



Πανεπιστήμιο Αιγαίου

# Παρακολούθηση πετρελαϊκής ρύπανσης

Διάλεξη 11

Γεωπληροφορική και εφαρμογές στο παράκτιο και  
θαλάσσιο περιβάλλον



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





www.aegean.gr  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα  
Επιστημών της Θάλασσας



# Γεωπληροφορική και εφαρμογές στο παράκτιο και θαλάσσιο περιβάλλον

**ΔΙΑΛΕΞΗ 11**

**Παρακολούθηση  
πετρελαϊκής ρύπανσης**

Dr. Κωνσταντίνος Ν. Τοπουζέλης  
Λέκτορας Τμ. Επιστημών της Θάλασσας

# Εφαρμογές τηλεπισκόπησης στο θαλάσσιο περιβάλλον

Χρώμα

Ύψος

Θερμοκρασία

Τραχύτητα

Αλατότητα



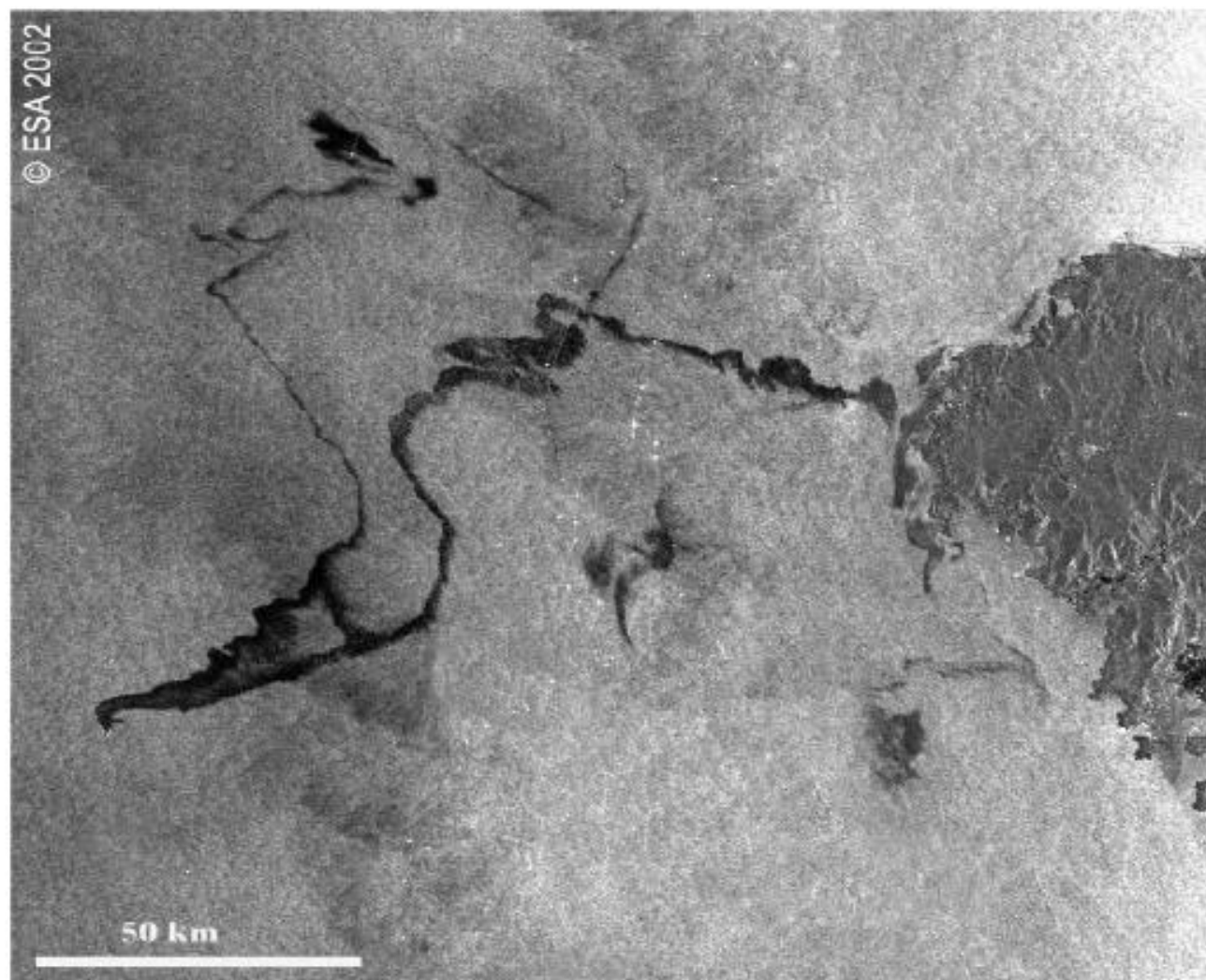
# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

44.50

## ■ The “Prestige” case



Cargo: 77.000 of heavy fuel



ERS-2 SAR 17 November 2002

41.50

-11.00

-10.00

-9.00

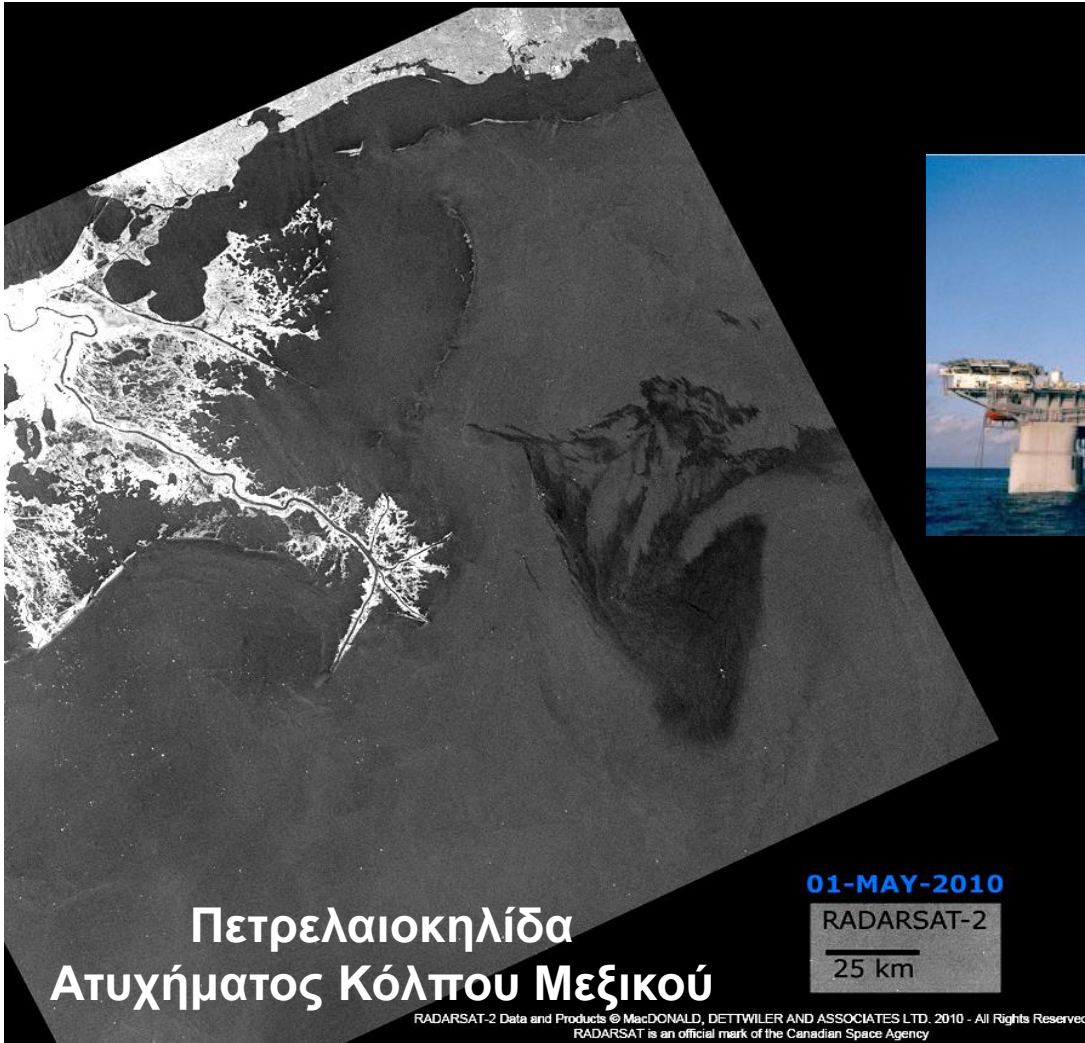
-8.00

-7.00

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

44.50

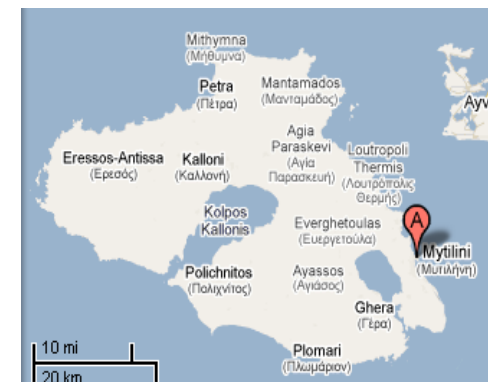
## Εξέδρα Deepwater Horizon συμφερόντων BP



