

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ SAR ΚΑΙ ΣΓΠ. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΣΠΕΡΧΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ.

**Σταθόπουλος Νικόλαος^{1*}, Λουκά Παναγιώτα², Καλογερόπουλος Κλεομένης³,
Καρύμπαλης Ευθύμιος³, Παπαδόπουλος Απόστολος³ & Χαλκιάς Χρίστος³**

nstath@metal.ntua.gr*, p.louka@aua.gr, kalogeropoulos@hua.gr,
karymbalis@hua.gr, apospapa@hua.gr, xalkias@hua.gr

¹Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών, Τομέας Γεωλογικών Επιστημών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο., Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 15780, Αθήνα.

²Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα.

³Σχολή Περιβάλλοντος, Γεωγραφίας & Εφαρμοσμένων Οικονομικών, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Ελ. Βενιζέλου 70, 17671, Αθήνα.

Περίληψη

Οι πλημμύρες είναι ένα από τα πιο καταστροφικά φυσικά φαινόμενα παγκοσμίως, με πολύ σοβαρές επιπτώσεις για τον άνθρωπο. Στην Ελλάδα υπάρχει μεγάλο ιστορικό πλημμυρών, το οποίο συνοδεύεται από σημαντικό αριθμό καταστροφών σε διαφορετικούς τύπους χρήσεων/ κάλυψης γης, με μεγάλο οικονομικό κόστος αποζημιώσεων ή/και αποκατάστασης. Η παρούσα εργασία αξιοποιεί δορυφορικές εικόνες SENTINEL-1 και υψηλής χωρικής ανάλυσης δεδομένα κάλυψης / χρήσεων γης, για την εκτίμηση των καταστροφικών επιπτώσεων μιας παρατεταμένης περιόδου (Φεβ. 2015) έντονης και συνεχούς βροχόπτωσης και κατ' επέκταση έντονων πλημμυρικών φαινομένων, που έλαβε χώρα στην κοιλάδα του Σπερχειού ποταμού. Το υπό μελέτη φαινόμενο προκάλεσε, εκτός από σημαντικές καταστροφές στις υποδομές, εκτεταμένες καταστροφές στις αγροτικές καλλιέργειες της κοιλάδας του Σπερχειού ποταμού.

Η μεθοδολογία που προτείνεται αποσκοπεί στην οριοθέτηση των πλημμυρισμένων εκτάσεων μέσω της ανάλυσης δορυφορικών εικόνων SENTINEL-1, και στην εκτίμηση των

επιπτώσεων του πλημμυρικού φαινομένου μέσω υψηλής ανάλυσης δεδομένων κάλυψης – χρήσης γης της περιοχής ενδιαφέροντος. Η ανάλυση των δορυφορικών εικόνων και η εξαγωγή των πλημμυρισμένων εκτάσεων έγινε με το ελεύθερο λογισμικό SNAP που παρέχεται από την European Space Agency (ESA), ενώ η περαιτέρω συνδυαστική επεξεργασία αυτών με τα δεδομένα χρήσης – κάλυψης γης, καθώς και η εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων και χαρτών, έγινε σε περιβάλλον ΣΓΠ.

Η εφαρμογή της μεθόδου έδωσε χρήσιμα αποτελέσματα, καθιστώντας την ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη διαχείριση, άμεση εκτίμηση και αποκατάσταση καταστροφών, ιδίως στις αγροτικές περιοχές.

Λέξεις Κλειδιά

Πλημμύρες, ΣΓΠ, Τηλεπισκόπηση, SENTINEL, Χρήσεις – Κάλυψη Γης

Εισαγωγή

Ένα από τα πιο καταστροφικά φυσικά φαινόμενα σε παγκόσμια κλίμακα είναι οι πλημμύρες, με σημαντικό αντίκτυπο στην ανθρώπινη ζωή, στις περιουσίες, και στα τεχνικά έργα υποδομής. Απόρροια της κλιματικής αλλαγής είναι η αύξηση της συχνότητας των συμβάντων αυτών παγκοσμίως. Για τους παραπάνω λόγους η Ε.Ε. το 2007 εξέδωσε μια νέα οδηγία – πλαίσιο (2007/60/EK) υποχρεώνοντας τα κράτη μέλη της να καταρτίσουν σχέδια διαχείρισης πλημμύρας, υιοθετώντας λογικές, όπως αυτές του “*Risk Management*” και “*Hazard Mapping*”. Οι αρνητικές επιπτώσεις των πλημμυρών είναι είτε άμεσες (ζημιές σε καλλιέργειες, κατοικίες, κ .α.), είτε έμμεσες λόγω της αποδιοργάνωσης και δυσλειτουργίας των υπηρεσιών και συστημάτων (Λέκκας, 2000).

