



ITE

11^η Επιστημονική Διημερίδα ITE

13-14 Οκτωβρίου 2017, ITE, Ηράκλειο, Κρήτη

Ενότητα 6 : Περιβάλλον, Φυσικές Καταστροφές και Πολιτική Προστασία

Oil spill simulations in the Eastern Mediterranean Sea

Προσομοιώσεις διασποράς πετρελαιοκηλίδων στην Ανατολική Μεσόγειο Θάλασσα

Γιώργος Ζωδιάτης¹,
T. M. Alves², E. Κοκίνου³,
H. Radhakrishnan¹, K. Παναγιωτάκης³, R. Lardner⁴

¹Oceanography Center, UCY, Cyprus

²3D Seismic Lab – School of Earth and Ocean Sciences, Cardiff University, UK

³TEI – Technological Educational Institute, Crete, Greece

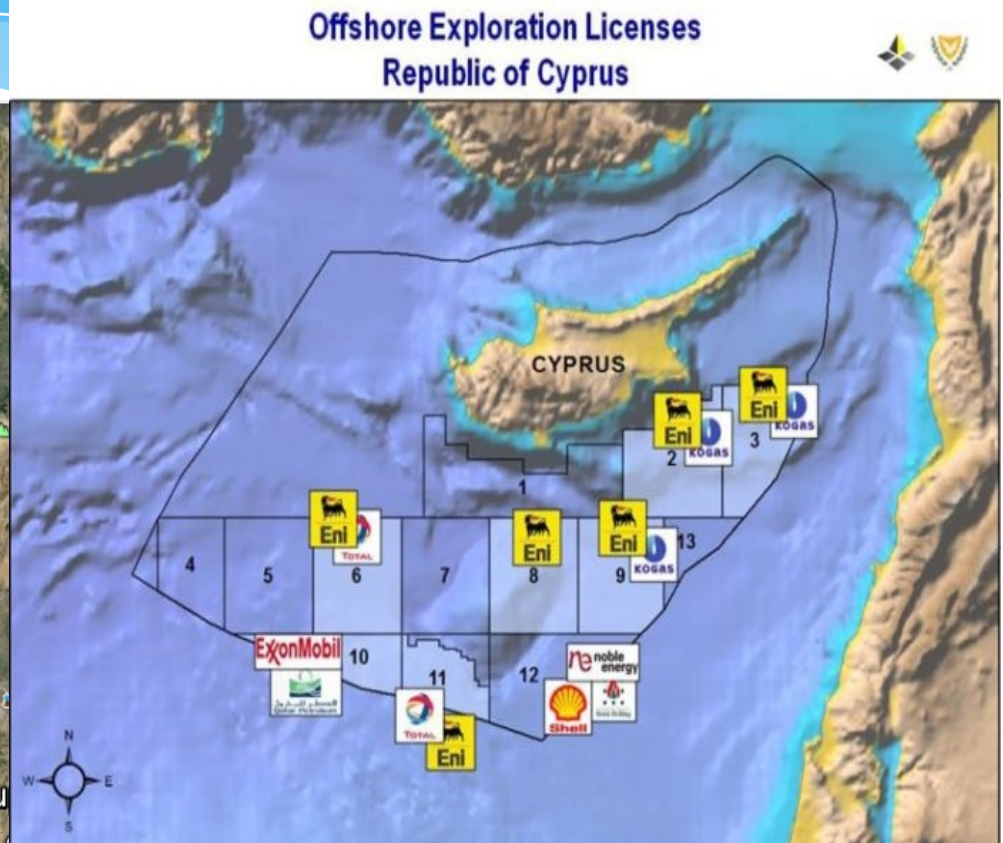
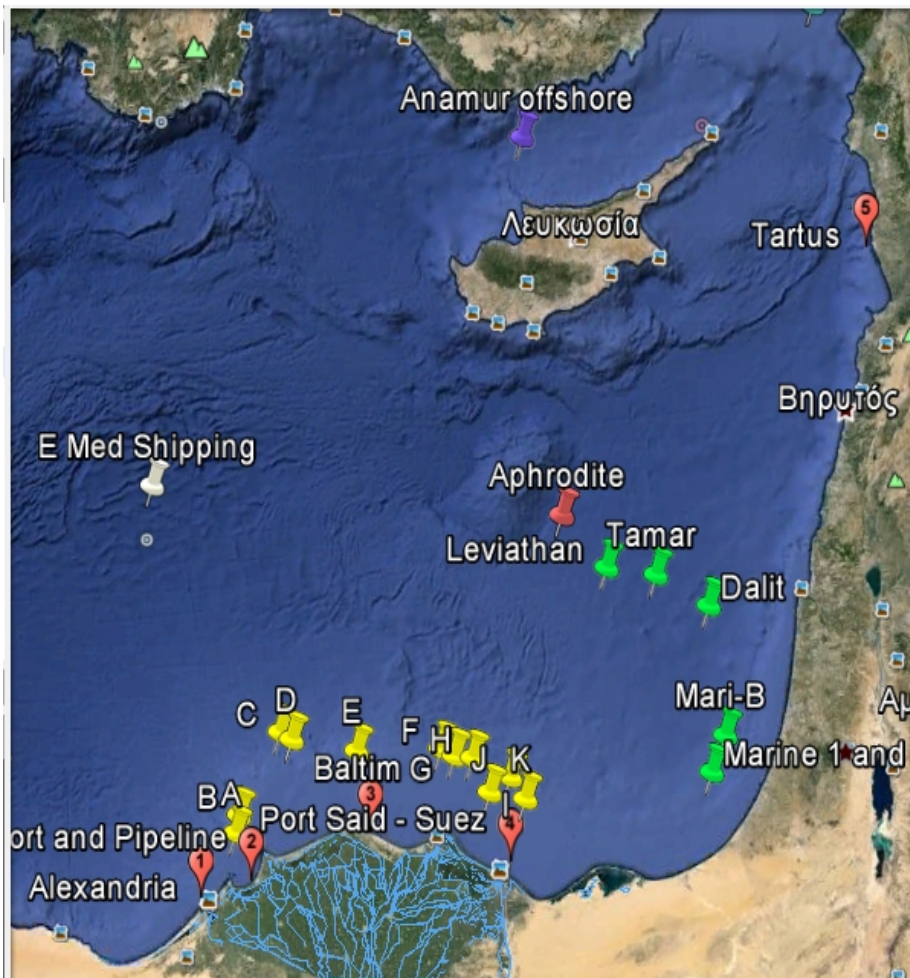
⁴Simon Fraser University, British Columbia, Canada



Περιγραφή

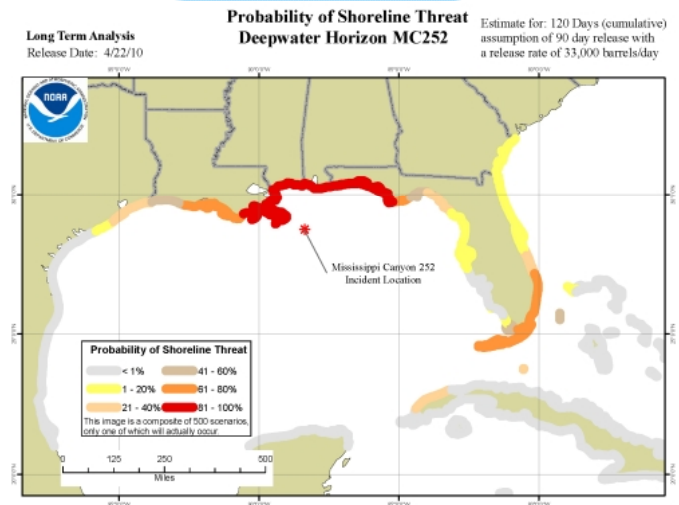
- γιατί είναι αναγκαίες οι προσομοιώσεις πετρελαιοκηλίδων στην λεκάνη της Λεβαντίνης;
- κίνητρα για την υποστήριξη της θαλάσσιας ασφάλειας
- προγράμματα και δραστηριότητες της ΕΕ που αφορούν επιχειρησιακά μοντέλα προσομοίωσης πετρελαιοκηλίδων στην Μεσόγειο
- μοντελοποίηση μέτρων αντιμετώπισης πετρελαιοκηλίδων
- συμπεράσματα
- references

Υφιστάμενες και προγραμματισμένες υπεράκτιες πλατφόρμες υδρογονανθράκων στην Λεβαντίνη και στην ΑΟΖ της Κύπρου



Στις 20 Απριλίου 2010, η έκρηξη της πλατφόρμας γεώτρησης πετρελαίου της BP *Deep water Horizon*, στα 90 χλμ στην ανοικτή θάλασσα του Κόλπου του Μεξικού, προκάλεσε διαρροή 87 ημερών αργού πετρελαίου από το πηγάδι *Macondo*, από τα 1520 μέτρα βάθος.

Το ερώτημα που εξετάστηκε κατά αρχάς αφορούσε την έκταση της διασποράς και την αλλαγή των φυσικών παραμέτρων/fate του αργού πετρελαίου στην περιοχή και πέρα από αυτήν.



Γιατί είναι αναγκαίες οι προσομοιώσεις πετρελαιοκηλίδων στην λεκάνη της Λεβαντίνης;

- Αύξηση της εξερεύνησης και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων στην λεκάνη της Λεβαντίνης λόγω της ανάγκης για ενεργειακούς πόρους.
- Τα τελευταία 5 χρόνια ανακαλύφθηκαν σημαντικές ποσότητες υδρογονανθράκων στις ΑΟΖ της Αιγύπτου, Ισραήλ και Κύπρου.
- Η διεύρυνση της διώρυγας του Σουέζ επιτρέπει πλέον σε super πετρελαιοφόρα χωρητικότητας μέχρι 550.000 (dwt) να διαπλέουν την λεκάνη της Λεβαντίνης.
- Τα παράκτια διυλιστήρια και οι λιμένες έχουν ή θα αναβαθμιστούν για να αντιμετωπίσουν την αναμενόμενη αύξηση της χωρητικότητας των πλοίων και των ποσοτήτων πετρελαίου / αερίου που θα παράγονται από τα νέα υπεράκτια πεδία.
- Δεν υπάρχουν αποτελεσματικά σχέδια μετριασμού και τεχνολογία ανταπόκρισης σε πραγματικό χρόνο για να βοηθήσουν τους οργανισμούς αντιμετώπισης σε μεγάλα ατυχήματα πετρελαιοκηλίδας.

