

Εκτίμηση & Επέκταση Χρόνου Ζωής Ανεμογεννητριών

*Προηγμένη μοντελοποίηση
ροής και αεροελαστικές
προσομοιώσεις για αξιόπιστη
μακροχρόνια λειτουργία*

20 Έτη

Ονομαστική Διάρκεια Σχεδιασμού

Όριο τυπικής πιστοποίησης IEC

< 65%

“Κατανάλωση” διάρκειας ζωής

Τυπική τιμή για έργα σε περιοχές που δεν αντιμετωπίζουν ακραίες συνθήκες

5-10 Έτη

Εφικτός ορίζοντας επέκτασης

Αποδεδειγμένη δυνατότητα ασφαλούς παραγωγής

i Η ασφαλής επέκταση πρέπει να αποδεικνύεται με χρήση κατάλληλων μοντέλων!

Για όλο τον κύκλο ζωής των Α/Γ



Σχεδιασμός και ανάλυση Αεροελαστικότητα

- ▶ Μοντελοποίηση μηχανών
- ▶ Υπολογισμός φορτίων
- ▶ Υπολογισμοί ασταθειών



Αιολικό δυναμικό Υπολογιστική Ρευστομηχανική

- ▶ Χωροθέτηση
- ▶ Σύνθετο ανάγλυφο
- ▶ Ενεργειακή εκτίμηση (ΑΕΡ)



Συμβουλευτικές Υπηρεσίες Due Diligence & RCA

- ▶ Technical due diligence
- ▶ Διερεύνηση αστοχιών (RCA)
- ▶ Αξιολόγηση O&M



Offshore & BESS Τεχνολογίες αιχμής

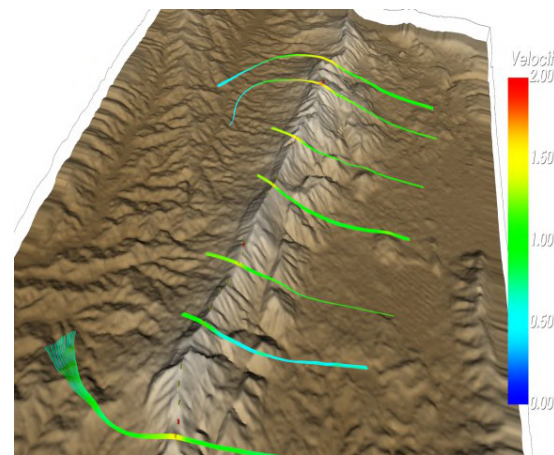
- ▶ Υδρο-αερο-ελαστική σύζευξη
- ▶ Πλωτές Α/Γ
- ▶ Συστήματα αποθήκευσης BESS

i Η αξιοπιστία των μελετών παράτασης ζωής εδράζεται στην πλήρη γνώση του «οικοσυστήματος» των Α/Γ.

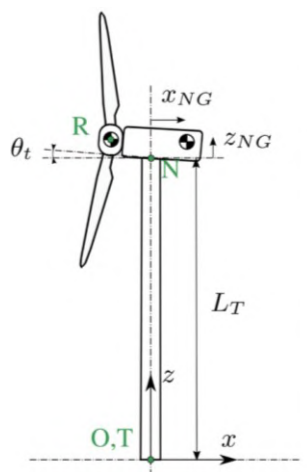
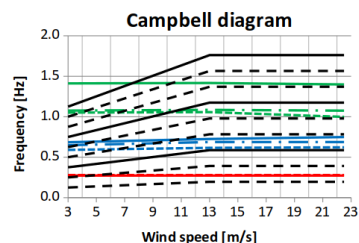
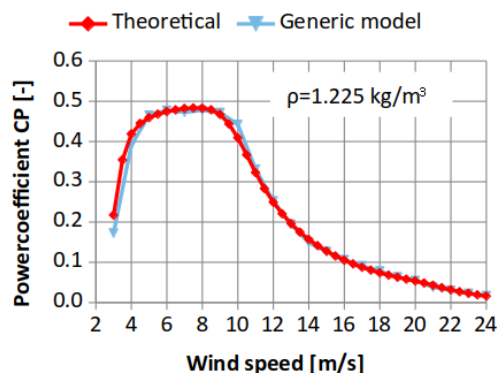
1/ Λεπτομερής μοντελοποίηση της ροής: *iWindFlow*

Ιδιόκτητος επιλυτής CFD για λεπτομερή αποτύπωση των συνθηκών ροής, ακόμη και σε έντονα πολύπλοκο ανάγλυφο.

