

Υπεράκτιοι Αιολικοί Σταθμοί

ΙΕΝΕ 2009 Αθήνα

Παναγιώτης Χαβιαρόπουλος

Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός

tchaviar@cres.gr

Κυριάκος Ρώσσης

Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός

kros@cres.gr



**ΚΑΠΕ
CRES**

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Η ομιλία περιλαμβάνει:

- Η κατάσταση των υπεράκτιων αιολικών σταθμών
- Η τεχνολογία των υπεράκτιων αιολικών σταθμών
- Η οικονομία των υπεράκτιων αιολικών σταθμών
- Οι μελλοντικές εξελίξεις
- Η Ελληνική δραστηριότητα



Υπεράκτιοι Αιολικοί σταθμοί

Η εγκατάσταση αιολικών σταθμών γνωρίζει μεγάλη ανάπτυξη την τελευταία δεκαετία στην Ευρώπη και τον υπόλοιπο κόσμο

Ειδικά για τους υπεράκτιους αιολικούς σταθμούς:

Πλεονεκτήματα:

Μεγάλες διαθέσιμες εκτάσεις

- ✓ Μακριά από κατοικημένες περιοχές
- ✓ Μεγαλύτερο αιολικό δυναμικό
- ✓ Λιγότερη ατμοσφαιρική τύρβη
- ✓ Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των Α/Γ

Βασικό μειονέκτημα:

το υψηλό κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης

Υπεράκτιοι Αιολικοί σταθμοί – Ευρωπαϊκοί στόχοι

Σύμφωνα με την EWEA

Μέχρι το 2020:

η αιολική ενέργεια θα φθάσει τα

230 GW

Τα **40 GW** θα είναι από υπεράκτιους αιολικούς σταθμούς

Μέχρι το 2030:


150 GW από υπεράκτιους αιολικούς σταθμούς

Υπεράκτιοι Αιολικοί σταθμοί – Ευρωπαϊκοί στόχοι

40 GW από Υπεράκτιους αιολικούς σταθμούς σημαίνει
28%

Ετήσια αύξηση των σταθμών που εγκαθίστανται:

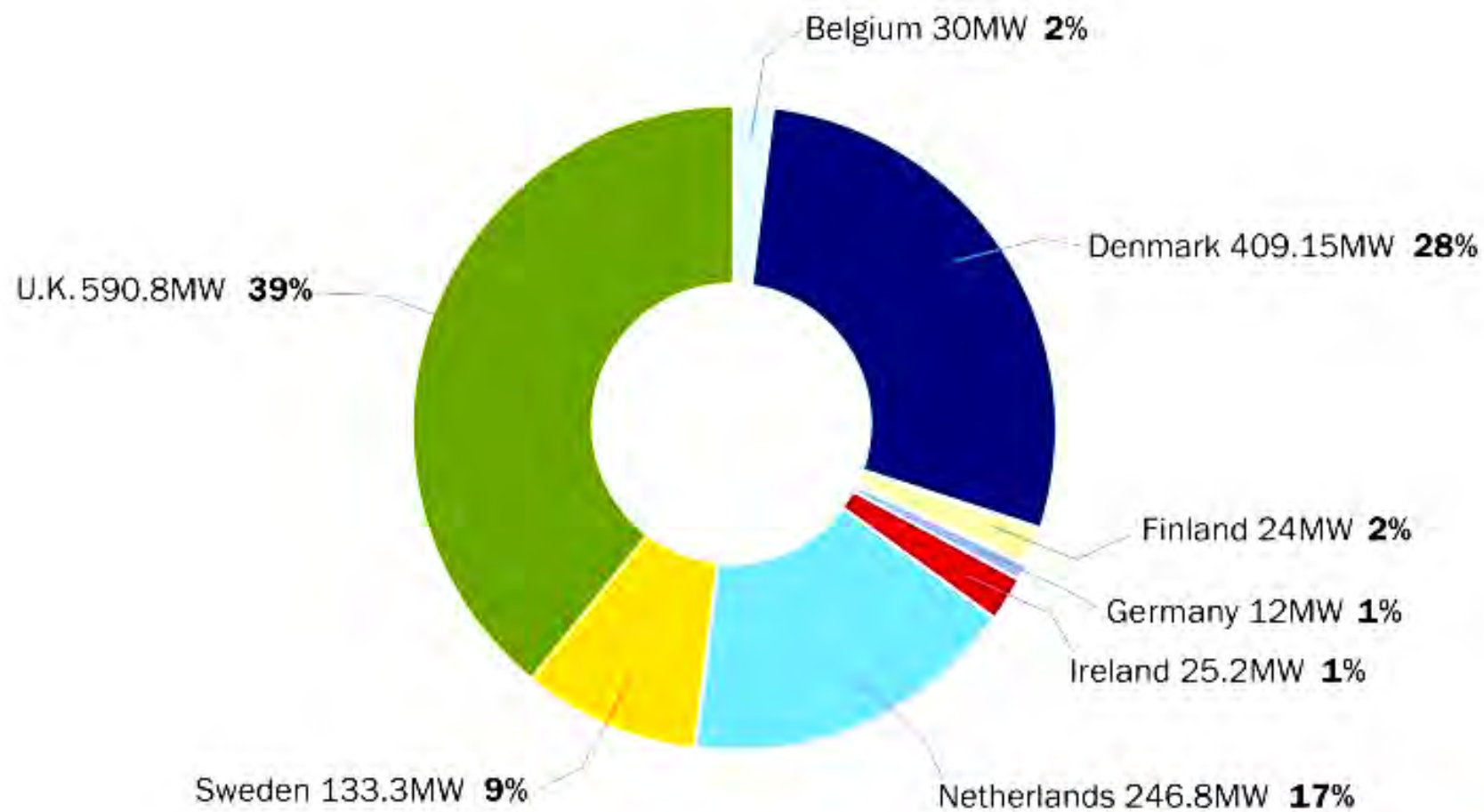
Με άλλα λόγια:

