώστε να μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε τη μεταβολή στις τιμές NBR πριν και μετά την πυρκαγιά. Το νέο προϊόν που προκύπτει περιέχει όλα τα φασματικά κανάλια που είχαν τα δυο προεπεξεργασμένα προϊόντα.

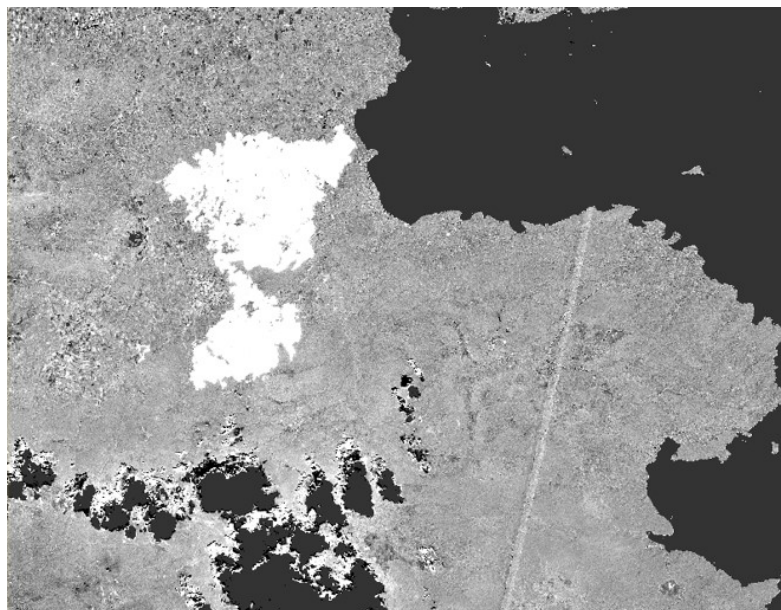
Τα υδάτινα σώματα μπορούν να εμφανίσουν παρόμοια διαφορά NBR σε ορισμένες περιπτώσεις, επομένως, είναι απαραίτητο να τα αποκρύψουμε. Πρέπει επίσης να κρύψουμε τα σύννεφα που εμφανίζονται σε κάθε εικόνα εισόδου. Για το σκοπό αυτό, θα δημιουργήσουμε μια ενιαία

συνδυασμένη μάσκα νερού και σύννεφων, η οποία παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.5. Τα σύννεφα και το νερό παρουσιάζονται με τα λεύκα pixels (τιμή = ~1).



[Εικόνα 5.5] Μάσκα σύννεφων και εικονοστειγίων νερού στην περιοχή Κεχριές

Στην Εικόνα 5.6 παρουσιάζεται το προϊόν του δείκτη RBR. Τα εικονοστοιχεία που αντιστοιχούν σε καμένες εκτάσεις φαίνονται πολύ φωτεινότερα καθώς η μεταβολή μεταξύ των τιμών πριν και μετά την φωτιά είναι πολύ μεγαλύτερη.



[Εικόνα 5.6] Δείκτης RBR στην περιοχή Κεχριές

Στην Εικόνα 5.6 παρουσιάζεται το προϊόν του δείκτη RBR_, το οποίο είναι το αποτέλεσμα της επεξεργασίας παρατηρείται η αφαίρεση των εικονοστοιχείων που αντιστοιχούν σε σύννεφα και υδάτινες μάζες. Δημιουργούμε νέο κανάλι που θα περιέχει μόνο με τις καμένες περιοχές.



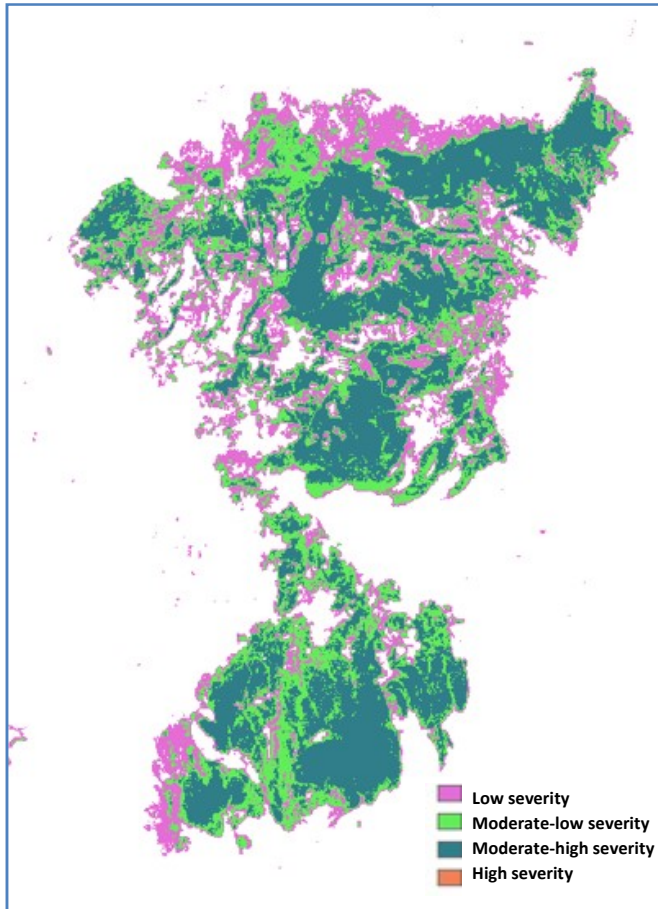
[Εικόνα 5.7] Δείκτης RBR_ στην περιοχή Κεχριές

ARCMAP



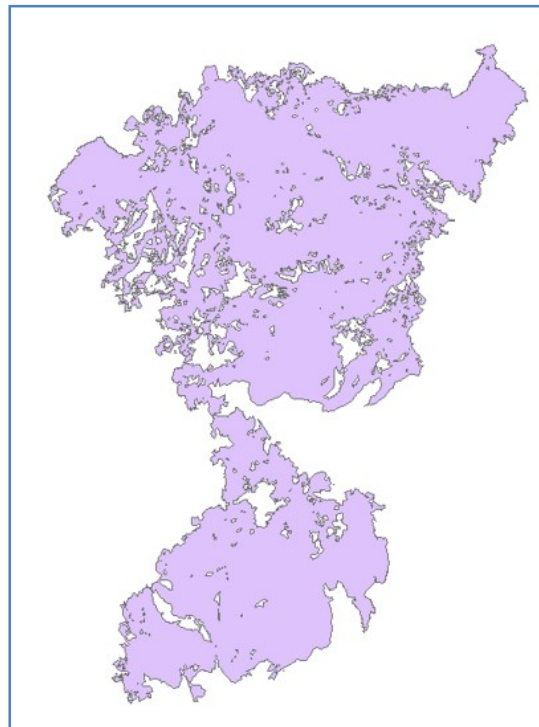
Στην Εικόνα 5.8 παρουσιάζεται το Geotiff, το οποίο εξήχθη από το SNAP, και στην συνέχεια θα το εισάγουμε στο ARCMAP βάσει του οποίου θα γίνει ο υπολογισμός της καμένης έκτασης. Το επίπεδο αυτό είναι raster.

[Εικόνα 5.8] Geotiff Περιοχή Κεχριές



Στην Εικόνα 5.9 παρουσιάζεται το επίπεδο στο οποίο έχει εφαρμοστεί επαναταξινόμηση, η οποία είναι απαραίτητη, ώστε στη συνέχεια να μετατρέψουμε το πεδίο σε vector και να υπολογίσουμε την καμένη έκταση. Σύμφωνα, με το Γεωλογικό Ινστιτούτο των Ηνωμένων Πολιτειών (USGS), είναι απαραίτητο η αλλαγή του συνδυασμό χρωμάτων σε κλάσεις (συγκεκριμένα τέσσερις), ανάλογα με την σφοδρότητα της πυρκαγιάς. Παρατηρούμε ότι, το μεγαλύτερο τμήμα της καμένης έκτασης έχει υποστεί σοβαρή ζημιά (πράσινο σκούρο).

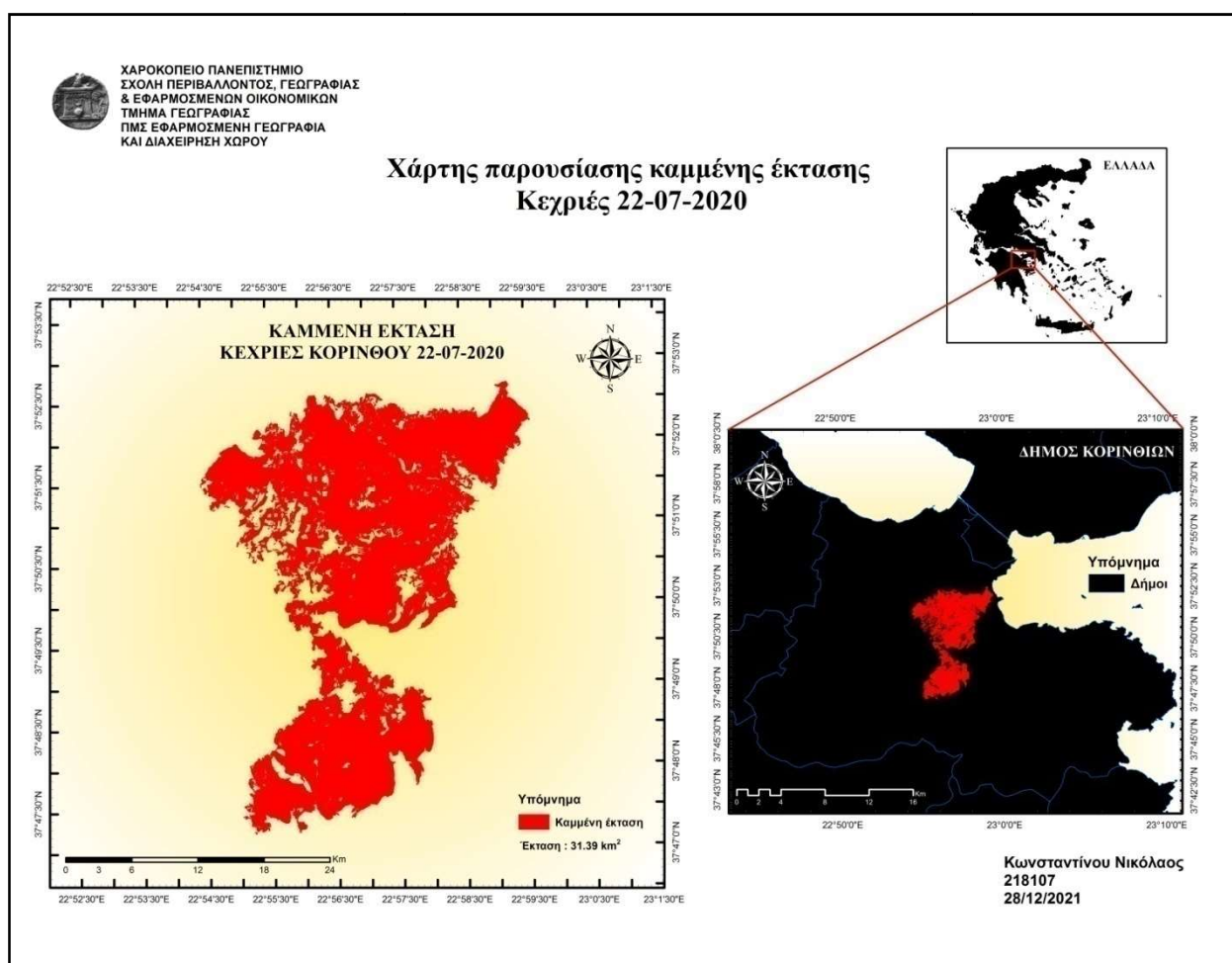
[Εικόνα 5.9] Επαναταξινόμηση σε τέσσερις κλάσεις με την εντολή Reclassify
Σφοδρότητα της πυρκαγιάς



[Εικόνα 5.10] Πολύγωνα τα οποία δημιουργήθηκαν με την εντολή Raster to Polygon



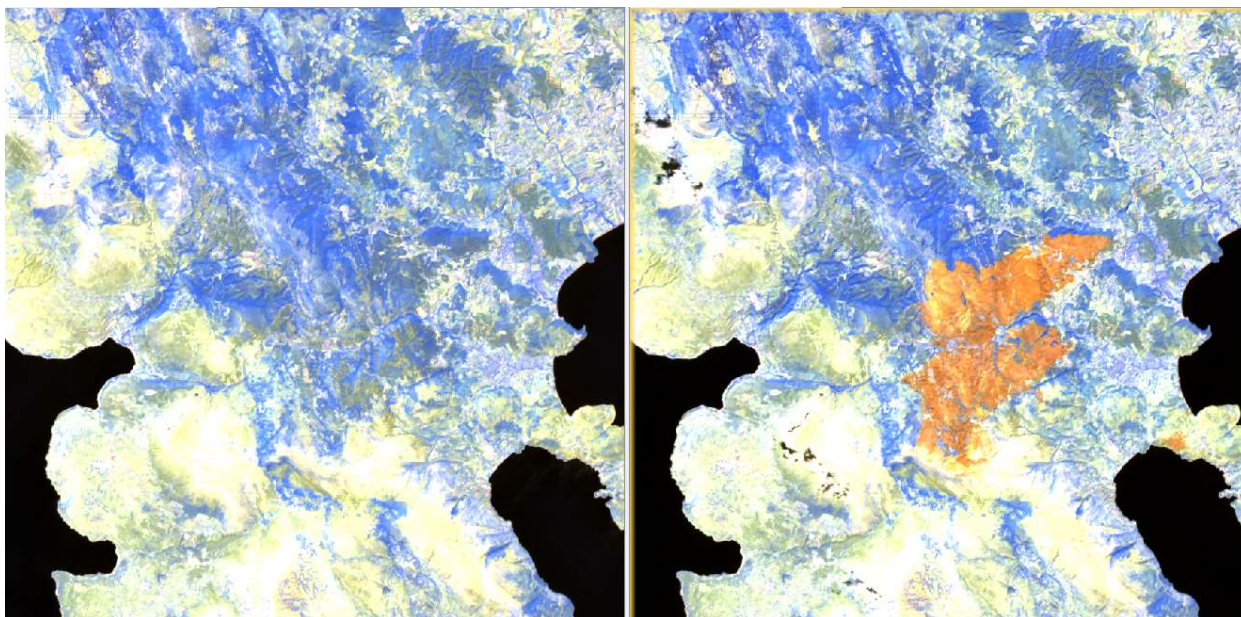
[Εικόνα 5.11] Περιοχή Κεχριές – {αριστερά} καμένη έκταση από OroraTech και {δεξιά εικόνα} καμένης έκτασης βάσει NBR



