

Ηλεκτρική Ενέργεια από Φωτοβολταϊκά: Όρια και Προκλήσεις της Αυξημένης Διείσδυσης



Δρ. Στέλιος Λουμάκης

Διδάκτωρ Μηχανικός ΕΜΠ

Διπλ. Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ

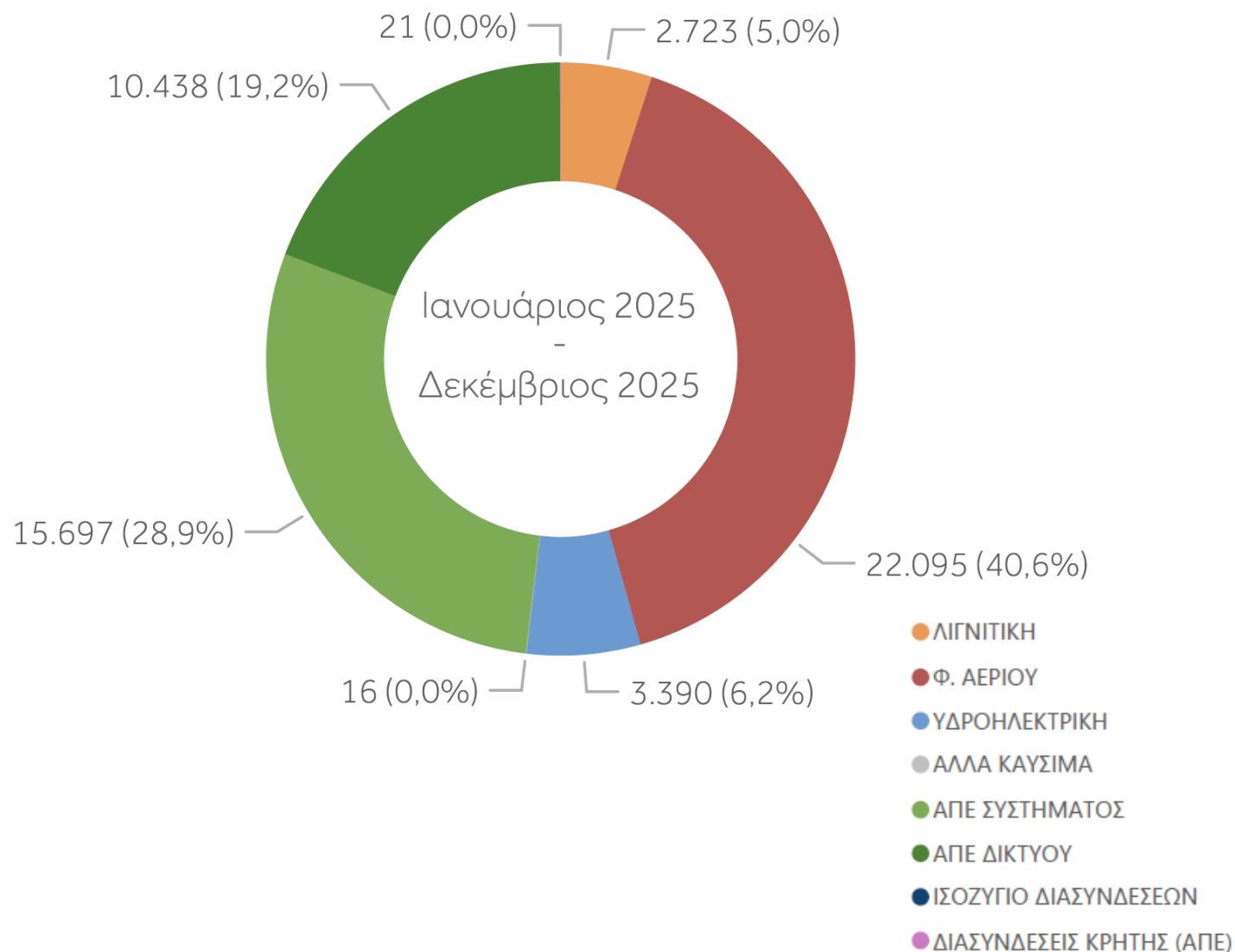
MBA, University of Portsmouth UK

Πρόεδρος Συνδέσμου Παραγωγών Ενέργειας από Φωτοβολταϊκά (www.spef.gr)