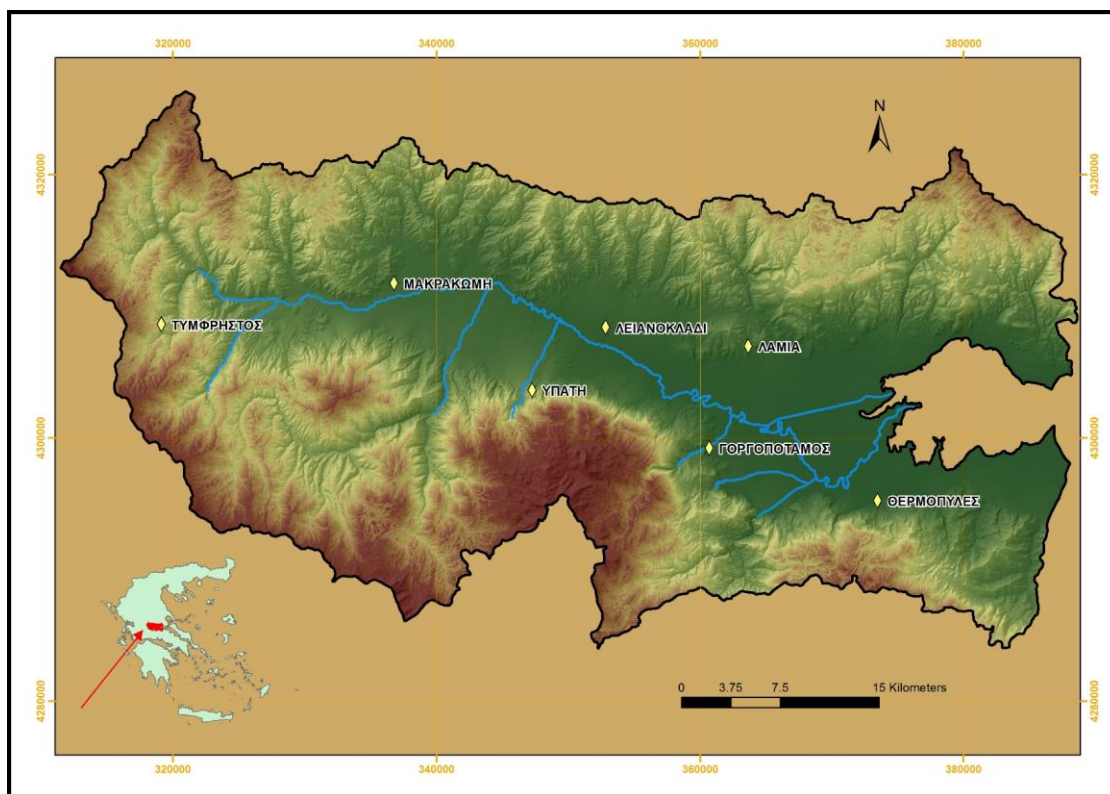
Στην Ελλάδα, αλλά και γενικότερα στη Μεσόγειο, οι περισσότερες πλημμύρες προκαλούνται από σύντομες βροχοπτώσεις μεγάλης σφοδρότητας (Martini & Loat, 2007). Πολλοί παράγοντες συνηγορούν σε μία ξαφνική πλημμύρα, όπως η ένταση και η διάρκεια της βροχής, η τοπογραφία, η φυτοκάλυψη, η καταστροφή των δασών καθώς και η οικιστική ανάπτυξη (Λέκκας, 2009). Η χρονική κατανομή των πλημμυρών στον Ελληνικό χώρο παρουσιάζει σημαντική αύξηση κατά τις τελευταίες δεκαετίες (Diakakis et al., 2012).

Η παρούσα εργασία αξιοποιεί δορυφορικές εικόνες SENTINEL-1 και υψηλής ανάλυσης δεδομένα κάλυψης / χρήσης γης για την εκτίμηση των καταστροφικών επιπτώσεων μιας

παρατεταμένης περιόδου έντονης και συνεχούς βροχόπτωσης που έλαβε χώρα στην κοιλάδα του Σπερχειού ποταμού στα τέλη Ιαν. – αρχές Φεβ. του 2015. Το υπό μελέτη φαινόμενο προκάλεσε, εκτός από σημαντικές καταστροφές στις υποδομές, εκτεταμένες καταστροφές στις αγροτικές καλλιέργειες, καθώς πλημμύρισαν σημαντικές εκτάσεις για μεγάλο χρονικό διάστημα, οι οποίες καλύπτουν το μεγαλύτερο ποσοστό του πεδινού τμήματος της κοιλάδας. Σκοπός της εργασίας είναι να παρουσιάσει ένα εύχρηστο μεθοδολογικό πλαίσιο για την άμεση εκτίμηση καταστροφών από πλημμυρικά φαινόμενα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις επιπτώσεις των πλημμυρών στις αγροτικές περιοχές.

Περιοχή & Φαινόμενο Μελέτης

Η υδρολογική λεκάνη του Σπερχειού ποταμού (Εικόνα 1) εκτείνεται στο βόρειο τμήμα του Υ.Δ. Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας και οριοθετείται δυτικά από τον Τυμφρηστό (2.315m), βόρεια από την Όρθυ και νότια από τα Βαρδούσια (2.285m), την Οίτη (2.141m) και το Καλλίδρομο (1.419m), ενώ στα ανατολικά είναι ανοικτή προς τη θάλασσα και τον Μαλιακό κόλπο, όπου και εκβάλλει ο Σπερχειός έπειτα από διαδρομή περίπου 80km. Η συνολική επιφάνειά της ανέρχεται σε 2.030km² και το μέσο υψόμετρό της σε 607m.



