



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΕΘΝΙΚΟ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΕΣΠΑ 2007-2013

ΔΡΑΣΗ «ΑΡΙΣΤΕΙΑ»

«Πλωτές Κατασκευές πολλαπλού σκοπού για την εκμετάλλευση υπεράκτιων αιολικών και κυματικών ενεργειακών πηγών»



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΕΜΟΥ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΑΙΓΑΙΟ ΠΕΛΑΓΟΣ

Δρ. Τακβόρ Σουκισιάν
Κύριος Ερευνητής Ινστιτούτου Ωκεανογραφίας
ΕΛΚΕΘΕ

Εργασία που εκπονήθηκε στα πλαίσια του έργου ΑΡΙΣΤΕΙΑ με τίτλο
*Multi-purpose floating structures for offshore wind and
wave energy sources exploitation (POSEIDON).*
που συντονίζεται από το ΕΜΠ – Καθ. Σ. Μαυράκο



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Εισαγωγή

- Τα επόμενα χρόνια αναμένεται έντονη ανάπτυξη της γαλάζιας ενέργειας (blue energy) στην περιοχή της Μεσογείου.
- Απαιτούνται κατάλληλα μαθηματικά εργαλεία για την περιγραφή και “πρόβλεψη” της μακροχρόνιας μέσης και ακραίας στατιστικής συμπεριφοράς του κυματικού και ανεμολογικού καθεστώτος στις περιοχές ενδιαφέροντος (5 περιοχές του Αιγαίου Πελάγους)
- Οι παράμετροι που μελετήθηκαν: σημαντικό ύψος κύματος H_S , μέση κυματική διεύθυνση θ_{WAVE} , ταχύτητα ανέμου U_W , μέση διεύθυνση ανέμου θ_{WIND} , περίοδος κορυφής φάσματος κυματισμών T_P
- Βασική στατιστική ανάλυση των εξεταζόμενων μεταβλητών:
 - διδιάστατοι πίνακες συχνότητας εμφάνισης,
 - μονοδιάστατες συναρτήσεις κατανομής ύψους κύματος και ταχύτητας ανέμου, καθώς και
 - αντίστοιχες διδιάστατες συναρτήσεις κατανομής με χρήση της οικογένειας κατανομών Plackett
- Τα ακραία περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά αφορούν στα εξής:
 - Υπολογισμός τιμών σχεδιάσεως 10,20,...,100 ετών για το σημαντικό ύψος κύματος και την ταχύτητα ανέμου,
 - Υπολογισμός των από κοινού ακραίων τιμών H_S και U_W 100 ετών του σημαντικού ύψους κύματος και της ταχύτητας ανέμου

