

Το ρυθμιστικό πλαίσιο για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα

- ▶ Διασυνδεδεμένο Σύστημα
- ▶ Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά

Αν. Καθ. Σταύρος Παπαθανασίου



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχ. & Μηχ. Υπολογιστών
Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος

Δρ. Νίκος Μπουλαξής
Επικεφαλής Ομάδας Ηλ. Συστημάτων ΡΑΕ

Καθ. Ευάγγελος Διαλυνάς
Μέλος ΡΑΕ



Ρυθμιστική
Αρχή
Ενέργειας

Αποθήκευση με βάση το υφιστάμενο πλαίσιο

□ Υβριδικοί Σταθμοί (κυρίως στα ΜΔΝ)

- Θεσμικό/Ρυθμιστικό πλαίσιο
 - Νόμος 3468/2006
 - Κανονισμός Αδειών Παραγωγής από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ
 - Κώδικας Διαχείρισης ΜΔΝ (Σχέδιο 2013)
 - Ειδικοί όροι Αδειών Παραγωγής ΥΒΣ με αντλησιοταμίευση
- Σκοπός-διαχείριση
 - Αύξηση της διείσδυσης ΑΠΕ
 - στα ΜΔΝ: Ειδικό πλαίσιο αδειοδότησης, διαχείρισης και τιμολόγησης
 - στο Σύστημα: Περιορισμοί αδειοδότησης και πλήρης ένταξη στην αγορά
- Εγκαταστάσεις
 - ΥΒΣ Ικαρίας υπό κατασκευή, ΥΒΣ σε Κρήτη, Ρόδο, Λέσβο με άδεια παραγωγής

□ Σταθμοί Αποθήκευσης (κυρίως ΥΗΣ στο Σύστημα με αναστρέψιμες μονάδες)

- Θεσμικό/Ρυθμιστικό Πλαίσιο
 - Νόμος 4001/2011 (προγ. 2773/1999, παλαιότερα, νόμοι για τη ΔΕΗ)
 - Κώδικας Διαχείρισης Συστήματος & Κώδικας Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας
 - Πρόταση 11/2013 της ΡΑΕ προς το ΥΠΕΚΑ για συμπλήρωση θεσμικού πλαισίου ΑΣ
- Σκοπός-διαχείριση
 - Υποκατάσταση ακριβής παραγωγής (πετρέλαιο, ΦΑ) από φθηνότερες μονάδες (λιγνίτης)
 - Πλήρης λειτουργία στην αγορά
- Εγκαταστάσεις
 - Αναστρέψιμοι ΥΗΣ Σφηκιάς & Θησαυρού, νέοι σταθμοί σε Αιτ/νία με άδεια παραγωγής



Υβριδικοί Σταθμοί

Αποθήκευση στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά



Υβριδικοί Σταθμοί (ΥΒΣ)

Αποθήκευση στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (ΜΔΝ)

- Ορισμός:** Υβριδικός Σταθμός = Συνδυασμός **μονάδων παραγωγής** ηλεκτρικής ενέργειας **από ΑΠΕ & διατάξεων αποθήκευσης και ελεγχόμενης ανάκτησης** της ενέργειας
- Περιορισμοί:**
- Ισχύς ΑΠΕ έως 120% της ισχύος αποθηκευτικών μονάδων
 - Απορρόφηση από δίκτυο <30% της συνολικής ενέργειας αποθήκευσης σε ετήσια βάση
 - Μείωση συμβατικής παραγωγής κατά τουλάχιστον 40% της παραγωγής ΑΠΕ (στα ΜΔΝ)
- Πεδίο ενδιαφέροντος:** Κυρίως τα **Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (ΜΔΝ)**, με κορεσμό ως προς τη δυνατότητα απορρόφησης ενέργειας ΑΠΕ
- Τεχνολογίες:**
- | | |
|---|------------------------------|
| Αιολικά πάρκα (Α/Π) και αντλησιοταμίευση | } <i>Μελλοντική εφαρμογή</i> |
| Αιολικά πάρκα (Α/Π) και μπαταρίες | |
| Φ/Β και μπαταρίες | |
- Έργα:**
- **Νέοι σταθμοί ΑΠΕ** με αποθηκευτικό σύστημα
 - **Υφιστάμενοι σταθμοί ΑΠΕ** με προσθήκη αποθήκευσης

Ισχύον ρυθμιστικό πλαίσιο ΥΒΣ

Βασικές αρχές διαχείρισης στα ΜΔΝ

- ΥΒΣ εργαλεία για **σύνδεση νέων σταθμών ΑΠΕ** (επιτρέπεται και μετατροπή υφιστάμενων σταθμών ΑΠΕ για βελτίωση απόδοσης με αξιοποίηση απορρίψεων)
- Δεν απαιτείται **χωρική συνάφεια** των συνιστωσών (Α/Π και συστημάτων αποθήκευσης-ανάκτησης ενέργειας) → Άμεση σύνδεσή τους στο Δίκτυο
- **Παραγόμενη ενέργεια από τις μονάδες ΑΠΕ** του ΥΒΣ μπορεί να:
 - αποθηκεύεται
 - εγχέεται απ' ευθείας στο δίκτυο
 - υποκαθιστώντας **προγραμματισμένη παραγωγή** των ελεγχόμενων μονάδων
 - αξιοποιώντας περιθώριο απορρόφησης (**περίσσεια set-point**) του συστήματος, όταν δεν περικόπτονται άλλοι σταθμοί ΑΠΕ
- **Αποθηκευμένη ενέργεια ανακτάται κατά προτεραιότητα στις ώρες υψηλού φορτίου**, μέσω των μονάδων ελεγχόμενης παραγωγής του ΥΒΣ.
- **Προτεραιότητα ένταξης και φόρτισης των ελεγχόμενων μονάδων** έναντι των συμβατικών. Παροχή **επικουρικών υπηρεσιών**.
- Διασφάλιση «εγγυημένης» παροχής ισχύος → **Δυνατότητα απορρόφησης ενέργειας από το δίκτυο κατά τις νυχτερινές ώρες χαμηλού φορτίου** με δήλωση φορτίου.

