



ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ *ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΤΟΥ ΔΕΣΜΗΕ*

I. Καμπούρης

Δ/ντης Ανάπτυξης Συστήματος
ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε.



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Η οδηγία 2009/28/EC της Ε.Ε. προσδιορίζει δεσμευτικούς στόχους για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο κάθε κράτους.
- Για την Ελλάδα προβλέπεται συμμετοχή των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας (ηλεκτρισμός, θερμικά φορτία, μεταφορές κλπ.) **σε ποσοστό 18% το έτος 2020.**
- Για τον τομέα της **ηλεκτροπαραγωγής**, ο στόχος διείσδυσης ενέργειας από ΑΠΕ εξειδικεύεται **σε ~40%** για τη χώρα μας.
- Το μεγαλύτερο ποσοστό εκτιμάται ότι θα αφορά Α/Π
- Σημαντική ισχύς Φ/Β και ΜΥΗΕ (συνδεδεμένα στα δίκτυα χαμηλής και μέσης τάσης)
- Η απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς των Α/Π εκτιμάται σε περίπου **8~10 GW.**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Αναγνωρίζεται διεθνώς ότι η μεγάλη Αιολική Διείσδυση συνεπάγεται σημαντικές αλλαγές:
 1. Στη λειτουργία του Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΗΕ)
 2. Στη λειτουργία της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
- Οι **Διαχειριστές** βρίσκονται αντιμέτωποι με καινούρια προβλήματα και απαιτήσεις για τη **Λειτουργία** και το **Σχεδιασμό** των ΣΗΕ.
- Θα απαιτηθούν σημαντικές ρυθμιστικές παρεμβάσεις



Ο Ρόλος του ΔΕΣΜΗΕ στην Ανάπτυξη των ΑΠΕ

Λειτουργία της Αγοράς:

Συμβάσεις Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
Μετρήσεις Παραγωγής
Πληρωμές ΑΠΕ

Ενσωμάτωση στο Σύστημα και Λειτουργία:

Προσφορές Σύνδεσης στο Σύστημα και στο Δίκτυο
(σε συνεργασία με το Διαχειριστή Δικτύου)
Συμβάσεις Σύνδεσης (τριμερής με ΔΕΗ Μεταφορά)
Ανάπτυξη Συστήματος (ΜΑΣΜ)
Λειτουργία του Συστήματος – Παρακολούθηση από
τα Κέντρα Ελέγχου Ενέργειας
Προδιαγραφές Λειτουργίας Α/Π



ΚΥΡΙΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

- Ικανότητα μεταφοράς του Συστήματος
- Παρακολούθηση Φορτίου και Ρύθμιση φορτίου-συχνότητας
- Συνεργασία με συμβατικές θερμικές μονάδες
- Πρόβλεψη αιολικής παραγωγής
- Επιτήρηση και έλεγχος Συστήματος από τα Κέντρα Ελέγχου
- Απαιτήσεις από τα Α/Π
 - Συμπεριφορά Α/Γ κατά την διάρκεια διαταραχών
 - Έλεγχος της παραγόμενης ισχύος
- Ρύθμιση τάσης
- Δυναμική συμπεριφορά σε μικρές και μεγάλες διαταραχές
- Θέματα ποιότητας ισχύος (αυξανόμενη χρήση μετατροπών)



Ικανότητα Μεταφοράς

- Αιολική παραγωγή συνήθως σε απομακρυσμένα μέρη - Ασθενή δίκτυα στις ανεμώδεις περιοχές
- Μειωμένη ικανότητα μεταφοράς εκτός από **εθνικό** μπορεί να έχει επιπτώσεις και σε **διεθνές επίπεδο** (μειωμένη στατική, δυναμική ασφάλεια, διασυνοριακό εμπόριο κτλ).

Για τη σύνδεση των μεγάλων σταθμών ΑΠΕ απαιτούνται:

- Έργα Ενίσχυσης και Επέκτασης του Συστήματος (αρμοδιότητα ΔΕΣΜΗΕ – Κυρίου του Συστήματος)
- Έργα σύνδεσης (υλοποιούνται από τους ίδιους τους επενδυτές παραγωγούς οι οποίοι φέρουν και το κόστος).
- Η Γεωγραφική Διασπορά των Α/Π κατά την φάση της σχεδίασης είναι ζωτικής σημασίας για μείωση των απαιτούμενων νέων έργων μεταφοράς
- Αποφυγή συγκέντρωσης μεγάλης αιολικής ισχύος σε γεωγραφικά περιορισμένες περιοχές για λόγους καλής λειτουργίας Συστήματος και μείωσης της πιθανότητας μεγάλης απώλειας ισχύος σε περιπτώσεις συνήθων διαταραχών



ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΤΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ:

