

Εξαγωγές ηλεκτρισμού από ορυκτό αέριο: το κόστος για την ελληνική αγορά & το κλίμα

Σεπτέμβριος 2026

Κείμενο

Νίκος Μάντζαρης, Επικεφαλής Αναλυτής Πολιτικής & Συνιδρυτής, The Green Tank

Για αναφορά

The Green Tank (2026) «Εξαγωγές ηλεκτρισμού από ορυκτό αέριο: το κόστος για την ελληνική αγορά και το κλίμα»

Copyright © The Green Tank, 2026

Σχέδιο μορφοποίησης

Design Nature



Στοιχεία επικοινωνίας

Λεωφ. Βασ. Σοφίας 50, Αθήνα 115 28

☎ 210 7233384

💻 thegreentank.gr

✉ info@thegreentank.gr

Σύνοψη

Ενώ οι εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας έχουν σαφώς θετική επίδραση στο εμπορικό ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας, όταν προέρχονται από την καύση επιπλέον ποσοτήτων ορυκτού αερίου, αυξάνουν την τιμή της εγχώριας χονδρεμπορικής αγοράς (DAM). Δεδομένου ότι οι τιμές DAM συσχετίζονται ισχυρά με αυτές στη λιανική, η επιπλέον αυτή παραγωγή αερίου για εξαγωγές καταλήγει στους λογαριασμούς ηλεκτρικής ενέργειας των τελικών καταναλωτών της Ελλάδας.

Η παρούσα ανάλυση βασίζεται σε ένα εκπαιδευμένο μοντέλο μηχανικής μάθησης (machine-learning) προκειμένου να διερευνήσει ποσοτικά τις επιπτώσεις της επιπλέον παραγωγής αερίου για εξαγωγές στη χονδρεμπορική αγορά της Ελλάδας, αλλά και στις εκπομπές του τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Δεδομένου ότι η χώρα έγινε καθαρά εξαγωγική το 2024, το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για να εξετάσει δύο υποθετικά σενάρια την περίοδο από τον Ιανουάριο 2024 έως τον Ιούλιο 2026 (31 μήνες). Στο **Σενάριο 1**, θεωρήθηκε ότι το ορυκτό αέριο περιορίζεται στην κάλυψη μόνο της εγχώριας ζήτησης και των αναγκών καθοδικής εφεδρείας, με αποτέλεσμα μειωμένες εξαγωγές. Στο **Σενάριο 2**, οι εξαγωγές θεωρήθηκαν ίσες με τις πραγματικές, αλλά η εξαγόμενη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που παράχθηκε από αέριο θεωρήθηκε ότι υποκαθίσταται από επιπλέον παραγωγή ΑΠΕ.

Τα κυριότερα ευρήματα συνοψίζονται ως εξής:

- Καθώς το μέσο μερίδιο του αερίου στο εγχώριο μίγμα ηλεκτροπαραγωγής κατά τις ώρες που η χώρα ήταν καθαρά εξαγωγική έφτασε το **35.8%**, η ηλεκτροπαραγωγή από ορυκτό αέριο θα μπορούσε να είναι **6.56 TWh** ή **11.4% χαμηλότερη** της πραγματικής, αν το αέριο χρησιμοποιούνταν μόνο για την κάλυψη της εγχώριας ζήτησης.
- Η μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος που θα επιτυγχανόταν σε αυτό το υποθετικό σενάριο εκτιμάται σε **2.6 εκατ. τόνους CO₂**.
- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Σεναρίου 1, η επιπλέον χρήση αερίου για εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας, οδήγησε την τιμή DAM σε μέση αύξηση **6.23 €/MWh**, με αποτέλεσμα η ελληνική χονδρεμπορική αγορά να επιβαρυνθεί με **€ 914.4 εκατ.** Το ποσό αυτό ξεπέρασε το σωρευτικό όφελος από το θετικό εμπορικό ισοζύγιο, το οποίο για την περίοδο έως τον Ιούνιο 2026 (που υπάρχουν πλήρη δεδομένα από την ΕΛΣΤΑΤ) ήταν **€ 821.2 εκατ.**
- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Σεναρίου 2, αν την ίδια περίοδο, αντί για πρόσθετη ηλεκτροπαραγωγή από αέριο, οι εξαγωγές καλύπτονταν από ισόποση επιπλέον παραγωγή ΑΠΕ, η DAM θα υποχωρούσε ακόμα περισσότερο, με τη μέση μείωση να φτάνει τα **7.24 €/MWh**. Έτσι, η ελληνική χονδρεμπορική αγορά θα ωφελούνταν **€ 1.065 δισεκ.**, ενώ το εμπορικό ισοζύγιο θα συσώρευε οφέλη **€ 605.4 εκατ.** (έως τον Ιούνιο 2026).

Συνεπώς, η **στратηγική διαρκούς επέκτασης της εγκατεστημένης ισχύος μονάδων ορυκτού αερίου** με εξαγωγικό προσανατολισμό στο όνομα της ενίσχυσης του ρόλου της Ελλάδας στην περιφερειακή ενεργειακή ασφάλεια της νοτιοανατολικής Ευρώπης, **δεν είναι βιώσιμη** —ούτε οικονομικά ούτε περιβαλλοντικά. Αντίθετα, η περαιτέρω ανάπτυξη των **ΑΠΕ και της αποθήκευσης** μπορεί να διατηρήσει το εμπορικό ισοζύγιο ισχυρά θετικό και -το κυριότερο- να μειώσει την τιμή DAM προς όφελος της εθνικής οικονομίας, των Ελλήνων καταναλωτών, αλλά και των καταναλωτών σε γειτονικές χώρες.

Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή	5
Το εμπορικό ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας.....	7
Το μίγμα ηλεκτροπαραγωγής των εξαγωγών	8
Μοντέλα Μηχανικής Μάθησης για την Εκτίμηση Τιμών DAM	9
Σύγκριση Μοντέλων	10
Εναλλακτικά σενάρια.....	11
Σενάριο 1: Μειωμένη παραγωγή αερίου	11
Αποτελέσματα προσομοιώσεων Σεναρίου 1	14
Σενάριο 2: Μειωμένη παραγωγή αερίου - αυξημένη παραγωγή ΑΠΕ.....	16
Αποτελέσματα προσομοιώσεων Σεναρίου 2	16
Συμπεράσματα	19

Εισαγωγή

Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ), η Ελλάδα αναμενόταν να μετατραπεί σε καθαρό εξαγωγέα ηλεκτρικής ενέργειας κάποια στιγμή εντός της πενταετίας 2031-2035, δηλαδή μετά το 2030¹. Ωστόσο, αυτό συνέβη πολύ νωρίτερα, καθώς από το 2024 η χώρα είναι καθαρά εξαγωγική. Η εξέλιξη αυτή δεν ήταν μεμονωμένη ή παροδική· αντίθετα, εντάθηκε ραγδαία, καθώς οι καθαρές εξαγωγές δεκαπλασιάστηκαν μεταξύ 2024 και 2025, ενώ μόνο το πρώτο εξάμηνο του 2026 ξεπέρασαν κατά 74% το σύνολο των καθαρών εξαγωγών ολόκληρου του 2025, σύμφωνα με στοιχεία του ΑΔΜΗΕ.

Το μέγεθος και ο ρυθμός αυτής της μεταστροφής έχουν καταστήσει το ζήτημα αντικείμενο έντονου δημόσιου διαλόγου, με αντικρουόμενες ερμηνείες. Η κυρίαρχη αφήγηση συνδέει το άλμα των εξαγωγών με την ανάπτυξη πρωτίστως των φθηνών και καθαρών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), παρουσιάζοντάς το ως επιτυχία της εθνικής ενεργειακής πολιτικής με θετικό αντίκτυπο στην εθνική οικονομία: το γεγονός ότι η Ελλάδα εξαγεί ηλεκτρική ενέργεια ερμηνεύεται ως ένδειξη ανταγωνιστικότητας, αφού προϋποθέτει ότι οι εγχώριες τιμές είναι χαμηλότερες από αυτές των γειτονικών αγορών, μετατοπίζοντας έτσι το εμπορικό ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας σε θετικό έδαφος^{2,3}.

Απέναντι σε αυτή την ανάγνωση έχει αναπτυχθεί σημαντικός αντίλογος, ο οποίος κινείται σε τρεις κατευθύνσεις:

Πρώτον, οι «όροι εμπορίου» της χώρας —ο λόγος της μέσης τιμής εξαγωγών προς τη μέση τιμή εισαγωγών επί 100— παραμένουν τους περισσότερους μήνες κάτω από το 100. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι η Ελλάδα δεν αξιοποιεί πλήρως την αξία των φθηνών ΑΠΕ που παράγει, αλλά αναγκάζεται να τις διαθέτει στο εξωτερικό λόγω ανεπαρκών υποδομών αποθήκευσης που θα επέτρεπαν την εγχώρια απορρόφησή τους⁴.

Δεύτερον, διαδόθηκε ευρέως ο ισχυρισμός ότι οι εξαγωγές φθηνής ΑΠΕ ενέργειας προς τη Βουλγαρία λειτουργούν εις βάρος της Ελλάδας, καθώς η ενέργεια αυτή αποθηκεύεται στις μπαταρίες της γειτονικής χώρας και επανεισάγεται το βράδυ σε σημαντικά υψηλότερες τιμές^{5,6}. Ο ισχυρισμός αυτός, ωστόσο, διαψεύστηκε από ανάλυση δεδομένων του ENTSO-E, η οποία έδειξε ότι η Ελλάδα ήταν καθαρά εξαγωγική προς τη Βουλγαρία κατά μέσο όρο σε όλες τις ώρες της ημέρας το πρώτο εξάμηνο του 2026⁷.

