

Ρυθμιστικές Πτυχές για τη Σύνδεση Υπεράκτιων Αιολικών στο Σύστημα Μεταφοράς

Δρ. Γιώργος Λοΐζος

**Προϊστάμενος Δνσης Στρατηγικής και Διεθνών Θεμάτων &
Προϊστάμενος Υποδομών Ηλεκτρικής Ενέργειας**

Ρυθμιστική Αρχή, Αποβλήτων, Ενέργειας και Υδάτων

Θεσσαλονίκη, 07.03.2024

Περιεχόμενα

- Μοντέλα Σύνδεσης Υπεράκτιων Αιολικών στο Σύστημα Μεταφοράς (TSO built, Developer Built/OFTO)
- Σύγκριση Μοντέλων Σύνδεσης (TSO built vs Developer Built)
- Τοπολογίες Σύνδεσης
- Κατανομή Κόστους Σύνδεσης
- Πρόγραμμα Ανάπτυξης Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς
- Υβριδικά Έργα OFFSHORE
- Κώδικες Σύνδεσης και Λειτουργίας του Συστήματος Μεταφοράς
- Αιολικό δυναμικό και Βάθη θαλασσών

Μοντέλα σύνδεσης Υπεράκτιων ΑΠΕ στο Σύστημα Μεταφοράς (Μέρος Ι)

- **TSO Built (κεντρικός σχεδιασμός)**
- Η επιλογή των θαλάσσιων ζωνών, η χωροθέτηση των έργων και η αδειοδοτική διαδικασία αποτελεί ευθύνη της **ΕΔΕΥΕΠ** και του **ΑΔΜΗΕ**
- Ο **ΑΔΜΗΕ** είναι υπεύθυνος φορέας για την ανάπτυξη (μελέτες, σχεδιασμός, κατασκευή) των υπεράκτιων ηλεκτρικών δικτύων και αναλαμβάνει το κόστος των έργων επέκτασης του Συστήματος,
- Η **Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας** εγκρίνει το Δεκαετές Πρόγραμμα Ανάπτυξης **ΕΣΜΗΕ**,
- Το κόστος των υπεράκτιων δικτύων και όλων των αναγκαίων υποδομών για σύνδεση των σταθμών ανακτάται μέσω των **Χρεώσεων Χρήσης Συστήματος**
- Ο **παραγωγός ΑΠΕ** επιλέγονται μέσω διαγωνισμού

Μοντέλα σύνδεσης Υπεράκτιων ΑΠΕ στο Σύστημα Μεταφοράς (Μέρος II)

Developer Built (αποκεντρωμένος σχεδιασμός)

- Οι παραγωγοί ΑΠΕ είναι υπεύθυνοι για την επιλογή του χώρου, τις μελέτες, όλη την αδειοδοτική διαδικασία εντός προκαθορισμένης ζώνης που ορίζεται από την αρμόδια Αρχή.

OFTO model (Offshore Transmission Owner) στη Μ. Βρετανία

- Οι παραγωγοί έχουν την ευελιξία να επιλέγουν είτε να χρηματοδοτούν και κατασκευάζουν οι ίδιοι τα έργα μεταφοράς είτε να τα αναλαμβάνει εξ αρχής OFTO ο οποίος επιλέγεται μέσω διαγωνισμού.

TSO built vs Developer built (Μέρος I)

- TSO Built (shallow model)

- Ολοκληρωμένος ολιστικός σχεδιασμός επέκτασης Συστήματος και συνδυασμός έργων «κοινό» διασυνδεδετικό δίκτυο με αποτέλεσμα τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος
- Μείωση κόστους παγίων μεταφοράς στην περίπτωση κοινού δικτύου σύνδεσης (οικονομική κλίμακας)
- Υψηλό επίπεδο τεχνογνωσίας και εμπειρίας Διαχειριστή τόσο για το σχεδιασμό όρο και υλοποίηση υποθαλάσσιων διασυνδεδετικών δικτύων υψηλής και υπερυψηλής τάσης
- Εξασφάλιση διαλειτουργικότητας (ομοιογένεια τεχνικών προδιαγραφών) και δυναμική μελλοντικών επεκτάσεων των θαλάσσιων υποδομών
- Συντονισμένος σχεδιασμός έργων επέκτασης Συστήματος στη θάλασσα και αναγκαίων ενίσχυσης του Συστήματος που απαιτούνται στη στεριά
- Μεγαλύτερα κοινωνικο-οικονομικά οφέλη σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα
- ☹ Υψηλό ρίσκο για “stranded assets” σε περίπτωση που δεν υλοποιηθεί ο σταθμός offshore τον Παραγωγό
- ☹ Πιθανώς πιο αργή ανάπτυξη δικτύου