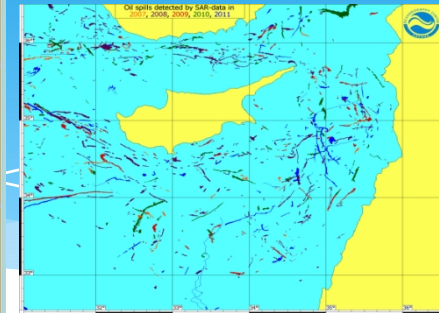
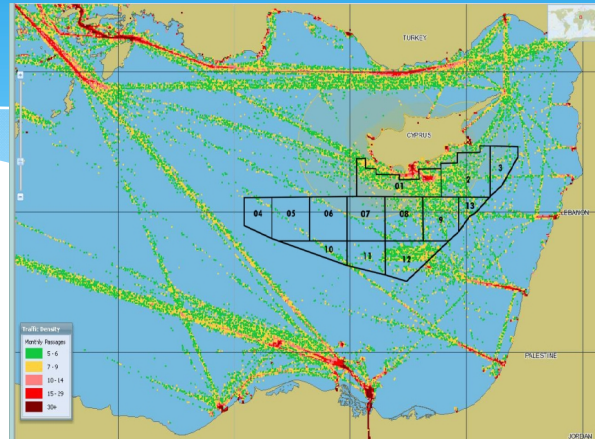
Κίνητρα για την υποστήριξη της ασφάλειας στη θάλασσα- Marine Safety

Ο μόνιμος κίνδυνος από ένα συμβάν στη Μεσόγειο Θάλασσα συνδέεται με:

α) τις θαλάσσιες μεταφορές, από τις πρόσφατες εκτιμήσεις από την διεύρυνση του Σουέζ, σημειώθηκε αύξηση στην διακίνηση πλοίων κατά 23% και

β) την λειτουργία παράκτιων/ υπεράκτιων εγκαταστάσεων που σχετίζονται με τη βιομηχανία υδρογονανθράκων - **oil and gas industry**.

Οι πιο πάνω δραστηριότητες επιβάλλουν στις χώρες της Ανατολικής Μεσογείου την ανάγκη ετοιμότητας για αντίδραση σε περιπτώσεις σοβαρών περιστατικών.



oil spills SAR detected in 2007, 2008, 2009, 2010, 2011

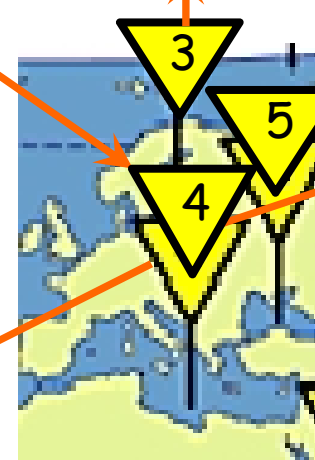
Regional Emergency Centres for Response to oil spill pollution



An incident like this may occur



Response to an oil incident: oil combating vessel



Response to oil incident: booms deployment



The catastrophe

Contingency Plans require the application of oil spill models

Υποστήριξη της ασφάλειας στη θάλασσα Marine Safety

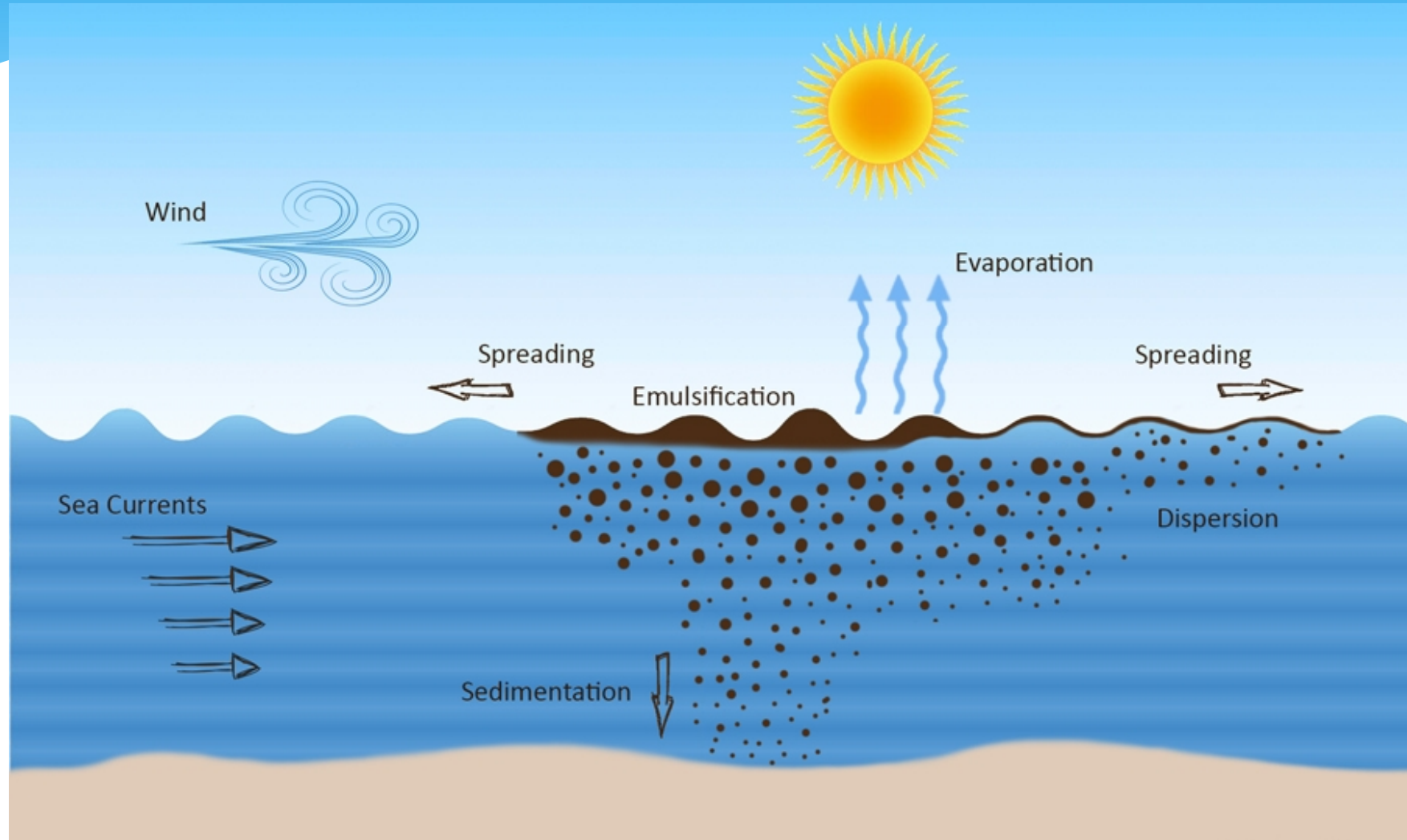
Η επιτυχία αντιμετώπισης μεγάλων περιστατικών ρύπανσης από πετρελαιοκηλίδες εξαρτάται από την επιχειρησιακή πρόγνωση της διασποράς και των φυσικό χημικών παραμέτρων fate-weathering των πετρελαιοκηλίδων. Τέτοιες προγνώσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν με εφαρμογή μοντέλων διασποράς πετρελαιοκηλίδων για να δοθούν απαντήσεις:

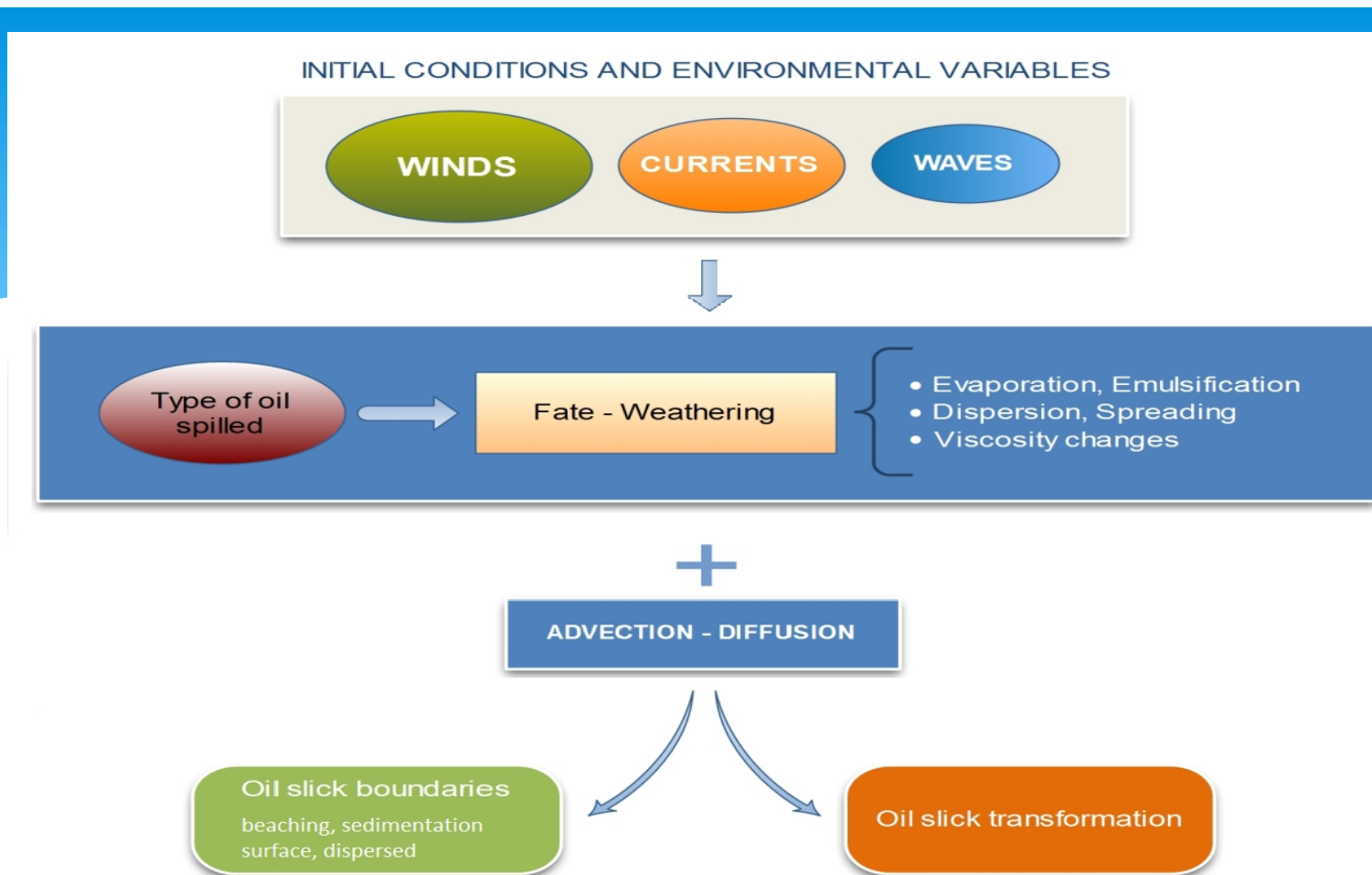
- 🔹 **Where the oil spill will move**
- 🔹 **How soon it will get there**
- 🔹 **Which resources are threatened**
- 🔹 **What will be its state when it arrives**

The first 3 questions are the more critical for effective support of the response agencies to combat the spills, and depend completely on reliable sea currents, winds, waves data.