Πολιτική διαχείρισης των ΥΒΣ στα ΜΔΝ

- Εφαρμόζεται ημερήσιος ενεργειακός προγραμματισμός (ΚΗΕΠ) για το σύστημα του νησιού, με ενδοημερήσια (intra-day) αναθεώρηση στο 12ωρο
- Ο παραγωγός ΥΒΣ υποβάλλει προσφορά ενέργειας σε 24ωρη ή 12ωρη βάση και δήλωση φορτίου (ανάγκες άντλησης) εφόσον ζητηθεί από τον Διαχειριστή ΜΔΝ εγγυημένη παροχή
- Ο Διαχειριστής ΜΔΝ προσαρμόζει την προσφορά στην καμπύλη φορτίου, με βασικό στόχο την κάλυψη της αιχμής → καταρτίζει ωριαίο πρόγραμμα ελεγχόμενων μονάδων του ΥΒΣ
- Οι ελεγχόμενες μονάδες των ΥΒΣ είναι **κατανεμόμενες μονάδες** (όπως οι υποκαθιστώμενες συμβατικές) → επικουρικές υπηρεσίες (ρύθμιση συχνότητας και τάσης, στρεφόμενη εφεδρεία κλπ.)
- Απαίτηση **εγγυημένης παροχής** μόνο σε περιόδους υψηλού φορτίου **για κάλυψη ελλείμματος συμβατικής παραγωγής** (και όχι σε ημερήσια βάση). Μόνο στην περίπτωση αυτή επιτρέπεται **άντληση από δίκτυο** και κατανέμεται στην κοιλάδα του φορτίου από τον Διαχειριστή του ΜΔΝ



Ισχύον ρυθμιστικό πλαίσιο ΥΒΣ

Αρχές τιμολόγησης στα ΜΔΝ

- **A. Τιμολόγηση ενέργειας ↔ Αποφευγόμενο/προστιθέμενο μεταβλητό κόστος**
 - Παραγόμενη ενέργεια ελεγχόμενων μονάδων με βάση το μέσο ετήσιο μεταβλητό κόστος των συμβατικών μονάδων αιχμής (μονάδες που λειτουργούν < 30% του χρόνου)
 - Απορροφούμενη ενέργεια από σύστημα αποθήκευσης με βάση το μέσο ετήσιο μεταβλητό κόστος των μονάδων βάσης (μονάδες που λειτουργούν > 70% του χρόνου)
 - Η ενέργεια μονάδων ΑΠΕ τιμολογείται:
 - Για έγχυση ως ΑΠΕ, με το εκάστοτε ισχύον αντίστοιχο τιμολόγιο ΑΠΕ στα ΜΔΝ
 - Όταν υποκαθιστά παραγωγή των ελεγχόμενων μονάδων του ΥΒΣ, με τη μέση τιμή τιμολογίου ΑΠΕ και τιμολογίου ελεγχόμενων μονάδων,
- **Μέτρηση ενέργειας ανεξάρτητη** για μονάδες παραγωγής, αποθήκευσης και ΑΠΕ του ΥΒΣ
- **Δυνατότητα για συμψηφισμό** παραγόμενης ενέργειας ΑΠΕ και απορροφούμενης για αποθήκευση (τιμολόγηση της διαφοράς τους) – Κατ' επιλογήν του παραγωγού
- **B. Τιμολόγηση διαθεσιμότητας ισχύος ↔ Αποφευγόμενο σταθερό κόστος**
 - Αποζημίωση με βάση την εγγυημένη ισχύ του ΥΒΣ και το κόστος (υποθετικού) νέου συμβατικού σταθμού αντίστοιχης ισχύος. Περιλαμβάνει κόστος απόσβεσης κεφαλαίου, εύλογη απόδοση και σταθερό κόστος λειτουργίας του νέου συμβατικού σταθμού

Καθορισμός τιμών στην άδεια παραγωγής (~FiT). Ενιαία τιμολόγηση σταθμών στο ίδιο Σύστημα ΜΔΝ (βελτιωτικές προτάσεις ΡΑΕ).



Ισχύουσες τιμολογήσεις για ΥΒΣ

Βάσει αποφάσεων ΡΑΕ και Αδειών Παραγωγής ΥΒΣ

Τιμολόγηση	Κρήτη	Ρόδος	Λέσβος	Ικαρία
Παραγόμενη ενέργεια ελεγχόμενων μονάδων παραγωγής	236 €/MWh	160 €/MWh	125 €/MWh	295 €/MWh
Απορροφούμενη ενέργεια για φόρτιση του συστήματος αποθήκευσης από το δίκτυο (ή και από τις μονάδες ΑΠΕ, αν δεν	186 €/MWh	128 €/MWh	100 €/MWh	109 €/MWh
Παραγόμενη αιολική ενέργεια για έγχυση στο δίκτυο (ή και για άντληση, αν δεν εφαρμόζεται	99.45 €/MWh	99.45 €/MWh	99.45 €/MWh	99.45 €/MWh
	[119.34 €/MWh] ^(*)	[119.34 €/MWh] ^(*)	[119.34 €/MWh] ^(*)	[119.34 €/MWh] ^(*)
Παραγόμενη αιολική ενέργεια για υποκατάσταση παραγωγής των ελεγχόμενων μονάδων	167.725 €/MWh	129.725 €/MWh	112.225 €/MWh	197.225 €/MWh
	[177.67 €/MWh] ^(*)	[139.67 €/MWh] ^(*)	[122.17 €/MWh] ^(*)	[207.17 €/MWh] ^(*)
Αποζημίωση διαθεσιμότητας ισχύος (για την εγγυημένη ισχύ)	127000 €/MW/έτος	177600 €/MW/έτος	165000 €/MW/έτος	188000 €/MW/έτος

(*): Βασική τιμή 99.45 €/MWh, προσαυξημένη κατά 20% βάσει του άρθρου 5 του ν.3851/2010, για σταθμούς που δεν λαμβάνουν δημόσια επιχορήγηση.