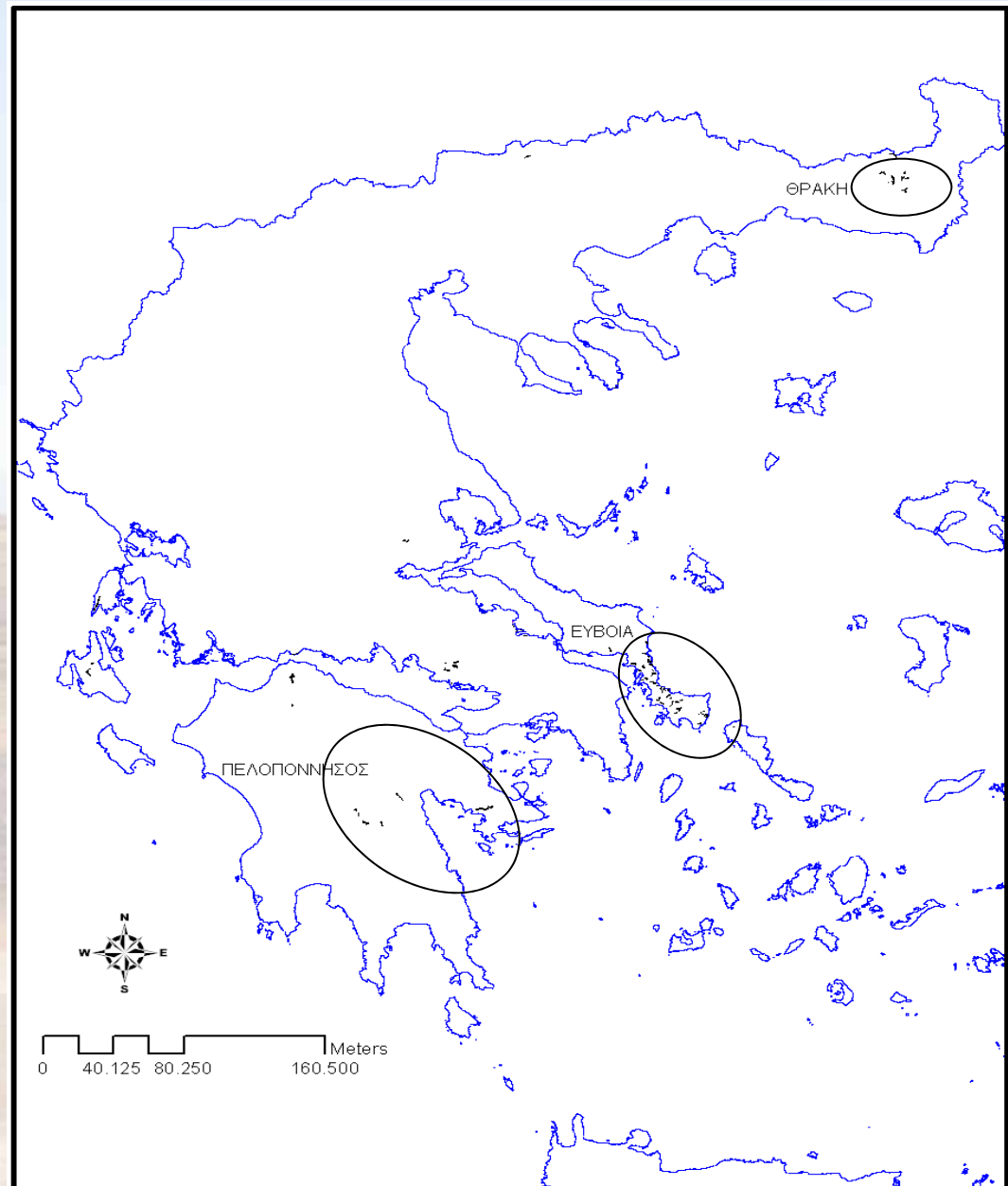
67 Α/Π ισχύος ~920 MW

Κυρίως σε

Εύβοια: 215 MW

Θράκη : 197 MW

Πελοπόννησο: 280 MW





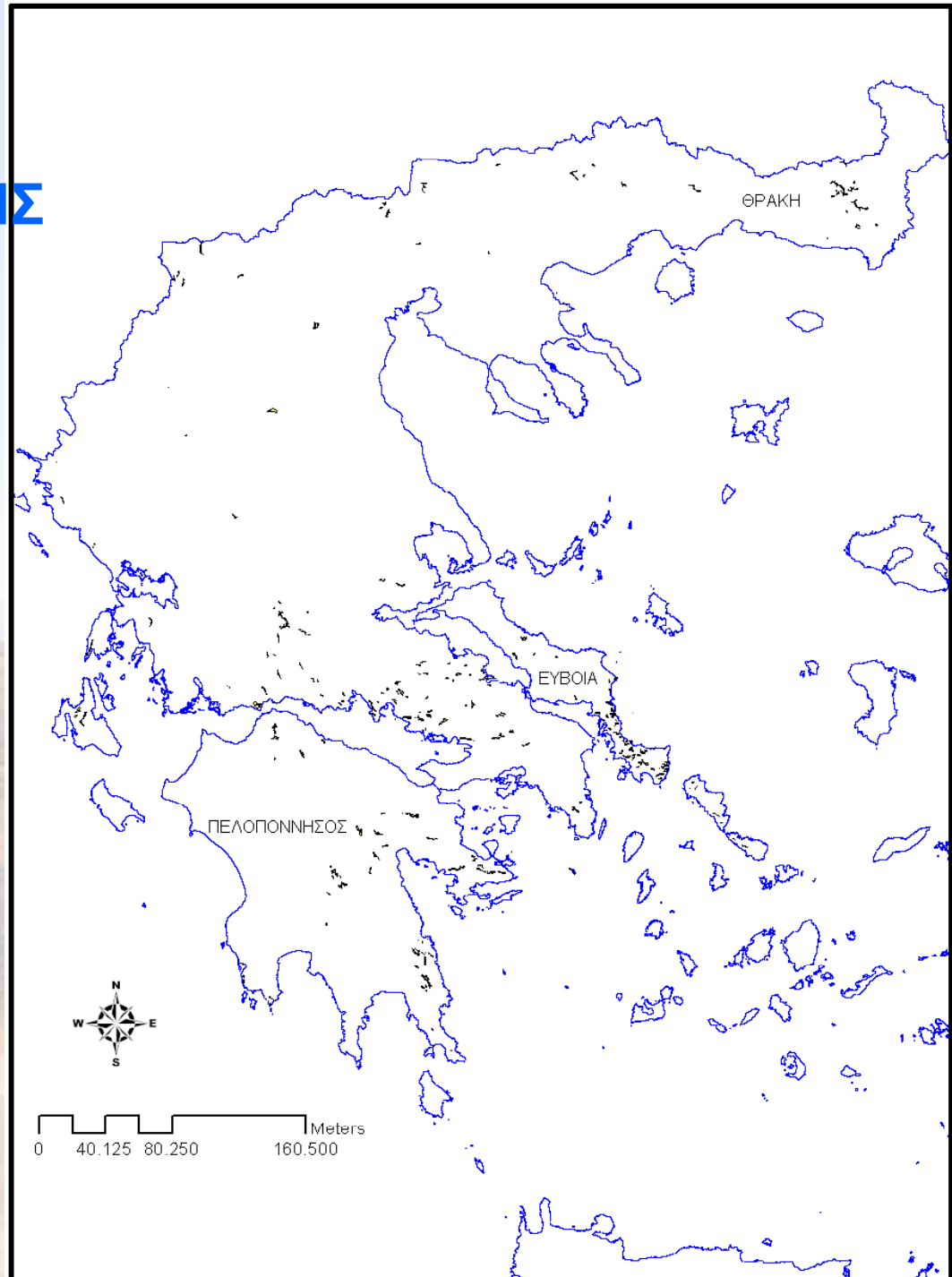
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΜΕ ΠΡΟΣΦΟΡΕΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΤΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Επιπλέον
με ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ:
~**3000 MW**

Σύνολο Α/Π με δέσμευση
πρόσβασης ~**4500 MW**

Μεγάλος αριθμός αιτήσεων (και MW)
σε μη διασυνδεδεμένα νησιά και Α/Π
στη θάλασσα (off-shore)

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας



Ικανότητα Μεταφοράς

Κορεσμένες Περιοχές

(χωρίς τα έργα ενίσχυσης/επέκτασης του Συστήματος της ΜΑΣΜ 2010-14)

Περιοχή	Α/Π σε λειτουργία (MW)	Α/Π με Προσφορά Σύνδεσης (MW)	Υφιστάμενη μέγιστη ικανότητα απορρόφησης ισχύος από Α/Π (MW)	Περιθώριο (MW)
Εύβοια	215,5	63,9	280	0
Ανατολική Μακεδονία-Θράκη	197,5	86,1	197,5	0
Πελοπόννησος	282,1	819,8	1100	0
Ν. Ιόνια νησιά	70,8	72	170	12
Κιλκίς	10	99	180	70
Νότια Στερεά Ελλάδα	69,75	729,73	800-850	120-170
Διασυνδεδεμένες Κυκλάδες	1,975			