For the 4th question a reliable fate algorithm is required.

Σχηματική απεικόνιση των βασικών διαδικασιών μεταφοράς και fate processes που υπολογίζονται κατά τις προσομοιώσεις της διασποράς πετρελαιοκηλίδων

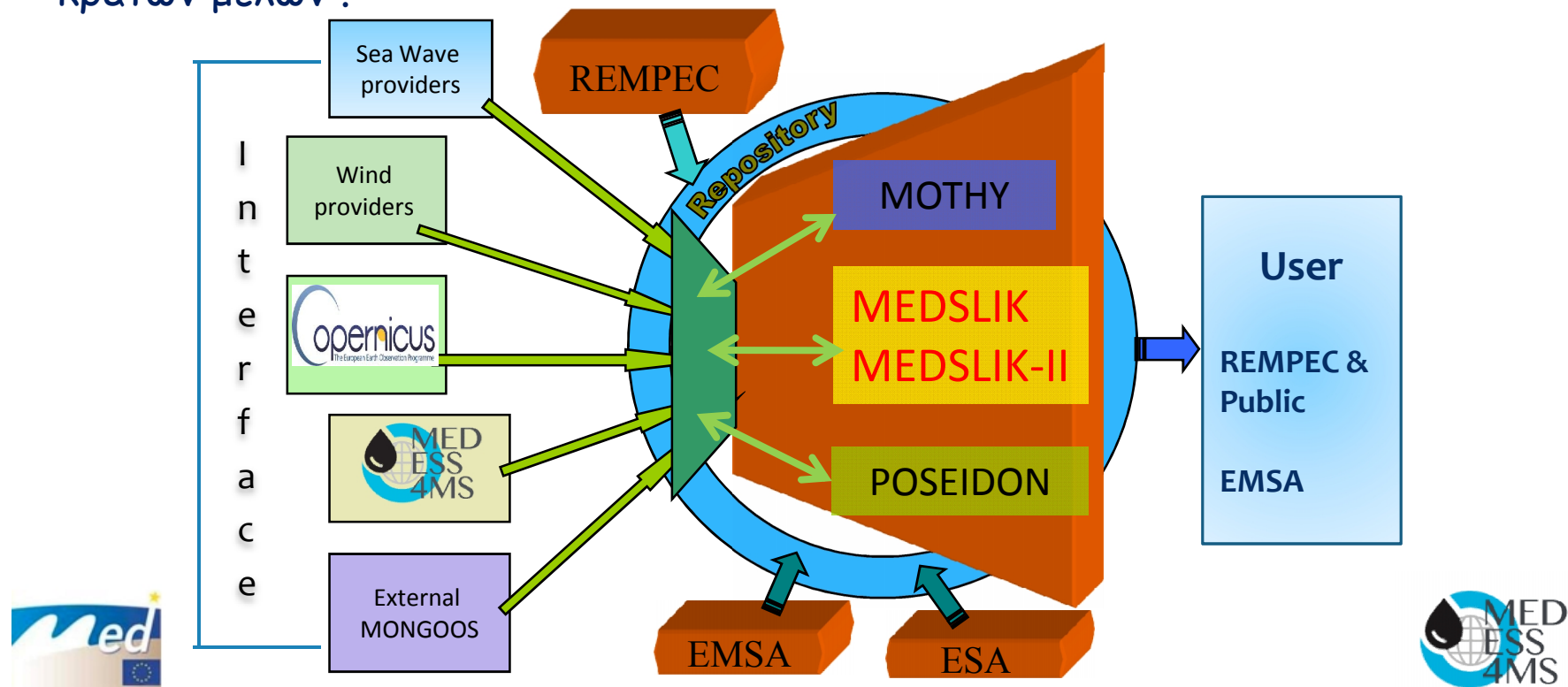




Σχηματική απεικόνιση των υπολογιστικών υπό-ρουτίνων ενός oil spill model: αρχικά διαβάσει τα meteo-ocean και τα oil spill δεδομένα, μετά υπολογίζει τα fate-weathering processes, ακολούθως υπολογίζει the thickness of the thick and thin oil, υπολογίζει τα oil particle positions, the beaching, sedimentation and the oil state (surface, dispersed, beached, sedimented) and the oil concentration.

MEDESS – 4MS

- αφορά την πρόληψη των Θαλάσσιων κινδύνων και την ενίσχυση της ασφάλειας στη Θάλασσα από τη ρύπανση πετρελαιοκηλίδων στη Μεσόγειο.
- παρέχει ένα ολοκληρωμένο επιχειρησιακό σύστημα πρόγνωσης πετρελαιοκηλίδων πολλαπλών μοντέλων στη Μεσόγειο, συνδεδεμένο με τις πλατφόρμες παρακολούθησης της EMSA-CSN, REMPEC, χρησιμοποιώντας εδραιωμένα συστήματα μοντελοποίησης πετρελαιοκηλίδων και δεδομένα από τις υπηρεσίες Copernicus και τα ωκεανογραφικά προγνωστικά συστήματα των κρατών μελών .

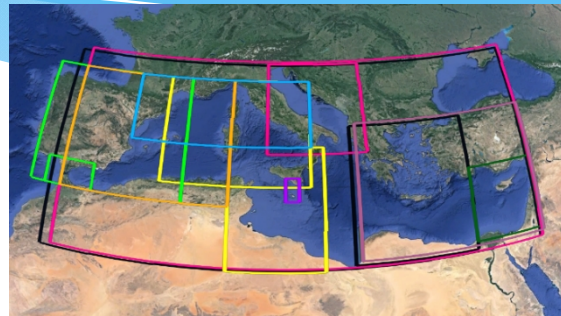


MEDESS-4MS forcing data for the oil spill predictions

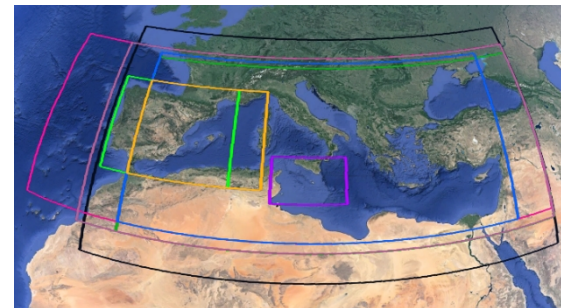
Σύζευξης με meteo-ocean δεδομένα

The MEDESS-4MS oil spill service coupled with the met-ocean data from the Copernicus, the downloaded MS ocean forecasting systems and the oil slick data from platforms such as EMSA-CSN, REMPEC, MS VTMIS, HF-radars and AIS data.

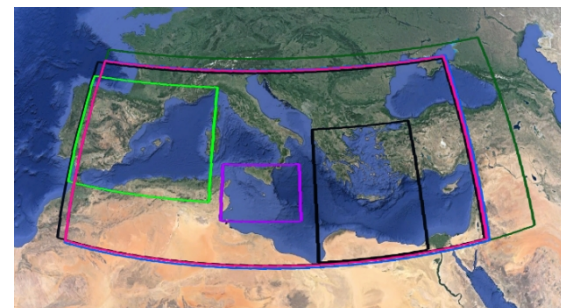
- ◆ **9** different Mediterranean institutions and centers are providing met-ocean forecasting data in real time.
- ◆ **28** different forecasting data sets are available RT.



MEDESS-4MS
ocean forecasting
systems (**14**)



MEDESS-4MS
meteo
forecasting
systems (**7**)




MEDESS-4MS
sea state
forecasting
systems (**7**)

MEDESS-4MS User Interface

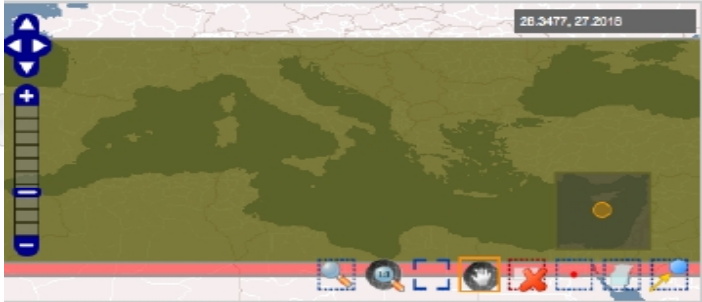
Decision Support System

medess-dss.bo.ingv.it/joomla_medess/index.php/en/management-emergency

HOME DECISION SUPPORT SYSTEM

 Mediterranean Decision Support System for Marine Safety

Run Simulations Simulations Output



26.3477, 27.2018

Oil Spill Geometry Data

033° 00' 00.00 034° 00' 00.00

Degree Point

X(lon): 033° 00' 00.00

Y(lat): 034° 00' 00.00

Add Point

Remove Selected Point

+ ADD SATELLITE FILE

Depth of the oil spill(m) 0

Duration of the spill release(h) 0002

Total amount (volume) of spilled oil (m3) 10000

Date and Time start 2014/11/23 00:00

Oil Spill Described by =Point

Oil Spill Geometry Data =[34,33]