Εικόνα 1. Υδρολογική λεκάνη Σπερχειού ποταμού

Κατά τα δύο τρίτα του μήκους της, η κοιλάδα του Σπερχειού εμφανίζει έντονες κλίσεις, που δίνουν στον ποταμό χαρακτήρα ορεινό – χειμαρρικό, με οξείες αιχμές πλημμυρών και πολύ έντονη στερεοπαροχή. Αντίθετα, κατά το τελευταίο τρίτο της διαδρομής του διασχίζει πεδινές περιοχές, όπου προκαλεί συχνά σημαντικές πλημμύρες (Κουτσογιάννης, 2003).

Στη λεκάνη του Σπερχειού ποταμού επικρατεί κυρίως πυκνή, φυσική αυτοφυής βλάστηση, καθώς οι δασικές (πλατύφυλλα, κωνοφόρα και μικτά), μεταβατικές (μεταξύ δασών και θάμνων) και εκτάσεις με σκληρόφυλλη βλάστηση καλύπτουν περίπου το 60 – 65% της επιφάνειάς της. Το 1/3 της λεκάνης (30 – 35%) και κυρίως το τμήμα της κοιλάδας του ποταμού αξιοποιείται από αγροτικές δραστηριότητες (καλλιεργήσιμη γη, ελαιοκαλλιέργειες, αμπελώνες, κ.α.). Την μικρότερη έκταση (1 – 2%) καλύπτουν οι αστικές περιοχές.

Το υπό μελέτη φαινόμενο αφορά στην περίοδο από 23 Ιαν. έως και 15 Φεβ. 2015. Η περίοδος αυτή ήταν περίοδος ακραίων βροχοπτώσεων και ως προς την διάρκεια αλλά και ως προς το ύψος βροχής ιδίως κατά τις αιχμές της. Παρόλο που η λεκάνη του Σπερχειού ποταμού εμφανίζει συχνά πλημμυρικές απορροές, το υπό μελέτη φαινόμενο ανήκει στα πολύ σπάνια και ακραία φαινόμενα που έχουν συμβεί στην περιοχή. Σύμφωνα με τα μετεωρολογικά δεδομένα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ), η κύρια αιχμή βροχόπτωσης έλαβε χώρα στις 31 Ιανουαρίου 2015 με μέγιστες καταγραφές 3ώρου (αθροιστική) στους μετεωρολογικούς σταθμούς Μακρακώμης και Λαμίας 7mm (το τρίωρο 9 – 12πμ) και 5,4mm (το τρίωρο 6 – 9πμ) αντίστοιχα (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Εξέλιξη βροχόπτωσης κατά την περίοδο μελέτης στο μετεωρολογικό σταθμό Μακρακώμης (πηγή δεδομένων: ΕΑΑ)

Συνολικά για όλη την υπό μελέτη περίοδο οι 2 μετεωρολογικοί σταθμοί κατέγραψαν 101,6mm και 45,2mm βροχόπτωσης αντίστοιχα.

Υλικά & Μέθοδοι

Δεδομένα

Η αποτύπωση των πλημμυρισμένων περιοχών πραγματοποιήθηκε με την ανάλυση εικόνων από το δορυφορικό πρόγραμμα SENTINEL-1 (Πίνακας 1), οι δέκτες του οποίου ανήκουν στον τύπο Synthetic Aperture Radar (SAR), που για την συγκεκριμένη περίοδο μελέτης παρείχε εικόνες για τις ημερομηνίες 2, 3, 8, 9, 14, 15 Φεβρουαρίου 2015. Το υπόβαθρο κάλυψης / χρήσεων γης που χρησιμοποιήθηκε προέρχεται από δεδομένα ilot που παραχωρήθηκαν από τον ΟΠΕΚΕΠΕ (Πίνακας 1), τα οποία έχουν υψηλότερη χωρική ακρίβεια σε σχέση με τα αντίστοιχα του προγράμματος CORINE (ΕΓΥ, 2016).

Πίνακας 1. Αρχικά δεδομένα

Δεδομένα	Τύπος	Χαρακτηριστικά	Πηγές
Δορυφορικές εικόνες SAR	SENTINEL-1A, Level 1 GRD, IW, HR, Dual Polarization, zip file	Χωρική ανάλυση εικονοστοιχείου 10x10m	ESA – Copernicus Database https://scihub.copernicus.eu
Χρήσεις / Κάλυψη γης	Vector shapefile (polygon)	Πολύγωνα ilot	Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε.

Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που προτείνεται αφορά στην ανάλυση των 6 δορυφορικών εικόνων SENTINEL-1 (Σταθόπουλος, 2017), με στόχο την εξαγωγή των μόνιμα ή περιοδικά πλημμυρισμένων εκτάσεων, και στην συνέχεια την συναξιολόγηση αυτών με τα λεπτομερή θεματικά δεδομένα κάλυψης – χρήσης γης της περιοχής μελέτης. Τα στάδια της μεθοδολογίας παρουσιάζονται στο διάγραμμα ροής της Εικόνας 2.