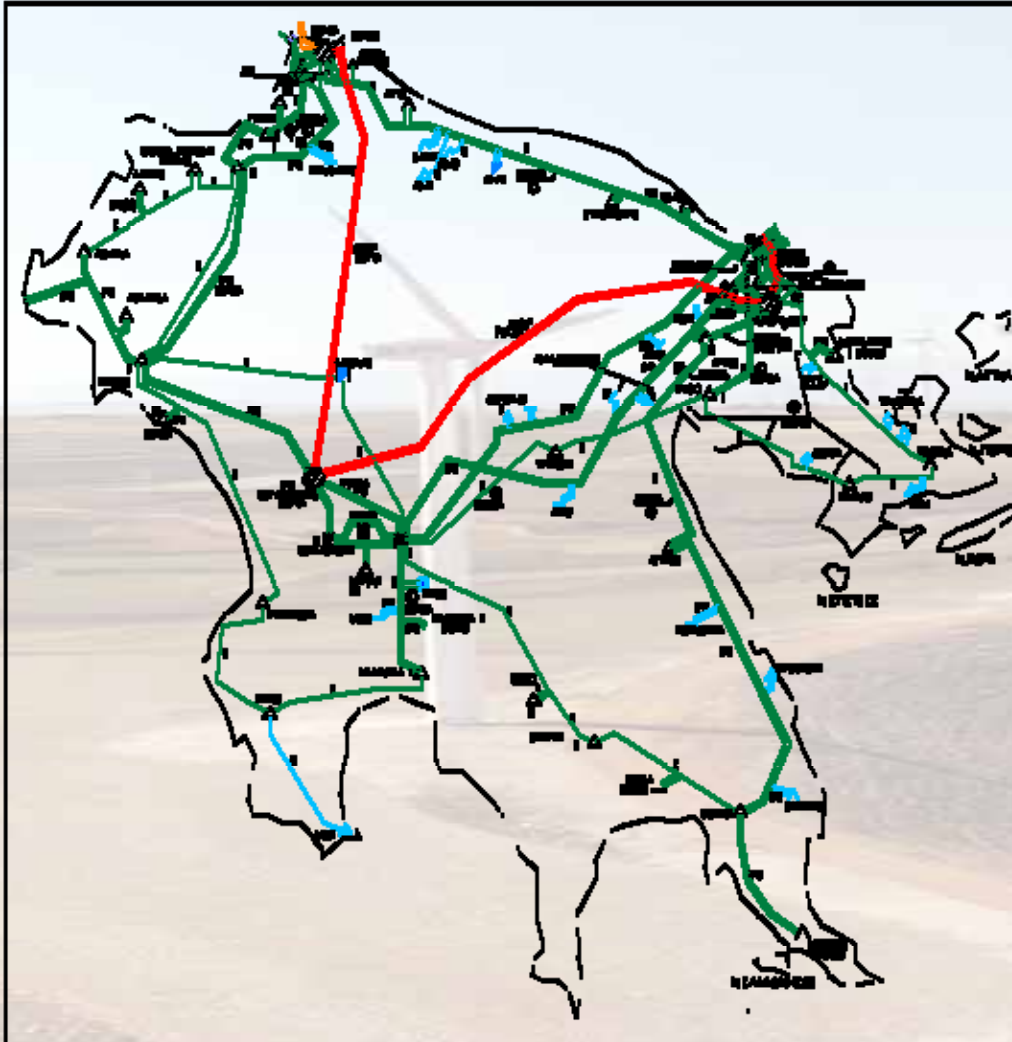
Προγραμματισμένα Έργα

Σημαντικά Έργα Μεταφοράς που προγραμματίσθηκαν από τον ΔΕΣΜΗΕ και αφορούν στην ένταξη των ΑΠΕ (ΜΑΣΜ 2010-14):

- Έργα ανάπτυξης 400kV στην Πελοπόννησο (στάδιο της αδειοδότησης)
- Ανάπτυξη δικτύου 400kV στη Θράκη (τελικό στάδιο)
- Ενίσχυση σύνδεσης Εύβοιας με την Ηπειρωτική χώρα
- Διασύνδεση Κυκλάδων
- **Υπό μελέτη η Διασύνδεση Νησιών (Κρήτη, Β.Α. Αιγαίο, κλπ) για:**
 - ηλεκτροδότηση νησιών και περιορισμό/κατάργηση χρήσης πετρελαίου
 - αξιοποίηση αιολικού δυναμικού του Αιγαίου

Προγραμματισμένα Έργα

Πελοπόννησος



Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας

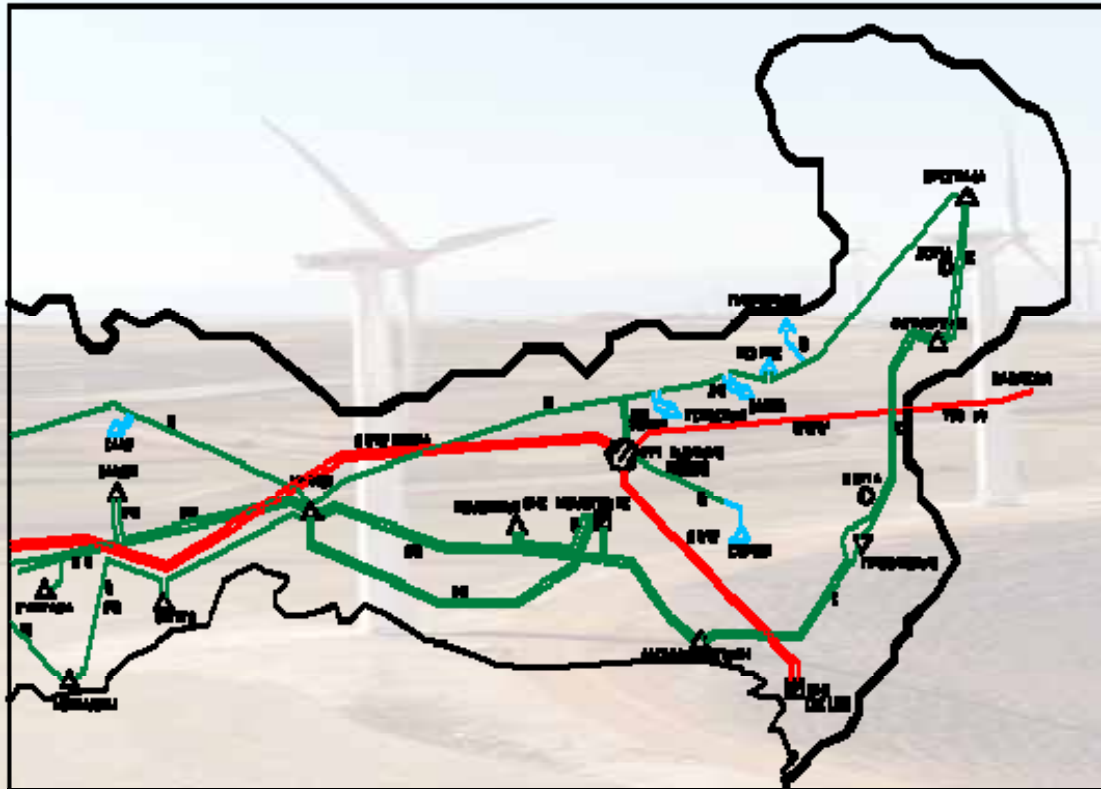
Η περιοχή μπορεί να δεχθεί Α/Π συνολικής εγκ/νης ισχύος **1100MW** με το υφιστάμενο σύστημα.

- Γ.Μ. 2B/150 kV Άστρος – Μολάοι (ολοκληρώθηκε το 2007)
- Επέκταση Συστήματος 400 kV προς Πελοπόννησο (ΚΥΤ Πάτρας, Μεγαλόπολης, Κορίνθου και Γ.Μ. για τη σύνδεσή τους στα 400 kV-εκτίμηση: από το 2013)
- Αναβάθμιση βρόχου 150 kV Τροιζηνίας (εκτίμηση: από το 2011-12)
- Μετά τα έργα αναμένεται να μπορεί να υποδεχτεί συνολικά **2200MW Α/Π**

Αθήνα, 8-10 Μαρτίου

Προγραμματισμένα Έργα

Θράκη



Η περιοχή είναι ήδη κορεσμένη

Νέα έργα:

Γ.Μ. 2B'Β'/400 kV
Φίλιπποι – Ν. Σάντα
(ολοκληρώθηκε)

ΚΥΤ Ν. Σάντας
(εκτίμηση: μερική
ηλέκτριση από το
τέλος του 2010)

Μετά τα έργα
αναμένεται να μπορεί
να υποδεχτεί συνολικά
περί τα **1000MW Α/Π**

Προγραμματισμένα Έργα

Εύβοια



Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας

- Η περιοχή είναι κορεσμένη
- **Νέα έργα:**

Ζεύξη (υπόγεια, υποβρύχια, εναέρια) 150 kV Ν. Μάκρη - Πολυπόταμος (εκτίμηση: 2011)

• Γ.Μ. 2B/150 kV Πολυπόταμος – Ν. Εύβοια (εκτίμηση: 2009 - 10) Έχει ολοκληρωθεί το 25% του έργου