[Εικόνα 5.12] Καμένη έκταση στην περιοχή Κεχριές

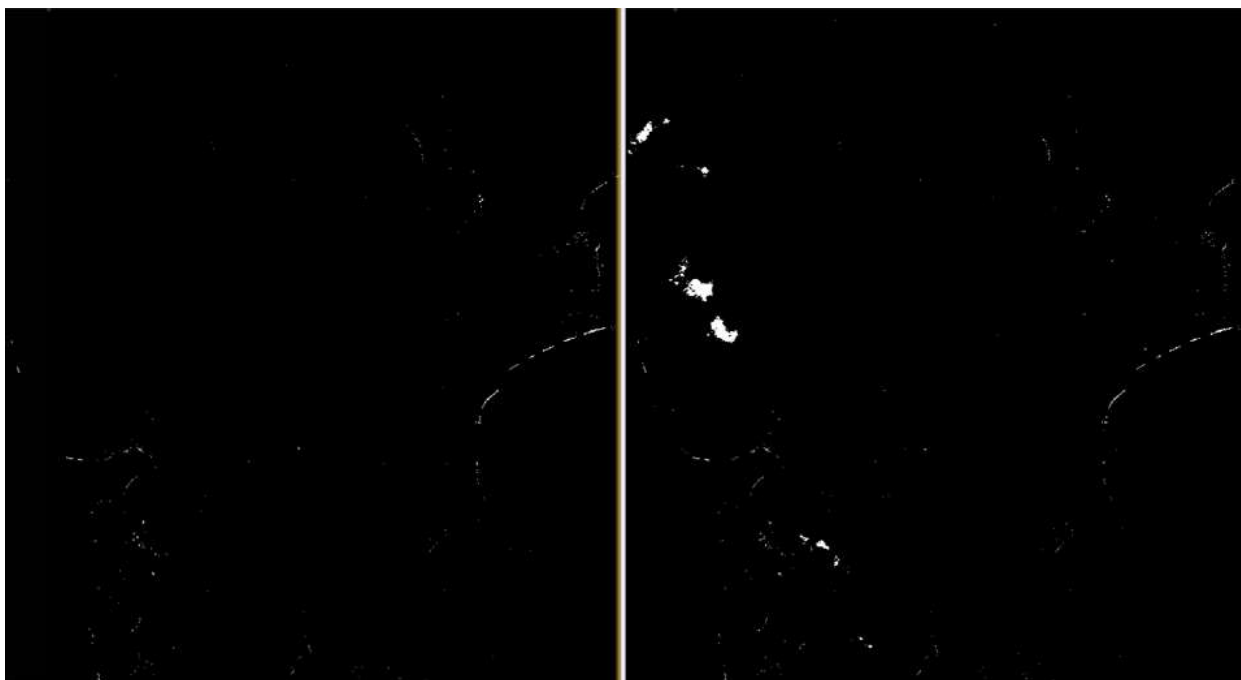
5.3 ΛΑΓΚΑΔΑΣ

SNAP



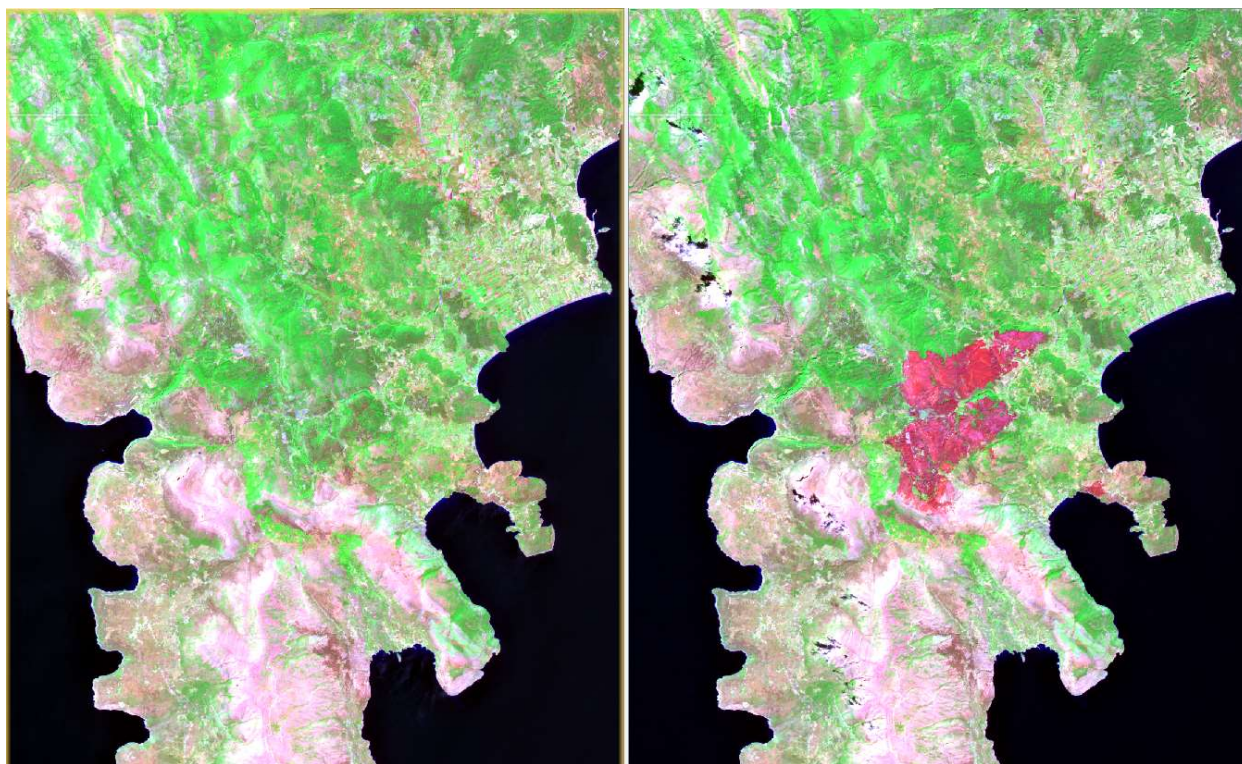
[Εικόνα 5.13] Ψευδέχρωμη εικόνα RGB (κανάλια Red: B12, Green: B11 ,Blue: B8A))

Περιοχή Λαγκαδάς - αριστερά πριν την πυρκαγιά (29/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (28/08/2020) (καμένη έκταση- καφέ χρώμα)



[Εικόνα 5.14] Δημιουργία cloud mask – μάσκα περιοχών που περιέχουν σύννεφα

Περιοχή Λαγκαδάς - αριστερά πριν την πυρκαγιά (29/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (28/08/2020)



[Εικόνα 5.15] Ψευδέχρωμη εικόνα Resampled RGB (κανάλια Red: B12, Green: B8 ,Blue: B3))

Περιοχή Λαγκαδάς - αριστερά πριν την πυρκαγιά (29/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (28/08/2020) (καμένη έκταση- κόκκινο χρώμα)

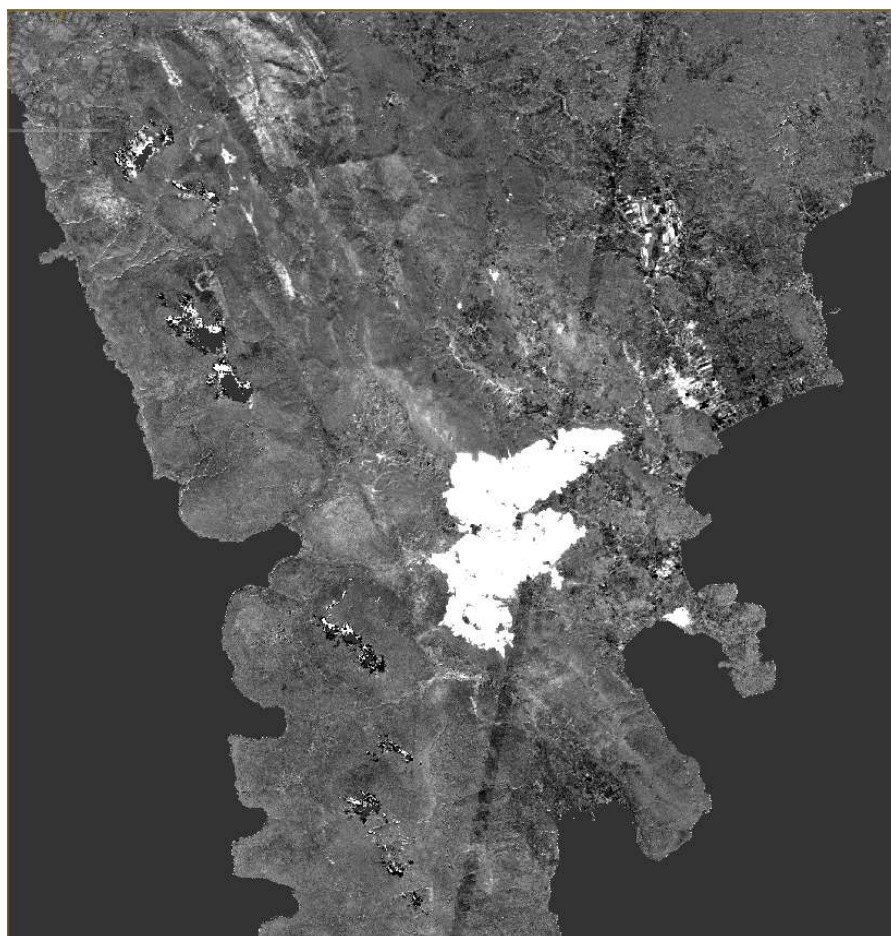


[Εικόνα 5.16] Δείκτης NBR

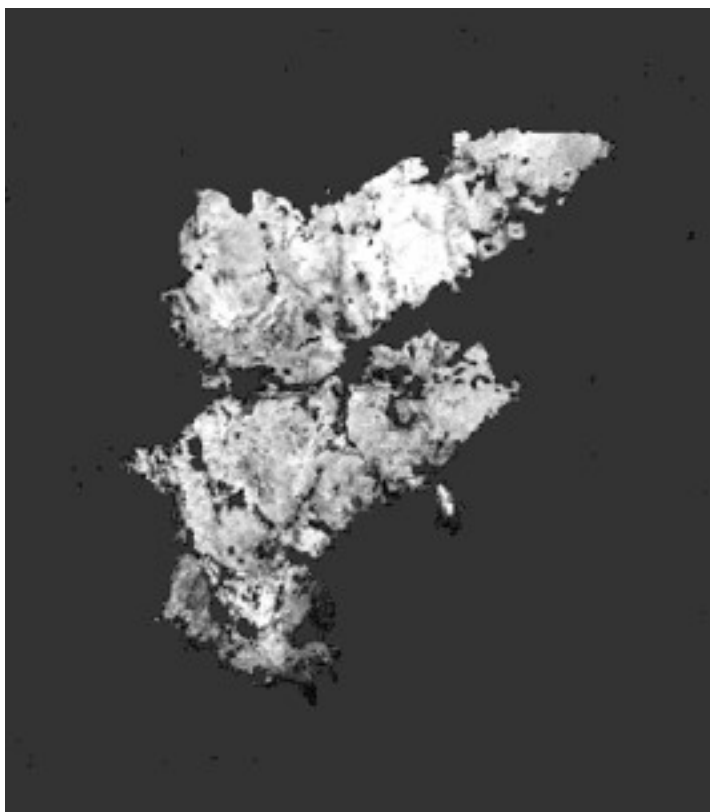
Περιοχή Λαγκαδάς - αριστερά πριν την πυρκαγιά (29/07/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (28/08/2020) (καμένη έκταση- γκρι σκούρο χρώμα)