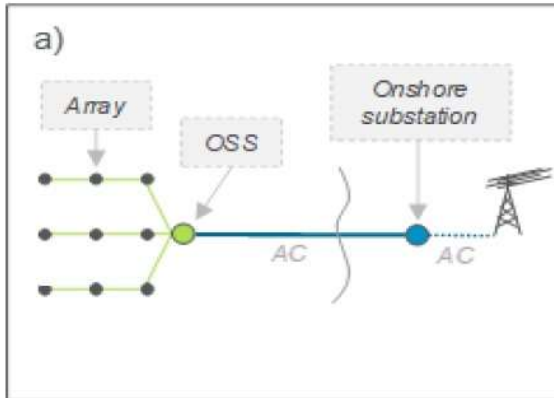
TSO built vs Developer built (Μέρος II)

- Developer Built (deep model)

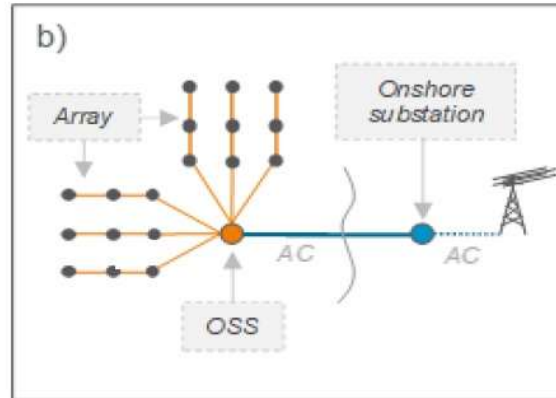
- Βέλτιστος σχεδιασμός σταθμού ΑΠΕ και επιλογή κατάλληλου χώρου εντός καθορισμένης ζώνης που έχει ορίσει η αρμόδια Κυβερνητική Αρχή, βάσει εμπειρίας των Παραγωγών
- Μοναδικός φορέας για την ανάπτυξη του υπεράκτιου σταθμού και τη σύνδεσή του στο Σύστημα Μεταφοράς με αποτέλεσμα τον καλύτερο συντονισμό και τη μείωση του ρίσκου καθυστέρησης κατά την υλοποίηση των επιμέρους σταδίων κατασκευής
- **Αποφυγή** κινδύνου **υπερκοστολόγησης** των παγίων μεταφοράς και υπερεπένδυσης από πλευράς του TSO (gold plating)
- Περίπτωση OFTO: Πιθανό μικρότερο ετήσιο WACC, το οποίο εισπράττει ο OFTO ως πάγια σύνδεσης σε σχέση με αυτό του TSO, δεδομένου ότι ο OFTO απέκτησε πάγια σύνδεσης μέσω διαγωνισμού
- ☹️ Υψηλό ρίσκο για τον Παραγωγό, διότι εξαρτάται από την επιμέλεια του TSO αναφορικά με τα έργα σύνδεσης