¹ Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ), Ιανουάριος 2025, Πίνακας 31, σελ. 476. <https://bit.ly/4bNVr6M>

² Insider 26.5.2026. «Τσάφος: Τα αποτελέσματα του μετασχηματισμού στην ηλεκτρική ενέργεια για επενδύσεις, εξαγωγές, ΑΠΕ» <https://bit.ly/4gb4tvV>

³ Γ. Φιντικάκης, energypress. 14.8.2026 «Ιστορικό ρεκόρ σήμερα στις εξαγωγές ρεύματος από Ελλάδα - Πώς η παραγωγή από ΑΠΕ και μονάδες φυσικού αερίου τροφοδοτεί Ρουμανία, Ουγγαρία, Αυστρία και Κροατία» <https://bit.ly/4x6gABS>

⁴ Π. Κάπρος, energypress. 2.6.2026. «Πρέπει να είμαστε περήφανοι που το εμπορικό ισοζύγιο ηλεκτρισμού (σε χρήματα) έγινε θετικό το 2025 και 2026;» <https://bit.ly/4xDRs5d>

⁵ Χ. Μαμουλάκης, Βουλευτής ΣΥΡΙΖΑ 2.6.2026. «Πουλάμε δωρεάν ρεύμα και το αγοράζουμε πίσω έως και 2.000% ακριβότερα! (video)» <https://bit.ly/4x1OEPs>

⁶ Το Ποντίκι, 27.5.2026. «Η Βουλγαρία κερδίζει εκατ. από τις ελληνικές ΑΠΕ: Αγοράζει μεσημεριανό ρεύμα σχεδόν στο μηδέν και το μεταπουλάει το βράδυ με «καπέλο» 2000%» <https://bit.ly/4fVpkV8>

⁷ Ν. Μάντζαρης, energypress 30.6.2026. «Τι συμβαίνει με τις εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας στη Βουλγαρία;». <https://bit.ly/4wvJ7zj>

Τρίτο, μια διαφορετικού είδους κριτική συνδέει την αύξηση των εξαγωγών με άνοδο των τιμών στην ελληνική χονδρεμπορική αγορά, αποδίδοντάς την στην αυξημένη χρήση μονάδων ορυκτού αερίου προκειμένου να καλυφθεί η ζήτηση γειτονικών χωρών^{8,9}. Τη διάσταση αυτή παραδέχθηκε και ο πρώην υπουργός Περιβάλλοντος και Ενέργειας Θ. Σκυλακάκης, χαρακτηρίζοντας τις εξαγωγές «μπούμερανγκ» για τις χώρες που εξάγουν¹⁰.

Ωστόσο, μέχρι στιγμής δεν έχει ποσοτικοποιηθεί η ανοδική πίεση στην ελληνική χονδρεμπορική αγορά (Day Ahead Market ή συντομότερα DAM) που ασκεί η πρόσθετη χρήση ορυκτού αερίου για εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας. Χωρίς μια τέτοια ποσοτικοποίηση, είναι αδύνατο να απαντηθεί το ερώτημα αν οι εξαγωγές, στο σύνολό τους, ωφελούν ή ζημιώνουν τελικά τους Έλληνες καταναλωτές και την εθνική οικονομία.

Το κρίσιμο αυτό ερώτημα αποτελεί το αντικείμενο της παρούσας ανάλυσης. Η **μεθοδολογική προσέγγιση** διαρθρώνεται σε τέσσερα στάδια. Αρχικά, παρουσιάζονται τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ για την εξέλιξη του εμπορικού ισοζυγίου ηλεκτρικής ενέργειας (αξία εξαγωγών μείον αξία εισαγωγών) σε μηνιαία βάση, από τον Ιανουάριο του 2024 –πρώτο μήνα κατά τον οποίο η χώρα κατέστη καθαρά εξαγωγική– έως τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία τον Ιούνιο του 2026. Στη συνέχεια, αξιοποιούνται στοιχεία του Ελληνικού Χρηματιστηρίου Ενέργειας (ΕΧΕ) για τον υπολογισμό των μεριδίων των διαφορετικών πηγών ηλεκτροπαραγωγής κατά τις ώρες που η χώρα ήταν καθαρά εξαγωγική.

Για την εκτίμηση της οικονομικής επίδρασης της πρόσθετης χρήσης αερίου στις εξαγωγές, αρχικά εκπαιδεύονται 5 διαφορετικά μοντέλα μηχανικής μάθησης με 18,960 ωριαία δεδομένα τιμής DAM (ΕΧΕ) για την περίοδο Ιανουαρίου 2024 - Φεβρουαρίου 2026, καθώς και 14 επιπλέον ανεξάρτητων μεταβλητών, μεταξύ των οποίων η παραγωγή από ορυκτό αέριο και οι καθαρές εξαγωγές. Οι επιδόσεις των μοντέλων στην εκτίμηση της DAM συγκρίθηκαν με 3,671 ωριαία δεδομένα της περιόδου ελέγχου (Μάρτιος - Ιούλιος 2026) και επιλέχθηκε το καλύτερο. Στη συνέχεια διαμορφώνονται δύο υποθετικά σενάρια. Στο πρώτο σενάριο (Σενάριο 1) η ηλεκτροπαραγωγή από ορυκτό αέριο περιορίζεται στην κάλυψη αποκλειστικά της εγχώριας ζήτησης καθώς και των αναγκών καθοδικής εφεδρείας, ενώ παράλληλα μειώνονται κατά την ίδια ποσότητα οι εξαγωγές. Στο δεύτερο σενάριο (Σενάριο 2), οι καθαρές εξαγωγές διατηρούνται οι ίδιες, ενώ η εξαγόμενη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από αέριο υποκαθίσταται από επιπλέον παραγωγή ΑΠΕ. Το καλύτερο μοντέλο χρησιμοποιείται και στα δύο σενάρια για να προσομοιώσει την τιμή της DAM υπό τις νέες αυτές συνθήκες για ολόκληρη την εξεταζόμενη περίοδο Ιανουαρίου 2024 - Ιουλίου 2026.

Τέλος, τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων των δύο σεναρίων συγκρίνονται με το βασικό μοντέλο, που χρησιμοποιεί τα πραγματικά δεδομένα, ώστε να εξαχθούν ποσοτικά συμπεράσματα για την επίδραση της πρόσθετης χρήσης αερίου ή ΑΠΕ για εξαγωγές και, εν τέλει, για τις συνθήκες κάτω από τις οποίες οι εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας συνιστούν καθαρό όφελος ή καθαρή επιβάρυνση για την ελληνική οικονομία.

⁸ The Green Tank, 10.9.2024. «Πόση ισχύ μονάδων αερίου έχει ανάγκη η χώρα;» <https://bit.ly/4qkCPkC>

⁹ Α. Κοντολέων, Η Καθημερινή, 31.1.2025. «Οι εξαγωγές αύξησαν την τιμή του ρεύματος» <https://bit.ly/4qlAsOQ>

¹⁰ Χ. Λιάγγου, Η Καθημερινή, 31.1.2025 «Οι εξαγωγές αύξησαν την τιμή του ρεύματος» <https://bit.ly/4wslNOj>

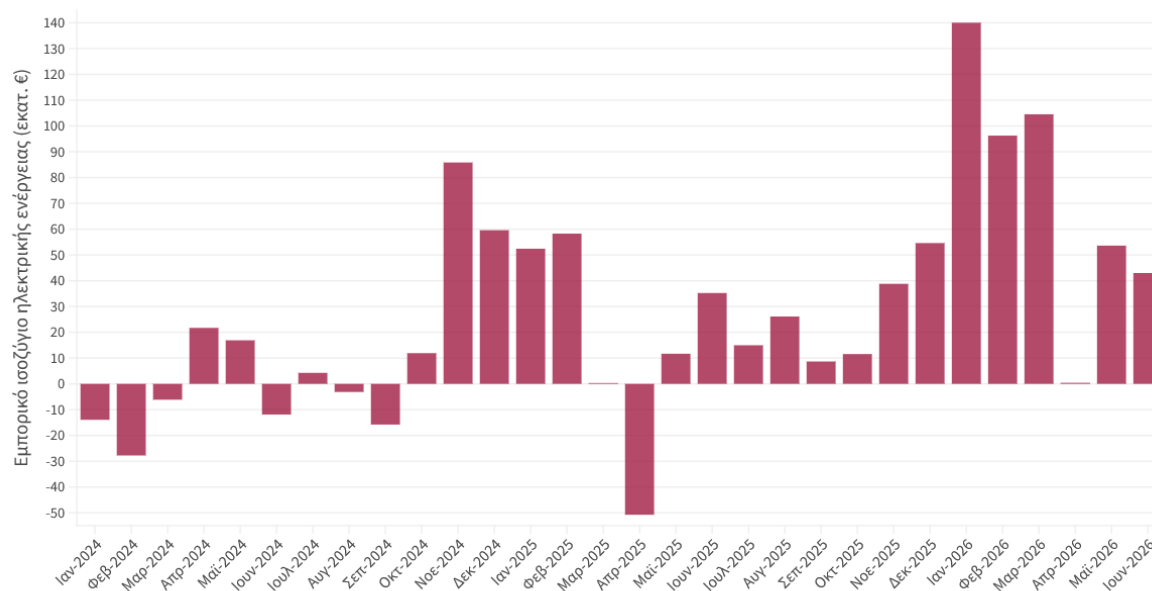
Το εμπορικό ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας

Το αποτέλεσμα της «εκρηκτικής» ανόδου των καθαρών εξαγωγών με αφετηρία το 2024 ήταν να αλλάξει το πρόσημο του εμπορικού ισοζυγίου ηλεκτρικής ενέργειας από αρνητικό τα προηγούμενα χρόνια, σε θετικό. Έτσι στα 2.5 χρόνια που μεσολάβησαν έως τα μισά του 2026, το εμπορικό ισοζύγιο έφτασε αθροιστικά στα + € 821.2 εκατ. (Πίνακας 1) οδηγώντας σε σημαντικά οικονομικά οφέλη για τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας.

Πίνακας 1. Καθαρές εξαγωγές και εμπορικό ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας

Έτος	Καθαρές εξαγωγές (GWh)	Εμπορικό ισοζύγιο (εκατ. €)
2024	307.3	121.5
2025	3,010.3	261.8
2026 (1 ^ο εξάμηνο)	5,243.6	437.8
Σύνολο	8,564.2	821.2

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ, η αξία των εξαγωγών ηλεκτρικής ενέργειας από την Ελλάδα προς τις γειτονικές της χώρες ξεπέρασε αυτή των εισαγωγών τους 23 από τους 30 μήνες της περιόδου Ιανουαρίου 2024 - Ιουνίου 2026 (Διάγραμμα 1). Το εμπορικό ισοζύγιο σημείωσε τις υψηλότερες θετικές τιμές του το πρώτο τρίμηνο του 2026 υπερβαίνοντας αθροιστικά τα € 340 εκατ. και αφήνοντας στην τέταρτη θέση τον Νοέμβριο 2024 με +€ 85.8 εκατ. Από εκείνο τον μήνα έως και τον Ιούνιο 2026, η χώρα ήταν καθαρά εισαγωγική μόλις για ένα μήνα (Απρίλιος 2025) -οδηγώντας μάλιστα το εμπορικό ισοζύγιο σε χαμηλό (€ -50.8 εκατ.), γεγονός που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην προσωρινή διακοπή της ηλεκτρικής διασύνδεσης Ελλάδας-Ιταλίας¹¹.



Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, ίδια επεξεργασία

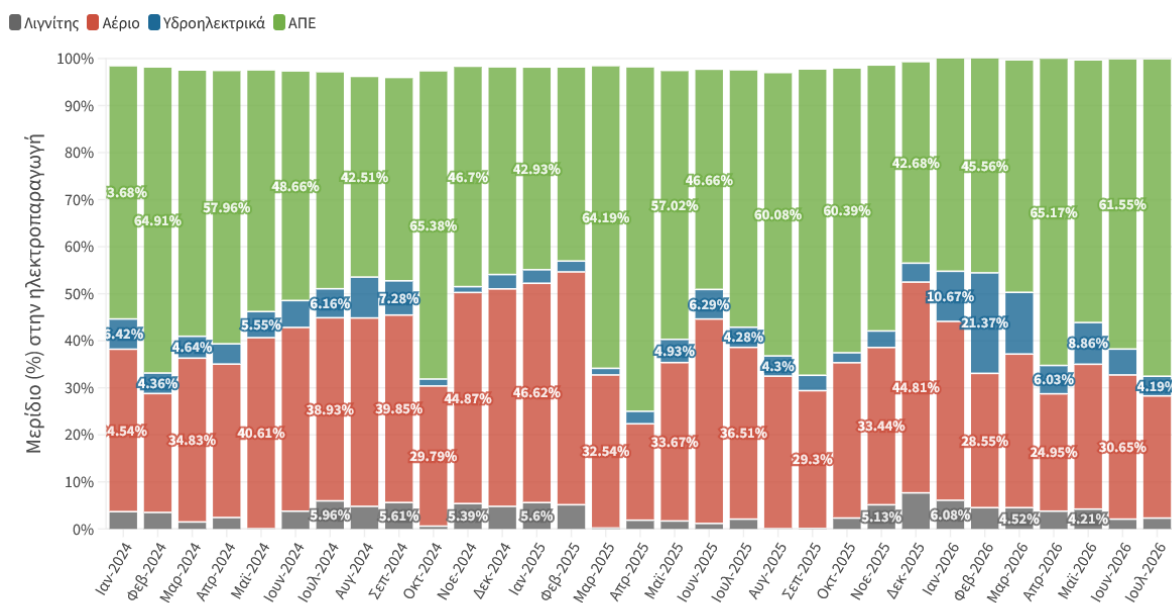
Διάγραμμα 1: Η διαφορά ανάμεσα στην αξία των εξαγωγών και σε αυτή των εισαγωγών ηλεκτρικής ενέργειας την περίοδο Ιανουαρίου 2024 - Ιουνίου 2026.

¹¹ Worldenergynews 28.3.2025. «Εκτός λειτουργίας η διασύνδεση Ελλάδας με Ιταλία λόγω βλάβης - Μέσα Απριλίου η αποκατάσταση» <https://bit.ly/4gvZ8k5>

Το μίγμα ηλεκτροπαραγωγής των εξαγωγών

Παρά την αναμφισβήτητη βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας από το 2024 έως σήμερα, οι επιπτώσεις των καθαρών εξαγωγών στην εθνική οικονομία δεν είναι αποκλειστικά θετικές. Δεδομένου ότι η ηλεκτρική ενέργεια που εξάγεται παράγεται στην Ελλάδα, συμμετέχει στην εγχώρια χονδρεμπορική αγορά ηλεκτρισμού (DAM). Συνεπώς, η αύξηση της παραγωγής των μονάδων ορυκτού αερίου της Ελλάδας προκειμένου να καλύψουν τη ζήτηση γειτονικών χωρών, πιέζει ανοδικά την εγχώρια DAM. Καθώς μάλιστα η τιμή της χονδρεμπορικής αγοράς της Ελλάδας συσχετίζεται ισχυρά με αυτή της λιανικής αγοράς¹², το επιπλέον κόστος από την άνοδο της DAM εξαιτίας των εξαγωγών, καταλήγει να μετακυλιέται στους τελικούς καταναλωτές στην Ελλάδα.

Παρά τη διαδεδομένη αντίληψη ότι «η Ελλάδα εξάγει ΑΠΕ», τα στοιχεία του Ελληνικού Χρηματιστηρίου Ενέργειας (EXE) δείχνουν ότι κατά τις ώρες που η χώρα ήταν καθαρά εξαγωγική, η συμμετοχή μονάδων ορυκτού αερίου στο μίγμα ηλεκτροπαραγωγής της χώρας ήταν ιδιαίτερα σημαντική (Διάγραμμα 2). Συγκεκριμένα, το μέσο μηνιαίο μερίδιο του ορυκτού αερίου -σταθμισμένο με την εξαγόμενη ενέργεια- κυμάνθηκε από 20.5% (Απρίλιος 2025) έως 49.5% (Φεβρουάριος 2025) με μέση τιμή 35.8% για ολόκληρη την περίοδο Ιανουαρίου 2024 - Ιουλίου 2026. Συνεπώς, η Ελλάδα εξάγει εκτός από ΑΠΕ και ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ορυκτό αέριο, ενώ μικρή συμμετοχή στις εξαγωγές έχουν τα μεγάλα υδροηλεκτρικά και ο λιγνίτης.



Πηγές: ENEX, ίδια επεξεργασία

Διάγραμμα 2: Το μέσο μηνιαίο μίγμα ηλεκτροπαραγωγής το οποίο διαμορφώνει την τιμή της χονδρεμπορικής αγοράς κατά τις ώρες της ημέρας που η χώρα ήταν καθαρά εξαγωγική. Περίοδος Ιανουαρίου 2024-Ιουλίου 2026.

Το ερώτημα που προκύπτει από τα παραπάνω είναι το εξής: *πόσο χαμηλότερες θα ήταν οι τιμές στη χονδρεμπορική αγορά της Ελλάδας (και κατ' επέκταση στη λιανική αγορά) αν η παραγωγή από τις μονάδες ορυκτού αερίου ήταν χαμηλότερη;*

¹² The Green Tank, 21.5.2026. «Τάσεις στη λιανική αγορά ηλεκτρισμού της Ελλάδας» <https://bit.ly/4x246Ls>

Μοντέλα Μηχανικής Μάθησης για την Εκτίμηση Τιμών DAM

Το πρώτο βήμα για την ποσοτική διερεύνηση του παραπάνω ερωτήματος είναι η διαμόρφωση ενός μοντέλου εκτίμησης των τιμών της DAM όταν είναι γνωστές οι τιμές συγκεκριμένων ανεξάρτητων μεταβλητών. Για τον σκοπό αυτό επιλέχθηκαν 14 μεταβλητές οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 μαζί με τις αντίστοιχες πηγές. Συγκεκριμένα, θεωρήθηκε ότι η ωριαία DAM επηρεάζεται από όλες τις πηγές ηλεκτροπαραγωγής που μετέχουν στη διαμόρφωση της DAM κάθε ώρα της ημέρας (μονάδες λιγνίτη, πετρελαίου της Κρήτης, ορυκτού αερίου, υδροηλεκτρικές, ΑΠΕ συμπεριλαμβανομένων των ΑΠΕ Κρήτης και μπαταρίες), τις καθαρές εξαγωγές, την εγχώρια ζήτηση, καθώς και το υπολειπόμενο φορτίο (residual load), ένα μέγεθος που εκφράζει ποσοτικά το τμήμα της συνολικής ζήτησης - συμπεριλαμβανομένου του ισοζυγίου διασυνδέσεων - που απομένει να καλυφθεί από συμβατικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής μετά την αφαίρεση της προσφοράς των ΑΠΕ. Τα αντίστοιχα δεδομένα λήφθηκαν από το Ελληνικό Χρηματιστήριο Ενέργειας (EXE). Προκειμένου να περιγραφεί επαρκώς η επίδραση που έχει στη DAM ο χρόνος, επιλέχθηκαν επίσης ως ανεξάρτητες μεταβλητές, η ώρα της ημέρας, η ημέρα της εβδομάδας και ο μήνας. Τέλος, δεδομένου ότι το κόστος ηλεκτροπαραγωγής των μονάδων ορυκτού αερίου επηρεάζεται πρωτίστως από την τιμή προμήθειας ορυκτού αερίου και δευτερευόντως από το κόστος αγοράς δικαιωμάτων εκπομπών από το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΣΕΔΕ), επιλέχθηκαν ως ανεξάρτητες μεταβλητές οι τιμές TTF, δηλαδή οι τιμές στο εικονικό σημείο συναλλαγών και διαπραγμάτευσης αερίου της Ολλανδίας¹³ καθώς και οι τιμές δικαιωμάτων εκπομπών CO₂ από τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης Δεκεμβρίου. Οι τελευταίες επηρεάζουν πολύ περισσότερο τις προσφορές που κάνουν στην προημερησία αγορά οι -πολύ μεγαλύτερης έντασης άνθρακα - λιγνιτικές μονάδες.