[Εικόνα 5.17] Μάσκα σύννεφων και εικονοστειγείων νερού στην περιοχή Λαγκαδά

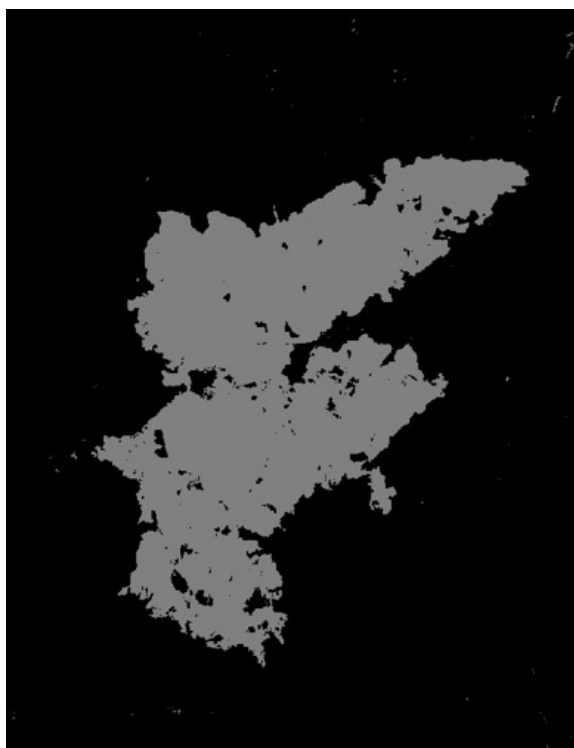


[Εικόνα 5.18] Δείκτης RBR στην περιοχή Λαγκαδά

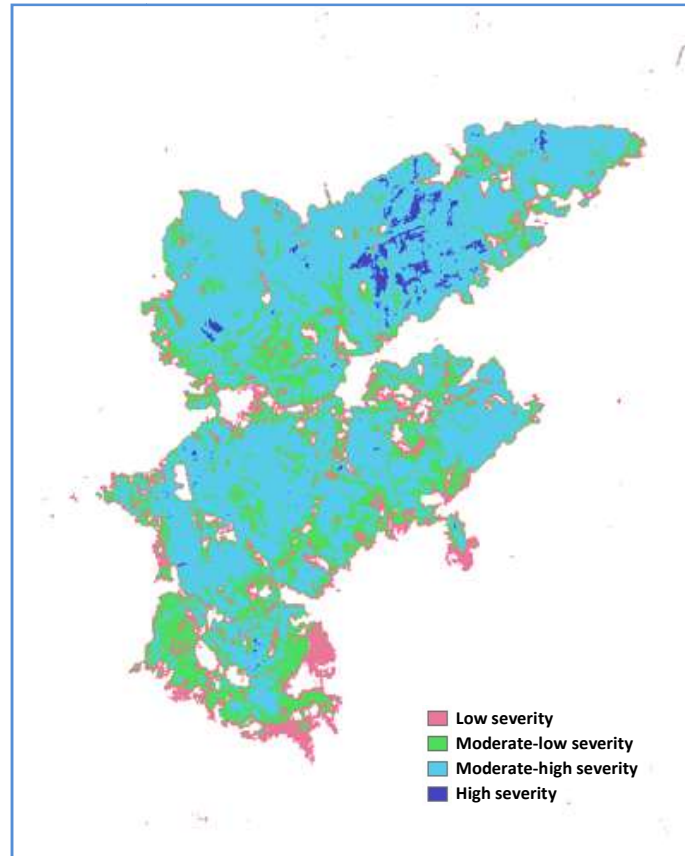


[Εικόνα 5.19] Δείκτης RBR_ περιοχή Λαγκαδά

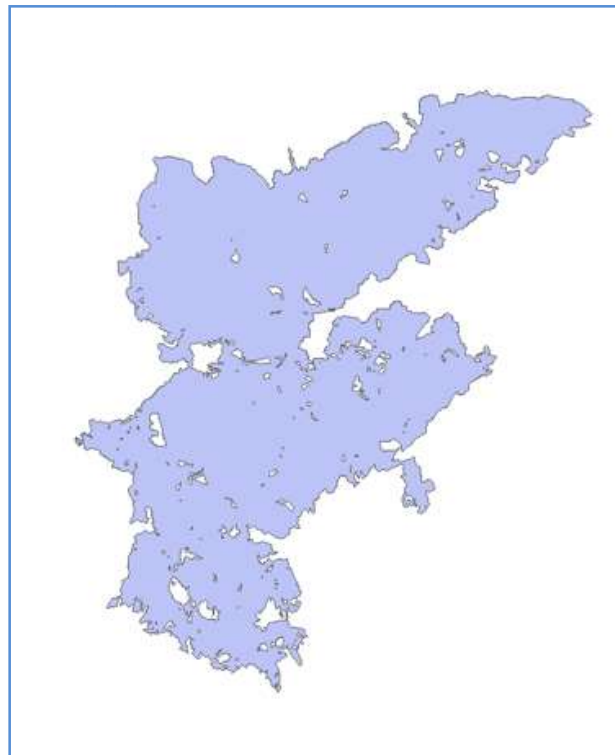
ARCMAP



[Εικόνα 5.20] Geotiff της περιοχής Λαγκαδά



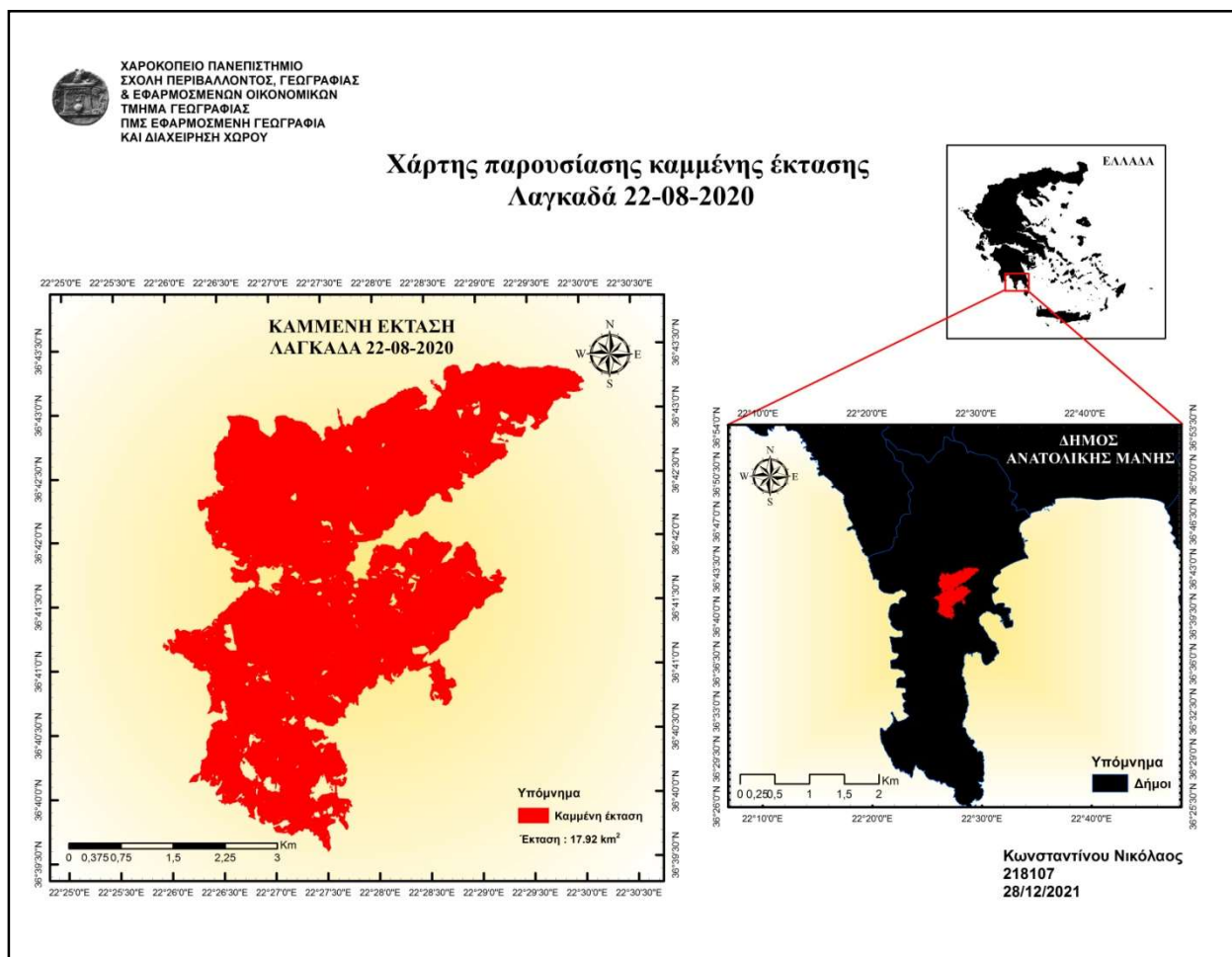
[Εικόνα 5.21] Επαναταξινόμηση σε τέσσερις κλάσεις με την εντολή Reclassify
Σφοδρότητα της πυρκαγιάς



[Εικόνα 5.22] Πολύγωνα τα οποία δημιουργήθηκαν με την εντολή Raster to Polygon



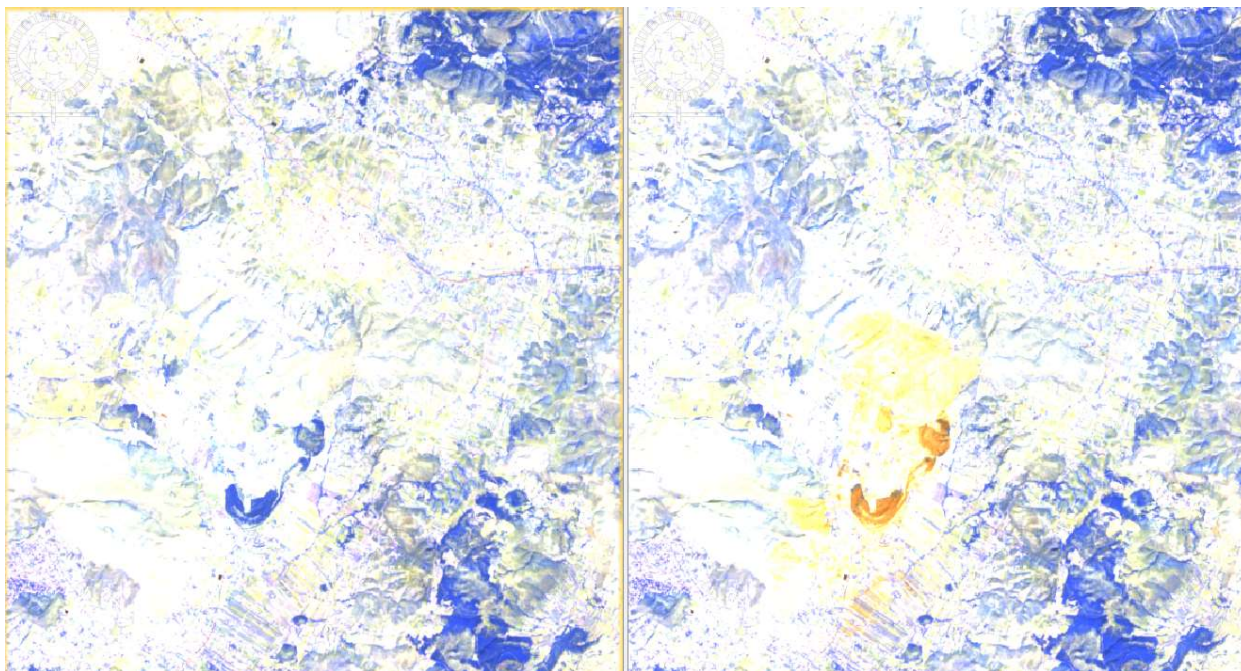
[Εικόνα 5.23] Περιοχή Λαγκαδά – {αριστερά} καμένη έκταση από OroraTech και {δεξιά εικόνα} καμένης έκτασης βάσει NBR



[Εικόνα 5.24] Καμένη έκταση στην περιοχή Λαγκαδά

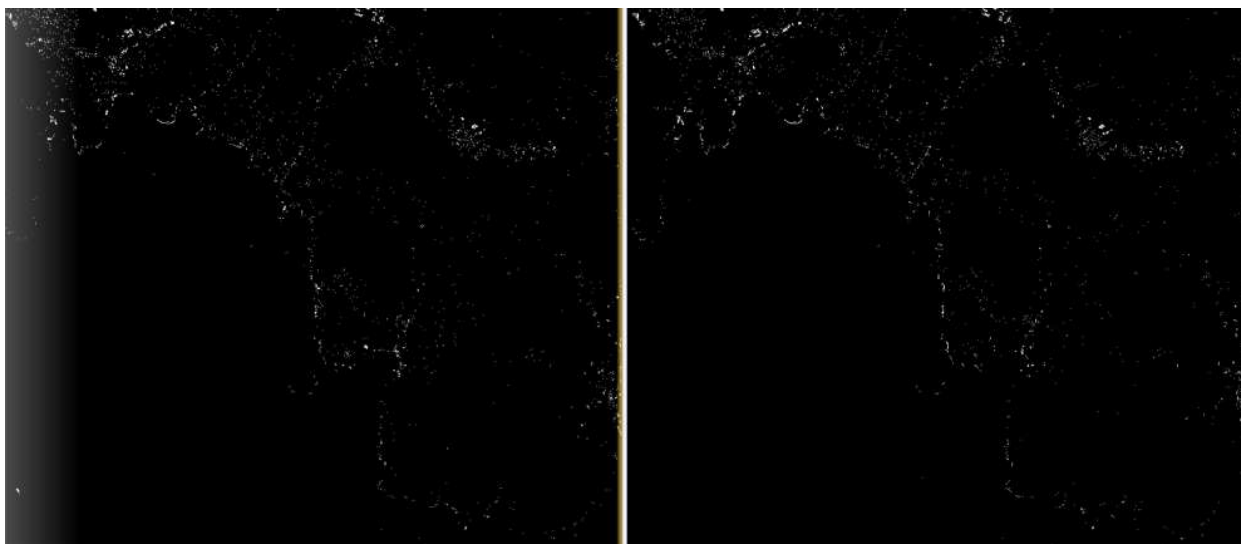
5.4 ΑΝΑΒΥΣΣΟΣ

SNAP



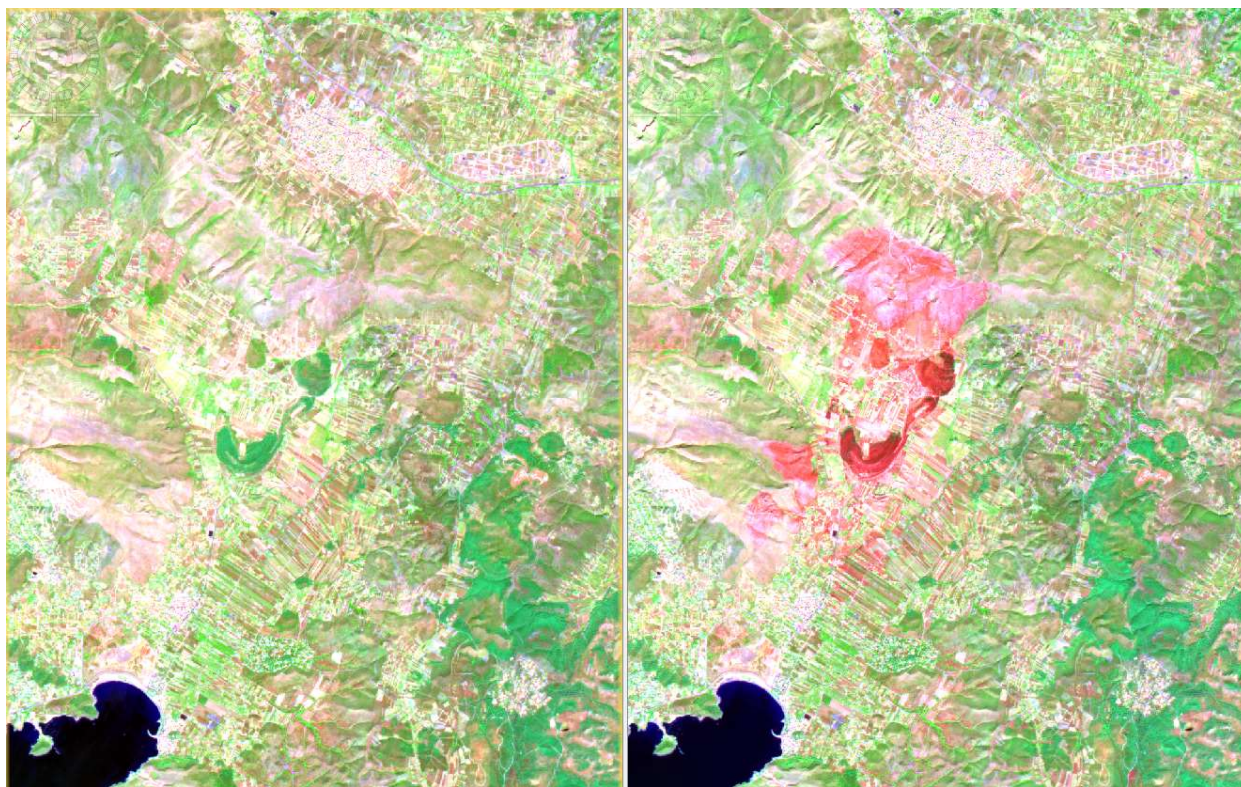
[Εικόνα 5.25] Ψευδέχρωμη εικόνα RGB (κανάλια Red: B12, Green: B11 ,Blue: B8A))

Περιοχή Ανάβυσσος - αριστερά πριν την πυρκαγιά (07/09/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020)
(καμένη έκταση-κίτρινο καφέ χρώμα)



[Εικόνα 5.26] Δημιουργία cloud mask – μάσκα περιοχών που περιέχουν σύννεφα

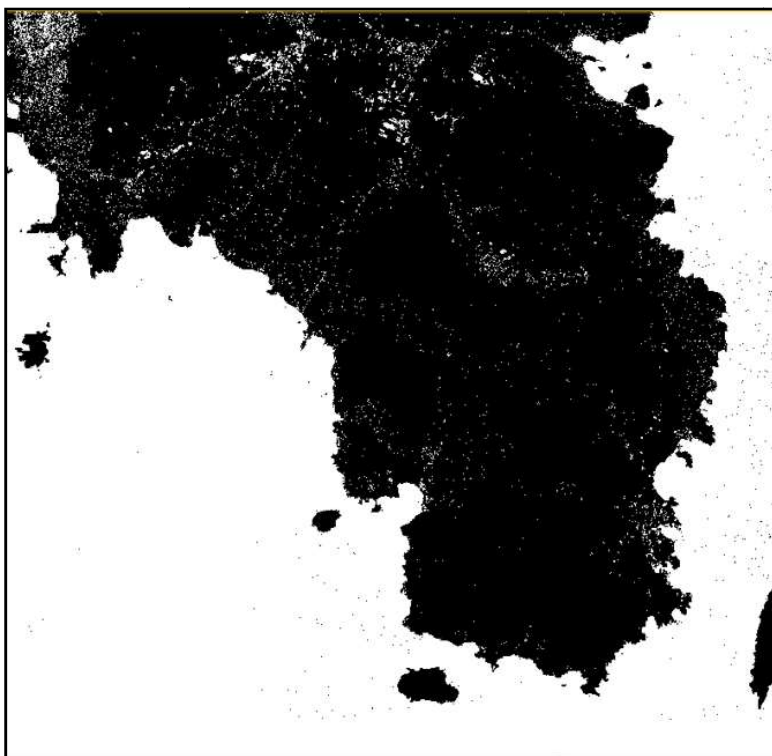
Περιοχή Ανάβυσσος - αριστερά πριν την πυρκαγιά (07/09/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020)



