

## “Ειδικές Χωρικές Αναλύσεις και Εφαρμογές Τηλεπισκόπησης σε έργα Πολιτικού Μηχανικού”

### *ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ: ΤΥΦΩΝΑΣ ΚΑΤΡΙΝΑ*



#### Τυφώνας Κατρίνα



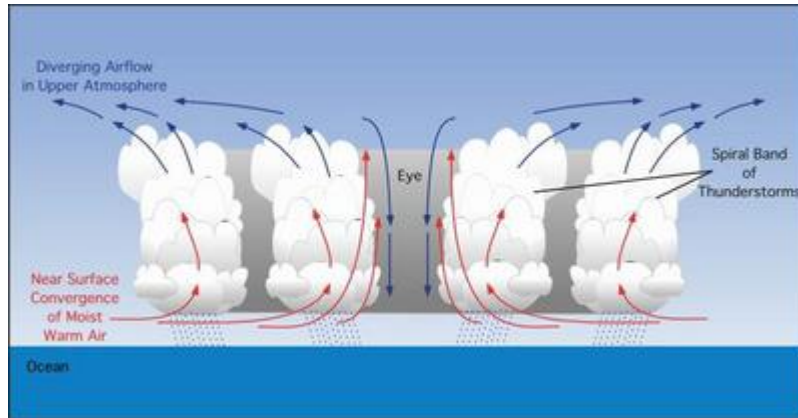
Η διαδρομή του τυφώνα Κατρίνα

Στις 25 Αυγούστου 2005, ο τυφώνας Κατρίνα χτύπησε το πυκνοκατοικημένο νοτιοανατολικό τμήμα της αμερικανικής πολιτείας της Φλόριδας, με ριπαίους ανέμους που ανέπτυξαν μέγιστη ταχύτητα 130 χιλιομέτρων την ώρα, και προκάλεσε εκτεταμένες ζημιές. Θανάσιμες πλημμύρες προκλήθηκαν από τις κατακρημνίσεις.

Κατόπιν, ο τυφώνας κινήθηκε κατά μήκος του Κόλπου του Μεξικού, όπου ανέπτυξε ενέργεια, τροφοδοτούμενος από το ζεστό νερό και έφτασε την κατηγορία 5 της κλίμακας τυφώνων Saffir-Simpson. Στις 29 Αυγούστου, ο τυφώνας Κατρίνα χτύπησε την νότια ακτή των Η.Π.Α. όπου κατέστρεψε τις υποδομές μιας παράκτιας ζώνης μήκους περίπου 160 χιλιομέτρων. Όταν έφτασε στη Νέα Ορλεάνη, ο τυφώνας Κατρίνα είχε υποβαθμιστεί στην Κατηγορία 3. Επάνω από τη στεριά, ο τυφώνας έχασε ενέργεια με γρήγορο ρυθμό και έπαψε να υπάρχει στις 31 Αυγούστου κατά τη νοτιοανατολική διαδρομή του. Επακόλουθα, η Νέα Ορλεάνη χτυπήθηκε από ένα ισχυρό κύμα θύελλας.

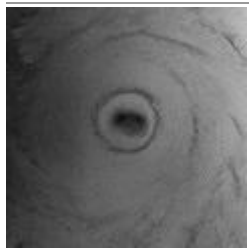
#### **Πώς συνέβη αυτό;**

Στις 25 Αυγούστου, μια τυρβώδης ροή χαμηλής πίεσης επάνω από τις Μπαχάμες στον Ατλαντικό Ωκεανό εξελίχθηκε στον τυφώνα Κατρίνα. Όπως συμβαίνει σε κάθε περιοχή χαμηλής πίεσης στο βόρειο ημισφαίριο, η κατεύθυνση κίνησης του ρεύματος αέρα ήταν αριστερόστροφη.



Γραφικό μοντέλο που παρουσιάζει μια κατακόρυφη διατομή της κυκλοφορίας του αέρα, των σύννεφων και των κατακρημνίσεων που σχετίζονται με έναν τυφώνα

Για να διαμορφωθούν οι τροπικοί τυφώνες, η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας πρέπει να είναι τουλάχιστον 27 βαθμοί Κελσίου. Το νερό εξατμίζεται ως συνέπεια της ηλιακής ακτινοβολίας, ανεβαίνει ως υγρός αέρας και σχηματίζει τα σύννεφα καθώς οι υδρατμοί συμπυκνώνονται και απελευθερώνουν ενέργεια.



Αυτή η κοντινή εικόνα της λειτουργίας ASAR Wide Swath της περιοχής της θαλάσσιας επιφάνειας που σχετίζεται με το «μάτι» του τυφώνα Κατρίνα

Εξαιτίας της δύναμης Coriolis σχηματίζεται μια τυρβώδης ροή, η οποία στη συνέχεια απορροφάει τη ροή αέρα σχηματίζοντας μια έλικα. Περιστρέφεται γύρω από το «μάτι» του τυφώνα, όπου δεν υπάρχει ουσιαστικά καθόλου άνεμος εξαιτίας της εξαιρετικά χαμηλής πίεσης αέρα στην επιφάνεια του ωκεανού. Υγρός, θαλάσσιος αέρας προχωράει προς το «μάτι» και ανεβαίνει ολοένα προς τα πάνω. Παρασέρνει τον ψυχρότερο αέρα ο οποίος επακόλουθα θερμαίνεται. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται ένα σταθερό σύστημα, το οποίο μπορεί να παράγει εξαιρετικά υψηλές ταχύτητες ανέμων.