Εικόνα 2. Διάγραμμα ροής

Η ανάλυση κάθε εικόνας SENTINEL, έγινε με το λογισμικό SNAP (Sentinel Application Platform) που παρέχεται ελεύθερα από την European Space Agency (ESA), σύμφωνα με τα παρακάτω βήματα:

1. Επιλογή υποσυνόλου

Καθώς η δορυφορική εικόνα καλύπτει μια αρκετά ευρύτερη περιοχή από την περιοχή μελέτης, για λόγους ευκολίας και ταχύτητας της επεξεργασίας, επιλέγεται ένα υποσύνολό της που αφορά στην περιοχή ενδιαφέροντος (Εικόνες 3-A1 & 3-A2).

2. Ραδιομετρική Βαθμονόμηση

Το αποτέλεσμα είναι ένα νέο προϊόν με βαθμονομημένες τιμές του συντελεστή οπισθοσκέδασης, του σήματος δηλαδή που ανακλάται από την επιφάνεια πρόσπτωσης και επιστρέφει στον δορυφόρο (Εικόνα 3-B).

3. Διόρθωση Θορύβου

Διόρθωση του φαινομένου “salt and pepper”, δηλαδή των πολλαπλών τυχαίων κηλίδων της εικόνας (Εικόνα 3-Γ).

4. Δυαδική μετατροπή

Για να γίνει ο διαχωρισμός των περιοχών με νερό από τις περιοχές χωρίς νερό πρέπει να επιλεγεί μία τιμή κατωφλίου. Αυτό επιτυγχάνεται με ανάλυση του ιστογράμματος του διορθωμένου συντελεστή οπισθοσκέδασης (Εικόνες 3-Δ1 & 3-Δ2). Για να γίνει μετατροπή της εικόνας σε δυαδική, εφαρμόζεται η επιλεχθείσα τιμή κατωφλίου μέσω μαθηματικού αλγορίθμου στο κάθε αναλυόμενο κανάλι της εικόνας. Τα κελιά του εξαγόμενου προϊόντος θα έχουν μία τιμή για το νερό και τις σκιάσεις¹ και 0 για όλα τα υπόλοιπα (Εικόνα 3-Δ3).