Τοπολογίες Σύνδεσης

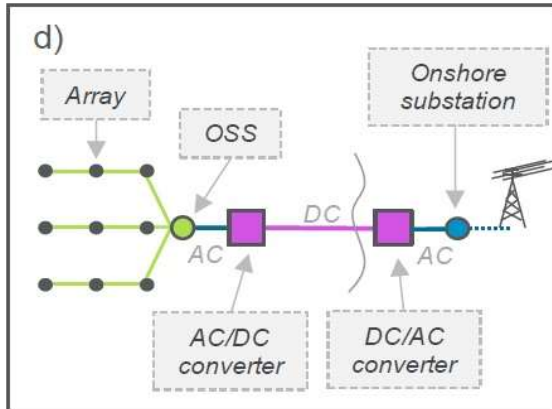
Radial AC system



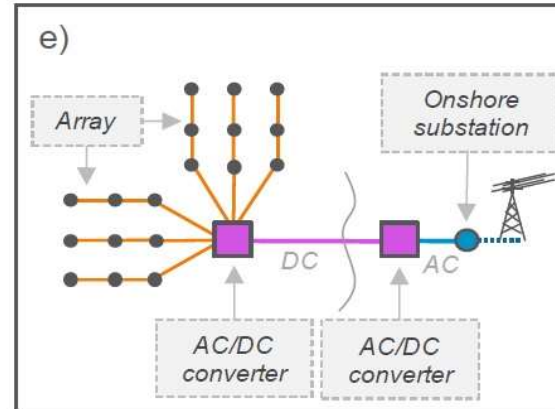
Hub AC system



Radial DC system



Hub DC system



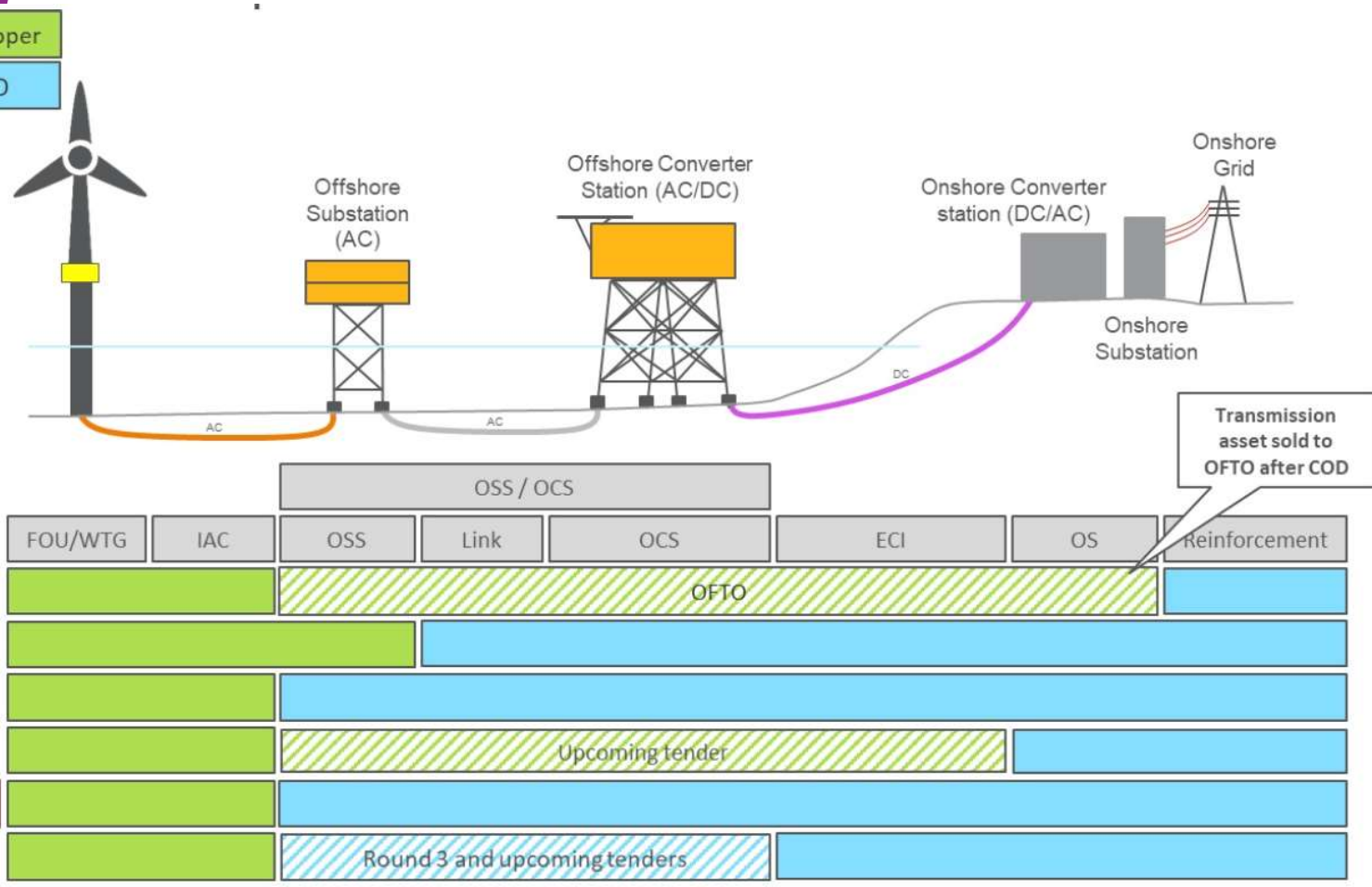
Σύνδεση AC

- Απόσταση έως 80 km από ακτή
- Συνολική ισχύς σταθμών ΑΠΕ: <1 GW
- Ακτινική σύνδεση: ευρεία εφαρμογή
- (Μ. Βρετανία, Δανία, Ολλανδία, Γαλλία, Γερμανία και Βέλγιο)
- Σύνδεση σε κοινό δίκτυο: υπό ανάπτυξη (Ολλανδία, Γερμανία)

Σύνδεση DC

- Απόσταση >80 km από ακτή
- Συνολική ισχύς σταθμών ΑΠΕ: >1 GW
- Ακτινική σύνδεση: ευρεία εφαρμογή (Γερμανία, Ολλανδία)
- Σύνδεση σε κοινό δίκτυο: στο μέλλον (Γερμανία, Ολλανδία)

