



## Η ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ ΙΔΙΩΤΙΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΑΠΕ

**Ι.Κ. Καλδέλλης, Δ.Π. Ζαφειράκης, Α. Κονδύλη\***

Εργαστήριο Ήπιων Μορφών Ενέργειας & Προστασίας Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Πειραιά

\*Εργαστήριο Αριστοποίησης Παραγωγικών Συστημάτων, ΤΕΙ Πειραιά  
E-mail: [jkald@teipir.gr](mailto:jkald@teipir.gr), <http://www.sealab.gr>

**RENES 2010: 4ο Εθνικό Συνέδριο.  
Η Εφαρμογή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας,  
10-12 Μαΐου 2010, Αθήνα**



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ (1/2)

- ✓ Αντιμετώπιση **περιβαλλοντικών προβλημάτων** και ενίσχυση της επάρκειας **ενεργειακού εφοδιασμού**
- ✓ Σειρά **νομοθετικών μέτρων** και **κεφαλαιουχικές επιδοτήσεις** για την υποστήριξη έργων ΑΠΕ
- ✓ Δέσμευση σε εθνικό επίπεδο για **υλοποίηση ευρωπαϊκών στόχων** για προκαθορισμένο ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην εγχώρια ηλεκτροπαραγωγή (προσθήκη **8-10GWe** την ερχόμενη δεκαετία)
- Υψηλό **κόστος υποστηρικτικών δράσεων** και **αρνητική οικονομική συγκυρία**
- Καταγραφή και **ποσοτικοποίηση** του συνόλου των **οικονομικών ενισχύσεων**
- Ανάλυση **κύκλου ζωής** (κόστος αρχικής επιδότησης, εγγυημένη τιμή διάθεσης της παραγόμενης kWh, τυχόν φορολογικές απαλλαγές κ.ά.)



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ (2/2)

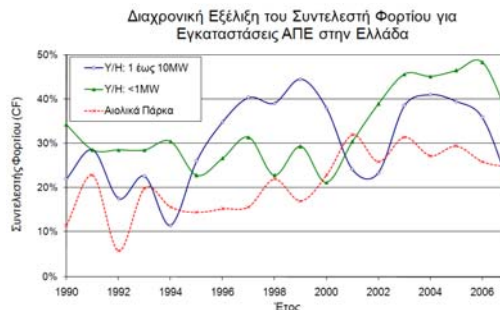
- ✓ Προσπάθεια **δίκαιης αξιολόγησης** ⇒ συστηματική καταγραφή και ποσοτικοποίηση των **κοινωνικών ωφελειών** από την υλοποίηση και μακρόχρονη λειτουργία των **μονάδων ΑΠΕ**
- ✓ Μεταξύ άλλων, **αποτίμηση ωφελειών** από
  - ✓ μείωση εισαγωγών ενέργειας
  - ✓ αποφυγή αυξημένων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
  - ✓ αποφυγή περιβαλλοντικών επιπτώσεων από λειτουργία συμβατικών σταθμών
  - ✓ φορολογία λογιστικών κερδών
  - ✓ καταβολή τέλους υπέρ της τοπικής αυτοδιοίκησης
- ✓ Εφαρμογή **ανάλυσης κόστους-οφέλους** λαμβάνοντας υπόψη και τις τοπικές συνθήκες **διαθέσιμου ανανεώσιμου δυναμικού**



## ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΑΠΕ

### Ενεργειακή Παραγωγή και Συνεισφορά Ισχύος

- ✓ Η εγκατάσταση και λειτουργία μονάδων ΑΠΕ αποσκοπεί:
  - ✓ Στην **παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας**  $E = 8760 \cdot CF \cdot N_o$
  - ✓ Στη **συνεισφορά ισχύος** στο τοπικό δίκτυο  $N_g = \sigma \cdot N_{\max}$  όπου  $N_{\max} \leq N_o$
- ✓ Καθοριστικής σημασίας
  - ✓ Η **ποιότητα** του δυναμικού
  - ✓ Το **είδος** της τεχνολογίας
  - ✓ Η **τεχνική διαθεσιμότητα**
  - ✓ Η **ποιότητα** του εξοπλισμού
  - ✓ Ο **βαθμός συνεργασίας** δυναμικού & μονάδας
- ✓ Μέσος συντελεστής φορτίου
  - ✓ Πλησιάζει το **30%** για **Α/Π (2001-2006)**
  - ✓ Ξεπερνά το **35%** για **Υ/Η σταθμούς**
  - ✓ Κυμαίνεται μεταξύ **15%-20%** για **Φ/Β σταθμούς**



## ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΑΠΕ

### Κύριες Συνιστώσες Ενίσχυσης

1. Επιδότηση **κόστους αρχικής επένδυσης** σταθμών ΑΠΕ

$$p_{1(j)} = \frac{IC_s \cdot (1+i)^j}{n_{\max} \cdot E_{(j)}} = \gamma \cdot \frac{IC_o}{n_{\max} \cdot E_{(j)}} \cdot (1+i)^j$$

2. Εγγυημένη **αποζημίωση ενεργειακής παραγωγής** σταθμών ΑΠΕ

$$p_{2(j)} = \frac{R_{(j)}}{E_{(j)}} = p_o \cdot (1+e)^j + \frac{1}{CF_j} \left( \frac{\sigma}{8760} \cdot \sum_{i=1}^{12} \frac{N_{\max_i}}{N_o} \right) \cdot p_N \cdot (1+e_N)^j$$

3. Άλλοι **τρόποι υποστήριξης** σταθμών ΑΠΕ

$$p_{3(j)} = P_{aux_j}$$



## ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΑΠΕ

### Κύριες Συνιστώσες Οφέλους (1/3)

1. Έσοδα **Φορολογίας**

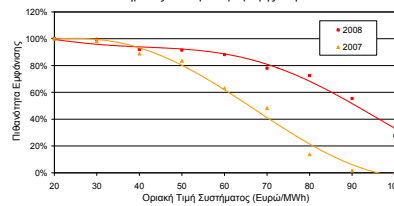
$$\delta_{(j)} = \frac{\lambda_{(j)} \cdot R_{(j)}}{E_{(j)}} + \frac{\Phi_{(j)}}{E_{(j)}} = \lambda_j \cdot p_o \cdot (1+e)^j + \frac{\Phi_{(j)}}{E_{(j)}}$$

2. Υποκατάσταση **Λειτουργίας Θερμικών Σταθμών**

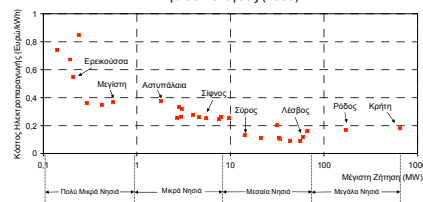
$$c_{i(j)} = c_{f(j)} + \xi \cdot (c_{TC(j)} - c_{f(j)})$$

- Λειτουργικό κόστος (καύσιμα, λιπαντικά, κλπ)
- Μέρος του σταθερού κόστους

Καμπύλες Διάρκειας για την Οριακή Τιμή του Ηπειρωτικού Συστήματος Ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα



Κόστος Ηλεκτροπαραγωγής για τα Νησιωτικά Δίκτυα του Αιγαίου Πελάγους (2005)



## ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΑΠΕ

### Κύριες Συνιστώσες Οφέλους (2/3)

3. Αποφυγή **Εισαγωγών** Πετρελαίου-Φυσικού Αερίου

$$M_{f(j)} = \frac{E_{(j)}}{\eta_d \cdot H_u} \quad \Delta C_{(j)} = M_{f(j)} \cdot \zeta_j \cdot p_{fuel(j)}$$

4. Μείωση **Εκπομπών** Διοξειδίου του Άνθρακα

$$\delta CO_{2(j)} = E_{(j)} \cdot \varepsilon_{CO_2(j)} \quad \Delta T_{(j)} = \delta CO_{2(j)} \cdot t_{CO_2j}$$

Συντελεστής εκπομπών εξαρτώμενος από τον **τύπο του σταθμού**  
και το **είδος του χρησιμοποιούμενου καυσίμου** (0.5-1.3kg CO<sub>2</sub>/kWh<sub>e</sub>)



## ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΑΠΕ

### Κύριες Συνιστώσες Οφέλους (3/3)

5. Άλλες Παράμετροι **Κοινωνικού Κόστους / Οφέλους**

- Περιορισμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- Ενίσχυση των υποδομών
- Αύξηση της εγχώριας προστιθέμενης αξίας
- Ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού
- Ηχητική και οπτική όχληση
- Δέσμευση γης