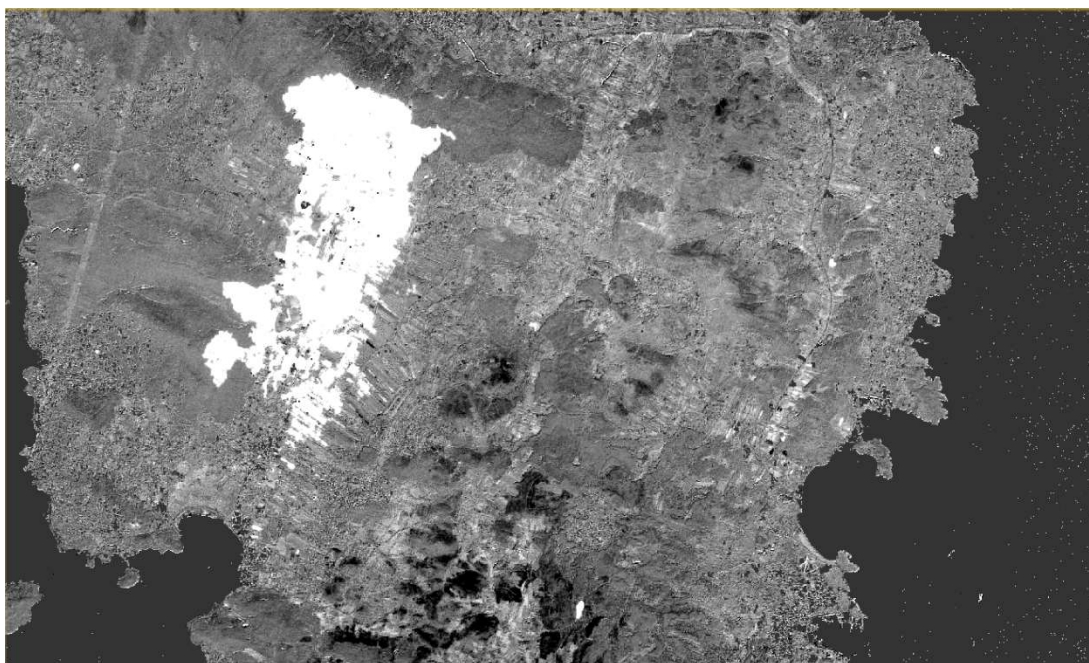
[Εικόνα 5.27] Ψευδέχρωμη εικόνα Resampled RGB (κανάλια Red: B12, Green: B8 ,Blue: B3))
Περιοχή Ανάβυσσος - αριστερά πριν την πυρκαγιά (07/09/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020)
(καμένη έκταση- κόκκινο χρώμα)



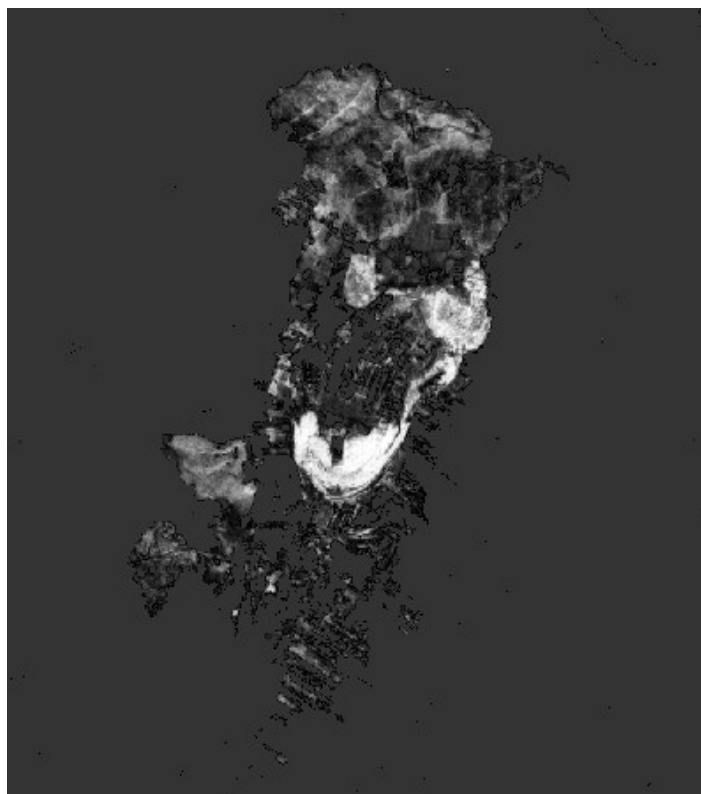
[Εικόνα 5.28] Δείκτης NBR
Περιοχή Ανάβυσσος - αριστερά πριν την πυρκαγιά (07/09/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020)
(καμένη έκταση- γκρι σκούρο χρώμα)



[Εικόνα 5.29] Μάσκα σύννεφων και εικονοστειχείων νερού στην περιοχή Ανάβυσσος

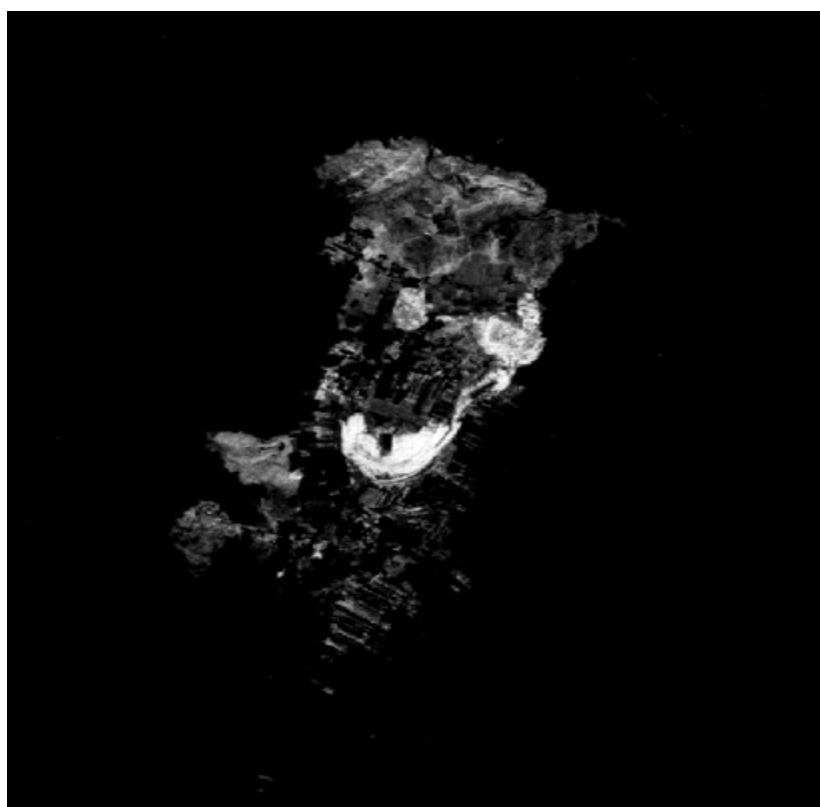


[Εικόνα 5.30] Δείκτης RBR στην περιοχή Ανάβυσσος

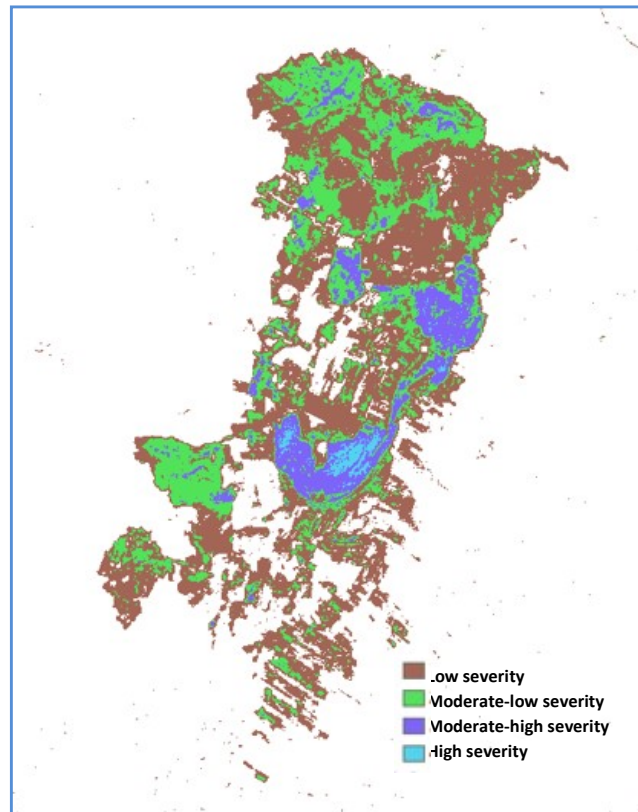


[Εικόνα 5.31] Δείκτης RBR_ περιοχή Ανάβυσσος

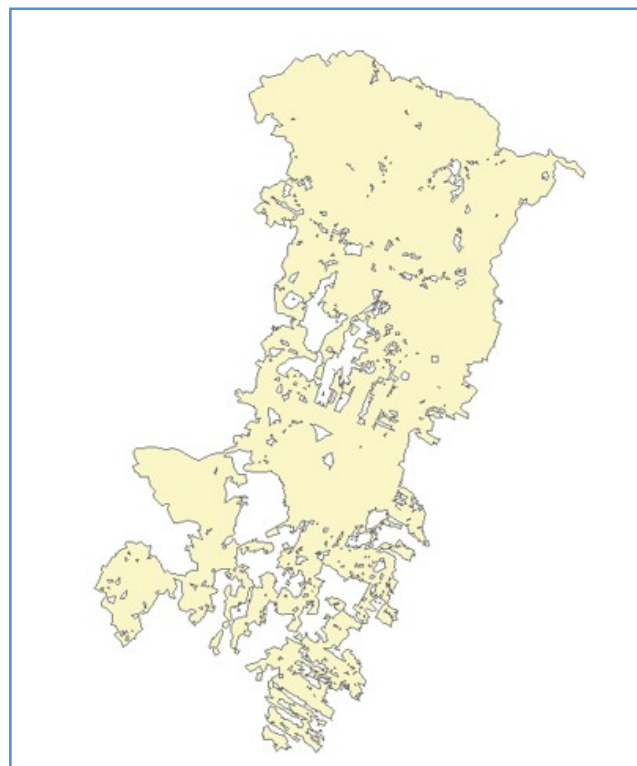
ARCMAP



[Εικόνα 5.32] Geotiff της περιοχής Ανάβυσσος



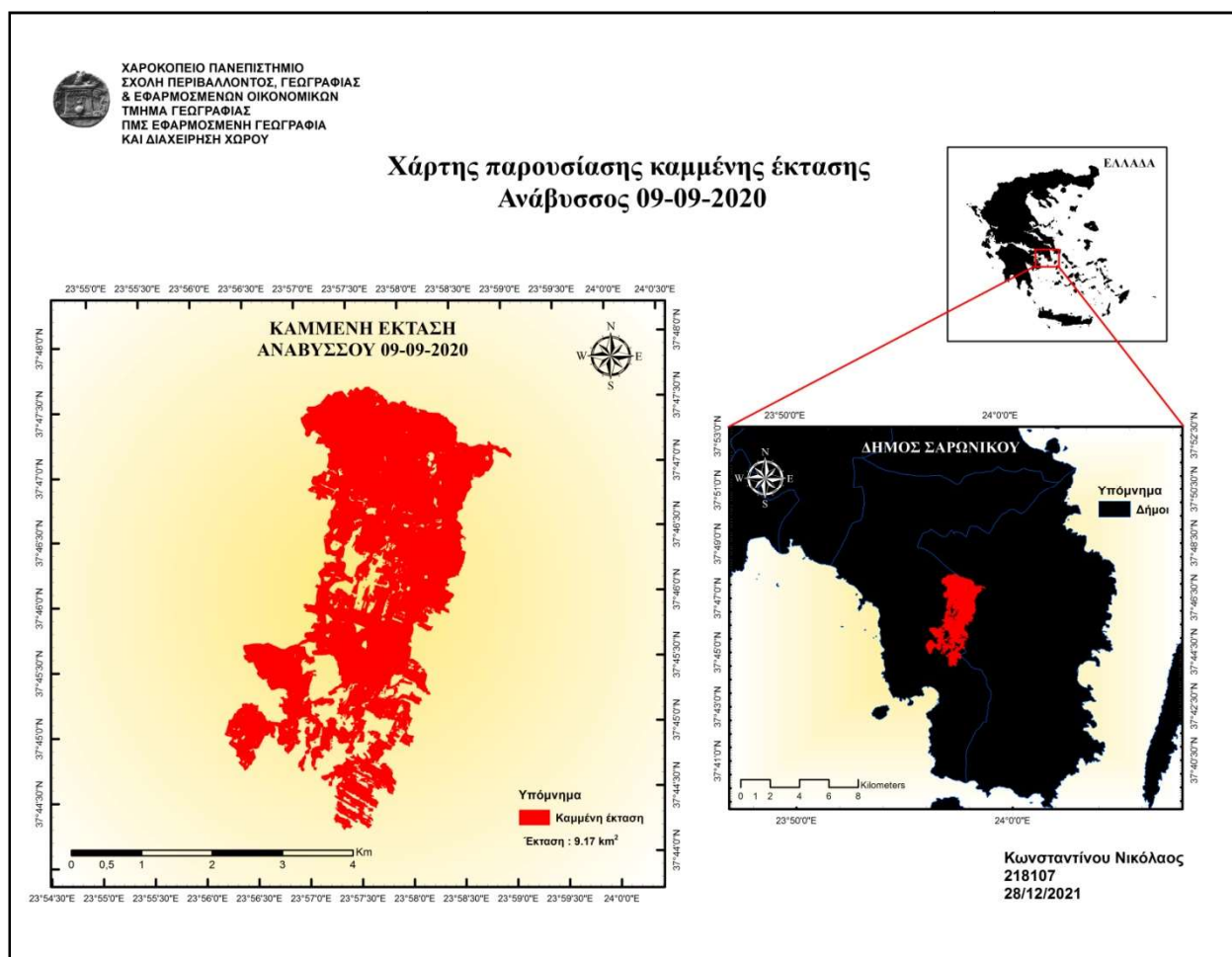
[Εικόνα 5.33] Επαναταξινόμηση σε τέσσερις κλάσεις με την εντολή Reclassify
Σφοδρότητα της πυρκαγιάς



