

**ΜΕΓΑΛΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΠΕ ΣΤΟ  
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

**Προϋποθέσεις για την επίτευξη του στόχου:  
Διείσδυση ΑΠΕ 40% το 2020**

**Μιχάλης Π. Παπαδόπουλος**

**Ομ. Καθ. ΕΜΠ**

**Πρόεδρος ΔΕΣΜΗΕ**

**ΔΕΣΜΗΕ**



# ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΤΟΥ «ΣΤΟΧΟΥ»

- **Εκτίμηση της αναγκαίας το 2020 ισχύος ΑΠΕ**  
Σε πρώτη προσέγγιση, συνολικά 10-12.000MW  
εκ των οποίων 7-9.000MW αιολικά (σε ηπειρωτικό και νησιωτικό χώρο)
- **Προϋπόθεση η δυνατότητα σύνδεσης και παράλληλης λειτουργίας με το ηλεκτρικό σύστημα λόγω:**
  - Αδυναμίας ελέγχου του ρυθμού της ροής της πρωτογενούς ενέργειας των ΑΠΕ και συνεπώς της προσαρμογής τους προς τις ανθρώπινες ανάγκες
  - Δυσχέρειας αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες ποσότητες
  - Εύκολης πρόσβασης στο «ηλεκτρικό δίκτυο», που αποτελεί τμήμα του «Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας» και εκτείνεται πρακτικά παντού.

# ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΠΕ ΣΤΑ ΣΗΕ (1)

## Εξέλιξη και χαρακτηριστικά

- **Ιστορική εξέλιξη των ΣΗΕ:**
  - **Απομονωμένα ΣΗΕ:** προ του 1930 διεθνώς, 1950 στην Ελλάδα (Νησιά)
  - **Διασυνδεδεμένα ΣΗΕ:** σήμερα, σε εθνική και διηπειρωτική έκταση
- **Βασικά χαρακτηριστικά των ΣΗΕ:**
  - **Σταθερή συχνότητα**, έλεγχος ρυθμού παραγωγής ενεργού ισχύος, μέσω της πρωτογενούς πηγής (καυσίμου)
  - **Σταθερή τάση**, έλεγχος ρυθμού παραγωγής αέργου ισχύος - διέγερση γεννητριών και μέσα ρύθμισης δικτύου
- **Χαρακτηριστικά ΑΠΕ:**
  - **Αδυναμία ελέγχου διαθεσιμότητας και ρυθμού της πρωτογενούς πηγής** – ομοιότητα με καταναλώσεις (φορτία)

# ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΠΕ ΣΤΑ ΣΗΕ (2)

## Οι πρώτες διαπιστώσεις

- Αρχικές εφαρμογές - διαπιστώσεις:
  - Μικρή διείσδυση, συγχέονται με μεταβολές φορτίων – επιπτώσεις μόνο στο τοπικό δίκτυο.
  - Μεγάλη διείσδυση, αρχικά σε Μικρά Αυτόνομα ΣΗΕ νησιών, επιπτώσεις στο δίκτυο και στην παραγωγή - ήδη και σε Μεγάλα ΣΗΕ
- Αρχική ερευνητική δραστηριότητα σε αυτόνομα συστήματα:
  - 1990, μετρήσεις- μοντελοποίηση σε Κύθνο (ΔΕΗ-ΕΜΠ)
  - 1990 -95, εφαρμογές σε Λήμνο, (Project JULE II, ανάπτυξη συστήματος κεντρικού ελέγχου), Χίο, μετρήσεις σε Σάμο
  - 1995-00, Κρήτη, Αζόρες κλπ, ολοκληρωμένο σύστημα - CARE
- Διαπίστωση: Όριο διείσδυσης ΑΠΕ 10-12% ετήσιας κατανάλωσης  
Αύξηση σε 15-16% (περίπου) με συστήματα ελέγχου και προβλέψεων περιορισμένης έκτασης



# ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΠΕ ΣΤΑ ΣΗΕ (3)

## Προϋποθέσεις απορρόφησης μεγάλης διείσδυσης

- Στο δίκτυο: «Επάρκεια δικτύου»

- Επεκτάσεις - νέα δίκτυα
- Ενισχύσεις υφισταμένου δικτύου

Στόχος: Σταθερότητα της τάσεως (*Αργές και Ταχείες μεταβολές*)

- Στην Διαχείριση - Λειτουργία του ΣΗΕ

- Εξασφάλιση σταθερότητας της συχνότητας
- Εξασφάλιση της «ευστάθειας»

Απαίτηση: Συνεχής προσαρμογή της παραγωγής στη ζήτηση,

Σε χρόνους τάξεως: Δευτερολέπτων – «*πρωτεύουσα ρύθμιση*»  
Λεπτών – «*δευτερεύουσα ρύθμιση*»  
Ώρας - «*τριτεύουσα ρύθμιση*»

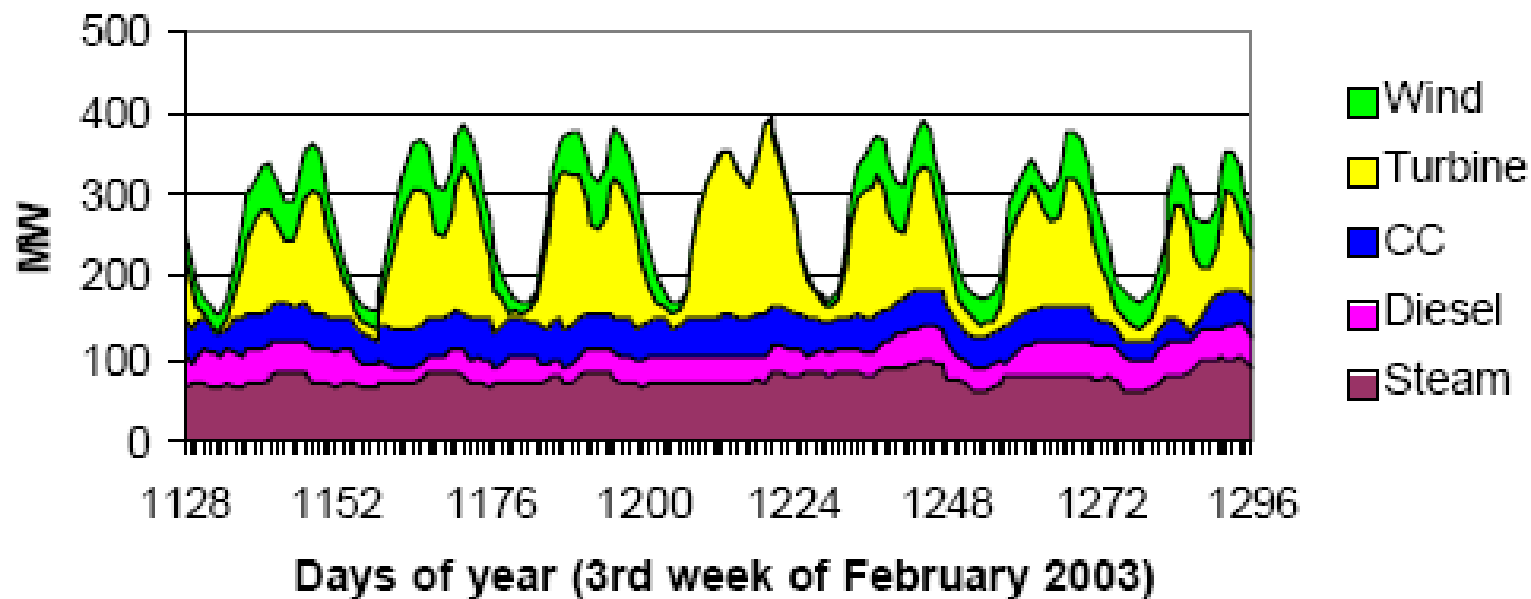
# ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΩΝ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΠΕ (4)

## Μεθοδολογία ανάλυσης

- Προσαρμογή – επέκταση μεθόδων ανάλυσης ΣΗΕ
- Στόχος: Προσδιορισμός «Ορίων Διείσδυσης ΑΠΕ» (Α/Γ)
  - Προσομοίωση λειτουργίας «μόνιμης κατάστασης»-
    - Οικονομική λειτουργία
  - Εξέταση συμπεριφοράς σε «έκτακτες καταστάσεις»
    - Ανώμαλη λειτουργία του ΣΗΕ, μετά από διαταραχή
- Βασικά στοιχεία ανάλυσης
  - (α) Μοντελοποίηση της συμπεριφοράς της παραγωγής, συμβατικής και ΑΠΕ (ιδίως ανέμου και αιολικής παραγωγής)
  - (β) Χρόνοι ανάλυσης: Δευτερόλεπτα και Λεπτά έως Ώρες
- Διαφοροποίηση μεθοδολογίας με το μέγεθος του ΣΗΕ
  - (α) Μικρά – Αυτόνομα ΣΗΕ - *Ενός Ζυγού*
  - (β) Μεγάλα - Διασυνδεδεμένα ΣΗΕ – *Πολλών Ζυγών*

# ΟΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ Α/Γ ΣΕ ΜΙΚΡΑ ΣΗΕ (1)

## Εφαρμογή στην Κρήτη



*Figure 1. Measured data: Typical weekly Crete power system operation*



## ΟΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ Α/Γ ΣΕ ΜΙΚΡΑ ΣΗΕ

### Εφαρμογή στην Κρήτη – το 2003 για το 2010

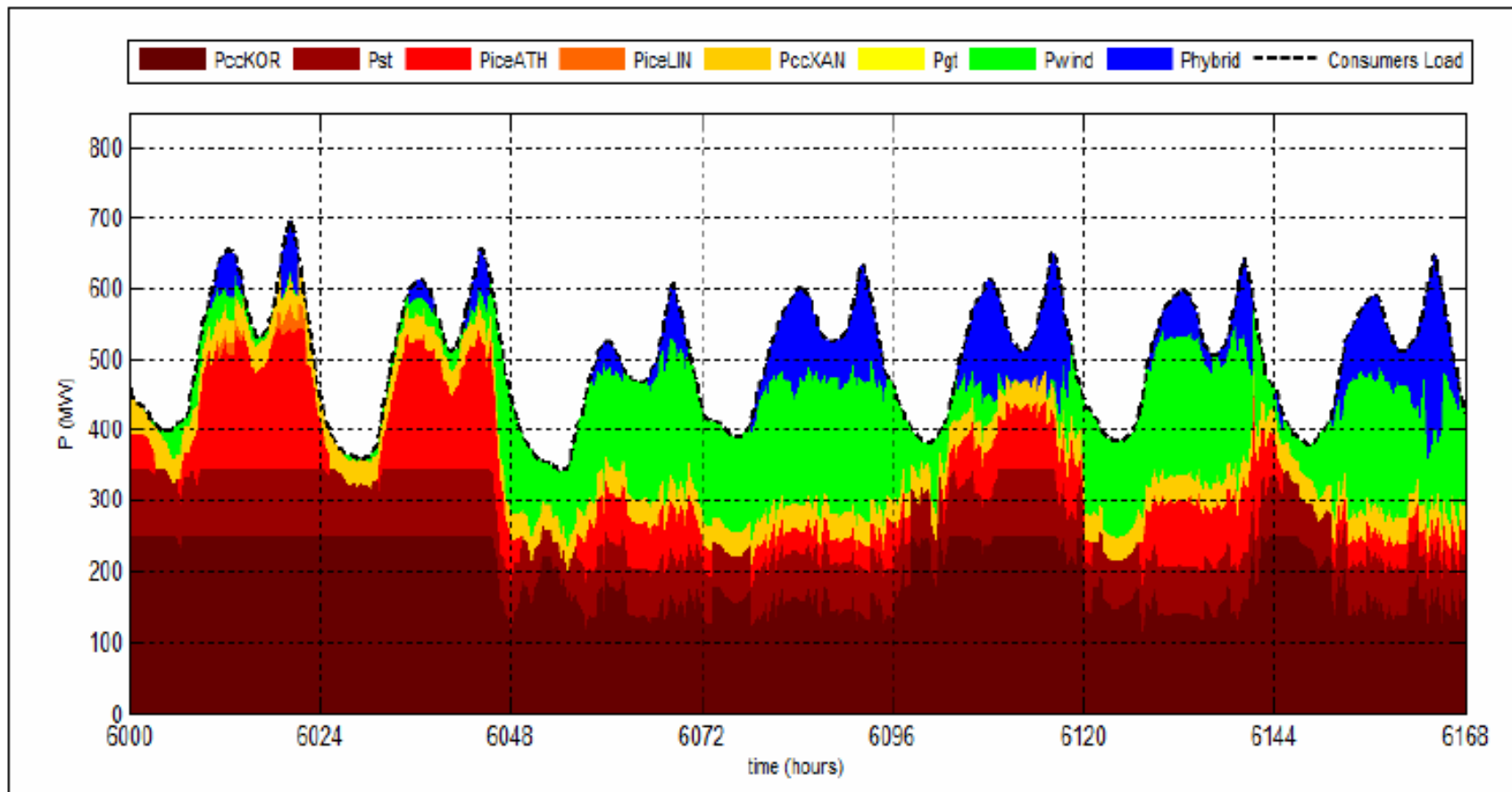
(Εκτίμηση μεταβολής CF για Α/Γ 130-260MW και διάφορα CD, ήτοι:  
στιγμιαία αιολική παραγωγή/συνολική ζήτηση)