• Γ.Μ. 2B/150 kV Αλιβέρι – Ανατ. Εύβοια (εκτίμηση: 2014)

• ΚΥΤ Αλιβερίου και Γ.Μ. για τη σύνδεσή του στα 400 kV (εκτίμηση: από το 2012)

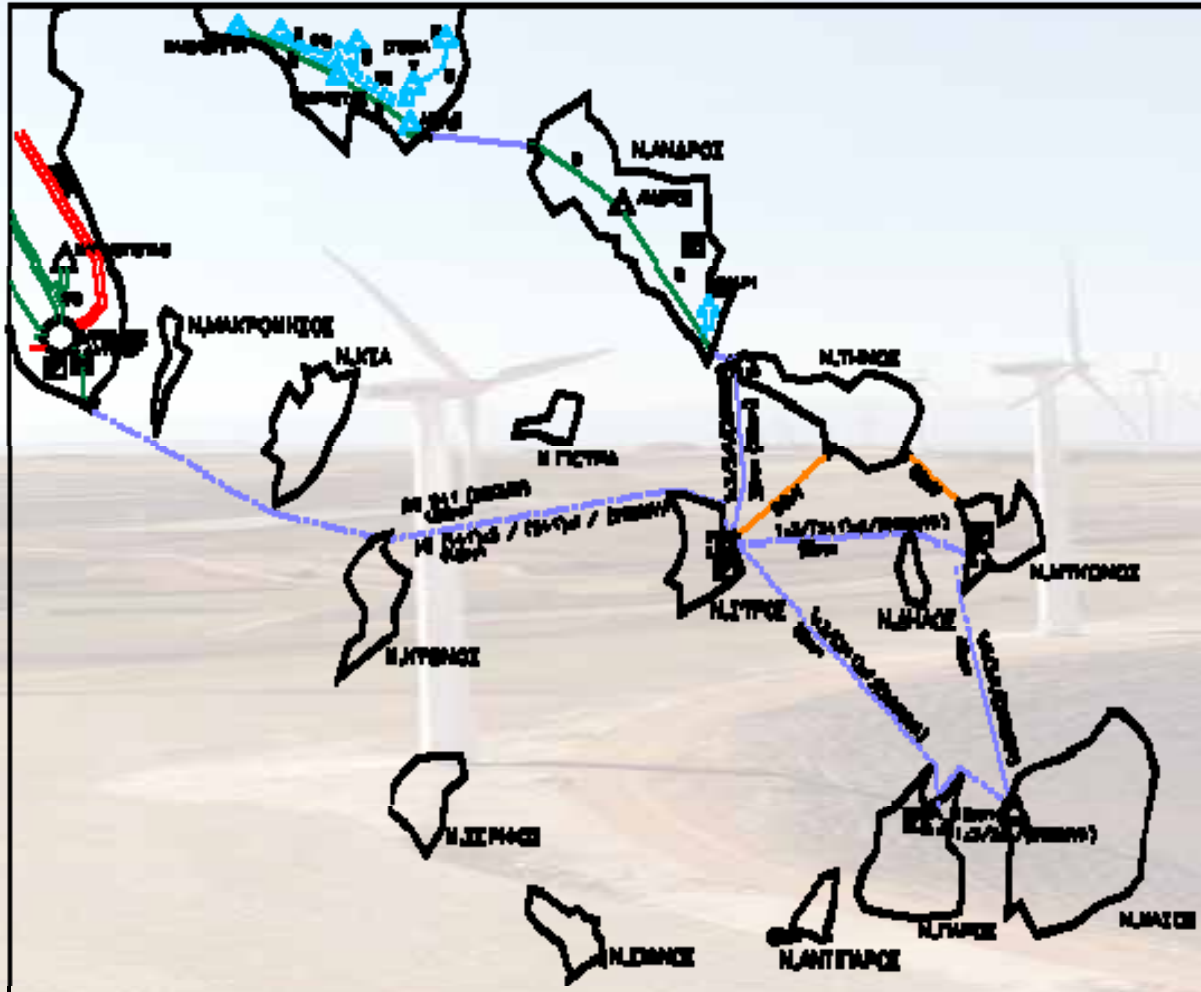
• Αναβάθμιση υποβρύχιας ζεύξης 150 kV Αλιβέρι - Κάλαμος (εκτίμηση: τέλος του 2011)

• Μετά τα έργα αναμένεται να μπορεί να υποδεχτεί

400MW A/Π επιπλέον

Αθήνα, 8-10 Μαρτίου

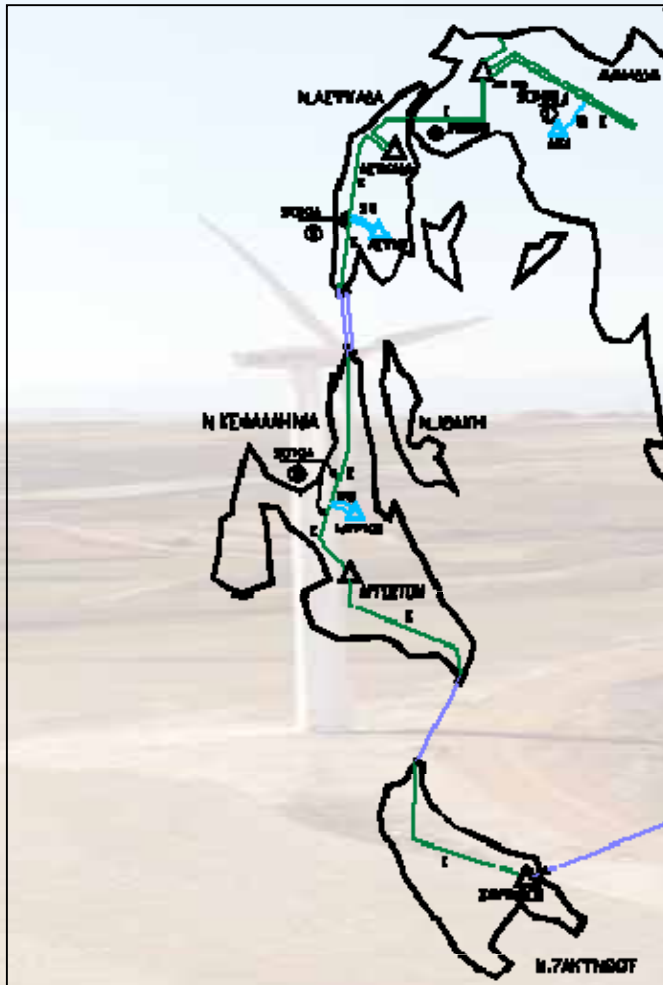
Προγραμματισμένα Έργα Κυκλάδες



- Διασύνδεση των νήσων Σύρου, Νάξου, Πάρου, Μυκόνου με το Ηπειρωτικό Σύστημα 150 kV μέσω υποβρυχίων καλωδίων 250 km
- Δυνατότητα σύνδεσης 150- 200 MW Α/Π
- Έχει ολοκληρωθεί η περιβαλλοντική δανειοδότηση. Το σχέδιο της διακήρυξης θα τεθεί σύντομα σε δημόσια διαβούλευση

Προγραμματισμένα Έργα

Νήσοι Ιονίου



- Η περιοχή είναι κορεσμένη
- Νέα έργα με αποκλειστικό σκοπό την αύξηση απορρόφησης ισχύος από ΑΠΕ:
 - Αναβάθμιση βρόχου 150 kV Άκτιο – Λευκάδα – Κεφαλλονιά με αλλαγή αγωγών εναερίων τμημάτων και πόντιση νέου υποβρυχίου καλωδίου Λευκάδα – Κεφαλλονιά