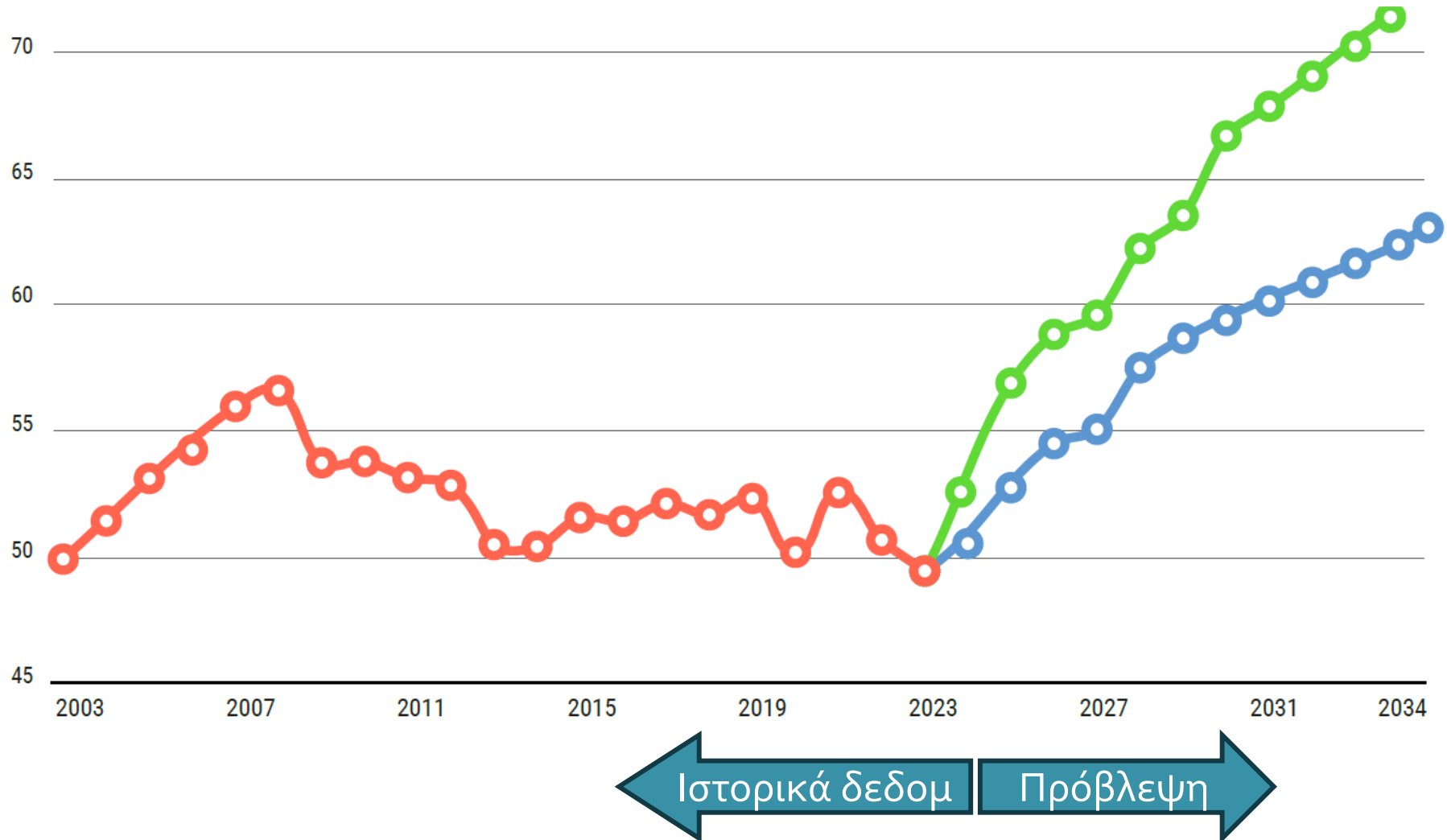
steliosloumakis@gmail.com



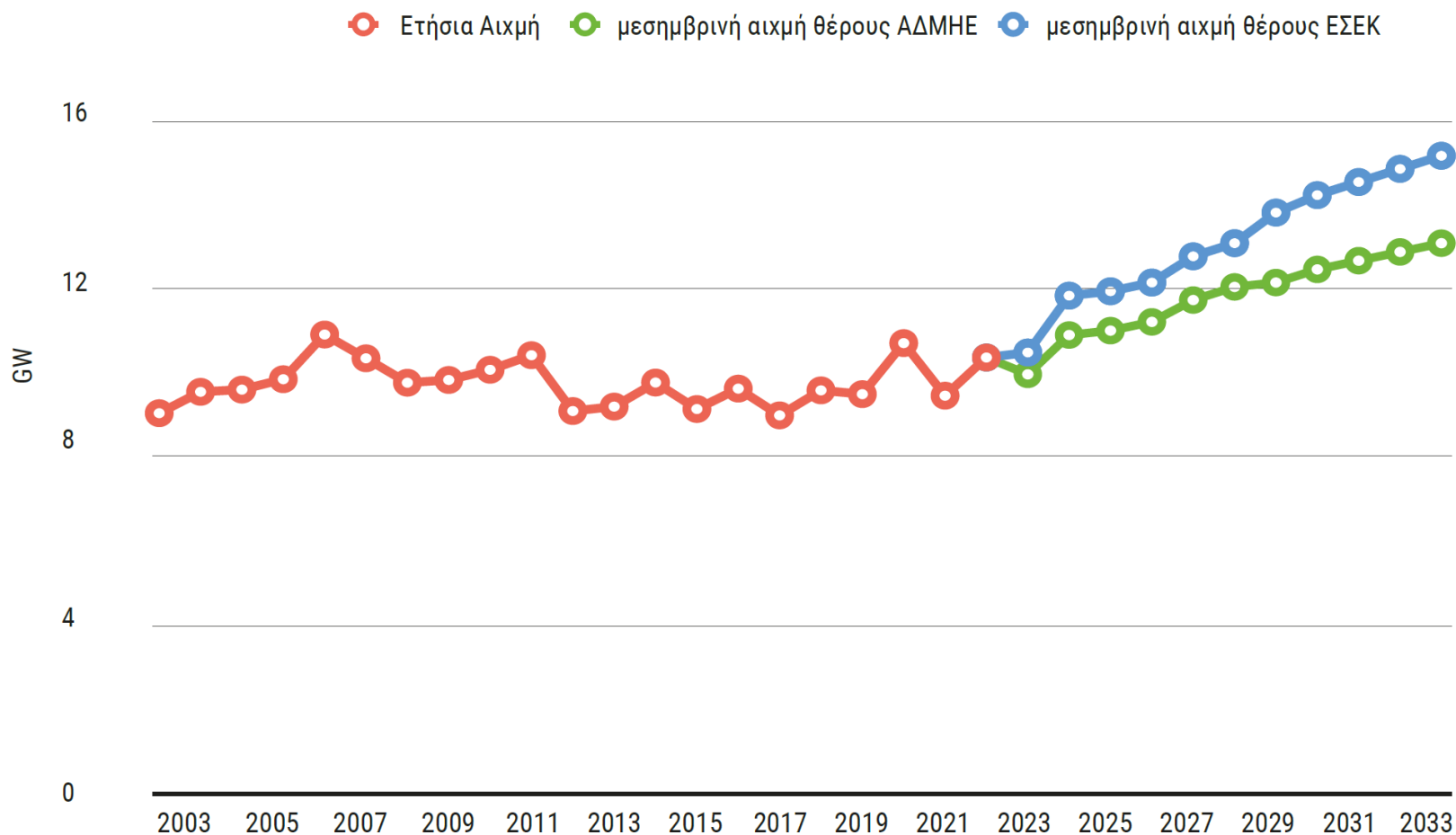
ΑΠΕ ~55% σε ηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα το 2025



Ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας σε TWh στο διασυνδεδεμένο σύστημα από το 2003

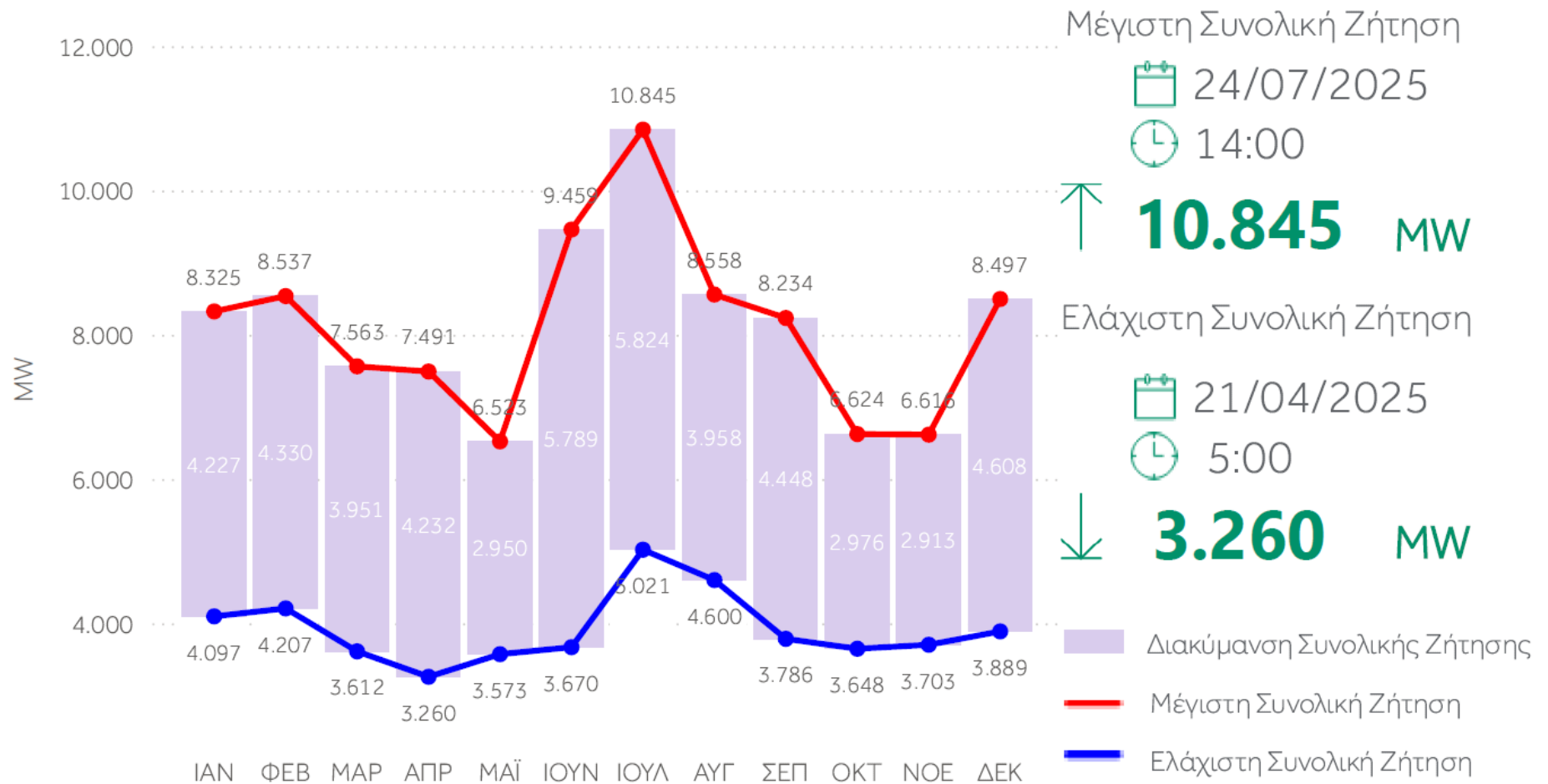


Ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος σε GW στο διασυνδεδεμένο σύστημα από το 2003



