

Χαρτογράφηση και γεωοπτικοποίηση των επιπτώσεων πυρκαγιάς

Η περίπτωση της πληγείσας περιοχής των Βατερών

ΠΡΟΕΣΤΑΚΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ¹, ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ ΕΡΜΙΟΝΗ- ΕΙΡΗΝΗ¹, ΒΑΣΙΛΑΚΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ¹, ΚΛΑΜΠΟΚΙΔΗΣ ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΟΣ¹, ΣΟΥΛΑΚΕΛΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ¹

¹Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χαρτογραφία και η γεωπληροφορική συμβάλλουν σε όλα τα στάδια διαχείρισης περιβαλλοντικών κινδύνων: 1) πρόληψη, 2) ετοιμότητα, 3) απόκριση και 4) αποκατάσταση. Σκοπός του άρθρου αυτού είναι η ανάπτυξη μεθοδολογίας για την χαρτογράφηση και γεωοπτικοποίηση των επιπτώσεων της καταστροφικής δασικής πυρκαγιάς Βατερών στη νήσο Λέσβο στις 23 Ιουλίου 2022. Για την επίτευξη του σκοπού, ακολουθήθηκαν τα παρακάτω στάδια μεθοδολογίας: Α) συλλογή και επεξεργασία δεδομένων, Β) γεωοπτικοποίηση και Γ) ανάπτυξη διαδικτυακής χαρτογραφικής εφαρμογής. Η συλλογή δεδομένων, για τη μεγαλύτερη από 25.000 στρέμματα καμένη έκταση, πραγματοποιήθηκε με σύγχρονα τεχνολογικά μέσα ΣημΕΑ εξοπλισμένα με αισθητήρες RGB, Multispectral και LiDAR. Οι φωτογραφίες υψηλής ανάλυσης που συλλέχθηκαν με τους RGB αισθητήρες επεξεργάστηκαν με φωτογραμμετρικές μεθόδους για τη δημιουργία ορθοφωτομοσαϊκών, ψηφιακών μοντέλων επιφανείας, 3D νέφη σημείων και 3D ψηφιακά μοντέλα. Οι φωτογραφίες που συλλέχθηκαν με τους πολυφασματικούς αισθητήρες επεξεργάστηκαν και δημιουργήθηκαν ραδιομετρικά βαθμονομημένοι δείκτες βλάστησης NDVI, GNDVI, NDRE, LCI και OSAVI. Με αισθητήρα LiDAR συλλέχθηκαν 3D νέφη σημείων για συγκεκριμένες περιοχές. Συγκεκριμένα από τα 2Δ και 3Δ χαρτογραφικά αποτελέσματα, του σταθίου της επεξεργασίας, διαμοιράστηκαν διαδικτυακά με σκοπό την ανάπτυξη μίας διαδικτυακής χαρτογραφικής εφαρμογής με τίτλο «Σύστημα παρακολούθησης καμένης έκτασης». Η εφαρμογή έχει σκοπό την παροχή πρόσβασης σε δεδομένα μεγάλης χαρτογραφικής κλίμακας και υψηλής χωρικής ανάλυσης για τον εντοπισμό της θέσης και της έκτασης στους αρμόδιους φορείς, όπως π.χ. τη Διεύθυνση Δασών Λέσβου, αλλά και για έρευνες πεδίου όπως σε μελέτες για τη φυσική αναγέννηση των δασών και την τεχνητή αναδάσωση. Οι ικανότητες των διαδικτυακών χαρτογραφικών εφαρμογών για προβολή χαρτογραφικών αποτελεσμάτων υψηλής χωρικής ανάλυσης, χρήση εργαλείων επεξεργασίας ή ανάλυσης και εισαγωγή δεδομένων για τη γεωοπτικοποίηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς προάγει την επικοινωνία και διάχυση των πληροφοριών τόσο στο εξειδικευμένο όσο και στο ευρύτερο κοινό.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την 3Δ ψηφιακή χαρτογράφηση της πληγείσας περιοχής Βατερών – Βρίσας – Σταυρού από την πυρκαγιά της 23ης Ιουλίου 2022 περιλάμβανε τρία στάδια:

1. Συλλογή δεδομένων

Η 3Δ χαρτογράφηση της περιοχής πραγματοποιήθηκε έπειτα από τη πυρκαγιά, με ΣημΕΑ το χρονικό διάστημα του Αυγούστου και Σεπτεμβρίου του 2022.