2008		2020
366MW/έτος		6.900MW/έτος

Υπεράκτιοι αιολικοί σταθμοί ισχύος **100GW** έχουν ήδη προταθεί

Υπεράκτιοι αιολικοί σταθμοί – Σημερινή κατάσταση

Τέλος 2008: 1.5 GW Υπεράκτια – 8 EU χώρες

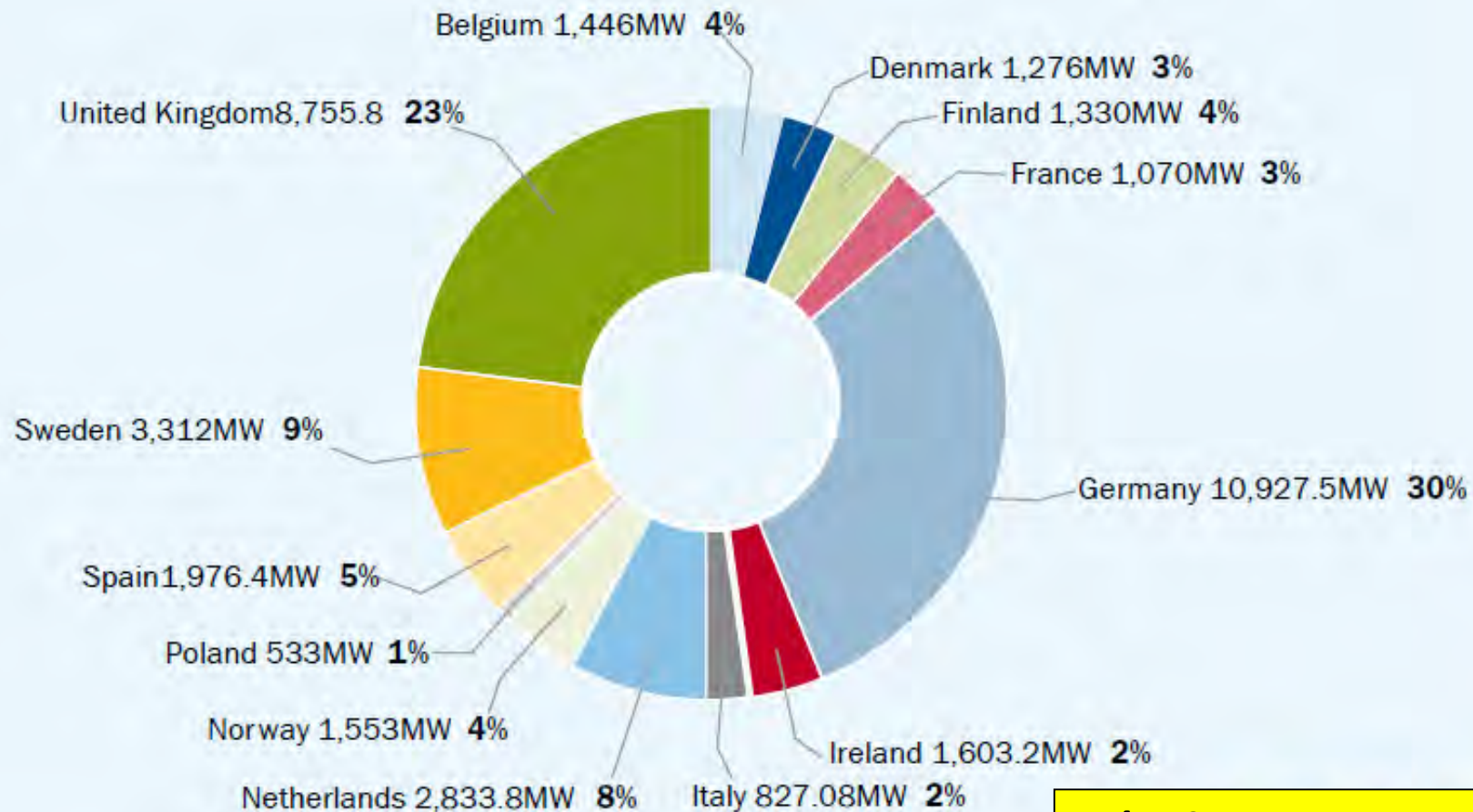


366MW το 2008

Σύνολο: 1.471,33MW

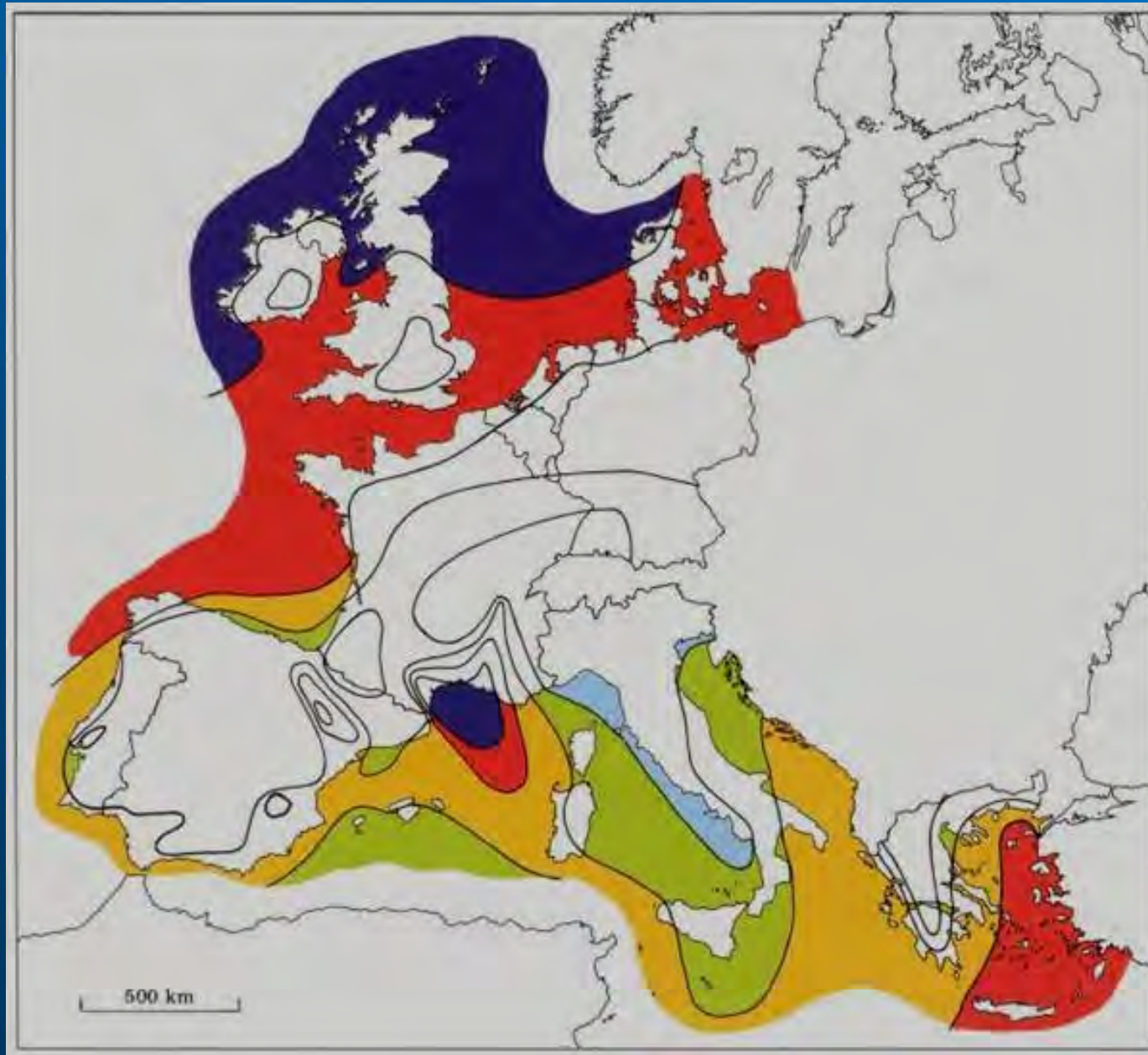
Υπεράκτιοι αιολικοί σταθμοί – Το μέλλον

Τέλος 2015: 37 GW Υπεράκτια – 13 EU χώρες



Σύνολο: 37.441,83MW

Το Υπεράκτιο Αιολικό Δυναμικό



Υπεράκτιοι Αιολικοί σταθμοί – Δυνατότητες

Σύμφωνα με την European Environment Agency (EEA):