Η επίσημη εποχή των τυφώνων διαρκεί από τον Ιούνιο έως το Νοέμβριο. Οι τυφώνες αποτελούν σημαντικές απειλές για τους πληθυσμούς καθώς και για τις υποδομές. Αυτό οφείλεται στις έντονες κατακρημνίσεις και στις πλημμύρες, καθώς και στις υψηλές ταχύτητες ανέμων.

Αυτή η περιπτώσιολογία θα εστιάσει στη χρήση της τηλεανίχνευσης για την παρακολούθηση τυφώνων και της ζημιάς που προκαλούν, χρησιμοποιώντας οπτικές εικόνες και εικόνες ραντάρ που λήφθηκαν από τους Ευρωπαϊκούς δορυφόρους.

### **Ελικοειδής τυφώνας Κατρίνα από τα επάνω τμήματα των σύννεφων έως τα ωκεάνια κύματα**

Ο σκοπός αυτής της άσκησης είναι η εξοικείωση με δύο βασικά όργανα στο Envisat: το φασματόμετρο απεικόνισης μεσαίας ανάλυσης (Medium Resolution Imaging

Spectrometer - MERIS) και το προηγμένο ραντάρ συνθετικού διαφράγματος (Advanced Synthetic Aperture Radar - ASAR). Θα γνωρίσετε τα δυνητικά πεδία εφαρμογής τους και μερικά από τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά τους.

Στο αρχείο zip των δεδομένων θα βρείτε μια εικόνα Envisat MERIS με μειωμένη ανάλυση ενός μεγάλου τμήματος του Κόλπου του Μεξικού. Η εικόνα αυτή λήφθηκε στις 28 Αυγούστου 2005, στις 15:50 UTC. Τα δεδομένα περιέχουν και τα 15 κανάλια:

MERIS\_HurricaneKatrina\_28-08-2005\_ch1.tif  
 MERIS\_HurricaneKatrina\_28-08-2005\_ch2.tif  
 MERIS\_HurricaneKatrina\_28-08-2005\_ch3.tif  
 ...  
 MERIS\_HurricaneKatrina\_28-08-2005\_ch15.tif

| <b>MERIS<br/>Αριθμός<br/>καναλιού</b> | <b>Κεντρικό μήκος<br/>κύματος /<br/>Πλάτος ζώνης (nm)</b> | <b>Εφαρμογή</b>                              |
|---------------------------------------|---|--|
| 1                                     | 412,5 (μοβ) / 10  | Κίτρινη ουσία και χερσογενείς χρωστικές      |
| 2                                     | 442,5 (μπλε) / 10   | Μέγιστη απορρόφηση χλωροφύλλης               |
| 3                                     | 490 (μπλε-κυανό) / 10                                     | Χλωροφύλλη και άλλες χρωστικές               |
| 4                                     | 510 (κυανό-πράσινο) / 10                                  | Αιωρούμενο ίζημα, κόκκινη παλίρροια          |
| 5                                     | 560 (πράσινο) / 10  | Ελάχιστη απορρόφηση χλωροφύλλης              |
| 6                                     | 620 (πορτοκαλί-κόκκινο) / 10                              | Αιωρούμενο ίζημα                             |
| 7                                     | 665 (κόκκινο) / 10  | Απορρόφηση χλωροφύλλης και αναφορά φθορισμού |
| 8                                     | 681,25 (κόκκινο) / 7.5                                    | Κορυφή φθορισμού χλωροφύλλης                 |
| 9                                     | 708,75 (NIR) / 10   | Αναφορά φθορισμού, ατμοσφαιρικές διορθώσεις  |
| 10                                    | 753,75 (NIR) / 7.5  | Βλάστηση, σύννεφα                            |
| 11                                    | 760,625 (NIR) / 3.75                                      | Κλάδος R απορρόφησης οξυγόνου                |
| 12                                    | 778,75 (NIR) / 15   | Ατμοσφαιρικές διορθώσεις                     |
| 13                                    | 865 (NIR) / 20  | Βλάστηση, αναφορά υδρατμών                   |
| 14                                    | 885 (NIR) / 10  | Ατμοσφαιρικές διορθώσεις                     |
| 15                                    | 900 (NIR) / 10  | Υδρατμοί, στεριά                             |

Τα φασματικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα MERIS που βλέπετε στον πίνακα θα

είναι χρήσιμα για όλες τις εργασίες που θα σας ζητηθεί να πραγματοποιήσετε σε σχέση με την εικόνα MERIS.

Στο αρχείο zip θα βρείτε και μια εικόνα ASAR σε λειτουργία Wide Swath που λήφθηκε στις 28 Αυγούστου 2005. Διαπερνώντας τα σύννεφα του τυφώνα Κατρίνα, η εικόνα ASAR εμφανίζει ένα τμήμα του Κόλπου του Μεξικού και δείχνει το σχήμα της θαλάσσιας επιφάνειας που κινείται από τον άνεμο.