Αιτήσεις & Άδειες ΥΒΣ σε ΜΔΝ

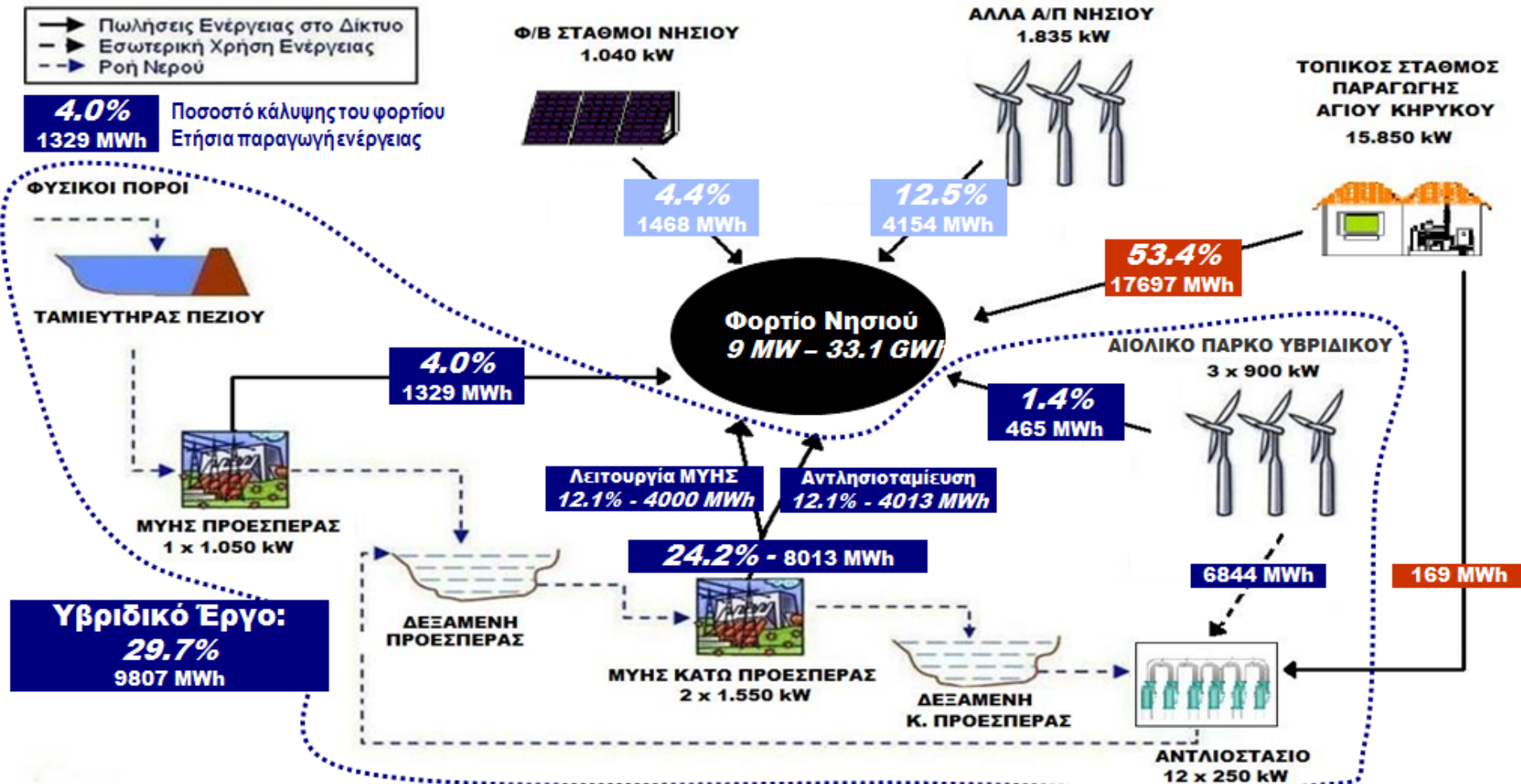
Στοιχεία ΡΑΕ (10/2013)

Νησί	Είδος υβριδικού σταθμού	Αριθμός Αδειών	Συνολική Ισχύς (MW)			
			ΑΠΕ		Αποθήκευσης	Εγγυημένη
			Α/Π	Φ/Β		
Κρήτη	Αιολικά και αντλητικό	13	312,10	0	318,80	241,10
Λέσβος	Αιολικά και αντλητικό	1	18,40	0	15,00	15,00
Ικαρία	Αιολικά και αντλητικό	1	2,70	0	3,00	2,55
Ρόδος	Αιολικά και αντλητικό	3	48,45	0	48,00	36,00
ΣΥΝΟΛΟ		18	381,65	0	384,80	294,65

Νησί	Είδος υβριδικού σταθμού	Αριθμός Αιτήσεων	Συνολική Ισχύς (MW)			
			ΑΠΕ		Αποθήκευσης	Εγγυημένη
			Α/Π	Φ/Β		
Κρήτη	Αιολικά και αντλητικό	5	249	0	224	171
	Αιολικά και μπαταρίες	7	66	0	56	46
	Συνολικές Αιτήσεις	12	315	0	280	217
Κάρπαθος-Ρόδος-Κρήτη	Αιολικά, Φ/Β και αντλητικό	1	239,7	60,3	250	250
Σίκινος	Αιολικά και αντλητικό	1	18	0	18	12
Κάσος	Αιολικά και αντλητικό	1	4,5	0	4,5	3
ΣΥΝΟΛΟ		15	577,20	60,30	552,50	482,00

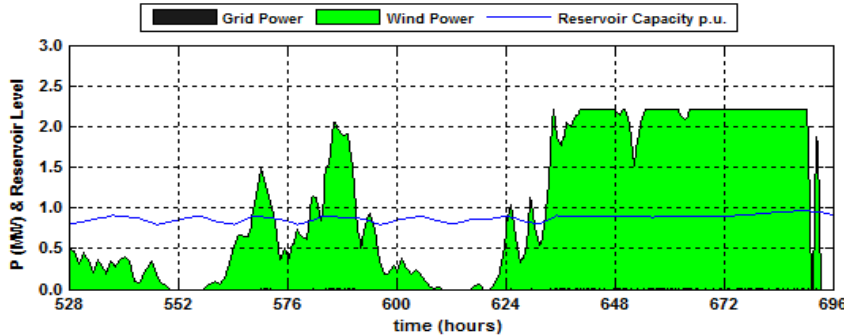
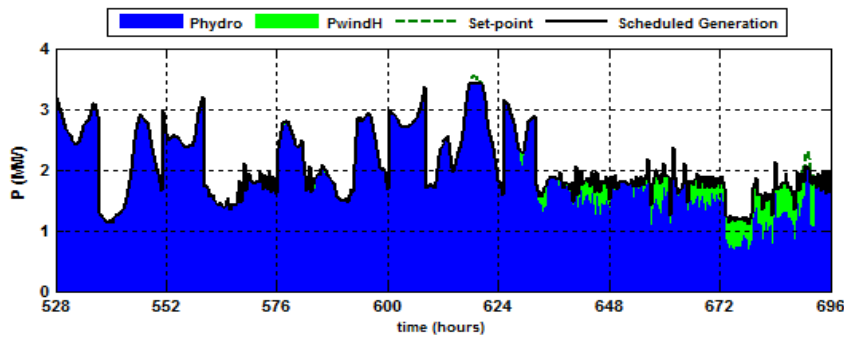
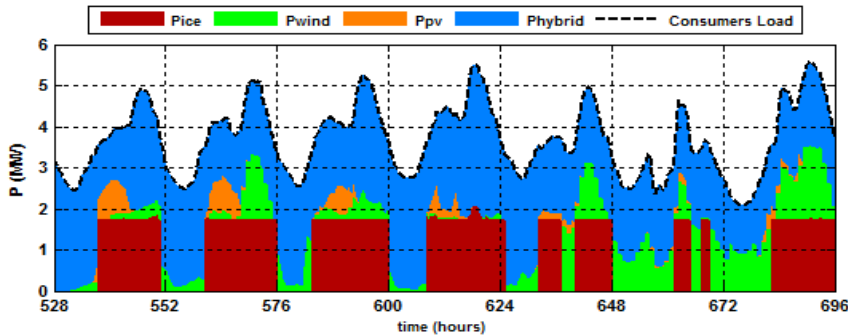