2010								
CD	130 MW		160 MW		200 MW		260 MW	
	Production (GWh)	CF(%)	Production (GWh)	CF(%)	Production (GWh)	CF(%)	Production (GWh)	CF(%)
100	414	36,3	509	36,3	636	36,3	827	36,3
40	414	36,3	499	35,6	589	33,6	680	29,9
35	410	36,0	484	34,6	558	31,8	629	27,6
30	399	35,0	460	32,8	516	29,5	569	25,0
25	377	33,1	422	30,1	461	26,3	502	22,0
20	340	29,9	369	26,3	397	22,7	428	18,8

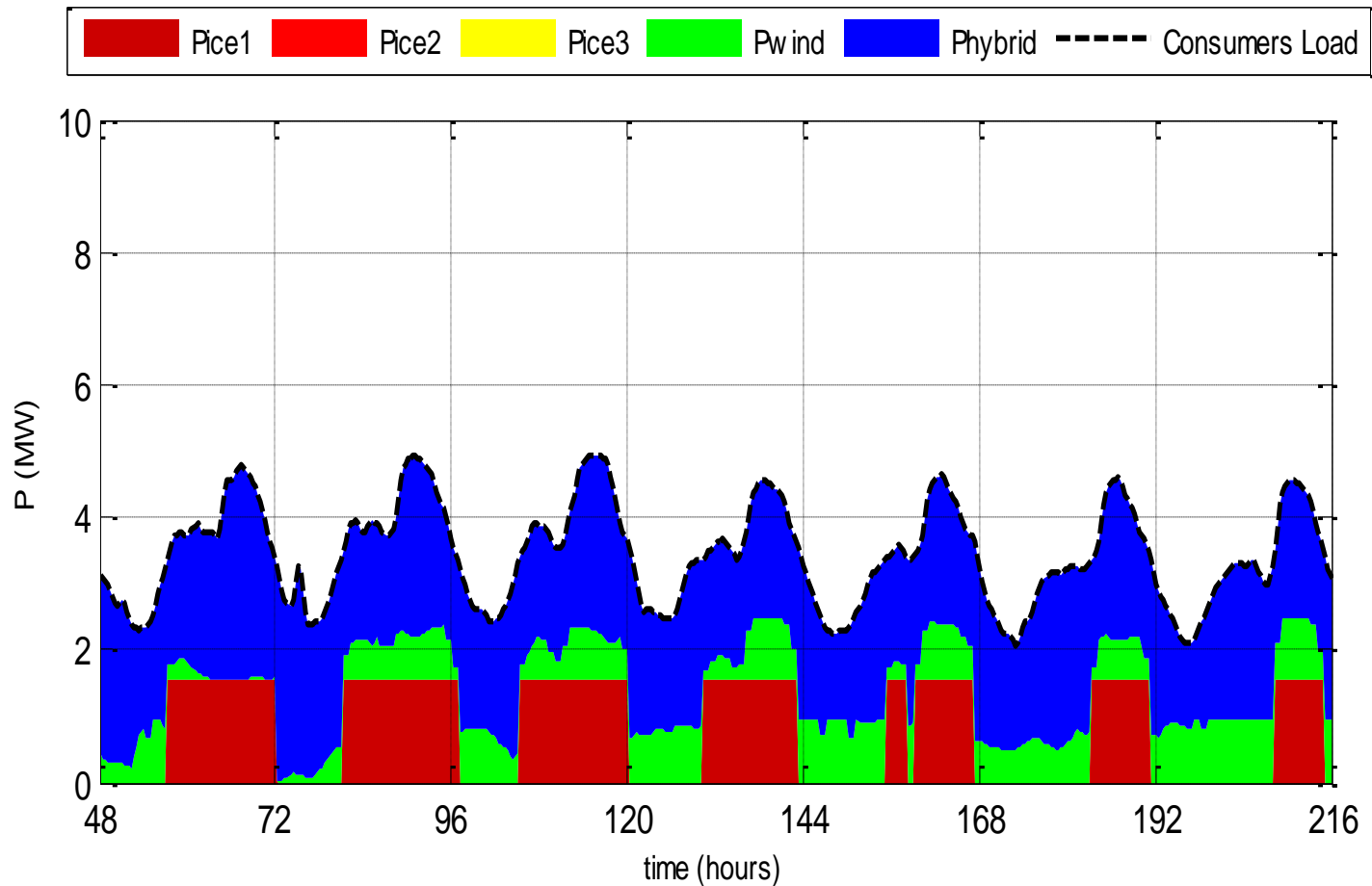


# ΟΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ Α/Γ ΣΕ ΜΙΚΡΑ ΣΗΕ

## Λειτουργία Υβριδικού 250MW στην Κρήτη το 2012

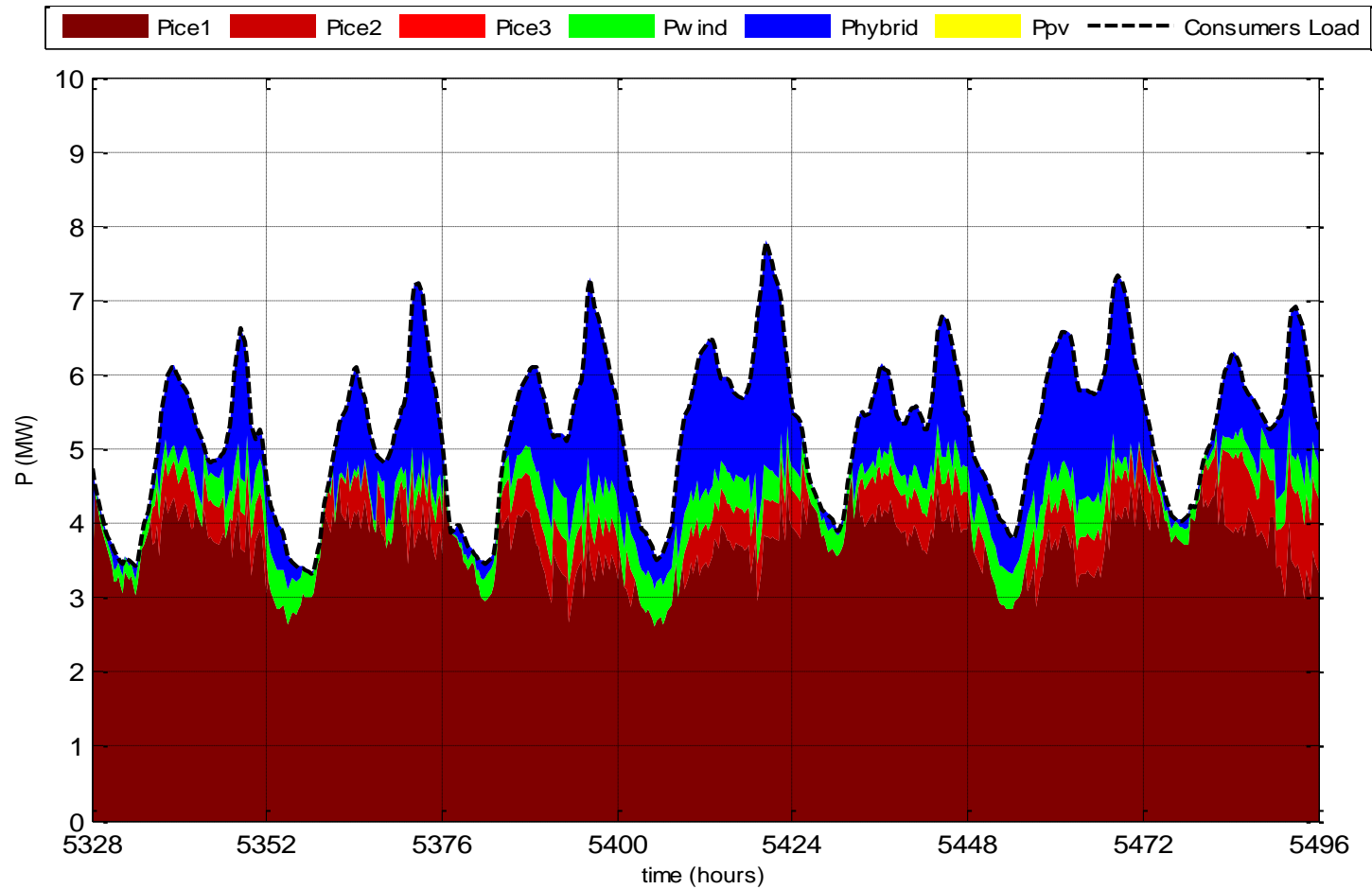


# ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΙΚΑΡΙΑΣ (1) Χειμερινή περίοδος



# ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΙΚΑΡΙΑΣ (2)

## Θερινή περίοδος



## ΟΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΑΠΕ (ΑΙΟΛΙΚΩΝ) ΣΕ ΜΕΓΑΛΑ ΣΗΕ

- **Διαφορές από τα Μικρά ΣΗΕ**
  - **Λαμβάνεται υπόψη το δίκτυο Μεταφοράς**  
(αντί «ΣΗΕ ενός Ζυγού», όπως στα Μικρά αυτόνομα ΣΗΕ)
  - **Το δίκτυο αναπαρίσταται κατάλληλα, με έμφαση στα σημεία εγκατάστασης αιολικών μεγάλης ισχύος ή και ενδεχόμενης ανεπάρκειας μεταφοράς (συμφόρησης)**
  - **Γίνεται κατάλληλη παράσταση των διεθνών διασυνδέσεων, ανάλογα με τις δυνατότητες ανταλλαγών**
- **Διαχείριση του ΣΗΕ**
  - **Συχνά γίνεται με βάση την λειτουργία της αγοράς**  
(αντί με βάση κόστος ή σειρά προτεραιότητας ένταξης των μονάδων)
  - **Ακριβής προσομοίωση της διαχείρισης, βαρύτητα στις μεθοδολογίες πρόβλεψης, ιδίως της αιολικής παραγωγής,**



# ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΞΕΝΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΣΗΕ

## Για την υποδοχή μεγάλης διείσδυσης ΑΠΕ

- **IEA Wind Task 25: Design and operation of power systems with large amounts of wind power (2009).** Παρουσιάζει εμπειρίες και αποτελέσματα σχετικών μελετών διαφόρων χωρών
- **Wind Power Integration and Exchange in the Trans-European Power Markets (“TradeWind”), EWEA**
- **European Wind Integration Study (“EWIS”),**
- **Ten year European Network Plan (2010-20), ENTSO-E,** συμμετοχή ΔΕΣΜΗΕ
- **Εθνικές μελέτες:** Εξετάζουν τις επιπτώσεις και τον σχεδιασμό ανάπτυξης του δικτύου, παράλληλα με τον προγραμματισμό ανάπτυξης και σχεδιασμό της παραγωγής

# ΟΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ Α/Γ ΣΕ ΜΕΓΑΛΑ ΣΗΕ

## Υπάρχουσα διεθνής εμπειρία

- Από IEA Final Report – Task 25: (Νοέμβριος 2009)

Table 21. Regions with high penetration level of wind power.