- ▶ **Σύνθετη Τοπογραφία:** Ακριβής επίλυση ροής και κλίσεων.
- ▶ **Ανάλυση στην είσοδο των Α/Γ:** Τοπική διάτμηση και ένταση τύρβης.
- ▶ **Αλληλεπίδραση:** Ρεαλιστική αποτύπωση επιβάρυνσης λόγω σκίασης.



2/ Αεροελαστική προσομοίωση: *iGast*



Υψηλής πιστότητας μοντελοποίηση αεροελαστικής απόκρισης σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.

- ▶ **Προηγμένη μοντελοποίηση:** Πλήρης σύζευξη πτερυγίων, πύργου και συστήματος μετάδοσης.
- ▶ **Προσαρμοσμένος ελεγκτής (controller):** Έλεγχος pitch, και δυναμικών καταστάσεων
- ▶ **Προσομοίωση DLC:** Υπολογισμός όλων των συνδυασμών φόρτισης κατά IEC.

Κανόνας Αθροιστικής Βλάβης

Η κόπωση εκφράζεται ως γραμμική συσσώρευση βλάβης συναρτήσει των καμπυλών S-N του υλικού:

$$D = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{N_i} \leq 1.0$$

- ▶ **n_i :** Πραγματικοί κύκλοι φόρτισης σε εύρος τάσης ΔS_i .
- ▶ **N_i :** Επιτρεπόμενοι κύκλοι αστοχίας βάσει προτύπων.
- ▶ **Όριο Ασφαλείας:** Αν $D < 1$ στα 20 έτη, υπάρχει υπολειπόμενη ζωή.

Σωρευτική Κόπωση Palmgren-Miner & DELs

Υπολογισμός DEL με *iWindFlow* & *iGast*

Μετατροπή στοχαστικών χρονοσειρών ανέμου σε ισοδύναμο σταθερό φορτίο κόπωσης:

$$DEL = \frac{1}{N_{eq}} \sum_i n_i \cdot \Delta S_i^{m \cdot 1/m}$$

- ▶ **iWindFlow:** Ακριβές 3D πεδίο ανέμου & ένταση τύρβης (TI).
- ▶ **iGast & Rainflow:** Καταμέτρηση κύκλων φόρτισης σε πύργο/πτερύγια (σε συγκεκριμένες θέσεις).
- ▶ **Αποτέλεσμα:** Σύγκριση DEL τοποθεσίας έναντι DEL σχεδιασμού IEC.

Εκτίμηση περιθωρίων επέκτασης



Σχεδιασμός κατά IEC

- ▶ **Τυποποιημένες Κλάσεις:** Γενικευμένες παράμετροι τύρβης και ταχύτητας.
- ▶ **Συντηρητικά Όρια:** Σχεδιασμός για τυπικές συνθήκες.
- ▶ **Ορισμένη διάρκεια:** Θεωρητικό όριο υπηρεσίας στα 20 (ή 25) έτη.



Πραγματικά Φορτία DEL Τοποθεσίας

- ▶ **Πραγματική κατάσταση:** Ακριβής καταγραφή ιστορικής κόπωσης.
- ▶ **Υπολειπόμενο Περιθώριο:** Χαμηλότερα φορτία επεκτείνουν τη ζωή.
- ▶ **Στοχευμένες Παρεμβάσεις:** Εντοπισμός κρίσιμων δομικών σημείων.