Υβριδικό Έργο Ικαρίας

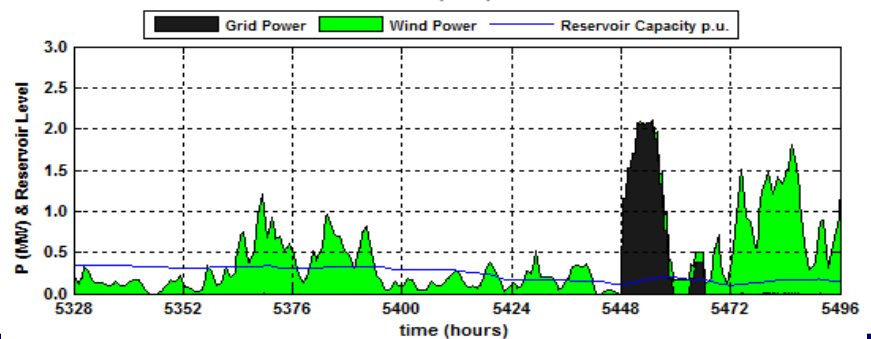
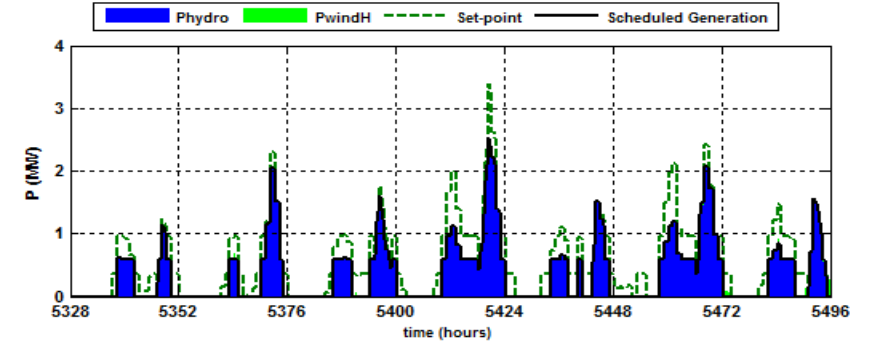
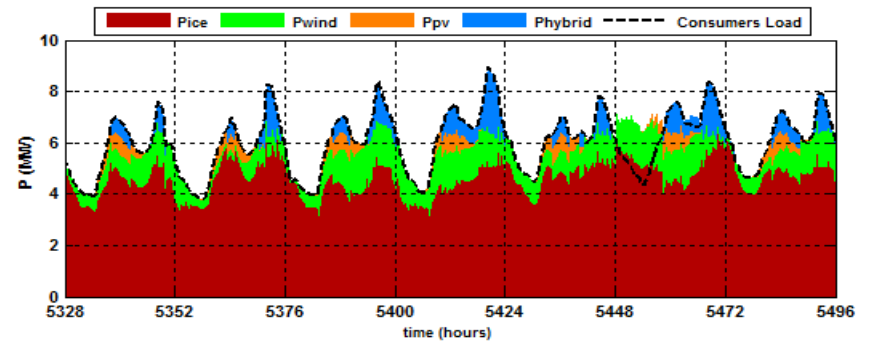


Υβριδικό Έργο Ικαρίας

Εβδομάδα χειμερινής περιόδου



Εβδομάδα θερινής περιόδου



Αξιολόγηση χρησιμότητας ΥΒΣ στα ΜΔΝ

Βάσει σχετικών μελετών

- Οι ΥΒΣ είναι **αποδοτικές επενδύσεις**?

Ναι, κυρίως σε νησιά με ακριβές μονάδες αιχμής (diesel)

- Προκύπτει σημαντικό **ενεργειακό όφελος** για τα ΜΔΝ?

Ναι, αύξηση της διείσδυσης ΑΠΕ ευθέως ανάλογη του μεγέθους των ΥΒΣ

- Πώς επηρεάζεται η λειτουργία των **συμβατικών μονάδων** παραγωγής?

Μειώνεται ο συντελεστής χρησιμοποίησης, αισθητά για τις μονάδες αιχμής

- Επηρεάζεται το **κόστος παραγωγής** των νησιών?

Ναι, όσο μεγαλώνει το μέγεθος των ΥΒΣ [αναμενόμενες αυξήσεις 5-15% για εύλογα μεγέθη ΥΒΣ]

- Επηρεάζονται οι **λοιποί σταθμοί ΑΠΕ** των νησιών?

Καθόλου οι Φ/Β, σε μικρό βαθμό οι αιολικοί σε πολύ υψηλές διεισδύσεις ΑΠΕ

- Πώς επηρεάζεται η **ασφάλεια λειτουργίας** των νησιωτικών συστημάτων?

Μονάδες παραγωγής των ΥΒΣ ιδιαίτερα ευέλικτες (υδροστρόβιλοι, μπαταρίες). Ωστόσο απαιτούνται κατά περίπτωση μελέτες.

- Ποια είναι η **αποδεκτή ισχύς ΥΒΣ** ανά νησί?

Δεν υπάρχει μονοσήμαντη απάντηση. Συνάρτηση της προσδοκώμενης ισχύος των λοιπών κατανεμόμενων σταθμών ΑΠΕ (ΗΘΣ, Βιομάζας).



Ανοικτά ζητήματα για ΥΒΣ μετά από διασύνδεση ΜΔΝ

- Υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο: **διατήρηση σύμβασης πώλησης ΥΒΣ σε ΜΔΝ, που έχει υπογραφεί πριν τη διασύνδεση του ΜΔΝ, μέχρι λήξη της ισχύος της.**
 - Προσδιορισμός χρονικού σημείου ‘διασύνδεσης του ΜΔΝ’ για τη σύναψη νέων συμβάσεων με ΥΒΣ (π.χ. ένταξη έργου διασύνδεσης στο ΔΠΑ τριετίας, δημοπράτηση/ανάθεση έργου διασύνδεσης, ηλεκτρική διασύνδεση)
- **Καθεστώς μετά από διασύνδεση του ΜΔΝ:**
 - ✓ Αξιοποίηση των ΥΒΣ καθώς παραμένουν χρήσιμα εργαλεία:
 - Αξιοποίηση αποθήκευσης για ανάγκες του Συστήματος
 - Εργαλεία διαχείρισης μεγάλης τοπικής διεύθυνσης ΑΠΕ (συμφόρηση επί της διασύνδεσης)
 - Τοπική παραγωγή για αντιμετώπιση αιχμών και γεγονότων βλάβης
 - ✓ Μεταβολή του τρόπου προγραμματισμού και λειτουργίας των ΥΒΣ
 - Προσαρμογή σε δεδομένα και ανάγκες Συστήματος
 - Θέσπιση απαραίτητων κινήτρων
 - Διασφάλιση βιωσιμότητας έργων

Αποθηκευτικοί σταθμοί-ΑΣ (πλην ΥΒΣ)

Αποθήκευση στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα



Αποθήκευση στο Διασ/νο Σύστημα σήμερα

Βασικές αρχές αδειοδότησης, διαχείρισης & τιμολόγησης

❑ Σκοπός

- Αντλησιοταμιευτικά κυρίως για την οικονομικότητα παραγωγής (κλασική περίπτωση)

❑ Αδειοδότηση

- Άδεια παραγωγής ως αναστρέψιμοι ΥΗΣ (χωρίς σύνδεση με ΑΠΕ)
- Άδεια εγκατάστασης/λειτουργίας, εφαρμογή διατάξεων για ΥΗΣ (άρ. 7 & 8 ν.3468/06 για ΑΠΕ, πλην προτεραιότητας ένταξης, FiT, τέλος ΟΤΑ, εγγυητικές, τέλος διατ. ΑΠ).