Πίνακας 2. Ανεξάρτητες μεταβλητές μοντέλου πρόβλεψης της DAM

Μεταβλητή	Μονάδα	Πηγή
Παραγωγή από λιγνιτικές μονάδες	MW	EXE
Παραγωγή από πετρελαϊκές μονάδες Κρήτης	MW	EXE
Παραγωγή από μονάδες ορυκτού αερίου	MW	EXE
Παραγωγή από μεγάλες υδροηλεκτρικές μονάδες	MW	EXE
Παραγωγή από ΑΠΕ συμπεριλαμβανομένων ΑΠΕ Κρήτης	MW	EXE
Έγχυση από μπαταρίες (μετά από 1/4/2026)	MW	EXE
Καθαρές εξαγωγές (εξαγωγές - εισαγωγές)	MW	EXE
Εγχώρια Ζήτηση	MW	EXE
Υπολειπόμενο φορτίο (Συνολική ζήτηση - ΑΠΕ)	MW	EXE
Ώρα της ημέρας	0-23	EXE
Ημέρα της εβδομάδας	1-7	EXE
Μήνας του έτους	1-12	EXE
TTF ¹³	€/MWh	ICE ¹⁴
Τιμές δικαιωμάτων εκπομπών (front December futures)	€/tn	ICE ¹⁴

¹³ Η ημερήσια τιμή προμήθειας αερίου υπολογίστηκε ως ο μέσος όρος της ημερήσιας τιμής TTF για τον επόμενο μήνα (Month-Ahead) και της τιμής TTF που είχε καταγραφεί 30 ημέρες νωρίτερα. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία συνδυάζει το τρέχον σήμα της προθεσμιακής αγοράς με μια τιμή TTF με χρονική υστέρηση 30 ημερών, συμβάλλοντας έτσι στην εξομάλυνση των βραχυπρόθεσμων διακυμάνσεων των τιμών.

¹⁴ <https://www.ice.com>

Σύγκριση Μοντέλων

Για την εκπαίδευση του μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση σεναρίων, δοκιμάστηκαν συστηματικά τέσσερις διαφορετικοί αλγόριθμοι ενισχυμένων συνόλων δέντρων αποφάσεων που χρησιμοποιούνται σε προσομοιώσεις αγορών ηλεκτρισμού: ο XGBoost¹⁵, ο LightGBM¹⁶, ο CatBoost¹⁷, καθώς και ο αλγόριθμος «Πλήρως Τυχαιοποιημένων Δέντρων» (Extra Trees)¹⁸. Οι αλγόριθμοι εκπαιδεύτηκαν με πραγματικά ωριαία δεδομένα για την DAM και τις 14 ανεξάρτητες μεταβλητές της περιόδου Ιανουαρίου 2024 - Φεβρουαρίου 2026 και οι επιδόσεις τους συγκρίθηκαν για την περίοδο ελέγχου (test period) Μάρτιος - Ιούλιος 2026 με τις πραγματικές τιμές. Ο λόγος που συμπεριλήφθηκαν και οι δύο πρώτοι μήνες του 2026 στην περίοδο εκπαίδευσης (training period) ήταν γιατί εκείνη ακριβώς την περίοδο άρχισε να παρατηρείται μια εντυπωσιακή άνοδος των εξαγωγών ηλεκτρικής ενέργειας σε συνδυασμό με μεγάλη αύξηση της παραγωγής από ΑΠΕ και μεγάλα υδροηλεκτρικά.

Από τους 4 αλγορίθμους, ο XGBoost παρουσίασε την καλύτερη προσαρμογή στα δεδομένα εκπαίδευσης (εσωτερική ή «εντός δείγματος» αξιολόγηση ή in-sample fit) με συντελεστή προσδιορισμού $R^2 \approx 0.97$. Ωστόσο, για την προσομοίωση των σεναρίων επιλέχθηκε ο αλγόριθμος Extra Trees ο οποίος είχε χειρότερη προσαρμογή στα δεδομένα εκπαίδευσης ($R^2 \approx 0.89$) αλλά την καλύτερη κατά την περίοδο ελέγχου με $R^2 \approx 0.81$. Η επιλογή αυτή βασίστηκε στο ότι η ανάλυση σεναρίων δεν αποτελεί απλή αξιολόγηση πάνω στα ίδια δεδομένα εκπαίδευσης, αλλά ουσιαστικά μια μορφή προεκβολής (extrapolation) πέρα από το γνωστό δείγμα: κάθε μεταβολή σε μεταβλητές όπως το ορυκτό αέριο, οι καθαρές εξαγωγές ή οι ΑΠΕ που εξετάστηκαν στα δύο υποθετικά σενάρια, δημιουργεί νέους συνδυασμούς τιμών εισόδου που το μοντέλο δεν συνάντησε ακριβώς κατά την εκπαίδευση, ακόμη κι όταν κάθε μεμονωμένη μεταβλητή παραμένει εντός του ιστορικά παρατηρημένου εύρους της. Το κατάλληλο κριτήριο επιλογής, συνεπώς, δεν είναι η ακρίβεια προσαρμογής στα δεδομένα εκπαίδευσης, αλλά η ικανότητα γενίκευσης σε δεδομένα εκτός δείγματος («εξωτερική» ή out-of-sample αξιολόγηση).

Μετά από δοκιμές σε πολλαπλές και διαφορετικές χρονικές περιόδους ελέγχου, το μοντέλο Extra Trees απέδωσε σταθερά καλύτερα ($R^2 \approx 0.81$) σε σύγκριση με τους υπόλοιπους τρεις αλγορίθμους ($R^2 \approx 0.70-0.76$) (Διάγραμμα 3) – εύρημα που αποδίδεται στην ενσωματωμένη τυχαιότητα του αλγορίθμου (τυχαία επιλογή τόσο των μεταβλητών όσο και των σημείων διαχωρισμού σε κάθε δέντρο), η οποία μειώνει τον κίνδυνο υπερβολικής προσαρμογής (overfitting) στις ιδιαιτερότητες του συγκεκριμένου ιστορικού δείγματος. Η τελική επιλογή αντανakλά, επομένως, προτεραιότητα στην αξιοπιστία των υποθετικών (counterfactual)

¹⁵ Yilan, Y., & Beykent, A. (2026). "Day-Ahead Electricity Price Forecasting Using the XGBoost Algorithm: An Application to the Turkish Electricity Market", Computers, Materials & Continua, 86(1), 1-16. <https://bit.ly/46bNuoz>

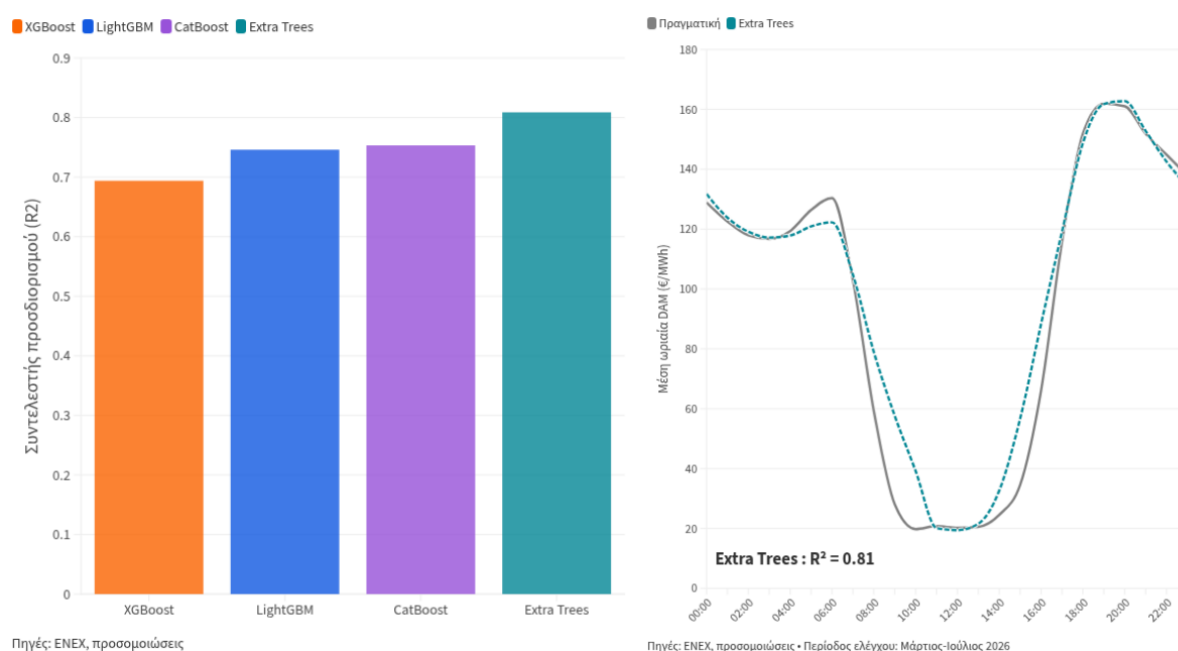
¹⁶ Michalakopoulos V. et al. (2026). "Less Is More: Data-Driven Day-Ahead Electricity Price Forecasting with Short Training Windows" (2026). *Energies*, 19(2), 376. <https://bit.ly/45Gu6zR>

¹⁷ Zhang, F., Fleyeh, H., & Bales, C. (2022), "A hybrid model based on bidirectional long short-term memory neural network and Catboost for short-term electricity spot price forecasting" Journal of the Operational Research Society, 73(2), 301-325. <https://bit.ly/4wG75Ju>

¹⁸ McGlynn, D., Coleman, S., Kerr, D., & McHugh, C. (2018). "Day-Ahead Price Forecasting in Great Britain's BETTA Electricity Market". Paper presented at the 2018 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI), Bengaluru, India. <https://bit.ly/4qqLSAy>

εκτιμήσεων έναντι της καλύτερης, αλλά λιγότερο μεταβιβάσιμης σε νέες συνθήκες, ακρίβειας που παρουσίασαν οι υπόλοιποι αλγόριθμοι στα ιστορικά δεδομένα εκπαίδευσης.

Παρά τις πολύ μεγάλες αλλαγές στην ελληνική αγορά ηλεκτρισμού το 2026 με τα «άλματα» στις εξαγωγές, την παραγωγή ΑΠΕ και μεγάλων υδροηλεκτρικών, το κόστος προμήθειας ορυκτού αερίου καθώς και το πλήθος των ωρών με αρνητικές τιμές, το μοντέλο Extra Trees κατορθώνει να προσεγγίζει αρκετά καλά την πραγματική DAM. Συγκεκριμένα, σε επίπεδο μέσων ωριαίων τιμών επιτυγχάνει τις καλύτερες προβλέψεις τόσο στο μέγεθος όσο και στο ύψος των βραδινών αιχμών ζήτησης αλλά και στην «κοιλιάδα» τιμών τις μεσημεριανές ώρες λόγω της μεγάλης παραγωγής των φωτοβολταϊκών. Οι παρατηρούμενες αποκλίσεις αφορούν στην υπο-εκτίμηση του μεγέθους της πρωινής αιχμής και τη διάρκεια της «κοιλιάδας», με το μοντέλο να προβλέπει μικρότερο χρονικό διάστημα εμφάνισης μειωμένων τιμών, υπερεκτιμώντας έτσι την πραγματική DAM τις υπόλοιπες ώρες υψηλής ηλιοφάνειας.