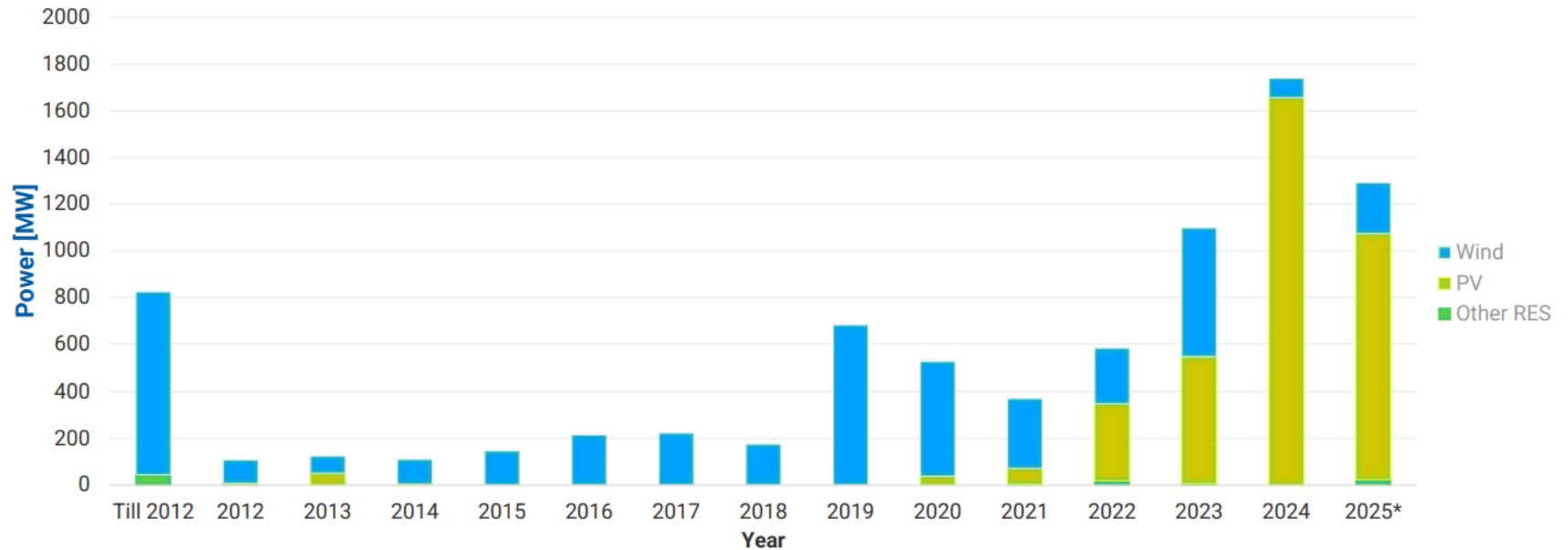
Πηγή: ΑΔΜΗΕ

Διακύμανση ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος σε GW στο διασυνδεδεμένο σύστημα το 2025



Πηγή: ΑΔΜΗΕ

IPTO RES Electrification and current Status



RES in Operation

Category	Installed Power [GW]			
	Total	Wind	PV	Other
Transmission (IPTO)	8,1	4,3	3,7	0,1
Distribution (HEDNO) <i>Estimation</i>	9,0	1,2	7,2	0,6
Total	17,1	5,5	10,9	0,7

ΑΠΕ ~18 GW σήμερα
πλην μεγάλων Υ/Η
(+3.5 GW)

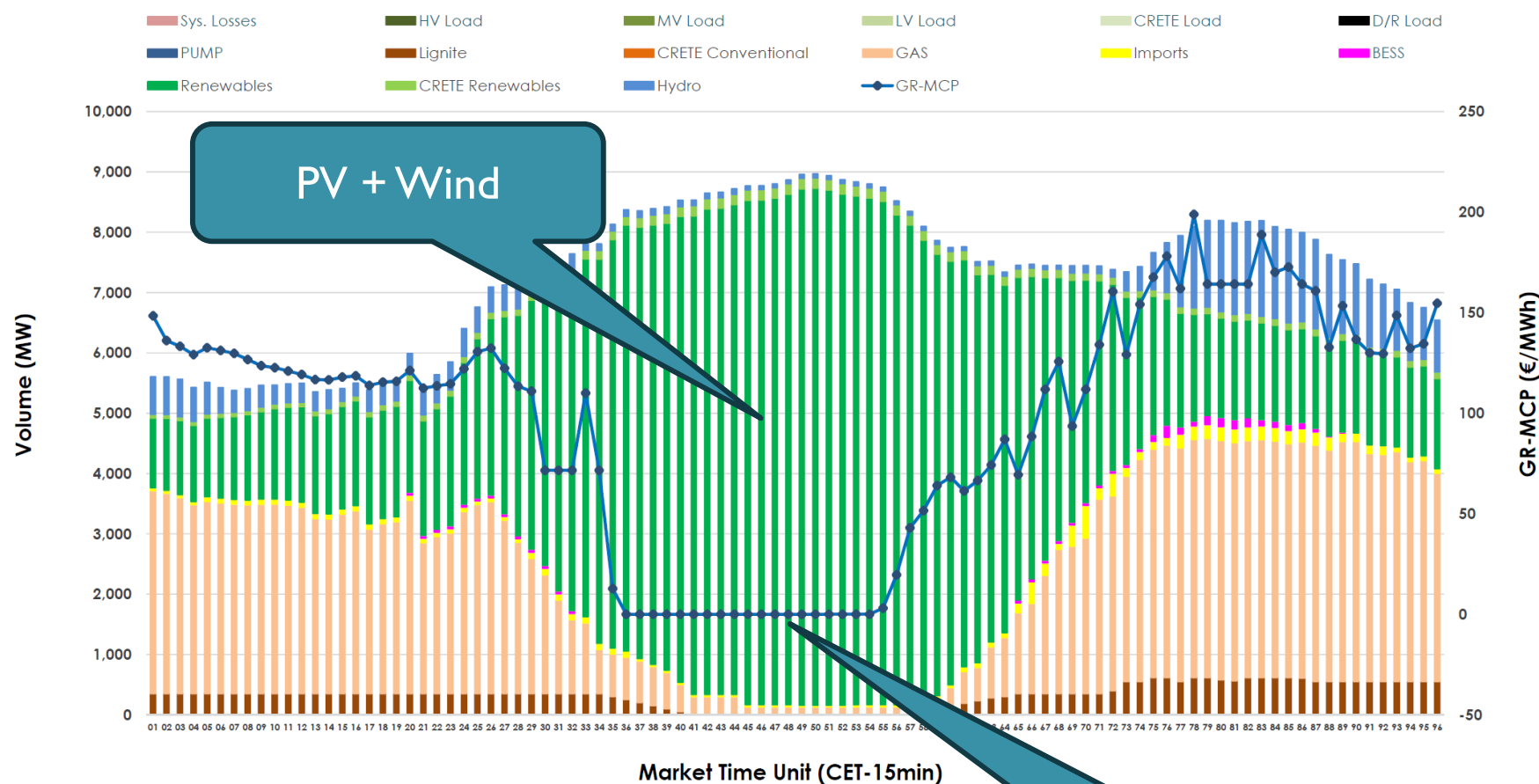
ΦΒ ~12.5 GW
σήμερα

Κυριαρχία ΑΠΕ στην Χονδρεμπορική Αγορά με μηδενικές/αρνητικές τιμές και μεγάλη διακύμανση τιμών



