

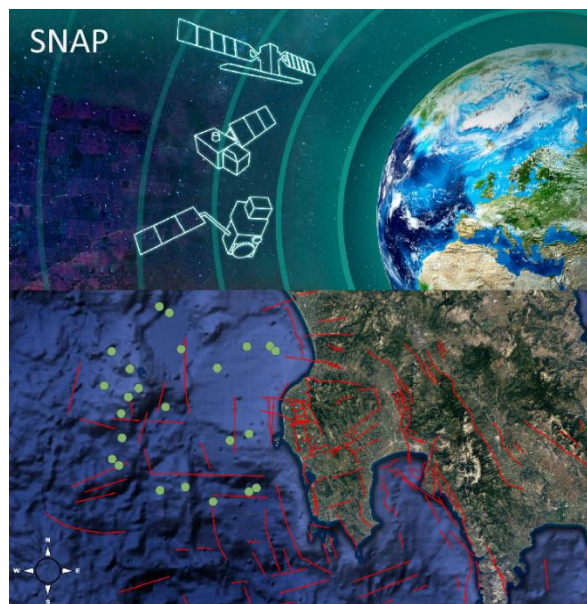
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ



ΒΑΛΑΝΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑ ΕΥΦΡΟΣΥΝΗ

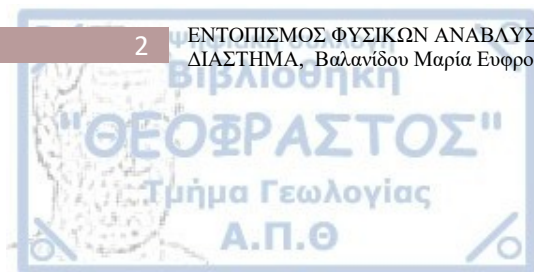
ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΑΝΑΒΛΥΣΕΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΕ
ΛΕΔΟΜΕΝΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΓΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



Επιβλέποντες: Καθηγητής Γεωργακόπουλος Ανδρέας
Επίκουρος Καθηγητής Μουρατίδης Αντώνιος

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2021



Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	6
2. Περιοχή Μελέτης.....	6
3. Δεδομένα και Μεθοδολογία.....	8
3.1 Προεπεξεργασία.....	9
3.1.1 Αρχείο Τροχιάς (Apply Orbit File)	9
3.1.2 Αποκοπή (Subset)	10
3.1.3 Στοίβας (Create Stack).....	10
3.2 Επεξεργασία.....	11
3.2.1 Εντοπισμός κηλίδων πετρελαίου (Oil Spill Detection).....	11
3.2.2 Ορθοαναγωγή (Terrain Correction)	13
3.2.3 Οπτικοποίηση αποτελεσμάτων στο QGIS	14
4. Αποτελέσματα	15
5. Συζήτηση – Ανάλυση Αποτελεσμάτων	20
6. Βιβλιογραφία.....	25

Λίστα εικόνων

Εικόνα 1: Η έκταση που καταλαμβάνει το Block 10 στον Κυπαρισσιακό Κόλπο	6
Εικόνα 2: Η περιοχή μελέτης όπως εμφανίζεται σε μια δορυφορική εικόνα	7
Εικόνα 3: Το αποτέλεσμα από την εφαρμογή της αποκοπής στη δορυφορική εικόνα.	10
Εικόνα 4: Επιθυμητά αποτελέσματα από την έρευνα για εντοπισμό φυσικών αναβλύσεων πετρελαίου	15
Εικόνα 5: Παρουσιάζονται μη επιθυμητά αποτελέσματα από την έρευνα για εντοπισμό φυσικών αναβλύσεων πετρελαίου	16
Εικόνα 6: Απεικόνιση σε μεγέθυνση μη επιθυμητών αποτελεσμάτων	17
Εικόνα 7: Απεικόνιση σε μεγέθυνση επιθυμητών αποτελεσμάτων, όπου τα λευκά πίκσελ αντιπροσωπεύουν μια κηλίδα πετρελαίου	18
Εικόνα 8: Απεικόνιση σε μεγέθυνση επιθυμητών αποτελεσμάτων, όπου το μαύρο πίκσελ που έχει επιλεγεί αντιπροσωπεύει περιοχή που δεν εντοπίζεται κηλίδα πετρελαίου	18

Λίστα σχημάτων

Σχήμα 1: Σχηματική παρουσίαση της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε για τον εντοπισμό φυσικών αναβλύσεων πετρελαίου	9
Σχήμα 2: Στατιστικά αποτελέσματα του μέγιστου μέσου όρου στοιβάσεως (Stack Averaging -> Max Average)	19
Σχήμα 3: Στατιστικά αποτελέσματα του μέσου όρου στοιβάσεως (Stack Averaging -> Mean Average)	19

Λίστα Χαρτών

Χάρτης 1	21
Χάρτης 2	23

Περίληψη

Σε αυτή τη διπλωματική εργασία παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τον εντοπισμό φυσικών αναβλύσεων πετρελαίου με δεδομένα παρατήρησης της Γης από το διάστημα με τη χρήση των δορυφόρων Sentinel-1 και Sentinel-2 στη θαλάσσια περιοχή δυτικά της Πελοποννήσου, όπου βρίσκεται το Block 10. Απώτερος σκοπός είναι να μελετηθεί η ύπαρξη ή μη κηλίδων πετρελαίου. Στην περίπτωση όμως που όντως ανιχνευθούν κηλίδες, θα πρέπει να εξακριβωθεί ότι δεν πρόκειται για κάποιο τυχαίο συμβάν, αλλά ότι υφίσταται και κατά την εξέλιξη του χρόνου και πώς αυτό μπορεί να σχετίζεται με τη γεωλογία της περιοχής.

Abstract

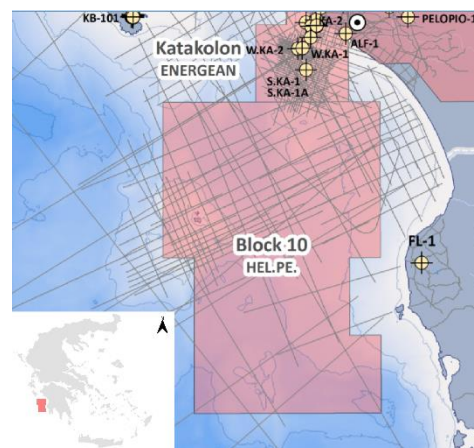
This bachelor thesis represents the methodology used to investigate the potential of Earth observation data in locating natural oil seepage. Satellites Sentinel-1 and Sentinel-2 data will be used regarding offshore western Peloponnese, where Block 10 is located. The ultimate goal is to study the existence or not of natural oil seepage. However, if such is indeed detected, it must be verified that it is not a random event, but that it continues to exist during the course of time and how it relates to the geology of the area.

1. Εισαγωγή

Σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι να διερευνηθεί το ενδεχόμενο ύπαρξης φυσικών αναβλύσεων πετρελαίου σε μια περιοχή της ανατολικής Μεσογείου θάλασσας με δεδομένα παρατήρησης της Γης από το διάστημα. Συγκεκριμένα, θα χρησιμοποιηθούν δεδομένα από τους δορυφόρους Sentinel-1 και Sentinel-2 στην ελληνική θαλάσσια περιοχή που εντοπίζεται στο Block 10 για την περίοδο 2015-2020. Η μελέτη αυτή πραγματοποιείται σε συνεργασία μεταξύ των Τομέων Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας (GMO) και Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας (GGE), όπου αντίστοιχα η περιοχή μελέτης έχει επισημανθεί από τον καθηγητή Γεωργακόπουλο Ανδρέα και η επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων από το εργαστήριο Τηλεπισκόπησης και εφαρμογών GIS από τον Επίκουρο Καθηγητή Μουρατίδη Αντώνιο.

2. Περιοχή Μελέτης

Το Block 10 βρίσκεται στον Κυπαρισσιακό Κόλπο ανάμεσα στα νησιά Στροφάδες και τις δυτικές ακτές της Πελοποννήσου. Γεωλογικά η Δυτική Ελλάδα ανήκει στο σύστημα της Αλπικής ορογένεσης. Κατά το Άνω Κρητιδικό – Κάτω Ηώκαινο και μέχρι το Τριτογενές έλαβε μέρος η σύγκρουση της Ευρασιατικής πλάκας και της Αφρικανικής πλάκας που είχαν σαν αποτέλεσμα το κλείσιμο του ωκεανού της Τυθής, τη δημιουργία ενδωηπειροτικής παραμόρφωσης και κατ' επέκταση μια ζώνη πτυχώσεων και επωθήσεων με διεύθυνση προς τα δυτικά που αποτελείται από τεκτονικά λείπια διεύθυνσης BBA – NNA και τέλος, τη δημιουργία των Εξωτερικών Ελληνίδων. Αρκετά πεδία πετρελαίου και φυσικού αερίου που έχουν ανακαλυφθεί στην Αλβανία ανήκουν στην ίδια ζώνη πτυχώσεων και επωθήσεων και έχουν τα ίδια γεωλογικά χαρακτηριστικά. Κοντά στο Block 10 βρίσκεται το Δυτικό Κατάκολο στο οποίο ανακαλύφθηκε πετρελαϊκό πεδίο και έτσι γίνεται αποδεκτό ότι στη Δυτική Ελλάδα υπάρχει ένα ενεργό πετρελαϊκό σύστημα.