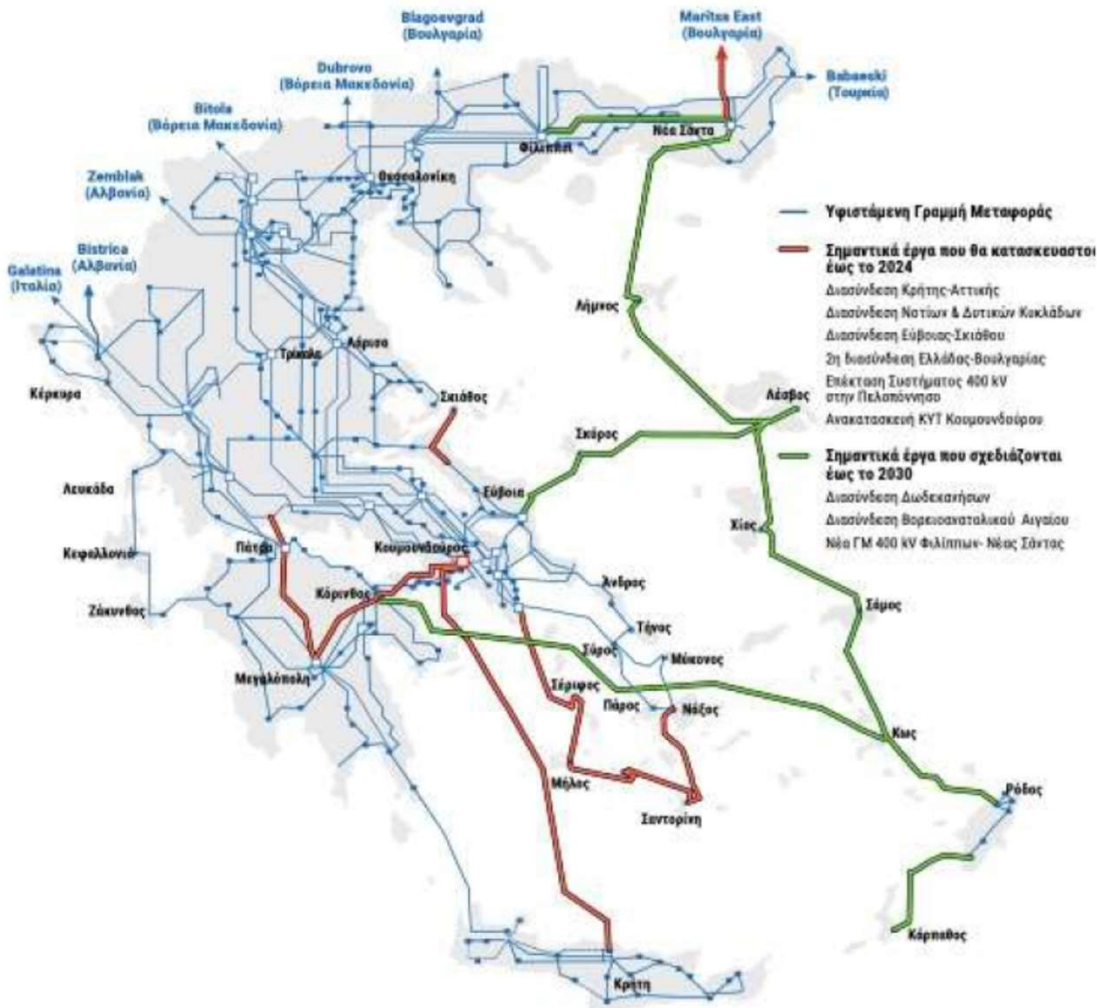
Κατανομή Κόστους Σύνδεσης



- FOU = foundation
- WTG = wind turbine generator
- IAC: inter AC cable
- OSS = offshore substation
- OCS = offshore converter station
- ECI = export cable (either AC or DC)
- OS = onshore substation (or onshore DC/AC converter)
- COD: Commercial Operation Date

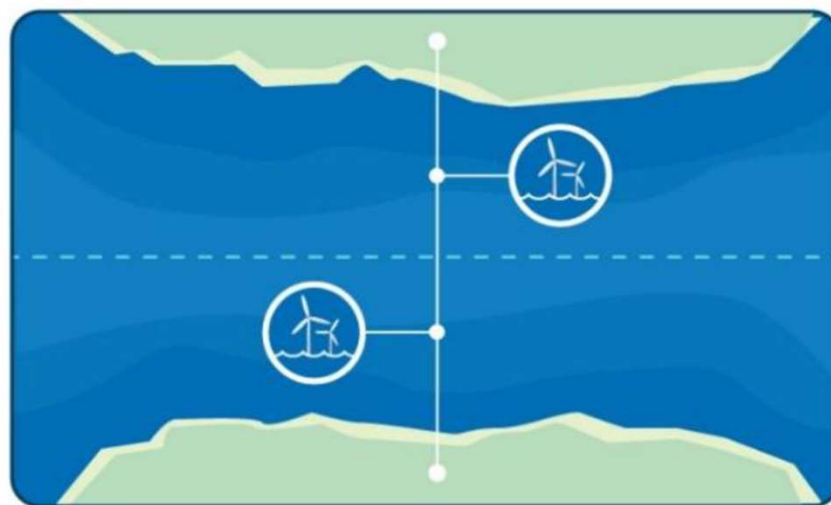
avigant analysis

Πρόγραμμα Ανάπτυξης Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς



- **ΡΑΕ** ενέκρινε το ΔΠΑ 2022-2031
- Καθαρογράφεται η απόφαση για το ΔΠΑ 2022-2032
- 2024, **SUBMARINE HVDC** 1000 MW Κρήτη
- 2024, **SUBMARINE HVAC** 150 kV ΝΔ Κυκλάδες
- 2028, **SUBMARINE HVDC** 1000MW (Ρόδος-Κως)
- 2029, **SUBMARINE HVAC** 150 kV Βόρειο Αιγαίο

Υβριδικά Έργα Offshore



- Τα υβριδικά έργα offshore έχουν το διπλό ρόλο παραγωγής και μεταφοράς ενέργειας μεταξύ δύο κρατών μελών
- Διασυνοριακό δίκτυο σύνδεσης offshore
- Σημαντικά οφέλη από την εξοικονόμηση κόστους και τη μείωση του απαιτούμενου θαλάσσιου χώρου