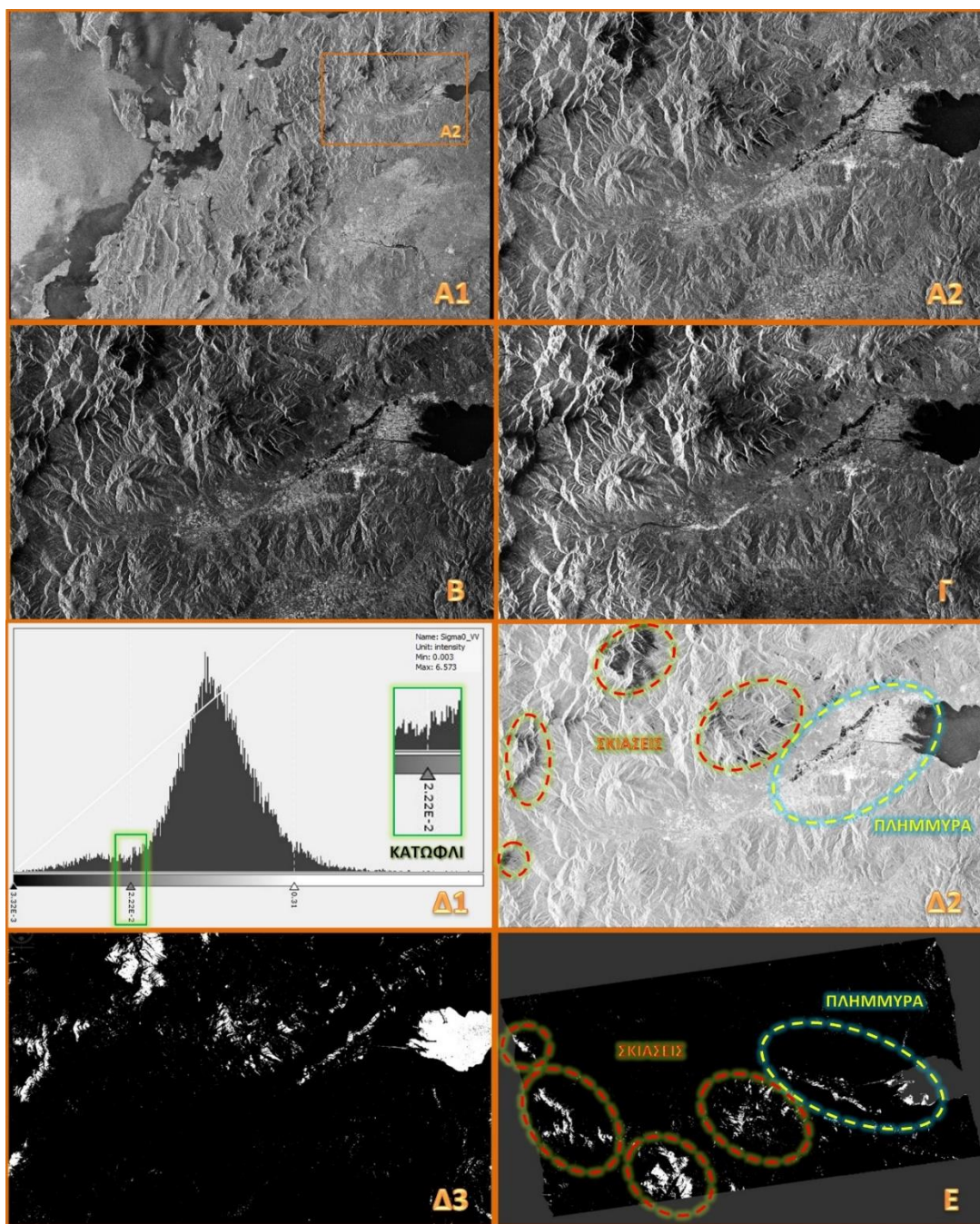
5. Γεωμετρική διόρθωση

Το δυαδικής μορφής προϊόν βρίσκεται στην γεωμετρία του δορυφορικού δέκτη και πρέπει να γίνει μετατροπή του σε γεωγραφική προβολή (Εικόνα 3-E). Για να επιτευχθεί αυτό γίνεται εγγραφή της εικόνας στο τμήμα του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους “SRTM3Sec” που αντιστοιχεί στην δορυφορική εικόνα.

6. Εξαγωγή πολυγώνων πλημμύρας

Γίνεται μετατροπή των περιοχών νερού και σκιάσεων, από την δυαδική εικόνα, σε διανυσματικό επίπεδο πολυγώνων. Διαγράφονται τα πολύγωνα που αφορούν στις σκιάσεις. Τέλος έγινε προσδιορισμός της συνολικής περιοχής πλημμύρας που έδειξαν συνδυαστικά οι δορυφορικές εικόνες.

¹ Οι περιοχές με νερό και οι σκιάσεις αναγλύφου ανήκουν στην ίδια περιοχή τιμών του ιστογράμματος και κατά συνέπεια εμφανίζονται με τον ίδιο τρόπο στην δορυφορική εικόνα.

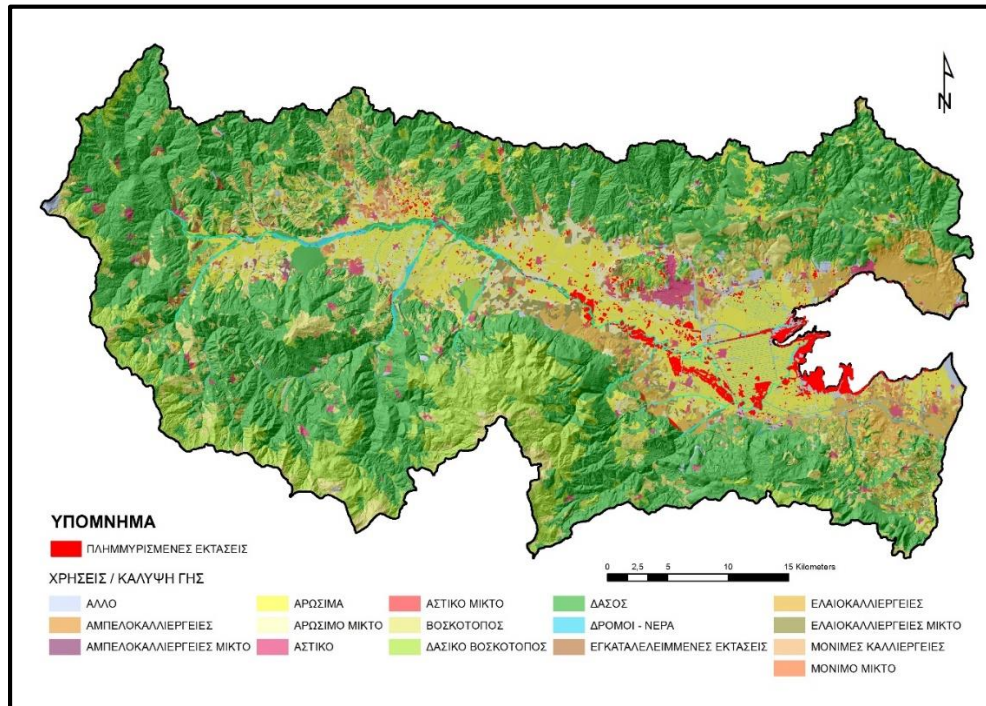


Εικόνα 3. Ανάλυση δορυφορικής εικόνας

Το τελευταίο στάδιο της μεθοδολογίας έχει σαν στόχο την κατηγοριοποίηση των εκτάσεων που πλημμύρισαν ανάλογα με την τύπο της χρήσης – κάλυψης γης, και επιτυγχάνεται με την υπέρθεση των καλύψεων γης με τη συνολική περιοχής πλημμύρας (σε περιβάλλον ΣΓΠ), η οποία προσδιορίστηκε παραπάνω. Τέλος ακολουθεί στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων για την εξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων και την εκτίμηση των πιθανών καταστροφών που προέκυψαν λόγω της πλημμύρας.