13/3/2015

ΑΡΙΣΤΕΙΑ 2014-2015

POSEIDON, 100 ετών του σημαντικού ύψους κύματος

Ημερίδα Παρουσίασης
αποτελεσμάτων ΕΜΠ



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

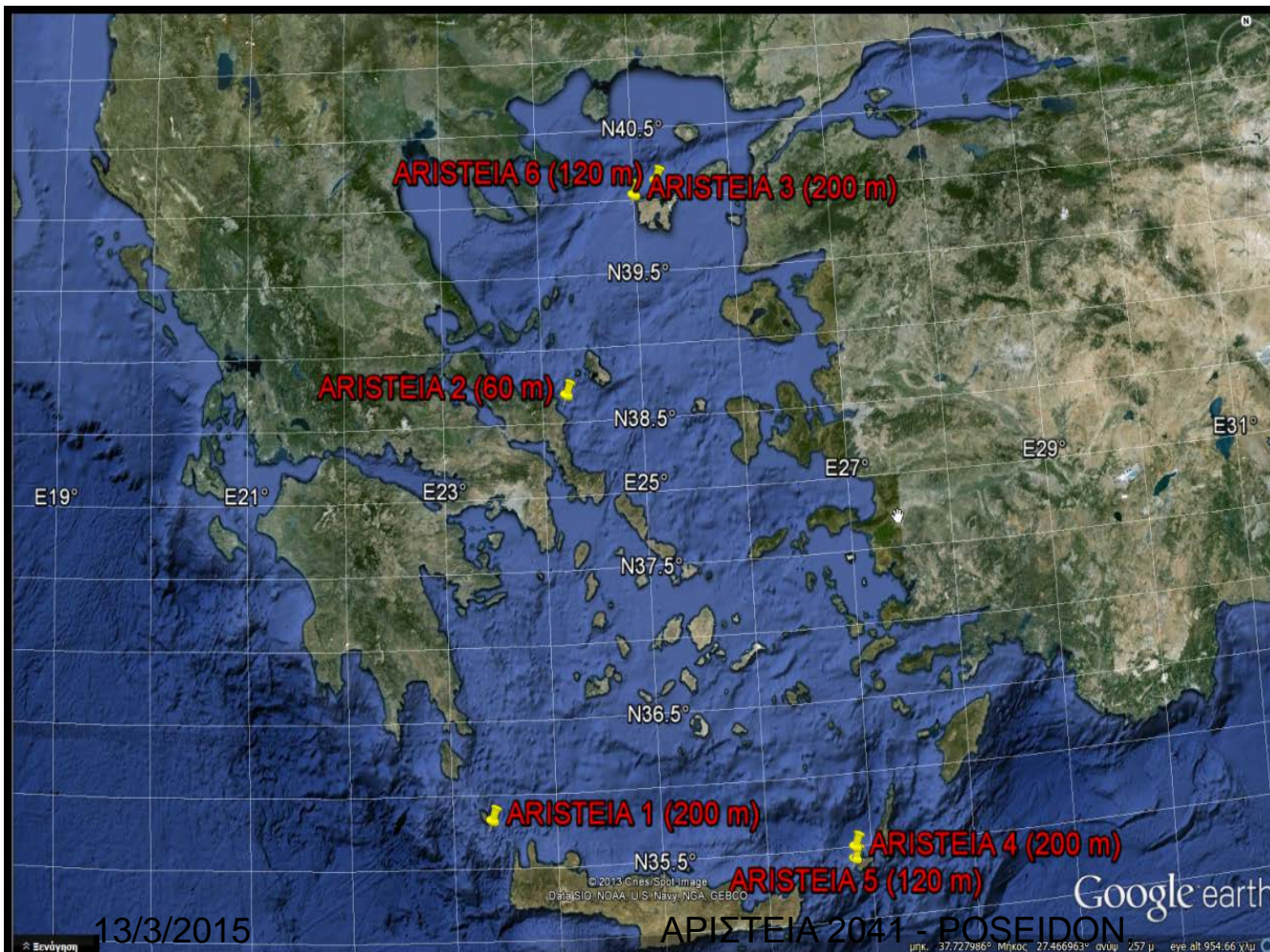
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιοχές μελέτης



- 1: 35.76° N, 23.34° E (~200μ)
- 2: 38.61° N, 24.20° E (~ 60μ)
- 3: 39.96° N, 24.97° E (~ 200μ)
- 4: 35.43° N, 26.81° E (~ 200μ)
- 6: 40.05° N, 25.20° E (~ 120μ)

13/3/2015

ARISTEIA 2041 - ROSEIDON

Ημερίδα Παρουσίασης
αποτελεσμάτων ΕΜΠ



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Βασική στατιστική ανάλυση (σημείο 1)