Υβριδικά Έργα Offshore

Η στρατηγική της Ε.Ε για την αξιοποίηση των υπεράκτιων πηγών ανανεώσιμης ενέργειας συνοψίζεται στα εξής:

- Νέο ρυθμιστικό πλαίσιο, το οποίο ενσωματώθηκε στον αναθεωρημένο Κανονισμό Trans-European Networks for Energy (TEN-E)
- Το νέο πλαίσιο περιλαμβάνει **κίνητρα** για τους Διαχειριστές των Συστημάτων Μεταφοράς προκειμένου να προχωρήσουν σε φιλόδοξες επενδύσεις υπεράκτιων δικτύων
- Η Επιτροπή θα εκδώσει κατευθύνσεις σχετικά με τον **επιμερισμό του κόστους και του οφέλους** για τους Διαχειριστές και Παραγωγούς ΑΠΕ οι οποίοι συνδέονται σε υβριδικά συστήματα offshore (έως το 2023)
- Αξιοποίηση εμπειρίας από hybrid offshore στη Βόρεια Θάλασσα
- Διαχειριστής offshore δικτύου είτε **RCC** είτε **ISO** (σύμπραξη από εμπλεκόμενους TSOs),
- Εναρμόνιση με τους Κώδικες λειτουργίας δικτύου SOGL και E&R

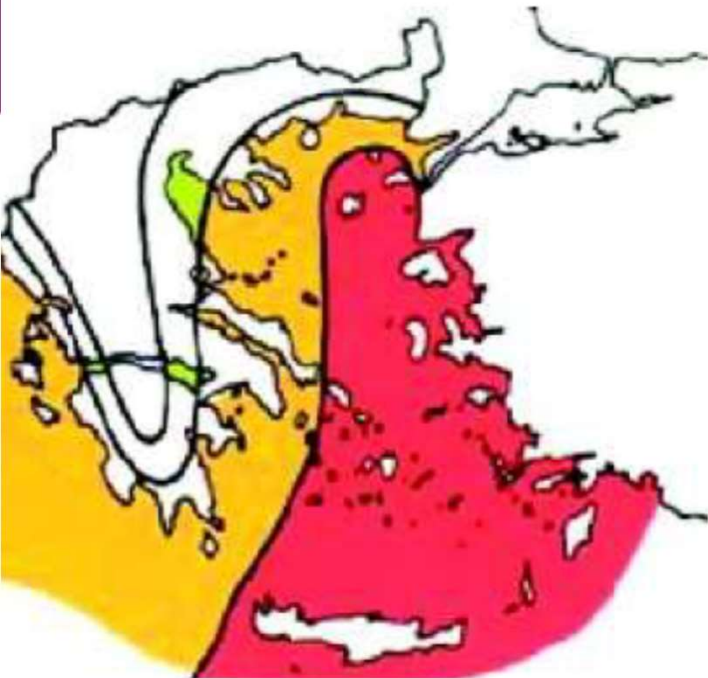
Κώδικες Σύνδεσης και Λειτουργίας του Συστήματος

- Requirements for Generators (RfG)
- Demand Connection Code (DCC)
- HVDC Connection Code (HVDC)

- System Operation Guideline (SOGL)
- Emergency and Restoration (EnR NC)