Πιο συγκεκριμένα, για τη 3Δ χαρτογράφηση της πληγείσας περιοχής αξιοποιήθηκαν τα παρακάτω ΣημΕΑ με τους παρακάτω αισθητήρες:

Α) DJI Phantom 4 RTK (RGB)

Αισθητήρας οπτικού φάσματος του Phantom-RTK, με πολύ μεγάλη ανάλυση και διακριτική ικανότητα.

Β) DJI Phantom 4 RTK Multispectral

Πολυφασματικός αισθητήρας (Multispectral), με μεγάλη ανάλυση και διακριτική ικανότητα, για την δημιουργία των παρακάτω δεικτών:

- NDVI=(NIR-RED)/(NIR+RED)
- GNDVI=(NIR-GREEN)/(NIR+GREEN)
- LCI=(NIR-RedEdge)/(NIR+RED)
- NDRE=(NIR-RedEdge)/(NIR+RedEdge)
- OSAVI=(NIR-RED)/(NIR+RED+0.16)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αντικείμενο της εργασίας εντάσσεται στο ευρύτερο γνωστικό αντικείμενο της επιστήμης της Χαρτογραφίας και ειδικότερα στο επιστημονικό πεδίο της γεωοπτικοποίησης. Η Χαρτογραφία και η δημιουργία γεωοπτικοποιήσεων βρίσκονται σε διαρκή ανάπτυξη εξαιτίας αφενός της ανάγκης για μεγαλύτερη ακρίβεια και λεπτομέρεια στις γεωοπτικοποιήσεις και αφετέρου στη διαρκή εξέλιξη των τεχνολογιών για τη συλλογή, επεξεργασία και οπτικοποίηση γεωγραφικής πληροφορίας [1]. Η επικράτηση του διαδικτύου και των φορητών συσκευών, οδήγησε τη παρουσίαση γεωγραφικών δεδομένων και τις γεωοπτικοποιήσεις να μην περιορίζονται σε έντυπους χάρτες [2]. Η διαδικτυακή χαρτογραφία είναι ικανή να δημιουργήσει σύνδεση μεταξύ ανθρώπων και γεωγραφικών δεδομένων ενώ παρουσιάζονται καινοτομίες όπως οι εφαρμογές, που βασίζονται στο Web Mapping, με αλληλεπίδραση των χρηστών, συνδέσεις με ένα ευρύτερο κοινό [3] και προηγμένες δυνατότητες ενσωμάτωσης δεδομένων [4]. Η χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων, παρέχει στους αρμόδιους φορείς, μια χρονική και χωρική επισκόπηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς προκειμένου να προσανατολίσουν τη διαχείριση και τον μελλοντικό σχεδιασμό αποκατάστασης [5]. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται πιο συχνά σε σχετικές έρευνες είναι δορυφορικές εικόνες [6]. Ωστόσο, αρκετές φορές είναι ανεπαρκείς καθώς υπάρχει η ανάγκη για μεγάλες χαρτογραφικές κλίμακες [7]. Τα Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (ΣημΕΑ) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη λήψη εικόνων υψηλής ανάλυσης και την δημιουργία ορθοφωτοχάρτων και DSM [8,9]. Σκοπός του άρθρου αυτού είναι η ανάπτυξη μεθοδολογίας για την χαρτογράφηση με ΣημΕΑ και γεωοπτικοποίηση των επιπτώσεων της καταστροφικής δασικής πυρκαγιάς Βατερών στη νήσο Λέσβο στις 23 Ιουλίου 2022. Αναλυτικότερα, αναπτύχθηκε και παρουσιάζεται μια διαδικτυακή χαρτογραφική εφαρμογή που έχει σκοπό την παροχή πρόσβασης σε δεδομένα μεγάλης χαρτογραφικής κλίμακας και υψηλής χωρικής ανάλυσης της καμένης έκτασης σε αρμόδιους φορείς, όπως π.χ. τη Διεύθυνση Δασών Λέσβου, αλλά και για έρευνες πεδίου όπως σε μελέτες για τη φυσική αναγέννηση των δασών και την τεχνητή αναδάσωση.

