

Το σύστημα ΠΟΣΕΙΔΩΝ για την παρακολούθηση και
πρόγνωση της κατάστασης των ελληνικών θαλασσών:
Επιχειρησιακές και μη-επιχειρησιακές εφαρμογές

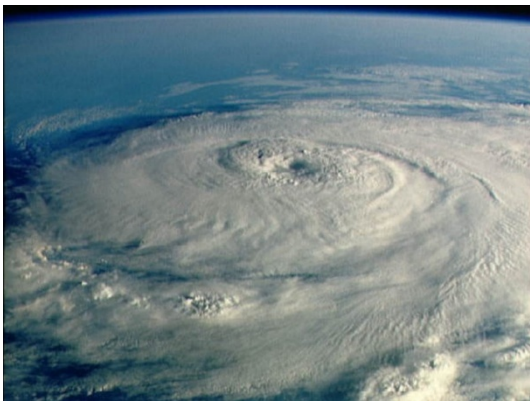
Δρ. Τακβόρ Σουκισιάν
Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας, ΕΛΚΕΘΕ

Τι είναι τα δεδομένα Metocean

Είναι ένα σύνολο μετεωρολογικών και ωκεανογραφικών δεδομένων που περιλαμβάνει:

- Υπεράκτιες και παράκτιες μετεωρολογικές συνθήκες (π.χ., άνεμος, ατμοσφαιρική πίεση)
- Κατάσταση θάλασσας (κυματισμοί)
- Παλιρροιακά και ανεμογενή ρεύματα

Οι συνθήκες που επηρεάζουν αυτά τα δεδομένα αποτελούν συνδυασμό βαρυτικών επιδράσεων και ατμοσφαιρικών διεγέρσεων



Δεδομένα Metocean για περιοχές εκμετάλλευσης ανανεώσιμης ωκεάνιας ενέργειας

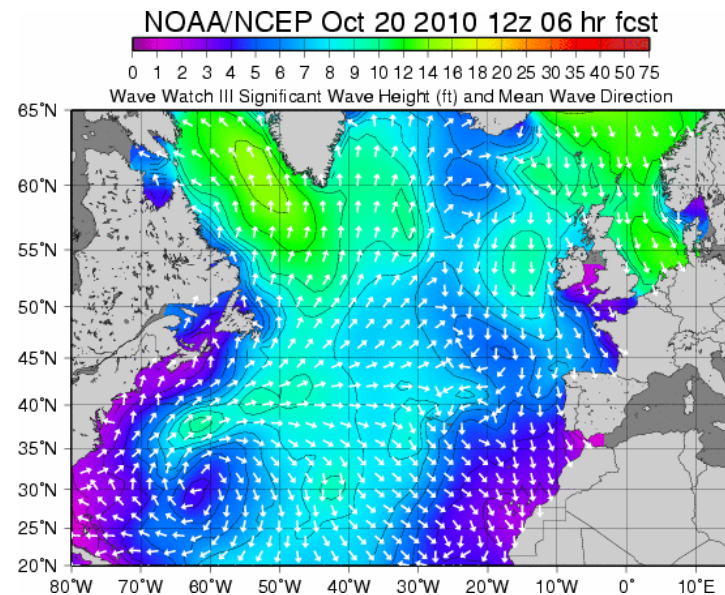
Που χρησιμοποιούνται τα δεδομένα Metocean;

Στην αναλυτική μελέτη:

- Των θαλάσσιων πόρων
- Των ακραίων τιμών (μεγίστων και ελαχίστων)
- Της κόπωσης και του σχεδιασμού των κατασκευών
- Στον ορθολογικό προγραμματισμό εργασιών και επιχειρήσεων στη θάλασσα

Θαλάσσιοι πόροι

- Ανάλυση δεδομένων για την παραγωγή αξιόπιστων προγνώσεων
 - Προγνωστικά αποτελέσματα: άνεμος, κύμα, ρεύματα, παλίρροιες, αιολική και κυματική ενέργεια
- Αξιολόγηση των προγνωστικών αποτελεσμάτων



Ακραίες τιμές, κόπωση, κατασκευές

- Παραγωγή ακραίων τιμών θαλάσσιων και μετεωρολογικών παραμέτρων και ενεργειακού δυναμικού
- Τα δεδομένα ακραίων τιμών επιτρέπουν τον ορθολογικό σχεδιασμό κατασκευών και τη θέσπιση των σχετικών επιχειρησιακών κριτηρίων λειτουργικότητας
- Οι κυματισμοί, τα ρεύματα και οι παλίρροιες συνδυαστικά υποσιιάπτουν τα θεμέλια των κατασκευών και απειλούν τη στατική ακεραιότητά τους



Ορθολογικός προγραμματισμός εργασιών στη θάλασσα

- Καθυστέρηση σε πλόες βοηθητικών πλοίων λόγω καιών θαλάσσιων/καιριών συνθηκών κατά τη διάρκεια επιθεωρήσεων
- Προγραμματισμός εργασιών κατασιευής
- Προγραμματισμός λειτουργίας
- Τεχνοοικονομικές περιπλοκές
 - Χρονοιαθυστερήσεις
 - Μείωση παραγωγικότητας



Μελέτη περιοχής εγκατάστασης

Τα **μετεωρολογικά δεδομένα** μετρώνται με χρήση

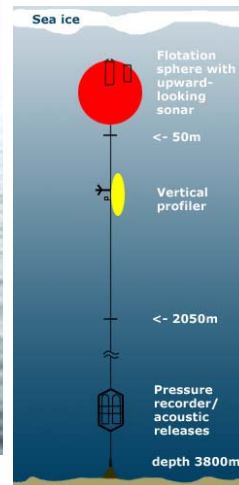
- Υπεράκτιων και παράκτιων πλωτών μετρητικών σταθμών
- Από όργανα εγκατεστημένα σε πλωτές πλατφόρμες
- Από ειδικούς μετεωρολογικούς ιστούς



Μελέτη περιοχής εγκατάστασης

Τα **κυματικά δεδομένα** μετρώνται με χρήση

- Υπεράκτιων και παράκτιων πλωτών μετρητικών σταθμών
- Υποθαλάσσια υδροακουστικά όργανα
- Αισθητήρες πίεσης – πιεσόμετρα βυθού



Μελέτη περιοχής εγκατάστασης

Τα **δεδομένα παλίρροιας** μετρώνται με χρήση



- Υποθαλάσσιων υδροακουστικών όργανα
- Αισθητήρες πίεσης – πιεσόμετρα βυθού

Τα **θαλάσσια ρεύματα** μετρώνται με χρήση :

- Ακουστικών οργάνων
- Μηχανικών αισθητήρων



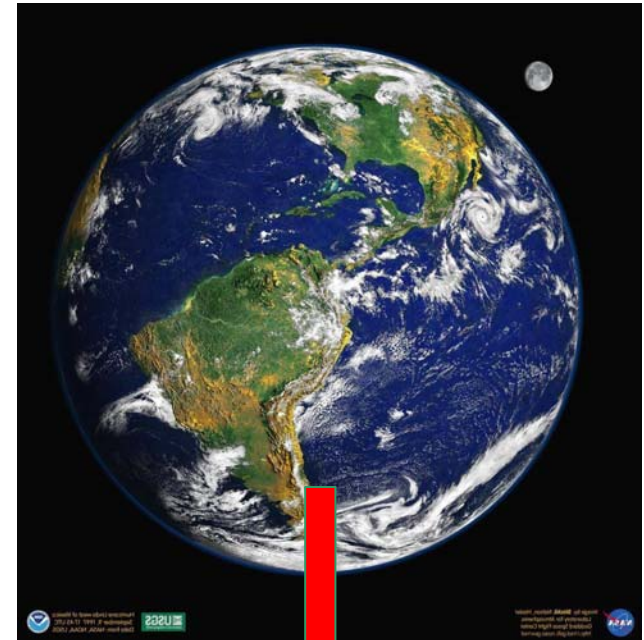
Επιχειρησιακή Ωκεανογραφία

Ιστορικό πλαίσιο: 1980-2010

Οι αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών σε παγκόσμιο επίπεδο για φθηνά, υψηλής ανάλυσης και αξιόπιστα δεδομένα καθώς και η ανάγκη για μία ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των θεμάτων:

- θαλάσσιο περιβάλλον,
- παράκτια ζώνη
- παγκόσμιο κλίμα και
- Ωκεάνιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

κατέστησαν πρόσφορο το έδαφος και επιτακτική την ανάγκη για ανάπτυξη της Επιχειρησιακής Ωκεανογραφίας.



Το 70% της επιφάνειας της γης αποτελείται από νερό

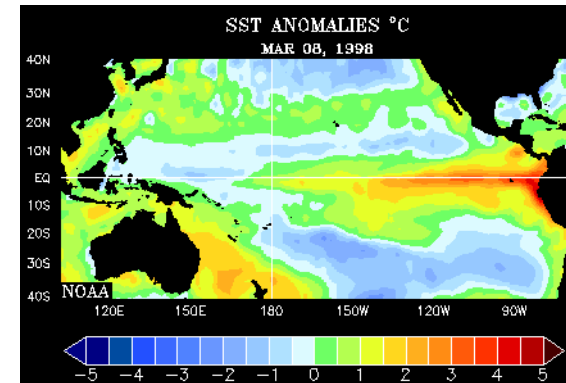
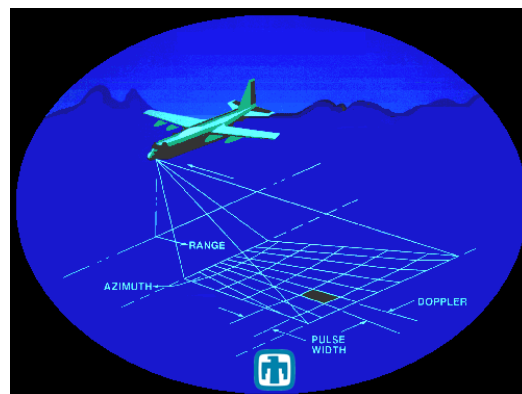
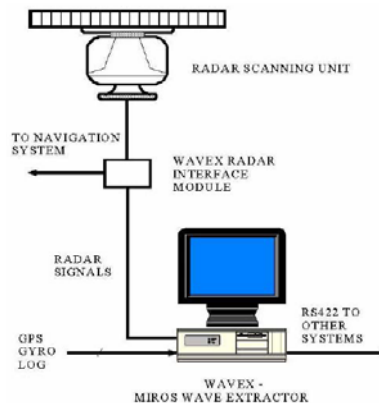
Ορισμός και σκοπός

Επιχειρησιακή Ωκεανογραφία είναι δραστηριότητα που συνίσταται σε συστηματικές και επαναλαμβανόμενες μετρήσεις των θαλάσσιων και ατμοσφαιρικών χαρακτηριστικών, έτσι ώστε να:

1. Παρέχονται συνεχείς προγνώσεις της κατάστασης της θάλασσας και της ατμόσφαιρας σε τοπικό επίπεδο και των κλιματικών αλλαγών και μεταβολών σε παγκόσμιο επίπεδο,
2. Παρέχονται οι ακριβέστερες δυνατές περιγραφές της επικρατούσας κατάστασης θάλασσας και ατμόσφαιρας σε μία δεδομένη γεωγραφική περιοχή έγκαιρα και αξιόπιστα,
3. Συγκεντρώνονται και καταχωρούνται ομάδες ωκεανογραφικών δεδομένων από τις οποίες ανακτώνται εύκολα και γρήγορα πληροφορίες για παρελθοντικές καταστάσεις των θαλασσών. Με τη βοήθεια των στοιχείων αυτών μοντελοποιούνται οι τάσεις, οι αλλαγές και οι περιοδικότητες του φαινομένου που μας ενδιαφέρει.

Σήμερα

- Η Επιχειρησιακή Ωκεανογραφία γνωρίζει μέρες δόξας, αν και βρίσκεται ακόμα σε νηπιακό στάδιο...
- Είναι ήδη η πιο σύγχρονη πολυ-επιστήμη της θάλασσας
- Τα περιθώρια ανάπτυξής της είναι τεράστια καθόσον συμβαδίζουν απόλυτα με τη τεχνολογική πρόοδο και ανάπτυξη.
- Είναι δραστηριότητα που εξελίσσεται τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο
- **Πιθανό μειονέκτημα: Οι αυξημένες απαιτήσεις για επένδυση κεφαλαίων έρευνας και τεχνολογικής ανάπτυξης**