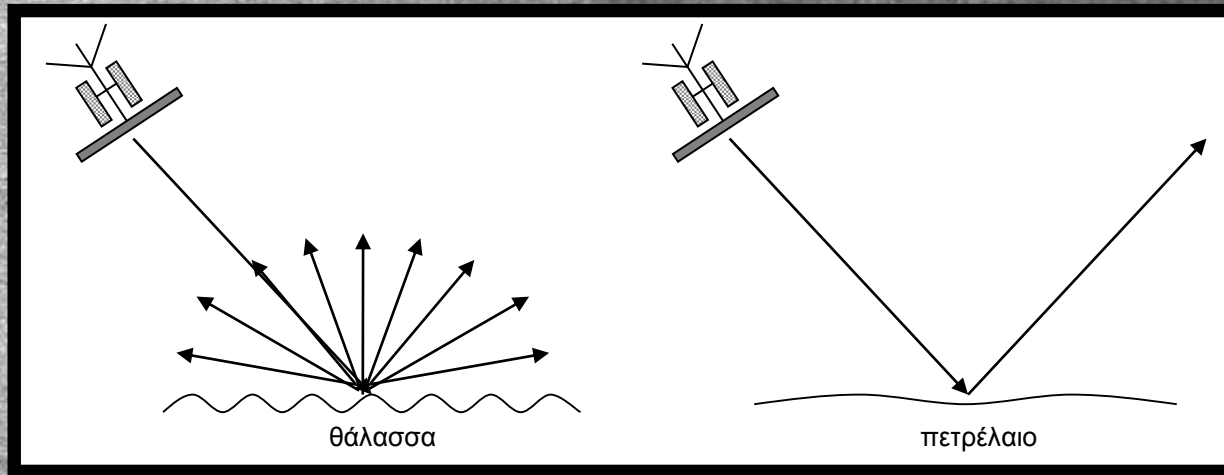
Έκρηξη 20/04/2010



Λέσβος: 70x50 km = 3.500 km<sup>2</sup>.



# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων



Τριχοειδή κύματα επιφανείας (short gravity – capillary waves)

Φυσικές κηλίδες  
πετρελαίου

απάνεμες  
περιοχές

επιφανειακά  
ρεύματα

δύνες,  
εσωτερικά  
κύματα

ανάβλυση,  
μέτωπα

**Ανίχνευση και εντοπισμός  
πετρελαιοκηλίδων**





# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

Μέθοδοι εντοπισμού πετρελαιοκηλίδων

Φωτοερμηνευτική μεθοδολογία

Ημι-αυτοματοποιημένος εντοπισμός

Αυτοματοποιημένα συστήματα εντοπισμού



# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

## Μέθοδοι εντοπισμού πετρελαιοκηλίδων

Απεικόνιση SAR

Απομόνωση μαύρων σχηματισμών

Φωτεινότητα;  
Κατάτμηση;

Εξαγωγή στατιστικών χαρακτηριστικών

Ποιων χαρακτηριστικών και γιατί αυτών;

Από ποια δεδομένα και πώς προέκυψε;

Βάση στατιστικών δεδομένων

Σύγκριση

Απόφαση για πετρελαιοκηλίδα ή άλλο φαινόμενο

Με ποιο τρόπο;

44.50

43.00

42.50

42.00

41.50 -11.00

-10.00

-9.00

-7.00

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

44.50

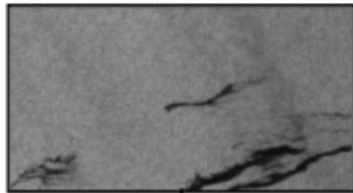
44.0

43.5

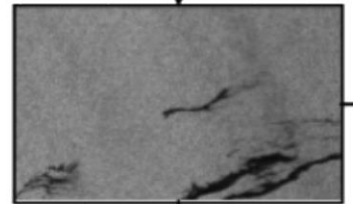
43.0

42.5

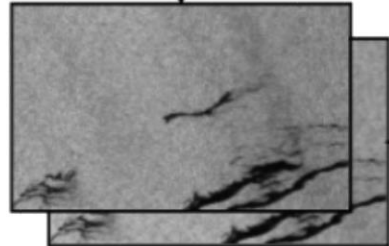
42.0



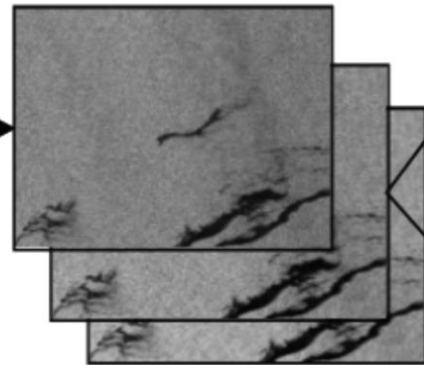
Αρχική απεικόνιση ραντάρ



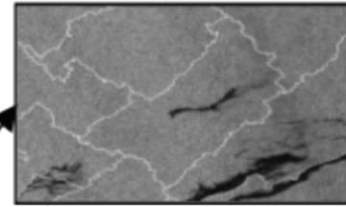
Μετασχηματισμός σε 256 τιμές του γκριζου



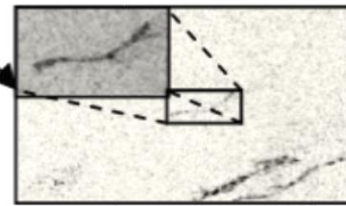
Αποθορυβοποίηση



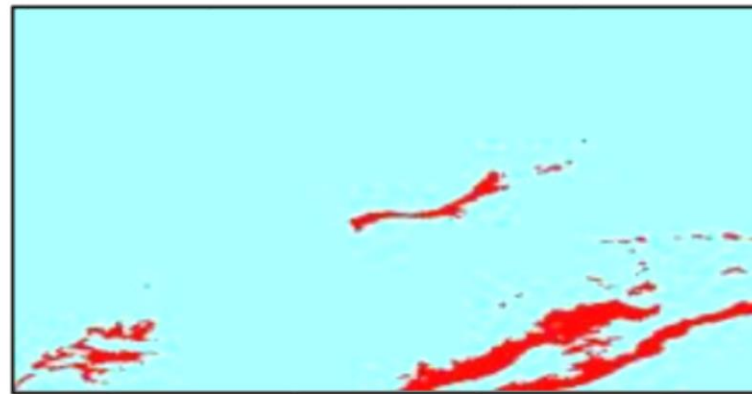
Επίπεδα που εισάγονται προς κατάτμηση



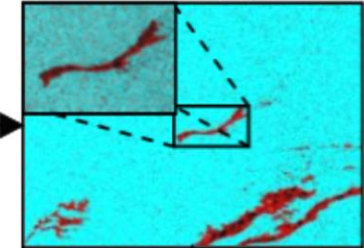
Κατάτμηση μεγάλης κλίμακας



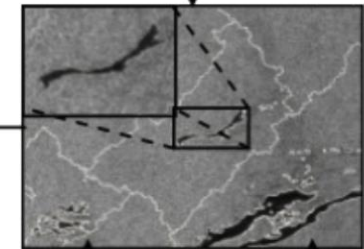
Κατάτμηση μικρής κλίμακας



Αποτέλεσμα



Εντοπισμός μαύρων σχηματισμών



Συγένωση μικρών αντικειμένων



Βάση γνώσης A



Βάση γνώσης B

41.50 -11.00

-10.00

-9.00

-8.00

-7.00

Αποεικόνιση

Βραίοι

Βραίοι

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

Εντοπισμός μαύρων σχηματισμών

Αλγόριθμος  
κατωφλίου δύο  
σταδίων

Γενικός εντοπισμός

$$\frac{Mean_{SO} + St.Dev_{SO}}{2} + \frac{Mean_{SO}}{St.Dev_{SO}} - Mean_{object} \geq 0$$

Ενισχυμένος εντοπισμός

$$\frac{Mean_{SO} + St.Dev_{SO}}{2} + \frac{Mean_{SOWD}}{St.Dev_{SOWD}} - Mean_{object} + (Mean_{SOWD} - Mean_{SO}) \geq -6$$