ΣΥΝΟΨΗ ΕΡΓΩΝ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ

- Υποσταθμοί ανύψωσης MT/150 kV
 - Άνω των 85 Υ/Σ για τα ΑΠΕ με προσφορές σύνδεσης
- Γραμμές Μεταφοράς 150 kV
 - 400 km νέων γραμμών (εναέριων, Υ/Γ, Υ/Β)

Εξετάζεται η πιθανή αξιοποίηση τεχνολογιών (κυρίως Ηλεκτρονικών Ισχύος) όπως:

- Flexible AC Transmission Systems (SVC, Statcom, Static Synchronous Series Compensator etc)
- Χρήση συνδέσμων Συνεχούς ρεύματος
- Phase - shifters



Σύνοψη των Δυνατοτήτων Σύνδεσης Α/Π μετά τα νέα έργα

Περιοχή	Α/Π σε λειτουργία (MW)	Α/Π με Προσφορά Σύνδεσης (MW)	Μέγιστη ικανότητα απορρόφησης ισχύος από Α/Π (συμπεριλαμβανομένων όσων είναι σε λειτουργία) μετά την ολοκλήρωση των έργων (MW)
Εύβοια	215,5	63,9	780
Ανατολική Μακεδονία-Θράκη	197,5	86,1	1160
Πελοπόννησος	282,1	819,8	2100-2200
Ν. Ιόνια νησιά	70,8	72	180-200
Κιλκίς	10	99	250-300
Νότια Στερεά Ελλάδα	69,75	729,73	800-850
Διασυνδεδεμένες Κυκλάδες	1,975		150-200

Επί πλέον > 2000 MW στα ανατολικά ΚΥΤ (Αλιβέρι, Λάρυμνα, Παλλήνη, Λαύριο)

Συνολική ικανότητα απορρόφησης ισχύος από Α/Π μετά την ολοκλήρωση των έργων (συμπεριλαμβανομένων όσων είναι σε λειτουργία) τουλάχιστον 8.5GW



Παρακολούθηση Φορτίου

Σε κάθε χρονική στιγμή πρέπει η συνολική παραγωγή να ισούται με την κατανάλωση:

$$P_G = P_L$$

Σε συνθήκες μεγάλης αιολικής διείσδυσης η μεγάλη μεταβλητότητα της αιολικής παραγωγής δυσχεραίνει την επίτευξη του ισοζυγίου και τη διατήρηση σταθερής συχνότητας

Ανάγκη για την παρακολούθηση των μεταβολών του φορτίου.

Οι Α/Γ σήμερα δεν συμμετέχουν στην ρύθμιση συχνότητας

Η σημαντική διείσδυση αιολικής παραγωγής έχει επίδραση στην:

- Πρωτεύουσα ρύθμιση συχνότητας
- Δευτερεύουσα ρύθμιση συχνότητας
- Τριτεύουσα ρύθμιση συχνότητας και τις αντίστοιχες εφεδρείες

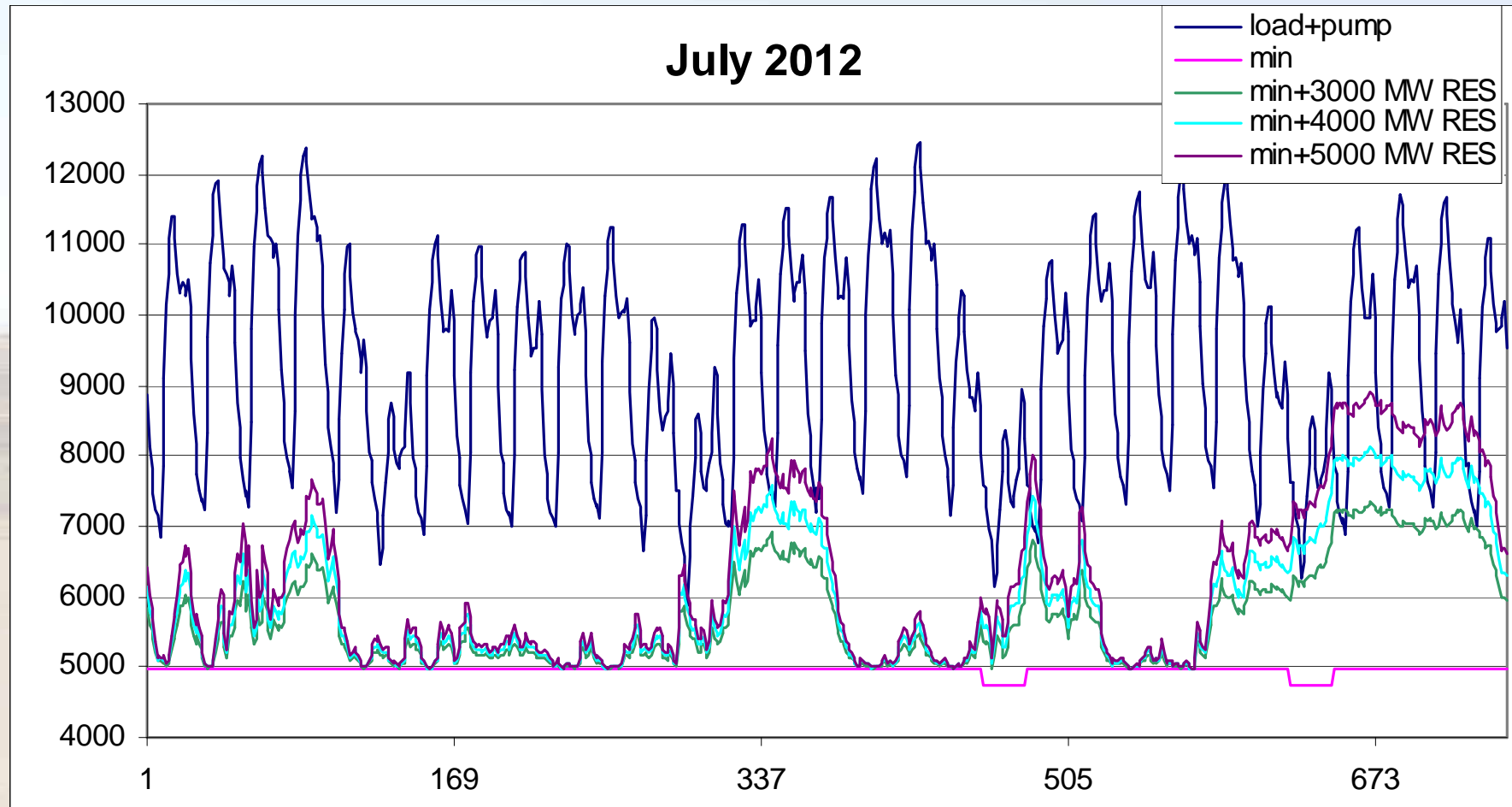


ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΛΟΓΩ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

- Τεχνικά ελάχιστα φόρτισης θερμικών μονάδων (50% λιγνιτικές, 60% ή 35% για μονάδες ΣΚ)
- Ρυθμοί ανάληψης/απόρριψης φορτίου
- Χρόνοι εκκίνησης/διακοπής λειτουργίας
- Αποφυγή συχνών κύκλων εκκινήσεων/διακοπών