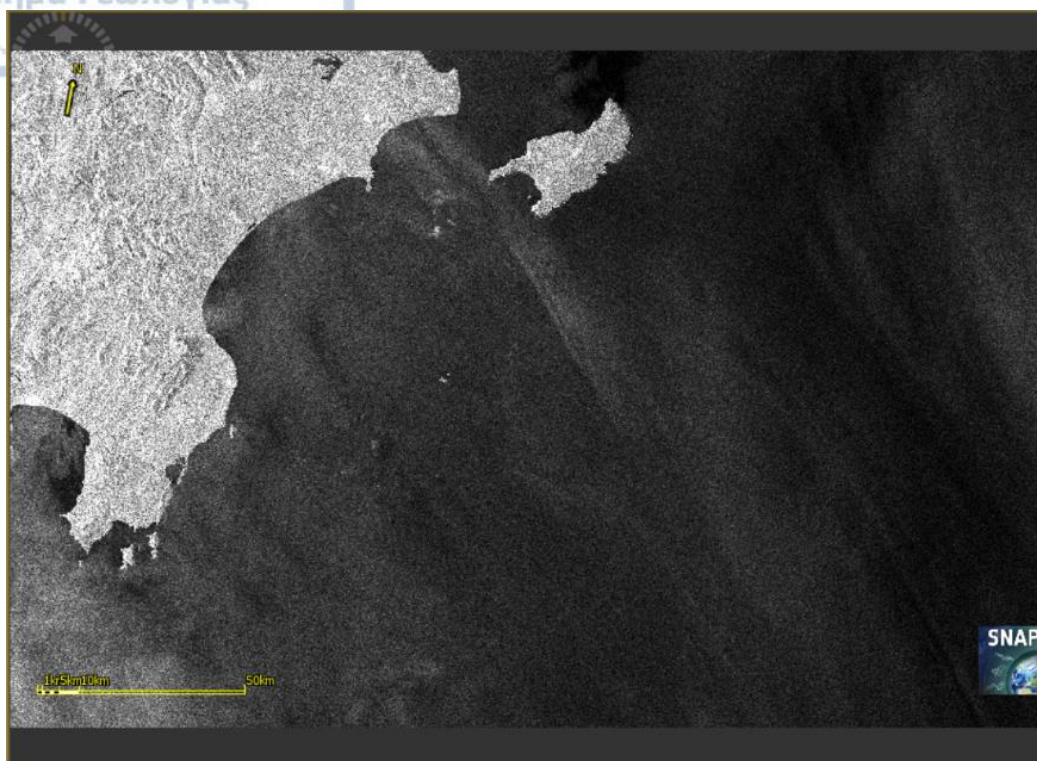


Εικόνα 1: Η έκταση που καταλαμβάνει το Block 10 στον Κυπαρισσιακό Κόλπο

(Πηγή:

https://www.greekhydrocarbons.gr/en/Block10_en.html)

(Hellenic Hydrocarbon Resources Management)



Εικόνα 2: Η περιοχή μελέτης όπως εμφανίζεται σε μια δορυφορική εικόνα

Πηγή: **Sentinel Application Platform (SNAP)**

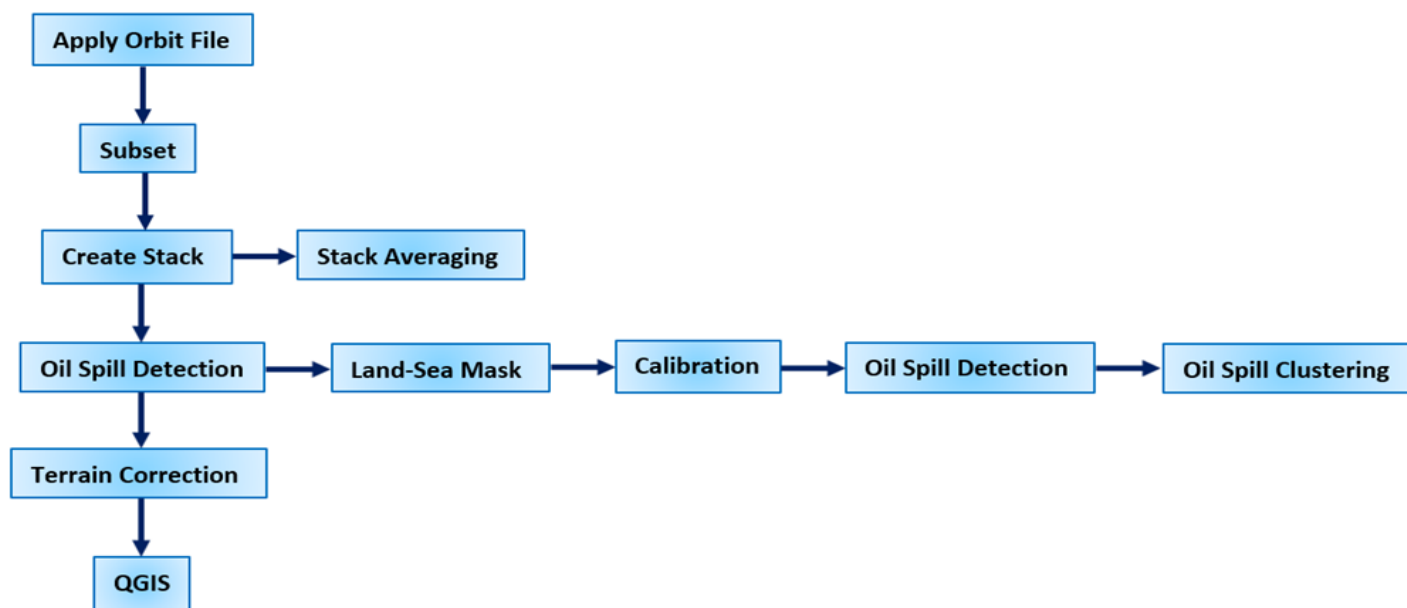
3. Δεδομένα και Μεθοδολογία

Τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό φυσικών αναβλύσεων πετρελαίου και προέρχονται από το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Copernicus Open Access Hub και το οποίο παρέχει στους χρήστες δωρεάν και ανοιχτή πρόσβαση στα προϊόντα των Sentinel-1 και Sentinel-2 που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτή την έρευνα, καθώς όμως και για τους δορυφόρους Sentinel-3 και Sentinel-5P.

Αποστολή Sentinel-1 : Αποτελείται από δύο δίδυμους δορυφόρους, τους Sentinel-1A και Sentinel-1B, οι οποίοι βρίσκονται σε πολική τροχιά 180° μεταξύ τους. Τα δεδομένα που λαμβάνουμε από τον κάθε ένα από αυτούς έχουν κύκλο επαναληψιμότητας ανά 12 ημέρες και επομένως, σε συνδυασμό των δύο, ανά 6 ημέρες. Κάθε δορυφόρος αποτελείται από έναν ενεργητικό αισθητήρα και περιλαμβάνει μια, κεραία η οποία εκπέμπει και λαμβάνει σήμα υπό γωνία προς τα δεξιά καθώς διέρχεται σε υψόμετρο και αζιμούθιο παρέχοντας έτσι μια γρήγορη σάρωση.

Αποστολή Sentinel-2 : Αποτελείται από μια σειρά δορυφόρων που φέρουν οπτικά συστήματα, τους Sentinel-2A και Sentinel-2B και βρίσκονται σε πολική τροχιά στις 180° μεταξύ τους. Λαμβάνουμε δεδομένα σε κύκλο επαναληψιμότητας ανά 5 ημέρες, ο κάθε δορυφόρος δηλαδή δίνει ανά 10 ημέρες. Κάθε δορυφόρος διαθέτει παθητικό αισθητήρα και πολυφασματικό όργανο αποτελούμενο από 13 φασματικές μπάντες, ανάλογα με τις οποίες η χωρική ανάλυση κυμαίνεται στα 10m/20m/60m.