2. Επεξεργασία δεδομένων και δημιουργία χαρτογραφικών αποτελεσμάτων

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν με τη χρήση ΣημΕΑ, επεξεργάστηκαν με τα εξής κατάλληλα λογισμικά:

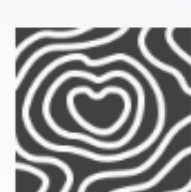
α) **Metashape** της **Agisoft**

και

β) **Terra-DJI**.



Ορθοφωτοχάρτη της πληγείσας περιοχής



Digital Surface Model - DSM



Οι πολυφασματικοί δείκτες NDVI, GNDVI, LCI, NDRE, OSAVI

3. Ανάπτυξη διαδικτυακής χαρτογραφικής εφαρμογής

Τα αποτελέσματα από τα στάδια της επεξεργασίας, των παγρωματικών εικόνων, πολυφασματικής ανάλυσης και της χρήσης ΣΓΠ, διαμοιράστηκαν διαδικτυακά με σκοπό την ανάπτυξη μιας χαρτογραφικής εφαρμογής με τίτλο «Σύστημα παρακολούθησης καμένης έκτασης». Κάθε θεματικό επίπεδο διαμοιράστηκε διαδικτυακά, μέσα από το λογισμικό ArcGIS PRO στο Portal Enterprise του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε με σκοπό την διαθεσιμότητα των δεδομένων αντών διαδικτυακά και στη συνέχεια την ανάπτυξη μιας διαδικτυακής εφαρμογής στην οποία θα έχουν πρόσβαση εξειδικευμένα άτομα αλλά και το ευρύ κοινό.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα δεδομένα που διαμοιράστηκαν διαδικτυακά για την ανάπτυξη της εφαρμογής παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω:

- Ορθοφωτοχάρτης από ΣημΕΑ χωρικής ανάλυσης 20εκ.
- Ψηφιακό μοντέλο επιφανείας - DSM
- Χάρτης κλίσης εδάφους - Slope