❑ Διαχείριση - λειτουργία

- Συμμετοχή στον ΗΕΠ με τιμολογούμενες δηλώσεις παραγωγής/φορτίου
- Δεν υπάρχει προτεραιότητα στην ένταξη
- Συμμετοχή στην αγορά επικουρικών υπηρεσιών
- Γενικά διαχείριση όπως ΥΗΣ (διαχείριση νερών κλπ.)

❑ Τιμολόγηση

- Τιμολογούμενες δηλώσεις παραγωγής και φορτίου
- Εκκαθάριση στην ΟΤΣ (ΟΤΑ) για άντληση και για παραγωγή
- Συμμετοχή στο Μηχανισμό Διασφάλισης Επαρκούς Ισχύος (ΑΔΙ)



Θεσμικό πλαίσιο αποθήκευσης στο Σύστημα

Σκέψεις, προτάσεις και ερωτηματικά που έχουν διατυπωθεί

❑ Τιμολόγηση ενέργειας

- Υιοθέτηση εγγυημένων τιμών (FiT)
- Υιοθέτηση εγγυημένης διαφοράς τιμής απορρόφησης-παραγωγής
- Τιμές Αγοράς και οικονομική ενίσχυση της βιωσιμότητας

❑ Διαχείριση-Λειτουργία

- Αποκλειστική συνεργασία με συγκεκριμένους σταθμούς ΑΠΕ (κοινές δηλώσεις παραγωγής-απορρόφησης)
- Αξιοποίηση αποθήκευσης για το σύνολο των σταθμών ΑΠΕ του Συστήματος
- Δραστηριοποίηση στην Αγορά με διακίνηση και θερμικής ενέργειας
- Ένταξη κατά προτεραιότητα (στο πρότυπο των σταθμών ΑΠΕ)

❑ Αδειοδότηση

- Ελεύθερη πρόσβαση ή διαγωνισμός με προκαθορισμένη ισχύ και χαρακτηριστικά

❑ Αναγκαία ισχύς

- Εύλογη συνολική ισχύς ΑΣ με βάση την πλεονάζουσα ενέργεια ΑΠΕ προς αξιοποίηση

Διερευνήσεις της ΡΑΕ βάσει μελετών ΕΜΠ

- **2006-2007:** Διερεύνηση δυνατοτήτων διείσδυσης αιολικής ισχύος 5 GW στο Σύστημα (ΕΜΠ για λογαριασμό ΡΑΕ-ΔΕΣΜΗΕ και στοιχεία από ΚΑΠΕ)
- **2008-2010:** Διερεύνηση δυνατοτήτων διείσδυσης ισχύος ΑΠΕ 3-18 GW στο Σύστημα σταδιακά μέχρι το 2025 (ζήτηση έως 86/93 TWh, χωρίς χρήση διασυνδέσεων για εξαγωγές ΑΠΕ) (ΕΜΠ για λογαριασμό ΡΑΕ)
- **2008-2010:** Δυνατότητες ανάπτυξης ΑΣ στην ηπειρωτική χώρα και προκαταρκτική κοστολόγησή τους (ΕΜΠ για λογαριασμό ΡΑΕ)
- **2012:** Δημόσια Διαβούλευση από ΡΑΕ βασικών αρχών και κατευθύνσεων για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας στο Σύστημα
- **2013:** Διατύπωση και Προκαταρκτική Αξιολόγηση Εναλλακτικών Προτάσεων για τη Διαχείριση και Τιμολόγηση Σταθμών Αποθήκευσης στο Σύστημα (ΕΜΠ για λογαριασμό ΡΑΕ)



Βασικά συμπεράσματα μελετών ΡΑΕ–ΕΜΠ (1/2)

- Μέχρι τα επίπεδα των 5,5 GW ΑΠΕ στο Σύστημα, δεν διαφαίνεται ανάγκη περαιτέρω ανάπτυξης ΑΣ (περιορισμένες περικοπές 3-4% και συμμετοχή αιολικών στο ενεργειακό ισοζύγιο ~20%)
- Από το επίπεδο των 8 GW ΑΠΕ, οι περικοπές γίνονται σημαντικές (αιολικών >15%) και δικαιολογείται η ανάπτυξη ΑΣ:
 - Για συνολική ισχύ ΑΠΕ ~13 GW (10 GW αιολικά, 2 GW ΦΒ, σε επίπεδα φορτίου ~73 TWh-2020), **ΑΣ ισχύος 1 GW μειώνουν τις περικοπές από ~21% στα επίπεδα του 14%. Περαιτέρω μείωση έως ~10% με άλλο 1GW ΑΣ. (μελέτη ΕΜΠ 2008-10)**
 - Για συνολική ισχύ ΑΠΕ ~11,5 GW (7 GW αιολικά, 3,5 GW ΦΒ, σε επίπεδα φορτίου ~68 TWh-2020), **ΑΣ ισχύος 1 GW μειώνουν τις περικοπές από ~20% στα επίπεδα του 14%. Περαιτέρω μείωση έως ~10-11% με άλλο 1 GW ΑΣ. (μελέτη ΕΜΠ 2013)**
- Προφανώς, η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας έχει σημαντική επίπτωση στις περικοπές (μελέτη ΕΜΠ 2008-10) όπως και η σύνθεση του μείγματος ΑΠΕ και του συμβατικού συστήματος παραγωγής
- Με βιώσιμη διαστασιολόγηση των ΑΣ δεν είναι δυνατή η πλήρης ανάκτηση της “απορριπτόμενης” αιολικής παραγωγής. Πιθανή ανάκτηση έως ~50%.