Satellite File Name=

Depth of the oil spill(m)=0

Date and Time start=2014 11 28 1003

Duration of the spill release(h)=0002

Total amount (volume) of spilled oil (m3)=10000

Add Oil Spill Remove Oil Spills Edit Oil Spill

Spills General Data

Simulation Name GMSS

Density of oil (kg/m3) 850

Oil Types Select Oil Types

Backtracking Mode

Length of Simulation (hours) 120

Simulation output time interval (hours) 1.0

Ocean Model CYCOFOS Levantine Basin 1.8 km, provider: OC-UCY

Wind Model SKIRON Mediterranean 5 km, provider: OC-UCY

Wave Model CYCOFOS WAM4 Mediterranean 5 km, provider: OC-UCY

Oil Spill Models MEDSLIK

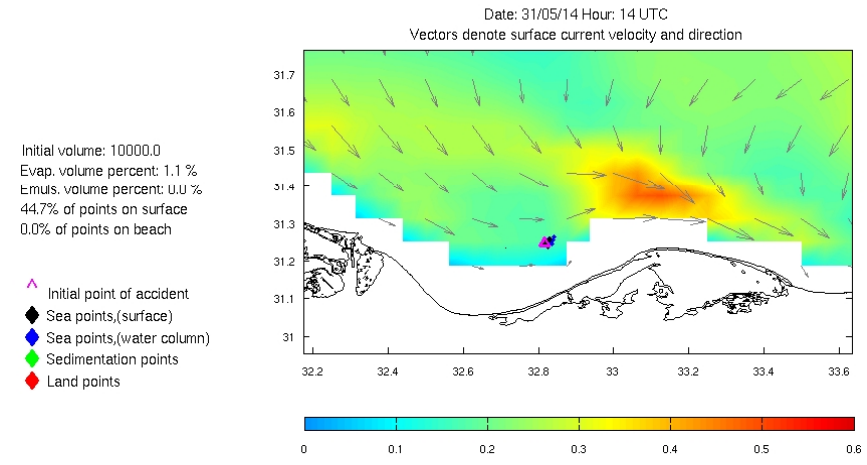
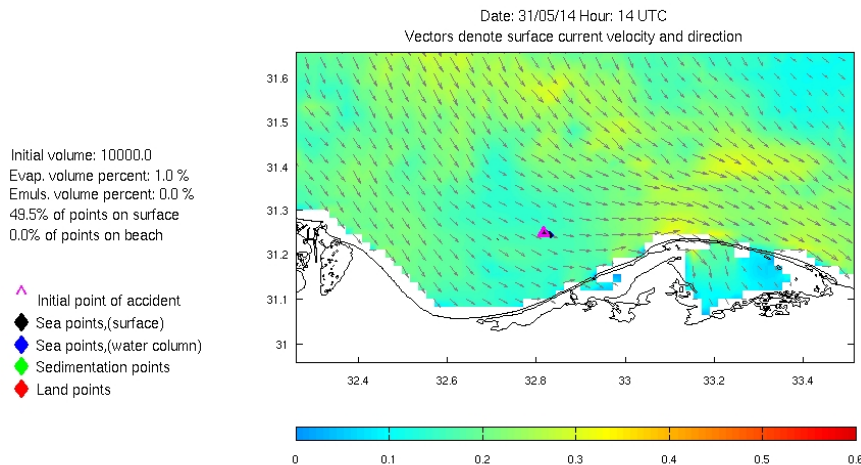
Run Simulation Reset Interface

MEDESS-4MS

Oil spill in the Levantine Basin

Oil spill model: POSEIDON OSM
 Date of event: 31/5/2014
 Simulation length (hours): 148

Use of the same oil spill model with 2 different data set



OCEAN data	METEO data	WAVES data
CYCOFOS AEG LEV (2×2 km)	Skiron (5×5 km)	CYCOFOS WAM4 (5×5 km)

Higher resolution forcing data

OCEAN data	METEO data	WAVES data
MFS (6.5×6.5 km)	ECMWF (25×25 km)	INGV WWIII (6.5×6.5 km)

Lower resolution forcing data

MEDESS-4MS

Oil spill offshore in the Ionian Sea

Date of event : 28/5/2014

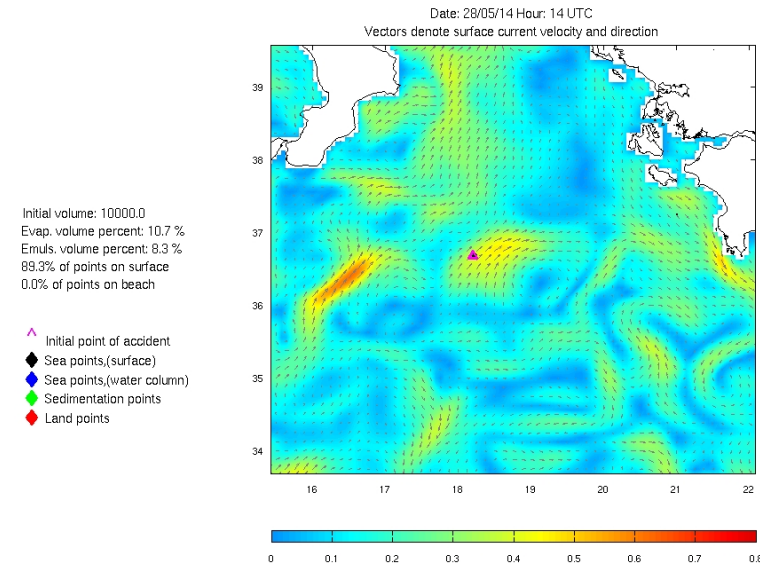
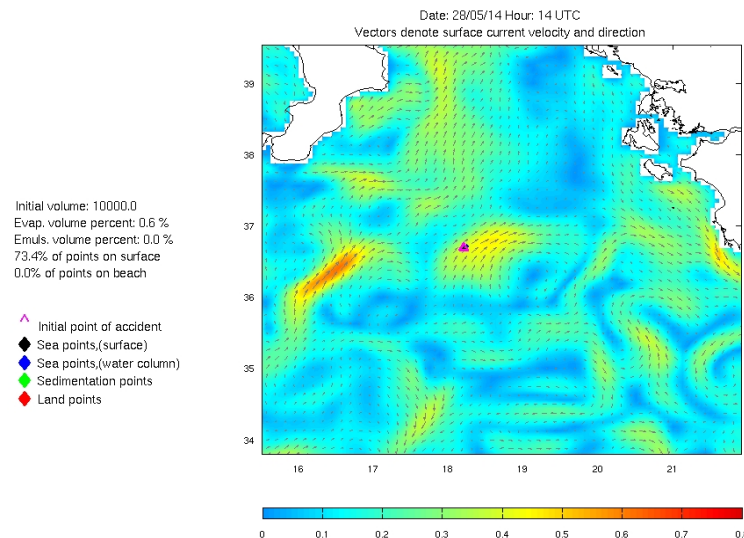
Continuous release of oil for 48 hours after the initial incident.

Simulation length (hours): 148

Use of same data set with 2 MEDESS-4MS oil spill models

Oil spill model: **POSEIDON OSM**

Oil spill model: **MEDSLIK**



OCEAN data

METEO data

WAVES data

MFS (6.5×6.5 km)

ECMWF (25×25 km)

INGV WWIII
(6.5×6.5 km)

Σύμβασης της Βαρκελώνης : Πρωτόκολλο - υπεράκτιες πλατφόρμες

➤ Οι κίνδυνοι που συνδέονται με την εγκατάσταση υπεράκτιων πλατφορμών στη Μεσόγειο οδήγησαν στην έγκριση του Πρωτοκόλλου για την προστασία της Μεσογείου από τη ρύπανση που προέρχεται από την **εξερεύνηση και εκμετάλλευση** της υφαλοκρηπίδας και του θαλάσσιου πυθμένα, του γνωστού ως **Offshore Protocol**, το οποίο είναι ένα από τα **7 πρωτόκολλα** της Σύμβασης της Βαρκελώνης - **Barcelona Convention**.

➤ Το **Offshore Protocol** εγκρίθηκε στις 14 Οκτωβρίου 1994 (Μαδρίτη, Ισπανία), όμως τέθηκε σε ισχύ στις 24 Μαρτίου 2011.

➤ Το **Offshore Protocol** προτρέπει τα συμβαλλόμενα μέρη να εκπονήσουν μελέτες αξιολόγησης των επιπτώσεων -**Impact Damage Assessment**, οι οποίες να λαμβάνουν υπόψη όλα εκείνα τα στοιχεία που μπορούν να επηρεάσουν το θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον λόγω της εγκατάστασης των υπεράκτιων πλατφορμών.

Αξιολόγηση κινδύνου για υπεράκτιες πλατφόρμες

- Οι κίνδυνοι που συνδέονται με την εκμετάλλευση και την εξερεύνηση της υφαλοκρηπίδας και του θαλάσσιου βυθού περιλαμβάνουν τον έγκαιρο εντοπισμό και τον έλεγχο διαρροής πετρελαιοκηλίδων, την αναδιοργάνωση και την ανακατανομή των διαθέσιμων πόρων για την αποτελεσματική καταπολέμηση στα αρχικά στάδια, την ευαισθητοποίηση από πιθανές συνέπειες αυτού του περιστατικού σε οικονομικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικό επίπεδο
- Για κάθε **Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων**, το οποίο όχι μόνο θα αξιολογήσει τον κίνδυνο ενός περιστατικού από πετρελαιοκηλίδες που προκαλείται από υπεράκτιες πλατφόρμες, αλλά και θα προτείνει μηχανισμούς προς ελαχιστοποίησης του χρόνου απόκρισης για να βελτιωθεί η συνολική ανταπόκριση των οργανισμών αντιμετώπισης των πετρελαιοκηλίδων.
- Προκειμένου να αξιολογηθούν οι συνέπειες της διαρροής πετρελαιοκηλίδων από υπάρχουσες και προγραμματισμένες υπεράκτιες πλατφόρμες, οι αρμόδιες αρχές ζητούν την εκπόνηση μελετών αξιολόγησης των επιπτώσεων- **Impact Damage Assessment**, με βάση τα αποτελέσματα των **καθιερωμένων μοντέλων προσομοίωσης διασποράς πετρελαιοκηλίδων**.