Day-Ahead Market Outlook

08.06.2026 Day-Ahead Market - Sell

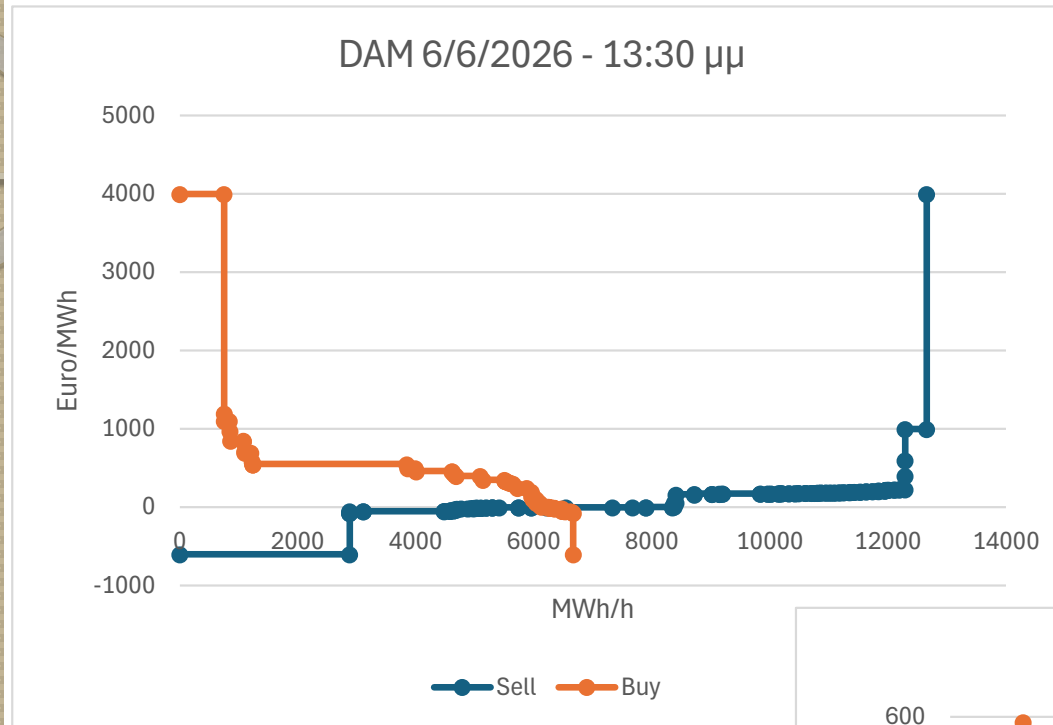


PV + Wind

Χονδρεμπορική τιμή

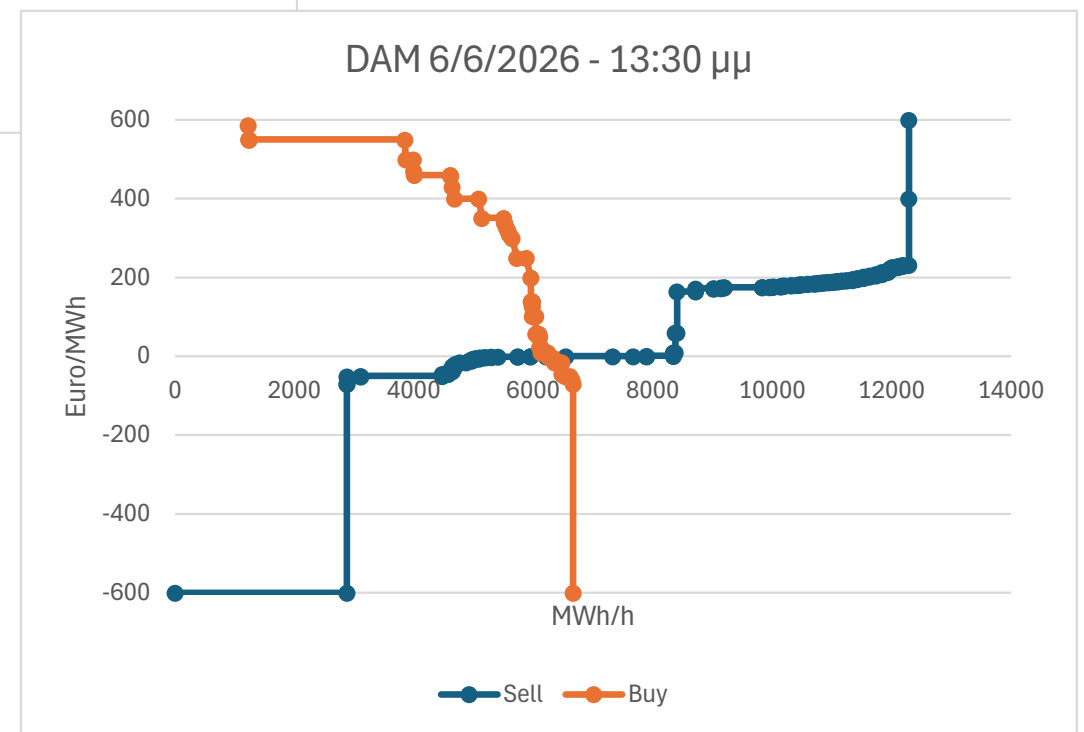
Πηγή: EXE

Κυριαρχία ΑΠΕ στην Αγορά Επόμενης Ημέρας (DAM) με μηδενικές/αρνητικές τιμές τα μεσημέρια