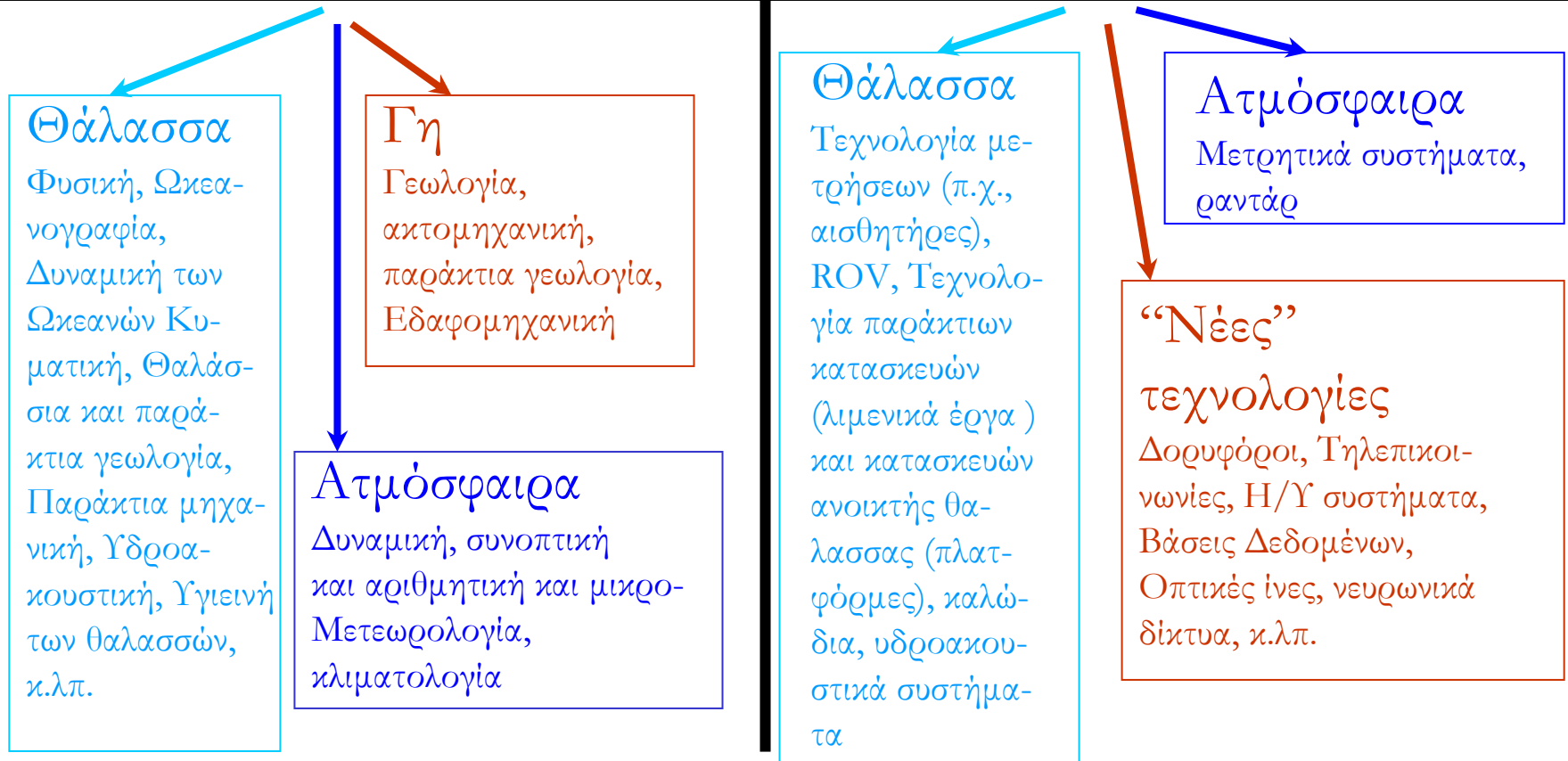
Ειδικότερες προϋποθέσεις και συνθήκες για την ανάπτυξη της Επιχειρησιακής Ωκεανογραφίας

- Ανάγκη δημιουργίας και χρήσης **συστημάτων διαχείρισης** για τα θαλάσσια αποθέματα λόγω της έντονης ανθρωπογενούς παρέμβασης
- Γενικότερη ανάγκη **αξιόπιστης πληροφόρησης / πρόβλεψης** της κατάστασης των θαλασσών και του ενεργειακού δυναμικού (άνεμος, κύμα) σε οποιοδήποτε χρονικό ορίζοντα
- **Οικολογική, περιβαλλοντική και ενεργειακή** συνιστώσα
- **Ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα και βελτιστοποίηση θαλάσσιων επιχειρήσεων** (διάσωση, καταπολέμηση ρύπανσης, στρατιωτικές επιχειρήσεις). Συνοδεύτηκε από παράλληλη ανάπτυξη αριθμητικών μοντέλων προσομοίωσης-πρόγνωσης
- Αναγκαιότητα **γρήγορης μεταφοράς** των παρατηρήσεων από τον τόπο καταγραφής στο κέντρο επεξεργασίας
- Αναγκαιότητα ανάπτυξης **ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης της παράκτιας ζώνης** σε παγκόσμιο επίπεδο

Το “δένδρο” της Επιχειρησιακής Ωκεανογραφίας

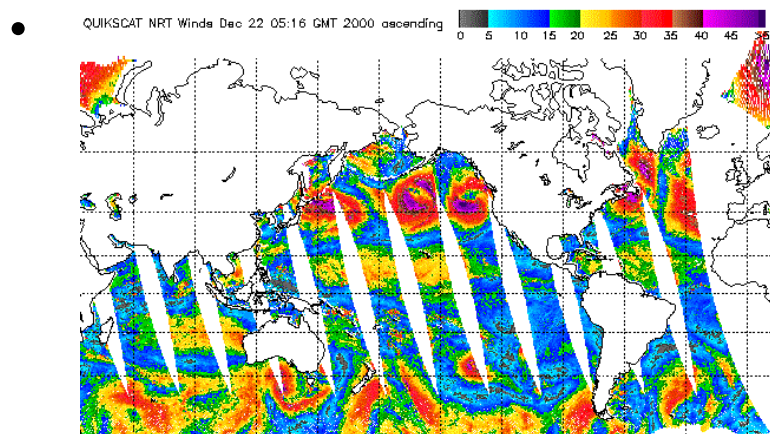
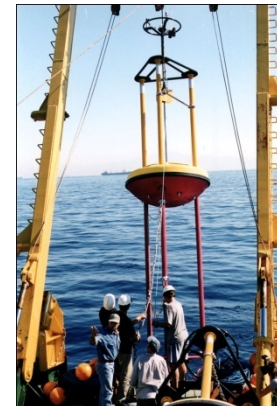
Επιστήμες (μελέτη & πρόγνωση)

Τεχνολογίες (σχεδιασμός & υλοποίηση)



Αντικείμενα μελέτης υψηλής προτεραιότητας

- Η διεύθυνση και η ταχύτητα του ανέμου,
- Το ύψος κύματος και το κατευθυντικό φάσμα των κυματισμών.
- Η θαλάσσια ρύπανση (πετρελαιοκηλίδες, τοξικά υλικά), η ποιότητα του νερού και η υγιεινή των θαλασσών,
- Τα θαλάσσια ρεύματα, η αλατότητα και η θερμοκρασία,
- Το παγκόσμιο κλίμα,
- Η μεταφορά ιζημάτων, ο βαθμός διάβρωσης και απόθεσης παράκτιων περιοχών καθώς και



Κύρια αντικείμενα ωκεάνειας πρόβλεψης

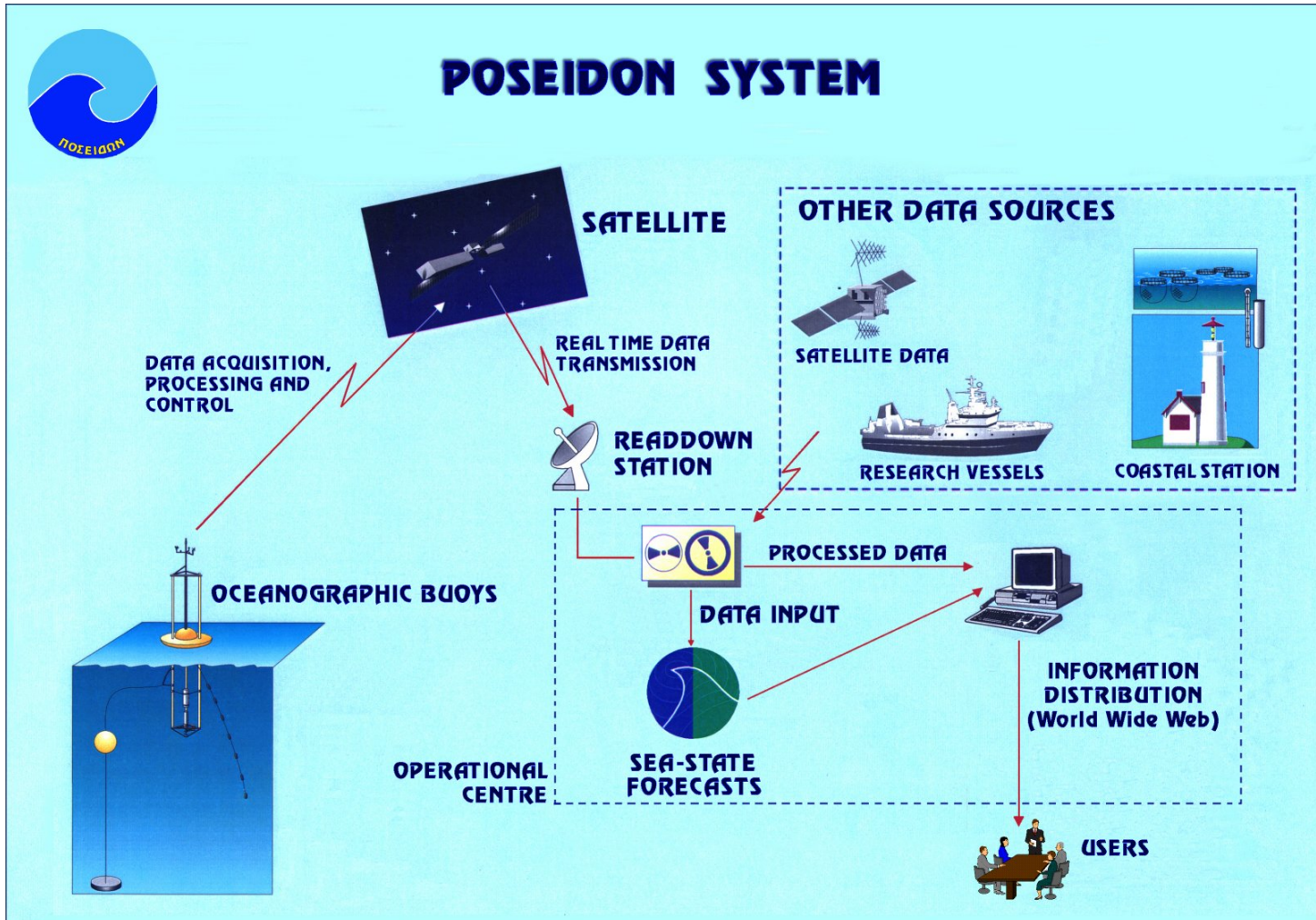
1. Η κυματική πρόβλεψη, δηλαδή η πρόβλεψη των κυματικών χαρακτηριστικών των καταστάσεων θάλασσας (ύψος, περίοδος, κατεύθυνση και κλίση των ανεμογενών κυματισμών)
2. Η πρόβλεψη των φυσικών, χημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών του θαλασσινού νερού (αλατότητα, θερμοκρασία, θρεπτικά άλατα, κ.λπ.), καθώς και άλλων θαλάσσιων δυναμικών διεργασιών (κυκλοφορία, μεταφορά ιζημάτων, κ.λπ.)
3. Η ατμοσφαιρική και κλιματική πρόβλεψη, δηλαδή η πρόβλεψη των κύριων ατμοσφαιρικών και κλιματικών χαρακτηριστικών (θερμοκρασία, υγρασία, πίεση, ταχύτητα, διεύθυνση του ανέμου, κ.λπ.)



Χρονικές κλίμακες πρόβλεψης

- το παρόν (πρόβλεψη πραγματικού χρόνου),
- οι επόμενες 6-72 ώρες (βραχυχρόνια πρόβλεψη ή πρόγνωση),
- η εποχή, δηλαδή οι επόμενοι 2-6 μήνες (μεσοχρόνια ή εποχιακή πρόβλεψη) και
- οι επόμενες δεκαετίες (μακροχρόνια πρόβλεψη – κυματικό κλίμα, παγκόσμιο κλίμα, κ.λπ.)

Το σύστημα ΠΟΣΕΙΔΩΝ



Το δίκτυο ΠΟΣΕΙΔΩΝ

A. 15 (10+5) deep and medium water depth buoys

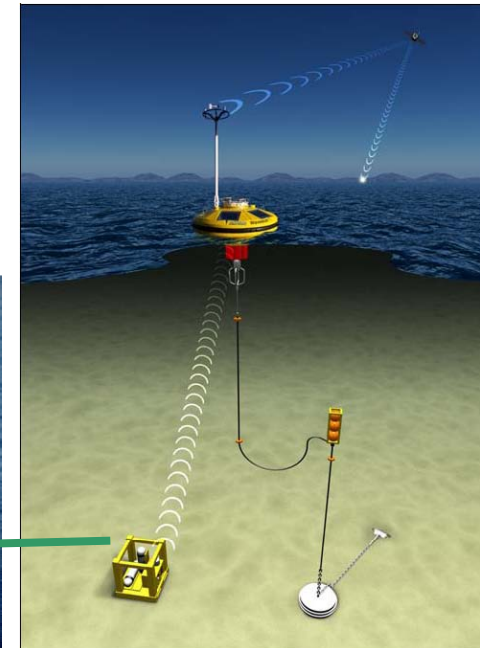
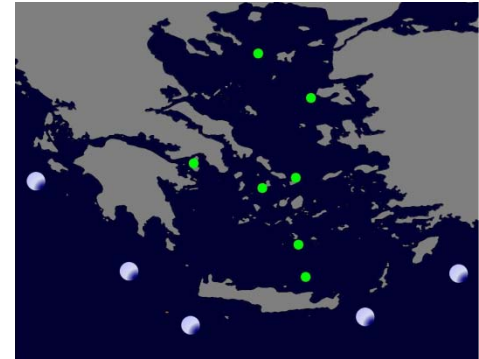
B. Sensors:

- ✓ Meteorological
- ✓ Ocean
- ✓ Environmental

C. Deep Sea Platforms (2):

- ✓ Acoustic link to surface buoy
- ✓ Standard: pressure sensors
- ✓ Option for additional sensors