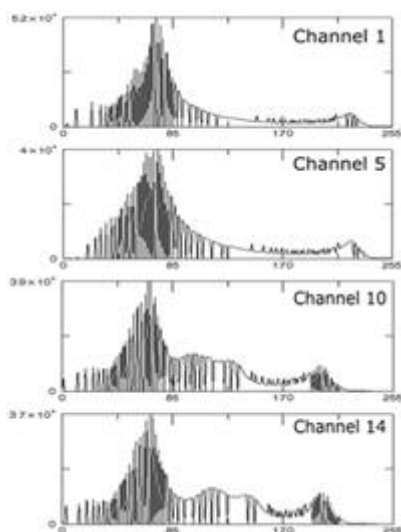
### **α) Επάνω τμήματα σύννεφων - MERIS**

Ένα φασματόμετρο είναι ένα οπτικό όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των ιδιοτήτων του φωτός –σε αυτή την περίπτωση την ένταση– επάνω από ένα ειδικό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Έχοντας εφαρμόσει μερικές διορθώσεις βαθμονόμησης, σε κάθε pixel εκχωρείται μια συγκεκριμένη τιμή, από 0 έως 255, που αντιπροσωπεύει την ένταση του προσπίπτοντος φωτός εντός ένα διακριτού εύρους μήκους κύματος. Η τιμή 0 αντιπροσωπεύει τη χαμηλότερη ένταση, ενώ η τιμή 255 την υψηλότερη ένταση. Η ένταση του προσπίπτοντος φωτός εξαρτάται από την ικανότητα αντανάκλασης και εκπομπής μιας ορισμένης επιφάνειας βάσης στο υπό θεώρηση φασματικό εύρος. Στην περίπτωση του MERIS η μετρούμενη ένταση σχετίζεται με την αντανάκλαση του ηλιακού φωτός, επειδή ο αισθητήρας δεν εκπέμπει ο ίδιος ακτινοβολία. Αυτό καλείται παθητικός αισθητήρας. Η επιφάνεια βάσης που αντιπροσωπεύεται από ένα pixel ορίζεται από τη φασματική ανάλυση του αισθητήρα.

Ανοίξτε μερικά κανάλια της εικόνας MERIS.

#### **1. Εξετάστε και συγκρίνετε τις εικόνες και τα αντίστοιχα ιστογράμμά τους.**

Ένα ιστογράμμα εμφανίζει τον αριθμό των pixel σε ολόκληρη την εικόνα για κάθε τιμή έντασης. Οι υψηλές τιμές (μέγιστη 255, εάν έχετε εικόνα 8-bit) υποδεικνύουν υψηλή αντανάκλαστικότητα και το αντίστροφο. Συνιστώμενα κανάλια: 1, 5, 10, 14.

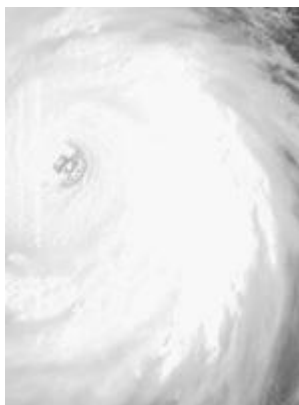
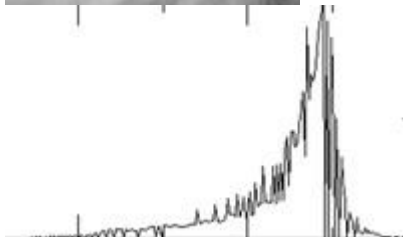
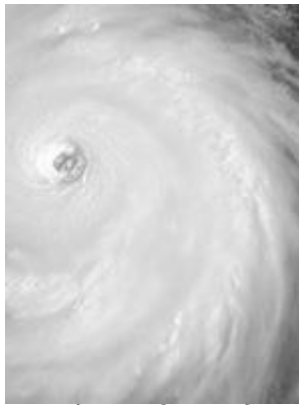


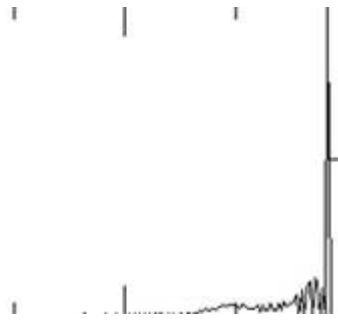
## Ιστογράμματα για τα κανάλια 1, 5, 10 και 14 της εικόνας MERIS

Φυσικά, γνωρίζετε πολύ καλά ότι το ορατό φως δεν μπορεί να διαπεράσει τα σύννεφα. Καθώς αντανακλούν πλήρως το ορατό φως, τα σύννεφα εμφανίζονται λευκά. Αλλά το MERIS μπορεί να ανιχνεύσει και την αντανακλώμενη ακτινοβολία στο εύρος μήκους κύματος NIR.

**2.** Εξετάστε οπτικά μερικές φασματικές υπο-ομάδες των καναλιών NIR που εμφανίζουν μόνο τον ίδιο τον τυφώνα χρησιμοποιώντας το χαρακτηριστικό περικοπής όταν ανοίγετε κάθε εικόνα και συγκρίνετέ τις με το κανάλι 8 που υποδεικνύει την αντανάκλαση του ορατού φωτός (ερυθρό).

**3.** Εξετάστε τα ιστογράμματα και σχολιάστε τη διαπερατότητα NIR ενός τυφώνα, δηλ. τη διαπερατότητα των σύννεφων σε αυτή την φασματική περιοχή.