Απλοποιημένη και πλήρης ανάλυση



Απλοποιημένη προσέγγιση

Γρήγορη & οικονομική αρχική εκτίμηση

- ▶ **Τυπικές ανεμογεννήτριες:** Βάση δεδομένων που καλύπτει κλάσεις από IA έως IIIC.
- ▶ **Stall control A/Γ:** Υποστήριξη παλαιότερων τεχνολογιών.
- ▶ **Χαμηλό υπολογιστικό κόστος:** Ιδανικό για προκαταρκτικό έλεγχο.



Πλήρης Αναλυτική Μοντελοποίηση

Μοντέλο της συγκεκριμένης A/Γ & μέγιστη ακρίβεια

- ▶ **Reverse Engineering:** Πλήρης (στο μέτρο του δυνατού) γεωμετρική ανακατασκευή.
- ▶ **Ειδικό Μοντέλο iGast:** Προσαρμοσμένη δομική & αεροδυναμική απόκριση.
- ▶ **IEC/DNV συμμόρφωση.**

1/ Μελέτες επέκτασης ζωής

Αυστηρές αναλυτικές αξιολογήσεις βάσει προτύπων IEC 61400-28 και DNV για πάρκα που συμπληρώνουν 20 έτη.

- ▶ **Συμμόρφωση DNV-ST-0262:** Πλήρης αναλυτική μεθοδολογία υπολογισμού.
- ▶ **Κρίσιμα Στοιχεία:** Πτερύγια, πύργος, κύριος άξονας.
- ▶ **Αναγνώριση:** Αναγνωρισμένες από την αγορά εκθέσεις παράτασης ζωής.

Component	Position	Description
Blades	0.0%	Root
	34.0%	1/3
	67.0%	2/3
Hub	Hub/Blade Interface	
Tower	0.0%	Bottom
	50.0%	Middle
	98.0%	Top
Shaft	50.0%	Bearing
	100.0%	Shaft/Hub Interface

	DLC	Wind condition	V_{hub} (m/s)	#of V_{hub}	Yaw angles	Conditions	Comments	Seeds
1. Power production	1.2	NTM	3, 5, ..., 25, 27	13	Yaw = 0, ± 8		2 seeds/yaw	6
2. Power prod./fault	2.4	NTM	3, 5, ..., 25, 27	13	Yaw = ± 30	High yaw misalignment	3 seeds/yaw	6
6. Parked (idling)	6.4	NTM	1, 29, 31, 33	4	Yaw = 0, ± 8	idling	2 seeds/yaw	6

2/ Αποτίμηση Ενεργητικού & Μείωση Ρίσκου



Αναχρηματοδότηση

Αξιόπιστος υπολογισμός
υπολειπόμενου χρόνου ζωής.



Συναλλαγές M&A

Τεκμηριωμένη αποτίμηση για
επενδυτές και πωλητές.



Πρόβλεψη OPEX

Προγραμματισμός προληπτικής
αντικατάστασης στοιχείων

Το πλεονέκτημα της iWind Renewables

100%

Ιδιόκτητοι Κώδικες Επίλυσης

Άμεση σύζευξη χωρίς αδιαφανή εργαλεία τρίτων

Εξειδίκευση

Στις ιδιαίτερες συνθήκες της Ελλάδας

Επικυρωμένη ακρίβεια σε σύνθετο ανάγλυφο, εκεί όπου τα τυπικά μοντέλα αποκλίνουν

Αξιοπιστία

Συμμόρφωση με πρότυπα

Αναγνωρισμένη αξιοπιστία από χρηματοδότες και επενδυτές

Μεγιστοποίηση παραγωγής ενέργειας με ασφαλή αξιοποίηση των υφιστάμενων αιολικών πάρκων.

Εκτίμηση & Επέκταση Χρόνου Ζωής Ανεμογεννητριών

*Προηγμένη μοντελοποίηση ροής και αεροελαστικές προσομοιώσεις για
αξιόπιστη μακροχρόνια λειτουργία*