[Εικόνα 5.34] Πολύγωνα τα οποία δημιουργήθηκαν με την εντολή Raster to Polygon



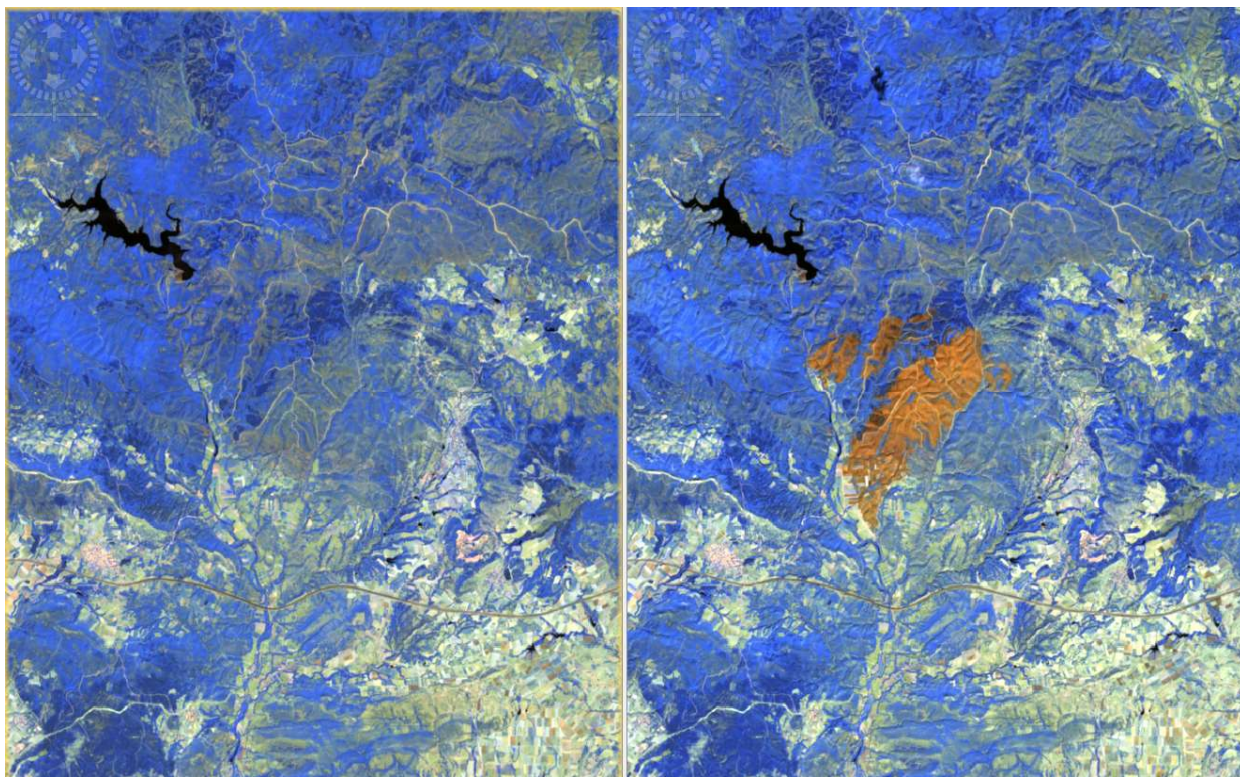
[Εικόνα 5.35] Περιοχή Ανάβυσσος – {αριστερά} καμένη έκταση από OgoraTech και {δεξιά
εικόνα} καμένης έκτασης βάσει NBR



[Εικόνα 5.36] Καμένη έκταση στην περιοχή Ανάβυσσος

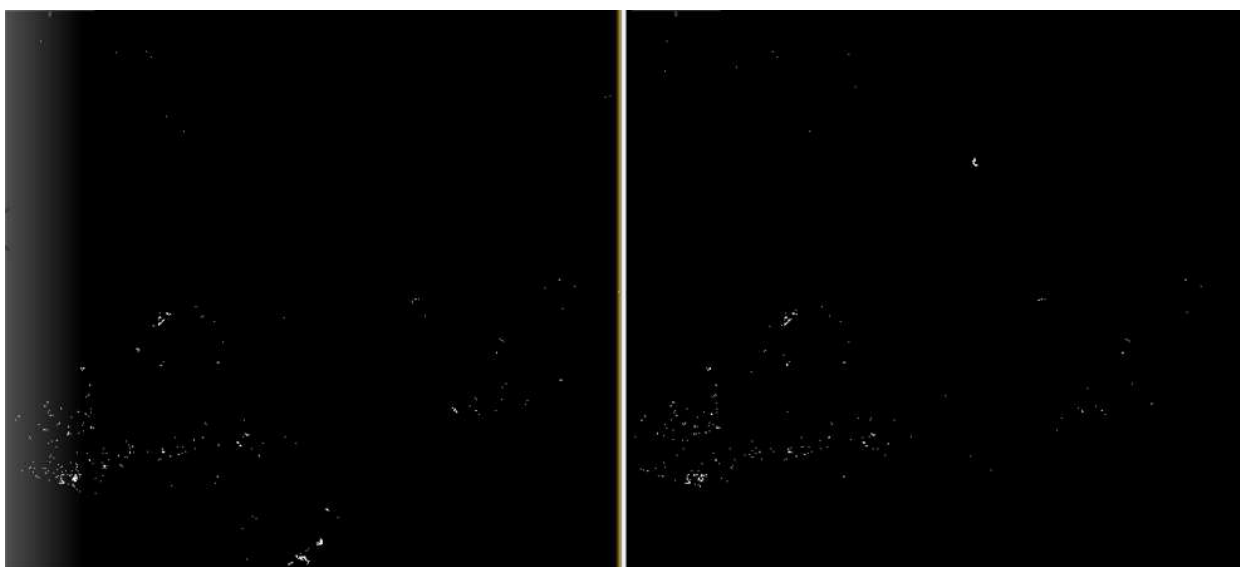
5.5 ΜΕΛΙΑ

SNAP



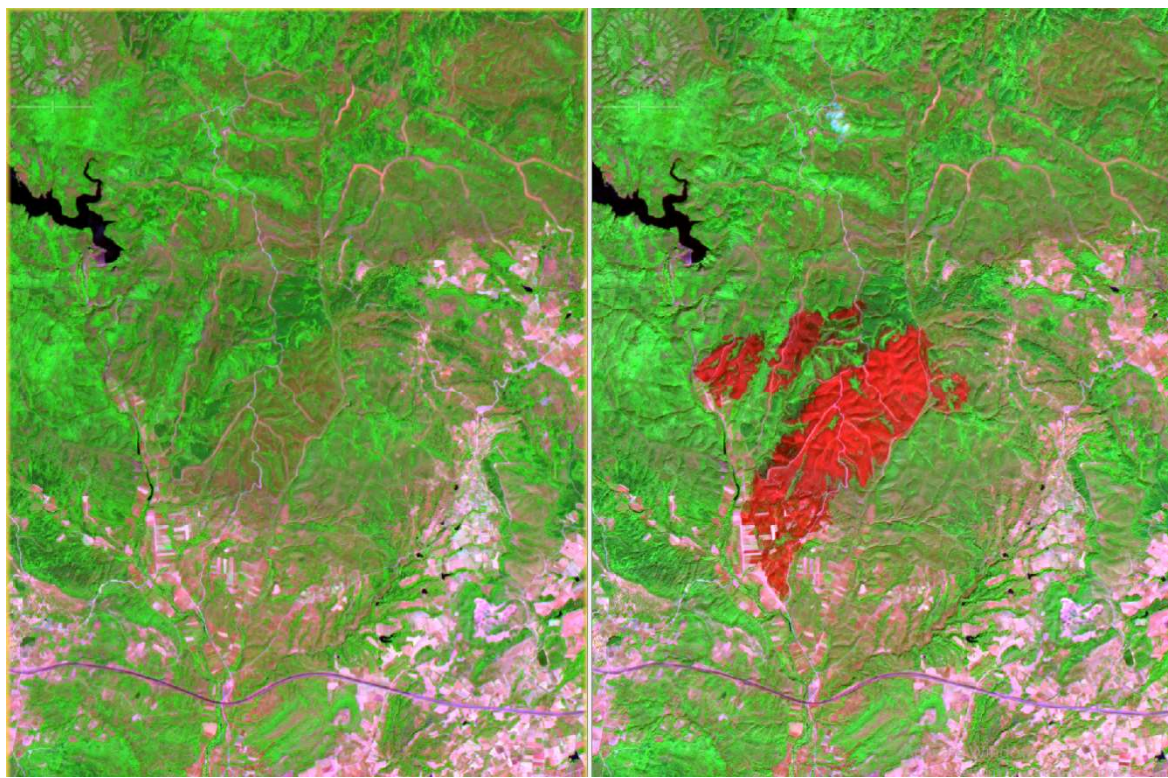
[Εικόνα 5.37] Ψευδέχρωμη εικόνα RGB (κανάλια Red: B12, Green: B11 ,Blue: B8A))

Περιοχή Μελία - αριστερά πριν την πυρκαγιά (18/08/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020) (καμένη έκταση- καφέ χρώμα)

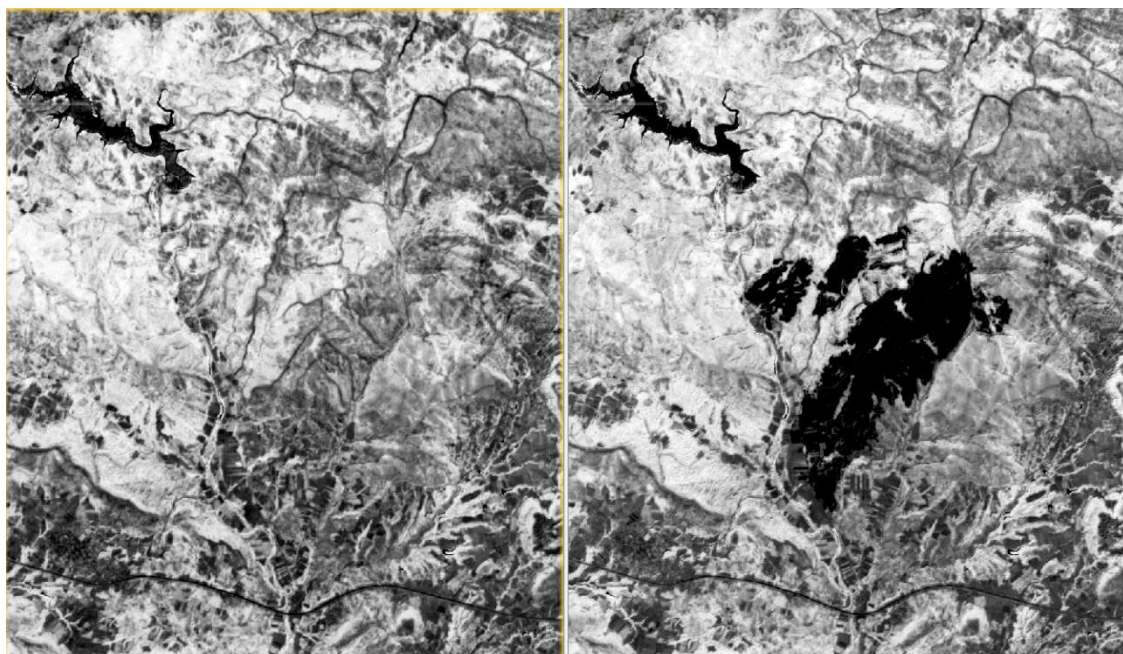


[Εικόνα 5.38] Δημιουργία cloud mask – μάσκα περιοχών που περιέχουν σύννεφα

Περιοχή Μελία - αριστερά πριν την πυρκαγιά (18/08/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020)



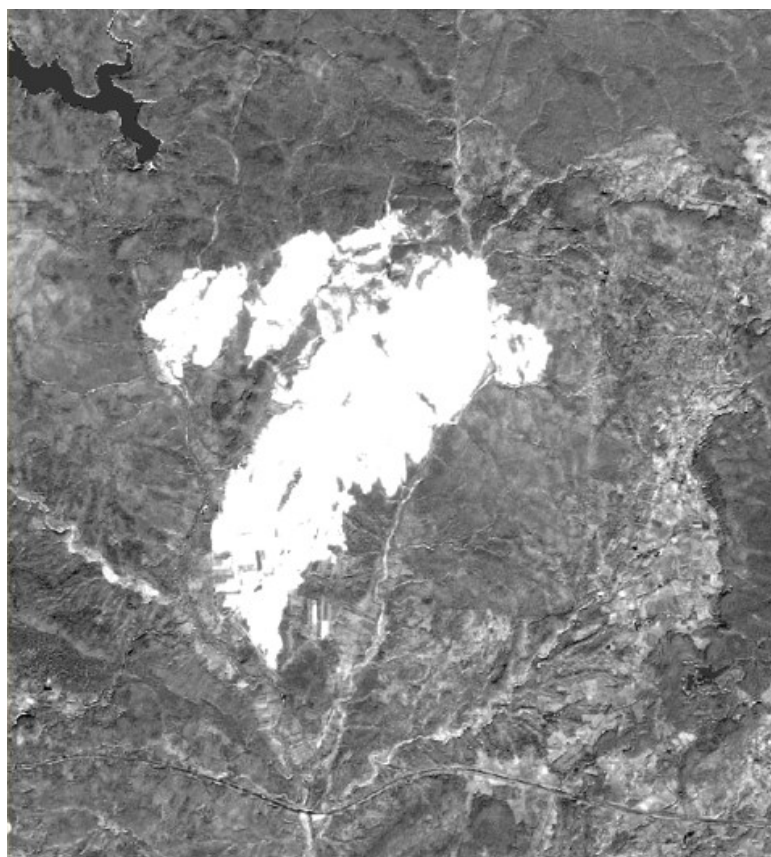
[Εικόνα 5.39] Ψευδέχρωμη εικόνα Resampled RGB (κανάλια Red: B12, Green: B8 ,Blue: B3))
 Περιοχή Μελία - αριστερά πριν την πυρκαγιά (18/08/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020) (καμένη
 έκταση- κόκκινο χρώμα)



[Εικόνα 5.40] Δείκτης NBR
 Περιοχή Μελία - αριστερά πριν την πυρκαγιά (18/08/2020) και δεξιά μετά την πυρκαγιά (27/09/2020) (καμένη
 έκταση- μαύρο χρώμα)