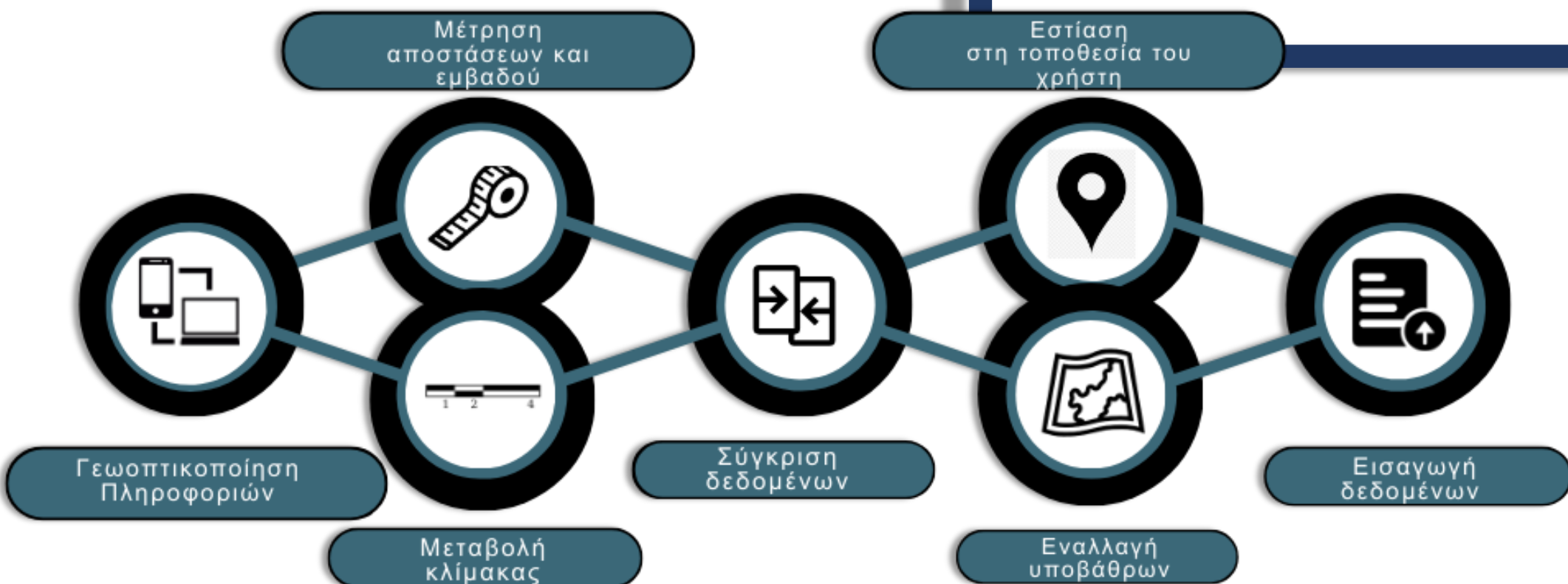
- Χάρτης σκίασης ανάγλυφου - Hillshade
- Ισοψείες καμπύλες ανά 10 και 50 μέτρα
- Δείκτης βλάστησης - NDVI
- Υδρογραφικό δίκτυο

- Λεκάνες απορροής ρεμάτων
- Δείκτης Σφοδρότητας (Δείκτης DNBR)
- Ορια πυρκαγιάς



Web App

Εργαλεία και δυνατότητες



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Για την χαρτογράφηση της καμένης περιοχής (25.000στρμ.) πραγματοποιήθηκαν >100 πτήσεις στα 200μ. με επικάλυψη 70% & 80% και με τους δυο αισθητήρες. Για την αποφυγή αχαρτογράφητων περιοχών, τα σχέδια πτήσης αλληλεπικαλύπτονταν σε συγκεκριμένα τμήματα.
- Ο ορθοφωτοχάρτης (20εκ) συμβάλει στις διαδικασίες διαχείρισης των επιπτώσεων πυρκαγιάς παρέχοντας πληροφορίες αναφορικά με την προσβασιμότητα περιοχών, τη σφοδρότητα, τη κατάσταση των δέντρων ή των κατοικιών που υπέστησαν βλάβες.
- Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (1μ.), ο χάρτης κλίσεων και ισοψείες καμπύλες, συμβάλουν στη λήψη αποφάσεων σχετικά με τα μέτρα αποκατάστασης που πρέπει να υλοποιηθούν (αντιπλημμυρικές, αντιπυρικές, οικολογικές μελέτες).
- Οι χάρτες με τους δείκτες βλάστησης (1.5μ.) συμβάλουν στον άμεσο εντοπισμό των καμένων δένδρων και το σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων (όπως ελαιώνες) που καταστράφηκαν, για αναδασώσεις ή αποζημίωση των πολιτών από τις αρχές.
- Το πρότυπο εφαρμογής που κάλυπτε τις ανάγκες της δασικής υπηρεσίας ήταν το “WebApp Builder” καθώς προσφέρει “widgets” για μετρήσεις αποστάσεων και εμβαδού, σύγκρισης μεταξύ δεδομένων, εισαγωγής δεδομένων από τους χρήστες κ.α.