Διάγραμμα 3: Αριστερά: Σύγκριση συντελεστή προσδιορισμού (R^2) των 4 αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για την περίοδο ελέγχου (Μάρτιος - Ιούλιος 2026). Δεξιά: Σύγκριση προβλέψεων μοντέλου Extra Trees με την πραγματική μέση ωριαία τιμή DAM για την ίδια περίοδο.

Εναλλακτικά σενάρια

Σενάριο 1: Μειωμένη παραγωγή αερίου

Μετά την «εκπαίδευση» του μοντέλου που αναπαράγει με ικανοποιητική ακρίβεια τις τιμές της DAM, το δεύτερο βήμα για την εκτίμηση της οικονομικής επίπτωσης της πρόσθετης εξαγωγικής χρήσης ορυκτού αερίου αφορά τη διαμόρφωση ενός εναλλακτικού σεναρίου χαμηλότερης ηλεκτροπαραγωγής από ορυκτό αέριο.

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό, σε ωριαία βάση, της παραγωγής αερίου που θα μπορούσε να αποφευχθεί κατά την εξεταζόμενη περίοδο (Ιανουάριος 2024 - Ιούλιος 2026), θεωρήθηκε ότι το εναλλακτικό σενάριο πρέπει να ικανοποιεί ταυτόχρονα τρεις βασικούς περιορισμούς:

1. Η δυνητικά αποφευγόμενη παραγωγή αερίου δεν μπορεί να υπερβαίνει τις πραγματικές εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ορυκτό αέριο τις ώρες που η χώρα ήταν καθαρά εξαγωγική.
2. Η ποσότητα αερίου που απομένει πρέπει να διασφαλίζει την ύπαρξη επαρκούς καθοδικής εφεδρείας στο σύστημα. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να παραμένει σε λειτουργία επαρκής ισχύς μονάδων ορυκτού αερίου, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα μείωσης της παραγωγής τους σε περίπτωση που αυτό απαιτηθεί.
3. Η ποσότητα αερίου που απομένει πρέπει να είναι επαρκής για την κάλυψη της εγχώριας ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας.

Προκειμένου να ικανοποιηθεί ο πρώτος περιορισμός, για κάθε ώρα της εξεταζόμενης περιόδου που η χώρα ήταν καθαρά εξαγωγική, οι εξαγωγές πολλαπλασιάστηκαν με το μερίδιο του ορυκτού αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή (βλ. **Διάγραμμα 2**). Έτσι υπολογίστηκε η μέγιστη ποσότητα παραγωγής αερίου που θεωρητικά θα μπορούσε να αποφευχθεί.

Προκειμένου να ικανοποιηθεί ο δεύτερος περιορισμός, αρχικά λήφθηκαν από τα ημερήσια αρχεία ISP2 και ISP3 της Διαδικασίας Ενοποιημένου Προγραμματισμού (ΔΕΠ) του ΑΔΜΗΕ, οι πραγματικές τιμές από τις τρεις κατηγορίες καθοδικής εφεδρείας (FCR, afRR, mfRR) για μονάδες ορυκτού αερίου. Οι συνολικές ανάγκες καθοδικής εφεδρείας κάθε ώρα της ημέρας, υπολογίστηκαν ως το άθροισμα των αναγκών καθοδικής εφεδρείας των τριών επιμέρους κατηγοριών.

Προκειμένου να ικανοποιηθούν ταυτόχρονα οι δύο πρώτοι περιορισμοί ως μειωμένη παραγωγή αερίου τις ώρες των καθαρών εξαγωγών στο σενάριο αυτό λήφθηκε το μέγιστο μεταξύ της ποσότητας ενέργειας που απομένει μετά την αφαίρεση της εξαγόμενης ποσότητας που παράχθηκε από αέριο και αυτής που αντιστοιχεί στην απαιτούμενη καθοδική εφεδρεία την ίδια ώρα.

Η κάλυψη της εγχώριας ζήτησης (τρίτος περιορισμός) ικανοποιείται αυτόματα θεωρώντας ότι οι καθαρές εξαγωγές μειώνονται κατά την ίδια ακριβώς ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας με την οποία μειώνεται η παραγωγή ορυκτού αερίου.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία και παραδοχές, εκτιμήθηκε ότι η ηλεκτροπαραγωγή αερίου που θα μπορούσε να αποφευχθεί κατά την περίοδο Ιανουαρίου 2024 - Ιουλίου 2026 ήταν **6.56 TWh (Πίνακας 3)** ποσότητα που αντιστοιχεί στο **11.4%** συνολικής ηλεκτροπαραγωγής από αέριο που συμμετείχε στη χονδρεμπορική αγορά της Ελλάδας την ίδια περίοδο. Δείγμα της τάσης των παραγωγών αερίου να στρέφονται όλο και περισσότερο στις εξαγωγές είναι η εξέλιξη του μεριδίου των εξαγωγών επί της συνολικής εγχώριας παραγωγής αερίου. Από 9% το 2024 και 10.1% το 2025, σχεδόν διπλασιάστηκε τους πρώτους 7 μήνες του 2026 (18.4%).

Πίνακας 3. Εξαγωγές από μονάδες ορυκτού αερίου

Έτος	Εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες αερίου (GWh)	% εξαγωγών από αέριο επί της συνολικής παραγωγής αερίου	Εκπομπές CO ₂ (εκατ. τόνοι)
2024	1,979.6	9.05%	0.79
2025	2,408.7	10.07%	0.96
2026 (7 μήνες)	2,167.9	18.35%	0.87
Σύνολο	6,556.2	11.38%	2.62

Η πρόσθετη αυτή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτό αέριο με αποκλειστικά εξαγωγικό προορισμό, είχε και σημαντικό κλιματικό αντίκτυπο αφού εκτιμάται ότι οδήγησε στην έκλυση επιπλέον 2.6 εκατ. τόνων CO₂ στην ατμόσφαιρα¹⁹.

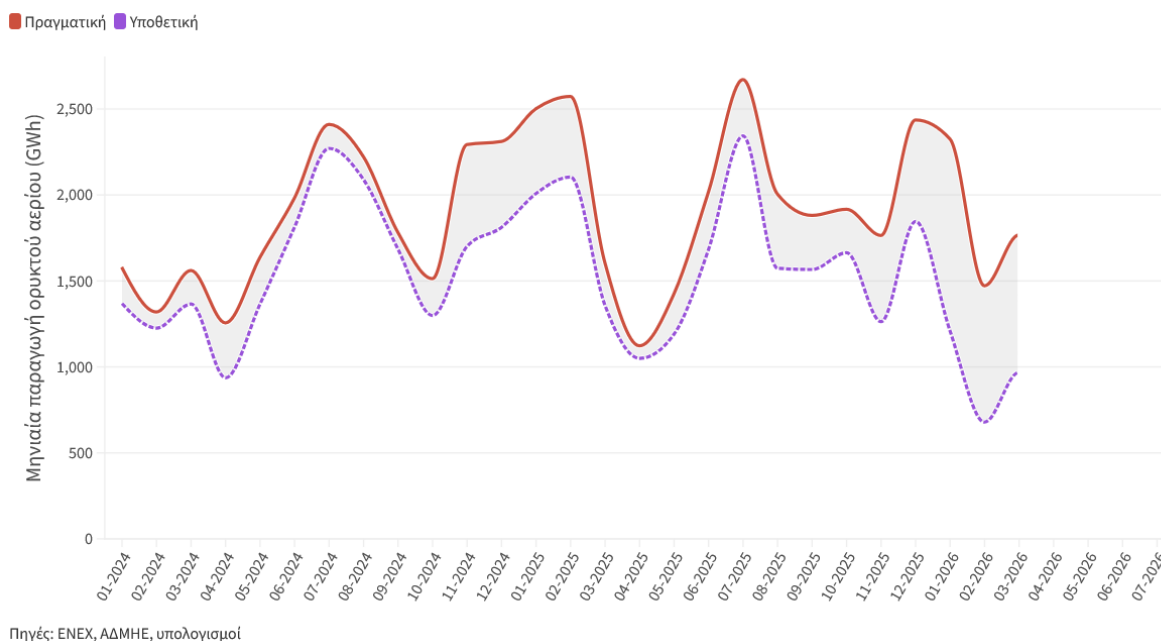
Η εξέλιξη της ολοένα αυξανόμενης ηλεκτροπαραγωγής από αέριο που διοχετεύεται σε εξαγωγές, συνδέεται με τη μεγάλη ανάπτυξη των ΑΠΕ. Τα τελευταία χρόνια οι ΑΠΕ καλύπτουν ολοένα και μεγαλύτερο κομμάτι της εγχώριας ζήτησης περιορίζοντας την αναγκαιότητα για χρήση αερίου. Είναι χαρακτηριστικό ότι στο πρώτο εξάμηνο του 2026 το μερίδιο των ΑΠΕ στην κάλυψη της εγχώριας ζήτησης έφτασε το 56.4%, ξεπερνώντας κατά 10 ποσοστιαίες μονάδες το αντίστοιχο μερίδιο για την ίδια περίοδο του 2025 (46%)²⁰. Επιπλέον, οι ώρες που η εγχώρια ζήτηση υπερκαλύπτεται από την καθαρή ενέργεια αυξάνονται αλματωδώς. Πρόσφατη ανάλυση με βάση τα στοιχεία του ENTSO-e έδειξε ότι κατά το πρώτο εξάμηνο του 2026 η παραγωγή από ΑΠΕ και μεγάλα υδροηλεκτρικά υπερκάλυψε τις εγχώριες ανάγκες για 435 ώρες ή 10% του χρόνου²¹. *Έτσι, οι παραγωγοί μονάδων αερίου στρέφονται προς τις εξαγωγές, εκμεταλλευόμενοι τις χαμηλότερες τιμές DAM που έχει η χώρα σε σύγκριση με τις γειτονικές χώρες, λόγω της μεγαλύτερης ανάπτυξης των φθηνών ΑΠΕ.*

Σε μηνιαίο επίπεδο (Διάγραμμα 4), οι εκτιμώμενες εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες αερίου (δηλαδή η διαφορά ανάμεσα στην πραγματική και την υποθετική παραγωγή αερίου) κυμάνθηκαν από 28 GWh (Απρίλιος 2025) έως και 565.4 GWh (Ιανουάριος 2026) με μέση μηνιαία τιμή 211.5 GWh. Η «ψαλίδα» ανάμεσα στο πραγματικό και το υποθετικό σενάριο έχει εποχικό χαρακτήρα καθώς διευρύνεται κατά τους χειμερινούς μήνες. Έτσι, το τετράμηνο Νοεμβρίου - Φεβρουαρίου του χειμώνα 2024 - 2025 οι αθροιστικές εξαγωγές από μονάδες αερίου εκτιμώνται σε 1.39 TWh, ενώ το αντίστοιχο τετράμηνο του χειμώνα 2025-2026 αυξήθηκαν κατά 15% φτάνοντας τις 1.6 TWh.