(RUS (Research and User Support for Sentinel core products) Remote Training , 2020)
(Copernicus Open Access Hub)



Σχήμα 1: Σχηματική παρουσίαση της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε για τον εντοπισμό φυσικών αναβλύσεων πετρελαίου

3.1 Προεπεξεργασία

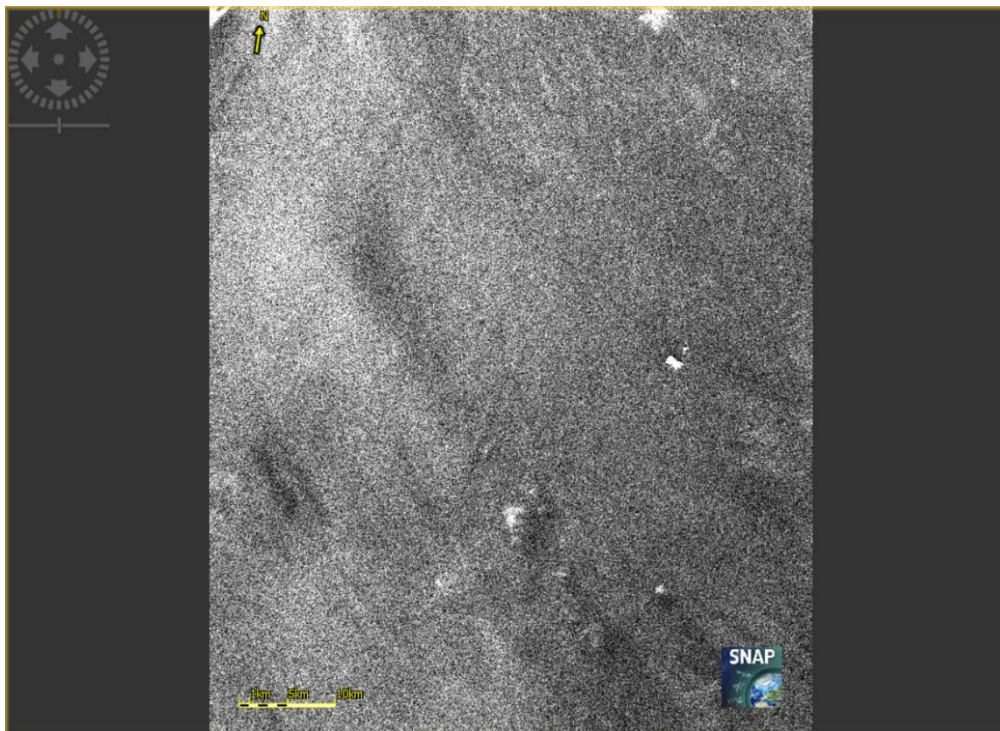
Είναι σημαντικό να γίνει μια προεπεξεργασία πριν από τη βασική επεξεργασία των εικόνων που λαμβάνουμε από τους δορυφόρους, η οποία εκτελείται μέσω της Sentinel Application Platform (SNAP) της Ευρωπαϊκής Διαστημικής Υπηρεσίας (ESA) και αποτελείται από τρία κύρια στάδια, καθοριστικά για την ορθότητα των αποτελεσμάτων και τα οποία αναλύονται παρακάτω.

3.1.1 Αρχείο Τροχιάς (Apply Orbit File)

Εφαρμόζεται σε όλες τις εικόνες το αρχείο τροχιάς, το οποίο παρέχει ακριβείς πληροφορίες για τη θέση και την ταχύτητα του δορυφόρου, δεδομένου ότι οι πληροφορίες της τροχιάς δεν είναι ακριβείς όταν δημιουργούνται, αλλά είναι διαθέσιμες μερικές μέρες έως και εβδομάδες αργότερα.

3.1.2 Αποκοπή (Subset)

Επόμενο βήμα είναι η αποκοπή των εικόνων, με στόχο την επισήμανση της περιοχής μελέτης. Στην προκειμένη περίπτωση, εφόσον το αντικείμενο της έρευνας είναι η εύρεση φυσικών αναβλύσεων σε μια υδάτινη περιοχή, αποκόπτεται η στεριά, δηλαδή η περιοχή που δεν περιλαμβάνει νερό.



Εικόνα 3: Το αποτέλεσμα από την εφαρμογή της αποκοπής στη δορυφορική εικόνα.

Πηγή: **Sentinel Application Platform (SNAP)**

3.1.3 Στοίβασις (Create Stack)

Τέλος, χρησιμοποιώντας το εργαλείο “stack” γίνεται η στοίβασις των εικόνων. Πιο συγκεκριμένα, στη φάση αυτή ορίζεται μια εικόνα ως η κύρια εικόνα, είτε τυχαία είτε κατ’ επιλογήν και στη συνέχεια με βάση τις γεωγραφικές συντεταγμένες και τα στοιχεία της κύριας αυτής εικόνας, θα γίνει τοποθέτηση πίξελ με πίξελ όλων των ομοειδών εικόνων της μιας πάνω στην άλλη. Έτσι θα δημιουργηθεί ένα αρχείο το οποίο θα περιλαμβάνει όλες τις εικόνες, με αποτέλεσμα η διαδικασία της επεξεργασίας να γίνεται γρηγορότερα και ευκολότερα.

(Rosich B., Meadows P., Absolute calibration of ASAR Level 1 products, ESA/ESRIN, ENVI-CLVL-EOPG-TN-03-0010, Issue 1, Revision 5, October 2004, n.d.)

(Laur H., Bally P., Meadows P., S?nchez J., Sch?ttler B., Lopinto E. & Esteban D., ERS SAR Calibration: Derivation of σ^0 in ESA ERS SAR PRI Products, ESA/ESRIN, ES-TN-RS-PM-HL09, Issue 2, Rev. 5f, November 2004, n.d.)

(Lavalley M., Absolute Radiometric and Polarimetric Calibration of ALOS PALSAR Products, Issue 1, Revision 2, 01/04/2008, n.d.)

(RADARSAT Data Product Specification, RSI-GS-026, Revision 3, May 8, 2000, n.d.)

3.2 Επεξεργασία

Στο στάδιο αυτό, αφού έχει προηγηθεί η κατάλληλη προεπεξεργασία, μπορεί πλέον να εφαρμοστεί η βασική επεξεργασία των εικόνων. Η επεξεργασία αυτή αποτελείται από τρία στάδια: τον εντοπισμό κηλίδων πετρελαίου, η οποία υποδιαιρείται σε τέσσερα επί μέρους στάδια, την ορθοαναγωγή (Terrain Correction) και την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων στο πρόγραμμα QGIS το οποίο συνιστά Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ) με ελεύθερη και ανοιχτή πρόσβαση.

3.2.1 Εντοπισμός κηλίδων πετρελαίου (Oil Spill Detection)

Στο στάδιο αυτό πραγματοποιείται ανίχνευση των σκοτεινών σημείων, αυτών δηλαδή με χαμηλή οπισθοσκέδαση σε σχέση με τη γειτονική περιοχή. Η οπισθοσκέδαση πάνω από τους ωκεανούς είναι κυρίως αποτέλεσμα της τραχύτητας της θάλασσας. Οι κηλίδες πετρελαίου που εμφανίζονται στην επιφάνεια της θάλασσας μειώνουν την τραχύτητα της και κατ' επέκταση και την οπισθοσκέδαση, με αποτέλεσμα οι εικόνες SAR οι κηλίδες πετρελαίου να εμφανίζονται πιο σκοτεινές σε σχέση με τη γύρω περιοχή.

Τα σκοτεινά αυτά σημεία μπορεί να συνίστανται είτε σε κηλίδες πετρελαίου που είναι και το άμεσα ζητούμενο, είτε σε κάποιο άλλο μέσο το οποίο εμφανίζει αντίστοιχα χαμηλή οπισθοσκέδαση, όπως είναι για παράδειγμα τα πλοία. Για αυτό τον λόγο, θα πρέπει να γίνεται έλεγχος για το κάθε πίκσελ ξεχωριστά, ούτως ώστε να αποκλειστούν όλοι οι ανεπιθύμητοι παράγοντες και κατ' επέκταση πιθανά σφάλματα που μπορούν να αλλοιώσουν τα αποτελέσματα.

Το στάδιο αυτό αναλύεται στις εξής τέσσερις λειτουργίες:

α) Προεπεξεργασία (Pre-processing): Αποτελείται από τη βαθμονόμηση και το φιλτράρισμα της κροκιδωτικής υφής. (Calibration and speckle filtering)

Βαθμονόμηση: Η βαθμονόμηση των εικόνων είναι απαραίτητη προκειμένου να εξακριβωθεί η ακριβής τιμή των πίξελ που αντιπροσωπεύουν την πραγματική οπισθοσκέδαση της ανακλώμενης επιφάνειας.

Φιλτράρισμα της κροκιδωτικής υφής: Οι εικόνες SAR έχουν τραχεία, κοκκώδη υφή, ως αποτέλεσμα τυχαίων εποικοδομητικών και καταστροφικών παρεμβολών. Για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητο το φιλτράρισμα, το οποίο αμβλύνει αυτή την τραχεία, κροκιδωτική υφή, σε κόστος βέβαια της ευκρίνειας των εικόνων.

β) Κάλυψη ξηράς-θάλασσας (Land-sea masking): Αυτό το στάδιο εφαρμόζεται ούτως ώστε να διασφαλιστεί ότι η ανίχνευση σκοτεινών σημείων επικεντρώνεται μόνο στην περιοχή ενδιαφέροντος, που στην προκειμένη περίπτωση είναι η θάλασσα.