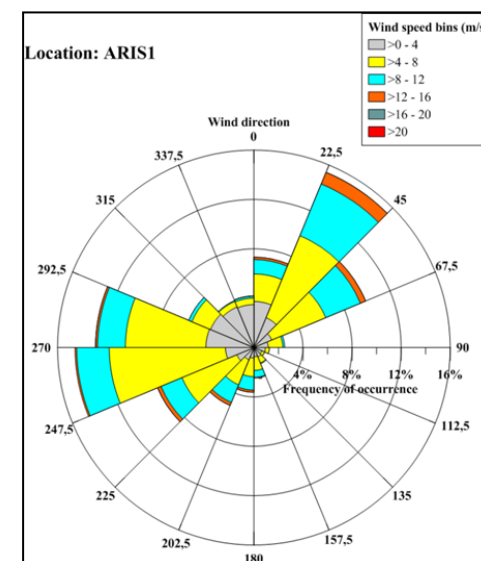
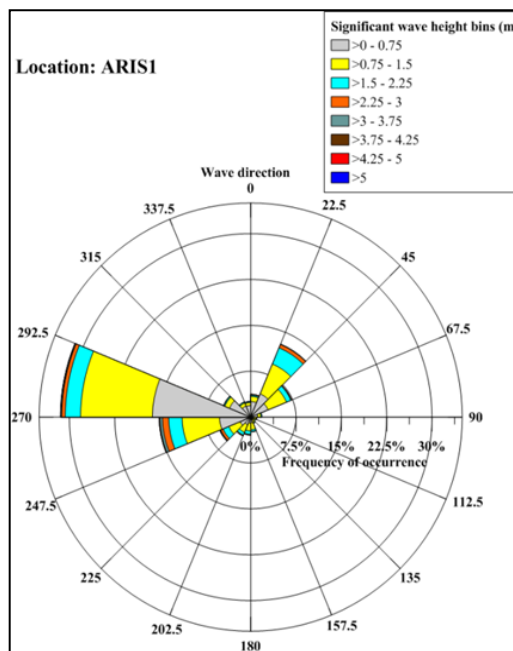
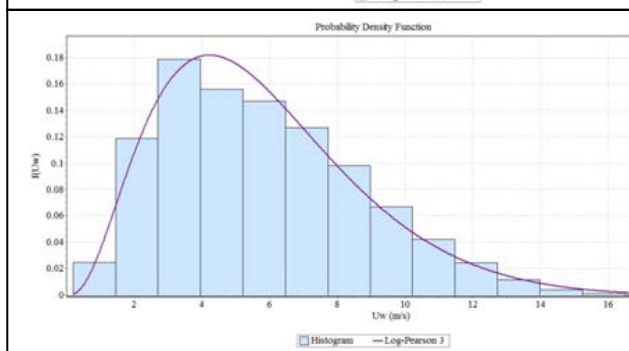
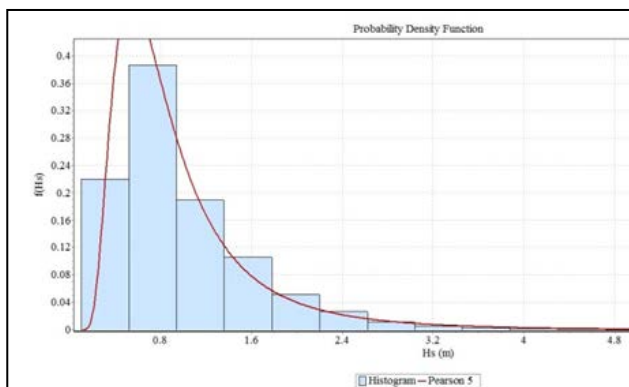


Table 1: Βασικά στατιστικά χαρακτηριστικά των χρονοσειρών ανέμου και κύματος στο σημείο ARISTEIA1

	N	m	min	max	s	CV	Sk	Ku
H_s (m)	29218	0.9749	0.1000	6.400	0.6047	62.0238	1.7140	4.1883
T_p (s)	29218	5.5695	1.6800	15.030	1.6494	29.6152	0.8879	0.7965
U_w (m/s)	29218	5.7751	0.1900	19.000	2.8999	50.2143	0.6060	-0.1309



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

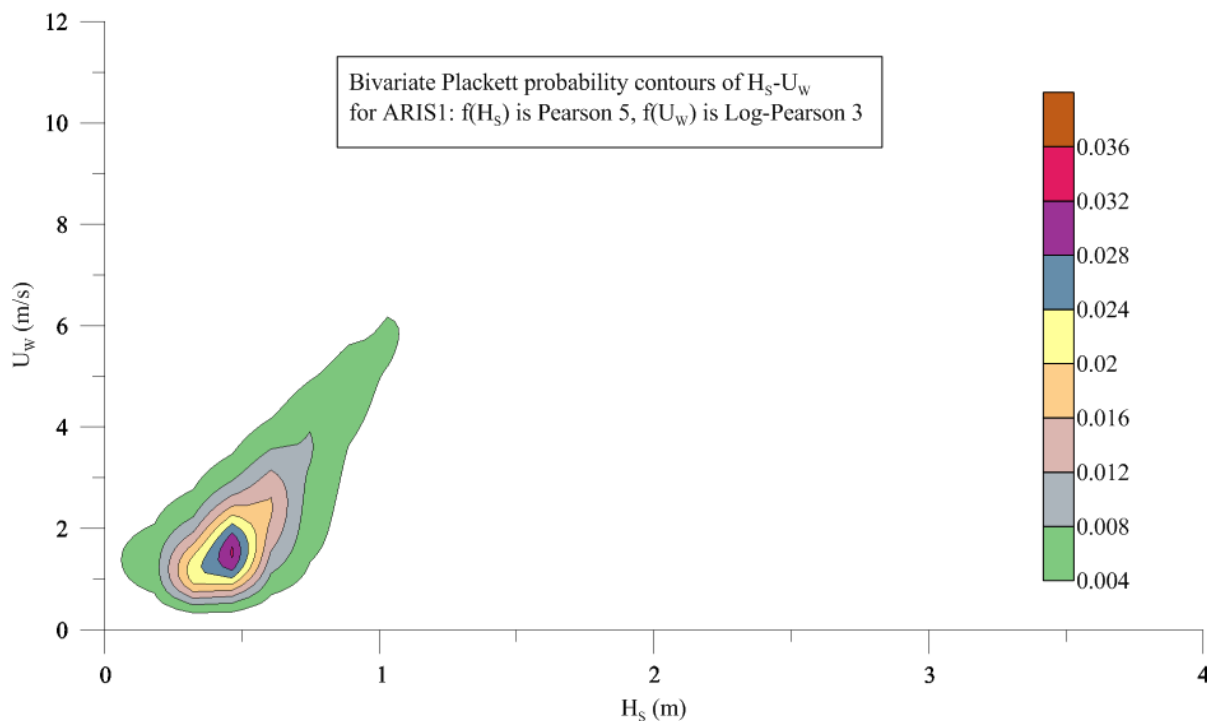
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Διδιάστατη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας

Plackett ($H_S - U_W$)



Διδιάστατη συνάρτηση κατανομής Plackett (Athanasoulis et al. (1994))

$$f_{H_U}(H_S, U_W) = f_H f_U \frac{\psi \{1 + (\psi - 1)[F_H + F_U - 2F_H F_U]\}}{\left\{1 + (F_H + F_U)(\psi - 1)\right\}^2 - 4\psi(\psi - 1)F_H F_U}^{3/2}$$

13/3/2015

ΑΡΙΣΤΕΙΑ 2041 - POSEIDON,
Ημερίδα Παρουσίασης
αποτελεσμάτων, ΕΜΠ



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Στατιστική μεγίστων τιμών (μονοδιάστατη περίπτωση)

Μέθοδος Threshold excesses: υπολογισμός των μονοδιάστατων τιμών σχεδιάσεως 10-100 ετών

Συνάρτηση κατανομής: Generalized Pareto με συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας

$$g(y; \xi, \sigma^*) = \frac{1}{\sigma^*} \left(1 + y \frac{\xi}{\sigma^*} \right)^{-1/\xi - 1}$$

Ακρότατα: απομαδοποίηση (declustering) των χρονοσειρών με χρήση μιας κατάλληλης τιμής κατωφλίου

Εκτίμηση τιμών σχεδιάσεως, περιόδων επανεμφάνισης m-ετών:

$$x_D(m) = u + \frac{\sigma^*}{\xi} \left[\left\{ m N_Y \Pr[X > u] \right\}^\xi - 1 \right]$$



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Τιμές σχεδιάσεως 10-100 ετών του σημαντικού ύψους κύματος

Τιμές σχεδιάσεως σημαντικού ύψους κύματος (σε m) για διάφορες περιόδους επανεμφάνισης (σε έτη) για τα σημεία ενδιαφέροντος

Περίοδος επανεμφάνισης	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	5.819	6.116	6.287	6.406	6.497	6.572	6.634	6.688	6.735	6.777
2	5.819	6.191	6.406	6.558	6.674	6.769	6.849	6.918	6.979	7.033
3	5.471	5.803	5.994	6.128	6.232	6.316	6.386	6.447	6.500	6.548
4	7.044	7.526	7.810	8.011	8.168	8.297	8.405	8.499	8.583	8.657
6	4.215	4.319	4.372	4.406	4.430	4.450	4.465	4.478	4.489	4.498



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Τιμές σχεδιάσεως 10-100 ετών της ταχύτητας ανέμου

Τιμές σχεδιάσεως της ταχύτητας ανέμου (σε m/s) για διάφορες περιόδους επανεμφάνισης (σε έτη) για τα σημεία ενδιαφέροντος

Περίοδος επανεμφάνισης	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	17.877	18.184	18.348	18.457	18.539	18.603	18.656	18.700	18.739	18.772
2	22.403	23.575	24.265	24.757	25.141	25.455	25.721	25.951	26.155	26.338
3	21.663	22.256	22.579	22.797	22.962	23.092	23.200	23.292	23.371	23.442
4	22.725	23.587	24.080	24.424	24.689	24.903	25.083	25.238	25.374	25.496
6	21.446	22.138	22.519	22.779	22.975	23.132	23.262	23.373	23.469	23.554



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Διδιάστατες τιμές σχεδιάσεως ύψους κύματος και ταχύτητας ανέμου

Για την εκτίμηση έγινε χρήση της σχέσης

$$f_{HU}(H_s, U_w) = f_U(U_w) f_{H|U}(H_s | U_w)$$

και στη συνέχεια χρήση του μετασχηματισμού Rosenblatt

$$u_1 = \Phi^{-1}\left[F_V(v)\right], \quad u_2 = \Phi^{-1}\left[F_{H|V=v}(h|v)\right]$$

με σκοπό να απεικονίσουμε τις αρχικές μεταβλητές του ύψους κύματος και της ταχύτητας ανέμου σε αντίστοιχες, κανονικές και ασυσχέτιστες μεταβλητές.