[Εικόνα 5.41] Μάσκα σύννεφων και εικονοστειγίων νερού στην περιοχή Μελία



[Εικόνα 5.42] Δείκτης RBR στην περιοχή Μελία

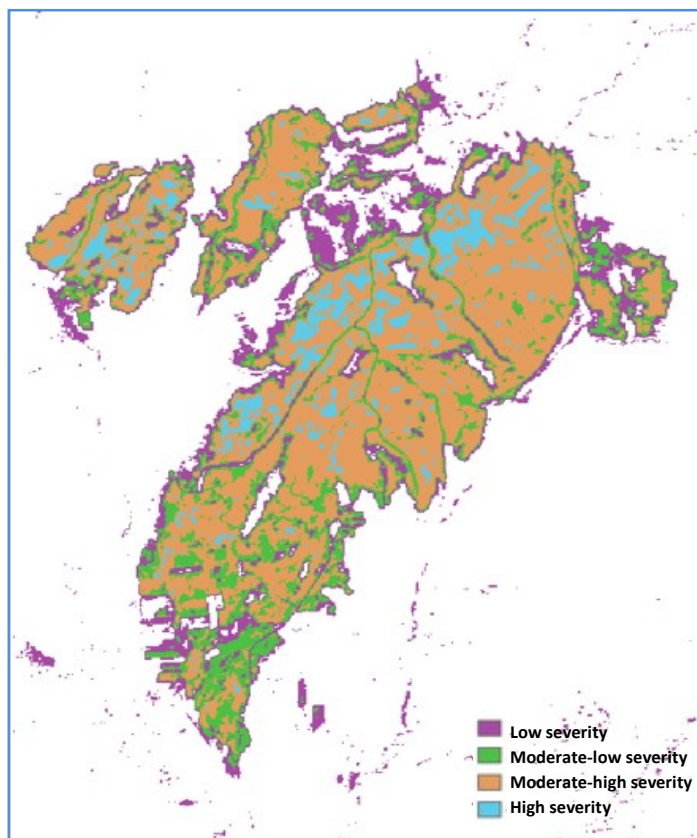


[Εικόνα 5.43] Δείκτης RBR_ περιοχή Μελία

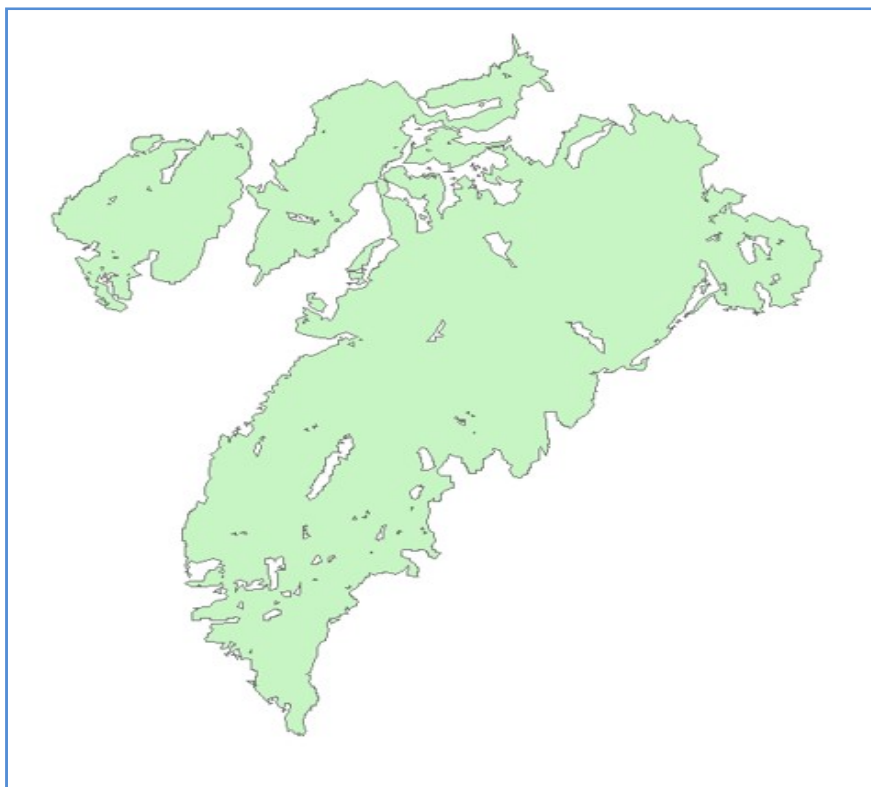
ARCMAP



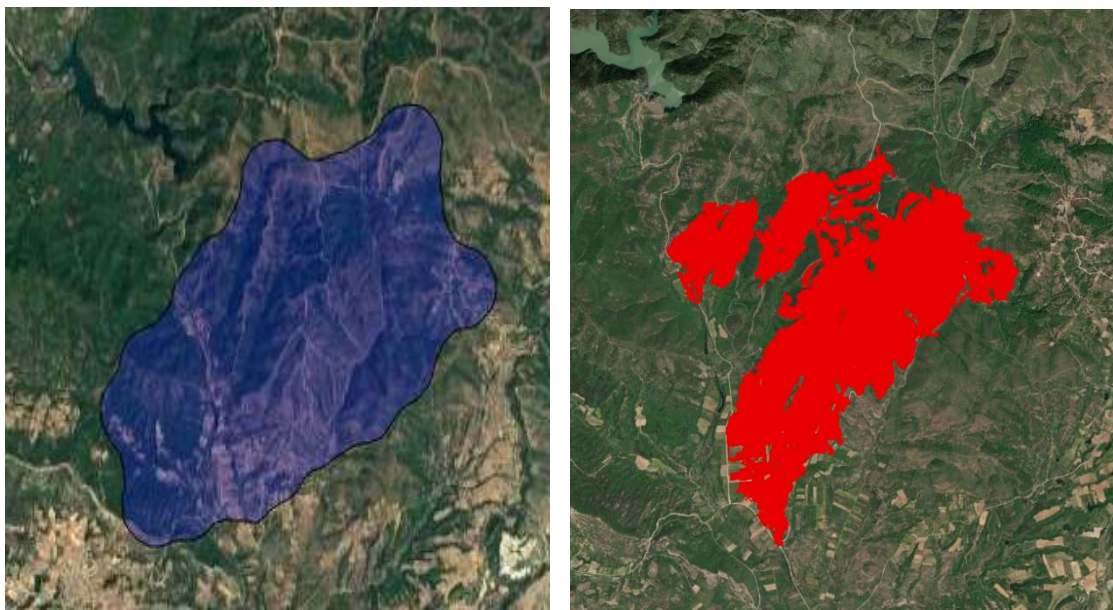
[Εικόνα 5.44] Geotiff της περιοχής Μελία



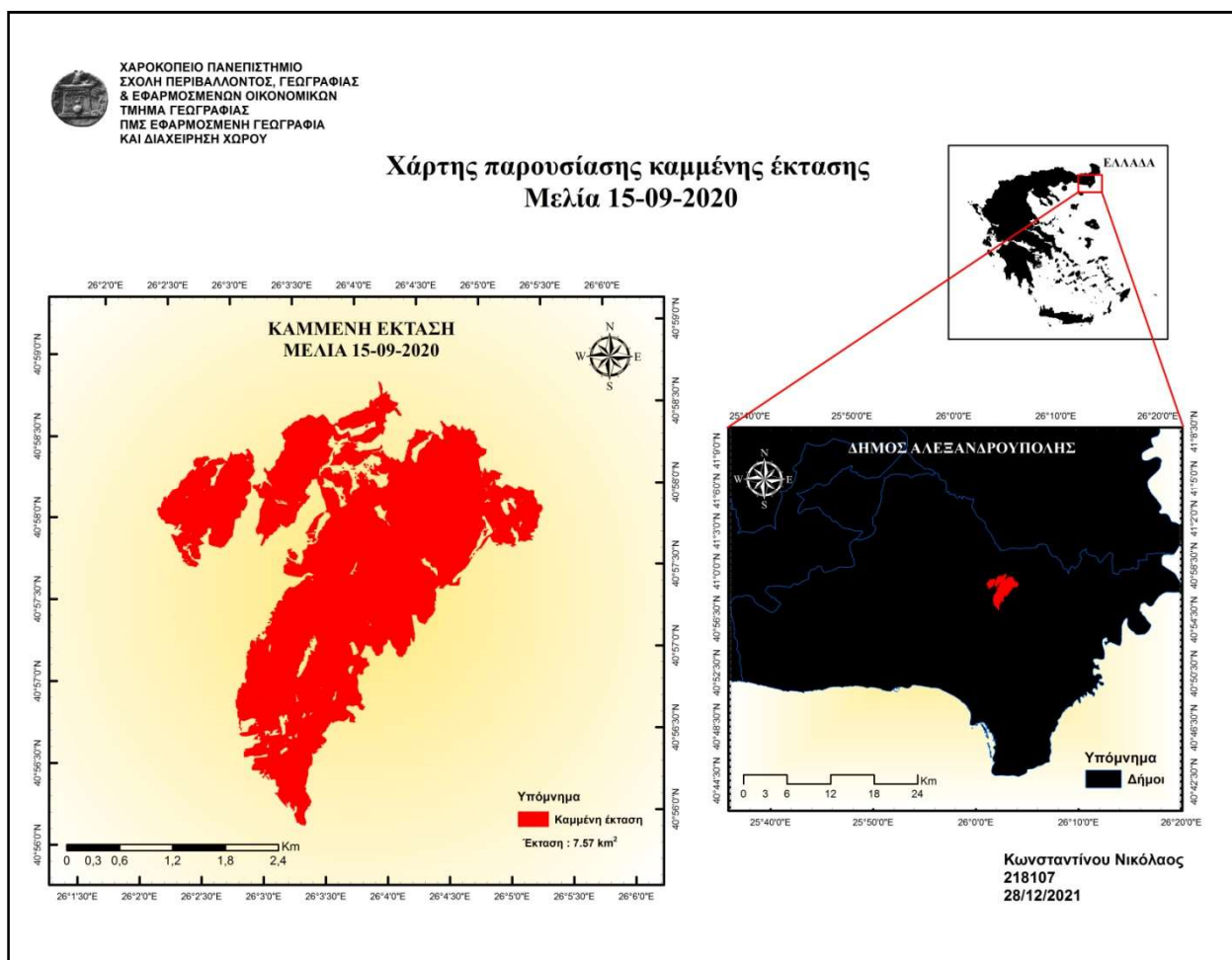
[Εικόνα 5.45] Επαναταξινόμηση σε τέσσερις κλάσεις με την εντολή Reclassify
Σφοδρότητα της πυρκαγιάς



[Εικόνα 5.46] Πολύγωνα τα οποία δημιουργήθηκαν με την εντολή Raster to Polygon



[Εικόνα 5.47] Περιοχή Μελία – {αριστερά} καμένη έκταση από OgoraTech και {δεξιά εικόνα} καμένης έκτασης βάσει NBR



[Εικόνα 5.48] Καμένη έκταση στην περιοχή Μελία

[Πίνακας 7] Συγκριτικός πίνακας καμένων εκτάσεων(km²) από OroraTech, Πυροσβεστική και NBR

	ORORATECH (km ²)	FIRE SERVICE (km ²)	NBR (km ²)	EFFIS (km ²)	ORORATECH – NBR DEV %	FIRE SERVICE – NBR DEV %
ΚΕΧΡΙΕΣ	99,14	32,71	31,39	35,49	+68,34	+4,03
ΛΑΓΚΑΔΑ	59,6	13,92	17,92	18,94	+69,93	-28,73
ΑΝΑΒΥΣΣΟΣ	32,95	7	9,17	10,38	+72,16	-31,00
ΜΕΛΙΑ	44,12	6,5	7,57	8,48	+82,84	-16,46

[Πίνακας 8] Συγκριτικός πίνακας πυρκαγιών και "matching" από OroraTech και Πυροσβεστική

	ORORATECH	FIRE SERVICE	Match	ORORATECH %	FIRE SERVICE %
ΜΑΙΟΣ	56	72	2	3,57	2,78
ΙΟΥΝΙΟΣ	79	100	4	5,06	4
ΙΟΥΛΙΟΣ	117	142	14	11,97	9,86
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	95	166	13	13,68	7,83
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	95	195	18	18,95	9,23
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	42	83	4	9,52	4,82
ΣΥΝΟΛΟ	484	758	55	11,36	7,26

Συζήτηση

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εργασίας, τόσο της περιγραφικής στατιστικής, όσο και των καμένων εκτάσεων συμπεραίνουμε ότι η πλατφόρμα δεν έδωσε τα επιθυμητά αποτελέσματα, ωστόσο :

Γιατί είναι σημαντική η πλατφόρμα...?

- παροχή πληροφοριών αναφορικά με τις πυρκαγιές
- εκτίμηση κινδύνου
- ανίχνευση και παρακολούθηση πυρκαγιών σε πραγματικό χρόνο
- ανάλυσης ζημιών
- σύστημα ειδοποιήσεων
- πρόβλεψη διάδοσης πυρκαγιάς μέσω εξειδικευμένων αλγορίθμων

Μελλοντικά θα μπορούσε να γίνει κάποια βελτίωση ως προς την προσθήκη νέων πηγών δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων δεδομένων από μετεωρολογικούς δορυφόρους και επιτόπιες μετρήσεις καθώς επίσης και να πραγματοποιηθεί βελτίωση και προσθήκη αλγορίθμων ανίχνευσης.

Δεν είναι δυνατό να εντοπιστούν όλα τα hotspot μέσω δεδομένων που βασίζονται σε δορυφόρους, συνεπώς η επαλήθευση στο έδαφος ή με άλλα μέσα (drones, ελικόπτερα κ.λπ.) είναι απαραίτητο για την επιβεβαίωση ενός συμβάντος πυρκαγιάς.

Συμπεράσματα – Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιείται την διερεύνηση και αξιολόγηση της διαδικτυακής πλατφόρμας OrogaTech βάσει των δασικών πυρκαγιών που έλαβαν χώρα στον ελλαδικό χώρο κατά την αντιπυρική περίοδο 2020-2021. Εξετάστηκε η ανίχνευση της πυρκαγιάς από την πλατφόρμα τόσο σε πραγματικό χρόνο όσο και συνολικά ανά εξάμηνο και ανά μήνα βάσει της βάσης δεδομένων από την Πυροσβεστική Υπηρεσία και η ορθότητα της καμένης έκτασης τόσο σε σχέση με την έκταση που εξήχθη από την Πυροσβεστική Υπηρεσία, όσο και με βάση τον δείκτη NBR. Χαρτογραφήθηκε και εκτιμήθηκε η σφοδρότητα των τεσσάρων μεγαλύτερων πυρκαγιών κατά την αντιπυρική περίοδο 2020-2021 καθώς επίσης και η καμένη έκταση αυτών βασιζόμενοι σε δωρεάν δεδομένα από το πρόγραμμα Copernicus, για τις όποιες στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε σύγκριση τόσο βάσει της καμένης έκτασης που υπολογίστηκε από την πλατφόρμα όσο και από την Πυροσβεστική για να διαπιστωθεί η εγκυρότητα της καμένης έκτασης που μας έδωσε η πλατφόρμα. Χρησιμοποιώντας δείκτες, λόγους και μεθόδους, φτάσαμε στο επιθυμητό αποτέλεσμα απομόνωσης των εικονοστοιχείων που αντιστοιχούν σε καμένες εκτάσεις, με σκοπό τον υπολογισμό της πραγματικής έκτασης της πυρκαγιάς σε τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Ο αλγόριθμος της πλατφόρμας ανιχνεύει pixel που περιέχουν ενεργές πυρκαγιές και χρησιμοποιεί τη μέθοδο ακτινοβολίας MIR για να εκτιμήσει την ισχύ ακτινοβολίας πυρκαγιάς τους (FRP). Σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε 385 σκηνές που καλύπτουν την Αφρική, τη Νότια Αμερική και την Αυστραλία, διαπιστώθηκε ότι ο αλγόριθμος SLSTR που εφαρμόστηκε στα δεδομένα MODIS εντοπίζει συνολικά 20% περισσότερα εικονοστοιχεία πυρκαγιάς από ό,τι ο αλγόριθμος MOD14 που εφαρμόζεται στα ίδια δεδομένα. Ειδικότερα, ο αλγόριθμος SLSTR δείχνει αυξημένες πιθανότητες ανίχνευσης σε πυρκαγιές μικρών/χαμηλών FRP, κυρίως λόγω των πιο φιλελεύθερων χαρακτηριστικών του πιθανού σταδίου ανίχνευσης pixel πυρκαγιάς. Το σύστημα χαρτογράφησης συγκεντρώνει σχεδόν σε πραγματικό χρόνο πολυφασματικά, hotspot και βοηθητικά δεδομένα από διάφορες πηγές δορυφορικών δεδομένων για την ανίχνευση περιοχών που παράγουν υψηλά επίπεδα υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τα hotspot είναι σημειακά δεδομένα που εξάγονται από πολυφασματικά δορυφορικά δεδομένα. Αυτά τα σημεία είναι θερμικές ανωμαλίες που ανιχνεύονται σε συγκεκριμένους συνδυασμούς υπέρυθρων

φασματικών ζωνών. Τα δορυφορικά δεδομένα επεξεργάζονται με ένα συγκεκριμένο αλγόριθμο που επισημαίνει περιοχές με ασυνήθιστα υψηλή θερμοκρασία. Κάθε hotspot έχει μια ακρίβεια (ιδιότητα του αισθητήρα) που σχετίζεται με αυτό, η οποία απεικονίζεται στη διεπαφή από έναν κύκλο γύρω από το κέντρο του.