Αποτελέσματα & Συζήτηση

Στον χάρτη της Εικόνας 4, παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση των χρήσεων – κάλυψης γης για την λεκάνη του Σπερχειού και με κόκκινο χρωματισμό οι πλημμυρισμένες εκτάσεις που εξήχθησαν από την επεξεργασία των εικόνων SENTINEL-1.



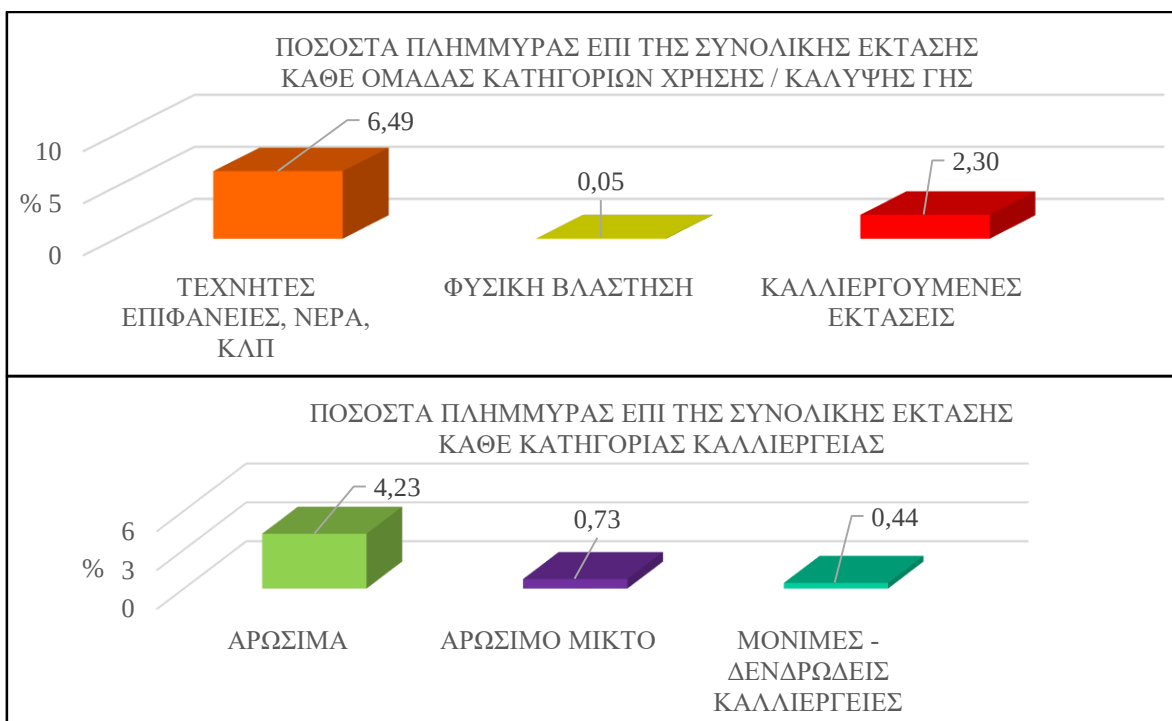
Εικόνα 4. Χάρτης χρήσεων – κάλυψης γης και πλημμυρισμένων εκτάσεων

Παρατηρείται ότι οι πλημμύρες ήταν πιο εκτεταμένες στις πιο πεδινές περιοχές και σε κοντινή απόσταση από την κοίτη του ποταμού, όπως και κοντά στις εκβολές του. Θύλακες πλημμυρισμένων περιοχών έχουν καταγραφεί σε πιο ορεινές περιοχές της κοιλάδας. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 2 και στο Σχήμα 2.

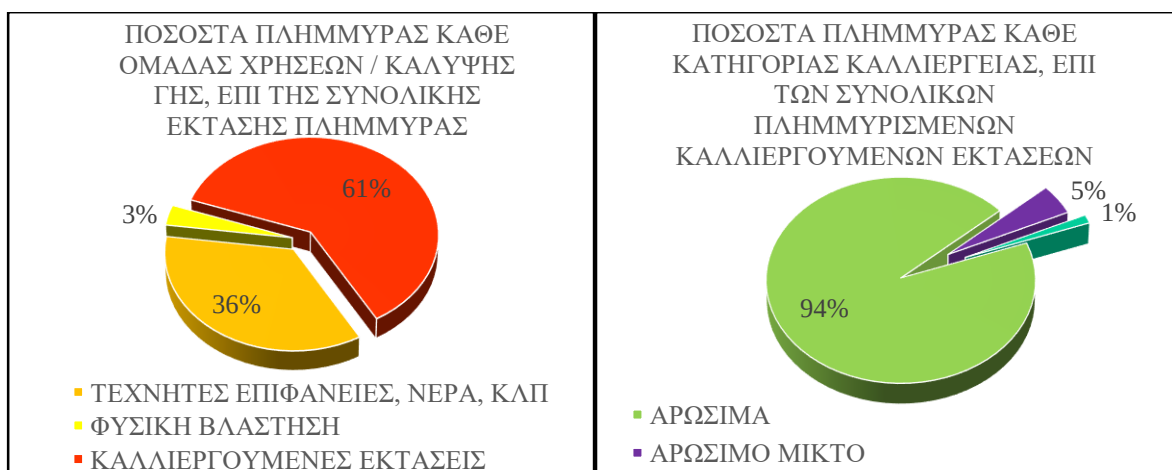
Το 2,3% των καλλιεργούμενων εκτάσεων καταγράφηκε ότι πλημμύρισε. Αυτό αντιστοιχεί στο 4,23% της συνολικής έκτασης των αρώσιμων καλλιεργειών, στο 0,73% των αρώσιμων μικτών και στο 0,44% των μόνιμων καλλιεργειών, ελαιοκαλλιεργειών και αμπελοκαλλιεργειών. Το ποσοστό των τεχνητών επιφανειών και λοιπών χρήσεων γης που πλημμύρισαν ήταν υψηλότερο (6,49%), ενώ χαμηλότερο ποσοστό καταγράφηκε στις δασικές εκτάσεις και τους βοσκότοπους (0,05%).