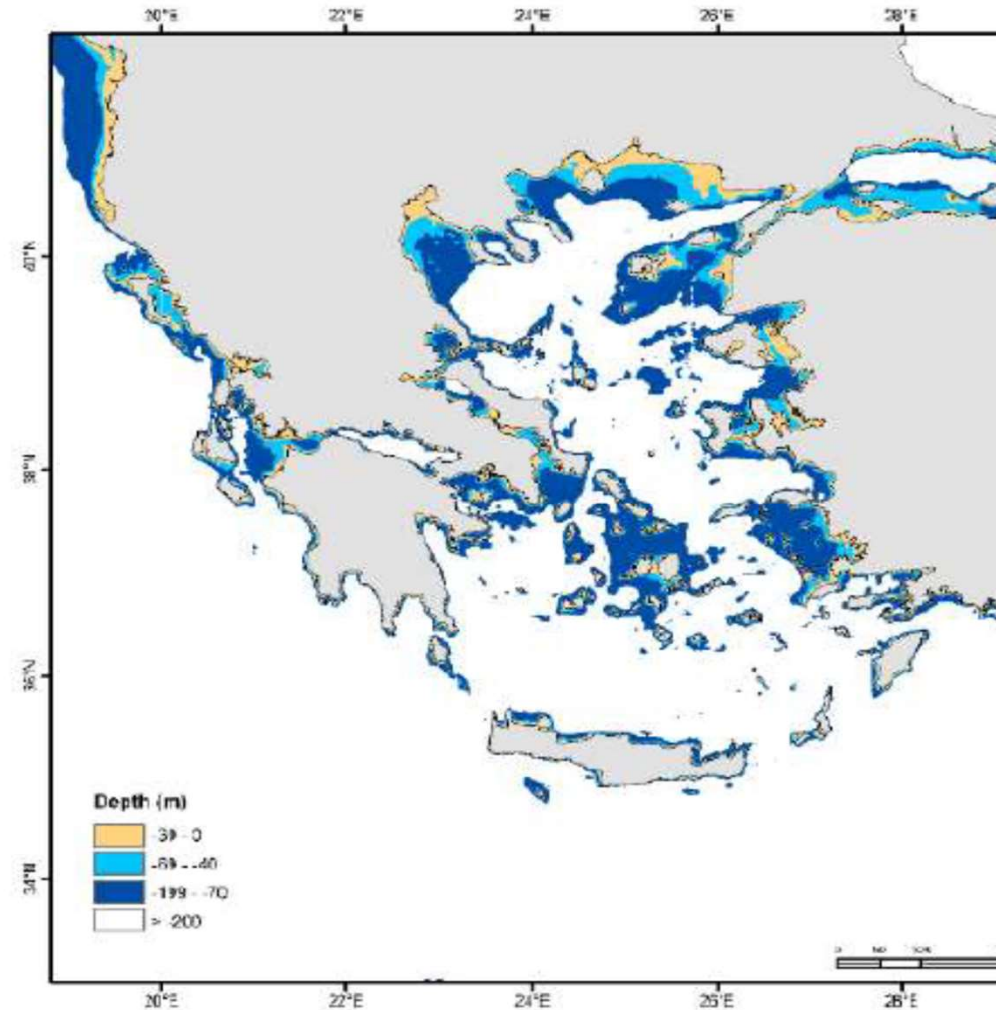
- Clean Energy Package

Αιολικό δυναμικό και Βάθη θάλασσας στην Ελλάδα



wind resources over open sea (more than 10km offshore) for five standard heights

10m		25m		50m		100m		200m	
s^{-1}	$W m^{-2}$	ms^{-1}	$W m^{-2}$	ms^{-1}	$W m^{-2}$	ms^{-1}	$W m^{-2}$	ms^{-1}	$W m^{-2}$
>10.0	>600	>8.5	>700	>9.0	>800	>10.0	>1100	>11.0	>1500
8.0 - 10.0	350-600	7.5-8.5	450-700	8.0-9.0	600-800	8.5-10.0	650-1100	9.5-11.0	900-1500
7.0 - 8.0	250-300	6.5-7.5	300-450	7.0-8.0	400-600	7.5-8.5	450-650	8.0-9.5	600-900
6.0 - 7.0	100-250	5.0-6.5	150-300	5.5-7.0	200-400	6.0-7.5	250-450	6.5-8.0	300-600
<5.0	<100	<5.0	<150	<5.5	<200	<6.0	<250	<6.5	<300



Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας !!!

Πειραιώς 132, 118 54, Αθήνα

Τηλ.: +30 210 3727466

E-mail: gloizos@raaey.gr

Δρ. Γιώργος Λοΐζος

*Προϊστάμενος Δνσης Στρατηγικής και Διεθνών Θεμάτων
& Προϊστάμενος Υποδομών Ηλεκτρικής Ενέργειας*

Ρυθμιστική Αρχή, Αποβλήτων, Ενέργειας και Υδάτων