41.50 -11.00

-10.00

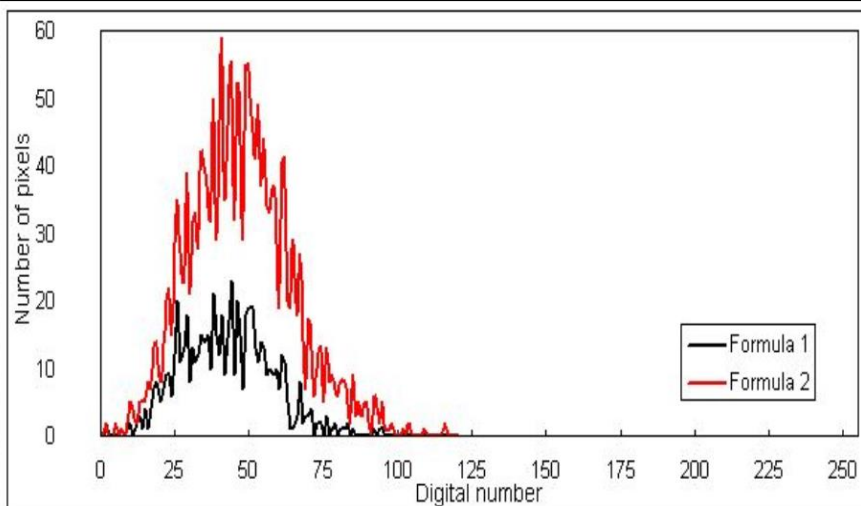
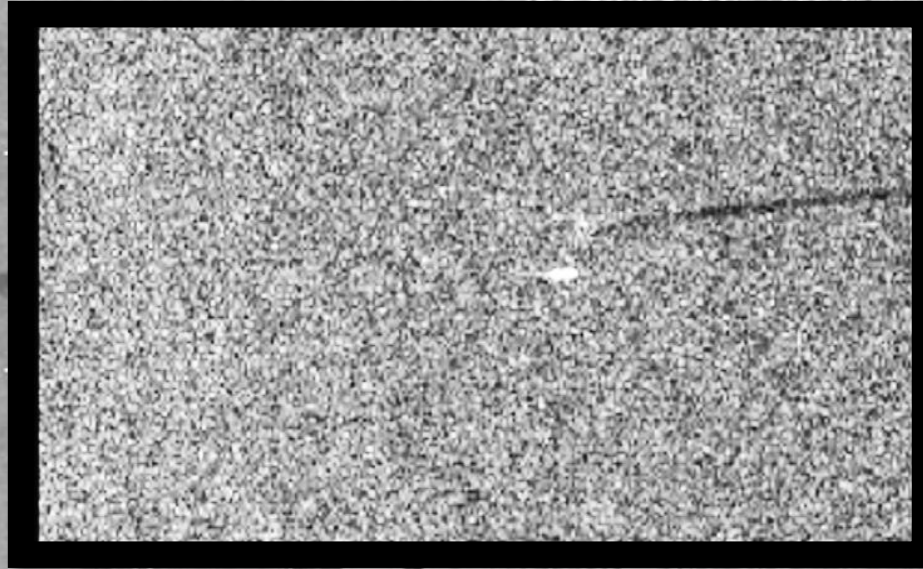
-9.00

-8.00

-7.00

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

## Εντοπισμός μαύρων σχηματισμών



# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

## Μέθοδοι εντοπισμού πετρελαιοκηλίδων

Απεικόνιση SAR

Απομόνωση μαύρων σχηματισμών

Φωτεινότητα;  
Κατάτμηση;

Εξαγωγή στατιστικών χαρακτηριστικών

Ποιων χαρακτηριστικών  
και γιατί αυτών;

Βάση  
στατιστικών  
δεδομένων

Σύγκριση

Απόφαση για  
πετρελαιοκηλίδα  
ή άλλο φαινόμενο

44.50

43.00

42.50

42.00

41.50 -11.00

-10.00

-9.00

-8.00

-7.00

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

## Εξαγωγή στατιστικών χαρακτηριστικών

Del Frate et al. 2000, Solberg et al. 1999,  
Fiscella et al. 2000, Karathanassi et al. 2007.

Φυσική συμπεριφορά	Γεωμετρική συμπεριφορά	Συμπεριφορά υφής
Οπισθοσκεδαζόμενη ακτινοβολία	Μικρές περιοχές	Φασματική υφή
Μέση διαφορά με τα γειτονικά αντικείμενα	Μεγάλες περιοχές	Υφή σχήματος
Λόγος τυπικής απόκλισης προς μέση τιμή	Ασυμμετρία	Μέση υφή του Haralick
Γεινίαση με αντικείμενα μεγάλης έκτασης	Λόγος μήκους προς πλάτος	
Γεινίαση με γη	Δείκτης σχήματος	
Γεινίαση με αντικείμενα υψηλού δείκτη σχήματος		

1.	Έκταση.	A
2.	Περίμετρος.	P
3.	Λόγος περιμέτρου προς έκταση.	P/A
4.	Πολυπλοκότητα αντικειμένου.	C
5.	Παράγοντας Σχήματος I.	SP1
6.	Παράγοντας Σχήματος II.	SP2
7.	Μέση τιμή αντικειμένου.	OMe
8.	Τυπική απόκλιση αντικειμένου.	OSd
9.	Λόγος τυπικής απόκλισης προς μέση τιμή αντικειμένου.	Orp
10.	Μέση τιμή φόντου.	BMe
11.	Τυπική απόκλιση φόντου.	BSd
12.	Λόγος τυπικής απόκλισης και μέσης τιμής φόντου.	Bpm
13.	Λόγος αντικειμένου και φόντου.	Orp/Bpm
14.	Μέση αντίθεση.	ConMe
15.	Μέγιστη αντίθεση.	ConMax
16.	Λόγος μέσης αντίθεσης.	ConRaMe
17.	Λόγος τυπικής απόκλισης.	ConRaSd
18.	Λόγος τοπικής αντίθεσης.	ConLa
19.	Μέση τιμή ορίων.	GMe
20.	Τυπική απόκλιση ορίων.	GSd
21.	Μέγιστη τιμή ορίων.	GMax
22.	Μέση διαφορά γεινίασης.	NDm
23.	Φασματική υφή.	TSp
24.	Υφή σχήματος.	TSh
25.	Μέση υφή του Haralick.	THm