Από τα αποτελέσματα της περιγραφικής στατιστικής διαπιστώνουμε τα παρακάτω :

Βάσει της πλατφόρμας *OroraTech* ο μήνας με τα περισσότερα χιλιάδες καμένα στρέμματα κατά την αντιπυρική περίοδο είναι ο *Σεπτέμβριος* με 380.202 και ο νομός είναι της *Λάρισας* με 225.702, εν' αντιθέσει με την *Πυροσβεστική* που είναι ο *Ιούλιος* με 42.225 και ο νομός *Κορινθίας* με 33.757 . Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάλυση ανά μήνα και διαπιστώθηκαν τα εξής για την καμένη έκταση:

OroraTech

Μάιος : Ν. Βοιωτίας 2495,46 στρέμματα

Ιούνιος : Αιγαίο 6195,81 στρέμματα

Ιούλιος : Ν. Κορινθίας 66675,92 στρέμματα

Αύγουστος : Ν. Λακωνίας 40336,35στρέμματα

Σεπτέμβριος : Ν. Λαρίσης 225754,82 στρέμματα

Οκτώβριος : Ν. Μαγνησίας 26096,86 στρέμματα

Πυροσβεστική Υπηρεσία

Μάιος : Ν. Φθιώτιδας 245 στρέμματα

Ιούνιος : Ν. Φθιώτιδας 952 στρέμματα

Ιούλιος : Ν. Κορινθίας 32807 στρέμματα

Αύγουστος : Ν. Λακωνίας 14363 στρέμματα

Σεπτέμβριος : Ν. Έβρου 8194 στρέμματα

Οκτώβριος : Ν. Έβρου 5352 στρέμματα

Από τα παραπάνω δεδομένα παρατηρούμε αρκετά μεγάλες αποκλίσεις τόσο ως προς τους νομούς όσο και ως προς την καμένη έκταση. Μόνο τον Ιούλιο συμπίπτουν οι νομοί αλλά και πάλι υπάρχει σημαντική απόκλιση της καμένης έκτασης, σχεδόν διπλάσια από αυτή που έχει υπολογιστεί από την Πυροσβεστική Υπηρεσία.

Ως προς το σύνολο των πυρκαγιών βασιζόμενοι στη βάση δεδομένων της Πυροσβεστικής ανιχνεύτηκαν 56 πυρκαγιές έναντι 72 που καταγράφηκαν από την Πυροσβεστική τον μήνα Μάιο εκ των οποίων 2 ταυτίστηκαν (3,57% OroraTech – 2,78% Π.Υ), 79 πυρκαγιές έναντι 100 τον μήνα Ιούνιο εκ των οποίων 4 ταυτίστηκαν (5,06% OroraTech – 4% Π.Υ), 117 πυρκαγιές έναντι 142 τον Ιούλιο εκ των οποίων 14 ταυτίστηκαν (11,97% OroraTech – 9,68% Π.Υ), 95 έναντι 166 το μήνα Αύγουστο εκ των οποίων 13 ταυτίστηκαν (13,68% OroraTech – 7,83% Π.Υ), 95 έναντι 195 τον Σεπτέμβριο εκ των οποίων 18 ταυτίστηκαν (18,95% OroraTech – 9,23% Π.Υ) και 42

έναντι των 83 των Οκτώβριο εκ των οποίων 4 ταυτίστηκαν (9,52% OgoraTech – 4,82% Π.Υ). Από τις 55 πυρκαγιές που ταυτίστηκαν έγκαιρα (εντός μισής ώρας από την πραγματική έναρξη της πυρκαγιάς) 18 πυρκαγιές.

Ο δορυφόρος ο οποίος τις περισσότερες πυρκαγιές που ταυτίστηκαν με τις πυρκαγιές τις Πυροσβεστικής Υπηρεσίας είναι ο NOAA-20 με ποσοστό 40%.

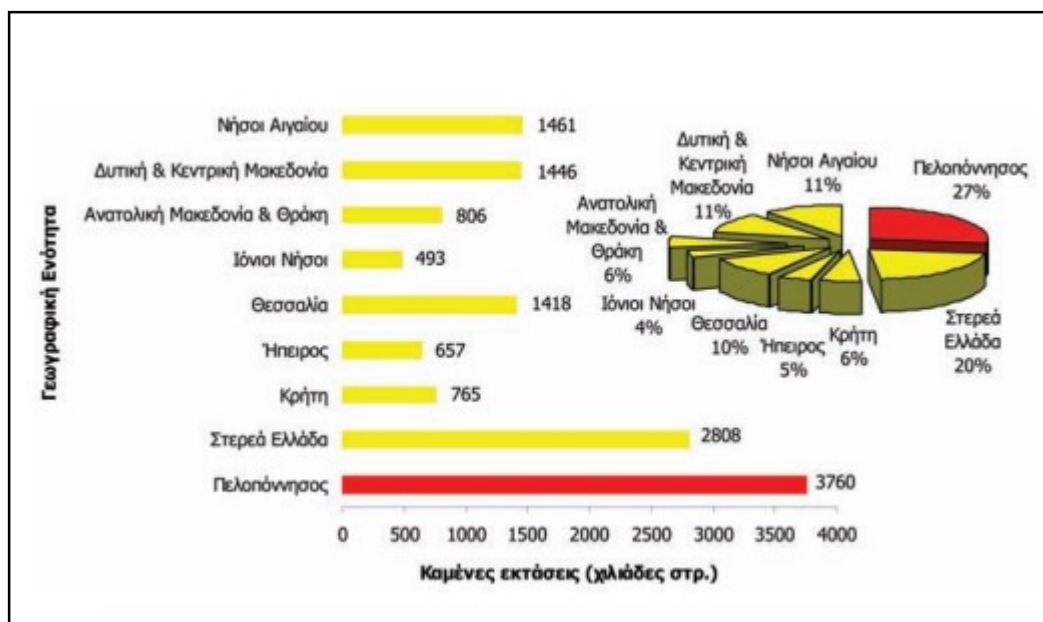
Ως προς τη σύγκριση των καμένων εκτάσεων και εκεί διαπιστώνεται μεγάλη διαφορά τουλάχιστον ως προς τη σύγκριση με βάσει τον δείκτη RBR και της πλατφόρμας, όπου όπως παρουσιάστηκε και στο Κεφάλαιο 5 [στον πίνακα 7], το ποσοστό της διαφοράς κυμάνθηκε από 68 έως 83% το οποίο είναι τεράστιο ποσοστό και φυσικά μη αποδεκτό. Εν αντιθέσει με την Πυροσβεστική Υπηρεσία όπου το ποσοστό διαφοράς κυμάνθηκε από 4 έως 31%. Ίδια μεγάλη διαφορά στην καμένη έκταση διαπιστώθηκε και στη σύγκριση με βάσει τον EFFIS και της πλατφόρμας, εν αντιθέσει με τα αποτελέσματα βάσει του RBR που είχαν σχετικά μικρή απόκλιση.

Σημαντικός παράγοντας μη έγκαιρης ανίχνευσης της πυρκαγιάς από τους δορυφόρους είναι ο χρόνος που χρειάζεται για να κατέβουν και να επεξεργαστούν τα δεδομένα στην πλατφόρμα μετά από κάθε δορυφορικό “overpass” (πληροφορίες που προέρχονται από δορυφορικά δεδομένα LEO είναι 30-60 λεπτά). Για τους GEO δορυφόρους, τα δεδομένα είναι συνήθως διαθέσιμα μετά από 10 λεπτά. Οι δορυφόροι LEO περνούν από μια δεδομένη περιοχή πολλές φορές την ημέρα και κάθε πέρασμα καλύπτει μόνο ένα συγκεκριμένο πλάτος τροχιάς εδάφους. Αυτό σημαίνει ότι πιθανές ή πραγματικές πυρκαγιές ενδέχεται να μην ανιχνευθούν επειδή το δορυφόρος δεν κοιτούσε πάνω από τη συγκεκριμένη περιοχή. Δεν είναι όλα τα hotspot πυρκαγιές. μπορούν επίσης να είναι π.χ. φωτοβολίδες αερίου, βιομηχανικοί χώροι, φούρνοι, καπνός ή καυτά βράχια.

Ως προς τον υπολογισμό της καμένης έκτασης βάσει του δείκτη RBR αφαιρέθηκαν ορισμένα εικονοστοιχεία που αντιστοιχούσαν σε σύννεφα, τα οποία μπορεί να περιείχαν πληροφορία η οποία ήταν χρήσιμη για τον υπολογισμό της καμένης έκτασης. Τα δεδομένα του δορυφόρου Sentinel 2 που χρησιμοποιήθηκαν έχουν χωρική διακριτική ικανότητα 10 x 10 m, συνεπώς αλλαγές μικρότερες από τον παραπάνω αριθμό δεν είναι δυνατό να διακριθούν άμεσα, για αυτό το λόγο χρησιμοποιήσαμε και συγκεκριμένα φασματικά κανάλια για να αντλήσουμε την πληροφορία αυτή. Επιπλέον, η διάφορα στην καμένη έκταση μπορεί να οφείλεται και στην μεθοδολογία που χρησιμοποιήσαμε, διότι με τα φασματικά κανάλια που χρησιμοποιεί μπορεί να συμπεριλάβει περιοχές με παρόμοιες φασματικές υπογραφές όπως το νερό ή το γυμνό έδαφος.

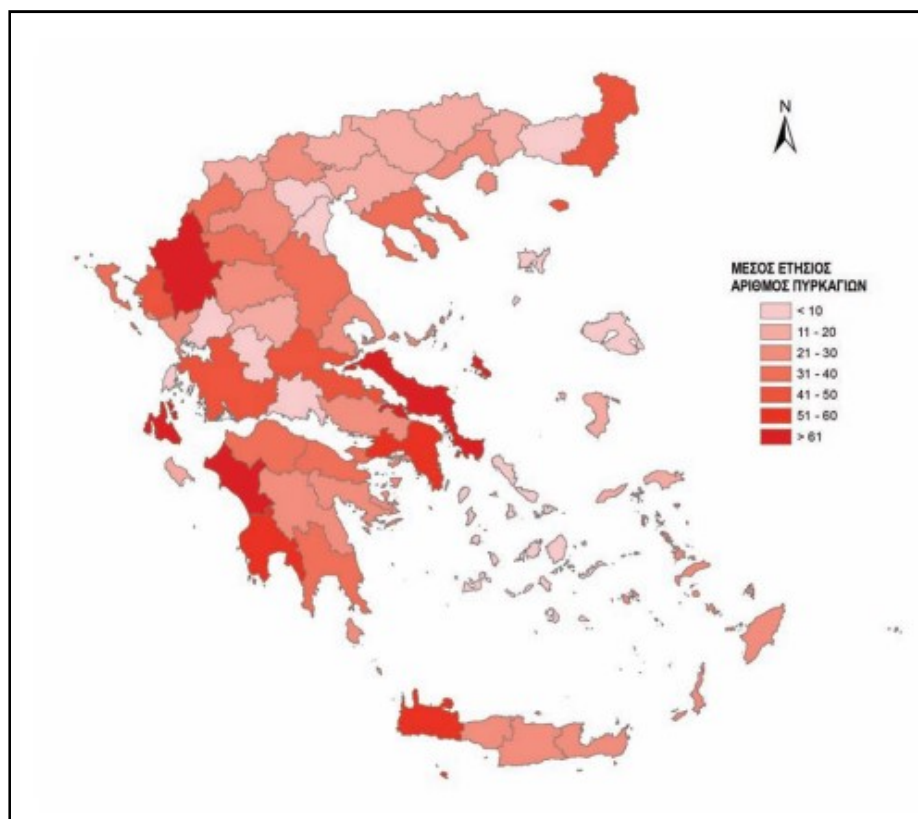
Η πλατφόρμα δεν έδωσε τα επιθυμητά αποτελέσματα, ωστόσο στο μέλλον μπορεί να αποδειχθεί ένα ισχυρό εργαλείο στις επιχειρήσεις καταστολής της πυρκαγιάς!