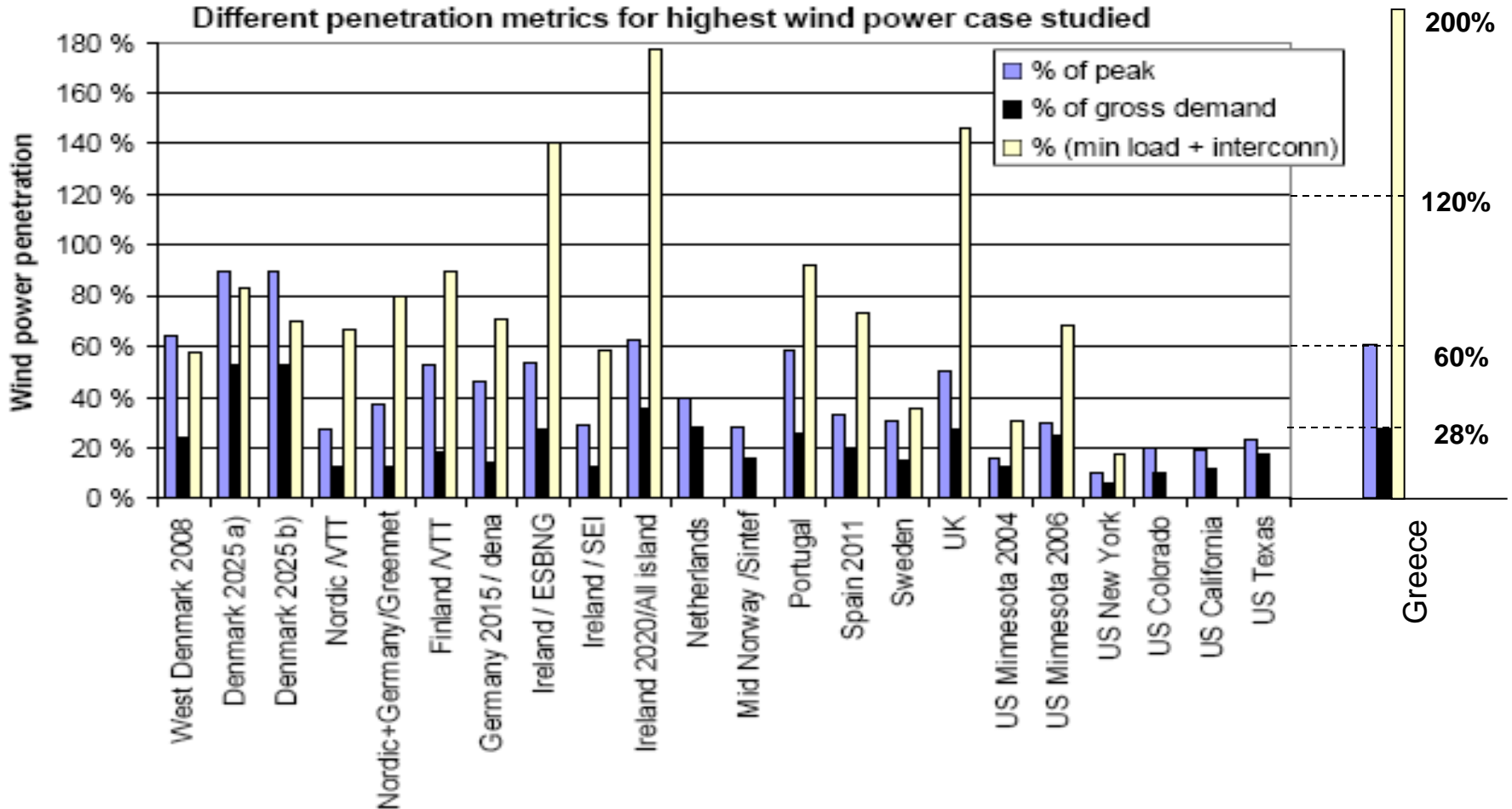
Region	Load			Intercon- nection	Wind power		Wind power penetration	
	Peak MW	Min MW	TWh/a		MW	MW	TWh/a	% of gross demand
West Denmark	3 700	1 400	21	2 570 / 3 070	2 350	5	24 %	59 %
North- Germany	2 000	750	12.6	5 200	2 275	4.2	33 %	38 %
Ireland	5 000	1 800	29	500	745	1.6	8 %	32 %
Spain	38 200	15 300	230	1 800– 2 800	11 615	23.4	10 %	68 %
Gotland, Sweden	160	45	0.93	180	90	0.18	19 %	40 %

Ελλάς(2009) 9.892 3.473 53,9 500/1.000 917 1.908 3,5% 23-25%<sup>14</sup>

# ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

	Αποτελέσματα 2009	Εκτιμήσεις 2020
-Συνολική παραγωγή	<b>53.876 GWh</b>	<b>70.000 GWh</b>
-Παραγωγή ΑΠΕ	<b>7.892 (14,6%)</b>	<b>28.000 (40%)</b>
Μεγάλοι ΥΗΣ	4.955 (9,2%)	5.000 (18%)
Αιολικά	1.908 (3,5%)	20.000 (71%)
Λοιπά	1.028 (1,9%)	3.000 (11%)
- Εγκατεστημένη ισχύς Α/Γ	<b>917MW</b>	<b>9.000MW</b>
-Μέγιστη ζήτηση Συστήματος	<b>9.762</b>	<b>15.000</b>
-Ελάχιστη ζήτηση	<b>3.473</b>	<b>4.500</b>
<b><u>Δείκτες διείσδυσης αιολικών</u></b>		
-Στην ενέργεια	<b>1.908/53.876=3,5%</b>	<b>20.000/70.000=28%</b>
-Στην αιχμή	<b>917/9.762=9,4%</b>	<b>9.000/15.000=60%</b>
-Στο ελάχιστο	<b>917/3.473=26,4%</b>	<b>9.000/4.500=200%</b>
Με αύξηση(*) 500MW	<b>917/3.973=23,1%</b>	<b>9.000/5.000=180%</b>
1.000	<b>=20,5%</b>	<b>/5.500=160%</b>
2.000		<b>/6.500=138%</b>
3.000		<b>/7.500=120%</b>
(*) Λόγω άντλησης ή διασυνδέσεων		

# Ελληνικό Σύστημα 2020: peak 60%, gross demand 28%, min load 200-120%



**Ανάγκη αύξησης της συμβολής διασυνδέσεων - αντλησιοταμίευσης**





ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Α.Ε.

## **ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ**

**ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΩΝ ΕΡΓΩΝ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ – ΜΑΣΜ 2010-14**

**ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

# ΕΡΓΑ ΜΑΣΜ 2010-14

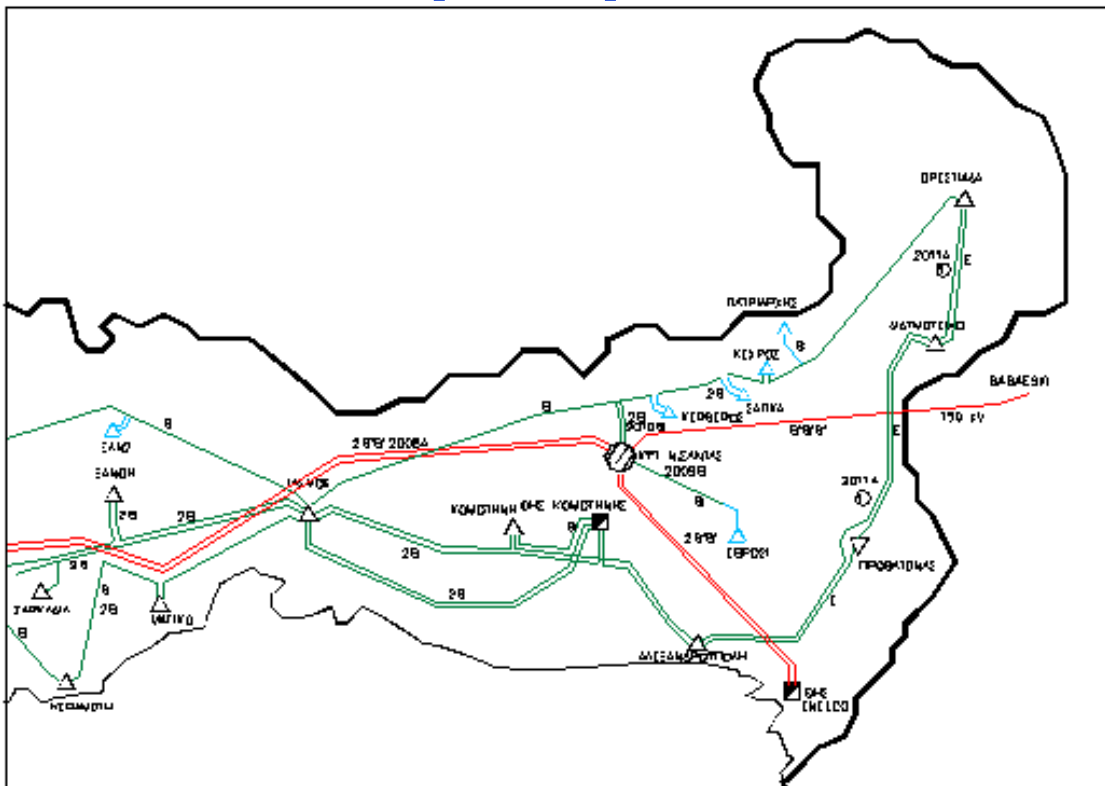
## Συνοπτική αναφορά και κόστος

(Δεν περιλαμβάνεται η διασύνδεση Κυκλάδων, κόστους 400εκ. €)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΩΝ	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΡΓΩΝ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΕΝΤΑΞΗΣ (εκατ. €)					ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΩΝ (εκατ. €)	
	2010	2011	2012	2013	2014	Ένταξη μέχρι το 2014	Ένταξη μετά το 2014
Έργα πλευράς 400kV των ΚΥΤ	25,7	24,3	27,7	42,4	42,2	162,3	157,2
Έργα πλευράς 150kV των ΚΥΤ	7,8	4,8	13,2	16,9	13,8	56,5	51,4
Γραμμές μεταφοράς 400kV	6,8	68	34,7	85,7	165,9	361,1	18
Γραμμές μεταφοράς 150kV	8,8	99,4	38,2	16	13,4	175,8	55
Αντιστάθμιση στο επίπεδο της Υ.Τ.	3,1	3,6	10,5	8	20	45,2	0
Πυκνωτές αντιστάθμισης Μ.Τ.	0,9	1,8	4,8	0,9	0,9	9,3	0
Ενίσχυση υφιστάμενων Υ/Σ του Συστήματος	5,7	3,4	3,7	2,7	2,7	18,2	1,7
<b>ΣΥΝΟΛΟ (εκατ. €)</b>	<b>58,8</b>	<b>205,3</b>	<b>132,8</b>	<b>172,6</b>	<b>258,9</b>	<b>828,4</b>	<b>283,3</b>