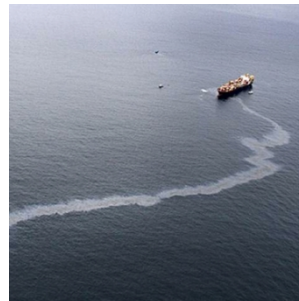
Το EMODnet-European Marine Observation and Data Network Checkpoint είναι μια δραστηριότητα της ΕΕ για την αξιολόγηση των δεδομένων που παρέχονται από τα συστήματα θαλάσσια παρακολούθησης στις Ευρωπαϊκές θάλασσες για προκαθορισμένες εφαρμογές "προκλήσεις"



Wind Farm
Siting



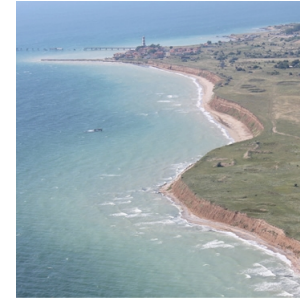
Marine
Protected
Areas



**Oil Platform
Leaks**



Climate



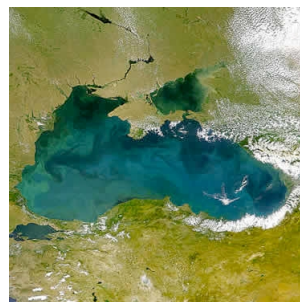
Coasts



Fishery
Management



Fishery
Impacts



Eutrophication



River Inputs



Challenge 3

Oil Platform Leak



Σκοπός:

- ◆ Παραγωγή προγνώσεων διασποράς πετρελαιοκηλίδων στη Μεσόγειο θάλασσα, που συνδέονται με πλατφόρμες παρακολούθησης πετρελαιοκηλίδων όπως της EMSA-CSN, τη χρήση καθιερωμένων μοντέλων προσομοίωσης διασποράς πετρελαιοκηλίδων και δεδομένων από την υπηρεσία παρακολούθησης περιβάλλοντος του Κοπέρνικου-CMEMS, ECMWF ή άλλων συστημάτων και από αυτά της διαδικτυακής πύλης του EMODnet.
- ◆ Παροχή εντός 24 ωρών από τη στιγμή έκδοσης/παραλαβής της ειδοποίησης σχετικά με τη διαρροή πετρελαίου από πλατφόρμα, ενός δελτίο/ **Bulletin** που περιέχει πληροφορίες σχετικά με τη διασπορά πετρελαιοκηλίδας και τη στατιστική πιθανότητα επηρεασμού των παράκτιων υποδομών/δραστηριοτήτων από τη διαρροή. Το δελτίο θα περιέχει την εξέλιξη της συγκέντρωσης στην επιφάνεια, την υπο-επιφάνεια και στην ακτογραμμή για τις επόμενες 72 ώρες.

REMPEC - MEDEXPOL 2013

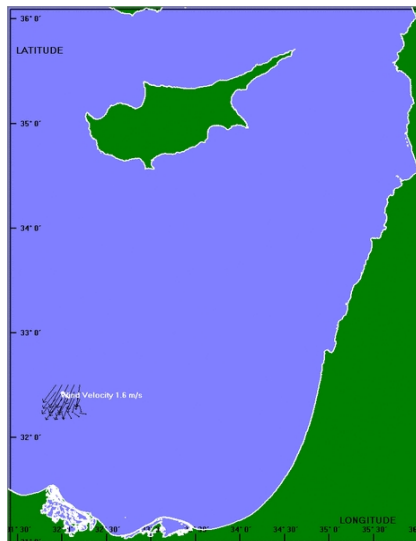
Mediterranean Exercise for Pollution

Oil spill model : **MEDSLIK**

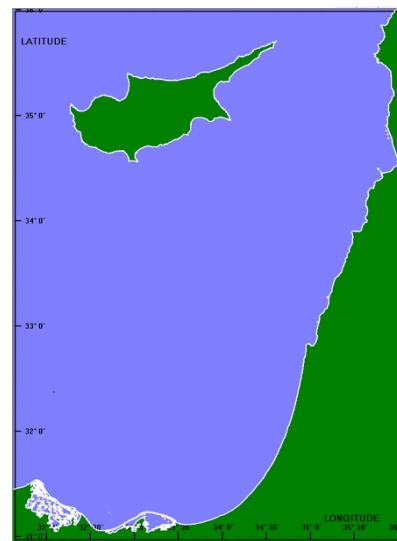
Date of event : 9/12/2012

Simulation length (hours): 1200 (50 days)

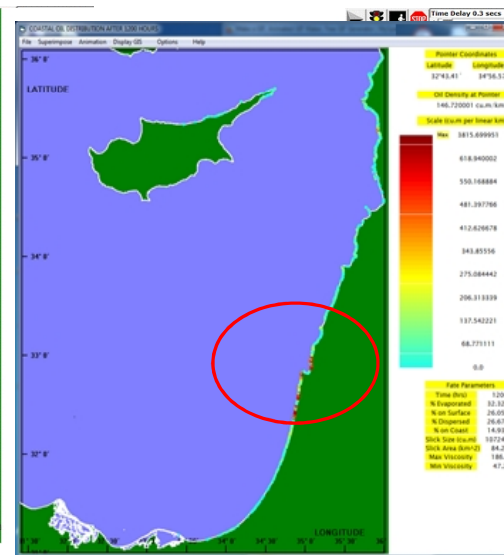
oil spill prediction
at surface



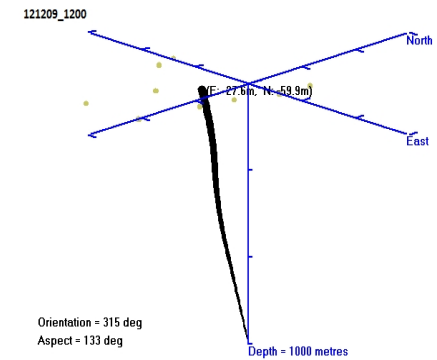
oil spill prediction
at subsurface



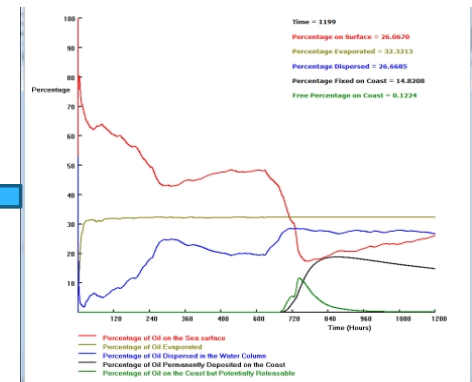
oil spill prediction
at coast



Plume prediction
from of a blowout



Plume displacement = -27.6m East, -59.9m North



Evolution in time of the oil fate parameters:
oil at sea surface, oil evaporated, oil dispersed in the water
column and oil on the coast.

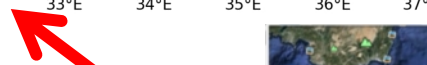
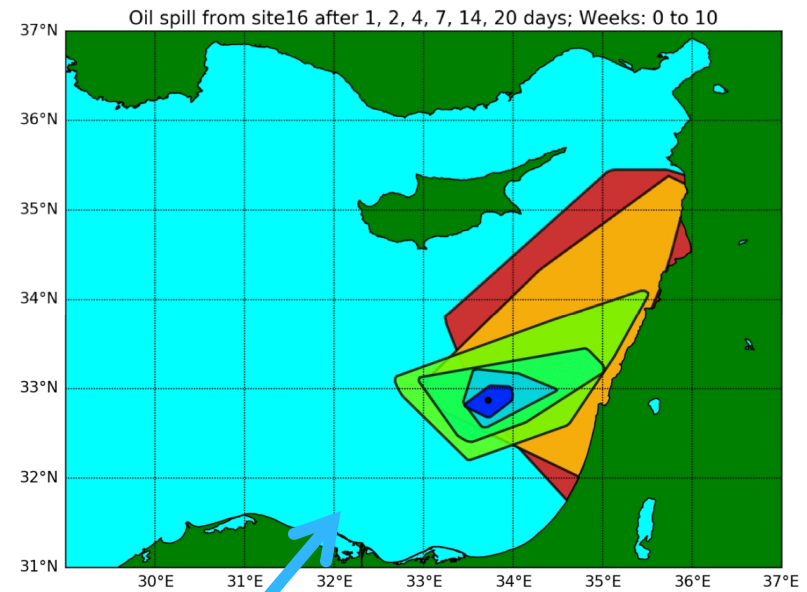
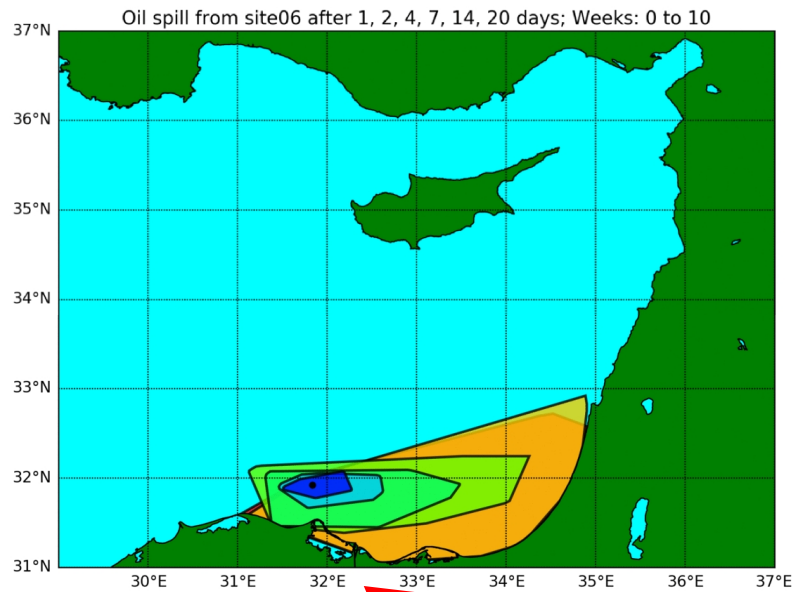
Long term προσομοίωση πετρελαιοκηλίδων στην Λεβαντίνη

- Τα σενάρια διαρροής πετρελαίου από 20 υπάρχουσες πλατφόρμες έχουν προετοιμαστεί ανά εβδομάδα για μια περίοδο 4 ετών, 2010-2014, παρουσιάζοντας λεπτομερείς χάρτες της διασποράς των διαρροών μαζί τα ποσοστά εξάτμησης, στην επιφάνεια, υποεπιφάνεια και στην ακτή από 1 έως 20 ημέρες μετά την έναρξη της διαρροής.
- Η μοντελοποίηση της διασποράς πετρελαιοκηλίδων έλαβε υπόψη την απελευθέρωση 55.800 bbls αργού πετρελαίου τύπου Belayim, του κοινού τύπου που παράγεται στην ΝΑ Λεβαντίνη, ακολουθώντας την άσκηση REMPEC/IMO MEDEXPOL στην Αθήνα τον Δεκεμβριο 2013 .
- The Belayim oil is produced in the Gulf of Suez and comprises a medium crude oil with a specific gravity of 26° API.