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

Εξαγωγή στατιστικών χαρακτηριστικών

$2^{25}$  συνδυασμοί χαρακτηριστικών

Γενετικοί αλγόριθμοι και νευρωνικά δίκτυα

Ταυτόχρονη επιλογή στατιστικών χαρακτηριστικών  
και νευρώνων κρυφού επιπέδου

44.50

43.50

43.00

42.50

42.00

41.50

-11.00

-10.00

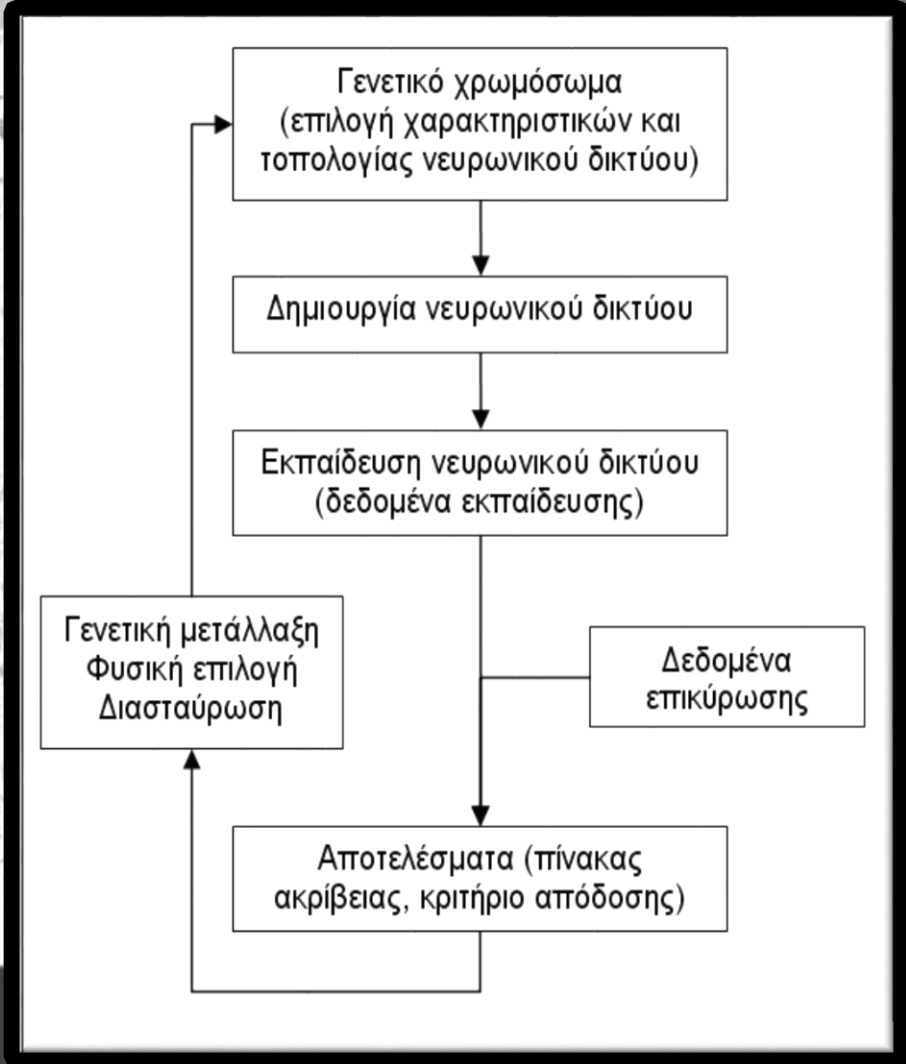
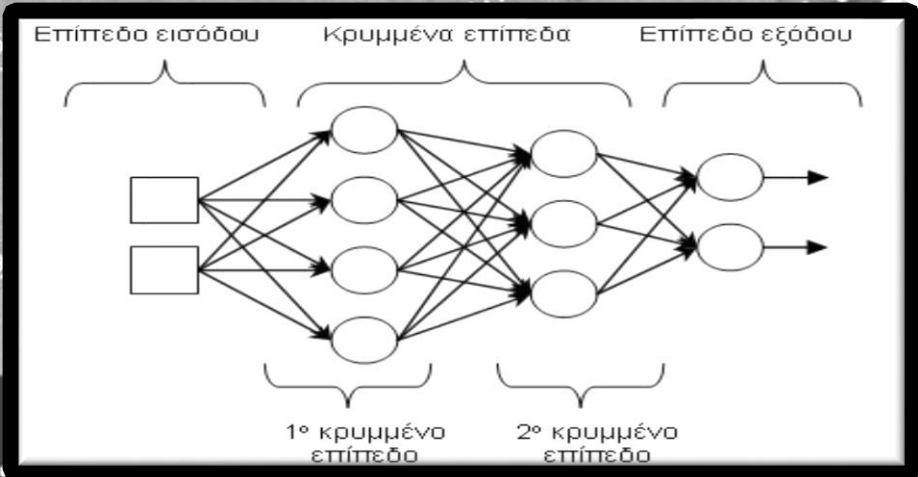
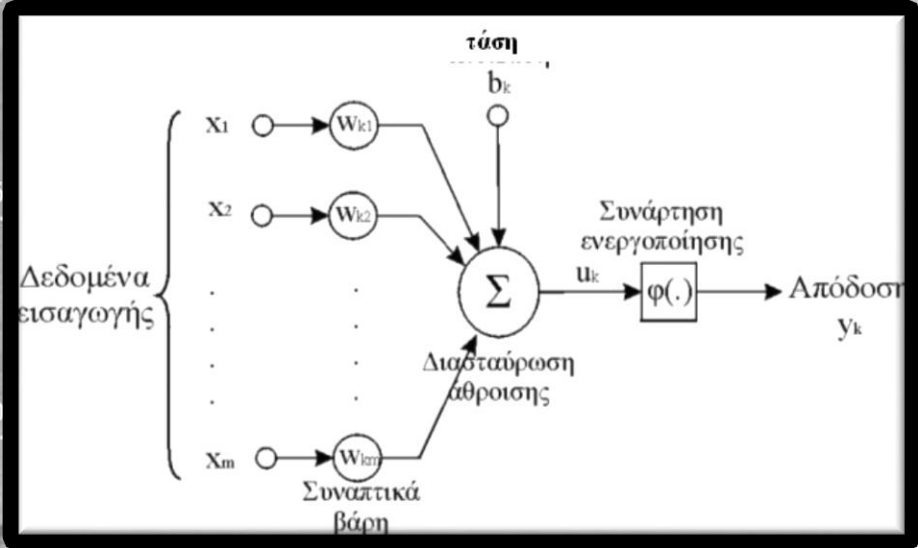
-9.00

-8.00

-7.00

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

## Εξαγωγή στατιστικών χαρακτηριστικών







# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

## Μέθοδοι εντοπισμού πετρελαιοκηλίδων

Απεικόνιση SAR

Απομόνωση μαύρων σχηματισμών

Φωτεινότητα;  
Κατάτμηση;

Εξαγωγή στατιστικών χαρακτηριστικών

Ποιων χαρακτηριστικών  
και γιατί αυτών;

Βάση  
στατιστικών  
δεδομένων

Σύγκριση

Απόφαση για  
πετρελαιοκηλίδα  
ή άλλο φαινόμενο

Με ποιο τρόπο;

44.50

43.00

42.50

42.00

41.50 -11.00

-10.00

-9.00

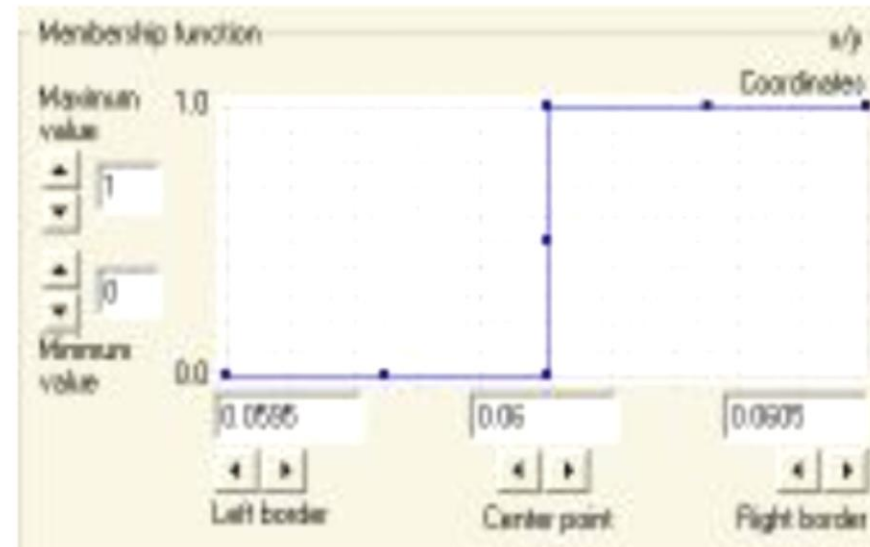
-7.00

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

## Σύγκριση - Ταξινόμηση

- [-] Contained
  - [+] and (min)
    - StDev/Mean
- [-] Inherited
  - [+] and (min) (Copy of Assymetry passed)
    - Asymmetry
  - [+] and (min) (Copy of Big areas passed)
    - Area
  - [+] and (min) (Copy of calm4:
    - Rel. area of calm3 sub-objects (1)
  - [+] and (min) (Copy of Length to width passed)
    - Length/width
  - [+] and (min) (Copy of Shape index passed)
    - Shape index
  - [+] and (min) (Copy of Small areas passed)
    - Area
  - [+] and (min) (level3)
    - Level
  - [+] and (min) (SD bright)
    - not SD dark

α



β

41.50 -11.00

-10.00

-9.00

-8.00

-7.00

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

## Μέθοδοι εντοπισμού πετρελαιοκηλίδων

Απεικόνιση SAR

Απομόνωση μαύρων σχηματισμών

Φωτεινότητα;  
Κατάτμηση;

Εξαγωγή στατιστικών χαρακτηριστικών

Ποιων χαρακτηριστικών και γιατί αυτών;

Από ποια δεδομένα και πώς προέκυψε;

Βάση στατιστικών δεδομένων

Σύγκριση

Απόφαση για πετρελαιοκηλίδα ή άλλο φαινόμενο

Με ποιο τρόπο;