*Compatible with the NOAA
Tsunami Warning System*



Αισθητήρες του συστήματος ΠΟΣΕΙΔΩΝ

Atmospheric

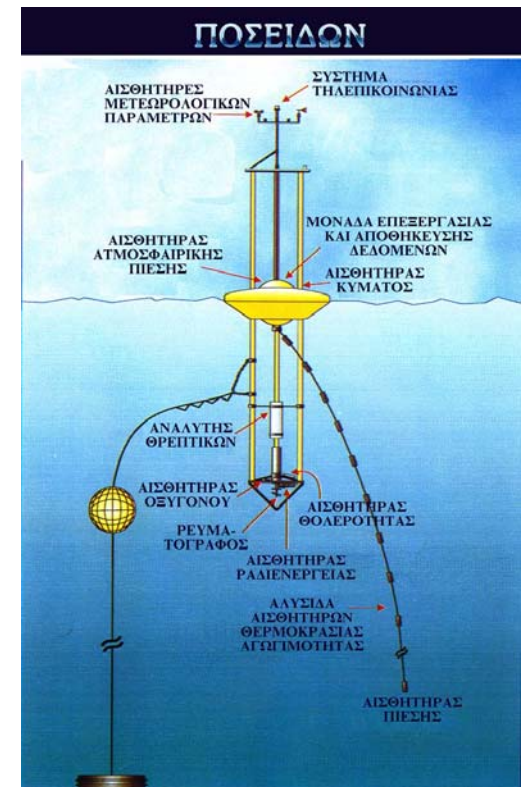
- Wind speed and direction
- Atmospheric pressure
- Atmospheric temperature
- Advanced meteo (2 buoys):
Relative humidity, short and long wave radiation, precipitation

Ocean

- Temperature,
- Conductivity,
- Speed - direction of surface currents,
- Wave height and direction,
- CTD chain 0 - 50 m
- Deep Sea T-S sensors (2-3 buoys)

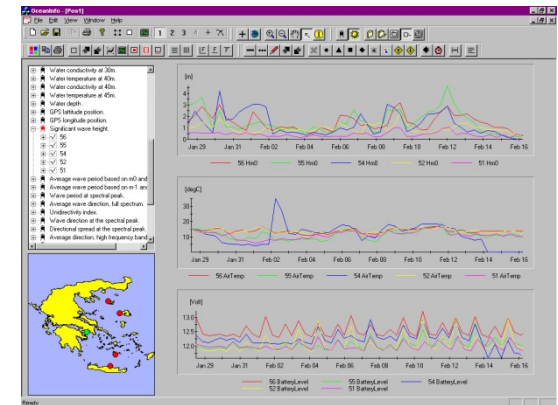
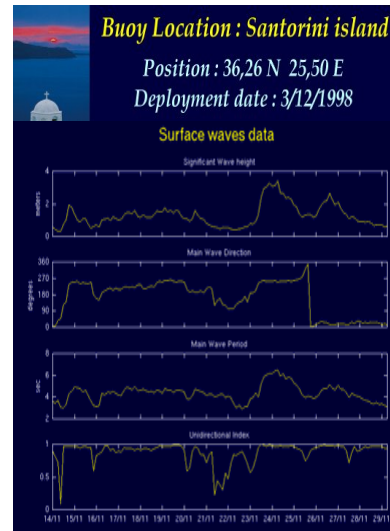
“Green”

- Advanced optical – chemical sensors 0-100 m (2 buoys)
- PAR,
- multi-spectral radiometer,
- Hyper-spectral absorption and attenuation meter
- Radioactivity,
- Chlorophyll-a,
- Nutrients,
- Dissolved
- Oxygen,
- Light attenuation



Προϊόντα συστήματος ΠΟΣΕΙΔΩΝ

- On-line δεδομένα (“meteo”, “blue” and “green”)
- Επεξεργασμένα δεδομένα (στατιστικά κ.λπ.)
- Πρόγνωση καιρού
- Πρόγνωση κατάστασης θαλασσών (κυματισμός)
- Πρόγνωση πεδίου ρευμάτων, T, S
- Πρόγνωση διασποράς πετρελαιοκηλίδας
- Μελέτη παράκτιων κυματικών συνθηκών
- On-line : <http://www.poseidon.ncmr.gr>

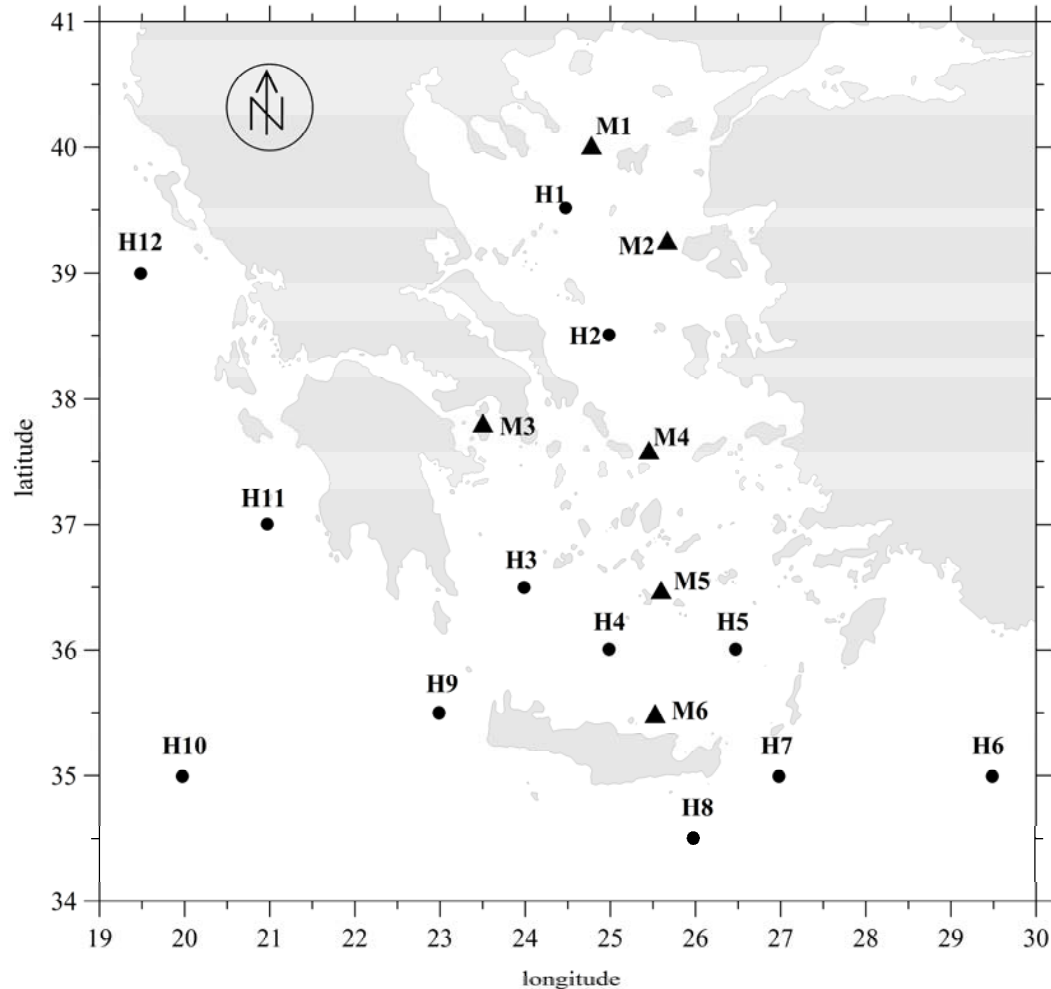


Μια εφαρμογή: Άτλαντας ανέμου και κύματος των Ελληνικών Θαλασσών



Μετρήσεις ανέμου και κύματος

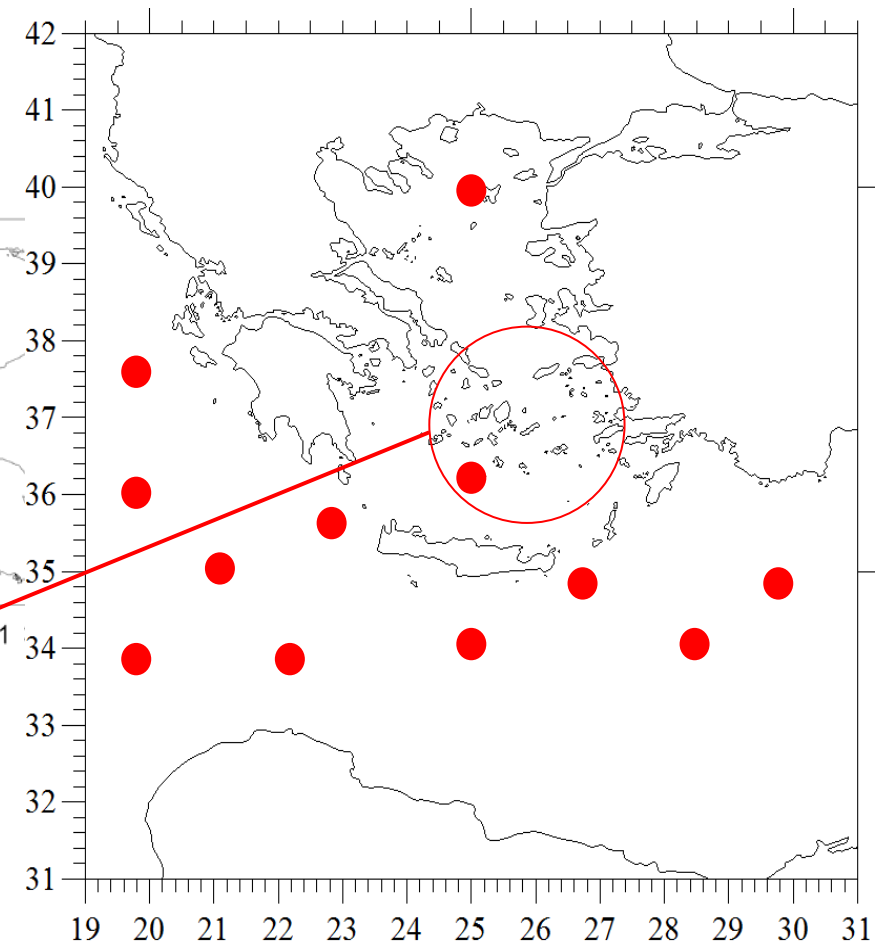
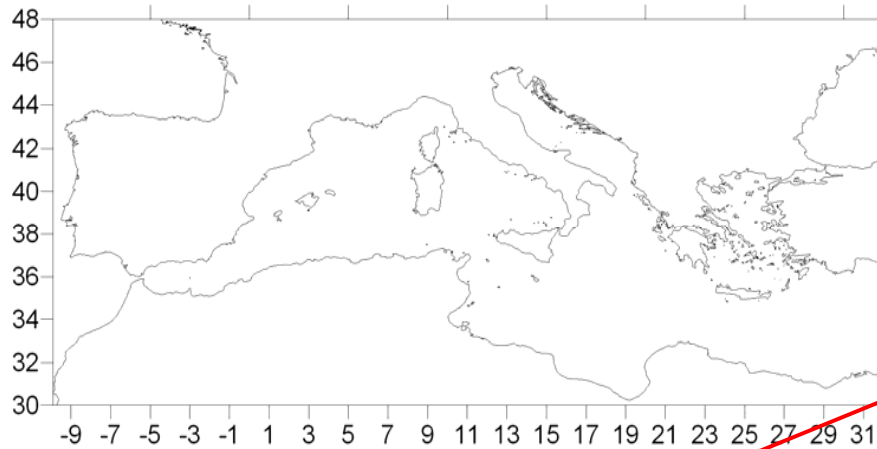
- Wave and wind measurements were collected from six wave buoys of the POSEIDON network for the time period 1999-2006
- Wind parameters: U_W , Θ_{WIND}
- Wave parameters: H_S , Θ_{WAVE} , T_P
- 3 hours recording interval for both wind and wave measurements