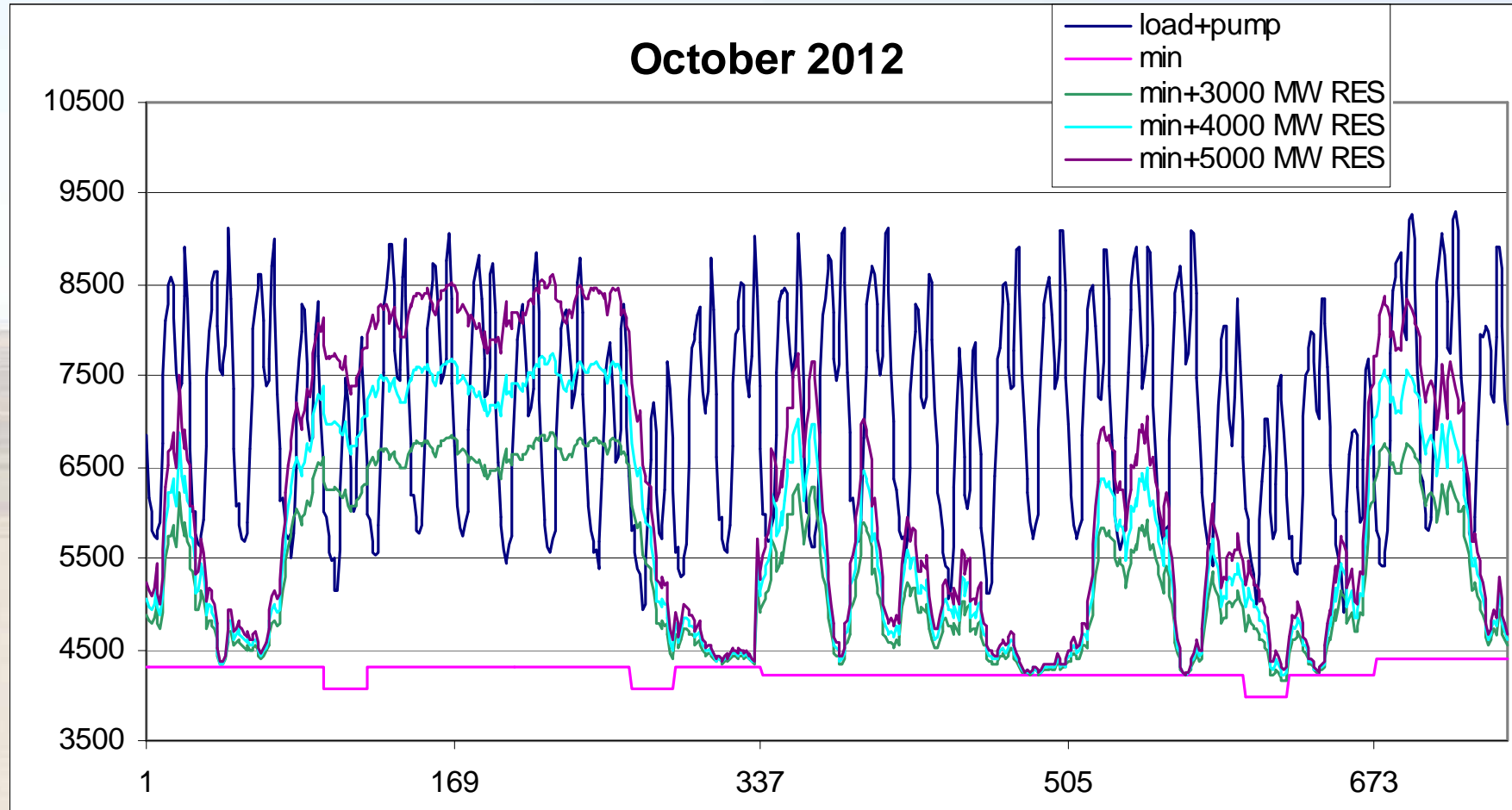


Παράδειγμα από υπόθεση Λειτουργίας με προεκβολή από πραγματικές μετρήσεις Υφισταμένων Α/Π (Θέρος)





Παράδειγμα από υπόθεση Λειτουργίας με προεκβολή από πραγματικές μετρήσεις Υφισταμένων Α/Π (Φθινόπωρο)





Ευελιξία Συστήματος Παραγωγής

Η αύξηση της ικανότητας κάλυψης των μεταβολών της ζήτησης μπορεί να επιτευχθεί με:

- Εγκατάσταση «ευέλικτων μονάδων» – Αεριοστρόβιλοι ανοικτού κύκλου ή/και υδροηλεκτρικών με ταμιευτήρα
- Εξασφάλιση των μικρότερων δυνατών τεχνικών ελάχιστων ορίων λειτουργίας των καινούριων μονάδων
- Αποθήκευση με εγκατάσταση αντλητικών Υ/Η σταθμών
- Ρύθμιση της αιολικής παραγωγής (περιορισμός ισχύος Α/Π)
- Διαχείριση φορτίου μελλοντικά (Ηλ. αυτοκίνητα, ευφυή δίκτυα – smart grids, οικονομία υδρογόνου, ...)
- **Αυξημένες εφεδρείες για δευτερεύουσα/τριτεύουσα ρύθμιση**



Ευελιξία Συστήματος Παραγωγής

Επιπτώσεις από την ανάγκη αύξησης της ευελιξίας

- Δραστικές αλλαγές στο μείγμα παραγωγής και στη λειτουργία της Αγοράς Ηλ. Ενέργειας.
- Αύξηση του κόστους της ενέργειας
- Αύξηση του κόστους των επικουρικών υπηρεσιών.



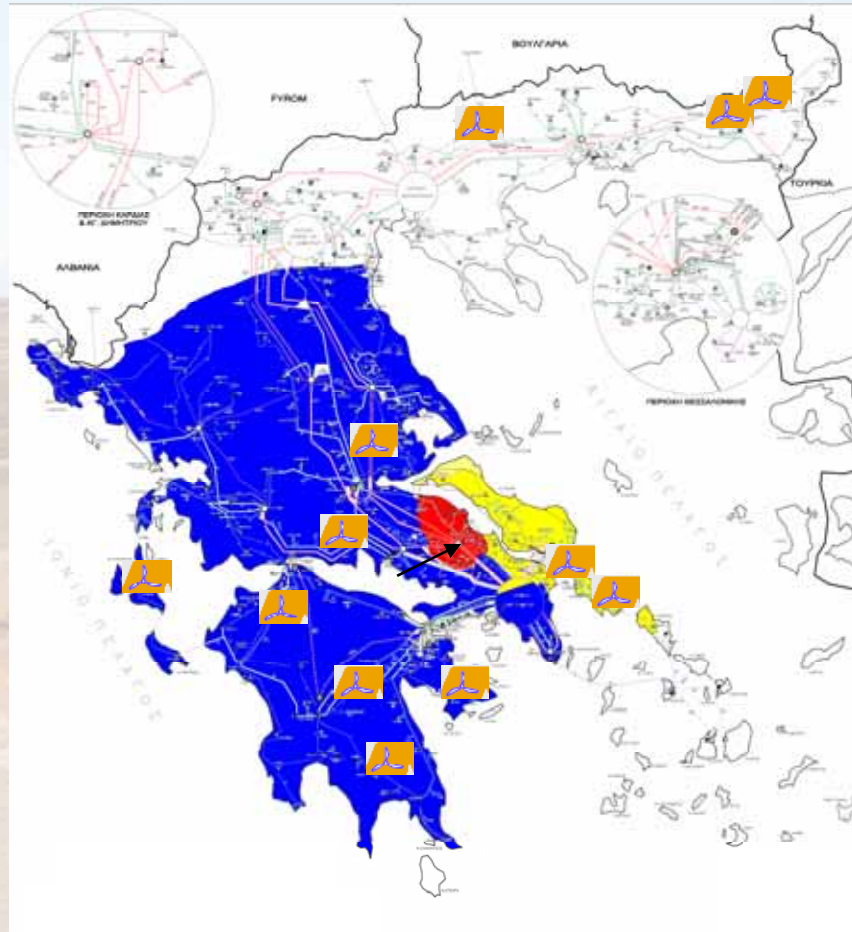
Τεχνικές απαιτήσεις σε Α/Π

Δυνατότητα αδιάλειπτης λειτουργίας Α/Γ σε σφάλματα δικτύου (Fault Ride Through).