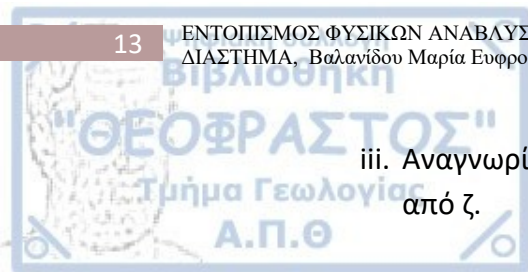
γ) Ανίχνευση σκοτεινών σημείων (Oil spill detection): Ανιχνεύονται τα σκοτεινά σημεία με τη μέθοδο της μετάθεσης του κατωφλίου (threshold shift).

Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση σκοτεινών σημείων είναι:

1. Ζώνη Πηγής (Source Band): Γίνεται επιλογή μίας ή περισσότερων ζωνών για την παραγωγή εικόνων. Στην περίπτωση που δεν επιλεγεί καμία ζώνη, τότε επιλέγονται αυτόματα όλες.
2. Μέγεθος φόντου παραθύρου (Background Window size): Ορίζεται μία τιμή σε πίξελ για τον υπολογισμό του μέσου επιπέδου της οπισθοσκέδασης.
3. Μετάθεση του κατωφλίου (Threshold shift): Ορίζεται μία τιμή σε ντεσιμπέλ, η οποία πρέπει να είναι μικρότερη από το τοπικό μέσο επίπεδο της οπισθοσκέδασης.

Ο αλγόριθμος Threshold shift λειτουργεί ως εξής:

- i. Υπολογίζει τη μέση τιμή των πίξελ στο παράθυρο που ορίζεται, έστω ότι η τιμή είναι χ .
- ii. Αφαιρεί από τη μέση τιμή των πίξελ τα ντεσιμπέλ τα οποία τίθενται στο πεδίο "threshold shift". Έστω ότι η τιμή είναι ψ , τότε $\chi - \psi = \zeta$.



iii. Αναγνωρίζει ως πιθανό πετρέλαιο όσα πίκσελ έχουν τιμή μικρότερη από ζ.

δ) Ομαδοποίηση και διάκριση (Clustering and discrimination): Σε αυτό το βήμα τα πίκσελ που έχουν ανιχνευτεί ως μέρη των σκοτεινών σημείων ομαδοποιούνται και έπειτα εξαλείφονται με βάση τη διάσταση του συμπλέγματος, χρησιμοποιώντας το ελάχιστο μέγεθος. Ωστόσο στην παρούσα έρευνα μελετάται το κάθε πίκσελ ξεχωριστά και όχι ομαδοποιημένα, για αυτό η τιμή που θα δοθεί σε αυτό το βήμα θα πρέπει να είναι τέτοια που να μην επιτρέπει την ομαδοποίηση.

([1] A. S. Solberg, C. Brekke and R. Solberg, "Algorithms for oil spill detection in Radarsat and ENVISAT SAR images", Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2004. IGARSS '04. Proceedings. 2004 IEEE International, 20-24 Sept. 2004, page 4909-4912, vol.7., 2004)

(Brekke, C., & Solberg, A. H. S. (2005). Oil spill detection by satellite remote sensing. Remote Sensing, 2005)

(Schistad Solberg, A. H., Storvik, G., Solberg, R., & Volden, E. (1999). Automatic detection of oil spills in, 1999)

(Stathakis, D., Topouzelis, K., & Karathanassi, V. (2006). Large-scale feature selection using evolved , 2006)

3.2.2 Ορθοαναγωγή (Terrain Correction)

Όταν ο δορυφορικός αισθητήρας δεν έχει τη σωστή κλίση και το ανάγλυφο είναι έντονο, μπορεί να προκύψουν αλλαγές στις αποστάσεις των εικόνων SAR και τα αποτελέσματα να είναι παραμορφωμένα. Για το λόγο αυτό, προκειμένου η εικόνα να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πραγματικότητα, χωρίς αυτές τις παραμορφώσεις στη γεωμετρία της, εφαρμόζεται η ορθοαναγωγή.

(Rosich B., Meadows P., Absolute calibration of ASAR Level 1 products, ESA/ESRIN, ENVI-CLVL-EOPG-TN-03-0010, Issue 1, Revision 5, 2004)

(Laur H., Bally P., Meadows P., S?nchez J., Sch?ttler B., Lopinto E. & Esteban D., ERS SAR Calibration: Derivation of ?0 in ESA ERS SAR PRI Products, ESA/ESRIN, ES-TN-RS-PM-HL09, Issue 2, Rev. 5f, 2004)

(Lavalley M., Absolute Radiometric and Polarimetric Calibration of ALOS PALSAR Products, Issue 1, Revision 2, 2008)

(RADARSAT Data Product Specification, RSI-GS-026, Revision 3, 2000)

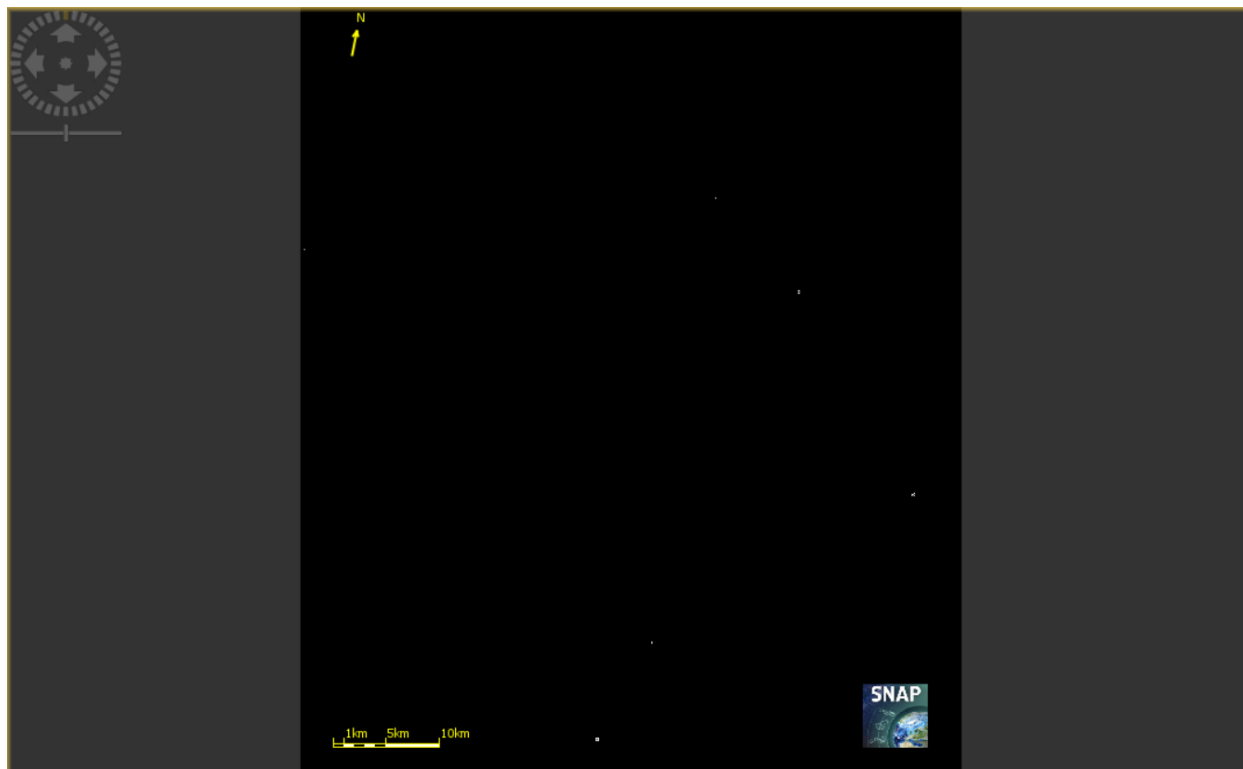
(Radiometric Calibration of TerraSAR-X data - TSXX-ITD-TN-0049-radiometric_calculations_I1.00.doc, 2008)

3.2.3 Οπτικοποίηση αποτελεσμάτων στο QGIS

Αφού έχουν πλέον ολοκληρωθεί όλα τα στάδια επεξεργασίας και διόρθωσης των εικόνων, τα αποτελέσματα θα εξαχθούν στο πρόγραμμα QGIS για τη δημιουργία χαρτών με βάση τους οποίους θα γίνει τόσο η ανάλυση των απευθείας αποτελεσμάτων, όσο και η σύγκριση τους με βάση τη γεωλογία της περιοχής.