Μελλοντική Έρευνα

Μελλοντική έρευνα αποτελεί η διερεύνηση μεθόδων διαδικτυακής χαρτογράφησης για τη διαχρονική παρακολούθηση της περιοχής καθώς και η αξιοποίηση των 3Δ χαρτογραφικών αποτελεσμάτων διαδικτυακά. Ακόμη, η αντιμετώπιση του περιορισμού ταυτόχρονης προβολής 2Δ και 3Δ δεδομένων, με αποτέλεσμα τη ανάγκη για δημιουργία παραπάνω από μια εφαρμογή ή τη δημιουργία ενός άλλου πρότυπου εφαρμογής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Sarah Zhang (2020) Expanding Library GIS Instruction to Web Mapping in the Age of Neogeography, Journal of Map & Geography Libraries, 16:3, 264-282, DOI: [10.1080/15420353.2021.1935399](https://doi.org/10.1080/15420353.2021.1935399)
- [2] Han, R. (2019). Web GIS in Development: From Research and Teaching Perspectives. In: Balam, S., Boxall, J. (eds) GIScience Teaching and Learning Perspectives. Advances in Geographic Information Science. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-06058-9_7
- [3] Kyeen, P.A.K. and Saku, J.C. (2009). Web-Based GIS and the Future of Participatory GIS Applications within Local and Indigenous Communities. The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries, 38: 1-16. [https://doi.org/10.1002/1521-4035\(2009\)38:0002:0::AID-EJIS38>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/1521-4035(2009)38:0002:0::AID-EJIS38>3.0.CO;2-0)
- [4] Kulawiak, M., et al. (2010) Interactive Visualization of Marine Pollution Monitoring and Forecasting Data via a Web-Based GIS. Computers & Geosciences, 36, 1069-1080. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2010.02.008>
- [5] Bertacchi, A. UAVs Technology as a Complementary Tool in Post-Fire Vegetation Recovery Surveys in Mediterranean Fire-Prone Forests. Forests 2022, 13, 1009. <https://doi.org/10.3390/f13071009>
- [6] Ecke, S., Dempewolf, J., Frey, J., Schwallier, A., Endres, E., Klemm, H.J., Tiede, D. & Seifert, T., 2022. "UAV-Based Forest Health Monitoring: A Systematic Review", Remote Sensing 2022, Vol. 14, Page 3205, 14(13), 3205.
- [7] Torres, P., Rodes-blanco, M., Viana-soto, A., Nieto, H. & Garcia, M., 2021. "The Role of Remote Sensing for the Assessment and Monitoring of Forest Health: A Systematic Evidence Synthesis", Forests 2021, Vol. 12, Page 1134, 12(8), 1134.
- [8] Park, M., Tran, D.Q., Jung, D. & Park, S., 2020. "Wildfire-Detection Method Using DenseNet and CycleGAN Data Augmentation-Based Remote Camera Imagery", Remote Sensing 2020, Vol. 12, Page 3715, 12(22), 3715.
- [9] Pérez-Rodríguez, L.A., Quintano, C., Marcos, E., Suarez-Seane, S., Calvo, L. & Fernández-Manso, A., 2020. "Evaluation of Prescribed Fires from Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) Imagery and Machine Learning Algorithms", Remote Sensing 2020, Vol. 12, Page 1255, 12(8), 1255.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η χαρτογράφηση της περιοχής πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του έργου με τίτλο “Αξιοποίηση Συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών, με πολυφασματικό δέκτη και LiDAR για την τρισδιάστατη Χαρτογράφηση υψηλής ανάλυσης της πληγείσας περιοχής Βρίσας – Βατερών – Σταυρού, από την πυρκαγιά στις 12/07/2022”. Το έργο ήταν μια συνεργασία των Εργαστηρίων Χαρτογραφίας και Γεωπληροφορικής του Πανεπιστημίου Αιγαίου με τη Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου και της Δασικής Υπηρεσίας Λέσβου.