Locations of the POSEIDON buoy's are denoted with M (1-6) – triangle shaped

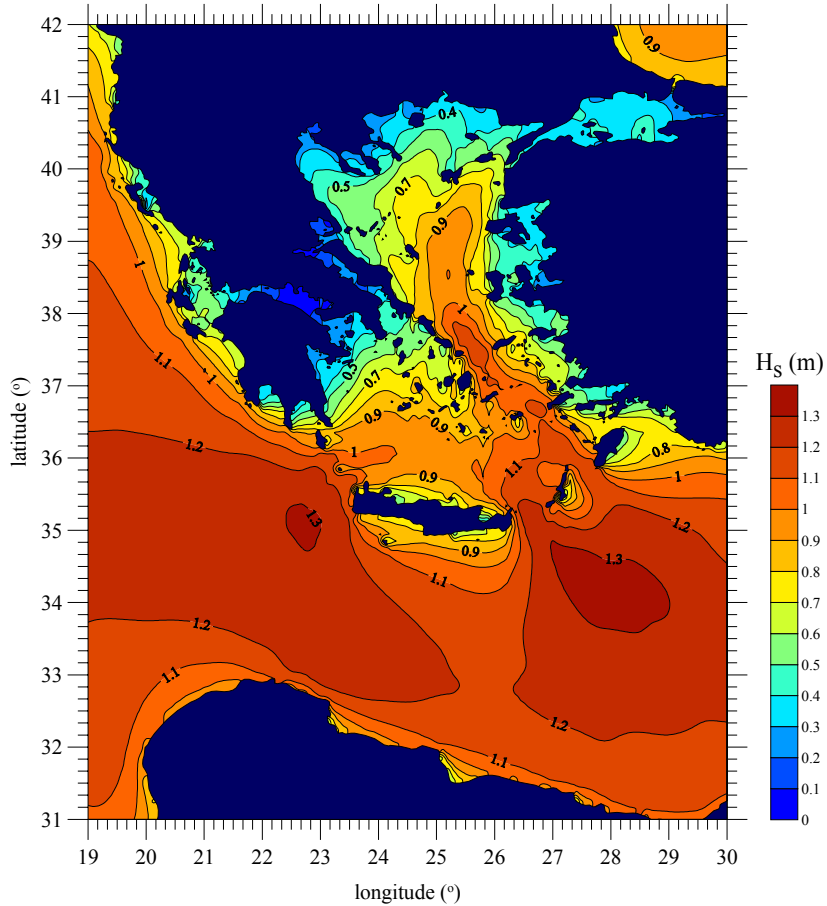
Κλιματολογία ανέμου και κύματος

- Χωρική κλιματολογία
- Σημειακή κλιματολογία

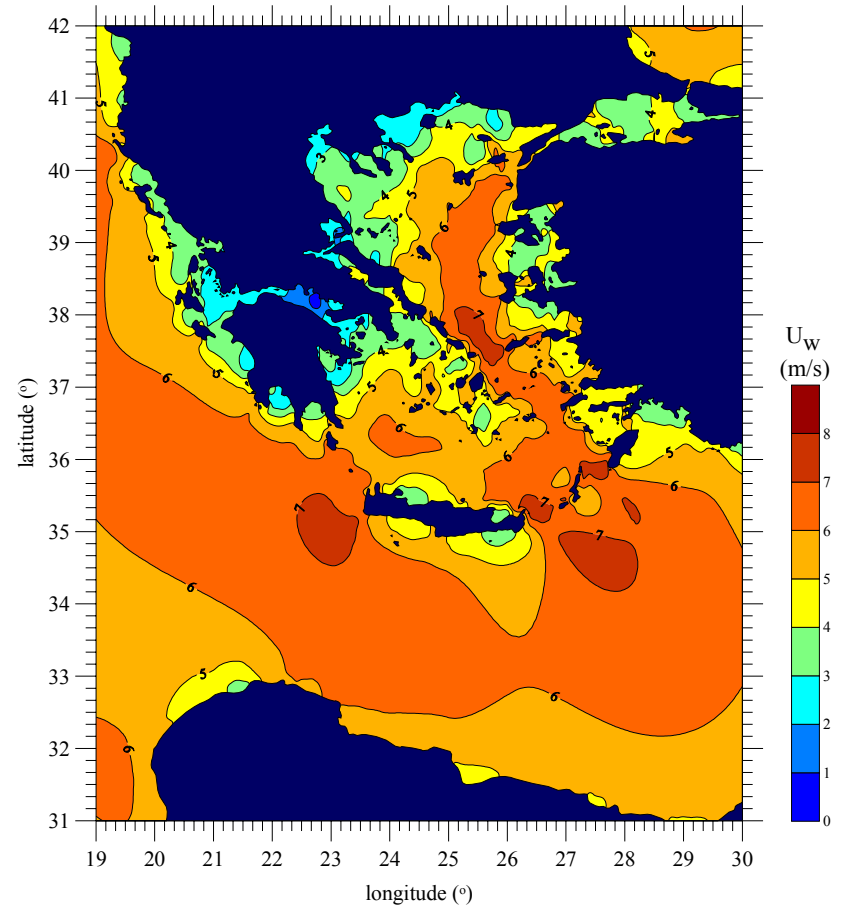


**Higher spatial
analysis is
needed**

Χωρική κλιματολογία



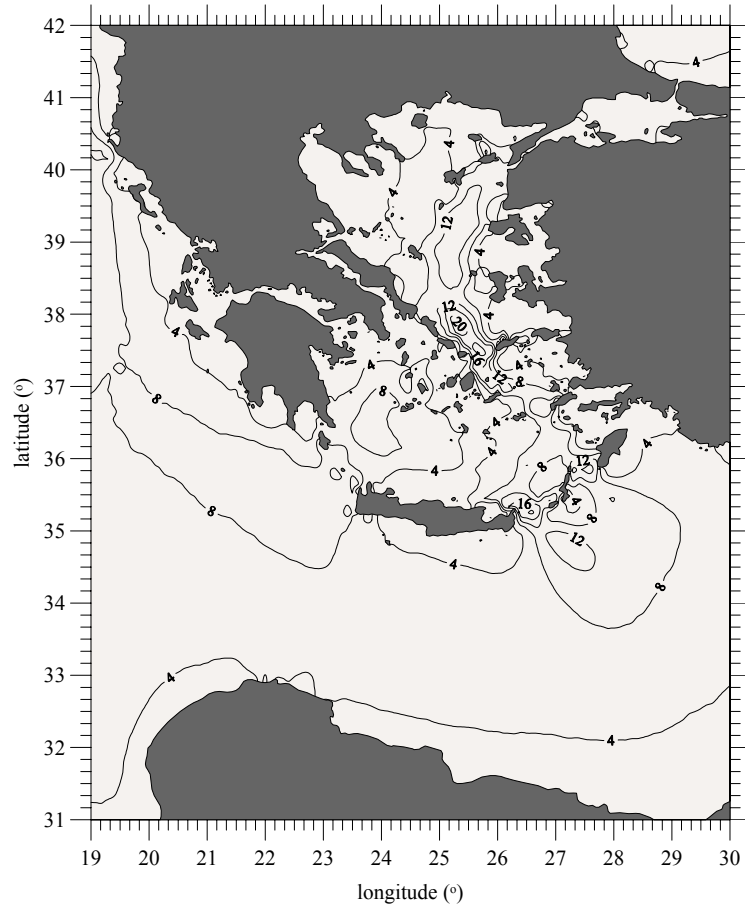
Mean H_s -Annual



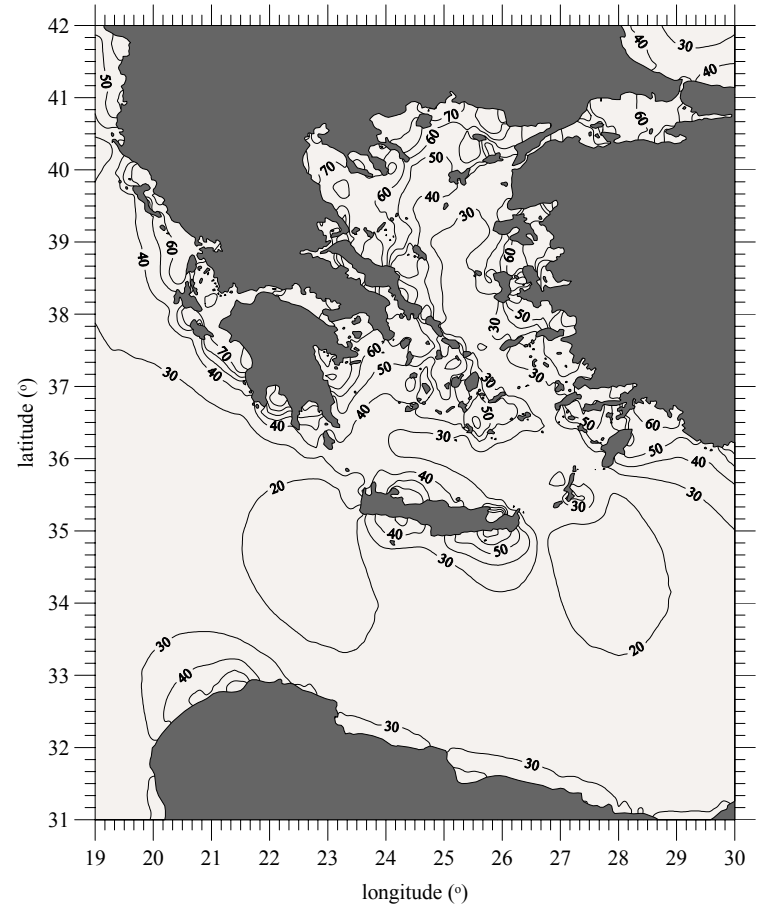
Mean U_w -Annual

Contours of mean H_s and mean U_w in annual basis

Χωρική κλιματολογία (ισοπληθείς U_W σε ετήσια βάση)



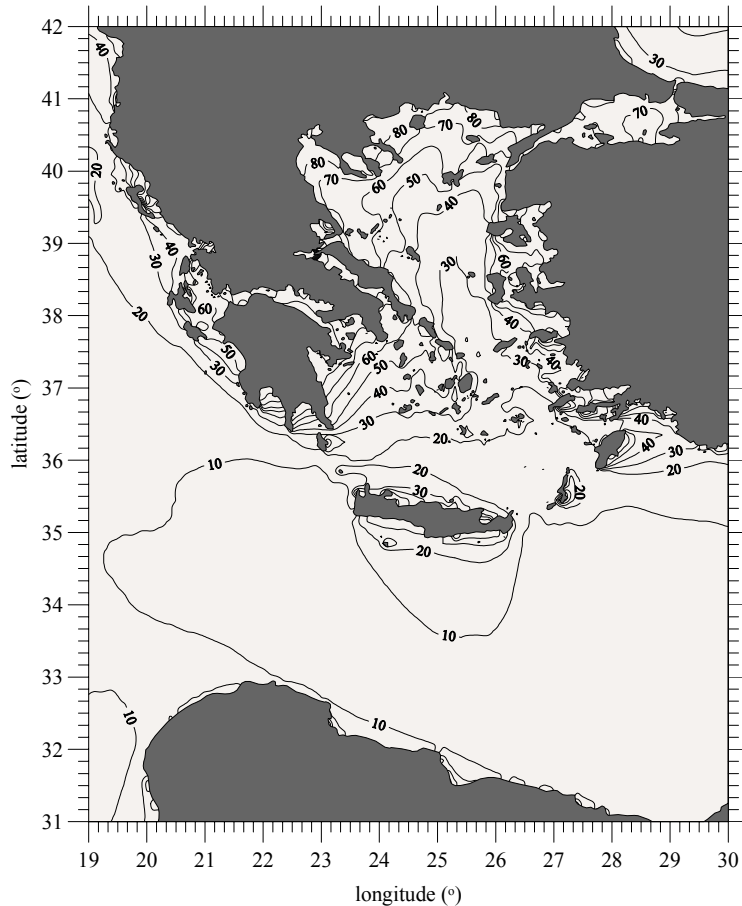
Pr [$U_W > 11\text{m/s}$] - Annual



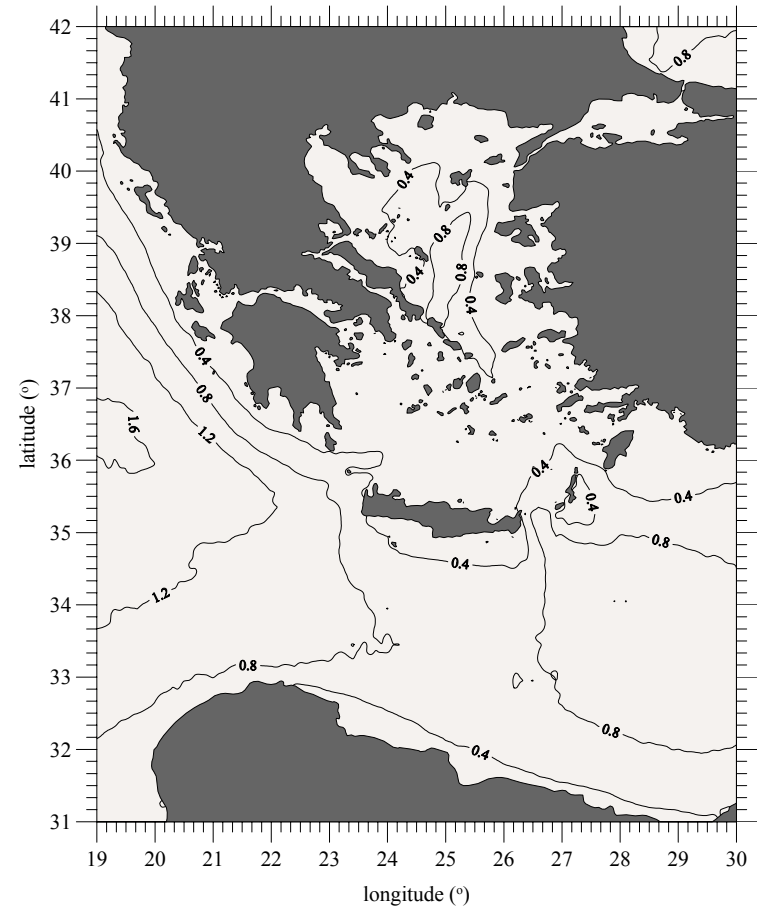
Pr [$U_W < 4\text{ m/s}$] - Annual

Four different thresholds were used: $\text{Pr}[U_W < 4\text{m/s}]$, $\text{Pr}[U_W < 6\text{m/s}]$, $\text{Pr}[U_W > 8\text{m/s}]$, $\text{Pr}[U_W > 11\text{m/s}]$

Χωρική κλιματολογία (ισοπληθείς H_S σε ετήσια βάση)