44.50

43.00

42.50

42.00

41.50 -11.00

-10.00

-9.00

-7.00

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

Βάση δεδομένων

159 τμήματα από 24 SAR απεικονίσεις

69 πετρελαιοκηλίδες

90 φαινόμενα που μοιάζουν με αυτές

44.50

43.50

43.00

42.50

42.00

41.50 -11.00

-10.00

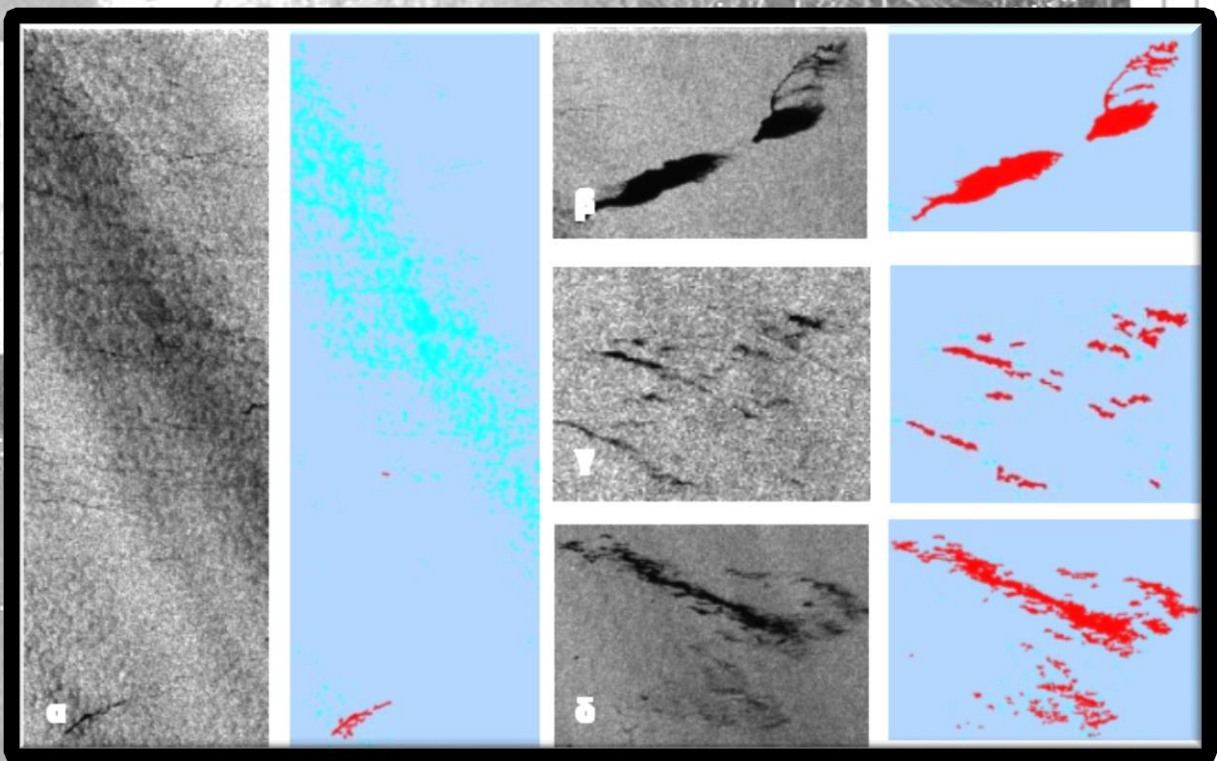
-9.00

-8.00

-7.00

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

## Αποτελέσματα



44.50

-11.00

-10.00

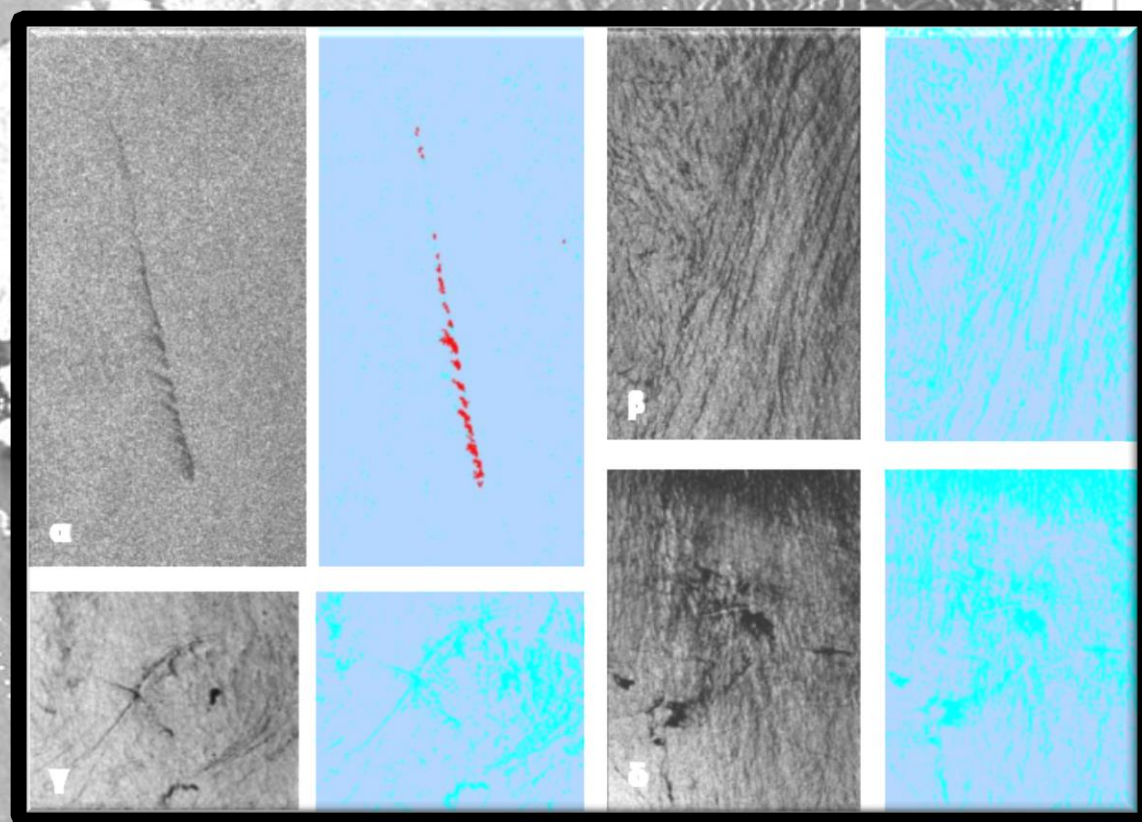
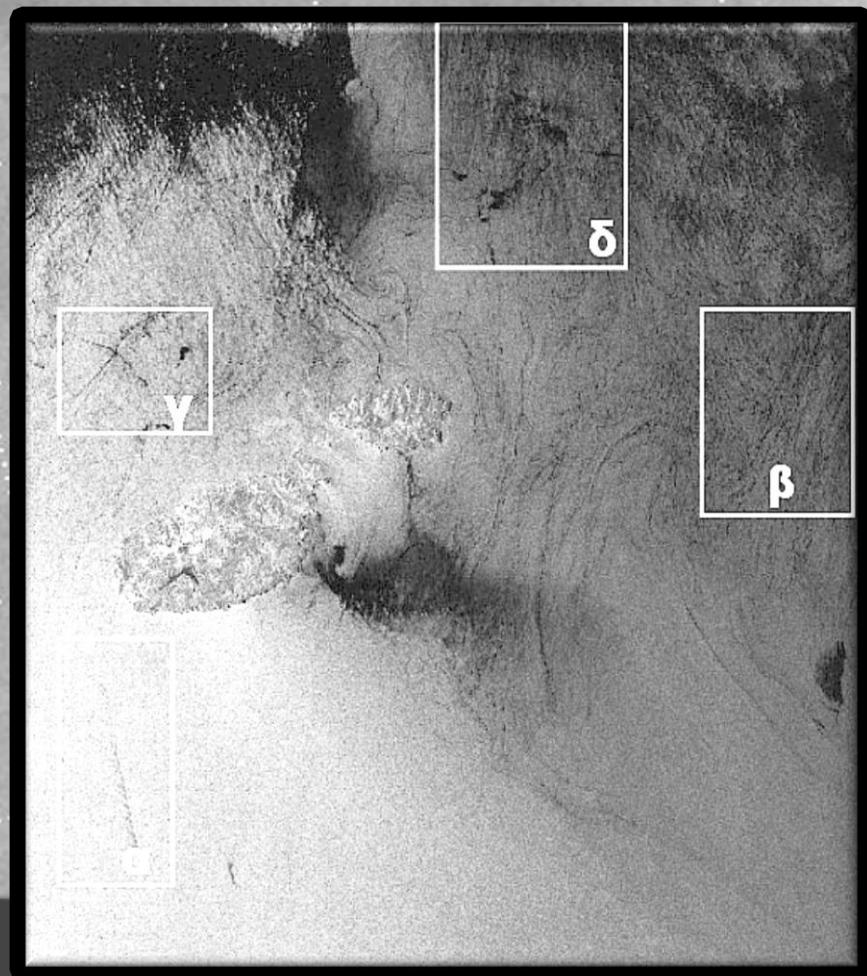
-9.00