[Παράρτημα Α]



[Εικόνα 1] Συνολικές απώλειες γεωργικών και δασικών εκτάσεων από πυρκαγιές σε κάθε γεωγραφική ενότητα και στο σύνολο της χώρας, καθώς και η ποσοστιαία κατανομή τους, από δεδομένα της χρονικής περιόδου 1983-2008

Πηγή : Δασικές Πυρκαγιές Ελλάδα 1983-2008 Κ. Τσαγκάρη, Γ. Καρέτσος και Ν. Προύτσος 2011



[Εικόνα 2] Μέσος ετήσιος αριθμός πυρκαγιών για τους Νομούς της Ελλάδας (χρονική περίοδος 1983-2008)

Πηγή : Δασικές Πυρκαγιές Ελλάδα 1983-2008 Κ. Τσαγκάρη, Γ. Καρέτσος και Ν. Προύτσος 2011

Legend of the global CCI-LC maps, based on LCCS

Value	Label	Color
0	No Data	
10	Cropland, rainfed	
11	Herbaceous cover	
12	Tree or shrub cover	
20	Cropland, irrigated or post-flooding	
30	Mosaic cropland (>50%) / natural vegetation (tree, shrub, herbaceous cover) (<50%)	
40	Mosaic natural vegetation (tree, shrub, herbaceous cover) (>50%) / cropland (<50%)	
50	Tree cover, broadleaved, evergreen, closed to open (>15%)	
60	Tree cover, broadleaved, deciduous, closed to open (>15%)	
61	Tree cover, broadleaved, deciduous, closed (>40%)	
62	Tree cover, broadleaved, deciduous, open (15-40%)	
70	Tree cover, needleleaved, evergreen, closed to open (>15%)	
71	Tree cover, needleleaved, evergreen, closed (>40%)	
72	Tree cover, needleleaved, evergreen, open (15-40%)	
80	Tree cover, needleleaved, deciduous, closed to open (>15%)	
81	Tree cover, needleleaved, deciduous, closed (>40%)	
82	Tree cover, needleleaved, deciduous, open (15-40%)	
90	Tree cover, mixed leaf type (broadleaved and needleleaved)	
100	Mosaic tree and shrub (>50%) / herbaceous cover (<50%)	
110	Mosaic herbaceous cover (>50%) / tree and shrub (<50%)	
120	Shrubland	
121	Evergreen shrubland	
122	Deciduous shrubland	
130	Grassland	
140	Lichens and mosses	
150	Sparse vegetation (tree, shrub, herbaceous cover) (<15%)	
151	Sparse tree (<15%)	
152	Sparse shrub (<15%)	
153	Sparse herbaceous cover (<15%)	
160	Tree cover, flooded, fresh or brakish water	
170	Tree cover, flooded, saline water	
180	Shrub or herbaceous cover, flooded, fresh/saline/brakish water	
190	Urban areas	
200	Bare areas	
201	Consolidated bare areas	
202	Unconsolidated bare areas	
210	Water bodles	
220	Permanent snow and ice	

[Παράρτημα Β]

Φωτογραφικό υλικό από τις τέσσερες μεγαλύτερες πυρκαγιές κατά την αντιπυρική περίοδο 2020-2021.



[Εικόνα 1] Πυρκαγιά στις Κεχριές Κορίνθου 22/07/2020

Πηγή: <https://www.skai.gr>



[Εικόνα 2] Πυρκαγιά στις Κεχριές Κορίνθου 22/07/2020

Πηγή: <https://www.huffingtonpost.gr>



[Εικόνα 3] Πυρκαγιά στις Κεχριές Κορίνθου 22/07/2020

Πηγή: <https://www.ertnews.gr>



[Εικόνα 4] Πυρκαγιά στις Κεχριές Κορίνθου 22/07/2020

Πηγή: <https://www.ieidiseis.gr>



[Εικόνα 5] Πυρκαγιά στον Λαγκαδά Ανατολικής Μάνης 22/08/2020

Πηγή: <https://www.athensvoice.gr>



[Εικόνα 6] Πυρκαγιά στον Λαγκαδά Ανατολικής Μάνης 22/08/2020

Πηγή: <https://ant1south.gr>



[Εικόνα 7] Πυρκαγιά στον Λαγκαδά Ανατολικής Μάνης 22/08/2020

Πηγή: <https://www.protothema.gr>



[Εικόνα 8] Πυρκαγιά στον Λαγκαδά Ανατολικής Μάνης 22/08/2020

Πηγή: <https://twitter.com>



[Εικόνα 9] Πυρκαγιά στην Ανάβυσσο Σαρωνικού 09/09/2020

Πηγή: <https://www.ieidiseis.gr>



[Εικόνα 10] Πυρκαγιά στην Ανάβυσσο Σαρωνικού 09/09/2020

Πηγή: <https://www.iefimerida.gr>



[Εικόνα 11] Πυρκαγιά στην Ανάβυσσο Σαρωνικού 09/09/2020

Πηγή: <https://www.tanea.gr>



[Εικόνα 12] Πυρκαγιά στην Ανάβυσσο Σαρωνικού 09/09/2020

Πηγή: <https://www.iefimerida.gr>



[Εικόνα 13] Πυρκαγιά στη Μελία Αλεξανδρούπολης 15/09/2020

Πηγή: <https://www.tanea.gr>



[Εικόνα 14] Πυρκαγιά στη Μελία Αλεξανδρούπολης 15/09/2020

Πηγή: <https://www.e-evros.gr>



[Εικόνα 15] Πυρκαγιά στη Μελία Αλεξανδρούπολης 15/09/2020

Πηγή: <https://www.athensvoice.gr>



[Εικόνα 16] Πυρκαγιά στη Μελία Αλεξανδρούπολης 15/09/2020

Πηγή: <https://www.protothema.gr>

[ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ]

Ξενόγλωσση

- Alexander, D. E. (2002). *Principles of Emergency Planning and Management*. Harpenden, UK and New York: Terra and Oxford University Press.
- Avery, T. E., & Berlin, G. L.(1992). *Fundamentals of Remote Sensing and Airphoto Interpretation* (5th edition). New York: Mc Millan Publishing Company
- Below, R., Wirtz A., & Guha-Sapir, D. (2009). *Disaster Category Classification and peril Terminology for Operational Purposes*. Working Paper. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) and Munich Re-insurance Company (Munich Re).
- Bimal Kanti, P., (2011). *Environmental hazards and disasters: Contexts, perspectives and management*. UK: John Wiley & Sons
- Birth, G.S., and McVey, G. 1968. *Measuring the color of growing turf with a reflectance spectroradiometer*. *Agronomy Journal*, 60 640-643.
- Campbell, B.J., (1996). *Introduction to Remote Sensing*. New York, London:Virginia Polytechnic Institute and State University, The Guilford Publications Press, 2nd edition.
- Campbell, B.J., & Wynne, R.H.(1996). *Introduction to Remote Sensing*. New York, London:The Guilford Publications Press, 5th edition.
- Cardona, O. D. (2004). The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from a Holistic Perspective: A Necessary Review and Criticism for Effective Risk Management. In G. Bankoff, G. Frerks, D. Hilhorst, (Eds.), *Mapping Vulnerability, Disasters, Development and People*. London: Earthscan Publications.
- Carvalho, A., Flannigan, M. D., Logan, K., Miranda, A. I., & Borrego, C. (2008). Fire activity in Portugal and its relationship to weather and the Canadian Fire Weather Index System. *International Journal of Wildland Fire*. doi:10.1071/WF07014
- Clevers, J.P.G.W., 1988. The derivation of a simplified reflectance model for the estimation of Leaf Area Index. *Remote Sensing of Environment*, 25 (1), 53-69.
- David R. Weise, C.S.W., *Wildland fire emissions, carbon and climate: Characterizing wildland fuels*. Forest Ecology and Management, 2014. **317**: p. 26-40.
- DeBano, L.F., Neary, D.G., Ffolliott, P.F., 1998. *Fire Effects on Ecosystems*. John Wiley & Sons, New York.

- Disaster. (2015). In *Thesaurus* 2003-2012 Princeton University, Farlex Inc.
<http://www.thefreedictionary.com/Disasters>
- Gill, A.M., S.L. Stephens, and G.J. Cary, *The worldwide "wildfire" problem*. Ecological Applications, 2013. **23**(2): p. 438-454.
- Hewitt, K. (1997). *Regions of Risk: A Geographical Introduction to Disasters*. Essex: Longman
- Huete, A.R., 1988. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25 (3) 295-309.
- Huete, A.R., Justice, C. and van Leeuwen, W., 1999. MODIS Vegetation Index (MOD13) Algorithm Theoretical Basis Document, NASA Goddard Space Flight Center, http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod13.pdf.
- Janssen, L.F., & Huurneman, G.C. (2001). Principles of Remote Sensing. ITC Educational Textbook Series. Enschede, The Netherlands: The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), 2nd edition.
- Kendra, J., & Wachtendorf, T. (2002). *Elements of Community Resilience in the World Trade Center Attack*. Disaster Research Center, University of Delaware, Newark USA.
- Lillesand, T.M., & Kiefer, R.W. (2000). *Remote Sensing and Image Interpretation*. USA: J. Wiley & Sons, 4th edition, p. 750.
- Marti'n, M. P., I. Go'mez, and E. Chuvieco. 2005. Performance of a burned-area index (BAIM) for mapping Mediterranean burned scars from MODIS data. Pages 193–198 in J. Riva, F. Pe'rez-Cabello, and E. Chuvieco, editors. *Proceedings of the Fifth International Workshop on Remote Sensing and GIS applications to Forest Fire Management: Fire Effects Assessment*. Universidad de Zaragoza, GOF-C-GOLD, EARSeL, Paris, France
- Mather, M.P., (1999). Computer Processing of Remotely-Sensed Images. UK: J. Wiley & Sons, 2nd edition p. 292
- Medeiros MB, Miranda HS (2008) Post-fire resprouting and mortality in *Cerrado* woody plant specie. *Edinburgh J. Bot.* 65:1-16.
- "MultiSpectral Instrument (MSI) Overview". Sentinel Online. European Space Agency. Retrieved 3 December 2018.
- Pyne S., (1984), *Introduction to Wildland Fire: Fire Management in the United States*, J. Wiley, N.C.

- Qi, J., Chehbouni, A., Huete, A.R., Kerr, Y.H. and Sorooshian, A., 1994. A Modified Soil Adjusted Vegetation Index, *Remote Sensing of Environment*, 48 (2) 119-126.
- Richards J., (1993). *Remote sensing digital image analysis. An Introduction*. Springer-Verlag, 2nd edition.
- Richardson, A.J. and Wiegand, C.L., 1977. Distinguishing vegetation from soil back-ground information. *Photogrammetry of Engineering and Remote Sensing* 43, 1541–1552.
- Rouse, J.W. Jr., Haas, R.H., Deering, D.W., Schell, J.A. and Harlan, J.C. 1974. Monitoring the Vernal Advancement and Retrogradation (Green Wave Effect) of Natural Vegetation, NASA/GSFC Type III Final Report, Greenbelt, MD.
- Thywissen, K. (2006). *Components of risk: A comparative glossary*. United Nations University-Institute for the Environment and Human Security, SOURCE Publications Series of UNU-EHS, No.2/2006.
- UNDP – United Nations Development Programme (2004). *Reducing Disaster Risk: a challenge for development. A global report*. (M. Pelling, A. Maskrey, P. Ruiz, L. Hall, Eds.). USA: John S. Swift Co.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) (2009) *Terminology*.
- UNISDR – United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction (2004). *Living with risk: A global review of disaster initiatives*. Geneva: UN Press
- Weather Guide for the Canadian Forest Fire Danger Rating System. 2008. Lawson, B.D.; Armitage, O.B. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre, Edmonton, Alberta. 84 p.

Ελληνόγλωσση

- Αστάρας, Θ. (1994). Η Συμβολή της Σύγχρονης Τηλεπισκόπησης στην Περιοδική Ανίχνευση - Προστασία του Περιβάλλοντος, στο Β' Πανελλήνιο Συμπόσιο για την «Ηλιακή και Διαστημική Έρευνα στην Ελλάδα Σήμερα – Βασική Έρευνα, Τεχνολογία και Εφαρμογές», 26-29 Απριλίου 1993, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ξάνθη, 35
- Βορίσης, Δ. (2004). Η καταστολή των δασικών πυρκαγιών. Αρχηγείο Πυροσβεστικού Σώματος, Αθήνα.
- Εγκυκλοπαίδεια Νέα Δομή. Τεγόπουλος - Μανιατέας. 1996. σελ. 300, τομ. 21.

- Καϊλίδης, Δ., (1990), *Δασικές πυρκαγιές*, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη
- Καϊλίδης Δ., (1993). *Δασικές Πυρκαγιές*, Τρίτη έκδοση. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη
- Καϊλίδης Δ. Σ. και Καρανικόλα Π., 2004. *Δασικές Πυρκαγιές, 1900 - 2000*, Εκδόσεις Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη.
- Καρτάλης Κ. και Χ. Φείδας (2006). “*Αρχές και εφαρμογές δορυφορικής τηλεπισκόπησης*”. Β. Γκιούδας Εκδοτική, Αθήνα.
- Κατσάνος, Α., (1970), *Συμπεριφορά των πυρκαϊών των δασών*, Υπουργείο Γεωργίας-γενική Διεύθυνσις Δασών, Αρ.20, Αθήνα
- Κεμίδης, Κ., (1995), *Δασική ιδιοκτησία*, Αθήνα-Κομοτηνή: Εκδόσεις Σάκκουλα
- Κλειδαράς, Β. (2012). *Επιχειρησιακή αξιολόγηση πρόληψης κινδύνου και συμπεριφοράς πυρκαγιάς για τη Νήσο Λέσβο*. Μεταπτυχιακή διατριβή στο πανεπιστήμιο Αιγαίου. Ανακτήθηκε από <http://www.slideshare.net/fullscreen/vasiliskleidas5/ss-16467485/6>
- Λεμονίδης Ιωάννης Α. (1993) *Διασώσεις ατόμων και επεμβάσεις ειδικών μονάδων στις δασικές πυρκαγιές*
- Μαριολόπουλος Ηλίας Γ. (1953). *Επισκόπησις του κλίματος της Ελλάδος* (1η εκδ.)
- Ξανθόπουλος, Γ. (2009). *Δασοπροστασία και δασοπυρόσβεση*. Αθήνα: WWF Ελλάς.
- Παπαγεωργίου, Α.; Καρέτσος, Γ.; Κατσαδωράκης, Γ., (2012), *Το Δάσος Μια ολοκληρωμένη Προσέγγιση*, Αθήνα, WWF Ελλάς
- Παρχαρίδης Ισαάκ, 2015 .*Αρχές Δορυφορικής τηλεπισκόπησης - Θεωρία και Εφαρμογές*.
- Πέππας, Γ., (2008), *Η βλάστηση της Ελλάδας*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.gpeppas.gr/ellada/blastisi.html>
- Περάκης Κ., Φαρασλής Ι., Μουσιιάδης Α. (2015). *Η Τηλεπισκόπησης σε 13 ενότητες*
- Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου, (2013), *Μελέτη της παρελθούσας και μελλοντικής δυναμικής της βλάστησης στην περιοχή των νησιών του Β.Αιγαίου*, Έργο Forclimadapt
- Τσατσούλας, Δ. (2010). Κεφ. 5. *Δασικές πυρκαγιές*. Στο ΕΚΔΔΑ *Βασικές γνώσεις πολιτικής προστασίας*. Εκπαιδευτικό υλικό για το επιμορφωτικό πρόγραμμα «Βασικές γνώσεις πολιτικής προστασίας».

Ψωμιάδης,Εμμ.(1997). Υδρολογικές συνθήκες των παράκτιων λεκανών του Βόρειου Κορινθιακού κόλπου με έμφαση στην ανίχνευση της διαφυγής υπογείων υδάτων με χρήση τηλεανίχνευσης. Πτυχιακή μελέτη. Υποβλήθηκεστα Εργαστήρια Ορυκτολογίας-Γεωλογίας και Γεωργικής Υδραυλικής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, σελ. 211.

Ιστότοποι

<https://www.cia.gov>

<https://dasarxeio.com>

<http://dboskovits.blogspot.com/>

<http://www.emy.gr>

<https://www.esri.com>

<https://filotis.itia.ntua.gr>

<https://www.fireservice.gr>

<https://www.kastra.eu>

<https://scihub.copernicus.eu>

<https://www.statistics.gr>

<https://step.esa.int/main>

www.ororatech.com

www.topoguide.gr

<http://votaniki.gr>

<https://effis.jrc.ec.europa.eu>