1) Το υπεράκτιο αιολικό δυναμικό που είναι οικονομικά αξιοποιήσιμο:

Φθάνει να καλύψει το **80%** της Ευρωπαϊκής ζήτησης για το **2030**

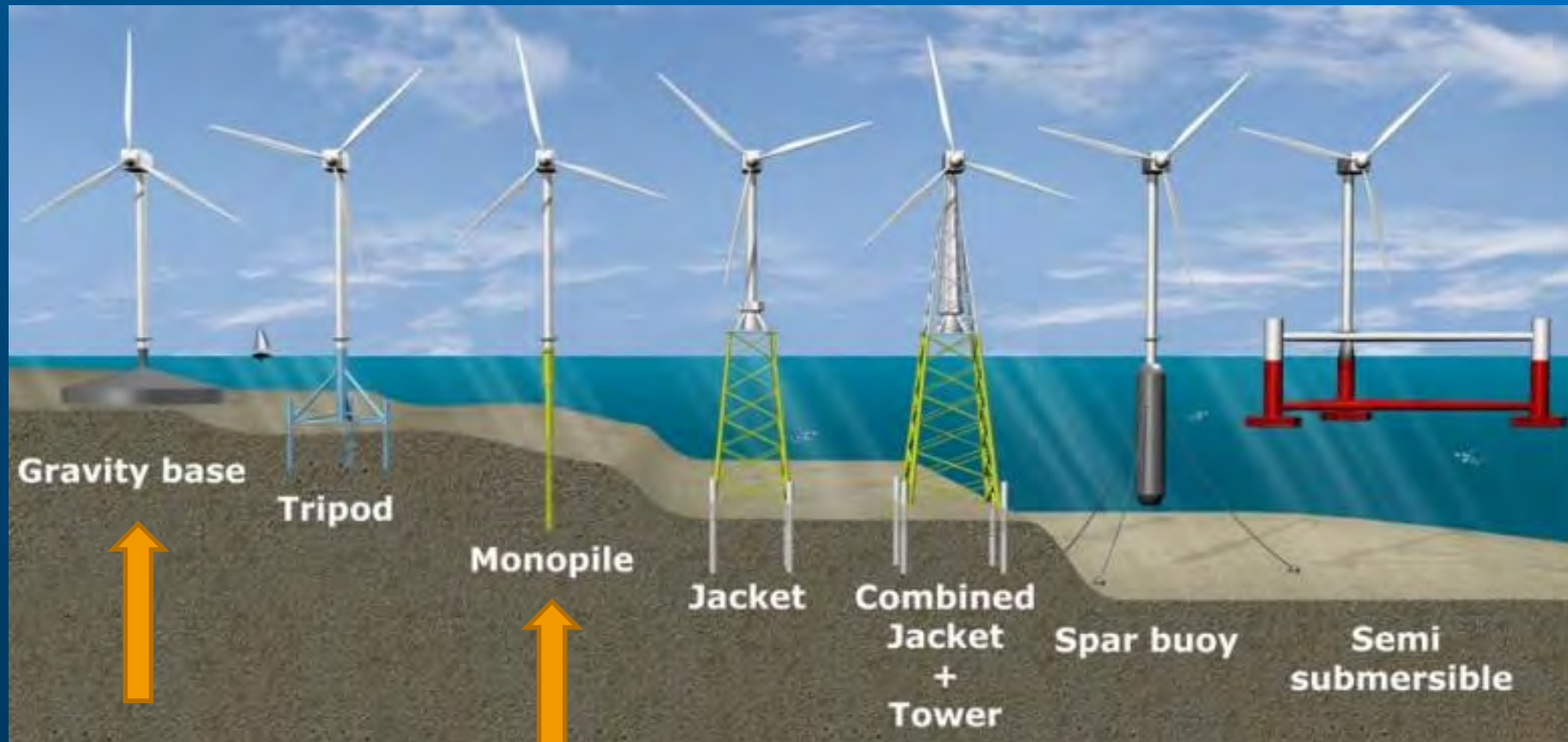
2) Το υπεράκτιο αιολικό δυναμικό που είναι τεχνικά αξιοποιήσιμο:

Είναι **7 φορές** μεγαλύτερο από την Ευρωπαϊκή ζήτηση το 2030

Υπεράκτιοι αιολικοί σταθμοί στην Ευρώπη



Τρόποι στήριξης υπεράκτιων Ανεμογεννητριών



Σήμερα | Μέλλον
← Μικρά βάθη | Μεγάλα βάθη →

Τρόποι στήριξης υπεράκτιων Ανεμογεννητριών

Gravity base: Χρήση έως 40m

- + Μικρός θόρυβος, προσιτό κόστος
- Προβληματική η μεταφορά για μεγάλες Α/Γ, απαιτείται προετοιμασία του βυθού, βαρέως τύπου εξοπλισμός για την μετακίνηση



Μονοπίλη: Χρήση έως 30m ή περισσότερο

- + Εύκολη κατασκευή, μεγάλη εμπειρία
- Θόρυβος, περιορισμοί από το είδος του βυθού και το βάρος της Α/Γ

Τρόποι στήριξης υπεράκτιων Ανεμογεννητριών

Tripod: Χρήση έως 30m ή περισσότερο

- + Μεγάλη αντοχή, κατάλληλος για μεγάλες, βαριές Α/Γ
- Δύσκολη η κατασκευή, δυσκολίες λόγω βάρους στην μεταφορά



Jacket: Χρήση από 40m και πάνω

- + Μικρός θόρυβος, κατάλληλος για μεγάλες, βαριές Α/Γ
- Μεγάλος κόστος, επίδραση από το κύμα, μεγάλα φορτία, κοπωτικά φορτία, μεγάλος χρόνος εγκατάστασης