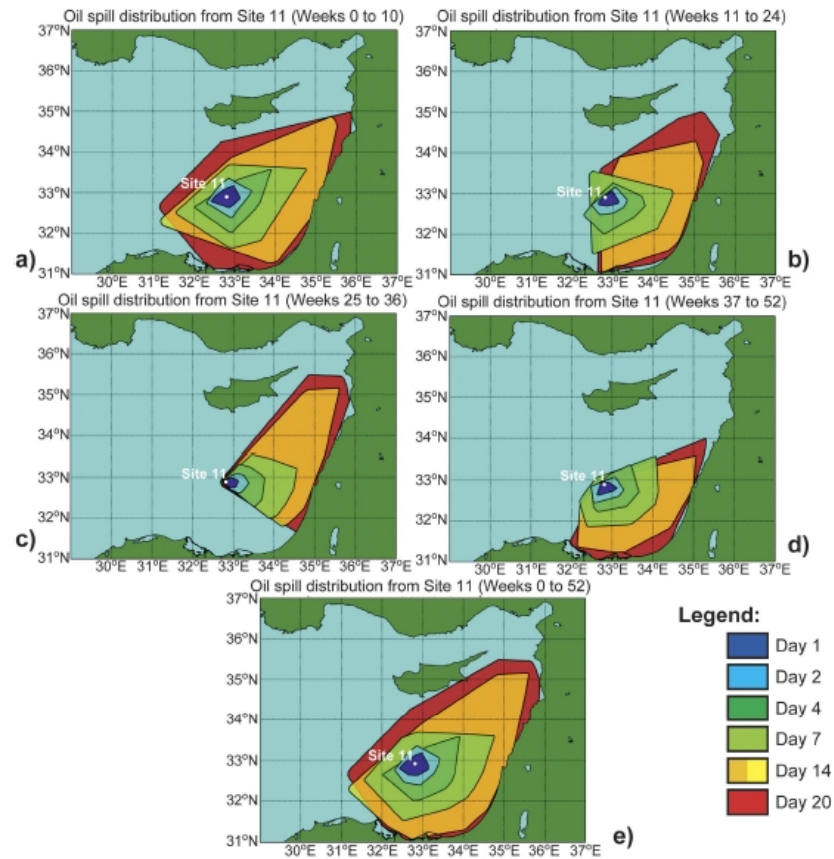
Coastal vs Offshore existing wells in the SE Levantine

Superimposed : 20 days prediction for the interval of 10 weeks and 0-50, as average for 2010-2014



Oil spill movement from Zohr field

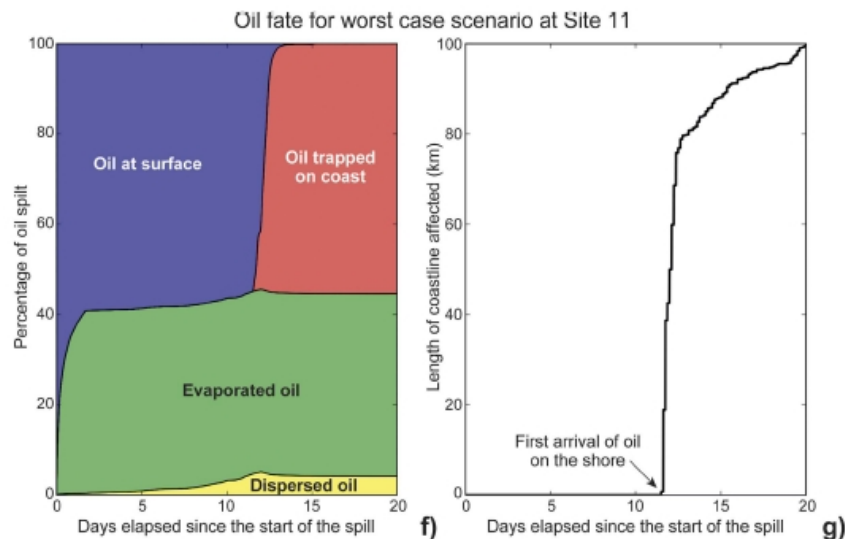
Example of MEDSLIK oil spill simulations undertaken for **Site 11**, located at the **Zohr field**, close to the EEZ boundary between Cyprus and Egypt.



The figures shows the modeled distribution of oil slicks (in days) for: (a) weeks 0–10; (b) weeks 11–24; (c) weeks 25–36; (d) weeks 37 - 52; (e) weeks 0–52.

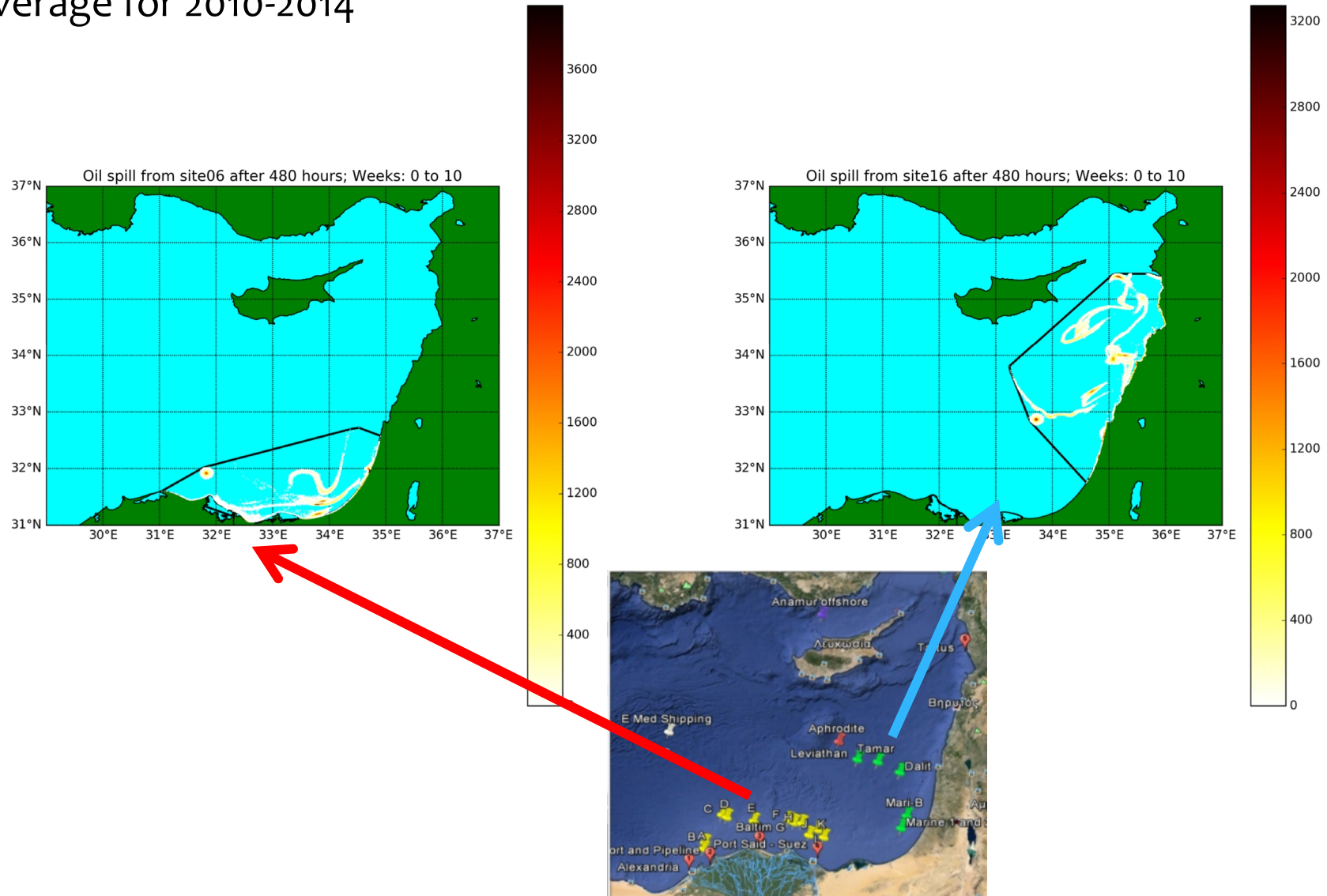
(f) Highlights the fate parameters for the first 20 days, weeks 0–52.

(g) Shows the length of affected coastline for the first 20 days, weeks 0-52 (e,f).

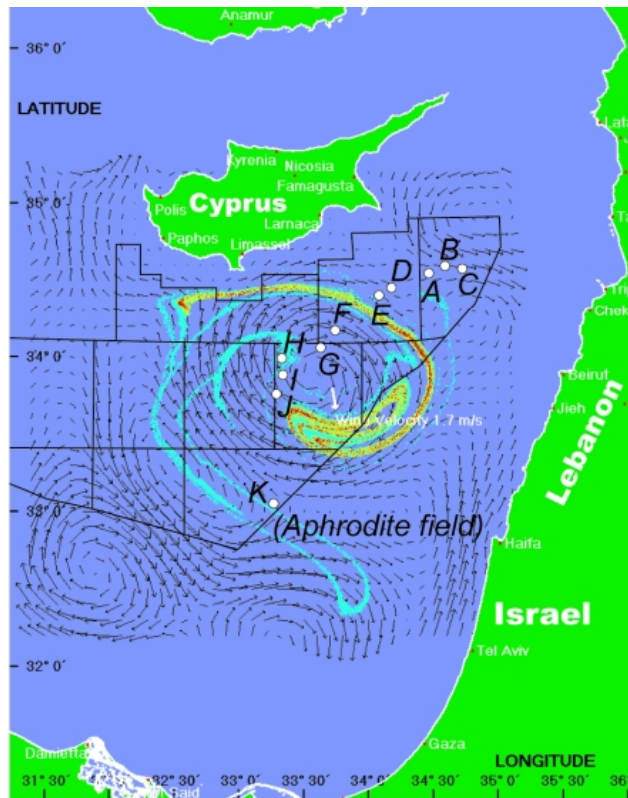


Coastal vs Offshore existing wells in the SE Levantine

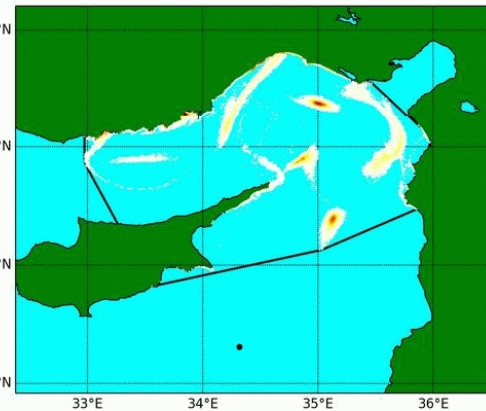
Superimposed : 20 days prediction for the interval of 10 weeks and 0-50, as average for 2010-2014