¹⁹ Με την παραδοχή ότι η μέση ένταση άνθρακα των ελληνικών μονάδων ορυκτού αερίου είναι 0.4 τόνοι CO₂/MWh.

²⁰ The Green Tank, Ιούλιος 2026. Τάσεις στην ηλεκτροπαραγωγή - Ιούνιος 2026. <https://bit.ly/4x6D8SE>

²¹ The Green Tank, 16.7.2026. LinkedIn post για την εξέλιξη του αριθμού των ωρών που η παραγωγή καθαρής ενέργειας υπερκαλύπτει την εγχώρια ζήτηση. <https://bit.ly/4gr5voK>



Διάγραμμα 4: Η ηλεκτροπαραγωγή από μονάδες ορυκτού αερίου που συμμετέχει στον προσδιορισμό της ημερήσιας DAM (κόκκινη, συνεχής γραμμή) και η εκτίμηση της ελάχιστης δυνατής παραγωγής (μωβ, διακεκομμένη γραμμή) κατά τις ώρες που η χώρα ήταν καθαρά εξαγωγική, την περίοδο Ιανουαρίου 2024 - Ιουλίου 2026. Η σκιασμένη επιφάνεια είναι η εκτίμηση των εξαγωγών ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από μονάδες αερίου.

Η μειωμένη ηλεκτροπαραγωγή από μονάδες ορυκτού αερίου στο υποθετικό σενάριο, οδήγησε σε μείωση των εξαγωγών. Διατηρήθηκε, ωστόσο, το καθαρά εξαγωγικό πρόσημο για ολόκληρη την εξεταζόμενη περίοδο, καθώς το ισοζύγιο διασυνδέσεων μετατοπίστηκε από +7.9 TWh στο βασικό σενάριο σε +1.33 TWh στο υποθετικό, μια μετατόπιση 6.56 TWh, ακριβώς ίση με τη μείωση στην παραγωγή αερίου.

Αποτελέσματα προσομοιώσεων Σεναρίου 1

Για τις προσομοιώσεις της ελληνικής χονδρεμπορικής αγοράς (DAM) στο υποθετικό σενάριο μειωμένης παραγωγής αερίου χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Extra Trees που εκπαιδεύτηκε με τα πραγματικά ωριαία δεδομένα της περιόδου Ιανουαρίου 2024 - Φεβρουαρίου 2026 και πέτυχε τα καλύτερα αποτελέσματα στην περίοδο ελέγχου (Μάρτιος-Ιούλιος 2026) ανάμεσα στους 4 αλγόριθμους που εξετάστηκαν ($R^2 = 0.81$). Για τις προσομοιώσεις του υποθετικού σεναρίου, από τις 14 ανεξάρτητες μεταβλητές, άλλαξαν τα ωριαία δεδομένα μόνο για τις τρεις. Συγκεκριμένα, τα πραγματικά δεδομένα για την παραγωγή αερίου (κόκκινη συνεχής γραμμή, Διάγραμμα 4) αντικαταστάθηκαν από αυτά του υποθετικού σεναρίου (μωβ διακεκομμένη γραμμή, Διάγραμμα 4). Επιπλέον, τα δεδομένα για τις καθαρές εξαγωγές μειώθηκαν κατά τη διαφορά μεταξύ της πραγματικής και της μειωμένης παραγωγής αερίου (σκιασμένη επιφάνεια, Διάγραμμα 4). Τέλος, μεταβλήθηκε και το υπολειπόμενο φορτίο (residual load) καθώς η συνολική ζήτηση μειώνεται κατά την ίδια ποσότητα ενέργειας με την οποία μειώνονται οι καθαρές εξαγωγές.

Με αυτά τα νέα δεδομένα το μοντέλο Extra Trees εκτίμησε τη νέα υποθετική DAM που αντιστοιχεί στη μειωμένη παραγωγή αερίου για κάθε ώρα της εξεταζόμενης περιόδου. Τα αποτελέσματα (Πίνακας 4) δείχνουν ότι για ολόκληρη την εξεταζόμενη περίοδο, η μειωμένη παραγωγή ορυκτού αερίου οδήγησε σε μέση μείωση της DAM κατά 6.2 €/MWh ή 6.2% της

μέσης πραγματικής DAM της περιόδου των 31 μηνών (100.6 €/MWh). Η μείωση εμφανίζεται αυξημένη τους πρώτους 7 μήνες του 2026. Έτσι, ενώ στην πραγματικότητα η μέση DAM ήταν 94.9 €/MWh, θα μπορούσε να είναι 87.6 €/MWh αν δεν παραγόταν επιπλέον αέριο προκειμένου να διοχετευτεί σε εξαγωγές.

Πίνακας 4. Διαφορές μεταξύ πραγματικής και υποθετικής DAM στο Σενάριο 1

Έτος	Διαφορά πραγματικής - υποθετικής DAM (€/MWh)	Πραγματική DAM (€/MWh)	% επί της Πραγματικής DAM
2024	6.27	100.88	6.22%
2025	5.54	103.60	5.35%
2026 (7 μήνες)	7.32	94.92	7.72%
Μέσος όρος	6.23	100.59	6.23%

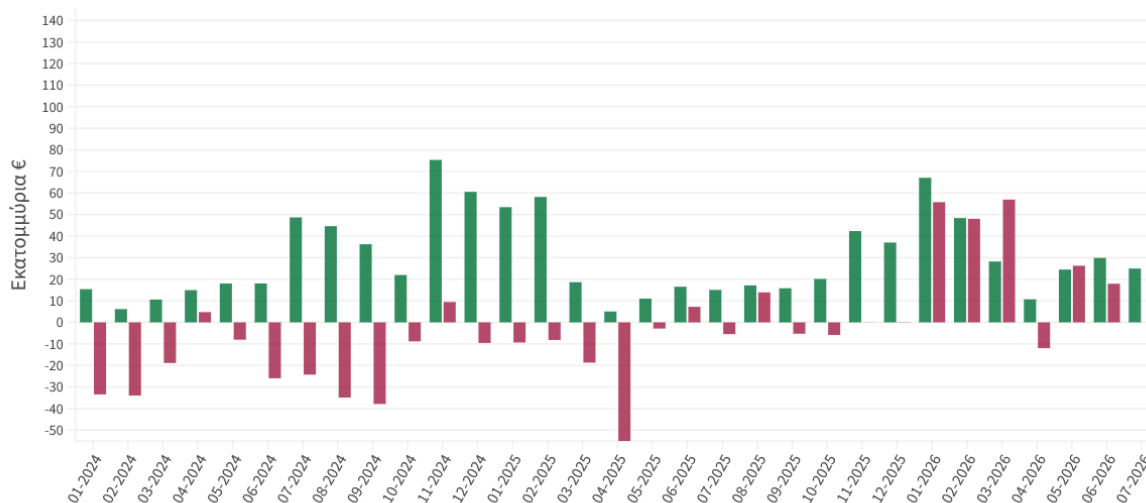
Η αύξηση αυτή της τιμής της DAM σε σχέση με το υποθετικό Σενάριο 1 της αποφυγής εξαγωγών ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από αέριο, αφορά ολόκληρη την εγχώρια ζήτηση, η οποία παραμένει σταθερή, και καλύπτεται πλήρως τόσο στο βασικό σενάριο με τα πραγματικά δεδομένα, όσο και στο υποθετικό Σενάριο 1. Επομένως, πολλαπλασιάζοντας τη διαφορά μεταξύ πραγματικής και υποθετικής DAM με την εγχώρια ζήτηση, εκτιμάται η επιβάρυνση για τους καταναλωτές στην Ελλάδα που προκύπτει από την πρόσθετη χρήση ορυκτού αερίου με εξαγωγικό προορισμό. Το ίδιο ακριβώς ποσό μπορεί να ερμηνευθεί και με δύο επιπλέον τρόπους. Πρώτον ως **το οικονομικό όφελος που θα προέκυπτε για τους Έλληνες καταναλωτές αν η παραγωγή αερίου περιοριζόταν μόνο στην κάλυψη εγχώριων αναγκών και δεν διοχετευόταν σε εξαγωγές**. Δεύτερον, ως τα επιπλέον έσοδα των παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας όλων των τεχνολογιών από τους Έλληνες καταναλωτές λόγω της πρόσθετης χρήσης αερίου για εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 5) δείχνουν ότι για ολόκληρη την περίοδο των 31 μηνών, **οι καταναλωτές στην Ελλάδα επιβαρύνθηκαν σωρευτικά με €914.4 εκατ., ενώ θα μπορούσαν να εξοικονομήσουν αυτό το ποσό στο υποθετικό σενάριο περιορισμού της χρήσης ορυκτού αερίου μόνο για την κάλυψη εγχώριων αναγκών**. Η επιβάρυνση των καταναλωτών για την περίοδο Ιανουαρίου 2024 - Ιουνίου 2026 (€ 889.4 εκατ.) ξεπερνά ακόμα και το σωρευτικό εμπορικό ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας για το ίδιο χρονικό διάστημα (€ 821.2 εκατ.).