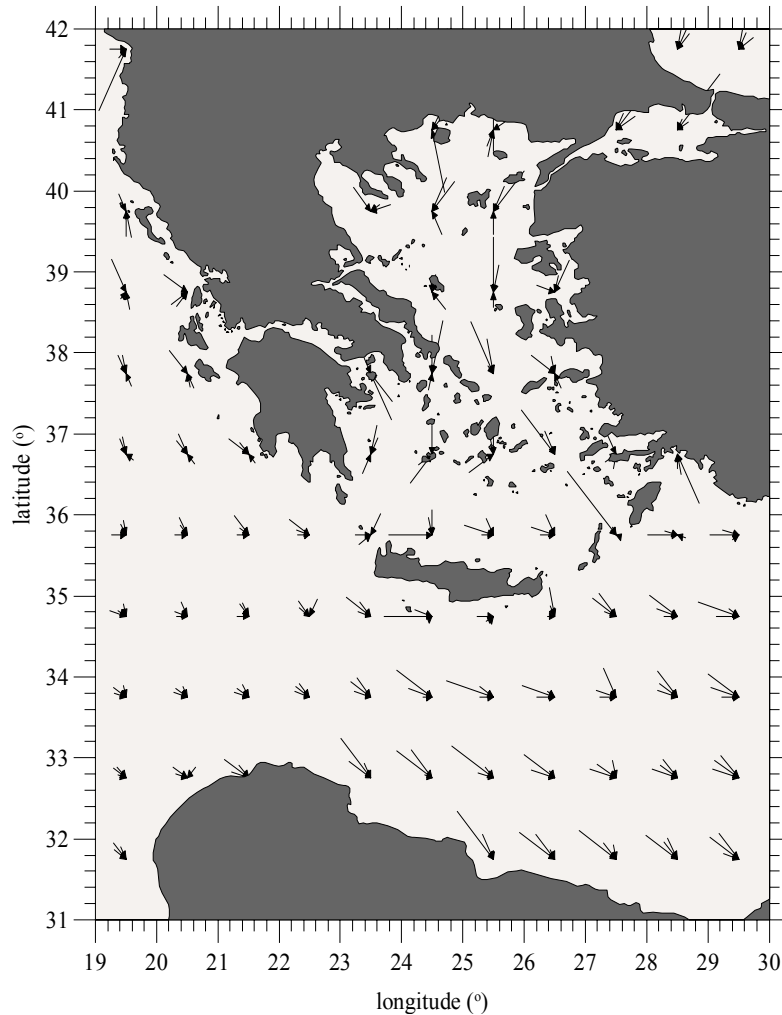
Pr [$H_S < 0.5$ m] Annual



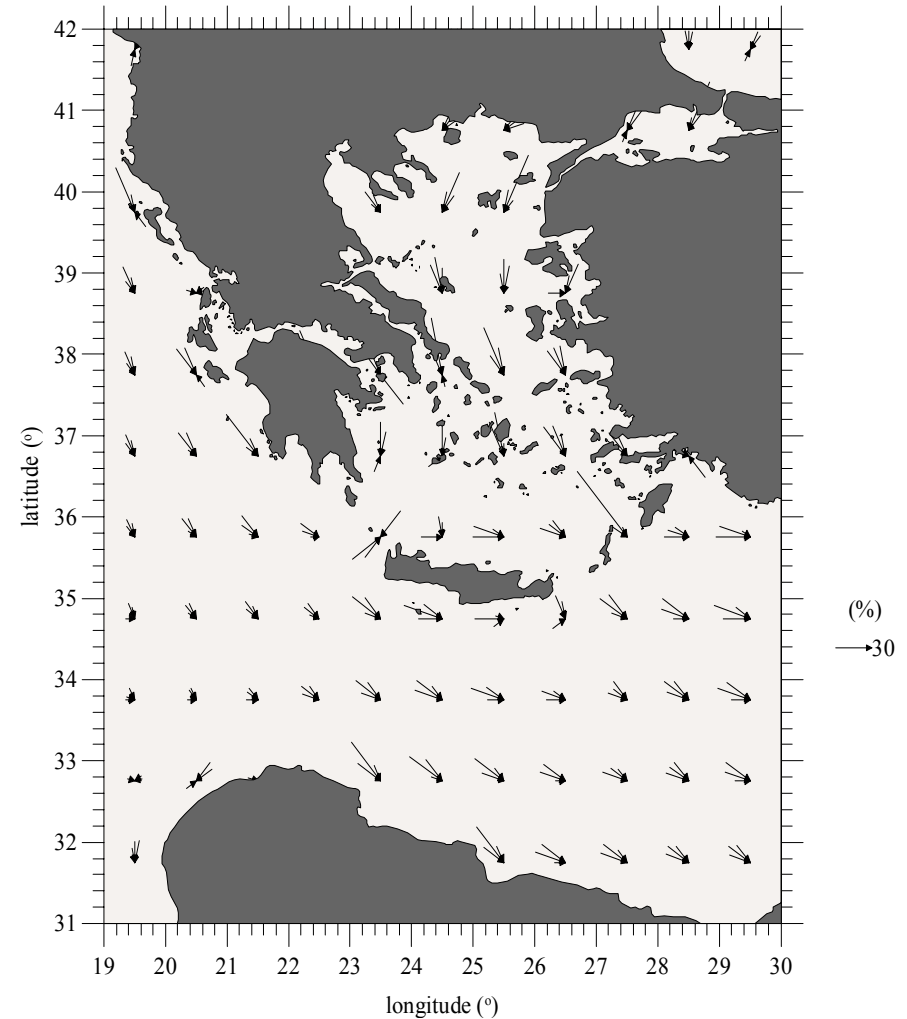
Pr [$H_S > 4$ m] Annual

Four different thresholds were used: $\text{Pr}[H_S < 0.5\text{m}]$,
 $\text{Pr}[H_S < 1.25\text{m}]$, $\text{Pr}[H_S > 2.5\text{m}]$, $\text{Pr}[H_S > 4\text{m}]$

Χωρική κλιματολογία (κατευθυντικότητα ανέμου και κύματος)



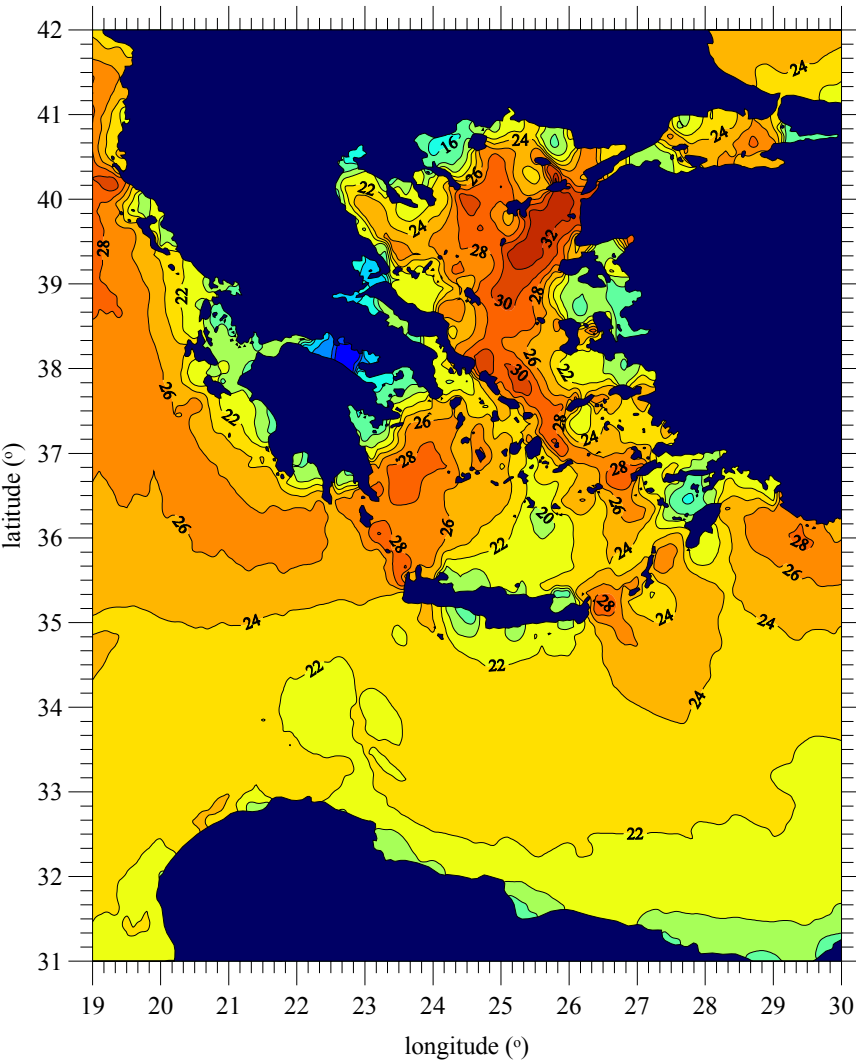
Wave directionality-Annual



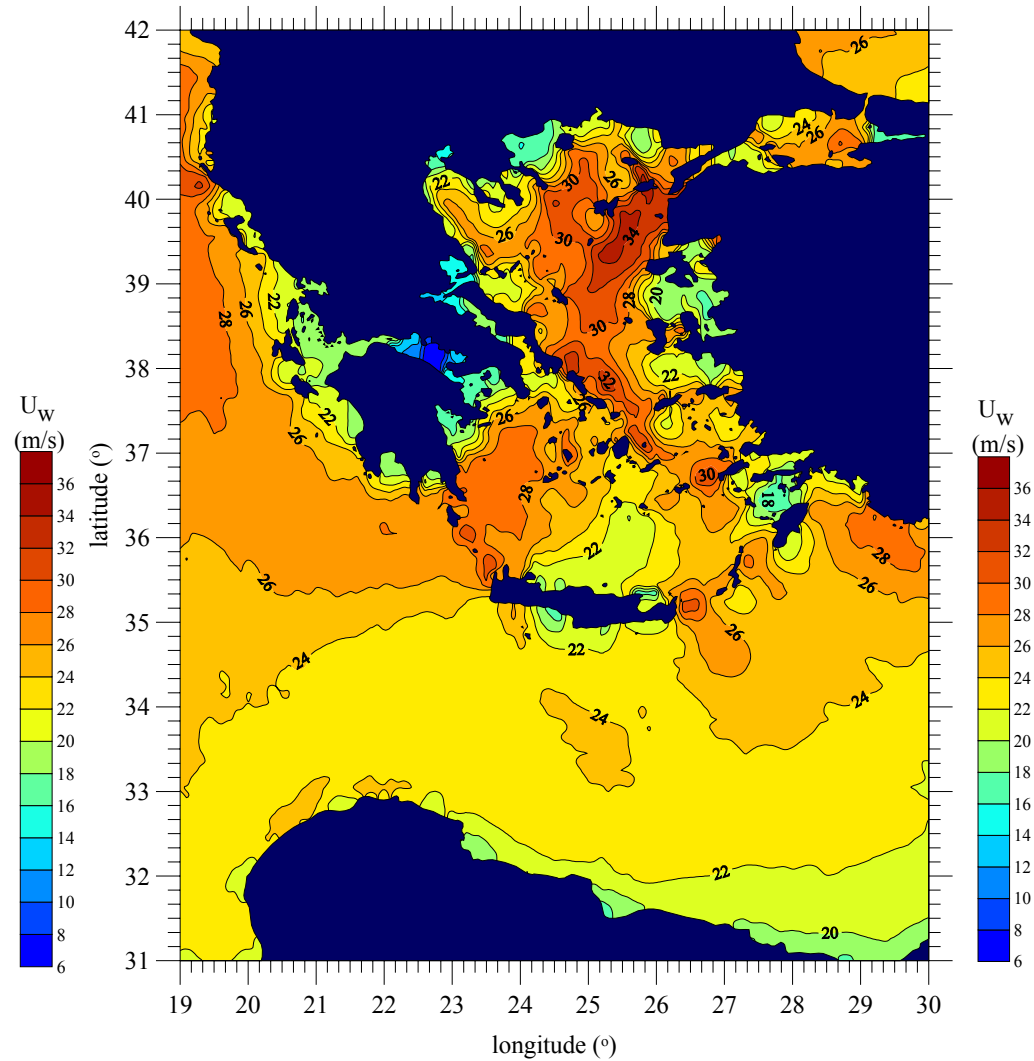
Wind directionality-Annual

The three most probable directions of wind and wave propagation are presented. The length of each arrow represents the frequency of occurrence of the corresponding propagation direction. The reference arrow is 30%.

Χωρική κλιματολογία (τιμές σχεδιάσεως 50- και 100-ετών για την U_W)