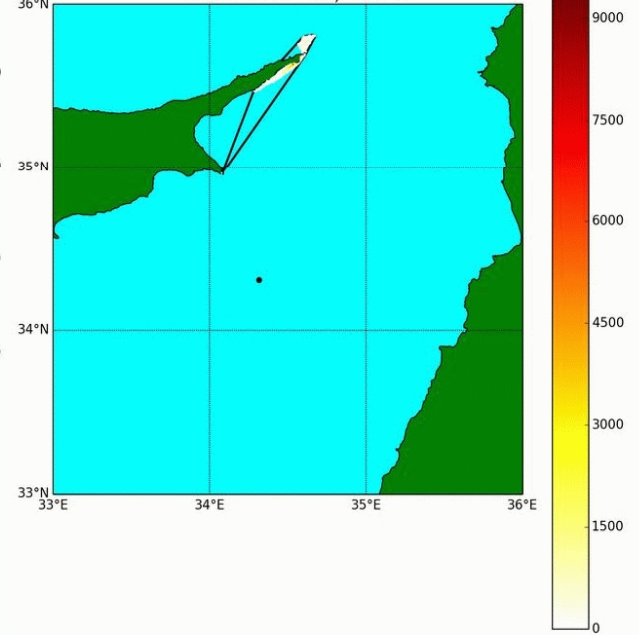
RAOP for ENI's 10 planned wells in the Levantine



Oil spill from enia after 480 hours; Weeks: 26 to 36
Location 1: 34 19.6N, 34 18.5E



Earliest coastal impact from enia; Year: 2011; Week 32; Day 5
Location 1: 34 19.6N, 34 18.5E

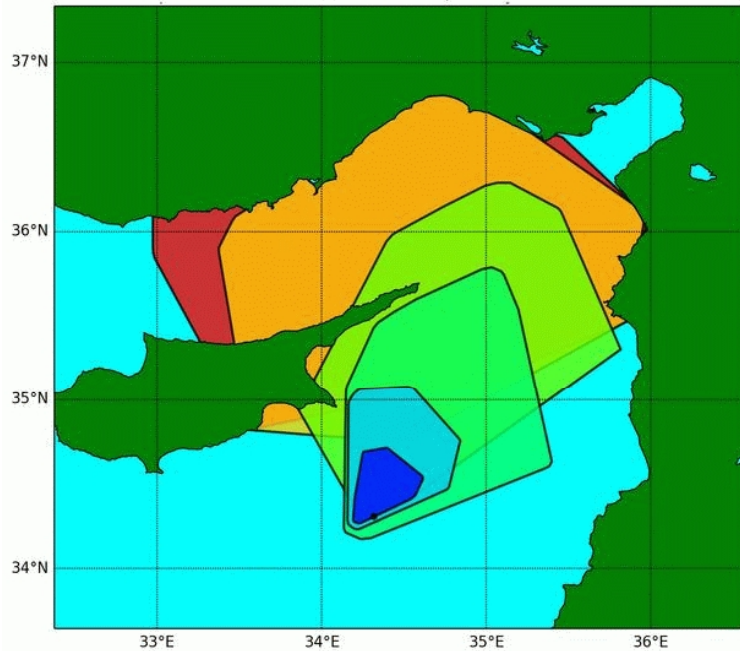


Oil spill prediction: from June - September, as average for the years 2010-2013

First impact at the coast from the planned platforms

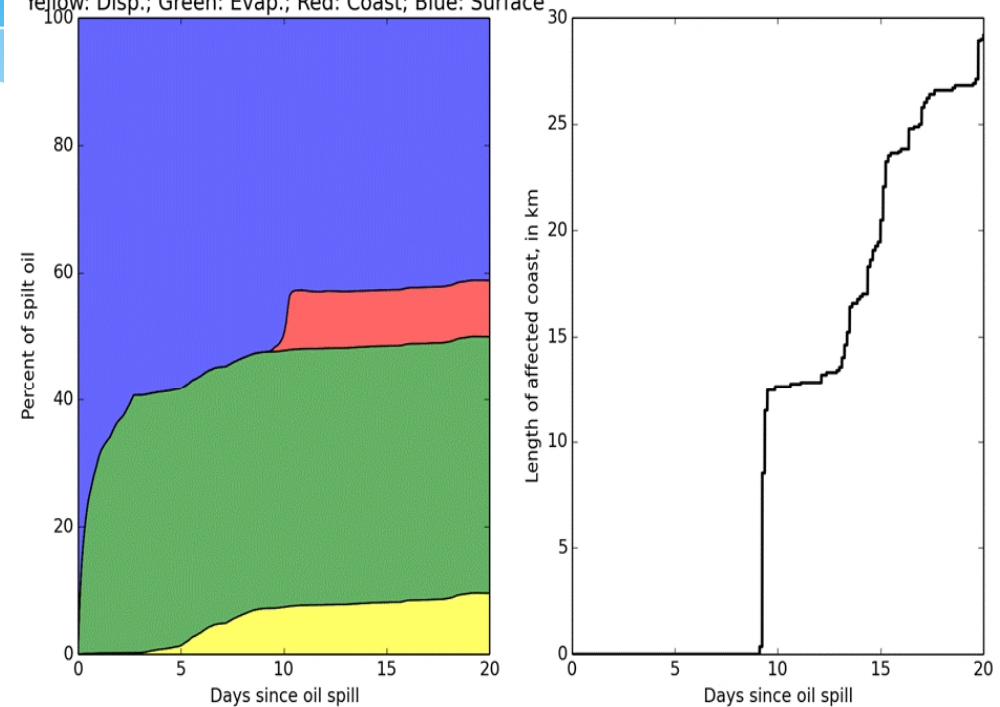
RAOP for ENI's 10 planned wells in the Levantine

Oil spill from enia after 1, 2, 4, 7, 14, 20 days; Weeks: 26 to 36
Location 1: 34 19.6N, 34 18.5E



Oil fate for worst case from point enij

Yellow: Disp.; Green: Evap.; Red: Coast; Blue: Surface



Surface oil spill dispersion: June to September, for years 2010-2013.

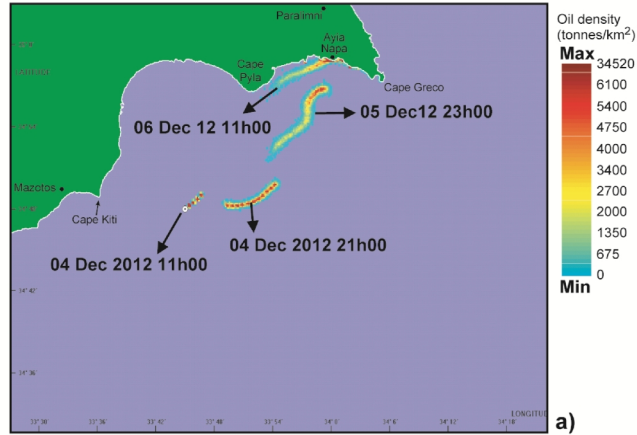
Example of the oil fate and the length of the affected shoreline in Km, for the worst scenario concerning the location 10.

No response measures

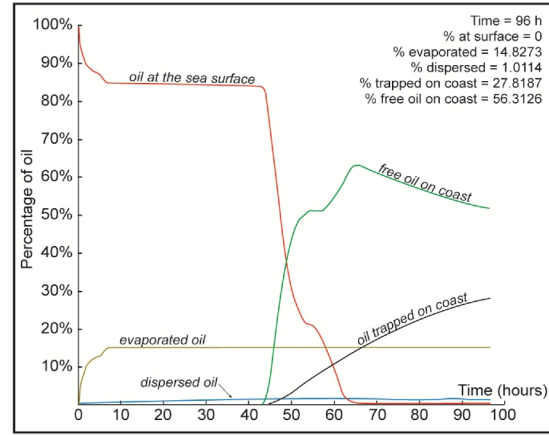
Use of booms

Use of dispersants

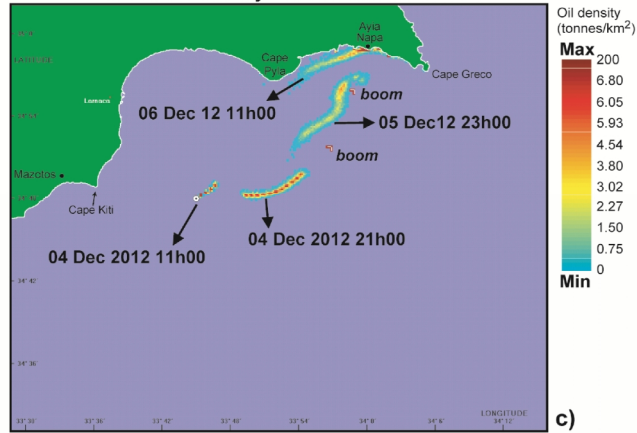
T = 02h to 96h overlay of oil movement: No preventive measures



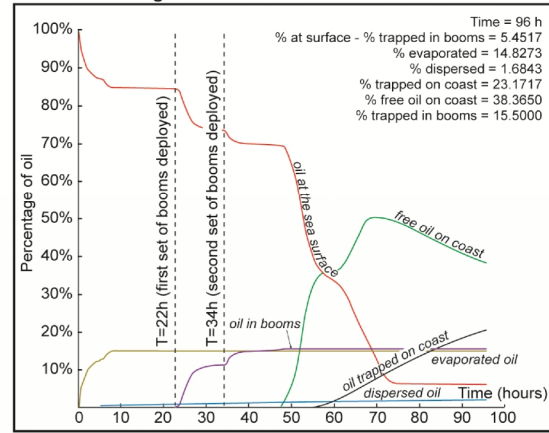
Percentage of oil from T= 0h to T = 96h: No preventive measures