Τρόποι στήριξης υπεράκτιων Ανεμογεννητριών

Spar buoy: Χρήση από 120-700m

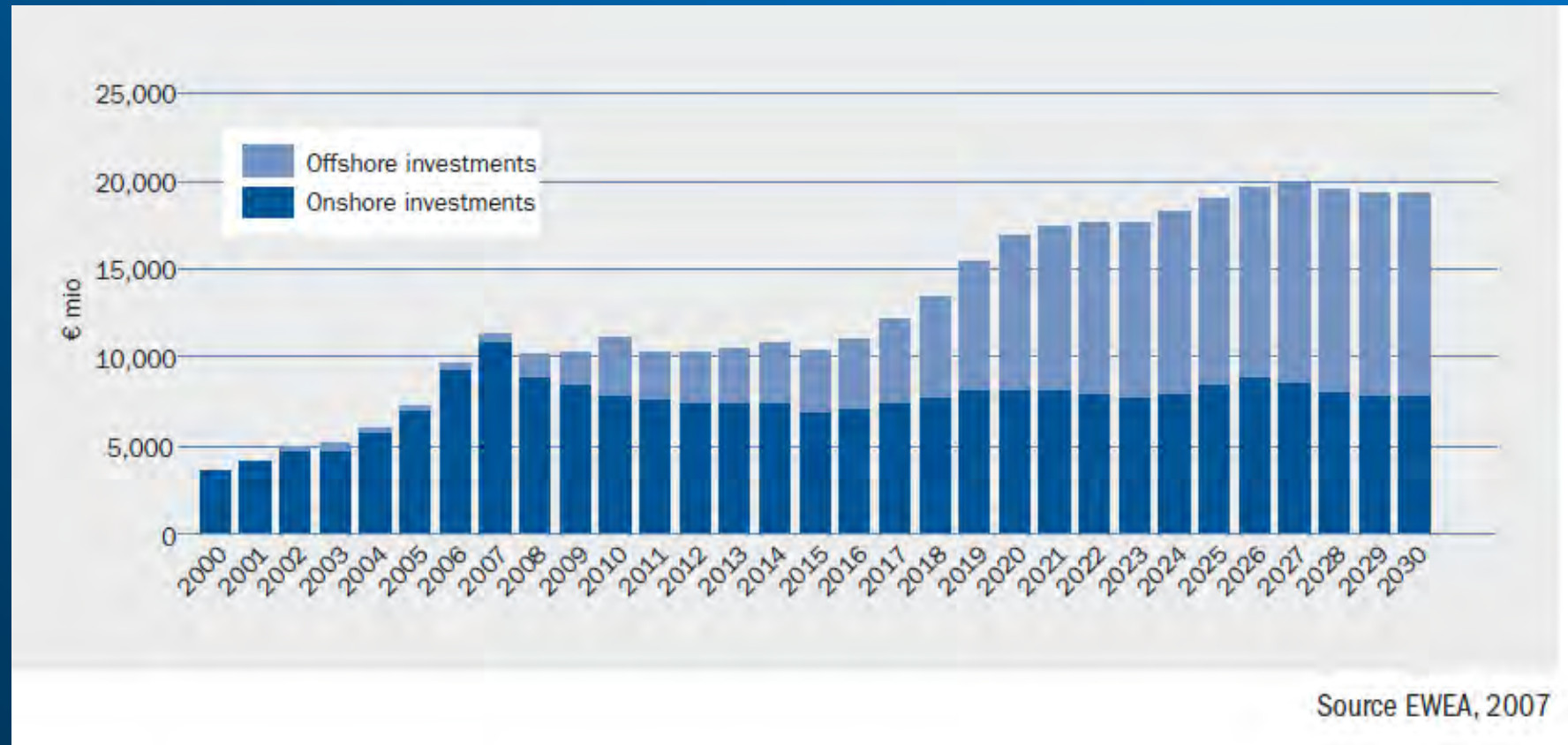
- + Κατάλληλο για μεγάλα βάθη, λιγότερος χάλυβας
- Μεγάλο κόστος, μικρή εμπειρία στις Α/Γ



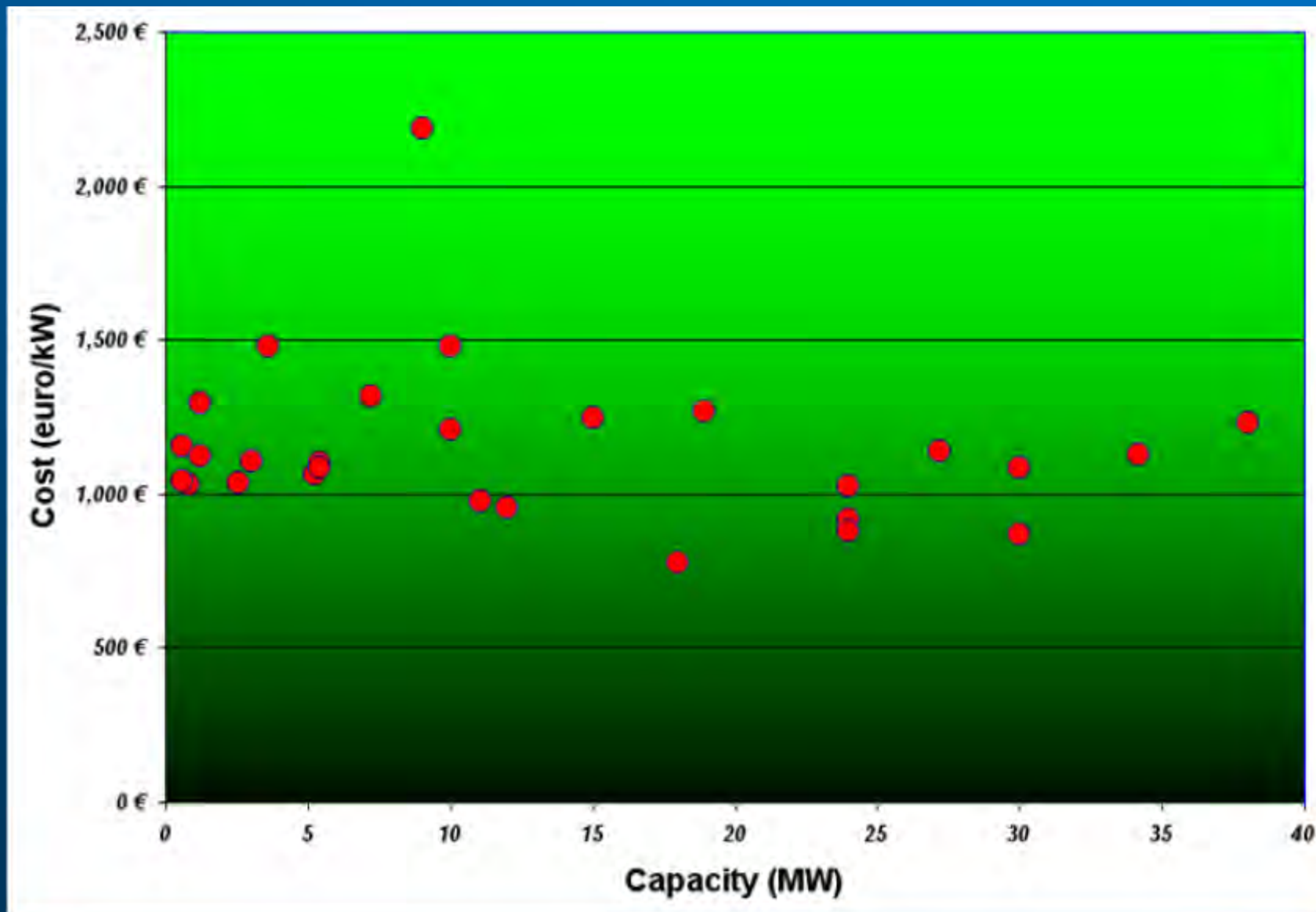
Semi-submersible: 100m και πάνω

- + Κατάλληλο για μεγάλα βάθη, λιγότερος χάλυβας
- Μεγάλο κόστος, μικρή εμπειρία στις Α/Γ