Ο τυφώνας Κατρίνα όπως καταγράφηκε από τα κανάλια 5 (άνω εικόνα) και 13 (κάτω εικόνα) του Envisat MERIS με τα αντίστοιχα ιστογράμματά τους

**4.** Συγκρίνετε τις εικόνες και τα ιστογράμματά τους. Μπορείτε να επιβεβαιώσετε ότι δεν είναι δυνατό η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία να διαπεράσει τα σύννεφα;

Τώρα έφτασε η ώρα να οπτικοποιήσουμε τον τυφώνα Κατρίνα. Στην προηγούμενη εργασία ανακαλύψατε ότι δεν είναι δυνατό η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στο εύρος λειτουργίας του MERIS να διαπεράσει τα σύννεφα. Γι' αυτό το λόγο, σε αυτή την περίπτωση η οπτικοποίηση σημαίνει η εμφάνιση των επάνω τμημάτων των σύννεφων του τυφώνα Κατρίνα.

Δοκιμάστε μερικούς συνδυασμούς RGB.

**5.** Ποιοι θεωρείται ότι είναι καλύτεροι για την παρακολούθηση τυφώνων;

**6.** Προσπαθήστε να δημιουργήσετε ένα συνδυασμό σχεδόν πραγματικού χρώματος ώστε να μοιάζει ότι εθεάθη από ανθρώπινο μάτι από ψηλά.

**7.** Μπορείτε να ανιχνεύσετε την κατεύθυνση περιστροφής εξετάζοντας τη σύνθεση πραγματικού χρώματος; Είναι δεξιόστροφη ή αριστερόστροφη;

Αφιερώστε λίγο χρόνο για να εξετάσετε τον μάτι του τυφώνα και συγκρίνετέ το με τα άκρα του ματιού.

**8.** Μπορείτε να προσδιορίσετε την αιτία των διαφορετικών εμφανίσεων;

Διαβάστε ξανά την εισαγωγική παράγραφο «Τυφώνας Κατρίνα» σχετικά με τη διαμόρφωση του τυφώνα Κατρίνα.

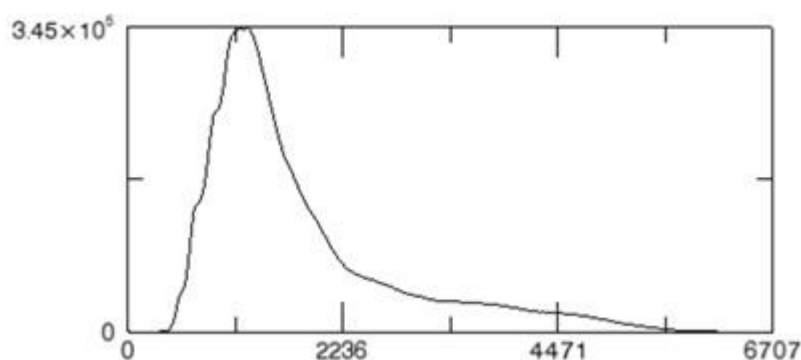
## **b) Ωκεάνια κύματα – ASAR**

Τα συστήματα ραδιοανίχνευσης και αποστασιομέτρησης (Radio Detection And Ranging - Radar) είναι ενεργοί αισθητήρες που παρέχουν τη δική τους πηγή ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας. Οι ενεργοί αισθητήρες ραντάρ εκπέμπουν ακτινοβολία ραδιοκυμάτων σε μια σειρά παλμών από μια κεραία. Όταν η ενέργεια φτάσει στο στόχο, κάποιο μέρος της ενέργειας αντανακλάται πίσω προς τον αισθητήρα. Αυτή η

ακτινοβολία μικροκυμάτων οπισθοσκέδασης ανιχνεύεται, μετριέται και χρονομετράται. Ο χρόνος που απαιτείται για να ταξιδέψει η ενέργεια προς το στόχο και να επιστρέψει στον αισθητήρα καθορίζει την απόσταση ή το εύρος στο στόχο. Με την καταγραφή του εύρους και του μεγέθους της ενέργειας που αντανακλάται από όλους τους στόχους καθώς διέρχεται το σύστημα, μπορεί να παραχθεί μια δισδιάστατη εικόνα της επιφάνειας.

Επειδή το ραντάρ παρέχει τη δική του πηγή ενέργειας, μπορεί να ληφθούν εικόνες την ημέρα ή τη νύκτα. Η ενέργεια μικροκυμάτων επίσης μπορεί να διαπεράσει σύννεφα και τις περισσότερες περιπτώσεις βροχής, και έτσι αποτελεί αισθητήρα παντός καιρού. Επομένως έχει τη δυνατότητα να διαπεράσει τα επάνω τμήματα των σύννεφων του τυφώνα Κατρίνα.

Ανοίξτε την εικόνα ASAR του τυφώνα Κατρίνα. Εξετάστε πρώτα το ιστόγραμμα του και δείτε αν μπορείτε να κατανοήσετε το λόγο που το LEOWorks δεν έχει τη δυνατότητα να εμφανίζει σωστά την εικόνα.