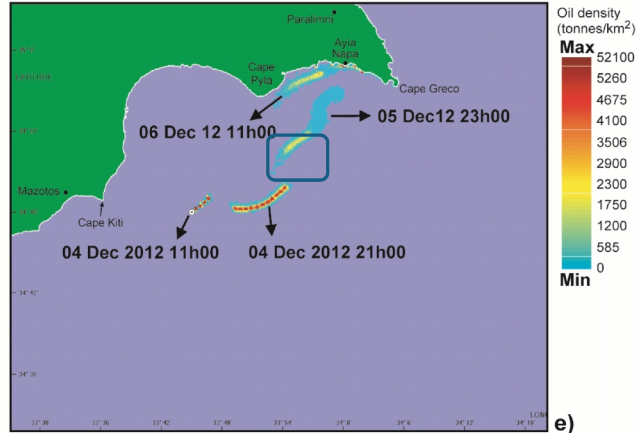
T = 02h to 96h overlay of oil movement: Booms



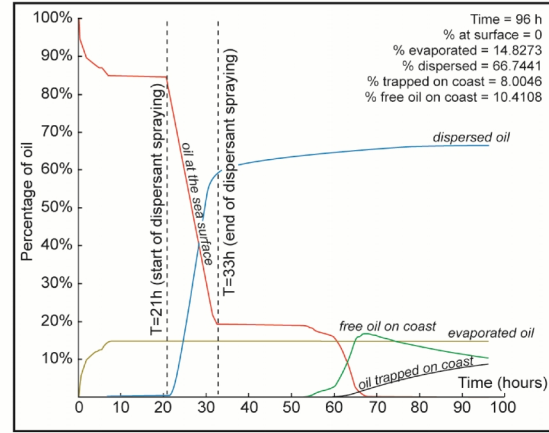
Percentage of oil from T= 0h to T = 96h: Booms



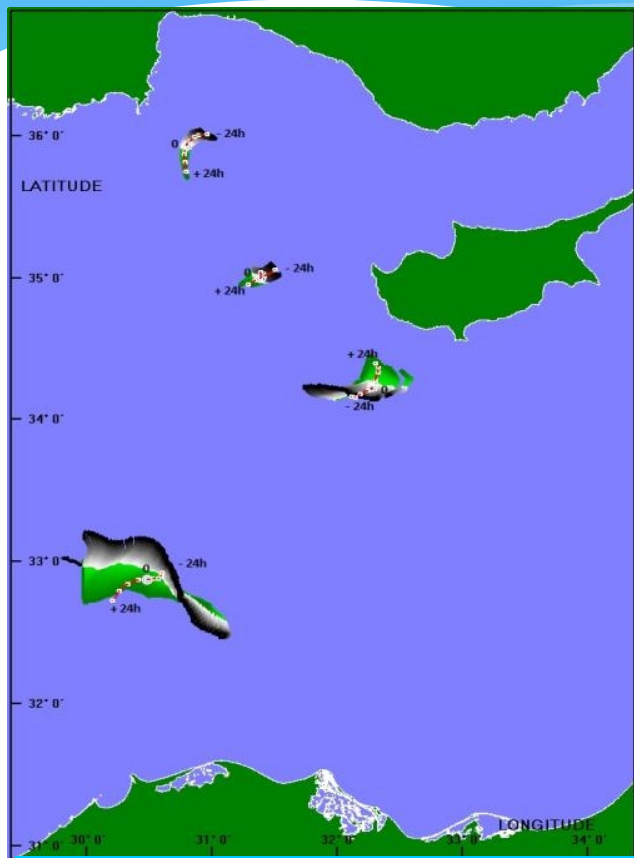
T = 02h to 96h overlay of oil movement: Dispersant spraying



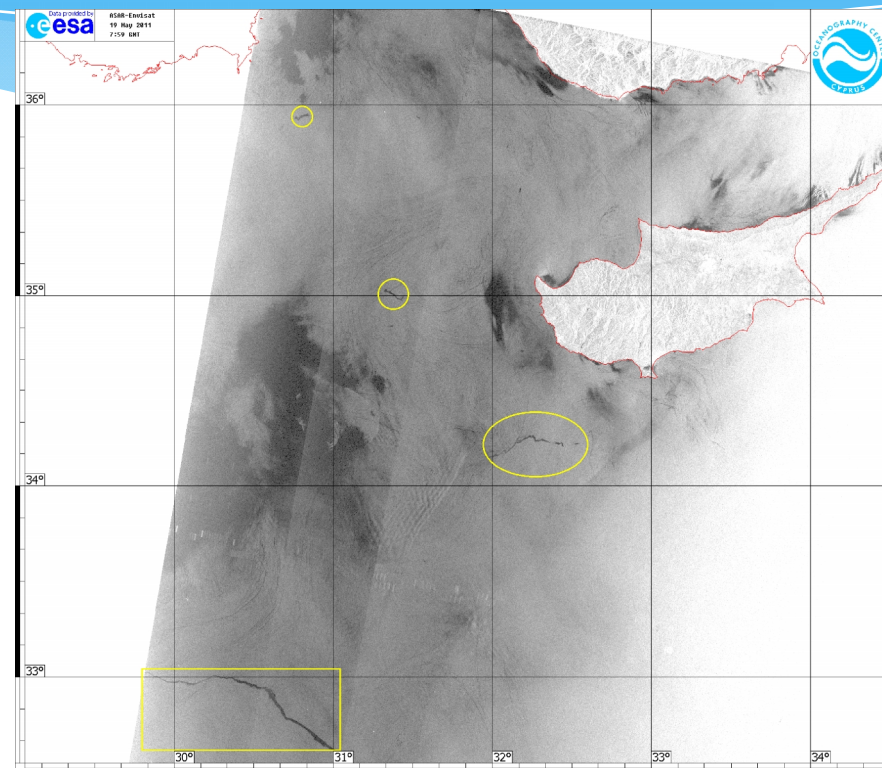
Percentage of oil from T=0h to T = 96h: Dispersant spraying



MEDSLIK 24h forward & backward predictions using EMSA - CSN and or ESA SAR data/images

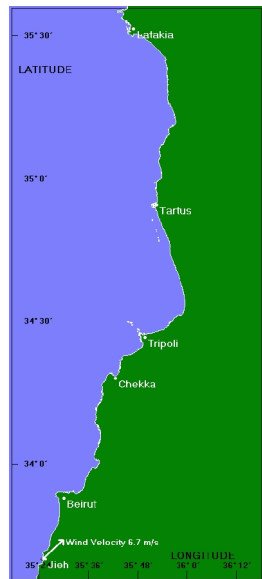


White: initial oil slick position:
0h (date/time of observation)
Dark green: forecast +24h
Black: backward -24h

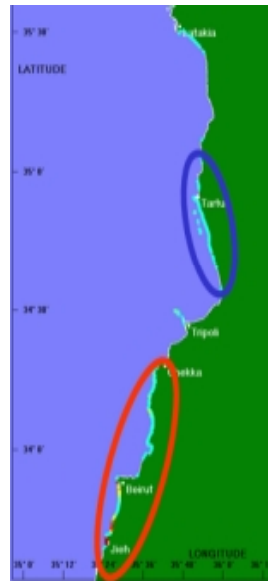


ESA oil slicks detection on 19 May 2011 and MEDSLIK 24^h predictions.

- ◆ The operational application of MEDSLIK during the Lebanon oil pollution crisis in summer 2006, the biggest oil spill incident in the region so far, demonstrates the benefit of having an operational downstream oil spill forecasting system in place.



MEDSLIK



MODIS



SAR



UN mp



- ◆ The implementation of the operational ocean forecasting systems nowadays made possible to assist the response agencies in the implementation of the EU Directive 2005/35.

Συμπεράσματα

- ◆ Τα σενάρια προσομοίωσης πετρελαιοκηλίδων από τις υπάρχουσες υπεράκτιες πλατφόρμες υποδεικνύουν ότι οι πλέον ευάλωτες περιοχές είναι το ανατολικότερο τμήμα της Λεβαντίνης, του υπεράκτιου και παράκτιου θαλάσσιου χώρου του Ισραήλ και του Λιβάνου και της Αιγυπτιακής ακτογραμμής.
- ◆ Η έγκαιρη ανάπτυξη των μέτρων απόκρισης, σύμφωνα με τα καθιερωμένα πρωτόκολλα απόκρισης-Contingency plans σε περιπτώσεις μεγάλων περιστατικών διαρροής πετρελαιοκηλίδων από υπεράκτιες πλατφόρμες, θα ελαχιστοποιήσει τις επιπτώσεις στις παράκτιες ζώνες.
- ◆ Λόγω των σημαντικών περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων στην Λεβαντίνη από πιθανά μεγάλα περιστατικά ρύπανσης από πετρελαιοκηλίδες, είναι απαραίτητη η συνεχής βελτίωση των δυνατοτήτων αντίδρασης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω της επένδυσης στην έγκαιρη παρακολούθηση, in-situ και μέσω τηλεπισκόπησης και την εφαρμογή επιχειρησιακών συστημάτων πρόγνωσης διασποράς πετρελαιοκηλίδων.

References

- ✓ Lardner Robin and George Zodiatis (2017). Modelling Oil Plumes from Subsurface Spills. *Marine Pollution Bulletin*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.018>
- ✓ Alves T.M., Kokinou E, Zodiatis G, Radhakrishnan H, Panagiotakis C, Lardner R. (2016) Multidisciplinary oil spill modelling to protect coastal communities and the environment of the Eastern Mediterranean Sea. *Scientific Reports* 6: 36882, doi: 10.1038/srep36882, **Nature Publishing Group**.
- ✓ Alves TM, Kokinou E, Zodiatis G, Lardner R (2016a) Hindcast, GIS and susceptibility modelling to assist oil spill clean-up and mitigation on the southern coast of Cyprus (Eastern Mediterranean). *Deep Sea Research Part II: Topical studies in Oceanography* 133: 159-175.
- ✓ Alves TM, Kokinou E, Zodiatis G, Lardner R, Panagiotakis C, Radhakrishnan H (2015) Modelling of oil spills in confined maritime basins: The case for early response in the Eastern Mediterranean Sea. *Environmental Pollution* 206: 390-399.

Acknowledgements

This work is partly implemented through the project **NEREIDs**: Embracing Innovation for Preparedness in Civil Protection & Marine Pollution, as well as **MEDESS4MS** (www.medess4ms.eu), and **EMODNET-MEDSEA** (www.emodnet-mediterranean.eu).



**Ευχαριστώ για την
προσοχή σας**

**Thank you for
your attention**