Αποφυγή κινδύνου απώλειας μεγάλης αιολικής παραγωγής σε συνήθη σφάλματα

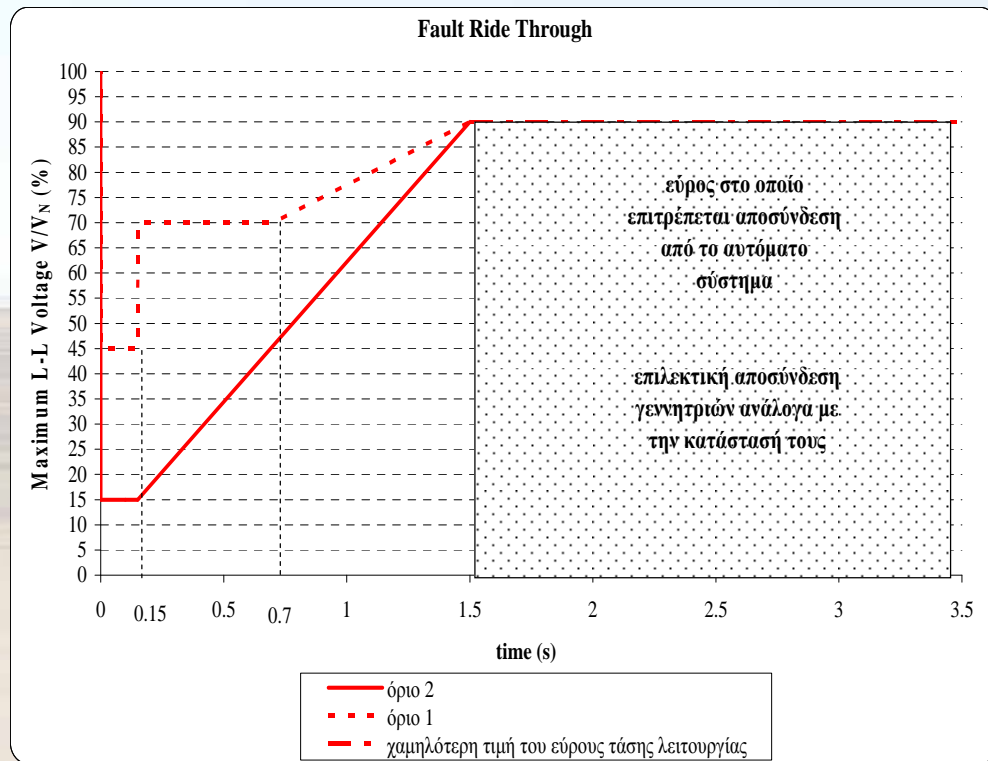
3-φ σφάλμα στο ΚΥΤ Λάρυμνας



Red : $0 < V < 0.4 \text{ pu}$
Yellow : $0.4 < V < 0.6 \text{ pu}$
Blue : $0.6 < V < 0.8 \text{ pu}$

Τεχνικές απαιτήσεις σε Α/Π

ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΔΙΑΛΕΙΠΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Α/Γ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΣΦΑΛΜΑ



- Καθιερωμένη απαίτηση στις περισσότερες χώρες της ΕΕ
- Το 2008 ενσωματώθηκε στον ΚΔΣ&ΣΗΕ
- Η απαιτούμενη τεχνολογία είναι διαθέσιμη από τους μεγάλους κατασκευαστές Α/Γ



Τεχνικές απαιτήσεις σε Α/Π

- Ρύθμιση Αέργου Ισχύος

Αναγκαία η συμμετοχή των Α/Π στη ρύθμιση τάσης

1. Λειτουργία με σταθερό συντελεστή ισχύος
2. Έλεγχος της τάσης σε τοπικό επίπεδο
3. Παροχή αέργου ισχύος στη διάρκεια διαταραχών

Η σημερινή τεχνολογία προσφέρει τις πιο πάνω δυνατότητες

- Ρύθμιση Ενεργού Ισχύος

1. Περιορισμός της αιολικής παραγωγής σε επίπεδο Α/Π
2. Πιθανή συμμετοχή της αιολικής παραγωγής στη ρύθμιση φορτίου – συχνότητας και αυτόματης ρύθμισης παραγωγής.