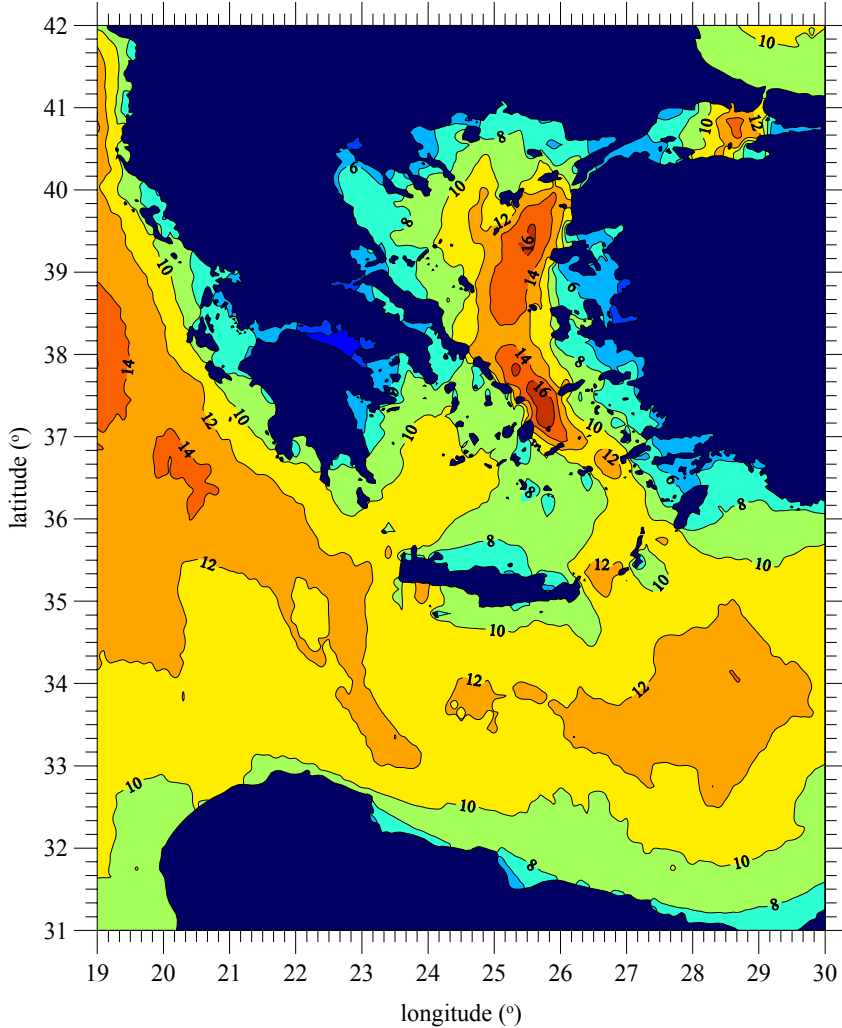


**50-year design
values of U_W**

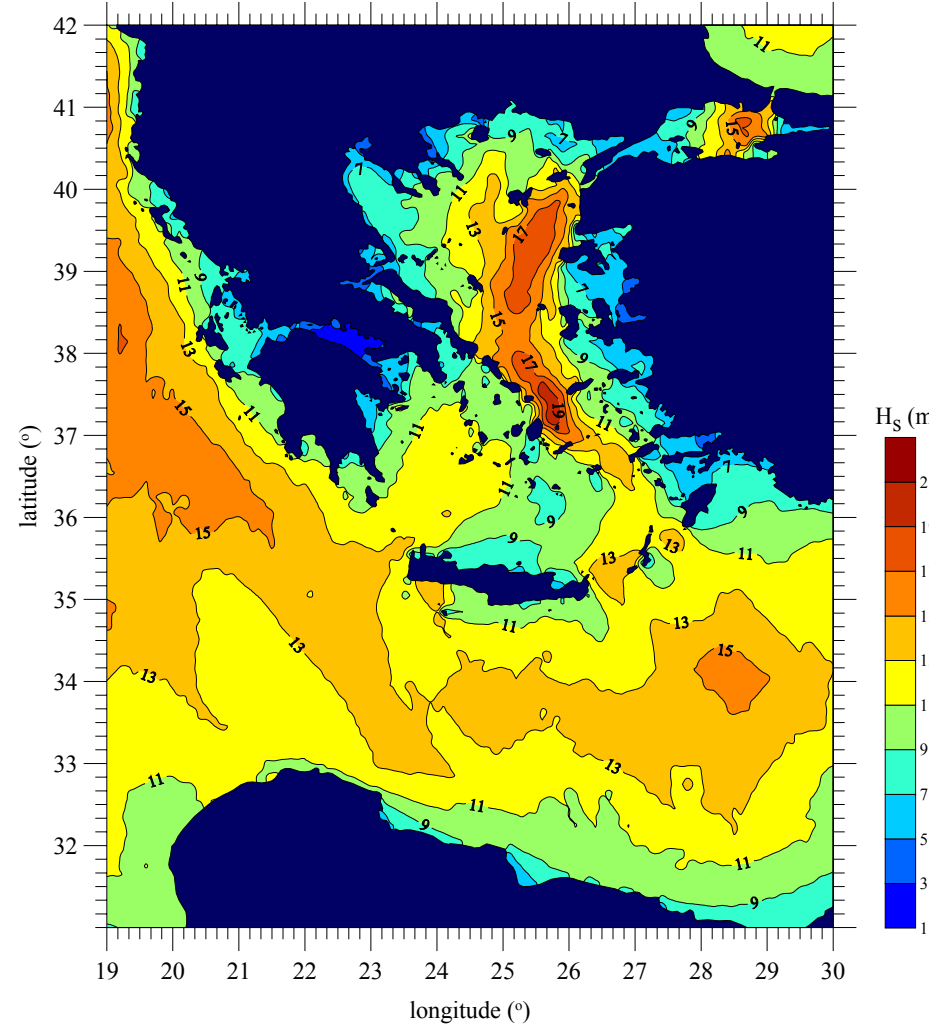


**100-year design values
of U_W**

Χωρική κλιματολογία (τιμές σχεδιάσεως 50- και 100-ετών για το H_S)

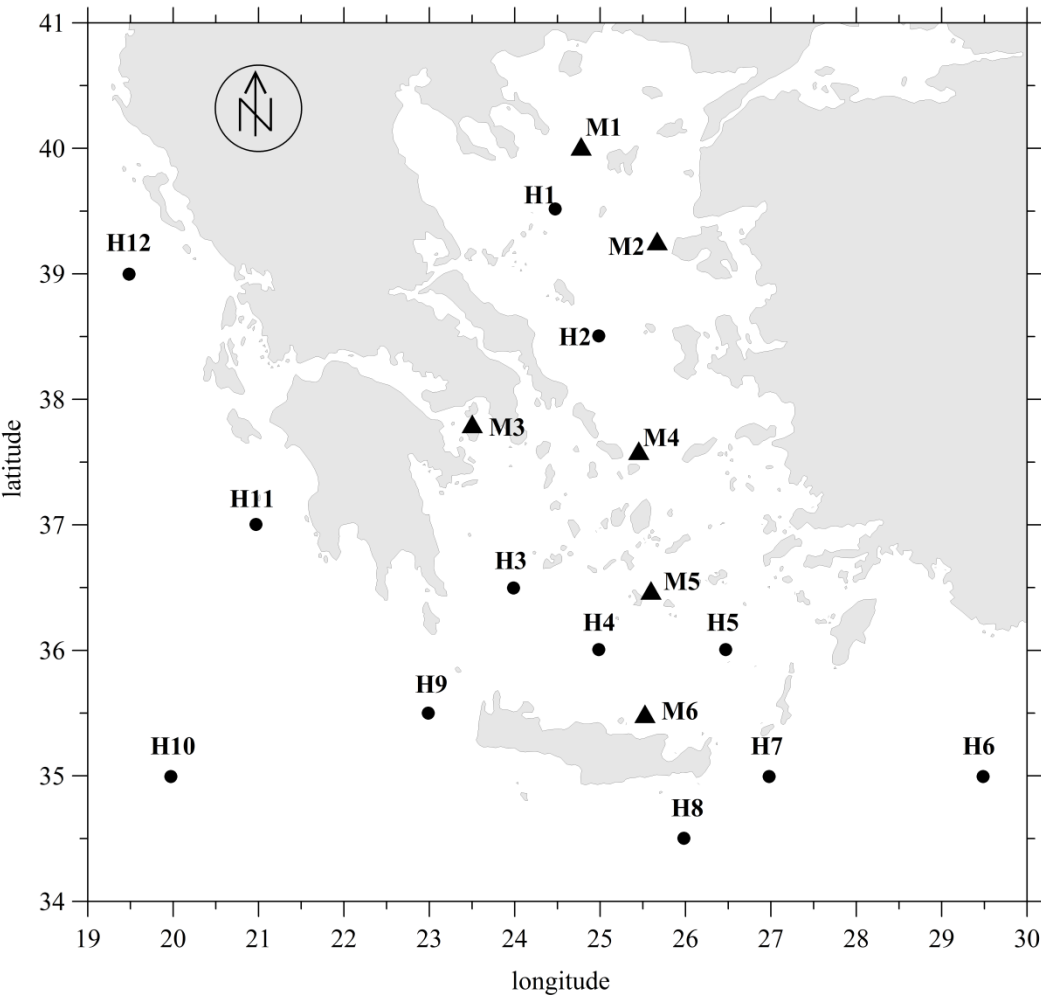


50-year design values of H_S



100-year design values of H_S

Σημειακή κλιματολογία



Διδιάστατα ιστογράμματα
συχνότητας εμφάνισης σε
εποχιακή και ετήσια βάση:

- Δεδομένα hincast (“H”: 12 grid points) ●
- Επιτόπιες μετρήσεις από το δίκτυο ΠΟΣΕΙΔΩΝ. (“M”: 6 locations) ▲

Σημειακή κλιματολογία

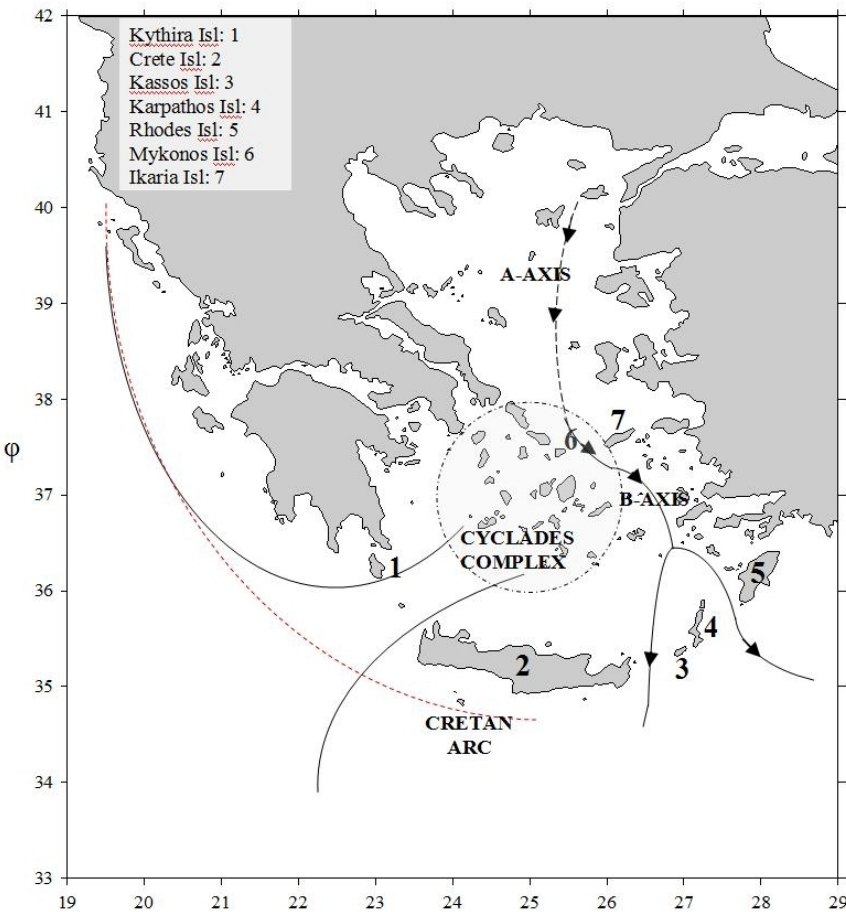
$U_W \Theta_{WIND}$ for Autumn
H1 (39.55°N, 24.50°E)

- Winds of 5-6 m/s blowing from 285°(W-NW) have 0.2% frequency of occurrence.
- Winds of 5-6 m/s , have 11.0% frequency of occurrence.
- Winds blowing from 285°(W-NW), have frequency of occurrence 2.2%.

Θ_{WIND} [deg]	U_W [m/s]					U_W [m/s]										Total
	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	12.00	14.00	16.00	>	
0	2	7	9	11	12	11	10	6	3	1	0	0	0	0	0	72
15	2	7	9	8	13	15	16	14	12	8	13	5	3	1	0	126
30	2	5	6	7	10	11	14	8	11	9	22	12	6	0	0	123
45	3	5	5	4	5	8	6	6	5	5	5	2	3	1	0	63
60	2	4	3	4	3	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	28
75	3	4	5	3	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	20
90	2	4	6	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19
105	2	3	6	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18
120	2	5	5	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20
135	1	6	7	7	6	4	2	2	1	1	1	0	0	0	0	38
150		8	7	10	8	8	9	4	3	2	3	1	0	0	0	65
165	2	6	9	8	6	6	5	5	4	3	4	1	0	0	0	59
180	1	5	8	4	7	6	4	3	3	2	1	0	0	0	0	44
195	1	4	6	5	4	4	4	2	1	1	1	0	0	0	0	33
210	1	3	5	4	3	4	2	1	0	0	1	0	0	0	0	24
225	1	3	3		2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	19
240	2	4	3	3	3	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	21
255	2	3	3	2		2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	22
270	1	3	2	2	2	2	3	1	1	0	1	0	0	0	0	17
285	3	6	3	3	2	2	2	1	0	1	1	0	0	0	0	25
300	2	4	5	2	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	25
315	2	4	6	5	3	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0	29
330	2	7	8	8	5	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0	39
345	2	7	11	11	9	7	3	1	1	1	0	0	0	0	0	53
Total	45	115	140	126	116	110	97	64	50	41	59	22	12	2	0	993

Each entry of a two-dimensional histogram denotes the number of observations (normalized to 1000) associated with the corresponding parameter or pair of parameters

Wind and Wave climate over the Greek seas



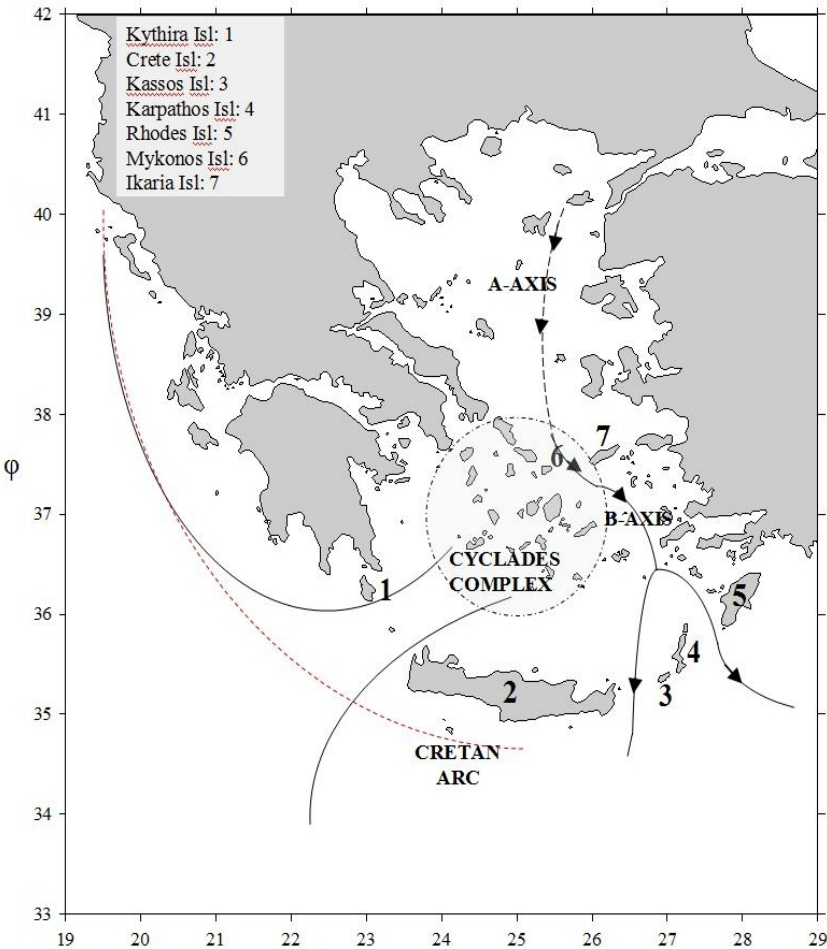
- General features of the wind and wave propagation patterns in the Aegean Sea:

- Wind and wave propagate from the edge of the Dardanelles Straits to south Aegean, initially with N-NE directions, ending to NW directions at south Aegean. The directions of propagation of wind and wave states are in good agreement.
- The wind and wave systems are partly relaxing on the Cyclades complex resulting to a milder wind and wave conditions in their enclosed area.
- Channeling effect in the NE Cyclades complex drive wind and wave fields to the SE areas.