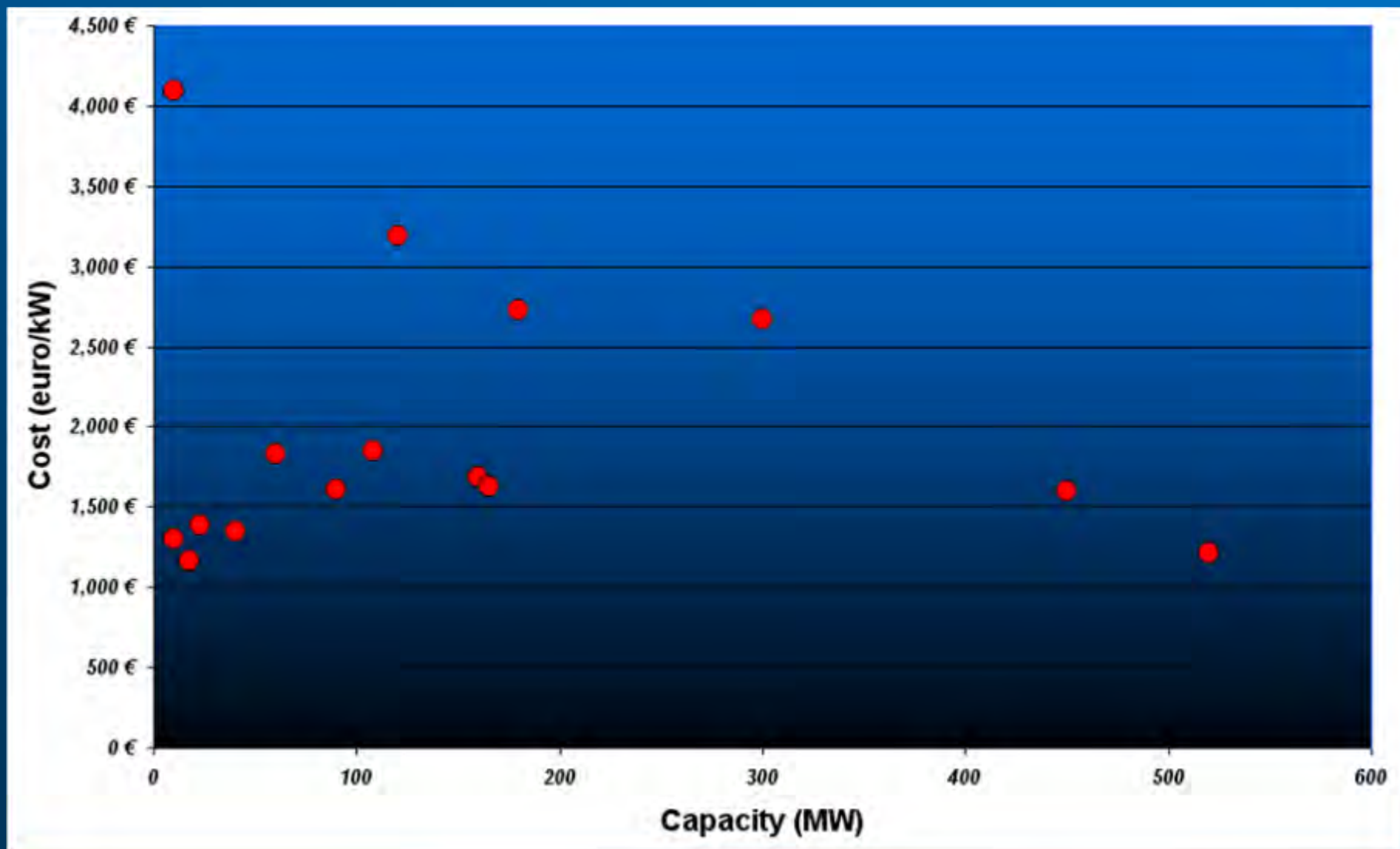
Αιολική Ενέργεια – Οικονομικά στοιχεία



Κόστος εγκατάστασης αιολικών πάρκων (Ελλάδα)



Κόστος εγκατάστασης υπεράκτιων (Ευρώπη)



Ανάλυση του κόστους

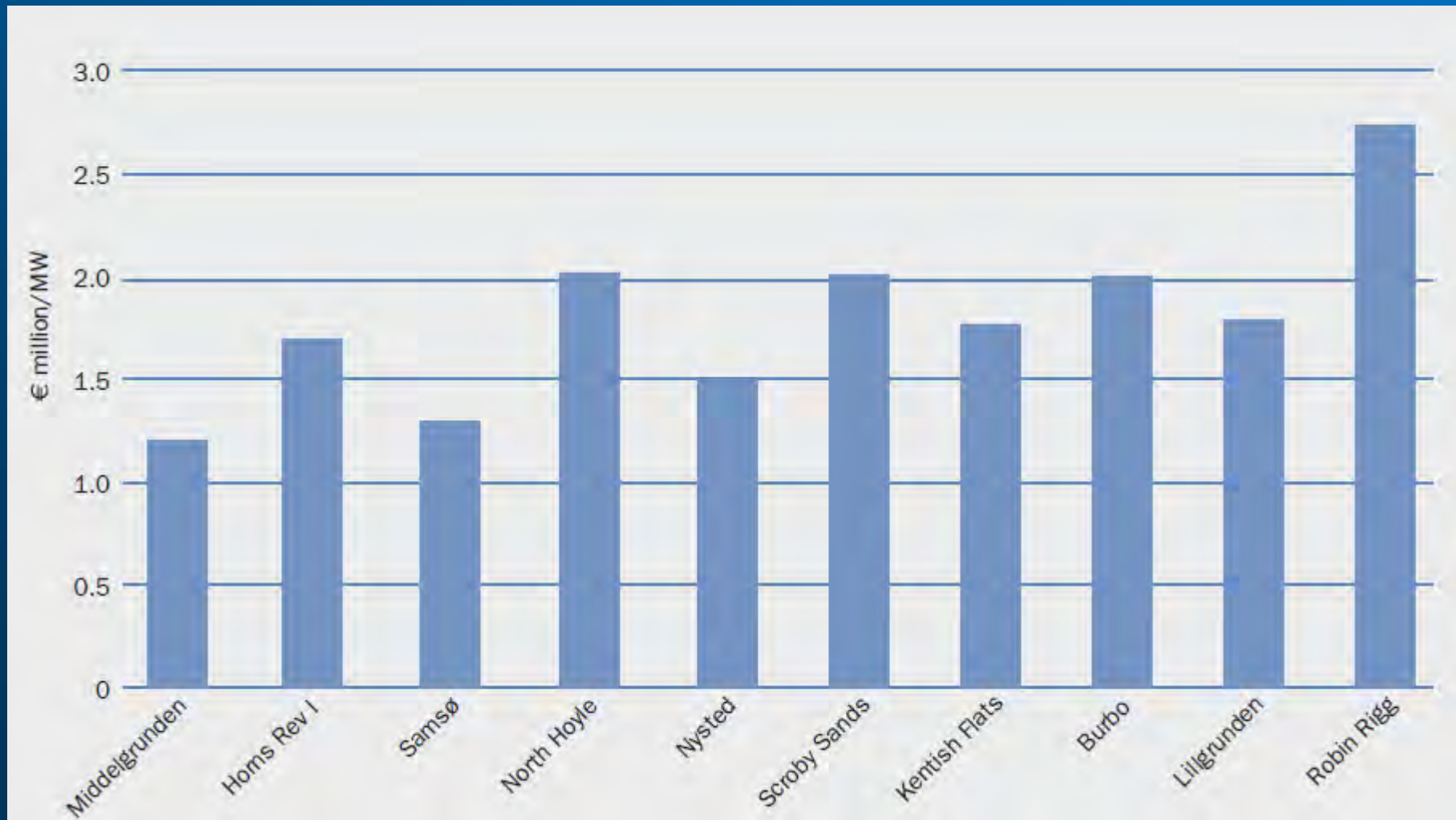
Τρεις διαφορετικές απόψεις:

Εκτίμηση κόστους εγκατάστασης υπεράκτιων αιολικών σταθμών €/kW

Αντικείμενο	EWEA	RODSAND II	Ernst&Young
Ανεμογεννήτριες	815	1329	1725
Ηλεκτρικά	355	-	690
Θεμελιώσεις	350	400	805
Άλλα	160	-	40
Σύνολο	1680	2077	3680

Ανάλυση του κόστους

Κόστος εγκατάστασης υπεράκτιων αιολικών σταθμών στη Δανία
€million/MW



Ανάλυση του κόστους

Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης των υπεράκτιων αιολικών σταθμών είναι σχεδόν διπλάσιο των αιολικών σταθμών στην ξηρά

Εκτίμηση κόστους λειτουργίας & συντήρησης υπεράκτιων αιολικών σταθμών €/MWh

Αντικείμενο	ONSHORE	OFFSHORE
Συντήρηση Α/Γ	7	19
Κόστος δικτύου	2	3
Ασφάλιση	3	4
Μίσθωση γης	2	2
Απομάκρυνση	1	6
Σύνολο	16	34

Ανάλυση του κόστους

Πέρα από το αυξημένο κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης, σημαντικές δυσκολίες παρουσιάζουν:

- Η διαχείριση της διαδικασίας μεταφοράς, αποθήκευσης και συναρμολόγησης των μηχανών
- Η διαχείριση των εργοταξίων για την κατασκευή και μεταφορά των θεμελιώσεων
- Η διαμόρφωση κατάλληλων χώρων ελλιμενισμού των σκαφών, κοντά στην περιοχή εγκατάστασης που να διαθέτουν κάποιες στοιχειώδεις υποδομές υποστήριξης και να έχουν πρόσβαση από χερσαία μέσα μεταφοράς

Ανάλυση του κόστους

Η μεταφορά και ανέγερση των μηχανών και των θεμελιώσεών τους, απαιτεί τη χρήση ειδικού τύπου κατασκευών όπως:

- Πλωτοί γερανοί με δυνατότητα ανύψωσης μεγάλου βάρους και όγκου σε μεγάλο ύψος
- Φορηγίδες μεταφοράς των τμημάτων των μηχανών, πχ των πτερυγίων και της ατράκτου



Ανάλυση του κόστους

Αυξημένο κόστος παρουσιάζει η διαδικασία σχεδιασμού και αδειοδότησης των υπεράκτιων αιολικών σταθμών

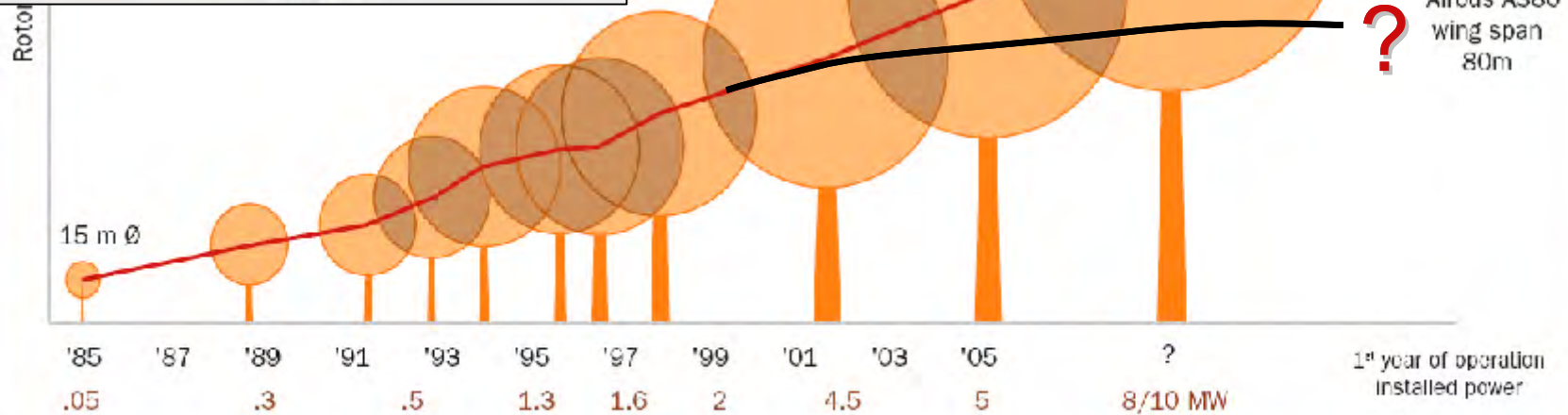
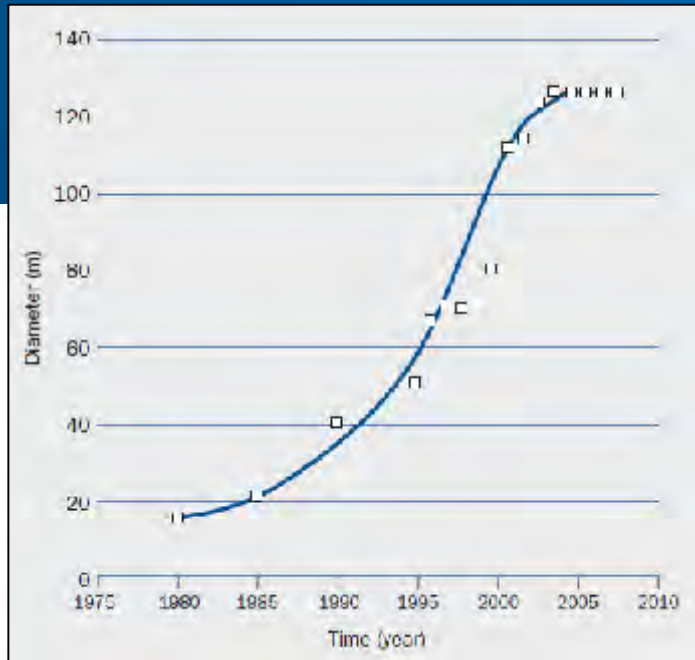
Απαιτείται πιο εκτεταμένη και εξειδικευμένη έρευνα σχετικά με την επίδραση των σταθμών στη θαλάσσια ζωή και τις ανθρώπινες δραστηριότητες

Ειδικά για τη Μεσόγειο, οι μελέτες έχουν ιδιαίτερη δυσκολία

- Τουρισμός
 - Αλιεία
- Μεγάλα βάθη
- Πυκνοκατοικημένα παράλια
 - Κλειστή θάλασσα
 - Έντονη ναυσιπλοΐα