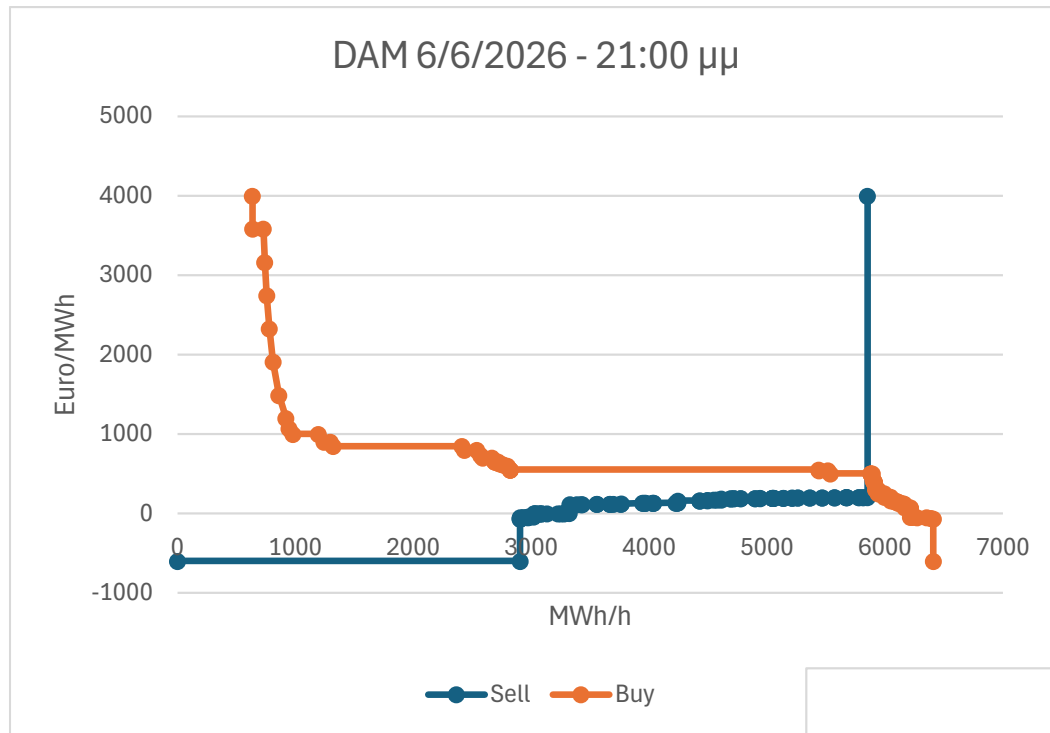


Σωρευτικές
καμπύλες
προσφοράς και
ζήτησης στην
χρονομονάδα

Σε μεγέθυνση η
περιοχή τομής
τους

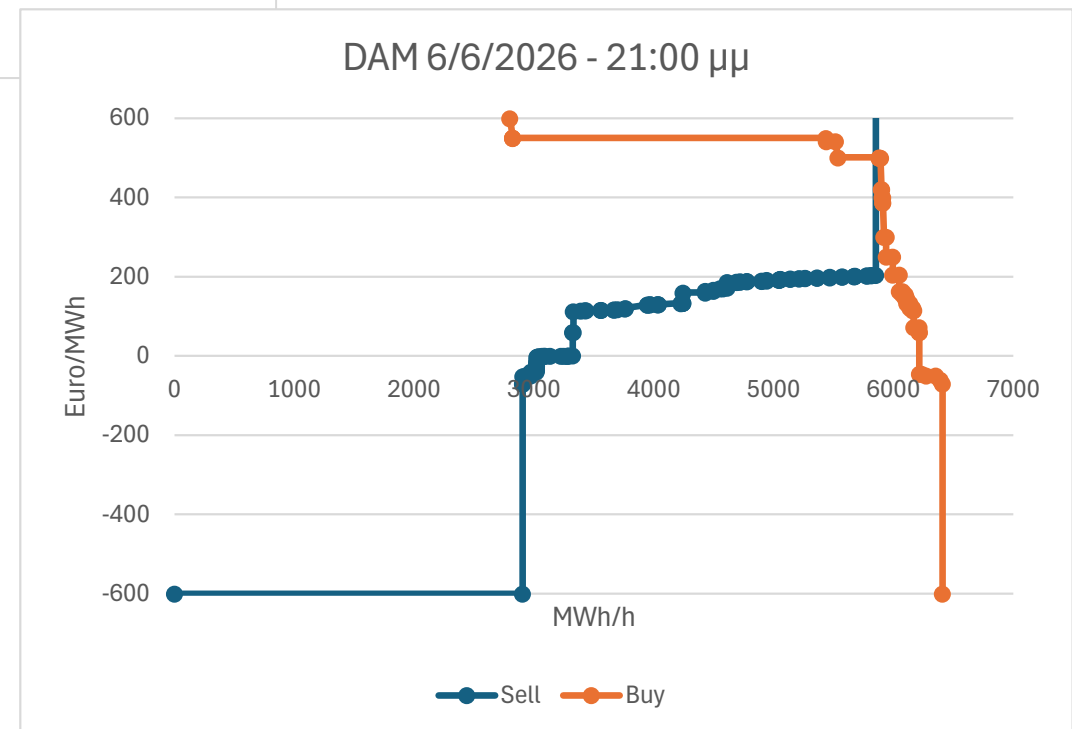


Κυριαρχία θερμικών στην Αγορά Επόμενης Ημέρας (DAM) σε βραδυνές ώρες εκτός φωτοβολταϊκών