Ιστόγραμμα της εικόνας ASAR

Επειδή η ακτινοβολία οπισθοσκέδασης μετριέται με πολύ υψηλή ακρίβεια, οι τιμές pixel καλύπτουν ένα πολύ μεγαλύτερο εύρος τιμών σε σχέση με τις τιμές pixel των συνηθισμένων εικόνων 8-bit. Οι εικόνες 8-bit αποθηκεύουν τιμές pixel στο εύρος των (0 έως 255). Η ακρίβεια του οργάνου ASAR απαιτεί υψηλότερο εύρος τιμών pixel. Για να επιτραπεί ένα μεγαλύτερο εύρος τιμών pixel, τα pixel εικόνας ASAR αποθηκεύονται σε μορφή 32-bit (float32) και όχι σε 8-bit. Το εύρος των τιμών pixel που εμφανίζεται στο σύστημα προβολής LEOWorks είναι 0-255 (8-bit). Συνεπώς, δεν έχει τη δυνατότητα προβολής εικόνων 32-bit με ακρίβεια στην οθόνη του υπολογιστή σας.

Η επόμενη εργασία αποτελείται από την προβολή αυτής της εικόνας ραντάρ σε μια κλίμακα 8-bit με την εφαρμογή διαδραστικής επέκτασης.

Επιθεωρήστε την εικόνα ραντάρ τώρα.

**1.** Συγκρίνετε την εικόνα με ένα χάρτη σε έναν άτλαντα. Μπορείτε να εντοπίσετε την παράκτια γραμμή στο επάνω μέρος της εικόνας;

**2.** Περιγράψτε τον τρόπο που τα διαφορετικά χαρακτηριστικά του τυφώνα Κατρίνα εμφανίζονται στην εικόνα ραντάρ.

3. Χρησιμοποιώντας το εργαλείο μέτρησης, μετρήστε την απόσταση από το μάτι της Κατρίνα έως την ακτή. Πόσο μεγάλη είναι η διάμετρος του ματιού της Κατρίνα;

Σε αντίθεση με την εικόνα MERIS, δεν θα αναγνωρίσετε σύννεφα επειδή, όπως αναφέρεται παραπάνω, η ακτινοβολία μικροκυμάτων που χρησιμοποιείται από τους αισθητήρες ραντάρ μπορεί να διαπεράσει τα σύννεφα.

Τώρα έφτασε η ώρα να εξετάσουμε την επιφάνεια του ωκεανού κάτω από τον τυφώνα.

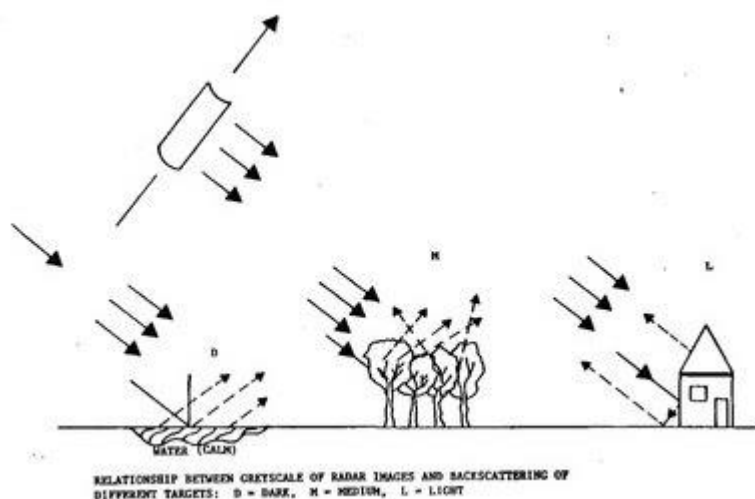
Για μία ακόμη φορά, προσπαθήστε να καταλήξετε σε συμπεράσματα από την κατεύθυνση του ελικοειδούς ωκεανού μέχρι την κατεύθυνση του ίδιου του ελικοειδούς τυφώνα.

Επειδή οι εικόνες ραντάρ (π.χ. που λήφθηκαν από το ASAR) δημιουργούνται με πολύ διαφορετικό τρόπο από τις οπτικές εικόνες (π.χ. που λήφθηκαν από το MERIS), πρέπει επίσης να ερμηνευτούν διαφορετικά.

Αντί να μετράται η ένταση της ανακλώμενης και εκπεμπόμενης ακτινοβολίας εντός μιας φασματικής ζώνης, μετριέται το τμήμα οπισθοσκέδασης του παλμού μικροκυμάτων που εκπέμπεται από τον ενεργό αισθητήρα. Οι υψηλές τιμές, δηλαδή τα φωτεινά pixels, υποδεικνύουν ότι γίνεται σκέδαση ενός σχετικά μεγάλο τμήματος, και αντίστροφα.

4. Τι αποκαλύπτει η φωτεινότητα του ωκεανού στην εικόνα ραντάρ για την τραχύτητα της επιφάνειας του ωκεανού;

Η ακόλουθη εικόνα μπορεί να σας βοηθήσει να απαντήσετε αυτή την ερώτηση.