# Σημαντικά Έργα ΜΑΣΜ 2010-14 (1)

## Θράκη



Η περιοχή είναι ήδη κορεσμένη

### Νέα έργα:

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

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

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

# Σημαντικά Έργα ΜΑΣΜ 2010-14 (2)

## Εύβοια



• 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

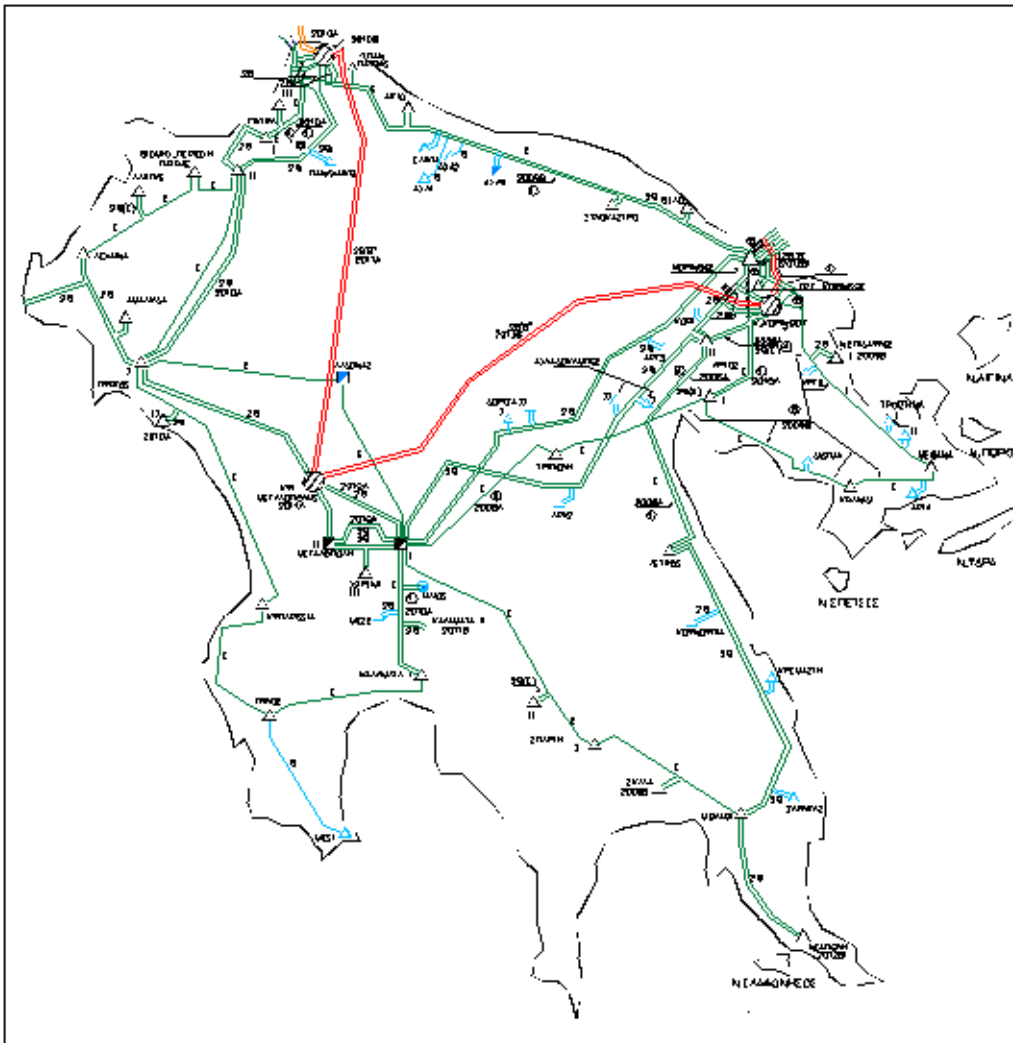
• Γ.Μ. 2B/150 kV Αλιβέρι – Ανατ. Εύβοια (εκτίμηση: 2014)

• 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 Α/Π** επιπλέον

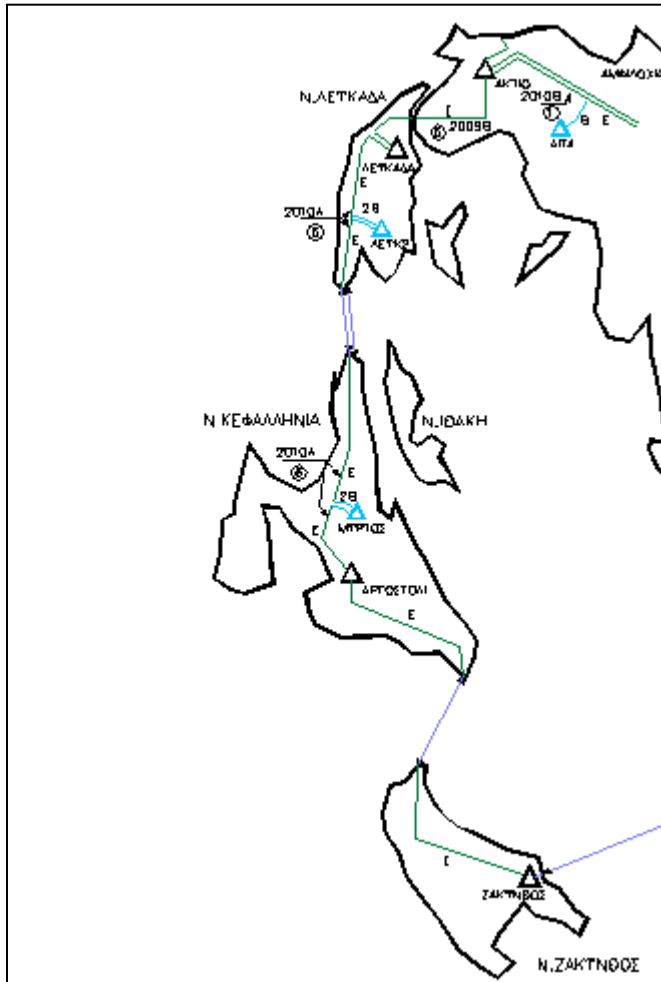
## Πελοπόννησος



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

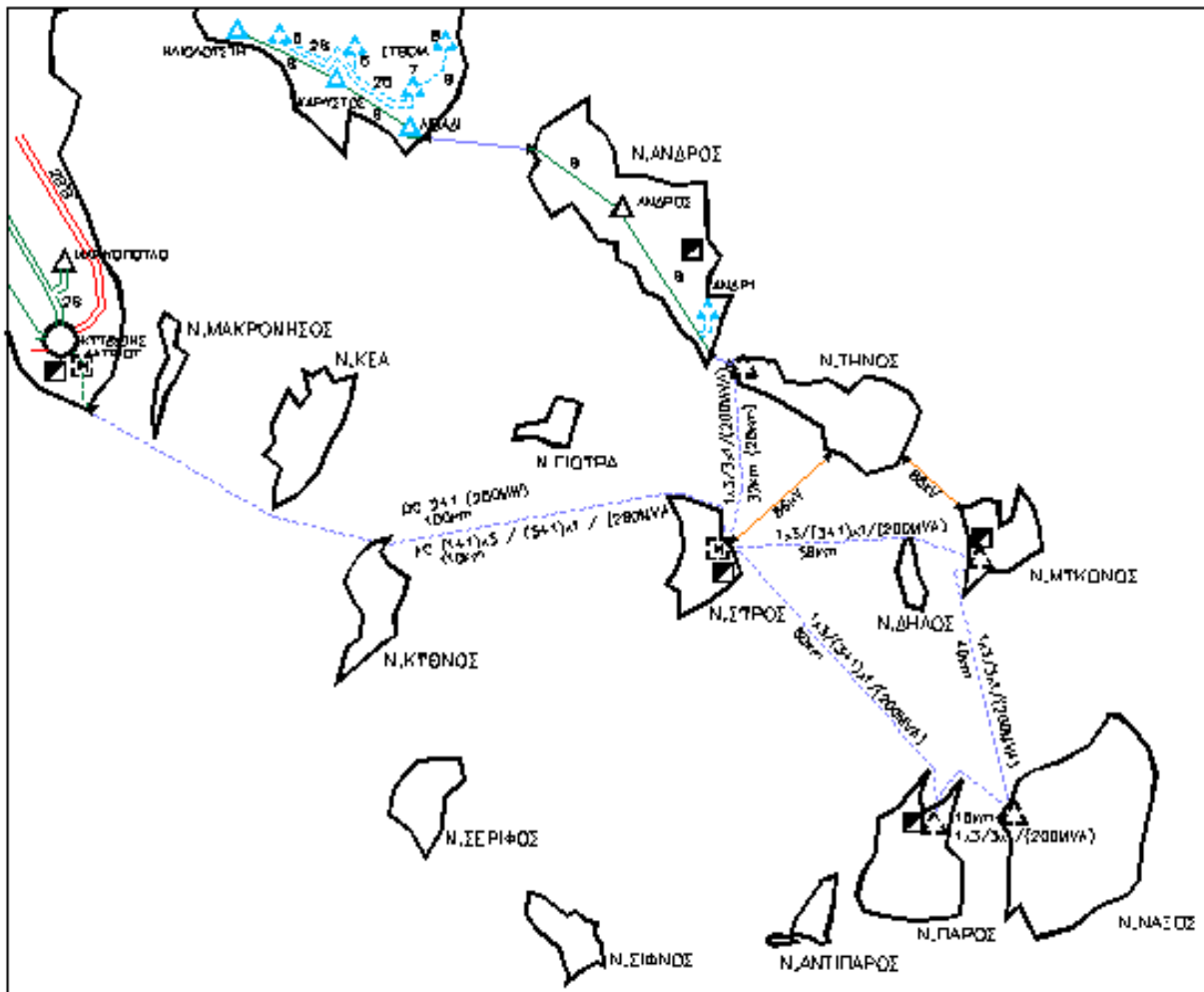
- Γ.Μ. 2B/150 kV Άστρος – Μολάοι (ολοκληρώθηκε το 2007)
- Επέκταση Συστήματος 400 kV προς Πελοπόννησο (ΚΥΤ Πάτρας, Μεγαλόπολης, Κορίνθου και Γ.Μ. για τη σύνδεσή τους στα 400 kV-εκτίμηση: από το 2013)
- Αναβάθμιση βρόχου 150 kV Τροιζηνίας (εκτίμηση: από το 2011-12)
- Μετά τα έργα αναμένεται να μπορεί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

## Νήσοι Ιονίου



- Η περιοχή είναι κορεσμένη
  - Νέα έργα με αποκλειστικό σκοπό την αύξηση απορρόφησης ισχύος από ΑΠΕ:
    - Αναβάθμιση βρόχου 150 kV Άκτιο – Λευκάδα – Κεφαλονιά με αλλαγή αγωγών εναερίων τμημάτων και πόντιση νέου υποβρυχίου καλωδίου Λευκάδα – Κεφαλονιά
- Δυνατότητα μέχρι **200MW**

## 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

# ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ (κορεσμένες περιοχές)

	Περιοχή	Α/Π σε λειτουργία (MW)	Α/Π με Προσφορά Σύνδεσης (MW)	Μέγιστη ικανότητα απορρόφησης ισχύος από Α/Π μετά την ολοκλήρωση των έργων (μαζί με τα σε λειτουργία) (MW)
<b>Κορεσμένες περιοχές</b>	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	2,0	4,0	150-200
<b>Σύνολο</b>		<b>847</b>	<b>1876</b>	<b>5420-5690</b>

\* Εφόσον τεθεί θέμα διασύνδεσης της Κρήτης στο ΚΥΤ Μεγαλόπολης, η σύνδεση νέας παραγωγής Α/Π σε αυτή περιορίζει αντίστοιχα τις δυνατότητες διείσδυσης τοπικής αιολικής παραγωγής.