Η κατανομή χρήσεων – κάλυψης γης των πλημμυρισμένων εκτάσεων υπολογίστηκε με βάση τα στοιχεία του Πίνακα 2 και παρουσιάζεται στα διαγράμματα του Σχήματος 3. Το 61% των πλημμυρισμένων περιοχών ανήκε στις καλλιεργούμενες εκτάσεις, το 36% σε τεχνητές επιφάνειες

και λοιπές χρήσεις γης, όπως αστικές περιοχές, δρόμοι, επιφάνειες καλυμμένες με νερό και πριν την πλημμύρα και μόνο στο 3% υπήρχαν δάση και βοσκότοποι. Η περαιτέρω ανάλυση των πλημμυρισμένων γεωργικών εκτάσεων δείχνει ότι κατά 94% επλήγησαν αρώσιμες καλλιέργειες, κατά 5% μικτές αρώσιμες και κατά 1% μόνιμες καλλιέργειες, αμπελοκαλλιέργειες και ελαιώνες.



Σχήμα 2. Ποσοστά πλημμύρας ανά κατηγορία χρήσης – κάλυψης γης



Σχήμα 3. Κατανομή χρήσεων – κάλυψης γης στις πλημμυρισμένες εκτάσεις

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι αρώσιμες καλλιέργειες παρουσιάζεται να ήταν πιο εκτεθειμένες στον κίνδυνο της πλημμύρας σε σχέση με τις μόνιμες και δενδρώδεις καλλιέργειες στο συγκεκριμένο συμβάν που μελετήθηκε.

Πίνακας 2. Εκτάσεις και ποσοστά χρήσεων / κάλυψης γης και πλημμύρας

ΚΩΔΙΚΟΣ ΟΠΕΚΕΠΕ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ / ΚΑΛΥΨΗΣ ΓΗΣ	ΕΚΤΑΣΗ (Κm ²)		ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ (%)	
		ΣΥΝΟΛΙΚΗ	ΠΛΗΜΜΥΡΙΣΜΕΝΗ	ΕΠΙ ΤΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	ΕΠΙ ΤΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ
10	ΔΑΣΟΣ	996.085	0.361	0.036	1.864
12	ΔΑΣΙΚΟ ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΣ	234.285	0.051	0.022	0.264
30	ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΣ	174.543	0.230	0.132	1.186
(10,12,30)	ΦΥΣΙΚΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗ	1,404.912	0.643	0.046	3.315
40	ΑΡΩΣΙΜΑ	263.685	11.163	4.234	57.571
41	ΑΡΩΣΙΜΟ ΜΙΚΤΟ	76.499	0.560	0.732	2.889
50	ΜΟΝΙΜΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	9.914	0.003	0.035	0.018
51	ΜΟΝΙΜΟ ΜΙΚΤΟ	13.287	0.014	0.103	0.071
60	ΕΛΛΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	115.627	0.081	0.070	0.420
61	ΕΛΛΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΜΙΚΤΟ	34.760	0.056	0.161	0.288
70	ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	0.859	0.000	0.000	0.000
71	ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΜΙΚΤΟ	2.171	0.002	0.071	0.008
(40,41,50,51, 60,61,70,71)	ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ	516.802	11.879	2.299	61.264
20	ΑΣΤΙΚΟ	25.054	0.007	0.029	0.038
21	ΑΣΤΙΚΟ ΜΙΚΤΟ	4.356	0.001	0.028	0.006
91	ΔΡΟΜΟΙ - ΝΕΡΑ	29.111	0.660	2.268	3.404
92	ΕΓΚΑΤΑΛΕΛΕΙΜΜΕΝΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ	8.813	0.001	0.009	0.004
90	ΆΛΛΟ	38.525	6.199	16.091	31.969
(20,21,91,92, 90)	ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ, ΝΕΡΑ, ΚΛΠ	105.859	6.868	6.488	35.422
ΣΥΝΟΛΟ		2,027.573	19.390	0.956*	100.000
*ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ					

Συμπεράσματα

Τα δορυφορικά δεδομένα SAR, όπως είναι τα προϊόντα SENTINEL, είναι κατάλληλα για την μελέτη φαινομένων έντονων βροχοπτώσεων και πλημμυρών, καθώς δεν επηρεάζονται από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, σε αντίθεση με τους οπτικούς δορυφόρους (π.χ. Landsat). Επίσης, τα δεδομένα υψηλής χωρικής ανάλυσης χρήσης / κάλυψης γης, αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο υπόβαθρο για την όσο το δυνατόν πιο λεπτομερή αξιολόγηση και εκτίμηση των πιθανών καταστροφών που προκαλούν ακραία φαινόμενα όπως οι πλημμύρες