Σχέση μεταξύ της κλίμακας του γκρι των εικόνων ραντάρ και της οπισθοσκέδασης των διαφορετικών στόχων

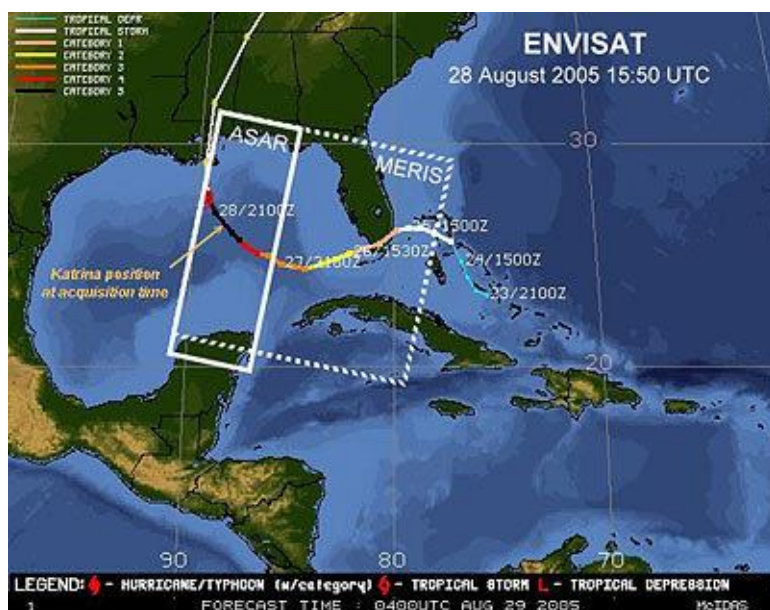
Όπως θα έχετε καταλάβει από την προηγούμενη ερώτηση, οι τραχιές επιφάνειες του



ωκεανού εμφανίζονται φωτεινές σε μια εικόνα ραντάρ, ενώ οι ομαλές επιφάνειες ωκεανού εμφανίζονται σκούρες.

Για μία ακόμη φορά, εξετάστε τις τιμές της κλίμακας του γκρι του ματιού του τυφώνα και τα άκρα του ματιού με τη βοήθεια αυτών των πληροφοριών.

5. Μπορείτε να εξαγάγετε πληροφορίες για την ταχύτητα ανέμου στο μάτι της Κατρίνα;



### Οπτικοποίηση και εξέταση πλημμυρισμένων περιοχών στη Νέα Ορλεάνη που προκλήθηκαν από τον τυφώνα Κατρίνα

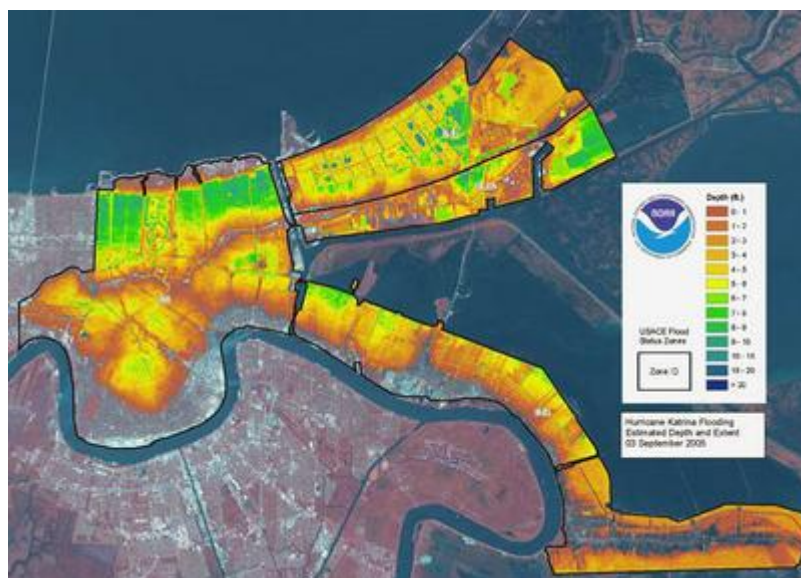
Ο σκοπός αυτής της άσκησης είναι η ανίχνευση, η οπτικοποίηση και η εξέταση των πλημμυρισμένων περιοχών της Νέας Ορλεάνης.

Η Νέα Ορλεάνη βρίσκεται στη νοτιοανατολική Λουιζιάνα και επεκτείνεται στις δύο πλευρές του ποταμού Μισισσιπί στο σημείο όπου ρέει στο Κόλπο του Μεξικό, σχηματίζοντας ένα διακριτό δέλτα. Η λίμνη Ποντσαρτρέιν, που περιέχει υφάλμυρα ύδατα και καταλαμβάνει περίπου 1800 τετραγωνικά χιλιόμετρα, βρίσκεται στα βόρεια της πόλης.

Σημαντικά μέρη της πόλης βρίσκονται κάτω από το επίπεδο στάθμης της θάλασσας, πράγμα που καθιστά τη Νέα Ορλεάνη επιρρεπή στις πλημμύρες. Μόνο η «Γαλλική συνοικία» -ο αρχικός οικισμός- βρίσκεται σε ένα χαμηλό λόφο και γλίτωσε την καταστροφή τον Αύγουστο 2005. Η απώλεια ελών και βαλτότοπων, μαζί με το γεγονός ότι η περιοχή είναι διαμορφωμένη σε σχήμα μπολ, συνείσφερε στις τεράστιες

πλημμύρες που προκλήθηκαν από τον τυφώνα Κατρίνα. Οι υγρότοποι ενεργούσαν ως μια φυσική ζώνη προστασίας, θωρακίζοντας την ακτή της Λουιζιάνας από τις συνέπειες των τυφώνων.