-8.00

-7.00

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

## Αποτελέσματα



41.50 -11.00

-10.00

-9.00

-8.00

-7.00

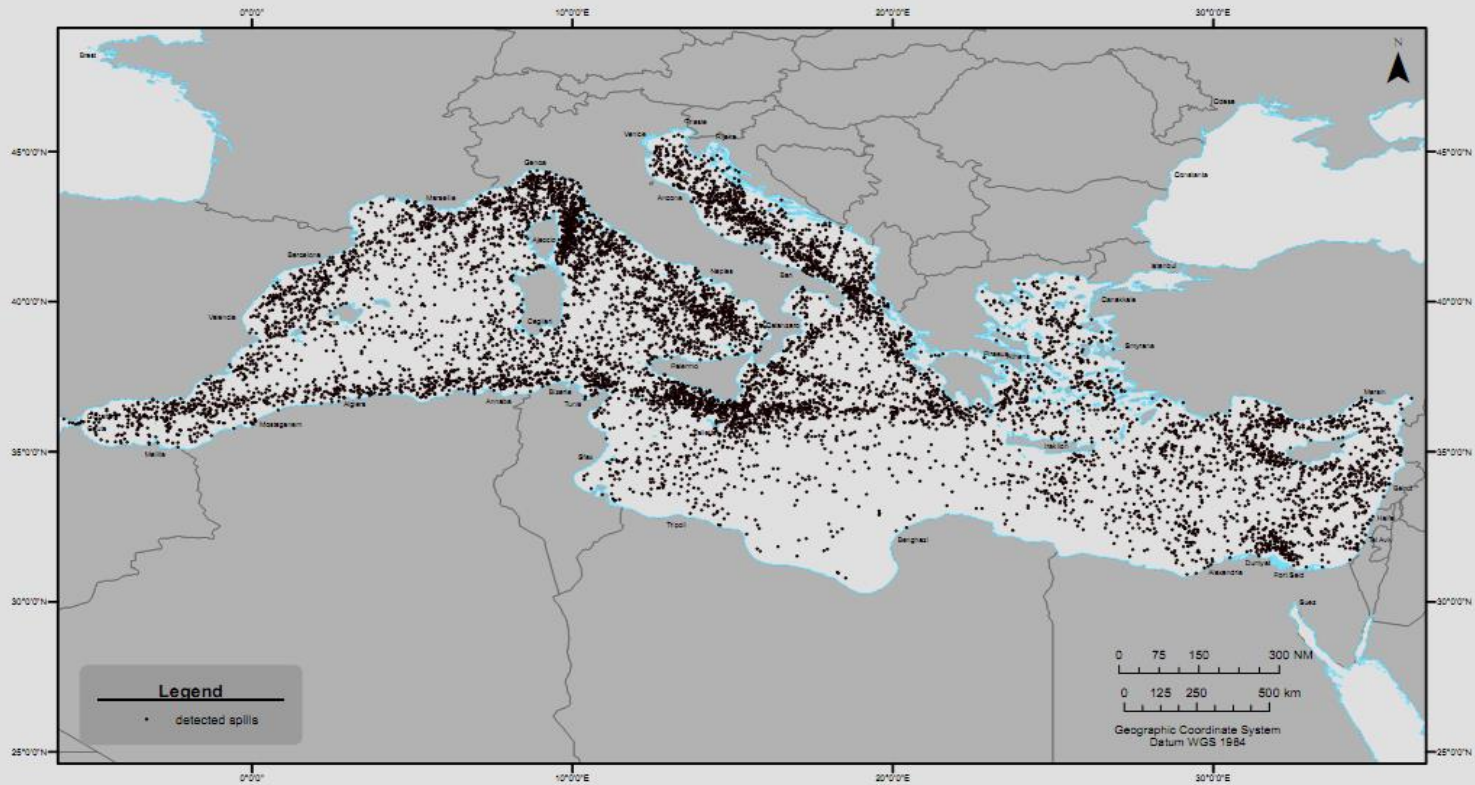
# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων



European Commission

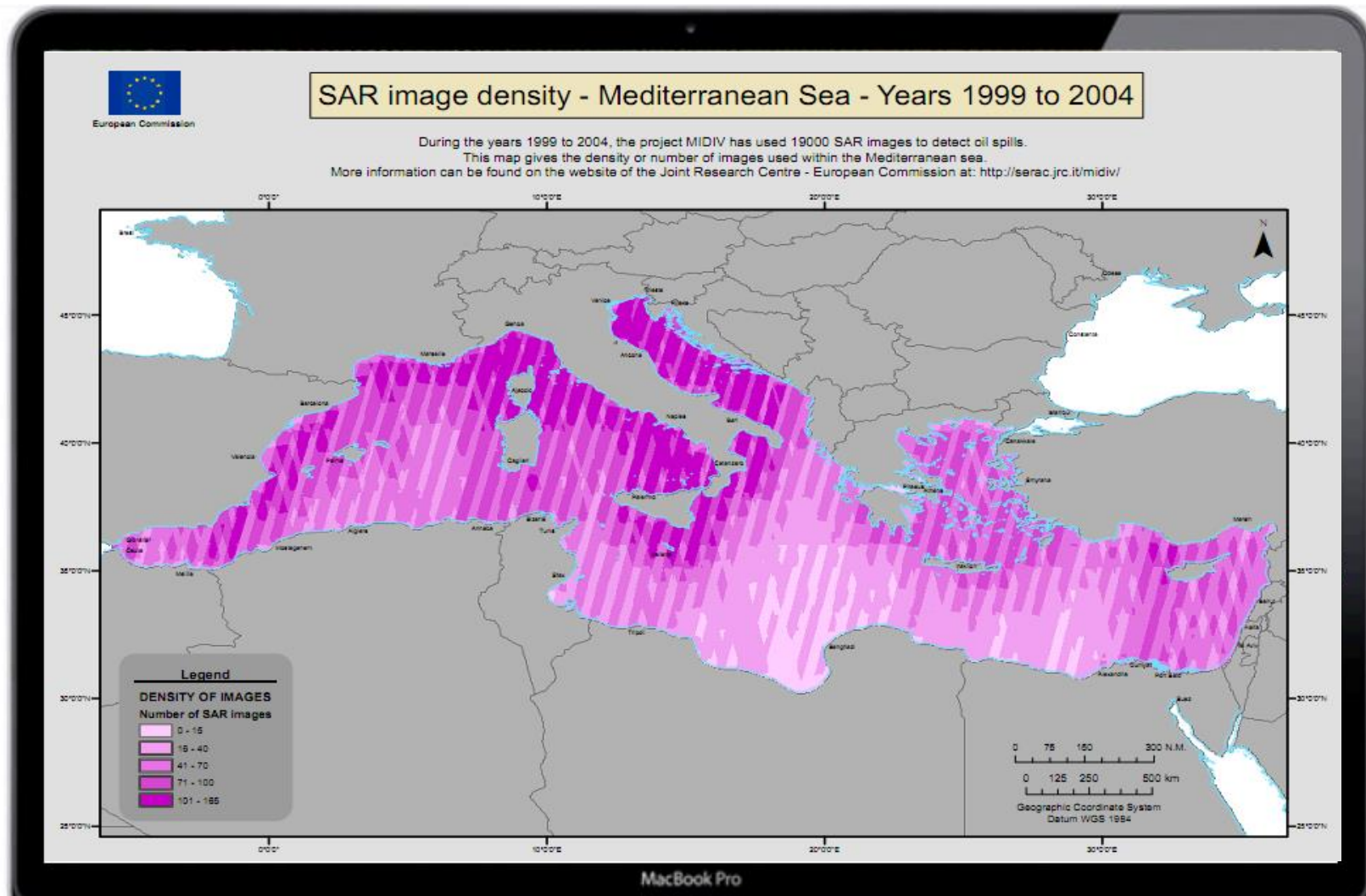
## Probable oil spills detected - Mediterranean Sea - Years 1999 to 2004

During the years 1999 to 2004, out of 19000 SAR images, the project MIDIV detected 9000 probable oil spills. This map should be linked with the map of SAR Image Density given that areas without spills could be related to areas with less SAR images at our disposal for detection. More information can be found on the website of the Joint Research Centre - European Commission at: <http://serac.jrc.it/midiv/>