**Στις υπόλοιπες περιοχές του Συστήματος λειτουργούν Α/Π συνολικής ισχύος 70MW ενώ έχει δοθεί προσφορά σύνδεσης Α/Π συνολικής ισχύος 1074MW**



# ΠΡΟΣΘΕΤΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΑΝΑ ΚΥΤ ΔΥΤΙΚΗΣ ΧΩΡΑΣ (σύνδεση νησιών Αιγαίου)

ΚΥΤ	Δυνατότητα (MW)	Παρατηρήσεις
Παλλήνης	800 στα 400 kV 600 στα 150kV	Περιλαμβάνεται το τμήμα της ικανότητας απορρόφησης των ΚΥΤ Παλλήνης και Λαυρίου που δεν έχει δεσμευτεί για σύνδεση Α/Π σε Περιοχές του Πίνακα της προηγούμενης διαφάνειας
Λαυρίου	100 στα 400 kV 200 στα 150 kV	
Λάρυμνας	1000	
Φιλίππων	500	
<b>Σύνολο</b>	<b>2.400 στα 400KV 800 στα 150kV</b>	

## ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Οι εκτιμήσεις για την ικανότητα απορρόφησης αιολικής ισχύος έγιναν με τις ακόλουθες παραδοχές:

- **Φορτία:** Μέγιστο – ελάχιστο Συστήματος βάσει προβλέψεων ΔΕΣΜΗΕ (ΜΑΣΜ)
- **Παραγωγή:** (αβεβαιότητες σχετικά με χρόνο κατασκευής και ένταξης νέων μονάδων παραγωγής )
  - **Βοιωτία:** «Αλουμίνιον της Ελλάδος», 334MW (δοκιμαστική λειτουργία), «ΗΡΩΝ II» 435MW, «Θίσβη» 421.6(MW) και «Άγιος Νικόλαος» 412MW (υπό κατασκευή)
  - **Αλιβέρι:** Σ.Κ. ΔΕΗ 360 – 400 MW (Άδεια παραγωγής)
  - **Μεγαλόπολη:** Σ.Κ. ΔΕΗ 850 MW. (Άδεια παραγωγής) με απόσυρση λιγνιτικών I και II (250MW)
  - **Θράκη:** Νέα συμβατική παραγωγή της τάξεως των 800MW
  - **Κόρινθος:** Νέα συμβατική παραγωγή της τάξεως των 450MW στο Σύστημα 150kV στα κατάντη του ΚΥΤ Κουμουνδούρου
- **Α/Π ΕΔΣ:** θεωρήθηκαν τα εγκατεστημένα ή με σύμβαση/άδεια παραγωγής Α/Π με ταυτοχρονισμό 60-70%.

Η παραγωγή των θερμικών μονάδων περιορίζεται έως τα τεχνικά τους ελάχιστα ώστε να μεγιστοποιείται η αιολική διείσδυση

# ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

## Τιθέμενοι στόχοι και ενέργειες ΔΕΣΜΗΕ

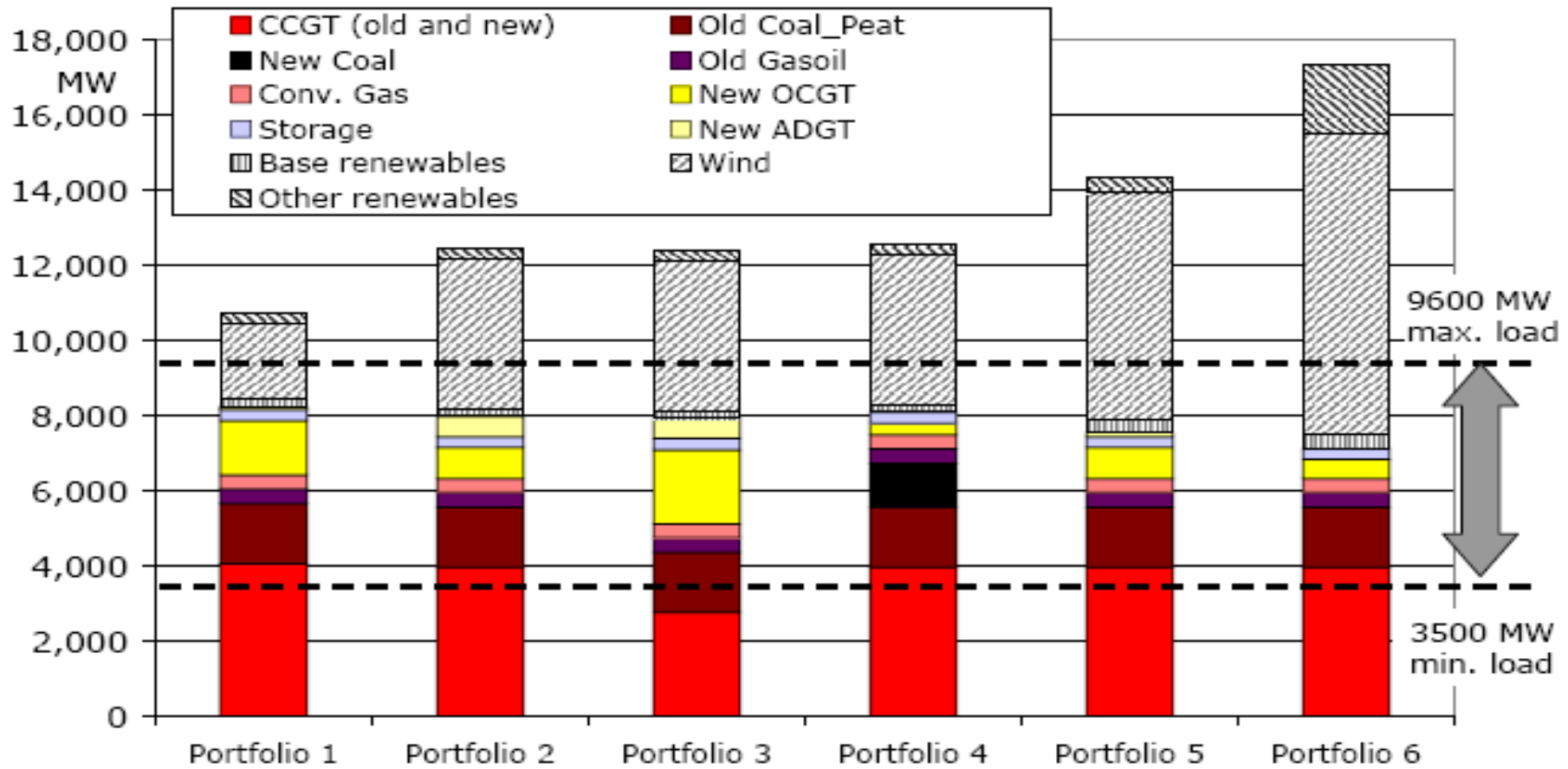
- Στα πλαίσια της ΜΑΣΜ 2011-20, θα εκπονηθεί ειδικότερη Μελέτη, για τις «**Προϋποθέσεις για την επίτευξη του στόχου ΑΠΕ 2020**», αναφορικά με:
  - **Παραγωγή** (χαρακτηριστικά μονάδων συμβατικής και ΑΠΕ),
  - **Σύστημα Μεταφοράς, Διασυνδέσεις,**
  - **Απαιτήσεις Έλεγχου λειτουργίας** (περιλαμβανομένων μέσων αποθήκευσης) και σε επόμενο βήμα και την **Λειτουργία της Αγοράς**
- Σχετικές ενέργειες:
  - Προμήθεια λογισμικού και εκπαίδευση προσωπικού (WILMAR)
  - Ενεργός συμμετοχή του ΔΕΣΜΗΕ στις εργασίες του ENTSO-E
    - 10-Year Network Development Plan-Central South / South-East Region
    - System Adequacy Forecast 2010-25
- Διασυνδέσεις νησιών Αιγαίου, αξιοποίηση ΑΠΕ

**ΕΠΗΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ -  
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ**

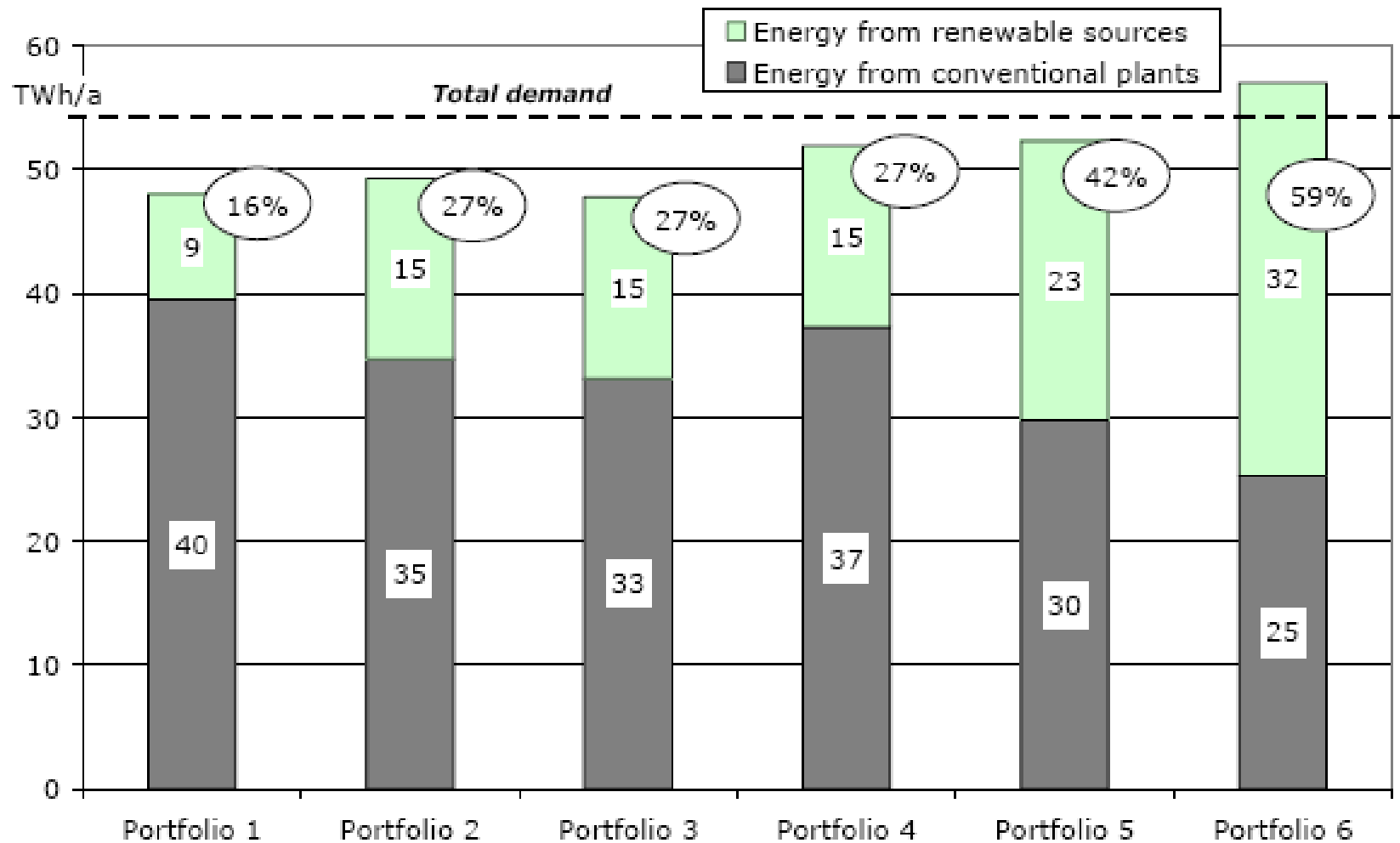
**ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΩΝ  
ΜΕΓΑΛΗΣ ΔΙΕΙΔΥΣΗΣ ΑΠΕ ΣΕ ΜΕΓΑΛΑ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