- In the Ionian Sea:

- The prevailing wind and wave systems are originating from N-NW directions.
- The fetches corresponding to those directions are very long as well as the ones from the S-SW directions.
- The Ionian Sea is the area exhibiting the highest wind and wave potential – in a mean annual basis – among the Hellenic Seas.
- The local maxima are detected on the Cretan Arc, offshore the southern coasts of Crete Isl .

Wind and wave climate over the Greek seas



- The most intense wind and wave conditions, in mean annual basis, appear at three explicitly defined areas of the Aegean Sea:
 - North of Cyclades complex, between Mykonos and Ikaria islands
 - Outward the straits between Cythera Isl. and Crete Isl.
 - Inside and outward the straits between Kassos Isl. and Crete Isl. as well as inside the straits of Karpathos Isl. and Rhodes Isl.
- The overall maximum of wind speed and significant wave height for the Hellenic Seas during the 10-year hindcast was detected at the straits between Mykonos and Ikaria due to a “meteorological bomb” in January 2004:

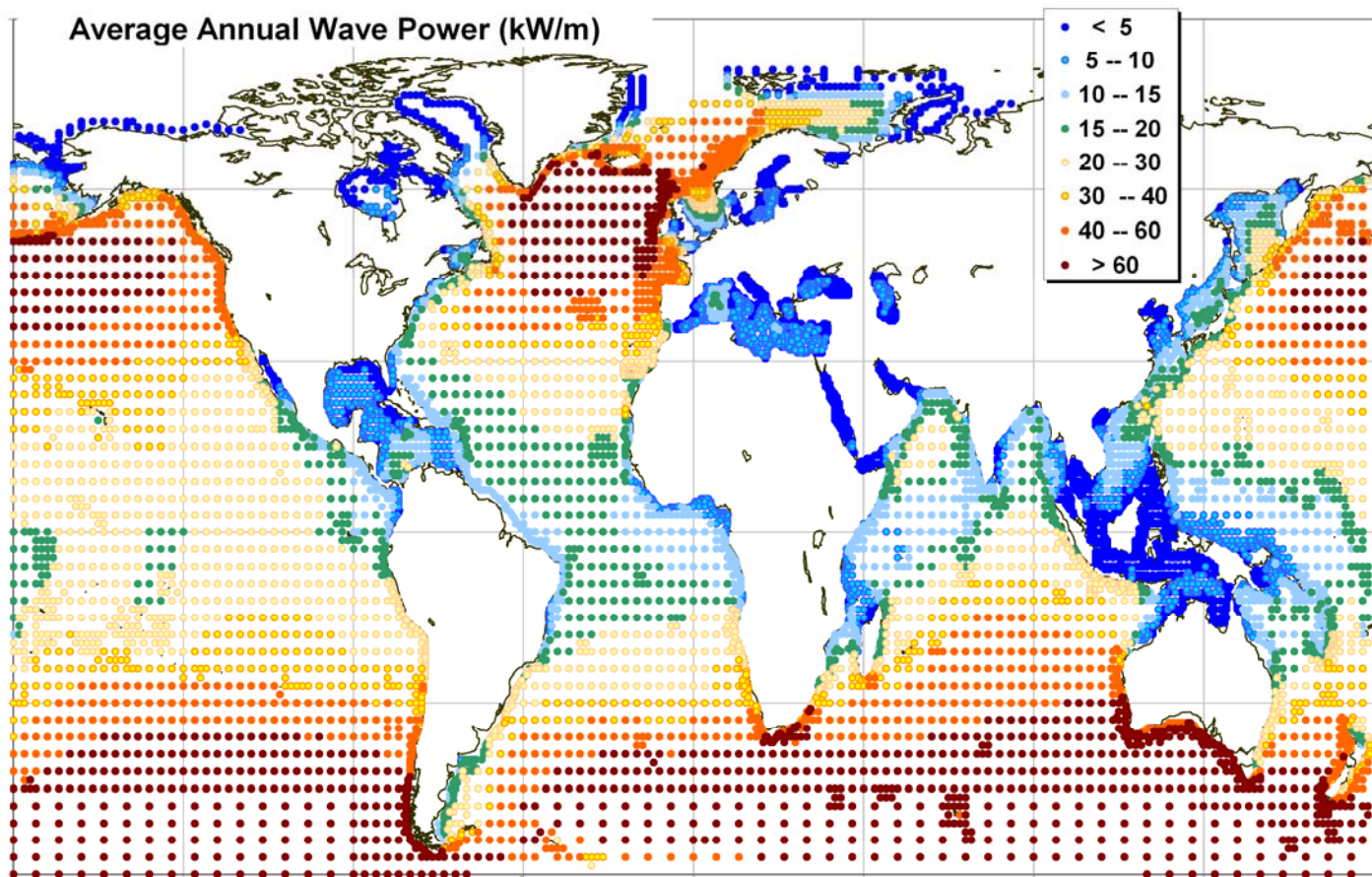
$$H_s = 10.97\text{m}$$

$$U_w = 27.93\text{m/s}$$

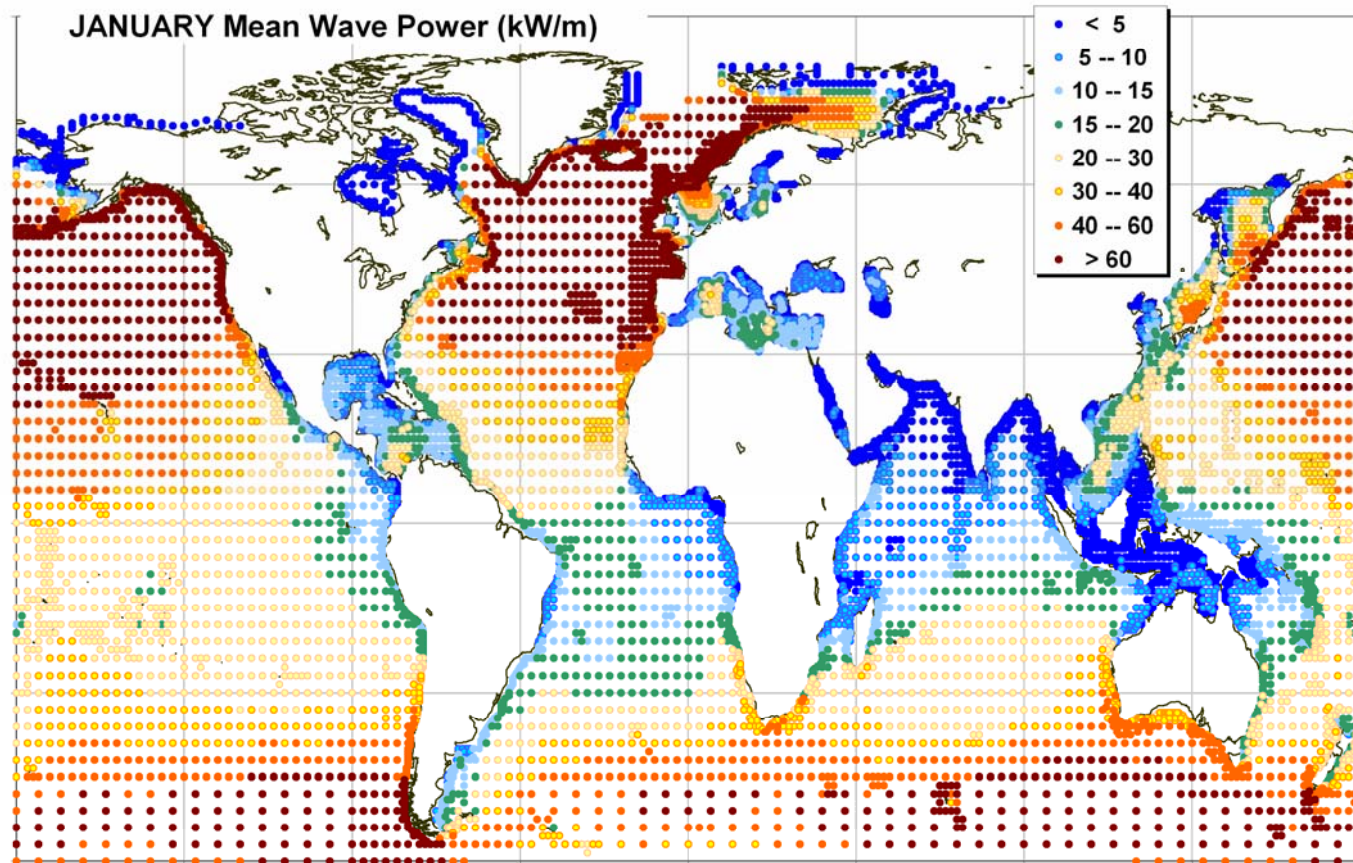
Που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο Άτλαντας;

- Προετοιμασία και υλοποίηση θαλάσσιων επιχειρήσεων (βραχυχρόνια, μακροχρόνια)
- Σχεδιασμός και κατασκευή υπεράκτιων και παράκτιων έργων
- Εκτίμηση του διαθέσιμου ενεργειακού δυναμικού (άνεμος, κύμα) σε μια περιοχή
- Πρόγνωση διεποχιακής και διετήσιας μεταβλητότητας του ενεργειακού δυναμικού (άνεμος, κύμα) σε μια περιοχή
- Διαχείριση και προστασία του παράκτιου περιβάλλοντος
- Τουριστική και οικιστική ανάπτυξη παράκτιων περιοχών και νησιών
- Ανάλυση τρωτότητας παράκτιων κατοικημένων περιοχών
- Μελέτη σκοπιμότητας για την εκμετάλλευση αιολικού/κυματικού δυναμικού σε συγκεκριμένες θαλάσσιες περιοχές
- Μακροχρόνια κλιματική μεταβλητότητα των ελληνικών θαλασσών

Μια μη επιχειρησιακή εφαρμογή: Εκτίμηση κυματικού δυναμικού του παγκόσμιου ωκεανού

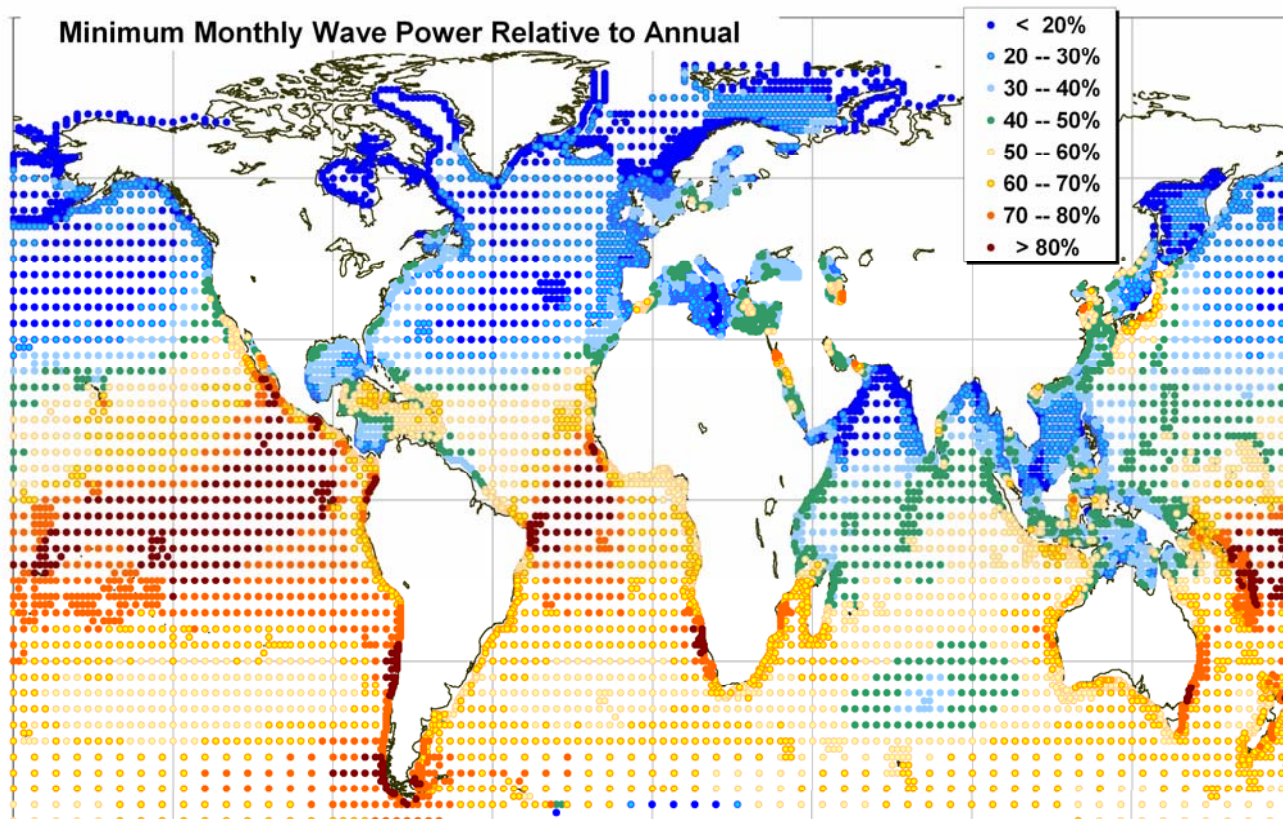


Μια μη επιχειρησιακή εφαρμογή: Εκτίμηση κυματικού δυναμικού του παγκόσμιου ωκεανού



Μια μη επιχειρησιακή εφαρμογή: Εκτίμηση κυματικού δυναμικού του παγκόσμιου ωκεανού