4. Αποτελέσματα

Για την κατάλληλη επιλογή των τιμών που εφαρμόστηκαν στο στάδιο της επεξεργασίας για την εύρεση κηλίδων πετρελαίου, χρειάστηκε να εξεταστεί η κάθε παράμετρος ξεχωριστά, και για τον λόγο έγιναν αρκετές δοκιμές με διαφορετικές τιμές κάθε φορά. Αυτές που έφεραν το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι για την τιμή των πίξελ της περιοχής το 10 (10πίξελ x 10πίξελ άρα 100m μακριά από την ακτή), η τιμή των πίξελ του παραθύρου όπου έγινε η έρευνα είναι 21 (21πίξελ x 21πίξελ), η τιμή του threshold shift σε ντεσιμπέλ είναι ίση με 10 και τέλος, η τιμή που δόθηκε για την ομαδοποίηση και τη διάκριση των πίξελ είναι ίση με 0,0001, προκειμένου να μην επιτραπεί, όπως προαναφέρθηκε, ομαδοποίηση και διάκριση.



Εικόνα 4: Επιθυμητά αποτελέσματα από την έρευνα για εντοπισμό φυσικών αναβλύσεων πετρελαίου

Πηγή: **Sentinel Application Platform (SNAP)**

Στην Εικόνα 4 παραπάνω παρουσιάζονται τα τελικά επιθυμητά αποτελέσματα από την έρευνα για εντοπισμό φυσικών αναβλύσεων πετρελαίου, όπου τα άσπρα σημεία που εμφανίζονται αντιστοιχούν σε πιθανές κηλίδες πετρελαίου. Συγκεκριμένα η εικόνα αυτή αντιπροσωπεύει μία ημέρα (18/5/19).

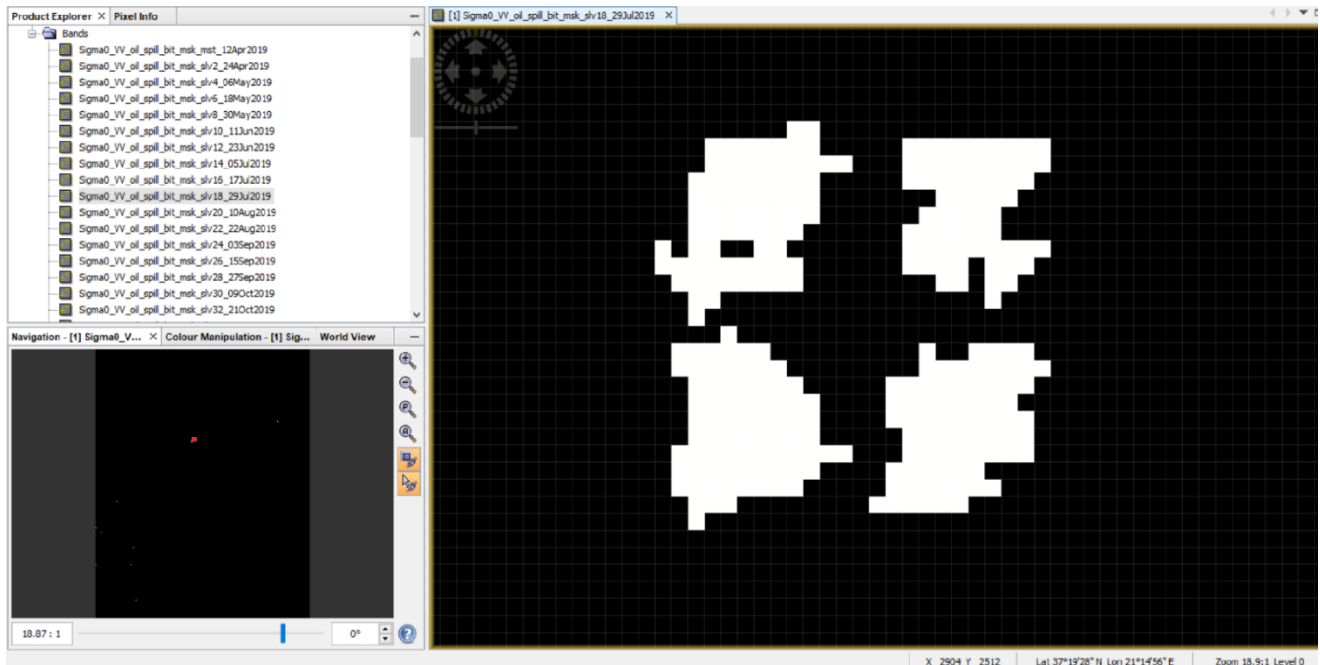
Αντίθετα, στην Εικόνα 5 παρακάτω παρουσιάζονται μη επιθυμητά αποτελέσματα από τον εντοπισμό για εύρεση φυσικών αναβλύσεων πετρελαίου. Εδώ, τα άσπρα σημεία που υποδηλώνουν πιθανές κηλίδες πετρελαίου είναι πολύ περισσότερα από ό,τι στην Εικόνα 4, κάτι που οφείλεται στο γεγονός ότι δεν χρησιμοποιήθηκαν οι σωστές παράμετροι. Κατά την έρευνα, σκοπός είναι να περιοριστούν όσο το δυνατό περισσότερο πιθανά σφάλματα και για το λόγο αυτό απαιτείται διαφοροποίηση των παραμέτρων. Συγκεκριμένα η εικόνα αυτή αντιπροσωπεύει μία ημέρα (18/5/19)



Εικόνα 5: Παρουσιάζονται μη επιθυμητά αποτελέσματα από την έρευνα για εντοπισμό φυσικών αναβλύσεων πετρελαίου

Πηγή: **Sentinel Application Platform (SNAP)**

Στην Εικόνα 6 παρακάτω, στο εικονίδιο κάτω αριστερά φαίνονται οι πιθανές κηλίδες πετρελαίου με λευκό χρώμα. Στη δεξιά πλευρά φαίνεται μια από αυτές σε μεγέθυνση. Το σχήμα σταυρού που εμφανίζεται κατά τη μεγέθυνση υποδηλώνει σφάλμα και συγκεκριμένα δηλώνει την ύπαρξη πλοίου και όχι κηλίδας πετρελαίου.