Στην πορεία της ιστορίας των 300 χρόνων, η Νέα Ορλεάνη υπέστη επανειλημμένα καταστροφές από τυφώνες. Ωστόσο, η πόλη ποτέ δεν είχε χτυπηθεί από τυφώνα της ισχύς της Κατρίνα. Οι μεγάλοι φραγμοί κατά μήκος του ποταμού Μισισιπιά άντεξαν τον τυφώνα, αλλά οι δύο μικρότεροι δεν άντεξαν και διαλύθηκαν στα κανάλια. Όλες οι προσπάθειες να αποκλειστούν αυτές οι διαρροές ήταν ανεπιτυχείς, οδηγώντας στην πλημμύρα της ενδότερης πόλης από τα υφάλμυρα νερά της λίμνης Ποντσαρτρέιν. Εξαιτίας της διακοπής ρεύματος που προκλήθηκε από τον τυφώνα, δεν ήταν δυνατή η άντληση του νερού για μεγάλο χρονικό διάστημα.



Στο αρχείο zip των δεδομένων παρέχεται μια δορυφορική εικόνα που παρουσιάζει την πόλη πλημμυρισμένη από τον τυφώνα Κατρίνα. Η εικόνα λήφθηκε στις 30 Αυγούστου 2005 από τον δορυφόρο γήινης παρακολούθησης της Γαλλικής Διαστημικής Υπηρεσίας SPOT.

*Σημείωση εικόνας SPOT:* Επειδή η εικόνα περιέχει μόνο τα κανάλια που παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα, το LEOWorks 3 δημιουργεί αυτόματα μια προβολή RGB εκχωρώντας στο κανάλι 1 κόκκινο χρώμα (R), στο κανάλι 2 πράσινο χρώμα (G) και στο κανάλι 3 μπλε χρώμα (B). Αυτό που δημιουργείται είναι ένα συνδυασμός ψευδούς χρώματος (FCC) που εμφανίζει περιοχές με υψηλή αντανάκλαστικότητα NIR σε κόκκινο χρώμα. Μπορείτε να εξετάσετε τα μονά κανάλια κάνοντας κλικ στο «Image / Split to... / [Red Green Blue]» (Εικόνα / Διαίρεση σε... / [Κόκκινο Πράσινο Μπλε]) για να ανακτήσετε τα κανάλια που παρατίθενται παρακάτω.

| <b>Φασματική ζώνη</b> | <b>Εύρος μήκους κύματος (nm)</b> | <b>Κανάλια RGB</b> |
|-----------------------|----------------------------------|--------------------|
| Ζώνη 1                | 780 – 890 (NIR)                  | Κόκκινο κανάλι     |
| Ζώνη 2                | 610 – 680 (Κόκκινο)              | Πράσινο κανάλι     |
| Ζώνη 3                | 500 – 590 (Πράσινο)              | Μπλε κανάλι        |

Ανοίξτε την εικόνα SPOT με το LEOWorks. Η προβολή RGB που δημιουργείται αυτόματα συντίθεται όπως σημειώνεται παραπάνω.

**1.** Ποιο χρώμα κυριαρχεί στην εικόνα;

**2.** Συγκρίνετε την εικόνα με ένα χάρτη της Νέας Ορλεάνης που θα βρείτε στο Διαδίκτυο.

Μπορείτε να εντοπίσετε τη λίμνη Ποντσαρτρέιν, τις οικοδομημένες περιοχές της πόλης και τον οφιοειδή ποταμό;

**3.** Χρησιμοποιώντας το εργαλείο μέτρησης, μετρήστε την απόσταση από τον ποταμό έως την ακτή της λίμνης Ποντσαρτρέιν.

Διαχωρίστε την προβολή RGB σε τρία μονά κανάλια και εξετάστε τα ξεχωριστά.

**4.** Στη συνέχεια, δημιουργήστε μια λεπτομερή επεξήγηση της εμφάνισης της προβολής RGB αναφερόμενοι στον παραπάνω πίνακα καθώς και στο γράφημα που παρουσιάζεται παρακάτω.

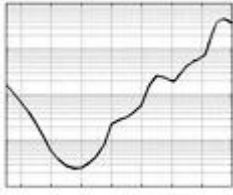
**5.** Εστιάστε στο τμήμα της λίμνης Ποντσαρτρέιν στη θέση x,y: 580.750.

**6.** Περιγράψτε την εμφάνιση της λίμνης στις τρεις εικόνες και μετρήστε τις τιμές pixel.

**7.** Συγκρίνετε τις παρατηρήσεις σας με το παρακάτω γράφημα.

**8.** Γιατί το νερό στην εικόνα NIR, Ζώνη 1, μοιάζει πιο σκούρο σε σχέση με τις άλλες δύο εικόνες;

Θα πρέπει να μπορείτε να διακρίνετε μεταξύ των πλημμυρισμένων και μη πλημμυρισμένων περιοχών της Νέας Ορλεάνης.