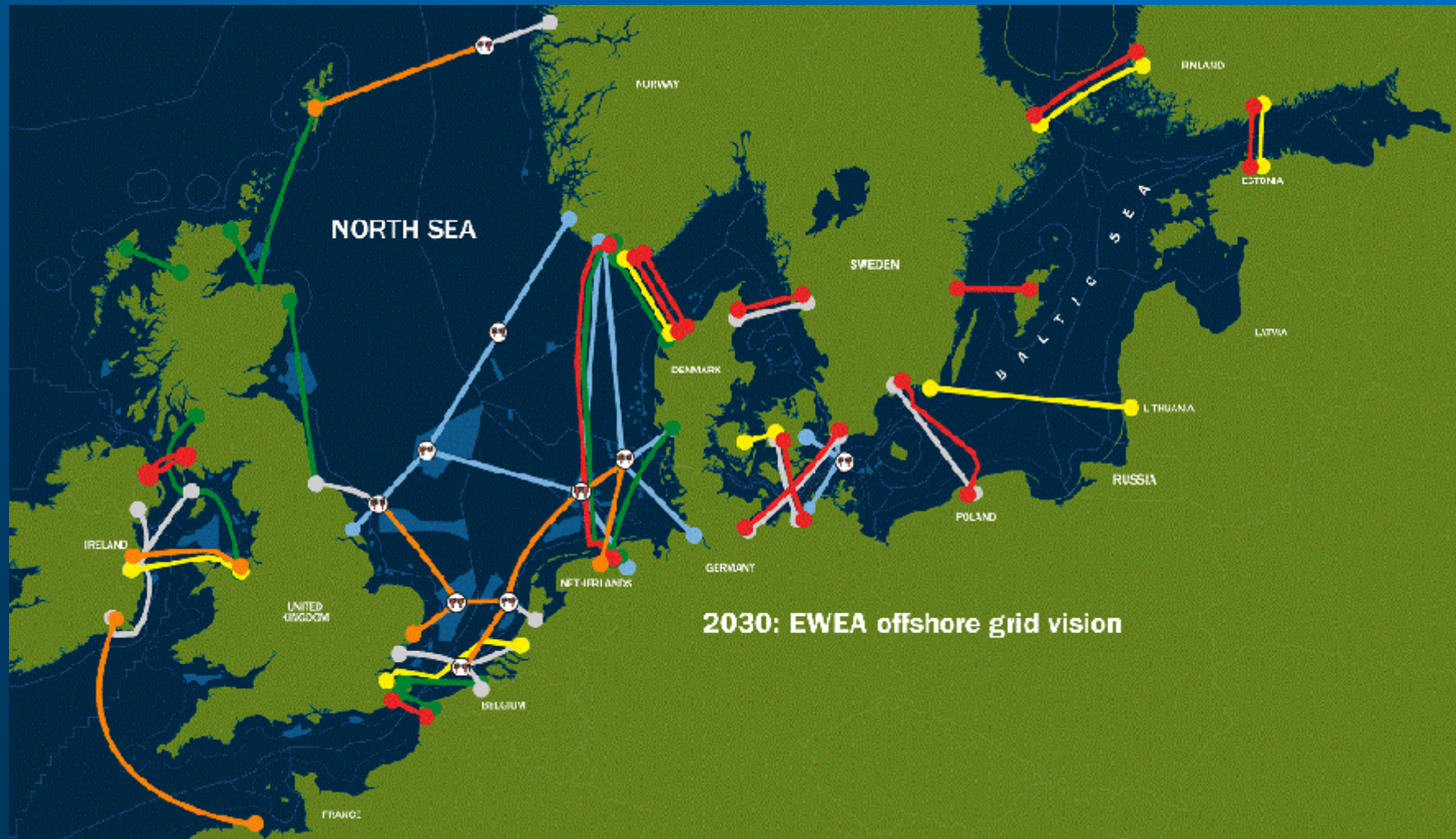
Το μέλλον

Το μέγεθος των Α/Γ αυξάνει συνεχώς



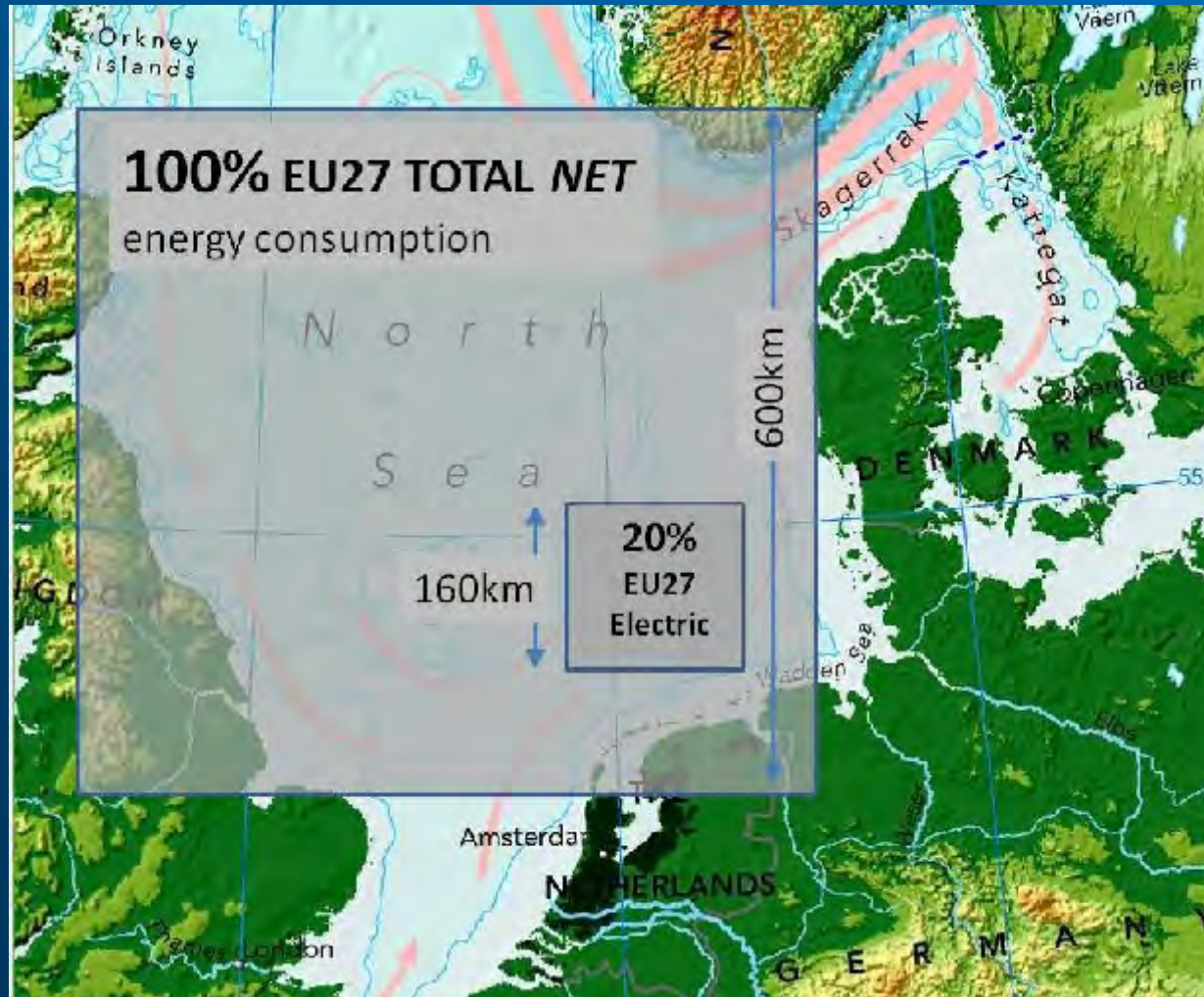
Το μέλλον

Ενίσχυση και επέκταση των δικτύων



Το μέλλον

Ο χώρος υπάρχει

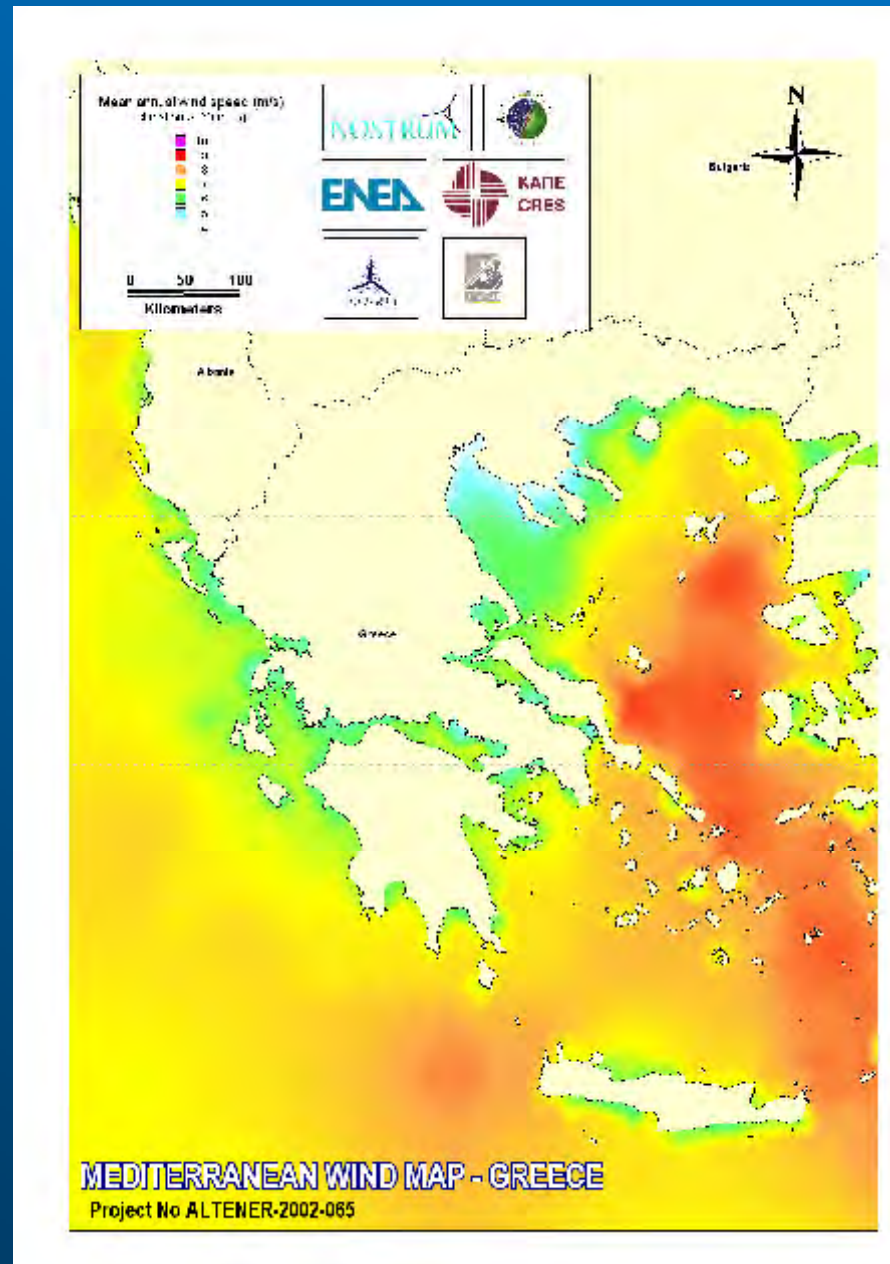


Οι βασικές τεχνολογικές προκλήσεις

- **Οικονομικότερες** στηρίξεις - θεμελιώσεις
- **Κατασκευή** πολύ μεγάλων ανεμογεννητριών
 - ✓ Μείωση των αναπτυσσόμενων φορτίων
 - ✓ Αύξηση της απόδοσης
 - ✓ «Μεγέθυνση» των ανεμογεννητριών
- Σημαντική **μείωση του κόστους** λειτουργίας και συντήρησης

Η Ελληνική αγορά

Το υπεράκτιο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας είναι πολύ σημαντικό



Η Ελληνική αγορά

Αλλά τα μεγάλα βάθη περιορίζουν τις δυνατότητες (με την υπάρχουσα τεχνολογία)

Απόσταση: 3-24km

Βάθος: < 20m

Διαθέσιμη έκταση: 1160km²



Η Ελληνική αγορά

Με την τεχνολογία που αναπτύσσεται όμως διπλασιάζονται οι δυνατότητες

Απόσταση: >3km

Βάθος: < 50m

Διαθέσιμη έκταση: 3544km²



Σχεδιαζόμενες δράσεις

Στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ – Συνεργασία