...Εκτίμηση **καθαρού εξωτερικού κόστους** "c<sub>ex</sub>" ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ



## ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ-ΟΦΕΛΟΥΣ

### Βασικές Αρχές Σύγκρισης

- Συνολική **κοινωνική ενίσχυση** "p<sub>i</sub>" που παρέχεται από την ελληνική κοινωνία

$$p_{t(j)} = p_{1j} + p_{2j} + p_{3j} = \frac{R_{(j)}}{E_{(j)}} + \frac{\gamma \cdot IC_o \cdot (1+i)^j}{n_{\max} \cdot E_{(j)}} + p_{aux}$$

- Μια πρώτη αξιολόγηση της **κοινωνικής προσφοράς** των μονάδων ΑΠΕ βάσει του **αποφευκτέου χρηματικού (μόνο) κόστους** "c<sub>t</sub>"

- Ολοκληρωμένη **αντικειμενική αξιολόγηση** βάσει του **συνόλου των κοινωνικών ωφελειών** από τη λειτουργία μονάδων ΑΠΕ

$$\Delta p_{(j)} = p_{t(j)} - c_{t(j)} - \delta t_{(j)} - \frac{\zeta_j \cdot P_{fuel(j)}}{\eta_d \cdot H_u} - \varepsilon_{CO2(j)} \cdot t_{CO2(j)} - c_{ex(j)}$$



## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

### Ανάλυση Κόστους-Οφέλους για Αιολικά Πάρκα (1/3)

- Κοινωνική ενίσχυση των Α/Π βασίζεται κατά κύριο λόγο στην **εγγυημένη τιμή αγοράς** της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας

- Περιορισμένη η συμμετοχή της **αρχικής επιδότησης κεφαλαίου**

- Η κοινωνική ενίσχυση των αιολικών πάρκων κυμαίνεται μεταξύ των **100€/MWh<sub>e</sub>** και των **120€/MWh<sub>e</sub>** για το ηπειρωτικό και το νησιωτικό σύστημα αντίστοιχα



## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

### Ανάλυση Κόστους-Οφέλους για Αιολικά Πάρκα (2/3)

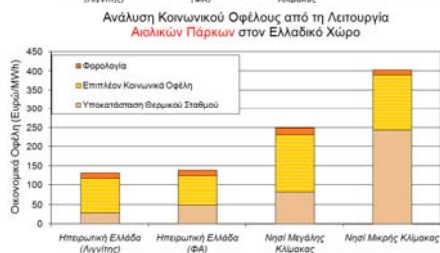
- Κοινωνικό όφελος σχεδόν της τάξης των **140€/MWh<sub>e</sub>** στην περίπτωση του **ηπειρωτικού συστήματος** και άνω των **400€/MWh<sub>e</sub>** για υποκατάσταση μικρού νησιωτικού ΑΣΠ
- Σημαντική συμμετοχή της μείωσης του **κόστους λειτουργίας των θερμικών σταθμών**
- Αξιόλογη και η συμβολή των **φορολογικών εσόδων** των κερδών των αιολικών πάρκων
- Κυρίαρχο ρόλο κατέχει το λεγόμενο **ευρύτερο κοινωνικό όφελος**



## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

### Ανάλυση Κόστους-Οφέλους για Αιολικά Πάρκα (3/3)

- Σαφής σε κάθε περίπτωση η **ανταποδοτικότητα** της οικονομικής ενίσχυσης των Α/Π
- Καθαρά οφέλη της τάξης των **40-50€/MWh<sub>e</sub>** για την **ηπειρωτική Ελλάδα**
- Μεγιστοποίηση του οφέλους στην περίπτωση **μικρών νησιών**, πλησιάζει τα **300€/MWh<sub>e</sub>**
- Μείωση του **κόστους λειτουργίας** των θερμικών σταθμών, εμφανίζεται για το **σύνολο των νησιωτικών ΑΣΠ** ικανή να καλύψει τις **κοινωνικές ενισχύσεις** των Α/Π



## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

### Ανάλυση Οφέλους για Α/Π και Φ/Β Σταθμούς (1/3)

- Συνεισφορά των **φορολογικών εσόδων** από τη λειτουργία **Α/Π** και **Φ/Β** σταθμών στο ηπειρωτικό και το νησιωτικό δίκτυο
- **Α/Π**: Συνεισφορά κυμαίνεται μεταξύ των **14€/MWh<sub>e</sub>** για την ηπειρωτική χώρα και των **18€/MWh<sub>e</sub>** για τα **μεγάλα νησιωτικά συστήματα**
- Το μερίδιο του **τέλους υπέρ των ΟΤΑ** στα επίπεδα των **2-3€/MWh<sub>e</sub>**
- **Φ/Β σταθμοί**: Συνεισφορά μεταξύ **18€/MWh<sub>e</sub>** και **19€/MWh<sub>e</sub>** εκτός της περίπτωσης των **μικρών νησιών** (12€/MWh<sub>e</sub>)
- Μεγιστοποίηση του **τέλους υπέρ ΟΤΑ** στην περίπτωση των **νησιωτικών δικτύων**



## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

### Ανάλυση Οφέλους για Α/Π και Φ/Β Σταθμούς (2/3)

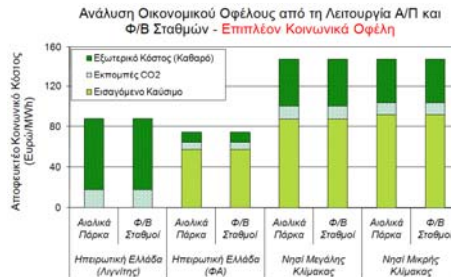
- Συνεισφορά της συνιστώσας οφέλους από την **υποκατάσταση λειτουργίας συμβατικών σταθμών**
- Συνεισφορά κυμαίνεται μεταξύ των **30€/MWh<sub>e</sub>** και **50€/MWh<sub>e</sub>** για την **ηπειρωτική χώρα** και μπορεί να ανέλθει ακόμα και στα **250€/MWh<sub>e</sub>** για τα **μικρά νησιωτικά συστήματα**
- Κυρίαρχης σημασίας το **λειτουργικό κόστος** του συμβατικού σταθμού ενώ η κάλυψη μέρους του **σταθερού κόστους** εμφανίζεται στην περίπτωση των μικρών νησιών **αντίστοιχη του συνόλου της φορολογίας**



## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

### Ανάλυση Οφέλους για Α/Π και Φ/Β Σταθμούς (3/3)

- Συνεισφορά της συνιστώσας του **ευρύτερου κοινωνικού οφέλους** από τη λειτουργία σταθμών ΑΠΕ
- Συνεισφορά κυμαίνεται μεταξύ των **70€/MWh<sub>e</sub>** και **90€/MWh<sub>e</sub>** για την **ηπειρωτική χώρα** και μπορεί να ανέλθει ακόμα και στα **150€/MWh<sub>e</sub>** για τα **νησιωτικά συστήματα**
- Συμμετοχή του κόστους **εισαγόμενων καυσίμων** για τα νησιωτικά δίκτυα αντίστοιχη του **συνολικού αποφευκτέου κόστους** στην περίπτωση της υποκατάστασης **λιγνιτικών σταθμών**
- Καθοριστικής σημασίας το **καθαρό εξωτερικό κόστος** για **χρήση λιγνίτη**



## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

### Ανάλυση Κόστους-Οφέλους για Φ/Β Σταθμούς(1/2)

- Κοινωνική ενίσχυση των **Φ/Β** βασίζεται κατά κύριο λόγο (όπως και στα Α/Π) στην **εγγυημένη τιμή αγοράς** της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας
- Αξιόλογη και η συμμετοχή της **αρχικής επιδότησης κεφαλαίου**, δεδομένου ότι προσεγγίζει τα **50€/MWh<sub>e</sub>**
- Η **κοινωνική ενίσχυση** των Φ/Β σταθμών κυμαίνεται μεταξύ των **285€/MWh<sub>e</sub>** και των **350 €/MWh<sub>e</sub>** για το ηπειρωτικό και το νησιωτικό σύστημα αντίστοιχα
- Κοινωνικό κόστος **υπερδιπλάσιο** του αντίστοιχου των **Α/Π**