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε αποτελεί μια γρήγορη και αποτελεσματική προσέγγιση για την ανάλυση και εκτίμηση των καταστροφικών επιπτώσεων πλημμυρικών φαινομένων. Σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι το χαμηλό κόστος εφαρμογής αφού τόσο τα αρχικά δεδομένα (εικόνες SAR, χρήσεις / κάλυψη γης), όσο και τα λογισμικά SNAP και τα ελεύθερα πακέτα ΣΓΠ (πχ. QGIS), μπορούν να αποκτηθούν χωρίς κόστος.

Περαιτέρω ανάλυση των πλημμυρικών συνθηκών της λεκάνης του Σπερχειού, καθώς και η δημιουργία μίας χρονοσειράς πλημμυρών της περιοχής θα μπορούσε να παρέχει τα

απαραίτητα στοιχεία ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για την εφαρμογή μέτρων αγροτικής πολιτικής που συνδέονται τόσο με τις έγγειες βελτιώσεις όσο και με την κατάλληλη χωροθέτηση των αροτραίων καλλιεργειών στις πεδινές περιοχές. Επιπλέον, θα βοηθούσε στην λήψη των απαραίτητων μέτρων προστασίας, καθώς επίσης στην έγκαιρη ενημέρωση των αγροτών για τις διαθέσιμες επιλογές που υπάρχουν για την αποσόβηση των πλημμυρικών φαινομένων, ώστε να μην τα βιώνουν ως μια αναπόφευκτη φυσική καταστροφή.

FLOOD IMPACT ASSESSMENT VIA SAR DATA ANALYSIS AND GIS. APPLICATION IN SPERCHIOS RIVER BASIN, GREECE.

**Stathopoulos Nikolaos^{1*}, Louka Panagiota², Kalogeropoulos Kleomenis³,
Karymbalis Euthimios³, Papadopoulos Apostolos³ & Chalkias Christos³**

nstath@metal.ntua.gr*, p.louka@aua.gr, kalogeropoulos@hua.gr,
karymbalis@hua.gr, apospapa@hua.gr, xalkias@hua.gr

¹School of Mining and Metallurgical Engineering, Sector of Geological Sciences, National Technical University of Athens, Iroon Polytechniou 9, 15780, Greece.

²Department of Natural Resources Development and Agricultural Engineering, Agricultural University of Athens, Iera Odos 75, 11855, Greece.

³School of Environment, Geography and Applied Economics, Department of Geography, Harokopio University, El. Venizelou 70, 17671, Athens, Greece.

Abstract

Floods are one of the most devastating natural phenomena worldwide, with very severe impacts on human life. There is important flood history in Greece, which is accompanied by a large number of disasters in different types of land use / cover, with significant financial compensation and / or rehabilitation cost. This paper utilizes SENTINEL-1 satellite imagery and high spatial analysis land cover / use data to assess the devastating effects of a prolonged

period of intense and continuous rainfall and consequently severe floods, which occurred in Sperchios River Valley at late January - early February 2015. The studied flood phenomenon caused, besides major disasters in infrastructure, extensive disasters in agricultural areas of Sperchios River Valley. The proposed methodology aims at the delimitation of flooded areas and then the co-evaluation of these with detailed thematic land cover / use data of the area of interest. The analysis of satellite imagery and export of flooded areas was accomplished via SNAP, a non-commercial software provided by the European Space Agency (ESA), while their further combinatorial processing with land use / cover data, as well as the extraction of the final results and research maps, took place in a GIS environment. The implementation of the method has provided useful results, making it a particularly effective operational tool for disaster management, assessment and rehabilitation, especially in rural areas.

Key Words

Floods, GIS, Remote Sensing, SENTINEL, Land Use / Cover

Βιβλιογραφία

Ελληνική

ΕΓΥ – Ελληνική Γραμματεία Υδάτων. 2016. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας.

Κουτσογιάννης, Δ. 2003. Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας. ΥΠ. ΑΝ. – Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων, Αθήνα.

Λέκκας Ε. 2000. Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές. Εκδ. Access Pre-Press.

Λέκκας Ε. 2009. Φυσικές καταστροφές. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Δωδεκανήσου. Ρόδος.

Σταθόπουλος, Ν. 2017. Ανάπτυξη μοντέλων επιφανειακής απορροής και εκτίμηση πλημμυρικού κινδύνου, στην υδρολογική λεκάνη του Σπερχείου ποταμού, με την αξιοποίηση Σ.Γ.Π. και Τηλεπισκόπησης. Διπλωματική Εργασία. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Αθήνα.

Διεθνής

Diakakis, M., Mavroulis, S., Deligiannakis, G. 2012. Floods in Greece, a statistical and spatial approach. Natural hazards, 62(2), 485-500.

Martini, F., & Loat, R. 2007. Handbook on good practices for flood mapping in Europe.