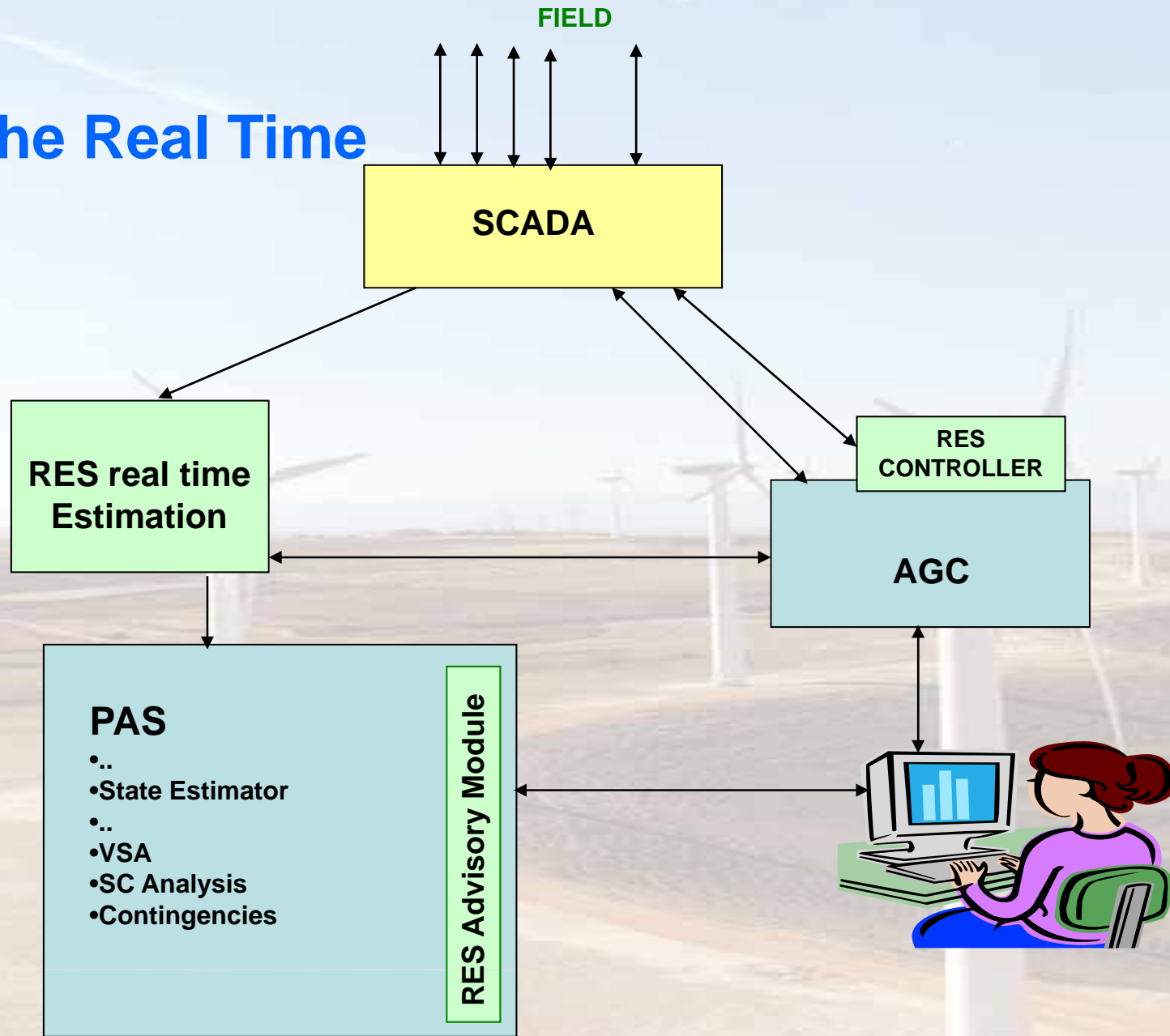


ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ & ΕΛΕΓΧΟΣ

- Ανάγκη για έλεγχο/επίβλεψη σε πραγματικό χρόνο- μεγάλος αριθμός μετρήσεων (τάση, ρεύμα, ενεργός και άεργος ισχύς, Μετεωρολογικά δεδομένα, κατάσταση διακοπών κλπ)
- Προσαρμογή του λογισμικού τηλε-ελέγχου (SCADA) του Συστήματος
- Προσαρμογή λογισμικού στα συστήματα διαχείρισης ενέργειας (Αυτόματος Έλεγχος Παραγωγής-AGC, Εκτιμητής κατάστασης, εφαρμογές ανάλυσης δικτύου κλπ)
- Ημερήσιος Ενεργειακός Προγραμματισμός και λειτουργία της αγοράς
- Επέκταση των τηλεπικοινωνιακών υποδομών
- Αμφίδρομη επικοινωνία ΚΕΕ – Α/Π
 - Αποκεντρωμένος έλεγχος με τοπικά Κ.Ε. ?
 - Τα περιφερειακά ΚΕΕ θα επιφορτίζονται με την εποπτεία και έλεγχο της λειτουργίας των Α/Π σε περιφερειακό επίπεδο.

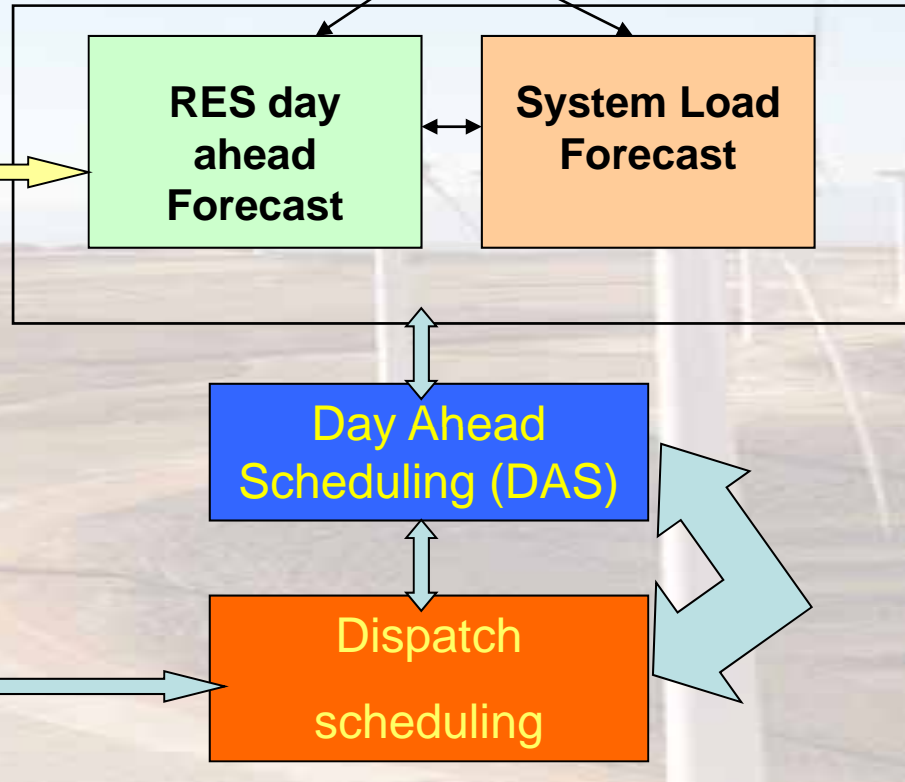
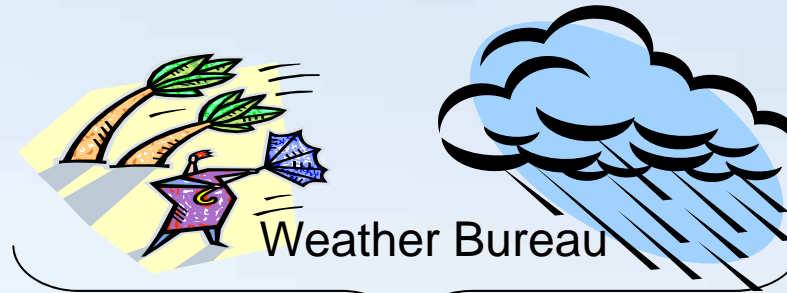


In the Real Time





In the Day Ahead



- Σε εξέλιξη το έργο «Ολοκληρωμένο Επιχειρησιακό Πληροφοριακό Σύστημα» που περιλαμβάνει νέο Σύστημα Ελέγχου Ενέργειας (Energy Management System) με τις Κατάλληλες Λειτουργίες



Πρόβλεψη Αιολικής Παραγωγής

Κρίσιμο τεχνικό ζήτημα

- Σύγχρονες τεχνικές πρόβλεψης αιολικής παραγωγής σε χρονικό ορίζοντα 24 έως 36 ωρών παρουσιάζουν σφάλματα που ανέρχονται έως και 30% της πραγματικής παραγωγής
- Η χρήση αξιόπιστων μετεωρολογικών δεδομένων αυξάνει την ακρίβεια της πρόβλεψης
- Η βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη παρουσιάζει εν γένει μικρότερο σφάλμα
- Η γεωγραφική διασπορά της αιολικής παραγωγής μειώνει το σφάλμα πρόβλεψης
- Η πρόβλεψη της συνολικής παραγωγής μπορεί να υποστηρίζεται και από προβλέψεις σε επίπεδο Α/Π
- Ο ΔΕΣΜΗΕ έχει προμηθευτεί κατάλληλο λογισμικό και το ενσωματώνει στη λειτουργία του ΚΕΕ. Πιλοτική εφαρμογή από το 2008.



Άλλες Σημαντικές Δράσεις ΔΕΣΜΗΕ

- Μελέτες ανάλυσης επιπτώσεων από μεγάλη αιολική παραγωγή και βέλτιστου μείγματος παραγωγής
- Ανάπτυξη μοντέλων προσομοίωσης της δυναμικής συμπεριφοράς του Συστήματος
- Προτάσεις ΔΕΣΜΗΕ για Λειτουργικές Απαιτήσεις σε Α/Γ και ενσωμάτωση στον ΚΔΣ & ΣΗΕ:
 1. Ρύθμιση τάσης
 2. Παρακολούθηση φορτίου – στήριξη συχνότητας
 3. Παρακολούθηση και έλεγχοςσε Δημόσια Διαβούλευση το επόμενο χρονικό διάστημα



Εν κατακλείδι ...

Για την επίτευξη των στόχων απαιτούνται:

- Δράσεις για τη αύξηση της αποδοχής των έργων ΑΠΕ αλλά και των έργων μεταφοράς ΥΤ από τις τοπικές κοινωνίες
- Συνεργασία Διαχειριστών, Παραγωγών και Κατασκευαστών για την επιτυχή αντιμετώπιση των τεχνικών προκλήσεων
- Αποτελεσματικά μέτρα και ρυθμίσεις από την πλευρά της Διοίκησης και των Ρυθμιστικών αρχών

Ευχαριστώ

kabouris@desmie.gr