Βασικά συμπεράσματα μελετών ΡΑΕ–ΕΜΠ (2/2)

- **Δυνατότητες ανάπτυξης νέων ΑΣ με σχετικά χαμηλό κόστος:**
 - από **~500 €/kW**, με αξιοποίηση υφιστάμενων ταμιευτήρων (άνω και κάτω), για συνολική ισχύ ΑΣ μέχρι **400 MW**
 - Περί τα **700-750 €/kW**, με αξιοποίηση ενός υφιστάμενου ταμιευτήρα ΥΗΣ, για συνολική ισχύ ΑΣ μέχρι **1.400 MW**
 - Περί τα **850-900 €/kW**, με αξιοποίηση ενός υφιστάμενου ταμιευτήρα άλλης χρήσης, για συνολική ισχύ ΑΣ περί τα **300 MW**
- **Οικονομική βιωσιμότητα ΑΣ:**
 - Εξαρτάται από δύο βασικές **αβεβαιότητες**, τις οποίες αναλαμβάνει ο παραγωγός:
 - **τιμές ενέργειας** και λοιπά έσοδα από μηχανισμούς της Αγοράς (ΕΥ, ισχύς κλπ.)
 - επίπεδα “**πλεονάζουσας**” **ενέργειας ΑΠΕ**, διαθέσιμης προς απορρόφηση (εάν ο ΑΣ λαμβάνει κάποιου είδους πρόσθετη αμοιβή ή ενίσχυση για αυτή)
 - Με την υπόθεση διαμόρφωσης τιμών αγοράς κοντά στο κόστος παραγωγής των μονάδων, απαιτείται **ενίσχυση των ΑΣ**, η οποία μπορεί να αφορά:
 - Το **κόστος αγοράς ενέργειας**: απόδοση μέρους της FiT της αξιοποιούμενης ενέργειας ΑΠΕ ή και πρόσθετη επιχορήγηση (π.χ. αποφευγόμενο κόστος CO₂)
 - Τη **διαθεσιμότητα ισχύος**: Σημαντικά ΑΔΙ, σε συνδυασμό και με έσοδα από αγορά ΕΥ



Φιλοσοφία διαχείρισης των ΑΣ

Εναλλακτικές προσεγγίσεις διεθνώς (1/2)

- **Εργαλεία «ευελιξίας» του Συστήματος**

- Διαχείριση από τον Διαχειριστή
- Οδηγία 2009/72/EC: Διαχειριστές δεν επιτρέπεται να είναι ιδιοκτήτες ή λειτουργοί μονάδων παραγωγής
 - Αποκλείεται διακίνηση ενέργειας
 - Μόνο για ρύθμιση και έλεγχο του συστήματος
- Πιθανές επιπτώσεις στις αγορές ενέργειας και επικουρικών υπηρεσιών
- Βιωσιμότητα έργων προβληματική (ανεπαρκής αποζημίωση από αγορά ΕΥ)

- **Οιονεί εγκαταστάσεις ΑΠΕ**

- Αξιοποίηση πλεονάζουσας παραγωγής + ευελιξία για ενσωμάτωση ΑΠΕ
- Διαχείριση πλεονάζουσας ενέργειας ΑΠΕ → Εγγυημένες τιμές (FiT)
 - Οδηγία 2009/28/EC: *“electricity produced in pumped storage units from water that has previously been pumped uphill should not be considered to be electricity produced from renewable energy sources”*
 - Ενέργεια λαμβάνει διπλή ενίσχυση (παραγωγή από ΑΠΕ + από αποθήκευση)
- Διαχείριση από Διαχειριστή, επίπτωση στην αγορά επικουρικών υπηρεσιών
- Βιωσιμότητα έργων (χαμηλός CF, άμεση συσχέτιση με μεγάλη διείσδυση ΑΠΕ)



Φιλοσοφία διαχείρισης των ΑΣ

Εναλλακτικές προσεγγίσεις διεθνώς (2/2)

- **Πλήρης συμμετοχή στην Αγορά**

- ❑ Μοναδικό μοντέλο διαχείρισης που διεθνώς εφαρμόζεται σε περιβάλλον αγορών
- ❑ Διαχείριση από Παραγωγό
- ❑ Ομαλή ενσωμάτωση στην Αγορά - Ευελιξία και προσαρμοστικότητα (μεταβολές στη δομή της Αγοράς, στα συστήματα στήριξης και στη διείσδυση ΑΠΕ κλπ.)
- ❑ Καλύτερες προοπτικές βιωσιμότητας σταθμών

Βασικές πηγές εσόδων στην Αγορά

- ❑ **Ενέργεια (arbitrage)**

- **Ημερήσια αγορά**
- Ενδοημερήσια αγορά
- Διμερή συμβόλαια (OTC)

- ❑ Διαφορά τιμής βάσης-αιχμής
 - Μείγμα συμβατικής παραγωγής
- ❑ Διάρκεια διαστημάτων χαμηλών/υψηλών τιμών
 - Μορφή καμπύλης φορτίου

- ❑ **Επικουρικές υπηρεσίες (κυρίως 2^{ου}σα & 3^{ου}σα εφεδρεία), αγορά αποκλίσεων**

- ❑ **Αποζημίωση ισχύος (όπου υφίστανται μηχανισμοί)**

Εναλλακτικά μοντέλα διαχείρισης ΑΣ στο ελληνικό Σύστημα - Μελέτη ΕΜΠ 2013 (1/2)

Μοντέλο Αγοράς: Πλήρης ένταξη στην Αγορά

- Arbitrage τιμών στην ημερήσια αγορά ενέργειας
- Συμμετοχή στις ενδοημερήσιες αγορές ενέργειας (όταν υπάρξουν)
- Συμμετοχή στην αγορά επικουρικών υπηρεσιών και αποκλίσεων (όταν υπάρξει)
- Σύναψη διμερών συμβολαίων με σταθμούς παραγωγής (συμβατικούς και ΑΠΕ)
- Ενίσχυση από μηχανισμό διασφάλισης ισχύος (ΑΔΙ ή όποια άλλη μορφή)
- Αποκλειστική διαχείριση από Παραγωγό
- Όχι άμεση συσχέτιση με ΑΠΕ, μέσω ειδικής τιμολόγησης ή επιβεβλημένης διαχείρισης. Έμμεση συσχέτιση υπάρχει (πλεονάζουσα παραγωγή ΑΠΕ → συμπίεση τιμών → απορρόφηση από τον ΑΣ)

Μοντέλο ΑΠΕ: Απόλυτη συσχέτιση με ΑΠΕ

- Διακίνηση μόνο πλεονάζουσας ενέργειας ΑΠΕ – Αποκλεισμός arbitrage θερμικής ενέργειας
- Αξιοποίηση απορρίψεων συνόλου σταθμών ΑΠΕ:
 - Βιωσιμότητα σταθμών προβληματική (ανάγκη πολύ υψηλής εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ)
 - Δυσκολία ομαλής ενσωμάτωσης στην Αγορά
 - Ανάγκη κεντρικής διαχείρισης (από Διαχειριστή - μη ρεαλιστική υπόθεση)
 - Δυσκολία ακριβούς εκτίμησης πλεονάζουσας ενέργειας ΑΠΕ
- Συνεργασία με επιμέρους σταθμούς ΑΠΕ (συνεργαζόμενα αιολικά πάρκα):
 - Μοντέλο παρόμοιο με αυτό των υβριδικών σταθμών στα ΜΔΝ
 - Διαχείριση από Παραγωγό

Εναλλακτικά μοντέλα διαχείρισης ΑΣ στο ελληνικό Σύστημα - Μελέτη ΕΜΠ 2013 (2/2)