Σε μηνιαίο επίπεδο, οι μεγαλύτερες οικονομικές επιβαρύνσεις για τους Έλληνες καταναλωτές από την πρόσθετη παραγωγή αερίου (ή τα μεγαλύτερα οικονομικά οφέλη από τον υποθετικό περιορισμό του) καταγράφονται κατά σειρά τον Νοέμβριο 2024 (€ 75.3 εκατ.), τον Ιανουάριο 2026 (€ 67 εκατ.), και τον Φεβρουάριο 2025 (€ 58.2 εκατ.), μήνες οι οποίοι συνδυάζουν υψηλή εγχώρια ζήτηση με αυξημένες εξαγωγές και μεγάλα μερίδια αερίου στο εγχώριο μίγμα ηλεκτροπαραγωγής.

Σενάριο 1: Λιγότερο Αέριο

■ Όφελος για τους Έλληνες καταναλωτές ■ Εμπορικό ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας



Πηγές: ENEX, ΕΛΣΤΑΤ, ιδία επεξεργασία, προσομοιώσεις

Διάγραμμα 5: Αποτελέσματα Σεναρίου 1: εκτιμώμενο μηνιαίο οικονομικό όφελος των καταναλωτών της Ελλάδας αν αποφευγόταν η πρόσθετη ηλεκτροπαραγωγή από αέριο για εξαγωγές (πράσινες μπάρες) και αντίστοιχο μηνιαίο εμπορικό ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας (βυσσινί μπάρες).

Όπως ήταν αναμενόμενο, η μείωση των εξαγωγών στο υποθετικό Σενάριο 1, επηρεάζει αρνητικά το εμπορικό ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας. Λαμβάνοντας υπόψη τόσο τη μείωση των εξαγωγών όσο και τη μειωμένη DAM του υποθετικού σεναρίου, και θεωρώντας ότι η αξία των εισαγωγών παραμένει σταθερή, εκτιμήθηκε το μηνιαίο εμπορικό ισοζύγιο στην περίπτωση του υποθετικού Σεναρίου 1 (**Διάγραμμα 5**). Σωρευτικά από τον Ιανουάριο 2024 ως τον Ιούνιο 2026, το εμπορικό ισοζύγιο καταλήγει να είναι αρνητικό (- € 118.1 εκατ.), ενώ στο βασικό σενάριο οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας είχαν σημαντικά οικονομικά οφέλη από τα + € 821.2 του εμπορικού ισοζυγίου (βλ. **Διάγραμμα 1**).

Σενάριο 2: Μειωμένη παραγωγή αερίου - αυξημένη παραγωγή ΑΠΕ

Οι υπολογισμοί του Σεναρίου 1 έδειξαν ότι η μειωμένη παραγωγή αερίου ωφελεί σημαντικά τους καταναλωτές στην Ελλάδα. Ωστόσο, ζημιώνει τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας καθώς μειώνει κατά πολύ τα έσοδα από τις εξαγωγές. Υπό ποιες συνθήκες όμως **θα μπορούσε η κατάσταση να αποβεί προς όφελος τόσο των καταναλωτών στην Ελλάδα όσο και των παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας;**

Προκειμένου να διερευνηθεί αυτό το ερώτημα, καταστρώθηκε ένα δεύτερο υποθετικό σενάριο, όπου η παραγωγή αερίου είναι χαμηλότερη και ακριβώς η ίδια με αυτή του σεναρίου 1. Ωστόσο, η μείωση αυτή δεν καταλήγει σε περιορισμό των εξαγωγών. Αντίθετα, θεωρείται ότι οι εξαγωγές παραμένουν αμετάβλητες όπως στο βασικό σενάριο (πραγματικά δεδομένα) αλλά το κενό καλύπτεται από επιπλέον παραγωγή ΑΠΕ.

Αποτελέσματα προσομοιώσεων Σεναρίου 2

Με βάση τα παραπάνω, για τις προσομοιώσεις του μοντέλου Extra Trees για το δεύτερο υποθετικό Σενάριο 2, από τις 14 ανεξάρτητες μεταβλητές, άλλαξαν τα ωριαία δεδομένα, και

πάλι, μόνο για τις τρεις. Συγκεκριμένα, όπως και στο Σενάριο 1, τα πραγματικά δεδομένα για την παραγωγή αερίου (κόκκινη συνεχής γραμμή, **Διάγραμμα 4**) αντικαταστάθηκαν από αυτά του υποθετικού σεναρίου (μωβ διακεκομμένη γραμμή, **Διάγραμμα 4**). Επιπλέον, τα δεδομένα για τις ΑΠΕ αυξήθηκαν κατά τη διαφορά μεταξύ της πραγματικής και της μειωμένης παραγωγής αερίου (σκιασμένη επιφάνεια, **Διάγραμμα 4**), ενώ, σε αντίθεση με το Σενάριο 1, τα δεδομένα των καθαρών εξαγωγών παρέμειναν τα ίδια με αυτά του βασικού σεναρίου. Συνεπώς, η επιπλέον -σε σχέση με την πραγματική- παραγωγή ΑΠΕ που προσομοιώνεται σε αυτό το σενάριο είναι 6.56 TWh για ολόκληρη την εξεταζόμενη περίοδο. **Μεγάλο τμήμα από αυτήν την ποσότητα θα μπορούσε να καλυφθεί στην πράξη αν η χώρα είχε αναπτύξει υποδομές αποθήκευσης που θα απορροφούσαν την απορριπτόμενη ενέργεια από ΑΠΕ, η οποία για την εξεταζόμενη περίοδο ανήλθε σε 4.5 TWh.** Τέλος, και σε αυτό το σενάριο μειώνεται το υπολειπόμενο φορτίο, κατά την επιπλέον ποσότητα ενέργειας από ΑΠΕ.

Με αυτά τα νέα δεδομένα το μοντέλο Extra Trees εκτίμησε την υποθετική DAM που αντιστοιχεί στο Σενάριο 2, για κάθε ώρα της εξεταζόμενης περιόδου. Τα αποτελέσματα (**Πίνακας 5**) δείχνουν 16.2% μεγαλύτερη αποσυμπίεση της τιμής DAM από την υποκατάσταση της εξαγόμενης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ορυκτό αέριο με ΑΠΕ, σε σχέση αυτή που επιτυγχάνεται μόνο με τη μείωση της παραγωγής αερίου στο Σενάριο 1 (**Πίνακας 4**). Συγκεκριμένα σε αυτό το υποθετικό Σενάριο 2, η DAM εκτιμάται ότι θα ήταν κατά μέσο όρο **7.24 €/MWh** ή 7.2% χαμηλότερη της μέσης πραγματικής DAM για την περίοδο των 31 μηνών. Ειδικά για τους πρώτους 7 μήνες του 2026, η δυνητική βελτίωση της DAM προσεγγίζει το 10% της μέσης πραγματικής (9.6%). Έτσι, αν οι εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας καλύπτονταν από ΑΠΕ αντί για αέριο, η μέση DAM τους πρώτους 7 μήνες του 2026 θα ήταν 85.8 €/MWh αντί για 94.9 €/MWh.

Πίνακας 5. Διαφορές μεταξύ πραγματικής και υποθετικής DAM στο Σενάριο 2

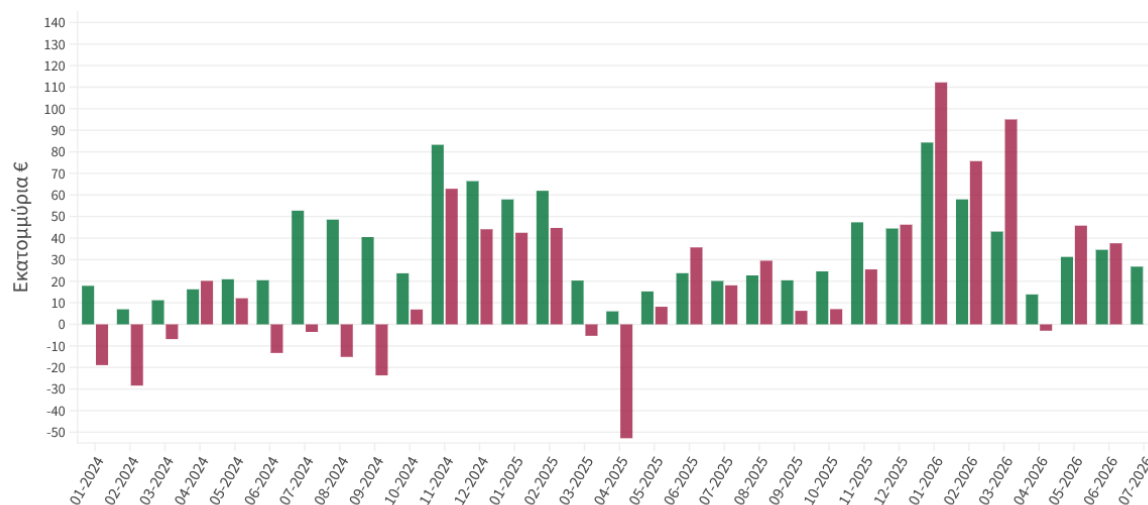
Έτος	Διαφορά πραγματικής - υποθετικής DAM (€/MWh)	Πραγματική DAM (€/MWh)	% επί της Πραγματικής DAM
2024	6.90	100.88	6.84%
2025	6.47	103.60	6.25%
2026 (7 μήνες)	9.15	94.92	9.64%
Μέσος όρος	7.24	100.59	7.20%

Πολλαπλασιάζοντας κάθε ώρα που η χώρα ήταν καθαρά εξαγωγική, τη διαφορά ανάμεσα στην πραγματική DAM και την DAM που εκτιμά το μοντέλο για το Σενάριο 2, με την εγχώρα ζήτηση, υπολογίζεται το οικονομικό όφελος που θα προέκυπτε για τους καταναλωτές στην Ελλάδα αν όντως η πρόσθετη ηλεκτροπαραγωγή αερίου για εξαγωγές υποκαθιστούνταν από ΑΠΕ. Επιπλέον, υπολογίζεται το εμπορικό ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας που αντιστοιχεί στο Σενάριο 2 λαμβάνοντας υπόψη ότι τόσο οι εισαγωγές όσο και οι εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας παραμένουν ίσες με αυτές του βασικού σεναρίου· το μόνο που αλλάζει είναι η τιμή της DAM με την οποία υπολογίζεται η αξία των εξαγωγών στο Σενάριο 2.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων (**Διάγραμμα 6**) **αν, αντί για πρόσθετη ηλεκτροπαραγωγή από ορυκτό αέριο, οι εξαγωγές καλύπτονταν από επιπλέον παραγωγή ΑΠΕ, οι καταναλωτές στην Ελλάδα θα ωφελούνταν με €1.065 δισεκ. για ολόκληρη την περίοδο των 31 μηνών (Ιανουάριος 2024-Ιούλιος 2026).** Επιπλέον, **το εμπορικό ισοζύγιο θα ήταν ισχυρά θετικό με σωρευτικά οφέλη € 605.4 εκατ. (έως τον Ιούνιο 2026).**

Σενάριο 2: Λιγότερο Αέριο - Περισσότερες ΑΠΕ

■ Όφελος για τους Έλληνες καταναλωτές ■ Εμπορικό ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας



Πηγές: ENEX, ΕΛΣΤΑΤ, ιδία επεξεργασία, προσομοιώσεις

Διάγραμμα 6: Αποτελέσματα Σεναρίου 2: εκτιμώμενο μηνιαίο οικονομικό όφελος των καταναλωτών της Ελλάδας αν η πρόσθετη ηλεκτροπαραγωγή από αέριο για εξαγωγές υποκαθιστούνταν από ισόποση επιπλέον παραγωγή από ΑΠΕ (πράσινες μπάρες), και αντίστοιχο μηνιαίο εμπορικό ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας (βυσσινί μπάρες).