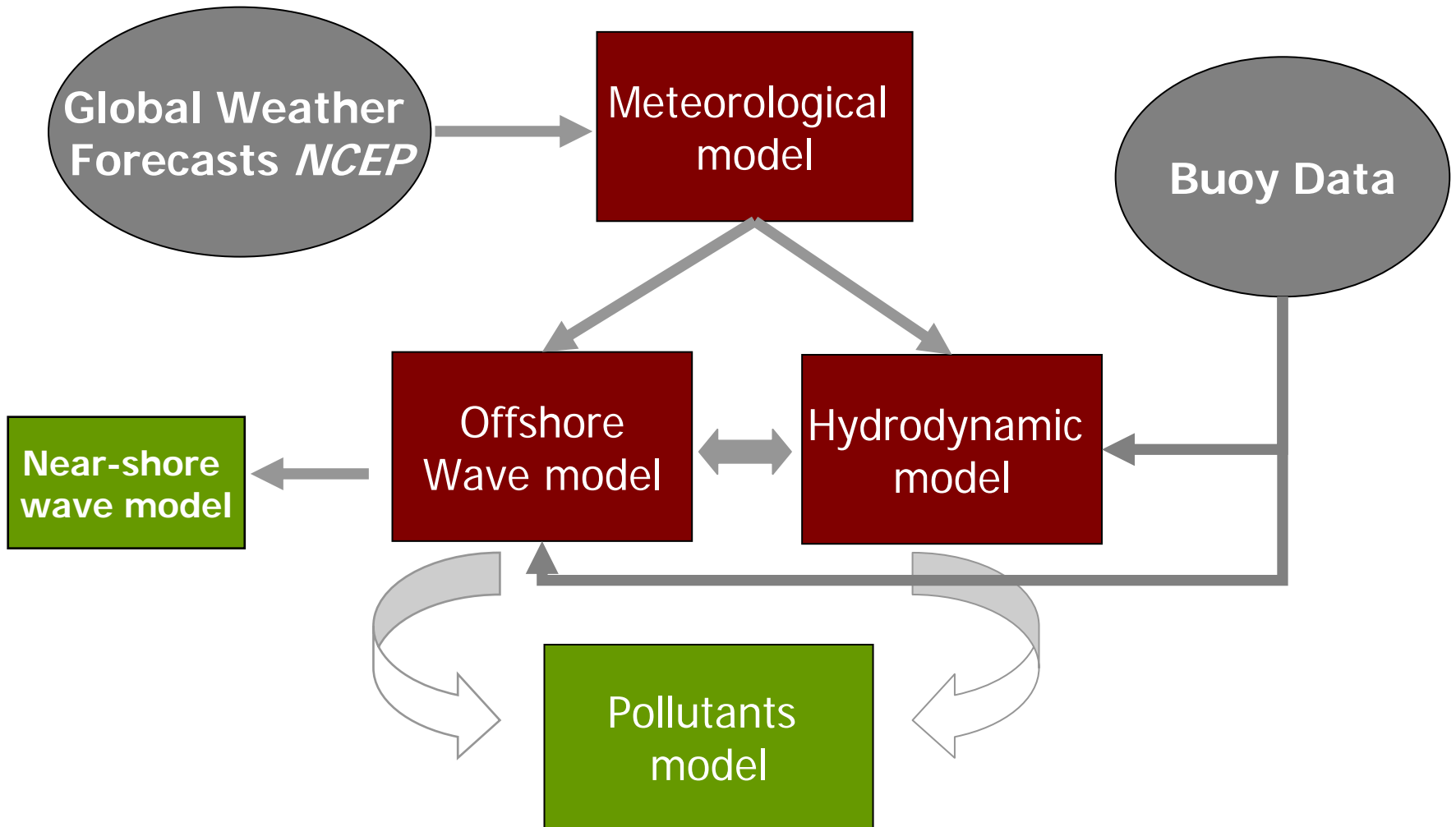
Seasonal Variability of the Wave Energy Resources



Επιχειρησιακές εφαρμογές: Κυματικά μοντέλα πρόγνωσης

- ✓ Περιγράφουν (προσομοιώνουν) και προβλέπουν (είτε προς το μέλλον είτε προς το παρελθόν) την εξέλιξη του φάσματος των κυματισμών στο χώρο και το χρόνο.
- ✓ Ξεκίνησαν από την ανάγκη μακροχρόνιων κυματολογικών δεδομένων με σκοπό τη μελέτη κατασκευών ανοικτής θάλασσας και παράκτιας ζώνης (1970, Κόλπος Μεξικού, oil-industry) και την απαίτηση της επιχειρησιακής πρόγνωσης της κατάστασης θάλασσας (sea state) και όχι του ανέμου.

Σύστημα μοντελοποίησης και πρόγνωσης ΠΟΣΕΙΔΩΝ

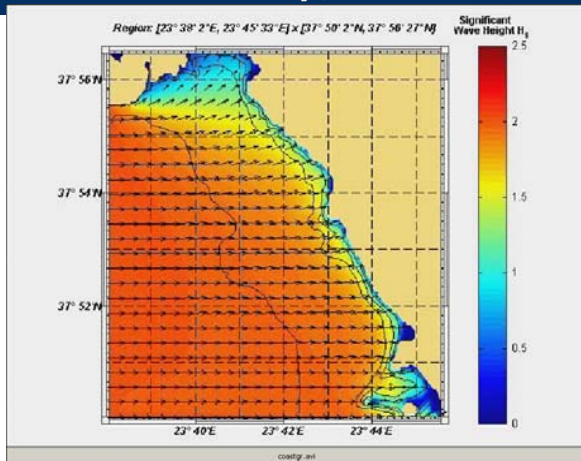
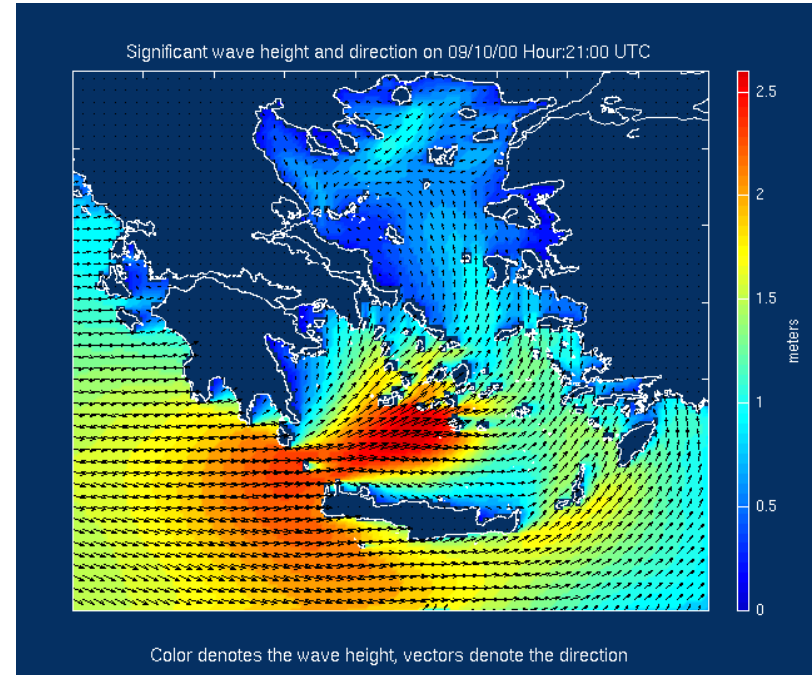
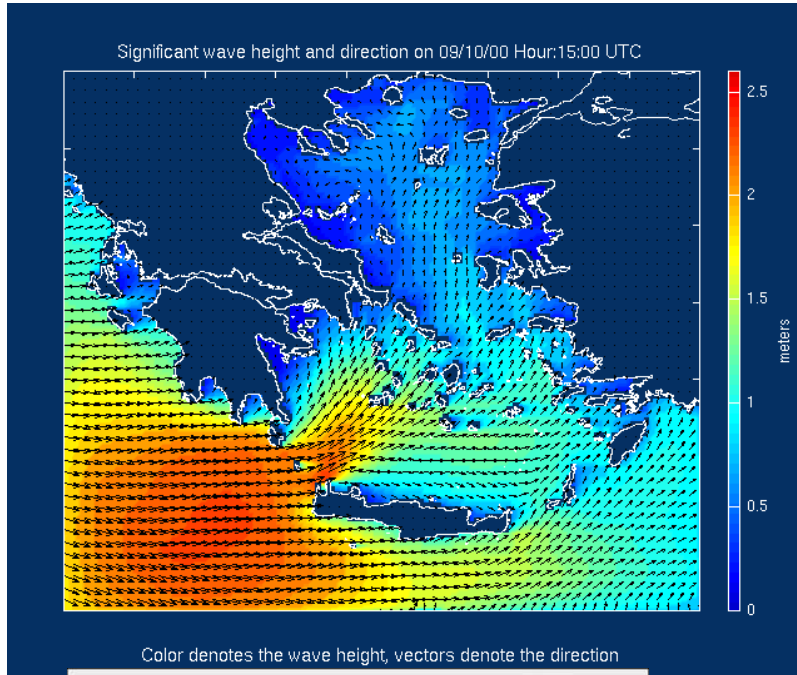


Το μοντέλο WAM στα πλαίσια του συστήματος ΠΟΣΕΙΔΩΝ

Πρόγνωση κατάστασης Ελληνικών θαλασσών

9/10/2000, 15:00 UTC

9/10/2000, 21:00 UTC



Τοπική πρόγνωση: ανατολικές ακτές
Σαρωνικού κόλπου

Καταστροφές από ακραία κυματικά φαινόμενα

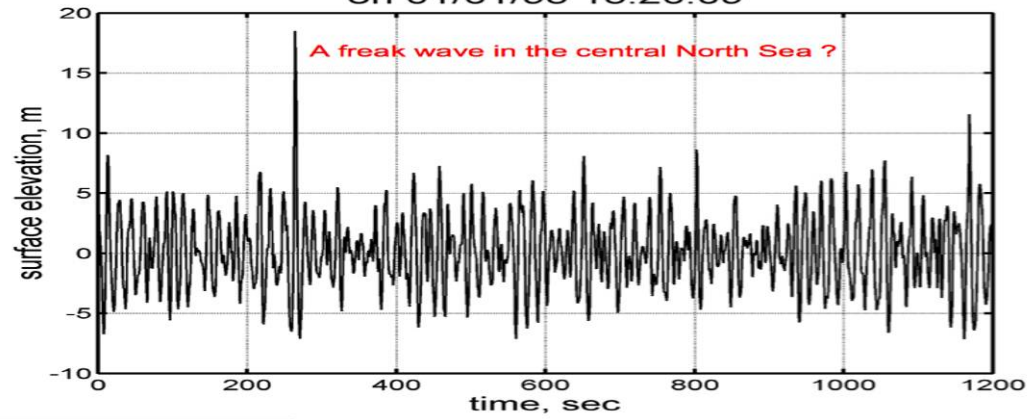
Rogue waves



Ανθρώπινες ζωές
Πλοία και πλωτές
κατασκευές
Παράκτια έργα



Time History Recorded at Draupner Platform
on 01/01/95 15:20:09



Μια πρόταση για τη χρήση συστημάτων επιχειρησιακής ωκεανογραφίας στην παραγωγή κυματικής/αιολικής ενέργειας

Α. ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑ

- 1) Γενική εκτίμηση του ανεμολογικού και κυματικού κλίματος μιας ευρείας περιοχής (συνιστάται η χρήση δορυφορικών δεδομένων – όχι όμως για τις ελληνικές θάλασσες)
- 2) Παραγωγή γενικών χαρτών με τη χωρική και εποχιακή κατανομή της αιολικής και κυματικής ενέργειας στην ευρύτερη θαλάσσια περιοχή που ενδιαφέρει
- 3) Εντοπισμός περιοχών υψηλού κυματικού / αιολικού δυναμικού
- 4) Downscaling των διαθέσιμων αποτελεσμάτων στις ειδικότερες περιοχές ενδιαφέροντος (coastal wave / wind models).

Μια πρόταση για τη χρήση συστημάτων επιχειρησιακής ωκεανογραφίας στην παραγωγή κυματικής/αιολικής ενέργειας

5. Αριθμητικά μοντέλα διάδοσης ανέμου-κύματος πολύ υψηλής ανάλυσης (π.χ., 500m x 500m). Αν τα βάθη είναι μικρά (<50 m) προτείνεται η χρήση κυματικών μοντέλων επίλυσης φάσης
6. Διαδικασίες σχεδιασμού κατασκευής, θεμελιώσεων, αγκυρώσεων, ..., κλπ
7.

B. ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΑ

1. Συστηματική παρακολούθηση και καταγραφή όλων των απαραίτητων μετεωρολογικών και θαλάσσιων χαρακτηριστικών
2. Πρόγνωση
3. Διημερήσια, διεποχιακή και διετήσια μεταβλητότητα των ωκεάνιων ενεργειακών πόρων
4. Ορθότερος προγραμματισμός θαλάσσιων επιχειρήσεων

Τελικά συμπεράσματα – Παρατηρήσεις

- 1) Η επιχειρησιακή ωκεανογραφία αποτελεί απαραίτητο εργαλείο στην **αξιόπιστη και ασφαλή λειτουργία** ενεργειακών μονάδων στη θάλασσα
- 2) Το σύστημα ΠΟΣΕΙΔΩΝ είναι ένα από τα **πληρέστερα και πλέον σύγχρονα** συστήματα θαλάσσιας παρακολούθησης και πρόγνωσης στον ευρωπαϊκό χώρο
- 3) Η αξιόπιστη εκτίμηση και πρόγνωση της μεταβλητότητας της αιολικής/κυματικής ενέργειας στην ανοικτή θάλασσα **δεν αποτελεί τετριμμένη διαδικασία και χαρακτηρίζεται από σαφή τοπικότητα**
- 4) Για αρχιπελάγη (όπως π.χ., το Αιγαίο) η κυματική και ανεμολογική συμπεριφορά είναι πολύ ιδιαίτερη: Παρουσιάζει **έντονες χωρικές και χρονικές ανομοιογένειες κυρίως λόγω του ηπειρωτικού αναγλύφου και της βαθυμετρίας**