Μικτό μοντέλο: Δραστηριοποίηση σε Αγορά & συσχέτιση με ΑΠΕ

- Πλήρης συμμετοχή στην Αγορά όπως στο Μοντέλο Αγοράς:
 - Ημερήσια αγορά ενέργειας, επικουρικές υπηρεσίες, μηχανισμός ισχύος κλπ.
 - Αξιοποίηση απορριπτόμενης ενέργειας ΑΠΕ:
 - Του συνόλου των Α/Π του Συστήματος
⇒ Εκτίμηση από Διαχειριστή: Δυσκολία υλοποίησης
 - Επιμέρους συνεργαζόμενων Α/Π
⇒ Διμερή συμβόλαια: Ευχέρεια υλοποίησης
 - Διαχείριση και προτεραιότητες επιλογή του Παραγωγού, για μεγιστοποίηση εσόδων
 - Τιμολόγηση σε Οριακή Τιμή για απορροφούμενη και παραγόμενη ενέργεια
 - Κίνητρο για αξιοποίηση ενέργειας ΑΠΕ → Τιμολόγηση απορροφούμενης ενέργειας:
 - ΑΣ λαμβάνει μέρος της FiT, για αξιοποιούμενη πλεονάζουσα ενέργεια ΑΠΕ.
Αντίστοιχη απομείωση αποζημίωσης σταθμών ΑΠΕ για την ενέργεια αυτή.
- ⇒ Δεν παράγεται πρόσθετο κόστος για τον Ειδικό Λογαριασμό

Αξιολόγηση μοντέλων διαχείρισης και της βιωσιμότητας των ΑΣ (μελέτη ΕΜΠ 2013)

- ❑ Η βιωσιμότητα των ΑΣ, εξεταζόμενη για εύλογη ισχύ ΑΣ σε σχέση με τη διείσδυση ΑΠΕ στο Σύστημα:
 - ❑ προϋποθέτει σημαντικές απολαβές από αγορά και ΑΠΕ:
 - από ΜΔΕΙ (ΑΔΙ) τουλάχιστον στα επίπεδα 40 k€/MW-έτος
 - από ΕΥ σε αξιολογα επίπεδα (π.χ. 10 k€/MW-έτος)
 - από ΑΠΕ, ως μέρος της FiT για την αποθηκευόμενη ενέργεια (π.χ. 40 €/MWh)
 - ❑ είναι αισθητά βελτιωμένη με την υιοθέτηση των μοντέλων Αγοράς
 - ❑ επηρεάζεται έντονα από την αντανάκλαση στην ΟΤΣ του κόστους CO₂:
 - χωρίς αξιολογο κόστος CO₂, βιωσιμότητα ενισχύεται λόγω επαρκούς διαφοράς ΟΤΣ. Επαρκούν σχετικά περιορισμένες απολαβές από ΑΔΙ και εγγυημένες τιμές ΑΠΕ.
 - με σημαντικό κόστος CO₂, βιωσιμότητα οριακά εφικτή ή προβληματική, ακόμα και με σημαντικές απολαβές από ΑΔΙ και ΑΠΕ. Διαφορές μεταξύ μοντέλων περιορίζονται.
 - ❑ ανάλογα με τις συνθήκες στην Αγορά, ενδεχομένως απαιτηθεί πρόσθετη ενίσχυση με περιορισμένη επιβάρυνση του Ειδικού Λογαριασμού:
 - Premium κατά την αποθήκευση (π.χ. κόστος αποφευγόμενων ρύπων)
 - Με υψηλό κόστος CO₂ (π.χ. 15 €/tnCO₂), βιωσιμότητα ΑΣ ενισχύεται σημαντικά

Προταθέν από τη ΡΑΕ μοντέλο διαχείρισης και τιμολόγησης των ΑΣ στο Σύστημα (1/2)

Δραστηριοποίηση στην Αγορά και συσχέτιση με ΑΠΕ

- **Πλήρης συμμετοχή στην Αγορά** (ημερήσια αγορά ενέργειας, αγορά επικουρικών υπηρεσιών, μηχανισμός διασφάλισης επαρκούς ισχύος κλπ.)
 - **Διαχείριση ΑΣ αποκλειστικά από Παραγωγό** μέσω δηλώσεων παραγωγής-φορτίου (και κοινών δηλώσεων με συνεργαζόμενους σταθμούς ΑΠΕ)
 - **Δυνατότητα για διμερή συμβόλαια** με σταθμούς ΑΠΕ για αποφυγή περικοπών
 - **Αξιοποίηση πλεονάζουσας ενέργειας συνόλου σταθμών ΑΠΕ** του Συστήματος
 - Αναγκαία **μεθοδολογία εκτίμησης της πλεονάζουσας αιολικής παραγωγής** που εκμεταλλεύονται οι ΑΣ (σε τοπικό επίπεδο ή συνολικά στο Σύστημα) και επιμερισμού στους σταθμούς. Επίσης, **μηχανισμού ενδοημερήσιου επαναπρογραμματισμού της αποθήκευσης** για αποτελεσματικότερη παρακολούθηση της διαθέσιμης πλεονάζουσας ενέργειας ΑΠΕ.
- ⇒ *Απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση για τη διαμόρφωση της μεθοδολογίας και του μηχανισμού αυτού.*

Προταθέν από τη ΡΑΕ μοντέλο διαχείρισης και τιμολόγησης των ΑΣ στο Σύστημα (2/2)

Τιμολόγηση σε ΟΤΣ & ενίσχυση για αξιοποίηση ενέργειας ΑΠΕ

- Πώληση ενέργειας πάντοτε στην ΟΤΣ (ΟΤΑ)
- Αγορά ενέργειας κατά βάση στην ΟΤΣ (ΟΤΑ). Ειδική αμοιβή για απορρόφηση πλεονάζουσας παραγωγής ΑΠΕ:
 - Από τους συνεργαζόμενους σταθμούς ΑΠΕ (κοινή δήλωση φορτίου-παραγωγής):
 - Αποζημίωση ΑΣ από ΑΠΕ μέσω διμερών συμβολαίων. FiT για το σύνολο της παραγωγής ΑΠΕ.
 - Από το σύνολο των περικοπτόμενων ΑΠΕ του Συστήματος (τοπικά ή συνολικά):
 - Ενίσχυση ΑΣ με μέρος της FiT. Αντίστοιχη μείωση αποζημίωσης (FiT) ΑΠΕ.
 - Δυνατότητα για πρόσθετη ενίσχυση, εφόσον κριθεί απαραίτητο (βιωσιμότητα σταθμών) και εφικτό (κόστος για Αγορά):
 - Τιμών αγοράς ενέργειας, με επιδότηση συνιστώσας κόστους CO₂,
 - Ισχύος, μέσω του ΜΔΕΙ
- Εκκαθάριση σε ΟΤΑ για αποκλίσεις παραγωγής-απορρόφησης (κοινή δήλωση)
- Απαλλαγή ΑΣ από χρεώσεις Ειδικού Λογαριασμού (ΥΚΩ, ΕΤΜΕΑΡ), επιβολή χρέωσης χρήσης Συστήματος και απωλειών Συστήματος