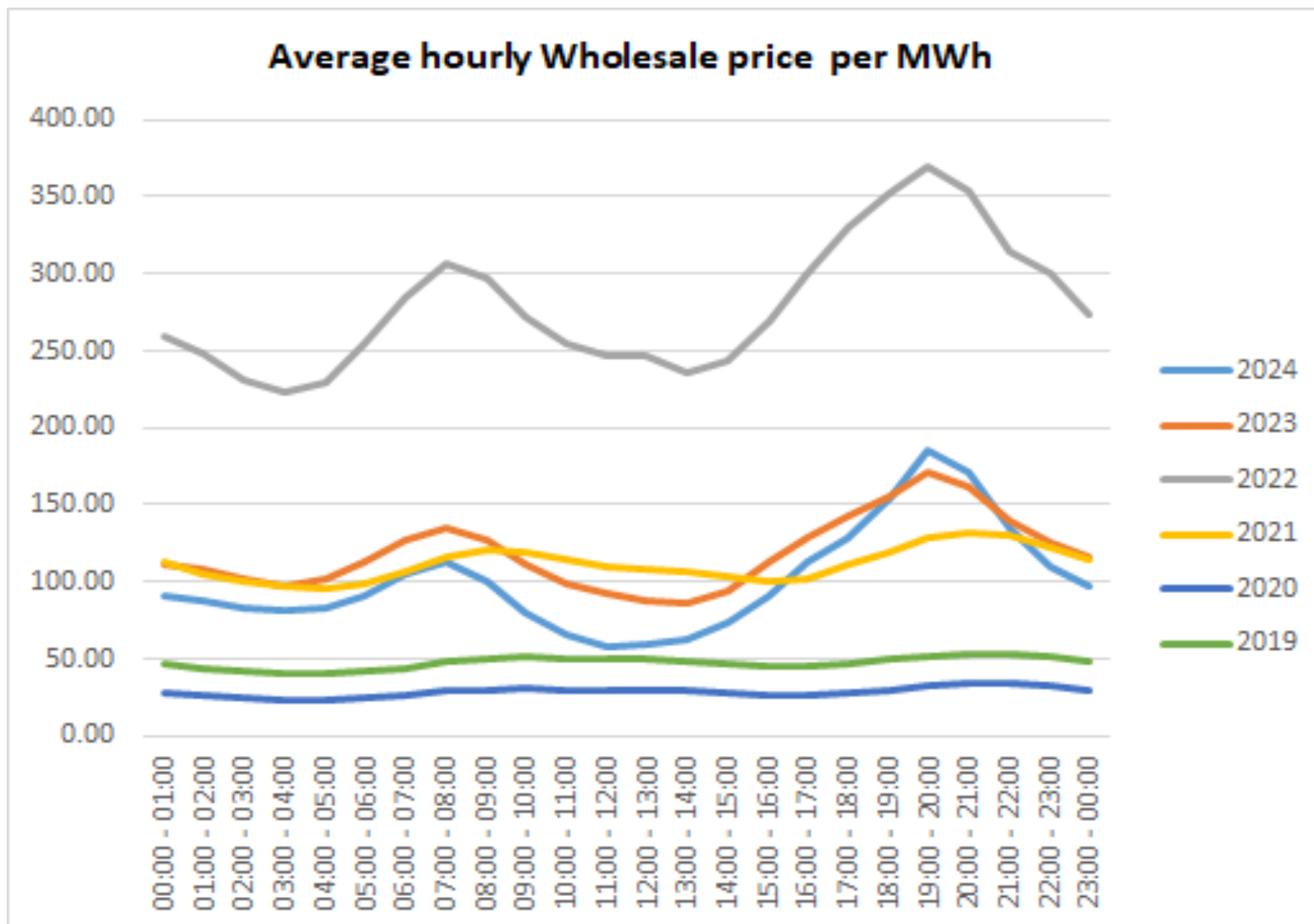


Σωρευτικές
καμπύλες
προσφοράς και
ζήτησης στην
χρονομονάδα

Σε μεγέθυνση η
περιοχή τομής
τους



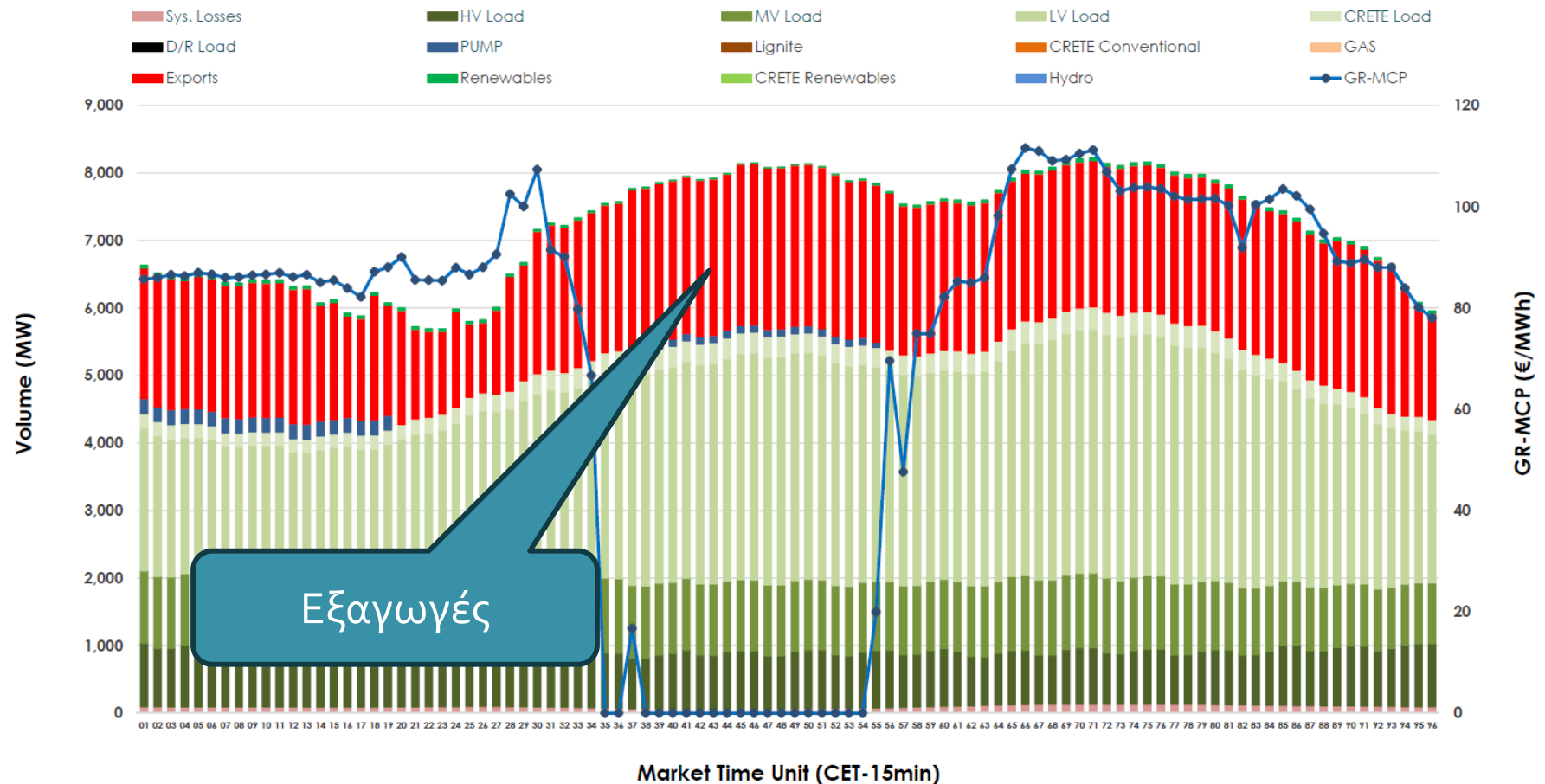
Αύξηση της ενδοημερήσιας διακύμανσης χονδρεμπορικής τιμής στην Αγορά Επόμενης Ημέρας