Τα ενδιάμεσα στάδια της διαδικασίας αυτής είναι πολλά και υπολογιστικά αρκετά επίπονα



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

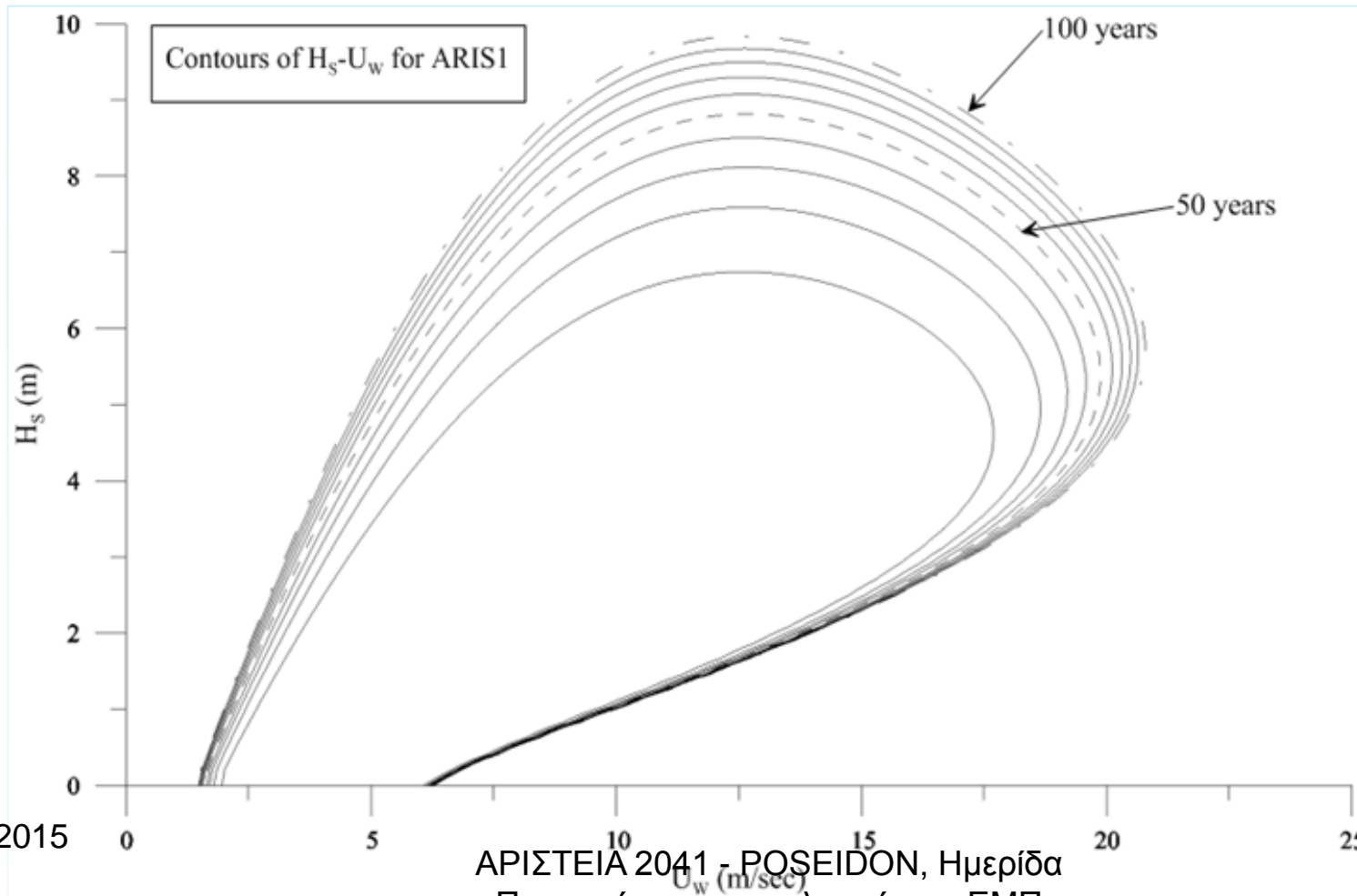
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Ισοϋψείς περιόδων επανεμφάνισης 10-100 ετών του σημαντικού ύψους κύματος και της ταχύτητας ανέμου



13/3/2015

ΑΡΙΣΤΕΙΑ 2041 - POSEIDON, Ημερίδα
Παρουσίασης αποτελεσμάτων, ΕΜΠ

11