**Δ Ε Σ Μ Η Ε**

# IRELAND 2020/All island grid study



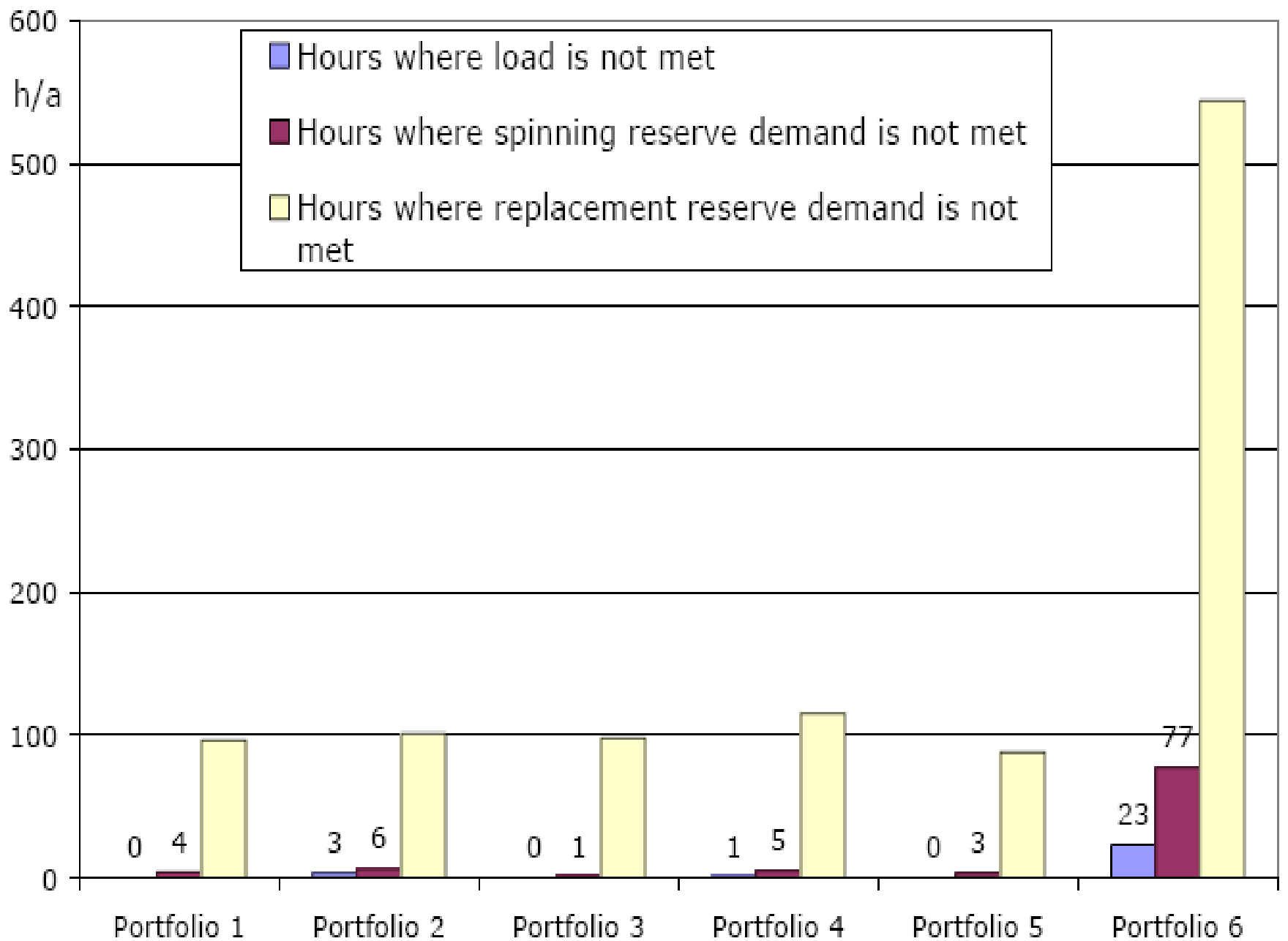
Share of renewable capacity	23 %	36 %	36 %	36 %	47 %	59 %
-----------------------------	------	------	------	------	------	------



Capacity factor ren. generators	39 %	37 %	37 %	37 %	38 %	35 %
Capacity factor conv. generators	55 %	50 %	48 %	62 %	45 %	41 %

xx %

Renewable energy share in total annual demand



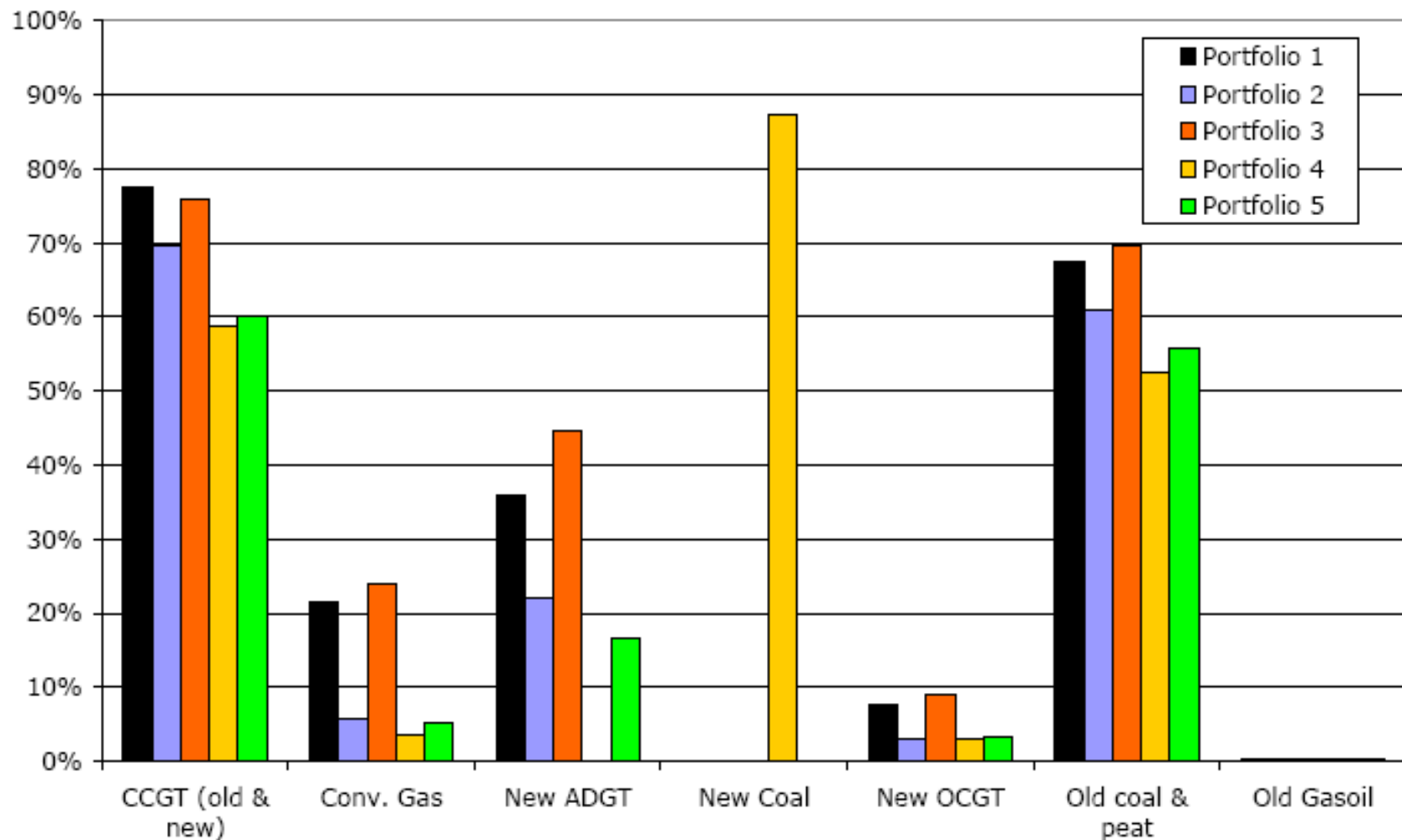
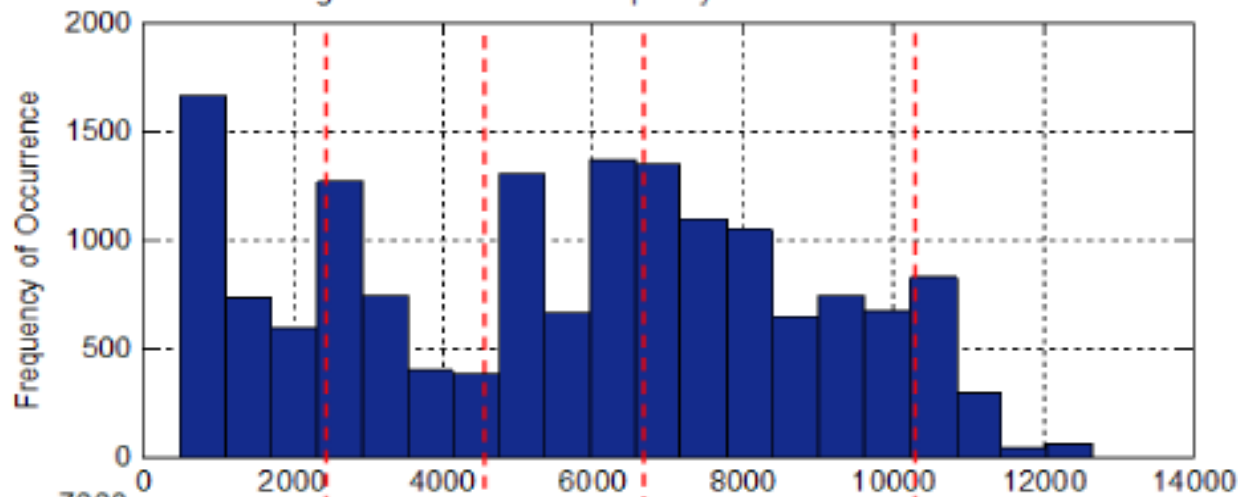
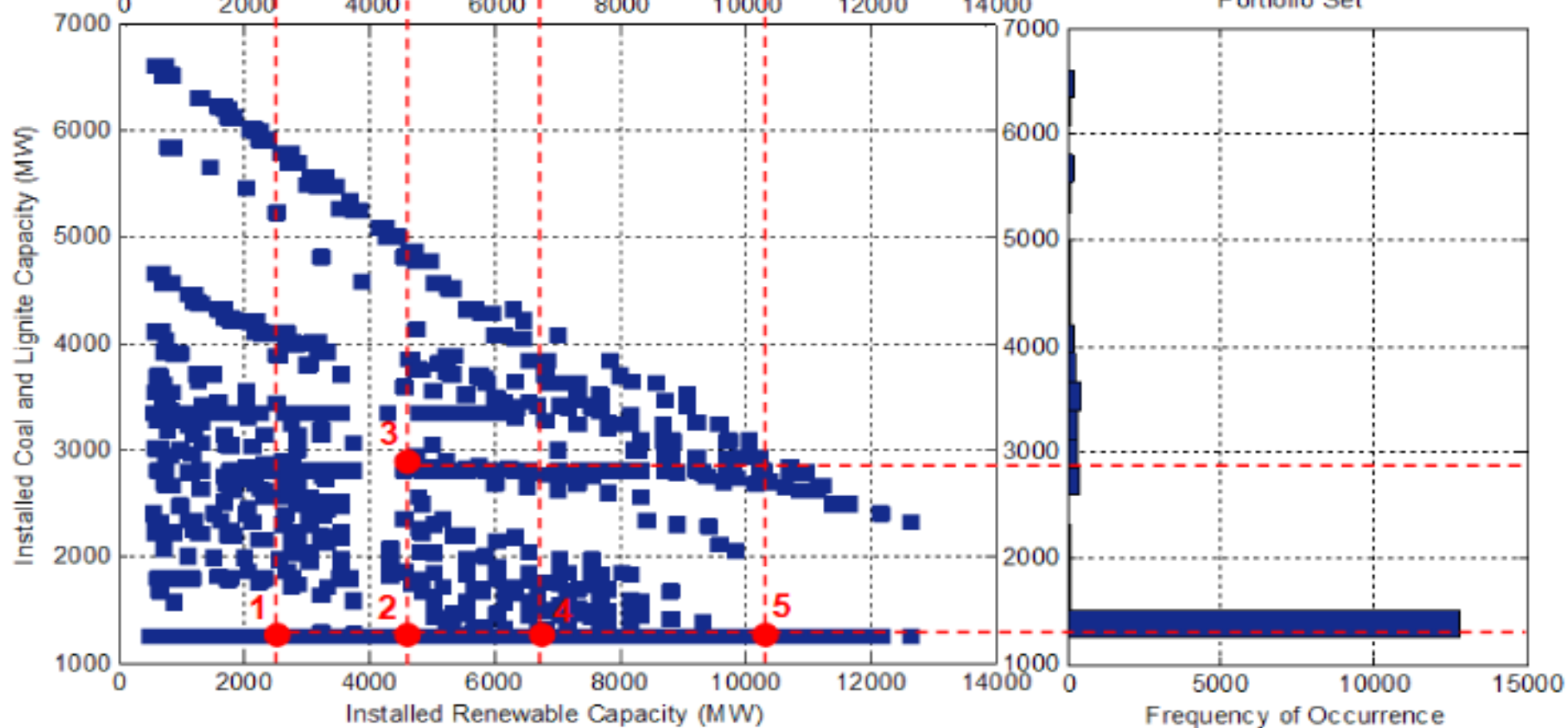