Η Ελλάδα έχει καταστεί καθαρός εξαγωγέας ηλεκτρικής ενέργειας λόγω των ΑΠΕ

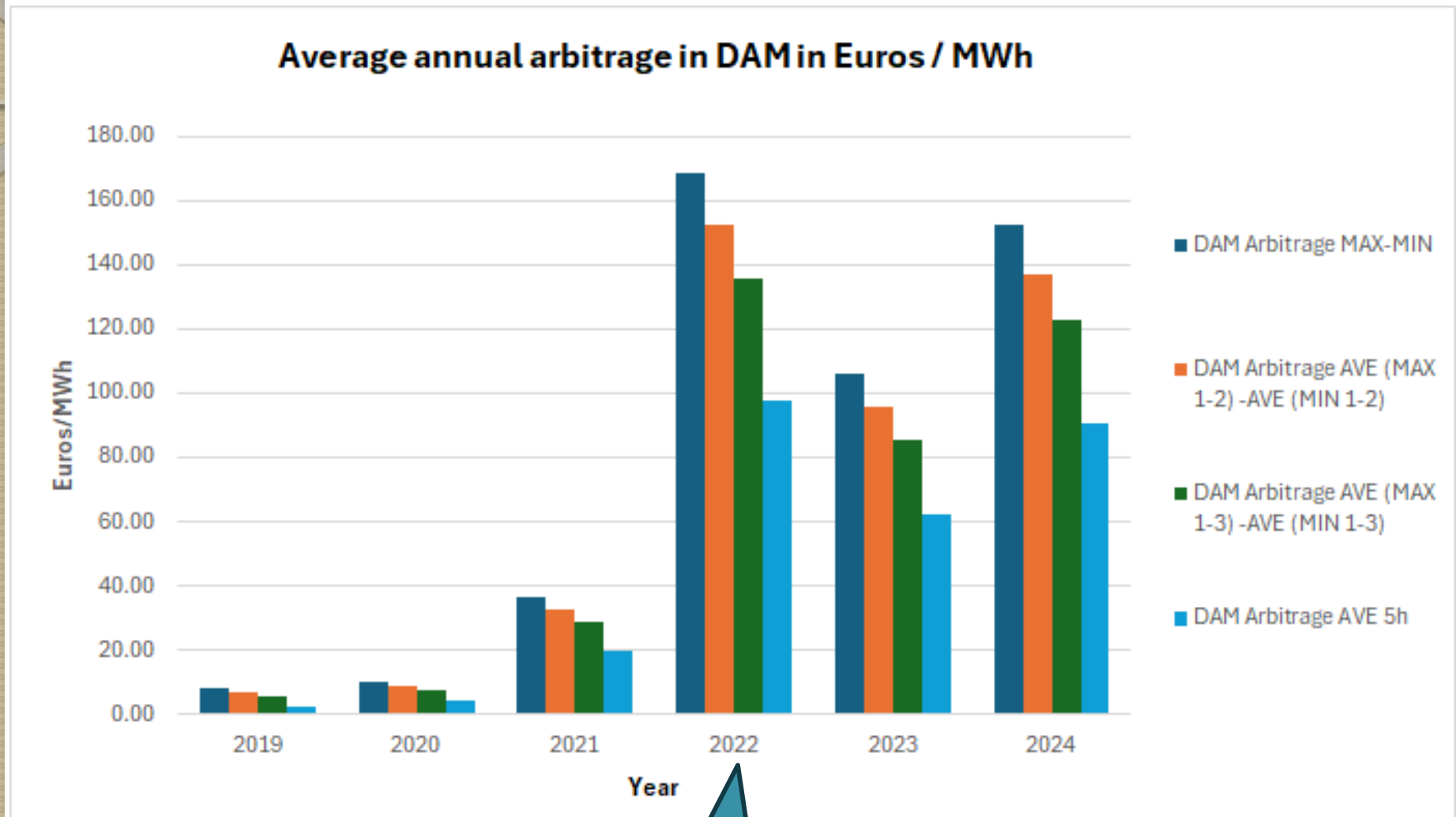


22.11.2025 Day-Ahead Market - Buy



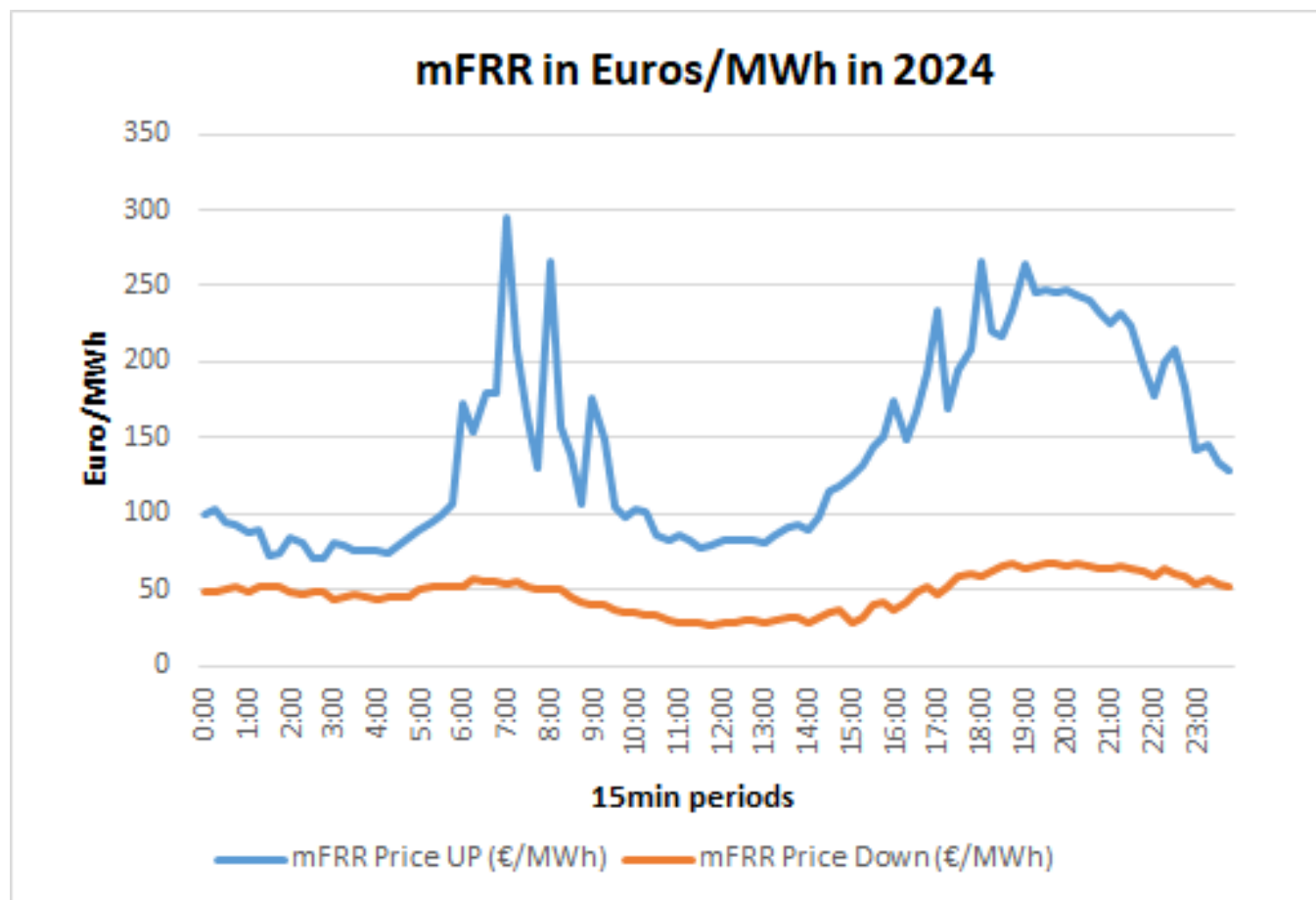
Ωστόσο για να αποτιμηθεί το τελικό όφελος από τις εξαγωγές δεν αρκεί μόνο η θετική διαφορά εξαγωγών μείον εισαγωγές σε MWh ή αξία Ευρώ. Απαιτείται ο υπολογισμός του οικονομικού περιθωρίου από τις εξαγωγές (εισπράξεις μείον κόστος παραγωγής) καθώς και η σύγκριση του για την ίδια χρονική περίοδο με το κόστος των εισαγωγών.

Αυξανόμενο arbitrage τιμών στην Αγορά Επόμενης Ημέρας (DAM)