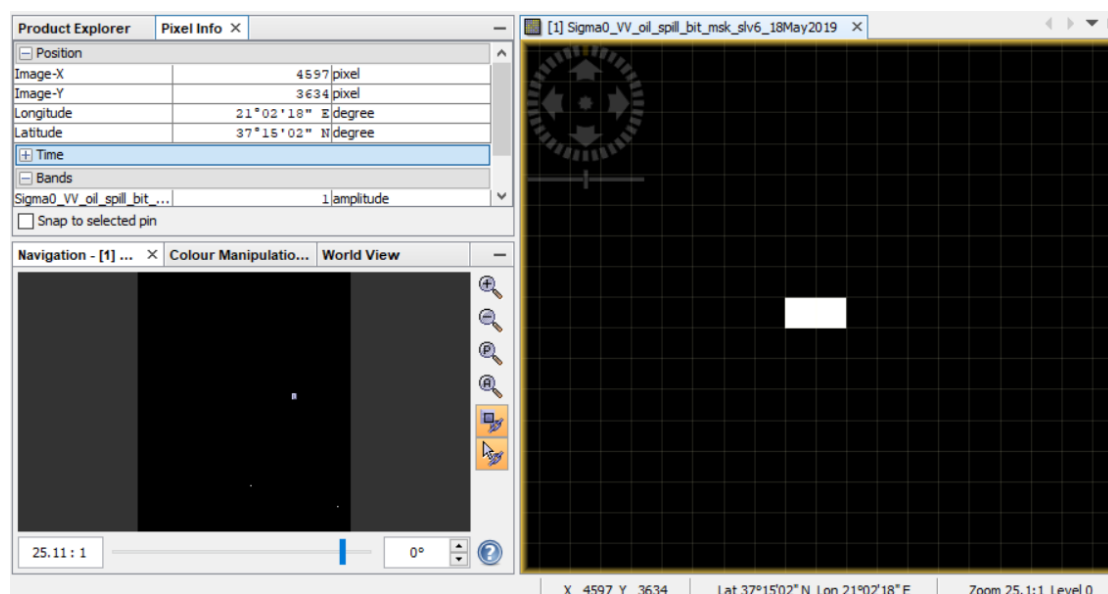


Εικόνα 6: Απεικόνιση σε μεγέθυνση μη επιθυμητών αποτελεσμάτων

Πηγή: **Sentinel Application Platform (SNAP)**

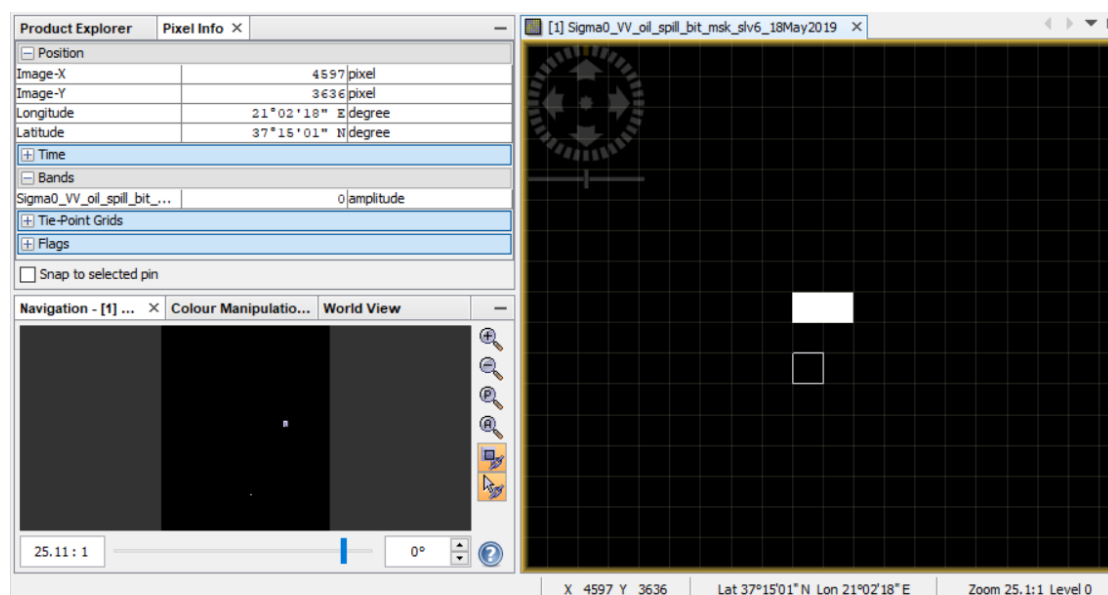
Αντίθετα, στην Εικόνα 7 παρακάτω όπου πράγματι απεικονίζεται μια κηλίδα πετρελαίου, παρατηρούμε ότι τα λευκά πίξελ είναι πολύ λιγότερα από ό,τι στην Εικόνα 6 και είναι συγκεντρωμένα στο ίδιο σημείο, το ένα δίπλα στο άλλο χωρίς κενά μεταξύ τους. Πράγματι, από την έρευνα προέκυψε ότι οι κηλίδες πετρελαίου αποδίδονται με πολύ μικρό αριθμό πίξελ, περίπου 1-3.

Παρακάτω στις Εικόνες 7 και 8 στο πινακάκι πάνω αριστερά παρουσιάζονται οι πληροφορίες των εικονοστοιχείων. Στην Εικόνα 7 έχει επιλεγεί ένα λευκό πίξελ, ενώ στην Εικόνα 8 ένα μαύρο πίξελ. Κοιτάζοντας την τιμή της μπάντας παρατηρούμε ότι στην Εικόνα 7 είναι ίση με 1, ενώ στην Εικόνα 8 είναι ίση με 0. Αυτό συμβαίνει επειδή στην Εικόνα 7 το άσπρο πίξελ αντιπροσωπεύει μία κηλίδα πετρελαίου, εξού και η τιμή 1, ενώ στην Εικόνα 8 δεν έχει εντοπιστεί κηλίδα πετρελαίου, εξού και η τιμή είναι 0.



Εικόνα 7: Απεικόνιση σε μεγέθυνση επιθυμητών αποτελεσμάτων, όπου τα λευκά πίξελ αντιπροσωπεύουν μια κηλίδα πετρελαίου

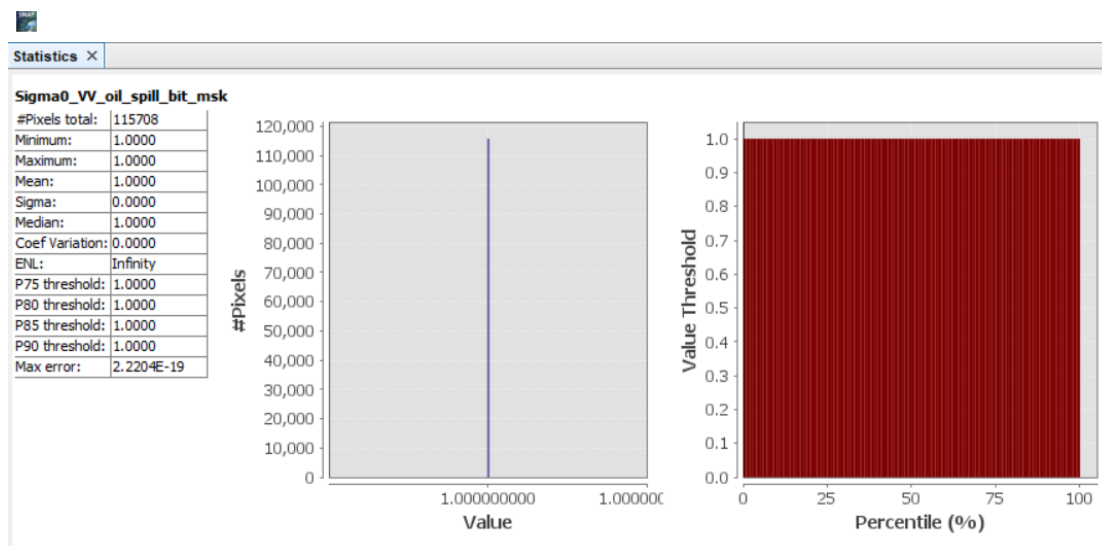
Πηγή: Sentinel Application Platform (SNAP)



Εικόνα 8: Απεικόνιση σε μεγέθυνση επιθυμητών αποτελεσμάτων, όπου το μαύρο πίξελ που έχει επιλεγεί αντιπροσωπεύει περιοχή που δεν εντοπίζεται κηλίδα πετρελαίου

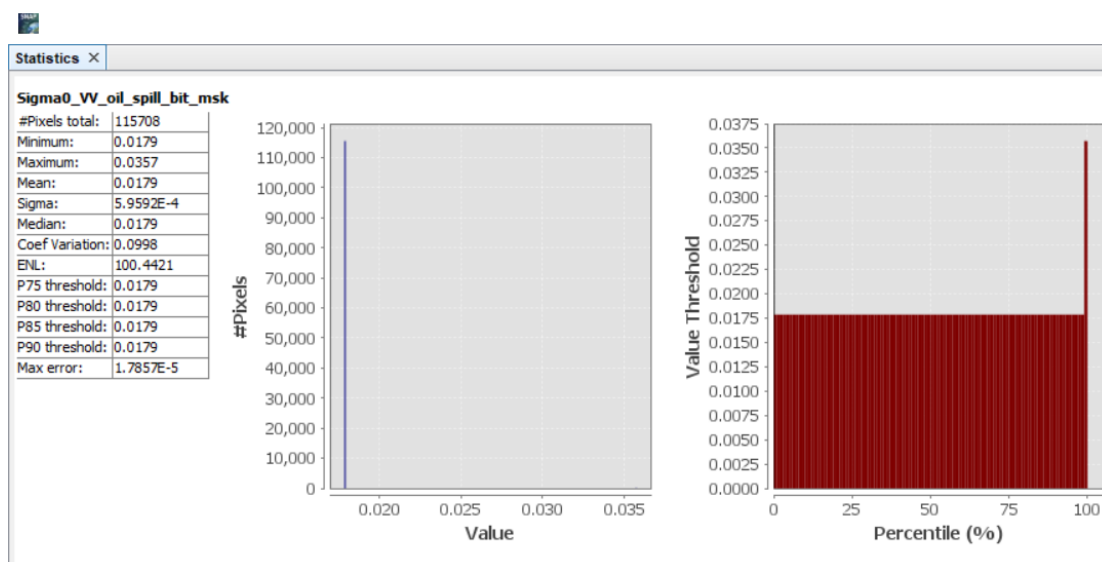
Πηγή: Sentinel Application Platform (SNAP)

Για να ελαχιστοποιηθούν τα σφάλματα, που στην προκειμένη περίπτωση συνίστανται στην απεικόνιση πλοίων εντός της θαλάσσιας περιοχής όπου γίνεται η έρευνα, εφαρμόζεται ορθοαναγωγή στη στατιστική ανάλυση του μέσου μέγιστου όρου των αποτελεσμάτων της στοιβάσεως.