Ειδική περίπτωση: Κορεσμένα δίκτυα

- Αφορά περιπτώσεις αδυναμίας εγκατάστασης **νέων σταθμών ΑΠΕ** λόγω **κορεσμού τοπικών δικτύων** (εξαγωγικής ικανότητας)
- **Συνδυασμένη υλοποίηση ΑΣ και συνεργαζόμενων ΑΠΕ (τύπου ΥΒΣ):**
 - Δυνατότητα πρόσθετης αδειοδότησης/ανάπτυξης ΑΠΕ με αποθήκη
 - Αποθήκευση παραγωγής ΑΠΕ στα διαστήματα κορεσμού
 - Απόδοση στο δίκτυο στα διαστήματα υψηλής ζήτησης
 - Προϋπόθεση: Δυνατότητα παραγωγής σε περιόδους υψηλού φορτίου & τιμών
- Εφαρμόζεται το **γενικό μοντέλο διαχείρισης και τιμολόγησης ΑΣ** με **συνδεδεμένους τους συνεργαζόμενους σταθμούς ΑΠΕ**, ως ενιαίος σταθμός:
 - ΑΣ αξιοποιεί απορρίψεις συνεργαζόμενων ΑΠΕ. Επίσης δραστηριοποιείται στην Αγορά
 - Παραγόμενη και απορροφούμενη ενέργεια ΑΣ τιμολογείται στην εκάστοτε ΟΤΣ
 - Παραγόμενη ενέργεια ΑΠΕ τιμολογείται σε FiT
 - Διμερή συμβόλαια μεταξύ ΑΣ και ΑΠΕ, αν διακριτές επενδύσεις
 - Ειδική Διαχείριση συνεργαζόμενων ΑΠΕ: Κατά βάση αποθήκευση της διαθέσιμης παραγωγής. Δυνατότητα απευθείας έγχυσης στο δίκτυο μόνο σε περιόδους μη κορεσμού (περικοπής άλλων ΑΠΕ).

Αναγκαίες συνθήκες για βιωσιμότητα των ΑΣ

❑ Μέγεθος ενίσχυσης από διακίνηση παραγωγής ΑΠΕ

- Επάρκεια πλεονάζουσας παραγωγής ΑΠΕ:
 - ο Συνθήκες **υψηλής διείσδυσης** σε επίπεδο Συστήματος → **Μελλοντική προοπτική**
 - ο Δραστηριοποίηση σε **περιοχές με κορεσμένα δίκτυα** → **Άμεση δυνατότητα**
- Ύψος ενίσχυσης από Ειδικό Λογαριασμό (μέρος της FiT) ή και πρόσθετη επιδότηση της τιμής αγοράς (π.χ. κόστους εκπομπών CO₂)

❑ Σημαντική διαφορά τιμών βάσης-αιχμής στην ημερήσια αγορά

- Τιμές δικαιωμάτων εκπομπής CO₂
- Επίπτωση υψηλής διείσδυσης ΑΠΕ
- Ρόλος διασυνοριακού εμπορίου και σύζευξης των αγορών

❑ Αγορά επικουρικών υπηρεσιών

- Μέγεθος αγοράς
- Αποτίμηση ευελιξίας και ταχύτητας απόκρισης των αποθηκευτικών σταθμών

❑ Επαρκή έσοδα από Μηχανισμό Διασφάλισης Ισχύος

Παρεμβάσεις στο θεσμικό πλαίσιο

- **Θεσμοθέτηση διμερών συμβολαίων** για ΑΣ και συνεργαζόμενους σταθμούς ΑΠΕ και ανάπτυξη **διαδικασιών διαχείρισής τους** από Διαχειριστή (εντολές κατανομής, εξαίρεση των ΑΠΕ από περιορισμούς παραγωγής κ.λπ.).
- Ανάπτυξη **μεθοδολογίας εκτίμησης της πλεονάζουσας αιολικής παραγωγής** που εκμεταλλεύονται οι ΑΣ και επιμερισμού στους σταθμούς και **μηχανισμού ενδοημερησίου επαναπρογραμματισμού αποθήκευσης**.
- Θεσμοθέτηση **ενίσχυσης των ΑΣ από τον μηχανισμό εγγυημένων τιμών** για την πλεονάζουσα αιολική παραγωγή που αποθηκεύουν (με ταυτόχρονη απομείωση της αποζημίωσης των ΑΠΕ για την ίδια ενέργεια) ή και με επιδότηση της τιμής αγοράς της, εάν κριθεί αναγκαίο και εφικτό.
- **Αντικατάσταση** (ή επαρκής μείωση) της αποζημίωσης των Α/Π για περικοπές (ν.3851/2010) που υφίστανται οι σταθμοί ΑΠΕ κατ' εντολή του Διαχειριστή, με την **σύναψη διμερών συμβολαίων με ΑΣ ή την μείωση/εξάλειψη των περικοπών κατά την Κατανομή** (κίνητρο συνεργασίας με ΑΣ).
- Ρύθμιση **ζητημάτων αδειοδότησης**, περιλαμβανομένων των ΑΣ με σταθμούς ΑΠΕ σε κορεσμένα δίκτυα.

Συνολική αποτίμηση προταθέντος μοντέλου διαχείρισης/τιμολόγησης ΑΣ στο Σύστημα

- 👍 **Συμβατό** με κοινοτική νομοθεσία και διεθνή πρακτική διαχείρισης ΑΣ
 - 👍 Απαιτεί **περιορισμένες παρεμβάσεις** στο θεσμικό πλαίσιο
 - 👍 **Παρέχει ευελιξία προσαρμογής** σε μελλοντικές αλλαγές της δομής της Αγοράς
 - 👍 Επιτρέπει δραστηριοποίηση μεγάλης ισχύος ΑΣ, **χωρίς στρεβλώσεις** της Αγοράς
 - 👍 **Παρέχει κίνητρα** στους ΑΣ να εξυπηρετήσουν την **αύξηση της διείσδυσης ΑΠΕ**
 - 👍 **Δεν εισάγει νέους μηχανισμούς** στήριξης με πρόσθετο κόστος, εάν δεν επιδοτηθεί άμεσα η βιωσιμότητα των σταθμών
 - 👍 Επιτρέπει **άμεση δρομολόγηση έργων** σε περιοχές με κορεσμένα δίκτυα
-
- 👎 Υλοποίηση έργων σε **επίπεδο Συστήματος** μόνο **μελλοντικά**, υπό συνθήκες υψηλής εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ
 - 👎 Απαιτείται **εκτίμηση από τον Διαχειριστή** της πλεονάζουσας παραγωγής ΑΠΕ σε επίπεδο Συστήματος ή περιοχής
 - 👎 Βιωσιμότητα εξακολουθεί να επηρεάζεται από **αβεβαιότητες της Αγοράς** (διαμόρφωση τιμών ημερήσιας αγοράς, επικουρικών υπηρεσιών κλπ.) και μορφή καμπύλης φορτίου (π.χ. μείωση ωρών αιχμής)

Ευχαριστώ για την προσοχή σας !