Ξέσπασμα
πολέμου στην
Ουκρανία

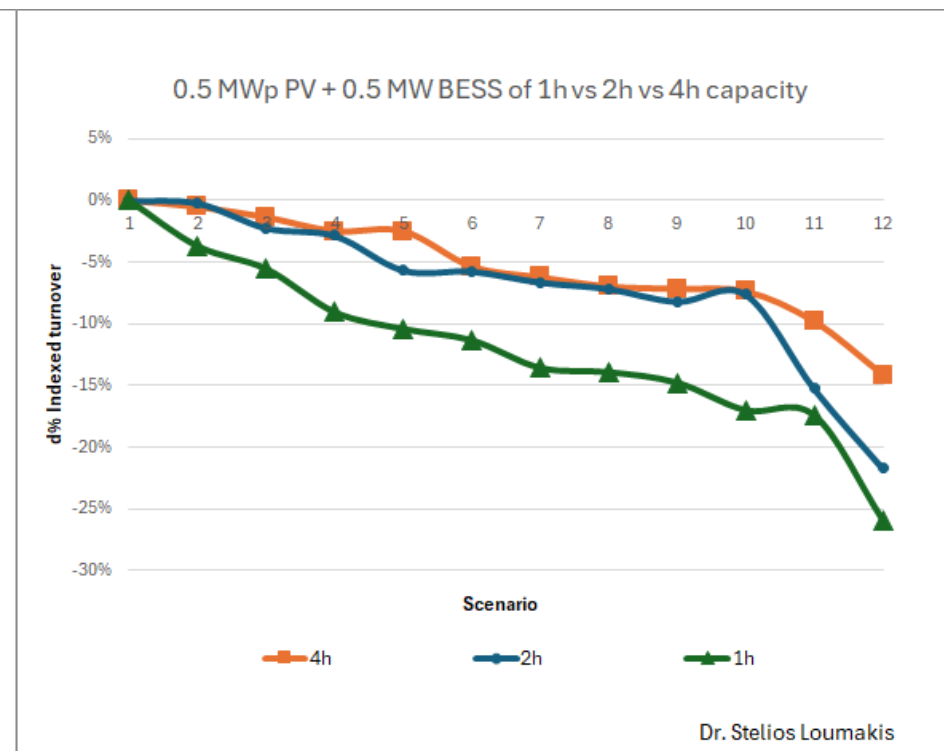
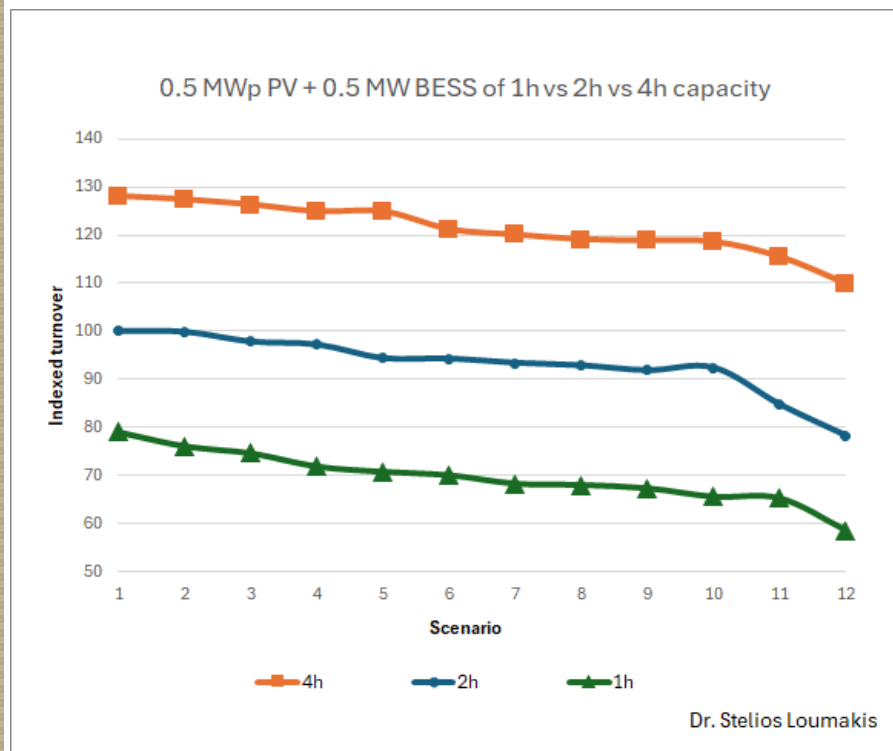
Διαφορές τιμών μεταξύ Ανοδικής και Καθοδικής Αγοράς Ενέργειας Εξισορρόπησης



Τον Ιούνιο του 2025 επετράπησαν οι αρνητικές τιμές έως -50 ευρώ/MWh στην Καθοδική Αγορά Ενέργειας Εξισορρόπησης, οπότε η διαφορά τιμών διευρύνθηκε. Επί του παρόντος τελεί υπό διαβούλευση η περαιτέρω μείωση του ορίου στα -100 ευρώ/MWh.

Ανάγκη υβριδοποίησης Φ/Β σταθμών λόγω περικοπών

- Φ/Β με feed-in premium (έργα >400 kW με λειτουργία μετά τις 4/7/19) που δεν έχουν προτεραιότητα κατανομής οδηγούνται σε περικοπές παραγωγής ένεκα έλλειψης ελεύθερης ζήτησης για ηλεκτρική ενέργεια τα μεσημέρια, ενώ λόγω αρνητικών τιμών στην χονδρική αναστέλλεται η λειτουργική τους ενίσχυση και βιώνουν συνδυαστικά απώλεια εισοδήματος σε ετήσια βάση μεσοσταθμικά >40%.
- Η προσθήκη μπαταρίας behind the meter μπορεί να αμβλύνει το πρόβλημα, αυξάνοντας τον τζίρο τους, αναλόγως και της χωρητικότητας της, μεταφέροντας την έγχυση σε ώρες με διαθέσιμη ελεύθερη ζήτηση και υψηλές τιμές χονδρικής.
- Η αυξημένη χωρητικότητα της μπαταρίας, αν και έχει κόστος, προσθέτει ασφάλεια στον παραγωγό στην διαχείριση του σταθμού στην αγορά από τον ΦοΣΕ (aggregator).



Προκλήσεις



- Για τα νέα φωτοβολταϊκά έργα δεν υπάρχουν πλέον ταρίφες ή δημόσιοι κρατικοί μηχανισμοί λειτουργικής ενίσχυσης. Η αμοιβή τους βασίζεται αποκλειστικά στη χονδρεμπορική αγορά ή/και σε PPAs απευθείας με μεγάλους καταναλωτές.
- Τα Φ/Β το 2026 αναμένεται να υπερβούν τον στόχο του ΕΣΕΚ για 13.5 GW το 2030.
- Παρά την υπερδυναμικότητα των ΑΠΕ υπάρχουν επιπλέον ~15 GW έργων με Όρους Σύνδεσης έτοιμων προς κατασκευή και άλλων 50 GW έργων που αναμένουν Όρους Σύνδεσης.
- Αν τα Φ/Β φθάσουν τα 20 GW το 2030 και με την ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας να μην αυξάνει από το 2008 και μετά, οι περικοπές στα έργα χωρίς προτεραιότητα κατανομής θα υπερβαίνουν το 25%, ακόμη και υπό συνθήκες τέλει και πλήρους αποθήκευσης, πλέον της απώλειας εισοδήματος από τις μηδενικές τιμές.
- Η Ελλάδα έχει θέσει στόχο για έργα αποθήκευσης ενέργειας με μπαταρίες —BESS— έως το 2030, δηλαδή 5.6 GW. Το επενδυτικό ενδιαφέρον για BESS είναι ακόμη υψηλότερο, καθώς ώριμα έργα που αιτούνται όρους σύνδεσης υπερβαίνουν τα 10 GW.
- Μόνο 0.9 GW BESS βρίσκονται υπό δημόσιο κρατικό μηχανισμό λειτουργικής ενίσχυσης, ενώ τα υπόλοιπα λειτουργούν ως Merchant έργα.

Προκλήσεις

- Η Merchant αμοιβή των BESS θα πρέπει να συνδυάζει και δραστηριότητα στις αγορές εξισορρόπησης.
- Οι καθετοποιημένοι παίκτες, που συνδυάζουν παραγωγή και λιανική σε ισορροπημένο μίγμα, απολαμβάνουν την καλύτερη προστασία έναντι των κινδύνων της χονδρεμπορικής αγοράς —περικοπές, χαμηλές ή αρνητικές τιμές κ.λπ.—, καθώς πρακτικά πωλούν την ηλεκτρική τους παραγωγή σε τελικούς καταναλωτές σε τιμές λιανικής περίπου 150 ευρώ/MWh, επιτυγχάνοντας έτσι πολύ υψηλότερα περιθώρια.
- Οι καθετοποιημένοι παίκτες είναι ουδέτεροι έναντι των αρνητικών τιμών χονδρεμπορικής —απλώς αντιστρέφουν τη χρηματοροή, η οποία ούτως ή άλλως ισούται με μηδέν όταν το μίγμα παραγωγής και λιανικής είναι ισορροπημένο σε πραγματικούς χρονικούς όρους—, ενώ για τους απλούς παραγωγούς οι αρνητικές τιμές αποτελούν το απόλυτο εμπόδιο, που τους υποχρεώνει είτε να μείνουν εκτός αγοράς είτε να ενσωματώσουν BESS στα έργα ΑΠΕ τους που βρίσκονται εκτός feed-in tariff.



Ευχαριστώ!

Δρ. Στέλιος Λουμάκης

Διδάκτωρ Μηχανικός ΕΜΠ

Διπλ. Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ

MBA, University of Portsmouth UK

Πρόεδρος Συνδέσμου Παραγωγών Ενέργειας από Φωτοβολταϊκά (www.spef.gr)

steliosloumakis@gmail.com