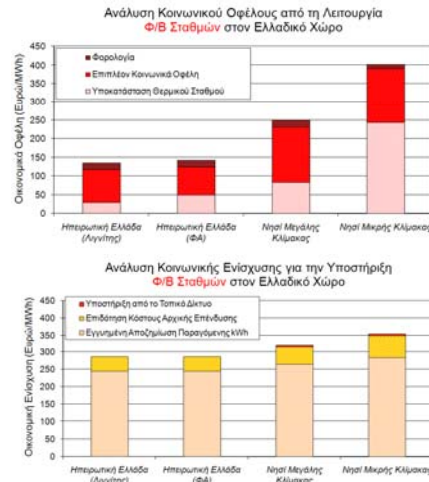




## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

### Ανάλυση Κόστους-Οφέλους για Φ/Β Σταθμούς (2/2)

- Κοινωνικά οφέλη **αντίστοιχα των αιολικών πάρκων**
- Κοινωνική “επιβάρυνση” **ιδιαίτερα αισθητή** στην περίπτωση των **ηπειρωτικών σταθμών**
- Εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση των **μικρών νησιωτικών δικτύων** όπου οι συνιστώσες της υποκατάστασης του **τοπικού ΑΣΠ** και του **ευρύτερου κοινωνικού οφέλους** οδηγούν σε **καθαρό όφελος (50€/MWh<sub>e</sub>)**



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### Αιολικά Πάρκα

- Το σύνολο των αιολικών πάρκων **αποζημιώνει επαρκώς** το κοινωνικό σύνολο, **εφόσον συμπεριληφθεί** το συνολικό όφελος από τη λειτουργία των πάρκων σε **υποκατάσταση των θερμικών σταθμών**
- Στην ηπειρωτική χώρα **περιορισμένα περιθώρια** κοινωνικού κέρδους λόγω του χαμηλού λειτουργικού κόστους των **λιγνιτικών μονάδων** και των **περιορισμένων περιβαλλοντικών επιπτώσεων** των μονάδων **φυσικού αερίου**
- Αρκετά **υψηλά κοινωνικά κέρδη** στη **νησιωτική χώρα** δικαιολογούν ακόμα και **υψηλότερες τιμές αποζημίωσης** της αιολικής παραγωγής, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις **μικρών νησιών**



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### Φ/Β Σταθμοί

- Τα αποτελέσματα της ανάλυσης είναι αρκετά διαφορετικά, δεδομένου ότι **μόνο στις περιπτώσεις μικρών νησιών** καταγράφονται τελικά **κοινωνικά οφέλη** από την εγκατάσταση και λειτουργία Φ/Β σταθμών
- Στις περιπτώσεις σχετικά **μεγάλων νησιών** καταγράφεται **σχετική ισορροπία** μεταξύ κοινωνικών ενισχύσεων και κοινωνικών ωφελειών
- Στο **σύνολο της ηπειρωτικής χώρας** η εγκατάσταση Φ/Β σταθμών για υποκατάσταση των εν λειτουργία μεγάλων θερμικών σταθμών φαίνεται να **επιβαρύνει το κοινωνικό σύνολο** με σημαντικό κόστος
- Απαραίτητη (**από τη σκοπιά της κοινωνίας**) η **επανεξέταση του σχήματος κοινωνικής ενίσχυσης** επενδύσεων στον τομέα των Φ/Β εγκαταστάσεων



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Δεν υπάρχει **ισορροπία** μεταξύ των **ωφελειών** και των **ενισχύσεων** που καταβάλλονται σε **επενδύσεις αξιοποίησης των ΑΠΕ** για την υποκατάσταση της λειτουργίας θερμικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής
- Απαραίτητη -με τη χρήση της προτεινόμενης μεθοδολογίας- μια πλέον **συστηματική ανάλυση** για το **σύνολο των τεχνολογιών ΑΠΕ** και για **αντιπροσωπευτικές περιοχές της χώρας μας**
- Χρησιμοποίηση αποτελεσμάτων από την **πολιτική ηγεσία** για τον **λεπτομερή καθορισμό** των μέτρων ενίσχυσης επενδύσεων αξιοποίησης των ΑΠΕ μέσα σε πλαίσια **κοινωνικής δικαιοσύνης** και επίτευξης **λογικού επενδυτικού κέρδους**



***Σας ευχαριστώ για την  
προσοχή σας***