Το **ΚΑΠΕ** σε συνεργασία με το **ΕΛΚΕΘΕ** και το **ΕΜΠ**

Και τις εταιρείες: **ΕΛΙΚΑ, ΕΝΤΕΚΑ, ΕΧΕΡΓΙΑ, ΡΟΚΑΣ, ΤΕΡΝΑ,
JASPER**

Έχει υποβάλλει πρόταση για τη δημιουργία ενός Εθνικού
Προγράμματος Αξιοποίησης του Υπεράκτιου Αιολικού
Δυναμικού του Αιγαίου

Σχεδιαζόμενες δράσεις

Στόχοι της πρότασης:

- Η καταγραφή του αιολικού και του κυματικού δυναμικού
- Ο σχεδιασμός διασυνδέσεων νησιών και μελλοντικών υπεράκτιων αιολικών σταθμών
- Η δημιουργία σχεδιαστικών εργαλείων για πλωτές ανεμογεννήτριες – υποστήριξη της εγχώριας βιομηχανίας
- Η διερεύνηση τεχνο-οικονομικών θεμάτων σχετικά με την κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση των υπεράκτιων αιολικών σταθμών

Συμπεράσματα

- *Το υπεράκτιο αιολικό δυναμικό είναι μεγάλο*
- *Το κόστος των υπεράκτιων αιολικών σταθμών είναι μεγαλύτερο από αυτό των σταθμών στη στεριά*
- *Το κόστος της θεμελίωσης, του δικτύου σύνδεσης καθώς και το κόστος λειτουργίας και συντήρησης είναι αυτά που κάνουν τη μεγάλη διαφορά*
- *Η Ελλάδα διαθέτει υπεράκτιο αιολικό δυναμικό – Μπορεί να το αξιοποιήσει κυρίως μέσω τεχνολογιών μεγάλου βάθους*