Σε σχέση με τα όσα έγιναν στην πραγματικότητα (βασικό σενάριο), ναι μεν οι παραγωγοί ενέργειας αποκομίζουν λιγότερα έσοδα (κατά € 215.7 εκατ.) από τις εξαγωγές των ίδιων ποσοτήτων ενέργειας λόγω σημαντικά μειωμένης DAM, αλλά τα οικονομικά οφέλη για τους καταναλωτές της Ελλάδας είναι πολύ αυξημένα. Συνεπώς, συνολικά η υλοποίηση αυτού του σεναρίου θα οδηγούσε σε σημαντική ελάφρυνση των λογαριασμών ηλεκτρικής ενέργειας και ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της εθνικής οικονομίας.

Συμπεράσματα

Η μετάβαση της Ελλάδας σε καθαρό εξαγωγέα ηλεκτρικής ενέργειας από το 2024 —σημαντικά νωρίτερα από τις προβλέψεις του ΕΣΕΚ— φαντάζει εκ πρώτης όψεως ως αμιγώς θετική εξέλιξη: το εμπορικό ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας εμφάνισε σωρευτικό όφελος € 821.2 εκατ. για το διάστημα Ιανουάριος 2024 - Ιούνιος 2026. Η παρούσα ανάλυση δείχνει, ωστόσο, ότι το αποτέλεσμα αυτό δεν αποτυπώνει ούτε το οικονομικό κόστος για τους καταναλωτές στην Ελλάδα, ούτε το περιβαλλοντικό κόστος της εξαγωγικής δραστηριότητας. Ένα θετικό εμπορικό ισοζύγιο δεν μπορεί, επομένως, να θεωρηθεί ως ο βασικός δείκτης επιτυχίας της εθνικής ενεργειακής πολιτικής — ακόμη κι αν στηρίζεται στο γεγονός ότι η ηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα είναι φθηνότερη από αυτή των γειτονικών χωρών.

Το οικονομικό κόστος για τους καταναλωτές της Ελλάδας

Η επιπλέον οικονομική επιβάρυνση από τις εξαγωγές οφείλεται στο ότι σημαντικό μέρος τους προήλθε από μονάδες ορυκτού αερίου —6.56 TWh σε 31 μήνες, ή το 11.4% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής από αέριο. Παρότι η ενέργεια αυτή διοχετεύτηκε σε γειτονικές χώρες, οι μονάδες που την παρήγαγαν συμμετείχαν στην εγχώρια χονδρεμπορική αγορά (DAM) και επομένως επιβάρυναν την τιμή που πλήρωσαν όλοι οι καταναλωτές στην Ελλάδα για να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες. Με τη χρήση ενός μοντέλου μηχανικής μάθησης (Extra Trees), εκπαιδευμένου σε πραγματικά δεδομένα DAM και 14 ανεξάρτητες μεταβλητές, εκτιμήθηκε ότι η πρόσθετη αυτή επιβάρυνση ανήλθε σε € 914.4 εκατ. για το ίδιο διάστημα (€889.4 εκατ. έως τον Ιούνιο).

Η κλιματική διάσταση

Στην οικονομική αυτή διάσταση προστίθεται και η κλιματική: η πρόσθετη παραγωγή από αέριο για εξαγωγές οδήγησε σε επιπλέον εκπομπές περίπου 2.6 εκατ. τόνων CO₂ υπονομεύοντας έτσι την πρόοδο που έχει συντελεστεί στην απανθρακοποίηση του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής μέσω της ανάπτυξης των ΑΠΕ.

Το πρόβλημα δεν είναι οι εξαγωγές, αλλά η πηγή τους

Η οικονομική επιβάρυνση των καταναλωτών δεν είναι εγγενής στις εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας γενικά, αλλά αφορά μόνο το τμήμα τους που προέρχεται από μονάδες ορυκτού αερίου το οποίο πιέζει ανοδικά την τιμή της εγχώριας DAM επιβαρύνοντας το κόστος κάλυψης της εγχώριας ζήτησης. Αυτό προκύπτει από τις προσομοιώσεις ενός υποθετικού σεναρίου στο οποίο η εξαγόμενη ενέργεια από αέριο υποκαταστάθηκε από ισόποση παραγωγή ΑΠΕ: το μοντέλο προέβλεψε ότι η τιμή της DAM θα έπεφτε σημαντικά, οδηγώντας σε όφελος €1.065 δισεκ. για τους καταναλωτές. Επιπλέον, το εμπορικό ισοζύγιο θα παρέμενε ισχυρά θετικό, στα € 605.4 εκατ. προς όφελος των παραγωγών. Όταν, δηλαδή, οι εξαγωγές βασίζονται στις ΑΠΕ, ενισχύουν την εθνική οικονομία συνολικά — καταναλωτές και παραγωγούς.

Βασικό συμπέρασμα

Τα ευρήματα αυτά οδηγούν σε ένα βασικό συμπέρασμα πολιτικής: η στρατηγική διαρκούς επέκτασης της εγκατεστημένης ισχύος μονάδων αερίου με εξαγωγικό προσανατολισμό —στο όνομα της ενίσχυσης του ρόλου της Ελλάδας ως πυλώνα περιφερειακής ενεργειακής ασφάλειας στη νοτιοανατολική Ευρώπη— δεν είναι βιώσιμη, ούτε οικονομικά ούτε περιβαλλοντικά.

Η στρατηγική αυτή ενέχει και σημαντικό ρίσκο, καθώς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από συνθήκες εκτός ελέγχου της χώρας. Αφενός, αν επιταχυνθεί η διείσδυση φθηνών ΑΠΕ στις γειτονικές αγορές οι εκεί τιμές χονδρεμπορικής θα συρρικνωθούν, περιορίζοντας έτσι τις εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας των χωρών αυτών από την Ελλάδα. Αφετέρου, οι τιμές προμήθειας ορυκτού αερίου στις διεθνείς αγορές παραμένουν ιδιαίτερα ευαίσθητες σε γεωπολιτικές εξελίξεις (αυτή την περίοδο ξεπερνούν τα 70 €/MWh), γεγονός που προσθέτει ένα ακόμη στοιχείο οικονομικής αβεβαιότητας για την εθνική οικονομία. Επιπλέον, ανάλογα με τις πολιτικές επιλογές σε εθνικό επίπεδο, η ίδια στρατηγική μπορεί να επιβαρύνει περαιτέρω τους καταναλωτές: ενδεχόμενη οικονομική στήριξη των μονάδων αερίου μέσω Μηχανισμών Διασφάλισης Επάρκειας Ισχύος θα μετέθετε ξανά το κόστος σε αυτούς, συνιστώντας μια δεύτερη, έμμεση μορφή επιδότησης της ηλεκτροπαραγωγής από αέριο.

Επομένως, το βασικό κριτήριο επιτυχίας της εθνικής ενεργειακής πολιτικής δεν είναι αν οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδας κινούνται χαμηλότερα από αυτές γειτονικών αγορών, όπως της Βουλγαρίας, αλλά το αν διαμορφώνονται στα χαμηλότερα δυνατά επίπεδα για τους ίδιους τους Έλληνες καταναλωτές. Κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει όσο συνεχίζει η Ελλάδα να εξάγει σημαντικές ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ορυκτό αέριο.

Η προτεραιότητα της ενεργειακής πολιτικής θα πρέπει συνεπώς να μετατοπιστεί από την κατασκευή νέων μονάδων αερίου -χωρίς μάλιστα την απόσυρση παλαιότερων- προς την επιτάχυνση των υποδομών αποθήκευσης ενέργειας, σε συνδυασμό με περαιτέρω διείσδυση ΑΠΕ. Ένας τέτοιος συνδυασμός μπορεί να διατηρήσει το εμπορικό ισοζύγιο θετικό, μειώνοντας παράλληλα τη χονδρεμπορική τιμή. Με αυτήν τη στρατηγική θα περιοριστεί δραστικά το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας για όλους τους καταναλωτές· θα ενισχυθεί η ανταγωνιστικότητα της εθνικής οικονομίας, και θα διασφαλιστεί η επίτευξη των εθνικών κλιματικών στόχων.

Η μεθοδολογία ως εργαλείο πολιτικής

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε –η χρήση μοντέλων μηχανικής μάθησης για την ποσοτικοποίηση της επίδρασης των πηγών παραγωγής και άλλων παραμέτρων στη χονδρεμπορική τιμή, σε συνδυασμό με τη διερεύνηση εναλλακτικών σεναρίων– μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο χάραξης ενεργειακής πολιτικής. Επιτρέπει μια πιο ολιστική αποτίμηση του οφέλους ή των ζημιών από τις εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας, πέρα από το απλό εμπορικό ισοζύγιο, και μπορεί να συμβάλει σε έναν ευρύτερο ορισμό του «οφέλους» των εξαγωγών – έναν ορισμό που θα λαμβάνει υπόψη όχι μόνο το εμπορικό αποτέλεσμα, αλλά και το κόστος για τους εγχώριους καταναλωτές, καθώς και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