Σχήμα 2: Στατιστικά αποτελέσματα του μέγιστου μέσου όρου στοιβάσεως (Stack Averaging -> Max Average)

Πηγή: Sentinel Application Platform (SNAP)



Σχήμα 3: Στατιστικά αποτελέσματα του μέσου όρου στοιβάσεως (Stack Averaging -> Mean Average)

Πηγή: Sentinel Application Platform (SNAP)

5. Συζήτηση – Ανάλυση Αποτελεσμάτων

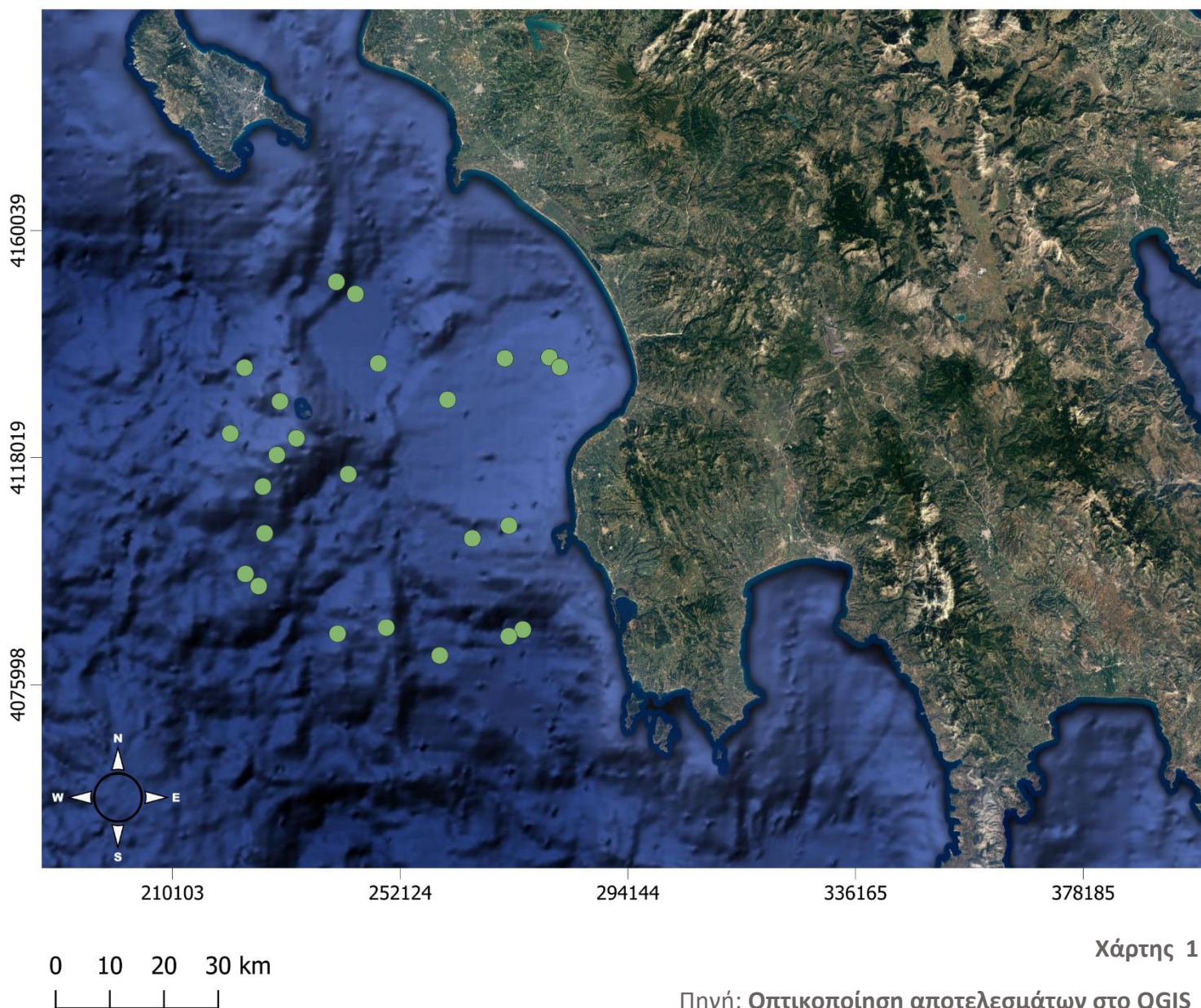
Βάσει όσων έχουν αναλυθεί στα προηγούμενα κεφάλαια επιτυγχάνεται η ανίχνευση φυσικών αναβλύσεων πετρελαίου. Σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι ο εντοπισμός κηλίδων πετρελαίου οι οποίες εξακολουθούν να υπάρχουν σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή στη διάρκεια ενός χρονικού διαστήματος και δεν αποτελούν τυχαίο εύρημα που εμφανίζεται παροδικά. Προς τον σκοπό αυτό εφαρμόζεται ορθοαναγωγή σε αρχείο max averaging που δείχνει όλα τα πίκσελ τα οποία εντοπίστηκαν ως πιθανές κηλίδες πετρελαίου σε οποιαδήποτε εικόνα έστω και μια φορά. Με αυτόν το τρόπο επιτυγχάνεται η απομόνωση όσων πίκσελ παρουσιάζουν ενδιαφέρον και εμφανίζονται σε τουλάχιστον μία εικόνα, από εκείνα τα κοινά πίκσελ που εμφανίζονται σε τουλάχιστον δύο εικόνες, οι τιμές των οποίων είναι 1,7 και 0,35 αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3 παραπάνω.

Τα αποτελέσματα θα εξαχθούν για οπτικοποίηση στο πρόγραμμα QGIS, όπου από αρχεία τύπου Raster θα μετατραπούν σε Vector για την ευκολότερη επεξεργασία τους. Για την καλύτερη αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, στο στάδιο της οπτικοποίησης θα χρησιμοποιηθούν μόνο τα αποτελέσματα με τιμή 0,35, δηλαδή εκείνα που αφορούν πίκσελ τα οποία έχουν εντοπιστεί σε τουλάχιστον δύο εικόνες. Δεδομένου λοιπόν ότι τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν όλα τα πίκσελ που εντοπίστηκαν ως πιθανές κηλίδες πετρελαίου και ως εκ τούτου, και τις πιθανές αστοχίες όπως είναι τα πλοία, θα πρέπει πίκσελ προς πίκσελ να εξετασθεί και σε περίπτωση που τα πίκσελ έχουν το χαρακτηριστικό σχήμα σταυρού, να αποκλεισθούν από τα τελικά αποτελέσματα.

Στην έρευνα που έγινε για την παρούσα διπλωματική εργασία, στα τελικά αποτελέσματα εντοπίστηκαν ως πιθανές κηλίδες πετρελαίου συνολικά 159 πίκσελ, τα οποία αφορούν πίκσελ που έχουν εμφανιστεί σε τουλάχιστον δύο εικόνες στην ίδια γεωγραφική περιοχή, αλλά σε διαφορετική ημέρα. Από τα 159 αυτά πίκσελ που εξετάσθηκαν, πιθανές πετρελαιοκηλίδες αποτελούν τα 33 πίκσελ, ενώ τα υπόλοιπα 126 πίκσελ αφορούν περιπτώσεις πλοίων.

Τα δεδομένα που έχουν χρησιμοποιηθεί για την εκπόνηση της διπλωματικής αυτής κατά τη διάρκεια του διαστήματος 2015-2020 είναι αρκετά έτσι ώστε να υπάρχει αξιοπιστία στα αποτελέσματα. Ωστόσο, σε μετέπειτα μελέτη μπορεί να διευρυνθεί το χρονικό διάστημα και σαφώς να θέσει την αξιοπιστία της μελέτης σε υψηλότερα επίπεδα.