Απορρόφηση νερού σε σχέση με το μήκος κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας

Εξαιτίας της υψηλής απορρόφησης –και, επομένως, της χαμηλής αντανακλαστικότητας– της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο σχεδόν υπέρυθρο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος από το νερό, οι πλημμυρισμένες περιοχές εμφανίζονται σκοτεινές στη ζώνη NIR. Αυτό σημαίνει ότι σε αυτές γίνεται εκχώρηση χαμηλών τιμών pixel. Επομένως, το τμήμα του κόκκινου είναι χαμηλότερο στην προβολή RGB, επειδή στο κανάλι NIR εκχωρείται το κόκκινο χρώμα. Παρομοίως, οι πλημμυρισμένες περιοχές εμφανίζονται επίσης πιο σκοτεινές στην προβολή RGB. Ωστόσο, η βλάστηση έχει πολύ υψηλή αντανακλαστικότητα σε αυτό το τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Για αυτό το λόγο αυτές οι περιοχές εμφανίζονται πιο φωτεινές στη ζώνη NIR και αντίστοιχα στο κόκκινο τμήμα της προβολής RGB. Η συμπεριφορά αυτή καθιστά δυνατή τη διάκριση μεταξύ πλημμυρισμένων και μη πλημμυρισμένων περιοχών.

Τα εύρη των μηκών κύματος των άλλων δύο καναλιών δεν μοιράζονται τα ίδια χαρακτηριστικά υψηλής απορρόφησης επάνω από το νερό και υψηλής αντανακλαστικότητας επάνω από τη βλάστηση. Επομένως δεν συνεισφέρουν κατά πολύ στην ανίχνευση πλημμυρισμένων περιοχών.

Εξετάστε ξανά την εικόνα SPOT.

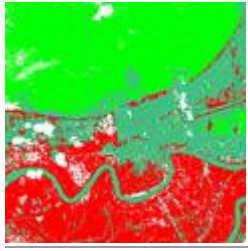
**9.** Μπορείτε να φτιάξετε το περίγραμμα των πλημμυρισμένων μερών της πόλης;

**10.** Δώστε μια σύντομη επεξήγηση για τον τρόπο που τα χρώματα της εικόνας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη χαρτογράφηση των πλημμυρισμένων περιοχών.

### Ταξινόμηση με επίβλεψη

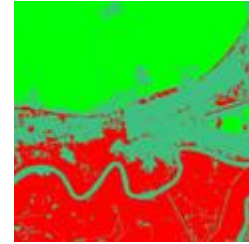
Τώρα θα ταξινομήσετε την εικόνα SPOT. Ανοίξτε μια νέα προβολή RGB και σκεφτείτε γιατί θα ήταν χρήσιμο να αποκόψουμε μερικά σύννεφα στα ανατολικά καθώς και τη λίμνη στα νότια χρησιμοποιώντας τη λειτουργία «περικοπής». Μόνο δύο κατηγορίες παρουσιάζουν ενδιαφέρον σε αυτό το περιστατικό: οι πλημμυρισμένες και οι μη πλημμυρισμένες περιοχές. Θα πραγματοποιήσετε μια ταξινόμηση με επίβλεψη. Το πρώτο βήμα είναι να επιλέξετε πεδία εκπαίδευσης για τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Πλημμυρισμένα  
Μη πλημμυρισμένα  
Λίμνη Ποντσαρτρέιν



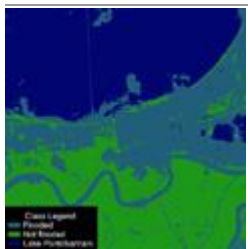
Ταξινομημένη  
εικόνα

Αφού επιλέξετε αυτά τα πεδία εκπαίδευσης, χρησιμοποιήστε τον αλγόριθμο «Μέγιστης πιθανότητας» για να ταξινομήσετε την εικόνα, ρυθμίζοντας την κατώφλια τιμή στο 5.



Ταξινομημένη  
εικόνα με την  
εφαρμογή του  
φίλτρου μετα-  
ταξινόμησης 3x3

Τώρα μπορείτε να εφαρμόσετε ένα φίλτρο μετα-ταξινόμησης, είτε 3X3 ή 5X5. Επίσης μπορείτε να ρυθμίσετε το LUT για να δημιουργήσετε μια ταξινομημένη εικόνα με πιο φυσική εμφάνιση και για τη διευκόλυνση της ερμηνείας. Στη συνέχεια μπορείτε να προσθέσετε μια λεζάντα.



Ταξινομημένη  
εικόνα με λεζάντα

Εξετάστε την ταξινομημένη εικόνα. Αξιολογήστε την ποιότητα της ταξινόμησης.

**11.** Η ταξινομημένη εικόνα αντιπροσωπεύει καλά τις πλημμυρισμένες περιοχές;

**12.** Μπορείτε να εξηγήσετε γιατί μερικές περιοχές δεν είναι χαρτογραφημένες με ακρίβεια;

Συγκρίνετε τον ταξινομημένο χάρτη σας με χάρτες της πλημμύρας που θα βρείτε στο Διαδίκτυο.

**13.** Μπορείτε να παραθέσετε μερικά οφέλη από τη χρήση τηλε-ανίχνευσης σε περιπτώσεις πλημμυρών σε άλλα μέρη του κόσμου;

**14.** Πώς μπορούν οι δορυφορικές εικόνες να βοηθήσουν στις επιχειρήσεις διάσωσης και ανακούφισης μετά από μια καταστροφή;