Figure 3-8: Capacity factors of conventional generators

Histogram of Renewable Capacity in Resultant Portfolio Set



Histogram of Coal and Lignite Capacity in Resultant Portfolio Set





### Increase in balancing cost

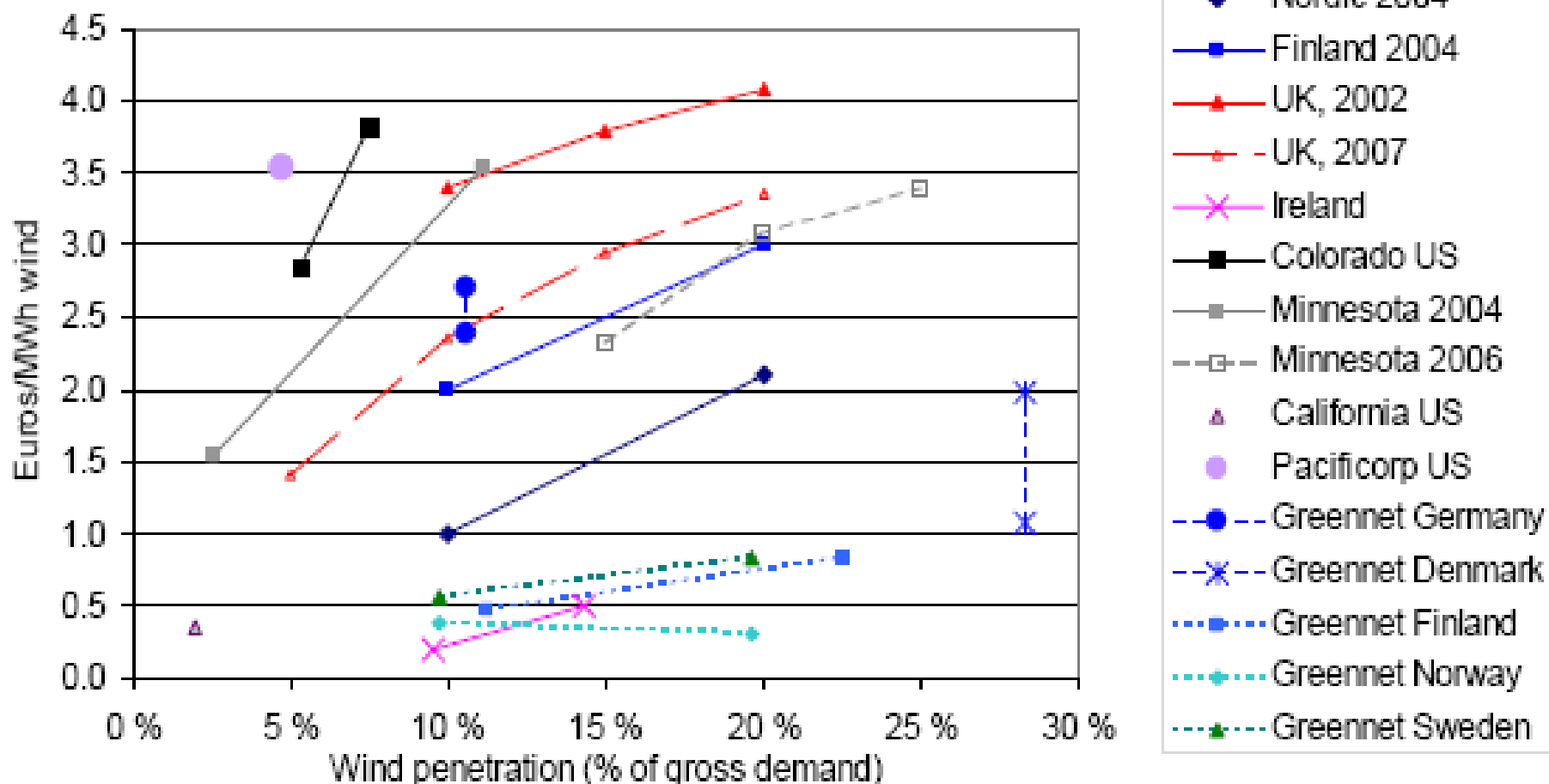


Fig 57. Results from estimates for the increase in balancing and operating costs due to wind power. The currency conversion used here is 1 € = 0.7 £ and 1 € = 1.3 US\$. For UK, 2007 study the average cost is presented here, the range in the last point for 20 % penetration level is from 2.6 to 4.7 €/MWh.

## Από ΙΕΑ Final Report – Task 25

Increase in reserve requirement

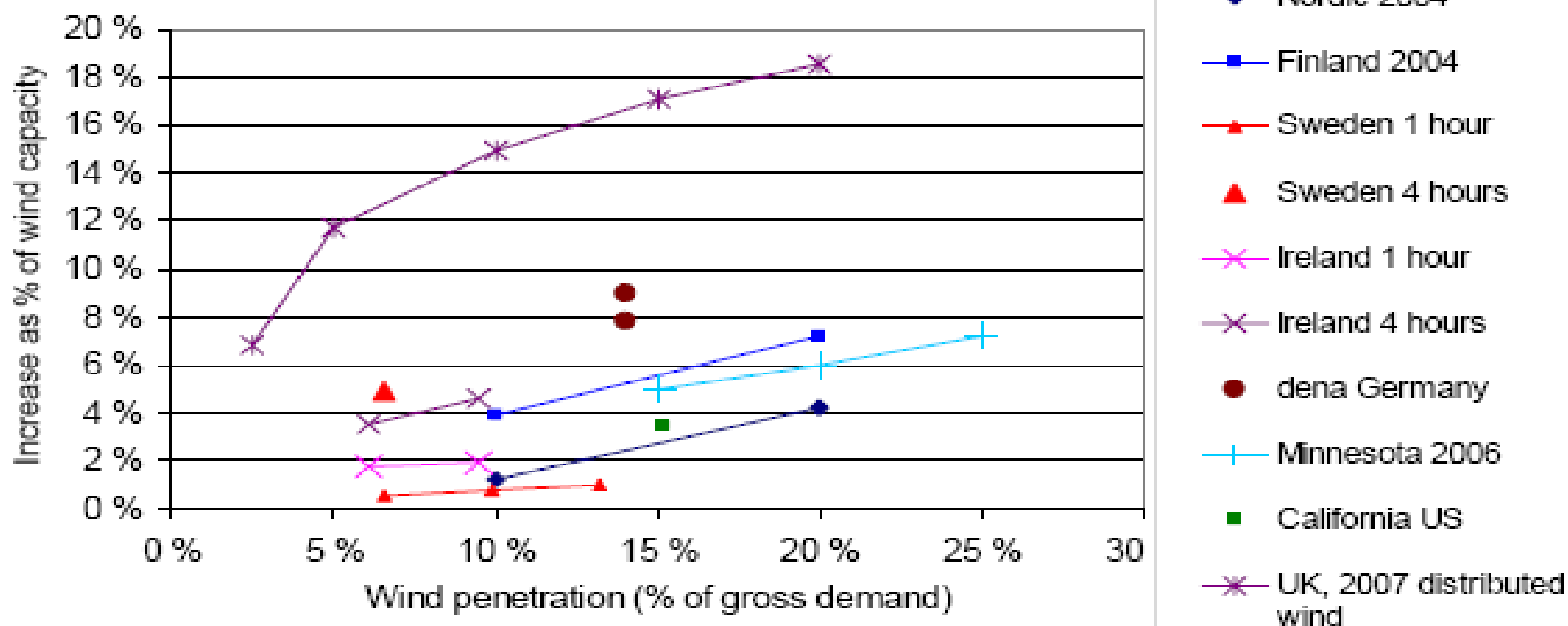


Fig 56. Results for the increase in reserve requirement due to wind power. German Dena estimates are taking into account the day-ahead uncertainty (for up and down reserves separately) and UK the variability of wind 4 hours ahead. In Minnesota and California, day ahead uncertainty has been included in the estimate. For the others the effect of variations during the operating hour is considered For Ireland and Sweden the 4 hour-ahead uncertainty has been evaluated separately.



**ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ**  
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Α.Ε.

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΟΔΟΙ**

**ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ**

**ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

# ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

## ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΥΤ (150kV)

- Ρίου-Αντιρρίου, Εύβοιας, Κέρκυρας (66kV-150kV)
- Ιόνια νησιά (Λευκάδα - Κεφαλονιά – Ζάκυνθος-Κυλλήνη),
- Πέραμα-Σαλαμίνα
- Άκτιο - Πρέβεζα
- Κυκλάδων
- Διασύνδεση Ελλάδας-Ιταλίας (με DC)

## ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΤ (Νησιών)

Σε λειτουργία 65 διασυνδέσεις νησιών, με το Σύστημα ή μεταξύ τους, που κατασκευάστηκαν:

- 1961-70: 13 (6 έχουν τροποποιηθεί τα επόμενα χρόνια)
- 1971-80: 22 (2 έχουν τροποποιηθεί τα επόμενα χρόνια)
- 1981-90: 20
- 1991-σήμερα: 10

## ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΝΗΣΙΩΝ

- Οικονομία-καλύτερη εξυπηρέτηση, με την κατάργηση των ΑΣΠ, ανάλογα με τις τεχνικές δυνατότητες και τα οικονομικά δεδομένα

# ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΣΗΜΕΡΑ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΟΚΟΜΕΝΑ ΟΦΕΛΗ

- **ΜΕΓΑΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΟΔΟΣ**

(α) Στα καλώδια και (β) Στους Μετατροπείς AC/DC και DC/AC

- **ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ**

## Τεχνολογία AC

- Μικρές αποστάσεις (μέχρι 80-90km) και σχετικά μικρή μεταφερόμενη ισχύς
- Ανάγκη αντιστάθμισης της χωρητικής ισχύος των ΥΒΚ (επαγωγικά πηνία ή SVC)

## Τεχνολογία DC

- Προσφέρεται για μεγάλες αποστάσεις και μεταφερόμενες ισχύεις
- Απαιτεί Μετατροπείς AC/DC και DC/AC στα άκρα
- Παρέχει μεγάλη ευχέρεια στον έλεγχο της ροής ισχύος
- **ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΤΩΝ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΝ**
  - Υποκατάσταση της ηλεκτροδότησης από πηγή μικρότερου κόστους
  - Μεγαλύτερα, ανάλογα με το μέγεθος του νησιού, αντιστρόφως ανάλογα προς το κόστος (μήκος) της διασύνδεσης
- **ΠΛΗΡΕΣΤΕΡΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΕ**
  - Δυνατότητα απορρόφησης χωρίς περιορισμούς

# ΜΕΛΕΤΕΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΝΗΣΙΩΝ

1. ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΚΡΗΤΗΣ (*Από ΔΕΗ ~ 1988*)
2. ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ
  - α) Μελέτη ΔΕΗ (1990), αντιδράσεις-δικαστική εμπλοκή
  - β) Προκαταρκτική μελέτη ΕΜΠ (2004)
  - γ) Προμελέτη ΡΑΕ-ΔΕΣΜΗΕ-ΔΕΗ (2005), ΜΑΣΜ 2006-10
  - δ) Κατασκευή από ΔΕΗ – (Προκήρυξη σε διαβούλευση)
3. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ: (*Από ΕΜΠ, με ανάθεση της ΡΑΕ, 2006*)

## ΣΚΟΠΟΣ:

- Δυνατότητα-Σκοπιμότητα διασύνδεσης των νησιών του Αιγαίου με κύριο στόχο την υποκατάσταση των ΑΣΠ
- Επιπτώσεις σύνδεσης αιολικών 100% αντί 25% του Pmax

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

- Επέκταση Διασύνδεσης Κυκλάδων (Ιος, Θήρα)
- Διασύνδεση νησιών Βορείου Αιγαίου (Χίου, Λέσβου, Ικαρίας, Σάμου, Λήμνου) με το Σύστημα
- Διασύνδεση της Κρήτης με το Σύστημα
- Διασύνδεση των Δωδεκανήσων μεταξύ τους και σε επόμενο σταδιο
- Διασύνδεση: Σύστημα-Κρήτη-Δωδεκάνησα (προκαταρκτική εξέταση)

# ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΣΕΩΝ ΤΩΝ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ (ΕΜΠ – ΡΑΕ 2006)



# ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΜΠ-ΠΑΕ 2006

## ΤΕΧΝΙΚΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ

- Σε όλες τις περιπτώσεις που εξετάστηκαν και για διάφορες παραλλαγές διαπιστώθηκε ότι είναι δυνατή η διασύνδεση των νησιών, με την εγκατάσταση ΥΒΚ DC ή AC, των νέων τεχνολογιών.

## ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ

### 1. Διασυνδέσεις Βορείου Αιγαίου και επέκτασης Κυκλάδων

- Η οικονομικότητα για όλα τα νησιά εκτός της Δήμνου, είναι σαφής.

### 2. Διασύνδεση της Κρήτης

- Είναι σαφώς οικονομικότερη από την Αυτοδύναμη Ανάπτυξη, και σε κάθε περίπτωση, η χρήση ΦΑ αντί Πετρελαίου.

- Η οικονομικότητα θα μπορούσε να αυξηθεί αν περιοριστεί η απαίτηση διατήρησης εφεδρείας 100% με τοπική παραγωγή.

### 3. Διασύνδεση Δωδεκανήσων

- Η μεταξύ τους διασύνδεση φαίνεται συμφέρουσα.

- Η διασύνδεση με την Κρήτη και ταυτόχρονα της Κρήτης με το Σύστημα εμφανίζεται συμφέρουσα, αλλά απαιτείται εκτενέστερη ανάλυση και μελέτη, τεχνική και οικονομική.





# ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΝΗΣΙΩΝ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (ΔΕΣΜΗΕ 2010)

## Στόχος η δημιουργία υποδομής που θα επιτρέπει:

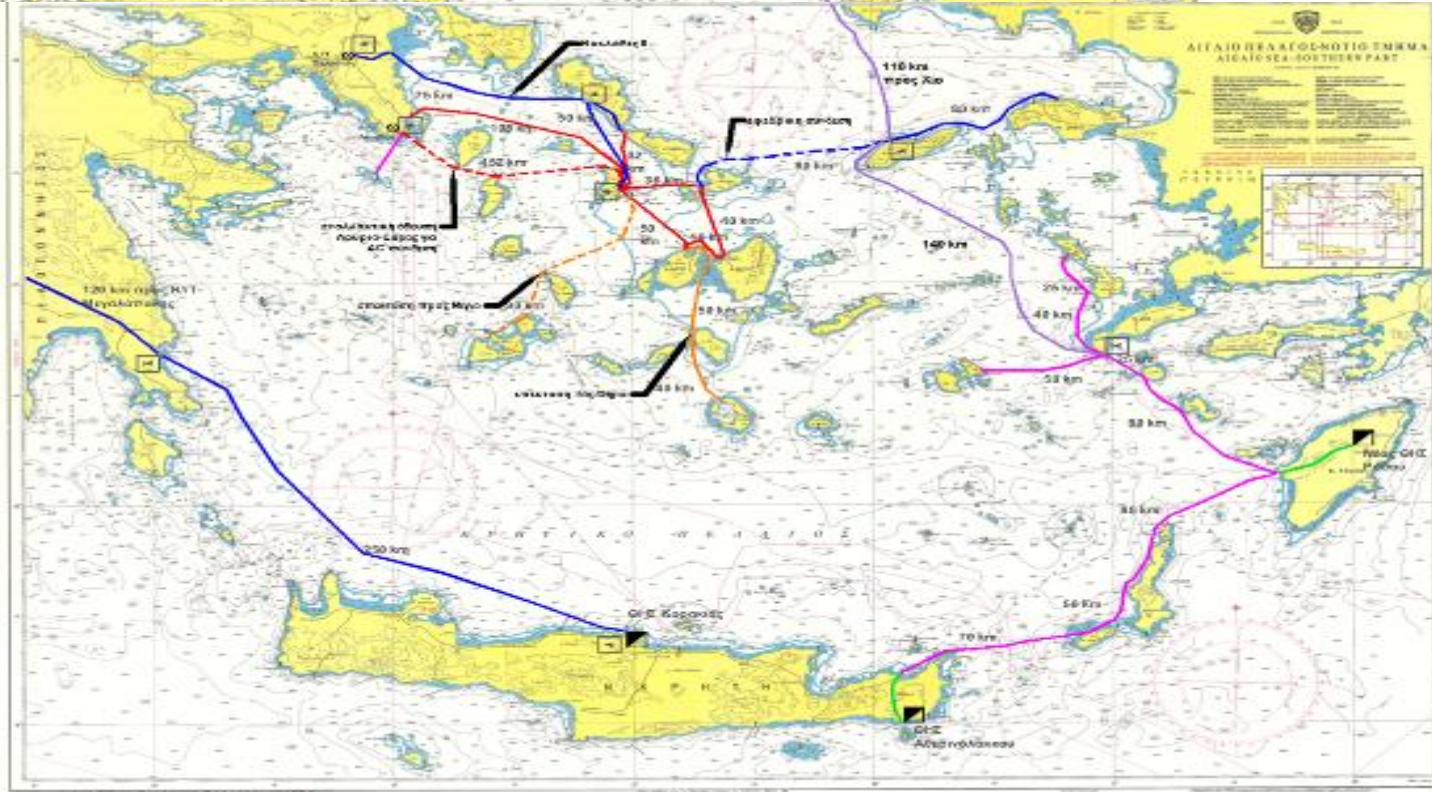
- Ελαχιστοποίηση της χρήσης πετρελαίου για την ηλεκτροδότηση των νησιών
- Μέγιστη δυνατή αξιοποίηση των ΑΠΕ των νησιών (κυρίως του πλούσιου αιολικού δυναμικού τους)

## Αξιοποίηση

- α) Προηγούμενων μελετών και εμπειριών
- β) Δυνατοτήτων νέων τεχνολογιών
- γ) Επενδυτικών προτάσεων χορήγησης Αδειών Παραγωγής που έχουν υποβληθεί στην ΡΑΕ

**ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ  
ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΟΥ  
ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΣΕΩΝ  
ΝΗΣΙΩΝ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

**ΔΕΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ  
ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ  
(ΔΕΣΜΗΕ 2010)**



**ΔΕΣΜΗΕ**

# ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΝΗΣΙΩΝ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (ΔΕΣΜΗΕ 2010)

## Στόχοι και Προτάσεις

- Η Μελέτη καθορίζει την βασική υποδομή ενός «δικτύου διασυνδέσεων» όλων των νησιών του Αιγαίου και την ενσωμάτωση τους στο Σύστημα.
- Καταργούνται οι ΘΗΣ, πλην Κρήτης και Ρόδου και δημιουργείται η δυνατότητα απορρόφησης αιολικής ισχύος της τάξεως των 3.200MW (έναντι συνολικής 9.000MW, αναγκαίας για την επίτευξη του στόχου του 2020).
- Η ισχύς των αιολικών που μπορεί να διασυνδεθούν υπερβαίνει σημαντικά την συνολική μέγιστη ζήτηση των νησιών
- Η οικονομικότητα των προτεινομένων συναρτάται με τον όλο τρόπο χρηματοδότησης και συμμετοχής των επενδυτών αιολικών εγκαταστάσεων στα νησιά ή και τη θάλασσα.
- Η εκτίμηση του οφέλους για τους καταναλωτές μπορεί να προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη την αποφυγή των αντίστοιχων ΥΚΩ που καταβάλλονται στη ΔΕΗ.



## ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΤΟΥ ΣΤΟΧΟΥ 40% ΤΟ 2020

- **Η Επάρκεια του Δικτύου**, μπορεί επιτευχθεί εφόσον υλοποιηθούν έγκαιρα τα προγραμματιζόμενα έργα
- **Η Ομαλή Λειτουργία** του Συστήματος δεν είναι εξασφαλισμένη, απαιτείται περαιτέρω μελέτη (ανάλυση και καθορισμός ακριβούς τρόπου λειτουργίας, χαρακτηριστικών μονάδων παραγωγής, εγκαταστάσεων αποθήκευσης, ενίσχυση διεθνών διασυνδέσεων και καθορισμός νέων τρόπων λειτουργίας κλπ) και εξοπλισμός (συστήματα ελέγχου, προβλέψεων κλπ)
- **Επεκτάσεις του Συστήματος**, μπορεί να γίνουν ώστε να διασυνδεθεί σε αυτό το σύνολο των νησιών
- **Διαδικασία σταδιακής ένταξης ΑΠΕ**, συντονισμός αδειοδοτήσεως ΑΠΕ και δυνατοτήτων του Συστήματος