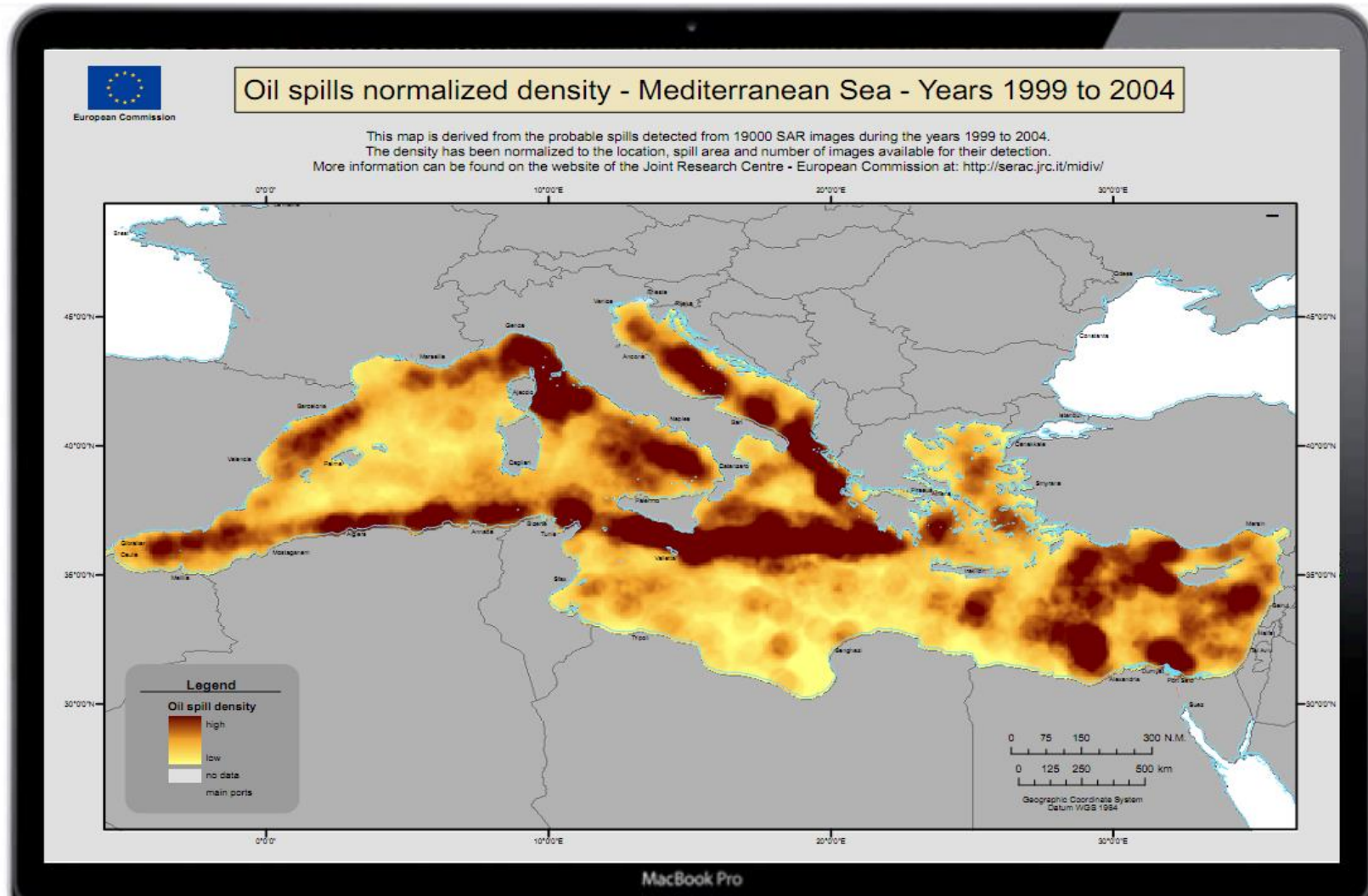




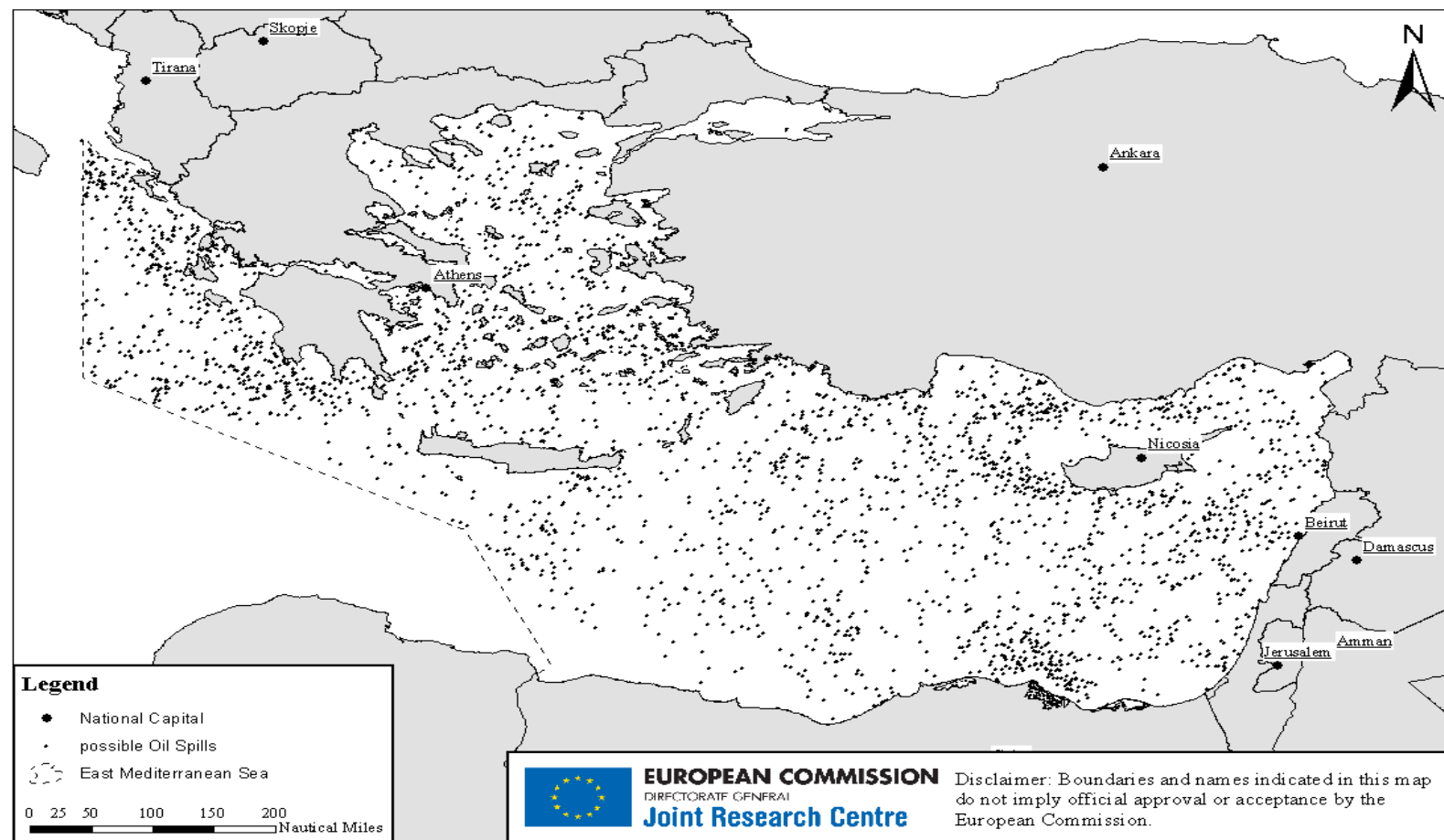
# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων



# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

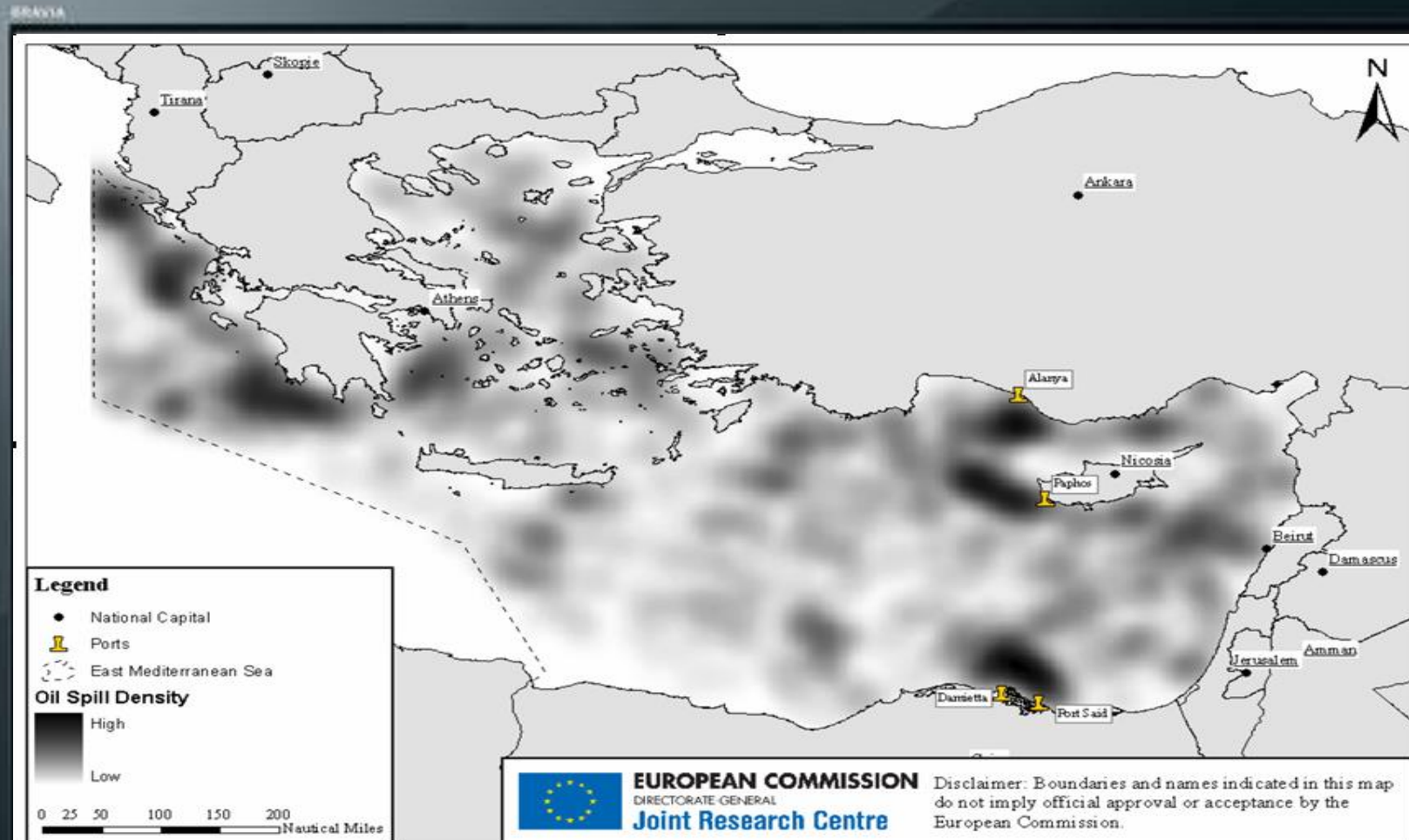


# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων



**Ανάλυση δορυφορικών απεικονίσεων για τα έτη 1999-2004**  
**5517 SAR απεικονίσεις – 2544 πιθανές πετρελαιοκηλίδες**

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων



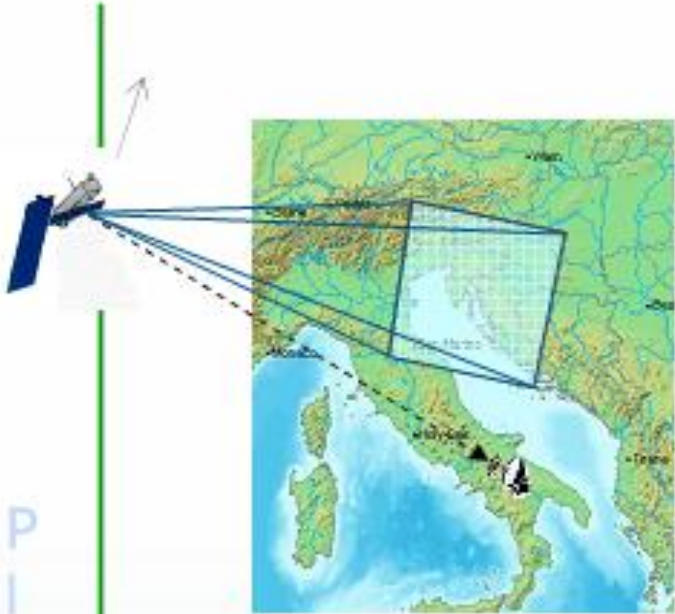
**Ανάλυση δορυφορικών απεικονίσεων για τα έτη 1999-2004**  
**5517 SAR απεικονίσεις – 2544 πιθανές πετρελαιοκηλίδες**

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων



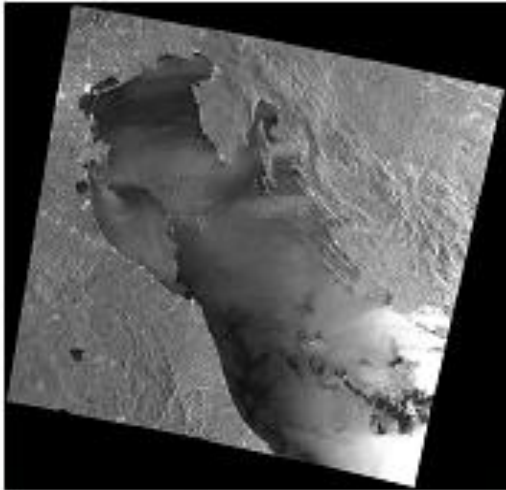
# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων

## Near Real Time Service – 30 Minutes



Acquisition and Processing

Envisat,  
Radarsat 1&2+



Oil Spill Analysis

Phone and email alert



Alert report



Web: Images and ancillary information (wind, wave)

Alert & Product Delivery

P  
I  
A  
C  
C  
E  
P  
T

F  
E  
E  
D  
B  
A  
C  
K

T0 = End of scene acquisition

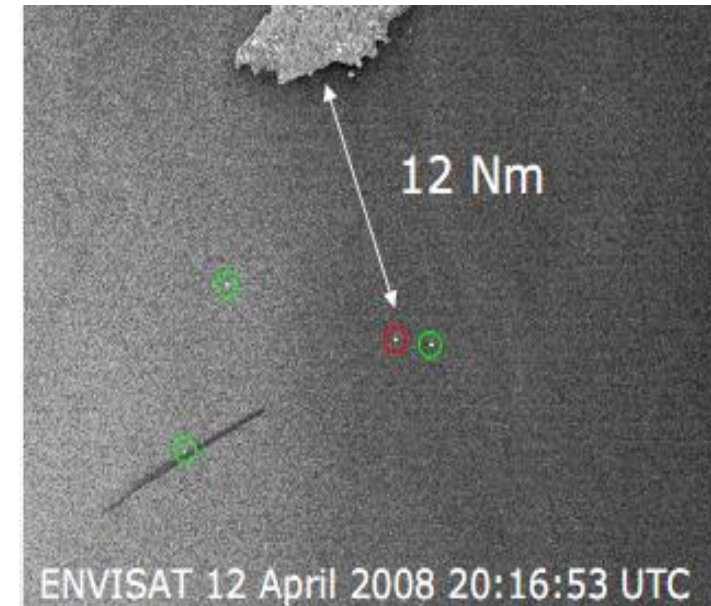
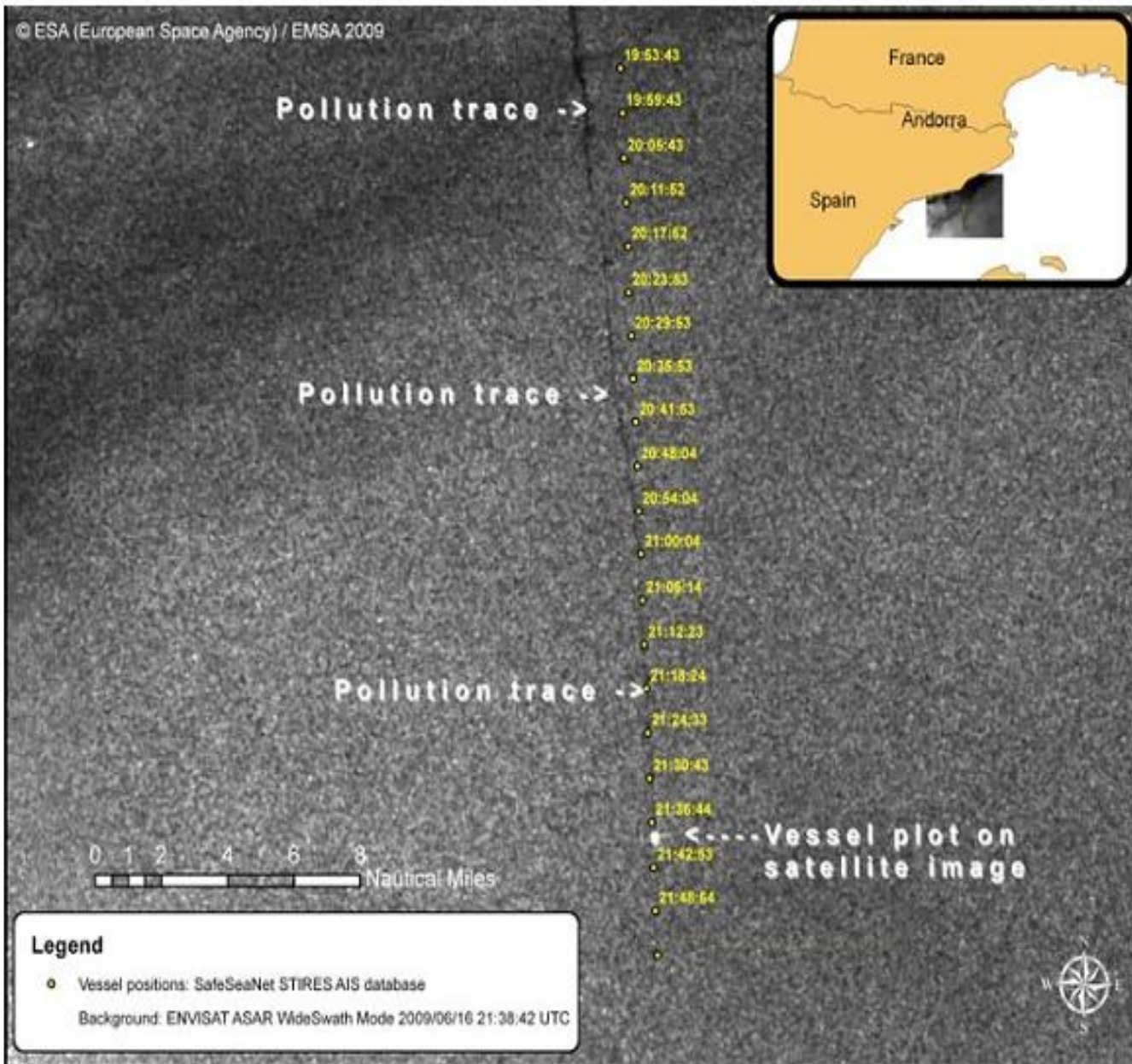
T = T0 + 30 min

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων



Satellite image © CSA/MDA/EMSA 2008  
SLAR image © Swedish Coast Guard 2008  
Photo © Swedish Coast Guard 2008

# Ανίχνευση και εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων





# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