Χάρτης με τις πιθανές θέσεις φυσικών αναβλύσεις πετρελαίου



Υπόμνημα

● Θέσεις Ενδιαφέροντος

Δορυφορική Εικόνα Google Earth



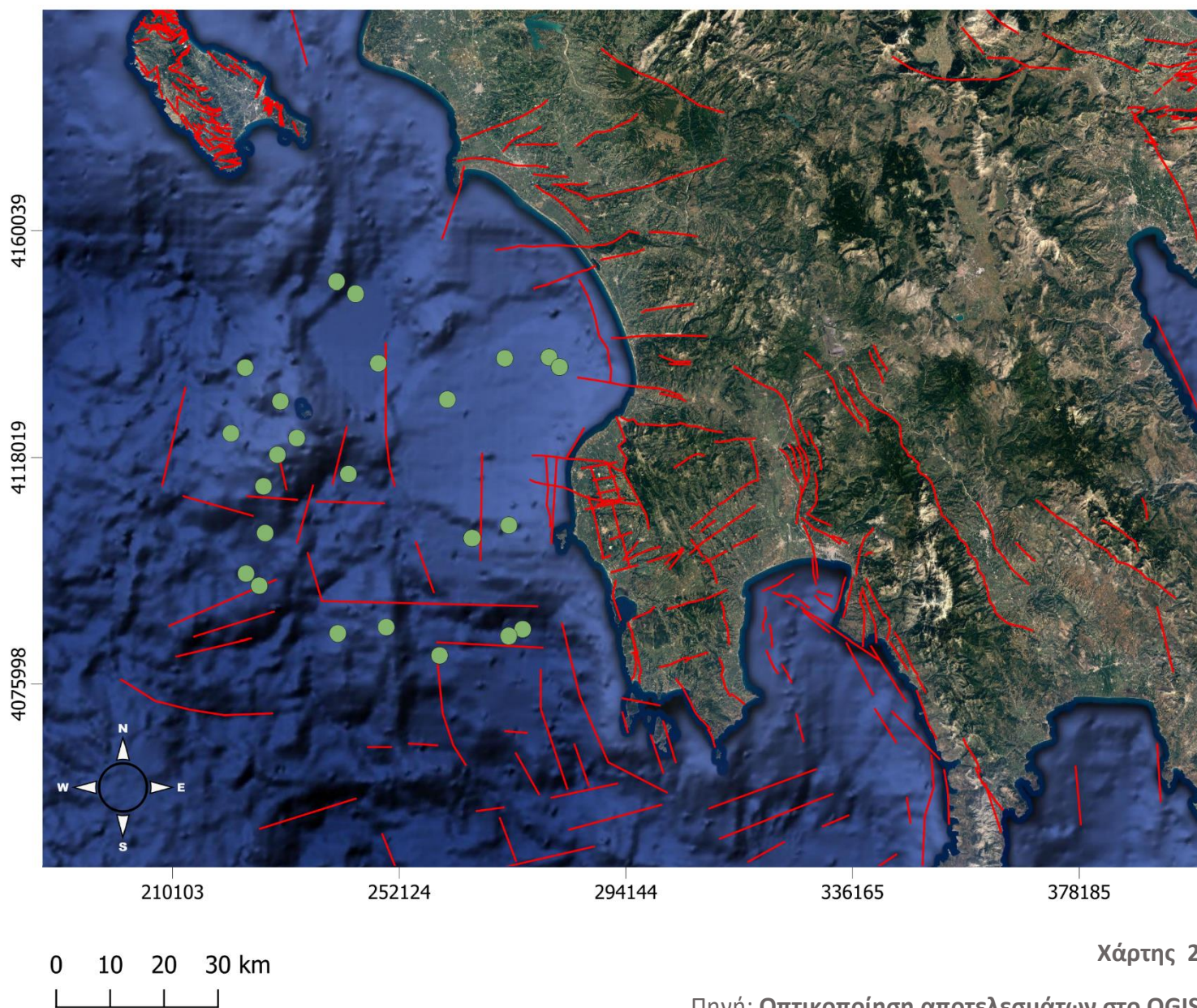
Στον Χάρτη 2 που ακολουθεί έχουν προστεθεί στα αποτελέσματα τα ενεργά ρήγματα στον ελλαδικό χώρο, τα οποία αντλήθηκαν από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Έτσι, με αυτό τον τρόπο μπορεί να γίνει και η ανάλογη τοποθέτηση για τον ρόλο που διαδραματίζει η γεωλογία της περιοχής στα συγκεκριμένα αποτελέσματα. Η περιοχή όπου βρίσκεται το Block 10 εντοπίζονται αρκετά ενεργά ρήγματα και μάλιστα τα περισσότερα αποτελέσματα φυσικών αναβλύσεων πετρελαίου βρίσκονται κατά μήκος η εκατέρωθεν αυτών, όπως διακρίνεται στον Χάρτη 2.

Το γεγονός λοιπόν ότι στην περιοχή υπάρχουν ενεργά ρήγματα και παράλληλα έχουν ανιχνευθεί φυσικές αναβλύσεις πετρελαίου μπορεί να οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι στον Κυπαρισσιακό Κόλπο ανάμεσα στα νησιά Στροφάδες και τις δυτικές ακτές της Πελοποννήσου, στο Block 10, υπάρχει ένα ενεργό πετρελαϊκό σύστημα.

Επίσης, στο Δυτικό Κατάκολο που τοποθετείται κοντά στο Block 10 έχει ανακαλυφθεί πετρελαϊκό πεδίο, γεγονός που επαληθεύει την άποψη ότι στη Δυτική Ελλάδα υπάρχει ένα ενεργό πετρελαϊκό σύστημα.

(Database of active faults in Greece, Institute of Geodynamics, χ.χ.)

Χάρτης με τις πιθανές θέσεις φυσικών αναβλύσεων πετρελαίου



Υπόμνημα

● Θέσεις Ενδιαφέροντος

■ Ρήγματα

Δορυφορική Εικόνα Google Earth





6. Βιβλιογραφία

- Laur H., Bally P., Meadows P., S?nchez J., Sch?ttler B., Lopinto E. & Esteban D., *ERS SAR Calibration: Derivation of ?0 in ESA ERS SAR PRI Products*, ESA/ESRIN, ES-TN-RS-PM-HL09, Issue 2, Rev. 5f, November 2004. (n.d.). Retrieved from https://earth.esa.int/documents/10174/13019/ers_sar_calibration_issue2_5f.pdf
- RADARSAT Data Product Specification, RSI-GS-026, Revision 3, May 8, 2000.* (n.d.). Retrieved from <http://imageone.co.jp/archives/pdf/satellite/product%20specification.pdf>
- (1999). Retrieved from Schistad Solberg, A. H., Storvik, G., Solberg, R., & Volden, E. (1999). Automatic detection of oil spills in: <https://doi.org/10.1109/36.774704>
- (2000, May 8). Retrieved from RADARSAT Data Product Specification, RSI-GS-026, Revision 3.
- (2004). Retrieved from [1] A. S. Solberg, C. Brekke and R. Solberg, "Algorithms for oil spill detection in Radarsat and ENVISAT SAR images", Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2004. IGARSS '04. Proceedings. 2004 IEEE International, 20-24 Sept. 2004, page 4909-4912, vol.7.
- (2004, October). Retrieved from Rosich B., Meadows P., Absolute calibration of ASAR Level 1 products, ESA/ESRIN, ENVI-CLVL-EOPG-TN-03-0010, Issue 1, Revision 5.
- (2004, November). Retrieved from Laur H., Bally P., Meadows P., S?nchez J., Sch?ttler B., Lopinto E. & Esteban D., *ERS SAR Calibration: Derivation of ?0 in ESA ERS SAR PRI Products*, ESA/ESRIN, ES-TN-RS-PM-HL09, Issue 2, Rev. 5f.
- (2006). Retrieved from Stathakis, D., Topouzelis, K., & Karathanassi, V. (2006). Large-scale feature selection using evolved : <http://dx.doi.org/10.1117/12.688149>
- (2008, 04 01). Retrieved from Lavallo M., Absolute Radiometric and Polarimetric Calibration of ALOS PALSAR Products, Issue 1, Revision 2.
- (2008). Retrieved from Radiometric Calibration of TerraSAR-X data - TSXX-ITD-TN-0049-radiometric_calculations_I1.00.doc.
- Brekke, C., & Solberg, A. H. S. (2005). *Oil spill detection by satellite remote sensing. Remote Sensing.* (2005). Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.11.015>
- Copernicus Open Access Hub* . (n.d.). Retrieved from <https://scihub.copernicus.eu/>
- Database of active faults in Greece, Institute of Geodynamics.* (n.d.). Retrieved from NOAFualts v3.0: <https://www.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=618dbae9590e49feb881cb1a0fa6b4ef&extent=879192.6415%2C3615691.4105%2C4636225.4557%2C5342556.7535%2C102100>

European Space Agency RSS CloudToolbox Service. (n.d.). Retrieved from <http://eogrid.esrin.esa.int/cloudtoolbox/>

Hellenic Hydrocarbon Resources Management . (n.d.). Retrieved from https://www.greekhydrocarbons.gr/en/Block10_en.html

Lavalle M., Absolute Radiometric and Polarimetric Calibration of ALOS PALSAR Products, Issue 1, Revision 2, 01/04/2008. (n.d.). Retrieved from <https://earth.esa.int/eogateway/documents/20142/37627/ALOS-PALSAR-calibration-products-ADEN.pdf?category=Document+library>

Rosich B., Meadows P., Absolute calibration of ASAR Level 1 products, ESA/ESRIN, ENVI-CLVL-EOPG-TN-03-0010, Issue 1, Revision 5, October 2004. (n.d.). Retrieved from https://earth.esa.int/c/document_library/get_file?folderId=38042&name=DLFE-661.pdf

RUS (Research and User Support for Sentinel core products) Remote Training . (2020, 6 8). Retrieved from <https://rus-training.eu/training/rus-remote-training-copernicus-for-geological-and-geomorphological-applications>







ΒΑΛΑΝΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑ ΕΥΦΡΟΣΥΝΗ
Φοιτήτρια Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ: 5392

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΑΝΑΒΛΥΣΕΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΕ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΓΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας, Τομέα Κοιτασματολογίας

Επιβλέποντες : Καθηγητής Γεωργακόπουλος Ανδρέας
Επίκουρος Καθηγητής Μουρατίδης Αντώνιος





© Βαλανίδου Μαρία Ευφροσύνη, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Κοιτασματολογίας, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΑΝΑΒΛΥΣΕΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΕ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΓΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ – Διπλωματική Εργασία

© Valanidou Maria Effrosyni, School of Geology, Dept. of Economic Geology, 2021

All rights reserved.

Natural oil seepage detection with Earth Observation data – *Bachelor Thesis*

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

